

MG  
T-62  
4

# 工學履覽

李榮倫編纂



3 2173 8907 5

文萃堂發行

## 序

本書因著者，痛感工商學各界之需要，本技術報國之理想，利用業餘之暇，而完成此稿，書中所採各制，依據國民政府實業部之標準規定，以重實用，而能增加工作效率。

本書原稿於二年前即亦完成，自客歲付梓，中間因事務關係，屢進屢止，延至本年始行竣事。

本書所載，雖博證羣籍，參同而析異，數目表約佔多數，雖校對再四，刊誤之處，仍恐難免，唯希各界諸賢，如發見謬誤，賜予指教，以匡不逮，實為感謝之至！

二十五年九月十日

R<sup>1</sup>  
440.026  
290

度 量 衡

	頁		頁
長度.....	1	英國金銀權.....	"
標準制長度.....	"	英國藥權.....	"
中國市制長度.....	"	英國新藥權.....	"
中國舊制長度(營造).....	"	日本制重量.....	"
英國制長度.....	2	各制重量對照表.....	12
日本制長度.....	"	國民政府實業部規定度量衡標準	
美國制長度.....	"	制改正名表.....	13
各制長度對照表.....	3	各制折合表(長度).....	14
平面.....	4	市尺, 合英尺, 日尺, 或營造尺	
標準制面積.....	"	.....	"
中國市制面積.....	"	營造尺, 合公尺, 英尺, 日尺, 或	
中國舊制(營造)面積.....	"	市尺.....	"
英國制面積.....	5	公尺, 合營造尺, 英尺, 或日尺	
日本制面積.....	"	.....	"
美國制面積.....	"	英尺, 合營造尺, 公尺, 日尺, 或	
各制面積對照表.....	6	市尺.....	15
積量.....	7	日尺, 合營造尺, 英尺, 公尺, 或	
標準制積量.....	"	市尺.....	"
中國市制積量與標準制同.....	"	各制折合表(面積)	
中國舊制積量.....	"	方市尺, 合方公尺, 平方英尺,	
英國制積量.....	"	平方日尺, 或平方營造尺... "	
日本制積量.....	8	平方營造尺, 合平方公尺, 平方	
各制積量對照表.....	9	英尺, 平方日尺, 或平方市尺... "	
重量.....	10	.....	16
標準制重量.....	"	平方公尺, 合平方英尺, 平方營	
中國市制重量.....	"	造尺, 平方日尺, 或平方市尺... "	
中國舊制重量(庫平).....	"	.....	"
英國常權.....	11	平方英尺, 合平方公尺, 平方營	



造尺,平方日尺,或平方市尺… ..... "	市斤,合英磅,日斤,或庫平斤 ..... "
平方日尺,合平方營造尺,平方 公尺,平方英尺,或平方市尺… ..... 17	庫平斤,合公斤,英磅,日斤,或 市斤..... "
市畝,合英畝,日畝,或營造畝 ..... "	公斤,合英磅,庫平斤,或日斤, ..... 22
營造畝,合公畝,英畝,日畝,或 市畝..... "	英磅,合公斤,庫平斤,日斤,或 市斤..... "
公畝,合英畝,營造畝,或日畝 ..... 18	日斤,合庫平斤,英磅,公斤,或 市斤..... "
英畝,合公畝,營造畝,日畝,或 市畝..... "	市擔,合英噸,日貫,或庫秤擔 ..... 23
日畝,合營造畝,公畝,英畝,或 市畝..... "	庫平擔,合公斤,英噸,或日貫 ..... "
各制折合表(體積)..... 19	公斤,合英噸,庫平擔,或日貫 ..... "
立方市尺,合立方英尺,立方日 尺,或立方營造尺;..... "	英噸,合公斤,庫平擔,或日貫 ..... 24
新升,合英加倫,日升,或舊升 ..... "	日貫,合庫平擔,公斤,或英噸 ..... "
英加倫,合新升,日升,或舊升 ..... "	公鐵,合英噸,庫平擔,或日貫 ..... "
立方營造尺,合立方公尺,立方 英尺,立方日尺;或立方市尺… ..... 20	日貫,合庫平擔,公鐵,或英噸 ..... 25
立方公尺,合立方英尺,立方營 造尺,或立方日尺..... "	各制折合表(長距離)..... "
立方英尺,合立方公尺,立方營 造尺,立方日尺,或立方市尺… ..... "	市里,合英里,日里,或營造里 ..... "
立方日尺,合立方營造尺,立方 英尺,立方公尺,或立方市尺… ..... 21	營造里,合公里,英里,或日里 ..... "
各制折合表(重量)..... "	公里,合英里,營造里,或日里 ..... 26
	英里,合公里,營造里,或日里… ..... "
	日里,合營造里,公里,或英里…

..... "	標準與英式單位換算率之表.....
單位組織.....27	.....36
機械上之單位.....28	鐵絲之徑,鐵片之厚,及其稱呼.....37
力之單位....."	吋換公釐之表.....38
工作之單位.....29	公釐換吋之表.....40
熱量之單位....."	吋與公釐之對照表(小數).....42
工率之單位....."	公釐與吋之對照表.....43
電氣之實用單位....."	呎與公尺之對照表.....44
抵抗「歐姆」.....30	公尺與呎之對照表.....46
電流「安皮」....."	平方吋與方公分之對照表.....48
電壓「弗打」....."	方公分與平方吋之對照表.....50
起電力「弗打」....."	平方呎與方公尺之對照表.....52
電量「可倫」....."	方公尺與平方呎之對照表.....53
電氣容量「法拉得」....."	立方呎與立方呎之對照表.....54
工作「佳爾」....."	立方呎與立方呎之對照表.....55
工率「瓦德」....."	公斤與磅之對照表.....56
誘導係數「恨利」....."	噸與磅之對照表.....62
物理的單位比較表.....31	鐵與噸之對照表.....64
線速度....."	噸與鐵之對照表.....65
角速度....."	公斤/方公分與磅/平方吋之對照表.....66
加速度....."	公斤/方公釐與噸/平方吋及磅/平方吋之對照表.....68
力.....32	攝氏與華氏寒暑表之對照表.....70
密度....."	華氏與攝氏寒暑表之對照表.....72
比容積.....33	量計器比較表.....76
壓力....."	
工作與熱量比較表.....34	
工率及熱量單位比較表.....35	
溫度之比....."	
熱容量及「恩特婁皮」....."	

## 第 二 章

### 數 學 公 式

計算尺使用法.....78	乘法....."
---------------	----------

除法.....	79	不定積分.....	97
讀數法.....	"	定積分.....	98
定位法.....	"	求積法.....	101
平方及開平方.....	80	極大極小.....	102
立方及開立方.....	"	曲率半徑.....	103
正弦及正切.....	"	$\pi$ -之必要函數.....	104
對數.....	81	求積.....	106
尺上之諸符號.....	"	圓之面積及圓周表.....	114
代數公式.....	82	球之表面積及體積表.....	123
恆等式.....	"	缺圓之面積.....	128
不等式.....	"	角與弦之長短表.....	132
二次方程式.....	83	平方,立方,平方根,立方根,	
聯立一次方程式.....	"	反數,圓周,圓面積表.....	134
比及比例.....	84	對數.....	159
指數.....	"	對數之性質.....	"
三角公式.....	85	對數之用法.....	"
直角三角形之諸公式.....	"	求指數法.....	160
函數之值.....	"	知真數求對數法.....	161
斜三角形之解法.....	86	知對數求真數法.....	"
最重要之三角公式.....	87	自對數與對數相加求真數法.....	
三角函數之真數表.....	88	.....	162
圓錐曲線.....	94	自對數減對數求真數法.....	"
橢圓.....	"	對數代乘幕法.....	163
拋物線.....	"	對數代開方法.....	164
雙曲線.....	"	對數表.....	165
微分法.....	95	數之自然對數.....	169

### 第 三 章

### 重 量 表

萬國原子量表.....	172	木材並石材比重及重量...	176
水之密度(比重)並一公分之水		雜品比重及重量.....	177
之立積(立公分).....	174	瓦斯體比重及重量.....	179
各種金屬比重及重量.....	175	金屬板之重量表.....	180

鐵葉板.....	182	不等邊山形鋼.....	190
鍍鋅鋼板.....	183	球山形鋼重量表.....	194
圓棒重量表.....	184	溝形鋼重量表.....	195
方棒重量表.....	"	丁形鋼.....	197
八角鋼重量表.....	185	工形鋼.....	198
六角鋼重量表.....	186	金屬管之重量計算法.....	200
等邊山形鋼重量表.....	187	鑄鐵管重量表.....	"

## 第 四 章

### 應 用 力 學

力之單位及其圖解.....	201	加速度.....	"
力.....	"	落體之速度.....	"
力之單位.....	"	[牛頓]氏之運動法則.....	214
力之絕對制單位與重力制單位之關係.....	"	質量.....	"
力之合成及分解.....	"	運動之一般公式.....	"
力之平行四邊形.....	202	運動量.....	215
力之三角形.....	"	關於加速度運動之公式.....	"
方向不同諸力之合成.....	203	關於拋物運動之公式.....	216
力之多角形.....	204	關於減加速度運動之公式.....	"
力率.....	"	關於傾斜面運動之公式.....	"
平行力之合力.....	"	圓運動之公式.....	217
偶力.....	"	加速度及減速度之一般公式.....	218
重心.....	"	加速圓運動之一般公式.....	219
各種平面及立體之重心.....	205	遠心力.....	"
不規則物體之重心.....	206	摩擦.....	220
作用於傾斜面及楔之力.....	207	摩擦係數.....	"
作用於槓杆之力.....	208	摩擦之三法則.....	"
作用於滑車之力.....	"	摩擦係數及摩擦角表.....	221
挺子及二斜面之應用.....	210	摩擦角.....	"
物體之運動.....	212	軸頸及軸架之摩擦.....	222
運動及其種類.....	"	轉動摩擦.....	223
速度.....	213	音響之速度.....	"

鏡頭之公式..... 224 | 風壓公式..... "

第 五 章

材 料 及 燃 料

金屬材料..... 225	錫皮薄板..... 246
鐵..... "	鐵板..... "
鐵之分類..... "	銅板..... "
生鐵..... 226	房頂板..... "
鑄鐵..... "	鋅板鉛板..... "
特殊鑄鐵..... 227	鋼板..... "
熟鐵..... 228	線..... "
普通鋼..... "	管..... "
特別鋼..... 230	柴灰分析表..... 247
銅..... 232	固體燃料之特徵..... 248
鋅..... 233	中國之煤炭..... 249
鉛..... 234	煤之分佈..... "
錫..... "	煤之產額..... 250
鋁..... 235	煤質及用途..... 251
鎳..... "	煙煤一噸乾溜時之生成物及 其性質表..... 253
錒..... 236	低溫蒸溜之製品及其用途一 覽表..... 254
鈦..... "	低溫乾溜之目的..... "
鉻..... "	試驗鐵鋼之肉眼組織腐蝕液..... ..... 255
錳..... 237	凝離之檢出..... "
鈷..... "	磷之檢查..... "
黃銅..... "	硫黃之檢查..... "
青銅..... 239	各種模型與各種鑄物之重量 比(模型為1)..... 256
特別青銅及黃銅..... 240	各國原油分析表..... "
銅鎳合金..... 242	各國重油分析表..... "
白金..... 243	
減摩用白金..... 244	
輕合金..... 245	

各國原油餾出物百分率表	257	工業用粘度測定法	262
原油,石油,輕油,發熱量表	258	藍圖製法	"
燃料重油發熱量表	"	水泥	"
油脂類規格	259	水泥之化學成分	263
日本石油會社機械油規定	260	水泥及水泥膠沙之強度	"
植物油粘力表	"	三和土	264
紐約Standard公司製品	261	三和土之壓縮強度表	"

## 第 六 章

### 材 料 強 弱 學

材料強弱學	265	斷面積爲圓形時	"
單位內力	"	傳導馬力軸	"
單位變形	"	中空軸與實體軸之應力比較及計算中空軸內外徑之順序	310
彈性界限	"	撓屈與扭轉之合成應力	311
彈性係數	"	鍵	312
安全率	266	扭轉慣性力率及斷面係數	315
材料強弱表	267	固體慣性力率	316
材料強弱之一般公式	271	發條之計算	317
樑	273	G之值	318
支點之支持力	"	發條最大安全應力表	"
樑內之應力及撓屈	274	各種發條之強度及變形量之公式	"
沿樑之長各部受等應力者	287	鉚釘接縫	321
長方形樑	290	鉚釘頭之形狀	"
材料之慣性力率,斷面係數,環動半徑表	291	鉚釘接縫之種類	"
長柱強度(壓縮與彎曲之複性應力)	301	各種鉚釘接縫之一般公式	"
外力作用於物體之軸線上	"	鎖鏈,枷環,鈎之強度表	332
關於平面板之計算	304	柔軟鋼線繩強度表	334
有曲線圓筒之頂部	306	重量表	"
管銹圓筒及接手等之計算	307	白麻繩強度及重量表	335
軸之計算	309	「馬尼拉」繩強度及重量表	336
扭轉強度之一般公式	"		

太爾 J 繩強度及重量表..... 337  
環鎖鏈一覽表..... "

環鎖鏈安全率表..... 338

## 第 七 章

### 熱 力 學

水之比熱..... 339  
瓦斯之比熱..... "  
瓦斯體之比熱表..... 340  
水之沸騰點..... 341  
海水之沸騰點..... "  
金屬之比熱，熔解點及鎔解潛熱..... 342  
物質之比熱..... 343  
可溶性合金之熔解溫度..... "  
白焊鐵之熔解溫度..... "  
液體之比熱，融解點及沸騰點..... 344  
各種物質之線膨脹係數..... 345  
液體之體積膨脹係數..... 346  
鑄物之冷縮..... "  
熱之傳導率 (Marks)..... "  
  金屬之熱傳導率..... 347  
  建築材料之熱傳導率..... 348  
  液體及瓦斯體之熱傳導率..... 349  
  固體之熱傳導率..... 350  
熱力學..... 351  
  熱力學之第一法則..... "  
  能力 (Energy) 方程式..... 352  
  熱力學之第二法則..... "  
  Carnot 氏循環之效率..... "  
  恩特婁皮..... "  
完全氣體..... 353

氣體之法則..... "  
能力熱量恩特婁皮..... "  
  瓦斯之性質..... 354  
  瓦斯狀態之特別變化..... 355  
  蒸氣..... "  
  蒸氣之性質..... 356  
  飽和蒸氣之表(英式)..... 359  
  飽和蒸氣之表(標準式)..... 357  
  低壓蒸氣之表(英式)..... 363  
  低壓蒸氣之表(標準式)..... 365  
  過熱蒸氣之表(英式單位)..... 367  
  過熱蒸氣之比熱表(標準式)..... 369  
  過熱蒸氣之比熱表(英式)..... "  
  碳酸瓦斯之表(英式)..... 370  
  碳酸瓦斯之表(標準式)..... 371  
  阿母尼亞之表(英之單位)..... 372  
  阿母尼亞瓦斯之表(標準式)..... 373  
  氯化鈣溶液之表..... 374  
  飽和蒸氣狀態之特種變化..... 375  
液體之流動..... 376  
  基礎方程式..... 377  
  自孔口流出..... "

空氣流量公式.....	378	燃料發熱量之計算法.....	382
對於飽和蒸氣流出之公式..	〃	燃料完全燃燒時所需之空氣量...	383
氣體流過管時之計算.....	380	賽蓋爾困(Seger Cone).....	384
燃料中之諸元素及化合物之發熱量.....	381		

## 第 八 章

### 水 力 學

水之重量.....	385	管內水流之一般公式.....	400
大氣壓與水柱之關係.....	〃	噴射之動作用.....	401
依晴雨表之指示度壓力,水頭,沸騰點之對照表.....	〃	板上之衝擊.....	〃
體積壓縮係數.....	〃	水之落下之工率.....	404
壓力之傳播.....	〃	往復動唧筒.....	405
水頭及壓力.....	386	往復動唧筒之流出量.....	〃
對於水高壓力及水流之速度.....	387	唧筒之速度.....	406
總計壓力.....	〃	吸入管及吐捨管之直徑.....	407
壓力之中心及其深度.....	388	唧筒之空氣室.....	〃
在水中物體重量之減少.....	389	遠心唧筒.....	〃
水之浮力.....	〃	唧筒之效率.....	〃
「伯奴伊」之定理.....	〃	各種往復動唧筒之重要尺寸等.....	408
通過孔口之水量.....	390	給水唧筒.....	〃
收縮係數.....	〃	噴燃用重油唧筒.....	〃
速度係數.....	391	消防唧筒.....	〃
流量係數.....	〃	放射灰唧筒.....	〃
直角堰流出水量.....	392	強壓,注油蓄油器油冷却唧筒.....	409
四角堰每寬一呎之流出水量.....	396	抽氣唧筒.....	410
九十度三角堰之流出水量... 397		蒸化器蒸溜器用唧筒.....	〃
管內水流.....	398	底壓渦輪唧筒.....	411

## 第 九 章



## 機 械 工 作

皮帶之傳達力.....	412	螺齒輪.....	422
皮帶之傳達馬力.....	413	螺齒輪計算公式.....	"
皮帶輪上皮帶之長度.....	"	各種徑節齒輪各部之尺寸表.....	
傳導軸軸架間之距離.....	414	.....	423
各種速度鋼製軸所傳達馬力... "	"	法國式齒輪之表.....	424
各種工作機械運轉所要之馬力... ..	415	圓嚙齒輪各部之比例.....	426
齒輪裝置.....	417	齒之強度.....	427
圓嚙齒輪裝置.....	"	對各強度YZ係數之表.....	428
齒之畫法.....	418	齒輪所傳達馬力.....	429
漸開線齒之畫法.....	"	齒輪之最大周速度.....	"
擺線齒之畫法(英式).....	"	車軸用軸架.....	430
內側銜接圓嚙齒輪.....	"	潤滑調節軸架之要素.....	"
傘齒輪.....	419	軸架之面積.....	"
螺旋桿齒輪.....	420	軸架上壓力.....	"
各部之名稱.....	"	軸架上之容許壓力.....	431
各部之計算公式.....	"	軸架之直徑.....	433
螺旋桿各部尺寸表.....	421	軸頸與軸架之間隙表.....	"
		螺釘之強度表.....	434

## 附 錄

希臘文字.....	435
-----------	-----

# 第一章

## 度量衡

### 長度

#### 標準制長度

10公釐(糧) Millimetre	= 1公分(Centimetre)
10公分(粉)	= 1公寸(Decimetre)
10公寸(籽)	= 1公尺(Metre)
10公尺(秬)	= 1公丈(Decametre)
10公丈(秠)	= 1公引(Hectometre)
10公引(粃)	= 1公里(裡)(Kilometre)

#### 中國市制長度

3市尺=1公尺

10市毫=1市釐 =  $\frac{1}{3}$  公釐(糧)

10市釐=1市分 =  $\frac{1}{3}$  公分(粉)

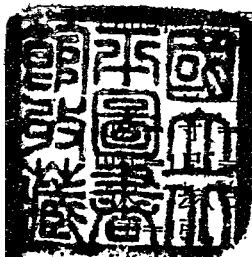
10市分=1市寸 =  $\frac{1}{3}$  公寸(籽)

10市寸=1市尺 =  $\frac{1}{3}$  公尺(秬)

10市尺=1市丈 =  $\frac{1}{3}$  公丈(秠)

10市丈=1市引 =  $\frac{1}{3}$  公引(粃)

=  $\frac{1}{2}$  公里(裡)或為500公尺



#### 中國舊制長度(營造)

.26吋(英)=32公釐

.04987呎(英)=.32公尺

2步=1丈[=3.5碼(英)=3.2公尺]

18引=1里=0.35791英里=576公尺

## 英國制長度

1哩=8富阿郎(Furlong)=5280呎

1富阿郎=10 扯因(Chain)=660呎=201.168公尺

1扯因(鎖)=100令克(Link)=66呎

1扯因=4桿(Rod, Pole, or Perch)

1桿= $5\frac{1}{2}$ 碼= $16\frac{1}{2}$ 呎

1花當(Fathom 或呼之爲彙)=2碼(Yard)

1碼=3呎(Feet)

1呎(Foot)=12吋(Inch)

此外尚有英國測量用尺度,海上之距離船舶之速度普通用哩

哩=湮 $\times 1.1515$  與地哩=6082.66呎普通常以 6080計之

湮=哩 $\times .8684$

## 日本制長度

1里=36町=4294.921536碼

1町=60間=119.30337碼

1間=6尺=5.9651685呎

1丈=10尺

1尺=10寸=11.930337吋

1寸=10分

## 美國制長度

美國單位(1U, S, A, unit)=1.000002875 英國單位(British units)

此外尚有如下

(Point) 磅音脫= $\frac{1}{72}$ 吋

(Mil) 米爾= $\frac{1}{6000}$ 吋

(Span) 斯班=9吋

各制長度對照表

	標準				營造				英				日			
	公里	公尺	公釐	里	尺	哩	碼	呎	吋	日里	町	間	日尺			
公里	1	1000	1000000	1.73611	3125	.62138	1093.6	3280.9	39370.1	.25463	9.167	550	3300			
公尺	.001	1	1000	.001736	3.125	.00062	1.0936	3.281	39.37	.....	.009167	.55	3.3			
公釐	.000001	.001	1	.....	.00313	.....	.0011	.0033	0.039	.....	.....	.00055	.0033			
里	.576	576	576000	1	18000	.35791	629.93	1889.79	22677.50	.14667	5.28	316.81	1900.86			
尺	.00032	.32	320	.000556	1	.....	.34996	1.04987	12.5984	.....	.00293	.176	1.056			
哩	1.6093	1609.3	1609300	2.794	5029.2	1	1760	5280	63360	.40979	14.752	885.12	5310.8			
碼	.0009	.9144	914.39	.00158	2.8575	.000568	1	3	36	.....	.00837	.5029	3.01747			
呎	.....	.3048	304.79	.....	.9525	.....	.333	1	12	.....	.00279	.16763	1.0058			
吋	.....	.0254	25.4	.....	.07937	.....	.0278	.0833	1	.....	.....	.014	.0838			
日里	3.9273	3927.3	.....	6.8182	.....	2.4403	4294.9	12884.99	.....	1	36	2160	12960			
町	0.10909	109.09	109090	.1894	340.92	.0678	119.30	357.91	4294.92	.0278	1	60	360			
間	.00182	1.818	1818.2	.00316	5.682	.00113	1.9884	5.9652	71.582	.....	.01667	1	6			
日尺	.....	.303	303.03	.....	0.947	.....	.3314	.9942	11.93	.....	.002778	.1667	1			

## 平 面

標 準 制 面 積

100 方公釐 (平方釐)(Sq, Millimetre)	= 1方公分 (Sq, Centimetre)
100 方公分 (平方粉)	= 1方公寸 (Sq, Decimetre)
100 方公寸 (平方料)	= 1方公尺 (公釐) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sq, Meter} \\ \text{Centiare} \end{array} \right\}$
100 方公尺 (平方級)	= 1方公丈 (公畝) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sq, Deca-} \\ \text{metre} \\ \text{Are} \end{array} \right\}$
100 方公丈 (平方杖)	= 1方公引 (公頃) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sq, Hecto-} \\ \text{metre} \\ \text{Hectare} \end{array} \right\}$
100 方公引 (平方犁)	= 1方公里 (Sq, Kilometre)
而量地積多用 100公釐(厘)(Centiare)	= 1公畝(畷)(are)
100公畝	= 1公頃(頓)(Hectare)

中 國 市 制 面 積

市制  $\times 20 \frac{2}{3}$  = 標準制

10市毫 (0.666667方公尺) = 1市釐 (  $6 \frac{2}{3}$  方公尺)

10市釐 = 1市分 (  $66 \frac{2}{3}$  方公尺)

10市分 = 1市畝 (6000方市尺或  $6 \frac{2}{3}$  公畝)

100市畝 = 1市頃 (  $666 \frac{2}{3}$  公畝)

中 國 舊 制 (營 造) 面 積

10絲 = 1毫                      10分 = 1畝

10毫 = 1釐                      100畝 = 1頃

10釐 = 1分 (六方丈)      540畝 = 1方里

## 英國制面積

1平方哩=640愛克(Acre)(英畝)

1愛克=10方扯因(Sq, Chain)

1愛克=4840平方碼

1平方吋=.006944平方呎

1平方哩=27878400平方呎=259公頃

## 日本制面積

1町=10反(或段)

1反=10畝=1186.108平方碼(英)

1畝=30坪

1坪=36平方尺

1平方里=4665600坪=1555.2町

## 美國制面積

1美國單位(U, S, A, unit)=1.0000575英國單位(British unit)

各制面積對照表

	標		準		營		造		英			日						
	公畝	1	方公尺	100	畝	0.1628	方尺	976.8	平方碼	119.6	平方呎	1076.4	平方吋	155001.6	平方間 (坪)	30.25	平方尺	1089
方公尺	.01	1	614.4	1	.001628	9,765.6	1,196	10,764	1550	3,025	10,899	185.86	6,690.96	1,115	9,105	1,011.7	1,000.195	36
畝	6.144	1	6000	1	.....	6621.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
方尺	.001024	0.1024	0.1024	1	.....	1	11247	1,10223	156.82	9309	1,115	9,105	1,011.7	1,000.195	36	1,011.7	1,000.195	36
平方碼	.008361	.8361	.8361	1	.00136	8,165.3	1	9	1296	2,529	9,105	1,011.7	1,000.195	36	1,011.7	1,000.195	36	
平方呎	.....	.0929	.0929	1	.....	0.9725	.111	1	144	.0281	1,011.7	1,000.195	36	1,011.7	1,000.195	36		
平方吋	.....	.0006	.0006	1	.....	.0063	.00077	.00694	1	.000195	.00703	36	1,011.7	1,000.195	36	1,011.7	1,000.195	36
平方間	.033	3.3058	3.3058	1	.00496	32.3	3,954	35,584	5124.1	1	36	1,011.7	1,000.195	36	1,011.7	1,000.195	36	
平方日尺	.....	.09183	.09183	1	.....	.89675	.1098	.9885	142.34	.0278	1,011.7	1,000.195	36	1,011.7	1,000.195	36		

## 積 量

### 標 準 制 積 量

#### a 體 積

- 1000 立方公釐(立方糧)=1立方公分(公撮) { Cub, Centimetre }  
 Millilitre }
- 1000 立方公分(立方粉)=1立方公寸(公升) { Cub, Decimetre }  
 Litre }
- 1000 立方公寸(立方紉)=1立方公尺(公秉) { Cub, Metre }  
 Kilolitre }
- 1000 立方公尺(立方糶)=1立方公丈 (Cub, Decametre)
- 1000 立方公丈(立方糶)=1立方公引 (Cub, Hectometre)
- 1000 立方公引(立方糶)=1立方公里(立方糧) (Cub, Kilometre)

#### b 容 量

- 10 公撮=1公勺(均) (Centilitre)
- 10 公勺=1公合(蛤) (Decilitre)
- 10 公合=1公升(蚌) (Litre)
- 10 公升=1公斗(蚪) (Decalitre)
- 10 公斗=1公石(蛎) (Hectolitre)
- 10 公石=1公秉(燥) (Kilolitre)

### 中國市制積量與標準制同

### 中國舊制積量

#### 漕 斛

10撮=1勺

10勺=1合

10合=1升 { 1.09416 液量瓜脫(Liq, Qts)  
 1.0354688 蚌(Litre)  
 .27355美加倫(Gallon) }

10升=1斗

5斗=1斛

2斛=1石

2石=1引

### 英 國 制 積 量

(a)體積 1728立方吋=1立方呎=0.028317 立方公尺

27立方呎=1立方碼=0.764553立方公尺



- (b) 容量
- 1卡爾奪蘭(chaldron) = 36蒲式爾 = 13.0905公石
  - 1瓜他(Quarter) = 8蒲式爾(Bushel) = 2.909公石
  - 1蒲式爾(Bushel) = 4潑客(Peck) = 3.637公升
  - 1潑客 = 2加倫(Gallon) = 9.092公升
  - 1加倫 = 4瓜脫(Guart) = 4.5459631公升
  - 1瓜脫 = 2品脫(Pint) = 1.136公升
  - 1品脫(或=20溫司Ounces) = 4及爾(Gill) = 0.568公升
- (c) 藥量
- 1加倫 = 8品脫
  - 1品脫 = 20液量溫司
  - 1液量溫司 = 8液量奪蘭(Fluid Drachm) = 2.841公勺
  - 1液量奪蘭 = 3液量司克路布(Fluid Scruple) = 3.552公撮
  - 1液量司克路布 = 20米寧(Minim)
  - 1美加倫 = 231立方呎
  - 1英加倫 = 1.20114美加倫
  - 1司太耳(Stere) = 1立方公尺
  - 1立方呎 = 0.02883品脫
  - 1立方呎 = 6.2278加倫 = 7.480美加倫

### 日本制積量

- 1立坪 = 1立方間
- 1石 = 10斗
- 1斗 = 10升 = 3.968144英加倫
- 1升 = 10合 = 64.827立方寸
- 1合 = 10勺 = 11.00877立方吋
- 1立方尺 = 15.426升 = 27.826公升

各制積量對照表

	標準		舊				英				日		
	公升	升	立方尺	立方碼	立方呎	立方吋	加倫	升	立方間	立方日尺			
公升	1	.96575	.030518	.0031	.0353	61.02	.22	.55435	.0001664	.035937			
升	1.03547	1	.0316	.001355	.0366	63.1963	0.227772	0.57402	.....	.0372			
立方尺	32.768	31.645	1	.04286	1.1572	1999.6	7.207	18.1646	.00545	1.17758			
立方碼	764.5	738.23623	.3377	1	27	46656	168.15	422.969	.1272	27.474			
立方呎	28.32	27.311	.8642	.037	1	1728	6.228	15.697	.00471	1.0176			
立方吋	.0164	.0158	.0005	.00021	.000579	1	.0036	.009	.....	.00059			
加倫	4.546	4.39025	.1387	.005923	.16057	277.46	1	2.52	.000757	.163364			
日	1.8039	1.742116	.05505	.00236	.0637	110.0877	.3968	1	.0003	.064827			
立方間	6010.5	5805.54	183.46	7.8619	212.3	.....	1321	3333.3	1	216			
立方日尺	27.826	26.8776	.8492	.0364	.98274	1698	6.116	15.426	.00463	1			

## 重量

標準制重量

10公絲(毫)(Milligramme)	= 1公毫(Centigramme)
10公毫(菴)	= 1公釐(Decigramme)
10公釐(厘)	= 1公分(Gramme)
10公分(釐)	= 1公錢(Decagramme)
10公錢(釐)	= 1公兩(Hectogramme)
10公兩(兩)	= 1公斤(Kilogramme)
10公斤(斤)	= 1公衡(Myriagramme)
10公衡	= 1公擔(Quintol)
10公擔	= 1公鐵(Tonne)(噸)

中國市制重量

2市斤=1公斤

500公分÷16=1市兩

10市絲(0.3125公絲即毫)

= 1市毫(0.3125公毫)

10市毫=1市釐(0.3125公釐)

10市釐=1市分(0.3125公分)

10市分=1市錢(3.125公分)

10市錢=1市兩  $(31\frac{1}{4}$ 公分)

16市兩=1市斤  $(\frac{1}{2}$ 公斤或13兩4錢)

100市斤=1市擔=50公斤

中國舊制重量(庫平)

10絲=1毫

10分=1錢(Mace)

10毫=1釐

10錢=1兩=37.301公分

10釐=1分(Candareen)

16兩=1斤(Catty)=.596816公斤

100斤=1擔(Picul)

200斤=1引

### 英國常權

1噸(Ton)=20亨特來懷脫(Hundredweight or cwt)=1016.047公斤

1亨特來懷脫=8斯冬(Stone)=50.80235公斤

1斯冬=14磅(Pound)=6.35公斤

1磅=16溫司(Ounce)=0.45359243公斤

1溫司=16打蘭(Drachm)=38.35公分

1噸=2240磅

1磅=7000克冷(Grain)

1溫司=437.5克冷

### 英國金銀權

1磅=12溫司=373.242公分

1溫司=20本尼懷脫(Penny Weight)=31.1035公分

1本尼懷脫=24克冷=1.5552公分

### 英國藥權

1磅=12溫司=373.242公分

1溫司=8奪蘭(Drachm)=31.1035公分

1奪蘭=3司克路步(Scruple)=3.888公分

1司克路步=20克冷=1.296公分

### 英國新藥權

1磅=16溫司=7000克冷=453.59243公分

1溫司=437.5克冷=.0625磅=28.3495公分

1克冷=.00228溫司=.00014磅=.0648公分

1磅(金銀及藥權)= $\frac{144}{175}$ 磅(常用)

### 日本制重量

1貫=1000匁

1斤=160匁=1.3227734英磅

1匁=10分

1貫=6.25斤=8.267334英磅

1分=10厘

各制重量對照表

	標			準			庫			平			英			日		
	鈞	公斤	公分	斤	兩	噸	磅	溫司	克	冷	斤	日	鈞	公斤	公分	斤	兩	噸
鈞	1	1000	1000000	1675.56	.02681	.9842	2204.6	35274	.....	.....	1666.67	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
公斤	.001	1	1000	1.67556	.26809	.000984	2.2046	35.274	15432.3	1.667	266.67	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
公分	.....	.001	1	.....	.026809	.....	.0022	.0353	15.432	.001667	.2667	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
斤	.000597	.59682	596.816	1	16	.....	1.31575	21.051	9210.25	0.99469	159.15	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
兩	.....	.0373	37.301	.0625	1	.....	.08223	1.3157	575.64	.06216	9.9468	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
噸	1.016	1016.0475	1016047.5	1702.45	.....	1	2240	35840	15680000	1693.427	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
磅	.....	.4536	453.59	.76002	12.16032	.000446	1	16	7000	.756	120.958	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
溫司	.....	.0284	28.35	.0475	.76002	.000028	.0625	1	437.5	.04725	7.56	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
克冷	.....	.....	.0648	.....	.00174	.....	.000143	.00229	1	.....	.01728	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
日斤	.....	.6	600	1.00534	16.0853	.....	1.32277	21.1643	.....	.....	160	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
日	.....	.00375	3.75	.006283	.10053	.....	.008267	.13228	.....	.....	.00625	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

船載運貨物時多以42立方尺爲一噸，通常1噸合1680斤者乃由1磅=12兩而得

國民政府實業部規定度量衡標準制改正名表

度量衡	標	準	稱	名	縮	寫	舊	譯	名
長度	公里	(Kilometre)	譯	(Km.)	寫	基羅邁當	邁當	基羅邁當	邁當
	公尺	(Metre)	尺	(M.)	密達	米突	米突	密達	米突
	公分	(Centimetre)	分	(cm.)	密達	底西邁當	底西邁當	密達	底西邁當
	公厘	(Millimetre)	分	(Mm.)	密達	生的邁當	生的邁當	密達	生的邁當
面積	方公里	(Square Kilometre)	方	(K.m <sup>2</sup> .)	密達	基羅米突街書	基羅米突街書	密達	基羅米突街書
	方公尺	(Square Metre)	方	(M <sup>2</sup> .)	密達	米突街書	米突街書	密達	米突街書
	方公分	(Square Decimetre)	方	(dm. <sup>2</sup> .)	密達	特西米突街書	特西米突街書	密達	特西米突街書
	方公分	(Square Centimetre)	方	(Cm. <sup>2</sup> .)	密達	生的米突街書	生的米突街書	密達	生的米突街書
地積	方公厘	(Square Millimetre)	方	(Mm. <sup>2</sup> .)	密達	密理米突街書	密理米突街書	密達	密理米突街書
	公頃	(Hectare)	頭	(Ha.)	密達	海克脫阿爾	海克脫阿爾	密達	海克脫阿爾
	公畝	(Are)	頭	(A.)	密達	阿爾	阿爾	密達	阿爾
	公厘	(Centiare)	頭	(Ca.)	密達	生的阿爾	生的阿爾	密達	生的阿爾
體積	立方公尺	(Metre Cube)	立	(M <sup>3</sup> .)	密達	米突未勃	米突未勃	密達	米突未勃
	立方公分	(Decimetre Cube)	立	(dm. <sup>3</sup> .)	密達	特西米突未勃	特西米突未勃	密達	特西米突未勃
	立方公分	(Centimetre Cube)	立	(Cm. <sup>3</sup> .)	密達	生的米突未勃	生的米突未勃	密達	生的米突未勃
	公石	(Hectolitre)	頭	(Hl.)	密達	海克脫立脫爾	海克脫立脫爾	密達	海克脫立脫爾
容量	公斗	(Decalitre)	斗	(Dl.)	密達	特卡立脫爾	特卡立脫爾	密達	特卡立脫爾
	公升	(Litre)	斗	(L.)	密達	立脫爾	立脫爾	密達	立脫爾
	公斤	(Kilogramme)	斤	(Kg.)	密達	基羅格爾姆	基羅格爾姆	密達	基羅格爾姆
	公兩	(Hectogramme)	斤	(Hg.)	密達	海克脫格爾姆	海克脫格爾姆	密達	海克脫格爾姆
重量	公錢	(Decagramme)	錢	(Dg.)	密達	特卡格爾姆	特卡格爾姆	密達	特卡格爾姆
	公分	(Gramme)	錢	(G.)	密達	格爾姆	格爾姆	密達	格爾姆
	公厘	(Decigramme)	錢	(dg.)	密達	特西格爾姆	特西格爾姆	密達	特西格爾姆
	公毫	(Centigramme)	錢	(Cg.)	密達	生的格爾姆	生的格爾姆	密達	生的格爾姆
公絲	(Milligramme)	錢	(mg.)	密達	密理格爾姆	密理格爾姆	密達	密理格爾姆	

## 各制折合表

## 長度

市尺, 合英尺, 日尺, 或營造尺

市尺	英尺	日尺	營造尺
1	1.093614	1.1	1.041667
2	2.187228	2.2	2.083333
3	3.280842	3.3	3.125000
4	4.374456	4.4	4.166667
5	5.468070	5.5	5.208333
6	6.561684	6.6	6.250000
7	7.655298	7.7	7.291667
8	8.748912	8.8	8.333333
9	9.842526	9.9	9.375000

營造尺, 合公尺, 英尺, 日尺, 或市尺

營造尺	公尺	英尺	日尺	市尺
1	.32	1.0498699	1.056000	0.96
2	.64	2.0997398	2.112000	1.92
3	.96	3.1496097	3.168000	2.88
4	1.28	4.1994796	4.224000	3.84
5	1.60	5.2443495	5.280000	4.80
6	1.92	6.2992194	6.336000	5.76
7	2.24	7.3490893	7.392000	6.72
8	2.56	8.3989592	8.448000	7.68
9	2.88	9.4488291	9.504000	8.64

公尺, 合營造尺, 英尺, 或日尺

公尺	營造尺	英尺	日尺
1	3.125	3.280843	3.300000
2	6.250	6.561686	6.600000
3	9.375	9.842529	9.900000
4	12.500	13.123372	13.200000
5	15.625	16.404215	16.500000
6	18.750	19.685058	19.800000
7	21.875	22.965901	23.100000
8	25.000	26.246744	26.400000
9	28.125	29.527587	29.700000

## 英尺, 合營造尺, 公尺, 日尺, 或市尺

英尺	營造尺	公尺	日尺	市尺
1	0.952499	0.304800	1.005828	0.9144
2	1.904998	0.609600	2.011656	1.82880
3	2.857497	0.914400	3.017484	2.74320
4	3.809996	1.219200	4.023312	3.65760
5	4.762495	1.524000	5.029140	4.57200
6	5.714994	1.828800	6.034968	5.48640
7	6.667493	2.133600	7.040796	6.40080
8	7.619992	2.438400	8.046624	7.31520
9	8.572491	2.743200	9.052452	8.22960

## 日尺, 合營造尺, 英尺, 公尺, 或市尺

日尺	營造尺	英尺	公尺	市尺
1	0.946970	0.9942057	0.303030	0.909091
2	1.893940	1.9884114	0.606060	1.818182
3	2.840910	2.9826171	0.909090	2.727273
4	3.787880	3.9768228	1.212120	3.636364
5	4.734850	4.9710285	1.515150	4.545455
6	5.681820	5.9652342	1.818180	5.454546
7	6.628790	6.9594399	2.121210	6.363637
8	7.575760	7.9536456	2.424240	7.272728
9	8.522730	8.9478513	2.727270	8.181819

## 各制折合表

## 面積

## 方市尺, 合方公尺, 平方英尺, 平方日尺, 或平方營造尺

方市尺	方公尺	平方英尺	平方日尺	平方營造尺
1	0.111111	1.195985	1.21	1.085070
2	0.222222	2.391970	2.42	2.170140
3	0.333333	3.587955	3.63	3.255211
4	0.444444	4.783940	4.84	4.340281
5	0.555556	5.979925	6.05	5.425351
6	0.666667	7.175910	7.26	6.510421
7	0.777778	8.371895	8.47	7.595491
8	0.888889	9.567880	9.68	8.680561
9	1.000000	10.763865	10.89	9.765631



平方營造尺,合平方公尺,平方英尺,平方日尺,或平方市尺

平方營造尺	平方公尺	平方英尺	平方日尺	方市尺
1	0.1024	1.10222630	1.1151360	0.921600
2	0.2048	2.20445260	2.2302720	1.843200
3	0.3072	3.30667890	3.3454080	2.764800
4	0.4096	4.40890520	4.4605440	3.686400
5	0.5120	5.51113150	5.5756800	4.608000
6	0.6144	6.61335780	6.6908160	5.529600
7	0.7168	7.71558410	7.8059520	6.451200
8	0.8192	8.81781040	8.9210880	7.372800
9	0.9216	9.92003670	10.0362240	8.294400

平方公尺,合平方英尺,平方營造尺,平方日尺,或平方市尺

平方公尺	平方英尺	平方營造尺	平方日尺	平方市尺
1	10.7639308	9.765625	10.89000	9
2	21.5278616	18.531250	21.78000	18
3	32.2917924	29.296875	32.67000	27
4	43.0557232	39.062500	43.56000	36
5	53.8196540	48.828125	54.45000	45
6	64.5835848	58.593750	65.34000	54
7	75.3475156	68.359375	76.23000	63
8	86.1114464	78.125000	87.12000	72
9	96.8753772	87.890625	98.01000	81

平方英尺,合平方公尺,平方營造尺,平方日尺,或平方市尺

平方英尺	平方公尺	平方營造尺	平方日尺	平方市尺
1	0.0929030	0.907254345	1.00716374	0.836127
2	0.1858060	1.814508690	2.01432748	1.672255
3	0.2787090	2.721763035	3.02149122	2.508382
4	0.3716120	3.629017380	4.02865496	3.334451
5	0.4645150	4.536271725	5.03581870	4.180637
6	0.5574180	5.443526070	6.04298244	5.017642
7	0.6503210	6.350780415	7.05014618	5.852892
8	0.7432240	7.258034760	8.05730992	6.689019
9	0.8361270	8.165289105	9.06447366	7.502515

平方日尺,合平方營造尺,平方公尺,平方英尺,或平方市尺

平方日尺	平方營造尺	平方公尺	平方英尺	平方市尺
1	0.89675218	0.0918271	0.9884449	0.826446
2	1.79350436	0.1836542	1.9768898	1.652893
3	2.69025654	0.2754813	2.9653347	2.479339
4	3.58700872	0.3673084	3.9537796	3.305785
5	4.48376090	0.4591355	4.9422245	4.132231
6	5.38051308	0.5509626	5.9306694	4.958018
7	6.27726526	0.6427897	6.9191143	5.785124
8	7.17401744	0.7346168	7.9075592	6.611538
9	8.07076962	0.8264439	8.8960041	7.438017

市畝,合英畝,日畝,或營造畝

市 畝	英 畝	日 畝	營 造 畝
1	0.164407	6.722222	1.085070
2	0.328814	13.444444	2.170140
3	0.493221	20.166667	3.255210
4	0.657628	26.888889	4.340280
5	0.822035	33.611111	5.425350
6	0.986442	40.333333	6.510420
7	1.150849	47.055555	7.595490
8	1.315256	53.777777	8.680560
9	1.479663	60.500000	9.765630

營造畝,合公畝,英畝,日畝,或市畝

營 造 畝	公 畝	英 畝	日 畝	市 畝
1	6.144	0.15202844	6.195200	0.921600
2	12.288	0.30405688	12.390400	1.843200
3	18.432	0.45608532	18.585600	2.7664800
4	24.576	0.60811376	24.780800	3.6864000
5	30.720	0.76014220	30.976000	4.608000
6	36.864	0.91217064	37.171200	5.529600
7	43.008	1.06419908	43.366400	6.451200
8	49.152	1.21622752	49.561600	7.372800
9	55.296	1.36825596	55.756800	8.294400

## 公畝, 合英畝, 營造畝, 或日畝

公 畝	英 畝	營 造 畝	日 畝
1	0.024711	0.1627604	1.003333
2	0.049422	0.3255208	2.006666
3	0.074133	0.4882812	3.009999
4	0.098844	0.6510416	4.013332
5	0.123555	0.8138020	5.016665
6	0.148266	0.9765624	6.019998
7	0.172977	1.1393228	7.023331
8	0.197688	1.3020832	8.026664
9	0.222399	1.4648436	9.029997

## 英畝, 合公畝, 營造畝, 日畝, 或市畝

英 畝	公 畝	營 造 畝	日 畝	市 畝
1	40.468	6.5866660	40.80571	6.070200
2	80.936	13.1733320	81.61142	12.140400
3	121.404	19.7599980	122.41713	18.210600
4	161.872	26.3466640	163.22284	24.280800
5	202.340	32.9333300	204.02855	30.351000
6	242.808	39.5199960	244.83426	36.421200
7	283.276	46.1066620	285.63997	42.491400
8	323.744	52.6933280	326.44568	48.561600
9	364.212	59.2799940	367.25139	45.631800

## 日畝, 合營造畝, 公畝, 英畝, 或市畝

日 畝	營 造 畝	公 畝	英 畝	市 畝
1	0.1614153	0.991736	0.024506	0.148760
2	0.3228306	1.983472	0.049012	0.297520
3	0.4842459	2.975208	0.073518	0.446280
4	0.6456612	3.966944	0.098024	0.595040
5	0.8070765	4.958680	0.122530	0.743800
6	0.9684918	5.950416	0.147036	0.892560
7	1.1299071	6.942152	0.171542	1.041320
8	1.2913224	7.933888	0.196048	1.174080
9	1.4527377	8.925624	0.220554	1.338840

## 各制折合表

## 體積

立方市尺,合立方英尺,立方日尺,或立方營造尺

立方市尺	立方英尺	立方日尺	立方營造尺
1	1.307954	1.331000	1.130281
2	2.615908	2.662000	2.260561
3	3.923863	3.993000	3.390842
4	5.231817	5.324000	4.521122
5	6.539771	6.655000	5.651403
6	7.847725	7.986000	6.781683
7	9.155680	9.317000	7.911964
8	10.463630	10.648000	9.042244
9	11.771588	11.976000	10.172525

新升,合英加倫,日升,或舊升

升 (新制)	英加倫	日升	升 (漕斛)
1	0.219975	0.554352	0.965746
2	0.439950	1.108704	1.931492
3	0.649925	1.663056	2.897238
4	0.879900	2.217408	3.862984
5	1.089875	2.771760	4.828731
6	1.299850	3.326112	5.794477
7	1.529825	3.880464	6.760223
8	1.759800	4.434816	7.725969
9	1.969775	4.989168	8.691715

英加倫,合新升,日升,或舊升

英加倫	升 (新制)	日升	升 (漕斛)
1.	4.545963	2.52007	4.390246
2	9.091926	5.04014	8.780492
3	13.637889	7.56021	13.170738
4	18.183852	10.08028	17.560984
5	22.729815	12.60035	21.950230
6	27.275778	15.12042	26.341476
7	31.821741	17.64049	30.731722
8	36.367704	20.16056	35.121968
9	40.913667	22.68063	39.511214

## 立方營造尺,合立方公尺,立方英尺,立方日尺,或立方市尺

立方營造尺	立方公尺	立方英尺	立方日尺	立方市尺
1	0.032768	1.1571942	1.1775836160	0.984736
2	0.065536	2.3143884	2.3551672320	1.769472
3	0.098304	3.4715826	3.5327508480	2.654208
4	0.131072	4.6287768	4.7103344640	3.538944
5	0.163840	5.7859710	5.8879180800	4.423680
6	0.196608	6.9431652	7.0655016960	5.308416
7	0.229376	8.1003594	8.2430853100	6.193152
8	0.262144	9.2575536	9.4206689280	7.077888
9	0.294912	10.4147478	10.5982525440	7.962624

## 立方公尺,合立方英尺,立方營造尺,或立方日尺

立方公尺	立方英尺	立方營造尺	立方日尺
1	35.3147669	30.517578	35.9370000
2	70.6295338	61.035156	71.8740000
3	105.9443007	91.552734	107.8110000
4	141.2590676	122.070312	143.7480000
5	176.5738345	152.587890	179.6850000
6	211.8886014	183.105468	215.6220000
7	247.2033683	213.623046	251.5590000
8	282.5181352	244.140624	287.4960000
9	317.8329021	274.658202	323.4330000

## 立方英尺,合立方公尺,立方營造尺,立方日尺,或立方市尺

立方英尺	立方公尺	立方營造尺	立方日尺	立方市尺
1	0.02831684659	0.864158856	1.013033630	0.764555
2	0.05663369318	1.728317712	2.026067260	1.529110
3	0.08495053977	2.592476568	3.039100890	2.293665
4	0.11326738636	3.456635424	4.052134520	3.058219
5	0.14158423295	4.320794280	5.065168150	3.822774
6	0.16990107954	5.184953136	6.078201780	4.587329
7	0.19821792613	6.049111992	7.091235410	5.351884
8	0.22653477272	6.913270848	8.104269040	6.116439
9	0.25485161931	7.777429704	9.117302670	6.880994

立方日尺,合立方營造尺,立方英尺,立方公尺,或立方市尺

立方日尺	立方營造尺	立方英尺	立方公尺	立方市尺
1	0.849197412	0.98271762720	0.027826390	0.751314
2	1.698394824	1.96543525440	0.055652780	1.502628
3	2.547592236	2.94815288160	0.083479170	2.253942
4	3.396789648	3.93087050880	0.111305560	3.005256
5	4.245987060	4.91358813600	0.139131950	3.756570
6	5.095184472	5.89630576320	0.166958340	4.507884
7	5.944381884	6.87902339040	0.194784730	5.259198
8	6.793579296	7.86174101760	0.222611120	6.010512
9	7.642776708	8.84445864480	0.250437510	6.761827

各制折合表  
重量

市斤,合英磅,日斤,或庫平斤

市斤	英磅	日斤	庫秤斤
1	1.102311	0.833333	0.837790
2	2.204622	1.666667	1.675580
3	3.306933	2.500000	2.513370
4	4.409244	3.333333	3.351160
5	5.511555	4.166667	4.188950
6	6.613866	5.000000	5.026740
7	7.716177	5.833333	5.864530
8	8.818488	6.666667	6.702320
9	9.920799	7.500000	7.540110

庫平斤,合公斤,英磅,日斤,或市斤

庫平斤	公斤	英磅	日斤	市斤
1	0.596816	1.315754	0.994693	1.193632
2	1.193632	2.631508	1.989386	2.387264
3	1.790448	3.947262	2.984079	3.580896
4	2.387264	5.263016	3.978772	4.774528
5	2.984080	6.578770	4.973465	5.968160
6	3.580896	7.894524	5.968158	7.161792
7	4.177712	9.210278	6.962851	8.355424
8	4.774528	10.526032	7.957544	9.549056
9	5.371344	11.841786	8.952237	10.742688

## 公斤, 合英磅, 庫平斤, 或日斤

公 斤	英 磅	庫 平 斤	日 斤
1	2.204622341	1.6755583	1.66666875
2	4.409244682	3.3511166	3.33333750
3	6.613867023	5.0266749	5.00000625
4	8.818489364	6.7022332	6.66667500
5	11.023111705	8.3777910	8.33334375
6	13.227734046	10.0533498	10.00001250
7	15.432356387	11.7289081	11.66668125
8	17.636978728	13.4044664	13.33335000
9	19.841601069	15.0800247	15.00001875

## 英磅, 合公斤, 庫平斤, 日斤, 或市斤

英 磅	公 斤	庫 平 斤	日 斤	市 斤
1	0.45359243	0.760020555	0.7559874	0.90718486
2	0.90718486	1.520041110	1.5119748	1.81436972
3	1.36077729	2.280061665	2.2679622	2.72155458
4	1.81436972	3.040082220	3.0239496	3.62873944
5	2.26796215	3.800102775	3.7799370	4.53592430
6	2.72155458	4.560123330	4.5359244	5.44310916
7	3.17514701	5.320143885	5.2919118	6.35029402
8	3.62873944	6.080164440	6.0478992	7.25747888
9	4.08233187	6.840184995	6.8038866	8.16466374

## 日斤, 合庫平斤, 英磅, 公斤, 或市斤

日 斤	庫 平 斤	英 磅	公 斤	市 斤
1	1.00533	1.322774	0.600000	1,200
2	2.01066	2.645548	1.200000	2,400
3	3.01599	3.968322	1.800000	3,600
4	4.02132	5.291096	2.400000	4,800
5	5.02665	6.613870	3.000000	6,000
6	6.03198	7.936644	3.600000	7,200
7	7.03731	9.259418	4.200000	8,400
8	8.04264	10.582192	4.800000	9,600
9	9.04797	11.904966	5.400000	10,800

## 市擔，合英噸，日貫，或庫秤擔

市	擔	英	噸	日	貫	庫	秤	擔
1		0.0492103		13.333333		0.837779		
2		0.0984206		26.666667		1.675558		
3		0.1476309		40.000000		2.513337		
4		0.1968412		53.333333		3.351116		
5		0.2460515		66.666667		4.188895		
6		0.2952618		80.000000		5.026674		
7		0.3444721		93.333333		5.864453		
8		0.3936824		106.666667		6.702232		
9		0.4428927		120.000000		7.540011		

## 庫平擔，合公斤，英噸，或日貫

庫	平	擔	公	斤	英	噸	日	貫
1			59.6815998		0.058739013		15.915093	
2			119.3631996		0.117478026		31.830186	
3			179.0447994		0.176217039		47.745279	
4			238.7263992		0.234956052		63.660372	
5			298.4079990		0.293695065		79.575465	
6			358.0895988		0.352434078		95.490558	
7			417.7711986		0.411173091		111.405651	
8			477.4527894		0.469012104		127.320744	
9			537.1343982		0.528651117		143.235837	

## 公斤，合英噸，庫平擔，或日貫

公	斤	英	噸	庫	平	擔	日	貫
1		0.0009842064		0.016755583		0.266666667		
2		0.0019684128		0.033511166		0.533333334		
3		0.0029526192		0.050266749		0.800000001		
4		0.0039368256		0.067022332		1.066666668		
5		0.0049210320		0.083777915		1.333333335		
6		0.0059052384		0.100533498		1.600000002		
7		0.0068894448		0.117289081		1.866666669		
8		0.0078736512		0.134044664		2.133333336		
9		0.0088578576		0.150800247		2.400000003		



## 英噸, 合公斤, 庫平擔, 或日貫

英噸	公 斤	庫 平 擔	日 貫
1	1016.04704	17.0244604	270.94587733
2	2032.09408	34.0489208	541.89175466
3	3048.14112	51.0733812	812.83763199
4	4064.18816	68.0978416	1083.78350932
5	5080.23520	85.1223020	1354.72938665
6	6096.28224	102.1467624	1625.67526398
7	7112.32928	119.1712228	1896.62114131
8	8128.37632	136.1956832	2167.56701864
9	9144.42336	153.2201436	2438.51289597

## 日貫, 合庫平擔, 公斤, 或英噸

日 貫	庫 平 擔	公 斤	英 噸
1	0.62833	3.750000	0.00369077
2	1.25666	7.500000	0.00738154
3	1.88499	11.250000	0.01107231
4	2.51332	15.000000	0.01476308
5	3.14165	18.750000	0.01845385
6	3.76998	22.500000	0.02214462
7	4.39831	26.250000	0.02583539
8	5.02664	30.000000	0.02952616
9	5.65497	33.750000	0.03321693

## 公鐵, 合英噸, 庫平擔, 或日貫

公 鐵	英 噸	庫 平 擔	日 貫
1	0.9842064	16.755583	266.666667
2	1.9684128	33.511166	533.333333
3	2.9526192	50.266749	800.000001
4	3.9368256	67.022332	1066.663368
5	4.9210320	83.777915	1333.333665
6	5.9052384	100.533498	1600.000002
7	6.8894448	177.289081	1866.666669
8	7.8736512	134.044664	2133.333336
9	8.8578576	150.800247	2400.000003

日貫，合庫平擔，公鎊，或英噸

日	貫	庫平擔	公鎊	英噸
1		0.62833	0.000375	0.00369077
2		1.25666	0.000750	0.00738154
3		1.88499	0.001125	0.01107231
4		2.51332	0.001500	0.01476308
5		3.14165	0.001875	0.01845385
6		3.76998	0.002250	0.02214462
7		4.39831	0.002625	0.02583539
8		5.02664	0.003000	0.02952616
9		5.65497	0.003375	0.03321693

各制折合表

長距離

市里，合英里，日里，或營造里

市里	英里	日里	營造里
1	0.310686	0.127315	0.868056
2	0.621372	0.254629	1.736112
3	0.932058	0.381944	2.604167
4	1.242744	0.509248	3.472223
5	1.553430	0.636573	4.340279
6	1.864116	0.763887	5.208335
7	2.174802	0.891192	6.076391
8	2.485488	1.018516	6.944447
9	2.796174	1.145821	7.812502

營造里，合公里，英里，或日里

營造里	公里	英里	日里
1	0.576	0.35791016	0.146666
2	1.152	0.71582032	0.293332
3	1.728	1.07373048	0.439998
4	2.304	1.43164064	0.586664
5	2.880	1.78955080	0.733330
6	3.456	2.14746096	0.879996
7	4.032	2.50537112	1.026662
8	4.608	2.86328128	1.173328
9	5.184	3.22119144	1.319994

## 公里, 合英里, 營造里, 或日里

公 里	英 里	營 造 里	日 里
1	0.621372	1.736111	0.254629
2	1.242744	3.472222	0.509258
3	1.864116	5.208333	0.763887
4	2.485488	6.944444	1.018516
5	3.106860	8.680555	1.273145
6	3.728232	10.416666	1.527774
7	4.349604	12.152777	1.782403
8	4.970976	13.888888	2.037032
9	5.592348	15.624999	2.291661

## 英里, 合公里, 營造里, 或日里

英 里	公 里	營 造 里	日 里
1	1.60934	2.793997	0.409786
2	3.21868	5.587994	0.819572
3	4.82802	8.381991	1.229358
4	6.43736	11.175988	1.639144
5	8.04670	13.969985	2.048930
6	9.65604	16.763982	2.458716
7	11.26538	19.557979	2.868502
8	12.87472	22.351976	3.278288
9	14.48406	25.145973	3.688074

## 日里, 合營造里, 公里, 或英里

日 里	營 造 里	公 里	英 里
1	6.818181	3.927273	2.440298
2	13.636362	7.854546	4.880596
3	20.454543	11.781819	7.320894
4	27.272724	15.709092	9.761192
5	34.090905	19.636365	12.201490
6	40.909086	23.563638	14.641788
7	47.727267	27.490911	17.082086
8	54.545448	31.418184	19.522384
9	61.363629	35.345457	21.962682



單位	方程式	方 式
磁界之強度 磁束 磁氣抵抗	力 ÷ 磁極之強度 磁界之強度 × 磁界之面積 磁位 ÷ 磁束	$M^{\frac{1}{2}} L^{-\frac{1}{2}} T^{-1}$ $M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1}$ $L^{-1}$
動 電 單 位		
電流 電量 電位 電力(E.M.F.) 起電抵抗 電氣容量 誘導係數	磁界之強度 × 長度 電流 × 時間 工作 ÷ 電量 起電力 ÷ 電流 電量 ÷ 電位 起電力 ÷ 電流/秒	$M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1}$ $M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}}$ $M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2}$ $LT^{-1}$ $L^{-1}T^2$ $L$
熱 單 位		
熱工能 工作等 熱容量 Entropy 比熱 單位質量之「恩特莫皮」Entropy	質量 × 溫度 工作 ÷ 熱 熱 ÷ 溫度 熱容量 ÷ 質量	$M\theta$ $L^2T^{-2}\theta^{-1}$ $M$ NUMBER(數)

### 機 械 上 之 單 位

#### 力 之 單 位

「達因」(dyne)(C.G.S.)式之絕對單位

1 「達因」=作用於質量 1 尅之物體，每秒鐘生 1 粉/秒加速度之力之謂也，

「磅度」(poundel)(F.P.S.)式之絕對單位

1 「磅度」=作用於質量 1 磅之物體，每秒鐘生 1 呎/秒加速度之力之謂也，

尅重(gramme weight)(C.G.S.)式之重力單位

1 尅重 = g「達因」

磅重(pound weight)(F.P.S.)式之單位

1 磅重 = g「磅度」

g = 地球重力之加速度

### 工作之單位

「愛格」(Erg)(C.G.S.)式工作之絕對單位

1 「愛格」 = 1「達因」之力移動1粉(公分)之工作

「佳爾」(Joule)

1 「佳爾」 =  $10^7$ 「愛格」

### 熱量之單位

「加路里」(Calory)

1 「加路里」 = 將純水一公斤(尅)之溫度，自攝氏0度升高至1度

所用之熱量，

英國熱單位(B.T.U.)

1 「B.T.U.」 = 將純水一磅之溫度，自華氏39.2度昇至40.2度所用之熱量

### 工率之單位

「瓦德」(watt)絕對單位

1 瓦德 = 1「佳爾」/秒

1 馬力(標準)重力單位

1 馬力(標準) = 75尅/秒

1 馬力(英)重力單位

1 馬力(英) = 550呎磅/秒  
= 33000呎磅/分

C.G.S. = Centimetre, Gramme, Second. = 粉，尅，秒，

F.P.S. = Foot, Pound, Second = 呎，磅，秒，

Mega =  $10^6$

Micto =  $10^{-6}$

Kilo =  $10^3$

Milli =  $10^{-3}$

### 電氣之實用單位

抵 抗 「歐姆」(Ohm)

1 「歐姆」爲電壓1「弗打」通過1「安皮」電流時之抵抗，尙等於切斷面積1平方厘米長106.3公分之水銀於攝氏0°時之抵抗

電 流 「安皮」(Ampere)

1 「安皮」爲1「歐姆」抵抗之導體兩端加1「弗打」電壓所流通之電流，又等於自硝酸銀溶液1秒鐘可析出銀0.001118克之電流之謂也

電 壓 (電位差) 「弗打」(Volt)

1 「弗打」爲1「歐姆」抵抗之導體兩端加電壓流通1「安皮」電流之電壓

起電力 (E.M.F) 「弗打」(Volt)

1 「弗打」爲能生一「弗打」電壓之起電力，且等於在攝氏15°「庫拉庫」標準電池起電力之  $\frac{1000}{1434}$

電 量 「可倫」(Coulomb)

1 「可倫」爲一「安皮」之電流1秒鐘所流之電量

電氣容量 「法拉得」(Faraday)

1 「法拉得」爲1「弗打」之電壓容受1「可倫」之容量

工 作 「佳爾」

1 「佳爾」爲1「可倫」之電量以1「弗打」電壓所做之工作

工 率 「瓦德」

1 「瓦德」乃在一「弗打」電壓下1「安皮」電流所做之工率，又等於一秒鐘「佳爾」所行之工作

1 「瓦德」=  $\frac{1}{746}$  馬力(英) 1000「瓦德」=1「啓羅瓦德」(Kilo watt)

誘導係數 「恨利」(Henry)

1 「恨利」乃線輪中流之電流，1秒間變化1安，皮線輪誘發之起電力爲1「弗打」，其線輪之誘導係數之謂也，

物理的單位比較表

線 速 度

	呎/秒	呎/秒	日尺/秒	呾/時	哩/時	日里/時	節/時
1 米/秒	1.	3.2808	3.3	3.6	2.2370	0.91667	1.9426
1 呎/秒	0.30479	1.	1.0058	1.0972	0.68182	0.27939	0.59210
1 日尺/秒	0.30303	0.99421	1.	1.0909	0.67787	0.27778	0.58872
1 呾/時	0.27778	0.91136	0.91667	1.	0.62138	0.25463	0.53966
1 哩/時	0.44703	1.4667	1.4752	1.6093	1.	0.40978	0.86842
1 日里/時	1.0909	3.5792	3.6	3.9273	2.4403	1.	2.1192
1 節/時	0.51476	1.6889	1.6987	1.8532	1.1515	0.47187	1.

1 節 = 1 哩 (1852 呎) / 時 = 6080 呎 / 時

角 速 度

加 速 度

- 1 迴轉/分 = 0.10472 弧角/秒 = 6 度/秒
- 1 弧角/秒 = 9.5493 迴轉/分 = 57.296 度/秒
- 1 度/秒 = 3 迴轉/分 = 0.017453 弧角/秒
- 1 粉/秒 = 0.03281 呎/秒
- 1 呎/秒 = 30.48 粉/秒



力				
	噸(公斤)重	磅重	「達因」	「磅·度」
1 噸重	1.	2,205	980600	70.93
1 磅重	0.4536	1.	444800	32.17
1 達因	$1.020 \times 10^{-6}$	$2.248 \times 10^{-6}$	1.	$72.33 \times 10^{-6}$
1 磅	0.01410	0.03108	13830	1.

密 度					
	噸/噸 <sup>3</sup> 噸/呎 <sup>3</sup>	磅/呎 <sup>3</sup>	磅/加倫(美) 磅/加倫(英)	呎 <sup>3</sup> /立方尺(日) 呎 <sup>3</sup> /升(日)	呎 <sup>3</sup> /升(日)
1 噸/噸 <sup>3</sup>	1.	62.4245	8.350	10.02	0.4811
1 磅/呎 <sup>3</sup>	0.01602	1.	0.1338	0.1605	0.007707
磅/加倫	0.1197	7.476	1.	1.201	0.05762
磅/加倫(英)	0.09975	6.229	0.8325	1.	0.04800
1 呎 <sup>3</sup> /立方尺(日)	0.1348	8.413	1.125	1.351	0.06483
1 呎 <sup>3</sup> /升(日)	2.079	129.8	17.35	20.84	1.

1 噸/呎 <sup>3</sup>	$= 0.02787$ 噸/呎 <sup>3</sup>	$= 0.03613$ 呎 <sup>3</sup> /吋 <sup>3</sup>	1 磅/吋 <sup>3</sup>	$= 0.7714$ 噸/呎 <sup>3</sup>	$= 0.02768$ 噸/呎 <sup>3</sup>
1 噸/呎 <sup>3</sup>	$= 1.296$ 磅/吋 <sup>3</sup>	$= 35.88$ 噸/呎 <sup>3</sup>			

比 容 積									
	粉 <sup>3</sup> /匙 <sup>2</sup> /匙	匙 <sup>3</sup> /磅	(美)加倫/磅	(英)加倫/磅	(日)尺 <sup>3</sup> /貫	(日)升/貫			
1粉 <sup>3</sup> /匙	1.	0.01602	0.1197	0.09975	0.1348	2.079			
1匙 <sup>3</sup> /磅	62.4245	1.1338	7.476	6.229	8.413	129.8			
1(美)加倫/磅	8.350	0.1605	1.	0.8325	1.125	17.35			
1(英)加倫/磅	10.02	0.1189	1.201	1.	1.351	20.84			
1尺 <sup>3</sup> /貫	7.421	0.007707	0.8889	0.7404	1.	15.43			
1升/貫	0.4811		0.05762	0.04800	0.06483	1.			

力 壓										
	粉 <sup>2</sup> /時 <sup>2</sup>	磅/吋 <sup>2</sup>	磅/呎 <sup>2</sup>	氣 壓	水 粉	水 銀 柱	水 粉	水 銀 柱	水 粉	水 銀 柱
1粉 <sup>2</sup> /時 <sup>2</sup>	14.12	1.	2048	0.9679	73.55	28.96	10.000	32.81	393.7	393.7
1磅/吋 <sup>2</sup>	1.	0.006944	144.0	0.06804	5.171	2.036	0.703	2.307	27.68	27.68
1磅/呎 <sup>2</sup>	0.0004883	1.	1.	0.0004725	0.03591	0.01414	0.0049	0.01602	0.1922	0.1922
1氣 壓	1.033	14.70	2116	1.	76.00	29.92	10.333	33.90	405.8	405.8
水 { 粉	0.01360	0.1934	27.85	0.01316	1.	0.3937	0.1360	0.4461	5.353	5.353
水 { 銀 柱	0.03453	0.4912	70.73	0.03342	2.540	1.	0.3453	1.133	13.60	13.60
水 { 粉	0.1	1.422	2.048	0.09678	7.355	2.896	1.	3.2808	39.375	39.375
水 { 銀 柱	0.03048	0.4335	62.4245	0.02950	2.242	0.8826	0.3048	1.	12.00	12.00
水 { 粉	0.00254	0.03613	5.205	0.00246	0.1868	0.07355	0.0254	0.0833	1.	1.

1 磅/粉 <sup>2</sup> = 0.006349 噸/吋 <sup>2</sup>	1 磅/吋 <sup>2</sup> = 0.0004464 噸/吋 <sup>2</sup>
1 噸/吋 <sup>2</sup> = 2.240 磅/吋 <sup>2</sup> = 157.5 磅/粉 <sup>2</sup>	
1 氣 壓 = 水銀柱 76 粉 (攝氏零度) 水銀之比重 (攝氏零度) = 13.596	
(但為在攝氏 4 度比較蒸溜水而測定者)	

工作與熱量比較表

工作及熱量

	英尺	噸	B. T. U.	「佳爾」	「加路里」	呎「磅度」
1 英尺	1.	7.233	0.009293	9.806	0.002342	232.7
1 呎磅	0.1383	1.	0.001258	1.356	0.0003238	32.17
1 B.T.U.	107.6	778.3	1.	1055	0.2520	25040
1 「佳爾」	0.1020	0.7376	0.0009477	1.	0.0002388	23.73
1 「加路里」	427.0	3089	3.968	4167	1.	99360
1 呎「磅度」	0.004297	0.03108	0.0000399	0.04214	0.00001006	1.

1 馬力. 時 = 273800 英尺 = 1980000 呎磅

= 0.7456 「啓羅瓦德」時.

= 2544 B. T. U.

1 「啓羅瓦德」時 = 3600000 「佳爾」 = 367100 英尺

= 859.7 「加路里」 = 3412 B. T. U.

= 1.341 馬力. 時

1 吋. 噸 = 25.8 英尺. = 186.7 呎磅.

1 呎. 磅 = 0.005357 吋. 噸

工率及數量單位比較表

工 率

	馬 力	「啓羅瓦德」	英尺/秒	B.T.U./分	「加路里」/秒
1 馬力	1.341	0.7457	76.04	42.40	0.1781
1 「啓羅瓦德」	1.341	1.	102.0	56.86	0.2388
1 英尺/秒	0.01315	0.009806	1.	0.5576	0.002342
1 B. T. U./分	0.02359	0.01759	1.793	1.	0.004200
1 「加路里」/秒	5.616	4.187	427.0	238.1	1.

1 馬力(標準) = 75 英尺/秒 = 0.9863 馬力(英)  
 = 0.7355 「啓羅瓦德」

1 馬力 (英) = 1.014 馬力 (標準)

1 「啓羅瓦德」 = 1.360 馬力 (標準)

溫度之比(非換算率)

1 度 (華氏) = 5/9 度 (攝氏)

1 度 (攝氏) = 9/5 度 (華氏)

熱容量及「恩特婁皮」

1 B.T.U./度(華氏) = 0.4536 「加路里」/度 (攝氏)

1 「加路里」/度 (攝氏) = 2.205 B.T.U./度 (華氏)

單位質量之比熱及「恩特婁皮」

1 B.T.U./度 (華氏)/磅 = 1 「加路里」/度 (攝氏)/磅

標準與英式單位換算率之表

尺	吋	0.0393701	吋	0.4536	磅	2.2046	馬力	標準	英
	種	25.4	敏	噸	0.98418997	水(油)流量	噸/秒	1.0139	0.9863
度	呎	3.28083990	攝氏(C)	1.016064	華氏(F)	風流量	0.4719	立方呎/分	立方呎/分
	呎	0.3048	5(F-32) 9	「加路里」	3.968	速度	立方呎/分	0.0283	2.1192
面積	平方呎	0.00155000	熱量	0.252	B.T.U.	呎/分	0.3048	立方呎/分	35.3134
	平方呎	645.16	工作	呎	呎-磅	7.2329			
體積	立方呎	61.02374409	壓力及應力	呎/平方粉	磅/平方吋	噸/平方吋	氣	氣	壓
	立方呎	0.03532	克	1.0332	14.22310406	0.006349600	0.96786682		
容積	呎	28.31685	冷	「溫司」	14.69531111	0.00656041			
	呎	0.0648	15.43209877	0.03527337	磅/平方吋	噸/平方吋	氣	氣	壓
重	種	28.35	1.57490235	2240	1422.310406	0.63496000	96.78668215		
	種	0.0648					152.42957		

### 鐵絲之徑,鐵片之厚,及其稱呼

鐵絲之徑鐵片之厚分爲以下之四十二種,其稱呼依表示徑或厚之尺寸而以號碼順次呼之(未按 Wire Gauge 而規定,7.00與B.S.No1 近似)

徑 或 厚 mm	徑 或 厚 mm	徑 或 厚 mm
12.00	1.20	0.12
10.00	1.00	0.10
9.00	0.90	
8.00	0.80	
7.00	0.70	
6.50	0.65	
6.00	0.60	
5.50	0.55	
5.00	0.50	
4.50	0.45	
4.00	0.40	
3.50	0.35	
3.20	0.32	
2.90	0.29	
2.60	0.26	
2.30	0.23	
2.00	0.20	
1.80	0.18	
1.60	0.16	
1.40	0.14	

吋換公釐之表 (一) 1吋 = 25.40公釐(糧)

	0	1	2	3	4	5
0	0.00	25.40	50.80	76.20	101.60	127.00
$\frac{1}{32}$	0.40	25.80	51.20	76.60	102.00	127.40
$\frac{1}{16}$	0.79	26.19	51.59	76.99	102.39	127.79
$\frac{1}{8}$	1.59	26.99	52.39	77.79	103.19	128.59
$\frac{3}{32}$	2.38	27.78	53.18	75.58	103.98	129.38
$\frac{1}{4}$	3.18	28.58	53.98	79.38	104.78	130.18
$\frac{5}{32}$	3.97	29.37	54.77	80.17	105.57	130.97
$\frac{3}{8}$	4.76	30.16	55.56	80.96	106.36	131.76
$\frac{7}{32}$	5.56	30.96	56.36	81.76	107.16	132.56
$\frac{1}{2}$	6.35	31.75	57.15	82.55	107.95	133.35
$\frac{9}{32}$	7.14	32.54	57.94	83.34	108.74	134.14
$\frac{5}{16}$	7.94	33.34	58.74	84.14	109.54	134.94
$\frac{11}{32}$	8.73	34.13	59.53	84.93	110.33	135.73
$\frac{3}{4}$	9.53	34.93	60.33	85.73	111.13	136.53
$\frac{13}{32}$	10.32	35.72	61.12	86.52	111.92	137.32
$\frac{7}{16}$	11.11	36.51	61.91	87.31	112.71	138.11
$\frac{15}{32}$	11.91	37.31	62.71	88.11	113.51	138.91
$\frac{1}{2}$	12.70	38.10	63.50	88.90	114.30	139.70
$\frac{17}{32}$	13.49	38.89	64.29	89.69	115.09	140.49
$\frac{9}{16}$	14.29	39.69	65.09	90.49	115.89	141.29
$\frac{19}{32}$	15.08	40.48	65.88	91.28	116.68	142.08
$\frac{5}{8}$	15.88	41.28	66.68	92.08	117.48	142.88
$\frac{21}{32}$	16.67	42.07	67.47	92.87	118.27	143.67
$\frac{11}{16}$	17.46	42.86	68.26	93.66	119.06	144.46
$\frac{23}{32}$	18.26	43.66	69.06	94.46	119.86	145.26
$\frac{3}{4}$	19.05	44.45	69.85	95.25	120.65	146.05
$\frac{25}{32}$	19.84	45.24	70.64	96.04	121.44	146.84
$\frac{13}{16}$	20.64	46.04	71.43	96.84	122.24	147.64
$\frac{27}{32}$	21.43	46.83	72.23	97.63	123.03	148.43
$\frac{7}{8}$	22.23	47.63	73.03	98.43	123.83	149.23
$\frac{29}{32}$	23.02	48.42	73.82	99.22	124.62	150.02
$\frac{15}{16}$	23.81	49.21	74.61	100.01	125.41	150.81
$\frac{31}{32}$	24.61	50.01	75.41	100.81	126.21	151.61

吋換公釐之表 (二) 1吋 = 25.4公釐(浬)

6	7	8	9	10	11	12
152.40	177.80	203.20	228.60	254.00	279.40	304.80
152.80	178.20	203.60	229.00	254.40	279.80	305.20
153.19	178.59	203.99	229.39	254.79	280.19	305.59
153.99	179.39	204.79	230.19	255.59	280.99	306.39
154.78	180.18	205.58	230.98	256.38	281.78	307.18
155.58	180.98	206.38	231.78	257.18	282.58	307.98
159.37	181.77	207.17	232.57	257.97	283.37	308.77
157.16	182.56	207.96	233.36	258.76	284.16	309.56
157.96	183.36	208.76	234.16	259.56	284.96	310.36
158.75	184.15	209.55	234.95	260.35	285.75	311.15
159.54	184.94	210.34	235.74	261.14	286.54	311.94
160.34	185.74	211.14	236.54	261.94	287.34	312.74
161.13	186.53	211.93	237.33	262.73	288.13	313.53
161.93	187.33	212.73	238.13	263.53	288.93	314.33
162.72	188.12	213.52	238.92	264.32	289.72	315.12
163.51	188.91	214.31	239.71	265.11	290.51	315.91
164.31	189.71	215.11	240.51	265.91	291.31	316.71
165.10	190.50	215.90	241.30	266.10	292.10	317.50
165.89	191.29	216.69	242.09	267.49	292.89	318.29
166.69	192.09	217.49	242.89	268.29	293.69	319.09
167.48	192.88	218.28	243.68	269.08	294.48	319.88
168.28	193.68	219.08	244.48	269.88	295.28	320.68
169.07	194.47	219.87	245.27	270.67	296.07	321.47
169.86	195.26	220.66	246.06	271.46	296.86	322.26
170.66	196.06	221.46	246.86	272.26	297.66	323.06
171.45	196.85	222.25	247.65	273.05	298.45	323.85
172.24	197.64	223.04	248.44	273.84	299.24	324.64
173.04	198.44	223.84	249.24	274.64	300.04	325.44
173.83	199.23	224.63	250.03	275.43	300.83	326.23
174.63	200.03	225.43	250.83	276.23	301.63	327.03
175.42	200.82	226.22	251.62	277.02	302.42	327.82
176.21	201.61	227.01	252.41	277.81	303.21	328.61
177.01	202.41	227.81	253.21	278.61	304.01	329.41



公釐換吋之表 (一) 1公釐 = 0.0394吋					
公釐	0	1	2	3	4
0		$\frac{1}{32}$	$\frac{2}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{4}{32}$
10	$\frac{13}{32}$	$\frac{14}{32}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{16}{32}$	$\frac{17}{32}$
20	$\frac{15}{32}$	$\frac{16}{32}$	$\frac{17}{32}$	$\frac{18}{32}$	$\frac{19}{32}$
30	$\frac{13}{16}$	$\frac{14}{16}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{17}{16}$
40	$\frac{19}{16}$	$\frac{18}{8}$	$\frac{17}{8}$	$\frac{16}{8}$	$\frac{15}{8}$
50	$\frac{13}{8}$	2	$\frac{21}{16}$	$\frac{21}{16}$	$\frac{21}{8}$
60	$2\frac{3}{16}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$
70	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$
80	$3\frac{3}{16}$	$3\frac{3}{16}$	$3\frac{3}{16}$	$3\frac{3}{16}$	$3\frac{3}{16}$
90	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
100	$3\frac{15}{16}$	$3\frac{31}{32}$	$4\frac{1}{32}$	$4\frac{1}{16}$	$4\frac{5}{32}$
110	$4\frac{1}{16}$	$4\frac{3}{8}$	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{6}$	$4\frac{1}{2}$
120	$4\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$
130	$5\frac{1}{8}$	$5\frac{1}{8}$	$5\frac{3}{16}$	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{8}$
140	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{3}{8}$	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{5}{8}$	$5\frac{3}{4}$
150	$5\frac{3}{8}$	$5\frac{7}{8}$	$5\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{1}{16}$
160	$6\frac{1}{16}$	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{8}$	$6\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{4}$
170	$6\frac{3}{16}$	$6\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$
180	$7\frac{1}{16}$	$7\frac{1}{8}$	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{4}$
190	$7\frac{1}{8}$	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$
200	$7\frac{3}{8}$	$7\frac{7}{16}$	$7\frac{15}{16}$	8	$8\frac{1}{32}$
210	$8\frac{1}{16}$	$8\frac{5}{16}$	$8\frac{11}{16}$	$8\frac{3}{8}$	$8\frac{1}{6}$
220	$8\frac{1}{8}$	$8\frac{1}{4}$	$8\frac{3}{4}$	$8\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{4}$
230	$9\frac{1}{16}$	$9\frac{1}{8}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{8}$	$9\frac{1}{8}$
240	$9\frac{1}{8}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{8}$	$9\frac{1}{4}$
250	$9\frac{3}{8}$	$9\frac{3}{4}$	$9\frac{7}{8}$	$9\frac{1}{2}$	10
260	$10\frac{1}{16}$	$10\frac{1}{8}$	$10\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{8}$	$10\frac{1}{16}$
270	$10\frac{1}{8}$	$10\frac{1}{4}$	$10\frac{3}{8}$	$10\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{8}$
280	$11\frac{1}{16}$	$11\frac{1}{8}$	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{8}$	$11\frac{1}{16}$
290	$11\frac{1}{8}$	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{3}{8}$	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{8}$
300	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{4}$

公釐換吋之表 (二) 1公釐 = 0.0394吋

5	6	7	8	9	公釐
$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{21}{32}$	0
$\frac{19}{32}$	$\frac{11}{32}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{23}{32}$	10
$\frac{31}{32}$	$1\frac{1}{32}$	$1\frac{3}{32}$	$1\frac{3}{32}$	$1\frac{5}{32}$	20
1	$1\frac{13}{32}$	$1\frac{15}{32}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{17}{32}$	30
$1\frac{23}{32}$	$1\frac{17}{16}$	$1\frac{17}{32}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{15}{16}$	40
$2\frac{5}{32}$	$2\frac{1}{32}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{9}{32}$	$2\frac{5}{16}$	50
$2\frac{11}{16}$	$2\frac{11}{32}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{11}{16}$	$2\frac{23}{32}$	60
$2\frac{15}{16}$	3	$3\frac{1}{32}$	$3\frac{1}{16}$	$3\frac{1}{8}$	70
$3\frac{1}{32}$	$3\frac{3}{32}$	$3\frac{1}{16}$	$3\frac{1}{32}$	$3\frac{1}{2}$	80
3	$3\frac{13}{32}$	$3\frac{1}{16}$	$3\frac{29}{32}$	$3\frac{29}{32}$	90
$4\frac{3}{8}$	$4\frac{3}{16}$	$4\frac{1}{32}$	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{9}{32}$	100
$4\frac{11}{32}$	$4\frac{9}{16}$	$4\frac{13}{32}$	$4\frac{13}{32}$	$4\frac{11}{16}$	110
$4\frac{23}{32}$	$4\frac{31}{32}$	5	5	$5\frac{3}{32}$	120
$5\frac{5}{16}$	$5\frac{11}{32}$	$5\frac{13}{32}$	$5\frac{13}{32}$	$5\frac{15}{32}$	130
$5\frac{23}{32}$	$5\frac{23}{32}$	$5\frac{25}{32}$	$5\frac{15}{16}$	$5\frac{15}{32}$	140
$6\frac{1}{8}$	$6\frac{5}{16}$	$6\frac{5}{16}$	$6\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{4}$	150
$6\frac{1}{2}$	$6\frac{13}{32}$	$6\frac{9}{16}$	$6\frac{13}{32}$	$6\frac{21}{32}$	160
$6\frac{7}{8}$	$6\frac{15}{16}$	$6\frac{31}{32}$	7	$7\frac{1}{16}$	170
$7\frac{3}{32}$	$7\frac{9}{16}$	7	$7\frac{13}{32}$	$7\frac{1}{16}$	180
$7\frac{11}{16}$	$7\frac{23}{32}$	$7\frac{3}{4}$	$7\frac{25}{32}$	$7\frac{21}{32}$	190
$8\frac{1}{16}$	8	$8\frac{5}{32}$	$8\frac{5}{16}$	$8\frac{1}{32}$	200
$8\frac{15}{32}$	$8\frac{1}{2}$	$8\frac{13}{32}$	$8\frac{15}{32}$	$8\frac{3}{8}$	210
$8\frac{27}{32}$	$8\frac{23}{32}$	$8\frac{15}{32}$	$8\frac{31}{32}$	$9\frac{1}{32}$	220
9	$9\frac{9}{32}$	$9\frac{11}{32}$	$9\frac{11}{32}$	$9\frac{13}{32}$	230
$9\frac{21}{32}$	$9\frac{17}{16}$	$9\frac{17}{32}$	$9\frac{3}{4}$	$9\frac{15}{16}$	240
$10\frac{1}{32}$	$10\frac{13}{32}$	10	$10\frac{5}{32}$	$10\frac{3}{16}$	250
$10\frac{11}{16}$	$10\frac{19}{32}$	$10\frac{1}{2}$	$10\frac{9}{16}$	$10\frac{19}{32}$	260
$10\frac{19}{32}$	$10\frac{25}{32}$	$10\frac{25}{32}$	$10\frac{15}{16}$	$10\frac{31}{32}$	270
11	11	$11\frac{5}{16}$	$11\frac{11}{32}$	11	280
$11\frac{1}{8}$	$11\frac{21}{32}$	$11\frac{11}{16}$	$11\frac{23}{32}$	$11\frac{23}{32}$	290
12	$12\frac{1}{16}$	$12\frac{1}{32}$	$12\frac{1}{8}$	$12\frac{5}{32}$	300

吋與公釐之對照表 (小數)

吋	公釐	吋	公釐	吋	公釐	吋	公釐
0,001	0,025	0,200	5,08	0,480	12,19	0,760	19,30
0,002	0,051	0,210	5,33	0,490	12,45	0,770	19,56
0,003	0,076	0,220	5,59	0,500	12,70	0,780	19,81
0,004	0,102	0,230	5,84	0,510	12,95	0,790	20,07
0,005	0,127	0,240	6,10	0,520	13,21	0,800	20,32
0,006	0,152	0,250	6,35	0,530	13,46	0,810	20,57
0,007	0,178	0,260	6,60	0,540	13,72	0,820	20,83
0,008	0,203	0,270	6,86	0,550	13,97	0,830	21,08
0,009	0,229	0,480	7,11	0,560	14,22	0,840	21,34
0,010	0,254	0,290	7,37	0,570	14,48	0,850	21,59
0,020	0,508	0,300	7,62	0,580	14,73	0,860	21,84
0,030	0,762	0,310	7,87	0,590	14,99	0,870	22,10
0,040	1,016	0,320	8,13	0,600	15,24	0,880	22,35
0,050	1,270	0,330	8,38	0,610	15,49	0,890	22,61
0,060	1,524	0,340	8,64	0,620	15,75	0,900	22,86
0,070	1,778	0,350	8,89	0,630	16,00	0,910	23,11
0,080	2,032	0,360	9,14	0,640	16,26	0,920	23,37
0,090	2,286	0,370	9,40	0,650	16,51	0,930	23,62
0,100	2,540	0,380	9,65	0,660	16,76	0,940	23,88
0,110	2,794	0,390	9,91	0,670	17,02	0,950	24,13
0,120	3,048	0,400	10,16	0,680	17,27	0,960	24,38
0,130	3,302	0,410	10,41	0,690	17,53	0,970	24,64
0,140	3,556	0,420	10,67	0,700	17,78	0,980	24,89
0,150	3,81	0,430	10,92	0,710	18,03	0,990	25,15
0,160	4,06	0,440	11,18	0,720	18,29	1,000	25,40
0,170	4,32	0,450	11,43	0,730	18,54		
0,180	4,57	0,460	11,68	0,740	18,80		
0,190	4,83	0,470	11,94	0,750	19,05		

公釐與吋之對照表

公釐	吋	公釐	吋	公釐	吋	公釐	吋
0.01	0.0004	0.26	0.0102	0.51	0.0201	0.76	0.0299
0.02	0.0008	0.27	0.0106	0.52	0.0205	0.77	0.0303
0.03	0.0012	0.28	0.0110	0.53	0.0209	0.78	0.0307
0.04	0.0016	0.29	0.0114	0.54	0.0213	0.79	0.0311
0.05	0.0020	0.30	0.0118	0.55	0.0217	0.80	0.0315
0.06	0.0024	0.31	0.0122	0.56	0.0220	0.81	0.0319
0.07	0.0028	0.32	0.0126	0.57	0.0224	0.82	0.0323
0.08	0.0031	0.33	0.0130	0.58	0.0228	0.83	0.0327
0.09	0.0035	0.34	0.0134	0.59	0.0232	0.84	0.0331
0.10	0.0039	0.35	0.0138	0.60	0.0236	0.85	0.0335
0.11	0.0043	0.36	0.0142	0.61	0.0240	0.86	0.0339
0.12	0.0047	0.37	0.0146	0.62	0.0244	0.87	0.0343
0.13	0.0051	0.38	0.0150	0.63	0.0248	0.88	0.0346
0.14	0.0055	0.39	0.0154	0.64	0.0252	0.89	0.0350
0.15	0.0059	0.40	0.0157	0.65	0.0256	0.90	0.0354
0.16	0.0063	0.41	0.0161	0.66	0.0260	0.91	0.0358
0.17	0.0067	0.42	0.0165	0.67	0.0264	0.92	0.0362
0.18	0.0071	0.43	0.0169	0.68	0.0268	0.93	0.0366
0.19	0.0075	0.44	0.0173	0.69	0.0272	0.94	0.0370
0.20	0.0079	0.45	0.0177	0.70	0.0276	0.95	0.0374
0.21	0.0083	0.46	0.0181	0.71	0.0280	0.96	0.0378
0.22	0.0087	0.47	0.0185	0.72	0.0283	0.97	0.0382
0.23	0.0091	0.48	0.0189	0.73	0.0287	0.98	0.0386
0.24	0.0094	0.49	0.0193	0.74	0.0291	0.99	0.0390
0.25	0.0098	0.50	0.0197	0.75	0.0295	1.00	0.0394

呎與公尺之對照表(一)

1呎=0.3048公尺

呎	0	1	2	3	4
	公尺	公尺	尺 尺	公尺	公尺
0		0.305	0.610	0.914	1.219
10	3.048	3.353	3.658	3.962	4.267
20	6.096	6.401	6.703	7.010	7.315
30	9.144	9.449	9.754	10.058	10.363
40	12.192	12.497	12.802	13.106	13.411
50	15.240	15.545	15.850	16.154	16.459
60	18.288	18.593	18.898	19.202	19.507
70	21.336	21.641	21.946	22.250	22.555
80	24.384	24.689	24.994	25.298	25.603
90	27.432	27.737	28.042	28.346	28.651
100	30.480	30.785	31.090	31.394	31.699
110	33.528	33.833	34.138	34.442	34.747
120	36.576	36.881	37.186	37.490	37.795
130	39.624	39.929	40.234	40.538	40.843
140	42.672	42.977	43.282	43.586	43.891
150	45.720	46.025	46.330	46.634	46.939
160	48.768	49.073	49.378	49.682	49.987
170	51.816	52.121	52.426	52.730	53.035
180	54.864	55.169	55.474	55.778	56.083
190	57.912	58.217	58.522	58.826	59.131
200	60.960	61.265	61.570	61.874	62.179
210	64.008	64.313	64.618	64.922	65.227
220	67.056	67.361	67.666	67.970	68.275
230	70.104	70.409	70.714	71.018	71.323
240	73.152	73.457	73.762	74.066	74.371
250	76.200	76.505	76.810	77.114	77.419
260	79.248	79.553	79.858	80.162	80.467
270	82.296	82.601	82.906	83.210	83.515
280	85.344	85.649	85.954	86.258	86.563
290	88.392	88.697	89.002	89.306	89.611
300	91.440				

呎與公尺之對照表 (二)

1 呎 = 0.3048公尺

5	6	7	8	9	呎
公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	
1.524	1.829	2.134	2.438	2.743	0
4.572	4.877	5.182	5.486	5.791	10
7.620	7.925	8.230	8.534	8.839	20
10.668	10.973	11.278	11.582	11.887	30
13.716	14.021	14.326	14.630	14.935	40
16.764	17.069	17.374	17.678	17.983	50
19.812	20.117	20.422	20.726	21.031	60
22.860	23.165	23.470	23.774	24.079	70
25.908	26.213	26.518	26.822	27.127	80
28.956	29.261	29.566	29.870	30.175	90
32.004	32.309	32.614	32.918	33.223	100
35.052	35.357	35.662	35.966	36.271	110
38.100	38.405	38.710	39.014	39.319	120
41.148	41.453	41.758	42.062	42.367	130
44.196	44.501	44.805	45.110	45.415	140
47.244	47.549	47.854	48.158	48.463	150
50.292	50.597	50.902	51.206	51.511	160
53.340	53.645	53.950	54.254	54.559	170
56.388	56.693	57.000	57.302	57.607	180
59.436	59.741	60.046	60.350	60.655	190
62.484	62.789	63.094	63.398	63.703	200
65.532	65.837	66.142	66.446	64.751	210
68.580	68.885	69.190	69.494	69.799	220
71.628	71.933	72.238	72.542	72.847	230
74.676	74.981	75.286	75.590	75.895	240
77.724	78.029	78.334	78.638	78.943	250
80.772	81.077	81.382	81.686	81.991	260
83.820	84.125	84.430	84.734	85.039	270
86.868	87.173	87.478	87.782	88.087	280
89.916	90.221	90.526	90.830	91.135	290
					300

## 公尺與呎之照表 (一)

1 公尺 = 3.2808 呎

公尺	0	1	2	3	4
	呎	呎	呎	呎	呎
0		3.281	6.562	9.843	13.123
10	32.808	36.089	39.370	42.651	45.932
20	65.617	68.898	72.178	75.459	78.740
30	98.425	101.706	104.987	108.268	111.549
40	131.234	134.514	137.795	141.076	144.357
50	164.042	167.323	170.604	173.885	177.165
60	196.850	200.131	203.412	206.693	209.974
70	229.659	232.940	236.220	239.501	242.782
80	262.467	265.748	269.029	272.310	275.591
90	295.276	298.556	301.837	305.118	308.399
100	328.084	331.365	334.646	337.927	341.207
110	360.892	364.173	367.454	370.735	374.016
120	393.701	396.982	400.262	403.543	406.824
130	426.509	429.790	433.071	436.352	439.633
140	459.318	462.598	465.879	469.160	472.441
150	491.126	495.407	498.688	501.969	505.249
160	524.934	528.215	531.496	534.777	538.058
170	557.743	561.024	564.304	567.585	570.866
180	590.551	593.832	597.113	600.394	603.675
190	623.360	626.640	629.921	633.202	636.483
200	656.168	659.449	662.730	666.010	669.291
210	688.976	692.257	695.538	698.819	702.100
220	721.785	725.066	728.346	731.627	734.908
230	754.593	757.874	761.155	764.436	767.717
240	787.402	790.682	793.963	797.244	800.525
250	820.210	823.491	826.772	830.052	833.333
260	853.018	856.299	859.580	862.861	866.142
270	885.827	889.108	892.388	895.669	898.950
280	918.635	921.916	925.197	928.478	931.759
290	951.444	954.724	958.005	961.286	964.567
300	984.252				

公尺與呎之對照表 (二)

1 公尺 = 3.2808 呎

5	6	7	8	9	公尺
呎	呎	呎	呎	呎	
16.404	19.685	22.966	26.247	29.528	0
49.213	52.493	55.774	59.055	62.336	10
82.021	85.302	88.588	91.864	95.144	20
114.829	118.110	121.391	124.672	127.953	30
147.638	150.919	154.199	157.480	160.761	40
180.446	183.727	187.008	190.289	193.570	50
213.255	216.535	219.816	223.097	226.378	60
246.063	249.344	252.625	255.906	259.186	70
278.871	282.152	285.433	288.714	291.995	80
311.680	314.961	318.241	321.522	324.803	90
344.488	347.769	351.050	354.331	357.612	100
377.297	380.577	383.858	387.139	390.420	110
410.105	413.386	416.667	419.948	423.228	120
442.913	446.194	449.475	452.756	456.037	130
475.722	479.003	482.283	485.564	488.845	140
508.530	511.811	515.092	518.373	521.654	150
541.339	544.619	547.900	551.181	554.462	160
574.147	577.428	580.709	583.990	587.270	170
606.955	610.236	613.517	616.798	620.079	180
639.764	643.045	646.325	649.606	652.887	190
672.572	675.853	679.134	682.415	685.696	200
705.381	708.661	711.942	715.223	718.504	210
738.189	741.470	744.751	748.031	751.321	220
770.997	774.278	777.559	780.840	784.121	230
803.806	807.087	810.367	813.648	816.929	240
836.614	839.895	843.176	846.457	849.738	250
869.423	872.703	875.984	879.265	882.546	260
902.231	905.512	908.793	912.073	915.354	270
935.039	938.320	941.601	944.882	948.163	280
967.848	971.129	974.409	977.690	980.971	290
					300



平方吋與方公分之對照表 (一)

1 平方吋 = 6.4516 方公分

平方吋	0	1	2	3	4
	方公分	方公分	方公分	方公分	方公分
0		6.45	12.90	19.35	25.81
10	64.52	70.97	77.42	83.87	90.32
20	129.03	135.48	141.94	148.39	154.84
30	193.55	200.00	206.45	212.90	219.35
40	258.06	264.52	270.97	277.42	283.87
50	322.58	329.03	335.48	341.93	348.39
60	387.10	393.55	400.00	406.45	412.90
70	451.61	458.06	464.52	470.97	477.42
80	516.13	522.58	529.03	535.48	541.93
90	580.64	587.10	593.55	600.00	606.45
100	645.16	651.61	658.06	664.51	670.97
110	709.68	716.13	722.58	729.03	735.48
120	774.19	780.64	787.10	793.55	800.00
130	838.71	845.16	851.61	858.06	864.51
140	903.22	909.68	916.13	922.58	929.03
150	967.74	974.19	980.64	987.09	993.55
160	1032.26	1038.71	1045.16	1051.61	1058.06
170	1096.77	1103.22	1109.68	1116.13	1122.58
180	1161.29	1167.79	1174.19	1180.64	1187.09
190	1225.80	1232.26	1238.71	1245.16	1251.61
200	1290.32	1296.77	1303.22	1309.67	1316.13
210	1354.84	1361.29	1367.74	1374.19	1380.64
220	1419.35	1425.80	1432.26	1438.71	1445.16
230	1483.87	1490.32	1496.77	1503.22	1509.67
240	1548.38	1554.84	1561.29	1567.74	1574.19
250	1612.90	1619.35	1625.80	1632.25	1638.71
260	1677.42	1683.87	1690.32	1696.77	1703.22
270	1741.93	1748.38	1754.84	1761.29	1767.74
280	1806.45	1812.90	1819.35	1825.80	1832.25
290	1870.96	1877.42	1883.87	1890.32	1896.77
300	1935.48	1941.93	1948.38	1954.83	1961.29

平方吋與方公分之對照表 (二)

1 平方吋 = 6.4516方公分

5	6	7	8	9	平方吋
方公分	方公分	方公分	方公分	方公分	
32.26	38.71	45.16	51.61	58.06	0
96.77	103.23	109.68	116.13	122.58	10
161.29	167.74	174.19	180.64	187.10	20
225.81	232.26	238.71	245.16	251.61	30
290.32	296.77	303.23	309.67	316.13	40
354.84	361.29	367.74	374.19	380.64	50
419.35	425.81	432.26	438.71	445.16	60
483.87	490.32	496.77	503.22	509.68	70
548.39	554.84	561.29	567.74	574.19	80
612.90	619.35	625.81	632.26	638.71	90
677.42	683.87	690.32	696.77	703.22	100
741.93	748.39	754.84	761.29	767.74	110
806.45	812.90	819.35	825.80	832.26	120
870.97	877.42	883.87	890.32	896.77	130
935.48	941.93	948.39	954.84	961.29	140
1000.00	1006.45	1012.90	1019.35	1025.80	150
1064.51	1070.97	1077.42	1083.87	1090.32	160
1129.03	1135.48	1141.93	1148.38	1154.84	170
1193.55	1200.00	1206.45	1212.90	1219.35	180
1258.06	1264.51	1270.97	1277.42	1283.87	190
1322.58	1329.03	1335.48	1341.93	1348.38	200
1387.09	1393.55	1400.00	1406.45	1412.90	210
1451.61	1458.06	1464.51	1470.96	1477.42	220
1516.13	1522.58	1529.03	1535.48	1541.93	230
1580.64	1587.09	1593.55	1600.00	1606.45	240
1645.16	1651.61	1658.06	1664.51	1670.96	250
1709.67	1716.13	1722.58	1729.03	1735.48	260
1774.19	1780.64	1787.09	1793.54	1800.00	270
1838.71	1845.16	1851.61	1858.06	1864.51	280
1903.22	1909.67	1916.13	1922.58	1929.03	290
1967.74	1974.19	1980.64	1987.09	1993.54	300

方公分與平方吋之對照表 (一)

1 方公分 = 0.155 平方吋

方公分	0	1	2	3	4
	平方吋	平方吋	平方吋	平方吋	平方吋
0		0.155	0.310	0.465	0.620
10	1.550	1.705	1.860	2.015	2.170
20	3.100	3.255	3.410	3.565	3.720
30	4.650	4.805	4.960	5.115	5.270
40	6.200	6.355	6.510	6.665	6.820
50	7.750	7.905	8.060	8.215	8.370
60	9.300	9.455	9.610	9.765	9.920
70	10.850	11.005	11.160	11.315	11.470
80	12.400	12.555	12.710	12.865	13.020
90	13.950	14.105	14.260	14.415	14.570
100	15.500	15.655	15.810	15.965	16.120
110	17.050	17.205	17.360	17.515	17.670
120	18.600	18.755	18.910	19.065	19.220
130	20.150	20.305	20.460	20.615	20.770
140	21.700	21.855	22.010	22.165	22.320
150	23.250	23.405	23.560	23.715	23.870
160	24.800	24.955	25.110	25.265	25.420
170	26.350	26.505	26.660	26.815	26.970
180	27.900	28.055	28.210	28.365	28.520
190	29.450	29.605	29.760	29.915	30.070
200	31.000	31.155	31.310	31.465	31.620
210	32.550	32.705	32.860	33.015	33.170
220	34.100	34.255	34.410	34.565	34.720
230	35.650	35.805	35.960	36.115	36.270
240	37.200	37.355	37.510	37.665	37.820
250	38.750	38.905	39.060	39.215	39.370
260	40.300	40.455	40.610	40.765	40.920
270	41.850	42.005	42.160	42.315	42.470
280	43.400	43.555	43.710	43.865	44.020
290	44.950	45.105	45.260	45.415	45.570
300	46.500	46.655	46.810	46.965	47.120

方公分與平方吋之對照表 (二)

1 方公分 = 0.155 平方吋

5	6	7	8	9	方公分
平方吋	平方吋	平方吋	平方吋	平方吋	
0.775	0.930	1.085	1.240	1.395	0
2.325	2.480	2.635	2.790	2.945	10
3.875	4.030	4.185	4.340	4.495	20
5.425	5.580	5.735	5.890	6.045	30
6.975	7.130	7.285	7.440	7.595	40
8.525	8.680	8.835	8.990	9.145	50
10.075	10.230	10.385	10.540	10.695	60
11.625	11.780	11.935	12.090	12.245	70
13.175	13.330	13.485	13.640	13.795	80
14.725	14.880	15.035	15.190	15.345	90
16.275	16.430	16.585	16.740	16.895	100
17.825	17.980	18.135	18.290	18.445	110
19.375	19.530	19.685	19.840	19.995	120
20.925	21.080	21.235	21.390	21.545	130
22.475	22.630	22.785	22.940	23.095	140
24.025	24.180	24.335	24.490	24.645	150
25.575	25.730	25.885	26.040	26.195	160
27.125	27.280	27.435	27.590	27.745	170
28.675	28.830	28.985	29.140	29.295	180
30.225	30.380	30.535	30.690	30.845	190
31.775	31.930	32.085	32.240	32.395	200
33.325	33.480	33.635	33.790	33.945	210
34.875	35.032	35.185	35.340	35.495	220
36.425	36.580	36.735	36.890	37.045	230
37.975	38.130	38.285	38.440	38.595	240
39.525	39.680	39.835	39.990	40.145	250
41.075	41.230	41.385	41.540	41.695	260
42.625	42.780	42.935	43.090	43.245	270
44.175	44.330	44.485	44.640	44.795	280
45.725	45.880	46.035	46.190	46.345	290
47.275	47.430	47.585	47.740	47.895	300



方公尺與平方呎之對照表  
1 方公尺 = 10.7639 平方呎

方公尺	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	方公尺	
	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	平方呎	
0		10.76	21.53	32.29	43.06	53.82	64.58	75.35	86.11	96.88	0	
10	107.64	118.40	129.17	139.93	150.70	161.46	172.23	182.99	193.75	204.51	10	
20	215.28	226.04	236.81	247.57	258.33	269.10	279.86	290.63	301.39	312.15	20	
30	322.92	333.68	344.45	355.21	365.97	376.74	387.50	398.27	409.03	419.79	30	
40	430.56	441.32	452.08	462.85	473.64	484.38	495.14	505.90	516.67	527.43	40	
50	538.20	548.96	559.72	570.49	581.25	592.02	602.78	613.54	624.31	635.07	50	
60	645.84	656.60	667.36	678.13	688.89	699.65	710.42	721.18	731.95	742.71	60	
70	753.47	764.24	775.00	785.77	796.53	807.30	818.06	828.82	839.59	850.35	70	
80	861.11	871.88	882.64	893.41	904.17	914.93	925.70	936.46	947.22	957.99	80	
90	968.75	979.52	990.28	1001.04	1011.81	1022.57	1033.34	1044.10	1054.86	1065.63	90	
100	1076.39										100	



立方呎與立方呎之對照表  
1 立方呎 = 35.32 立方呎

立方呎	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	立方呎
	平方呎	平方呎	立方呎	立方呎	立方呎	立方呎	立方呎	立方呎	立方呎	立方呎	立方呎
0		35.32	70.64	105.96	141.28	176.60	211.92	247.24	282.56	317.88	0
10	353.20	388.52	423.84	459.16	494.48	529.80	565.12	600.44	635.76	671.08	10
20	706.40	741.72	777.04	812.36	847.68	883.00	918.32	953.64	988.96	1024.28	20
30	1059.60	1094.92	1130.24	1165.56	1200.88	1236.20	1271.52	1306.84	1342.16	1377.48	30
40	1412.80	1448.12	1483.44	1518.76	1554.08	1589.40	1624.72	1660.04	1695.36	1730.68	40
50	1766.00	1801.32	1836.64	1871.96	1907.28	1942.60	1977.92	2013.24	2048.56	2083.88	50
60	2119.20	2154.52	2189.84	2225.16	2260.48	2295.80	2331.12	2366.44	2401.76	2437.08	60
70	2472.40	2507.72	2543.04	2578.36	2613.68	2649.00	2684.32	2719.64	2754.96	2790.28	70
80	2825.60	2860.92	2896.24	2931.56	2966.88	3002.20	3037.52	3072.84	3108.16	3143.48	80
90	3178.80	3214.12	3249.44	3284.76	3320.08	3355.40	3390.72	3426.04	3461.36	3496.68	90
100	3532.00										100



公斤與磅之對照表 (一) 1公斤 2.2046 磅					
公 斤	0	1	2	3	4
	磅	磅	磅	磅	磅
0		22.046	4.4092	6.6138	8.8184
10	2.2046	24.251	26.455	28.660	30.864
20	44.092	46.297	48.501	50.706	52.910
30	66.138	68.343	70.547	72.752	74.956
40	88.184	90.389	92.593	94.798	97.002
50	110.23	112.43	114.64	116.84	119.05
60	132.28	134.48	136.69	138.89	141.09
70	154.32	156.53	158.73	160.94	163.14
80	176.37	178.57	180.78	182.98	185.19
90	198.41	200.62	202.82	205.03	207.23
100	220.46	222.66	224.87	227.07	229.28
110	242.51	244.71	246.92	249.12	251.32
120	264.55	266.76	268.96	271.17	273.37
130	286.60	288.80	291.01	293.21	295.42
140	308.64	310.85	313.05	315.26	317.46
150	330.69	332.89	335.10	337.30	339.51
160	352.74	354.94	357.15	359.35	361.55
170	374.78	376.99	379.19	381.40	383.60
180	396.83	399.03	401.24	403.44	405.65
190	418.87	421.08	423.28	425.49	427.69
200	440.92	443.12	445.33	447.53	449.74
210	462.97	465.17	467.38	469.58	471.78
240	485.01	487.22	489.42	491.63	493.83
230	507.06	509.26	511.47	513.67	515.88
240	529.10	531.31	533.51	535.72	537.92
250	551.15	553.35	555.56	557.76	559.97
260	573.20	575.40	577.61	579.81	582.01
270	595.24	597.45	599.65	601.86	604.06
283	617.29	619.49	621.70	623.90	626.11
290	639.33	641.54	643.74	645.95	648.15
300	661.38	663.58	665.79	667.99	670.20
310	683.43	685.63	687.84	690.04	692.24
320	705.47	707.68	709.88	712.09	714.29
330	727.52	729.72	731.93	734.13	736.34
340	749.56	751.77	753.97	756.18	758.38

公斤與磅之對照表 (二) 1 公斤 = 2.2046 磅

5	6	7	8	9	公 斤
磅	磅	磅	磅	磅	
11.023	13.228	15.432	17.637	19.841	0
33.069	35.274	37.478	39.683	41.887	10
55.115	57.320	59.524	61.729	63.933	20
77.161	79.366	81.570	83.775	85.979	30
99.207	101.41	103.62	105.82	108.03	40
121.25	123.46	125.66	127.87	130.07	50
143.30	145.50	147.71	149.91	152.12	60
165.35	167.55	169.75	171.96	174.16	70
187.39	189.60	191.80	194.00	196.21	80
209.44	211.64	213.85	216.05	218.26	90
231.48	233.69	235.89	238.10	240.30	100
253.53	255.73	257.94	260.14	262.35	110
275.58	277.78	279.98	282.19	284.39	120
297.62	299.83	302.03	304.23	306.44	130
319.67	321.87	324.08	326.28	328.49	140
341.71	343.92	346.12	348.33	350.53	150
363.76	365.96	368.17	370.37	372.58	160
385.81	388.01	390.21	392.43	394.62	170
407.85	410.06	412.26	414.46	416.67	180
429.90	432.10	434.31	436.51	438.72	190
451.94	454.15	456.35	458.56	460.76	200
473.99	476.19	478.40	480.60	482.81	210
496.04	498.24	500.44	502.65	504.85	220
518.08	520.29	522.49	524.69	526.90	230
540.13	542.33	544.54	546.74	548.95	240
562.17	564.38	566.58	568.79	570.99	250
584.22	586.42	588.63	590.83	593.04	260
606.27	608.47	610.67	612.88	615.08	270
628.31	630.52	632.72	634.92	637.13	280
650.36	652.56	654.77	656.97	659.18	290
672.40	674.61	676.81	679.02	681.22	300
694.45	696.65	698.86	701.06	703.27	310
716.50	718.70	720.90	723.11	725.31	320
738.54	740.75	742.95	745.15	747.36	330
760.59	762.79	765.00	767.20	769.41	340

公斤與磅之對照表 (三) 1公斤 = 2,2046 磅

公 斤	0	1	2	3	4
	磅	磅	磅	磅	磅
350	771.61	773.81	776.02	778.22	780.43
360	793.66	795.86	798.07	800.27	802.47
370	815.70	817.91	820.11	822.32	824.52
380	837.75	839.95	842.16	844.36	846.57
390	859.79	862.00	864.20	866.41	868.61
400	881.84	884.04	886.25	888.45	890.66
410	903.89	906.09	908.30	910.50	912.70
420	925.93	928.12	930.34	932.55	934.75
430	947.98	950.18	952.39	954.59	956.80
440	970.02	972.23	974.43	976.64	978.84
450	992.07	994.27	996.48	998.68	1000.9
460	1014.1	1016.3	1018.5	1020.7	1022.9
470	1036.2	1038.4	1040.6	1042.8	1045.0
480	1058.2	1060.4	1062.6	1064.8	1067.0
490	1080.3	1082.5	1084.7	1086.9	1089.1
500	1102.3	1104.5	1106.7	1108.9	1111.1
510	1124.3	1126.6	1128.8	1131.0	1133.2
520	1146.4	1148.6	1150.8	1153.0	1155.2
530	1168.4	1170.6	1172.8	1175.1	1177.3
540	1190.5	1192.7	1194.9	1197.1	1199.3
550	1212.5	1214.7	1216.9	1219.1	1221.3
560	1234.6	1236.8	1239.0	1241.2	1243.4
570	1256.6	1258.8	1261.0	1263.2	1265.4
580	1278.7	1280.9	1283.1	1285.3	1287.5
590	1300.7	1302.9	1305.1	1307.3	1309.5
600	1322.8	1325.0	1327.2	1329.4	1331.6
610	1344.8	1347.0	1349.2	1351.4	1353.6
620	1366.9	1369.1	1371.3	1373.5	1375.7
630	1388.9	1391.1	1393.3	1395.5	1397.7
640	1410.9	1413.1	1415.4	1417.6	1419.8
650	1433.0	1435.2	1437.4	1439.6	1441.8
660	1455.0	1457.2	1459.4	1461.6	1463.9
670	1477.1	1479.3	1481.5	1483.7	1485.9
680	1499.1	1501.3	1503.5	1505.7	1507.9
690	1521.2	1523.4	1525.6	1527.8	1530.0

公斤與磅之對照表 (四) 1 公斤 = 2.2046 磅

5	6	7	8	9	公斤
磅	磅	磅	磅	磅	
782.62	784.84	787.04	789.25	791.45	350
804.68	806.88	809.09	811.29	813.50	360
826.73	828.93	831.13	833.34	835.54	370
848.77	850.98	853.18	855.38	857.59	380
870.82	873.02	875.23	877.43	879.64	390
892.86	895.07	897.27	899.48	901.68	400
914.91	917.11	919.32	921.52	923.73	410
936.96	939.16	941.36	943.57	945.77	420
959.00	961.21	963.41	965.61	967.82	430
981.05	983.25	985.46	987.66	989.87	440
1003.1	1005.3	1007.5	1009.7	1011.9	450
1025.1	1027.3	1029.5	1031.8	1034.0	460
1047.2	1049.4	1051.6	1053.8	1056.0	470
1069.2	1071.4	1073.6	1075.8	1078.0	480
1091.3	1093.5	1095.7	1097.9	1100.1	490
1113.3	1115.5	1117.7	1119.9	1122.1	500
1135.4	1137.6	1139.8	1142.0	1144.2	510
1157.4	1159.6	1161.8	1164.0	1166.2	520
1179.5	1181.7	1183.9	1186.1	1188.3	530
1201.5	1203.7	1205.9	1208.1	1210.3	540
1223.6	1225.8	1228.0	1230.2	1232.4	550
1245.6	1247.8	1250.0	1252.2	1254.4	560
1267.6	1269.8	1272.1	1274.3	1276.5	570
1289.7	1291.9	1294.1	1296.3	1298.5	580
1311.7	1313.9	1316.1	1318.4	1320.6	590
1333.8	1336.0	1338.2	1340.4	1342.6	600
1355.8	1358.0	1360.2	1362.4	1364.6	610
1377.9	1380.1	1382.3	1384.5	1386.7	620
1399.9	1402.1	1404.3	1406.5	1408.7	630
1422.0	1424.2	1426.4	1428.6	1430.8	640
1444.0	1446.2	1448.4	1450.6	1452.8	650
1466.1	1468.3	1470.5	1472.7	1474.9	660
1488.1	1490.3	1492.5	1494.7	1496.9	670
1510.2	1512.4	1514.6	1516.8	1519.0	680
1532.2	1534.4	1536.6	1538.8	1541.0	690

公斤與磅之對照表 (五) 1 公斤 = 2,2046 磅

公 斤	0	1	2	3	4
	磅	磅	磅	磅	磅
700	1543.2	1545.4	1547.6	1549.8	1552.0
710	1565.3	1567.5	1569.7	1571.9	1574.1
720	1587.3	1589.5	1591.7	1593.9	1596.1
730	1609.4	1611.6	1613.8	1616.0	1618.2
740	1631.4	1633.6	1635.8	1638.0	1640.2
750	1653.5	1655.7	1657.9	1660.1	1662.3
760	1675.5	1677.7	1679.9	1682.1	1684.3
770	1697.5	1699.7	1702.0	1704.2	1706.4
780	1719.6	1721.8	1724.0	1726.2	1728.4
790	1741.6	1743.8	1746.0	1748.2	1750.5
800	1763.7	1765.9	1768.1	1770.3	1772.5
810	1785.7	1787.9	1790.1	1792.3	1794.5
820	1807.8	1810.0	1812.2	1814.4	1816.6
830	1829.8	1832.0	1834.2	1836.4	1838.6
840	1851.9	1854.1	1856.3	1858.5	1860.7
850	1873.9	1876.1	1878.3	1880.5	1882.7
860	1896.0	1898.2	1900.4	1902.6	1904.8
870	1918.0	1920.2	1922.4	1924.6	1926.8
880	1940.0	1942.3	1944.5	1946.7	1948.9
890	1962.1	1964.3	1966.5	1968.7	1970.9
900	1984.1	1986.3	1988.5	1990.8	1993.0
910	2006.2	2008.4	2010.6	2012.8	2015.0
920	2028.2	2030.4	2032.6	2034.8	2037.1
930	2050.3	2052.5	2054.7	2056.9	2059.1
940	2072.3	2074.5	2076.7	2078.9	2081.1
950	2094.4	2096.6	2098.8	2101.0	2103.2
960	2116.4	2118.6	2120.8	2123.0	2125.2
970	2138.5	2140.7	2142.9	2145.1	2147.3
980	2160.5	2162.7	2164.9	2167.1	2169.3
990	2182.6	2184.8	2187.0	2189.2	2191.4
1000	2204.6				

公斤與磅之對照表 (六) 1 公斤 = 2.2046 磅

5	6	7	8	9	公斤
磅	磅	磅	磅	磅	
1554.2	1556.4	1558.7	1560.9	1563.1	700
1576.3	1578.5	1580.7	1582.9	1585.1	710
1598.3	1600.5	1602.7	1604.9	1607.2	720
1620.4	1622.6	1624.8	1627.0	1629.2	730
1642.4	1644.6	1646.8	1649.0	1651.2	740
1664.5	1666.7	1668.9	1671.1	1673.3	750
1686.5	1688.7	1690.9	1693.1	1695.3	760
1708.6	1710.8	1713.0	1715.2	1717.4	770
1730.6	1732.8	1735.0	1737.2	1739.4	780
1752.7	1754.9	1757.1	1759.3	1761.5	790
1774.7	1776.9	1779.1	1781.3	1783.5	800
1796.7	1799.0	1801.2	1803.4	1805.6	810
1818.8	1821.0	1823.2	1825.4	1827.6	820
1840.8	1843.0	1845.3	1847.5	1849.7	830
1862.9	1865.1	1867.3	1869.5	1871.7	840
1884.9	1887.1	1889.3	1891.5	1893.8	850
1907.0	1909.2	1911.4	1913.6	1915.8	860
1829.0	1931.2	1933.4	1935.6	1937.8	870
1951.1	1953.3	1955.5	1957.7	1959.9	880
1973.1	1975.3	1977.5	1979.7	1981.9	890
1995.2	1997.4	1999.6	2001.8	2004.0	900
2017.2	2019.4	2021.6	2023.8	2026.0	910
2039.3	2041.5	2043.7	2045.9	2048.1	920
2061.3	2063.5	2065.7	2067.9	2070.1	930
2083.3	2085.6	2087.8	2090.0	2092.2	940
2105.4	2107.6	2109.8	2112.0	2114.2	950
2127.4	2129.6	2131.8	2134.1	2136.3	960
2149.5	2151.7	2153.9	2156.1	2158.3	970
2171.5	2173.7	2175.9	2178.1	2180.3	980
2193.6	2195.8	2198.0	2200.2	2220.4	990

噸與磅之對照表 (一)

噸	磅	噸	磅	噸	磅	噸	磅	噸	磅
1 半 噸	2240	6 半 噸	13440	11 半 噸	24640	16 半 噸	35840	21 半 噸	47040
	2800		14000		25200		36400		47600
	3360		14560		25760		36960		48160
	3920		15120		26320		37520		48720
2 半 噸	4480	7 半 噸	15680	12 半 噸	26880	17 半 噸	38080	22 半 噸	49280
	5040		16240		27440		38640		49840
	5600		16800		28000		39200		50400
	6160		17360		28560		39760		50960
3 半 噸	6720	8 半 噸	17920	13 半 噸	29120	18 半 噸	40320	23 半 噸	51520
	7280		18480		29680		40880		52080
	7840		19040		30240		41440		52640
	8400		19600		30800		42000		53200
4 半 噸	8960	9 半 噸	20160	14 半 噸	31360	19 半 噸	42560	24 半 噸	53760
	9520		20720		31920		43120		54320
	10080		21280		32480		43680		54880
	10640		21840		33040		44240		55440
5 半 噸	11200	10 半 噸	22400	15 半 噸	33600	20 半 噸	44800	25 半 噸	56000
	11760		22960		34160		45360		56560
	12320		23520		34720		45920		57120
	12880		24080		35280		46480		57680

噸與磅之對照表 (二)

噸	磅	噸	磅	噸	磅	噸	磅	噸	磅
26	58240	31	69440	36	80640	41	91840	46	103040
	58800		70000		81200		92400		103600
	59360		70560		81760		92960		104160
	59920		71120		82320		93520		104720
27	60480	32	71680	37	82880	42	94080	47	105280
	61040		72240		83440		94640		105840
	61600		72800		84000		95200		106400
	62160		73360		84560		95760		106960
28	62720	33	73920	38	85120	43	96320	48	107520
	63280		74480		85680		96880		108080
	63840		75040		86240		97440		108640
	64400		75600		86800		98000		109200
29	64960	34	76160	39	87360	44	98560	49	109760
	65520		76720		87920		99120		110320
	66080		77280		88480		99680		110880
	66640		77840		89040		100240		111440
30	67200	35	78400	40	89600	45	100800	50	112000
	67760		78960		90160		101360		
	68320		79520		90720		101920		
	68880		80080		91280		102480		





噸與鎊之對照表  
1 噸 = 1,016 鎊

噸	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	噸
0		1.016	2.032	3.048	4.064	5.080	6.096	7.112	8.129	9.145	0
10	10.161	11.177	12.193	13.209	14.225	15.241	16.257	17.273	18.289	19.305	10
20	20.321	21.337	22.353	23.369	24.386	25.402	26.418	27.434	28.450	29.466	20
30	30.482	31.498	32.514	33.530	34.546	35.562	36.578	37.594	38.610	39.626	30
40	40.643	41.659	42.675	43.691	44.707	45.723	46.739	47.755	48.771	49.787	40
50	50.803	51.819	52.835	53.851	54.867	55.884	56.900	57.916	58.932	59.948	50
60	60.964	61.980	62.996	64.012	65.028	66.044	67.060	68.076	69.092	70.108	60
70	71.124	72.141	73.157	74.173	75.189	76.205	77.221	78.237	79.253	80.269	70
80	81.285	82.301	83.317	84.333	85.349	86.365	87.382	88.398	89.414	90.430	80
90	91.446	92.462	93.478	94.494	95.510	96.526	97.542	98.558	99.574	100.590	90
100	101.606										100

公斤/方公分與磅/平方吋之對照表

(一)

1 公斤/方公分 = 14.2231磅/平方吋

公斤/方公分	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	公斤/方公分
	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋
0	1.422	2.845	4.267	5.689	7.112	8.534	9.956	11.378	12.801	0
1	14.223	17.068	18.490	19.912	21.335	22.757	24.179	25.602	27.024	1
2	28.446	29.869	31.291	34.135	35.558	36.980	38.402	39.825	41.247	2
3	42.669	44.092	46.936	48.359	49.781	51.203	52.625	54.048	55.470	3
4	56.892	58.315	61.159	62.582	64.004	65.426	66.849	68.271	69.693	4
5	71.116	72.538	75.382	76.805	78.227	79.649	81.072	82.494	83.916	5
6	85.339	86.761	89.606	91.028	92.450	93.872	95.295	96.717	98.139	6
7	99.562	100.984	103.829	105.251	106.673	108.096	109.518	110.940	112.362	7
8	113.785	115.207	118.052	119.474	120.896	122.319	123.741	125.163	126.586	8
9	128.008	129.430	132.275	133.697	135.119	136.542	137.964	139.386	140.809	9
10	142.231	143.653	146.498	147.920	149.343	150.765	152.187	153.609	155.032	10
11	156.454	157.876	160.721	162.143	163.566	164.988	166.410	167.833	169.255	11
12	170.677	172.100	174.944	176.366	177.789	179.211	180.633	182.056	183.478	12

公斤/方公分與磅/平方吋之對照表 (二)

1 公斤/方公分 = 14.2231 磅/平方吋

公斤/方公分	0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	公斤/方公分
	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	磅/平方吋	
13	184.900	186.323	187.745	189.167	190.590	192.012	193.431	194.857	196.279	197.701	13
14	199.123	200.546	201.968	203.390	204.813	206.235	207.657	209.080	210.502	211.924	14
15	213.347	214.769	216.191	217.613	219.036	220.458	221.880	223.303	224.725	226.147	15
16	227.570	228.992	230.414	231.837	233.259	234.681	236.104	237.526	238.948	240.370	16
17	241.793	243.215	244.637	246.060	247.482	248.904	250.327	251.749	253.171	254.594	17
18	256.016	257.438	258.860	260.283	261.705	263.127	264.550	265.972	267.394	268.817	18
19	270.239	271.661	273.084	274.506	275.928	277.351	278.773	280.195	281.617	283.040	19
20	284.462	285.884	287.307	288.729	290.151	291.574	292.996	294.418	295.841	297.263	20
21	298.685	300.107	301.530	302.952	304.374	305.797	307.219	308.641	310.064	311.486	21
22	312.908	314.331	315.753	317.175	318.598	320.020	321.442	322.864	324.287	325.709	22
23	327.131	328.554	329.976	331.398	332.821	334.243	335.665	337.088	338.510	339.932	23
24	341.354	342.777	344.199	345.621	347.044	348.466	349.888	351.311	352.733	354.155	24
25	355.578										25



公斤/方公釐與噸/平方吋及磅/平方吋之對照表 (二)

1 公斤/方公釐 = 0.63496噸/平方吋 = 1422.3104磅/平方吋

公斤/方公釐	5		6		7		8		9		公斤/方公釐
	噸/平方吋	磅/平方吋	噸/平方吋	磅/平方吋	噸/平方吋	磅/平方吋	噸/平方吋	磅/平方吋	噸/平方吋	磅/平方吋	
0	3.17480	7111.55	3.80976	8533.86	4.44472	9956.17	5.07968	11378.5	5.71464	12800.8	0
10	9.52440	21334.7	1.01594	22757.0	10.7943	24179.3	11.4293	25601.6	12.0642	27023.9	10
20	15.8740	35557.8	16.5090	36980.1	17.1439	38402.4	17.7789	39824.7	18.4138	41247.0	20
30	22.2236	49780.9	22.8586	51203.2	23.4935	52625.5	24.1285	54047.8	24.7634	55470.1	30
40	28.5732	64004.0	29.2082	65426.3	29.8431	66848.6	30.4781	68270.9	31.1130	69693.2	40
50	34.9228	78227.1	35.5578	89649.4	36.1927	81071.7	36.8277	82494.0	37.4626	83916.3	50
60	41.2724	92450.2	41.9074	93872.5	42.5423	95294.8	43.1773	96717.1	42.8122	98139.4	60
70	47.6220	106673	48.2570	108096	48.8919	109518	49.5269	110940	50.1618	112363	70
80	53.9716	120896	54.6066	122319	55.2415	123741	55.8765	125163	56.5114	126586	80
90	60.3212	135119	60.9562	136542	61.5911	137964	62.2261	139386	62.8610	140809	90
100											100

攝氏與華氏寒暑表之對照表 (一)

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

C = 攝氏

F = 華氏

C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
0	32.0	33.8	35.6	37.4	39.2	41.0	42.8	44.6	46.4	48.2	0
10	50.0	51.8	53.6	55.4	57.2	59.0	60.8	62.6	64.4	66.2	10
20	68.0	69.8	71.6	73.4	75.2	77.0	78.8	80.6	82.4	84.2	20
30	86.0	87.8	89.6	91.4	93.2	95.0	96.8	98.6	100.4	102.2	30
40	104.0	105.8	107.6	109.4	111.2	113.0	114.8	116.6	118.4	120.2	40
50	122.0	123.8	125.6	127.4	129.2	131.0	132.8	134.6	136.4	138.2	50
60	140.0	141.8	143.6	145.4	147.2	149.0	150.8	152.6	154.4	156.2	60
70	158.0	159.8	161.6	163.4	165.2	167.0	168.8	170.6	172.4	174.2	70
80	176.0	177.8	179.6	181.4	183.2	185.0	186.8	188.6	190.4	192.2	80
90	194.0	195.8	197.6	199.4	201.2	203.0	204.8	206.6	208.4	210.2	90
100	212.0	213.8	215.6	217.4	219.2	221.0	222.8	224.6	226.4	228.2	100
110	230.0	231.8	233.6	235.4	237.2	239.0	240.8	242.6	244.4	246.2	110
120	248.0	249.8	251.6	253.4	255.2	257.0	258.8	260.6	262.4	264.2	120
130	266.0	267.8	269.6	271.4	273.2	275.0	276.8	278.6	280.4	282.2	130
140	284.0	285.8	287.6	289.4	291.2	293.0	294.8	296.6	298.4	300.2	140

攝氏與華氏寒暑表之對照表 (二)

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

C=攝氏  
F=華氏

C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
150	302.0	303.9	305.6	307.4	309.2	311.0	312.8	314.6	316.4	318.2	150
160	320.0	321.8	323.6	325.4	327.2	329.0	330.8	332.6	334.4	336.2	160
170	338.0	339.8	341.6	343.4	345.2	347.0	348.8	350.6	352.4	354.2	170
180	356.0	357.8	359.6	361.4	363.2	365.0	366.8	368.6	370.4	372.2	180
190	374.0	375.8	377.6	379.4	381.2	382.0	384.8	386.6	388.4	390.2	190
200	392.0	393.8	395.6	397.4	399.2	401.0	402.8	404.6	406.4	408.2	200
210	410.0	411.8	413.6	415.4	417.2	419.0	420.8	422.6	424.4	426.2	210
220	428.0	429.8	431.6	433.4	435.2	437.0	438.8	440.6	442.4	444.2	220
230	446.0	447.8	449.6	451.4	453.2	455.0	456.8	458.6	460.4	462.2	230
240	464.0	465.8	467.6	469.4	471.2	473.0	474.8	476.6	478.4	481.2	240
250	482.0	483.8	485.6	487.4	489.2	491.0	492.8	494.6	496.4	498.2	250
260	500.0	501.8	503.6	505.4	507.2	509.0	510.8	512.6	514.4	516.2	260
270	518.0	519.8	521.6	523.4	525.2	527.0	528.8	530.6	532.4	534.2	270
280	536.0	537.8	539.6	541.4	543.2	545.0	546.8	548.6	550.4	552.2	280
290	554.0	555.8	557.6	559.4	561.2	563.0	564.8	566.6	568.4	570.2	290
300	572.0										300



華氏與攝氏寒暑表之對照表 (一)

$$C = \frac{5(F-32)}{9}$$

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
0	-17.8	-17.2	-16.7	-16.1	-15.6	-15.0	-14.4	-13.9	-13.3	-12.8	0
10	-12.2	-11.7	-11.1	-10.6	-10.0	-9.4	-8.9	-8.3	-7.8	-7.2	10
20	-6.7	-6.1	-5.6	-5.0	-4.4	-3.9	-3.3	-2.8	-2.2	-1.7	20
30	-1.1	-0.6	0	0.6	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.9	30
40	4.4	5.0	5.6	6.1	6.7	7.2	7.8	8.3	8.9	9.4	40
50	10.0	10.6	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.4	15.0	50
60	15.6	16.1	16.7	17.2	17.8	18.3	18.9	19.4	20.0	20.6	60
70	21.1	21.7	22.2	22.8	23.3	23.9	24.4	25.0	25.6	26.1	70
80	26.7	27.2	27.8	28.3	28.9	29.4	30.0	30.6	31.1	31.7	80
90	32.2	32.8	33.3	33.9	34.4	35.0	35.6	36.1	36.7	37.2	90
100	37.8	38.3	38.9	39.4	40.0	40.6	41.1	41.7	42.2	42.8	100
110	43.3	43.9	44.4	45.0	45.6	46.1	46.7	47.2	47.8	48.3	110
120	48.9	49.4	50.0	50.6	51.1	51.7	52.2	52.8	53.3	53.9	120
130	54.4	55.0	55.6	56.1	56.7	57.2	57.8	58.3	58.9	59.4	130
140	60.0	60.6	61.1	61.7	62.2	62.8	63.3	63.9	64.4	65.0	140

華氏與攝氏寒暑表之對照表 (二)

$$C = \frac{5(F-32)}{9}$$

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
150	65.6	66.1	66.7	67.2	67.8	68.3	68.9	69.4	70.0	70.6	150
160	71.1	71.7	72.2	72.8	73.3	73.9	74.4	75.0	75.6	76.1	160
170	76.7	77.2	77.8	78.3	78.9	79.4	80.0	80.6	81.1	81.7	170
180	82.2	82.8	83.3	83.9	84.4	85.0	85.6	86.1	86.7	87.2	180
190	87.8	88.3	88.9	89.4	90.0	90.6	91.1	91.7	92.2	92.8	190
200	93.3	93.9	94.4	95.0	95.6	96.1	96.7	97.2	97.8	98.3	200
210	98.9	99.4	100.0	100.6	101.1	101.7	102.2	102.8	103.3	103.9	210
220	104.4	105.0	105.6	106.1	106.7	107.2	107.8	108.3	108.9	109.4	220
230	110.0	110.6	111.1	111.7	112.2	112.8	113.3	113.9	114.4	115.0	230
240	115.6	116.1	116.7	117.1	117.8	118.3	118.9	119.4	120.0	120.6	240
250	121.1	121.7	122.2	122.8	123.3	123.9	124.4	125.0	125.6	126.1	250
260	126.7	127.2	127.8	128.3	128.9	129.4	130.0	130.6	131.1	131.7	260
270	132.2	132.8	133.3	133.9	134.4	135.0	135.6	136.1	136.7	137.2	270
280	137.8	138.3	138.9	139.4	140.0	140.6	141.1	141.7	142.2	142.8	280
290	143.3	143.9	144.4	145.0	145.6	146.1	146.7	147.2	147.8	148.3	290

## 華氏與攝氏變換表之對照表 (三)

C =  $\frac{5(F-32)}{9}$ 

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
300	148.9	149.4	150.0	150.6	151.1	151.7	152.2	152.8	153.3	153.9	300
310	154.4	155.0	155.6	156.1	156.7	157.2	157.8	158.3	158.9	159.4	310
320	160.0	160.6	161.1	161.7	162.2	162.8	163.3	163.9	164.4	165.0	320
330	165.6	166.1	166.7	167.2	167.8	168.3	168.9	169.4	170.0	170.6	330
340	171.1	171.7	172.2	172.8	173.3	173.9	174.4	175.0	175.6	176.1	340
350	176.7	177.2	177.8	178.3	178.9	179.4	180.0	180.6	181.1	181.7	350
360	182.2	182.8	183.3	183.9	184.4	185.0	185.6	186.1	186.7	187.2	360
370	187.8	188.3	188.9	189.4	190.0	190.6	191.1	191.7	192.2	192.8	370
380	193.3	193.9	194.4	195.0	195.6	196.1	196.7	197.2	197.8	198.3	380
390	198.9	199.4	200.0	200.6	201.1	201.7	202.2	202.8	203.3	203.9	390
400	204.4	205.0	205.6	206.1	206.7	207.2	207.8	208.3	208.9	209.4	400
410	210.0	210.6	211.1	211.7	212.2	212.8	213.3	213.9	214.4	215.0	410
420	215.6	216.1	216.7	217.2	217.8	218.3	218.9	219.4	220.0	220.6	420
430	221.1	221.7	222.2	222.8	223.3	223.9	224.4	225.0	225.6	226.1	430
440	226.7	227.2	227.8	228.3	228.9	229.4	230.0	230.6	231.1	231.7	440



量計器比較表 (一)

L.S.G. or S.W.G.=Imperial Legal Standard Wire Gauge.  
 B.W.G.=Birmingham Wire Gauge.  
 B.G.=Flat Iron gauge South Staffordshire Iron  
 Master Association.  
 B.S.=Brown and Sharpe or American Standard.

No.	L. S. G.		B. W. G.		B. G.		B. S	
	吋	公釐	吋	公釐	吋	公釐	吋	公釐
$\frac{0}{4}$	.500	12,700						
$\frac{0}{6}$	.464	11,785						
$\frac{0}{5}$	.432	10,973						
$\frac{0}{4}$	.400	10,160	.454	11,530			.460	11,684
$\frac{0}{3}$	.372	9,445	.425	10,800	.500	12,700	.410	10,414
$\frac{0}{2}$	.348	8,839	.380	9,650	.445	11,353	.365	9,271
0	.324	8,229	.340	8,636	.396	10,058	.325	8,255
1	.300	7,620	.300	7,640	.353	8,966	.289	7,340
2	.276	7,010	.284	7,213	.315	8,002	.258	6,553
3	.252	6,401	.259	6,579	.280	7,112	.229	5,816
4	.232	5,893	.238	6,046	.223	5,664	.204	5,181
5	.212	5,385	.220	5,588	.205	5,207	.182	4,623
6	.192	4,877	.203	5,154	.198	5,029	.162	4,115
7	.176	4,450	.180	4,572	.176	4,470	.144	3,658
8	.160	4,064	.165	4,191	.157	3,988	.128	3,251
9	.144	3,658	.148	3,759	.140	3,556	.114	2,896
10	.128	3,251	.134	3,404	.125	3,175	.102	2,591
11	.116	2,949	.120	3,048	.111	2,819	.091	2,311
12	.104	2,642	.109	2,769	.099	2,515	.081	2,057
13	.092	2,337	.095	2,413	.088	2,235	.072	1,815
14	.080	2,032	.083	2,108	.079	2,007	.064	1,626

量計器比較表 (二)

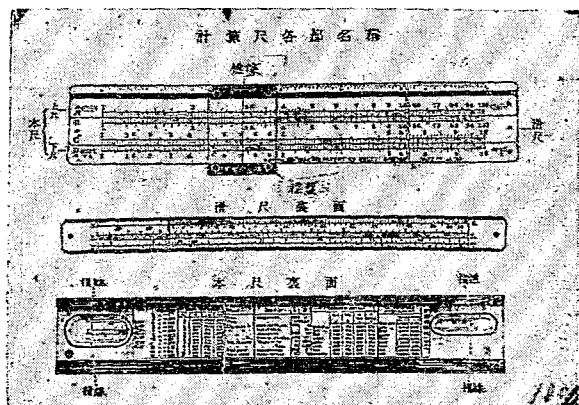
No.	L. S. G.		B. W. G.		B. G.		B. S.	
	吋	公釐	吋	公釐	吋	釐釐	吋	公釐
15	.072	1.829	.072	1.829	.070	1.778	.057	1.448
16	.064	1.626	.065	1.651	.063	1.600	.051	1.295
17	.056	1.422	.058	1.473	.056	1.422	.045	1.143
18	.048	1.219	.049	1.245	.050	1.270	.040	1.016
19	.0400	1.016	.042	1.067	.0440	1.118	.0359	.912
20	.0360	.914	.035	.889	.0392	.996	.0320	.813
21	.0320	.813	.032	.813	.0349	.886	.0285	.724
22	.0280	.711	.028	.711	.0313	.795	.0253	.643
23	.0240	.610	.025	.635	.0278	.706	.0220	.574
24	.0220	.559	.022	.559	.0248	.630	.0201	.511
25	.0200	.508	.020	.508	.0220	.559	.0179	.455
26	.0180	.457	.018	.457	.0196	.498	.0159	.404
27	.0164	.417	.016	.406	.0175	.444	.0142	.361
28	.0148	.376	.014	.356	.0156	.396	.0126	.320
29	.0136	.345	.013	.330	.0129	.328	.0113	.287
30	.0124	.315	.012	.305	.0123	.312	.0100	.254
31	.0116	.295	.010	.254			.0089	.226
32	.0108	.274	.009	.229			.0080	.203
33	.0100	.254	.008	.203			.0071	.180
34	.0092	.234	.007	.178			.0063	.160
35	.0084	.213	.005	.127			.0056	.142
36	.0076	.193	.004	.102			.0050	.127
37	.0068	.173					.0045	.114
38	.0060	.152					.0040	.102
39	.0052	.132					.0035	.089
40	.0048	.122					.0031	.079

## 第二章

### 數學公式

#### 計算尺使用法

構造及各部之名稱



本尺及滑尺上之度目自1至100之度目謂之上尺(A.B尺),自1至10之度目謂之下尺(C.D尺),在滑尺背面有S及T印之度目為各自明示至 $90^\circ$ 之正弦及至 $45^\circ$ 之正切之尺度。

有L印之度目為自1至10對於數之對數值,計算尺背面在右之指線為使用S.T或L尺時用者。

上尺下尺皆可用於乘除法,上尺之自1至10之長等於自10至100之長,而自1至100之長等於下尺自1至10之長,故下尺之度目較上尺之度目細密其看讀之結果亦精密。

### 乘法

依本尺及滑尺上之數字之長相加可得二數相乘之積。

第一例  $2.45 \times 3.0 = 7.35$

將B尺之1放於A尺之2.54之下,將標線放於B尺之3之上,則標線下之A尺上所讀得之7.35即為所求之積,如用下尺行此運算時,將C尺之1放

於D尺之2.45處，將標線移至C尺之3處，則可得標線下之D尺上為7.35，

第二例  $7.5 \times 2.5 = 18.75$

用上尺時則與第一例相同，可得所求之積。

用下尺時，則第二因子之2.5超過本尺，而不得讀其積。故此時必將C尺之10置於D尺之7.5處，將標線移於C尺之2.5處，於標線下之D尺上可讀出1.875，因移置之方法以10代1，故必如下訂正其答，必得讀為  $1.875 \times 10 = 18.75$

### 除 法

以數除被除數之商，等於自被除數之長減去除數之長。

第三例  $8.25 \div 5.5 = 1.5$

將標線移於D尺之8.25處，將C尺之5.5推至標線下，此後讀正對C尺之1而得D尺上之1.5即為所求之商，如以上尺行此運算時，將標線放於A尺之8.25處，將B尺之5.5移於標線之下，讀正對B尺之1在A尺上得1.5

### 讀數法

計算尺之數字，僅能表示其級數而已，如計算尺上之級數149可讀作1.49或14.9即其數可讀作十倍百倍千倍…或十分百分千分萬分……均可

### 定位法

在第一例B尺之1與A尺之2.45謂之置方，B尺之3.0與A尺之7.35謂之讀方，於乘法時，置方及讀方之位置，恰與除法時所稱之位置相反。如第三例之D尺之8.25與C尺之5.5為置方，C尺之1與D尺之1.5為讀方，總之讀答數之處謂之讀方，與其相反者即起始所放之處謂之置方。

乘法時讀方在置方之左時，各因子之位數之和為其乘積之位數，如讀方在置方之右時，自其位數和中減1即為其積之位數。

第一例為讀方在置方之右，二因子2.45及3.0其位數皆為1，故其積之位數為  $(1+1)-1=1$  即其級數735可讀為7.35之謂也。

第二例讀方在置方之左，故以其二因子之位數之和為其乘積之位數，即二因子7.5及2.5皆為1位，故其積之位數為  $1+1=2$  即級數1875可讀為18.75之謂也，除法時讀方在置方之右時，自被除數之位數減去除數之



位數即得商之位數，如讀方在置方之左時，於其差中再加1所得者即爲商之位數，第三例乃適合於後者，即8.25及5.5之位數皆爲1，故其商之位數爲 $(1-1)+1=1$ 即其商之級數15可讀爲1.5之謂也。

### 平方及開平方

在上尺之度目自1至10之長等於自10至100之長，此全長即自1至100之長恰等於下尺自1至10之長，故下尺上之無論何數之平方皆與上尺相對，立可讀得之，反之上尺無論何數之開平方皆與下尺相對，亦可立即讀得之。

第四例  $3^2=9$

將標線放於D尺之3處，於標線下之A尺上立可讀得其平方爲9。

第五例  $\sqrt{81}=9$

將標線放於A尺之81處，於標線下之D尺上得其開平方爲9。

### 立方及開立方

求立方或開立方依下方之例題頗易於了解

第六例  $1.4^3=2.744$

將C尺之1放於D尺之1.4處，再將標線移至B尺上之1.4處，則標線下之A尺上，即得2.744

第七例  $\sqrt[3]{1.728}=1.2$

將標線放於A尺上之1.728處右左移動(此時滑尺向右)滑尺，D尺上對C尺之1處之度目(1.2)與標線下之B尺上之度目(1.2)皆指示同一數字時，即爲所開之立方根。

### 正弦及正切

決定某角之正弦及正切之數值時，則用滑尺背面有S及T印之尺度及本尺背面之甚短指線。

第八例 正弦 $32^\circ=0.5299$

將S尺上之角度 $32^\circ$ 放於本尺背面之右方或左方之指線處，對於A尺上之(終線)100或(初線)1於B尺上，可讀正弦之值爲0.5299。

第九例 正切 $7^\circ 20'=0.1286$

將T尺上之角度 $7^\circ 20'$ 放於本尺背面左下方之指線處，對D尺上之1於C尺上讀正切之值爲0.1286最後之6亦使用熟練時，亦頗容易以肉眼判之。

正弦之定位須記憶之如下 5°45' 以上爲0……;自5°44' 以下爲 0.0, 正切之定位爲0……

### 對 數

滑尺背面有L印之尺度用於算既知數之對數,

第十例 對數1.35=0.1303

將C尺上之1放於D尺上之1.35處,對本尺背面右下方之指線,於L尺上讀得對數之值爲0.1303,

### 尺上之諸符號

A及B尺上之 $\pi$ 表示 $\pi$ 之值,M爲 $\pi$ 之反數即0.3183之100倍之劃處,

C及D尺上之C爲 $\sqrt{\frac{4}{\pi}}$ ,即1.1282之劃處,此數與面積爲1之圓之直

徑相當,C符號在A及B尺上之1.273即爲 $\frac{4}{\pi}$ ,求圓檯之容積時用之頗便,

例如圓檯之直徑爲1.24,高爲3.24之時,將C符號之度目放於D尺之1.24處,對B尺之3.24,A尺之數字即爲所要之容積3.92,

C及D尺上之 $C_1$ ,爲補助C之用,滑尺右邊出過太多之時,代C而使用之,與 $C_1$ 相對B尺上之度目,爲與C相對者之10倍,故 $C_1$ 在C尺上表示 $\sqrt{\frac{40}{\pi}}$ 之值者也,

在D尺之左端之  $\overset{\text{Quot}}{+1}$ ,右端之  $\overset{\text{Prod}}{-1}$ ,有如下之義意,

$\overset{\text{Quot}}{-1}$ ,將滑尺向右算除法時,商之位數爲被除數除數之位數差 + 1 之謂也,Quot乃Quotient之略,Prod乃Product之略

$\overset{\text{Prod}}{-1}$ ,將滑尺向右算乘法時,積之位數等於因子之位數和 - 1 之謂也,但

此只限於使用C及D尺時,A尺之兩端之  $\begin{array}{c} +|- \\ \leftarrow \rightarrow \\ -|+ \end{array}$  之符號,爲於數之乘法,

將小數點之位置向左移時,最後必將小數點以上位數加上,以(+ )示之,向右移時以(- )示之,中央橫線之下爲關於除數者故與上相反,

## 代 數 公 式

### 恆 等 式

1.  $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$
2.  $a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$
3.  $a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$
4.  $a^n - b^n = (a - b)(a^{n-1} + a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 + \dots + ab^{n-2} + b^{n-1})$
5.  $x^2 + (a + b)x + ab = (x + a)(x + b)$      $a^2 + 2ab + b^2 = (a + b)^2$
6.  $x^2 + (a - b)x - ab = (x + a)(x - b)$      $a^2 - 2ab + b^2 = (a - b)^2$
7.  $(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 = a^3 + b^3 + 3ab(a + b)$
8.  $(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3 = a^3 - b^3 - 3ab(a - b)$
9.  $(a + b + c + d)^2 = a^2 + 2a(b + c + d) + b^2 + 2b(c + d) + c^2 + 2cd + d^2$
10.  $a^4 + a^2b^2 + b^4 = (a^2 - ab + b^2)(a^2 + ab + b^2)$
11.  $a^3 + b^3 + c^3 - 3abc = (a + b + c)(a + b^2 + c^2 - bc - ca - ab)$
12.  $(a + b + c)^3 - a^3 - b^3 - c^3 = 3(b + c)(c + a)(a + b)$
13.  $a^2(b - c) + b^2(c - a) + c^2(a - b) = -(b - c)(c - a)(a - b)$

### 不 等 式

各數皆爲正數

1.  $\frac{a+b}{2} < \sqrt{ab}$     但除去  $a = b$  時
2. 如  $a > b$  則  $\frac{a+x}{b+x} < \frac{a}{b}$ ; 如  $a < b$  則  $\frac{a+x}{b+x} > \frac{a}{b}$
3. 如  $\frac{a_1}{b_1} \geq \frac{a_2}{b_2}$ , 則  $\frac{a_1}{b_1} \geq \frac{a_1 + a_2}{b_1 + b_2} \geq \frac{a_2}{b_2}$

## 二次方程式

1. 方程式  $ax^2+bx+c=0$  解法  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$

但以上之方程式有二根 其根爲

$b^2-4ac$  爲正數時實數

$b^2-4ac$  爲負數時虛數

$b^2-4ac=0$  時二根皆爲實數且相等

2. 設方程式  $ax^2+bx+c=0$  之根爲 $\alpha$ 及 $\beta$

$$\alpha + \beta = -\frac{b}{a}$$

$$\alpha\beta = \frac{c}{a}$$

$$ax^2+bx+c = a(x-\alpha)(x-\beta)$$

$$ax^2+bxy+cy^2 = a(x-\alpha y)(x-\beta y)$$

3.  $ax^2+bx+c$  想爲完全平方則必須

$$b^2-4ac=0 \text{ 爲條件}$$

4.  $ax^2+2hxy+by^2+2gx+2fy+c$  此式想分解爲二一次

因數則必須  $abc+2fgh-af^2-bg^2-ch^2=0$  爲條件

### 聯立一次方程式

1. 方程式  $\begin{cases} ax+by+c=0 \\ a'x+b'y+c'=0 \end{cases}$  解法  $\frac{x}{bc'-b'c} = \frac{y}{ca'-c'a}$

$$= \frac{1}{ab'-a'b}$$

2. 方程式  $\begin{cases} ax+by+cz=d \\ a'x+b'y+c'z=d' \\ a''x+b''y+c''z=d'' \end{cases}$

解法

$$\begin{aligned} & \frac{x}{d(b'c''-b''c')+d'(b''c-bc'')+d''(bc'-b'c)} \\ &= \frac{y}{d(c'a''-c''a')+d'(c''a-ca'')+d''(ca'-c'a)} \\ &= \frac{z}{d(a'b''-a''b')+d'(a''b-ab'')+d''(ab'-a'b)} \\ &= \frac{1}{a(b'c''-b''c')+b(c'a''-c''a')+c(a'b''-a''b')} \end{aligned}$$

比及比例

1.  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{e}{f} = \frac{g}{h}$  之時此等諸比無論那個

皆等於  $\sqrt[n]{\frac{pa^{n'}+qc^{n'}+re^{n'}+sq^{n'}}{pb^{n'}+qd^{n'}+rf^{n'}+sh^{n'}}}$

1.  $a:b:c:d$  或  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  之時則

(1)  $ad=bc$ , (2)  $\frac{b}{a} = \frac{d}{c}$ , (3)  $\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$ ,

(4)  $\frac{a+b}{b} = \frac{c+d}{d}$ , (5)  $\frac{a-b}{b} = \frac{c-d}{d}$ , (6)  $\frac{a+b}{a-b} = \frac{c+d}{c-d}$ ,

指 數

$$a^{m'} \times a^{n'} = a^{m'+n'}$$

$$\frac{a^{m'}}{a^{n'}} = a^{m'-n'}$$

$$a^{\frac{m'}{n'}} = \sqrt[n']{a^m}$$

$$\frac{m'}{n'} = \sqrt[n']{a^{m'}}$$

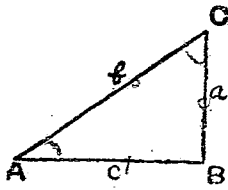
$$a^{-n'} = \frac{1}{a^{n'}}$$

$$\frac{1}{a^{-n'}} = a^{n'}$$

$$a^0 = 1$$

## 三角公式

直角三角形ABC( $B=90^\circ$ )之諸公式



$$\sin A = \frac{a}{b} \quad \sec A = \frac{b}{c} \quad \tan A = \frac{a}{c}$$

$$\cos A = \frac{c}{b} \quad \operatorname{cosec} A = \frac{b}{a} \quad \cot A = \frac{c}{a}$$

$$\operatorname{versin} A = \frac{b-c}{b} \quad \operatorname{coversin} A = \frac{b-a}{b}$$

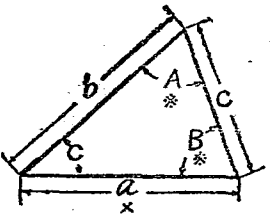
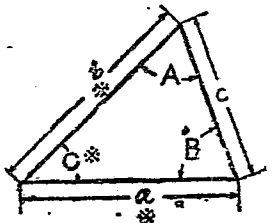
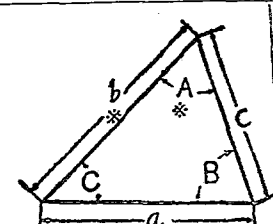
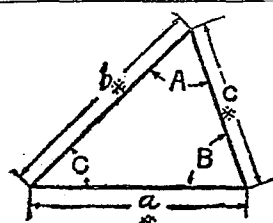
既知之角 及邊	所求之角 及邊	公 式		
a, b	A, C, c	$\sin A = \frac{a}{b}$	$\cos C = \frac{a}{b}$	$c = \sqrt{(b+a)(b-a)}$
a, c	A, C, b	$\tan A = \frac{a}{c}$	$\cot C = \frac{a}{c}$	$b = \sqrt{(a^2 + c^2)}$
A, c	C, c, b	$C = 90^\circ - A$	$c = a \times \cot A$	$b = \frac{a}{\sin A}$
A, b	C, a, c	$C = 90^\circ - A$	$a = b \times \sin A$	$c = b \times \cos A$
A, c	C, a, b	$C = 90^\circ - A$	$a = c \times \tan A$	$b = \frac{c}{\cos A}$

### 函 數 之 值

	0	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
Sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1	0	-1	0
Cos	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1
Tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	$\infty$	0	$\infty$	0

### 斜三角形之解法

(圖中※印為表示既知之邊及角)

	<p style="text-align: center;"><u>既知二角及一邊時</u></p> <p>既知 <math>\left\{ \begin{array}{l} \text{邊} \dots\dots\dots a \\ \text{角} \dots\dots\dots A, B, \end{array} \right.</math></p> <p style="text-align: center;"><math>C = 180^\circ - (A + B)</math></p> <p style="text-align: center;"><math>b = \frac{a \times \sin B}{\sin A} \quad c = \frac{a \times \sin C}{\sin A}</math></p> <p style="text-align: center;">面積 = <math>\frac{a \times b \times \sin C}{2}</math></p>
	<p style="text-align: center;"><u>既知二邊及其所夾之角時</u></p> <p>既知 <math>\left\{ \begin{array}{l} \text{邊} \dots\dots\dots a, b \\ \text{角} \dots\dots\dots C \end{array} \right.</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\tan A = \frac{a \times \sin C}{b - a \times \cos C}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>B = 180^\circ - (A + C) \quad c = \frac{a \times \sin C}{\sin A}</math></p> <p>(別法) <math>c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \times \cos C}</math></p> <p style="text-align: center;">面積 = <math>\frac{a \times b \times \sin A}{2}</math></p>
	<p style="text-align: center;"><u>既知二邊及一角時</u></p> <p>既知 <math>\left\{ \begin{array}{l} \text{邊} \dots\dots\dots a, b \\ \text{角} \dots\dots\dots A \end{array} \right.</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\sin B = \frac{b \times \sin A}{a} \quad C = 180^\circ - (A + B)</math></p> <p style="text-align: center;"><math>c = \frac{a \times \sin C}{\sin A}</math></p> <p style="text-align: center;">面積 = <math>\frac{a \times b \times \sin C}{2}</math></p>
	<p style="text-align: center;"><u>既知三邊時</u></p> <p>既知之邊 <math>\dots\dots\dots a, b, c</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\sin F = \frac{b \times \sin A}{a} \quad C = 180^\circ - (A + B)</math></p> <p style="text-align: center;">面積 = <math>\frac{a \times b \times \sin C}{2}</math></p>

最重要之三角公式

$$\begin{aligned} \sin^2 A + \cos^2 A &= 1 & \tan A &= \frac{\sin A}{\cos A} = \frac{1}{\cot A} \\ \cot A &= \frac{\cos A}{\sin A} = \frac{1}{\tan A} & \sec A &= \frac{1}{\cos A} & \operatorname{cosec} A &= \frac{1}{\sin A} \\ \sin A &= \sqrt{1 - \cos^2 A} = \frac{\tan A}{\sqrt{1 + \tan^2 A}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2 A}} \\ \cos A &= \sqrt{1 - \sin^2 A} = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 A}} = \frac{\cot A}{\sqrt{1 + \cot^2 A}} \\ \sin(A+B) &= \sin A \cos B + \cos A \sin B \\ \sin(A-B) &= \sin A \cos B - \cos A \sin B \\ \cos(A+B) &= \cos A \cos B - \sin A \sin B \\ \cos(A-B) &= \cos A \cos B + \sin A \sin B \\ \tan(A+B) &= \frac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A \tan B} & \tan(A-B) &= \frac{\tan A - \tan B}{1 + \tan A \tan B} \\ \cot(A+B) &= \frac{\cot A \cot B - 1}{\cot B + \cot A} & \cot(A-B) &= \frac{\cot A \cot B + 1}{\cot B - \cot A} \\ \tan A + \tan B &= \frac{\sin(A+B)}{\cos A \cos B} & \tan A - \tan B &= \frac{\sin(A-B)}{\cos A \cos B} \\ \cot A + \cot B &= \frac{\sin(B+A)}{\sin A \sin B} & \cot A - \cot B &= \frac{\sin(B-A)}{\sin A \sin B} \\ \sin^2 A - \sin^2 B &= \cos^2 B - \cos^2 A = \sin(A+B)\sin(A-B) \\ \cos^2 A - \sin^2 B &= \cos^2 B - \sin^2 A = \cos(A+B)\cos(A-B) \\ \sin A \sin B &= \frac{1}{2} \cos(A-B) - \frac{1}{2} \cos(A+B) \\ \cos A \cos B &= \frac{1}{2} \cos(A-B) + \frac{1}{2} \cos(A+B) \\ \sin A \cos B &= \frac{1}{2} \sin(A+B) + \frac{1}{2} \sin(A-B) \\ \tan A \tan B &= \frac{\tan A + \tan B}{\cot A + \cot B} & \cot A \cot B &= \frac{\cot A + \cot B}{\tan A + \tan B} \\ \sin A &= 2 \sin \frac{1}{2} A \cos \frac{1}{2} A & \sin 2A &= 2 \sin A \cos A \\ \cos 2A &= \cos^2 A - \sin^2 A = 1 - 2 \sin^2 A = 2 \cos^2 A - 1 \\ \tan 2A &= \frac{2 \tan A}{1 - \tan^2 A} = \frac{2}{\cot A - \tan A} \\ \cot 2A &= \frac{\cot^2 A - 1}{2 \cot A} = \frac{\cot A - \tan A}{2} \\ \sin A &= \frac{2 \tan \frac{1}{2} A}{1 + \tan^2 \frac{1}{2} A} & \cos A &= \frac{1 - \tan^2 \frac{1}{2} A}{1 + \tan^2 \frac{1}{2} A} \\ 2 \sin^2 A &= 1 - \cos 2A & 2 \cos^2 A &= 1 + \cos 2A \end{aligned}$$



三角函數之真數表 (一)

°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	'	°
0	0	0.0000	0.0000	∞	1.0000	0	90	0	0.0699	14.3007	0.9976	0	86
	10	0.0029	0.0029	343.7737	1.0000	50		10	0.0729	0.7267	0.9974	50	
	20	0.0058	0.0058	171.8854	1.0000	40		20	0.0756	13.1969	0.9971	40	
	30	0.0087	0.0087	114.5887	1.0000	30		30	0.0785	12.7062	0.9969	30	
	40	0.0116	0.0116	85.9558	0.9999	20		40	0.0814	12.2505	0.9967	20	
	50	0.0145	0.0145	68.7501	0.9999	10		50	0.0843	11.8262	0.9964	10	
1	0	0.0175	0.0175	57.2900	0.9998	0	89	5	0.0872	11.4301	0.9962	0	85
	10	0.0204	0.0204	49.1039	0.9998	50		10	0.0901	11.0594	0.9959	50	
	20	0.0233	0.0233	42.9641	0.9997	40		20	0.0929	10.7119	0.9957	40	
	30	0.0262	0.0262	38.1885	0.9997	30		30	0.0958	10.3854	0.9954	30	
	40	0.0291	0.0291	34.3678	0.9996	20		40	0.0987	10.0780	0.9951	20	
	50	0.0320	0.0320	31.2416	0.9995	10		50	0.1016	9.7882	0.9948	10	
2	0	0.0349	0.0349	28.6363	0.9994	0	88	6	0.1045	9.5144	0.9945	0	84
	10	0.0378	0.0378	26.4316	0.9993	50		10	0.1074	9.2553	0.9942	50	
	20	0.0407	0.0407	24.5418	0.9992	40		20	0.1103	9.0098	0.9939	40	
	30	0.0436	0.0437	22.9038	0.9990	30		30	0.1132	8.7769	0.9936	30	
	40	0.0465	0.0466	21.4704	0.9989	20		40	0.1161	8.5555	0.9932	20	
	50	0.0494	0.0495	20.2056	0.9988	10		50	0.1190	8.3450	0.9929	10	
3	0	0.0523	0.0524	19.0811	0.9986	0	87	7	0.1219	8.1443	0.9925	0	83
	10	0.0552	0.0553	18.0750	0.9985	50		10	0.1248	7.9530	0.9922	50	
	20	0.0581	0.0582	17.1693	0.9983	40		20	0.1277	7.7704	0.9918	40	
	30	0.0610	0.0612	16.3499	0.9981	30		30	0.1305	7.5958	0.9914	30	
	40	0.0640	0.0641	15.6048	0.9980	20		40	0.1334	7.4287	0.9911	20	
	50	0.0669	0.0670	14.9244	0.9978	10		50	0.1363	7.2687	0.9907	10	

三角函數之真數表 (二)

°	8		9		10		11		°			
	'	°	'	°	'	°	'	°	'	°		
8	0	0.1392	0.1405	7.1154	0.9903	0 82	12 0	0.2079	0.2126	4.7046	0.9781	0 78
	10	0.1421	0.1435	6.9682	0.9899	50	10	0.2108	0.2156	4.6382	0.9775	50
	20	0.1449	0.1465	6.8269	0.9894	40	20	0.2136	0.2186	4.5736	0.9769	40
	30	0.1478	0.1495	6.6912	0.9890	30	30	0.2164	0.2217	4.5107	0.9763	30
	40	0.1507	0.1524	6.5606	0.9886	20	40	0.2193	0.2247	4.4494	0.9757	20
	50	0.1536	0.1554	6.4348	0.9881	10	50	0.2221	0.2278	4.3897	0.9750	10
9	0	0.1564	0.1584	6.3198	0.9877	0 81	13 0	0.2250	0.2309	4.3315	0.9744	0 77
	10	0.1593	0.1614	6.1970	0.9872	50	10	0.2278	0.2339	4.2747	0.9737	50
	20	0.1622	0.1644	6.0844	0.9868	40	20	0.2306	0.2370	4.2193	0.9730	40
	30	0.1650	0.1673	5.9758	0.9863	30	30	0.2334	0.2401	4.1653	0.9724	30
	40	0.1679	0.1703	5.8708	0.9858	20	40	0.2363	0.2432	4.1126	0.9717	20
	50	0.1708	0.1733	5.7694	0.9853	10	50	0.2391	0.2462	4.0611	0.9710	10
10	0	0.1736	0.1763	5.6713	0.9848	0 80	14 0	0.2419	0.2493	4.0108	0.9703	0 76
	10	0.1765	0.1793	5.5764	0.9843	50	10	0.2447	0.2524	3.9617	0.9696	50
	20	0.1794	0.1823	5.4845	0.9838	40	20	0.2476	0.2555	3.9136	0.9689	40
	30	0.1822	0.1853	5.3955	0.9833	30	30	0.2504	0.2586	3.8667	0.9681	30
	40	0.1851	0.1883	5.3093	0.9827	20	40	0.2532	0.2617	3.8208	0.9674	20
	50	0.1880	0.1914	5.2257	0.9822	10	50	0.2560	0.2648	3.7760	0.9667	10
11	0	0.1908	0.1944	5.1446	0.9816	0 79	15 0	0.2588	0.2679	3.7321	0.9659	0 75
	10	0.1937	0.1974	5.0658	0.9811	50	10	0.2616	0.2711	3.6891	0.9652	50
	20	0.1965	0.2004	4.9894	0.9805	40	20	0.2644	0.2742	3.6470	0.9644	40
	30	0.1994	0.2035	4.9152	0.9799	30	30	0.2672	0.2773	3.6059	0.9636	30
	40	0.2022	0.2065	4.8430	0.9793	20	40	0.2700	0.2805	3.5656	0.9628	20
	50	0.2051	0.2095	4.7729	0.9787	10	50	0.2728	0.2836	3.5261	0.9621	10

三角函數之真數表

(三)														
°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	'	°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	'	°
16	0	0.2756	0.2867	3.4874	0.9613	0	74	20	0	0.3420	0.3640	2.7475	0.9397	0
	10	0.2784	0.2899	3.4495	0.9605	50			10	0.3448	0.3673	2.7228	0.9387	50
	20	0.2812	0.2931	3.4124	0.9596	40			20	0.3475	0.3706	2.6985	0.9377	40
	30	0.2840	0.2962	3.3759	0.9588	30			30	0.3502	0.3739	2.6746	0.9367	30
	40	0.2868	0.2994	3.3402	0.9580	20			40	0.3529	0.3772	2.6511	0.9356	20
	50	0.2896	0.3026	3.3052	0.9572	10			50	0.3557	0.3805	2.6279	0.9346	10
17	0	0.2924	0.3057	3.2709	0.9563	0	73	21	0	0.3584	0.3839	2.6051	0.9336	0
	10	0.2952	0.3089	3.2371	0.9555	50			10	0.3611	0.3872	2.5826	0.9325	50
	20	0.2979	0.3121	3.2041	0.9546	40			20	0.3638	0.3906	2.5605	0.9315	40
	30	0.3007	0.3153	3.1716	0.9537	30			30	0.3665	0.3939	2.5386	0.9304	30
	40	0.3035	0.3185	3.1397	0.9528	20			40	0.3692	0.3973	2.5172	0.9293	20
	50	0.3062	0.3217	3.1084	0.9520	10			50	0.3719	0.4006	2.4960	0.9283	10
18	0	0.3090	0.3249	3.0777	0.9511	0	72	22	0	0.3746	0.4040	2.4751	0.9272	0
	10	0.3118	0.3281	3.0475	0.9502	50			10	0.3773	0.4074	2.4545	0.9261	50
	20	0.3145	0.3314	3.0178	0.9492	40			20	0.3800	0.4108	2.4342	0.9250	40
	30	0.3173	0.3346	2.9887	0.9483	30			30	0.3827	0.4142	2.4142	0.9239	30
	40	0.3201	0.3378	2.9600	0.9474	20			40	0.3854	0.4176	2.3945	0.9228	20
	50	0.3228	0.3411	2.9319	0.9465	10			50	0.3881	0.4210	2.3750	0.9216	10
19	0	0.3256	0.3443	2.9042	0.9455	0	71	23	0	0.3907	0.4245	2.3559	0.9205	0
	10	0.3283	0.3476	2.8770	0.9446	50			10	0.3934	0.4279	2.3369	0.9194	50
	20	0.3311	0.3508	2.8502	0.9436	40			20	0.3961	0.4314	2.3183	0.9182	40
	30	0.3338	0.3541	2.8239	0.9426	30			30	0.3987	0.4348	2.2998	0.9171	30
	40	0.3365	0.3574	2.7980	0.9417	20			40	0.4014	0.4383	2.2817	0.9159	20
	50	0.3393	0.3607	2.7725	0.9407	10			50	0.4041	0.4417	2.2637	0.9147	10
°	'	cos.	cot.°	tan.	sin.	'	°	'	cos.	cot.	tan.	sin.	'	°

三角函數之真數表 (四)

°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	'	°
24	0	0.4067	0.4452	2.2460	0.9135	0	66	0	0.4695	0.5317	1.8807	0	62
	10	0.4094	0.4487	2.2286	0.9124	50		10	0.4720	0.5354	1.8676	50	
	20	0.4120	0.4522	2.2113	0.9112	40		20	0.4746	0.5392	1.8546	40	
	30	0.4147	0.4557	2.1943	0.9100	30		30	0.4772	0.5430	1.8418	30	
	40	0.4173	0.4592	2.1775	0.9088	20		40	0.4797	0.5467	1.8291	20	
	50	0.4200	0.4628	2.1609	0.9075	10		50	0.4823	0.5505	1.8165	10	
25	0	0.4226	0.4663	2.1445	0.9063	0	65	29	0.4848	0.5543	1.8040	0	61
	10	0.4253	0.4699	2.1283	0.9051	50		10	0.4874	0.5581	1.7917	50	
	20	0.4279	0.4734	2.1123	0.9038	40		20	0.4899	0.5619	1.7796	40	
	30	0.4305	0.4770	2.0965	0.9026	30		30	0.4924	0.5658	1.7675	30	
	40	0.4331	0.4806	2.0809	0.9013	20		40	0.4950	0.5696	1.7556	20	
	50	0.4358	0.4841	2.0655	0.9001	10		50	0.4975	0.5735	1.7437	10	
26	0	0.4384	0.4877	2.0503	0.8988	0	64	30	0.5000	0.5774	1.7321	0	60
	10	0.4410	0.4913	2.0353	0.8975	50		10	0.5025	0.5812	1.7205	50	
	20	0.4436	0.4950	2.0204	0.8962	40		20	0.5050	0.5851	1.7090	40	
	30	0.4462	0.4986	2.0057	0.8949	30		30	0.5075	0.5890	1.6977	30	
	40	0.4488	0.5022	1.9912	0.8936	20		40	0.5100	0.5930	1.6864	20	
	50	0.4514	0.5059	1.9768	0.8923	10		50	0.5125	0.5969	1.6753	10	
27	0	0.4540	0.5095	1.9626	0.8910	0	63	31	0.5150	0.6009	1.6643	0	59
	10	0.4566	0.5132	1.9486	0.8897	50		10	0.5175	0.6048	1.6534	50	
	20	0.4592	0.5169	1.9347	0.8884	40		20	0.5200	0.6088	1.6426	40	
	30	0.4617	0.5206	1.9210	0.8870	30		30	0.5225	0.6128	1.6319	30	
	40	0.4643	0.5243	1.9074	0.8857	20		40	0.5250	0.6168	1.6212	20	
	50	0.4669	0.5280	1.8940	0.8843	10		50	0.5275	0.6208	1.6107	10	
°	'	cos.	cot.	tan.	sin.	°	'	cos.	cot.	tan.	sin.	'	°

三角函數之真數表

(五)

°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	v	°
32	0	0.5299	0.6249	1.6003	0.8480	0	58	0.5878	0.7265	1.3764	0.8090	0	54
	10	0.5324	0.6289	1.5900	0.8465	10		0.5901	0.7310	1.3680	0.8073	50	
	20	0.5348	0.6330	1.5798	0.8450	20		0.5925	0.7355	1.3597	0.8056	40	
	30	0.5373	0.6371	1.5697	0.8434	30		0.5948	0.7400	1.3514	0.8039	30	
	40	0.5398	0.6412	1.5597	0.8418	40		0.5972	0.7445	1.3432	0.8021	20	
	50	0.5422	0.6453	1.5497	0.8403	50		0.5995	0.7490	1.3351	0.8004	10	
33	0	0.5446	0.6494	1.5399	0.8387	0	57	0.6018	0.7536	1.3270	0.7986	0	53
	10	0.5471	0.6536	1.5301	0.8371	10		0.6041	0.7581	1.3190	0.7969	50	
	20	0.5495	0.6577	1.5204	0.8355	20		0.6065	0.7627	1.3111	0.7951	40	
	30	0.5519	0.6619	1.5108	0.8339	30		0.6088	0.7673	1.3032	0.7934	30	
	40	0.5544	0.6661	1.5013	0.8323	40		0.6111	0.7720	1.2954	0.7916	20	
	50	0.5568	0.6703	1.4919	0.8307	50		0.6134	0.7766	1.2876	0.7898	10	
34	0	0.5592	0.6745	1.4826	0.8290	0	56	0.6157	0.7813	1.2799	0.7880	0	52
	10	0.5616	0.6787	1.4733	0.8274	10		0.6180	0.7860	1.2723	0.7862	50	
	20	0.5640	0.6830	1.4641	0.8258	20		0.6202	0.7907	1.2647	0.7844	40	
	30	0.5664	0.6873	1.4550	0.8241	30		0.6225	0.7954	1.2572	0.7826	30	
	40	0.5688	0.6916	1.4460	0.8225	40		0.6248	0.8002	1.2497	0.7808	20	
	50	0.5712	0.6959	1.4370	0.8208	50		0.6271	0.8050	1.2423	0.7790	10	
35	0	0.5736	0.7002	1.4281	0.8192	0	55	0.6293	0.8098	1.2349	0.7771	0	5
	10	0.5760	0.7046	1.4193	0.8175	10		0.6316	0.8146	1.2276	0.7753	50	
	20	0.5783	0.7089	1.4106	0.8158	20		0.6338	0.8195	1.2203	0.7735	40	
	30	0.5807	0.7133	1.4019	0.8141	30		0.6361	0.8243	1.2131	0.7716	30	
	40	0.5831	0.7177	1.3934	0.8124	40		0.6383	0.8292	1.2059	0.7698	20	
	50	0.5854	0.7221	1.3848	0.8107	50		0.6406	0.8343	1.1988	0.7679	10	

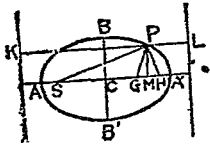
三角函數之真數表 (六)

°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	'	°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	'	°	
40	0	0.6428	0.8391	1.1918	0.7660	0	50	44	0	0.6947	0.9657	1.0355	0.7193	0	46
	10	0.6450	0.8441	1.1847	0.7642	50			10	0.6967	0.9713	1.0295	0.7173	50	
	20	0.6472	0.8491	1.1778	0.7623	40			20	0.6988	0.9770	1.0235	0.7153	40	
	30	0.6494	0.8541	1.1708	0.7604	30			30	0.7009	0.9827	1.0176	0.7133	30	
	40	0.6517	0.8591	1.1640	0.7585	20			40	0.7030	0.9884	1.0117	0.7112	20	
	50	0.6539	0.8642	1.1571	0.7566	10			50	0.7050	0.9942	1.0058	0.7092	10	
41	0	0.6561	0.8693	1.1504	0.7547	0	49	45	0	0.7071	1.0000	1.0000	0.7071	0	45
	10	0.6583	0.8744	1.1436	0.7528	50									
	20	0.6604	0.8796	1.1369	0.7509	40									
	30	0.6626	0.8847	1.1303	0.7490	30									
	40	0.6648	0.8899	1.1237	0.7470	20									
	50	0.6670	0.8952	1.1171	0.7451	10									
42	0	0.6691	0.9004	1.1106	0.7431	0	48								
	10	0.6713	0.9057	1.1041	0.7412	50									
	20	0.6734	0.9110	1.0977	0.7392	40									
	30	0.6756	0.9163	1.0913	0.7373	30									
	40	0.6777	0.9217	1.0850	0.7353	20									
	50	0.6799	0.9271	1.0786	0.7333	10									
43	0	0.6820	0.9325	1.0724	0.7314	0	47								
	10	0.6841	0.9380	1.0661	0.7294	50									
	20	0.6862	0.9435	1.0599	0.7274	40									
	30	0.6884	0.9490	1.0538	0.7254	30									
	40	0.6905	0.9545	1.0477	0.7234	20									
	50	0.6926	0.9601	1.0416	0.7214	10									
°	'	cos.	cot.	tan.	sin.	'	°	'	cos.	cot.	tan.	sin.	'	°	

圓錐曲線 (Conic Section)

橢圓 (Ellipse)

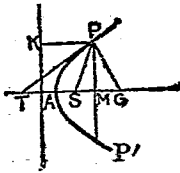
設AA'及BB'為橢圓之長軸及短軸  
 $AA' = 2a, BB' = 2b, CM = x, PM = y$



1.  $y = \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}$
2. 偏心率  $e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$
3. S及H為二焦點時則  $CS = CH = ae$
4.  $\frac{SP}{PK} = \frac{HP}{PL} = e$
5.  $SP + HP = 2a, SP = a + ex, HP = a - ex$ .
6. 法線PG恰二等分SPH角
7. 在A點之彎曲半徑  $= \frac{b^2}{a}$  B點者為  $= \frac{a^2}{b}$
8. 橢圓之面積  $= \pi ab$

拋物線 (Parabola)

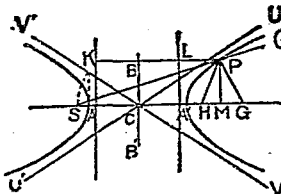
設A為拋物線之頂點, S為焦點  
 $AS = a, AM = x, MP = y$ .



1.  $y^2 = 4ax$
2.  $SP = PK = a + x$
3. 切線PT為角SPK之二等分線
4. 副切線  $TM = 2x$
5. 次法線  $MG = 2a$
6. 在頂點A之曲彎半徑  $= 2a$
7. 面積  $PAP' \parallel \frac{1}{2} AM, PP' = \frac{4}{3} xy$

雙曲線 (Hyperbola)

設AA'為雙曲線之橫軸與此相交之軸為BB'。  
 $AA' = 2a, BB' = 2b, CM = x, MP = y$ .



1.  $y = \frac{b}{a} \sqrt{x^2 - a^2}$
2. 偏心率  $e = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a}$
3. S及H為二焦點時則  $CS = CH = ae$
4.  $\frac{SP}{PK} = \frac{HP}{PL} = e$
5.  $SP = HP = 2a, SP = ex + a, HP = ex - a$
6. 直線PG為角HPQ之二等分線
7. 在A點之彎曲半徑  $= \frac{b^2}{a}$
8. UU'及VV'為漸近線與橫軸成  $\tan^{-1} \frac{b}{a}$  之角

## 微 分 法

$y = x^m$	$\frac{dy}{dx} = mx^{m-1}$
$y = \sqrt{x}$	$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{2\sqrt{x}}$
$y = \sin x$	$\frac{dy}{dx} = \cos x$
$y = \cos x$	$\frac{dy}{dx} = -\sin x$
$y = \tan x$	$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{\cos^2 x}$
$y = e^x$	$\frac{dy}{dx} = e^x$
$y = a^x$	$\frac{dy}{dx} = a^x \log_e a$
$y = \log_e x$	$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{x}$
$y = \sin^{-1} x$	$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
	但 $-\frac{\pi}{2} < y < \frac{\pi}{2}$
$y = \cos^{-1} x$	$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
	但 $0 < y < \pi$
$y = \tan^{-1} x$	$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{1+x^2}$
	但 $-\frac{\pi}{2} < y < \frac{\pi}{2}$
$y = \frac{1}{x}$	$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{x^2}$
$y = x^x$	$\frac{dy}{dx} = x^x(\log x + 1)$



設  $u, v, w, \dots, t$ , 爲  $x$  之函數

$$\frac{d}{dx}(u+v+w+\dots+t) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx} + \frac{dw}{dx} + \dots + \frac{dt}{dx}$$

$$\frac{d}{dx}(uv) = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx}(cv) = c \frac{dv}{dx}$$

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx}}{v^2} \quad \frac{d}{dx}\left(\frac{c}{v}\right) = -\frac{c}{v^2} \frac{dv}{dx}$$

$$\frac{\frac{du}{dx}}{\frac{dv}{dx}} = \frac{du}{dv}$$

設  $y$  爲  $y_1$  之函數,  $y_1$  爲  $y_2$  之函數,  $\dots, y_n$  爲  $x$  之函數

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dy_1} \frac{dy_1}{dy_2} \dots \frac{dy_n}{dx}$$

設  $y$  爲  $x$  之函數,  $x$  亦爲  $y$  之函數

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{\frac{dx}{dy}}$$

設  $y$  爲  $y_1 y_2 \dots y_n$ , 之函數,  $y_1 y_2 \dots y_n$  爲  $x$  之函數

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dy_1} \frac{dy_1}{dx} + \frac{dy}{dy_2} \frac{dy_2}{dx} + \dots + \frac{dy}{dy_n} \frac{dy_n}{dx}$$

$y$  爲  $x$  之陰函數設其爲  $f(xy) = 0$  之方程式所限之時

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\frac{df(xy)}{dx}}{\frac{df(xy)}{dy}}$$

設  $y$  爲  $x_1 x_2 \dots x_n$  之函數

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dx_1} dx_1 + \frac{dy}{dx_2} dx_2 + \dots + \frac{dy}{dx_n} dx_n$$

## 不定積分

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} \qquad \int \frac{1}{x^n} dx = \frac{x^{1-n}}{1-n} \quad n \neq -1$$

$$\int \sqrt{x^2 \pm a^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 \pm a^2} \pm \frac{a^2}{2} \log(x + \sqrt{x^2 \pm a^2})$$

$$\int \sqrt{a^2 - x^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1} \frac{x}{a} \quad x^2 < a^2$$

$$\int \frac{dx}{x} = \log x \qquad \int \frac{dx}{x \pm a} = \log(x \pm a)$$

$$\int \frac{dx}{1+x^2} = \tan^{-1} x \qquad \int \frac{dx}{a^2+x^2} = \frac{1}{a} \tan^{-1} \frac{x}{a}$$

$$\int \frac{dx}{1-x^2} = \frac{1}{2} \log \frac{1+x}{1-x} = \tanh^{-1} x$$

$$\int \frac{dx}{a^2-x^2} = \frac{1}{2a} \log \frac{a+x}{a-x} = \frac{1}{a} \tanh^{-1} \frac{x}{a} \quad x < a$$

$$\int \frac{dx}{x^2-a^2} = \frac{1}{2a} \log \frac{x-a}{x+a} \quad x > a$$

$$\int \frac{dx}{a+bx+cx^2} = \frac{1}{\sqrt{b^2-4ac}} \log \frac{b+2cx-\sqrt{b^2-4ac}}{b+2cx+\sqrt{b^2-4ac}} \quad b^2-4ac > 0$$

$$= \frac{2}{b+2cx} \dots\dots \quad b^2-4ac = 0$$

$$= \frac{2}{\sqrt{4ac-b^2}} \tan^{-1} \frac{b+2cx}{\sqrt{4ac-b^2}} \quad b^2-4ac < 0$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \sin^{-1} x \quad x^2 < 1$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}} = \sin^{-1} \frac{x}{a} \quad x^2 < a^2$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \log \left\{ x + \sqrt{x^2 \pm a^2} \right\}$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a+bx+cx^2}} = \frac{1}{\sqrt{c}} \log \left\{ cx + \frac{b}{2} + \sqrt{c(a+bx+cx^2)} \right\}$$

$$\int e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a} \qquad \int a^x dx = \frac{a^x}{\log a}$$

$$\int xe^x dx = e^x(x-1) \qquad \int \log x dx = x \log x - x$$

$$\int x^n \log x dx = x^{n+1} \left\{ \frac{\log x}{n+1} - \frac{1}{(n+1)^2} \right\}$$

$$\int \sin ax dx = -\frac{\cos ax}{a} \qquad \int \cos ax dx = \frac{\sin ax}{a}$$

$$\int \tan ax dx = -\frac{1}{a} \log \cos ax \qquad \int \cot ax dx = \frac{1}{a} \log \sin ax$$

$$\int \frac{dx}{\sin x} = \log \tan \frac{x}{2} \qquad \int \frac{dx}{\cos x} = \log \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{x}{2} \right)$$

$$\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\cot x \qquad \int \frac{dx}{\cos^2 x} = \tan x$$

$$\int \sin^2 x dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin 2x}{4} \qquad \int \cos^2 x dx = \frac{x}{2} + \frac{\sin 2x}{4}$$

$$\int e^{ax} \sin mx dx = \frac{e^{ax} (a \sin mx - m \cos mx)}{a^2 + m^2}$$

$$\int e^{ax} \cos mx dx = \frac{e^{ax} (a \cos mx + m \sin mx)}{a^2 + m^2}$$

$$\int \sin^{-1} mx dx = x \sin^{-1} mx - \frac{(1-m^2x^2)^{\frac{1}{2}}}{m}$$

$$\int \cos^{-1} mx dx = x \cos^{-1} mx - \frac{(1-m^2x^2)^{\frac{1}{2}}}{m}$$

$$\int \tan^{-1} mx dx = x \tan^{-1} mx - \frac{1}{2m} \log(1+m^2x^2)$$

### 定 積 分

$$\left. \begin{aligned} \int_{\alpha}^{\beta} \{(x-\alpha)(\beta-x)\}^{\frac{1}{2}} dx &= \frac{\pi}{8} (\beta-\alpha)^2 \\ \int_{\alpha}^{\beta} \frac{dx}{\{(x-\alpha)(\beta-x)\}^{\frac{1}{2}}} &= \pi \end{aligned} \right\} \text{但 } \beta > \alpha$$

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{(a^2+x^2)^n} = \frac{1.3.5 \cdots (2n-3)}{2.4.6 \cdots (2n-2)} \frac{\pi}{2a^{2n-1}} \quad \text{但 } a>0, n=\text{整數}$$

$$\int_0^1 x^{m-1}(1-x)^{n-1} dx = \int_0^{\infty} \frac{x^{m-1} dx}{(1+x)^{m+n}} = \frac{\Gamma(m)\Gamma(n)}{\Gamma(m+n)}$$

但  $m, n = \text{正數}$

$$= \frac{1.2.3 \cdots (m-1)}{n(n+1)(n+2) \cdots (n+m-1)}$$

但  $m, n = \text{正數 } m = \text{整數}$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} x dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2n} x dx = \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}+1\right)} \frac{\pi^{\frac{1}{2}}}{2} \quad \text{但 } n+1>0;$$

$$= \frac{1.3.5 \cdots (n-1)}{2.4.6 \cdots n} \frac{\pi}{2} \quad \text{但 } n=\text{偶數}$$

$$= \frac{2.4.6 \cdots (n-1)}{3.5.7 \cdots n} \quad n=\text{奇數}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^m x \cos^n x dx = \frac{\Gamma\left(\frac{m+1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{2\Gamma\left(\frac{m+n}{2}+1\right)} \quad \text{但 } m+1>0, n+1>0$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2m+1} x \cos^{2n} x dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} x \cos^{2m+1} x dx$$

$$= \frac{2.4.6 \cdots (2m)}{(n+1)(n+3)(n+5) \cdots (n+2m+1)}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2m} x \cos^{2n} x dx = \frac{1.3.5 \cdots (2m-1) 1.3.5 \cdots (2n-1)}{2.4.6 \cdots (2m+2n)} \frac{\pi}{2}$$

但  $m, n = \text{正之整數}$

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin mx}{x} dx = \frac{\pi}{2} \quad \text{但 } m>0; \quad -\frac{\pi}{2} \quad m<0$$

$$\int_0^{\infty} \frac{\cos mx}{x} dx = \infty \quad \int_0^{\infty} \frac{\tan mx}{x} dx = \frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\infty} x^{n-1} e^{-x} dx = \Gamma(n) \quad \text{但 } n > 0; \quad (n-1) \text{ } n = \text{正之整數}$$

$$\int_0^{\infty} e^{-a^2 x^2} dx = \frac{\pi^{\frac{1}{2}}}{2a}$$

$$\int_0^{\infty} e^{-ax} \sin mx dx = \frac{m}{a^2 + m^2}$$

$$\int_0^{\infty} e^{-ax} \cos mx dx = \frac{a}{a^2 + m^2}$$

但  $a > 0$ 

$$\int_0^1 x^m (\log x)^n dx = \frac{(-1)^n \Gamma(n+1)}{(m+1)^{n+1}}$$

$$\int_0^a \varphi(x) dx = \int_0^a \varphi(a-x) dx$$

$$\int_0^{2a} \varphi(x) dx = 2 \int_0^a \varphi(x) dx \quad \text{但 } (2a-x) = \varphi(x)$$

$$\int_0^{2a} \varphi(x) dx = 0 \quad \text{但 } \varphi(2a-x) = -\varphi(x) \quad \text{而 } \int_0^a \varphi(x) dx \text{ 爲}$$

有限且有一定之值

$$\int_0^{na} \varphi(x) dx = n \int_0^a \varphi(x) dx, \quad \text{但 } \varphi(a+x) = \varphi(x) \quad n = \text{正之整數}$$

$$\Gamma(n+1) = n\Gamma(n), \quad \text{但 } n > 0; \quad n = \text{正之整數}$$

$$\Gamma(1) = 1 \quad \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \pi^{\frac{1}{2}}$$

$$\Gamma(n)\Gamma(1-n) = \frac{\pi}{\sin n\pi} \quad \text{但 } 0 < n < 1$$

$$\Gamma(n) = 2^{1-2n} \pi^{\frac{1}{2}} \frac{\Gamma(2n)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}+n\right)} = \frac{\pi^{\frac{1}{2}}}{2^{1-n} \cos \frac{n\pi}{2}} \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1-n}{2}\right)} \quad \text{但 } 0 < n < 1$$

$$\Gamma(1+n) = \frac{1}{2} \log \frac{n\pi}{\sin n\pi} - \frac{1}{2} \log \frac{1+n}{1-n} + (1-c)^n - \frac{1}{3}(s_3-1)n^3 - \frac{1}{5}(s_5-1)n^5 - \dots,$$

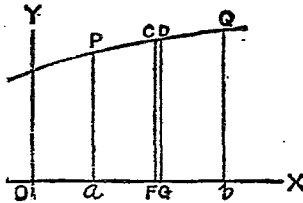
但  $c = \lim_{n \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} - \log n) = 57722$

$s = 1 + \frac{1}{2^r} + \frac{1}{3^r} + \frac{1}{4^r} + \dots$

$1 - c = .42278, \frac{1}{2}(s_2 - 1) = .06735, \frac{1}{3}(s_3 - 1) = .00739,$

$\frac{1}{4}(s_4 - 1) = .00119, \frac{1}{5}(s_5 - 1) = .00022, \frac{1}{11}(s_{11} - 1) = .00004, \dots$

求 積 法



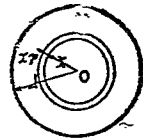
1. 面積 設A為面積以 $y = \varphi(x)$ 表之連續曲線所包之面積之一般公式為

$A = \int_a^b \varphi(x) dx + c$ ; 求上圖之 $x = a, x = b$ 之間之面積時

$A = \int_a^b \varphi(x) dx = [f(x)]_a^b = f(b) - f(a)$

(例) 圓之面積  $r =$  圓之半徑

$A = \int_0^r 2\pi x dx = 2\pi \left[ \frac{x^2}{2} \right]_0^r = \pi r^2$



2. 曲線之長

S為曲線之長

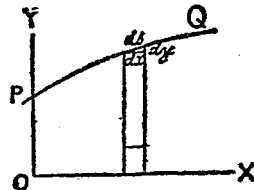
$S = \int \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx = \int \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)^2} dy$

(例) 圓之周圍之長

$x^2 + y^2 = r^2 \dots \dots \dots$  圓之方程式

$S = \int \sqrt{1 + \frac{x^2}{y^2}} dx$

$\frac{dy}{dx} = \frac{x}{y}$



$$\therefore S = \int \frac{r dx}{\sqrt{r^2 - x^2}}$$

全圓周爲上之積分  $x=0$  及  $x=r$  之四倍

$$\text{故 } S = 4 \int_0^r \frac{r dx}{\sqrt{r^2 - x^2}} = 4r \left[ \sin^{-1} \frac{x}{r} \right]_0^r = 4r \frac{\pi}{2} = 2\pi r$$

### 3. 表面積(回轉體)

$S = \text{表面積}$

$$S = 2\pi \int y \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx + c$$

(例)  $x^2 + y^2 = r^2 \quad y = \sqrt{r^2 - x^2}$

$$S = 2\pi \int_{-r}^{+r} \sqrt{r^2 - x^2} \sqrt{\left\{1 + \frac{x^2}{r^2 - x^2}\right\}} dx$$

$$S = 2\pi \int_{-r}^{+r} r dx = 2\pi \left[ rx \right]_{-r}^{+r}$$

$$\therefore S = 2\pi \{r^2 - (-r^2)\} = 4\pi r^2$$

### 4. 回轉體之容積

$V = \text{容積} \quad V = \pi \int y^2 dx$

(例) 球之容積

$$x^2 + y^2 = R^2 \quad \therefore y^2 = R^2 - x^2$$

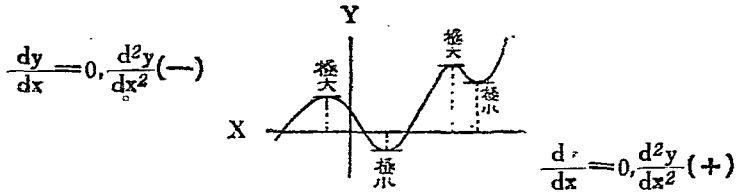
$$\therefore V = \pi \int_{-R}^{+R} (R^2 - x^2) dx = \pi \left[ R^2 x - \frac{x^3}{3} \right]_{-R}^{+R} = \frac{4\pi R^3}{3}$$

## 極大極小

$y=f(x)$  時橫座標  $x$  之值

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad \frac{d^2y}{dx^2} \text{ 爲正數時極小}$$

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad \frac{d^2y}{dx^2} \text{ 爲負數時極大}$$



此外關於其他曲線之標準如下表

	$\frac{dy}{dx}$	$\frac{d^2y}{dx^2}$	$\frac{d^3y}{dx^3}$	$\frac{d^4y}{dx^4}$	
1	0	.....	.....	.....	與 x 軸平行之切線
2	0	-	.....	.....	極大
3	0	+	.....	.....	極小
4	.....	0	≠0	.....	曲折點
5	0	0	0	-	極大
6	0	0	0	+	極小
7	.....	+	.....	.....	向下凸狀
8	.....	-	.....	.....	向下凹狀

### 曲 率 半 徑

設曲線之方程式為  $y=f(x)$  在  $(xy)$  點之

$$\text{曲率半徑} \dots \dots p = \frac{\left\{ 1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}}$$

曲線用二方程式  $x=f(t), y=\varphi(t)$ , 表示之時

$$p = \frac{\left[ \{f'(t)\}^2 + \{\varphi'(t)\}^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{f'(t)\varphi''(t) - f''(t)\varphi'(t)}$$

若是極方程式  $r=f(\theta)$  為已知時

$$p = \frac{\left\{ r^2 + \left( \frac{dr}{d\theta} \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}}{r^2 + 2 \left( \frac{dr}{d\theta} \right)^2 - r \frac{d^2r}{d\theta^2}}$$



$\pi$  之必要函數  $\pi = \text{圓周率}$  (一)

N	2N	3N	4N	5N	6N	7N	8N	9N
$\pi$	3.14159265	6.283185	9.424778	12.566371	15.707963	18.849556	21.991149	25.132741
$\frac{\pi}{2}$	1.57079633	3.141593	4.712389	6.283185	7.853982	9.424778	10.995574	12.566371
$\frac{\pi}{3}$	1.0471975	2.094395	3.141593	4.188790	5.235988	6.283185	7.330383	8.377580
$\frac{\pi}{4}$	0.78539816	1.570796	2.356194	3.141593	3.926991	4.712389	5.497787	6.283185
$\frac{\pi}{6}$	0.52359878	1.047198	1.570796	2.094395	2.617994	3.141593	3.665191	4.188790
$\frac{\pi}{7}$	0.44879895	0.897598	1.346397	1.795196	2.243995	2.692794	3.141593	3.590392
$\frac{\pi}{16}$	0.19634954	0.392699	0.589049	0.785398	0.981748	1.178097	1.374447	1.570796
$\frac{\pi}{24}$	0.13089969	0.261799	0.392699	0.523599	0.654498	0.785398	0.916298	1.047198
$\frac{\pi}{32}$	0.09817477	0.196350	0.294524	0.392699	0.490874	0.589049	0.687223	0.785398
$\frac{\pi}{180}$	0.01745329	0.034907	0.052360	0.069813	0.087266	0.104720	0.122173	0.139626

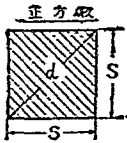
0.157080

π 之必要函數 π=圓周率 (二)

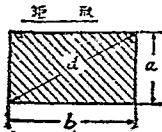
N	2N	3N	4N	5N	6N	7N	8N	9N
$\pi^2$	19.739209	29.608813	39.478418	49.348022	59.217626	69.087231	78.956835	88.826440
$\pi^3$	31.00627668	62.012553	93.018830	124.025107	155.031383	186.037660	217.043937	248.050213
$\frac{1}{\pi}$	0.314159	0.330989	0.349930	0.369964	0.390009	0.410054	0.430099	0.450144
$\frac{1}{\pi^2}$	0.02533	0.0202642	0.0162906	0.0129006	0.0101258	0.007927	0.0062269	0.00506606
$\frac{1}{\pi^3}$	0.03225153	0.064503	0.096755	0.129006	0.161258	0.193509	0.225761	0.258012
$\sqrt{\pi}$	1.77245385	3.544908	5.317362	7.089815	8.862269	10.634723	12.407177	14.179631
$\sqrt[3]{\pi}$	1.46459189	2.929184	4.393776	5.858368	7.322959	8.787551	10.252143	11.716735
$\frac{1}{\sqrt{\pi}}$	0.56418958	1.128379	1.692569	2.256758	2.820948	3.385137	3.949327	4.513517
$\frac{1}{\sqrt[3]{\pi}}$	0.68278406	1.365568	2.048352	2.731136	3.413920	4.096704	4.779488	5.462272
$\log \pi$	0.49714987	0.994300	1.491450	1.988599	2.485749	2.982899	3.480049	3.977199

求 積

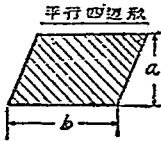
次表為平面形之面積、立方體之表面積及體積、並且與其形狀及性質有關之諸公式



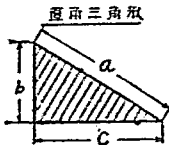
A=面積  
 $A=S^2$   
 $A=\frac{1}{2}d^2$   
 $S=0.7071d=\sqrt{A}$   
 $d=1.414S=1.414\sqrt{A}$



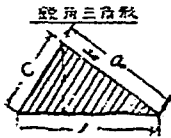
A=面積  
 $A=ab$   
 $A=a\sqrt{d^2-a^2} \Rightarrow b=\sqrt{d^2-a^2}$   
 $d=\sqrt{a^2+b^2}$   
 $a=\sqrt{d^2-b^2} \Rightarrow A \div b$   
 $b=\sqrt{d^2-a^2} \Rightarrow A \div a$



A=面積  
 $A=ab$   
 $a=A \div b$   
 $b=A \div a$   
 備考 a 之長度為與 b 邊成直角而量之者



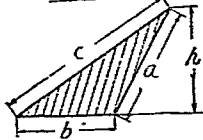
A=面積  
 $A=\frac{bc}{2}$   
 $a=\sqrt{b^2+c^2}$   
 $b=\sqrt{a^2-c^2}$   
 $c=\sqrt{a^2-b^2}$



A=面積  
 $A=\frac{bh}{2}=\frac{b}{2}\sqrt{a^2-\left(\frac{a^2-b^2+c^2}{2b}\right)^2}$   
 若  $s=\frac{1}{2}(a+b+c)$   
 $A=\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$

## 求 積

鈍角三角形



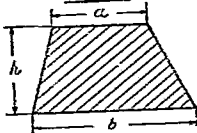
$$A = \text{面積}$$

$$A = \frac{bh}{2} = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left( \frac{c^2 - a^2 + b^2}{2b} \right)^2}$$

$$\text{若 } s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

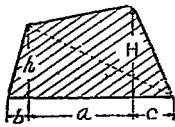
梯狀



$$A = \text{面積}$$

$$A = \frac{(a+b)h}{2}$$

不平行四邊形

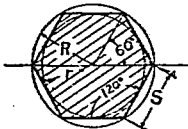


$$A = \text{面積}$$

$$A = \frac{(H+h)a + bh + cH}{2}$$

又如如以點線所示者，分爲二三三角形  
將其面積相加，則得不平行四邊形

正六角形



$$A = \text{面積}$$

$$R = \text{外接圓之半徑}$$

$$r = \text{內接圓之半徑}$$

$$A = 2.598s^2 = 2.598R^2 = 3.464r^2$$

$$R = s = 1.155r$$

$$r = 0.866s = 0.866R$$

$$s = R = 1.155r$$

正八角形



$$A = \text{面積}$$

$$R = \text{外接圓之半徑}$$

$$r = \text{內接圓之半徑}$$

$$A = 4.828s^2 = 2.828R^2 = 3.314r^2$$

$$R = 1.307s = 1.082r$$

$$r = 1.207s = 0.924R$$

$$s = 0.765R = 0.828r$$

正多角形



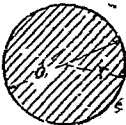
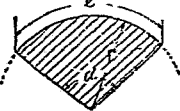
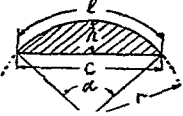
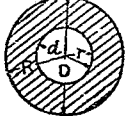


$$A = \text{面積}$$

$$\alpha = 360^\circ \div n \quad \beta = 180^\circ - \alpha$$

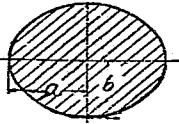
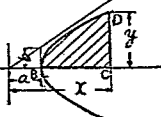
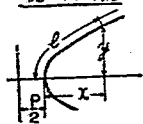
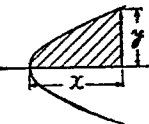
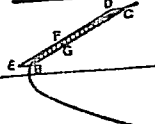

$$A = \frac{nsr}{2} = \frac{ns}{2} \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}}$$

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{s^2}{4}}; r = \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}}; s = 2 \sqrt{R^2 - r^2}$$

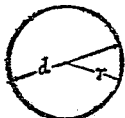
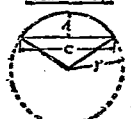



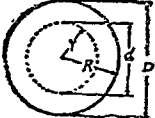
## 求 積

<p style="text-align: center;">圓</p> 	<p>A=面積, c=圓周  <math>A=\pi r^2=3.1416r^2=0.7854d^2</math>  <math>c=2\pi r=6.2832r=3.1416d</math>  <math>r=c\div 6.2832=\sqrt{A\div 3.1416}=0.564\sqrt{A}</math>  <math>d=c\div 3.1416=\sqrt{A\div 0.7854}=1.128\sqrt{A}</math>            中心角 <math>1^\circ</math> 所對弧之長 <math>=0.008727d</math>            中心角 <math>n^\circ</math> 所對弧之長 <math>=0.008727nd</math></p>
<p style="text-align: center;">圓 分</p> 	<p>A=面積, l=弧之長, <math>\alpha</math>=角度  <math>l=\frac{r\times\alpha\times 3.1416}{180}=0.01745r\alpha=\frac{2A}{r}</math>  <math>A=\frac{1}{2}rl=0.008727\alpha r^2</math>  <math>\alpha=\frac{57.296l}{r}</math>, <math>r=\frac{2A}{l}=\frac{57.296A}{\alpha}</math></p>
<p style="text-align: center;">缺 圓</p> 	<p>A=面積, l=弧之長, <math>\alpha</math>=角度  <math>c=2\sqrt{h(2r-h)}</math>, <math>A=\frac{1}{2}(rl-c(r-h))</math>  <math>r=\frac{c^2+4h^2}{8h}</math>, <math>l=0.01745r\alpha</math>  <math>h=r-\frac{1}{2}\sqrt{4r^2-c^2}</math>, <math>\alpha=\frac{57.295l}{r}</math></p>
<p style="text-align: center;">環</p> 	<p>A=面積  <math>A=\pi(R^2-r^2)=3.1416(R^2-r^2)</math>  <math>=3.1416(R+r)(R-r)</math>  <math>=0.7854(D^2-d^2)=0.7854(D+d)(D-d)</math></p>
<p style="text-align: center;">扇 形</p> 	<p>A=面積, <math>\alpha</math>=角度  <math>A=\frac{\alpha\pi}{360}(R^2-r^2)=0.00873\alpha(R^2-r^2)</math>  <math>=\frac{\alpha\pi}{4\times 360}(D^2-d^2)=0.00218\alpha(D^2-d^2)</math></p>
<p style="text-align: center;">角 線</p> 	<p>A=面積  <math>A=r^2-\frac{\pi r^2}{4}=0.215r^2</math>  <math>=0.1075c^2</math></p>

求 積

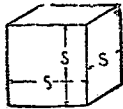
<p style="text-align: center;"><u>積 圓</u></p> 	<p>A=面積; P=橢圓之周圍  <math>A=\pi ab=3.1416ab</math>            求P之近似公式            1. <math>P=3.1416\sqrt{2(a^2+b^2)}</math>            2. <math>P=3.1416\sqrt{2(a^2+b^2)-\frac{(a-b)^2}{22}} \dots\dots</math> (比            上式較精細) ✓</p>
<p style="text-align: center;"><u>雙 曲 線</u></p> 	<p>A=面積. BCD  <math display="block">A = \frac{xy}{2} - \frac{ab}{2} \text{hyp. log} \left( \frac{x}{a} + \frac{y}{b} \right)</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>拋 物 線</u></p> 	<p style="text-align: right;"><math>l</math>—弧之長</p> $= \frac{p}{2} \left[ \sqrt{\frac{2x}{p}(1+\frac{2x}{p})} + \text{hyp. log} \left( \sqrt{\frac{2x}{p} + 1 + \frac{2x}{p}} \right) \right]$ <p style="text-align: center;"><math>x</math> 比 <math>y</math> 較小時之近似公式</p> $l = \frac{2}{3} \left[ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{x}{y} \right)^2 - \frac{2}{5} \left( \frac{x}{y} \right)^4 \right] \text{ 或 } l = \sqrt{y^2 + \frac{4}{3}x^2}$
<p style="text-align: center;"><u>拋 物 線</u></p> 	<p>A=面積  <math display="block">A = \frac{2}{3}xy</math>           (即等於以 <math>x</math> 為底邊 <math>y</math> 為高之矩形之面積之 <math>\frac{2}{3}</math>)</p>
<p style="text-align: center;"><u>拋 物 線 切 片</u></p> 	<p>A=面積  <math>A=BFC = (\text{平行四邊形BCDE之面積}) \times \frac{2}{3}</math>            設自BC成直角所量之高為            FG則 <math>A=BFC = \frac{2}{3}BC \times FC</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>Cycloid</u></p> 	<p>A=面積; <math>l</math>=cycloid之長  <math>A=3\pi r^2=9.4248r^2=2.3562d^2</math>  <math>= (\text{轉動圓之面積}) \times 3</math>  <math>l=8r=4d</math></p>

## 求 積

<p style="text-align: center;"><u>球</u></p> 	<p>V=體積; A=表面積</p> $V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{\pi d^3}{6} = 4.1888r^3 = 0.5236d^3$ $A = 4\pi r^2 = \pi d^2 = 12.5664r^2 = 3.1416d^2$ $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 0.6204 \sqrt[3]{V}$
<p style="text-align: center;"><u>球冠</u></p> 	<p>V=體積; A=圓錐部及球面部之全面積</p> $V = \frac{2\pi r^2 h}{3} = 2.0944r^2 h$ $A = 3.1416r(2h + \frac{1}{2}c)$ $C = 2\sqrt{h(2r-h)}$
<p style="text-align: center;"><u>球冠</u></p> 	<p>V=體積; A=球面部之面積</p> $V = 3.1416h^2 \left( r - \frac{h}{3} \right) = 3.1416h \left( \frac{c^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$ $A = 2\pi rh = 6.2832rh = 3.1416 \left( \frac{c^2}{4} + h^2 \right)$ $C = 2\sqrt{h(2r-h)}; r = \frac{c^2 + 4h^2}{8h}$
<p style="text-align: center;"><u>球冠</u></p> 	<p>V=體積; A=球面部之面積</p> $V = 0.5236h \left( \frac{3c_1^2}{4} + \frac{3c_2^2}{4} + h^2 \right)$ $A = 2\pi rh = 6.2832rh$ $r = \sqrt{\frac{c_2^2}{4} + \left( \frac{c_2^2 - c_1^2 - 4h^2}{8h} \right)^2}$
<p style="text-align: center;"><u>球冠形</u></p> 	<p>V=體積; A=球面部之面積</p> <p style="text-align: center;"><math>\alpha</math> = 中心角度</p> $V = \frac{\alpha}{360} \times \frac{4\pi r^3}{3} = 0.0116\alpha r^3$ $A = \frac{\alpha}{360} \times 4\pi r^2 = 0.0349\alpha r^2$
<p style="text-align: center;"><u>中空球</u></p> 	<p>V=體積</p> $A = \frac{4\pi}{3} (R^3 - r^3) = 4.1888(R^3 - r^3)$ $= \frac{\pi}{6} (D^3 - d^3) = 0.5236(D^3 - d^3)$

求 積

正立方

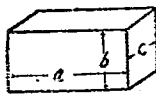


$V = \text{體積}$

$$V = s^3$$

$$s = \sqrt[3]{V}$$

長方形

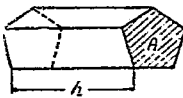


$V = \text{體積}$

$$V = abc.$$

$$a = \frac{V}{bc} \quad b = \frac{V}{ac} \quad c = \frac{V}{ab}.$$

角錐



$V = \text{體積}$

$A = \text{底面積}$

$$V = h \times A.$$

角錐體



$V = \text{體積}$

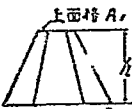
$$V = \frac{1}{3} h \times \text{底面積}$$

$n = \text{底面 (正多角形) 之邊數; } s = \text{一邊之長}$

$R = \text{外接圓之半徑; } r = \text{內接圓之半徑}$

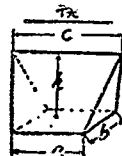
$$V = \frac{nsrh}{6} = \frac{nsh}{6} \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}}$$

角錐體



$V = \text{體積}$

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$



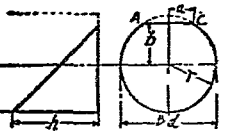
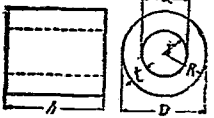
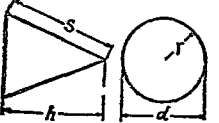
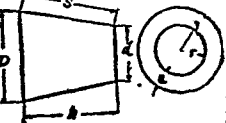


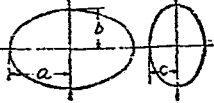
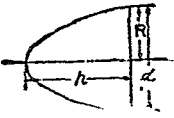
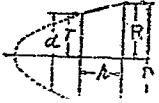

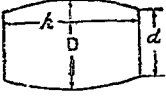
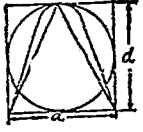
$V = \text{體積}$

$$V = \frac{(2a+c)bh}{6}$$



求 積

<p style="text-align: center;"><u>圓 錐</u></p> 	<p>V=體積; S=圓錐之表面積  <math>V=3.1416r^2h=0.7854d^2h</math>  <math>S=6.2832rh=3.1416dh</math>  <math>A=(\text{圓錐之表面積})+(\text{兩端面面積})</math>  <math>A=6.2832r(r+h)=3.1416d(\frac{1}{2}d+h)</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>圓錐之一部</u></p> 	<p>V=體積; S=圓錐之表面積  <math>V=1.5708r^2(h_1+h_2)=0.3927d^2(h_1+h_2)</math>  <math>S=3.1416r(h_1+h_2)=1.5708d(h_1+h_2)</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>圓錐之一部</u></p> 	<p>V=體積; S=圓錐之表面積  <math>V=\left\{ \frac{2}{3}a^2 \pm b \times (\text{面積 ABC}) \right\} \frac{h}{r \pm d}</math>  <math>S=\left\{ ad \pm b \times (\text{弧 ABC 之長}) \right\} \frac{h}{r \pm d}</math>          但上式之底面積 <math>\begin{cases} &gt; \frac{1}{2} \text{底圓面積用 (+)} \\ &lt; \text{''} \text{用 (-)} \end{cases}</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>中空圓錐</u></p> 	<p>V=體積  <math>V=3.1416h(D^2-d^2)=0.7854h(R^2-r^2)</math>  <math>=3.1416ht(D-t)=3.1416ht(2R-t)</math>  <math>=3.1416ht(r+t)=3.1416ht(d+t)</math>  <math>=3.1416ht(R+r)=1.5708ht(D+d)</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>圓錐錐</u></p> 	<p>V=體積; A=圓錐部之表面積(不含底面積)  <math>V=\frac{3.1416r^2h}{3}=1.0472r^2h=0.2618d^2h</math>  <math>A=3.1416r\sqrt{r^2+h^2}=3.1416rs=1.5708ds</math>  <math>S=\sqrt{r^2+h^2}=\sqrt{\frac{d^2}{4}+h^2}</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>圓錐錐台</u></p> 	<p>V=體積; A=圓錐部之表面積  <math>V=1.0472h(R^2+Rr+r^2)</math>  <math>=0.2618h(D^2+Dd+d^2)</math>  <math>A=3.1416s(R+r)=1.5708s(D+d)</math>  <math>a=R-r \quad S=\sqrt{a^2+h^2}=\sqrt{(R-r)^2+h^2}</math></p>

<u>求 積</u>	
<u>橢圓體</u> 	$V = \text{體積}; A = \text{表面積}$ $V = \frac{4\pi}{3} abc = 4.1888abc$ 設同轉橢圓體 $b = c$ $V = 4.188ab^2 \quad A = \frac{4\pi}{\sqrt{2}} b \sqrt{a^2 + b^2}$
<u>橢圓形</u> 	$V = \text{體積}$ $V = \frac{\pi}{2} R^2 h = 1.5708R^2 h$ $= \frac{\pi}{8} d^2 h = 0.3927d^2 h$
<u>拋物線形</u> 	$V = \text{體積}$ $V = \frac{\pi}{2} h(R^2 + r^2) = 1.5708h(R^2 + r^2)$ $= \frac{\pi}{8} h(D^2 + d^2) = 0.3927h(D^2 + d^2)$
<u>圓錐形</u> 	$V = \text{體積}; A = \text{表面積}$ $V = 2\pi^2 Rr^2 = 19.739Rr^2$ $= \frac{\pi^2}{4} Dd^2 = 2.4674Dd^2$ $A = 4\pi^2 Rr = 39.478Rr = \pi^2 Dd = 9.8696Dd$
<u>拱形</u> 	$V = \text{體積(近似)}$ 如周圍等於圓弧之彎曲時 $V = \frac{1}{12} \pi h(2D^2 + d^2) = 0.262h(2D^2 + d^2)$ 如周圍等於拋物線之彎曲時 $V = 0.209h(2D^2 + Dd + \frac{3}{4}d^2)$
	如： $\rightarrow$ 圓錐體，拋物體及圓錐之底之直徑及高 或為球之直徑……此等物體之體積互 相有如下之關係 圓錐體：拋物體：球：圓錐 $= \frac{1}{2} : \frac{1}{2} : \frac{3}{2} : 1$

圓之面積及圓周表

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$
$\frac{1}{32}$	0.098175	0.000771		3.14159	0.785403		9.42478	7.0686
$\frac{1}{24}$	0.147262	0.00173	$\frac{1}{16}$	3.33794	0.88664	$\frac{1}{16}$	9.62113	7.3662
$\frac{1}{16}$	0.196350	0.00307	$\frac{1}{8}$	3.53429	0.99402	$\frac{1}{8}$	9.81748	7.6699
$\frac{3}{32}$	0.294524	0.00690	$\frac{3}{16}$	3.73064	1.1075	$\frac{3}{16}$	10.0138	7.9798
$\frac{1}{8}$	0.392699	0.01227	$\frac{1}{4}$	3.92699	1.2272	$\frac{1}{4}$	10.2102	8.2958
$\frac{5}{32}$	0.490874	0.01917	$\frac{5}{16}$	4.12334	1.3530	$\frac{5}{16}$	10.4065	8.6179
$\frac{3}{8}$	0.589049	0.02761	$\frac{3}{8}$	4.31969	1.4849	$\frac{3}{8}$	10.6029	8.9462
$\frac{7}{16}$	0.687223	0.03758	$\frac{7}{16}$	4.51604	1.6230	$\frac{7}{16}$	10.7992	9.2806
$\frac{1}{4}$	0.785398	0.04909	$\frac{1}{2}$	4.71239	1.7671	$\frac{1}{2}$	10.9956	9.6211
$\frac{9}{32}$	0.883573	0.06213	$\frac{9}{16}$	4.90974	1.9175	$\frac{9}{16}$	11.1919	9.9678
$\frac{5}{16}$	0.981748	0.07670	$\frac{5}{8}$	5.10509	2.0739	$\frac{5}{8}$	11.3883	10.321
$\frac{3}{8}$	1.07992	0.09281	$\frac{11}{16}$	5.30144	2.2365	$\frac{11}{16}$	11.5846	10.680
$\frac{11}{32}$	1.17810	0.11045	$\frac{3}{4}$	5.49779	2.4053	$\frac{3}{4}$	11.7810	11.045
$\frac{13}{32}$	1.27627	0.12962	$\frac{13}{16}$	5.69414	2.5802	$\frac{13}{16}$	11.9773	11.416
$\frac{7}{16}$	1.37445	0.15033	$\frac{7}{8}$	5.89049	2.7612	$\frac{7}{8}$	12.1737	11.793
$\frac{15}{32}$	1.47262	0.17257	$\frac{15}{16}$	6.08684	2.9483	$\frac{15}{16}$	12.3700	12.177
$\frac{1}{2}$	1.57080	0.196352		6.28319	3.1416	4	12.5664	12.566
$\frac{17}{32}$	1.66897	0.22166	$\frac{1}{2}$	8.47953	3.3410	$\frac{1}{2}$	12.7627	12.962
$\frac{9}{16}$	1.76715	0.24850	$\frac{1}{8}$	6.67588	3.5466	$\frac{1}{8}$	12.9591	13.364
$\frac{13}{32}$	1.86532	0.27688	$\frac{3}{8}$	6.87223	3.7583	$\frac{3}{8}$	13.1554	13.772
$\frac{5}{8}$	1.96350	0.30680	$\frac{1}{4}$	7.06858	3.9761	$\frac{1}{4}$	13.3518	14.186
$\frac{11}{32}$	2.06167	0.33824	$\frac{5}{16}$	7.26493	4.2000	$\frac{5}{16}$	13.5481	14.607
$\frac{3}{4}$	2.15984	0.37122	$\frac{3}{4}$	7.46128	4.4301	$\frac{3}{4}$	13.7445	15.033
$\frac{15}{32}$	2.25802	0.40574	$\frac{7}{8}$	7.65765	4.6664	$\frac{7}{8}$	13.9408	15.466
$\frac{1}{2}$	2.35619	0.44179	$\frac{1}{2}$	7.85393	4.9087	$\frac{1}{2}$	14.1372	15.904
$\frac{17}{32}$	2.45437	0.47937	$\frac{9}{16}$	8.05033	5.1572	$\frac{9}{16}$	14.3335	16.349
$\frac{9}{16}$	2.55254	0.51849	$\frac{5}{8}$	8.24668	5.4119	$\frac{5}{8}$	14.5299	16.800
$\frac{13}{32}$	2.65072	0.55914	$\frac{3}{4}$	8.44303	5.6729	$\frac{3}{4}$	14.7262	17.257
$\frac{5}{8}$	2.74889	0.60132	$\frac{11}{16}$	8.63938	5.9396	$\frac{11}{16}$	14.9226	17.721
$\frac{11}{32}$	2.84707	0.64504	$\frac{3}{4}$	8.73573	6.2126	$\frac{3}{4}$	15.1189	18.190
$\frac{15}{32}$	2.94524	0.69029	$\frac{7}{8}$	9.03208	6.4918	$\frac{7}{8}$	15.3153	18.665
$\frac{1}{2}$	3.04342	0.73708	$\frac{15}{16}$	9.22843	6.7771	$\frac{15}{16}$	15.5116	19.147

圓之面積及圓周表 (續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$d\pi$	$\frac{\pi}{4}d^2$
5	15,7080	19,6358		25,1327	50,2651	12	37,6991	113,10
$\frac{1}{16}$	15,9043	20,129		25,5254	51,849		38,0918	115,47
$\frac{2}{16}$	19,1007	20,629		25,9181	53,456		38,4845	117,86
$\frac{3}{16}$	16,2970	21,135		26,3108	55,088		38,8772	120,28
$\frac{4}{16}$	16,4934	21,648		26,7035	56,745		39,2699	122,72
$\frac{5}{16}$	16,6894	22,166		27,0962	58,426		39,6626	125,19
$\frac{6}{16}$	16,8861	22,691		27,4889	60,132		40,0553	127,68
$\frac{7}{16}$	17,0824	23,221		27,8816	61,862		40,4480	130,19
$\frac{1}{2}$	17,2788	23,7589		28,2743	63,6171	13	40,8407	132,73
$\frac{9}{16}$	17,4751	24,301		28,6670	65,397		41,2334	135,30
$\frac{10}{16}$	17,6715	24,850		29,0597	67,201		41,6261	137,89
$\frac{11}{16}$	17,8678	25,406		29,4524	69,029		42,0188	140,50
$\frac{12}{16}$	18,0642	25,967		29,8451	70,882		42,4115	143,14
$\frac{13}{16}$	18,2605	26,535		30,2378	72,760		42,8042	145,80
$\frac{14}{16}$	18,4569	27,109		30,6305	74,662		43,1969	148,49
$\frac{15}{16}$	18,6532	27,688		31,0232	76,589		43,5899	151,20
6	18,8496	28,274	10	31,4159	78,540	14	43,9823	153,94
$\frac{1}{16}$	19,2423	29,465		31,8086	80,516		44,3750	156,70
$\frac{2}{16}$	19,6350	30,680		32,2013	82,516		44,7677	159,48
$\frac{3}{16}$	20,0277	31,919		32,5940	84,541		45,1604	162,30
$\frac{4}{16}$	20,4204	33,183		32,9867	86,590		45,5531	165,13
$\frac{5}{16}$	20,8131	34,472		33,3791	88,664		45,9458	167,99
$\frac{6}{16}$	21,2058	35,785		33,7724	90,763		46,3385	170,87
$\frac{7}{16}$	21,5984	37,122		34,1648	92,886		46,7312	173,78
7	21,9911	38,485	11	34,5575	95,033	15	47,1239	176,71
$\frac{1}{16}$	22,3838	39,871		34,9502	97,205		47,5166	179,67
$\frac{2}{16}$	22,7765	41,282		35,3429	99,402		47,9093	182,65
$\frac{3}{16}$	23,1690	42,718		35,7356	101,62		48,3020	185,66
$\frac{4}{16}$	23,5619	44,179		36,1283	103,87		48,6947	188,69
$\frac{5}{16}$	23,9546	45,664		36,5210	106,14		49,0874	191,75
$\frac{6}{16}$	24,3473	47,173		36,9137	108,43		49,4801	194,83
$\frac{7}{16}$	24,7400	48,707		37,3064	110,75		49,8728	197,93

圓之面積及圓周表 (續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$
16	50.2655	201.0620	20	62.8319	314.1624	24	75.3982	452.39
	50.6582	204.22		63.2246	318.10		75.7909	457.11
	51.0509	207.39		63.6173	322.06		76.1836	461.86
	51.4436	210.60		64.0100	326.05		76.5763	466.64
	51.8363	213.82		64.4026	330.06		76.9690	471.44
	52.2290	217.08		64.7953	334.10		77.3617	476.26
	52.6217	220.35		65.1880	338.16		77.7544	481.11
	53.0144	223.65		65.5807	342.25		78.1471	485.98
17	53.4071	226.9821	21	65.9734	346.3625	25	78.5398	490.87
	53.7998	230.33		66.3661	350.50		78.9325	495.79
	54.1925	233.71		66.7588	354.66		79.3252	500.74
	54.5852	237.10		67.1515	358.84		79.7179	505.71
	54.9779	240.53		67.5442	363.05		80.1106	510.71
	55.3706	243.98		67.9369	367.28		80.5033	515.72
	55.7633	247.45		68.3296	371.54		80.8960	520.77
	56.1560	250.95		68.7223	375.83		81.2887	525.84
18	56.5487	254.4722	22	69.1150	380.1326	26	81.6814	530.93
	56.9414	258.02		69.5077	384.46		82.0741	536.05
	57.3341	261.59		69.9004	388.82		82.4668	541.19
	57.7268	265.18		70.2931	393.20		82.8595	546.35
	58.1195	268.80		70.6858	397.61		83.2522	551.55
	58.5122	272.45		71.0785	402.04		83.6449	556.76
	58.9049	276.12		71.4712	406.49		84.0376	562.00
	59.2976	279.81		71.8639	410.97		84.4303	567.27
19	59.6903	283.5323	23	72.2566	415.4827	27	84.8230	572.56
	60.0830	287.27		72.6493	420.00		85.2157	577.87
	60.4757	291.04		73.0420	424.56		85.6084	583.21
	60.8684	294.83		73.4347	429.13		86.0011	588.57
	61.2611	298.65		73.8274	433.74		86.3938	593.96
	61.6538	302.49		74.2201	438.36		86.7865	599.37
	62.0465	306.35		74.6128	443.01		87.1792	604.81
	62.4392	310.24		75.0055	447.69		87.5719	610.27

圖之面積及圓周表 (續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$
28	87.9646	615.75	32	100.531	804.25	36	113.097	1017.9
	88.3573	621.26		100.924	810.54		113.490	1025.0
	88.7500	626.80		101.316	816.86		113.883	1032.1
	89.1427	632.36		101.709	823.21		114.275	1039.2
	89.5354	637.94		102.102	829.58		114.668	1046.3
	89.9281	643.55		102.494	835.97		115.061	1053.5
	90.3208	649.18		102.887	842.39		115.454	1060.7
	90.7135	654.84		103.280	848.83		115.846	1068.0
29	91.1062	660.52	33	103.673	855.30	37	116.239	1075.2
	91.4989	666.23		104.065	861.70		116.632	1082.5
	91.8916	671.96		104.458	868.31		117.024	1089.8
	92.2843	677.71		104.851	874.85		117.417	1097.1
	92.6770	683.49		105.243	881.41		117.810	1104.5
	93.0697	689.30		105.636	888.00		118.202	1111.8
	93.4624	695.13		106.029	894.62		118.596	1119.2
	93.8551	700.98		106.421	901.26		118.988	1126.7
30	94.2478	706.86	34	106.814	907.92	38	119.381	1134.1
	94.6405	712.76		107.207	914.61		119.773	1141.6
	95.0332	718.69		107.600	921.32		120.166	1149.1
	95.4259	724.64		107.992	928.06		120.559	1156.6
	95.8186	730.62		108.385	934.82		120.951	1164.2
	96.2113	736.62		108.778	941.61		121.344	1171.7
	96.6040	742.64		109.170	948.42		121.737	1179.3
	96.9967	748.69		109.563	955.25		122.129	1186.9
31	97.3894	754.77	35	109.956	962.11	39	122.522	1194.6
	97.7821	760.87		110.348	969.00		122.915	1202.3
	98.1748	766.99		110.741	975.91		123.308	1210.0
	98.5675	773.14		111.134	982.84		123.700	1217.7
	98.9602	779.31		111.527	989.80		124.093	1225.4
	99.3529	785.51		111.919	996.78		124.486	1233.2
	99.7456	791.73		112.312	1003.8		124.878	1241.0
	100.138	777.98		112.705	1010.8		125.271	1248.8

圓之面積及圓周表 (續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$
40	125.664	1256.644	138.230	1520.548	150.796	1809.6		
	126.056	1264.5	138.623	1529.2	151.189	1819.0		
	126.449	1272.4	139.015	1537.9	151.582	1828.5		
	126.842	1280.3	139.408	1546.6	151.975	1837.9		
	127.235	1288.2	139.801	1555.3	152.367	1847.5		
	127.627	1296.2	140.194	1564.0	152.760	1857.0		
	128.060	1304.2	140.586	1572.8	153.153	1866.5		
	128.413	1312.2	140.979	1581.6	153.545	1876.1		
41	128.805	1320.345	141.372	1590.449	153.938	1885.7		
	129.198	1328.3	141.764	1599.3	154.331	1895.4		
	129.591	1336.4	142.157	1608.2	154.723	1905.0		
	129.983	1344.5	142.550	1617.0	155.116	1914.7		
	130.376	1352.7	142.942	1626.0	155.509	1924.4		
	130.769	1360.8	143.335	1634.9	155.902	1934.2		
	131.161	1369.0	143.728	1643.9	156.294	1943.9		
	131.554	1377.2	144.121	1652.9	156.687	1953.7		
42	131.947	1385.446	144.513	1661.950	157.080	1963.5		
	132.340	1393.7	144.906	1670.9	157.472	1973.3		
	132.732	1402.0	145.299	1680.0	157.865	1983.2		
	133.125	1410.3	145.691	1689.1	158.258	1993.1		
	133.518	1418.6	146.084	1698.2	158.650	2003.0		
	133.910	1427.0	146.477	1707.4	159.043	2012.9		
	134.303	1435.4	146.869	1716.5	159.436	2022.8		
	134.696	1443.8	147.262	1725.7	159.829	2032.8		
43	135.088	1452.247	147.655	1734.951	160.221	2042.8		
	135.481	1460.7	148.048	1744.2	160.614	2052.8		
	135.874	1469.1	148.440	1753.5	161.007	2062.9		
	136.267	1477.6	148.833	1762.7	161.399	2073.0		
	136.659	1486.2	149.226	1772.1	161.792	2083.1		
	137.052	1494.7	149.618	1781.4	162.185	2093.2		
	137.445	1503.3	150.011	1790.8	162.577	2103.3		
	137.837	1511.9	150.404	1800.1	162.970	2113.5		

圓之面積及圓周表 (續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4} d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4} d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4} d^2$
52	163.363	2123.7	56	175.929	2463.0	60	188.496	2827.4
	163.756	2133.9		175.322	2474.0		188.888	2839.2
	164.148	2144.2		176.715	2485.0		189.281	2851.0
	164.541	2154.5		177.107	2496.1		189.674	2862.9
	164.934	2164.8		177.500	2507.2		190.066	2874.8
	165.326	2175.1		177.893	2518.3		190.459	2886.6
	165.719	2185.4		178.285	2529.4		190.852	2898.6
	166.112	2195.8		178.678	2540.6		191.244	2910.5
53	166.504	2206.2	57	179.071	2551.8	61	191.637	2922.5
	166.897	2216.6		179.463	2563.0		192.030	2934.5
	167.290	2227.0		179.856	2574.2		192.423	2946.5
	167.683	2237.5		180.249	2585.4		192.815	2958.5
	168.075	2248.0		180.642	2596.7		193.208	2970.6
	168.468	2258.5		181.034	2608.0		193.601	2982.7
	168.861	2269.1		181.427	2619.4		193.993	2994.8
	169.253	2279.6		181.820	2530.7		194.386	3006.9
54	169.646	2290.2	58	182.212	2642.1	62	194.779	3019.1
	170.039	2300.8		182.605	2653.2		195.171	3031.3
	170.431	2311.5		182.998	2664.9		195.564	3043.5
	170.824	2322.1		183.390	2676.4		195.957	3055.7
	171.217	2332.8		183.783	2687.8		196.350	3068.0
	171.609	2343.5		184.176	2699.3		196.742	3080.3
	172.002	2354.3		184.569	2710.9		197.135	3092.6
	172.395	2365.0		184.961	2722.4		197.528	3104.9
55	172.788	2375.8	59	185.354	2734.0	63	197.920	2117.2
	173.180	2386.6		185.747	2745.6		198.313	3129.6
	173.573	2397.5		186.139	2757.2		198.706	3142.0
	173.966	2408.3		186.532	2768.8		199.098	3154.5
	174.358	2419.2		186.925	2780.5		199.491	3166.9
	174.751	2430.1		187.317	2792.2		199.884	3179.4
	175.144	2441.1		187.710	2803.9		200.277	3191.9
	175.536	2452.1		188.103	2815.7		200.699	3204.4



圓之面積及圓周表

(續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$
64	201.062	3217.0	68	213.628	3631.7	72	226.195	4071.5
	201.455	3229.6		214.021	3645.0		226.587	4085.7
	201.847	3242.2		214.414	3658.4		226.980	4099.8
	202.240	3254.8		214.806	3671.8		227.373	4114.0
	202.633	3267.5		215.199	3685.3		227.765	4128.2
	203.025	3280.1		215.592	3698.7		228.158	4142.5
	203.418	3292.8		215.984	3712.2		228.551	4156.8
	203.811	3305.6		216.377	3725.7		228.944	4171.1
65	204.204	3318.3	69	216.770	3739.3	73	229.336	4185.4
	204.596	3331.1		217.163	3752.8		229.729	4199.7
	204.989	3343.9		217.555	3766.4		230.122	4214.1
	205.382	3356.7		217.948	3780.0		230.514	4228.5
	205.774	3369.6		218.341	3793.7		230.907	4242.9
	206.167	3382.4		218.733	3807.3		231.300	4257.4
	206.560	3395.3		219.126	3821.0		231.692	4271.8
	206.952	3408.2		219.519	3834.7		232.085	4286.3
66	207.345	3421.2	70	219.911	3848.5	74	232.478	4300.8
	207.738	3434.2		220.304	3862.2		232.871	4315.4
	208.131	3447.2		220.697	3876.0		233.263	4329.9
	208.523	3460.2		221.090	3889.8		233.656	4344.5
	208.916	3473.2		221.482	3903.6		234.049	4359.2
	209.309	3486.3		221.875	3917.5		234.441	4373.8
	209.701	3499.4		222.268	3931.4		234.834	4388.5
	210.094	3512.5		222.660	3945.3		235.227	4403.1
67	210.487	3525.7	71	223.053	3959.2	75	235.619	4417.9
	210.879	3538.8		223.446	3973.1		236.012	4432.6
	211.272	3552.0		223.838	3987.1		236.405	4447.4
	211.665	3565.2		224.231	4001.1		236.798	4462.2
	212.058	3578.5		224.624	4015.2		237.190	4477.0
	212.450	3591.7		225.017	4029.2		237.583	4491.8
	212.843	3605.0		225.409	4043.3		237.976	4506.7
	213.236	3618.3		225.802	4057.4		238.368	4521.5

圓之面積及圓周表 (續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$
76	238.761	4536.5	80	251.327	5026.5	84	263.894	5541.8
	239.154	4551.5		251.720	5042.3		264.286	5558.3
	239.546	4566.4		252.113	5058.0		264.679	5574.8
	239.939	4581.3		252.506	5073.8		265.072	5591.4
	240.332	4596.3		252.898	5089.6		265.465	5607.9
	240.725	4611.4		253.291	5105.4		265.857	5624.5
	241.117	4626.4		253.684	5121.2		266.250	5641.2
	241.510	4641.5		254.076	5137.1		266.643	5657.8
77	241.903	4656.6	81	254.469	5153.0	85	267.035	5674.5
	242.295	4671.9		254.862	5168.9		267.428	5691.2
	242.688	4686.9		255.254	5184.9		267.821	5707.9
	243.081	4702.1		255.647	5200.8		268.213	5724.7
	243.473	4717.3		256.040	5216.8		268.606	5741.5
	243.866	4732.5		256.432	5232.8		268.999	5758.3
	244.259	4747.8		256.825	5248.9		269.392	5775.1
	244.652	4763.1		257.218	5264.9		269.784	5791.9
78	245.044	4778.4	82	257.611	5281.0	86	270.177	5808.8
	245.437	4793.7		258.003	5297.1		270.570	5825.7
	245.830	4809.0		258.396	5313.3		270.962	5842.6
	246.222	4824.4		258.789	5329.4		271.355	5859.6
	246.615	4839.8		259.181	5345.6		271.748	5876.5
	247.008	4855.2		259.574	5361.8		272.140	5893.5
	247.400	4870.7		259.967	5378.1		272.533	5910.6
	247.793	4886.2		260.359	5394.3		272.926	5927.6
79	248.186	4901.7	83	260.752	5410.6	87	273.319	5944.7
	248.579	4917.2		261.145	5426.9		273.711	5961.8
	248.971	4932.7		261.538	5443.3		274.104	5978.9
	249.364	4948.3		261.930	5459.6		274.497	5996.0
	249.757	4963.9		262.323	5476.0		274.889	6013.2
	250.149	4979.5		262.716	5492.4		275.282	6930.4
	250.542	4995.2		263.108	5508.8		275.675	6047.6
	250.935	5010.9		263.501	5525.3		276.067	6064.9

圓之面積及圓周表 (續前)

d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$	d	$\pi d$	$\frac{\pi}{4}d^2$
88	276.460	6082.192	88	289.027	6647.696	88	301.593	7238.2
	276.853	6099.4		289.419	6665.7		301.986	7257.1
	277.246	6116.7		289.812	6683.8		302.378	7276.0
	277.638	6134.1		290.209	6701.9		302.771	7294.9
	278.031	6151.4		290.597	6720.1		303.164	7313.8
	278.424	6168.8		290.990	6738.2		303.556	7332.8
	278.816	6186.2		291.383	6756.4		303.949	7351.8
	279.209	6203.7		291.775	6774.7		304.342	7370.8
89	279.602	6221.193	89	292.118	6792.997	89	304.734	7389.8
	279.994	6238.6		292.561	6811.2		305.127	7408.9
	280.387	6256.1		292.954	6829.5		305.520	7428.0
	280.780	6273.7		293.346	6847.8		305.913	7447.1
	281.173	6291.2		293.739	6866.1		306.305	7466.2
	281.565	6308.8		294.132	6884.5		306.698	7485.3
	281.958	6326.4		294.524	6902.9		307.091	7504.5
	282.351	6344.1		294.917	6921.3		307.483	7523.7
90	282.743	6361.794	90	295.310	6939.898	90	307.876	7543.0
	283.136	6379.4		295.702	6958.2		308.269	7562.2
	283.529	6397.1		296.095	6976.7		308.661	7581.5
	283.921	6414.9		296.488	6995.3		309.054	7600.8
	284.314	6432.6		296.881	7013.8		309.447	7620.1
	284.707	6450.4		297.273	7032.4		309.840	7639.5
	285.100	6468.2		297.666	7051.0		310.232	7658.9
	285.492	6486.0		298.059	7069.6		310.625	7678.3
91	285.885	6503.995	91	298.451	7088.299	91	311.018	7697.7
	286.278	6521.8		298.844	7106.9		311.410	7717.1
	286.670	6539.7		299.237	7125.6		311.803	7736.6
	287.063	6557.6		299.629	7144.3		312.196	7756.1
	287.456	6575.5		300.022	7163.0		312.588	7775.6
	287.848	6593.5		300.415	7181.8		312.981	7795.2
	288.241	6611.5		300.807	7200.6		313.374	7814.8
	288.634	6629.6		301.200	7219.4		313.767	7834.4
					100	314.159	7854.0	

球之表面積及體積表

直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積
$\frac{1}{64}$	0.00077	0.000021		3.1416	0.523603		28.274	14.137
$\frac{1}{32}$	0.00307	0.00002	$\frac{1}{16}$	3.5466	0.62804	$\frac{1}{16}$	29.465	15.039
$\frac{1}{16}$	0.01227	0.00013	$\frac{1}{8}$	3.9761	0.74551	$\frac{1}{8}$	30.680	15.979
$\frac{3}{32}$	0.02761	0.00043	$\frac{3}{16}$	4.4301	0.87681	$\frac{3}{16}$	31.919	16.957
$\frac{1}{8}$	0.04909	0.00102	$\frac{1}{4}$	4.9088	1.0227	$\frac{1}{4}$	33.183	17.974
$\frac{5}{32}$	0.07670	0.00200	$\frac{5}{16}$	5.4119	1.1839	$\frac{5}{16}$	34.472	19.031
$\frac{3}{16}$	0.11045	0.00345	$\frac{3}{8}$	5.9396	1.3611	$\frac{3}{8}$	35.784	20.129
$\frac{1}{4}$	0.15033	0.00548	$\frac{1}{2}$	6.4919	1.5553	$\frac{1}{2}$	37.122	21.268
	0.19635	0.00818	$\frac{1}{2}$	7.0686	1.7671	$\frac{1}{2}$	38.484	22.449
$\frac{9}{32}$	0.24851	0.01165	$\frac{9}{16}$	7.6699	1.9974	$\frac{9}{16}$	41.283	24.942
$\frac{5}{16}$	0.30680	0.01598	$\frac{5}{8}$	8.2957	2.2468	$\frac{5}{8}$	44.179	27.611
$\frac{11}{32}$	0.37123	0.02127	$\frac{11}{16}$	8.9461	2.5161	$\frac{11}{16}$	47.173	30.466
$\frac{3}{8}$	0.44179	0.02761	$\frac{3}{4}$	9.6211	2.8062	4	50.265	33.510
$\frac{13}{32}$	0.51848	0.03511	$\frac{13}{16}$	10.321	3.1177	$\frac{1}{2}$	53.456	36.751
$\frac{7}{16}$	0.60132	0.04385	$\frac{7}{8}$	11.044	3.4514	$\frac{3}{4}$	56.745	40.195
$\frac{15}{32}$	0.69028	0.05393	$\frac{15}{16}$	11.793	3.8083	$\frac{7}{8}$	60.133	43.847
$\frac{1}{2}$	0.78540	0.06545	2	12.566	4.1888	$\frac{1}{2}$	63.617	47.713
$\frac{17}{32}$	0.88664	0.07850	$\frac{1}{2}$	13.364	4.5939	$\frac{1}{2}$	67.201	51.801
$\frac{9}{16}$	0.99403	0.09319	$\frac{1}{8}$	14.186	5.0243	$\frac{1}{2}$	70.883	56.116
$\frac{19}{32}$	1.1075	0.10960	$\frac{3}{16}$	15.033	5.4809	$\frac{1}{2}$	74.663	60.663
$\frac{5}{8}$	1.2272	0.12783	$\frac{1}{4}$	15.904	5.9641	5	78.540	65.450
$\frac{21}{32}$	1.3530	0.14798	$\frac{5}{16}$	16.800	6.4751	$\frac{1}{2}$	82.516	70.482
$\frac{11}{16}$	1.4849	0.17014	$\frac{3}{8}$	17.721	7.0144	$\frac{1}{2}$	89.591	75.767
$\frac{23}{32}$	1.6230	0.19442	$\frac{1}{2}$	18.666	7.5829	$\frac{1}{2}$	90.763	81.308
$\frac{3}{4}$	1.7671	0.22089		19.635	8.1813	$\frac{1}{2}$	95.033	87.113
$\frac{25}{32}$	1.9175	0.24967	$\frac{1}{2}$	20.629	8.8103	$\frac{1}{2}$	99.401	93.189
$\frac{13}{16}$	2.0739	0.28084	$\frac{9}{16}$	21.648	9.4708	$\frac{1}{2}$	103.87	99.541
$\frac{27}{32}$	2.2365	0.31451	$\frac{11}{16}$	22.691	10.164	$\frac{1}{2}$	108.44	106.18
$\frac{7}{8}$	2.4053	0.35077	$\frac{3}{4}$	23.758	10.889	6	113.10	113.10
$\frac{29}{32}$	2.5802	0.38971	$\frac{15}{16}$	24.850	11.649	$\frac{1}{2}$	117.87	120.31
$\frac{15}{16}$	2.7611	0.43143	$\frac{7}{8}$	25.967	12.443	$\frac{1}{2}$	122.72	127.83
$\frac{31}{32}$	2.9483	0.47603	$\frac{15}{16}$	27.109	13.272	$\frac{1}{2}$	127.68	135.66

球之表面積及體積表 (續前)

直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積
6 $\frac{1}{16}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{1}{2}$	132.73	143.97	11 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	380.13	696.91	19 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1134.1	3591.4
	137.89	152.25		397.61	745.51		1164.2	3735.0
	143.14	161.03		415.48	796.33		1194.6	3882.5
	148.49	170.14		433.73	849.40		1225.4	4033.7
7 $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$	153.94	179.59	12 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	452.39	904.78	20 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1256.7	4188.8
	159.49	189.39		471.44	962.52		1288.3	4347.8
	165.13	199.53		490.87	1022.7		1320.3	4510.9
	170.87	210.03		510.71	1085.3		1352.7	4677.9
$\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{5}{8}$	176.71	220.89	13 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	530.93	1150.3	21 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1385.5	4849.1
	182.66	232.13		551.55	1218.0		1418.6	5024.3
	188.69	243.73		572.55	1288.3		1452.2	5203.7
	194.83	255.72		593.95	1361.2		1486.2	5387.4
8 $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$	201.06	268.08	14 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	615.75	1436.8	22 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1520.5	5575.3
	207.39	280.85		637.95	1515.1		1555.3	5767.6
	213.82	294.01		660.52	1596.3		1590.4	5964.1
	220.36	307.58		683.49	1680.3		1626.0	6165.2
$\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{5}{8}$	226.98	321.56	15 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	706.85	1767.2	23 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1661.9	6370.6
	233.71	335.95		730.63	1857.0		1698.2	6580.6
	240.53	350.77		754.77	1949.8		1735.0	6795.2
	247.45	366.02		779.32	2045.7		1772.1	7014.3
9 $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$	254.47	381.70	16 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	804.25	2144.7	24 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1809.6	7238.2
	261.59	397.83		829.57	2246.8		1847.5	7466.7
	268.81	414.41		855.29	2352.1		1885.8	7700.1
	276.12	431.44		881.42	2460.6		1924.4	7938.3
$\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{5}{8}$	283.53	448.92	17 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	907.93	2572.4	25 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1963.5	8181.3
	291.04	466.87		934.83	2687.6		2002.9	8429.2
	298.65	485.31		962.12	2806.2		2042.8	8682.0
	306.36	504.21		989.80	2928.2		2083.0	8939.9
10 $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{5}{8}$	314.16	523.60	18 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	1017.9	3053.6	26 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	2123.7	9202.8
	330.06	563.86		1046.4	3182.6		2164.7	9470.6
	346.36	606.13		1075.2	3315.3		2206.2	9744.0
	363.05	650.46		1104.5	3451.5		2248.0	10022

球之表面積及體積表 (續前)

直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積
27	2290.2	10306	41	5281.1	36087	57	10207	96967
$\frac{1}{4}$	2332.8	10595	$\frac{1}{2}$	5410.7	37423	$\frac{1}{2}$	10387	98541
$\frac{1}{2}$	2375.8	10889	42	5541.9	38792	58	10568	102161
$\frac{3}{4}$	2419.2	11189	$\frac{1}{2}$	5674.5	40194	$\frac{1}{2}$	10751	104826
28	2463.0	11494	43	5808.8	41630	59	10936	107536
$\frac{1}{4}$	2507.2	11805	$\frac{1}{2}$	5944.7	43099	$\frac{1}{2}$	11122	110294
$\frac{1}{2}$	2551.8	12121	44	6082.1	44602	60	11310	113098
$\frac{3}{4}$	2596.7	12443	$\frac{1}{2}$	6221.2	46141	$\frac{1}{2}$	11499	115949
29	2642.1	12770	45	6361.7	47713	61	11690	118847
$\frac{1}{2}$	2734.0	13442	$\frac{1}{2}$	6503.9	49321	$\frac{1}{2}$	11882	121794
30	2827.4	14137	46	6647.6	50965	62	12070	124789
$\frac{1}{2}$	2922.5	14856	$\frac{1}{2}$	6792.9	52645	$\frac{1}{2}$	12272	127832
31	3019.1	15599	47	6939.9	54362	63	12469	130925
$\frac{1}{2}$	3117.3	16366	$\frac{1}{2}$	7088.3	56115	$\frac{1}{2}$	12668	134067
32	3217.0	17157	48	7238.3	57906	64	12868	137259
$\frac{1}{2}$	3318.3	17974	$\frac{1}{2}$	7389.9	59734	$\frac{1}{2}$	13070	140501
33	3421.2	18817	49	7543.1	61601	65	13273	143794
$\frac{1}{2}$	3525.7	19685	$\frac{1}{2}$	7697.7	63506	$\frac{1}{2}$	13478	147138
34	3631.7	20580	50	7854.0	65450	66	13685	150533
$\frac{1}{2}$	3739.3	21501	$\frac{1}{2}$	8011.8	67433	$\frac{1}{2}$	13893	153980
35	3848.5	22449	51	8171.2	69456	67	14103	157480
$\frac{1}{2}$	3959.2	23425	$\frac{1}{2}$	8332.3	71519	$\frac{1}{2}$	14314	161032
36	4071.5	24429	52	8494.8	73622	68	14527	164637
$\frac{1}{2}$	4185.5	25461	$\frac{1}{2}$	8658.9	75767	$\frac{1}{2}$	14741	168295
37	4300.9	26522	53	8824.8	77952	69	14957	172007
$\frac{1}{2}$	4517.9	27612	$\frac{1}{2}$	8992.0	80178	$\frac{1}{2}$	15175	175774
38	4536.5	28731	54	9160.8	82448	70	15394	179595
$\frac{1}{2}$	4656.7	29880	$\frac{1}{2}$	9331.2	84760	$\frac{1}{2}$	15615	183471
39	4778.4	31059	55	9503.2	87114	71	15837	187402
$\frac{1}{2}$	4901.7	32270	$\frac{1}{2}$	9676.8	89511	$\frac{1}{2}$	16061	191389
40	5026.5	33510	56	9852.0	91953	72	16286	195439
$\frac{1}{2}$	5153.1	34783	$\frac{1}{2}$	10029.0	94438	$\frac{1}{2}$	16513	199532

球之表面積及體積表 (續前)

直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積
73	16742	203689	89	24885	369122	109	37325	678076
$\frac{1}{2}$	16972	207903	$\frac{1}{2}$	25165	375378	110	38013	696910
74	17204	212175	90	25447	381704	111	38708	716090
$\frac{1}{2}$	17437	216505	$\frac{1}{2}$	25730	388102	112	39408	735619
75	17672	220894	91	26016	394570	113	40115	755499
$\frac{1}{2}$	17908	225341	$\frac{1}{2}$	26302	401109	114	40828	775735
76	18146	229848	92	26590	407721	115	41548	796328
$\frac{1}{2}$	18286	234414	$\frac{1}{2}$	26880	414405	116	42273	817283
77	18626	239041	93	27172	421161	117	43005	838603
$\frac{1}{2}$	18869	243728	$\frac{1}{2}$	27464	427991	118	43744	860289
78	19114	248475	94	27759	434894	119	44488	882347
$\frac{1}{2}$	19360	253284	$\frac{1}{2}$	28055	441871	120	45239	904779
79	19607	258155	95	28353	448920	121	45996	927587
$\frac{1}{2}$	19856	263088	$\frac{1}{2}$	28652	456047	122	46759	950776
80	20106	268083	96	28953	463248	123	47529	974348
$\frac{1}{2}$	20358	273141	$\frac{1}{2}$	29255	470524	124	48305	998306
81	20612	278263	97	29559	477874	125	49087	1022654
$\frac{1}{2}$	20867	283447	$\frac{1}{2}$	29865	485302	126	49876	1047394
82	21124	288696	98	30172	492808	127	50671	1072531
$\frac{1}{2}$	21382	294010	$\frac{1}{2}$	30481	500388	128	51472	1098066
83	21642	299388	99	30791	508047	129	52279	1124004
$\frac{1}{2}$	21904	304831	$\frac{1}{2}$	31103	515785	130	53093	1150347
84	22167	310340	100	31416	523598	131	53913	1177098
$\frac{1}{2}$	22432	315915	$\frac{1}{2}$	31731	531492	132	54739	1204260
85	22698	321556	101	32047	539464	133	55572	1231838
$\frac{1}{2}$	22966	327264	102	32685	555647	134	56410	1259833
86	23235	333039	103	33329	572150	135	57256	1288249
$\frac{1}{2}$	23506	338882	104	33979	588977	136	58107	1317090
87	23779	344792	105	34636	606131	137	58965	1346357
$\frac{1}{2}$	24053	350771	106	35299	623614	138	59829	1376055
88	24328	356819	107	35968	641431	139	60699	1406187
$\frac{1}{2}$	24606	362935	108	36644	659584	140	61575	1436755

球之表面積及體積表 (續前)

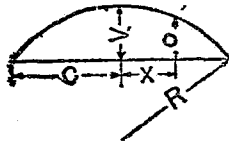
直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積	直徑	表面積	體積
141	62458	1467763	161	81433	2185125	181	102922	3104805
142	63347	1499214	162	82448	2226094	182	104062	3156551
143	64242	1531112	163	83469	2267574	183	105209	3208869
144	65144	1563457	164	84496	2309565	184	106362	3261761
145	66052	1596256	165	85530	2352071	185	107521	3315231
146	66966	1629511	166	86569	2395096	186	108687	3369282
147	67887	1663224	167	87616	2438642	187	109858	3423919
148	68813	1697398	168	88668	2482713	188	111090	3479142
149	69747	1732038	169	89729	2527311	189	112221	3534956
150	70686	1767146	170	90792	2572441	190	113411	3591364
151	71631	1802725	171	91863	2618104	191	114609	3648369
152	72583	1838778	172	92941	2664305	192	115812	3705973
153	73542	1875309	173	94025	2711046	193	117021	3764181
154	74506	1912321	174	95115	2758331	194	118237	3822996
155	75477	1949816	175	96211	2806162	195	119459	3882149
156	76454	1987799	176	97314	2854534	196	120687	3942156
157	77437	2026271	177	98423	2903477	197	121922	4003108
158	78427	2065237	178	99538	2952967	198	123163	4064379
159	79423	2104699	179	100660	3003006	199	124420	4126272
160	80425	2144660	180	101788	3053628	100	125664	4188790

$$\text{球之表面積} = \pi d^2 = 3.14159d^2$$

$$\text{球之體積} = \frac{\pi}{6} d^3 = .5236d^3$$



缺圓之面積



D=圓之直徑  
 V=缺圓之高  
 缺圓之面積=D<sup>2</sup>×M  
 今將與  $\frac{V}{D}$  之各值相當之  
 M之值示之如下表

C=弦之二分之一  
 O=在任意點缺圓之高  
 R=圓之半徑  
 X=自中心至O線之距離  
 $O = \sqrt{R^2 - X^2} - (R - V)$   
 $R = \frac{V^2 + C^2}{2V}$  又  $D = \frac{V^2 + C^2}{V}$   
 $V = R - \sqrt{R^2 - C^2}$   
 $X = \sqrt{R^2 - (O + R - V)^2}$   
 缺圓之面積 =  $\frac{4V}{3} \sqrt{(0.625V)^2 + C^2}$

$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M
0	.000000	.026	.005546	.052	.015561	.078	.028356
.001	.000042	.027	.005869	.053	.016008	.079	.028894
.002	.000119	.028	.006194	.054	.016458	.080	.029435
.003	.000219	.029	.006527	.055	.016912	.081	.029979
.004	.000337	.030	.006866	.056	.017369	.082	.030526
.005	.000471	.031	.007209	.057	.017831	.083	.031077
.006	.000619	.032	.007559	.058	.018297	.084	.031630
.007	.000779	.033	.007913	.059	.018766	.085	.032186
.008	.000952	.034	.008273	.060	.019239	.086	.032746
.009	.001135	.035	.008638	.061	.019716	.087	.033308
.010	.001329	.036	.009008	.062	.020197	.088	.033873
.011	.001533	.037	.009383	.063	.020681	.089	.034441
.012	.001746	.038	.009764	.064	.021168	.090	.035012
.013	.001969	.039	.010148	.065	.021659	.091	.035586
.014	.002199	.040	.010538	.066	.022154	.092	.036162
.015	.002438	.041	.010932	.067	.022652	.093	.036742
.016	.002685	.042	.011331	.068	.023154	.094	.037324
.017	.002940	.043	.011734	.069	.023659	.095	.037909
.018	.003202	.044	.012142	.070	.024168	.096	.038497
.019	.003472	.045	.012555	.071	.024680	.097	.039087
.020	.003749	.046	.012971	.072	.025195	.098	.039681
.021	.004032	.047	.013393	.073	.025714	.099	.040277
.022	.004322	.048	.013818	.074	.026236	.100	.040875
.023	.004619	.049	.014248	.075	.026761	.101	.041477
.024	.004922	.050	.014681	.076	.027290	.102	.042080
.025	.005231	.051	.015119	.077	.027821	.103	.042687

缺圓之面積 (續前)

$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M
.104	.043296	.143	.068924	.182	.097675	.221	.128943
.105	.043908	.144	.069626	.183	.098447	.222	.129773
.106	.044523	.145	.070329	.184	.099221	.223	.130605
.107	.045140	.146	.071034	.185	.099997	.224	.131438
.108	.045759	.147	.071741	.186	.100774	.225	.132273
.109	.046381	.148	.072450	.187	.101553	.226	.133109
.110	.047006	.149	.073162	.188	.102334	.227	.133946
.111	.047633	.150	.073875	.189	.103116	.228	.134784
.112	.048262	.151	.074590	.190	.103900	.229	.135624
.113	.048894	.152	.075307	.191	.104686	.230	.136465
.114	.049529	.153	.076026	.192	.105472	.231	.137307
.115	.050165	.154	.076747	.193	.106261	.232	.138151
.116	.050805	.155	.077470	.194	.107051	.233	.138996
.117	.051446	.156	.078150	.195	.107843	.234	.139842
.118	.052090	.157	.078921	.196	.108636	.235	.140689
.119	.052737	.158	.079650	.197	.109431	.236	.141538
.120	.053385	.159	.080380	.198	.110227	.237	.142388
.121	.054037	.160	.081112	.199	.111025	.238	.143239
.122	.054690	.161	.081847	.200	.111824	.239	.144091
.123	.055346	.162	.082582	.201	.112625	.240	.144945
.124	.056004	.163	.083320	.202	.113427	.241	.145800
.125	.056664	.164	.084060	.203	.114231	.242	.146656
.126	.057327	.165	.084801	.204	.115036	.243	.147513
.127	.057991	.166	.085545	.205	.115842	.244	.148371
.128	.058658	.167	.086290	.206	.116651	.245	.149231
.129	.059328	.168	.087037	.207	.117460	.246	.150091
.130	.059999	.169	.087785	.208	.118271	.247	.150953
.131	.060673	.170	.088536	.209	.119084	.248	.151816
.132	.061349	.171	.089288	.210	.119898	.249	.152681
.133	.062027	.172	.090042	.211	.120713	.250	.153546
.134	.062707	.173	.090797	.212	.121530	.251	.154413
.135	.063389	.174	.091555	.213	.122348	.252	.155281
.136	.064074	.175	.092314	.214	.123167	.253	.156149
.137	.064761	.176	.093074	.215	.123988	.254	.157019
.138	.065449	.177	.093837	.216	.124811	.255	.157891
.139	.066140	.178	.094601	.217	.125634	.256	.158763
.140	.066833	.179	.095367	.218	.126459	.257	.159636
.141	.067528	.180	.096135	.219	.127286	.258	.160511
.142	.068225	.181	.096904	.220	.128114	.259	.161386

缺圓之面積 (續前)							
$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M
.260	.162263	.299	.197252	.338	.233580	.377	.270951
.261	.163141	.300	.198168	.339	.234526	.378	.271921
.262	.164020	.301	.199085	.340	.235473	.379	.272891
.263	.164900	.302	.200003	.341	.236421	.380	.273861
.264	.165781	.303	.200922	.342	.237369	.381	.274832
.265	.166663	.304	.201841	.343	.238319	.382	.275804
.266	.167546	.305	.202762	.344	.239268	.383	.276776
.267	.168431	.306	.203683	.345	.240219	.384	.277748
.268	.169316	.307	.204605	.346	.241170	.385	.278721
.269	.170202	.308	.205528	.347	.242122	.386	.279695
.270	.171090	.309	.206452	.348	.243074	.387	.280669
.271	.171978	.310	.207376	.349	.244027	.388	.281643
.272	.172868	.311	.208302	.350	.244980	.389	.282618
.273	.173758	.312	.209228	.351	.245935	.390	.283593
.274	.174650	.313	.210155	.352	.246890	.391	.284569
.275	.175542	.314	.211083	.353	.247845	.392	.285545
.276	.176436	.315	.212011	.354	.248801	.393	.286521
.277	.177330	.316	.212941	.355	.249758	.394	.287499
.278	.178226	.317	.213871	.356	.250715	.395	.288476
.279	.179122	.318	.214802	.357	.251673	.396	.289454
.280	.180020	.319	.215734	.358	.252632	.397	.290432
.281	.180918	.320	.216666	.359	.253591	.398	.291411
.282	.181818	.321	.217600	.360	.254551	.399	.292390
.283	.182718	.322	.218534	.361	.255511	.400	.293370
.284	.183619	.323	.219419	.362	.256472	.401	.294350
.285	.184522	.324	.220404	.363	.257433	.402	.295330
.286	.185425	.325	.221341	.364	.258395	.403	.296311
.287	.186329	.326	.222278	.365	.259358	.404	.297292
.288	.187235	.327	.223216	.366	.260321	.405	.298274
.289	.188141	.328	.224154	.367	.261285	.406	.299256
.290	.189048	.329	.225094	.368	.262249	.407	.300238
.291	.189956	.330	.226034	.369	.263214	.408	.301221
.292	.190865	.331	.226974	.370	.264179	.409	.302204
.293	.191774	.332	.227916	.371	.265145	.410	.303187
.294	.192685	.333	.228858	.372	.266111	.411	.304171
.295	.193597	.334	.229801	.373	.267078	.412	.305156
.296	.194509	.335	.230745	.374	.268046	.413	.306140
.297	.195423	.336	.231689	.375	.269014	.414	.307125
.298	.196337	.337	.232634	.376	.269982	.415	.308110

缺圓之面積 (續前)

$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M	$\frac{V}{D}$	M
.416	.309096	.437	.329866	.458	.350749	.479	.371705
.417	.310082	.438	.330858	.459	.351745	.480	.372704
.418	.311068	.439	.331851	.460	.352742	.481	.373704
.419	.312055	.440	.332843	.461	.353739	.482	.374703
.420	.313042	.441	.333836	.462	.354736	.483	.375702
.421	.314029	.442	.334829	.463	.355733	.484	.376702
.422	.315017	.443	.335823	.464	.356730	.485	.377701
.423	.316005	.444	.336816	.465	.357728	.486	.378701
.424	.316993	.445	.337810	.466	.358725	.487	.379701
.425	.317981	.446	.338804	.467	.359723	.488	.380700
.426	.318970	.447	.339799	.468	.360721	.489	.381700
.427	.319959	.448	.340793	.469	.361719	.490	.382700
.428	.320949	.449	.341788	.470	.362717	.491	.383700
.429	.321938	.450	.342783	.471	.363715	.492	.384699
.430	.322928	.451	.343778	.472	.364714	.493	.385699
.431	.323919	.452	.344773	.473	.365712	.494	.386699
.432	.324909	.453	.345768	.474	.366711	.495	.387699
.433	.325900	.454	.346764	.475	.367710	.496	.388699
.434	.326891	.455	.347760	.476	.368708	.497	.389699
.435	.327883	.456	.348756	.477	.369707	.498	.390699
.436	.328874	.457	.349752	.478	.370706	.499	.391699
					.500		.392699

各角度所對之弦之長

不用分度器，而將所要之角度正確算出之方法，即依次表先求弦之長，而可得角度之方法是也。

(例) 今欲求三十九度三十五分之角度，依次表取出與其最近之 $39^{\circ}-30'$ 及 $39^{\circ}-40'$ 之欄之數相加而二分之，即得其平均。6772，將此乘之以半徑得弦之長，假如現在半徑為十吋即6.772吋則如圖所示，

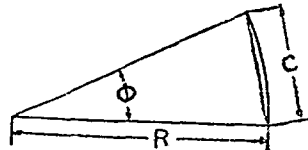
如以公式示之

$$C = R \times K$$

C = 弦之長

R = 半徑

K = 表中之數



角與弦之長短表												
(半徑=1,000)												
度	分					度					分	
	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30		40
0	0.000	0.003	0.006	0.009	0.012	0.014	0.399	0.402	0.404	0.407	0.410	0.413
1	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.416	0.419	0.421	0.424	0.427	0.430
2	0.035	0.038	0.041	0.044	0.046	0.049	0.433	0.436	0.439	0.441	0.444	0.447
3	0.052	0.055	0.058	0.061	0.064	0.067	0.450	0.453	0.456	0.458	0.461	0.464
4	0.070	0.073	0.076	0.078	0.081	0.084	0.467	0.470	0.472	0.475	0.478	0.481
5	0.087	0.090	0.093	0.096	0.099	0.102	0.484	0.487	0.489	0.492	0.495	0.498
6	0.105	0.108	0.110	0.113	0.116	0.119	0.501	0.504	0.506	0.509	0.512	0.515
7	0.122	0.125	0.128	0.131	0.134	0.137	0.518	0.520	0.523	0.526	0.529	0.532
8	0.139	0.142	0.145	0.148	0.151	0.154	0.534	0.537	0.540	0.543	0.546	0.548
9	0.157	0.160	0.163	0.166	0.168	0.171	0.551	0.554	0.557	0.560	0.562	0.565
10	0.174	0.177	0.180	0.183	0.186	0.189	0.568	0.571	0.574	0.576	0.579	0.582
11	0.192	0.195	0.197	0.200	0.203	0.206	0.585	0.587	0.590	0.593	0.596	0.599
12	0.209	0.212	0.215	0.218	0.221	0.223	0.601	0.604	0.607	0.610	0.612	0.615
13	0.226	0.229	0.232	0.235	0.238	0.241	0.618	0.621	0.624	0.626	0.629	0.632
14	0.244	0.267	0.249	0.252	0.255	0.258	0.635	0.637	0.640	0.643	0.646	0.648
15	0.261	0.264	0.267	0.270	0.273	0.275	0.651	0.654	0.657	0.659	0.662	0.665
16	0.278	0.281	0.284	0.287	0.290	0.293	0.668	0.670	0.673	0.676	0.679	0.681
17	0.296	0.298	0.301	0.304	0.307	0.310	0.684	0.687	0.689	0.692	0.695	0.698
18	0.313	0.316	0.319	0.321	0.324	0.327	0.700	0.703	0.706	0.709	0.711	0.714
19	0.330	0.333	0.336	0.339	0.342	0.344	0.717	0.719	0.722	0.725	0.728	0.730
20	0.347	0.350	0.353	0.356	0.359	0.364	0.733	0.736	0.738	0.741	0.744	0.746
21	0.364	0.367	0.370	0.373	0.376	0.379	0.749	0.752	0.755	0.757	0.760	0.763
22	0.382	0.384	0.387	0.390	0.393	0.396						
度	0	10	20	30	40	50	度		分		40	50

角與弦之長短表

		(半徑=1,000)										(續前)			
度	分	0	10	20	30	40	50	度	分	0	10	20	30	40	50
45		0.765	0.768	0.771	0.773	0.776	0.776	0.776	68	1.118	1.121	1.123	1.126	1.128	1.130
46		0.781	0.784	0.787	0.789	0.792	0.795	0.795	69	1.133	1.135	1.138	1.140	1.142	1.145
47		0.797	0.800	0.803	0.805	0.808	0.811	0.811	70	1.147	1.149	1.152	1.154	1.157	1.159
48		0.813	0.816	0.819	0.821	0.824	0.827	0.827	71	1.161	1.164	1.166	1.169	1.171	1.173
49		0.829	0.832	0.835	0.837	0.840	0.843	0.843	72	1.176	1.178	1.180	1.183	1.185	1.187
50		0.845	0.848	0.850	0.853	0.856	0.858	0.858	73	1.190	1.192	1.194	1.197	1.199	1.201
51		0.861	0.864	0.866	0.869	0.871	0.874	0.874	74	1.204	1.206	1.208	1.211	1.213	1.215
52		0.877	0.879	0.882	0.885	0.887	0.890	0.890	75	1.217	1.220	1.222	1.224	1.227	1.229
53		0.892	0.895	0.898	0.900	0.903	0.905	0.905	76	1.231	1.234	1.236	1.238	1.240	1.243
54		0.908	0.911	0.913	0.916	0.918	0.921	0.921	77	1.245	1.247	1.250	1.252	1.254	1.256
55		0.923	0.926	0.929	0.931	0.934	0.936	0.936	78	1.259	1.261	1.263	1.265	1.268	1.270
56		0.939	0.941	0.944	0.947	0.949	0.952	0.952	79	1.272	1.274	1.277	1.279	1.281	1.283
57		0.954	0.957	0.959	0.962	0.964	0.967	0.967	80	1.286	1.288	1.290	1.292	1.294	1.297
58		0.970	0.972	0.975	0.977	0.980	0.982	0.982	81	1.299	1.301	1.303	1.305	1.308	1.310
59		0.985	0.987	0.990	0.992	0.995	0.997	0.997	82	1.312	1.314	1.316	1.319	1.321	1.323
60		1.000	1.002	1.005	1.007	1.010	1.013	1.013	83	1.325	1.327	1.330	1.332	1.334	1.336
61		1.015	1.018	1.020	1.023	1.025	1.028	1.028	84	1.338	1.340	1.343	1.345	1.347	1.349
62		1.030	1.033	1.035	1.037	1.040	1.042	1.042	85	1.351	1.353	1.355	1.358	1.360	1.362
63		1.045	1.047	1.050	1.052	1.055	1.057	1.057	86	1.364	1.366	1.368	1.370	1.372	1.375
64		1.060	1.062	1.065	1.067	1.070	1.072	1.072	87	1.377	1.379	1.381	1.383	1.383	1.387
65		1.075	1.077	1.079	1.082	1.084	1.087	1.087	88	1.389	1.391	1.393	1.396	1.398	1.400
66		1.089	1.092	1.094	1.097	1.099	1.101	1.101	89	1.402	1.404	1.406	1.408	1.410	1.412
67		1.104	1.106	1.109	1.111	1.114	1.116	1.116	90	1.414					
底	分	0	10	20	30	40	50	度	分	0	00	20	03	40	50

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表							
n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
1	1	1	1.0000	1.0000	1000.000	3.142	0.7854
2	4	8	1.4142	1.2599	500.000	6.283	3.1416
3	9	27	1.7321	1.4422	333.333	9.425	7.0686
4	16	64	2.0000	1.5874	250.000	12.566	12.5664
5	25	125	2.2361	1.7100	200.000	15.708	19.6350
6	36	216	2.4495	1.8171	166.667	18.850	28.2743
7	49	343	2.6458	1.9129	142.857	21.991	38.4845
8	64	512	2.8284	2.0000	125.000	25.133	50.2655
9	81	729	3.0000	2.0801	111.111	28.274	63.6173
10	100	1000	3.1623	2.1544	100.000	31.416	78.5398
11	121	1331	3.3166	2.2240	90.9091	34.558	95.0332
12	144	1728	3.4641	2.2894	83.3333	37.699	113.097
13	169	2197	3.6056	2.3513	76.9231	40.841	132.732
14	196	2744	3.7417	2.4101	71.4286	43.982	153.938
15	225	3375	3.8730	2.4662	66.6667	47.124	176.715
16	256	4096	4.0000	2.5198	62.5000	50.265	201.062
17	289	4913	4.1231	2.5713	58.8235	53.407	226.980
18	324	5832	4.2426	2.6207	55.5556	56.549	254.469
19	361	6859	4.3589	2.6684	52.6316	59.690	283.529
20	400	8000	4.4721	2.7144	50.0000	62.832	314.519
21	441	9261	4.5826	2.7589	47.6190	65.973	346.361
22	484	10648	4.6904	2.8020	45.4545	69.115	380.133
23	529	12167	4.7958	2.8439	43.4783	72.257	415.476
24	576	13824	4.8990	2.8845	41.6667	75.398	452.389
25	625	15625	5.0000	2.9240	40.0000	78.540	490.874
26	676	17576	5.0990	2.9625	38.4615	81.681	530.929
27	729	19683	5.1962	3.0000	37.0370	84.823	572.555
28	784	21952	5.2915	3.0366	35.7143	87.965	615.752
29	841	24389	5.3852	3.0723	34.4828	91.106	660.520
30	900	27000	5.4772	3.1072	33.3333	94.248	706.858
31	961	29791	5.5678	3.1414	32.2581	97.389	754.768
32	1024	32768	5.6569	3.1748	31.2500	100.531	804.248
33	1089	35937	5.7446	3.2075	30.3030	103.673	855.299
34	1156	39304	5.8310	3.2396	29.4118	106.814	907.920
35	1225	42875	5.9161	3.2711	28.5714	109.956	962.113
36	1296	46656	6.0000	3.3019	27.7778	113.097	1017.88
37	1369	50653	6.0828	3.3322	27.0270	116.239	1075.21
38	1444	54872	6.1644	3.3620	26.3158	119.381	1134.11
39	1521	59319	6.2450	3.3912	25.6410	122.522	1194.59
40	1600	64000	6.3246	3.4200	25.0000	125.664	1256.64

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$n\pi$	$\frac{1}{4}n^2$
41	1681	68921	6.4031	3.4482	24.3902	128.81	1320.25
42	1764	74088	6.4807	3.4760	23.8095	131.95	1385.44
43	1849	79507	6.5574	3.5034	23.2558	135.09	1452.20
44	1936	85184	6.6332	3.5303	22.7273	138.23	1520.53
45	2025	91125	6.7082	3.5569	22.2222	141.37	1590.43
46	2116	97336	6.7823	3.5830	21.7391	144.51	1661.90
47	2209	103823	6.8557	3.6088	21.2766	147.65	1734.94
48	2304	110592	6.9282	3.6342	20.8333	150.80	1809.56
49	2401	117649	7.0000	3.6593	20.4082	153.94	1885.74
50	2500	125000	7.0711	3.6840	20.0000	157.08	1963.50
51	2601	132651	7.1414	3.7084	19.6078	160.22	2042.82
52	2704	140608	7.2111	3.7325	19.2308	163.36	2123.72
53	2809	148877	7.2801	3.7563	18.8679	166.50	2206.18
54	2916	157464	7.3485	3.7798	18.5185	169.65	2290.22
55	3025	166375	7.4162	3.8030	18.1818	172.79	2375.83
56	3136	175616	7.4833	3.8259	17.8571	175.93	2463.01
57	3249	185193	7.5498	3.8485	17.5439	179.07	2551.76
58	3364	195112	7.6158	3.8709	17.2414	182.21	2642.08
59	3481	205379	7.6811	3.8930	16.9492	185.35	2733.97
60	3600	216000	7.7460	3.9149	16.6667	188.50	2827.43
61	3721	226981	7.8102	3.9365	16.3934	191.64	2922.47
62	3844	238328	7.8740	3.9579	16.1290	194.78	3019.07
63	3969	250047	7.9373	3.9791	15.8730	197.92	3117.25
64	4096	262144	8.0000	4.0000	15.6250	201.06	3216.99
65	4225	274625	8.0623	4.0207	15.3846	204.20	3318.31
66	4356	287496	8.1240	4.0412	15.1515	207.35	3421.19
67	4489	300763	8.1854	4.0615	14.9254	210.49	3525.65
68	4624	314432	8.2462	4.0817	14.7059	213.63	3631.68
69	4761	328509	8.3066	4.1016	14.4928	216.77	3739.28
70	4900	343000	8.3666	4.1213	14.2857	219.91	3848.45
71	5041	357911	8.4261	4.1408	14.0845	223.05	3959.19
72	5184	374248	8.4853	4.1602	13.8889	226.19	4071.50
73	5329	389017	8.5440	4.1793	13.6986	229.34	4185.39
74	5476	405224	8.6023	4.1983	13.5135	232.48	4300.84
75	5625	421875	8.6603	4.2172	13.3333	234.62	4417.86
76	5776	438976	8.7178	4.2358	13.1579	238.76	4536.46
77	5929	456533	8.7750	4.2543	12.9870	241.90	4656.63
78	6084	474552	8.8318	4.2727	12.8205	245.04	4778.36
79	6241	493039	8.8882	4.2908	12.6582	248.19	4901.67
80	6400	512000	8.9443	4.3089	12.5000	251.33	5026.55



平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表。(續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
81	6561	531441	9.0000	4.3267	12.3457	245.47	5153.00
82	6724	551368	9.0554	4.3445	12.1951	257.61	5281.02
83	6889	571787	9.1104	4.3621	12.0482	260.75	5410.61
84	7056	592704	9.1652	4.3795	11.9048	263.89	5541.77
85	7225	614125	9.2195	4.3968	11.7647	267.04	5674.50
86	7396	636056	9.2736	4.4140	11.6279	270.18	5808.80
87	7569	658503	9.3274	4.4310	11.4943	273.32	5944.68
88	7744	681472	9.3808	4.4480	11.3636	276.46	6082.12
89	7921	704969	9.4340	4.4647	11.2360	279.60	6221.14
90	8100	729000	9.4868	4.4814	11.1111	282.74	5361.73
91	8281	753571	9.5394	4.4979	10.9890	285.88	6503.88
92	8464	778688	9.5917	4.5144	10.8696	289.09	6647.61
93	8649	804357	9.6437	4.5307	10.7527	292.17	6792.91
94	8836	830584	9.6954	4.5468	10.6383	295.31	6939.78
95	9025	857375	9.7468	4.5629	10.5263	298.45	7088.22
96	9216	884736	9.7980	4.5789	10.4167	301.59	7238.23
97	9409	912673	9.8489	4.5947	10.3003	304.73	7389.81
98	9604	941192	9.8995	4.6104	10.2041	307.88	7542.96
99	9801	970299	9.9499	4.6261	10.1010	311.02	7697.69
100	10000	1000000	10.0000	4.6416	10.0000	314.16	7853.98
101	10201	1030301	10.0499	4.6570	9.90099	317.30	8011.85
102	10404	1061208	10.0995	4.6723	9.80392	320.44	8171.28
103	10609	1092727	10.1489	4.6875	9.70874	323.58	8332.29
104	10816	1124864	10.1980	4.7027	9.61538	326.73	8494.87
105	11025	1157625	10.2470	4.7177	9.52381	329.87	8659.01
106	11236	1191016	10.2956	4.7326	9.43396	333.01	8824.73
107	11449	1225043	10.3441	4.7475	9.34579	336.15	8992.02
108	11664	1259712	10.3923	4.7622	9.25926	339.29	9160.88
109	11881	1295029	10.4403	4.7769	9.17431	342.43	9331.32
110	12100	1331000	10.4881	4.7914	9.09091	345.58	9503.32
111	12321	1367631	10.5357	4.8059	9.00901	348.72	9676.89
112	12544	1404928	10.5830	4.8203	8.92857	351.86	9852.03
113	12769	1442897	10.6301	4.8346	8.84956	355.00	10028.7
114	12996	1481544	10.6771	4.8488	8.77193	358.14	10207.0
115	13225	1520875	10.7238	4.8629	8.69565	361.28	10386.9
116	13456	1560896	10.7703	4.8770	8.62069	364.42	10568.3
117	13689	1601613	10.8167	4.8910	8.54701	367.57	10751.3
118	13924	1643032	10.8628	4.9049	8.47458	370.71	10935.9
119	14161	1685159	10.9087	4.9187	8.40336	373.85	11122.0
120	14400	1728000	10.9545	4.9324	8.33333	376.99	11309.7

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周 圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
121	14641	1771561	11.0000	4.9461	8.26446	380.13	11499.0
122	14884	1815848	11.0454	4.9597	8.19672	383.27	11689.9
123	15129	1860867	11.0905	4.9732	8.13008	386.42	11882.3
124	15376	1906624	11.1355	4.9866	8.09452	389.56	12076.3
125	15625	1953125	11.1803	5.0000	8.00000	392.70	12271.8
126	15876	2000376	11.2250	5.0133	7.93651	395.84	12469.0
127	16129	2048383	11.2694	5.0265	7.87402	398.98	12667.7
128	16384	2097152	11.3137	5.0397	7.81250	402.12	12868.0
129	16641	2146689	11.3578	5.0528	7.75194	405.27	13069.8
130	16900	2197000	11.4018	5.0658	7.69231	408.41	13273.2
131	17161	2248091	11.4455	5.0788	7.63359	411.55	13478.2
132	17424	2299968	11.4891	5.0916	7.57576	414.69	13684.8
133	17689	2352637	11.5326	5.1045	7.51880	417.83	13892.9
134	17956	2406104	11.5758	5.1172	7.46269	420.97	14102.6
135	18225	2460375	11.6190	5.1299	7.40741	424.12	14313.9
136	18496	2515456	11.6619	5.1426	7.35294	427.26	14526.7
137	18769	2571353	11.7047	5.1551	7.29927	430.40	14741.1
138	19044	2628072	11.7473	5.1676	7.24638	433.54	14957.1
139	19321	2685619	11.7898	5.1801	7.19424	436.68	15174.7
140	19600	2744000	11.8322	5.1925	7.14286	439.82	15393.8
141	19881	2803221	11.8743	5.2048	7.09220	442.96	15614.5
142	20164	2863288	11.9164	5.2171	7.04255	446.11	15836.8
143	20449	2924207	11.9583	5.2293	6.99301	449.25	16060.6
144	20736	2985984	12.0000	5.2415	6.94444	452.39	16286.0
145	21025	3048625	12.0416	5.2536	6.89655	455.53	16513.0
146	21316	3112136	12.0830	5.2656	6.84932	458.67	16741.5
147	21609	3176523	12.1244	5.2776	6.80272	461.81	16971.7
148	21904	3241792	12.1655	5.2896	6.75676	464.96	17203.4
149	22201	3307949	12.2066	5.3015	6.71141	468.10	17436.6
150	22500	3375000	12.2474	5.3133	6.66667	471.24	17671.5
151	22801	3442951	12.2882	5.3251	6.62252	474.38	17907.9
152	23104	3511808	12.3288	5.3368	6.57895	477.52	18145.8
153	23409	3581577	12.3693	5.3485	6.53595	480.66	18385.4
154	23716	3652264	12.4097	5.3601	6.49351	483.81	18626.5
155	24025	3723875	12.4499	5.3717	6.45161	486.95	18869.2
156	24336	3796416	12.4900	5.3832	6.41026	490.09	19113.4
157	24649	3869893	12.5300	5.3947	6.36943	493.23	19359.3
158	24964	3944312	12.5698	5.4061	6.32911	496.37	19606.7
159	25281	4019679	12.6095	5.4175	6.28931	499.51	19855.7
160	25600	4096000	12.6491	5.4288	6.25000	502.65	20106.2

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
161	25921	4173281	12.6886	5.4401	6.21118	506.80	20358.3
162	26244	4251528	12.7279	5.4514	6.17284	508.94	20612.0
163	26569	4330747	12.7671	5.4626	6.13497	512.08	20867.2
164	26896	4410944	12.8062	5.4737	6.09756	515.22	21124.1
165	27225	4492125	12.8452	5.4848	6.06061	518.36	21382.5
166	27556	4574296	12.8841	5.4959	6.02410	521.50	21642.4
167	27889	4657463	12.9228	5.5069	5.98802	524.65	21904.0
168	28224	4741632	12.9615	5.5178	5.95238	527.79	22167.1
169	28561	4826809	13.0000	5.5288	5.91716	530.93	22431.8
170	28900	4913000	13.0384	5.5397	5.88235	534.07	22698.0
171	29241	5000211	13.0767	5.5505	5.84795	537.21	22965.8
172	29584	5088448	13.1149	5.5613	5.81395	540.35	23235.2
173	29929	5177717	13.1529	5.5721	5.78035	543.50	23506.2
174	30276	5268024	13.1909	5.5828	5.74713	546.64	23778.7
175	30625	5359375	13.2288	5.5934	5.71429	549.78	24052.8
176	30976	5451776	13.2665	5.6041	5.68182	552.92	24328.5
177	31329	5545233	13.3041	5.6147	5.64972	556.06	24605.7
178	31684	5639752	13.3417	5.6252	5.61798	559.20	24884.6
179	32041	5735339	13.3791	5.6357	5.58659	562.35	25164.9
180	32400	5832000	13.4164	5.6462	5.55556	565.49	25446.9
181	32761	5929741	13.4536	5.6567	5.52486	568.63	25730.4
182	33124	6028568	13.4907	5.6671	5.49451	571.77	26015.5
183	33489	6128487	13.5277	5.6774	5.46448	574.91	26302.2
184	33856	6229504	13.5647	5.6877	5.43478	578.05	26590.4
185	34225	6331625	13.6015	5.6980	5.40541	581.19	26880.3
186	34596	6434856	13.6382	5.7083	5.37634	584.34	27171.6
187	34969	6539203	13.6748	5.7185	5.34759	587.48	27464.6
188	25344	6644672	13.7113	5.7287	5.31915	590.62	27759.1
189	35721	6751269	13.7477	5.7388	5.29101	593.76	28055.2
190	36100	6859000	13.7840	5.7489	5.26316	596.90	28352.9
191	36481	6967871	13.8203	5.7590	5.23560	600.04	28652.1
192	36864	7077888	13.8564	5.7690	5.20833	603.19	28952.9
193	37249	7189057	13.8925	5.7790	5.18135	606.33	29255.3
194	37636	7301384	13.9284	5.7890	5.15464	609.47	29559.2
195	38025	7414875	13.9642	5.7989	5.12821	612.61	29864.8
196	38416	7529536	14.0000	5.8088	5.10204	615.75	30171.9
197	38809	7645373	14.0357	5.8186	5.07614	618.89	30480.5
198	39204	7762392	14.0712	5.8285	5.05051	622.04	30790.7
199	39601	7880599	14.1067	5.8383	5.02513	625.18	31102.6
200	40000	8000000	14.1421	5.8480	5.00000	628.32	31415.9

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
201	40401	8120601	14.1774	5.8578	4.97512	631.46	31730.9
202	40804	8242408	14.2127	5.8675	4.95050	634.60	32047.4
203	41209	8365427	14.2478	5.8771	4.92611	637.74	32365.5
204	41616	8489664	14.2829	5.8868	4.90196	640.88	32685.1
205	42025	8615125	14.3178	5.8964	4.87805	644.03	33006.4
206	42436	8741816	14.3527	5.9059	4.85437	647.17	33329.2
207	42849	8869743	14.3875	5.9155	4.83092	650.31	33653.5
208	43264	8998912	14.4222	5.9250	4.80769	653.45	33979.5
209	43681	9129329	14.4568	5.9345	4.78469	656.59	34307.0
210	44100	9261000	14.4914	5.9439	4.76190	659.73	34636.1
211	44521	9393931	14.5258	5.9533	4.73934	662.88	34966.7
212	44944	9528128	14.5602	5.9627	4.71698	666.02	35298.9
213	45369	9663597	14.5945	5.9721	4.69484	669.16	35632.7
214	45796	9800344	14.6287	5.9814	4.67290	672.30	35968.1
215	46225	9938375	14.6629	5.9907	4.65116	675.44	36305.0
216	46656	10077696	14.6969	6.0000	4.62963	678.58	36643.5
217	47089	10218313	14.7309	6.0092	4.60829	681.73	36983.6
218	47524	10360232	14.7648	6.0185	4.58716	684.87	37325.3
219	47961	10503459	14.7986	6.0277	4.56621	688.01	37668.5
220	48400	10648000	14.8324	6.0368	4.54545	691.15	38013.3
221	48841	10793861	14.8661	6.0459	4.52489	694.29	38359.6
222	49284	10941048	14.8997	6.0550	4.50450	697.43	38707.6
223	49729	11089567	14.9332	6.0641	4.48431	700.58	39057.1
224	50176	11239424	14.9666	6.0732	4.46429	703.72	39408.1
225	50625	11390625	15.0000	6.0822	4.44444	706.86	39769.8
226	51076	11543176	15.0333	6.0912	4.42478	710.00	40115.0
227	51529	11697083	15.0665	6.1002	4.40529	713.14	40470.8
228	51984	11852352	15.0997	6.1091	4.38596	716.28	40828.1
229	52441	12008989	15.1327	6.1180	4.36681	719.42	41187.1
230	52900	12167000	15.1658	6.1269	4.34783	722.57	41547.6
231	53361	12326391	15.1987	6.1358	4.32900	725.71	41909.6
232	53824	12487168	15.2315	6.1446	4.31034	728.85	42273.3
233	54289	12649337	15.2643	6.1534	4.29185	731.99	42638.5
234	54756	12812904	15.2971	6.1622	4.27350	735.13	43005.3
235	55225	12977875	15.3297	6.1710	4.25532	738.27	43373.6
236	55696	13144256	15.3623	6.1797	4.23729	741.42	43743.5
237	56169	13312053	15.3948	6.1885	4.21941	744.56	44115.0
238	56644	13481272	15.4272	6.1972	4.20168	747.70	44488.1
239	57121	13651919	15.4596	6.2058	4.18410	750.84	44862.7
240	57600	13824000	15.4919	6.2145	4.16667	753.98	45238.9

(平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前))

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
241	58081	13997521	15.5 .42	6.2231	4.14938	757.12	45616.7
242	58564	14172488	15.5563	6.2317	4.13223	760.27	45996.1
243	59049	14348907	15.5885	6.2403	4.11523	763.41	46377.0
244	59536	14526784	15.6205	6.2488	4.09836	766.55	46759.5
245	60025	14706125	15.6525	6.2573	4.08163	769.69	47143.5
246	60516	14886930	15.6844	6.2658	4.06504	772.83	47529.2
247	61009	15069223	15.7162	6.2743	4.04858	775.97	47916.3
248	61504	15252992	15.7480	6.2828	4.03226	779.12	48305.1
249	62001	15438249	15.7797	6.2912	4.01606	782.26	48695.5
250	62500	15625000	15.8114	6.2996	4.00000	785.40	49087.4
251	63001	15813251	15.8430	6.3080	3.98406	788.54	49480.9
252	63504	16003008	15.8745	6.3164	3.96825	791.68	49875.9
253	64009	16194277	15.9060	6.3247	3.95257	794.82	50272.6
254	64516	16387064	15.9374	6.3330	3.93701	797.96	50670.7
255	65025	16581375	15.9687	6.3413	3.92157	801.11	51070.5
256	65536	16777216	16.0000	6.3496	3.90625	804.25	51471.9
257	66049	16974593	16.0312	6.3579	3.89105	807.39	51874.8
258	66564	17173512	16.0624	6.3661	3.87597	810.53	52279.2
259	67081	17373979	16.0935	6.3743	3.86100	813.67	52685.3
260	67600	17576000	16.1245	6.3825	3.84615	816.81	53092.9
261	68121	17779581	16.1555	6.3907	3.83142	819.96	53502.1
262	68644	17984728	16.1864	6.3988	3.81679	823.10	53912.9
263	69169	18191447	16.2173	6.4070	3.80228	826.24	54325.2
264	69696	18399744	16.2481	6.4151	3.78788	829.38	54739.1
265	70225	18609625	16.2788	6.4232	3.77358	832.52	55154.6
266	70756	18821096	16.3095	6.4312	3.75940	835.66	55571.6
267	71289	19034163	16.2401	6.4393	3.74532	838.81	55990.3
268	71824	19248832	16.3707	6.4473	3.73134	841.95	56410.4
269	72361	19465109	16.4012	6.4553	3.71747	845.09	56832.2
270	72900	19683000	16.4317	6.4633	3.70370	848.23	57255.5
271	73441	19902511	16.4621	6.4713	3.69004	851.37	57680.4
272	73984	20123648	16.4924	6.4792	3.67647	854.51	58106.9
273	74529	20346417	16.5227	6.4872	3.66300	857.65	58534.9
274	75076	20570824	16.5529	6.4951	3.64964	860.80	58964.6
275	75625	20796875	16.5831	6.5030	3.63636	863.94	59395.7
276	76176	21024576	16.6132	6.5108	3.62319	867.08	59828.5
277	76729	21253933	16.6433	6.5187	3.61011	870.22	60262.8
278	77284	21484952	16.6733	6.5265	3.59712	873.36	60698.7
279	77841	21717639	16.7033	6.5343	3.58423	876.50	61136.2
280	78400	21952000	16.7332	6.5421	3.57143	879.65	61575.2

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
281	7896	22188041	16.7631	6.5499	3.55872	882.79	62015.8
282	79524	22425768	16.7929	6.5577	3.54610	885.93	62458.0
283	80089	22665187	16.8226	6.5654	3.53357	889.07	62901.8
284	80656	22906304	16.8523	6.5731	3.52113	892.21	63347.1
285	81225	23149125	16.8819	6.5808	3.50877	895.35	63794.0
286	81796	23393656	16.9115	6.5885	3.49650	898.50	64242.4
287	82369	23639903	16.9411	6.5962	3.48432	901.64	64692.5
288	82944	23887872	16.9706	6.6039	3.47222	904.78	65144.1
289	83521	24137569	17.0000	6.6115	3.46021	907.92	65597.2
290	84100	24389000	17.0294	6.6191	3.44828	911.06	66052.0
291	84681	24642171	17.0587	6.6267	3.43643	914.20	66508.3
292	85264	24897088	17.0880	6.6343	3.42466	917.35	66966.2
293	85849	25153757	17.1172	6.6419	3.41297	920.49	67425.6
294	86436	25412184	17.1464	6.6494	3.40136	923.63	67886.7
295	87025	25672375	17.1756	6.6569	3.38983	926.77	68349.3
296	87616	25934336	17.2047	6.6644	3.37838	929.91	68813.5
297	88209	26198073	17.2337	6.6719	3.36700	933.05	69279.2
298	88804	26463592	17.2627	6.6794	3.35570	936.19	69746.5
299	89401	26730899	17.2916	6.6869	3.34448	939.34	70215.4
300	90000	27000000	17.3205	6.6943	3.33333	942.48	70685.8
301	90601	27270901	17.3494	6.7018	3.32226	945.62	71157.9
302	91204	27543608	17.3781	6.7092	3.31126	948.76	71631.5
303	91809	27818127	17.4069	6.7166	3.30033	951.90	72106.6
304	92416	28094464	17.4356	6.7240	3.28947	955.04	72583.4
305	93025	28372625	17.4642	6.7313	3.27869	958.19	73061.7
306	93636	28652616	17.4929	6.7387	3.26797	961.33	73541.5
307	94249	28934443	17.5214	6.7460	3.25733	964.47	74023.0
308	94864	29218112	17.5499	6.7533	3.24675	967.61	74506.0
309	95481	29503629	17.5784	6.7606	3.23625	970.75	74990.6
310	96100	29791000	17.6068	6.7679	3.22581	973.89	75476.8
311	96721	30080231	17.6352	6.7752	3.21543	977.04	75964.5
312	97344	30371328	17.6635	6.7824	3.20513	980.18	76453.8
313	97969	30664297	17.6918	6.7897	3.19489	983.32	76944.7
314	98596	30959144	17.7200	6.7969	3.18471	986.46	77437.1
315	99225	31255875	17.7482	6.8041	3.17460	989.60	77931.1
316	99856	31554496	17.7764	6.8113	3.16456	992.74	78426.7
317	100489	31855013	17.8045	6.8185	3.15457	995.88	78923.9
318	101124	32157432	17.8326	6.8256	3.14465	999.03	79422.6
319	101761	32461759	17.8606	6.8328	3.13480	1002.2	79922.9
320	102400	32768000	17.8885	6.8399	3.12500	1005.3	80424.8

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
321	103041	33076161	17.9165	6.8470	3.11526	1008.5	80928.2
322	103684	33386248	17.9444	6.8541	3.10559	1011.6	81433.2
323	104329	33698267	17.9722	6.8612	3.09597	1014.7	81939.8
324	104976	34012224	18.0000	6.8683	3.08642	1017.9	82448.0
325	105625	34328125	18.0278	6.8753	3.07692	1021.0	82957.7
326	106276	34645976	18.0555	6.8824	3.06748	1024.2	83469.0
327	106929	34965783	18.0831	6.8894	3.05810	1027.3	83981.8
328	107584	35287552	18.1108	6.8964	3.04878	1030.4	84496.3
329	108241	35611289	18.1384	6.9034	3.03951	1033.6	85012.3
330	108900	35937000	18.1659	6.9104	3.03030	1036.7	85529.9
331	109561	36264691	18.1934	6.9174	3.02115	1039.9	86049.0
332	110224	36594368	18.2209	6.9244	3.01205	1043.0	86569.7
333	110889	36926037	18.2483	6.9313	3.00300	1046.2	87092.0
334	111556	37259704	18.2757	6.9382	2.99401	1049.3	87615.9
335	112225	37595375	18.3030	6.9451	2.98507	1052.4	88141.3
336	112896	37933056	18.3303	6.9521	2.97619	1055.6	88668.3
337	113569	38272753	18.3576	6.9589	2.96736	1058.7	89196.9
338	114244	38614472	18.3848	6.9658	2.95858	1061.9	89727.0
339	114921	38958219	18.4120	6.9727	2.94985	1065.0	90258.7
340	115600	39304000	18.4391	6.9795	2.94118	1068.1	90792.0
341	116281	39651821	18.4662	6.9864	2.93255	1071.3	91326.9
342	116964	40001688	18.4932	6.9932	2.92398	1074.4	91863.3
343	117649	40353607	18.5203	7.0000	2.91545	1077.6	92401.3
344	118336	40707584	18.5472	7.0068	2.90698	1080.8	92940.9
345	119025	41063625	18.5742	7.0136	2.89855	1083.8	93482.0
346	119716	41421736	18.6011	7.0203	2.89017	1087.0	94024.7
347	120409	41781923	18.6279	7.0271	2.88184	1090.1	94569.0
348	121104	42144192	18.6548	7.0338	2.87356	1093.3	95114.9
349	121801	42508549	18.6815	7.0406	2.86533	1096.4	95662.3
350	122500	42875000	18.7083	7.0473	2.85714	1099.6	96211.3
351	123201	43243551	18.7350	7.0540	2.84900	1102.7	96761.8
352	123904	43614208	18.7617	7.0607	2.84091	1105.8	97314.0
353	124609	43986977	18.7883	7.0675	2.83286	1109.0	97867.7
354	125316	44361864	18.8149	7.0740	2.82486	1112.1	98423.0
355	126025	44738875	18.8414	7.0807	2.81690	1115.3	98979.8
356	126736	45118016	18.8680	7.0873	3.80899	1118.4	99538.2
357	127449	45499293	18.8944	7.0940	2.80112	1121.5	100098
358	128164	45882712	18.9209	7.1006	2.79330	1124.7	100660
359	128881	46268279	18.9473	7.1072	2.78551	1127.8	101223
360	129600	46656000	18.9737	7.1138	2.77778	1131.0	101788

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
361	130321	47045881	19.0000	7.1204	2.77008	1134.1	102354
362	131044	47437928	19.0263	7.1269	2.76243	1137.3	102922
363	131769	47832147	19.0526	7.1335	2.75482	1140.4	103491
364	132496	48228544	19.0788	7.1400	2.74725	1143.5	104062
365	133225	48627125	19.1050	7.1466	2.73973	1146.7	104635
366	133956	49027896	19.1311	7.1531	2.73224	1149.8	105209
367	134689	49430863	19.1572	7.1596	2.72480	1153.0	105784
368	135424	49836032	19.1833	7.1661	2.71739	1156.1	106362
369	136161	50243409	19.2094	7.1726	2.71003	1159.2	106941
370	136900	50653000	19.2354	7.1791	2.70270	1162.4	107521
371	137641	51064811	19.2614	7.1855	2.69542	1165.5	108103
372	138384	51478848	19.2873	7.1920	2.68817	1168.7	108687
373	139129	51895117	19.3132	7.1984	2.68096	1171.8	109272
374	139876	52313624	19.3391	7.2048	2.67380	1175.0	109858
375	140625	52734375	19.3649	7.2112	2.66667	1178.1	110447
376	141376	53157376	19.3907	7.2177	2.65957	1181.2	111036
377	142129	53582633	19.4165	7.2240	2.65252	1184.4	111628
378	142884	54010152	19.4422	7.2304	2.64550	1187.5	112221
379	143641	54439939	19.4679	7.2368	2.63852	1190.7	112815
380	144400	54872000	19.4936	7.2432	2.63158	1193.8	113411
381	145161	55306341	19.5192	7.2495	2.62467	1196.9	114009
382	145924	55742968	19.5448	7.2558	2.61780	1200.1	114608
383	146689	56181887	19.5704	7.2622	2.61097	1203.2	115209
384	147456	56623104	19.5959	7.2685	2.60417	1206.4	115812
385	148225	57066625	19.6214	7.2748	2.59740	1209.5	116416
386	148996	57512456	19.6469	7.2811	2.59067	1212.7	117021
387	149769	57960603	19.6723	7.2874	2.58398	1215.8	117628
388	150544	58411072	19.6977	7.2936	2.57732	1218.9	118237
389	151321	58863869	19.7231	7.2999	2.57069	1222.1	118847
390	152100	59319000	19.7484	7.3061	2.56410	1225.2	119459
391	152881	59776471	19.7737	7.3124	2.55754	1228.4	120072
392	153664	60236288	19.7990	7.3186	2.55102	1231.5	120687
393	154449	60698457	19.8240	7.3248	2.54453	1234.6	121304
394	155236	61162984	19.8494	7.3310	2.53807	1237.8	121922
395	156025	61629875	19.8746	7.3372	2.53165	1240.9	122542
396	156816	62099136	10.8997	7.3434	2.52525	1244.1	123163
397	157609	62570773	19.9249	7.3496	2.51889	1247.2	123786
398	158404	63044792	19.9499	7.3558	2.51256	1250.4	124410
399	159201	63521199	19.9750	7.3619	2.50627	1253.5	125036
300	160000	64000000	20.0000	7.3681	2.50000	1256.6	125664



平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
401	160801	64481201	20.0250	7.3742	2.49377	1259.8	126293
402	161604	64964808	20.0499	7.3803	2.48756	1262.9	126923
403	162409	65450827	20.0749	7.3864	2.48139	1266.1	127556
404	163216	65939364	20.0998	7.3925	2.47525	1269.2	128190
405	164025	66430125	20.1246	7.3986	2.46914	1272.3	128825
406	164836	66923416	20.1494	7.4047	2.46305	1275.5	129462
407	165649	67419143	20.1742	7.4108	2.45700	1278.6	130100
408	166464	67917312	20.1990	7.4169	2.45098	1281.8	130741
409	167281	68417929	20.2237	7.4229	2.44499	1284.9	131382
410	168100	68921000	20.2485	7.4290	2.43902	1288.1	132025
411	168921	69426531	20.2731	7.4350	2.43309	1291.2	132670
412	169744	69934528	20.2978	7.4410	2.42718	1294.3	133317
413	170569	70444997	20.3224	7.4470	2.42131	1297.5	133965
414	171396	70957944	20.3470	7.4530	2.41546	1300.6	134614
415	172225	71473375	20.3715	7.4590	2.40964	1303.8	135265
416	173056	71991296	20.3961	7.4650	2.40385	1306.9	135918
417	173889	72511713	20.4206	7.4710	2.39808	1310.0	136572
418	174724	73034632	20.4450	7.4770	2.39234	1313.2	137228
419	175561	73560059	20.4695	7.4829	2.38663	1316.3	137885
420	176400	74088000	20.4939	7.4889	2.38095	1319.5	138544
421	177241	74618461	20.5183	7.4948	2.37530	1322.6	139205
422	178084	75151448	20.5426	7.5007	2.36967	1325.8	139867
423	178929	75686967	20.5670	7.5067	2.36407	1328.9	140531
424	179776	76225024	20.5913	7.5126	2.35849	1332.0	141196
425	180625	76765625	20.6155	7.5185	2.35294	1335.2	141863
426	181476	77308776	20.6398	7.5244	2.34742	1338.3	142531
427	182329	77854483	20.6640	7.5302	2.34192	1341.5	143201
428	183184	78402752	20.6882	7.5361	2.33645	1344.6	143872
429	184041	78953589	20.7123	7.5420	2.33100	1347.7	144545
430	184900	79507000	20.7364	7.5478	2.32558	1350.9	145220
431	185761	80062991	20.7605	7.5537	2.32019	1354.0	145896
432	186624	80621568	20.7846	7.5595	2.31481	1357.2	146574
433	187489	81182737	20.8087	7.5654	2.30947	1360.3	147254
434	188356	81746504	20.8327	7.5712	2.30415	1363.5	147934
435	189225	82312875	20.8567	7.5770	2.29885	1366.6	148617
436	190096	82881856	20.8806	7.5828	2.29358	1369.7	149301
437	190969	83453453	20.9045	7.5886	2.28833	1372.9	149987
438	191844	84027672	20.9284	7.5944	2.28311	1376.0	150674
439	192721	84604519	20.9523	7.6001	2.27790	1379.2	151363
440	193600	85184000	20.9762	7.6059	2.27273	1382.3	152053

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
441	194481	85766121	21.0000	7.6117	2.26757	1385.4	152745
442	195364	86350888	21.0238	7.6174	2.26244	1388.6	153439
443	196249	86938307	21.0476	7.6232	2.25734	1391.7	154134
444	197136	87528384	21.0713	7.6289	2.25225	1394.9	154830
445	198025	88121125	21.0950	7.6346	2.24719	1398.0	155528
446	198916	88716536	21.1187	7.6403	2.24215	1401.2	156228
447	199809	89314623	21.1424	7.6460	2.23714	1404.3	156930
448	200704	89915392	21.1660	7.6517	2.23214	1407.4	157633
449	201601	90518849	21.1896	7.6574	2.22717	1410.6	158337
450	202500	91125000	21.2132	7.6631	2.22222	1413.7	159043
451	203401	91733851	21.2368	7.6688	2.21729	1416.9	159751
452	204304	92345408	21.2603	7.6744	2.21239	1420.0	160460
453	205209	92959677	21.2838	7.6801	2.20751	1423.1	161171
454	206116	93576664	21.3073	7.6857	2.20264	1426.3	161883
455	207025	94196375	21.3307	7.6914	2.19780	1429.4	162597
456	207936	94818816	21.3542	7.6970	2.19298	1432.6	163313
457	208849	95443993	21.3776	7.7026	2.18818	1435.7	164030
458	209764	96071912	21.4009	7.7082	2.18341	1438.9	164748
459	210681	96702579	21.4243	7.7138	2.17865	1442.0	165468
460	211600	97336000	21.4476	7.7194	2.17391	1445.1	166190
461	212521	97972181	21.4709	7.7250	2.16920	1448.3	166914
462	213444	98611128	21.4942	7.7305	2.16450	1451.4	167639
463	214369	99252847	21.5174	7.7362	2.15983	1454.6	168365
464	215296	99897344	21.5407	7.7418	2.15517	1457.7	169093
465	216225	100544625	21.5639	7.7473	2.15054	1460.8	169823
466	217156	101194696	21.5870	7.7529	2.14592	1464.0	170554
467	218089	101847563	21.6102	7.7584	2.14133	1467.1	171287
468	219024	102503232	21.6333	7.7639	2.13675	1470.3	172021
469	219961	103161709	21.6564	7.7695	2.13220	1473.4	172757
470	220900	103823000	21.6795	7.7750	2.12766	1476.5	173494
471	221841	104487111	21.7025	7.7805	2.12314	1479.7	174234
472	222784	105154048	21.7256	7.7860	2.11864	1482.8	174974
473	223729	105823817	21.7486	7.7915	2.11416	1486.0	175716
474	224676	106496424	22.7715	7.7970	2.10970	1489.1	176460
475	225625	107171875	21.7945	7.8025	2.10526	1492.3	177205
476	226576	107850176	21.8174	7.8079	2.10084	1495.4	177952
477	227529	108531333	21.8403	7.8134	2.09644	1498.5	178701
478	228484	109215352	21.8632	7.8188	2.09205	1501.7	179451
479	229441	109902239	21.8861	7.8243	2.08768	1504.8	180203
480	230400	110592000	21.9089	7.8297	2.08333	1508.0	180956

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
481	231361	111284641	21.9317	7.8352	2.07900	1511.1	181711
482	232324	111980168	21.9545	7.8406	2.07469	1514.3	182467
483	233289	112678587	21.9773	7.8460	2.07039	1517.4	183225
484	234256	113379904	22.0000	7.8514	2.06612	1520.5	183984
485	235225	114084125	22.0227	7.8568	2.06186	1523.7	184745
486	236196	114791256	22.0454	7.8622	2.05761	1526.8	185508
487	237169	115501303	22.0681	7.8676	2.05339	1530.0	186272
488	238144	116214272	22.0907	7.8730	2.04918	1533.1	187038
489	239121	116930169	22.1133	7.8784	2.04499	1536.2	187805
490	240100	117649000	22.1359	7.8837	2.04082	1539.4	188574
491	241081	118370771	22.1585	7.8891	2.03666	1542.5	189345
492	242064	119095488	22.1811	7.8944	2.03252	1545.7	190117
493	243049	119823157	22.2036	7.8998	2.02840	1548.8	190890
494	244036	120553784	22.2261	7.9051	2.02429	1551.9	191665
495	245025	121287375	22.2486	7.9105	2.02020	1555.1	192442
496	246016	122023936	22.2711	7.9158	2.01613	1558.2	193221
497	247009	122763473	22.2935	7.9211	2.01207	1561.4	194000
498	248004	123505992	22.3159	7.9264	2.00803	1564.5	194782
499	249001	124251499	22.3383	7.9317	2.00401	1567.7	195565
500	250000	125000000	22.3607	7.9370	2.00000	1570.8	196350
501	251001	125751501	22.3830	7.9423	1.99601	1573.9	197136
502	252004	126506008	22.4054	7.9476	1.99203	1577.1	197923
503	253009	127263527	22.4277	7.9528	1.98807	1580.2	198713
504	254016	128024064	22.4499	7.9581	1.98413	1583.4	199504
505	255025	128787625	22.4722	7.9634	1.98020	1586.5	200296
506	256036	129554216	22.4944	7.9686	1.97628	1589.6	201090
507	257049	130323843	22.5167	7.9739	1.97239	1592.8	201886
508	258064	131096512	22.5389	7.9791	1.96850	1595.9	202683
509	259081	131872229	22.5610	7.9843	1.96464	1599.1	203482
510	260100	132651000	22.5832	7.9896	1.96078	1602.2	204282
511	261121	133432831	22.6053	7.9948	1.95695	1605.4	205084
512	262144	134217728	22.6274	8.0000	1.95312	1608.5	205887
513	263169	135005697	22.6495	8.0052	1.94932	1611.6	206692
514	264196	135796744	22.6716	8.0104	1.94553	1614.8	207499
515	265225	136590875	22.6936	8.0156	1.94175	1617.9	208307
516	266256	137388096	22.7156	8.0208	1.93798	1621.1	209117
517	267289	138188413	22.7376	8.0260	1.93424	1624.2	209928
518	268324	138991832	22.7596	8.0311	1.93050	1627.3	210741
519	269361	139798359	22.7816	8.0363	1.92678	1630.5	211556
520	270400	140608000	22.8035	8.0415	1.92308	1633.6	212372

平方、立方、平方根、立方根、數反、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{3}\pi n^2$
521	271441	141420761	22.8254	8.0466	1.91939	1636.8	213189
522	272484	142236648	22.8473	8.0517	1.91571	1639.9	214008
523	273529	143055667	22.8692	8.0569	1.91205	1643.1	214829
524	274576	143877824	22.8910	8.0620	1.90840	1646.2	215651
525	275625	144703125	22.9129	8.0671	1.90476	1649.3	216475
526	276676	145531576	22.9347	8.0723	1.90114	1652.5	217301
527	277729	146363183	22.9565	8.0774	1.89753	1655.6	218128
528	278784	147197952	22.9783	8.0825	1.89394	1658.8	218956
529	279841	148035889	23.0000	8.0876	1.89036	1661.9	219787
530	280900	148877000	23.0217	8.0927	1.88679	1665.0	220618
531	281961	149721291	23.0434	8.0978	1.88324	1668.2	221452
532	283024	150568768	23.0651	8.1028	1.87970	1671.3	222287
533	284089	151419437	23.0868	8.1079	1.87617	1674.5	223123
534	285156	152273304	23.1084	8.1130	1.87266	1677.6	223961
535	286225	153130375	23.1301	8.1180	1.86916	1680.8	224801
536	287296	153990656	23.1517	8.1231	1.86567	1683.9	225642
537	288369	154854153	23.1733	8.1281	1.86220	1687.0	226484
538	289444	155720872	23.1948	8.1332	1.85874	1690.2	227329
539	290521	156590819	23.2164	8.1382	1.85529	1693.3	228175
540	291600	157464000	23.2379	8.1433	1.85185	1696.5	229022
541	292681	158340421	23.2594	8.1483	1.84843	1699.6	229871
542	293764	159220088	23.2809	8.1533	1.84502	1702.7	230722
543	294849	160103007	23.3024	8.1583	1.84162	1705.9	231574
544	295936	160989184	23.3238	8.1633	1.83824	1709.0	232428
545	297024	161878625	23.3452	8.1683	1.83486	1712.2	233283
546	298116	162771336	23.3666	8.1733	1.83150	1715.3	234140
547	299209	163667323	23.3880	8.1783	1.82815	1718.5	234998
548	300304	164566592	23.4094	8.1833	1.82482	1721.6	235858
549	301401	165469149	23.4307	8.1882	1.82149	1724.7	236720
550	302500	166375000	23.4521	8.1932	1.81818	1727.9	237583
551	303601	167284151	23.4734	8.1982	1.81488	1731.0	238448
552	304704	168196608	23.4947	8.2031	1.81159	1734.2	239314
553	305809	169112377	23.5160	8.2081	1.80832	1737.3	240182
554	306916	170031464	23.5372	8.2130	1.80505	1740.4	241051
555	308025	170953875	23.5584	8.2180	1.80180	1743.6	241922
556	309136	171879616	23.5797	8.2229	1.79856	1746.7	242795
557	310249	172808693	23.6008	8.2278	1.79533	1749.9	243669
558	311364	173741112	23.6220	8.2327	1.79211	1753.0	244545
559	312481	174676879	23.6432	8.2377	1.78891	1756.2	245422
560	313600	175616000	23.6643	8.2426	1.78571	1759.3	246301

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
561	314721	176558481	23.6854	8.2475	1.78253	1762.4	247181
562	315844	177504328	23.7065	8.2524	1.77936	1765.6	248063
563	316969	178453547	23.7276	8.2573	1.77620	1768.7	248944
564	318096	179406144	23.7487	8.2621	1.77305	1771.9	249832
565	319225	180362125	23.7697	8.2670	1.76991	1775.0	250719
566	320356	181321496	23.7908	8.2719	1.76678	1778.1	251607
567	321489	182284263	23.8118	8.2768	1.76367	1781.3	252497
568	322624	183250432	23.8328	8.2816	1.76056	1784.4	253388
569	323761	184220009	23.8537	8.2865	1.75747	1787.6	254281
570	324900	185193000	23.8747	8.2913	1.75439	1790.7	255176
571	326041	186169411	23.8956	8.2962	1.75131	1793.8	256072
572	327184	187149248	23.9165	8.3010	1.74825	1797.0	256970
573	328329	188132517	23.9374	8.3059	1.74520	1800.1	257869
574	329476	189119224	23.9583	8.3107	1.74216	1803.3	258770
575	330625	190109375	23.9792	8.3155	1.73913	1806.4	259672
576	331776	191102976	24.0000	8.3203	1.73611	1809.6	260576
577	332929	192100033	24.0208	8.3251	1.73310	1812.7	261482
578	334084	193100552	24.0416	8.3300	1.73010	1815.8	262389
579	335241	194104539	24.0624	8.3348	1.72712	1819.0	263298
580	336400	195112000	24.0832	8.3396	1.72414	1822.1	264208
581	337561	196122941	24.1039	8.3443	1.72117	1825.3	265120
582	338724	197137368	24.1247	8.3491	1.71821	1828.4	266033
583	339889	198155287	24.1454	8.3539	1.71527	1831.6	266948
584	341056	199176704	24.1661	8.3587	1.71233	1834.7	267865
585	342225	200201625	24.1868	8.3634	1.70940	1837.8	268783
586	343396	201230056	24.2074	8.3682	1.70648	1841.0	269703
587	344569	202262003	24.2281	8.3730	1.70358	1844.1	270624
588	345744	203297472	24.2487	8.3777	1.70068	1847.3	271547
589	346921	204336449	24.2693	8.3825	1.69779	1850.4	272471
590	348100	205379000	24.2899	8.3872	1.69492	1853.5	273397
591	349281	206425071	24.3105	8.3919	1.69205	1856.7	274325
592	350464	207474688	24.3311	8.3967	1.68919	1859.8	275254
593	351649	208527857	24.3516	8.4014	1.68634	1863.0	276184
594	352832	209584584	24.3721	8.4061	1.68350	1866.1	277117
595	354025	210644875	24.3926	8.4108	1.68067	1869.2	278051
596	355216	211708736	24.4141	8.4155	1.67785	1872.4	278986
597	356409	212776173	24.4336	8.4202	1.67504	1875.5	279923
598	357604	213847192	24.4540	8.4249	1.67224	1878.7	280862
599	358801	214921799	24.4745	8.4296	1.66945	1881.8	281802
600	360000	216000000	24.4949	8.4343	1.66667	1885.0	282743

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
601	361201	217081801	24.5153	8.4390	1.66389	1888.1	283687
602	362404	218167208	24.5357	8.4437	1.66113	1891.2	284631
603	363609	219256227	24.5561	8.4484	1.65837	1894.4	285578
604	364816	220348864	24.5764	8.4530	1.65563	1897.5	286526
605	366025	221445125	24.5967	8.4577	1.65289	1900.7	287475
606	367236	222545016	24.6171	8.4623	1.65017	1903.8	288426
607	368449	223648543	24.6374	8.4670	1.64745	1907.0	289379
608	369664	224755712	24.6577	8.4716	1.64474	1910.1	290333
609	370881	225866529	23.6779	8.4763	1.64204	1913.2	291289
610	372100	226981000	24.6982	8.4809	1.63934	1916.4	292247
611	373321	228099131	24.7184	8.4856	1.63666	1919.5	293206
612	374544	229220928	24.7386	8.4902	1.63399	1922.7	294166
613	375769	230346397	24.7588	8.4948	1.63132	1925.8	295128
614	376996	231475544	24.7790	8.4994	1.62866	1928.9	296092
615	378225	232608375	24.7992	8.5040	1.62602	1932.1	297057
616	379456	233744896	24.8193	8.5086	1.62338	1935.2	298024
617	380689	234885113	24.8395	8.5132	1.62075	1938.4	298992
618	381924	236029032	24.8596	8.5178	1.61812	1941.5	299962
619	383161	237176659	24.8797	8.5224	1.61551	1944.6	300934
620	384400	238328000	24.8998	8.5270	1.61290	1947.8	301907
621	385641	239483061	24.9199	8.5316	1.61031	1950.9	302882
622	386884	240641848	24.9399	8.5362	1.60772	1954.1	303858
623	388129	241804367	24.9600	8.5408	1.60514	1957.2	304836
624	389376	242970624	24.9800	8.5453	1.60256	1960.4	305815
625	390625	244140625	25.0000	8.5499	1.60000	1963.5	306796
626	391876	245314376	25.0200	8.5544	1.59744	1966.6	307779
627	393129	246491883	25.0400	8.5590	1.59490	1969.8	308763
628	394384	247673152	25.0599	8.5635	1.59236	1972.9	309748
629	395641	248858189	25.0799	8.5681	1.58983	1976.1	310736
630	396900	250047000	25.0998	8.5726	1.58730	1979.2	311725
631	398161	251239591	25.1197	8.5772	1.58479	1982.3	312715
632	399424	252435968	25.1396	8.5817	1.58228	1985.5	313707
633	300689	253636137	25.1595	8.5862	1.57978	1988.6	314700
634	401956	254840104	25.1794	8.5907	1.57729	1991.8	315696
635	403225	256047875	25.1992	8.5952	1.57480	1994.9	316692
636	404496	257259456	25.2190	8.5997	1.57233	1998.1	317690
637	405769	258474853	25.2389	8.6043	1.56986	2001.2	318690
638	407044	259694072	25.2587	8.6088	1.56740	2004.3	319692
639	408321	260917119	25.2784	8.6132	1.56495	2007.5	320695
640	409600	262144000	25.2982	8.6177	1.56250	2010.6	321699

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
641	410881	263374721	25.3180	8.6222	1.56006	2013.8	322705
642	412164	264609288	25.3377	8.6267	1.55763	2016.9	323713
643	413449	265847707	25.3574	8.6312	1.55521	2020.0	324722
644	414736	267089984	25.3772	8.6357	1.55280	2023.2	325733
645	416025	268336125	25.3969	8.6401	1.55039	2026.3	326745
646	417316	269586136	25.4165	8.6446	1.54799	2029.5	327759
647	418609	270840023	25.4362	8.6490	1.54560	2032.6	328775
648	419904	272097792	25.4558	8.6535	1.54321	2035.8	329792
649	421211	273359449	25.4755	8.6579	1.54083	2038.9	330810
650	422500	274625000	25.4951	8.6624	1.53846	2042.0	331831
651	423801	275894451	25.5147	8.6668	1.53610	2045.2	332853
652	425104	277167808	25.5343	8.6713	1.53374	2048.3	333876
653	426409	278445077	25.5539	8.6757	1.53139	2051.5	334901
654	427716	279726264	25.5734	8.6801	1.52905	2054.6	335927
655	429025	281011375	25.5930	8.6845	1.52672	2057.7	336955
656	430336	282300416	25.6125	8.6890	1.52439	2060.9	337985
657	431649	283593393	25.6320	8.6934	1.52207	2064.0	339016
658	432964	284890312	25.6515	8.6978	1.51976	2067.2	340049
659	434281	286191179	25.6710	8.7022	1.51745	2070.3	341084
660	435600	287496000	25.6905	8.7066	1.51515	2073.5	342119
661	436921	288804781	25.7099	8.7110	1.51286	2076.6	343157
662	438244	290117528	25.7294	8.7154	1.51057	2079.7	344196
663	439569	291434247	25.7488	8.7198	1.50830	2082.9	345237
664	440896	292754944	25.7682	8.7241	1.50602	2086.0	346279
665	442225	294079625	25.7876	8.7285	1.50376	2089.2	347323
666	443556	295408296	25.8070	8.7329	1.50150	2092.3	348368
667	444889	296740963	25.8263	8.7373	1.49925	2095.4	349415
668	446224	298077632	25.8457	8.7416	1.49701	2098.6	350464
669	447561	299418309	25.8650	8.7460	1.49477	2101.7	351514
670	448900	300763000	25.8844	8.7503	1.49254	2104.9	352565
671	450241	302111711	25.9037	8.7547	1.49031	2108.0	353618
672	451584	303464448	25.9230	8.7590	1.48810	2111.2	354673
673	452929	304821217	25.9422	8.7634	1.48588	2114.3	355730
674	454276	306182024	25.9615	8.7677	1.48368	2117.4	356788
675	455625	307546875	25.9808	8.7721	1.48148	2120.6	357847
676	456976	308915776	26.0000	8.7764	1.47929	2123.7	358908
677	458329	310288733	26.0192	8.7807	1.47710	2126.9	359971
678	459684	311665752	26.0384	8.7850	1.47493	2130.0	361035
679	461041	313046839	26.0576	8.7893	1.47275	2133.1	362101
680	462400	314432000	26.0768	8.7937	1.47059	2136.3	363168

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
681	463761	315821241	26.0960	8.7980	1.46843	2139.4	364237
682	465124	317214568	26.1151	8.8023	1.46628	2142.6	365308
683	466489	318611987	26.1343	8.8066	1.46413	2145.7	366380
684	467856	320013504	26.1534	8.8109	1.46199	2148.8	367453
685	469225	321419125	26.1725	8.8152	1.45985	2152.0	368528
686	470596	322828856	26.1916	8.8194	1.45773	2155.1	369605
687	471969	324242703	26.2107	8.8237	1.45560	2158.3	370684
688	473344	325660672	26.2298	8.8280	1.45349	2161.4	371764
689	474721	327082769	26.2488	8.8323	1.45138	2164.6	372845
690	476100	328509000	26.2679	8.8366	1.44928	2167.7	373928
691	477481	329939371	26.2869	8.8408	1.44718	2170.8	375013
692	478864	331373888	26.3059	8.8451	1.44509	2174.0	376099
693	480249	332812557	26.3249	8.8493	1.44300	2177.1	377187
694	481636	334255384	26.3439	8.8536	1.44092	2180.3	378276
695	483025	335702375	26.3629	8.8578	1.43885	2183.4	379367
696	484416	337153536	26.3818	8.8621	1.43678	2186.5	380459
697	485809	338608873	26.4008	8.8663	1.43472	2189.7	381553
698	487204	340068392	26.4197	8.8706	1.43266	2192.8	382649
699	488601	341532099	26.4386	8.8748	1.43061	2196.0	383746
700	490000	343000000	26.4575	8.8790	1.42857	2199.1	384845
701	491401	344472101	26.4764	8.8833	1.42653	2202.3	385945
702	492804	345948408	26.4953	8.8875	1.42450	2205.4	387047
703	494209	347428927	26.5141	8.8917	1.42248	2208.5	388151
704	495616	348913664	26.5330	8.8959	1.42045	2211.7	389256
705	497025	350402625	26.5518	8.9001	1.41844	2214.8	390363
706	498436	351895816	26.5707	8.9043	1.41643	2218.0	391471
707	499849	353393243	26.5895	8.9085	1.41443	2221.1	392580
708	501264	354894912	26.6083	8.9127	1.41243	2224.2	393692
709	502681	356400829	26.6271	8.9167	1.41044	2227.4	394804
710	504100	357911000	26.6458	8.9211	1.40845	2230.5	395919
711	505521	359425431	26.6646	8.9253	1.40647	2233.7	397035
712	506944	360944128	26.6833	8.9295	1.40449	2236.8	398153
713	508369	362467097	26.7021	8.9337	1.40252	2240.0	399272
714	509796	363994344	26.7208	8.9378	1.40056	2243.1	400393
715	511225	365525875	26.7395	8.9420	1.39860	2246.2	401515
716	512656	367061696	26.7582	8.9462	1.39665	2249.4	402639
717	514089	368601813	26.7769	8.9503	1.39470	2252.5	403765
718	515524	370146232	26.7955	8.9545	1.39276	2255.7	404892
719	516961	371694959	26.8142	8.9587	1.39082	2258.8	406020
720	518400	373248000	26.8328	8.9628	1.38889	2261.9	407150



平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
721	519841	374805361	26.8514	8.9670	1.38696	2265.1	408282
722	521284	376367048	26.8701	8.9711	1.38504	2268.2	409415
723	522729	377933067	26.8887	8.9752	1.38313	2271.4	410550
724	524176	379503424	26.9072	8.9794	1.38122	2274.5	411687
725	525625	381078125	26.9258	8.9835	1.37931	2277.7	412825
726	527076	382657176	26.9444	8.9876	1.37741	2280.8	413965
727	528529	384240583	26.9629	8.9918	1.37552	2283.9	415106
728	529984	385828352	26.9815	8.9959	1.37363	2287.1	416248
729	531441	387420489	27.0000	9.0000	1.37174	2290.2	417393
730	532900	389017000	27.0185	9.0041	1.36986	2293.4	418539
731	534361	390617891	27.0370	9.0082	1.36799	2296.5	419686
732	535824	392223168	27.0555	9.0123	1.36612	2299.6	420835
733	537289	393832837	27.0740	9.0164	1.36426	2302.8	421986
734	538756	395446904	27.0924	9.0205	1.36240	2305.9	423138
735	540225	397065375	27.1109	9.0246	1.36054	2309.1	424293
736	541696	398688256	27.1293	9.0287	1.35870	2312.2	425447
737	543169	400315553	27.1477	9.0328	1.35685	2315.4	426604
738	544644	401947272	27.1662	9.0369	1.35501	2318.5	427762
739	546121	403583419	27.1846	9.0410	1.35318	2321.6	428922
740	547600	405224000	27.2029	9.0450	1.35135	2324.8	430084
741	549081	406869021	27.2213	9.0491	1.34953	2327.9	431247
742	550564	408518488	27.2393	9.0532	1.34771	2331.1	432412
743	552049	410172407	27.2580	9.0572	1.34590	2334.2	433578
744	553536	411830784	27.2764	9.0613	1.34409	2337.3	434746
745	555025	413493625	27.2947	9.0654	1.34228	2340.5	435916
746	556516	415160936	27.3130	9.0694	1.34048	2343.6	437087
747	558009	416832723	27.3313	9.0735	1.33869	2346.8	438259
748	559504	418508992	27.3496	9.0775	1.33690	2349.9	439433
749	561001	420189749	27.3679	9.0816	1.33511	2353.1	440609
750	562500	421875000	27.3861	9.0856	1.33333	2356.2	441786
751	564001	423564751	27.4044	9.0896	1.33156	2359.3	442965
752	565504	425259008	27.4226	9.0937	1.32979	2362.5	444146
753	567009	426957777	27.4408	9.0977	1.32802	2365.6	445328
754	568516	428661064	27.4591	9.1017	1.32626	2368.8	446511
755	570025	430368875	27.4773	9.1057	1.32450	2371.9	447697
756	571536	432081216	27.4955	9.1098	1.32275	2375.0	448883
757	573049	433798093	27.5136	9.1138	1.32100	2378.2	450072
758	574564	435519512	27.5318	9.1178	1.31926	2381.3	451262
759	576081	437245479	27.5500	9.1218	1.31752	2384.5	452453
760	577600	438976000	27.5681	9.1258	1.31579	2387.6	453646

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)。

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{2}\pi n^2$
761	579121	440711081	27.5862	9.1298	1.314 6	2390.8	454841
762	580644	442450728	27.6043	9.1338	1.31234	2393.9	456037
763	582169	444194947	27.6225	9.1378	1.31062	2397.0	457234
764	583696	445943744	27.6405	9.1418	1.30890	2400.2	458434
765	585225	447697125	27.6586	9.1458	1.30719	2403.3	459635
766	586756	449455096	27.6767	0.1498	1.30548	2406.5	460837
767	588289	451217663	27.6948	9.1537	1.30378	2409.6	462041
768	589824	452984832	27.7128	9.1577	1.30208	2412.7	463247
769	591361	454756609	27.7308	9.1617	1.30039	2415.9	464454
770	592900	456533000	27.7489	9.1657	1.29870	2419.0	465663
771	594441	458314011	27.7669	9.1696	1.29702	6422.2	466873
772	695984	460099648	27.7849	9.1736	1.29534	2425.3	468085
773	697529	461889917	27.8029	9.1775	1.29366	2428.5	469298
774	699076	463684824	27.8209	9.1815	1.29199	2431.6	470513
775	600625	465484375	27.8388	9.1855	1.29032	2434.7	471730
776	602176	467288576	27.8568	9.1894	1.28866	2437.9	472948
777	603729	469097433	27.8747	9.1933	1.28700	2441.0	474168
778	605284	470910952	27.8927	9.1973	1.28535	2444.2	475389
779	606841	472729139	27.9108	9.2012	1.28370	2447.3	476612
780	608400	474552000	27.9285	9.2052	1.28205	2450.4	477836
781	609961	476379541	27.9464	9.2091	1.28041	2453.6	479062
782	611524	478211768	27.9643	9.2130	1.27877	2456.7	480290
783	613089	480048687	27.9821	9.2170	1.27714	2459.9	481519
784	614656	481890304	28.0000	9.2209	1.27551	2463.0	482750
785	616225	483736625	28.0179	9.2248	1.27389	2466.2	483982
786	617796	485587656	28.0357	9.2287	1.27226	2469.3	485216
787	619369	487443403	28.0535	9.2326	1.27065	2472.4	486451
788	620944	489303872	28.0713	9.2365	1.26904	2475.6	487688
789	622521	491169069	28.0891	9.2404	1.26743	2478.7	488927
790	624100	493039000	28.1069	9.2443	1.26582	2481.9	490167
791	625681	494913671	28.1247	9.2482	1.26422	2485.0	491409
792	627264	496793088	28.1425	9.2521	1.26263	2488.1	492652
793	628849	498677257	28.1603	9.2560	1.26103	2491.3	493897
794	630436	500566184	28.1780	9.2599	1.25945	2494.4	495143
795	632025	502459875	28.1957	9.2638	1.25786	2497.6	496391
796	633616	504358336	28.2135	9.2677	1.25628	2500.7	497641
797	635209	506261573	28.2312	9.2716	1.25471	2503.8	498892
798	636804	508169592	28.2489	9.2754	1.25313	2507.0	5 0145
799	638401	510082399	28.2666	9.2793	1.25156	2510.1	501399
800	640000	512000000	28.2843	9.2832	1.25000	2513.3	502655

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
801	641601	513922401	28.3019	9.2870	1.24844	2516.4	503912
802	643204	515849608	28.3196	9.2909	1.24688	2519.6	505171
803	644809	517781627	28.3373	9.2948	1.24533	2522.7	506432
804	646416	519718464	28.3549	9.2986	1.24378	2525.8	507694
805	648025	521660125	28.3725	9.3025	1.24224	2529.0	508958
806	649636	523606616	28.3901	9.3063	1.24069	2532.1	510223
807	651249	525557943	28.4077	9.3102	1.23916	2535.3	511490
808	652864	527514112	28.4253	9.3140	1.23762	2538.4	512758
809	654481	529475129	28.4429	9.3179	1.23609	2541.5	514028
810	656100	531441000	28.4605	9.3217	1.23457	2544.7	515300
811	657721	533411731	28.4781	9.3255	1.23305	2547.8	516573
812	659344	535387328	28.4956	9.3294	1.23153	2551.0	517848
813	660969	537367797	28.5132	9.3332	1.23001	2554.1	519124
814	662596	539353144	28.5307	9.3370	1.22850	2557.3	520401
815	664225	541343375	28.5482	9.3408	1.22699	2560.4	521681
816	665856	543338496	28.5657	9.3447	1.22549	2563.5	522962
817	667489	545338513	28.5832	9.3485	1.22399	2566.7	524245
818	669124	547343432	28.6007	9.3523	1.22249	2569.8	525529
819	670761	549353259	28.6182	9.3561	1.22100	2573.0	526814
820	672400	551368000	28.6356	9.3599	1.21951	2576.1	528102
821	674041	553387661	28.6531	9.3637	1.21803	2579.2	529391
822	675684	555412248	28.6705	9.3675	1.21655	2582.4	530681
823	677329	557441767	28.6880	9.3713	1.21507	2585.5	531973
824	678976	559476224	28.7054	9.3751	1.21359	2588.7	533267
825	680625	561515625	28.7228	9.3789	1.21212	2591.8	534562
826	682276	563559976	28.7402	9.3827	1.21065	2595.0	535858
827	683929	565609283	28.7576	9.3865	1.20919	2598.1	537157
828	685584	567663552	28.7750	9.3902	1.20773	2601.2	538456
829	687241	569722789	28.7924	9.3940	1.20627	2604.4	539758
830	688900	571787000	28.8097	9.3978	1.20482	2607.5	541061
831	690561	573856191	28.8271	9.4016	1.20337	2610.7	542365
832	692224	575930368	28.8444	9.4053	1.20192	2613.8	543671
833	693889	578009537	28.8617	9.4091	1.20048	2616.9	544979
834	695559	580093704	28.8791	9.4129	1.19904	2620.1	546288
835	697225	982182875	28.8964	9.4166	1.19760	2623.2	547599
836	698896	584277056	28.9137	9.4204	1.19617	2626.4	548912
837	700569	586376253	28.9310	9.4241	1.19474	2629.5	550226
838	702244	588480472	28.9482	9.4279	1.19332	2632.7	551541
839	703921	590589719	28.9655	9.4316	1.19190	2635.8	552858
840	705600	592704000	28.9828	9.4354	1.19048	2638.9	554177

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)							
n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
841	707281	594823321	29.0000	9.4391	1.18906	2642.1	555497
842	708964	596947688	29.0172	9.4429	1.18795	2645.2	556819
843	710649	5990771107	29.0345	9.4466	1.18624	2648.4	558142
844	712336	601211584	29.0517	9.4503	1.18483	2651.5	559467
845	714025	603351125	29.0689	9.4541	1.18343	2654.6	560794
846	715716	605495736	29.0861	9.4578	1.18203	2657.8	562122
847	717409	607645423	29.1033	9.4615	1.18064	2660.9	563452
848	719104	609800192	29.1204	9.4652	1.17924	2664.1	564783
849	720801	611960049	29.1376	9.4690	1.17786	2667.2	566116
850	722500	614125000	29.1548	9.4727	1.17647	2670.4	567450
851	724201	616295051	29.1719	8.4764	1.17509	2673.5	568786
852	725904	618470208	29.1890	9.4801	1.17371	2676.6	570124
853	727609	620650477	29.2062	9.4838	1.17233	2679.8	571463
854	729316	622835864	29.2233	9.4875	1.17096	2682.9	572803
855	731025	625026375	29.2404	9.4912	1.16959	2686.1	574146
856	732736	627222016	29.2575	9.4949	1.16822	2689.2	575490
857	734449	629422793	29.2746	9.4986	1.16686	2692.3	576835
858	736164	631628712	29.2916	9.5023	1.16550	2695.5	578182
859	737881	633839779	29.3087	9.5060	1.16414	2698.6	579530
860	739600	636056000	29.3258	9.5097	1.16279	2701.8	580880
861	741321	638277381	29.3428	9.5134	1.16144	2704.9	582232
862	743044	640503928	29.3598	9.5171	1.16009	2708.1	583585
863	744769	642735647	29.3769	9.5207	1.15875	2711.2	584940
864	746496	644972544	29.3939	9.5244	1.15741	2714.3	586297
865	748225	647214625	29.4109	9.5281	1.15607	2717.5	587655
866	749956	649461896	29.4279	9.5317	1.15473	2720.6	589014
867	751689	651714363	29.4449	9.5354	1.15340	2723.8	590375
868	753424	653972032	29.4618	9.5391	1.15207	2726.9	591738
869	755161	656234909	29.4788	9.5427	1.15075	2730.0	593102
870	756900	658503000	29.4958	9.5464	1.14943	2733.2	594468
871	758641	660776311	29.5127	9.5501	1.14811	2736.3	595835
872	760384	663054848	29.5296	9.5537	1.14679	2739.5	597204
873	762129	665338617	29.5466	9.5574	1.14548	2742.6	598575
874	763876	667627624	29.5635	9.5610	1.14416	2745.8	599947
875	765625	669921875	29.5804	9.5647	1.14286	2748.9	601320
876	767376	672221376	29.5973	9.5683	1.14155	2752.0	602696
877	769129	674526133	29.6142	9.5719	1.14025	2755.2	604073
878	770884	676836152	29.6311	9.5756	1.13895	2758.3	605451
879	772641	679151439	29.6479	9.5792	1.13766	2761.5	606831
880	774400	681472000	29.6648	9.5828	1.13636	2764.6	608212

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
881	776161	683797841	29.6816	9.5865	1.13507	2767.7	609595
882	777924	686128968	29.6985	9.5901	1.13379	2770.9	610980
883	779689	688465387	29.7153	9.5937	1.13250	2774.0	612366
884	781456	690807104	29.7321	9.5973	1.13122	2777.2	613754
885	483225	693154125	29.7489	9.6010	1.12994	2780.3	615143
886	784996	695506456	29.7658	9.6046	1.12867	2783.5	616534
887	786769	697864103	29.7825	9.6082	1.12740	2786.6	617927
888	788544	700227072	29.7993	9.6118	1.12613	2789.7	619321
889	790321	702595369	29.8161	9.6154	1.12486	2792.9	620717
890	792100	704969000	29.8329	9.6190	1.12360	2796.0	622114
891	793881	707347971	29.8496	9.6226	1.12233	2799.2	623513
892	795664	709732288	29.8664	9.6262	1.12108	2802.3	624913
893	797449	712121957	29.8831	9.6298	1.11982	2805.4	626315
894	799236	714516984	29.8998	9.6334	1.11857	2808.6	627718
895	801025	716917375	29.9166	9.6370	1.11732	2811.7	629124
896	802816	719323136	29.9333	9.6406	1.11607	2814.9	630530
897	804609	721734273	29.9500	9.6442	1.11483	2818.0	631938
898	806404	724150792	29.9666	9.6477	1.11359	2821.2	633348
899	808201	726572699	29.9833	9.6513	1.11235	2824.3	634760
900	810000	729000000	30.0000	9.6549	1.11111	2827.4	636173
901	811801	731432701	30.0167	9.6585	1.10988	2830.6	637587
902	813604	733870808	30.0333	9.6620	1.10865	2833.7	639003
903	815409	736314327	30.0500	9.6656	1.10742	2836.9	640421
904	817216	738763264	30.0666	9.6692	1.10619	2840.0	641840
905	819025	741217625	30.0832	9.6727	1.10497	2843.1	643261
906	820836	743677416	30.0998	9.6763	1.10375	2846.3	644683
907	822649	746142643	30.1164	9.6799	1.10254	2849.4	646107
908	824464	748613312	30.1330	9.6834	1.10132	2852.6	647533
909	826281	751089429	30.1496	9.6870	1.10011	2855.7	648960
910	828100	753571000	30.1662	9.6905	1.09890	2858.8	650388
911	829921	756058031	30.1828	9.6941	1.09769	2862.0	651818
912	831744	758550528	30.1993	9.6976	1.09649	2865.1	653250
913	833569	761048497	30.2159	9.7012	1.09529	2868.3	654684
914	835396	763551944	30.2324	9.7047	1.09409	2871.4	656118
915	837225	766060875	30.2490	9.7082	1.09290	2874.6	657555
916	839056	768575296	30.2655	9.7118	1.09170	2877.7	658993
917	840889	771095213	30.2820	9.7153	1.09051	2880.8	660433
918	842724	773620632	30.2985	9.7188	1.08932	2884.0	661874
919	844561	776151559	30.3150	9.7224	1.08814	2887.1	663317
920	846400	778688000	30.3315	9.7259	1.08696	2890.3	664761

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000/n$	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
921	848241	781229961	30.3480	9.7294	1.08758	2893.4	666207
922	850084	783777448	30.3645	9.7329	1.08460	2896.5	667654
923	851929	786330467	30.3809	9.7364	1.08342	2899.7	669103
924	853776	788889024	30.3974	9.7400	1.08225	2902.8	670554
925	855625	791453125	30.4138	9.7435	1.08108	2906.0	672006
926	857476	794022776	30.4302	9.7470	1.07991	2909.1	673460
927	859329	796597983	30.4467	9.7505	1.07875	2912.3	674915
928	861184	799178752	30.4631	9.7540	1.07759	2915.4	676372
929	863041	801765089	30.4795	9.7575	1.07643	2918.5	677831
930	864900	804357000	30.4959	9.7610	1.07527	2921.7	679291
931	866761	806954491	30.5123	9.7645	1.07411	2924.8	680753
932	868624	809557568	30.5287	9.7680	1.07296	2928.0	682216
933	870489	812166237	30.5450	9.7715	1.07181	2931.1	683680
934	872356	814780504	30.5614	9.7750	1.07066	2934.3	685147
935	874225	817400375	30.5778	9.7785	1.06952	2937.4	686615
936	876096	820025856	30.5941	9.7819	1.06838	2940.5	688084
937	877969	822656953	30.6105	9.7854	1.06724	2943.7	689555
938	879844	825293672	30.6268	9.7889	1.06610	2946.8	691028
939	881721	827936019	30.6231	9.7924	1.06496	2950.0	692502
940	883600	830584000	30.6594	9.7959	1.06383	2953.1	693978
941	885481	833237621	30.6757	9.7993	1.06270	2956.2	695455
942	887364	835896888	30.6920	9.8028	1.06157	2959.4	696934
943	889249	838561807	30.7083	9.8063	1.06045	2962.5	698415
944	891136	841232384	30.7246	9.8097	1.05932	2965.7	699897
945	893025	843908625	30.7409	9.8132	1.05820	2968.8	701380
946	894916	846590536	30.7571	9.8167	1.05708	2971.9	702865
947	896809	849278123	30.7734	9.8201	1.05597	2975.1	704352
948	898704	851971392	30.7896	9.8236	1.05485	2978.2	705840
949	900601	854670349	30.8058	9.8270	1.05374	2981.4	707330
950	902500	857375000	30.8221	9.8305	1.05263	2984.5	708822
951	904401	860085351	30.8383	9.8339	1.05152	2987.7	710315
952	906304	862801408	30.8545	9.8374	1.05042	2990.8	711809
953	908209	865523177	30.8707	9.8408	1.04932	2993.9	713306
954	910116	868250664	30.8869	9.8443	1.04822	2997.1	714803
955	912025	870983875	30.9031	9.8477	1.04712	3000.2	716303
956	913936	873722816	30.9192	9.8511	1.04603	3003.4	717804
957	915849	876467493	30.9354	9.8546	1.04493	3006.5	719306
958	917764	879217912	30.9516	9.8580	1.04384	3009.7	720810
959	919681	881974079	30.9677	9.8614	1.04275	3012.8	722316
960	921600	884736000	30.9839	9.8648	1.04167	3015.9	723823

平方、立方、平方根、立方根、反數、圓周、圓面積表 (續前)

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	1000/n	$\pi n$	$\frac{1}{4}\pi n^2$
961	923521	887503681	31.0000	9.8683	1.04058	3019.1	725332
962	925444	890277128	31.0161	9.8717	1.03950	3022.2	726842
963	927369	893056347	31.0322	9.8751	1.03842	3025.4	728354
964	929296	895841344	31.0483	9.8785	1.03734	3028.5	729867
965	931225	898632125	31.0644	9.8819	1.03627	3031.6	731382
966	933156	901428696	31.0805	9.8854	1.03520	3034.8	732899
967	935089	904231063	31.0966	9.8888	1.03413	3037.9	734417
998	937024	907039232	31.1127	9.8922	1.03306	3041.1	735937
969	938961	909853209	31.1288	9.8956	1.03199	3044.2	737458
970	940900	912673000	31.1448	9.8990	1.03093	3047.3	738981
971	942841	915498611	31.1609	9.9024	1.02987	3050.5	740506
972	944784	918330048	31.1769	9.9058	1.02881	3053.6	742032
973	946729	921167317	31.1929	9.9092	1.02775	3056.8	743559
974	948676	924010424	31.2090	9.9126	1.02669	3059.9	745088
975	950625	926859375	31.2250	9.9160	1.02564	3063.1	746619
976	952576	929714176	31.2410	9.9194	1.02459	3066.2	748151
977	954529	932574833	31.2570	9.9227	1.02354	3069.3	749685
978	956484	935441352	31.2730	9.9261	1.02249	3072.5	751221
979	958441	938313739	31.2890	9.9295	1.02145	3075.6	752758
980	960400	941192000	31.3050	9.9329	1.02041	3078.8	754296
981	962361	944076141	31.3209	9.9363	1.01937	3081.9	755837
982	964324	946966168	31.3369	9.9396	1.01833	3085.0	757378
983	966289	949862087	31.3528	9.9430	1.01729	3088.2	758922
984	968256	952763904	31.3688	9.9464	1.01626	3091.3	760466
985	970225	955671625	31.3847	9.9497	1.01523	3094.5	762013
986	972196	958585256	31.4006	9.9531	1.01420	3097.6	763561
987	974169	961504803	31.4166	9.9565	1.01317	3100.8	765111
988	976144	964430272	31.4325	9.9598	1.01215	3103.9	766662
989	978121	967361669	31.4484	9.9632	1.01112	3107.0	768214
990	980100	970299000	31.4643	9.9666	1.01010	3110.2	769769
691	982081	973242271	31.4802	9.9699	1.00908	3113.3	771325
992	984064	976191488	31.4960	9.9733	1.00806	3116.5	772882
993	986049	979146657	31.5119	9.9766	1.00705	3119.6	774441
994	988036	982107784	31.5278	9.9800	1.00604	3122.7	776002
995	990025	985074875	31.5436	9.9833	1.00503	3125.9	777564
996	992016	988047936	31.5595	9.9866	1.00402	3129.0	779128
997	994009	991026973	31.5753	9.9900	1.00301	3132.2	780693
998	996004	994011992	31.5911	9.9933	1.00200	3135.3	782260
999	998001	997002999	31.6070	9.9967	1.00100	3138.5	783828
1000	1000000	1000000000	31.6228	10.0000	1.00000	3141.6	785398

## 對 數

對數之理論在此無須多叙，今將其用法及其性質之大略說明之，

### 對數之性質

一數之對數者，將某一定數乘若干方等於原來一數時，其方乘指數之謂也，而其一數謂之真數，指數者以一定數為底數之真數之對數 (Log) 之謂也

例  $a^x = n$   $x$  為以  $a$  為底數等  $n$  之對數  
對數之記法可寫為  $x = \log_a n$

(例1) 求以3為底數81之對數

解  $3^4 = 81$  故所求對數為4

可寫為  $4 = \log_3 81$

(例2) 求以9為底數27之對數

解  $9^x = 27$  即  $(3^2)^x = 27$  因  $3^{2x} = 3^3$  故  $2x = 3$  (此因為指數之相等式)

故所求之對數  $x = \frac{3}{2}$

$$\therefore \frac{3}{2} = \log_9 27$$

(例3) 求以10為底數對數3之真數

解  $10^3 = n = 1000$  故所求之真數為1000

(例4) 與上題相反以10為底數求真數1000之對數

解  $10^x = n = 1000$  即  $(10^2) 10 = 10^3 = 1000$  因  $10^3 = 1000$

故所求之對數為3

(注意) 以後所列之對數表稱為普通對數，因其以10為底數，只寫作  $\log$ ，

例如 寫作  $\log 5$  者乃示以10為底數5之對數之意，

### 對數之用法

利用對數雖然複雜運算亦可極簡單處理之

即 積之對數等於其因子之對數和，……………(1)

例如  $5 \times 4$  之對數為  $\log 5 + \log 4$

商之對數等於自被除數之對數減去除數之對數之差，…… (2)

例如  $15 \div 4$  之對數為  $\log 15 - \log 4$



一數若干方乘之對數等於其數之對數與指數之積，…… (3)

例如  $25^2$  之對數為  $2 \times \log 25$   $25^3$  之對數為  $3 \times \log 25$

一數之若干方根之對數，等於其數之對數以指數方根數除之商，…… (4)

例如  $\sqrt{144}$  之對數為  $\frac{1}{2} \times \log 144$   $\sqrt[5]{158}$  為  $\frac{1}{5} \log 158$

總之以對數計算時有如 (1)(2) 所示代乘除為加減，如(3)(4)所示，代方乘方根為乘除之便，後列之表為自零至千各真數之對數，但所記載僅為小數部分，故用時須將整數分即指數補寫之，

表內第一欄，與左側欄為真數，右側欄為差值，其中間欄為小數分之對數

### 求指數法

真數若為整數，自其字數(即位數)減一作指數，

例如整數825其對數之指數為2，如3257則為3，

真數若為混數僅自整數之字數減一作指數，

例如混數325.7之對數之指數為2 32.57時則為1

真數若為小數，於小數點以下零字之位數加1其上書以負號(-)為指數(例如小數.0325之對數之指數為-2 .00325時則為-3) 負指數乃表示

僅指數為負數而非為對數之全位為負數，故可寫作 $\bar{2}$ 或 $\bar{3}$ ，

以上之指數，將整數之指數，自其位數減1之理由為

因  $10^0=1$ ,  $10^1=10$ ,  $10^2=100$ ,  $1000^3=1000$  故  $\log 1=0$

$\log 10=1$   $\log 100=2$   $\log 1000=3$  例如  $a^2 \times a^2 = a^{2+2} = a^4$  反

之  $a^2 \div a^2 = a^{2-2} = a^0 = 1$  故吾人同理可知  $10^2 \div 10^2 = 10^0 = \frac{100}{100}$

$= 1$  則可了解整數之位數減1之故矣，再小數之指數於零字之位數加1之理由為

因  $10^{-1}=.1$ ,  $10^{-2}=.01$ ,  $10^{-3}=.001$  故  $\log .1 = \bar{1}$ ,  $\log$

$.01 = \bar{2}$ ,  $\log .001 = \bar{3}$  例如  $a^3 \div a^2 = a^{3-2} = a^1$  反之  $a^2 \div a^3 =$

$a^{2-3} = a^{-1}$  同理  $10^2 \div 10^3 = 10^{2-3} = 10^{-1} = \frac{100}{1000} = .1$  可知矣

全樣  $10^2 \div 10^4 = 10^{2-4} = 10^{-2} = \frac{100}{10000} = .01$  故此可了解零字之位數

加1之理由矣

### 知真數求對數法

不滿四位之真數，其對數皆在表內可查易於求得，然表內並未記載指數，故必須依前之說明而補記之，例如35之對數，在表內左側欄35之右為54407，補之以指數則為1.54407，如求287之對數，由真數28之欄，向右看，取與上欄7之行一致之45788，補上指數2(因為三位)成爲2.45788即爲所求之對數，又如求.00287之對數時，同法先求287之對數，45788補以指數3(因為零字數2)爲3.45788；

再求真數四位即3854之對數時，看左側欄38，取與最上欄5之行相會之數58546，再取與38並列差欄113，乘以末尾之4，得452，與前之58546降一位加之，得585912，補之以指數3，爲3.585912即爲所求之對數，但此時奇零以下，五倍以上，可四捨五入；

(例) 求1256之對數

$$\log 125 = .09691$$

$$344 \times 6 = 2064 \dots\dots \frac{2064}{.098974} (+)$$

故所求之對數爲3.09897

### 知對數求真數法

表內有一致之數，則其真數即爲所求之真數，如表內無一致之數時，減去與此最近而小之數，先求其真數，其殘數以差除之，放於以前求真數之次位，依指數而定其位示之如下；

(例) 求對數2.61909之真數，

先檢查表內搜出小數分之首字及第二字即61其近傍必有與此一致之數，或近似數適合此問題之對數，在與左側真數欄41並列6之行相會之處，故真數爲416因指數爲2故其爲3位數，而416即爲所求，指數爲3時即爲4160，指數爲1即爲41.6，指數爲0則成4.16，指數爲2則爲.0416；

(例) 求3.53085之真數

檢表因比小數分之53之真數欄34並記者小，故必在其以內，今搜33併列之數在9之行相會之53020爲最近似而小之數；

$$\begin{array}{r} \text{故} \quad 53085 \\ 339 \dots\dots \frac{53020}{65} (-) \end{array}$$

$65 \div 130 = .5$  130為33列載之差欄之數，  
將此.5加於前之真數339之次位為3395指數為3故所求之真數  
為3395。

### 自對數與對數相加求真數法

因以前已說明過，自真數求對數自對數求真數，至於對數相加法，即乘法示之如下例題；

兩個對數或更多對數相加時，先將各對數之小數部分相加成爲一數，進位於指數，常爲正數，各指數同號（皆爲正或皆爲負）時，相加不變正負，若爲異號（正負錯雜）則相減，將大數之號配於餘數，自小數進上來之數亦將其加減之；

例如 對數 $2.71265$ 與 $1.48144$ 相加得 $4.19409$ 再 $2.75891$ 與 $3.56229$   
相加爲 $4.32120$ （指數所以爲4之理由，因有自小數分進上來  
十1之故也）

又如  $4.56585$ 與 $2.76567$ 相加得 $3.33152$

（例）求兩真數 $1.75$ 與 $498$ 之相乘積，

$$\log 1.75 = .24304$$

$$\log 498 = \frac{2.69723}{2.94027} (+)$$

檢表 $94027$ 之近似數爲真數 $871$ 之對數 $94002$

$$\text{故 } \log 871 = \frac{94027}{\text{差} \dots 25} (-)$$

$$25 \div 49 = .5$$

故所求之真數爲 $871.5$

（例）求三真數 $25.7$ 與 $124$ 與 $.0075$ 之連乘積，

$$\log 25.7 = 1.40993$$

$$\log 124 = 2.09342$$

$$\log .0075 = \frac{3.87506}{1.37841} (+)$$

$$\log 239 = \frac{.37840}{1} (-)$$

即所求之連乘積爲  $23.9$ 餘

### 自對數減對數求真數法

自一對數，減他對數，兩對數有正指數減數小時，如常法減之；例如自4.64542減對數2.76567得1.87975 如減數反大時，先將其小數部分自他之對數減之，然後將兩指數之差配以負號為指數；例如自1.3117<sub>5</sub>減去4.93247得4.37928 若又有負指數時，於兩數加任意同數成為正指數，然後如常法減之，

例如 自2.89376減3.65128 先在此兩對數之指數加4，成為6.89376及1.65128，然後相減得5.24248 又如自對數2.38561減對數5.75815，先於兩對數之指數加6成為4.38561及1.75815相減得2.62746（於此指數加之數不僅限於4或6總而能以將負指數變為正則可）

(例) 求 $937.5 \div 37.5$   $\log 937.5 - \log 37.5 = 2.971975 - 1.57403 = 1.397945$  故求得與1.397945相當之真數為25

(例) 求 $0.156975 \div 27.3$

$$\log 0.156975 - \log 27.3 = \bar{2}.19585975 - 1.43616$$

此兩數皆加3為1.19586(四捨五入)及4.43616相減為4.7597

故檢表得真數575以其指數為4所求之答為0.000575

### 對數代乘冪法

檢表求根數之對數，實乘之以乘指數為冪數之對數，再檢表求對此之真數，

(例) 求 $13^2$ 之值

$$2 \times \log 13 \quad 2 \times \log 13 = 2 \times 1.11394 = 2.22788$$

檢表得169因指數為2故所求之答為169，

(例) 求 $0.25^3$ 之值

$$3 \times \log 0.25 = 3 \times \bar{1}.39794 = \bar{4}.19382$$

檢表減19312 得真數156其差為70，以156列記之差281除之，

$70 \div 281 = .25$ 加之於以前之157之次位，得15625因指數為4故所求之答為0.00015625

(例) 求 $35^{\frac{2}{3}}$ 之值，

$$\frac{2}{3} \times \log 35 = \frac{2}{3} \times 1.54407 = 2 \times .51469 = 1.02938$$

檢表得107依指數定位得10.7

### 對數代開方法

檢表求冪數之對數以開指數實乘之爲根數之對數再檢表求其真數即爲所求之答，

(例) 求  $\sqrt{729}$  之值

$$\log 729 = 2.86273 \quad \therefore \frac{1}{2} \times 2.86273 = 1.431365$$

檢表得27爲所求之答。

(例) 求  $\sqrt[3]{1.728}$

$$\log 1.728 = .23553 \quad 172 \text{ 列記之差 } 249 \times 8 \text{ (殘數)}$$

$$= 1992$$

$$\log 1.728 = \left\{ \begin{array}{l} .23553 \\ + \quad 1992 \\ \hline .237522 \end{array} \right. \quad \text{即以 } \log 1.728 = .237522$$

$$\frac{1}{3} \times .237522 = .079174$$

檢表與.07918相當之真數爲12指數爲0故答爲1.2

(例) 求  $\frac{3}{2} \sqrt[3]{78.2365}$  之值

$$\frac{3}{2} \times \log 78.2365 = \frac{3}{2} \times 1.89341075 = \frac{5.68023225}{2}$$

$$= 2.840116125$$

略之爲2.84012減去(檢表)與692相當之對數.84011, 餘1以差欄數63除之, 得.016加於其次位, 得692.016爲所求之答。

對 數		表 (自0至1000)										差
數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差	
0	.....	00000	30103	47712	60206	69897	77815	84510	90309	95424	.....	
10	00000	00432	00860	01284	01703	02119	02531	02938	03342	03743	415	
11	04139	04532	04922	05308	05690	06070	06446	06819	07188	07555	379	
12	07918	08279	08636	08991	09342	09691	10037	10380	10721	11059	344	
13	11394	11727	12057	12385	12710	13033	13354	13672	13988	14301	323	
14	14613	14922	15229	15534	15836	16137	16435	16732	17026	17319	298	
15	17609	17898	18184	18469	18752	19033	19312	19590	19866	20140	281	
16	20412	20683	20952	21219	21484	21748	22011	22272	22531	22789	264	
17	23045	23300	23553	23805	24055	24304	24551	24797	25042	25285	249	
18	25527	25768	26007	26245	26482	26717	26951	27184	27416	27646	234	
19	27875	28103	28330	28556	28780	29003	29226	29447	29667	29885	222	
20	30103	30320	30535	30750	30963	31175	31387	31597	31806	32015	212	
21	32222	32427	32634	32838	33041	33244	33445	33646	33846	34044	202	
22	34242	34439	34635	34830	35025	35218	35411	35603	35793	35984	193	
23	36173	36361	36549	36736	36922	37107	37291	37475	37658	37840	185	
24	38021	38202	38382	38561	38739	38917	39094	39270	39445	39620	177	
25	39794	39967	40140	40312	40483	40654	40824	40993	41162	41330	170	
26	41497	41664	41830	41996	42160	42325	42488	42651	42813	42975	165	
27	43136	43297	43457	43616	43775	43933	44091	44248	44404	44560	158	
28	44716	44871	45025	45179	45332	45484	45637	45788	45939	46090	153	
29	46240	46389	46538	46687	46835	46982	47129	47276	47422	47567	148	

數	對 數										差
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
30	47712	47857	48001	48144	48287	48430	48572	48714	48855	48996	143
31	49136	49276	49415	49554	49693	49831	49969	50106	50243	50379	138
32	50515	50651	50786	50920	51055	51189	51322	51455	51587	51720	134
33	51851	51983	52114	52244	52375	52504	52634	52763	52892	53020	130
34	53148	53275	53403	53529	53656	53782	53908	54033	54158	54283	126
35	54407	54531	54654	54777	54900	55023	55145	55267	55388	55509	122
36	55630	55751	55871	55991	56110	56229	56348	56467	56585	56703	119
37	56820	56937	57054	57171	57287	57403	57519	57634	57749	57864	116
38	57078	58093	58206	58320	58433	58546	58659	58771	58883	58995	113
39	59106	59218	59329	59439	59550	59660	59770	59879	59988	60097	110
40	60206	60314	60423	60531	60638	60746	60853	60959	61066	61172	107
41	61278	61384	61490	61595	61700	61805	61909	62014	62118	62221	104
42	62325	62428	62531	62634	62737	62839	62941	63043	63144	63246	102
43	63347	63448	63548	63649	63749	63849	63949	64048	64147	64246	99
44	64345	64444	64542	64640	64738	64836	64933	65031	65128	65225	98
45	65321	65418	65514	65610	65706	65801	65896	65992	66087	66181	96
46	66276	66370	66464	66558	66652	66745	66839	66932	67025	67117	95
47	67210	67302	67394	67486	67578	67669	67761	67851	67943	68034	92
48	68124	68115	68205	68295	68385	68474	68564	68654	68742	68831	90
49	69020	69118	69197	69285	69373	69461	69548	69636	69723	69810	88
50	69897	69984	70070	70157	70243	70329	70415	70501	70586	70672	86
51	70757	70842	70927	71012	71096	71181	71265	71349	71433	71517	84
52	71600	71684	71767	71850	71933	72016	72099	72181	72263	72346	82
53	72428	72509	72591	72673	72754	72835	72916	72997	73078	73159	81
54	73239	73320	73400	73480	73560	73640	73719	73799	73878	73957	80

(續前)

數	對 數										差
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
55	74036	74115	74194	74273	74351	74429	74507	74586	74663	74741	78
56	74819	74896	74974	75051	75128	75205	75282	75358	75435	75511	77
57	75587	75664	75740	75815	75891	75967	76042	76118	76093	76268	75
58	76343	76418	76492	76567	76641	76716	76790	76864	76938	77012	74
59	77085	77159	77232	77305	77379	77452	77525	77597	77670	77743	73
60	77815	77887	77960	78032	78104	78176	78247	78319	78390	78462	72
61	78533	78604	78675	78746	78817	78888	78958	79029	79099	79169	71
62	79239	79309	79379	79449	79518	79588	79657	79727	79796	79865	70
63	79934	80003	80072	80140	80209	80277	80346	80414	80482	80550	69
64	80618	80686	80754	80821	80889	80956	81023	81090	81158	81224	68
65	81291	81358	81425	81491	81558	81624	81690	81757	81823	81889	67
66	81954	82020	82086	82151	82217	82282	82347	82413	82478	82543	66
67	82607	82672	82737	82802	82866	82930	82995	83059	83123	83187	64
68	83251	83315	83378	83442	83506	83569	83632	83696	83759	83822	63
69	83885	83948	84011	84073	84136	84198	84261	84323	84386	84448	63
70	84510	84572	84634	84696	84757	84819	84880	84942	85003	85065	62
71	85126	85187	85248	85309	85370	85431	85491	85552	85612	85673	61
72	85733	85794	85854	85914	85974	86034	86094	86153	86213	86273	60
73	86332	86392	86451	86510	86570	86629	86688	86747	86806	86864	59
74	86923	86982	87040	87099	87157	87216	87274	87332	87390	87448	58
75	87506	87564	87622	87680	87737	87795	87852	87910	87967	88024	57
76	88081	88138	88196	88252	88309	88366	88423	88480	88536	88593	57
77	88649	88705	88762	88818	88874	88930	88986	89042	89098	89154	56
78	89209	89265	89321	89376	89432	89487	89542	89597	89653	89708	55
79	89763	89818	89873	89927	89982	90037	90091	90146	90200	90255	54

(續前)



數	對 數 表										差
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
80	90309	90363	90417	90472	90526	90580	90634	90687	90741	90795	54
81	90849	90902	90956	91009	91061	91116	91169	91222	91275	91328	53
82	91381	91434	91487	91540	91593	91645	91698	91751	91803	91855	53
83	91908	91960	92012	92065	92117	92169	92221	92273	92324	92376	52
84	92428	92480	92531	92583	92634	92686	92737	92788	92840	92891	51
85	92942	92993	93044	93095	93146	93197	93247	93298	93349	93399	51
86	93450	93500	93551	93601	93651	93702	93752	93802	93852	93902	50
87	93952	94002	94052	94101	94151	94201	94250	94300	94349	94399	49
88	94448	94498	94547	94596	94645	94694	94743	94792	94841	94890	49
89	94939	94988	95036	95085	95134	95182	95231	95279	95328	95376	48
90	95424	95472	95521	95569	95617	95665	95713	95761	95809	95856	48
91	45903	95952	95999	96047	96095	96142	96190	96237	96284	96332	48
92	96379	96426	96473	96520	96567	96614	96661	96708	96755	96802	47
93	96848	96895	96942	96988	97035	97081	97128	97174	97220	97267	47
94	97313	97359	97405	97451	97497	97543	97589	97635	97681	97727	46
95	97772	97818	97864	97909	97955	98000	98046	98091	98137	98182	46
96	98227	98272	98318	98363	98408	98453	98498	98543	98588	98632	45
97	98677	98722	98767	98811	98856	98900	98945	98989	99034	99078	45
98	99123	99167	99211	99255	99300	99344	99388	99432	99476	99520	44
99	99564	99607	99651	99695	99739	99782	99826	99870	99913	99957	44

(續前)

## 數之自然對數

(續前)

$n$ 之自然對數 =  $2.302585 \times (n$ 之常用對數)  
 $(n \times 10)$ 之自然對數 =  $2.3026 +$ (下表之對數)

(例)求91.6之自然對數

$$\begin{array}{r} \text{檢表 } \log_e 91.6 = 2.2148 \\ \quad \quad \quad 2.3026 \end{array}$$

$$\log_e 91.6 = 4.5174$$

$(n \times 100)$ 之自然對數 =  $2 \times 2.3026 +$ (下表之對數)

(例)求916之自然對數

$$\begin{array}{r} \text{檢表 } \log_e 9.16 = 2.2148 \\ \quad \quad \quad 2.3026 \\ \quad \quad \quad 2.3026 \end{array}$$

$$\log_e 9.16 = 6.8200$$

數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差
1.0	0.0000	0100	0198	0296	0392	0488	0583	0677	0770	0862	95
1.1	.0953	1044	1133	1222	1310	1398	1484	1570	1655	1740	87
1.2	.1823	1906	1989	2070	2151	2231	2311	2390	2469	2546	80
1.3	.2624	2700	2776	2852	2927	3001	3075	3148	3221	3293	74
1.4	.3365	3436	3507	3577	3646	3716	3784	3853	3920	3988	69
1.5	0.4055	4121	4187	4253	4218	4383	4447	4511	4574	4637	65
1.6	.4700	4762	4824	4886	4947	5008	5068	5128	5188	5247	61
1.7	.5306	5365	5423	5481	5539	5596	5653	5710	5766	5822	57
1.8	.5878	5933	5988	6043	6098	6152	6206	6259	6313	6366	54
1.9	.6419	6471	6523	6575	6627	6678	6729	6780	6831	6881	51
2.0	0.6931	6981	7031	7080	7129	7178	7227	7275	7324	7372	49
2.1	.7419	7467	7514	7561	7608	7655	7701	7747	7793	7839	47
2.2	.7885	7930	7975	8020	8065	8109	8154	8198	8242	8286	44
2.3	.8329	8372	8416	8459	8502	8544	8587	8629	8671	8713	43
2.4	.8755	8796	8838	8879	8920	8961	9002	9042	9083	9123	41
2.5	0.9163	9203	9243	9282	9322	8361	9400	9439	9478	9517	39
2.6	.9555	9594	9632	9670	9708	9746	9783	9821	9858	9895	38
2.7	.9933	9969	0006	0043	0080	0116	0152	0188	0225	0260	36
2.8	1.0296	0332	0367	0403	0438	0473	0508	0543	0578	0613	35
2.9	.0647	0682	0716	0750	0784	0818	0852	0886	0919	0953	34
3.0	1.0986	1019	1053	1086	1119	1151	1184	1217	1249	1282	33
3.1	.1314	1346	1378	1410	1442	1474	1506	1537	1569	1600	32
3.2	.1632	1663	1694	1725	1756	1787	1817	1848	1878	1909	31
3.3	.1939	1969	6000	2030	2060	2090	2119	2149	2179	2208	30
3.4	.2238	2267	2296	2326	2355	2384	2413	2442	2470	2499	29

數之自然對數											(續前)
數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差
3.5	1.2528	2556	2585	2613	2641	2669	2698	2726	2754	2782	28
3.6	.2809	2837	2865	2892	2920	2947	2975	3002	3029	3056	27
3.7	.3083	3110	3137	3164	3191	3218	3244	3271	3297	3324	27
3.8	.3350	3376	3403	3429	3455	3481	3507	3533	3558	3584	26
3.9	.3610	3635	3661	3686	3712	3737	3762	3788	3813	3838	25
4.0	1.3863	3888	3913	3938	3962	3987	4012	4036	4061	4085	25
4.1	.4110	4134	4159	4183	4207	4231	4255	4279	4303	4327	24
4.2	.4351	4375	4398	4422	4446	4469	4493	4516	4540	4563	23
4.3	.4586	4609	4633	4656	4679	4702	4725	4748	4770	4793	23
4.4	.4816	4839	4861	4884	4907	4929	4951	4974	4996	5019	22
4.5	1.5041	5063	5085	5107	5129	5151	5173	5195	5217	5239	22
4.6	.5261	5282	5304	5326	5347	5369	5390	5412	5433	5454	21
4.7	.5476	5497	5518	5539	5560	5581	5602	5623	5644	5665	21
4.8	.5686	5707	5728	5748	5769	5790	5810	5831	5851	5872	20
4.9	.5892	5913	5933	5953	5974	5994	6014	6034	6054	6074	20
5.0	1.6094	6114	6134	6154	6174	6194	6214	6233	6253	6273	20
5.1	.6292	6312	6332	6351	6371	6390	6409	6429	6448	6467	19
5.2	.6487	6506	6525	6544	6563	6582	6601	6620	6639	6658	19
5.3	.6677	6696	6715	6734	6752	6771	6790	6808	6827	6845	18
5.4	.6864	6882	6901	6919	6938	6956	6974	6993	7011	7029	18
5.5	1.7047	7066	7084	7102	7120	7138	7156	7174	7192	7210	18
5.6	.7228	7246	7263	7281	7299	7317	7334	7352	7370	7387	18
5.7	.7405	7422	7440	7457	7475	7492	7509	7527	7544	7561	17
5.8	.7579	7596	7613	7630	7647	7664	7681	7699	7716	7733	17
5.9	.7750	7765	7783	7800	7817	7834	7851	7867	7884	7901	17
6.0	1.7918	7934	7951	7967	7984	8001	8017	8034	8050	8066	16
6.1	.8083	8099	8116	8132	8148	8165	8181	8197	8213	8229	16
6.2	.8245	8262	8278	8294	8310	8326	8342	8358	8374	8390	16
6.3	.8405	8421	8437	8453	8469	8485	8500	8516	8532	8547	16
6.4	.8563	8579	8594	8610	8625	8641	8656	8672	8687	8703	15
6.5	1.8718	8733	8749	8764	8779	8795	8810	8825	8840	8856	15
6.6	.8871	8886	8901	8916	8931	8946	8961	8976	8991	9006	15
6.7	.9021	9036	9051	9066	9081	9095	9110	9125	9140	9155	15
6.8	.9169	9184	9199	9213	9228	9242	9257	9272	9286	9301	15
6.9	.9315	9330	9344	9359	9373	9387	9402	9416	9430	9445	14

數之自然對數											(續前)
數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差
7.0	1.9459	9473	9488	9502	9516	9530	9544	9559	9573	9587	14
7.1	.9601	9615	9629	9643	9657	9671	9685	9699	9713	9727	14
7.2	.9741	9755	9769	9782	9796	9810	9824	9838	9851	9865	14
7.3	.9879	9892	9906	9920	9933	9947	9961	9974	9988	0001	13
7.4	2.0015	0028	0042	0055	0069	0082	0096	0109	0122	0136	13
7.5	2.0149	0162	0176	0189	0202	0215	0229	0242	0255	0268	13
7.6	.0281	0295	0308	0321	0334	0347	0360	0373	0386	0399	13
7.7	.0412	0425	0438	0451	0464	0477	0490	0503	0516	0528	13
7.8	.0541	0554	0567	0580	0592	0605	0618	0631	0643	0656	13
7.9	.0669	0681	0694	0707	0719	0732	0744	0757	0769	0782	12
8.0	2.0794	0807	0819	0832	0844	0857	0869	0882	0894	0906	12
8.1	.0919	0931	0943	0956	0968	0980	0992	1005	1017	1029	12
8.2	.1041	1054	1066	1078	1090	1102	1114	1126	1138	1150	12
8.3	.1163	1175	1187	1199	1211	1223	1235	1247	1258	1270	12
8.4	.1282	1294	1306	1318	1330	1342	1353	1365	1377	1389	12
8.5	2.1401	1412	1424	1436	1448	1459	1471	1483	1494	1506	12
8.6	.1518	1529	1541	1552	1564	1576	1587	1599	1610	1622	12
8.7	.1633	1645	1656	1668	1679	1691	1702	1713	1725	1736	11
8.8	.1748	1759	1770	1782	1793	1804	1815	1827	1838	1849	11
8.9	.1861	1872	1883	1894	1905	1917	1928	1939	1950	1961	11
9.0	2.1972	1983	1994	2006	2017	2028	2039	2050	2061	2072	11
9.1	.2083	2094	2105	2116	2127	2138	2148	2159	2170	2181	11
9.2	.2192	2203	2214	2225	2235	2246	2257	2268	2279	2289	11
9.3	.2300	2311	2322	2332	2343	2354	2364	2375	2386	2396	11
9.4	.2407	2418	2428	2439	2450	2460	2471	2481	2492	2502	11
9.5	2.2513	2523	2534	2544	2555	2565	2576	2586	2597	2607	10
9.6	.2618	2628	2638	2649	2659	2670	2680	2690	2701	2711	10
9.7	.2721	2732	2742	2752	2762	2773	2783	2793	2803	2814	10
9.8	.2824	2834	2844	2854	2865	2875	2885	2895	2905	2915	10
9.9	.2925	2935	2946	2956	2966	2976	2986	2996	3006	3016	10
10.0	2.3026										
$\log_{10} e = (2.3026) \log_{10} x ; \log_{10} x = (0.4343) \log_e x$ $2.3026 = \log_e 10 ; 0.4343 = \log_{10} e$											

第三章 重量表

元		素		名		化學		原子		重量	
譯	語	英	語	英	語	符號	番號	番號	符號	譯	量
銻	Actinium,	Ac	89	227.	銻			Eu	63	152.0	
銀	Silver,	Ag	47	07.88	鐵			F	9	19.0	
鋁	Aluminium,	Al	13	27.10	錳			Fe	26	55.84	
氬	Argon	Ar	18	39.88	鈾			Ga	31	69.9	
砒	Arsenic	As	33	74.96	鈹			Gd	64	157.3	
金	Gold,	Au	79	197.20	氮			Ge	32	72.5	
硼	Boron,	B	5	11.0	氦			H	1	1.008	
鋇	Barium,	Ba	56	137.37	氫			He	2	4.00	
鐳	Beryllium,	Be	4	9.1	錒			Hg	80	200.6	
錒	Bismuth,	Bi	83	208.0	碲			Ho	67	163.5	
溴	Bromine,	Br	35	79.92	碘			I	53	126.92	
碳	Carbon,	C	6	12.005	銦			In	49	114.8	
鈣	Calcium,	Ca	20	40.07	銲			Ir	77	193.1	
鎘	Cadmium,	Cd	48	112.40	鉀			K	19	39.10	
鐳	Cerium	Ce	58	140.25	氩			Kr	36	82.92	
氯	Chlorine	Cl	17	35.46	銻			La	57	139.0	
鈷	Cobalt,	Co	27	58.97	銲			Li	3	6.94	
鉻	Chromium,	Cr	24	52.0	銻			Lu	71	175.0	
銻	Caesium,	Cs	55	132.81	鎂			Mg	12	24.32	
銅	Copper,	Cu	29	63.57	錳			Mn	25	54.93	
鉍	Dysprosium,	Dy	66	162.5	鉬			Mo	42	96.0	
鉕	Erbium,	Er	68	167.7	氮			N	7	14.01	



水之密度(比重)並一公分之水之立積(立公分) 及一立方呎之重量(磅)(Kopp)							
溫度 (C)	密度 (比重)	立積	一立方呎 (磅)	溫度 (C)	密度 (比重)	立積	一立方呎 (磅)
-9	0.99837	1.00163	62.32	50	0.98820	1.01194	61.70
-8	0.99863	1.00137	62.34	55	0.98582	1.01438	61.54
-7	0.99887	1.00113	62.35	60	0.98338	1.01690	61.37
-6	0.99908	1.00092	62.37	65	0.98074	1.01964	61.20
-5	0.99920	1.00080	62.37	70	0.97794	1.02256	61.02
-4	0.99944	1.00056	62.39	75	0.97498	1.02566	60.83
-3	0.99958	1.00042	62.40	80	0.97194	1.02887	60.64
-2	0.99969	1.00035	62.41	85	0.96879	1.03222	60.44
-1	0.99979	1.00021	62.41	90	0.96556	1.03567	60.22
0	0.99987	1.00013	62.42	100	0.95865	1.04313	59.76
1	0.99993	1.00007	62.42	110	0.95129	1.0512	59.38
2	0.99997	1.00003	62.42	120	0.94349	1.0599	58.70
3	0.99999	1.00001	62.42	130	0.93510	1.0694	58.37
4	1.00000	1.00000	62.4245	140	0.92635	1.0795	57.83
5	0.99999	1.00001	62.42	150	0.91718	1.0903	57.25
6	0.99997	1.00003	62.42	160	0.90761	1.1018	56.66
7	0.99993	1.00007	62.42	170	0.89775	1.1139	56.04
10	0.99975	1.00025	62.41	180	0.88747	1.1268	55.40
15	0.99916	1.00084	62.38	190	0.87696	1.1403	54.74
20	0.99826	1.00174	62.33	200	0.86625	1.1544	54.08
25	0.99712	1.00289	62.26				
30	0.99577	1.00425	62.17				
35	0.99418	1.00585	62.08				
40	0.99235	1.00771	61.97				
45	0.99037	1.00972	61.85				

各種金屬比重及重量 (水之比重=1)						
名 稱	比 重	重 量				
		一立公分 (公斤)	一立方吋 (公斤)	一立方吋 (磅)	一立方呎 (磅)	
白金	21.516	0.021516	0.352	0.775	1340	
(純)	19.316	0.019316	0.316	0.696	1263	
水鉛	13.596	0.013596	0.223	0.491	849	
(鑄)	11.368	0.011368	0.186	0.410	708	
(板)	11.432	0.011432	0.187	0.412	712	
全銀	10.517	0.010517	0.172	0.379	655	
(鍍)	8.927	0.008927	0.146	0.322	556	
(鑄)	8.622	0.008622	0.141	0.311	537	
(板、管)	8.815	0.008815	0.144	0.318	549	
(綫)	8.895	0.008895	0.146	0.321	554	
全銅	8.109	0.008109	0.132	0.292	505	
(展)	8.510	0.008510	0.139	0.307	530	
(板、管)	8.461	0.008461	0.138	0.305	527	
(綫)	8.558	0.008558	0.140	0.308	533	
銅(平均)	8.735	0.008735	0.143	0.315	544	
青銅	8.600	0.008600	0.145	0.310	536	
銅	7.787	0.007787	0.127	0.281	485	
(鍍)(平均)	7.707	0.007707	0.126	0.278	480	
(鑄)(平均)	7.209	0.007209	0.118	0.260	449	
(平均)	7.868	0.007868	0.129	0.284	491	
不銹鋼	7.775	0.007775	0.126	0.278	480	
乙	7.785	0.007785	0.128	0.282	487	
甲	7.819	0.007819	0.128	0.282	487	
鋼	7.848	0.007848	0.128	0.283	490	
(鑄)	7.848	0.007848	0.128	0.283	490	
(鑄)	7.850	0.007850	0.128	0.283	489	
(鑄)	2.569	0.002569	0.042	0.093	160	
(板、管)	2.681	0.002681	0.044	0.097	167	
全鍍	8.687	0.008687	0.142	0.313	541	
全鍍	8.285	0.008285	0.136	0.299	516	
全錫	7.418	0.007418	0.121	0.267	462	
Monel-metal	8.906	0.008906	0.146	0.321	555	
白色合金	7.322	0.007322	0.120	0.264	456	
(鑄)	6.872	0.006872	0.112	0.248	428	
(板)	7.209	0.007209	0.118	0.260	449	



木材並石材比重及重量						
{ 木材因其樹齡產地之不同致重量 } { 大異本表爲其平均數 }						
名 稱	比 重	重 量				
		一立公分 (公斤)	一立方吋 (公斤)	一立方吋 (磅)	一立方 呎(磅)	
木			材			
黑松	0.577	0.000577	0.0094	0.0208	36	
赤松	0.593	0.000593	0.0097	0.0214	37	
縱 (鳳尾松)	0.417	0.000417	0.0058	0.0150	26	
杉 (檜球球)(普通)	0.320	0.000320	0.0053	0.0116	20	
赤杉	0.433	0.000433	0.0071	0.0156	27	
黑檜	0.497	0.000497	0.0081	0.0179	31	
檜	0.481	0.000481	0.0079	0.0174	30	
檜	0.528	0.000528	0.0087	0.0191	33	
朴 (加條木)	0.513	0.000513	0.0084	0.0185	32	
赤檜 (血檜)	0.944	0.000944	0.0157	0.0347	60	
白檜 (麵檜)	0.865	0.000865	0.0142	0.0312	54	
檉	0.833	0.000833	0.0137	0.0301	52	
桐	0.288	0.000288	0.0047	0.0104	18	
栗	0.626	0.000626	0.0103	0.0226	39	
檉 (枹)	0.937	0.000937	0.0152	0.0336	58	
櫻	0.673	0.000673	0.0110	0.0243	42	
地(桤檜)	0.449	0.000449	0.0073	0.0162	28	
瘡	1.329	0.001329	0.0218	0.0480	83	
黃	1.042	0.001042	0.0171	0.0376	65	
麻栗樹(Teak)	0.802	0.000802	0.0131	0.0289	50	
赤檀 (mahogany)	0.810	0.000810	0.0139	0.0307	53	
黑檀(Ebony)即烏木	1.230	0.001230	0.0202	0.0446	77	
軟	0.240	0.000240	0.0039	0.0087	15	
石			材			
花崗	2.80	0.002800	0.0457	0.1007	174	
石灰	2.69	0.002690	0.0441	0.0972	168	
理	2.72	0.002720	0.0444	0.0978	169	
大砂	2.20	0.002200	0.0360	0.0793	137	
砂	1.73	0.001730	0.0284	0.0625	108	
砂	1.603	0.001603	0.0263	0.0579	100	
砂	1.97	0.001970	0.0305	0.0673	123	
全	4.00	0.004000	0.0621	0.1368	250	
生	0.84	0.000840	0.0129	0.0284	52	

雜品比重及重量 (續前)						
名	稱	比重	重 量			
			一立方呎 (公斤)	一立方呎 (磅)	一立方呎 (磅)	
土	土	2.007	0.002007	0.0328	0.0723	125
磚	磚	1.911	0.001911	0.0313	0.0589	119
瓦	瓦	1.606	0.001606	0.0217	0.0479	100
青	青	1.835	0.001835	0.0300	0.0661	114.3
玻璃	玻璃	2.408	0.002408	0.0394	0.0868	150
(鐵礦)	(鐵礦)	1.365	0.001365	0.0223	0.0492	85
(黑鉛)	(黑鉛)	1.606	0.001606	0.0217	0.0479	100
(錫)	(錫)	2.440	0.002440	0.0399	0.0880	152
(鑄鉛)	(鑄鉛)	0.931	0.000931	0.0152	0.0336	58
(傾化錫)	(傾化錫)	2.216	0.002216	0.0362	0.0799	138
木	木	1.220	0.001220	0.0200	0.0440	76
素	素	2.810	0.002810	0.0459	0.1013	175
綿	綿	0.867	0.000867	0.0142	0.0313	54
	衛	1.477	0.001477	0.0241	0.0532	92
	衛	0.369	0.000369	0.0060	0.0133	23
冰	(32°F)	0.923	0.000923	0.0151	0.0333	57.5
雪		0.083	0.000083	0.0014	0.0030	5.2

雜品

雜品比重及重量 (續前)							
名	保	稱	尺	寸	材		量
					重 個	一立方公分 (公斤)	
					一 (公斤)	一立方公分 (公斤)	一立方吋 (公斤)
石	綿	綿料	12" × 12" × 12"		10.368	0.000366	0.006
石	綿	綿料 (普通)	12" × 12" × 12" × 12"		0.335	0.001159	0.019
石	綿	綿料 (特)	12" × 12" × 12" × 12"		24.192	0.000854	0.014
石	綿	綿	12" × 12" × 12" × 12"		19.008	0.000671	0.011
石	綿	綿	12" × 12" × 12" × 12"		0.217	0.000976	0.016
石	繩	繩	周圍六吋者		長度每呎		
石	繩	繩	"		0.176	0.000305	0.005
石	繩	繩	"	五吋者	0.140	0.000366	0.006
石	繩	繩	"	四吋者	0.100	0.000366	0.006
石	繩	繩	"	三吋者	0.077	0.000549	0.009
石	繩	繩	"	二吋者	0.048	0.000610	0.010
石	繩	繩	12" × 12" × 12"		5.184	0.000186	0.003
石	繩	繩	21" × 33½" × ½"		8.640	0.000305	0.005
石	繩	繩	長108.3呎 × 寬2.06呎		1.000	0.000122	0.002
石	繩	繩	長108.3呎 × 寬2.06呎		每呎	每平方呎(公斤)	每平方呎
石	繩	繩	"		19.200	0.9257	0.086
石	繩	繩	"		17.500	0.8504	0.079
石	繩	繩	"		15.700	0.7642	0.071
石	繩	繩	"		14.200	0.6889	0.064
石	繩	繩	長108.3呎 × 寬2.03呎		12.700	0.6243	0.058
石	繩	繩	"		12.000	0.5813	0.054

瓦斯體比重及重量 (一氣壓、攝氏 4° 時)					
名 稱	比 重 空氣 = 1	重 量		每公斤之容積 (立方公尺)	
		一立方呎 (公斤)	一立方呎 (磅)		
空 氣	1.0000	1.2931	0.08072	0.773	
	1.1052	1.4291	0.08921	0.700	
	0.0692	0.0895	0.00559	11.285	
	0.9701	1.2544	0.07831	0.797	
一酸化炭素 (CO)	0.9671	1.2505	0.07807	0.800	
炭 酸 瓦 斯 (CO <sub>2</sub> )	1.5197	1.9650	0.12267	0.509	
沼 氣 (CH <sub>4</sub> )	0.5530	0.7150	0.04464	1.399	
乙 烯 (Ethylene) (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	0.9674	1.2510	0.07809	0.799	
乙 炔 (Acetylene) (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	0.8982	1.1614	0.07251	0.861	
丁 烯 (Butylene) (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> )	1.9400	2.5087	0.1566	0.399	
安 息 油 (Benzene) (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	2.7019	3.4940	0.2181	0.286	
氨 蒸 氣 (NH <sub>3</sub> )	0.5889	0.7615	0.04754	1.313	
水 蒸 氣 (H <sub>2</sub> O)	0.6218	0.8041	0.0502	1.244	
液體比重及重量 (一氣壓、攝氏 4° 時)					
名 稱	比 重 水 = 1	重 量		一公斤之容積 (公升)	
		一公升 (公斤)	一立方呎 (磅)		
清 水	1.000	1.000	62.4245	1.000	
海 水	1.027	1.027	64.1100	0.974	
硫 酸 (濃) 98%	1.85	1.85	115.4853	0.540	
鹽 酸 (全) 43%	1.20	1.20	74.9094	0.833	
硝 酸 (全) 68%	1.32	1.22	76.1579	0.820	
酒 精 (純)	0.794	0.794	49.5651	1.257	
阿 母 尼 亞 水 (27.9%)	0.891	0.891	55.6202	1.122	
醋 酸	1.08	1.08	67.4185	0.926	
醚 樹 (Ethen) (藥用)	0.72	0.72	44.9456	1.389	
脂	1.00	1.00	64.4245	1.000	

金屬板之重量表

厚 公釐	重 量 (每方公尺之公斤數)					
	鋼	銅	黃 銅	鋅	鉛	鋁
1	7.85	8.815	8.461	7.209	11.432	2.861
2	15.70	17.630	16.922	14.418	22.864	5.722
3	23.55	26.445	25.383	21.627	34.296	8.583
4	31.40	35.260	33.844	28.836	45.728	11.444
5	39.25	44.075	42.305	36.045	57.160	14.305
6	47.10	52.890	50.766	43.254	68.592	17.166
7	54.95	61.705	59.227	50.463	80.024	20.027
8	62.80	70.520	67.688	57.672	91.456	22.888
9	70.65	79.335	76.149	64.881	102.888	25.749
10	78.50	88.150	84.610	72.090	114.320	28.610
11	86.35	96.965	93.071	79.299	125.752	31.471
12	94.20	105.780	101.532	86.508	137.184	34.332
13	102.05	114.595	109.993	93.717	148.616	37.193
14	109.90	123.410	118.454	100.926	160.048	40.054
15	117.75	132.225	126.915	108.135	171.480	42.915
16	125.60	141.040	135.376	115.344	182.912	45.776
17	133.45	149.855	143.837	122.553	194.344	48.637
18	141.30	158.670	152.298	129.762	205.776	51.498
19	149.15	167.485	160.759	136.971	217.208	54.359
20	157.00	176.300	169.220	144.180	228.640	57.220
21	164.85	185.115	177.681	151.389	240.072	60.081
22	172.70	193.930	186.142	158.598	251.504	62.942
23	180.55	202.745	194.603	165.807	262.937	65.803
24	188.40	211.560	203.064	173.016	274.368	68.664
25	196.25	220.375	211.525	180.225	285.800	71.525

金屬板之重量表 (續前)

厚 公釐	重 量 (每方公尺之公斤數)					
	鋼	銅	黃 銅	鋅	鉛	鋁
26	204.10	229.190	219.986	187.434	297.232	74.386
27	211.95	238.005	228.447	194.643	308.664	77.247
28	219.80	246.820	236.908	201.852	320.096	80.108
29	227.65	255.635	245.369	209.061	331.528	82.969
30	235.50	264.450	253.830	216.270	342.960	85.830
31	243.35	273.365	262.291	223.479	354.392	88.691
32	251.20	282.080	270.752	230.688	365.824	91.552
33	259.05	290.895	279.213	237.897	377.256	94.413
34	266.90	299.710	287.674	245.106	388.688	97.274
35	274.75	308.525	296.135	252.315	400.120	100.135
36	282.60	317.340	304.596	259.524	411.552	102.996
37	290.45	326.155	313.057	266.733	422.984	105.857
38	298.30	334.970	321.518	273.942	434.416	108.718
39	306.15	343.785	329.979	281.151	445.848	111.579
40	314.00	352.600	338.440	288.360	457.280	114.440
41	321.85	361.415	346.901	295.569	468.712	117.301
42	329.70	370.230	355.362	302.778	480.144	120.162
43	337.55	379.045	363.823	309.987	491.576	123.023
44	345.40	387.860	372.284	317.196	503.008	125.884
45	353.25	396.675	380.745	324.405	514.440	128.745
46	361.10	405.490	389.206	331.614	525.872	131.606
47	368.95	414.305	397.667	338.823	537.304	134.467
48	376.80	423.120	406.128	346.032	548.736	137.328
49	384.65	431.935	414.589	353.241	560.168	140.189
50	392.50	440.750	423.050	360.450	571.600	143.050

## 鐵 葉 板

寬及長 (吋/公釐) 重量(尅)	20"×28"		14"×20"		寬及長 (吋/公釐) 重量(尅)	20"×28"		14"×20"	
	公釐	公釐	公釐	公釐		公釐	公釐	公釐	公釐
	508	711.2	355.6	508		508	711.2	355.6	508
36,288	56 張		112 張		50,803	56 張		112 張	
38,556	56		112		72,576	112		224	
40,824	56		112		77,112	112		224	
43,092	56		112		81,648	112		224	
45,360	56		112		86,184	112		224	
48,535	56		112		90,720	112		224	

鋅 鍍 鋼 板

種 並 別 尺 寸	波 板 (吋/公釐)				平 板 (吋/公釐)			
	2'~2" x 6'	2'~2" x 7'	2'~2" x 8'	3' x 6'	2'~2" x 6'	2'~2" x 7'	2'~2" x 8'	3' x 6'
厚 B.W.G.	69 4 x 18 8.8	660.4 x 2133.6	660.4 x 438.4	914 x 1828.8	69 4 x 18 8.8	660.4 x 2133.6	660.4 x 438.4	914 x 1828.8
	一 束 張 數 (約)	一 束 張 數 (約)	一 束 張 數 (約)	一 束 張 數 (約)	一 束 張 數 (約)	一 束 張 數 (約)	一 束 張 數 (約)	一 束 張 數 (約)
18	單重 (噸)	單重 (噸)	單重 (噸)	單重 (噸)	單重 (噸)	單重 (噸)	單重 (噸)	單重 (噸)
20	14,126	16,488	61	6	18,778	53	5	16,950
22	10,217	11,920	84	8	13,622	73	7	12,260
24	8,217	9,586	104	10	10,956	91	8	9,860
26	6,408	7,476	134	13	8,544	117	12	7,690
十一張之鍍金	5,375	6,271	160	16	7,167	140	14	6,450
十二張之鍍金	4,167	4,861	206	21	5,556	180	18	5,000
十三張之鍍金	3,788	4,419	226	23	5,050	198	20	4,545
	288	4,054	247	25	4,633	216	22	4,170

備 考 一 束 約 100 噸(公斤)



圓棒重量表

直徑 公釐	斷面積 方公釐	長度一呎之重量(磅)			直徑 公釐	斷面積 方公釐	長度一呎之重量(磅)		
		鋼棒	銅棒	黃銅棒			鋼棒	銅棒	黃銅棒
6	28.2	0.22	0.25	0.24	44	1520.5	11.93	13.54	12.89
7	38.4	0.3	0.34	0.33	46	1661.9	13.04	14.80	14.09
8	50.2	0.39	0.45	0.43	48	1809.5	14.20	16.12	15.34
9	63.6	0.49	0.57	0.54	50	1963.4	15.41	17.49	16.65
10	78.5	0.61	0.70	0.67	55	2375.8	18.65	21.16	20.14
11	95.0	0.74	0.85	0.81	60	2827.4	22.19	25.18	23.97
12	113.0	0.88	1.01	0.96	65	3318.3	26.04	29.55	28.14
13	132.7	1.04	1.18	1.13	7	3848.4	30.20	34.27	32.63
14	153.9	1.20	1.37	1.31	75	4417.8	34.67	39.35	37.46
15	176.7	1.38	1.57	1.50	80	5026.5	39.45	44.77	42.62
16	201.0	1.57	1.79	1.70	85	5674.5	44.54	50.54	48.11
17	226.9	1.78	2.00	1.93	9	6361.7	49.93	56.66	53.94
18	254.4	1.99	2.27	2.16	95	7088.2	55.64	63.13	60.10
19	283.5	2.22	2.50	2.41	100	7853.9	61.65	69.95	66.59
20	314.1	2.46	2.80	2.66	105	8659.0	67.97	77.12	73.42
21	346.3	2.71	3.08	2.94	110	9503.3	74.60	84.64	80.58
22	380.1	2.98	3.39	3.22	115	10386.8	81.53	92.51	88.07
23	415.4	3.26	3.66	3.54	120	11309.7	88.78	100.72	95.90
24	452.3	3.55	4.03	3.84	125	12271.8	96.33	109.29	104.05
25	490.8	3.85	4.37	4.16	130	13273.2	104.19	118.21	112.54
26	530.9	4.16	4.73	4.50	135	14313.8	112.36	127.48	123.14
28	615.7	4.83	5.48	5.22	140	15393.8	120.84	137.10	130.52
30	706.8	5.54	6.30	5.99	145	16513.0	129.62	147.07	140.24
32	804.2	6.31	7.16	6.82	150	17671.4	138.72	157.38	149.84
34	907.9	7.12	8.09	7.68	160	20106.1	157.83	177.24	171.10
36	1017.8	7.98	9.07	8.63	170	22698.0	178.17	200.08	193.16
38	1134.1	8.90	10.10	9.62	180	25446.9	199.75	224.31	216.55
40	1256.6	9.86	11.19	10.66	190	28352.8	222.56	249.93	241.28
42	1385.4	10.87	12.34	11.75	200	31415.9	246.61	276.93	267.24

方棒重量表

邊 公釐	斷面積 方公釐	長度一呎之重量(磅)			邊 公釐	斷面積 方公釐	長度一呎之重量(磅)		
		鋼	銅	黃銅			鋼	銅	黃銅
6	36	0.28	0.32	0.31	12	144	1.13	1.28	1.22
7	49	0.38	0.44	0.42	13	169	1.32	1.51	1.43
8	64	0.50	0.57	0.54	14	196	1.53	1.75	1.66
9	81	0.63	0.72	0.69	15	225	1.76	2.00	1.91
10	100	0.78	0.89	0.85	16	256	2.00	2.28	2.17
11	121	0.94	1.08	1.03	17	289	2.26	2.55	2.46

方棒重量表 (續前)

邊 公釐	斷面積 方公釐	長度一呎之重量(磅)			邊 公釐	斷面積 方公釐	長度一呎之重量(磅)		
		鋼	銅	黃銅			鋼	銅	黃銅
18	324	2.54	2.89	2.74	44	1936	15.19	17.24	16.42
19	361	2.83	3.18	3.07	46	2116	16.11	18.85	17.94
20	400	3.14	3.56	3.39	48	2304	18.08	20.52	19.54
21	441	3.46	3.93	3.74	50	2500	19.62	22.27	21.20
22	484	3.79	4.31	4.10	55	3025	22.74	26.94	25.65
23	529	4.15	4.54	4.50	60	3600	28.26	32.06	30.52
24	576	4.52	5.13	4.88	65	4225	33.16	37.63	35.82
25	625	4.90	5.57	5.30	70	4900	38.46	43.64	41.55
26	676	5.30	6.02	5.73	75	5625	44.15	50.10	47.69
28	784	6.15	6.98	6.65	80	6400	50.24	57.00	54.27
30	900	7.06	8.02	7.63	90	8100	63.58	72.14	68.68
32	1024	8.03	9.12	8.68	100	10000	78.50	89.06	84.79
34	1156	9.07	10.30	9.80	110	12100	94.98	107.76	102.60
36	1296	10.17	11.54	10.99	120	14400	113.04	128.25	122.10
38	1444	11.33	12.86	12.24	130	16900	132.66	150.51	143.30
40	1600	12.56	14.25	13.57	140	19600	153.86	174.56	166.19
42	1764	13.84	15.71	14.96	150	22500	176.62	200.39	190.78

八角鋼重量表 (日本標準規格)

對邊距離 (公釐)	斷面積 (方公釐)	長度一呎之 重量(磅)	對邊距離 (公釐)	斷面積 (方公釐)	長度一呎之 重量(磅)
15	186.3	1.46	30	745.5	5.85
20	331.3	2.60	35	1014.7	7.96
25	517.7	4.06	40	1325.4	10.40

六角鋼重量表

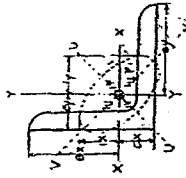


對邊距離 mm	斷面積 mm <sup>2</sup>	重 量 kg/m	對邊距離 mm	斷面積 mm <sup>2</sup>	重 量 kg/m
6	31.18	0.245	32	886.8	6.96
7	42.44	0.333	35	1061	8.33
8	55.49	0.435	38	1251	9.82
9	70.15	0.551	41	1456	11.4
10	86.6	0.680	46	1833	14.4
12	124.7	0.979	50	2165	17.0
14	169.7	1.33	54	2525	19.8
17	250.3	1.96	58	2913	22.9
19	312.6	2.45	63	3437	27.0
21	381.9	3.00	67	3888	30.5
23	458.1	3.60	71	4366	34.3
26	585.4	4.60	77	5135	40.3
29	728.3	5.72			

等邊山形鋼重量表

慣性 迴轉半徑  $J = ai^2$ 斷面 係數  $i = \sqrt{J/a}$  $Z = J/e$ 

(a=斷面積)



主要尺寸 A×B	mm	重心之 位置cm		慣性 能 率 cm <sup>4</sup>		迴 轉 半 徑 cm		斷面係數 cm <sup>2</sup>		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m				
		Cx	Cy	Jx	Jy	ix	iy	Zx	Zy						
20×20	3	0.58	0.58	0.36	0.36	0.62	0.10	0.57	0.57	0.75	0.29	0.25	0.20	112.7	0.885
25×25	3	0.71	0.71	0.75	0.75	1.27	0.23	0.73	0.73	0.95	0.41	0.42	0.42	142.7	1.12
25×25	5	0.78	0.78	1.19	1.19	1.87	0.52	0.73	0.73	0.91	0.48	0.69	0.69	224.6	1.76
30×30	3	0.84	0.84	1.36	1.36	2.26	0.45	0.89	0.89	1.15	0.52	0.63	0.63	172.7	1.36
30×30	5	0.91	0.91	2.17	2.17	3.40	0.93	0.89	0.88	1.11	0.58	1.03	1.03	274.6	2.16
35×35	3	0.96	0.96	2.17	2.17	3.66	0.68	1.04	1.04	1.35	0.58	0.85	0.85	203.6	1.60
35×35	5	1.03	1.03	3.52	3.52	5.59	1.45	1.04	1.04	1.31	0.67	1.43	1.43	325.5	2.56
40×40	3	1.08	1.08	3.33	3.33	5.56	1.10	1.20	1.20	1.55	0.69	1.14	1.14	233.6	1.83
40×40	5	1.16	1.16	5.41	5.41	8.58	2.24	1.20	1.20	1.51	0.77	1.90	1.90	375.5	2.95
45×45	4	1.23	1.23	5.97	5.97	10.33	1.61	1.32	1.32	1.73	0.69	1.83	1.83	349.2	2.74
45×45	6	1.31	1.31	8.89	8.89	14.48	3.30	1.33	1.33	1.69	0.81	2.78	2.78	504.4	3.96
45×45	8	1.38	1.38	11.48	11.48	18.03	4.93	1.32	1.32	1.66	0.87	3.68	3.68	656.4	5.15

等邊山形鋼重量表 (續前)

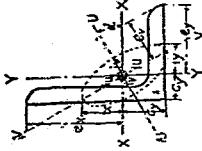
主要尺寸 mm	重心之位置 cm		慣性能率 cm <sup>4</sup>		回轉半徑				斷面係數		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m	
	Cx	Cy	Jx	Jy	最大	最小	ix	iy	iu	iv			Zx
A × B	t				Ju	Jv							
50 × 50	4	1.36 1.36	8.41 8.41	14.36 2.45	1.48 1.48	1.48 1.48	1.93 0.80	2.31 2.31	389.2	3.06			
50 × 50	6	1.43 1.43	12.50 12.50	20.27 4.73	1.49 1.49	1.48 1.48	1.90 0.92	3.50 3.50	564.4	4.43			
50 × 50	8	1.50 1.50	16.17 16.17	25.42 6.92	1.48 1.48	1.48 1.48	1.86 0.97	4.62 4.62	736.4	5.78			
60 × 60	5	1.65 1.65	18.83 18.83	30.86 6.80	1.81 1.81	1.81 1.81	2.32 1.09	4.32 4.32	580.2	4.55			
60 × 60	7	1.72 1.72	25.83 25.83	41.06 10.60	1.81 1.81	1.81 1.81	2.28 1.16	6.03 6.03	791.4	6.21			
60 × 60	9	1.79 1.79	32.23 32.23	50.18 14.28	1.80 1.80	1.80 1.80	2.24 1.20	7.65 7.65	999.4	7.85			
65 × 65	6	1.80 1.80	27.70 27.70	46.44 8.97	1.93 1.93	1.93 1.93	2.50 1.10	5.89 5.89	752.7	5.91			
65 × 65	8	1.87 1.87	36.50 36.50	59.09 13.92	1.94 1.94	1.94 1.94	2.46 1.19	7.89 7.89	976.1	7.66			
65 × 65	10	1.94 1.94	44.61 44.61	70.47 18.76	1.93 1.93	1.93 1.93	2.42 1.25	9.78 9.78	1200	9.42			
70 × 70	6	1.92 1.92	35.15 35.15	58.59 11.72	2.09 2.09	2.09 2.09	2.70 1.21	6.92 6.92	812.7	6.38			
70 × 70	8	1.99 1.99	46.31 46.31	74.79 17.84	2.09 2.09	2.09 2.09	2.66 1.30	9.25 9.25	1056	8.29			
70 × 70	10	2.06 2.06	56.68 56.68	89.51 23.86	2.09 2.09	2.09 2.09	2.62 1.35	11.49 11.49	1300	10.2			
75 × 75	6	2.05 2.05	43.83 43.83	72.69 14.98	2.25 2.25	2.25 2.25	2.90 1.32	8.04 8.04	872.7	6.35			
75 × 75	9	2.15 2.15	64.40 64.40	102.6 26.20	2.25 2.25	2.25 2.25	2.84 1.44	12.05 12.05	1269	9.96			
75 × 75	12	2.26 2.26	82.85 82.85	128.7 36.99	2.24 2.24	2.24 2.24	2.79 1.49	15.81 15.81	1656	13.0			

等邊山形鋼重量表 (續前)

主要尺寸mm	重心之位置cm	慣性矩		能率		回轉半徑		斷面係數		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m	
		Jx	Jy	Ju	Jv	ix	iy	iu	iv			Zx
A × B	t	Cx	Cy	Jx	Jy	Ju	Jv	ix	iy	iu	iv	
80 × 80	6	2.17	2.17	53.83	53.83	88.88	18.77	2.41	2.41	3.10	1.43	7.32
80 × 80	9	2.28	2.28	79.14	79.14	125.9	32.34	2.41	2.41	3.04	1.54	10.7
80 × 80	12	2.39	2.39	102.0	102.0	158.6	45.38	2.40	2.40	2.99	1.60	13.9
90 × 90	7	2.45	2.45	88.70	88.70	147.0	30.37	2.71	2.71	3.48	1.58	9.59
90 × 90	10	2.56	2.56	124.7	124.7	199.7	49.81	2.71	2.71	3.43	1.71	13.3
90 × 90	13	2.66	2.66	157.7	157.7	246.7	68.60	2.69	2.69	3.37	1.78	17.0
100 × 100	7	2.70	2.70	124.0	124.0	204.1	43.84	3.03	3.03	3.89	1.80	10.7
100 × 100	10	2.81	2.81	174.5	174.5	278.6	70.40	3.03	3.03	3.83	1.92	14.9
100 × 100	13	2.92	2.92	221.0	221.0	346.0	95.98	3.01	3.01	3.77	1.99	19.1
130 × 130	9	3.51	3.51	354.8	354.8	577.1	132.4	3.96	3.96	5.05	2.42	17.9
130 × 130	12	3.62	3.62	466.3	466.3	743.0	189.5	3.96	3.96	5.00	2.52	23.4
130 × 130	15	3.73	3.73	571.2	571.2	896.7	245.7	3.94	3.94	4.94	2.59	28.8
150 × 150	11	4.07	4.07	663.3	663.3	1077	249.7	4.57	4.57	5.82	2.80	25.1
150 × 150	15	4.22	4.22	889.0	889.0	1410	368.0	4.56	4.56	5.74	2.93	33.6
150 × 150	19	4.36	4.36	1098	1098	1715	481.8	4.54	4.54	5.67	3.00	41.9
200 × 200	15	5.45	5.45	2165	2165	3472	857.5	6.12	6.12	7.75	3.85	45.3
200 × 200	20	5.63	5.63	2830	2830	4457	1202	6.10	6.10	7.66	3.98	59.7
200 × 200	25	5.81	5.81	3449	3449	5363	1536	6.07	6.07	7.56	4.05	73.6

不等邊山形鋼

慣性率  $J=ai^2$   
 回轉半徑  $i=\sqrt{J/a}$   
 斷面係數  $Z=J/e$   
 (a=斷面積)



主要尺寸 mm	A×B	重心之 位置Cm		慣性率 cm <sup>4</sup>		回轉半徑 cm		t nd	斷面係數 cm <sup>3</sup>		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m	
		Cx	Cy	Jx	Jy	最大 Ju	最小 Jv		ix	iy			最大 iu
5	40×20	1.42	0.43	2.54	0.42	2.78	0.13	1.22	0.50	1.27	0.27	174.7	1.37
3	40×20	1.49	0.50	4.16	0.68	4.36	0.41	1.23	0.50	1.26	0.39	275.1	2.16
4	50×35	1.58	0.84	7.47	2.96	9.34	1.00	1.52	0.96	1.70	0.55	329.2	2.58
6	50×35	1.65	0.92	11.09	4.39	13.22	2.21	1.53	0.96	1.67	0.68	474.4	3.72
5	60×50	1.78	1.30	17.83	11.20	24.21	4.80	1.84	1.46	2.15	0.96	530.2	4.16
7	60×50	1.85	1.37	24.42	15.23	32.17	7.58	1.84	1.45	2.11	1.03	721.4	5.66
5	65×50	1.98	1.25	22.35	11.48	28.48	5.30	2.02	1.44	2.28	0.98	555.2	4.36
7	65×50	2.06	1.32	30.64	15.61	38.02	8.29	2.01	1.44	2.24	1.05	756.4	5.94
9	65×50	2.13	1.39	38.22	19.35	46.57	11.19	2.00	1.42	2.21	1.08	954.4	7.49
6	70×60	2.06	1.57	33.66	22.66	47.52	8.69	2.13	1.75	2.53	1.08	752.7	5.91
8	70×60	2.13	1.64	44.28	29.66	60.60	13.45	2.13	1.74	2.49	1.17	976.1	7.66
10	70×60	2.20	1.72	54.08	36.06	72.41	18.10	2.12	1.73	2.46	1.23	1200	9.42

不等邊山形鋼 (續前)

主要尺寸 mm		重心之 位置cm		慣性能率 cm <sup>4</sup>			同轉半徑cm			tan $\alpha$	斷面係數 cm <sup>3</sup>		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m		
AxB	t	Cx	Cy	Jx	Jy	Jz	ix	iy	iu		Zx	Zy				
75×50	6	2.42	1.19	38.29	13.57	45.49	6.02	2.32	1.38	2.52	0.92	0.500	7.54	3.56	722.7	5.67
75×50	8	2.50	1.26	50.41	17.73	58.40	9.47	2.32	1.38	2.50	1.01	0.471	10.08	4.75	936.1	7.35
75×50	10	2.57	1.34	61.62	21.51	70.15	12.62	2.31	1.37	2.47	1.05	0.449	12.49	5.87	1150	9.03
75×65	6	2.18	1.70	42.12	29.22	59.82	11.43	2.29	1.91	2.73	1.19	0.772	7.92	6.08	812.7	6.38
75×65	8	2.25	1.77	55.43	38.26	76.51	17.38	2.29	1.90	2.69	1.28	0.755	10.56	8.09	1056	8.29
75×65	10	2.32	1.84	67.78	46.60	91.70	23.17	2.28	1.89	2.66	1.34	0.742	13.09	10.00	1300	10.2
80×60	6	2.46	1.47	49.13	23.64	62.17	10.33	2.47	1.71	2.78	1.13	0.601	8.86	5.22	812.7	6.38
80×60	8	2.53	1.55	64.70	30.93	79.84	15.72	2.48	1.71	2.75	1.22	0.578	11.83	6.95	1056	8.29
80×60	10	2.60	1.62	79.17	37.62	96.00	20.95	2.47	1.70	2.72	1.27	0.560	14.77	8.59	1300	10.2
80×70	6	2.30	1.82	51.89	36.92	74.09	14.67	2.45	2.07	2.93	1.30	0.783	9.11	7.13	872.7	6.85
80×70	9	2.41	1.93	76.10	53.81	10.48	25.57	2.45	2.06	2.87	1.42	0.763	13.62	10.61	1269	9.96
80×70	12	2.52	2.04	97.89	68.86	13.17	36.04	2.43	2.04	2.82	1.48	0.747	17.86	13.88	1656	13.0
90×60	6	2.87	1.39	68.39	24.49	80.64	11.71	2.81	1.68	3.06	1.16	0.493	11.16	5.31	872.7	6.85
90×60	9	2.98	1.50	100.5	35.73	115.3	20.44	2.81	1.67	3.01	1.27	0.450	16.71	7.91	1269	9.96
90×60	12	3.09	1.61	129.6	45.39	146.1	28.79	2.80	1.66	2.97	1.32	0.440	21.93	10.34	1656	13.0



主要尺寸 mm		重心之 位置cm		慣性能率		回轉半徑cm		tan $\alpha$	斷面係數		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 k/m				
		Cx	Cy	Jx	Jy	最大	最小		ix	iv			iu	iv	Zx	Zy
A × B	t															
90 × 75	6	2.63	1.81	74.05	46.72	100.7	20.02	2.79	2.21	3.25	1.45	0.717	11.62	8.33	962.7	7.5
90 × 75	9	2.74	2.00	108.8	68.16	143.5	34.04	2.78	2.20	3.20	1.56	0.695	17.37	12.40	1404	11.0
90 × 75	12	2.84	2.11	140.4	87.43	181.4	47.57	2.77	2.18	3.14	1.61	0.678	22.80	16.22	1836	14.4
90 × 80	7	2.58	2.10	85.99	63.63	125.0	24.47	2.75	2.36	3.31	1.46	0.807	13.40	10.79	1152	9.04
90 × 80	10	2.69	2.21	120.6	88.79	169.5	40.54	2.75	2.36	3.26	1.59	0.790	19.12	15.33	1600	12.6
90 × 80	13	2.80	2.32	152.2	111.5	209.1	56.10	2.73	2.34	3.20	1.66	0.776	24.54	19.63	2041	16.0
100 × 75	7	3.06	1.83	113.1	54.58	142.9	24.27	3.10	2.15	3.49	1.44	0.600	16.30	9.62	1187	9.32
100 × 75	10	3.17	1.94	159.0	76.07	195.1	39.94	3.10	2.15	3.44	1.56	0.573	23.27	13.68	1650	13.0
100 × 75	13	3.28	2.05	201.0	95.47	242.0	55.04	3.09	2.13	3.39	1.62	0.553	29.88	17.50	2106	16.5
100 × 80	7	2.98	2.00	115.8	65.79	153.0	28.25	3.09	2.33	3.55	1.53	0.670	16.49	10.96	1222	9.5
100 × 80	10	3.09	2.11	162.7	91.79	208.7	46.17	3.09	2.32	3.50	1.65	0.646	23.53	15.58	1700	13.3
100 × 80	13	3.19	2.21	205.7	115.53	258.7	63.45	3.08	2.31	3.45	1.71	0.628	30.22	19.94	2171	17.0
100 × 90	7	2.83	2.35	120.6	92.26	176.5	36.39	3.07	2.68	3.71	1.69	0.824	16.82	13.88	1292	10.1
100 × 90	10	2.94	2.46	169.4	129.0	240.3	59.25	3.07	2.68	3.65	1.81	0.808	24.00	19.72	1800	14.1
100 × 90	13	3.05	2.57	214.3	162.5	298.4	80.49	3.05	2.66	3.60	1.87	0.798	30.82	25.26	2301	18.1

不等邊山形鋼 (鐵筋)

不等邊山形鋼 (截前)

主要尺寸 mm	重心之 位置cm		慣性能率		同轉半徑cm			tan $\alpha$	斷面係數		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m
	t	Cx Cy	Jx Jy	Ju Ju	ix iy	iu iv	Zx Zy					
A×B												
125×75	7	4.11 1.63	211.0 58.2	237.0 30.1	3.95 2.08	4.19 1.49	0.413 25.15	9.92 1362	10.7			
125×75	10	4.22 1.74	297.2 81	327.9 48.3	3.96 2.07	4.15 1.60	0.387 35.91	14.09 1900	14.9			
125×75	13	4.33 1.85	377.2 101.9	411.3 65.7	3.94 2.05	4.11 1.64	0.369 46.19	18.04 2431	19.1			
125×90	7	3.84 2.11	225.3 98.7	275.2 47.9	3.93 2.60	4.35 1.81	0.555 26.00	14.33 1467	11.5			
125×90	10	3.95 2.22	317.3 138.1	379.4 75.7	3.93 2.60	4.30 1.92	0.531 37.09	20.35 2050	16.1			
125×90	13	4.06 2.33	402.8 173.9	475.1 102.3	3.92 2.57	4.25 1.97	0.516 47.71	26.06 2626	20.6			
150×90	9	4.96 1.98	468.2 129.0	524.0 68.9	4.75 2.49	5.02 1.82	0.408 46.61	18.37 2094	16.4			
150×90	12	5.07 2.09	616.3 168.2	679.6 100.7	4.75 2.48	4.98 1.92	0.388 62.05	24.35 2736	21.5			
150×90	15	5.18 2.20	755.4 204.4	825.1 130.5	4.73 2.46	4.94 1.97	0.372 76.91	30.06 3375	26.5			
150×100	9	4.77 2.29	486.4 175.3	568.4 90.5	4.74 2.84	5.12 2.04	0.483 47.53	22.73 2184	17.1			
150×100	12	4.88 2.40	640.2 228.9	736.3 130.7	2.73 2.83	5.08 2.14	0.464 63.24	30.13 2856	22.4			
150×100	15	4.99 2.51	784.9 278.6	892.7 169.5	4.72 2.81	5.03 2.19	0.449 78.39	37.20 3525	27.7			
175×90	9	6.05 1.83	717.4 134.3	765.9 77.1	5.58 2.41	5.77 1.83	0.318 62.67	18.71 2319	18.2			
175×90	12	6.17 1.94	945.7 175.1	999.5 111.1	5.58 2.40	5.74 1.91	0.300 83.43	24.80 3036	23.8			
175×90	15	6.28 2.05	1162 212.9	1219 143.7	5.57 2.38	5.70 1.96	0.287 103.5	30.65 3751	29.4			

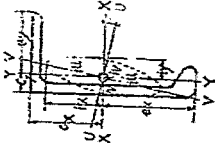
球山形鋼重量表

慣性能率  $J = .i^2$

回轉半徑  $i = \sqrt{J/a}$

斷面係數  $Z = J/e$

(—斷面積)



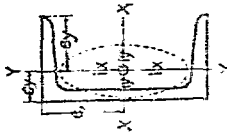
主要尺寸 mm	重心之位置 cm		慣性能率 $cm^4$		回轉半徑 cm		tan $\alpha$	斷面係數 $cm^3$		斷面積 $mm^2$	重量 $kg/m$					
	Cx	Cy	Jx	Zy	最大 $J_u$	最小 $J_v$		ix	iy			最大 $i_u$	最小 $i_v$	Zx	Zy	
A×B	t															
140×75	7.5	5.87	1.56	491.0	69.25	502.3	58.01	5.19	1.95	5.25	1.79	0.161	60.38	11.67	1820	14.3
150×75	8	6.55	1.57	633.2	74.36	644.2	63.36	5.57	1.91	5.62	1.76	0.139	74.91	12.53	2041	16.0
180×75	9.5	8.14	1.53	1200	91.12	1210	80.39	6.62	1.82	6.65	1.71	0.098	121.6	15.27	2739	21.5
180×90	9.5	7.76	1.87	1279	152.5	1307	124.2	6.66	2.30	6.74	2.08	0.157	124.9	21.37	2881	22.6
200×75	10	9.42	1.53	1731	100.2	1737	94.17	7.37	1.77	7.38	1.72	0.060	163.7	16.78	3187	25.0
200×90	10	9.02	1.83	1845	165.2	1864	146.0	7.44	2.22	7.47	2.09	0.106	168.1	23.04	3337	26.2
200×90	16	8.67	2.08	2504	244.2	2532	215.4	7.13	2.23	7.17	2.09	0.112	220.9	35.30	4921	38.6
230×90	11	10.75	1.80	2959	188.5	2973	174.4	8.51	2.15	8.53	2.07	0.071	241.5	26.19	4085	32.1
230×90	17	10.34	2.05	3928	270.7	3949	250.0	8.20	2.15	8.22	2.07	0.075	310.3	38.94	5837	45.8
250×90	14	11.73	1.90	4510	241.1	4520	231.1	9.14	2.11	9.15	2.07	0.049	339.8	33.96	5399	42.4
280×90	12	13.89	1.80	5536	222.6	5544	215.2	10.28	2.06	10.29	2.03	0.037	392.2	30.92	5238	41.1

薄形鋼重量表

慣性率  $J=at^2$

同轉半徑  $i=\sqrt{J/a}$

斷面係數  $Z=J/e$   
( $a$ =斷面積)



主要尺寸 mm		重心之位置 cm		慣性率 $cm^4$		同轉半徑 cm		斷面係數 $cm^3$		斷面積 $mm^2$	重量 $kg/m$	
AxB	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	Cx	Cy	J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>		
75x40	5	7	0	1.27	75.86	12.40	2.93	1.19	20.23	4.54	881.8	6.92
100x50	5	7.5	0	1.55	188.9	26.87	3.98	1.50	37.79	7.82	1192	9.36
125x65	6	8	0	1.94	425.2	65.45	4.99	1.96	68.04	14.36	1711	13.4
150x70	6	8.5	0	2.04	721.3	89.10	5.99	2.11	96.17	17.97	2009	15.8
150x75	6.5	10	0	2.31	864.3	122.3	6.04	2.27	115.2	23.58	2371	18.6
180x75	7	10.5	0	2.15	1383	136.5	7.13	2.24	153.7	25.53	2720	21.4
180x90	7.5	12.5	0	2.85	1836	258.2	7.29	2.73	204.0	41.96	3457	27.1

槽形鋼重量表 (續前)

主要尺寸 mm		重心之位置 cm		慣性矩率 cm <sup>4</sup>		回轉半徑 cm		斷面係數 cm <sup>3</sup>		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m	
A×B	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	Cx	Cy	Jx	Jy	ix	iy	Zx	Zy		
200×70	7	10	0	1.85	1624	112.5	7.77	2.04	162.4	21.83	2692	21.1
200×80	7.5	11	0	2.24	1949	177.1	7.89	2.38	194.9	30.75	3133	24.6
200×90	8	13.5	0	2.77	2493	285.6	8.03	2.72	249.3	45.85	3865	30.3
230×80	8	12	0	2.15	2902	200.2	8.96	2.35	252.3	34.22	3612	28.4
230×90	8.5	13.5	0	2.58	3491	303.3	9.10	2.68	303.6	47.26	4214	33.1
250×80	8	12.5	0	2.11	3631	210.0	9.71	2.34	290.5	35.66	3851	30.2
250×90	9	13	0	2.42	4181	306.0	9.74	2.64	334.5	46.47	4407	34.6
250×90	11	14.5	0	2.39	4685	341.7	9.57	2.58	374.8	51.68	5117	40.2
280×100	9	13	0	2.64	5928	428.2	10.96	2.95	423.4	58.19	4937	38.8
280×100	11.5	16	0	2.68	7146	515.0	10.79	2.90	510.4	70.36	6137	48.2
300×90	9	13	0	2.23	6435	324.7	11.51	2.59	429.0	47.95	4857	38.1
300×90	10	15.5	0	2.33	7403	373.2	11.52	2.59	493.5	55.99	5574	43.8
300×100	10	16	0	2.71	8167	514.2	11.71	2.94	544.5	70.56	5956	46.8
300×100	12	18	0	2.71	9166	574.2	11.54	2.89	611.0	78.71	6883	54.0
380×100	10.5	16	0	2.41	14481	556.9	14.45	2.83	762.2	73.32	6939	54.5
380×100	13	20	0	2.50	17564	671.2	14.32	2.80	924.4	89.49	8571	67.3

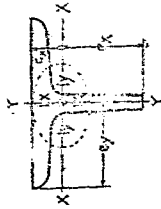
丁形鋼

慣性半徑  $J = i^2$

斷面係數  $Z = J/e$

重心位置  $C_x, C_y$

( $e$  = 斷面積)

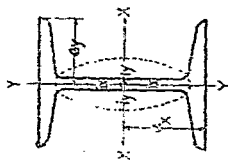


主要尺寸 mm	重心之位置 cm		慣性半徑 cm <sup>2</sup>		回轉半徑 cm		斷面係數 cm <sup>3</sup>		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m	
	Cx	Cy	Jx	Jy	ix	iy	Zx	Zy			
A × B	t										
40 × 40	6	1.19	0	6.19	3.04	1.18	0.82	2.20	1.52	447.4	3.51
50 × 50	8	1.50	0	15.91	7.97	1.47	1.04	4.55	3.19	741.3	5.82
75 × 75	9.5	2.18	0	66.74	32.08	2.23	1.55	12.54	8.55	1341	10.5
100 × 75	9.5	1.91	0	72.84	75.94	2.15	2.19	13.03	15.19	1581	12.4
120 × 60	9.5	1.32	0	39.82	132.6	1.56	2.85	8.50	22.10	1627	12.8
125 × 100	12.5	2.63	0	223.4	197.1	2.90	2.72	30.30	31.54	2665	20.9
150 × 100	12.5	2.40	0	235.2	338.6	2.81	3.37	30.96	45.14	2983	23.4

## 工形鋼

慣性率  $J = ai^2$ 同轉半徑  $i = \sqrt{J/a}$ 斷面係數  $Z = J/c$ 

(a—斷面積)



主要尺寸 mm	重心之位		慣性率		同轉半徑		斷面係數		斷面積 mm	重量 kg/m
	$t_1$	$t_2$	Cx	Cy	$J_x$	$J_y$	$i_x$	$i_y$		
A×B										
75×75	5	8	0	0	145.8	48.29	3.10	1.78	38.88	12.88
100×75	5	8	0	0	282.7	48.32	4.15	1.72	56.54	12.88
125×75	5.5	9.5	0	0	539.8	59.03	5.14	1.70	86.36	15.74
150×75	5.5	9.5	0	0	820.1	59.07	6.13	1.65	109.3	15.75
150×125	8.5	14	0	0	1779	394.5	6.21	2.92	237.2	63.11
180×100	6	10	0	0	1674	141.2	7.46	2.17	186.0	28.24
200×100	7	10	0	0	2175	142.0	8.11	2.07	217.5	28.40

工 形 鋼 (續前)												
主要尺寸 mm		重心之位置 cm		慣性矩率 cm <sup>4</sup>		回轉半徑 cm		斷面係數 cm <sup>3</sup>		斷面積 mm <sup>2</sup>	重量 kg/m	
		Cx	Cy	Jx	Jy	ix	iy	Zx	Zy			
AxB	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>										
200×150	9	16	0	0	4492	770.5	8.37	3.47	449.2	102.7	6416	50.4
230×100	7.5	11.5	0	0	3347	167.5	9.25	2.07	291.0	33.50	3908	30.7
250×125	7.5	12.5	0	0	5186	344.8	10.31	2.66	414.9	55.16	4879	38.3
250×125	10	19	0	0	7338	560.1	10.19	2.81	587.0	89.62	7073	55.5
300×150	8	13	0	0	9499	600.0	12.42	3.12	633.2	79.99	6158	48.3
300×150	11.5	22	0	0	14719	111.5	12.26	3.38	981.3	148.7	9788	76.8
350×150	9	15	0	0	15236	715.2	14.29	3.10	870.6	95.36	7458	58.5
350×150	12	24	0	0	22455	1230	14.22	3.33	1283	164.0	11110	87.2
400×150	10	18	0	0	23974	887.0	16.17	3.11	1199	118.3	9173	72.0
400×150	12.5	25	0	0	31689	1288	16.11	3.25	1584	171.8	12210	95.8
450×175	11	20	0	0	39210	1551	18.33	3.64	1743	177.2	11680	91.7
450×175	13	26	0	0	48814	2096	18.28	3.79	2169	239.5	14610	115
500×190	11.5	23	0	0	59568	2300	20.49	4.03	2383	242.1	14180	111
500×190	15	30	0	0	75482	3120	20.21	4.11	3032	328.4	18470	145
600×190	13	25	0	0	98172	2538	24.07	3.87	3272	267.2	16940	133
600×190	16	35	0	0	129767	3701	24.04	4.06	4326	389.6	22450	176



### 金屬管之重量計算法

各種金屬管可依下列之公式求其重量

$D$  = 管之外徑(吋)                       $D'$  = 管之外徑(公分)

$d$  = 管之內徑(吋)                       $d'$  = 管之內徑(公分)

$t$  = 管之厚 (吋) =  $\frac{1}{2}(D-d)$        $t'$  = 管之厚 (公分)

$w$  = 構成管之金屬每立方公分之重量

$w=0.007197$  鑄鐵                       $w=0.008886$  銅

$w=0.007862$  鋼                           $w=0.00263$  鋁

$w=0.008526$  黃銅                       $w=0.011405$  鉛

$W$  = 管之重量(每呎長之公斤數)

$W=100 \times 2.54^2 \pi w t (D-t) = 100 \times 2.54^2 \pi w t (d+t)$

(管之徑厚爲以吋計者)

$W=100 \times \pi w t' (D'-t') = 100 \pi w t' (d'+t')$

(管之徑厚爲以公分計者)

### 鑄鐵管重量表

內徑 公釐	管 之 厚 ( 公 釐 )							
	10	12	16	20	22	25	28	30
長 度 一 呎 之 重 量 ( 磅 )								
50	13.566	16.822	23.876	31.654	38.301	42.394	49.380	54.264
75	19.219	23.605	32.920	42.959	48.250	56.525	65.207	71.222
100	24.871	30.389	41.964	54.264	60.685	70.656	81.034	88.179
125	30.524	37.171	51.008	65.569	73.121	84.788	96.861	105.137
150	36.176	43.954	61.861	76.874	85.556	98.919	112.688	122.094
175	41.829	50.737	69.096	88.179	98.218	113.050	128.515	139.052
200	47.481	57.520	78.140	99.484	110.427	127.181	144.342	156.009
225	53.134	64.303	87.184	110.789	122.863	141.313	160.169	172.967
250	58.786	71.086	98.037	122.094	135.298	155.444	175.996	189.924
275	64.439	77.869	105.272	133.399	147.734	169.575	191.823	206.882
300	70.091	84.652	114.316	143.704	160.169	183.706	207.650	223.839
330	76.874	92.791	125.169	158.270	175.092	200.664	226.643	244.188
360	83.657	100.931	136.022	171.836	190.014	217.621	245.635	264.537
380	88.179	106.357	143.709	180.880	199.963	228.926	258.297	278.103
400	92.701	117.838	150.492	189.924	209.911	240.231	270.958	291.669

## 第四章

### 應用力學

#### 力之單位及其圖解

#### 力

作用於一物體，使其動或有使其動之傾向者，又或變化一物體之運動，或有使變化其運動之傾向者謂之力。

測定力時，以先考究其着力點方向及大小之三者為必要。

#### 力之單位

測定力之大小有兩種單位，一為絕對制，一為重力制，

(一)絕對制單位 作用於質量一磅之物體，在一秒鐘之時間使其生一呎秒加速度之力為單位，謂之「磅度」(Poundal)

在法國則作用於質量一尙之物體，在一秒間生一粉秒加速度之力為單位，謂之「達因」(Dyne)

(二)重力制單位 作用於單位質量地球之引力，即用重力以質量之單位為其名稱，稱之為磅，故抵抗地球之重力，支持質量一磅物體之力，即必為一磅之力也，同理標準制(C.G.S制)其單位為尙。

#### 力之絕對制單位與重力制單位之關係

在絕對制，F之力作用於質量m磅之物體，設如一秒鐘使生a呎秒之加速度。

$$F = m \times a \text{ (磅度)}$$

在重力制，作用於質量一磅之物體，設其一秒間生g呎秒之加速度改之為絕對制時；

$$1 \times g \text{ (磅度)} = 1 \text{ 磅} \quad 1 \text{ (磅度)} = \frac{1}{g} \text{ 磅}$$

$$\text{故今以 } F \text{ 表示力時} \quad F = \frac{m \times a}{g} \text{ 磅}$$

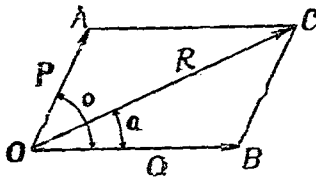
#### 力之合成及分解

諸力作用於一物體，等於生同一結果之單一力時，稱此力謂之合力，稱諸力為分力，將諸力合為單一之力謂之合成，反之分單一之力為諸力謂之分解。

### 力之平行四邊形

方向不同之P, Q二力作用於O點，其合力為R，作成平行四邊形 O, A, C, B，故此時可依下列法則求合力R；

二力作用於一點，自此點引二直線，使其表示已知之二力之方向及大小。然後以二直線為隣邊作一平行四邊形，通過其點引對角線，即為二力之合力，且表示其大小及其方向；



左圖O為一點，P, Q為二力，R為其合力，如合力R不取O, C之方向，而自O點取相反之方向時，則與P, Q二力於O點成平衡。

合力與分力之關係示之如下；

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta} \quad \sin\alpha = \frac{P}{R}\sin\theta$$

上式  $\theta = 0^\circ$ 時  $R = P + Q$   $\sin\alpha = 0$

又  $\theta = 90^\circ$ 時  $R = \sqrt{P^2 + Q^2}$   $\sin\alpha = \frac{P}{R}$

又  $\theta = 180^\circ$ 時  $R = P - Q$  或  $Q - P$ ,  $\sin\alpha = 0$

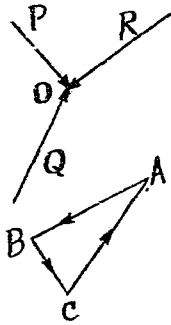
故合力R在 $\theta$ 之餘弦有最大值時為最大，有最小值時為最小，再關於分力P, Q有如下之關係；

$$P = \frac{R\sin\alpha}{\sin\theta} \quad Q = R \frac{\sin(\theta - \alpha)}{\sin\theta}$$

上式  $\theta = 90^\circ$ 時  $P = R\sin\alpha$ ,  $Q = R\cos\alpha$

又  $\alpha = \frac{1}{2}\theta$ 時  $P = Q$

### 力之三角形



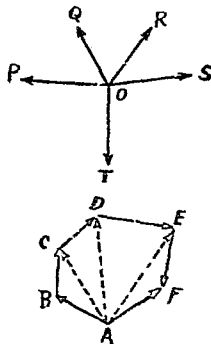
左圖P, Q, R三力會於O點 三角形A, B, C之各邊各各表示其三力之大小及方向時, 有如下之理;

三力會於一點, 引三線與三力平行作一三角形之三邊, 如與三力比例時, 其三力為互相平衡, 將此謂之力之三角形, 此理亦可如次反示之。

即三力互相平衡時, 引三線與三力平行作一三角形, 其三角形之三邊 順次與三力 成比例,

方向不同諸力之合成

求作用於O點之P, Q, R……諸力之合成力, 依下之方法頗便(力之多角形) 即自A點與OP, OQ, OR等各力平行且大小相同順次引 AB, BC, CD, ……最後連接之FA即為所要之合力 決定其方向時自AB順次附以矢之方向而最後FA (即所求之合力) 附之以相反方向之矢 凡連結AC, ADAE, 皆依力之三角形之理;



用算式求數力之合力, 先設諸力為P, Q, R …… 通過此等諸力作用之一點, 設任意直角縱橫軸, 定橫軸與各力所成之角為 $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ , 更設以X為沿此軸作用各力之分力之和, 則

$$X = P\cos\alpha + Q\cos\beta + R\cos\gamma \dots$$

同樣以Y為沿縱軸作用各力之分力之和,

$$\text{則 } Y = P\sin\alpha + Q\sin\beta + R\sin\gamma \dots$$

設所要之合力為K 且此合力與橫軸所成之角為 $\theta$ , 則

$$K = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad \cos\theta = \frac{X}{K} \quad \sin\theta = \frac{Y}{K}$$

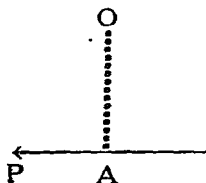
故依上之第一式可求合力, 依第二第三則得決定其方向, 照第一式 $K=0$ 時, 則 $X=0, Y=0$ 時, 此等諸力無論那個皆為平衡。

## 力之多角形

在前圖於AF合力之正反對方向，加與此相等之一力時，諸力互保平衡，則有次之理在焉，作用於一點上之諸力，順次取之可用一完整多角形之各邊表示時，則此等諸力互相平衡，此者謂之力之多角形，此力之多角形雖不在一平面中之諸力亦可適用。

## 力率(Moment)

某力與自某一點至其力之作用線上，垂線距離之相乘積，謂之關於某點之某力之力率，



左圖自O點至力P之垂線距離為OA，以M表示力率時，則力P在O點之力率為 $M = P \times OA$ ，OA稱為P力之腕(Arm)【第一定則】於一平面上諸力作用於一點或其方向相會時，在任意一點諸力之力率之和等於其合力之力率。

【第二定則】於一平面上諸力作用於一

點或其方向相會時，諸力如保平衡於任意一點諸力之力率之和為零。

## 平行力之合力

兩個平行力之合力等於二力之代數和，且其着力點，在分連結平行力着力點之直線或分其引長線，為二力大小之逆比之位置處，合力之着力點，二平行力同方向時在連結各着力點線上，異方向時在其線旁，而其位置在二力中之大者之方面。

## 偶力(Couple)

偶力者不在一直線內二力相等，且其方向相反之平行力之謂也，故偶力為平行力中之特種者，偶力間之垂直距離謂之偶力之腕，其腕與組成偶力之一力之相乘積謂之偶力之力率，

## 重心(Centre of gravity)

重心為一定點，在此點所支持之物體，無論將其位置變至如何方向常保平衡，故重心不過為與作用於物體各分子諸重力之和，有同一結果之單一合力之着力點而已，今將求重心之必要條件舉之如下，

- (第一) 如重心在諸線中之每各線上;或在三平面中之每各面上時;則其重心必在任何線或面之交切點上。
- (第二) 如用一直線;或一平面切斷一薄板;或一立體分爲二相等且相似部分;則其重心必在直線上;或平面中。
- (第三) 如在一物體中;則知其二部之重心;則可求其全體之重心。

### 各種平面及立體之重心

名 稱	重 心 之 位 置
直 線	其線之中點
圓	中 心
橢 圓	全 上
正多角形	全 上
正 方 形	兩對角線之交點
矩 形	全 上
平行四邊行	全 上
三 角 形	自二角向對邊中央引二中線之交點
四 角 形	兩對角線分全體爲四三角形連結其三角形重心之二直線之交點
半 圓	自圓心 $0.4244 \times R$ $R = \text{半徑}$
四 分 圓	自圓心 $0.6002 \times R$ $R = \text{半徑}$
圓 分	自圓心 $\frac{2 \times C \times R}{3 \times L}$ $R = \text{半徑}$ $C = \text{弦}$ $L = \text{弧}$
缺 圓	自圓心 $\frac{C^3}{12 \times A}$ $C = \text{弦}$ $A = \text{面積}$
半 橢 圓	自中心 $0.4244 \times B$ $B = \frac{1}{2} \text{短軸}$
拋物線形	自底邊之中央 $\frac{2}{5} \times H$ $H = \text{高}$

球及球面	中心
半 球	自中心 $\frac{3}{8} \times R$ $R$ = 半徑
缺 球	自中心 $\frac{3}{4} \frac{(2R-H)^2}{3R-H}$ $R$ = 半徑 $H$ = 高
角嚮及圓嚮	連結兩端面中心線之中點
正六面體	兩立體對角線之交點
圓 錐 體	底面中心與頂點之連結線中之自頂點 $\frac{1}{4}$ 或自底面中心 $\frac{3}{4}$ 處
三角錐體	全 上
多角錐體	全 上

### 不規則物體之重心

求某不規則物體，例如機械等之重心，設互相直角交之三面，而應用基於平行力原則之定理頗便，如設 A, B, C, 為互成直角之面， $G_1 G_2 G_3 \dots$  為不規則物體各部之重心， $W_1, W_2, W_3, \dots$  為其各部之重量，自 A 面至其各部重心距離為  $x_1, x_2, x_3, \dots$  同樣自 B 面 C 面之距離定為  $y_1, y_2, y_3, \dots$  及  $z_1, z_2, z_3, \dots$  且自全物體之重心至三面之距離定為 X, Y, Z,

W 為全物體之重量，所要之重心依 X, Y, Z 之距離而決定，今示其關係如下：

$$X = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 \dots}{W} = \frac{\sum wx}{W}$$

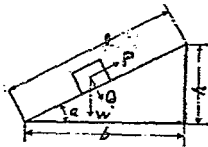
$$Y = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2 + w_3 y_3 \dots}{W} = \frac{\sum wy}{W}$$

$$Z = \frac{w_1 z_1 + w_2 z_2 + w_3 z_3 \dots}{W} = \frac{\sum wz}{W}$$

(備考) 平面形則用面積以代上式之重量，而決定其重心

## 作用於傾斜面及楔之力

W=物體之重量



假定無摩擦

$$P = W \frac{h}{l} = W \sin \alpha$$

$$W = P \frac{l}{h} = \frac{P}{\sin \alpha} = P \cos \alpha$$

$$Q = W \frac{b}{l} = W \cos \alpha$$

如加算摩擦率起重W之物體所用之力P為

$$P = W(u \cos \alpha + \sin \alpha)$$

將物體牽下所用之力P<sub>1</sub>

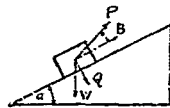
$$P_1 = W(u \cos \alpha - \sin \alpha)$$

支持物體於定位置之力P<sub>2</sub>

$$P_2 = W(\sin \alpha - u \cos \alpha)$$

(以上之u為摩擦係數)

W=物體之重量

假定為無  
摩擦者

$$P = W \frac{\sin \alpha}{\cos \beta}$$

將摩擦加算時

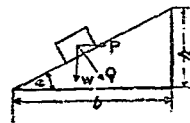
摩擦係數

$$W = P \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \quad u = \tan \varphi$$

$$Q = W \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad P = W \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos(\beta - \varphi)}$$

(以上之φ為摩擦用)

W=物體之重量

假定為無  
摩擦者

$$P = W \frac{h}{b} = W \tan \alpha$$

將摩擦加算時

摩擦係數

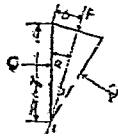
$$W = P \frac{b}{h} = P \cot \alpha \quad u = \tan \varphi$$

$$Q = \frac{W}{\cos \alpha} = W \sec \alpha$$

$$P = W \tan(\alpha + \varphi)$$



## 作用於傾斜面及楔之力



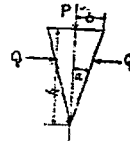
假定爲無摩擦者

$$P = 2Q \frac{b}{l} = 2Q \sin \alpha$$

$$Q = P \frac{l}{2b} = \frac{1}{2} P \operatorname{cosec} \alpha$$

如加算摩擦  $\mu$  摩擦係數

$$P = 2Q(\mu \operatorname{cosec} \alpha + \sin \alpha)$$



假定爲無摩擦者

$$P = 2Q \frac{b}{h} = 2Q \tan \alpha$$

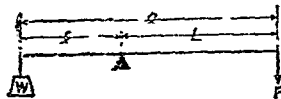
$$Q = P \frac{h}{2b} = \frac{1}{2} P \cot \alpha$$

如加算摩擦

摩擦係數  $= \mu = \tan \phi$ 

$$P = 2Q \tan(\alpha + \phi)$$

## 作用於槓杆之力



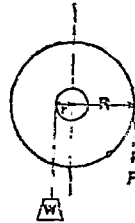
$$F:W = l:L \quad FL = Wl$$

$$F = \frac{Wl}{L} \quad W = \frac{FL}{l}$$

$$L = \frac{Wa}{W+F} = \frac{Wl}{F};$$

$$l = \frac{Fa}{W+F} = \frac{FL}{W}$$

## 作用於滑車之力



$$F:W = r:R$$

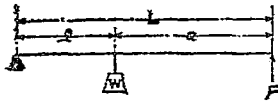
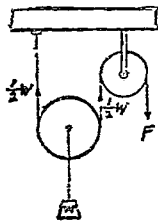
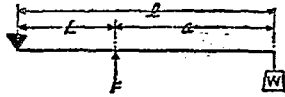
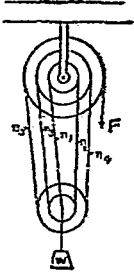
$$FR = Wr$$

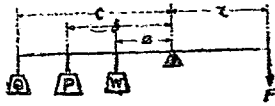
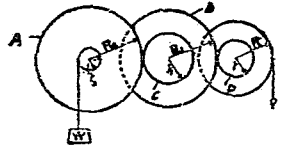
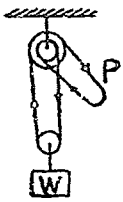
$$F = \frac{Wr}{R}$$

$$W = \frac{FR}{r}$$

$$R = \frac{Wr}{F}$$

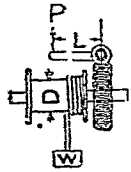
$$r = \frac{FR}{W}$$

作用於槓杆之力	作用於滑車之力
 $F:W=l:L \quad FL=Wl$ $F=\frac{Wl}{L} \quad W=\frac{FL}{l}$ $L=\frac{Wa}{W-F}=\frac{Wl}{F};$ $l=\frac{Fa}{W-F}=\frac{EL}{W}$	 <p>物體W爲以 兩條繩所支 持者故</p> $2F=W$ $F=\frac{W}{2}$
 $F:W=l:L \quad FL=Wl$ $F=\frac{Wl}{L} \quad W=\frac{FL}{l}$ $L=\frac{Wa}{F-W}=\frac{Wl}{F};$ $l=\frac{Fa}{F-W}=\frac{FL}{W}$	 <p><math>n_1, n_2, n_3, \dots</math> 爲繩之數</p> $F=\frac{1}{n}W$

作用於槓杆之力	作用於滑車之力
 <p>於槓杆上有三力所以上作用時</p> $Fx = Wa + Pb + Qc$ $x = \frac{Wa + Pb + Qc}{F}$ $F = \frac{Wa + Pb + Qc}{x}$	 <p>A, B, C, D, ..... 節圓周</p> $F = \frac{W r_1 r_2}{R R_1 R_2}$ $W = \frac{F R R_1 R_2}{r_1 r_2}$
挺子及二斜面之應用	
<p>威氏滑車</p> 	<p>R = 上方滑車之大輪之半徑</p> <p>r = " " 小輪之半徑</p> $\frac{P}{W} = \frac{R-r}{2R}$

挺子及二斜面之應用

螺齒棒及螺齒輪



P = 動力

n = 齒輪之齒數

螺齒輪一迴轉之時，則螺齒棒行 n 迴轉，如  
複螺齒時行  $\frac{n}{2}$  迴轉

不算摩擦時

$$\frac{P}{W} = \frac{D}{2Ln} \quad (\text{單螺旋螺齒棒時})$$

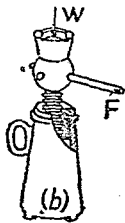
$$\frac{P}{W} = \frac{D}{Ln} \quad (\text{複螺旋螺齒棒時})$$

(加算摩擦時)

$$\frac{P}{W} = \frac{3D}{2Ln} \quad (\text{單螺齒棒時})$$

$$\frac{P}{W} = \frac{2D}{Ln} \quad (\text{複螺齒棒時})$$

單螺旋起重機



P = 螺旋之節

F = 動力

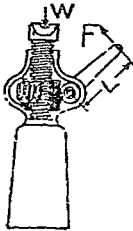
L = 自螺旋軸之中心至動力點挺子之長

$$\frac{F}{W} = \frac{P}{2\pi L} \quad (\text{不加算摩擦時})$$

$$\frac{F}{W} = \frac{7P}{2\pi L} \text{ 乃至 } \frac{3.5P}{2\pi L} \quad (\text{加算摩擦時})$$

### 挺子及二斜面之應用

有螺齒棒及螺齒輪  
之起重機



P = 螺旋之節

F = 動力

n = 螺齒輪之齒數

不計算摩擦時

$$\frac{F}{W} = \frac{P}{2\pi Ln} \quad (\text{單螺旋螺齒棒時})$$

$$\frac{F}{W} = \frac{P}{\pi Ln} \quad (\text{複螺旋螺齒棒時})$$

(加算摩擦時)

$$\frac{F}{W} = \frac{15P}{2\pi Ln} \quad (\text{單螺旋螺齒棒時})$$

$$\frac{F}{W} = \frac{10P}{\pi Ln} \quad (\text{複螺旋螺齒棒時})$$

### 物體之運動

#### 運動及其種類

吾人觀察物體之運動，因其速度有遲速，路程有曲直，其狀固為千差萬別，今大別之為如下之四種，

- (一) 直線運動 物體中各點之運動皆取同一之方向，對於其他物體僅變其距離之運動謂之直線運動，
- (二) 圓運動 物體中各點皆取同一方向，以於其物體之內部或外部之一定軸為中心，常保同一距離迴轉之運動謂之圓運動，
- (三) 螺旋運動 物體中之各點皆繞一定軸迴轉，且同時與軸平行作直線狀運動者，謂之螺旋運動，故此運動為圓運動及直線運動二者同時運動者也，

(四)球面運動 物體中各點皆以一點為中心，常在一平面以外之空間作同一距離運動之謂也，

例如汽缸之汽柄及滑桿為直線運動，曲肱軸飛輪等為圓運動，調速機之球為球面運動，鑽孔旋盤或鑽孔機之工具螺釘等為螺旋運動。

### 速度

物體運動之比，即位置變化之比謂之速度，如其物體在同一極小時間取一定方向常作同一距離之運動時，其速度謂之等速運動，反之於各運動之瞬間其距離不相同時，其速度謂之變速度。

### 加速度

變速度運動，對時間速度變化之比，謂之加速度，以單位時間速度之變化測之，物體成一直線進行速度在起初每秒為  $v$  公分(粉)於  $t$  秒之後每秒之速度設為  $v'$  (粉)則比物體於  $t$  秒間每秒增加  $v' - v$  之速度，故此物體之加速度平均每秒為  $\frac{v' - v}{t}$  公分(粉)。

### 落體之速度

落體之運動，為等加速，直線運動最合適之例，常受重力之加速度  $g$ ， $g$  之值因地球緯度之不同稍有差異如下表：

地 方	緯 度	$g$ 之 值	
		F.P.S.單位	C.G.S.單位
赤 道	0度 0分	32.091	978.10
柏 林	52" 30"	32.194	981.25
倫 敦	51" 29"	32.191	981.17
極	90" 0 "	32.255	983.10

略算上多用  $g$  為32或980

關於落體之自然落下有下之關係；

式中之  $v$  為速度， $g$  為自重力生之加速度， $t$  之時間， $S$  為經過距離

$$(1) v=gt \quad (2) S=\frac{1}{2}gt^2 \quad (3) v^2=2gs$$

即落體之速度與時間成比例，落下之距離與時間及速度之自乘成比例於垂直之拋體，有次之公式 式中 $v_0$ =初速度  $v$ =終速度

$$(4) v=v_0+gt \quad (5) S=v_0t+\frac{1}{2}gt^2 \quad (6) v^2=v_0^2+2gs$$

(1)乃至(6)之諸式皆為無空氣抵抗者【適應用於空中之落體】空氣抵抗因物體之大小形狀而不同

將物體逆其重力而向上垂直拋之，以其每秒之加速度減少則  $g$  必為負號，

### 「牛頓」氏之運動法則

(第一)凡靜止之物體不加外力時，常保持其靜止之狀態，運動之物體不加外力時，常保其等速度之運動，

此第一法則稱為慣性之原則，運動量(運動量者運動體之質量與速度之相乘積之謂也)之變化乃起因於外力之證也。

(第二)運動量之變化，為與其變化成因之力成比例，且其方向從力之方向，

此法則為示力與運動之原則者。

(第三)主動與反動互相等而其方向相反，二物體互相作用時同時生起之運動量相等其方向相反，

此法則為示應力之原則者(應力者自其方向相反之二力所組成者也)，

### 質 量

一物體所含有物質之量謂之質量，今有重量為 $W$ 紐之物體，其質量以此單位測定時其重量 $W$ 紐本為一力，且於一秒間生 $g$ 粉秒之加速度，故今如設其質量為 $M$ 則其重量為 $Mg$  即

$$W=Mg \quad \therefore M=\frac{W}{g}$$

故質量者，為其物體之重由以重力生之加速度除之商是也。

### 運動之一般公式

種種運動之關係如下式

式中  $F$  = 力..... 磅  
 $P$  = 工率..... 英尺/秒  
 $V$  = 速度..... 英尺/秒  
 $T$  = 時間..... 秒  
 $S$  = 距離..... 英尺  
 $K$  = 工作..... 英尺

HP = 馬力

$$F = \frac{P}{V} = \frac{K}{S} = \frac{K}{VT} = \frac{75HP}{V}$$

$$S = VT = \frac{PT}{F} = \frac{K}{F} = \frac{75T \cdot HP}{F}$$

$$T = \frac{S}{V} = \frac{FS}{P} = \frac{K}{FV} = \frac{FS}{75HP}$$

$$V = \frac{S}{T} = \frac{P}{F} = \frac{K}{FT} = \frac{75HP}{F}$$

$$P = FV = \frac{FS}{T} = \frac{K}{T} = 75HP$$

$$K = FS = PT = FVT = 75HPT$$

$$HP = \frac{P}{75} = \frac{FV}{75} = \frac{FS}{75T} = \frac{K}{75T}$$

### 運動量

運動物體之質量與速度之相乘積謂之運動量，而運動量等於力積（力與其力作用之時間）故

$$FT = MV \\ = \frac{WV}{g}$$

### 關於加速度運動之公式

下式中設

$V$  = 落下物體於  $T$  秒間後之速度..... 英尺/秒

$T$  = 物體落下之時間..... 秒

$S$  = 落下物體於  $T$  秒間經過之距離..... 英尺

$g$  = 由重力生之加速度..... 英尺/秒<sup>2</sup>

$$V = gT = \frac{2S}{T} = \sqrt{2gS} = 4.427 \sqrt{S}$$

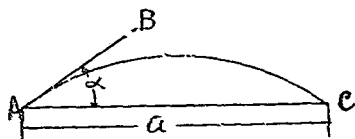
$$S = \frac{1}{2}gT^2 = \frac{1}{2}VT = \frac{V^2}{2g} = \frac{V^2}{19.6}$$



$$T = \frac{V}{g} = \frac{2S}{V} = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \sqrt{\frac{S}{2.21}}$$

### 關於拋物運動之公式

每秒有速度V之物體，自A點向非垂直方向(B)拋時，設其運動畫AC拋物線自A至C所用之時間(T)及經過水平距離(a) 高(S)如下



$$a = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g} \quad T = \frac{2V \sin \alpha}{g} \quad S = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

### 關於減加速度運動之公式

垂直向上方投起物體之運動，與其物體在落下運動得之加速度為同比例減其速度，即減加速度每秒亦為 9.8米/秒 下式中

V = 投起物體之初速度，

S = 投起之高

T = 昇至高 S 用之時間

s = 自任意位置之高

t = 昇至高 s 用之時間

v = 在 t 時間後之速度

$$V = v + gt = \frac{s}{t} + \frac{gt}{2} = \sqrt{v^2 + 2gs}$$

$$v = V - gt = \frac{s}{t} - \frac{gt}{2} = \sqrt{V^2 - 2gs}$$

$$s = t(V - \frac{gt}{2}) = t(v + \frac{gt}{2})$$

### 關於傾斜面運動之公式

物體之自斜面上降下主因其物體之重量，今設沿斜面降下物體與斜面間無摩擦，則其速度等於自與斜面同高處落下物體之速度，今將一般加速度運動之公式應用之如下

V = T 時間後自斜面上降下物體之速度

S = 經過距離

T = 時間

$\alpha$  = 斜面與水平面所成之角度

g = 重力之加速度

$$V = gT \sin \alpha = \sqrt{2gS \sin \alpha}$$

$$S = \frac{gT^2 \sin \alpha}{2} = \frac{V^2}{2g \sin \alpha}$$

$$T = \frac{V}{g \sin \alpha} = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}}$$

### 圓運動之公式

F = 於切線方向作用之力..... 磅

P = 工率..... 磅呎/秒

V = 速度..... 呎/秒

S = F力作用點之經過距離..... 呎

T = 時間..... 秒

K = 工作..... 磅呎

R = 圓運動之半徑..... 呎

n = 迴轉數..... 每分

N = 在 T 時間之迴轉總數

H.P = 馬力

$$F = \frac{60P}{2\pi Rn} = \frac{9.55P}{Rn} = \frac{9.55K}{RnT} = \frac{716.25HP}{Rn}$$

$$P = \frac{2\pi RnF}{60} = \frac{RnF}{9.55} = \frac{FRN}{0.159T}$$

$$V = \frac{2\pi Rn}{60} = 0.1047Rn$$

$$S = \frac{2\pi RnT}{60} = \frac{RnT}{9.55} = 2\pi RN$$

$$T = \frac{60S}{2\pi Rn} = \frac{9.55S}{Rn} = \frac{9.55K}{FRn} = \frac{FRN}{11.94HP}$$

$$K = \frac{2\pi FRnT}{60} = \frac{FRnT}{9.55} = 2\pi RNF$$

$$R = \frac{60V}{2\pi n} = \frac{9.55V}{n} = \frac{9.55P}{Fn} = \frac{716.25H.P}{Fn} = \frac{9.55K}{FnT}$$

$$n = \frac{60V}{2\pi R} = \frac{9.55V}{R} = \frac{716.25HP}{FR}$$

$$N = \frac{11.94T HP}{FR} = \frac{S}{2\pi R} = \frac{K}{2\pi RF} = \frac{9.55PT}{FR}$$

$$H.P. = \frac{FRn}{716.25} = \frac{FRN}{11.94T}$$

### 加速度及減速度之一般公式

下式中

F = 誘起可動物體生加速度之力…………… 瓩

T = 力F 之作用時間…………… 秒

G = 因力F 而生之一定加速度…………… 呎/秒<sup>2</sup>

V = T 時間後之速度…………… 呎/秒

S = T 時間中經過距離…………… 呎

W = 物體在不變速度運動所用之力…………… 瓩

P = T 時間中作用之平均力…………… 瓩呎/秒

K = 運動物體作用之工作…………… 瓩呎

g = 重力之加速度…………… 呎/秒<sup>2</sup>

$$F = \frac{GW}{g} = \frac{VW}{gT} = \frac{2WS}{gT^2} = \frac{WV^2}{2gS} = \frac{PT}{S} = \frac{2K}{GT^2} = \frac{K}{S} = \sqrt{\frac{2PW}{gT}}$$

$$T = \frac{V}{G} = \frac{VW}{gF} = \sqrt{\frac{2WS}{gF}} = \sqrt{\frac{2S}{G}} = \frac{K}{P} = \sqrt{\frac{2WK}{gF^2}}$$

$$G = \frac{gF}{W} = \frac{V}{T} = \frac{V^2}{2S} = \frac{2S}{T^2} = \frac{gPT}{WS} = \frac{gK}{WS} = \frac{2K}{FT^2}$$

$$V = GT = \sqrt{2GS} = \frac{2S}{T} = \frac{gFT}{W} = \sqrt{\frac{2gPT}{W}} = \sqrt{\frac{2gK}{W}} = \sqrt{\frac{2gSF}{W}}$$

$$S = \frac{VT}{2} = \frac{V^2}{2G} = \frac{PT}{F} = \frac{GT^2}{2} = \frac{K}{F} = \frac{gK}{GW} = \frac{gFT^2}{2W}$$

$$W = \frac{gF}{G} = \frac{gFT}{V} = \frac{2gK}{V^2} = \frac{2gFS}{V^2} = \frac{gFT^2}{2S} = \frac{gPT^3}{2S^2} = \frac{gT^2K}{2S^2}$$

$$P = \frac{FS}{T} = \frac{K}{T} = \frac{FV^2}{2GT} = \frac{WV}{2gT} = \frac{2WS^2}{gT^3} = \frac{gF^2T}{2W}$$

$$K = FS = \frac{FVT}{2} = \frac{FGT^2}{2} = PT = \frac{WV_z}{2g} = \frac{GWVT}{2g} = \frac{gF^2T^2}{2W}$$

### 加速圓運動之一般公式

次式中

- F = 於半徑R之一端向切線方向加之力..... 磅  
 R = 半徑..... 呎  
 k = 迴轉之半徑..... 呎  
 T = 加速度之時間..... 秒  
 n = 迴轉數..... 每分  
 N = T時間中總迴轉數  
 W = 迴轉物體之重量..... 磅  
 K = 加於運動物體之工作..... 英尺

因  $F = \frac{VW}{gT}$  圓運動之力  $F = \frac{2\pi knW}{60gT}$

故  $FR = \frac{Wk \times 2\pi kn}{60gT} = \frac{W \times 2\pi k^2 n}{60gT}$

如以  $g=9.8$ (呎/秒<sup>2</sup>) 代入之

$$F = \frac{0.0107Wnk^2}{TR} = \frac{1.284WNk^2}{T^2R} = \frac{60K}{3.1416RNT} = \frac{K}{6.2832RN}$$

$$T = \frac{0.0107Wnk^2}{FR} = \sqrt{\frac{1.284WNk^2}{FR}} = \frac{60K}{3.1416RnF}$$

$$n = \frac{120N}{T} = \frac{93.45FTR}{Wk^2} = \frac{60K}{3.1416RTF}$$

$$N = \frac{Tn}{120} = \frac{0.778FT^2R}{Wk^2} = \frac{K}{6.2832RF}$$

$$k = \sqrt{\frac{93.45FRT}{Wn}} = \sqrt{\frac{0.778FRT^2}{WN}}$$

### 遠心力

圓運動物體常有自中心遠離傾向，此種力謂之遠心力 其公式如下

F = 遠心力..... 磅

$$\begin{aligned}
 W &= \text{迴轉物體之重量} \cdots \cdots \cdots \text{尅} \\
 V &= \text{迴轉物體之速度} \cdots \cdots \cdots \text{呎/秒} \\
 R &= \text{物體之迴轉運動半徑} \cdots \cdots \cdots \text{呎} \\
 n &= \text{一分間迴轉數} \\
 g &= \text{重力之加速度} = 9.8 \cdots \cdots \cdots \text{呎/秒} \\
 F &= \frac{Wv^2}{gR} = \frac{Wv^2}{9.8R} = \frac{4WR\pi^2n^2}{60 \times 60g} = 0.00112WRn^2 \\
 W &= \frac{FRg}{v^2} = \frac{893.7F}{Rn^2} & v &= \sqrt{\frac{FRg}{W}} \\
 R &= \frac{Wv^2}{Fg} = \frac{893.7F}{Wn^2} & n &= \sqrt{\frac{893.7F}{WR}}
 \end{aligned}$$

## 摩 擦

### 摩擦係數

摩擦係數者極限摩擦 (Ultimate Friction) 與直壓力 (Normal Pressure) 之比之謂也

今設極限摩擦為  $F$ , 直壓力為  $R$ , 摩擦係數為  $u$

$$u = \frac{F}{R} \quad \text{或} \quad F = uR$$

摩擦係數普通以小數或分數表示之，而在鐵路列車及蒸氣機關等將直壓力以噸表示時，其係數有以每噸為若干磅表之者，又有時以若干度若干分與摩擦角表示者。

### 摩擦之三法則

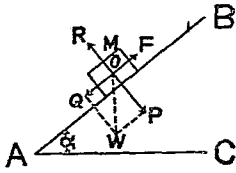
- (一) 互相接觸之表面不變時，摩擦力與與面成直角作用之壓力成比例。
- (二) 壓力不變時摩擦力與其接觸面之廣狹無關。
- (三) 運動摩擦比靜止摩擦小與其速度之大小無關。

此三則中(一)(二)又可謂之靜止摩擦之法則(三)又可謂之運動摩擦之法則，一言以蔽之摩擦係數，只僅與接觸面之性質有關，「毛林」氏關於各種材料試驗之結果如下表 但物體之表面皆為完全平滑清淨且乾燥者。

摩擦係數及摩擦角表			
材 料	記 事	摩擦係數	摩 擦 角
櫛與櫛( 檜 )	櫛之纖維與運動方向平行	0.48	25°38'
鍛鐵與鍛鐵	與鍛鐵之纖維方向平行	0.14	7°58'
鑄鐵與鋼鐵		0.20	11°19'
黃銅與鋼鐵		0.15	8°32'
鑄鐵與黃銅		0.22	12°25'
磚 與 磚		0.64	32°38'
白松與白松	與櫛時同且二面完全乾燥	0.40	21°48'

依最近學者之實驗，摩擦之三法則至某程度為真，過此時摩擦係數因壓力速度及溫度之如何有謂有差異者。

### 摩擦角 (Angle of friction)



左圖將AB斜面自水平面AC漸次向左方傾斜之，物體M遂勝過靜止摩擦，必開始自斜面滑下，此時水平面與斜面所夾角 $\alpha$ 謂之摩擦角，今設此物體之重量為W，反對M滑下之抵抗即摩擦為F，M物體與

AB斜面間與直壓力相反對之反動力為R，此三力互成平衡時則M物體方可靜止將W分解為OP OQ二力時

$$R = W \cos \alpha \quad F = W \sin \alpha$$

$$\frac{F}{R} = \frac{W \sin \alpha}{W \cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\text{然因摩擦係數} \quad \mu = \frac{F}{R}$$

$$\text{故有次理} \quad \frac{F}{R} = \mu = \tan \alpha$$

故摩擦係數等於摩擦角之正切。

凡牽引物體最良之角度，即牽引力與物體運動方向所成之角度，等於摩

擦角。

### 軸頸及軸架之摩擦

關於軸架(即軸丞)上迴轉軸之摩擦，為機械學者必宜研究之要件，「沙司頓」氏發表如下實驗結果之畧近公式，但其時軸頸與軸架為良好之狀態，相當給油，且壓力速度及溫度皆為普通者，

$$\mu = K\sqrt[3]{P} \quad \mu' = K'\frac{\sqrt[5]{V}}{\sqrt[3]{P}}$$

$\mu$  = 迴轉開始所要摩擦係數

$\mu'$  = 車軸迴轉中之摩擦係數

$K = 0.015$  乃至  $0.02$

$K' = 0.02$  至  $0.03$

$P$  = 每平方吋之壓力(磅)

$V$  = 每分間之速度(呎)

每平方吋200磅之壓力，其最小摩擦溫度(華氏) $t$  之值可依下式而求之

$$t = 15 \times \sqrt[3]{V}$$

次表所示者為「沙司頓」氏之實驗結果，因受壓力速度及溫度三者而影響軸頸摩擦係數之範圍，但軸頸為鋼製，軸架為青銅製，其潤滑料使用鯨油

溫度 (華氏)	迴轉速度									
	30呎(每分)		100呎(每分)		500 (每分)		1200呎(每分)			
	壓力 (每平方吋磅)									
	200	100	4	200	100	4	200	100	200	100
	摩擦係數									
130°	.0160	.0044	.125	.0087	.0019	.0630	.0053	.0037	.0065	.0075
90°	.0056	.0031	.094	.0040	.0019	.0630	.0075	.0061	.0105	.0150

「他瓦」氏關於軸頸及軸架之摩擦實驗之結果，其摩擦係數殆與速度之平方根比例，與壓力之強度反比，示之如下式

$$\mu = K \sqrt{\frac{V}{P}}$$

式中 $\mu$ —摩擦係數， $V$ —軸頸面之速度(呎/秒)， $P$ —軸架之射影面積每平方吋之壓力(磅)  $K$ 如下所示因潤滑料之種類其值不一。

潤滑料之種類	橄欖油	礦油	菜種油	鯨油	礦脂膏
K 之 值	.289	.276	.212	.194	.431

### 轉動摩擦

車輪或圓筒形之物體，於地上轉進時生之抵抗謂之轉動摩擦，此摩擦因車輪或轉體之半徑幅及迴轉表面之性質而異，依實驗之結果

$$F = K \frac{W}{R}$$

式中 $F$  為勝過抵抗所要之牽引力，於迴轉體之軸依水平力測定之， $W$ 為迴轉體之重量， $R$ 為半徑係數， $K$ 與 $R$ 以同單位測定之，鐵輪與鐵軌條時為0.002—0.0025吋，在木製道路上旋轉鐵輪時為0.06—0.1吋，木益堅其值益小，通常良好道路時為0.002軟道時為0.065

### 音響之速度

空氣中時  $V = 1050 + 1.1D$

但  $V =$  速度(呎/秒)

$D =$  華氏溫度

物體內時  $V = \sqrt{Eg \div W}$

但  $E =$  彈性係數

$g =$  重力之加速度

$W =$  單位重量

$V =$  速度(依上記三值之單位)

空氣中溫度 (D)	速 度 (呎/秒)	材 種	速 度 (呎/秒)	材 種	速 度 (呎/秒)
10°	1061	清 水	4700	銅	1170
50°	1105	鹽 水	4765	鑄 鐵	1240
70°	1127	木 材	13200	煉 鐵	1550
90°	1149	銀	8550	鋼	1720



### 鏡頭之公式

$v$  = 自鏡頭中心至像之距離

$u$  = 自物體至鏡頭中心之距離

$f$  = 焦點距離

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$\frac{f}{f+u}$  爲正時爲直立虛像，爲負時爲倒立實像

### 風壓公式

$$(1) \quad P = \frac{V^2}{37} \times 4.8825$$

$$(2) \quad P = \frac{V^2}{200}$$

但  $P$  = 陸上建設物之水平風壓

(1) 之時  $V$  = 風速(呎/秒)

$P$ .....呎/呎<sup>2</sup>

(2) 之時  $V$  = 風速(呎/秒)

$P$ .....磅/呎<sup>2</sup>

[哈頓]氏實驗式

$$P\theta = P_0 \sin \theta \cdot 1.84 \cos \theta - 1$$

但  $P\theta$  = 房頂之風壓

$P_0$  = 水平風壓

$\theta$  = 傾斜角度

$P\theta$  爲  $P_0$  乘以如下之係數即得

$\theta$	5°	10°	20°	30°	40°
係數	.125	.24	.45	.66	.83
$\theta$	50°	60°	70°	80°	90°
係數	.95	1.00	1.02	1.01	1.00

## 第五章 材料及燃料

### 金屬材料

#### 鐵

鐵之產額極鉅，用途極廣，故稱現代為鐵器時代，鐵之所以為最重要之材料者，因具有下列各性質也。

(一)鐵之強度及延性均高，純鐵之抗張強度，為每方吋四萬磅，彈性限度為二萬磅，延長率為50%。

(二)鐵與碳及他原質，如錳、鉻、錳、鎳等相合，可製各種有用之合金。

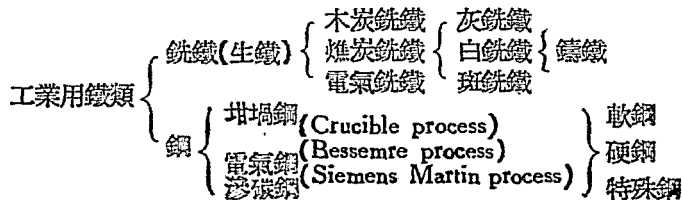
(三)鐵具二種以上之同質異形體 (Allotropic form)，此等同質異形體，性質各不相同，對於碳或碳化鐵（碳在鋼中成碳化鐵）之作用，亦大有差異，故鐵可用加熱處理法，使具各種所需之性質。

1890年法人阿斯曼氏發表鐵之三種同質異形體，其存在溫度，各有不同，在攝氏900度以上，為加馬鐵 (Gamma iron)，質硬，富於韌性，融合碳化鐵成均一之組織，不具磁性，故不吸引磁石，在767度以下，為阿爾法鐵 (Alpha iron)，質軟，富於延性，有磁性，然無融合碳化鐵之性質，在767度與900度之間為柏塔鐵 (Beta iron)，質硬而脆，無磁性，不融合碳化鐵。純鐵具灰白色，比重7.85至7.87，其透磁性 (Magnetic permeability) 極高，故極宜於製造變壓機之鐵心，電動機及發電機之各部分，與電磁石等，此純鐵之主要用途也。

日常所用之鐵，係直接取自礪石，含有多量之碳（2至5%）及其他雜質，故實為鐵碳之合金。

#### 鐵之分類

鐵、鋼、鑄鐵之差乃依其含碳量多少而定，因含碳量而有可否估火（燒入）之性質，而其分類法頗不一，有以估火之效果分類者，又有依強度而分類者，即有50kg/mm<sup>2</sup>抗張力者，謂之鋼，其以下者謂之鐵，而皆因處理之不同頗不正確，現今所通用者，為依製法而分類。



軟鋼與硬鋼在能否佔火而分，普通以0.4% C爲界，鐵與鋼以0.035% C爲界，銑鐵與鋼以1.7% C爲界

灰生鐵以爲鑄造普通鑄品，白銑用以鑄特殊鑄品或煉鋼之原料。

### 生鐵

生鐵係直接由鐵礦石製出，鐵礦石種類雖多，能供實用者，含鐵須在40%以上，故惟有磁鐵礦，赤鐵礦，褐鐵礦，碳酸鐵礦等數種，此等礦石，與焦煤，石灰石，同裝入鼓風爐內，則礦石溶解，鐵質分離，集於爐底，其岩石泥土等，則與石灰石結合成鐵渣而浮於溶鐵之面，時時開出渣口以排出之，俟溶鐵集於爐底者已多，然後開出鐵口以出之，是爲生鐵，鼓風爐之大小不一，大者每日可產生鐵至七百噸之多，小者每日只能出百噸。由鼓風爐直接製出之鐵，含有碳、矽、磷、硫、錳等原質，此等原質，對於鐵之性質，有多少影響，而碳之量最多，影響最大，故可視生鐵爲鐵與碳之合金，生鐵含碳量在2.0至5.0%之間，生鐵之質脆弱，不能鍛治，只可熔融鑄造，故亦名鑄鐵，生鐵種類如下。

(一)灰生鐵(Gray cast iron)其中之碳質成爲薄片之石墨(graphite)，遊離存在於鐵中，斷面呈灰色，結晶顆粒粗大，質地柔軟，是爲特徵，普通分爲一號生鐵至三號生鐵，皆爲鑄造機械之用。

(二)白生鐵(White cast iron)碳與鐵結合，成碳化鐵( $Fe_3C$ )，其質極硬，鐵之斷面呈白色，顆粒緻密，爲特殊鑄造品之材料，鑄造機械，亦有時混用之。

(三)斑生鐵(Mottled iron)所含之碳，一部分遊離，一部分結合，故斷面爲白色與灰色相混，本溪湖(在奉天省)所產生鐵之成分，如下表所列。

種類	碳 (%)	矽 (%)	磷 (%)	硫 (%)	錳 (%)	銅 (%)
特號	3.00 以上	2.00 以上	0.07 以下	0.02 以下	0.30 以上	痕跡
一號	3.00	2.50	0.08	0.05	0.30	0.005以下
二號	3.00	1.80	0.09	0.10	0.30	0.006以下
三號	3.00	1.30	0.10	0.20	0.30	0.007以下

### 鑄鐵 (Cast iron)

機械各部使用之鑄鐵、鑄品，乃於銑鐵(生鐵)中混以多量鑄鐵屑，或鋼

屑，以鼓風爐或反射爐溶解，鑄造者破面呈灰色粒狀，普通比重平均為7.281，線膨漲係數平均為0.0001061比熱在0—100°C為0.1298。

在0—1200°C平均為0.16，在1200—1800°C平均為0.21，溶融點1100—1250°C溶融時每kg(公斤)吸收33Kcal之潛熱，凝固時之收縮率約1%內外，在650°C以上反復加熱放冷時其體積漸增即所謂生長(Growth)作用，白銹鐵不見有此作用，電氣之比抵抗在114.0un/cm<sup>2</sup>內外

卜林硬度115—200往往為250左右，白銹之卜林硬度在420 內外，放冷之鑄鐵普通為450左右，鑄鐵之引張強度為13—28kg/mm<sup>2</sup>壓縮為56—105kg/mm<sup>2</sup>左右。

### 特殊鑄鐵(Special cast iron)

#### (1) 半鋼(Semi—steel casting)

乃於灰銹鐵中混以25% 左右之鋼屑，則鑄鐵之結晶微細引張強度昇至20—30kg/mm<sup>2</sup>，約3%之碳可將化合之碳分離為黑鉛，則鑄鐵之質較軟，更將硫之害中和，且減收縮作用，錳可將其脫酸作用及硫之害阻止，可將鑄鐵強化至相當程度，有磷則鑄鐵易於流動，而其質稍脆，硫可將鑄鐵特別脆弱且增收縮。

#### (2) 冷鑄品(Chilled casting)

灰生鐵鑄品于其凝固時將其急冷之，則其部分不能化為遊離碳而成化合碳存在，斷面為白色，質又堅硬，此種狀態謂之冷(Chill)，將灰生鐵冷之部分頗耐磨耗，未甚冷部分亦能加工切削之，為冷之起見用金屬模型，其他部分用砂模型。

#### (3) 可鍛鑄鐵(Malleable casting)

又有名為錫鐵者，白生鐵加熱處理之即成，分黑心可鍛鑄鐵及白心可鍛鑄鐵二種。

##### a、黑心可鍛鑄鐵

白生鑄品以鐵滓之類(黑色氧化鐵)包之加熱二三日於800°C 而慢慢涼之，白生鐵中之化合碳因高溫關係遊離為微細黑鉛碳，質軟而不失機械上之性質，黑心者乃以其中心部呈天鵝絨之黑色故名，而外皮因除碳關係為白色。

##### b、白心可鍛鑄鐵

白生鑄品以褐鐵礦(三氧化鐵)類之細粒包之，在溫度850°C 依鑄品之厚薄，而施以相當長時間之加熱，遊離白生鐵中之化合碳，將其大部分含有碳脫却之，破面帶軟鐵之色，富有韌性，以其破面為

白色故名。

今日多用前者，比普通鑄鐵引張强度高，且有可稍曲之延性，據英國海軍規格，此種鑄造品引張強度為 $28.3\text{kg/mm}^2$ ，伸長在 $76\text{mm}$ 之標點距離可有 $4.5\%$ 以上，幅寬 $25.4\text{mm}$ 厚 $9.5\text{mm}$ 之片於內側半徑 $25.4\text{mm}$ 曲至 $90^\circ$ 時而在外側不得生裂痕。

黑心與白心之使用原料不同，黑心大多用優良原料，而白心在厚 $\frac{1}{2}$ 以上不適應用，歐州各國多用白心，日美多用黑心。

### 熟鐵

熟鐵(Wrought iron)又名煉鐵為較純粹之鐵，含碳量約 $0.06\%$ ，古來多由鑽石直接製造，但現今概以生鐵為原料製造，生鐵中之碳，及其他雜質，係經氧化變成鐵渣以去之，故製成熟鐵，尚含有少量之鐵渣。

熟鐵為鐵類中最富於延展性者，易於鍛接，近來因軟鋼之製法近步，熟鐵之用途頓減，然鍋爐之火箱，汽機之曲拐，曲拐心，連接桿，鉚釘，螺釘，管，鏈等材料，用熟鐵，猶勝於軟鋼也。

### 普通鋼

鋼之種類甚多，可大別為普通鋼，特別鋼二種，普通鋼，為鐵碳之合金，特別鋼，則為鐵碳及其他金屬一種或數種之合金。

普通鋼，含碳自 $0.05$ 至 $2.0\%$ ，碳之影響極大，其少量可以增進鋼之強度及硬度，依含碳量之多少，可分普通鋼之等級如下。

等	級	含 碳 量 (%)
極 軟	鋼	0.10以下
軟	鋼	0.25以下
半 硬	鋼	0.26以上 0.60以下
硬	鋼	0.60以上
極 硬	鋼	1.25以上

碳在鋼中，與鐵結合成碳化鐵( $\text{Fe}_3\text{C}$ )，此碳化鐵再與鐵組成一種混合物，其中碳化鐵，與鐵之成分，有一定之比，即為 $1$ 比 $7$ ，鋼之含碳量為 $0.85\%$ 時，則其鋼全由此特種混合物而成，若碳過少或過多，則鋼中有多餘

之鐵或碳化物遊離存在。

上述混合物，熱至攝氏七百度時，則忽然變化，即碳化鐵被鐵吸收，成均一之固溶體(Solid solution)此固溶體之性質，與上述之混合物不同，其硬度強度，均比混合物大。

鋼中之鐵，又有三種同質異形體，其變形各有一定溫度，此等溫度，因含碳之多少，而有高低不同。

以上所述之變化，於溫度上昇時發生，若降下時，則恢復原狀，自此種變化發生以至完結，必經多少時間，故鋼熱至各種變形點以上之溫度，投入冷水或鹽水中，急冷之，可保存變形溫度以上之性質之一部分或全部此加熱處理(heat treatment)，之原理也。

鋼中之雜質，為硫、磷、錳、矽等，錳可增強度與硬度，但含量過多，則鋼由高溫急冷時易裂，矽在少量存在時，無何等影響，硫與磷均有害，硫生赤熱脆性(Hot shortness)，即於赤熱時使鋼質脆弱，磷生常溫脆性(Coldsoess)，即於常溫度中，使鋼質脆弱。

鐵鋼中又有所謂青熱脆性(Blue shortness)之現象，不可不注意，即將鐵鋼至攝氏三百度上下時，則表面發生青色之薄膜，乃一種氧化物，在此溫度時，鐵鋼之性質極脆，若勉強加工製造，則易於裂碎，不可不慎，凡鐵鋼在高溫度鍛鍊時，宜於三百度以下停止工作，又鐵鋼在三百度上下時，不但脆性極大，而強度硬度亦最大，其原因尚不甚明瞭。

鋼之用途，視其含碳量而異，列舉如下：

合 碳 量 (%)	用 途
0.05~0.07	電線
0.09~0.22	鋼線、薄鋼板、建築材料
0.14	鉚釘
0.12~0.23	鍋爐板
0.24~0.75	鐵路軌條
0.25~0.45	橋樑材料、建築材料
0.45~0.50	鐵路機車輪

0.50	彈簧
0.60	大砲身
0.90~1.0	鐵路機車彈簧
0.95~1.05	斧、鑿、開鑿用錐
1.0~1.1	銼機刀、日用小刀
1.2~1.3	銼機、鉋機、等刀具
1.3~1.4	剃刀

### 特別鋼

隨機械工業之進步，有各種特別鋼(Special steel)之發明，特別鋼內之特別原質，有完全溶解於鐵而成固溶體者，如鎳、矽等是，有一部分與碳化鐵合而成複碳化鐵(Double carbide)，一部分溶解於鐵而成固溶體者如錳、鉻、錫、鈾、鉍等是，茲將各主要特別鋼，分述如次。

(一)鎳鋼 鎳鋼(Nickel steel)在特別鋼中，用途最廣，其含鎳之量，為2.75至4.5%，碳為0.1至0.4%，而以鎳3.5%及碳0.3%為最普通者，鎳之主要作用，係增進鋼之彈性限度及抗張強度，而不使延長率大減少，含鎳3.5%之鎳鋼，其彈性限度比普通鋼增高一半，而對於疊見應力之抵抗尤大。

含鎳3.5%之鎳鋼之主要用途，為大砲材料，輪船之推進機軸，汽車及鐵路車輛之車軸，諸種之傳動軸，汽車之構架，曲拐軸，橋樑材料，鐵路軌條等。

含鎳36%之鎳鋼名 Invar，對於熱之膨脹率，幾等於零，為製精密測量用帶尺及時計之擺之材料。

含鎳42%之鎳鋼名 Platinite，其膨脹率，與玻璃相等，為通過電燈泡玻璃內之白金線之代用品。

(二)鉻鋼 鉻之最大效用，係增進鋼之硬度，而使其脆度不同時增加如碳之影響之甚，抗張強度，彈性限度，亦可以增進。

含鉻1至2%及碳約1%之鉻鋼(Chrome steel)，用途最廣，係供製造砲彈，鋼珠，及碾壓機之碾軸，與防盜用硬鋼板等。

含鉻12%及碳0.3%之鉻鋼，名不銹鋼(Stainless steel)，對於空氣，濕氣，及酸類，抵抗力甚大，專用以造刀匕。

(三)鉻鎳鋼 鉻鎳鋼(Chrome-nickel steel)即鎳鋼之加鉻者，含鎳2至3.5%，鉻1至1.5%，碳有0.5及0.25%兩種，鉻鎳鋼適於製造汽車之齒輪，內燃機之曲拐，及其他受震動之機械部分，於軍艦甲板，大砲身尤為適宜，克虜伯鋼甲板，含鎳3.25%，鉻1.5%，及碳0.25%，炮身材料，含鎳3.5%，鉻1.0%，碳0.3%。

(四)錳鋼 鋼中之錳，其含有量為12至14%時強强度最大，雖極硬而不脆，過多則强度減少，過少則脆性激增，均不能使用，此英人哈德飛所發見者也。

錳鋼 (Manganese steel) 普通含錳 12 至 13%，碳1至2%，名哈得飛鋼 (Hadfield steel)，此鋼在常溫度中，即為固溶體，故極堅硬，無法可使軟化。

錳鋼之主要用途，為作碎鑛機之顎口，及其他機械中須耐摩擦之部分，與鑛山用之車輪，鐵路交叉處軌條，彎曲軌條，汽鐘，馬蹄鐵，保險銀箱等。

(五)矽鋼 含矽1至5%之矽鋼(Silicon steel)，透磁性强，保磁性低，最適於作電磁石及變壓機等之材料，據哈德飛氏研究，供此種用途之矽鋼，含矽量，以2.75%為最佳，而碳量及其他雜質，則以少為佳。

(六)鈮鋼 鈮之少量，可除去鋼中之氧質及氫質，鈮鋼(Vanadium steel)含鈮量，如超過0.15%則强度極大，對於應力，正反應力，衝擊應力等之抵抗甚大，而鍛接，切削等工作，均較鎳鋼為易。

鈮鋼之含鈮量為0.10至0.18%，多加入鉻鋼或鎳鋼以製鉻鈮鋼，或鎳鈮鋼。

(七)鉻鈮鋼 鉻鈮鋼 (Chrome-vanadium steel) 含碳量，有高低兩種，前者含碳0.45%，鉻1.25%，及鈮0.18%，為作齒輪彈簧之用後者含碳0.15%，鉻0.30%，及鈮0.12%，為作齒輪，車軸，傳動軸等之用。

(八)鎳鈮鋼 鎳鈮鋼(Nickel-vanadium steel)含碳0.2至0.350%，鎳3.50%，鈮0.12至0.24%，强度及彈性限度均高，對於正反應力及衝擊應力等之抵抗性甚大，為汽車重要部分之材料。

(九)鎢鋼 鎢在鋼中之作用，與鉻相似，而更顯著，鎢鋼(Tungsten steel)質最密，硬度高，强度亦大。

鎢鋼之用途日見擴充，茲列表如下。



錳 鋼 之 成 分		用 途
錳 2%	碳0.65%	步槍機關槍礮
錳2~5%	碳0.50%~0.7%	永久磁石
錳1~2%	碳0.30%~1.0%	鑿
錳3~6%	碳1.20%	完工刀具

(十)鉬鋼 鉬對於鋼作用，與錳相似，但其効力則加大兩三倍，鉬鋼 (Molybdenum steel) 之用途不廣，因鉬之產量少而價昂，且製鍊不易故也，含鉬 3至4%之鉬鋼，強度，彈性限度及傳熱率等均高，用此製礮，壽命可長。

(十一)風鋼 風鋼(Air hardening steel)在常溫度中，可保極高之硬度，不施何種加熱處理，可以切削金屬，赤熱之後，於空氣中冷卻，亦不如普通鋼之軟化，故極宜作切削工具，其平均成分如下，碳1.8%，錳7.3% 鉻1.6%，錳1.8%，矽5.6%。

(十二)馬雪脫鋼 馬雪脫鋼 (Mushet steel) 乃西元 1868 年英馬雪脫 (Mushet) 所發明之鋼，為最初之風鋼，惟不含鉻耳。

(十三)高速鋼 高速鋼(High speed steel)為西元1898年美人鐵拉氏，及懷托氏所發明之工具鋼，其質極堅，切削速度極大，其刃口雖因高速切削之摩擦而生赤熱，猶能保存其硬度，故名高速鋼，其平均成分如下：碳0.75%，錳18%；鉻4.5%，鈷0.30%，錳0.18%，矽0.31%，自此鋼發明後，機械工業開一新紀元，其切削速度，一分間可三十吋，至百五十吋，最高達五百吋，而普通工具，每分間只能切削十五吋至四十吋耳。

(十四)斯鐵來合金 斯鐵來合金(Stellite)係英人海桿氏所發明之新合金，具銀白色，含鐵極少，其成分不定，茲舉一例如下：鈷59.5%，鉻10.77%，鉍22.5%，碳0.78%，鐵3.11%，其質堅硬，切削速度比高速鋼大，但製造頗困難，鑄成工具須用金鋼砂輪研磨，其價頗高。

## 銅

銅為人使用最早之金屬，石器時代之後，即為銅器時代，銅鑛之分布極廣，種類亦多，可大別為天然銅，氧化銅，硫化銅三種，產天然銅極富之處，為美密執安省蘇必利爾湖畔。銅之主要產地，為美、墨西哥、西班牙

、及葡萄牙等國、而美國每年產額，約七十餘萬噸，我國各省，銅鑛亦多，銅鑛業為我國最古之鑛業，雲南之東川，四川之會理，吉林之延吉縣之天寶山等，皆為著名之銅鑛區，尤以東川為最大之產銅區，(係東川鑛務公司所經營)，每年產銅約七八百噸。

銅具特有之淡赤色，其表面易於氧化，變成暗褐色，銅質比金銀稍硬，延展性極大，易於工作，可軋成薄片，可拉為細線。

銅之抗張強度：鑄成品為每方吋一萬六千至二萬六千磅，碾成品可增至五萬二千磅，銅於常溫高溫中，均可鍛碾，然在常溫加工，亦如他種金屬增加硬度及脆性，而減少延性欲使其恢復原狀，須熱至攝氏六百度至七百度，經時數秒，然後冷卻之。

銅為電與熱之良導體，其傳熱率及傳電率，均高於金，而稍次於銀，傳電率隨溫度上昇，逐漸減少，溫度由攝氏零度至百度，傳電率減少29.3%，銅中之雜質，雖含量極微，亦足以減少傳電率。

銅因精度，可別為三種如下：

種	類	含銅率(%)	用	途
電	銅	99.9	電	工
美國蘇必利爾湖銅		99.8		
鑄	銅	98.5	鑄造及製黃銅，青銅，等合金	

## 鋅

古代黃銅，係用銅與鋅鑄鑄製，而單純之鋅，則發見較晚。但其年代，頗難決定。

鋅之主要鑛石為閃鋅鑛(Zinc blende,  $ZnS$ )菱鋅鑛(Calamine,  $ZnCO_3$ )，主要產地，為美、德、比、英等國，美國產額，每年約三十萬噸，吾國鋅鑛之最著者，為湖南之水口山，雲南之東川，二處，水口山鑛石，為閃鋅鑛，方鉛鑛，及少量之黃銅鑛；閃鋅鑛，較方鉛鑛為多，約成二與一之比，平均鋅之淨砂，含鋅42%，鉛之淨砂，含鉛66%，東川鑛係東川鑛務公司所經營，其鑛石均為碳酸鹽類，其產額，鉛最多，鋅次之；

鋅為蒼白色之金屬，其質硬於錫，軟於銅，在常溫極脆，自攝氏一百度至一百六十度，則延展性加大，可以碾為薄板，拉為細線，若溫度增至二百

度以上，則脆性激增，可碎爲粉，

鋅之彈性限度極低，且無明白表示之點，抗張強度，鑄造品，每方吋僅二千餘磅，碾造品，約24,000磅，延長率，20%以上，比重7.2，熔點攝氏420度。

鋅之用途如下：(一)鍍鐵板鐵器等；(二)製造黃銅，減摩銅等合金；(三)製造蓋屋用鋅皮；(四)由鉛取銀，用鋅爲脫銀劑。

## 鉛

鉛爲有史以前六金屬(金、銀、銅、鐵、錫、鉛)之一，西歷紀元前7000年，埃及人只知用銅，自7000年降至5000年，金、銀、鉛等，次第使用，降至1560年，鉛遂爲通用之金屬矣。

鉛之重要礦石爲方鉛礦(Galena, PbS)，主要產地，爲美、西、德、墨等國，美國產額，年約四十萬噸，西班牙年產約二十萬噸，我國主要產地，則爲湖南，雲南等處。

鉛爲普通金屬之最軟者，硬度1.5，隨含銻、砒之量而增，抗張強度極低，每方吋自2600至3300磅，彈性限度極低，展性極大，可碾成薄葉，延性小，不能拉成細絲，比重11.37，爲普通金屬中之最大者，溶點，攝氏326度，對於酸類之抵抗性極大，只溶解於稀硝酸，故適於製耐酸器之材料，鉛板，鉛管，在硫酸工廠中及輸水路多用之，鉛與錫可作白鐵(Solder)，銲接金屬時用之，又鉛箔較錫箔價廉，只作錫箔之代用品。

## 錫

錫之重要礦石爲錫石。

錫礦分布較狹，故錫之產額亦較少，全世界之總產額，每年不過十一萬餘噸，其主要產地爲馬來羣島，玻利非亞，中國，暹羅，緬甸，英國之康瓦爾，非洲之脫蘭斯瓦爾等處。我國爲世界第三大產錫區，主要錫礦，爲雲南之箇舊，湖南之江華，臨武，宜章，廣西之富川，賀縣等，箇舊一處，年產錫七八千噸。

錫之抗張強度低每方吋約4,600磅，延性極小，碾性極大，可碾成五分之一吋厚之錫箔，錫之展性，在攝氏一百度時，最大，至二百度以上則脆，比重，極純者7.29，普通者7.5，溶點，攝氏二二二度。

錫具三種同質異形體，其存在溫度及性質等如下所述。

(一)攝氏零下四八度，爲無晶體，爲灰色粉末，比重，5.8，此種變化發生

甚急，錫由結晶體變成粉末，是名錫瘟(Tin pest)，此1851年，愛德曼氏所發見之奇特現象也。

(二)攝氏二百度以下，錫爲正方晶，具白色展性極大。

(三)攝氏二百度以上，變爲斜方晶，質極脆。

錫之用途如下：(一)製造器皿；(二)製造錫箔；(三)鍍鐵皮以防銹；(四)製造青銅，白鐵，等合金。

## 鋁

鋁(Aluminium)係1827年德人魏勒氏所發見，主要礦石爲鐵礬土(Bauxite,  $Al_2O_3$ )，含有約50%之鋁，其重要產地，爲美，瑞士，德，法，奧等國。

鋁富展性及延性，不論在常溫高溫中，均可自由鍛碾，造成種種形狀，故宜於製造各種日用器具。

鋁之比重，隨所含雜質而增，極純者，約2.56，市上普通出售者，約2.7，因其比重極小，故宜於作飛機及汽車之材料。

鋁之強度不高，然可加少量之銅、鋅、鎂等以增進之。

鋁之抗張強度，爲每方吋一萬至一萬四千磅，彈性限度，爲每方吋六千至八千磅，延長率，爲2至3%。

鋁之鍛碾溫度，以攝氏三百度至三百五十度爲最宜，冷製品之軟化，及調質溫度時間，在四百度時，需一小時以上，若至四百七十五度，則只需五分鐘至一小時。

鋁之傳熱率頗大，傳電率尤大，如定銅爲100，則爲61.5，故鋁可用作電線。

鋁與氟化合，發生極高之熱，故鋁粉與氧化鐵之混合物可作鎔接劑(the rmité)。此係德國戈德斯密博士所發明，其兩種材料之混合量，可由次式計算之。



此混合物火點，則鋁與氟化合，使鐵遊離，而此遊離之鐵，因化合熱保持二千五百度之高溫度，故即熔融，以之注入接合部，則兩部分融着接合，鋁爲強烈之還原劑，投入鎔鋼內可除去其中之氧化物，變成精良之鋼。

## 鎳

鎳(Nickel)係1751年克倫斯德氏所發見，其主要產礦石，爲砒、鎂、鎳鐵(Garnierite)，及針鎳鐵(Millerite, NiS)，主要產地，爲美，法，德諸

### 國及坎拿大。

鎳與鐵相似，具白色，純粹者，延性展性均大，可造細線薄皮，抗張強度，鑄造品爲每方吋四萬至五萬四千磅，碾壓品達六萬四千磅，比重約 8.8，稍具磁性，然至攝氏 340 度，則失之，傳熱率及傳電率，均極小。

鎳之主要用途如下：(一)製造線鋼；(二)製造鎳銅；(三)鍍覆他種金屬；(四)作電器中之抵抗材料。

### 銻

銻 (Antimony) 之產地，中，法，意，諸國及澳大利亞洲，我國之銻礦，多在湖南，湖南新化縣之錫鑛山一處，曾供給世界全額之過半，其鑛石爲輝銻礦 (Stibnite,  $Sb_2S_3$ )，益陽縣之板溪，亦爲大銻礦，係華昌公司所有。該公司用特有之赫倫斯密特法 (Herren Schmidt Process) 製煉純銻，供給世界，湖南之沅陵縣，溆浦縣，新寧縣，雲南之文山，阿迷兩縣 貴州之銅仁縣，亦均有大銻礦。

銻具蒼白色，性極脆弱，易於粉碎，比重 6.71，傳熱率及傳電率極低，溶點，攝氏 430 度，由液體凝固時，體積膨脹，故適於作活字合金，銻攪入鉛中能增加鉛之硬度，故爲硬鉛之原料，又可作其他合金之材料。

### 錳

我國錳礦，發見於湖南省湘潭縣，(裕牲公司經營)，廣東欽州，(裕欽公司經營)，廣西(合益公司經營)等處。

錳 (Manganese) 具灰色，質硬而脆稍具磁性，比重約 8.0，溶點，攝氏 1230 度，在高溫度易與氧結合，故投於鎔融之他金屬中，可以驅除去其中之氧。

純淨之錳爲錳鋼及錳銅之原料，又爲銅及青銅之還原劑，而錳與鐵之合金，如錳鐵 (Ferro-manganese) 及鏡鐵 (Spiegel-eisen)，則俱爲鋼及鐵之還原劑。

### 鉻

鉻 (Chromium) 具鋼灰色，取自鉻鐵礦，比重約 6.11，溶點極高，爲攝氏 1615 度，硬度，9.0，以少量和入他種金屬中，可增加其硬度。

鉻爲鉻鋼、風鋼、高速鋼等之原料。

### 鎢

鎢 (Tungsten) 係 1781 年瑞士人薛爾氏所發見，取自鎢鐵礦 (Wolframite)

mite,  $\text{FeMnWo}$ )及重石(Scheelite,  $\text{CaWo}_4$ )等,主要產地,爲緬甸,美國,葡萄牙,阿根廷等處,我國於1915年,亦發見錫鐵甚多,1918年,產錫砂11,662噸,遂爲世界第一大產地,其鑛界於湘,贛,粵三省之間,湘之汝城,資興,臨武,宜章,常寧諸縣,贛之崇義,大庾,南康上猶諸縣,及粵之沿海地方,皆爲錫鐵區域。

錫爲灰色金屬,比重18.77,溶點之高,爲金屬之冠,約攝氏3,267度,可拉爲最細之線,其抗張強度極高,各種強酸,氫氧化鈉,氫氧化鉀,皆不能溶解之,只氟酸與硝酸之混合液能溶解之。

錫之用途如下:(一)製造錫鋼,磁鋼,高速鋼;(二)製電燈泡內之發光絲錫絲之發光率,爲炭絲之三倍;(三)測熱用之錫鉬電熱偶(Tungsten-molybdenum thermo-couple);(四)標準砝碼;(五)白金之代用品。

### 鉬

吾國浙江之青田縣,福建之寧德縣,及廣東之惠陽縣,均發見鉬(Molybdenum)鑛。

鉬與錫,鉻同系,1782年,葉倫氏始由輝鉬鑛(Molybdenite,  $\text{MoO}_2$ )取鉬。

鉬之比重爲9.1,溶點,攝氏2,000度,具銀白色,鉬對於鋼之影響與錫相似,而更銳敏,以錫之含有量4分之1至3分之1,可得同等之效,錫之主要用途,爲製風鋼及高速鋼之原料。

### 釩

釩(Vanadium)爲灰白色之金屬,比重約5.9,溶點1680°C,用其極微量可以增進鐵及鋼之強度,鐵及鋼中之氧可以少量之釩除去之。

釩之主要用途爲作釩鋼之原料。

### 黃銅

黃銅( Brass )爲銅與鋅之合金,重要僅次於鐵鋼之金屬材料也,銅中加鋅,強度漸增,延展性亦增,延展性在加鋅至30%時最高,超過30%則逐漸少至50%而近於零,強度在加鋅至45%時最高,超過45%則頓減至52%而近於零。

工業用黃銅,可分爲下列數種。

(一)鑄造用黃銅 成分不定,然以銅66%,鋅34%者爲最佳,稱爲英國之標準黃銅,此銅最適鑄造,且可軋鍛,並可拉爲鋼絲,但鑄造用黃銅

(Cast brass)，普通不須受多量之機械加工，故極不純粹，多用廢銅，及雜質錫、鐵、鉛等，亦無害處，鉛使黃銅易於切削，錫與鉛可增進其流動性，以便鑄極精巧之物品，並可使其色近似青銅。

(二)低級黃銅 低級黃銅(Low brass)乃含銅55至63%，最宜於熱碾(Hot rolling)。其初鑄成大塊，然後加熱碾造，只加熱一次，可以碾造完畢。

1832年，英人曼慈(Muntz)發見含銅60%與鋅40%之黃銅，最耐侵蝕，一時盛用於木造船之被覆，名為曼慈黃銅(Muntz metal)，但現代多用銅板代之。

黃銅之熱碾溫度，不可不注意，製造後之組織極粗，然加熱後之碾造工作，可以使其組織加細密，但溫度須在攝氏600度以上，若溫度降至600度以下，則其組織不能改良，故600度為此合金之熱碾，與冷碾之界限。

在600度以下碾壓時，黃銅之硬度脆度等增加，延性減少，其性質不均一，須熱至800度前後，以軟化調整之。

(三)高級黃銅 高級黃銅(High brass)含銅60%以上，適於冷碾，其最適於製造藥筒，銅管，及銅線者，為含銅70%，鋅30%者，此銅具最高之延展性及抗張強度，最初鑄成適宜之銅塊，然後碾壓造成所需之形狀，其間須時時加熱，使銅質軟化，如減少加熱次數，則成品當時雖不見有何異狀，然經過數月至一年後，或發生異狀如彎曲，龜裂等，不可忽視。黃銅經一次碾壓後，延展性減弱，而脆性，硬性，強度增加，故須加熱恢復原狀，其溫度最須注意，過低則無效，過高亦不適宜，以攝氏600度至650度為最宜。

(四)含鐵黃銅 加鐵於黃銅，可增進其強度及硬度，故有含鐵黃銅(Iron bronze)之發明。

(五)斯忒洛銅 1779年，客亞氏發明斯忒洛銅(Sterro metal)，含銅60%，鋅38%，鐵1.5至2%。

(六)亞赤銅 1860年，亞赤氏發明亞赤銅，(Aich's metal)，成分與斯忒洛銅相似，而含鐵量在3.0%以下，範圍較廣。

(七)得爾塔銅 1883年，的客氏發明得爾塔銅(Delta metal)，除鐵外加磷少許，為脫氧劑，以改良銅質，此銅比之普通黃銅，強度硬度均高，鑄造容易，在高溫度及常溫度中，均可以碾壓，適於種種之用途，德國之雕刻那銅(Durana metal)，及美國之托賓銅(Tobin bronze)，均與

得爾塔銅相類。

### 青銅

青銅(Bronze)爲銅與錫之合金，乃最古之金屬材料，彼得利博士曾見一銅條，係西元前3700年之物。其成分約銅89.8%，錫9.1%，及其他雜質少許，與現代青銅相近。

銅中加錫，其各種性質，均受顯著之影響，硬度漸次增加，至含錫量27%時最大，錫更增加，則硬度減少。

抗張強度，當錫由2%增至17%時，逐漸增加，至17%時則，爲純銅之二倍以上超過17%，則頓減至23%則與銅等。

延性，當含錫1至2%時，與銅相類，在常溫度中可以鍛冶；含錫量增加則延性急速降下，至5%時，只可在赤熱中鍛冶，至17%時，則於高溫度中亦不能鍛冶。

耐磨性，隨含錫量之增加而逐漸次增高，然含錫量超高10%時，則反減少。

由上述事實觀之，可供適用之青銅，限於含錫25%以內，可別爲下列數種。

(一)礮銅 礮銅(Gun metal)含錫8至14%，鋼材發明以前，係用此銅製礮，故名礮銅，茲將各國製礮用青銅之分析，列表如下。

種類	銅 (%)	錫 (%)	鐵 (%)	鋅 (%)	鉛 (%)
英國礮	91.74	8.26			
德國礮	90.91	9.09			
法國礮	90.73	9.27			
美國礮	90.00	10.00			
俄國礮	88.61	10.70	0.69		
瑞士礮	88.93	10.38	0.11	0.42	0.63
中國礮	77.18	3.42	1.16	5.02	13.22
中國礮	93.19	5.43	1.38		



含錫8至11%之青銅，強度，延性，韌性，及對於衝擊應力之抵抗性均甚佳，含錫9%之青銅，抗張強度約為每方吋三萬二千磅，彈性限度一萬三千磅，延長率16%，此銅共鑄造機械部分及其他各種物品，用途極廣，其調質軟化溫度為攝氏600度。

青銅含有多少雜質，主要者為鉛、鋅、鐵，其影響如下述，(一)鉛為球狀，存於各結晶之間，最良之青銅，不可含鉛0.15%以上，但不求堅強，只望易於切削者，亦可含多量，(二)鋅為脫氧劑，加入青銅內，可使其鑄時易於流動，防止氣泡發生，但其量不可過2%，(三)鐵能增進青銅之硬度及抗張強度，然含量過多，使青銅鑄時流動不良，鑄造困難。

英國海軍規定，第一號礮銅，含銅88.5%，錫1.00%，鋅2.0%，供製造汽閥(Steam valve)及其他需良質礮銅部分，第二號礮銅，含銅86.0%，錫13.0%，鋅1.0%，供製造耐高壓之物品及大礮附屬品。

美國海軍部規定，砲銅含銅87至89%，錫11%，鋅1至3%，供製造諸種汽閥，蒸溜器，抽水機，扇風機，齒輪等。

(二)軸承青銅 機械中軸承及其他受摩擦部分所用之軸承青銅(Bearing bronze)，為增加黏性之故，含有多量之鉛，鉛之分量與錫之分量有關，依克拉馬氏(G. H. Clamber)之研究，含錫5%者，可含鉛30%，含錫7%者，可含鉛20%。

(三)鐘銅 鐘銅(Bell metal)以發美音為主，其發音如何，與形狀，尺度及鑄造法等，同有關係，然隨其合金之成分，亦大有差異，普通鐘銅，含錫15至25%，小鐘用15%，大鐘用25%，此種合金，不宜含有他種雜質，雜質有使音響不良之弊，又最初優良之鐘銅，鑄化數次後，因氧化物侵入，亦或不發美音。

(四)鏡銅 鏡銅(Speculum metal)以白色堅硬，能研磨極平為主，其成分以銅66.6%，錫33.4%者為最佳，雜質宜少，合金全部由(SnCu<sub>2</sub>)而成。

(五)像銅 鑄造銅像及其他美術品用像銅(Statuary bronze)，鑄時宜易流動，始便於鑄造，曝露於空氣中，須呈美麗之青綠色，其成分，為銅88至94%，錫1至10%，鋅0至9.5%，鉛0至27%。

### 特別青銅及黃銅

(一)磷青銅 加磷於青銅，可除去其氧化物，使銅質堅實，最易於鑄造是名磷青銅(Phosphor bronze)，但加磷之分量極少，茲舉數例如下。

用 途	成 分		
	銅 (%)	錫 (%)	磷 (%)
英國海軍規定鑄物磷青銅	90.00	9.70	0.30
銅 線	92.85	6.50	0.31
薄 板	96.90	3.00	0.13
齒 輪	86.80	12.20	1.43
軸 承	89.10 <sup>3</sup>	10.20	0.72

(二)錳青銅 於銅與錳之合金內，加少許之錳鐵，或錳銅，為脫氣劑。實際上雖為錳黃銅，習慣上稱錳青銅 (Manganese bronze)，又銅錳合金 (錳3至6%)，亦稱錳青銅，最宜於製水壓管及船之底板，汽閥等。其強度比其他合金為高，在歐洲大陸，多用於機車鍋爐之火箱中。

(三)赫斯勒氏磁性合金 銅與錳之合金毫無磁性，加鋅、砷、銻、鉍等則略具磁性，加鉛則磁性最著，此種有磁性之合金，名曰赫斯勒氏磁性合金 (Heusler magnetic alloy)，赫斯勒氏謂含銅64.4%，錳23.4%，及鉛4%之合金，其磁性最良，此合金硬而脆，工業上之用途不多，然於鐵及鎳以外，尚有此磁性金屬，亦一有趣之事也。

(四)鋁青銅 鋁青銅 (aluminium bronze) 為銅與鋁2至10%之合金，鋁青銅對於正反應力，具最大抵抗力，幾與鋼相等，且耐海水之侵蝕，故適於鑄造船舶推進機及受高壓之汽缸。

(五)鋁黃銅 黃銅內加鋁為脫氣劑，使鑄時易於流動，且防止發生氣泡含鋁4%以下之鋁黃銅 (aluminium brass) 容易鑄造，在高溫度中可以鍛碾，可供製造抽水機及推進器之用，法國用以製造潛水艇。

(六)矽青銅 矽青銅 (Silicon bronze) 實為純銅內加少量之矽以脫氣劑者，其含矽量在0.1%以下者，強度極高，傳電率比磷青銅為高，故電話、電報、及電車線等，極宜用之，茲將此青銅與其他金屬之強度及傳電率列表比較於後。

種	類	成分 (%)	抗張強度(磅)	導電率	
純	銅	線	35,560	100	
含	破	青銅電報線	} 0.03	57,140	96
	破	錫			
破	青銅電話線	破 0.05 錫 1.14 鋅 1.12	96,500	34	
磷	青銅電話線		91,420	26	

(七)鈦青銅 加鈦入銅，不僅為脫氣劑，使鑄造物質地充實均一，且其微量可以增加合金之強度及延性，含銅量60%，鋅40%之黃銅，加極微量之鈦，可使其抗張強度由每方吋三萬八千磅增至四萬九千磅，延長率由28%增至45%，鈦青銅 (Vanadium bronze) 實宜稱含鈦黃銅，鈦青銅在美國多用為船舶材料。

### 銅鎳合金

鎳與銅合成固溶體，其質均一，用途極廣，

(一)含鎳5%，銅95%之合金 英國政府規定為礮彈導帶之材料，

(二)鎳印金及錳印金 含鎳32%，銅68%之合金，名鎳印金 (Nickelin)。含鎳2至4%，錳12至15%，銅86至81%之合金，名錳印金 (Manganin)。皆為電氣中作抵抗線用之材料。

(三)空斯坦坦金 含鎳40%，銅60%之合金，名空斯坦坦金 (Constantan)，對於電之抵抗性極大，故用為抵抗線之材料，又與銅線聯結，可作熱電偶 (Thermo-couple)，測較低之溫度。

(四)摩涅金 含鎳60%以上，銅33%，鐵6.5%以下之合金，名摩涅金 (Monel metal)，由美國一鎳礦直接採取冶鍊，用途甚廣，加鉛或鉍等為脫氣劑，極便鑄造，易於碾為長條薄板，德國用此合金，造鍋爐用之火箱板。

(五)日耳曼白銅 黃銅中加鎳或鎳銅中加鋅，所得合金，種類甚多，含銅40至67%，鋅17至31%，鎳6至37%。含鎳量高則呈白色而美，然其價高，故增鋅以代之。

日耳曼白銅 (German silver) 中，色彩最美而易於加工者，為含銅四六%，鋅20%，鎳34%之品，然其價高，不適於普通之用途，用途最廣者，含

錫在20%以下，造槍彈外殼多用白銅，其成分爲錫20%，銅80%，或錫20%，錳20%，銅60%；

日耳曼白銅較黃銅硬度大，延性稍減，於常溫度中可碾壓成薄板，拉爲細線，因碾壓等機械加工增加之硬度脆性，可用加熱處理法調質軟化之，

### 白合金

用鉛、錫、鎢等造成之合金，名曰白合金 (White metal alloy)，茲舉其重要者如下：

(一)白鐵或錫鉛 其成分因用途而異，普通白鐵(Solder)，含錫50%，鉛50%。鍍錫鐵皮之接合，用錫60%鉛40%之白鐵，鉛管之接合，用鉛66.7%，錫33.3%之白鐵；

(二)硬鉛 鉛中加錫，則硬度增高，是爲硬鉛(Hard lead)。硬鉛爲製槍彈之鉛頭，及榴霰彈之鉛粒之材料，槍彈用者，含錫2%。榴霰彈用者，含錫15%。其含錫量與硬鉛硬度之關係如下表所列；

含錫量 (%)	0	4.0	8.3	13.0	17.0
硬度 (壓力200磅)	4.3	8.0	12.1	17.7	13.3
含錫量 (%)	20.0	40.0	74.4	10.0	
硬度 (壓力200磅)	15.9	18.8	21.2	39.8	

(三)不列顛合金 不列顛合金(Eritznia metal)之成分稍差異，普通含錫90.6%，錫92%，銅0.2%，其主要用途，係製造日用器具。

(四)易熔合金 易熔合金(Fusible alloy)爲鉛、錫、銻、鎳等之合金，其主要用途爲作鍋爐之熔塞 (Fusible plug) 電器之保安熔線 (Fuse)，防火自之動灑水器等，銅料之加熱處理亦用之，茲舉其成分與熔融溫度如下，

成			分		熔點(攝氏溫度)
錫	鉛	銻	鎳		
25	75				250
40	60				211

60	40			167.5
40	40	20		139.5
20	30	50		100
13.3	26.7	50	10.0	68
12.5	2.5	50	12.5	65.5

(五)活字合金 活字合金 (Type metal) 應有下列二特性;(一)可鑄清朝之活字粒,(二)受摩擦壓力,不易漫漶,欲得第一項,須用錫,以其凝固時膨脹故也,欲得第二項,須用錫,以其能增強度硬度故也。

活字合金之成分,因用途稍有差異,最普通者,含鉛82%,錫15%,錫3%,為增加硬度起見,可混入少量之銅或鐵,但鑄造較為困難。

### 減摩用白合金

減摩用白合金 (White antifriction alloy) 多用為軸承之襯墊 (Bush) 材料。其應有之性質如下:(一)摩擦時不易生熱;(二)摩擦時不易損蝕;(三)不因受壓力而崩壞;(四)鑄造及加工均易,減摩用白合金之種類甚多,其重要者則為巴比特合金 (Babbitt metal)。巴比特 (Babbitt) 氏最初發明之巴比特合金,含錫88.9%,錫7.4%,銅3.7%。其後配合之範圍擴大,然猶通稱為巴比特合金,美國材料試驗協會,規定下列五種成分,其硬度自第一號逐漸減少,第一號合金最硬,第五號最軟,若使用適宜,均可得良好之結果。

合金號數	成 分			
	錫 (%)	錫 (%)	銅 (%)	鉛 (%)
一 號	83.33	8.33	8.33	
二 號	89	7	4	
三 號	50	15	2	33

四 號	5	15		80
五 號		10		90

### 輕合金

鋁為普通金屬中之最輕者，然其質太軟，不適工業上之用，近時配合他種金屬之少量，以增其硬度及強度，是為輕合金，(Light alloy)。其實用範圍，逐漸擴大。

鋁與鋅鎔合，成固溶體，為極有用之合金，與鐵、銅、鎳、錳、錫等，不成固溶體，此等金屬，與鋁之一部結合，成化合物，存在其餘之鋁中，此等合金，只可供特殊之用。

鋁之合金，由高溫急冷，其初質軟，硬度與時俱增，故冷時須過一定時間始達最高硬度，是為多數鋁合金之特有現象，名閱時性(Aging)。

(一)鋁鋅合金 鋁中加鋅至40%，硬度及強度漸增，延性漸減，含鋅15%之合金，適於碾壓，15至25%者，其質硬，宜於鑄造。

鋁鋅合金最適於製造各種科學器械，及汽車諸部分，用於汽車者，鋅之含量在20%以下，多含鋅2至3%，如齒輪所用者，鋁88%，鋅10%，銅2%；其抗張強度，每方吋自一萬六千至二萬磅。

(二)鋁銅合金 鋁中加銅至4%，融合成固溶體，延性高，可以碾造，超過4%，則生鋁銅化合物，質脆，延性減少，抗張強度亦不大增進，含銅3至5%之合金，多供汽車各部分之用。

(三)鋁鎳合金 含鎳5%以下，其性質與鋁銅合金相似。

(四)鋁鎂合金 鎂比鋁猶輕，故鋁鎂合金，輕於純鋁，鎂與鋁之一部結合，成鋁鎂化合物，散在鋁中。其含量適宜，為脫氫劑，可增強度，鋁鎂合金，市上稱為馬格那留合金(Magnalium)，供鑄造用者，含銅1.76%，鎳1.16%，鎂1.6%，其抗張強度，每方吋一萬七千至二萬磅。供碾壓用者，含錫3.15%，銅0.21%，鋁0.72%，鎂1.58%，抗張強度，每方吋二萬八千至四萬二千磅，其碾壓溫度，至攝氏350度，銀軸須先熱至百度。

馬格那留合金亦具閱時性，自高溫急冷後，須經數時間，其硬度始達最高度。

馬格那留合金摩擦係數小，傳熱率高，比重小，強度大宜於造輕機關之汽缸及精軸，又不為稀薄酸類所侵蝕，可造庖廚用具，然其價昂，用途不甚廣。

(五) 雕刻琉民合金 (Duralumin) 爲含鋁、銅、鎂、錳等極複雜之合金。含銅3.5至5.5%，錳0.5至0.8%，鎂0.5%。其比重約27.9，抗張強度，每方吋三萬二千磅，延長率，對於長二吋爲17%，硬度爲純鋁之三倍，其開時性極著，由高溫急冷後，經四十八小時間，硬度達最高度；抗張強度，增至每方吋八萬磅。

此合金製爲條、板、管，供造飛機之用。

### 錫皮薄板 (Brik)

軟鋼板以稀硫酸等之酸類充分洗之，更以清水洗滌後浸於鎔溶之錫中鍍之，即謂之Brik板此板之普通尺吋爲1.7×1.2呎之倍數。

### 鐵板

鐵板有鍊鐵及軟鋼二種電氣機械及絞扭部用 (Lomol) 鍊鐵一普通用生產費便宜之軟鋼板，定尺吋爲3×6呎 (三.六) 4×8呎 (四.八) 5×10呎 (五.十)。

### 銅板

普通尺吋爲1.2×4呎，板厚多以一張之重量表之1厘厚者約330張。

### 房頂板

房頂板有平板及波板平板之定尺吋爲3×6呎 波板乃由平板製成者，其定尺吋爲2.2×6尺厚以板之量計器 (Sheet gauge) 之番號表之30者約1厘厚用途最廣。

### 鋅板鉛板

鋅板之定尺吋爲7×11呎用貼於耐酸容器內，鉛板之定尺吋爲6×30呎。

### 鋼板

爲製彈簧，筆頭，用之帶狀者，厚以美國板量計器 (United state sheet gauge) 之番號表之。

### 線

鐵線，鍍鋅線，黃銅線，構造用之銅線以 B. W. G (Birmingham wire gauge) 之番號表之。

電氣用之銅線以 B. S. W. G. (Brown & sharpe Wire Gauge) 之番號表之。

### 管

瓦斯管之粗細，以內徑之尺吋，其他多以外徑表之。

柴 灰 分 析 表

種 類	木柴含 水20% 時灰之 百分率	灰 100 分 中 含									
		鹼	CaO	MgO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>
蘇格蘭樅 (心木)	0.138	13.04	39.25	10.8	5.36	3.04	—	1.80	—	0.36	21.87
蘇格蘭樅 (白木質)	0.182	16.88	34.62	6.78	4.77	2.76	2.65	2.40	4.96	3.87	19.50
蘇格蘭樅 (樹皮)	1.157	9.47	49.80	6.75	2.84	1.03	10.70	1.85	2.83	5.95	7.50
那威金樅 (心木)	0.242	13.88	39.60	7.52	3.51	1.64	1.35	2.20	3.20	0.39	25.30
那威金樅 (白木質)	0.204	18.03	37.25	5.45	3.22	1.18	—	2.75	—	3.42	21.76
那威金樅 (樹皮)	4.471	5.40	47.70	3.38	3.51	0.59	3.25	1.35	0.83	2.21	30.70
樺 木	0.219	18.59	30.75	10.33	3.51	0.85	3.40	1.96	3.90	5.12	21.36



固體		燃體		料之特微					
種類	比重	條痕	乾燥時之吸水率	吹管反應	乾溜	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaClO <sub>3</sub>	KOH
泥煤	0.113-1.033		> 20	燃燒甚速揚焰	酸性蒸溜物，少量殘渣	微起作用	稍起作用	不起作用	一部分分解
褐煤	0.5-1.3	棕黑色	> 10	燃燒甚速揚焰發惡臭	同上	作用甚速，黃色松脂狀之殘渣或完全溶解	完全分解，溶液呈青綠色	完全溶解	緻褐燒現褐色
煙煤	1.16-1.63	黑棕色	< 7	燃燒遲揚焰	傾置蒸溜物，多量殘渣	微起作用或全不起作用	起作用，溶液呈淡葡萄酒色	不起作用	無色
無煙煤	1.32-1.70	黑色	< 5	燃燒甚遲不揚焰	多量蒸溜物，多量殘渣	不起作用	稍起作用	不起作用	無色

## 中國之煤炭

### 1. 煤之分佈

煤在吾國礦產中最占重要，且分布甚廣，遍佈各省，就中河北，奉天，山東，山西，江西等省尤為顯著，惜規模稍大者大都係外人所經營，否則仰給外資，名為合辦，至國人所開採者則均規模狹小，方法固陋，僅供家用而已。

吾國之煤固多埋藏於志留利亞紀及侏羅紀間之地層，然而分佈廣而產額多者，則為石炭紀之烟煤及无烟煤，而侏羅紀所產者次之，至埋藏於二疊紀三疊紀者雖發現之處甚多，然較之前二者為量甚微，無足論矣，含煤層多覆於石灰岩之上，主由砂岩頁岩構成，時雜石灰岩及礫岩，其上部為廣厚之赭色砂岩層，此兩者間或整合或不整合，含煤層甚厚其下部似屬上部石炭紀層，而最發達者其最上部屬下部侏羅紀層，其間間斷成層，故含煤層之時代因層位而異，本層最發達之處可於京兆之西山煤礦見之。

如上所述，煤固夾雜於上部石炭紀至侏羅紀之地層中而其最重要者則為上部石炭紀之夾煤層，其區域之廣，蘊藏之富，莫可比倫云。

大江以北之夾煤層分佈甚廣，其間恆夾多數之煤層及石灰岩之薄層，厚約千尺至二千尺，本層成層後與下部之石灰岩共相褶曲 (fold)，構成背斜層或向斜層，或占域甚廣，或隨處侵蝕，或成層於古岩層之盆地上；

各省中以山西之煤田面積最大，此外河北，山東，奉天，江西諸省之煤田亦均著稱於世，而比年以來湖南，安徽，福建之煤田亦漸為世人所注目矣，四川省之夾煤層分布最廣，覆於石灰岩上，東北連湖北，陝西南接貴州西達雲南，至二疊紀三疊紀之煤殊不重要，而其煤層層位上之互相之關係等亦全然不明也。

含煤層之區域雖如此之廣大，乃因地質之調查未周，依據化石以考定其地質年代之處者殊少，查侏羅紀之煤層有埋藏植物化石者，據此研究雖可略知煤層之地質年代，惟石炭紀之夾煤層間發現之化石甚少，縱偶有發現亦往往因其層過厚而層位不明，即據採集化石之鑑別亦難確定其地質年代，故現時所稱之上部石炭紀之含煤層有實係二疊紀，或下部中生代者，如江西，湖南二省之含煤層係石炭紀或二疊紀之成層，勿列須氏謂依化石之研究，山西之大煤田或屬二疊紀，而河北之開平田及奉天之五湖嘴烟臺二煤田均屬二疊紀，自無容疑義，獨山東煤田多屬下部石炭紀；其屬上部石炭紀者無重要之煤田云，該氏復謂屬三疊紀者有湖南

北部，雲南，湖北，蒙古等處之煤田，其屬侏羅紀者則為四川，湖北之煤田。里西特火粉（Richthofen）氏謂從來長江以南所稱之石炭紀層實多屬二疊紀。

要之，目下含煤層之地質年代既無由確定，煤層相互之關係自難判明，且本國可據之資料甚少，而外人之調查記載既不精密，且衆說紛紜莫衷一是，茲之所錄乃係得之日本地質調查所報告也。

## 2. 煤之產額

據井上瀧之助博士（原日本地質調查所長）之推算，各省之年產額大略如下：

河北約產三百餘萬噸，其中三分之一屬無煙煤。煙煤之產額以開平煤礦為第一，年產百四十萬噸以上，井陘次之，灤州，臨城，磁州等煤礦又次之，無煙煤之產額則以西山煤礦為第一，年產額約四十萬噸，臨城，磁州所產之煤屬半無煙質，具焦結性，適於製造焦煤云。

山東產煤約百六十萬噸，其中七十萬原噸德人經營之煤礦探出者，現則收歸國有矣，就中以博山，淄川煤礦規模較大，年產額約六十萬噸，坊子次之，嶧縣，濰縣，沂州煤礦又次之。

山西產煤約三百五十萬噸，澤州附近產無煙煤極多，約計二百萬噸，而平定府及大同附近因鐵道輸運之便產出亦復不鮮。

河南全省之產額當在百萬噸以上，就中以中元公司經營之焦作煤礦產額最鉅，常口煤礦次之，宜陽，安陽，湯陰等煤礦又次之。

四川省所產之煤無可據之資料，然開採之煤礦甚多，當在百萬噸以下五十萬噸以上。

江西省之總產額約百餘萬噸，以萍鄉煤為巨擘，年產額約六十餘萬噸，豐城煤礦次之。至豐城以東，煤田之分布甚廣，小煤礦羅列，其產額綜計甚多云。

湖南省比年以來產額日增，惜無確實統計可稽，其總產額當在三百萬噸以上。

湖北省產煤甚少，炭山灣煤礦約產七萬噸，興國煤礦約產二萬噸，合計全省產在當二十萬噸以上。

廣東省韶州產煤約五萬噸，其總產額當在十萬噸以上。

福建省有邵武，龍巖，梨山等煤礦，年產額當在二十萬噸以上。

浙江，貴州產煤甚少，每年產額估計五萬噸，安徽六萬噸，江蘇省約一百三十萬噸。至甘肅雲南廣西所產之煤以無紀錄可稽，無從估計。

奉天省產煤甚豐，以日經營人之撫順煤礦產額為最鉅，約一百三十餘萬

噸，本溪湖煤礦約十萬噸，而嘎地塘，寨馬集，烟臺等煤礦次之，綜計全省產額當在百七十萬噸以上。

吉林省產煤約二萬噸，黑龍江省總產額約二十七萬噸，就中以札來諾爾煤礦為第一，產額計十五萬噸云。

以上總計達千六百萬噸，雖不盡確實。然一年之總產額可認在千五百萬噸至二千萬噸之間，當無大誤也，其中煙煤與無煙煤之產額蓋各相半云。

### 3. 煤質及用途

煤之分類法至多，茲因便利起見以等十二次萬國地質學會議規定之分類法為標準，然吾國各地所產之煤品質甚雜，欲一一遵此規定而行分類殊屬困難，如開平煤夙稱煙煤應屬第二類二，即半煙煤，又萍鄉煤亦號煙煤而多屬第二類二，此等類例甚多不勝枚舉，又有產自同一之礦區而分析之結果大相懸殊者，固由採集試料之不得其法，而分析之不統一大有關係，亦足徵分類之困難矣。

吾國所產之煤雖種類繁夥，可大別之為無煙煤及半無煙煤，煙煤三種，至半煙煤及亞煙煤則不加區別，無煙煤及半無煙煤俗謂之柴煤，常供家用以代薪炭，或以之燒石灰及磚瓦焉，開採柴煤之礦山在在皆是，惜皆規模狹小方法不良，且多係農民兼營，故產量有限，煙煤之品質優美，概呈黑色，主供輪船火車及工業上發生動力或鍊鐵之用且多具焦結性，適於製造焦煤，現時利用新式開採法具大規模之設備者多屬煙煤礦，如開平萍鄉煤礦其尤著者也，茲將國內著名各礦所產煤之品質分記如下：

	第一種煤	第二種煤	第三種煤	五尺層	林西煤	馬家溝
水	0.64	0.68	0.61	0.62	1.23	1.13
揮發物	22.27	21.03	19.82	29.49	26.14	22.49
固定碳	71.55	67.78	64.62	65.10	62.11	66.69
灰	5.54	10.52	15.23	4.78	10.52	9.69
硫	0.98	0.96	0.95	0.68	0.79	0.52
比重	1.285	1.320	1.320	—	1.430	1.355
發熱量(卡)					7,040	7,197
種類	第二類二	第二類二	第二類二	第三類	第三類	第三類

其品質因煤層而異，可區別之為第一種煤第二種煤第三種煤等，至其產量之比約為1:4:7，通常塊煤占35-45%，碎煤占55-65%，其分析如上表，

井陘煤 質屬煙煤，具焦結性，塊煤碎煤各半，其成分分析表如下：

水	0.59	0.65	0.91
揮發物	27.97	28.20	15.82
固定碳	63.76	63.81	67.77
灰	7.68	6.34	15.50
硫	0.69	0.72	0.44
比重	1.312	1.304	1.496
發熱量		7.590	6.330
種類	第二類二	第二類二	第二類二

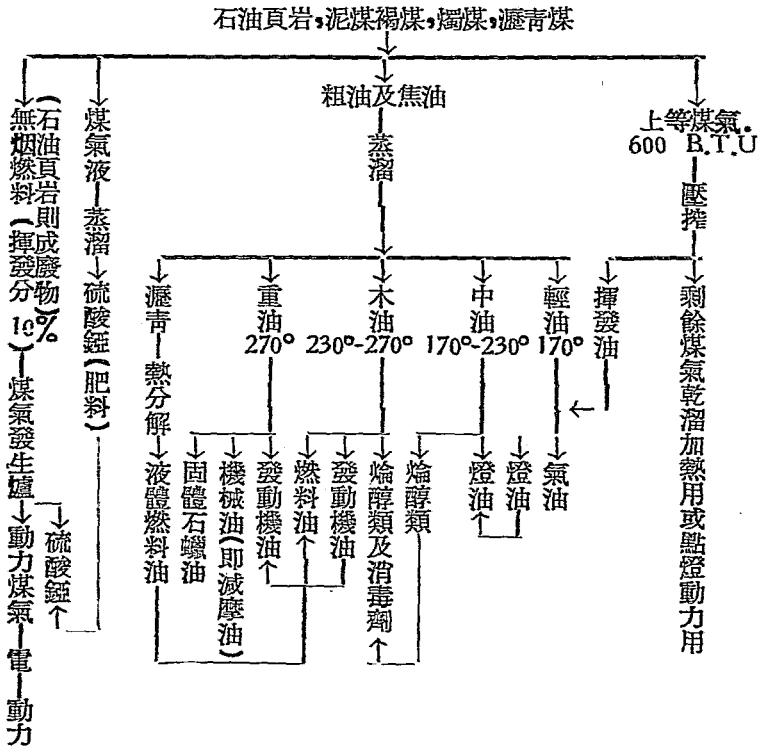
萍鄉煤 係良質之煙煤，具焦結性，適於製造焦煤之用，色黑而有光澤，惜質脆難得塊煤耳，其分析之結果如下：

水	1.35	1.70	3.50	0.96	0.96
揮發物	23.73	30.33	33.50	25.94	26.63
固定碳	55.02	63.34	55.75	68.82	68.36
灰	19.50	4.63	7.25	4.31	4.05
硫	0.45	0.48	0.49	0.46	0.67
磷	—	—	—	—	—
比重	—	—	—	1.312	1.300
種類	第二類二	第三類	第三類	第二類二	第二類二

煙煤—噸乾溜時之生成物及其性質表

		真正低溫乾溜 (450°-550° C.)	半低溫乾溜 (650°-800° C.)	半高溫(900°C.) 及真正高溫乾溜 (1,000°-1,400°C.)
煤	發生量(立方呎)	2,000-3,000	5,000-7,000	9,000-14,000
	發熱量(B. T. U.)	600-800	600-700	450-550
	總熱量(B. T. U.)	2,500,000	4,500,000	6,000,000
氣	成 分	主為烷屬碳化氫，如甲烷乙烷等，摻雜烯屬，含H <sub>2</sub> 15%以下，	與左記略同，惟甲烷較多而已	甲烷25-35%，氫45-55%，甲烷外無烷屬碳化氫，
	成 分	鹵精外，含有價醞醇(phenol)。	與左記略同	鹵精外，含有靖化物，黃血鹽，硫靖化物等，
液	硫酸銨(磅)	5-7	10-15	20-30
焦	採收量(加倫)	14-23(7-10%)	與左記略同	6-12(4-7%)
	成 分	主為烷屬異性烯屬碳化氫類及石炭酸以外之醞醇類，雜有樹脂物質及軟瀝青，不含醞，瀝青中無遊離碳，	主為烷屬異性烯屬碳化氫，含醞醇類，軟瀝青及醞少許，但無遊離碳，	主為醞及其高級體甾醞醞醞等芳香族碳化氫類及石碳酸類，含遊離碳少許，雜以硬瀝青，
煤	性 質	脆弱之半燒煤，易燃，	同 左	焦質緻密，難於著火，
	成 分	殘餘15%以下之揮發分，	餘揮發分10%	主為碳及灰分

低溫蒸溜之製品及其用途一覽表



低溫乾溜之目的

低溫乾溜之目的有三：(1) 製造無煙燃料以免除煙害，並收回自煙筒飛散之煤煙使成液體或氣體燃料，以期得煤中可燃物質之完全利用；(2) 製造石油代用品；(3) 劣質煤之利用，蓋劣質煤含水甚多，燃燒時吸收蒸發熱即乾燥之劣煤仍含結合水，在 200° 附近發生潮濕，至 400° C. 則為無間斷之發散，而以褐煤泥煤之含氧多者為尤盛，此種劣煤不宜直接燃燒，若以 500° 之低溫乾溜，驅逐其結合水使成為煤氣液，分滴出輕質碳化氫，可得上等煤氣及石油代用品；

## 試驗鐵鋼之肉眼組織腐蝕液

### (1) 凝離之檢出

(甲)水 100立方公分  
過酸化錳 1~2尅

(乙)以攝氏100°之濃鹽酸腐蝕之以印刷用墨水可能印畫。

(丙)以5%苦味酸(picric acid alcohol)酒精可能腐蝕四五小時。

### (2) 磷之檢查

於種種含氯化銅之液中之銅，附着於磷之量少部分，含磷多之部分仍如前之光輝。

### (3) 硫黃之檢查

(甲)硫拷法將2~3立方公分之濃硫酸稀釋於100立方公分水中，以此溶液將照像用之印畫紙濕之，將此印畫紙密着於試驗片之琢磨面約60秒後取下印畫紙而洗滌以次亞硫酸曹達（如海波等）定着之，

#### (乙)「哈因」氏液

第二氯化銅 .1尅  
水 100立方公分

試驗片放於溶液中，表面生海綿狀之銅，以液濕之棉，將此銅輕輕擦落，炭素硫黃及磷之多量部分帶黑色仍存。

#### (丙)「司太得」氏液

氯化第二銅( $\text{CuCl}_2$ ) 10尅  
氯化鎂 40尅  
鹽酸 10立方公分  
水 20立方公分  
酒精 970立方公分

#### (丁)「路下透萊」及「道陪」氏液

乙醇(Ethyl alcohol) 100立方公分  
水 10立方公分  
苦味酸 .5尅  
濃鹽酸 1.3~2.5尅



各種模型與各種鑄物之重量比(模型爲1)							
鑄物之種類	模型木材	杉	柏	鳳尾松	櫻		
黃銅或青銅		19.74	17.85	19.02	12.50		
鑄鐵		16.77	15.13	16.12	10.60		
鑄鋼		18.64	16.89	18.00	11.81		
鑄鋅		16.50	14.93	15.90	10.45		
各國原油分析表							
產地	成分(%)			產地	成分(%)		
	氫	炭	氧其他		氫	炭	氧其他
美國	14.7	83.4	1.9	巴拉加尼	12.5	87.4	0.1
巴拿馬	13.4	84.0	1.8	東山 (日本新瀉)	13.01	86.17	0.82
哥利西亞	12.1	82.2	5.7	勝見 (日本新瀉)	13.79	85.39	0.82
各國重油分析表							
產地	成分(%)			產地	成分(%)		
	氫	炭	氧		氫	炭	氧
撫順	11.5	80.3	8.2	盆西路瓦尼亞	13.7	84.0	1.4
東山 (日本新瀉)	12.82	85.25	0.41	巴古	12.3	36.6	1.1
瓦及尼亞	13.3	83.5	3.2	高爾他	7.6	82.0	10.4

各國原油餾出物百分率表

國名及產地	揮發油	燈油	油	含固形炭化氫之 輕油及機械油	焦	炭
蘇俄	11.20	15.20		61.20	5.80	
亞沙木(印度)	8.80	37.80		49.40	3.80	
保路	17.40~4.60	46.00~43.30		33.30~50.70	1.30~1.60	
"	.....	.....		97.10	2.60	
"	.....	.....		94.30	3.30	
美國	.....	.....		.....	.....	
加洲	.....	150~270C°20.0		.....	殘餘 80.00	
"	.....	150~300C°20.2		.....	同上 79.80	
"	15.00	45.00		32.00	.....	
"	12.50	22.00		42.60	10.00	
墨西哥	37.00	.....		62.25	0.50	
"	2.6	15.60		66.3	1.21	
"	.....	.....		91.30~90.00	6.70~4.00	
墨西哥	20.00	50.00		25.30	1.12	
亞沙木(印度)	15.00	75.00		6.60	1.80	
保路	9.4	57.60		31.40	1.10	
"	11.00	輕油42.00		41.50	.....	
美國	28.00~24.6	32.5~33.2		.....	殘餘 39.50~42.2	
加洲	30.00	15.20		輕油 10.00	同上 42.00	
"	.....	30.00		70.00	.....	
墨西哥	23.30~30.4	42.80~51.7		28.10~11.2	1.90~1.70	
"	6.50	20.40		61.10	瀝青 6.00	

原油、石油、輕油、發熱量表

產地 油名	比重 Baume	有效發熱量		產地 油名	比重 Baume	有效發熱量	
		加路里	B.T.U.			加路里	B.T.U.
原 油				石 油			
延長縣	36.1	10279	18502	赤蝙蝠印	42.7	10369	18664
益西路瓦 尼亞	43.5	10377	18679	白 "	42.5	10314	18565
加路後路 尼亞	34.1	10285	18513	輕 油			
秘 魯	32.9	10235	18433	日本青全 勝蝙蝠印	33.0	10228	18500
俄國巴古	29.1	10206	18371	重 油			
保路內歐	12.3	9866	17759	日本西山	22.9	10096	18173

燃料重油發熱量表

油 名	比 重	火 點 F°	加 路 里	B. T. U.
美國產釜殘油	0.886	350	10904	19627
俄國產全上	0.956	308	10800	19449
得可沙司	0.945	244	10700	19242
保路內歐	0.936	285	10461	18831
頁 岩 油	0.875	288	10120	18217
重 瀝 油	1.084	218	8916	16050



## 日本石油會社機械油規定

品名	Baume	引火點 (攝氏)	粘度(「肋得吳得」秒)			
			20°C	30°C	50°C	100°C
	以上	以上			以下	以上
汽活缸油	17.5	200			1305	75
A. A. 引擎油	19	200			1000	70
A. 引擎油	18	190	以下 3000	以下 1200	以上 250	
A. 引擎油	19	185	1500	700	180	
A. 引擎油	19	185	1200	600	150	
特 B. 機器油	19	185	1400	600	160	
B. 機器油	18.5	175	1500	700	180	
C. 機器油	19.5	175	900	450	120	
D. 機器油	19.5	165	950	500	120	
培路機油	20	140	750	400	100	
馬林油	20	170	750	450	100	以上
Mobil Dyn.mo 變壓器油	18	180		1300		200
地臘 (paraffin)	19	190	1300	600	150	
White spindle	19.5	190	1200	600	160	
A. 車軸油	26	150	200	110	50	
R. 車軸油	26	150	200	110	50	
夏期 C 車軸油	24	140	200	110	50	
中冬 C 車軸油	22	150	350	180	60	
夏期 C 車軸油	15	190	4800	1800	300	
中冬 C 車軸油	16.5	165	1700	700	150	
夏期 C 車軸油	14	125	11000	4000	700	
中冬 C 車軸油	16	160	3000	1000	300	
	18	185	1600	700	190	

## 植物油粘力表

油名	比重 (15°C)	引火點	(粘度) 英古拉度			
			20°C	50°C	100°C	15°C
菜種油(粗製)	0.922	265	9.03	4.0	1.78	1.34
菜種油(精製)	0.913	305	11.88	4.9	2.05	1.40
橄欖油	0.916	305	10.3	3.78	1.80	.....
蓖麻子油	0.964	275	.....	16.48	3.01	.....
亞麻仁油	0.932	285	6.36	3.2	1.76	.....

紐約 Standard 公司 製品					
品 名	比 重 Baume	引火點 (華氏)	粘 度 (肋得吳得秒)		
			100°F	212°F	
汽 缸 油	Locomotive valve oil 油	23~24	580~585		210~220
	{ Extra LL cylinder oil	19~20	590~600		355~375
	Cosmos cylinder 油	23~24	475~485		110~120
引 擎	引 擎 油	19~22	330~310	345~350	
機 器	Solar red cylinder 油	23~24	400~418	215~225	
內機 燃油	Dynamo 油 六號	27~25	380~390	137~147	
	Standard Gas Engine 油(輕)	30~34	395~405	175~155	
自 動 車 用	全 上 (重)	22	415	575	
	Socony motor 油 (輕)	24.5~23.5	375~385	275~285	44~49
	{ Extra he. vy socony 油 { Automobile Engine 油	21.2~22.5 31.2	435~415 400~410	1500~ 1650	99~101
渦 輪 用	Turbine 油 一號	31~29	385~395	135~145	
	全 上 二號	29~26	435~445	380~395	
其 他	{ Ideal compressor 油	28~26	540~550		145~155
	Ice machine 油 981號	28~25	365~375		144~151

## 工業用粘度測定法

「肋得奧得」氏粘度

乃表示用「肋得奧得」式粘度計(英國用之)將50立方公釐油滴下,所要之秒數。

「賽伊保路特」氏粘度,

乃表示用「賽伊保路特」式粘度計(美國用之)將60立方公釐油滴下所要之秒數。

「英古拉」氏粘度,

乃表示用「英古拉」氏粘度計(德國用之)將200立方公釐油流出所要之秒數,以流出200立方公釐水,所要之秒數,除得之數值,

但流出水200立方公釐之秒數,為50~53秒,普通以50秒計之,

### 藍圖製法

枸橼酸亞母尼亞	==6尅
赤色血鹼鹽	==5尅
水	==8尅

再加上少量之阿拉比亞膠皮(Gum Arabic),而塗刷之,上計之數量可塗刷普通kent紙大小五張;

於洗滌水中加少量之鹽酸時,可成帶黑色之良好藍圖。

### 水泥

水泥(Portland cement)之主要成分為含矽酸,礬土,氧化鐵之原料及石灰成一定比例親密混合之,加灼熱至將熔融之程度後,粉碎之為細末,有3%以下之石膏尚無妨礙,但不得混有其他物質,而其比重必為3.05以上,粉末之程度,以每平方公分有900孔之篩過之,殘滓得在3%以下。緩結性水泥行凝結試驗時,注水一小時後即開始凝結,必於十小時以內終了,依浸水法或沸煮法行檢定凝結時,不得生膨性龜裂,水泥之強度以水泥1份(重量)混以標準砂3份,作成斷面積 $5\text{ cm}^2$  8字形之牽引試驗片,與有 $50\text{ cm}^2$  平面之正立方體壓縮片試驗時,牽引強度7日(空氣中24小時,水中六日)後得有 $10\text{ Kg/cm}^2$ , 28日(空氣中24小時,水中27日)後得有 $18\text{ Kg/cm}^2$ 以上之強度,壓縮強度在28日後必得在 $140\text{ Kg/cm}^2$ 以上。

水泥之化學成分										
種類	%		種類	%		種類	%			
石灰	58—65		苦土 (鎂)	1—3						
矽酸	20—26		鹼	痕跡—3						
礬土氧化鐵	7—14		硫	痕跡—3						
水泥及水泥膠沙之強度										
材料	純水			泥			183 之水			膠沙
	24 小時	1 星期	4 星期	3 個月	24 小時	1 星期	4 星期	3 個月		
引張強度 Kg/cm <sup>2</sup>	21.8-75.3	31.8-72.5	38.8-78.9	45.0-73.9	5.3-21.4	16.4-29.6	21.6-38.9	29.3-43.5		
壓縮強度 Kg/cm <sup>2</sup>	—	201.0-609.0	279.0-870.5	409.2-978.7	—	71.5-200.5	96.0-277.0	143.5-333.0		



### 三和土

三和土又名混凝土，乃水泥砂及粗粒料(即砂礫石子等)加水混合而成，因混合方法搗固方法及片之大小不同，其強度頗有關係。

1:2:4(水泥:砂:石子)配合者，牽引強度，在一月後為14 Kg/cm<sup>2</sup>

三月後約為21Kg/cm<sup>2</sup> 擠壓強度在四星期後為150Kg/cm<sup>2</sup>

三個月後約為200Kg/cm<sup>2</sup>，1:3:6配合者，一月後為10Kg/cm<sup>2</sup>

三月後約為14Kg/cm<sup>2</sup>，擠壓強度四星期後為140Kg/cm<sup>2</sup>

三月後約為170Kg/cm<sup>2</sup>。在擠壓時之縱彈性係數，雖有時不同，大約為140,000Kg/cm<sup>2</sup>

1:2:3三和土用於建築物最下層之柱及其他需要強度之用途。

1:2:4 用作鐵筋三和土，地板，樑柱，大型機器之地基，及其他受震動部分用之，1:2½:5者，用於小型機器之地基，至1:3:5 以至於1:3:6 之配合者，用於較大工程基礎，或其他不甚需要強度時多用之。

三合土之壓縮強度如下表(據小野田公司)

配合比	壓縮強度 Kg/cm <sup>2</sup>			
	1 星期後	2 星期後	4 星期後	3 個月後
1:2:3	— — 147.0	— — 114.7	148.3 147.6 210.0	180.3 238.0
1:2:4	136.0 — —	— — —	185.0 150.9 171.0	235.0 207.0 228.4
1:3:6	— — —	— — —	131.6 117.5	180.5 164.7

(備考) 最初二種為200公釐立方之試驗片，其他皆使用300公釐立方之試驗片。

## 材料強弱學

### 單位內力 (Unit stress)

凡物體增加外力時，不論力之大小，必生變形，而於物體內部各分子生一種之抵抗力，故稱曰內力。

單位面積所受之內力，例如圓棒之斷面積為10平方公分，作用於此斷面積之力為100公斤，則此棒在該斷面積所受之單位內力(即應力)

$$\text{爲 } \frac{100}{10} = 10 \text{ Kg/cm}^2$$

### 單位變形 (Unit strain)

物體受內力之作用而變形，即在其變形後，對於原形之增減比謂之單位變形。

例如 原長=L 變形後之長=L' 則  $\frac{L' - L}{L} = \text{單位變形}$

### 彈性界限

在某界限內，外力與內力增加時，內力變形之量，亦隨此比例而增加，如過此界限，則內力與內力變形之增加決不成比例，此界限謂之彈性界限 (Elastic limit)，故呼克(Hooke)氏公表如下之法則；

[在彈性界限內一同材片之內力，與其內力變形常成正比例]

材片如在彈性限內時，將其載重(外力)取去，尚可復其原形，故稱之為一時內力變形，反之雖將外力取去，材片亦不能復歸其原形時，謂之恆久內力變形。

### 彈性係數

材片在彈性界限內，其單位面積上所生之內力，與生此內力時單位內力變形之比，謂之彈性係數，即以單位內力變形除單位內力之商。

彈性係數分直彈性係數，及橫彈性係數二種。

直彈性係數：此係數又稱為楊(Yong)氏係數，實驗上張力及壓力其值相等今設  $f^t$   $f^c$  為張力及壓力在每平方公釐之內力，每公釐長之內力變形為  $\delta^t$   $\delta^c$ ，E 為所要之係數時；

$$\text{則 } E = \frac{f^t}{\delta^t} = \frac{f^c}{\delta^c}$$

今一材片之橫斷面積為A平方公釐，因加以W之直接載重，設生  $\delta$  之

內變形時：

$$\text{則 } \epsilon = \frac{W}{\phi A} \quad \phi = \frac{W}{AE} \quad A = \frac{W}{\phi E} \quad W = \phi AE$$

係數E之值皆由實驗而定之。

橫彈性係數；此數又稱為硬性係數，有剪斷作用時用之。

今設  $f_s$  為內力， $\phi_s$  為變形， $E'$  為其係數時；

$$\text{則 } E' = \frac{f_s}{\phi_s} \quad \begin{matrix} f_s = \text{剪斷內力(每平方公釐之公斤數)} \\ \phi_s = \text{上之內力變形(每公釐長)} \end{matrix}$$

$$\text{多數金屬 } E' = \left( \frac{3}{8} - \frac{2}{5} \right) E$$

在直接內力之情形；

$$\frac{\text{橫變形}}{\text{縱變形}} = \frac{1}{m} = \text{包生比(Poisson's ratio)}$$

m 通常在3與4之間亦有時為2.2乃至4.5

直彈性係數 E 與橫彈性係數  $E'$  間有下列之關係；

$$E' = \frac{m}{2(m+1)} E$$

$$\text{或 } E = \frac{2(m+1)}{m} E'$$

### 安全率

$$\text{安全率} = \frac{\text{破壞內力}}{\text{作用內力}}$$

$$\text{破壞內力} = \text{作用內力} \times \text{安全率}$$

因荷重之種類性質及材料之性質不同，故安全率之值亦異，下表乃由實驗所得；

### 安全率

料 材	死荷重	活 荷 重		衝 擊
		反復荷重	交變荷重	
鑄鐵等脆金屬及合金	4	6	10	15
鍊鐵及軟鋼	3	5	8	12
鑄鋼	3.5	5	8	15
銅等軟金屬與合金	5	6	9	15
木 料	6	8	12	20
石 材 磚 類	10	15	20	.....

材 料 強 弱 表 (據宮城吾五郎氏) (一)												
材 料	結 局 內 力						彈 性 係 數			橫		
	引 磅/平方吋	張 磅/平方吋	壓 磅/平方吋	縮 磅/平方吋	剪 磅/平方吋	斷 磅/平方吋	直 磅/平方吋	直 磅/平方吋	直 磅/平方吋	橫 磅/平方吋	橫 磅/平方吋	橫 磅/平方吋
鐵	16000	11.0	90 00	63.0	20000	14.0	13000000	9.0	5600000			4.0
	19000	13.0	100000	70.0	22500	16.0	16500000	11.5	6700000			4.8
	22000	15.0	110000	77.0	25000	18.0	200 0000	14.0	7800000			5.5
鋼	45000	31.5			34000	24.0						
	49500	34.8	49500	34.8	37000	26.0	27000000	19.0	11000000			8.0
	54000	38.0			40000	28.0	28000000	19.5	12000000			8.5
鐵板(順沿織綉)	47000	33.0	.....	.....	36000	25.0	2900 0000	20.0	13000000			9.0
鐵板(橫或織綉)	43000	30.0	.....	.....	31000	22.0						
	630 0	44.0			47000	33.0						
	67500	47.3	67500	47.5	50500	35.5						
鋼構造用	72000	50.6			54000	38.0						







### 材料強弱之一般公式

- $A$  = 斷面積.....平方糎(公釐)  
 $E$  = 彈性係數..... 甎/平方糎  
 $I$  = 斷面之慣性力率(通過中立軸之中心)  
 $I_p$  = 扭轉慣性力率  
 $M_b$  = 最大彎曲力率  
 $M_p$  = 扭轉力率  
 $P$  = 總荷重..... 甎  
 $y$  = 自斷面重心至上端或下端之距離  
 $f$  = 容許內力..... 甎/平方糎  
 $Z$  = 斷面係數(彎曲)  
 $Z_p$  = 全 上(扭轉)  
 $e$  = 伸縮量..... 糎  
 $l$  = 原長..... 糎  
 (1) 在緊張及壓縮之情形

$$P = A \times f \qquad e = \frac{Pl}{EA}$$

(例題) 外徑127公釐, 內徑75公釐之短鑄鐵中空圓筒體, 想用作受反復荷重部分之支柱(但作用內力為6公斤/平方公釐)問可支荷重若干公斤(甎)?

(解)  $A = \frac{\pi}{4}(127^2 - 75^2) = 82498.8$  平方糎

$f = 6$  甎/平方糎

故  $P = A \times f = 82498.8 \times 6 = 494988$  甎 = 49.5 鐵

(例題) 長6呎直徑38糎(公釐)之鍊鐵圓棒, 以10鐵之外力拉伸時, 其伸縮量為若干糎?

(但其直彈性係數19.7鐵/平方糎)

(解)



$$P = 10 \text{ 噸} \quad l = 6 \text{ 呎} = 6000 \text{ 吋}$$

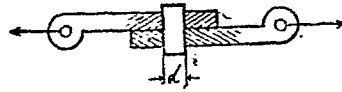
$$A = \frac{\pi}{4} \times 38^2 = 1134 \text{ 平方吋} \quad E = 19.7 \text{ 鐵/平方吋}$$

$$\text{故} \quad e = \frac{Pl}{EA} = \frac{10 \times 6000}{19.7 \times 1134} = \frac{60000}{22240} = 2.7 \text{ 吋}$$

(II) 在剪斷之情形

$$P = A \times f$$

(例題) 如圖所示, 直徑 30 公釐之軟鋼製釘, 以 2000 公斤之剪斷荷重作用時, 平均剪斷內力如何? 但橫彈性係數 = 8400 磅/平方吋

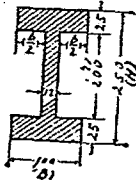


(解)  $P = 2000 \text{ 磅}$

$$A = \frac{\pi}{4} \times 30^2 = 707 \text{ 平方吋}$$

$$\text{故其平均剪斷內力} \dots f = \frac{P}{A} = \frac{2000}{707} = 2.83 \text{ (磅/平方吋)}$$

(III) 在彎曲之情形



$$Mb = \frac{fl}{y} = fZ$$

(例題) 如圖示之工字樑, 乃長 3.6 呎之兩端架起水平支持樑, (最大許容內力為 6.3 磅/平方吋) 問樑之中央至多可載重量若干?

(解)

$$\text{最大彎曲力率} \dots Mb = \frac{Pl}{4} = \frac{P \times 3600}{4} = 900P \text{ (磅, 吋)}$$

$$\text{此斷面之慣性力率} \dots I = \frac{1}{12} (BH^3 - bh^3)$$

$$= \frac{1}{12} (100 \times 250^3 - 88 \times 200^3) = 7154200 \text{ (吋單位)}$$

$$\text{故其斷面係數} \dots Z = \frac{I}{y} = \frac{7154200}{2} = \frac{7154200}{125} = 572336 \text{ (吋單位)}$$

$$\text{然而} \begin{cases} Mb = fZ \\ f = 6.3 \text{ 磅/平方吋} \end{cases} \quad \text{故} \quad \begin{cases} Mb = 900P = 6.3 \times 572336 \\ P = \frac{6.3 \times 572336}{900} = 4006.35 = 4 \text{ 噸} \end{cases}$$

(Ⅲ)在扭轉之情形

$$M_p = \frac{fI_p}{y} = fZ_p$$

(例題) 每分鐘迴轉數140傳達馬力9,000求鋼軸之直徑  
但其許容內力為4.5噸/平方吋

(解) 1H.P.=75英尺/秒

$$(\text{扭轉力率}) \dots M_p = \frac{1000 \times 75 \times \text{H.P.}}{2\pi n} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{H.P.} = \text{傳達馬力} = 9,000 \\ n = \text{每分鐘迴轉} = 140 \end{array} \right.$$

$$\frac{1000 \times 75 \times 9000 \times 60}{2\pi \times 140}$$

$$\text{然而} \quad M_p = \frac{fI_p}{y} \dots fZ_p \quad Z_p = \frac{\pi d^3}{16}$$

$$\therefore M_p = f \frac{\pi d^3}{16}$$

$$f = 4.5 \text{ 噸/平方吋}$$

$$\text{故} \quad \frac{1000 \times 75 \times 9000 \times 60}{2\pi \times 140} = 4.5 \times \frac{\pi d^3}{16}$$

$$d^3 = \frac{1000 \times 75 \times 9000 \times 60 \times 16}{2 \times \pi \times 140 \times 4.5 \times \pi}$$

$$= \frac{1000000 \times 75 \times 48}{\pi^2 \times 7} = \frac{75000000 \times 7}{9.9}$$

$$= 52500000$$

$$d = \sqrt[3]{52500000}$$

$$= 374.5 \dots \dots 375 \text{ 吋 (約)}$$

樑

### 支點之支持力

樑受垂直荷重,或力時,其支點支持力之和,等於其荷重之和,荷重距支點等位置,(或等布荷重之簡單樑時),其兩支點之支持力相等,荷重在距支點不等位置時,各支點之支持力依力率之代數和等於零之事實,而

確定之。

取如圖所示關於支點之力率時

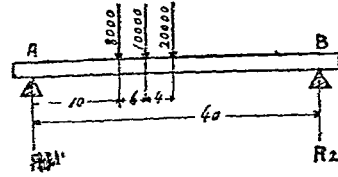
$$R_2 \times 40 - 8000 \times 10 - 10000 \times 16 \\ - 20000 \times 20 = 0$$

$$R_2 = 16000 \text{ (磅)}$$

取關於支點B之力率時同樣

$$R_1 = 22000 \text{ (磅)}$$

支持力之和為38000磅此又等於荷重之和。



### 樑內之應力及撓屈

以下所示之應力，及撓屈公式之表，其尺寸皆為公釐(吋)，荷重為公斤(磅)，應力皆以磅/平方吋表之者。

次表中

$E$  = 材質之彈性係數

$I$  = 慣性力率

$Z$  = 斷面係數 =  $I \div$  自中心軸到外層之距離

$W$  = 總荷重

$f$  = 由荷重生之最大應力

$f (+)$  之值為上層之張力，及下層之壓縮力。(突出樑之情形)

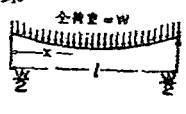
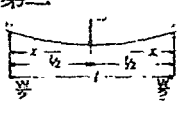

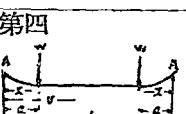
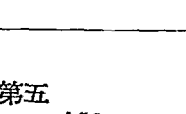
$f (-)$  之值與上相反 (兩端被支持樑之情形)。

$\delta$  = 撓屈

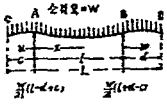
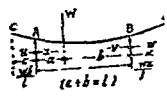
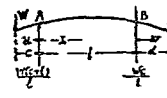
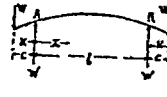
(+) 符號示定位置之下方。

(-) 符號示定位置之上方。

$u, v, w, x$  = 自支點至任意一點之距離。

樑內之應力及撓屈(Deflection) (1)-1		
樑之狀態	應力	
	求任意一點應力之一般公式	危險斷面之應力
第一 	$f = -\frac{W}{2Zl} x(l-x)$	在中央之應力 $-\frac{Wl}{8Z}$
第二 	A.W間 $f = -\frac{Wx}{2Z}$	在中央之應力 $-\frac{Wl}{4Z}$
第三 	A.W間(a) $f = -\frac{Wbx}{Zl}$ B.W間(b) $f = -\frac{Wav}{Wl}$	在W之應力 $-\frac{Wab}{Zl}$
第四 	A.W間(a) $f = -\frac{Wx}{Z}$ W.W間 $f = -\frac{Wa}{Z}$	在W.W及其間各點之應力 $-\frac{Wa}{Z}$
第五 	A.B間(c) $f = \frac{W}{2Zl} (c-u)^2$ B.B間 $f = \frac{W}{2Zl} [c^2 - x(l-x)]$	在B之應力 $\frac{Wc^2}{2Zl}$ 在中央之應力 $\frac{W}{2Zl} (c^2 - \frac{1}{4}l^2)$ 樑之橫斷面均等時最大應力為以上之大者 若 $l > 2c$ 時在中央之兩側 $\sqrt{\frac{1}{4}l^2 - c^2}$ 之應力為零 若 $l = 2.828c$ 時在支點及樑之中央之應力相等而正負相反 即 $\pm \frac{WL}{46.62Z}$

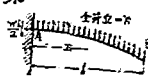
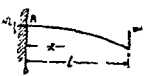
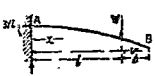
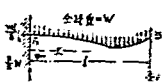
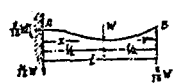
樑內之應力及撓屈 (1)-2	
撓 屈	
求任意一點撓屈之一般公式	危險斷面之撓屈
$\delta = \frac{Wx(l-x)}{24EI} (l^2 + x(l-x))$	在中央之撓屈 $\frac{5}{384} \frac{Wl^3}{EI}$
A.W間 $\delta = \frac{Wx}{48EI} (3l^2 - 4x^2)$	在W之最大撓屈 $\frac{Wl^3}{48EI}$
A.W間(a) $\delta = \frac{Wbx}{6EI} (l^2 - x^2 - b^2)$ B.W間(b) $\delta = \frac{Wav}{6EI} (l^2 - v^2 - a^2)$	在W之撓屈 $\frac{Wa^2b^2}{3EI}$ 設 $b > a$ 時最大撓屈 在 $b\sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2a}{3b}} = v$ 處 $\frac{Wavl^3}{3EI}$
A.W間(a) $\delta = \frac{Wx}{6EI} (3a(l-a) - x^2)$ W.W間 $\delta = \frac{Wa}{6EI} (3v(l-v) - a^2)$	在中央之最大撓屈 $\frac{Wa}{24EI} (3l^2 - 4a^2)$ 在W之撓屈 $\frac{Wa^2}{6EI} (3l - 4a)$
A.B間(c) $\delta = \frac{Wu}{24EIL} (6c^2(l+u) - u^2(4c-u) - l^3)$ B.B間 $\delta = \frac{Wx(l-x)}{24EIL} (x(l-x) + l^2 - 6c^2)$	在A之撓屈 $\frac{Wc}{24EIL} (3c^2(c+2l) - 2l^3)$ 在中央之撓屈 $\frac{Wl^2}{384EIL} (5l^2 - 24c^2)$ 若 $l$ 為 $2c$ 乃至 $2.449c$ 時 最大之撓屈在中央之 兩側 $\sqrt{3(\frac{1}{4}l^2 - c^2)}$ 處 $-\frac{W}{96EIL} (6c^2 - l^2)^2$

樑內之應力及撓屈 (2)-1		
樑之狀態	應力	
	求任意一點應力之一般公式	危險斷面之應力
第六 	A, C間(c) $f = \frac{W}{2ZL}(c-u)^2$ A, B間 $f = \frac{W}{2ZL} \left\{ c^2 \left( \frac{l-x}{l} \right) + d^2 \frac{x}{l} - x(l-x) \right\}$ B, D間(d) $f = \frac{W}{2ZL}(d-w)^2$	在A之應力 $\frac{Wc^2}{2ZL}$ 在A, B間危險斷面之位置為 $\frac{l^2+c^2+d^2}{2l} = x_l$ 在於此之 應力 $\frac{W}{2ZL}(c^2-x_l^2)$ 在B之應力 $\frac{Wd^2}{2ZL}$ 若 $x_l > c$ $x = x_l$ 時 在 $\sqrt{x_l^2 - c^2}$ 之應力為零
第七 	A, W間 $f = \frac{Wbx}{Zl}$ B, W間 $f = \frac{Wav}{Zl}$ A, C間及B, D間 $f = 0$	在W之應力 $\frac{Wab}{Zl}$
第八 	A, W間 $f = \frac{W}{Z}(c-u)$ A, B間 $f = \frac{Wc}{Zl}(l-x)$ B, C間 $f = 0$	在A之應力 $\frac{Wc}{Z}$
第九 	A, W間 $f = \frac{W}{Z}(c-u)$ A, A'間 $f = \frac{Wc}{Z}$	在A及A, A'間各點之應力 $\frac{Wc}{Z}$

樑內之應力及撓屈 (2)-2	
撓 屈	
求任意一點撓屈之一般公式	在危險斷面之撓屈
A,C間(c) $\delta = \frac{W_u}{24EI} [2l(d^2+2c^2)+6c^2u-u^2]$	樑之尖端C處
A,B間 $\delta = \frac{W_x(l-x)}{24EI} \left\{ x(l-x)+l^2-2(d^2+c^2)-\frac{2}{7}[d^2x+c^2(l-x)] \right\}$	樑之尖端D處
B,D間(d) $\delta = \frac{W_w}{24EI} \times [2l(c^2+2d^2)+6d^2w-w^2(4d-w)-l^3]$	危險斷面之撓屈省略
A,B間之應力與第三之情形相同 A,C間(c) $\delta = \frac{W_{abu}}{6EI} (l+b)$	A,B間與第三之情形相等
B,D間(d) $\delta = \frac{W_{abw}}{6EI} (l+a)$	樑之尖端C處 $-\frac{W_{abc}}{6EI} (l+b)$ 樑之尖端D處 $-\frac{W_{abd}}{6EI} (l+a)$
A,W間(c) $\delta = \frac{W_u}{6EI} (3cu-u^2+2cl)$	W處 $\frac{Wc^2}{3EI} (c+l)$
A,B間 $\delta = -\frac{Wcx}{6EI} (l-x)(2l-x)$	向上之最大撓屈 $\frac{Wcl^2}{15.55EI}$
B,C間(d) $\delta = \frac{Wclw}{6EI}$	樑之尖端C處 $\frac{Wclw}{6EI}$
A,W間(u) $\delta = \frac{W_u}{6EI} [3c(l+u)-u^2]$	W處 $\frac{Wc^2}{6EI} (2c+3l)$
A,A間 $\delta = \frac{Wcx}{2EI} (l-x)$	中央處 $\frac{Wcl^2}{8EI}$
上式單適用於小撓屈彎曲理論上之近似式大撓屈有如下之精確算式 支點間之彎曲半徑 $r = \frac{EI}{Wc}$ ; $y = \sqrt{r^2 - \frac{1}{4}l^2} - \sqrt{r^2 - (\frac{1}{2}l-x)^2}$ ; 中央之撓屈 $= \sqrt{r^2 - \frac{1}{4}l^2} - r$	

## 樑內之應力及撓屈

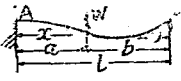
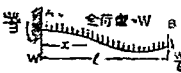
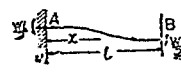
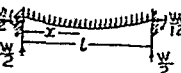
(3)-1

樑之狀態	應力	
	求任意一點應力之一般公式	危險斷面之應力
第一〇 	$f = \frac{W}{2Zl}(l-x)^2$	在A之應力 $\frac{Wl}{2Z}$
第一一 	$f = \frac{W}{Z}(l-x)$	在A之應力 $\frac{Wl}{Z}$
第一二 	A, W間 $f = \frac{W}{Z}(l-x)$ B, W間 $f = 0$	在A之應力 $\frac{Wl}{Z}$
第一三 	$f = \frac{W(l-x)}{2Zl}(\frac{1}{2}l-x)$	在A之最大應力 $\frac{Wl}{8Z}$ $x = \frac{1}{4}l$ 處之應力為零 $x = \frac{3}{8}l$ 處之應力為最大(-) $-\frac{9}{128} \times \frac{Wl}{Z}$
第一四 	A, W間 $f = \frac{W}{16Z}(3l-11x)$ B, W間 $f = -\frac{5}{16} \frac{Wv}{Z}$	在A處之最大應力 $\frac{3}{16} \times \frac{Wl}{Z}$ $x = \frac{3}{11}l$ 處之應力為零 在中央之最大應力(-) $-\frac{5}{32} \times \frac{Wl}{Z}$



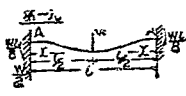
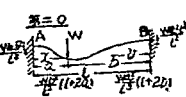


樑內之應力及撓屈 (3)-2	
撓 屈	
求任意一點撓屈之一般公式	危險斷面之撓屈
$\delta = \frac{Wx^2}{24EI} [2l^2 + (2l-x)^2]$	B 處 $\frac{Wl^3}{8EI} \text{ (最大)}$
$\delta = \frac{Wx^2}{6EI} (3l-x)$	W 處 $\frac{Wl^3}{3EI} \text{ (最大)}$
A. W 間 $\delta = \frac{Wx^2}{6EI} (3l-x)$ B. W 間 $\delta = \frac{Wl^2}{6EI} (3v-l)$	W 處 $\frac{Wl^3}{3EI}$ B 處 $\frac{Wl^2}{6EI} (2l+3b) \text{ (最大)}$
$\delta = \frac{Wx^2(l-x)}{48EI} (3l-2x)$	$x=0.5785l$ 處 $\frac{Wl^3}{185EI} \text{ (最大)}$ 在中央 $\frac{Wl^3}{192EI}$ $x=\frac{5}{8}l$ 處 $\frac{Wl^3}{187EI}$
A. W 間 $\delta = \frac{Wx^2}{96EI} (9l-11x)$ B. W 間 $\delta = \frac{Wv}{96EI} (3l^2-5v^2)$	$v=0.4472l$ 處 $\frac{Wl^3}{107.33EI} \text{ (最大)}$ W 處 $\frac{7}{768} \frac{Wl^3}{EI}$

樑內之應力及撓屈 (4)-1

樑之狀態	應力	
	求任意一點應力之一般公式	危險斷面之應力
<p>第一五</p> <p><math>m=(l+a)(l+b)+al</math> <math>n=al(l+b)</math> <math>\frac{Wab(l+b)}{2l^2}</math></p>  <p><math>W \left[ 1 - \frac{a^2}{2l^3}(3l-a) \right]</math> <math>\frac{Wa^2(3l-a)}{2l^3}</math></p>	<p>A. W 間</p> $f = \frac{Wb}{2Zl^3}(n-mx)$ <p>B. W 間</p> $f = -\frac{Wa^2x}{2Zl^3}(3l-a)$	<p>在A處之最大應力</p> $+ \frac{Wab}{2Zl^2}(l+b) \dots (1)$ <p>W處之最大應力</p> $- \frac{Wa^2b}{2Zl^3}(3l-a) \dots (2)$ <p>若 <math>a &lt; 0.5858l</math> 時則 (1) 之值為最大 <math>a = 0.5858l</math> 時則 (1)。(2) 之值相等 即 <math>\pm \frac{Wl}{5.83Z}</math> <math>a &gt; 0.5858l</math> 時則 (2) 之值為最大 <math>x = \frac{n}{m}</math> 處之應力為零</p>
<p>第一六</p> <p>B部滑動</p> 	$f = \frac{Wl}{Z} \left( \frac{1}{3} \frac{x}{l} + \frac{1}{2} \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right)$	<p>A處之最大應力</p> $\frac{Wl}{3}$ <p><math>x = 0.4227l</math> 處之應力為零 自由端B處之最大應力</p> $-\frac{Wl}{6Z}$
<p>第一七</p> <p>B部滑動</p> 	$f = \frac{W}{Z} \left( \frac{1}{2}l - x \right)$	<p>A處之應力</p> $\frac{Wl}{2Z} \dots (1)$ <p>B處之應力</p> $-\frac{Wl}{2Z} \dots (2)$ <p>(1)。(2) 相等，而正負相反中央之應力為零</p>
<p>第一八</p> 	$f = \frac{Wl}{2Z} \left( \frac{1}{6} \frac{x}{l} + \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right)$	<p>固定端之最大應力</p> $\frac{Wl}{12Z}$ <p><math>x = 0.7887l</math> 及 <math>x = 0.2113l</math> 處之應力為零 中央之最大應力(一)</p> $-\frac{Wl}{24Z}$

樑內之應力及撓屈 (4)-2	
撓	屈
求任意一點撓屈之一般公式	危險斷面之撓屈
<p>A.W間</p> $\delta = \frac{Wx^2b}{12EI^3}(3n-mx)$ <p>B.W間</p> $\delta = \frac{Wa^2v}{12EI^3} \left[ (3l^2b - v^2(3l-a)) \right]$	<p>W 處 <math>\frac{Wa^2b^2}{12EI^3}(3l+b)</math></p> <p>若 <math>a &lt; 0.5858l</math> 時則 B.W 間之</p> <p><math>v = l\sqrt{\frac{b}{2l+b}}</math> 處</p> <p><math>\frac{Wa^2b}{6EI} \sqrt{\frac{b}{2l+b}}</math> (最大)</p> <p><math>a = 0.5858l</math> 之時 W 處</p> <p><math>\frac{Wl^3}{101.9EI}</math> (最大)</p> <p><math>a &gt; 0.5858l</math> 時 A.W 間</p> <p><math>x = \frac{2n}{m}</math> 處</p> <p><math>\frac{Wbn^3}{3Elm^2l^3}</math> (最大)</p>
$\delta = \frac{Wx^2}{24EI}(2l-x)^2$	<p>在自由端 B</p> <p><math>\frac{Wl^3}{24EI}</math> (最大)</p>
$\delta = \frac{Wx^2}{12EI}(3l-2x)$	<p>在自由端 B</p> <p><math>\frac{Wl^3}{12EI}</math> (最大)</p>
$\delta = \frac{Wx^2}{24EI}(l-x)^2$	<p>在中央</p> <p><math>\frac{Wl^3}{384EI}</math> (最大)</p>

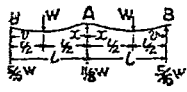

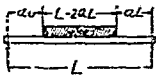
樑內之應力及撓屈 (5)-1

樑之狀態	應力	
	求任意一點應力之一般公式	危險斷面之應力
<p>第一九</p> 	<p>A. W間</p> $f = \frac{W}{2Z} (\frac{1}{2}l - x)$	<p>A處之應力 <math>-\frac{Wl}{8Z} \dots (1)</math></p> <p>W處之應力 <math>-\frac{Wl}{8Z} \dots (2)</math></p> <p>(1),(2)皆為最大應力而其正負相反 在 <math>x = \frac{1}{2}l</math> 之應力為零</p>
<p>第二〇</p> 	<p>A. W間(a)</p> $f = -\frac{Wb^2}{Zl^3} \left\{ al - x(l+2a) \right\}$ <p>B. W間(b)</p> $f = -\frac{Wa^2}{Zl^3} \left\{ lb - v(l+2b) \right\}$	<p>A處之應力 <math>\frac{Wab^2}{Zl^2}</math></p> <p>B處之應力 <math>\frac{Wa^2b}{Zl^2}</math></p> <p>最大應力為長度a及b兩部分之較短部分之固定端</p> <p><math>x = \frac{al}{l+2a}</math> 及 <math>v = \frac{bl}{l+2b}</math></p> <p>處之應力為零</p> <p>W處之最大應力 <math>(-)</math></p> $\frac{2Wa^2b^2}{Zl^3}$
<p>第二一</p> 	$f = \frac{W(l-x)}{2Zl} (\frac{1}{2}l - x)$	<p>在A之最大應力 <math>\frac{Wl}{8Z}</math></p> <p>在 <math>x = \frac{1}{2}l</math> 應力為零</p> <p>在 <math>x = \frac{3}{8}l</math> 最大應力 <math>(-)</math></p> $\frac{9}{128} \frac{Wl}{Z}$
<p>第二二</p>  <p> <math>l_1 W_1 (3l_1 + 4l_2)</math>    <math>l_2 W_2 (3l_2 + 4l_1)</math>  <math>-\frac{W_2 l_2^2}{8l_1(l_1 + l_2)}</math>    <math>-\frac{W_1 l_1^2}{8l_2(l_1 + l_2)}</math> </p> <p> <math>R = \left( \frac{W_1 + W_2}{2} \right) + \frac{1}{3} \left( \frac{W_1 l_1}{l_2} + \frac{W_2 l_2}{l_1} \right)</math> </p>	<p>R<sub>1</sub>, R間</p> $f = \frac{l_1 - x}{Z}$ <p><math>\times \left\{ \frac{(l_1 - x)W_1}{2l_1} - R_1 \right\}</math></p> <p>R<sub>2</sub>, R間</p> $f = \frac{l_2 - u}{Z}$ <p><math>\times \left\{ \frac{(l_2 - u)W_2}{2l_2} - R_2 \right\}</math></p>	<p>在R之應力</p> $\frac{W_1 l_1^2 + W_2 l_2^2}{8Z(l_1 + l_2)}$ <p>在A積 <math>x = \frac{l_1}{W_1} (W_1 - R_1)</math> 處</p> <p>最大應力</p> $\frac{r_1^2 l_1}{2Z W_1}$ <p>在B積 <math>u = \frac{l_2}{W_2} (W_2 - R_2)</math> 處</p> <p>最大應力 <math>-\frac{r_2^2 l_2}{2Z W_2}</math></p>

## 樑內之應力及撓屈 (5)-2

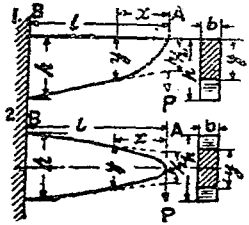
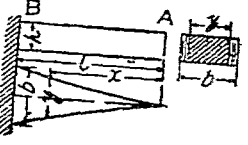
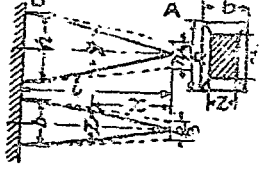
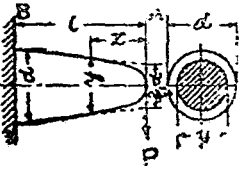
撓 屈	
求任意一點撓屈之一般公式	危險斷面之撓屈
$\delta = \frac{Wx^2}{48EI} (3l - 4x)$	W處 $\frac{Wl^3}{192EI} \text{ (最大)}$
A. W間(a) $\delta = \frac{Wx^2b^2}{6EI^3} \{ 2a(l-x) + l(a-x) \}$ B. W間(b) $\delta = \frac{Wv^2a^2}{6EI^3} \{ 2b(l-v) + l(b-v) \}$	W處 $\frac{Wa^2b^3}{3EI^3}$ 設 $b > a$ 長度較大b中 在 $v = \frac{2bl}{l+2b}$ 處 $\frac{2Wa^2b^3}{3EI(l+2b)^2} \text{ (最大)}$
$\delta = \frac{Wx^2(l-x)}{48EI} (3l - 2x)$	$x = 0.5785l$ 處 $\frac{Wl^3}{185EI}$ 中央 $\frac{Wl^3}{192EI}$ $x = \frac{5}{8}l$ 處 $\frac{Wl^3}{187EI}$
R <sub>1</sub> . R 間 $\delta = \frac{x(l_1-x)}{24EI} \left\{ (2l_1-x)(4r_1-W_1) - \frac{W_1(l_1-x)^2}{l_1} \right\}$ R <sub>2</sub> . R 間 $\delta = \frac{u(l_2-u)}{24EI} \left\{ (2l_2-u)(4r_2-W_2) - \frac{W_2(l_2-u)^2}{l_2} \right\}$	此情形將在危險斷面之 撓屈省略

樑內之應力及撓屈 (6)-1

樑之狀態	應力	
	求任意一點應力之一般公式	危險斷面之應力
<p>第二三</p> 	<p>A. W間  <math>f = \frac{W}{16Z}(3l - 11x)</math>                      B. W間  <math>f = \frac{5}{16} \frac{Wv}{Z}</math></p>	<p>A處之最大應力  <math>\frac{3}{16} \times \frac{Wl}{Z}</math>  <math>x = \frac{3}{11}l</math>處之應力為零                      中央之最大應力  <math>-\frac{5}{32} \frac{Wl}{Z}</math></p>
<p>第二四</p> $m = \frac{l}{2(l_1 + l_2)}$ $\left\{ \frac{W_1 a_1 b_1}{l_1} (l_1 + a_1) + \frac{W_2 a_2 b_2}{l_2} (l_2 + a_2) \right\}$  $\frac{W_1 b_1 - m}{l_1} = r_1$ $\frac{W_1 a_1 + m}{l_1} + \frac{W_2 a_2 + m}{l_2} = r$ $\frac{W_2 b_2 - m}{l_2} = r_2$	<p>R<sub>1</sub>. W<sub>1</sub>間 <math>f = \frac{wr_1}{Z}</math>                      R. W<sub>1</sub>間  <math>f = \frac{1}{l_1 Z}</math>  <math>\times \{ m(l_1 - u) - W_1 a_1 u \}</math>                      R. W<sub>2</sub>間  <math>f = \frac{1}{l_2 Z}</math>  <math>\times \{ m(l_2 - x) - W_2 a_2 x \}</math>                      R<sub>2</sub> W<sub>2</sub>  <math>= -\frac{vr_2}{Z}</math></p>	<p>在W<sub>1</sub>之應力  <math>-\frac{a_1 r_1}{Z} \dots \dots (1)</math>                      在R之應力  <math>\frac{m}{Z} \dots \dots (2)</math>                      在W<sub>2</sub>之應力  <math>-\frac{a_2 r_2}{Z} \dots \dots (3)</math>                      (1)(2)(3)中之大者為最大應力</p>
沿樑長之一部載等佈荷重時之撓屈		
<p>a = 樑之未受荷重各部對樑全長之分數                      W = 全荷重 ..... 延                      L = 支點間之距離 ..... 呎                      E = 彈性係數                      I = 樑斷面之慣性力率</p>  <p>最大彎曲力率 <math>Mb = \frac{1}{8}WL(1+2a)</math>                      撓屈 <math>\delta = \frac{WL^3}{EI384(1-2a)}(5-24a^2+16a^4)</math></p>		

樑內之應力及撓屈 (6)-2

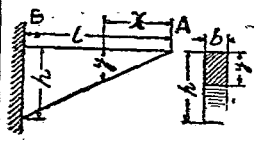
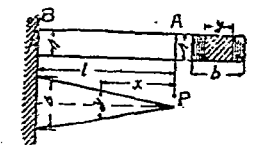
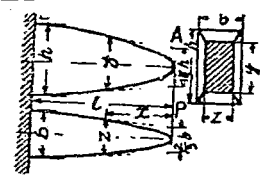
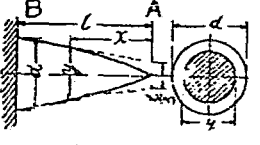
求任意一點撓屈之一般公式	在危險斷面之撓屈	
A.W間 $\delta = \frac{Wx^2}{96EI} (9l - 11x)$ B.W間 $\delta = \frac{Wv}{96EI} (3l^2 - 5v^2)$	$v = 0.4472l$ 處 $\frac{Wl^3}{107.33EI}$ W處 $\frac{7}{768} \frac{Wl^3}{EI}$ (最大)	
R <sub>1</sub> .W <sub>1</sub> 間 $\delta = \frac{w}{6EI} \left\{ (l_1 - w)(l_1 + w)r_1 - \frac{W_1 b_1^3}{l_1} \right\}$ R.W <sub>1</sub> 間 $\delta = \frac{u}{6EI l_1} \left\{ W_1 a_1 b_1 (l_1 + a_1) - W_1 a_1 u^2 - m(2l_1 - u)(l_1 - u) \right\}$ R.W <sub>2</sub> 間 $\delta = \frac{x}{6EI l_2} \left\{ W_2 a_2 b_2 (l_2 + a_2) - W_2 a_2 x^2 - m(2l_2 - x)(l_2 - x) \right\}$ R <sub>2</sub> .W <sub>2</sub> 間 $\delta = \frac{v}{6EI} \left\{ (l_2 - v)(l_2 + v)r_2 - \frac{W_2 b_2^3}{l_2} \right\}$	W <sub>1</sub> 處 $\frac{a_1 b_1}{6EI l_1} \left\{ 2a_1 b_1 W_1 - m(l_1 + r_1) \right\}$ W <sub>2</sub> 處 $\frac{a_2 b_2}{6EI l_2} \left\{ 2a_2 b_2 W_2 - m(l_2 + a_2) \right\}$ 此時將危險斷面之撓屈省略	
因衝擊在樑內生之應力		
I = 樑斷面之慣性力率      y = 自中立軸線至外層之距離 L = 樑之長度                  E = 彈性係數		
樑之支持方法及衝擊點	$P$ (自高度h因重量W落下生之應力)	P之近似值
兩端支撐 中心衝擊	$P = \frac{WyL}{4l} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{96hEI}{WL^3}} \right)$	$P = y\sqrt{\frac{6WhE}{LI}}$
一端固定 他端衝擊	$P = \frac{WyL}{l} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{6hEI}{WL^3}} \right)$	$P = y\sqrt{\frac{6WhE}{LI}}$
兩端固定 中心衝擊	$P = \frac{WyL}{8l} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{384hEI}{WL^3}} \right)$	$P = y\sqrt{\frac{6WhE}{LI}}$

沿樑之長各部受等應力者			
一端固定、他端載集中荷重P之情形			
樑	斷面	側面及平面	公式
	矩形 寬(b)為一定 深度(y)為不定	側面 (1)上面直線 底面拋物線 (2)完全之拋物線 平面 矩形	$y^2 = \frac{6P}{bf}x$ $h = \sqrt{\frac{6Pl}{bf}}$ 在A之撓屈 $\delta = \frac{8P}{bE} \left(\frac{l}{h}\right)^3$
	矩形 寬(y)為不定 深度(h)為一定	側面 矩形 平面 三角形	$y = \frac{6P}{h^2f}x$ $b = \frac{6Pl}{h^2f}$ 在A之撓屈 $\delta = \frac{6P}{bE} \left(\frac{l}{h}\right)^3$
	矩形 寬(Z)為不定 深度(y)為一定 $\frac{Z}{y} = k(\text{定數})$	側面 拋物線立體 平面 拋物線立體	$y^3 = \frac{6P}{kf}x$ $Z = ky$ $h = \sqrt[3]{\frac{6Pl}{kf}}$ $b = kh$
	圓形 直徑(y)為不定	側面 拋物線立體 平面 拋物線立體	$y^3 = \frac{32P}{\pi f}x$ $d = \sqrt[3]{\frac{32Pl}{\pi f}}$

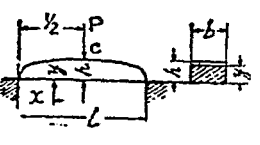


沿樑之長各部受等應力者

一端固定、全面載等布荷重P之情形

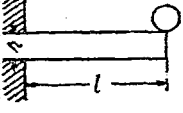
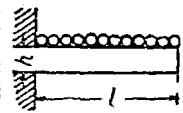
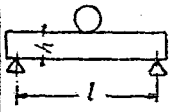
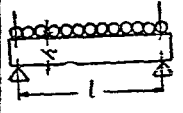
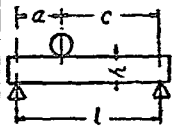
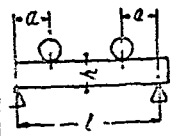
樑	斷面	側面及平面	公式
	矩形 寬(b)為一定 深度(y)為不定	側面 三角形 平面 矩形	$y = x \sqrt{\frac{3P}{bf}}$ $h = \sqrt{\frac{3Pl}{bf}}$ $\delta = 6 \frac{P}{bE} \left(\frac{l}{h}\right)^3$
	矩形 寬(y)為不定 深度(h)為一定	側面 矩形 平面 自由端為頂點之二拋物曲線	$y = \frac{3Px^2}{lh^2}$ $b = \frac{3Pl}{fh^2}$ 在A之撓屈 $\delta = \frac{3P}{bE} \left(\frac{l}{h}\right)^3$
	矩形 寬(Z)為不定 深度(y)為不定 $\frac{Z}{y} = k$	側面 半拋物線立體 平面 半拋物線立體	$y^3 = \frac{3P}{kf} \frac{x^2}{l}$ $Z = ky$ $h = \sqrt[3]{\frac{3Pl}{kf}}$ $b = kh$
	圓形 直徑(y)為不定	側面 半拋物線立體 平面 半拋物線立體	$y^3 = \frac{16P}{\pi f} \frac{x^2}{l}$ $d = \sqrt{\frac{16Pl}{\pi f}}$

兩端支持C點載集中荷重P之情形

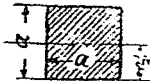




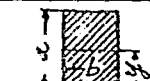
	矩形 寬(b)為一定 深度(y)為不定	側面 支點為頂點之二拋物線 平面 矩形	$y = \sqrt{\frac{3P}{fb}} x$ $h = \sqrt{\frac{3P}{2bf}}$ $\delta = \frac{P}{2Eb} \left(\frac{l}{h}\right)^3$
---	---------------------------	------------------------------	--

沿樑之長各部受等應力者 兩端支持C點載集中荷重P之情形			
樑	斷面	側面及平面	公式
	矩形 寬(y)為不定 深度(h)為一定	側面 矩形 平面 支點為頂點 之二三角形	$y = \frac{3P}{fh^2}x$ $b = \frac{3Pl}{2fh^2}$ $\delta = \frac{3pl^3}{8Eh^3}$
	形矩 寬(b)為一定 深度(y)又或為 (y <sub>1</sub> )為不定	側面 支點為頂點 之二拋物線 平面 矩形	$y^2 = \frac{6P(l-p)}{bhf}$ $y_1^2 = \frac{6P_p}{bhf}$ $h = \sqrt{\frac{6P(l-p)p}{bhf}}$
荷重P橫切徑間移動之情形			
	矩形 寬(b)為一定 深度(y)為不定	側面 橢圓 長軸=l 短軸=2h 平面 矩形	$\frac{x^2}{(\frac{l}{2})^2} + \frac{y^2}{\frac{3Pl}{2bf}} = 1$ $h = \sqrt{\frac{3Pl}{2bf}}$
兩端支持、全面載等布荷重P之情形			
	矩形 寬(b)為一定 深度(y)為不定	側面 橢圓 平面 矩形	$\frac{x^2}{(\frac{l}{2})^2} + \frac{y^2}{\frac{3Pl}{4bf}} = 1$ $h = \sqrt{\frac{3Pl}{4bf}}$ <p>在0之撓屈</p> $\delta = \frac{1}{64} \frac{Pl^3}{EI}$ $= \frac{3}{16} \frac{P(l)^3}{bEh^3}$
	矩形 寬(y)為不定 深度(h)為一定	側面 矩形 平面 樑之中心為 頂點之二拋 物線	$y = \frac{3P}{fh^2}(x - \frac{x^2}{l})$ $b = \frac{3Pl}{4fh^2}$


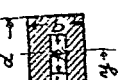




長 方 形 樑

樑之狀態	樑斷面之寬(樞)	樑斷面之高度(樞)	樑外層之應力(樞/平方樞)	樑之長度(樞)	荷重(樞)
	b	h	f	l	w
	一端固定、他端作用荷重				
	$\frac{6lW}{fh^2} = b$	$\sqrt{\frac{6lW}{bf}} = h$	$\frac{6lW}{bh^2} = f$	$\frac{bfh^2}{6W} = l$	$\frac{bfh^2}{6l} = W$
	一端固定、作用等布荷重				
	$\frac{3lW}{fh^2} = b$	$\sqrt{\frac{3lW}{bf}} = h$	$\frac{3lW}{bh^2} = f$	$\frac{bfh^2}{3W} = l$	$\frac{bfh^2}{3l} = W$
	兩端支持、集中荷重在中心作用				
	$\frac{3lW}{2fh^2} = b$	$\sqrt{\frac{3lW}{2bf}} = h$	$\frac{3lW}{2bh^2} = f$	$\frac{2bfh^2}{3W} = l$	$\frac{2bfh^2}{3l} = W$
	兩端支持、作用等布荷重				
	$\frac{3lW}{4fh^2} = b$	$\sqrt{\frac{3lW}{4bf}} = h$	$\frac{3lW}{4bh^2} = f$	$\frac{4bfh^2}{3W} = l$	$\frac{4bfh^2}{3l} = W$
	兩端支持、集中荷重在任意之一點作用				
	$\frac{6Wac}{fh^2l} = b$	$\sqrt{\frac{6Wac}{bfl}} = h$	$\frac{6Wac}{bh^2l} = f$	$a+c=l$	$\frac{bh^2fl}{6ac} = W$
	兩端支持、集中荷重在二點作用				
	$\frac{3Wa}{fh^2} = b$	$\sqrt{\frac{3Wa}{bf}} = h$	$\frac{3Wa}{bh^2} = f$	$l = \text{任意}$	$\frac{bh^2f}{3a} = W$

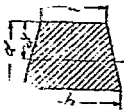


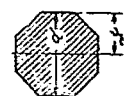
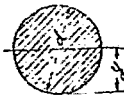



材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表

斷面 A=面積 y=軸線 至外層之距離	慣性力 I	斷面係數 $Z = \frac{I}{y}$	環動半徑 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$
 $A = a^2 \cdot y = a$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6}$	$\frac{a}{\sqrt{12}}$
 $A = a^2; y = a$	$\frac{a^4}{3}$	$\frac{a^3}{3}$	$\frac{a}{\sqrt{3}}$
 $A = a^2$ $y = \frac{a}{\sqrt{2}} = 0.707a$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6\sqrt{2}}$	$\frac{a}{\sqrt{12}}$
 $A = a^2 - b^2; y = \frac{1}{2}a$	$\frac{a^4 - b^4}{12}$	$\frac{a^4 - b^4}{6a}$	$\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12}}$
 $A = a^2 - b^2$ $y = \frac{a}{\sqrt{2}} = 0.707a$	$\frac{a^4 - b^4}{12}$	$\frac{\sqrt{2}(a^4 - b^4)}{12a}$	$\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12}}$
 $A = bd; y = \frac{1}{2}d$	$\frac{bd^3}{12}$	$\frac{bd^2}{6}$	$\frac{d}{\sqrt{12}}$

材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表


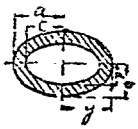
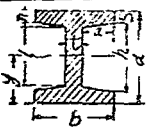
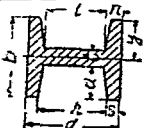
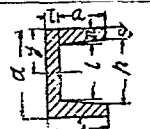
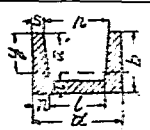
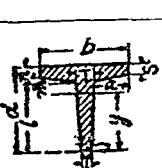
斷面 A=面積 y=軸線至 外層之距離	慣性力率 $I$	斷面係數 $Z = \frac{I}{y}$	環動半徑 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$
 $A = bd; y = \frac{d}{2}$	$\frac{bd^2}{3}$	$\frac{bd^2}{3}$	$\frac{d}{\sqrt{3}}$
 $A = bd - hk; y = \frac{1}{2}d$	$\frac{bd^3 - hk^3}{12}$	$\frac{bd^3 - hk^3}{6d}$	$\sqrt{\frac{bd^3 - hk^3}{12(bd - hk)}}$
 $A = bd; y = \frac{d}{\sqrt{3}}$	$\frac{b^3d^3}{6(b^2+d^2)}$	$\frac{b^2d^2}{6\sqrt{b^2+d^2}}$	$\frac{bd}{\sqrt{6(b^2+d^2)}}$
 $A = bd; y = \frac{1}{2}(d\cos\alpha + b\sin\alpha)$	$\frac{bd}{12}(d^2\cos^2\alpha + b^2\sin^2\alpha)$	$\frac{bd}{6} \left( \frac{d^2\cos^2\alpha}{d\cos\alpha + b\sin\alpha} + b^2\sin^2\alpha \right)$	$\sqrt{\frac{d^2\cos^2\alpha + b^2\sin^2\alpha}{12}}$
 $A = \frac{1}{2}bd; y = \frac{2}{3}d$	$\frac{bd^3}{36}$	$\frac{bd^2}{24}$	$\frac{d}{\sqrt{18}}$
 $A = \frac{1}{2}bd; y = d$	$\frac{bd^3}{12}$	$\frac{bd^2}{12}$	$\frac{d}{\sqrt{6}}$

材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表

斷 面	面 積 A	中立軸線至外層之距離 y
	$\frac{d(a+b)}{2}$	$\frac{d(a+2b)}{3(a+b)}$
	$\frac{3d^2 \tan 30^\circ}{2}$	$\frac{d}{2}$
	$\frac{3d^2 \tan 30^\circ}{3}$	$\frac{d}{2 \cos 30^\circ}$
	$2d^2 \tan 22\frac{1}{2}^\circ$	$\frac{d}{2}$
	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{d}{2}$
	$\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$	$\frac{D}{2}$
	$\frac{\pi d^2}{8}$	$\frac{(3\pi - 4)d}{6\pi}$
	$\frac{\pi(R^2 - r^2)}{2}$	$\frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)}$

材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表

慣性力率 $I$	斷面係數 $Z = \frac{I}{y}$	環動半徑 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{d^3(a^2+4ab+b^2)}{36(a+b)}$	$\frac{d^2(a^2+4ab+b^2)}{12(a+2b)}$	$\sqrt{\frac{d^2(a^2+4ab+b^2)}{18(a+b)^2}}$
$\frac{A}{12} \left[ \frac{d^2(1+2\cos^2 30^\circ)}{4\cos^2 30^\circ} \right]$ $= 0.06d^4$	$\frac{A}{6} \left[ \frac{d(1+2\cos^2 30^\circ)}{4\cos^2 30^\circ} \right]$	$\sqrt{\frac{d^2(1+2\cos^2 30^\circ)}{48\cos^2 30^\circ}}$
$\frac{A}{12} \left[ \frac{d^2(1+2\cos^2 30^\circ)}{4\cos^2 30^\circ} \right]$ $= 0.06d^4$	$\frac{A}{6} \left[ \frac{d(1+2\cos^2 30^\circ)}{4\cos^2 30^\circ} \right]$	$\sqrt{\frac{d^2(1+2\cos^2 30^\circ)}{48\cos^2 30^\circ}}$
$\frac{A}{12} \left[ \frac{d^2(1+2\cos^2 22\frac{1}{2}^\circ)}{4\cos^2 22\frac{1}{2}^\circ} \right]$ $= 0.055d^4$	$\frac{A}{6} \left[ \frac{d(1+2\cos^2 22\frac{1}{2}^\circ)}{4\cos^2 22\frac{1}{2}^\circ} \right]$	$\sqrt{\frac{d^2(1+2\cos^2 22\frac{1}{2}^\circ)}{48\cos^2 22\frac{1}{2}^\circ}}$
$\frac{\pi d^4}{64} = 0.049d^4$	$\frac{\pi d^3}{32}$	$\frac{d}{4}$
$\frac{\pi(D^4-d^4)}{64}$ $= 0.049(D^4-d^4)$	$\frac{\pi(D^4-d^4)}{32D}$	$\frac{\sqrt{D^2+d^2}}{4}$
$\frac{(9\pi^2-64)d^4}{1152\pi}$ $= 0.007d^4$	$\frac{(9\pi^2-64)d^3}{192(3\pi-4)}$	$\frac{\sqrt{(9\pi^2-64)d^2}}{12\pi}$
$\frac{0.1098(R^4-r^4)}{0.283R^2r^2(R-r)}$ $\frac{R+r}{R+r}$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$

材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表		
斷 面	面 積 A	中立軸線至外層之距離 y
	$\pi ab$	a
	$\pi(ab - cd)$	a
	$dt + 2a(s + n)$	$\frac{d}{2}$
	$dt + 2a(s + n)$	$\frac{b}{2}$
	$dt + a(s + n)$	$\frac{d}{2}$
	$dt + a(s + n)$	$b - \left[ b^2 s + \frac{ht^2}{2} + \frac{g}{3}(b-t)^2 \right] \times (-+2t) \div A$ 但 g = 兩突出部之傾斜 $= \frac{h-l}{2(b-t)}$
	$\frac{l(T+t)}{2} + Tn + a(s+n)$	$d - (3s^2(b+T) + 2am(m+3s) + 3Td^2 - l(T-t)(3d-l)) \div 6A$



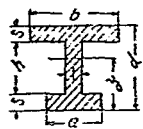
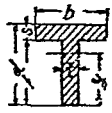
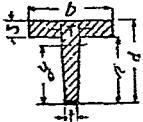
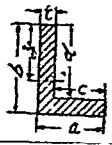
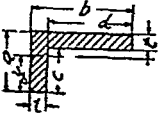
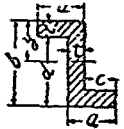
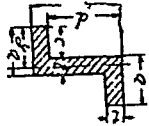
材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表		
慣性力率 $I$	斷面係數 $Z = \frac{I}{y}$	環動半徑 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{\pi a^2 b}{4}$	$\frac{\pi a^2 b}{4} = 0.7854 a^2 b$	$\frac{a}{2}$
$\frac{\pi}{4} (a^2 b - c^2 d)$	$\frac{\pi(a^2 b - c^2 d)}{4a}$ $= 0.7854 \frac{a^2 b - c^2 d}{a}$	$\frac{1}{6} \sqrt{\frac{a^2 b - c^2 d}{ab - cd}}$
$\frac{1}{12} \left[ bd^3 - \frac{1}{4g} (h^4 - l^4) \right]$ 但 $g = \frac{h-l}{b-t}$	$\frac{1}{6d} \left[ bd^3 - \frac{1}{4g} (h^4 - l^4) \right]$	$\sqrt{\frac{1}{12} \left[ bd^3 - \frac{1}{4g} (h^4 - l^4) \right]}$ $dt + 2a(s+n)$
$\frac{1}{12} \left[ b^3(d-h) + lt^3 + \frac{g}{4} (b^4 - t^4) \right]$ 但 $g = \text{全上}$	$\frac{1}{6b} \left[ b^3(d-h) + lt^3 + \frac{g}{4} (b^4 - t^4) \right]$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{1}{12} \left[ bd^3 - \frac{1}{8g} (h^4 - l^4) \right]$ 但 $g = \frac{h-l}{2(b-t)}$	$\frac{1}{6d} \left[ bd^3 - \frac{1}{8g} (h^4 - l^4) \right]$	$\sqrt{\frac{1}{12} \left[ bd^3 - \frac{1}{8g} (h^4 - l^4) \right]}$ $dt + a(s+n)$
$\frac{1}{6} \left[ 2sb^3 + lt^3 + \frac{g}{2} (b^4 - t^4) - A(b-y)^2 \right]$ 但 $g = \text{全上}$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{1}{12} \left[ l^3(\Gamma + 3t) + 4bn^3 - 2am^3 \right] - A(d-y-n)^2$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$

材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表

斷 面	面 A 積	中立軸線至外層之距離 y
	$\frac{l(T+t)}{2} + Tn$ $+ a(s+n)$	$\frac{b}{2}$
	$t(2a-t)$	$a - \frac{a^2 + at - t^2}{2(2a-t)}$
	$t(2a-t)$	$\frac{a^2 + at - t^2}{2(2a-t)\cos 45^\circ}$
	$bd - h(b-t)$	$\frac{d}{2}$
	$bd - h(b-t)$	$\frac{d}{2}$
	$bd - h(b-t)$	$\frac{d}{2}$
	$bd - h(b-t)$	$b - \frac{2b^2s + ht^2}{2bd - 2h(b-t)}$
	$dt + s(b-t)$	$\frac{d}{2}$

材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表

慣性力率 $I$	斷面係數 $Z = \frac{I}{y}$	環動半徑 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{sb^3 + mT^3 + it^3}{12} + \frac{am[2a^2 + 2a + 3T]^2}{36} + \frac{t(T-t)(T-t)^2 + 2(T+2t)^2}{144}$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{1}{3}[ty^3 + a(a-y)^3 - (a-t)(a-y-t)^3]$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{1}{3}[2x^3 - 2(x-t)^3 + t[a - (2x - \frac{1}{2}t)]^3]$ 但 $x = \frac{a^2 + at - t^2}{2(2a-t)}$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{bd^3 - h^3(b-t)}{12}$	$\frac{bd^3 - h^3(b-t)}{6d}$	$\sqrt{\frac{bd^3 - h^3(b-t)}{12[bd - h(b-t)]}}$
$\frac{2sb^3 + ht^3}{12}$	$\frac{2sb^3 + ht^3}{6b}$	$\sqrt{\frac{2sb^3 + ht^3}{12[bd - h(b-t)]}}$
$\frac{bh^3 - h^3(b-t)}{12}$	$\frac{hd^3 - h^3(b-t)}{6d}$	$\sqrt{\frac{bd^3 - h^3(b-t)}{12[bd - h(b-t)]}}$
$\frac{2sb^3 + ht^3}{3} - A(b-y)^2$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{td^3 + s^3(b-t)}{12}$	$\frac{td^3 - h^3(b-t)}{6d}$	$\sqrt{\frac{td^3 + s^3(b-t)}{12[td + s(b-t)]}}$

材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表		
斷面	面積 A	中立軸線至外層之距離 y
	$bs + ht + as$	$d - [td^2 + s^2(b-t) + s(a-t)(2d-s)] \div 2A$
	$bs + ht$	$d - \frac{d^2t + s^2(b-t)}{2(bs + ht)}$
	$bs + b \frac{h(T+t)}{2}$	$d - [3ds^2 + 3ht(d+s) + h(T-t)(h+3s)] \div 6A$
	$t(a+b-t)$	$b - \frac{t(2d+a) + d^2}{2(d+a)}$
	$t(a+b-t)$	$a - \frac{t(2c+b) + c^2}{2(c+b)}$
	$t[b + 2(a-t)]$	$\frac{b}{2}$
	$t[b + 2(a-t)]$	$\frac{2a-t}{2}$

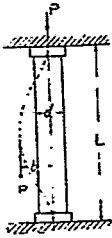
材料之慣性力率、斷面係數、環動半徑表

慣性力率 $I$	斷面係數 $Z = \frac{I}{y}$	環動半徑 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{1}{3} \left[ \frac{b(d-y)^2 + ay^2}{(b-t)(d-y-s)^2} - \frac{a-t}{(y-s)^2} \right]$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{1}{3} \left[ \frac{ty^2 + b(d-y)^2}{(b-t)(d-y-s)^2} \right]$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{3(bs+ht) \frac{ty^2 + b(d-y)^2}{(b-t)(d-y-s)^2}}}$
$\frac{1}{12} \left[ \frac{4bs^2 + h^2(3t+T)}{A(d-y-s)^2} \right]$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
$\frac{1}{3} \left[ \frac{ty^2 + a(b-y)^2}{(a-t)(b-y-t)^2} \right]$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{3(a+t-t)^2 \frac{(y-b)^2 + ty^2}{(a-t)(b-y-t)^2}}}$
$\frac{1}{3} \left[ \frac{ty^2 + b(a-y)^2}{(b-t)(a-y-t)^2} \right]$	$\frac{I}{y}$	$\sqrt{\frac{I}{3t(a+t-t) \frac{ty^2 + b(a-y)^2}{(b-t)(a-y-t)^2}}}$
$\frac{ab^2 - c(b-2t)^2}{12}$	$\frac{ba^2 - c(b-2t)^2}{6}$	$\sqrt{\frac{ab^2 - c(b-2t)^2}{12t(b+2(a-t))}}$
$\frac{b(a+c)^2 - 2c^2d - 6a^2cd}{12}$	$\frac{b(a+c)^2 - 2c^2b - 6a^2cd}{6(2a-t)}$	$\sqrt{\frac{b(a+c)^2 - 2c^2d - 6a^2cd}{12t(b+2(a-t))}}$

## 長柱之強度(壓縮與彎曲之複性應力)

### 外力作用於物體之軸線上

如蒸汽機械之柱，長比直徑大之材料，如圖所示，於其軸線上受外力之作用時，非如粗而短之材料僅受壓縮，此時則如圖之點線而彎曲，故此時之應力壓縮為  $\frac{P}{\pi/4d^2} = fc$  而對於彎曲則因於屈曲部切線方向有  $P$  作用，而受  $P \times b$  之彎曲力率，故生  $\frac{P \times b}{Z} = fb$  之應力，即此柱所受之總應力。



$$fc + fb = \frac{P}{\pi/4d^2} + \frac{P \times b}{Z}$$

但  $\begin{cases} P = \text{外力} & L = \text{柱之長度} \\ d = \text{柱之直徑} & b = \text{最大彎曲量} \end{cases}$

故柱不僅因壓縮而變形，因彎曲作用更能變形，但上式中  $\frac{P \times b}{Z}$  之值不過表示一般之公式，於實際因柱斷面之形狀，及安置方法則計算不同，而關於

柱之彎曲狀態各大家之解釋皆有出入，故其公式亦不同，頗難以簡單之計算而確算之，雖同形同大之長柱受同一之壓力，因其安置方法不同，強度及變形狀態各有不同。

例如(I)兩端可得自由移動之安置為最弱，彎曲為最大，(II)固定一端僅他端為自由安置比(I)較強，彎曲亦小，(III)兩端皆固定最強，彎曲亦最小。

關於長柱之強度及彎曲公式舉一二有名者示之如次：

## (第一) 法Euler氏之公式

E = 彈性係數(噸/平方粉)

L = 柱之長(粉)

P = 作用荷重(噸)

I = 斷面之最小慣性力率(關於通過重心之軸者)

n = 安全係數

K = 斷面之最小環動半徑  $\sqrt{\frac{I}{A}}$ 

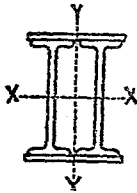
	一端自由 他端固定	$P = \frac{\pi^2 EI}{4 n L^2} = \frac{\pi^2 EK^2 A}{4 n L^2}$
	兩端自由而於 荷重之方面附 以導片	$P = \pi^2 \frac{EI}{n L^2} = \pi^2 \frac{EK^2 A}{n L^2}$
	一端自由而他 端為固定且於 荷重之方面附 有導片	$P = 2\pi^2 \frac{EI}{n L^2} = 2\pi^2 \frac{EK^2 A}{n L^2}$
	兩端固定而於 荷重之方面附 以導片	$P = 4\pi^2 \frac{EI}{n L^2} = 4\pi^2 \frac{EK^2 A}{n L^2}$
<p>備考 用此式時 <math>\frac{L}{K} \equiv \pi \sqrt{C \frac{E}{F}}</math> C 為柱兩端固定情形而變化之係數 F 為最低之彈性界限            n 之值 鋼=5 鑄鐵=6 木材=10 且在以上四種情形            P 之值不得超過安全應力乘以斷面積之積</p>		

(第二) Gordon—Rankine之公式  
 據Gordon及 Rankine 氏確定者有如次之三種

材 料 之 種 類	P 之 值	定 數 之 值
第一 僅支持兩端者 (與前 項第二相同)	$\frac{fcA}{1+a\left(\frac{L}{K}\right)^2}$	材料 $fc$ 磅/平方粉
		軟鋼 3300
第二 支持一端他端固定者 (與前項第三相同)	$\frac{fcA}{1+\frac{a}{2}\left(\frac{L}{K}\right)^2}$	鑄鐵 5670
		$\frac{1}{1600}$
第三 兩端固定者 (與前項 第四相同)	$\frac{fcA}{1+\frac{a}{4}\left(\frac{L}{K}\right)^2}$	木材 500
		$\frac{1}{750}$

表中P為破壞荷重(磅/平方粉)A為橫斷面積(平方粉)K為同斷面之  
 最小環動半徑(粉) 用此式時 $\frac{L}{K}$ 必在20~150之間

長柱計算例題



圖所示者支柱之橫斷面積257平方粉、最小環動半徑  
 9.75粉、支柱之長度12呎將兩端固定時求此支柱之  
 破壞荷重?

但  $E = 2047.4$  鐵/平方粉

(解) 第一依Euler 氏之公式

$$P = \frac{4\pi^2 \times EAK^2}{L^2}$$

$$= \frac{4\pi^2 \times 2047400 \times 257 \times 9.75^2}{1200 \times 1200} = 1370 \text{ (鐵)} \text{ (依前備$$

考用此式頗為不適)

第二依Rankine氏之公式

$$P = \frac{fcA}{1 + \frac{a}{4}\left(\frac{L}{K}\right)^2}$$

$$= \frac{3300 \times 257}{1 + \frac{1}{9.75 \times 9.75 \times 30000}} = 565 \text{ (鐵)}$$



## 關於平面板之計算

## (I) 正方形及矩形平面板之強度

$P$  = 總荷重.....磅       $p$  = 單位面積上之荷重...磅/平方英尺  
 $f$  = 應力.....磅/平方英尺       $t$  = 板之厚.....英寸  
 $L$  = 各支點間之距離.....英尺

## (a) 支持四端受等布荷重之正方形平面板

$$P = 3.56ft^2 \quad f = 0.28K \frac{P}{t^2} = 0.28 \frac{pL^2}{t^2}$$

$$L = 1.89t \sqrt{\frac{f}{p}} \quad t = 0.53 \sqrt{\frac{P}{f}} = 0.53L \sqrt{\frac{p}{f}}$$

據Grashof氏之公式

## (b) 固定四端受等布荷重之正方形平面板

$$P = 4ft^2 \quad f = 0.25K \frac{P}{t^2} = 0.25K \frac{pL^2}{t^2}$$

$$L = 2t \sqrt{\frac{f}{p}} \quad t = 0.5 \sqrt{\frac{P}{f}} = 0.5K \sqrt{\frac{p}{f}}$$

據Unwin氏之公式

$K$  = 鑄鋼之時0.75—1.13

## (c) 支持四端受集中荷重之正方形平面板

$$P = 0.67ft^2 \quad f = 1.5 \frac{P}{t^2} \quad t = 1.23 \sqrt{\frac{P}{f}}$$

據Grashof氏之公式

## (d) 固定四端受集中荷重正方形平面板

$$P = 0.76ft^2 \quad f = 1.31 \frac{P}{t^2} \quad t = 1.14 \sqrt{\frac{P}{f}}$$

據Grashof氏之公式

## (e) 支持四端受等布荷重之矩形平面板

$$P = 1.77 \frac{ft^2 (L^2 + l^2)}{Ll} \quad p = 1.77 \frac{ft^2 (L^2 + l^2)}{L^2 l^2}$$

$$f = 0.56 \frac{PLl}{t^2 (L^2 + l^2)} \quad t = 0.75 \sqrt{\frac{PLl}{f(L^2 + l^2)}}$$

據Grashof氏之公式

(f) 固定四端受等布荷重之矩形平面板

$$P = 2.67 \frac{ft^2(L^2 + l^2)}{L \cdot l}, \quad p = 2.67 \frac{ft^2(L^2 + l^2)}{L^2 \cdot l^2}$$

$$f = 0.375 \frac{P \cdot L \cdot l}{t^2(L^2 + l^2)}, \quad t = 0.62 \sqrt{\frac{P \cdot L \cdot l}{f(L^2 + l^2)}}$$

據Grashof氏之公式

(g) 支持四端受集中荷重之矩形平面板

$$P = 0.33 \frac{ft^2(L^2 + l^2)}{L \cdot l}, \quad f = \frac{3P \cdot L \cdot l}{t^2(L^2 + l^2)}, \quad t = 1.73 \sqrt{\frac{P \cdot L \cdot l}{f(L^2 + l^2)}}$$

據Grashof氏之公式

(h) 固定四端受集中荷重之矩形平面板

$$P = 0.38 \frac{ft^2(L^2 + l^2)}{L \cdot l}, \quad f = 2.62 \frac{P \cdot L \cdot l}{t^2(L^2 + l^2)}, \quad t = 1.6 \sqrt{\frac{P \cdot L \cdot l}{f(L^2 + l^2)}}$$

據Grashof氏之公式

(II) 圓板之強度

P = 總荷重……噸      p = 單位面積上之荷重……噸/平方糎

R = 圓板之半徑……糎(圓板中心至支持點端之距離)

f = 應力……噸/平方糎      t = 板之厚……糎

d = 圓板中心之撓度……糎

E = 彈性界限……噸/平方糎

(a) 支持全圓周受等布荷重

$$P = 3.14ft^2, \quad f = \frac{pR^2}{t^2} = 0.318 \frac{P}{t^2}$$

$$R = t \sqrt{\frac{f}{p}}, \quad t = R \sqrt{\frac{p}{f}} = 0.56 \sqrt{\frac{P}{f}}$$

$$p = \frac{ft^2}{R^2}, \quad d = \frac{5}{6} \frac{pR^4}{Et^3} = 0.265 \frac{PR^2}{Et^3}$$

據Reuleaux氏之公式

(b) 固定全圓周受等布荷重

$$P=4.7ft^2, \quad f=0.67\frac{PR^2}{t^2}=0.21\frac{P}{t^2}$$

$$R=1.22t\sqrt{\frac{f}{p}}, \quad t=0.81R\sqrt{\frac{p}{f}}=0.46\sqrt{\frac{P}{f}}$$

$$p=1.5\frac{ft^2}{R^2}, \quad d=\frac{pR^2}{6Et^3}=0.053\frac{PR^2}{Et^3}$$

據Reuleaux氏之公式

(c) 支持全圓周受集中荷重

$$P=0.7\frac{ft^2}{1-\frac{2r}{3R}}, \quad f=1.43\frac{P\left(1-\frac{2r}{3R}\right)}{t^2}$$

$$t=1.2\sqrt{\frac{P\left(1-\frac{2r}{3R}\right)}{f}}, \quad d=0.5\frac{PR^2}{Et^3}$$

據Bach氏之公式

(d) 固定全圓周受集中荷重

$$P=2.36\frac{ft^2}{\log\frac{R}{r}}, \quad f=0.424\frac{P}{t^2}\times\log\frac{R}{r}$$

$$t=0.65\sqrt{\frac{P\log\frac{R}{r}}{f}}, \quad d=0.48\frac{PR^2}{Et^3}$$

據Grashof氏之公式

有曲緣圓筒之頂部

$$f_{\max}=p\left\{K_1\frac{R}{t}+K_2\left[\frac{r-0.5R\left(1+\frac{R}{r}\right)}{t}\right]^2\right\}$$

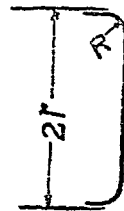
$f_{\max}$ →最大應力(施/平方糎)       $t$ →頂部板之厚(糎)

$R$ →曲緣之半徑(糎)       $r$ →圓筒之胴或頂部

$p$ →內壓力(施/平方糎)      之半徑(糎)

$K_1=0.5, K_2=0.33-0.38$  (鋼製之頂部鉚於胴上時)


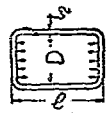

$K_1=K_2=0.8$  (頂部及胴共為一體以鑄鐵製時)



管鑄圓筒及接手等之計算

受內壓力薄圓筒及球之強度計算

$f_1$ 及 $f_2$  = 應力(甞/平方粉)       $t_1$ 及 $t_2$  = 壁厚(粉)  
 $D$  = 平均直徑 (粉)                       $p$  = 內壓力(甞/平方粉)  
 $E$  = 彈性係數                               $m$  = 「包生」之比

		緊 張 力 (甞/平方粉)	厚 (粉)	體 積 之 增 加
薄 壁		$f_1 = \frac{pD}{2t_1}$	$t_1 = \frac{pD}{2f_1}$	$\frac{f_1}{E} \left( \frac{5}{2} - \frac{2}{m} \right) \times \text{原有體積}$
圓 筒		$f_2 = \frac{pD}{4t_2}$	$t_2 = \frac{pD}{4f_2}$	
薄 壁 球		$f = \frac{pD}{4t}$	$t = \frac{pD}{4f}$	$3 \frac{f}{E} \left( 1 - \frac{1}{m} \right) \times \text{原有體積}$

上表乃理論上者, 實際用以定薄厚時, 必加以某數量C, 再鑄釘接之圓筒或管時

$$t_1 = \frac{Dp}{2f_1e}, \quad t_2 = \frac{pd}{4f_2e} \text{ 但 } e = \text{鑄釘之效率}$$

受內壓力厚圓筒之強度

$f$  = 應力(甞/平方粉)                       $R$  = 圓筒之外半徑  
 $p$  = 內壓力(甞/平方粉)                       $r$  = 圓筒之內半徑  
 $t$  = 圓筒之厚( $R-r$ )(粉)                       $\frac{1}{m}$  = 「包生」之比

受內壓力者

依最大應力說 Lamé 氏之公式

$$t = r \left( \sqrt{\frac{f+p}{f-p}} - 1 \right), \quad f = p \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2}$$

依最大歪說 Grashof 氏之公式

$$f = p \left\{ \frac{R_1^2(m+1) + R_2^2(m-1)}{m(R_1^2 - R_2^2)} \right\}, \quad t = r \left\{ \frac{mf + (m-1)p}{mf - (m+1)p} - 1 \right\} = 2Kr$$

如  $t, r$  用吋,  $f, p$  以磅/平方吋表示時則對於各種  $p$  及  $f$  Grashof 氏公式中  $K$  之值示之如下表

壓力 (P) 磅/平方吋	應 力 (f) 磅/平方吋					
	2000	45000	7000	5900	12000	15000
K						
100	.0261	.0113	.0072	.0053	.0042	.0034
120	.0316	.0136	.0087	.0064	.0050	.0040
140	.0372	.0160	.0102	.0075	.0059	.0047
160	.0429	.0183	.0117	.0085	.0067	.0054
180	.0488	.0207	.0131	.0096	.0076	.0061
200	.0547	.0231	.0146	.0107	.0085	.0067
225	.0623	.0261	.0165	.0121	.0095	.0076
250	.0701	.0292	.0184	.0135	.0106	.0085
275	.0781	.0322	.0203	.0148	.0117	.0093
300	.0863	.0353	.0222	.0162	.0128	.0102
350	.1034	.0417	.0261	.0190	.0149	.0119
400	.1216	.0481	.0300	.0218	.0171	.0136
450	.1409	.0547	.0340	.0247	.0194	.0154
500	.1614	.0614	.0380	.0275	.0216	.0171
600	.2071	.0754	.0462	.0334	.0261	.0207

## 軸 之 計 算

### 扭轉強度之一般公式

P = 作用於杆R之荷重(呎)

R = 杆之長度(粉)

T = 扭轉力率(粉呎)

f = 容許內力(呎/平方粉)

$I_p$  = 扭轉之慣性力率(Polar moment of Inertia)(粉)

y = 自中心至外皮之距離(粉)

$Z_p$  = 扭轉斷面係數

G = 剪斷彈性係數

$\theta$  = 扭轉撓度(度)

l = 軸之長度(粉)

D = 軸之直徑(粉)

$$P \times R = T = \frac{f \times I_p}{y} = f \times Z_p$$

### 斷面積為圓形時

$$T = \frac{\pi}{16} f D^3 \qquad \theta = \frac{583 T l}{D^4 G}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{5.1 T}{f}}$$

### 傳導馬力軸

HP = 馬力

N = 每秒轉數

T = 扭轉力率[Torque](呎呎)

$2\pi NT$  = 傳導馬力(呎呎/秒)

$$HP = \frac{2\pi NT}{75} = \frac{2\pi N}{75} \frac{\pi}{16} f D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{75 \times 16}{2\pi^2 N f} HP} = \sqrt[3]{\frac{60.79335}{N f} HP} = 3.935 \sqrt[3]{\frac{HP}{N f}}$$

中空軸與實體軸之應力比較及計算中空軸內外徑之順序

將軸之重量預定後，用中空軸或實體軸，何者於應力有利應用扭轉力率之公式可知之。

設  $d$  = 中空軸之內徑                       $d_1$  = 中空軸之外徑  
 $D$  = 實體軸之直徑

兩種共為同樣材料同樣長則其重量相等。

$$\frac{\pi}{4} D^2 \times l = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d^2) \times l \quad \text{故} \quad D^2 = d_1^2 - d^2 \dots \dots \dots (1)$$

且  $T = \frac{\pi}{16} D^3 f \dots \dots \dots$  實體軸

$$T_1 = \frac{\pi}{16} \frac{d_1^4 - d^4}{d_1} f \dots \dots \dots$$
 中空軸

$$\text{故} \quad \frac{T_1}{T} = \frac{d_1^4 - d^4}{d_1} \frac{1}{D^3} = \frac{d_1^4 - d^4}{d_1} \frac{1}{(d_1^2 - d^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{d_1^2 \left\{ 1 + \left( \frac{d}{d_1} \right)^2 \right\}}{d_1^2 \sqrt{1 - \left( \frac{d}{d_1} \right)^2}}$$

今假定  $\frac{d}{d_1} = p$                        $p < 1$

$$\frac{T_1}{T} = \frac{1+p^2}{\sqrt{1-p^2}} \quad \frac{T_1}{T} > 1+p \quad \frac{T_1}{T} > 1 \quad \text{故} \quad T_1 > T$$

故知中空軸之最大內力  $f$  比實體軸之最大內力  $f$  大

設與同一扭轉力率且用同樣材料時之計算用

$$D^3 = \frac{d_1^4 - d^4}{d_1} \dots \dots \dots (2)$$

實際計算中空軸時，先以軸為實體軸，計算其直徑後預定  $\frac{d}{d_1}$  之值依(2)

式可算出  $d_1$

(例) 設  $\frac{1}{4}d = d_1$  則  $d = 0.8d_1$  於同等強度

$$D^3 = \frac{d_1^4 - (0.8d_1)^4}{d_1} = (1 - 0.4096)d_1^3$$

$$\frac{d_1}{D} = \sqrt[3]{\frac{1}{0.5904}} = \sqrt[3]{1.696} = 1.192$$

$$\text{重量之比} = \frac{\text{實體}}{\text{中空}} = \frac{1}{(1.192)^2 (1 - 0.8^2)} = 1.96$$

$$\text{強度之比} = \frac{\text{中空}}{\text{實體}} = \frac{(1.192)^4 (1 - 0.8^4)}{1} = 1.19$$

撓屈與扭轉之合成應力

$f_t$  = 依撓屈生之應力 (磅/平方吋)

$f_s$  = 依扭轉生之應力 (磅/平方吋)

$f$  = 合成應力 (磅/平方吋)

$M$  = 彎曲力率

$T$  = 扭轉力率

$d$  = 軸之直徑(吋)

$$f_t = \frac{32M}{\pi d^3}, \quad f_s = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$f = \frac{1}{2}f_t + \sqrt{\frac{1}{4}f_t^2 + f_s^2} = \frac{16}{\pi d^3} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

$$= \frac{32}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2}) \right\}$$

今設  $M_e$ ,  $T_e$  等為上式之彎曲, 扭轉力率,

$$M_e = \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

$$T_e = M + \sqrt{M^2 + T^2}$$

中空軸之時

$f$  = 合成應力

$D$  = 外 徑

$d$  = 內 徑

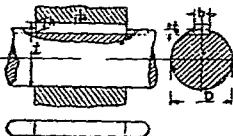
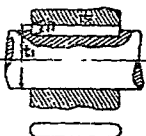
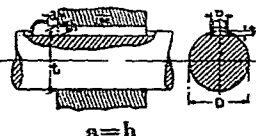
$$f = \frac{16 D}{\pi(D^4 - d^4)} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

設(包生)之比為  $\frac{1}{4}$

$$M_e = \frac{3}{8}M + \frac{5}{8}\sqrt{M^2 + T^2}$$

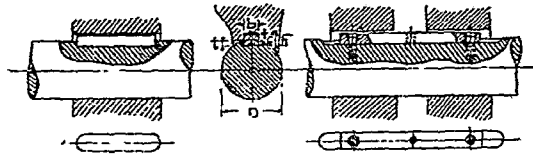
$$T_e = \frac{3}{4}M + \frac{5}{4}\sqrt{M^2 + T^2}$$



鍵				
打入鍵		植入鍵		帶頭打入鍵
				
單位 m m				
軸 徑 D	鍵之尺寸		鍵 槽 之 深	
	寬b×高h		軸 t	轂 tz
10以上 13以下	4 × 4	2.5	D + 1.5	
13 " 20 "	5 × 5	3.0	D + 2.0	
20 " 30 "	7 × 7	4.0	D + 3.0	
30 " 40 "	10 × 8	4.5	D + 3.5	
40 " 50 "	12 × 8	4.5	D + 3.5	
50 " 60 "	15 × 10	5	D + 5	
60 " 70 "	18 × 12	6	D + 6	
70 " 80 "	20 × 13	7	D + 6	
80 " 95 "	24 × 16	8	D + 8	
95 " 110 "	28 × 18	9	D + 9	
110 " 125 "	32 × 20	10	D + 10	
125 " 140 "	35 × 22	11	D + 11	
140 " 160 "	38 × 24	12	D + 12	
160 " 180 "	42 × 26	13	D + 13	
180 " 200 "	45 × 28	14	D + 14	
200 " 230 "	50 × 30	15	D + 15	
230 " 260 "	55 × 34	17	D + 17	
260 " 290 "	60 × 36	18	D + 18	
290 " 330 "	70 × 42	21	D + 21	

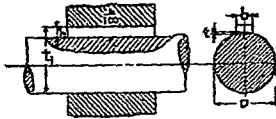
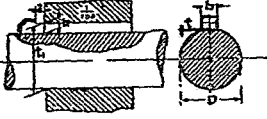

## 鍵

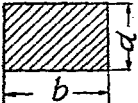

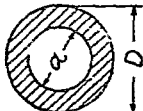
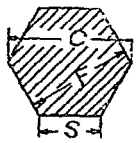



## 活動鍵(Feather Key)



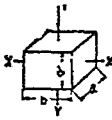
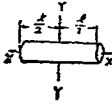
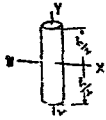
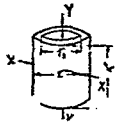

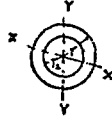
單位 m m

軸 徑 D	鍵 之 尺 寸		軸 之 鍵 槽 之 深 t
	寬 b	高 h	
10以上 13以下	4	4	2.5
13 " 20 "	5	5	3.0
20 " 30 "	7	7	4.0
30 " 40 "	10	8	4.5
40 " 50 "	12	8	4.5
50 " 60 "	15	10	5.0
60 " 70 "	18	12	6.0
70 " 80 "	20	13	7.0
80 " 95 "	24	16	8.0
95 " 110 "	28	18	9.0
110 " 125 "	32	20	10
125 " 140 "	35	22	11
140 " 160 "	38	24	12
160 " 180 "	42	26	13
180 " 200 "	45	28	14
200 " 230 "	50	32	15
230 " 260 "	55	34	17
260 " 290 "	60	36	18
290 " 330 "	70	42	21

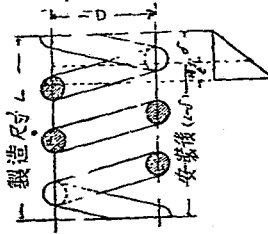
鍵				
平形鍵		帶頭平形鍵		
				
$a=h$				
單位 mm				
軸 徑 D	鍵之尺寸		鍵槽之深	
	寬 $b$ ×高 $h$		軸 $t$	轂 $t_f$
25以上 30以下	7 × 4	1.0	D + 3.0	
30 " 40 "	10 × 5	1.5	D + 3.5	
40 " 50 "	12 × 6	1.5	D + 4.5	
50 " 60 "	15 × 7	1.5	D + 5.5	
60 " 70 "	18 × 8	2.0	D + 6.0	
70 " 80 "	20 × 9	2.0	D + 7.0	
80 " 95 "	24 × 11	2.5	D + 8.5	
95 " 110 "	28 × 12	2.5	D + 9.5	
110 " 125 "	32 × 13	3.0	D + 10.0	
125 " 140 "	35 × 14	3.0	D + 11.0	
140 " 160 "	38 × 15	3.0	D + 12.0	
160 " 180 "	42 × 16	3.5	D + 12.5	
180 " 200 "	55 × 18	3.5	D + 14.5	
200 " 230 "	50 × 20	3.5	D + 16.5	
扭轉慣性力率及斷面係數				
斷面	扭轉慣性力率( $I_p$ )	扭轉斷面係數( $\cdot p$ )		
	$\frac{a^4}{6}$	$\frac{2}{9} a^3$		

扭轉慣性力率及斷面係數		
斷面	扭轉慣性力率( $I_p$ )	扭轉斷面係數( $Z_p$ )
	$\frac{bd(b^2+d^2)}{12}$	$\frac{2}{9}bd^2$ ( $d$ →短邊)
	$\frac{\pi D^4}{32}$	$\frac{\pi D^3}{16}$
	$\frac{\pi}{32}(D^4-d^4)$	$\frac{\pi}{16}\left(\frac{D^4-d^4}{D}\right)$
	$\frac{5\sqrt{3}}{8}S^4=1.0825S^4$	$0.925 S^3$ $=0.115 C^3$ $=0.178 F^3$
	$\frac{\pi D^4}{32}-\frac{S^4}{6}$	$\frac{\pi D^3}{16}-\frac{S^3}{3D}$
	$\frac{\pi D^4}{32}-\frac{5\sqrt{3}}{8}S^4$	$\frac{\pi D^3}{16}-\frac{5\sqrt{3}}{4D}S^3$
	$\frac{\sqrt{3}S^4}{48}$	$\frac{S^3}{20}$

## 固體慣性力率

	XX 軸之 慣性力率	XX 軸之 環動 半徑 (K <sup>2</sup> )	YY 軸之 慣性力率	YY 軸之 環動 半徑 (K <sup>2</sup> )
	$\frac{a^3bd + abd^3}{12}$	$\frac{a^2 + b^2}{12}$	$\frac{a^3bd + ab^3d}{12}$	$\frac{a^2 + b^2}{12}$
	$AR^2 + A\frac{l^2}{12}$	$R^2 + \frac{l^2}{12}$	$M\frac{l^2}{12}$	$\frac{l^2}{12}$
	$\frac{3\pi r_2^2 h + \pi r_1^2 h^3}{12}$	$\frac{r_2^2 + h^2}{4} + \frac{h^2}{12}$	$\frac{\pi r_2^4}{2} = M\frac{r_2^2}{2}$	$\frac{r_2^2}{2}$
	$\frac{\pi}{4}(r_1^4 - r_2^4)h +$ $\frac{\pi}{12}(r_1^2 - r_2^2)h^3$ $= \frac{\pi h}{12}\{3(r_1^4 - r_2^4)$ $+ h^2(r_1^2 - r_2^2)\}$	$\frac{r_1^2 + r_2^2 + h^2}{4} + \frac{h^2}{12}$	$\frac{\pi h}{2}(r_1^4 - r_2^4)$	$\frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$
	$\frac{\pi}{20}(r^2 h + \frac{r^2 h^3}{4})$	$\frac{3}{20}(r^2 + \frac{h^2}{4})$	$\frac{\pi r^4 h}{10}$	$\frac{3}{10}r^2$
	$\frac{8}{15}\pi(r_1^5 - r_2^5)$	$\frac{2}{5}\left(\frac{r_1^5 - r_2^5}{r_1 - r_2}\right)$	—	—

## 發條之計算



記號	單位	單位
d	鋼條之直徑或方形之一邊之長度	吋
D	發條卷筒之平均直徑	吋
W	總荷重	磅
δ	發條之壓縮量	吋
G	剛性率	磅/平方吋
N	發條之有效卷數	
f	扭轉應力	磅/平方吋
P	壓縮量每一圈之荷重	磅

爲 時

$$T = \text{扭轉力率} = WR = \frac{\pi}{16} fd^3$$

$$= W \frac{D}{2} = 0.1963fd^3$$

$$WD = 0.392fd^3$$

$$f = \frac{WD}{0.392d^3} = 2.55 \frac{D}{d^3} W$$

$$P = \frac{Gd^4}{8ND^3}$$

$$\delta = \frac{8WD^3N}{Gd^4} = \frac{W}{P}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{8ND^3W}{G\delta}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{Gd^4\delta}{8NW}}$$

$$G = \frac{8ND^3W}{d^4\delta}$$

爲 時

$$T = WR = \frac{2}{3}fd^3 = 0.222fd^3$$

$$WD = 0.444fd^3$$

$$f = 2.25 \frac{D}{d^3} W$$

$$P = \frac{Gd^4}{5.6D^3N}$$

$$\delta = \frac{5.6WD^3N}{Gd^4} = \frac{W}{P}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{5.6WD^3N}{G\delta}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{Gd^4\delta}{5.6NW}}$$

$$G = \frac{5.6ND^3W}{d^4\delta}$$

英國商務局規定關於d之算式爲

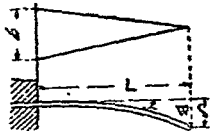
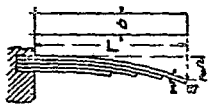
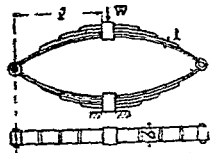
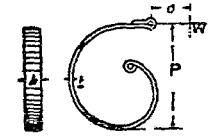

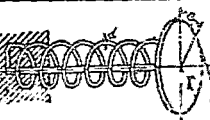

$$d = \sqrt[3]{\frac{W \times D}{C}}$$

但 C = 鋼條之形狀係數 { 爲 5.62

{ 爲 7.73

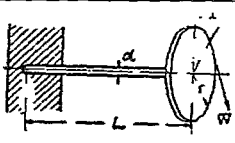
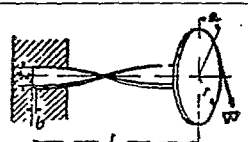
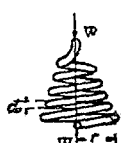
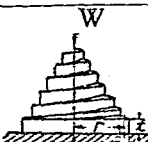
C之值在普通 爲 7.73 爲 10.55 以計算之

G 之 值								
形狀	●		▣		平 均			
	磅/吋	呎/種	磅/吋	呎/種	磅/吋	呎/種	磅/吋	呎/種
粗細 $\frac{1}{4}$ 以下	11~12 $\times 10^6$	7740~ 8440	10~11.5 $\times 10^6$	7030~ 8090	11.5 $\times 10^6$	8090	10.75 $\times 10^6$	7560
$\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$	11~10 $\times$ "	7740~ 7030	10~ 10.5 $\times$ "	7030~ 7380	10.5 $\times$ "	7380	10.25 $\times$ "	7220
$\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{8}$	10~9 $\times$ "	7030~ 6325	10~ 9.5 $\times$ "	7030~ 6675	9.5 $\times$ "	6675	9.75 $\times$ "	6860
$\frac{3}{8}$ ~ $1\frac{1}{4}$	9~8 $\times$ "	6325~ 5620	9.5~ 8 $\times$ "	6675~ 5620	8.5 $\times$ "	5975	8.75 $\times$ "	6150
$1\frac{1}{4}$ 以上 海軍	8 $\times$ "最大 11.54 $\times$ "	5620 8120	8 $\times$ "最大 11.69 $\times$ "	5620 8225	8 $\times$ "	5620	8 $\times$ "	5620
備考可容許(+)(-)10%								
發條最大安全應力表					$R = \frac{D}{d}$			
應力	粗 細		$\frac{3}{16}$ "以下		$\frac{7}{16}$ "~ $\frac{3}{4}$ "		$\frac{13}{16}$ "~ $1\frac{1}{4}$ "	
	R=3	R=8	R=3	R=8	R=3	R=8	R=3	R=8
磅/平方吋	112000	85000	110000	80000	105000	75000		
呎/平方種	78.740	59.76	77.34	56.25	73.82	52.73		
注意 $1\frac{1}{4}$ "以上普通在100000磅以上不能使用 本表乃壓縮用發條之時，緊張之時取本表之值之 $\frac{2}{3}$ 為普通。發條用青銅及磷青銅時應力為25000磅G為6000000磅/平方吋為普通。								
發條之強度及變形量之公式					(一)			
E = 彈性係數.....呎/平方種	W = 安全荷重.....呎			G = 剛性率.....呎/平方種			$\delta$ = 變形量.....種	
L = Span之長度.....種	b = 發條板之寬....."			l = 發條之長度....."			t = 發條板之厚度"	
V = 發條之體積.....立方種	Ss = 安全應力(彎曲)呎/平方種			n = 發條板之枚數			Sv = 安全應力(剪斷)	
U = 反撥力.....呎							呎 平方種	
發條之形			W			$\delta$		
			$\frac{Ss bt^2}{6L}$			$\frac{4WL^3}{Ebt^3} = \frac{2 Ss L^2}{3 Et}$		

各種發條之強度及變形量之公式 (二)		
發條之形狀	W	$\delta$
	$\frac{S_s b t^2}{6L}$	$\frac{6WL^3}{Ebt^3} = \frac{S_s L^2}{Et}$
	$\frac{S_s n b t^2}{6L}$	$\frac{6WL^3}{E n b t^3} = \frac{S_s L^2}{Et}$
	$\frac{S_s n b t^2}{3l}$	$\frac{6Wl^3}{E n b t^3} = \frac{2S_s l^2}{Et} = \frac{S_s L^2}{2Et}$
	半分時 $\frac{2S_s n b t^2}{3l}$	$\frac{S_s L^2}{4Et}$
	$\frac{S_s b t^2}{6P}$	$\frac{18WP^3}{Ebt^3} = \frac{3S_s P^2}{Et}$
	$\frac{S_s b t^2}{6r}$	$\frac{12Wlr^2}{Ebt^3} = \frac{2rlS_s}{Et}$
	$\frac{S_s \pi d^3}{32r}$	$\frac{64Wlr^2}{E\pi d^4} = \frac{2rlS_s}{Ed}$
	$\frac{S_s b t^2}{6r}$	$\frac{12Wlr^2}{Ebt^3} = \frac{2rlS_s}{Et}$



各種發條之強度及變形量之公式 (三)

條發之形狀	W	$\delta$
	$\frac{\pi d^3 S_v}{16r}$	$\frac{32r^2 L W}{\pi d^4 G} = \frac{2r L S_v}{dG}$
	$\frac{2b^2 t S_v}{9r}$	$\frac{3.6r^2 L W (b^2 + t^2)}{b^3 t^3 G}$ $= \frac{0.8r L S_v (b^2 + t^2)}{b t^2 G}$
	$\frac{\pi d^3 S_v}{16r}$	$\frac{r L S_v}{dG} = \frac{\pi n r^2 S_v}{dG}$
	$\frac{2b^2 t S_v}{9r}$	$\frac{0.4r L S_v (b^2 + t^2)}{b t^2 G}$ $= \frac{0.4\pi n r^2 S_v (b^2 + t^2)}{b t^2 G}$

## 計算發條之例題

有使用發條卷筒之平均直徑(D)22吋 鋼條之直徑(d)3吋 有效卷數為(N)10螺旋發條之用心身,發條上之總荷重(W)14磅時求發條之壓縮量( $\delta$ )

(解)

$$\delta = \frac{8WD^3N}{Cd^4}$$

設G (剛性率)=8100磅/平方吋

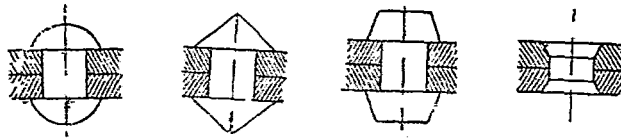
$$\delta = \frac{8 \times 14 \times 22^3 \times 10}{8100 \times 3^4}$$

$$= 18$$

即壓縮量=18吋

## 鉚 釘 接 縫

### 鉚 釘 頭 之 形 狀



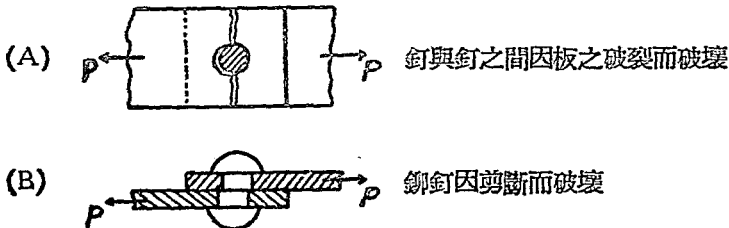
半球形頭      圓錐頭      圓錐平頭      埋入頭  
(Snap head) (Conical head) (Conical flat head) (Countersunk head)

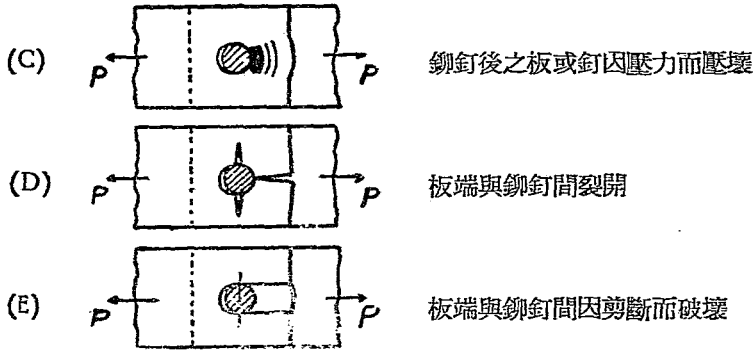
### 鉚 釘 接 縫 之 種 類

鉚釘接縫今可大別之爲二種，一爲交接式接縫(Lap joint)，一爲平接式接縫，而此二種接縫因鉚釘之配置，更可分爲：(1)單鉚釘接縫(2)雙鉚釘接縫(3)三列鉚釘接縫(4)棋盤式鉚釘接縫(5)參差式鉚釘接縫等數種，鉚釘之受剪斷部分於交接式時只有一處稱爲單剪斷，平接式時有二處受剪斷稱之爲複剪斷。

### 各種鉚釘接縫之一般公式 (Law)

#### 鉚釘接縫破壞之原因





### 記號及單位

$t$  = 板之厚(吋)    $t_2$  = 蓋板之厚(吋)    $d$  = 釘之直徑(铆後)(吋)

$p$  = 铆釘之最大釘距(吋)    $p_1$  及  $d_1'$  = 铆釘之對角釘距(吋)

$n$  = 接縫之幅等於  $p$  其中铆釘之數(重交接縫時)

= 接縫之幅等於  $p$  其中平接式在各側之釘數

$l$  = 自板端至最近釘列之中心線之距離(吋)

$c, c', c_1, c_1'$  = 釘列間之距離(吋)    $ft$  = 板之抗張力(磅/平方吋)

$fs$  = 铆釘之抗剪力(磅/平方吋)

$fs/ft = 1$  乃鐵板鐵釘時

" = 0.8 鋼板及鋼釘時

" =  $\frac{23}{28}$  全   上 (英國商務局規定)

$C$  = 铆釘之抗剪力與接縫铆釘之抗剪力之比(單剪斷)

= 1. [重交接縫] 及 [一枚蓋板平接縫] 之時

= 2. [二枚蓋板平接縫] 之時

= 1.75 全   上 (英國商務局規定)

\* $R_t$  = 釘距  $p$  時對於铆釘間斷裂板之抵抗

\* $R_s$  = 接縫铆釘對於剪斷之抵抗

\* $R_l$  = 外列铆釘對於剪斷之抵抗，但為與內列铆釘對外板之抵抗聯

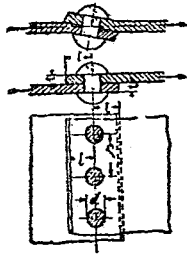
合者(各接縫內列之釘距為外列之半)

※ $R_t, R_s, R_l$ , 皆為充實板之抵抗以百分率表之者

$R = R_t, R_s, R_l$  等諸值之最小值

$E = \text{接縫效率} = R/100$

(第一) 一列釘釘重接縫



$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100$$

$$R_s = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 f_s}{p t f} \times 100$$

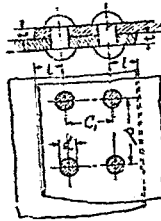
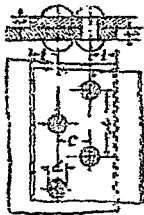
若  $R_t = R_s$  時  $p = \frac{0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{f} + d$

如鍋爐之接縫為閉蒸汽之接縫 (Steam tight joint) 之釘距  $p$  通常比前公式所與者小

(第二) 二列釘釘重交接縫

(A)

(B)



左圖皆為二列釘釘重交接縫 (A) 為參差式接縫 (Zig-zag riveted joint) (B) 棋盤式接縫 (Chain riveted joint)

$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100$$

$$R_s = \frac{2 \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{p t f} \times 100$$

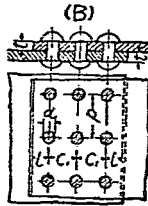
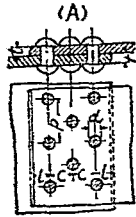
若  $R_t = R_s$  時  $p = \frac{2 \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{f} + d$

$$c = \frac{1}{10} \sqrt{(11p + 4d)(p + d)}$$

$$c_1 = 2d - 2d + \frac{1}{2}''$$

$$l = 1\frac{1}{2}d$$

(第三) 三列鉚釘重交接縫



(A) 爲參差鉚釘接縫

(B) 爲棋盤式接縫

$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100$$

$$R_s = \frac{3 \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{p t f t} \times 100$$

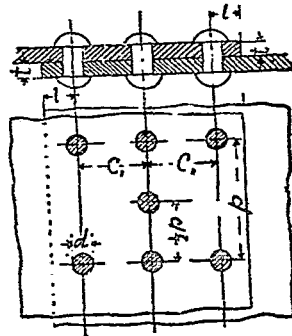
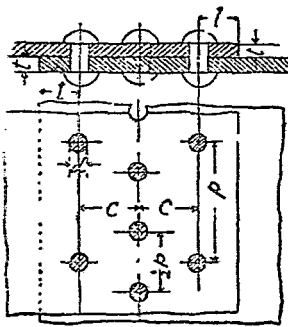
若  $R_t = R_s$  時

$$p = \frac{3 \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{f t} + d$$

$c, c_1$  及  $l$  與「二列鉚釘接縫」同樣

(第四) 三列鉚釘接縫

(但內列鉚釘之釘距爲外列鉚釘之釘距之半)



$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100$$

$$R_s = \frac{4 \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{p t f t} \times 100$$

$$\text{若 } R_t = R_s \text{ 時 } p = \frac{4 \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$$

$$c = \sqrt{\left(\frac{1}{20}p + d\right)\left(\frac{1}{20}p + d\right)} \quad c_l = 2d - 2d + \frac{1}{2}'' \quad l = 1\frac{1}{2}d$$

此接縫外列鉚釘對於剪斷之抵抗及內列鉚釘間板之對於斷裂之抵抗(以充實板強度之百分率表之)如次

$$R_l = \frac{\left\{ \frac{\pi}{4} d^2 f_s + (p-2d) t f_t \right\}}{p t f_t} \times 100 = \frac{R_s}{4} \times \frac{(p-2d)}{p} \times 100$$

$$\text{若 } R_l = R_t = R_s \text{ 時如前 } p = \frac{4 \frac{\pi}{4} d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$$

$$d = \frac{t}{0.7854} \times \frac{f_s}{f_t} = 1.27t \quad (\text{鐵板及鐵釘之時})$$

$$= 1.59t \quad (\text{鋼板及鋼釘之時})$$

若釘之直徑比上列公式所與者大時接縫之強度必如  $R_t$  或  $R_s$  而採用之，然如其直徑小時接縫之強度必須如  $R_l$  而用之

### (第五) 重交接縫之一般公式

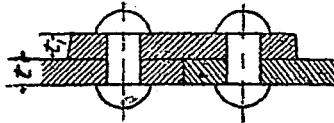
$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100 \quad R_s = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{p t f_t} \times 100$$

$$\text{若 } R_t = R_s \text{ 時 } p = \frac{n \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$$

再如內列鉚釘之釘距為外列  $\frac{1}{2}$  時

$$R_l = \frac{R_s}{n} \times \frac{(p-2d)}{p} \times 100$$

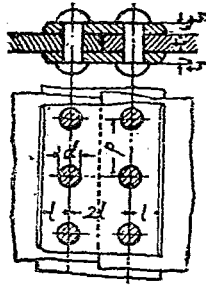
### (第六) 一枚蓋板平交接縫



其比例為  $t_1 = 1\frac{1}{8}t$

如圖所示，一側有一枚蓋板之平交接縫恰與二相並列之重交接縫相等，而蓋板因板之張力有屈曲傾向，故普通蓋板之厚  $t_1$  比  $t$  為厚

(第七) 有二枚蓋板之單鉚釘平交接縫



$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100$$

$$C = \frac{\pi d^2 f_s}{4}$$

$$R_s = \frac{C}{p t f_t} \times 100$$

若  $R_t = R_s$  時  $p = \frac{C \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$

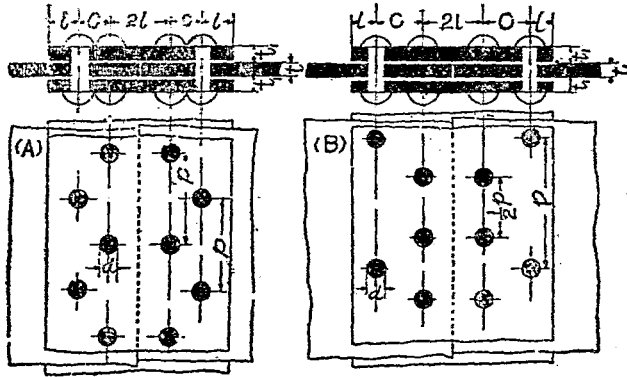
鉚釘之直徑  $d$  及蓋板之厚  $t$  如次

$d = t + \frac{1}{4}''$  (鐵板及鐵釘之時)

$d = t + \frac{5}{16}''$  (鋼板及鋼釘之時)

$l = \frac{5}{8} t$        $l = \frac{1}{2} d$

(第八) 有二枚蓋板之雙鉚釘平交接縫



(A) 圖  $R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100$

$$R_s = \frac{2C \times \frac{\pi d^2 f_s}{4}}{p t f_t} \times 100$$

若  $R_t = R_s$  時

$$p = \frac{2C \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$$

鉚釘之直徑  $d = t + \frac{5}{16}''$  (鐵板及鐵釘之時)

$d = t + \frac{1}{4}''$  (鋼板及鋼釘之時)

$$c = \frac{1}{10} \sqrt{(11p+d)(p+4d)}, \quad t_l = \frac{5}{8}t, \quad l = 1\frac{1}{2}d$$

$$(B) \text{圖} \quad R_l = \frac{(p-d)}{p} \times 100, \quad R_s = \frac{3C \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{ptft} \times 100$$

$$\text{若 } R_t = R_s \text{ 時 } p = \frac{3C \times 0.7854d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$$

$$\text{鉚釘之直徑 } d = t + \frac{1}{8}'' \quad (\text{鐵板及鐵釘之時})$$

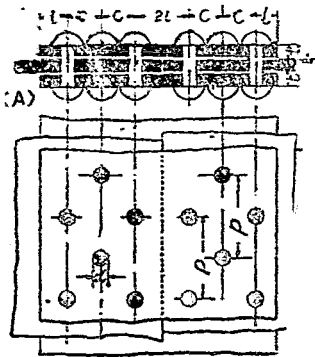
$$d = t + \frac{3}{16}'' \quad (\text{鋼板及鋼釘之時})$$

$$c = \sqrt{(\frac{11}{20}p+d)(\frac{1}{20}p+d)}, \quad t_l = \frac{5t(p-d)}{8(p-2d)}, \quad l = 1\frac{1}{2}d$$

$$R_l = \frac{\{C \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s + (p-2d)tft\}}{ptft} \times 100 = \frac{R_s}{3} + \frac{(p-2d)}{p} \times 100$$

有普通直徑之鉚釘  $R_l$  比  $R_t$  及  $R_s$  大

(第九) 有二枚蓋板之三列鉚釘平接式接縫



(A) 圖

$$R_l = \frac{(p-d)}{p} \times 100$$

$$R_s = \frac{3C \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{ptft} \times 100$$

若  $R_t = R_s$  時

$$p = \frac{3C \times 0.7854d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$$

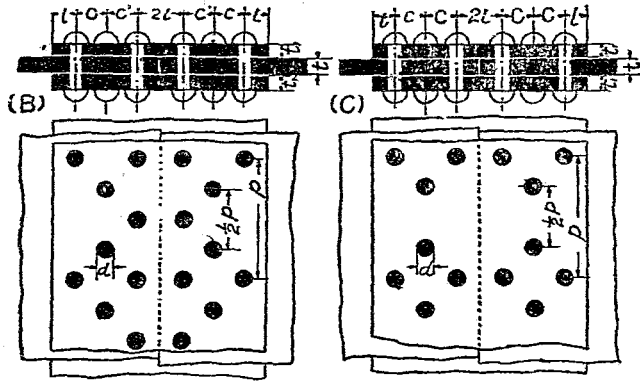
$$c = \frac{1}{10} \sqrt{(11p+4d)(p+4d)}$$

$$t_l = \frac{5}{8}t, \quad l = 1\frac{1}{2}d$$

$$\text{鉚釘之直徑 } d = t + \frac{1}{16}'' \quad (\text{鐵板及鐵釘之時})$$

$$d = t + \frac{1}{8}'' \quad (\text{鋼板及鋼釘之時})$$





圖(B)

$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100,$$

$$R_s = \frac{5C \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{pft} \times 100$$

若  $R_t = R_s$  時

$$p = \frac{5C \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{ft} \times d$$

 $d = t + \frac{1}{8}''$  (板之厚 $\frac{3}{8}''$ 至 $1''$ 及其以上時)

$$c = \sqrt{\left(\frac{1}{20}p + d\right)\left(\frac{1}{20}p + d\right)}, \quad c' = \frac{1}{20} \sqrt{(11p + 8d)(p + 8d)}$$

$$t_l = \frac{5t(p-d)}{8(p-2d)},$$

$$l = 1\frac{1}{2}d$$

$$R_l = \frac{\left\{ C + \frac{\pi}{4} d^2 f_s + (p-2d)tft \right\}}{pft} \times 100 = \frac{R_s}{5} + \frac{(p-2d)}{p} \times 100$$

有普通直徑之鉚釘  $R_l$  比  $R_t$  及  $R_s$  大

圖(C)

$$R_t = \frac{(p-d)}{p} \times 100$$

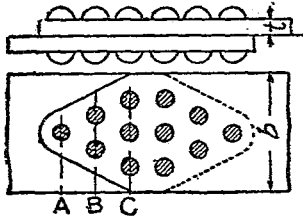
$$R_s = \frac{4C \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{pft} \times 100$$

$$\text{若 } R_t = R_s \text{ 時 } p = \frac{4C \times 0.7854 d^2}{t} \times \frac{f_s}{ft} + d$$

 $d = t + \frac{1}{8}''$  (板之厚 $\frac{3}{8}''$ 至 $1''$ 及其以上時)

$$c = \sqrt{\left(\frac{1}{20}p + d\right)\left(\frac{1}{20}p + d\right)} \quad t_l = \frac{5}{8}t, \quad l = 1\frac{1}{2}d$$

(第十) 用於受張力之棒或薄板之鉚釘接縫



重交接縫

於A處對於裂斷之抵抗  
 $= (b-d)ft \dots\dots\dots(1)$

於A對於剪斷及於B對於裂斷之抵抗

$$= \frac{\pi}{4} d^2 fs + (b-2d)ft \dots\dots(2)$$

於A, B剪斷及於C對於裂斷之抵抗

$$= \frac{3\pi}{4} d^2 fs + (b-3d)ft \dots\dots(3)$$

對於剪斷鉚釘之抵抗  
 $= \frac{n\pi}{4} d^2 fs \dots\dots\dots(4)$

但n=接縫上鉚釘之總數  
 自(1)及(2)式

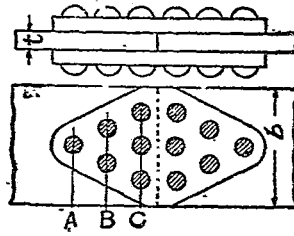
$$d = \left(\frac{4}{\pi}\right) \left(\frac{ft}{fs}\right) t \dots\dots\dots(5)$$

$$d = 1.6t \text{ (鋼板及鋼釘之時)}$$

自(1), (4)及(5)式

$$n = \left(\frac{d}{t}\right) \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{fs}{ft}\right) - 1 \dots\dots\dots(6)$$

$$n = 0.63 \left(\frac{b}{t}\right) - 1 \text{ (鋼板及鋼釘之時)}$$



平交接縫

於A對於裂斷之抵抗  
 $= (b-d)ft \dots\dots\dots(1)$

於A對於剪斷及於B對於裂斷之抵抗

$$= \frac{2\pi}{4} d^2 fs + (b-2d)ft \dots\dots(2)$$

於A, B之剪斷及於C對於裂斷之抵抗

$$= \frac{6\pi}{4} d^2 fs + (b-3d)ft \dots\dots(3)$$

對於剪斷鉚釘之抵抗  
 $= \frac{n\pi}{4} d^2 fs \dots\dots\dots(4)$

但n=接縫上鉚釘之總數  
 自(1)及(2)式

$$d = \left(\frac{2}{\pi}\right) \left(\frac{ft}{fs}\right) t \dots\dots\dots(5)$$

$$d = 0.8t \text{ (鋼板及鋼釘之時)}$$

自(1), (4)及(5)式

$$n = \pi \left(\frac{b}{t}\right) \left(\frac{fs}{ft}\right) - 2 \dots\dots\dots(6)$$

$$n = 2.5 \left(\frac{b}{t}\right) - 2 \text{ (鋼板及鋼釘之時)}$$

在上圖想得最有效之接縫，於 A 之鉚釘須比於 B 之鉚釘小，同樣於 B 之鉚釘須比於 C 之鉚釘小，

\*鉚釘之總數又須等於  $x(x+1)$  而  $x$  表示接縫中心各側上鉚釘之列數，

其值為  $x = \sqrt{n + \frac{1}{4}} - \frac{1}{2}$  此式中如  $d$  為一小數及一分數時必取整數

關於鉚釘之直徑上之公式必須稍有修正，即厚板之公式  $d = 1.6t$  實際上稍大，其他公式  $d = 0.8t$  反覺太小

鉚釘接縫之最大鉚釘距(英國商務局規定)

$t$  = 板之厚(吋)

$p$  = 鉚釘之最大釘距(吋)(但須不超過 10 吋)

$K$  = 定數(依次表撰擇)

一釘距中之鉚釘數		1	2	3	4	5
K 之 值	重交接縫之時	1.31	2.62	3.47	4.14	.....
	二枚蓋板平接縫之時	1.75	3.50	4.63	5.52	6.00

$$p = (K \times t) + \frac{1}{8}$$

鉚釘接縫之計算例題

鋼板厚為 吋之鍋爐、用有二枚蓋板之二列鉚釘平接縫之尺寸如何

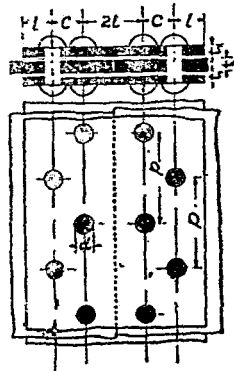
(解) 鉚釘之直徑 =  $t + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$  吋

$$\frac{f_s}{f_t} = 0.8 \quad (\text{鋼板及鉚釘之時})$$

$C = 2$  (二枚蓋板平接縫之時)

$$p = \frac{2C \times 0.7854d^2}{t} \times \frac{f_s}{f_t} + d$$

$$= \frac{2 \times 2 \times 0.7854 \times 0.75^2}{0.5} \times 0.8 + 0.75$$



$$= 2.80 + 0.75 = 3.55 \div 3\frac{1}{2}''$$

$$c = \frac{1}{10} \sqrt{(11p + 4d)(p + 4d)}$$

$$= \frac{1}{10} \sqrt{(11 \times 3.5 + 4 \times 0.75)(3.5 + 4 \times 0.75)} = 1.642 = 1\frac{5}{8}''$$

$$t_l = \frac{8t}{8} = \frac{8}{8} \times \frac{1}{2} = \frac{5}{16}''$$

$$l = 1\frac{1}{2}d = 1.5 \times 0.75 = 1.125 = 1\frac{1}{8}''$$

以此比例作成鋼釘之效率為

$$Rt = \frac{(p-d)}{p} \times 100 = \frac{(3.5-0.75)}{3.5} \times 100 = 78.6$$

$$Rs = \frac{2 \times C \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{p f t} \times 100 = \frac{2 \times 2 \times 0.44 \times 0.8}{3.5 \times 0.5} \times 100 = 81.3$$

鋼爐用「一列鋼釘重交接縫」比例表  $l = 1\frac{1}{2}d$

t	鍊鐵板與鍊鐵釘				鋼板與鋼釘			
	d	p	Rt	Rs	d	p	Rt	Rs
$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	58.3	65.5	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{16}$	56.5	54.6
$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	57.1	67.3	$\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{16}$	55.6	55.9
$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	56.7	63.2	$\frac{1}{2}$	2	56.2	55.0
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	2	56.2	60.1	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{16}$	54.5	53.6
$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{8}$	55.9	57.7	1	$2\frac{1}{8}$	52.9	52.6
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	55.6	55.8	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	52.8	50.4
$\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{3}{8}$	55.3	54.3	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{3}{8}$	52.6	48.7

「二列鋼釘重交接縫」比例表  $l = 1\frac{1}{2}d$

t	鍊鐵板與鍊鐵釘						鋼板與鋼釘					
	d	p	c	c <sub>l</sub>	Rt	Rs	d	p	c	c <sub>l</sub>	Rt	Rs
$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{1}{8}$	73.8	75.4	$\frac{3}{8}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{3}{8}$	2	71.4	71.8
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	2	72.7	73.4	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{16}$	$2\frac{1}{8}$	70.5	69.0
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{8}$	71.7	72.1	$\frac{3}{4}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	68.9	68.4
$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	3	$1\frac{9}{16}$	$2\frac{1}{4}$	70.8	71.3	$\frac{5}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{9}{16}$	$2\frac{3}{8}$	67.4	68.3
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{3}{8}$	70.0	70.7	1	3	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{2}$	66.7	67.0
$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	69.2	70.3	$1\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	66.0	66.0
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{13}{16}$	$2\frac{5}{8}$	69.1	68.8	$1\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{3}{4}$	65.4	65.2
$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$3\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{3}{4}$	68.4	68.7	$1\frac{3}{8}$	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{7}{8}$	64.8	64.6
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	4	2	$2\frac{1}{2}$	68.3	67.5	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	64.3	64.1

鎖鏈(Chain)柳環(shackle)鈎(hook)之強度表 (一)

直徑 (吋)	環及環螺拴		彎柳環		直柳環		鈎		大螺頭鎖鏈起重機鎖鏈			
	試驗 力 (噸)	使用 力 (噸)	試驗 力 (噸)	使用 力 (噸)	試驗 力 (噸)	使用 力 (噸)	試驗 力 (噸)	使用 力 (噸)	試驗 力 (噸)	使用 力 (噸)	試驗 力 (噸)	使用 力 (噸)
$\frac{1}{4}$	0.26	0.13	0.31	0.16	0.42	0.21					0.75	0.38
$\frac{3}{16}$	0.39	0.20	0.49	0.25	0.66	0.33					1.18	0.59
$\frac{1}{2}$	0.58	0.28	0.70	0.35	1.00	0.50			2.54	1.27	1.69	0.85
$\frac{5}{16}$	0.78	0.39	0.96	0.48	1.30	0.65			3.50	1.75	2.30	1.15
$\frac{1}{2}$	1.00	0.50	1.25	0.63	1.70	0.85			4.50	2.25	3.00	1.50
$\frac{3}{4}$	1.27	0.63	1.58	0.80	2.10	1.05			5.70	2.85	3.80	1.90
$\frac{7}{16}$	1.56	0.78	1.95	0.98	2.65	1.33	0.54	0.27	7.00	3.50	4.69	2.35
$\frac{1}{2}$	1.89	0.95	2.37	1.18	3.20	1.60	0.66	0.33	8.50	5.25	5.67	2.84
$\frac{3}{4}$	2.25	1.13	2.80	1.40	3.80	1.90	0.78	0.39	10.10	5.50	6.70	3.35
$\frac{7}{16}$	2.64	1.32	3.30	1.65	4.50	2.50	0.92	0.46	11.90	5.95	7.90	3.95
$\frac{1}{2}$	3.06	1.53	3.83	1.92	5.20	2.60	1.08	0.54	13.80	6.90	9.20	4.60
$\frac{3}{4}$	3.52	1.76	4.40	2.20	5.90	2.95	1.24	0.62	15.80	7.90	10.50	5.25
1	4.00	2.00	5.00	2.50	6.75	3.40	1.40	0.70	18.00	9.00	12.00	6.00
$\frac{1}{16}$	4.50	2.25	5.62	2.80	7.60	3.80	1.60	0.80	20.20	10.10	13.54	6.77
$\frac{1}{8}$	5.10	2.53	6.33	3.15	8.50	4.30	1.78	0.89	22.80	11.40	15.12	7.60
$\frac{3}{16}$	5.65	2.82	7.00	3.50	9.50	4.80	2.00	1.00	25.40	12.70	16.90	8.45
$\frac{1}{4}$	6.25	3.13	7.80	3.90	10.55	5.30	2.20	1.10	28.10	14.05	18.75	9.38
$\frac{5}{16}$	6.90	3.45	8.60	4.30	11.65	5.80	2.40	1.20	31.10	15.50	20.68	10.34
$\frac{3}{8}$	7.55	3.78	9.50	4.80	12.75	6.40	2.64	1.32	34.00	17.00	22.70	11.35
$\frac{1}{2}$	8.30	4.14	10.34	5.17	14.00	7.00	2.90	1.45	37.20	18.60	24.80	12.40
$\frac{1}{2}$	9.00	4.50	11.30	5.70	15.00	7.60	3.12	1.56	40.50	20.25	27.00	13.50
$\frac{1}{16}$	9.80	4.89	12.20	6.10	16.50	8.30	3.40	1.70	44.00	22.00		
$\frac{1}{8}$	10.60	5.28	13.20	6.60	17.80	8.90	3.70	1.85	47.50	23.75		
$\frac{3}{16}$	11.40	5.70	14.25	7.13	19.25	9.60	4.00	2.00	51.28	25.65		
$\frac{1}{4}$	12.30	6.13	15.30	7.70	20.70	10.40	4.30	2.15	55.14	27.57		
$\frac{5}{16}$	13.20	6.57	16.40	8.20	22.20	11.10	4.60	2.30	59.20	29.60		
$\frac{3}{8}$	14.10	7.05	17.60	8.80	23.75	11.90	4.90	2.45	63.80	31.65		
$\frac{1}{2}$	15.00	7.50	18.80	9.40	25.40	12.70	5.26	2.63	67.60	33.80		

鎖鏈，枷環，鈎，強度表（二）

直徑 (吋)	環及環螺栓		彎枷環		直枷環		鈎		大螺頭鎖鏈	
	試驗力(噸)	使用力(噸)	試驗力(噸)	使用力(噸)	試驗力(噸)	使用力(噸)	試驗力(噸)	使用力(噸)	試驗力(噸)	使用力(噸)
2	16.00	8.00	20.00	10.00	27.00	13.50	5.60	2.80	72.00	36.00
2 $\frac{1}{16}$	17.00	8.50	21.30	10.65	28.70	14.40	6.00	3.00	76.00	38.30
2 $\frac{1}{8}$	18.00	9.00	22.60	11.30	30.60	15.30	6.30	3.15	81.25	40.63
2 $\frac{3}{16}$	19.10	9.55	23.90	12.00	32.20	16.10	6.70	3.35	86.00	43.00
2 $\frac{1}{2}$	20.20	10.10	25.30	12.65	34.20	17.10	7.10	3.55	91.15	45.57
2 $\frac{5}{16}$	21.40	10.70	26.80	13.40	36.00	18.00	7.50	3.75	96.25	48.13
2 $\frac{3}{8}$	22.53	11.28	28.20	14.10	38.00	19.00	8.00	4.00	101.55	50.77
2 $\frac{7}{16}$	23.83	11.90	29.70	14.85	40.00	20.00	8.22	4.16	107.00	53.50
2 $\frac{1}{2}$	25.00	12.50	31.30	15.65	42.20	21.10	8.80	4.40	112.50	56.30
2 $\frac{9}{16}$	26.20	13.10	32.82	16.40	44.30	22.20	9.20	4.60	118.00	59.00
2 $\frac{5}{8}$	28.00	14.00	34.90	17.45	47.00	23.50	9.60	4.80	125.65	62.83
2 $\frac{3}{4}$	29.00	14.50	36.00	18.00	48.81	24.41	10.00	5.00	130.00	65.00
2 $\frac{7}{8}$	30.20	15.10	37.80	18.90	51.00	25.50	10.60	5.30	135.00	68.00
2 $\frac{15}{16}$	31.60	15.80	39.60	19.80	53.50	26.80	11.10	5.55	142.40	71.20
2 $\frac{1}{2}$	33.00	16.50	41.30	20.65	55.80	27.90	11.60	5.80	149.00	74.50
2 $\frac{15}{16}$	34.60	17.30	43.20	21.60	58.20	29.10	12.10	6.05	155.00	77.50
3	36.00	18.00	45.00	22.50	60.80	30.40	12.60	6.30	162.00	81.00
3 $\frac{1}{8}$	39.00	19.50	48.80	24.40	66.00	33.00	13.68	6.84		
3 $\frac{1}{4}$	42.20	21.10	52.28	26.14	71.30	35.70	14.80	7.40		
3 $\frac{3}{8}$	45.50	22.80	57.00	28.50	77.00	38.50	16.00	8.00		
3 $\frac{1}{2}$	49.00	24.50	61.30	30.65	83.00	41.50	17.10	8.55		
3 $\frac{5}{8}$	52.60	26.30	65.70	32.85	89.00	44.60				
3 $\frac{3}{4}$	56.20	28.10	70.30	35.20	95.00	47.50				
3 $\frac{7}{8}$	60.00	30.00	75.00	37.50	102.00	51.00				
4	64.00	32.00	80.00	40.00	108.00	54.00				

柔軟鋼線繩強度表												
大索用 (柔軟鋼線繩)				靜索用 (鋼線繩)				動索用 (柔軟鋼線繩)				
繩之周圍 (吋)	子繩線擦數	破壞力 (噸)	安全率	使用力 (噸)	子繩線擦數	破壞力 (噸)	安全率	使用力 (噸)	子繩線擦數	破壞力 (噸)	安全率	使用力 (噸)
1	6	1.95	6	0.33	6	2.84	6	0.47	6	1.95	7	0.28
1 1/4	"	3.00	"	0.50	"	4.45	"	0.74	"	3.00	"	0.43
1 1/2	"	4.25	"	0.70	"	6.41	"	1.07	"	4.25	"	0.61
1 3/4	"	6.20	"	1.00	"	8.69	"	1.45	"	6.20	"	0.89
2	"	7.90	"	1.32	"	11.32	"	1.90	24	11.70	"	1.67
2 1/4	"	9.75	"	1.63	"	14.38	"	2.40	"	14.35	"	2.00
2 1/2	"	12.65	"	2.10	"	17.75	"	2.95	"	18.20	"	2.60
2 3/4	"	15.10	"	2.52	"	21.52	"	3.60	"	22.00	"	3.15
3	"	18.00	"	3.00	19	25.50	"	4.25	"	26.20	"	3.75
3 1/4	"	21.50	"	3.58	"	30.00	"	5.00	"	30.70	"	4.40
3 1/2	"	24	"	5.90	"	34.68	"	5.78	"	35.50	"	5.10
3 3/4	"	41.00	"	6.80	"	37.88	"	6.65	"	41.00	"	5.86
4	"	46.00	"	7.60	"	45.39	"	7.57	"	46.00	"	6.58
4 1/2	"	59.00	5.88	10.00	"	57.32	5.88	9.75	30	52.00	"	7.44
5	"	73.00	5.75	13.10	"	71.00	5.75	12.35	"	65.70	"	9.40
5 1/2	"	88.00	5.63	15.62	"	85.68	5.63	15.20	"	79.20	"	11.33
6	30	95.00	5.50	17.27	"	102.00	5.50	18.50				
6 1/2	"	111.30	5.38	20.70								
7	"	128.50	5.25	24.30								
7 1/2	"	147.80	5.13	28.00								
8	"	168.00	5.00	33.60								

柔軟鋼線繩重量表 (一)

繩之周圍 (吋)	法擦數	一尋 (2碼) 之重量 (磅)							
		6 條 7 有麻	6 條 19 有麻	6 條 37 有麻	6 條 12 有麻	6 條 24 有麻	6 條 30 有麻	6 條 7 有麻	6 條 19 有麻
25.40	1	0.49	0.49	0.49	0.30	0.40	0.38	0.49	0.49
31.75	1 1/4	0.74	0.74	0.74	0.47	0.63	0.58	0.74	0.74
38.10	1 1/2	1.03	1.03	1.03	0.68	0.93	0.83	1.03	1.03
44.45	1 3/4	1.34	1.34	1.34	0.93	1.24	1.16	1.34	1.34
50.90	2	1.79	1.79	1.79	1.21	1.62	1.52	1.79	1.79
57.15	2 1/4	2.35	2.35	2.35	1.53	2.05	1.90	2.35	2.35
63.50	2 1/2	2.91	2.91	2.91	1.93	2.53	2.33	2.91	2.91
69.80	2 3/4	3.47	3.47	3.47	2.28	3.07	2.82	3.47	3.47

柔軟鋼線繩重量表 (二)

幹子繩 繩子繩	法燃 線數 中心 繩中 心繩	6 條	6 條	6 條	6 條	6 條	6 條	6 條	
		7 有麻 無麻	19 有麻 無麻	37 有麻 無麻	12 有麻 無麻	24 有麻 無麻	30 有麻 無麻	7 有麻 無麻	19 有麻 無麻
周	圍	一尋之重量 (磅)							
種	吋								
76.2	3	3.91	3.91	3.91	2.74	3.66	3.35	3.91	3.91
82.5	3 $\frac{1}{4}$	4.71	4.71	4.71	3.19	4.29	3.93	4.71	4.71
88.9	3 $\frac{1}{2}$	5.60	5.60	5.60	3.69	4.97	4.56	5.60	5.60
95.2	3 $\frac{3}{4}$	6.26	6.26	6.26	4.26	5.73	5.23	6.26	6.26
101.6	4	7.15	7.15	7.15	4.83	6.50	5.95	7.15	7.15
114.3	4 $\frac{1}{2}$	8.94	8.94	8.94	6.11	8.21	7.60	8.94	8.94
127.0	5	11.18	11.18	11.18	7.57	10.16	9.39	11.18	11.18
139.7	5 $\frac{1}{2}$	12.96	12.96	12.96	9.12	12.19	11.18	12.96	12.96
152.4	6	16.09	16.09	16.09	10.85	14.54	13.63	16.09	16.09

白麻繩強度及重量表 (一)

繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之量 (磅)	繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之量 (磅)
3 $\frac{1}{4}$	2	.063	1.36	5	69	10.77	238.14
3 $\frac{1}{2}$	"	.113	2.72	5 $\frac{1}{4}$	76	11.86	262.63
3 $\frac{3}{4}$	3	.176	4.08	5 $\frac{1}{2}$	84	13.00	288.49
4	"	.254	5.44	5 $\frac{3}{4}$	92	13.90	315.25
1 $\frac{1}{4}$	4	.450	9.53	6	100	15.12	342.92
1 $\frac{1}{2}$	5	.710	14.97	6 $\frac{1}{4}$	108	16.40	372.41
1 $\frac{3}{4}$	7	1.01	21.77	6 $\frac{1}{2}$	117	17.80	402.80
2	9	1.38	29.48	6 $\frac{3}{4}$	126	18.70	434.10
2 $\frac{1}{4}$	11	1.80	38.10	7	136	20.10	466.75
2 $\frac{1}{2}$	14	2.28	48.54	7 $\frac{1}{4}$	146	21.60	500.77
2 $\frac{3}{4}$	17	2.82	59.86	7 $\frac{1}{2}$	156	23.00	536.16
3	21	3.41	72.12	7 $\frac{3}{4}$	167	24.00	572.44
3 $\frac{1}{4}$	25	4.05	85.73	8	178	25.06	609.64
3 $\frac{1}{2}$	29	4.75	100.70	8 $\frac{1}{4}$	189	27.20	648.65
3 $\frac{3}{4}$	34	5.50	113.03	8 $\frac{1}{2}$	201	28.90	688.56
4	39	6.32	134.27	8 $\frac{3}{4}$	213	30.60	727.39
4 $\frac{1}{4}$	44	7.20	152.41	9	225	32.00	776.11
4 $\frac{1}{2}$	50	7.80	172.37	9 $\frac{1}{4}$	238	34.20	815.12
4 $\frac{3}{4}$	56	8.72	193.23	9 $\frac{1}{2}$	251	36.10	860.03
5	62	9.70	215.01	9 $\frac{3}{4}$	264	38.20	905.84



白麻繩強度及重量表 (二)

繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之重 (斤)	繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之重 (斤)
10	278	40.00	952.56	13	470	67.60	1609.83
10½	306	44.00	1050.54	13½	507	73.00	1736.38
11	336	48.50	1152.60	14	546	78.50	1867.02
11½	367	53.00	1260.10	14½	585	84.20	2003.10
12	400	56.90	1371.69	15	625	90.00	2143.26
12½	434	62.50	1488.72				

馬尼拉繩強度及重量表

繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之重 (斤)	繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之重 (斤)
¾	3	.194	5.22	7	136	16.90	444.53
1	4	.345	9.07	7¼	146	18.13	476.73
1¼	5	.539	14.06	7½	156	19.40	510.30
1½	7	.777	20.41	7¾	167	20.72	544.77
1¾	9	1.04	27.67	8	178	22.08	580.61
2	11	1.38	36.29	8¼	189	23.50	617.35
2¼	14	1.75	45.81	8½	201	24.92	655.35
2½	17	2.16	56.70	8¾	213	26.41	694.46
2¾	21	2.61	68.49	9	225	27.95	734.83
3	25	3.10	81.65	9¼	238	29.53	776.11
3¼	29	3.64	95.71	9½	251	31.16	818.75
3½	34	4.23	111.13	9¾	264	32.80	862.29
3¾	39	4.86	127.46	10	278	34.50	907.65
4	44	5.52	145.15	10½	306	36.95	1000.19
4¼	50	6.24	163.75	11	336	40.55	1097.71
4½	56	7.00	183.71	11½	367	44.30	1199.77
4¾	62	7.80	204.57	12	400	48.30	1306.37
5	69	8.64	226.80	12½	434	52.40	1417.50
5¼	76	9.52	249.93	13	470	56.60	1533.62
5½	84	10.43	274.43	13½	507	61.15	1653.37
5¾	92	11.42	299.83	14	546	65.70	1778.11
6	100	12.41	326.59	14½	585	70.50	1907.39
6¼	108	13.47	354.26	15	625	75.00	2041.20
6½	117	14.60	383.29				
6¾	126	15.72	413.23				

「太爾」繩強度及重量表							
繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之重 量 (磅)	繩之周 (吋)	股數	破斷力 (噸)	百尋之重 量 (磅)
$\frac{3}{8}$	2	.045	1.59	$6\frac{1}{2}$	117	13.53	450.88
$\frac{7}{16}$	"	.080	2.95	$6\frac{3}{4}$	126	14.60	486.26
$\frac{1}{2}$	3	.127	4.54	7	136	15.70	523.00
$\frac{5}{8}$	"	.180	6.12	$7\frac{1}{4}$	146	16.80	561.10
1	4	.320	10.66	$7\frac{1}{2}$	156	18.00	600.57
$1\frac{1}{4}$	5	.490	16.78	$7\frac{3}{4}$	167	19.20	641.39
$1\frac{1}{2}$	7	.720	24.04	8	178	20.50	683.12
$1\frac{3}{4}$	9	.980	32.66	$8\frac{1}{4}$	189	21.80	726.67
2	11	1.28	42.64	$8\frac{1}{2}$	201	23.10	771.57
$2\frac{1}{4}$	14	1.62	53.98	$8\frac{3}{4}$	213	24.50	816.93
$2\frac{1}{2}$	17	2.00	66.68	9	225	25.92	864.56
$2\frac{3}{4}$	21	2.42	80.74	$9\frac{1}{4}$	238	27.40	913.10
3	25	2.88	96.16	$9\frac{1}{2}$	251	28.90	963.45
$3\frac{1}{4}$	29	3.38	112.95	$9\frac{3}{4}$	264	30.40	1014.70
$3\frac{1}{2}$	34	3.92	131.09	10	278	32.00	1066.87
$3\frac{3}{4}$	39	4.50	150.14	$10\frac{1}{2}$	306	35.35	1176.64
4	44	5.12	171.01	11	336	38.80	1290.94
$4\frac{1}{4}$	50	5.78	193.23	$11\frac{1}{2}$	367	42.40	1411.60
$4\frac{1}{2}$	56	6.48	216.37	12	400	46.10	1536.34
$4\frac{3}{4}$	62	7.22	241.38	$12\frac{1}{2}$	434	50.00	1667.43
5	69	8.00	267.17	13	470	54.15	1803.06
$5\frac{1}{4}$	76	8.82	294.39	$13\frac{1}{2}$	507	58.40	1945.94
$5\frac{1}{2}$	84	9.68	322.96	14	546	62.75	2091.10
$5\frac{3}{4}$	92	10.60	352.90	$14\frac{1}{2}$	585	67.40	2243.51
6	100	11.53	384.20	15	625	72.10	2386.84
$6\frac{1}{4}$	108	12.50	416.86				

環鎖鏈一覽表 (一)

鎖 番	鏈 號	平均節 (吋)	每10呎		破 壞 力 (噸)	百呎之重量 (噸)
			個 數	實 際 尺 寸		
25		.902	133	10' $-\frac{1}{16}$ "	318	10.886
32		1.154	104	10' $+\frac{1}{64}$ "	499	14.515
33		1.394	86	10' $-\frac{1}{8}$ "	540	14.515
34		1.398	86	10' $+\frac{1}{32}$ "	590	18.144
35		1.630	74	10' $+\frac{3}{8}$ "	544	18.144
42		1.375	88	10' $+\frac{1}{8}$ "	680	24.948
45		1.630	74	10' $+\frac{3}{8}$ "	726	23.587
51		1.55	104	10' $+\frac{1}{8}$ "	862	31.752
52		1.506	80	10' $+\frac{15}{32}$ "	1043	36.288
55		1.631	74	10' $+\frac{11}{16}$ "	998	31.752
57		2.308	52	10' $+\frac{1}{4}$ "	1270	39.463

環鎖鏈一覽表 (二)

鎖鏈番號	平均節(吋)	每10呎		破壞力(噸)	百呎之重量(噸)
		個數	實際尺寸		
62	1.654	73	10' + $\frac{1}{16}$ "	1406	47.174
66	2.013	60	10' + $\frac{1}{8}$ "	1179	53.071
67	2.308	52	10' + $\frac{1}{4}$ "	1497	52.164
75	2.609	46	10' + $\frac{1}{4}$ "	1814	60.782
77	2.293	52	10' + $\frac{1}{8}$ "	1633	65.772
78	2.609	46	10' + $\frac{1}{4}$ "	2223	84.370
83	4.000	30	10' + 0"	2245	86.184
85	4.000	30	10' + 0"	3447	112.039
88	2.609	46	10' + $\frac{1}{4}$ "	2608	104.328
95	3.967	30	10' - 1"	3946	131.544
103	3.075	39	10' - $\frac{1}{16}$ "	4355	181.440
108	4.720	25	10' + $\frac{3}{8}$ "	4491	157.853
110	4.720	25	10' + $\frac{3}{8}$ "	4990	200.491
114	3.250	37	10' + $\frac{1}{4}$ "	4990	238.140
122	6.050	20	10' + 1"	7804	303.912
124	4.063	30	10' + $\frac{1}{8}$ "	5716	290.304

環鎖鏈安全率表

輪齒數	鎖鏈之速度 (每分呎)							輪齒數	鎖鏈之速度 (每分呎)							
	100	200	300	400	500	600	700		100	200	300	400	500	600	700	
6	7.0	9.0	14.0	20.0				27	5.3	6.3	8.6	11.7	14.3	17.4	20.5	
7	6.6	8.5	12.8	18.0				28	"	"	"	11.6	14.2	17.3	20.4	
8	6.5	8.2	12.0	17.0	25.0			29	"	"	8.5	"	14.1	17.2	20.3	
9	6.1	7.8	11.5	16.0	22.0			30	5.2	"	"	11.5	14.0	17.1	20.2	
10	5.9	7.5	11.0	15.4	20.6			31	"	"	"	"	13.9	16.9	20.1	
11	5.7	7.3	10.5	14.9	19.6	25.0		32	"	"	8.4	11.4	13.8	16.8	19.9	
12	5.6	7.1	10.2	14.4	18.8	23.4		33	"	"	"	"	13.7	16.7	19.7	
13	5.5	7.0	10.0	14.0	18.2	22.3		34	"	6.2	"	11.3	13.6	16.6	19.6	
14	5.4	6.9	9.8	13.7	17.7	21.5	27.0	35	"	"	"	11.2	13.5	16.5	19.5	
15	5.3	6.8	9.5	13.4	17.2	20.9	25.4	36	"	"	8.3	"	11.1	13.4	16.4	19.4
16	"	6.6	9.3	13.2	16.8	20.3	24.5	37	"	"	"	"	11.0	13.3	16.3	19.3
17	"	"	9.2	12.9	16.4	19.9	23.7	38	"	"	"	"	10.9	13.2	16.2	19.2
18	"	6.5	9.1	12.7	16.0	19.4	23.1	39	"	"	8.2	"	13.1	16.1	19.1	
19	"	"	9.0	12.5	15.8	19.1	22.6	40	5.1	6.1	"	10.8	13.0	16.0	19.0	
20	"	"	"	12.3	15.6	18.8	22.2	41	"	"	"	"	10.7	12.9	15.9	18.9
21	"	"	8.9	12.2	15.3	18.5	21.8	42	"	"	"	"	"	12.8	15.8	18.8
22	"	6.4	"	12.1	15.2	18.2	21.6	43	"	"	8.1	"	10.6	12.7	15.7	18.7
23	"	"	8.8	12.0	15.0	18.1	21.3	44	"	"	"	"	10.5	12.6	15.6	18.6
24	"	"	8.7	11.9	14.8	17.9	21.1	45	"	"	"	"	10.4	12.5	15.5	18.5
25	"	"	"	11.8	14.7	17.7	20.9	46	"	"	"	"	10.3	12.4	15.4	18.4
26	"	"	8.6	11.7	14.5	17.6	20.7	47	"	"	"	"	10.2	12.3	15.3	18.3

## 第七章 熱力學

水 之 比 熱 (Regnault)					
溫 度		比 熱	溫 度		比 熱
C°	F°		C°	F°	
0	32	1.0000	100	212	1.0130
10	50	1.0005	110	230	1.0153
20	68	1.0012	120	248	1.0177
30	86	1.0020	130	266	1.0204
40	104	1.0030	140	284	1.0232
50	122	1.0042	150	302	1.0262
60	140	1.0056	160	320	1.0294
70	158	1.0072	170	338	1.0328
80	176	1.0089	180	356	1.0364
90	194	1.0109	190	374	1.0401
100	212	1.0130	200	392	1.0440

求於溫度C水之比熱公式 (Regnault)

$$1 + 0.00004C + 0.0000009C^2$$

瓦 斯 之 比 熱	
如H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO, 及空氣2原子成之瓦斯之比熱如次之實驗式可計算之	
$mC_p = 6.65 + 0.0005T$	
$mC_v = 4.66 + 0.0005T$	
m=分子量 C <sub>p</sub> =於定壓之比熱 C <sub>v</sub> =於定容積之比熱	
T=絕對溫度(華氏)	
再T <sub>1</sub> 與T <sub>2</sub> 間之平均比熱依次式可求之	
$mC_p' = 6.65 + 0.00025(T_1 + T_2)$	
$mC_v' = 4.66 + 0.00025(T_1 + T_2)$	
C <sub>p</sub> ' 及 C <sub>v</sub> ' 各表示於定壓定積之比熱	

瓦斯體之比熱表				
名 稱	適用溫度範圍	定壓比熱	比	
	華 氏	Cp	Cp/Cv=r	
空 全 酒 精 (COH <sub>4</sub> )	氣 上 上	-22~ 50	0.2377	1.4011
		68~ 824	0.2366	1.3333
		68~1482	0.2430	1.399
		226~ 428	0.4534	1.133
阿 母 尼 亞 (NH <sub>3</sub> ) 氬 安 息 油 (Argon) 高 爐 瓦 斯 (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )		73~ 212	0.5202	1.3172
		68~ 194	0.1233	1.667
		95~ 356	0.3325	1.403
		.....	0.2277	.....
溴 二 一 二 氧 化 碳 硫 化 碳	(Br <sub>2</sub> )	181~ 442	0.0555	1.293
	(CO <sub>2</sub> )	52~ 417	0.2169	1.3003
	(CO)	79~ 388	0.2426	1.395
	(CS <sub>2</sub> )	187~ 374	0.1596	1.205
氯 阿 羅 仿 謨 (Cl) 伊 脫 (CHCl <sub>3</sub> ) 鹽 酸 (C <sub>2</sub> OH <sub>6</sub> ) (HCl)	(Cl)	61~ 649	0.1125	1.336
	(CHCl <sub>3</sub> )	72~ 172	0.1489	1.150
	(C <sub>2</sub> OH <sub>6</sub> )	156~435	0.4797	1.029
	(HCl)	55~212	0.1940	1.389
氫 硫 化 氫 甲 烷 氮	(H)	54~ 388	3.4090	1.419
	(SH <sub>2</sub> )	68~ 403	0.2451	1.324
	(CH <sub>4</sub> )	64~ 406	0.5929	1.316
	(N)	68~1116	0.2464	1.405
氧 化 氮 二 氧 化 氮 二 氧 二 氧 化 硫 黃	(NO)	55~ 342	0.2317	1.394
	(NO <sub>2</sub> )	61~ 405	0.2262	1.311
	(O <sub>2</sub> )	55~ 405	0.2175	1.3977
	(SO <sub>2</sub> )	61~ 396	0.1544	1.256
水 蒸 氣 全 上 上		32	0.4655	.....
		212	0.421	1.05
		356	0.51	.....

水之沸騰點										
糧	壓 力 (粉)									
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
0	97.71	98.11	98.49	98.88	99.26	99.63	100.00	100.37	100.73	101.09
1	97.75	98.15	98.53	98.92	99.29	99.67	100.04	100.40	100.76	101.12
2	97.79	98.18	98.57	98.95	99.33	99.70	100.07	100.44	100.80	101.16
3	97.83	98.22	98.61	98.99	99.37	99.74	100.11	100.48	100.84	101.19
4	97.87	98.26	98.65	99.03	99.41	99.78	100.15	100.51	100.87	101.23
5	97.91	98.30	98.69	99.07	99.44	99.82	100.18	100.55	100.91	101.26
6	97.95	98.34	98.72	99.10	99.48	99.85	100.22	100.58	100.94	101.30
7	97.99	98.38	98.76	99.14	99.52	99.89	100.26	100.62	100.98	101.34
8	98.03	98.42	98.80	99.18	99.56	99.93	100.29	100.66	101.02	101.37
9	98.07	98.46	98.84	99.22	99.59	99.96	100.33	100.69	101.05	101.41

壓力	氣 壓									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
沸騰點	100.00	120.60	133.91	144.00	152.22	159.22	165.34	170.81	175.77	180.31

海 水 之 沸 騰 點 (但於一氣壓)					
鹽分密度	密 度		沸 騰 點		
	溫司/加倫	磅/呎	F	C	
$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{32}$	5	31.25	213.2	100.7
		10	62.50	214.4	101.3
$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	15	93.75	215.5	102.0
		20	125.00	216.7	102.6
$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{32}$	25	156.25	217.9	103.3
		30	187.50	219.1	104.0
$\frac{3}{16}$	$\frac{6}{32}$	35	218.75	220.3	104.6
		40	250.00	221.5	105.3
$\frac{1}{4}$	$\frac{8}{32}$	45	281.25	222.7	106.0
		50	312.50	223.8	106.5
$\frac{5}{16}$	$\frac{10}{32}$	55	343.75	225.0	107.2
		60	375.00	226.1	107.9
(飽和)					

金屬之比熱、熔解點及熔解潛熱					
名 稱	比 熱	熔 解 點 (C)	潛 熱		
			B.T.U/磅	加路里/呎	
白 金	0.032	1755	48.96	27.20	
金銀銅	0.031	1063	29.34	16.30	
	0.056	960.5	44.46	24.70	
	0.093	1083	74.93	41.63	
鐵全鋼全	0.1180	1275	56.95	31.64	
	0.1138	1549			
	0.1165	1475			
	0.1175	1415			
黃青洋鋅	0.0917	945			
	0.1043	平均900			
	0.0946	約 1000			
	0.094	419.4	53.75	29.86	
鉛錫鉛銀	0.031	327.4	8.604	4.78	
	0.055	221.9	24.88	13.82	
	0.218	658.7	138.24	76.80	
	0.108	1452	8.35	4.64	
錳鎳鈹鈦	0.120	1230			
	0.051	630	72.36	40.20	
	0.031	271	22.68	12.60	
	0.103	1480	122.40	68.00	
鎳鎳鎳鈳	0.056	320.9	24.66	13.70	
	0.250	651	104.40	58.00	
	0.034	3000			
	0.125	1730			
鈦	0.130	1800			
銑銑銑		1220	41.40	23.00	
銑銑銑		1135	39.60	22.00	
銑銑銑			90.00	50.00	

物質之比熱							
名稱			比熱	名稱			比熱
金大粘石木	剛理	石	0.14687	耐	火	磚	0.22
		石	0.21585			璃	0.19768
		土	0.185			鉛	0.20187
		炭	0.2777			灰	0.217
		灰	0.24111				0.57
白鯨	磚	墨	0.2	櫻	欖	樺	0.65
		蠟	0.21485			樺	0.48
			0.32			梨	0.5

可溶性合金之熔解溫度				
配 合 %				熔解溫度 攝 氏
錫	鉛	鎘	鋁	
25.00	75.00	—	—	250
34.00	66.00	—	—	227
40.00	60.00	—	—	211
50.00	50.00	—	—	187.8
60.00	40.00	—	—	167.5
66.00	34.00	—	—	171
43.50	43.50	—	13.00	155
40.00	40.00	—	20.00	139.5
34.00	33.00	—	33.00	126
20.00	30.00	—	50.00	100

白焊鐵之熔解溫度					
配 合		熔解溫度 攝 氏	配 合		熔解溫度 攝 氏
錫	鉛		錫	鉛	
1	25	292	1½	1	168
1	10	283	2	1	171
1	5	266	3	1	180
1	3	250	4	1	185
1	2	227	5	1	192
1	1	188	6	1	194



液體之比熱、融解點及沸騰點 (一氣壓)					
名稱	比熱	融解點	融解熱	沸騰點	氣化熱
	18°C	攝氏	加路里	攝氏	加路里
酒 醚 乙 精 甲 醇	0.56	-118		34.5	90
	0.58	-110		78.3	202
	0.55	-117		130	221
	0.60	-94		65	265
靛 油 安 息 阿 仿 羅 模 甘 油 (Glycerine)	0.50	-8		184.2	104
	0.41	+5.5	30	80.3	244
	0.23	-70		61.2	58
	0.58	-20	42.5	290.0	
二 硫 化 碳 水 水 「富則爾」 銀油	0.24	-113		46.2	85
	1.00	0	80	100.0	537
	0.0333	-38.8	2.8	357.0	68
汽 油 焦 腦 機 油 橄 欖 油	0.70				74~80.5
	0.31	80	35.6	217.8	
	0.40				
	0.40				
石 蠟 油 石 節 油 松 油 燈 油 (Kerosene)	0.52			300.0	
	0.50				
	0.42	-10		160.0	70
	0.50				58.3~61.2
硫 黃 燐 氧 氫 氮	0.206	115	9.4	439.6	360
	0.189		5	290.0	
				-183.0	51.2
				-252.5	123.5
				-195.6	45.3

融解熱及氣化熱換算率

B.T.U/磅→加路里/呎×1.8

各種物質之線膨脹係數 (Foley) *印不在內					
名	稱	適用溫度範圍 攝氏	係 數		
			每攝氏一度	每華氏一度	
金 屬					
黃青	鋁	0 ~ 212	0.00002224	0.00001235	
	錫	" "	0.00001083	0.00000601	
	銅	銅	" "	0.00001880	0.00001047
		銅	" "	0.00001910	0.00001062
	砲	金	" "	0.00001720	0.00000958
鑄 可全	鐵	" "	0.00001910	0.00001062	
	鐵	" "	0.00001480	0.00000821	
	鐵上	" "	0.00001110	0.00000616	
可 鑄	鐵上	0 ~ 300	0.00001180	0.00000657	
	鐵	0 ~ 100	0.00001468	0.00000815	
白 全	鐵	0 ~ 100	0.00001140	0.00000636	
	鐵	" "	0.00001920	0.00001067	
鑄 軟	鐵	" "	0.00002860	0.00001555	
	鐵	" "	0.00000884	0.00000493	
鑄 硬	金上	0 ~ 300	0.00000918	0.00000510	
	鋼	0 ~ 100	0.00001110	0.00000615	
	鋼	" "	0.00001210	0.00000672	
	鋼	" "	0.00001250	0.00000695	
鑄 純	銀	" "	0.00001910	0.00001063	
	(鑄物)	" "	0.00002180	0.00001210	
白 全	金	" "	0.00002380	0.00001325	
	(鑄物)	" "	0.00002640	0.00001636	
	上(打物)	" "	0.00003110	0.00001728	
水	銀	" "	0.00006100		
磚 及 玻 璃					
赤 耐 全	火 磚 上	磚	0 ~ 100	0.00000550	0.00000306
		磚	" "	0.00000423	0.00000235
		玻璃	" "	0.00000861	0.00000478
		上	0 ~ 200	0.00000922	0.00000512
		上	0 ~ 300	0.00001011	0.00000562

備考 體積膨脹係數約為線膨脹係數之三倍

液體之體積膨脹係數 (Foley)					
名	稱	適用溫度範圍		係數	
		攝	氏	每攝氏一度	每華氏一度
酒伊鹽硫硝水全	精脫(鹹)	-	1.1~37.8	0.0001161	0.000645
	酸			0.0001512	0.00084
	酸	0	~ 100	0.000634	0.0003524
	酸			0.006336	0.000352
	銀	"	"	0.001161	0.000645
	上	"	"	0.00018	0.0001
全	上	0	~ 150	0.0001827	0.0001015
	上	0	~ 300	0.0001877	0.0001043
鑄物之冷縮 (Marks)					
材	質	收縮比	材	質	收縮比
鐵棒 (火延)		1/55	鑄鐵	鐵	1/96
鐘鉦(Bell metal)		1/65	鑄砲	金	1/134
錫		1/265	鐵(研磨)		1/72
黃銅		1/65	鉛		1/92
青銅		1/63	鑄鋼		1/50
			鋼(Puddle)		1/72
			鋼(鍛冶)		1/64
			錫		1/128
			鋅(鑄)		1/62
熱之傳導率 (Marks)					
<p>熱之傳導率 某物質單位面積(A)及單位厚(b)之金屬板,反對面之溫度差(t)時金屬板單位時間(z)所傳之熱量以 B.T.U.或C.G.S.單位表之數謂之其物體熱之傳導率(K)有如下之關係</p> $K = \frac{Qb}{Az(t_1 - t_2)} \quad (t_1 - t_2) = t$ <p>但 英式單位 標準式單位</p> <p>A ..... [ 平方呎..... ] 平方粉</p> <p>b ..... [ 呎..... ] 粉</p> <p>z ..... [ 時間..... ] 秒間</p> <p>t ..... [ ° F..... ] ° C</p> <p>Q(傳導全熱量)B.T.U..... [ 加路里 ]</p> <p>用英式單位求出之K換算為標準式時</p> <p style="text-align: center;">K × 0.000041</p>					

金屬之熱傳導率 (Mraks)											
名	稱	適用溫度		傳導率 (K)		名	稱	適用溫度		傳導率 (K)	
		華氏	攝氏	英式	標準式			華氏	攝氏	英式	標準式
全	鋁	64	17.8	116.0	0.4454	苦	土	32	0	92.0	0.3533
上	銻	212	100	119.0	0.4570	水	銀	32	0	3.6	0.0138
上	銻	212	100	10.6	0.0407	空	上	122	50	4.6	0.0177
上	銻	212	100	9.7	0.0372	全	銻	64	17.8	34.4	0.1321
上	銻	64	17.8	4.7	0.0180	全	金	212	100	33.4	0.1283
上	銻	212	100	3.9	0.0150	全	上	64	17.8	40.2	0.1544
上	銻	64	17.8	53.7	0.2062	全	上	212	100	41.9	0.1609
全	銅	212	100	52.2	0.2004	全	上	64	17.8	244.0	0.9370
全	金	64	17.8	222.0	0.8525	全	上	212	100	240.0	0.9216
全	金	212	100	220.0	0.8448	全	上	64	17.8	37.6	0.1444
全	藏	64	17.8	169.0	0.6490	全	上	212	100	35.0	0.1344
全	藏	212	100	170.0	0.6528	全	上	64	17.8	64.1	0.2461
全	藏	64	17.8	39.0	0.1498	全	上	212	100	63.5	0.2438
全	藏	212	100	36.6	0.1405	全	上	63	17.2	63.0	0.2419
全	鐵	129	53.9	27.6	0.1060	Constantan	銅	64	17.8	13.1	0.0503
全	鐵	216	102.2	26.8	0.1029	(60Cu, 40Ni)	上	212	100	15.5	0.0595
全	鋼	64	17.8	26.2	0.1006	全	銀	32	0	16.9	0.0649
全	鉛	212	100	25.9	0.0995	全	上	212	100	21.5	0.0826
全	鉛	64	17.8	20.1	0.0772	全	上	64	17.8	12.8	0.0492
全	鉛	212	100	19.8	0.0760	全	上	212	100	15.2	0.0584

建築材料之熱傳導率 (Marks)											
名	稱	適用溫度		傳導率(K)		名	稱	適用溫度		傳導率(K)	
		華氏	攝氏	英式	標準式			華氏	攝氏	英式	標準式
乾	燥	75	23.9	0.107	0.000411	土	瀝	132	55.6	0.400	0.001586
松	(與纖維垂直)	34	1.1	0.087	0.000334	磚	細	115	46.1	0.285	0.0010944
"	( " 平行)	"	"	0.200	0.000768	"	(有孔者)	"	"	0.190	0.000730
槲	栗樹 (與纖維垂直)	40	4.4	0.100	0.000384	"	(手製)	96	35.6	0.230	0.000883
"	( " 平行)	"	"	0.215	0.000826	"	(機械製)	104	40.0	0.300	0.001152
樅	(與纖維垂直)	51	10.6	0.120	0.000461	砂	岩(自然乾燥)	140	60.0	0.750	0.002880
"	( " 平行)	"	"	0.210	0.000006	混	凝	136	57.8	0.435	0.001670
石	棉	111	43.9	0.128	0.000492	人	造石No.1 (美倫材料)	104	40.0	0.390	0.001498
石	膏	43	6.1	0.170	0.000653	"	No.2 (下等材料)	124	51.1	0.580	0.002227
石	膏	78	25.6	0.250	0.000960	耐	火	107	41.7	0.340	0.001306

液體及瓦斯體之熱傳導率 (Marks)											
名	稱	適用溫度		傳導率(K)		名	稱	適用溫度		傳導率(K)	
		華氏	攝氏	英式	標準式			華氏	攝氏	英式	標準式
酒	精	77	25	0.104	0.000399	空	氣	32	0	0.0126	0.000048
靛	油	54	12.2	0.099	0.000380	氫	氫	"	"	0.0940	0.000361
甘	油	77	25	0.165	0.000634	阿母尼	重	"	"	0.0111	0.000043
安	油	41	5	0.081	0.000311	全	上	212	100	0.0172	0.000066
伊	脫	48-59	8.9-15	0.073	0.000280	氧化	碳	32	0	0.0121	0.000046
橄	攪	...	...	0.096	0.000369	二	上	"	"	0.0079	0.000030
蓖	子	...	...	0.103	0.000396	全	上	212	100	0.0122	0.000047
石	蠟	63	17.2	0.085	0.000326	乙	(Ethyl)	32	0	0.0096	0.000037
石	油	55	12.8	0.086	0.000336	氮	氮	"	"	0.0082	0.000031
松	節	55	"	0.079	0.000303	氫	氫	"	"	0.0772	0.000296
瓦	林	77	25	0.106	0.000407	全	上	212	100	0.0892	0.000344
水	上	63	17.2	0.320	0.001229	甲	(Methane)	46	7.8	0.0156	0.000060
全	上	52	11.1	0.360	0.001382	氮	氮	45	7.2	0.0127	0.000049
全	上	77	25	0.330	0.001267	氧	氧	"	"	0.0136	0.000052

物 質		固 體 之 熱 傳 導 率 (Marks)			
		適 用 溫 度		傳 導 率 (K)	
		華 氏	攝 氏	英 式	標 準 式
洋 島 毛	灰 木 氈	.....	.....	0.17	0.000653
		.....	.....	0.10	0.000384
		.....	.....	0.022	0.000084
石 大 雲	墨 理 石 (白) 母	.....	.....	2.9	0.011136
		.....	.....	1.72	0.006605
		.....	.....	0.44	0.001690
磁 膠	紙 器 皮 (印度產)	.....	.....	0.075	0.000288
		.....	.....	0.6	0.002304
		.....	.....	0.109	0.000419
粘 白	砂 板 岩 片 壘	.....	.....	0.031	0.000119
		.....	.....	1.14	0.000438
		.....	.....	0.48	0.001843
耐 耐 粉 狀	火 磚 粉 末 熔 滓 (Clinker)	32~2400	0~1156	0.75	0.002880
		70~212	21.1~100	0.068	0.000261
		32~1300	0~544	0.27	0.001037
木 炭 粉 末 鉛 玻璃 (Crown glass) 鉛 玻璃 (Flint glass)	32~212 ..... .....	0~100 ..... .....	0.053	0.000204	
			0.6	0.002304	
			0.48	0.001843	
(砥材) Carborundum 苦 土 粉 末	70~212 .....	21.1~100 .....	0.121	0.000465	
			0.04	0.000154	

## 熱 力 學

### 記 號 及 單 位

Q, q = 熱	量	B.T.U.或加路里
P = 絕 對 壓 力		磅/每平方呎或公斤/平方公尺
M = 物 質 之 重		磅或公斤
V, v = 容 積		立方呎或立方公尺
t = 溫 度		華氏或攝氏
T = 絕 對 溫 度		t + 459.6或t + 273
U, u = 內 部 能 力		B.T.U.或加路里
I, i = 定 壓 下 之 熱 量		B.T.U.或加路里
S, s = 恩 特 婁 皮(Entropy)		
J = 熱之機械當量		778 呎磅/B.T.U. 或427公斤公尺/加路里 4.184 佳爾/越加路里
A = 1/J		
C <sub>p</sub> = 定 壓 比 熱		
C <sub>v</sub> = 定 積 比 熱		
W = 狀 態 變 化 間 所 作 之 外 部 之 工 作		
E = 物 質 之 全 勢 力		

上表小體字係對物質之單位重量而言，大體字係對總重而M言，是故V為一公斤之容積， $V = Mv$ 即M公斤之容積，由此類推 $U = Mu$   $S = Ms$ 由第一態變至第二狀態時，用下法表示之

初狀態 $P_1 v_1 T_1 u_1 s_1$ ，終狀態 $P_2 v_2 T_2 u_2 s_2$

$Q_{1.2}$ ,  $W_{1.2}$  為由1至2狀態變化間物體吸收之熱量及對外所作之工作。

### 熱力學之第一法則



熱與工作可互相變換，即費一量之工作可生一量之熱，反之亦如是。  
此法則可用下列方程式表示之。

$$W = JQ$$

### 能力(Energy)之方程式

物質之狀態變化應用第一法則表示之，則如下式。

$$JQ_{1,2} - W_{1,2} = E_2 - E_1$$

### 熱力學之第二法則

熱不能由冷物體移至熱物體乃自然之法則，依此法則可知任何種類之熱機關，不論其所吸收之熱能降至大氣溫度與否，亦不能將其所吸收之熱完全變為工作。

### Carnot氏循環之效率

$$\eta = \frac{T - T_0}{T} = 1 - \left( \frac{T_0}{T} \right) \quad \begin{array}{l} T = \text{熱源之絕對溫度} \\ T_0 = \text{冷却器之絕對溫度} \end{array}$$

依Carnot氏循環之定義而論，在同一溫度界限內，任何機械之效率亦不能較上者為大。

### 恩特婁皮(Entropy)

$$S_2 - S_1 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} + \int_{T_1}^{T_2} \frac{dH}{T}$$

Q = 物體由外界所吸收之熱量

H = 組織內部因摩擦所生之熱量

無摩擦之可逆變化Entropy之增加由下式表示之

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{da}{T}$$

物體之Entropy只依狀態而定，如用PTV以表示S時，對於上變化之方程式爲  $dQ=TdS$  能力之方程式可由下式表示之

$$TdS=dU+ApdV$$

### 完全氣體

#### 氣體之法則

完全適合於 Boyle及Gay-Lussac 二法則之氣體則謂之完全氣體，特性方程式即上二法則連合而成，今書於下：

$$pv=RT \quad PV=MRT$$

R 爲各種氣體之特有常數，稱之爲氣體定數，R 之值與氣體之分子量m成反比例，其關係如下。  $R=1544/m$

#### 能力、熱量、恩特婁皮

氣體由始狀態  $P_1V_1T_1$  至終狀態  $P_2V_2T_2$  間之變化，可依下式表示之

$$U_2-U_1=MC_v(T_2-T_1)=A(P_2V_2-P_1V_1)/(K-1)$$

$$I_2-I_1=MC_l(T_2-T_1)=AK(P_2V_2-P_1V_1)/(K-1)$$

$$S_2-S_1=M\left[ C_v \log \frac{T_2}{T_1} + AR \log \frac{V_2}{V_1} \right]$$

$$=M\left[ C_p \log \frac{T_2}{T_1} - AR \log \frac{P_2}{P_1} \right]$$

$$=M\left[ C_p \log \frac{V_2}{V_1} + C_v \log \frac{P_2}{P_1} \right]$$

對於普通單位重量之能力  $u=C_vT+u_0$

$$\text{熱量 } i=C_pT+i_0$$

$$\text{恩特婁皮 } s=C_v \log T + AR \log v + s_0$$

$$=C_p \log T - AR \log P + s_0' = C_p \log v + C_p \log p + s_0''$$

氣體之二基礎方程式如下

$$dq=C_vdT+Apdv \quad dq=C_pdT-AvdP$$

## 瓦 斯 斯 之 性 質

氣 體	化學符號	原子價	分子重		一大氣壓下一立方呎之重 (磅)		對於空氣密度		氣體定數 (R)	一磅之比熱		一大氣壓下一立方呎之比熱 (62°F)		k = Cp/Cv
			O <sub>2</sub> =32	62° (華氏)	32° (華氏)	32° (華氏)	Cp	Cv		Cp	Cv			
空 氣	He	1	4.0	0.0105	0.0112	0.137	386.0	1.25	0.75	0.0131	0.0079	1.66		
	Ar	1	39.9	0.1048	0.1112	1.378	38.70	0.124	0.075	0.0131	0.0079	1.66		
	O <sub>2</sub>	2	28.95	0.0761	0.0807	1.105	53.34	0.241	0.171	0.0183	0.0130	1.40		
氧 一 氣	O <sub>2</sub>	2	32.0	0.0840	0.0892	1.105	48.25	0.217	0.155	0.0182	0.0130	1.40		
	N <sub>2</sub>	2	28.02	0.0737	0.0783	0.970	54.99	0.247	0.176	0.0182	0.0130	1.40		
	H <sub>2</sub>	2	2.016	0.00529	0.00562	0.0696	765.86	3.42	2.44	0.0181	0.0129	1.40		
	NO	2	30.04	0.0789	0.0838	1.038	51.40	0.231	0.165	0.0183	0.0130	1.40		
	CO	2	28.00	0.0734	0.0780	0.968	55.14	0.243	0.172	0.0180	0.0126	1.41		
	氮 化 氣	HCl	2	36.45	0.0958	0.1017	1.260	42.35	0.191	0.136	0.0183	0.0130	1.40	
CO <sub>2</sub>		3	44.00	0.1156	0.1227	1.520	35.09	0.210	0.160	0.0243	0.0185	1.31		
N <sub>2</sub> O		3	44.08	0.1157	0.1229	1.522	35.03	0.221	0.171	0.0256	0.0198	1.26		
SO <sub>2</sub>		3	64.06	0.1684	0.1786	2.213	24.10	0.154	0.123	0.0260	0.0207	1.25		
阿 母 尼 亞 Acetylene 氣 化 乙 炔 Methane 氣 化 甲 烷 Ethylene 氣 化 乙 烯	NH <sub>3</sub>	4	17.06	0.04483	0.0476	0.590	90.50	0.523	0.399	0.0234	0.0178	1.31		
	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	4	26.02	0.0684	0.0725	0.899	59.34	0.350	0.270	0.024	0.0185	1.28		
	CH <sub>2</sub> Cl	5	50.47	0.1326	0.1407	1.744	30.59	0.24	0.20	0.032	0.0265	1.20		
	CH <sub>4</sub>	5	16.03	0.0421	0.0447	0.554	96.31	0.593	0.450	0.025	0.019	1.32		
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	6	28.03	0.0738	0.0780	0.969	55.08	0.40	0.33	0.029	0.024	1.20		

### 瓦斯狀態之特別變化

#### 1. 定積變化

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad Q_{1,2} = U_2 - U_1 = Mcv(t_2 - t_1)$$

$$= AV(P_2 - P_1)/(K-1)$$

$$W = 0$$

$$s_2 - s_1 = Mcv \log \frac{T_2}{T_1}$$

#### 2. 定壓變化

$$V_2/V_1 = T_2/T_1 \quad W_{1,2} = P(V_2 - V_1) = MR(t_2 - t_1)$$

$$Q_{1,2} = MCp(t_2 - t_1) = AKW_{1,2}/(K-1)$$

$$s_2 - s_1 = MCp \log(T_2/T_1)$$

#### 3. 等溫變化

$$P_2/P_1 = V_1/V_2 \quad U_2 - U_1 = 0$$

$$W_{1,2} = MRT \log(V_2/V_1) = PV_1 \log(V_2/V_1)$$

$$Q_{1,2} = AW_{1,2}$$

$$s_2 - s_1 = Q_{1,2}/T = MAR \log(V_2/V_1)$$

#### 4. 斷熱變化

$$T_2/T_1 = (V_1/V_2)^{k-1} = (P_2/P_1)^{(k-1)/k}$$

$$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k$$

$$AW_{1,2} = U_1 - U_2 = Mcv(t_1 - t_2)$$

$$Q_{1,2} = 0$$

$$s_2 - s_1 = 0$$

$$W_{1,2} = (P_1 V_1 - P_2 V_2)/(K-1)$$

$$= P_1 V_1 [1 - (P_2/P_1)^{(k-1)/k}]/(K-1)$$

### 蒸 氣

#### 記號及單位

- $v'$  = 液體之容積                      立方呎/磅或立方呎/磅
- $v''$  = 於已與之溫度飽和蒸氣之容積   立方呎/磅或立方呎/磅
- $c'$  = 液體之比熱

$c''$  = 飽和蒸氣之比熱

$r$  = 蒸發用之潛熱 B.T.U./磅或加路里/公斤

$AL = A_p(v'' - v')$  = 外部潛熱即等於熱於蒸發之間所作之外部工作

$l = r - A_p(v'' - v')$  = 內部潛熱

$i' i''$  = 液體及飽和蒸氣所有之熱量

$u' u''$  = 液體及飽和蒸氣之內部能力

$s'$  = 液體之「恩特婁度」

$s''$  = 飽和蒸氣之「恩特婁度」

### 蒸氣之性質

- (1) 單位重量(磅或1呎)之飽和蒸氣有次之關係

$$i'' = i' + r$$

$$u'' = u' + l$$

$$s' = \int_{491.6}^T c' dT/T \text{ 或 } \int_{273}^T c' dT/T$$

$$s'' = s' + (r/T)$$

$$r/T = A dp/dt(v'' - v') \dots \dots \dots \text{(Clapeyron's equation)}$$

$dp/dt$  於飽和蒸氣自溫度及壓力之間之  $p=f(t)$  之關係而決定

- (2) 對於單位重量(1磅或1呎)之混合蒸氣如次

$x$  為其混合蒸氣之乾燥度

$$i = i' + xr$$

$$u = u' + xl$$

$$s = s' + (xr/T)$$

$$v = v' + x(v'' - v')$$

- (3) 對於過熱蒸氣

$$i = i'' + C_{pm}(t - t_s)$$

$$s = s'' + C_{pm} \log(T/T_s)$$

$$v = v'' \{1 + 0.0016(t - t_s)\}$$

飽和蒸氣之表 (英式) (一)

絕 壓 (磅/平方吋) P	對 力 度 (華氏) t	沸騰溫 度 (華氏) t	容 積 立 方 呎 v	密 度 (磅/方立呎) 1/v	液體之 熱 量	蒸發所 要之 潛 熱	蒸氣之 全 熱 量 H	蒸氣之 「 恩 特 裏 皮 」 s''
1		101.83	333.0	0.00300	69.8	1034.6	1104.4	1.9754
2		126.15	173.5	0.00576	94.0	1021.0	1115.0	1.9180
3		141.52	118.5	0.00845	109.4	1012.3	1121.6	1.8848
4		153.01	90.5	0.01107	120.9	1005.7	1126.5	1.8614
5		162.28	73.33	0.01364	130.1	1000.3	1130.5	1.8432
6		170.06	61.89	0.01616	137.9	995.8	1133.7	1.8285
7		176.85	53.56	0.01867	144.7	991.8	1136.5	1.8161
8		182.86	47.27	0.02115	150.8	988.2	1139.0	1.8053
9		188.27	42.36	0.02361	156.2	985.0	1141.1	1.7958
10		193.22	38.38	0.02606	161.1	982.0	1143.1	1.7874
11		197.75	35.10	0.02849	165.7	979.2	1144.9	1.7797
12		201.96	32.36	0.03090	169.9	976.6	1146.5	1.7727
13		205.87	30.03	0.03330	173.8	974.2	1148.0	1.7664
14		209.55	28.02	0.03569	177.5	971.9	1149.4	1.7604
14.7		212.00	26.79	0.03732	180.0	970.4	1150.4	1.7565
15		213.0	26.27	0.03806	181.0	969.7	1150.7	1.7549
20		228.0	20.08	0.04980	196.1	960.0	1156.2	1.7320
25		240.1	16.30	0.0614	208.4	952.0	1160.4	1.7136
30		250.3	13.74	0.0728	218.8	945.1	1163.9	1.6991
35		259.3	11.89	0.0841	227.9	938.9	1166.8	1.6868
40		267.3	10.49	0.0953	236.1	933.3	1169.4	1.6761
45		274.5	9.39	0.1065	243.4	928.2	1171.6	1.6665
50		281.0	8.51	0.1175	250.1	923.5	1173.6	1.6581
60		292.7	7.17	0.1394	262.1	914.9	1177.0	1.6432
70		302.9	6.20	0.1612	272.6	907.2	1179.8	1.6307
80		312.0	5.47	0.1829	282.0	900.3	1182.3	1.6200
90		320.3	4.89	0.2044	290.5	893.9	1184.4	1.6105
100		327.8	4.429	0.2258	298.3	888.0	1186.3	1.6020
110		334.8	4.047	0.2472	305.5	882.5	1188.0	1.5942
120		341.3	3.726	0.2683	312.3	877.2	1189.6	1.5873
130		347.4	3.452	0.2897	318.6	872.3	1191.0	1.5807

飽和蒸氣之表 (英式) (二)

絕 壓 (磅/平方吋) P	對 力 度 (華氏) t	沸騰溫 度 (華氏) t	容 積 (立方呎) v	密 度 (磅/立方呎) 1/v	液體之 熱 量	蒸發所 要之 潛 熱	蒸氣之 全熱量 H	蒸氣之 恩特 莫皮 s'
140		353.1	3.219	0.3107	324.6	867.6	1192.2	1.5747
150		358.5	3.012	0.3320	330.2	863.2	1193.4	1.5692
160		363.6	2.834	0.3529	335.6	858.8	1194.5	1.5639
170		368.5	2.675	0.3738	340.7	854.7	1195.4	1.5590
180		373.1	2.533	0.3948	345.6	850.8	1196.4	1.5543
190		377.6	2.406	0.4157	350.4	846.9	1197.3	1.5498
200		381.9	2.290	0.437	354.9	843.2	1198.1	1.5456
210		386.0	2.187	0.457	359.2	839.6	1198.8	1.5416
220		389.9	2.091	0.478	363.4	836.2	1199.6	1.5379
230		393.8	2.004	0.499	367.5	832.8	1200.2	1.5344
240		397.4	1.924	0.520	371.4	829.5	1200.9	1.5309
250		401.1	1.850	0.541	375.2	826.3	1201.5	1.5276
260		404.5	1.782	0.561	378.9	823.1	1202.1	1.5244
270		407.9	1.718	0.582	382.5	820.1	1202.6	1.5214
280		411.2	1.658	0.603	386.0	817.1	1203.1	1.5185
290		414.4	1.602	0.624	389.4	814.2	1203.6	1.5156
300		417.5	1.551	0.645	392.7	811.3	1204.1	1.5129
320		423.4	1.456	0.687	399.1	805.8	1204.9	1.5076
340		429.1	1.372	0.729	405.3	800.4	1205.7	1.5026
360		434.6	1.298	0.770	411.2	795.3	1206.4	1.4979
370		437.2	1.264	0.791	414.0	792.8	1206.8	1.4956
380		439.8	1.231	0.812	416.8	790.3	1207.1	1.4935
390		442.3	1.200	0.833	419.5	787.9	1207.4	1.4915
400		444.7	1.17	0.86	422.0	786.0	1208.0	1.489
410		447.2	1.14	0.88	425.0	783.0	1208.0	1.487
420		449.6	1.11	0.90	427.0	780.0	1208.0	1.485
430		451.9	1.09	0.92	430.0	778.0	1208.0	1.483
450		456.5	1.04	0.96	435.0	774.0	1209.0	1.479
500		467.2	0.93	1.08	448.0	762.0	1210.0	1.471
600		486.4	0.781	1.28	469.0	742.0	1211.0	1.454

飽和蒸氣之表 (標準式) (H.Dubbel) (一)

絕對 壓力	溫度	容積	密度	液體之 熱量	蒸發所 要之潛 熱	蒸氣之 全熱量	蒸氣之 「恩特度」	絕對溫度
Kg /cm <sup>2</sup>	C°	cbm /Kg	Kg /cbm	加路里	加路里	加路里		T
0.1	45.58	15.013	0.067	45.65	574.75	620.40	1.959	318.58
0.2	59.76	7.782	0.129	59.89	564.84	624.73	1.896	332.76
0.3	68.74	5.302	0.189	68.93	558.53	627.47	1.859	341.74
0.4	75.47	4.040	0.248	75.71	553.81	629.52	1.834	348.47
0.5	80.90	3.272	0.306	81.19	549.99	631.17	1.814	353.90
0.6	85.48	2.755	0.363	85.82	546.75	632.57	1.798	358.48
0.7	89.47	2.382	0.420	89.84	543.94	633.79	1.786	362.47
0.8	93.00	2.100	0.476	93.43	541.44	634.67	1.773	366.00
0.9	96.19	1.880	0.532	96.64	539.20	635.84	1.764	369.19
1.0	99.09	1.702	0.587	99.58	537.15	636.72	1.755	372.09
1.1	101.76	1.556	0.643	102.28	535.26	637.54	1.746	374.76
1.2	104.24	1.434	0.697	104.79	533.50	638.29	1.739	377.24
1.3	106.55	1.330	0.752	107.14	531.86	639.00	1.732	379.55
1.4	108.72	1.240	0.806	109.34	530.33	639.66	1.726	381.72
1.5	110.76	1.162	0.860	111.42	528.87	640.28	1.720	383.76
1.6	112.70	1.094	0.914	113.38	527.49	640.87	1.716	385.70
1.7	114.54	1.033	0.968	115.25	526.18	641.43	1.710	387.54
1.8	116.29	0.979	1.021	117.03	524.94	641.97	1.705	389.29
1.9	117.97	0.931	1.075	118.84	523.74	642.48	1.700	390.97
2.0	119.57	0.887	1.128	120.37	522.60	642.97	1.696	392.57
2.1	121.11	0.847	1.181	121.94	521.50	643.44	1.692	394.11
2.2	122.59	0.811	1.233	123.44	520.46	643.90	1.689	395.59
2.3	124.02	0.778	1.286	124.90	519.43	644.33	1.685	397.02
2.4	125.40	0.747	1.339	126.30	518.44	644.75	1.681	398.40
2.5	126.73	0.719	1.391	127.66	517.49	645.15	1.679	399.73
2.6	128.02	0.693	1.443	128.97	516.57	645.55	1.675	401.02
2.7	129.26	0.669	1.495	130.25	515.68	645.93	1.672	402.26
2.8	130.48	0.646	1.545	131.48	514.81	646.30	1.669	403.48
2.9	131.65	0.625	1.599	132.68	513.97	646.65	1.666	504.65
3.0	132.80	0.606	1.651	133.85	513.15	647.00	1.664	405.80



飽和蒸氣之表 (標準式) (H.Dubbel) (二)

絕對壓力 Kg /cm <sup>2</sup>	溫度 C°	容積 cbm /Kg	密度 Kg /cbm	液體之熱	蒸發所 要之潛 熱	蒸氣之 全熱	蒸氣之 [恩特婁 皮]	絕對溫度 T
				加路里	加路里	加路里		
3.1	133.91	0.587	1.702	134.99	512.35	647.37	1.661	406.91
3.2	135.00	0.570	1.754	136.10	511.57	647.68	1.659	408.00
3.3	136.06	0.554	1.805	137.18	510.81	648.00	1.656	409.06
3.4	137.09	0.539	1.857	138.24	510.07	648.31	1.654	410.09
3.5	138.10	0.524	1.908	139.27	509.35	648.62	1.652	411.10
3.6	139.09	0.511	1.959	140.28	508.67	648.95	1.649	412.09
3.7	140.05	0.498	2.010	141.27	507.95	649.22	1.647	413.05
3.8	141.00	0.485	2.061	142.23	507.27	649.50	1.645	413.99
3.9	141.92	0.474	2.112	143.18	506.61	649.78	1.643	414.92
4.0	142.82	0.462	2.163	144.10	505.96	650.06	1.641	415.82
4.1	143.71	0.452	2.213	145.01	505.32	650.33	1.639	416.71
4.2	144.58	0.442	2.264	145.90	504.70	650.60	1.638	417.58
4.3	145.43	0.432	2.314	146.87	504.08	650.86	1.636	418.43
4.4	146.27	0.423	2.365	147.66	503.48	651.11	1.634	419.27
4.5	147.09	0.414	2.415	148.48	502.89	651.36	1.632	420.09
4.6	147.90	0.406	2.465	149.30	502.31	651.61	1.630	420.90
4.7	148.69	0.397	2.516	150.12	501.73	651.85	1.629	421.69
4.8	149.47	0.390	2.566	150.92	501.17	652.09	1.626	422.47
4.9	150.24	0.382	2.616	151.71	500.62	652.32	1.625	423.24
5.0	150.99	0.375	2.667	152.48	500.07	652.55	1.623	423.99
5.1	151.73	0.368	2.717	153.24	499.54	652.78	1.622	424.73
5.2	152.47	0.362	2.766	153.99	499.01	653.00	1.621	425.47
5.3	153.19	0.355	2.816	154.73	498.49	653.22	1.619	426.19
5.4	153.90	0.349	2.866	155.46	497.98	653.44	1.618	426.90
5.5	154.59	0.343	2.916	156.18	497.57	653.65	1.616	427.59
5.6	155.28	0.337	2.965	156.89	496.97	653.85	1.615	428.28
5.7	155.96	0.332	3.015	157.59	496.48	654.07	1.613	428.96
5.8	156.63	0.326	3.064	158.27	496.00	654.27	1.613	429.63
5.9	157.29	0.321	3.114	158.95	495.52	654.47	1.611	430.29
6.0	157.94	0.316	3.164	159.63	495.05	654.66	1.610	430.94

飽和蒸氣之表 (標準式) (H.Dubbel) (三)

絕對 壓力	溫度	容積	密度	液體之量		蒸發所 要之熱		蒸氣之 全熱量	蒸氣之 [恩特 裏皮]	絕對溫度
				熱	量	加路里	加路甲			
Kg /cm <sup>2</sup>	°C	cbm /Kg	Kg /cbm	加路里	加路甲	加路里			T	
6.1	158.59	0.311	3.213	160.29	494.58	654.87	1.608	431.59		
6.2	159.22	0.307	3.262	160.94	494.12	655.06	1.607	432.22		
6.3	159.85	0.302	3.312	161.59	493.67	655.25	1.606	432.85		
6.4	160.47	0.298	3.361	162.22	493.22	655.44	1.605	433.47		
6.5	161.08	0.293	3.410	162.85	492.78	655.63	1.603	434.08		
6.6	161.68	0.289	3.460	163.47	492.34	655.81	1.603	434.68		
6.7	162.28	0.285	3.508	164.09	491.91	656.00	1.601	435.28		
6.8	162.87	0.281	3.558	164.70	491.48	656.18	1.601	435.87		
6.9	163.45	0.277	3.607	165.30	491.06	656.35	1.599	436.45		
7.0	164.03	0.274	3.656	165.89	490.64	656.53	1.598	437.03		
7.1	164.60	0.270	3.705	166.48	490.22	656.70	1.597	437.60		
7.2	165.16	0.266	3.755	167.06	489.82	656.87	1.596	438.16		
7.3	165.72	0.263	3.803	167.63	489.41	657.04	1.595	438.72		
7.4	166.27	0.260	3.852	168.20	489.01	657.2	1.594	439.27		
7.5	166.82	0.256	3.901	168.76	488.62	657.38	1.593	439.82		
7.6	167.36	0.253	3.949	169.32	488.22	657.54	1.592	440.36		
7.7	167.89	0.250	3.998	169.87	487.83	657.71	1.591	440.89		
7.8	168.42	0.247	4.046	170.42	487.45	657.87	1.590	441.42		
7.9	168.94	0.244	4.096	170.96	487.07	658.03	1.589	441.94		
8.0	169.46	0.241	4.144	171.49	486.69	658.18	1.588	442.46		
8.1	169.97	0.239	4.192	172.02	486.32	658.34	1.587	442.97		
8.2	170.48	0.236	4.242	172.55	485.95	658.50	1.586	443.48		
8.3	170.98	0.233	4.289	173.07	485.58	658.65	1.586	443.98		
8.4	171.48	0.231	4.338	173.58	485.22	658.80	1.585	444.48		
8.5	171.98	0.228	4.387	174.09	484.86	658.95	1.584	444.98		
8.6	172.47	0.225	4.436	174.60	484.50	659.10	1.583	445.47		
8.7	172.95	0.223	4.484	175.10	484.15	659.24	1.582	445.95		
8.8	173.43	0.221	4.53	175.60	483.80	659.40	1.581	446.43		
8.9	173.91	0.218	4.580	176.09	483.45	659.54	1.580	446.91		
9.0	174.38	0.216	4.629	176.58	483.11	659.69	1.579	447.38		

飽和蒸氣之表 (標準式) (H. Dubbel) (四)									
絕對壓力 Kg /cm <sup>2</sup>	溫度 C°	容積 cbm /Kg	密度 Kg /cbm	液體之熱		蒸發所 要之熱		蒸氣之 「恩特 裏皮」	絕對溫度 T
				加路里	加路里	加路里	加路里		
9.1	174.85	0.214	4.677	177.06	482.77	659.83	1.579	447.85	
9.2	175.31	0.212	4.725	177.54	482.43	659.97	1.578	448.31	
9.3	175.77	0.210	4.773	178.02	482.09	660.11	1.577	448.77	
9.4	176.23	0.207	4.821	178.49	481.76	660.25	1.576	449.23	
9.5	176.68	0.205	4.870	78.96	481.43	660.39	1.576	449.68	
9.6	177.13	0.203	4.918	179.42	481.10	660.52	1.575	450.13	
6.7	177.57	0.201	4.964	179.88	480.78	660.66	1.574	450.57	
9.8	178.01	0.199	5.014	180.34	480.45	660.80	1.573	451.01	
9.9	178.45	0.198	5.062	180.79	480.14	660.93	1.573	451.45	
10.00	178.89	0.196	5.109	181.24	479.82	661.06	1.572	451.89	
10.25	179.96	0.191	5.229	182.35	479.03	661.39	1.570	452.96	
10.50	181.01	0.187	5.349	183.44	478.27	661.71	1.568	454.01	
10.75	182.04	0.183	5.469	184.51	477.51	662.02	1.566	455.04	
11.00	183.05	0.179	5.589	185.56	476.77	662.33	1.564	456.05	
11.25	184.05	0.175	5.707	186.60	476.04	662.64	1.564	457.05	
11.50	185.03	0.172	5.826	187.61	475.32	662.93	1.562	458.03	
11.75	185.99	0.168	5.944	188.61	474.62	663.23	1.560	458.99	
12.00	186.99	0.165	6.063	189.59	473.92	663.52	1.558	459.99	
12.25	187.87	0.162	6.183	190.56	473.24	663.80	1.557	460.87	
12.50	188.78	0.159	6.300	191.51	472.57	664.08	1.555	461.78	
12.75	189.69	0.156	6.417	192.45	471.90	664.35	1.554	462.69	
13.00	190.57	0.153	6.534	193.38	471.25	664.63	1.553	463.57	
13.25	191.45	0.150	6.656	194.29	470.61	664.90	1.551	464.45	
13.50	192.31	0.148	6.773	195.18	469.97	665.16	1.550	465.31	
13.75	193.16	0.145	6.890	196.07	469.34	665.41	1.549	466.16	
14.00	194.00	0.143	7.006	196.94	468.73	665.69	1.548	467.00	
14.25	194.83	0.140	7.126	197.81	468.12	665.92	1.547	467.83	
14.50	195.64	0.138	7.244	198.66	467.52	666.17	1.546	468.64	
14.75	196.45	0.136	7.362	199.50	466.92	666.42	1.544	469.45	
15.00	197.24	0.134	7.477	200.32	466.34	666.66	1.543	470.24	
16.00	200.32	0.126	7.943	203.53	464.07	667.60	1.538	473.32	
17.00	203.26	0.119	8.418	206.67	461.83	668.49	1.535	476.26	
18.00	206.07	0.113	8.865	209.54	459.81	669.35	1.531	479.07	
19.00	208.75	0.107	9.328	212.35	457.82	670.17	1.527	481.75	
20.00	211.34	0.102	9.794	215.07	455.89	670.96	1.523	484.34	

溫度 (華氏)	水銀柱 最高 (吋)	飽和壓力 (磅/平方 吋)	壓力 (水銀32° 華氏時)	容積 (立方呎/ 磅)	液體之量 熱	蒸氣之量 熱	內部潛熱	水之「恩 特婁皮」 s'	蒸氣之 「恩特婁 皮」s''
50	29.637	0.1780	0.363	1702.0	18.08	1081.4	1007.3	0.0361	2.1226
52	29.609	0.1917	0.390	1586.0	20.08	1082.3	1006.0	0.0401	2.1164
54	29.579	0.2063	0.420	1480.0	22.08	1083.2	1004.6	0.0440	2.1100
56	29.547	0.2219	0.452	1381.0	24.08	1084.1	1003.3	0.0478	2.1037
58	29.513	0.2385	0.486	1291.0	26.08	1085.0	1002.0	0.0517	2.0975
60	29.477	0.2562	0.522	1208.0	28.08	1085.9	1000.7	0.0555	2.0913
62	29.439	0.2749	0.560	1130.0	30.08	1086.8	999.3	0.0593	2.0851
64	29.398	0.2949	0.601	1058.0	32.07	1087.6	998.0	0.0631	2.079
66	29.354	0.3161	0.644	991.0	34.07	1088.5	996.7	0.0669	2.0731
68	29.308	0.3386	0.690	928.0	36.07	1089.4	995.4	0.0707	2.0672
70	29.259	0.3626	0.739	871.0	38.06	1090.3	994.0	0.0745	2.0613
72	29.208	0.3880	0.790	817.0	40.05	1091.2	992.7	0.0783	2.0556
74	29.153	0.4148	0.845	767.0	42.05	1092.1	991.4	0.0821	2.0499
76	29.095	0.4432	0.903	720.0	44.04	1093.0	990.1	0.0858	2.0443
78	29.034	0.4735	0.964	677.0	46.04	1093.9	988.7	0.0895	2.0386
80	28.968	0.505	1.029	636.8	48.03	1094.8	987.4	0.0932	2.0330
82	28.899	0.539	1.098	598.7	50.03	1095.6	986.1	0.0969	2.0275
84	28.826	0.575	1.171	562.9	52.02	1096.5	984.8	0.1005	2.0220
86	28.749	0.613	1.248	529.5	54.01	1097.4	983.4	0.1041	2.0165
88	28.666	0.654	1.331	498.4	56.01	1098.3	982.1	0.1078	2.0112

低 壓 蒸 氣 之 表 (英 式) (二)									
溫 度 (華氏)	水 銀 柱 真 空 (吋)	絕 對 壓 力 (磅/平 方 吋)	壓 力 (水 銀 32° 華 氏 吋)	容 積 (立 方 呎/ 磅)	液 體 之 量 熱	蒸 氣 之 量 熱	內 部 潛 熱	水 之「恩 特 度」 s'	蒸 氣 之「恩 特 度」 s''
90	28.580	0.696	1.417	469.3	58.00	1099.2	980.8	0.1114	2.0058
92	28.489	0.741	1.508	422.2	60.00	1100.1	979.4	0.1151	2.0007
94	28.392	0.789	1.605	417.0	61.99	1101.0	978.1	0.1187	1.9954
96	28.290	0.838	1.706	393.4	63.98	1101.8	976.8	0.1223	1.9903
98	28.183	0.891	1.813	371.4	65.98	1102.8	975.5	0.1259	1.9851
100	28.070	0.946	1.926	350.8	67.97	1103.6	974.1	0.1295	1.9800
102	27.951	1.005	2.045	331.5	69.96	1104.5	972.8	0.1330	1.9750
104	27.825	1.066	2.171	313.3	71.96	1105.3	971.5	0.1365	1.9700
106	27.692	1.131	2.303	296.4	73.95	1106.2	970.1	0.1401	1.9651
108	27.550	1.199	2.443	280.5	75.95	1107.1	968.8	0.1436	1.9602
110	27.404	1.271	2.589	265.5	77.94	1108.0	967.5	0.1471	1.9553
112	27.250	1.346	2.740	251.4	79.93	1108.8	966.2	0.1506	1.9506
114	27.088	1.426	2.904	238.2	81.93	1109.7	964.8	0.1541	1.9458
116	26.919	1.509	3.073	225.8	83.92	1110.6	963.5	0.1576	1.9412
118	26.739	1.597	3.252	214.1	85.92	1111.5	962.2	0.1611	1.9366
120	26.553	1.689	3.438	203.1	87.91	1112.3	960.8	0.1645	1.9319
122	26.355	1.785	3.635	192.8	89.91	1113.2	959.5	0.1679	1.9273
124	26.149	1.886	3.841	183.1	91.90	1114.1	958.2	0.1713	1.9228
126	25.931	1.992	4.057	173.9	93.90	1115.0	956.8	0.1747	1.9183
128	25.706	2.103	4.282	165.3	95.89	1115.8	955.5	0.1781	1.9139
130	25.48	2.219	4.52	157.1	97.89	1116.7	954.1	0.1816	1.9095

低壓蒸氣之表 (標準式) (Weiss) (一)

溫度 C°	壓力		容積 cbm /Kg	密度 Kg /cbm	溫度 C°	壓力		容積 cbm /Kg	密度 Kg /cbm
	Kg /cm <sup>2</sup>	水銀柱 cm				Kg /cm <sup>2</sup>	水銀柱 cm		
0	0.006	75.54	212.67	0.0047	26	0.032	73.50		
1	6	75.51			27	34	73.30		
2	7	75.47			28	37	73.19		
3	7	75.43			29	39	73.03		
4	8	75.40			30	31	72.85	35.58	0.0298
5	8	75.35	151.66	0.0066					
6	0.009	75.30			31	0.044	72.66		
7	9	75.25			32	46	72.46		
8	10	75.20			33	49	72.26		
9	11	75.14			34	52	72.04		
10	12	75.08	109.54	0.0091	35	55	71.82	25.68	0.0389
11	0.012	75.02			36	0.058	71.58		
12	13	74.95			37	61	71.33		
13	14	74.88			38	64	71.07		
14	15	74.81			39	68	70.80		
15	16	74.73	80.10	0.0125	40	72	70.51	19.83	0.0504
16	0.017	74.65			41	0.076	70.21		
17	19	74.56			42	80	69.89		
18	20	74.46			43	84	69.57		
19	21	74.37			44	89	69.22		
20	22	74.26	56.28	0.0169	45	93	68.86	15.46	0.0647
21	0.024	74.15			46	0.098	68.48		
22	25	74.03			47	104	68.09		
23	27	73.91			48	109	67.68		
24	29	73.78			49	115	67.25		
25	31	73.65	44.38	0.0225	50	121	66.80	12.16	0.0822

低壓蒸氣之表 (標準式) (Weiss) (二)

溫度 C°	壓力		容積 cbm /Kg	密度 Kg /cbm	溫度 C°	壓力		容積 cbm /Kg	密度 Kg /cbm
	gK /cm <sup>2</sup>	水銀柱 cm				Kg /cm <sup>2</sup>	水銀柱 cm		
51	0.127	66.3			76	0.395	45.9		
52	133	65.8			77	412	44.6		
53	140	65.3			78	430	43.3		
54	147	64.8			79	448	42.0		
55	154	64.3	9.65	0.104	80	466	40.5	3.41	0.293
56	0.162	63.7	9.17	0.109	81	0.485	39.1		
57	170	63.1	8.77	0.114	82	505	37.6		
58	178	62.4	8.41	0.119	83	526	36.0		
59	186	61.8	8.06	0.124	84	547	34.4		
60	195	61.1	7.73	0.129	85	569	32.7	2.83	0.354
61	0.205	60.4	7.41	0.135	86	0.592	31.0		
62	214	59.7	7.11	0.141	87	616	29.2		
63	224	58.9	6.81	0.147	88	640	27.3		
64	235	58.1	6.53	0.153	89	665	25.4		
65	246	57.3	6.23	0.160	90	691	23.5	2.36	0.424
66	0.257	56.5			91	0.718	21.4		
67	268	55.6			92	745	19.3		
68	281	54.6			93	774	17.2		
69	293	53.7			94	803	14.9		
70	306	52.7	5.06	0.198	95	833	12.6	1.98	0.506
71	0.320	51.7			96	0.865	10.2		
72	334	50.6			97	897	7.8		
73	348	49.5			98	930	5.3		
74	364	48.3			99	964	2.7		
75	379	47.1	4.14	0.241	100	1.000	0	1.67	0.600

過熱蒸氣之表 (英式單位) (Marks)

絕對壓力 每平方 吋/磅	過熱度 (華氏)						
	100	200	300	400	500	600	
200 {	v	2.68	3.04	3.38	3.71	4.03	4.34
	i s	1257.1 1.6120	1307.7 1.6632	1357.0 1.7082	1405.9 1.7493	1454.7 1.7872	1503.7 1.8225
220 {	v	2.45	2.78	3.10	3.40	3.69	3.98
	i s	1259.6 1.6049	1310.3 1.6558	1359.8 1.7005	1408.8 1.7415	1457.7 1.7792	1506.8 1.8145
240 {	v	2.26	2.57	2.85	3.13	3.40	3.67
	i s	1261.9 1.5985	1312.8 1.6492	1362.3 1.6937	1411.5 1.7344	1460.5 1.7721	1509.8 1.8072
260 {	v	2.10	2.39	2.65	2.91	3.16	3.41
	i s	1264.1 1.5926	1315.1 1.6430	1364.7 1.6874	1414.0 1.7280	1463.2 1.7655	1512.5 1.8005
280 {	v	1.95	2.22	2.48	2.72	2.95	3.19
	i s	1266.2 1.5873	1317.2 1.6375	1367.0 1.6818	1416.4 1.7223	1465.7 1.7597	1515.1 1.7945
300 {	v	1.83	2.09	2.33	2.55	2.77	2.99
	i s	1268.2 1.5824	1319.2 1.6323	1369.2 1.6765	1418.6 1.7168	1468.0 1.7541	1517.6 1.7889
350 {	v	1.58	1.81	2.02	2.22	2.41	2.60
	i s	1272.7 1.5715	1324.1 1.6210	1374.3 1.6650	1424.0 1.7052	1473.7 1.7422	1523.5 1.7767
400 {	v	1.40	1.60	1.79	1.97	2.14	2.30
	i s	1276.9 1.5625	1328.6 1.6117	1379.1 1.6554	1429.0 1.6955	1478.9 1.7323	1528.9 1.7666
500 {	v	1.13	1.31	1.47	1.62	1.76	1.89
	i s	1285 1.548	1337 1.597	1388 1.640	1438 1.679	1489 1.715	1539 1.750
600 {	v	0.95	1.11	1.25	1.38	1.50	1.62
	i s	1292 1.537	1345 1.585	1396 1.628	1447 1.667	1498 1.703	1549 1.738

v=立方呎/磅 i=全熱量 B.T.U. s=恩特斐皮



飽和蒸氣溫度		蒸氣之表 (M rks & Device)									
絕對壓力 Kg/cm <sup>2</sup>	飽和蒸氣溫度 C°	過熱		飽和		過熱		飽和		過熱	
		v = 容積	cbm/Kg	i = 全熱量	度	i = 全熱量	度	i = 全熱量	度	i = 全熱量	度
		11.11	22.21	33.32	44.43	55.55	83.40	111.1	139.0	166.7	
11.25	184.1	.183 670.53 1.5789	.189 677.08 1.5928	.195 683.30 1.6056	.200 689.30 1.6177	.206 695.13 1.6292	.220 709.30 1.6561	.234 723.13 1.6810	.247 736.75 1.7043	.256 750.30 1.7266	
12.66	189.5	.164 671.68 1.5697	.169 678.58 1.5838	.175 684.86 1.5967	.180 690.97 1.6088	.185 696.80 1.6201	.197 711.02 1.6468	.209 724.86 1.6716	.221 738.58 1.6948	.252 752.13 1.7160	
14.06	194.4	.148 673.03 1.5614	.153 679.91 1.5757	.158 686.36 1.5886	.163 692.47 1.6007	.167 698.36 1.6120	.179 712.52 1.6385	.189 726.47 1.6632	.202 740.19 1.6862	.211 753.86 1.7082	
15.47	198.8	.135 674.19 1.5541	.140 681.19 1.5686	.144 687.69 1.5816	.149 693.80 1.5936	.153 699.75 1.6049	.164 713.97 1.6312	.174 727.91 1.6558	.183 741.69 1.6787	.194 755.41 1.7005	
16.87	206.0	.124 675.19 1.5476	.129 682.36 1.5623	.133 688.91 1.5753	.138 695.13 1.5873	.141 701.02 1.5985	.151 715.30 1.6246	.161 729.30 1.6492	.169 743.08 1.6720	.178 756.80 1.6937	
18.28	207.0	.115 676.14 1.5416	.119 683.47 1.5564	.123 690.14 1.5695	.127 696.30 1.5815	.131 702.25 1.5926	.140 716.75 1.6186	.149 730.58 1.6430	.157 744.41 1.6658	.165 758.13 1.6874	
19.69	210.8	.107 677.03 1.5362	.111 684.53 1.5512	.115 691.25 1.5643	.119 697.47 1.5762	.122 703.40 1.5873	.130 717.69 1.6133	.139 731.75 1.6375	.147 745.63 1.6603	.155 759.41 1.6818	
21.04	214.0	.100 677.86 1.5310	.104 685.58 1.5462	.107 692.30 1.5594	.111 698.52 1.5713	.114 704.52 1.5824	.122 718.86 1.6082	.130 732.91 1.6323	.138 746.80 1.6550	.145 760.63 1.6765	

過熱蒸氣之比熱表 (標準式) (Knoblauch &amp; Jacob)

大氣壓 at	飽和蒸 氣溫度 C°	過 熱 度						
		100	150	200	250	300	350	400
1	99.09	0.463	0.462	0.462	0.463	0.464	0.468	0.473
2	119.57	—	0.478	0.475	0.474	0.475	0.477	0.481
4	142.82	—	0.515	0.502	0.495	0.492	0.492	0.494
6	157.94	—	—	0.530	0.514	0.505	0.503	0.504
8	169.46	—	—	0.560	0.532	0.517	0.512	0.512
10	178.87	—	—	0.597	0.552	0.530	0.522	0.520
12	186.98	—	—	0.635	0.570	0.541	0.529	0.526
14	194.00	—	—	0.677	0.588	0.550	0.536	0.531
16	200.32	—	—	—	0.609	0.561	0.543	0.537
18	206.97	—	—	—	0.635	0.572	0.550	0.542
20	211.34	—	—	—	0.664	0.585	0.557	0.547

過熱蒸氣之比熱表 (英式)

壓 力 磅/平方吋	飽和蒸 氣溫度 F°	過 熱 度						
		50	100	200	300	400	500	600
15	213.0	0.483	0.476	0.471	0.469	0.470	0.471	0.474
30	250.3	0.498	0.490	0.483	0.480	0.479	0.481	0.483
50	281.0	0.515	0.506	0.497	0.491	0.489	0.490	0.491
60	292.6	0.523	0.513	0.503	0.497	0.494	0.494	0.495
80	312.0	0.536	0.525	0.512	0.505	0.502	0.501	0.501
100	327.8	0.550	0.538	0.523	0.514	0.509	0.507	0.507
125	344.4	0.566	0.553	0.535	0.524	0.517	0.515	0.514
150	358.5	0.581	0.566	0.546	0.533	0.525	0.522	0.521
200	381.9	0.606	0.588	0.564	0.549	0.540	0.535	0.533
250	401.1	0.629	0.609	0.581	0.564	0.553	0.547	0.543
300	417.5	0.650	0.627	0.597	0.578	0.565	0.558	0.553

炭 酸 瓦 斯 之 表 (英式)

溫 度 (華 氏)	絕 對 壓 力 (以 氣 壓)	絕 對 壓 力 (以 磅)	重 量 (磅)		容 積 (立 方 呎)		液 體 一 磅 之 容 積 瓦 斯	英 熱 量 液 體 一 磅 之 B.T.U.	一 磅 之 潛 熱 蒸 發 B.T.U.	一 磅 之 全 熱 量 B.T.U.
			一 立 方 呎 之 重 量	瓦 斯	液 體	一 磅 之 容 積				
-22	14.49	213.0	64.52	2.32	.0155	.4323	-25.72	126.13	100.41	
-13	16.90	248.5	63.69	2.73	.0157	.3674	-21.87	122.67	100.80	
-4	19.61	288.3	62.50	3.19	.0160	.3132	-17.87	118.86	100.99	
+5	22.70	333.7	60.98	3.74	.0164	.2674	-13.73	114.71	100.98	
+14	26.18	384.8	59.88	4.37	.0167	.2286	- 9.38	110.12	100.74	
+23	34.19	440.2	58.14	5.12	.0172	.1952	- 4.82	105.04	100.22	
+32	39.95	502.7	56.82	6.00	.0176	.1669	0	99.34	99.34	
+41	39.00	573.3	54.94	7.03	.0182	.1442	+ 5.17	92.91	98.08	
+50	44.14	648.9	53.19	8.30	.0188	.1205	+10.76	85.54	96.30	
+59	49.84	732.7	50.76	9.90	.0197	.1010	+17.01	76.84	93.85	
+68	56.12	825.0	47.62	11.92	.0210	.0840	+24.21	66.15	90.36	
+77	63.18	928.7	43.96	14.85	.0228	.0672	+33.19	51.91	85.10	
+86	70.61	1038.0	37.31	21.09	.0268	.0474	+47.50	26.88	74.38	
+87.8	72.15	1060.7	33.56	24.27	.0298	.0412	+53.77	15.04	68.81	
+88.4	72.74	1069.3	28.90	28.95	.0346	.0346	+61.43	0.00	61.45	

碳酸瓦斯之表 (標準式) (Hütte)

溫度 攝氏	絕對 壓力 呎/平方呎	容積 立方呎/呎		密度 呎/立方呎	全熱量 加路里		蒸發 潛熱 加路里
		液體	蒸氣		液體	蒸氣	
-50	6.96	0.000866	0.05620	17.8	-26.79	55.09	81.88
-45	8.50	0.000880	0.04620	21.7	-24.12	55.40	79.52
-40	10.28	0.000895	0.03820	26.2	-21.51	55.65	77.16
-35	12.31	0.000912	0.03180	31.5	-18.92	55.84	74.76
-30	14.60	0.000930	0.02666	37.5	-16.35	55.97	72.32
-25	17.19	0.000950	0.02253	44.4	-13.79	56.03	69.82
-20	20.09	0.000972	0.01919	52.1	-11.18	56.02	67.20
-15	23.33	0.000997	0.01646	60.8	- 8.52	55.93	64.45
-10	26.94	0.001024	0.01416	70.6	- 5.78	55.76	61.54
- 5	30.95	0.001054	0.01218	82.1	- 2.94	55.48	58.42
0	35.39	0.001088	0.01043	95.9	0	55.03	55.03
+ 5	40.29	0.001126	0.00886	112.9	+ 3.02	54.30	51.28
+10	45.70	0.001170	0.00746	134.1	+ 6.19	53.24	47.05
+15	51.63	0.001225	0.00624	160.3	+ 9.71	51.83	42.12
+20	58.15	0.001300	0.00516	193.3	+13.72	49.92	36.20
+25	65.29	0.001420	0.00418	239.3	+17.97	46.71	28.74
+30	73.09	0.001675	0.00300	333.3	+25.22	40.56	15.34
+31	74.73	0.001865	0.00255	392.0	+28.66	36.75	8.09
+31.35	75.31	0.002160	0.00216	463.0	+32.25	32.25	0

阿母尼亞之表 (英之單位)							
溫度 華氏	壓力 每平方吋 磅	液體 一磅之量 B.T.U.	全 熱 量 B.T.U.	蒸 發 潛 熱 B.T.U.	恩 特 婁 皮	一磅之 容 積 立方呎	密度一 立方呎 之重量 磅
-40	9.93	-79	519	598	-0.1737	26.1	0.0383
-35	11.53	-74	520	594	-0.1607	22.6	0.0442
-30	13.36	-68	522	590	-0.1482	19.7	0.0507
-25	15.40	-63	523	586	-0.1354	17.3	0.0580
-20	17.70	-57	525	582	-0.1229	15.2	0.0660
-15	20.25	-52	526	578	-0.1102	13.3	0.0750
-10	23.10	-46	528	574	-0.0982	11.8	0.0848
-5	26.25	-41	529	570	-0.0859	10.5	0.0956
0	29.74	-35	531	566	-0.0738	9.32	0.108
5	33.58	-30	532	562	-0.0619	8.31	0.120
10	37.80	-24	534	558	-0.0501	7.44	0.134
15	42.43	-19	535	554	-0.0386	6.68	0.150
20	47.49	-13	537	550	-0.0271	6.02	0.166
25	53.01	-8	538	546	-0.0157	5.43	0.184
30	59.01	-2	540	542	-0.0044	4.92	0.203
35	65.53	3	541	538	0.0067	4.46	0.225
30	72.59	9	543	534	0.0177	4.06	0.247
45	80.21	14	544	530	0.0287	3.70	0.270
50	88.44	20	546	526	0.0395	3.38	0.296
55	97.30	25	547	522	0.0502	3.09	0.323
60	106.82	31	549	518	0.0608	2.84	0.352
65	117.04	36	550	514	0.0713	2.61	0.383
70	127.98	42	552	510	0.0817	2.40	0.416
75	139.67	47	553	506	0.0921	2.22	0.451
80	152.15	53	555	502	0.1023	2.05	0.488
85	165.47	58	556	498	0.1124	1.90	0.527
90	179.64	64	558	494	0.1224	1.76	0.568
95	194.70	69	559	490	0.1324	1.63	0.612
100	210.70	75	561	486	0.1423	1.52	0.657

阿母尼亞瓦斯之表 (標準式) (Hüt.e)

溫度 攝氏	絕對壓力 厘/平方粉	容積 厘/立方粉		密度 厘/立方粉		全熱量 加路里		蒸氣 潛熱 加路里
		液體	蒸氣	液體	蒸氣	液體	蒸氣	
-50	0.417	0.001425	2.617	702	0.382	-53.8	284.1	337.9
-45	0.556	0.001437	2.002	696	0.500	-84.5	286.1	334.6
-40	0.732	0.001449	1.550	690	0.645	-43.2	288.1	331.3
-35	0.950	0.001462	1.215	684	0.823	-37.9	290.0	327.9
-30	1.219	0.001476	0.963	678	1.038	-32.6	291.9	324.5
-25	1.546	0.001490	0.771	671	1.297	-27.3	293.7	321.0
-20	1.940	0.001504	0.624	665	1.604	-21.8	295.5	317.3
-15	2.410	0.001519	0.509	659	1.966	-16.4	297.1	313.5
-10	2.966	0.001534	0.418	652	2.390	-11.0	298.7	309.7
-5	3.619	0.001550	0.347	645	2.883	-5.5	300.1	305.6
0	4.379	0.001566	0.290	639	3.452	0.0	301.5	301.5
+5	5.259	0.001583	0.244	632	4.108	+5.5	302.8	297.3
+10	6.271	0.001601	0.206	625	4.859	+11.1	303.9	292.8
+15	7.427	0.001619	0.175	618	5.718	+16.7	305.0	288.3
+20	8.741	0.001639	0.149	610	6.694	+22.4	305.9	283.5
+25	10.225	0.001659	0.128	603	7.795	+28.1	306.8	278.7
+30	11.895	0.001680	0.111	595	9.034	+33.8	307.4	273.6
+35	13.765	0.001702	0.096	588	10.431	+39.7	308.0	268.3
+40	15.850	0.001726	0.083	580	12.005	+45.5	308.4	262.9
+45	18.165	0.001750	0.073	571	13.774	+51.4	308.6	257.2
+50	20.727	0.001777	0.064	563	15.756	+57.4	308.7	251.3

氯化鈣溶液之表

比重計之讀目		濃度 (比率)	凍結點		比熱 於20°F	
「包梅」度	「特瓦德爾」度		F	G		
15	22.8	1.114	14,145	13.82	-10.1	0.804
16	24.4	1.122	15,088	11.89	-11.2	0.794
17	26.2	1.131	16,031	9.96	-12.3	0.783
18	28.0	1.140	16,974	7.68	-13.5	0.772
19	29.8	1.149	17,917	5.40	-14.8	0.762
20	31.6	1.158	18,860	3.12	-16.0	0.751
21	33.4	1.167	19,803	- 0.84	-18.3	0.742
22	35.2	1.176	20,746	- 4.44	-20.2	0.732
23	37.2	1.186	21,869	- 8.03	-22.2	0.722
24	39.2	1.196	22,632	-11.63	-24.2	0.712
24.5	40.0	1.200	23,052	-13.23	-25.1	0.708
25	41.0	1.205	23,575	-15.23	-26.2	0.703
26	43.0	1.215	24,518	-19.56	-28.7	0.695
27	45.0	1.225	25,461	-24.43	-31.3	0.686
28	47.2	1.236	26,404	-29.29	-34.1	0.677
29	49.2	1.246	27,347	-35.30	-37.4	0.669
30	51.4	1.257	28,290	-41.32	-40.7	0.661

備考 濃度乃示溶液百分中所含氯化鈣之量(百分比)比熱之值依美國標準局(1912年)

飽和蒸氣狀態之特種變化

(1) 等溫或定壓之時  $x_1 x_2$  最初及最終之乾度

$$Q = Mr(x_2 - x_1) \quad U_2 - U_1 = Ml(x_2 - x_1)$$

$$L = P(V_2 - V_1) = Mp(v'' - v')(x_2 - x_1)$$

(2) 定積變化之時

$$x_2 = x_1(v_1'' - v_1') / (v_2'' - v_2') = x_1 v_1'' / v_2'' \text{ 約}$$

$$Q = U_2 - U_1 = M[(i_2' + x_2 l_2)(i_1' + x_1 l_1)]$$

(3) 斷熱變化之時  $s = \text{定數}$

$$s_1' + (x_1 r_1 / T_1) = s_2' + (x_2 r_2 / T_2) \quad Q = 0$$

$$L = J(U_1 - U_2) = JM[(i_1' + x_1 l_1)(i_2' + x_2 l_2)]$$

在斷熱變化之間  $p v$  之關係大略用  $p v^n = \text{定數}$  之方程式以表示

之但  $n$  之值逐最初之乾度及壓力變化之 下表示  $n$  之值

最初之濕度	最初之絕對壓力 (磅/平方吋)											
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
1.00	1.131	1.132	1.133	1.134	1.136	1.137	1.138	1.139	1.141	1.142	1.143	1.145
0.95	1.127	1.128	1.129	1.130	2.131	1.131	1.132	1.133	1.134	1.135	1.136	1.137
0.90	1.123	1.123	1.124	1.124	1.125	1.125	2.126	1.126	1.127	1.127	1.128	1.129
9.85	1.119	1.119	1.119	1.119	1.120	1.120	1.120	1.120	1.120	1.120	1.120	1.121
0.80	1.115	1.115	1.114	1.114	1.114	1.114	1.113	1.113	1.113	1.113	1.112	1.112
0.75	1.111	1.110	1.110	1.109	1.109	1.108	1.107	1.106	1.106	1.105	1.104	1.104



膨脹或壓縮後之容積

$$V_2 = V_1 (P_1/P_2)^{\frac{1}{n}}$$

外部工作

$$W = (P_1 V_1 - P_2 V_2) / (n-1) = P_1 V_1 [1 - (P_2/P_1)^{(n-1)/n}] / (n-1)$$

(4) 定乾度變化之時

乾度  $x$  爲定數時蒸氣之變化對於  $pv$  之關係約如次式

$$pv^{1.0631} = 484.2x^{1.0631}$$

對於飽和蒸氣  $x=1$  上之關係如下

$$p = 0.9406v^{0.9406} = 327.7$$

## 流 體 之 流 動

流體之重要流動有如下例之情形

1. 空氣之流動或蒸氣渦輪內噴氣口中蒸氣之流動
2. 長管中蒸氣、壓縮空氣及燈用煤氣等之流動
3. 煙突內之爐煙及通風路內之空氣之流動
4. 遠心送風機回轉車內空氣之流動

### 記號及單位

M = 流體之流出量	磅/秒或公斤/秒
F = 斷面積	平方呎或平方公尺
w = 斷面內之平均速度	呎/秒或公尺/秒
h = 想像基準面上斷面之高	
v = 容積	立方呎/磅或立方公尺/公斤
p = 斷面之壓力	磅/平方呎或公斤/平方公分
u = 內部能力	B.T.U./磅或加路里/公斤
i = 全熱量	B.T.U./磅或加路里/公斤

基礎方程式 (連續流)

$$M = F_1 w_1 / v_1 = F_2 w_2 / v_2$$

$$(w_2^2 - w_1^2) / 2g = J(i_1 - i_2) = J_{cp}(T_1 - T_2) = K(p_1 v_1 - p_2 v_2) / (K-1)$$

對於飽和蒸氣因  $i = i' + x r$  之故

$$(w_2^2 - w_1^2) / 2g = J[(i_1' + x_1 r_1 - (i_2' + x_2 r_2)]$$

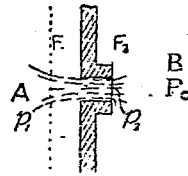
自孔口流出

如圖所示  $F_1$  斷面之壓力為  $P_1$ ,  $F_2$  斷面之壓力為  $P_2$ ,  
B 處之壓力為  $P_0$ , 初速  $w_1$  較  $w_2$  為小, 消去之得下式

$$w_2^2 / 2g = J(i_1 - i_2)$$

$$w_2 = 223.7 \sqrt{i_1 - i_2} \quad \text{呎/秒}$$

$$w_2 = 91.4 \sqrt{i_1 - i_2} \quad \text{公尺/秒}$$



流體之特性全以壓力之比而定, 即  $P_0/P_1$  以無摩擦斷熱膨脹之方程式  
之法則表示之

$$p_1 v_1^n = p v^n = \text{定數}$$

$$n = k \quad \text{煤氣}$$

$$= 1.3 \quad \text{過熱蒸氣及阿母尼亞}$$

$$F_m = P_1 \left( \frac{2}{n+1} \right)^{\frac{n}{n-1}}$$

$n$  對於蒸氣之值在前表

$P_m$  普通最大流量時之臨界壓力

$$d_m / p_1 = 0.53 \quad (\text{煤氣})$$

$$" = 0.575 \quad (\text{飽和蒸氣})$$

$$" = 0.55 \quad (\text{過熱蒸氣})$$

1.  $P_0 > P_m$  時

$$P_2 = P_0$$

$$\therefore M = \frac{F_2}{v_2} \sqrt{2g p_1 v_1 \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]}$$

如斯每秒之流出量以壓力  $P$  及  $P_0$  左右之

2.  $P_0 \leq P_m$  之時

$$\text{在此情形} \quad P_2 = P_m$$

$$\therefore M = F_2 \left( \frac{2}{n+1} \right)^{\frac{1}{n-1}} \sqrt{2g \frac{n}{n+1} \frac{P_1}{v}}$$

由上式可知流出量只與壓力 $P_1$ 有關係

### 空氣流量公式

$P_0 > P_m$ 時

$$M = 2.05 F P_0 \sqrt{\frac{1}{T} \left( \frac{P}{P_0} \right)^{0.286} \left[ \left( \frac{P}{P_0} \right)^{0.286} - 1 \right]} \dots\dots\dots(1)$$

式中 $P$ 及 $T$ 為原容器內之壓力及溫度,  $\frac{n-1}{n} = 0.286$ ,  $n = 1.41$ 之時

$P_0 \cong P_m$ 時

$$M = \frac{0.53 F P}{\sqrt{T}} \dots\dots\dots(2)$$

壓力差少時

$$M = 1.1 F \sqrt{(P/T)(P - P_0)} \dots\dots\dots(3)$$

在上三式中  $F =$ 平方吋

$P =$ 磅/平方吋

由上式求出之結果必乘以係數方合實際, 下記之係數乃 Zeuner 氏將收縮摩擦詳加考慮由實驗所得者

0.64 (薄板上之孔)

0.75-0.84 (短圓筒孔)

0.98 (圓邊孔)

### 對於飽和蒸氣流出之公式

$P_0 < P_m$ 時 流出量與孔口之面積及初壓成比例, 下列諸式為一

般之實驗式

$$M = \frac{F P}{70} \quad \text{Lapier 氏之公式}$$

$$M = 0.0165 F P^{0.97} \quad \text{Crashof 氏之公式}$$

$$M = \frac{FP(16.367 - 0.96 \log P)}{1000} \quad \text{Rateau 氏之公式}$$

在上式 F=平方吋 P=磅/平方吋

Grashof 氏之公式  $P^{0.97}$  之值如下

P	$P^{0.97}$	P	$P^{0.97}$	P	$P^{0.97}$	P	$P^{0.97}$
15	13.8	50	44.5	110	95.5	225	191.2
20	18.3	55	48.8	120	104.0	270	212.0
25	22.7	60	53.1	130	112.4	275	232.0
30	27.1	70	61.6	140	120.7	300	253.0
35	31.5	80	70.1	150	129.1		
40	35.8	90	78.6	175	150.0		
45	40.1	100	81.7	200	170.6		

飽和蒸氣

$$M = \frac{0.0165FP_1^{0.97}}{\sqrt{x_1}} \dots\dots\dots \text{Grashof 氏之公式}$$

用上式時雖有 1% 至 2% 之誤差如在 40 磅/平方吋<sup>2</sup> 及 300 磅/平方吋<sup>2</sup> 以內用下式時絕無 1% 以上之誤差

$$M_1 = \frac{F(50.5P_1 + 150)}{\sqrt{x_1}} \quad M_1 = \text{磅/時}$$

過熱蒸氣

$$M_s = \frac{0.0165FP_1^{0.97}}{1 + 0.00065ts}$$

ts = 過熱度(華氏)

$P_0 > P_m$  時

飽和蒸氣

$$W = 223.7\sqrt{i_1 - i_0}$$

$$M = Fw/v_0$$

$$M = 0.0165FP_1^{0.97} \times K$$

過熱蒸氣

$$M_s = \frac{0.0165FP_1^{0.97}}{1 + 0.00065ts} \times K$$

飽和蒸氣

$$M = \frac{0.0165FP_1^{0.97}}{\sqrt{x}} \times K$$

$$\text{上式中 } K = 2.82\sqrt{n(1-1.19n)}$$

$$n = 1 - (P_2/P_1)$$

對於種種  $P_2/P_1K$  之值

$P_2/P_1$	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82	0.80
K	0.321	0.428	0.512	0.585	0.646	0.698	0.744	0.784	0.818	0.850
$P_2/P_1$	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66	0.64	0.62	0.60
K	0.877	0.901	0.922	0.940	0.956	0.970	0.981	0.988	0.995	0.998

氣體流過管時之計算

空氣之時(圓管內華氏60°以下)

$$P_1^2 - P_2^2 = \frac{K_1 V^{1.5} / L}{d^5}$$

$$V_a = K_2 [(P_1^2 - P_2^2) d^5 / L]^{0.54}$$

$$d = K_3 [L / (P_1^2 - P_2^2)]^{1/5} \times V^{0.372}$$

式中  $V_a$  = 大氣壓之下一分間流過容積 $P_1, P_2$  = 磅/平方吋

d = 吋

V = 一分間流過流體之容積 =  $\frac{1}{4} d^2 w \times 60$  (d = 呎)上式中係數  $K_1, K_2, K_3$  之值

密度之比		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
係數	$K_1$	0.000481	0.000614	0.000745	0.00087	0.00100
	$K_2$	61.15	53.60	48.31	44.41	41.36
	$K_3$	0.217	0.228	0.237	0.245	0.252
密度之比		0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
係數	$K_1$	0.00112	0.00126	0.00135	0.00147	0.00158
	$K_2$	38.89	36.83	35.08	33.57	32.25
	$K_3$	0.257	0.262	0.267	0.271	0.276

蒸氣之時

$$P_1 - P_2 = \frac{174.2fM^2vL}{d^5}, \quad W = 273 \sqrt{\frac{5 \times d^5 \times (P_1 - P_2)}{L \times f}}$$

式中  $M$  = 磅/秒  $S$  = 蒸氣一立方呎之重量 =  $\frac{1}{v}$  (磅)

$v$  = 一磅之容積  $w$  = 蒸氣之速度(呎/分)

$L$  = 長(呎)  $d$  = 管之直徑(吋)

$P_1 P_2$  = 壓力(磅/平方吋)

$f$  = 係數 =  $0.0027(1 + 3.6/d) \dots \dots \dots Unwin$

$W$  = 管內通過之蒸氣量 =  $M \times 3600$  (磅/時)

$$w = \frac{W}{60} \times \frac{1}{S} \times \frac{144}{4} \pi d^2$$

$$w = 9170 \times \sqrt{\frac{d \times (P_1 - P_2)}{S \times L}}$$

蒸氣管之直徑  $d$

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{W \times 144}{60 \times S \times w}, \quad d = \sqrt{\frac{W \times 144 \times 4}{60 \times S \times w \times \pi}}$$

燃料中之諸元素及化合物之發熱量

諸 元 素	化 合 物	發熱量 加 咯 里
一 磅 之 碳 素 (C)	於 一 氧 化 炭 素 (CO) 燃 燒 時	2473
	於 炭 酸 瓦 斯 (CO <sub>2</sub> ) 燃 燒 時	8080
一 磅 之 一 氧 化 炭 素 (CO)	全 上	2440
一 立 方 呎 之 一 氧 化 炭 素	全 上	3063
一 磅 之 氫 (H <sub>2</sub> )	於 水 蒸 氣 燃 燒 時	29140
	於 液 體 之 水 燃 燒 時	34600
一 立 方 呎 之 氫	於 水 蒸 氣 燃 燒 時	2620
	於 液 體 之 水 燃 燒 時	3110
一 磅 之 Methane 瓦 斯 (CH <sub>4</sub> )	於 水 蒸 氣 (攝 氏 零 度) 及 炭 酸 瓦 斯 燃 燒 時	11980
一 立 方 之 Methane 瓦 斯	炭 酸 瓦 斯 燃 燒 時	8600
一 磅 之 Methane 瓦 斯	於 液 體 之 水 及 炭 酸 瓦 斯 燃 燒 時	13345
一 立 方 呎 之 Methane 瓦 斯	時	9580
但 燃 料 在 攝 氏 0 度 760 釐 氣 壓		

燃料發熱量之計算法

以燃料之化學成分為基礎，以算其發熱量之公式

$$\text{公式 } W = 29140(H - O/8) + 8080C$$

但  $W$  = 所求之發熱量

$H$  = 燃料 1 公斤中之氫氣量

$O$  = ..... 氧氣量

$C$  = ..... 炭素量

29140 = 氫氣 1 公斤之發熱量 (經燃燒後變為蒸氣)

8080 = 炭素 1 公斤之發熱量

$(H - O/8)$  = 遊離之  $H$  量

但燃料中之  $O$  全與  $H$  化合，變為  $H_2O$ ，若將燃料中水分蒸發所要之熱亦算入時，其式如下

$$W = 29140(H - O/8) + 8080C + 637w$$

但  $w$  = 燃料中所存在之水量

637 = 蒸發 1 公斤水所要之熱量

燃料中有硫黃亦計算入時

$$W = 29140(H - O/8) + 8080C + 2220S - 637w$$

但  $S$  = 燃料中存在硫黃之量

2220 = 硫黃之發熱量

例 石炭之成分

炭素 = 73.60%      氧 = 10.00%      水氫 = 5.30%

水分 = 0.60%      氮 = 1.70%      硫黃 = 0.75%

灰分 = 8.05%      計 = 100.00

$$W = 29140(0.053 - \frac{0.10}{8}) + (8080 \times 0.736) + (2220 \times 0.0075) - (637 \times 0.006)$$

$$= 1180 + 5947 + 17 - 4$$

$$= 7140 \text{ (加路里)}$$

燃料完全燃燒時所需之空氣量

燃料完全燃燒所需O<sub>2</sub>之量依化學方程式決定之如下



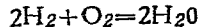
以原子量計算  $12 + 32 = 44$

故燃燒1公斤C時，用O  $\frac{32}{12}$  公斤，但空氣中之O為23%。N=77%

故燃燒C1公斤時需空氣

$$\frac{32}{12} \div 0.23 = 11.5942 \text{ 公斤}$$

同上對於H



$$4 + 32 = 36$$

故空氣之量  $= 8 \div 0.23 = 34.8$  公斤

例題 如將下列成分之石炭一公斤完全燃燒時需空氣若干？

成分 % (重量) C=8.35% H<sub>2</sub>=4.8% O<sub>2</sub>=4.2%

S<sub>2</sub>=0.7% N<sub>2</sub>=1.3% 灰=5.5% 計=100.00%

普通將S消去，N<sub>2</sub>及灰為不燃物，可燃燒者僅C，H，O等，O與H常1:8之

比化合，以此計算所需之空氣量如下

對於C  $.835 \times 11.5942 = 9.681$

對於H  $0.048 - \frac{0.042}{8} = 0.048 - 0.0053 = 0.0427$

$$0.0427 \times 34.8 = 1.48596$$

$$9.681 + 1.486 = 11.167 \text{ 公斤}$$

此乃理論之計算，實際應用時所送之空氣必須較計算為多，對於普通之

煤需1.5~2倍，即對於1公斤C需18~24空氣，1公斤H需54~72空氣



## 「賽蓋爾困」

用以概測400~200°C之溫度頗為適宜，今將番號及熔融點示之如下表

番號	溫度(C)	番號	溫度(C)	番號	溫度(C)	番號	溫度(C)
022	600°	07a	960°	9	1280°	29	1650°
021	650	06a	980	10	1300	30	1670
020	670	05a	1000	11	1320	31	1690
019	690	04a	1020	12	1350	32	1710
018	710	03a	1040	13	1380	33	1730
017	730	02a	1060	14	1410	34	1750
016	750	01a	1080	15	1435	35	1770
015a	790	1a	1100	16	1460	36	1790
014a	815	2a	1120	17	1480	37	1825
013a	835	3a	1140	18	1500	38	1850
012a	855	4a	1160	19	1520	39	1880
011a	880	5a	1180	20	1530	40	1920
010a	900	6a	1200	26	1580	41	1960
09a	920	7	230	27	1610	42	2000
08a	940	8	1250	28	1630		

# 第八章 水 力 學

## 水 之 重 量

水依溫度則其重量不同乃已知者，而在攝氏四度為最緻密其重量每一  
 升(公升)為一磅 在其他之溫度其重量皆不同

各溫度之重量如前表(147頁)在通常溫度以其密度之變化微少，故於  
 實用上似之為定數亦可。

## 大氣壓與水柱之關係

一氣壓為水銀晴雨表 76粉吋，空氣之壓力每平方粉為1.033呎、(每平方  
 吋為14.7磅)，因此壓力水在真空內必上昇10.333呎，故無論何種唧筒吸  
 管之一端，與唧筒之位置如相距10.333呎時皆無效。

## 依晴雨表之指示度壓力、水頭、沸騰點之對照表

指示度		壓 力		氣 壓	水 頭		土地之高度		水之沸騰點	
吋	粉	磅/平方吋	呎/平方粉		呎	呎	呎	呎	華氏	攝氏
31	78.74	15.2	1.069	1.03	35.1	10.698	-895	-272.82	213.9	101.1
30	76.20	14.7	1.034	1.00	34.0	10.363	—	—	212.2	100.1
29	73.60	14.2	0.998	.97	32.9	10.028	+925	+282.94	210.4	99.1
28	71.12	13.7	0.963	.93	31.7	9.662	1880	573.02	208.7	98.2
27	68.58	13.2	0.928	.90	30.6	9.347	2870	874.78	206.9	97.2
26	66.04	12.7	0.893	.86	29.5	8.992	3900	1188.72	205.0	96.1
25	63.50	12.2	0.858	.83	28.3	8.626	4970	1514.86	203.1	95.6
24	60.96	11.7	0.823	.80	27.2	8.291	6085	1854.71	201.1	93.9
23	58.42	11.3	0.794	.76	26.1	7.955	7240	2208.35	199.0	92.8
22	55.88	10.8	0.759	.72	24.9	7.690	8455	2577.08	196.9	91.6
21	53.34	10.3	0.724	.69	23.8	7.254	9720	2962.66	194.7	90.4
20	50.80	9.8	0.689	.67	22.7	6.919	11050	3368.04	192.4	89.1

## 體積壓縮係數

今V為在壓力P之體積

設  $V - dV$  為在壓力  $P + cP$  時之體積，則  $-\frac{dV}{V}$  為對於單位體積之壓

縮，即體積變形(Cubical Strain)

$$\text{壓力之強度與體積變形之比} = \frac{dp}{dV} \cdot \frac{1}{V}$$

稱爲體積彈性係數(Coefficient of elasticity of volume)又稱體積壓縮係數(Modulus of cubical compressibility)普通多以K表示之。

名稱	溫度 C°	K 之 值	
		磅/平方呎	厘/平方粉
水	0	42000000	20510
"	53.3	48000000	23443
海水	—	52900000	25830
油	—	44000000	21420

### 壓力之傳播

盛水器表面一點所作用之壓力，其強度不變向各方面傳播者爲水最著性質之一，即其壓力無論在盛水器之任何部，在單位面積均生相等壓力

### 水頭及壓力

設 h 爲水頭，W 爲水單位立方之重量，P 爲在水頭 h 處平面之單位積面之壓力

$$\text{則} \quad P = Wh$$

(依晴雨表之指示度壓力水頭之表在前頁)

對於水高壓力及水流之速度 (一)							
水高 (呎)	壓 力		速 度 呎/ 秒	水高 (呎)	壓 力		速 度 呎/ 秒
	呎/平方粉	磅/平方吋			呎/平方粉	磅/平方吋	
.1	.01	.1422	1.40	.6	.06	.8532	3.429
.2	.02	.2844	1.98	.7	.07	.9954	3.704
.3	.03	.4266	2.425	.8	.08	1.1876	3.960
.4	.04	.5688	2.80	.9	.09	1.2798	4.200
.5	.05	.7110	3.13	1	.1	1.422	4.427

對於水高壓力及水流之速度 (二)

水高 (呎)	壓 力		速 度 呎/秒	水高 (呎)	壓 力		速 度 呎/秒
	呎/平方粉	磅/平方吋			呎/平方粉	磅/平方吋	
1.5	.15	2,133	5.422	40	4	56.88	28,000
2.	.2	2,844	6,261	45	4.5	63.99	29,698
2.5	.25	3,555	7,000	50	5	71.10	31,305
3.	.3	4,266	7,668	60	6	85.32	34,293
3.5	.35	4,977	8,283	70	7	99.54	37,041
4.	.4	5,688	8,854	80	8	113.96	39,598
4.5	.45	6,399	9,391	90	9	127.98	42,000
5.	.5	7,11	9,900	100	10	142.20	44,272
5.5	.55	7,821	10,383	110	11	156.42	46,433
6.	.6	8,532	10,844	120	12	170.64	48,498
6.5	.65	9,243	11,287	130	13	184.86	50,478
7.	.7	9,954	11,713	140	14	199.08	52,383
7.5	.75	10,665	12,124	150	15	213.30	54,222
8.	.8	11,376	12,522	160	16	227.52	56,000
8.5	.85	12,087	12,907	170	17	241.74	57,723
9.	.9	12,798	13,282	180	18	255.96	59,397
9.5	.95	13,509	13,646	190	19	270.18	61,024
10	1.	14,22	14,000	200	20	284.40	62,610
15	1.5	21,33	17,147	225	22.5	319.95	66,408
20	2.	28,44	19,799	250	25	355.5	70,000
25	2.5	35,55	22,136	275	27.5	391.05	73,417
30	3.	42,66	24,249	300	30.	426.60	76,681
35	3.5	49,77	26,192				

## 總計壓力

作用於表面之總計壓力，乃在其表面作用之直角壓力之總和

今  $w$  = 水之單位體積之重量(呎)

$A$  = 受壓力物體之表面積(平方呎)

$h$  = 自受壓面之重心至水面之高(呎)

$P$  = 受壓面之總計壓力(呎)

則  $P = wAh$

以水充滿之球內面總計壓力

$$P = w\pi d^2 \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} w\pi d^3$$

$$\text{然水之重量 } W = \frac{1}{6} w\pi d^3$$

則球之內面之總計壓力爲其水之重量之三倍 $d$ 爲球之內徑

### 壓力之中心及其深度

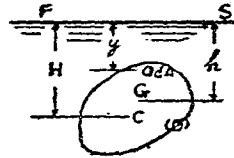
受液體壓力平面之壓力之中心，爲在其平面上作用合成壓力之作用點，壓力之中心之深度在下圖 $\sigma$ 爲受液體壓力之平面， $F$  爲自自然面至壓力中心 $C$ 之深度，今如考研微小面積 $dA$

在微小面積之壓力 $=wydA$

$$\text{總計壓力} = P = w \int (\sigma) y dA = wAh$$

關於水面  $FS$  算力率時

$$P \times H = w \int (\sigma) y^2 dA$$



然  $\int (\sigma) y^2 dA$  爲平面 $\sigma$ 關於軸線 $PS$ 之慣性能率通常以  $I$  表之

$$\text{故 } wAh \times H = wI$$

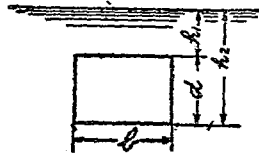
$$\text{故 } H = \frac{I}{AH}$$

(甲) 矩形之時

$$H = \frac{2}{3} \times \frac{h_2^3 - h_1^3}{h_2^2 - h_1^2}$$

若  $h_1 = 0$  時

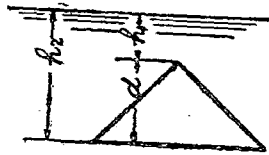
$$H = \frac{2}{3}d$$



(乙) 三角形(底邊爲水平頂點在上部時)

$$H = \frac{1}{2} \times \frac{3h_2^2 + 2h_1h_2 + h_1^2}{2h_2 + h_1}$$

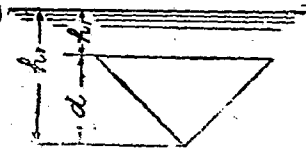
若  $h_1 = 0$  則  $H = \frac{3}{4}d$



(丙) 三角形(底邊爲水平頂點在下部時)

$$H = \frac{1}{2} \times \frac{3h_1^2 + 2h_2h_1 + h_2^2}{2h_1 + h_2}$$

若  $h_1 = 0$  則  $H = \frac{1}{2}d$



(丁) 圓之時

$$H = h + \frac{r^2}{4h}$$

(戊) 一邊在水面之傾斜矩形

$$A = ab \quad S_g = \frac{a}{2}$$

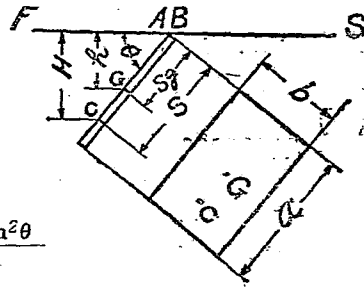
$$I_{ab} = \int_0^a b S^2 a S = \frac{ba^3}{3}$$

$$\text{故 } S = \frac{ba^2}{3ab \frac{a}{2}} = \frac{3}{2}a$$

$$\text{又 } H = \frac{\sin^2 \theta \frac{ba^3}{3}}{abh} = \frac{a^2 \sin^2 \theta}{3h}$$

$$\text{又 } h = S_g \sin \theta = \frac{a \sin \theta}{2}$$

$$\text{故 } H = \frac{2}{3}a \sin \theta = \frac{2}{3}h$$

在水中物體重量之減少

在水中物體重量較在空氣中同物體重量減少，且其減少之重量等於與物體同體積之水之重量。

水之浮力

水之浮力，等於為物體排除水之重量，且物體浮於水表面時，浮力即排除水之全重量等於其物體之全重量。

「伯奴伊」之定理(Bernoulli)

(甲) 無摩擦影響時

在流線運動如無摩擦及其他損失

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{w} + Z = \text{定數}$$

(乙) 考慮摩擦之影響時

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{w} + Z_1 - h_f = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{w} + Z_2$$

$v_1 v_2$  = 水流之速度

$p_1 p_2$  = 壓力

$w$  = 單位體積水之重量

$Z_1 Z_2$  = 位置之嵩

$h_1$  = 損失嵩

通過孔口之水量

自孔口流出之水量，在自孔口等於孔之半徑之距離處收縮最甚，自彼處則漸漸放大，因此收縮之關係自孔口流出之水量常比理論上之水量小

(甲) 收縮係數

此係數因欲得通過孔口水之最小面積，在孔口之面積必乘之係數。

$C'$  = 收縮係數                       $a$  = 孔口之斷面積

$Q'$  = 水之最小斷面積

$a' = c' a$  孔口如為圓形時

$$C' = \frac{a'}{a} = \left(\frac{d'}{d}\right)^2 \quad \begin{array}{l} \text{但 } d \text{ 為孔口之直徑} \\ d' \text{ 為水之最小斷面積之直徑} \end{array}$$

$C'$  乃依實際而定者各大家所實驗之係數示之如下

實 驗 者	係 數
Newton	0.71
Borda	0.65
Bossut	0.66—0.983
Michelotti	0.61(平均)
Eytelwsin	0.64
We sbach	0.63

依以上數實驗如使用  $C' = 0.62$  可無大差異

$C'$  因孔口之形狀及水頭則不同，孔口之圓形者比方形者少小，方形者亦比長方形者少小，又水頭小時比大時

$C'$  爲大

(乙) 速度係數

通過孔口水之最小斷面，欲求實際之速度必於理論上之速度乘此係數

設  $C_I$  = 速度係數       $V$  = 理論上之速度

$V_I$  = 實際之速度

$$v = C_I V = C_I \sqrt{2gh}$$

$C_I$  爲依實驗所定者如下

實 驗 者	係 數
Bossut	0.974—0.98
Michelotti	0.993—0.998—0.983
Weisbach	0.978
平 均	0.98

水頭大時比小時  $C_I$  之值爲大

(丙) 流量係數

欲求實際之水量必於理論上之流量乘此係數

$Q'$  = 實際之流量

$Q$  = 理論上之流量

$c$  = 流量係數

$$Q' = cQ$$

$$c = \frac{Q'}{Q} = \frac{a' c_I \sqrt{2gh}}{a \sqrt{2gh}} = \frac{a'}{a} c_I = c' c_I$$

即流量係數  $C$  爲收縮係數  $C'$  與速度係數  $C_I$  之相乘積，依實驗之結果  $C$  之值爲 0.59—0.63 平均使用 0.61

直角堰流出水量表

本表爲補機助械陸上諸試驗等所專用



直角堰流出水量 (每小時立方公尺) (一)								
$Q = \frac{H^{\frac{5}{2}}}{20} \quad \text{—揚水量(立方公尺/時)}$ $H = \text{堰之高度(公尺)}$								
堰	Q							
	0	100	200	300	400	500	600	700
0	0	15,800	89,377	246,305	505,600	883,260	1393,276	2048,378
2	.001	16,603	91,632	250,421	511,933	892,077	1404,912	2062,964
4	.005	17,428	83,915	254,596	518,354	901,034	1416,599	2077,745
6	.014	18,278	96,235	258,800	524,775	909,979	1428,375	2092,560
8	.029	19,152	98,585	263,048	531,247	918,993	1440,124	2107,329
10	.050	20,051	101,047	268,298	537,783	928,066	1452,040	2122,295
12	.079	20,975	103,393	271,679	544,383	937,168	1463,988	2137,215
14	.116	21,924	105,852	276,045	550,925	946,411	1475,986	2152,334
16	.162	22,898	108,341	280,456	557,698	955,641	1488,015	2167,405
18	.217	23,899	110,867	284,917	564,400	964,900	1500,136	2182,592
20	.283	24,923	113,423	289,430	571,192	974,260	1512,306	2197,816
22	.359	25,974	116,024	293,949	578,011	983,605	1524,508	2213,073
24	.446	27,054	118,656	298,563	584,492	993,095	1536,805	2228,450
26	.545	28,146	121,316	303,184	591,828	1002,614	1549,164	2243,860
28	.655	29,288	124,023	307,844	598,761	1012,117	1561,540	2259,304
30	.779	30,446	126,760	312,551	605,786	1021,767	1574,026	2274,951
32	.912	31,629	129,536	317,314	612,866	1031,401	1586,544	2290,464
34	1.065	32,842	132,341	322,142	620,008	1041,137	1599,110	2306,182
36	1.229	84,081	135,185	327,044	627,178	1050,948	1611,772	2321,933
38	1.406	35,346	138,068	331,848	634,348	1060,743	1624,465	2337,719
40	1.599	36,641	140,990	337,074	641,631	1070,640	1637,206	2353,625
42	1.806	37,963	142,119	341,741	648,945	1080,566	1650,043	2369,566
44	2.029	39,315	146,932	346,787	656,322	1090,596	1662,927	2385,540
46	2.268	40,695	149,963	351,852	663,757	1100,655	1675,910	2401,636
48	2.522	42,104	153,033	356,941	671,187	1110,696	1688,858	2417,767

堰	直 角 堰 流 出 水 量 (每小時立方公尺) (三)									
	0	100	200	300	400	500	600	700		
	H									
	Q									
50	2,793	43,538	156,134	362,093	678,710	1120,888	1701,919	2433,931		
52	3,081	45,006	159,284	367,289	686,260	1131,110	1715,012	2450,217		
54	3,386	46,502	162,454	372,548	693,904	1141,388	1728,217	2466,538		
56	3,708	48,025	165,675	377,830	701,575	1151,744	1741,455	2482,890		
58	4,048	49,580	168,926	383,137	709,274	1162,081	1754,794	2499,368		
60	4,406	51,163	172,228	388,527	717,067	1172,523	1768,109	2515,878		
62	4,782	52,777	175,549	393,920	724,853	1183,044	1781,444	2532,422		
64	5,177	54,420	178,922	399,419	732,769	1193,620	1795,056	2549,180		
66	5,591	56,095	182,337	404,921	740,678	1204,226	1808,619	2565,882		
68	6,025	57,798	185,781	410,446	748,613	1214,862	1822,214	2582,618		
70	6,477	59,534	189,267	416,057	756,645	1225,604	1835,854	2599,476		
72	6,950	61,303	192,783	421,692	764,739	1236,376	1849,597	2616,370		
74	7,443	63,101	196,352	427,412	772,894	1247,202	1863,455	2633,387		
76	7,956	64,927	199,951	433,157	781,041	1258,110	1877,274	2650,439		
78	8,490	66,791	203,592	438,904	789,251	1269,048	1891,125	2667,526		
80	9,044	68,679	207,275	444,760	797,558	1280,040	1905,165	2684,640		
82	9,620	70,606	211,001	450,617	805,856	1291,116	1919,164	2701,886		
84	10,218	72,563	214,756	456,561	814,288	1302,245	1933,279	2719,256		
86	10,837	74,548	218,567	462,530	822,711	1313,404	1947,501	2736,661		
88	11,478	76,567	222,408	468,523	831,199	1324,648	1961,682	2754,004		
90	12,141	78,621	226,278	474,580	839,747	1335,945	1975,979	2771,569		
92	12,827	80,704	230,205	480,686	848,323	1347,273	1990,309	2789,071		
94	13,536	82,823	234,161	486,855	856,997	1358,708	2004,755	2806,797		
96	14,267	84,976	238,174	493,073	865,700	1370,174	2019,235	2824,459		
98	15,121	87,159	242,218	499,293	874,430	1381,671	2033,748	2842,256		

樞	直角堰流出水量 (每小時立方公尺) (三)									
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400			
0	2865.083	3839.400	4996.434	6340.676	7881.520	9627.673	11587.297			
2	2878.037	3860.706	5021.496	6369.489	7914.412	9664.528	11628.478			
4	2896.021	3882.274	5046.439	6398.344	7947.348	9701.697	11670.017			
6	2914.038	3903.751	5071.581	6427.437	7980.328	9738.911	11711.603			
8	2932.092	3925.266	5097.105	6456.899	8013.670	9776.473	11753.517			
10	2950.272	3946.913	5122.167	6485.880	8046.738	9813.779	11795.198			
12	2968.591	3968.599	5147.430	6514.903	8079.849	9851.131	11836.928			
14	2986.933	3990.418	5173.074	6544.495	8113.555	9888.829	11878.983			
16	3005.311	4012.276	5198.921	6574.130	8147.072	9926.846	11921.402			
18	3023.725	4034.305	5224.142	6603.279	8180.316	9964.061	11962.957			
20	3042.266	4056.335	5249.906	6632.834	8213.920	10003.893	12005.472			
22	3060.843	4078.269	5275.876	6662.562	8247.804	10040.051	12047.716			
24	3079.439	4100.423	5301.722	6692.366	8281.732	10078.253	12090.328			
26	3098.179	4122.712	5327.607	6722.213	8315.468	10116.224	12132.666			
28	3116.955	4144.992	5353.533	6752.103	8349.485	10154.520	12175.374			
30	3135.859	4167.406	5379.667	6781.833	8383.309	10192.582	12217.807			
32	3154.690	4189.860	5405.674	6811.807	8417.415	10230.970	12260.611			
34	3173.758	4212.311	5432.229	6842.356	8451.881	10269.701	12303.737			
36	3192.863	4234.938	5458.317	6872.416	8486.077	10307.901	12346.638			
38	3211.894	4257.604	5484.444	6902.314	8520.076	10346.429	12389.261			
40	3231.164	4280.266	5511.122	6932.992	8554.917	10385.298	12432.530			
42	3250.359	4303.107	5537.841	6963.507	8589.561	10424.213	12476.175			
44	3269.794	4326.084	5564.090	6993.737	8623.691	10462.881	12518.940			
46	3289.154	4348.959	5590.890	7024.545	8658.668	10501.889	12562.353			
48	3308.550	4372.014	5617.732	7055.188	8693.445	10540.943	12606.145			

種	直角堰流出水量 (每小時立方公尺) (四)						
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
	Q						
50	3328.189	4395.063	5644.615	7086.082	8728.266	10580.043	12649.653
52	3347.751	4418.151	5671.539	7116.810	8763.378	10619.478	12693.210
54	3367.441	4441.518	5698.328	7147.791	8798.288	10658.671	12736.814
56	3387.168	4464.782	5725.334	7178.604	8833.243	10697.910	12780.801
58	3407.049	4488.228	5752.894	7209.996	8868.802	10737.777	12825.104
60	3426.943	4511.667	5779.983	7241.107	8903.845	10777.109	12868.853
62	3446.873	4535.145	5806.934	7272.048	8939.184	10816.486	12912.649
64	3466.934	4558.759	5834.619	7303.569	8974.878	10856.494	12957.097
66	3487.032	4582.560	5862.347	7335.349	9010.618	10896.548	13001.594
68	3507.167	4606.254	5889.420	7366.418	9045.840	10936.065	13045.534
70	3527.433	4630.084	5917.230	7398.069	9081.669	10976.509	13090.469
72	3547.735	4653.954	5944.901	7429.764	9117.543	11016.705	13135.111
74	3568.047	4677.962	5972.795	7461.719	9153.463	11056.947	13179.802
76	3588.519	4702.009	6000.549	7493.501	9189.427	11096.937	13224.542
78	3609.027	4726.096	6028.526	7525.325	9225.437	11137.273	13269.330
80	3629.667	4750.321	6056.362	7557.193	9261.492	11177.655	13314.167
82	3650.222	4774.586	6084.423	7589.103	9297.591	11218.084	13359.052
84	3671.030	4798.989	6112.861	7621.600	9334.303	11259.148	13404.594
86	3691.877	4823.432	6141.006	7653.598	9370.494	11299.672	13449.576
88	3712.637	4847.761	6169.006	7685.638	9406.729	11340.242	13494.607
90	3733.654	4872.383	6197.569	7718.266	9443.578	11381.449	13540.297
92	3754.583	4897.045	6245.015	7750.938	9480.208	11422.703	13585.683
94	3775.770	4921.846	6254.486	7383.109	9516.580	11463.108	13630.860
96	3796.868	4946.531	6283.174	7815.869	9553.565	11504.456	13676.696
98	3818.131	4971.412	6311.904	7848.672	9590.596	11545.853	13722.581

		四角堰每寬一呎之流出水量 (每分立方呎)							
H	O"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"
0"	0.00	0.635	1.02	1.52	2.10	2.78	3.53	4.33	
1	5.15	6.10	7.10	8.15	9.25	10.30	11.50	12.70	
2	13.70	15.20	16.30	17.80	19.40	20.70	22.30	23.50	
3	25.30	26.80	28.40	30.20	31.80	33.50	35.20	36.80	
4	38.50	40.50	42.20	44.10	46.00	48.00	50.10	52.00	
5	54.00	56.00	58.00	60.00	62.20	64.40	66.60	68.80	
6	71.00	73.00	75.40	77.60	79.80	82.30	84.50	87.00	
7	89.40	91.60	94.00	96.60	99.00	101.40	103.50	106.20	
8	109.00	111.80	114.40	117.00	119.50	122.10	124.70	127.40	
9	130.20	132.80	135.40	138.40	141.30	144.00	146.80	149.50	
10	152.50	155.00	158.00	161.10	164.00	167.10	170.00	173.00	
11	176.00	179.00	182.00	185.10	188.00	191.50	194.50	197.50	
12	201.00	204.00	207.00	210.10	213.20	216.50	220.00	223.00	
13	226.00	229.50	233.00	236.00	239.50	243.00	246.00	249.50	
14	253.00	256.50	260.00	263.20	267.00	270.00	273.50	277.00	
15	280.00	284.00	287.50	291.00	294.50	298.50	301.50	305.50	
16	309.00	312.50	316.00	320.00	323.50	327.00	331.00	334.50	
17	338.50	342.00	346.00	350.00	354.00	357.00	361.00	364.50	
18	368.50	372.00	376.00	380.00	384.00	388.00	392.00	396.00	
19	400.00	404.00	407.50	410.00	415.00	419.00	423.00	428.00	
20	431.00	435.00	439.00	444.00	447.50	451.00	455.00	459.00	

九〇度三角堰之流出水量 (每分立方呎)									
H	〇"	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{5}{8}$ "	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{7}{8}$ "	1"
0"	0.0	1.0017	0.0098	0.0268	0.0537	0.0959	0.12	0.219	
1	0.31	0.42	0.54	0.69	0.86	1.05	1.26	1.48	
2	1.76	2.02	2.34	2.71	3.06	3.49	3.90	4.37	
3	4.83	5.30	5.40	6.45	7.10	7.70	8.40	9.15	
4	9.90	10.70	11.60	12.50	13.40	14.30	15.30	16.30	
5	17.30	18.50	19.70	20.90	22.20	23.50	24.80	26.20	
6	27.30	29.00	30.70	32.20	33.80	35.40	37.10	38.90	
7	40.30	42.30	44.20	46.50	48.60	50.40	52.80	54.80	
8	57.00	59.10	61.30	63.80	66.20	68.70	71.10	73.80	
9	75.30	98.70	81.20	84.20	87.10	89.80	92.40	95.20	
10	98.00	102.00	105.00	108.00	112.00	115.00	118.00	122.00	
11	125.00	128.00	132.00	136.00	140.00	144.00	148.00	152.00	
12	156.00	160.00	164.00	169.00	173.00	177.00	182.00	187.00	
13	192.00	196.00	200.00	205.00	210.00	215.00	220.00	225.00	
14	229.00	233.00	239.00	245.00	250.00	255.00	260.00	266.00	
15	273.00	279.00	285.00	291.00	297.00	302.00	309.00	316.00	

管內水流

在管口之速度及流量雖與水頭 $h$ 有關,而於實際此水頭因諸種之原因特別減少,其原因如下

(甲) 因管之入口之抵抗而生者,此者稱為流入水頭損失如以 $h_1$ 表之

$$\text{流入水頭之損失 } h_1 = 0.5 \frac{v^2}{2g}$$

(乙) 因管之內面摩擦而生者,稱之為摩擦水頭損失,如以 $h_2$ 表之

$$\text{摩擦水頭之損失 } h_2 = f \frac{4lv^2}{d^2g}$$

$f$  為摩擦係數,  $l$  = 管之長度,  $d$  = 管之直徑

$f$  之值雖有種種公式,最普通用者為「達西」(Darcy)氏之係數

$$f = 0.005 \left(1 + \frac{1}{12d}\right) \dots\dots\dots \text{新管}$$

$$f = 0.010 \left(1 + \frac{1}{12d}\right) \dots\dots\dots \text{有垢之舊管}$$

「達西」之係數

f 之 值			f 之 值		
管之直徑	新 管	有 垢 管	管之直徑	新 管	有 垢 管
吋			吋		
2	0.0075	0.0150	12	0.0054	0.0108
3	0.0067	0.0133	15	0.0053	0.0107
4	0.0063	0.0125	18	0.0053	0.0106
5	0.0060	0.0120	21	0.0052	0.0105
6	0.0058	0.0117	24	0.0052	0.0104
8	0.0056	0.0113	30	0.0052	0.0103
10	0.0055	0.0110	36	0.0051	0.0103

(丙) 因管之斷面突然增大損失之水頭

$$h_3 = \frac{(v - v_1)^2}{2g} = \left(\frac{a_1}{a} - 1\right)^2 \frac{v_1^2}{2g} = m \frac{v^2}{2g}$$

$v$  及  $v_1$  = 增大前後之速度

$a$  及  $a_1$  = 增大前後管之斷面積

$\frac{d_1}{d}$	1	1.1	1.22	1.30	1.44	1.73	2.0	2.24	2.65	3.0	3.16
$\frac{a_1}{a}$	1	1.2	1.5	1.7	2	3	4	5	7	9	10
m	0	0.04	0.25	0.49	1.00	4.00	9.00	16.0	36.0	64.0	81.0

(丁) 因管之斷面突然縮小損失之水頭

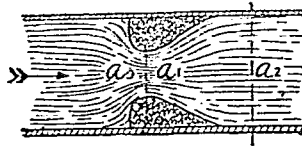
$$h_4 = K \frac{v^2}{2g}$$

$AA_1 =$  縮小前後管之斷面積

$\frac{A_1}{A}$	0.01	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
K	0.50	0.50	0.42	0.33	0.25	0.15	0.00

(戊) 因管內之阻塞物例如隔壁、堰戶弁、減壓弁、嘴、等所損失者如以  $h_5$  表之

$$h_5 = \left( \frac{a_2}{a_1} - 1 \right)^2 \times \frac{v_1^2}{2g} = m \frac{v_1^2}{2g}$$



如圖所示以  $a_0$   $a_1$   $a_2$  為各部之面積，上式之  $\frac{a_2}{a_1}$  之值為  $\frac{a_0}{a_2}$  所左右

係數  $m$  之值如下表

$\frac{a_0}{a_2}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\frac{a_1}{a_0}$	0.62	0.625	0.637	0.652	0.675	0.701	0.74	0.795	0.874	1.0
$\frac{a_2}{a_1}$	6.2	3.125	2.123	1.63	1.35	1.168	1.057	0.994	0.971	1.0
m	2.29	49.0	18.0	8.1	3.9	1.9	0.86	0.33	0.07	0.0



(己) 因管之屈折而生之損失水頭以 $h_6$ 表之

$$h_6 = n \frac{v^2}{2g}$$

對於屈折角係數  $n$  之值如下表

$\theta$	$n$	$\theta$	$n$	$\theta$	$n$	$\theta$	$n$	$\theta$	$n$	$\theta$	$n$
140	2.431	110	1.556	80	.74	50	.234	30	.073	15	.016
130	2.158	100	1.260	70	.533	40	.14	25	.049	10	.007
120	1.861	90	.984	60	.364	35	.102	20	.030	5	.002

(庚) 因管之彎曲而生者以 $h_7$ 表之

$$h_7 = C \times \frac{V^2}{2g}$$

設  $d$  = 管之直徑,  $R$  = 管之彎曲半徑係數  $C$  之值如下表

$\frac{1}{2} d \div R$	$c$	$\frac{1}{2} d \div R$	$c$	$\frac{1}{2} d \div R$	$c$
.1	.131	.45	.24	.75	.8
.15	.135	.475	.264	.775	.88
.2	.138	.5	.29	.8	.98
.225	.145	.525	.32	.85	1.08
.25	.15	.55	.35	.85	1.18
.275	.155	.575	.39	.875	1.29
.3	.16	.6	.44	.9	1.41
.325	.17	.625	.49	.925	1.54
.35	.18	.65	.54	.95	1.68
.375	.195	.675	.60	.975	1.83
.4	.206	.7	.66	1.00	2.06
.425	.225	.725	.73		

管內水流之一般公式

$$h = \frac{v^2}{2g} + \frac{5v^2}{2g} + f \frac{al}{b} \frac{v^2}{2g} + \text{因屈曲等損失之水頭}$$

例題 在直徑15吋吸鑄速度每分15呎之汽筒內,用直徑3吋長度50呎送水時管內之損失如何?

但在管之長50呎內設半閉鎖弁 T piece 半徑與管之徑彎曲相等

設  $f$  之值為 0.013

解  $v$  = 管內之速度時

$$(1) \text{ 摩擦水頭損失} = \frac{4 \times 0.013 \times 50}{\frac{1}{4}} \times \frac{v^2}{2g} = 10.4 \frac{v^2}{2g}$$

$$(2) \text{ 因半閉鎖倉之損失} = 3.9 \frac{v^2}{2g}$$

$$(3) \text{ 因 T piece 之損失} = 0.98 \frac{v^2}{2g}$$

$$(4) \text{ 因直角彎曲之損失} = 0.14 \frac{v^2}{2g}$$

$$(5) \text{ 因斷面俄然增大之損失} = \frac{v_1^2}{2g} \left( \frac{15^2}{3^2} - 1 \right)^2 = \frac{v_1^2}{2g} \times 24^2$$

$$= 24^2 \times \left( \frac{3^2}{15^2} \right)^2 \times \frac{v^2}{2g} = \frac{24^2 \times v^2}{25^2 \times 2g} = 0.92 \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{全損失當} (10.4 + 3.9 + 0.98 + 0.14 + 0.92) \frac{v^2}{2g}$$

$$\begin{matrix} \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ (1) & (2) & (3) & (4) & (5) \end{matrix}$$

$$= 16.34 \frac{v^2}{2g} = 9.95 \text{ 呎}$$

$$v = \frac{15}{60} \left( \frac{15}{3} \right)^2 = 6.25 \text{ 呎/秒}$$

水路內之水流

今 A = 水路之橫斷面積

P = 滯 緣

h = 水 頭

l = 水路之長度

v = 水流之速度

$$v = C\sqrt{rS}$$

$$\text{式中 } r = \frac{A}{P} \quad S = \frac{h}{l} \quad C = \text{定數} \quad \text{在普通略算之時用爲 100 則可}$$

噴射之動作用

(甲) 噴射之作用力

v = 噴出口之速度

a = " 面積

w = 單位體積水之重量

h = 噴出口上之水頭

$P =$  噴射力

$$P = \frac{wAv^2}{g} = 2awh \dots \dots \dots \text{理論上}$$

將速度、收縮、流量係數等算入時則實際之噴射力  
 $= 1.19awh$

(乙) 噴射之能力

$W =$  每秒所流出水之重量

$M =$  質量

$K =$  運動之能力

$$K = W \frac{v^2}{2g} = \frac{Mv^2}{2}$$

板上之衝擊

(丙) 固定平板受直角噴射之時

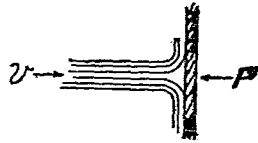
$v =$  衝擊前噴射之速度

$W =$  每秒所噴出液體之重量

$A =$  噴射口之斷面積

$P =$  因衝擊板上之總壓力

$$P = \frac{Wv}{g} = \frac{wAv^2}{g} = \frac{wA}{g} \times 2gh = 2wAh$$



(丁) 平板向噴射方向作用時

$v_1 =$  板之速度

$$P = \frac{W}{g} (v - v_1) \quad W = wA(v - v_1)$$

$$\text{故 } P = \frac{wA}{g} (v - v_1)^2$$

$$\text{每秒所作之有效工作} = P v_1 = \frac{wA v_1}{g} (v - v_1)^2$$

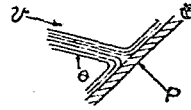
$$\text{每秒噴射運動所作用之能力} = \frac{wA v^3}{2g}$$

$$\text{效率} = \frac{wAv_I (v-v_I)^2}{2g} \div \frac{wAv^2}{2g} = \frac{2v_I(v-v_I)^2}{v^3}$$

(甲) 傾斜平板被噴射時

設 噴射方向與板所成之角爲 $\theta$

$$P = \frac{W}{g} v \sin\theta$$



(乙) 板向成 $\phi$ 角之方向動時

$V_I$  = 板之速度

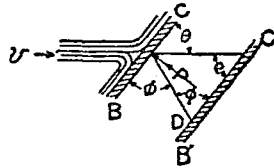
$$P = \frac{W}{g} (v \sin\theta - v_I \sin\phi)$$

每秒所作之有效工作 =  $Pv_I \sin\phi$

$$= \frac{wAv_I \sin\phi}{g \sin\theta} (v \sin\theta - v_I \sin\phi)^2$$

$$\text{每秒噴射運動之能力} = \frac{wAv^3}{2g}$$

$$\begin{aligned} \text{效率} &= \frac{wAv_I \sin\phi}{g \sin\theta} (v \sin\theta - v_I \sin\phi)^2 \div \frac{wAv^3}{2g} \\ &= \frac{2v_I \sin\phi}{v^3 \sin\theta} (v \sin\theta - v_I \sin\phi)^2 \end{aligned}$$



(甲) 噴射於固定屈面板時

$$P = \frac{Wv}{g} (1 + \cos\theta) = \frac{wAv^2}{g} (1 + \cos\theta)$$

$$\text{若 } \theta = 0 \quad P = \frac{2wAv^2}{g}$$

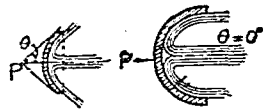
(乙) 板向噴射方向動時

$$P = \frac{wA}{g} (v-v_I)^2 (1 + \cos\theta)$$

$$\text{每秒有效工作} = Pv_I = \frac{wAv_I}{g} (v-v_I)^2 (1 + \cos\theta)$$

$$\text{效率} = \frac{wAv_I}{g} (v-v_I)^2 (1 + \cos\theta) \div wAv \frac{v^2}{2g}$$

$$= \frac{2v_I}{v^3} (v-v_I)^2 (1 + \cos\theta)$$



水落下之工率

$Q$  = 每秒所排除容積(立方呎)

$W$  = 一立方呎水之重量       $H$  = 水頭 (呎)

設 其為無損失者  $WQH$  = 總工率(呎呎/秒)

$$\frac{WQH}{75} = \text{總馬力}$$

對於每一立方呎/分之水落下之馬力如下(但其效率85%)

水頭			水頭		
水	頭	馬力	水	頭	馬力
呎	呎		呎	呎	
1	0.305	.0016098	320	97.536	.515136
20	6.096	.032196	330	100.584	.531234
30	9.144	.048294	340	103.632	.547332
40	12.192	.064392	350	106.680	.563430
50	15.240	.080490	360	109.728	.579528
60	18.288	.096588	370	112.776	.595626
70	21.336	.112686	380	115.824	.611724
80	24.384	.128784	390	118.872	.627822
90	27.432	.144882	400	121.920	.643920
100	30.480	.160980	410	124.968	.660018
110	33.528	.177078	420	128.016	.676116
120	36.576	.193176	430	131.064	.692214
130	39.624	.209274	440	134.112	.708312
140	42.672	.225372	450	137.160	.724410
150	45.720	.241470	460	140.208	.740508
160	48.768	.257568	470	143.256	.756606
170	51.816	.273666	480	146.304	.772704
180	54.864	.289764	490	149.352	.788802
190	57.912	.305862	500	152.400	.804900
200	60.960	.321960	520	158.496	.837096
210	64.008	.338058	540	164.592	.869292
220	67.056	.354156	560	170.688	.901488
230	70.104	.370254	580	176.784	.933684
240	73.152	.386352	600	182.880	.965880
250	76.200	.402450	650	198.120	1.046370
260	79.248	.418548	700	213.360	1.126860
270	82.296	.434646	750	228.600	1.207350
280	85.344	.450744	800	243.840	1.287840
290	88.392	.466842	900	274.320	1.448820
300	91.440	.482940	1000	304.800	1.609800
310	94.488	.499038	1100	335.280	1.770780

往復動唧筒

$D$  = 唧子之直徑(呎)  $d$  = 唧子棒之直徑(呎)  $L$  = 衝程之長度(呎)

$C$  = 連續二衝程之流出量(立方呎)

$H$  = 送水水頭(呎)  $h$  = 吸入水頭(呎)

$F$  = 加於唧筒之荷重,或為動移唧子所用之力(呎)

(但將摩擦省略之)

往復動唧筒之流出量

$$(1) \text{ 圓嚙唧子唧筒} \dots\dots\dots C = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

$$(2) \text{ 複動唧子唧筒} \dots\dots\dots C = \frac{\pi}{4} 2(D^2 - d^2)L$$

$$(3) \text{ 單動唧子唧筒} \dots\dots\dots C = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

$$\text{又 } C = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)L$$

但此二值依唧子之外側或內側孰接液體即選其中之一

(4) 單動吸子唧筒

$$C = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

實際上如吸子迅速動作時此式之值過多

(5) 複動唧子唧筒

流出量  $C$  之值與(4)同,若一樣平等送出液體時,圓嚙唧子之面積須為吸子面積之半 或  $d = D \div \sqrt{2} = 0.7070$  為必要,但式中  $d$  = 圓嚙唧子之直徑,  $D$  = 吸子之直徑

唧筒上所加之荷重

唧子之直徑、 $D$  = 粉、唧子棒之直徑、 $d$  = 粉

(1) 圓嚙唧筒之荷重

$$(1) \text{ 吸入衝程} \dots\dots\dots F = 0.07854 D^2 h$$

$$(2) \text{ 吐出衝程} \dots\dots\dots F = 0.07854 D^2 H$$

(2) 複動唧子唧筒之荷重

(1) 昇動程..... $F=0.07854\{D^2h+(D^2-d^2)H\}$

(2) 降動程..... $F=0.07864\{D^2H+(C^2-d^2)h\}$

若將唧子棒之直徑  $d$  省畧之昇降皆如下

$$F=0.07854D^2(H+h)$$

(3) 單動唧子唧筒之荷重

(1) 吸入衝程..... $F=0.07854D^2h$ , 又  $0.07854(D^2-d^2)H$

(2) 吐出衝程..... $F=0.07854D^2H$ , 又  $0.07854(D^2-d^2)h$

上式中之(2)為唧子之唧子棒側有水時所用之公式

(4) 單動吸子唧筒之荷重

(1) 上衝程..... $F=0.07854\{D^2h+(D^2-d^2)h\}$

(2) 下衝程..... $F=0.07854d^2H$

若將  $d$  省畧之上衝程時  $F=0.07854D^2(H+h)$ 下衝程之時  $F=0$ (5) 聯合吸子及圓嚙唧子唧筒之荷重但 式中  $D=$  吸子之直徑(粉),  $d=$  圓嚙唧子之直徑(粉)

(1) 上衝程(吸入及吐出)..... $F=0.07854\{D^2h+(D^2-d^2)H\}$

(2) 下衝程(僅吐出)..... $F=0.07854D^2H$

(備考) 於直立唧筒上衝程時, 必將唧子被舉起部分之重量加於前公式之  $F$  上, 下衝程時自  $F$  減其重量唧筒之速度

往復動唧筒之圓嚙唧子, 唧子或吸子之速度, 通例每分為15呎乃至60呎, 而尤以30呎乃至50呎為最普通, 而速度因衝程長之增加亦增。

設  $S=$  每分之速度(呎)  $L=$  衝程之長

$$S=10\sqrt{L} \dots \dots \dots \text{求 } S \text{ 之安全值規則}$$

### 吸入管及吐捨管之直徑

吸入管及吐捨管之直徑，通常等於唧筒筒身四分之三，故此管中水之速度可使其能為圓嚙子或唧子速度之 1.78 倍，但有時吸入管之直徑尚有使比吐出管之直徑大者。

### 唧筒之空氣室

將空氣室接近吐捨弁時，可使吐捨均一，且可減去衝程開始之衝擊，空氣室之容積雖因唧筒之種類而異，普通唧筒為筒身容積之二倍乃至六倍，此外吸入管太長時必將此室裝置於接近吸入弁之吸入管，但此時空氣室之容量為唧筒筒身之一倍乃至四倍。

### 遠心唧筒

$d$  = 吸入管及吐捨管之直徑(呎)       $D$  = 扇輪之直徑(呎)  
 $C$  = 流出水量(每分立方呎)       $H$  = 水被揚起之全高(呎)  
 $v$  = 扇輪圓周速度(每秒呎)       $N$  = 扇輪之迴轉數(每分)  
 $V$  = 管內水之速度(每分呎)      (普通 90~150 呎/每分)

$$C = \frac{\pi}{4} d^2 \times V \quad d = \sqrt{\frac{C}{\frac{\pi}{4} V}} = \frac{\sqrt{C}}{0.886\sqrt{V}}$$

$$D = 2d \sim 3d,$$

$$v = 8\sqrt{H} \text{ (小形唧筒)} \sim 10\sqrt{H} \text{ (大形唧筒)}$$

$$N = \frac{60 \times v}{\pi D} = \frac{19.1v}{D}$$

### 唧筒之效率

- (1) 遠心唧筒、揚程為 0.5 乃至 1 呎之中形者有 50% 之效率，此效率隨揚程之增加其值亦增，4.5 乃至 6 呎之揚程時，約達 70% 之最大效率，超過此時效率反減，揚程 15 呎者約為 50% 之效率，且大形唧筒之效率比小形大，總而言之此遠心唧筒揚程低時最為適宜。
- (2) 往復動唧筒揚程低時效率小，在揚程 3 呎時其效率不過僅 20~30% 且此唧筒揚程增加效率亦增，揚程 30 呎時其效率達 85%，故此種唧筒最適於高揚程。



各種往復動唧筒之重要尺寸 (一)														
番 號	尺 寸										復 行 每 程 分 數	吸 每 分 鐘 度	容 每 秒 升	量 每 時 噸
	筒 直 徑	滑 行 程	直 弁 徑	蒸 氣 口 徑	直 排 口 徑	直 唧 直 徑	行 程	吸 口 徑	直 出 口 徑	錘 直 徑				
給 水 唧 筒														
1	250	300	90	25	30	180	300	90	70	65	(30) 24	(18) 14.4	(6.6) 5.3	(23.5) 18.7
2	280	300	100	30	40	200	300	100	80	70	(30) 24	(18) 14.4	(8.2) 6.5	(29) 23
3	300	350	100	30	40	220	350	115	90	75	(26) 22	(18.2) 15.4	(10) 8.5	(35.3) 30
4	330	400	120	40	50	240	400	115	90	80	(20) 18	(17.6) 14.4	(11.5) 9.5	(40.5) 33.5
5	380	450	140	45	55	260	450	125	100	85	(20) 16	(18) 14.4	(14) 11.2	(49.5) 39.5
6	400	500	140	45	55	280	500	125	100	90	14	14	12.8	45
7	420	550	160	50	60	300	550	140	115	95	14	15.4	16.3	57.5
8	450	600	180	50	65	320	600	150	125	100	13	15.6	18.8	66.5
9	480	650	180	50	65	340	650	165	140	105	12	15.6	21.5	76.5
噴 燃 用 重 油 唧 筒														
1	100	180	50	12	20	75	180	60	50	25	45	16.2	0.91	3.0
2	140	200	70	20	25	100	200	75	60	40	40	16	1.55	5.2
3	160	220	80	20	25	125	220	90	70	45	35	15.4	2.4	8.1
4	180	300	90	25	30	135	300	100	80	50	28	16.6	3.05	10.3
5	200	350	90	25	30	150	350	115	90	55	25	17.5	3.9	13.1
6	230	400	100	30	40	175	400	125	100	60	20	16	5.2	17.5
7	250	450	100	30	40	200	450	140	115	65	18	16.2	6.7	22.5
8	300	500	120	40	50	225	500	165	125	75	16	16	8.4	28.2
消 防 唧 筒														
1	160	300	80	20	25	150	300	75	60	45	40	24	6	22
2	160	400	80	20	25	150	400	90	70	45	40	32	8	29.5
3	300	500	120	40	50	250	500	140	115	75	30	30	21	77.5
放 射 灰 唧 筒														
1	250	350	160	30	40	175	350	100	80	65	40	28	9.5	35
2	400	500	100	50	60	250	500	140	115	90	30	30	21	77.5
(備考) 括弧內爲驅逐機用者														

各種往復動唧筒之重要尺寸 (二)

強壓、注油、蒸油、器油冷却唧筒

番 號	尺 寸										容 量 每 時 噸		
	筒		唧		筒		吸直 錫 棒徑	複 行 程 數	吸 錫 速 度 (每 分 鐘)	每 秒 噸			
	直 徑	行 程	直 徑	行 程	吸直 口徑	直 徑						直 徑	直 徑
							滑直 弁徑	蒸直 氣口徑	排直 出口徑				
1	120	300	60	15	20	150	300	80	65	30	(40)	(6.1)	(22.5)
2	140	350	70	20	25	175	350	100	80	40	(30)	(4.4)	14
3	160	380	80	20	25	200	380	115	90	45	(38)	(9.7)	(36)
4	180	400	90	25	30	225	400	125	100	50	(40)	7	22.2
5	200	450	90	25	30	250	450	140	115	55	(28.9)	(13.2)	(49)
6	230	500	100	30	40	275	500	150	125	60	(25)	8.3	26.3
7	250	600	100	30	40	300	600	165	140	65	(38)	(17.7)	(65)
											(20)	11.2	35.5
											(35)	(31.5)	(85)
											(20)	18	39.5
											(32)	(28.5)	(105)
											(18)	18	48.5
											(26)	(31.2)	(12.3)
											16	19.2	62

備考、括弧內為油冷却唧筒用者

各種往復動唧筒之重要尺寸															
番號	尺					寸					吸錫速度 (每分鐘)	複行程數 (每分鐘)	容積 (每立方呎)	容積 (每立方呎)	
	筒		抽水		真空		唧筒		唧筒						
	直徑	行程	滑牙直徑	排出口直徑	直徑	行程	直徑	行程	吸錫口直徑	出口直徑					
1	280	380	120	50	460	380	200	175	500	400	125	75	70	38	7.09
2	300	380	120	50	500	380	215	190	560	400	140	90	75	38	8.66
3	330	400	140	55	600	400	250	215	660	430	165	100	80	36	11.71
4	380	430	160	60	660	430	275	240	700	450	175	100	85	34.4	12.82
5	400	500	160	60	700	500	275	240	760	530	175	100	90	35	15.16
6	450	500	180	65	780	500	290	250	840	530	190	115	100	35	18.64
7	480	530	180	65	840	530	290	250	880	600	190	115	105	31.8	19.75
8	500	530	180	65	900	530	325	275	960	600	215	125	110	31.8	23.12

各種往復動唧筒之重要尺寸																				
番號	尺					寸					吸錫速度 (每分鐘)	複行程數 (每分鐘)	容積 (每立方呎)	容積 (每立方呎)						
	筒		循環		真空		唧筒		唧筒											
	直徑	行程	滑牙直徑	排出口直徑	直徑	行程	直徑	行程	吸錫口直徑	出口直徑										
1	200	90	25	30	225	200	75	65	150	200	40	35	90	200	45	30	55	40	16	36
2	230	380	100	30	40	250	380	125	150	380	55	45	95	380	65	45	60	40	30.4	70
3	250	330	100	30	40	350	330	150	140	330	75	65	100	330	65	45	65	37	24.4	120
4	250	330	100	30	40	350	330	150	140	300	100	90	100	330	65	45	65	40	26.4	133
5	300	450	120	40	50	400	450	180	165	350	400	115	100	95	450	75	50	33	29.7	200
6	350	450	140	45	55	450	450	200	175	400	430	125	115	100	450	100	65	33	29.7	240

備考、低壓用各備二個壓膠唧筒

底壓渦輪唧筒 (Low Pressure turbine Pump)

揚水量及所要馬力表

吸吐丙	一吋	一吋半	二吋	二吋半	三吋	四吋	五吋	六吋	七吋	八吋	十吋	十二吋
及管時												
水徑												
一小時之揚水量(立方公尺)	3.43	8.12	14.4	24.4	36.1	67.5	11.0	151	204	268	444.7	640.4
各所	.19	.43	.67	1.06	1.53	2.80	3.33	4.52	5.82	7.56	11.50	15.50
種要	.36	.83	1.29	2.04	2.95	4.58	6.30	8.60	11.07	14.43	23.00	30.00
水馬	.51	1.19	1.86	2.95	4.23	6.50	8.72	11.69	15.17	20.21	33.00	44.00
頭力	.66	1.53	2.38	3.78	5.45	8.16	10.36	14.26	18.95	25.31	44.00	58.00
	.75	1.82	2.88	4.56	6.57	9.70	11.90	16.75	22.13	29.80	55.00	73.00
各之	1720	1360	1130	935	820	650	550	465	410	360	300	255
種水迴	2460	2000	1625	1400	1210	965	800	685	600	535	435	385
頭一分	2850	2300	1850	1600	1400	1100	930	800	700	585	500	450
間數	3000	2450	1900	1700	1450	1150	950	850	750	635	540	430
	3250	2620	2150	1850	1700	1280	1075	915	800	710	580	510

## 第九章 機械工作

皮帶之傳達力 (寬一吋)									
速度 (呎/分)	皮帶之厚				速度 (呎/分)	皮帶之厚			
	單層	雙層	三層	四層		單層	雙層	三層	四層
100	0.14	0.24	0.33	0.44	3400	3.89	6.74	9.10	11.96
200	0.27	0.48	0.67	0.88	3600	4.03	6.95	9.35	12.28
300	0.41	0.73	1.00	1.32	3800	4.14	7.12	9.55	12.57
400	0.54	0.96	1.33	1.75	4000	4.24	7.26	9.70	12.73
500	0.68	1.21	1.66	2.19	4200	4.33	7.36	9.79	12.84
600	0.81	1.44	1.99	2.62	4400	4.39	7.42	9.83	12.88
700	0.95	1.68	2.31	3.05	4600	4.43	7.44	9.80	12.84
800	1.08	1.93	2.64	3.48	4800	4.45	7.42	9.72	12.71
900	1.21	2.15	2.96	3.90	5000	4.45	7.37	9.56	12.50
1000	1.34	2.38	3.28	4.32	5200	4.43	7.26	9.34	12.20
1100	1.47	2.61	3.59	4.73	5400	4.38	7.10	9.05	11.80
1200	1.60	2.85	3.90	5.14	5600	4.31	6.92	8.69	11.30
1300	1.73	3.07	4.21	5.55	5800	4.21	6.65	8.25	10.70
1400	1.86	3.30	4.51	5.94	6000	4.09	6.35	7.73	10.00
1500	1.98	3.53	4.81	6.34	6200	3.94	6.01	7.13	9.19
1600	2.10	3.73	5.10	6.72	6400	3.76	5.58	6.44	8.26
1700	2.23	3.94	5.39	7.10	6600	3.56	5.11	5.67	7.22
1800	2.34	4.15	5.67	7.47	6800	3.32	4.57	4.80	6.06
1900	2.46	4.35	5.94	7.83	7000	3.05	3.98	3.84	4.77
2000	2.58	4.56	6.21	8.18	7200	2.75	3.31	2.79	3.36
2200	2.80	4.94	6.73	8.85	7400	2.42	2.60	1.64	1.82
2400	3.01	5.30	7.21	9.51	7600	2.05	1.82	0.39	0.14
2500	3.21	5.65	7.67	10.09	7800	1.65	.95	.....	.....
2800	3.40	5.97	8.09	10.64	8000	1.21	.....	.....	.....
3000	3.58	6.25	8.47	11.14	8200	0.74	.....	.....	.....
3200	3.74	6.52	8.80	11.58	8400	0.23	.....	.....	.....

備考 1.本表適用於皮帶之接觸角在180度以上之時  
 2.上表使用之皮革之強力如下之標準  
 有效緊張力(每寬1")皮帶之厚  
 45 磅  $\frac{3}{16}$ " (單層)  
 80 "  $\frac{3}{8}$ " (雙層)  
 110 "  $\frac{9}{16}$ " (三層)  
 145 "  $\frac{3}{4}$ " (四層)  
 3.不適於皮帶速度在4000—4800呎/分以上

## 皮帶之傳達馬力

下表示次式中F之值

$$\text{H.P.} = \frac{V \times W}{F} \quad \text{及} \quad W = \frac{\text{H.P.} \times F}{V}$$

但 H.P.=傳達馬力 V=皮帶速度呎/分 W=皮帶之寬吋

(例題)以140度之接觸角掛於直徑4吋之皮帶輪上,皮帶速度每分600呎傳達2馬力時求皮帶之寬。(但皮帶厚為單層)

(解)自下表皮帶輪之直徑8吋以下得接觸角140度時F之值為1270故依上式易求所要之寬

$$\text{即 } W = \frac{2 \times 1270}{600} = 4.23 \text{ (吋)}$$

皮帶之厚	滑車之直徑	接 觸 角 度								
		210°	200°	190°	180°	170°	160°	150°	140°	130°
單 層	8"以下	1010	1040	1070	1100	1140	1180	1220	1270	1330
	36"以下	830	860	890	920	950	990	1040	1100	1170
	36"以上	750	770	800	830	860	890	930	980	1030
雙 層	14"以下	570	590	610	630	650	670	700	730	760
	60"以下	470	480	500	520	540	570	600	630	660
	60"以上	430	440	450	470	490	510	530	560	590
三 層	21"以下	400	410	420	440	460	480	500	520	540
	84"以下	330	340	350	370	390	410	430	450	470
	84"以上	300	310	320	330	340	360	380	400	420

## 皮帶輪上皮帶之長度

$$\text{皮帶之長度} = 2C + \frac{11D + 11d}{7} + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad (\text{Rankine氏之公式})$$

C = 兩皮帶輪中心間之距離(吋)

D = 大皮帶輪之直徑(吋)      d = 小皮帶輪之直徑(吋)

傳導軸軸架間之距離

軸之直徑 吋	距離		軸之直徑 吋	距離		軸之直徑 吋	距離	
	呎	吋		呎	吋		呎	吋
1 1/4	25.4	5 0	3 1/2	88.9	11 6	7 1/2	177.8	18 3
1 1/2	31.8	5 9	3 3/4	95.3	12 0	7 3/4	190.5	19 0
1 3/4	38.1	6 6	4 1/4	101.6	12 6	8 1/4	203.2	20 0
2 1/4	44.5	7 3	4 3/4	108.0	13 0	8 3/4	215.9	20 9
2 1/2	50.8	8 0	4 1/2	114.3	13 6	9 1/4	228.6	21 6
2 3/4	57.2	8 6	4 3/4	120.7	14 0	10 1/4	254.0	23 3
3 1/4	63.5	9 3	5 1/4	127.0	14 6	11 1/4	279.4	24 9
3 1/2	69.9	9 9	5 1/2	139.7	15 6	12 1/4	304.8	26 3
3 3/4	76.2	10 3	6 1/4	152.4	16 6			
4 1/4	82.6	11 0	6 1/2	165.1	17 6			

備考 上表為最普通之一例

各種速度鋼製軸所傳達馬力

軸之直徑 (吋)	傳 達 馬 力 但省略軸自身之重量 假定無彎曲						傳 達 馬 力 但假定無何因皮帶輪皮帶 及其他之重量所生之彎曲					
	每 分 回 轉 數		每 分 回 轉 數		軸架間 最大距 離(呎)	每 分 回 轉 數		每 分 回 轉 數		軸架間 最大距 離(呎)		
	100 H.P.	150 H.P.	200 H.P.	250 H.P.		300 H.P.	100 H.P.	150 H.P.	200 H.P.		250 H.P.	300 H.P.
1 1/2	7	10	14	17	20	11.7	5	7	10	12	14	6.8
1 3/8	9	13	17	21	26	12.4	6	9	12	15	18	7.2
1 1/4	11	16	21	26	32	13.0	8	11	15	18	22	7.5
1 1/8	13	20	26	33	40	13.6	9	14	19	23	28	7.9
2	16	24	32	40	48	14.2	11	17	23	28	34	8.2
2 1/8	19	29	38	48	58	14.8	14	21	27	34	42	8.6
2 1/4	23	34	46	57	68	15.4	16	24	33	41	48	8.9
2 3/8	27	40	54	67	80	16.0	19	29	38	48	58	9.2
2 1/2	31	47	63	78	94	16.5	22	33	45	55	66	9.6
2 3/4	42	62	83	102	124	17.6	30	44	59	74	89	10.2
3	54	81	108	134	162	18.6	39	58	77	96	116	10.8
3 1/4	69	103	137	172	206	19.7	49	74	98	123	148	11.4
3 1/2	86	129	172	215	258	20.7	61	92	123	153	184	12.0
3 3/4	105	158	211	264	316	21.6	77	113	151	188	226	12.5
4	128	192	256	320	384	22.6	91	137	183	228	274	13.1

運轉各種工作機械所要之馬力		(一)
機 械 種 別		H.P.
小型切螺絲旋床(帶四列齒輪裝置)搖動直徑13½"	.....	0.41
全 上 12"	.....	0.33
切螺絲旋床(帶後列齒輪裝置)搖動直徑17½"	.....	0.867
全 上 20"	.....	0.47
全 上 21"	.....	0.462
大型面及旋削旋床(帶三段齒輪裝置)		
鏡板直徑80"搖動直徑108"	.....	0.53
大型鏡旋床(帶三段齒輪裝置)搖動直徑68"	.....	0.91
小型摺動平削機(能力、行程4"橫送進11")	.....	0.16
〔Richard〕式平削機(能力、行程9½"橫送22")	.....	0.24
摺動平削機(行程15")	.....	0.63
〔Richard〕式大型摺動平削機(能力行程29"橫送91")	.....	1.14
曲肱式平削機(能力23"×27"×28½"行程)	.....	0.24
平削機(能力36"×36"×11'~0")	.....	0.84
大型平削機(能力76"×76"×57'~0")	.....	1.47
小型錐揉機	.....	0.62
直立型錐揉機(插入錐部長孔直徑2½")	.....	0.41
中型錐揉機	.....	1.33
大型錐揉機 Radial boring machine	.....	1.24
射狀錐揉機、搖動直徑6'~0"	.....	0.53
全 上 8'~6"	.....	0.67
射狀錐揉機	.....	1.08
縱削機、行程8"	.....	0.28
全 上 9½"	.....	0.44
全 上 15"	.....	0.95
萬能旋刀切削機無懸出腕者	.....	0.28
旋刀切削機(與削截工具一塊迴轉 臺之直徑13"削截工具12枚)	.....	0.66
切齒機械(可切20"直徑者)	.....	0.28
橫鑽孔機械、搖動直徑22½"	.....	0.93



運轉各種工作機械所要之馬力		(二)
機 械 種 別		H.P.
水壓剪斷機械	.....	1.52
大型鐵板切斷機 (雙長28"行程3")	.....	7.12
大型壓穿機 (直徑28"行程3")厚1½"之材料亦可能壓穿者	.....	4.41
小型壓穿及剪斷機 (雙長7½"行程1½")	.....	0.79
切熱鐵圓鋸 (鋸之直徑30½")	.....	4.12
鐵板屈曲軋機 (軋之直徑13"長9'~6")	.....	2.70
木材平削機 (13½"之回轉雙橫有二個縱有二個者)	.....	4.24
全 上 (回轉雙之長為24")	.....	3.03
全 上 (全 上17½")	.....	4.63
全 上 (全 上28")	.....	5.00
全 上 (全 上28")	.....	3.20
全 上 (能力14½"×4½")	.....	6.91
木工用圓鋸 (鋸之直徑23")	.....	3.23
全 上 (全 上35")	.....	5.64
木工用帶鋸 (掛帶鋸輪之直徑34")	.....	0.96
木工製木鉚孔及鑽孔機械	.....	0.49
橫型木工做鉚孔及鑽孔機械 (錐直徑4"木鉚孔深8½"長11½")	.....	3.69
木型製作機械 (能力7½"×2½"有橫軸者)	.....	2.45
工具研磨砥石 (砥石直徑31"厚6"每分週速度680'~0")	.....	1.55
材料研磨砥石 (砥石直徑42"厚12"每分週速度1680'~0")	.....	3.11
研 磨 砥 石	.....	1.08
金剛砂砥石 (砥石直徑11½"厚½")研磨鋸用	.....	0.56

## 齒輪裝置

## 圓嚙齒輪裝置之速度比

C = 軸中心線間之距離

r = 齒輪半徑之比

$$C_s = \text{小齒輪直徑} = \frac{2C}{\left(1 + \frac{1}{r}\right)}$$

$$D_l = \text{大齒輪直徑} = \frac{2C}{(r+1)}$$

今若 C = 300 纏 r =  $\frac{1}{5}$ 

$$\text{即 } D_l = \frac{600}{\frac{6}{5}} = 500 \text{ 纏}$$

$$D_s = \frac{600}{6} = 100 \text{ 纏}$$

## 圓嚙齒輪裝置

各部之名稱及其計算公式

P = 徑節 (diametral Pitch)

D = 節圓徑

P' = 圓周節 (在節圓上)

C = 軸中心線間之距離

N = 齒數

S = 自節圓徑外方齒之高

Ng = 大齒輪之齒數

F = 齒底遊隙

Np = 小齒輪之齒數

W = 齒之全高

O = 齒輪之外徑

T = 齒之厚

L = 齒竿之長

$$1. P = \frac{\pi}{P'}$$

$$9. F = \frac{0.157}{P}$$

$$17. P = \frac{N}{D} = \frac{N+2}{O}$$

$$2. P' = \frac{\pi}{P}$$

$$10. F = \frac{P'}{20} = \frac{T}{10}$$

$$18. P' = \frac{\pi D}{N} = \frac{\pi O}{N+2}$$

$$3. D = \frac{N}{P} = \frac{N \times O}{N+2}$$

$$11. W = \frac{2.157}{P}$$

$$19. D = O \div (N+2)$$

$$= O - \frac{2}{P} = NS$$

$$4. D = \frac{NP'}{\pi}$$

$$12. W = 0.6866P'$$

$$20. N = P \times D = O \div 2$$

$$5. C = \frac{Ng + Np}{2P}$$

$$13. T = \frac{1.5708}{P}$$

$$21. N = \frac{\pi D}{P'}$$

$$6. C = \frac{(Ng + Np)P'}{2\pi}$$

$$14. T = \frac{P'}{2}$$

$$22. O = (N+2) \div (N \div D)$$

$$= D + \frac{2}{P}$$

$$7. S = \frac{1}{P}$$

$$15. O = \frac{N+2}{P}$$

$$23. L = \frac{\pi N}{P}$$

$$8. S = \frac{P'}{\pi}$$

$$16. O = \frac{(N+2)P'}{\pi}$$

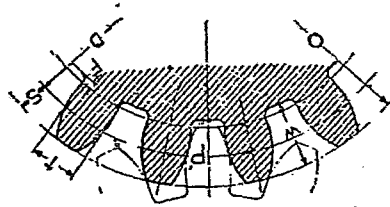
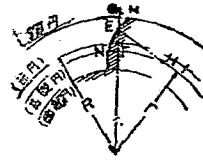
$$24. L = NP'$$

## 齒之畫法

### 漸開線齒之畫法(法國式)

$$R = \frac{D}{2} \quad r = R \times 0.96363 (\text{傾斜度} = 15\frac{1}{2}^\circ)$$

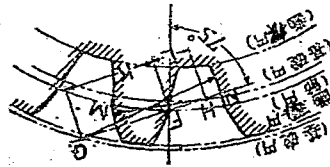
EF =  $\frac{2}{3} \times FC$  於基礎圓上引切線 EI 在此線上取 EH 等於  $\frac{2}{3} EI$ , EH 為半徑 H 點為中心通過 M 及 N 所畫之圓弧即為所要之漸開線齒之形狀



### 擺線齒之畫法(英式)

$$K = \frac{P(N+6)}{2(N-11)} \quad L = 0.11P \sqrt[3]{n}$$

自節圓上 F 點引  $75^\circ$  之線在該線上取 K 及 L 之長以此為 GH 再經過 GH 畫基礎圓 (與節圓同心) 以其圓周上為中心 GN 及 HM 為半徑所畫之圓弧即所要之擺線齒之形狀



### 內側銜接圓端齒輪

#### 計算公式

I = 齒輪內徑 (下列以外之公式與外側銜接齒輪同)

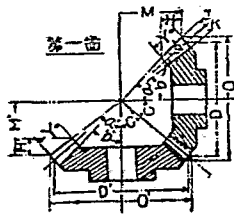
5. $C = \frac{N_g - N_p}{2P}$	15. $I = \frac{N-2}{P}$	19. $D = I + 2S$
6. $G = \frac{(N_g + N_p')P'}{2\pi}$	16. $I = \frac{(N-2)P'}{\pi}$	22. $I = D - 2S$

## 傘齒輪(Bevel gear)

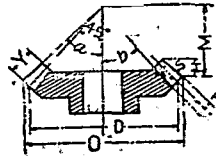
## 各部之名稱及其計算公式

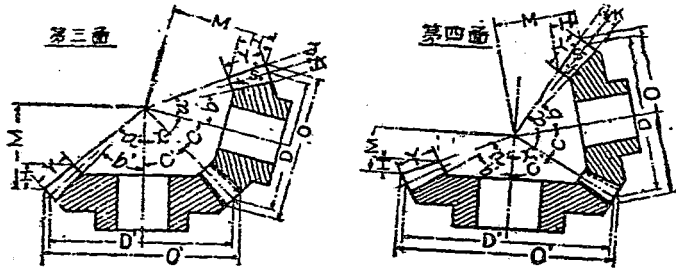
$$\begin{aligned}
 P' &= \text{圓周節} & D(D') &= \text{小(大)齒輪節圓徑} \\
 P &= \text{徑節} & O(O') &= \text{小(大)齒輪之外徑} \\
 N &= \text{小齒輪之齒數} & J &= 1/P = 0.3183P' \\
 N' &= \text{大齒輪之齒數} & K &= 1.157/P = 0.39'683P' \\
 x &= \text{相交二軸所成角度} & N' &= D'P = \pi D'/P' \\
 & & D' &= N'/P = 0.3183P'N' \\
 D &= N/P = 0.3183P'N \\
 O &= D + (2\cos C/P) = D + 0.6366P' \cos C = D + 1.4142/P \\
 & & & = D + 0.45P' \quad (\text{第二圖所示}) \\
 O' &= D' + (2\cos C'/P) = D' + 0.6366P' \cos C' \\
 & & & = D' + (2\sin C/P) = D' + 0.6366P' \sin C \quad (\text{第一圖所示}) \\
 \tan C &= \cos(x-90^\circ)/[N'/N - \sin(x-90^\circ)] \quad (\text{第四圖所示}) \\
 &= \sin z/[N'/N + \cos x] \quad (\text{第三圖所示}) \\
 &= N/N' \quad (\text{第一圖所示}) \\
 C' &= x - C \\
 \tan S &= 2\sin C/N \quad (= 1.4142/N \text{ 第二圖所示}) \\
 \tan f &= 2.314\sin C/N \quad (= 1.6362/N \text{ 第二圖所示}) \\
 a &= c + s \quad (= 45^\circ + s \text{ 第二圖所示}) & a' &= c' + s \\
 d &= c - f \quad (= 45^\circ - f \text{ 第二圖所示}) & b' &= c' - f \\
 M &= \frac{1}{2}O \cot a & M' &= \frac{1}{2}O' \cot a' \\
 H &= Y \cos a & H' &= Y \cos a'
 \end{aligned}$$

第一圖



第二圖





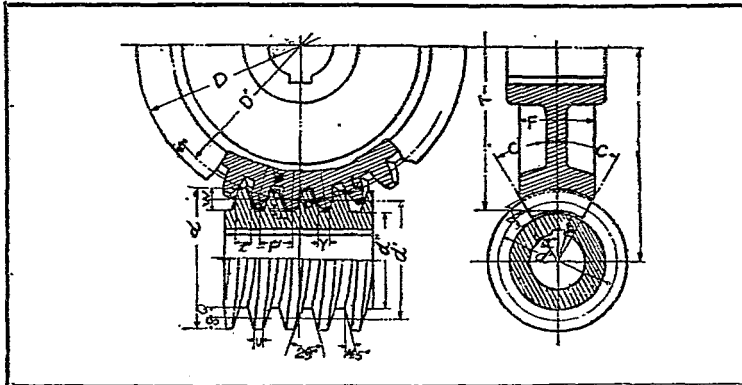
### 螺旋桿齒輪

#### 各部之名稱

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| $N$ = 螺旋輪之齒數         | $n$ = 螺旋桿之螺絲數    |
| $P'$ = 圓周節           | $P$ = 徑節         |
| $x$ = 螺旋輪之齒與軸線所成之角度  |                  |
| $R$ = 螺旋輪每一迴轉螺旋桿之迴轉數 |                  |
| $L$ = 螺旋桿每一迴轉之導程     |                  |
| $D$ = 螺旋輪之外徑         |                  |
| $D'$ = 螺旋輪之節圓直徑      | $d$ = 螺旋桿之外徑     |
| $d'$ = 螺旋桿之節圓直徑      | $d''$ = 螺旋桿之螺底直徑 |

#### 各部之計算公式

$N = \pi D' / P'$	$B = (D' + d') / 2$
$T = 0.3183 P' (N + 2)$	$D' = 0.3183 N P'$
$F = (0.5d' + 0.17P') \sin C / 0.5$	$D = T + 2(e - e \cos C)$
$a = F / 2 - b \sin C$	$P' = D' / 0.3183 N$
$b = W + 0.05 P'$	$L = P' n$
$d = d' + 2s$	$n = N / R$
$d'' = d - 2W$	$\tan x = L / \pi d'$
$e = \frac{1}{2} d' - s$	$t = P' / 2$
$C = 30^\circ \sim 35^\circ$	$U = 0.3354 P' = 1.0536 / P$
$\sin C = F / (d + 0.34 P')$	$Y = 0.31 P' = 0.9744 / P$



螺旋桿各部尺寸表

(n 爲每一吋之山數)

n	P'	S	Q	W	t	Y	U
1	2.0000	0.6366	0.7366	1.3732	1.0000	0.6200	0.6708
1 1/2	1.7500	0.5570	0.6445	1.2015	0.8750	0.5425	0.5869
2	1.5000	0.4775	0.5524	1.0299	0.7500	0.4650	0.5031
2 1/2	1.2500	0.3979	0.4603	0.8582	0.6250	0.3875	0.4192
3	1.0000	0.3183	0.3683	0.6856	0.5000	0.3100	0.3354
3 1/2	0.7500	0.2387	0.2762	0.5149	0.3750	0.2325	0.2515
4	0.6667	0.2122	0.2455	0.4577	0.3333	0.2066	0.2236
4 1/2	0.5000	0.1592	0.1841	0.3433	0.2500	0.1550	0.1677
5	0.4000	0.1273	0.1473	0.2746	0.2000	0.1240	0.1341
5 1/2	0.3333	0.1061	0.1228	0.2289	0.1667	0.1033	0.1118
6	0.2857	0.0909	0.1053	0.1962	0.1429	0.0886	0.0958
6 1/2	0.2500	0.0796	0.0920	0.1716	0.1250	0.0775	0.0838
7	0.2222	0.0707	0.0819	0.1526	0.1111	0.0689	0.0745
7 1/2	0.2000	0.0637	0.0736	0.1373	0.1000	0.0620	0.0670
8	0.1667	0.0531	0.0613	0.1144	0.0833	0.0516	0.0559
8 1/2	0.1429	0.0455	0.0526	0.0981	0.0714	0.0443	0.0479
9	0.1250	0.0398	0.0460	0.0858	0.0625	0.0387	0.0419
9 1/2	0.1111	0.0354	0.0409	0.0763	0.0556	0.0344	0.0373
10	0.1000	0.0318	0.0369	0.0687	0.0500	0.0310	0.0335
10 1/2	0.0833	0.0265	0.0307	0.0572	0.0416	0.0258	0.0279
11	0.0714	0.0227	0.0263	0.0490	0.0357	0.0221	0.0239
11 1/2	0.0625	0.0199	0.0230	0.0429	0.0312	0.0194	0.0209
12	0.0556	0.0177	0.0205	0.0382	0.0278	0.0172	0.0186

## 螺 齒 輪

## 螺齒輪計算之公式

$P =$  Normal diametral Pitch (切削螺齒用刀之節)

$D =$  節 圓 徑

$N' =$  撰擇刀具之齒數

$N =$  齒 數

$L =$  螺齒之導程

$\left\{ \begin{array}{l} N_a = \text{動齒輪之齒數} \\ N_b = \text{從齒輪之齒數} \end{array} \right.$

$S =$  節圓外方齒之高

$W =$  齒之全高

$\alpha =$  螺 旋 角

$T_n =$  齒之厚(節圓上直線)

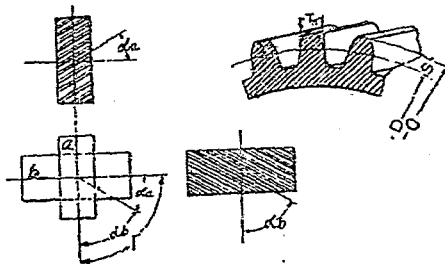
$\alpha_a =$  動齒輪之螺旋角

$o =$  螺齒輪之外徑

$\alpha_b =$  從齒輪之螺旋角

$C =$  二軸中心線間之距離

$r =$  二軸所成之角度



1.  $r = \alpha_a + \alpha_b$

6.  $L = \pi D \cot \alpha$

2.  $D = \frac{N}{P_n \cos \alpha}$

7.  $S = \frac{1}{P_n}$

3.  $C = \frac{D_a + D_b}{2}$

8.  $W = \frac{2.157}{P_n}$

4.  $N_b + N_a \tan \alpha_a = 2C P_n \sin \alpha_a$

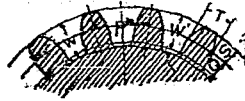
9.  $T_n = \frac{1.571}{P_n}$

5.  $N^2 = \frac{N}{(\cos \alpha)^2}$

10.  $o = D + 2S$

各種徑節齒輪各部之尺寸表

P = 徑節



P	P'	T	P	P'	T
$\frac{1}{2}$	6.2832	3.1416	16	0.1963	0.0982
$\frac{3}{4}$	4.1888	2.0944	17	0.1848	0.0924
1	3.1416	1.5708	18	0.1745	0.0873
$1\frac{1}{4}$	2.5133	1.2566	19	0.1653	0.0827
$1\frac{1}{2}$	2.0944	1.0472	20	0.1571	0.0785
$1\frac{3}{4}$	1.7952	0.8976	22	0.1428	0.0714
2	1.5708	0.7854	24	0.1309	0.0654
$2\frac{1}{4}$	1.3963	0.6981	26	0.1208	0.0604
$2\frac{1}{2}$	1.2566	0.6283	28	0.1122	0.0561
$2\frac{3}{4}$	1.1424	0.5712	30	0.1047	0.0524
3	1.0472	0.5236	32	0.0982	0.0491
$3\frac{1}{2}$	0.8976	0.4488	34	0.0924	0.0462
4	0.7854	0.3927	36	0.0873	0.0436
5	0.6283	0.3141			
6	0.5236	0.2618			
7	0.4488	0.2244			
8	0.3927	0.1963			
9	0.3491	0.1745			
10	0.3142	0.1571			
11	0.2856	0.1428			
12	0.2618	0.1309			
13	0.2417	0.1208			
14	0.2244	0.1122			
15	0.2094	0.1047			



### 法 國 式 齒 輪 之 表

#### 公 式

Module.....	M
Circular Pitch.....	$C.P$ (m/m)
Pitch Circle Diameter.....	$P.D$ (m/m)
Number of Teeth.....	N
Out Side Diameter.....	D (m/m)
Depth .....	H (m/m)
Addendum .....	A (m/m)
Thickness of Teeth.....	T (m/m)

$$M = \frac{C.P}{\pi} = \frac{D}{N+2}$$

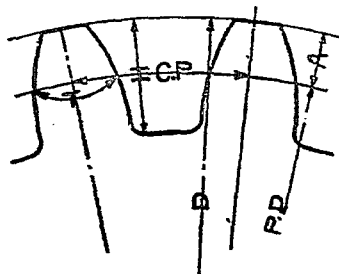
$$P.D = NM = \frac{N \times C.P}{\pi}$$

$$D = (N+2) M = P.D + 2 \frac{C.P}{\pi}$$

$$H = M \times 2.166$$

$$A = M$$





$$T = \frac{C.P}{2\pi}$$



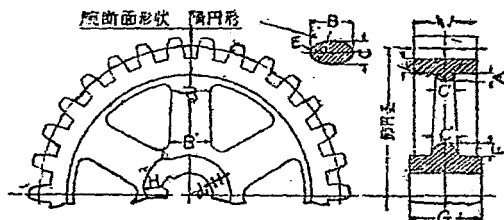
備考 此法國式齒輪多用於飛機之發動機及潛水艇用Diesel式機器

## 法國式齒輪之表

## MODULE PITCH

Module	C. P.	T.	Depth.	Addendum.	Diametral.
					Pitch
(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(Inch)
0.5	1.5708	0.7854	0.1083	0.5	50.800
0.75	2.3562	1.1781	0.16245	0.75	33.867
1.	3.1416	1.5708	2.166	1.	25.400
1.25	3.9270	1.9634	2.7075	1.25	20.320
1.5	4.7124	2.3562	3.249	1.5	16.933
1.75	5.4978	2.7489	3.7905	1.75	14.514
2.	6.2832	3.1416	4.332	2.	12.700
2.25	7.0686	3.5343	4.8735	2.25	11.288
2.5	7.854	3.927	5.415	2.5	10.60
2.75	8.6394	4.3197	5.9565	2.75	9.236
3.	9.4248	4.7124	6.498	3.	8.466
3.25	10.2102	5.1051	7.0395	3.25	7.814
3.5	10.9956	5.4978	7.581	3.5	7.257
3.75	11.781	5.8905	8.1225	3.75	6.773
4.	12.5664	6.2832	8.664	4.	6.350
4.25	13.3518	6.6759	9.2055	4.25	5.976
4.5	14.1372	7.0686	9.747	4.5	5.644
4.75	14.9226	7.4613	10.2885	4.75	5.347
5.	15.708	7.854	10.83	5.	5.080
5.25	16.4934	8.2467	11.3715	5.25	4.838
5.5	17.2788	8.6394	11.913	5.5	4.618
5.75	18.0642	9.0321	12.4545	5.75	4.417
6.	18.8496	9.4248	12.996	6.	4.233
7.	21.9912	10.9956	15.162	7.	3.628
8.	25.1328	12.5664	17.328	8.	3.175
9.	28.2744	14.1372	19.494	9.	2.822
10.	31.416	15.708	21.66	10.	2.540
11.	34.5576	17.2788	23.826	11.	2.309
12.	37.6992	18.8496	25.992	12.	2.117

圓齒齒輪各部之比例



P = 徑節

P' = 圓周節

$$A = 1.57 \div P = 0.5P'$$

$$F = 2.00 \div P = 0.65P'$$

$$B = 6.28 \div P = 2.0P'$$

$$G = W + 0.025 \text{ 節圓徑}$$

$$C = 3.14 \div P = P'$$

$$H = 0.44 \times d$$

$$D = 4.71 \div P = 1.5P'$$

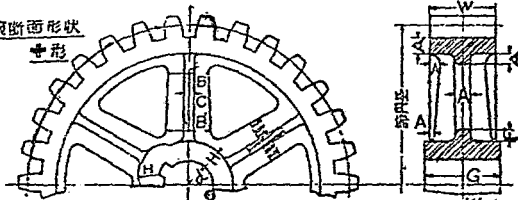
$$B' = B + \frac{3}{8} \text{ 吋/呎}$$

$$E = 0.79 \div P = 0.25P'$$

$$C = C + \frac{3}{8} \text{ 吋/呎}$$

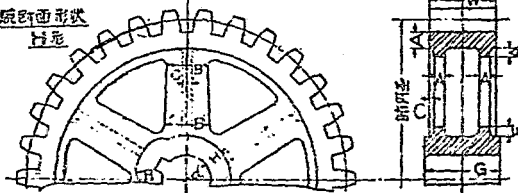
原断面形状

十字形



原断面形状

柱形



P = 徑節

P' = 圓周節

$$A = 1.57 \div P = 0.5P'$$

$$G = W + 0.025 \text{ 節圓徑}$$

$$B = 7.85 \div P = 2.5P'$$

$$H = 0.44 \times d$$

$$C = 0.94 \div P = 0.3P'$$

$$B' = B + \frac{3}{8} \text{ 吋/呎}$$

$$F = 2.20 \div P = 0.7P'$$

## 齒之強度

$p$  = 齒之間周節 (吋)       $h$  = 齒之高 (吋)

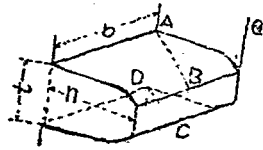
$t$  = 齒之厚 (吋)       $b$  = 齒之寬 (吋)

$C$  = 作用於一齒之最大使用荷重(磅)

$P$  = 在節圓上迴轉被動輪之力(自馬力及圓周速度算出者)

$f$  = 安全應力 磅/平方吋     $n = b/p$

(第一)  $Q$  作用於齒上一隅時。



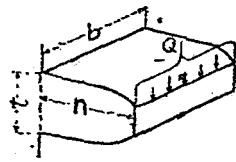
若齒寬  $b$  比  $h$  大時，齒之最弱部分為對齒根之面成  $45^\circ$  度角之  $AECD$  斷面

若設  $t = 0.4p$  及  $Q = \frac{2}{3}P$      $t^2 = \frac{3Q}{f}$

$$\text{故 } p = \sqrt{\frac{12.5}{f}} \times \sqrt{P} = C_1 \sqrt{P}$$

$$P = \frac{p^2 f}{12.5}$$

(第二)  $Q$  沿齒之全寬一樣作用時。



$Q = \frac{2}{3}P$      $n = 0.7p$      $t = 0.4p$  吋

在齒根之(彎曲力率)

$$Qh = \frac{1}{6}bt^2f$$

$$\text{故 } p = \sqrt{\frac{17.5}{f}} \times \sqrt{\frac{P}{n}} = C_2 \sqrt{\frac{P}{n}}$$

$$P = \frac{p^2 n f}{17.5}$$

## f 之 值

材質	f	材質	f
鑄鐵.....	2500~6000	鑄鐵.....	5000~12000
銀鐵.....	5000~12000	砲金.....	3000~6000

用於高速銜接，及受衝擊銜接之齒輪，取上表中之小值，用於低速銜接，及圓滑之銜接，則取大值。

各 f 之 $C_1$ $C_2$ 之值					
f	$C_1$	$C_2$	f	$C_1$	$C_2$
2000	0.0791	0.0935	5500	0.0477	0.0564
2500	0.0707	0.0837	6000	0.0456	0.0540
3000	0.0645	0.0764	7000	0.0423	0.0500
3500	0.0598	0.0707	8000	0.0395	0.0468
4000	0.0559	0.0661	9000	0.0373	0.0441
4500	0.0527	0.0624	10000	0.0354	0.0418
5000	0.0500	0.0592	12000	0.0323	0.0382

關於齒之強度 Lewis 公式示之如下 荷重之作用屬於第二之情形，圓周節以 P 表時  $Q = fp' bY$   
徑節以 P 表時  $Q = \frac{fbZ}{P}$  Y, Z = 係數

對各強度 YZ 係數之表						
齒之數	漸開線齒傾斜角 20°		漸開線及擺線齒傾斜角 15°		Radial flank	
	Y	Z	Y	Z	Y	Z
12	0.078	0.245	0.067	0.211	0.052	0.163
13	0.083	0.261	0.070	0.220	0.053	0.167
14	0.088	0.276	0.072	0.227	0.054	0.170
15	0.092	0.289	0.075	0.236	0.055	0.173
16	0.094	0.296	0.077	0.242	0.056	0.176
17	0.096	0.302	0.080	0.252	0.057	0.179
18	0.098	0.307	0.083	0.261	0.058	0.182
19	0.100	0.314	0.087	0.274	0.059	0.185
20	0.102	0.321	0.090	0.283	0.060	0.189
21	0.104	0.326	0.092	0.289	0.061	0.192
23	0.106	0.333	0.094	0.296	0.062	0.195
25	0.108	0.340	0.097	0.305	0.063	0.198
27	0.111	0.349	0.100	0.314	0.064	0.201
30	0.114	0.358	0.102	0.321	0.065	0.204
34	0.118	0.371	0.104	0.326	0.066	0.207
38	0.122	0.384	0.107	0.336	0.067	0.211
43	0.126	0.396	0.110	0.346	0.068	0.214
50	0.130	0.408	0.112	0.352	0.069	0.217
60	0.134	0.421	0.114	0.358	0.070	0.220
75	0.138	0.434	0.116	0.365	0.071	0.223
100	0.142	0.446	0.118	0.371	0.072	0.227
150	0.146	0.459	0.120	0.377	0.073	0.230
300	0.150	0.472	0.122	0.384	0.074	0.233
直齒 (Rack)	0.154	0.484	0.124	0.390	0.075	0.236

作用於各速度之應力表 (f)								
速度 呎/每分	100 以下	200	300	600	900	1200	1800	2400
鑄鐵	8000	6000	4800	4000	3000	2400	2000	1700
鋼	20000	15000	12000	10000	7500	6000	5000	4300

齒輪所傳達馬力

P=在節圓上轉從動輪之力(磅)

D=節圓直徑 (呎)      V=節圓上之週速度 呎/秒

N=每分回轉數      H=傳達馬力

$$H = \frac{PV}{75} = \frac{\pi DNP}{75 \times 60}$$

$$P = \frac{75H}{V} = \frac{75 \times 60 \times H}{\pi DN}$$

齒輪之最大周速度

(Alfred Towler氏)

齒輪之種類	V
鑄鐵製普通齒輪	1800
全 螺 齒 輪	2400
全 嵌植齒輪	2400
鑄鋼製普通齒輪	2600
全 螺 齒 輪	3000
鑄鐵製特種機械切之齒輪	3000

V=節圓上之最大安全周速度 呎/分

## 車 軸 用 軸 架

潤滑調節軸架之要素

依兩滑動面間油膜之支持，而成軸架之作用，潤滑調節軸架之要素如下

- 1 油膜上之壓力
- 2 潤滑物之導入分配排除及冷却方法
- 3 在滑動狀態潤滑物之特性
- 4 滑動面之特性
- 5 軸架兩面間之遊隙

軸架之面積

軸架之面積，乃軸架在與荷重方向成直角之平面上之投射面積

今設  $a$  = 軸架之面積  $d$  = 直徑  $l$  = 軸架之長

$$\text{圓環軸架時} \quad a = dl$$

$$\text{旋迴軸架時} \quad a = \frac{\pi}{4} d^2$$

軸架上之壓力

$R$  = 軸架之荷重(尅)  $a$  = 軸架面積(平方粉)

$P$  = 軸架上之壓力(尅/平方粉)

$$P = \frac{R}{a}, \quad R = Pa$$

油膜各部壓力  $P$  之值，乃關連於荷重之面積，荷重之作用點及軸架之強度速度等而變化。

以致破壞油膜之壓力  $P_m$  如下

但  $P_m$  ..... 磅/平方吋 速度  $v$  ..... 呎/分

$$P_m = 7.47 v \quad (\text{Prof. Herbert F. Moore})$$

與軸架內最終溫度有關之容許壓力，依次之公式可計算之

但式中 .....  $f$  = 摩擦係數， $t$  = 軸架內最終溫度(F)

$$v < 8.5 \text{ 呎/秒} \quad P = \frac{2.3 \sqrt{60v}}{f(t-32)} \quad (\text{Pederson})$$

$$v > 8.5 \text{ 呎/秒} \quad P = \frac{51.2}{f(t-32)} \quad (\text{Lasche})$$

軸架上下之容許壓力 (Hütte.) (一)

接觸材質	壓力	
	磅/平方吋	噸/平方粉
占火坤塢鋼與占火坤塢鋼	2130	150
占火坤塢鋼與青銅	1280	90
朱占火坤塢鋼與青銅	850	60
軟鋼之滑面與青銅	570	40
粗而脆弱軟鋼面(或鑄鐵)與青銅	425	30
粗而脆弱軟鋼面與鑄鐵	355	25
軟鋼與注水潤滑之磁流木	355	25

軸架上下之容許壓力 (二)

機械之型	軸架	軸架質	容許壓力	
			p. 磅/平方粉	p.v. 噸/平方粉
於鐵路	車軸 (Gross head pin) (1) 車軸 (Crank pin) (1) 車軸 (Crank pin) (1)	青銅	.....	.....
		白金	.....	10712.5562-8240
		白金	.....	7410.4120-6180
蒸氣機關 (定置式)	車軸 (Gross head pin) (2) 車軸 (Crank pin) (2) 車軸 (Crank pin) (2)	青銅	.....	.....
		白金	10,546-17,577	13090.1030-1751
		白金	63,277-105,462	0300.2472-5356
蒸氣機關 (船用)	車軸 (Gross head pin) (2) 車軸 (Crank pin) (3) 車軸 (Crank pin) (3)	青銅	70,308-126,554	.....
		白金	19,335-35,154	17416.1854-2678
		白金	28,123-35,154	4832.3090-5356



機 械 之 型		軸 架 上 之 容 許 壓 力		(三)	
				容許壓力 P. 瓶/平方粉	P. v. 瓶瓶/分/平方粉
蒸 氣 渦 輪	主 軸	架 (2)	2,812-4,218	10300	4120-8240
瓦 斯 機	主 曲 肘	架 拴 拴 (5)	35,154-49,216	7410	8652
	主 曲 肘	架 拴 拴 (2)	105,46-126,55	14820	17304
牛 得 兒 機 關 (二 行 程)	主 曲 肘	架 拴 拴 (7)	126,55-140,62	.....	.....
	主 曲 肘 list pin	架 拴 拴 (2)	42,185-49,216	7828	741.6-1297.8
得 兒 兒 (Diesel) 機 關	主 曲 肘	架 拴 拴 (6)	87,89-108,98	15450	2060-2884
	主 曲 肘 list pin	架 拴 拴 (2)	126,55-140,62	.....	.....
空 氣 壓 搾 機 械 拐 曲	主 曲 肘	架 拴 拴 (4)	56,246-70,308	8652	1236-1442
	主 曲 肘	架 拴 拴 (6)	70,308-84,37	12360	2678-3090
空 氣 壓 搾 機 械 拐 曲	主 曲 肘	架 拴 拴 (4)	126,55-140,62	.....	.....
	主 曲 肘	架 拴 拴 (4)	11,249-16,874	2678	824-1648
空 氣 壓 搾 機 械 拐 曲	主 曲 肘	架 拴 拴 (4)	32,342-59,762	8240	2472-5150
	主 曲 肘	架 拴 拴 (4)	43,591-97,03	.....	.....
電 動 機 械	主 軸	架 拴 拴 (4)	8,437-15,468	2266	618-1545
	主 軸	架 拴 拴 (4)	16,874-28,123	4326	1648-2266
其 他	主 軸	架 (7)	28,123-56,246	.....	.....
	壓 穿、剪 斷 機 等 低 速 軸 齒 輪 機 械 之 主 軸 架 (4)	架 (7)	2,109-5,625	6180	1030-4120
其 他	壓 穿、剪 斷 機 等 低 速 軸 齒 輪 機 械 之 主 軸 架 (4)	架 (7)	210,92-281,23	.....	.....
	低 速 軸 齒 輪 機 械 之 主 軸 架 (4)	架 (7)	42,185 以上	.....	.....

- (1)依插入浸透油槍注油 (2)壓力注油 (3)滴下注油或壓力注油  
 (4)滴下注油 (5)滴下注油或環注油 (6)壓力注油或環注油  
 (7)環注油 (8)遠心力注油 (9)滴下注油或脂杯 (grease cup)  
軸架之直徑

$$d = 0.068453 \times \left(\frac{SW}{x}\right)^2 \left(\frac{1}{n}\right)$$

d = 軸架之直徑(吋)      S = 安全率  $\frac{pm}{p}$ , (但 pm, p 磅/平方吋)

W = 金荷重(磅)      l = 軸架之長(吋)

$x = \frac{l}{d}$       n = 回轉數 (每分)

S 之值於普通輕裝機械為 2 以下、重裝機械為 8—10。最初計劃時之平均  
 值為 4~5       $\frac{l}{d}$  之值如次表

軸架之型式	l/d	軸架之型式	l/d
船用機關		定置式機關	
主軸架	1~1.5	主軸架	1.5~.25
曲拐軸架	1~1.5	曲拐軸架	1
普通軸系裝置		list pin 軸架	1~1.5
重裝—固定軸架	2~3	發電機及電動機軸架	2~3
輕裝—自働調整軸架	3~4	工作機械軸架	2~4

軸頸與軸架之間隙表

軸頸	軸架之內徑						軸用覆金 (鐵道用電動機用)		
	水 平			垂 直		Step			
	容許變差 (最大直徑以下) (吋)	容許變差 最大直徑以上 (吋)		容許變差 最大直徑以上 (吋)		容許變差 最大直徑以上 (吋)		容許變差 最大直徑以上 (吋)	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
3	0.00005	0.002	0.003	0.001	0.002	0.0005	0.001	0.005	0.009
1	0.00005	0.002	0.003	0.001	0.002	0.0005	0.001	0.005	0.009
2	0.00005	0.003	0.004	0.002	0.003	0.001	0.0015	0.005	0.009
3	0.00005	0.004	0.005	0.003	0.005	0.0015	0.0020	0.005	0.009
4	0.0001	0.005	0.007	0.004	0.006	0.002	0.003	0.007	0.011
6	0.0001	0.009	0.011	0.005	0.007	0.003	0.004	0.011	0.015
8	0.0001	0.012	0.015	0.006	0.009	0.004	0.006	0.013	0.017
10	0.00015	0.014	0.019	0.007	0.012	0.005	0.007	.....	.....
21	0.0002	0.018	0.023	0.013	0.018	0.008	0.010	.....	.....
25	0.0003	0.020	0.028	0.013	0.018	.....	.....	.....	.....

螺釘之強度表

螺釘之直徑		軟 銅			黃 銅			螺底 面積	
		作用應力		有效強力	作用應力		有效強力		
吋	種	磅/ 平方吋	磅/ 平方種	磅	磅/ 平方吋	磅/ 平方種	磅	平方種	
1	1/8	12.70	2000	1,406	111	400	0.281	22,115	78.7
	3/16	15.87	2500	1,758	227	500	0.352	46,112	131.0
	1/4	19.05	3000	2,109	414	600	0.422	82,754	196.1
	5/16	22.22	3400	2,390	650	680	0.464	126,301	272.2
	3/8	25.40	3900	2,742	980	780	0.548	195,855	357.4
1 1/8	1/2	28.57	4300	3,023	1360	860	0.605	272,069	449.7
	5/8	31.75	4700	3,304	1900	940	0.661	381,265	576.8
	3/4	34.92	5100	3,586	2450	1020	0.717	490,285	683.8
	7/8	38.10	5500	3,867	3240	1100	0.773	648,315	838.7
	1	41.27	5800	4,078	3870	1160	0.816	774,874	949.6
1 1/2	1 1/8	44.45	6300	4,429	5000	1260	0.886	1001,977	1130.9
	1 1/4	50.80	7000	4,922	7340	1400	0.984	1467,046	1490.9
	1 3/8	57.15	7000	4,922	9290	1560	1.097	2070,039	1887.0
	1 1/2	63.50	7000	4,922	11850	1730	1.216	2927,642	2407.6
	1 5/8	69.85	7000	4,922	14170	1860	1.308	3766,778	2879.8
2	1 3/4	76.20	7000	4,922	17300	2030	1.427	5017,332	3516.0
	1 7/8	82.55	7000	4,922	20340	2170	1.526	6306,500	4132.7
	2	88.90	7000	4,922	24060	2350	1.652	8075,306	4888.2
	2 1/8	95.25	7000	4,922	27540	2500	1.758	9836,537	5595.3
	2 1/4	101.60	7000	4,922	33320	2500	1.758	11899,55	6768.8
2 1/2	2 1/8	114.30	7000	4,922	41000	2500	1.758	14644,14	8330.0
	2 1/4	127.00	7000	4,922	51280	2500	1.758	18314,14	10417.6
	2 3/8	139.70	7000	4,922	62650	2500	1.758	22376,70	12728.4
	2 1/2	152.40	7000	4,922	75100	2500	1.758	26824,79	15258.7

備考 本表以英式為基準,種乃其換算之數

希臘文字		
大文字	小文字	名稱
A	$\alpha$	Alpha
B	$\beta$	Beta
Γ	$\gamma$	Gamma
Δ	$\delta$	Delta
E	$\epsilon$	Epsilon
Z	$\zeta$	Zeta
H	$\eta$	Eta
Θ	$\theta \delta$	Theta
I	$\iota$	Iota
K	$\kappa$	Kappa
Λ	$\lambda$	Lambda
M	$\mu$	Mu
N	$\nu$	Nu
Ξ	$\xi$	Xi
O	$\omicron$	Omicron
Π	$\pi$	Pi
P	$\rho$	Rho
Σ	$\sigma$	Sigma
T	$\tau$	Tau
Υ	$\upsilon$	Upsilon
Φ	$\phi$	Phi
X	$\chi$	Chi
Ψ	$\psi$	Psi
Ω	$\omega$	Omega



3.42 齋

版權所有翻印必究



如無簽字作翻印論

編纂者 李榮倫

校訂者 喬德振

發行人 李榮倫任

印刷所 太原西北實業公司印刷廠

發行所 文萃堂書局

代銷處 全國各大書局

工學便覽 實價國幣 三元六角  
皮裝 四元六角

(外埠酌加運費滙費)

中華民國二十五年九月初版

