

大學叢書

經驗計畫

劉仙洲編譯

商務印書館發行

大學叢書

經驗計畫

劉仙洲編譯

國立清華大學叢書之四

商務印書館發行

# 序

本書係鄙人教授清華大學機械工程系及電機工程系二年級經驗計畫時所編譯。去年冬季，即已脫稿，今就假期之暇，重加以整理而付之梓。

校中對於本學程所採課本係 L. D. Hayes 所著之 Empirical Design 一書，鄙人隨教隨譯，遇有不足之處，即酌採他書加以補充。至原書內容，則除一二不清晰之照片以外，幾完全容納在內。

參考之書，計有 D. A. Low 與 A. W. Bevis 合著之 A Manual of Machine Drawing and Design；O. A. Leutwiler 所著之 Elements of Machine Design；D. S. Kimball 與 J. H. Barr 合著之 Elements of Machine Design；R. E. McKay 所著之 The Principles of Machine Design；A. W. Smith 與 G. H. Marx 合著之 Machine Design 等書。至原書外採集之教材，則以第一種為最多。

書中所用專門名詞，初編譯時頗感相當困難。最近整理，始大體以鄙人編訂之英漢機械工程名詞為準，一面並將原名詞附於各名詞之後，以備參照。

本書程度，可作大學機械工程系及電機工程系二年級之課本，其性質一面可補機件學之不足，一面可為機械計畫之初步，如每週講演兩小時，計畫製圖三小時，至少可供一學

期之用。

劉仙洲.廿三,八,八,於 國立清華大學工學院.

# 目 錄

## 第一章 總論

	頁數
1.機械計畫之定義.....	1
2.計畫機械時應注意之點.....	1
3.經驗計畫之定義.....	2
4.新式計畫中之經驗方法.....	3
5.應用方法.....	3
6.經驗公式.....	7

## 第二章 螺旋連結

7.普通式樣 .....	10
8.螺旋線之種類.....	11
9.螺釘 .....	12
10.阻止螺釘隨螺母廻轉之方法.....	17
11.(a)機械螺釘 .....	17
(b)聯結螺釘 .....	19
(c)螺錐釘 .....	19
(d)柱狀釘 .....	20
(e)雙頭螺釘 .....	21
(f)汽車螺釘 .....	21

12. 螺母鎖	23
(a) 緊壓螺母	24
(b) 礮壘式螺母	26
(c) 船舶螺母鎖	26
(d) 開縫螺母	27
(e) 鎖墊	28
(f) 螺母停止飯	30
13. 墊圈	31
14. 螺旋	34
(a) 帽螺旋	34
(b) 機械螺旋	36
(c) 固定螺旋	38
15. 連木螺旋	39
(a) 木螺旋	40
(b) 吊架螺旋或柱狀木螺旋	41
(c) 木螺旋釘	41

### 第三章 鍵與斜梢

16. 鍵之應用	42
17. 鍵之分類	42
18. 鞍形鍵	42
19. 平鍵	43

20.埋頭鍵.....	43
21.埋頭鍵之式樣與各部分之比例 .....	44
22.直鍵 .....	46
23.斜鍵 .....	48
24.直鍵與斜鍵之比較 .....	48
25.滑鍵 .....	49
26.全軸滑鍵 .....	52
27. Woodruff 鍵.....	54
28.鍵槽與鍵座 .....	57
29.斜梢 .....	57
30.鍵轂 .....	59

#### 第四章 軸及軸之配件

31.軸 .....	60
32.鍵槽 .....	61
33.聯軸節或靠背輪 .....	62
34.永久聯軸節 .....	63
35.套管或筒形聯軸節 .....	63
36.無鍵聯軸節或摩阻聯軸節 .....	68
37.分筒聯軸節或分箱聯軸節 .....	64
38.賽勒氏錐形聯軸節 .....	65
39.生鐵突緣聯軸節 .....	66

40. 船舶或實體突緣聯軸節 .....	69
41. 通用聯軸節或胡克氏聯結 .....	70
42. 歐氏聯軸節 .....	71
43. 撓性聯軸節 .....	72
44. 接合聯軸節 .....	73
45. 牙接合器 .....	74
46. 摩阻接合器 .....	79
(a) 圓錐接合器 .....	80
(b) 徑擴接合器 .....	81
(c) 圓盤接合器 .....	81
(d) 帶閘接合器 .....	82
47. 軸環 .....	82

## 第五章 軸之固定附件

48. 普通性質 .....	85
49. 軸承之目的與性質 .....	85
50. 軸承之式樣 .....	86
51. 軸承之調整 .....	88
52. 實體頸軸承 .....	90
53. 分裂或分部頸軸承 .....	90
54. 加鉛軸承各部之比例 .....	91
55. 軸瓦 .....	96



56.軸承襯	99
57.軸承面積	99
58.軸承內壓力之強度	100
59.四部軸承	101
60.樞軸承	105
61.軸承托架	105
62.地架與底飯	106
63.墻架	107
64.墻承架	110
65.吊架	112

## 第六章 傳動機件

66.總說	117
67.皮帶輪	117
68.帶	121
69.革帶	122
70.手輪	124
71.齒輪之通性	125
72.輪齒各部之比例與性質	127
73.製齒輪所用之材料	130
74.正齒輪各部之比例	131
75.斜齒輪各部之比例	133

76.螺輪或蝸輪 .....	135
77.商業齒輪 .....	137
78.凸輪 .....	138

## 第七章 管與管之配件

79.管之種類 .....	142
80.熟鐵管及鋼管 .....	142
81.受內部壓力之管之厚度 .....	147
82.管之螺旋線 .....	149
83.管之接頭 .....	150
84. Armstrong 管接頭 .....	151
85.突緣接頭之節環 .....	152
86.美國之標準管緣與突緣配件 .....	152
87.突緣 .....	152
88.配件 .....	157
89.彎管 .....	172
90.瓣 .....	174

# 經驗計畫

## 第一章 總論

1. 機械計畫(Machine Design)之定義 機械計畫者,係機械未經製造以前,考定其各部之形狀,大小,所用材料及各部相互之關係之學科也。

2. 計畫機械時應注意之點 計畫一機械,應注意之點約有以下十一項:

(a) 機構選擇適宜(Adaptation)。此層包括欲使所計畫之機械完成一定之工作,其機構之組合應力求簡單,其動力或運動之傳達則應力求直接,更須注意管理或使用機械者之方便。

(b) 各件之強度(Strength) 各件之強度,須能支持其所受之力或所傳之力,務使工作時不但不致破壞,並不致變形(Strain)太甚,影響機械運動之精確度。

(c) 工廠設備上之便利(Facilities) 計畫機械上之某件時,應注意製造廠中設備之情形,倘無適當之設備,可斟酌改用他件代之,此為工廠設備影響於計畫,惟若所

擬製造之某件需要之數目甚多，或係本廠長期之出品，有時可專爲此件增加設備，此爲機械計畫影響於設備。兩者須斟酌實際情形而定。

(d) 所製造之機械之數目 (Number of Machines to be built)

(e) 製造與工作上之方便 (Convenience of Manufacture and of operation)

(f) 標準零件之採用 (Use of Standard parts)

(g) 重量 (Weight)

(h) 機械與工人之安全 (Safety of machine and operator)

(i) 放潤油方便 (Lubrication)

(j) 運搬方便 (Transportation)

(k) 外觀 (Appearance)

### 3. 經驗計畫之定義 (Definition of Empirical Design) 當一

機械部分之計畫，非係根據理論機械計畫 (Rational machine design) 之原理，只根據相同之其他機械部分已成之結果比例計畫時，謂之經驗計畫。此種計畫之根據，或係得之於計畫者個人之經驗，或係得之於其他計畫者經驗之記載，或係得之於專爲此計畫而作之試驗。當關於理論計畫之公理與定律未經發現，使機械計畫成爲一精密之學科以前，所有計畫皆係經驗性質。最初一機之計畫，可視爲完全根據計畫者之揣測。製成以後，遇某件先行破壞，則易以較爲粗大者，遇某件變形過甚，則易以較爲堅固者，甚至重行選擇較爲適宜之材料。

此種事實，有時謂之機械之演進 (Machine evolution)。雖可由之得到不少極有價值之經驗，製成不少極為適用之機械，惟顯然有下列兩種劣點：

(a)使一種新機械達到完善之地步，需時太久，極不經濟。

(b)原來失之過強之部分，不能測出，材料與工作上難免有不甚經濟之點。

4. 新式計畫中之經驗方法 (Empirical Methods in Modern Design) 當關於計畫某一機件之定律 (Laws) 已經發現以後，則關於該件之經驗計畫方法，多被代替，用新方法 (有時謂之 Rational machine design. 有時謂之 Analytical method) 計畫，所得之結果，對於舊日之計畫，有時發生較大之改變，證明前此所用之方法，失之不經濟。但普通則變化極微。就此情形察之，倘繼續對於理論計畫或解析方法之原理與定律加以研究，則經驗計畫方法，將來似有全被廢棄之一日。但實際上有兩種機件之計畫，經驗方法似仍有繼續保留之可能。即第一形狀極為複雜之部分，應用解析方法之原理，縱非絕對不可能，亦屬極困難者，第二應用甚多之部分，其大小雖能按理論方法加以計算，但若根據已算出之數種大小，按經驗方法計畫其中間之多種大小，則比較經濟甚多者。故經驗方法，在新式計畫中，仍佔相當之地位也。

5. 應用方法 (Method of Application). 經驗方法多應用

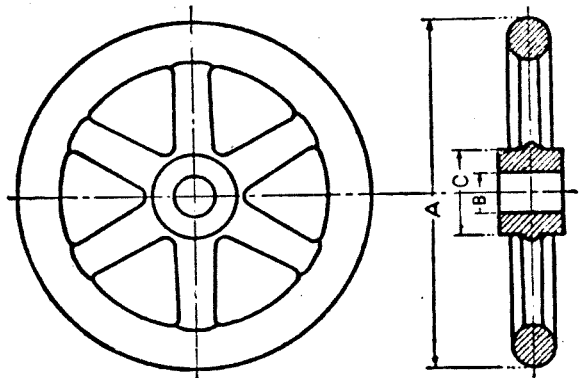
於需用甚多，情形相似，已製成多數標準大小，在市面上極易購置之機件。且其價值較單行計畫與製造者特低。又製造廠中對於其所出機器之某件亦往往按經驗方法計畫多數大小不同者，以便分別配用於所出機器之上。惟此種零件，除與其完全機器相連外，不單獨見於市面耳。

一種機械上有若干部分係根據理論計畫方法，規定多數不同之大小，復有若干部分係根據舊方法或經驗方法規定多數不同之大小，無論就此兩種中之何種論，其中間之大小或有時兩極限範圍稍外之大小，均可根據已規定之大小按變化律(Law of variation)規定之。且普通恆可用畫法求之。將已知各件之大小表示於一圖，則一種新計畫應有之大小，可比較求出之，其結果亦多甚合宜。

因除一圓與一直線以外，至少須有四點方能規定一曲線，故除曲線之性質已知外，點數不宜過少，所有之大小須為四點之標名大小(Nominal size)及與四點標名大小相當之尺寸。所謂標名大小者，即給此大小以機件之名稱者也。例如手輪外直徑是，若稱一4吋手輪，意即一外徑4吋之手輪，他部尺寸多依之為根據而推算其大小。且所選之四種標名大小須能代表所求大小之全部範圍(實際上有時微出兩極限以外，仍可應用。)將標名大小按適宜尺寸畫於橫座標上，並在各點各豎一縱線。在各縱線上，按一種適宜尺寸，將某件與標名大小相當之已知大小畫上。所選擇之尺寸，須能清晰的表出

製造此件時，所需一吋最小之分數，至於此分數之實在大小，可由製圖員個人之判斷定之。判斷之標準，則與下列數點有關：(一) 機件之大小，(二) 其大小是否須再用他種機械，(三) 如與他件互相裝置，所需裝置之性質如何。在不再工作之鑄造物，除去極小者外，此分數多不使大於十六分之一吋，但在大鑄造件，有時大至四分之一或甚至半吋。經過與任一尺寸相當之各縱線上之各點畫一曲線，則此線必代表此種尺寸對於此機件標名大小之變化。此曲線對於各縱座標之交點則與已知數值按同一尺寸給出此一部相當尺寸之大小。

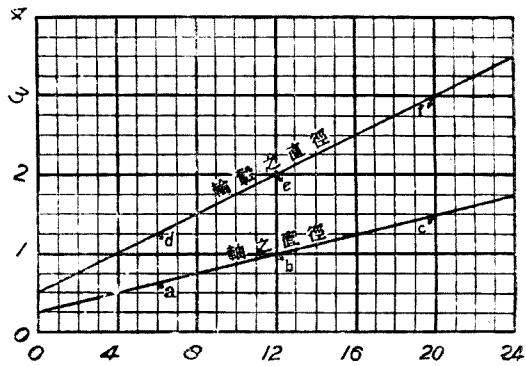
例如第 1 圖所示之手輪，設手輪之外徑為  $6''$ ， $12''$  與  $20''$  時，軸之直徑為  $\frac{5''}{8}$  與  $1\frac{1''}{2}$  欲求數個標名大小 (即尺寸 A) 適合之軸之大小 (即尺寸 B)。如第 2 圖，在底



第 1 圖

線上，畫出標名大小，並在與  $6''$ ， $12''$  與  $20''$  大小相當之縱線上，按規定尺寸，截  $\frac{5''}{8}$  與  $1\frac{1''}{2}$  得出 a, b 與 c 三點。因此三點位於一直線上，故在此題已無須再求第四點。此直線即代表尺寸 B 之變化律。由此線與各縱線之交點，即可測定所求之軸之

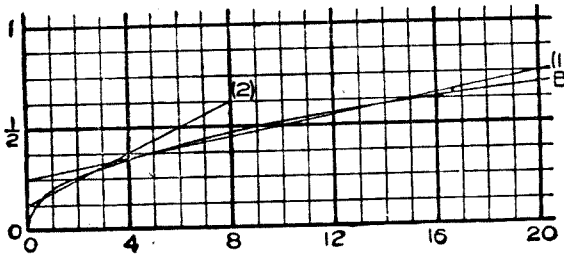
直徑。如 16" 之手輪，其軸之直徑為  $1\frac{1}{4}$ " 同一方法，經過 d, e 與 f 三點之直線，可測定相當之各手輪之輪殼之直徑。



第 2 圖

普通論之，倘連結各點之直線不為一直線，如第 2 圖所示，而為一曲線如第 3 圖所示，圖中橫座標代表軸之直徑，縱

座標代表軸承上所鑲耐磨錫 (Babbitt) 之厚度，圖中曲線則代表兩者之關係，由前述方法之任一種，(即計



第 3 圖

畫者之經驗，其他計畫者之記載，或試驗之結果，) 已知當軸之直徑為 2", 3", 9", 與 15" 時，耐磨錫之厚度為  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{1}{2}$  與  $\frac{5}{8}$  連此四點所得之線 B 係一曲線。根據此曲線，可求其他大小之軸所須耐磨錫之相當或適宜厚度。此種曲線即可就現在之情形而應用之。即當需用某標名大小相當之某部尺寸時，即可在曲線上直接查出，或將曲線之公式求出，用時將標名大小



之數值代入公式，而算出某部相當尺寸之大小，或將製造時所有需用之大小均就曲線查出而列為一表，以備應用。在此三種方法之中，第三種為製圖室應用最便利之一種，而前兩種則能將一機件上各部尺寸之關係，表示較為明顯。

6. 經驗公式 (Empirical Equations)。用公式比較簡練，且極易表出任意兩尺寸彼此相互之關係。若用曲線法，則只能表示各尺寸對於標名大小之關係。因此之故，在本書上用公式法最多。

應用一直線公式之傾斜式  $y = mx + b$ ，於第 2 圖上之曲線，並應用第 1 圖上之符號，得

$$B = \frac{1}{16} A + \frac{1''}{4} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{與 } C = \frac{1}{8} A + \frac{1''}{2} \dots\dots\dots (2)$$

因輪轂之直徑若依軸之直徑變化，較依手輪外直徑而變化，尤為方便，故合併 (1) 與 (2) 兩式，削去 A，則得

$$C = 2B \dots\dots\dots (3)$$

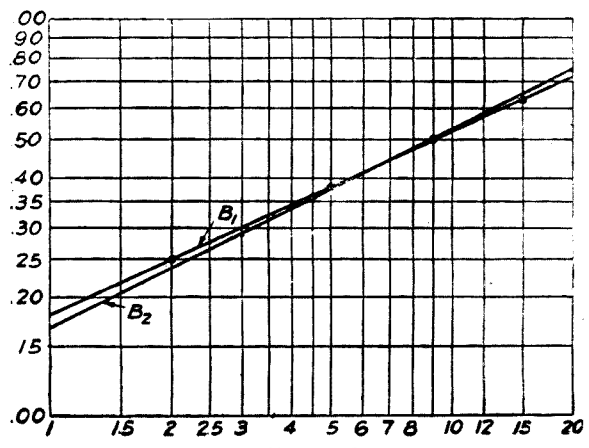
測定第 3 圖上曲線 B 之公式，則不如此簡易。但若將所有與件 (Data) 遷移於對數方格紙 (Logarithmic cross-section paper) 上，如第 4 圖，則極易得出。直線  $B_1$  極近似的經過已知各點，此線之公式為

$$\text{Log } B = 0.465 \log A + \log 0.18 \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{由此得 } B = 0.18 A^{0.465} \dots\dots\dots (5)$$

由此式可得  
到 B 極精確之數  
值，一如第 3 圖上  
曲線所示，但任意  
給 A 一數值時，其  
解答頗覺不便耳。

有兩種化簡  
方法可以採用，第  
4 圖上之 B<sub>2</sub> 線與



B<sub>1</sub> 線，在傾斜(Slope)上所差極微，且極近似的經過已知各點，若  
假定用 B<sub>2</sub> 代替 B<sub>1</sub>，數值上之差誤極微，而 B<sub>2</sub> 線則可用下式代表，

$$\text{Log } B = 0.5 \log A + \log 0.167 \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{由此得 } B = \frac{\sqrt{A}}{6} \dots \dots \dots (7)$$

用此式則解答較易矣。

若原有之線不便遷移於對數方格紙上，則可由近似之  
兩直線以代替原曲線，如第 3 圖所示，結果亦足夠精確，且運  
算較易。直線 (1) 其公式為  $\frac{1}{40} A + \frac{1''}{4}$ ，與曲線上直徑由 4'' 至 16''  
之一段大致相合。此一段包含極常用之大小。直線 (2) 則與較  
小之直徑者大致相合。故可寫為

$$B = \frac{1}{40} A + \frac{1''}{4}, \text{ 但不許超過 } \frac{1}{16} A + \frac{1''}{8} \dots \dots \dots (8)$$

此式可代表此種軸承耐磨錫厚度之變化。

一機件上之多數尺寸往往係由數個尺寸相加而成，其

中之一個或全體,或純粹由經驗之來源而來,第 5 圖所表示之安全軸環 (Safe

ty collar)即其一例。軸

環之外直徑 B 係由

軸孔之直徑加兩倍

固定螺旋 (Set screw)

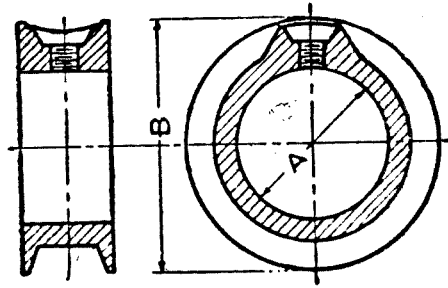
之全長而得,但固定

螺旋之全長,則由螺

旋之長度 L(由螺旋尖至螺旋頭之底),加螺旋頭之厚度而成。

而螺旋頭之厚,在此種特別式樣,則用螺旋直徑 d 之半數。故

可寫為



第 5 圖

$$B = A + 2\left(L + \frac{1}{2}d\right)$$

$$= A + 2L + D \dots \dots \dots (9)$$

習 題

1. 在繩輪計畫,由經驗得到下列結果:當繩之直徑為  $\frac{3}{4}$ ,  $1$ ,  $1\frac{1}{4}$

及  $1\frac{1}{2}$  吋,相隣兩繩中心之距離為  $1\frac{3}{16}$ ,  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{13}{16}$  及  $2\frac{1}{8}$ ,

(a) 作一圖表明相隣兩繩中心之距離對於繩之直徑之關係;

(b) 求一能代表此種關係之公式;

(c) 繩之直徑由  $\frac{1}{2}$  至  $2\frac{1}{2}$ , 每次按  $\frac{1}{8}$  增加, 求出兩繩中心每次相

當之距離,並製成一表。

## 第二章 螺旋連結

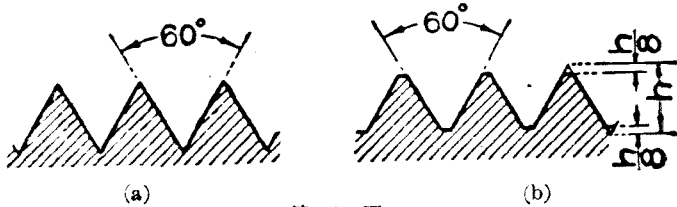
(Screw Fastenings)

7. 普通式樣 (General Forms) 用螺旋將機械之兩部或一種鋼鐵構造之兩部連結於一處，實際上應用甚多，故各製造廠除一般公用之普通式樣以外，復對於各種特殊工作，各規定其適宜之標準式樣，製造而存儲之，以備應用。本書範圍，則只就數種極普通之式樣，加以敘述。

螺旋連結各部大小之比例，其來源多由於經驗公式，各廠所用之標準，前此亦多不甚一致，但自1924年五月以後，美國標準協會 (American Standard Association. 前為美國工程標準委員會 American Engineering Standards Committee)，曾發表一極詳細之說明，且實際上已為各製造廠所採用，無論在何製造廠購買，均可得到同一之式樣，故在工作圖上，但將所擬採用之螺旋連結，在材料單 (Bill of material) 上加以說明即可，無須再畫詳圖也。惟採用者若各部大小之比例，與標準比例有不同之處，則歸入特種式樣 (Special form)，非備一詳圖不可。用特種式樣者，其價值恒高，故但能採用標準式樣，應力避採用特種式樣也。

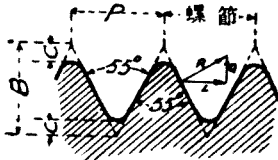
標準螺旋連結 (Standard screw Fastenings) 共分兩大類：即螺釘 (Bolts) 與螺旋 (Screws)，惟兩者之間殊無極清晰之界限，可以劃分，且往往有互相重疊之處。

8.螺旋線之種類 (Forms of Threads) 螺旋線之種類甚多,在美國最普通者有二:(一)滿 V 式(Full V),如第 6 圖(a),(二)美國式(American, National)如第 6 圖(b),此為用於螺旋連結者。至用於傳達動力之螺旋線,則尚有他種,茲不具述。美國式有時又稱之為 Sellers 式, Franklin Institute 式,及美國標準式(United States Standard),此種式樣之深度,只為滿 V 式之四分之三,在線根無銳角,故使螺釘或螺旋減弱之程度,不若滿 V 式之甚,並不易傷毀。因此之故,美國標準式遂為各種螺旋連結之標準。



第 6 圖

在英國則以 Whitworth V 形線 (Whitworth V thread) 為標準,



第 7 圖

如第 7 圖所示,其角度為 55 度,又在頂部與底部各圓去一部 C,等於全高 B 之六分之一。

在螺旋連結所以用 V 形線不用方形線之故,亦可參看第 7 圖。設 R 為線面上 A 點之反動力,即螺釘與螺母(Nut)在 A 點之垂直壓力(Normal pressure)。R 力可分解為兩部,一部 L,與螺釘之軸平行,一部 Q,則對於負擔載荷上,並無助力,惟使螺母有破裂之趨勢。就圖上觀之,可知

V形之角度愈大時，則 R 與 Q 之大小愈大。又因兩面間之摩阻力恒與其間之垂直壓力成正比，故同一載荷，若螺旋線 V 形之角度愈大，則螺釘與螺母間之摩阻力亦愈大，用於連結自較相宜。但 V 形角度愈大時，同一載荷，破裂螺母之力亦隨之增大耳。

9. 螺釘 (Bolts) 最普通之螺釘係一端具一釘頭 (head)，他端備一螺母，可迴轉於釘之螺旋線上。但在他種式樣，則釘頭或螺母，有時不用，或代以他件 (詳下)。

用螺釘連結兩部於一處，就力量言，可分為二：其一用釘頭與螺母間之牽力，將兩部約束於一處。其二使螺釘穿過兩部，如一梢 (Cotter) 或一栓，使兩部不致彼此互相滑動。釘頭與螺母在此種則只係保持螺釘之位置。在第一種，兩件上之孔不必完全與螺釘適合。但在第二種，則釘與孔均須一律經過機工，使之完全適合。又在兩種中之任一種，釘頭與螺母之下面均須具一極平之承接面，最好經過機工 (Machined)。若工作之性質，在其本身不能備一適宜之承接面，則須用一墊圈，如下第 13 段所述。

在美國標準式，因螺旋線實際之深度，僅為滿 V 式之四分之三，故螺旋線底部之直徑可由下式得之：

$$K = D - \frac{1.29904}{n}$$

式中 K 為螺旋線底部之直徑，D 為螺旋線頂部之直徑，n 為每吋之線數。

螺節 (Pitch)  $P$  與直徑  $D$  之關係, 則由下式可得其極近似之數值,

$$P = 0.241\sqrt{D + 0.625} - 0.175,$$

$$\text{每吋之線數 } n = \frac{1}{P} = \frac{1}{0.241\sqrt{D + 0.625} - 0.175}.$$

其餘各部尺寸之比例, 則由下例各經驗公式表之 (參看第 8 圖),

$$F = 1\frac{1}{2}D \quad (\text{直徑 } \frac{9}{16} \text{ 及更小之螺釘, 加 } \frac{1}{16} \text{ 務加至 } \frac{1}{16} \text{ 之}$$

大小, 而免除  $\frac{1}{32}$  之大小, 即實得之數最小以

$\frac{1}{16}$  計算之意) 當打磨見光後, 減少  $\frac{1}{16}$ .

$$C = 1.155 F$$

$$C' = 1.414 F$$

$$T = \frac{7}{8}D$$

$$T' = \frac{2}{3}D \quad (\text{至最近之 } \frac{1}{64} \text{ 吋爲度)}$$

螺釘之長  $L$ , 係由圖上所指之兩點間度量, 有螺旋線之一段上, 承受螺母有完全螺線 (Perfect thread) 之一部之長  $S$

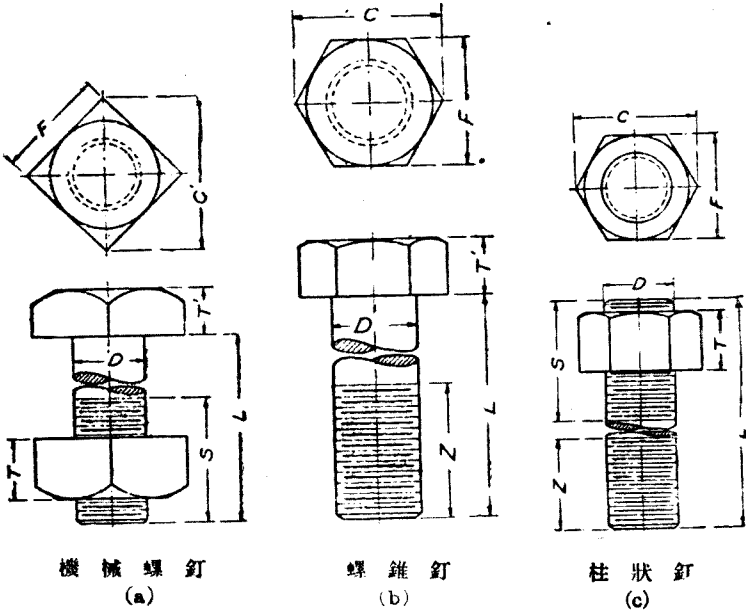
$$= 1\frac{1}{2}D + \frac{1}{4}'' \text{ 若係入於一部之螺旋線孔中,則其長 } Z = \frac{7}{8} S.$$

此螺旋線部分 Z 所入之孔,其所具完全螺旋線部分之深度 X

$$= 1\frac{1}{8} S = 1\frac{11}{16} D.$$

此式之螺釘,直徑由  $\frac{1}{4}''$  至  $3\frac{1}{2}''$ , 各部大小之數值,在第一

表中給出,可與各經驗公式並用。



第 8 圖





$1\frac{1}{8}$	7	0.939	0.693	$1\frac{11}{16}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{1}{4}$	1
$1\frac{1}{4}$	7	1.064	0.890	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{1}{16}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{32}$
$1\frac{1}{2}$	6	1.284	1.294	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	3	$1\frac{5}{16}$
$1\frac{3}{4}$	5	1.490	1.744	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{29}{32}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{17}{32}$
2	$4\frac{1}{2}$	1.711	2.300	3	$3\frac{5}{16}$	4	$1\frac{3}{4}$
$2\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	1.961	3.021	$3\frac{3}{8}$	$3\frac{23}{32}$	$4\frac{1}{2}$	$1\frac{31}{32}$
$2\frac{1}{2}$	4	2.175	3.716	$3\frac{3}{4}$	$4\frac{1}{8}$	5	$2\frac{3}{16}$
$2\frac{3}{4}$	4	2.425	4.620	$4\frac{1}{8}$	$4\frac{9}{16}$	$5\frac{1}{2}$	$2\frac{13}{32}$
3	4	2.675	5.621	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{31}{32}$	6	$2\frac{5}{8}$

\* 商家多不備此種現貨。

在 Whitworth 標準式，則用下列兩式，可得 K 與 n 之近似值：

$$K = D - \frac{1.28065}{n},$$

$$n = \frac{9D + 67}{8D + 2}.$$

此式之螺釘，直徑由  $\frac{1}{4}$  至 6，每吋線數，螺旋線底部之

直徑與其橫斷面積等，在第二表給出。

機械螺釘(Machine bolt)與雙頭螺釘(Stud bolt)爲與螺錐釘(tap bolt)及柱狀釘(Stud)分別起見,每稱之爲貫穿螺釘(Through bolts),因前兩種係穿過連結之兩件,後兩種則將一端旋入一件之中也,又在螺錐釘旋入之件似同時具有螺母之作用,在柱狀釘則旋入之件似同時具有釘頭之作用。

具六角形螺母之螺釘較具方形螺母之螺釘,約貴10%。若螺母與釘頭均係六角形者,則較均係方形者約貴20%。因價值較貴之故,故除對於方形螺母各角廻轉之地位或搬子(Wrench)運動之地位失之過小,或完成後之外觀欲其比較美觀時,多不採用。

10. 阻止螺釘隨螺母廻轉之方法(Methods of Preventing Bolts from Rotating) 當廻轉螺母時,欲阻止螺釘不隨之同轉,最普通之方法,係將近於釘頭之一段與此段之孔製爲方形,如第9第10兩圖所示,另一方法,係在近釘頭處之頸部鑽一孔,裝置一短梢(Pin),或作一螺旋孔,梢之下段亦製成螺旋線,而上於其內,梢之突出部,嵌於特備之槽中,如第11第12兩圖所示,又有時用一固定螺旋(Set Screw)經過螺釘連結之一件而頂住螺釘,不但能阻止螺釘之廻轉,且當螺母移去後,更可阻止螺釘之下落。

11. (a)機械螺釘(Machine bolts) 機械螺釘之常製品(Stock form)如第8圖(a)所示,美國標準線,粗線組(Coarse thread Series)標準六角形或方形釘頭,與標準六角形或方形螺母,由  $1\frac{1}{2}$

至 8", 其長度按  $\frac{1}{2}$ " 變化. 由 8" 至 30", 其長度按 1" 變化. 直徑由  $\frac{1}{4}$ " 至 2" 隨處可得現貨. 材料單 (Bill of material) 上應說明直徑, 長度與釘頭及螺母之形狀. 如連結之兩件能貫穿一透孔, 恒用此種.

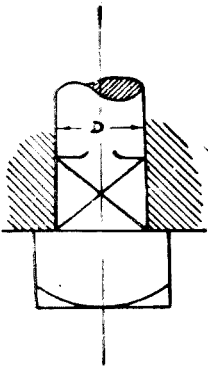
第 二 表  
英國標準 Whitworth 螺釘與螺母  
(British Standard Whitworth Bolts and Nuts).

釘體直徑 吋	每吋線數	線底直徑	線底橫斷 面積	釘頭或螺母之寬度		厚 度		
				平面間	對角線	釘 頭	螺 母	
D	n	K	a	F	C	T'	T	
1/4	0.25	20	0.1860	0.0272	0.525	0.61	0.22	0.25
5/16	0.3125	18	0.2414	0.0458	0.6	0.69	0.27	0.31
3/8	0.375	16	0.2950	0.0683	0.71	0.82	0.33	0.38
7/16	0.4375	14	0.3460	0.0940	0.82	0.95	0.38	0.44
1/2	0.5	12	0.3933	0.1215	0.92	1.06	0.44	0.5
*9/16	0.5625	12	0.4558	0.1632	1.01	1.17	0.49	0.56
5/8	0.625	11	0.5086	0.2032	1.1	1.27	0.55	0.63
*11/16	0.6875	11	0.5711	0.2562	1.2	1.39	0.60	0.69
3/4	0.75	10	0.6219	0.3038	1.3	1.50	0.66	0.75
*13/16	0.8125	10	0.6844	0.3979	1.39	1.61	0.71	0.81
7/8	0.875	9	0.7327	0.4216	1.48	1.71	0.77	0.88
*15/16	0.9375	9	0.7952	0.4966	1.58	1.83	0.82	0.94
1	1.0	8	0.8399	0.5540	1.67	1.93	0.88	1.0
1 1/8	1.125	7	0.9420	0.6969	1.86	2.15	0.98	1.13
1 1/4	1.25	7	1.0670	0.8942	2.05	2.37	1.09	1.25
1 3/8	1.375	6	1.1616	1.0597	2.22	2.56	1.20	1.38
1 1/2	1.5	6	1.2866	1.3001	2.41	2.78	1.31	1.50
1 5/8	1.625	5	1.3689	1.4718	2.58	2.98	1.42	1.63
1 3/4	1.75	5	1.4939	1.7528	2.76	3.19	1.53	1.75
1 7/8	1.875	4 1/2	1.5904	1.9866	3.06	3.48	1.64	1.88
2	2.0	4 1/2	1.7154	2.3111	3.15	3.64	1.75	2.0
2 1/4	2.25	4	1.9298	2.9249	3.55	4.10	1.97	2.25
2 1/2	2.5	4	2.1798	3.7318	3.89	4.49	2.19	2.50
2 3/4	2.75	3 1/2	2.3841	4.4641	4.18	4.83	2.41	2.75
3	3.0	3 1/2	2.6341	5.4496	4.53	5.23	2.63	3.0
3 1/4	3.25	3 1/4	2.8560	6.4063	4.85	5.60	2.84	3.25
3 1/2	3.5	3 1/4	3.1060	7.5769	5.18	5.98	3.06	3.50
3 3/4	3.75	3	3.3231	8.6732	5.55	6.41	3.28	<b>3.75</b>
4	4.0	3	3.5731	10.0272	5.95	6.87	3.50	4.0
4 1/2	4.5	2 3/4	4.0546	12.9118	6.82	7.88	3.94	4.5
5	5.0	2 3/4	4.5343	16.1477	7.8	9.01	4.38	5.0
5 1/2	5.5	2 5/8	5.0121	19.7301	8.85	10.22	4.81	5.5
6	6.0	2 1/2	5.4877	23.6521	10.0	11.55	5.25	6.0

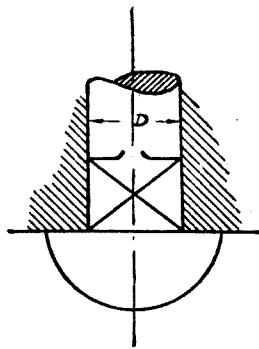
註, 凡註有星標之大小, 普通不宜採用.

(b) 聯結螺釘 (Coupling bolts)：聯結螺釘與機械螺釘不同之點係釘體(Body)之直徑須完全與釘孔相合，且釘頭與螺母之面，須製成完全與釘軸垂直常製品只有六角形之釘頭與螺母，直徑由  $\frac{1}{2}$ " 至  $1 \frac{1}{4}$ " 按  $\frac{1}{8}$ " 變化，長度由 2" 至 6"，按  $\frac{1}{4}$ " 變化，在材料單上，須說明直徑與長度，此種螺釘，價值較貴，宜用於較精細之工作。

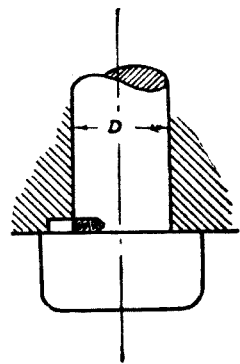
(c) 螺錐釘 (Tap bolts) 當工作之性質，不能使螺釘完全通過，以接受螺母時，有時用螺錐釘，如第 8 圖(b)，螺釘有線之一段，轉入工作之一件，此件本體即相當一螺母，如第 13 圖所示，若固結之兩件常有分開之必要時，則以用柱狀釘較優，螺錐釘常製品，係按美國標準線標準六角形或方形釘頭，直徑由  $\frac{1}{4}$ " 至 1"，長度由  $1 \frac{1}{2}$ " 至 4"，在材料單上應說明直徑，長度與釘頭。



第 9 圖

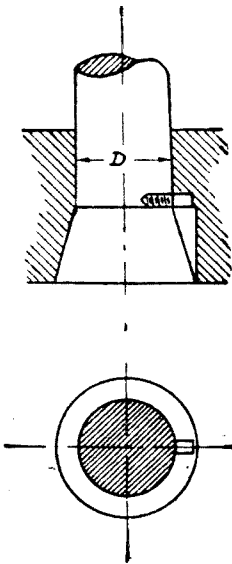


第 10 圖

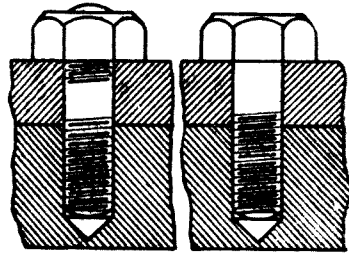


第 11 圖

(d)柱狀釘 (Studs) 柱狀釘與螺錐釘有同一之作用,如第 8 圖(c).且普通論之,應用較螺錐釘為優.倘連結之兩件常有分開之必要時尤然.參看第 13 圖,接受柱狀釘有螺旋線之一部之作用,即相當一螺釘之釘頭.柱狀釘



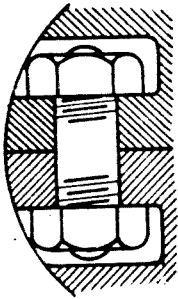
第 12 圖



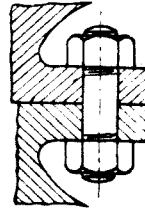
第 13 圖

通過之一件之作用,則由一螺母約束之.因柱狀釘裝置於連結之兩件後,即永久不動,故螺旋線與連結件上之陰螺旋線傷損均較輕.若所連結之件係生鐵者,此式最為適宜也.常製品係按美國標準線,標準六角形或方形螺母.直徑由  $\frac{3}{8}$ " 至  $1\frac{1}{4}$ " 長度由  $1\frac{1}{2}$ " 至 10", 在材料單上說明直徑,長度與螺母.

(e) 雙頭螺釘 Stud bolts 雙頭螺釘與柱狀釘不同之點係兩端完全相同，並各裝置一螺母。有時謂之雙螺母螺釘 (Double nutted bolt)。此種螺釘，係連結之兩件，各有突出之部分遮蓋釘孔，非如此變化之不能裝置之時，用以代替螺釘者，如第 14 第 15 兩圖所示。因在長桿之一端作出螺旋線，較鍛一釘頭為易，故此式有製成甚長者。常製品及說明等，與柱狀釘相同。



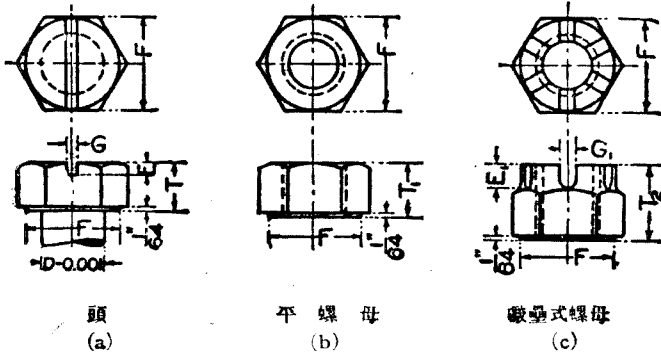
第 11 圖



第 15 圖

(f) 汽車螺釘 (Automobile bolts) 前述各式螺釘，對於汽車工程之需要，按強度 (Strength) 與地面言，不甚合宜。汽車應用之日增，與其螺釘螺旋等之易於傷損，易於遺失，常有更換之必要，致使美國汽車工程師學會規定一種特別之標準。此種標準螺釘係六角形釘頭與螺母，美國標準線。但有數點與普通式樣不同，如線較細，釘頭與螺母較小，釘頭上為改錐 (Screw driver) 備一槽 (Slotted)，其別一端則備一孔，螺母上亦具缺口，以備用插梢 (Cotter) 鎖緊。又釘

頭與螺母之面上均另具一肩台 (Shoulder) 以防緊上螺旋時,各稜之接觸等等,釘體由機械製成  $D - 0.001''$ ,  $S = 1\frac{1}{2}D$ . 此式各部之情形如第16圖所示,常製品之大小,其各部尺寸之數值比例,如第三表所列.



第 16 圖

第 三 表

汽車工程師學會標準螺釘與螺母

(細線組)

S. A. E. standard screws and nuts (National Fine Thread Series)

釘體直徑	每吋線數	兩平面間之距離	厚 度			槽 之 深 度		槽 之 寬 度		插銷之直徑
			釘 頭	螺 母 平 式	螺 母 墩 疊 式	釘 頭	螺 母 墩 疊 式	釘 頭	螺 母 墩 疊 式	
D	n	F	T	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	E	E <sub>1</sub>	G	G <sub>1</sub>	
$\frac{1}{4}$	28	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{5}{16}$	24	$\frac{1}{2}$	$\frac{15}{64}$	$\frac{17}{64}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{3}{8}$	24	$\frac{9}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$



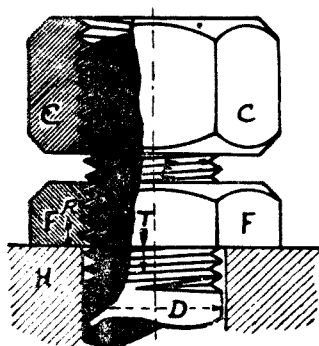
$\frac{7}{16}$	20	$\frac{5}{8}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{29}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{1}{2}$	20	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{9}{16}$	18	$\frac{7}{8}$	$\frac{27}{64}$	$\frac{31}{64}$	$\frac{39}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{5}{8}$	18	$\frac{15}{16}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{35}{64}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{3}{4}$	16	$1\frac{1}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{7}{8}$	14	$1\frac{5}{16}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{49}{64}$	$\frac{29}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{8}$
1	14	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{1}{8}$	12	$1\frac{11}{16}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{63}{64}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{11}{64}$
$1\frac{1}{4}$	12	$1\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	$1\frac{3}{32}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{11}{64}$
$1\frac{1}{2}$	12	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{13}{64}$

12. 螺母鎖 (Nut Locks) 欲使螺母自由在螺釘上廻轉, 在螺母之螺旋線與螺釘之螺旋線之間, 多使微有餘隙 (Clearance space), 第 17 圖即螺母 C 與螺釘 E 螺旋線間之餘隙微加放大之情形。當螺母與螺釘彼此之間無在反對之方向互相推 (Push) 挽 (Pull) 之力, 且受有震動或擺動之影響時, 則螺釘或致使螺母廻轉少許, 倘震動之影響不斷, 結果有時遂致螺母變鬆, 甚至脫下。在螺母與螺釘不宜上緊之處尤然, 參看第 17 圖。

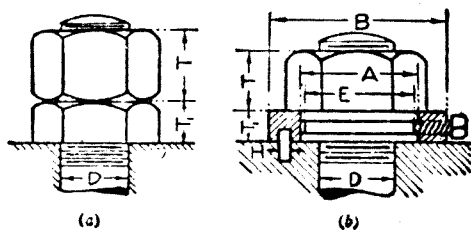
如螺釘 E 由一力 T 向下牽引，將螺母 F 轉緊，則螺母上突出之線之上面，必與螺釘上突出線之下面互相壓迫，其力等於螺母與 H 間之反抗力 R。當在此種情形之下，螺母與螺釘螺旋線之間，與螺母及 H 之間，由 T 與 R 所生之摩阻力即足以阻止因螺釘擺動致螺母廻轉之運動。但若 T 力無論因何原因而移去或減小(如連桿上之螺釘常受往復之力，極易發生此現象)，則因震動或擺動之故，螺母或致廻轉少許。如此繼續多次，則螺母或致退後過甚，以致無用。

由以上之情形察之，可知在多種工作須備一種螺母鎖以阻止之方可。此種設置之種類甚多，茲擇要述之如下：

(a) 緊壓螺母 (Jam nuts) 緊壓螺母，又名通用螺母鎖 (Common Lock Nuts)，為螺母鎖中之最普通者。如第 18 圖(a)，在螺母上部另加一第二螺母，向第一螺母上緊，以阻其廻轉。仍參看第 17 圖，先將螺母 F 上於螺釘上，使對於螺

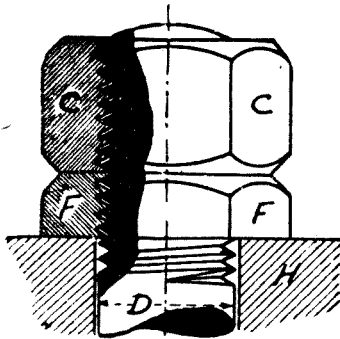


第 17 圖

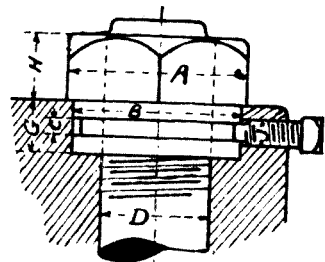


第 18 圖

釘之情形如圖中所示,然後將 C 上於 F 上,當 C 緊至不能再緊時,由一搬子(Spanner)約束之,然後用別一搬子盡量向回轉動 F. 實際上只轉動一極小角度,則兩螺母彼此間與對於螺釘之作用,如第 19 圖所示,就圖上觀之,可知兩螺母對於螺釘,均成極緊密之接合,且此種接合之作用,並不受螺釘上牽力變化之影響。



第 19 圖



第 20 圖

又就第 19 圖考察之,知螺釘上之載荷完全由外部螺母所負荷,故就力量言,外部者應為兩螺母中之較厚者。然實際上往往將較薄者置於外部,其原因係普通之搬子作用於下部較薄之螺母上,恒失之過厚,有防外部螺母之下行也。此兩種方法,各有利弊,事實上但能將較薄者置於外部,則應如此裝置。如  $T=D$ , 則  $T_1 = \frac{1}{2} D$  至  $D$ , (若兩螺母均用標準螺母,則有時不為地位所許,有時感覺不美觀),又有將兩個製成等厚,各等於普通螺母厚度四

分之三者,即各等於螺釘直徑之四分之三也。

(b) 礮壘式螺母(Castellated Nuts) 此種螺母之外端,延長一段,在圓柱形之延長部,洗出數個橫槽,如前第16圖(c)所示,經過螺釘之外端,按直徑之方向鑽一圓孔,並用一開尾梢(Split cotter pin)橫貫之,梢兩端之突出部,納入兩邊之橫槽內,如此得到一確定之鎖緊作用(Positive Locking)。此種確定鎖緊之優點,有時被更換繼續鎖緊地位(Locking position)必須迴轉 $60^\circ$ 之事實所抵消,即每更換一鎖緊地位,至少須迴轉 $60^\circ$ ,有時甚感不便也。在前段研究汽車螺釘時,曾言用梢鎖住螺母之法,此或為礮壘式螺母應用最普通之處。常製品其大小與汽車螺釘相當,如第三表所列,有軟鋼者(Soft),有皮硬者(Casehardened)。

(c) 船舶螺母鎖(Marine Nut Lock) 船舶螺母鎖又名軸環螺母(Collar nut),須用一種特別式樣之螺母,其下部特備一圓柱形部,嵌入一鎖環(Locking ring)之中,如第18圖(b),鎖環則由其管定之部分上之一橫梢約束之,使不能迴轉,所以在圓柱形部切成一槽者,恐固定螺旋(Set screw)鬆時,螺母自由迴轉,固定螺旋上之杯形尖(Cup point)在其上刻畫圈形也。當螺釘位於所連結之部分之外邊時,例如連桿之一端,則鎖環可以省去,即在其上鑽一圓柱形槽以容納螺母下面之圓柱形部,更由外部為固定螺旋鑽一螺旋孔,如第20圖所示。

下列經驗公式,給出此種螺母滿意之比例,式中 D 代表螺釘之標名直徑, G 為固定螺旋之直徑。

與第 18 圖對照之公式

$$A = 1\frac{1}{2} D - \frac{1''}{16}$$

$$H = \frac{1}{8} D + \frac{1''}{16}$$

$$B = A + 4H$$

$$E = A - \frac{1''}{8}$$

$$G = \frac{1}{8} D + \frac{1''}{8}$$

$$T = \frac{3}{4} D \text{ 至 } D$$

$$T_1 = 2G$$

與第 20 圖對照之公式

$$A = 1\frac{1}{2} D + \frac{1''}{8}$$

C = 固定螺旋線底部之直徑

$$J = \frac{1}{8} D + \frac{1''}{8}$$

$$B = 1\frac{1}{2} D - \frac{1''}{16}$$

$$G = 2J = \frac{1}{4} D + \frac{1''}{4}$$

$$H = \frac{3}{4} D - \frac{1''}{4} \text{ 至 } D - \frac{1''}{4}$$

與第 21 至 24 圖對照之公式

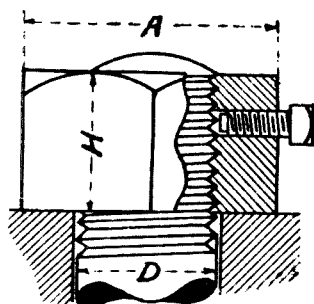
$$A = 1\frac{1}{2} D + \frac{1''}{8}$$

$$H = D$$

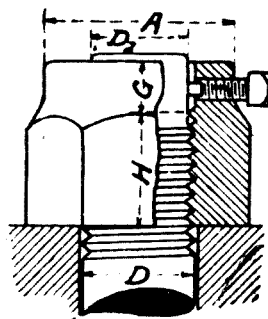
$$J = \frac{1}{8} D + \frac{1''}{8}$$

$$G = 2J = \frac{1}{4} D + \frac{1''}{4}$$

用鎖環與固定螺旋者,尚有數種,如第 21,22,23,24 四圖所示。



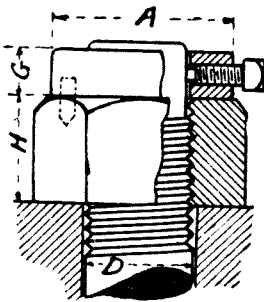
第 21 圖



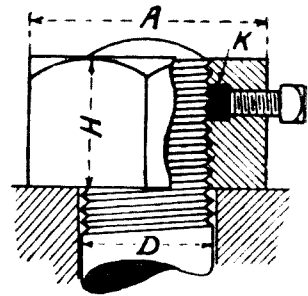
第 22 圖

(d)開縫螺母 (Split nut) 壓緊螺母有時因地位太小之故,不便採用。開縫螺母則係只用一螺母而有兩螺母

相同之作用,其情況如第25圖所示.將一螺母,由中間橫鋸一縫,幾及中心,用一小平頭機械螺旋 (Machine Screw) 裝入螺母鋸開之一邊,廻轉螺旋,可使兩半夾緊.螺母上之螺旋線與螺釘上之螺旋線相接觸之情形,與壓緊螺母極相似.

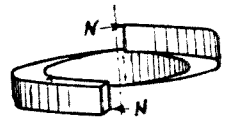
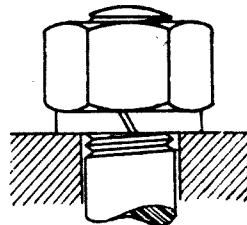
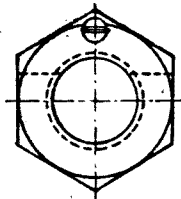


第 23 圖



第 24 圖

(e)鎖墊(Lock washer) 此種鎖墊裝置,如第26圖所示,多用於鐵路車輛上.近年來汽車工程採用者亦漸多.即將一螺旋線形之彈簧(如第27圖)置於螺母與連結之件



第 25 圖

第 26 圖

第 27 圖

之間.當螺母向下廻轉,緊壓彈簧,使成一平環,其彈力向

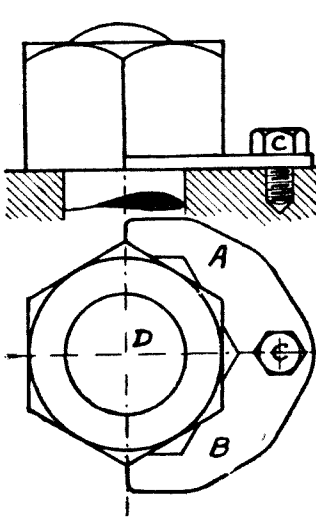
上壓迫螺母，發生螺母對於螺釘之間之摩阻力，即可阻其廻轉。

下表為美國汽車工程師學會，採用關於輕重鎖墊之尺寸。

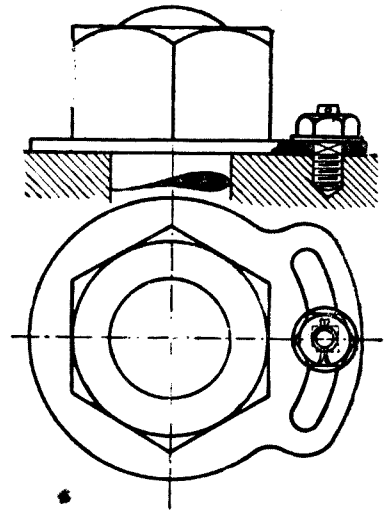
第 四 表  
普 通 鎖 墊  
(Plain Lock Washer)

螺釘大小 (Size of Bolt)	鎖 墊 斷 面 (Section of Washer)			
	輕 工 (Light Service)		重 工 (Heavy Service)	
	寬 度 (Width)	厚 度 (Thickness)	寬 度 (Width)	厚 度 (Thickness)
$\frac{3}{16}$			$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{64}$
$\frac{1}{4}$			$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{5}{16}$			$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{7}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{9}{16}$		*	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

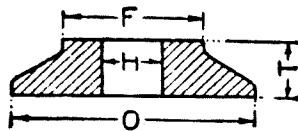
(f) 螺母停止板(Stop-plates for nuts) 第 28 圖與第 29 圖表示兩種利用停止板(Stop-plates),為鎖住螺母之法。第 28 圖停止板 A B 由一螺錐釘(Tap-bolt) C 固定之,其內面之形狀,能使螺母之一面與 C D 中心線垂直時或平行時均能適用。如此則螺母可任意迴轉全圓周十二分之一或  $30^\circ$ 。第 29 圖所示者,則較為改良,可使螺母在任意之地位。停止板具一弧形孔,中貫柱狀釘(Stud bolt),以固定



第 28 圖



第 29 圖



第 30 圖



停止板。惟柱狀釘在弧形孔之位置，則可在 $60^\circ$ 範圍以內任意移動之，因螺母之一面係 $60^\circ$ （指六角形者言），故可使螺母在任意之地位固定也。即萬一柱狀釘上之螺母變鬆，致停止板隨所約束之螺母而迴轉，其範圍亦不能超過 $60^\circ$ 以上。

13. 墊圈 (Washers) 因材料之性質或釘孔 (Bolt hole) 之大小，螺母或螺釘頭之底面，不易得到一適宜之接觸面時，普通多在螺母或螺釘頭之底面置一墊圈。當接觸表面係金屬面，多用切成或衝成之熟鐵或鋼片墊圈。1910年1月20日各製造家選定之標準比例如第五表所示。

### 第 五 表

#### 標準熟鐵製與鋼製墊圈

(Standard Wrought Iron and Steel Cut Washers)

墊圈之標名直徑 (Nominal Diameter of Washer)	孔之直徑 (Diameter of Hole)	墊圈之外直徑 (Outside Diameter of Washer)	厚度 (Thickness)	
			線 規 (Wire gage)	(約 計) (Approx.)
$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{9}{16}$	18	$\frac{3}{64}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{4}$	16	$\frac{1}{16}$
$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	16	$\frac{1}{16}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	1	14	$\frac{5}{64}$
$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	14	$\frac{5}{64}$

$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$1\frac{3}{8}$	12	$\frac{3}{32}$
$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	12	$\frac{3}{32}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$1\frac{3}{4}$	10	$\frac{1}{8}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	2	9	$\frac{5}{32}$
$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	$2\frac{1}{4}$	8	$\frac{11}{64}$
1	$1\frac{1}{16}$	$2\frac{1}{2}$	8	$\frac{11}{64}$
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{4}$	8	$\frac{11}{64}$
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	3	8	$\frac{11}{64}$
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	7	$\frac{3}{16}$
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{2}$	7	$\frac{3}{16}$
$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$	7	$\frac{3}{16}$
$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	4	7	$\frac{3}{16}$
$1\frac{7}{8}$	2	$4\frac{1}{4}$	7	$\frac{3}{16}$
2	$2\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{2}$	7	$\frac{3}{16}$
$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$4\frac{3}{4}$	5	$\frac{7}{32}$

當接觸表面係木材或石材時，除載荷(Load)甚輕外，應將壓力分配於較大之面積上，宜用第30圖所示之生鐵墊圈。各部大小之比例則如第表所列。墊圈之標名直徑(Nominal

diameter) 即為用此墊圈之螺釘之直徑。製圖時須說明墊圈之標名直徑。

## 第 六 表

## 生鐵墊圈

(Cast Iron Washers)

墊圈之標名直徑 D	孔之直徑 H	底面之直徑 O	頂面之直徑 F	厚 度 T
$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$\frac{11}{16}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
$\frac{7}{8}$	1	$3\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$
1	$1\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	1
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$4\frac{3}{4}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$5\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$6\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$
$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	$7\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$
2	$2\frac{1}{8}$	$8\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{4}$	2

14. 螺旋 (Screws) 螺旋與螺釘不同。不用螺母，直接轉入所擬連結之一件，而用頭(Head)或尖(Point)壓緊彼件，以固結於一處。用螺旋之頭之壓力連結兩件於一處之螺旋，謂之帽螺旋(Cap Screws)與機械螺旋(Machine Screws)。用尖緊壓其一件，由摩阻力以阻止兩件之相對運動者，謂之固定螺旋(Set Screws)。又一螺旋之長度(Length)一名詞，普通恒指頭以下而言。

用頭之螺旋，距頭較遠之件，備陰螺旋孔，別一件可只具一孔，螺旋自由通過之。用尖之螺旋，則距頭較近之件，須具陰螺旋孔。下列符號，用於螺旋之說明。

$D$  = 螺旋之直徑。

$L$  = 頭之底面以下至螺旋線之極端之長度。除去平頭(Flat head)與橢圓頭(Oval head)及固定螺旋。在此種螺旋，平形(Flat)及錐形(Conical)部分算入長度之內。

$S$  = 完全螺旋線部分之長。

(a) 帽螺旋 (Cap screws) 帽螺旋與螺錐釘(Tap bolts)極相似。其主要之異點為：(一)釘頭較小，且各面見光。(二)釘頭之式樣多。(三)具螺旋線之部分較長。見光若為必要之條件時，多採用之。按釘上多切一長槽，與機械螺旋(Machine screws)亦甚相似。惟機械螺旋多為輕工作計畫。又此兩種螺旋之大小，有一部分互相重複。惟因量大小之制度不同，故不宜互用(一以直徑為標準，一按號數定大小)。

帽螺旋之頭各部大小之比例，已由美國標準協會(American Standards Association)審定，並在1930年4月間之會報上，將每種大小，與每種式樣，均詳為披露。第31圖上所給各部之

比例係極近似之數其精確程度在普通已足應用每種大小與每種式樣之頭之直徑則如第七表所示。

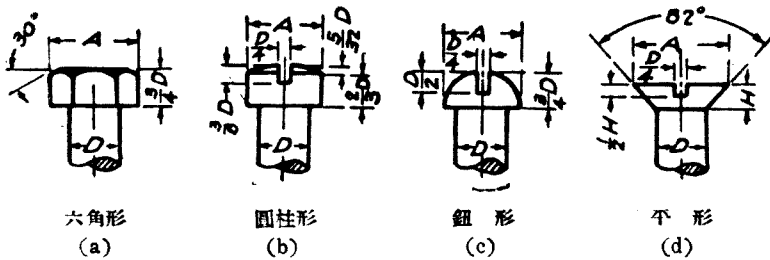
## 第七表

## 帽螺旋頭之最大直徑

(Maximum Diameters of cap screw heads)

標名大小 (Nominal size)	頭之式樣			
	六角形 (Hexagon)	圓柱形 (Fillister)	平形 (Flat)	橢圓形或鈕形 (Oval or Button)
$\frac{1}{4}$	0.505	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
$\frac{5}{16}$	0.577	$\frac{7}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{9}{16}$
$\frac{3}{8}$	0.649	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
$\frac{7}{16}$	0.722	$\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{3}{4}$
$\frac{1}{2}$	0.806	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{13}{16}$
$\frac{9}{16}$	0.938	$\frac{13}{16}$	1	$\frac{15}{16}$
$\frac{5}{8}$	1.010	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	1
$\frac{3}{4}$	1.155	1	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{4}$
$\frac{7}{8}$	1.299	$1\frac{1}{8}$		
1	1.515	$1\frac{5}{16}$		
$1\frac{1}{8}$	1.732			
$1\frac{1}{4}$	1.948			

具有粗線組(National coarse series)美國標準線之帽螺旋,其常製品如第一表所示.惟其釘頭之式樣,有六角形(Hexagonal),圓柱形(Fillister),鈕形(Button)與平形(Flat)等等,如第31圖(a)(b)(c)與(d)所示.  $S = 2D + \frac{1}{4}$  長度由  $\frac{1}{4}$ " 至 1", 按  $\frac{1}{8}$ " 變化. 由 1" 至 4", 按  $\frac{1}{4}$ " 變化. 由 4" 至 6" 按  $\frac{1}{2}$ " 變化. 應說明直徑, 長度與頭之式樣.



第 31 圖

(b) 機械螺旋(Machine screws) 機械螺旋一名詞, 用於多數小螺旋, 具有一橫槽之頭, 以使用改錐(Screw driver)轉動之. 美國標準協會曾為此種螺旋規定一定之比例, 以便互換. 此種決定, 包含美國標準線之粗線與細線兩種(National Coarse and National Fine Series). 除特別加以說明外, 恒係指第一種而言. 直徑在  $\frac{1}{4}$ " 以下者按號數規定. 每號之直徑較前一號者, 均增加 0.0131 吋. 最常用之大小, 每吋之線數與能得之長度, 如第八表所列. 螺旋之直徑不能超過表中所列, 但可減小千分之一二. 常製品有圓柱形, 圓形(Round), 平形與橢圓形四種, 如第32圖所示. 各

種均由美國標準協會，給出一種標準比例。絕對精確之數值，可參看該會 1930 年 4 月份之報告。但為普通工作，第 32 圖所給之比例已足應用矣。

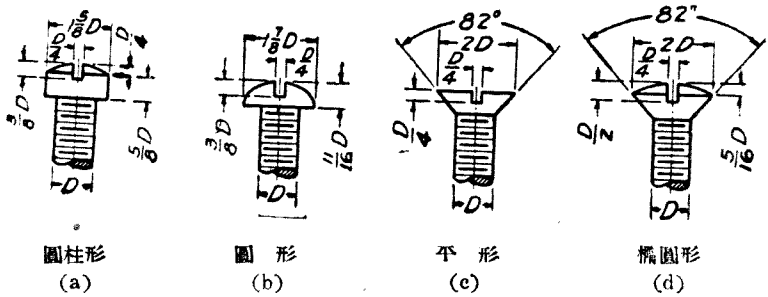
## 第八表

## 標準機械螺旋

(Standard Machine Screws)

號數 (Number)	直徑 (Diameter)	每吋總數(Threads per inch)		常製品長度之限制 (Range of Stock Lengths)
		粗線 (Coarse)	細線 (Fine)	
2	0.086	56	64	$\frac{1}{8} \sim \frac{7}{8}$
3	0.099	48	56	$\frac{1}{8} \sim \frac{7}{8}$
4	0.112	40	48	$\frac{1}{8} \sim 1\frac{1}{2}$
5	0.138	32	40	$\frac{1}{2} \sim 2$
3	0.164	32	36	$\frac{3}{16} \sim 3$
10	0.190	24	32	$\frac{1}{4} \sim 3$
12	0.216	24	28	$\frac{5}{16} \sim 3$
	$\frac{1}{4}$	20	28	$\frac{5}{16} \sim 3$
	$\frac{5}{16}$	18	24	$\frac{1}{2} \sim 3$
	$\frac{3}{8}$	16	24	$\frac{1}{2} \sim 3$

頭之名稱與各部之比例,均與帽螺旋異常製品之長度,由  $\frac{1}{8}$ " 至  $\frac{1}{2}$ " 按  $\frac{1}{16}$ " 而變化,由  $1\frac{1}{4}$ " 至 3", 按  $\frac{1}{4}$ " 而變化。長度上至  $1\frac{1}{4}$ " 螺線占其全體。再長者,有線之部亦不必再行延長矣。在材料單 (Bill of material) 上說明號數,粗線與細線,長度與頭之式樣。直徑  $\frac{1}{4}$ " 及更上者,須說明直徑。



第 32 圖

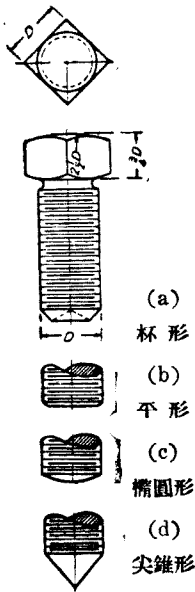
(c) 固定螺旋 (Set Screws) 固定螺旋與其他螺旋根本上不同之處,在其作用 (Action)。經過一件之螺旋孔,直至其頂點緊壓第二件,得到一種緊握之力,以阻止兩件發生相對之滑動,或推開兩件使彼此遠離。此種螺旋之頂點有數種不同之式樣,如第 33 圖 (a) (b) (c) 與 (d) 所示。並使變硬 (Hardened) 以抵抗傷損。在此數種之中,杯形尖 (Cup point) 如第 33 圖 (a) 應用為最普遍。倘不特加說明,即係採用此種。其頭除特加說明外,亦恒為標準方形頭 (Stand-



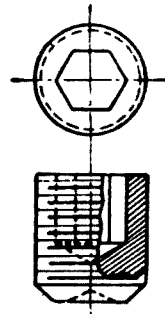
ard square head). 其厚為直徑或兩平面間距離之四分之三,如第33圖所示,但必需時低頭 (Low head) 或無頭螺旋 (Headless screw) 亦有時製造,低頭之厚度為標準方形頭之二分之一,前此無頭固定螺旋 (Headless set screws) 多於上端作一橫槽,以便由改錐迴轉之,但所在之地位,改錐往往不能應用,或當固定螺旋上緊後,其槽由中間裂開,在最新式樣者,有時稱之為安全固定螺旋 (Safety set screws),在其上端中間備一凹槽,如第34圖所示,能嵌入一具有四方形或六方形且具凸稜之鋼製桿,此桿彎成直角,作成一搬子 (Wrench),以便將螺旋上緊,常製品之式樣,有美國標準線之粗線組線占螺旋體之全長,長度包括頂尖在內,由  $\frac{1''}{2}$  至  $1''$ ,按  $\frac{1''}{8}$  而變化,由  $1''$  至  $5''$ ,按  $\frac{1''}{4}$  而變化,在材料單 (Bill of material) 上說明直徑,長度,頂點形狀與頭之式樣。

蘭厄教授 (Prof. Lanza) 曾試驗各種固定螺旋之固定力,結果以圓形尖者較高,杯形尖者次之,又用尖形者,若所受之力較大時,多在所緊壓之軸上鑽一錐形槽,使頂尖嵌入內部。

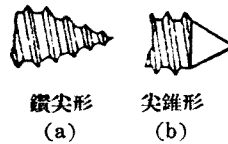
15. 連木螺旋 (Screws for wood) 用於木材上之螺旋與用於金屬上之螺旋具同一之目的,但其線形及尖端則顯然不同,線形似V形線,惟深度僅約及其半,所餘者仍為平形,如第35圖所示,螺旋之節 (Pitch),在連木螺旋無詳知之必要,因當螺旋迴轉入木時,彼自作成其適宜之陰螺旋線也。



第 33 圖



第 34 圖



第 35 圖

此種螺旋之尖，或為鑽形尖(Gimlet point)如第35圖(a)，宜用改錐廻轉之。或為錐形尖(Cone point)如第35圖(b)，宜用一錘(Hammer)先錘入尖部，再行廻轉。對多數工作以第一種為標準，除特別說明外，即用此種。

(a)木螺旋(Lag screws) 木螺旋之頭與前第8圖(a)與(b)所示之螺釘之頭，其式樣與比例均相同。其直徑上至1"與長度上至12"，變化均屬相同。長度係由尖至頭之底邊計算。常製品具方形與六角形頭，與鑽形(Gimlet)或錐形尖(Cone points)。此種螺旋之用於木材，與螺錐釘之用於金屬之情形相同。說明直徑，長度，頭與尖。

(b) 吊架螺旋或柱狀木螺旋(Hanger screws) 吊架螺旋與木螺旋(Lag screws)不同之點,係用螺母以代替頭,其形狀與螺旋線與前第 8 圖(a)與(c)所示之螺釘相同,此種螺旋之用於木材與柱狀釘(Stud)之用於金屬之情形相同,常製品之大小(Stock sizes)與木螺旋相同,但長度之計算,係由尖至為螺母而作之螺旋線之外端,常製品具一方形或六角形之螺母與鑽形(Gimlet)或錐形尖(Cone point),說明直徑,長度,螺母旋與尖。

(c) 木螺旋釘(Wood screws) 木螺旋釘係用於輕工作,與機械螺旋之用於金屬相當,其直徑與長度與機械螺旋之量法相同,常製品只有圓形,平形與橢圓形頭與鑽形尖者,其頭之形狀一如第 32 圖(b)(c)與(d)所示,常製品之直徑(Stock diameters)按號數表示,與機械螺旋之變化相同,包含由 0 至 12 所有之數,故雙數至 20 與 24,參看第七表,長度由  $\frac{1}{4}$ " 至 1",按  $\frac{1}{8}$ " 而變化,由 1" 至 3",按  $\frac{1}{4}$ " 而變化,由 3" 至 5",按  $\frac{1}{2}$ " 而變化,說明號數,長度與頭之式樣。

### 習 題

1. 按美國標準線計畫下列四種螺釘各部之大小,並按原尺寸(Full size)各畫一圖。

(a)一機械螺旋,直徑  $\frac{3}{4}$ ",六角形頭,六角形螺母,長度 3"。

(b)一螺錐釘,直徑 1",方形頭,長度 3"。

(c)一柱狀釘,直徑 1",六角形螺母,長度 3"。

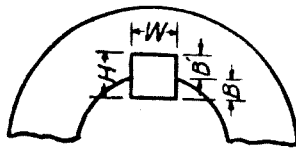
(d)一雙頭螺釘,直徑  $\frac{3}{4}$ ",六角形螺母,長度 3"。

(e)在每一圖之右下方,按二分之一尺寸(Half size)各畫一圖,表明此四種螺釘不同之應用。

### 第三章 鍵與斜梢

#### (Keys and Taper Pins)

16. 鍵之應用(Use of Keys) 鍵之主要應用,係阻止齒輪皮帶輪等裝置於軸上後,當運動時發生相對之迴轉運動者。其裝置之法,普通係將鍵按軸之中心線方向,置於軸上。一部嵌入軸內,一部嵌入所管定之輪之輪轂內。由軸之一端觀察,如第36圖所示。在輪轂與軸上所切之槽,用以容納鍵者,謂之鍵槽(Keyways),或鍵座(Key seats)。裝置較好之鍵,因其對於所

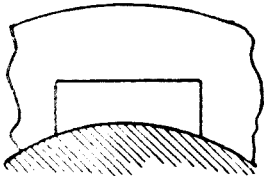


第 36 圖

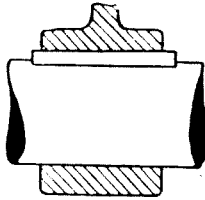
管定之兩件之摩阻力,更有阻止兩件沿軸之中心線互相滑動之效果。所用材料以鋼為最優,亦有代以熟鐵者。

17. 鍵之分類(Classification of Keys) 鍵之種類,因應用之情形,變化甚多。茲擇要分別述之於下:

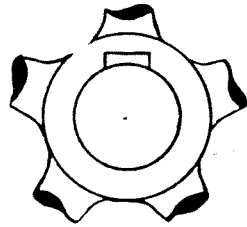
18. 鞍形鍵(Saddle Keys) 鞍形鍵一名摩阻力鍵(Friction Key),又名空鍵(Hollow Key)。如第37,38,及39圖所示。第37圖表示此種鍵一端放大之情形,第38與39圖,則表示用此種鍵管定一輪於其軸上之情形。此種鍵只係利用摩阻力,其優點係軸不受傷,惟管定之力較小,故只宜於輕工作(Light Work)耳。



第 37 圖

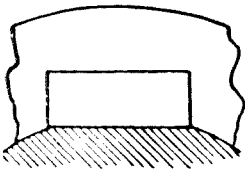


第 38 圖

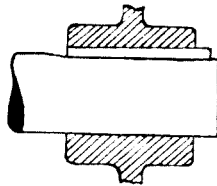


第 39 圖

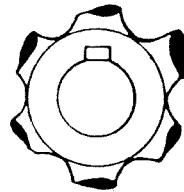
19. 平鍵(Flat Keys) 平鍵者,係由應用時置於軸上之一平面而得名。第40圖,表示此種鍵一端放大之情形,第41與42兩圖,則表示用此種鍵管定一輪於其軸上之情形。管定之力,較鞍形鍵為大。



第 40 圖



第 41 圖

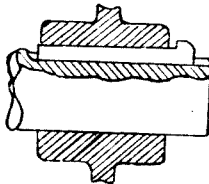


第 42 圖

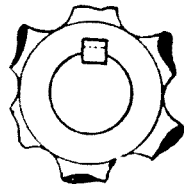
20. 埋頭鍵(Sunk Keys) 埋頭鍵者,因有一部嵌入軸中而得名,為應用最普通之一種,因管定之力較前述兩種均大也。其情形,如第43,44及45三圖所示。第43圖上部表示之凹下部



第 43 圖



第 44 圖

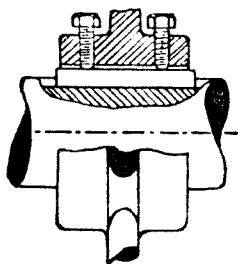


第 45 圖

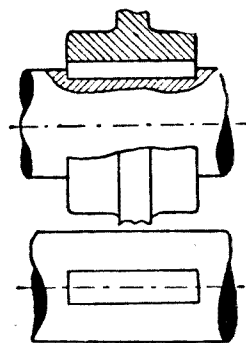
分，係為安裝時易用銼工而設。較大之鍵多如此，非通例也。

第46圖所示者，係裝置埋頭鍵之一法。此種裝置法，係由一邊將鍵嵌入鍵槽之中，但上部微留空隙 (Clearance)，將鍵置於適當之地位後，用一二固定螺旋固定之即可。

普通裝置法，係將所擬管定之件，置於軸上之適當地位，然後將鍵用力嵌入。若所用者係埋頭鍵，則軸上之一部鍵槽，除恰在軸之一端者外，勢須長出一段，方能嵌入。此長出一部鍵槽，若事實上有滯礙時，則可採用第47圖之裝置法，將鍵先嵌於軸上，然後再將輪嵌於鍵上。



第 46 圖



第 47 圖

21. 埋頭鍵之式樣與各部分之比例 (Forms and Proportions For Sunk Keys) 埋頭鍵最普通者，有直鍵 (Straight keys)，與斜鍵 (Taper keys) 兩種。兩種之寬，全長皆係一律。與鍵座為嚴密之接合。直鍵全長之高度亦係一律。斜鍵則除去大頭等於鍵寬之一段以外，其餘大部之高度，係逐漸傾斜。兩種均可製為方形或長方形，謂之方鍵 (Square keys) 與長方鍵 (Rectangular keys)。

長方鍵有時亦稱平鍵 (Flat keys), 鍵之長度係根據所管定之輪殼之長度而定, 且普通多長  $\frac{1''}{2}$ .

用力嵌入之鍵, 當退出時, 如不易施用器具, 則在一端另備一頭 (Gib or head), 以便向外退鍵時易於用力, 如第 48 圖所示, 其餘各部之比例則如舊, 又鍵頭只用於斜鍵, 其鍵與鍵槽各部之記法與比例如下 (參看第 36 與第 48 兩圖):

W = 鍵之寬度.

H = 鍵之高度.

B = 鍵槽在軸上之深度.

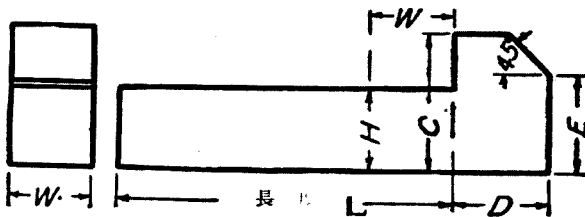
B' = 鍵槽在輪殼上之深度.

L = 鍵之長度.

C = 鍵頭之高度 =  $1\frac{5}{8}H + \frac{1''}{32}$ , 方鍵與長方鍵同.

D = 鍵頭之長度 =  $1\frac{1}{2}W + \frac{1''}{16}$ , 方鍵.  
= W, 長方鍵.

E = 至斜角邊之高度 = D, 方鍵.  
=  $1\frac{1}{4}H$ , 長方鍵.



第 48 圖

此處所給鍵頭各部之比例，係近似值，但普通已足夠精確。各種大小之鍵，其各部大小之實在數值，詳具於美國標準協會 1927 年 2 月份之報告。

22. 直鍵 (Straight keys) 凡各邊均無斜度之鍵，謂之直鍵。當管定之兩件須精密的有同一之中心，且每有卸開之必要時用之。如在機力工具 (Machine tools) 上之鍵是。就理論言之，應只與鍵槽之兩邊接觸，無對於輪轂之壓力。此種鍵普通多具正方形之橫斷面。為阻止管定之件沿軸心方向滑動起見，可用一固定螺旋穿過輪轂，頂於鍵之上部。惟加力不宜太大，否則有使管定之件遠離中心之勢。

長方而無斜度之鍵，或平鍵 (Flat keys)，(實際上在鍵之一端往往微有斜度，以便起始嵌入) 係用力驅入，四邊皆接觸。多用於重載 (Heavy loads) 及有陡震 (Shock) 動作之處。如在機軸上管定曲柄 (Crank) 及飛輪 (Fly Wheel) 等。因輪轂對於機軸接合極為緊密，故不致使輪遠離中心，與機力工具上常裝卸者不同。第八表所列關於方形及長方形鍵之比例，係 1925 年 6 月為美國標準協會所審定者。又此種鍵寬度在  $\frac{3''}{8}$  以下者，允許  $0.0020''$  之負號出入 (Negative tolerance)。由  $\frac{1''}{2}$  至  $\frac{3''}{4}$  者，允許  $0.0025''$ 。寬度再大於此者，允許  $0.0030''$ 。

凡直鍵無論正方形與長方形，購進時普通多係標準橫斷面之長條 (Bars)。製成鍵時，再截為所需之長度，說明寬度，



高度及長度。

第九表  
軸上所用之鍵  
(Keys for Shafting)

軸之直徑 (Diameters of Shafts)	方 式 (Square Type)		平 式 (Flat Type)	
	最大寬度 (Maximum Width)	高 度 (Height)	最大寬度 (Maximum Width)	高 度 (Height)
包括範圍 (Inclusive)	W	H	W	H
$\frac{1}{2} - \frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{5}{8} - \frac{7}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{15}{16} - 1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
$1\frac{5}{16} - 1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{13}{16} - 2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
$2\frac{5}{16} - 2\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{16}$
$2\frac{7}{8} - 3\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
$3\frac{3}{8} - 3\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{8}$
$3\frac{3}{8} - 4\frac{1}{2}$	1	1	1	$\frac{3}{4}$
$4\frac{3}{4} - 5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$
$5\frac{3}{4} - 6$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	1

23. 斜鍵(Taper keys) 斜鍵不但阻止所管定之件對於其軸有相對之迴轉,同時並阻止其滑動,與前述之長方鍵略似,亦用於有陡震動作及重載之處,如將曲柄與飛輪固定於機軸,或將皮帶輪齒輪固定於其軸上等,高度之標準斜度(Standard Taper),係每長度 1 呎相差  $\frac{1}{8}$ " 因此種鍵係各面一律接觸,故鍵槽之一邊亦須有斜度,槽之斜度恒做於輪轂中。

被斜鍵所管定之件,對於其軸之接合須極為嚴密,否則用力嵌入鍵時,將使離開中心,斜鍵之高度,係在其大端量,在此端橫斷面之形狀可為正方形或長方形,在第九表中所給各部之比例,可同樣用於斜鍵。

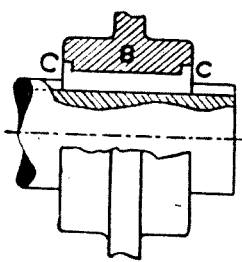
允許出入(Tolerances)之大小,亦與直鍵相同,但對於鍵之高度言,則出入係正號(Positive)。

在 1927 年 2 月,由美國標準協會提出之常製品之大小,係由鍵寬四倍(4 W)之長度至鍵寬十六倍(16 W)之長度,每次增加鍵寬之兩倍(2 W)。

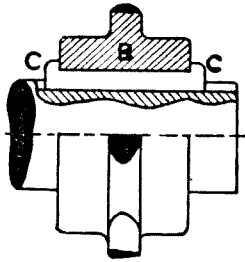
24. 直鍵與斜鍵之比較 直鍵與斜鍵各有利弊,直鍵之優點係上緊後不致影響所管定之兩件之中心,其劣點第一因固定之力較小,往往須他種之輔助方能阻止沿軸心方向之運動,第二對於軸及輪轂上之裝置,須極為精細,恰恰適合,斜鍵之優點,係阻止管定之兩件有相對之迴轉運動以外,同時因尖劈(Wedge)作用,使上面之摩阻力,能阻止兩件有沿軸心方向之滑動,其劣點則上緊時若軸與輪轂之間,微有餘隙,

即使輪心偏於一方，又直鍵比較宜於常常裝卸之輪，斜鍵則比較宜於長期固定之輪。

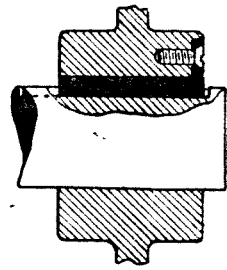
25. 滑鍵(Feather Keys or Splines) 當輪與軸彼此沿軸心之方向，有發生相對滑動之必要，而同時又阻止其發生相對之迴轉運動時，則用滑鍵。其各邊均係平行，毫無傾斜度。其裝置之方法有二：(一) 將鍵裝置於輪轂上，軸上按滑動之範圍備一長鍵槽，如第 49 圖至第 52 圖所示。(二) 在軸上裝置一長鍵，輪轂上備一鍵槽，沿之滑動如第 53 圖所示。寬度厚度對於直



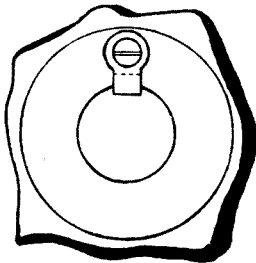
第 49 圖



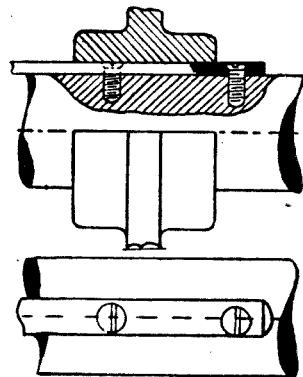
第 50 圖



第 51 圖



第 52 圖



第 53 圖

徑之關係,如第十表所示,就表中數值,可知此種鍵之厚度較寬度微大,所以抵抗因摩阻所生之傷損,且因裝置較鬆之故,如此則載荷(Load)分配於較大之面積也,將鍵固定於軸上之

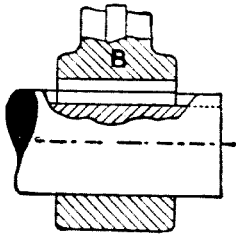
第 十 表  
軸之直徑及滑鍵大小之比例

軸之直徑 (Diameter of Shaft)	滑鍵之大小 (Size of Feather)	軸之直徑 (Diameter of Shaft)	滑鍵之大小 (Size of Feather)
-1	$\frac{1}{4} \times \frac{3}{8}$	$3\frac{9}{16}-4$	$1 \times 1\frac{1}{4}$
$1\frac{1}{16}-1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16} \times \frac{7}{16}$	$4\frac{1}{16}-5$	$1\frac{1}{8} \times 1\frac{3}{8}$
$1\frac{5}{16}-1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8} \times \frac{1}{2}$	$5\frac{1}{16}-6$	$1\frac{3}{8} \times 1\frac{5}{8}$
$1\frac{9}{16}-1\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16} \times \frac{9}{16}$	$6\frac{1}{16}-7$	$1\frac{1}{2} \times 1\frac{3}{4}$
$1\frac{13}{16}-2$	$\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$	$7\frac{1}{16}-8$	$1\frac{3}{4} \times 2$
$2\frac{1}{16}-2\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8} \times \frac{3}{4}$	$8\frac{1}{16}-9$	$2 \times 2\frac{1}{2}$
$2\frac{9}{16}-3$	$\frac{3}{4} \times \frac{7}{8}$	$9\frac{1}{16}-10$	$2\frac{1}{4} \times 2\frac{3}{4}$
$3\frac{1}{16}-3\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8} \times 1$		

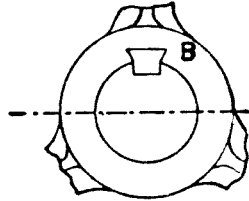
方法多用埋柱頭(Sunk fillister head)或平頭(Flat head)之帽螺旋(Cap screws),其頭之直徑約為鍵之寬度之四分之三,螺旋入軸之距離,至少須等於螺旋之直徑,又此種鍵若裝置於軸之一端,每製為鳩尾形,使嵌入鳩尾形之槽中,如第54與第55兩圖所示。

更有將鍵與鍵槽製為完全相同之形狀,如後章第65圖

(b)所示。使鍵入槽之深度為鍵之寬，並用力壓入之，不待用其他固定之方法，即不致落下。

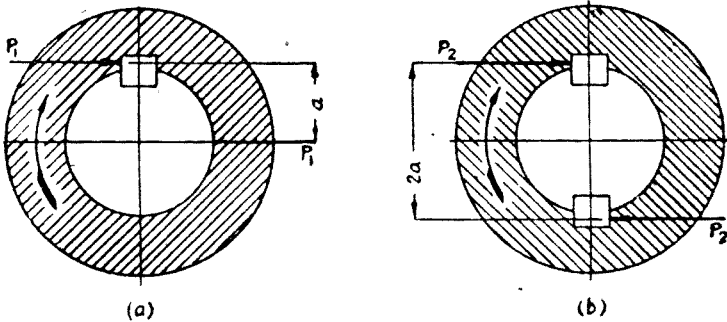


第 54 圖



第 55 圖

有時為減輕摩阻力，使便於滑動起見，在一軸上用兩個滑鍵，相距  $180^\circ$ 。其理由如第 56 圖 (a) 與 (b) 所示。在第 56 圖 (a)，假



第 56 圖

設輪殼自由在軸上與鍵上滑動，鍵則固定於軸上，並設輪殼帶軸沿箭頭所示之方向迴轉，則所傳之迴轉率 (Torsional Moment)  $T$  生出兩力  $P_1$ ，其一施於鍵上，其二為在軸上發生之壓力，大小與施於鍵上者相等。此兩力彼此平行，作成一偶力。其

偶力率  $P_1 a$  必與廻轉率相等故  $P_1$  力之大小為

$$P_1 = \frac{T}{a} \dots\dots\dots (1)$$

在第 56 圖 (b), 設軸上備有兩個滑鍵, 廻轉之方向仍相同, 則施於兩鍵上之力  $P_2$  作成一偶力, 其偶力率為  $2P_2 a$ . 此偶力亦應等於  $T$ , 故

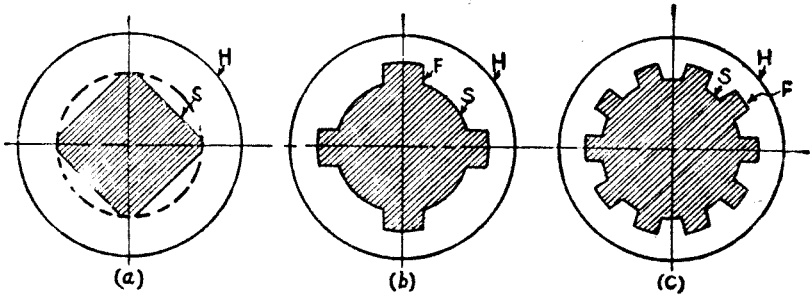
$$P_2 = \frac{T}{2a} \dots\dots\dots (2)$$

就 (1) 與 (2) 兩式比較觀之, 可知用兩個滑鍵, 其所生之摩阻力只為前者之半, 滑動自比較易矣. 惟裝置時須特別精細, 使絕對成  $180^\circ$ , 方能得到理想之結果也.

26. 全軸滑鍵 (Integral Shaft Splines) 當所傳之廻轉載荷 (Torsional Load) 甚大時, 前述各種鍵, 均感力弱. 初步曾用方軸, 達到相當之成功. 惟同一力量之軸, 方者較圓者橫斷面積大, 即所需之材料較多, 重量亦因之增加. 故近年以來, 特別在汽車工程上, 為保持重量不過於增加, 同時更增加承鍵面積 (Key-bearing area) 起見, 特製一種全部滑鍵軸 (Integral Spline Shaft) 或多鍵軸 (Multiple Spline Shaft), 即一軸之上具四個以至十個滑鍵. 與軸係一體, 穿入具同樣鍵槽之輪殼中. 其製法係由較大之軸, 用洗床洗出, 或製齒輪機 (Hobbing Machine) 製成, 如第 57 圖所示. 在汽車上前邊變速輪之軸及後軸上恒採用之.

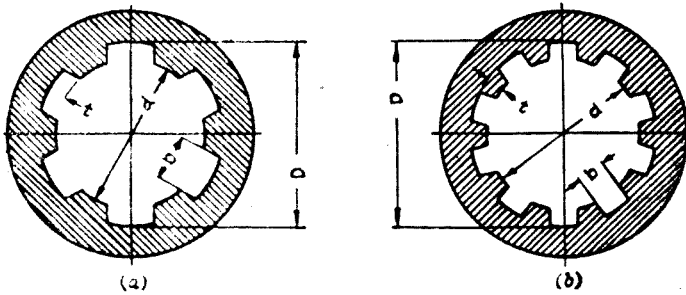
第 58 圖所示之兩種, 美國汽車工程師學會 (Society of Automobile Engineers) 曾規定一種標準. 惟每種又分成 A, B, C 三式. 其各部之比例微有差異, 軸上各部相當之尺寸, 在較小者均減少

千分之一吋,較大者則均減少千分之二。



第 57 圖

又在三式之中,  $b$  之大小無變化。



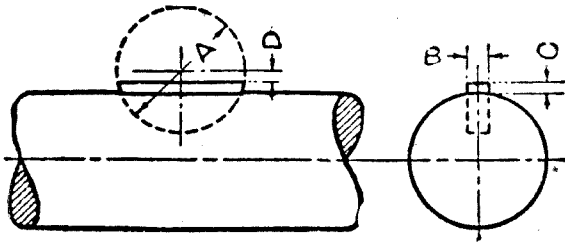
第 58 圖

在	6—A	$d = 0.90 D$	}
		$b = 0.25 D$	
		$t = 0.05 D$	
在	6—B	$d = 0.85 D$	}
		$t = 0.075 D$	
在	6—C	$d = 0.80 D$	}
		$t = 0.10 D$	

在	10—A	$d=0.91 D$	}
		$b=0.156 D$	
		$t=0.045 D$	
在	10—B	$d=0.86 D$	
		$t=0.07 D$	
在	10—C	$d=0.81 D$	
		$t=0.095 D$	

近來在他種機械上,凡有變速齒輪(Change gear)之裝置者,亦多採用之。

27. Woodruff 制鍵 (Woodruff System of Keys) Woodruff 制鍵, 又謂之圓盤制(Disk System),係一圓片之一部(Circular Segments), 如第 59 圖所示,其鍵槽係由同大直徑之洗刀(Milling Cutters), 在軸上洗出,其優點係在輪殼內任何斜度之鍵槽中,均能自行調節,完全適合,惟裝置時恒須先將鍵置於軸上,然後再用力將輪嵌入,此種鍵多製出多數標準大小,由號數與字母區別之,第 59 圖所示者,係較短者,其各部之比例,在第十一表內給



第 59 圖





11	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{16}$	19	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{64}$
12	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{16}$	20	$1\frac{1}{4}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{5}{64}$
A	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	21	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$
13	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{16}$	D	$1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{64}$
14	1	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{16}$	E	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{64}$
15	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	22	$1\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
B	1	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{16}$	23	$1\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$
16	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{64}$	F	$1\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$
17	$1\frac{1}{8}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{5}{64}$	24	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{64}$
18	$1\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$	25	$1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{7}{64}$
C	$1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{16}$	G	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{7}{64}$

第 十 二 表

軸 之 直 徑 (Diameter of Shaft)	鍵 之 號 數 (Number of Key)	軸 之 直 徑 (Diameter of Shaft)	鍵 之 號 數 (Number of Key)
$\frac{5}{16} - \frac{3}{8}$	1	$\frac{9}{16} - \frac{5}{8}$	3, 5
$\frac{7}{16} - \frac{1}{2}$	2, 4	$\frac{11}{16} - \frac{3}{4}$	3, 5, 7

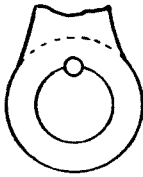
$\frac{13}{16}$	6, 8	$1\frac{3}{8}-1\frac{7}{16}$	14,17,20
$\frac{7}{8}-\frac{15}{16}$	6, 8,10	$1\frac{1}{2}-1\frac{5}{8}$	15,18,21,24
1	9,11,13	$1\frac{11}{16}-1\frac{3}{4}$	18,21,24
$1\frac{1}{16}-1\frac{1}{8}$	9,11,13,16	$1\frac{13}{16}-2$	23,25
$1\frac{3}{16}$	11,13,16	$2\frac{1}{16}-2\frac{1}{2}$	25
$1\frac{1}{4}-1\frac{5}{16}$	12,14,17,20		

28. 鍵槽或鍵座(Key Ways or Key Seats) 鍵槽在軸上與在輪殼上之深度,實際上不甚一致.在美國,習慣上多使各等於鍵厚之一半.且量時係由鍵槽之邊上量之,如前第36圖所示.在斜鍵(Taper Key),恒使鍵槽在輪殼上之一部傾斜,其深度則由較深之一端量之.在長方鍵則多自軸原來之周邊上量之.

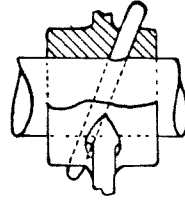
29. 斜梢(Taper pins) 斜梢之應用與鍵之應用極相似,亦係用以阻止輪對於其軸之迴轉運動,或沿軸心之方向之滑動者.由擴孔鑽(Reamer)在兩件上鑽成與斜梢同形之孔,然後將斜梢用力嵌入.有用以代替普通之鍵者,如第60圖所示,謂之圓鍵或梢鍵(Round or Pin Key).普通之應用多如第61圖及

第 62 圖所示，經過輪殼與軸鑽一孔，然後將梢 (Pin) 穿入，孔之方向或與軸垂直，或為便於鑽孔起見，使向一方傾斜。

標準斜梢普通謂之 Pratt and Whitney 標準斜梢 (Standard Taper Pins)，係每長一呎直徑減  $\frac{1''}{4}$ ，長度係由傾斜部分之一端

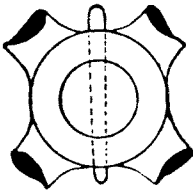


第 60 圖

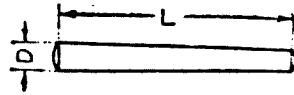


第 61 圖

直達彼端，如第 63 圖所示，兩端則為凸起狀，按標準直徑製成，按號數區別，長度則按  $\frac{1''}{4}$  增加，第十三表表示各種大小粗端之實在直徑，與近似直徑及常製品之長度 (Stock Lengths)。



第 62 圖



第 63 圖

各廠所備之常製品，其長度與直徑之界限 (Limit)，所差極微，第十三表中所列者，可視為實際上之代表，在材料單上，應說明號數與長度。

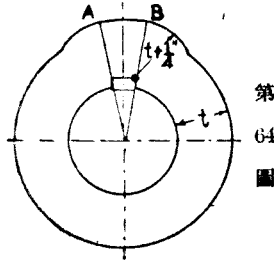
第十三表

斜梢各部之比列

(Proportions For Taper Pins)

號數 (Number)	長度 (Length, L.)		直徑 (Diameter, D.)		號數 (Number)	長度 (Length, L.)		直徑 (Diameter, D.)	
	最小 (Minimum)	最大 (Maximum)	精確值 (Exact)	近似值 (Approx.)		最小 (Minimum)	最大 (Maximum)	精確值 (Exact)	近似值 (Approx.)
00	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	0.136	$\frac{9}{64}$	5	$\frac{3}{4}$	4	0.289	$\frac{19}{64}$
0	$\frac{1}{2}$	3	0.156	$\frac{5}{32}$	6	$\frac{3}{4}$	5	0.341	$\frac{11}{32}$
1	$\frac{1}{2}$	3	0.172	$\frac{11}{64}$	7	1	5	0.409	$\frac{13}{32}$
2	$\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	0.193	$\frac{3}{16}$	8	$1\frac{1}{4}$	5	0.492	$\frac{1}{2}$
3	$\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	0.219	$\frac{7}{32}$	9	$1\frac{1}{2}$	6	0.591	$\frac{19}{32}$
4	$\frac{3}{4}$	4	0.250	$\frac{1}{4}$	10	$1\frac{3}{4}$	6	0.706	$\frac{23}{32}$

30. 鍵轂 (Key-boss) 在傳達動力較大之軸輪轂上有鍵槽之處，多使補充一部分厚度以抵消因鍵槽而減弱之影響，如64圖所示。補充後之厚度至少應等於輪轂之厚度。普通多微行增加。此增加之一部，謂之鍵轂 (Key boss)。



## 第四章 軸及軸之配件

(Shafting and Shaft Fittings).

31. 軸 (Shafting) 軸者係熟鐵製或鋼製之圓柱體長桿，由軸承(Bearing)支持之，能繞自身之中心迴轉，且傳達其迴轉運動於裝置其上之其他機件者也。軸在軸承中之一段謂之軸頸(Journal)。軸承則有時謂之軸頸箱(Journal Box)，或單謂之箱(Box)。Shafting一名詞，普通多係指廠中所儲圓柱體之熟鐵及鋼料，能用以製軸者而言。譯為軸料，或較相宜。在舊時用熟鐵較多。當燒熱時由碾鐵機滾為圓柱體，冷後再由鑄床鑄成恰當之尺寸而光其表面。此種原料謂之熱滾桿，或熱碾桿(Hot rolled bars)。常製品之大小，按 $\frac{1''}{4}$ 變化。打磨後仍減小 $\frac{1''}{16}$ 。故作成一組常製品之軸料，其大小按 $\frac{1''}{4}$ 變化。但實際之大小，恒較其標名大小，減小 $\frac{1''}{16}$ 。即下至直徑 $\frac{1''}{4}$ 者，仍依此變化。此種特別規定之直徑，在習慣上甚不易改變。近年以來，熟鐵軸雖大體為鋼軸所代替，且鋼軸碾成變冷後，即為其恰當之大小。而美國標準協會(American Standards Association)，仍審定之為傳達動力之標準軸料。對於鋼製之軸料，別名之曰冷磨軸料(Cold-finished Shafting)。常製品由 $\frac{15''}{16}$ 至 $2\frac{7''}{16}$ ，按 $\frac{1''}{4}$ 變化。由 $2\frac{7''}{16}$ 至

至  $5\frac{15}{16}$  按  $\frac{1}{2}$  變化。常製品之長度 (Stock lengths) 爲 16, 20, 與 24 呎。但大多數工廠, 如購置者認爲必要時, 少加費用, 可爲截成較短之長度。且將所需之鍵槽製就。

宜於作軸料之冷磨軸料 (Cold-finished Steel) 更有一組常製品之大小 (Stock Sizes)。由  $\frac{1}{2}$  至  $2\frac{1}{2}$  按  $\frac{1}{16}$  變化。由  $2\frac{1}{2}$  至 4", 按  $\frac{1}{8}$  變化。由 4" 至 6", 按  $\frac{1}{4}$  變化。此種軸料, 由美國標準協會審定爲機械軸之標準軸料 (Standard for Shafting in Machinery)。

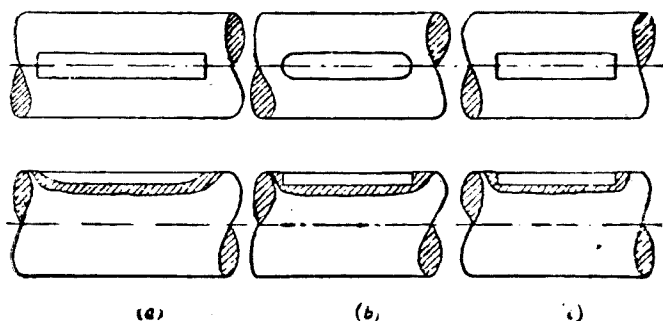
6" 以上者則不備存料。需用時或經人定購時, 按其直徑與長度臨時鍛製 (Forged)。

32. 鍵槽 (Keyways) 在第三章, 知裝置於軸上之機件, 欲傳達其所受之動力於他件, 可完全仰賴其裝置之緊度及摩擦力。但除輕載荷以外, 習慣上恒於機件與軸之間嵌入一鍵, 使機件對於軸之連結變爲完全確定 (Positive), 如前第三章各段所述。因工廠中或較大之售品處, 對於在軸上切鍵槽之設備較爲便利。故購置時最好按工作之計畫, 使在軸料上將鍵槽同時製成。製鍵槽之方法, 有下列三種:

(一) 用普通洗刀 (Ordinary milling Cutter) 在軸上洗一槽, 刀之寬度與鍵之寬度相同。惟用此法時, 鍵槽之兩端各留一曲線部分, 其半徑與洗刀之半徑相同, 如第 65 圖 (a)。

(二) 用一端洗刀 (End mill) 洗成。其直徑與鍵之寬度相同。每端成一半圓形, 如第 65 圖 (b) 所示。

(三)用端洗刀製成(b)項之情形後,再用一岬鑿(Cape Chisel)將兩端鑿為方形,如第 65 圖(c)所示。



第 65 圖

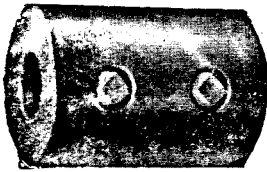
三種製法因費工及需要特殊設備之故,其價值依次遞增。第二種用於機力工具(Machine tools)者,若係普通大小(Limited Size)價值亦不高。

33. 聯軸節或靠背輪(Couplings) 聯軸節者,係聯結兩軸之各一端於一處之機件,當一軸發生廻轉運動時,使別一軸亦隨之發生廻轉運動者也。當聯結以後,除遇修理等必要之情形外,不使復分,則構造時必較為堅牢。如擬復分時,須一部的或全部的卸開方可。此種聯軸節,謂之永久聯軸節(Permanent Couplings)。如擬隨意開合,不待卸開任何部分,其構造之情形自與前異,此種聯軸節別名曰接合器(Clutches),或接合聯軸節(Clutch Couplings)。惟接合器之作用,不僅限於聯結兩軸,每用以使裝置於軸上之齒輪等發生作用或停止作用。茲擇要分述之如下:

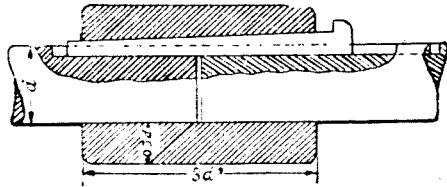


34. 永久聯軸節 (Permanent couplings) 此種聯軸節按所傳達動力之大小分爲若干種,最普通者如下:

35. 套管或筒形聯軸節 (Sleeve or Muff Couplings) 在輕工作 (Light Work), 可用此種聯軸節, 如第 66 圖所示, 將所擬聯結之兩軸由兩端分插入套管 (Sleeve) 之內, 再各由一固定螺旋 (Set Screw) 管定之。固定螺旋之頭, 須沒入套管上之槽內, 以免對於工人發生危險。或如第 67 圖所示, 將軸之兩端, 對插入套管之內後, 再用一長鍵管定之。其各部之比例, 如圖上所示。d 爲軸之直徑。

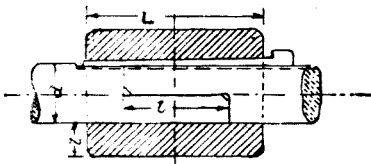


第 66 圖



第 67 圖

又有將兩軸上對頭之端之一段各去其半, 使互相扣住者, 如第 68 圖所示。以  $d + \frac{1''}{2}$  爲單位, 則  $L = 2.6$ ,  $l = 1.5$ ,  $t = 0.45$ 。

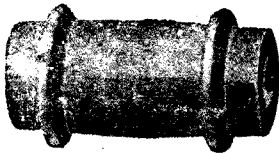


第 68 圖

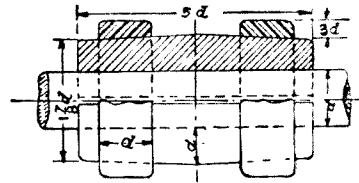
36. 無鍵聯軸節或摩阻聯軸節 (Keyless or Friction Clip Couplings)

如軸上不宜於切鍵槽, 則可用無鍵聯軸節 (Keyless Couplings) 或摩阻聯軸節 (Friction Clip Couplings)。如

第69圖所示，兩軸之聯結完全利用摩阻力，套管(Sleeve)由兩半組成，其外圍向兩端傾斜，鑄孔時，在兩半之間墊紙數層，鑄成後移去之，然後夾於聯結之軸互對之兩端，再用兩環(Rings)由較細之部向較粗之部箍緊，則軸與套管間因壓力所生之摩阻力，即可將兩軸聯結於一處，各部之比例如第70圖所示， $d$ 為軸之直徑。



第 69 圖



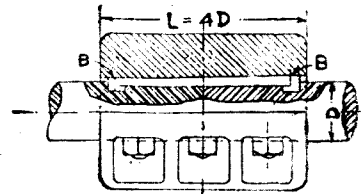
第 70 圖

### 27. 分筒聯軸節或分箱聯軸節 (Split or Split Box Couplings)

如擬使兩軸聯結更為確定，則軸上可用一鍵，且兩半套管(Sleeve)或兩半筒(Muff)由螺釘固定於一處，如第71圖所示，此種聯軸節謂之分筒(Split Muff)或分箱聯軸節(Split Box Couplings)。若將鍵先置於兩軸之鍵槽內，再將上半套管蓋於鍵上，則軸之鍵槽，可不必延長，以備裝鍵，如第72圖所示，又此種聯軸節，



第 71 圖



第 72 圖

遇必要時極易裝卸,亦其優點。鑽孔時與前段所述者相同,亦於兩半之間先墊紙條數層,迨裝置時再行撤去,以便對軸夾緊。至各部大小之比例,則如第十四表所列。

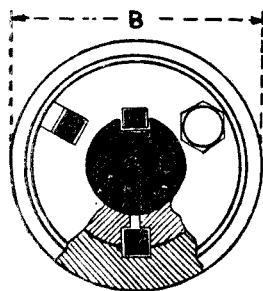
第十三表

分筒聯軸節各部之尺寸

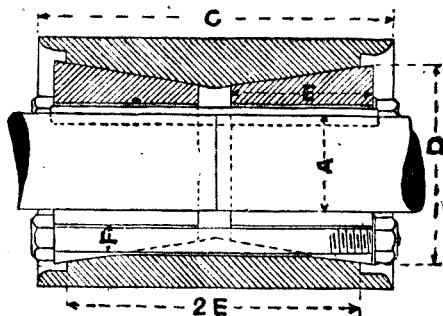
(Dimensions of Split Muff Couplings)

軸之直徑 (Diameter of Shaft) D.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{2}$	4
筒之直徑 (Diameter of Muff) D <sub>1</sub>	$4\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{3}{4}$	6	$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{7}{8}$	$9\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{2}$
筒之長度 (Length of Muff) L.	6	7	8	9	10	11	12	14	16
釘之直徑 (Diameter of Bolts) d.	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$
釘之數目 (Number of Bolts) n.	4	4	4	4	4	4	4	6	6

38. 賽勒氏錐形聯軸節 (Sellers cone coupling) 此種聯軸節之構造如第73圖及第74圖所示。外部亦係一箱(Box)或一



第 73 圖



第 74 圖

筒 (Muff), 箱之外面係一圓柱形, 內面則係兩段截錐體形。箱之內容納兩套管 (Sleeves)。套管之外部鑲成與箱之內部相合。其內部則鑲成與軸相合。此兩個套管由螺釘牽緊, 使一面對於箱之內面, 一面對於軸之外面為極嚴密之接合。欲使套管對於軸緊握之力增加, 將套管在一螺釘處裂開, 如第 73 圖上斷面處所示。螺釘之斷面係正方形, 經過套管與筒上之槽中。

在套管與軸之間之摩阻力, 原可阻止滑動。惟為更加確定起見, 用鍵管於軸上。其各部大小之比例, 如第十五表所列。

第 十 五 表

賽勒氏錐形聯軸節各部之大小

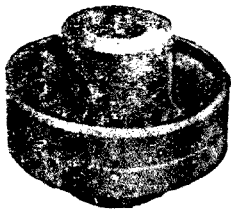
(Dimensions of Sellers cone couplings)

A.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{2}$	4	5	6
B.	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{5}{8}$	$8\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{4}$	11	$12\frac{7}{8}$	$14\frac{1}{2}$
C.	$5\frac{5}{8}$	$6\frac{5}{8}$	$7\frac{3}{4}$	$8\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{4}$	$11\frac{3}{8}$	$13\frac{1}{8}$	$14\frac{7}{8}$	$18\frac{1}{4}$	$21\frac{1}{4}$
D.	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{3}{4}$	5	$5\frac{3}{4}$	6	$6\frac{3}{4}$	$7\frac{3}{4}$	$8\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{4}$
E.	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{5}{8}$	3	$3\frac{3}{8}$	$3\frac{3}{4}$	$4\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$	6	$7\frac{1}{2}$	9
F.	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$

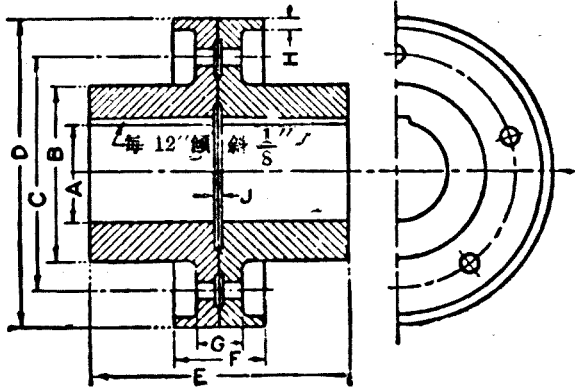
截錐部分之傾斜度, 係每長一呎, 直徑減小 3 吋。故設  $D =$  套管之大直徑,  $d =$  套管之小直徑,  $E =$  長度, 則  $d = D - \frac{1}{4} E$ 。

39. 生鐵突緣聯軸節 (Cast Iron Flanged Couplings) 突緣聯

軸節係應用最普通之一種。軸之直徑在3"以上者多採用之。第75圖表示其外觀，第76圖表示其斷面。此種聯軸節，多各部

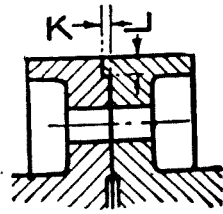


第 75 圖



第 76 圖

經過機工 (Finished all Over)。向外伸展之突緣係保護工人之安全者。使其衣服不致被螺釘之頭或螺母所牽連。螺釘孔係用擴孔鑽 (Reamer) 精細鑽成，以備聯結螺釘 (Coupling bolts) 穿過。如第二章第11段所述。聯結螺釘恒製成與釘孔恰合，以便每一螺釘均分配應分之載荷。為得到兩軸中心完全在一直線之結果，有時使一軸延長一小段，伸入另一聯軸節之內，或使一聯軸節之表面凹陷一部，而使另一聯軸節上相當之凸出部嵌入之。如第77圖所示。又兩聯軸節之表面，均須絕對與軸垂直。故當兩聯軸節各裝置於軸上時，均須再加鑿工，以查其是否傾斜。



第 77 圖

下列各經驗公式，係由一領袖製造生鐵聯軸節之工廠得來，算出數值後，應用其較大或最近之  $\frac{1''}{16}$  或  $\frac{1''}{8}$ ，由製圖員之判斷而定。

A = 軸之直徑。

$$B = 1\frac{2}{3}A + \frac{1''}{2}.$$

$$C = 1\frac{2}{3}A + 2d + 1\frac{1''}{8}.$$

$$D = 1\frac{5}{6}A + 4d + 1\frac{7''}{8}.$$

$$E = 2\frac{3}{16}A + 1\frac{3''}{4}.$$

F = 1 + d. 但不許小於(2l - G).

$$G = \frac{1}{4}A + \frac{13''}{16} \left( \text{大小 } 1\frac{1''}{4} \text{ 至 } 3\frac{1''}{2} \right).$$

$$= \frac{3}{8}A + \frac{3''}{8} \left( \text{大小 } 3\frac{3''}{4} \text{ 至 } 12'' \right).$$

$$H = \frac{1}{16}A + \frac{1''}{4}.$$

$$J = \frac{1}{32}A + \frac{1''}{32}. \text{ 但不許小於 } \frac{1''}{8}.$$

$$K = \frac{1}{32}A + \frac{1''}{16}, \text{ 但不許小於 } \frac{1''}{8}.$$

$$L = \frac{1}{16}A + \frac{1''}{4}.$$

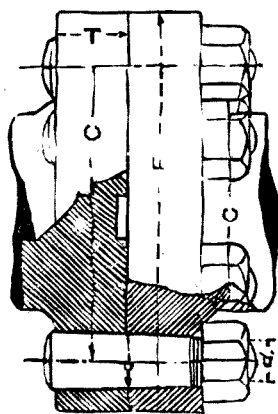
$$n = \text{螺釘之數} = \frac{2}{3}A + 3.$$

$$d = \text{螺釘之直徑} = \frac{1}{8} A + \frac{5''}{16}$$

$$l = \text{螺釘之長度} = G + d + \frac{1''}{8}$$

40. 船舶或實體突緣聯軸節 (Marine or Solid Flange Coupling).

此種聯軸節如第78圖所示。其突緣係鍛於軸之一端。因在船舶機 (Marine Engine) 之軸上實際上多採用此種，故稱之為船舶聯軸節 (Marine Coupling)。在較大之軸上，聯結突緣之螺釘多具傾斜度，頭則有帶者，有不帶者。為兩軸常保持在一中心線起見，亦使一突緣之一部凸入另一突緣相當之凹下部分以約束之。各部之比例如下：



第 78 圖

$D$  = 軸之直徑。

$$\text{螺釘數 } n = \frac{1}{3} D + 2$$

$$\text{螺釘圓之直徑} = C = D + 1 \frac{1}{2} d + \frac{5''}{8}$$

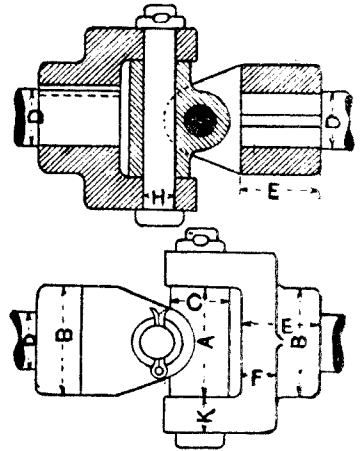
$$\text{突緣之直徑 } F = D + 3d + 1 \frac{3''}{8}$$

$$\text{突緣之厚 } T = \frac{2D + 1}{7}$$

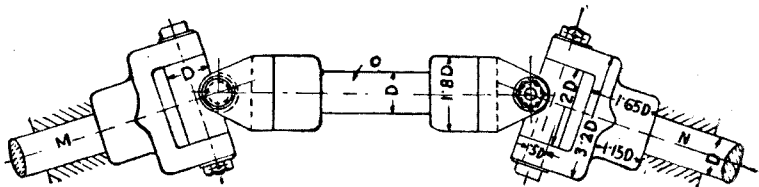
$$\text{螺釘有螺旋線部分之直徑} = d_1 = \frac{7d + 1}{8}$$

螺釘之傾斜度 = 每呎長度直徑減小  $\frac{3''}{8}$ .

41. 通用聯軸節或胡克氏聯結 (Universal Coupling or Hooke's Joint) 此種聯軸節，係用以聯結互相交叉之兩軸者。且當兩軸運動時，其中間之角度，如有變更，亦依舊可以傳達。故有稱之為萬向聯軸節者，其構造如第79圖所示。在所聯結之兩軸之各端，各裝置一叉形部分，或與軸鍛成一體，中間由一十字形架連之。兩軸均可上下左右自由運動。如一軸按等角速率運動，他一軸之運動速率時時變化，兩軸間之銳角愈大時，速率之變化亦愈大。但若用一種雙胡克氏聯結 (Double Hooke's Joint) 如第80圖所示，倘兩軸對於中軸所成之角度相同，且在同一之平面，則兩軸之



第 79 圖



第 80 圖

速率可完全一律。各部大小之比例如下：



$$A = 2D.$$

$$E = 1.6D.$$

$$B = 1.8D.$$

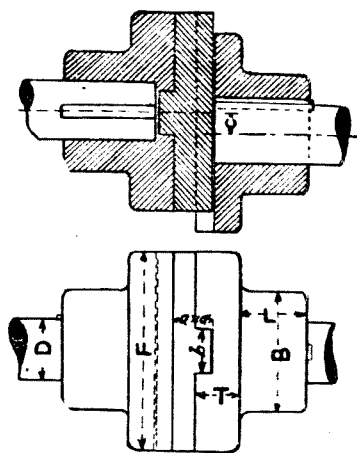
$$F = H = 0.5D.$$

$$C = D.$$

$$K = 0.6D.$$

42. 歐氏聯軸節(Oldham's Coupling) 此種聯軸節,恆用以

聯結彼此平行而不在一直線之兩軸(相距甚近).其法係在兩軸接近之兩端各裝置一平盤形之件,中夾另一件,亦係平盤形.兩面各具一長方形之凸出部,彼此互成正角,嵌入前述兩件同樣之槽中,如第81圖所示.在此種聯軸節,運動係由滑動接觸傳達,兩軸與中間平盤之角速率在任何時刻均屬相同.其各部之比例如下:



第 81 圖

$D$  = 軸之直徑.

$C$  = 兩軸中心線間之距離.

平盤式凸緣之直徑  $= F = 3D + C.$

輪殼(Boss)之直徑  $= B = 1.8D + .8''.$

輪殼之長度  $= L = .75D + .5''.$

$$\text{槽之寬度 } b = \frac{F}{6} = \frac{D}{2} + \frac{C}{6}$$

$$\text{槽之深度} = a = \frac{b}{2} = \frac{D}{4} + \frac{C}{12}$$

中間平盤之厚度 = a.

$$\text{凸緣之厚度 } T = 2\frac{1}{2}a.$$

43. 撓性聯軸節 (Flexible Coupling) 當所聯結之軸,彼此間

固定之程度擬使微有伸縮性時,則採用此種聯軸節。如發電機或其他高速率之機器聯結於原動機(Prime Movers)等是。目的係用以防止因兩軸中

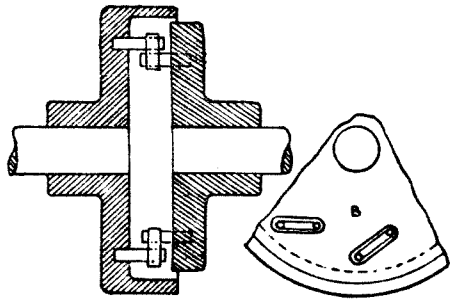
心線微行不一致,所生不正當之應力 (Stress) 或軸承壓力 (Bearing pressure) 者。

其原理如第82圖所示。每軸上各由一鍵固定一盤狀部,其面上各裝置若干

針 (Pins)。兩盤狀部上之針,裝置時其位置須互相避開,使一軸靜止一軸迴轉時,兩盤狀部上之針,不致互相撞擊。每一對針由一短皮帶連絡之,如圖上所示。或由一長皮帶交替聯絡各針亦可,如第83圖所示。

針 (Pins)。兩盤狀部上之針,裝置時其位置須互相避開,使一軸靜止一軸迴轉時,兩盤狀部上之針,不致互相撞擊。每一對針由一短皮帶連絡之,如圖上所示。或由一長皮帶交替聯絡各針亦可,如第83圖所示。

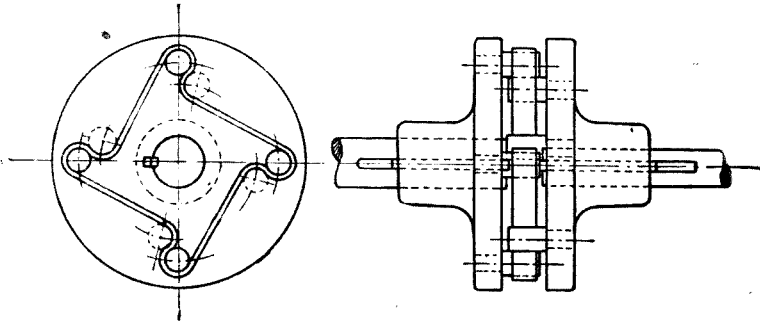
針 (Pins)。兩盤狀部上之針,裝置時其位置須互相避開,使一軸靜止一軸迴轉時,兩盤狀部上之針,不致互相撞擊。每一對針由一短皮帶連絡之,如圖上所示。或由一長皮帶交替聯絡各針亦可,如第83圖所示。



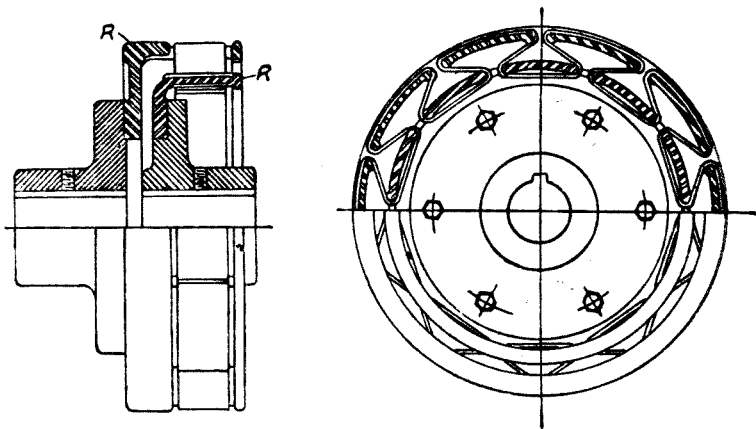
第 82 圖

第84圖所示者係奇異公司 (G. E. Company) 所製者。兩軸之突緣各裝置一鋼製之輪緣 (Rim) R, 一軸上者較小,以便嵌入其中。中間留有相當空隙。每輪緣各備若干長方孔,其位置則兩輪緣上均互相避開。如圖上所示。經過此長方孔用一皮

帶連續盤曲連結之即成。若將一輪緣之螺釘退下，則兩軸即行離開。



第 83 圖



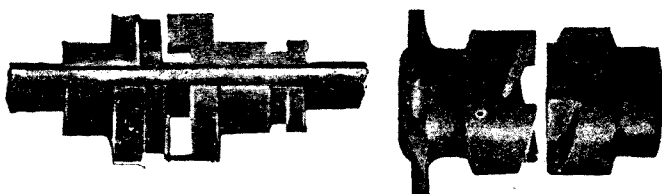
第 84 圖

皮帶用於此種聯軸節者，橫斷面每方吋之力可至400磅。

44. 接合聯軸節(Clutch couplings) 接合聯軸節，普通可分為兩大類。第一類為牙接合器(Jaw clutches)。由聯軸節兩半上

之突出部互相嵌合而得到確定之聯結者(Positive connection). 其突出部謂之牙(Jaws). 第二類爲摩阻接合器(Friction clutches), 其聯結之力, 係完全依賴用力壓迫木製或他種材料所製之塊於金類平盤上所生之摩阻力, 茲分別述之如下:

45. 牙接合器(Jaw clutches) 牙接合器有方牙(Square jaws)與螺線牙(Spiral jaws)兩種, 如第85圖(a)與(b)所示. 一組牙由鍵



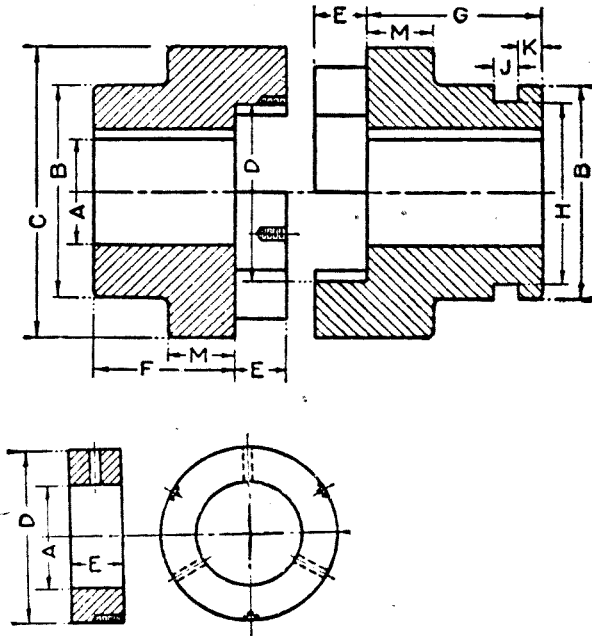
第 85 圖

固定於一軸之一端, 別一組則裝置於另一軸之滑鍵上, 可往復滑動, 以便任意聯結或離開. 牙之數目, 依接合器之大小而變化, 各牙間之角度, 須精密等分, 以便將全部載荷(Load)平均分配於各牙之上. 具螺線牙之接合器, 嵌入甚易, 但只能向一方方向迴轉, 故製爲右轉式(Right-hand shape)或左轉式(Left-hand shape)兩種. 方牙則可向任一方向迴轉, 但各牙之間須留相當間隙(Backlash), 以便易於嵌入. 因從動軸有保持與原動軸恒在一直線之必要, 故在原動軸, 牙之內面另裝置一環(Ring), 將從動軸之一端凸入其內, 如第85圖(a)所示. 此環係分別製成, 然後裝置於應在之地位, 以便各牙易於製造. 因當接合器離開後, 環在軸之一端迴轉, 故須備放置潤油之油孔. 普通在

每兩牙之間，即備一油孔，以便放油時無須迴轉其軸。

第86圖之斷面，表示一三個方牙之接合器，並將環移去後之情形。下

列各經驗公式所給各部之比例，係由一領袖製造家所售出生鐵接合器之尺寸得出。對於方牙或螺線牙均能適用。在方牙許用 $2^\circ$ 之間隙 (Backlash)。



第 86 圖

A = 軸之直徑。

$$E = \frac{3}{8} A + \frac{3''}{8}$$

$$B = 1 \frac{3}{4} A + \frac{3''}{4}$$

$$F = A + 1''$$

$$C = 2 \frac{3}{8} A + 1 \frac{1''}{8}$$

$$G = 1 \frac{1}{8} A + 1 \frac{1''}{2}$$

$$D = 1 \frac{1}{2} A + \frac{1''}{2}$$

$$H = 1 \frac{5}{8} A + \frac{1''}{4}$$

$$J = \frac{1}{10} A + \frac{3''}{8} \quad M = \frac{1}{2} A + \frac{3''}{8}$$

$$K = \frac{1}{10} A + \frac{1''}{4}$$

另裝置之環,亦係由生鐵製成,由三個無頭固定螺旋(Headless Set Screws)固定於牙上.每一牙上有固定螺旋一個,使其直徑之一半在環上,一半在牙上.固定螺旋之尖端(Points)應有力,以便有時加緊.第十六表表示不同大小之接合器應用之固定螺旋之大小.

### 第 十 六 表

接合器所用固定螺旋之大小

軸 (Shaft)	固 定 螺 旋 (Set Screws)	
直徑 (Diameter)	直徑 (Diameter)	長度 (Length)
$\frac{15}{16} - 1\frac{15}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
$2\frac{3}{16} - 3\frac{15}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
$4\frac{7}{16} - 6\frac{15}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$

軸之直徑上至  $1\frac{7''}{16}$  者,滑動牙(Sliding jaw)可與  $\frac{1''}{4}$  之過程(Overtravel). 由  $1\frac{1''}{2}$  至  $4\frac{15''}{16}$  者,可與  $\frac{3''}{8}$  之過程.  $5''$  以上者,則與  $\frac{1''}{2}$  之過程.

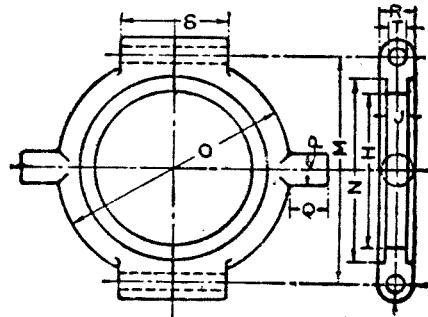
牙接合器之嵌入或離開,係用一槓桿或移動器(Shifter).

其形狀普通如第 87 圖所示。此移動器連於一軸環 (Collar) 上，



第 87 圖

軸環則套於接合器從動部之一槽中。能隨之沿滑鍵 (Feather key) 往復運動，而不隨之迴轉。軸環係生鐵製成，原為兩半，用螺釘連於槽上，如第 88 圖所示。各部之比例，按下列各經驗公式計算：



第 88 圖

A = 軸之直徑。

H = (參看第 86 圖)

J = (參看第 86 圖)

$$M = 1\frac{3}{4}A + 2\frac{1}{4}''$$

$$N = B + \frac{1}{16}'' \text{ 至 } B + \frac{1}{8}''$$

$$O = 2A + 1\frac{1}{2}''$$

$$P = \frac{1}{8} A + \frac{5''}{8}$$

$$Q = 1 \frac{1}{4} P$$

$$R = 2d + \frac{1''}{8}$$

$$S = 1 \frac{1}{4} A, \text{但 不 應 小 於 } 1 \frac{1''}{2}$$

$$T = d + \frac{1''}{32}$$

$$d = \text{螺釘之直徑} = \frac{1}{16} A + \frac{5''}{16}$$

$$l = \text{螺釘之長度} = S + d + \frac{1''}{8}$$

當接合器聯結於一處時，輪轂(Hub)繼續在軸環中迴轉，故在軸環之上半上，須備一油孔，且其位置，須使槓桿給出任何角度時，均能放油為準。

槓桿或垂直，或水平，或位於任何傾斜位置，但當在其中間位置時，須對於軸大致處於垂直之地位。製造之材料，多用熟鐵，且愈近柄處愈較狹，如第87圖所示。叉形部係鍛為兩件，以便安置於軸環(Collar)凸起之軸上，然後再用螺釘固定於槓桿。如第89圖所示。其各部大小之比例如下：

$$A = \text{軸之直徑。}$$

$$P = (\text{參看第88圖}).$$

$$a = 2 \frac{1}{16} A + 1 \frac{3''}{4}$$



$$b = 1\frac{1}{4}A + 1\frac{3}{4}''$$

$$c = 2P.$$

$$e = P + \frac{1''}{16}.$$

$$f = 1\frac{3}{4}P.$$

$$g = \frac{1}{10}A + \frac{1''}{4}.$$

$$h = \frac{3}{4}g.$$

$$k = \frac{1}{3}c + \frac{1''}{8}.$$

m = 螺釘之直徑 = g.

$$n = 3g.$$

48. 摩阻接合器 (Friction

clutches) 此種接合器

之種類甚多,但大體可分

為四種重要之式 (Types).

即圓錐式 (Conical),徑擴式

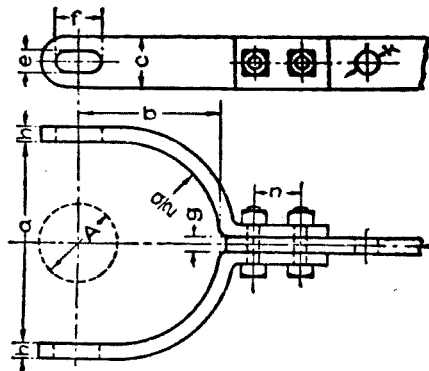
(Radially Expanding), 圓盤

式 (Disk) 與帶開式 (Band).

計畫精密之接合器,須起

動與停止均甚速,更須無

陡震 (Shock) 之動作,又須自行保持 (Self-sustained),即嵌入工作

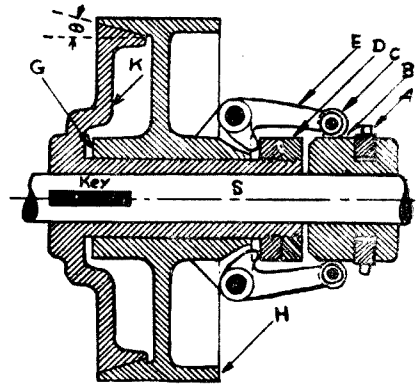


第 89 圖

時,不待外力即能保持其接觸面於一處也,茲將四式分別述之如下:

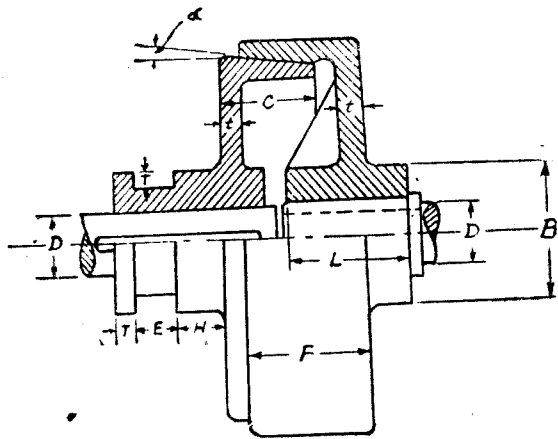
(a)圓錐接合器(Conical clutches)第90圖,表示一圓錐接合

器各部之構造,並能自行保持,截錐形輪K,固定於S軸上,與之同轉,皮帶輪H在K輪之長輪套F上自由迴轉,並帶有曲槓桿E,當輪套B受力迫入轉子C之下部時,槓桿E迫截錐面積互相接觸,G處備一彈簧,當軸套向外離開時,此彈簧即迫H輪離開K輪,而復歸其原來地位



第 90 圖

又製成如第91圖所示之情形者,其各部大小之比例如下:



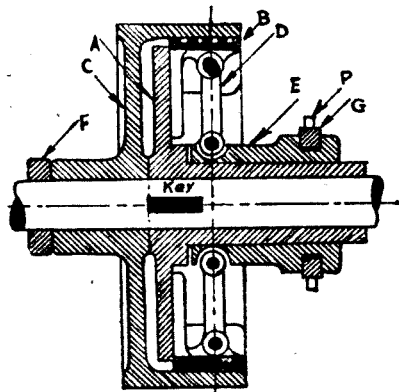
第 91 圖

$D = \text{軸之直徑.}$	$E = 0.4D + 0.4.$
$B = 2D + 1.$	$T = 0.3D + 0.3.$
$C = 1.5D.$	$t = 0.2D + 0.1.$
$F = 1.8D.$	$L = 2D.$
$H = 0.5D.$	

(b) 徑擴接合器 (Radially Expanding Clutches). 第 92 圖表

示一徑擴自持接合器 (Radially Expanding, Self-sustained clutch).

各部之構造。接合器之本體 A 由鍵固定於軸上，而皮帶輪 C 則在軸上自由迴轉。圓份 (Circular segment) B 與 C 之內面適合，裝置於 A 之右面，可沿半徑線之方向向內外滑動。軸環 G 由一帶叉之槓桿沿軸之方向推之左右移動，桿係裝置於 P 針上。當軸筒 E 被 G 推向內方時，則 D 桿即向外推動圓份以迫於 C 之內面，皮帶輪即隨同迴轉矣。



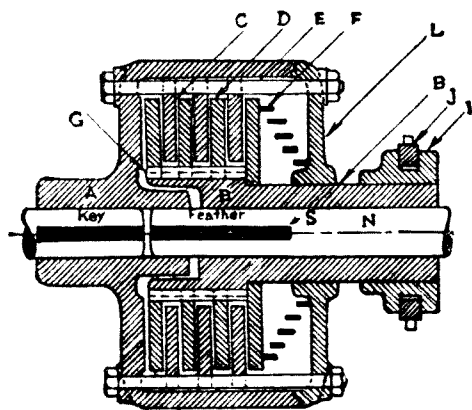
第 92 圖

(c) 圓盤接合器 (Disk clutches) 第 93 圖，表示一多盤接合器 (Multiple-disk clutch).

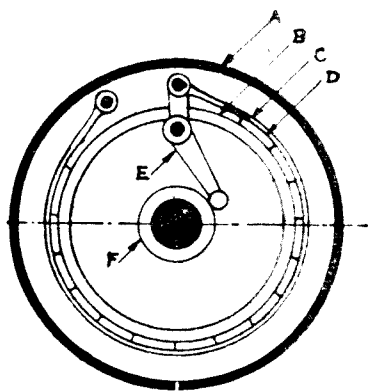
在汽車上用以聯結發動機與傳動軸 (Transmission shaft) 者，即其一例。A 固定於發動機之軸上，B 則固定於傳動軸上，A 之內部裝置數層圓盤 (Disk) C，由螺釘管

定之,使對於A不能作相對之迴轉運動,螺釘同時並約束L蓋,使其應在之地位,另一組圓盤D交替置於圓盤C之間,由鍵G裝置於B上,並迫之作同一之迴轉運動,F為一螺旋彈簧(Helical spring),當兩軸聯結時,壓迫兩組圓盤於一處,由其摩阻力先傳於B,再由鍵S以傳於傳動軸N, I與B係固定於一處,由J處之軸環移動之,當B移向右方時,兩組圓盤離開而彈簧則受相當之壓迫力。

(d)帶閘接合器(Band clutches). 第94圖表示帶閘接合器之構造,接合器輪(Clutch wheel)A(可固定於一軸上)帶一鑲木塊之鐵帶C,當軸套F受力而迫入E桿之下部時,則鐵帶C遂向內壓緊,由其摩阻力,遂使從動輪B與之同轉。



第 93 圖

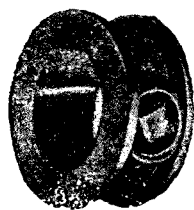


第 94 圖

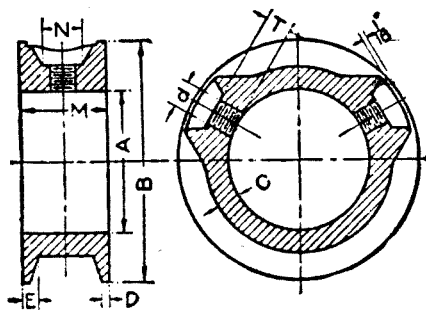
47.軸環(Collars) 軸環係阻止一軸經過軸承向一端運動之機件,其形狀如第95圖所示,由固定螺旋固定於軸上,軸

環之光面 (Finished side) 與軸承一端之光面相接觸，從前立方形斷面之平軸環 (Plain collars) 及標準固定螺旋多被採用，但因固定螺旋之頭向外突出，每有將工人之衣服纏繞於軸上之危險，故近年來多不採用，且美國有數省，法律上加以禁止。若用無頭固定螺旋 (Headless set screws) 使其外端沒入軸環周緣之內，可避免此種危險，但普通無頭固定螺旋，因備施用改錐 (Screw driver) 之故，所備之槽每使螺旋之力變弱，後改為安全固定螺旋 (Safety set screws) 如前第 34 圖所示，情形較好。

第 96 圖所示者，係安全軸環 (Safety collars)。在此種軸環，固定螺旋之周圍，由一突起之環繞之，而軸環兩邊之緣又高於



第 95 圖



第 96 圖

此環，故當隨軸迴轉時，工人衣服無接觸之危險，較大者更有由兩半製成，再由螺釘固定於軸上者，為裝置一軸環，軸無須取下，下列各經驗公式，係由數家領袖製軸環之工廠實際之結果得出，軸之直徑在 3" 與 3" 以下時，用一個低頭固定螺

旋(Low head set screw), 3'' 以上者, 則用兩個。

d = 固定螺旋之直徑。

L = 固定螺旋之長度。

A = 軸之直徑。

$$B = A + 2L + d.$$

$$C = \frac{1}{32} A + \frac{3''}{8}.$$

$$D = \frac{1}{48} A + \frac{1''}{8}.$$

$$E = \frac{1}{24} A + \frac{1''}{8} \quad \text{但不許超過 } D + \frac{1''}{8}.$$

$$T = \frac{4}{5} L.$$

	一 固 定 螺 旋	二 固 定 螺 旋
d	$\frac{5}{32} A + \frac{3''}{16}$	$\frac{1}{16} A + \frac{3''}{8}$ 但不許超過 $\frac{9}{64} A$
L	$d + \frac{1''}{8}$	$2d - \frac{1''}{4}$
M	$2d + \frac{5''}{8}$	$3\frac{1}{2} d + \frac{1''}{4}$
N	$2d + \frac{1''}{8}$	$2d$ , 但不許超過 $d + \frac{3''}{4}$

## 第五章 軸之固定附件

### (Shaft Fixtures)

48. 普通性質(General Nature) 凡對於一定之建築言,所有保持各軸使位於一定之地位,而本身固定之各件,均謂之軸之固定附件。為便利起見,可分為兩大類:一為軸承(Bearings),即實際與軸接觸之部分。一為軸承托架(Bearing supports),介於軸承與立柱(Posts),牆壁(Walls)或地板(Floor timbers)之間之部分,最後支持軸之位置者也。

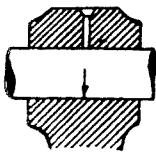
### 49. 軸承之目的與性質(Purpose and Qualities of Bearings)

軸承之目的係用以支持一軸並限制之使繞其自身之中心迴轉者也。而軸承之本身,則固定於一靜止之物體而不動。因此之故,彼必具一光滑且放置潤油之內面以與軸之外面接觸。而此內面所用之材料,則須使潤油萬一不能繼續時,軸面之傷損減至最輕。同時若潤油繼續加入,能使軸不受傷損為準。若潤油能適當加入,生鐵之性質頗適於作軸承之用。但若潤油不能繼續時,因其硬度甚高之故,往往使軸面受傷甚鉅。欲防此弊,軸承所用之材料以較軟者為優。黃銅(Brass),青銅(Bronze)與耐磨錫或軸承鉛(Babbitt Metal)兼有較軟與防止傷損之優點。惟若全軸承悉用此種材料製成,則嫌太不經濟,故只在與軸接觸之處作一軸襯(Lining),其餘大部則仍用生鐵

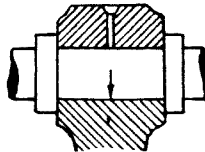
鑄成，即使用日久有傷損時，此軸襯固極易更換也。

如軸襯係由黃銅(Brass)或青銅(Bronze)製成時，則外面多經過機工(Machined)，使恰合於生鐵架上曾經過機工之相當面上。若軸襯係由軸承鉛(Babbitt Metal)製成，則因鎔解點甚低之故，多傾鑄於已成之架中，然後再鑿出所需之直徑。當用此法時，架之內面，恒備若干槽或孔，謂之錨孔(Anchorages)，使軸承鉛鑄入，以阻止隨軸迴轉或沿軸滑動。在不甚重要之軸承，用一相當直徑之短軸，置於架之中心，一端由一嚴密適合之軸環(Close Fitting Collar)遮蔽，將軸承鉛傾鑄於短軸之周圍即成。但冷後一經收縮，軸襯往往自行與架分離。故較重要之軸承，恆使傾入之量較多，然後用錘錘入錨孔中，再由機工鑿成其圓面。

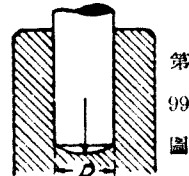
50. 軸承之式樣(Forms of Bearings) 規定一種軸承之式樣，第一步應考慮者，為加於其上之壓力之方向。如軸承上所受壓力之方向係垂直於軸之中心線，則謂之頸軸承(Journal Bearing)，如第 97 及 98 圖所示。如壓力係與軸之中心線平行，且軸之一端即止於軸承之面上，則謂之樞軸承(Pivot Bearing)，如第 99 圖所示。如壓力之方向係與軸之中心線平行，而軸則



第 97 圖



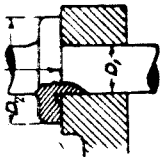
第 98 圖



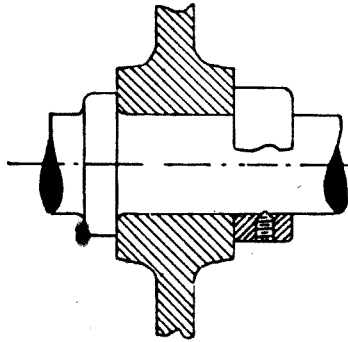
第 99 圖



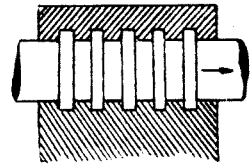
繼續通過軸承並不止於其一端之面上，則謂之環軸承 (Collar Bearing)。如第100及101圖所示。若軸承之兩端各須備一軸環，則軸承須為兩半構成。如第98圖所示。或一軸環係軸安置於軸承之後再用固定螺旋固定之。若多個軸環裝置於軸承之中時，則謂之推枕 (Thrust Block)。如第102圖所示。



第 100 圖



第 101 圖



第 102 圖

在較小之軸承，有時係一塊，謂之實體軸承 (Solid Bearing)。但較大者，普通則用兩部組成。上部者謂之帽 (Cap)，下部者謂之底 (Base)。由帽螺釘連結於一處。由兩部組成者，當傷損時，可設法調整。

一軸承可由下面支持之，其下部須備一平面底。如第103圖(a)及(c)。可由一邊支持之，其一邊須備一平面，如第103圖(b)與(d)。或由軸之中心懸起，如第103圖(e)及第147圖。潤油加入之方法，或用油孔與燈心 (Wick)，使油滲入。或用一環或一

鍊將油帶上均可。

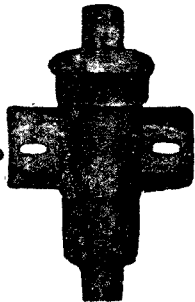
### 51. 軸承

之調整(Adjustments of Bearings) 欲使

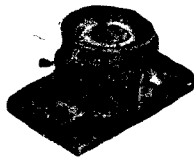
軸迴轉適當, 則其中心線須在一直線上。欲得到此種全直之結果, 則支持軸承之部分, 須能在與軸垂直之方向, 沿垂直方向或沿水平方向, 或沿雙方微行移動其位置。得到此種結果之一法,



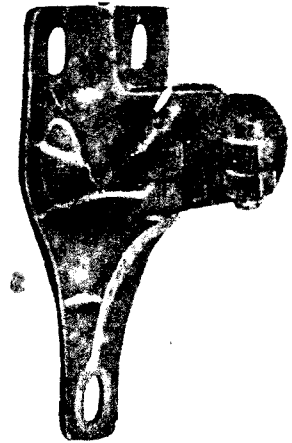
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

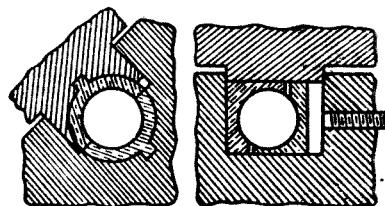
第 103 圖

在水平軸如第 103 圖(a), 在垂直軸如第 103 圖(b)與(d), 係將底上之釘孔作為長圓形, 軸之位置如稍有不合, 自可移動軸承

達到適宜之地位。此種螺釘，謂之鎮螺釘 (Holding Bolts)，以便與帽螺釘 (Cap Bolts) 分別。在懸掛之軸，如第 103 圖 (e)，則雙方之調整，在軸承之托架 (Support) 上，均須設備，此種調整方法，謂之排軸 (Aligning the Shaft)。

在分裂軸承 (Split bearings)，當軸襯 (Lining) 被摩阻所傷損，欲使軸在軸承內不致變鬆起見，須有相當設置。最普通之方法，係當軸襯新時，在帽 (Cap) 與底 (Base) 之間，兩邊各置薄金屬片或硬紙片數層，謂之襯片或填隙片 (Liners or Shims)，然後再用帽螺釘連結於一處。若工作日久，軸承有傷損時，則撤去一層，經過一定之時間後，再有傷損，則再撤去一層。至完全撤去為止。再傷損則另換一軸襯，仍照舊進行。又在分裂軸承，軸襯分界之處，多作一槽以防止潤油逃出。惟槽之長度不使至軸承之兩端，否則反足使油易於逃出。

軸承之軸襯分開之情形，有時因軸承內所受最大壓力之方向而加以變化。前述之情形係指壓力之方向垂直向下而言。若軸承內面所受最大壓力之方向，係有一定之傾斜度，或係在水平之方向，則有時採用第 104 圖至第 107 圖所示之構造。在第 106 圖，若萬一螺母變鬆，失去作用，則調整楔 (Wedge) 有使 W 一部壓軸太緊之弊。



第 104 圖

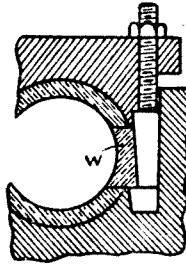
第 105 圖

故如第 107 圖所示者為較優耳。

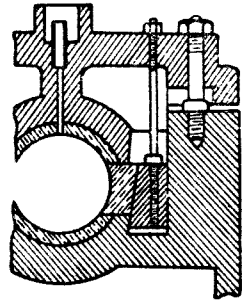
### 52. 實體頸軸承

(Solid Journal Bearings)

頸軸承中之最簡單者，係在機械之一部鑿一孔，使軸通過之。如第 101 圖所示，軸向兩邊之運動由兩

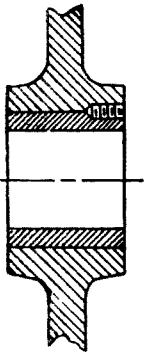


第 106 圖



第 107 圖

個軸環所阻止。其中一個可鍛於軸上，別一個則必與軸分離。軸穿過孔以後，再由固定螺旋固定於軸上。為使軸承受力面增大起見，容軸之部分，兩邊均增厚，如圖上所示。此種軸承對於傷損無法調整，除將此部機架更換以外，軸承無法更換。較改良者，係加一黃銅或他種金屬製之襯筒 (Solid bush)，如第 108 圖所示。襯筒由一螺旋管定之。如此軸承因摩擦傷損後，只更換襯筒即可。



第 108 圖

### 53. 分裂或分部頸軸承 (Split or Divided Journal Bearings)

當一軸入軸承時，不能或不適於由一端通過時，則將軸承分為兩部。軸放於適當位置後，再由螺釘連結於一處。此種方法，不但軸易放置，傷損後尤較易改正。分開之方向多與載荷 (Load) 之方向垂直。茲詳述其各部之情形如下：

54. 加鉛軸承各部之比例(Proportions for Babbitted Bearings)

第 109 圖所示者,係分裂頸軸承(Split Journal Bearing)最普通之一種。支持點在底部,上部具一油孔,如圖上所示。軸之直徑

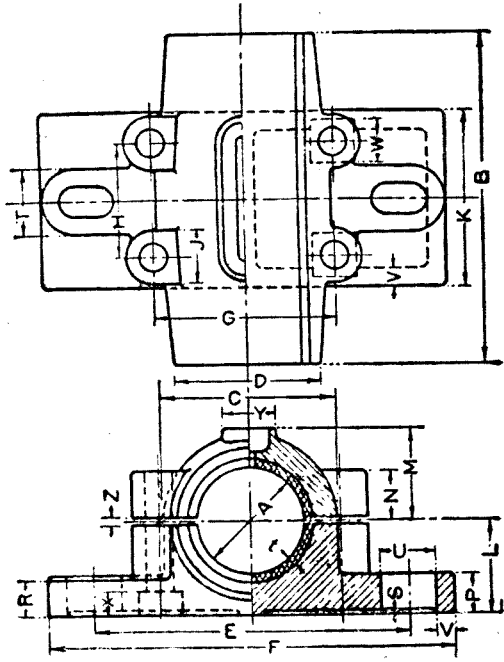
在  $2\frac{1}{2}$ " 以下時,用兩

個帽螺釘,其軸承鉛之錨孔(Babbitt Anchorages)可用鑽孔法。

(見後)直徑再大,則用四個帽螺釘,其軸承鉛之錨孔,多用鳩尾形槽(Dovetail Grooves)。

欲阻止軸承鉛(Babbitt metal)沿軸心之方向運動,錨孔恆不使達於軸承之兩端。

帽螺釘及鎖螺釘,則恆用六角形螺母。



第 109 圖

下列各經驗公式,表示各部之尺寸:

A = 軸之直徑。

d = 鎖螺釘之直徑 =  $\frac{1}{8}A + \frac{7}{16}$ , 但不許超過  $\frac{1}{2}A$ 。

d<sub>1</sub> = 帽螺釘之直徑 =  $\frac{3}{4}d$ 。

$$t = \frac{1}{16} A + \frac{1''}{16}, \text{ 但不許超過 } \frac{1}{32} A + \frac{3''}{16}, \text{ 或 } \frac{1''}{2}.$$

$$B = \text{軸孔之長度} = 3A.$$

$$C = 1\frac{5}{16} A + 2t + \frac{1''}{4}.$$

$$D = C - \frac{1}{8} A.$$

$$E = 1\frac{3}{4} A + 4'' \text{ (4 個帽螺釘)}.$$

$$= G + J + 3d + \frac{1}{4} A + \frac{1''}{2} \text{ (2 個帽螺釘)}.$$

$$F = E + 3d + \frac{1''}{2}.$$

$$G = 1\frac{1}{8} A + 2t + d_1 + \frac{1''}{4}.$$

$$H = \frac{5}{8} A + 1\frac{1''}{2}, \text{ 但不許超過 } A.$$

$$J = 2d_1 + \frac{1''}{8}.$$

$$K = H + J + \frac{1}{16} A + \frac{1''}{8} \text{ (4 個帽螺釘)}.$$

$$= 1\frac{1}{2} A + \frac{1''}{2} \text{ (2 個帽螺釘)}.$$

$$L = \frac{5}{6} A, \text{ 但不許小於 } \frac{1}{2} C + \frac{1''}{8}.$$

$$M = \frac{1}{2} C - \frac{1}{32} A + \frac{1''}{2}, \text{ 但不許超過 } A.$$

$$N = \frac{7}{16} A + \frac{5''}{16} \text{ (約數).}$$

$$P = \frac{1}{3} A. \text{ 但不許小於 } \frac{1}{4} A + \frac{1''}{2}.$$

$$R = P - \frac{1}{16} A.$$

$$S = \frac{1}{8} A - \frac{1''}{8}.$$

$$T = 2d + \frac{1''}{2}.$$

$$U = 2d + \frac{1''}{8}.$$

$$V = \frac{1}{8} A + \frac{1''}{4}.$$

$$W = 1\frac{1}{2} d_1 + \frac{1''}{4}.$$

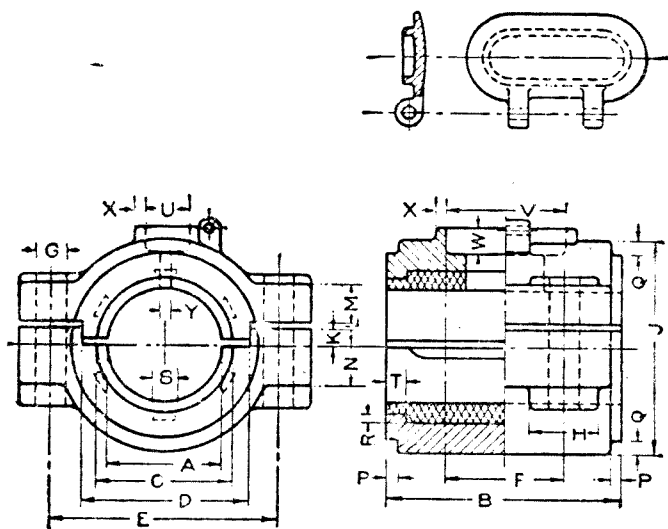
$$X = \text{不許小於 } d_1 + \frac{1''}{16}.$$

$$Y = \frac{3}{8} A + \frac{1''}{2}.$$

$$Z = \frac{1}{24} A.$$

帽 (Cap) 頂部之油孔, 欲不用機械鑽成, 可使稍大, 由鑄造而成。如恐油自由繞軸流出, 可在油池中填充棉紗 (Cotton waste), 或其他能吸收之物質, 以便使油緩緩滲下。

下列各經驗公式，係第 120 圖所示之加鉛軸承 (Babbit-



第 120 圖

ted Bearing)各部大小之比例，適用於機架(Machine frames)上。圖上所表示之油膏盃(Grease Cup)，可由任意一種滑油裝置代替之，而不必變動其他部分。在可能範圍以內，應用貫穿螺釘(Through bolts)。若軸承所在之地位不宜於用貫穿螺釘，則可代以柱狀釘(Studs)或螺錐釘(Tap-bolts)。又在帽(Cap)與底(Base)之間，上下錯開之一部，應由機工作成恰合，以防止帽之左右移動。油池之蓋則係另一件，可製成較薄者。

A = 軸孔之直徑。

B = 軸孔之長度 = A 至 4A，依情形而變化。



$$t = \text{軸承鉛之厚度} = \frac{1}{16}A + \frac{1''}{8}, \text{但不許超過 } \frac{1}{32}A + \frac{1''}{4}.$$

$$C = A + 2t.$$

$$D = 1\frac{3}{8}A + \frac{1''}{4}.$$

$$d = \text{螺釘之直徑} = \frac{3}{16}A + \frac{1''}{4} \text{ (軸承甚短時,可用兩}$$

個,否則用四個).

$$E = D + 1\frac{3}{4}d.$$

$$F = \frac{1}{2}B.$$

$$G = d + \frac{1''}{8}.$$

$$H = 2d + \frac{1''}{4}.$$

$$J = 1\frac{3}{4}A + \frac{1''}{2}.$$

$$K = \frac{1}{8}A + \frac{1''}{8}.$$

$$L = \frac{1}{2}t.$$

$$M = \frac{5}{16}A + \frac{1''}{8}.$$

$$N = M + K.$$

$$P = \frac{1}{8}A, \text{ 或斟酌適宜情形而定.}$$

$$Q = \frac{1}{8}A, \text{ 或斟酌適宜情形而定.}$$

$$R = \frac{3}{4}t.$$

$$S = 3t - \frac{1''}{4}.$$

$$T = 2t - \frac{1''}{8}.$$

$$U = \frac{5}{16}A + \frac{5''}{16}.$$

$$V = \frac{1}{2}B.$$

$$W = \frac{5}{8}U.$$

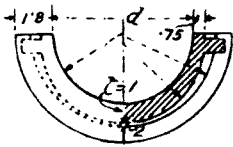
$$X = \frac{1}{16}A + \frac{1''}{16}.$$

$$Y = \frac{3}{64}A + \frac{3''}{16}.$$

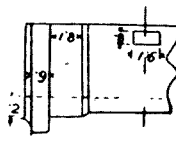
55. 軸瓦 (Brasses or Steps) 軸承上之軸瓦,普通多採用礮銅(Gun-metal)製成,但含磷銅(Phosphor-bronze)或他種合金,亦多被採用.數種普通式樣之軸瓦,如第 121 圖至第 128 圖所示.圖上所表示各部之比例,係以軸瓦底部之厚度為準,即以此處之厚度  $t$  為單位,他部依之變化也.而此單位,則由公式  $t = 0.09d + 0.15''$  得之.

第 121 圖至第 128 圖所示之軸瓦,其裝配緣邊 (Fitting strips) 可由鑄床鑄成,承接裝配緣邊之部,亦可由鑽孔機 (Boring Machine) 鑄成,故此種軸瓦,極易安置,欲防止軸瓦隨軸迴轉,或用第 121 圖與第 122 圖所示之耳 (Lugs),或用第 123 圖與第 124 圖所示之突針 (Projecting Pin),耳 (Lugs) 與針 (Pin) 嵌入支持軸瓦之部分相當之槽中。

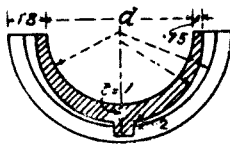
在長軸承中間亦有裝配緣邊 (Fitting strips),在受力甚大之軸承,則使全體互相接觸,根本上即無裝配緣邊之可言矣。



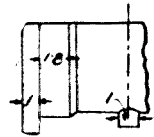
第 121 圖



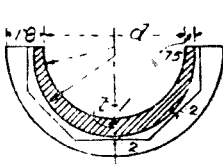
第 122 圖



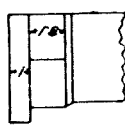
第 123 圖



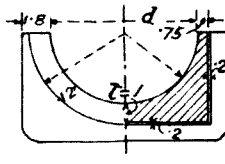
第 124 圖



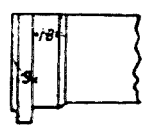
第 125 圖



第 126 圖



第 127 圖

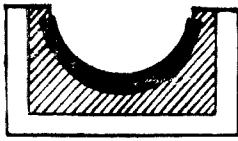


第 128 圖

56. 軸承襯 (Lining for Step) 軸瓦 (特別在大軸承上之軸瓦) 普通多在裏層復加以軸承鉛 (Babbitt metal) 或白合金 (White metal) 之襯 (Lining), 就經驗言, 知大軸承中加軸承鉛襯 (Babbitt metal Lining) 者, 比較易於保持其溫度, 使不致過高, 此種結果或非由於減摩 (Anti-friction) 之特性, 其軟度較低, 如有一部壓

力特高，彼即變化以適合於其環境，或為其主要之原因，例如一大蒸汽機之機輪或其軸承微離其中心線，則其一軸承之壓力必致偏於一邊，若軸承係硬金屬所製，則接觸面積必大見減少，傷損亦必因之增加，而熱度自然增大，但若軸瓦由較軟金屬為之襯，則壓力最大之處，必隨之變化，接觸面仍可較大。

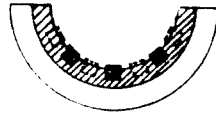
第 129 圖與第 130 圖所表示之軸承，所襯之軸承鉛，幾全部占有接觸面積，第 131 圖與第 132 圖所表示之軸承所襯之軸承鉛，則係鑄於多數圓孔中，第 133 圖，則係將軸承鉛鑄於多數螺線槽中，第 134 圖與第 135 圖，則係充滿多數長方槽中，其底部為鳩尾形，以上所舉各例，軸承鉛係全部由軸瓦之金屬所支持。



第 129 圖



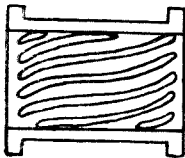
第 130 圖



第 131 圖



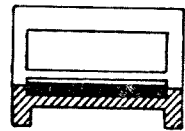
第 132 圖



第 133 圖



第 134 圖



第 135 圖

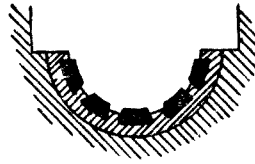
第 136 圖所示之軸承,其軸瓦全部由軸承鉛構成,將軸承鉛鑄入架軸之生鐵架上,在此種做法,軸承鉛占軸承之全長。

凡用軸承鉛襯之軸瓦,均係在軸瓦之中,插入一與軸同粗之圓柱體,然後將鎔化之軸承鉛注入其中,在未注入以前,軸瓦宜先加熱,在較大且較重要之軸承,軸承鉛注入凝固以後,復用錘錘之,然後再鑿成與軸同大之孔,但在較小之軸承,此層可以省去。

在大軸承更有人主張用軸承鉛之長條,分別嵌入者,與鍵之嵌入輪轂(Hub)中同,如第 137 圖與第 138 圖所示。



第 136 圖



第 137 圖



第 138 圖

57. 軸承面積(Area of a Bearing) 一軸承之面積,恆係指垂直壓力方向之投射面積(Projected area)而言,故謂之軸承之投射面積。

圓筒形頸軸承(Journal Bearing),直徑為  $D$ , 長度為  $L$ , 則其投射面積為  $DL$ 。

樞軸承(Pivot Bearing)直徑為  $D$ , 則其投射面積為  $0.7854D^2$ 。

環軸承(Collar Bearing), 軸環數為  $N$ , 內直徑為  $D_1$ , 外直徑

爲  $D_2$ ，則其投射面積爲  $0.7854(D_2^2 - D_1^2)N$ 。

在所有計算軸承面積之時，恆係指投射面積而言。

58. 軸承內壓力之強度 (Intensity of pressure on Bearing) 如一頸軸承 (Journal bearing) 所受之總載荷 (Total load) 爲  $R$ ，其直徑爲  $D$ ，其長度爲  $L$ ，並設  $P$  爲其壓力強度之平均值 (Mean intensity of pressure)，則  $P = \frac{R}{DL}$ 。

在樞軸承 (Pivot bearing)，如直徑爲  $D$ ，所受之總載荷爲  $R$ ，則  $P = \frac{R}{0.7854D^2}$ 。

在環軸承 (Collar bearing)，如軸環之數爲  $N$ ，直徑爲  $D_1$  與  $D_2$ ，所受之總載荷爲  $R$ ，則  $P = \frac{R}{0.7854(D_2^2 - D_1^2)N}$ 。

$P$  之大小，在實際上因種種情形不同，變化甚大。普通言之，速率愈高者， $P$  之數值應愈小。載荷係一種間歇性質者，或在一迴轉中，載荷之方向由軸承之一邊變至彼邊者， $P$  之數值可較大。若載荷之大小與方向恆不變者，則  $P$  之數值宜較小。又若載荷之大小及方向常變化，則軸與軸承間之潤油加入之機會較易。

在蒸汽機速率較低者，其每方吋之最大壓力強度約可用 600 磅，速率較高者，其每方吋之最大壓力強度，約可用 400 磅。但若地位之大小可以容納時，軸承之長度可以增大，使每方吋之壓力強度由 200 磅至 300 磅。

在火車軸承， $P$  之數值每方吋由 160 磅至 300 磅。根據 Mr. Joseph Tomlinson 之主張，火車軸承上， $P$  之數值不宜超過 230

磅。

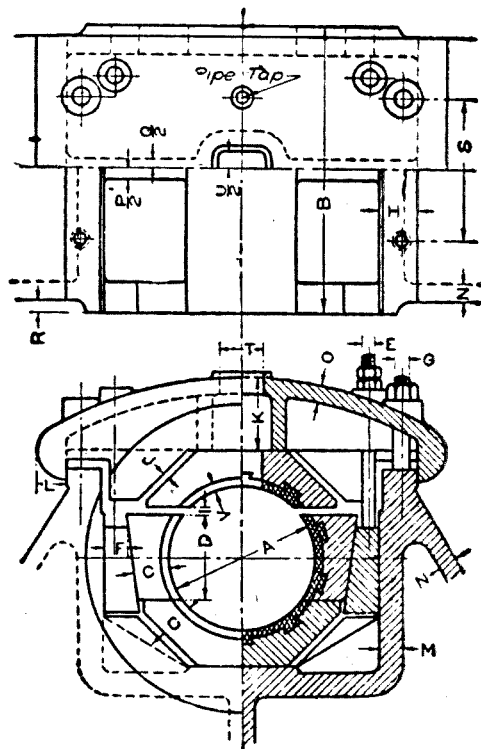
Sellers 計畫工廠中之軸 (Factory Shaft) 之生鐵頸軸承 (Journal bearing), P 之數值,每方吋只用 15 磅。

在環軸承如用於螺旋槳軸(Propeller shaft)之推枕(Thrust block)上者,則 P 等於每方吋 50 磅至 70 磅。

在樞軸承(Pivot bearing)P 之數值不宜超過每方吋 250 磅。

59. 四部軸承 (Quarter-box bearings) 此種軸承所以稱之

為四部軸承者,因軸承面 (Bearing surface) 或軸承箱 (Bearing-box) 分為四部也。其情形如第 139 圖所示。且每一部均能由獨立之調整楔 (Adjusting Wedge) 或螺旋以運動之,使迫近軸頸 (Journal)。由此方法可使任何部分之傷損均得適合之調整,較之只用兩部者為優。當軸承上之傷損係由單一方面之結果壓力所生,例如只由於所支持之軸



之重力，則兩部之軸承即能供給所需之調整，但當軸在一迴轉中，其結果壓力時時變換其方向時，則為矯正傷損所需之調整及保持軸在一定之直線之方法，比較複雜。

此種軸承多用於蒸汽機，其尺寸每屬甚大，不能單獨購置，其底(Base)或為蒸汽機架之一部，或特別計畫而裝置於機架或機座(Foundation)之上。底上具一槽狀以容納軸承各部及調整楔，在槽之中央底部有一緣邊(Strip)，由鑄床鑄成，以容納軸承之底塊，此一塊有時用襯(Liners)或楔(Wedge)以供給垂直上下之調整，有時不備此種裝置，兩邊之一部經過機工，以支持調整楔(Adjusting Wedges)，此調整楔可運動軸承與軸沿水平方向運動，為保持軸之中心線與汽缸之中心之距離恆為恰當起見，此種調整實為必要，兩個調整楔係各由兩個柱狀釘(Studs)穿過承帽(Cap)向上牽引之，因除去將軸約束於四部中間以外，調整楔不能牽緊，故恆用緊壓螺母(Jam Nuts)以保持其地位，調整楔之運動，須能調整每邊軸承鉛一半之厚度之傷損，帽與底均經過機工，使兩邊均為嚴密之接合，帽下面之中間之一緣邊(Strip)亦須經過機工，使與軸承頂部之上面接觸，帽由底上裝置之柱狀釘(Studs)向下牽緊，直至軸頸箱(Box)上下兩部壓緊為準，又軸頸箱(Box)緊接之各面，均經過機工，使與其相隣之面相接觸。

當軸頸箱損傷以後，或遇意外之過熱，則須將其移出而重加以軸承鉛(Babbitt metal)之襯層，故軸承之裝置，須能使



當帽鬆開將軸墊穩後，不待將軸移動地位，即能將軸頸箱滑出，並重新放入方可。若各部均由一端滑出，則機架上或軸座 (Pedestal) 上，須裝置一圓環狀之板 (使軸通過)，或用其他方法，使當機械震動時，各部不致滑出。

在普通工作情形之下，潤料恆係用油，或由一油盅 (Oil cup) 給入，或用一管由一油箱 (Tank) 引來。除此設置以外，普通多更備一防險潤油裝置 (Emergency lubrication)，即在帽中備一槽，裝入一部凝固油膏 (Solid grease)，使當軸承之溫度超過普通之溫度時，即行融化而流入軸承之中。

四部軸承 (Quarter-box bearings) 之構造法甚多，前此所敘述者及下列經驗公式所表示者，係其中最簡單者。其他變化，約有以下數種：(一) 用一個調整楔 (Adjusting Wedge)。(二) 用固定螺旋 (Set screw) 以代替調整楔。(三) 用一楔以調整底部 (Lower box)。(四) 用固定螺旋以調整上部 (Upper box)。(五) 備一油槽及一油鍊 (Oiling Chain)，使軸承能自行給油等等。

A = 軸孔之直徑。

B = 軸孔之長度。

$$C = 0.225A + \frac{1''}{4}$$

$$D = \frac{3}{5}A.$$

$$E = \text{楔釘 (Wedge bolts) 之直徑} = \frac{1}{15}A + \frac{1''}{4}.$$

在帽上之釘孔較大  $\frac{1''}{4}$  至  $\frac{1''}{2}$ .

(Core holes in cap  $\frac{1''}{4}$  to  $\frac{1''}{2}$  larger)

$$F = \text{楔之最小厚度} = 2E.$$

每 12'' 傾斜  $1\frac{1''}{2}$  (Taper  $1\frac{1''}{2}$  in 12'')

$$G = \text{帽釘(Cap bolts)之直徑} = \frac{1}{10}A + \frac{1''}{4}.$$

在帽上之釘孔較大  $\frac{1''}{4}$  至  $\frac{1''}{2}$ .

(Core holes in cap  $\frac{1''}{4}$  to  $\frac{1''}{2}$  larger).

$$H = 2G + \frac{1''}{4}.$$

$$I = \frac{1}{32}A + \frac{1''}{4}.$$

$$J = \frac{1}{40}A + \frac{1''}{4}.$$

$$K = 0.45A + \frac{1''}{2}.$$

$$L = \frac{1}{6}A + \frac{1''}{4}.$$

$$M = \frac{3}{32}A + \frac{7''}{8}.$$

$$N = \frac{3}{4}M.$$

$$O = \frac{5}{8} M.$$

$$P = \frac{7}{8} M.$$

$$Q = \frac{3}{4} M.$$

$$R = \frac{3}{8} M.$$

$$S = \frac{1}{2} B.$$

$$T = \frac{1}{4} A + \frac{3''}{4}.$$

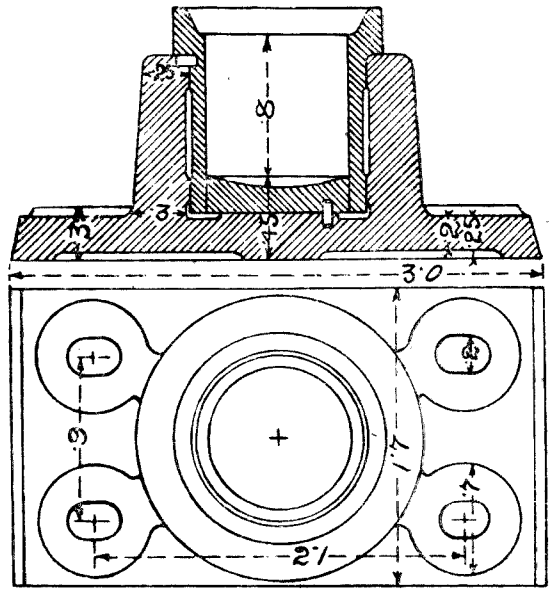
$$U = \frac{3}{4} T.$$

$$V = \frac{1}{48} A + \frac{1''}{4}.$$

60. 樞軸承 (Footstep or Pivot Bearings) 垂直軸之底端, 普通多用一樞軸承支持。(受壓力小時亦有用環軸承者)。此種軸承普通之式樣如第 140 圖所示。軸之底部須為鋼製, 或鍛接一段鋼頭, 置於一鋼製之圓板上。其接觸之面或為平形, 或中間下凹。由一止針 (Stop pin) P 阻止其迴轉。軸之外部緊與一礮銅軸襯 (Gunmetal Bush) 接觸。此軸襯由一止針 S 阻其隨軸迴轉。底板係長方形或方形, 由四個螺釘固定之。各部尺寸比例之單位為  $1.15 d + 0.4''$ 。d 為軸之直徑。

61. 軸承托架 (Bearing Supports) 軸承雖可直接裝置於地

板之上面或下面,或直接固定於柱上或牆上,但如此裝置,軸所在之地位,往往不能達到所擬占之地位,故有時在軸承與建築之間,別加一中間部分,不但可使軸承距牆壁,地板或頂板之距離稍增,並可使軸之直線多一便於調整之件,此種介於軸承與建築之間之部分,謂之軸承托架 (Bearing Supports), 其大小與各部之比例,按所支持之軸之直徑及軸距牆壁,地板及頂板等之距離而變。

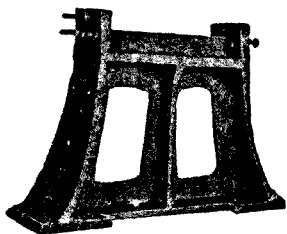


第 140 圖

62. 地架與底板 (Stands and Base Plates) 如軸係由下部支持之,則中間之托架 (Support) 普通多為第 141 圖所示之情形,謂之地架 (Floor stand), 其標名高度 (Nominal height) 按 6'' 變化,上至 42''. 在每種高度,更可用調整楔 (Adjusting Wedges) 微加變化 (普通小於 1''). 此種調整係利用固定螺旋,調整適當後,再由緊壓螺母 (Jam Nuts) 固結之,如圖上兩邊所示.如軸由地

板升起之距離較小時，則可用底板 (Base Plate) 以代替地架 (Floor Stand)。如第 142 圖所示。底板有附帶垂直調整者 (Vertical adjustment)，有不帶者。

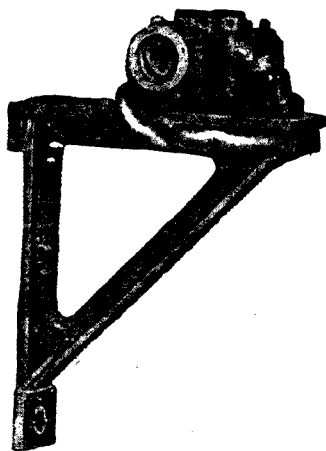
63. 牆架 (Wall Brackets) 當軸承須由一牆或一柱支持時，則普通恆置於一牆架上，如第 143 圖所示。此種架 (Bracket) 可由貫穿螺釘 (Through bolts) 固定於牆上，或由柱狀木螺旋 (Hanger screws) 或木螺旋 (Lag screws) 固定於木柱上。此種架 (Bracket) 在牆上固定之孔，恆使在垂直方向改為長圓形，以便調整軸之中心線，而軸承之本身，則可前後移動。為減少此種架常製品大小之數目起見，製造家多使各部之比例能使軸距牆之距離 (稱之為架之延度 Extension of the Bracket) 由標名數值 (Nominal Value) 向兩邊各變動若干吋數。同一理由，根據所支



第 141 圖

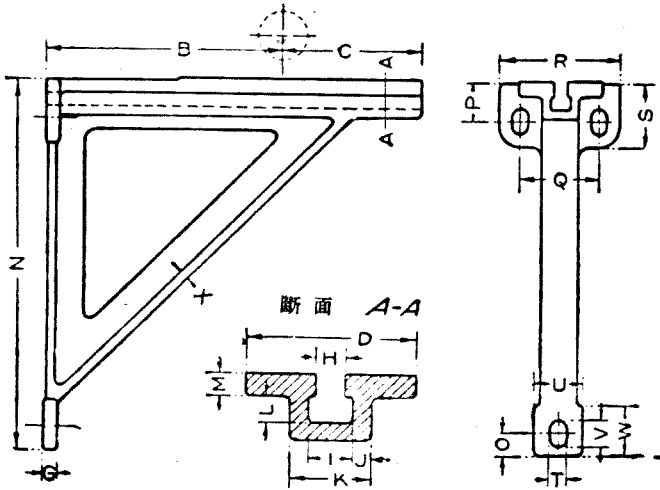


第 142 圖



第 143 圖

持之軸之直徑而變化之架之標名延度 (Nominal extension of bracket), 其每一數值, 相當之其他部分之比例, 適用於一最大直徑之軸者, 亦使應用於接近數個較小直徑之軸. 如第 144 圖上 C, D 與 E 三部之比例即係如此 (此種數值係由一著名



第 144 圖

製造廠之廣告上取出). 在第十七表中,  $A$  表示所支持之軸之直徑.  $B$  為架之標名延度.  $E$  為軸承之鑲螺釘 (Holding bolts) 之直徑. 恆用方頭 (Square heads) 以便由架上面之槽阻止其迴轉.  $F$  為托架螺釘 (Supporting bolts) 之直徑.

第十七表

A	B	C	D	E	F	G
$1\frac{3}{4}$	12	8	$4\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
	18	8	$4\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
至	24	8	$4\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
	30	8	$4\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$
$2\frac{1}{2}$	36	8	$4\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$
$2\frac{3}{4}$	12	10	$5\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$
	18	10	$5\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	1
至	24	10	$5\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$
	30	10	$5\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{4}$
$3\frac{1}{2}$	36	10	$5\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$
$3\frac{3}{4}$	12	11	$6\frac{3}{4}$	1	1	1
	18	11	$6\frac{3}{4}$	1	1	$1\frac{1}{8}$
至	24	11	$6\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
	30	11	$6\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{4}$

$\frac{1}{2}$	36	11	$6\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$
$\frac{3}{4}$	18	12	$7\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
E	24	12	$7\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$
$5\frac{1}{2}$	30	12	$7\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$

$$H = E + \frac{1''}{8}.$$

$$N = B + C.$$

$$T = F + \frac{1''}{8}.$$

$$I = 1\frac{1}{2}E + \frac{1''}{4}.$$

$$O = 2F.$$

$$U = \frac{3}{4}D.$$

$$J = \frac{2}{3}E.$$

$$P = 2F + M.$$

$$V = 2F + \frac{1''}{8}.$$

$$K = I + 2J.$$

$$Q = K + 3F.$$

$$W = 4F.$$

$$L = E + \frac{1''}{16}.$$

$$R = Q + 3F.$$

$$X = \frac{1}{2}G.$$

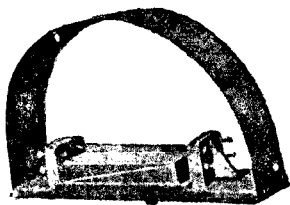
$$M = E - \frac{1''}{8}.$$

$$S = P + 2F.$$

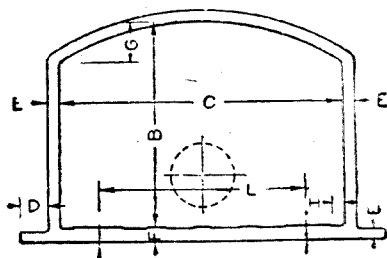
64. 牆承架 (Wall Box Frames) 當一軸須經過一牆時，則須在牆中裝置一牆承架，以支持軸承。由螺釘 (Bolts) 或柱狀釘 (Studs) 固結於其上。如第 145 圖所示。此種架 (Frame) 可備調整楔以便垂直調整軸之位置。亦參看第 145 圖。或將軸承直接由螺釘管定於其底面之上，如第 146 圖所示。下面之敘述及各經驗公式，均係根據此圖。架 (Frame) 之底部上面升起之



狹條係與軸承之底 (Base) 之下面平面接觸,不必使全面積經過機工,所備狹條之數目與其長短寬狹,以軸承置於其上



第145 圖



第 146 圖

時,即有因調整而微行移動時,或同一架 (Frame) 上,安置大小不同之軸承時,其兩端及中間,皆落於狹條之上為準,若外部與中間之狹條 (Strips) 之間,有較大之空間,有時須更加中間狹條,以便使軸承之底 (Base) 之邊全置於狹條之上,此種架 (Frame) 之大小,由號數分別,每一號之架,能應用之軸承之大小如第十八表所列:

第 十 八 表

架之號數 (Frame number)	1	2	3	4	5	6
軸之直徑 (Diameter of shaft)	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$	$4\frac{3}{4}$	6	7
	至	至	至	至	至	至
	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$

普通論之,此種架之計畫,應參酌其所擬支持之軸承而

定。下列各項比例，係根據所用之軸承係本章第54段所述之加鉛軸承(Babbitted bearing)而定。

$A$  = 架中所用之軸之最大直徑。

$$B = 2\frac{1}{8}A + 2\frac{1''}{2}.$$

$$C = 2\frac{3}{8}A + 7''.$$

$$D = \frac{3}{8}A.$$

$$E = \frac{1}{16}A + \frac{11''}{32}.$$

$$F = E + \frac{1''}{4}.$$

$$G = \frac{1}{5}B.$$

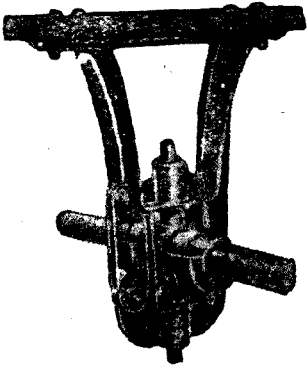
$$H = \frac{1}{8}A.$$

$$K = \frac{1}{2}C = \text{架之寬度(Width of frame).}$$

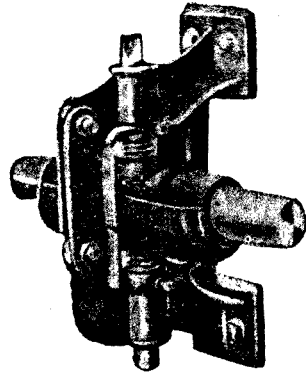
$L$  = 軸承鎖螺釘(Holding bolt)中心之距離(見本章第54段)

65. 吊架(Hangers) 當軸承須由上部支持時，則中間之件(Intermediate member)須為下垂吊架(Drop hanger)之形狀，如第147圖所示。其所支持之軸承，則為第103圖(c)之形狀。水平方向之調整，由吊架上部之長圓釘孔得之。垂直方向之調整，由軸承上下之兩樞狀螺旋(Pivot screws)得之。下垂吊架常製品，

係按垂度(Drop)之大小而變化,由 8'' 至 24'' 者,按 2'' 變化,由 24'' 至 36'' 者,按 6'' 變化,惟軸之直徑若在 3'' 以上時,所須之垂度恆較 8'' 之最小垂度為高耳,又此種吊架,如係固定於立柱上時,則如第 148 圖所示,謂之柱吊架(Post hangers),此種柱吊架,其中心距立柱之距離恆無變化。



第 147 圖

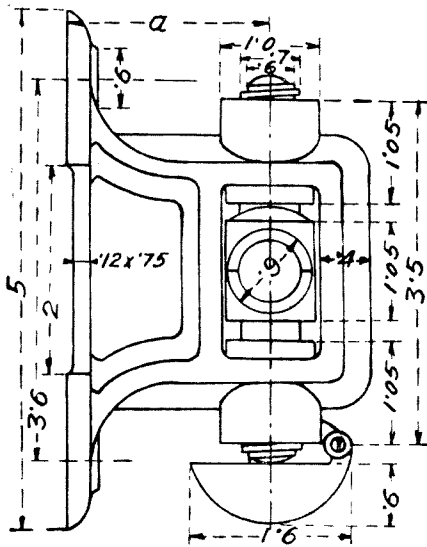


第 148 圖

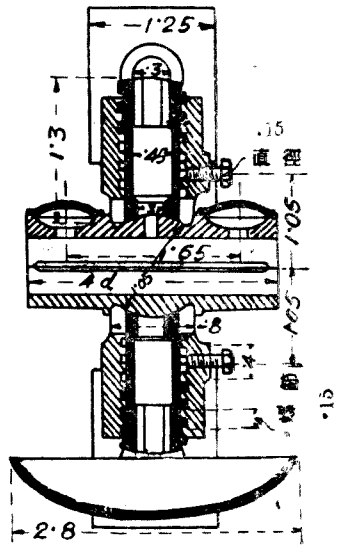
又在兩圖之左部各具一夾桿(Brace link),當移去此部時,吊架之其他部分不必卸下,即可將軸退下。

第 149 圖與第 150 圖表示 Sellers 牆架,曾經多數製造家稍加變化而仿造之,軸頸箱中間之球形部分,由上下兩個

中空生鐵桿之兩端管定之。鐵桿之外端，具淺方形螺旋線，裝置於架 (Bracket) 上具陰螺旋線之立筒中。桿之外端，其孔係六角形，可容一搬子或螺旋鑰 (Key)，以便迴轉兩桿，使之上下，以調整軸承之高度。調整合宜後，再由固定螺旋固定之。在軸之直徑由 2'' 以至 6'' 時，由軸承中心至牆之距離  $a$  普通為 6''。圖上各部之比例，係由 Reuleaux 給出。其單位為  $1.4d + 0.2''$ 。

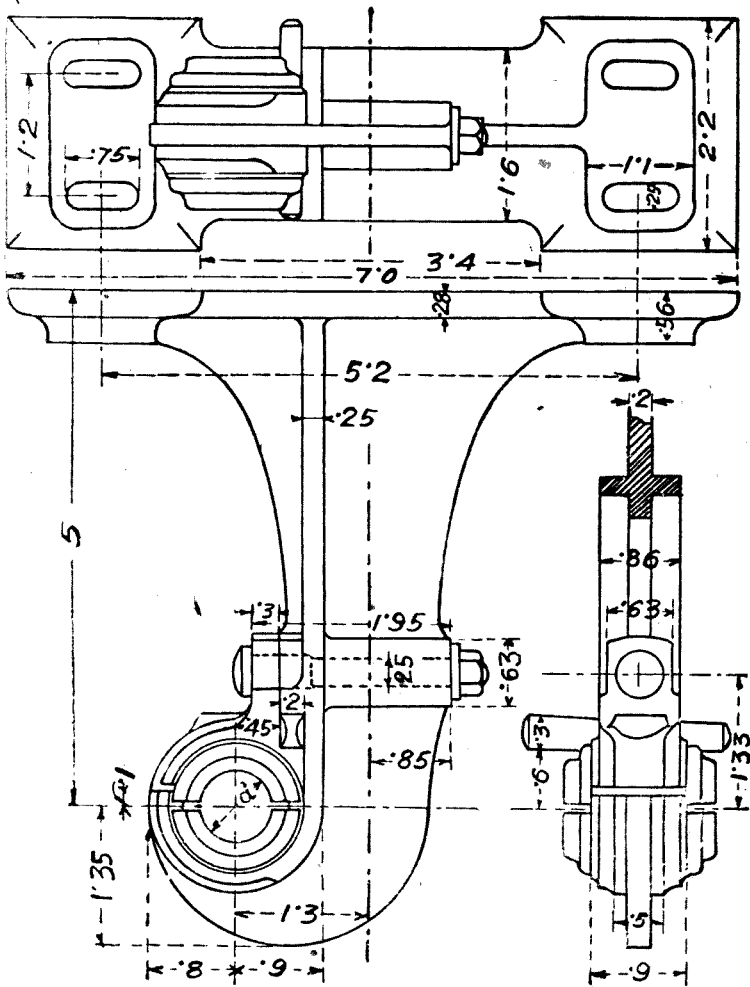


第 149 圖



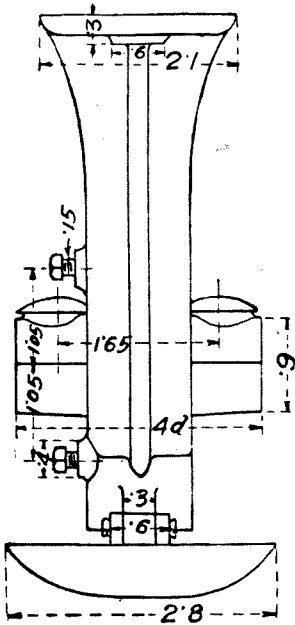
第 150 圖

第 151 圖,表示一種普通吊架(Hanger),其帽(Cap)由一螺釘與一鍵管定之,各部比例之單位為  $1.15d + 0.4"$ .  $d$  為軸頸(Journal)之直徑。

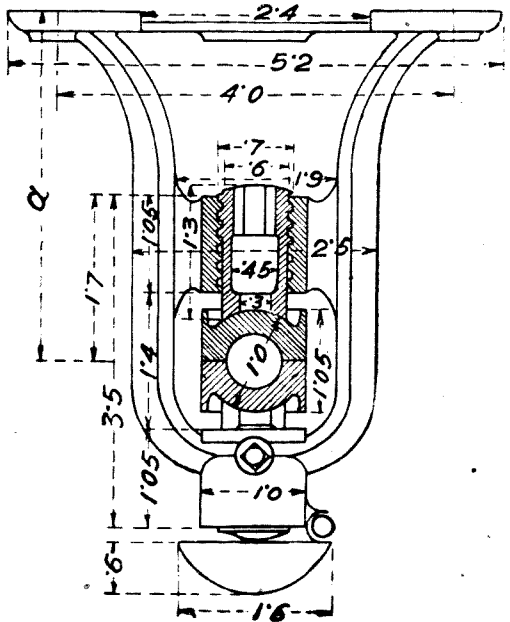


第 151 圖

第 152 圖與第 153 圖,係 Sellers 所計畫之一種吊架,其軸承與前述之牆架相同,其固定與調整之方法亦無異,各部比例之單位為  $1.4d+0.2''$ ,  $d$  亦為軸頸之直徑。



第 152 圖



第 153 圖

## 第六章 傳動機件

(Transmission Members).

66. 總說 (General Statement) 本章係擇要敘述裝置於軸上並隨之迴轉之各種機件,包括皮帶輪(Pulleys),齒輪(Gears),凸輪(Cams)等等,與之緊相接觸之件,如皮帶(Belts)及凸輪從動部(Cam followers)等等,亦大致加以敘述,但關於經驗計畫初步之畫圖不甚急要者,則暫從略。

67. 皮帶輪(Pulleys) 皮帶輪之應用,或用以傳達動力,由鍵固定於軸上,或用以引導與支持皮帶,使活裝於軸上,可沿之任意迴轉,因在普通機械學上已經論及,不再贅述。

皮帶輪有由生鐵鑄者,有由木製者,亦有由兩種材料合併製成者,有製為一件者,有製為兩半再用螺釘固結於一處者,此兩種除有螺釘之部分外,其餘大小之比例,並無差異,原動輪或受載荷甚重之輪,恒用鍵管於軸上,若載荷甚輕,則可用固定螺旋固定,或由襯管(Bushing)壓擠之力固定之亦可。

任意一標名大小(Nominal size, 即外直徑)之皮帶輪,能裝置之軸之直徑,其變化甚大,故皮帶輪輪殼之大小,應使能裝置於範圍以內最粗之軸為準,在實體皮帶輪(Solid pulleys)與分縫皮帶輪(Split pulleys)之由鍵固定於軸上者,輪殼之孔及鍵槽均於出廠以前,按定貨單備好,分縫皮帶輪若係由襯管

壓擠之力固定於軸上者，則其輪轂多預行鑽好，以能容最大直徑之軸為準。若遇較小之軸，則用分縫襯管 (Split bushings) 以補其不足。此種皮帶輪與襯管，普通製造廠中，多有現貨。

在不同之工廠中，製成之大小往往微有不同。普通言之，直徑由 6'' 至 36''，按 1'' 變化。由 36'' 上至 144''，按 2'' 變化。輪面 (Face) 之寬度則由 3'' 至 12''，按 1'' 變化。由 12'' 上至 60''，按 2'' 變化。

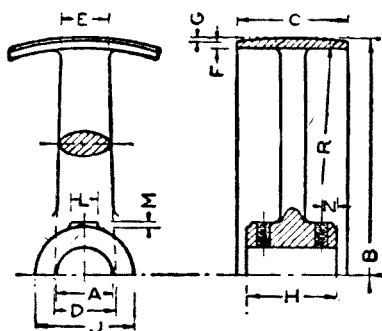
常製品寬度 (Stock width) 之最小者，由 3'' (用於 36'' 直徑及 36'' 以下之直徑之皮帶輪) 增至 12'' (用於 112'' 及 112'' 以上之直徑之皮帶輪)。寬度之最大者，由 12'' (用於 6'' 與 7'' 直徑之皮帶輪) 增至 60'' (用於 96'' 及 96'' 以上直徑之皮帶輪)。如按照定單之說明鑽輪轂之孔及切製鍵槽，其輪面寬度 (width of face) 亦可根據所要之寬度，由比較最近之常製品之大小 (stock size) 鏟去少許以成之，惟須稍加費用耳。若所要皮帶輪之直徑，與常製品大小不同，自然須特加製造，其價值亦當然有相當之增加也。

輪輻普通多具橢圓形斷面，較大之生鐵皮帶輪之輪輻，其厚度及寬度均具斜度 (tapered)。在小皮帶輪，則只寬度具斜度，寬度斜度之大小，每邊每呎由  $\frac{1''}{4}$  至  $\frac{3''}{8}$ 。厚度則每邊每呎由  $\frac{1''}{8}$  至  $\frac{3''}{16}$ 。輪輻之厚度為其寬度之 0.4 至 0.5。在甚寬之皮帶輪，作成雙組輪輻 (Double set of arms) 以支持輪緣。若與其直徑相較，其比例尚不甚寬時，則有時作成單組輪輻，有時作



成雙組輪輻，又除去輪轂之孔及輪緣(rim)以外，輪轂之兩端及輪緣之兩邊，亦均經過機工 (finished) 或見光。

下列比例適用於具有六輪輻之生鐵皮帶輪，各字母所指之部分，如第 154 圖所示，尺寸皆以吋計。



第 154 圖

A = 軸之直徑。

B = 皮帶輪之直徑。

C = 輪面寬度 (Width of face) =  $1\frac{1}{8}$  皮帶之寬度。

D =  $\frac{3}{8} \sqrt[3]{B \times C}$ , 單層帶。

=  $\frac{7}{16} \sqrt[3]{B \times C}$ , 雙層帶。

E =  $D - \frac{1}{48}B$  至  $D - \frac{1}{32}B$ 。

F =  $\frac{1}{8}E$  (小於  $\frac{1}{2}$ " 之數值，用其次較大之  $\frac{1}{32}$ " )

G =  $\frac{1}{4}$ " 輪面每呎寬度 (Per foot width of face. 此為平

均值，在較狹之皮帶輪，隆起之程度高，較寬之皮帶輪，隆起之程度低)。

H =  $\frac{3}{4}C$ . 此亦為平均數值，在鬆輪 (Loose pulley) H 之

數值須較在緊輪(Tight pulley)大。

$$= \frac{3}{8}C + \frac{1}{16}B + 1'' \text{ (此式用於緊輪所得之結果較好).}$$

$$J = A + \frac{2}{3}D, \text{ 但不許超過 } 1\frac{3}{4}A + \frac{1}{2}''$$

K = 固定螺旋之直徑。

$$= \frac{5}{16}(J-A) + \frac{3}{16}'' \text{ 當抵於軸上之時 (bearing on shaft),}$$

$$= \text{鍵之寬度, 當抵於鍵上之時 (bearing on key).}$$

$$L = 2K.$$

$$M = \frac{1}{2}K.$$

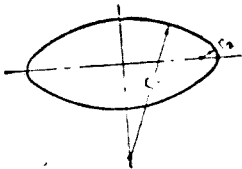
$$N = 1\frac{1}{2}K.$$

下列數公式，為畫此圖上之數個曲線面之半徑，頗為適用。惟不宜標為尺寸。在皮帶輪之隆起部， $R = C^2 \div 8G$ 。在輪幅之橢圓，如第 155 圖， $r_1 = \frac{3}{4}$  大軸(major axis)， $r_2$  由試驗得出，使一面經過大軸之外端，一面與以  $r_1$  為半徑之兩弧相切為度。

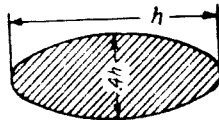
關於輪幅斷面之比例，又有下列兩種畫法，如第 156 圖及第 157 圖所示。前者謂之橢圓畫法(Elliptical)，後者謂之圓分畫法(Segmental)。

又輪幅(arms)之形狀，或為直者，或為曲者，如第 158, 159 及 160 三圖所示。就同一半徑言，曲者較直者重。惟為抵抗鑄造

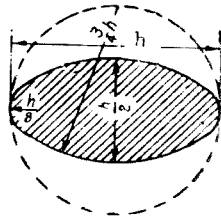
時因冷而收縮所生之牽力計，曲者較直者為優。



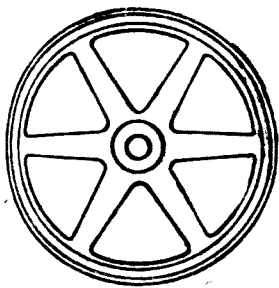
第 155 圖



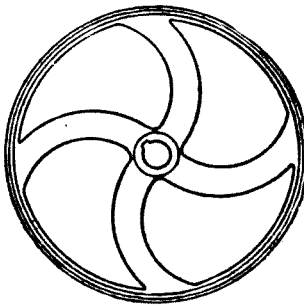
第 156 圖



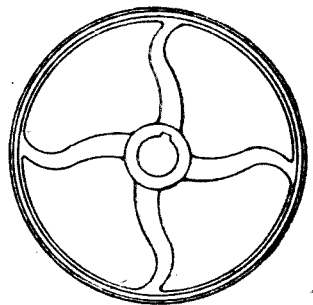
第 157 圖



第 158 圖



第 159 圖



第 160 圖

關於一皮帶輪應有之輪輻數，尚無一定之定律，但輪之直徑上至 18'' 時，輪輻數可用四，直徑在 18'' 以上者，輪輻數可用六。

68. 帶 (Belts) 本段敘述之範圍，只限於橫斷面為平形者，即適用於皮帶輪之周緣，如第 154 圖所示之情形者，帶可由革製，棉紗製，橡皮製或由數種材料混合製之。皮帶之兩端連為一體，以作成套狀，緊套於兩皮帶輪或數皮帶輪之上，接連處愈平愈好，其所傳之力之大小，與皮帶在原動輪與從動

輪上之緊度有關，與皮帶對於皮帶輪上之摩阻力有關，並與皮帶橫斷面積之大小有關，市面上出售之常製品，其橫斷面之寬度與厚度均有變化。

69. 革帶 (Leather Belting) 革帶不同之厚度，係由兩層以上之革粘於一處而得。一層者謂之單層帶 (Single belt)，兩層者謂之雙層帶 (Double belt)，三層者謂之三層帶 (Triple belt)，四層者謂之四層帶 (Quadruple belt)。

單層帶之厚度約由  $\frac{3''}{16}$  至  $\frac{1''}{4}$ ，雙層帶約由  $\frac{5''}{16}$  至  $\frac{7''}{16}$ 。此為最常用者。革帶之標準寬度如下：

$\frac{1''}{2}$  至 1'' 按  $\frac{1''}{8}$  變化；

1'' 至 4'' 按  $\frac{1''}{4}$  變化；

4'' 至 7'' 按  $\frac{1''}{2}$  變化；

7'' 至 28'' 按 1'' 變化；

28'' 至 40'' 按 2'' 變化；

40'' 至 72'' 按 4'' 變化。

用橡樹皮所硝之革 (Oak-tanned Leather)，其最後應牽力 (Ultimate tensile stress) 約為 3500 磅至 6000 磅。用重鉻酸鉀所硝之革 (Chrome-tanned Leather)，其最後應牽力約為 7000 磅至 12000 磅 (每方吋)。惟此種最後應力，對於計算皮帶之牽力時，普通多不能依據。因皮帶必有接連處，其應力恒較弱。計算皮帶所

受之牽力時，恒須就其接連處之力加以考慮也。

如接連處係縫合者 (Laced together)，實際上橫斷面每方吋之工作應力 (Working stress)，約由 200 磅至 300 磅，若接連處係膠固者 (Cemented together)，則每方吋之工作應力可至 400 磅。

茲就皮帶之厚度，層數及接連情形對於每吋寬度應受之牽力列表於下：

第十 九 表

皮革之品質	平均厚度		緊邊每吋寬度應受之牽力(磅)			
	單層帶	雙層帶	單層帶 縫合者	雙層帶 縫合者	單層帶 膠固者	雙層帶 膠固者
輕者	$\frac{1''}{8}$ 至 $\frac{5''}{32}$	$\frac{15''}{64}$ 至 $\frac{17''}{64}$	30	60	50	90
適中者	$\frac{5''}{32}$ 至 $\frac{3''}{16}$	$\frac{19''}{64}$ 至 $\frac{21''}{64}$	40	75	70	120
重者	$\frac{3''}{16}$ 至 $\frac{7''}{32}$	$\frac{23''}{64}$ 至 $\frac{25''}{64}$	60	100	90	150

所受牽力若低於此，比較更好，雖微嫌不經濟，然所用之年限因之延長，所得固足以償其所失也。

如單層帶之有效牽力為每吋寬度 38 磅，雙層帶之有效牽力為每吋寬度 60 磅，並假設皮帶之速率不超過每分鐘 1000 呎，則下列經驗公式，可用以計算皮帶所傳之馬力。

D = 皮帶輪之直徑，以吋計。

N = 皮帶輪每分鐘之迴轉數。

W = 皮帶之寬度，以吋計。

H.P. = 所傳之馬力數.

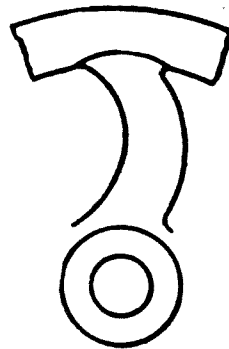
$$= \frac{WDN}{3300}, \text{在單層帶.}$$

$$= \frac{WDN}{2100}, \text{在雙層帶.}$$

7. 手輪 (Hand-wheels) 手輪之應用與曲柄 (Crank) 搬子或螺旋鉗 (Wrench) 相同, 亦係用以轉動一軸者, 惟手輪在全迴轉中任一地位均可同樣用力, 且同樣便利. 手輪所含之輪轂 (hub) 及輪輻與皮帶輪所含者相同. 輪緣 (rim) 則以便於手握之形狀為宜. 普通多具圓形斷面, 較大者為便於用手握緊起見, 微加改變. 如第 161 圖 (a) 所示. 美國海軍上所用者, 其斷面多為長方形, 較小者只微圓其角, 較大者則改為第 161 圖 (b) 所示之形狀. 又較小者應各部見光 (Finished all over), 較大者則只輪緣與輪轂之兩端見光. 輪輻 (Spokes or arms) 普通多係直形, 但因容納鑄造時因冷收縮之影響, 亦可製為曲者, 如第 162



第 161 圖

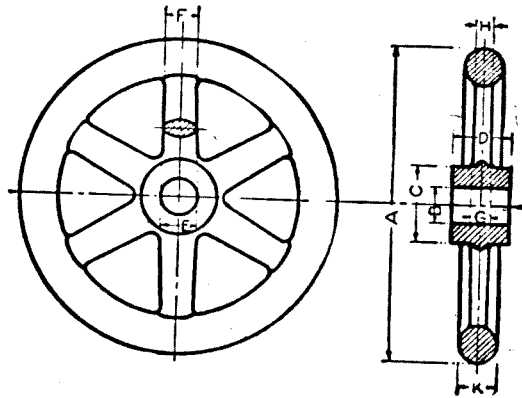


第 162 圖

圖所示,其斷面則普通多製為橢圓形。

手輪無常製品,亦無一定標準比例可以給出,其標名大小為輪緣之外直徑。

第二十表,係一6''與一16''之手輪各部之大小,其構造如第163圖所示,其他大小之手輪由4''至24''者,可按前第一章第5段之法,每部尺寸各作一直線得之。



第 163 圖

第 二 十 表

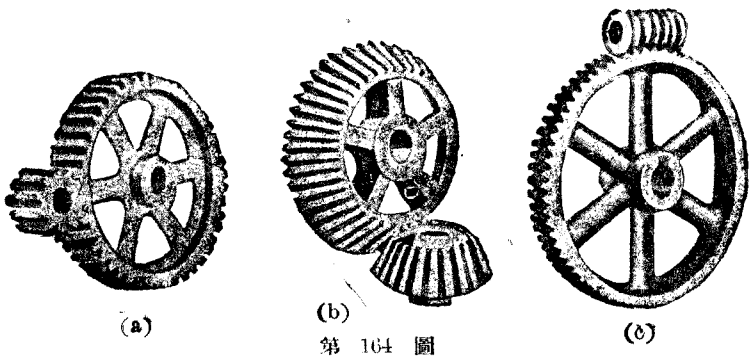
鑄鐵手輪各部之比例

(Proportions for Cast Iron Handwheels)

A	B	C	D	E	F	G	H	K
6	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$
16	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$	1	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$

71. 齒輪之通性 (General Nature and Properties of Gears). 一齒輪之主要部分為輪轂 (Hub), 輪輻 (Arms) 及輪輻上支持之輪緣 (rim), 緣上再製成若干輪齒, 就輪轂與輪輻言, 與皮帶輪

及手輪等，無甚差異。一輪之輪齒與另一輪之輪齒交互銜接即可傳達動力，如第 164 圖所示。當兩輪中有一齒數甚小者則有時稱之為小齒輪 (Pinion)，經過每一齒輪之各齒，約在齒高之中間，均想像有一光滑之面與互相銜接之齒輪上同一想像之光滑面上滾動，此種想像之光滑面，謂之齒輪之節面 (Pitch surfaces)。



第 164 圖

各種齒輪可按其節面之形狀分為三大類：

(一) 正齒輪 (Spur gears) 如第 164 圖 (a) 所示，其節面係一圓柱體之表面。

(二) 斜齒輪 (Bevel gears) 如第 164 圖 (b) 所示，其節面係一截錐體之表面。

(三) 螺輪 (Worm gears) 如第 164 圖 (c) 所示，其節面係一雙曲面 (Double curvature)。

兩個相等之斜齒輪，其軸互相垂直者，謂之等徑正角斜



齒輪 (Mitre gears)。

一圓柱形或一截錐體形之節面之一橫斷面係一圓，謂之節圓或節線 (Pitch circle or Pitch line)，其直徑謂之節徑 (Pitch diameter)。在斜齒輪恒以截錐體之底端之圓周為其節圓。沿節圓之周圍，自第一齒之中心至相隣之齒之中心之弧線距離，謂之周節 (Circular Pitch)，以吋計。齒數對於節圓直徑之比，謂之徑節 (Diametral pitch)，由以上定義可得下列各種關係：

$D$  = 節徑，以吋計。

$N$  = 齒數。

$$P_d = \text{徑節} = \frac{N}{D}$$

$$P_c = \text{周節} = \frac{\pi D}{N} = \frac{\pi}{P_d}$$

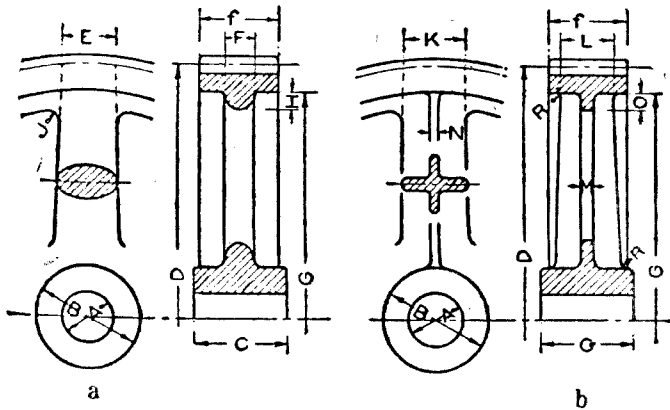
72. 輪齒各部之比例與性質 (Proportions for and Properties of Gear Teeth)

一輪之齒能加於其互相銜接之一齒之力，與厚度 (Thickness) 寬度 (Width) 高度 (Height) 及其運動之線速率 (Linear velocity) 有關。齒之寬度，係指輪面 (face of gear) 之直線距離而言。如第 165 圖上之  $f$ 。一標準輪齒在節線上之厚度為周節之一半 (在鑄造之齒微小於一半)。一標準輪齒之高度由經驗規定為  $\frac{2''}{P_d}$  加餘隙 (clearance)  $\frac{0.157''}{P_d}$  在此高度之內有

$\frac{1''}{P_d}$  超出節線以外，謂之齒頂 (addendum)。Mr. Wilfred J. Lewis 試

驗之結果，表示因陡震 (Shock) 動作增加之故，當速率增大時，

輪齒上許用之工作纖維應力 (Working fiber stress) 應隨之減



第 165 圖

小,第卅一表給出鑄鐵輪齒節線上之速率每分鐘若干呎許用之工作纖維應力,若係鋼製,則各部數值可增至  $2\frac{1}{2}$  倍。

第 二 十 一 表

鑄鐵齒輪許用之工作纖維應力

(Allowable Fibre Stresses in Cast Iron Gear Teeth.)

速率(Velocity)	0-100	200	300	600	900	1200	1800	2400
應力 (Stress)	8000	6000	4800	4000	3000	2400	2000	1700

又根據 Mr. Lewis 之試驗,知齒面之寬度為周節  $2\frac{1}{2}$  倍至  $3\frac{1}{2}$  倍,結果甚佳,寬度在 3 倍以上時,對於齒之力量上,已

無增加之效果。總合言之，得到下列數種經驗公式：

$$a = \text{齒頂 (addendum)} = \frac{1''}{P_d}$$

$$h = \text{齒之全高} = \frac{2 \cdot 157''}{P_d} = 0.687 P_c$$

$$f = \text{齒面之寬 (width of face)} = 3P_c = \frac{9.42''}{P_d}$$

$v$  = 在節線上之線速率，以每分鐘若干呎計。

$$= \frac{\pi \times D \times \text{R.P.M}}{12}$$

$s$  = 在速率為  $v$  時，許用之應力，以每方吋若干磅計。

$n$  = 在較弱之齒輪上 (weaker gear) 之齒數。(在同時工作之各輪，齒數愈少者，其齒愈弱。)

$w$  = 齒上之安全載荷 (safe load)，以磅計。

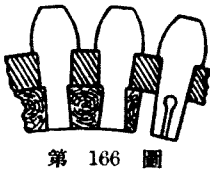
$$= s P_c f \left( 0.124 - \frac{0.684}{n} \right), \text{適用於傾斜度或壓力}$$

角  $15^\circ$  之漸開線齒輪與轉圓直徑恰為同組中 12 個齒之齒輪節圓直徑之半之擺線齒輪 (Lewis)。

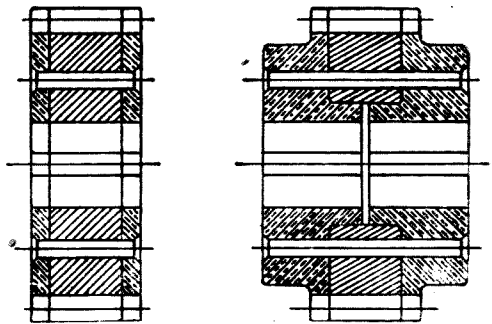
輪齒普通恒係於特備之齒輪原型上用機器製成恰當之大小與形狀。如此製成之齒，謂之洗成齒 (Cut teeth)。如輪齒甚大時，有時鑄成大致之形狀與大小，較所要者微大少許，然後再經過機工，則比較可以省工。為洗成齒 (Cut gears) 所製之

圖,習慣上多只將原型(blanks)之大小畫出,而不畫出其齒。在斷面圖上,則在輪緣一部將齒高表出,不畫斷面線。如第 165 圖所示。惟須將齒數,齒形及齒節在旁註明。為粗工作且甚大之齒輪,有時完全鑄成,不再用機械工作。如此所製之輪齒,謂之鑄成齒(Cast teeth)。為鑄成齒所製之圖則須將輪齒各部之大小完全標明。齒數與周節,則加以註明。

73. 製齒輪所用之材料(Materials used in gears) 製造齒輪所用之材料,最普通者為鑄鐵。在一對齒輪中,因小齒輪被摩擦傷損之機會較多,故與大鐵齒輪同工作之小齒輪多用鋼製。若用一種硬木製成輪齒,裝置于鑄鐵之輪緣上,亦可得等量傷損之結果。此種另行裝齒之齒輪,謂之木齒鐵輪(Mortise gears)。其裝置之方法,如第 166 圖所示。在速率甚高之齒輪為減輕聲響起見,有時用牛皮(rawhide),紙,或布由鑄鐵或鋼板在兩端夾緊而製成小齒輪。其製法與普通用機器製造齒輪之方法相同。第 167 圖(牛皮)及第 168 圖(紙或布),即表示其斷面之形狀。

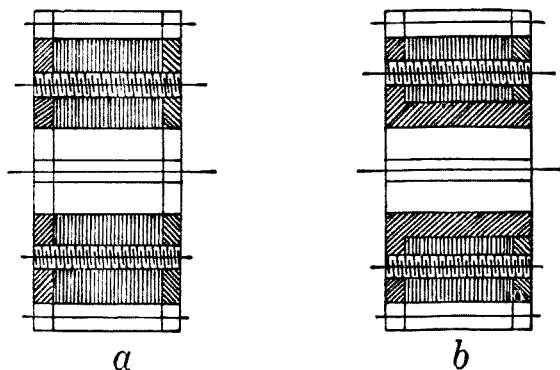


第 166 圖

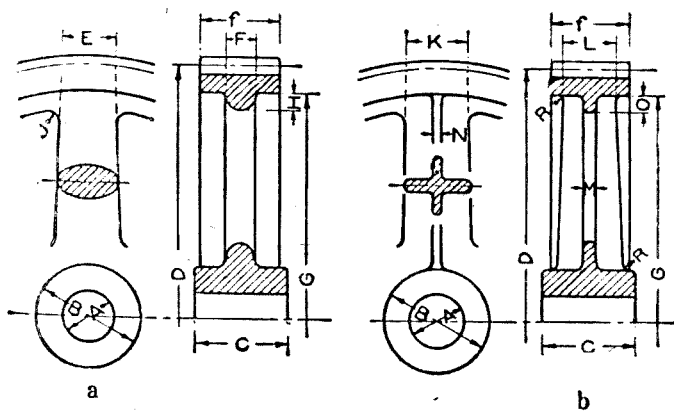


第 167 圖

74. 正齒輪各部之比例(Proportions for spur gears) 甚小之正齒輪,或小齒輪 (Pinion),多製成平形殼 (hub),與緣 (rim)無區別。較大者則殼與緣應行分開。但在36齒以下者,輪幅之地位仍多為接連之一薄板(web),而無輪幅。齒數由36至60者,普通用四個輪幅。60齒以上者,則普通多用六個輪幅。特大者有時用至八個以至十二個。正齒輪輪幅之橫斷面,普通多為橢圓形,如第169圖(a)所示。或為十字形,如第169圖(b)所示。



第 168 圖



第 169 圖

此種輪幅，其寬度每邊每呎傾斜  $\frac{3''}{8}$ 。其厚度在橢圓形斷面者多為寬度之半。在較小之齒輪，橢圓形斷面之輪幅，有時製成一律粗細者。

下列比例，適用於鑄鐵正齒輪。輪幅之數目為六，如第 169 圖所示。各部尺寸均以吋為單位。又計算尺寸及標明尺寸時，在此種齒輪之圖畫上，其最外直徑(Outside diameter)及節圓直徑(Pitch diameter)，除恰得整數外，應用實得之小數。

A = 輪孔之直徑。

D = 節圓之直徑。

$P_d$  = 徑節。

$P_c$  = 周節。

f = 齒面寬度。

n = 齒數。

$$B = A + 1.6P_c + \frac{D}{50} = A + \frac{5}{P_d} + \frac{D}{50} = A + \frac{n+250}{50P_d}$$

$$C = f + \frac{D}{40}$$

$$E = 2\frac{1}{8}P_c = \frac{6.67''}{P_d} = \text{輪幅在節線上之寬度。}$$

$$F = \frac{1}{2}E = \text{輪幅在節線上之厚度。}$$

$$G = D - 1.735P_c = D - \frac{5.45''}{P_d} \left( \text{用其次較小之 } \frac{1''}{8} \right)$$

$$\text{或 } \frac{1''}{2} ) .$$

$$H = \frac{1}{2} F .$$

$$J = H .$$

$$K = 2.3P_c = \frac{7.22''}{P_d} = \text{輪幅在節線上之寬度} .$$

$$L = f - 2R .$$

$$M = \frac{1}{2} P_c = \frac{1.57''}{P_d} .$$

$$N = 0.3P_c = \frac{0.94''}{P_d} .$$

$$O = \frac{1}{4} K .$$

$$P = O .$$

$$R = M .$$

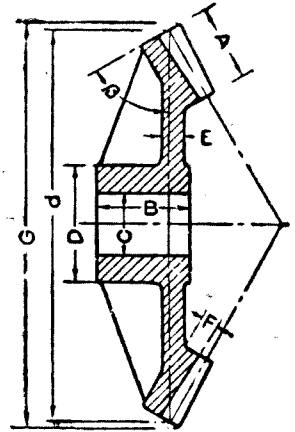
輪幅之斜度 = 寬度每邊每呎  $\frac{3''}{8}$  .

75. 斜齒輪各部之比例 (Proportions for Bevel gears) 斜齒輪應用於彼此成任意角度而互相交叉之兩軸。最普通者係兩軸互成  $90^\circ$  之角。甚小之斜齒輪，其殼與緣多製成一體 (Solid)。稍大者則用一連續之平板 (Web) 以連絡緣與殼兩部。再用數個寬襯脊 (Stiffening ribs)，以抵抗側面壓力 (Side Pressure)。在更大之斜齒輪，則用彼此分別之輪幅。襯脊則置於各幅之後面，

結果使其斷面成爲 T 形。又計畫斜齒輪時，各部之尺寸用實得小數之處，愈多愈好。

齒面 (Faces of the teeth) 與緣邊 (edges of the rim) 對於垂直於軸之一平面所成之角度應行給出。此兩角一謂之面角 (Face angle)，一謂之邊角 (edge angle)。角度與小數尺寸應算出之。

下列各式，係表示鑄鐵斜齒輪各部之比例。第 170 圖爲其解答圖 (Key drawing)。尺寸之大小則以吋爲單位。



第 170 圖

$d$  = 節圓直徑 (Pitch diameter).

$P_c$  = 周節 (Circular Pitch).

$P_d$  = 徑節 (Diametral Pitch).

$A$  = 齒面寬 (width of face)  $= 3P_c - \frac{1''}{2} = \frac{9 \cdot 4''}{P_d} - \frac{1''}{2}$ .

但不宜超過節圓錐 (Pitch cone) 一邊線長度之三分之一。

$B$  = 輪殼之長度  $= A + \frac{d}{20}$ , 用於較大齒輪 (for gears)

$= A + \frac{P_c}{4} = A + \frac{0.78''}{P_d}$ , 用於較小齒輪 (for pinions).

$C$  = 輪殼之孔之直徑 (Bore of hub).



$$D = \text{輪殼之直徑} = 1\frac{3}{4} C + \left(\frac{1''}{4} \text{ 至 } \frac{1''}{2}\right).$$

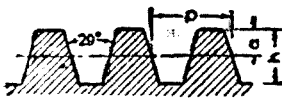
$$E = \text{輪輻或輪板之厚度} = 0.48 P_c = \frac{1.53''}{P_d}$$

$$F = \text{自齒之底部至輪板或輪輻之面之距離} \\ = 0.45 P_c = \frac{1.41''}{P_d}$$

$$G = \text{外直徑(Outside diameter)} = d + \frac{2\cos\beta(\text{邊角})}{P_d}$$

76. 螺輪或蝸輪 (Worm gears) 第 164 圖(c)所示者,係一

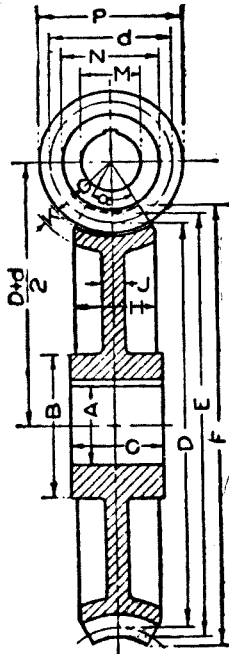
螺桿 (Worm) 與一螺輪 (Wheel) 相銜接之情形,上部者係螺桿,恒用為原動部。第 171 圖表示經過一



第 171 圖

螺桿軸之中心之一平面所切螺桿齒之断面,下列各公式,適用於第 171 與第 172 兩解答圖(Key draw-

ings),給出一鋼製之螺桿與一鑄鐵製之螺輪各部之比例,各尺寸均以吋計。



第 172 圖

d = 螺桿(Worm)之節徑(Pitch diameter).

p = 螺節(Linear pitch).

a = 齒頂(addendum) = 0.3183 P.

h = 齒之深度(Depth of thread) = 0.6866 P.

n = 螺桿上之線數(指平行獨立之線數而言).

L = 螺桿之導程(Lead of Worm) = n × P.

T = 螺輪(Worm wheel)上之齒數.

R = 螺桿對於螺輪之速比 =  $\frac{T}{n}$

A = 輪孔之直徑.

B = 輪轂之直徑 =  $1\frac{3}{4}A + \left(\frac{1''}{4} \text{ 至 } \frac{1''}{2}\right)$ .

C = 輪轂之長度 =  $H + \frac{1}{32}D$ . 或酌量適宜尺寸.

D = 輪之節徑(Pitch diameter of wheel).

E = 輪之喉徑(Throat diameter of wheel) =  $D + 2a$ .

F = 輪之外直徑(untrimmed) =  $E + 2G \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$ .

G = 輪之喉半徑(throat radius of wheel) =  $\frac{1}{2}P - 2a$ .

H = 輪面之寬度(Width of face of wheel)

$$= P \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1''}{8} \text{ 至 } \frac{1''}{2}\right).$$

J = 輪軛(Web)之厚度 = 0.48 P.

K = 輪緣(rim)之厚度 = 0.48 P.

$M$  = 螺桿(Worm)孔之直徑,以吋計。

$N$  = 螺桿齒根之直徑 =  $P - 2h$ 。

$P$  = 螺桿之外直徑。

$Q$  = 螺桿上有線部分之最低長度 =  $\sqrt{E^2 - (E - 4a)^2}$ 。

$\alpha$  = 輪之面角(face angle of wheel)。

$\beta$  = 螺桿之螺旋角(gashing angle = worm之helix angle)。

$$\text{Tan } \beta = \frac{L}{\pi d}$$

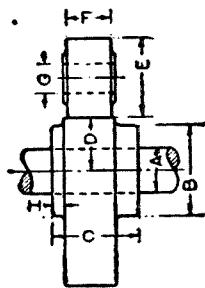
77. 商業齒輪 (Commercial gears) 因齒輪實際上需要之變化甚大,故製造工廠若擬對於各種需要之齒輪,均製有成貨,實為不可能。特別在具洗成齒 (cut teeth) 鑄鐵正齒輪以外之齒輪,鑄造正齒輪中,其齒節與齒數比較最普通而需用甚多者,製造廠亦多製有成貨。且各部均經見光,成貨中之齒節 (Pitches) 為 8, 12, 16, 20 與 24。每輪之齒數,則自 12 個至 150 個。中間數目之變化,無一定之規律。具有洗成齒之鑄鐵斜齒輪,兩軸互成  $90^\circ$  者,亦備有成貨,惟大小之數目較少。包括齒節 4 至 32 之等徑正角斜齒輪 (Metre gear) 與三四種齒節 (Pitch) 不同,速比 3: 2 至 4: 1 之普通斜齒輪。具鑄成齒 (Cast teeth) 且較大之正齒輪與斜齒輪,亦有製成現貨者,惟齒數之變化較少。甚小之正齒輪斜齒輪與螺輪 (Worm wheel) 而為黃銅製者,亦有製成現貨者。以上所述不過為齒輪現貨之大概情形,至實際精確之報告,應於各工廠之目錄 (Cataloge) 中得之。當採用齒輪

時,若有相當成貨可以採用,則價值可省,但若只變更輪孔之大小,而不變更成貨之其他部分,則價值上稍行增加即可。

任意一種齒節與一種齒數之正齒輪,及任意一種齒節與一種速比之斜齒輪,普通廠中多有其木樣,當定製時,可以速為鑄出,多數製造廠對於正斜木齒鐵輪(Mortise gears)之木樣,亦有備存者,惟僅限於數種之大小耳。

78. 凸輪 (Cams) . 凸輪在商業上無製成現貨者,第二十一表係 Güldner 所規定,適用於具有淬火鋼 (hardened steel) 轉子,且所負載荷不超過每吋長度 3000 磅之氣機 (gas engines) 凸輪,如無其他比例時,此表可適用於表中所列大小範圍以內之平盤形凸輪,若凸輪軸之直徑為一吋或小於一吋時,轉子之直徑,可使為軸之直徑之  $1\frac{1}{2}$  倍。

在第 173 圖上所示其他部分之尺寸,可由下列各式得之,各尺寸均以吋為單位。



第 173 圖

$$B = \text{輪殼(hub 或 boss)之直徑} = 1\frac{3}{4}A + \frac{1''}{4}$$

$$C = \text{輪殼之長度} = A \text{ 至 } 2A$$

$$D = \text{凸輪之最小半徑或基圓 (Base circle) 之半徑}$$

$$= \frac{1}{2}B + \left(\frac{1''}{16} \text{ 至 } \frac{1''}{8}\right), \text{ 如實際之情形,需用一較大}$$

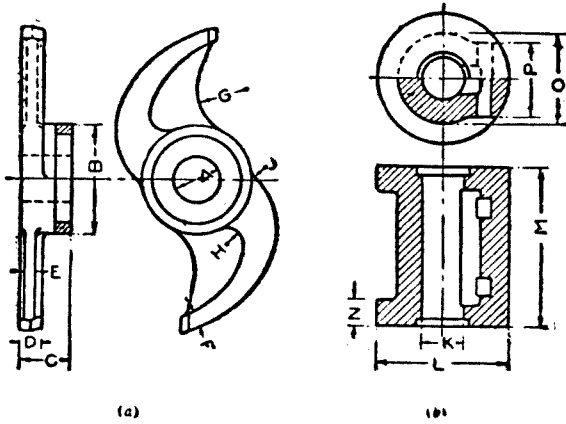
之凸輪，則此半徑可使稍大。

H 可用一適宜尺寸，或完全免去。凸輪面(face)之寬度，普通恒使較轉子之長度稍寬。又轉子最好裝置於一叉形部之中間。但若為省地位起見，亦可使裝置於一橫針之一偏(offset)。

第二十二表  
氣機之凸輪與轉子  
(Gas Engine Cams and Rolls)

軸之直徑 (Diameter of Shaft)	轉子之直徑 (Diameter of Roll)	轉子之長度 (Length of Roll)		針之直徑 (Diameter of Pin)
		最 小 (Minimum)	最 大 (Maximum)	
A	E	F	F	G
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{9}{16}$
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{3}{4}$
$1\frac{5}{8}$	$2\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{13}{16}$
$1\frac{3}{4}$	$2\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{7}{8}$
2	3	$\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{4}$	1
$2\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{7}{16}$	$1\frac{3}{16}$
$2\frac{1}{2}$	4	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$

第 174 圖表示一種碎礦機 (Stamp mill) 所用之凸輪。其各部之比例如下：



第 174 圖

A = 凸輪軸之直徑。

$$B = 2\frac{3}{8}A.$$

$$C = 1\frac{1}{8}A.$$

$$D = \frac{1}{2}A.$$

$$E = \frac{1}{2}D.$$

$$F = 1\frac{1}{2}E.$$

$$G = A.$$

$$H = \frac{1}{4}A.$$

$$J = \frac{5}{8}A.$$

K = 搗錘桿(stamp stem)之直徑。

$$L = 3K.$$

$$M = 3\frac{1}{2}K.$$

$$N = \frac{5}{8}K.$$

$$O = 2K.$$

$$P = 1\frac{2}{3}K.$$

## 第七章 管與管之配件

### (Pipe and Pipe Fittings)

79. 管之種類 (Varieties of Pipe) 管之種類甚多，就製成之材料言，有木製者，有瓦製者，有鑄鐵製者，有熟鐵製者，有鋼製者，有鉛製者，有黃銅與紅銅製者。就製造之方法言，變化亦甚大，有用模鑄成者，有經過具有一心軸 (mandrel) 之孔壓成者，有用一心軸 (mandrel) 壓一金屬短棒 (Billet) 而成者，有將一金屬板先彎成筒狀再鍛合其兩邊而成者，亦有彎成筒狀後，由鉚釘聯綴而成者，本編所敘述者，以熟鐵與鋼製成且經彎曲而鍛合者為主。

在機械工程上，常用者為鑄鐵管，熟鐵管，鋼管及銅管，用以輸送水，蒸汽，氣體及油等等，普通內部恒有相當壓力。

80. 熟鐵管及鋼管 (Wrought Iron and Steel Pipe) 輸送水，氣與蒸汽等，前多用熟鐵管，後漸漸為鋼管所代替。只以抵抗銹蝕為一重要條件之工作尚多採用熟鐵。但近年以來，因製造熟鐵方法之發明，使熟鐵由手工製成之價值減低，故又有反行之趨勢，即採用熟鐵管者，又日見增加。在採用或計畫各種管時，因熟鐵與鋼相差極微，極易混亂，故如擬確定採用某種時，應加以說明，若不加以說明時，普通多供給鋼管。

此兩種管之製法，極為相似，即先將鋼或熟鐵碾成所需



之管之厚度,然後再作成所要直徑之管必須之寬度,稍增鍛合之餘裕,在較小之管,用對接鍛合(Butt welded),在較大之管,用搭接鍛合(Lap Welded),搭接鍛合者較對接鍛合者力強,又鍛合時係將接頭處燒至可以鍛合之溫度,用滾軸或錘(Rolls or Hammers)鍛於一處,在管之兩端將鍛合不齊整之處截整之,在12'及12'以下直徑之標準管(Standard),兩端並製成螺旋線,在特重(Extra weight)與直徑特大之管,若欲製成螺旋線,須另加費用。

在直徑12'及12'以下之管,製成三種厚度或重量(Three Thickness or weights),在商業上稱之為標準管(Standard pipe),特強管(Extra Strong Pipe),與加倍特強管(Double extra strong Pipe),此三種熟鐵管與鋼管各部之比例,如第二十三表所示,標準管之內直徑,約與標名大小(Nominal size)相等,又在每一種標名大小,三種厚度之管之外直徑均相等,以便採用同一之附件及同樣之螺絲機(Threading machinery),直徑 $4\frac{1}{2}$ '與9'之管,一般甚少採用,故此種大小之管及其附件,有時不易購置。

第 二 十 三 表

熟 鐵 與 鋼 管 及 管 線

(Wrought Iron and Steel Pipe and Pipe Threads)

直 徑 (Diameters)				面 積 (Area)			線 (Threads)			
標 名 (Nominal)	實外徑 (Actual outside) = D	實內徑 (Actual Inside)			內 斷 面 (Inside)			每 吋 線 數 = N (Number per inch)	線 根 部 最 小 直 徑 (Minimum root Dia)	用 手 力 嵌 入 之 一 段 = F (Normal Engagement of Threads by hand)
		標 準 (Standard)	特 強 (Extra strong)	加 倍 特 強 (Double Extra Strong)	標 準 (Standard)	特 強 (Extra strong)	加 倍 特 強 (Double Extra strong)			
$\frac{1}{8}$	0.405	0.269	0.215	0.057	0.036		27	0.334	0.18	
$\frac{1}{4}$	0.540	0.364	0.302	0.104	0.072		18	0.433	0.20	
$\frac{3}{8}$	0.675	0.493	0.423	0.191	0.141		18	0.568	0.24	
$\frac{1}{2}$	0.840	0.622	0.546	0.252	0.304	0.234	0.050	14	0.701	0.32
$\frac{3}{4}$	1.050	0.824	0.742	0.434	0.533	0.433	0.148	14	0.911	0.34
1	1.315	1.049	0.957	0.599	0.864	0.719	0.282	$11\frac{1}{2}$	1.144	0.40
$1\frac{1}{4}$	1.660	1.350	1.278	0.896	1.495	1.233	0.630	$11\frac{1}{2}$	1.488	0.42
$1\frac{1}{2}$	1.900	1.610	1.500	1.100	2.036	1.767	0.950	$11\frac{1}{2}$	1.727	0.42

2	2•375	2•067	1•939	1•503	3•355	2•953	1•744	11 $\frac{1}{2}$	2•200	0•44
2 $\frac{1}{2}$	2•875	2•469	2•323	1•771	4•788	4•238	2•464	8	2•619	0•68
3	3•500	3•068	2•900	2•300	7•393	6•605	4•155	8	3•241	0•77
3 $\frac{1}{2}$	4•000	3•548	3•364	2•728	9•886	8•888	5•845	8	3•738	0•82
4	4•500	4•026	3•826	3•152	12•730	11•497	7•803	8	4•234	0•84
4 $\frac{1}{2}$	5•000	4•506	4•290	3•580	15•947	14•455	10•066	8	4•731	0•87
5	5•563	5•047	4•813	4•063	20•006	18•194	12•966	8	5•291	0•94
6	6•625	6•065	5•761	4•897	28•891	26•067	18•835	8	6•346	0•96
7	7•625	7•023	6•625	5•875	38•738	34•472	27•109	8	7•340	1•00
*8	8•625	8•071			51•161			8	8•334	1•06
8	8•625	7•981	7•625	6•875	50•027	45•633	37•122	8	8•334	1•06
9	9•625	8•941	8•625		62•786	58•426		8	9•327	1•13
*10	10•750	10•192			81•585			8	10•445	1•21
*10	10•750	10•136			80•691			8	10•445	1•21

10	10•750	10•020	9•750		78•855	74•662		8	10•445	1•21
11	11•750	11•000	10•750		95•033	90•763		8	11•439	1•28
*12	12•750	12•090			114•800			8	12•433	1•36
12	12•750	12•000	11•750		113•097	108•434		8	12•433	1•36
14	14•000	13•250			137•788			8	13•675	1•56

從前更製造一種較標準管更輕之管，惟現在除 8''，10'' 及 12'' 直徑者，已不復製。此種較輕之管，現今別名之為副標準管 (auxiliary standard)。在前表上各由一星標 (asterisk) 指出。在定貨時，對於此三種直徑之管，除另加說明外，恆供給最輕者。

管之兩端均製成螺旋線。其一端並裝置一聯結器 (coupling)。除定貨時指定一定之長度外，恆按任意廠定長度 (random mill length) 起運。若定貨時指定須截成一定之長度，須稍加費用。惟在原廠中截成所要之長度，所需費用恆較在裝置時再截為賤。故長度若已計畫一定，以在原廠截成比較經濟也。廠定長度 (mill length) 包括聯結器在內。直徑  $1\frac{1}{2}$ '' 及再大直徑者，平均長度多為 20 呎。直徑再小者，長度多較短，甚至有短至 12 呎者。定貨時或計畫製圖時，應說明標名直徑 (Nominal diameter)，重量 (weight)，與長度 (length)。

在 14'' 直徑及直徑更大之管,其標名大小,即其外直徑,普通多稱之爲外直徑管 (Outside diameter pipe). 或簡稱之曰 O. D. 管(O. D. pipe). 成貨上至 18'', 按 1'' 變化. 由 18'' 至 30'', 按 2'' 變化. 但直徑 15'', 17'', 22'', 26'' 及 28'' 者,比較採用者甚少,故對於此數種直徑之管,其配件有時不易購置. 此種所有之厚度爲  $\frac{1''}{4}$ ,  $\frac{5''}{16}$ ,  $\frac{3''}{8}$ ,  $\frac{7''}{16}$ ,  $\frac{1''}{2}$ ,  $\frac{9''}{16}$ ,  $\frac{5''}{8}$ ,  $\frac{3''}{4}$  及 1''. 直徑 18'' 及小於 18'' 者,此數種厚度均有. 直徑 20'' 之管,其厚度由  $\frac{5''}{16}$  至 1''. 直徑 22'' 者,  $\frac{5''}{16}$  至  $\frac{3''}{4}$ . 24'' 及 26'' 者,  $\frac{3''}{8}$  至  $\frac{3''}{4}$ . 28'' 及 30'' 者,  $\frac{7''}{16}$  至  $\frac{3''}{4}$ .  $\frac{3''}{8}$  及  $\frac{1''}{2}$  爲最通用之厚度. 外徑管(O. D. pipe)兩端多爲平者,即不帶聯結器,其長度爲任意廠定長度. 上至 24 呎. 說明標名大小,厚度,與長度.

81. 受內部壓力之管之厚度 (Thickness of pipe subjected to Internal pressure) 設 D 爲管之內直徑,以吋計. t 爲管之厚度,以吋計. P 爲內部所受之壓力,以每方吋若干磅計. f 爲管之材料因受壓力 P 所生之應力 (Stress),以每方吋若干磅計. 如 t 較 D 甚小時,則

$$t = \frac{PD}{2f}$$

實際計畫時,由上式得出之 t 之數值每失之太小,因顧及其他影響 (如鑄造不均勻,有砂眼等等),於上式得出之數

值以外,更加以一定量 C. C 之數值則因管之材料與製法,各不相同,故上式實際上改為下式:

$$t = \frac{PD}{K} + C.$$

茲將各種管 K 及 C 之數值列表於下.

### 第 二 十 四 表

管 之 種 類	K 之 數 值	C 之 數 值
鑄鐵蒸汽管及水管	4000	0.30
鑄鐵蒸汽機汽缸	3500	0.50
搭接鍛合熟鐵管	17000	0.06
硬抽(Solid drawn)鋼管	40000	0.06
銅蒸汽管	7000	0.10
鉛管	450	0.30

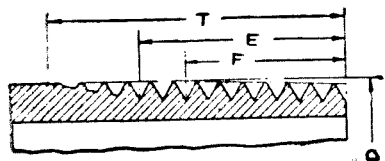
在厚管,則其厚度  $t$  可按下式求之:

$$t = \frac{D}{2} \left\{ \sqrt{\frac{3f+2P}{3f-4P}} - 1 \right\}.$$

式中  $f$  為所用材料之工作應力,或安全應力 (Working stress or safe stress), 以每方吋若干磅計.  $P$  為管內超過管外之壓力,以每方吋若干磅計.在鑄鐵管若使  $f=2400$ ,則

$$t = \frac{D}{2} \left\{ \frac{3600+P}{3600-P} - 1 \right\}.$$

82. 管之螺旋線 (Pipe threads) 在 1919 年 12 月, 美國工程標準委員會 (American Engineering Standards Committee), 現稱美國標準協會 (American Standards Association), 審定 Briggs 之管線制 (Briggs system) 為美國標準管線制。其斷面之情形如第 175 圖所示。螺旋線之兩邊, 彼此互成  $60^\circ$  之角度。就理論言, 線之頂部, 與線間之底部應各圓去



第 175 圖

一部, 使實際之深度為螺節 (Pitch) 之 0.8。惟事實上因磨所用鏟刀有相當困難之故, 多不按照理論工作, 使線間之

底部即為銳 V 形 (Sharp V), 線尖則製成平形。結果使深度約為 0.833 螺節。又有線之一段係按每呎  $\frac{3''}{4}$  之傾斜切成, 按直徑上計算, 在頂部與底部均完全之一段線以外, 更有兩個有效線 (Effective threads), 只頂部完全。在普通情形之下, 管插入其配件之距離, 只為其具有完全線之一段。外加之兩線係備裝置時不能得到完全適合 (Perfect fitting) 時而設。其餘之一段線, 則線之深度未完成, 故不能入於配件以內。

下列公式給出管線各部之比例:

D = 管之外直徑。

N = 每吋之線數。

E = 有效線 (Effective Thread) 之長度,

$$= \frac{6.8'' + 0.8D}{N}$$

F = 普通用手力可以轉入之一段螺旋線。

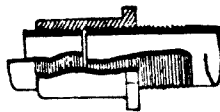
D, N 與 F 之數值,參看第二十三表。

83. 管之接頭 (Pipe Joints) 管之接頭,普通有兩種方法。第一將要連結之兩管接近之兩端,各製上螺旋線,上入備有陰螺旋線之套筒 (Threaded sleeve) 中。此種套筒謂之聯結器 (Coupling) 或套管 (Socket)。第二將要連結之管接近之兩端,各裝置一突緣 (Flange),再用螺釘連結於一處。在直徑較小,受內部壓力較低之管,多用第一種。

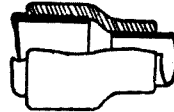
套管中最普通者,如第 176 圖所示。先將套管之半,上於一管上,不能或不便迴轉時,則如第 177 圖,將一管之螺旋線多製一段,將套管先全部上於其上,第二段安置對頭後,再將套管向回旋轉,至在兩管上各占一半為度。若連結兩個直徑不同之管,則用一異徑套管 (Reducing socket),如第 178 圖。或使一管微行膨大,兩管直徑互連,不用套管,如第 179 圖。



第 176 圖



第 177 圖



第 178 圖



第 179 圖

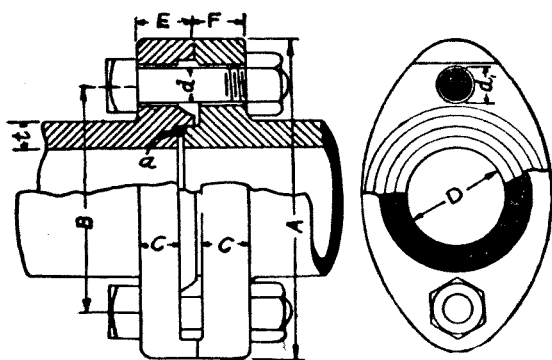
各標準大小之管 (All standard sizes of pipe), 其標名大小上至 12", 其聯結器均係用熟鐵所製。具右螺旋線, 除定單說明要突緣外, 恆隨管供給。管之標名大小在 2" 及更小者, 用韌性鐵 (malleable iron) 製造, 且具右螺旋線之聯結器 (couplings)



及用韌性鐵製造一端具右螺旋線，一端具左螺旋線之聯結器 (couplings) 者，備有成貨。聯結器 (couplings) 之標名大小與所連之管之標名大小相同。成貨或係黑色 (Black)，或係鍍鋅 (galvanized)。除另加說明外，恆供給黑色者。

84. Armstrong 管接頭 (Armstrong's Pipe Joint) 受內部壓力甚大之鑄鐵水管，多採用 Sir William Armstrong & Co. 所計

畫之連結法。兩管之間置  $\frac{1}{4}$ " 厚之馬來樹膠環片 (gutta percha ring)，再用螺釘緊壓之，則毫不透水。其構造如第 180 圖所示。其各部之比例如下 (均以吋計)：



第 180 圖

$D$  = 管之內直徑。

$t$  = 管之厚度。

$A = D + 7t + 1.3''$ 。

$B = D + 4.5t + 0.3''$ 。

$C = 2t$ 。

$d = 1.25t$ 。

$d_1 = d + 0.125''$ 。

$E = 2t + 0.3''$ 。

$$F = 2t + 0.125''.$$

85. 突緣接頭之節環 (Joint Rings for Flange Joint) 如擬使管之接連毫不漏水, 毫不漏蒸汽, 則在兩個突緣 (Flanges) 之間, 加一墊環 (Packing ring), 此種墊環或係鉛製之平環 (Flat ring), 或係鉛絲或銅絲 (lead or copper wire). 熟鐵環外覆以帆布 (canvas) 或軟墊 (Gasket) 亦有採用者. 用橡皮 (India-rubber), 石綿 (asbestos) 與軟墊 (Gasket) 環於突緣接頭 (Flange joints) 者, 亦甚夥.

86. 美國之標準管緣 (Pipe Flanges) 與突緣配件 (Flanged Fittings) 1928年美國標準協會 (American Standards Association) 曾對鑄鐵管緣, 與突緣配件, 審定兩種標準制 (standardized systems). 一種為每方吋 125 磅之壓力, 一種為每方吋 250 磅之壓力.

在第一種, 管之標名大小為 12'' 及小於 12'' 者, 如係非陡震載荷 (Non-shock loads 但蒸汽不在內), 且溫度係大氣溫度 (Atmospheric temperature) 時, 則壓力上至每方吋 175 磅, 仍可採用. 在第二種, 在同樣情形之下, 管之標名大小為 10'' 及小於 10'' 者, 則壓力上至每方吋 400 磅仍可採用. 或溫度較高, 但不超過 250° F, 壓力上至每方吋 325 磅時, 仍可採用.

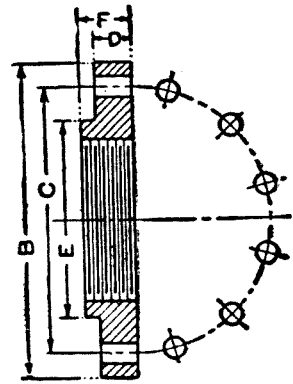
87. 突緣 (Flanges) 管之突緣 (Pipe flange) 中最普通之一種, 如第 181 圖所示. 將此種突緣上於管之一端, 兩個突緣未用螺釘固結於一處之先, 為使接頭處特別嚴密起見,



第 181 圖

在兩個突緣之間置一橡皮,石綿或較軟金屬如銅鉛等環於其間。(有時用銅,鉛絲),再用螺釘擠緊之。管在突緣中須嵌到底。雖有突緣之面,亦應使管直接與軟墊相接觸。所用螺釘之數目,恆為四之倍數,平均分配於螺釘之中心圓線上。螺釘之直徑在  $1\frac{3}{4}$  以下者,其釘孔較大  $\frac{1}{8}$ 。直徑再大者,則釘孔較大  $\frac{1}{4}$ 。

管之直徑由 1'' 上至 48'', 突緣各部之尺寸,如第 182 圖所示,及螺釘之數目與大小,均列入第二十五表。螺釘之直徑為  $1\frac{3}{4}$  及再大者,宜用雙頭螺釘 (Stud bolts)。直徑再小者,則用方頭 (square heads) 與六角螺母 (hexagon nuts)。在所有重突緣 (heavy flanges), 由螺釘孔 (bolt holes) 之內邊  $\frac{1}{32}$  以內起,光面向外凸出。在此點以外,突緣之厚度減小  $\frac{1}{16}$ , 使螺釘之全部牽力,均用以壓緊兩光面間之軟墊 (gasket)。在輕突緣 (light flanges) 則用平光面。欲防軟墊向外移動,可使一突緣之光面下陷一環形部,另一突緣之光面,則備相當之突起,以便壓緊軟墊,使不能移動。在美國標準協會之報告上,雖未加以說明,但在高壓工作則每採用之。



第 182 圖

第 二 十 五 表

美 國 標 準 管 緣

(American Standard Pipe Flanges)

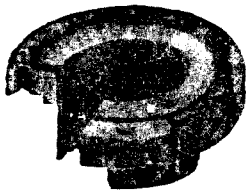
管 之 大 小 (Size of Pipe)	壓力 125 磅 (125 lbs. Pressure)					壓力 250 磅 (250 lbs. Pressure)				
	突 緣 (Flange)			螺 釘 (Bolts)		突 緣 (Flange)			螺 釘 (Bolts)	
	直 徑 (Dia.)		度 厚 (Thickness)	直 徑 (Diameter)	直 徑 (Diameter)	直 徑 (Dia.)		度 厚 (Thickness)	直 徑 (Diameter)	直 徑 (Diameter)
	外 (Outside)	螺 釘 圓 (Bolt circle)				外 (Outside)	螺 釘 圓 (Bolt circle)			
	B	C	D	數 (Number)	直 (Diameter)	B	C	D	數 (Number)	直 (Diameter)
1	$4\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{8}$	$\frac{7}{16}$	4	$\frac{1}{2}$	$4\frac{7}{8}$	$3\frac{1}{2}$	$\frac{11}{16}$	4	$\frac{5}{8}$
$1\frac{1}{4}$	$4\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	4	$\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$	$3\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	4	$\frac{5}{8}$
$1\frac{1}{2}$	5	$3\frac{7}{8}$	$\frac{9}{16}$	4	$\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{2}$	$\frac{13}{16}$	4	$\frac{3}{4}$
2	6	$4\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	4	$\frac{5}{8}$	$6\frac{1}{2}$	5	$\frac{7}{8}$	8	$\frac{3}{4}$
$2\frac{1}{2}$	7	$5\frac{1}{2}$	$\frac{11}{16}$	4	$\frac{5}{8}$	$7\frac{1}{2}$	$5\frac{7}{8}$	1	8	$\frac{3}{4}$
3	$7\frac{1}{2}$	6	$\frac{3}{4}$	4	$\frac{5}{8}$	$8\frac{1}{4}$	$6\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	8	$\frac{3}{4}$
$3\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	7	$\frac{13}{16}$	8	$\frac{5}{8}$	9	$7\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{16}$	8	$\frac{3}{4}$
4	9	$7\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	8	$\frac{5}{8}$	10	$7\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$	8	$\frac{3}{4}$
$4\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	$7\frac{3}{4}$	$\frac{15}{16}$	8	$\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{16}$	8	$\frac{3}{4}$

5	10	$8\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	8	$\frac{3}{4}$	11	$9\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	8	$\frac{3}{4}$
6	11	$9\frac{1}{2}$	1	8	$\frac{3}{4}$	$12\frac{1}{2}$	$10\frac{5}{8}$	$1\frac{7}{16}$	12	$\frac{3}{4}$
*7	$12\frac{1}{2}$	$10\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{16}$	8	$\frac{3}{4}$	14	$11\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{2}$	12	$\frac{7}{8}$
8	$13\frac{1}{2}$	$11\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	8	$\frac{3}{4}$	15	13	$1\frac{5}{8}$	12	$\frac{7}{8}$
*9	15	$13\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$	12	$\frac{3}{4}$	$16\frac{1}{4}$	14	$1\frac{3}{4}$	12	1
10	16	$14\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{16}$	12	$\frac{7}{8}$	$17\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$	$1\frac{7}{8}$	16	1
12	19	17	$1\frac{1}{4}$	12	$\frac{7}{8}$	$20\frac{1}{2}$	$17\frac{3}{4}$	2	16	$1\frac{1}{8}$
14	21	$18\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{8}$	12	1	23	$20\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{8}$	20	$1\frac{1}{8}$
*15	$22\frac{1}{4}$	20	$1\frac{3}{8}$	16	1	$24\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{16}$	20	$1\frac{1}{4}$
16	$23\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{4}$	$1\frac{7}{16}$	16	1	$25\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	20	$1\frac{1}{4}$
18	25	$22\frac{3}{4}$	$1\frac{9}{16}$	16	$1\frac{1}{8}$	28	$24\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$	24	$1\frac{1}{4}$
20	$27\frac{1}{2}$	25	$1\frac{11}{16}$	20	$1\frac{1}{8}$	$30\frac{1}{2}$	27	$2\frac{1}{2}$	24	$1\frac{1}{4}$
*22	$29\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{4}$	$1\frac{13}{16}$	20	$1\frac{1}{4}$	33	$29\frac{1}{4}$	$2\frac{5}{8}$	24	$\frac{1}{2}$
24	32	$29\frac{1}{2}$	$1\frac{7}{8}$	20	$1\frac{1}{4}$	36	32	$2\frac{3}{4}$	24	$1\frac{1}{2}$

*26	$34\frac{1}{4}$	$31\frac{3}{4}$	2	24	$1\frac{1}{4}$	$38\frac{1}{4}$	$34\frac{1}{2}$	$2\frac{13}{16}$	28	$1\frac{1}{2}$
*28	$36\frac{1}{2}$	34	$2\frac{1}{16}$	28	$1\frac{1}{4}$	$40\frac{3}{4}$	37	$2\frac{15}{16}$	28	$1\frac{1}{2}$
30	$38\frac{3}{4}$	36	$2\frac{1}{8}$	28	$1\frac{1}{4}$	43	$39\frac{1}{4}$	3	28	$1\frac{3}{4}$
36	46	$42\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$	32	$1\frac{1}{2}$	50	46	$3\frac{3}{8}$	32	2
42	53	$49\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	36	$1\frac{1}{2}$	57	$52\frac{3}{4}$	$3\frac{11}{16}$	36	2
48	$59\frac{1}{2}$	56	$2\frac{3}{4}$	44	$1\frac{1}{2}$	65	$60\frac{3}{4}$	4	40	2

\* 未列入 1928 年二月美國標準協會之表中。

管與突緣最普通由螺旋線聯結之法，對於高壓力，往往效率不十分滿足。改良之法甚多。對鑄鐵突緣 (cast flange) 最普通者如第 183 圖所示。管之一端完全通過突緣，再向外擴張自成一內突緣。兩突緣之間夾緊軟墊 (gasket)，再由鑄鐵突緣夾緊而固定於一處。或用鋼製之突緣鍛於管之兩端，再如此裝置。惟如此製造，費用較高耳。



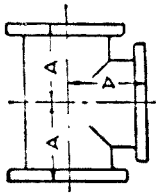
第 183 圖

前述之數種方法，皆有一種困難。即當突緣裝好以後，兩面均須重新經過機工。故機械設備不充足之處，不能採用。此種困難，並不甚重。因若欲求結果良好，由螺旋線固結之突緣，裝置以後，亦應經過機工也。除甚大之工

程,可專出一部費用以安置爲此工程必須之機械以外,普通最好在廠中將長度截好,突緣裝好,光面亦鏟好。

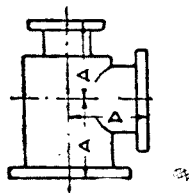
88. 配件 (Fittings) 管之配件 (Pipe fittings) 之種類甚多。非此書所能盡述。普通多係鑄鐵製成。但在特別工作,亦有用鑄鋼與鑄黃銅者。此種配件之突緣,與前數段所述關於管之突緣 (Pipe flanges) 之說明相同。每方吋 125 磅,直徑上至 48" 之管之配件,其見光後中心線至面或面至面之距離,管體金屬 (Body metal) 之最低厚度等等,列於第二十六與第二十七兩表。其相當各部每方吋壓力 250 磅者,列於第二十八與第二十九兩表。其各部之符號與第 184 圖相對照。此圖包括數種最普通之式樣。管之標名大小 (Nominal size) 與配件 (fitting) 上最大之開口 (Largest opening) 相當。

經過配件 (fitting) 直接之通路,謂之正管 (run), 旁邊之開口,則謂之支管 (branches)。當此種開口之大小不同時,則正管 (run) 之開口先行給出,然後再給支管 (branches) 之開口。T



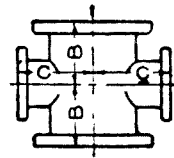
T 形

a



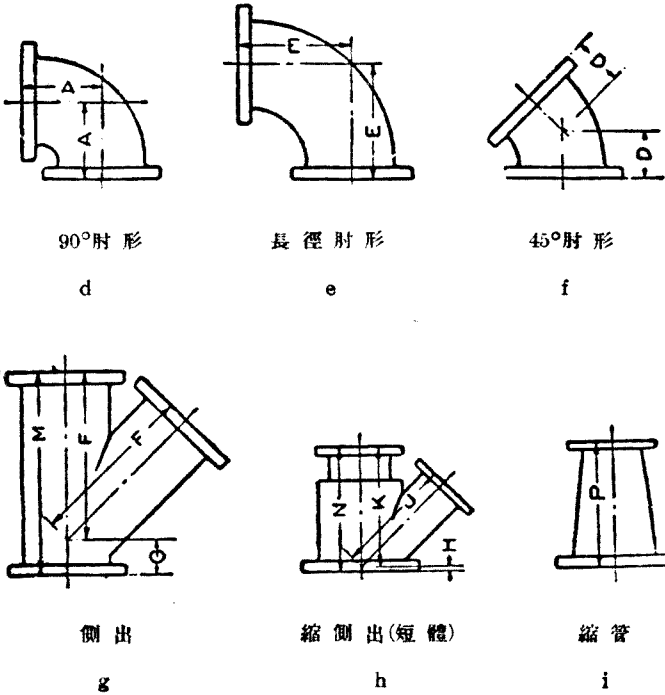
縮 T 形

b



縮十字形(短體)

c



第 184 圖

形管 (Tees), 十字管 (Crosses) 與側出管 (laterals), 其正管 (run) 均製成兩種長度, 稱之為短體型 (Short body pattern) 與長體型 (long body pattern)。當最大之支管之直徑, 較正管之直徑甚小時, (在 T 形管與十字管約為  $\frac{2}{3}$ , 在側出管約為  $\frac{1}{2}$ ) 且管之直徑為 18" 及大於 18" 時, 用短體。短體型支管之最大直徑及最小出口, 均於表中給出。



第二十六表  
美國標準突緣配件  
(American Standard Flanged Fittings)

管之大小 (Size of Pipe)		T形, 十字形及肘形, 壓力125磅(Tees, Crosses & Elbows, 125 lbs. P.)							
		短體型最大支管 (Maximum Branch for short Body Pattern)	最小出口 (Minimum Outlet)	中心至面之距離(Distance center to Face)					管端之最小厚度 (Minimum Thickness of Metal in Body)
				T形, 十字形 (Tees & crosses)			肘形 (Elbows)		
				體長 (Long Body)	短體 (Short Body)		90°	45°	
管正 (Run)	管支 Branch	A	D		E				
1		1	$3\frac{1}{2}$			$3\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	5	$\frac{7}{16}$
$1\frac{1}{4}$		1	$3\frac{3}{4}$			$3\frac{3}{4}$	2	$5\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
$1\frac{1}{2}$		1	4			4	$2\frac{1}{4}$	6	$\frac{7}{16}$
2		1	$4\frac{1}{2}$			$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
$2\frac{1}{2}$		1	5			5	3	7	$\frac{7}{16}$
3		1	$5\frac{1}{2}$			$5\frac{1}{2}$	3	$7\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16}$
$3\frac{1}{2}$		1	6			6	$3\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
4		1	$6\frac{1}{2}$			$6\frac{1}{2}$	4	9	$\frac{1}{2}$
$*4\frac{1}{2}$		1	7			7	4	$9\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
5		1	$7\frac{1}{2}$			$7\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$

6		2	8			8	5	$11\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$
*7		2	$8\frac{1}{2}$			$8\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$12\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
8		2	9			9	$5\frac{1}{2}$	14	$\frac{5}{8}$
*9		2	10			10	6	$15\frac{1}{4}$	$\frac{11}{16}$
10		2	11			11	$6\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
12		2	12			12	$7\frac{1}{2}$	19	$\frac{13}{16}$
14		3	14			14	$7\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
15		3	$14\frac{1}{2}$			$14\frac{1}{2}$	8	$22\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
16		3	15			15	8	24	1
18	12	3	$16\frac{1}{2}$	13	$15\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{16}$
20	14	3	18	14	17	18	$9\frac{1}{2}$	29	$1\frac{1}{8}$
*22	15	3	20	14	18	20	10	$31\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{16}$
24	16	3	22	15	19	22	11	34	$1\frac{1}{4}$
*26	18	3	23	16	20	23	13	$36\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{16}$
*28	18	3	24	16	21	24	14	39	$1\frac{3}{8}$
30	20	3	25	18	23	25	15	$41\frac{1}{2}$	$1\frac{7}{16}$

36	24	3	28	20	26	28	18	49	$1\frac{5}{8}$
42		3	31			31	21	$56\frac{1}{2}$	$1\frac{13}{16}$
48		$3\frac{1}{2}$	34			34	24	64	2

\* 未列入 1928 年二月美國標準協會之表中。

第 二 十 七 表  
 美 國 標 準 突 緣 配 件  
 (American Standard Flanged Fittings)

側出管與漸縮管, 壓力 125 磅 (Laterals and Reducers, 125 lbs. Pressure)											
管之大小 (Size of Pipe)	短體型最大支管 (Maximum Branch for short Body Pattern)	最小出口 (Minimum outlet)	中心至面之距離 (Distance center to Face)					面至面 (Face to Face)			管體之最小厚度 (Minimum Thickness of Metal in Body)
			側出管 (Laterals)					側出管 (Laterals)			
			長體 (Long Body)			短體 (Short Body)		體 (Long Body)	體 (Short Body)	漸縮管 (Reducers)	
			支管 (Branch)	口入 (Inlet)	口出 (Outlet)	支管 (Branch)	口入 (Inlet)				
			F	G	F	J	H	K	M	N	
1		1	$5\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$5\frac{3}{4}$				$7\frac{1}{2}$		$\frac{7}{16}$
$1\frac{1}{4}$		1	$6\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{4}$				8		$\frac{7}{16}$
$1\frac{1}{2}$		1	7	2	7				9		$\frac{7}{16}$
2		1	8	$2\frac{1}{2}$	8				$10\frac{1}{2}$	5	$\frac{7}{16}$
$2\frac{1}{2}$		1	$9\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$				12	$5\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
3		1	10	3	10				13	6	$\frac{7}{16}$
$3\frac{1}{2}$		1	$11\frac{1}{2}$	3	$11\frac{1}{2}$				$14\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
*4		1	12	3	12				15	7	$\frac{1}{2}$
$4\frac{1}{2}$		1	$12\frac{1}{2}$	3	$12\frac{1}{2}$				$15\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

5		1	$10\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$				17		8	$\frac{1}{2}$
6		2	$14\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$				18		9	$\frac{9}{16}$
*7		2	$16\frac{1}{2}$	4	$16\frac{1}{2}$				$20\frac{1}{2}$		10	$\frac{5}{8}$
8		2	$17\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$				22		11	$\frac{5}{8}$
*9		2	$19\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$				24		$11\frac{1}{2}$	$\frac{11}{16}$
10		2	$20\frac{1}{2}$	5	$20\frac{1}{2}$				$25\frac{1}{2}$		12	$\frac{3}{4}$
12		2	$24\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$				30		14	$\frac{13}{16}$
14		2	27	6	27				33		16	$\frac{7}{8}$
*15		2	$28\frac{1}{2}$	6	$28\frac{1}{2}$				$34\frac{1}{2}$		17	$\frac{7}{8}$
16		2	30	$6\frac{1}{2}$	30				$36\frac{1}{2}$		18	1
18	8	3	32	7	32	$27\frac{1}{2}$	1	25	39	26	19	$1\frac{1}{16}$
20	10	3	35	8	35	$29\frac{1}{2}$	1	27	43	28	20	$1\frac{1}{8}$
*22	10	3	$37\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$37\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{2}$	46	29	22	$1\frac{3}{16}$
24	12	3	$40\frac{1}{2}$	9	$40\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{2}$	$49\frac{1}{2}$	32	24	$1\frac{1}{4}$

*26	12	3	44	9	44	38	0	35	53	35	26	$1\frac{5}{16}$
*28	14	3	$46\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$46\frac{1}{2}$	40	0	37	56	37	28	$1\frac{3}{8}$
30	15	3	49	10	49	42	0	39	59	39	30	$1\frac{7}{16}$
36											36	$1\frac{5}{8}$
42											42	$1\frac{13}{16}$
48											48	2

\* 未列入 1928 年二月美國標準協會之表中。

第二十八表  
美國標準突緣配件  
(American Standard Flanged Fittings)

管 之 大 小  (Size of Pipe)	管 體 型 最 大 支 口 (Maximum Branch for Short Body Pattern)	口 最 小 出 (Minimum Outlet)	中心至面之距離 (Distance Center to Face)					管 體 之 最 小 厚 度 (Minimum Thickness of Metal in Body)	
			T形與十字形 (Tees and Crosses)			肘形 (Elbows)			
			體 長 (Long Body)	短 體 (Short Body)		90°	45°		半 徑 長 (Long Radius)
				管 正 支 (Run Branch)	管 支 (Branch)				
A	B	C	A	D	E				
1		1	4			4	2	5	$\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{4}$		1	$4\frac{1}{4}$			$4\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{2}$		1	$4\frac{1}{2}$			$4\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{4}$	6	$\frac{1}{2}$
2		1	5			$5\frac{1}{2}$	3	$6\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$2\frac{1}{2}$		1	$5\frac{1}{2}$			$5\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	7	$\frac{9}{16}$
3		1	6			6	$3\frac{1}{2}$	$7\frac{3}{4}$	$\frac{9}{16}$
$3\frac{1}{2}$		1	$6\frac{1}{2}$			$6\frac{1}{2}$	4	$8\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$
4		1	7			7	$4\frac{1}{2}$	9	$\frac{5}{8}$
$*4\frac{1}{2}$		1	$7\frac{1}{2}$			$7\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$

5		1	8			8	5	$10\frac{1}{4}$	$\frac{11}{16}$
6		2	$8\frac{1}{2}$			$8\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
*7		2	9			9	6	$12\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$
8		2	10			10	6	14	$\frac{13}{16}$
*9		2	$10\frac{1}{2}$			$10\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$
10		2	11			11	7	$16\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$
12		2	13			13	8	19	1
14		2	15			15	$8\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$
*15		2	$15\frac{1}{2}$			$15\frac{1}{2}$	9	$22\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{16}$
16		2	$16\frac{1}{2}$			$16\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	24	$1\frac{1}{4}$
18	12	3	18	14	17	18	10	$26\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$
20	14	3	$19\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	29	$1\frac{1}{2}$
*22	15	3	$20\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	20	$20\frac{1}{2}$	11	$31\frac{1}{2}$	$1\frac{9}{16}$
24	16	3	$22\frac{1}{2}$	17	$21\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	12	34	$1\frac{5}{8}$



*26	18	3	24	19	23	24	13	$36\frac{1}{2}$	$1\frac{13}{16}$
*28	18	3	26	19	24	26	14	39	$1\frac{7}{8}$
									/
30	20	3	$27\frac{1}{2}$	$20\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	15	$41\frac{1}{2}$	2
36	24	3	$32\frac{1}{2}$	$23\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{2}$	18	49	$2\frac{3}{8}$
42	28	3	37	$26\frac{1}{2}$	$33\frac{1}{2}$	37	21	$56\frac{1}{2}$	$2\frac{11}{16}$
48	32	$3\frac{1}{2}$	42	29	$37\frac{1}{2}$	42	24	64	3

\* 未列入 1928 年二月美國標準協會之表中。

第 二 十 九 表  
美 國 標 準 突 緣 配 件  
(American Standard Flanged Fittings)

管 之 大 小 (Size of Pipe)	側 出 管 與 漸 縮 管. 壓 力 250 磅. (Laterals and Reducers. 250 lbs. Pressure)										管 體 之 最 小 厚 度 (Minimum Thickness of Metal in Body)	
	短 體 型 最 大 支 管 (Maximum Branch for Short Body Pattern)	最 小 出 口 (Minimum Outlet)	中 心 至 面 之 距 離 (Distance Center to Face)						面 至 面 (Face to Face)			
			側 出 管 (Laterals)						側 出 管 (Laterals)			
			長 體 (Long Body)			短 體 (Short Body)			長 體 (Long Body)	短 體 (Short Body)		漸 縮 管 (Reducers)
			支 管 (Branch)	口 入 (Inlet)	口 出 (Outlet)	支 管 (Branch)	口 入 (Inlet)	口 出 (Outlet)				
F	G	F	J	H	K	M	N	P				
1		1	6 $\frac{1}{2}$	2	6 $\frac{1}{2}$				8 $\frac{1}{2}$			1 $\frac{1}{2}$
1 $\frac{1}{4}$		1	7 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{1}{4}$				9 $\frac{1}{2}$			1 $\frac{1}{2}$
1 $\frac{1}{2}$		1	8 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$				11			1 $\frac{1}{2}$
2		1	9	2 $\frac{1}{2}$	9				11 $\frac{1}{2}$		5	1 $\frac{1}{2}$
2 $\frac{1}{2}$		1	10 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$				13		5 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{9}{16}$
3		1	11	3	11				14		6	9 $\frac{9}{16}$
3 $\frac{1}{2}$		1	12 $\frac{1}{2}$	3	12 $\frac{1}{2}$				15 $\frac{1}{2}$		6 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{9}{16}$
4		1	13 $\frac{1}{2}$	3	13 $\frac{1}{2}$				16 $\frac{1}{2}$		7	5 $\frac{5}{8}$
*4 $\frac{1}{2}$		1	14 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$				18		7 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{5}{8}$

5		1	15	$3\frac{1}{2}$	15				$18\frac{1}{2}$		8	$\frac{11}{16}$
6		2	$17\frac{1}{2}$	4	$17\frac{1}{2}$				$21\frac{1}{2}$		9	$\frac{3}{4}$
*7		2	19	$4\frac{1}{2}$	19				$23\frac{1}{2}$		10	$\frac{13}{16}$
8		2	$20\frac{1}{2}$	5	$20\frac{1}{2}$				$25\frac{1}{2}$		11	$\frac{13}{16}$
*9		2	$22\frac{1}{2}$	5	$22\frac{1}{2}$				$27\frac{1}{2}$		$11\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
10		2	24	$5\frac{1}{2}$	24				$29\frac{1}{2}$		12	$\frac{15}{16}$
12		2	$27\frac{1}{2}$	6	$27\frac{1}{2}$				$33\frac{1}{2}$		14	1
14		2	31	$6\frac{1}{2}$	31				$37\frac{1}{2}$		16	$1\frac{1}{8}$
*15		2	33	$6\frac{1}{2}$	33				$39\frac{1}{2}$		17	$1\frac{3}{16}$
16		2	$34\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}$				42		18	$1\frac{1}{4}$
18	8	3	$37\frac{1}{2}$	8	$37\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{2}$	3	31	$45\frac{1}{2}$	34	19	$1\frac{3}{8}$
20	10	3	$40\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$40\frac{1}{2}$	36	3	34	49	37	20	$1\frac{1}{2}$
*22	10	3	$43\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$43\frac{1}{2}$	39	3	37	53	40	22	$1\frac{9}{16}$
24	12	3	$47\frac{1}{2}$	10	$47\frac{1}{2}$	43	3	41	$57\frac{1}{2}$	44	24	$1\frac{5}{8}$

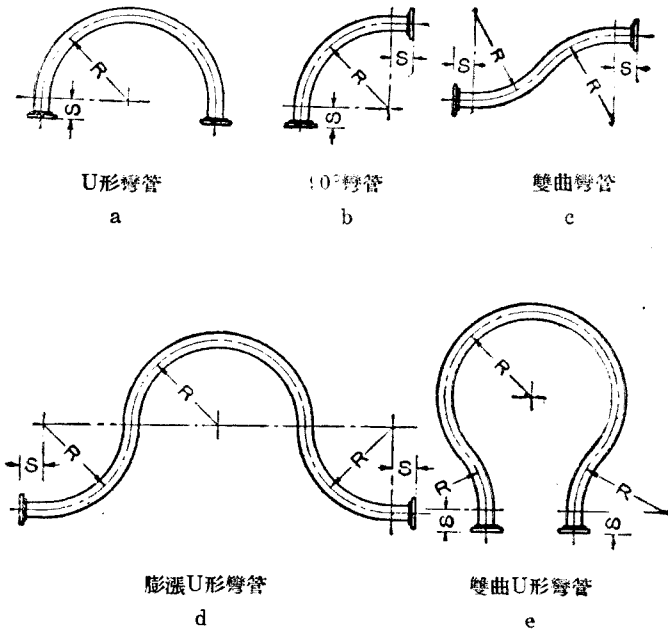
*26										26	$1\frac{13}{16}$
*28										28	$1\frac{7}{8}$
30										30	2
36										36	$2\frac{3}{8}$
42										42	$2\frac{11}{16}$
48										48	3

\* 未列入 1928 年二月美國標準協會之表中。

第三十表  
彎管各部之比例  
(Proportions for Pipe Bends)

管之大小 (Size of Pipe)	彎部半徑 (Radius of Bend.)		端直 (Straight Ends.)	管之大小 (Size of Pipe)	彎部半徑 (Radius of Bend.)		端直 (Straight Ends.)
	標準 (Standard)	最小 (Minimum)			標準 (Standard)	最小 (Minimum)	
	R	R			R	R	
$2\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	7	4	10	50	40	12
3	15	8	4	12	60	50	14
$3\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	10	5	14	70	65	16
4	20	12	5	15	75	70	16
$4\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	14	6	16	80	78	18
5	25	15	6	18	108	88	18
6	30	20	7	20	120	104	18
7	35	24	8	22	132	132	18
8	40	28	9	24	144	144	18
9	45	35	11				

89. 彎管(Pipe Bends) 各種管除去直者外,直徑上至 24" 者,尚有種種曲線形者,以備容納膨漲收縮之用。如第 185 圖



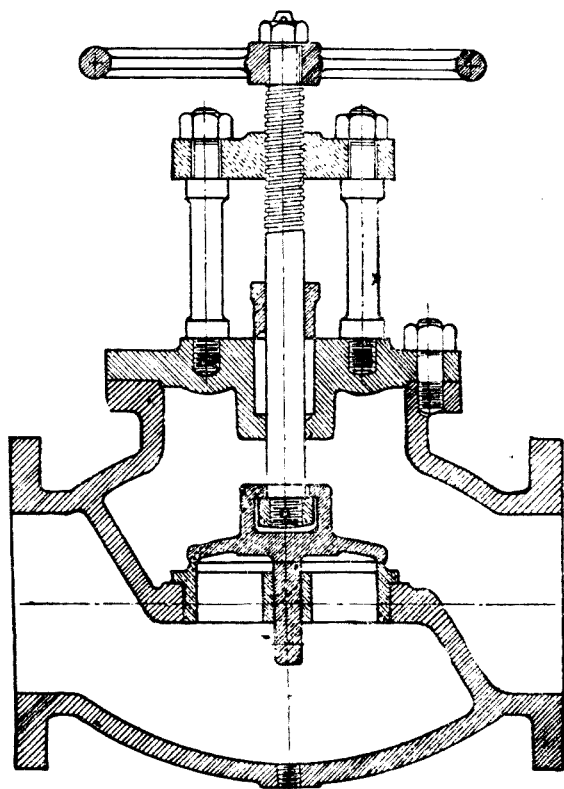
第 185 圖

所示曲線部分,恆彎成圓弧形,但兩端須各備一甚短之直線部分,以便與直管相接。曲線部分之半徑與直線部應有之長度,如第三十表所列。用特強管 (Extra Strong Pipe), 半徑可減至表上給出之最小值。

彎管普通多按定單而製。兩突緣面(Flange Faces)間之距離,及雙曲U形彎管(Double offset U Bend)如第 185 圖(e),其彎曲(Offset)之量,在一定範圍之內,可以任意選擇。在任何式

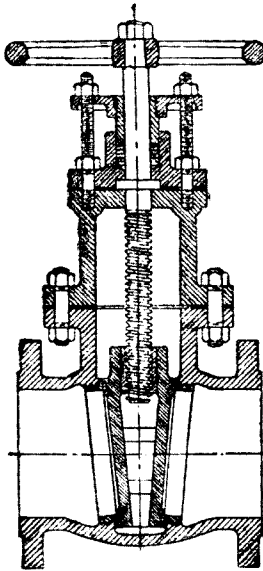
樣,如認為必要時,普通多可加一定長度之直線部分。又在各種彎管,均附帶突緣 (Flanges),其表面,亦多由機械製好。

90. 瓣 (Valves) 為關閉經過管內之流體,恆備一種瓣 (Valve),最普通之式樣有兩種,即球瓣 (Globe Valves) 與門瓣 (Gate Valves),如第 186 圖及第 187 圖所示。因在門瓣 (Gate Valve),當瓣開時,流體流動比較直接,故有時較優於球瓣 (Glo-



第 186 圖

be Valve)。在其他工作,尚有多種式樣之瓣,瓣與管連接處,或使管開口處,備有螺旋線,而使管上入之,或備有突緣(Flange),而由螺釘管於一處,至瓣之突緣亦與本章第86段所述者相合。



第 187 圖



一吋分數之小數相當量

(Decimal Equivalent of Fractions of one Inch)

十六分之一 (Sixteenths)	三十二分之一 (Thirty-seconds)	六十四分之一 (Sixty-fourths)	數 (Decimals)		十六分之一 (Sixteenths)	三十二分之一 (Thirty-seconds)	六十四分之一 (Sixty-fourths)	數 (Decimals)	
			小					小	
16	32	64			16	32	64		
		1	•015625		3	•••	•••		•1875
	1	•••	•03125						
		3	•046875				13		•203125
1	•••	•••	•0625			7	•••		•21875
							15		•234375
		5	•078125		4	•••	•••		•25
	3	•••	•09375						
		7	•109375				17		•265625
2	•••	•••	•125			9	•••		•28125
							19		•296875
		9	•140625		5	•••	•••		•3125
	5	•••	•15625						
		11	•171875				21		•328125

## 一 吋 分 數 之 小 數 相 當 量

(Decimal Equivalent of Fractions of one Inch)

十六分之一 (Sixteenths)	三十二分之一 (Thirty-seconds)	六十四分之一 (Sixty-fourths)	數 (Decimals)	十六分之一 (Sixteenths)	三十二分之一 (Thirty-seconds)	六十四分之一 (Sixty-fourths)	數 (Decimals)
16	32	64	小	16	32	64	小
	11	• • •	•34375				
		23	•359375			33	•515625
6	• • •	• • •	•375		17	• • •	•53125
						35	•546875
		25	•390625	9	• • •	• • •	•5625
	13	• • •	•40625				
		27	•421875			37	•578125
7	• • •	• • •	•4375		19	• • •	•59375
						39	•609375
		29	•453125	10	• • •	• • •	•625
	15	• • •	•46875				
		31	•484375			41	•640625
8	• • •	• • •	•5		21	• • •	•65625

一吋分數之小數相當量  
(Decimal Equivalent of Fractions of one Inch)

十六分之一 (Sixteenths)	三十二分之一 (Thirty-seconds)	六十四分之一 (Sixty-fourths)	數 (Decimals)	十六分之一 (Sixteenths)	三十二分之一 (Thirty-seconds)	六十四分之一 (Sixty-fourths)	數 (Decimals)
16	32	64	小	16	32	64	小
		43	•671875		27	•••	•84375
11	•••	•••	•6875			55	•859375
		45	•703125				
	23	•••	•71875	14	•••	•••	•875
		47	•734375				
12	•••	•••	•75			57	•890625
					29	•••	•90625
		49	•765625			59	•921875
	25	•••	•78125	15	•••	•••	•9375
		51	•796875				
13	•••	•••	•8125			61	•953125
					31	•••	•96875
		53	•828125			63	•984375

自然三角函數

Degree	SINES							Centes
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0.0000	0.00291	0.00582	0.00873	0.01164	0.01454	0.01745	89
1	0.01745	0.02036	0.02327	0.02618	0.02908	0.03199	0.03490	88
2	0.03490	0.03781	0.04071	0.04362	0.04653	0.04943	0.05234	87
3	0.05234	0.05524	0.05814	0.06105	0.06395	0.06685	0.06976	86
4	0.06976	0.07266	0.07556	0.07846	0.08136	0.08426	0.08716	85
5	0.08716	0.09005	0.09295	0.09585	0.09874	0.10164	0.10453	84
6	0.10453	0.10742	0.11031	0.11320	0.11609	0.11898	0.12187	83
7	0.12187	0.12476	0.12764	0.13053	0.13341	0.13629	0.13917	82
8	0.13917	0.14205	0.14493	0.14781	0.15069	0.15356	0.15643	81
9	0.15643	0.15931	0.16218	0.16505	0.16792	0.17078	0.17365	80
10	0.17365	0.17651	0.17937	0.18224	0.18509	0.18795	0.19081	79
11	0.19081	0.19366	0.19652	0.19937	0.20222	0.20507	0.20791	78
12	0.20791	0.21076	0.21360	0.21644	0.21928	0.22211	0.22495	77
13	0.22495	0.22778	0.23062	0.23345	0.23627	0.23910	0.24192	76
14	0.24192	0.24474	0.24756	0.25038	0.25320	0.25601	0.25882	75
15	0.25882	0.26163	0.26443	0.26724	0.27004	0.27284	0.27564	74
16	0.27564	0.27843	0.28123	0.28402	0.28680	0.28959	0.29237	73
17	0.29237	0.29515	0.29793	0.30071	0.30348	0.30625	0.30902	72
18	0.30902	0.31178	0.31454	0.31730	0.32006	0.32282	0.32557	71
19	0.32557	0.32832	0.33106	0.33381	0.33655	0.33929	0.34202	70
20	0.34202	0.34475	0.34748	0.35021	0.35293	0.35565	0.35837	69
21	0.35837	0.36108	0.36379	0.36650	0.36921	0.37191	0.37461	68
22	0.37461	0.37730	0.37999	0.38268	0.38537	0.38805	0.39073	67
23	0.39073	0.39341	0.39608	0.39875	0.40142	0.40408	0.40674	66
24	0.40674	0.40939	0.41204	0.41469	0.41734	0.41998	0.42262	65
25	0.42262	0.42525	0.42788	0.43051	0.43313	0.43575	0.43837	64
26	0.43837	0.44098	0.44359	0.44620	0.44880	0.45140	0.45399	63
27	0.45399	0.45658	0.45917	0.46175	0.46433	0.46690	0.46947	62
28	0.46947	0.47204	0.47460	0.47716	0.47971	0.48226	0.48481	61
29	0.48481	0.48735	0.48989	0.49242	0.49495	0.49748	0.50000	60
30	0.50000	0.50252	0.50503	0.50754	0.51004	0.51254	0.51504	59
31	0.51504	0.51753	0.52002	0.52250	0.52498	0.52745	0.52992	58
32	0.52992	0.53238	0.53484	0.53730	0.53975	0.54220	0.54464	57
33	0.54464	0.54708	0.54951	0.55194	0.55436	0.55678	0.55919	56
34	0.55919	0.56160	0.56401	0.56641	0.56880	0.57119	0.57358	55
35	0.57358	0.57596	0.57833	0.58070	0.58307	0.58543	0.58779	54
36	0.58779	0.59014	0.59248	0.59482	0.59716	0.59949	0.60182	53
37	0.60182	0.60414	0.60645	0.60876	0.61107	0.61337	0.61566	52
38	0.61566	0.61795	0.62024	0.62251	0.62479	0.62706	0.62932	51
39	0.62932	0.63158	0.63383	0.63608	0.63832	0.64056	0.64279	50
40	0.64279	0.64501	0.64723	0.64945	0.65166	0.65386	0.65606	49
41	0.65606	0.65825	0.66044	0.66262	0.66480	0.66697	0.66913	48
42	0.66913	0.67129	0.67344	0.67559	0.67773	0.67987	0.68200	47
43	0.68200	0.68412	0.68624	0.68835	0.69046	0.69256	0.69466	46
44	0.69466	0.69675	0.69883	0.70091	0.70298	0.70505	0.70711	45
Stee	COSINES							Degree
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	

# 自然三角函數

Degree	COSINES							Sine
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
	0	1.00000	1.00000	0.99998	0.99996	0.99993	0.99989	
1	0.99985	0.99979	0.99973	0.99966	0.99958	0.99949	0.99939	88
2	0.99939	0.99929	0.99917	0.99905	0.99892	0.99878	0.99863	87
3	0.99863	0.99847	0.99831	0.99813	0.99795	0.99776	0.99756	86
4	0.99756	0.99736	0.99714	0.99692	0.99668	0.99644	0.99619	85
5	0.99619	0.99594	0.99567	0.99540	0.99511	0.99482	0.99452	84
6	0.99452	0.99421	0.99390	0.99357	0.99324	0.99290	0.99255	83
7	0.99255	0.99219	0.99182	0.99144	0.99106	0.99067	0.99027	82
8	0.99027	0.98986	0.98944	0.98902	0.98858	0.98814	0.98769	81
9	0.98769	0.98723	0.98676	0.98629	0.98580	0.98531	0.98481	80
10	0.98481	0.98430	0.98378	0.98325	0.98272	0.98218	0.98163	79
11	0.98163	0.98107	0.98050	0.97992	0.97934	0.97875	0.97815	78
12	0.97815	0.97754	0.97692	0.97630	0.97566	0.97502	0.97437	77
13	0.97437	0.97371	0.97304	0.97237	0.97169	0.97100	0.97030	76
14	0.97030	0.96959	0.96887	0.96815	0.96742	0.96667	0.96593	75
15	0.96593	0.96517	0.96440	0.96363	0.96285	0.96206	0.96126	74
16	0.96126	0.96046	0.95964	0.95882	0.95799	0.95715	0.95630	73
17	0.95630	0.95545	0.95459	0.95372	0.95284	0.95195	0.95106	72
18	0.95106	0.95015	0.94924	0.94832	0.94740	0.94646	0.94552	71
19	0.94552	0.94457	0.94361	0.94264	0.94167	0.94068	0.93969	70
20	0.93969	0.93869	0.93769	0.93667	0.93565	0.93462	0.93358	69
21	0.93358	0.93253	0.93148	0.93042	0.92935	0.92827	0.92718	68
22	0.92718	0.92609	0.92499	0.92388	0.92276	0.92164	0.92050	67
23	0.92050	0.91936	0.91822	0.91706	0.91590	0.91472	0.91355	66
24	0.91355	0.91236	0.91116	0.90996	0.90875	0.90753	0.90631	65
25	0.90631	0.90507	0.90383	0.90259	0.90133	0.90007	0.89879	64
26	0.89879	0.89752	0.89623	0.89493	0.89363	0.89232	0.89101	63
27	0.89101	0.88968	0.88835	0.88701	0.88566	0.88431	0.88295	62
28	0.88295	0.88158	0.88020	0.87882	0.87743	0.87603	0.87462	61
29	0.87462	0.87321	0.87178	0.87036	0.86892	0.86748	0.86603	60
30	0.86603	0.86457	0.86310	0.86163	0.86015	0.85866	0.85717	59
31	0.85717	0.85567	0.85416	0.85264	0.85112	0.84959	0.84805	58
32	0.84805	0.84650	0.84496	0.84339	0.84182	0.84025	0.83867	57
33	0.83867	0.83708	0.83549	0.83389	0.83228	0.83066	0.82904	56
34	0.82904	0.82741	0.82577	0.82413	0.82248	0.82082	0.81915	55
35	0.81915	0.81748	0.81580	0.81412	0.81242	0.81072	0.80902	54
36	0.80902	0.80730	0.80558	0.80386	0.80212	0.80038	0.79864	53
37	0.79863	0.79688	0.79512	0.79335	0.79158	0.78980	0.78801	52
38	0.78801	0.78622	0.78442	0.78261	0.78079	0.77897	0.77715	51
39	0.77715	0.77531	0.77347	0.77162	0.76977	0.76791	0.76604	50
40	0.76604	0.76417	0.76229	0.76041	0.75851	0.75661	0.75471	49
41	0.75471	0.75280	0.75088	0.74896	0.74703	0.74509	0.74314	48
42	0.74314	0.74120	0.73924	0.73728	0.73531	0.73333	0.73135	47
43	0.73135	0.72937	0.72737	0.72537	0.72337	0.72136	0.71934	46
44	0.71934	0.71732	0.71529	0.71325	0.71121	0.70916	0.70711	45
Cosine	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degree
SINES								

Degrees	TANGENTS							Cotangents
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0.00000	0.00291	0.00582	0.00873	0.01164	0.01455	0.01746	80
1	0.01746	0.02036	0.02328	0.02619	0.02910	0.03201	0.03492	88
2	0.03492	0.03783	0.04075	0.04366	0.04658	0.04949	0.05241	87
3	0.05241	0.05533	0.05824	0.06116	0.06408	0.06700	0.06993	86
4	0.06993	0.07285	0.07578	0.07870	0.08163	0.08456	0.08749	85
5	0.08749	0.09042	0.09335	0.09629	0.09922	0.10216	0.10510	84
6	0.10510	0.10805	0.11099	0.11394	0.11688	0.11983	0.12278	83
7	0.12278	0.12574	0.12869	0.13165	0.13461	0.13758	0.14054	82
8	0.14054	0.14351	0.14648	0.14945	0.15243	0.15540	0.15838	81
9	0.15838	0.16137	0.16435	0.16734	0.17033	0.17333	0.17633	80
10	0.17633	0.17933	0.18233	0.18534	0.18835	0.19136	0.19438	79
11	0.19438	0.19740	0.20042	0.20345	0.20648	0.20952	0.21256	78
12	0.21256	0.21560	0.21864	0.22169	0.22475	0.22781	0.23087	77
13	0.23087	0.23393	0.23700	0.24008	0.24316	0.24624	0.24933	76
14	0.24933	0.25242	0.25552	0.25862	0.26172	0.26483	0.26795	75
15	0.26795	0.27107	0.27419	0.27732	0.28046	0.28260	0.28675	74
16	0.28675	0.28990	0.29305	0.29621	0.29938	0.30255	0.30573	73
17	0.30573	0.30891	0.31210	0.31530	0.31850	0.32171	0.32492	72
18	0.32492	0.32814	0.33136	0.33460	0.33783	0.34108	0.34433	71
19	0.34433	0.34758	0.35085	0.35412	0.35740	0.36068	0.36397	70
20	0.36397	0.36727	0.37057	0.37388	0.37720	0.38053	0.38386	69
21	0.38386	0.38721	0.39055	0.39391	0.39727	0.40065	0.40403	68
22	0.40403	0.40741	0.41081	0.41421	0.41763	0.42105	0.42447	67
23	0.42447	0.42791	0.43136	0.43481	0.43828	0.44175	0.44523	66
24	0.44523	0.44872	0.45222	0.45573	0.45924	0.46277	0.46631	65
25	0.46631	0.46985	0.47341	0.47698	0.48055	0.48414	0.48773	64
26	0.48773	0.49134	0.49495	0.49858	0.50222	0.50587	0.50953	63
27	0.50953	0.51320	0.51688	0.52057	0.52427	0.52798	0.53171	62
28	0.53171	0.53545	0.53920	0.54296	0.54674	0.55051	0.55431	61
29	0.55431	0.55812	0.56194	0.56577	0.56962	0.57348	0.57735	60
30	0.57735	0.58124	0.58513	0.58905	0.59297	0.59691	0.60086	59
31	0.60086	0.60483	0.60881	0.61280	0.61681	0.62083	0.62487	58
32	0.62487	0.62892	0.63299	0.63707	0.64117	0.64528	0.64941	57
33	0.64941	0.65355	0.65771	0.66189	0.66608	0.67028	0.67451	56
34	0.67451	0.67875	0.68301	0.68728	0.69157	0.69588	0.70021	55
35	0.70021	0.70455	0.70891	0.71329	0.71769	0.72211	0.72654	54
36	0.72654	0.73100	0.73547	0.73996	0.74447	0.74900	0.75355	53
37	0.75355	0.75812	0.76272	0.76733	0.77196	0.77661	0.78129	52
38	0.78129	0.78598	0.79070	0.79544	0.80020	0.80498	0.80978	51
39	0.80978	0.81461	0.81946	0.82434	0.82923	0.83415	0.83910	50
40	0.83910	0.84407	0.84906	0.85408	0.85912	0.86419	0.86929	49
41	0.86929	0.87441	0.87955	0.88473	0.88992	0.89515	0.90040	48
42	0.90040	0.90569	0.91099	0.91633	0.92170	0.92709	0.93252	47
43	0.93252	0.93797	0.94345	0.94896	0.95451	0.96008	0.96569	46
44	0.96569	0.97133	0.97700	0.98270	0.98843	0.99420	1.00000	45
Tangents	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrees
COTANGENTS								

自然三角函數

Degree	COTANGENTS							Tangents
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	∞	343.77371	171.88540	114.58865	85.93979	68.75009	57.28996	89
1	57.28996	343.10388	42.96408	38.18846	34.36777	31.24158	28.63625	88
2	28.63625	26.43160	24.54176	22.90377	21.47040	20.20555	19.08114	87
3	19.08114	18.07498	17.16934	16.34986	15.60478	14.92442	14.30067	86
4	14.30067	13.72674	13.19688	12.70621	12.25051	11.82617	11.43005	85
5	11.43005	11.05943	10.71191	10.38540	10.07803	9.78817	9.51436	84
6	9.51436	9.25530	9.00983	8.77689	8.55555	8.34496	8.14435	83
7	8.14435	7.95302	7.77035	7.59575	7.42871	7.26873	7.11537	82
8	7.11537	6.96823	6.82694	6.69116	6.56055	6.43484	6.31375	81
9	6.31375	6.19703	6.08444	5.97576	5.87080	5.76937	5.67128	80
10	5.67128	5.57638	5.48451	5.39552	5.30928	5.22566	5.14455	79
11	5.14455	5.06584	4.98940	4.91516	4.84300	4.77288	4.70463	78
12	4.70463	4.63825	4.57363	4.51071	4.44942	4.38969	4.33148	77
13	4.33148	4.27471	4.21933	4.16530	4.11256	4.06107	4.01078	76
14	4.01078	3.96165	3.91364	3.86671	3.82083	3.77595	3.73205	75
15	3.73205	3.68909	3.64705	3.60588	3.56557	3.52609	3.48741	74
16	3.48741	3.44951	3.41236	3.37594	3.34023	3.30521	3.27085	73
17	3.27085	3.23714	3.20406	3.17159	3.13972	3.10842	3.07768	72
18	3.07768	3.04749	3.01783	2.98869	2.96004	2.93189	2.90421	71
19	2.90421	2.87700	2.85023	2.82391	2.79802	2.77254	2.74748	70
20	2.74748	2.72281	2.69853	2.67462	2.65109	2.62791	2.60509	69
21	2.60509	2.58261	2.56046	2.53865	2.51715	2.49597	2.47509	68
22	2.47509	2.45451	2.43422	2.41421	2.39449	2.37504	2.35585	67
23	2.35585	2.33693	2.31826	2.29984	2.28176	2.26374	2.24604	66
24	2.24604	2.22857	2.21132	2.19430	2.17749	2.16090	2.14451	65
25	2.14451	2.12832	2.11233	2.09654	2.08094	2.06553	2.05030	64
26	2.05030	2.03526	2.02039	2.00569	1.99116	1.97680	1.96261	63
27	1.96261	1.94858	1.93470	1.92098	1.90741	1.89400	1.88073	62
28	1.88073	1.86760	1.85462	1.84177	1.82907	1.81649	1.80405	61
29	1.80405	1.79174	1.77955	1.76749	1.75556	1.74375	1.73205	60
30	1.73205	1.72047	1.70901	1.69766	1.68643	1.67530	1.66428	59
31	1.66428	1.65337	1.64256	1.63185	1.62125	1.61074	1.60033	58
32	1.60033	1.59002	1.56981	1.56969	1.55966	1.54972	1.53987	57
33	1.53987	1.53010	1.52043	1.51084	1.50133	1.49190	1.48256	56
34	1.48256	1.47330	1.46411	1.45501	1.44598	1.43703	1.42815	55
35	1.42815	1.41934	1.41061	1.40195	1.39336	1.38484	1.37638	54
36	1.37638	1.36800	1.35968	1.35142	1.34323	1.33511	1.32704	53
37	1.32704	1.31904	1.31110	1.30323	1.29541	1.28764	1.27994	52
38	1.27994	1.27230	1.26471	1.25717	1.24969	1.24227	1.23490	51
39	1.23490	1.22758	1.22031	1.21310	1.20593	1.19882	1.19175	50
40	1.19175	1.18474	1.17777	1.17085	1.16398	1.15715	1.15037	49
41	1.15037	1.14363	1.13694	1.13029	1.12369	1.11713	1.11061	48
42	1.11061	1.10414	1.09770	1.09131	1.08496	1.07864	1.07237	47
43	1.07237	1.06613	1.05994	1.05376	1.04766	1.04158	1.03553	46
44	1.03553	1.02952	1.02355	1.01761	1.01170	1.00583	1.00000	45
Cotangents	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degree
TANGENTS								

