

118

449019

蔡正粹技師主編

實用工程法大全

翁文灝題



國立北平圖書館藏

技
術
南
鑑

嚴慶祥



R 440
556
1:1

序

蔡君正粹，續學士也。專精工程之學，獨有心得，昔年旅居東三省，從事路礦工程，及電氣事業，本研究所得而貢獻於社會者至多。民十九年，余在北平燕京大學，與君把晤，嘗謂東北地方事業雖多；但技術人才，殊感缺乏，倘能以工程方法，灌輸於大眾，則收效必宏。蔡君著作之動機，實肇於此。

殆民廿二年，余執教職於蘇州東吳大學，蔡君亦因事變南歸，任蘇州蘇綸紡織廠工程師之職，業餘聚晤，研討至詳，鑒於工程之術，乃由學理而達實境，我國孜孜於工業者雖衆，非富於學理，即昧於工藝，非精於工藝，即荒於學理，欲求學理與工藝並擅者，殆百不獲一，此實為發展各種工業之一大障礙也。蔡君本其所學及經驗，乃發憤編成實用工程法大全一書。

既後，余出國探求，蔡君亦離蘇赴滬，專事著作，頃以此書見示，余略一披覽，覺其內容，凡現時代列強國家建設中之應有工程方與常用公式，莫不包羅完備，

100001

65103

至於名詞之審定，校勘之繁重，適合我國現社會之需要，而為此書最困難之工作。且書中附有淺近之說理，體裁新穎。明晰之圖解，表格精細。讀是書者，均可由理想而得其方法。即非專門學子，亦不難按圖索驥，洵為吾國工程界空前之鉅著也。

蔡君以全書告成，行將問世，馳書問序於余，余認為目前發揚工程學術，足臻富國強民之境，其裨益於國家社會匪淺，故樂而為之序。

廿五年夏談家楨序於美國加利福尼亞州
理工研究所

自序

吾國之有新工業，發軔距今；亦數十寒暑，環顧東鄰，昔且後我，今則一切衣、食、住、行，攻守之具，大都均能自給，甚且有餘，售諸他國，而我國則舊有基礎，岌岌欲傾，新創規模，苦難樹立，而列強經濟侵略，與日俱深，四百兆華胄生機，日益增蹙，雖我國孱弱原因不一；而生產之落後，工業之幼稚，亦為最大之缺點也。

著者束髮就傅時，即抱有振興之志，業師英人漢爾孟氏（A. pollman）循循善誘，時率同學參觀滬上各大工廠，機械結構，變化倏忽，動心駭目，於驚奇偉大之餘，復羨其鬼斧神工之妙，至考其內容，千百工友，莫不俯首聽命於外籍技師，國人但知其然而不知其所以然，長此以往，烏能自拔，心竊憂之，於是在學益勤，專致力於工程之法。

卒業後，乃就習工於工廠，嚴寒酷暑，胼手胝足，如是者歷八載，舉凡自來水、電力、造船、紡織、漂染、鋸木、造紙、火磨、機器等廠，皆實習殆遍，後復不彈跋涉，不計酬

勞，遠如吉、黑、川、滇，近如晉、冀、湘、鄂、魯、豫及粵南各地，先後任職於兵工廠、電燈廠、鐵道工廠、煤、鐵、金、備石等礦，于服務之餘，尤注意於設備之優劣，機械效率之高低，以及一般技術之完缺，務使了解而後已，如是者又六載，對於各項工業建設工程，粗知梗概，因鑒我國工程人員缺少參考研習之書，爰不揣謙陋，將歷年心得，博采歐美名著，輯成是書，初稿未竣，又任各發電廠、紡織廠、銅鐵廠，計劃減輕成本，增加產量等事，又延宕三易寒暑。

去歲蒙四方工程公司陳君紹燕、閻君雨龍、華君梅軒、黃君家蕊、張君公俠、傅君祿義，及雲社諸君等協助，編撰材料，繪製圖表，又蒙各地友好，供給資料，洋洋百萬言，方告成功。內容則分門別類，無所不有，凡稍涉枝葉者，痛闕毋僭，畢生志願，欲稍貢獻於我國工程界者；至此可謂少酬矣。惟是著者等學識有限，謬設之虞，在所難免，尙祈海內博學之士，進而教之，則幸甚矣，是爲序。

實用工程法大全

目錄

第一集

第一章 建屋工程

屋頂設計； 橫梁設計； 屋柱設計； 打樁設計；
木料應用。

第二章 水泥工程

基礎； 三和土； 鋼骨水泥； 砌牆； 爆炸藥。

第三章 工程材料重量與應力

重量與強度； 木料磚瓦； 玻璃氣液； 鋼鐵鋼
條； 鐵板馬口鐵； 扁鐵箍絲； 管子與附件； 螺旋
門、橡皮、皮帶； 鐵鏈； 繩索； 材料常識與試驗； 伸
張力與展長度； 彈性率； 旋轉半徑； 重力中心。

第四章 鐵橋工程

鐵橋格式； 橋梁設計， 安全載量； 構造紀要。

第五章 測量工程

測量； 天文儀； 氣候； 代數學； 算尺；
對數。

第六章 衡量與體積數

萬國原子量； 常用衡量； 面積數量； 圓弧度
量。

第二集

第七章 鐵道工程

築路大概； 機車； 車輛； 鋪軌； 土方； 設牆；
鐵道業務。

第八章 長途隧道與架空線

隧道； 長途隧道； 綫道運輸。

第九章 電車工程

建設摘要； 曳引力與馬力； 電氣鐵道； 行車

速度。

第十章 道路工程

城市道路； 拱門橋； 溝渠。

第十一章 船舶工程

船形構造； 船舶之阻力； 船舶推進機； 航海
艦艇； 航行廣用摘要； 暗輪螺旋構造； 明輪槳葉
構造； 帆船； 船塢。

第十二章 海港工程

潮汐； 海上波浪； 防浪堤； 築堤概要； 挖泥；
海底潛水工作。

第十三章 航空機械

航空飛機； 推進機試驗； 氣球； 飛行摘要。

第十四章 三角數學與貨幣值

三角學； 羅盤針； 各種度量對照表； 各國銀
幣貨值。

第三集

第十五章 自來水廠工程

水之供量；蓄水池；自來水管；水廠紀要。

第十六章 運河與灌溉工程

運河工程紀要；水利堰壩；航行運河；灌溉水量；灌溉工程紀要。

第十七章 水力機與風力機

風力機與吹風機；水力；水運動力；管內水流；動物力量；水力原動機；水力透平機；抽水機；水力器械。

第十八章 通風冷藏熱氣光色與聲

通風；冷藏；熱氣；空氣溫度；光色與聲。

第十九章 電氣工程

電氣事業；直流機與交流機；電力輸送；電氣學理；電池構造；無線電。

第二十章 幾何學與弧線

幾何學； 圓錐曲線； 拋物線； 擺線， 螺形曲線。

第 四 集

第二十一章 鎗礮機械

鎗礮； 射程； 火藥量； 動力定則。

第二十二章 鋼鐵廠機械

鍊鋼爐； 製鐵機； 煙囪； 機工廠； 工場應用化合物。

第二十三章 蒸氣鍋爐

鍋爐燃料； 鍋爐各種； 鍋爐構造； 鉚釘工程； 鍋爐附機； 飽和蒸汽； 乾蒸汽。

第二十四章 蒸氣原動機

蒸氣透平機； 蒸氣引擎； 凝結機； 調整機與灣軸； 機車原動機。

第二十五章 煤氣與內燃機

煤氣工程； 煤氣爐與管； 內燃原動機。

第二十六章 鑛廠機械

鑛用機械； 打鑽； 水層鑛區； 工廠機械； 馬力測量計； 油漆工程。

第二十七章 傳動機械

軸槓； 連合器； 軸頸； 軸枕掛脚； 摩擦力； 皮帶； 皮帶輪； 繩子輪； 鋼板鍊傳動； 鏈輪； 螺旋線； 齒輪； 肖子。

第二十八章 微積分學

微積分學； 數學； 回復數。

第一章 建屋工程

屋頂設計

- | | | | |
|------|------------|------|--------------|
| § 1 | 屋脊之角度 | § 12 | 屋頂架梁之壓力 |
| § 2 | 屋頂之重量 | § 13 | 鋼鐵構成之屋頂 |
| § 3 | 屋頂所受之風力 | § 14 | 多邊形屋頂 |
| § 4 | 小型屋頂之木料構架法 | § 15 | 多邊形屋頂之聯柱 |
| § 5 | 小型屋頂木料表 | § 16 | 屋頂壓力計算法 |
| § 6 | 屋頂架木料表 | § 17 | 屋頂結構各部壓力之計算法 |
| § 7 | 桁條及椽條表 | § 18 | 力之決定 |
| § 8 | 瓦流白鐵 | § 19 | 多邊形構架之載重量 |
| § 9 | 白鉛皮 | § 20 | 決定任何載重之性質 |
| § 10 | 洋瓦 | § 21 | 屋頂材料表 |
| § 11 | 小型鋼鐵屋頂架計算法 | § 22 | 多邊形屋頂之材料 |

橫梁設計

- | | | | |
|------|-------------|------|-----------|
| § 23 | 全部強力均等之橫梁 | § 31 | 工字形鋼鐵梁 |
| § 24 | 橫梁彎曲之力率及剪力 | § 32 | 工字形鋼鐵載重量 |
| § 25 | 長方形橫梁之強度 | § 33 | 水溝形與Z字形鐵梁 |
| § 26 | 各種不同材料中K之價值 | § 34 | 橫梁之硬度 |
| § 27 | 木梁之載重 | § 35 | 大梁營造法 |
| § 28 | 木梁之強度偏斜 | § 36 | 地板材料及樓梯等 |
| § 29 | 傾斜之橫梁 | § 37 | 樓梯踏步之常例 |
| § 30 | 載重平均之橫梁 | § 38 | 鋪面鐵板 |



屋柱設計

- | | | | |
|------|----------|------|-----------------------|
| § 33 | 屋柱之各種剖面 | § 47 | 撐條載重量公式 |
| § 40 | 磚柱載重量 | § 43 | 大柱載重量公式 |
| § 41 | 方柱載重量 | § 49 | 屋柱之破裂壓力 |
| § 42 | 鋼骨混凝土之縱柱 | § 50 | 柱之末端有扁平邊者 |
| § 43 | 縱柱失效壓力圖表 | § 51 | 撐條及柱之強度 |
| § 44 | 生鐵屋柱載重量 | § 52 | 柔鋼柱截面之失效壓力每平方
吋之噸數 |
| § 45 | 生鐵空心屋柱 | § 53 | 大柱及撐條安全要素 |
| § 46 | 空心柱之旋轉半徑 | | |

打樁設計

- | | | | |
|------|----------|------|---------|
| § 54 | 打樁工程 | § 59 | 螺旋樁 |
| § 55 | 樁之載重量試驗 | § 60 | 螺旋樁之射出口 |
| § 56 | 蒸氣打樁機 | § 61 | 生鐵橋柱 |
| § 57 | 鋼板樁 | § 62 | 鐵柱下沉之方法 |
| § 58 | 打樁與壓力之抵銷 | § 63 | 懸重之繩索 |

木料應用

- | | | | |
|------|-------------|------|--------------|
| § 64 | 關於木料應注意之事項 | § 70 | 工作之載重量及安全要素 |
| § 65 | 由樹料中取棟梁方法 | § 71 | D與L之價值 |
| § 66 | 木材之乾燥方法 | § 72 | 各種建築物中之安全載重量 |
| § 67 | 木材之滲透及漬油法 | § 73 | 木工常用術語之圖解 |
| § 68 | 用金屬塗漆浸木材之方法 | | 附錄 |
| § 69 | 木材最大強度之近似數 | | |

第二章 水泥工程

基 礎

- | | | | |
|------|-------|------|---------|
| § 74 | 基礎上壓力 | § 77 | 基礎樁式 |
| § 75 | 基礎磨阻力 | § 78 | 基礎近地壓力算 |
| § 76 | 基礎載量 | | |

三 和 土

- | | | | |
|------|---------|------|----------|
| § 79 | 水門泥 | § 85 | 水門泥紀要 |
| § 80 | 混合水門泥強度 | § 86 | 石灰紀要 |
| § 81 | 三和土牆壁 | § 87 | 石灰石 |
| § 82 | 水泥三和土 | § 88 | 水門泥之簡略辨別 |
| § 83 | 三和土空隙容積 | § 89 | 石灰窯 |
| § 84 | 灰膠泥 | | |

鋼 骨 水 泥

- | | | | |
|------|----------|------|--------|
| § 90 | 鋼骨水泥壓力限度 | § 93 | 鋼骨水泥橫梁 |
| § 91 | 鋼骨水泥三和土 | § 94 | 鋼骨水泥紀要 |
| § 92 | 鋼骨水泥屋柱 | § 95 | 沙石灰磚 |

砌 牆

- | | | | |
|------|-----|------|------|
| § 96 | 標準磚 | § 97 | 砌磚工作 |
|------|-----|------|------|

§ 98	砌石工作	§ 102	牆壁粉塗
§ 99	砌牆形式	§ 103	發基過重牆壁
§ 100	牆厚標準	§ 104	泥水匠費用數目
§ 101	貨棧牆壁	§ 105	砌磚摘要

爆 炸 藥

§ 106	炸藥之爆裂	§ 110	地面爆炸
§ 107	炸性力能	§ 111	水底炸藥
§ 108	炸藥用量	§ 112	爆炸紀要
§ 109	岩石內爆炸		

第三章 工程材料重量與應力

重量與強度

- § 113 鑄鐵重量表(由一至百之方外) § 115 合金重量與應力
§ 114 各種金屬之重量與應力 § 116 生鐵球及鐵棍磅數表

木材磚瓦

- § 17 各種木材之重量與應力 § 119 磚瓦水泥石灰煤等之重量與應力
§ 113 石質之重量與應力

玻璃氣液

- § 120 玻璃石青椽皮松香等之重量與應力 § 122 液體重量表
§ 121 各種雜質之重量表 § 123 氣體重量表

鋼鐵鋼條

- § 124 圓鐵方鐵每呎磅數表 § 127 竹節鋼條之重量與應力
§ 125 其他圓方條每呎磅數方式 § 128 三角鐵與 T 字鐵重量算式
§ 126 圓鋼方鋼每呎磅數表 § 129 三角鐵或 T 字鐵每呎磅數表

鐵板馬口鐵

- § 130 薄金屬板每方呎磅數表 § 132 鋅板每方呎磅數表
§ 131 厚金屬板每方呎磅數表 § 133 馬口鐵重量表

扁鐵箍絲

- § 134 各種扁鐵每呎磅數表 § 136 金屬絲每千呎磅數表
§ 135 箍鐵每呎磅數表 § 137 金屬線之新標準度量

管子與附件

- | | |
|-----------------|--------------------|
| § 138 生鐵管之重量算式 | § 144 其他鐵管等重量計算方式 |
| § 139 生鐵管每呎重量表 | § 145 彎管與其用途之標準重量表 |
| § 140 熟鐵管每千呎重量表 | § 146 銻管每呎磅數表 |
| § 141 煤氣管每千呎重量表 | § 147 紫銅管每呎磅數表 |
| § 142 小黃銅管每呎磅數表 | § 148 鉛管每呎磅數表 |
| § 143 大黃銅管每呎磅數表 | |

螺絲門橡皮皮帶

- | | |
|-------------------------|---------------|
| § 149 六角螺絲門連帽重量表 | § 153 皮帶每呎磅數表 |
| § 150 螺絲帽每隻磅數表 | § 154 皮帶破斷量方式 |
| § 151 螺絲桿之重量 | § 155 常用木螺絲 |
| § 152 橡皮布每方呎磅數表 (灰色或紅色) | § 156 不常用木螺絲 |

鐵 鏈

- | | |
|-----------------|------------------|
| § 157 鐵鏈之安全載量算式 | § 161 搖鏈安全載量方式 |
| § 158 鏈環載量算式 | § 162 鏈環之比例 |
| § 159 輪船用搖鏈試驗表 | § 163 鏈結與鋼鈎之載量算式 |
| § 160 鐵鏈安全載量噸數表 | |

繩 索

- | | |
|----------------------|-------------------|
| § 164 通用繩結 | § 170 麻繩每六呎磅數表 |
| § 165 千斤繩 | § 171 麻繩安全重量表 |
| § 166 繩索紀要 | § 172 鋼絲繩破斷量與重量表 |
| § 167 採用鋼絲製繩式 | § 173 其他鋼絲繩破斷量噸數表 |
| § 168 繩力與繩重公式 | § 174 鋼絲繩兩端裝法 |
| § 169 扁繩破斷量方式(每方吋噸數) | |

材料常識與試驗

- | | |
|-----------------|------------------|
| § 175 各鋼鐵內含炭之成份 | § 180 鋼軌試驗 |
| § 176 鋼之化學成份限度 | § 181 鋼軌不及格試驗 |
| § 177 鋼鐵腐蝕之計算法 | § 182 鋼球與滾珠破斷力測驗 |
| § 178 鋼之物理試驗 | § 183 火車鋼鐵不及格試驗 |
| § 179 鋼鐵建築材料試驗 | |

伸張力與展長度

- | | |
|-------------------|-------------------|
| § 184 伸張力與展長度試驗 | § 191 金屬硬度刻凹試驗 |
| § 185 角鐵與圓方鐵試驗規則 | § 192 鑄鐵分類 |
| § 186 海軍鍋爐鐵板伸張力試驗 | § 193 鑄輪試驗 |
| § 187 造船所鋼板試驗規則 | § 194 鑄鐵每方價破斷力磅數表 |
| § 188 各種材料之力量 | § 195 鋼鐵中改混合之別種原質 |
| § 189 鑄鋼與沖擊鋼 | § 196 不碎鐵鑄法 |
| § 190 鐵之試驗 | § 197 造船用鋼試驗 |

彈性率

- | | |
|--------------|----------------|
| § 198 材料之彈性率 | § 202 其他金屬重量方式 |
| § 199 金屬彈性率表 | § 203 鋼鐵小誌 |
| § 200 木材彈性率表 | § 204 鑄鐵小誌 |
| § 201 熟鐵重量方式 | |

旋轉半徑

- | | |
|------------------|------------------|
| § 205 旋轉半徑 | § 211 慣性力率及旋轉之中心 |
| § 206 不等邊三角鐵 | § 212 慣心力率與中心之位置 |
| § 207 等邊三角鐵 | § 213 自重力中心至旋轉中心 |
| § 208 方程式例解及實際應用 | § 214 阻力之力率 |
| § 209 慣性之力率 | § 215 求物體之比重 |
| § 210 慣性力率之圖解 | |

重力中心

§ 216	求一組線之重力中心點	§ 220	求各物體重力中心點法
§ 217	重力之中心	§ 221	求三角形重力中心點法
§ 218	各種不同形式用中重力中心之位	§ 222	求平行四邊形重力中心點法
§ 219	求重心之試驗	§ 223	重力中心之求法

第四章 鐵橋工程

鐵橋格式

- | | |
|-----------------|---------------|
| § 224 各式大鐵橋之比較 | § 229 支柱弧之載量 |
| § 225 鐵橋之近似重量算式 | § 230 鐵製之弧算式 |
| § 226 鐵橋材料預算表 | § 231 箱形懸橋之力線 |
| § 227 弧形衝力線 | § 232 銳形懸橋 |
| § 228 弧之載量 | |

橋梁設計

- | | |
|------------------|----------------|
| § 233 橋梁活動載量 | § 239 鐵橋重載之偏度 |
| § 234 大鐵橋參考表 | § 240 反支撐之橋梁 |
| § 235 橋面載量算式 | § 241 支柱或桁腹之強力 |
| § 236 連接橋面載量算式 | § 242 鑄鐵橫梁 |
| § 237 兩個等距拱橋梁之力線 | § 243 橫梁借上跨之定限 |
| § 238 三力率之定理 | § 244 鋼板接合橫梁 |

安全載量

- | | |
|-------------------|--------------------|
| § 245 鋼筋橋梁之安全應力 | § 249 不等重橋梁之力線(二) |
| § 246 有支撐柱橋梁 | § 250 不等橋脚有支柱鐵梁之力線 |
| § 247 支持式橋梁之力線 | § 251 平均載量支持橋梁之力線 |
| § 248 不等重橋梁之力線(一) | § 252 弧形橋梁 |

- § 253 弧形橋梁算式
§ 254 橋梁各部之伸張力與壓縮力

§ 255 鐵橋風壓力之算式

構造紀要

- | | |
|-----------------|---------------|
| § 256 支柱橋梁之構造 | § 264 鐵道橋梁 |
| § 257 鋼鐵強度沃爾氏定律 | § 265 衝撞力之係數表 |
| § 258 橫梁之載量性 | § 266 橋梁之強度 |
| § 259 優等鋼梁工作法 | § 267 簡單之橋梁 |
| § 260 美國製造鐵橋梁實際 | § 268 箱形橋梁法 |
| § 261 鐵橋拉桿標準製法 | § 269 鐵板橫斷之強度 |
| § 262 懸連桿之標準比例 | § 270 鋼條尺寸之限度 |
| § 263 懸橋或橫梁中之鐵柱 | |

第五章 測量工程

測 量

- | | |
|------------------|------------------|
| § 271 電信符號 | § 281 用六分儀量高度 |
| § 272 桿尺信號機 | § 282 不用儀器量高法 |
| § 273 鏈索測量法 | § 283 測量海面減去底線法 |
| § 274 難達到之地點 | § 284 不用分角器測角法 |
| § 275 鏈索測量斜坡法 | § 285 海道測量 |
| § 276 直角測量法 | § 286 水道測量 |
| § 277 彎道與屈折 | § 287 水面測量計算法 |
| § 278 測量所常用之便利數目 | § 288 地平傾度 |
| § 279 測量錄減至英尺與小數 | § 289 地平距離與高度傾度表 |
| § 280 儀器量高法 | |

天 文 儀

- | | |
|------------------|-----------------|
| § 290 以圖證明法 | § 295 弧與時間之等值 |
| § 291 緯度與經度之視點改正 | § 296 天文名詞圖說 |
| § 292 經緯度之傾角改正 | § 297 用子午線高度測緯法 |
| § 293 時間改正法 | § 298 計時儀測經度舉例 |
| § 294 日光風折差 | § 299 精確校正鐘表法 |

氣 候

-
- | | |
|-----------------|----------------|
| § 300 氣溫離地面往高而低 | § 304 大氣壓探測高度表 |
| § 301 氣溫離地面往下而增 | § 305 氣壓表 |
| § 302 軸水沸點探測高度表 | § 306 氣壓之升降記 |
| § 303 用氣壓表測量高度 | |

代 數 學

- | | |
|-------------|------------|
| § 307 代數之範疇 | § 309 觀察誤點 |
| § 308 代數公式 | |

算 尺

- | | |
|-------------|-------------|
| § 310 算尺 | § 312 算尺用法表 |
| § 311 算尺使用法 | |

對 數 表

- | | |
|-------------------|-------------------|
| § 313 對數之用法 | § 316 正弦對數表(一至三) |
| § 314 對數表從0至1000數 | § 317 畸曲線對數表(一至七) |
| § 315 廣用對數表 | |

第六章 衡量與體積數

萬國原子量

§ 318 萬國原子重量表

常用衡量

§ 319 衡量制

§ 323 酒之容量度

§ 320 金衡制

§ 324 麥酒與啤酒容量度

§ 321 藥衡制

§ 325 長度測量衡

§ 322 尋常容量數

§ 326 長度之量

面積數量

§ 327 面積測量衡

§ 333 正多邊形體

§ 328 體積測量衡

§ 334 圓之面積表 (以小數計由直徑
0.001至.99止)

§ 329 面積計量

§ 335 圓之面積表 (由直徑0.1至100
止)

§ 330 立體計量

§ 336 圓之面積表 (由直徑1吋起至
99吋止)

§ 331 計量各形體之面積與體積法

§ 337 圓之面積表 (由直徑1吋起至
一吋止)

§ 332 正多角形體

圓 弧 度 量

- | | | | |
|-------|------------------------------|-------|-----------------|
| § 338 | 圓弧長度表(以角計量) | § 342 | 圓周長度表 (由直徑0.1起至 |
| § 339 | 平常弧線長度算式 | | 100止) |
| § 340 | 圓弧長度表(以正矢弦計) | § 343 | 從圓周求知直徑表 |
| § 341 | 圓周長度表 (由直徑 $\frac{1}{4}$ 吋起至 | § 344 | 從直徑求知球形體積表 |
| | 99吋止) | | |

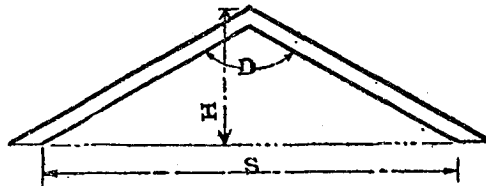
實用工程法大全

第一章 建屋工程

屋頂設計

§1. 屋脊之角度

圖 1. 屋脊圖



高度H 與寬度S 之比例	D=角度	傾斜度	高度H 與寬度S 之比例	D=角度	傾斜度
$\frac{1}{6}$	18 25	3 比 1	$\frac{2}{3}$	53 00	$\frac{2}{3}$ 比 1
$\frac{1}{4}$	26 35	2 " 1	$\frac{3}{4}$	56 20	$\frac{3}{4}$ " 1
$\frac{1}{3}$	33 42	1½ " 1	1	63 30	½ " 1
$\frac{1}{2}$	45 00	1 " 1	—	—	—

§ 21 屋頂之重量 (構架重量在外)

	每方重量 (100 方呎)	最小之斜度
鉛皮.....	7 市擔	4°
白鋅皮.....	1½ " "	4°
波形白鐵 (瓦流鐵).....	3 " "	4°
普通瓦.....	7½—9 " "	25½°—30°
洋瓦.....	8—15 " "	26½°—30°
木板 ¾ 厚.....	2½ " "	25°
同上 1½ 厚.....	5 " "	—
鋪瓦用之椽木.....	5—6 " "	—
外加風之壓力.....	36 " "	—
傾斜最大之哥德式屋頂(Gothic roofs)		50°

一市擔 = 110.2 磅

§ 3. 屋頂所受之風力

α° = 風向與屋面所成之角。

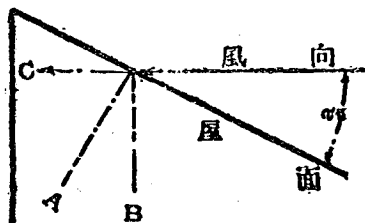
F = 風力每方呎磅數。

A = 尋常屋頂面之壓力。

B = 尋常屋頂面受風向之壓力。

C = 尋常屋頂面受逆風之壓力。

圖 2. 屋脊風力圖



屋頂角度(α) = 5° 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80°

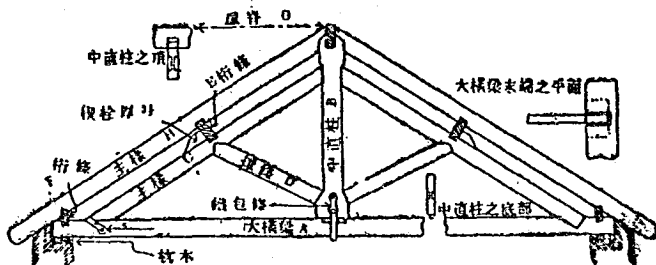
A = F × .173 .337 .612 .800 .910 .965 .989 .998 1.0

B = F × .172 .332 .576 .693 .697 .621 .495 .341 .173

C = F × .015 .058 .209 .400 .585 .739 .856 .938 .985

§ 4. 小型屋頂之木材構梁法

圖 3. 小型屋頂構梁圖



E 嵌入於 O。

F 嵌入於 A。

H 嵌入於 E 及 F。

主樑開闊 10 尺。

節距： $1\frac{1}{2}$ 至 1。

椽條開闊 12 吋。

§5. 小型屋頂木料表 (吋數)

開闊	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	螺釘	鐵線包條
15 呎	7×4	4 與 8×4	5×4	—	—	5×4	8×2	3×2	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$
20 "	8×4	4 $\frac{1}{2}$ "8 $\frac{1}{2}$ ×4	4×4	4×3	7×4	5×4	8 $\frac{1}{2}$ ×2	3 $\frac{1}{2}$ ×2	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$
25 "	9×5	4 $\frac{1}{2}$ "8 $\frac{1}{2}$ ×5	5×4	5 $\frac{1}{2}$ ×3	7 $\frac{1}{2}$ ×4	4 $\frac{1}{2}$ ×4	9×2	4×2 $\frac{1}{2}$	$\frac{10}{8}$	$1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$
30 "	11×6	5"9×6	6×5	5×3	8×5	6×5	10×2 $\frac{1}{2}$	5×2 $\frac{1}{2}$	$\frac{8}{8}$	$2 \times \frac{1}{2}$

§6. 屋頂架木料表 (吋數)

房屋寬度	主椽	橫梁	中直柱	副直柱	小直柱	壓引梁	椽條
20	4×4	9×4	4×4	—	—	—	3×3
25	5×4	10×5	5×5	—	—	—	5×3
30	6×4	11×6	6×6	—	—	—	6×3
35	5×4	11×4	—	4×4	—	7×4	4×2
45	6×5	13×6	—	6×6	—	7×6	5×3
50	8×6	13×8	—	8×8	8×4	9×6	5×3
55	8×7	14×9	—	9×8	9×4	10×6	5 $\frac{1}{2}$ ×3
60	8×8	15×10	—	10×8	10×4	11×6	6×3

§7. 桁條及椽條表

負重之呎數	桁條	椽條	負重之呎數	桁條	椽條*
6	6×4	4×2	10	8×6	6×2½
8	7×5	4×2½	12	9×7	6×2½

*椽木爲蓋瓦片之用,每檔距離約一公尺.

§8. 瓦流白鐵

橫斷之強度

l = 無支持鐵板之長度吋數.

t = 鐵板厚度吋數.

b = 鐵板闊度吋數.

d = 波紋深度吋數.

W = 破裂載量分佈噸數.

w = 破裂載量分佈市擔數.

$$W = \frac{44.6 t b d}{l}; w = \frac{892 t b d}{l}$$

波紋深度與節距之比例數:

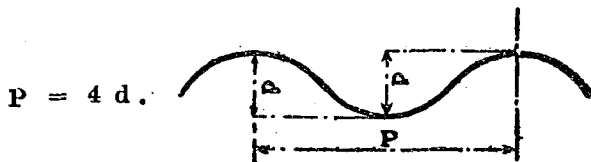


圖 4. 瓦流白鐵波紋圖

白鐵厚度自 B.W.G.21 號至 26 號，節距 P 常為 3 吋。在 20 號以下 P 常為 5 吋。18 號至 20 號瓦流白鐵為平常蓋屋頂之最佳厚度；凡使用長釘、螺釘、或錫釘等物，必須在波紋隆起處而不在其凹處，不然，必使屋頂有滲漏之虞。

§ 9. 白鉛皮

用於屋頂，平面及檐溝等	每丈	七至八磅
" 拱起部份及屋脊	"	六至七磅
" 遮陽板及防水板	"	五磅
" 水槽等之底	"	七磅
" 水槽等之邊	"	六磅

防水板及連接處應有四吋重疊。

屋簷水溝等裝置，在十呎中至少須斜低一吋。

§ 10. 洋瓦

洋瓦之大小重量表

名稱	大 小	蓋1000片 方 數	1000片重 量,市擔	每 方 之 重,市 擔
雙對牌...	13×6	2	15	7½
上對牌...	16×8	4½	25	5½
高對牌...	20×10	7	40	5½
特對牌...	24×12	10	60	6

§ 11. 小型鋼鐵屋頂架計算法

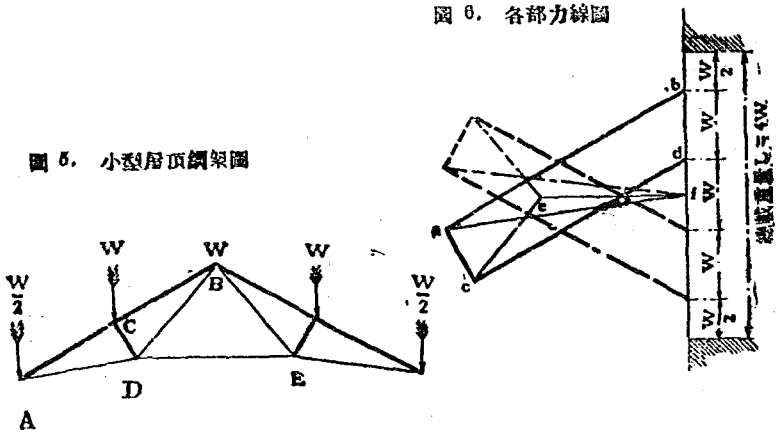
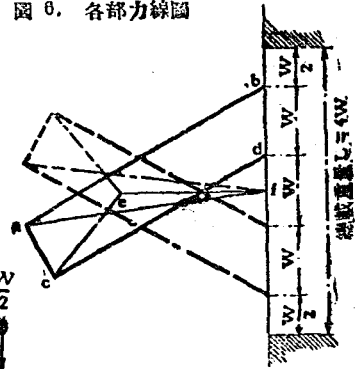


圖 5. 小型屋頂鋼架圖

圖 6. 各部力線圖



- 在圖 6 繪 ab 及 cd 平行於 AB 。
 " af " AD 。
 " ac " CD 。
 " ce " DB 。
 " ef " DE 。

如此，則諸壓力即可用比例尺量出，其總載重量等於 L ，如下表。

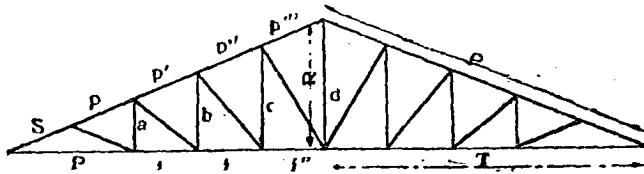
在圖 5 諸線之長度	ab	cd	af	ef	ac	ce
等於圖 6 諸線之載量	AC	CB	AD	DE	CD	DB

注意：圖 6 之垂直線，必須依照載重量之單位而比例其長度 L 。故所有之屋頂壓力 $4W$ 即等於垂直線之長；又繪 ab 與 cd 線時，必須照垂直線之各部重量比例率而起點。

圖中細線表示伸張力，粗線表示壓縮力。

§ 12. 屋頂架梁之壓力

圖 7. 屋頂架梁壓力圖



鋼鐵屋頂壓力之定律。

圖中粗線表示壓縮力；細線表示伸張力。

P = 主要椽之長度。

R = 自橫構梁至屋脊之高。

T = 構梁二分之一之長度。

L = 架梁之載重量包含木質重量在內。

N = 在主椽上被撐條或繫條所分割之間
檔；如圖中 N 等於 10。

S = 主椽末端之壓力。

F = 橫構梁末端之壓力。

$$S = \frac{LP(N-1)}{2RN}$$

$$\text{壓力在 } p = S - \frac{S}{N-1}$$

$$\text{'' '' '' } p' = S - \frac{2S}{N-1}$$

$$\text{'' '' '' } p'' = S - \frac{3S}{N-1}$$

$$\text{'' '' '' } p''' = S - \frac{4S}{N-1}$$

$$F = \frac{LT(N-1)}{2RN}$$

$$\text{壓力在 } f = F - \frac{F}{N-1}$$

$$\text{'' '' '' } f' = F - \frac{2F}{N-1}$$

$$\text{'' '' '' } f'' = F - \frac{3F}{N-1}$$

中直柱與副直柱構梁之壓力:

$$\text{在 } a = \frac{L}{2N}$$

$$b = \frac{L}{N}$$

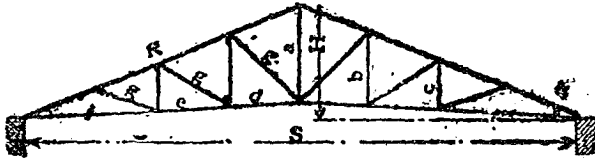
$$c = \frac{1.5L}{N}$$

$$d = \frac{4L}{N}$$

§ 13. 鋼鐵構成之屋頂

大型:

圖 8. 大型鋼鐵屋頂構架圖



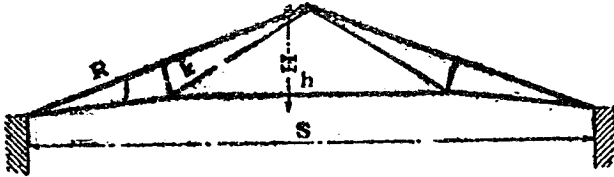
$$\text{高 } H = \frac{S}{5}. \quad \text{梁底升高} = \frac{S}{40}.$$

主椽分間之距離以六呎八吋為率

開闊 呎	主椽 R T 字鐵	撐 條 T 字鐵	中 直 與 副 直 螺 釘			梁 底 鐵		
			a	b	c	d	e	f
20	$2\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{8}$	$2 \times 2 \times \frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$		$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	
25	$2\frac{3}{4} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	$2 \times 2 \times \frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	1	
30	$2\frac{3}{4} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	
35	$3 \times 2\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
40	$3\frac{1}{2} \times 3 \times \frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$
45	$4 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$3 \times 3 \times \frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$
50	$4 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$	$3 \times 3 \times \frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	1	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$
55	$5 \times 4\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$	$4 \times 4 \times \frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$
60	$5 \times 4\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	$4 \times 4 \times \frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{8}$	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$

小型:

圖 9. 小型鋼鐵屋頂構架圖



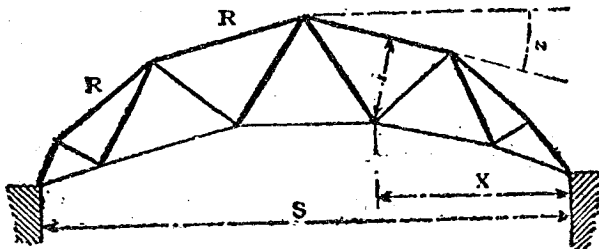
高 $H = \frac{S}{5}$.

梁底升高 = $\frac{S}{30}$.

開闕	R = 椽 T 字鐵	h.	j.	k.
20	$2\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{8}$
25	$2\frac{3}{4} \times 2 \times \frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{3}{4}$
30	$2\frac{3}{4} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4} \times \frac{3}{8}$	$2\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$
35	$3 \times 2\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$	$2\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$
40	$3\frac{1}{2} \times 3 \times \frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$	$2\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$
45	$4 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$3 \times \frac{3}{8}$	$3 \times \frac{1}{2}$	$3 \times \frac{3}{8}$

§ 14. 多邊形屋頂

圖 10. 多邊形屋頂圖



S = 梁之開闊。

W = 分佈之重量。

R = 每間頂邊之壓力。

x = 每間底角與牆壁最近距離。

l = 每間底線至頂邊之垂直距離。

z = 每間頂邊與屋脊水平線所成之角度。

V = 每間壓力之垂直分力。

$$R = \frac{Wx(S-x)}{2Sl}$$

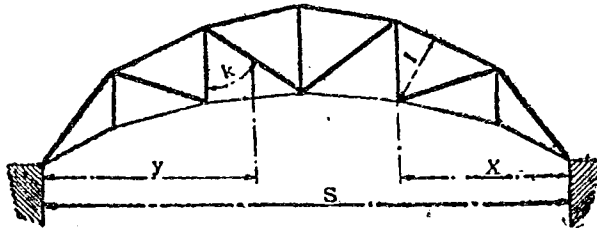
$$V = R \sin Z$$

關於聯柱 (Bracing) 之壓力,可見下節。

下節所載之屋頂圖樣,為同類而異形者,其計算法則亦相同。

§ 15. 多邊形屋頂之聯柱

圖 11. 多邊形屋頂之聯柱圖



r = 每聯柱之壓力。

y = 聯柱中點與牆壁之最近距離。

F = 大梁在 y 處之剪力 (Shearing force)。

V = 每間頂邊與聯柱或對角線處之垂直
壓力分力。(求 V 之價值,可見上節。)

v = 同上之垂直分力,惟在底邊。

k = 聯柱與垂線所成之角。

$$r = (F + v - V) \text{正割}(\text{Sec.})k. \quad F = \frac{W}{S} \left(\frac{S}{2} - y \right).$$

在其他不同形式之曲形梁內,聯柱之壓力為:—

$$r = (F \mp V \pm v) \text{正割} k.$$

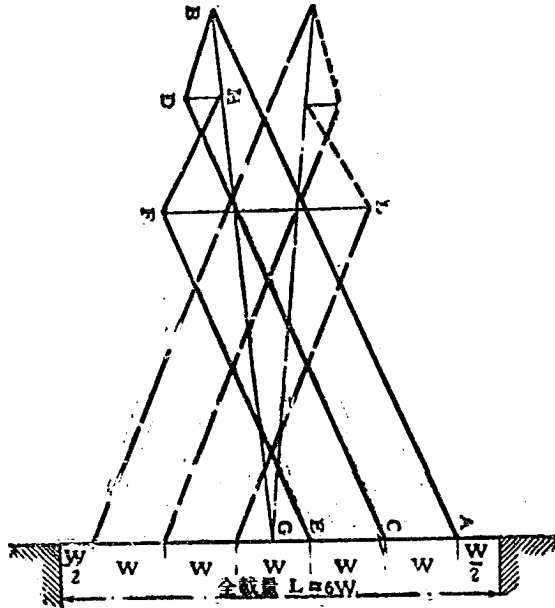
平常計算引用加號 (+),或減號 (-),放在
 V 及 v 之前,如下表:—

其邊緣為	傾 斜	應有之符號
伸張力……	向最近之支點……	+
’	自最近之支點……	-
壓縮力……	向最近之支點……	-
”	自最近之支點……	+

§ 16. 屋頂壓力計算法

(馬克斯韋爾式 Clark Maxwell)

圖 12. 屋頂壓力計算圖



以任何尺度分作相等距離,適用於上例圖解,表示屋頂每間相當之垂直載重量。

繪 A B, C D 及 E F 與主椽 ml 平行。(參看下節) 及 G B 與梁底邊 mk 平行。及 B D, D H, H F, 及 F L 各與相當之 af, fo, ek, kl 平行。

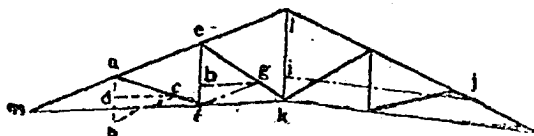
由諸線之長而至交點,即能決定各壓力之大小,可依下表比例計算:

各線之長度…	A B	C D	E F	G B	G H	B D	H F	D H	F L
等於下列線上之壓力……	ma	ao	el	mf	fk	af	ek	ef	lk

§ 17. 屋頂結構各部壓力之計算法

圖中細線表示伸張力,粗線表示壓縮力。

圖 13. 屋頂結構各部壓力計算圖



L = 構梁之總載重量。

N = 各撐條與主椽相交所成之間數,等於在圖上之數爲六。

$$W = \frac{L}{N} = \frac{\text{載重量}}{6} \text{ 如圖。}$$

在 a 點以任何比例尺度繪一垂直線 ab 等於在尺度中諸單位之 W ;再自 b 繪 bc 線與主椽 me 平行,與撐條相遇於 c ;再自 c 繪 cd 線,與梁底邊 km 平行。

再自 c 點以與上同一比例尺度作 ef 等於 $W + ad$,又以前法繪 fg, gh 與相當之主椽及梁底邊平行。

再在 l 點作 li 等於 $hW + eh$, 又自 i 繪 ij 與梁底邊平行, 與主椽相遇於 j ; 其壓力可用同一比例之尺, 量得如下:

主椽上之壓縮力
在 l 與 o 之間 = lj .
在 o 與 a 之間 = $lj + gf$.
在 a 與 m 之間 = $lj + gf + cb$.

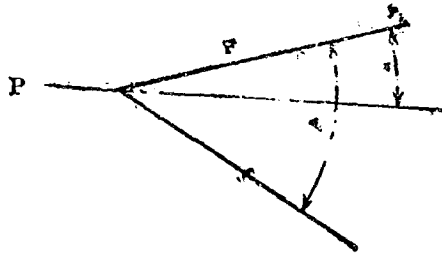
梁底邊上伸張力
在 k 與 f 之間 = gh .
在 f 與 m 之間 = $ij + gh + cd$.

撐條上之壓縮力
在 o 與 k 之間 = eg .
在 a 與 f 之間 = ao .

中直桿與副直桿之伸張力
中直桿 = $2 ef$.
副直桿 = ad .

§ 18. 力之決定

圖 14. 動力圖



F = 某方向進行之動力.

f = 其他方向進行之動力。

P = F 與 f 合力之動向。

A = F 與 f 兩方向所成之角。

a = P 與 F 所成之角。

$$P = \sqrt{F^2 + f^2 + (2Ff \cos. A)}$$

$P = \sqrt{F^2 + f^2 - (2Ff \cos. 180^\circ - A)}$ 在 A 過 90 度時

$$\text{Sin. } a = \frac{f \sin. A}{P} \quad f = \frac{P \sin. a}{\sin. A}$$

以平行四邊形求合力——以任何尺度,在每線記上力之相當單位,使完成平行四邊形;其對角線可代表合力之方向。在圖點之兩方向動力:第一動力 A $B = 10$ 噸,及第二動力 $B D = 7$ 噸,其二力之拚和得一合力 $B C = 13.8$ 噸。

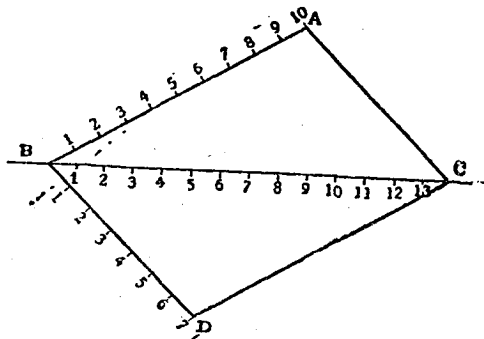


圖. 15. 四邊合力圖

§ 19. 多邊形構架之載重量

圖16. 構架圖

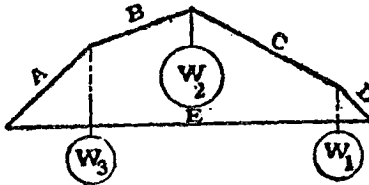
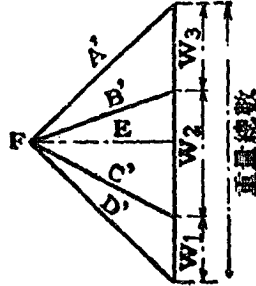


圖17. 構架各部力線圖

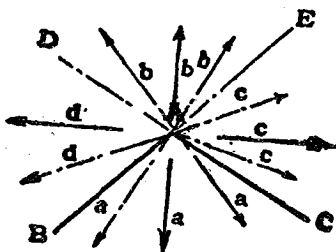


多邊形構架，無論以木製鐵製，假使其載重點 W_1 、 W_2 、 W_3 如圖 16，欲知架之各部材料強度可依圖 17 計算之。

圖 17 畫一垂直線以任何比例尺度作為 W_1 、 W_2 、 W_3 諸荷重單位之總重量數，又從此垂線之兩端繪平行 A (圖 16) 之 A' 線，及平行 D (圖 16) 之 D' 線，再自交點 F 如上法繪出 B' 及 C' 與 B 及 C 平行。F 點被此諸線在垂線上連接之諸線段，表示每點之重量 W_1 、 W_2 、 W_3 ，即為便營造構架之平衡而為設計者；又 $A'B'C'D'E'$ 諸線段長度，表示在 A B C D E 諸段材料上之載重強度。

§ 20. 決定任何載重之性質

圖 13. 力之性質圖解



以 A B 及 A C 代替在構架上之任何兩鐵條。引長 A B, A C, 諸線至 D 及 E。以 a 代替假定在 B 及 C 以內任何方向移動之載重方向；以 b 代替假定在 D 及 E 任何方向移動之載重方向；又假定 c 為 E 及 C 間任何移動方向；假定 d 為 B 及 D 間任何移動方向。

載重之方向	載重之性質	
	在 A B 梁	在 A C 梁
a	壓縮力	壓縮力
b	伸張力	伸張力
c	伸張力	壓縮力
d	壓縮力	伸張力

S. W. G. 厚度	黑平鐵皮			白平鐵皮			瓦流白鐵皮		
	每方呎數 噸	每方呎面 (100方呎) 磅	c. qr. lb. 數	每方呎數 噸	每方呎面 (100方呎) 磅	c. qr. lb. 數	每方呎數 噸	合理每方呎數 噸	每方呎面 (100方呎) 磅
16	875	2 1 4	4	814	2 1 23	7	610	708	3 0 12
18	1166	1 2 24	24	1060	1 3 15	15	830	922	2 1 15
20	1556	1 1 4	4	1373	1 1 23	23	1040	1193	1 3 10
22	2000	1 0 0	0	1707	1 0 19	19	1270	1484	1 1 26
24	2545	0 3 4	4	2090	0 3 23	23	1500	1817	1 0 24
26	3111	0 2 16	16	2456	5 2 7	7	2050	2135	1 0 3
U. S. G.									
16	896	2 0 26	26	832	2 1 17	17	—	724	3 0 5
18	1204	1 3 2	2	1031	1 3 21	21	—	897	2 0 23
20	1455	1 1 17	17	1273	1 2 8	8	—	1106	1 3 27
22	1792	1 0 13	13	1553	1 1 4	4	—	1351	1 2 4
24	2240	0 3 15	15	1892	1 0 6	6	—	1645	1 1 10
26	2800	0 2 22	22	2295	0 3 13	13	—	1996	1 0 11

在表中之瓦流白鐵皮一格中之第一行爲尋常建築上通用白鐵之面積計算其第二行爲計算面積之實數末行數內含有百分之十爲鑲接重疊用其他各行皆爲計算之實數。

S. W. G. 等於標準金屬度量表。

U. S. G. 等於美國金屬絲度量表。

蓋一方之屋頂，約需三磅之釘，橫桁條應有六呎開闊，鐵片節疊處，在兩邊應各有三吋，在兩端應各有六吋。

§ 22. 多邊形屋頂之材料

建造多邊形屋頂，乃一輕便之建築，開闊能達至三十呎以上；多邊形似圓頂，大略估計其半徑，約為二十呎，屋面用 S. W. G. 十八號瓦流白鐵皮，屋脊中心柱用 $\frac{3}{4}$ 吋直徑圓鐵，簷頭及主椽用 $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 吋之三角鐵，撐條及桁條用 $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 吋之三角鐵，梁底用二吋邊鐵與 $\frac{3}{4}$ 吋直徑圓鐵。（參閱多邊形屋頂圖）。

橫 梁 設 計

§ 23. 全部強力均等之橫梁

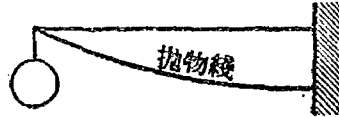
梁之截面，假定其長與負重在各不相同之情況下，其式皆為長方形。圖中所示各梁之深度、高度與闊度，全部均一致相同。

B = 梁之闊度。

D = 梁之深度。

一端堅定，他端載重，梁之側面彎曲如拋物線，其頂點為載重之一端； $B D^2$ 與自載重端至堅定端距離成比例。

圖 19. 單端載重梁之側圖



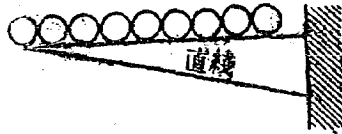
一端堅定，他端載重，梁之平面為三角形，尖端在載重之一端； $B D^2$ 與自載重端至堅定端距離成比例。

圖 20. 單端載重梁之平面圖



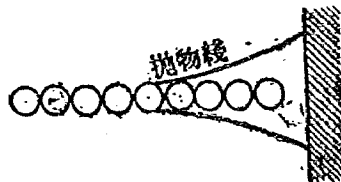
一端堅定，載重量平均分佈，梁之側形成三角形，尖端在不支持之一端； $B D^2$ 與自不支持端至堅定端之平方距離成比例。

圖 21. 平均載重梁之側圖



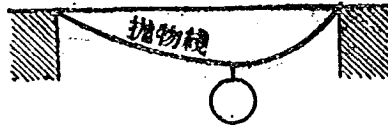
一端堅定，載重量平均分佈，梁之平面，彎曲成二拋物線，二頂點在不支持之一端相接連， $B D^2$ 與自不支持端至堅定端之距離成比例。

圖 22. 平均載重梁之平面圖



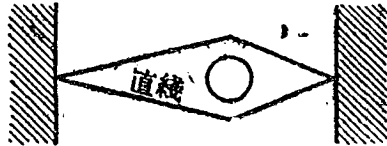
梁之兩端各有支持，梁之側面下邊成兩拋物線，兩頂點各在支持點上，載重在任何一點； $B D^2$ 與自載重點至最近支持點之距離成比例。

圖 23. 單面載重梁之側圖



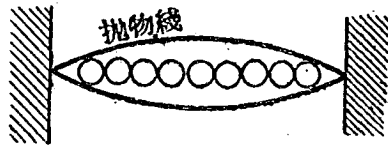
梁之兩端，皆有支持，梁之平面成兩三角形，兩尖端在支持各點上，載重在任何一點； $B D^2$ 與自載重點至最近支持點之距離成比例。

圖 24. 單面載重梁之平面圖



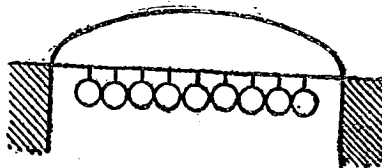
兩端皆有支持，載重量平均分佈，梁之平面，彎曲成兩拋物線，載重點在梁之中心線上； $B D^2$ 與自各支持點之距離之乘積成比例。

圖 25. 兩端支持分佈載重梁側圖



兩端皆有支持，載重量平均分佈，側面彎曲成半橢圓形， $B D^2$ 與自各支持點之距離之乘積成比例。

圖 26. 兩端支持分佈載重梁平面圖

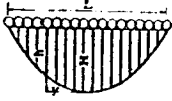
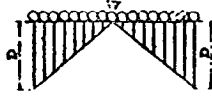
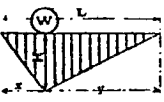
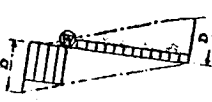
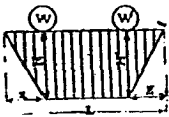

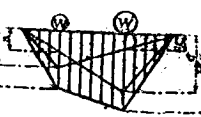
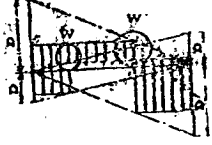


§ 24. 橫梁彎曲之力率及剪力

用任何便利之尺度，繪出 $H, D,$ 及 $h,$ 諸距離，如諸圖所示，如此則彎曲力率及剪力，可在長度 L 之任何部分量得之，其結構如下述之圖解。

圖表 27. 各式橫梁載力與剪力圖

	彎曲之力率	剪 力
一端堅定，他端載重。 $H = WL; D = W$		
一端堅定，載重量平均分佈。 $H = \frac{WL}{2}; D = W$ $h = \frac{Hy^2}{L^3}$		
梁之兩端皆有支持 中心載重。 $H = \frac{WL}{4}; D = \frac{W}{2}$		

兩端皆有支持重量 分佈於全梁面。	彎曲之力率	剪 力
$H = \frac{WL}{8}; D = \frac{W}{2}$ $h = H - \frac{Hy^2}{(\frac{1}{2}L)^2}$		
末端支持，重量點 不在中點。 $H = \frac{Wxy}{L}; D = W$		
相等兩載量點，自 中心同等距離。 $H = Wx; H' = W2x$ $D = W; D' = W'$		 <p>剪刀在 W' 及 W' 之 間互相消除。</p>
不等之兩載量點， 在不等距離之梁上 ，如此 $H = a + b$ 及 $H' = c + d$; $D = W$ 又 $D' = W'$		

§ 5. 長方形橫梁之強度。

L = 橫梁長度。

B = 橫梁之闊度。

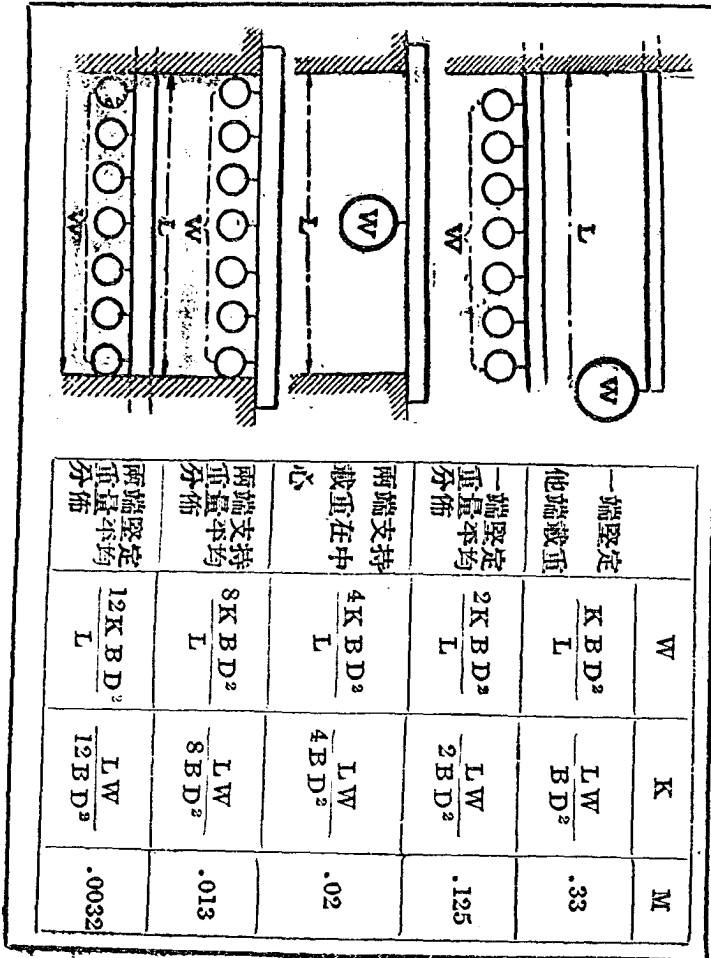
D = 橫梁之深度。

W = 破裂重量之市担數。

K = 分裂之係數(求 K 之值,參看下面),

M = 偏斜之乘數(參看梁之載重偏斜),

圖表 28. 長方形橫梁負重圖



§ 26. 各種不同材料中 K 之價值

材 料	K 市 擔 數	材 料	K 市 擔 數	材 料	K 市 擔 數
熟鐵	68	利波嫩杉木	12	阿斐利加橡木	23
生鐵	46	西印度杉木	13	英國橡木	14
生銅	24	栗木	16	紅松	12
英國塊木	19	松木	14	黃松	11
美國塊木	16	榆木	7	美米爾松	12
樺木	17	樅木	13	黑脂松	16
山毛櫸	15	桃花心木	17	柚木	22

§ 27. 木梁之載重

一吋闊之美國松梁木，深度如表內所列，安全分佈之載重量，其磅數如表內所載，安全要素作五，如欲求其他尺寸梁木之載重量磅數，祇須將表上載量乘闊度之吋數便得。

梁木 長度 呎數	梁木之深度 (以吋計)										
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18
4	1550	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5	1240	1687	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6	1033	1406	1837	2325	..	..	..	..	..	..	..
7	885	1206	1574	1992	2460	..	..	..	..	..	..
8	775	1054	1376	1742	2150	2603	3100	..	..	..	..
9	688	935	1224	1550	1914	2316	2755	3235	..	..	..
10	620	844	1101	1394	1720	2083	2480	2910	3370	..	..
11	562	768	1000	1267	1564	1893	2253	2645	3063	4010	..
12	517	702	917	1160	1434	1736	2067	2426	2812	3673	4650
13	477	649	847	1072	1322	1601	1906	2238	2595	3390	4285
14	442	603	787	995	1230	1488	1770	2077	2408	3145	3980
15	413	562	733	930	1147	1387	1653	1940	2250	2940	3720
16	386	527	688	872	1074	1302	1550	1818	2109	2753	3485
17	364	496	647	820	1013	1226	1459	1711	1984	2590	3280
18	343	469	612	775	956	1157	1379	1619	1878	2450	3100
19	327	445	580	733	905	1097	1305	1533	1777	2320	2933
20	310	422	550	696	860	1041	1240	1455	1689	2206	2790
21	296	401	525	663	820	992	1181	1387	1609	2100	2656
22	281	384	500	635	783	946	1129	1325	1536	2005	2535
23	269	366	479	607	748	905	1079	1264	1467	1919	2424
24	258	352	458	581	717	868	1033	1212	1408	1837	2321
25	248	337	440	558	688	833	992	1164	1350	1762	2231
26	238	324	424	535	662	802	954	1120	1299	1697	2142
27	230	312	407	517	637	773	920	1079	1250	1635	2066
28	221	302	393	498	613	745	885	1040	1206	1575	1992
29	213	292	380	482	593	718	855	1005	1163	1521	1925
30	203	281	368	465	575	694	827	968	1127	1470	1860

求其他木材之乘數：—

短葉松	.84	白松	.51	挪威松	.70
哥羅萊陀松	.63	陶格拉斯樅木	.86	紅木	.93
紅杉	.64	童柏	.64	白橡木	.78

例如：— 欲求長 17 呎高 16 吋 × 闊 5 吋挪威松之安全分佈載重量：

表內數，高 16 吋，長 17 呎 = $2590 \times 5 \times .70 = 9065$ 磅。

§ 28. 橫梁之載重偏斜

L = 開闊吋數。

D = 大梁有效深度之吋數。

I = 慣性之力率。

E = 彈性率，如生鐵為 8,000；熟鐵為 11,000；鋼為 13,000；每方吋噸數。

W = 橫梁及大梁載量之噸數。

K = 載重及支撐形式之係數。

= 3. 在一端固定，他端載重時。

= 8. 在一端固定，載重平均分佈時。

= 48. 在兩端皆有支撐，中央負重時。

= 78. 在兩端皆有支撐, 載重平均分佈時。

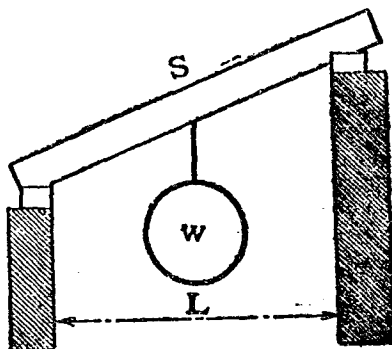
$$d = \text{橫梁與大梁之偏斜吋數} = \frac{WL^3}{KEI}$$

$$d = \frac{SL^2}{4ED} \left\{ \begin{array}{l} \text{若在各端有支撐, 及應力一致時,} \\ S = \text{梁柱材料每方吋之應力噸數.} \end{array} \right.$$

(見梁之強度)

§ 29. 傾斜面之橫梁

圖 29. 傾斜面橫梁負重圖



W = 水平橫梁之破裂重量。

L = 在水平線上之長度。

S = 傾斜面之長度。

w = 傾斜面橫梁之破裂重量。

$$w = \frac{WS}{L}$$

§ 30. 載重不平均之橫梁

W = 依公式上橫梁中部載重之破裂重量。

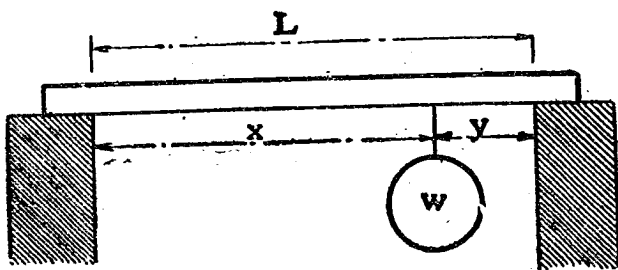
w = 載重不平均橫梁之破裂重量。

L = 橫梁之長度。

x 與 y = 為自支撐點至載重點之距離。

$$w = \frac{WL^2}{4xy}$$

圖 30. 橫梁單面載重圖



平均重量:

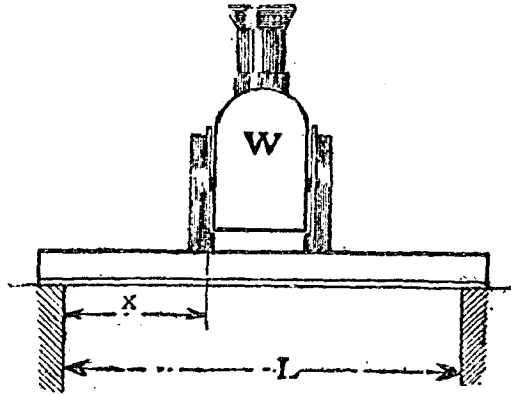
$$w = \frac{1}{2} W x.$$

$$\text{若 } x = \frac{1}{2} L; w = \frac{1}{2} W.$$

在鐵道橫梁適用之

$$S = \frac{Wx}{2D}.$$

圖 31. 梁之載重點圖



S = 在鐵道中心兩輪緣上之應力。

D = 橫梁之有效深度。

§ 31. 工字形鋼鐵梁

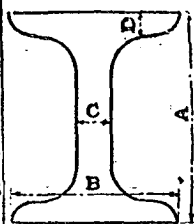
西門斯馬丁酸性廣心式煉鋼鑪,其伸張力,又稱拉力,每方吋為二十八至三十二噸,伸長率在八吋之長度為百分之二十,如安全載重量平均分佈,又兩端皆有支持時,則其每平方吋之應力為七噸半。

§ 32. 工字形鋼鐵載重量

工字形鐵梁之安全載重量平均分佈時之強度

表 (噸數)。

梁之截面大小 吋數				每 呎之 長重 磅數	梁之兩端支持點之距離					
A	B	C	D		6呎	10呎	12呎	16呎	20呎	30呎
3	1½	.16	.248	4	.92	.55	.46			
3	3	.2	.332	8.5	2.0	1.2	1.0			
4	1¾	.17	.24	5	1.5	.91	.76			
4	3	.22	.326	9.5	3.1	1.9	1.6			
4½	1¾	.18	.325	6.5	2.4	1.4	1.2			
5	3	.22	.376	11	4.5	2.7	2.3	1.7		
5	4½	.29	.448	18	7.6	4.5	3.8	2.8		
6	3	.26	.348	12	5.6	3.4	2.8	2.1		
6	4½	.37	.431	20	9.6	5.8	4.8	3.6		
6	5	.41	.520	25	12.0	7.3	6.0	4.5		
7	4	.25	.387	16	9.4	5.6	4.7	3.5	2.8	...
8	4	.28	.402	18	11.0	7.0	5.8	4.3	3.5	...
8	5	.35	.575	28	18.0	11.0	9.0	7.0	5.5	...
8	6	.44	.597	35	23.0	14.0	11.0	8.6	7.0	...
9	4	.30	.460	21	15.0	9.0	7.5	5.6	4.5	...
9	7	.55	.924	58	42.0	25.0	21.0	16.0	12.0	...
10	5	.36	.552	30	24.0	14.0	12.0	9.0	7.2	...
10	6	.40	.736	42	35.0	21.0	17.0	13.0	10.0	...
10	8	.60	.970	70	53.0	34.0	28.0	21.0	17.0	...
12	5	.35	.550	32	30.0	18.0	15.0	11.0	9.0	...
12	6	.40	.717	44	40.0	26.0	22.0	16.0	13.0	...
12	6	.50	.883	54	52.0	31.0	26.0	19.0	15.0	10.0
14	6	.40	.698	46	43.0	31.0	26.0	19.0	15.0	10.0
14	6	.50	.873	57	59.0	38.0	31.0	24.0	19.0	12.0
15	5	.42	.647	42	47.0	28.0	24.0	18.0	14.0	9.5
15	6	.50	.880	59	62.0	42.0	35.0	26.0	21.0	14.0
16	6	.55	.847	62	73.0	45.0	38.0	28.0	22.0	15.0
18	7	.55	.928	75	...	64.0	53.0	40.0	32.0	21.0
20	7½	.60	1.01	89	...	83.0	69.0	52.0	41.0	27.0
24	7½	.60	1.07	100	...	102.0	92.0	69.0	55.0	36.0



梁之兩端之支持點，其距離不得超過 $20 \times A$ ，即梁之偏斜亦不能逾於此數，欲求距離中點之載重量，可將表上載重量噸數減半即得。

§ 33. 水溝形與 Z 字形鐵梁

梁之安全載重量平均分佈時之強度表(噸數)。

水溝形梁 截面時數				每之 呎磅 長數	兩端支持點之距離			
E	F	G	H		5呎	10呎	15呎	20呎
4	3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	16.36	5.88	2.94	...	...
5	3	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$	15.80	7.48	3.74	...	...
6	3	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{16}$	15.60	8.73	4.36	...	...
7	3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	20.4	12.40	6.20	4.13	...
8	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	23.79	16.94	8.47	5.64	...
10	3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	22.49	18.72	9.36	6.24	4.68
15	3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	30.6	20.44	15.22	10.14	7.61
Z 字形梁 截面								
J	K	L	M					
4	3	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	11.78	4.52	2.26	...	...
5	3	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	13.05	6.18	3.09	...	...
6	3	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	15.61	9.00	4.50	3.0	...
8	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	18.15	13.36	6.68	4.45	...

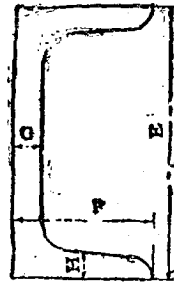


圖 32. 水溝形梁之截面圖

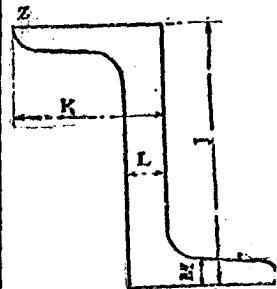
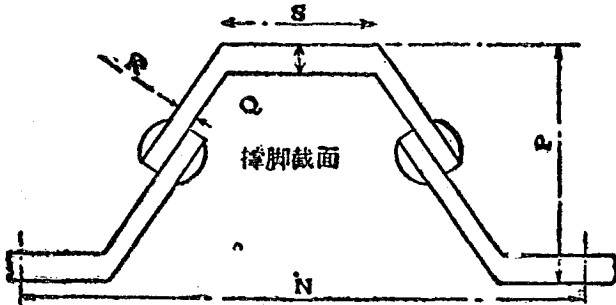


圖 33. Z 字形梁之截面圖

梁之撐脚用於地板或屋面一

圖 34. 撐脚截面圖



* 凡撐脚每間之距離以 10 呎計算, 下表之安全載重量數以每方尺市擔作單位。如求其他距離之安全載重量, 祇須將新距離尺度十分之一自乘之積, 除表內之數便得。

撐脚截面吋數					每平方呎	
N	P	Q	R	S	重量數 磅	安全載重量數 市擔
12	4	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	4	13.4	4.2*
12	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	4	19.0	5.6
14	5	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	17.6	6.2
14	5 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	23.1	8.2
16	6	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{8}$	21.8	8.7
16	6 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	5 $\frac{1}{8}$	28.0	11.3
20	7	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	6	24.5	11.2
20	7 $\frac{3}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{8}$	6	33.0	15.9
24	9	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{8}$	7 $\frac{1}{2}$	26.2	15.8
24	9 $\frac{3}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{8}$	7 $\frac{1}{2}$	35.0	22.3
32	12 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	9	40.5	33.6
32	13	1	$\frac{1}{2}$	9	51.8	44.1

各種地板每方呎載重量：—

住宅及公事房……………200磅 棧房……………250至400磅
公共建築及學校………200磅 機器房… 300至500磅

§ 34. 橫梁之硬度

德萊哥 (Tredgold) 氏擬定橫梁用此等公式計算者,其長度每呎之傾斜不得超過 $\frac{1}{16}$ 吋;在載重量應取 .625 W,以作 W。

B = 橫梁闊度之時數.

D = 橫梁深度之時數.

L = 橫梁長度之呎數.

a = 各種木材之常數.

W = 橫梁中央之載量磅數.

$$D = \sqrt[3]{\frac{L^2 W a}{B}} \quad B = \frac{L^2 W a}{D^3}$$

a 之質值:

樅木…………… .01 槐木…………… .01 山毛櫸…………… .013
桃花心木…… .02 麻栗…………… .008 榆木…………… .015
橡木…………… .013

比例數最佳之橫梁爲：—

$$B = 0.6 D$$

$$D = \sqrt{\left(\sqrt{\frac{W a}{0.6}} \times L\right)}$$

§ 35. 大梁營造法

營造橫梁之形式,有時採用尋常之方法,以硬木做成之夾縫釘 C 鑲入兩木拚合之梁,用大鑽鑽成之孔,以螺釘貫穿夾縫釘,為便於裝置緊合起見,夾縫釘之製造,常與木梁之溝漕做成非常伏貼。

圖 35. 大木梁平面圖

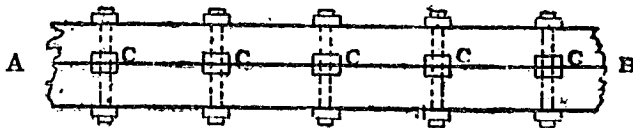


圖 36. 大木梁側面圖



圖 37. 梁之木釘圖



橡木釘之剪力:

木釘直徑之時數.....	1	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$
剪力噸數.....	1.6	2.3	2.95	3.9

截面每方吋之噸數…………… 2.03 1.88 1.07 1.62

§ 36. 地板材料及閣柵等

負重 長度 以呎 計算	梁 木 距離十呎支於 牆上自十吋至 十二吋		梁 木 距離四呎至六 呎支於牆上自 四吋至六吋		閣 柵 距離一呎		天花板之閣柵 距離一呎	
	深	闊	深	闊	深	闊	深	闊
	6	—	—	6	4	6	2	3½	2
8	—	—	7	4½	7	2½	4	2½
10	9	7	8	5	7½	2½	5	2½
12	10	8	9	5½	8	2½	6	2½
14	11	9	10	6	9	2½	—	—
16	12	10	11	6½	10½	2½	—	—
18	12	11	12	7	12	2½	—	—
20	13	11	13	7½	12	3	—	—
24	15	12	—	—	—	—	—	—
26	16	12	—	—	—	—	—	—
28	16	13	—	—	—	—	—	—
30	16	14	—	—	—	—	—	—

如閣柵之負重超過八呎以上者，應加入一排撐木撐住，使其每四呎皆受外加之助力。凡加裝飾物之閣柵，應於平常之尺度外再加闊½於每一吋，使每閣柵受有裝飾物之質料。

牆板面積自4½ × 3 至 7½ × 5。

§ 37. 樓梯踏步之常例

R = 踏板之高吋數, T = 踏板之闊吋數,

$$R = \frac{66}{T} \text{ 或 } R = 18 - T.$$

R 不能過於 7 吋,亦不能少於 $5\frac{1}{2}$ 吋。

T 不能過於 12 吋,亦不能少於 9 吋。

§ 39. 鋪面鐵板

鋪面鐵板周圍,如用螺釘或鎢釘固住,其載重量較周圍僅有支撐者多二倍,又若兩對端無支持者,則載重量減至八與五之比例鋪面鐵板之硬度,以其平板厚之自乘與其彎板反自乘計。

三尺方鋪面鐵板之重量及安全載重量,

號數	鐵板之厚度	重量之磅數	平均分佈安全載重量之噸數			
			靜受重量		活極受重量	
			每板	每方呎	每板	每方呎
1	18 B.V.G.	17.3	.27	.03	.20	.022
2	16	23.6	.43	.048	.32	.036
3	12	38.7	.64	.071	.48	.053
4	$\frac{1}{2}$ 吋	45.0	1.00	.112	.75	.083
5	$\frac{5}{16}$ 吋	67.5	2.5	.278	1.7	.189
6	$\frac{3}{8}$ 吋	90.0	4.5	.5	3.0	.333
7	$\frac{7}{16}$ 吋	112.5	6.2	.689	4.7	.522
8	$\frac{3}{4}$ 吋	135.0	9.0	1.0	6.8	.755

如爲瓦流形之鐵板,其安全載重量可增加一倍。

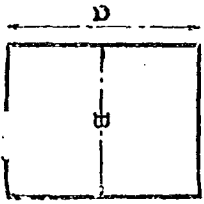
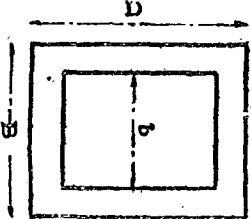
屋柱設計

§ 39. 屋柱之各種截面

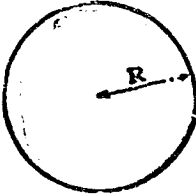
求下列屋柱各種截面之破裂重量,仍用第 25 節之公式以 W 代之,但以 V 之質值代 $B D^2$ 爲所求之截面。

I = 慣性之力率 (參看“慣性之力率”)。

圖表 38. 各種屋柱截面圖

<p style="text-align: center;">長 方 形</p> 	<p style="text-align: center;">空 心 長 方 形</p> 
$I = \frac{B D^3}{12}$ $V = B D^2$	$I = \frac{B D^3 - b d^3}{12}$ $V = \frac{B D^2 - b d^2}{D}$

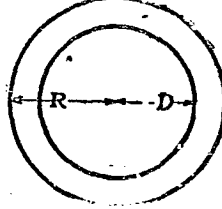
圓形



$$I = .7854 R^4$$

$$V = 4.7 R^3$$

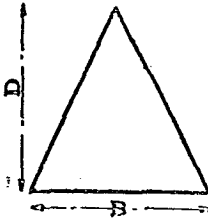
空心圓



$$I = .7854 (R^4 - r^4)$$

$$V = 4.7 \left(\frac{R^4 - r^4}{R} \right)$$

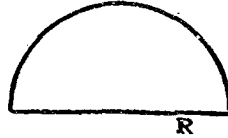
三角形



$$I = \frac{BD^3}{36}$$

$$V = \frac{BD^3}{4}$$

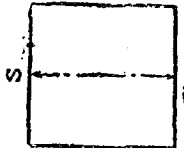
半圓形



$$I = .11 R^4$$

$$V = 1.16 R^3$$

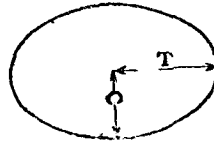
正方形



$$I = \frac{S^4}{12}$$

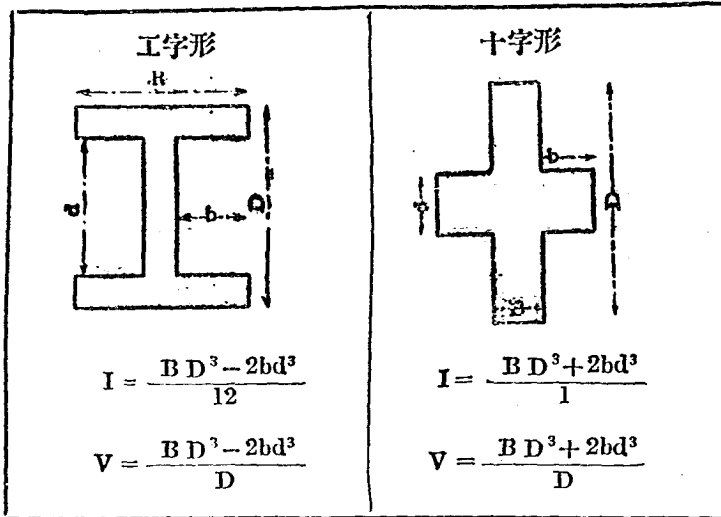
$$V = S^3$$

橢圓形



$$I = .7854 C T^3$$

$$V = 4.7 C T^2$$



§ 40. 磚柱載重量(長度在十五倍直徑以下)

用上等磚,以3與1之石灰膠凝結,最大強力,每方吋爲750至1306磅,待至18個月,彈性率,每方吋自250,000至750,000磅。

上等磚以2與1之水泥膠結者,最大強力,每平方吋爲1650至2500磅;彈性率,3,000,000磅。磚柱在壓力以下,其崩壞之情形不一,或由直裂,或自相分離,於此可見磚及灰漿之引張強度爲重大之要素也。

§ 41. 方柱載重量

黑脂松方柱安全載重量之噸數。

表內安全之要素,在5.

長度 呎數	方 邊 之 時 數											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	6.8	10.9	15.8	21.6	28.3	...	...	...	...	...	...	...
4	6.2	10.0	14.9	20.8	27.3	34.1	43.4	52.6	63.0	...	...	...
6	5.3	9.1	13.8	19.5	26.1	33.5	42.0	51.3	61.5	72.7	84.8	97.7
8	4.6	8.2	12.5	18.1	24.6	31.9	40.2	49.3	59.7	70.9	82.8	95.5
10	4.0	7.2	11.5	16.8	23.0	30.3	38.4	47.5	57.6	68.8	80.3	93.2
12	3.5	6.6	10.4	15.4	21.3	28.4	36.5	45.3	55.3	66.0	77.6	90.5
14	3.1	5.8	9.4	14.1	19.9	26.5	34.6	44.0	53.0	63.4	75.3	87.9
16	2.7	5.2	8.6	13.0	18.4	25.2	32.7	41.1	50.5	61.0	72.6	85.0
18	...	4.8	7.9	12.3	17.2	23.4	30.7	38.9	47.7	58.4	70.0	81.9
20	...	4.2	7.2	11.0	16.0	22.0	28.8	36.8	45.9	55.9	67.0	79.0
22	...	...	6.6	10.5	15.0	20.9	27.3	34.9	43.7	53.5	64.3	76.1
24	...	...	6.1	9.6	13.9	19.4	25.8	33.1	41.6	51.1	61.6	73.2
26	...	...	...	8.9	13.0	18.2	24.4	31.5	39.6	48.8	59.1	70.3
28	...	...	...	8.3	12.2	17.3	23.1	30.1	37.8	46.7	56.6	67.5
30	...	...	...	...	11.5	16.2	21.8	28.3	36.2	44.9	54.3	64.9
32	...	...	...	...	10.9	15.2	20.8	27.0	34.3	42.8	52.3	62.6
34	...	...	...	...	...	14.5	19.6	25.9	33.0	40.9	50.0	60.3
36	...	...	...	...	...	13.7	18.6	24.6	31.4	39.3	48.2	58.0
38	...	...	...	...	...	13.3	17.8	23.3	30.1	37.5	46.7	56.0
40	...	...	...	...	...	...	16.9	22.3	28.8	36.2	44.4	53.8
42	...	...	...	...	...	...	16.1	21.4	27.5	34.5	42.8	52.0
44	...	...	...	...	...	...	...	20.5	26.4	33.4	41.3	50.0
46	...	...	...	...	...	...	...	19.6	25.5	32.1	39.7	48.2
48	...	...	...	...	...	...	...	...	24.5	31.9	38.2	46.9
50	...	...	...	...	...	...	...	...	23.6	29.8	37.2	45.2

長方柱載重量:

在長方形之樁柱,如 W 與 w 為長短兩邊之闊,則其安全之載重量 = (表內與 w 相當之載重量) \times $\frac{W}{w}$.

若為圓柱,則將其圓柱載重量直徑作邊闊,再以 0.77 乘上述表內載重量即得。平均每方呎安全工作應力之磅數 (Average safe working stresses) 凡縱柱之直徑長度在十五吋以下者:黑脂松 1000; 黃樅 (fir), 1200; 槲木 900; 挪威松 800; 金樅 800; 梅樹 800; 鱗松 800; 西洋杉 800; 栗樹 1000。

例如欲求黃樅之安全載重量,其容積在 $12'' \times 15''$ 與二十四呎之長者。

$$\text{表上所載 } 12'' = 41.6 \times \frac{15}{12} \times \frac{1200}{1000} = 62.4 \text{ 噸,}$$

§ 42. 鋼骨混凝土之縱柱

凡縱柱應用漢乃畢克制,以混凝土加以鋼桿增授助力者,亦可作用,以猴鏈打之,柱頭冠以鐵帽,帽上蓋一中實鉛屑之袋,鋼骨之結合處,應互相疊置,疊置之長度不得小於 $24d$, d 即為鋼骨之直徑。

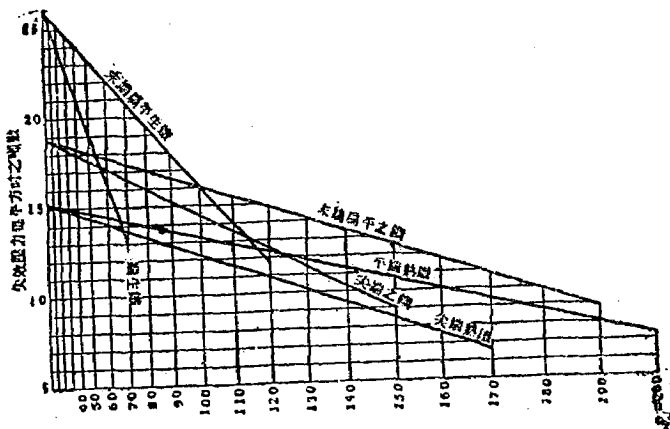
混凝土包圍鋼骨粘着力之安全工作應力,每平方吋爲 100 磅。

§ 43. 縱柱失效壓力圖表

其長與旋轉半徑之各種比例 (P)。

欲求安全載量,將失效壓力,必以安全要素除之便得。

圖 39. 載重失效表



§ 44. 生鐵屋柱載重量 (赫斯特氏擬)

表內以實質負重破裂點噸數計算,且其柱之末端,做成扁平闊邊,易使裝置堅固。

直徑 吋數	生鐵屋柱之長度 (呎計)								
	6	8	10	12	14	16	18	20	25
1½	.82	.50	.34	.25	.19	.15	.13	.11	.07
1¾	1.43	.87	.60	.44	.34	.27	.22	.18	.13
2	2.31	1.41	.97	.71	.55	.44	.36	.30	.20
2¼	3.52	2.10	1.48	1.08	.83	.67	.54	.46	.31
2½	5.15	3.16	2.16	1.58	1.22	.97	.80	.66	.50
2¾	7.26	4.45	3.05	2.23	1.72	1.37	1.12	.94	.64
3	9.93	6.09	4.17	3.06	2.35	1.87	1.53	1.28	.88
3½	17.29	10.60	7.26	5.32	4.10	3.26	2.67	2.23	1.53
4	27.96	17.15	11.73	8.61	6.62	5.28	4.32	3.61	2.47
4½	42.73	26.20	17.93	13.15	10.12	8.07	6.66	5.52	3.78
5	62.44	38.29	26.20	19.22	14.79	11.79	9.65	8.06	5.52
5½	88.00	53.97	37.93	27.09	20.84	16.61	13.60	11.37	7.78
6	120.47	73.82	50.51	37.95	28.51	22.72	18.60	15.56	10.64
6½	160.69	98.47	67.38	49.43	38.03	30.31	24.81	20.74	14.19
7	209.71	128.68	87.98	64.53	49.66	39.57	32.39	27.08	18.53
7½	268.81	164.81	112.88	82.73	63.66	50.73	41.53	34.72	23.76
8	339.12	207.91	142.31	104.48	80.31	64.00	52.39	43.80	29.97
8½	421.82	258.61	177.01	129.89	99.90	79.61	65.16	54.48	37.28
9	518.23	317.72	217.41	159.51	122.79	97.80	80.05	66.92	45.80
9½	629.53	386.02	264.21	193.81	149.11	118.89	97.25	81.70	55.64
10	757.24	464.33	317.72	233.11	179.31	142.91	117.09	97.79	66.92
10½	902.65	553.53	378.72	277.81	213.81	170.31	139.41	116.67	79.77
11	1037.16	654.44	447.83	328.52	252.72	201.41	164.91	137.89	94.31
11½	1252.37	767.95	525.53	385.43	296.63	236.41	193.51	161.71	110.71
12	1459.68	895.16	612.54	449.33	345.72	275.52	225.51	188.51	129.01

柱之長度,凡短於三倍直徑之柱,應用短柱修正

法則。

$$\text{短柱強度之噸數} = \frac{S O}{10 S + \frac{1}{4} O}$$

S 爲長柱之強度如上表所載,又 O 爲 49 乘金屬
 截面方吋數之積。

§ 45. 生鐵空心屋柱

實柱與空心柱,其直徑如相等,空心柱載重量約
 減去實質柱百分之七,鐵料約減去百分之二十五,此
 係空心直徑爲外圓直徑之半而定。

公式:
$$D^3 = \frac{D^4 - d^4}{D}$$

註: D 爲外圓直徑, d 爲內圓空心直徑, D³ 爲實
 質屋柱與右面空心柱之比。

§ 46. 空心柱之旋轉半徑 (D = 外直徑)

外吋 直數 徑	鋼 鐵 厚 度 吋 數									
	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
2	.673	.64	.61	.583	.559	.539	.522	.51	.502	.5
3	1.026	.992	.96	.93	.901	.875	.85	.828	.808	.761
4	1.379	1.345	1.312	1.281	1.25	1.22	1.193	1.166	1.141	1.118
5	1.733	1.698	1.665	1.632	1.6	1.57	1.54	1.512	1.484	1.458
6	2.086	2.035	2.018	1.991	1.953	1.921	1.890	1.86	1.831	1.803
7	2.440	2.405	2.371	2.338	2.305	2.273	2.241	2.21	2.18	2.151
8	2.794	2.758	2.723	2.691	2.657	2.625	2.593	2.561	2.530	2.5
9	3.147	3.112	3.077	3.044	3.01	2.977	2.945	2.913	2.884	2.85
10	3.5	3.466	3.431	3.394	3.363	3.33	3.297	3.265	3.233	3.201
11	3.854	3.819	3.787	3.75	3.716	3.685	3.65	3.617	3.585	3.553
12	4.207	4.172	4.137	4.104	4.070	4.036	4.002	3.970	3.937	3.905

如為方柱可將表內數目與1.1546相乘。

§ 47. 撐條 (Strut.) 載重量公式

$$\left. \begin{array}{l} L = \text{撐條長度吋數} \dots \dots \dots \\ r = \text{最小旋轉半徑之吋數} \dots \dots \dots \end{array} \right\} \rho = \frac{L}{r}.$$

S = 安全壓力每方吋之磅數。

$$S = \frac{15,000}{1 + .000074 \rho^2} \text{ 爲柔鋼; } = \frac{17,000}{1 + .000091 \rho^2} \text{ 爲中性鋼.}$$

ρ = 壓縮力之數字不能超過 100, 此爲屋柱及
撐條之標準限度。

§ 48. 大柱載重量公式 (約翰氏 Johnson)

p = 在截面每方吋最大強度之磅數。

$$\left. \begin{array}{l} L = \text{大柱長度之吋數} \dots \dots \dots \\ r = \text{最小旋轉半徑之吋數} \dots \dots \dots \end{array} \right\} \rho = L + r.$$

f = 在熟鐵爲 34,000; 在柔鋼爲 42,000。

b = 末端貫鏈式之熟鐵爲 0.67; 末端貫鏈式
之鋼爲 0.97; 末端扁平面之熟鐵爲 0.43;
末端扁平面之鋼爲 0.62。

若 ρ 小於 150 時, 則 $\rho = f - b\rho^2$ 。

§ 49. 屋柱之破裂壓力

金屬屋柱負載量之圖表。(錄費特勃氏著 Fidler

“屋柱強度”之原稿) 柱之兩端為平頭者。

$$P = \frac{F + f - \sqrt{(f + F)^2 - 4Ff(1 - K)}}{2(1 - K)}$$

P = 每方吋破裂壓力之磅數。

f = 材料之最大強度。

$$F = \text{彈回力} = \frac{\pi^2 ER^2}{L^2}$$

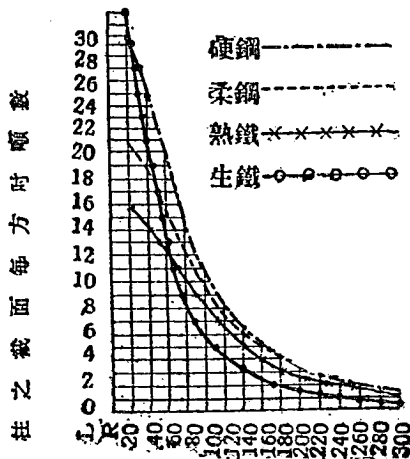
E = 彈性率。

R = 旋轉之半徑。

K = 自 0.3 至 0.4 之常數。

L = 柱之長度。

圖 40. 柱之破裂量表



柱長被旋轉半徑所除之數

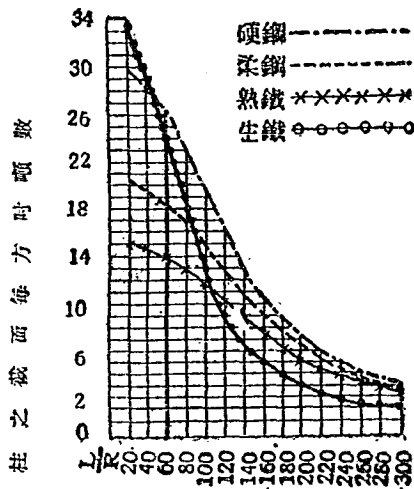
§ 50. 柱之末端有扁平邊者

$$P = \frac{F + f - \sqrt{(F + f)^2 - 4Fi(1-K)}}{2(1-K)}$$

$$F = \text{彈回力} = \frac{\pi^2 ER^3}{(0.6L)^3}$$

其他要素與上節柱端平頭者相同。

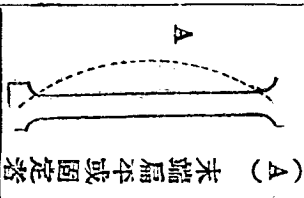
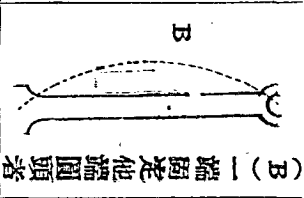
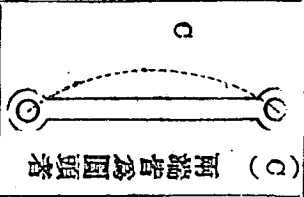
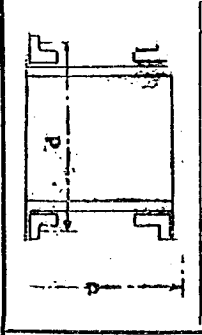
圖 41. 柱脚穩固之柱破裂量表



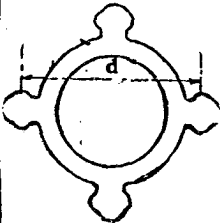
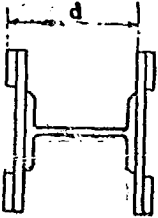
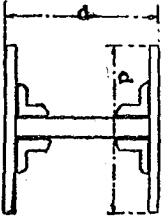
柱長被旋轉半徑所除之數

§ 51. 撐條與柱之強度

圖表 42. 各種樑條及柱子之載量圖表 (上)

著者				<p>質 別</p> <p>熟鐵 生鐵 木料</p> <p>$F = \frac{16}{35} \cdot 0.00033 \cdot 0.0025$</p> <p>$k = .000028 \cdot 0.00031 \cdot 0.00033$</p>
戈登氏 $P =$	$\frac{F}{1+kH^2}$	—	$\frac{3F}{1+kH^2}$	$F = \frac{16}{35} \cdot 0.00033 \cdot 0.0025$ $k = .000028 \cdot 0.00031 \cdot 0.00033$
萊根氏 $P =$	$\frac{F}{1+4kh^2}$	$\frac{F}{1+1.78kh^2}$	$\frac{F}{1+4kh^2}$	$k = .000028 \cdot 0.00031 \cdot 0.00033$
霍萊史密司氏 } $P =$	$\frac{17.2}{1+.00017H^2}$	$\frac{17.2}{1+.00044H^2}$	$\frac{16.7}{1+.00053H^2}$	

圖表 42. 各種撐條及柱子之載量圖表(下)

露來史 密司氏 } P =	$\frac{19.1}{1 + .00022H^2}$	$\frac{17.9}{1 + .00044H^2}$	$\frac{16.3}{1 + .00067H^2}$	
” ” P =	$\frac{16.3}{1 + .00027H^2}$	$\frac{16.3}{1 + .00044H^2}$	$\frac{16.3}{1 + .00057H^2}$	
” ” P =	$\frac{16.3}{1 + .00037H^2}$	$\frac{16.3}{1 + .00067H^2}$	$\frac{16.3}{1 + .00083H^2}$	

P = 在截面上失效壓力,每方吋之噸數,

F = 短料每方吋最大擠壓力之噸數,

k = 係數 (Coefficient),

L = 柱之長度,

d = 柱之直徑在最大彎曲部分,

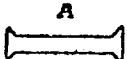
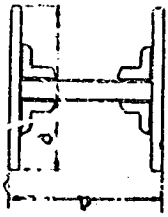
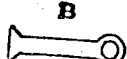
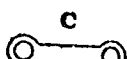
r = 旋轉半徑,在最大彎曲部分,

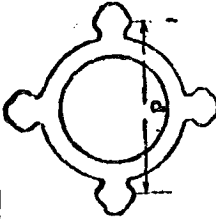
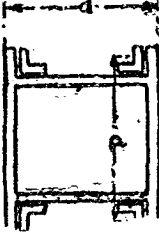
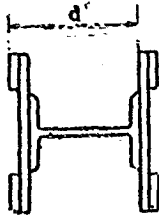
$$H = \frac{L}{d}; \quad k = \frac{L}{r}$$

*註: 求圓截面; k = .0005 又長方形截面 = .0037;
而熟鐵及生鐵為 .0001 與 .0075.

§ 52. 柔鋼柱截面之失效壓力每方吋之噸數.

圖表 43. 柔鋼柱截面之失效較量圖表

		$H = \frac{\text{長度}}{\text{直徑}}$	
15	16.55		
20	16.08		
25	15.55		
30	14.88		
35	14.20		
40	13.48		
45	12.75		
50	12.02		
55	11.86		
60	10.62		

									$H = \frac{\text{長度}}{\text{直徑}}$										
										18.07	16.23	14.21	15.37	14.81	14.44	15.04	14.17	13.69	15
										17.42	15.16	12.90	14.72	13.84	13.26	14.19	12.86	12.22	20
16.66	13.99	11.53	13.96	12.75	12.00	13.23	11.50	10.71	25	25									
15.81	12.75	10.21	13.14	11.64	10.76	12.22	10.18	9.31	30	30									
14.90	11.56	8.99	12.28	10.55	9.58	11.21	8.97	8.06	35	35									
14.00	10.44	7.90	11.42	9.52	8.51	10.23	7.88	6.98	40	40									
13.08	9.40	6.95	10.56	8.58	7.11	9.31	6.93	6.06	45	45									
12.19	8.45	6.12	9.78	7.72	6.71	8.46	6.11	5.28	50	50									
11.34	7.62	5.42	9.02	6.95	5.97	7.68	5.40	4.63	55	55									
10.54	6.85	4.81	8.30	6.27	5.33	6.98	4.79	4.07	60	60									

註：上表自雪萊史密司氏之公式計算而得，其另一格式已詳載於上節。其所計算之安全載量以活用 (sliding) 安全要素 $4+0.05 H$ 此法已經介紹採用於已經製成之柱之有缺陷者。

§ 53. 大柱及撐條安全要素

f = 柱之末端扁平或固定之安全要素

$$= 3 + .01\rho.$$

F = 柱之末端圓形或柱之安全要素

$$= 3 + .015\rho.$$

ρ = 長度 + 旋轉之半徑。

ρ = 20; 40; 60; 80; 100; 120; 140; 160; 180; 200;
220; 240;

f = 3.2; 3.4; 3.6; 3.8; 4.0; 4.2; 4.4; 4.6; 4.8; 5.0;
5.2; 5.4;

F = 3.3; 3.6; 3.9; 4.2; 4.5; 4.8; 5.1; 5.4; 5.7; 6.0;
6.3; 6.6;

打 樁 設 計

§ 54. 打樁工程 (籃根氏 Rankine 打樁工式)

W = 猴槌之重量。

H = 猴槌落下之高度。

\dot{w} = 樁之重量。

P = 樁之長度。

A = 樁之截面。

E = 樁之物質彈性率。

D = 打樁於最後一擊時陷下之深度。

L = 樁能受之最大載量。

l = 樁能受之安全載量。

$$L = \sqrt{\frac{4EAWH}{P} + \frac{4E^3A^2D^2}{P^3}} - \frac{2AED}{P}.$$

馬利遜氏 (Morrison) 打樁公式。在上列公式中，馬利遜氏主張以 $P^0 + 2p$ 代 P 。P 為樁陷入部分之長；p 為樁在地面之長。

$$L = \frac{W(H-h)}{D-d} \left\{ \begin{array}{l} \text{(馬利遜氏) } H-h \text{ 及 } D-d \text{ 爲槌} \\ \text{兩次打擊之下落與陷入之差數。} \end{array} \right.$$

l = $\frac{1}{3}$ L 在無振動或載重量無振動時。

= $\frac{1}{3}$ L 在平常狀態，又 $\frac{1}{4}$ L 或 $\frac{1}{5}$ L 在振動劇烈或振動時。

$$L = \frac{W^2H}{D(W-w)} \text{ 韋斯白氏 (Weisbach) 公式或}$$

$$= \frac{.023W^3\sqrt{H}}{D+1}.$$

l = $\frac{WH}{8D}$ W 以市担計，H 及 D 以呎計。

l = $\frac{W^2H}{KD(W+w)}$ 荷蘭海阿工程常例；D = 最後四擊之平均陷度；K = 10

適用於普通槌；K = 6 適用於蒸汽打樁機。

§ 55. 樁之載重量試驗

$W = 8$ 市担計 $H = 5$ 呎 $D = \frac{1}{6}$ 吋 在 30 擊
 或 $W = 15$ " $H = 15$ " $D = \frac{1}{4}$ 吋 " 10 "

或 $W = 8$ " $H = 30$ " $D = \frac{1}{8}$ 吋 " 10 "

槌重之常例:

W = 槌重之磅數,

w = 椿重之磅數,

H = 下落之呎數, $W = w \left(\frac{wH}{5AP} - 1 \right)$.

A = 椿截面之平方吋數,

P = 椿長之呎數,

凡重槌在沙土地質,其落下之距離以小爲佳,輕槌則距離宜大;又在沙土中重擊數次,不如輕擊多次,

§ 56. 蒸汽打樁機

聶士麥司氏 (Nasmyth) 以重七十五磅 (cwt.) 計,汽筒直徑十六吋;下落距離三呎;每分鐘可打六十次。在平常工程之經驗,知打樁機一呎,約須擊十五次,在同性質之泥土中與普通打樁機槌重十五磅,下落十六呎,打十五次者相同,但普通打樁機,每打擊一次需時四分鐘,等於蒸汽打樁機打擊二百四十次,其遲

速懸殊也。

§ 57. 鋼板障

鳥嘴斜角度……………120°

外罩角度……………25°

人工升槌：

$W =$ 自四礮至八礮計。

每手搖升鏈機之能力 = 一人抵鏈重四十磅，餘則類推。

木椿接合法：

圖 44. 木椿接合圖



如為木椿，可將其頭端以邊栓連接齊鑲者最佳。
楔口接合尋常易使其椿分裂。

§ 58. 打擊與壓力之抵消

(在造形及分割物體適用之)

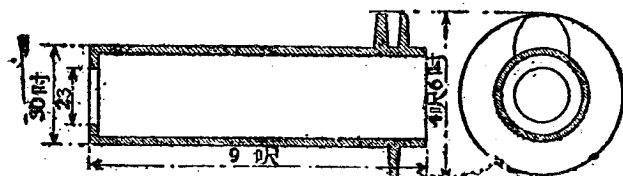
1. 多次打擊，較之長時間之繼續壓力，更為費力。

2. 打擊一次,若再使用連續壓力相等之機械能力,其產生效果,不致相同。
3. 機械能力,必須暫時能轉變一物體,至其彈力之限度,若使用打擊之方法,則不能使一物體轉變至其彈力限度也。

§ 59. 螺旋樁

螺旋樁底以生鐵鑄成,如圖:

圖 46. 螺旋樁底鑄成圖



長度九呎,筒之直徑外部二呎六吋,生鐵厚二吋,螺旋線條在尖端寬為 $\frac{1}{8}$, 在根部為 $\frac{1}{4}$, 螺旋之節距七吋,筒端鐵厚 $\frac{1}{4}$, 製有一吋直徑之螺釘十八枚,螺旋之直徑為五十四吋,旋入地中自二十呎至四十五呎連接,用四十呎長之軸杆,軸杆之頂又連於推動機。

更動管理之安排,為樁上加一絞盤,用鐵桿及繩索將其端與一滾軸纏縛數次。

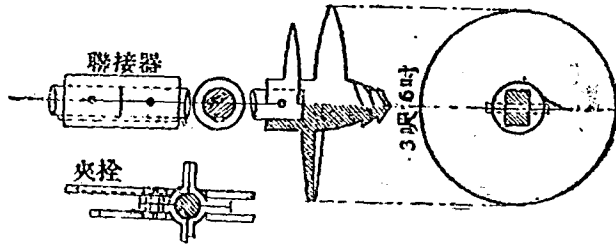
底長之重量為 $1\frac{1}{2}$ 噸,中間長 $1\frac{1}{2}$ 噸,每繫條約 0.37

噸。兩樁四十呎長之柱連繫條約十六噸。

§ 60. 螺旋樁之射出口

熟鐵實柱與生鐵螺旋盤

圖 46. 樁之出口圖

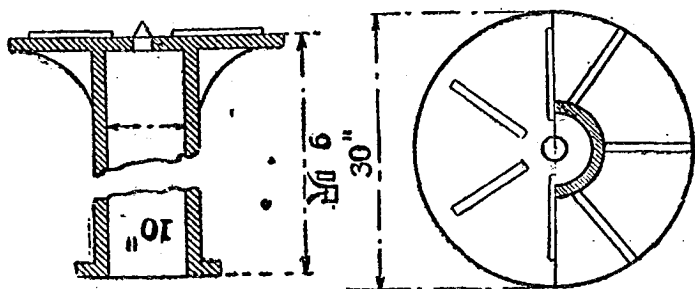


中心距離十五呎，樁之直徑六吋，長度自十八呎至二十五呎，螺旋直徑四十二吋，深度兩呎六吋，葉子根部之生鐵厚二吋，凸出部之直徑九吋，聯接器之直徑十吋，聯接器之平栓二吋，斜口一呎長，貫穿圓鋼栓直徑一吋，圓錐形部一呎長，夾栓闊九吋，長十吋，厚吋。

溝形鐵鑲入夾栓之內，離中心之邊約吋，其大小為吋，吋，吋，可聯有四條至八條，依照工作之適用也。

§ 61. 生鐵橋柱

圖 47 用生鐵鑄成樁柱圖



此等柱子埋入瑪萊干比海灣(Morecambe Bay)之沙土中，爲建造鐵路懸橋之用，橋之長度三十呎；橋脚有兩主力柱及兩傾斜柱，每柱之基有鐵樁十二支，樁之長度爲九呎，外直徑十吋，生鐵厚 $\frac{1}{4}$ 吋，主力柱直徑爲三十吋，傾斜柱之樁數同前，直徑二十二吋，沙土之支持力，每方呎約爲五噸，平均陷入沙土之深度二十呎，橋之水面淨闊爲二十六呎，各柱用一粗石堰保護，以防水力之沖蝕；樁端之孔，爲放水之用，直徑約二吋。

§ 62. 鐵柱下沉之方法

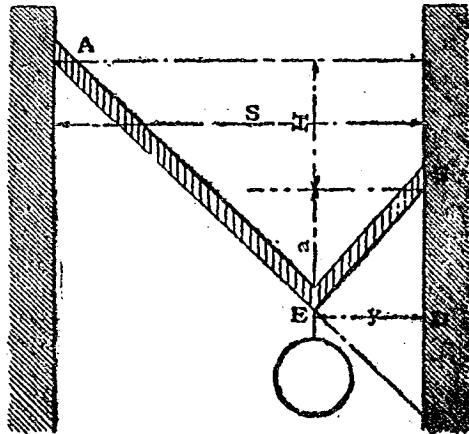
各柱子自浮橋沉下，各浮橋裝有一打樁機及數匹馬力之蒸汽機，據該工程主管伯隆理氏(Mr Brunlees)主張，謂將來處置柱子方法，必不如是，各浮橋上應有

完全之裝置,使每橋脚之全副鐵柱,同時沉下,諸柱放入之時,亦如打樁機之有木架,用以作為嚮導架之設備與浮橋裝置,自當較佳,柱體皆用粗索鐵鍊懸掛,橋脚全體重量亦能助鐵樁之下沉,樁既達河底之沙土後,以一可彎曲之皮帶管與小型之蒸汽機,抽水機連接,其抽出之水自柱孔流出,因水流與真空關係,可沖去停滯之沙泥,有時以進水作出水以壓力推沖河底之沙,其他法則,使污泥鬆浮,易於沖去,單獨樁子之下沉與升起,即用蒸汽起動機,下樁如遇特種困難,每在潮退時工作。

§ 63. 懸重之繩索

圖 48. 繩之載重圖

求一重物在繩索上之載重位置,以 A 及 B 為懸掛繩索之兩端,繪 A C 線 = 索之全長,平分 B C 於 D; 如是則水平線 D E 與 A C 之交點,即得所求重物所



在位置。

計算公式：

L = 繩索之長度。

S = 兩端之距離。

H = A 端與 B 端之高度。

a = 垂下低度。

y = 重點與 B 點之距離。

$$a = \sqrt{\frac{(L+S)(L-S)-H^2}{2}}$$

$$y = \frac{aS}{\sqrt{(L+S)(L-S)}}$$

繩之詳細項目，見第三章繩索。

木料應用

§ 64. 關於木材應注意之事項

凡同類之木材，其生長較緩或其年輪較狹者為佳。又同類之木材中，其質較重者為佳木，其細胞組織應堅硬而結實，其纖維組織宜緊相粘結，且不妨礙鋸齒，或於新截面呈柔軟狀態。色之深度可斷其木質之強度及耐久性。新截面宜堅實而有光澤，且似呈半透明之狀者。凡木色暗滯無光，呈白粉狀者，皆可知其為

劣品。在含樹脂之木材中，其細孔中所含之樹脂最少者，則其木質愈堅強而愈耐久；在不含樹脂之木材中，其所含漿液或膠汁以最少者為佳。

木材須在冬季砍伐，因此時內漿液正下降也，砍伐亦須經三年至五年方可應用。木材砍伐以後，宜速從林場運出，堆置時木頭宜下向，使不露於日光之下，而木頭之細孔仍能受大氣之作用也。凡方形之木材較圓形者不易分裂，即使分裂，亦較鋸成之木為少。

木材擱置之有效速成方法，為浸入水中或用沸水蒸煮，但此皆減弱木材之能力。如浸入水內至少須經兩星期之久方可；且浸水之木，必須新經砍伐者。如用蒸氣或沸水蒸煮須經過四時至六時之久，然後將其木材徐徐乾燥之。凡木材內部為水飽和時，則其強度僅及乾燥時之半。

木材擱置時期(桃花心木,胡桃木,橡樹木均適用)

厚度(吋).....	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	1 $\frac{1}{4}$	2	3	4
時期(月).....	12	13	14	16	20	24	30	36	46	52

§ 65. 由樹料中取棟梁方法

分直徑 $a b$ 為三等分, $a f$, $f o$ 及 $o b$, 再自 o 與 f 兩點繪 $f c$, $o d$ 兩線, 各與 $a b$ 線成直角, 聯接 $a c$, a

d, b c 及 b d, 如此則 a c b d 即為最強固之橫梁截面。

凡截割硬度較高之梁木, 其法不分直徑為三等分而平分直徑為四等分如圖。

圖 49. 強固橫梁截取法圖



§ 66. 木材之乾藏方法

法將木材置於特製之密室中, 使高熱度之空氣氣流經過, 如為堅硬成段之木頭, 空氣之溫度應為華氏 100 度, 松木應為 120 度, 如係纖薄板片, 溫度應使達 180° 至 200°。桃花心木溫度, 須達 280 度至 300 度, 氣流速度每秒鐘須達 100 呎。

如將室外空氣放入, 僅須三分鐘, 即能將置木之密室全部內空氣, 排除淨盡; 即室內每三立方呎之空氣中, 每分鐘須供給一立方呎空氣, 如此處置方法之時期, 尋常木材厚一吋者, 約須一星期。

§ 67. 木材之滲透及漬油法

將木材截割至所需要之大小, 或露置於空氣中,

經過十八個月之久使之乾燥,或置於火爐上烘焙,使在華氏二百十二度至二百五十度溫度中,經過二十四小時之久,直至不再散發蒸氣爲度。然後再將此等已經乾燥之木材,放入滲透圓筒(Impregnating cylinder)中,使在每方呎自三磅至五磅之真空中經過 $\frac{1}{2}$ 至 $\frac{3}{4}$ 小時之久,然後將木油(Creosote)在每方呎一百磅至一百五十磅之壓力下,迫入之;依木材之長度,經過之時間自 $\frac{1}{4}$ 至 $2\frac{1}{2}$ 小時不等。

每立方呎之木材,應有 8 磅或 8 加倫之木油爲其吸收,如係航海用之木材,則每立方呎須十磅或一加倫。

橡木之吸收量,每立方呎不得逾六磅。

紅松(Red pine)每立方呎能吸收十五磅至十六磅。

培賽氏(Bethell)所採用之油漬法,即主張將木材之外層保留,因木材之外層吸收木油較易也。又液層木質,如經完全滲透以後,較之中心木質之未滲透者,其耐久性爲強云。

現代美國實際施用方法,即以未經擱置之木材,放入圓筒中,在每平方呎自一百至一百二十磅壓力蒸汽中抽之,如此便成真空之情形(此係使用抽汽

機而非由凝結法所致)。蒸汽及繼以真空之作用，係將木中之液汁濃去，木油即行流入，其所用之壓力與上述相同。如此經過之方法，可得良好之效果。

凡鐵道枕木，使用木油浸滲法以後，如能處理得法，普遍而滿意，其壽命可增一倍。枕木有時用油中之粗油滲浸，油之吸收量每立方呎自 .42 至 2.7 加倫，平均每枕木為 3 加倫。其結果可十分滿意。

§ 68. 用金屬鹽滲浸木材之方法

用金屬鹽滲浸木材，在事實上其結果現尙未達圓滿之境地。

鮑乃德氏之綠化鋅法 (Burnett's Chloride of Zinc) 即以百分之二十五至百分之四十之金屬性鋅鹽(以三分鹽酸與一分鋅而成)。

以上述之混合物，加三十至六十分之水稀釋之，然後施以每平方吋一百至一百二十磅之壓力，經十五分鐘之久。

甘氏之綠化汞法 (Kyan's Chloride of Mercury)，以一百五十分之水稀釋之，施以無壓力之冷溫度。

馬格萊氏之硫酸銅法 (Margery's Sulphate of Copper)，以四十分至五十六分之水稀釋之，施以每方

時十五磅至三十磅之壓力，經六小時至八小時之久。

潘恩氏之石硫酸鐵及硫酸鋇法 (Paine's Sulphate of Iron and Sulphate of Barium)，此法易生慢性之朽腐作用，且易破壞木材之組織。

木材吸收力之比數：

米美爾木 = 1.0 榆木 = 1.35 黃松 = 1.15
 山毛櫸 = 0.4 英國槲木 = 0.34

§ 69. 木材最大強度之近似數

W = 乾燥木材每立方呎重量之磅數。

S = 每平方吋最大強度之磅數。

$S = 192 W$ (直立壓力) = $300 W$ 橫斷時壓力。

但此定律僅適用於未經試驗而又無紀錄之木材，但槲樹木及與此同類之木材則須除外。

(油漆見第二十六章)。

§ 70. 工作之載重量及安全要素

工作載重量 = 破裂載重量 ÷ 安全要素

(Factor of Safety)。

D = 全力載量之安全要素 (Dead load)。

L = 活動載量之安全要素 (Live load)。

d 及 l = 全力及活動與總量之比例。

混合載量之安全要素 = $Dd + Ll$, 由此, 若 D 及 L 爲四與八相當值, d 及 l = .6 及 .4, 則

$$Dd + Ll = 2.4 + 3.2 = 5.6.$$

§ 71. D 與 L 之價值

完美之材料及工作物.....	D = 2	L = 4
普通較佳之材料	} 石料及木材.....	" = 4 " = 8
及工作物			} 金屬材料.....	" = 3 " = 6
生鐵橫梁.....	" = 3½	" = 7
生鐵撐條及柱.....	" = 4	" = 8
生鐵撐條及柱之在震動處者.....	" = 4½	" = 9
熟鐵梁及鋼梁.....	" = 3	" = 6
熟鐵梁及鋼撐條鋼柱.....	" = 3	" = 7
熟鐵梁及鋼撐條鋼柱在震動處者.....	" = 3	" = 7½

§ 72. 各種建築物中之安全載重量

在普通地板層, 除鋪地板之重量外, 應有每平方呎一百五十磅至二百磅之載量, 此爲一般建築家所公認者。在棧房及倉庫應有自二百磅至四百磅之載量。

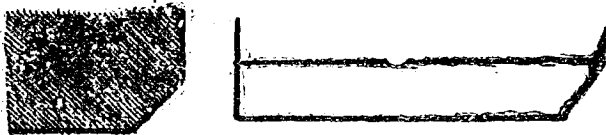
人口稠密處, 平均每平方呎, 有一百二十磅之載

量。

參看“橋梁之活動載量節”。

§ 73. 木工常用術語之圖解

圖 50. 切角式



51. 珠狀式

圖 52. 舌形接法



圖 53. 鑲角式



圖 54. 分珠式

圖 55. 窩窩式接法

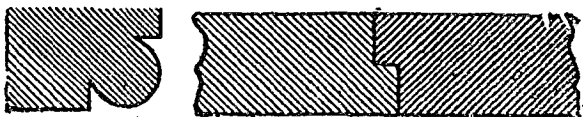


圖 56. 凹形鑲角式

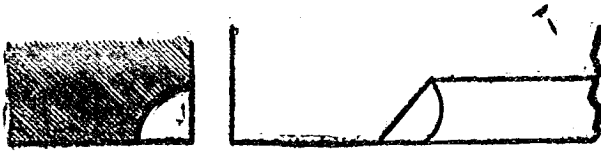


圖 57. 舌圓形式

圖 58. 鴛鴦珠形接法

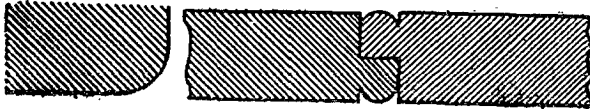


圖 59. 凹形式

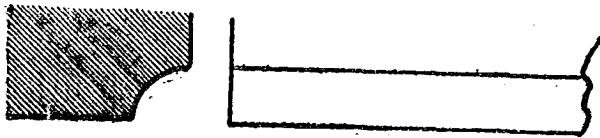


圖 60. S 嵌線式

圖 61. V字鴛鴦式接法



圖 62. 鑲凹形式



圖 63. 圓形式



圖 64. V字舌形接法



圖 65. 凹形鑲凹形



圖 66. 斜角形

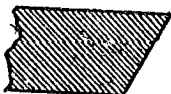


圖 67. V字舌形接法



圖 68. 刻槽線式

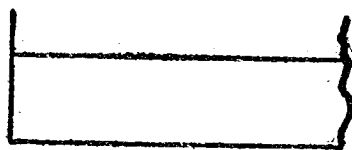
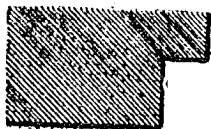


圖 69. 鳩尾式



圖 70. 方形榫接法

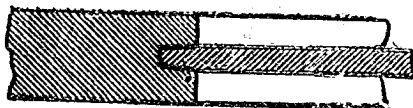


圖 71. 鑲刻槽線式



圖 72. 接筭式

圖 73. 方形截角式

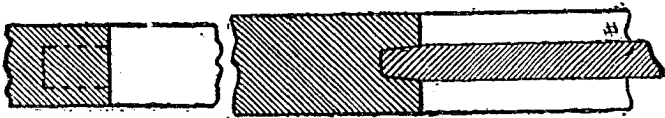


圖 74. 斜節配法

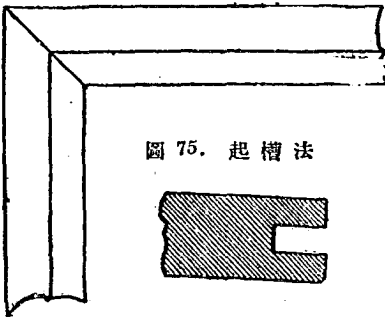


圖 75. 起槽法

圖 76. 榫孔

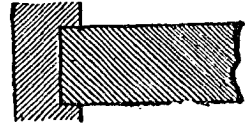
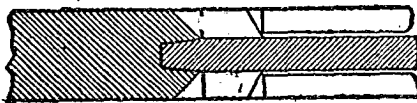
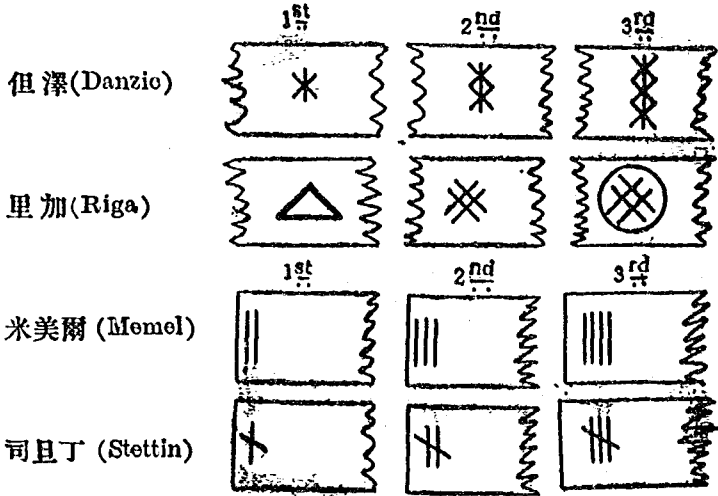


圖 77. 兩邊鑲角式



註：凡接筭用木料至少須有木板四分之一之厚。

木材之標記:



上海市市區建築之記錄

年 份 別	廿四年	廿三年	廿二年	廿一年	單位
住宅	1,606	1,847	2,143	1,399	(件數)
工廠	255	370	429	467	"
辦公室	99	137	150	118	"
機關	21	40	37	47	"
學校	31	23	13	9	"
醫院	5	2	3	1	"
教堂	12	38	8	11	"
浴室	8	5	1	5	"
其他	10	12	10	3	"
古蹟	0	1	0	1	"
價	4	4	0	3	"
	152	209	192	104	"
總計	19,991,150	23,734,280	22,807,500	13,023,570	(元數)

上海市第一特區建築之記錄

年 份 別	廿四年	廿三年	廿二年	廿一年	二十年	十九年	單位
中國式住宅	1,250	2,809	3,545	2,071	6,987	6,818	(件數)
西式住宅	48	221	257	95	97	327	??
它館寓所	-	1	-	3	2	3	??
舖院校廠	3	8	13	5	9	5	??
事務	13	15	13	21	41	35	??
戲	2	9	1	11	14	-	??
紗	56	230	204	216	273	298	??
工業	1	-	4	2	4	6	??
各式	3	5	7	-	5	6	??
建築	2	4	4	6	4	3	??
行架	10	26	27	28	73	24	??
架	120	115	63	23	28	38	??
式	8	18	20	27	27	64	??
車	24	247	98	48	158	75	??
建	577	662	615	669	716	893	??
他	135	201	263	214	261	241	??
埠	2,252	4,571	5,130	3,439	8,699	8,836	??
汽	10,934	4,700	25,429	23,152	205,895	222,097	(元數)
其	27,600	350	321	25,429	205,895	222,097	
公							
總							
估							

第二章 水泥工程

基礎

§ 74. 基礎上壓力

壤土種各	每方呎噸數
藍泥	1.0 至 1.7
不安穩沙	1.8
黃沙泥	2.1 至 2.8
堅實泥	1.5
堅實沙	2.3 至 2.9
濕沙 *	4.0
粗沙石	4.4
沙	4.0
堅實石泥	5.5
沙 *	6.78
堅實沙及粗沙	7.36 至 8.17
泥及沙	3 至 9 *

* 遇沉澱

§ 75. 基礎磨阻力

鐵管或氣櫃在放置時，須垂直而無阻滯，使不停止於導軌或鏈索上，並使其不接觸於其低邊，但以其週面之磨阻力而使之平衡。

磨阻力之係數表		乾 物 質		濕 物 質	
物 質	土 壤	第一動作	當動作時	第一動作	當動作時
鐵板無鉚釘…	砂礫及沙	.4015	.4583	.3348	.4409
鐵板有鉚釘…	砂礫及沙	.3965	.4911	.4677	.5481
未刨平之生鐵	砂礫及沙	.3677	.4668	.3646	.4963
粗製之花崗石	砂礫及沙	.4266	.5368	.4104	.4800
松木鋸………	砂礫及沙	.4088	.5109	.4106	.4985
鐵板無鉚釘…	沙	.5361	.6313	.3655	.3247
鐵板有鉚釘…	沙	.7269	.8391	.5156	.4977
未刨平之生鐵	沙	.5636	.6063	.4744	.3796
粗製之花崗石	沙	.6473	.7000	.4728	.5291
松木鋸………	沙	.6633	.7340	.5787	.4793

反對毛鈴氏 (Morin) 之經驗，謂靜止時之磨阻力較動作時之阻力為小。

§ 76. 基礎載重

W = 每單位容積軟地之重量。

d = 基礎之深度。

A = 磨擦力之角度。

P = 支持房屋每單位面積基礎上之載量。

$$= Wd \left(\frac{1 + \text{正弦 } a}{1 - \text{正弦 } a} \right)^2$$

§ 77. 基礎樁式

六角樁

圖78. 四樁

圖79. 三樁

圖80. 雙樁

圖81. 單樁

圖82. 雙筒樁

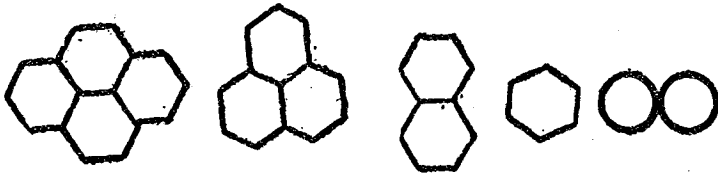


圖83. 牆底雙樁式

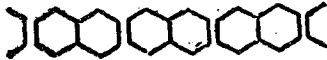


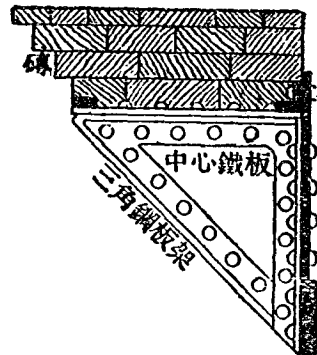
圖84. 牆脚三樁式



圖85. 牆脚單樁與雙樁



圖86. 鐵架樁基式



§ 78. 基礎近地壓力算式

M = 周圍地基側力線之能率。

I = 周圍側力線之質阻能率。

p = 從固定負重每單位面積之壓力。

P = 從固定負重及側力合併每單位面積之最大負重。

$$P = p + \frac{M y}{I}.$$

y = 從軸心至基礎邊界之距離。

從柱脚之支持分佈重量於平面各分段。

H = 柱脚樁之物料及長度相符於所算知之載量。

a = 柱脚之頂部面積。

A = 在 h 深度之面積。

h = 自樁頂所量之深度。

r = 雙曲線之對數 = $1 \div H$ 。

$A = a r h$; 換言之, $A = a N$ 。

N = 此數之普通對數 = $.43429 h \div H$ 。

柱脚容積 = $H (A - a)$ 。

三和土

§ 79. 水門泥

水門泥，簡稱水泥，若儲藏室不受細微潮氣，存放愈久，則愈堅固，儲藏一年之久，1 水門泥對 1 沙，約有純水門泥 $\frac{1}{2}$ 力度，1 對 2，約 $\frac{1}{3}$ 力度，1 對 3，約 $\frac{1}{4}$ 力度，1 對 4，約 $\frac{1}{5}$ 力度，1 對 5，約 $\frac{1}{6}$ 力度。

沙質愈潔淨及愈尖銳者，其混合水門泥力度愈大，堅固水門泥質重而色藍灰，凝結性慢，而凝結速之水門泥，通常含有過量之泥，其色褐而力弱，使水門泥混合時，所用之水愈少則愈佳，磚石等與水門泥合用時，須先浸濕，水門泥凝結於靜水下者，則較保持於乾燥者為堅固，鋪砌工作中之木材或三和土，應存放於水中，至用時需要為止，鹽水用於混合水門泥與清水相同，純水門泥之磚，其耐久性等於藍色石塊，1 水門泥對 4 或 5 沙之磚，等於精選之磚，做水門泥時，浮面不可有水流動，因水可移去水門泥也。

水門泥中石灰成份，不得過百分之六十二或少於百分之五十六。

富於石灰之水門泥，不能停止海水之流動，若用於海水中者，水門泥須與火山灰，火山砂石，及磨細之五金渣滓混合，以成膠力泥。

§ 80. 混合水門泥強度

每平方呎水門泥之強壓重量磅數

	造成之月數		
	3	6	9
純水門泥.....	3795	5388	5984
1 水門泥對 1 沙.....	2491	3478	4561
1 水門泥對 2 沙.....	2004	2752	3647
1 水門泥對 3 沙.....	1436	2156	2393
1 水門泥對 4 沙.....	1331	1797	2209
1 水門泥對 5 沙.....	959	1540	1678

約 $\frac{1}{3}$ 之強壓重量,產生第一破隙。

§ 81. 三和土牆壁

房屋之三和土牆壁,係用 1 水門泥,對 6 或 7 碎石,磨細灰燼,燒沙,卵石,粗石或五金渣滓造成,與水門泥混合之所有物質,須完全免除天然之泥土,泥濘,泥或任何污物等。

阻止水門泥黏合於各板之混合物,一磅黃色胰皂切成細條,煮沸並攪之至成爲塗漆之凝結體,當在三和土未置於各部接觸之前,用毛刷使用此混合物,

加於各部平面上。

§ 82. 水泥三和土

對 1 水門泥之比例			三和土百分 之膠泥容量	1 沙對 1 水門泥所 做膠泥之力度比較	
沙	碎石	總數		伸張力	壓縮力
1	3.16	4.16	42.4	1.	1.
2	2.16	4.16	61.73	.655	.655
2	4.74	6.74	42.4	.655	.655
3	3.74	6.74	55.4	.458	.438
3	6.32	9.32	42.4	.458	.438
4	5.32	9.32	52.19	.316	.315

§ 83. 三和土空隙容積

- 石灰石在撞碎機中,碎為小塊, 總數百分率
 最狹隙縫,須經過三吋圓眼篩子..... 51
 粗石無沙經過 2½ 吋圓眼篩子..... 34
 石灰石及粗石如上,相等比例..... 34
 石灰石與碎石片,其大小不一,從小粒
 至整塊,用四吋圓眼篩過..... 48
 紅沙石,手工打碎,從四吋至八吋圓眼篩過... 50
 紅沙石,從沙至塊,用四吋圓眼篩過..... 34

紅沙石,如前之兩種物質,相等比例混合	36
與水混合之乾水門泥積量之減少	1 $\frac{1}{2}$
沙之減少	20
沙及水門泥之減少,相等比例	19 $\frac{1}{4}$

§ 84. 灰膠泥

平常成份之膠泥,一成石灰對二至三成尖銳河沙,或一成石灰對二成沙及一成鐵質灰燼,或細焦炭,鎔滓,或一成石灰對二至三成磨細之磚瓦。

粗膠泥,一成石灰對四成粗石沙。

三和土,一成石灰對四成粗石及二成沙。

水力膠泥,一成藍陶土質之石灰,對二成半之燒泥,併合磨細,或一成藍陶土質之石灰,對六成尖銳之沙,一成火山灰,及一成粉末之鐵石。

厚膠泥,一成水力膠泥及一成半角形石。

水門泥膠泥,一成水門泥對一成半沙。

避水黏性水門泥,一成紅鉛對四成磨細之石灰,及五成尖銳之沙,與沸油混合,或一成紅鉛,五成白鉛粉,及十成尖沙,與沸油混合。

§ 85. 水門泥紀要

爲“Portland”水門泥英國標準詳記之摘要。

水門泥爲石灰質及陶土質混合於堅強熱之窯內燃燒而成，燃燒時成爲鎔滓，然後將所得之鎔滓磨爲極細，燃燒之後，則不加入任何物質，除非製造者別有用意，此非消耗者所能禁止也，如欲加入物質者，大概用硫酸化鈣或水，惟不得超過百分之二，磨細之後，放在每方吋 $76 \times 76 =$ 每方吋 5776 網眼篩上分析之，磨粉功效，其餘剩者，不得超過百分之三，然後再經過 $180 \times 180 =$ 每方吋 32400 網眼篩上，其紛粒不得多於百分之十八，織篩之線，七十六網眼其直徑爲 .0044 吋，一百八十網眼，其直徑爲 .002 吋，質量比新燒時不得少於 3.15，四星期之後，不得少於 3.10。內含不鎔化之滓質，不過百分之 1.5，鎂養不過百分之 3，無水硫酸不過百分之 2.75。

於二十四小時後，硬塊乃可浸入水中，純水門泥（新做者），七天以後，每平方吋最低拉斷力爲四百磅，二十八天以後，爲五百磅，一成水門泥對三成沙，七天後，每方吋爲一百五十磅，二十八天後爲二百五十磅，沙爲標準寧波黃沙，經過每方吋 20×20 網眼之篩，再以 30×30 網眼之篩子篩過，網線爲 .064 吋與 .0108 吋直徑。

§ 86. 石灰紀要

石灰石之種類

- (一) 飽和石灰：一純粹石灰，不沉澱於水中。
- (二) 不良石灰：一與水混合，乃不改變其狀況。
- (三) 輕微水力石灰，含有百分之八至十二之砂
堯，礬土，鎂銹，鉄及錳，漸漸沉澱於水中。
- (四) 水力石灰，含有百分之十二至二十之上列
成分，六天或八天內沉澱於水中。
- (五) 優越水力石灰，含有百分之二十至三十之
上列成分，於兩天至四天內沉澱於水中。
- (六) 水力水門泥，含有百分之三十至五十之陶
土質，於數分鐘內沉澱，一月內堅硬如石。
- (七) 火山石灰及火山砂石，為火山產物，若與純
石灰混合，則成水力膠泥。

§ 87. 石灰石

石灰石全部或一部分鎔化於弱酸中，即起迅速
沸騰，待幾不能鎔解於水中，用時以鐵鏟挖掘。

石灰石之簡略分析

- (一) 打碎樣品，並經過細篩。

- (二) 放一百五十格令(Grains)於玻璃甃中,稀鹽酸漸漸傾於其上,攪和之,並加鹽酸至沸騰停息而止。
- (三) 用吸水紙濾過,再傾至少二升之水於其上,使濾紙洗清。
- (四) 留意聚集留剩之質,使乾,並稱之,其重量自一百五十格令減除之,則得碳酸石灰之重量。
- (五) 用移注器一再洗滌留剩之質,以除去微粒泥性,然後使乾,並稱渣滓,此能假定為沙者,一百十二格令碳酸石灰,九格令泥及二十九格令沙,為普通用之良好比例。

§ 88. 水門泥之簡略辨別

顏色之顯示為藍灰,褐,或近黑色。

泥之味,用舌接觸之。

泥之氣味,潮濕後嗅之。

- (一) 斷成碎片,其厚度約一吋半,於平常火中漸漸加熱,然後使其至完全紅熱,約燒三小時,若其已被過分燃燒,則其色較在火中取出前,更為黑暗,若相當燒成灰末,則其

放於稀鹽酸之玻璃杯中,無沸騰之發生。

(二) 已得相當燒成灰末之一片,打碎為細微之粉末,毋留粉粒,用藥刀或廚刀與容量三分之一之水,完全調和,然後搓成一球,即成為溫暖物體。

(三) 當此球方始變冷時,置於水內,此時不但繼續堅硬,且使成堅硬性,其水力性則由於其所需要之堅硬及其得之硬度之時間而測定之。

§ 89. 石灰窖

第 87 圖 每天燃燒二百四十立方呎之石灰。

第 88 圖 每天燃燒一百五十立方呎之石灰。

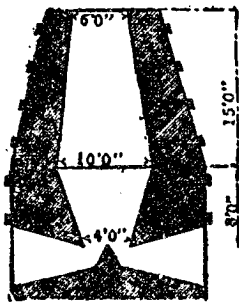


圖 87. 大型石灰窖圖

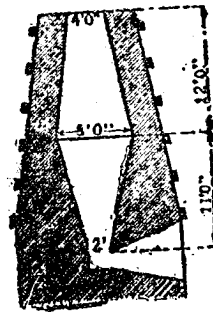


圖 88. 小型石灰窖圖

鋼骨水泥

§ 90. 鋼骨水泥應力限度

在工務局允准中,鋼骨水泥之活動應力,每平方吋磅數如次:

水泥三和土之載量六百磅。

切斷力六十磅。

黏力一百磅。

鋼之伸張力一萬六千磅。

鋼之壓縮力十五倍於周圍三和土中之應力。

鋼之切斷力一萬貳千磅。

鋼骨務須潔淨,既不塗油,塗煤膠,亦無油漆之需要。大形地板內,用半吋粗之鋼骨,棟梁內用一吋粗之鋼骨,應用足夠,負重試驗,應勿於建築完成後兩月內爲之。水泥純合體在烈火中可使分離。

§ 91. 鋼骨水泥三和土

A = 柱之有效面積,即垂直鋼骨之外邊。

A_v = 垂直鋼骨之面積。

A_t = 伸長鋼骨之面積。

m = 彈性率比例 = $E_s \div E_c$ = 鋼骨彈性率 + 三和

土彈性率。

$M = 15$. $E c =$ 每平方吋 2,000,000 磅, $E s =$
每平方吋 30,000,000 磅。

$C =$ 壓縮應力在圍柱中心之三和土上,每平方
吋 $= C \rho (1 + s. f. r.)$. $C \rho =$ 試驗時三和
土不以他物包圍之壓縮應力。 $f =$ 圍箍
形因數, f 之值在螺旋形 $= 1$; 圓圈形
 $= .75$, 直邊形 $= .5$ 。

$s =$ 間隔因數。 間隔, $.2d = 32$, $.3d = 24$,
 $.4d = 16$ 。

$P =$ 總安全壓力。

§ 92. 鋼骨水泥屋柱

$$P = C (A + (m - 1) A v) . \quad C = \frac{P}{A + (m - 1) A v} .$$

$S =$ (在棟梁中) 板層深度比例 $= D \div d$,

$R c =$ 壓縮阻力率 $=$ 壓縮應力下棟梁之阻力率,磅
之單位。

$R t =$ 伸張阻力率。

$r =$ 增加之比例 $= A t \div b d$, (見下節圖 89 至 91)

$s =$ (在棟梁中) 三和土上剪斷應力之力率。

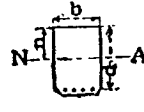
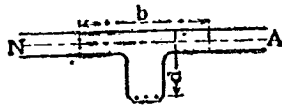
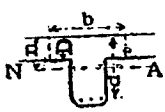
$t =$ 鋼上伸張力,每平方吋磅數。

§ 93. 鋼骨水泥橫梁

圖89.
水泥梁圖 (a)

圖90.
水泥梁圖 (b)

圖91.
水泥梁圖 (c)



爲 (a) 用。

$$n_1 = n + d = \frac{S^2 + 2mr}{2(S + mr)}$$

$$\text{槓桿之臂} = \frac{d(S^3 + 4mrS^2 - 12mrS + 12mr)}{6mr(2 - S)}$$

$$\text{(或阻力率之臂)} = d \left[1 - \frac{S}{3} \left(\frac{3n_1 - 2S}{2n_1 - S} \right) \right]$$

$$\text{平均壓縮應力} = \frac{cmr(2 - S)}{S^2 + 2mr} = C \left(1 - \frac{S}{2n_1} \right)$$

$$R_c = o b d D \left(\frac{S^3 + 4mrS^2 - 12mrS + 12mr}{6(S^2 + 2mr)} \right)$$

$$R_t = t b d^3 \left(\frac{S^3 + 4mrS^2 - 12mrS + 12mr}{6m(2 - S)} \right)$$

$$r = \frac{S^2}{2n(1 - S)}, \text{(若 } n_1 = S) = \frac{2mcS - mcS^3 - tS^3}{2mt}$$

$$A \bar{i} = r b d$$

爲 (b) 及 (c) 用。

$$n \sqrt{= m^2 r^3 - 2 m r - m r}$$

$$= d \left(1 - \frac{n_1}{3} \right)$$

$$= \frac{O}{2}$$

$$R c = \frac{c b d^3}{2} n_1 \left(1 - \frac{n_1}{3} \right)$$

$$R t = t r b d^3 \left(1 - \frac{n_1}{3} \right)$$

$$r = \frac{m c^3}{2 t (m c + t)}$$

$$A t = r b d$$

§ 94. 鋼骨水泥紀要

馬尼制 (Monier system):—鋼條所負伸張力在地板內部質料之伸張。

漢尼別克制:—用平鋼條。

考得先制:—鋼絲織網,在工作進行時編織。

步拿制:—以鋼製成全具骨骼在水泥未做前建立完全。

蘭生制:—四方鋼條稍成扭繞。

泰教制:—平扁鋼條有凸形鉤釘頭。

波甘制:—以木心製造電桿,外用鐵筋水泥,試驗負重,能超過百分之五十於平常載量,此種力度公式

在意國不得超過平常載重百分之百，在美國試驗負重三倍於平時負重，水面下之任何建築物，鋼骨水泥之厚度，不得少於二吋，煤渣水泥，不得為鋼骨水泥應力所用，除非為避火性質之旨意。

§ 95. 沙石灰磚

沙石灰磚，係從百分之九十至九十五之沙，及百分之五至十之石灰，所混合之物而壓成，沙須潔淨與尖銳，石灰宜純粹及飽和。

溶於水之石灰，應磨至愈細愈佳，沙及石灰以合宜之機器密切調和於滾球下，磨碾時須加入足量之水，使混合物變為厚漿，再傾入壓縮機模型內，即可壓成所需任何形狀之磚，壓成之磚，再受十小時每方吋一百四十磅之蒸汽壓力於汽筒中，此筒之形式如蒸木油筒，當石灰磚置在蒸汽筒中沸化時，同時使磚成為堅硬，此種灰磚，大多用於歐洲，且可製成任何色彩，祇須在磨碾機中加入色料，質較泥磚為輕，切割整齊，對內部與外部工程之用，均甚耐久，此種灰磚，無論在任何時期，任何氣候，溫度，皆可製造之。

砌牆

§ 96. 標準磚

磚之長度應倍於闊度加一垂直接縫之厚度。

磚之接縫處應為四分之一吋以下，額外時加十六分之一吋，以覆蓋各磚平面之不整齊處，平常兩磚，其中心至中心之結合標準，長度為九又四分之一吋。

磚之標準呎吋

磚數	廣大		磚數	廣大		磚數	廣大	
	呎	吋		呎	吋		呎	吋
$\frac{1}{2}$	0	$4\frac{3}{8}$	$5\frac{1}{2}$	4	$2\frac{5}{8}$	$10\frac{1}{2}$	8	$0\frac{7}{8}$
1	0	9	6	4	$7\frac{1}{4}$	11	8	$5\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{5}{8}$	$6\frac{1}{2}$	4	$11\frac{7}{8}$	$11\frac{1}{2}$	8	$10\frac{1}{8}$
2	1	$6\frac{1}{4}$	7	5	$4\frac{1}{2}$	12	9	$2\frac{3}{4}$
$2\frac{1}{2}$	1	$10\frac{7}{8}$	$7\frac{1}{2}$	5	$9\frac{1}{8}$	$12\frac{1}{2}$	9	$7\frac{3}{8}$
3	2	$3\frac{1}{2}$	8	6	$1\frac{3}{4}$	13	10	0
$3\frac{1}{2}$	2	$8\frac{1}{8}$	$8\frac{1}{2}$	6	$6\frac{3}{8}$	$13\frac{1}{2}$	10	$4\frac{5}{8}$
4	3	$0\frac{3}{4}$	9	6	11	14	10	$9\frac{1}{4}$
$4\frac{1}{2}$	3	$5\frac{3}{8}$	$9\frac{1}{2}$	7	$3\frac{5}{8}$	$14\frac{1}{2}$	11	$1\frac{1}{8}$
5	3	10	10	7	$8\frac{1}{4}$	15	11	$6\frac{1}{4}$

§ 97. 砌磚工作

(自 $\frac{1}{2}$ 磚至3磚厚度)各種牆壁厚度用之乘數						A = 牆壁之表面積, 平方呎數。 × A = rod (約五碼半)。 × A = 立方碼。 × A = 1000塊。
$\frac{1}{2}$	1	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3	
.00123	.00246	.00368	.0049	.00613	.00737	
.01389	.02778	.04167	.05555	.06944	.08334	
.0053	.0106	.016	.0213	.0267	.032	

§ 98. 砌石工作

鋪面石係堆疊方石所成,普通深度為十二吋,各層及各接合處,須形式端整,接合之隙縫,其寬度不得超過八分之一吋。

簡單鋪石面者,其石面係粗鑿而成,石塊工作依次法者,每石粗製成方,層牀略加完整,但接合隙縫,不能十分整齊,深度亦小於十二吋者。

石塊從山間運來後,僅用粗鑿整理。

層形石板,通常為天然層形之石,放置於建築中,各部亦有用二三層疊成者。

無層牀之碎石,為形狀不一之石,有時用在十八吋至二十六吋之牆上。

石板由層牀石中分開,有四呎至五呎方,厚約三吋至四吋,薄者可依護牆之下部,厚者可鋪圍墜走道。

§ 99. 砌牆形式

圖92. 平常砌牆側面圖(一)

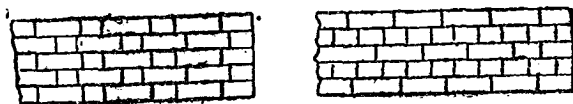
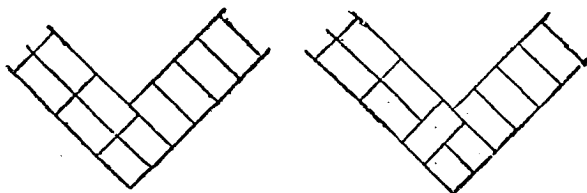


圖93. 平常砌牆側面圖(二)



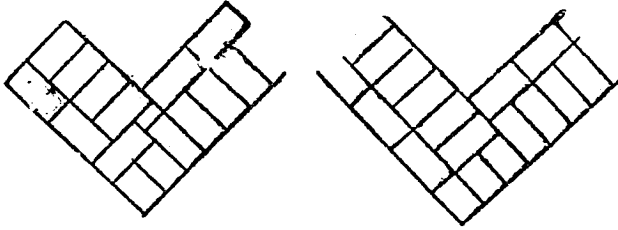
圖94. 九吋牆轉角處平面圖



第一二磚反砌

第三四磚反砌

圖95. 十四吋牆轉角處平面圖



第一二磚反砌

第三四磚反砌

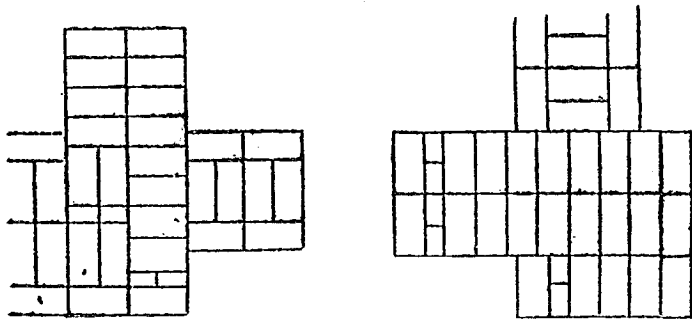
圖96. 斜口砌牆平面圖



第一式

第二式

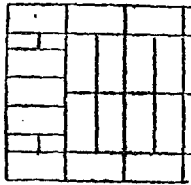
圖97. 門口砌牆平面圖



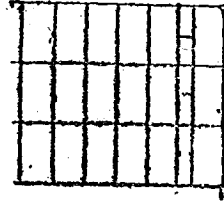
第一式

第二式

圖98. 磚柱砌法



第一式



第二式

§ 100. 牆厚標準

住屋中磚牆或石牆之厚度

最 高 度		牆 壁 之 最 低 厚 度 吋 數								
牆高 呎數	牆長 呎數	地 面	第 一 層	第 二 層	第 三 層	第 四 層	第 五 層	第 六 層	第 七 層	其 餘
25	30	8½	8½	—	不可再高		—	—	—	—
25	30	13	13	13	可高一層		—	—	—	8½
25	U	13	13	—	—	—	—	—	—	8½
40	35	13	13	13	—	—	—	—	—	8½
40	U	17½	13	13	—	—	—	—	—	8½
50	30	17½	13	13	13	—	—	—	—	8½
50	45	17½	17½	13	13	—	—	—	—	13
50	U	21½	17½	13	13	—	—	—	—	13
60	45	17½	17½	13	13	13	—	—	—	13
60	U	21½	17½	17½	13	13	—	—	—	13

70	45	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	13	13	13	—	—	13
70	U*	26	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	—	—	13
80	45	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	13	13	13	—	13
80	U*	26	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	—	13
90	45	26	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	13	13	—	13
90	U*	30	26	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	—	13
100	45	26	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	13	—	13
100	U*	30	26	26	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	—	13
120	45	30	26	26	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	13
120	U*	35	30	30	26	26	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	13

表內字母 U 係指明無限制長度之牆壁，十呎以上高之各層，應有不得少於十三吋厚之牆壁，牆之厚度，亦不能較層樓高度十六分之一為低，其高度係從地板托梁中間量起。

牆腳之闊度，應加倍於牆之厚度，下闊上薄，凸出部分，宜整齊排列，底之凸出面，應為半倍牆腳之高。

§ 101. 貨棧牆壁

棧房中磚牆或石牆之厚度。

L = 牆之最大長度呎數。

T = 在底部牆之最少厚度吋數。

t = 在頂部十六呎，牆之最少厚度吋數。

U = 乃表示 L 爲無限制長度。

	牆之最高高度呎數									
	25	30	40	50	60	70	80	90	100	120
當 L =	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
T =	13	17½	21½	26	26	26	26	30½	31	35½
t =	13½	13½	13½	13½	13½	18	18	18	18	18
當 L =	—	45	45	45	45	45	45	45	45	45
T =	—	13	17½	21½	21½	21½	21½	26	26	31
t =	—	13½	13½	13½	13½	13½	13½	13½	13½	13½
當 L =	—	—	35	30	—	—	—	—	—	—
T =	—	—	13	17½	—	—	—	—	—	—
t =	—	—	13½	13½	—	—	—	—	—	—

牆之高度不超過三十呎，而其頂層高度，不超過十呎者，其牆之厚度可做九吋。

牆之頂層高度在十六呎以下者，其厚度應爲十三吋半。

單層牆之厚度，不得少於層樓高度十四分之一，牆脚應倍於牆之厚度。

§ 102. 牆壁粉塗

用下列之料足敷右列面積	1 吋厚	$\frac{3}{4}$ 吋厚	$\frac{1}{2}$ 吋厚
1 籬水門泥(或1.28立方呎)	1 $\frac{1}{2}$ 方碼	1 $\frac{1}{2}$ 方碼	2 $\frac{1}{4}$ 方碼
1 水門泥及 1 沙.....	2 $\frac{1}{4}$ 方碼	3 方碼	4 $\frac{1}{2}$ 方碼
1 水門泥及 2 沙.....	3 $\frac{1}{2}$ 方碼	4 $\frac{1}{2}$ 方碼	6 $\frac{1}{2}$ 方碼
1 立方碼石灰, 2 碼沙, 及三 籬毛髮.....	75碼, 表面第一層塗灰泥及使 凝結在磚上, 或 70碼在壁骨上。		

§ 103. 載量過重牆壁

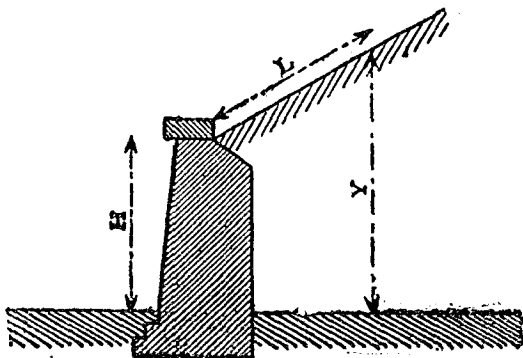
計算載量過重之牆壁力度, 以 Y 代替 H,

Y = 垂直線在 L 之端.

L = H, 沿傾斜面而量之長度.

Y = 1.71H 在 1 對 1 之傾斜.

圖99. 牆之過載圖



- $Y = 1.55 H$ 在 $1\frac{1}{2}$ 對 1 之傾斜。
 $= 1.45 H$ 在 2 對 1 之傾斜。
 $= 1.31 H$ 在 3 對 1 之傾斜。
 $= 1.24 H$ 在 4 對 1 之傾斜。

§ 104. 泥水匠廣用數目

- 1 方 (10 呎之方) 砌磚工程 = 100 面呎, $1\frac{1}{2}$ 磚厚。
 1 方 (10 呎之方) 砌磚工程 = 4.2 立方碼 = 113 立方呎。
 1 方 (10 呎之方) 砌磚工程 = 1600 塊磚, 用於平均砌 $1\frac{1}{2}$ 磚厚之牆。
 1 方 (10 呎之方) 砌磚工程 = 2130 塊磚, 乾鋪。
 36 塊磚橫置平砌或以 52 塊磚縱置平砌 = 1 碼長之牆。
 1 立方碼之磚數 = 384 塊。
 1 擔灰泥, 約 = 2 立方呎。
 1 擔沙約 = 2 立方呎。
 1 袋水門泥 = 3 籬。
 1 包水門泥 = 5 籬。
 1 立方碼砌磚工程, 約需用 $6\frac{1}{2}$ 立方呎沙, $2\frac{1}{4}$ 立方呎石灰。

330 塊存儲之磚，約重 1 噸。

1000 塊存儲之磚，約重 60 $\frac{1}{2}$ 市擔。

1000 塊磚緊密堆積約佔 55 立方呎。

鋪磚者之灰沙桶量 16'' × 9'' × 9.吋。

鋪磚者之灰沙桶量，含有 20 塊磚。

鋪磚者之灰沙桶量半籬灰泥或 $\frac{3}{8}$ 立方呎。

1 籬 (Portland) 水門泥 = 112 磅至 116 磅。

1 噸 (Portland) 水門泥 = 19.3 籬至 20 籬。

1 桶 (Portland) 水門泥，約有 3 $\frac{1}{2}$ 籬 = 400 磅淨重，(或 425 磅毛重)。

1 包，38 吋 × 22 吋等於 2 籬。

§ 105. 砌磚摘要

水門泥桶，普通為 27 $\frac{1}{2}$ 吋長，中間直徑為 17 $\frac{1}{2}$ 吋，兩端直徑為 15 吋。

烟囱砌磚時，應有金屬輪圈，為之保護，吸收水份不得逾其 $\frac{1}{2}$ 之重量，並應除去瑕疵，破痕，或任何種類之塊，尤宜除去泥漿中之石灰塊 (烟囱詳見第二十二章)

砌磚工作，應加注意者，即泥漿須普遍分佈，並宜盡量減薄，各磚間縱橫放置亦須整齊。

磚砌弧形拱門，其木架須安放堅固，漿灰愈薄愈佳，磚之尖形，必須普遍一律，砌時由兩傍起始，待至中心時，安置最後一塊，尖形須依照裂縫鑲配，愈密切愈佳。

砌牆時雖有麻線拉成平行，可作依靠，然上下有凸凹缺點，必須備有直尺，以便隨時查驗。

火磚砌工，須用最良品質之新灰泥作為泥漿，火磚須擇真確而無瑕疵及裂痕者。

隔牆與瓦片間，須襯有白鐵片，以水門泥填滿裂縫。

用白鐵片蓋置屋頂平面，較用瓦片者，耗費不多，約加白鐵片百分之四十，為各種捲疊等用。

在氣候較寒或熱之處，白鐵片之下，置有鋸屑及石棉絨等。

砌牆附料用石灰泥，砌花崗石及其他建築物，用石類灰沙與水門泥灰沙等，鋼鐵，銅，橡樹，麻栗樹，及其他硬木不小於二吋厚者，亦可鑲入砌於牆中，瓦片，磚，燒泥，覆蓋片，及凸出之拱石，鋪地之石板，需要時，亦用水門泥灰漿，又弧形拱門僅支持於兩末端，所有隙縫，應以水門泥填滿之。

爆炸藥

§ 106. 炸藥之爆裂

任何爆裂品之有用效力，每採購炸藥，最為普及，並用炸藥導線而發火。

炸藥製入銅管之內，含有五至三十格令 (grain) 之銻雷酸鹽 (Fulminate of mercury)。

此種炸藥，不可受潮，並須與其他炸藥分離儲藏之。

各種炸藥之比較效力。槍礮火藥單純爆炸 = 1。

爆 炸 藥	單 純 爆 炸	使 爆 裂 而 炸
火藥	1.0	4.34
畢克立酸苛性鉀	1.82	5.31
畢克立酸	2.04	5.50
火棉	3.00	6.46
甜油炸藥	4.80	10.13
銻雷酸鹽	—	9.28

§ 107. 炸性力能

A = 發射力重量。

B = 發射力廣袤。

W = 比較重量; h = 猝然施用之發火熱,

G = 比重; H = 發火熱, 乃物質漸漸加熱,

炸藥性質	A	B	W	G	h	H
硝酸甜油	1.00	1.00	1.00	1.60	—	—
阿摩尼亞火藥	.83	.80	.969	1.55	—	—
猛炸藥 .....	.72	.74	1.031	1.65	350'	446
酸鎂 .....	.50½	.53	1.06	1.70	—	—
壓縮火棉 .....	.71	.44	.625	1.00	360'	482
最良爆炸火藥	.28	.17½	.625	1.00	5'0"	—

阿摩尼亞火藥含有 .. { 硝酸阿摩尼亞 .. 80 }
 { 木炭 .. 6½ } 以重量計
 { 硝酸甜油 .. 19至20 }

砂石火酸 .. { 多孔砂石 .. 25 }
 { 硝酸甜油 .. 75 } 以重量計

酸鎂火藥 .. { 煤屑 .. 2 }
 { 硝酸鎂 .. 5 } 以重量計
 { 有滴蟲之土 .. 23 }
 { 硝酸甜油 .. 70 }

§ 108. 炸藥用量

鑽空一吋之容積

孔之直徑吋數.....	1	1¼	1½	1¾	2	2¼	2½	2¾	3
火藥噸數.....	.419	.654	.942	1.283	1.675	2.120	2.618	3.166	3.769
火棉噸數.....	.419	.654	.942	1.283	1.675	2.120	2.618	3.166	3.769
砂石火藥噸數.....	.670	1.046	1.507	2.053	2.680	3.392	4.189	5.066	6.030

§ 109. 岩石內爆炸

C = 炸藥之裝量磅數,

L = 洞之深度,或最小阻力之線路呎數,

K = 依炸藥及岩石而變更之常數,

$C = L^3 \times K$. 為水中爆炸者,則用較大之係數,

各種岩石及炸藥用 K 之值

炸 藥	硬 石	中等之石	軟 石
爆炸火藥.....	.0835	.0417	.0278
猛炸藥.....	.0286	.0413	.0095
爆裂火藥.....	.0278	.0139	.0093
爆炸膠質.....	.0200	.0100	.0066

在小轟炸物中，一磅火藥，將鬆解約四噸半之岩石。

在大轟炸物中，一磅火藥，能鬆解約二又四分之三噸之岩石。

每人每日能鑽孔花崗石五十至一百吋，石灰石三百至四百吋。

§ 110. 地面爆炸

障礙物毀壞中之 $P = \text{炸藥之裝量磅數} = L^3 \times k$ 。

$L = \text{最小阻力之線路，或擊入障礙物之半途。}$

$k = 0.15$ 在無墩壁之牆垣，每個炸洞距離約 $2L$ 。

$k = 0.2$ 在有墩壁之牆垣，炸物在各墩柱中。

$k = 0.4$ 在障礙物基礎中。

$k = 0.5$ 至 0.6 如在基礎及木材混合中。

$k = 0.1$ 在週圍石工或泥工中。

如欲毀壞任何洞口或柵門，以一罐筒內裝有五十至六十磅炸藥之量，懸掛其上而爆炸之。

在平常土壤礦穴中所用火藥之量 $= 0.1 L^3$ 磅數。

§ 111. 水底炸藥

水底爆炸用之避水組成物。

1 油脂, 3 松香, 4 樹質膠, 12 瑞典松脂。

砂石火藥不能以火花或一吹即炸,乃屬慢性着火,當其發火時,燃燒甚厲,須留有排洩餘地,若在大數量中,或固閉之,爆炸可立發,砂石火藥在冬季凝結,用時將其彈藥筒,須小心溶解,在熱水環繞之盆中為之更佳。

§ 112. 爆炸紀要

安全導火線每分鐘約燃燒二呎。

瞬息導火線每秒鐘約燃燒三十碼。

數藥彈欲同時發火者,及藥彈之在水面下者,電氣發火法最為適用,但除特別情形之外,導火管之浪費,乃阻其用處,磁電氣爆炸物,通常用之。

用於潮濕孔內之火藥,須製成彈藥筒,紙製彈藥筒恆用之,以柏油,樹膠或脂肪質等避水。

猛炸藥 (Dynamite) 為多孔之土,吸收硝酸甘油所成,其棉花火藥及爆炸膠質,並不需,在避水彈藥筒內,但與彼所用之爆炸物,貯藏須十分乾燥。

裂隙岩石中之濕孔,可使之避水,祇須以泥充滿孔中,並執一光滑圓尖之鐵桿,插入孔中成一裂隙。

自一錯誤發火孔中抽取藥線,乃為絕對不可能

之嘗試,尤宜注意於爆裂物應用時。

壓縮生石灰之彈藥筒,爲開煤礦之用,當潮濕時,筒之膨脹力,可使煤炭裂碎。

遇嚴寒冰凍之處,水之膨脹結成冰,可除去岩石之用,將孔鑽成之後,用水充滿並塞住之。

積層之花崗石,可採掘爲建築之用,其法係火燒於石上之作用,再用薄口斧形物劈開之。

第三章 工程材料重量與應力

重量與強度

§ 113. 鑄鐵重量表 (由一至百立方吋)

立方吋	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	立方吋
0	...	.263	.526	.789	1.052	1.315	1.578	1.841	2.104	2.367	0
10	2.63	2.893	3.156	3.419	3.682	3.945	4.208	4.471	4.734	4.997	10
20	5.26	5.523	5.786	6.049	6.312	6.575	6.838	7.101	7.364	7.627	20
30	7.89	8.153	8.416	8.679	8.942	9.205	9.468	9.731	9.994	10.257	30
40	10.52	10.783	11.046	11.309	11.572	11.835	12.098	12.361	12.624	12.887	40
50	13.15	13.413	13.676	13.939	14.202	14.465	14.728	14.991	15.254	15.517	50
60	15.78	16.043	16.306	16.569	16.832	17.095	17.358	17.621	17.884	18.147	60
70	18.41	18.673	18.936	19.199	19.462	19.725	19.988	20.251	20.514	20.777	70
80	21.04	21.303	21.566	21.829	22.092	22.355	22.618	22.881	23.144	23.407	80
90	23.67	23.933	24.196	24.459	24.722	24.985	25.248	25.511	25.774	26.037	90
立方吋	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	立方吋

表內係磅數可移小數點,增加倍數如: 950 立方吋
 = 249.85 磅, 9500 立方吋 = 2498.5 磅。

§ 114. 各種金屬之重量與應力

詳細表列如下:

	比重	每立方呎重量 磅數	每立方吋重量 磅數	每方吋伸張力 噸數	每方吋壓碎力 噸數	橫切力 噸數
熟鋁片.....	2.67	166.6	.096	12	—	—
生鋁.....	2.56	159.8	.092	8	—	—
生錫.....	6.72	419.5	.242	.47	—	—
生銻.....	9.822	613.1	.353	1.45	—	—
紫銅棍.....	8.85	552.4	.318	17	—	—
生紫銅.....	8.607	537.3	.31	8.4	—	—
紫銅片.....	8.78	548.1	.316	13.4	—	—
紫銅絲.....	8.9	555	.32	26	—	—
金線.....	19.28	1204	.70	8.9	—	—
生鐵坯.....	7	437	.252	6	36	2
灰生鐵.....	7.6	474.4	.273	13	64	3.4
鑄鐵件.....	7.23	451	.26	7.3	48	2.6
熟鐵坯.....	7.6	474.4	.273	16	16	3
熟鐵機件.....	7.8	486.9	.281	29	18	5.5
熟鐵品.....	7.78	485.6	.28	22	16.9	3.8
鐵絲.....	—	—	—	40	—	—
生鉛.....	11.36	708.5	.408	.8	3.1	—
鉛片.....	11.4	711.6	.41	1.5	—	—
水銀.....	13.596	848.75	.49117	—	—	—
白金.....	21.531	1343.9	.775	—	—	—
白金片.....	23	1435.6	.828	—	—	—
銀.....	10.474	653.8	.377	18.2	—	—
鋼刀.....	7.865	496	.284	52	150	—
柔鋼.....	7.86	490	.283	25.35	—	—
純錫.....	7.291	455.1	.262	2.0	6.7	—
純鋅.....	7	437	.252	3.3	—	—

§ 115. 合金之重量與應力

	比重	每立方 呎重量 磅數	每立方 吋重量 磅數	每方吋 伸張力 噸數	每方 吋壓力 噸數	橫切 力噸
鋁與白銅及百 分之九十至九 十五之紫銅…	7.68	478.4	.276	32	58	—
響銅(小鐘)…	8.05	502.52	.29	1.4	—	—
黃生銅……………	8.4	524.37	.3	8	—	—
黃銅片……………	8.44	526.86	.301	14	—	—
黃銅絲……………	8.54	533.109	.307	22	—	—
機械銅 5 銅 1 鋅	8.41	525.09	.3	13.7	—	—
機械銅 4 銅 1 鋅	8.448	527.36	.304	14.7	—	—
機械銅 3 銅 1 鋅	8.397	524.18	.3	13.1	—	—
機械銅 2 銅 1 鋅	8.299	518.06	.299	12.5	—	—
機械銅 1 銅 1 鋅	8.23	513.75	.296	9.2	—	—
機械銅 1 銅 2 鋅	8.283	517.06	.298	19.3	—	—
機械銅 1 銅 4 鋅	7.371	460.13	.265	1.9	—	—
標準金……………	17.724	1106.42	.638	—	—	—
礮銅 10 銅 1 錫…	8.464	528.36	.306	16.1	—	—
礮銅 9 銅 1 錫…	8.462	528.24	.305	15.2	—	—
礮銅 8 銅 1 錫…	8.459	528.05	.305	17.7	—	—
礮銅 7 銅 1 錫…	8.456	527.89	.305	13.6	—	—
標準銀……………	10.312	643.72	.371	—	—	—
金屬鏡……………	7.447	464.87	.264	3.1	—	—
軸瓦硬鉛……………	7.31	456.32	.263	—	—	—

§ 116. 生鐵球及鐵棍磅數表

直徑吋數……	1	2	3	4	5	6	7	8	9
生鐵球……	.136	1.10	3.70	8.71	17.12	29.5	47	70	100
鑄鐵棍一呎長	2.4	9.9	21.9	39.0	61.0	89.0	120	156	198

木材磚瓦

§117. 各種木材之重量與應力

	比重	每立方呎重量 磅數	每立方吋重量 磅數	每方吋伸張力 磅數	每方吋壓碎力 磅數	橫切力 磅數
皂角樹坯……	.71	44	.025	16,000	—	1867
皂角樹木……	.79	49	.028	—	—	—
槐樹坯……	.69	43	.025	12,000	8,600	2000
槐樹木……	.76	47	.027	17,000	9,300	3000
山毛櫸坯……	.69	43	.025	11,000	7,700	1500
山毛櫸木……	.696	43	.025	22,000	9,300	2000
赤楊樹……	.711	44	.026	15,000	3,300	1900
赤楊木……	.730	45	.026	—	6,000	1930
黃楊木……	1.28	80	.046	20,000	10,300	2445
柏樹(南洋)……	.748	47	.026	5,000	5,700	1443
柏樹(美國)……	.554	35	.020	10,800	6,000	766
柏樹(Lebanon) …	.486	30	.017	11,000	5,800	1300
栗樹……	.606	38	.022	11,500	5,300	1770
榦木……	.240	15	.008	—	—	—
松樹……	.689	43	.025	12,000	5,850	1562
烏木……	1.187	74	.043	—	19,000	2100

榆樹(英國).....	.553	34	.02	13,200	6,000	782
榆木.....	.579	36	.021	14,000	10,300	1100
榆木(加拿大).....	.725	45	.026	13,000	7,700	1920
檜樹.....	.512	32	.018	10,100	6,500	1490
檀樹.....	.76	47	.027	20,000	7,300	—
鐵木.....	1.15	71	.041	9,000	12,000	3000
青心木.....	1.143	71	.041	8,960	14,200	—
黃松.....	.543	34	.019	8,900	3,200	1330
落葉松木.....	.556	35	.02	10,200	5,500	1660
堅木.....	1.333	83	.048	11,800	10,000	3440
菩提樹.....	.564	35	.02	10,100	5,300	1200
桃花心木(非洲)...	.560	35	.02	21,000	8,000	1910
桃花心木(西班牙)	.852	53	.031	14,900	8,200	1300
楓樹.....	.675	42	.025	11,150	7,150	1694
榔樹(非洲).....	.988	62	.035	21,000	9,320	2523
紅榔樹(美國).....	.85	53	.03	10,000	6,000	1680
白榔樹(美國).....	.779	49	.028	13,600	8,500	2183
紅榔樹(英國).....	.777	48	.028	10,000	6,400	1600
白榔樹(英國).....	.934	58	.034	19,000	10,000	1690
紅松樹.....	.576	36	.021	12,000	5,400	1200
紅松木.....	.657	41	.024	14,000	7,500	1530
白松樹.....	.432	27	.015	8,700	4,000	1317
白松木.....	.553	34	.02	11,000	6,500	1229
黃松.....	.508	32	.018	13,000	5,300	1185
杉樹.....	.649	40	.023	8,000	5,400	1426
杉木.....	.550	34	.02	10,200	13,440	1348
梧桐樹.....	.61	38	.022	12,600	8,000	1820
柚樹.....	.553	34	.02	4,500	3,900	1383
仙木.....	.76	47	.027	11,000	4,700	1575
絹木.....	.96	60	.034	10,300	7,000	1510
麻栗.....	.74	46	.026	7,300	8,100	2110
硬麻栗.....	.86	54	.031	15,000	12,000	3166

註：橫切力為方梁力 K 之係數，以磅數計，破裂量公式，以破裂點約在橫切力六倍也。

§ 118. 石質之重量與應力

根據樣品	比重	每立方呎重量 磅數	每立方吋重量 磅數	每方吋伸張力 噸數	每方吋壓碎力 噸數
玄武岩 最大.....	2.95	184	.106	—	11.3
玄武岩 最小.....	2.70	168	.097	—	3.5
玄武岩 平均.....	2.86	178	.103	.66	8.6
白堊 最大.....	2.10	131	.076	—	22
白堊 最小.....	1.77	110	.065	—	1.10
白堊 平均.....	1.94	121	.070	—	—
花崗岩 最大.....	2.92	182	.105	—	11.2
花崗岩 最小.....	2.62	163	.094	—	4.9
花崗岩 平均.....	2.70	168	.097	—	7.45
石灰岩 最大.....	2.57	160	.092	—	6.25
石灰岩 最小.....	1.87	116	.067	—	.6
石灰岩 平均.....	2.23	139	.080	—	2.1
大理石 最大.....	2.73	170	.098	.32	8.0
大理石 最小.....	2.68	167	.097	.24	1.44
大理石 平均.....	2.71	169	.098	.28	4.6
卵石 最大.....	2.60	162	.094	—	1.75
卵石 最小.....	1.90	118	.068	—	.6
卵石 平均.....	2.15	134	.078	.32	1.2
砂岩 最大.....	2.70	168	.097	.56	5.4
砂岩 最小.....	1.66	103	.061	.15	1.1
砂岩 平均.....	2.20	137	.079	.41	3.5
頁岩 最大.....	2.90	181	.105	—	9.0
頁岩 最小.....	2.55	159	.092	—	4.6
頁岩 平均.....	2.75	171	.099	.57	7.4

§ 119. 磚瓦,水泥,石灰,煤等之重量與應力

列表如下:

	比重	每立方呎重量 磅數	每立方吋重量 磅數	每方吋伸張力 噸數	每方吋壓碎力 噸數
地瀝青油	1.8	112	.065	—	—
煤油 自 .....	.84	52	.030	—	—
煤油 至	1.36	85	.049	—	—
磚, 通常 自	1.38	86	.050	—	.36
磚, 通常 至	2.0	125	.072	—	.9
砂磚 自	1.84	115	.067	—	.71
砂磚 至	1.93	120	.069	—	1.25
機器磚 自	1.77	110	.064	—	.87
機器磚 至	2.38	148	.086	—	1.18
水青磚 自	2.09	130	.075	—	2.68
水青磚 至	2.30	143	.083	—	3.27
黑青磚	2.2	137	.079	—	.72
水泥磚 自	1.6	100	.058	—	.19
水泥磚 至	2.5	156	.090	—	.27
水泥 自	3.0	86	.050	.18	1.69
水泥 至	3.15	94	.054	.27	2.67
黏土 自	1.93	120	.069	—	—
黏土 至	2.09	130	.075	—	—
白煤	1.53	95	.055	—	—
烟煤(開平)	1.27	79	.046	—	—
烟煤(唐山)	1.29	80	.046	—	—
烟煤(六河溝)	1.27	79	.046	—	—
烟煤(山西)	1.27	79	.046	—	—

	比重	每立方 呎重量 磅數	每立方 吋重量 磅數	每方吋 伸張力 噸數	每方吋 壓碎力 噸數
烟煤(中興).....	1.32	82	.047	—	—
焦炭·自.....	.65	40	.023	—	—
焦炭·至.....	.81	50	.029	—	—
混凝土·自.....	1.93	120	.069	—	.38
混凝土·至.....	2.09	130	.075	—	.63
泥土·自.....	1.6	100	.058	—	—
泥土·至.....	2.0	125	.072	—	—

玻璃氣液

§ 120. 玻璃,石膏,橡皮,松香等之重量與應力

	比重	每立方 呎重量 磅數	每立方 吋重量 磅數	每方吋 伸張力 噸數	每方吋 壓碎力 噸數
玻璃.....	2.52	157	.091	1.14	13.84
玻璃 普通青色.....	2.53	158	.091	1.29	14.23
玻璃 石英.....	3.07	191	.111	1.08	12.28
玻璃 片.....	2.76	172	.100	—	—
砂石.....	1.77	110	.064	—	—
透明膠片.....	.98	61	.035	—	—
石膏.....	2.25	140	.081	—	—
印度橡皮.....	.93	58	.034	—	—
象牙.....	1.83	114	.066	—	—
石灰 硬塊.....	.70	44	.025	—	—

石灰 藍…自……………	.81	50	.029	—	—
石灰 藍…至……………	1.13	70	.041	—	—
粉刷泥…自……………	1.38	86	.050	—	.18
粉刷泥…至……………	1.90	118	.068	—	.35
土泥…自……………	1.30	81	.047	—	—
土泥…至……………	1.77	110	.064	—	—
黑柏油……………	1.13	70	.041	—	—
黑柏油礦質……………	1.65	103	.06	—	—
輕粉刷泥……………	.81	50	.029	—	—
黑鉛粉……………	2.27	142	.082	—	—
松香……………	1.01	63	.036	—	—
黃沙……………	2.6	162	.094	—	—
湖沙……………	1.88	117	.068	—	—

§ 121. 各種雜質之量重表

	比重	每立方呎 重量磅數	每立方吋 重量磅數
粗沙……………	1.61	100	.058
細沙……………	1.52	95	.054
白沙……………	1.64	102	.059
礫, 卵石……………	1.42	88	.051
油脂……………	.94	59	.034
煤柏油……………	1.016	63	.036
瓦, 普通…自……………	1.81	112	.065
瓦, 普通…至……………	1.85	115	.066

§ 122. 液體重量表

液 體	比重	每立方呎 重量磅數	每立方吋 重量磅數
蒸溜水, 39°.....	1	62.425	.036
海水.....	1.027	64	.037
酸水.....	1.06	66	.038
火酒 純淨度.....	.792	49	.028
火酒 標準.....	.916	57	.033
以脫.....	.716	45	.026
輕綠酸.....	1.2	75	.043
硝酸.....	1.217	75	.044
亞麻仁油.....	.94	58	.034
橄欖油.....	.915	57	.033
鯨魚油.....	.923	58	.033
粗石油.....	.885	55.25	.032
精煉石油.....	.795	49.6	.029
煤油.....	.680	42.45	.024
硫酸.....	1.84	115	.066

§ 123. 氣體重量表

氣 體	比重		每立方呎 重量磅數	每立方吋 重量磅數
	空氣=1	水=1		
空氣.....	1.	.001293	.08072	.00004655
二硫化炭.....	1.5291	.00197	.123	.000071
輕氣.....	.0696	.0000895	.0056	.0000032
淡氣.....	.9673	.00125	.078	.000045
二炭羰質.....	.968	.00127	.079	.000046
養氣.....	1.053	.00143	.089	.000051
亞羰質.....	.920	.00119	.07254	.000042
蒸氣(氣壓之下)	.472	.00061	.038	.000022

鋼鐵銅條

§ 124. 圓鐵方鐵每呎磅數表

邊長 或 直徑	方條	圓條	邊長 或 直徑	方條	圓條	邊長 或 直徑	方條	圓條
$\frac{1}{4}$	.209	.164	$1\frac{1}{4}$	5.25	4.09	3	30.07	23.60
$\frac{5}{16}$	.326	.256	$1\frac{3}{8}$	6.35	4.96	$3\frac{1}{4}$	35.28	27.70
$\frac{3}{8}$	.470	.369	$1\frac{1}{2}$	7.51	5.90	$3\frac{1}{2}$	40.91	32.13
$\frac{7}{16}$	.640	.502	$1\frac{5}{8}$	8.82	6.92	$3\frac{3}{4}$	46.97	36.89
$\frac{1}{2}$	.835	.656	$1\frac{3}{4}$	10.29	8.03	4	53.44	41.97
$\frac{9}{16}$	1.057	.831	$1\frac{7}{8}$	11.74	9.22	$4\frac{1}{4}$	60.32	47.38
$\frac{5}{8}$	1.305	1.025	2	13.36	10.49	$4\frac{1}{2}$	67.63	53.12
$\frac{11}{16}$	1.579	1.241	$2\frac{1}{8}$	15.08	11.84	$4\frac{3}{4}$	75.35	59.18
$\frac{3}{4}$	1.879	1.476	$2\frac{1}{4}$	16.91	13.27	5	83.51	65.58
$\frac{13}{16}$	2.205	1.732	$2\frac{3}{8}$	18.84	14.79	$5\frac{1}{4}$	92.46	72.30
$\frac{7}{8}$	2.556	2.011	$2\frac{1}{2}$	20.87	16.39	$5\frac{1}{2}$	101.03	79.35
$\frac{15}{16}$	2.936	2.306	$2\frac{5}{8}$	23.11	18.07	$5\frac{3}{4}$	110.43	86.73
1	3.34	2.62	$2\frac{3}{4}$	25.26	19.84	6	120.24	94.43
$1\frac{1}{8}$	4.22	3.32	$2\frac{7}{8}$	27.61	21.68	—	—	—

§ 125. 其他圓方條每呎磅數方式

求其他金屬重量以表上數目乘下列各數即得

之。

× .93 = 鑄鐵

× 1.02 = 鋼

× 1.15 = 紫銅

× 1.09 = 黃銅

× 1.47 = 鉛

× .92 = 鋅

§ 126. 圓鋼方鋼每呎磅數表

鋼條	每呎重量		鋼條	每呎重量		鋼條	每呎重量	
	圓	方		圓	方		圓	方
$\frac{1}{4}$	0.19	0.24	$1\frac{1}{8}$	3.86	4.91	2	12.20	15.53
$\frac{5}{16}$	0.30	0.38	$1\frac{3}{16}$	4.30	5.47	$2\frac{1}{16}$	12.97	16.51
$\frac{3}{8}$	0.43	0.55	$1\frac{1}{4}$	4.77	6.06	$2\frac{1}{8}$	13.77	17.53
$\frac{7}{16}$	0.58	0.74	$1\frac{5}{16}$	5.25	6.68	$2\frac{3}{8}$	14.60	18.58
$\frac{1}{2}$	0.76	0.97	$1\frac{3}{8}$	5.77	7.34	$2\frac{1}{4}$	15.44	19.65
$\frac{9}{16}$	0.96	1.23	$1\frac{7}{8}$	6.30	8.02	$2\frac{5}{8}$	16.31	20.73
$\frac{5}{8}$	1.19	1.52	$1\frac{1}{2}$	6.86	8.73	$2\frac{3}{4}$	17.20	21.90
$\frac{11}{16}$	1.44	1.83	$1\frac{9}{16}$	7.45	9.48	$2\frac{7}{8}$	18.12	23.06
$\frac{3}{4}$	1.72	2.18	$1\frac{5}{8}$	8.05	10.25	$2\frac{1}{2}$	19.06	24.26
$\frac{13}{16}$	2.01	2.56	$1\frac{11}{16}$	8.69	11.05	$2\frac{5}{8}$	21.02	26.75
$\frac{7}{8}$	2.33	2.97	$1\frac{3}{4}$	9.34	11.89	$2\frac{3}{4}$	23.07	29.36
$\frac{15}{16}$	2.68	3.41	$1\frac{15}{16}$	10.02	12.75	$2\frac{7}{8}$	25.21	32.09
1	3.05	3.88	$1\frac{7}{8}$	10.72	13.65	3	27.45	34.94
1	3.44	4.38	$1\frac{15}{16}$	11.45	14.57			

§ 127. 竹節鋼條之重量與應力

	長或直徑吋數	每條磅數	每條呎數	每噸條數	最高伸張力每方吋噸數	起始展長每方吋噸數	展長度百分率
方竹節鋼條	$\frac{3}{8}$	19.6	40	114	26	16.8	20-22
	$\frac{1}{2}$	31.4	40	65	26	16.8	20-22
	$\frac{5}{8}$	54.	40	41	26	16.8	20-22
	$\frac{3}{4}$	77.6	40	29	28	17.5	20
	$\frac{7}{8}$	105.	40	21	28	17.5	20
	1	137.2	40	16	28	17.5	20
圓竹節鋼條	$\frac{3}{8}$	15.2	40	147	26	16.8	20-22
	$\frac{1}{2}$	26.4	40	85	26	16.8	20-22
	$\frac{5}{8}$	42.	40	53	26	16.8	20-22
	$\frac{3}{4}$	60.8	40	37	28	17.5	20
	$\frac{7}{8}$	82.4	40	27	28	17.5	20
	1	107.6	40	21	28	17.5	20
光圓鋼條	$\frac{1}{4}$	6.68	40	335	24	15.2	25-28
	$\frac{5}{16}$	10.44	40	214	24	15.2	25-28
	$\frac{3}{8}$	15.04	40	149	24	15.2	25-28
	$\frac{1}{2}$	26.1	40	86	26	16.8	22

§ 128. 三角鐵與丁字鐵重量算式



W = 三角鐵重量,以每呎長計。

B = 兩邊之闊度,以呎計。

T = 三角鐵之厚度,以呎計。

w = 每方呎鐵板磅數,(厚如三角鐵)。

$$W = (B - T) \times w.$$

水溝形“”及工字形“”,可用下列方法,在丁字鐵表內求得之,惟邊面及剖面務須相等。

設下端邊條之數等於工字形鐵深度數目之半；然後以 2 乘之，其厚亦以同等為限，於是即得水溝形鐵或工字形鐵每呎長之重量。

§ 129. 三角鐵或丁字鐵每呎磅數表

兩邊之 闊相加 吋數	厚 度 吋 數								兩邊之 闊相加 吋數
	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	
2	1.13	1.46	1.76	2.03	—	—	—	—	2
$2\frac{1}{8}$	1.21	1.56	1.80	2.19	—	—	—	—	$2\frac{1}{8}$
$2\frac{1}{4}$	1.29	1.67	2.02	2.34	—	—	—	—	$2\frac{1}{4}$
$2\frac{3}{8}$	1.37	1.77	2.15	2.50	—	—	—	—	$2\frac{3}{8}$
$2\frac{1}{2}$	1.45	1.88	2.28	2.66	3.01	—	—	—	$2\frac{1}{2}$
$2\frac{5}{8}$	1.52	1.98	2.41	2.81	3.19	—	—	—	$2\frac{5}{8}$
$2\frac{3}{4}$	1.60	2.08	2.54	2.97	3.37	—	—	—	$2\frac{3}{4}$
$2\frac{7}{8}$	1.68	2.19	2.67	3.13	3.55	—	—	—	$2\frac{7}{8}$
3	1.76	2.29	2.80	3.28	3.74	4.17	—	—	3
$3\frac{1}{8}$	1.84	2.40	2.93	3.44	3.92	4.37	—	—	$3\frac{1}{8}$
$3\frac{1}{4}$	1.91	2.50	3.06	3.59	4.10	4.58	—	—	$3\frac{1}{4}$
$3\frac{3}{8}$	1.99	2.60	3.19	3.75	4.28	4.79	—	—	$3\frac{3}{8}$
$3\frac{1}{2}$	2.07	2.71	3.32	3.91	4.47	5.00	5.51	—	$3\frac{1}{2}$
$3\frac{5}{8}$	2.15	2.81	3.45	4.06	4.65	5.21	5.74	—	$3\frac{5}{8}$
$3\frac{3}{4}$	2.23	2.92	3.58	4.22	4.83	5.42	5.98	—	$3\frac{3}{4}$
$3\frac{7}{8}$	2.30	3.02	3.71	4.38	5.01	5.63	6.21	—	$3\frac{7}{8}$
4	2.38	3.13	3.84	4.53	5.20	5.83	6.45	7.03	4
$4\frac{1}{8}$	2.46	3.23	3.97	4.69	5.38	6.04	6.68	7.29	$4\frac{1}{8}$
$4\frac{1}{4}$	2.54	3.33	4.10	4.84	5.56	6.25	6.91	7.55	$4\frac{1}{4}$
$4\frac{3}{8}$	2.62	3.44	4.23	5.00	5.74	6.46	7.15	7.81	$4\frac{3}{8}$
$4\frac{1}{2}$	2.70	3.54	4.36	5.16	5.92	6.67	7.38	8.07	$4\frac{1}{2}$

厚	度												時	數	1	兩邊之相加時數
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
4 1/8	2.77	3.65	4.49	5.31	6.11	6.87	7.62	8.33	9.02	—	—	—	—	—	—	4 1/8
4 1/4	2.85	3.75	4.62	5.47	6.29	7.08	7.85	8.59	9.31	—	—	—	—	—	—	4 1/4
4 3/8	2.93	3.85	4.75	5.62	6.47	7.29	8.09	8.85	9.60	—	—	—	—	—	—	4 3/8
5	3.01	3.96	4.88	5.78	6.65	7.50	8.32	9.11	9.88	10.62	—	—	—	—	—	5
5 1/8	3.09	4.06	5.01	5.94	6.84	7.71	8.55	9.37	10.17	10.94	—	—	—	—	—	5 1/8
5 1/4	3.16	4.17	5.17	6.09	7.02	7.92	8.79	9.63	10.45	11.25	—	—	—	—	—	5 1/4
5 3/8	3.24	4.27	5.30	6.25	7.30	8.12	9.02	9.90	10.74	11.56	—	—	—	—	—	5 3/8
5 1/2	3.32	4.37	5.40	6.41	7.38	8.33	9.26	10.16	11.03	11.87	12.69	—	—	—	—	5 1/2
5 3/4	3.40	4.48	5.53	6.56	7.56	8.54	9.49	10.42	11.31	12.19	13.03	—	—	—	—	5 3/4
5 7/8	3.48	4.58	5.66	6.72	7.75	8.75	9.73	10.68	11.60	12.50	13.37	—	—	—	—	5 7/8
6	3.55	4.69	5.79	6.87	7.93	8.96	9.96	10.94	11.89	12.81	13.71	—	—	—	—	6
6 1/8	3.63	4.79	5.92	7.03	8.11	9.17	10.19	11.20	12.17	13.12	14.05	14.95	—	—	—	6 1/8
6 1/4	3.71	4.90	6.05	7.19	8.29	9.37	10.43	11.49	12.46	13.43	14.39	15.31	—	—	—	6 1/4
6 3/8	3.79	5.00	6.18	7.34	8.48	9.58	10.66	11.72	12.74	13.75	14.72	15.67	—	—	—	6 3/8
6 1/2	3.87	5.10	6.32	7.50	8.66	9.79	10.90	11.98	13.03	14.06	15.06	16.04	—	—	—	6 1/2
6 5/8	3.95	5.21	6.45	7.66	8.84	10.00	11.13	12.24	13.32	14.37	15.40	16.40	17.38	—	—	6 5/8
6 3/4	4.02	5.31	6.58	7.81	9.02	10.21	11.37	12.50	13.60	14.68	15.74	16.77	17.77	—	—	6 3/4
6 7/8	4.10	5.42	6.71	7.97	9.21	10.42	11.60	12.76	13.89	15.00	16.08	17.13	18.16	—	—	6 7/8
7	4.18	5.52	6.84	8.13	9.39	10.63	11.84	13.02	14.18	15.31	16.42	17.50	18.55	—	—	7
7 1/8	4.26	5.63	6.97	8.28	9.57	10.83	12.07	13.28	14.47	15.62	16.76	17.86	18.94	20.00	—	7 1/8
7 1/4	4.34	5.73	7.10	8.44	9.75	11.04	12.30	13.54	14.75	15.93	17.10	18.23	19.34	20.42	—	7 1/4

厚度之相加 吋數	厚 度 吋 數															厚度之相加 吋數
	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16		1
7 1/4	4.41	5.83	7.23	8.59	9.93	11.25	12.54	13.80	15.04	16.25	17.43	18.59	19.73	20.83	7 1/4	
7 3/8	4.49	5.94	7.36	8.75	10.12	11.46	12.77	14.06	15.33	16.56	17.77	18.96	20.12	21.25	7 3/8	
7 1/2	4.57	6.04	7.49	8.94	10.30	11.67	13.01	14.32	15.61	16.87	18.11	19.32	20.51	21.67	7 1/2	
7 5/8	4.65	6.15	7.62	9.06	10.48	11.87	13.24	14.58	15.90	17.19	18.45	19.69	20.90	22.08	7 5/8	
7 3/4	4.73	6.25	7.75	9.22	10.66	12.08	13.48	14.84	16.18	17.50	18.79	20.05	21.29	22.50	7 3/4	
8	4.80	6.35	7.88	9.37	10.85	12.29	13.71	15.10	16.47	17.81	19.13	20.42	21.68	22.92	8	
8 1/8	4.88	6.46	8.01	9.53	11.03	12.50	13.94	15.36	16.76	18.12	19.46	20.78	22.07	23.33	8 1/8	
8 1/4	4.96	6.56	8.14	9.69	11.21	12.71	14.18	15.62	17.04	18.44	19.80	21.15	22.46	23.75	8 1/4	
8 3/8	5.04	6.67	8.27	9.84	11.39	12.92	14.41	15.88	17.33	18.75	20.14	21.51	22.85	24.16	8 3/8	
8 1/2	5.12	6.77	8.40	10.00	11.57	13.12	14.65	16.15	17.62	19.06	20.48	21.87	23.24	24.58	8 1/2	
8 3/4	5.20	6.87	8.53	10.16	11.76	13.33	14.88	16.41	17.90	19.37	20.82	22.24	23.63	25.00	8 3/4	
8 7/8	5.27	6.98	8.66	10.31	11.94	13.54	15.12	16.67	18.19	19.69	21.16	22.60	24.02	25.41	8 7/8	
8 5/8	5.35	7.08	8.79	10.47	12.12	13.75	15.35	16.93	18.47	20.00	21.49	22.97	24.41	25.83	8 5/8	
8 3/4	5.43	7.19	8.92	10.62	12.30	13.96	15.58	17.19	18.76	20.31	21.83	23.33	24.80	26.25	8 3/4	
9	5.51	7.29	9.05	10.78	12.49	14.17	15.82	17.45	19.05	20.62	22.17	23.70	25.19	26.66	9	
9 1/4	5.59	7.40	9.18	10.94	12.67	14.37	16.05	17.71	19.33	20.94	22.51	24.06	25.58	27.08	9 1/4	
9 1/2	5.66	7.50	9.31	11.09	12.85	14.58	16.29	17.93	19.52	21.11	22.68	24.24	25.77	27.30	9 1/2	
9 3/4	5.74	7.69	9.44	11.25	13.03	14.79	16.56	18.29	19.91	21.51	23.09	24.66	26.21	27.71	9 3/4	
9 5/8	5.82	7.71	9.57	11.41	13.22	15.00	16.76	18.49	20.10	21.71	23.29	24.86	26.41	27.93	9 5/8	
9 3/8	5.90	7.81	9.70	11.56	13.40	15.21	16.99	18.75	20.48	22.19	23.87	25.52	27.14	28.75	9 3/8	
9 1/2	5.98	7.92	9.83	11.72	13.58	15.42	17.23	19.01	20.77	22.50	24.21	25.93	27.54	29.16	9 1/2	

兩邊之 間相加 吋數	厚 度 吋 數										兩邊之 間相加 吋數
	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	1	
12 1/2	17.59	20.00	22.38	24.74	27.07	29.37	31.65	33.90	36.13	38.33	12 1/2
12 3/8	17.77	20.21	22.62	25.00	27.35	29.69	31.99	34.27	36.52	38.75	12 3/8
12 1/2	17.96	20.42	22.85	25.26	27.64	30.00	32.33	34.63	36.91	39.16	12 1/2
12 5/8	18.14	20.63	23.09	25.52	27.93	30.31	32.67	35.00	37.30	39.58	12 5/8
13	18.32	20.83	23.32	25.78	28.22	30.62	33.01	35.36	37.70	40.00	13
13 1/8	—	21.04	23.55	26.04	28.50	30.94	33.35	35.73	38.09	40.42	13 1/8
13 1/4	—	21.25	23.79	26.30	28.79	31.25	33.68	36.09	38.48	40.83	13 1/4
13 3/8	—	21.46	24.02	26.56	29.08	31.56	34.02	36.46	38.87	41.25	13 3/8
13 1/2	—	21.67	24.26	26.82	29.36	31.87	34.36	36.82	39.26	41.67	13 1/2
13 5/8	—	21.87	24.49	27.08	29.65	32.19	34.70	37.19	39.65	42.08	13 5/8
13 3/4	—	22.08	24.73	27.34	29.93	32.50	35.04	37.55	40.04	42.50	13 3/4
13 7/8	—	22.29	24.96	27.60	30.22	32.81	35.38	37.92	40.43	42.91	13 7/8
14	—	22.50	25.19	27.86	30.51	33.12	35.72	38.28	40.82	43.33	14
14 1/8	—	22.71	25.43	28.12	30.79	33.44	36.05	38.65	41.21	43.75	14 1/8
14 1/4	—	22.92	25.66	28.38	31.08	33.75	36.39	39.01	41.60	44.17	14 1/4
14 1/2	—	23.12	25.90	28.65	31.37	34.06	36.73	39.37	41.99	44.58	14 1/2
14 3/8	—	23.33	26.13	28.91	31.65	34.37	37.07	39.74	42.38	45.00	14 3/8
14 1/2	—	23.54	26.37	29.17	31.94	34.69	37.41	40.10	42.77	45.42	14 1/2
14 5/8	—	23.75	26.60	29.43	32.22	35.00	37.75	40.47	43.16	45.83	14 5/8
14 3/4	—	23.96	26.83	29.69	32.51	35.31	38.08	40.83	43.55	46.25	14 3/4
15	—	24.17	27.07	29.95	32.80	35.62	38.42	41.20	43.95	46.67	15

加邊闊之 B B,如下圖 100,101 所指,必須十足相加,以符合表內之磅數。

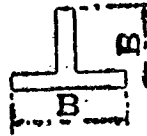


圖100. 三角鐵圖

圖101. T字鐵圖

每呎重量 $\times .3 =$ 每方呎面積。

鐵板馬口鐵

§ 130. 薄金屬板每方呎磅數表

厚度,以 S. W. G. (Standard Wire Gauge.) 為標準。

號碼	鐵	鋼	紫銅	黃銅	號碼	鐵	鋼	紫銅	黃銅
1	12.00	12.48	13.68	13.11	16	2.56	2.66	2.92	2.80
2	11.04	11.48	12.59	12.06	17	2.24	2.33	2.55	2.45
3	10.08	10.48	11.49	11.01	18	1.92	2.00	2.19	2.10
4	9.28	9.65	10.60	10.14	19	1.60	1.66	1.82	1.75
5	8.48	8.82	9.67	9.26	20	1.44	1.50	1.64	1.57
6	7.68	7.99	8.76	8.39	21	1.28	1.33	1.46	1.40
7	7.04	7.32	8.03	7.69	22	1.12	1.16	1.28	1.22
8	6.40	6.66	7.30	6.99	23	0.96	1.00	1.09	1.05
9	5.76	5.99	6.57	6.29	24	0.88	0.92	1.00	0.96
10	5.12	5.32	5.84	5.59	25	0.80	0.83	0.91	0.87
11	4.64	4.83	5.29	5.07	26	0.72	0.75	0.82	0.79
12	4.16	4.33	4.74	4.54	27	.656	.682	.748	.717
13	3.68	3.83	4.20	4.02	28	.592	.616	.675	.647
14	3.20	3.33	3.65	3.50	29	.544	.566	.620	.594
15	2.88	3.00	3.28	3.15	30	.496	.516	.565	.542

§ 131. 厚金屬板每方呎磅數表

厚度以吋計

厚度 吋數	鐵	鋼	黃銅	紫銅	鉛	鋅	厚 度	
							吋數	公厘
$\frac{1}{16}$	2.5	2.6	2.7	2.9	3.7	2.3	.0625	1.59
$\frac{1}{8}$	5	5.1	5.5	5.8	7.4	4.7	.125	3.17
$\frac{3}{16}$	7.5	7.7	8.2	8.7	11.1	7.0	.1875	4.76
$\frac{1}{4}$	10	10.2	11.0	11.6	14.8	9.4	.25	6.35
$\frac{5}{16}$	12.5	12.8	13.7	14.5	18.5	11.7	.3125	7.94
$\frac{3}{8}$	15	15.3	16.4	17.2	22.2	14.0	.375	9.52
$\frac{7}{16}$	17.5	17.9	19.2	20.0	25.9	16.4	.4375	11.11
$\frac{1}{2}$	20	20.4	21.9	22.9	29.5	18.7	.5	12.7
$\frac{9}{16}$	22.5	23.0	24.6	25.7	33.2	21.1	.5625	14.29
$\frac{5}{8}$	25	25.5	27.4	28.6	36.9	23.4	.625	15.87
$\frac{11}{16}$	27.5	28.1	30.1	31.4	40.6	25.7	.6875	17.46
$\frac{3}{4}$	30	30.6	32.9	34.3	44.3	28.1	.75	19.05
$\frac{13}{16}$	32.5	33.2	35.6	37.2	48.0	30.4	.8125	20.64
$\frac{7}{8}$	35	35.7	38.3	40.0	51.7	32.8	.875	22.22
$\frac{15}{16}$	37.5	38.3	41.2	42.9	55.4	35.1	.9375	23.81
1	40	40.8	43.9	45.8	59.1	37.5	1.000	25.4

§ 132. 鋅板每方呎磅數表

厚度, 鋅制	=	10	11	12	13	14	15	16
厚度, 吋數	=	.02	.022	.025	.028	.032	.035	.042
每方呎重量磅數	=	.75	.82	.94	1.05	1.20	1.31	1.57

§ 133. 馬口鐵重量表

記 號	每箱 張數	尺 寸		每 箱 重 量		
		長 度 吋數	闊 度 吋數	磅數, 四分之一磅, 磅數		
IC	225	13 $\frac{1}{2}$	10	1	0	0
HX	225	13 $\frac{1}{2}$	10	1	1	7
IX	225	13 $\frac{1}{2}$	10	1	1	0
IXX	225	13 $\frac{1}{2}$	10	1	1	21
IXXX	225	13 $\frac{1}{2}$	10	1	2	14
IXXXX	225	13 $\frac{1}{2}$	10	1	3	7
DC	100	16 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	0	3	21
DX	100	16 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	1	0	14
DXX	100	16 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	1	1	7
DXXX	100	16 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	1	2	0
DXXXX	100	16 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	1	2	21
SDC	200	15	11	1	2	0
SDX	200	15	11	1	2	21
SDXX	200	15	11	1	3	14
SDXXX	200	15	11	2	0	7
SDXXXX	200	15	11	2	1	0

扁 鐵 箍 絲

§ 134. 各種扁鐵每呎磅數表

關 度 吋 數	厚 度 吋 數								
	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	
1	.83	1.04	1.25	1.46	1.67	2.08	2.50	2.92	3.34
1 $\frac{1}{8}$	.93	1.17	1.40	1.64	1.87	2.34	2.81	3.28	3.75
1 $\frac{1}{4}$	1.04	1.30	1.56	1.82	2.08	2.60	3.13	3.65	4.17
1 $\frac{3}{8}$	1.14	1.43	1.72	2.00	2.29	2.87	3.44	4.01	4.59
1 $\frac{1}{2}$	1.25	1.56	1.87	2.19	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00
1 $\frac{5}{8}$	1.35	1.69	2.03	2.37	2.71	3.39	4.07	4.70	5.43
1 $\frac{3}{4}$	1.46	1.82	2.19	2.55	2.92	3.65	4.38	5.11	5.84
1 $\frac{7}{8}$	1.56	1.95	2.34	2.74	3.13	3.91	4.69	5.47	6.26
2	1.67	2.08	2.50	2.92	3.34	4.17	5.01	5.86	6.68
2 $\frac{1}{8}$	1.77	2.21	2.66	3.10	3.55	4.43	5.32	6.21	7.10
2 $\frac{1}{4}$	1.87	2.34	2.81	3.28	3.76	4.69	5.63	6.57	7.52
2 $\frac{3}{8}$	1.98	2.47	2.97	3.47	3.96	4.95	5.95	6.94	7.93
2 $\frac{1}{2}$	2.08	2.60	3.13	3.65	4.17	5.21	6.26	7.30	8.35
2 $\frac{7}{8}$	2.19	2.74	3.28	3.83	4.38	5.47	6.57	7.67	8.77
2 $\frac{3}{4}$	2.29	2.87	3.44	4.01	4.59	5.74	6.88	8.03	9.18
2 $\frac{7}{8}$	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60
3	2.50	3.13	3.75	4.38	5.01	6.26	7.51	8.76	10.02
3 $\frac{1}{8}$	2.71	3.39	4.07	4.74	5.43	6.78	8.14	9.49	10.86
3 $\frac{1}{4}$	2.92	3.65	4.38	5.11	5.84	7.30	8.76	10.23	11.69
3 $\frac{3}{8}$	3.13	3.91	4.68	5.47	6.26	7.82	9.39	10.95	12.52
4	3.34	4.17	5.00	5.84	6.68	8.35	10.02	11.69	13.36
4 $\frac{1}{8}$	3.54	4.43	5.32	6.21	7.09	8.87	10.64	12.42	14.19
4 $\frac{1}{4}$	3.75	4.69	5.63	6.57	7.51	9.39	11.27	13.15	15.03
4 $\frac{3}{8}$	3.96	4.95	5.94	6.94	7.93	9.91	11.89	13.88	15.86
5	4.17	5.21	6.26	7.30	8.35	10.44	12.52	14.61	16.70
5 $\frac{1}{8}$	4.38	5.47	6.57	7.67	8.76	10.96	13.14	15.34	17.53
5 $\frac{1}{4}$	4.59	5.73	6.88	8.03	9.18	11.48	13.77	16.07	18.37
5 $\frac{3}{8}$	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	12.00	14.40	16.80	19.20
6	5.01	6.25	7.51	8.76	10.02	12.53	15.03	17.53	20.05

§ 135. 鐵每呎磅數表

闊度.....	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1吋	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
B.W.G.厚度...	21	20	19	18	17	16
每呎長磅數...	.0666	.0875	.1216	.1636	.21	.27
闊度.....	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2吋	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$
B.W.G.厚度...	15	15	14	13	13	12
每呎長磅數...	.33	.36	.484	.634	.714	.91

§ 136. 金屬絲每千呎磅數表

S.W.G.制					S.W.G.制				
	鐵	銅	黃銅	紫銅		鐵	銅	黃銅	紫銅
0	278.8	285.7	305.2	317.8	16	10.88	11.15	11.91	12.40
1	239.1	244.9	261.7	272.4	17	8.33	8.54	9.12	9.49
2	202.3	207.3	221.5	230.6	18	6.12	6.27	6.70	6.98
3	168.7	172.8	184.6	192.2	19	4.25	4.35	4.65	4.84
4	143.0	146.5	156.5	162.9	20	3.44	3.53	3.77	3.92
5	119.4	122.3	130.7	136.0	21	2.72	2.79	2.98	3.10
6	97.9	100.3	107.2	111.6	22	2.08	2.13	2.28	2.37
7	82.3	84.3	90.1	93.8	23	1.53	1.57	1.68	1.74
8	68.0	69.7	74.4	77.5	24	1.29	1.32	1.41	1.47
9	55.1	56.4	60.3	62.8	25	1.06	1.09	1.16	1.21
10	43.5	44.6	47.6	49.6	26	.86	.88	.94	.98
11	35.7	36.6	39.1	40.7	27	.71	.73	.78	.81
12	28.7	29.4	31.5	32.7	28	.58	.60	.64	.66
13	22.5	23.0	24.6	25.6	29	.49	.50	.54	.56
14	17.0	17.4	18.6	19.4	30	.41	.42	.45	.47
15	13.8	14.1	15.1	15.7					

§ 137. 金屬線之新標準度量(吋)

S.W.G.	面積	圓周	S.W.G.	面積	圓周
7/0	.1963495	1.570796	23	.0004524	.075398
6/0	.1690931	1.457699	24	.0003801	.069115
5/0	.1465741	1.357168	25	.0003142	.062832
4/0	.1256637	1.256637	26	.0002545	.056549
3/0	.1086865	1.168672	27	.0002112	.051522
2/0	.0951149	1.017876	28	.0001720	.046496
0	.0824479	1.017876	29	.0001453	.042726
1	.0706858	.942478	30	.0001208	.038956
2	.0598285	.867080	31	.0001057	.036442
3	.0498759	.791681	32	.00009161	.033929
4	.0422733	.728850	33	.00007854	.031416
5	.0352989	.666018	34	.00006648	.028903
6	.0289529	.603186	35	.00005542	.026389
7	.0243285	.552920	36	.00004536	.023876
8	.0201062	.502655	37	.00003632	.021363
9	.0162860	.452389	38	.00002827	.018850
10	.0128680	.402124	39	.00002124	.016336
11	.0105683	.364425	40	.00001810	.015080
12	.0084949	.326726	41	.00001521	.013823
13	.0066476	.289027	42	.00001257	.012566
14	.0050265	.251327	43	.00001018	.011310
15	.0040715	.226195	44	.00000804	.010053
16	.0032170	.201062	45	.00000616	.008796
17	.0024630	.175929	46	.00000452	.007540
18	.0018096	.150796	47	.00000314	.006283
19	.0012566	.125664	48	.00000201	.005027
20	.0010179	.113097	49	.00000113	.003770
21	.0008042	.100531	50	.00000079	.003142
22	.0006158	.087965			

管子與附件

§ 138. 生鐵管之重量算式

D = 管之外直徑吋數。

d = 管之內直徑吋數。

w = 管長之重量磅數。

$w = k (D^2 - d^2)$ 。

k = 2.45 生鐵。

= 2.64 熟鐵。

= 2.82 黃銅。

= 3.03 紫銅。

= 3.86 鉛。

§ 139. 生鐵管每呎重量表

兩端邊緣 (Flange 俗稱法蘭) 約等於一呎管之重量。

管孔 吋數	生 鐵 厚 度							
	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
2	8.7	12.3	16.1	—	—	—	—	—
3	12.4	17.1	22.2	—	—	—	—	—
4	16.1	22.1	28.3	—	—	—	—	—
5	19.8	26.9	34.4	42.3	—	—	—	—
6	23.4	31.9	40.6	49.7	—	—	—	—
7	27.1	36.8	46.7	56.8	—	—	—	—
8	30.8	41.6	52.8	64.3	—	—	—	—
9	34.4	46.0	58.9	71.7	—	—	—	—
10	—	51.4	65.1	79	93.3	—	—	—

管孔 吋數	生 鐵 厚 度							
	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
11	—	56.4	71	86.4	101.8	—	—	—
12	—	—	77.3	93.7	110.4	127.4	—	—
14	—	—	89.6	108.4	127.5	147	—	—
15	—	—	—	115.7	136.1	156.8	177.7	—
16	—	—	—	123.1	144.7	166.6	188.7	—
18	—	—	—	137.9	161.8	186.2	210.8	—
20	—	—	—	—	178.9	205.8	232.9	260.3
22	—	—	—	—	—	225.4	254.9	284.8
24	—	—	—	—	—	245.0	276.9	309.3

§ 140. 熟鐵管每千呎重量表

管孔 吋數	重量 磅數	管孔 吋數	重量 磅數	管孔 吋數	重量 磅數
$\frac{1}{8}$	2.5	1	16.0	$2\frac{1}{4}$	47.5
$\frac{1}{4}$	3.66	$1\frac{1}{4}$	22.5	$2\frac{1}{2}$	59.6
$\frac{3}{8}$	5.41	$1\frac{1}{2}$	26.5	$2\frac{3}{4}$	75.0
$\frac{1}{2}$	7.77	$1\frac{3}{4}$	35.0	3	82.5
$\frac{3}{4}$	10.5	2	40.0		

註：一磅 = 112 磅。

§ 141. 煤氣管每千呎重量表

管孔吋數	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
鍍 接	270	333	438	541	708	1081	1417	1583	1833
錫 皮	170	197	230	292	354	480	625	795	980

§ 142. 小黃銅管每呎磅數表

(無鍍縫之管,內含有百分之七十紫銅。)

S.W.G.制 吋數 公厘	管 之 厚 度																			
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	每 呎 磅 數					
	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘	吋數	公厘
1	12.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	15.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	19.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	22.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	25.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/4	28.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/4	31.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/4	34.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2	38.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2	41.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 3/8	44.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 3/8	47.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 3/8	50.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 1/8	54.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 1/8	57.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X	.722	.596	.483	.382	.313	.252	.197	.149	.121	.095	.073	.054	.037	.030						

§ 143. 大黃銅管每呎磅數表

(無鉻鎳之管,內含有百分之七十紫銅。)

吋數	S.W.G.制	厚 度															
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
2 1/2	60.3	5.34	4.88	4.51	4.13	3.74	3.35	3.05	2.75	2.45	2.14	1.93	1.72				
2 1/4	63.5	5.65	5.16	4.76	4.36	3.95	3.54	3.22	2.90	2.58	2.25	2.04	1.81				
2 1/8	66.7	5.96	5.44	5.02	4.59	4.16	3.72	3.39	3.05	2.71	2.37	2.14	1.91				
2 1/4	69.8	6.27	5.72	5.28	4.83	4.37	3.91	3.56	3.20	2.85	2.49	2.24	2.00				
2 1/8	73.0	6.57	6.00	5.53	5.06	4.58	4.09	3.73	3.36	2.98	2.60	2.35	2.09				
3	76.2	6.88	6.28	5.79	5.29	4.79	4.28	3.90	3.51	3.11	2.72	2.45	2.19				
3 1/4	79.3	7.19	6.56	6.04	5.52	5.00	4.47	4.06	3.66	3.25	2.84	2.56	2.28				
3 1/8	82.5	7.50	6.84	6.30	5.76	5.21	4.65	4.23	3.81	3.38	2.95	2.66	2.37				
3 1/4	85.7	7.81	7.12	6.56	5.99	5.42	4.84	4.40	3.96	3.52	3.07	2.77	2.47				
3 1/8	88.9	8.12	7.40	6.81	6.22	5.63	5.03	4.57	4.11	3.65	3.19	2.87	2.56				
3 1/4	92.0	8.43	7.68	7.07	6.46	5.84	5.21	4.74	4.26	3.78	3.30	2.98	2.65				
3 1/8	95.2	8.73	7.95	7.32	6.69	6.05	5.40	4.91	4.42	3.92	3.42	3.08	2.75				
3 1/4	98.4	9.04	8.23	7.58	6.92	6.26	5.58	5.08	4.57	4.05	3.53	3.19	2.84				
4	101.6	9.35	8.51	7.84	7.15	6.47	5.77	5.25	4.72	4.19	3.65	3.29	2.93				
4 1/4	107.9	9.97	9.07	8.35	7.63	6.88	6.14	5.58	5.02	4.45	3.88	3.50	3.11				
4 1/8	114.3	10.59	9.63	8.86	8.09	7.30	6.52	5.92	5.32	4.72	4.12	3.71	3.28				
5	127.0	11.82	10.75	9.89	9.02	8.14	7.26	6.60	5.93	5.26	4.58	4.11	3.65				
5 1/4	139.7	13.05	11.87	10.91	9.95	8.98	8.01	7.27	6.53	5.79	5.05	4.58	4.05				
6	152.4	14.29	12.99	11.94	10.88	9.82	8.75	7.95	7.15	6.35	5.55	5.00	4.45				
X	1.047	.859	.722	.596	.483	.382	.313	.252	.197	.149	.121	.095					

設遇內直徑管子其重量可將外直徑加 x 。

例如—每呎銅管重量外管徑為 2 吋, 12 S.W.G.
厚度為 $2.30 + .252 = 2.552$ 磅。

§ 144. 其他鐵管等重量計算方式

各種金屬無鉚縫之管其重量以下列數目乘之
即得。

紫銅管 = $1.03 \times$ 黃銅管重。

熟鐵管 = $0.91 \times$ 黃銅管重。

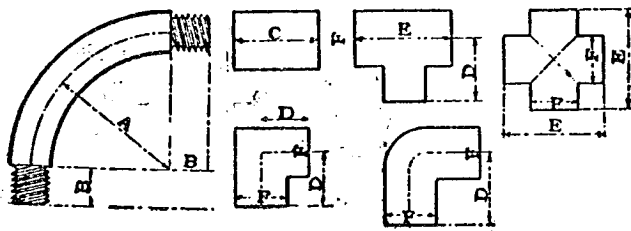
生鐵管 = $0.84 \times$ 黃銅管重。

鋼管 = $0.92 \times$ 黃銅管重。

鉛管 = $1.33 \times$ 黃銅管重。

§ 145. 彎管與其用途之標準重量

圖102. 彎管圖



管孔 吋數	厚度, S.W.G. 制			磅管尺寸						每百呎磅數		
	煤氣	水	蒸氣	A	B	C	D	E	F	煤氣	水	蒸氣
$\frac{1}{4}$	14	13	12	$1\frac{7}{8}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	28	34	40
$\frac{3}{8}$	13	12	11	$2\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	46	54	61
$\frac{1}{2}$	12	11	10	$3\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	67	77	86
$\frac{3}{4}$	11	10	9	$3\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	3	$1\frac{3}{8}$	108	120	138
1	10	9	8	$3\frac{5}{8}$	1	2	$1\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	155	176	199
$1\frac{1}{4}$	9	8	7	$4\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$3\frac{3}{4}$	2	215	242	274
$1\frac{1}{2}$	8	7	6	5	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	5	$2\frac{3}{8}$	284	316	348
$1\frac{3}{4}$	8	7	6	$5\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	327	363	399
2	8	7	6	$6\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$6\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{8}$	370	410	450
$2\frac{1}{2}$	7	6	5	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	$3\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	504	553	616
3	7	6	5	$12\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$	$3\frac{7}{8}$	598	656	729
$3\frac{1}{2}$	7	6	5	$16\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$4\frac{3}{8}$	694	759	842
4	7	6	5	18	$1\frac{7}{8}$	$3\frac{3}{4}$	5	10	$4\frac{7}{8}$	787	862	956
5	7	5	3	19	$2\frac{3}{8}$	$4\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	6	974	1183	1410
6	7	5	3	21	$2\frac{3}{8}$	$5\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{2}$	13	8	1163	1410	1690

磅管之標準尺寸,已詳於上表。

如用於煤氣管者,其大小較表內之數減少。

§ 146. 磅管每呎磅數表

管孔 吋數	鉛 厚 吋 數					
	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$
$\frac{1}{4}$	.304	.731	1.278	—	—	—
$\frac{1}{2}$	.548	1.219	2.021	—	—	—
$\frac{3}{4}$	.792	1.706	2.742	3.889	—	—
1	1.036	2.193	3.472	4.874	6.398	—
1 $\frac{1}{2}$	1.523	3.168	4.936	6.825	8.833	10.969
2	2.009	4.144	6.399	8.771	11.270	13.891
2 $\frac{1}{2}$	2.499	5.121	7.862	10.728	13.711	16.832
3	2.983	6.091	9.325	12.544	16.148	19.743

§ 147. 紫銅管每呎磅數表

管孔 吋數	厚 度 吋 數			
	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{4}$	.42	.94	1.60	2.27
$\frac{3}{8}$	.62	1.33	2.17	3.02
1	.79	1.69	2.66	3.77
1 $\frac{1}{2}$	1.15	2.44	3.85	5.30
2	1.55	3.21	5.00	6.80
2 $\frac{1}{2}$	1.94	3.97	6.13	8.31
3	2.3	4.73	7.24	9.84

§ 148. 鉛管每呎磅數表

管孔 吋數	普通	中等	超等
$\frac{1}{2}$	磅 1.07	磅 —	磅 1.8
$\frac{3}{4}$	1.6	1.8	2.4
1	2.0	2.6	3.7
1 $\frac{1}{4}$	3.0	3.7	5.7
1 $\frac{1}{2}$	4.0	4.7	7.3
2	5.0	6.0	9.0
2 $\frac{1}{2}$	7.0	8.6	13.0

螺絲門, 橡皮, 皮帶

§ 149. 六角螺絲門連帽重量表

L = 螺絲長度, 其六角螺絲頭在外.

實用工程法

L	螺絲直徑吋數																
	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2
1	.031	.056	.092	.139	.200	.276	.369	.613	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$1\frac{1}{8}$	.033	.059	.096	.144	.207	.285	.380	.628	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$1\frac{1}{4}$	.035	.061	.100	.150	.214	.295	.391	.644	.989	...	...	...	...	...	...	...	...
$1\frac{3}{8}$	.036	.065	.103	.156	.221	.303	.403	.661	1.011	...	...	...	...	...	...	...	...
$1\frac{1}{2}$	.038	.068	.108	.161	.228	.312	.414	.677	1.033	1.489	...	...	...	...	...	...	...
$1\frac{5}{8}$	.040	.070	.112	.166	.236	.322	.425	.694	1.051	.518	...	...	...	...	...	...	...
$1\frac{3}{4}$	.042	.073	.116	.172	.243	.330	.436	.708	1.071	.546	2.118	...	...	...	...	...	...
2	.044	.076	.120	.177	.250	.340	.448	.725	1.099	1.575	2.177	...	...	...	...	...	...
$2\frac{1}{8}$	.046	.078	.124	.183	.257	.349	.458	.742	1.121	1.604	2.214	2.951	3.851	...	...	...	...
$2\frac{1}{4}$	.048	.081	.128	.189	.264	.358	.470	.758	1.143	1.632	2.251	2.996	3.904	...	...	...	...
$2\frac{3}{8}$	.049	.085	.132	.194	.271	.367	.481	.773	1.165	1.661	2.286	3.041	3.959	5.032	...	...	...
$2\frac{1}{2}$	.051	.087	.136	.199	.279	.376	.492	.790	1.187	1.690	2.323	3.085	4.014	5.097	...	...	...
$2\frac{3}{4}$	.053	.090	.140	.205	.286	.385	.504	.806	1.209	1.718	2.359	3.131	4.067	5.161	7.904	11.47	...
3	.056	.095	.149	.216	.300	.404	.526	.838	1.252	1.776	2.432	3.220	4.176	5.290	8.078	11.70	...
$3\frac{1}{8}$	.060	.101	.156	.227	.315	.422	.549	.871	1.296	1.833	2.468	3.309	4.285	5.420	8.251	11.93	...
$3\frac{1}{4}$	.064	.107	.164	.238	.329	.439	.571	.903	1.340	1.891	2.577	3.398	4.393	5.549	8.431	12.16	...
$3\frac{3}{8}$	.067	.112	.173	.248	.343	.458	.592	.935	1.384	1.928	2.650	3.489	4.502	5.678	8.666	12.39	...
4	.071	.118	.180	.260	.358	.476	.616	.968	1.439	2.005	2.722	3.578	4.610	5.807	8.781	12.62	...
$4\frac{1}{8}$	.074	.123	.189	.270	.372	.494	.638	1.000	1.473	2.062	2.795	3.667	4.718	5.936	8.957	12.85	...
$4\frac{1}{4}$	.078	.129	.197	.282	.386	.513	.660	1.032	1.517	2.119	2.867	3.756	4.827	6.065	9.133	13.08	...

L	螺絲直徑吋數															
	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	1	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	2					
4 $\frac{1}{2}$	.081	.135	.205	.292	.401	.531	.683	1.064	1.561	2.177	2.941	3.846	4.936	6.195	9.309	13.31
4 $\frac{3}{4}$	.085	.140	.213	.304	.415	.549	.705	1.097	1.605	2.234	3.033	3.936	5.044	6.323	9.484	13.54
5	.089	.145	.221	.315	.429	.567	.727	1.129	1.649	2.292	3.085	4.025	5.152	6.452	9.661	13.77
5 $\frac{1}{4}$	.092	.152	.229	.326	.444	.585	.750	1.161	1.692	2.348	3.158	4.114	5.261	6.581	9.836	14.00
5 $\frac{1}{2}$	.096	.157	.237	.337	.458	.603	.772	1.193	1.736	2.406	3.230	4.204	5.369	6.710	10.01	14.23
6	.099	.162	.245	.348	.472	.621	.795	1.226	1.780	2.464	3.304	4.293	5.478	6.839	10.19	14.46
6 $\frac{1}{4}$	.103	.169	.254	.359	.487	.640	.817	1.258	1.824	2.521	3.376	4.383	5.59	6.97	10.36	14.68
6 $\frac{1}{2}$	.110	.179	.269	.381	.515	.676	.863	1.323	1.913	2.635	3.521	4.562	5.80	7.23	10.71	15.14
7	.117	.191	.285	.403	.544	.712	.907	1.388	2.001	2.749	3.666	4.741	6.02	7.48	11.06	15.60
7 $\frac{1}{4}$	.124	.202	.302	.425	.573	.749	.952	1.452	2.082	2.865	3.812	4.920	6.24	7.74	11.42	16.06
8	...	.213	.319	.447	.601	.785	.997	1.517	2.176	2.979	3.957	5.098	6.45	8.00	11.77	16.52
8 $\frac{1}{2}$	...	...	.334	.469	.631	.822	1.041	1.581	2.264	3.094	4.102	5.278	6.67	8.26	12.12	16.98
9	...	...	...	.491	.659	.857	1.086	1.646	2.353	3.208	4.248	5.456	6.89	8.52	12.47	17.44
9 $\frac{1}{4}$	...	...	...	...	.687	.894	1.131	1.710	2.441	3.323	4.393	5.636	7.11	8.77	12.82	17.90
10	...	...	...	...	...	.931	1.177	1.774	2.528	3.437	4.531	5.814	7.32	9.03	13.16	18.36
10 $\frac{1}{4}$	...	...	...	...	...	...	1.221	1.839	2.616	3.553	4.684	5.993	7.53	9.29	13.54	18.82
11	...	...	...	...	...	...	...	1.904	2.704	3.667	4.828	6.172	7.76	9.55	13.88	19.27
11 $\frac{1}{4}$	...	...	...	...	...	...	...	...	2.793	3.782	4.973	6.351	7.97	9.81	14.24	19.73
12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3.896	5.119	6.531	8.19	10.1	14.58	20.19

螺絲門其他重量表(磅)

螺絲直徑吋數															
L	1	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	1	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$			
螺絲每吋長度須加															
加.014	.022	.031	.042	.055	.069	.085	.123	.168	.218	.277	.341	.413	.492	.670	.874
方頭螺絲每隻須加															
加.0009	.0019	.0033	.0052	.0073	.0110	.0156	.0274	.0427	.0657	.0843	.1125	.166	.216	.3214	.5097
方頭螺絲帽每隻須加															
加.0011	.0022	.0038	.0061	.0091	.0128	.0180	.0308	.0493	.0735	.0974	.1410	.191	.249	.421	.587
圓頭螺絲每隻須減															
減.0050	.0097	.0167	.0267	.0399	.0574	.0780	.1359	.2151	.3196	.4045	.6263	.8331	1.11	1.711	2.562
圓頭方頭螺絲每隻須加															
加.0009	.0016	.0031	.0047	.0074	.0106	.0146	.0251	.0397	.0600	.0804	.1208	.159	.201	.3296	.4788

§ 150. 螺絲帽每隻磅數表

螺絲釘直徑吋數……	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	
六角螺絲帽重量……	.017	.057	.135	.261	.45	.72	
方頭螺絲帽重量……	.021	.071	.169	.330	.57	.90	
螺絲釘直徑吋數	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{2}$	3
六角螺絲帽重量	1.07	2.09	3.61	5.77	8.56	17	28.8
方頭螺絲帽重量	1.35	2.63	4.55	7.2	10.8	21	36.4

D = 螺絲門之直徑,吋數.

W = 螺絲帽或螺絲頭重量磅數.

W = 1.07D³ 六角頭 = 1.35D³ 方頭.

§ 151. 螺絲桿之重量

螺絲桿之重量,幾等於實心鋼條之重量,其直徑等於螺絲桿之直徑,減除螺絲之深度.

§ 152. 橡皮布每方呎磅數表 (灰色或紅色)

厚度(吋數)	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1
重量(磅數)	.33	.67	1.00	1.34	2.00	2.67	3.34	4.01	4.67	5.34

深灰色橡皮之重量,約增 $2\frac{1}{4}$ 至 $2\frac{1}{2}$ 倍重.

§ 153. 皮帶每呎磅數表

		每呎皮帶重量(磅)																	
圓度 吋數	單層 磅數	1	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	9	10	11	12
雙層 磅數	40	46	58	69	81	92	1.04	1.15	1.27	1.38	1.50	1.61	1.72	1.84	2.07	2.30	2.52	2.76	

§ 154. 皮帶破斷量方式 (每方寸磅數)

單層 = 4300; 雙層 = 4000; 全棉織 = 7700;
 棉卷縫 = 6400; 亞麻 = 9900; 毛髮 = 4800;
 橡皮 = 4300。

§ 155. 常用木螺絲

表內為每羅磅數

號 碼	直徑 吋數	釘 之 總 長 時 數																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	.066	.027	.05	.06	.08	.11	.15	.24	.31	.38	.47	.57	.65	.75	.87	1.00	1.05	1.15	1.25	1.35	1.70	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50
2	.080	.05	.06	.08	.11	.15	.24	.31	.38	.47	.57	.64	.73	.88	.001	.20	1.30	1.50	1.60	1.70	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50	4.10
3	.094	.07	.09	.12	.15	.19	.24	.31	.39	.47	.57	.64	.75	.88	.151	.42	1.55	1.75	1.85	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75
4	.108	.10	.12	.16	.19	.25	.30	.39	.47	.57	.64	.75	.88	.10	.20	1.30	1.55	1.75	1.85	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75
5	.122	.12	.16	.22	.25	.33	.40	.48	.57	.64	.75	.88	.10	.20	.30	1.30	1.55	1.75	1.85	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75
6	.136	.16	.21	.25	.33	.40	.48	.57	.64	.75	.88	.10	.20	.30	.40	1.30	1.55	1.75	1.85	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75
7	.150	.16	.25	.33	.41	.48	.57	.64	.75	.88	.10	.20	.30	.40	.50	1.30	1.55	1.75	1.85	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75
8	.164	.16	.30	.42	.49	.58	.67	.75	.88	.10	.20	.30	.40	.50	.60	1.30	1.55	1.75	1.85	2.00	2.40	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75
9	.178	.16	.36	.50	.59	.69	.78	.90	1.03	1.20	.42	.60	.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75
10	.192	.16	.47	.60	.70	.81	.92	1.04	1.18	1.37	.56	.85	1.10	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10	2.30	2.50	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75	
11	.206	.16	.66	.80	.93	1.05	1.19	1.40	1.60	1.80	.83	.08	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10	2.30	2.50	2.75	3.00	3.50	4.00	4.75	5.25	
12	.220	.16	.75	.90	1.07	1.20	1.35	1.60	1.83	2.10	.06	.35	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.50	4.00	4.75	5.25	6.00	
13	.234	.16	.81	.97	1.15	1.35	1.52	1.80	2.10	2.40	.40	.27	3.05	3.45	3.80	4.10	4.40	4.70	5.00	5.25	5.50	6.00	6.50	7.00	8.00	
14	.248	.16	.87	1.03	1.23	1.45	1.70	2.00	2.30	2.60	.75	.10	3.45	3.80	4.10	4.40	4.70	5.00	5.25	5.50	6.00	6.50	7.00	8.00	9.00	
16	.276	.16	.93	1.10	1.31	1.55	1.80	2.10	2.40	2.70	1.00	.10	3.80	4.10	4.40	4.70	5.00	5.25	5.50	6.00	6.50	7.00	8.00	9.00	10.00	
18	.304	.16	1.00	1.17	1.40	1.65	1.90	2.20	2.50	2.80	1.25	.10	4.10	4.40	4.70	5.00	5.25	5.50	6.00	6.50	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	
20	.332	.16	1.07	1.25	1.48	1.73	2.00	2.30	2.60	2.90	1.50	.10	4.40	4.70	5.00	5.25	5.50	6.00	6.50	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	
22	.360	.16	1.14	1.33	1.57	1.82	2.10	2.40	2.70	3.00	1.75	.10	4.70	5.00	5.25	5.50	6.00	6.50	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	
24	.388	.16	1.21	1.41	1.66	1.91	2.20	2.50	2.80	3.10	2.00	.10	5.00	5.25	5.50	6.00	6.50	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	15.00	

§ 156. 不常用木螺絲

號碼	0000	直徑	.054
號碼	000	直徑	.057
號碼	00	直徑	.050
號碼	0	直徑	.062
號碼	15	直徑	.262
號碼	17	直徑	.290
號碼	19	直徑	.318
號碼	21	直徑	.346
號碼	23	直徑	.374
號碼	25	直徑	.402
號碼	26	直徑	.416
號碼	27	直徑	.430
號碼	28	直徑	.444
號碼	29	直徑	.458
號碼	30	直徑	.472
號碼	31	直徑	.486
號碼	32	直徑	.500

鐵 鏈

§ 157. 鐵鏈之安全載量算式

$$D = \text{鏈圈之直徑} \times \text{吋數} = 3\sqrt{L}$$

$$d = \text{鏈圈之直徑} \times \text{吋數} = \sqrt{.14L}$$

$L_s = \text{安全載量噸數} = .111D^2; = 7.111D^2.$

$d = \frac{1}{4} \frac{1}{16} \frac{1}{8} \frac{1}{4} \frac{1}{2} \frac{3}{4} 1 \frac{1}{4} \frac{1}{2} \frac{3}{4}$

$L_s = .44 \ 7 \ 1.0 \ 1.36 \ 1.78 \ 2.78 \ 4.0 \ 5.44 \ 7.11 \ 11.11 \ 16. \ 21.78$

§ 158. 鏈環載量算式

$r = \text{環之半徑吋數.}$

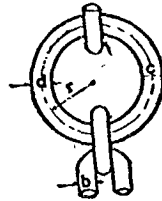
圖 103. 鏈環圖

$b = \text{鐵之直徑; } W = \text{重量噸數.}$

$d = \text{環之直徑} = 3\sqrt{rb^2}.$

最大彎度載量 $= Wr \div \pi = .32 Wr.$

o 點彎度載量 $= \frac{Wr(\pi - 2)}{2\pi} = .182Wr.$



§ 159. 輪船用檔鏈試驗表

破斷力以噸數計

號數	環之直徑吋數							
	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
0	0	—	—	—	—	—	15 $\frac{1}{8}$	20 $\frac{1}{8}$
1	27	34 $\frac{1}{8}$	42 $\frac{1}{8}$	51	58.7	66.5	77 $\frac{1}{8}$	88.5
2	100.8	113.8	127.5	142.1	157.5	—	—	—

§ 160. 銼鏈安全載量噸數表

直徑吋數	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2
檔鏈	—	2.53	4.5	7.0	$10\frac{1}{8}$	$13\frac{3}{4}$	18	$28\frac{1}{8}$	$40\frac{1}{2}$	$55\frac{1}{8}$	72
橢圓鏈...	$\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{8}$	3	$4\frac{5}{8}$	$6\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{8}$	12	$18\frac{3}{4}$	27	$36\frac{3}{4}$	48

§ 161. 檔鏈安全載量方式

安全載量 = $d^3 K$ 磅數; = $d^3 k$ 噸數。

d = 鏈環直徑 $\frac{1}{4}$ 吋計; D = 直徑吋數,

設 $D = 3\frac{1}{2}'' \quad 3\frac{1}{4}'' \quad 3'' \quad 2\frac{3}{4}'' \quad 2\frac{5}{8}''$

$K = 504 \quad 536.5 \quad 567 \quad 598.5 \quad 630$

$k = .2250 \quad .2395 \quad .2531 \quad .2672 \quad .28125$

§ 162. 鏈環之比例

L = 長度; B = 闊度; D = 鐵之直徑。

鏈環式 檔鏈 橢圓鏈 方鏈 長鏈 尖鏈

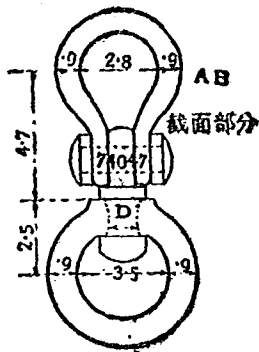
$L = D \times \dots\dots\dots 6 \quad 5 \quad 6 \quad 5.5 \quad 6.5$

$B = D \times \dots\dots\dots 3.6 \quad 3.5 \quad 3.5 \quad 3.5 \quad 4.0$

§ 163. 鏈結與鋼鈎之載量算式

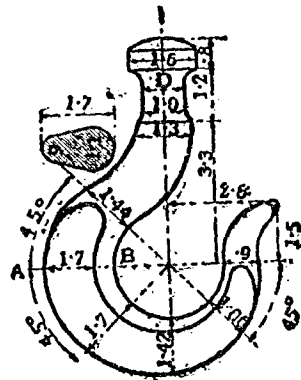
鏈結

圖101. 鏈鈎圖



鋼鈎

圖105. 起取機鈎



L = 重量噸數.

D = 鏈結圓鐵直徑吋數.

$$D = \sqrt{.45L} + 0.2$$

繩 索

§ 164. 通用繩結

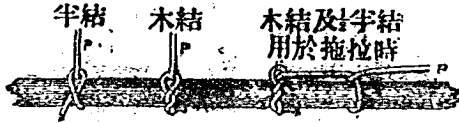


圖106.

圖107.

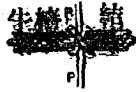


圖108.



圖109.



圖110.



圖111.



圖112.



圖113.



圖114.

滑鉤結



圖115.

漁父結



圖116.

圓結



圖117.

§ 165. 千斤繩

長杆結

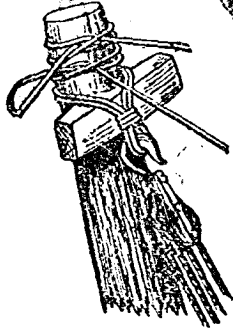


圖118.

刀皮結(鏈繩的可用)

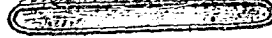


圖120.

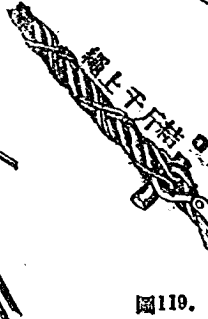


圖119.

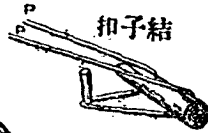


圖121.

起物結

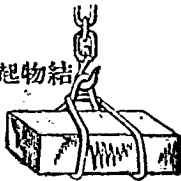


圖122.



表123.

碎鏈結

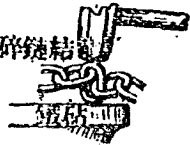


圖124.

併繩結

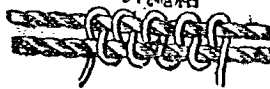


圖125.

P = 力.

W = 重量.

§ 166. 繩索紀要

單股繩,以單股紗線向右旋緊。

雙股繩,以雙股紗線絞合向左繞緊。

三股繩,以三股紗繩向右繞緊。

堅三股繩,各股紗線與撚度,皆優於三股繩。

絞花繩,以四股以上之繩索製成,中間插放一繩心者。

麻繩製成之質料,相差甚多,須視纖維如何,年齡若干,及製造設備等情形而規定之。

§ 167. 採用鋼絲製繩式

繩之周圍長度,吋數..... 1 2 3 4 5 6

鋼絲粗細 (S.W.G.) 18 15 12 11 10 9

混合鋼絲繩,其繩心有麻或其他植物之纖維。

結繩之力 = .85 原料質量之力。

結繩之長度,至少以繩之周圍 $\times 100$ 。

鍍上白鐵,能減低繩索之力量。

如重量相等者,扁繩則較圓繩為弱,扁繩每以小圓繩縫合而成。

§ 168. 繩力與繩重公式

$$C = \text{繩之周圓吋數} = \sqrt{L \div k}$$

$$W = \text{每六呎長繩之磅數} = C^2 y$$

$$S = \text{破斷噸數} = C^2 x = W b$$

$$L = \text{用於繩上之拉力噸數} = S \div 6 = C^2 k$$

用於快速度之絞盤, $L = S \div 10$.

k, x, y, b 之值	k	x	y	b
普通麻繩 .....	.032	.18	.18	1.00
俄國麻繩, 三股同撚度	.037	.22	.235	.98
俄國麻繩, 三股異撚度	.025	.15	.207	.73
“馬尼拉”白椶繩(特等)	.061	.37	.163	2.25
“馬尼拉”白椶繩(普通)	.043	.26	.143	1.82
最佳麻繩, 三股冷撚 ...	.100	.60	.24	2.50
最佳麻繩, 三股熱撚 ...	.116	.70	.24	2.91
椶絲繩(佳者) .....	.017	.10	.131	.75
椶絲繩(次者) .....	.014	.07	.117	.60
棉紗繩 .....	.038	.23	.143	1.29
“白色馬”鋼絲繩 .....	.266	1.60	1.0	1.60
“浦老夫”鋼絲繩 .....	.630	3.78	1.0	3.78

§ 169. 扁繩破斷量方式 (每方吋噸數)

截面積 = (闊度 × 厚度).

麻 = 2.4 噸.

白色馬 (Bessemer) 鋼絲繩 = 12 噸.

浦老夫 (Plough) 鋼絲繩 = 27 噸.

§ 170. 麻繩每六呎磅數表

周圓長度,吋數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
麻繩 .....	.18	.72	1.62	2.88	4.5	6.48	8.82	11.5	14.6	18.0
麻上塗油者 .....	.235	.94	2.11	3.76	5.87	8.46	11.51	15.0	19.0	23.5
“馬尼拉”麻繩:										
自 .....	.163	.65	1.46	2.61	4.07	5.87	7.98	10.4	13.2	16.3
至 .....	.198	.792	1.78	3.17	4.95	7.14	9.62	12.6	16.0	19.8

§ 171. 麻繩安全載量噸數表 ($\frac{1}{2}$ 破斷力)

周圓長度,吋數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最優麻繩 .....	.1	.4	.9	1.6	2.5	3.6	4.9	6.4	8.1	10.0
上等麻繩 .....	.046	.184	.414	.73	1.15	1.65	2.25	2.94	3.72	4.6
普通麻繩 .....	.032	.128	.288	.51	.80	1.15	1.56	2.04	2.6	3.2
“馬尼拉” 平均麻繩 } .....	.07	.24	.62	.97	1.55	2.12	2.91	3.49	4.08	4.84

§ 172. 鋼絲繩破斷量與重量表

周圓長度吋數	1	1½	2	2½	3	3½	4	5	
每六呎 重量 磅數	A	.63	1.44	2.44	4.19	6.25	8.25	11.25	—
	B	.88	1.88	3.50	5.44	7.63	10.75	13.62	22.5
	C	—	2.00	4.00	5.88	8.25	11.50	15.25	24.38
破斷力 噸數	A	1.75	4.0	7.00	12.00	18.00	26.00	33.00	—
	B	3.25	7.50	13.00	20.50	28.50	39.00	51.50	82.50
	C	—	8.00	14.50	22.00	32.25	43.00	56.50	88.00

- A.* = 六股柔性鋼絲繩,每股十二條鋼絲。
- B. = 六股柔性鋼絲繩,每股二十四條鋼絲。
- C. = 六股柔性鋼絲繩,每股三十七條鋼絲。

§ 173. 其他鋼絲繩破斷量噸數表:

周圓吋數.....	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
坭坭鋼絲.....	6	11	17.52	24.75	34.5	45.5	57.5	72
最優坭坭鋼絲.....	6.5	11.75	18.25	26.5	36.75	48.5	61	76
最優柔“浦老夫”鋼絲.....	7.25	12.75	20	29	40.25	53	67	83
特等“浦老夫”鋼絲.....	7.75	14.25	22.5	31.75	44.25	58	73	92
每六呎磅數.....	2.5	4	6.25	9	13	16.5	20	25

用於高速度絞盤載量 = $\frac{1}{16}$ 破斷力。

絞盤直徑不得小於繩之周圓長度 30 倍。

§ 174. 鋼絲繩兩端裝法

圖126. 鋼絲繩繫頭圖



材料常識與試驗

§ 175. 各鋼鐵內含炭之成份 (百分數)

鏡鐵	4.3 至 6.9
瑞典生鐵	4.8
灰生鐵	2.8 至 3.5
灰白鐵	2.10 至 3.0
鍊鑄生鐵	3.0
熟鐵鍊鋼 (硬者)	1.38
熟鐵鍊鋼 (軟者)	0.5
鑄鋼	1.34
銼刀鋼	1.2
剪刀鋼	0.7
泥匠工具鋼	0.6
火車輪鋼	.27 至 .32
鋼軌	.24 至 .30
硬鐵條	.4
瑞典硬鐵條	.3
鋼板	.13
武裝鋼板	.17
瑞典軟鐵條	.07

鑄鍊,鐵016

§ 176. 鋼之化學成份限度 (美國標準)

	最高百分數 *					最低百分數 *		
	C	Mn	P	S	Ni	C	Mn	Si
普通鑄鋼 .....	.4	...	.08	...	...	...	...	...
用於試驗時之鑄鋼 .....	...	...	.05	.05	...	...	...	...
輪軸與梁 .....	...	...	.06	.06	...	...	...	...
輪軸炭鋼 .....	...	...	.06	.06	...	...	...	...
輪軸鍊鋼 .....	...	...	.04	.04	3.75	...	...	...
鍛鋼,軟炭 .....	...	...	.10	.10	...	...	...	...
鍛鋼,軟炭,緩冷 .....	...	...	.04	.04	...	...	...	...
鍛鋼,鍊鋼,緩冷 .....	...	...	.04	.04	3.75	...	...	...
鋼輪 .....	...	.80	.05	.05	...	...	...	.20
建築用之鋼鐵 .....	...	...	.10	...	...	...	...	...
造船用之鋼鐵,酸基 .....	...	...	.08	.06	...	...	...	...
造船用之鋼鐵,鹽基 ⁺06	.06	...	...	...	...
鍋爐鋼板 ⁺60	.06	.05	...	...	.30	...
火爐鋼板 ⁺50	.04	.04	...	...	.30	...
鍋爐特軟鋼板 ⁺50	.04	.04	...	...	.30	...
輓骨板 .....	.15	.60	.10	...	...	...	.30	...
鋼軌50至59磅 .....	.45	1.00	.10	...	...	.35	.70	.20
鋼軌60至69磅 .....	.48	1.00	.10	...	...	.38	.70	.20
鋼軌70至79磅 .....	.50	1.05	.10	...	...	.40	.75	.20
鋼軌80至89磅 .....	.53	1.10	.10	...	...	.43	.80	.20
鋼軌90至100磅 .....	.55	1.10	.10	...	...	.45	.80	.20

入 *C=炭; Mn=錳; P=磷; S=硫磺; Si=矽;

Ni=鎳, +,表明廣心式化鐵爐.

§ 177. 鋼鐵腐蝕之計算法

C = 一年內曝露之腐蝕係數,每方呎磅數。(附有 C 值表,可作參考。)

W = 一呎長曝露之磅數。

L = 所曝露之周線長度呎數,內外邊之周線必須加入。

$$* Y = \text{金屬支持之年數} = \frac{W}{C L}$$

C 值之表。

物 名	腐 蝕 物					
	重海水	清海水	重河水	清河水	城市製造區海上空氣	平均重海水
鑄鐵 .....	.0656	.0635	.0381	.0113	.0476	—
鍛鐵 .....	.1956	.1285	.1440	.0123	.1254	—
鋼 .....	.1944	.0970	.1133	.0125	.1252	—
鑄鐵(平滑面) .....	.2301	.0888	.0728	.0109	.0884	—
鑄鐵(外鍍白鐵) .....	.0895	.0359	.0371	.0048	.0199	—
鑄鐵與黃銅接觸	—	—	—	—	—	.1908
鑄鐵與紫銅接觸	—	—	—	—	—	.2003
鑄鐵與礮銅接觸	—	—	—	—	—	.3493
最佳鍛鐵與黃銅接觸	—	—	—	—	—	.2779
最佳鍛鐵與紫銅接觸	—	—	—	—	—	.4012
最佳鍛鐵與礮銅接觸	—	—	—	—	—	.4537

每年上漆一次者,以 2.0 乘表內之數。

每兩年上漆一次者,以 1.8 乘表內之數。

每三年上漆一次者,以 1.6 乘表內之數。

*Y 係假定金屬厚度相等,否則,薄處不及厚處之壽命,得以延長也。

在同樣酸中,各種鋼鐵之試驗,侵蝕大多相等,然細細較之,則鋼次於鐵,軟鋼次於硬鋼,在第二日試驗,軟鋼較硬鋼侵蝕為多,而第四日之試驗,則兩者侵蝕相等。

§ 178. 鋼之物理試驗 (美國標準)

S = 最高破裂力,每方吋噸數。

Y = 起始展長之力。

E = 展長度,百分率。

G = 縮小度,百分率。

A = 彎曲試驗度數。

T = 樣品厚度。

D = 樣品之半徑。

鋼之性質	S	Y	E ⁺	C	A	D
鑄鋼, 硬性	38	17	15	20	...	...
鑄鋼, 中性	31 $\frac{1}{4}$	14	18	25	90°	2T
鑄鋼, 軟性	26 $\frac{3}{4}$	12	22	30	120°	2T
鋼軸 (無試驗)	...	...	...	...	...	...
鋼軸, 加炭	35 $\frac{3}{4}$	17 $\frac{3}{4}$	18	...	...	...
鋼軸, 加鎳	35 $\frac{3}{4}$	22 $\frac{1}{4}$	25	45	...	...
鍛鋼, 軟性, 或低炭	26	13	28	35	180°	T
鍛鋼, 硬性, 加炭	33 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{3}{4}$	18	30	180°	3T
鍛鋼, 加炭, 使其緩冷	33 $\frac{1}{2}$	...	22	35	...	...
鍛鋼, 加炭, 以油使其速冷	35 $\frac{3}{4}$	...	23	40	...	...
鍛鋼, 加鎳, 使長期緩冷	35 $\frac{3}{4}$	...	25	45	...	...
鍛鋼, 加鎳, 以油使其速冷	38	...	24	45	...	...
鋼輪, 客車	44 $\frac{1}{2}$	...	12	...	...	...
鋼輪, 貨車	49	...	10	...	...	...
鋼輪, 岔道機	53 $\frac{1}{4}$	...	8	..	...	...
建築鎢釘鋼	22 $\frac{1}{4}$ - 26 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{1}{2}$	26	...	180°	T
建築中等鋼條	26 $\frac{3}{4}$ - 31 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	22	...	180°	T
造船與造橋鎢釘鋼	22 $\frac{1}{4}$ - 26 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{1}{2}$	26	...	180°	T
造船與造橋所用軟鋼	23 $\frac{1}{4}$ - 27 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$	25	...	180°	T
造船與造橋所用中等硬鋼	26 $\frac{3}{4}$ - 31 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	22	...	180°	T
鍋爐鋼板爐壳用	24 $\frac{1}{2}$ - 29	14 $\frac{3}{4}$	25	...	180°	T
鍋爐鋼板火膽用	23 $\frac{1}{4}$ - 27 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$	26	..	180°	T
特種軟鋼	20 - 24 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	28	...	180°	T
軟軌	(無試驗)	...	...	...	...	...
鋼板	24 - 28 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$	...	...	180°	T

直徑與厚度在十吋以下之鍛鐵,每不擊打為空心之機件,以較小之鍛鐵受打擊時,最高破裂點與縮小度則增加之,惟展長度則相反也。

試驗鋼鐵之強度,因其性質之堅韌,較一切物質為上,其起始展長點與最高破裂點,距離頗大,鋼鐵在安全應用時,約為最高破裂點九分之一,或起始展長點二分之一。

美國標準試驗:一

彎曲試驗品不得厚於 $\frac{1}{4}$ 吋, $1\frac{1}{2}$ 吋廣,包括原有鍛面,如厚度超過 $\frac{1}{4}$ 吋時,試驗片恆鑄為 $\frac{1}{4}$ 吋厚。

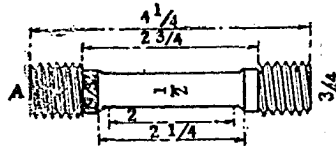
試品 A:圓形鐵,兩端

製成螺旋,粗

細長短,見右

圖:—

圖127. 圓形試鐵圖



試品 B:偏形鐵,其厚

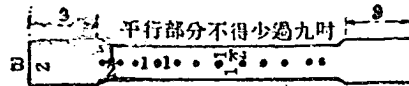
度不得超過

$\frac{1}{4}$ 吋,中間鑽

有小孔,見右

圖:—

圖128. 扁形試鐵圖



鐵質應屬標準,而表面無缺點者。

鐵之伸張力每方吋應為二十四噸,試驗時以冷鐵彎折,能經過下列表內之變度標準。

厚度.....	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{3}{16}$
彎時有裂皮者.....	25°	30°	37°	47°	55°	65°	70°
彎時無裂皮者.....	8°	11°	13°	15°	17°	20°	25°

此類鋼板彎向對面時,其角度之半徑為半吋。

§ 180. 鋼軌試驗

試驗時以六呎長,支持點相隔距離三呎,

每碼鋼 軌磅數	壓 力			打 擊		
	壓力 噸數	臨時彎度	永久彎度	錘重 磅數	降落 呎數	彎度吋數
30	5	$\frac{1}{8}$	0	10	6	2至4
30	11	$\frac{3}{8}$ 至 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ 至 $\frac{1}{2}$	—	—	—
40	8	$\frac{1}{8}$	0	10	10	2至4
40	18	$\frac{3}{8}$ 至1	$\frac{1}{2}$ 至 $\frac{3}{4}$	—	—	—
50	12	$\frac{1}{8}$	0	20	8	2½至4½
50	25	$\frac{1}{2}$ 至1½	$\frac{3}{8}$ 至1	—	—	—
60	16	$\frac{1}{8}$	0	20	13	2½至4½
60	32	$\frac{3}{8}$ 至1½	$\frac{3}{8}$ 至1½	—	—	—
70	20	$\frac{1}{8}$	0	20	20	2½至4½
70	41	$\frac{1}{2}$ 至1½	$\frac{3}{8}$ 至1½	—	—	—
80	23	$\frac{1}{8}$	0	20	25	2½至4½
80	45	$\frac{1}{2}$ 至1½	$\frac{3}{8}$ 至1½	—	—	—
90	26	$\frac{1}{8}$	0	20	29	2½至4½
90	50	$\frac{1}{2}$ 至1½	$\frac{3}{8}$ 至1½	—	—	—
100	30	$\frac{1}{8}$	0	20	33	2½至4½
100	52	$\frac{1}{2}$ 至1½	$\frac{3}{8}$ 至1½	—	—	—

§ 181. 鋼軌不及格試驗 (美國標準)

錘 2000 磅重; 砧 10 噸; 兩支持相距 3 呎; 平面與支柱之半徑為 5 吋。

鋼軌每碼磅數: 45-55 56-65 66-75 76-85 85-100

傾下呎數: 15 16 17 18 19

此種試驗鋼軌, 以不超過 6 呎長者為限。

§ 182. 鋼珠與滾珠破斷力測驗

鋼珠破碎支持力 = .26 一球圓周之立方。

滾珠破碎支持力 = .32 一方吋鋼條, 其剖面之直徑, 可環繞滾珠之圓周。

§ 183. 火車鋼輪不及格試驗

D = 輪之內直徑。

T = 輪之厚度。

δ = 一噸重壓力下之繼續施行, 而無最低彎曲度 δ
 $= \frac{40T^2 + 2D}{D^3}$

此種試驗, 有相當效驗者。

伸張力與展長度

(海軍所用之鋼板試驗規則)

§ 184. 伸張力與展長度試驗

1. 割成長條之鋼板,其最大伸張力每方吋至少須二十六噸,至多不得超過三十噸,展長度以百分之二十為合格,試驗品之長度以八吋為限。

2. 割成長條之鋼片,其闊度為一吋半,平均熱之,再投於華氏表八十二度之水內冷之,試驗其彎度,為內環半徑及一倍半鋼板之厚度。

3. 割時以平割機割之,刃邊須磨光。

4. 鋼片邊之延性,可以剪力試之,或以錘擊其彎曲變冷總之,一切均由投標者自費辦理。

5. 各鋼板須平滑無疵。

6. 每五十片中取一片試驗其伸張力與展長度,依發單驗之,如厚度不合者,可不加試驗。

7. 受試驗之鋼片,各端闊度,均宜平行,其長度至少為八吋。

鋼板以厚度訂製者,其重量應加以估計,每方呎厚度為一吋者,重四十磅,餘可類推,但重量不可超過,如遇鍛鋼其厚度為半吋者,可減少百分之五,薄片,可減六百分之十。

§ 185. 角鐵與圓方鐵試驗規則

全部伸張力,以能支持每方吋二十六噸者為合格,但不得超過三十噸,並須經過鋼板之同樣試驗。

餘角須一律除去,依照發單,每五十鋼條中取一條試驗,如數目過大者,可依此例試驗之。

§ 186. 海軍鍋爐鐵板伸張力試驗

M = 每方吋最大伸張力磅數,

m = 每方吋最小伸張力磅數,

E = 每八吋最低展長數,

用火燃燒,不
沉於爐底者 } M = 30; m = 27; E = 20%.

用火燃燒,
沉於爐底者 } 28 25 25

鋼釘 27 24 25

火櫃與氣櫃鋼板 26 24 26

鍋爐 25 23 27

管形 24 21 25

管口片 26 22 20

§ 187. 造船所鋼板試驗規則

割鋼板之鋼角條,鋼球條,平行或橫形,其最大伸

張力,不得少於每方吋二十八噸,亦不得超過三十二噸,以八吋長,能展長至百分之二十,而不屈折者為標準,薄片在 .05 吋厚者,展長度為百分之十六。

割下鋼板,鋼角,鋼球在櫻桃色火上熟之,然後於華氏表八十二度之水內冷却,試驗彎度,其半徑不得多於鋼板厚度之三倍。

角鋼及球鋼之樑架,其最大伸張力為每方吋三十三噸。

§ 188. 各種材料之力量

材 料	最大力量(即破裂點) 每方吋噸數			工作力量(即安全點) 每方吋噸數		
	伸張力	壓縮力	剪力	伸張力	壓縮力	剪力
鋼條.....	45	70	30	9	9	5
鋼板.....	40	—	—	8	—	—
熟鐵條.....	25	17	20	5	3½	4
熟鐵板.....	22½	17	20	4½	3½	4
鐵絲.....	40	—	—	8	—	—
鑄鐵.....	7½	48	14	1½	9	3
麻栗.....	7½	4	¾	1¼	¾	½
赤楊木.....	5	4	—	1	¾	—
榆木.....	6	4½	¾	1	¾	½
白松.....	5	2½	1½	1	1½	以
橡木.....	6½	3½	1	1	1½	½
堅硬麻栗.....	6½	5	—	1	1	—
花岡石.....	—	3½	—	—	½	—
沙岩石.....	—	1½	—	—	¼	—
水泥磚.....	¾	½至:	—	50磅	180磅	—

§ 189. 鑄鋼與沖擊鋼

鋼之最大伸張力,每方吋二十八噸,屈折部份可減少面積百分之二十五,短條之重要性為強韌應有一方吋粗之鑄鋼,彎至一百二十度角度之可能性,而不現裂痕者為善。

沖擊或剪鋼時,剪邊應用機切平,或銼其光滑。

§ 190. 鐵之試驗

材 料	最大應力 每方吋噸數		壓縮力 百分數	
	高等	下等	高等	下等
圓鐵條與方鐵圓...	27	23	45	20
扁形鐵條.....	26	22	40	16
角形或丁字形.....	25	21	30	12
鐵板直流.....	24	20	20	8
鐵板橫流.....	22	17	12	3

以上試驗,係由大宗材料內,提取百分之四。

如表內所載之力,可以接收,壓縮力如有比例之高亦可。

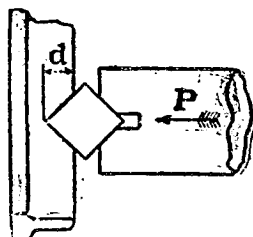
§ 191. 金屬硬度刻凹試驗 圖129. 刻凹試驗圖

$k = \text{堅度係數} = P^{1.2} \div d.$

$d = \text{凹深吋數} = P^{1.2} \div k.$

$P = \text{刀邊每吋闊之壓力噸數.}$

k 之值, 刀邊 90 度.



柔鋼 143.5; 柔鋼(緩冷) 142; 柔鋼(淬火) 187.

澆鋼 554; 澆鋼(緩冷) 530; 澆鋼(淬火) 866.

紫銅 105; 紫銅(緩冷) 62; 機械銅 221 至 346.

鉛條 41.8; 鉛條 4.2; 鑄鋅 40.8.

刃口不得少於 $\frac{3}{8}$ 吋; 凹度增加, 則刃邊放闊.

工具鋼料之分析: 炭 1% 至 .8; 矽 .06; 硫黃 .01;

磷 .01 (磷加硫黃不得超過 .02; 或 錳 .2).

§ 192. 鑄鐵分類

1. 折斷處黑灰色, 並有金屬光, 其結晶大而光澤, 如新割之鉛然, 用作上等鑄品, 因易熔為液體也.

2. 介於第一與第三之間.

3. 折斷處淡灰色, 金屬光次於第一種, 結晶大而中心較亮, 用作大鑄品.

4. 折斷處淡灰色, 有小結晶及小金屬光澤, 不

足以鑄，祇可製造熟鐵之用。

5. 折斷處暗白色，有灰白細斑點，並有白線繞於折斷處。

6. 折斷處白色，有小金屬光結晶細粒，並有反射光亮，為鑄鐵中最劣、最堅、及最碎之一種，用於鑄最次之鑄鐵條等。

§ 193. 鑄鐵試驗

普通試驗，用一方吋粗之生鐵條，置於試樑上，兩支柱點，距離一呎，在中心之壓力為一噸，以一長方鐵條，二吋深，一吋廣，擱置試樑上，兩支柱點距離三呎，當負載一噸半重量時，不致破碎。

原動機汽筒之強度，較為高強，約 7 與 8 之比。

端納氏(Turner)鋼質

1. 含炭自 1.65 至 1.40。
2. 含炭自 1.40 至 1.15。
3. 含炭自 1.15 至 0.90。
4. 含炭自 .90 至 .65。
5. 含炭自 .65 至 .40。
6. 含炭自 .40 至 .15。
7. 含炭自 .15 至 .0

§ 194. 鑄鐵每方吋破斷力磅數表

	比重	伸張力	橫切力 [*]	絞力	破斷力
普通鐵坯.....	7.135	22271	6932	6305	87063
二號鐵坯.....	7.214	17958	5538	5299	82265
印度三號鐵坯.....	7.158	21859	7374	6369	93989
印度二號鐵坯.....	7.126	23265	6692	6940	91661
英國生鐵坯.....	7.052	25872	6992	6833	94077
英國特製鐵坯.....	7.137	25456	8873	5966	95775
美國改良鐵坯.....	7.259	28960	9120	—	—
美國機械用鐵坯.....	7.140	23257	7102	6056	91061
各種機械生鐵件平均數(每方吋噸數)		10.38	3.17	2.7	40.65

*橫切力之命意,係以一方吋之鐵條,裝置於一固定機上,其一端之伸出,定爲一吋長,用強力加於此尖端,而擊斷之,此力之大小,即所謂橫切力數量也。

§ 195. 鋼鐵中所混合之別種原質

加矽,使鋼鐵堅而易碎,用 .08% 無害,如用 .3% 須加錳。

加硫磺,使鐵與鋼燒紅時發脆。

加磷 0.5 至 0.8 % 於鋼鐵,使鋼鐵在冷時發脆,如加 0.2 % 者,無論被鎚擊或重壓,皆屬無害,鋼軌中所加之磷,每超過 0.8 %, 然此非依據普通鋼鐵所能試驗者也。

加錳用 0.5, 足使鋼鐵冷而易脆,其專門效用,乃使鐵製成鋼也。

加砒,使鋼紅時易脆,應用於鋼質,能增加其硬度。

加銅於鋼,在紅時易脆,但不損於鋼之品貨,造鋼時,由於鐵鑛苗瘠,頗多利用之。

加鎊,使鋼堅而韌。

加鈮,使鐵順柔而增加展長性,利於製絲也。

加炭, .25 %, 製成不碎鐵; .5 %, 成鋼; 1.75 %, 為鋼鐵接火之限度點; 2.0 %, 成鑄鐵,為含炭質成份之最少者。

§ 196. 不碎鐵鑄法

不碎鐵鑄法,用赤鐵鑄,將已製成之鑄鐵,混置於鑄鐵箱內,或用黑銻化鐵混合亦可,將鑄鐵箱置於特種火爐內燒之,至相當時期,按照鑄鐵品之大小而定。

§ 197. 造船用鋼試驗

1. 冲眼機冲穿船鋼板眼時,所加之力,在冲力之四週計之,每方吋約須加力 17.9 噸,無論接合處所用者為覆蓋板或雙行鑄釘。

2. 鋼板打眼後不再燒熱,每方吋伸張力 16.7 噸,用剪力或加釘亦然。

3. 如第二式,有梅花式鑄釘,其伸張力為 19.2 噸。

4. 鋼板如第三式,惟用鋼釘,每方吋 22.5 噸,剪力同而破斷力異。

5. 鐵板打眼不及鋼板受擊之堅。

6. 半吋厚以下之鋼板或鐵板,打眼時所受損失之力,毋須加以注意。

7. 超過半吋厚者,鐵板損失之力,自百分之二十至三十,鋼板損失之力,自百分之二十二至三十三。

8. 鐵板或鋼板冲眼之後,加以燒熱,不惟減少損傷之力,甚至較原底增加力量。(西門子氏 (Siemens) 認為燒熱後無大增加)。

9. 受冲之後,眼孔之四週鐵板,受有損失,進深約自 $\frac{1}{16}$ 吋至 $\frac{1}{8}$ 吋,若以燃燒緩冷之,鐵板即不致受有損失,然以刮刀,刮去眼孔之四週受損之鐵,以代燒熱,

此種工作,最爲優良可靠,用鑽眼機以代冲眼,此爲一般造船廠所應有之常識也。

鍋爐鋼板 7.618 比重。

柔性鋼板 7.820 比重。

彈性率

§ 198. 材料之彈性率

彈性率者,乃某種物質之截面,以方吋計,其所受伸張力後,能達其原長之長度,或所受壓緊力後,能減其原長之短,伸張與壓緊之度量,以不損害物質之原素爲限度,簡言之,物質受壓力之後,而仍恢復其原狀,其所受之力量,即謂之某物質之彈性率也。

下列公式,即與彈性相關之伸力與壓力。

a = 受 F 壓力所減去之常數。

A = 常數 E 所受之改變。

$$\frac{a}{A} = \frac{F}{E}$$

某物體已知其限止彈性 W , 求其能負載壓力與伸力之數如下:

L = 物體引伸之長度呎數。

l = 受 f 力所引起之長度增減呎數。

f = 每方吋壓力磅數。

E = 彈性率 (參閱下頁 200 節之值) 。

$$l = \frac{Lf}{E}; \quad E = \frac{Lf}{l}; \quad f = \frac{lE}{L}.$$

某梁木兩端被支柱,中間受重量壓力時,決斷其
彈性率如下:

l = 兩支柱點距離吋數。

b = 梁木闊度吋數。

d = 梁木深度吋數。

W = 重量磅數。

x = 壓力所產生之變度吋數。

$$E = \frac{W l^3}{4 b d^3 x}.$$

l = 受每方吋一噸壓力時,每呎所增減之吋
數。

E = 彈性率,面積單位方吋計。

W = 長度不受變化時每方吋重量。

§ 199. 金屬彈性率表

金屬	入時	彈性率 E.		重量 W.	
		磅數	噸數	磅數	噸數
鋁.....	.0022	12,500,000	5580	13,000	5.80
鋁銅10%.....	.0016	17,000,000	7589	21,000	9.37
鋁絲.....	.0015	18,500,000	8259	—	—
鑄銅.....	.0030	8,930,000	3987	6,600	2.95
鍛銅.....	.0023	11,500,000	5134	7,100	3.17
鑄紫銅.....	.0030	9,000,000	4018	7,000	3.12
鍛紫銅.....	.0022	12,000,000	5357	8,300	3.71
紫銅絲.....	.0017	16,000,000	7143	10,000	4.46
嗽銅.....	.0027	9,900,000	4420	10,000	4.46
鑄鐵, 自.....	.0019	14,000,000	6250	4,500	2.01
鑄鐵, 至.....	.0012	23,000,000	10268	9,000	4.02
熟鐵條.....	.0009	29,000,000	12946	17,800	7.95
熟鐵板.....	.0010	27,000,000	12054	16,500	7.37
熟鐵絲.....	.0011	25,000,000	11161	25,000	11.16
鉛.....	.0374	720,000	321	1,500	.67
磷化銅.....	.0019	14,000,000	6250	—	—
柔鋼.....	.0009	30,000,000	13393	31,000	13.84
鑄鋼.....	.0008	36,000,000	16071	37,000	16.52
鋼具.....	.0007	40,000,000	17857	60,000	26.79
錫.....	.0058	4,600,000	2054	2,880	1.29
鋅.....	.0020	13,680,000	6107	5,700	2.54

§ 200. 木材彈性率表

木 材	入吋	彈性率 E		重量 W	
		磅數	噸數	磅數	噸數
槐樹.....	.0164	1,640,000	732	3,796	1.69
山毛櫸.....	.0220	1,345,000	600	3,113	1.39
栗樹.....	.0291	925,000	413	3,600	1.61
松樹.....	.0168	1,600,000	714	2,920	1.30
榆樹.....	.0201	1,340,000	598	1,500	.67
落葉松.....	.0251	1,074,000	479	2,480	1.11
桃花心木.....	.0169	1,596,000	712	3,690	1.65
櫟樹(北美洲)	.0157	1,710,000	763	3,930	1.75
櫟木(英國)	.0189	1,420,000	634	3,170	1.42
松樹.....	.0142	1,900,000	848	3,230	1.44
紅松.....	.0145	1,850,000	826	2,930	1.31
白松.....	.0244	1,100,000	491	2,300	1.03
黃松.....	.0173	1,550,000	692	2,170	.97
硬性麻栗.....	.0112	2,400,000	1071	3,940	1.76

彈性限制在破裂載重點,自百分之五十至七十。

§ 201. 熟鐵重量方式

立方吋 $\times .28 =$ 磅數

立方吋 $+ 400 =$ 噸數 (owt.).

鐵板厚度吋數 $\times 40 =$ 每方呎磅數。

厚度 $\frac{1}{8}$ 吋 $\times 5 =$ 每方呎磅數。

厚度 $\frac{1}{16}$ 吋 $\times 4 =$ 每方呎磅數。

剖面方吋數 $\times 3.34 =$ 每呎長度磅數。

剖面 $\frac{1}{8}$ 方吋 $\times .052 =$ 每呎長度磅數。

剖面方吋數 $\times 10 =$ 每碼長度磅數。

每碼磅數 $\times .7857 =$ 每哩噸數。

圓鐵直徑平方吋數 $\times 2.64 =$ 每呎長磅數。

§ 202. 其他金屬重量方式

熟鐵重量 $\times .92 =$ 鋅之重量。

熟鐵重量 $\times .93 =$ 鑄鐵重量。

熟鐵重量 $\times .94 =$ 錫之重量。

熟鐵重量 $\times 1.02 =$ 鋼之重量。

熟鐵重量 $\times 1.09 =$ 黃銅重量。

熟鐵重量 $\times 1.15 =$ 紫銅重量。

熟鐵重量 $\times 1.47 =$ 鉛之重量。

熟鐵立方吋數 $\times .252 =$ 鋅之磅數。

熟鐵立方吋數 $\times .26 =$ 鑄鐵磅數。

熟鐵立方吋數 $\times .262 =$ 錫之磅數。

熟鐵立方吋數 $\times .288 =$ 鋼之磅數。

熟鐵立方吋數 $\times .3$ = 黃銅磅數。

熟鐵立方吋數 $\times .32$ = 紫銅磅數。

熟鐵立方吋數 $\times .41$ = 鉛之磅數。

熟鐵條 1 吋 \times 1 吋 \times 1 碼長，其重量 = 10 磅。

§ 203. 鋼鐵小誌

高破裂點，由於質料堅硬所致，低破裂點，由於質料鬆軟所致。

直行鐵條，無論有多邊形，角形，圓形，係從軋機製成，其載量縱支持力大於橫支持力，惟鑄鐵適得其反。

折斷鋼鐵時，如用力過猛，有損於結晶，用力過緩，則有害紋路，驟然之衝撞，致阻礙結晶延長性與堅韌性。

鋼之支持力，於水內冷卻，反見弱小，使冷卻於油內，則足以增其強韌性。

鐵驟然冷於水中，頗易碎裂，如緩冷之，則不然，但通常皆迅速為之，鐵燒至白熱時，如不投入水中，或加鍛鍊，於鐵之本身大有損害也。

鑄釘之剪力弱於延長力四分之一，通常如小型鑄釘之伸張力不敷時，每代以鋼製鑄釘。

均勻之煨鐵，於鍛鍊時亦相同，鐵色之發白發黃者，表示煨火之過度也。

鋼鐵煨紅時，即宜工作。

工具鋼之比重，乃表示其性格。

§ 204. 鑄鐵小誌

冷風化爐鑄鐵，較熱風化爐鑄鐵為佳。

故意緩冷之鑄鐵，減低鐵之強度。

重復之熔解或延長熔化之時限，均能增加鐵力，質鬆之鐵，如能加以數度之熔解，最為得策矣。

間接壓力，減低鑄鐵之延長力。

鑄鐵底傍之桁梁，應加伸張力之方法，以方邊形或圓角處增加鐵之質量，其功效甚著。

鑄鐵之堅韌性，僅值鍛鐵三分之一，載量支持力，僅多於鍛鐵破裂點六分之一。

旋轉半徑

§ 205. 旋轉半徑










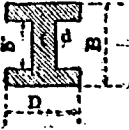
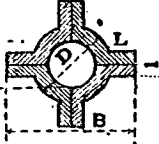
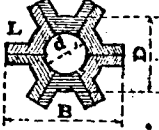


$$\text{旋轉半徑 (Radius of Gyration)} = R = \sqrt{\frac{I}{M}}$$

I = 慣性之力率。

M = 截面之質量 (或面積)。

經過各圖中之水平虛線,指示各旋轉之軸。

圖130. 各物體旋轉半徑圖

	$R = .289 D$		$R = .289 S$		$R = .2357 H$
	$R = .25 D$		$R = .25 C$		$R = .228 D$
	$R = \sqrt{.0833 \left(\frac{DB - db^3}{DB - db} \right)}$		$R = \frac{1}{2} \sqrt{D^2 + d^2}$		$R = \sqrt{\frac{.0833(BT^3 + 2bt^3)}{BT + 2bt}}$
	$R = \sqrt{\frac{.0833(DB^3 - 2db^3)}{DB - 2db}}$		$R = \sqrt{\frac{.0833(2TD^3 + bt^3)}{2TD + bt}}$		$R = \sqrt{\frac{.0491(D^4 - d^4) + .0833(B^3 - D^3)t + .167Lt^3}{.7854(D^2 - d^2)t + 4Lt}}$
	$R = \sqrt{\frac{.0491(D^4 - d^4) + t .108(B^3 - D^3) + .167Lt^3}{.7854(D^2 - d^2) + 6Lt}}$				

A = 三角鐵之截面積。

B 與 D = 每邊之闊。

T 與 t = 每邊之厚。

$$d = D - T.$$

$$y = \frac{d}{2} + \frac{\frac{1}{2} B D T}{B T + d t}; \quad x = D - y; \quad z = x - T \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{其軸經過} \\ \text{重力中心} \end{array} \right.$$

I = 慣性之力率。

r = 旋轉之半徑。

$$I = K A B D; \quad r = k (B + D).$$

若 $B \div D = .6 \quad .65 \quad .7 \quad .75 \quad .8.$

$K = .033 \quad .035 \quad .036 \quad .037 \quad .038$ 在薄鋼條, $t = \frac{1}{8} D.$

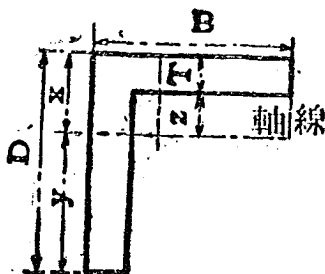
$= .032 \quad .033 \quad .034 \quad .035 \quad .036$ 在厚鋼條, $t = \frac{1}{4} D.$

$k = \frac{1}{2} \sqrt{K}$, 或在薄條自 .091 至 .097, 又在厚條自 .089 至 .09.

§ 207. 等邊三角鐵

旋轉半徑由軸線並行與 B 見下圖。

圖131. 三角鐵慣性率圖



$$I = \frac{1}{8} \{ B(x^2 - z^2) + t(y^2 + z^2) \}$$

$$= .09 AB^2 \text{ 之近似數; 或更近 } = K A B^2.$$

$$r = \sqrt{I \div A} = .3 B \text{ 之近似數或更近 } = k B.$$

K 與 k 之值:

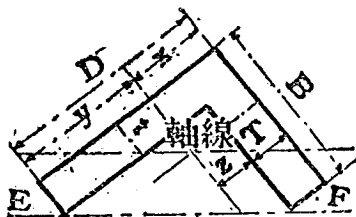
$$\text{若 } T = \frac{1}{12} B \quad \frac{1}{10} B \quad \frac{1}{8} B \quad \frac{1}{6} B \quad \frac{1}{4} B \quad \frac{1}{2} B$$

$$K = .096 \quad .095 \quad .093 \quad .088 \quad .084 \quad .08$$

$$k = .303 \quad .305 \quad .30 \quad .297 \quad .287 \quad .283$$

旋轉半徑由軸線斜側並行與 E F 見下圖:

圖132. 三角鐵似性率圖



$$I = \frac{1}{8} \{ 2x^4 + t[B - (2x - \frac{1}{2}T)]^2 - 2z^4 \}$$

$$= .038 A B^2 \text{ 之近似數; 或更近}$$

$$= K A B^2.$$

$$V = \sqrt{I \div A} = .105 B \text{ 之近似數; 或更近}$$

$$= B.$$

K 與 k 之值:

$$T = \frac{1}{12}B \quad \frac{1}{10}B \quad \frac{1}{8}B \quad \frac{1}{6}B \quad \frac{1}{4}B$$

$$K = .039 \quad .038 \quad .038 \quad .038 \quad .037$$

$$k = .197 \quad .196 \quad .195 \quad .194 \quad .192$$

I 與 r 之值,在不同大小之三角鐵條中,若其軸為斜線而兩邊相等見下表:

三角鐵	邊長 厚	1×1	1×1	2×2	2×2	3×3	3×3	4×4	4×4	6×6	6×6	8×8	
		$\times \frac{1}{8}$	$\times \frac{1}{4}$	$\times \frac{1}{4}$	$\times \frac{3}{8}$	$\times \frac{3}{8}$	$\times \frac{1}{2}$	$\times \frac{1}{2}$	$\times \frac{3}{4}$	$\times \frac{3}{4}$	$\times \frac{1}{2}$	$\times \frac{3}{4}$	$\times 1$
		I =	.009	.016	.142	.203	.719	.933	2.28	3.23	8.04	11.5	36.4
		r =	.195	.192	.389	.387	.584	.582	.779	.771	1.18	1.17	1.56
	y =	.704	.661	1.41	1.36	2.11	2.07	2.81	2.73	4.32	4.22	5.63	

其軸成斜線者如圖 132. 與 EF 並行。

§ 208. 方程式例解及實際應用

如將截面分作長方形,愈小則其結果愈精密。

H	H ²	H ³	ΔH	ΔH^2	ΔH^3	B	B ΔH	B $\Delta(H^2)$	B $\Delta(H^3)$
0	0	0	} 1	1	1	8	8	8	8
1	1	1							
4	16	64	3	15	63	4	12	60	252
18	324	5832	14	308	5768	1	14	308	5768
19	361	6859	1	37	1027	3	3	111	3081
20	400	8000	1	39	1141	7	7	273	7987
各行總數, $\Sigma B\Delta H$, 及其他 = 44								760	17096

$$A = \Sigma B \Delta H = 44.$$

$$N = \frac{\Sigma B \Delta (H^2)}{2A} = \frac{.760}{88} = 8.63.$$

$$I = \frac{\Sigma B \Delta (H^3)}{3} - AN^2 = \frac{17096}{3} - 44(8.63)^2 = 2421.$$

§ 209. 慣 性 之 力 率

N = 自截面底邊至中立軸之距離。

H = 任何物體自截面底邊之高。

d = 任何物體自中立軸之距離。

B = 任何高度截面之闊。

Σ 與 Δ = 為相當總數與差數。

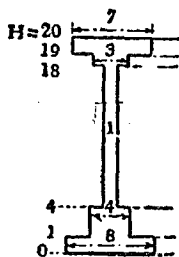
I = 慣性之力率 = $\frac{1}{3} \Sigma B \Delta (d^3)$ 如中立軸在中心而截面為對稱者。

= $\frac{1}{3} \Sigma B \Delta (H^3) - AN^2$ 如截面為不對稱者。

$$A = \Sigma B \Delta H.$$

$$N = \frac{\Sigma B \Delta (H^2)}{2A}.$$

圖133. 質量力率圖



§ 210. 慣性力率之圖解

D = 自中立軸至截面邊緣之距離。

g = 自中立軸至“慣性面積”各截面之重力中心之距離。

a = 在中立軸之上或在下之“慣性面積”截面。

I = 慣性之力率 = $2Dag$ 在對稱形中。

$I = Dag + D_1a_1g_1$, Dag 及 $D_1a_1g_1$ 係不對稱形中之中立軸與上下相當之大小面積。

繪“慣性面積”可分截面為任意之層次，再繪諸水平線代表各層及中立軸，在自中立之軸至 D 距離之水平線，自任何垂線截割代替各層之闊度，再自其闊度繪諸線射出，集於垂直線與中立軸之交點，如此則由諸射出線與每層相當諸水平線之交點作線，即可求得“慣性面積”之範圍。

截面圖 134. 慣性面積

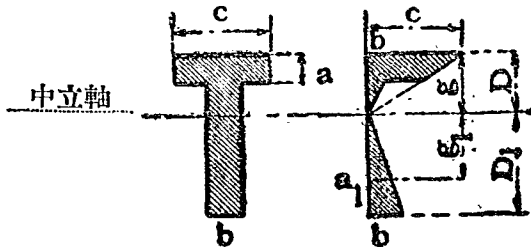
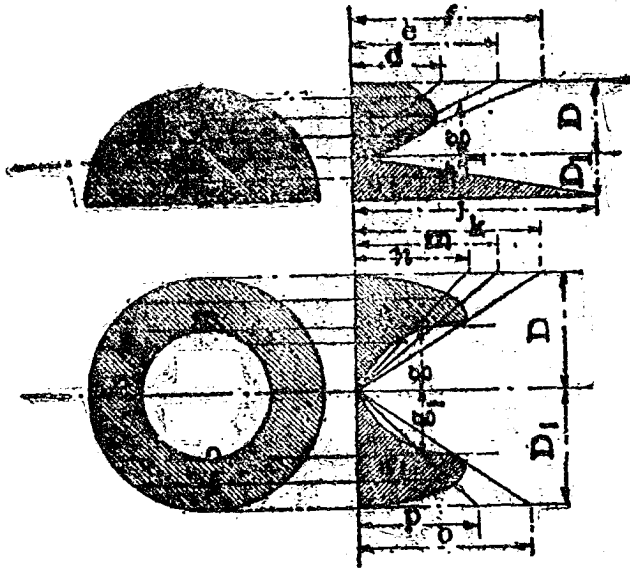


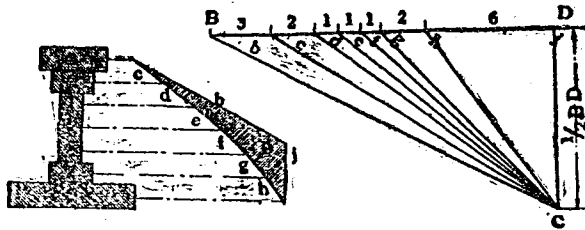
圖134.A 質量力率圖



將截面圖分為數便利層次；再用任何尺度，在一水平線上，連續截割諸線段，其長度與每層或相當之比例，使 DB 線之全長 = 截面之面積；再繪垂直線 $DO = \frac{1}{2}DB$ ；連接 BO 再自前各點繪諸重力量線投射於 O 點，再自各層穿過重力中心之各水平線繪與每重力量線平行，加相當之線如圖，構成多邊形。在此多邊形中， BO 兩線相交之點，即可決定中立軸之位置。

在多邊形諸直線中,其指示之字母,與其平行之諸重量線所示者相同。

圖135. 質量力率圖



如此若 I = 慣性之力率。

A = 截面之面積。

a = 如上述構成之多邊形之面積。

$$I = A a.$$

如圖 135 所分之層次愈薄,則所得之結果,愈為正確。

§ 211. 慣性力率及旋轉之中心

(Moment of Inertia and Centre of Gyration)

m = 任何分子之質量。

M = 全體積之質量。

d = 任何分子 m 與轉動軸之距離。

Σ = 總數。

R = 旋轉之半徑。

I = 分子總數之慣性力率。

$I = \Sigma(m d^2) = md^2 + m'd'^2 + m''d''^2 + \text{其他}$ 。

$$R = \sqrt{\frac{I}{M}}$$

I_1 = 近軸上之慣性力率，而經過重力中心者。

I_2 = 在一平行軸上之慣性力率，其軸與重力中心在
 y 距離者。

y = 轉動軸與重力中心之距離。

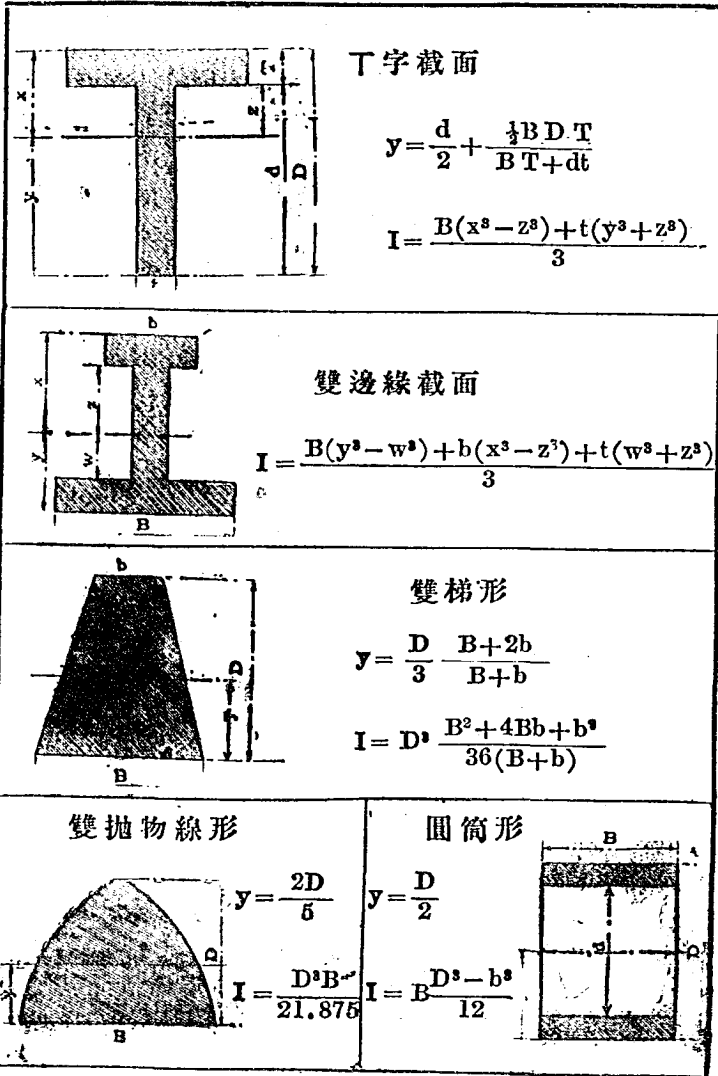
$$I_2 = I_1 + My^2$$

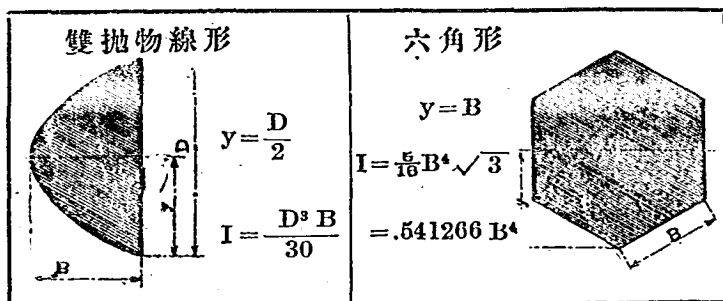
§ 212. 慣性力率與中心之位置

I = 慣性之力率。

y = 截面底邊與中心軸之距離。

圖1.6. 各形慣性力率圖





如遇同類之截面時，D與d爲已知或所求截面

之深度，又 I與 i爲慣性之力率，如此則 $i = I \frac{d^4}{D^4}$ 。

§ 213. 自重力中心至旋轉中心

在棒條一端旋轉 .....	.577	長度
在棒條中心旋轉 .....	.289	,,
圓形板在中心旋轉 .....	.707	半徑
圓形板在直徑旋轉 .....	.5	,,
球形在直徑旋轉 .....	.6324	,,
中空球形（厚度不計） .....	.816	,,
圓筒形在軸上旋轉 .....	.707	,,
圓錐形在軸上旋轉 .....	.548	底之半徑
圓錐形（直角）在頂尖旋轉 .....	.866	高

§ 214. 阻力之力率

N = 自截面最遠之一邊至中立軸之距離。

M = 破裂率。

K = 拆裂之係數。

I = 慣性之力率。

$$R = \text{阻力之力率} = \frac{MI}{N} = \frac{6KI}{N}.$$

中立軸在實際上常經過截面之重力中心。

§ 215. 求物體之比重

W = 物體在空氣中之重量。

w = 物體在水中之重量。

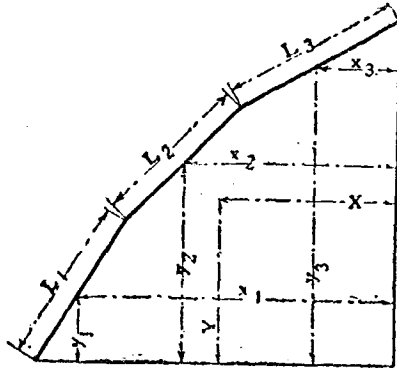
$$\text{比重} = \frac{W}{W-w}.$$

如此物體較輕於水，則將此物體附於較重物體上，使之沉下，然後再將重物之重量減去。凡某物一立方呎之重量磅數 = 其物之比重 × 62.425。

重力中心

§ 216. 求一組直線之重力中心點

圖137. 重力中心圖



$L_1, L_2, L_3 =$ 諸直綫相當之長度。

$x_1, x_2, x_3 =$ 自諸直綫中點至立軸之水平距離。

$y_1, y_2, y_3 =$ 自諸綫中點至水平軸之直立高度。

$X =$ 自軸至重力中心之水平距離。

$Y =$ 同上之高度。

$$X = \frac{L_1 x_1 + L_2 x_2 + L_3 x_3}{L_1 + L_2 + L_3}$$

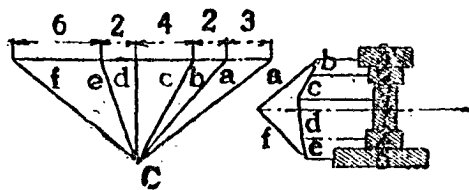
$$Y = \frac{L_1 y_1 + L_2 y_2 + L_3 y_3}{L_1 + L_2 + L_3}$$

§ 217. 重力之中心

將截面分為任何便利之諸層次，構成諸力之多邊形如下：—

以任何尺度，在一水平線上截割諸點與各層面積等長；假定 O 為任何便利之一點，自所截各點繪諸線投射於 O 點如圖 A。再繪諸線與各投射線平行於圖 B 之左。又與經過相當各層中心之諸水平線相交，成一諸力之多邊形，如此則 $a f =$ 線之交點，即可求得各層次重力中心之水平線。

圖138. 重力中心圖

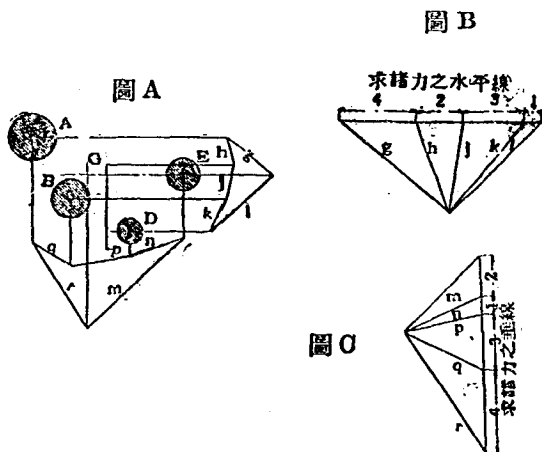


圖A

圖B

欲得任何數物體 A B D E 之重力中心，圖 A，可用同樣方法構成一諸力之多邊形，求得水平線，圖 B，及力之垂線圖 C，此多邊形中之兩線之交點，即可在 G 點求得重力之中心。

圖139. 重力中心圖



§ 218. 各種不同形式中重力中心之位置

在拋物線形自底至頂高為 $\frac{2}{3}$; 同角錐形或圓錐形為 $\frac{1}{4}$; 在拋物各形為 $\frac{1}{3}$; 在半球形為 $\frac{3}{8}$.

圓之橋片形自圓之中心點起 = $\frac{\text{弦}^3}{12 \text{面積}}$.

圓之扇形自圓之中心點起 = $\frac{2 \text{弦} \times \text{半徑}}{3 \text{弧}}$.

圓之四分之一扇形 = .6002 半徑.

六十度扇形 = .6386 半徑.

半圓形 = .4244 半徑, 自中心點起.

半圓環自圓之中心點起 $= .4244 \left(\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right)$

扁形圓環自圓之中心點起 $= \frac{2 \text{弦}}{3 \text{弧}} \left(\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right)$

R 與 r = 為內外兩圓之半徑

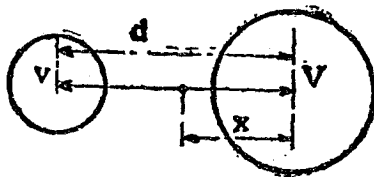
凡方形,長方形,立方形,等邊三角形,環形,正多邊形,圓形,圓柱形等,在形學上之各中心點,皆有其重力之中心。

§ 219. 求重心之試驗

將某物於不同位置上,連續懸掛兩次或多次,如是,則各懸掛點之諸直線之交點,必須經過重力之中心。

求兩物體公共重力之中心。

圖 40. 重力中心圖



V = 甲物體之體積.

v = 乙物體之體積.

d = 兩重心相隔之相當距離。

x = 甲物體重力至公共重力之距離。

$$x = \frac{dv}{V+v}.$$

§ 220. 求各物體重心點法

P = 任何物體之容積。

d = 任何平面與 P 之距離。

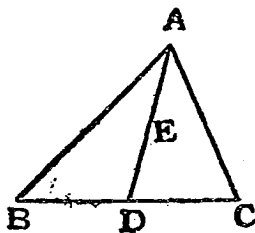
Σ = 總數。

x = 自任何平面至全物體重心之距離。

$$x = \frac{\Sigma (Pd)}{\Sigma P} = \frac{Pd + P_1d_1 + P_2d_2 + \text{其他}}{P + P_1 + P_2 + \text{其他}}.$$

§ 221. 求三角形重力中心點法

圖 141. 重力中心圖

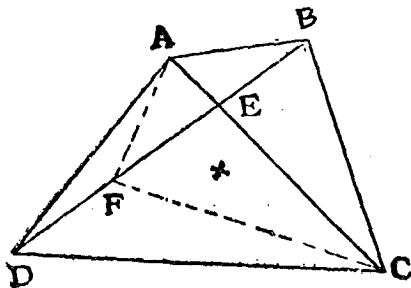


平分三角之底線 BC 於 D , 再連接 AD 作線。其

重力中心必在 $A D$ 線上之 E 點, $D E = \frac{1}{3} A D$; 或平分三角形之各邊, 由平分之各中點至各對頂角作線, 則諸線相交之點, 亦可求得重力之中心。

§ 222. 求平行四邊形重力中心點法

圖142. 重力中心圖

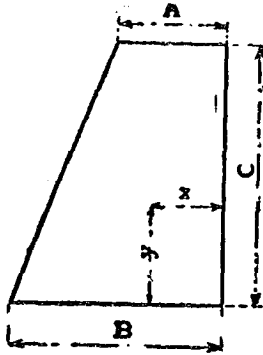


在平行四邊形內其對角線之交點, 即為重力之中心點。其他任何四邊形求重力中心之法, 先將四邊形 $A B C D$ 畫對角線相交於 E , 截 $D F = B E$, 再連 $F A, F C$; 如是, 則三角形 $F A C$ 之重力中心點, 亦即四邊形 $A B C D$ 之重力中心也。

§ 223. 重力中心之坐標

(Co-ordinates of The Centre of Gravity)

圖143. 重力中心圖



$$x = \frac{1}{3} \left(A+B - \frac{AB}{A+B} \right).$$

$$y = \frac{C}{3} \left(\frac{2A+B}{A+B} \right).$$

第四章 鐵橋工程

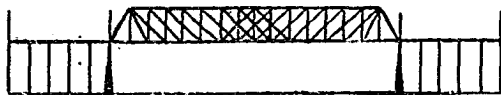
鐵橋格式

§ 224. 各式大鐵橋之比較

下列四種橋梁,其拱門長度(即跨度),幾皆相等,載重量亦幾相同,其製造完成之後,所費之鋼鐵材料如次:

正直形鐵橋

圖141. 直梁鐵橋圖



拱門實闊七百呎。

每端各有二百五十呎棧道。

雙綫鐵道活動負重量每呎三千四百磅,風之壓力每方呎四十磅,鋼鐵伸張力計算,每方吋一萬磅,(約 4.46 噸)。

直梁橋所用鋼鐵如下:

715 呎大橫梁	4900 噸
500 呎長棧道	500 噸
總數	5400 噸

翅形鐵橋

圖145. 翅形鐵橋圖



兩岸跨度 720 呎.

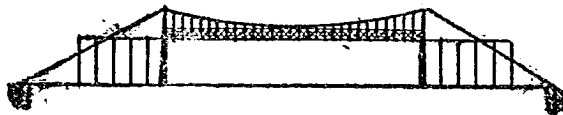
雙軌鐵道.

載重,風力,鋼鐵伸張力,與上相等.

灣形桁梁計 1215 呎	} 4340 噸.
各撐柱桁條等	

籠形鐵橋

圖 146. 籠形鐵橋圖

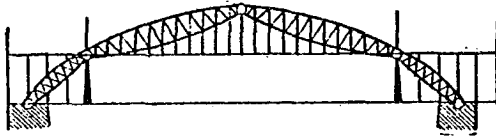


載量同上

懸梁長度	715 呎
棧道長度	500 呎
懸梁及架鋼料	..... 3000 噸
棧道鋼料	..... 500 噸
總數	..... <u>3500 噸</u>

弧形鐵橋

圖147 弧形鐵橋圖



載量同上

兩岸間跨度	715 呎
兩邊棧道長度	500 呎
弧架梁桁鋼料	..... 2800 噸
棧道鋼料	..... 500 噸
總數	..... <u>3300 噸</u>

§ 225. 鐵橋之近似重量算式

W = 每呎行程大橫梁之重量噸數。

w = 有用負重,包括覆蓋及橫過橫梁。

$k =$ 係數。

$W = k w$

k 之值

橫梁與邊緣		拱門	堅硬之弧	鏈子	拱門
平均部分	平均應力	深度			深度
0.00182	0.00145	8	0.00085	0.00073	4
0.00198	0.00156	9	0.00093	0.00079	5
0.00213	0.00167	10	0.00100	0.00085	6
0.00228	0.00178	11	0.00108	0.00091	7
0.00243	0.00189	12	0.00117	0.00097	8
0.00259	0.00200	13	0.00125	0.00104	9
0.00274	0.00211	14	0.00133	0.00110	10
0.00289	0.00222	15	0.00141	0.00116	11
0.00304	0.00233	16	0.001495	0.00121	12

§ 226. 鐵橋材料預算表

拱門長度 (單線鐵軌) 呎數。

單線…………… (S) 雙線…………… (D)

軌在梁頂 …… (T) 軌在梁間 …… (B)

無剖面梁 …… (X)

圖148. 平常鐵橋重量圖表

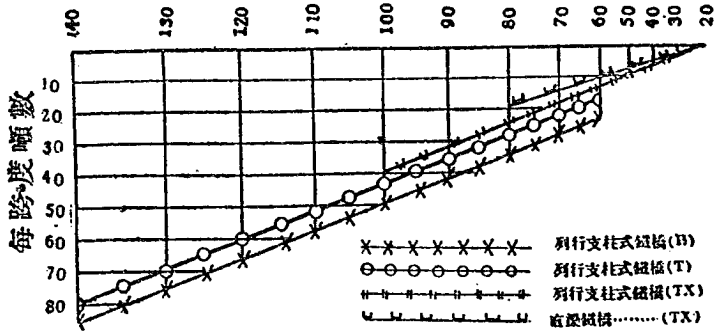
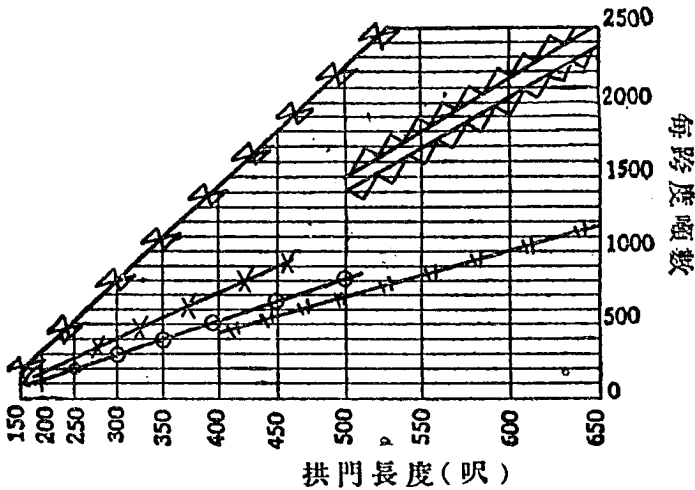


圖149. 大鐵橋重量圖表



XXXXXXXXX = 列行支柱式鐵橋雙軌。

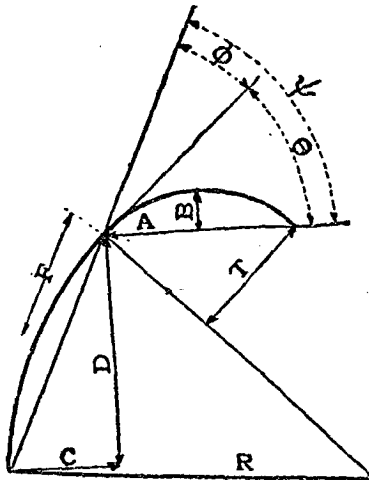
>>>>>>> = 翅形支柱式鐵橋雙軌。

- $\checkmark\checkmark\checkmark\checkmark\checkmark$ = 籠形支柱式鐵橋雙軌。
 $\times\times\times\times\times$ = 列行直梁鐵橋單軌。
 $\circ-\circ-\circ-\circ-\circ$ = 鏈栓橫梁鐵橋單軌。
 $\bullet-\bullet-\bullet-\bullet-\bullet$ = 弧形支柱式鐵橋單軌。

§ 227. 弧形衡力線

計算曲線之各半徑數，以適合於已繪之弧形衡力線，依照大拱門內近似拋物線式。

圖150. 弧形力線圖



$$r = \frac{A^2 + B^2}{2B}$$

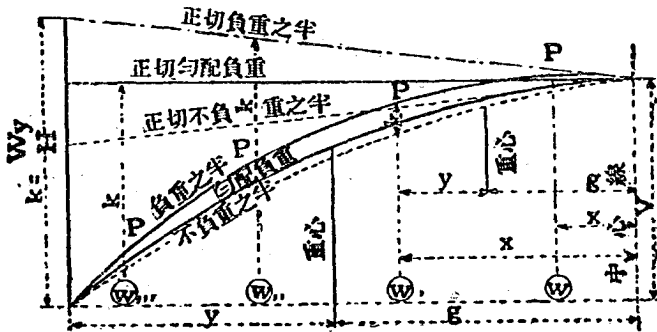
$$\text{正弦} (\sin.) \theta = \frac{A}{r}$$

正切 (tan.) $\Psi = \frac{D}{G}$. $\phi = \Psi - \theta$.

$F = \frac{1}{2} \sqrt{G^2 + D^2}$. $V = R - \sqrt{R^2 - F^2}$.

§ 228. 弧之載量

圖151. 弧之負重圖



V = 弧之正弦垂線。

x = 橫距，從頂部中心線至任何點 P 與地平線平行量之。

w = 拱之重量及載量，假定集中於何點 P 處負重。

W = 頂部及任何 P 點間之重量總數 = $w +$

w_1 。

m = 在每 P 點之力率 = $w x$.

M = 頂部及 P 中間之力率總數 = $m + m_1$.

g = 從弧頂縱線量至重心之地平行距離 (頂部及 P 間之弧部) = $\frac{M}{W}$.

y = 從 P 點量至重心之地平行距離 (頂部及 P 間之弧部) = $x - g$.

H = 拱之地平行負載量 $\frac{Wy}{V}$ 爲勻配負重; =

$\frac{Wy + Wy'y'}{2V}$ 爲不勻配負重, 當 $W'y$ 及 $W'y'$ 各自爲負重及不負重之半.

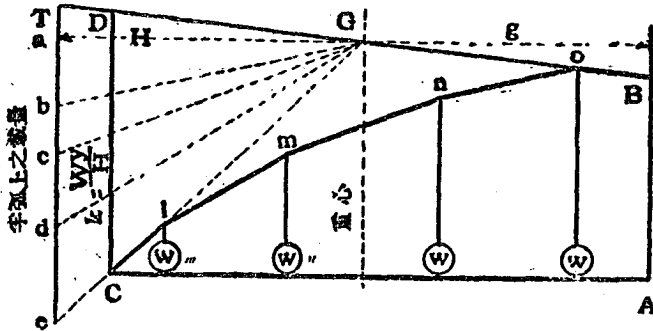
k = 從正切線至平衡線之縱距, 假使弧形爲勻配之負重, 則正切爲地平行線, 如不勻配之負重, 則正切爲傾斜線; 傾斜之度數用下式推斷 $\frac{Wy}{H}$.

$$k = \frac{Wy}{H}$$

§ 229. 支柱弧之載量

以平衡線之測定用下圖詳解, 圖內之記號與前無異.

圖152. 弧之載量測定圖



- 第一. 從拱門頂部置正切線 BD , 使 $k = \frac{Wy}{H}$.
- 第二. 求重心之位置, $g = \frac{M}{W}$.
- 第三. 從 G (垂直線經過重心之交切點) 繪地平行線 $Ga = H$, 至任何合宜比例尺寸。
- 第四. 經過 a 繪垂直線 Tao 使 $Te =$ 半弧上總載量 $= W$.
- 第五. 在 Te 線上分置 Tb, bc, cd, de , 各代表重量 w, w, w, w, \dots 。
- 第六. 接連 bG, cG, dG, eG , 此各線之長度, 代表所繪與其平行各線上之應力力度。

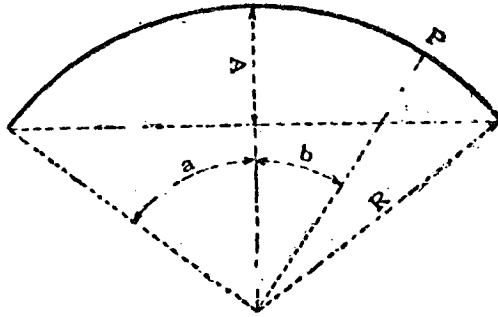
第七, 繪 $B o, o n, n m, m l$, 及 $l e$, 至負重各垂直線之交切點, 各自平行於 $G T, G b, G o, G d, G e$, 在 B 起始。

$l e$ 線應經過 O 點此乃校對計算及圖繪之準確。

§ 230. 鐵製之弧算式 (關於脹力之伸張力)

方程以吋數計

圖153. 鐵弧計算圖



S = 弧之寬度。

V = 正弧垂線。

R = 弧之半徑 = $\frac{V^2 + (\frac{1}{2}S)^2}{2V}$ 。

a = 弧形之角度 = 正弦 (sin.) $a = \frac{S}{2R}$ 。

b = P 與中心線之角度。

d = 從彎梁頂桁及底桁中心至中心之弧形
彎梁之實深度。

E = 彈力之常數 = 每方吋 11,000 噸, 爲鐵用。
= 12,800 噸, 爲鋼用。

K = 彎梁用之常數, 爲 $\frac{E d^3}{2}$ 。

t = 溫度之範圍, 華氏表度數。

e = 關於 t 溫度半拱之伸張力 = .00000667
 $A R t$ 。

A = 弧之圓量 = .0174533, $a^\circ = .00029, a'$ 。

h = 關於在弧面伸張力每方吋載量。

H = 關於彎曲力率之每方吋應力。

M = 在任何 P 點之彎曲力率。

$$h = \frac{K}{R^3} \times \frac{\left(\frac{e \sin a}{A} \right)}{A(.5 \sin^2 a + 1.5 \cos^2 a) - 1.5 \sin a \cos a}$$

$$H = \frac{M}{d}; \quad M = h V (\cos b - \cos a)$$

§ 231. 籠形懸橋之力線

籠形懸橋, 使建成橋梁之堅硬, 在同等材料重量
中, 其各部之應力, 可照下圖計算之。

圖154. 彎曲力線圖

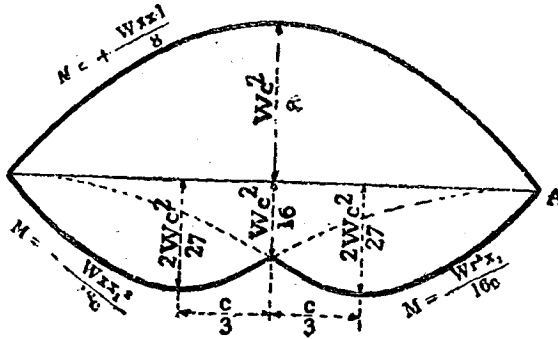
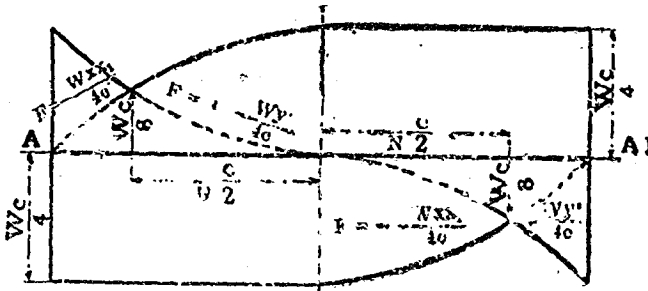


圖155. 剪截力線圖



根據賴根氏 (Rankine) 假定之計算籠形橋梁之實効,係將載量分配於各部分,一律負有勻佈於鏈形之全部。

W = 每呎行程活動載重之重量噸數。

c = 半拱門，即兩跨度之半。

x 及 x_1 = 在拱門內任何點之可變橫距，各自 A 及 A_1 量之。

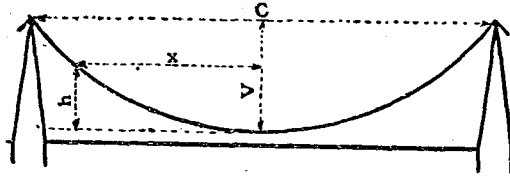
y = 同上，係從中心量之。

M = 活動載重下之最大彎曲力率。

F = 活動載重下之最大剪截力。

§ 232. 鏈形懸橋

圖156 鏈形懸橋圖



V = 曲線之正弦垂線呎數。

C = 弦或拱門呎數。

L = 分配之總負重噸數，包括橋之重量。

x = 離開曲線中心任何點之距離。

h = 在鏈之中心上 x 鏈之高度。

S = 在鏈之中心上伸張力噸數。

s' = 同上伸張力離開拱門中心之任何遠點
 x 。

N = 伸張力拉柱 x 上之數。

A = 鏈與地平線在任何點之正切角度。

$$h = \frac{V \times x^2}{(\frac{1}{2} C)^2} \quad \text{正切 (tan.) } A = \frac{4V}{C}.$$

$$S = \frac{C L}{8 V}$$

$$s' = S \sqrt{\left(\frac{2h}{x}\right)^2 + 1} = S, \text{ 正割 (secant) } A.$$

$$V = \frac{C}{13} \text{ 大概. } V = \sqrt{\left[\left(\frac{1}{2} L\right)^2 - \left(\frac{1}{2} C\right)^2\right] \times .75}.$$

$$\text{在任何伸張力支柱上伸張力} = \frac{L}{N-1}.$$

$$l = \text{鏈之長度} = 2 \sqrt{\left(\frac{1}{2} C\right)^2 + \frac{4}{3} V^2}.$$

橋梁設計

§ 233. 橋梁活動載量 (單線鐵軌用)

負重相等分配於每呎行程之噸數。

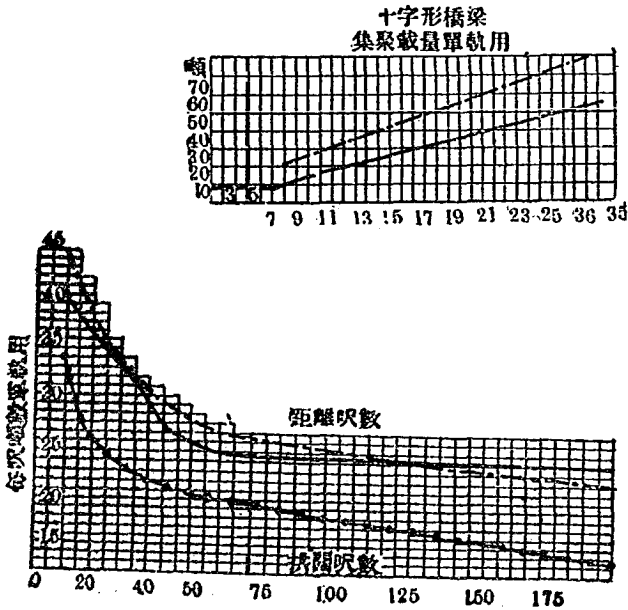
軌道四呎八吋半, 圖內記號以——從 Mr. A.

Ross's figures, C. E. Conference 推算。

軌道五呎六吋，圖內記號以—●—從 Mr. F. E. Robertson's figures, C. E. Conference 推算。

軌道一公尺，圖內記號以●●●●●●從 Mr. F. E. Robertson's figures, C. E. Conference 推算。

圖157. 活動載量圖表



§ 234. 大鐵橋參考表

單綫鐵橋 地名或橋名	兩支 岸持 間距 離拱 或門	鋼 鐵 重 量	尺				每呎負重		每方呎伸張力噸數				附 註	
			中之 央 梁 度	石		固 定	活 動	伸張力		壓縮力				
				長 度	高 度			固 定 負 重	總 負 重	固 定 負 重	總 負 重			
Susquehanna	呎	噸	16	17	18	235	00.96	1.00	2.19	4.46	1.96	4.02	方籠形有滾架	
Ohio	319	484	16	6	26	328	01.79	1.34	2.54	4.46	1.38	2.68	同上, 籠與支鐵	
St. Lawrence	330	686	16	0	—	30	02.14	1.00	3.43	5.00	2.71	3.97	管狀	
Elb	328	420	16	5	90	16	532	10	1.28	1.20	—	5.08	5.08	
Maas	341	512	16	8	23	14	741	01.54	1.00	2.68	4.28	2.68	4.28	拱形頂
Ohio	342	338	18	0	22	15	633	01.12	1.34	2.03	4.46	1.62	3.57	方籠形有滾架
Griethausen	342	493	15	0	40	8	425	31.52	0.96	—	4.64	—	4.64	
Thesis.....	342	452	16	5	20	17	034	21.32	0.95	—	5.08	—	5.08	
Meyence	345	359	15	1	13	25	449	22.05	1.29	3.18	5.18	—	5.08	
Moerdyk ...	349	447	16	5	25	15	639	81.44	1.00	2.25	3.81	2.25	3.81	弓形
Louisville ...	368	497	30	0	24	15	446	01.64	1.16	3.13	5.36	1.56	2.68	拱形頂
Kentucky ...	375	425	18	0	20	18	937	61.21	0.91	2.27	4.46	2.04	4.02	方籠形有滾架
Louisville ...	396	623	30	0	28	14	246	01.86	1.16	3.30	5.36	1.65	2.68	
Vi'sula	397	838	30	5	30	5	28	62.75	0.95	3.22	4.34	3.24	3.34	翅形
Sulkur	220	3600	—	—	—	—	—	—	—	—	6.5	—	6.5	翅形有過間橫

梁型工用質

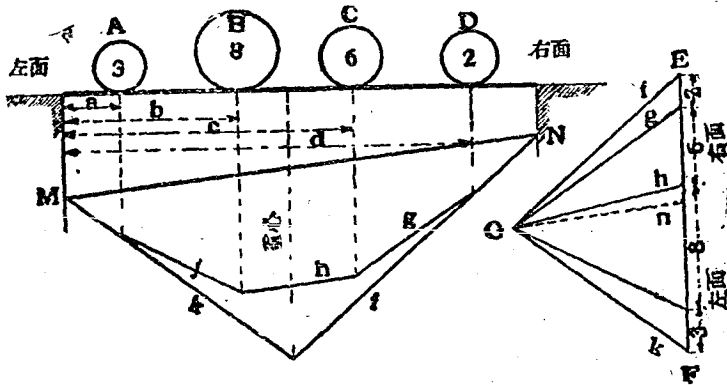
單綫鐵橋 地名或橋名	兩支 層特 間距 離拱 門	鋼 鐵 重 量	鋼 材 量	檢 驗 之 關 度	分 開 中 心	尺 寸			每 呎 負 重		伸 張 力 每 方 呎		噸 數		附 註
						石 塊	長 度	高 度	固 定	活 動	固 定	總 負 重	固 定	總 負 重	
Conway	400	1112	.0070	15 0	—	—	—	25 6	2.88	1.00	4.11	5.54	—	—	管
Cincinnati ...	415	830	.0048	19 0	20	20	9 41	6 2	2.45	2.01	2.45	4.46	2.21	4.02	四角形有腔
Waal	408	860	.0052	17 2	27	14	11 42	7 1	1.97	0.86	2.85	4.13	2.84	4.44	拱形頂
Passaw	420	327	.0019	15 0	23	14	0 27	0 0	0.94	0.99	2.99	6.12	2.63	5.36	翅形
Saltash	455	945	.0046	17 0	12	38	0 60	0 2	0.90	1.00	2.97	4.00	—	—	兩面凸起
Britannia ...	460	1553	.0073	15 0	—	—	30 0	3 0	3.47	1.00	4.63	5.95	—	—	管
Cincinnati ...	515	1176	.0044	20 0	20	25	9 51	5 2	2.41	0.81	3.33	4.46	2.95	4.02	四角形有腔
雙綫鐵橋 地名或橋名															
Zegln	302	449	.0049	27 3	17	19	8 45	11 1	1.49	1.79	—	4.76	—	4.76	—
Runcorn	305	702	.0075	28 0	—	—	27 0	2.52	1.50	2.95	4.65	2.18	3.48	—	翅形
Tilist	317	604	.0060	28 10	18	17	7 39	0 2	1.02	2.28	—	4.76	—	4.76	—
Vistula	319	605	.0059	37 3	18	18	3 46	2 11	0.90	2.16	—	4.64	—	4.64	—
Elb	338	592	.0052	27 9	20	17	8 49	3 11	0.92	2.16	—	4.76	—	4.76	—
Dusseldorf ...	347	659	.0053	28 0	27	12	4 44	5 11	0.89	1.91	—	4.64	—	4.64	拱形頂
Kullenberg ...	492	2234	.0092	30 4	38	13	1 65	7 5	0.89	1.34	5.27	6.50	3.66	4.46	拱形頂
Forth	1710	11571	.0040	—	—	—	—	—	—	—	—	7.65	—	6.90	翅形有隔板

註：本國各路橋梁詳細項目，因不易搜集，容於再版時補入，希讀者諒之。

§ 235. 橋面載量算式

力之多角形組成如下:

圖158. 載量分配圖



在右圖垂直線 $E F$ 上, 用任何便利之比例尺寸, 分配符合於負重之各長度, 由此所得之各點, 繪各線放射至任何便利之交叉點 G 。

然後從各垂直線, 即經過負重之各中心者, 繪各線與放射各線平行, 如圖所示。(多角形之各線, 與平行之放射各線, 用相同字母)。

接連 $M N$, 並從 G 點繪虛線 (Dotted line) $G n$, 與 $M N$ 平行, 然後在每部橋面上之負重, 可從 $G n$ 與 $E F$ 之交切點而比例之。

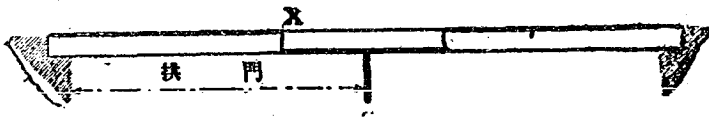
計算式： 在右岸橋面上之負重 =

$$\frac{Aa + Bb + Cc + Dd}{\text{拱門}}$$

在左岸橋面上之負重 = 總負重減去
右橋面上之負重。

§ 236. 連接橋面載量算式

圖159. 連接橋梁圖



X = 從橋脚與相反彎曲點之距離。

S = 拱門。

L = 分配於一拱門上之負重。

l = 分配於他拱門上之負重。

如 L = l 則 X = $\frac{1}{4}$ 拱門 $\frac{S}{4}$ 。

如 L 大於 l 則 X = $S - \left(\frac{7L - l}{8L} S \right)$ 。

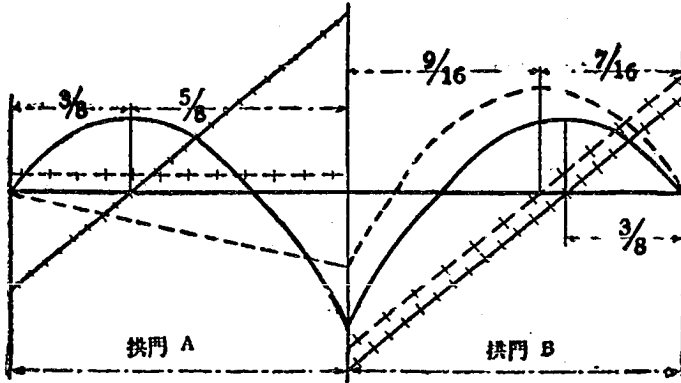
在中央橋脚上之壓力 = $\frac{1}{8} S - (L + l)$ 。

在橋臺上之壓力 = $S \left(\frac{7L - l}{16} \right)$ 。

圖內之粗線代表頂與底各平面，係受壓縮力，細線則為伸張力。

§ 237. 兩個等距拱門橋梁之力線

圖160. 拱門橋梁等距力線圖



- 指示彎曲力率 A 及 B 一樣負重,
- + + + + - 指示剪截力 A 及 B 一樣負重,
- 指示彎曲力率, A 未受負重, B 受負重;
- + + + + + 指示剪截力, A 未受負重, B 受負重.

§ 238. 三力率之定理

設 A, B, C, 為若干相等或不相等拱門橋梁之連接, 其三個依次繼續梁之橋柱墩, l_1, l_2 即代表為依次繼續橋門, 又 P_1, P_2 各等於在 l_1, l_2 橋柱上每個橋門之

載重量, M_1, M_2, M_3 各等於在 A, B, 及 C 橋梁上之彎曲力率, 則 M_1, M_2 及 M_3 間之關係, 常用下式表明之。 $M_1 l_1 + 2M_2 (l_1 + l_2) + M_3 l_2 = \frac{1}{4} (P_1 l_1^3 + P_2 l_2^3)$ 。

受平均載重等長拱門之連續橋梁, 其橋墩上之負重如下表:

一拱門之重量為 = 1.00

拱門之數	負 重 在							
	橋面	第一橋脚	第二橋脚	第三橋脚	第四橋脚	第五橋脚	第六橋脚	第七橋脚
2	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{8}$	—	—	—	—	—	—
3	4	$\frac{11}{10}$	—	—	—	—	—	—
	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{10}$	—	—	—	—	—	—
4	$\frac{11}{28}$	$\frac{32}{28}$	$\frac{26}{28}$	—	—	—	—	—
	$\frac{15}{38}$	$\frac{43}{38}$	$\frac{37}{38}$	—	—	—	—	—
無 限	.3943	1.134	.9641	1.0096	.9974	1.0007	.9998	1.00

橋門之數, 過五洞時, 則橋脚上之負重量與無限時, 大約相同。

§ 239. 鐵橋重載之偏度

在特別情形之下， $\frac{1}{400}$ 至 $\frac{1}{600}$ 之長度之負重傾向，可以容許，但在平常負重下，則此種偏斜度，不得超過上數之 $\frac{1}{2}$ ，即 $\frac{1}{1600}$ 至 $\frac{1}{2400}$ 。

在美國實際上允許橫梁已受其永久穩固，安放之後為 $\frac{1}{1200}$ 。

在小橋梁中，從高速率與慢速率相同負重之比，其負重傾向，較為增高，約為標準偏斜之 $\frac{1}{2}$ 至 $\frac{1}{4}$ 即等於 $\frac{1}{2400}$ 至 $\frac{1}{2800}$ 。

在放大橋梁中，高速率與低速率偏斜度相差，並不覺察。

S = 拱門呎數。

P = 各種金屬負重之伸張力，每方呎噸數。

E = 彈力之常數，鐵為每方呎一萬噸，與鋼為一萬三千噸。

D = 橋梁之有效深度呎數。

d = 橋梁載重傾度呎數。

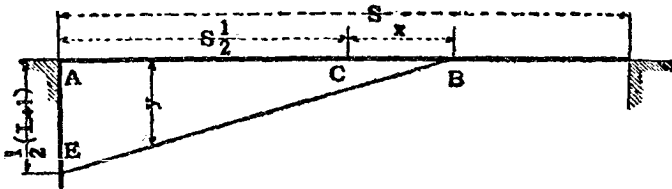
$$d = \frac{3S^2P}{ED} = SK.$$

K 之各值表

物 質	伸張力 每方吋	橋 梁 質 效 深 度 與 拱 門 之 比 例									
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
鐵	1	.0012	.0014	.0015	.0017	.0018	.0020	.0021	.0023	.0024	
”	1	.0024	.0027	.0030	.0033	.0036	.0039	.0044	.0045	.0048	
”	2	.0048	.0054	.0060	.0066	.0072	.0078	.0084	.0090	.0096	
”	3	.0072	.0081	.0090	.0099	.0108	.0117	.0126	.0135	.0144	
”	4	.0096	.0108	.0120	.0132	.0144	.0156	.0168	.0180	.0192	
”	5	.0120	.0135	.0150	.0165	.0180	.0195	.0210	.0225	.0240	
鋼	1	.0009	.0010	.0012	.0013	.0014	.0015	.0016	.0017	.0018	
”	2	.0018	.0021	.0023	.0025	.0028	.0030	.0032	.0035	.0037	
”	3	.0037	.0041	.0046	.0051	.0056	.0060	.0064	.0069	.0074	
”	4	.0055	.0062	.0069	.0076	.0083	.0090	.0097	.0104	.0110	
”	5	.0074	.0083	.0092	.0101	.0110	.0120	.0129	.0138	.0147	
”	6	.0092	.0104	.0115	.0127	.0138	.0150	.0161	.0173	.0184	
”	7	.0110	.0124	.0138	.0152	.0166	.0179	.0193	.0207	.0221	
”	8	.0129	.0145	.0161	.0177	.0193	.0209	.0225	.0242	.0258	
”		.0147	.0166	.0184	.0202	.0221	.0239	.0258	.0276	.0294	

§ 240 反支撐之橋梁

圖161. 反撐橋梁圖



S = 橋梁之拱門。

L = 固定負重。

I = 活動負重。

x = 距離從橫梁之中心於此須能抵抗壓縮
及引伸二者之對角線。

$$R = \frac{L}{I}.$$

$$x = \frac{1}{2}S - S(\sqrt{R + R^2} - R) = S k.$$

k 之各值或縱橫梁中心與中心距離之係數於
此須用相反支撐柱者。

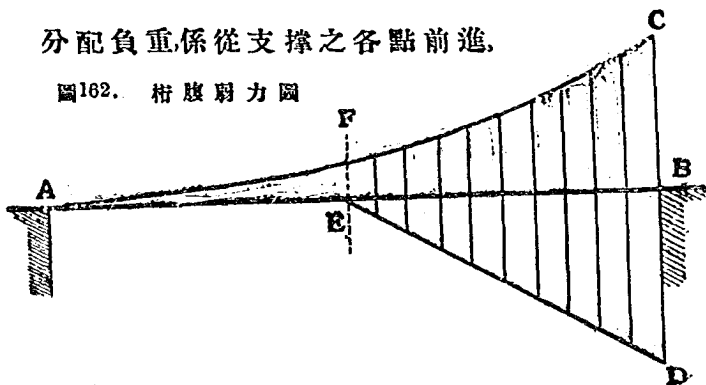
固定負重	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
活動負重										
k	.042	.043	.045	.047	.049	.051	.053	.055	.058	.060
固定負重	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	.9	.8	.7	.6
活動負重										
k	.064	.067	.071	.075	.080	.086	.092	.10	.109	.12
固定負重	.5	.4	.35	.3	.25	.2	.15	.1	.08	.05
活動負重										
k	.134	.152	.164	.186	.193	.210	.237	.268	.284	.321

用任何尺寸置 $A E = \frac{1}{2} (L + l)$, 接連 $E B$, 然後在 A 與 O 間之任何點之垂直縱線, 即定為此點之最高剪截力, y 乃能從不相等負重而存在於此點者。

§ 241. 支柱或桁腹之強力

分配負重係從支撐之各點前進,

圖162. 桁腹弱力圖



使 A B 線代表拱門之寬度, E 為中心, 用任何便利尺寸置 B C 線 = 從均一分配之部份與負重之點端, 各撐柱最後端上之強力, 及 B D 線 = 從固定負重於末端撐條上之強力, 用一直線接連 D E。用一拋物線接 A F C 接連 C A, 則從 D E 線至 F C 線之各縱線, 以比例尺寸度之, 乃代表活動及固定負重, 等於各部份撐柱之最高負載量, 從 B E 線量至拋物線 F C 之各縱線, 係代表單為活動負重各點上之最高活動載量。

在橋之中央撐柱上, 其最大載量, 每定為最後端縱線所表之力之四分之一, 查此力係單為均一分配之最後端總活動負載量。

§ 242. 鑄鐵橫梁

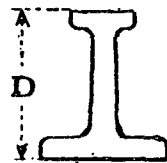
D = 橫梁之深度吋數。

A = 底部邊緣之面積吋數。

S = 拱門吋數。

W = 破裂重量噸數。

圖163. 生鐵橫梁圖



支持於兩端, 負重在中央者, $W = \frac{25 A D}{S}$ 。

支持於兩端, 負重分配者, $W = \frac{50 A D}{S}$ 。

若深度 = $\frac{1}{10}$ 之拱門 $W = A \times 4.17$ } 此處載量屬
 若深度 = $\frac{1}{10}$ 之拱門 $W = A \times 5$ } 於平均分配。

頂部邊緣之面積若負重施於頂部 = $\frac{A}{3}$ 。

頂部邊緣之面積若負重施於底部邊緣 = $\frac{A}{2}$ 。

在末端之深度可等於 $\frac{2D}{3}$ 。

每呎拱門之安全偏斜度為 $\frac{1}{10}$ 吋，在負載三分之一破裂重量時之試驗如下：

鑄鐵橫梁之破裂重量，(分配之噸數)

拱門呎	深度吋	底部邊緣之大小	破裂重量	底部凸緣之大小	破裂重量。
10	10	$6 \times 1\frac{1}{4}$	= 31	$8 \times 1\frac{1}{4}$	= 41
15	15	$8 \times 1\frac{1}{2}$	= 50	$12 \times 1\frac{1}{2}$	= 75
20	20	$10 \times 1\frac{1}{2}$	= 62	$15 \times 1\frac{1}{2}$	= 94
25	25	$13 \times 1\frac{3}{4}$	= 94	19×2	= 158
30	30	15×2	= 125	22×2	= 183
35	35	17×2	= 141	25×2	= 208

§ 243. 橫梁借上彎之定限

v = 借彎之吋數。

N = 梁料接合數或鋼板製之橫梁,每鋼板與梁之總長度比例約 $\frac{1}{5}$ 。

H = 梁之各柱,桁或邊緣中心間之高度呎數。

L = 梁之整料長度呎數或每鋼板長度。

S = 沿水平線之底桁長度呎數或總距離。

x = 增加每節整料頂桁長度吋數。

y = 頂桁長度之總增加,即大梁上邊緣之總加長度。

$$x = \frac{8vH}{N^2L} = \frac{SH}{5N^2L}; \quad y = \frac{8vH}{NL} = \frac{SH}{5NL}$$

當上彎 = 一時在四十呎時。

$$\text{當 } H = L: \quad x = \frac{8v}{N^2} = \frac{S}{5N^2} \text{ 及 } y = \frac{8v}{N} = \frac{S}{5N}.$$

§ 244. 鋼板接合橫梁

在板形橫梁中,若深度小於拱門之 $\frac{1}{12}$,則每部負重量數,應按比例減低,以免偏斜度之過多。

鋼板之厚,不得少於 $\frac{3}{8}$ 吋。

梁之桁腹須用角鐵撐住,使其堅硬完善,以阻虛弱,而在深橫梁中為尤甚。

L = 橫梁或拱門之長度呎數。

W = 分配之重量噸數。

D = 橫梁之有效深度呎數。

S = 在中央頂面邊緣及底面邊緣上之伸張力噸數。

$$S = \frac{WL}{8D}.$$

若深度 = $\frac{L}{8}$ 則 $S = W$.

" " " = $\frac{L}{10}$ " $S = 1\frac{1}{4} W$.

" " " = $\frac{L}{12}$ " $S = 1\frac{1}{2} W$.

計算用料之時，在壓縮力中，鋼板可以採用伸張力至每方吋四噸。

如在伸張力中，則可採用伸張力至每方吋五噸，根據萬國製造橋梁 (Ponts et Chaussées) 章程，鋼鐵每方吋用 3.81 噸伸張力為標準（按此種標準，於應用時，可酌量增加）。

查鋼鐵無論在伸張力及壓縮力中，其安全可靠用力至每方吋六噸無礙。

安全載量

§ 245. 鋼鐵橋梁之安全應力

此可適用於固定負重及活動負重之各種比例

S = 每方吋之安全限度噸數。

固定負重加活動負重 = 1.0 (以此作為比例)

活動負重 ..	0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
	1.0	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	.0
S 在伸張力中 =	7.0	6.36	5.83	5.38	5.0	4.66	4.37	4.12	3.87	3.68	3.5
S 在壓縮力中 =	5.6	5.09	4.66	4.31	4.0	3.73	3.50	3.29	3.11	2.85	2.8

鋼鐵橫梁桁腹板之厚度,足為抵抗對角線之斜力量。

表內之數,係指示各種鋼板之闊度,能負載其安全橫壓力及每呎闊之噸數。

桁腹之 厚度吋數	柱或桁腹間之淨無支持之距離吋數									
	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
$\frac{1}{4}$	1.5	1.2	1.0	.8	.7	.6	.5	.45	.4	.36
$\frac{5}{16}$	2.8	2.2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.0	.9	.8	.7
$\frac{3}{8}$	4.3	3.5	3.0	2.6	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
$\frac{7}{16}$	6.3	5.3	4.5	3.9	3.4	2.9	2.6	2.3	2.0	1.8
$\frac{1}{2}$	8.7	7.4	6.3	5.5	4.8	4.2	3.7	3.3	3.0	2.7
$\frac{9}{16}$	11.2	9.8	8.5	7.4	6.5	5.7	5.1	4.6	4.2	3.8
$\frac{5}{8}$	14.0	12.3	10.8	9.5	8.4	7.5	6.7	6.0	5.4	4.9
$\frac{11}{16}$	17.0	15.0	13.4	11.9	10.6	9.5	8.5	7.6	6.8	6.3
$\frac{3}{4}$	20.0	17.9	16.1	14.5	13.0	11.7	10.5	9.5	8.6	7.8

表載距離下所需之力,不得超過每呎寬度之橫截力。

§ 246. 有支撐柱橋梁

W = 分配之重量

S = 在頂面邊緣及底面邊緣中間之伸張力。

x = 離開橋面至任何點之距離。

y = 任何格子上之伸張力。

a = 任何格子之中心離開橫梁中心之距離。

l = 任何格子之長度。

L = 橫梁或拱門之長度。

D = 橫梁之實深度。

$\frac{WL}{8D} = S$ 在中心; $\frac{W}{2DL}(Lx^2 - x^3) = S$ 在任何點,其距離為 x 從橋面起。

$y = W \frac{al}{DL}$; y 為單三角測量,須用接連三角測量之數除之。

若 w = 施於橫梁中心之重量; $\frac{wl}{2D} =$ 在各格子上之伸張力。

§ 247. 支柱式橋梁之力線

在應力線圖上,其垂直線 AA 上,可用任何尺寸

作力之單位比例至每頂點之負重單位 = ($\frac{1}{2}$ 約一分配之總負重)，於垂線上每點繪出頂與底桁平行各線與支柱平行之各對角線應力，可用 A A 比例單位之尺寸量出。

圖164. 橫梁圖 分配負重

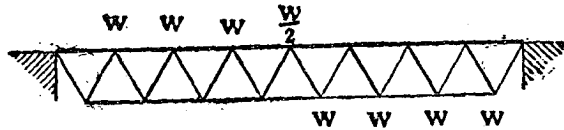
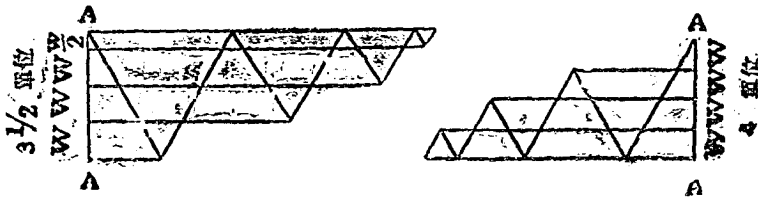


圖165 A. 半應力圖

圖165 B. 半應力圖

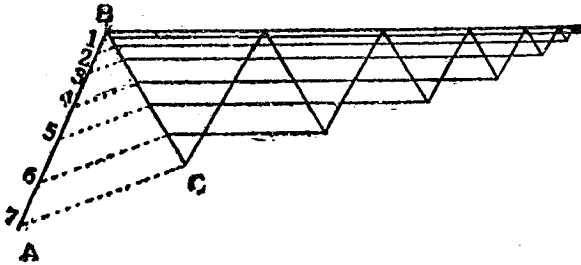
在頂面負重

在底面負重



從橋梁各部分行程平均分配負重數，於籠形對角線上，由下面力線圖可算知各部之最高應力。

圖166. 對角線拉鐵之最高應力圖



假定全部橫梁所有負重，等於 BC 線之長；照前圖之法繪 BA 線在 B 點用任何之角度，又用任何 BC 線之長度分置 $B1 = 1; 1, 2 = 2; 3 = 3; 3, 4 = 4$ ，終止在 $6, 7 = 7$ 諸點，為在橋梁中受負重各頂點之數。接連 $7C$ 並繪與其平行經過 $6, 5, 4$ 等各線，分割 BC ，經過各交切點，繪各地平線及平行於對角線之各曲折線，如上圖對角線代表從活動載量之最大應力，在梁之中部外，各線代表最大壓縮力，為梁之聚力處。固定載量及代表伸張力，在各支柱上者。

§ 248. 不等負重橋梁之力線（一）

橋梁處在不等負重如下列之形狀，計算各點之應力如圖 168 與 169。

圖167. 橋梁不等負重圖

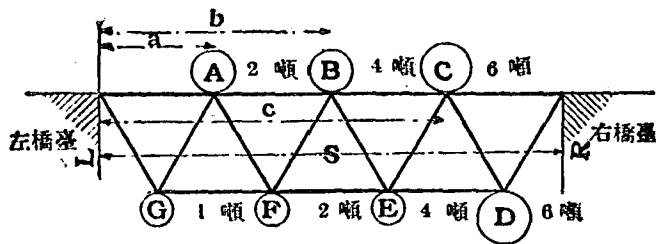


圖168. 負重A,B,及C之應力圖

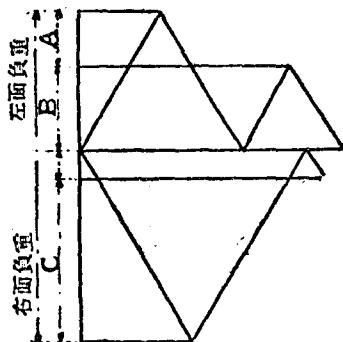
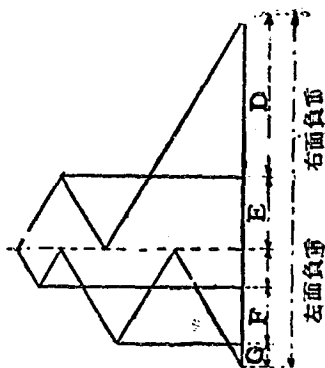


圖169. 負重D,E,F,及G之應力圖



求每橋面上之負重如下：

用負重 A, B, 及 C 在右面橋上之負重 $R = \frac{aA + bB + cC}{S}$, 及在左面橋上負重 $L = (A + B + C) - R$.

繪一垂直線上,以任何尺寸分置各負重單位距離,即與橫梁之每點上及每橋面上之負重相符合者;又繪與橫梁之每部分相平行之各線繪於平線之各對角線,與橋面上負重之部分適相符合。各應力可在圖上各線內量得,以負重之比例尺寸量之,如橫梁上下倒轉之,則各應力之力率仍相同,但其性質將改變,正應力變負,負應力變正。

§ 249. 不等負重橋梁之力線 (二)

圖170. 橋之各部載量圖

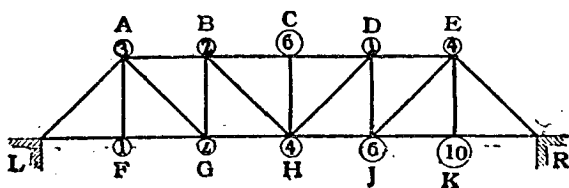
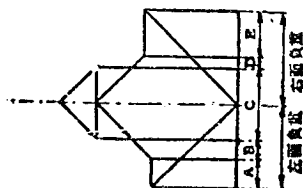
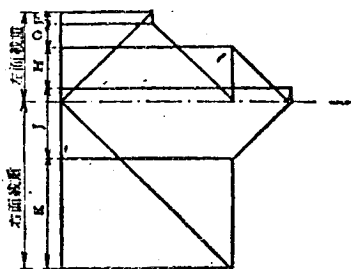


圖171. F.G.H.J.K.各部應力圖

圖172. A.B.C.D.E.各部應力圖



求每節橋上之負重,以合宜之尺寸分置各距離,繪於垂直線上等於總負重繪各應力綫,平行於橋梁上之各節梁柱,如圖所示。

在負重 F G H J K 應力圖中應注意者,即在 H D 撐柱上之應力為壓縮力,因不均勻負重關係,從 O J 兩點宜添用一相反撐柱。

§ 250. 不等梁脚有支柱鐵梁之力綫

圖173. 不等梁脚負重圖

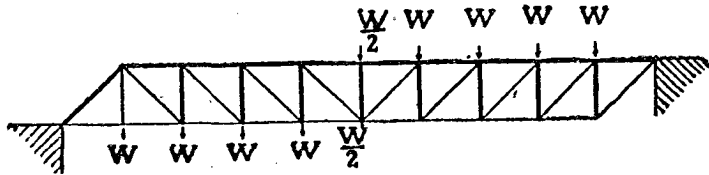
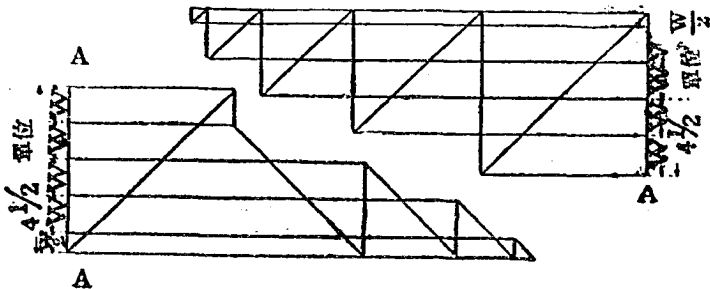


圖174. 左橋梁半應力圖

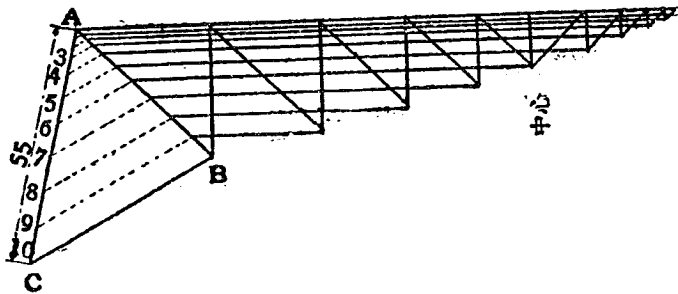
圖175. 右橋梁半應力圖



A A 線代表梁上之全部負重,對角線及垂直線表示從橋梁各撐柱依次繪圖上對角線及垂直線中之各應力,於右面梁上,其線表示底桁幾部分中之各應力;其他水平線表示頂桁中之應力。在左面梁上,底線表示頂桁中之應力,其須注意者,負重在底桁上,則中央垂直未受負重,負重在頂上,則應力為 W , $\frac{1}{2} W$ 係每半橫梁之數,圖內細線表示拉條,粗線表示撐柱。

§ 251. 平均載量支持橋梁之力線

圖176. 均勻活動載量力線圖



橋之各部平均載量,繪 A B 代表平均負重,再繪 A C 線於任何角度,並以合宜比例尺寸分置各點,與橋梁中之籠形間數相等;使 1=1; 1,2=2; 2,3=3; 3,4=4 等,連接 10 與 B 之線,並從 A C 上每點繪與 10 B 平行

之各線，均交切於 A B 線，由此交切各點，可繪各水平線成爲橋之各間應力圖。

§ 252. 弧形鐵橋

T = 拉鐵之伸張力。

S = 拱門呎數。

R = 弓形高度呎數。

L = 總分配之載量。

x = 離拱門中心任何點之距離呎數。

N = 部份間數。

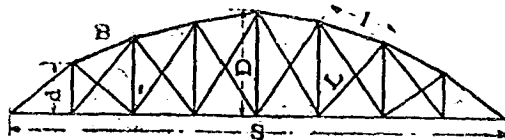
$T = L S \div 8 R$ 。

在弧之任何點之推力 = $\sqrt{T^2 + \left(\frac{L}{S}\right)^2 \times x^2}$ 。

在任何垂直柱之伸張力 = $L \div N$ 。

§ 253. 弧形橋梁算式

圖177. 弧形橋梁圖



w = 每間橫梁之活動負重，或在每受負重之節

上活動負重。

$w_1 =$ 同上, 固定負重。

$W =$ 同上, 總負重 $= w + w_1$; $B =$ 每間水平線之長度。

$l =$ 每間之頂桁長度; $N =$ 間數或部份。

$S =$ 拱門或跨度 $= N B$; $D =$ 在拱門中央之橫梁深度。

$L =$ 各對角線之長度; $d =$ 在離橋臺第一間末端之橫梁深度。

底桁上之最大應力 $= W(N - 1)B \div 2d = N$
 $W S \div 8 D$ 。

頂桁中應力之水平線之成分 $=$ 底桁中應力。

各間頂桁中應力 $= N W S l \div 8 D B$ 。

垂直線均為伸張力; 各垂直線上應力 $= W$ 。

對角線為伸張力或壓縮力, 按照活動負重。

任何對角線上應力之水平線之成分 $= W S \div$
 $16 D$ 。

任何對角線上實應力 $= W S L + 16 B D$ 。

§ 254. 橋梁各部之伸張力與壓縮力

圖178. 各拉壓力比例載量圖(一)

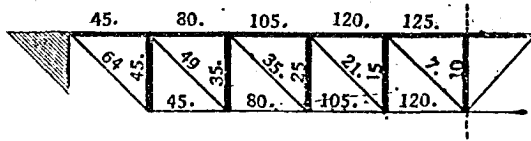
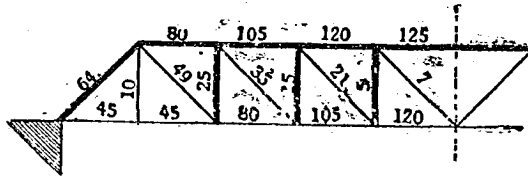


圖179. 各拉壓力比例載量圖(二)



在第一圖,負重之量施於橫梁之頂面;第二圖,則施於其底面,負重皆為平均分配,但於不相等負重時,各梁柱等須改變其性質及伸張力。

圖上數目字表示各伸張力之比例載量。

分配橋面載重量作為 100。

適於橋之供給伸張力,各材料所取之比例為:

橋梁之深度 = $\frac{1}{10}$ 拱門撐桿之角度 = 45。

橋梁分為十相等間數而成,每間 = $\frac{1}{10}$ 拱門。圖內粗線為壓縮力載量,細線為伸張力載量。

§ 255. 鐵橋風壓力之算式

橋梁上之風壓力,應為假定準備,即在暴露之面,

其最高標準壓力，每方呎可有2½噸，其暴露之面，可計算如下。

- (1) 火車之高度 × 橋梁之全長度
- (2) 火車頂上及橋梁之頂部平面。
- (3) 在支柱撐梁，與上下桁梁之實側面積。

以上三項全部面積，約等於減去露孔面積，佔全部面積四分之三。

½，當撐柱間露孔地位在總面積½及½間。

½，當撐柱間露孔地位小於½之總面積。

構造紀要

§ 256. 支柱橋梁之構造

下列各表，包括支柱橫梁中幾部分之應力係數，均各表示支柱橫梁幾部分，如下圖。

圖180. 支柱式鐵橋圖(一)



圖(一) 支柱在橋脚之上

保數與活動載重.....	a&S	b&R	c&Q	d&O	e&N	f&M	g&L	h&I	i&K
	+	-	+	-	+	-	+	-	+
固定載重.....	45	10	1	36	28	3	28	21	5
	+45	-10		-35	+25		-25	+15	
保數與梁桁.....	A&H	B&J	C&F	D&E	I&R	J&Q	K&P	L&O	M&N
	+80	+105	+120	+125	-45	-45	-80	-105	-20

圖 181. 支柱式鐵橋圖 (二)

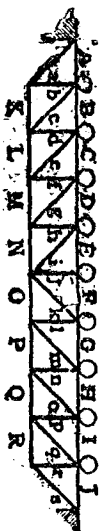


圖 (二) 支柱在橋脚之下

撐柱及拉條.....	a&S	b&R	c&Q	d&P	e&O	f&N	g&M	h&L	i&K	j
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
保數與活動載重.....	45	45	1	36	36	3	28	6	21	21
固定載重.....	-45	+45		-35	+35		-25	+25		-15
梁桁.....	A&J	B&I	C&H	D&G	E&F	K&R	L&Q	M&P	N&O	
保數.....	+45	+80	+105	+120	+125	-45	-80	-105	-120	

求在任何橋梁部分上之確實最高應力：

1. 求橫梁上之活動及固定負重之總量。
2. 以橋梁內之部分間數除總載量，即得每間之載量。
3. 以各係數乘每間之載量，係數由表中檢查適用於攷慮下之橫梁者，每部分以支柱數除此積數，則為最大應力之垂直柱，在所有之負重下，可使彼部份能承受者也。

垂直支柱，此得數即為確實最大應力。

對角支柱，此得數須以其部份之長度乘之，再以橫梁之深度除之，而得確實之應力，其記號應為加或減依力線圖而定。

桁與弦，此得數須以部份之長度乘之，並以橫梁之深度除之，即得確實最高應力。

例題：籠形鐵橋含有十部份間數者，如第一圖梁之深度或高度 = 拱門 ÷ 8；對角支柱之長度 = 1.28 × 深度。橋之總活動負重 = 150 噸；總固定負重 = 80 噸。

支柱活動負重之單位 = $150 \div 10$ (間數) = 15 噸。

支柱固定負重之單位 = $80 \div 10$ (間數) = 8 噸。

每間之總負重或桁之單位 = 23 噸。

垂直線 d 中之應力 (壓縮力) :

$$\text{活動負重} + 28 \text{ 係數} \times 15 \text{ 噸} = + 420$$

$$\text{固定負重} + 25 \text{ 係數} \times 8 \text{ 噸} = + 200$$

$$\underline{\hspace{10em}} + 620 \div 10 \text{ 間} = 62 \text{ 噸,}$$

垂直線 d 中之應力 (伸張力) :

$$\text{活動負重} - 3 \text{ 係數} \times 15 \text{ 噸} = - 45$$

$$\text{固定負重} + 25 \text{ 係數} \times 8 \text{ 噸} = + 200$$

$$\underline{\hspace{10em}} + 155 \text{ (故無伸張力) .}$$

垂直線 h 中之應力 (壓縮力) :

$$\text{活動負重} + 15 \text{ 係數} \times 15 \text{ 噸} = + 225$$

$$\text{固定負重} + 5 \text{ 係數} \times 8 \text{ 噸} = + 40$$

$$\underline{\hspace{10em}} 265 \div 10 \text{ 間} = 26.5 \text{ 噸,}$$

垂直線 h 中之應力 (伸張力) :

$$\text{活動負重} - 10 \text{ 係數} \times 15 \text{ 噸} = - 150$$

$$\text{固定負重} + 5 \text{ 係數} \times 8 \text{ 噸} = + 40$$

$$\underline{\hspace{10em}} - 110 \div 10 \text{ 間} = 11 \text{ 噸,}$$

對角線 o 中之應力:

$$\text{伸張力} - 62.00 \text{ 噸 (如 d) } \times 1.28 = 79.36 \text{ 噸,}$$

壓縮力無。

對角線 i 中之應力:

$$\text{伸張力} - 26.50 \text{ 噸 (如 h) } \times 1.28 = 33.92 \text{ 噸,}$$

壓縮力 + 11.00 噸 (如 h) × 1.28 = 14.08 噸,

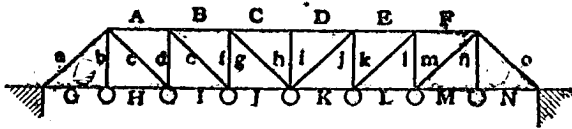
邊緣 D 間中之應力 (壓縮力) :

125 係數 × 23 噸 ÷ 10 間 × 1 ÷ 1.25 深度 = 230 噸,

邊緣 J 間中之應力 (伸張力) :

45 係數 × 23 噸 ÷ 10 間 × 1 ÷ 1.25 深度 = 82.80 噸,

圖182. 支柱式鐵橋圖(三)



圖(三) 支柱梁在橋脚之上

	a&o	b&n	c&n	d&l	e&k	f&j	g&i	h
	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
係數活動載量...	28		8 1	21 15	3 3	15 10	6 6	10 0
係數固定載量...	+ 28	- 8	- 20	+ 12	- 12	+ 4	- 4	0
	A&F	B&E	C&D	G&N	H&M	I&L	J&K	
係數各梁桁	+ 48	+ 60	+ 64	- 28	- 28	- 48	- 60	

圖183. 支柱式鐵橋圖(四)



圖(四) 支柱梁在橋腳之下

	ε & ρ		b & n		c & m		d & l		e & k		f & j		g & i		h	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
係數活動載量...			28	28	1	21	21	1	3	15	15	3	6	10	8	
係數固定載量...	-	28	+	28	-	20	+	20	-	12	+	12	-	4	+	8
	A & H		B & G		C & F		D & E		I & N		J & M		K & L			
係數各梁桁.....	+	28	+	48	+	60	+	64	-	28	-	48	-	60		

§ 257. 鋼鐵強度漢蘭氏定律

鋼鐵之強度,在伸張力之重覆改變時,較之堅定而不變者,其強度之伸張力,則比較減少。

$$\left. \begin{array}{l} m = \text{最低伸張力} \\ M = \text{最高伸張力} \end{array} \right\} R = \frac{m}{M}$$

t = 堅定伸張力用常數,

u = 除去及再充用之伸張力用常數(+),

s = 性質變化之伸張力用常數(-)。

M 及 m 為一係伸張力,一係壓縮力。

K = 係數(見圖中之值)

a = 相等破斷力之伸張力

= 如 R 為(+)時 $u + R(t - u)$;

= 如 R 爲 (-) 時 $u + R(u - s)$ 。

t, u 及 s 之值 (每方吋之噸數)

鍛鐵 t = 20.84; u = 13.94; s = 7.43,

克羅滋氏鑄鋼 t = 46.6; u = 22.28; s = 13.02,

安全因數之 3, 當以上列效果所認可者較爲擴大。

a 之值

R(+) = 1.0 .9 .8 .7 .6 .5 .4 .3 .2 .1

鍛鐵 20.8 20.2 19.5 18.8 18.1 17.4 16.7 16.0 15.3 14.6

鑄鋼 46.4 44.2 41.8 39.3 36.9 34.5 32.0 29.6 27.1 24.7

R(-) = .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 1.0

鍛鐵 13.3 12.6 12.0 11.3 10.7 10.0 9.4 8.7 8.1 7.4

鑄鋼 21.3 20.4 19.5 18.6 17.6 16.7 15.8 14.9 14.0 13.0

改變下之動作伸張力 = W K,

W = 固定負重下之動作伸張力,

K 之值

圖184. 鋼鐵強力比例圖



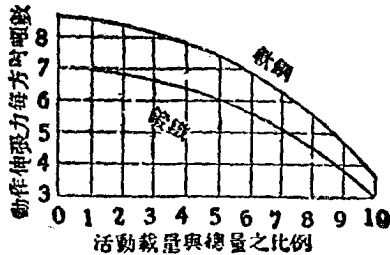
最低伸張力與最高伸張力之比例 = m ÷ M.

法國規則一

$$\begin{aligned} \text{每方吋伸張力之磅數} &= 3.81 (1 + \frac{1}{4} R) \text{ 鍛鐵,} \\ &= 5.08 (1 + \frac{1}{4} R) \text{ 軟鋼.} \end{aligned}$$

§ 258. 橫梁之載量性

圖185. 動作伸張力圖



T = 總載量, 活動載量, 及固定載量.

L = 活動載量 ÷ 總載量.

S = 動作伸張力每方吋噸數.

$$S = 7 - .04 L^2 \text{ 鍛鐵.}$$

$$= 8.75 - .04 L^2 \text{ 軟鋼.}$$

T 為假定者 = 10 在圖中.

§ 259. 優等鋼梁工作法

依老氏 (Lloyd) 標準鋼料工作法: 1. 鋼板從每板側面或末端剪裁一條, 三角鐵從任何邊割去一條, 方圓鋼條則兩端剪裁一條, 用冷灣 (Cold Bending) 試之。 2. 各板及各條尺寸不能滿足, 或各邊凹凸不平, 或有瑕疵者, 均棄置不用。 3. 同樣尺寸之拱門 (Span) 各部, 鋼料做法正確, 應互相可交換。 4. 對於各種彎曲之鋼板或鋼條, 如要使直, 祇可用壓力機伸直, 不可用鎚打擊。 5. 鋼板之各邊及鋼條之末端, 須藉機械刨平至正確尺寸。 6. 各孔如鑽沖在板面者, 至少有 $\frac{1}{8}$ 吋, 圓邊務須除去, 以刮至正確光滑尺寸。 7. 各鋼條與鋼板連接者, 如須有孔眼, 可分開鑽沖。 8. 欲鑽之孔, 在其中心作記號, 即用光沖頭銜之。 9. 鑽釘之孔, 有表示大小記號, 鑽鑽釘之眼孔, 不得過 $\frac{1}{16}$ 吋之鬆動。 10. 鑽釘寬鬆鑽工不佳, 或破裂不完全之形跡, 皆須切除之。 11. 杯形狀之鑽釘頭, 在鑽工終止前, 須放出至少應有鑽釘直徑一倍又四分之三。 12. 鉤釘之孔眼, 較顯示更偏劣者, 必拋棄之。 13. 蓋板接連不同厚度者, 須刨去之, 適合接節, 層級須傾斜。 14. 橫桁接節, 須釘緊於整列之處, 末端可許彎邊。 15. 支持板之下面, 須有埋頭孔鑽釘。 16. 滾圓機以白色馬鋼床板, 凹座, 肘鈕支持物, 與鑄鐵滾轉機籠及鍛鐵等製

成。17.鋼板未上滾圓機旋受時,凹板及肘鈕支持件等,皆須先行鑽眼刨平。18.各種鋼架可暫時豎立裝全,各段釘眼,皆有正序,然後用正式錘工合併之。19.全部在離工作之前,須刮除銹片及污物,並用鋼刷刷之,然後以二層差化物油 (Per-oxide paint) 漆之。

§ 260. 美國製造鐵橋梁實際

$$\left. \begin{array}{l} L = \text{撐條之長度} \\ r = \text{回旋之半徑} \end{array} \right\} \rho = \frac{L}{r}$$

每方吋伸張力噸數

	鐵	鋼
最高壓縮阻力		30.3
最高伸張阻力	21.5	28.0

工作載重時壓縮力:

總橋梁滾軸端	$\frac{3.75}{1+.00003 \rho^2}$	} × 1.33 爲鋼
總橋梁固定端	$\frac{3.75}{1+.00002 \rho^2}$	
斜尾柱滾軸端	$\frac{3.5}{1+.00003 \rho^2}$	
斜尾柱固定端	$\frac{3.6}{1+.000025 \rho^2}$	

角鐵支撐滾軸端	4.0	- .015 ρ
角鐵支撐固定端	4.0	- .0134 ρ
伸張應力:—	每方吋伸張力噸數	
相反桁腹及長垂直	3.6	4.5
主部桁腹及在桁腹內眼條	4.5	5.4
側面及橫面支持條	6.7	8.5
板之底部邊緣或滾軸橫梁	3.6	4.8
角鐵枕木(淨切面)	5.4	6.7

鑼釘及軸栓之應力:—

每方吋直徑面積之支持	5.3	—
剪裁應力	3.3	—
彎曲應力(伸張或壓縮)	6.5	—

活動負重 = 拱們縱長度在每呎 1.34 噸,

月臺之重量,永久路等單綫,每呎行程 .18 噸,

風之壓力 = 每方呎 .025 噸,

梁之頂桁及底桁上之相近應力:—

S = 每方吋噸數。

D = 梁之實效深度(係與拱門之比例)。

L = 分配之負重噸數。

$D = \frac{1}{8} \quad \frac{1}{7} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{1.5} \quad \frac{1}{1.25} \quad \frac{1}{1}$

$S = L \times 75 .875 \quad 1 \quad 1.125 \quad 1.25 \quad 1.375 \quad 1.5 \quad 1.625 \quad 1.75 \quad 2$

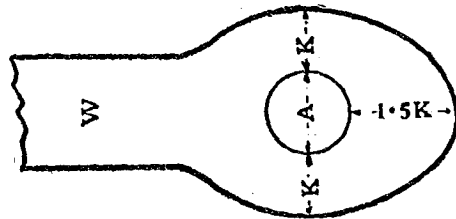
§ 261. 鐵橋拉桿標準製法

鋼栓之直徑應為桿之闊度三分之二,如鋼柱之直徑過小,可將拉桿所有之力,皆繫於其上而截斷之。

各種棒之闊度,減少橫過眼之所需切截鋼料面積,必須照圓栓之直徑而增加之。

拉桿頭之最佳形狀,關於製造物質及方法,其端須為圓之外形,錘打放大之為哥德式(Gothic)不可鍛接,並在後面放大較兩傍約大百分之五十。

圖186 鍛鐵拉桿端圖

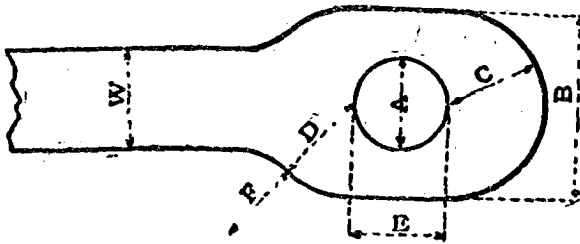


桿之闊度 = W

栓 A 之直徑	桿之最高厚度	橫過眼之金屬長度 = $2K$	
		錘成之端	鑄成之端
0.67 W	0.21 W	1.33 W	1.50 W
0.75 W	0.25 W	1.33 W	1.50 W
1.00 W	0.38 W	1.50 W	1.50 W
1.25 W	0.54 W	1.50 W	1.60 W
1.33 W	0.59 W	1.59 W	1.70 W
1.50 W	0.70 W	1.67 W	1.85 W
1.75 W	0.88 W	1.67 W	2.00 W
2.00 W	2.08 W	1.75 W	2.25 W

§ 262. 懸連桿之標準比例

圖187. 懸連桿圖



倍克式 色爾式

連桿之闊度.....	$W = 1.00 = 1.00$
鋼栓之直徑.....	$A = .75 = .66$
眼之闊度.....	$B = 2.00 = 1.87$
後面半徑.....	$C = 1.00 = .935$
前面半徑.....	$D = 1.00 = .935$
半徑 C 及 D 中心 ...	} $E = .75 = .1$
分開之距離.....	
肩形之半徑.....	$F = 1.5 = 7.6$

§ 263. 懸橋或橫梁中之鐵栓

栓之支持面積,依照如此比例,即負重載量,每方吋不得過三噸半或四噸之力。

$A =$ 栓之直徑,吋數, A 之最低值 $= .75 W$ 倍克式或 $.66$

W 福氏式。

t = 連桿之厚度吋數。

W = 連桿之闊度吋數。

d = 連桿之直徑吋數 (若圓者)。

$A = 1.8 t^3 \sqrt{\frac{W}{t}}$; 或 $= 1.1^3 \sqrt{4d^3 - \frac{1}{2}d^3} = 1.8 t$ 爲方連桿用。

若 A 如上測定, 小於最低之數, 則須增加至最低之數。

§ 264. 鐵道橋樑

火車在曲線上之離心力:—

C = 離心力之磅數 = $0.02 W D$ 若斜坡達至五度時。

W = 火車重量之磅數。

D = 每百呎中斜坡之度數。

如其弦每百呎之斜度達至五度以上時, 則每度之係數應由 (0.02) 減至 0.001。

火車有止動機裝置之動量:—

在懸橋及普通橋梁斜坡部分, 由動量所生之應力, 亦宜計及, 如在車輪與路軌阻力之係數, 常以 .2 計算。

壓撞力之效果一

在設計營造鐵路橋梁時，計算各部份載受最大壓力之外，又須加入猛力衝撞之效果。

I = 加入活動載量壓力之衝撞力。

S = 計算最大活動載量壓力。

加入衝撞力之公式如下：—

$$I = S \left(\frac{300}{L+300} \right)$$

此處 L = 載量距離長度之呎數，即發生最大壓力之部份。

§ 265. 衝撞力之係數表

L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$
5	0.984	27	0.917	49	0.860	71	0.809	93	0.763	175	0.632		
6	0.980	28	0.915	50	0.857	72	0.806	94	0.761	180	0.625		
7	0.977	29	0.912	51	0.855	73	0.804	95	0.759	185	0.619		
8	0.974	30	0.909	52	0.852	74	0.802	96	0.758	190	0.612		
9	0.971	31	0.906	53	0.850	75	0.800	97	0.756	195	0.606		
10	0.968	32	0.904	54	0.847	76	0.798	98	0.754	200	0.600		
11	0.965	33	0.901	55	0.845	77	0.796	99	0.752	210	0.588		
12	0.962	34	0.898	56	0.843	78	0.794	100	0.750	220	0.577		
13	0.958	35	0.896	57	0.840	79	0.792	105	0.741	230	0.566		
14	0.955	36	0.893	58	0.838	80	0.789	110	0.732	240	0.556		
15	0.952	37	0.890	59	0.836	81	0.787	115	0.725	250	0.546		

L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$	L	$\frac{300}{L+300}$
16	0.949	38	0.888	60	0.833	82	0.785	120	0.714	260	0.536
17	0.946	39	0.885	61	0.831	83	0.783	125	0.706	270	0.526
18	0.943	40	0.882	62	0.829	84	0.781	130	0.698	280	0.517
19	0.940	41	0.880	63	0.826	85	0.779	135	0.690	290	0.508
20	0.937	42	0.877	64	0.824	86	0.777	140	0.682	300	0.500
21	0.935	43	0.875	65	0.822	87	0.775	145	0.674	400	0.429
22	0.932	44	0.872	66	0.820	88	0.773	150	0.667	500	0.375
23	0.929	45	0.870	67	0.817	89	0.771	155	0.659	600	0.333
24	0.926	46	0.867	68	0.815	90	0.769	160	0.652		
25	0.923	47	0.865	69	0.813	91	0.767	165	0.645		
26	0.920	48	0.862	70	0.811	92	0.765	170	0.638		

鋼鐵建築於可能範圍內之外壓力如下：—

P = 每方吋可能範圍內負載壓縮力。

l = 每件長度吋數，以兩端接連處自中心至中心。

r = 截面之最小旋轉半徑吋數。

$$\text{在軟鋼 } P = \frac{15000}{1 + \frac{l^2}{13500 r^2}} \text{ 磅。}$$

$$\text{在中性鋼 } P = \frac{17000}{1 + \frac{l^2}{11000 r^2}} \text{ 磅。}$$

§ 265. 構梁之強度

構梁者：以普通鋼鐵所構接而成之巨梁也。

W = 分佈之重量。

L = 構梁之長度。

l = 撐柱與最近堅定點之距離。

D = 構梁之深度。

A = 傾斜部份與水平線所成之角度。

S = 梁頂與底水平線中央之伸張力。

s = 傾斜部份之伸張力。

§ 267. 簡單之構梁

圖188. 簡式構梁圖(一)

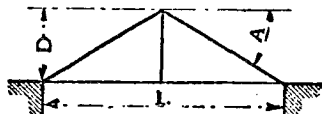
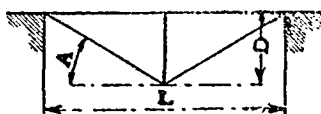


圖189. 簡式構梁圖(二)



$$S = \frac{WL}{8D} = \frac{W}{4} \cotan. A.$$

$$s = S \frac{\sqrt{L^2 + (2D)^2}}{L} = \frac{W}{4} \operatorname{cosec}. A.$$

§ 268. 籠形構梁法

圖190. 箱形構橋圖(一)

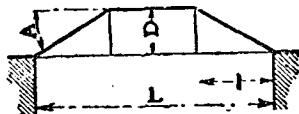
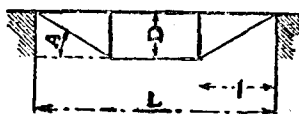


圖191. 籠形構梁圖(二)



$$S = \frac{Iw}{D}$$

$$s = S \sqrt{\frac{I^2 + D^2}{l}} = S \text{sect. A.}$$

上式 w 為集中於每直柱之載重量。

圖中細線表示伸張力；粗線表示壓縮力。

§ 269. 鐵板橫斷之強度

平方鐵板，若兩邊支持如橫梁，而使其中中央受重時，假定其強度 = 1.00。

下表為各種鐵板相關之強度

鐵板之形式	支持之方法	載重	強度
正 方	四 邊	中 部	1.33
正 方	四 邊	平均分佈	4.00
圓 形	全 周	中 部	1.57
圓 形	全 周	平均分佈	4.71
長 方 形	四 邊	中 部	$.67 \frac{l^2 + b^4}{l^4}$
長 方 形	四 邊	平均分佈	$2.00 \frac{l^2 + b^4}{l^4}$

如將鐵板在橋台上鑄釘堅固,其強度應照上表增一倍半。

註 * 若 l 長度超過 1.195 闊度時,其強度 = 1.00。

§ 270. 鋼條尺寸之限度

工字鐵: 二十四吋者,最大長度為五十呎;二十吋者,最大長度為七十呎;十八吋者,最大長度為六十呎;十六吋以下者,最長為八十呎。

角形鐵,圓鐵,及丁字鐵等;最大長度九十呎止。

溝形鐵: 九吋以下者,最大長度九十呎。

邊鐵條: 八吋至十八吋者,可達六十呎。

註: 最長鋼條,對於運輸每為交通方面,限止不許,故在市上長度平常以四十呎為最長標準。

鋼 板	蘇 格 蘭 鋼 鐵 公 司						卜 而 根 文 葛 公 司						
厚之時數	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2
最大長度之呎數	30	36	48	50	50	46	24	36	40	36	30	30	
最大闊度之時數	66	84	100	128	136	134	84	90	99	99	99	84	
最大面積之呎數	100	135	165	240	250	190	120	160	160	160	150	140	

各種截面不同之鋼鐵,其相關價值之比例如下,

錄自道門鋼鐵公司 (Dorman Long & Co.)

角鐵條	6 至 12 吋	厚 $\frac{3}{4}$ 吋或過之	1.00
圓角條	8 至 12 吋	" $\frac{1}{4}$ " " " "	1.00
圓鐵條	6 至 11 吋	" $\frac{1}{4}$ " " " "	1.00
角鐵條	在 12 吋以上	— 1.04; 在 6 吋以下	1.06
角鐵條	厚在 $\frac{1}{4}$ 吋以下		1.08
角鐵條	厚在 $\frac{5}{16}$ 吋以下		1.16
圓角條	在 12 吋以上者		1.04
圓丁字條	7 至 12 吋:— 1.16	6 × $4\frac{1}{2}$ 吋:—	1.24
溝形條	6 至 10 吋:— 1.04	10 至 11 吋:—	1.06
溝形條	11 至 12 吋:— 1.08	12 至 15 吋:—	1.08
Z 字條	3 至 7 吋:— 1.04	7 吋以上	1.06
平鐵條	5 吋以下:— 1.06	5 吋以上	1.04
丁字條	6 至 10 吋, 厚 $\frac{5}{16}$ 吋以上者		1.08
" " "	在 6 吋以下, 又 10 吋以上者		1.12
" " "	在 $\frac{5}{16}$ 吋厚達 $\frac{1}{4}$ 吋者		1.12
圓鐵及方鐵:			1.20
工鐵字	5 吋至 14 吋 = 1.00,	5 吋以下 = 1.08,	
	在 4 吋以下 = 1.16,	9 × 7 吋 = 1.04,	
	10 × 8 吋 = 1.08,	18 吋 = 1.12,	
	20 吋 = 1.16,	24 吋 = 1.32,	

橋梁上或其他所用彎曲底層之各種鐵形式。

第五章 測量工程

測量

§ 271. 電信符號

莫爾斯字母 (Morse Alphabet)

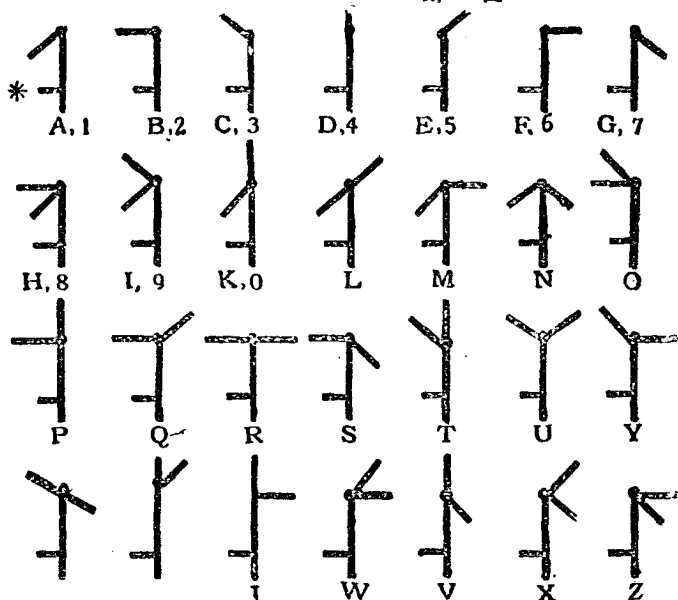
圖. 102 電信符號表

A --	H ----	O ---	V ----
B - - -	I - -	P - - - -	W - - -
C - - - -	J - - - -	Q - - - -	X - - - -
D - - -	K - - - -	R - - -	Y - - - -
E -	L - - - -	S - - -	Z - - - -
F - - - -	M - -	T -	
G - - - -	N - -	U - - -	

多數電碼,均基於此種字母。

§ 272. 桿尺信號機

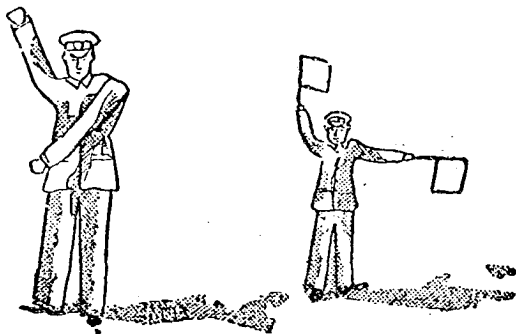
圖 193. 信號標圖



此種符號可用手式代表,如距離過遠,可用信號旗。如:

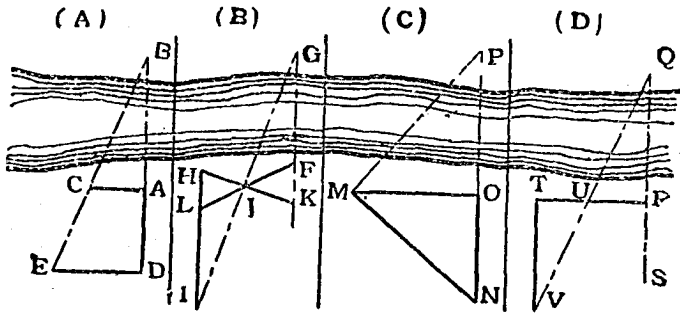
圖 194. 用手臂伸示 I. *表示發信號者之右手面。

圖 195. 用信號旗表示 J.



§ 273. 鏈索測量法

圖 106. 鏈索測量法



(A) 先量 AC, DE 二直線, 作 EB 線經過 C 點, 公式

$$\text{爲 } AB = \frac{AC \times AD}{DE - AC}.$$

(B) 任擇 HK 線一點, 平分於 J 點, 使 JL = JF, 自 HL 線及 JG 線到 I 點, 則 LI = FG.

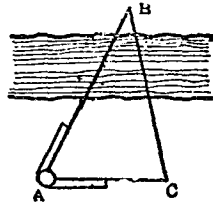
(C) 作 OM 線, 與 OP 線直角相交, MN 線與 MP 線直角相交, 則

$$OP = \frac{OM^2}{ON}.$$

(D) 作 RT 線, 與 RQ 線互成直角, 平分 RT 線於 U. 作 TV 線與 RT 線成直角, 直至 V 點在 Q 與 U 一直線上, 則 TV 等於 RQ.

§ 274. 難於達到之地點

圖 197. 測量難達之地點圖



難於達到之地點 B, 可以用下列方法近測之: 一
量 A C 線, 用任何量尺, 設 A 與 C 兩點地位, 作 A
C B, C A B 兩角, 測法如下: 一

在 A 測量, 使用兩角儀之一角對準 B 點, 其餘一
角對 C 點, 然後轉畫於紙上, 沿脚作線, 測得 B A C 角。
同樣在 C 點測得 B C A 角。

A B 線與 C B 線之交點在 B, 所有 A B 與 C B
之距離可以算得。

在此種同樣情形之下, 不知之角, 可大略測知。

§ 275. 鏈索測量斜坡法

A = 斜坡與地平線之角度。

L = 斜坡之長度。

l = 地平線之長度, 即 $l = L \cos A$ 。

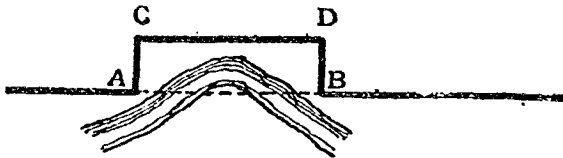
餘弦 (Cosine) A 值表

											A	Cos.A	
A	Cos.A	A	Cos.A	A	Cos.A	A	Cos.A	A	Cos.A	A	Cos.A	35	.819
5	.996	10	.985	15	.966	20	.94	25	.906	30	.866	36	.809
6	.994	11	.982	16	.961	21	.933	26	.899	31	.857	37	.799
7	.992	12	.978	17	.956	22	.927	27	.891	32	.848	38	.788
8	.99	13	.974	18	.951	23	.92	28	.883	33	.839	39	.777
9	.988	14	.97	19	.945	24	.913	29	.875	34	.829	40	.766

§ 276. 直角測量法

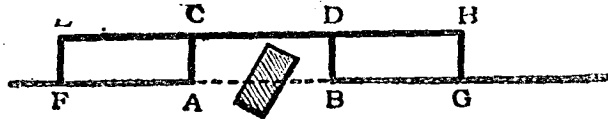
量三角形之各邊公倍數,如 3, 4, 5; 可為 30, 40, 50; 或 6, 8, 10 等等. 直角則對最長之邊.

圖 198. 測量範圍內發生障礙之情形



如遇障礙,作 AC 與 BD 二線相等,各與本線成直角,則 $AB = CD$.

圖 199. 不易見障礙之測量圖



如不能見,或不能測過障礙物,則作 EF, AC 二線互等,且與本線成直角;在 EC 之延長線上,自 D, H 二點,作 DB, HG 二線等於 AC, EF , 且與本線 EH 成直角,則 B 與 G 為 FA 之延長線二點,於是 $AB = CD$,

§ 277. 彎道與屈折

D = 標準哩數,

C = 彎度呎數 = $\frac{1}{3} D^2$ 略數,

$C - R$ = 彎度減屈折 = $\frac{2}{7} D^2$ 略數,

D.	C.	C-R.	D.	C.	C-R.	D.	C.	C-R.
1	.66	.57	6	24	20.57	12	96	82
2	2.67	2.29	7	32.67	28.00	14	130	112
3	6	5.14	8	42.67	36.57	16	170	146
4	10.67	9.14	9	54	46.30	18	216	185
5	16.67	14.29	10	66.67	57.14	20	266.7	228.6

角度伸張一呎,在所知距離上,求得距離呎數,

A = 角度上伸張一呎之分數。

距離 = 3437.7 + A.

§ 278. 測量所常用之便利數目

變呎爲鏈索	× 1.515	反變	.66
變英碼爲鏈索	× 4.545	“ ”	.22
變方呎爲英畝	× .0000229	“ ”	43560
變方英碼爲英畝	× .0002066	“ ”	4840
變呎爲哩	× .00019	“ ”	5280
變英碼爲哩	× .00057	“ ”	1760
變 Gunter Chains 爲哩	× .0125	“ ”	80

英畝小數表

方竿數	四分之一畝				方竿數	四分之一畝			
	0	1	2	3		0	1	2	3
0	.000	.250	.500	.750	21	.131	.381	.631	.881
1	.006	.256	.506	.756	22	.137	.387	.637	.887
2	.012	.262	.512	.762	23	.144	.394	.644	.894
3	.019	.269	.519	.769	24	.150	.400	.650	.900
4	.025	.275	.525	.775	25	.156	.406	.656	.906
5	.031	.281	.531	.781	26	.162	.412	.662	.912
6	.037	.287	.537	.787	27	.169	.419	.669	.919
7	.044	.294	.544	.794	28	.175	.425	.675	.925
8	.050	.300	.550	.800	29	.181	.431	.681	.931
9	.056	.306	.556	.806	30	.187	.437	.687	.937

(續)

方竿數	四方之一畝				方竿數	四分之一畝			
	0	1	2	3		0	1	2	3
10	.062	.312	.562	.812	31	.194	.444	.694	.944
11	.069	.319	.569	.819	32	.200	.450	.700	.950
12	.075	.325	.575	.825	33	.206	.456	.706	.956
13	.081	.331	.581	.831	34	.212	.462	.712	.962
14	.087	.337	.588	.837	35	.219	.469	.719	.969
15	.094	.344	.594	.844	36	.225	.475	.725	.975
16	.100	.350	.600	.850	37	.231	.481	.731	.981
17	.106	.356	.606	.856	38	.237	.487	.737	.987
18	.112	.362	.612	.862	39	.244	.494	.744	.994
19	.119	.369	.619	.869	40	.250	.500	.750	1.00
20	.125	.375	.625	.875					

一鏈索 = 4 桿尺 = 22 碼 = 66 呎 = 100 環; 一環 = 7.92 呎

一英畝 = 10 方鏈 = 4840 方碼 = 43,560 方呎 = 160 方竿

§ 279. 測量鏈減至英尺與小數

測量鏈	英尺小數	測量鏈	英尺小數	測量鏈	英尺小數
1	.66	36	23.76	71	46.86
2	1.32	37	24.42	72	47.52
3	1.98	38	25.08	73	48.18
4	2.64	39	25.74	74	48.84
5	3.30	40	26.40	75	49.50
6	3.96	41	27.06	76	50.16

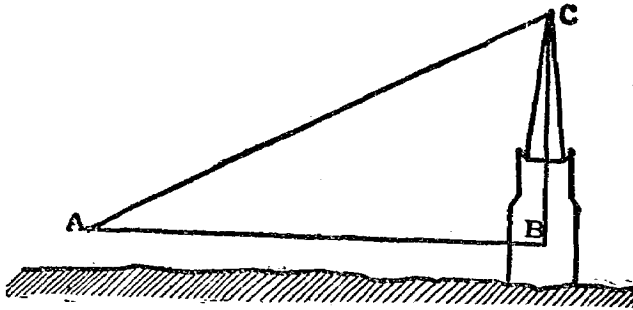
(續)

7	4.62	42	27.72	77	50.82
8	5.28	43	28.38	78	51.48
9	5.94	44	29.04	79	52.14
10	6.60	45	29.70	80	52.80
11	7.26	46	30.36	81	53.46
12	7.92	47	31.02	82	54.12
13	8.58	48	31.68	83	54.78
14	9.24	49	32.34	84	55.44
15	9.90	50	33.00	85	56.10
16	10.56	51	33.66	86	56.76
17	11.22	52	34.32	87	57.42
18	11.88	53	34.98	88	58.08
19	12.54	54	35.64	89	58.74
20	13.20	55	36.30	90	59.40
21	13.86	56	36.96	91	60.06
22	14.52	57	37.62	92	60.72
23	15.18	58	38.28	93	61.38
24	15.84	59	38.94	94	62.04
25	16.50	60	39.60	95	62.70
26	17.16	61	40.26	96	63.36
27	17.82	62	40.92	97	64.02
28	18.48	63	41.58	98	64.68
29	19.14	64	42.24	99	65.34
30	19.80	65	42.90	100	66.00
31	20.46	66	43.56	200	132.00
32	21.12	67	44.22	300	198.00
33	21.78	68	44.88	400	264.00
34	22.44	69	45.54	500	330.00
35	23.10	70	46.20	600	396.00

§ 280. 儀器量高法

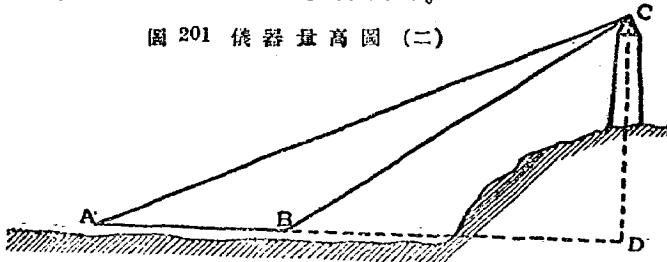
(六分儀經緯儀測斜儀)

圖 200 儀器量高圖 (-)



$$CB = \tan. BAO \times AB.$$

圖 201 儀器量高圖 (二)



$$CD = \frac{AB}{\cotan. CAD - \cotan. CBD}$$

注意：—高度測得之後，加上儀器距地面之高度，
或觀察離地面之高度。

§ 281. 用六分儀量高度

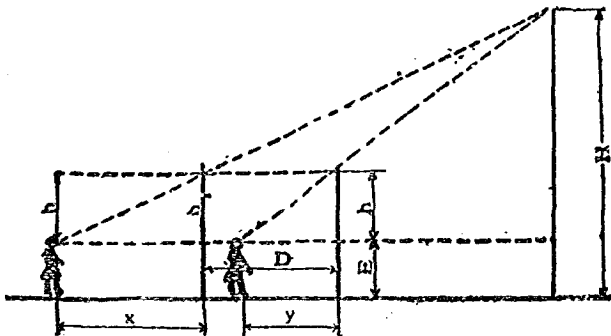
(用 J. T. Hurst 方法)

乘 數	角 度		除 數	角 度	
	°	'		°	'
1	45	0	1	45	0
2	63	26	2	26	34
3	71	34	3	18	26
4	75	58	4	14	2
5	78	41	5	11	19
6	80	32	6	9	28
8	82	52	8	7	8
10	84	17	10	5	43

用六分儀立於上表任何角上,以乘數乘之,或以除數除之,即等於高度。

§ 282. 不用儀器量高法

圖 202 無儀器量高圖



任量距離 D 一段於地面;使一職員立於一端,實測 y 距離之長度後,自職員之頭頂作一視線至目的物,再立一職員於 D 端,實測 x 之距離如前,減去觀點距離求得 h .

$$H = \frac{Dh}{x-y} + h + E.$$

§ 283. 測量海面減去底線法

L = 底線長度之呎數,

h = 底線高於海面之呎數,

o = 減去底線長度之呎數,

$$o = \frac{Lh}{20,890,000}$$

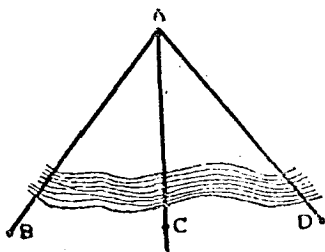
§ 284. 不用分角器測角法

在一呎長標上有 100 記號,自標記之點作直角與過切線所成之角同,(見正弦表等);或任取圓之一部作半徑 100 過弦上 = 該角度之二分之一 $2 \sin$.

§ 285. 海道測量

欲測 A 點,在岸上先設 $B C D$ 三點,再用影繪紙作角,直至三線穿過 $B C D$ 三點,

圖 203 水面測量圖



§ 286. 水道測量

爲便利起見,下列方法;有時用作測量水道之用:一

在所欲測量地界上,豎起二標桿於岸上,始測點與終測點之標桿同時豎起,測法用一測船載有輕鋼條(或稱測索 Cable)卷於轆軸上,在相當距離作一記號,如每二十五呎,測索之後連結長三十呎以上之繩索,末端附一鐵錨,船上拋錨與第一號所立標桿爲一直綫,於是駛船,直至第一測區之範圍完畢爲止,於測索上作一記號,如此續測直至標桿之終點爲止。

須注意於測索緊張,測舟與標桿對直。二十呎以上之水道,可用丈桿測之。

測船與潮水應順流而行。

第一測與第二測之時間均須寫明,另一人應記

錄潮水之升起時間, (以免去潮差), 例如記每三吋之潮差。

計算時, 凡標測量區域之起點與終點之水面, 均須記出, 其法以錨拋入水中測量此處各測點之水面距離, 則知水之深度。

§ 297. 水面測量計算法

R = 潮之深度呎數。

K = 校正潮差以後之水位。

T = 高水與低水之時間。

t = 低水位測量之時間。

$$K = \frac{R}{2} \left(1 + \cos. \frac{180 t}{T} \right) \text{ 在 } \frac{180 t}{T} \text{ 超過 } 90^\circ \text{ 時。}$$

$$K = \frac{R}{2} \left(1 - \cos. \frac{180 t}{T} \right) \text{ 在 } 90^\circ \text{ 以下時。}$$

§ 288. 地平傾度

D = 地平傾度, 秒數, (角度)。

H = 測者之高度呎數。

S = 地平之標準哩數。

N = 地平之海里。

D = $57.4 \sqrt{H}$ 以溫度而變化。

$$H = .663 N^2 \qquad = .498 S^2$$

$$S = 1.42\sqrt{H}, \qquad N = 1.23\sqrt{H}$$

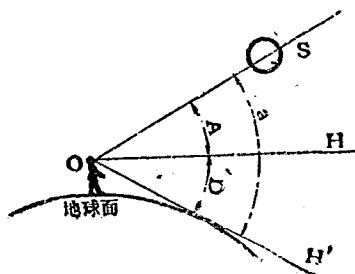
§ 289. 地平距離與高度傾度表

H.	S.	N.	傾度 (Dip.)	H.	S.	N.	傾度 (Dip.)
5	3.16	2.75	2 8	80	12.67	11	8 33
10	4.48	3.89	3 1	90	13.44	11.66	9 4
15	5.49	4.76	3 42	100	14.14	12.3	9 34
20	6.34	5.5	4 16	150	17.35	15.06	11 43
25	7.10	6.15	4 47	200	20.04	17.4	13 32
30	7.76	6.73	5 14	300	24.54	21.3	16 34
35	8.38	7.27	5 39	400	28.34	24.6	19 8
40	8.98	7.78	6 3	500	31.62	27.5	21 23
45	9.51	8.25	6 25	1000	44.72	38.89	30 14
50	10.02	8.7	6 46	2000	63.37	55	42 47
60	10.97	9.52	7 24	3000	77.61	67.4	52 24
70	11.83	10.28	8 0	4000	89.68	77.8	60 33

天文儀

§ 290. 以圖證明法

圖 204 懸空體之高度



A = 改正高度。

a = 觀測高度。

O , 觀測者; OH' , 地平線。

S , 太陽; OH ; 可見地平線。

地平傾角改正

D = 傾角。

$A = a - D$ 。

圖 205 屈折之測知

R = 屈折。

$A = a - R$ 。

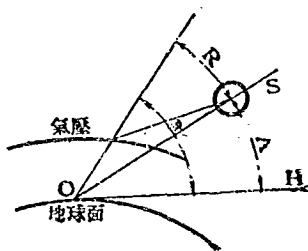


圖 206 太陽之半徑 (下部)

$s =$ 太陽半徑。

$$A = a + s.$$

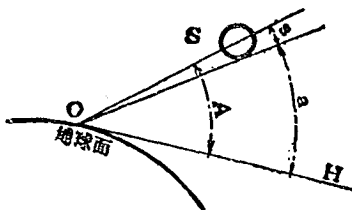
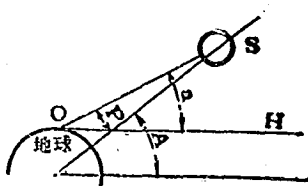


圖 267 視差之測量

$P =$ 視差。

$$A = a + P$$



§ 291. 經度與緯度之視點改正

$a =$ 視測高度 (用六分儀錯誤改正)。

$R =$ 屈折改正 (見表)。

$D =$ 地平線之傾斜。

$P =$ 太陽視差改正 (見表)。

$s =$ 太陽半徑改正 (見表 N.A.*)

$= 16' 18''$ 在十二月 $= 15' 46''$ 在六月。

$$A = \text{真高} = a + P + s - R - D.$$

= 海面近測,視點高過海面二十呎,太陽下部可顯見地平, $a + 12'$, 在 a 超過四十度時,或 $a + 10'$, 在 a 少於四十度時。

用人工水平視測 (糖水或水銀反光)。

$$A = \frac{a}{2} + P - R, \text{如幻影符合;或}$$

$$= \frac{a}{2} + P + s - R, \text{如幻影相近,因午前二影}$$

相分,午後則相交。

§ 292. 經緯度之傾角改正

傾角改正 S , 如 N. A.* 所見, 在午前, 以每小時差數乘之 (見 N. A.*)。

如 S 增加, 加向西, 而減向東, 經度;

如 S 減少, 減向西, 而加向東, 經度。

§ 293. 時間改正法

時間公式, E (N. A.*) 須同樣改正, 以每小時差數乘之 (N. A.) 其增加用加號, 減少用減號此正加與負減可在 N. A. 時間公式中查之, 係與平日不同。

* N. A. 即 Nautical Almanac (此書係英國出版, 年出一冊, 為航海, 測量, 及天文家所必備之書)。

d = 目的物至地面之距離。

r = 地平半徑。

z = 天頂 = $90^\circ - a$ 。

P = 視差; $\sin. P = \frac{d}{r} \sin. z$ 。

sin. $P = .0000429 \sin. z$ 太陽。

高度 (a)	0°	10'	20'	30'	40'	50'	60'	70'	80'	90°
視差(P)	6".88"	68".37"	76".85"	74".53"	01".6	0				

§ 294. 日光屈折差

a = 視高; $x = 57'' \tan. z$ 。

z = 天頂距離 = $90^\circ - a$ 。

R = 屈折差 = $58'' \tan. (z - 3x)$ 。

如欲達最大精確, R 必須改正, = 加 0.03 R 每時, 在氣壓表三十吋以上; 減 0.03 吋 R 每時在氣壓表三十吋以下; 每度減 0.0025 R , 在華氏表五十度以上, 每度加 0.0025 R 在華氏表五十度以下。

每秒 R 之值(氣壓三十吋, 氣溫華氏表五十度)。

a	0	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9
10'	320''	293	269	248	230	214	200	188	177	167
20'	158	150	143	136	130	124	119	114	110	105
30'	100	97	94	91	88	85	81	78	75	72
40'	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51
50'	49	47	46	44	43	41	40	38	36	35
60'	33	32	31	30	29	27	26	25	24	22
70'	21	20	19	18	17	16	15	13	12	11

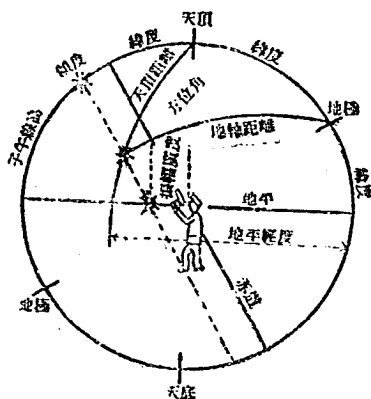
§ 295. 弧與時間之等值

角	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0'	時 分	0 40	80	120	160	200	240	280	320	360
10'	0 40	0 44	0 48	0 52	0 56	1 00	1 04	1 08	1 12	1 16
20'	1 20	1 24	1 28	1 32	1 36	1 40	1 44	1 48	1 52	1 56

每三十度加二小時,此表亦可應用於分數或秒數;如每三十分度數,則加二分鐘,每三十秒度數,則加二秒鐘。

§ 296. 天文名詞圖說

圖 203 天文名詞註解圖



公式如下：—

A = 校正子午線高度。

a = 校正外子午線高度。

λ = 測者在地上之高度。

δ = 觀測天體傾度。

ϕ = 地軸距離 = $90^\circ \pm \delta$; λ 與 δ 同向 N 或向 S 用減號, 二者之一向 N, 另一向 S, 用加號。

$\Sigma = \frac{1}{2} (\phi + \lambda + \delta)$, $\psi = \Sigma - a$ 。

z = 天頂距離 = $90^\circ - A$ 或 $90^\circ - a$ 。

θ = 時間角度 = 觀察點與觀測太陽之角度。

t = 地方太陽時 = θ 下午, 十二小時, 減 θ , 早晨觀察太陽。

E = 時間公式。

T = 平地方時 = $t \pm E$ 。

G = 格爾尼 (Greenwich) 天文台平均時。

Versine $\theta = 2 \text{ 秒 } \lambda \text{ cosec. } \phi \cdot \text{cosin. } \Sigma \cdot \text{sin. } \psi$ 。

Log. vers. $\theta = \log. 2 + \log. \text{sec. } \lambda + \log. \text{cosec } \phi + \log.$
 $\text{cosin } \lambda + \log. \text{sin } \psi$

Log. haversin $\theta = \log. \text{sec. } \lambda + \log. \text{ccosec. } \phi + \log.$
 $\text{cosin } \Sigma + \log. \text{sin. } \psi$ 。

經度 = G - T West. 或 T - G East,

$\lambda = 90' + S - A$, S 與 A 均是 N 或 S 時。

= $90' - S - A$, S 與 A 不同時。

格爾尼天文台,在平時可以用計時器測之。太陽距離,或木星月蝕,亦能測得。

緯度亦可觀測北極星,或用北極星之高低與子午高度測之。

一地方之時間,可用同高度觀察時之平均得之。亦可用子午儀測得,但須以固定之子午儀方可測得。

用月球與星時,正確升起時必須記入。

§ 297. 用子午線高度測緯法

改正太陽子午線高度向北極傾角 $46^{\circ} 56'$

	<u>0° 46'</u>
	46° 10'
	<u>90° 0'</u>
北 緯 度.....	43° 50'
改正天狼星子午線高度南傾角.....	29° 8'
	<u>16° 35'</u>
	45° 43'
	<u>90° 0'</u>
北 緯 度.....	44° 17'

§ 298. 計時儀測經度舉例

下午四時,校正太陽高度 19° 50', 傾角 1° 29', N; 緯度 50° 31', N; 格爾尼天文台時間(用計時儀)四小時十九分,四十秒;時間公式 = 減六分十三秒。

$$a = 19° 50'$$

$$\lambda = 50° 31' \log \secant \quad 0.19664$$

$$\phi = \underline{88° 52'} \log \cosco. \quad 0.00015$$

$$= 158° 52'$$

$$\Sigma = 79° 26' \log \cosine \quad 9.26335$$

$$\gamma = 59° 36' \log \sine \quad \underline{9.93577}$$

$$\log \text{ haversine} \quad \theta = 9.39591$$

$$\text{或 } 9.39591$$

$$\log 2 \quad \underline{.30103}$$

$$9.69694 = \log \text{ versino } \theta$$

$$\text{或, } 19.39591 \div 2 = 9.69795 = \log \text{ sine } \frac{1}{2} \theta$$

$$\theta = 59^\circ 59' \text{ (弧)} = 3 \text{ 小時 } 59 \text{ 分 } 23 \text{ 秒 (時)}.$$

$$t = 3 \text{ 小時 } 59 \text{ 分 } 23 \text{ 秒}.$$

$$E = \underline{\quad\quad\quad} 6 \text{ 分 } 13 \text{ 秒}.$$

$$T = 3 \text{ 小時 } 53 \text{ 分 } 10 \text{ 秒}.$$

$$G = \underline{4 \text{ 小時 } 19 \text{ 分 } 40 \text{ 秒}}.$$

$G - T = 0 \text{ 小時 } 26 \text{ 分 } 30 \text{ 秒} = \text{經度之長, 西} = 6^\circ 37' 30''$
西經。

設有一星或月球已見升起時 (R.A.) 平均日
 $= \text{sun's RA} \pm E = m,$

$$T = \theta + \text{RA 月球或星減 } m.$$

註: θ 必須自子午線向西採取, 假如星升起, 自
二十四小時減去 θ 。

求得任何星經過子午線:—

子午儀時 = RA 星加 24 小時, 則必須減 m 。

小時與度數之比

小時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
度數	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180

鐘點上聯分數變為度數上之分數表

分	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°	0	15	30	45	1 0	1 15	1 30	1 45	2 0	2 15
10	2 30	2 45	3 0	3 15	3 30	3 45	4 0	4 15	4 30	4 45

每二十分鐘加五度,每二十秒加五分度數。

§ 299. 精確校正鐘表法

校正鐘表方法,記着某星行過一視線之上,前後須有二次;其視線之一端,插一長針,於窗門木框上,作為觀察近點,其他一端,以屋脊,山頂作為觀察遠點,凡星行過二次,於是得有精確時間觀測時,以地平上四十度之星,最為適宜,否則有礙於成績。

任何定星越過視線時,兩夜之中須要二十三時五十六分 4.09秒,所以每對較之時在晚宜早三分 55.9 1秒*。

*精計為三分 55.90944 秒。

氣候

§ 300. 氣溫離地面往高而低

在不同之高度下,氣溫亦隨之而異。

每攝氏表一度,等於一百五十公尺至二百六十公尺高度,或平均約二百公尺。

冬季時每華氏表一度,等於二百七十三呎至四百七十四呎,或平均每度等於三百六十四呎。

§ 301. 氣溫離地面往下而增

每增攝氏寒暑表一度,即有三十一公尺至三十二公尺之深,或每華氏表一度即有五十七呎之深,如遇火山影嚮,則不如此。

用溫度表測量高度:—

B = 於任何地點之沸點 (華氏表), 由二百十五度減之。

H = 海面高度呎數 = $520 B + B^2$ 。

此公式之答數,尚須以氣壓表上所得者糾正之; 設使數有差異,每以 K 數乘之。 K 之多寡, (見用氣壓表測量高度法) 舉研究所得,其數幾近於每度華氏表 = .0011。

§ 302. 純水沸點探測高度表

(係華氏表與呎數)

海面水沸 212°。 $T + t = 64°$ 。

度	華氏度數之小數									差	度	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8			.9
211	呎 521	呎 469	呎 417	呎 365	呎 313	呎 260	呎 208	呎 156	呎 104	呎 52	5.21	211
210	1044	992	939	887	835	782	730	678	625	573	5.23	210
209	1569	1516	1464	1411	1359	1306	1254	1201	1149	1096	5.25	209
208	2096	2043	1991	1938	1885	1832	1780	1727	1674	1622	5.27	208
207	2625	2572	2519	2466	2413	2360	2308	2255	2202	2149	5.29	207
206	3156	3103	3050	2997	2944	2890	2837	2784	2731	2678	5.31	206
205	3689	3638	3582	3529	3476	3422	3369	3316	3263	3209	5.33	205
204	4224	4170	4117	4063	4010	3956	3903	3849	3796	3742	5.35	204
203	4761	4707	4654	4600	4546	4492	4439	4385	4331	4278	5.37	203
202	5300	5246	5192	5138	5084	5030	4977	4923	4869	4815	5.39	202
201	5841	5787	5733	5679	5625	5570	5516	5462	5408	5354	5.41	201
200	6384	6330	6275	6221	6167	6112	6058	6004	5950	5895	5.43	200
199	6929	6874	6820	6765	6711	6656	6602	6547	6493	6438	5.45	199
198	7476	7421	7367	7312	7257	7202	7148	7093	7038	6984	5.47	198
197	8025	7970	7915	7860	7805	7750	7696	7641	7586	7531	5.49	197
196	8576	8521	8466	8411	8356	8300	8245	8190	8135	8080	5.51	196
195	9129	9074	9018	8963	8908	8852	8797	8742	8687	8631	5.53	195
194	9684	9628	9573	9517	9462	9406	9351	9295	9240	9184	5.55	194
193	10241	10185	10130	10074	10018	9962	9907	9851	9795	9740	5.57	193
192	10800	10744	10688	10632	10576	10520	10465	10409	10353	10297	5.59	192

表內之數由於氣溫與氣壓對照用五數乘之而得。

§ 303. 用氣壓表測量高度

R = 低地氣壓表上呎數。

r = 高地氣壓表上呎數。

T = 低地華氏溫度表度數。

t = 高地華氏溫度表度數。

K = T + t 所有之正數 (K 之值見下表)。

H = 高地與低地之呎數之差。

$H = 60000 (\log. R - \log. r) K.$

K 值表

T + t	K.	T + t.	K.	T + t.	K.	T + t.	K.	T + t.	K.
40	.973	70	1.007	100	1.040	130	1.073	160	1.106
42	.976	72	1.009	102	1.042	132	1.076	162	1.108
44	.978	74	1.011	104	1.044	134	1.078	164	1.111
46	.980	76	1.013	106	1.047	136	1.080	166	1.113
48	.982	78	1.016	108	1.049	138	1.082	168	1.115
50	.984	80	1.018	110	1.051	140	1.084	170	1.117
52	.987	82	1.020	112	1.053	142	1.087	172	1.120
54	.989	84	1.022	114	1.056	144	1.089	174	1.122
56	.991	86	1.024	116	1.058	146	1.091	176	1.124
58	.993	88	1.027	118	1.060	148	1.093	178	1.126
60	.996	90	1.029	120	1.062	150	1.096	180	1.129
62	.998	92	1.031	122	1.064	152	1.098	182	1.131
64	1.000	94	1.033	124	1.067	154	1.100	184	1.133
66	1.002	96	1.036	126	1.069	156	1.102	186	1.135
68	1.004	98	1.038	128	1.071	158	1.104	188	1.137

§ 304. 大氣壓探測高度表
海面假設三十呎。

$$T + t = 64$$

氣壓表 之數碼	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
29	886	796	706	617	528	439	351	263	175	87
28	1802	1709	1616	1524	1432	1340	1248	1157	1066	976
27	2753	2656	2560	2464	2368	2273	2178	2084	1990	1896
26	3739	3638	3539	3439	3340	3241	3143	3045	2947	2850
25	4763	4659	4554	4452	4349	4246	4144	4042	3940	3839
24	5830	5721	5613	5505	5398	5291	5185	5079	4973	4868
23	6942	6829	6716	6603	6491	6380	6269	6158	6048	5939
22	8103	7985	7867	7749	7632	7516	7400	7285	7170	7056
21	9319	9195	9071	8948	8826	8704	8583	8462	8342	8222
20	10593	10463	10333	10204	10076	9948	9821	9695	9569	9443
19	11933	11796	11660	11524	11389	11254	11121	10988	10856	10724
18	13346	13201	13057	12914	12771	12630	12489	12349	12210	12071
17	14839	14686	14533	14382	14231	14082	13933	13785	13638	13491
16	16423	16260	16098	15937	15778	15619	15461	15304	15148	14993
15	18109	17935	17763	17592	17421	17252	17084	16917	16751	16587
14	19911	19725	19541	19357	19175	18995	18815	18637	18460	18284
13	21847	21647	21449	21251	21056	20862	20669	20477	20287	20099

在高地氣壓表所顯示之時數，減去在低地所顯示之時數，用 K 乘表內之數，即等於高低兩地之距離呎數。

§ 305. 氣壓表

毛細管作用之校正

管之直徑時 數	6	.55	.5	.45	.4	.55	3	.25	.2	.1
未沸水校正 時數	.004	.005	.007	.01	.014	.02	.025	.04	.059	.087
已沸水校正 時數	.002	.003	.004	.005	.007	.01	.014	.02	.029	.044

§ 306. 氣壓之升降記

用氣壓測量高度與低度之記錄時，每在事實不能或時間不及之時，則氣壓升降記錄表可被採用。如在可能範圍中，以得到當時之日記表為善，如引用其他記錄表作為指導測量，則須注意其當時之氣壓相差限度，氣候變化陰晴之不定，江河海陸境遇之不同，其所受影響於測量方法，非富有經驗者所不能辨也。

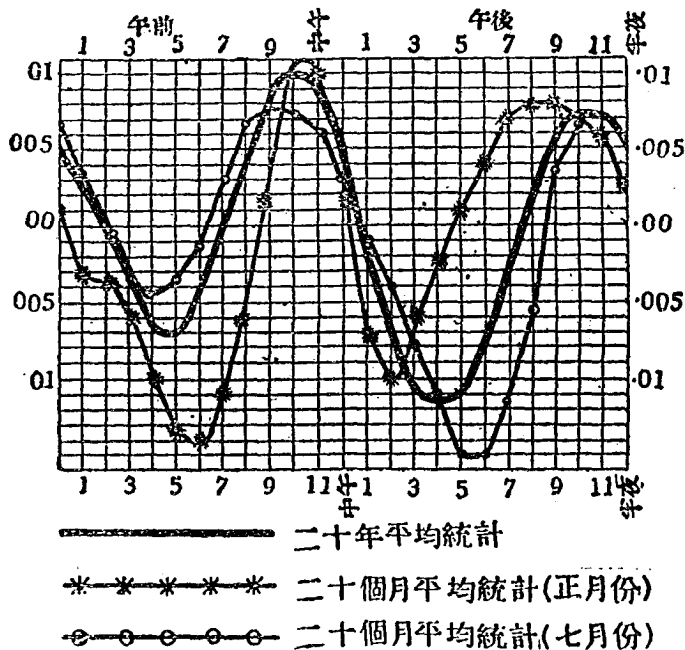
在正月時，午前氣壓較午後為大，因太陽照射地面久遠關係，反使午前氣壓減少，在七月時亦照此理由，則午前氣壓增加。

氣壓波線自熱帶起逐漸減少，至離赤道南北緯六十五度至七十度處減至最小。下表為格爾尼天文

台二十年來之平均數，等於熱帶區域內平均之六分之一。

此種增減情形，在高度差異上亦能見得，惟不顯著耳。

圖 209 氣 壓 平 均 圖

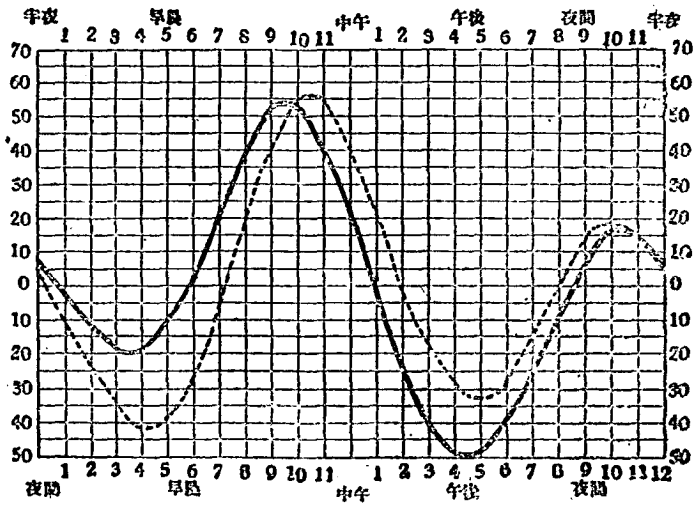


在氣壓升起記內，可以推測高度之校對，用減或加當以距離呎數計算。

圖 210 氣壓升降圖

(此係在印度境內所得)

觀察時間



緯度較正 (最高點每千呎)。

正號自0°至45°; 負號自45°至90°。

0°與90° 10°與80° 20°與70° 30°與60° 40°與50° 45°

2.65 2.49 2.03 1.32 .46 0

代數學

§ 307. 代數之記號

<p>+ 加 + 正 + 壓號 - 減 - 負 - 減法 = 等於 ≠ 不等於 > 大於 ≧ 不大於 < 小於 ≦ 不小於 × 乘 ∴ 乘 ∴ { 比率 : { 比 + 除 ⊥ 垂直 ∥ 平行 ⊥ 不平行 ∴ 因</p>	<p>∴ 故 ∠ 角 └ 直角 △ 三角 □ 平行四邊形 □ 方形 ⊙ 圓周 ⊙ 圓形 ⊔ 四分圓 ⊖ 半圓形 ∞ 無限制 ∩ 弧線 ~ 較異</p>	<p>✓ 平方根 ✓ 立方根 ✓ n 次方根 Sin. a = a 之正弦角 Sin. - 1 a = 弧線正弦 係 a $(\text{Sin. } a)^{-1} = \frac{1}{\text{Sin. } a}$ $a^n = a$ 平方 $a^3 = a$ 立方 $a^n = a$ 之 n 數方 $a^{\frac{1}{2}} = \sqrt{a^2}$</p>
<p>() [] { } 一括線表明將諸數合併一起。</p>		
<p>例如：—</p>		
<p>$5(a-b)$; 或 $5[a-b]$; 或 $\overline{5a-b}$; $= 5a - 5b$.</p>		
<p>$a:b::c:d = a$ 之於 b, 猶 c 之於 d</p>		
<p>$\frac{a+b}{c-d} = (a+b) \div (c-d)$.</p>		
<p>a', a'', a'''; 或 b, b', b'', 表明同等之量.</p>		
<p>$45^\circ = 45$度; $20'$, $= 20$分; $25'' = 25$秒;</p>		
<p>$12''' = 12$瞬(thirds).</p>		
<p>字母中之起首數如 a, b, c, d 等, 常用以標明 已知數量 x, y, z 標明未知數量.</p>		

下列係通常應用者：—		
o 常數	n 數目	€ 弦基線對數
d 微分 (微積分學)	R° 半徑度數 = 57°.2958	θ } 任何角度 ϕ }
E 伸縮數	R' 半徑分數	λ 緯度
\int 積分法 (微積分學)	= 3437'.75	π 圓周與直徑
F 或 f 函數	a 角度	ρ 半徑
g 比重 = 32.2	S 變數	Σ 有限幾何
k 係數	Δ 有限較異	∞ 變量
M 轉變數		

§ 308. 代數公式

加與減：—

$$n + (-m) = n - m = -(m - n);$$

$$n - (+m) = n + (-m);$$

$$n - (-m) = n + (+m) = n + m.$$

乘：—

$$a \cdot b = a \times b = a b;$$

$$n \cdot m + p = n m + n p;$$

$$(-n) \times (-m) = + m n;$$

$$(+n)(-m) = - m n.$$

除：—

$$a + b - \frac{a}{b} = a : b;$$

$$(-a) : (-b) = a : b = + \frac{a}{b};$$

$$(-a) : (+b) = (+a) : (-b) = - \frac{a}{b};$$

$$\frac{m \pm n}{p} = \frac{m}{p} \pm \frac{n}{p};$$

$$\frac{m n}{p} = \frac{m}{p} \cdot n = m \frac{n}{p};$$

$$\frac{p}{m n} = \frac{p}{m} : n = \frac{p}{n} : m.$$

分數：—

$$\frac{a}{b} = \frac{a n}{b n} = \frac{a : n}{b : n}; \quad \frac{a \pm n}{b \pm b} = \frac{a \pm n}{b};$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{n}{p} = \frac{a n}{b p}; \quad \frac{a}{b} : \frac{n}{p} = \frac{a}{b} \cdot \frac{p}{n} = \frac{a p}{b n}.$$

方與根：—

$$a^m \cdot b^m = (a b)^m; \quad a^m : b^m = \left(\frac{a}{b}\right)^m;$$

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}; \quad a^m : a^n = a^{m-n};$$

$$(a^m)^n = a^{mn};$$

$$(-a)^{2n} = a^{2n}; \quad (-a)^{2n+1} = -a^{2n+1};$$

$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2 a b \pm b^2;$$

$$(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3 a^2 b \pm 3 a b^2 \pm b^3;$$

$$n^0 = 1; \quad a^{-\infty} = \text{或 } 0 \text{ 或 } \infty;$$

$$x^{-m} = \frac{1}{x^m}; x^m = \frac{1}{x^{-m}}$$

$$a^{\frac{1}{m}} = \sqrt[m]{a}; a^m = \frac{1}{\frac{1}{m} \sqrt{a}}$$

$$\sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b} = \sqrt[m]{ab}; \sqrt[n]{a} : \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$$

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}}; \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[mn]{a}$$

$$\sqrt[m]{a^n} = (\sqrt[m]{a})^n$$

$$\sqrt[2m]{+a} = \pm b; \sqrt[2m]{-a} = \pm b \sqrt{-1}$$

$$\sqrt[2m+1]{+a} = +c; \sqrt[2m+1]{-a} = -c$$

對數：—

對數 $mn =$ 對數 $m +$ 對數 n ;

對數 $\frac{m}{n} =$ 對數 $m -$ 對數 n ;

對數 $x^m = m$ 對數 x ;

對數 $\sqrt{x} = \frac{\text{對數 } x}{m}$.

方程：—

設 $x \pm m = n$, 則 $x = n \mp m$,

設 $nx = m$, 則 $x = \frac{m}{n}$.

設 $\frac{x}{n} = m$, 則 $x = nm$,

設 $\frac{n}{x} = m$, 則 $x = \frac{n}{m}$.

設 $x^n = m$, 則 $x = \sqrt[n]{m}$.

設 $\sqrt{x} = m$, 則 $x = m^2$.

設 $a^x = b$, 則 x 對數 $a =$ 對數 b , $x = \frac{\text{對數}b}{\text{對數}a}$.

$x : n = m : p$; 則 $x p = m n$;

$x : n = m : x$ 或 $n : x = x : m$, 則 $x^2 = m n$, $x = \sqrt{m n}$;

$x : n = m : p$, 則 $x : m = n : p$, 與 $(x \pm n) : n = (m \pm p) : p$.

二次方程:—

$$x^2 + ax = b, \text{ 則 } x = -\frac{a}{2} \pm \sqrt{b + \left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

$$x^{2n} + ax^n = b, \text{ 則 } x = \sqrt[n]{-\frac{a}{2} \pm \sqrt{b + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}$$

$$x + y = s, \text{ 與 } xy = p \text{ 則 } x = \frac{s + \sqrt{s^2 - 4p}}{2},$$

$$\text{與 } y = \frac{s - \sqrt{s^2 - 4p}}{2}.$$

立方公式:—

$x^3 + ax^2 + bx + c = 0$, 變為 $x_1^3 + b_1 x_1 + c_1 = 0$,

如將 $x_1 = x \frac{a}{3}$; $b_1 = b - \frac{a^2}{3}$; $c_1 = c - \frac{ab}{3} + \frac{2}{27} a^3$.

卡登氏 (Cardan) 對 $x^3 + bx + c = 0$ 之解釋如下:

$$x = \sqrt[3]{-\frac{c}{2} + \sqrt{\left(\frac{b}{3}\right)^3 + \left(\frac{c}{2}\right)^2}} + \sqrt[3]{-\frac{c}{2} - \sqrt{\left(\frac{b}{3}\right)^3 + \left(\frac{c}{2}\right)^2}}$$

如 b 為正者, 用此公式甚合適, b 為負者, $\left(\frac{b}{3}\right)^3 < \left(\frac{c}{2}\right)^2$.

b 之負式 $\left(\frac{b}{3}\right)^3 = \left(\frac{c}{2}\right)^3$, 則有下列三種實用方程:—

$$x = -2 \sqrt[3]{\frac{c}{2}}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{c}{2}},$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{c}{2}}.$$

如 b 為負式 $\left(\frac{b}{3}\right)^3 > \left(\frac{c}{2}\right)^3$ 方根雖適用, 而數則虛幻。

最近似公式:—

如 x_1 極近於 $x^2 + ax + b = 0$, 則 x (幾近) $= \frac{x_1^2 - b}{2x_1 + a}$.

如 x_1 幾近於 $x^3 + ax^2 + bx + c = 0$, 則

$$x = \frac{2x_1^3 + ax_1^2 - c}{3x_1^2 + 2ax_1 + b}.$$

如 x_1 幾近於 $x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, 則

$$x = \frac{3x_1^4 + 2ax_1^3 + bx_1^2 - d}{4x_1^3 + 3ax_1^2 + 2bx_1 + c}.$$

§ 309. 觀察誤數

設 $n =$ 觀察數字;

設 $d_1, d_2, \dots, d_n =$ 算術中項之差異數。

設 $S =$ 錯平方之和, 即

$$S = d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2.$$

於是簡單觀察之中項誤數

$$= \pm \sqrt{\frac{S}{n-1}}$$

則中項誤數之答數

$$= \pm \sqrt{\frac{S}{n(n-1)}}$$

於是簡單觀察之可能誤數

$$= \pm 0.6745 \times \sqrt{\frac{S}{n-1}}$$

則可能誤數之爲答數。

$$= \pm 0.6745 \times \sqrt{\frac{S}{n(n-1)}}$$

0.6745 = $\frac{1}{2}$, 乃常用標定數也。

可能錯誤之意義,似可作如是解釋,即實際未知之誤數,較小於可能誤數,蓋後者較大也。

算 尺

§ 310. 算尺

普通算尺,含有四比例尺而成,A與D係固定者,B與C則能滑動,全部之間隔大小,皆依據於對數製造,故滑動B與C比例尺於A與D比例尺上,其運用如機械式推算數目最稱便利也。

§ 311. 算尺使用法

圖 211 算尺圖 (一)

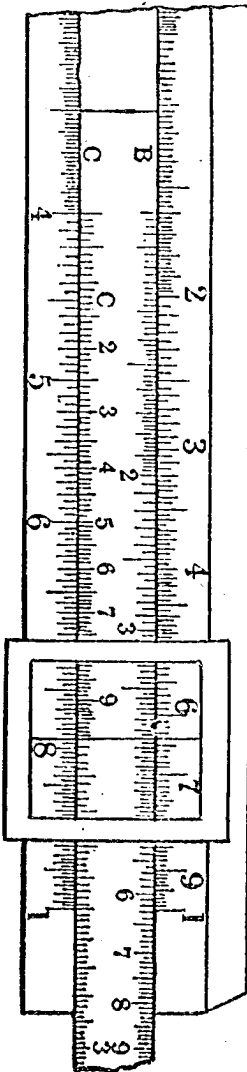
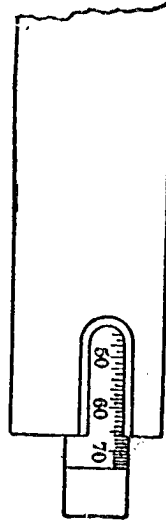


圖 212 算尺圖 (二)



下列 A, B, C, D 等字母表明含有數目之算尺各比例尺; P 表示度量點(見下表); d = 直徑或方邊; l = 長度; w = 重量或立方而積; C₁ 與 C₂ 表示 C 比例尺之各半部, 如含開方與方根之例題; 數字屬奇數者應以 A 與 C₁ 實用之, 如屬偶數者應以 A 與 C₂ 實用之, 此須據算狀

而用,凡遇任何根與冪方之算題,不論用於 C D 比例尺之第一或第二半部,在熟用者皆無重要關係。

312. 算尺用法表

	情 狀	第一	第二	第三	第四	
		程 序	程 序	程 序	程 序	
		置	於	推觀	答數	
1 乘法	12×23	1 B	23 A	12 B	276 A	
2 除法	$54 \div 24$	24 A	1 B	54 A	2.25 B	
3 比例	$7:54::31$	7 B	54 A	31 B	239 A	
4 反比例	$7:54::x:239$	7 C	239 A	54 C	31 A	
5 圓形圓周						
	($P = 3.14$)如	$d = 15$	1 B	3.14 A	15 B	47.1 A
6 圓形面積						
	($P = .785$)如	$d = 6.35$	1 A	.785 B	6.35 D	31.7 C
7 長度,重量,容積	$d^2 \div P$	P A	1. B	d D	w C	
8 立體之計量	$ld^2 \div P$	P A	1 B	d D	w C	
9 球體或立方體面						
	積	$d^3 \div P$	P A	d B	d D	w C
10 自乘平方	$(5.5)^2$	1 D	1 C	5.5 D	30.25 C	
11 方根(奇數)	$\sqrt{6.5}$	1 C	1 D	6.5 C ₁	2.55 D	
12 方根(偶數)	$\sqrt{65}$	1 C	1 D	65 C ₂	8.06 D	
13 方形之邊(或長方形)	$\sqrt{25 \times 76}$	76 C	76 D	25 C	43.6 D	
14 立方體	$(7.3)^3$	10 D	7.3 C	7.3 D	589 C	

計算標準 $P =$ 包含答數內之尺寸單位故答數與尺寸如依據呎者, $P = 1$; 答數係呎 F.I.I 者(呎 \times 吋 \times 吋), $P = 1 \times 12 \times 12 = 144$; 如答數係吋 F.F.I 者, 則 $P = 1 \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{12} = .00694$; 以此類推。

在有數種其他算尺上 1A 相對 4D; 於此情狀下, 則通常算尺之測量標點, 必須以 16 (4^2) 分之。

算尺乃比例用之儀器, 所引例之情狀, 應約至 $a:b::c:x$ 比例式。a 與 b 項或 c 與 x 項不可列於同線上。

如 A 與 B 使之成比例, 則在同線上之各數, 互成同樣之比率; 故如 B 上之圓形圓周之測量標點置於 1A 上, 則 B 上全部之數, 代各圓周之表, 該圓周表屬於其直徑, 以 A 上之數目代之。

以計算標點 P, 代 B 上之各面積, 再列於 1A 相對處則 C 等級成一直徑之圓形面積表, 以 D 上之數目代之。將 1C 列於 1D 上, C 與 D 之部份乃成平方與方根之兩表, 等級之數, 與其相對。

對數表

§ 313. 對數之用法

乘法: 一將兩數目變為對數, 兩對數相加其和, 參

照對數表內求符合之數目，如遇零數，則依下表所述之法算之。以一數目之對數，減去其他數目之對數，其較數向對數表內求符合之數目即得積數。

除法：一以被除數與除數各變為對數，將前者減去後者，其較數參對數表內求符合之數目，即得商數。

任何開方法：一將開方數目以冪數除之，其對數商，參照表內之數目，即得根數。

求任何方數：一以數目變為對數乘冪方之根數，其對數積參照表內之數目，即得方數。

對數之整數乃謂“首數”，其小數部份，謂“尾數”。

冪方：一從尾數乘冪之根數移至首數之數為正數，必須從負式首數乘冪之根數之積數內減去之。

例題：一

求： $.05$ 之五乘冪，或 $.05^5$ 之方數。

對數 $.05 = 2.69897$

$$\begin{array}{r} \text{則 } \bar{2} \times 5 = \bar{10} \\ + \\ \text{及 } .69897 \times 5 = 3.49485 \\ \hline \end{array}$$

則對數 $.05^5 = \bar{7}.49485$

及 $.05^5$ 之數目 $= .0000003125$ 。

開方：一如負首數不能以所求冪之根數除盡之，

必須使其可除盡之箇位數，加於其上使其除盡，再所加於首數之箇位又須加於未除之尾數，亦以羈之根數除之。

例題一

求 $\sqrt[5]{.0000003125}$ 之根數。

對數 $.0000003125 = \bar{7}.49485$

$$\bar{7} + \bar{3} = \bar{10}$$

則 及 $\bar{10} \div 5 = \bar{2}$

$$.49485 + 3. + 5 = 3.49485 \div 5 = .69897.$$

故對數 $\sqrt[5]{.0000003125} =$ 對數 $\bar{2}.69897 = .05$ 。

比例：一 將第二與第三項之對數加併一起，從其所得之和，減去第一項之對數，則餘數較對之數，能給以所求之答數。

例題一

$$68.30 : 13.70 :: 79.40 : x$$

對數 $13.70 = 1.13672$

對數 $79.40 = 1.89982$

和 $= 3.03654$

對數 $68.30 = 1.83442$

較 $1.20212 = 15.93 = x$ 。

314. 對數表 (從 0 至 1000 數)

數目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	比數 .000
0	0	00000	30103	47712	60206	69897	77815	84510	90309	95424	415
10	00000	00432	00860	01284	01703	02119	02531	02938	03342	03743	415
11	04139	04532	04922	05308	05690	06070	06446	06819	07188	07555	379
12	07918	08279	08636	08991	09342	09691	10037	10380	10721	11059	344
13	11392	11727	12057	12385	12710	13033	13354	13672	13988	14301	323
14	14613	14922	15229	15534	15836	16137	16435	16732	17026	17319	298
15	17609	17898	18184	18469	18752	19033	19312	19590	19866	20140	281
16	20412	20683	20952	21219	21484	21748	22011	22272	22531	22789	264
17	23045	23300	23553	23805	24055	24304	24551	24797	25042	25285	249
18	25527	25768	26007	26245	26482	26717	26951	27180	27416	27646	234
19	27875	28103	28330	28556	28780	29003	29226	29447	29667	29885	222
20	30103	30320	30535	30750	30963	31175	31387	31597	31806	32015	212
21	32222	32428	32634	32838	33041	33244	33445	33646	33846	34044	202
22	34242	34439	34635	34830	35025	35218	35411	35603	35793	35984	193
23	36173	36361	36559	36736	36922	37107	37291	37475	37658	37840	185
24	38021	38202	38382	38561	38739	38917	39094	39270	39445	39620	177
25	39794	39967	40140	40312	40483	40654	40824	40993	41162	41330	170

因數目之位數而變動表內之對數其法如下:

數目 4030 = 對數 3.60530

" 403 = " 2.60530

40.3 = " 1.60530

數目 4.03 = 對數 .60530
 ” .403 = ” $\bar{1}.60530$
 ” .0403 = ” $\bar{2}.60530$
 ” .00403 = ” $\bar{3}.60530$

對數表 (從 0 至 1000 數) 續(一)

數目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	此數 .000
26	41497	41664	41830	41996	42160	42325	42488	42651	42813	42975	164
27	43136	43297	43457	43616	43775	43933	44091	44248	44404	44560	158
28	44716	44871	45026	45179	45332	45484	45637	45788	45939	46090	153
29	46240	46389	46538	46687	46835	46982	47129	47276	47422	47567	148
30	47712	47857	48001	48144	48287	48430	48572	48714	48855	48996	143
31	49136	49276	49415	49551	49693	49831	49969	50106	50243	50379	138
32	50515	50651	50786	50920	51055	51189	51322	51455	51587	51720	134
33	51851	51983	52114	52244	52373	52504	52634	52763	52892	53020	130
34	53148	53275	53403	53529	53656	53782	53908	54033	54158	54283	126
35	54407	54531	54654	54777	54900	55023	55145	55267	55388	55509	122
36	55630	55751	55871	55991	56110	56229	56348	56467	56585	56703	119
37	56820	56937	57054	57171	57287	57403	57519	57634	57749	57864	116
38	57978	58093	58206	58320	58433	58546	58659	58771	58883	58995	113
39	59106	59218	59329	59439	59550	59660	59770	59879	59988	60097	110
40	60206	60314	60423	60530	60638	60746	60853	60959	61066	61172	107

對數表(從0至1000數)續(二)

數目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	比數 .000
41	61278	61384	61490	61595	61700	61805	61909	62014	62118	62221	104
42	62325	62428	62531	62634	62737	62839	62941	63043	63144	63246	102
43	63347	63448	63548	63649	63749	63849	63949	64048	64147	64246	99
44	64345	64444	64542	64640	64738	64836	64935	65031	65128	65225	98
45	65321	65418	65514	65610	65706	65801	65896	65992	66087	66181	96
46	66276	66370	66464	66558	66652	66745	66839	66932	67025	67117	95
47	67210	67302	67394	67486	67578	67669	67761	67852	67943	68034	92
48	68124	68215	68305	68395	68485	68574	68664	68753	68842	68931	90
49	69020	69108	69197	69285	69373	69461	69548	69636	69723	69810	88
50	69897	69984	70070	70157	70243	70329	70415	70501	70586	70672	86
51	70757	70842	70927	71012	71096	71181	71265	71349	71433	71517	84
52	71600	71684	71767	71850	71933	72016	72099	72181	72264	72346	82
53	72428	72509	72591	72673	72754	72835	72916	72997	73078	73159	81
54	73239	73320	73400	73480	73560	73640	73719	73799	73878	73957	80
55	74036	74115	74194	74273	74351	74429	74507	74586	74663	74741	78
56	74819	74896	74974	75051	75128	75205	75282	75358	75435	75511	77
57	75587	75664	75740	75815	75891	75967	76042	76118	76193	76268	75
58	76343	76418	76492	76567	76641	76716	76790	76864	76938	77012	74
59	77085	77159	77232	77305	77379	77452	77525	77597	77670	77743	73
60	77815	77887	77960	78032	78104	78176	78247	78319	78390	78462	72

對數表 (從 0 至 1000 數) 續 (三)

數目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	比數 .000
61	78533	78604	78675	78746	78817	78888	78958	79029	79099	79169	71
62	79239	79309	79379	79449	79518	79588	79657	79727	79796	79865	70
63	79934	80003	80072	80140	80209	80277	80346	80414	80482	80550	69
64	80618	80686	80754	80821	80889	80956	81023	81090	81158	81224	68
65	81291	81358	81425	81491	81558	81624	81690	81757	81823	81889	67
66	81954	82020	82086	82151	82217	82282	82347	82413	82478	82543	66
67	82607	82672	82737	82802	82866	82930	82995	83059	83123	83187	64
68	83251	83315	83378	83442	83506	83569	83632	83696	83759	83822	63
69	83885	83948	84011	84073	84136	84198	84261	84323	84386	84448	63
70	84510	84572	84634	84696	84757	84819	84880	84942	85003	85065	62

試求 5065 數目中之對數—

參照表內 5060 之對數 = 3.70415.

$$5065 - 5060 \times \text{比數} = 5 \times .000086 = .000440$$

於是得數目中需要對數 = 3.704580

試求對數 3.771442 中之數目— 參照表內對數 3.770850 = 數目 5900

$$3.771442 - 3.770850 \div \text{比數}$$

$$= .000592 \div .000073 = \underline{\quad 8 \quad}$$

即得對數中需要數目 = 5908

對數表 (由 0 至 1000 數) 續 (四)

數目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	比數 .000
71	85126	85187	85248	85309	85370	85431	85491	85552	85612	85673	61
72	85733	85794	85854	85914	85974	86034	86094	86153	86213	86273	60
73	86332	86392	86452	36510	86570	86629	86688	86747	86806	86864	59
74	86923	86982	87040	87099	87157	87216	87274	87332	87390	87448	58
75	87506	87564	87622	87680	87737	87795	87852	87910	87967	88024	57
76	88081	88138	88196	88252	88309	88366	88423	88480	88536	88593	57
77	88649	88705	88762	88818	88874	88930	88986	89042	89098	89154	56
78	89209	89265	89321	89376	89432	89487	89542	89597	89653	89708	55
79	89763	89818	89873	89927	89982	90037	90091	90146	90200	90255	54
80	90309	90363	90417	90472	90526	90580	90634	90687	90741	90795	54
81	90849	90902	90956	91009	91062	91116	91169	91222	91275	91328	53
82	91381	91434	91487	91540	91593	91645	91698	91751	91803	91855	53
83	91908	91960	92012	92065	92117	92169	92221	92273	92324	92376	52
84	92428	92480	92531	92583	92634	92686	92737	92788	92840	92891	51
85	92942	92993	93044	93095	93146	93197	93247	93298	93349	93399	51

第五章 測量工程

對數表 (由 0 至 1000 數) 續 (五)

數目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	比數 .000
86	93450	93500	93551	93601	93651	93702	93752	93802	93852	93902	50
87	93952	94002	94052	94101	94151	94201	94250	94300	94349	94399	49
88	94448	94498	94547	94596	94645	94694	94743	94792	94841	94890	49
89	94939	94988	95036	95085	95134	95182	95231	95279	95328	95376	48
90	95424	95472	95521	95569	95617	95665	95713	95761	95809	95856	48
91	95904	95952	95999	96047	96095	96142	96190	96237	96284	96332	48
92	96379	96426	96473	96520	96567	96614	96661	96708	96755	96802	47
93	96848	96895	96942	96988	97035	97081	97128	97174	97220	97267	47
94	97313	97359	97405	97451	97497	97543	97589	97635	97681	97727	46
95	97772	97818	97864	97909	97955	98000	98046	98091	98137	98182	46
96	98227	98272	98318	98363	98408	98453	98498	98543	98588	98632	45
97	98677	98722	98767	98811	98856	98900	98945	98989	99034	99078	45
98	99123	99167	99211	99255	99300	99344	99388	99432	99476	99520	44
99	99507	99607	99651	99695	99739	99782	99826	99870	99913	99957	44

§ 315. 應用對數表

廣用之對數		常數	對數
納布霍氏 (Napierian) 法之基數	e	2.718281828	0.4342945
白拉格氏 (Briggs) 法之變數	M	.434294482	1.6377843
變數之倒數	k	2.302585093	.3622216
降容體之速度每分鐘之呎數	g	32.19084	1.5077222
地球之熱帶半徑呎數	—	20,923,600	7.3206364
地球兩極之半徑呎數	—	20,853,657	7.3191823
熱帶緯度之度數呎數	—	362,750	5.5596090
兩極緯度之度數呎數	—	396,396	5.5639504
熱帶經度之度數呎數	—	365,186	5.5625138

§ 316. 正弦對數表 (一)

度數	正弦 (Sine)	餘弦 (Coscant)	正割 (Versin)	正切 (Tangent)	餘切 (Cotangent)	餘矢 (Coversin)	正割弦 (Secant)	正割 (Cosine)	度數
0	無限數	無限數	無限數	無限數	無限數	10.00000	10.00000	10.00000	90
1	8.24186	11.75814	6.18271	8.24192	11.75808	9.99235	10.00007	9.99993	89
2	8.54282	11.45718	6.78474	8.54308	11.45692	9.98457	10.00026	9.99974	88
3	8.71880	11.28120	7.13687	8.71940	11.28060	9.97655	10.00060	9.99940	87
4	8.84358	11.15642	7.38667	8.84464	11.15536	9.96860	10.00106	9.99894	86
5	8.94030	11.05970	7.58039	8.94195	11.05805	9.96040	10.00166	9.99884	85
6	9.01923	10.98077	7.73863	9.02162	10.97838	9.95205	10.00239	9.99761	84
7	9.08589	10.91411	7.87238	9.08914	10.91086	9.94356	10.00325	9.99675	93
8	9.14356	10.85644	7.98820	9.14780	10.85220	9.93492	10.00425	9.99575	82
9	9.19433	10.80567	8.09032	9.19971	10.80029	9.92612	10.00538	9.99462	81
10	9.23967	10.76033	8.18162	9.24632	10.75368	9.91717	10.00655	9.99335	80
11	9.28060	10.71940	8.26418	9.28865	10.71135	9.90805	10.00805	9.99195	79
12	9.31788	10.68212	8.33950	9.32747	10.67253	9.89877	10.00980	9.99040	78
13	9.35209	10.64791	8.40875	9.36336	10.63664	9.88933	10.01128	9.98872	77
14	9.38368	10.61632	8.47282	9.39677	10.60323	9.87971	10.01310	9.98690	76
15	9.41300	10.58700	8.53243	9.42805	10.57195	9.86992	10.01505	9.98494	75

實用工程法

正弦對數表(二)

度數	正弦	餘弦	正割	餘割	正矢	餘矢	正切	餘切	正割	餘割	正矢	餘矢	正切	餘切	度數
16	9.44034	10.55966	8.58814	9.45750	10.54250	9.85996	10.01716	9.98284	74						
17	9.46594	10.53406	8.64043	9.48554	10.51466	9.84981	10.01940	9.98060	73						
18	9.48998	10.51002	8.68989	9.51178	10.48822	9.83947	10.02179	9.97821	72						
19	9.51264	10.48736	8.73625	9.53697	10.46303	9.82894	10.02433	9.97567	71						
20	9.53405	10.46595	8.78037	9.56107	10.43893	9.81821	10.02701	9.97299	70						
21	9.55433	10.44567	8.82230	9.58418	10.41582	9.80729	10.02985	9.97015	69						
22	9.57358	10.42642	8.86223	9.60642	10.39359	9.79615	10.03283	9.96717	68						
23	9.59188	10.40812	8.90034	9.62785	10.37215	9.78481	10.03597	9.96403	67						
24	9.60931	10.39069	8.93679	9.64838	10.35142	9.77325	10.03927	9.96073	66						
25	9.62595	10.37405	8.97170	9.66867	10.33133	9.76146	10.04272	9.95728	65						
26	9.64184	10.35816	9.00521	9.68818	10.31182	9.74945	10.04634	9.95366	64						
27	9.65705	10.34295	9.03740	9.70717	10.29283	9.73720	10.05012	9.94988	63						
28	9.67161	10.32839	9.06838	9.72567	10.27433	9.72471	10.05407	9.94593	62						
29	9.68557	10.31443	9.09833	9.74375	10.25625	9.71197	10.05818	9.94182	61						
30	9.69897	10.30103	9.12702	9.76144	10.23856	9.69897	10.06247	9.93753	60						

正弦對數表 (三)

度數	正	弦	除	割	正	弦	除	矢	正	切	除	切	正	切	除	矢	正	割	除	弦	度數
31	9.71184		10.28816		9.15483		9.77877		10.22123		9.68571		10.06693		9.93307		10.06693		9.93307	59	
32	9.72421		10.27579		9.18171		9.79579		10.20421		9.67217		10.07158		9.92842		10.07158		9.92842	58	
33	9.73611		10.26389		9.20771		9.81252		10.18748		9.65836		10.07641		9.92359		10.07641		9.92359	57	
34	9.74756		10.25244		9.23290		9.82899		10.17101		9.64425		10.08143		9.91857		10.08143		9.91857	56	
35	9.75859		10.24141		9.25731		9.84523		10.15477		9.62984		10.08664		9.91336		10.08664		9.91336	55	
36	9.76922		10.23078		9.28099		9.86126		10.13874		9.61512		10.09204		9.90796		10.09204		9.90796	54	
37	9.77946		10.22054		9.30398		9.87711		10.12289		9.60008		10.09765		9.90235		10.09765		9.90235	53	
38	9.78934		10.21066		9.32631		9.89281		10.10719		9.58471		10.10347		9.89653		10.10347		9.89653	52	
39	9.79887		10.20113		9.34802		9.90837		10.09163		9.56900		10.10950		9.89050		10.10950		9.89050	51	
40	9.80807		10.19193		9.36913		9.92381		10.07619		9.55293		10.11575		9.88425		10.11575		9.88425	50	
41	9.81694		10.18306		9.38968		9.93916		10.06084		9.53648		10.12222		9.87778		10.12222		9.87778	49	
42	9.82551		10.17449		9.40969		9.95444		10.04556		9.51966		10.12893		9.87107		10.12893		9.87107	48	
43	9.83378		10.16622		9.42918		9.96966		10.03034		9.50243		10.13587		9.86413		10.13587		9.86413	47	
44	9.84177		10.15823		9.44818		9.98484		10.01516		9.48479		10.14307		9.85693		10.14307		9.85693	46	
45	9.84949		10.15052		9.46671		10.00000		10.00000		9.46671		10.15052		9.84949		10.15052		9.84949	45	

§ 317. 畸曲線對數表 (一)

以某數之常數乘 2.302585092994 得一線之畸曲線對數。

如： 7 之常數為 0.8450980 以 2.30258509 乘之得 1.9459100, 所求得之數即畸曲線對數。

數目	對數	數目	對數	數目	對數	數目	對數
1.01	.0099503	1.26	.2311116	1.51	.4121095	1.76	.5653138
1.02	.0198026	1.27	.2390169	1.52	.4187103	1.77	.5709795
1.03	.0295588	1.28	.2468601	1.53	.4252676	1.78	.5766133
1.04	.0392207	1.29	.2546422	1.54	.4317825	1.79	.5822156
1.05	.0487902	1.30	.2623643	1.55	.4382549	1.80	.5877866
1.06	.0582690	1.31	.2700271	1.56	.4446858	1.81	.5933268
1.07	.0676586	1.32	.2776317	1.57	.4510756	1.82	.5988365
1.08	.0769610	1.33	.2851788	1.58	.4574249	1.83	.6043159
1.09	.0861777	1.34	.2926696	1.59	.4637339	1.84	.6097655
1.10	.0953102	1.35	.3001046	1.60	.4700036	1.85	.6151856
1.11	.1043600	1.36	.3074847	1.61	.4762341	1.86	.6205764
1.12	.1133286	1.37	.3148108	1.62	.4824261	1.87	.6259384
1.13	.1222175	1.38	.3220835	1.63	.4885801	1.88	.6312717
1.14	.1310284	1.39	.3293037	1.64	.4946961	1.89	.6365768
1.15	.1397618	1.40	.3364722	1.65	.5007752	1.90	.6418538
1.16	.1484200	1.41	.3435897	1.66	.5068176	1.91	.6471033
1.17	.1570038	1.42	.3506568	1.67	.5128237	1.92	.6523251
1.18	.1655144	1.43	.3576744	1.68	.5187938	1.93	.6575200
1.19	.1739534	1.44	.3646431	1.69	.5247285	1.94	.6626879
1.20	.1823215	1.45	.3715635	1.70	.5306282	1.95	.6678294
1.21	.1906204	1.46	.3784365	1.71	.5364933	1.96	.6729445
1.22	.1988508	1.47	.3852623	1.72	.5423242	1.97	.6780335
1.23	.2070141	1.48	.3920420	1.73	.5481214	1.98	.6830968
1.24	.2151113	1.49	.3987762	1.74	.5538850	1.99	.6881346
1.25	.2231435	1.50	.4054652	1.75	.5596157	2.00	.6931472

畸曲線對數表(二)

數目	對數	數目	對數	數目	對數	數目	對數
2.01	.6981347	2.36	.8586616	2.71	.9969486	3.06	1.1184148
2.02	.7030974	2.37	.8628899	2.72	1.0006318	3.07	1.1216775
2.03	.7080357	2.38	.8671004	2.73	1.0043015	3.08	1.1249295
2.04	.7129497	2.39	.8712933	2.74	1.0079579	3.09	1.1281710
2.05	.7178399	2.40	.8754686	2.75	1.0116009	3.10	1.1314021
2.06	.7227059	2.41	.8796266	2.76	1.0152306	3.11	1.1346227
2.07	.7275485	2.42	.8837675	2.77	1.0188473	3.12	1.1378330
2.08	.7323678	2.43	.8878912	2.78	1.0224509	3.13	1.1410330
2.09	.7371640	2.44	.8919980	2.79	1.0260415	3.14	1.1442227
2.10	.7419373	2.45	.8960881	2.80	1.0296193	3.15	1.1474024
2.11	.7466880	2.46	.9001613	2.81	1.0331844	3.16	1.1505720
2.12	.7514160	2.47	.9042181	2.82	1.0367368	3.17	1.1537315
2.13	.7561219	2.48	.9082585	2.83	1.0402766	3.18	1.1568811
2.14	.7608058	2.49	.9122826	2.84	1.0438040	3.19	1.1600209
2.15	.7654679	2.50	.9162907	2.85	1.0473189	3.20	1.1631508
2.16	.7701082	2.51	.9202827	2.86	1.0508215	3.21	1.1662708
2.17	.7747271	2.52	.9242589	2.87	1.0543120	3.22	1.1693813
2.18	.7793248	2.53	.9282193	2.88	1.0577902	3.23	1.1724821
2.19	.7839015	2.54	.9321640	2.89	1.0612564	3.24	1.1755733
2.20	.7884573	2.55	.9360934	2.90	1.0647107	3.25	1.1786549
2.21	.7929925	2.56	.9400072	2.91	1.0681531	3.26	1.1817271
2.22	.7975071	2.57	.9439058	2.92	1.0715836	3.27	1.1847899
2.23	.8020015	2.58	.9477893	2.93	1.0750024	3.28	1.1878434
2.24	.8064758	2.59	.9516578	2.94	1.0784095	3.29	1.1908875
2.25	.8109303	2.60	.9555113	2.95	1.0818051	3.30	1.1939224
2.26	.8153647	2.61	.9593502	2.96	1.0851892	3.31	1.1969481
2.27	.8197798	2.62	.9631743	2.97	1.0885619	3.32	1.1999647
2.28	.8241754	2.63	.9669838	2.98	1.0919233	3.33	1.2029722
2.29	.8285518	2.64	.9707789	2.99	1.0952733	3.34	1.2059707
2.30	.8329090	2.65	.9745596	3.00	1.0986124	3.35	1.2089603
2.31	.8372476	2.66	.9783260	3.01	1.1019400	3.36	1.2119409
2.32	.8415671	2.67	.9820784	3.02	1.1052568	3.37	1.2149127
2.33	.8458682	2.68	.9858167	3.03	1.1085626	3.38	1.2178757
2.34	.8501509	2.69	.9895411	3.04	1.1118575	3.39	1.2208299
2.35	.8544154	2.70	.9932518	3.05	1.1151415	3.40	1.2237754

畸曲線對數表(三)

數目	對數	數目	對數	數目	對數	數目	對數
3.41	1.2267122	3.76	1.3244189	4.11	1.4134230	4.46	1.4051487
3.42	1.2296405	3.77	1.3270749	4.12	1.4158531	4.47	1.4073883
3.43	1.2325605	3.78	1.3297240	4.13	1.4182774	4.48	1.4096230
3.44	1.2354714	3.79	1.3323660	4.14	1.4206957	4.49	1.5018527
3.45	1.2383742	3.80	1.3350010	4.15	1.4231083	4.50	1.5040773
3.46	1.2412685	3.81	1.3376291	4.16	1.4255150	4.51	1.5062971
3.47	1.2441545	3.82	1.3402504	4.17	1.4279161	4.52	1.5085119
3.48	1.2470322	3.83	1.3428648	4.18	1.4303112	4.53	1.5107219
3.49	1.2499017	3.84	1.3454723	4.19	1.4327007	4.54	1.5129269
3.50	1.2527629	3.85	1.3480731	4.20	1.4350845	4.55	1.5151272
3.51	1.2556160	3.86	1.3506671	4.21	1.4374626	4.56	1.5173226
3.52	1.2584609	3.87	1.3532544	4.22	1.4398351	4.57	1.5195132
3.53	1.2612978	3.88	1.3558351	4.23	1.4422020	4.58	1.5216990
3.54	1.2641266	3.89	1.3584091	4.24	1.4445632	4.59	1.5238800
3.55	1.2669475	3.90	1.3609765	4.25	1.4469189	4.60	1.5260563
3.56	1.2697605	3.91	1.3635373	4.26	1.4492691	4.61	1.5282278
3.57	1.2725655	3.92	1.3660916	4.27	1.4516138	4.62	1.5303947
3.58	1.2753627	3.93	1.3686395	4.28	1.4539530	4.63	1.5325568
3.59	1.2781521	3.94	1.3711807	4.29	1.4562867	4.64	1.5347143
3.60	1.2809338	3.95	1.3737156	4.30	1.4586149	4.65	1.5368672
3.61	1.2837077	3.96	1.3762440	4.31	1.4609379	4.66	1.5390154
3.62	1.2864740	3.97	1.3787661	4.32	1.4632553	4.67	1.5411590
3.63	1.2892326	3.98	1.3812818	4.33	1.4655675	4.68	1.5432981
3.64	1.2919836	3.99	1.3837912	4.34	1.4678743	4.69	1.5454325
3.65	1.2947271	4.00	1.3862943	4.35	1.4701758	4.70	1.5475625
3.66	1.2974631	4.01	1.3887912	4.36	1.4724720	4.71	1.5496879
3.67	1.3001916	4.02	1.3912818	4.37	1.4747630	4.72	1.5518087
3.68	1.3029127	4.03	1.3937663	4.38	1.4770487	4.73	1.5539252
3.69	1.3056264	4.04	1.3962446	4.39	1.4793292	4.74	1.5560371
3.70	1.3083328	4.05	1.3987168	4.40	1.4816045	4.75	1.5581446
3.71	1.3110318	4.06	1.4011829	4.41	1.4838746	4.76	1.5602476
3.72	1.3137236	4.07	1.4036429	4.42	1.4861396	4.77	1.5623462
3.73	1.3164082	4.08	1.4060969	4.43	1.4883995	4.78	1.5644405
3.74	1.3190856	4.09	1.4085449	4.44	1.4906543	4.79	1.5665304
3.75	1.3217559	4.10	1.4109869	4.45	1.4929040	4.80	1.5686159

畸曲線對數表(四)

數目	對數	數目	對數	數目	對數	數目	對數
4.81	1.5706971	5.16	1.6409365	5.51	1.7065646	5.86	1.7681496
4.82	1.5727739	5.17	1.6428726	5.52	1.7083778	5.87	1.7698546
4.83	1.5748464	5.18	1.6448050	5.53	1.7101878	5.88	1.7715567
4.84	1.5769147	5.19	1.6467336	5.54	1.7119944	5.89	1.7732559
4.85	1.5789787	5.20	1.6486586	5.55	1.7137979	5.90	1.7749523
4.86	1.5810384	5.21	1.6505798	5.56	1.7155981	5.91	1.7766458
4.87	1.5830939	5.22	1.6524974	5.57	1.7173950	5.92	1.7783364
4.88	1.5851452	5.23	1.6544112	5.58	1.7191887	5.93	1.7800242
4.89	1.5871923	5.24	1.6563214	5.59	1.7209792	5.94	1.7817091
4.90	1.5892352	5.25	1.6582280	5.60	1.7227665	5.95	1.7833912
4.91	1.5912739	5.26	1.6601310	5.61	1.7245570	5.96	1.7850704
4.92	1.5933085	5.27	1.6620303	5.62	1.7263316	5.97	1.7867469
4.93	1.5953389	5.28	1.6639260	5.63	1.7281094	5.98	1.7884205
4.94	1.5973653	5.29	1.6658182	5.64	1.7298840	5.99	1.7900914
4.95	1.5993875	5.30	1.6677068	5.65	1.7316555	6.00	1.7917595
4.96	1.6014057	5.31	1.6695918	5.66	1.7334238	6.01	1.7934247
4.97	1.6034198	5.32	1.6714733	5.67	1.7351891	6.02	1.7950872
4.98	1.6054298	5.33	1.6733512	5.68	1.7369512	6.03	1.7967470
4.99	1.6074358	5.34	1.6752256	5.69	1.7387102	6.04	1.7984040
5.00	1.6094379	5.35	1.6770965	5.70	1.7404661	6.05	1.8000582
5.01	1.6114359	5.36	1.6789639	5.71	1.7422189	6.06	1.8017098
5.02	1.6134300	5.37	1.6808278	5.72	1.7439687	6.07	1.8033586
5.03	1.6154200	5.38	1.6826882	5.73	1.7457155	6.08	1.8050047
5.04	1.6174060	5.39	1.6845453	5.74	1.7474591	6.09	1.8066481
5.05	1.6193882	5.40	1.6863989	5.75	1.7491998	6.10	1.8082887
5.06	1.6213664	5.41	1.6882491	5.76	1.7509374	6.11	1.8099267
5.07	1.6233408	5.42	1.6900958	5.77	1.7526720	6.12	1.8115621
5.08	1.6253112	5.43	1.6919391	5.78	1.7544036	6.13	1.8131947
5.09	1.6272778	5.44	1.6937790	5.79	1.7561323	6.14	1.8148247
5.10	1.6292405	5.45	1.6956155	5.80	1.7578579	6.15	1.8164520
5.11	1.6311994	5.46	1.6974487	5.81	1.7595805	6.16	1.8180767
5.12	1.6331544	5.47	1.6992786	5.82	1.7613002	6.17	1.8196988
5.13	1.6351057	5.48	1.7011051	5.83	1.7630170	6.18	1.8213182
5.14	1.6370530	5.49	1.7029282	5.84	1.7647301	6.19	1.8229351
5.15	1.6389967	5.50	1.7047481	5.85	1.7664416	6.20	1.8245493

畸曲線對數表(五)

數目	對數	數目	對數	數目	對數	數目	對數
6.21	1.8261608	6.56	1.8809906	6.91	1.9329696	7.26	1.9823798
6.22	1.8277699	6.57	1.8825138	6.92	1.9344157	7.27	1.9837562
6.23	1.8293763	6.58	1.8840347	6.93	1.9358598	7.28	1.9851308
6.24	1.8309801	6.59	1.8855533	6.94	1.9373017	7.29	1.9865035
6.25	1.8325814	6.60	1.8870697	6.95	1.9387416	7.30	1.9878743
6.26	1.8341801	6.61	1.8885817	6.96	1.9401794	7.31	1.9892432
6.27	1.8357763	6.62	1.8900954	6.97	1.9416152	7.32	1.9906103
6.28	1.8373699	6.63	1.8916048	6.98	1.9430489	7.33	1.9919754
6.29	1.8389610	6.64	1.8931119	6.99	1.9444805	7.34	1.9933387
6.30	1.8405496	6.65	1.8946168	7.00	1.9459100	7.35	1.9947002
6.31	1.8421356	6.66	1.8961194	7.01	1.9473376	7.36	1.9960599
6.32	1.8437191	6.67	1.8976198	7.02	1.9487632	7.37	1.9974177
6.33	1.8453202	6.68	1.8991179	7.03	1.9501866	7.38	1.9987736
6.34	1.8468787	6.69	1.9006138	7.04	1.9516080	7.39	2.0001278
6.35	1.8484547	6.70	1.9021075	7.05	1.9530275	7.40	2.0014800
6.36	1.8500283	6.71	1.9035989	7.06	1.9544449	7.41	2.0028305
6.37	1.8515994	6.72	1.9050881	7.07	1.9558601	7.42	2.0041790
6.38	1.8531680	6.73	1.9065751	7.08	1.9572739	7.43	2.0055258
6.39	1.8547342	6.74	1.9080600	7.09	1.9586853	7.44	2.0068708
6.40	1.8562979	6.75	1.9095425	7.10	1.9600947	7.45	2.0082140
6.41	1.8578592	6.76	1.9110228	7.11	1.9615022	7.46	2.0095553
6.42	1.8594181	6.77	1.9125011	7.12	1.9629077	7.47	2.0108949
6.43	1.8609745	6.78	1.9139771	7.13	1.9643112	7.48	2.0122327
6.44	1.8625285	6.79	1.9154509	7.14	1.9657127	7.49	2.0135687
6.45	1.8640801	6.80	1.9169226	7.15	1.9671123	7.50	2.0149030
6.46	1.8656293	6.81	1.9183921	7.16	1.9685099	7.51	2.0162354
6.47	1.8671761	6.82	1.9198594	7.17	1.9699056	7.52	2.0175661
6.48	1.8687205	6.83	1.9213247	7.18	1.9712993	7.53	2.0188950
6.49	1.8702625	6.84	1.9227877	7.19	1.9726911	7.54	2.0202221
6.50	1.8718021	6.85	1.9242486	7.20	1.9740810	7.55	2.0215475
6.51	1.8733394	6.86	1.9257074	7.21	1.9754689	7.56	2.0228711
6.52	1.8748743	6.87	1.9271641	7.22	1.9768549	7.57	2.0241929
6.53	1.8764069	6.88	1.9286186	7.23	1.9782390	7.58	2.0255131
6.54	1.8779371	6.89	1.9300710	7.24	1.9796212	7.59	2.0268315
6.55	1.8794650	6.90	1.9315214	7.25	1.9810014	7.60	2.0281482

畸曲線對數表(六)

數目	對數	數目	對數	數目	對數	數目	對數
7.61	2.0294631	7.96	2.0744290	8.31	2.1174596	8.66	2.1587147
7.62	2.0307763	7.97	2.0756845	8.32	2.1186622	8.67	2.1598687
7.63	2.0320878	7.98	2.0769384	8.33	2.1198634	8.68	2.1610215
7.64	2.0333976	7.99	2.0781907	8.34	2.1210632	8.69	2.1621729
7.65	2.0347056	8.00	2.0794414	8.35	2.1222615	8.70	2.1633230
7.66	2.0360119	8.01	2.0806907	8.36	2.1234584	8.71	2.1644718
7.67	2.0373166	8.02	2.0819384	8.37	2.1246539	8.72	2.1656192
7.68	2.0386195	8.03	2.0831845	8.38	2.1258479	8.73	2.1667653
7.69	2.0399207	8.04	2.0844290	8.39	2.1270405	8.74	2.1679101
7.70	2.0412203	8.05	2.0856720	8.40	2.1282317	8.75	2.1690536
7.71	2.0425181	8.06	2.0869135	8.41	2.1294214	8.76	2.1701959
7.72	2.0438143	8.07	2.0881534	8.42	2.1306098	8.77	2.1713367
7.73	2.0451088	8.08	2.0893918	8.43	2.1317967	8.78	2.1724763
7.74	2.0464016	8.09	2.0906287	8.44	2.1329822	8.79	2.1736146
7.75	2.0476928	8.10	2.0918640	8.45	2.1341664	8.80	2.1747517
7.76	2.0489823	8.11	2.0930984	8.46	2.1353491	8.81	2.1758874
7.77	2.0502701	8.12	2.0943306	8.47	2.1365304	8.82	2.1770218
7.78	2.0515563	8.13	2.0955613	8.48	2.1377104	8.83	2.1781550
7.79	2.0528408	8.14	2.0967905	8.49	2.1388889	8.84	2.1792868
7.80	2.0541237	8.15	2.0980182	8.50	2.1400661	8.85	2.1804174
7.81	2.0554049	8.16	2.0992444	8.51	2.1412420	8.86	2.1815467
7.82	2.0566845	8.17	2.1004691	8.52	2.1424163	8.87	2.1826747
7.83	2.0579624	8.18	2.1016923	8.53	2.1435893	8.88	2.1838015
7.84	2.0592388	8.19	2.1029140	8.54	2.1447609	8.89	2.1849270
7.85	2.0605135	8.20	2.1041341	8.55	2.1459312	8.90	2.1860512
7.86	2.0617866	8.21	2.1053529	8.56	2.1471001	8.91	2.1871742
7.87	2.0630580	8.22	2.1065702	8.57	2.1482676	8.92	2.1882959
7.88	2.0643278	8.23	2.1077861	8.58	2.1494339	8.93	2.1894163
7.89	2.0655961	8.24	2.1089998	8.59	2.1505987	8.94	2.1905355
7.90	2.0668627	8.25	2.1102128	8.60	2.1517622	8.95	2.1916535
7.91	2.0681277	8.26	2.1114243	8.61	2.1529243	8.96	2.1927702
7.92	2.0693911	8.27	2.1126343	8.62	2.1540851	8.97	2.1938856
7.93	2.0706530	8.28	2.1138428	8.63	2.1552445	8.98	2.1949998
7.94	2.0719132	8.29	2.1150499	8.64	2.1564026	8.99	2.1961128
7.95	2.0731719	8.30	2.1162555	8.65	2.1575593	9.00	2.1972245

畸曲線對數表(七)

數目	對數	數目	對數	數目	對數	數目	對數
9.01	2.1983351	9.26	2.2257040	9.51	2.2523439	9.76	2.2782924
9.02	2.1994443	9.27	2.2267834	9.52	2.2533947	9.77	2.2793165
9.03	2.2005524	9.28	2.2278615	9.53	2.2544446	9.78	2.2803395
9.04	2.2016592	9.29	2.2289385	9.54	2.2554935	9.79	2.2813615
9.05	2.2027648	9.30	2.2300144	9.55	2.2565411	9.80	2.2823824
9.06	2.2038691	9.31	2.2310891	9.56	2.2575877	9.81	2.2834023
9.07	2.2049723	9.32	2.2321626	9.57	2.2586332	9.82	2.2844211
9.08	2.2060742	9.33	2.2332350	9.58	2.2596775	9.83	2.2854389
9.09	2.2071749	9.34	2.2343062	9.59	2.2607209	9.84	2.2864557
9.10	2.2082744	9.35	2.2353763	9.60	2.2617631	9.85	2.2874715
9.11	2.2093727	9.36	2.2364453	9.61	2.2628042	9.86	2.2884862
9.12	2.2104698	9.37	2.2375131	9.62	2.2638443	9.87	2.2894999
9.13	2.2115657	9.38	2.2385797	9.63	2.2648832	9.88	2.2905125
9.14	2.2126604	9.39	2.2396453	9.64	2.2659211	9.89	2.2915241
9.15	2.2137539	9.40	2.2407097	9.65	2.2669579	9.90	2.2925348
9.16	2.2148462	9.41	2.2417729	9.66	2.2679936	9.91	2.2935444
9.17	2.2159373	9.42	2.2428351	9.67	2.2690283	9.92	2.2945529
9.18	2.2170272	9.43	2.2438961	9.68	2.2700619	9.93	2.2955605
9.19	2.2181159	9.44	2.2449560	9.69	2.2710944	9.94	2.2965670
9.20	2.2192035	9.45	2.2460147	9.70	2.2721259	9.95	2.2975726
9.21	2.2202898	9.46	2.2470724	9.71	2.2731563	9.96	2.2985771
9.22	2.2213750	9.47	2.2481289	9.72	2.2741856	9.97	2.2995806
9.23	2.2224590	9.48	2.2491843	9.73	2.2752139	9.98	2.3005831
9.24	2.2235419	9.49	2.2502386	9.74	2.2762411	9.99	2.3015846
9.25	2.2246236	9.50	2.2512918	9.75	2.2772673	10	2.3025851

第六章 衡量與體積數

萬國原子量

§ 318. 萬國原子重量表

INTERNATIONAL ATOMIC WEIGHTS O=16.

名	稱	符號	重量	名	稱	符號	重量
Aluminium	鋁	Al	27.1	Molybdenum	鉬	Mo	96.0
Antimony	銻	Sb	120.2	Neodymium	釷	Nd	144.3
Argon	氬	A	39.88	Neon	氖	Ne	20.2
Arsenic	砷	As	74.96	Nickel	鎳	Ni	58.68
Barium	鋇	Ba	137.37	Niton	釷	Nt	222.4
Bismuth	鉍	Bi	208.0				
Boron	硼	B	11.0	Nitrogen	氮	N	14.01
Bromide	溴	Br	79.92	Osmium	銻	Os	190.9
Cadmium	鎘	Cd	112.40	Oxygen	氧	O	16.0
Caesium	鐳	Cs	132.81	Palladium	鈀	Pd	106.7
Calcium	鈣	Ca	40.07	Phosphorus	磷	P	31.04
Carbon	碳	C	12.00	Platinum	鉑	Pt	195.2
Cerium	鈰	Ce	140.25	Potassium	鉀	K	39.10
Chlorine	氯	Cl	35.46	Praseodymium	鐳	Pr	140.6

名	稱	符號	重量	名	稱	符號	重量
Chromium	鉻	Cr	52.0	Radium	鐳	Ra	226.4
Cobalt	鈷	Co	58.97	Rhodium	銠	Rh	102.9
Columbium	鈹	Cb	93.5	Rubidium	銣	Rb	85.45
Copper	銅	Cu	63.57	Ruthenium	鈳	Ru	101.7
Dyprosium	鐳	Dy	162.5	Samarium	鐳	Sa	150.4
Erbium	鉺	Er	167.7	Scandium	釷	Sc	44.1
Europium	鐳	Eu	152.0	Selenium	硒	Se	79.2
Fluorine	氟	F	19.0	Silicon	硅	Si	28.3
Gadolinium	釷	Gd	157.3	Silver	銀	Ag	107.88
Gallium	鋁	Ga	69.9	Sodium	鈉	Na	23.0
Germanium	錳	Ge	72.5	Strontium	銻	Sr	87.63
Glucinum	鋁	Gl	9.1	Sulphur	硫	Si	32.07
Gold	金	Au	197.2	Tantalum	鎢	Ta	181.5
Helium	氦	He	3.99	Tellurium	碲	Te	127.5
Holmium	釷	Ho	163.5	Terbium	鐳	Tb	159.2
Hydrogen	氫	H	1.008	Thallium	鉛	Tl	204.0
Indium	銻	In	114.8	Thorium	鈾	Th	232.4
Iodine	碘	I	126.92	Thulium	鐳	Tm	168.5
Iridium	銥	Ir	193.1	Tin	錫	Sn	119.0
Iron	鐵	Fe	55.84	Titanium	鈦	Ti	48.1
Krypton	氬	Kr	82.92	Tungsten	鎢	W	184.0
Lanthanum	釷	La	139.0	Uranium	鈾	U	238.5
Lead	鉛	Pb	207.10	Vanadium	釩	V	51.0
Lithium	鋰	Li	6.94	Xenon	氙	Xe	130.2
Lutecium	鐳	Lu	174.0	Ytterbium	鐳	Yf	172.0
Magnesium	鎂	Mg	24.32	Yttrium	鈦	Yt	89.0
Manganese	錳	Mn	54.93	Zinc	鋅	Zn	65.37
Mercury	汞	Hg	200.6	Zirconium	鈳	Zr	90.6

常用衡量

§ 319. 衡量制

英分 (drachms.)	兩 (ozs.)	磅 (lbs.)	四分之一 (qrs.)	磅 (cwt.)	噸 (tons)	公錢 (grammes)
1 =	.0625 =	.0039 =	.000139 =	.000035 =	.00000174 =	1.771846
16 =	1 =	.0625 =	.00223 =	.000558 =	.000028 =	28.34954
256 =	16 =	1 =	.0357 =	.0893 =	.000447 =	153.69
7168 =	448 =	28 = 1	= .25	= .0125	=	12,700
28672 =	1792 =	112 = 4	= 1	= .05	=	50,802
573440 =	35840 =	2240 = 80	= 20	= 1	=	1,016,048

§ 320. 金衡制

格林 (grains)	兩 (ozs.)	磅 (lbs.)	公錢 (grammes)
1 =	.00208 =	.0001736 =	.0648
24 =	.05 =	.004167 =	1.555
480 = 1	=	.0833 =	31.1035
5760 = 12	= 1	=	373.242

175 磅 (金衡) = 144 磅 (常衡)

磅數 (常衡) \times 1.2153

磅數 (金衡或藥衡) \times 0.82280 = 磅數 (常衡)

§ 321. 藥衡制

格林 (grain)	厘 (scruple)	英分 (drachm)	兩 (ounce)	磅 (pound)
---------------	----------------	----------------	--------------	--------------

1 =	.05 =	.01667 =	.00208 =	.0001736
20 =	1 =	.3333 =	.04167 =	.00347
60 =	3 =	1 =	.125 =	.01042
480 =	24 =	8 =	1 =	.0833
5760 =	288 =	96 =	12 =	1 =

§ 322. 尋常容量數

品脫	加倫	配克	蒲式爾	夸脫	噸	盎司	立方呎	公升
pints,	gall.	peck,	bushel,	quartern.	wey.	last.	cu. ft.	litres.
1 =	.125 =	.0625 =	.01662 =	.00195 =	.00039 =	.000195 =	.020051 =	.5679
8 =	1 =	.5 =	.125 =	.0156 =	.00312 =	.00156 =	.16046 =	4.543
16 =	2 =	1 =	.25 =	.03125 =	.00625 =	.00312 =	.32092 =	9.087
64 =	8 =	4 =	1 =	.125 =	.025 =	.0125 =	1.28367 =	36.34766
512 =	64 =	32 =	8 =	1 =	.2 =	.1 =	10.269 =	290.781
2560 =	320 =	160 =	40 =	5 =	1 =	.5 =	51.347 =	1453.906
5120 =	640 =	320 =	80 =	10 =	2 =	1 =	102.69 =	2907.81

一液體量或乾量加倫 = 277.463 立方呎 = .1607

立方呎 = 蒸溜水之 10 磅。

立方呎 $\times 6.2355 =$ 加倫。

立方吋 $\times .003604 =$ 加倫。

一蒲式爾 = 2219.7 立方吋 = 1.285 立方呎。

立方呎 = .778 = 蒲式爾。

立方吋 $\times .00045 =$ 蒲式爾。

美國蒲式爾 = 2150.4 立方吋 = .9688 蒲式爾。

一加倫 = 277.463 立方吋。(1890 年英國貿易部之標準制)。

§ 323. 酒之容量度

點量

2 = 1 (夸脫)

8 = 4 = 1 (加倫)

336 = 168 = 42 = 1 (42 酒加倫)

504 = 252 = 63 = $1\frac{1}{2}$ = 1 (63 酒加倫)

672 = 336 = 84 = 2 = $1\frac{1}{3}$ = 1 (84 酒加倫)

1008 = 504 = 126 = 3 = 2 = $1\frac{1}{2}$ = 1 (126 酒加倫)

2016 = 1008 = 252 = 6 = 4 = 3 = 2 = 1 (252 酒加倫)

§ 324. 麥酒與啤酒容量度

數量

pints

$$2 = 1(\text{quart.}) \text{ 夸爾}$$

$$8 = 4 = 1(\text{gallon}) \text{ 加倫}$$

$$72 = 36 = 9 = 1(\text{firkin}), 9 \text{ 液體加倫}$$

$$144 = 72 = 18 = 2 = 1(\text{kilderkin}), 18 \text{ 液體加倫}$$

$$288 = 144 = 36 = 4 = 2 = 1(\text{barrel}), 36 \text{ 液體加倫}$$

$$432 = 216 = 54 = 6 = 3 = 1\frac{1}{2} = 1(\text{hogshead}), 54 \text{ 液體加倫}$$

$$576 = 288 = 72 = 8 = 4 = 2 = 1\frac{1}{3} = 1(\text{puncheon}), 72 \text{ 液體加倫}$$

$$864 = 432 = 108 = 12 = 6 = 3 = 2 = 1\frac{1}{2} = 1(\text{butt}), 108 \text{ 液體加倫}$$

§ 325. 長度測量衡

吋	令克	呎	碼	測量鏈	哩	公尺
(ins)	(links)	(fut)	(yards)	(chains)	(mile)	(metres)
1	= .128	= .0833	= .0278	= .00126	= .000158	= .0254
7.92	= 1	= .66	= .22	= .01	= .000125	= .2012
12	= 1.515	= 1	= .333	= .01515	= .000169	= .3048
36	= 4.545	= 3	= 1	= .04545	= .000568	= .9144
792	= 100	= 66	= 22	= 1	= .0125	= 20.116
63360	= 5000	= 5280	= 1760	= 80	= 1	= 1609.315

$$1 \text{ 海哩或一地哩} = 6082.66 \text{ 呎} = 1854 \text{ 公尺} = 1.1$$

52 律例哩。

1 海里 = 1.1515 哩 = 6080 呎 (見海里與哩表)

§ 326. 長度之量

吋	呎	碼	六呎	五碼	一哩	哩	公尺
1	= .083	= .02778	= 0.139	= .005	= .000126	= .0000158	= .0254
12	= 1	= .333	= .1667	= .060	= .00151	= .0001894	= .3048
36	= 3	= 1	= .5	= .182	= .00454	= .000568	= .9144
72	= 6	= 2	= 1	= .364	= .0091	= .001136	= 1.8287
198	= 16½	= 5½	= 2¾	= 1	= .025	= .003125	= 5.0231
7920	= 660	= 220	= 110	= 49	= 1	= .125	= 201.16
63360	= 5280	= 1760	= 880	= 320	= 8	= 1	= 1609.315

面積數量

§ 327. 面積測量術

吋	呎	碼	五碼半	四分之一畝	英畝	平方公尺
(ins)	(feet)	(yards)	(perches)	(roods)	(acre)	(squn metre)
1	= .00364	= .000772	= .0000255	= .00000064	= .000000159	= .000645
144	= 1	= .111	= .00367	= .0000918	= .000023	= .0929
1296	= 9	= 1	= .0331	= .000826	= .0002062	= .8361
39204	= 272¾	= 30¾	= 1	= .025	= .00625	= 25.292
568160	= 10890	= 1210	= 40	= 1	= .25	= 1011.7
272640	= 43560	= 4840	= 160	= 4	= 1	= 4046.1

一測量鏈之闊 = 海里之 8 英畝

10 平方測量鏈 = 1 英畝

一方里 $\left\{ \begin{array}{l} 27878400 \text{ 方呎} \\ 3097600 \text{ 方碼} \\ 640 \text{ 英畝} \end{array} \right.$

英畝 $\times .0015625 =$ 方哩

方碼 $\times .000000323 =$ 方哩

§ 328. 體積測量術

吋 呎 碼 立方公尺

1 = .0005787 = .00002143 = .000016386

1728 = 1 = .03704 = .028315

46656 = 27 = 1 = .764513

§ 329. 面積計量

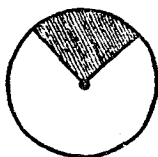
三角面積 = 基線 $\times \frac{1}{2}$ 垂直線。

圓周面積 = 直徑² $\times .7854$ 。

圓周扇形面積 = 弧之長度 $\times \frac{1}{2}$ 半徑。

圓周扇形面積 = $\frac{\text{弧之度數} \times \text{圓周之面積}}{360}$ 。

圖213. 圓周扇形



拋物線面積 = 基線 $\times \frac{1}{3}$ 高度。

拋物線剖面積 = $\frac{1}{3}$ 高度 $\frac{\text{基線}^3 - \text{頂點}^3}{\text{基線}^2 - \text{頂點}^2}$ 。

橢圓形面積 = 橫斷軸線 $\times .7854$ 連結軸線。

擺線面積 = 造形圓周面積 $\times 3$ 。

圓柱體面積 = 兩端之面積 + 長度 \times 圓周。

圓錐體面積 = 基線之面積 + 基線之圓周 $\times \frac{1}{3}$ 斜高度。

球體面積 = 直徑² $\times 3.14159$ 。

截體面積 = 兩端截面週之和 $\times \frac{1}{3}$ 斜高 + 兩端面面積。

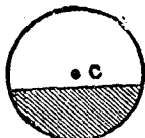
圖214. 截體形



S = 斜高

橋片體面積 = 扇形面積 - $\frac{1}{2}$ 弦線 \times (半徑 - 正矢 Versi)

圖215. 橋片形



C = 弦線

圓形橋片體面積 = 直徑² × x (見下表)

$\frac{V}{D}$ = 圓周直徑分除正矢 (Versed Sine), 此橋面體
係圓周之一部。

$\frac{V}{D}$	x	$\frac{V}{D}$	x	$\frac{V}{D}$	x	$\frac{V}{D}$	x	$\frac{V}{D}$	x
.01	.001329	.11	.047006	.21	.119898	.31	.207376	.41	.303187
.02	.003749	.12	.053385	.22	.128114	.32	.216666	.42	.313042
.03	.006866	.13	.059999	.23	.136465	.33	.226034	.43	.322928
.04	.010538	.14	.066833	.24	.144945	.34	.235473	.44	.332843
.05	.014681	.15	.073875	.25	.153546	.35	.244980	.45	.342783
.06	.019239	.16	.081112	.26	.162263	.36	.254551	.46	.352742
.07	.024168	.17	.088536	.27	.171090	.37	.264179	.47	.362717
.08	.029435	.18	.096135	.28	.180020	.38	.273861	.48	.372704
.09	.035012	.19	.103900	.29	.189048	.39	.283593	.49	.382700
.10	.040875	.20	.111824	.30	.198168	.40	.293370	.50	.392699

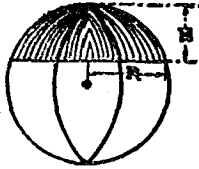
§ 330. 立體計量

圓柱體 = 一端之面積 × 長度。

球體 = 直徑³ × 0.5236。

橋片形球體 = 0.5236 H ($H^2 + 3R^2$)。

圖216. 橋片形球體圖



此處 H 等於橋片形高度, R 等於基線之半徑。

圓錐體或角錐 = 基線面積 $\times \frac{1}{3}$ 垂直高度。

$$\text{截體} = \frac{1}{3} H (A + a + \sqrt{A \times a}).$$

A 與 a 等於各端之面積, H 等於垂直高度。

圓錐截體 = $0.2618 H (D^2 + d^2 + D.d)$,

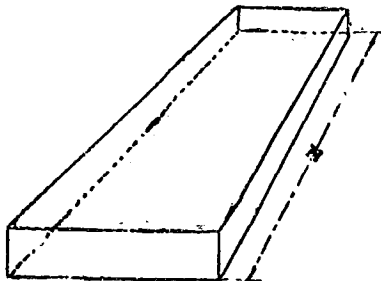
D 與 d 等於每端之直徑, H 等於垂直高度。

楔形體 = 基線面積 $\times \frac{1}{2}$ 垂直高度。

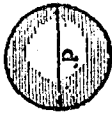



楔形截體 = $\frac{1}{2} H (A + a)$ 。

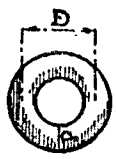



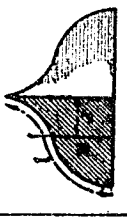
A 與 a 等於每端面積, H 等於垂直高度。

圖27. 楔形截體圖



§ 331. 計算各形體之面積與體積法

凸 面	體 積
<p>1. </p> <p>圖 218 球 形 體</p>	$\pi d^2 = 3.14159 d^2$
<p>2. </p> <p>圖 219 橋 片 形 體</p>	$6.2832 rh + 3.14159r \sqrt{r^2 - (r-h)^2}$
<p>3. </p> <p>圖 220 橋 片 形 球 體</p>	$2\pi rh = 6.2832 rh$
<p>4. </p> <p>圖 221 橢 圓 形 體</p>	$3.14159D \sqrt{\frac{D^2 + d^2}{2}}$
<p>D = 循環之軸線</p>	<p>D = 循環之軸線</p>

<p>5.</p> 	<p>圖 222 圓圈體</p>	$\pi^2 D \cdot d = 9.8696 D \cdot d$	$(2.46741D)d^2$
<p>6. a</p> 	<p>圖 223 鍊圈體</p>	$\pi^2 D \cdot d + 2 \pi I d$ $= 9.87 D \cdot d + 6.28 I d$	$\cdot 7854d^2 (3.14159 D + 2I)$
<p>7. C</p> 	<p>圖 224 橢圓圈體</p>	$\pi^2 d \sqrt{\frac{T^2 + C^2}{2}}$ $= 9.87 d \sqrt{\frac{T^2 + C^2}{2}}$	$2.4674d^2 \sqrt{\frac{T^2 + C^2}{2}}$
<p>8. h</p> 	<p>圖 225 拋物線體</p>	$\cdot 5236 \frac{T}{h^2} = \{(4h^2 + T^2)^{1/2} - T\}$	$1.5708 r^2 h$
<p>9.</p> 	<p>圖 226 懸形線體</p>	$6.2832 r \cdot l$ <p>l = 造形線之長途 r = 造形線之重心半徑</p>	$6.2832 r \cdot a$ <p>a = 造形面之面積 r = 面積之重心半徑</p>

§ 332. 正多角形體

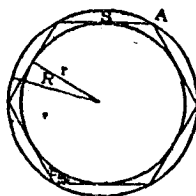
圖227. 正多角形體

S = 多邊形之邊長。

R = 外切圓形之半徑。

r = 內接圓形之半徑。

A = 各邊交切成之角。



名稱	邊數	A	面積 = $S^2 \times$	$S = R \times$	$S = r \times$
三角形...	3	60°	.4330	1.732	3.4641
五角形...	5	108°	1.7205	1.1755	1.4536
六角形...	6	120°	2.5980	1.0000	1.1547
八角形...	8	135°	4.8284	.7653	0.8284
十角形...	10	144°	7.6942	.6180	.6498

又正多角形之面積 = 內接圓形之半徑 $\times \frac{1}{2}$ 邊數 \times 一邊之長度

§ 333. 正多邊形體

S = 一面之直線邊長。

R = 外切圓形之半徑。

r = 內接圓形之半徑。

A = 多邊形之面積。

O = 多邊形之立方面積。

名稱	邊數	$R = S^x$	$r = S^x$	$A = S^2x$	$C = S^3x$
四邊形體	4	0.6124	.2041	1.7320	0.1178
六邊形體	6	.8660	.5000	6.0000	1.0000
八邊形體	8	.7071	.4082	3.4641	.4714
十二邊形體	12	1.4012	1.1135	20.6458	7.6631
二十邊形體	20	.9510	.7558	8.6602	2.1817

§ 334. 圓之面積表 (以小數計)

由直徑 0.001 至 .99 止)

直徑	面積				
	.000	.001	.002	.003	.004
.000	0	.0000008	.0000031	.0000071	.0000126
.010	.0000785	.0000950	.0001131	.0001327	.0001539
.020	.0003142	.0003464	.0003801	.0004155	.0004524
.030	.0007069	.0007548	.0008043	.0008553	.0009079
.040	.0012566	.0013203	.0013854	.0014522	.0015205
.050	.0019635	.0020428	.0021237	.0022062	.0022902
.060	.0028274	.0029225	.0030191	.0031172	.0032170
.070	.0038485	.0039592	.0040715	.0041854	.0043008
.080	.0050265	.0051530	.0052810	.0054106	.0055418
.090	.0063617	.0065039	.0066476	.0067929	.0069398
	.005	.006	.007	.008	.009
.000	.0000196	.0000283	.0000385	.0000503	.0000636
.010	.0001767	.0002016	.0002270	.0002545	.0002835
.020	.0004909	.0005309	.0005726	.0006158	.0006605
.030	.0009621	.0010179	.0010752	.0011341	.0011946
.040	.0015904	.0016619	.0017349	.0018096	.0018857
.050	.0023758	.0024630	.0025518	.0026421	.0027340
.060	.0033183	.0034212	.0035257	.0036317	.0037393
.070	.0044179	.0045365	.0046566	.0047784	.0049017
.080	.0056745	.0058088	.0059447	.0060821	.0062211
.090	.0070882	.0072382	.0073898	.0075430	.0076977

圖之面積表(續上表)

直徑	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.0	.000078	.00031	.0007	.00126	.00196	.00283	.00385	.00503	.00636
.1	.0079	.0095	.0113	.0133	.0154	.0177	.0201	.0227	.0255	.0284
.2	.0314	.03464	.038	.0415	.0452	.0491	.0531	.0572	.0616	.066
.3	.0707	.0755	.0804	.0855	.0908	.0962	.1018	.1075	.1134	.1195
.4	.1257	.132	.1385	.1452	.1521	.1590	.1662	.1735	.181	.1886
.5	.1963	.2043	.2124	.2206	.2290	.2376	.2463	.2552	.2642	.2734
.6	.2827	.2922	.3019	.3117	.3217	.3318	.3421	.3526	.3632	.3739
.7	.3848	.3959	.4072	.4185	.4301	.4418	.4536	.4657	.4778	.4902
.8	.5027	.5153	.5281	.5411	.5542	.5674	.5809	.5945	.6082	.6221
.9	.6362	.6504	.6648	.6793	.694	.7088	.7238	.739	.7543	.7698

§ 335. 圓之面積表

(由直徑 0.1 至 100 止)

直徑	面 積									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
0	.0	.0078	.0314	.0706	.1256	.1963	.2827	.3848	.5026	.6361	0
1	.7854	.9503	1.1309	1.3273	1.5393	1.7671	2.0106	2.2698	2.5446	2.8352	1
2	3.1416	3.4636	3.8013	4.1547	4.5239	4.9087	5.3093	5.7255	6.1575	6.6052	2
3	7.0686	7.5476	8.0424	8.5530	9.0792	9.6211	10.1787	10.7521	11.3411	11.9459	3
4	12.5664	13.2025	13.8544	14.5220	15.2053	15.9043	16.6190	17.3494	18.0951	18.8574	4
5	19.6350	20.4282	21.2372	22.0618	22.9022	23.7583	24.6301	25.5176	26.4208	27.3397	5
6	28.2744	29.2247	30.1907	31.1725	32.1699	33.1831	34.2120	35.2566	36.3168	37.3928	6
7	38.4846	39.5820	40.7151	41.8839	43.0085	44.1787	45.3647	46.5663	47.7837	49.0168	7
8	50.2656	51.5300	52.8102	54.1062	55.4178	56.7451	58.0881	59.4469	60.8213	62.2115	8
9	63.6174	65.0389	66.4762	67.9292	69.3979	70.8823	72.3824	73.8982	75.4298	76.9770	9
10	78.5400	80.1186	81.7130	83.3230	84.9488	86.5903	88.2475	89.9204	91.6090	93.3133	10
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	

圖之面積表 (續一)

直徑	面積									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
11	95.0334	96.7691	98.5205	100.287	102.070	103.869	105.683	107.513	109.359	111.220	11
12	113.0971	114.990	116.898	118.823	120.763	122.718	124.690	126.677	128.679	130.698	12
13	132.7321	134.782	136.848	138.929	141.026	143.139	145.267	147.411	149.571	151.747	13
14	153.9381	156.145	158.368	160.606	162.860	165.130	167.415	169.717	172.034	174.366	14
15	176.7151	179.079	181.458	183.854	186.265	188.692	191.134	193.593	196.067	198.556	15
16	201.0622	203.583	206.120	208.672	211.241	213.825	216.424	219.040	221.671	224.318	16
17	226.9802	229.658	232.352	235.062	237.787	240.528	243.285	246.057	248.846	251.650	17
18	254.4692	257.304	260.155	263.022	265.905	268.803	271.716	274.646	277.591	280.552	18
19	283.5292	286.521	289.529	292.553	295.593	298.648	301.719	304.805	307.908	311.026	19
20	314.1603	317.309	320.474	323.655	326.852	330.064	333.292	336.536	339.795	343.070	20
21	346.3613	349.667	352.990	356.328	359.681	363.051	366.436	369.837	373.253	376.685	21
22	380.1333	383.597	387.076	390.571	394.083	397.608	401.150	404.708	408.282	411.871	22
23	415.4764	419.097	422.733	426.385	430.053	433.737	437.436	441.151	444.881	448.628	23
24	452.3904	456.168	459.961	463.770	467.595	471.436	475.292	479.164	483.052	486.955	24
25	490.8754	494.809	498.760	502.726	506.708	510.706	514.719	518.748	522.793	526.854	25
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	

圖之面積表 (續二)

直徑	面									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
26	530.930	535.022	539.129	543.253	547.392	551.547	555.717	559.903	564.105	568.323	26
27	572.556	576.805	581.070	585.350	589.646	593.958	598.286	602.629	606.988	611.363	27
28	615.753	620.159	624.581	629.019	633.472	637.941	642.425	646.926	651.442	655.973	28
29	660.521	665.084	669.663	674.258	678.868	683.494	688.136	692.793	697.466	702.155	29
30	706.860	711.580	716.316	721.067	725.835	730.618	735.417	740.231	745.061	749.907	30
31	754.769	759.646	764.539	769.448	774.372	779.313	784.268	789.240	794.227	799.230	31
32	804.249	809.284	814.334	819.399	824.481	829.578	834.691	839.820	844.964	850.124	32
33	855.300	860.492	865.699	870.922	876.160	881.415	886.685	891.970	897.272	902.589	33
34	907.922	913.270	918.635	924.011	929.410	934.822	940.249	945.692	951.150	956.625	34
35	962.115	967.620	973.142	978.679	984.231	989.800	995.384	1000.981	1005.601	1012.23	35
36	1017.87	1023.54	1029.21	1034.91	1040.62	1046.34	1052.09	1057.84	1063.62	1069.40	36
37	1075.21	1081.03	1086.86	1092.71	1098.58	1104.46	1110.36	1116.28	1122.21	1128.15	37
38	1134.11	1140.09	1146.08	1152.09	1158.11	1164.15	1170.21	1176.28	1182.37	1188.47	38
39	1194.59	1200.72	1206.87	1213.04	1219.22	1225.42	1231.63	1237.86	1244.10	1250.36	39
40	1256.64	1262.93	1269.23	1275.56	1281.89	1288.25	1294.62	1301.00	1307.40	1313.82	40

圓之面積表 (續三)

直徑	面 積									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
41	1320.25	1326.70	1333.16	1339.64	1346.14	1352.65	1359.18	1365.72	1372.28	1378.85	41
42	1365.44	1392.05	1398.67	1405.30	1411.96	1418.62	1425.31	1432.01	1438.72	1445.45	42
43	1452.20	1458.96	1465.74	1472.53	1479.34	1486.17	1493.01	1499.87	1506.74	1513.62	43
44	1520.53	1527.45	1534.38	1541.33	1548.30	1555.28	1562.28	1569.29	1576.32	1583.37	44
45	1590.43	1597.51	1604.60	1611.71	1618.83	1625.97	1633.12	1640.30	1647.48	1654.68	45
46	1661.90	1669.13	1676.38	1683.65	1690.93	1698.23	1705.54	1712.87	1720.21	1727.57	46
47	1734.94	1742.33	1749.74	1757.16	1764.60	1772.05	1779.52	1787.01	1794.51	1802.02	47
48	1809.56	1817.10	1824.67	1832.25	1839.84	1847.45	1855.08	1862.72	1870.38	1878.05	48
49	1885.74	1893.45	1901.17	1908.90	1916.65	1924.42	1932.21	1940.00	1947.82	1955.65	49
50	1963.50	1971.36	1979.23	1987.13	1995.04	2002.96	2010.90	2018.86	2026.83	2034.82	50
51	2042.82	2050.84	2058.87	2066.92	2074.99	2083.07	2091.17	2099.28	2107.41	2115.56	51
52	2123.72	2131.89	2140.08	2148.29	2156.51	2164.75	2173.01	2181.28	2189.56	2197.87	52
53	2206.18	2214.52	2222.87	2231.23	2239.61	2248.01	2256.42	2264.85	2273.29	2281.75	53
54	2290.22	2299.87	2307.11	2315.74	2324.38	2333.03	2341.70	2349.98	2358.58	2367.20	54
55	2375.83	2384.48	2393.14	2401.82	2410.51	2419.22	2427.95	2436.69	2445.45	2454.22	55
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	

圓之面積表 (續四)

直徑	面 積									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
56	2463.01	2471.81	2480.63	2489.47	2498.32	2507.19	2516.07	2524.97	2533.88	2542.81	56
57	2551.76	2560.72	2569.70	2578.69	2587.70	2596.72	2605.76	2614.12	2623.89	2632.98	57
58	2642.08	2651.20	2660.33	2669.48	2678.65	2687.83	2697.03	2706.24	2715.47	2724.71	58
59	2733.97	2743.25	2752.54	2761.85	2771.17	2780.51	2789.86	2799.23	2808.62	2818.02	59
60	2827.44	2836.87	2846.32	2855.78	2865.26	2874.76	2884.26	2893.79	2903.34	2912.89	60
61	2922.47	2932.06	2941.66	2951.28	2960.92	2970.57	2980.24	2989.93	2999.63	3009.34	61
62	3019.07	3028.83	3038.58	3048.36	3058.15	3067.96	3077.79	3087.63	3097.49	3107.36	62
63	3117.25	3127.15	3137.07	3147.01	3156.96	3166.92	3176.91	3186.90	3196.92	3206.95	63
64	3216.99	3227.05	3237.13	3247.22	3257.33	3267.46	3277.59	3287.75	3297.92	3308.11	64
65	3318.31	3328.53	3338.76	3349.01	3359.28	3369.56	3379.85	3390.17	3400.49	3410.84	65
66	3421.20	3431.57	3441.96	3452.37	3462.79	3473.23	3483.68	3494.16	3504.64	3515.14	66
67	3525.66	3536.19	3546.74	3557.30	3567.88	3578.47	3589.08	3599.71	3610.35	3621.01	67
68	3631.68	3642.37	3653.08	3663.80	3674.54	3685.29	3696.06	3706.84	3717.64	3728.45	68
69	3739.28	3750.13	3760.99	3771.87	3782.76	3793.67	3804.60	3815.54	3826.50	3837.47	69
70	3848.46	3859.46	3870.48	3881.51	3892.56	3903.63	3914.71	3925.81	3936.92	3948.05	70
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	

圓之面積表 (續五)

直徑	面 積									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
71	3959.20	3970.36	3981.53	3992.73	4003.93	4015.16	4026.40	4037.65	4048.92	4060.21	71
72	4071.51	4082.83	4094.16	4105.51	4116.87	4128.25	4139.65	4151.06	4162.49	4173.93	72
73	4185.39	4196.87	4208.36	4219.86	4231.38	4242.92	4254.48	4266.04	4277.63	4289.23	73
74	4300.85	4312.48	4324.12	4335.79	4347.47	4359.16	4370.87	4382.60	4394.34	4406.10	74
75	4417.87	4429.66	4441.46	4453.28	4465.12	4476.97	4488.84	4500.72	4512.62	4524.54	75
76	4536.47	4548.41	4560.37	4572.35	4584.35	4596.35	4608.38	4620.42	4632.47	4644.54	76
77	4656.63	4668.73	4680.85	4692.99	4705.14	4717.30	4729.49	4741.68	4753.96	4766.12	77
78	4778.37	4790.63	4802.90	4815.20	4827.50	4839.83	4852.16	4864.52	4876.89	4889.27	78
79	4901.68	4914.09	4926.53	4938.98	4951.44	4963.92	4976.42	4988.93	5001.45	5014.00	79
80	5026.56	5039.13	5051.72	5064.32	5076.95	5089.58	5102.24	5114.90	5127.59	5140.29	80
81	5153.00	5165.74	5178.48	5191.25	5204.02	5216.82	5229.63	5242.45	5255.29	5268.15	81
82	5281.02	5293.91	5306.82	5319.74	5332.67	5345.62	5358.58	5371.57	5384.57	5397.59	82
83	5410.62	5423.66	5436.72	5449.89	5462.89	5476.00	5489.12	5502.26	5515.42	5528.59	83
84	5541.78	5554.98	5568.20	5581.43	5594.68	5607.95	5621.23	5634.53	5647.84	5661.17	84
85	5674.51	5687.87	5701.25	5714.64	5728.04	5741.47	5754.90	5768.36	5781.83	5795.31	85
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	

實用力程法

圓之面積表 (續六)

直徑	面									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
86	5806.81	5822.33	5835.86	5849.41	5862.97	5876.55	5890.15	5903.76	5917.39	5931.03	86
87	5944.69	5958.36	5972.03	5985.76	5999.48	6013.21	6026.97	6040.73	6054.52	6068.32	87
88	6082.13	6095.96	6109.81	6123.67	6137.55	6151.44	6165.35	6179.28	6193.22	6207.18	88
89	6221.15	6235.14	6249.14	6263.16	6277.19	6291.20	6305.31	6319.39	6333.49	6347.61	89
90	6361.74	6375.88	6390.04	6404.22	6418.41	6432.62	6446.84	6461.08	6475.34	6489.61	90
91	6503.89	6518.19	6532.51	6546.85	6561.20	6575.56	6589.94	6604.34	6618.75	6633.18	91
92	6647.62	6662.08	6676.55	6691.05	6705.55	6720.07	6734.61	6749.16	6763.73	6778.32	92
93	6792.92	6807.54	6822.17	6836.82	6851.48	6866.16	6880.85	6895.56	6910.29	6925.03	93
94	6939.79	6954.56	6969.35	6984.16	6998.98	7013.81	7028.67	7043.53	7058.42	7073.32	94
95	7088.23	7103.16	7118.11	7133.07	7148.05	7163.04	7178.05	7193.07	7208.11	7223.17	95
96	7238.24	7253.33	7268.43	7283.55	7298.69	7313.84	7329.00	7344.18	7359.38	7374.59	96
97	7389.82	7405.07	7420.32	7435.60	7450.90	7466.20	7481.53	7496.87	7512.22	7527.59	97
98	7542.98	7558.38	7573.80	7589.23	7604.68	7620.14	7635.62	7651.19	7666.63	7682.16	98
99	7697.70	7713.26	7728.83	7744.42	7760.03	7775.65	7791.29	7806.94	7822.61	7838.29	99
100	7854.00	7869.71	7885.44	7901.19	7916.95	7932.73	7948.53	7964.34	7980.16	7996.00	100
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	

§ 336. 圓之面積表

(由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋至 99 吋止)

直徑	面積								直徑
	.0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	
0	.0	.0122	.0490	.1104	.1963	.3068	.4417	.6013	0
1	.7854	.9940	1.2271	1.4841	1.7672	2.0732	2.4052	2.7611	1
2	3.1423	3.5463	3.9764	4.4304	4.9085	5.4115	5.9396	6.4912	2
3	7.0697	7.6698	8.2958	8.9469	9.6210	10.3211	11.0411	11.7934	3
4	12.5713	13.3614	14.1815	15.0315	15.9016	16.8017	17.7218	18.6619	4
5	19.6420	20.6221	21.6422	22.6923	23.7524	24.8525	25.9626	27.1027	5
6	28.2729	29.4630	30.6731	31.9132	33.1833	34.4734	35.7835	37.1236	6
7	38.4839	39.8740	41.2841	42.7142	44.1743	45.6644	47.1745	48.7046	7
8	50.2751	51.8452	53.4553	55.0854	56.7455	58.4256	60.1357	61.8658	8
9	63.6265	65.3966	67.2067	69.0268	70.8869	72.7570	74.6671	76.5872	9
10	78.5480	80.5181	82.5182	84.5483	86.5984	88.6685	90.7686	92.8887	10
11	95.0397	97.2098	99.4099	101.6100	103.8101	106.1102	108.4103	110.7104	11
12	113.1115	115.4116	117.8117	120.2118	122.7119	125.1120	127.6121	130.1122	12
13	132.7135	135.3136	137.8138	140.5139	143.1140	145.8141	148.4142	151.2143	13
14	153.9156	156.6157	159.4159	162.2160	165.1161	167.9162	170.8163	173.7164	14
15	176.7179	179.6180	182.6181	185.6182	188.6183	191.7184	194.8185	197.9186	15
16	201.1204	204.2205	207.3208	210.5211	213.8214	217.0216	220.3218	223.6220	16
17	227.0230	233.7234	237.1238	240.5241	243.9244	247.4247	250.9250	254.4253	17
18	254.4258	261.5264	265.1268	268.8272	272.4276	276.1279	279.8283	283.5287	18
19	283.5287	291.0294	294.8298	298.6302	302.4306	306.3310	310.2314	314.1318	19
20	314.1318	322.0325	325.0329	330.0334	334.1338	338.1342	342.2346	346.3350	20
21	346.4350	354.6358	358.8363	363.0367	367.2371	371.5375	375.8379	380.1383	21
22	380.1384	388.8393	393.2397	397.6402	402.0406	406.4410	410.9414	415.3418	22
23	415.5420	424.5429	429.1433	433.7438	438.3443	443.0447	447.6451	452.2456	23
24	452.4457	461.8466	471.4476	476.2481	481.1485	485.9490	490.7494	495.5499	24
25	490.9495	500.7505	505.7510	510.7515	515.7520	520.7525	525.8530	530.8535	25

圓之面積表(續一)

由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋至 99 吋止

直徑	面積							
	.0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
26	530.9	536.0	541.1	546.3	551.5	556.7	562.0	567.2
27	572.6	577.8	583.2	588.5	593.9	599.3	604.8	610.2
28	615.8	621.2	626.7	632.3	637.9	643.5	649.1	654.8
29	660.5	666.2	671.9	677.7	683.4	689.2	695.1	700.9
30	706.9	712.7	718.6	724.6	730.6	736.6	742.6	748.6
31	754.8	760.9	767.0	773.1	779.3	785.5	791.7	798.0
32	804.2	810.5	816.9	823.2	829.6	836.0	842.4	848.8
33	855.3	861.8	868.3	874.8	881.4	888.0	894.6	901.3
34	907.9	914.6	921.3	928.1	934.8	941.6	948.4	955.3
35	962.1	969.0	975.9	982.8	989.8	996.8	1003.8	1010.8
36	1017.9	1025.0	1032.1	1039.2	1046.4	1053.5	1060.7	1068.0
37	1075.2	1082.5	1089.8	1097.1	1104.5	1111.8	1119.2	1126.7
38	1134.1	1141.6	1149.1	1156.6	1164.2	1171.7	1179.3	1186.9
39	1194.6	1202.3	1210.0	1217.7	1225.4	1233.2	1241.0	1248.8
40	1256.6	1264.5	1272.4	1280.3	1288.3	1296.2	1304.2	1312.2
41	1320.3	1328.3	1336.4	1344.5	1352.7	1360.8	1369.0	1377.2
42	1385.4	1393.7	1402.0	1410.3	1418.6	1427.0	1435.4	1443.8
43	1452.2	1460.7	1469.1	1477.6	1486.2	1494.7	1503.3	1511.9
44	1520.5	1529.2	1537.9	1546.6	1555.3	1564.0	1572.8	1581.6
45	1590.4	1599.3	1608.2	1617.0	1626.0	1634.9	1643.9	1652.9
46	1661.9	1671.0	1680.0	1689.1	1698.2	1707.4	1716.5	1725.7
47	1734.9	1744.2	1753.5	1762.7	1772.1	1781.4	1790.8	1800.1
48	1809.6	1819.0	1828.5	1837.9	1847.5	1857.0	1866.6	1876.1
49	1885.7	1895.4	1905.0	1914.7	1925.4	1934.2	1943.9	1953.7
50	1963.5	1973.3	1983.2	1993.1	2003.0	2012.9	2022.8	2032.8

圓之面積表 (續二)

由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋至 99 吋止

直 徑	面 積							
	.0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
51	2042.8	2052.9	2062.9	2073.0	2083.1	2093.2	2103.4	2113.5
52	2123.7	2133.9	2144.2	2154.5	2164.8	2175.1	2185.4	2195.8
53	2206.2	2216.6	2227.1	2237.5	2248.0	2258.5	2269.1	2279.6
54	2290.2	2300.8	2311.5	2322.1	2332.8	2343.5	2354.3	2365.0
55	2375.8	2386.6	2397.5	2408.3	2419.2	2430.2	2441.1	2452.0
56	2463.0	2474.0	2485.1	2496.1	2507.2	2518.3	2529.4	2540.6
57	2551.8	2563.0	2574.2	2585.5	2596.7	2608.0	2619.4	2630.7
58	2642.1	2653.5	2664.9	2676.4	2687.8	2699.3	2710.9	2722.4
59	2734.0	2745.6	2757.2	2768.8	2780.5	2792.2	2803.9	2815.7
60	2827.4	2839.2	2851.1	2862.9	2874.8	2886.7	2898.6	2910.5
61	2922.5	2934.5	2946.5	2958.5	2970.6	2982.7	2994.8	3006.9
62	3019.1	3031.3	3043.5	3055.7	3068.0	3080.3	3092.6	3104.9
63	3117.3	3129.6	3142.0	3154.5	3166.9	3179.4	3191.9	3204.4
64	3217.0	3229.6	3242.2	3254.8	3267.5	3280.1	3292.8	3305.6
65	3318.3	3331.1	3343.9	3356.7	3369.6	3382.4	3395.3	3408.3
66	3421.2	3434.2	3447.2	3460.2	3473.2	3486.3	3499.4	3512.5
67	3525.7	3538.8	3552.0	3565.2	3578.5	3591.7	3605.0	3618.4
68	3631.7	3645.1	3658.4	3671.9	3685.3	3698.8	3712.2	3725.8
69	3739.3	3752.8	3766.4	3780.0	3793.7	3807.3	3821.0	3834.7
70	3848.5	3862.2	3876.0	3889.8	3903.6	3917.5	3931.4	3945.3
71	3959.2	3973.2	3987.1	4001.1	4015.2	4029.2	4043.3	4057.4
72	4071.5	4085.7	4099.8	4114.0	4128.3	4142.5	4156.8	4171.1
73	4185.4	4199.7	4214.1	4228.5	4242.9	4257.4	4271.8	4286.3
74	4300.9	4315.4	4330.0	4344.6	4359.2	4373.8	4388.5	4403.2
75	4417.9	4432.6	4447.4	4462.2	4477.0	4491.8	4506.7	4521.6

圓之面積表 (續三)

由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋至 99 吋止

直徑	面積							
	.0	$\cdot\frac{1}{8}$	$\cdot\frac{1}{4}$	$\cdot\frac{3}{8}$	$\cdot\frac{1}{2}$	$\cdot\frac{5}{8}$	$\cdot\frac{3}{4}$	$\cdot\frac{7}{8}$
76	4536.5	4551.4	4566.4	4581.3	4596.4	4611.4	4626.4	4641.5
77	4656.6	4671.8	4686.9	4702.1	4717.3	4732.5	4747.8	4763.1
78	4778.4	4793.7	4809.1	4824.4	4839.8	4855.3	4870.7	4886.2
79	4901.7	4917.2	4932.8	4948.3	4963.9	4979.5	4995.2	5010.9
80	5026.6	5042.3	5058.0	5073.8	5089.6	5105.4	5121.2	5137.1
81	5153.0	5168.9	5184.9	5200.8	5216.8	5232.8	5248.9	5264.9
82	5281.0	5297.1	5313.3	5329.4	5345.6	5361.8	5378.1	5394.3
83	5410.6	5426.9	5443.3	5459.6	5476.0	5492.4	5508.8	5525.3
84	5541.8	5558.3	5574.8	5591.4	5608.0	5624.6	5641.2	5657.8
85	5674.5	5691.2	5707.9	5724.7	5741.5	5758.3	5775.1	5791.9
86	5808.8	5825.7	5842.6	5859.6	5876.6	5893.6	5910.6	5927.6
87	5944.7	5961.8	5978.9	5996.1	6013.2	6030.4	6047.6	6064.9
88	6082.1	6099.4	6116.7	6134.1	6151.4	6169.8	6186.3	6203.7
89	6221.2	6238.6	6256.2	6273.7	6291.3	6308.8	6326.4	6344.1
90	6361.7	6379.4	6397.1	6414.9	6432.6	6450.4	6468.2	6486.0
91	6503.9	6521.8	6539.7	6557.6	6575.6	6593.5	6611.5	6629.6
92	6647.6	6665.7	6683.8	6701.9	6720.1	6738.3	6756.5	6774.7
93	6792.9	6811.2	6829.5	6847.8	6866.2	6884.5	6902.9	6921.3
94	6939.8	6958.3	6976.8	6995.3	7013.8	7032.4	7051.0	7069.6
95	7088.2	7106.9	7125.6	7144.3	7163.0	7181.8	7200.6	7219.4
96	7238.2	7257.1	7276.0	7294.9	7313.8	7332.8	7351.8	7370.8
97	7389.8	7408.9	7428.0	7447.1	7466.2	7485.4	7504.5	7523.8
98	7543.0	7562.2	7581.5	7600.8	7620.1	7639.5	7658.9	7678.3
99	7697.7	7717.2	7736.6	7756.1	7775.7	7795.2	7814.8	7834.4

§ 337. 圓之面積表

(由直徑 1 吋起至 1 吋止)

直徑 吋	面積 方吋	直徑 吋	面積 方吋	直徑 吋	面積 方吋	直徑 吋	面積 方吋
$\frac{1}{16}$	.00077	$\frac{2}{16}$	.0621	$\frac{17}{16}$	.2217	$\frac{28}{16}$	.4794
$\frac{1}{8}$	.00307	$\frac{3}{16}$	.0767	$\frac{18}{16}$	.2485	$\frac{13}{8}$	.5185
$\frac{3}{16}$	.00690	$\frac{4}{16}$	.0928	$\frac{19}{16}$	.2769	$\frac{27}{8}$	.5591
$\frac{1}{4}$	.01227	$\frac{5}{16}$	.1104	$\frac{20}{16}$	.3068	$\frac{7}{4}$	.6013
$\frac{5}{16}$	.01917	$\frac{6}{16}$	.1296	$\frac{21}{16}$	.3382	$\frac{29}{8}$	.6450
$\frac{3}{8}$	.02761	$\frac{7}{16}$	.1503	$\frac{11}{8}$	.3712	$\frac{15}{8}$	.6903
$\frac{7}{16}$	.03760	$\frac{8}{16}$	.1726	$\frac{22}{16}$	.4057	$\frac{31}{8}$	.7371
$\frac{1}{2}$	.04909	$\frac{9}{16}$	.1963	$\frac{23}{16}$	.4418	1	.7854

圓弧度量

§ 338. 圓弧長度表(以角計量)

半徑 = 1.00

角之度數					
o	弧 長	o	弧 長	o	弧 長
1	.0174533	31	.5410521	61	1.0646508
2	.0349066	32	.5585054	62	1.0821041
3	.0523599	33	.5759587	63	1.0995574
4	.0698132	34	.5934119	64	1.1170107
5	.0872665	35	.6108652	65	1.1344640
6	.1047198	36	.6283185	66	1.1519173
7	.1221730	37	.6457718	67	1.1693706
8	.1396263	38	.6632251	68	1.1868239
9	.1570796	39	.6806784	69	1.2042772
10	.1745329	40	.6981317	70	1.2217305
11	.1919862	41	.7155850	71	1.2391828
12	.2094395	42	.7330383	72	1.2566371
13	.2268928	43	.7504916	73	1.2740904
14	.2443461	44	.7679449	74	1.2915436
15	.2617994	45	.7853982	75	1.3089969
16	.2792527	46	.8028515	76	1.3264502
17	.2967060	47	.8203047	77	1.3439035
18	.3141593	48	.8377580	78	1.3613568
19	.3316126	49	.8552113	79	1.3788101
20	.3490659	50	.8726646	80	1.3962634
21	.3665191	51	.8901179	81	1.4137167
22	.3839724	52	.9075712	82	1.4311700
23	.4014257	53	.9250245	83	1.4486233
24	.4188790	54	.9424778	84	1.4660766
25	.4363323	55	.9599311	85	1.4835299
26	.4537856	56	.9773844	86	1.5009832
27	.4712389	57	.9948377	87	1.5184364
28	.4886922	58	1.0122910	88	1.5358897
29	.5061455	59	1.0297443	89	1.5533430
30	.5235988	60	1.0471976	90	1.5707963

圓弧長度表 (續上表)

分 數 (度)				秒 數 (度)							
'	.00	'	.0	'	.0	"	.000	"	.000	"	.000
1	02909	21	061087	41	119264	1	0048	21	1018	41	1988
2	05818	22	063995	42	122173	2	0047	22	1067	42	2036
3	08727	23	066904	43	125082	3	0145	23	1115	43	2085
4	11636	24	069813	44	127991	4	0194	24	1164	44	2133
5	14544	25	072722	45	130900	5	0242	25	1212	45	2182
6	17453	26	075631	46	133809	6	0291	26	1261	46	2230
7	20362	27	078540	47	136717	7	0339	27	1309	47	2279
8	23271	28	081449	48	139626	8	0388	28	1357	48	2327
9	26180	29	084358	49	142535	9	0436	29	1406	49	2376
10	29089	30	087266	50	145444	10	0485	30	1454	50	2424
11	31998	31	090175	51	148353	11	0533	31	1503	51	2473
12	34907	32	093084	52	151262	12	0582	32	1551	52	2521
13	37815	33	095993	53	154171	13	0630	33	1599	53	2570
14	40724	34	098902	54	157080	14	0679	34	1648	54	2618
15	43633	35	101811	55	159989	15	0727	35	1697	55	2666
16	46542	36	104720	56	162897	16	0776	36	1745	56	2715
17	49451	37	107629	57	165806	17	0824	37	1794	57	2763
18	52360	38	110538	58	168715	18	0873	38	1842	58	2812
19	55269	39	113446	59	171624	19	0921	39	1891	59	2860
20	58178	40	116355	60	174533	20	0970	40	1939	60	2909

§ 339. 平常弧線長度算式

L = 弧線長度,

C = 弧之底弦,

c = 半弧之底弦,

$L = \frac{1}{3}(8c - C)$.

正矢	0	.01*	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
弦	.000	.000	.00	.00	.00	.00	.0	.0	.0	.0
0	0	267	11	24	43	67	096	130	170	215
.001	003	323	12	26	45	69	099	134	174	219
.002	011	384	13	27	47	72	102	138	178	224
.003	024	451	14	29	49	75	106	142	183	229
.004	043	523	15	31	52	78	109	145	187	234
.005	067	600	17	33	54	80	112	149	192	239
.006	096	683	18	35	56	83	116	153	196	244
.007	131	771	19	36	59	86	119	157	201	249
.008	171	864	21	38	61	89	123	161	205	254
.009	216	963	22	41	64	93	126	166	210	259

§ 340. 圓弧長度表 (以正矢弦計)

弦與弧之區別表,弦乃 = 1.00。如欲求得任何弧之長度,以弦分除正矢,見表內之區別數 Z 之答案,則弧之長度 = 弦 $\times (1 + Z)$ 。

第六章 衡量與體積數

正 矢 弦										
	.000	.001	.002	.003	.004	.005	.006	.007	.008	.009
.100	Z .0265	Z .0270	Z .0275	Z .0281	Z .0286	Z .0291	Z .0297	Z .0303	Z .0308	Z .0314
.110	.0320	.0325	.0331	.0337	.0343	.0349	.0355	.0361	.0367	.0373
.120	.0380	.0386	.0392	.0399	.0405	.0412	.0418	.0425	.0431	.0438
.130	.0445	.0451	.0458	.0465	.0472	.0479	.0486	.0493	.0500	.0507
.140	.0515	.0522	.0530	.0537	.0544	.0552	.0559	.0567	.0574	.0582
.150	.0590	.0597	.0605	.0613	.0621	.0629	.0637	.0645	.0653	.0661
.160	.0669	.0677	.0686	.0694	.0702	.0711	.0719	.0728	.0736	.0745
.170	.0754	.0762	.0771	.0780	.0789	.0798	.0807	.0816	.0825	.0834
.180	.0843	.0852	.0861	.0870	.0880	.0889	.0898	.0908	.0917	.0927
.190	.0936	.0946	.0956	.0965	.0975	.0985	.0995	.1005	.1015	.1025
.200	.1035	.1045	.1055	.1065	.1075	.1085	.1096	.1106	.1116	.1127
.210	.1137	.1148	.1158	.1169	.1180	.1190	.1201	.1212	.1222	.1233
.220	.1244	.1255	.1266	.1277	.1288	.1300	.1311	.1322	.1333	.1344
.230	.1356	.1367	.1379	.1390	.1402	.1414	.1425	.1436	.1448	.1460
.240	.1471	.1483	.1495	.1507	.1519	.1531	.1543	.1555	.1567	.1579
.250	.1591	.1603	.1616	.1628	.1640	.1653	.1665	.1677	.1690	.1702
.260	.1715	.1727	.1740	.1753	.1765	.1778	.1791	.1904	.1816	.1829
.270	.1843	.1856	.1869	.1882	.1895	.1908	.1921	.1934	.1948	.1961
.280	.1974	.1988	.2001	.2015	.2028	.2042	.2056	.2070	.2083	.2097
.290	.2111	.2124	.2138	.2152	.2166	.2179	.2193	.2206	.2220	.2235
.300	.2249	.2263	.2278	.2292	.2306	.2320	.2335	.2349	.2364	.2378

§ 341. 圓周長度表

(由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋起至 99 吋止)

直 徑	圓 周 長								直 徑
	.0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	.7	
0	.0	.3927	.7854	1.178	1.570	1.953	2.356	2.748	0
1	3.141	3.534	3.927	4.319	4.712	5.105	5.497	5.890	1
2	6.283	6.675	7.068	7.461	7.854	8.246	8.639	9.032	2
3	9.424	9.817	10.21	10.60	10.99	11.38	11.78	12.17	3
4	12.56	12.95	13.35	13.74	14.13	14.52	14.92	15.31	4
5	15.70	16.10	16.49	16.88	17.27	17.67	18.06	18.45	5
6	18.84	19.24	19.63	20.02	20.42	20.81	21.20	21.59	6
7	21.99	22.38	22.77	23.16	23.56	23.95	24.34	24.74	7
8	25.13	25.52	25.91	26.31	26.70	27.09	27.48	27.88	8
9	28.27	28.66	29.05	29.45	29.84	30.23	30.63	31.02	9
10	31.41	31.80	32.20	32.59	32.98	33.37	33.77	34.16	10
11	34.55	34.95	35.34	35.73	36.12	36.52	36.91	37.30	11
12	37.69	38.09	38.48	38.87	39.27	39.66	40.05	40.44	12
13	40.84	41.23	41.62	42.01	42.41	42.80	43.19	43.58	13
14	43.98	44.37	44.76	45.16	45.55	45.94	46.33	46.73	14
15	47.12	47.51	47.90	48.30	48.69	49.08	49.48	49.87	15
16	50.26	50.65	51.05	51.44	51.83	52.22	52.62	53.01	16
17	53.40	53.79	54.19	54.58	54.97	55.37	55.76	56.15	17
18	56.54	56.94	57.33	57.72	58.11	58.51	58.90	59.29	18
19	59.69	60.08	60.47	60.86	61.26	61.65	62.04	62.43	19
20	62.83	63.22	63.61	64.01	64.40	64.79	65.18	65.58	20
21	65.97	66.36	66.75	67.15	67.54	67.93	68.32	68.72	21
22	69.11	69.50	69.90	70.29	70.68	71.07	71.47	71.86	22
23	72.25	72.64	73.04	73.43	73.82	74.22	74.61	75.00	23
24	75.39	75.79	76.18	76.57	76.96	77.36	77.75	78.14	24
25	78.54	78.93	79.32	79.71	80.10	80.50	80.89	81.28	25

圓周長度表(續一)

由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋起至 99 吋止

直徑	圓 周 長							直徑	
	.0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$		
26	81.68	82.07	82.46	82.85	83.25	83.64	84.03	84.43	26
27	84.82	85.21	85.60	86.00	86.39	86.78	87.17	87.57	27
28	87.96	88.35	88.75	89.14	89.53	89.92	90.32	90.71	28
29	91.10	91.49	91.89	92.28	92.67	93.06	93.46	93.85	29
30	94.24	94.64	95.03	95.42	95.81	96.21	96.60	96.99	30
31	97.4	97.8	98.2	98.6	99.0	99.4	99.7	100.1	31
32	100.5	100.9	101.3	101.7	102.1	102.5	102.9	103.3	32
33	103.7	104.1	104.5	104.9	105.2	105.6	106.0	106.4	33
34	106.8	107.2	107.6	108.0	108.4	108.8	109.2	109.6	34
35	110.0	110.3	110.7	111.1	111.5	111.9	112.3	112.7	35
36	113.1	113.5	113.9	114.3	114.7	115.1	115.5	115.8	36
37	116.2	116.6	117.0	117.4	117.8	118.2	118.6	119.0	37
38	119.4	119.8	120.2	120.6	121.0	121.3	121.7	122.1	38
39	122.5	122.9	123.3	123.7	124.1	124.5	124.9	125.3	39
40	125.7	126.1	126.4	126.8	127.2	127.6	128.0	128.4	40
41	128.8	129.2	129.6	130.0	130.4	130.8	131.2	131.6	41
42	131.9	132.3	132.7	133.1	133.5	133.9	134.3	134.7	42
43	135.1	135.5	135.9	136.3	136.7	137.1	137.4	137.8	43
44	138.2	138.6	139.0	139.4	139.8	140.2	140.6	141.0	44
45	141.4	141.8	142.2	142.6	142.9	143.3	143.7	144.1	45
46	144.5	144.9	145.3	145.7	146.1	146.5	146.9	147.3	46
47	147.7	148.0	148.4	148.8	149.2	149.6	150.0	150.4	47
48	150.8	151.2	151.6	152.0	152.4	152.8	153.2	153.5	48
49	153.9	154.3	154.7	155.1	155.5	155.9	156.3	156.7	49
50	157.1	157.5	157.9	158.3	158.7	159.0	159.4	159.8	50

圓周長度表 (續二)

由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋起至 99 吋止

直徑	周 圓 長								直徑
	.0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	
51	160.2	160.6	161.0	161.4	161.8	162.2	162.6	163.0	51
52	163.4	163.8	164.1	164.5	164.9	165.3	165.7	166.1	52
53	166.5	166.9	167.3	167.7	168.1	168.5	168.9	169.3	53
54	169.6	170.0	170.4	170.8	171.2	171.6	172.0	172.4	54
55	172.8	173.2	173.6	174.0	174.4	174.8	175.1	175.5	55
56	175.9	176.3	176.7	177.1	177.5	177.9	178.3	178.7	56
57	179.1	179.5	179.9	180.2	180.6	181.0	181.4	181.8	57
58	182.2	182.6	183.0	183.4	183.8	184.2	184.6	185.0	58
59	185.4	185.7	186.1	186.5	186.9	187.3	187.7	188.1	59
60	188.5	188.9	189.3	189.7	190.1	190.5	190.9	191.2	60
61	191.6	192.0	192.4	192.8	193.2	193.6	194.0	194.4	61
62	194.8	195.2	195.6	196.0	196.4	196.7	197.1	197.5	62
63	197.9	198.3	198.7	199.1	199.5	199.9	200.3	200.7	63
64	201.1	201.5	201.8	202.2	202.6	203.0	203.4	203.8	64
65	204.2	204.6	205.0	205.4	205.8	206.2	206.6	207.0	65
66	207.3	207.7	208.1	208.5	208.9	209.3	209.7	210.1	66
67	210.5	210.9	211.3	211.7	212.1	212.5	212.8	213.2	67
68	213.6	214.0	214.4	214.8	215.2	215.6	216.0	216.4	68
69	216.8	217.2	217.6	217.9	218.3	218.7	219.1	219.5	69
70	219.9	220.3	220.7	221.1	221.5	221.9	222.3	222.7	70
71	223.1	223.4	223.8	224.2	224.6	225.0	225.4	225.8	71
72	226.2	226.6	227.0	227.4	227.8	228.2	228.6	228.9	72
73	229.3	229.7	230.1	230.5	230.9	231.3	231.7	232.1	73
74	232.5	232.9	233.3	233.7	234.0	234.4	234.8	235.2	74
75	235.6	236.0	236.4	236.8	237.2	237.6	238.0	238.4	75

圓周長度表 (續三)

由直徑 $\frac{1}{8}$ 吋起至 99 吋止

直徑	圓 周 長								直徑
	.0	$\cdot\frac{1}{8}$	$\cdot\frac{1}{4}$	$\cdot\frac{3}{8}$	$\cdot\frac{1}{2}$	$\cdot\frac{5}{8}$	$\cdot\frac{3}{4}$	$\cdot\frac{7}{8}$	
76	238.8	239.2	239.5	239.9	240.3	240.7	241.1	241.5	76
77	241.9	242.3	242.7	243.1	243.5	243.9	244.3	244.7	77
78	245.0	245.4	245.8	246.2	246.6	247.0	247.4	247.8	78
79	248.2	248.6	249.0	249.4	249.8	250.1	250.5	250.9	79
80	251.3	251.7	252.1	252.5	252.9	253.3	253.7	254.1	80
81	254.5	254.9	255.3	255.6	256.0	256.4	256.8	257.2	81
82	257.6	258.0	258.4	258.8	259.2	259.6	260.0	260.4	82
83	260.8	261.1	261.5	261.9	262.3	262.7	263.1	263.5	83
84	263.9	264.3	264.7	265.1	265.5	265.9	266.3	266.6	84
85	267.0	267.4	267.8	268.2	268.6	269.0	269.4	269.8	85
86	270.2	270.6	271.0	271.4	271.7	272.1	272.5	272.9	86
87	273.3	273.7	274.1	274.5	274.9	275.3	275.7	276.1	87
88	276.5	276.9	277.2	277.6	278.0	278.4	278.8	279.2	88
89	279.6	280.0	280.4	280.8	281.2	281.6	282.0	282.4	89
90	282.7	283.1	283.5	283.9	284.3	284.7	285.1	285.5	90
91	285.9	286.3	286.7	287.1	287.5	287.8	288.2	288.6	91
92	289.0	289.4	289.8	290.2	290.6	291.0	291.4	291.8	92
93	292.2	292.6	293.0	293.3	293.7	294.1	294.5	294.9	93
94	295.3	295.7	296.1	296.5	296.9	297.3	297.7	298.1	94
95	298.5	298.8	299.2	299.6	300.0	300.4	300.8	301.2	95
96	301.6	302.0	302.4	302.8	303.2	303.6	303.9	304.3	96
97	304.7	305.1	305.5	305.9	306.3	306.7	307.1	307.5	97
98	307.9	308.3	308.7	309.1	309.4	309.8	310.2	310.6	98
99	311.0	311.4	311.8	312.2	312.6	313.0	313.4	313.8	99

§342. 圓周長度表 (由直徑0.1起至100止)

直徑	圓周長									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
0	.00	.31	.62	.94	1.25	1.57	1.88	2.19	2.51	2.82	0
1	3.14	3.45	3.77	4.08	4.39	4.71	5.02	5.34	5.65	5.96	1
2	6.28	6.59	6.91	7.22	7.53	7.85	8.16	8.48	8.79	9.11	2
3	9.42	9.74	10.05	10.36	10.68	10.99	11.30	11.61	11.93	12.25	3
4	12.56	12.88	13.19	13.50	13.82	14.13	14.45	14.76	15.08	15.39	4
5	15.70	16.02	16.33	16.65	16.96	17.27	17.59	17.90	18.22	18.53	5
6	18.84	19.16	19.47	19.79	20.10	20.42	20.73	21.04	21.36	21.07	6
7	21.99	22.30	22.61	22.93	23.24	23.56	23.87	24.19	24.50	24.81	7
8	25.13	25.44	25.76	26.07	26.38	26.70	27.01	27.33	27.64	27.96	8
9	28.27	28.58	28.90	29.21	29.53	29.84	30.15	30.47	30.78	31.10	9
10	31.41	31.73	32.04	32.35	32.67	32.98	33.30	33.61	33.92	34.24	10
11	34.55	34.87	35.18	35.50	35.81	36.12	36.44	36.75	37.07	37.38	11
12	37.69	38.01	38.32	38.64	38.95	39.27	39.58	39.89	40.12	40.52	12
13	40.84	41.15	41.46	41.78	42.09	42.41	42.72	43.03	43.35	43.66	13
14	43.98	44.29	44.61	44.92	45.23	45.55	45.86	46.18	46.49	46.80	14
15	47.12	47.43	47.75	48.06	48.38	48.69	49.00	49.32	49.63	49.95	15
16	50.26	50.57	50.89	51.20	51.52	51.83	52.15	52.46	52.78	53.09	16
17	53.40	53.72	54.03	54.35	54.65	54.97	55.29	55.60	55.92	56.23	17
18	56.54	56.86	57.17	57.49	57.80	58.11	58.43	58.74	59.06	59.37	18
19	59.69	60.00	60.31	60.63	60.94	61.26	61.57	61.88	62.20	62.51	19
20	62.83	63.14	63.46	63.77	64.08	64.40	64.71	65.03	65.34	65.65	20

圓周長度表 (續一) 由直徑0.1起至100止

直徑	圓周長度									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
21	65.97	66.28	66.60	66.91	67.22	67.54	67.85	68.17	68.48	68.80	21
22	69.11	69.42	69.74	70.05	70.37	70.68	71.00	71.31	71.62	71.94	22
23	72.25	72.57	72.88	73.19	73.51	73.82	74.14	74.45	74.76	75.08	23
24	75.39	75.71	76.02	76.34	76.65	76.96	77.28	77.59	77.91	78.22	24
25	78.54	78.85	79.16	79.48	79.79	80.11	80.42	80.74	81.05	81.36	25
26	81.68	81.99	82.30	82.62	82.93	83.25	83.56	83.88	84.19	84.50	26
27	84.82	85.13	85.45	85.76	86.07	86.39	86.70	87.02	87.33	87.65	27
28	87.96	88.27	88.59	88.90	89.22	89.53	89.84	90.16	90.47	90.79	28
29	91.10	91.42	91.73	92.04	92.36	92.67	92.99	93.30	93.61	93.93	29
30	94.24	94.56	94.87	95.19	95.50	95.81	96.13	96.44	96.76	97.07	30
31	97.38	97.70	98.01	98.33	98.64	98.96	99.27	99.58	99.90	100.2	31
32	100.5	100.8	101.1	101.4	101.7	102.1	102.4	102.7	103.0	103.3	32
33	103.6	103.9	104.3	104.6	104.9	105.2	105.5	105.8	106.1	106.5	33
34	106.8	107.1	107.4	107.7	108.0	108.3	108.6	109.0	109.3	109.6	34
35	109.9	110.2	110.5	110.8	111.2	111.5	111.8	112.1	112.4	112.7	35
36	113.0	113.4	113.7	114.0	114.3	114.6	114.9	115.2	115.6	115.9	36
37	116.2	116.5	116.8	117.1	117.4	117.8	118.1	118.4	118.7	119.0	37
38	119.3	119.6	120.0	120.3	120.6	120.9	121.2	121.5	121.8	122.2	38
39	122.5	122.8	123.1	123.4	123.7	124.0	124.4	124.7	125.0	125.3	39
40	125.6	125.9	126.2	126.6	126.9	127.2	127.5	127.8	128.1	128.4	40

圓周長度表 (續二) 由直徑0.1起至100止

直徑	圓周長									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
41	128.8	129.1	129.4	129.7	130.0	130.3	130.6	131.0	131.3	131.6	41
42	131.9	132.2	132.5	132.8	133.2	133.5	133.8	134.1	134.4	134.7	42
43	135.0	135.4	135.7	136.0	136.3	136.6	136.9	137.2	137.6	137.9	43
44	138.2	138.5	138.8	139.1	139.4	139.8	140.1	140.4	140.7	141.0	44
45	141.3	141.6	142.0	142.3	142.6	142.9	143.2	143.5	143.9	144.2	45
46	144.5	144.8	145.1	145.4	145.7	146.0	146.3	146.7	147.0	147.3	46
47	147.6	147.9	148.2	148.5	148.9	149.2	149.5	149.8	150.1	150.4	47
48	150.7	151.1	151.4	151.7	152.0	152.3	152.6	152.9	153.3	153.6	48
49	153.9	154.2	154.5	154.8	155.1	155.5	155.8	156.1	156.4	156.7	49
50	157.0	157.3	157.7	158.0	158.3	158.6	158.9	159.2	159.5	159.9	50
51	160.2	160.5	160.8	161.1	161.4	161.7	162.1	162.4	162.7	163.0	51
52	163.3	163.6	163.9	164.3	164.6	164.9	165.2	165.5	165.8	166.1	52
53	166.5	166.8	167.1	167.4	167.7	168.0	168.3	168.7	169.0	169.3	53
54	169.6	169.9	170.2	170.5	170.9	171.2	171.5	171.8	172.1	172.4	54
55	172.7	173.1	173.4	173.7	174.0	174.3	174.6	174.9	175.3	175.6	55
56	175.9	176.2	176.5	176.8	177.1	177.5	177.8	178.1	178.4	178.7	56
57	179.0	179.3	179.7	180.0	180.3	180.6	180.9	181.2	181.5	181.9	57
58	182.2	182.5	182.8	183.1	183.4	183.7	184.0	184.4	184.7	185.0	58
59	185.3	185.6	185.9	186.2	186.9	186.9	187.2	187.5	187.8	188.1	59
60	188.4	188.8	189.1	189.4	189.7	190.0	190.3	190.6	191.0	191.3	60

圓周長度表 (續三) 由直徑0.1起至100止

直徑	圓周長度									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
61	191.6	191.9	192.2	192.5	192.8	193.2	193.5	193.8	194.1	194.4	61
62	194.7	195.0	195.4	195.7	196.0	196.3	196.6	196.9	197.2	197.6	62
63	197.9	198.2	198.5	198.8	199.1	199.4	199.8	200.1	200.4	200.7	63
64	201.0	201.3	201.6	202.0	202.3	202.6	202.9	203.2	203.5	203.8	64
65	204.2	204.5	204.8	205.1	205.4	205.7	206.0	206.4	206.7	207.0	65
66	207.3	207.6	207.9	208.2	208.6	208.9	209.2	209.5	209.8	210.1	66
67	210.4	210.8	211.1	211.4	211.7	212.0	212.3	212.6	213.0	213.3	67
68	213.6	213.9	214.2	214.5	214.8	215.1	215.5	215.8	216.1	216.4	68
69	216.7	217.0	217.3	217.7	218.0	218.3	218.6	218.9	219.2	219.5	69
70	219.9	220.2	220.5	220.8	221.1	221.4	221.7	222.1	222.4	222.7	70
71	223.0	223.3	223.6	223.9	224.3	224.6	224.9	225.2	225.5	225.8	71
72	226.1	226.5	226.8	227.1	227.4	227.7	228.0	228.3	228.7	229.0	72
73	229.3	229.6	229.9	230.2	230.5	230.9	231.2	231.5	231.8	232.1	73
74	232.4	232.7	233.1	233.4	233.7	234.0	234.3	234.6	234.9	235.3	74
75	235.6	235.9	236.2	236.5	236.8	237.1	237.5	237.8	238.1	238.4	75
76	238.7	239.0	239.3	239.7	240.0	240.3	240.6	240.9	241.2	241.5	76
77	241.9	242.2	242.5	242.8	243.1	243.4	243.7	244.1	244.4	244.7	77
78	245.0	245.3	245.6	245.9	246.3	246.6	246.9	247.2	247.5	247.8	78
79	248.1	248.5	248.8	249.1	249.4	249.7	250.0	250.3	250.6	251.0	79
80	251.3	251.6	251.9	252.2	252.5	252.8	253.2	253.5	253.8	254.1	80

圓周長度表 (續四) 由直徑 0.1 起至 100 止

直徑	圓周長									直徑	
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8		.9
81	254.4	254.7	255.0	255.4	255.7	256.0	256.3	256.6	256.9	257.2	81
82	257.6	257.9	258.2	258.5	258.8	259.1	259.4	259.8	260.1	260.4	82
83	260.7	261.0	261.3	261.6	262.0	262.3	262.7	262.9	263.2	263.5	83
84	263.8	264.2	264.5	264.8	265.1	265.4	265.7	266.0	266.4	266.7	84
85	267.0	267.3	267.6	267.9	268.2	268.6	268.9	269.2	269.5	269.8	85
86	270.1	270.4	270.8	271.1	271.4	271.7	272.0	272.3	272.6	273.0	86
87	273.3	273.6	273.9	274.2	274.5	274.8	275.2	275.5	275.8	276.1	87
88	276.4	276.7	277.0	277.4	277.7	278.0	278.3	278.6	278.9	279.2	88
89	279.6	279.9	280.2	280.5	280.8	281.1	281.4	281.8	282.1	282.4	89
90	282.7	283.0	283.3	283.6	284.0	284.3	284.6	284.9	285.2	285.5	90
91	285.8	286.1	286.5	286.8	287.1	287.4	287.7	288.0	288.3	288.7	91
92	289.0	289.3	289.6	289.9	290.2	290.5	290.9	291.2	291.5	291.8	92
93	292.1	292.4	292.7	293.1	293.4	293.7	294.0	294.3	294.6	294.9	93
94	295.3	295.6	295.9	296.2	296.5	296.8	297.1	297.5	297.8	298.1	94
95	298.4	298.7	299.0	299.3	299.7	300.0	300.3	300.6	300.9	301.2	95
96	301.5	301.9	302.2	302.5	302.8	303.1	303.4	303.7	304.1	304.4	96
97	304.7	305.0	305.3	305.6	305.9	306.3	306.6	306.9	307.2	307.5	97
98	307.8	308.1	308.5	308.8	309.1	309.4	309.7	310.0	310.2	310.7	98
99	311.0	311.3	311.6	311.9	312.2	312.5	312.9	313.2	313.5	313.8	99
100	314.1	314.4	314.7	315.1	315.4	315.7	316.0	316.3	316.6	316.9	100

§343. 從圓周求知直徑表

		圓 周									
		.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0			.0318	.0637	.0955	.1273	.1591	.1910	.2228	.2546	.2865
1		.3183	.3501	.3820	.4138	.4456	.4775	.5093	.5411	.5730	.6048
2		.6367	.6684	.7003	.7321	.7639	.7958	.8276	.8594	.8913	.9231
3		.9549	.9868	1.019	1.050	1.082	1.114	1.146	1.178	1.210	1.241
4		1.273	1.305	1.337	1.369	1.401	1.432	1.464	1.496	1.528	1.560
5		1.592	1.623	1.655	1.687	1.719	1.751	1.783	1.814	1.846	1.878
6		1.910	1.942	1.974	2.005	2.037	2.069	2.101	2.133	2.165	2.196
7		2.228	2.260	2.292	2.324	2.355	2.387	2.419	2.451	2.483	2.515
8		2.546	2.578	2.610	2.642	2.674	2.706	2.737	2.769	2.801	2.833
9		2.865	2.897	2.928	2.960	2.992	3.024	3.056	3.088	3.119	3.151

§ 344. 從直徑求知球形體積表

直徑	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0		.0005	.0042	.0141	.0335	.0655	.1131	.1796	.2681	.3817
1	.5236	.6969	.9048	1.150	1.437	1.767	2.145	2.572	3.054	3.591
2	4.189	4.849	5.575	6.371	7.238	8.181	9.203	10.30	11.49	12.77
3	14.14	15.60	17.16	18.82	20.60	22.45	24.43	26.52	28.73	31.06
4	33.51	36.09	38.79	41.63	44.60	47.71	50.96	54.36	57.91	61.60
5	65.45	69.46	73.62	77.95	82.45	87.11	91.95	96.97	102.2	107.5
6	113.1	118.1	124.8	130.9	137.3	143.8	150.5	157.5	164.6	172.0
7	179.6	187.4	195.4	203.7	212.2	220.9	229.8	239.0	248.5	258.2
8	268.1	278.3	288.7	299.4	310.3	321.6	333.0	344.8	356.8	369.1
9	381.7	394.6	407.7	421.2	434.9	448.9	463.2	477.9	492.8	508.0

索引

三 畫

- 三和土 Concrete
水泥三和土 Portland Cement (82節.)
空隙容積 Volume of interstices in (83節.)
牆壁 walls (81節.)
三角鐵 Angle-iron
石等, , — of unequal sides (206節.)
等邊, , — of equal sides (207.)
置重算式 Loads on — (128節.)
磅數表 Weight of — (123節.)
工字形鋼鐵梁 I-beams (31節.)
鋼鐵載重量 Load on — (32節.)
工字鐵 I beams
每呎磅數表 Weight of — lbs, per ft (129節.)
重量算式 Formula for the Weight of — (128節.)
梁 I-beams (31節.)
載重量 Loads on — (32節.)

四 畫

- 天文儀 Analemma
日光風折差 Refraction (294節.)

- 名詞圖記 Astronomical Terms (296節.)
弧與時間之等值 Equivalents of Arc & Time (295節.)
時間改正法 Correction for time (293節.)
視點之改正 Correction for observation (291節.)
傾角之改正 Correction of declination (292節.)
經緯度 Latitude & Longitude (,297,298節.)
以圖證明 Diagram illustrating (290節.)
水門泥 Portland Cement (79節.)
強度 Strength of — (80節.)
三和土 — concrete (82節.)
灰膠泥 — mortar (84節.)
紀要 Abstract of — (85節.)
簡略辨別 Rough test of — (88節.)
重量與強度 Weight & strength of — (119節.)
水溝形與Z字形鐵梁 Channel & Z beams (33節.)
方鐵重量與強度 Weight & strength of square iron (125節.)
方銅重量與強度 Weight &

- streng'h of square brass (126節.)
- 木料 Timber
- 紀要 Notes of — (46節.)
- 樹木中取棟梁方法 Cutting beams from logs (65節.)
- 乾燥方法 Desiccating process (66節.)
- 滲透及油漬法 Impregnation of timber creosoting (67節.)
- 以金屬鹽滲透 Impregnation of timber with metallic salts (68節.)
- 最大強度近似數 Approximate ultimate streng'h of — (69節.)
- 工作載重與安全要素 Working load & factor of safety (70節.)
- D與L值 Values of D & L (71節.)
- 各建築物之安全載量 Safe load on structures (72節.)
- 術語與標記 Illustrations of terms & marks (73節.)
- 屋頂木料表 Table of scantlings (5節.)
- 屋頂架木料 Table of wooden roofs (6節.)
- 地板與欄柵 Flooring & joints (36節.)
- 重量與強度 Weight & strength of — (117節.)
- 彈性率 Elasticity due to — (200節.)
- 木螺絲 Wood Screws
- 常用 — generally used (155節.)
- 不常用 — less generally used (156節.)
- 五 畫
- 代數 Algebra
- 記號 — signs (307節.)
- 公式 — formula (308節.)
- 觀察誤數 Errors of observation (309節.)
- 石灰 Lime
- 紀要 Notes of — (86節.)
- 重量與強度 Weight & strength of — (119節.)
- 石灰石 Lime-stones (87節.)
- 石灰窯 Lime-kilns (89節.)
- 沙石灰磚 Sand lime bricks (95節.)
- 白鉛皮 Sheet lead (9節.)
- 瓦流白鐵 Corrugated iron (8節.)
- 皮帶每呎磅數 Weight of leather beltings (153節.)
- 破斷量方式 Breaking strains of leather beltings (154節.)
- 打樁工程 Piling
- 打樁 Pile driving (54節.)
- 載重量試驗 Test for a safe bearing of piles (55節.)
- 蒸氣打樁機 Steam pile driver (56節.)
- 鋼板障 Sheet piling (57節.)

打擊與壓力 Blow versus pressure (58節.)

螺旋樁 Screw piles (59節.)

螺旋樁射出口 Screw pile Jettice (60節.)

生鐵橋柱 Cast-iron hydraulic piles (61節.)

鐵柱下沉方法 Mode of sinking (62節.)

懸重繩索 Weighted cord (63節.)

基礎樁式 Foundations for piles or wharf-walls (77節.)

六 畫

決定載重之性質 Determination of loads character (20節.)

七 畫

沙石灰磚 Sand lime bricks (95節.)

伸張力與展長度 Tension and Extension

試驗 Tensile and extension tests (184節.)

材料力量 Strength of various materials (188節.)

鑄鋼 Steel castings (189節.)

沖擊鋼 Punching steel (189節.)

金屬硬度刻凹試驗 Indentation test for hardness of metals (191節.)

九 畫

計算尺 Slide-rule (310節.)

計算尺用法 Working of — (311, 312節.)

重量與強度 Weight & strength

三角鐵 — of angle-iron (128, 129節.)

工字鐵 — of I-beams (128, 129節.)

方銅 — of square brass (120節.)

方鐵 — of square iron (125節.)

水泥 — of cement (119節.)

六角螺絲門連帽 Weight of hexagon bolt and nut (149節.)

大黃銅管 — of brass pipes (143節.)

小黃銅管 — of small brass pipes (142節.)

皮帶 — of belts (153節.)

石質 — of stones (118節.)

石灰 — of lime (119節.)

石膏 — of gypsum (120節.)

各種金屬 — of different metals (114節.)

各種木材 — of different timbers (117節.)

各種扁鐵 — of different flat irons (134節.)

生鐵球 — of cast-iron balls (116節.)

生鐵棍 — of cast-iron bars (116節.)

生鐵管 — of cast-iron pipes (138節.)

- 竹節鋼條 — of reinforced steel bars (127節.)
- 合金 — of alloys (215節.)
- 金屬絲 — of metallic wires (136節.)
- 金屬線 — of metallic ropes (137節.)
- 玻璃 — of glass (120節.)
- 松香 — of resin (120節.)
- 厚金屬板 — of thick plates (130節.)
- 扁繩 — of flat ropes (170節.)
- 氣體 — of gases (123節.)
- 液體 — of liquids (120節.)
- 馬口鐵 — of sheet tin (133節.)
- 麻繩 — of hemp ropes (170, 171節.)
- 煤 — of coal (118節.)
- 煤氣管 — of gas pipes (141節.)
- 圓銅 — of round brass (126節.)
- 圓鐵 — of round iron (124節.)
- 磚瓦 — of bricks & tiles (119節.)
- 橡皮 — of rubber (120節.)
- 鋅板 — of zinc plates (132節.)
- 箍鐵 Weight of hoop iron in lbs (135節.)
- 熟鐵管 — of wrought iron pipes (140節.)
- 鋅管 — of zinc pipes (146節.)
- 彎管 — of bent pipes (145節.)
- 紫銅管 — of copper pipes (147節.)
- 鉛管 — of lead pipes (148節.)
- 橡皮布 — of leather cloth (152節.)
- 螺絲帽 Weight of nuts and bolt-heads (150節.)
- 螺絲桿 Weight of screws (151節.)
- 鋼鈎 Formula for the weight of steel hook (163節.)
- 鋼絲繩 of steel wire-ropes (172, 173節.)
- 擋鏈 — of stud-link (161節.)
- 繩索 — of ropes (164節.)
- 鏈環 — of links (158, 162節.)
- 鏈結 — of shackle and swivel (163節.)
- 薄金屬板 — of thin plates (130節.)
- 鐵橋 — of iron bridge (228節.)
- 鐵板橫斷 Transverse strength of plates (269節.)
- 鐵鏈 — of iron chains (157節.)
- 鑄鐵 — of cast iron (194, 113節.)
- 面積數量 Mensuration of surfaces
- 長度之量 Long measure (323節.)
- 面積測量術 Square measure (327節.)
- 體積測量術 Cubic measure (323節.)

面積計量 Mensuration of areas
(329節.)

立體計量 Mensuration solid
(330節.)

體面與體積 Surface & solidity
of bodies (331節.)

正多角形 Polygons (332節.)

正多邊形 Polyhedrons (333節.)

圓之面積(0.001至.99) Areas
of circles, adv. by decf.
(334節.)

圓之面積(0.1至100) Areas of
circles, adv. by 10ths.
(335節.)

圓之面積(1/8吋至9吋) Areas
of circles, adv. by 8ths.
(336節.)

圓之面積(1/4吋至1吋) Areas of
circles, adv. by 32nds.
(337節.)

英尺小數表 Decimal parts of acre
(278節.)

弧形橋梁 Bowstring girders
(235節.)

弧形橋梁算式 Formula for bow
string girders (254節.)

重力中心 Center of gravity (219,
220, 224節.)

直線之中心點 (217節.)

中心位置 To find the center of
gravity (219節.)

三角形 — of triangle (222節.)

平行四邊形 — of parallelo-

gram (223節.)

扁鐵磅數表 Weight of flat iron in
lbs. (134節.)

洋瓦 Slate (10節.)

炸藥 Explosives

爆裂 Detonation of — (106節.)

炸性力能 Blasting agents
(107節.)

炸藥用量 Limitation of —
(108節.)

岩石爆炸 Rock blasting (103節.)

地面爆炸 Earth blasting (110節.)

水底炸藥 Submarine —
(111節.)

爆炸紀要 Notes of blasting
(112節.)

十 畫

屋頂 Roofs

角度 Angles of — (1節.)

載重量 Loads on — (2節.)

所受風力 Wind pressure on —
(3節.)

木材橋梁法 Wooden truss —
(4節.)

小型屋頂木料表 Table of scant-
lings (5節.)

架木料表 Table of wooden —
(6節.)

桁條及椽條表 Table of purlins
& rafters (7節.)

瓦流白鐵 Corrugated iron (8節.)

白鉛片 Sheet lead (9節.)

- 洋瓦 Slate (10節.)
 鋼鐵架計算法 Formula for iron
 —— (11節.)
 架梁壓力 Strains on —— (12節.)
 鋼鐵屋頂 Iron —— (13節.)
 多邊形屋頂 Curved —— (14節.)
 多邊形屋頂材料 materials for
 polygonal —— (22節.)
 多邊形欄柱 Brace of curved ——
 (15節.)
 壓力計算法 —— method of com-
 puting —— strains (16節.)
 各部壓力計算法 Computation of
 strains on —— by Con-
 struction (17節.)
 力之決定 Resolution of forces
 (18節.)
 構架載重量 Loads on a poly-
 gonal framing (19節.)
 決定載重量之性質 Determination
 of loads character (20節.)
 材料表 Table of —— materials
 (21節.)
 屋柱 Columns
 各種截面 —— of various sections
 (39節.)
 磚柱載重量 Loads on brick ——
 (40節.)
 方柱載重量 Loads on square ——
 (41節.)
 鋼骨混凝土縱柱 Reinforced con-
 crete —— (42節.)
 縱柱失效壓力圖 Diagram of
 crippling strain on ——
 (43節.)
 生鐵屋柱載重量 Loads on cast-
 iron —— (44節.)
 空心屋柱 Hollow —— (45節.)
 空心屋柱旋轉半徑 Radius of
 gyration in hollow ——
 (45節.)
 撐條載重量公式 Safe compres-
 sive stresses in struts (47節.)
 撐條及屋柱強度 Strains of
 struts & —— (51節.)
 撐條及屋柱安全要素 Factors of
 safety in struts & ——
 (53節.)
 大柱載重量公式 Formula for
 loads on —— (48節.)
 破裂壓力 Breaking strain of ——
 (49節.)
 扁平柱端 —— with flat end
 (50節.)
 柔鋼柱截面之失效壓力 Crippling
 strain of mild steel ——
 (52節.)
 砌牆 Brick work
 標準磚 Standard bricks (96節.)
 工作 Practical table for ——
 (97節.)
 砌石 masonry (98節.)
 形式 Diagrams for —— (99節.)
 牆厚標準 Thickness of walls
 (100節.)
 粉牆 Plastering (102節.)

貨棧牆壁 Walls in warehouses
(101節.)
 載量過重牆壁 Surcharged walls
(103.節)
 泥匠廣用數目 Practical notes
(104節.)
 摘要 Abstract of — (105節.)
 馬口鐵重量 Weight of tins (103節.)
 氣候 Climate
 氣溫 Temperature (300, 301節.)
 氣壓表 Barometer (305節.)
 氣壓之升降 Barometer wave
(306節)

十一 畫

桿尺信號 Semaphore signals
(272節.)
 基礎 Foundations
 載量 Loads on — (76節.)
 壓力 Pressure on — (74節.)
 磨阻力 Frictional resistance of
— (75節.)
 樁式 — for piers or wharf-
walls (77節.)
 壓力算式 Formula for pressure
on — (78節.)

十二 畫

測量法 Surveying
 水道 Soundng (286節.)
 水面測量計算法 Soundings of
water level (237節.)
 海道 marine — (285節.)

海面 — for level of sea
(283節.)
 鏈索 Chain — (273節.)
 難達到之地點 — of inacces-
sible point (274節.)
 彎道 Curvature — (277節.)
 折屈 Refraction — (277節.)
 斜坡 Slope — (276節.)
 直角 — of right angle (276節.)
 地平傾度 Dip of horizon (287節.)
 傾度表 Table of dip (283節.)
 電信符號 Signalling (271節.)
 桿尺信號 Semaphore signals
(272節.)
 常用數目 Useful numbers for
— (278節.)
 英畝小數表 Decimal parts of acres
(273節.)
 測量鏈減至呎數小數表 Links re-
duced to ft. & decimals.
(279節.)
 量高法 Measurement of heights
 六分儀 — with sextant (281
節.)
 儀器 — with instruments
(280節.)
 不用儀器 — without instru-
ments (284節.)
 純水沸點探測高度表 Boiling
point of pure water (302節.)
 氣壓表 Mountain barometer
(303節.)
 大氣壓探測高度表 Different read-

ings of barometer (304節.)

十三畫

萬國原子 International Atoms

萬國原子重量 International
atomic weights (318節.)

電信符號 Signalling (271集.)

載重量 Loads

工字形鋼鐵 — on I beams (32
節.)

大柱 — on large columns (48
節.)

方柱 — on square columns
(41節.)

生鐵屋柱 — on cast-iron
columns (44節.)

屋頂 — on roofs (2節.)

多邊形構架 — on polygonal
framing (19節.)

性質 — character (20節.)

建築物安全 Safe load on struc-
-tures (72節.)

橫梁 — on beams (27節.)

基礎 — on foundations (76
節.)

弧之 — on arches (229節.)

椿之 A safe bearing on piles
(55節.)

撐條 — on struts (17節.)

磚柱 — on bricks columns (40
節.)

鋼鈎 Formula for loads on
steel hook (163節.)

橋導活動 Live loads on girders
(231節.)

橋蓋 — on abutments (236節.)

搖鏈 Safe bearing on stud-
link (161節.)

鏈結 — on shackle (163節.)

鏈環 — on links (158節.)

鐵鏈 — on iron chains (157
節.)

繩索安全 Safe load on ropes
(171節.)

圓鐵重量與強度 weight & strength
of round iron (124節.)

圓方鐵試驗規則 Tests for round
and square iron (185節.)

圓銅重量與強度 weight & strength
of round brass (126節.)

圓弧度量 Mensuration of circular
arc

圓弧長度(以角計量) Length of
circular arc, measured by
angles (338節.)

弧綫長度算式 Formula for the
length of circular arc (33
9節.)

圓弧長度(正矢弦計) Length of
circular arc (by vers cho
ord) (340節.)

圓周長度(番吋至99番吋) Circum-
ferences of circles, adv. by
y. 8ths. (341節.)

圓周長度(0.1至100) Circumferen-
ces of circles, adv. by 10

(342節.)

從圓周求直徑 Finding the diameters of circles by circum.

(343節.)

從直徑求球體 Finding the contents of spheres by diam.

(344節.)

十四 畫

對數 Logarithm

對數用法 Involution & Evolution of Fractions (313.節)

對數表(0至1000) — of Numbers (0 to 1000) (314節.)

正弦對數表 Sines — (316節.)

廣用對數表 Useful — (316節.)

時曲線對數表 Hyperbolic — (317節.)

慣性力率 Moment of inertia (210, 211節.)

方程式例解 Illustration for moment of inertia (209節.)

旋轉中心 Center of gyration (212節.)

中心位置 To find the center of gravity (213節.)

動力中心 Center of motion (214節.)

阻力 Moment of Resistance (215節.)

橋梁三力率 3 moments of girders (236節.)

物體之比重 Specific gravity of

substance (216節.)

管子 Pipes

生鐵管重量算式 Formula for weight of cast-iron — (138節.)

生鐵管重量表 Weight of cast iron — (139節.)

熟鐵管重量表 Weight of wrought iron (140節)

煤氣管重量 Weight of gas — (141節.)

大黃銅管重量 Weight of large brass tubes (143節.)

小黃銅管重量 Weight of small brass tubes (142節.)

重量計算方式 Formula for calculating the weights of the tubes (144節.)

彎管標準重量 Standard or weight of bent — (145節.)

鋅管重量 Weight of zinc — (146節.)

紫銅管重量 Weight of copper — (147節.)

鉛管重量 Weight of lead — (148節.)

十五 畫

橫梁 Beams

工字形鋼鐵梁 I beams (31節.)

大梁營造法 Built — (35節.)

水溝形與 Z 字形鐵梁 Channel & Z — (33節.)

各材料中之K值 Values of K for different materi (26節.)

全部強力均等之橫梁 — of equal strength over their length (23節.)

地板材料及欄柵等 Wooden flooring, joints, etc. (36節.)

長方形橫梁強度 Strength of rectangular — (25節.)

強度之偏斜 Deflection of — (28節.)

硬度 Stiffness of — (34節.)

載重量 Loads on — (27節.)

傾斜面 — on the slope (29節.)

載重不均之 — unequally loaded (30節.)

彎曲力率及剪力 Bending moments & shearing forces in (24節.)

樓梯踏步 Steps in staircases (37節.)

撐條 struts

載重量公式 Safe compressives stresses in — (47節.)

及屋柱強度 Strains of struts & columns (51節.)

及屋柱安全要素 Factors of safety in — & columns (53節.)

箍鐵重量 Weight of hoop iron in lbs (1.6節.)

鋪面鐵板 Buckled plates (38節.)

鋅板磅數表 weight of zinc plates

in lbs. (132節.)

彈性率 Elasticity

材料 — of materials (198節.)

金屬 — of metals (193節.)

木材 Timber — (200節.)

熟鐵 Wrought-iron — (201節.)

其他金屬 — of other metals (202節.)

十六畫

經緯度 Latitude & Longitude (297, 298節.)

衡與量 Weights & measures

常衡 Avoirdupois weight (319節.)

金衡 Troy weight (320節.)

藥衡 Apothecary's (321節.)

尋常容量 measure of capacity (322節.)

酒之容量 Wine measure (323節.)

麥酒啤酒容量度 Ale and beer measure (324節.)

長度測量衡 Surveying measure (325節.)

橋梁 Girders

三力率 3 moments (238節.)

大鐵橋參考表 Table of bridges of large span (234節.)

上彎定限 Allowance for camber in — (243節.)

反支撐 Counter bracing (240節.)

活動載量 Live loads on —

(233節.)
 桁腹之強力 Strains on webs of
 — (241節.)
 連接橋面 Continuity of —
 (236節.)
 鋼板橫梁 Steel plate — (244
 節.)
 橋面載量 Loads on abutments
 (235節.)
 等距拱門 — of equal spans
 (237節.)
 鑄鐵 Cast-iron — (242節.)
 鐵橋重載偏度 Deflection of steel
 — (239節.)
 安全應力 Safe stress of bridges
 (245節.)
 有撐 Lattice bridges (240節.)
 柱式橋梁力線 Stress of braced
 structures (247節.)
 不等負重橋梁 — of unequally
 loaded (248, 249節.)
 不等梁脚有柱橋梁 Braced —
 of unequal abutments (251
 節.)
 等負支持梁 Braced — of
 uniform load (251節.)
 弧形橋梁 Bowstring — (252節.)
 弧形橋梁算式 Formula for bow
 string — (253節.)
 各部伸張力 Strains on —
 (254節.)
 風壓力算式 Formula for wind
 pressure (255節.)

橋梁構造計算 Notes for construc
 tion of girders
 支柱橋梁構造 Construction of
 braced girders (256節.)
 拉桿製法 Eye bars (261節.)
 美國製梁法 American bridge
 practice (260節.)
 漢蘭氏定律 Wohler's law (257
 節.)
 橋梁強度 Strength of trussed
 beams (266節.)
 橫梁載量性 Working stress in
 girders (258節.)
 衝撞係數 Coefficients of impact
 (265節.)
 鋼條尺寸限度 Limiting dimen—
 sions of steel (270節.)
 優等鋼梁工作法 Working
 practice of 1st. class steel
 girders (259節.)
 懸連桿之比例 Proportions of
 suspension links (262節.)
 懸橋或橫梁之鐵栓 Iron pins in
 suspension bridges or
 girder (263節.)
 鐵道橋梁 Railway bridges (264
 節.)
 簡單構梁 Single truss (267節.)
 鐵板橫斷強度 Transverse
 strength of plates (269節.)
 鐘形構梁 "Cage" shaped truss
 (268節.)
 鋼 Steel

- 鋼鐵小注 Notes on — (203節.)
- 火車鋼輪 Drop test for steel tires (183節.)
- 化學成分限度 Limits in chemical composition of — (176節.)
- 鋼鐵含炭成分 Carbon in iron and — (175節.)
- 鋼之物理試驗 Physical tests of — (173節.)
- 鋼鐵腐蝕計算法 Corrosion of iron and — (177節.)
- 建築材料試驗 Rules for the materials of Construction (179節.)
- 所含別種原質 Other substances in iron and (195節.)
- 竹節鋼條 Reinforced steel bars (127節.)
- 鋼軌試驗 Tests of steel rails (180節.)
- 鋼軌不及格試驗 Drop test for steel rails (181節.)
- 鋼球與滾珠 Crushing load of balls and rollers (182節.)
- 造船用鋼試驗 Experiments on steel for ship-building (197節.)
- 造船所用鋼板試驗規則 Tests for steel used in ship-building (187節.)
- 鑄鋼與沖擊鋼 Casting and punching steel (189節.)
- 鋼骨水泥壓力限度 Reinforced concrete limitation of—(90節.)
- 鋼骨三和土 Reinforced concrete (91節.)
- 屋柱 — pillars (92節.)
- 橫梁 — beams (93節.)
- 紀要 Notes on — (94節.)
- 磚 Bricks
- 標準 Standard (96節.)
- 沙石灰 Sand lime — (95節.)
- 磚瓦重量與應力 Strength & weight of — & tiles (119節)
- 橡皮布磅數表 Weight of rubber cloth in lbs. (152節.)
- ### 十七 畫
- 壓力 Strain or pressure
- 屋柱破裂 Columns breaking — (49節.)
- 柔鋼柱失效 Crippling — of mild steel (52節.)
- 屋頂架梁 — on roofs (12節.)
- 屋頂壓力計算法 method of computing roof — (16節)
- 屋頂結構計算法 Computation of — on roofs by construction (17節.)
- 縱柱失效 Crippling — on columns (43節.)
- 打擊與 Blow versus— (58節.)
- 基礎 — on foundations (76節.)
- 風壓力算式 Formula for wind — (255節.)
- 螺絲 Screws

六角螺絲門連帽重量 Weight of hexagon bolt and nut (149節.)

螺絲帽每具磅數 Weight of nuts and bolt heads (150節.)

螺絲桿重量 Weight of — (151節.)

常用木螺絲 Wood screws generally used (155節.)

不常用木螺絲 Wood screws less generally used (156節.)

十八畫

繩索 Rope:

通用繩結 Knots generally used (164節.)

千斤繩 Tackling (165節.)

紀要 Notes for — (166節.)

繩力公式 Formula for the strength of — (168節.)

繩重公式 Formula for the weight of — (168節.)

扁繩破斷量方式 Formula for breaking strains of flat — (169節.)

懸重 Weighted Cord (63節)

麻繩磅數表 Table of hemp-ropes in lbs. (170節.)

麻繩安全載量 A safe bearing of hemp-ropes (171節.)

鋼絲繩破斷量 Breaking strain of steel wire-ropes (172, 173節.)

鋼絲繩重量表 Weight of steel wire-ropes (172, 173節.)

鋼絲製繩式 Gage of wire employed in steel wire — (167節.)

鋼絲繩兩端裝法 Thimble ends of wire — (174節.)

二十一畫

鐵 Iron

角鐵與圓方鐵試驗規則 Tests for angle, round, or square iron (185節.)

鐵之試驗 Test of — (190節.)

鐵所含別種原質 Other substances in iron and steel (195節.)

不碎鐵鑄法 malleable Castings (196節.)

熱鐵方式 Formula for wrought iron (201節.)

熱鐵管 Wrought-iron pipes (140節.)

海軍鍋爐鐵板 Admiralty tensile tests for steel boilers (186節.)

鑄鐵分類 Classification of Cast-iron (192節.)

鑄鐵小誌 Notes for cast-iron (203節.)

鐵之試驗 Test of cast-iron (190節.)

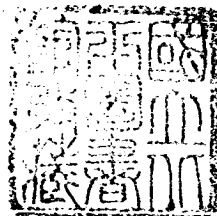
鑄鐵重量表 Weight of cast-iron

中華民國廿六年六月十六日

(113節.)
 鑄鐵 (每方吋) 破斷力磅數表 (194節.)
 鐵板 Iron plates
 薄金屬板磅數表 Weights of thin plates in lbs (130節.)
 厚金屬板磅數表 Weights of thick plates in lbs (131節.)
 海軍鍋爐鐵板併張力試驗 Admiralty tensile tests for steel boilers (146節.)
 鐵鏈 chain
 鏈安全載量算式 Safe load on — (157節.)
 鏈安全載量噸數表 Proof load on chains in tons (160節.)
 鏈環載量算式 Formula for strength of rings (158節.)
 鏈環之比例 Proportions of chains (162節.)
 擋鏈較量方式 Safe load on studs link chains (161節.)
 船用擋鏈試驗表 Stud chain cables for steam-vessels (159節.)

鏈結與鋼鈎載量算式 Formula for loads on shackle and steel hook (163節.)
 鐵橋 Bridges
 各式大 — of large span (224節.)
 重量 Weight of — (225節.)
 材料預算表 Calculation for materials of — (226節.)
 弧形衡力線 Equilibrium line in arches (227節.)
 弧之載量 Loads on arches (229節.)
 支柱弧 Braced arches (229節.)
 鐵弧算式 Formula for iron arches (230節.)
 大鐵橋參考表 Table of — of large span (234節.)
 重載偏度 Deflection of steel — (239節.)
 懸橋 Suspension Bridge
 籠形 "Cage" shaped — (231節.)
 錠形 "Tripod" — (232節.)

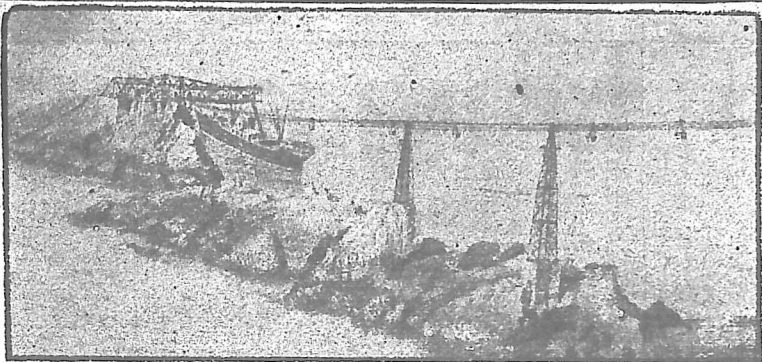
* * * * *



總發行處

龍吟書社

電話九四二五九號



添設新的機械！

寶廠欲

完成製造系統！
增進生產效能！

請惠臨

研求出品精良！

或函詢

↓ 四方機電工程公司

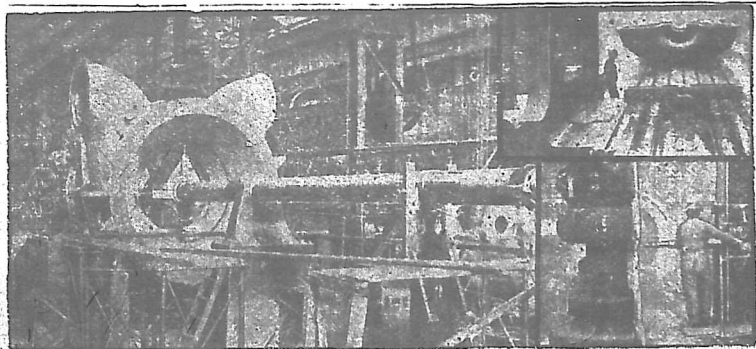
包可解決一切問題。

為忠實的服務！

地址 上海公平路公平里十九號

電話 五三六一九號

(請閱後面本公司之出品要目)



本公司設立各種工藝工場：計有機工，電工，管工，鑄鐵，鑄銅，鍛鐵，冷作，繪圖，模型，銅錐，乳沖，電鍍等十二處。專為各界服務，茲為擴充營業起見，特將歷年來所製造之各種重要機器，分類摘錄於後：倘蒙 惠顧，無任歡迎。

▲農田區——裝置抽水灌溉設備碾米機，榨糖機。

▲產棉區——軋花機，打包機。

▲特產區——水力榨油機，鋸板機。

▲煤礦——揀煤機，洗煤機，鋼鐵井架，電泵，電力通風，無結頭繩道運輸機。

▲金礦——碾砂機，淘金機，噴火爐。

▲鐵礦——天空繩道運輸機，吊屏運輸機，炸藥用氣體液化機。

▲電燈廠——高低壓電力饋送線，發電機涼水池與涼水塔中之噴嘴等。

▲自來水廠——洗沙機，沙濾機，抽水機。

▲煤氣廠——煤氣發生爐，儲存筒，煤氣管。

漂染廠——纖維質絲光機，棉布煉色機。

▲毛織廠——噴霧機，搖毛機。

▲戲院旅館及公眾場所——裝置冷熱氣之設備。

▲建築——各種鋼鐵屋頂橋樑橋梁。

▲船舶——帆船裝置小型原動機及拖輪。

▲紡織廠——設裝全部電力新原動，其效率比舊式劣者可省消耗百分之六十。

▲鋼鐵廠——製造軋鐵機，鍛鍊爐及合於製造竹節鋼條，與其他方圓扁鋼條之機械。

▲各大學理化試驗所——煤氣爐，煤氣裝置，蒸氣爐，電爐及其他試驗器械。

▲其他工業——蒸氣鍋爐，蒸溜爐，乾溜爐，直空鍋等。

四方機電工程公司

上海公平路公平里
電話五三六一九號

製造總廠

昆明路第
五十一號



實用工程法大全

第一集

精裝一冊 實價國幣貳圓

中華民國二十五年七月付刊

中華民國二十五年八月發行

主編者 蔡 正 粹

出版者 四方圖書社

印刷者 新國民印書館

上海愛文義路四四七號

發行者 四方圖書社

上海公平路公平里

經售處

國內各大書局及各地郵務局

總經售處

電話九四二五九號

※此書有著作權※

