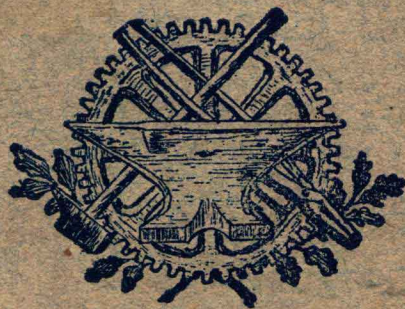


實用 機械製圖學

柳克聰編



中華書局印行

序

近年以來，我國工業，日增發展，習機械者日多，在工業中機械之製造，圖形爲其最重要者之一，然在書坊中，欲求一關於機械圖之著作，而可爲工業學校之教本或自修之用者，幾不可得。余因取在法時所集工業學校應用之機械圖多冊。擇其相當者編輯成卷，以期適合於我國高級工業學校之教學，及從事於機械技術者之自修，而解決其在機械上所遇之當頭困難也。

夫欲一圖形適用於機件之製造，首須繪製合理，然觀常人所繪之圖面，或則無益於應用，或則選擇失當，或則尺度之記載不良，或不完全，或失之過繁，要皆示吾人以製圖之匪易也。

故爲教師者，宜多取機器上之零件，示生徒以選擇圖面之方。及多給圖形之集本，令生徒得熟練之益，且尤須督率其作圖迅速，以求時間之經濟。

每當授完本書一圖之後，可令生徒由散件組合以作總圖，或由整件拆散以作分圖，或給與尺度令作同伴異式圖，或則令棄作圖儀器而作手繪草圖，如此以多方教練之，庶幾可免上列之諸弊焉。

本書於每圖之前，皆附詳細說明，習之者雖無教師講授，亦可前後參照以明之，此尤便於各工廠中技術人員欲求上進者之自修也。

作者之編輯此書，係於教讀之餘，倉卒成之。其中草率之處在所不免，尙望海內學者，有以正之。

中華民國二十三年五月

柳克聰識於上海

凡 例

(一)本書關於機件之名詞,均採用國內各工業學校,及各種機械書籍所已通用者。

(二)圖中凡關於冗長之名詞,爲簡省起見,多以西文字母代之。如以:

a 代角度; b 代寬度; d 代直徑; e 代厚度; f 代矢向;
g 代基線; h 代高度; i 代斜度; l 代長度; m 代公尺; mm
代公釐; o 代圓心; p 代螺絲距; r 代半徑等是。

(三)本書所採用之尺度,爲我國政府所頒布之公尺,在目前我國工業界中,所習用者雖多爲英尺,然英尺之使用,確不及公尺之便,且最近教育部之規定,凡各出版書籍所採用之度量衡,應遵照政府所頒佈之標準制,余故採用之。

(四)本書對於畫法上,除指明實際之畫法外,並附以學理的畫法,使學者能知畫圖之原理,又凡關於機件之構造,亦詳細述及,使學者於畫圖之外,並能增加機構學之知識。

目錄

第一章 圖則.....1	
第一節 圖線與光之投射.....1	
第二節 切線與顏色.....3	
第三節 尺度與比例尺.....5	
第二章 常用曲線之畫法.....9	
第一節 橢圓.....9	
應用 定義 畫法 橢圓假定爲圓之投影 橢圓成就於圓之透視 橢圓形之斜弧 橢圓假定爲一點與一直線移動之軌跡近似橢圓之畫法 橢圓之應用於六方螺絲帽。	
第二節 雙曲線.....18	
應用 定義 畫法 等邊雙曲線 雙曲線應用於表示蒸汽在一蒸汽機內之擴展 雙曲線之應用於六方螺絲帽。	
第三節 拋物線.....26	
應用 定義 畫法 輪輻成拋物線形狀之皮帶輪 刨床座。	
第四節 螺旋線.....30	
應用 定義 畫法 螺旋面積 三角紋螺絲及其螺絲帽之畫法 方紋螺絲及其畫法 盤曲圓柱之畫法 方紋螺絲及其螺絲帽之實	

際畫法 梯形紋之螺絲 圓紋螺絲 螺絲,通管螺絲及螺絲帽。	
第三章 商鐵及鋼皮...47	
第一節 商鐵及其形狀.....47	
角鐵 T字鐵 U字鐵 I字鐵 車輪鐵 扶手鐵 火車鐵軌 電車鐵軌。	
第二節 鋼皮之連合.....54	
火釘 單行式火釘之連合 雙行式火釘之連合 三行式火釘之連合 密合式火釘之連合 四鋼皮之連合。	
第四章 機器之零件...59	
第一節 傳動軸.....59	
第二節 電機軸.....59	
第三節 弓字軸.....62	
第四節 軸座架.....62	
第五節 球形軸座.....66	
第六節 汽車發動機之連桿...68	
第七節 蒸汽機之活塞頭.....68	
第八節 汽缸與活塞.....72	
第九節 齒輪.....73	
畫齒輪所應用之曲線 以外擺線 畫齒輪法 以內外擺線畫內齒輪法 以圓之展開線及外擺線畫齒輪與平板齒法 角齒輪之畫法。	

實用機械製圖學

第一章 圖則

第一節 圖線與光之投射

1. 圖線 (圖例 1)

中心線 (或名軸線) 爲假定之例線,在實際物體上,並無此線也。

細線 爲表示物體可見部份之線。

粗線 爲表示光線時明暗分界之線。

短虛線 (或圓點) 爲表示物體隱藏部份之線。

長虛線 爲表示尺度之線。

2. 光之投射

作圖時,欲示物體之凸凹及明暗處,常依例同時採用粗細線之佈置,此種畫線法之採用,乃以假定物體爲光線所照射爲基礎者。

通例人們假定光之照射物體,係由上向下,由左向右,而與水平線成 45° 之角度(如圖例 2 及 3);在實際上對於物體之側面,則並不轉折光線之照射,而常假定其射向與主要之正面相同,至其對於一平面,不論其爲切面或平面,其光線之照射皆假定由左向右成 45° 之角度。

光之所照其明暗分界而爲可見之區域者概作粗線所有其餘可見之線則作細線;隱藏之線則作短虛線(如圖例 2 及 3)。

對於圓柱體之光線之照射,其射向亦與前同,然通例不於圓周直線上作粗線,而僅作於圓周之平面上(如圖例 3)。

圖 綫

—— 比例尺: $\frac{3}{4}$ ——

1. 綫別

中心綫(軸綫) ————

細綫 ————

粗綫 ————

圓點(虛綫) - - - - -

尺寸綫 ———— 2 ————

附 記

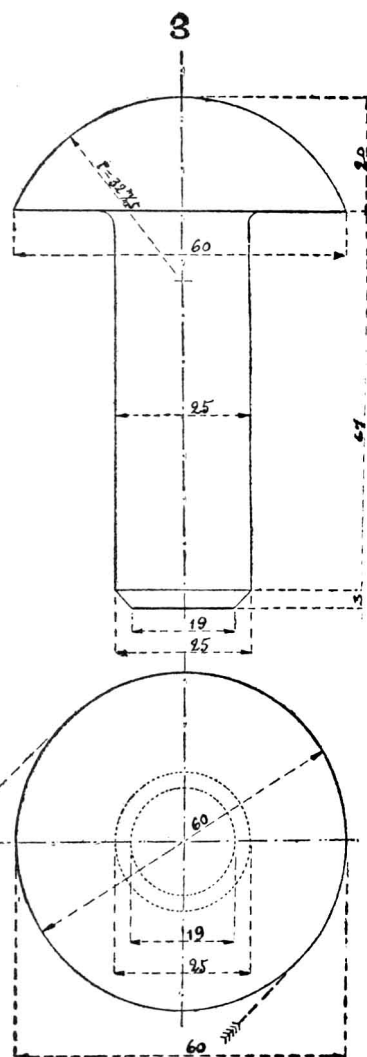
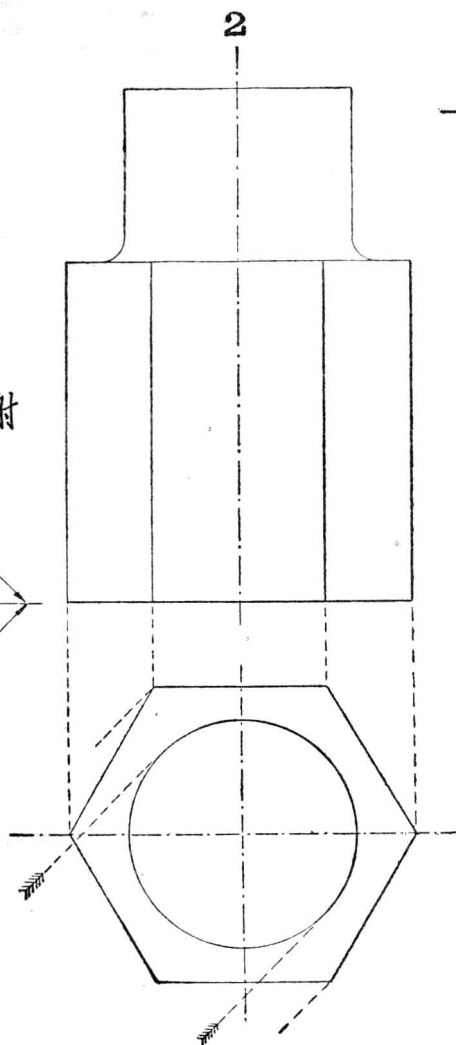
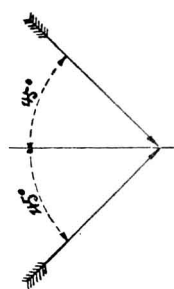
中心綫應在豎圖之前作之。

尺寸綫應以二箭頭限制之，並切不可作于中心綫之上。

注 意

圓物體之週圍豎綫常作輕綫。

光綫之投射



圖例.1至3.

第二節 切線與顏色

爲使一圖樣之易於披覽起見,其借實線以表示一機件內部構造,常假定此機件爲一選擇適當之圖面所切開,而僅表示其位於此圖面之後方、上方、或下方者之一部份,而視其餘之部份若不存在然:如此之圖樣,稱之爲切面圖。

尋常對於此圖面之選擇,爲平行於投影面之一,以使機件所包含之諸線,皆爲真實大之投影,在特別情形時,則取偏斜於一投影面,而垂直於另一面。

切開部份或以切線表之,或以顏色表之。

1. 切綫(圖例4至8)

切線爲距離整齊之線,並與圖之軸線成 45° 之斜度;此切線給與吾人以明顯之圖樣,並賴之以區別機件製造之材料。

切線之應用最多者如下:(1)鐵之切線(圖例4),線之距離爲一公厘;(2)生鐵之切線(圖例5),線之距離爲一公厘半;(3)鋼之切線(圖例6)爲交叉線,線之距離爲一公厘;(4)銅之切線(圖例7)爲虛實相間之線,其距離爲一公厘;(5)木之切線(圖例8),爲隨手畫成之年輪狀。

須作切線之面積過大時,可僅於面積之外緣區域,作以一小部份之切線即足矣,畫時並宜避免重覆疊合之線,以及差異之距離,要之此爲一極長而且甚難之工作,故常以顏色代之。

2. 顏色(圖例9至17)

顏色之填繪,較之切線,需時少而爲力易;而其效果亦較佳,在商店中可購得已經調好之各種顏色;或則取洋紅、普藍、及藤黃三種基本色,再加以以墨,隨材料之性質以調和之,其法如次:

切線與顏色

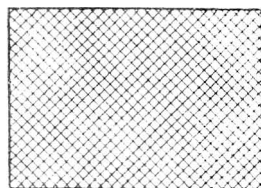
4. - 鐵



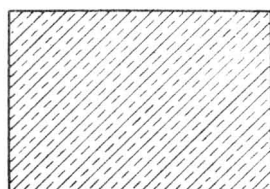
5. - 生鐵



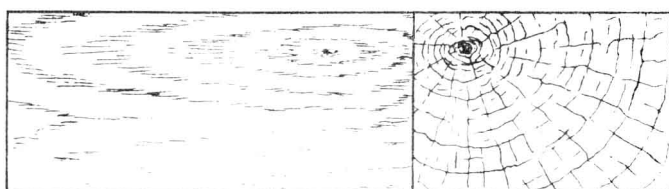
6. - 鋼



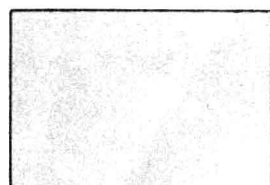
7. - 黃銅



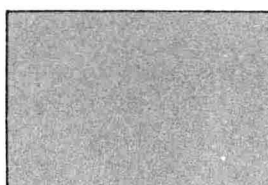
8. - 木



9. - 鐵



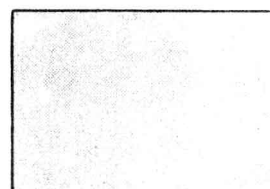
10. - 生鐵



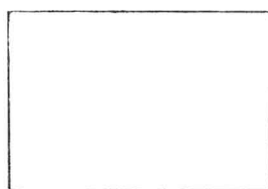
11. - 鋼



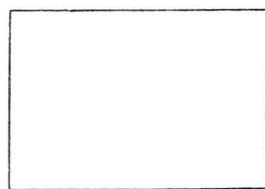
12. - 黃銅



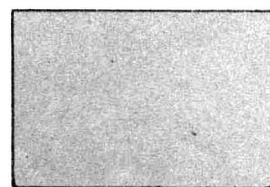
13. - 紅銅



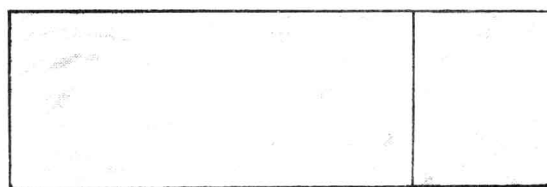
14. - 青銅



15. - 鉛與鋅



16. - 木



17. - 皮革



圖例4至17.

鐵·····	淺普藍;
生鐵·····	淺普藍及少許之墨;
鋼·····	淺普藍及少許之洋紅;
黃銅·····	藤黃及少量之洋紅;
紅銅·····	藤黃及洋紅;
青銅·····	藤黃;
鉛,錫,鋅·····	普藍及極少之墨;
木·····	藤黃,洋紅及少量之墨;木紋則以同色較深者,用毛筆填就之;
皮革·····	墨及少量之普藍。

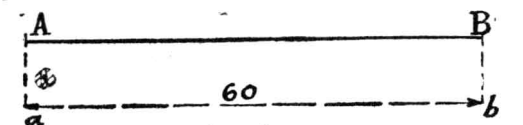
第三節 尺度與比例尺

1. 尺度

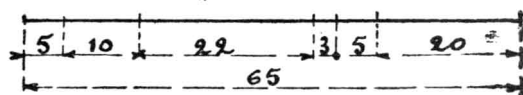
尺度者,乃以適當之位置作於圖上,以表示物體之長度者也。

機械圖上所採用之單位為公厘,當尺寸超過一公尺時,即須取公尺以為單位。

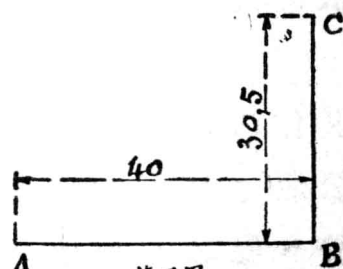
尺度係書於長虛線之上,或極細之紅線上,此線謂之尺度線,其引法須與所量尺寸處之線平行,如下之第一圖。



第一圖



第二圖



第三圖

尺度之數目字,宜明晰精美,且須書於尺度線之中部,其高度隨圖之尺度以爲轉移,在機械圖上鮮有小於二公厘者,於尺度線之兩端作成箭頭以限制之。上之第二圖爲各種佈置法之表示。

遇有矩形尺寸之表示,如 AB 及 CD (上之第三圖),其 BC 邊尺寸之表示,應能隨一時針之旋轉方向以讀之。

2. 比例尺

當一圖樣之尺寸,與所表物體之尺寸相等時,遂稱之爲真實大之圖樣。

但有時物體之尺寸,欲表之以真實大時,或嫌過大,或嫌過小,於是必須採用適當之比例,將圖樣之尺寸縮小之或放大之;如此之比例,謂之圖樣之比例尺。

例如一物體之長爲 5 公分,而以 1 公分之長表之於圖上者,則此圖樣縮小之比例尺爲 $1/5$; 若 1 公分之長而以 2 公分之長表之於圖上者,則此圖樣放大之比例尺爲 $2/1$ 。

在實際上工廠中之圖樣,除絕對不可能者外,概以真實大作之。若必須放大或縮小時,可採用下列之比。

$$\frac{2}{1}, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{5}, \quad \frac{1}{10}, \quad \frac{1}{20}, \quad \frac{1}{50}, \quad \frac{1}{100}.$$

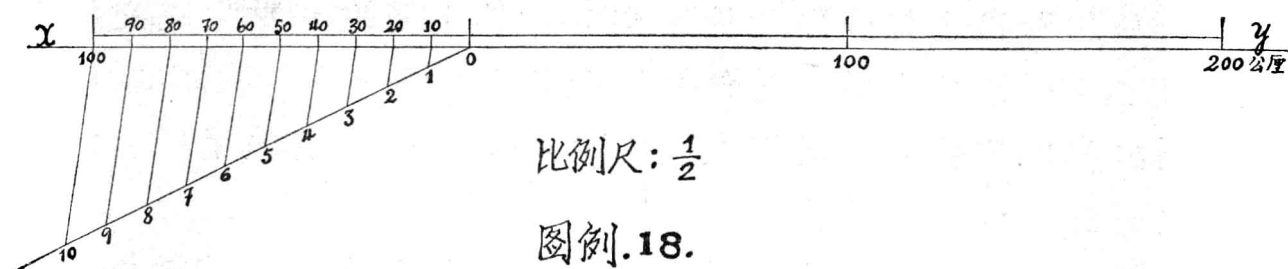
簡單比例尺 設作一 $\frac{1}{2}$ 之比例尺如下。

依此比例,則 1 公寸之物體,其表於圖上之尺寸將爲:

$$\frac{1}{2} \text{ 公寸} = 50 \text{ 公厘}.$$

其作法於一無限直線 xy 上(圖例 18)取 0 點,及於 0 點之右,取等於 50 公厘之長度數份;此每一份即表一公寸之長。

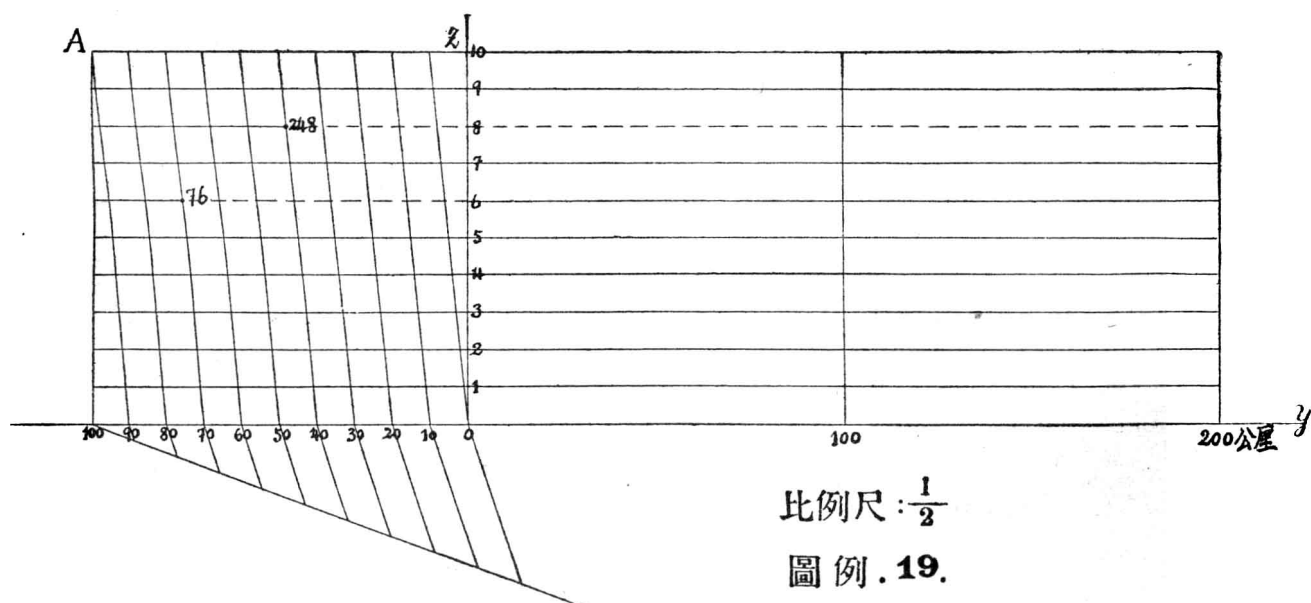
於 0 點之左,亦取 50 公厘之長度;並分之爲 10 等份,此每一份即表一公分之長(即 10 公厘)。若將此後分之一份,復分之爲 10 等份,則



每一份將表一公厘之長,但於此簡單比例尺上,其分點線距離太近,已幾於重複難辨,故此簡單比例尺不甚適用,而以複式比例尺較為精確。

用法 例如吾人欲取一 24 公分或 240 公厘之縮小尺寸,可將圓規之一足,置於 200 之上,而另一足則置於 40 之上即為 24 公分或 240 公厘。

附記 此式比例尺,僅止於公分,故於建築上用之。



複式比例尺 與其採用簡單比例尺,不如採用複式比例尺較為精確,其作法首先作簡單比例尺,以公厘為單位,於 oy 及 ox 線上亦各號記以 100, 200, 300.....及 10, 20, 30.....100 等數(圖例 19)。

於比例尺之每分點,作線正交於 xy 線上,及取 0 點之正交線以 oz 表之,並任意分之為 10 等份,且號記以 1, 2, 3.....10 等數字,次即將 A 點與 90 相連結成一斜線,復從 0, 10, 20, 30,80 引線平行於此斜線,於是此比例尺遂告完成。

用法 用此比例尺時,首先應注意於公厘之百位數,係在 ox 線上,其十位數在 ox 線上,其單位數則在 oz 線上。例如吾人欲取 248 公厘長度之縮小尺寸,可將圓規之一足置於橫線 8 與直立線 200 之相交點上,而將另一足展之使達於橫線 8 與斜線 40 之相交點上,此二點間之距離即為 248 公厘。

第二章 常用曲線之畫法

所謂常用曲線者，即應用於機械製造，及建築上之諸曲線也，如橢圓、雙曲線、拋物線、以及螺旋線等是。

第一節 橢圓

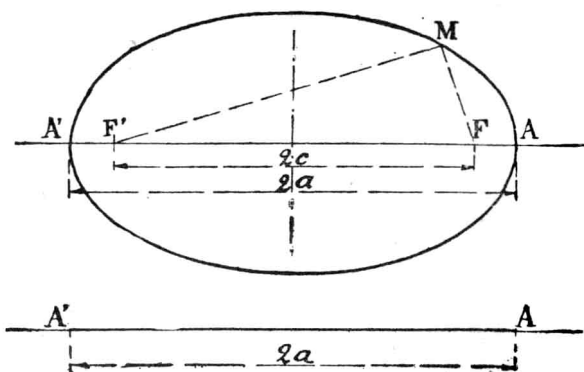
橢圓之應用 如房屋建築上之拱弧形門頂，與拱弧形窗頂，以及某種金屬建築物，與夫橢圓形之樓塔等皆用之，在通常之實際作圖上，所畫之橢圓皆由於圓、圓柱體，以及圓錐體之底邊在一斜面上向圖面作垂直投影而得。

橢圓之定義 橢圓為一平面之曲線，曲線上任何一點，至二定點之距離之和，恆為一常數且等於其長軸線。

如右第四圖所示，二定點為 F 及 F' ，所給之常數為直線 AA' ，由此可得橢圓上之 M 點在任何位置之關係如次：

$$MF + MF' = AA'$$

F 及 F' 點為橢圓之焦點； MF 及 MF' 直線，為橢圓之焦點半徑。



第四圖

常數 AA' 通常以 $2a$ 表之， FF' 之距離，則以 $2c$ 表之。

橢圓之畫法

1. 連續之畫法 就前述之定義觀之，即足以探知其連續之畫法，其法祇須插入二粗針於 F 及 F' 二焦點處，並於二針之周圍繞以一線，線之二端連結之後，其全長為：

$$MF + MF' + FF' = 2a + 2c.$$

用一鉛筆將線展伸之，並在紙上移動，直至起點之處，如是鉛筆之尖端遂畫成所求之橢圓。此種畫法在實際作圖上，不甚適用，因針插入紙上太重，且不甚精確，欲保持鉛筆常在相同之形式，及使線與紙常相接合，亦頗困難；但在工廠中，如畫一大尺寸之橢圓形之建築物，以及拱弧形之金屬屋架之類，則仍採用之。

2. 交點之畫法 此法之畫橢圓，應以極精確與適當之結構以確定一多數之交點，使有充分之接近，而便於用平滑線接成一連續之線，是即為所求之橢圓。

已知焦點之距離 $FF' = 2c$ 及常數 $AA' = 2a$ ，可於 FF' 距離之中點，號記以 O 字，並於 O 點之兩旁，取 $OA = OA' = a$ (圖例 20)。及在 OF 線上取 I 點，若以 F 及 F' 點為中心，以 IA 及 IA' 為半徑畫圓弧得交點 M 與 M' ，即為橢圓之點，因既有：

$$MF + MF' = M'F + M'F' = IA + IA' = 2a.$$

若 M 及 M' 點以 AA' 直線為比，則適相對稱，故此直線為橢圓之一軸線。

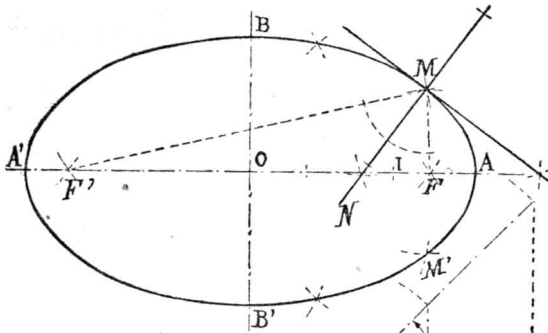
吾人又可更換中心 F 及 F' ，而不更換半徑 IA 及 IA' ，以畫圓弧，遂得橢圓之二新點，若以之與 M 及 M' 點之位置相較，則甚易感覺其以 FF' 之中點 O 之正交線為比，恰與 M 及 M' 點各相對稱；此正交線為橢圓之另一軸線，若取 $OA = a$ 為半徑，以焦點為中心畫圓弧，則將得橢圓之 B 及 B' 點而位於此正交線之上。

因此遂得 O 點，為二軸線之交點，即橢圓之中心點； A 及 A' 點， B 及 B' 點為橢圓之頂點。

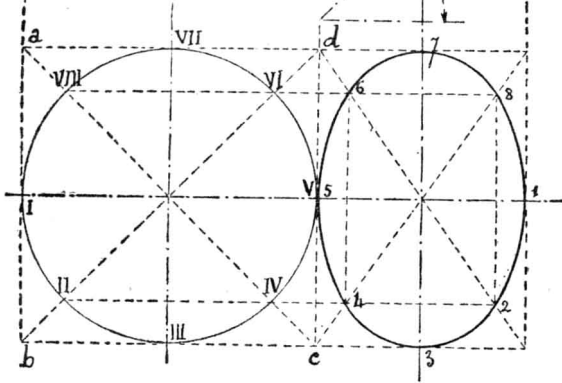
AA' 為橢圓之長軸線等於 $2a$ ； BB' 為橢圓之短軸線等於 $2b$ ，若

橢圓

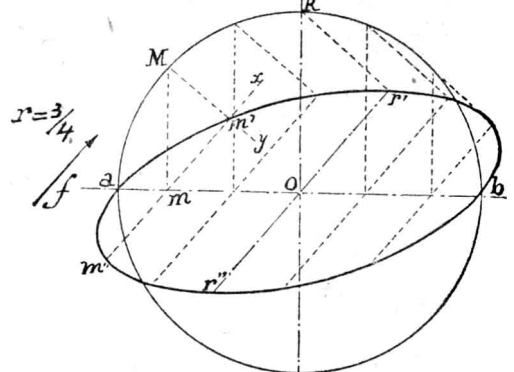
20 — 以交點之畫橢圓法



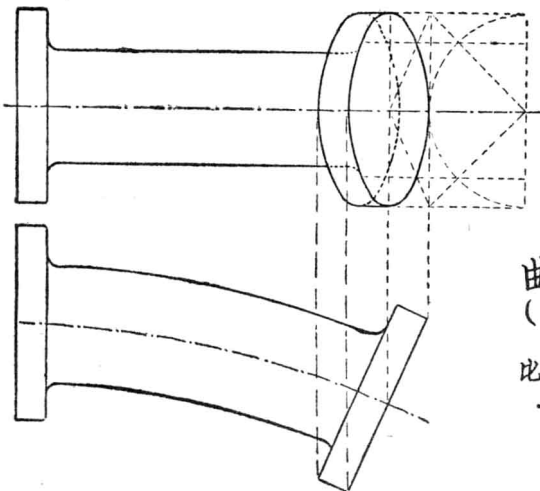
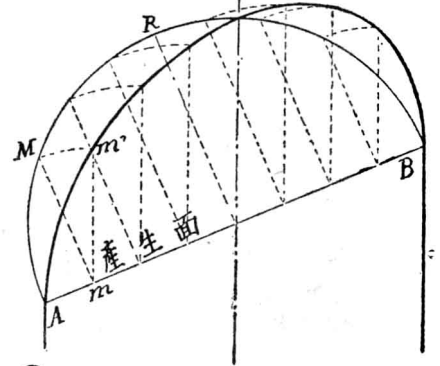
第21圖，— 圓之投射



23, — 圓之透視



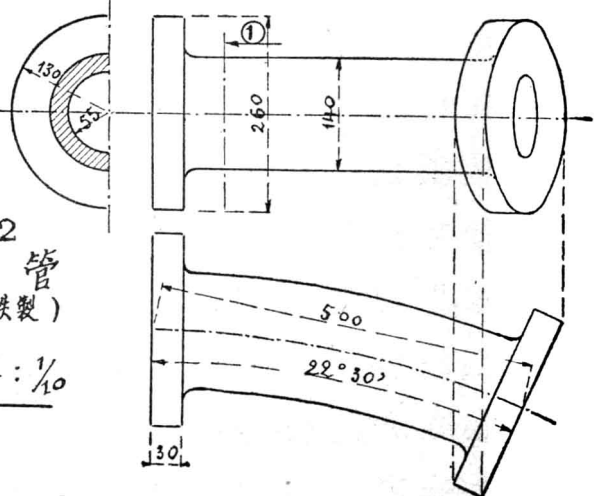
24, — 斜 弧



22
曲 管
(生鉄製)

比例尺: $\frac{1}{10}$

半切面 ①



圖例 20 至 24.

就半軸線與焦點半距離所成之 FOB 直角三角形觀之,可得其關係如次:

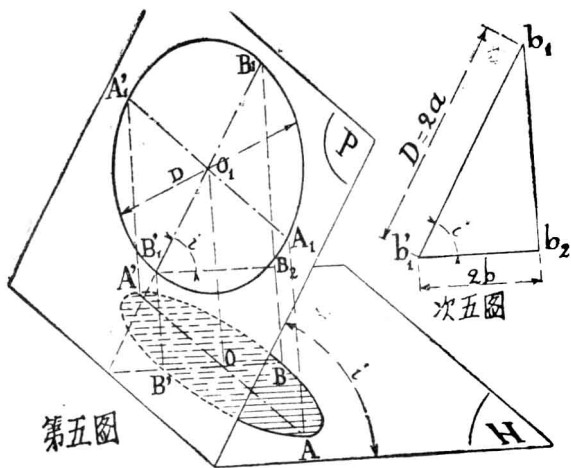
$$a^2 = b^2 + c^2$$

附記 I. 當已知軸線 a 及 b 之長度,則甚易以圖解法求得橢圓之焦點,其法即以 B 及 B' 點為中心,以 a 為半徑畫圓弧,而交長軸線於 F 及 F' 點,是即為橢圓之焦點。

附記 II. 各尖楔所組成之拱弧形建築物,對於其凹面(裝飾面)之面積,應為規律的。在橢圓形之拱弧形建築物,可獲得組合物(如石塊之類)之行列方向,以取橢圓上之一點之法線為標準,該點之焦點半徑之分角線,即為法線(如圖例 20), M 點之法線 MN , 即 FMF' 角之分角線。

如欲作線切於橢圓之此點,可在 M 點作法線 MN 之正交線即是。

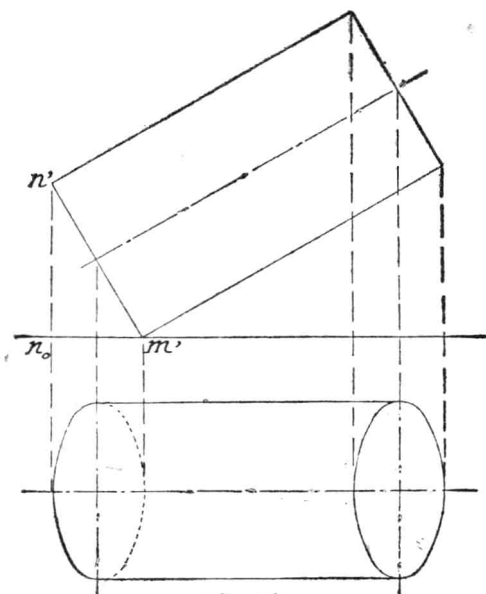
3. 橢圓假定為圓之投影 當圓之面與其投影面成偏斜的位置時,則所得之圖形,乃為一橢圓形。假定以 O_1 為圓心,以 D 為直徑之一圓,位於一 P 面之內,而與 H 面偏斜以 i 之角度(如下之第五圖),則此圓在 H 面上之垂直投影,乃為一橢圓。故圓心 O 為圓心 O_1 之投影;其長軸線為平行於 H 面之直徑 $A_1'A_2$ 之投影;即等於圓之直徑 D ;至於短軸線,則等於 $B_1'B_2$ 直角三角形之底邊 $B_1'B_2$, 其斜邊 $B_1'B_1$ 則仍等於該圓之直徑 D , 並其 B_1' 角等於二面所成之 i 角,此三角形又重複



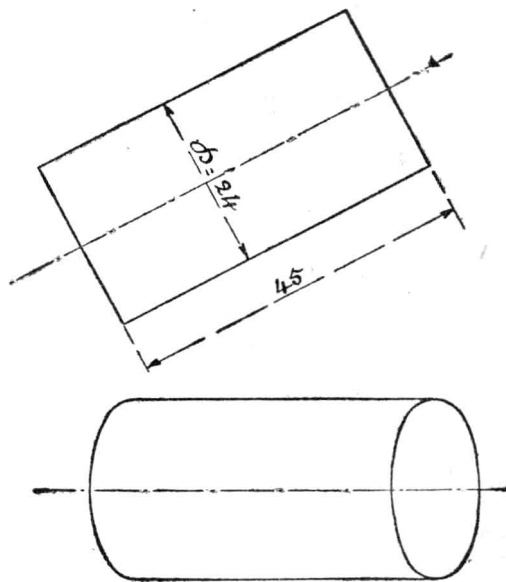
表示如次五圖。

已知橢圓之軸線以求焦點及用交點以求橢圓諸法,已如前節所述。茲特採用此法以垂直之投影,表示一旋轉圓柱,圓柱之軸線,與投影面之一成斜線,而與他一面成平行。

第六圖所示之圓柱體,即在此種位置。 $m'n'n_0$ 直角三角形即與



第六圖



第七圖

次五圖之 $b_1'b_2b_1$ 三角形相同。

上下二底邊之投影,均為一橢圓形,第七圖為此圓柱在實際作圖上之表示,及其尺度之號記法。

通常吾人之畫橢圓,無須確定橢圓之焦點;而可採用“八點法”以求得之。八點之確定,係取矩形(此係依橢圓之二軸線所作成之矩形)之頂點四切線,及位於其對角線上之四點以得之。此法應用於圖例 21,及圖例 22 之曲管。

圓之外切正方形為 a, b, c, d , (圖例 21) 及其八點為 I, II, III, ..., VIII。所引各虛線為表示 1, 2, 3, ..., 8, 各點在橢圓上之求得法。