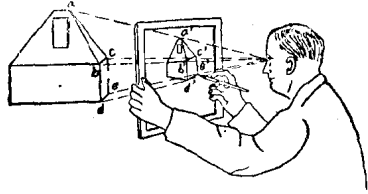


第3章 正投影

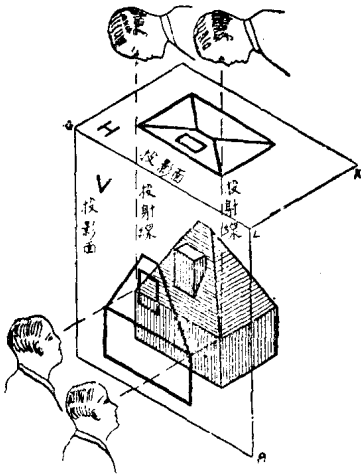
3.1 概說

機械製圖幾乎全用正投影。把簡單物體的形狀，固然可以照畫家的辦法，在一平面上，用第3.1圖的透視圖畫出來。但形狀一繁雜，便不能表示明白了。何況機械製圖，須註明尺寸，而尺寸的數字又須和圖形的大小一致，或保持一定的比例。因此透視圖便不適用，非用正投影法不可。

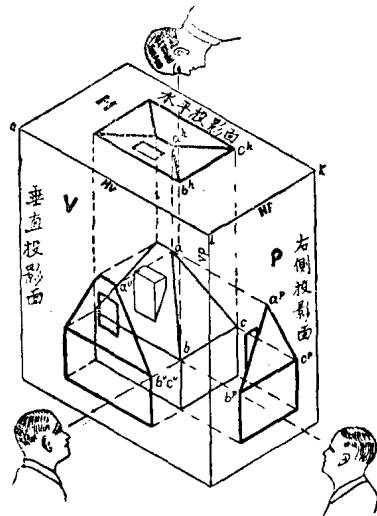


第3.1圖 透視圖

所謂正投影法，是用與投影面垂直的投射線而投影的畫法，也就是假設把我們的視點移至於無窮遠，當使視線都平行時的一種畫法。與用一隻眼從一個點一個點地去看物體所畫出來時的投影一樣，如第3.2圖所示。如果我們從幾個方向去投影物體，然後再把所畫得的幾面圖，



第3.2圖 正投影



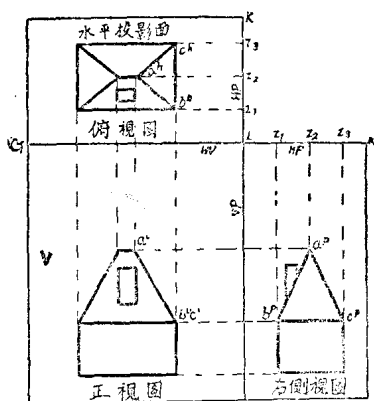
第3.3圖 正投影（三角畫法）

組合起來看，形狀縱然複雜，尺寸也都能表示清楚了。

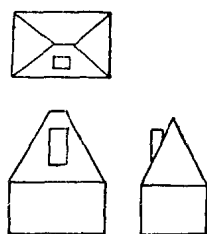
在畫圖時，凡是可以看到稜(表面的突然的變化)，或輪廓(如球的或電燈泡的外形等)，都用實線來表示；凡看不到的稜或輪廓，都用虛線來表示。多個重合的稜或輪廓，都照最前方的那個畫。

用兩面視圖表示不清楚的物體，可用兩個以上的視圖來表示。一般多用投影面互相垂直的三面視圖，如第3.3圖，第3.4圖。

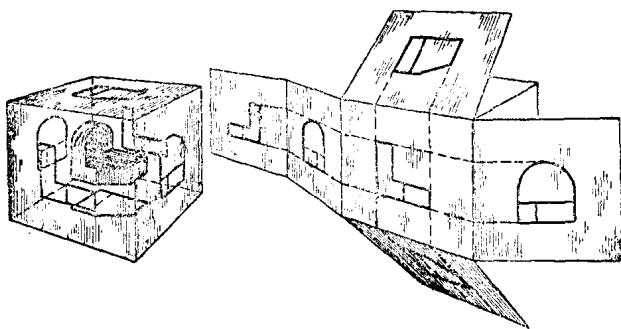
各投影或視圖的名稱，如圖上所記，但普通畫圖的時候，各對應的投射線及基線等均不特別畫出來，如第3.5圖所示。



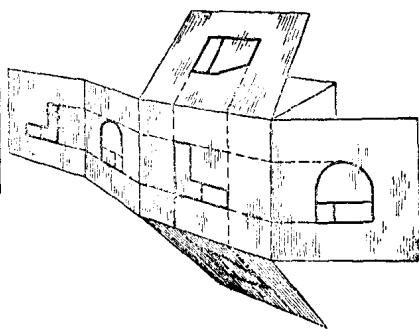
第3.4圖 上圖的展開(三角畫法)



第3.5圖
基線及投射線的省去
(三角畫法)



第3.6圖 透明箱

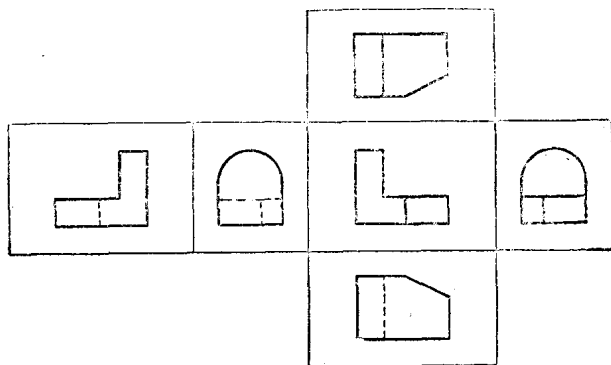


第3.7圖 透明箱的展開

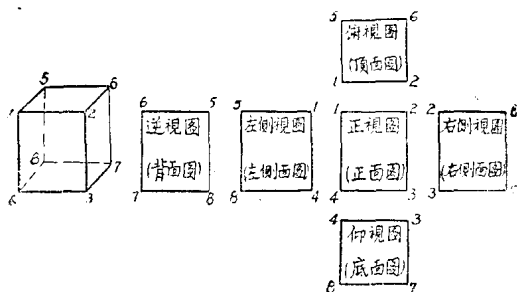
3.2 透明箱之例

上節所講的正投影法，可用透明箱來解釋。把第3.6圖的透明箱

照第3.7圖的方式展開，直至到同一平面（紙面）上為止，如第3.8圖。在正面的投影叫正視圖或正面圖，或直立投影，或直立圖（Front View, Vertical Projection, or Elevation）；在水平面上的叫俯視圖或頂面圖，水平投影，或平面圖（Top View, Horizontal Projection, or Plan）；在側面的叫側視圖或側面圖，側面投影，側直立圖或端視圖（Side View, Profile Projection, Side Elevation, or End）。而側視圖又有左右之分。有時也用仰視圖或底面圖，及逆視圖或背面圖（Bottom View, Rear View）。這六面視圖的關係位置的排列，如第3.8圖及第3.9圖所示。實際上六面視圖同時用的時候很少，但不管選用那幾面視圖，在第三角畫法圖上，它們的關係位置，皆照第3.8圖的樣子。最普通的

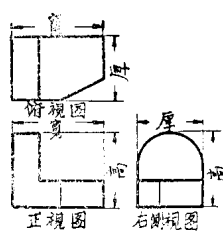


第3.8圖 六個視圖的關係位置（三角畫法）

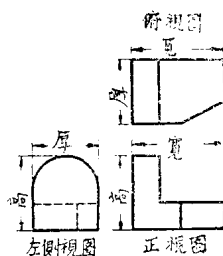


第3.9圖 第三角各視圖的排列法

三角畫法的組合為俯視圖，正視圖及右側視圖，如第3.10圖所示。這

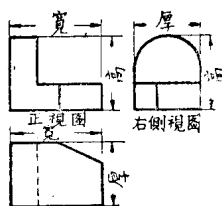


第 3.10 圖 三視圖

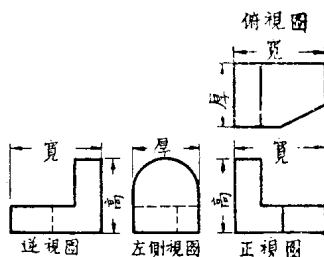


第 3.11 圖 三視圖

個物體，最好用這幾面圖。有時用左側視圖，比用右側視圖表現的更清楚。第 3.11 圖為俯視圖，正視圖及左側視圖的排列法（對於這個物體，自然用右側視圖好，因為無虛線）。還要注意，該物體的側視圖是與正視圖相鄰接，同時，任何點的側視圖從前稜的水平距離，和在俯視圖上從前稜的水平距離相等。正視圖，右側視圖及仰視圖的組合，如第 3.12 圖所示。正視圖，俯視圖及逆視圖的組合，如第 3.13 圖所示。



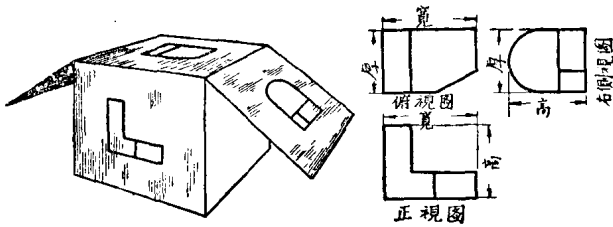
第 3.12 圖 三視圖



第 3.13 圖 逆視圖的位置

3.3 第二位置

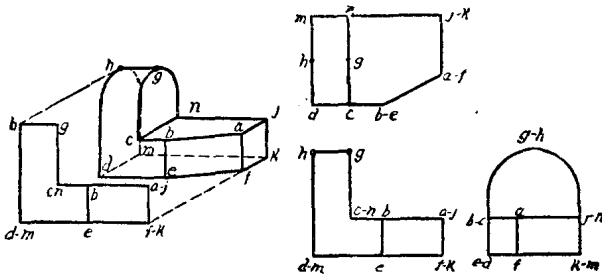
透明箱的端部，可以想作由頂部以絞鏈連起，而非由正面連起的，如第 3.14 圖所示。這樣，可把側視圖和俯視圖在一線上排列起來，如第 3.15 圖所示。這種第二位置的排列，在畫寬而較薄的物體最便當。在飛機圖中，用此種排列的圖很多。



第3.14圖 側視圖(第二位置) 第3.15圖 側視圖在第二位置

3.4 標記隅點法

爲了便於使投影與物體或圖互相對照,對於初學者,最好是把各隅點用字母或數字標記明白,把各投影中各相對應的點,均用同樣符號標記出來,如第3.16圖所示。把後面的看不到的點,記在看得到的點的右方。把第3.17圖的物體,照畫示圖所記,用數字標記出來。



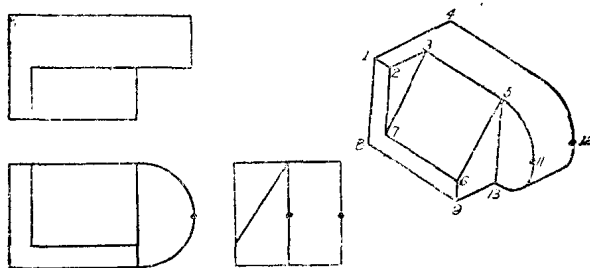
第3.16圖 標記隅點法

3.5 正投影的原理

由上述可得以下的原理:

1. 俯視圖放在正視圖的正上方(三角畫法)。
2. 側視圖與正視圖或在第二位置時與俯視圖在水平方向,線線相關(三角畫法)。
3. 側視圖的厚與俯視圖的厚(從前向後量)相同。
4. 與投影面平行的面所投的影,表示其實大。
5. 與投影面垂直的面,在該投影面上的投影爲一線。

6. 與投影面傾斜的面，在該投影面上的投影必較實長縮短。



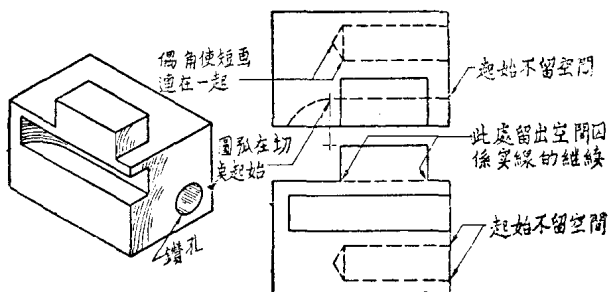
第 3-17 圖 投影研究

同樣對於面則：

7. 與投影面平行的線，在該投影面上表示其實長。
8. 與投影面垂直的線，在該投影面上的投影為一點。
9. 與投影面傾斜的面，在該投影面上的投影必較實長縮短。

3.6 虛線的畫法

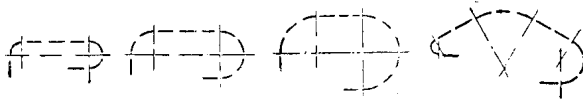
爲了完全表明一物體，圖上必須包含代表該物體的所有稜線的與輪廓的線。一件形狀稍爲複雜的物體，總有看不見的稜與輪廓。爲了區別清楚，把看不到的稜或輪廓，用虛線畫，已如上述。如第 3-18 圖所示的鑽孔，在右側視圖上雖可看到，但在俯視圖與正視圖上却直接看不到，非用虛線表示其位置與形狀不可。那個銑槽，由正方可以看到，由頂上却看不到。



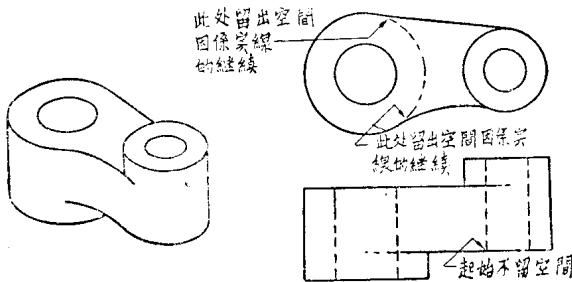
第 3-18 圖 虛線的畫法

初學者畫虛線時要特別注意辨別實線與虛線的畫法。虛線的畫

法,如第3.18圖所示。虛線須細於實線(約為實線二分之一),短畫的長須一致,每一畫的空間宜勻而短,短於短畫之一半。最重要的是開始與終了要對。除了為一實線的繼續,虛線常以一短畫開始與完結。在表示實線的繼續的場合,要先留出一空間。在隅角的地方,短畫常須相交。虛線弧須常以短畫在切點處開始;當然在形成一實線的繼續的場合,自為例外。不管是直的或曲的,均須按照其大小,把一直角弧由一短弧、二短弧或許多短弧畫成,參照第3.19圖。不管是在那個視圖中,在直線正後方的虛線(即亦與直線重合的直線),無表示出來的必要。請詳細研究第3.18圖及第3.20圖的虛線。



第3.19圖 虛線弧的畫法

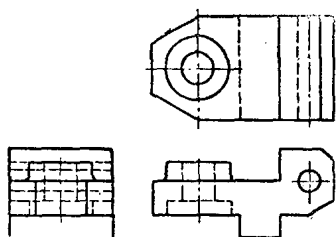


第3.20圖 虛線

中心線用點畫線畫,須稍伸出外形線來。中心線為圖的骨幹,重要的測量常由它量起,或到它為止,尺寸記入也常以中心線為基準。

3.7 線的佔先

在任何的視圖中,大概都有線的重合。與投影面垂直的面,以一條線出現於其上。此線可想為該面的距觀察者最近的那個邊,而在該面上的其它之線,結果便都看不見了。這樣就成立了一個規定:當二線重合時,其距觀察者最近的那條,需要佔先。一條可以看到的線可以遮蓋一條看不到的線,而一條看不到的線,却不可以遮蓋一條可以看到



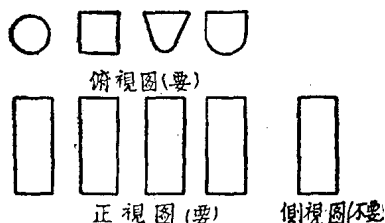
第 3-21 圖 重合線的研究

的線。那麼，虛線不能在實線中出現。當一中心線或一截面與一虛線重合時，則其虛線佔先。一截面可佔先於一中心線。一實線佔先於任何它種之線。試在第 3-21 圖中，指出其各線之重合的線。

3.8 視圖的選擇

在實際製圖中，選用那幾個視圖，才能把物體表現得最清楚，最簡單，是值得研究且非常重要的。有許多場合，用二視圖（如使用符號如 ϕ ， $\square$ 等，有時用一視圖已足）就可以達到表現目的。能簡明的圖，而未能簡明地表現出來，這不但是徒耗時間，同時也顯出製圖者的技術的幼稚。普通的圖，雖然是三視圖已夠，但於較為複雜時，常須用三個以上的視圖，才能表示清楚。一般地說，在要表明物體某部分的特別形狀的那方向，都需要畫一個視圖。

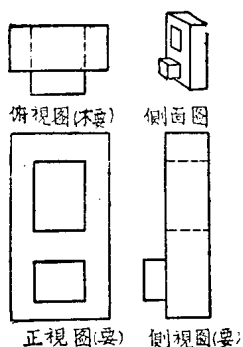
第 3-22 圖的各種形狀的物體，正視圖和側視圖的形狀完全相同，所以只畫俯視圖與正視圖就可以了（如尺寸記入時用 ϕ 或 $\square$ 符號，左二圖只畫正視圖已足）。但是在第 3-23 圖中，只畫



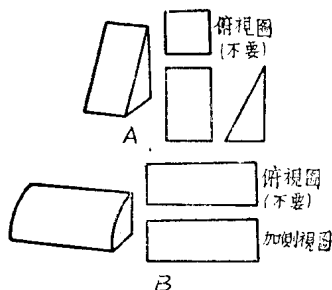
第 3-22 圖 視圖的選擇

俯視圖和正視圖，却不能把該物體的形狀，表現清楚，因為僅就此二視圖來研究，却不能分辨清楚那兩個小矩形，那個是凸出來的或穿通的。然而一參考側視圖，馬上便明白了上邊是通過的，下邊是凸出的。所以在此種場合，我們要選用正視圖與側視圖，省略俯視圖。

第 3-24 圖 A 的物體，由正視圖與側視圖，就可以把那個底的正方形表示明白，故無須乎畫俯視圖。第 3-24 圖 B 的物體，僅畫正視圖與俯視圖，仍然是表示不清楚，須要畫正視圖與側視圖，省去俯視圖。

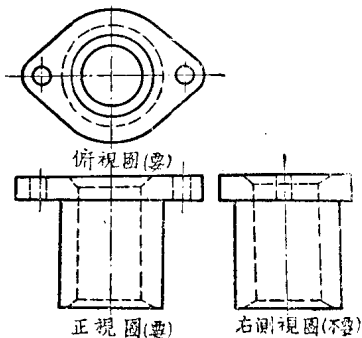


第 3.23 圖 視圖的選擇



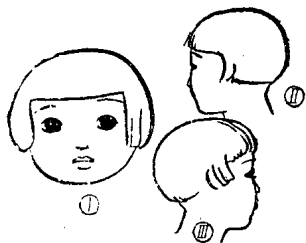
第 3.24 圖 視圖的選擇

第 3.25 圖若只畫正視圖與側視圖，其形狀還是弄不清楚。也許上下兩部都是平行四面體，也許二者之一為圓柱，也許都是圓柱，或是其它的形狀。然而一參照俯視圖，便確定了該物體的形狀。側視圖可以省去。

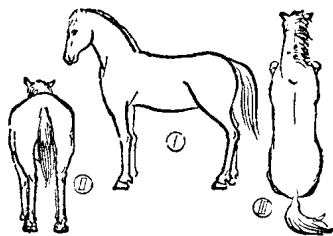


第 3.25 圖 視圖的選擇。

表示物體形狀最重要的那個視圖，特名之為主視圖。在選用視圖的時候，正視圖常是主視圖。把物體置於工作的位置上，把表現尺寸最多的那面，也就是呈現該物體的特性的輪廓或形狀的那面，選為主視圖。



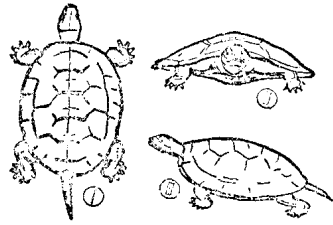
第 3.26 圖 人頭



第 3.27 圖 馬

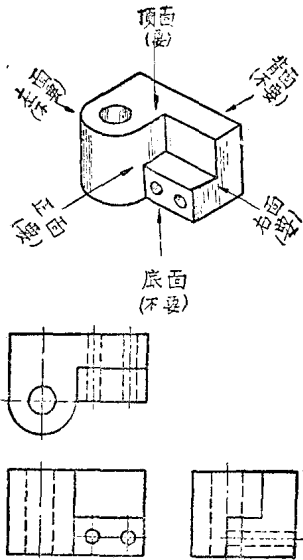
譬如說，畫個人頭，應當把第 3.26 圖 (I) 選為主視圖，放在正面畫，

總不會把 (II) 或 (III) 當作主要視圖。畫馬時，應當把第 3·27 圖的 (I) 放在正面畫，而不會把 (II) 或 (III) 畫在正面的。要畫個烏龜却又須把第 3·28 圖的 (I) 當主視圖，決不會把 (II) 或 (III) 畫在正面的。

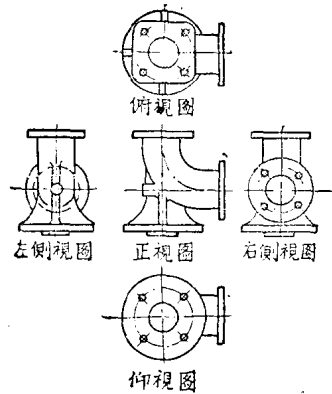


第 3·28 圖 烏龜

在開始繪圖之先，須研究一下，選用那最好的視圖的組合。第 3·29 圖之箭頭表明着對於六個主要的視圖之觀察者的方



第 3·29 圖 視圖的選擇

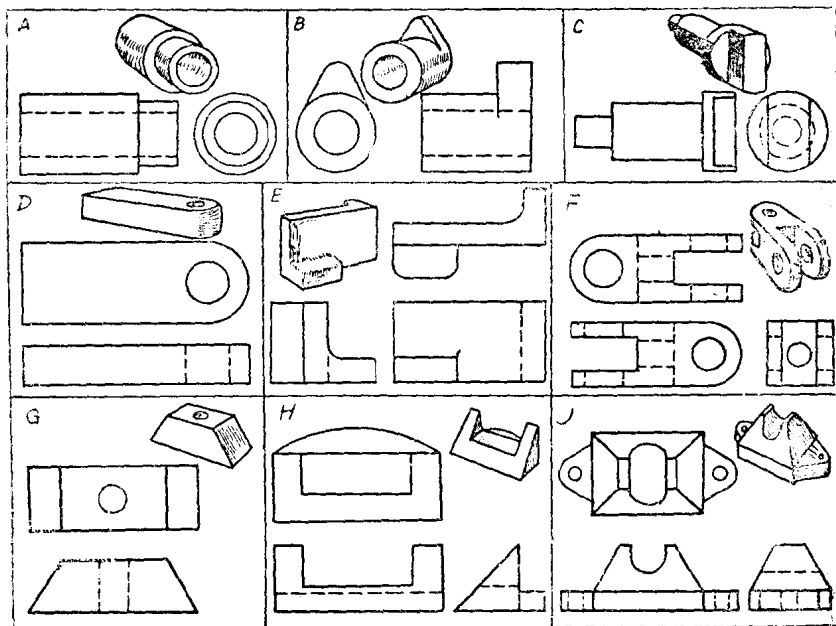


第 3·30 圖 視圖的選擇

向，並且表示出來畫圖者運思的方式。他注意到以正視圖表示二水平並列的孔，與該物體的寬及高；而畫俯視圖，是爲了表示直立圓柱的輪廓，至於切去之角又另需要一側視圖以表明其形狀。同時它更注意到用右側視圖表示切去部，可以避免虛線，用左側視圖却須以虛線表示該切去部分了。他認爲既無選用仰視圖的必要，亦無畫逆視圖的必要。（在實際畫圖中，很少用此二種視圖來表示物體的形狀。）最後他決定了選用正視圖，俯視圖，右側視圖，表現該物體的形狀，最爲簡明。在側視圖中，包含虛線愈少愈佳。假使無特種理由時，在三角畫法的實際的圖中，普通喜用右側視圖。

第3·30圖表示是一個帶座的管子的接頭。在此種場合，非選用五個視圖，不能表示得特別清楚，但正視圖為主要視圖。

請仔細研究第3·31圖，並且指出為何分別地這樣選用略視圖。



第3·31圖 視圖的研究

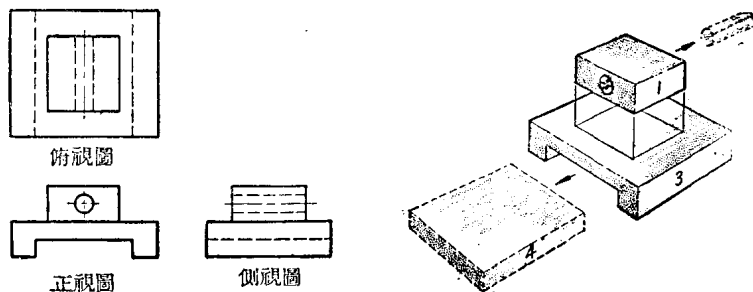
3.9 看圖的練習

(1) 怎樣由三個視圖想像物體

大多數初學看圖的人們，都感到由三個視圖去想像實物困難，這種困難是可由有計劃地練習而克服的。

第3·32圖是用圖表示出來由三個視圖來想像實物的步驟的。這種“分裂法”可用於各種圖，因為物體總不外由角柱圓柱圓椎等基本幾何圖形所組成的東西，不管它是怎樣複雜。想像部分由基本圖形上的加減，便得到所應有的凸出部或凹入部與孔。如此在腦中組成的實體，便是圖中所代表的東西。

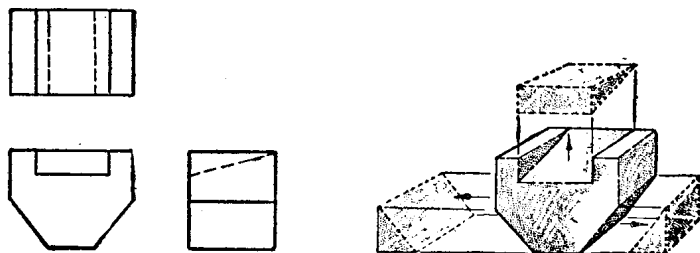
看圖須幾面圖同時對照着看，已再三地說過了。僅看一面圖，只



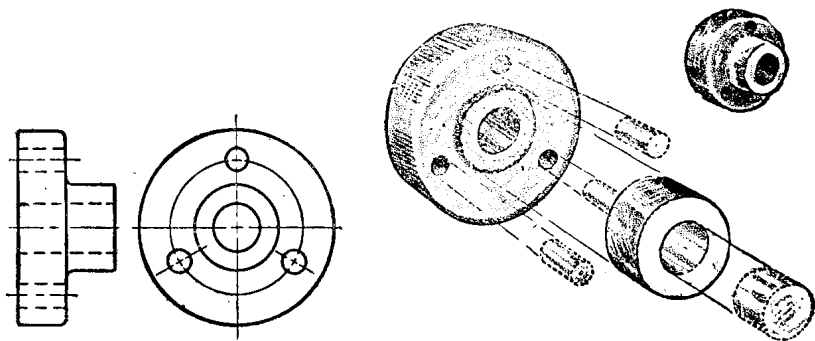
第 3.32 圖 分裂法

能作種種推測，而不能決定某部分應加上或減去的。例如第 2.32 圖中正視圖上的圓，不參照其它的視圖，只能知道是個圓形部分，究竟是圓柱或圓椎，凸出，凹入或通過與否，是無法知道的。但一參照側視圖，馬上就曉得為一通過的圓孔。同樣，(1)是由長方體(3)的中央凸出來的，而(4)為自(3)的底部除掉了的。

第 3.33 圖至第 3.35 圖為用“分裂法”分析着看圖另外幾個例子。

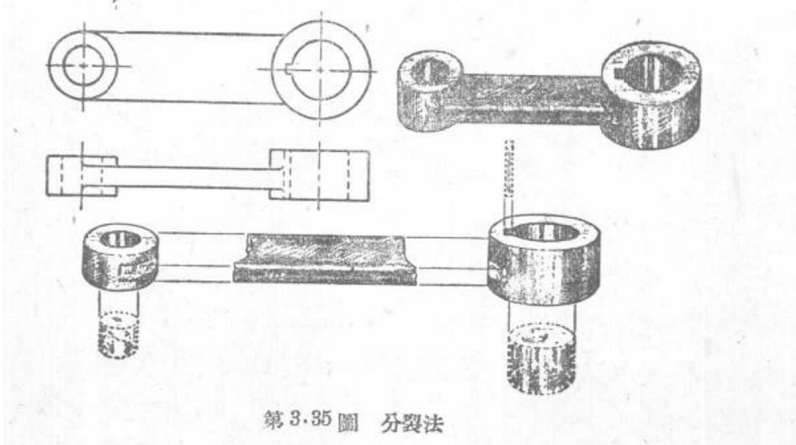


第 3.33 圖 分裂法



第 3.34 圖 分裂法

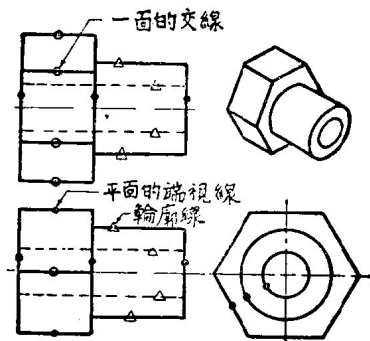
希望初學者養成這樣想像着看圖的習慣。



第3.35圖 分裂法

(2) 怎樣分析三正規視圖上的面線點

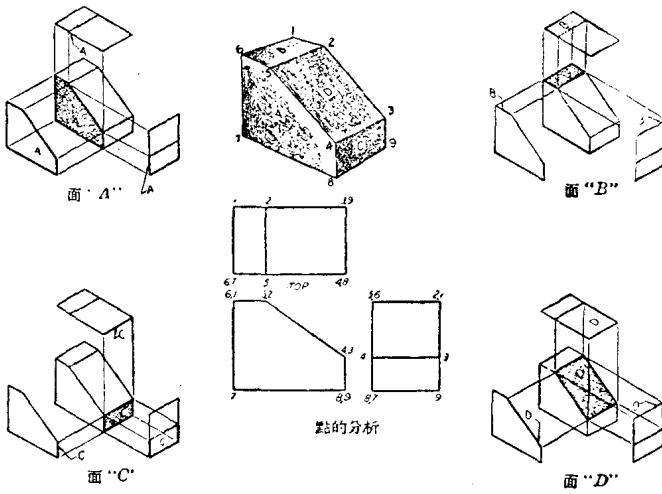
簡單的圖可用各種符號，照第3.36圖的辦法，標出來對照着研究。



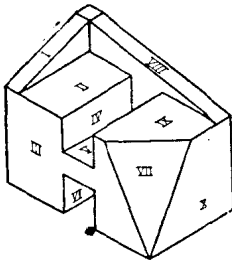
第3.36圖 線的意義

較為複雜的圖，可照第3.37圖的方式分析。就圖中所給的畫示圖，研究各面的表現。 A, B, C 各面，均在一視圖中以實形出現，但在其它二視圖中只是一條線。斜面 D 在俯視圖及側視圖中都縮短了，但在正視圖中為一斜線。在隅角上記入數字，並可分析各點。

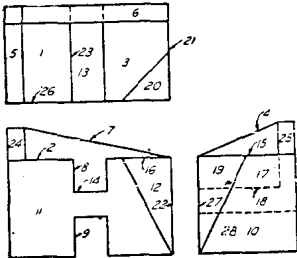
第3.38圖及附表，表明了給與畫示圖及三視圖的面的分析法。把所有各視圖上所有的線和面，隨意記入數字。在畫視圖各面上記入



第 3-37 圖 面線點之分析



I, II, III……。然後按 I, II, III……面的次序，在三視圖上找出每個面的投影來。例如，畫示圖上的面 I，在俯視圖中為面 5，在正視圖中為面 24，在側視圖中為線 4。把它們分別列入表中。



面之投影	線面之投影		
	面之投影	線之投影	面之投影
I	5	24	4
II	1	2	15
III	26	11	27
IV	27	3	17
V	11	9	18
VI	23	9	23
VII	20	13	19
VIII	6	7	25
IX	1	16	15
X	21	22	10

第 3-38 圖 線面之分析

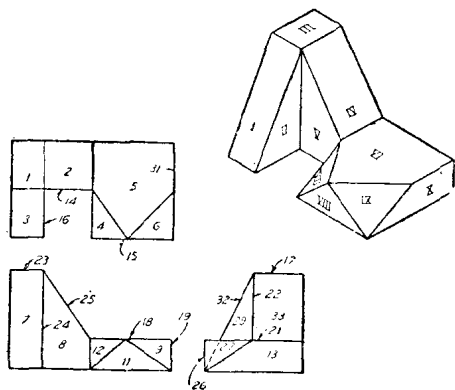
總而言之，在看圖的時候，應先統觀其各視圖的大概，先行認出該圖所表示的物體的一般的形狀，然後選出那面最足以代表該物體的特別形狀的主視圖（常為正視圖）。以此為中心，仔細地參照其它視圖，往復地詳細研究每條線的意義。

當看一視圖時,吾人常應想像該物體的本身,不可僅把它當作平面圖來看。在由一視圖轉看另一視圖時,看圖者可把自己想像成圍繞着該物體轉移,猶如在畫圖時的樣子。

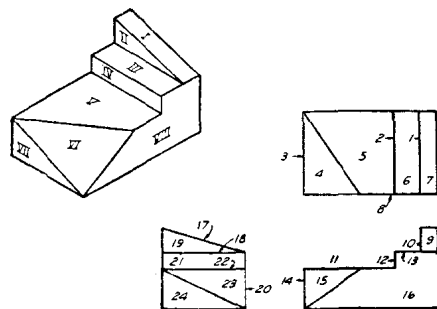
對於簡單的圖,固然一看就可以明白,但對於較複雜的圖,我們就不能企圖一看立刻就明白,正如不能一看立刻就了解一頁書一樣;書須一字一字地讀,圖亦須一線一線地看。讀書要四到,眼到,口到,心到,手到。看圖也要三到,眼到,心到,手到(有時要畫一個草圖的)。圖是無法看出聲來的。要有耐性,不可過於急躁。看慣了自然就快了。

3.10 看圖及徒手草圖的練習

1. 把第3.39圖及第3.40圖中之物體,按上節的辦法,列表分析每個面。



第3.39圖 看圖練習



第3.40圖 看圖練習

2. 把第 3·41 圖及第 3·42 圖中的每個物體,想像出來。
3. 補出第 3·43 圖至第 3·46 圖各圖中所缺畫的線。
4. 畫第 3·47 圖至第 3·49 圖各物體的草圖。最好用方格紙畫。

3·11 視圖的排列

圖須用標準紙畫。在第 1 章第 1·8 節 (第 1·13 頁) 中,已將標準紙 ($A_0, A_1, A_2, \dots$) 的大小給與了。視圖的排列,必須對所有的紙勻稱。畫圖者於着手畫圖之先,須大概把視圖排列一下。其排列的步驟,大致如下:假定第 3·50 圖中所給的物體,用 $A_3(297 \times 420)$ 來畫。先畫距左邊 20,上下右邊各 10 的格子,然後照圖中所註明的樣子,把主要的中心線及外形線畫進去。最好從右底角沿底邊邊線量起,先量出 60 (厚),再量出 170 (寬),決定出兩視圖間的距離 (普通取所餘距離三分之一,在此場合取 33),由左角量下餘的 $1/2$ 處,便可作為正視圖的開始點。直立方向,可以這樣決定:正視圖高 88,俯視圖厚 60,在左上角開始量 60 (厚),再量 88 (高),估計二視圖間的距離 (在此場合取 22) 並把它標出,在下餘的一小半處記出一點,以便開始畫正視圖,為了好看,在下邊所留出的空白應大於在上面所留出的。然後把各視圖的主要部分,照圖上的樣子畫進去。排列勻稱是原則,至於如何排列,須靈活運用。

3·12 視圖的畫入

在決定了畫那幾個視圖,按上節把它們排列之後,可照第 3·54 圖及第 3·55 圖的樣子,逐步畫入。至於厚的尺寸,可照第 3·51 圖二種投射法之一畫成。第 52 圖及第 53 圖為視圖畫入之例。

1. 畫格子並適當地排列各視圖。
2. 用尖的鉛筆,輕而準確地畫入各主要中心線,及主要外形線,再畫入對稱部分的中心線。凡是圓柱部分,都要畫入中心線,每個圓心,必須有二互成直角的中心線通過。