

義講圖認與圖製

第一編

中國人民大學

重要工業部門技術學教研室

北京 一九五三年

目 錄

第一編 製圖和認圖的基礎

第一章 製圖工具及材料.....	3
第二章 應用幾何畫法.....	19
第三章 正方投影知識.....	56
第四章 剖面圖和斷面圖 (ГОСТ 3453—46)	79
第五章 尺寸註解.....	90

第 一 編

製圖和認圖的基礎

第一章 製圖工具及材料

§1. 製圖工具及其使用法

爲了進行製圖工作，必須具備製圖工具和儀器，精確的圖形只能在儀器的幫助下才能獲得。古語說得好：『工欲善其事，必先利其器』，因爲製圖工具質量的好壞將直接影響圖形的質量。

在學習作圖之前，首先要掌握製圖工具的使用法，以不負責不細心的態度來對待工具，就會迅速的失去工具的精確性，降低圖形質量。初學製圖者不宜應用精密的製圖工具。

在學習製圖過程中最常用的儀器和工具名稱如下：

1. 製圖儀器（壹盒），
2. 製圖板，
3. 丁字尺，
4. 三角板（壹付），
5. 比例尺，
6. 各種軟硬不同的鉛筆，
7. 磨鉛筆的砂紙，
8. 軟橡皮（擦鉛筆線用）和硬橡皮（擦墨汁用），
9. 圖紙，
10. 墨汁，
11. 鉛筆刀，
12. 量角器，
13. 曲線板。

茲將最主要的製圖工具使用法說明於後：

（一）繪圖桌 繪圖桌是用來承放繪圖板及全部繪圖儀器的，因而必須具有足够的桌面面積，桌面過高或過低都會給繪圖者帶來更多的疲勞。繪圖桌最好包括兩部分：一部分安置圖板，並可以調節圖板的傾斜度，圖板上再放圖紙，丁字

尺；另一部分放置繪圖用品（如圖 1.1）。

桌面上的各種製圖工具必須合理地佈置，這在製圖過程中具有重要意義，因為不合理地佈置工作地會增加工作時間，影響工作質量。與繪圖桌配合的有椅子，椅子高度與繪圖者身材要合適，過低者彎腰費勁。

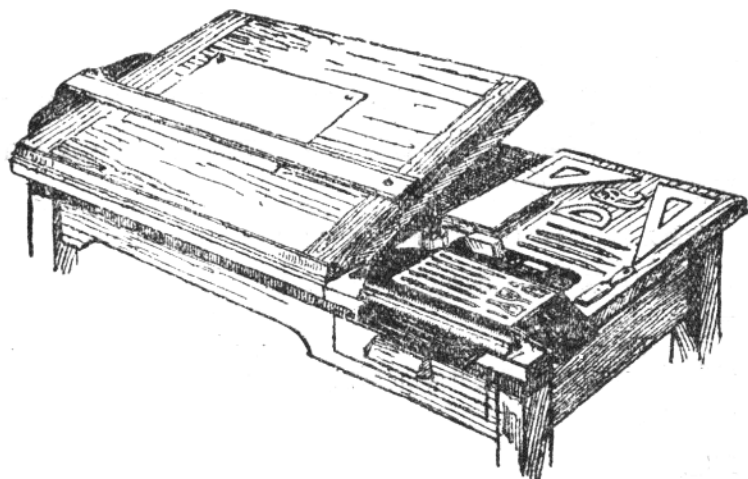


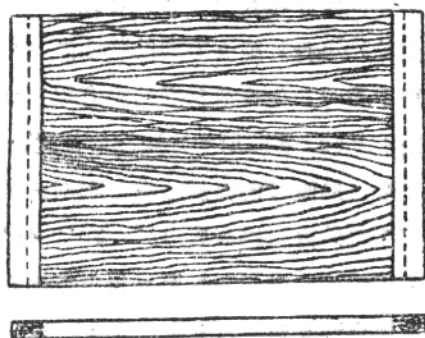
圖1.1 繪圖桌及儀器佈置

（二）繪圖板和丁字尺 兩者都是用木料製成的，在作圖過程中，是密切配合的。圖板主要任務是安放圖紙及少數的製圖工具，圖板的木料質地不能過硬或過軟。太硬時圓規和分規的針尖不易插入，容易損壞針尖，對鉛筆線條顏色深淺亦有影響；太軟的木料往往經不住硬鉛筆劃線，易損破圖紙。圖板不能遇水，遇水曬乾後將使圖板翹曲不平，並易開裂縫。圖板表面需平滑，無裂紋，如圖1.2（a）。圖板左右兩邊緣特別是圖板左邊的邊緣必須平直。

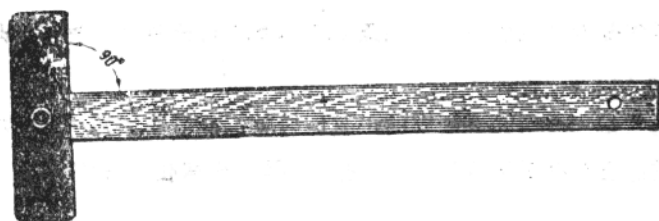
丁字尺是由頭和直尺兩部分組成的。丁字尺有兩種：一種丁字尺的頭是由一塊木料構成的，頭和直尺固定為 90° ，如圖1.2（6），這種丁字尺只能畫水平直線；另一種丁字尺的頭是由兩塊同樣大小的木料組成的，把直尺夾在上下兩塊木料之間用螺絲連接起來，直尺和頭部上塊木料的組合是固定的，直尺和頭部下塊木料的組合是活動的，可以用螺絲調整其角度，所以這種丁字尺能畫水平長直線亦能畫傾斜長直線。我國過去常用另一種丁字尺，就是丁字尺的頭和直尺用螺絲固定的，在丁字尺頭上刻有度數，可用螺絲調節直尺和頭之間的角度，其最大缺點就是使用一定時期以後容易發生誤差。在畫線時，是把筆（鉛筆或烏嘴筆）緊

沿着直尺上部邊緣，爲使直線勻直，故丁字尺的直尺邊緣，特別是直尺的上部邊緣必須平直，決不能有缺口。

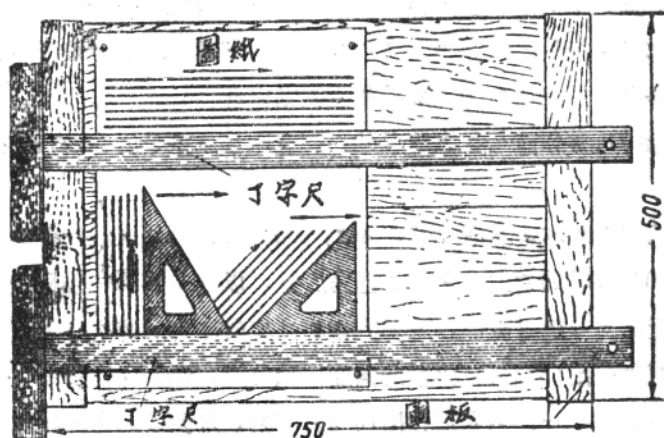
使用丁字尺時必須把丁字尺的頭與圖板左邊的邊緣合緊，如圖 1.2 (B)，丁字尺移位時，以左手撫住丁字尺的頭，將丁字尺的頭沿着圖板左邊邊緣上下移動，



(a)



(b)



(B)

圖 1.2 圖畫板和丁字尺

就可以畫出互相平行的直線。

畫水平直線必須自左向右，先畫最上面一根水平線，畫好後將丁字尺向下移至適當位置再畫第二根水平線，如圖 1.2 (B)。在作圖過程中，必須使丁字尺的頭與圖板邊緣密合，否則會引起圖形很大的誤差。

如圖 1.2 (B) 所示，若固定丁字尺的位置，並以三角板的直角邊和丁字尺的直尺邊密合，則可畫垂直線和平行於垂直方向的許多直線。畫垂直線時應自下向上畫，若有許多垂直線需要畫時，先畫最左邊的垂直線，畫好後再將三角板沿丁字尺邊緣向右移動（如圖 1.2 (B) 箭頭所示）至適當位置再畫下一根垂直線。

同樣方法，亦可以丁字尺的直尺邊緣為基準，利用三角板本身的角度畫傾斜線。這些傾斜線可以與丁字尺的直尺邊緣成 15° ， 30° ， 45° ， 60° ， 75° 等。

圖板、丁字尺和三角板的配合應用在製圖過程中是極其廣泛的，應加熟習。

(三) 三角板 三角板是繪圖中不可缺少的工具，使用次數很多，動作靈活方便。

三角板通常是成對地使用，一塊是 30° 和 60° 的三角板，另一塊是 45° 三角板，如圖 1.3 (a)。

三角板通常是用透明膠質製成的，質地較軟，能够使三角板的面和圖紙面吻合。三角板的邊上刻有長度格子，以公分 (CM) 為單位，故亦可用三角板當作直尺量距離。

畫線時，三角板的邊可以當作直尺用，以筆（鉛筆或烏嘴筆）緊沿三角板的邊緣畫，故要求三角板的邊緣必須平直。為了檢驗三角板的邊緣是否平直，可將兩塊三角板重合在同一個平面上，看其是否處處密合。

三角板除掉可當作直尺畫直線以外，還有兩個最主要的作用，即推平行線和畫角度。

由於兩塊三角板本身具有 30° ， 45° ， 60° ， 90° 的角度，就能够直接地作出 30° ， 45° ， 60° ， 90° 的角度。在作這些角度時，以三角板的一邊和始邊重合，用筆沿需要角度的另一邊畫直線，就得到需要角度的終邊。其次三角板還可以根據平面幾何的原理作出 15° 和 15° 倍數的角度，如 15° ， 30° ， 45° ， 75° ……， 90° ，…… 105° ($n \times 15^\circ$)……。只要能作出 15° 和 75° 角，那麼其他角度就很容易作了，作 15° 和 75° 角的方法如圖 1.3 (6) 所示。

圖 1.3 (6) 中，已知基線，求作與基線之間的角度為 15° 和 75° 的直線。作

圖時用丁字尺配合最為方便，這時就有兩個方法：

(1) 首先使丁字尺上部邊緣與基線重合，把丁字尺往下移，始終使丁字尺的邊和基線保持平行，以 45° 三角板的底邊與丁字尺的邊重合，再把 60° 三角板的底邊和 45° 三角板的斜邊重合。這時 60° 三角板有兩種放法：一種如實線所示，得出 15° 角；另一種如虛線所示，得出 75° 角。

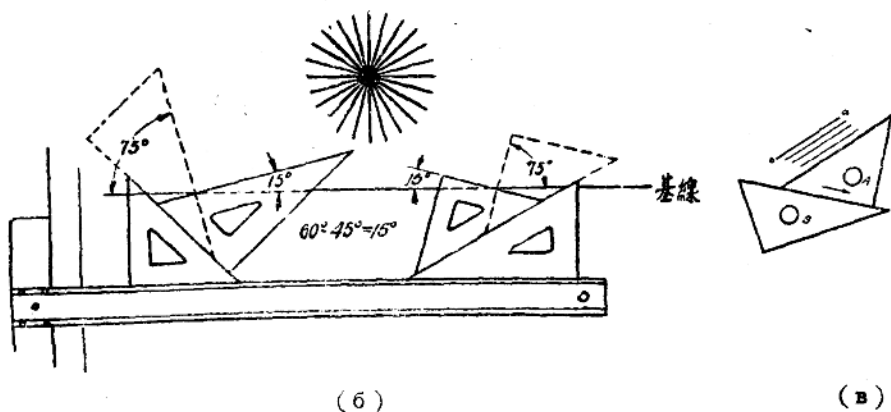
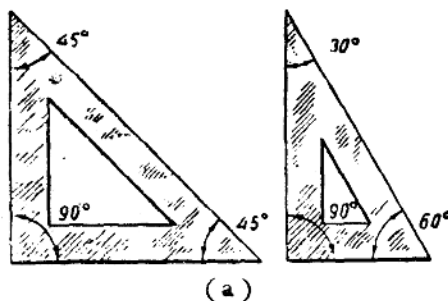


圖1.3

(2) 第二個方法就是使 60° 三角板的底邊和丁字尺的邊重合，以 45° 三角板的斜邊與 60° 三角板的斜邊重合，這時亦可以畫出兩個角度：一個是 15° 角，如實線所示；另一個是 75° 角，如虛線所示。

以上這兩個方法是在三角板與丁字尺配合下進行的，假如不用丁字尺，只憑兩塊三角板亦可作出 15° 角和 75° 角來。作時可利用兩塊三角板作基線的平行線，以三角板的底邊與基線的平行線重合，然後再依照前面所說過的兩種方法進行作角。

利用三角板推平行線，特別是傾斜的平行線最常用到，如圖1.3 (b) 所示，

把一塊三角板 A 的斜邊與已知線 ab 重合，取另一塊三角板 B 的邊與三角板 A 的底邊密合。左手按住三角板 B，固定三角板 B 的位置；右手將三角板 A 沿着三角板 B 的邊緣移動，至適當位置，這時用筆（鉛筆或烏嘴筆）沿着三角板 A 的斜邊所畫的直線，就必是平行於 ab 線的直線。

（四）製圖儀器 是製圖的基本工具，爲了便於攜帶和保管，將儀器置於盒內，如圖 1.4。

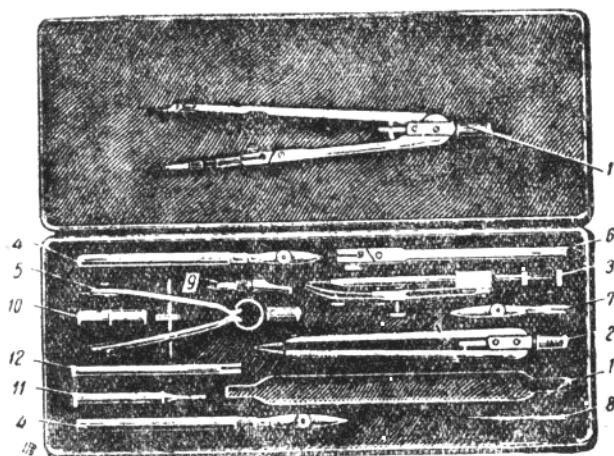


圖1.4 繪圖儀器

- | | | | |
|---------|---------|----------|-----------|
| 1. 圓規 | 2. 量規 | 3. 點圓規 | 4. 烏嘴及烏嘴桿 |
| 5. 調節量規 | 6. 延伸桿 | 7. 烏嘴 | 8. 針尖 |
| 9. 鉛心腳 | 10. 鉛心筒 | 11. 螺絲蓋筆 | 12. 烏嘴桿 |

每一個學習製圖或從事於製圖工作的同志都必須養成良好的習慣，當使用完畢或告一段落時，務必將儀器安放原處。任何粗心大意都會損壞儀器，降低儀器的精確度。

製圖儀器盒內有許多作用不同的工具，其中最主要的有圓規、量規、烏嘴筆。下面介紹這三種儀器使用法。

量規使用法：量規是用來量長度、距離或等分長度的。量規由兩腳和頭組成，量規每個腳上裝有一個針尖，以便準確量距離或長度。

通常只用右手把量規兩腳打開、合閉或調節其距離，當需要將兩腳針尖之間的距離縮小時，則以右手的大拇指和食指放在兩腳外面，向內稍用力一挾即可。如圖 1.5 a。

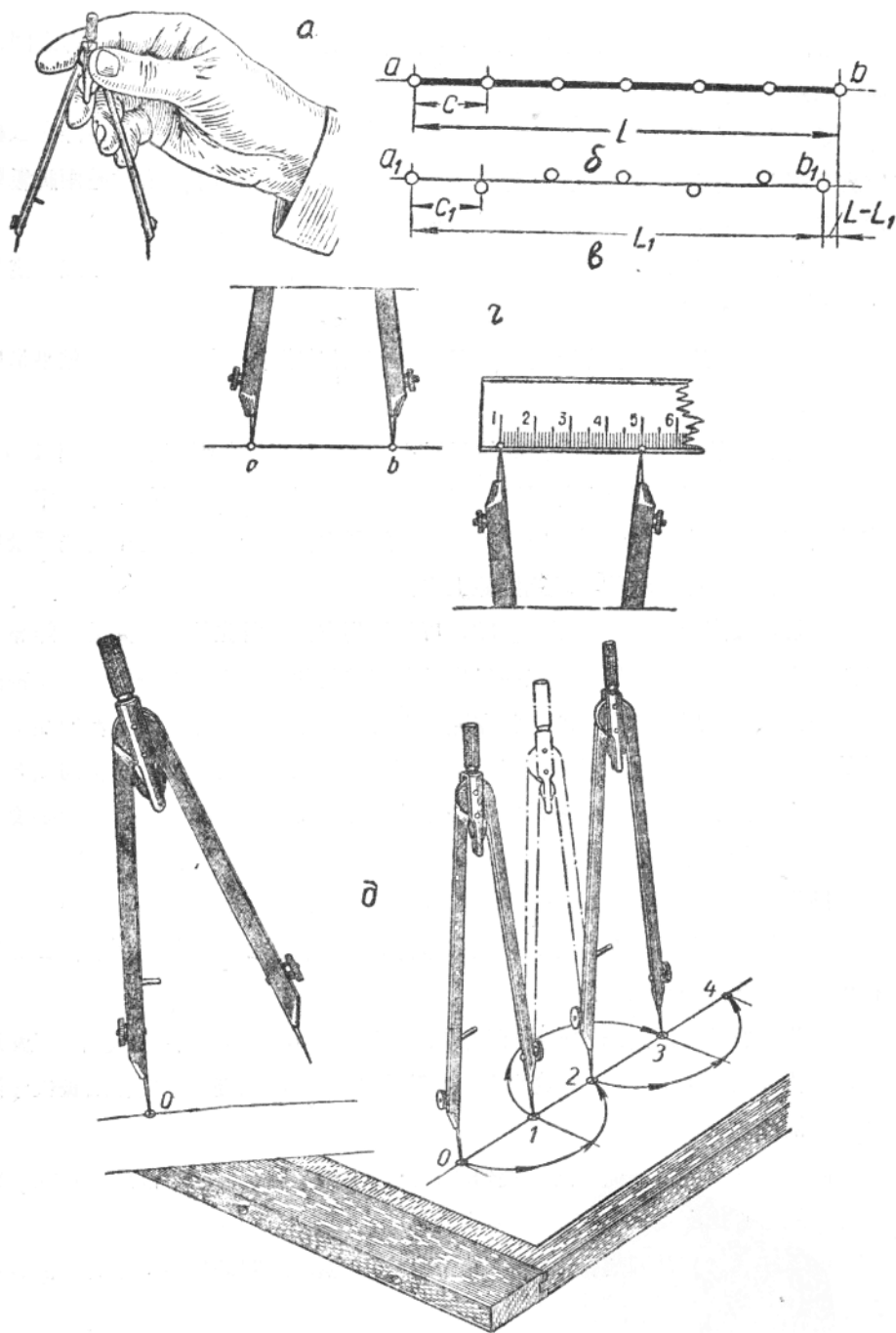


圖1.5 量規使用法

當需要加大兩腳針尖間的距離時，可以右手的中指和無名指放在兩腳之間，向外稍用力一撐即可。

量規兩腳之間的結合不能太鬆或太緊，太鬆了容易使兩腳針尖的距離在改變時發生誤差；太緊了調節兩腳距離有困難。所以在量規頭的下部有調整兩腳鬆緊的螺絲，以螺絲蓋錐轉動螺絲，就可以使兩腳的組合鬆緊合於要求。

用量規在直線量取距離時，針尖必須指在直線上，如圖 1.5 6 是以一定長度 c 在 ab 直線上截取六段，每一截點必須位於 ab 線上。

如圖 1.5 8 是不正確的量規使用法，因針尖沒有指在 a_1b_1 直線上，結果造成 $L-L_1$ 的誤差。

在圖形上以量規量取兩點之間的距離時，針尖必須指在兩點上，如圖 1.5 4 所示，然後將兩針尖間的距離量到直尺上去，就可以得到兩點間的距離數字。在審核圖形、計算實際物體大小時，就要利用這種方法。在製圖過程中則先用量規在直尺上量好距離，然後再量到圖線上去。

用量規在直線上截取若干等份時，可按下列方法，首先使針尖間的距離等於已知長度，如圖 1.5 4 所示，以一針尖放在直線的起點 0 上，另一針尖則指在直線上的點 1 上，以點 1 為圓心，指在點 0 上的針尖略抬高並離開紙面轉向點 2，轉的方向如圖 1.5 4 箭頭所示。再以點 2 為圓心，指在點 1 的針尖抬高轉向點 3，依次前進，在前進過程中轉動的方向是逆時針和順時針相互間隔的，同時必須保持兩針尖間的距離不得改變。

圓規使用法：圓規的任務是畫圓和圓弧，由於圖形往往是由圓、圓弧組成，有許多幾何圖形如垂直平分線、分角線等都需要圓弧作為補助線，所以在製圖過程中圓規的應用是很頻繁的。

圓規主要是由圓規頭和兩隻圓規腳組成的，其中一隻圓規腳上裝有一個針尖，畫圓時當作圓心，另一隻腳上裝烏嘴或鉛心，可以畫鉛筆圓弧或畫墨筆圓弧，如圖 1.6 (a) 所示。

圖 1.6 (b) 是在圓規腳上裝鉛心，用以畫鉛筆圓。將鉛心削成斜長式，露在外面的鉛心長度為 6—8mm，斜度為 75° ，如圖 1.6 (b) 所示。

圖 1.6 (c) 是圓規腳上裝烏嘴，用以畫上墨圓。關於烏嘴上墨的方法敘述於下。

畫圓時必須用大指和食指以順時針的方向旋轉圓規頭，如圖 1.6 (d) 所示。

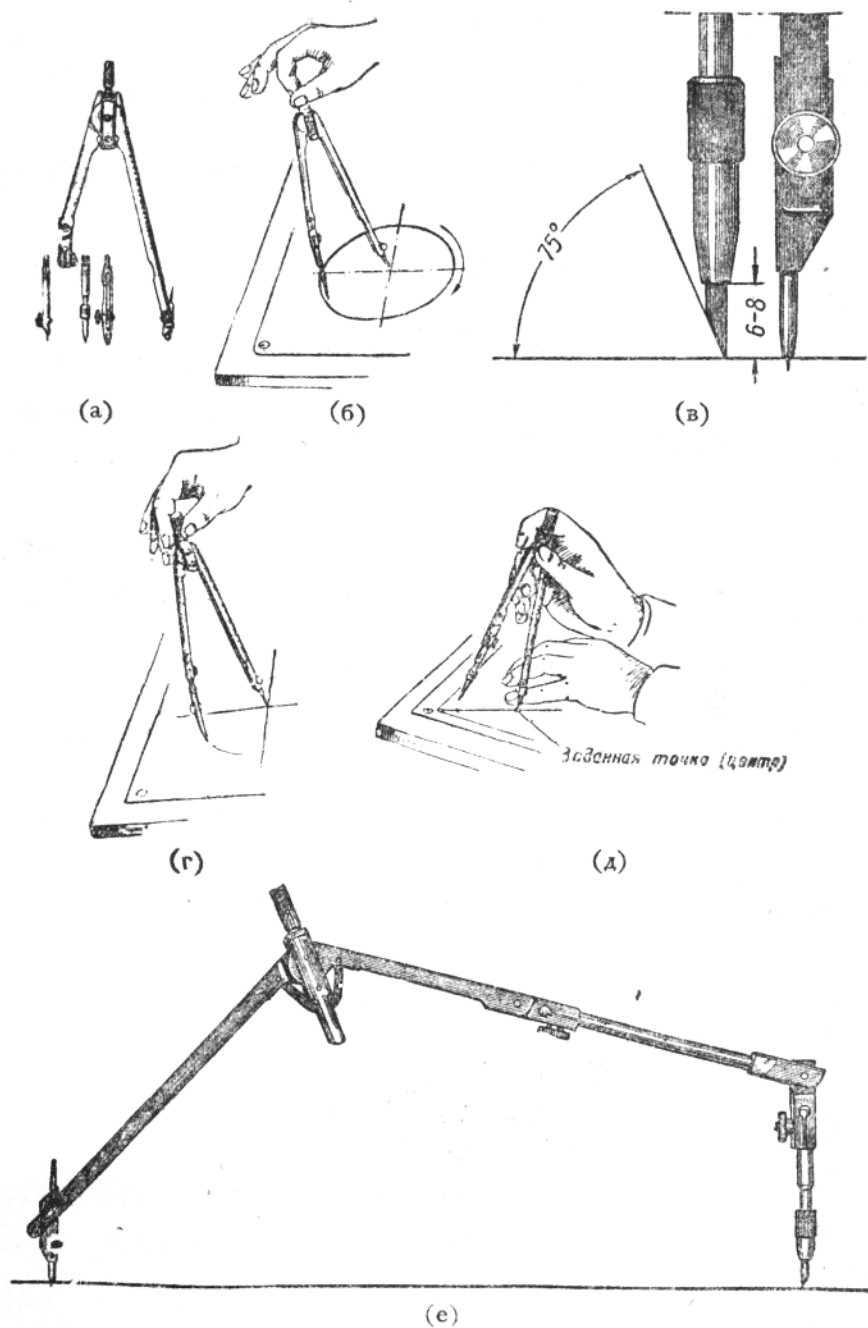


圖1.6 圓規及其使用法

圓規針尖必須精確地指在圓心上，針尖的位置稍有偏差，都會使整個圓周失去合理位置，而使圖形不準確。爲了使針尖的位置正確，可用左手幫助定位，如圖 1.6 (A) 所示。

若需要畫大圓，而圓規太小時，可利用延伸桿以擴大半徑。延伸桿的用法如圖 1.6 (e) 所示。

調整圓規針尖和鉛心之間的距離（即圓的半徑）其方法和調整分規的方法完全一樣，故不重敘。

烏嘴及其使用法：比較重要的正式的藍圖的圖底均用烏嘴畫成。使用烏嘴畫線之前，先用鉛筆打好草圖，然後再用烏嘴灌入墨汁在鉛筆線條上畫線，這一步驟叫做上墨，墨汁的顏色通常用黑色，對特殊圖形可用紅、綠、黃等其他顏色的墨汁。

上墨工作的要求是：線條顏色均勻；同類線條粗細一致；線條接頭圓滑流利；保持圖紙整潔。爲了滿足上述要求，就必須具有一定的製圖技巧，掌握烏嘴的使用法。

烏嘴是由兩金屬瓣組成的，兩金屬瓣之間的距離決定着線條的粗細。爲使線條粗細合於要求，用右手的大拇指和食指扭轉螺絲，以調節金屬瓣之間的距離，如圖 1.7 a 所示。

應該經常保持烏嘴的清潔，以免腐蝕筆尖，使用完畢後必須將烏嘴金屬瓣擦乾淨，並將螺絲放鬆，以免金屬瓣產生彈性疲勞。

烏嘴灌注墨汁時，一般的是將中等大小的烏嘴高度不超過 6—8mm，如圖 1.7 b 所示。若墨汁灌注太多，則使線條粗細不一，顏色不均，拖泥帶水，損壞圖紙整潔，如圖 1.7 c 所示。若墨汁灌注太少，則會使一根線條沒畫完而墨汁已完，使線條末尾中空，如圖 1.7 d 所示，倘使再加墨重畫線條中空部份，就可能使線條粗細不一，大烏嘴灌注墨汁數量可酌量增加，小烏嘴可酌量減少。

烏嘴灌注墨汁時要離開製圖板，以免墨汁滴下污損圖紙。

利用烏嘴畫線時，必須保持烏嘴與直尺的縱向垂直，與直尺的橫向傾斜約 70° ，如圖 1.7 e 所示。若烏嘴向直尺的外面傾斜，將使線條的裏邊粗細不均，如圖 1.7 f。

若烏嘴向直尺的內面傾斜，會使線條的外邊粗細不均，如圖 1.7 g 所示。

因此根據畫線的缺點就能判斷缺點的原因，以便及時糾正。

爲了避免因粗心大意塗抹了墨汁未乾的線條，就必須把上墨的順序科學地組織起來。組織原則如下：

(1) 考慮線條方向：先畫同一方向的線條（如水平方向），畫完後再畫其他方向的線條（如垂直方向或傾斜線條），這樣可以不致因製圖工具來回錯亂地移動而損害圖線的均勻和圖紙的整潔。

(2) 考慮線條粗細：先畫同一類線條（如粗實線），畫完後再畫另外一類線條（如細實線或虛線），這樣可以避免因往返調整烏嘴而使同一類線條粗細不一致。

(3) 考慮線條本身的性質（如直線、圓、圓弧等）：畫同心圓時先畫小圓再畫大圓，往外擴張。圓弧和圓弧接頭時，先畫小圓弧再畫大圓弧。圓弧和直線接頭時先畫圓弧再畫直線。一張圖形內有圓和圓弧亦有直線時，先把全部圓和圓弧畫好，再畫直線，這樣可以免去許多缺點，有效地提高圖形質量。

通常在畫水平直線時，應自左向右，水平線多時，先畫最上面的，漸次向下，以免塗抹墨線。畫垂直線時應自下向上，有許多垂直線時，先畫最左邊的，漸次向右，如圖 1.73。

最後還必須指出，在進行上墨時，烏嘴行走的速度要均勻，因爲速度的快慢會影響線條粗細不均。

§2. 製圖材料

製圖材料很多，如各種顏色的墨汁、鉛筆、圖紙等。這一節內主要是說明鉛筆和圖紙，這些材料的質量和使用方法都直接影響圖形的質量。

(一) 鉛筆 以鉛筆繪圖的技術，沒有上墨那樣複雜，因爲鉛筆線條比較容易用橡皮擦去，但對鉛筆圖形亦要求顏色均勻、線條粗細一致、圖形整潔、線條接頭流利。

爲了達成上述要求，繪圖用的鉛筆要與一般寫字用的鉛筆質量不相同。繪圖時必須具備各種硬度不同的鉛筆，硬鉛筆的鉛心磨損率低，所畫的線條較細，顏色較淡；軟鉛筆的鉛心磨損率高，線條較粗，顏色較深，因此在畫同一類線條時應該用同一類鉛筆。

我國習慣用字母 H 表示鉛筆的硬度（蘇聯用 T 表示），用 B 表示鉛筆的軟度（蘇聯以 M 表示）。按鉛筆軟硬程度可分三類：

(1) 硬鉛筆：計有 H、2H、3H、4H……9H，H 前面的數字越大，表示

該鉛筆硬度越大。

(2) 軟鉛筆：計有 B、2B、3B、4B、5B、6B，B 前面的數字越大，表示該鉛筆越軟。



(3) 中等硬度鉛筆：有 HB，較 H 略軟，較 B 略硬。

一般製圖時極硬和極軟的鉛筆不常用到。畫底圖時通常用 3H，加深和加粗時可用 HB 或 H，寫字可用 H、HB 或 B，細實線可用 2H 或 3H，粗實線可用 HB、H。對畫什麼樣的線條應該用哪一類鉛筆並無明文規定，主要自己根據圖形的性質而加以合理的選擇。

鉛筆是由鉛心和包在鉛心外面的鑲木組成，鉛心和被削去的鑲木總長是 25——30mm，露在外面的鉛心長度是 8——10mm，如圖 1.8 a) 所示。

圖 1.8 b) 是不正確的削鉛筆的方法。鉛心可利用砂紙磨尖，亦可磨成斜長式。

鉛筆總長不能短於 120mm，鉛筆太短時可加筆套。

用鉛筆畫線時以右手的大拇指、食指和中指夾住鉛筆，使鉛心緊沿着直尺、三角板或丁字尺的邊緣前進，在前進過程中，鉛心作用於圖紙上的力量要均勻，並盡可能使前進的速度一致。在畫長直線時，必須旋轉地應用鉛筆，使鉛心均勻地磨耗。所有這些辦法的目的在於保證線條顏色一致和粗細均勻。

若線條需要加粗和顏色加深，可用較軟的鉛筆順一個方向重複畫線，如採取加重力量或逆方向往返的畫法是很不相宜的。

(二) 圖紙 在蘇聯機械製造業中所有圖紙的大小均有規定，按全蘇國家標準 (ГОСТ 3450-49) 指示，圖紙大小分為七級：

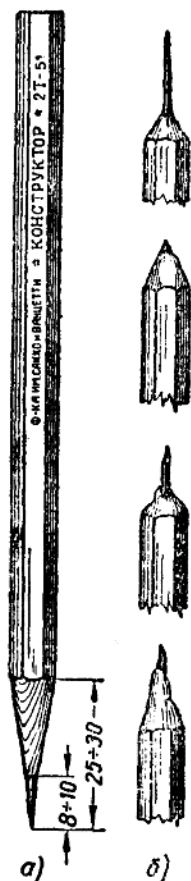


圖1.8

標 號	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6
圖紙尺寸 (mm)	814×1152	576×814	407×576	288×407	203×288	144×203	101×144

以字母 a 及其後面的數字標記圖紙的大小，數字表示將圖紙 a0 對開的次數，如圖 1.9 (a) 所示，例如：

圖紙 a1 的面積等於 a0 的 $\frac{1}{2}$ ，將圖紙 a0 對開一次就得到 a1 號圖紙；

圖紙 a4 的面積等於 a0 的 $\frac{1}{16}$ ，將圖紙 a0 對開四次就得到 a4 號圖紙。

我們作練習時採用 a4 號圖紙，即長度 288，寬 203。作圖時圖紙是豎放的，圖紙上有圖框，圖形不能越出圖框之外，圖框的上邊、右邊和下邊的框線離紙的距離是 5—10mm。爲了便於圖紙的裝訂，圖框左邊的框線離紙邊是 25mm。此外圖紙上還有標題欄，以便說明單位名稱、圖名、繪圖者和審核者的姓名和日期，如圖 1.9 (6) 所示。

