

中学机要

目 次

第一章	緒論	1
第二章	儀器的用法	5
第三章	機械畫中常用的名詞	19
第四章	字的練習	27
第五章	繪圖須知	35
第六章	平面幾何畫法和習題	41
第七章	立體幾何畫中常用的名詞	117
第八章	投影和習題	123
第九章	立體的畫法	131
第十章	機械畫法	140

中學機械畫

第一章

緒論

圖畫是屬藝術方面的課程，故圖畫是藝術的科學。在未曾討論機械畫之先，當行說明圖畫的分類。圖畫可分為兩種學科：一種是畫學，一種是圖學。畫學的範圍很廣，種類亦很多。大別之，則有數種：

1. 木炭畫 用木炭為繪畫的材料，為西洋畫的基本練習工作，素描作品，則用木炭為繪畫的材料。

2. 水彩畫 用水調和各種顏色，以為繪畫的材料。野外寫生及畫靜物時常用之。

3. 粉畫 以各種顏色的粉筆為繪畫風景靜物的材料。

4. 油畫 以亞麻仁油或蓖麻子油調和各種顏色，以為繪畫風景及人物等的材料。油畫即通常所稱的西洋畫或簡稱為洋畫。

5. 鋼筆畫 用寫字的鋼筆繪成的畫，稱為鋼筆畫。

6. 鉛筆畫 用鉛筆繪成的畫，稱為鉛筆畫。

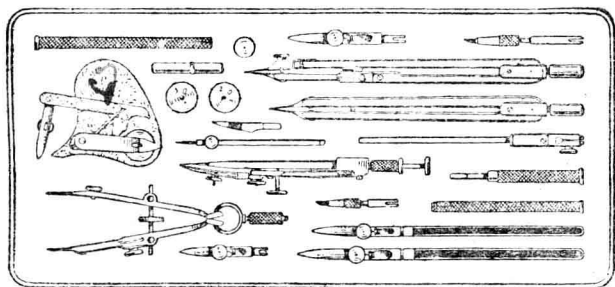
至於用國家來分別,則不外乎兩種:一種爲國畫(即中國原有的繪畫),一種爲洋畫(即西洋的繪畫)。

以上所述,爲畫學的種類。至於圖學的初步工作,就是幾何畫,或謂之爲用器畫。因爲幾何畫是要運用儀器來繪的,故有用器畫之名。幾何學是屬於圖學的,圖學可分爲兩種:一種是平面的,一種是立體的。平面幾何畫,爲幾何畫中最簡便的一部份。至於立體幾何畫,則有投影畫。投影畫又可分爲正投影,均角投影,斜角投影,以及透視畫等等。我們在這一本機械畫中,當先說明平面幾何畫的畫法,然後再說明立體幾何畫的畫行法,最後則說明簡單的機械畫,由淺入深,一步一步的進展。幾何畫是以幾何學爲根據的,幾何學可分爲兩部:一部是幾何學,屬於數學的範圍,是專門研究幾何學的原理的。一部是幾何畫法,屬於圖畫的,是專門爲作圖法的研究和練習的。

幾何畫,是一門很重要的科學,爲一切實用科學的根基。科學的種類很多,大別之則不外乎自然科學及應用科學兩種。自然科學,是專重理論的科學,應用科學,是專求實用的科學。各種工程學 Engineering, 是屬於應用科學的。應用科學的要目繁多,難以枚舉。如電機工程學 Electrical Engineering, 機械工程學 Mechanical Engineering, 道路工程學 Highway Engineering, 鐵路工程學 Railroad Engineering, 橋樑工程學 Bridge Engineering, 以及建築工程 Architectural Engineering 等等,皆屬應用科學的

範圍。

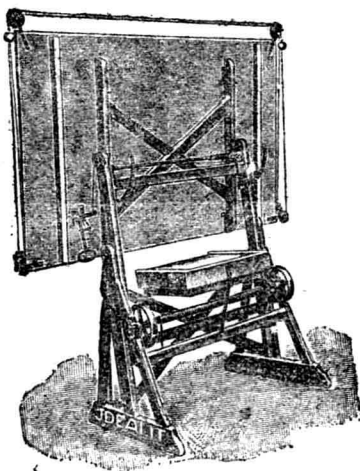
以上所述的各種應用工程學，最重要的工作，即為繪畫各種圖樣。如研究電機工程學，則須繪畫和設計各種電機機械的圖樣；如研究機械工程學，則須繪畫和設計各種機械的圖樣；如研究道路工程學，則須繪畫和設計道路橫斷面縱斷面以及路冠路肩的圖樣；如研究鐵路工程學，則須繪畫和設計鐵路軌條及機關車的圖樣；如研究橋樑工程學，則須繪畫和設計橋樑的圖樣；如研究建築工程學，則須繪畫和設計房屋以及其他一切建築物的圖樣。這一切的圖樣，都是以幾何畫為最重要的根基。故機械畫的功用，實在是很大。高級中學，特設機械畫學程，實為預備高中卒業以後，學習工科的準備，不可忽略視之。否則，在高級中學，對於機械畫沒有相當的素養，則將來研究工科，繪圖時必感受萬分的痛苦。所以有許多研究工科的，獨對於工程上的繪圖感覺困難，其原因即在此。



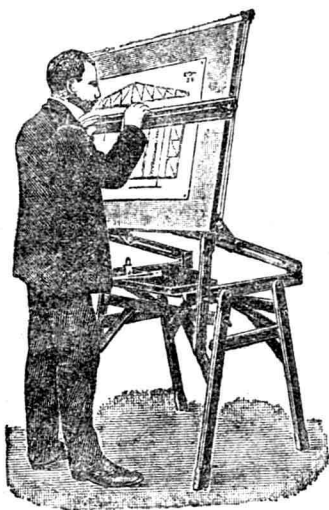
機械畫所用的儀器圖



繪圖架的正面



繪圖架的背面



站著繪圖的姿勢



坐著繪圖的姿勢

第 二 章

儀 器 的 用 法

“工欲善其事，必先利其器。”這兩句話，用在我們“機械畫”這一門功課中，是很適當的。因為我們欲作好的圖畫，不可不利用好的儀器，這是一定的理由。機械畫的用途很廣，在高級中學的課程中所說及的，實不過是機械畫初步的功課，也就是機械畫的基本的工作。在高級中學樹下了機械畫的根基，則可以一步一步的向前推進。例如土木工程學中的各種學程，無往而不利用機械畫。如果計劃橋樑，則不得不運用機械畫來繪畫橋樑各部份的詳細圖，甚而至於橋樑上一個鐵釘的大小亦須一一繪明於圖中，使橋樑公司便於遵守規定的設計去實地建築。如果計畫房屋，則不得不將房屋的正面圖，側面圖，剖面圖，以及橫斷面圖等等，一一詳細繪明。其他如屋頂的方式，窗門的大小，以及各種應用於建築房屋的材料形狀，亦須一一有詳細的註明，以為實地施工建築的根據。如果設計各種機器，則鍋

爐的大小,機器各部份的形狀,亦須有詳細的繪圖然後可。凡此種種,莫不有賴於機械畫為根本的條件。從此可以知道機械畫的重要了。

機械畫的重要如此,所以機械畫學程,在高級中學的功課中是很重要的。機械畫是以幾何學 Geometry 為根據的。總之,機械畫,是運用儀器及幾何學的原理來作各種各樣的圖形的。所以我們就來先行討論作機械畫的儀器的種類和用法。儀器是繪圖的工具,工具的使用方法知道了,那麼我們就可以不斷的進行我們繪圖的工作。

1. 畫圖板 Drawing Boards 畫圖板,為機械畫所必不可缺乏的工具。製造此畫圖板的木材,以乾燥的白松 White pine 為最佳,其他如檜,櫻,以及銀杏等等亦可以用為製造圖畫板的材料。圖畫板所必具的條件如下:

- (a) 畫圖板須求其平正,板面不可有木節;
- (b) 畫圖板,須求其在空氣乾燥時不改其平正的常態;
- (c) 畫圖板,須求其為正確的長方形;
- (d) 畫圖板的兩邊,務求其平直,以為引用丁字規的標準;
- (e) 畫圖板的大小,通常所用的,厚度自三分起至五分止,長度為一尺六寸,闊度為一尺二寸。如須用較大的畫圖板,即可依此種比例為根據而放大之;

(f) 畫圖板的兩端邊,須嵌以綠木,綠木的闊度爲自八分至一寸左右。

2. 丁字規 T square 丁字規在機械畫的儀器中,最爲重要。因爲有了丁字規,即可爲作一切直線和平行線的根據。用法即將丁字規的橫端與畫圖板的橫邊緊緊的相接,就可以進行繪畫直線和橫線。製造丁字規的材料,以乾燥的白松爲最佳,其他如檜、櫻、杉等等亦可。丁字規的前邊,須附有紫檀的灰緣。丁字規的橫端木條,稱之爲丁字規頭。丁字規所必具的條件如下:

(a) 丁字規的橫端與直身,須求其穩固,不可使其活動 (其橫端附有活動的螺旋,有兩塊橫端板夾成的,不在此例);

(b) 丁字規的橫端與直身相交,務求其成直角;

(c) 丁字規的用法以其橫端的右邊,壓附於畫圖板的左邊,以便於上下推動,不可使其向左右推動;

(d) 用丁字規畫線,須用丁字規的前邊,不可應用其後邊;

(e) 丁字規的前邊,切不可用刀削壞,故切繪圖紙時,不可不注意。因爲用刀將丁字規的前邊割壞,則丁字規即不準確。

應用丁字規時,當先行驗明其是否正確。如不確,則不用爲作圖的工具。檢驗丁字規的方法,可先將規身在繪圖紙上沿規身的前邊畫一條直線;然後再將丁字規的規身向上移動或向下移動,再沿着規身的外邊畫

一條直線。如果這兩條直線是一致的，則丁字規即準確可用。萬一不一致則不準確，不能作畫圖的工具。

3. 三角板 Triangles 機械畫所通用的三角板，有兩種形式：一種是 45° 的三角板，一種是 30° 與 60° 的三角板。

45° 的三角板，有兩隻角是每角 45° 的，其餘的一隻角是 90° 的； 30° 與 60° 的三角板，有一隻角是 30° ，一隻角是 60° ，其餘的一隻角是 90° 的。

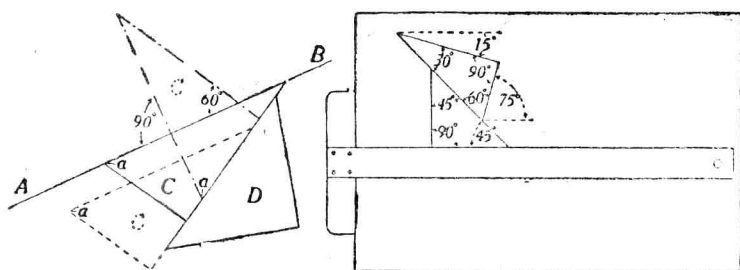
製造三角板的材料為乾燥木材，每邊須嵌以紫檀或黑木的薄邊，用竹嵌邊的亦有之，然此實為最普通的三角板而言。較好的三角板，為蜜蠟所製成，這就通常所稱的明角三角板了。

使用這兩種三角板時，須先行驗明其是否正確，檢驗時可將三角板的底邊與丁字規的前邊緊緊的相接，即用鉛筆依三角板的一邊作一直線（宜在與丁字規的前邊成垂直的一邊繪直線），然後即將此三角板反轉來，再繪一直線，看看此兩條直線是否平行或是否全合。如平行，或全合，則此三角板即準確可用。否則，則不能用。這種檢驗的方法僅僅的可以檢驗三角板的邊，而不能檢驗三角板的角。現在我們當更進一步作三角板的角度的檢驗。

三角板角度的檢驗法，除用測角度的儀器測驗外，其他的方法，即用已經檢驗正確的丁字規置於畫圖板的上面，沿着畫圖板的前邊，將欲檢驗的三角板相隣為直

角的一邊，與丁字規相密接，沿另一邊畫一條直線。然後再使丁字規不改其原有的位置，將三角板裏邊仍使其同邊密接於丁字規的前邊，又於同位置畫一線。如果這兩條線是一致的，則三角板的角度便正確。

將三角板置於丁字規的前邊，與丁字規緊緊的相接，則可以作任何的直線 Vertical line 及橫線 Horizontal line.



欲作一線與 A B 線平行，如圖中所示，可先將兩塊三角板接連（C 與 D），則三角板 C 的一邊與 A B 相合 Concide，於是在三角板 D 上，移動三角板 C，但此時須注意的事項，就是在移動三角板 C 的時候，絕對不能使三角板 D 移動。移動三角板 C 時，即可沿 C 的一邊作一條虛線，此虛線即與 A B 線平行。

欲作一線與 A B 線成垂直，則可移動三角板，使其底邊與三角板 D 的弦 Hyhotenuse 與 A B 相合，於是將 C 的底邊與 D 的弦相合，則 C 的弦經過 A B 與 A B 成爲直角，則垂直線即告成。

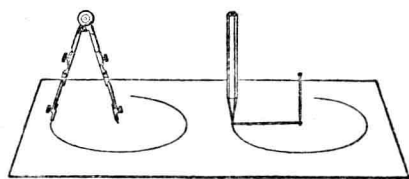
至於任何平行線的作法，則更爲簡便，其法即將丁字

規的橫端密接於畫圖板的橫端，再將三角板的底邊與丁字規的前邊相密接作一直線，然後將三角板順着丁字規的前邊移動，再作一線，則第二線必與第一線平行。如此繼續的工作，即可以作無數的平行線。這樣的作平行線的方法，如果不用丁字規，即將兩塊三角板中，一塊以手按緊於繪圖紙上，另一塊三角板順着不動的三角板的一條邊移動，亦可以作很多的平行線。

4. 圓規 Compasses 圓規又稱為兩腳規。因圓規有兩隻腳，故名。圓規的功用為繪弧形線及圓形。圓規的構造為兩腳形，一隻腳為鋼製的尖端，很銳細，一隻腳則分為兩節，以螺旋的鬆緊為連接之用。故可以換用安置鉛筆的脚尖，以為繪圖時畫稿線或鉛筆線之用。又可以換用鴉嘴筆頭以為繪黑墨線之用。

通常所用的圓規，大都為金屬所製成，最精的圓規則為鋼所製成。上部鍍以不易氧化的金屬（即指不易生銹而言），如銅鎳等是，下部則為鋼製的尖端。

圓規為機械畫中最重要的儀器，故初步的機械畫，即需一隻圓規和一隻鴉嘴筆，就可以够用。因為圓規的功用，不單是畫圓，其他如分割圓弧的工作亦非圓規不可。



應用圓規作畫時，所應當注意的就是不可使圓規的脚尖，

在紙上用力，致使繪圖紙上有很大的針孔。

應用圓規作圓形時，宜將圓規的腳，置於圓形的中心點，然後在以圓規的另一腳（鉛筆的或鴉嘴筆的），使圓形的中心點與半徑的距離配置準確後，用手轉移圓規，使鉛筆的尖腳或鴉嘴筆的尖腳在繪圖紙環繞一週，即成圓形。

應用圓規作圓形時不可使圓規的兩腳間的距離有變動。更不可在繪圓形時而移動圓形的中心點這兩種弊端如果有任何的一種則作成的圓形，一定是不能夠準確的，這兩點，在作圖時是不可犯的。

5. 分割規 Dividers 分割規的構造，與圓規相似，製造分割規的材料亦與圓規相同。與圓規不同的地方，就是分割規的兩隻腳是一樣的為鋼製的尖端。所以有時候在圓規中多附一隻鋼製的尖腳，則圓規亦可以作分割規之用。

分割規的兩隻腳，一隻為無關節的，一隻為有關節的。在有關節的一腳，用螺旋以司連接或更換長短的鉛筆腳 Pencil leg 或鴉嘴腳（又稱為墨汁腳 Ink leg），此外則附有伸長桿 Lengthing bar，以為繪畫大圓形之用。

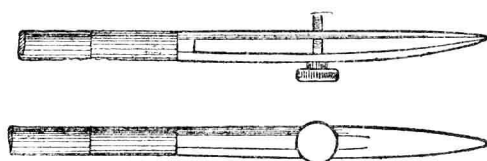
分割規的兩隻腳，有時皆有關節。繪畫時用此種分割規為最便利。

圓規與分割規，通常皆稱之為兩腳規。此外則另有一種小的兩腳規。小兩腳規，即為小圓規。小圓規為繪畫小圓形之用。其兩腳皆無關節。在小圓規的兩腳之間，連以橫桿，用螺旋的進退，以配定兩腳間的距離。

的大小。

分割規的功用，爲分割各線及移動圖線的位置。應用分割規時，宜用手指管理兩腳間的距離，針腳在繪圖紙上不宜用力過重。分割規除上述的功用以外，其他如 Copy 圖形時則常借重之。

6. 鴉嘴筆 Drawing Pen 鴉嘴筆的功用最大，如繪畫直線，虛線，曲線以及細線粗線等等皆用之。鴉嘴筆



在上墨線時用之。鴉嘴筆的尖端爲鋼製的兩片，中連以小螺旋以司兩

片間的距離的大小。距離大，在繪粗線時用之；距離小，在繪細線時用之。

用鴉嘴時應該注意的事項：

(a) 上墨汁之先，宜將鴉嘴筆在清水中浸後再將其兩片間所含的水除去，則上墨汁後，易於繪畫不至有滯停的現象；

(b) 用鴉嘴筆畫線時，宜左手按緊直尺或曲線板，右手持鴉嘴筆依着直尺的外邊畫線，用力宜平均，不可或輕或重；

(c) 用鴉嘴筆畫線時，宜使筆端緊靠着直尺進行；

(d) 持鴉嘴筆畫線時，不可使筆端太陡，亦不可使筆身太平，務求其平均適當，則繪成的線必均勻美觀；

(e) 鴉嘴筆用後，應將筆端殘餘的墨汁拭去，並將筆

端的水分除去，然後收存，以防筆端的鋼發生養化作用（即生鏽）。

7. 分度器 Protractor 分度器的製造材料爲蜜蠟或獸角，最簡單者，爲白鐵。分度器上刻畫度數如圖所示，有爲半圓形，有爲全圓形者，有爲長方形者，有爲三角形者，其形狀雖有各種各樣不同，其功用則一。

分度器在畫角度時須用之。其用法先設所求的角度的頂點，從此頂點在所欲求的方向引一直線，然後將頂點與分度器的中心點和該直線與分度器的直徑線並爲一致，再從直線的外端，沿分度器的周圍以算其所欲求的度數，度數決定後，即以鉛筆畫一點以爲記號，與頂點相連，則得所欲求的角度。

分度器除上述的功用以外，其他如欲測驗圖上的角度的數目，亦可用分度器量之。故分度器有兩種用途：一種爲測得已經繪成的角度的數目，一種爲畫分角度之用。此種分度器，通常三角術書中多附有之。

8. 尺度 Scale 尺度，就是通常所稱的比例尺，或簡稱爲縮尺。製造尺度的材料，爲竹片，木片或三角形的木材等等。最普者，爲木尺或竹尺，分爲兩面，一面刻畫英寸，一面刻米制，就中以英寸爲最通用。英寸制度，常將一英寸，分爲 $\frac{1}{2}$ ， $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{8}$ ，以及 $\frac{1}{16}$ 等等。此種刻畫的尺度在縮小時常寫爲 $6''(\text{吋})=1'(\text{呎})$ ； $3''=1'$ ； $1\frac{1}{2}''=1'$ ；和 $\frac{3}{4}''=1'$ 。

尺度的功用，可分爲兩種：一種爲土木工程師 Civil

Engineers 所用的尺度一種爲營造工程師 Architects 所用的尺度,土木工程師所用的尺度,稱爲 Civil Engineers' scale; 營造工程師所用的尺度,稱爲 Architects' scale. 此兩種尺度有下列的分別:

(a) Engineers' scale — 其尺度的畫分,常以一寸畫爲 $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{30}$ 等等. (大都爲十進數)

(b) Architects' scale — 其尺度的畫分,常以一寸畫爲 $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$ 等等. (皆非十進數)

但在高級中學的機械畫學程中,上述的兩種尺度,都不大用得着,通常祇須依據比例的數目,以畫成相當比例的縮線即得. 例如欲繪畫一寫字檯於繪圖紙上,當然不能用一和寫字檯面積大小相同的繪圖紙來作圖的,則不得不將所欲繪的寫字檯的面積縮小而納入於有限制的面積的繪圖紙上. 因此,則比例尺在機械畫中實不可缺少. 如寫字檯的一邊爲 21" 長,但在繪圖紙上,即可縮爲 $10\frac{1}{2}$ "; 如寫字檯的另一邊爲 16" 長,則繪圖紙上,即可縮爲 8". 假使照 $\frac{1}{2}$ 的縮小,在紙上的面積還不够應用時,則還可縮小的如將 21" 長以 $\frac{1}{3}$ 之比例以縮之,則爲 7"; 16" 長,以 $\frac{1}{3}$ 之比例以縮之,則爲 $5\frac{3}{10}$ ". 其餘的就可以類推.

9. 曲線板 Irregular or French Curves 曲線板,在繪畫曲線時用之. 此種曲線,並不是弧線,如爲弧線,則可運用圓規,不必借重曲線板了. 曲線板的製造材料,通常皆爲很薄的木片,做成各種彎曲的形式,以爲配繪曲線



之用。此外，則有用橡皮製成的，更有用蜜蠟或獸角製成，更有用硬紙製成的。曲線板亦名為雲形規，在機械畫中為重要儀器。普通所用者，皆為木片所製成，但以用橡皮製成者為較好。

運用曲線板的方法，最先決定曲線所經過的各點，然後將曲線板置於所決定的曲線各點之上，最要緊的，在繪畫時，曲線板上，如依合者為四點的距離，至多祇能够連繪三點間的曲線，如依合者為三點的距離，至多祇能够連繪兩點間的曲線。如此循序漸進，以至曲線的完成為止。

所以如此的原因，就是曲線的完成須求其美觀，更須求其圓滑。如曲線板能依合四點，即直繪四點間的曲線，則於曲線的連接，必發生醜陋的痕跡，這是繪畫曲線時所最忌的事情，故不得不在此提出，繪畫曲線時須注意之。

10. 繪圖紙 Paper 機械畫所用的繪圖紙，大致可分為兩種：一種為用鉛筆繪圖的所用的繪圖紙，一種是用墨筆繪圖（不是用中國毛筆）的所用的繪圖紙。但通常所用的機械畫的繪圖紙，必須具有兩種條件：一種是硬 Hard，一種是堅固 Strong。如果為藝術課程中的寫生畫，則繪圖紙以質軟者為佳。

在高級中學機械畫學程中，所用的繪圖紙，以價廉者為適宜，故通常多用繪圖紙裝訂成一本簿子，在每張繪