

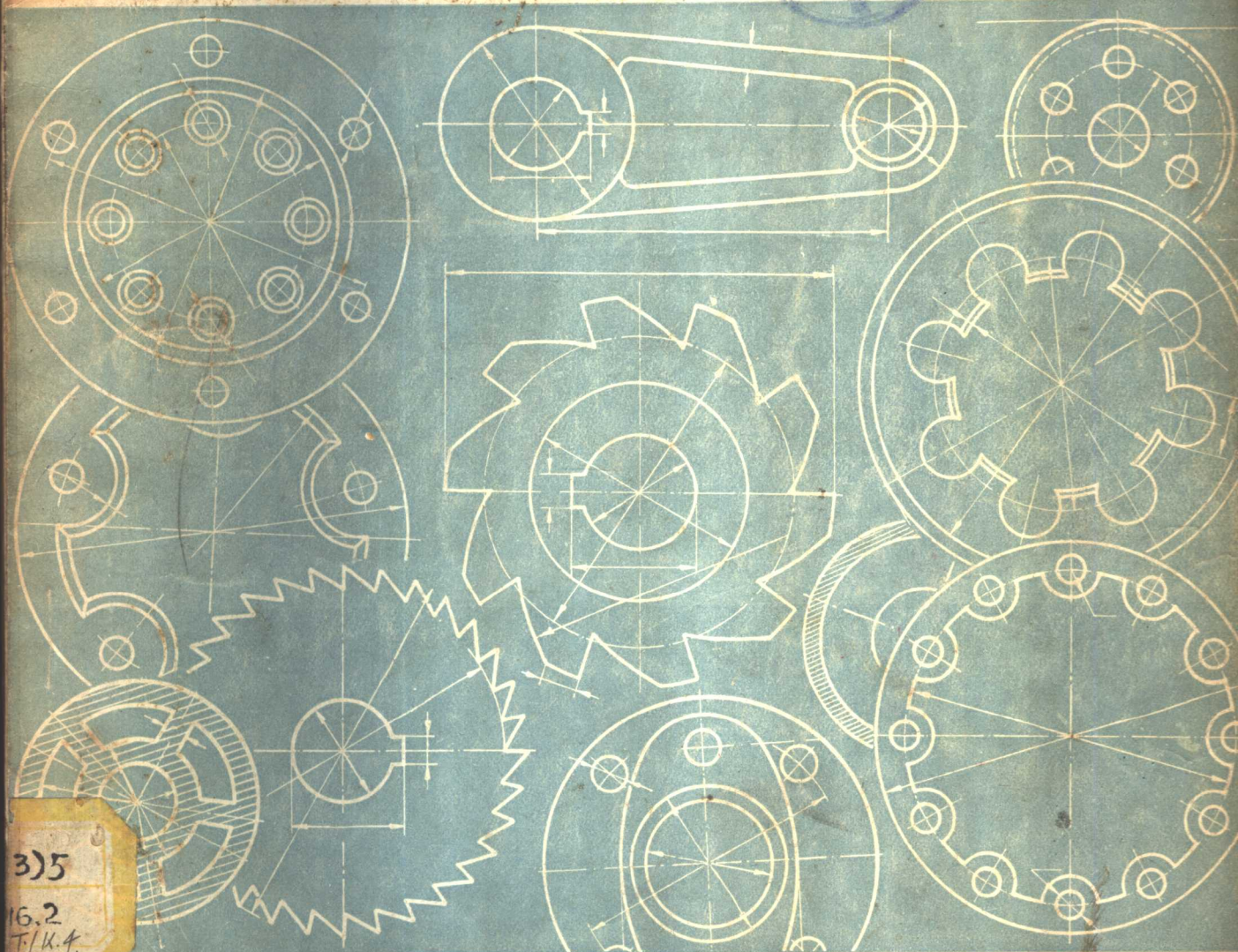
41617

基本圖藏

工程圖

第一卷

陳子晴編譯



3)5

16.2
T/K.4.

商務印書館

1129.



工 程 畫

第 一 卷

陳 子 晴 編 譯

商 務 印 書 館

本書為“工程畫”第一卷，內容係應用幾何畫，其目的在使讀者獲得實際繪圖工作中必要的一些基本知識，如：引各種線條、寫說明文字，以及繪製直線和曲線輪廓。此外，又介紹若干重要曲線的作法。

本書介紹了最新蘇聯國家標準 (ГОСТ) 有關製圖的若干規則和規定，對於繪圖和讀圖均有重大幫助。書中並附有習題，可資練習。

本書可供中等技術學校學生作參考書之用。

工 程 畫

第一卷

陳子晴編譯

★版權所有★

商務印書館出版

上海河南中路二一號

(上海市書刊出版業營業許可證出字第〇二五號)

新華書店總經理

商務印書館北京廠印刷

⊕(61256)

開本 787×1092 1/16 印張 8 2/3 字數 147,000
1955年3月初版 印數 1—8,000 定價 1.00元

增訂版序

本書內容包括了投影幾何和製圖兩方面。

與前一版相較，增訂版補充了不少材料，並按 1953 年四月一日起實行的 ГОСТ 最新規定，作了必要的修正。

主要的增補有：在應用幾何畫方面，增加了不少常用曲線的作圖法；原來關於投影幾何的材料已併成一編（第二編“投影幾何”），並補充不少，使較完整而有系統；在機械製圖方面，則添了若干原來沒有而為實用所需的項目。

增訂時，除了參考其他有關資料外，主要依據 Е. В. Зеленин 所著：“Начертательная Геометрия и Черчение”的 1953 年增訂第二版。

正如開始編這本書時一樣，在增訂本版時，張賓鏡先生及交通大學製圖教研室其他同人均曾給予莫大的幫助，此外，其他各校教師和讀者也都提供了不少寶貴的意見，謹在此一併致以深切的謝意。增訂之後，恐仍有不少缺點和錯誤，尚祈各位多多指正！

編者

一九五五年 上海

目 錄

增訂版序

緒 論	1
-----	---

第一章 繪圖儀器和材料	3
-------------	---

§ 1.1 紙	3
§ 1.2 鉛筆和橡皮	4
§ 1.3 鴨嘴筆和墨	6
§ 1.4 尺、三角板和曲線版	8
§ 1.5 各種圓規	10
§ 1.6 圖板、丁字尺和畫桌	13
§ 1.7 製圖機	14
§ 1.8 儀器的維護	15

第二章 製圖的基本規格	17
-------------	----

§ 2.1 在工程畫中採用的線型	17
§ 2.2 繪圖的程序	19
§ 2.3 比例尺	21
§ 2.4 圖紙尺寸	23
§ 2.5 圖紙的可用面積、標題	24
§ 2.6 中文字體	25
§ 2.7 外文字母和數字	27
§ 2.8 關於註尺寸的概念	37
習 題	46

第三章 基本的幾何作圖法	51
--------------	----

§ 3.1 引平行線	51
§ 3.2 引垂直線	52
§ 3.3 等分一直線段	55
§ 3.4 角的作法和量法	56
§ 3.5 作一三角形等於已知的三角形	59
§ 3.6 等分一已知角	59
§ 3.7 斜度和錐度	61
§ 3.8 圓周和圓心	63
§ 3.9 正多角形	65
§ 3.10 圓周的伸直	70

§ 3.11 座標法	72
習 題	73
第四章 圓弧連接	76
§ 4.1 光滑過渡的必要條件	76
§ 4.2 圓心的幾何位置	76
§ 4.3 引圓周的切線	79
§ 4.4 圓弧連接	80
§ 4.5 渦線和橢圓形	90
習 題	91
第五章 曲線板曲線	106
§ 5.1 曲線板的用法	106
§ 5.2 橢圓	107
§ 5.3 用來代替橢圓的橢圓形	112
§ 5.4 雙曲線	113
§ 5.5 拋物線	115
§ 5.6 擺線、內擺線和外擺線	116
§ 5.7 其他一些曲線	119
§ 5.8 曲線的近似繪製	123
習 題	123

緒 論

這本工程畫包括投影幾何及製圖兩方面，而偏重於機械製圖。投影幾何及製圖是兩門獨立的課程。但是，這兩課程之間有着密切的連系。這不僅在於：在某些專業的教學計劃中，投影幾何是併在製圖這課程內講授的，這兩門課程在教學上是由同一教研室來領導，或者，一般是由同一位教師來擔任的。這兩課程之間所以有着密切的連系，主要在於：投影幾何是製圖的理論基礎。

在製圖課程內，將學習：如何繪製個別零件的工作圖以及整個機器或機構的組合圖（裝配圖），以便按照了圖來製造這些零件並裝配機器；此外，也學習如何來讀，即如何來瞭解已有的現成圖紙。所以，製圖課程是一門實用的技術課程。至於投影幾何則不同，它是數學之一門。在投影幾何中，主要討論繪圖的幾何原則，因此，它是製圖的理論基礎。

本書共分：i) 應用幾何畫、ii) 投影幾何、iii) 正投影、iv) 機械製圖及 v) 附編等五編。第二編全部及第三和第五編的一部分屬於投影幾何的範圍；第一和第四編全部以及第三和第五編的其餘部分則是製圖，主要是機械製圖。

第一編——應用幾何畫。這一編的目的主要是使同學獲得在實際繪圖工作中所必備的一些基本知識；諸如引各種線條，寫說明文字以及繪製直線和曲線輪廓等，此外並學習了若干重要曲線的作圖法。

第二編——投影幾何。這編內容包括了這門科學應用於正投影和機械製圖中的主要部份；即這一編討論了在製圖課程中有着實用價值的若干理論問題。這編的“軸測投影”一章討論幾何體直觀圖（形象圖）的作法原理。關於正投影，則主要在第三編中討論。

第三編——正投影。這一編主要是應用在前兩編中所學到的有關繪圖的知識和經驗，畫出幾何體的投影圖（視圖）：自簡單的幾何體開始，到很複雜的為止。這一編是學習下面重要的一編——機械製圖——的階梯。

第四編——機械製圖。這應該是工程畫中最重要的一編。它的內容包括：畫和讀在機械製造中所用工作圖的基本知識，這些工作圖自個別的機械零件開始，直至機械或機構的組合。為了便於瞭解這一編中所討論的技術問題以及在工程畫中所採用的特殊符號，這裏也論述了有關在機械製造中常用材料的工藝常識、另件的加工方法以及另件的接合等問題。當

然，這幾章並不是專門來討論這許多有關製造工藝方面的問題的；它們的惟一目的祇是幫助同學更好地來瞭解和掌握所有在機械製圖中採用的規定和符號。

第五編——附編。在這編內，有：關於土木製圖、透視畫和技術草圖的一些基本知識，公差表、螺紋尺寸表以及連接件尺寸等有關表格。關於土木製圖和透視畫等常識，對於機械類的同學講來也是必要的；而那些有關公差、螺紋、連接件等附表，則在繪圖的實際工作中是常常要用到的。

在本書有關製圖的各章內，同學將逐漸熟悉蘇聯國家標準（簡稱ГОСТ）的若干規則和規定^①，在繪製每一張圖的時候，都必須按照這些規則和規定，而在讀圖的時候也應該考慮到這些規則和規定。這些規則和規定是必要的，否則，同一張圖就可能有各種不同的解釋，而按照了這樣畫的圖來製造機件，就不能肯定地得到好的結果。因此，在工作時，務必完全遵照有關製圖的所有標準。

在本書的第一編中，陳述了有關引各種線條及作文字記入時ГОСТ的要求；第三編中，敘述了為幾何體作圖時ГОСТ的要求；而在第四編中，則列舉了許多有關機械製圖的ГОСТ的細節；第五編中，除了土木製圖中的若干規定和規則外，公差、螺紋、連接件等表格也都完全取自ГОСТ。

在工程畫中，除了投影幾何及製圖外，技術草圖也是很重要的。它的目的在於培養徒手畫的經驗和目測能力。技術草圖的練習可以促進空間觀念的建立：它培養着眼睛和手的可靠性和比例感。如果同學們不用儀器而能準確地引各種線條，則有了儀器，他們將畫得更準確更好。在日常工作中，設計者和發明者、工程師和技師常徒手畫出草圖，然後，再把這草圖交給專門的繪圖室內繪製成正式的工作圖。徒手畫的經驗祇能從實際的練習中培養出來；因此，在用儀器畫圖作練習之外，還應當練習徒手畫。關於徒手畫的若干實用的指示，列在第五編“技術草圖”一章中。這一章主要是給教師用的，同時，也可供其他讀者參考。

① 本書所引的規則和規定都是最新的標準；自1953年4月1日起，在蘇聯這新標準已代替了舊標準。

第一章 繪圖儀器和材料

繪圖時需用儀器和材料。圖是否畫得好，在頗大的程度上與繪圖用具的好壞及使用是否得當有關。因此，在進行畫圖之前，必須先熟悉一般所必備的那些儀器和材料以及它們的使用和維護方法。畫圖時，一般需備有下列各件：

1) 圖紙(包括繪圖紙和描圖用的透明紙)	幾張
2) 繪圖鉛筆(HB、H、2H 及 3H 等)	各一支
3) 橡皮(軟的和硬的)	各一塊
4) 鴨嘴筆	一支
5) 黑墨汁	一瓶
6) 直尺	一支
7) 三稜尺(比例尺)	一支
8) 三角板(45° 的和 30°—60° 的二塊合成一付)	一付
9) 曲線板	一組或一塊
10) 分規	一只
11) 彈簧分規	一只
12) 彈簧圓規	一只
13) 圓規(附延伸桿、鋼針、鉛筆和鴨嘴筆插腳)	一只
14) 小圓規(附鉛筆及鴨嘴筆插腳兩種)	一只
15) 圖板	一塊
16) 丁字尺(長短應與圖板配合)	一支
17) 量角器●	一塊
18) 其他如刀片、砂皮紙、圖釘等等。	

§ 1.1 紙

繪圖紙 圖的品質、外觀以及畫圖所費的時間，都與圖紙的性質有關。在品質較好的紙上劃墨線時，墨汁不會化開來。這樣的紙也可以很好地塗上水彩顏料；並且，如果紙的質地和上膠都很均勻，也能經得起修改。在畫各種幾何作圖時，圖紙要不止一次地被圓規的針腳所穿過；如果紙質好，則洞眼不會擴大，因而也就不會使以後所引的圓弧不準確。

紙質的檢查 在採用之前，最好先檢查紙的品質。

● 關於量角器的說明，見本編第三章，§ 3.4。

先在紙上引幾條墨線，試試墨汁是否要化開來。在用橡皮擦了過後，紙上不應起毛。好的紙，即使在一處來回曲幾次，或者用手搓幾下，也不會碎。

好紙的顏色不會在陽光的作用下變黃。這可以取兩塊紙加以試驗：一塊保存在陰暗之處，另一塊則放在陽光下；過了幾天就來比較這兩塊紙的顏色。如果紙要在陽光下變黃，則它不適於上水彩顏料。

在工作過程中對圖紙的注意 應該避免手和圖紙直接接觸。無論洗得怎樣乾淨，手上總會有一些油污，這就可能在圖紙上留下污點。在這些污點處，墨汁不容易塗上去，或者要化開來。因此，在工作時，和手接觸的那一部分圖紙，最好用一張乾淨紙蓋起來。在夏天，這尤其重要，因為手上有汗水。當工作暫停的時候，圖上也最好覆一張乾淨紙。

描圖紙 描圖紙，或透明紙，是用來複製圖的；它分紙的和布的兩種。

在使用之前，最好把描圖紙用礦油，如火油等（但不能用植物油和動物油！）浸濕一下。這樣會增加紙的透明程度。如果這樣做了後，墨線塗不上去，或者墨汁凝成小珠使墨線不連續時，可在上墨之前，先塗少許粉筆灰。

上墨的圖都畫在描圖紙的光滑一面；而水彩顏料則都塗在反面。

不用的描圖紙應該捲好，用紙封起來，放在乾燥而沒有陽光的地方，因為在陽光的作用下，它要喪失透明性。

§ 1.2 鉛筆和橡皮

鉛筆 所有的圖，不論最後是上墨的還是用鉛筆描畫的，開始都先用鉛筆引細線畫出。因此，在畫圖時，對於鉛筆的品質要特別加以注意。用好鉛筆所引的線，應該是濃淡一致的，並且容易為橡皮擦去。最好採用六角形的鉛筆，因為圓的容易在圖板上滾動而致跌斷鉛心。

畫各種不同的圖時，要採用軟硬不同的鉛筆。按照硬度等級，鉛筆註明：H、2H、3H 等等字母。中等硬度的鉛筆則註符號 HB，而軟鉛筆上是註：B、2B 等等。

鉛筆的軟硬，要根據了圖紙的品種以及工作的特性來選擇。圖紙愈結實，所引的線條愈細，則鉛筆應愈硬。在品質較差的紙上，還是用 HB 的鉛筆；而 H 和 2H 的硬鉛筆祇能在這種紙上引極細的、以後又不需用橡皮擦去的線條。在好的圖紙上，最好用硬鉛筆（H、2H、3H）。

所有的圖，開始都應先用細鉛筆線畫出。如果不再上墨，則最後必須用較軟的鉛筆把圖描畫加深；例如，用 HB 或 B 的鉛筆來描畫圖中較粗的輪廓線等。除了畫草圖以外，作圖時最好不採用 2B 或者更軟的鉛筆。

鉛筆尖 鉛筆線的好壞，和所削的鉛筆尖有關。鉛筆尖可削成圓錐形，圓錐的高度約在 25 公厘左右，而鉛心部分則在 8—10 公厘之間，如圖 1.1, a。鉛心也可以削成片狀，如圖 1.1, b 所示；這樣削了，鉛心不容易鈍。

鉛筆一般都從沒有標號的一端開始削起。削出鉛心之後，可把鉛心在砂皮板（圖 1.2）上磨好。砂皮最好用較細一點的（如 №00 或 №000）。

在畫圖的過程中，筆尖容易變鈍，應該時時磨尖。在砂皮上磨尖之後，最好還在硬紙片上多轉幾次，使尖端圓滑。

用鉛筆引線時應注意的各點 在引線時，鉛筆應位在與紙面垂直的平面內，並稍向移動的方向傾斜（圖 1.3）。用右手的三個指頭握住鉛筆的下端，使它稍靠緊直尺或三角板。移動時，右手的其餘幾個指頭沿了尺面滑動，而左手則按住尺身，使尺固定不動。引線時，不要使鉛筆轉動。劃線時不必過份用勁，加在鉛筆上的壓力不必太大。一方面，用勁壓之後，很吃力，另外，這樣引出的線不容易為橡皮擦去。此外，如果壓傷了紙，上起墨線來就不好看。

應注意，不要把線引得比需要的為長。否則，就會不必要地增加擦橡皮的次數；而擦橡皮是要使圖紙受傷的。

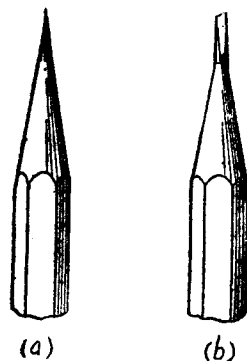


圖 1.1 鉛筆尖的正确形狀：
(a)圓錐形，(b)鉛心成片狀。



圖 1.2 磨鉛心的砂皮板。

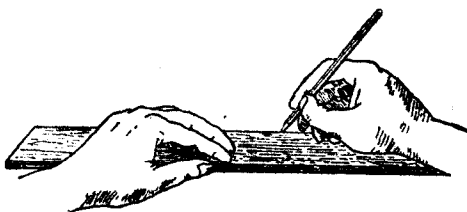


圖 1.3 引鉛筆時，手的準確姿勢。

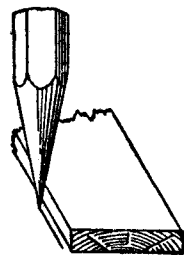


圖 1.4 線和直尺邊緣之間有間隙。

鉛筆尖是削成圓錐形的，所以，當鉛筆位在與紙面垂直的平面內時，鉛心的尖端和直尺邊緣之間尚空有一定的間隙（圖 1.4）。因此，如要經過兩點引一直線，則直尺的邊緣應該和每點之間保持一定的距離（圖 1.5）。這一距離要視鉛筆尖的形狀而定；它愈尖，這距離也愈小。正因為有這距離，才要把鉛筆削得很尖；此外，在劃線時，更要不時地磨筆尖，以便保持這距離不變。

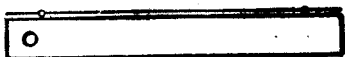


圖 1.5 過兩點所引的直線。

在經過兩點引直線時，這兩點之間必須距離相當遠。如果彼此相距太近，則兩點之間的延長線將和所要求的方向偏差很大。兩點之間的這個最小距離，將視所引線條的長短而

定。所引的線愈長，則決定這一直線的兩點要彼此相距得愈遠；或者說，這個距離最好能等於線長的一半，並且這兩點最好能以等長距離線的兩端。

橡皮 橡皮用來擦去圖上不需要的線條：軟的橡皮擦鉛筆線，硬的橡皮擦墨線。

在用橡皮擦圖上的線條時，最好先在其他紙上擦一下試試，如果橡皮已弄髒，就必須把髒的部分切去。

用橡皮時，要輕輕地擦，最好朝一個方向移動；這樣不致多損傷圖紙。

要儘可能地少用橡皮。如果在一處用橡皮擦的次數過多，就會擦破紙面上最結實的一層；這就是為什麼在橡皮擦過幾次的地方，墨汁要化開來的原因。

如果用來擦鉛筆的軟橡皮開始發硬，則可把橡皮放在火油中浸幾天，拿出來，待乾後再用。

§ 1.3 鴨嘴筆和墨

鴨嘴筆 鴨嘴筆是用來引墨線或顏色線條的。鴨嘴筆由筆桿和兩塊鋼片所組成，鋼片的尖端磨成橢圓形（圖 1.6）。兩鋼片能重合成一點。它們之間的距離可由上面的小螺絲來調節。

要檢查鴨嘴筆的好壞，可用這鴨嘴筆劃許多線條，自最細的線條開始，一直到粗的為止。如果筆是好的，則所引的許多線條都自始至終光滑而不斷續，並且粗細一致。

鴨嘴筆的上墨 上墨時，可以利用附在墨汁瓶塞上的鵝毛筆尖。也可以利用普通的鋼筆尖上墨，但這時要當心，不要使筆尖刺傷鴨嘴筆鋼片的裏面。在上墨之前，應該先把鵝毛筆尖或普通鋼筆尖上由墨汁所凝結成的乾墨擦掉。否則，帶到鴨嘴筆裏，鴨嘴筆就不能劃較細的線條。上墨時，要小心，勿使墨汁沾污鋼片的外面；如已沾污，應速擦去。

千萬不要在圖紙之上上墨。

鴨嘴筆每次上墨的高度，要儘可能保持一樣，自末端算起，約 5—8 公厘。如筆內墨汁剩下很少，則容易凝固；如灌墨過多，則稍一振盪，墨汁就會流出，污損圖紙。

用畢後，應把鴨嘴筆的兩片鋼片擦乾淨，並把螺絲放鬆。在擦去乾墨時，千萬不要用力，以免損傷鋼片的光滑表面。

用鴨嘴筆劃線時應注意的各點 在圖上劃墨線時，應先在圖框以外的紙邊上試一下，看墨汁是否流得出，而所劃出來的線條是否合乎需要的粗細。

像握鉛筆一樣，也是用右手的三個指頭握在鴨嘴筆上近螺絲處；而右手的其餘兩個指頭則在劃線時沿了尺面滑動。在劃線時，務須使鴨嘴筆兩鋼片間的對稱面永遠垂直紙面，並與

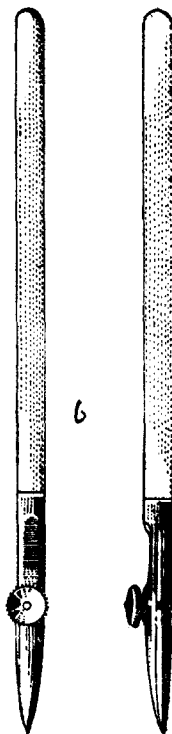


圖 1.6 鴨嘴筆。

尺的工作邊緣相平行(圖 1.7)。筆桿應稍向運動方向傾斜,如圖 1.8 所示,向左傾斜 20° 。

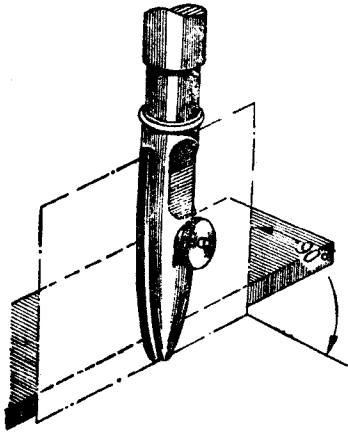


圖 1.7 鴨嘴筆和直尺的相對位置。

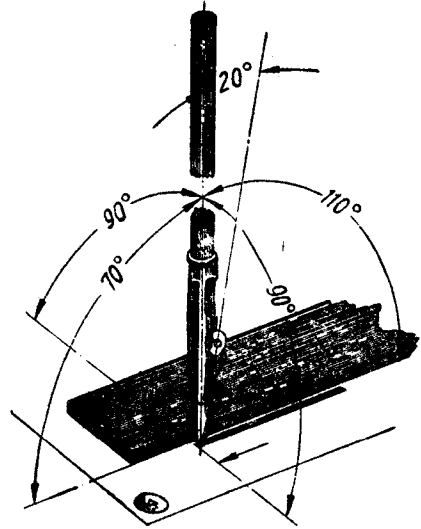


圖 1.8 劃線時,鴨嘴筆的位置。

鴨嘴筆的位置關係着線條是否光滑以及線的粗細是否一致。如果位置準確,引出來的線條就光滑而粗細一律(圖 1.9, a)。若鴨嘴筆不位在準確的位置上而斜向外邊,則所引出

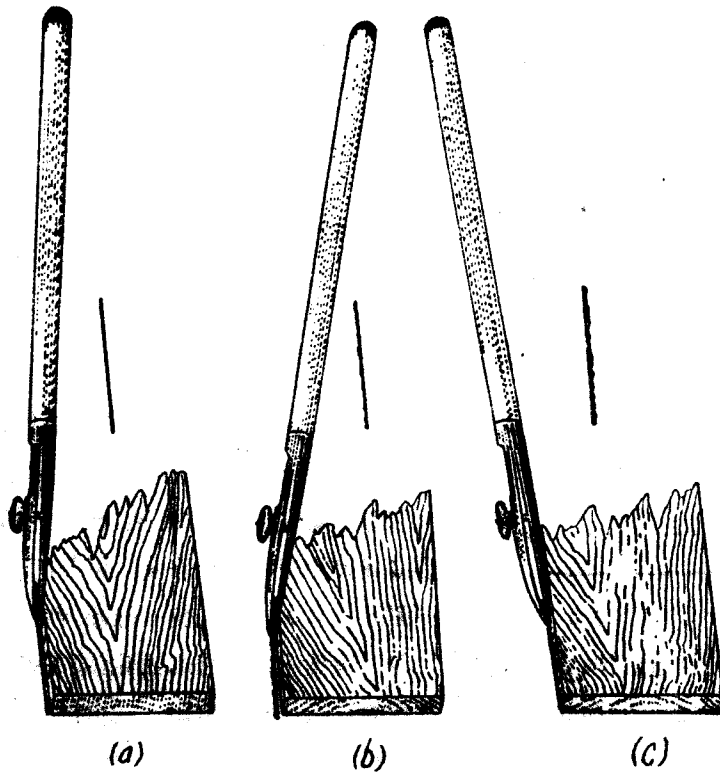


圖 1.9 鴨嘴筆所引的墨線: (a) 鴨嘴筆的正確位置, (b) 和 (c) 鴨嘴筆的位置不正確。

來的線條將不光滑(1.9, b);如斜向裏邊,即斜向直尺,則因筆尖過份接近直尺的邊緣,而使墨汁滲入尺下(圖 1.9, c)。

在劃線時,鴨嘴筆移動的速度也會影響線條的粗細。速度減慢會加粗線條,反之,速度加快,則會使線條變細。

曲線鴨嘴筆 曲線鴨嘴筆(圖 1.10)是用來引曲的墨線的。

曲線鴨嘴筆的構造和普通的不同。筆頭是兩片彎出的銅片,筆頭之上是一中心軸,軸上裝一套管,可繞軸自由轉動。軸的一端裝有螺絲帽,螺絲帽壓緊套管,它的緊和鬆可以調整中心軸的轉動。當螺絲帽鬆着的時候,中心軸能自由轉動,而筆頭就能隨了手的移動,而光滑地沿了曲線板的邊緣,畫出曲的墨線來。

使用曲線鴨嘴筆時,也要同使用普通鴨嘴筆一樣,注意上節所指出的各點。

墨 墨是用來描畫圖線和寫字的。有現成的瓶裝墨汁和塊墨兩種。

墨汁的顏色須純黑。瓶裝墨汁易乾,因此,要蓋好,並勿使受凍。墨汁不宜過濃,使它能在劃線時,從鴨嘴筆內自由地流出;如過濃,則可加幾滴阿莫尼亞水稀釋;但不能加水,以免在圖紙上化開來。

如用我國古墨磨成墨汁,色澤也很好。磨墨時,應先將硯池洗刷乾淨,再把墨磨至適當的濃度。

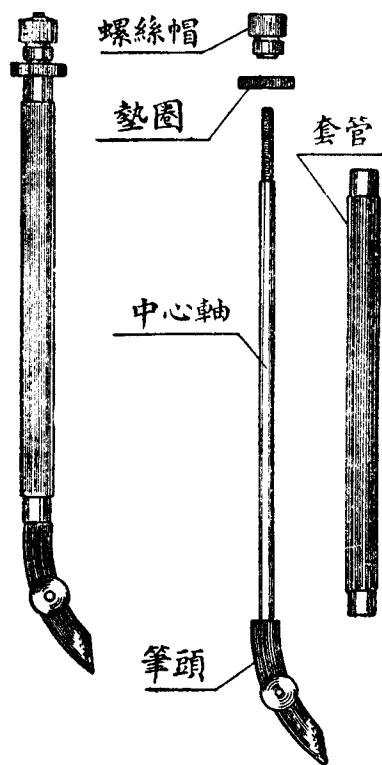


圖 1.10 曲線鴨嘴筆。

§ 1.4 尺、三角板和曲線板

直尺 直尺用來引鉛筆或上墨的直線。它和三角板配合,也可以劃平行線和垂直線。

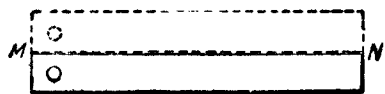


圖 1.11 檢查直尺的稜邊。

尺的稜邊應該筆直,它的工作邊緣更應光滑而無毛刺。尺以薄的為宜;薄的富彈性,因此,也就容易放得平。

要檢查尺的稜邊是否筆直,可如圖 1.11 所示,沿了這稜邊經過 M 和 N 兩點先劃一條線,然後,翻轉直尺,再沿了同一稜邊,經過這兩點,劃第二條線。如尺的稜邊是筆直的,則兩線在各點都能重合。

三稜尺(比例尺) 當圖的大小不按物體的實際尺寸畫出時,就得採用比例尺來度量。比例尺上刻有各種不同的放尺和縮尺。比例尺大都有三稜,如圖 1.12 所示;因此,一般通稱為三稜尺。在三稜尺的六個稜面上,刻有不同比例的刻度,如 1:1、1:2、1:50 等等。

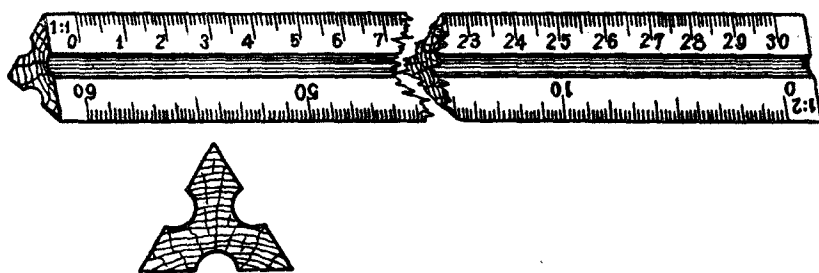


圖 1.12 三稜尺(比例尺)。

三稜尺祇能用來量尺寸，不可用來劃線。

三稜尺上的刻度，務必細而清晰，並且要準確，至於稜邊是否筆直，則不太苛求，但亦不能翹曲。

三角板 畫圖時所用的三角板，常是一付直角三角板；其中一塊是 45° 的等腰三角形(圖 1.13, a)而另一塊則是 $30^\circ-60^\circ$ 的三角形(圖 1.13, b)。凡 45° 三角板之斜邊，與 $30^\circ-60^\circ$ 三角板中長的一直角邊等長者，組成一付三角板。在三角板中，每個角的角度，特別是直角的度數，必須準確。

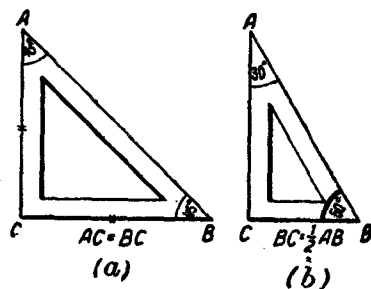


圖 1.13 三角板：

(a) 45° 的，(b) $30^\circ-60^\circ$ 的。

三角板的厚度最好比所用的直尺為薄。以塑料做成的透明三角板最為相宜；木質的如準確，也可合用。三角板的尺寸不能過小， 45° 三角板的兩直角邊，最好在 200 到 250 公厘之間。

檢查三角板的方法如下。三角板上每條稜邊是否平直，可以像直尺一樣來檢查(圖 1.11)。直角的檢查，則如圖 1.14 所示。使三角板上的一條直角邊(如圖中的 BC)緊靠直尺，而沿了另一直角邊 AC ，引一直線。然後，翻轉三角板(這個新位置，在圖中是用虛線表示)，並沿同一直角邊，經過同一端點(C 點或 A 點)再引一直線。如兩直線重合，則三角板的直角是準確的。

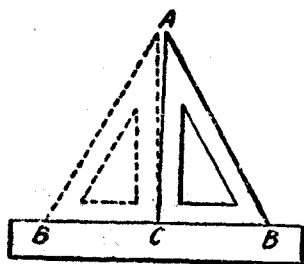
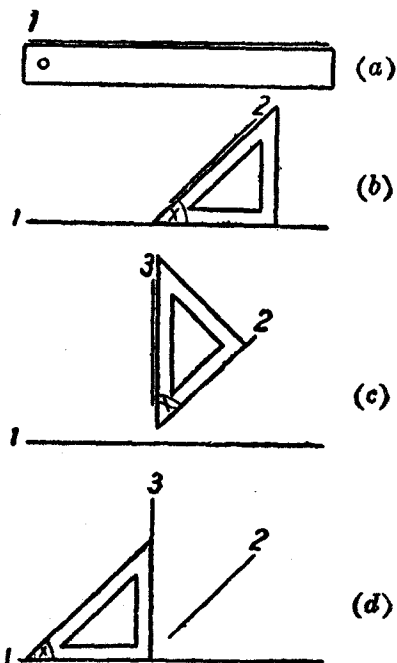


圖 1.14 檢查三角板的直角。

圖 1.15 檢查三角板的 45° 銳角。

在檢查好直角之後，就再來檢查銳角。檢查 45° 角的步驟，表示在圖 1.15 中：

i) 沿直尺引直線 1 (圖 1.15, a)；

ii) 使要檢查的那個 α 角的一邊和直線 1 重合，而沿了斜邊引直線 2 (圖 1.15, b)，在直線 1 和 2 之間的夾角應該等於 45° ；

iii) 移動三角板，使 α 角的那一邊又與直線 2 重合，再沿了斜邊引直線 3 (圖 1.15, c)；因此，直線 1 和 3 之間的夾角應該等於 α 角的兩倍，即 90° 。

iv) 如果所檢查的 α 角是等於 45° ，則，在使三角板的一條直角邊和直線 1 重合後，它的另一條直角邊將與直線 3 重合 (圖 1.15, d)。

同樣，可以來檢查 30° 和 60° 角。

曲線板 在引曲線時，都用曲線板。用了曲線板，可以畫出圓規所不能畫的各種各樣的曲線來。曲線板的樣式很多，有的是一套幾塊，但也有在一塊上包羅了許多形狀的曲線。

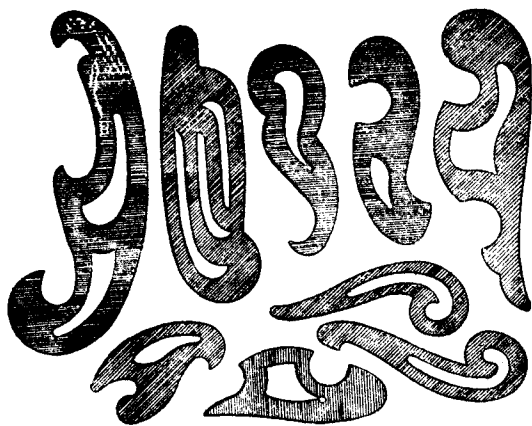


圖 1.16 普通曲線板。

曲線板有木製的，也有塑料的。圖 1.16 是幾塊普通的曲線板。

曲線板的用法詳本編第五章，§ 5.1。

§ 1.5 各種圓規

分規 分規是用來量線段或定距離的，它的形狀一般如圖 1.17, a 所示。

在併攏來的時候，分規兩腳上的針尖應匯交成一點，如圖 1.17, c 所示。圖 1.17, b 中的針尖就裝得不準確。針尖愈細，用分規量得的距離也就愈準確。在工作的過程中，不能讓分規兩針尖之間的距離隨便地自由更改，因此，要特別注意分規上部兩腳連接之處。在連接處裝有螺絲釘，可以調整鬆緊的程度。

在使用時，分規兩腳之間的夾角不能太大，最好不超過 $70^\circ - 80^\circ$ 。否則，針腳過份傾斜，量出來的距離就不會準確。太長的距離可以分幾段量出。

彈簧分規 如要準確地量出較小的距離，則可用彈簧分規 (圖 1.18, a)。與普通分規不同，彈簧分規兩腳之間的距離是由中間的金屬螺絲來調節的。這樣，就能量較小的距離，而且，不擰螺絲，兩腳之間的距離也不會改變。

彈簧圓規 如果在彈簧分規的一隻腳上，裝鉛筆或鴨嘴筆，便得到彈簧圓規 (圖 1.18, b)。

彈簧圓規是用來畫直徑較小的圓或圓弧的。同彈簧分規一樣，要得到一定的半徑，可用輪子 2 轉動螺釘 1，而調節圓規兩腳之間的距離。

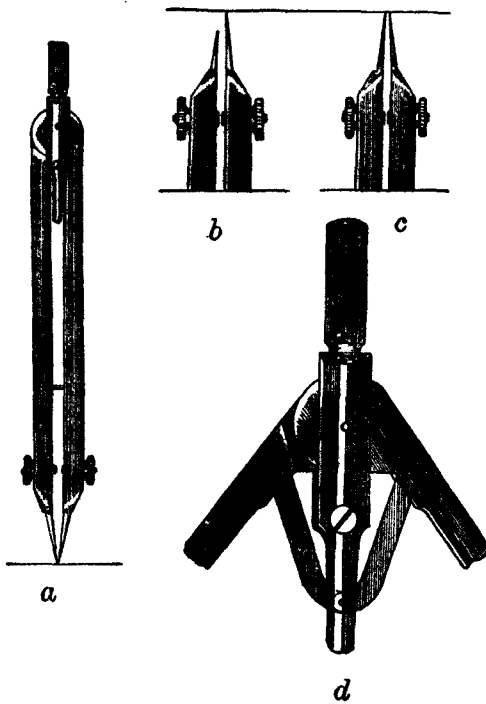


圖 1.17 (a)分規, (b)鋼針裝得不對, (c)鋼針裝置準確, (d)分規兩腳之間的連接裝置。

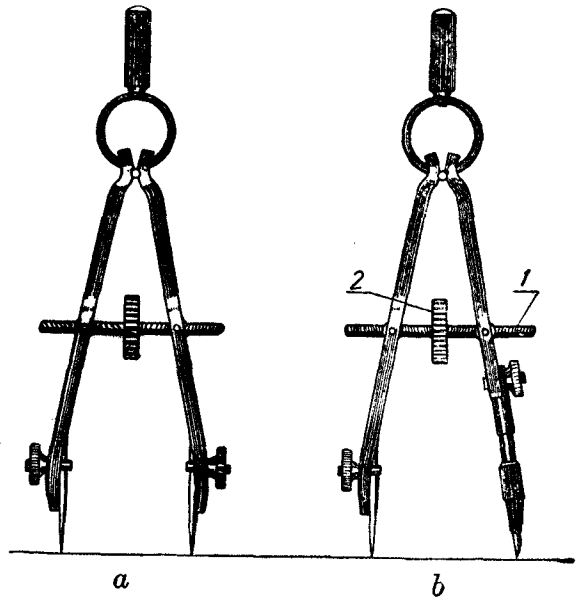


圖 1.18 (a)彈簧分規, (b)彈簧圓規。

圓規 圓規是用來畫圓或圓弧的,可以用鉛筆畫,也可以用鴨嘴筆上墨線。圓規和分規不同之處,在於圓規的一條腿可以彎折成任何角度。在這腿上可以分別裝三個插腳。鋼針

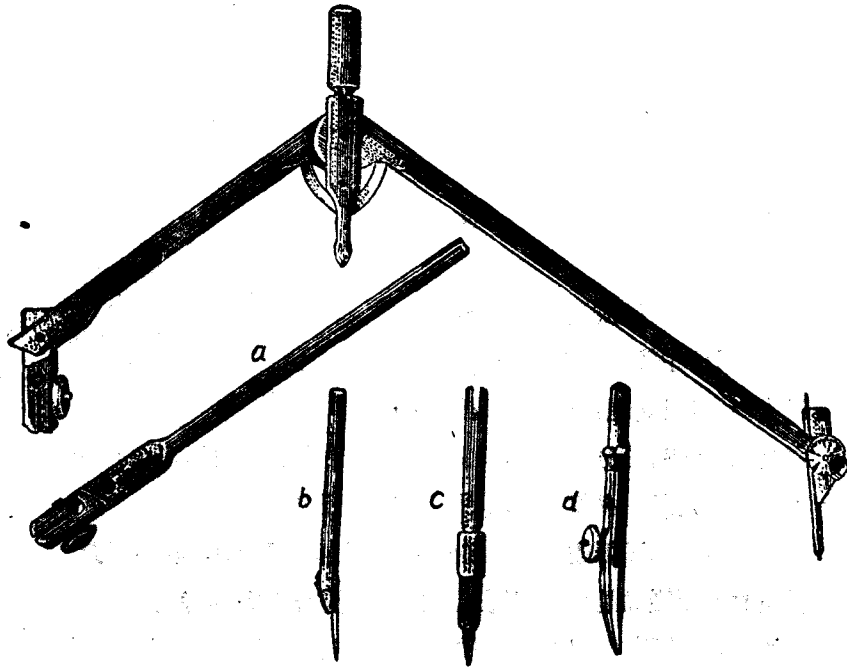


圖 1.19 圓規: a)延伸桿, b)鋼針插腳, c)鉛筆插腳, 和 d)鴨嘴筆插腳。