

電機電子製圖學

第四版

何親賢 譯著
陳玉棠 校訂

**ELECTRICAL AND
ELECTRONICS DRAWING**

FOURTH EDITION

CHARLES J. BAER 原著
JOHN R. OTTAWAY

大中國圖書公司印行

原 序

本書的編寫在作為有關電機與電子製圖方面的教科書和參考書。

按標準課程而以合理的組合來編排題材，並在每一章末尾備有充足的習題，對學者提供課堂與個人自修兩用的綜合性教科書。實際應用綜合敘述，使本書特別適合在電機與電子主要範圍內繪圖者，設計師，工程師，以及從業人員專業參考之用。

此書的第四版採用了包括電路佈線和邏輯圖的符號，以及取材於國際標準，IEC NO. 117的各種元件，線路徑路，等許多的符號。

微處理機的講述，工業電子學的標準，並且專有一章研討計算機製圖，使得本書為最現代化也最合現代需用的專書。在另一方面，我們也將前一版獨具特色全部保留。各章的順序，也跟前一版一樣，使舊版和新版相互呼應。同時，仍跟前版一樣，所有例題都是真實題材而非虛假者。

本書論及電子學，自動控制，微電子學，電力，以及電力與在工業，商業，及住宅等照明方面的佈線。本書也包括許多重要標準（附錄B及C）的大部份，以及專門的術語（附錄A）及參考資料。由諸如ANSI（美國國家標準學會）等社團，工業界多年前建立的私人機構，及其IEEE（電氣電子工程師學會）等專業性工程界已經建立了許多標準。應JIC（工業協會），NMTBA（國家機械工具製造商協會），NEMA（國家電氣製造商協會），以及美國政府機構等之需要設定了其他的標準。讀者只要寫信給下列的機構，就可能獲得現用標準表。

作者對為本書提供各種圖形和照片的許多公司的有關人員及工程師們表示感謝。我們也盡力使得這些圖片印得和原版一樣好。

CHARLES J. BAER

JOHN R. OTTAWAY

電機電子製圖學

目 次

原序

第一章	技術與書法	1
第二章	實體圖	29
第三章	元件符號	44
第四章	製造圖	72
第五章	流程圖及邏輯圖	141
第六章	圖解(基本)圖	164
第七章	微電子學與微處理	209
第八章	工業控制	252
第九章	電力工程圖	300
第十章	建築平面配電圖	330
第十一章	資料的圖形表示法	358
第十二章	計算機輔助繪圖與設計	398

附錄 A	電機及電子專用名詞	415
	電機元件標準符號	420
	製圖與技術刊物用縮寫字	422

附錄 B	頻譜	425
	印刷電路用銅箔導體寬度	425
	電阻器色碼	426
	底板佈線色碼	427
	工業控制線路識別色碼	427
	變壓器色碼	427
	控制元件名稱	428
	鋁合金 90° 冷卻彎曲的近似半徑	429
	線與金屬板規格的厚度(吋)	430

2 電機電子製圖學

公制換算表	430
導管的最小半徑	431
小數點換算表	431
線號與尺寸	432
小鑽 公制	433
麻花鑽尺寸	434
標準統一螺紋系列	436
公制螺紋	438
附錄 C 電機與電子元件符號	440
不同標準間基本邏輯符號的關係	449
電機與電子元件符號	453
建築圖的電氣符號	457
參考書目錄	466
索引	468

電機電子製圖學

第一章

技術與書法

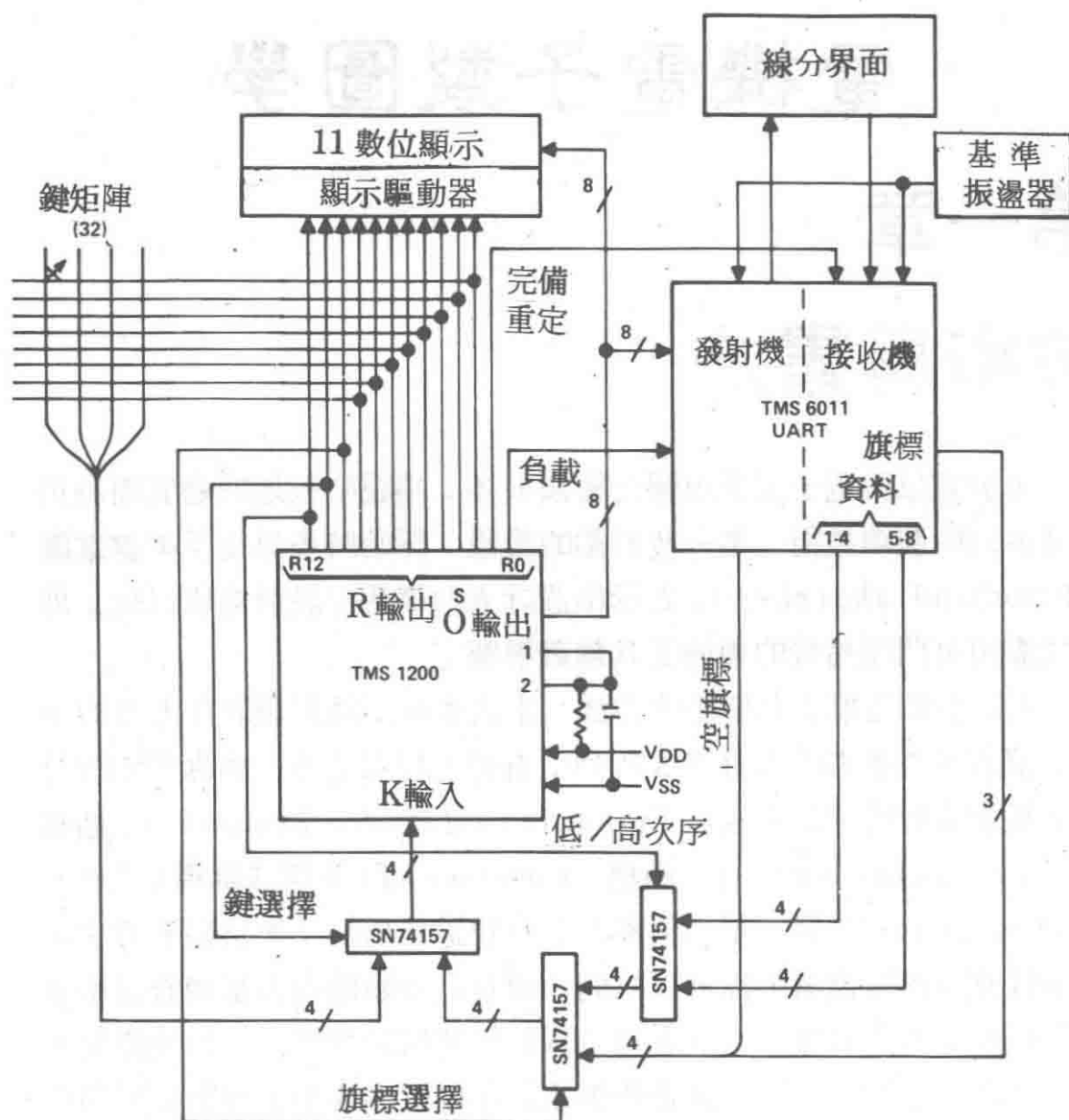
由於電氣與電子工業用圖的種類很多，端視時與地的適宜而利用多種不同的製圖技術。某一些計劃的設設，開始時多以徒手來畫草圖 (Freehand sketches)，表示出設計者的構想。設計完成以後，即可能需用專門而昂貴的製圖工具精確製圖。

對於製圖儀器及其使用的方法，本書並不準備對讀者作太多的介紹。讀者可查參考圖書目錄表所列，有關工程圖方面一些專門的教材。如果讀者對於像三角板 (Triangle)，丁字尺 (Tsquare)，曲線板 (Irregular curve)，圓規 (Compass) 以及字法限規 (Lettering guide) 等一般製圖儀器，想知道其用法，像這類參考書在坊間以及一般圖書館中都可以找到。而且這一類的圖書都適合高中或專科程度，其內容簡單，讀者可自修如何使用這類儀器，即能瞭解本書中問題百分之九十五。但是要能正式作機械畫或是工程畫，則須更進一步學習。

對於使用某些非常專門性的製圖儀器而言，本書也不能提得太多。對於如像照像製圖，座標製圖，自動繪圖機以及底片描繪 (Negative scribing) 製作等設備的方法，如果讀者需要了解，唯一只有：(1) 向操作該項機械的有經驗的技術人員學習；(2) 研讀諸如製圖科學工程畫刊機械設計，或是電子學等技術書刊即可獲得。

1 — 1 畫線工作

大多數的電氣圖中，需要畫很多水平的及垂直的平行線。在某些需要下，這類線條得使用黑墨水畫。用鉛筆相同粗細線條的時候很多



附註：位準移位及其他作用的獨立分件未表示。

圖 1-1 用作數據終端單盤計算機的方塊圖

，包括準備上墨 (Ink drawing) 在內。圖 1-2 表示以輕重不同的手法畫的粗細不同的線條。有時用鉛筆很難使粗細合乎標準，不過，此圖可給予讀者關於畫線條的方法有一正確概念。

畫平行線的方法很多，按所需的準確性與使用儀器的不同，可分為：

1. 以點繪製圖設備如座標繪圖器繪出。
2. 利用繪圖器畫。
3. 用平行直尺畫。
4. 用特製分線規工具。
5. 使用丁字尺 (與三角板配合)。

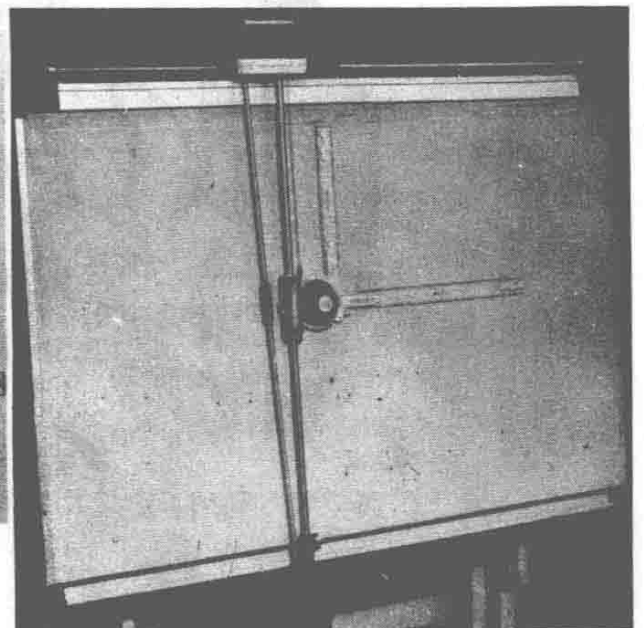
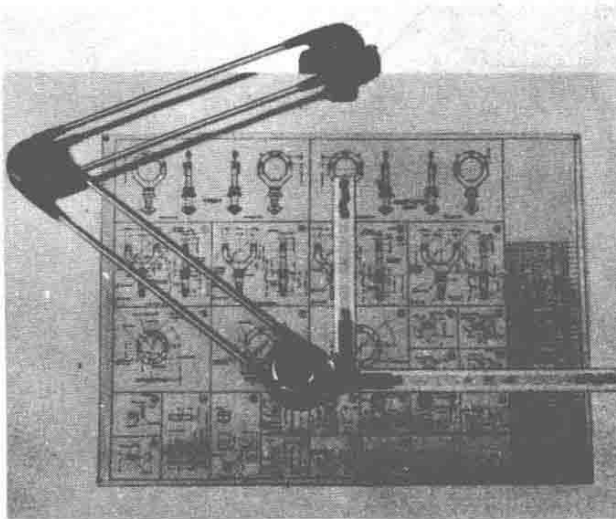
中	一般用框線，要點大綱，線路路徑，符號
中	隔離，機械連接，隱線，計劃線路
中	框線—連接線
細	尺寸線，引線，框線
細	位置交換，附近零件機械組界限
粗	加強線

圖 1-2 用於機械與電氣圖中各種不同的線條

6. 用兩個三角板。
7. 利用貼帶 (Tape applique's) 。
8. 徒手畫。

大致說來，上列順序中由 1 至 8 項儀器的價格，與所繪出圖形的準確性依次遞減。圖 1-3 至 1-5 所示為各種方法的實例。繪製小型圖形，可用三角板即可代丁字尺，但沒有用丁字尺方便。

圖 1-3 兩種繪圖儀



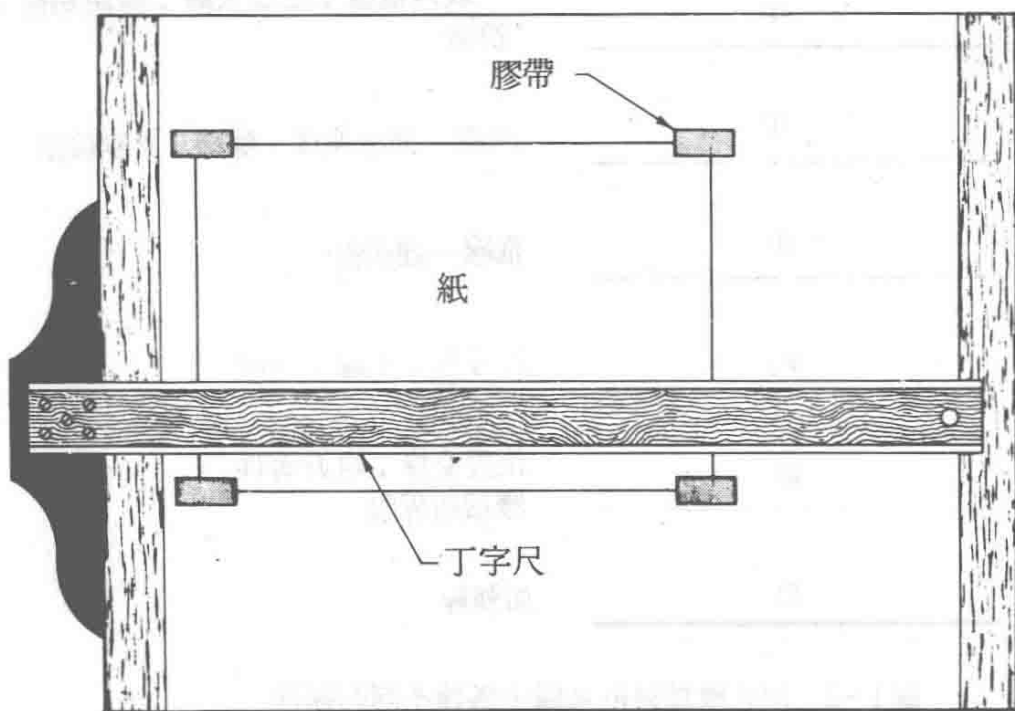


圖1-4 將小號繪圖紙放於繪圖板上的方法

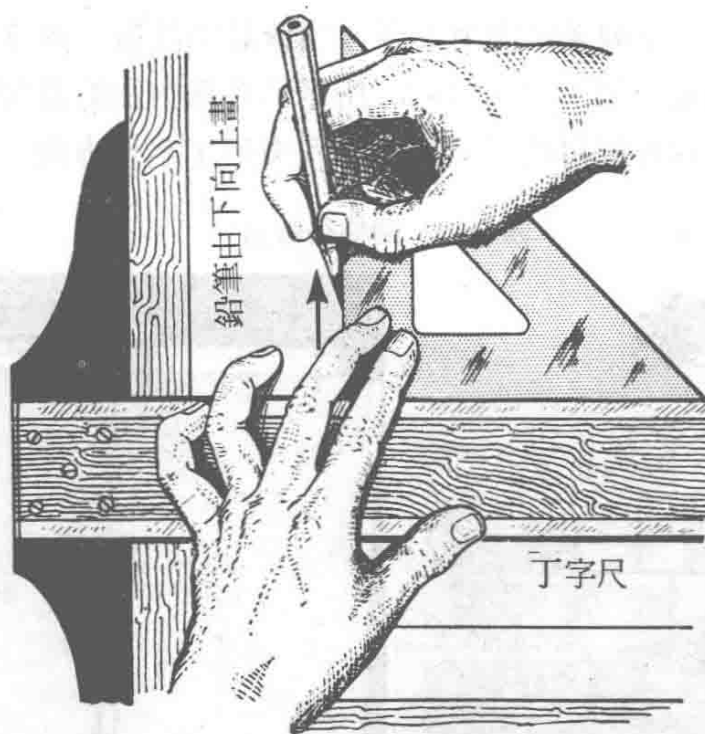


圖1-5 利用丁字尺及三角板畫垂直線

利用墨水製圖，可供參考的標準製圖教材非常多，所以本書也不準備多討論。

1—2 圓符號與其他形狀

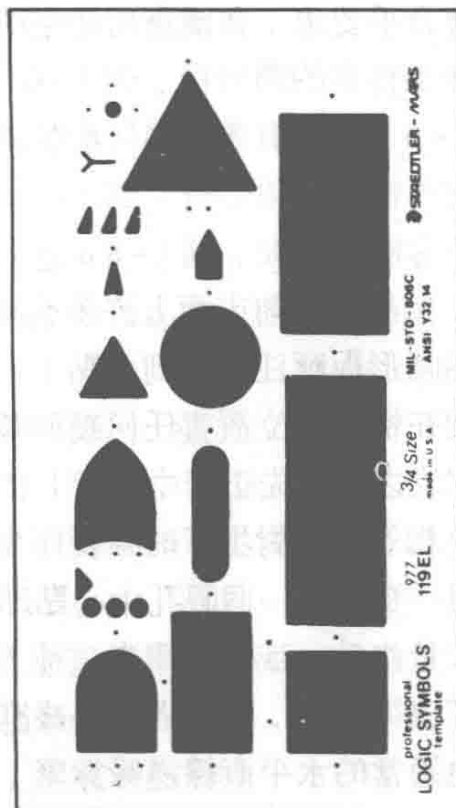
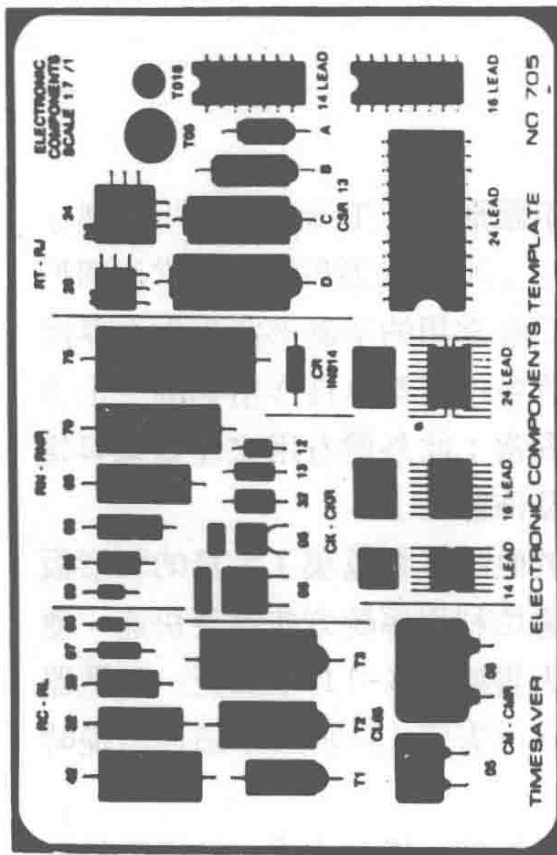
圓都以圓規 (Compass) 或是使用圖形板 (Template) 繪製。但電氣圖中的圓的直徑多數都小於 1 吋，所以在畫圓的時候常用圖形板而少用圓規。圖形板變化多端，將一般常用的準確形狀都作在厚度為 (0.020 至 0.060 吋) 塑膠板上。許多模型都專為作諸如圓、正方形、三角形等幾何圖形之用預先設計妥當；此外還有用來作電氣與電子圖的，都用作符號，零件外型，以及佈線圖。

歷年來，設計師與繪圖員為了便於他們製圖蒐集了大量的圖形板。用圖形板畫各式圖形與電氣符號，遠比利用傳統方法畫要快速、便捷，且更為精確。例如，利用傳統方法畫如圖 3-11 中的任一變壓器符號需時 2 分 10 秒，若用圖形板畫就只需要 15 秒。(這裡所提時間是本書作者之一的實際工作經驗。)

為了使所繪圖形的品質、精確度、均稱、排列方式，及所需的形狀與符號合乎要求，要慎選所使用的圖形板。許多圖形板製造商都能視需要作出特別的圖形板。圖 1-6 所示即為可用於製圖的若干圖形板。圖 1-6 a 為具有各種幾何形狀的一張圖形板。圖 1-6 b 為用來作邏輯圖的邏輯符號圖形板。圖 1-6 c 為用來作印刷電路板設計與佈線圖的電子零件圖形板。圖 1-6 d 是一個用來作控制圖的電機控制符號圖形板。這都是目前市面上許多不同圖形板的少數例子。

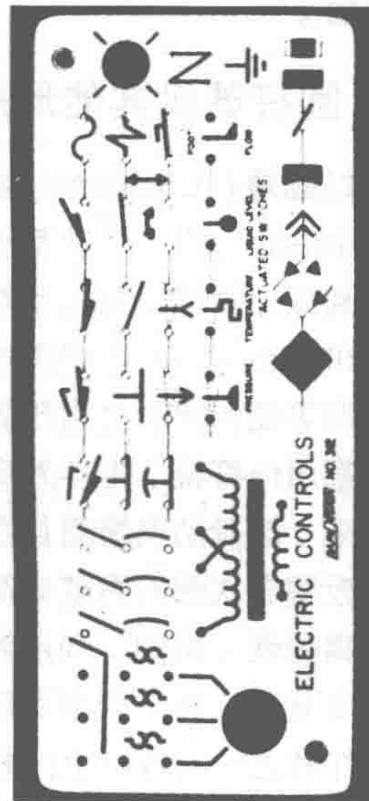
使用圖形板應注意下列各點：

1. 想要在恰切的位置畫任何幾何圖形，在將圖形板本身置於所繪圖形部位之前應先畫好中心線 (依其軸，其長度至少要與等效圓的直徑相等)。對現存的圖要作少許快速的修改時，有經驗的設計師用一條線與一個眼孔中心點即可；然而，對於新繪的圖，及要作大量修改，或是初學者這種方法都不宜採用。
2. 為了畫得準確，圖形板的邊緣應與丁字尺的邊，製圖機的臂，或其他適當的水平直線邊緣靠緊。
3. 鉛筆一定要跟紙面保持垂直。才能畫出準確的圖形。同時鉛筆不能削得太尖，才能使圖形的線條達到所希望的粗細。



(a)

(b)



(c)

圖 1-6 典型繪圖圖形板(a)有不同尺寸之幾何圖形的圖形板。(b)邏輯符號圖形板。(c)電子元件外形線圖形板。
(d)機電控制裝置符號圖形板。

1—4 工程字體的種類

實用於技術製圖的英文字母，都是單劃商用哥德式 (Single-stroke Commercial Gothic) 字體，常用的有下面四種型式：

1. 大楷正體 (大寫)。
2. 大楷斜體。
3. 小楷斜體 (“小寫”)。
4. 小楷正體。

在美國的工業界使用字體的次序上，作者以為根據上面的排列，第1種用得最多，第2種次之，其餘依次類推。要想成為電氣或電子製圖的專家，須得徒手練好上述的1至3種字體。

如果對書法沒有經驗，而又想把字練好的話，就該一次選定一種字體練。練字的正確步驟是(1)大楷，(2)斜體，(3)小楷。此外應練習一組數目字俾能與英文字母配合。通常阿拉伯數字的字體較英文字母為窄。所以數字零也較字母的“O”字。

1—5 標準字母

美國製圖用字都按一定標準。如圖1-8所示即為標準的三種字母。各機構之間可能稍有出入，與製圖有關的教材中的字體間或稍有差別，但相差有限。大致說來字形都是相同的。

圖1-9所示為大楷正體置於高度為六格的小方格紙上，本圖採自著名教科書，可見各字母寬度的比較與筆法，以及用右手者書寫的順序，這些順序雖然不一定要完全遵守，然而為多數繪圖人員所樂用。用左手者當然應該另外練習適合他個人的筆法。

1—6 準線

用手書寫必定要用準線。這種線在大寫字母，數目字等的頂端及底部、要很輕、很淡。用鉛筆輕輕畫出，其深淺以能看見為度，因為圖畫好以後都不大擦去，所以要愈淺愈佳。

畫準線的方法很多。最便利的方法是用專畫準線的工具。圖1-10所示即為二種這類工具。在此插圖中，大寫字的準線，已經使用 Braddock 與 Ames 寫字工具畫好。較下面的圖畫中部份小楷字體的

字型 1

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T

U V W X Y Z &

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{5}{8}$

字型 4

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z &

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{5}{8}$ $\frac{7}{16}$ FOR BILLS OF MATERIAL, DIMENSIONS
& GENERAL NOTES

字型 6

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

Type 6 may be used in place of

Type 4, for Bills of Material and

Notes on Body of Drawing.

圖 1-8 英文字母的寫法

準線已繪出，但到 C 字與 3 字旁邊為止。準線也可以利用丁字尺與三角板相互配合畫出。

不同的字體與圖形的組合，需要不同的準線。如果只需要大楷字體，只要頂端與底部的準線即可（見圖 1-11 a）。小楷字體，則要中間線或腰線（Waist）與其他二線合用，如圖 1-11 b 所示。有時在基線（Baseline）下面還要畫一條下降（Drop）線，以便確定下降部位。下降線並不常使用，可能因為字工具具有的正常間隔無足夠的空間容納此線。有時需要在上下準線之間畫一條中心線。當寫分數的時候這種中心線非常有用（見圖 1-11 c）。因為分數的高度通常為整數與大寫字的兩倍，增加的線可加在上面及下面，如圖 1-11 c 右端所示。這樣就畫出一組間隔相等的線。這種間隔用 Ames 寫字工具可寫九種不同大小的字體，及用某種字體的 Braddock-Rowe 型寫字三角板畫出一種大小的字體。

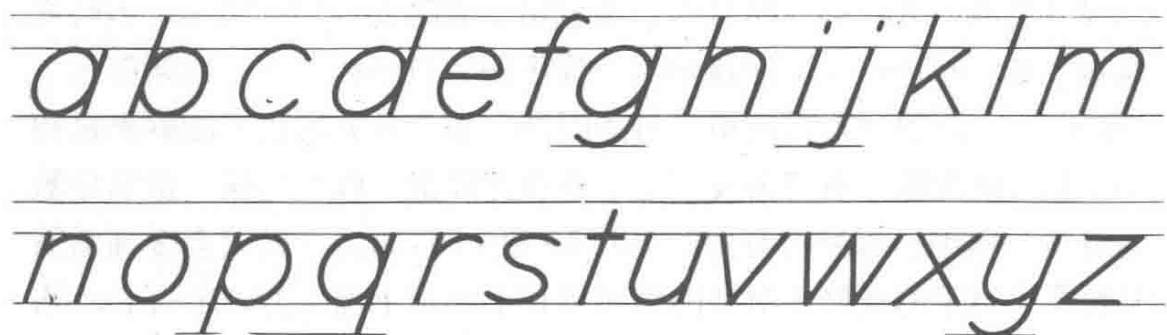
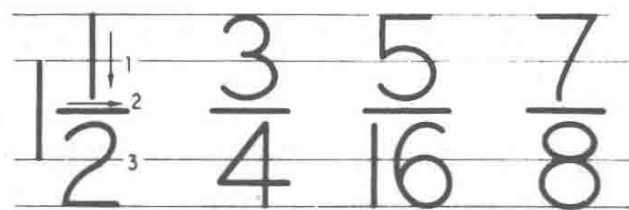
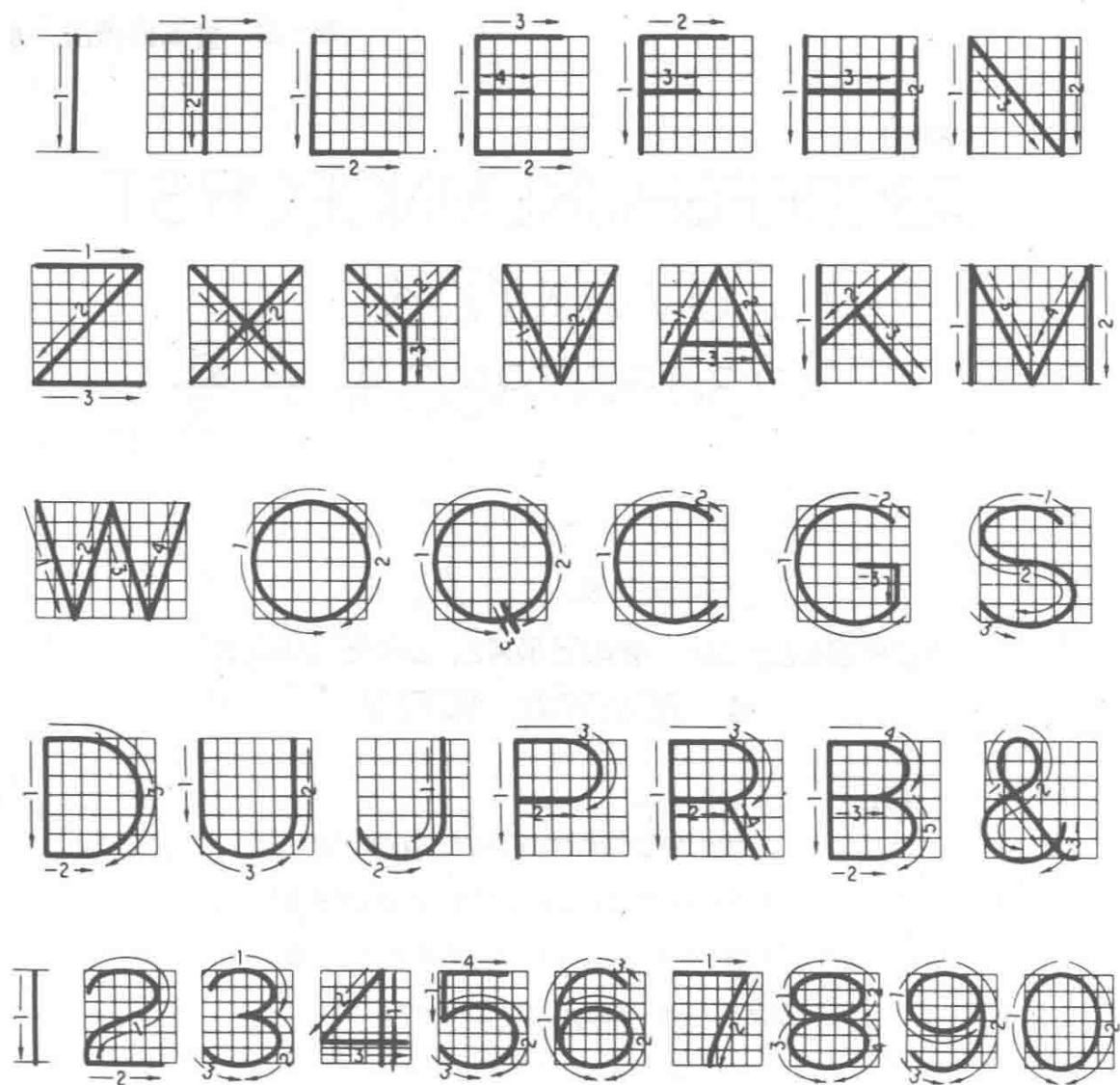


圖 1-9 英文字母的筆法及高寬比例

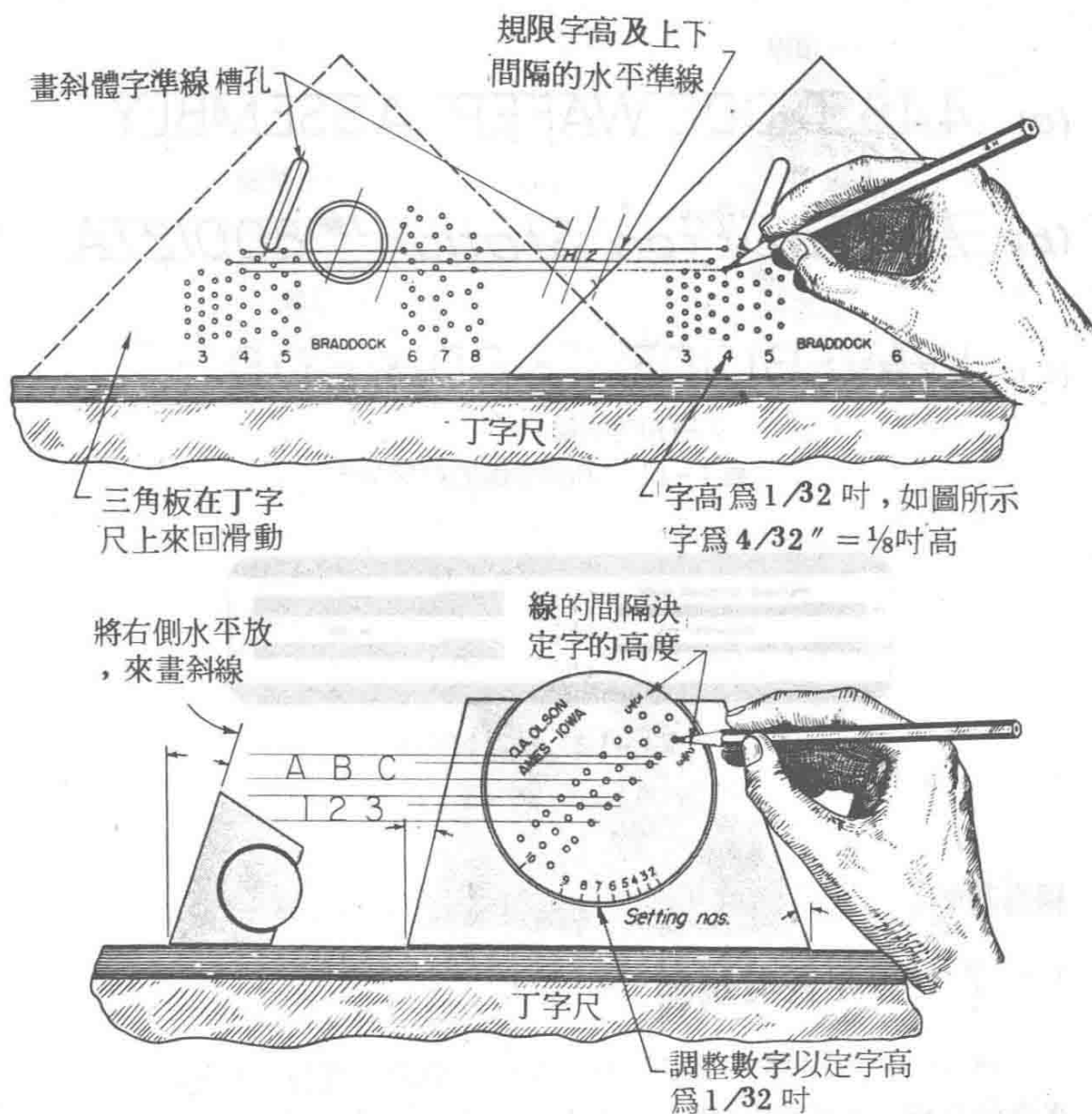


圖 1-10 寫字準線裝置的用法

圖 1-12 示出另外一種使用簡單而方便的徒手字規。這種字規有各種不同字體高度的槽溝（通常有四種）——高度由 $3/32$ 至 $3/8$ 吋。利用這種字規無論是否作垂直正楷或斜體書寫，由於槽溝上下都有一定邊限，可確保所寫出來的字高度一致。採用這種字規的任何繪圖員都可使當寫速度增快；不過應該練習，避免圓頭字碰到字規基線的邊緣。

另外一種使字母上下整齊的方法，是利用原來就畫得有準線的一張紙。將描圖紙或是透明塑膠材料蒙在上面即可描出。準線以圖的中

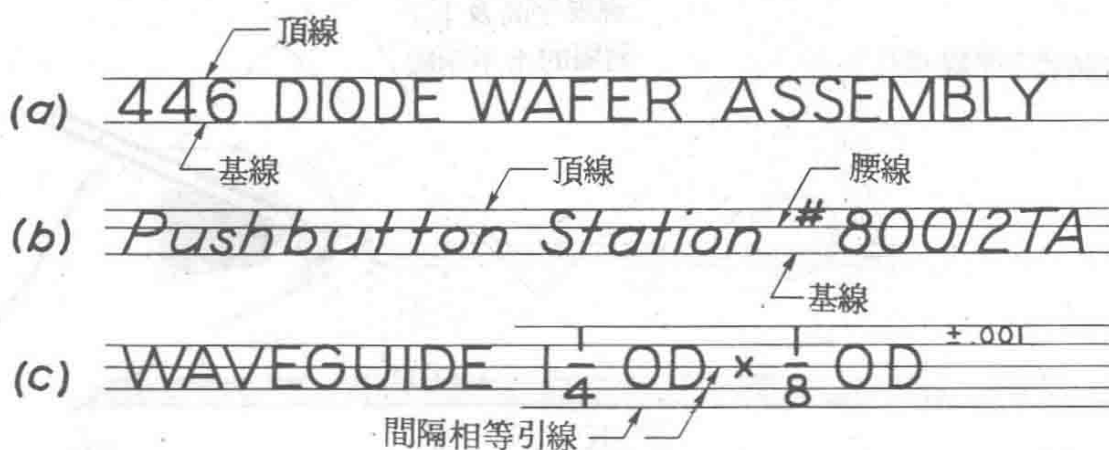


圖 1-11 利用準線的寫字情形

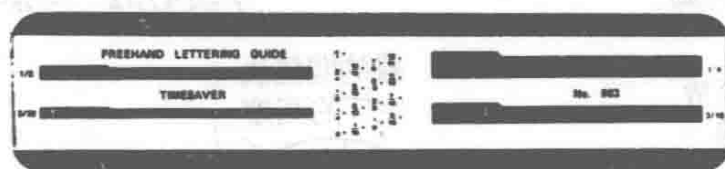


圖 1-12 徒手書寫規

線為基準。

1—7 零件表與規範

圖 1-13 所示為典型零件表，或材料單的一部份。實際上，粗的水平分行線一般的間隔為 $\frac{1}{4}$ ， $\frac{5}{16}$ ，或是 $\frac{3}{8}$ 吋，所寫的字不會超過垂直間隔的一半。要畫這種表最方便的辦法是用相等間隔的準線，如圖 1-13 下面部份所示。譬如，要是線與線之間間隔為 $\frac{1}{16}$ 吋，(用四號字的準線，如圖 1-13)，文字與數目字即為 $\frac{1}{8}$ 吋高，介於兩水平分線中，水平分線上下間隔為 $\frac{1}{4}$ 吋。縮寫字也經常用，例如 CRS 即為冷軋鋼條，而 AL 代表鋁。常用大寫字母。另件表或其他表格常與電氣圖配合或為其一部份。表格的恰當排列法無一定標準。

1—8 機械寫字器具

製圖室利用各種器械來寫工程字，試用成功的可以分為兩類：(1) 供製圖員安放在紙上描繪的字模板 (Stencil)，或鏤空字模 (Incised-letter)。(2) 先由製圖員或是工程師把要打的文字內容起好草

項目	參 考	說 明	材料
1	310-19506	CHASSIS	
2	35A-19472	BRACKET, MOUNTING	
3	DD-6040A	CAPACITOR, 1 MF 25 WVDC	
4	50C-19503	CABLE ASSEMBLY	
5	30103744	LOCK SHAFT	CRS
6	60104321	SCREW #4-40 x $\frac{1}{4}$	STEEL



圖 1-13 零件表的垂直間隔

稿，然後由打字員用特製的打字機打在圖紙上。第(1)種如圖 1-14 與 1-15 所示。可以使用鉛筆或墨水寫。有種跟鋼筆相類似的製圖用筆（很像速寫筆）可以與如圖 1-15 所示的字模板配合使用。

雖然機械寫字器具遠在三十年前就可以在市面上買到，然而到目前在很多機械或電氣上，還不能完全取代用手寫在圖上的方法。因此，無論是製圖或是工科學生，爲了將來工作順利計，總得把字練好。

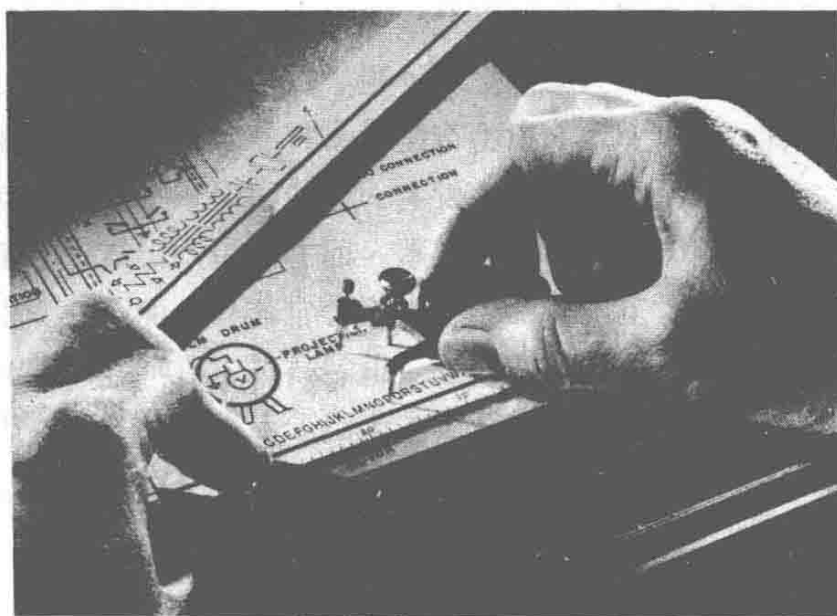


圖 1-14 機械寫字工具原書