

科學圖書大庫

電機與電子製圖

譯者 宋鐵岩

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十六年四月十五日初版

電機與電子製圖

基本定價 3.20

譯者 宋鐵岩 美國陸軍工兵學校畢業

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧鏗氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

譯者序

電機與電子之應用，乃人類生活史上一大革新。科學愈昌明，電機電子工業必愈發達，此乃無可置疑之事實。

近年來，在我大有為政府大力推行經濟建設之前題下，外人紛紛來台投資設廠，國內電機電子工業因而日趨蓬勃，然與歐美先進諸國相較，則目前我國此一工業僅在起步階段，有待吾人努力之處者尚多。其中最基本而最重要者，莫過於人才之培育及儲備。徐氏基金會有鑒及此，乃秉其推介科學知識之宏旨，囑將本書譯成中文，俾供國內青年學子研究與參考，期對電機電子人才培育方面有所貢獻。該會此一崇高理想，實令人感佩。

本書原名“Electrical and Electronics Drawing”由美國堪薩斯大學工程系教授查理斯貝爾（Charles J. Baer）所著述。全書共十一章，內容廣泛而精簡。除附錄外，舉凡圖說及製圖技術上之要求與繪圖機具之使用，皆有詳盡之闡述及例證。每章末另有問答題與製圖習題供學者練習之用。誠如作者自序所言，本書不僅可供高工及大專院校相關科系之教本，亦可作在職專業人員——工程師及製圖員之參考範本。刻本書已受國內各專科院校大量採用，惟尚乏適當之中文版問世。譯者欣受徐氏基金會之托，乃根據教育部所頒機械、電機及電子等工程名詞，以通俗文句保持原意譯成此書，期有助於學者之瞭解與研究。惟時間匆促，疏漏謬誤生澀之處，在所難免，敬祈專家學者不吝斧正，則幸甚矣。

本書譯稿承汪惠珠及黃寶丹兩小姐協助謄正校對。併此申致謝意。

中華民國六十五年十一月十九日
於木柵棲霞山莊 宋 鐵 岩 謹識

前 言

此書係以教科書和參考書之方式寫成。其所以能作教科書者，因其課題係按合理的順序分組編成，各章結尾都有問答題和習題。一般在學技術人員或工程師，利用這類問題的解答和習題的作業，可以提高電機製圖的效果。且由於對這類問題之研究，更可增廣對電機功能及電機系統方面的知識。

本書之所以能用作參考書籍者，因其內容廣泛。所牽涉的重要範圍有電機工業，如電子、自動化、微電子、電力以及建築用之佈線等。此外並包羅許多重要規範（附錄B及C）與術語釋義（附錄A）及圖書目錄。書中所引用之大部份規範如下：

ANSI Y 32.2	電機、電子圖之圖解符號
Mil Std 15-1	電機、電子圖之圖解符號（已廢止）
ANSI Y 32.9	建築用電機佈線及電機佈置圖之符號
Mil Std 15-3	建築及電機佈置圖之電機佈線符號
ANSI Y 32.14	邏輯圖之圖解符號
ANSI Y 14.15	電機與電子圖
ANSI Y 15.1	刊物及投影用圖例
ANSI Z 10.5	電機數量之文字符號
Mil Std 12 B	製圖用之縮寫字
Mil Std 16 B	電機電子之參考名稱
ANSI C 1	國家電機符號

除上述規範外，專業性之製圖員本身應留意其他各種規範。凡有關色碼、組件標誌、包裝之要求、印刷電路及測試等，美國及軍用標準皆有規定，但未納入本書討論範圍。

讀者必能迅速瞭解，本書純以倡導電機製圖規範之正確使用為基礎。規範之兩項主要來源，為美國國家標準協會及美國政府¹⁾，但也有來自其他機構者。讀者也可向下列各機構索取自己所需之規範：

ASME 美國機械工程師協會。（American Society Mechanical

Engineers : 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017)。

美國國家標準協會 (American National Standards Institute : 1430 Broadway, New York, N.Y. 10018)。

EIA 電子工業協會 (Electronic Industries Association, 11 West 42nd Street, New York, N.Y. 10036)。

IEEE 電機、電子工程師協會。(Institute of Electrical and Electronics Engineers : 345 East 47th Street, N.Y. 10017)。

JIC 聯合工業協會。(Joint Industry Conference, Rockham Building, Detroit, Mich.)。

NMTBA 國家機器工具製造商協會。(National Machine Tool Builders' Association, 2139 Wisconsin Avenue, Washington, D. C.)。

公文總監，美國政府印刷所。(位於 Washington, D.C.)

本書第三版的資料，固然很多是第二版中所有者，但其中電子及其他方面的改變，都足以使前版作廢。本版基於大多數學者都會受益於本書的信念，乃仍然保持與前版同樣的綱要和章次。採用本書的學者，有些對電子已具有相當程度的學識，但缺乏製圖經驗。第一章與第二章，就是適合這類學者使用的。其他一類的學者雖然有了製圖方面的學識，却對電子缺乏研究。這類學者則毋需閱讀第一、二章，相反地，應運用較多的時間，對其後各章關於控制方面及半導體的功用多加研究。

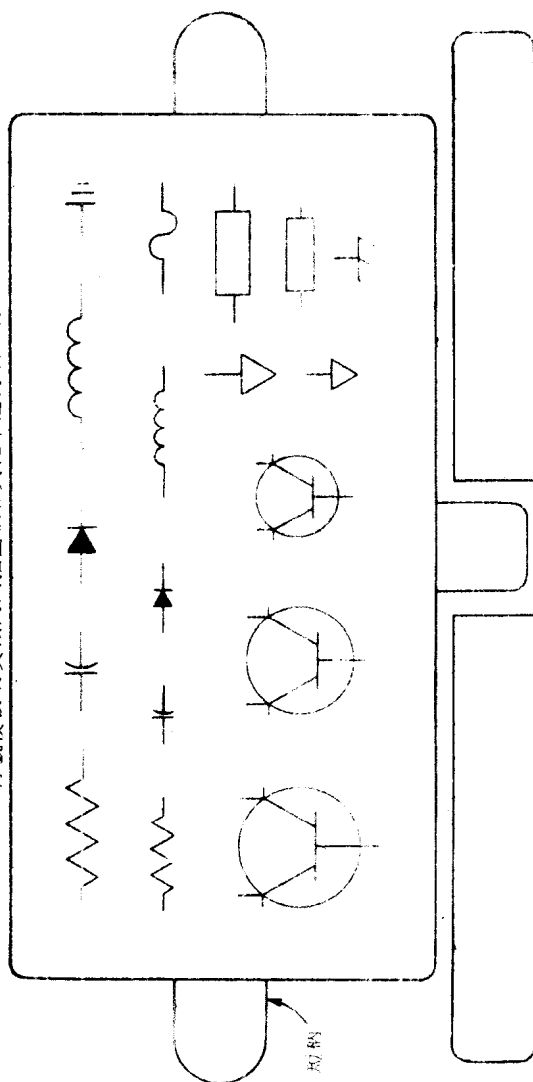
凡關懷本書及刻意為本書蒐集標準圖說之各公司職員與工程師，作者願藉此申致謝意。惟因篇幅有限，許多範例僅採用部份原圖，然作者對各圖說都設法使其盡量保持原樣。

Charles J. Baer

①有些美國國家標準與軍用標準并無不同，以ANSI Y32.2及Mil Std 15-1為例，兩者幾乎完全一樣。但某些如測試及標誌方面，則僅有一種（軍用）標準。又如馬達控制器之縮寫字及標識之類，有時在聯合工業協會印行的一類標準中偶然可以發現，但在美國國家標準與軍用標準中，却未予詳細刊載。

長柄
如需要更長之柄時，將其裁開
貼於短柄上

符號模板將其裁開與描圖紙和其他半透明紙配合使用。



徐氏基金會

科學圖書大庫

引介世界科技新知
協助國家科學發展

640

發行編號 1109

目 錄

譯者序

前 言

第一章 技術與書法

- 1.1 畫線工作..... 2
- 1.2 圓及其他形狀..... 3
- 1.3 書法的重要性..... 4
- 1.4 工程字體的種類..... 5
- 1.5 標準字母..... 5
- 1.6 基準線..... 7
- 1.7 另件清單與表格..... 8
- 1.8 機械寫字儀器..... 9

第二章 寫實圖

- 2.1 等角圖..... 20
- 2.2 等角圖之實例..... 21
- 2.3 斜視圖..... 21
- 2.4 斜視圖的實例..... 22
- 2.5 兩等角投影..... 22
- 2.6 透視圖..... 23
- 2.7 寫實剖面圖..... 23
- 2.8 隱線和中心線..... 24
- 2.9 參考資料..... 24

第三章 元件符號

- 一般非電子元件之符號..... 32
 - 3.1 電池..... 32
 - 3.2 電容器..... 33
 - 3.3 底板、接地、電路回路... 33
 - 3.4 連接與跨越..... 34
 - 3.5 電感器..... 34
 - 3.6 繼電器線圈..... 35
 - 3.7 電阻器..... 35
 - 3.8 開關..... 36
 - 3.9 變壓器..... 37
 - 3.10 新元件符號..... 37
 - 3.11 符號之大小..... 38
 - 3.12 製圖用之輔助工具..... 38
- 電子元件之符號..... 40
 - 3.13 電晶體..... 40
 - 3.14 二極體..... 41
 - 3.15 電子管..... 42
 - 3.16 電子管元件..... 43
 - 3.17 電子管封套..... 44
 - 3.18 電子管之端子連接法... 44
 - 3.19 映像管..... 45
 - 3.20 充氣電子管..... 46
 - 3.21 術語..... 46

3.22 “Istor”系	46	6.2 基本放大器	105
第四章 製造圖		6.3 級際耦合	106
接線圖	55	6.4 電晶體電路之圖式	108
4.1 接線圖或佈線圖	55	6.5 電腦(計算機)電路之 實例	108
4.2 接線圖之種類	55	6.6 基本圖說調製之原則	109
4.3 逐點式接線圖	56	6.7 參考名稱	111
4.4 外線互接圖	60	6.8 基本圖之佈置	111
4.5 幹線式接線圖	61	6.9 依據電壓之線路配置	113
4.6 基線式接線圖	62	6.10 基本圖實例	116
4.7 其他接線圖之實例	64	6.11 電子管電路	117
4.8 線條間隔及配置	65	6.12 零件之常用單位	118
4.9 線束或局部電纜之配置	66	6.13 波形符號	119
結構圖與裝配圖	68	6.14 機械連桿及其他機械配置	119
4.10 鉸金之設計	68	6.15 隔離與中斷	120
4.11 底板之製造	70	6.16 圖解圖之另例	122
4.12 孔及接線端子之資料	72	第七章 小型化及微電子	
4.13 裝配圖	73	個別組件	138
4.14 照相圖	74	7.1 印刷電路	138
第五章 方塊(流程)圖		7.2 設計印刷電路及製圖之 要求	139
5.1 電機電路及電機系統方 塊圖之實例	86	7.3 印刷電路製圖	141
5.2 方塊圖之調製	87	7.4 積體電路	146
5.3 邏輯圖	89	7.5 薄膜電路	148
5.4 負邏輯及混合邏輯	91	7.6 積體(或單石矽)半導 體電路	150
5.5 決定表	93	7.7 單石矽積體電路圖	154
5.6 類比計算機程式圖	95	7.8 拼合電路	161
5.7 數位計算機程式圖	96	第八章 工業控制及自動化	
第六章 基本圖或圖解圖		8.1 基本馬達控制	173
6.1 電晶體用於電路圖中之 實例	104	8.2 控制之功用	174

8.3	控制符號	175
8.4	筒狀控制器	176
8.5	等速電子控制器電路	176
8.6	符號及標示	177
8.7	梯形圖	180
8.8	自動機械工具	180
8.9	自動鑽孔機所需之圖說	182

第九章 電力工程圖

9.1	邏輯圖	196
9.2	邏輯圖與圖解圖之關係	198
9.3	單線圖	198
9.4	其他單線圖	200
9.5	總配置圖	202
9.6	其他電路圖	203
9.7	詳細圖	204
9.8	一般趨勢	204

第十章 建築用電機圖

10.1	簡化與實際之配線圖	214
10.2	簡單平面圖之配線符號	214
10.3	個別電機平面圖	215
10.4	電器配賦表與圖例	216
10.5	電機配置之實例	217
10.6	電機上升圖	219
10.7	大樓電機圖	220
10.8	國家電機法	223
10.9	圖說之協調與編組	224
10.10	負載計算	225

第十一章 資料之圖解表示法

11.1	調製曲線圖之一般概念	235
11.2	變數之選擇與曲線之調	

整	237
11.3 曲線之標示	238
11.4 零點之位置	239
11.5 工程由線圖調製之程序	240
11.6 畫平滑曲線	243
11.7 標度及標題	244
11.8 曲線族	244
11.9 刊物用曲線圖	245
11.10 其他圖紙上之曲線圖	246
11.11 對數標度	247
11.12 直線圖之方程式	247
11.13 對數紙之用法	247
11.14 半對數紙的用法	249
11.15 極性座標	251
11.16 條形圖	252
11.17 餅狀圖	255
11.18 寫實圖	255
11.19 其他圖解表示法	256

附錄 A

電機及電子名詞	269
電機元件之參考名稱	273
圖說及技術刊物用縮寫字	276

附錄 B

頻譜	280
印刷電路銅箔導體之厚度	280
電阻器色碼	281
電容器色碼	283
附記	283
底板佈線色碼	283
工業控制配線電路識別色碼	284
變壓器色碼	284

公制換算表·····	285
控制元件之名稱·····	285
鋁合金 90° 冷彎之近似半徑··	286
導線及鋁金規格(吋)·····	287
導管最小半徑(吋)·····	287
線規與載流量·····	288
小數換算表·····	288
二進數及其他數制·····	289
附記·····	289
二進數之加法·····	290
二進數之乘法·····	290

附錄 C

電機與電子元件符號·····	291
建築圖說之電機符號·····	304
信號系統出線座·····	308
信號系統出線座·····	310
國際電機技術委員會規定之電 容器符號·····	313

參考書目

索引

第一章 技術與書法

電機及電子工業製圖的方式很多，隨時隨地都可使用各種不同的圖解術。有些工程的初期，最妥當的方法是以粗線條的草圖表達構想。另一方面，有些工程的最後階段，則需使用精巧而價值昂貴的精密繪圖儀器繪製。

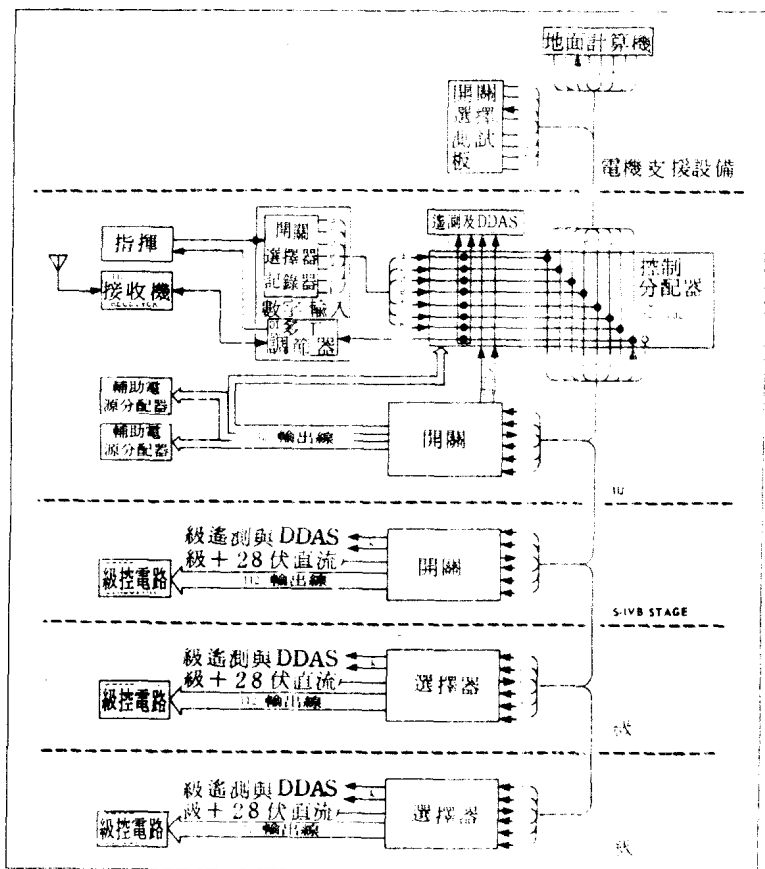


圖 1.1 農神—阿波羅功能轉接圖

2 電機與電子製圖

本書無意向讀者對這類精密儀器及其使用方法多作介紹。圖書目錄中不乏工程圖解（工程製圖）之佳作可供參考。如讀者對普通繪圖儀（三角板、丁字尺、曲線板、圓規及字模等）之使用不甚純熟，可以參考各該儀器說明書。這一類書籍，在學校圖書館和公共圖書館中都可找到。對高中與大專程度而言，這類書籍足夠訓練自己，如何運用普通儀器解答本書百分之九十五以上的習題。問題是，利用這類書本從事自我訓練的學者，其成果將不如受過機械或工程製圖訓練者迅速有效。

中	一般用途、框線、電路、 電路之線路、符號
中	隔離線、機械之連接、切 線、計劃線路
中	框線—連接線
細	尺寸線、引線、框線
細	截斷線、可變位置、鄰接部 份、機械組分界線
粗	加強線

圖 1.2 各不同線條及其在機械與電機製圖中之用途

讀有關這類設備之技術雜誌，如 *Graphic Science*, *the Journal of Engineering Design Graphics*, or *Electronics*。

1.1 畫線工作

大部份電機圖，係由許多平行線繪製而成，這些平行線往往是水平和垂直的。在某些情形中，這類線條得用黑墨水繪成。有很多情況，包括蓋墨線前之初步工作：所有線條都以鉛筆繪成，而以一種同樣粗細的線條為主體。圖 1.2 為製圖所用粗細不同之線條。鉛筆繪成的線條，有時很難達到粗細輕重的分別。不過這一圖說，對於讀者研究線條一事，可提供一個概念。

繪製平行線有許多方法，視所需要正確程度和可資利用之儀器而定。其方法有：

1. 用座標繪圖儀器。
2. 用繪圖機。
3. 用平行直尺。
4. 用特殊剖面線製圖器。
5. 用丁字尺及三角板。
6. 用成套三角板。

至於某些精密儀器之運用，上述教材所涉及的也不太多。如果有的話，也非常有限，所提到的不過是照明製圖、座標圖解、自動製圖機及底片描繪（negative scribing）等設備和方法，以之作爲實例加以說明而已，讀者瞭解這類設備的唯一辦法爲：(1)親自使用這類設備；或觀察有經驗的人員如何運用這類設備；(2)及研

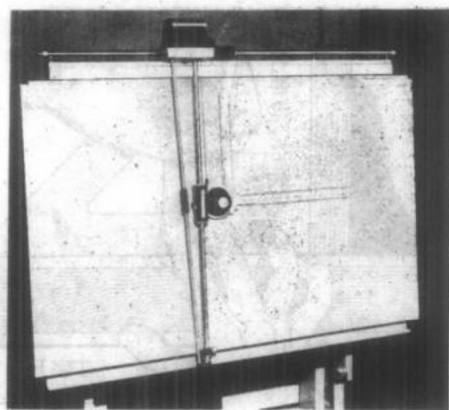
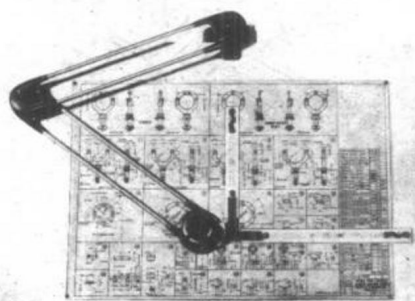


圖 1.3 兩種程式之繪圖機 (Keuffel & Esser Co.)

7. 用膠帶。

8. 隨手畫。

一般言之，繪圖設備的價格和所得到的正確程度，隨着上面所列 1 至 8 的次序而遞減。圖 1.3 至 1.5 顯示前面所列舉之一些製圖方法。繪製小型圖說，可用第二塊三角板代替丁字尺，惟使用起來不如丁字尺用來方便。

關於墨線圖的繪製，已有標準製圖教材作詳盡講述，這一課題在本書中不另討論。

1.2 圓及其他形狀

圓通常是用圓規 (compass) 或模板 (template) 繪製。由於大部電機圖中的圖都小於 1 英吋，故圓的繪製，用模板的機會往往比用圓規的機會多。有幾種模板是專為畫圓而設計的；其他的模板可用以畫圓，畫六角形、四方形和三角形，更

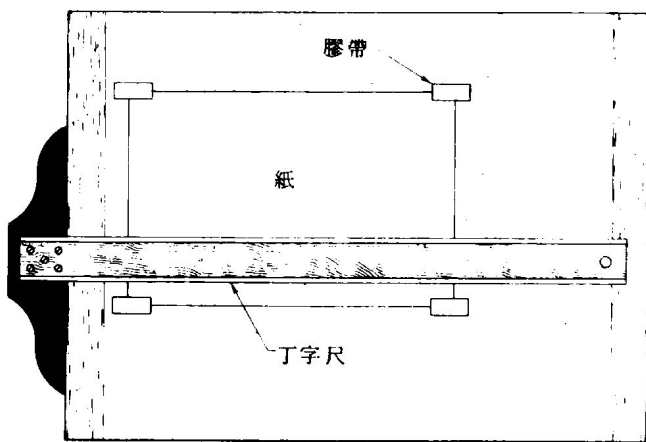


圖 1.4 小號畫圖紙在繪圖板上之定位法

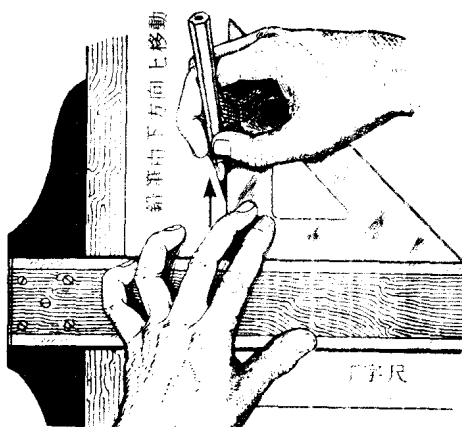


圖 1.5 利用丁字尺和三角板畫垂直線（取材自 Frank Zossora, "Engineering Drawing" 2d ed. 經 McGraw-Hill Book Company, New York 之許可）。

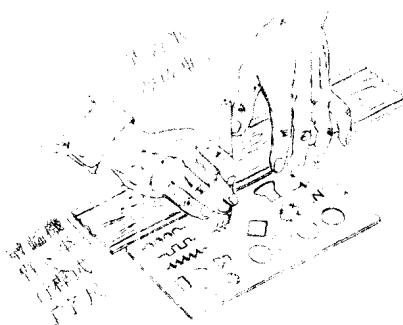


圖 1.6 模板的使用法

有其他的模板是繪製電機符號的。

使用模板時，必須遵守下列幾點：

1. 為求圓之位置正確，必須在使用模板畫圓之前，先畫妥中心線（至少與圓的直徑相等）。
2. 為求準確，模板必須握牢緊貼丁字尺，繪圖機臂或其他適當（水平）之直線邊緣。
3. 作圖時，鉛筆必須緊握與圖紙保持垂直。這是保持圖說準確的唯一方法。為了達成線條之規定粗度，筆尖需比一般所用者稍微鈍一點。

模板為繪製電機符號最方便之工具。市面上模板的種類甚多，價錢相當昂貴，且對某種電機製圖，不一定有合適而正確之尺寸和符號，所以在選擇時必須特別留意。

1.3 書法的重要性

電機圖為了表達元件或系統之圖解概念，往往採用工程圖的一些慣例和簡捷方法。可是，線條工作、符號和其他製圖的款式，都不足以表達一項完全的構想。因此，大多數電機和電子圖必須有相當的文字說明。圖 1.1 為一張說明電機圖所需文字之數量和種類的典型圖說。有些圖說中文字所佔的比例，甚至比這張圖更多。有很多情形，在一張圖上文字註記所花的時間和畫