

教育部審定

五年制工業專科學校適用

電子製圖

三民書局印行 / 蔡健藏著

電 子 製 圖

蔡 健 藏 著

學歷：美國州立密蘇里大學碩士

經歷：臺北工專電機科副教授

現職：臺北工專電機工程科教授

私立文化大學兼任教授

三 民 書 局 印 行

教育部教科圖書發售片審定執照

茲據三民書局呈送蔡健藏編

五年制專科電子製圖(含)冊經本部審

定合於五年制專科之用其有效期

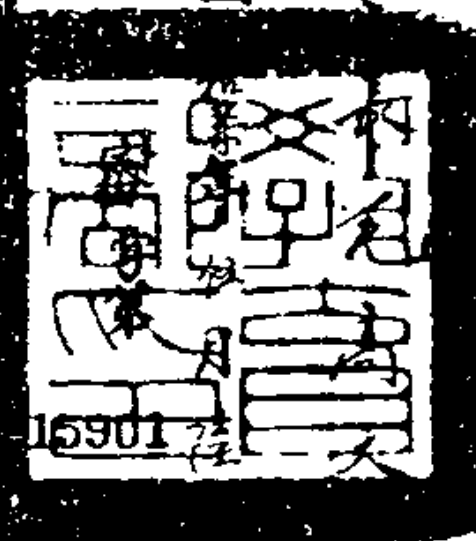
限叁年自柒拾柒年玖月

日起至捌拾年捌月 日止

合行發給執照

右給三民書局收執

中華民國



中華民國三十七年七月五日

◎ 電 子 製 圖

作 者 蔡健藏

發行人 劉振強

出版者 三民書局股份有限公司

印刷所 三民書局股份有限公司

地址／臺北市重慶南路一段六十一號

郵撥／〇〇〇九九八—五號

初 版 中華民國七十三年七月

修訂初版 中華民國七十七年五月

編 號 S 44179

基本定價 伍元柒角捌分

行政院新聞局登記證局版臺業字第〇二〇〇號



編輯大意

1. 本書係遵照民國七十二年一月教育部公布之五年制工業專科學校電子工程科「電子製圖」課程標準編寫而成。適合五年制工專電子工程科第三學年上學期使用，一學期2學分、每週授課1小時，繪圖3小時。
2. 本書以「基本圖學」為基礎，進而學習與電子機具之製造或裝置有關的電子製圖技能，並培養關於電子機具製造，修護，安裝一般工程圖的認識及繪製能力。
3. 本書取材力求新穎，以配合電子學門，其所引用的標準如下：

ANSI (*American National Standard Institute*)

美國國家標準學會，Y32-2電機與電子圖的圖示符號。

Mil Std (*Military Standard*) 軍用標準，15-1電子與電機的圖示符號。

ANSI, Y32-14, 邏輯圖用的圖形符號。

ANSI, Y14-15, 電機及電子圖形符號。

ANSI, Y15-1, 書刊及計劃的圖說符號。

ANSI, Z10-5, 電的數量文字符號。

Mil Std 12B, 圖用縮寫字。

Mil Std 16B, 電機及電子參考符號。

ANSI C1, 國家電碼。

CNS, 中華民國中央標準局規定電機及電子圖形符號，縮字，編號等。

ASME 美國機械工程協會。

ANSI 美國國家標準學會

EIA 電子工程協會。

IEEE 電子電機工程師學會。

JIC 工業協會。

NMTBA 國家機械工具製造商協會。

2 電 子 製 圖

JIS

日本工業標準。

4. 本書包括電子工程、電機工程、控制工程、資訊工程等主要專題，是須要有關電子、電機元件、電路、電磁以及應用方面知識的相關科系或從事電子工程人員最佳參考資料。
5. 本書之編撰排校匆促，舛誤之處，恐或難免，敬冀海內外先進賜予指正，藉匡不逮，實深感禱。

編著者 謹識

電子製圖 目次

第一章 基本概念

- 1-1 機械、電工與電子製圖的特徵 1
- 1-2 電子製圖的內涵與要領 9

第二章 電器實體圖

- 2-1 分類 29
- 2-2 電工、電子的主要元件、組件、機件的實體圖舉例 31
- 2-3 電子工程常用縮字及主要元件、機件之分類編列與繪製 75

第三章 符號圖

- 3-1 電工常用符號及其編繪 108
- 3-2 電子分類符號及其編繪 131

第四章 製造圖

- 4-1 接線圖分類介紹及繪製 143
- 4-2 束線圖 149
- 4-3 裝配圖——底板製作圖 153
- 4-4 組合圖 156

第五章 流程圖

- 5-1 方塊圖簡介 181
- 5-2 流程圖 184
- 5-3 邏輯線路圖的辨識 188

第六章 基本電路圖

- 6-1 電工配線圖 237

2 電子製圖

6-2	電晶體基本電路.....	256
6-3	草圖的校正.....	265

第七章 印刷電路圖

7-1	電路的演變趨向.....	283
7-2	繪製印刷電路圖的條件、步驟與工具.....	284
7-3	印刷電路圖的分類與繪製.....	294
7-4	簡介薄膜電路、積體電路母圖繪製法.....	302
7-5	設計印刷電路的法則 (<i>Design Rules</i>)	334

第八章 電子系統圖

8-1	接收機線路圖的繪製.....	346
8-2	微電腦系統圖之繪製.....	355
8-3	示波器線路圖舉例.....	397

第九章 工業控制圖的辨識與繪製

9-1	控制圖常用符號簡介.....	429
9-2	簡易控制圖之辨識.....	432

第十章 電腦輔助製圖、設計

附錄一	美國聯邦通信委員會 (FCC) 頻率分配圖縮寫字	469
附錄二	符號及色碼	470
附錄三	希臘字母	477
附錄四	各種常用半導體元件之型號功用對照表	478
附錄五	其他廠商電晶體代換表	493
附錄六	各種歐美半導體元件之外形及接腳辨別圖表	498

第一章 基本 概念

1-1 機械、電工與電子製圖的特徵

近代工業對分工已有相當專業化的基礎，當進行一項工程之設計或一種機械之製造，對工業的計劃，機械的外形材質，尺寸，精密度等之設計工作及施工企劃，已不能單憑口傳示意來等待工作者達成施工或製造命令，而設計者必須把設計圖交給施工者，施工者再將此設計圖案依設計者之構想原意，用點，線，面及各項文字符號，依工業標準規格以及製造之可能性，製成可以溝通設計者與施工者之間的示意工具，一張工程藍圖必須是能共通於國際之間以傳達示意的工具，所以繪製工程圖案之際，應按一定之製圖規則及使用標準符號以明確的尺寸及圖形來繪圖。茲將世界各國之工業規格代號列舉如下：

1. 中國之國家標準 *C.N.S.* (*Chinese National Standard*) 採用米達制，亦稱為公制，設有中央標準局，隸屬於經濟部，從民國十七年創立以來，一直負責工業規格標準之制定。中華民國國家標準 (*C.N.S.*) 之工業部門用總號，標準類別，分類代號如下表 1-1。

表 1-1

標 準 類 別	代用編號	標 準 類 別	代用編號
土 木 工 程	A	紡 織 工 業	L
機 械 工 程	B	礦 冶	M
電 機 工 程	C	農 業	N
自 動 車 及 航 空 機	D	林 業	O
運 輸 工 業	E	紙 業	P
鐵 金 屬 冶 鍊	G	密 業	R
非 鐵 金 屬 冶 鍊	H	普 通 及 雜 業	Z
化 學 工 程	K		

2 電 子 製 圖

2. 美國標準編號有下列

- (1) *ANSI (American National Standard Institute)* 美國國家標準學會, Y 32.2 電器與電子圖之圖示符號。
- (2) *ANSI Y14.15* 電器與電子圖
- (3) *ANSI Y32.14* 邏輯圖用的圖形符號。
- (4) *ANSI Y32.9* 建築與電氣設計圖電線佈線圖形符號。
- (5) *ANSI Y15.1* 書刊與計劃的圖說。
- (6) *ANSI Z10.5* 電的數量文字符號。
- (7) *ANSI C1* 國家電碼。
- (8) *Mil (Military Standard) Std* 軍用標準 12B 圖用縮寫字。
- (9) *Mil Std 16B* 電氣與電子參考名稱。
- (10) *Mil Std 15-1* 電器與電子圖之圖示符號。
- (11) *Mil Std 15-3* 建築與電氣設計圖電線佈線符號。
- (12) *ASME* 美國機械工程協會。
- (13) *EIA* 電子工業協會。
- (14) *IEEE* 電機電子工程學會。
- (15) *JIC* 工業協會
- (16) *AMTBA* 國家機械工具製造商協會。

3. 日 本 *JIS (Japanese Industrial Standards)*

4. 英 國 *B. S (British Standard)* 或 *LR (Lloyd)*

5. 義 大 利 *UNI (Unificazione)*

6. 荷 蘭 *NEN (Nederlands Norm)*

7. 澳大利亞 *AS (Australian Standard)*

8. 加 拿 大 *CSA (Canadian Standard Association)*

CGBS (Canadian Government Specifications Board)

9. 瑞 典 *SIS (Svensk Standard) (Sveriges Standardiserings Kommission)*

10. 瑞 士 *SNV (Schweizerische Norm Vereinigung)*

VSM (Verein Schweizerische Maschinen industrieller)

11. 韓國 *K. S (Korean Standards)*

12. 德國 (西德) *DIN (Deutsche Normen)*

VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker)

13. 丹麥 *DS (Dansk Standard)*

14. 法國 *NF (Normes Francaise)*

15. 挪威 *NS (Norsk Standard)*

16. 葡萄牙 *NP (Norma Portuguesa)*

17. 比利時 *NBN (Norme Belge)*

18. 國際規格 *ISO (The International Organization for Standardization)*

由上所述可分析下類各項之特徵：

機械製圖之特徵～亦為機械製圖之範圍。

- (1) 計劃圖～為所有製造用圖之基本草圖，內容須能詳細記載設計者之構想，規格，尺寸等。
- (2) 製造圖～為工作者從事製造之藍本，傳達原設計者意圖給工作者之工具。
- (3) 訂貨圖～依顧客或使用者要求之機能，形狀，精度，記在訂貨圖，隨同訂貨單由承造者估價。
- (4) 承造圖～經工程檢計後製成承造圖及更改設計時憑據之用的承諾用圖，並用來進行製造工程之計劃。
- (5) 估價圖～依訂貨圖估價用之圖形，包括組合圖及零件圖以分別說明。

電工製圖之特徵～亦為電工製圖之範圍。

- (1) 組合圖～依電線之全部或部分控制元件的組合，用電工標準電路符號及代號繪成一完整的電路圖，並可將其構造與各部分之互相關連的電路同時表示之。
- (2) 零件圖～依比例繪圖，並詳細記載各電路元件之規格。
- (3) 單線圖～依標準電路符號及代號，以單線表示。
- (4) 接線圖～表示電器裝置，器具之各部門互相連接之電路，以複線方式表示。
- (5) 配線圖～表示電機機器之形狀，裝置位置，電路之配線，導線之各項規格，及配線方

4 電子製圖

法。

- (6) 配管圖~表示導線管之大小種類，長度，配管方式及控制泵、閥之位置。
- (7) 系統圖~表示電器，油管路，水管路等流體的接續和動作系統圖。
- (8) 配置圖~依廠內機械，電器，管路等設備配置之平面圖，特各項設備，電源配電室，高低壓系統，安全保護系統，控制系統等都表示在圖面上。

電子製圖之特徵~亦為電子製圖之範圍。

- (1) 元件符號圖~按照特徵圖解，使用符號是模擬所代表物體的形狀，為了便於製作與認識電子與電氣製圖，美國工業界的代表與政府共同編列了好幾種標準符號表，以下列三種較為重要。

- ① *ANSI Y32.2* 電子與電氣線路圖形符號 (亦即 *IEEE 15* 號)
- ② *Mil Std 15-1* 電子與電氣線路圖形符號 (亦即 *ANSI Y32-2* 所取)
- ③ *IEC* (國際電氣技術委員會) 圖形符號 美國國家標準學會 (*ANSI*) 與軍用標準 (*Mil Std*) 業已合併，而 *IEC* 所定的標準符號大都採用美國標準。

- (2) 實體圖~常用之實體圖有下列:

- (a) 透視圖 (*Perspective drawing*)
- (b) 等角圖 (*Isometric drawing*)
- (c) 兩等角圖 (*Dimetric drawing*)
- (d) 斜視圖 (*Oblique drawing*)

如圖 (1-1) 所示為 *FET* 音質控制器實體圖。

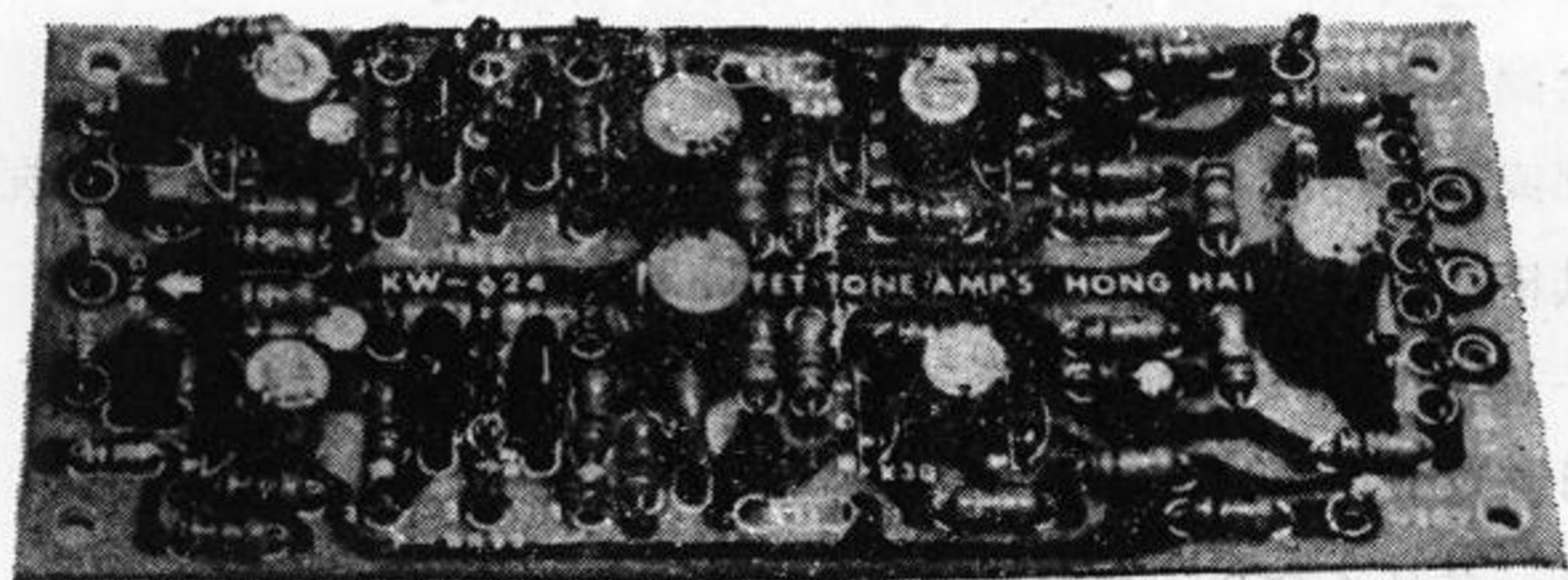


圖 1-1

使用電壓 30V~40V (L) 60V~80V (H)
輸入阻抗 2M Ω
輸出阻抗 5K Ω
最大輸出電壓 7VRMS/5K Ω 0.1 % THD
輸入過荷點 1V 以上
增益 16dB/1KHZ
低音 ± 10 dB/100HZ ± 20 dB/50HZ
高音 ± 10 dB/10KHZ ± 20 dB/15KHZ

又圖 (1-2) 所示為電磁唱頭唱頭放大器是以 *FET* 配合低雜音晶體作小信號高增益放大，

輸入端使用鐵質電容，回授電容使用高級 *Mylar* 及 *PE* 電容器，回授完全符合 *RIAA* 特性，在 $\pm 0.5dB$ 以內。

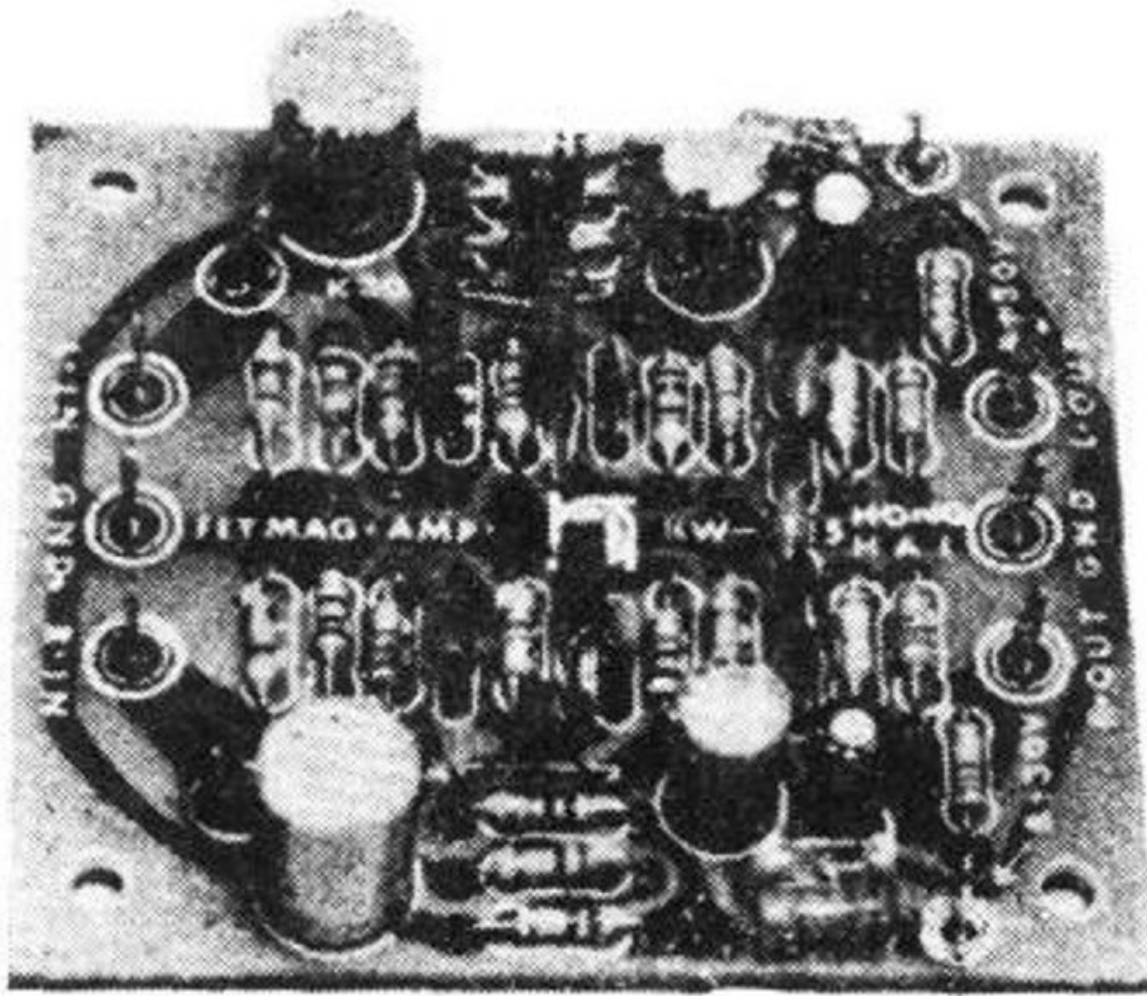


圖 1-2 供給電壓 20V~30V
輸入阻抗 47KΩ
輸出阻抗 20KΩ
最大輸出電壓 4V RMS/47KΩ 0.1%THD
輸入過荷點 80mV
增益 36dB (1KHZ)
RIAA 特性±0.5dB
S/N比 65dB

(3) 實體截面圖～如需要表示元件的內部結構時，可採用實體截面圖，用等角，斜體，透視圖分別以半截面，全截面來顯示內部各部分的細節。

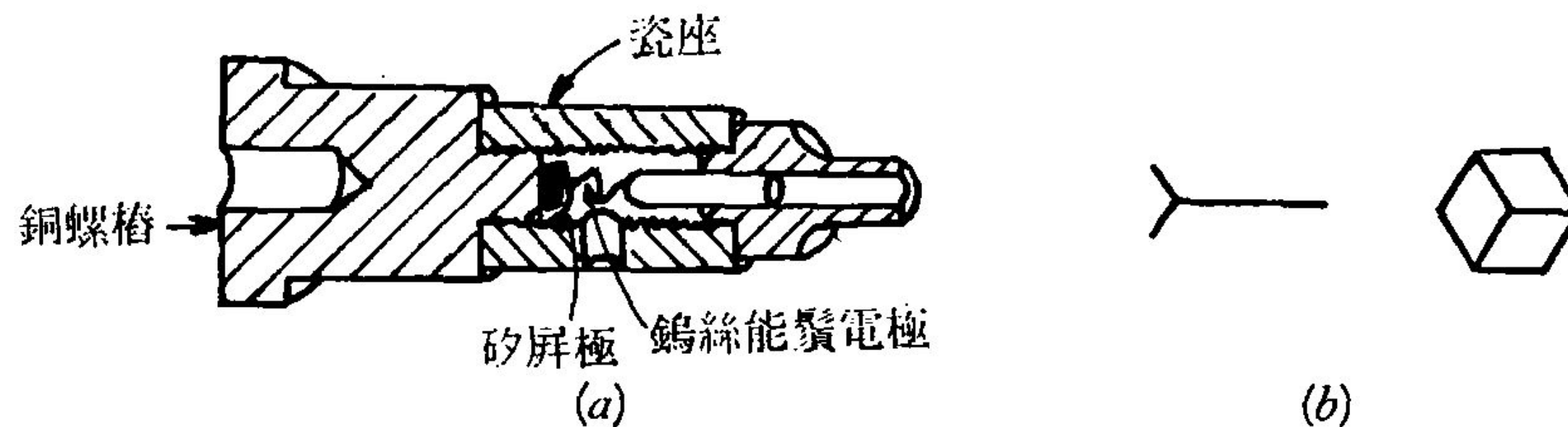


圖 1-3 (a) 二極體等角截面圖 (b) 等角軸圖

如圖 (1-3) 所示 爲矽點接型二極體結構之截面圖。

(4) 接線圖~將各種不同的組合元件如電晶體、電容電阻，線圈等連接成一完整電路，其方法如下：

- (a) 逐點式 (*Point to point*)
- (b) 基線或直路線式 (*Baseline, or airline*)
- (c) 路線或幹線式 (*Highway, or trunkline*)

(5) 接線束或局部電纜安裝～欲使佈線的工作完美，須先研究底板與接線圖，再依據線路圖作成線束圖。

6 電子製圖

(6) 方塊(流程)圖

在電子工程方面，流程圖在一些不同的領域中是一種常用的圖解元件，因方塊圖簡單，很容易瞭解一個電路是系統各組成元件的關係。如圖(1-4)所示包括主要元件(如像電晶體，二極體或是電子管)，及其配屬元件，如像偏壓電阻，負載電阻，分壓器及電容電路。如應用方塊圖

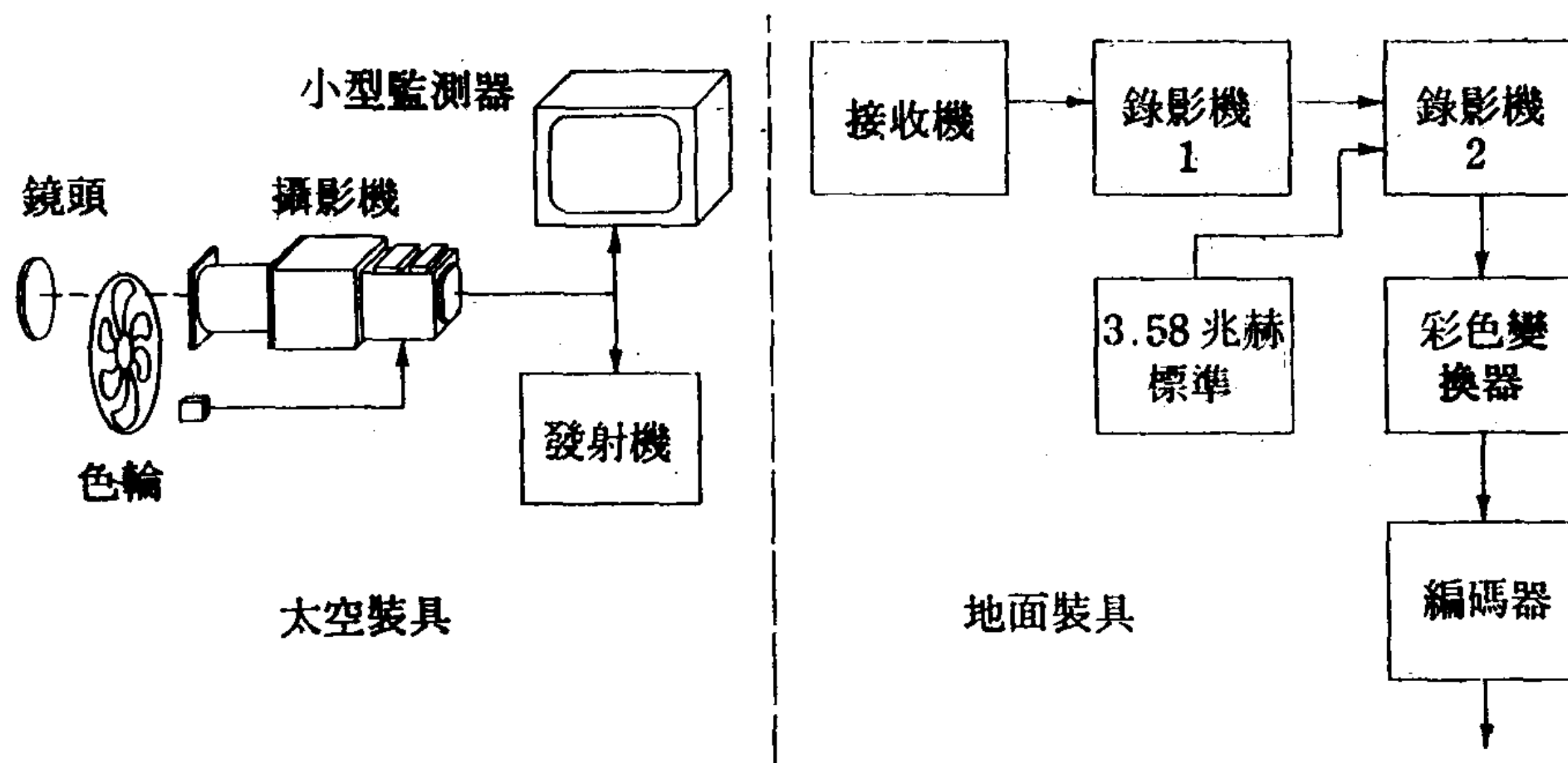


圖 1-4 太空及地面彩色接收機系統方塊圖

來說明電路的作用最適當，此圖很明顯示出。信號經由天線輸入，經混波電路，中頻 (IF) 級，再經檢波級，最後到輸出級與揚聲器，而另一振盪器，乃屬輔助電路；由於振盪器為一頻率產生器，其輸出饋入如箭頭所指的信號系列，圖上 AGC 為自動增益控制，是一反饋電路，要畫在主要電路的下面才正確，如要強調此 AGC 電路，可畫在主要電路上面，自動增益控制則的功用，主要防止當天線的射頻信號有衰減時，影響輸出端揚聲器音量的變動。

一般繪方塊圖是以標準符號代表某種元件，為方便起見，可按下列方式進行：

- ① 先繪各級草圖。
- ② 用紙板剪成適當大小的方塊，再試行安排直到獲得最佳形態為止。
- ③ 用方格紙作墊底，以便畫出大小相等，間隔一致的方框，而方塊通常由要寫進去的字數多少而定，由於方塊都要一樣大，所以常依寫字最多的方塊為標準。
- ④ 盡量要使信號徑路從左至右，大而複雜的圖，盡量要使輸入信號從左上方進入，由圖的下方輸出。

- ⑤ 常用方塊圖有三種形狀；長方形，方形及三角形。
- ⑥ 如已將方塊的大小及形狀決定後，整張圖形所用的方塊其大小與形狀都該一樣。
- ⑦ 方塊到方塊的信號系列，要用此方框本身較粗的單線來繪製，繁雜的系統或電路，可用一條以上的線條來畫輸入或輸出。
- ⑧ 用箭頭表示信號流程的方向。
- ⑨ 在端點的某些另件，如天線與揚聲器，只用標準符號來表示而不用方框。
- ⑩ 表示各種另件是級的名稱或說明，都應置於方框之內，如圖（1-5）所示。

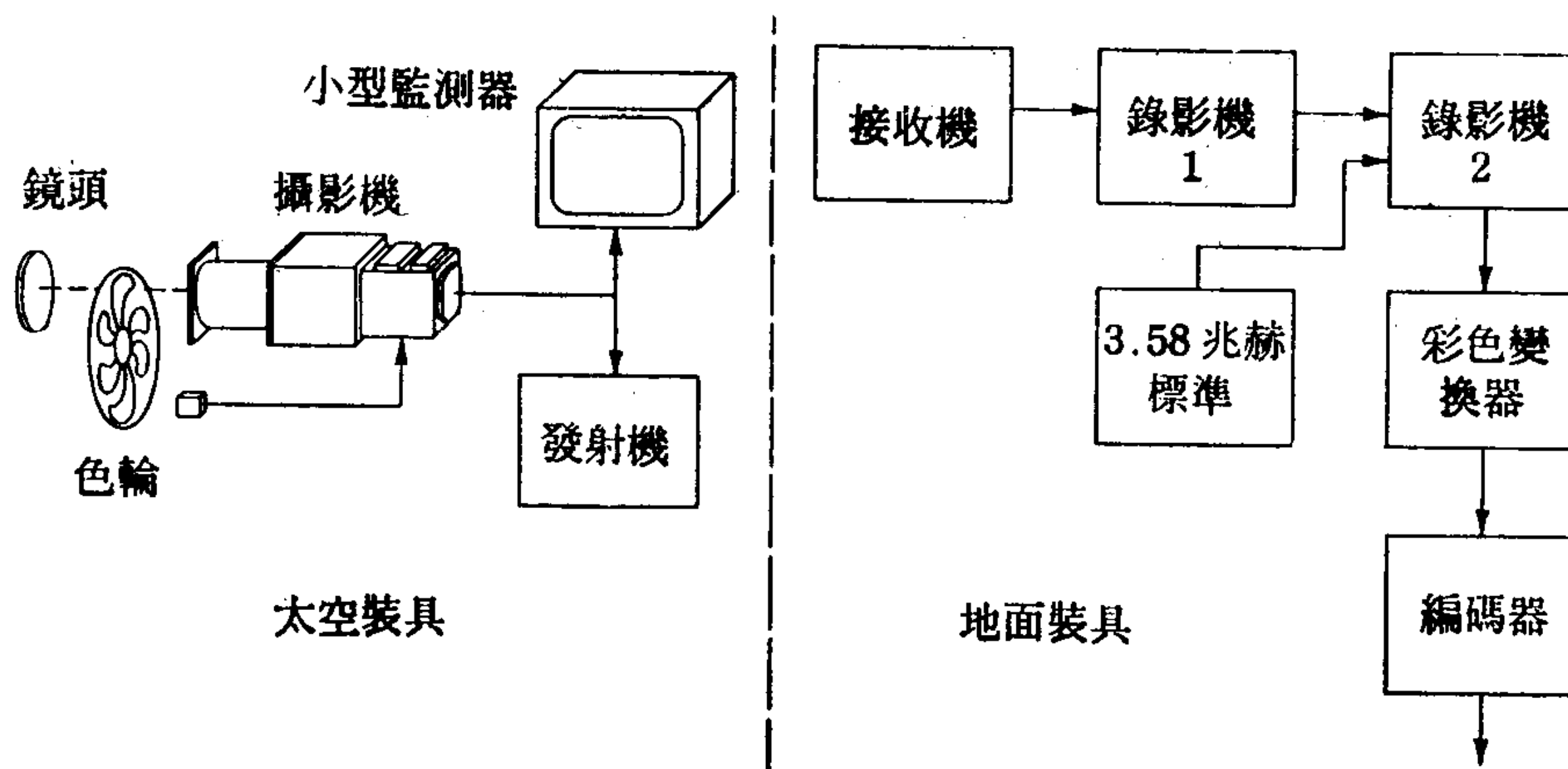


圖 1-5

7. 照相圖 (Photodrawing)

電子製圖領域已發展採用照相圖，在某些方面照片比畫面更清楚，如電容器及線圈在照相圖中比繪在圖上好得多，尤其是組件非常密集的電路，另件識別編號，調整符號，連接點等均可直接畫在照片上，完整的元件表常與照像圖合併使用。圖（1-6）所示為用字號指示的小型收音機組件之照相圖。

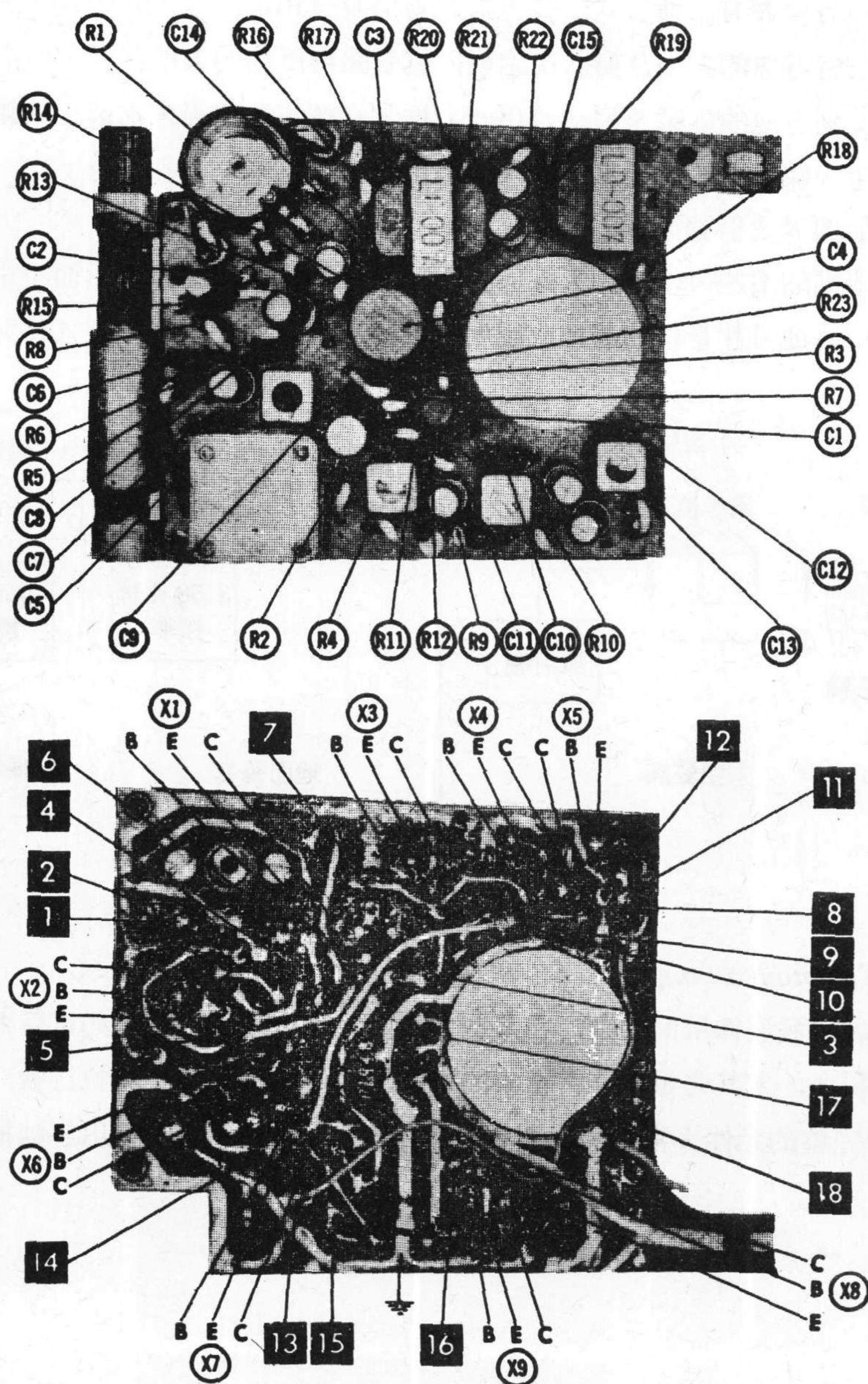


圖 1-6 小型收音機組件照像圖

1-2 電子製圖的內涵與要領

電子製圖的內涵除前所述之範圍外，各種符號之間相對大小是值得重視的，其相關的大小都有一定的標準，如圖（1-7）所示為常用符號之大小，其尺寸可參考表 1-2。

表 1-2

	時 以 小 數 計 量							
	最 小				最 大			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
電 容 器	.25	.06			.40	.10		
電 阻 器	.15				.30			
電 感 器		.15				.25		
底 板	.25				.35			
接 頭			.06				.10	
電晶體外壳				.60				.80
連 接			.06				.12	

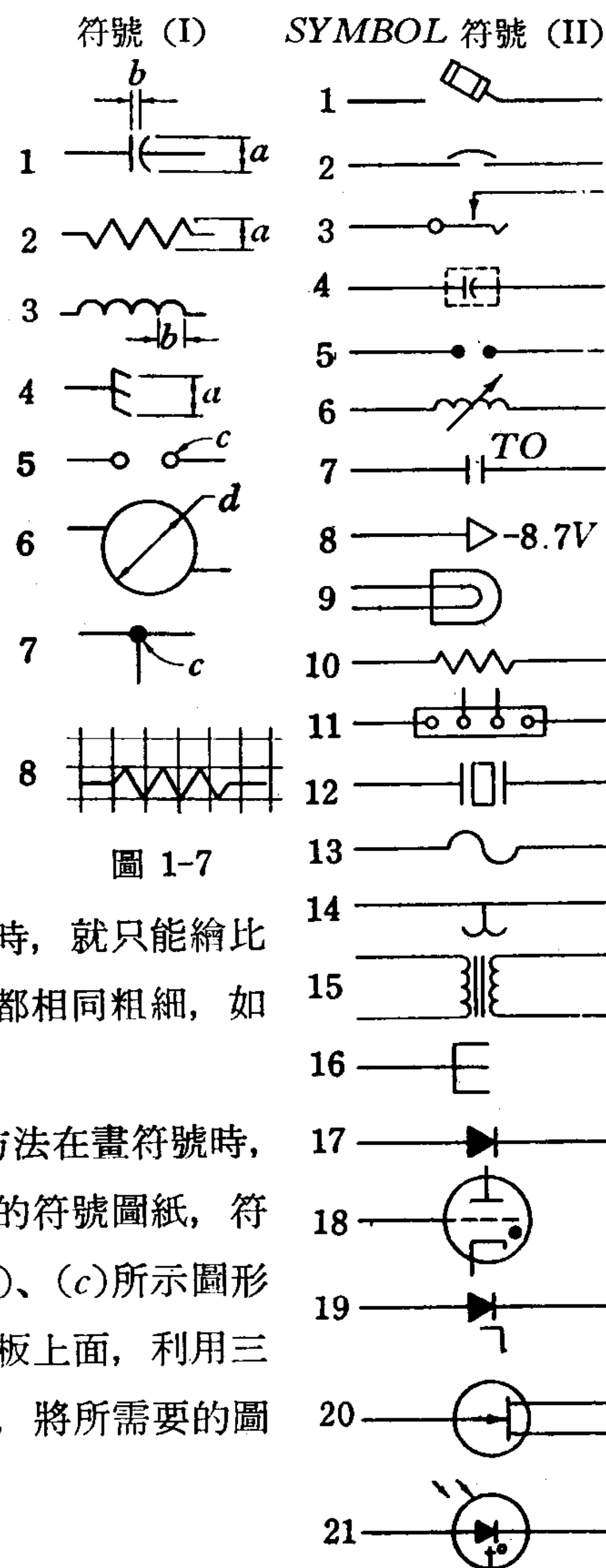
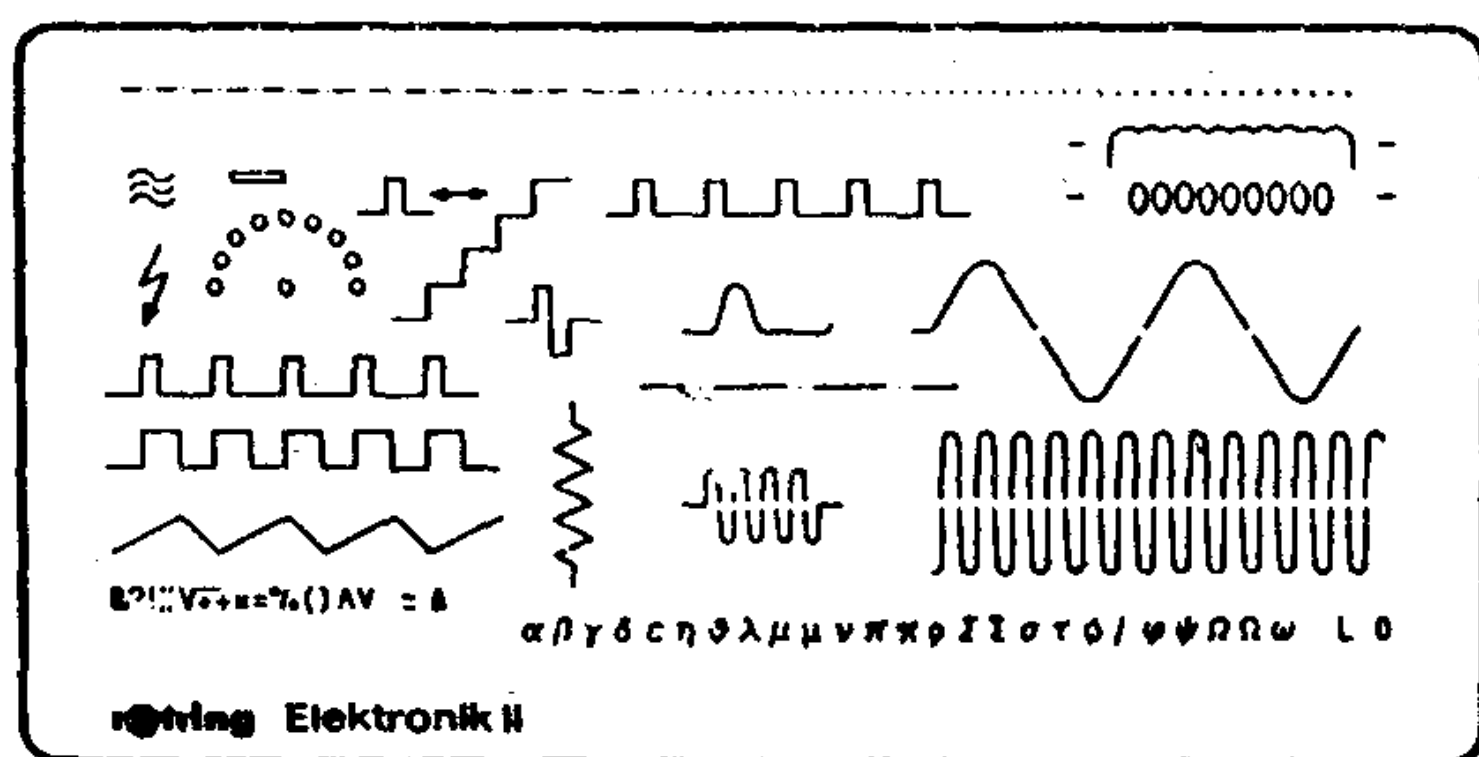


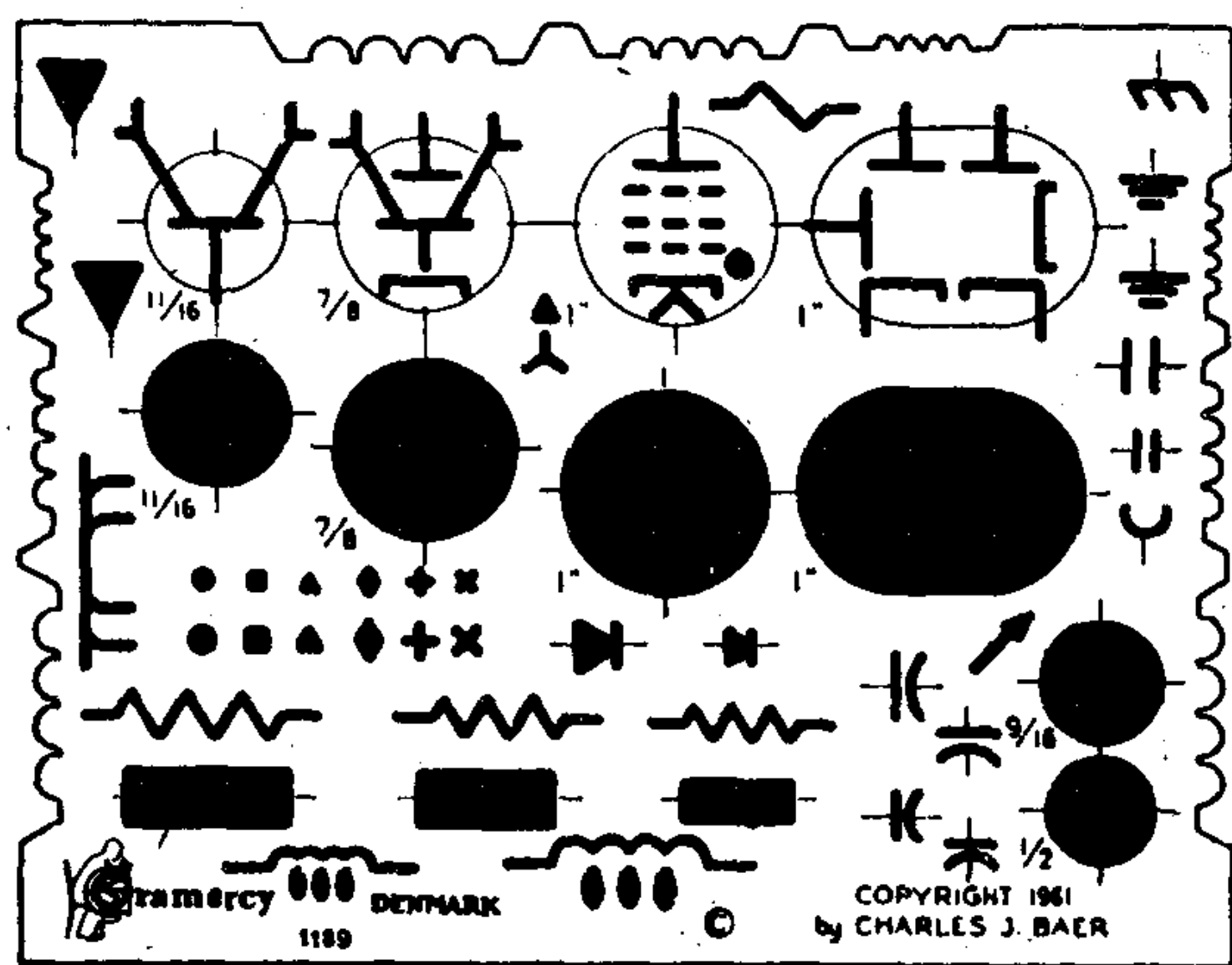
圖 1-7

小型符號以備小型線路圖中及另件很多的複雜電路使用，最大型則用於比12×18吋更大的圖中，一張圖內的圖形太多時，就只能繪比所定標準較小的符號，線條的粗細多用中型，圖中各種連線都相同粗細，如要強調某一單元時，可將某些符號用粗線畫。

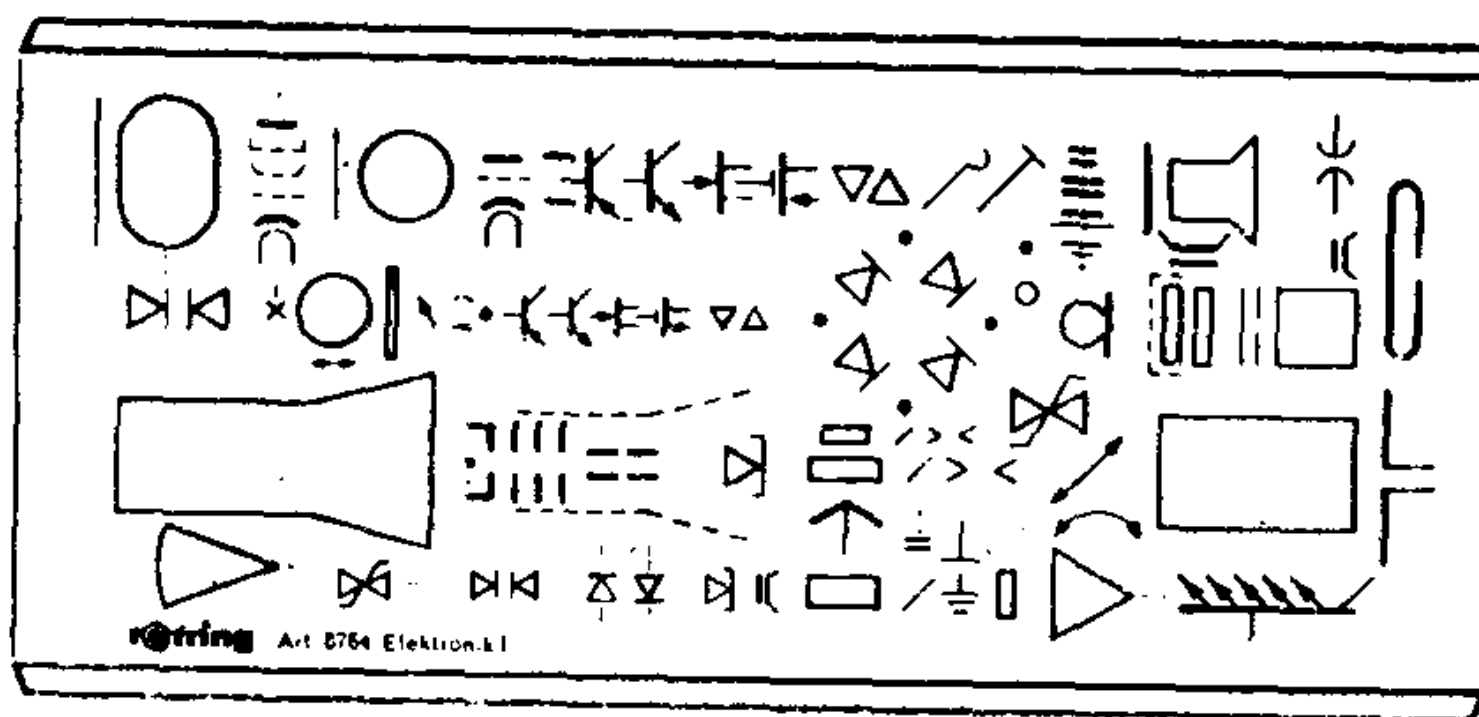
製圖輔助工具 (Drafting Aids) 之使用，至少有三種方法在畫符號時，要比一般工具畫快得多，有圖孔板 (Templates)，可供剪貼的符號圖紙，符號的打印裝置，電子製圖標準符號表等如圖 (1-8) (a)、(b)、(c) 所示圖形表應該與丁字尺或製圖機配合使用，亦可將圖形板放在三角板上，利用三角板鏤空的空隙繪符號，符號圖紙作成膠紙型，或是貼花型，將所需要的圖形剪下，貼到需要符號之處即可。



(a)



(b)



(c)

圖 1-8

打印機是專為特殊類型的電子製圖用，其優點是一個工廠需要大量的相類似的圖最方便，設計者用手畫好的草圖 (Sketches) 再由打印裝置或是製圖機作成正式的圖形。

電子製圖之要領

① 字法器具

Braddock-Rowe 三角板與 Ames 字法儀器，皆為便利繪字法用導引線之工具。

② 儀器及材料表

一套繪圖儀器，應含有一腳為固定針尖，另一腳可換裝鉛筆、鋼筆及延伸桿之 6" 圓規，6" 小彈簧分規；3½" 鉛筆的弓形規，弓形分規及鋼筆弓形規；兩枝鴨嘴筆；一盒鉛筆心。或一套含有大圓規的儀器，包括 6½" 大弓形圓規；4½" 弓形圓規；6½" 摩擦分規，是備有鋼筆尖等的附件；5½" 之鴨嘴筆；圓規的延伸桿；一盒鉛筆心及針。其材料表如下：

1. 成套的畫圖儀器，至少應具有 6" 圓規一隻，其一腳為固定之針，另一腳是可移換鉛筆、延伸桿及鋼筆；6" 小彈簧分規一隻；鴨嘴筆二枝；3½" 鉛筆小圓規，鋼筆小圓規，及小分規，鉛筆心一盒。
2. 丁字尺。
3. 45° 及 30°-60° 三角板一副。

4. 繪圖板。
5. 字法儀器或三角板。
6. 曲線板。