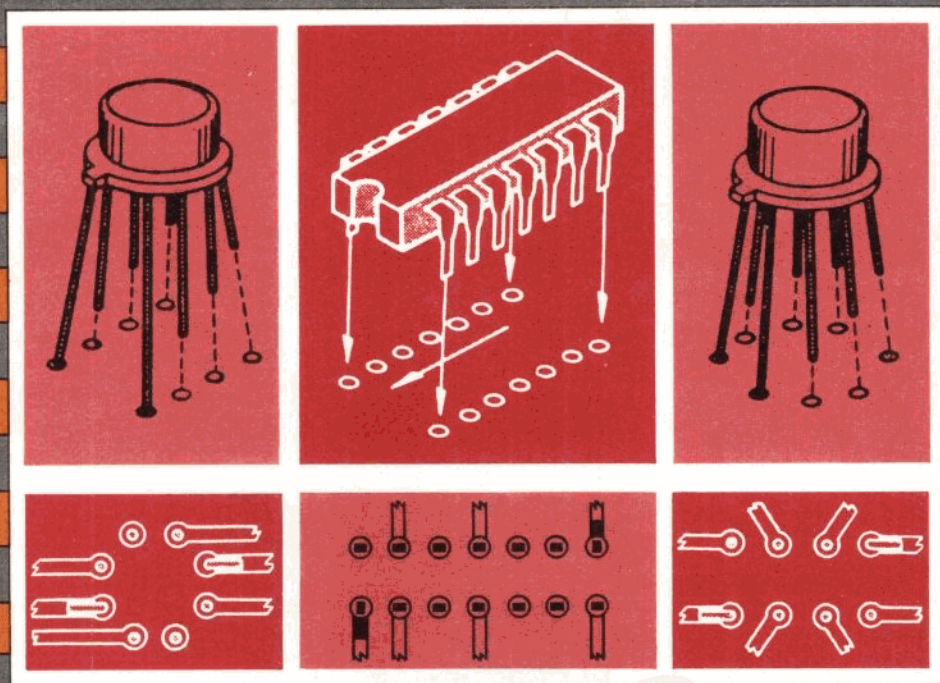


# 電子基本工作法

戚立 校訂 張政蔭 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

# 序

我國電子工業發展較遲，迄今尤未能脫離裝配階段，而產品亦未能製造十分精密。究其原因，雖高級設計人員之不足固為主要原因，而基層技術人員之技能未達水準，亦為不可忽視之重要因素。

本中心張政菴兄任教高級工業學校及職業訓練中心多年，先後復至日，美等國考察及研習，對電子理論及實習有深刻之研究及心得，今以其教學經驗及參照工業先進國之訓練標準，編著「電子基本工作法」一書，內容除對電子基本操作技能有詳盡之敘述外，並將我國，日本及國際技能競賽電子類試題等亦有周密之介紹，誠為我職業學校及訓練中心教學之良好教材。信本書之問世，當有助於我國電子工業技能之提高也。

阮 宗 高

七十一年五月於

內政部職業訓練局中區職業訓練中心

# 自序

有感於國內自今無一本電子工作法，因此各校之裝配方法不一，自高一就沒有養成一套良好的裝配方法，使得學生的電子裝配成品不美觀，因此我將在日本習得之電子工作法與國際競賽之觀摩，加上幾年來訓練選手之心得，才寫成本書，前十章述及準備→底板製作→基板製作→零件安裝→銲接作業→打釘作業→束線作業→末端處理→配線作業→總合組立等等，均有詳細說明，盼本書能提高電子科學生之裝配技術，進而各校之電子工作法能統一，且重視它。尚祈先進多加指正。最後要感謝中區職訓中心對我的栽培，才有本書之出版。

張 政 南

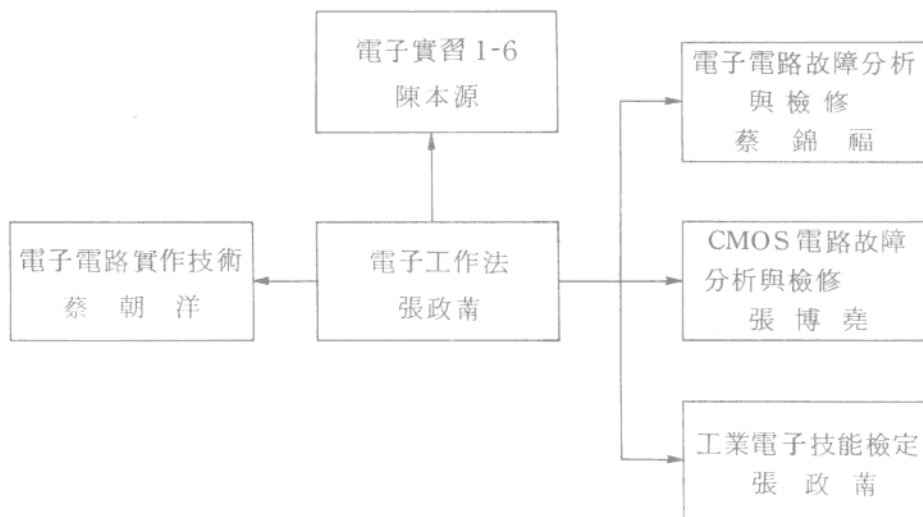
71年11月13日于台中

# 編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「電子基本工作法」呈獻給您，使您能瞭解電子的基本操作技能。一般裝配完成的電路若無法正常工作，則必需去檢修找出故障，通常由於在裝配過程中操作方法不當所引起的故障機會很大，所以如果能使用正確的裝配操作方法則可省去不少困擾。本書除了介紹電子基本操作技能外，並蒐集了我國技能檢定、日本技能檢定、國際技能競賽的試題以及評分標準等資料，相當齊全，以供讀者參考。

同時，爲了使您能有系統且循序漸進研習有關電子學系列叢書，我們將全華公司一套電子學叢書按深淺順序以流程圖方式列之於後，只要您按照順序詳加研讀，除可減少您摸索時間外，更可使您具備電子學方面完整的知識，希望您能善加利用。有關以下各書內容如您需要更進一步資料時，歡迎來函聯繫，我們將可給您滿意的答覆。



全華獻給您1000餘種科技圖書、目錄編索

為研究開發發表新成果  
為工廠引介最新科技實用資料  
為學校教科書推陳出新



全華科技圖書股份有限公司

台北市龍江路76巷20-2號2樓(台北總公司)

電話:581-1300-581-1390 郵撥:0100836-1

## 數位電路、微電腦、計算機

| 編號  | 書名                             | 定價  |
|-----|--------------------------------|-----|
| 585 | 數位電子電路及應用                      | 240 |
| 383 | 基本硬體技術                         | 130 |
| 553 | IC 應用電路集                       | 190 |
| 535 | 數位電路實習與專題製作                    | 280 |
| 307 | CMOS 電路故障分析與檢修<br>數位系統電路實作叢書之一 | 130 |
| 201 | 數位儀器製作<br>數位系統電路實作叢書之二         | 180 |
| 245 | 數位電路設計與研究                      | 180 |
| 318 | 電子計算器淺說                        | 120 |
| 216 | 電子錶原理設計與修護                     | 110 |
| 496 | 數位電路與微電腦處理機                    | 220 |
| 447 | 最新微電腦辭典                        | 190 |
| 477 | 圖解 Z-80 原理與使用                  | 120 |
| 531 | Z-80 指令圖解手冊                    | 210 |
| 498 | 6502 組合語言                      | 310 |
| 635 | 6502 組合語言程式設計                  | 180 |
| 777 | Apple II 組合語言與介面實驗<br>控制實例     | 245 |
| 690 | 圖解 8086 原理與使用                  | 130 |
| 658 | 微處理機·微算機原理與應用(I)<br>——計算機基本原理  | 260 |
| 659 | 微處理機·微算機原理與應用(II)<br>——計算機系統結構 | 260 |

| 編號  | 書名                        | 定價        |
|-----|---------------------------|-----------|
| 208 | Z-80 微算機原理與應用             | 110       |
| 504 | 8-BIT 微處理器實用系統<br>硬體設計    | 160       |
| 275 | 微處理機介面技術                  | 180       |
| 592 | Apple 電腦介面原理              | 160       |
| 734 | Z-80 與工程型小教授微電腦<br>MPF-IP | 350       |
| 277 | 自己製作微電腦<br>微電腦設計與製作       | 150<br>近期 |
| 396 | 微算機作業系統                   | 160       |
| 584 | CP/M及MP/M使用手冊             | 180       |
| 632 | MP/M II 作業系統              | 240       |
| 674 | CP/M-86 作業系統入門            | 120       |
| 703 | CP/M使用入門                  | 140       |
| 489 | PET與IEEE-488 匯流排          | 160       |
| 601 | 微電腦工業控制(應用篇)              | 280       |
| 732 | 微電腦工業控制(基礎篇)              | 180       |
| 686 | 微處理機工業應用                  | 210       |
| 616 | 自製微電腦機械控制                 | 210       |
| 506 | 微電腦電機順序控制實習               | 180       |
| 655 | 可程式電機控制設計                 | 170       |
| 639 | 數位計算機電子學(1983年版)          | 250       |
| 797 | 實用數位線路設計                  | 300       |
| 467 | 零壹中文電腦程式一百題               | 130       |
| 466 | 零壹中文電腦程式語言                | 60        |
| 479 | 倉頡中文資訊碼                   | 180       |
| 530 | 中文資訊碼對照表                  | 280       |

• 上列書籍為七十五年定價，爾後若有調整請以最新目錄為準。

| 編號  | 書                      | 名 | 定價  |
|-----|------------------------|---|-----|
| 608 | 標準倉頡第二代中文輸入法           |   | 360 |
| 696 | Apple II 電腦概論與BASIC語言  |   | 190 |
| 650 | APPLESOFT 語言教材         |   | 190 |
| 676 | Apple M (G) BASIC使用手冊  |   | 180 |
| 582 | Apple II BASIC電腦趣味遊戲   |   | 140 |
| 497 | Apple II 程式集—Game 與應用  |   | 140 |
| 527 | Apple II BASIC 電腦趣味畫圖  |   | 140 |
| 621 | 高級 Apple II BASIC 程式應用 |   | 170 |
| 594 | Apple II 磁碟作業系統        |   | 150 |
| 701 | Apple BASIC 程式設計範例     |   | 160 |
| 502 | 電腦語言 BASIC 實用入門        |   | 140 |
| 573 | 電腦語言 BASIC 實用進階        |   | 180 |
| 804 | 高等 BASIC 程式設計          |   | 230 |
| 812 | 簡易 PASCAL 入門           |   | 160 |
| 581 | Apple PASCAL 實例應用      |   | 180 |
| 458 | 電腦語言 PASCAL 實用入門       |   | 120 |
| 751 | APPLE DOS 入門           |   | 170 |

## 電子學、電子電路

| 編號   | 書            | 名              | 定價  |
|------|--------------|----------------|-----|
| T055 | 最新萬用電腦辭典     |                | 480 |
| 603  | 電子學名詞辭典      |                | 180 |
| 624  | 電子學名詞詳解      | 平 290<br>精 330 |     |
| 536  | 微電子學(上)(下)   | 各              | 120 |
| 537  | 微電子學習題詳解     |                | 120 |
| 457  | 電子基本工作法      |                | 190 |
| 607  | 印刷電路板設計與製作   |                | 180 |
| 395  | 電子裝置及電路理論(上) |                | 120 |
| 614  | 電子裝置及電路理論(下) |                | 150 |
| 319  | 電子電路總集(1)    |                | 210 |
| 366  | 電子電路總集(2)    |                | 230 |
| 054  | 實用電子電路(1)(2) | 各              | 160 |
| 055  | 實用電子電路(3)(4) | 各              | 160 |

| 編號  | 書              | 名 | 定價  |
|-----|----------------|---|-----|
| 230 | 固態元件電路設計工程手冊   |   | 150 |
| 247 | 電子設備故障檢修(上)(下) | 各 | 150 |
| 335 | 電子設備故障檢修(上)(下) | 各 | 150 |
| 475 | 電子電路故障分析與檢修    |   | 170 |
| 554 | 類比電路故障分析與檢修    |   | 190 |
| 427 | 電子振盪技術         |   | 180 |
| 704 | 電源電路故障分析與檢修    |   | 170 |
| 702 | 高頻電路故障分析與檢修    |   | 200 |

## 線性積體電路、音響、電視

| 編號  | 書                   | 名 | 定價  |
|-----|---------------------|---|-----|
| 005 | 積體電路學               |   | 220 |
| 494 | 運算放大器手冊             |   | 150 |
| 817 | 運算放大器原理與應用          |   | 220 |
| 236 | 運算放大器原理與應用(原理篇)     |   | 100 |
| 314 | 運算放大器原理與應用(應用1、2篇)  | 各 | 100 |
| 345 | 運算放大器原理與應用(應用1、2篇)  | 各 | 100 |
| 596 | 線性積體電路              |   | 170 |
| 272 | IC 定時電路設計手冊         |   | 140 |
| 053 | IC 型電源電路            |   | 110 |
| 056 | AM-FM收音機原理          |   | 140 |
| 040 | 錄音機原理               |   | 110 |
| 035 | 音響技術(上)(下)          | 各 | 110 |
| 036 | 音響技術(上)(下)          | 各 | 110 |
| 037 | Hi-Fi 擴大器           |   | 100 |
| 039 | 實用 IC 擴大器           |   | 120 |
| 528 | 擴大器原理與製作(I)—前置放大器   |   | 160 |
| 671 | 擴大器原理與製作(II)—音質控制器  |   | 160 |
|     | 擴大器原理與製作(III)—功率放大器 |   | 近期  |
| 235 | 音響系統                |   | 130 |
| 365 | 音響工程                |   | 120 |
| 312 | 最新實用彩色電視學           |   | 160 |
| 151 | 超高頻電視調諧器            |   | 180 |
| 166 | 電腦選台電子調諧器           |   | 120 |
| 394 | CTV 數位選台技術          |   | 220 |
| 344 | 錄放影機原理與檢修           |   | 180 |

## 通信、電子儀表

| 編號  | 書         | 名 | 定價  |
|-----|-----------|---|-----|
| 118 | 無線電通信     |   | 140 |
| 028 | 電訊系統      |   | 160 |
| 358 | 通訊系統      |   | 150 |
| 393 | 電子電話學     |   | 180 |
| 239 | 實用直流電源供應器 |   | 120 |
| 224 | 數位電子儀表    |   | 140 |
| 459 | 電子儀器之電路設計 |   | 230 |
| 508 | 轉換式電源供給器  |   | 170 |
| 559 | 穩壓電源電路集   |   | 220 |
| 154 | 精密電子儀器    |   | 220 |

## 工業電子、自動控制、資料

| 編號  | 書                  | 名 | 定價  |
|-----|--------------------|---|-----|
| 045 | SCR 原理應用實作         |   | 100 |
| 163 | 閘流體應用裝置            |   | 90  |
| 020 | 工業電子學設計與應用         |   | 170 |
| 446 | 工業電子裝置與系統          |   | 240 |
| 320 | 閘流體實用手冊            |   | 210 |
| 402 | 工業電子技能檢定           |   | 320 |
| 046 | 實用 SCR 控制電路分析      |   | 90  |
| 641 | 轉換器介面手冊            |   | 160 |
| 670 | 檢測器原理與使用           |   | 150 |
| 587 | 察覺器 (sensor) 原理與應用 |   | 260 |
| 803 | 感測與轉換器             |   | 210 |
| 680 | 數位 IC 控制           |   | 150 |
| 544 | IC 式電機控制           |   | 110 |
| 513 | 步進馬達原理與應用          |   | 150 |
| 456 | 圖解控制盤裝配方法          |   | 140 |
| 633 | 低壓工業配線             |   | 270 |

| 編號   | 書                                               | 名 | 定價   |
|------|-------------------------------------------------|---|------|
| 023  | 工業配電                                            |   | 240  |
| 157  | 工廠配電與機電控制                                       |   | 150  |
| 329  | 家庭電器電子控制                                        |   | 140  |
| 367  | 工業計器與伺服裝置                                       |   | 140  |
| 233  | 工業機械電子控制                                        |   | 140  |
| 378  | 直流馬達速度控制・伺服系統<br>(基礎篇)                          |   | 180  |
| 368  | 數值控制與工作母機                                       |   | 140  |
| 220  | 圖解自動控制                                          |   | 140  |
| 653  | 控制電路 (I) 一順序控制                                  |   | 190  |
| 663  | 控制電路 (II) 一電子控制與數位控制                            |   | 260  |
| 673  | 控制電路 (III) 一微電腦控制                               |   | 260  |
| 285  | 電機順序控制設計與實例 (上)                                 |   | 140  |
| 310  | 電機順序控制設計與實例 (下)                                 |   | 90   |
| 473  | 冷凍空調概論                                          |   | 160  |
| 819  | 冷凍工程實務 (上)                                      |   | 480  |
| 820  | 冷凍工程實務 (下)                                      |   | 420  |
| T089 | 冷凍與空調工程設計手冊 (合訂本)                               |   | 1200 |
| 436  | DATA 數位 IC 資料手冊                                 |   | 440  |
| 437  | DATA 線性 IC 資料手冊                                 |   | 380  |
| 438  | DATA 微處理機資料手冊                                   |   | 440  |
| 440  | DATA 微電腦系統資料手冊                                  |   | 150  |
| 761  | CMOS Integrated Circuits                        |   | 420  |
| 431  | RCA Power Devices                               |   | 390  |
| 692  | RCA Linear Integrated<br>Circuits and MOS/FET'S |   | 260  |
| 571  | RCA Linear Integrated<br>Circuits and MOS/FET'S |   | 430  |
| 514  | 最新電力用元件規格表                                      |   | 150  |
| 515  | 最新運算放大器規格表(1)                                   |   | 130  |
| 516  | 最新運算放大器規格表(2)                                   |   | 150  |
| 517  | 最新介面 IC 規格表                                     |   | 140  |
| 518  | 最新電晶體規格表                                        |   | 130  |
| 521  | 最新線性 IC 規格表                                     |   | 210  |
| 523  | 最新 TTL IC 規格表                                   |   | 150  |
| 791  | 全世界 TTL / IC 特性手冊<br>(含互換表)                     |   | 330  |
| 524  | 最新 CMOS IC 規格表                                  |   | 160  |
| 525  | 最新記憶器 IC 規格表                                    |   | 250  |
| 526  | 最新微電腦 BASIC 規格表                                 |   | 210  |
| 707  | 最新微電腦週邊 LSI 規格表                                 |   | 130  |

# 目 錄

## 第一章 電子機器裝配之工作順序

|               |    |
|---------------|----|
| 1-1 工作順序..... | 1  |
| 1-2 總 結.....  | 13 |

## 第二章 工具介紹

|                |    |
|----------------|----|
| 2-1 斜口鉗.....   | 15 |
| 2-2 尖頭鉗.....   | 16 |
| 2-3 剝線鉗.....   | 19 |
| 2-4 彎線鉗.....   | 21 |
| 2-5 平頭鉗.....   | 21 |
| 2-6 起 子.....   | 22 |
| 2-7 夾 子.....   | 24 |
| 2-8 小 刀.....   | 25 |
| 2-9 電烙鐵.....   | 26 |
| 2-10 烙鐵架.....  | 28 |
| 2-11 銲接架.....  | 30 |
| 2-12 鋼 尺.....  | 31 |
| 2-13 扳 手.....  | 31 |
| 2-14 壓接鉗.....  | 33 |
| 2-15 割 刀.....  | 33 |
| 2-16 鑽 床.....  | 34 |
| 2-17 手電鑽.....  | 34 |
| 2-18 手搖鑽.....  | 35 |
| 2-19 迷你電鑽..... | 35 |
| 2-20 鑽 頭.....  | 36 |
| 2-21 砂輪機.....  | 36 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 2-22 老虎鉗 .....  | 37 |
| 2-23 鉸 刀 .....  | 37 |
| 2-24 折板機 .....  | 38 |
| 2-25 手弓鋸 .....  | 38 |
| 2-26 衝孔器 .....  | 39 |
| 2-27 挖孔器 .....  | 40 |
| 2-28 挫 刀 .....  | 40 |
| 2-29 鐵 錘 .....  | 42 |
| 2-30 中心衝 .....  | 43 |
| 2-31 鐵剪刀 .....  | 43 |
| 2-32 卡 鉗 .....  | 43 |
| 2-33 直角尺 .....  | 44 |
| 2-34 攻套螺絲 ..... | 46 |
| 2-35 游標卡尺 ..... | 46 |
| 2-36 切板機 .....  | 47 |
| 2-37 材料盒 .....  | 47 |
| 2-38 工具箱 .....  | 49 |
| 2-39 電鉗鎗 .....  | 49 |

### 第三章 準備工作

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 3-1 準備工作的順序 .....     | 51 |
| 3-2 認識線路圖 .....       | 55 |
| 3-3 準備材料，並將材料分類 ..... | 58 |
| 3-4 準備工具 .....        | 60 |
| 3-5 工作台之準備 .....      | 62 |

### 第四章 底板之製作

|                    |    |
|--------------------|----|
| 4-1 底板製作的順序 .....  | 65 |
| 4-2 展開尺寸的計算 .....  | 65 |
| 4-3 彎曲度的問題所在 ..... | 67 |
| 4-4 底板製作 .....     | 68 |

## 第五章 底板零件之安裝

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5-1 螺栓螺母與墊圈之介紹 ..... | 71 |
| 5-2 鎖螺釘的方法 .....     | 73 |
| 5-3 螺栓螺母與墊圈之作業 ..... | 74 |
| 5-4 數字鐘底板之安裝例 .....  | 81 |

## 第六章 印刷板之製作

|                      |    |
|----------------------|----|
| 6-1 普通法 .....        | 83 |
| 6-2 照相製板法 .....      | 90 |
| 6-3 印刷電路板之網版製作 ..... | 99 |

## 第七章 零件之安裝

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 7-1 零件的數值的表示法 ..... | 103 |
| 7-2 零件裝配的方法 .....   | 107 |
| 7-3 一般零件安裝的原則 ..... | 109 |
| 7-4 零件安裝之方向 .....   | 112 |
| 7-5 模腳引線的彎曲方向 ..... | 114 |
| 7-6 零件安裝的方法 .....   | 116 |

## 第八章 銲接作業

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 8-1 電銲鐵的種類 .....               | 124 |
| 8-2 拿電銲鐵的正確方法 .....            | 124 |
| 8-3 銲鐵頭的形狀及其材質 .....           | 125 |
| 8-4 電銲鐵的保養方法 .....             | 126 |
| 8-5 銲接作業前的準備 .....             | 126 |
| 8-6 銲接適當的溫度 .....              | 126 |
| 8-7 電銲鐵的額定瓦特數與銲鐵頭溫度的關係 .....   | 127 |
| 8-8 銲鐵頭溫度的測量方法 .....           | 128 |
| 8-9 銲錫的種類和測量方法等級 .....         | 130 |
| 8-10 銲錫的用途 .....               | 131 |
| 8-11 線狀銲錫的標準尺寸及 1 卷的標準質量 ..... | 131 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 8-12 加入松香的銲錫 ( JIS Z 3283 ) ..... | 132 |
| 8-13 基板底面裸銅線的配線 .....             | 133 |
| 8-14 銲錫的作業順序 .....                | 133 |
| 8-15 銲點的評審 .....                  | 136 |

## 第九章 打釘作業、束線整理、末端處理與配線作業

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 9-1 打釘作業 .....       | 139 |
| 9-2 引線的方法 .....      | 149 |
| 9-3 綁線之工具 .....      | 149 |
| 9-4 束線之綁線法 .....     | 151 |
| 9-5 PVC電線末端的處理 ..... | 155 |
| 9-6 端子和電線的連接 .....   | 156 |
| 9-7 配線作業的要點 .....    | 159 |
| 9-8 配線作業的順序要點 .....  | 159 |
| 9-9 配線之連接 .....      | 161 |
| 9-10 總合組立之配線 .....   | 161 |
| 9-11 總合組立 .....      | 162 |
| 9-12 測 試 .....       | 162 |
| 9-13 完成品 .....       | 163 |

## 第十章 我國技能檢定

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 第一部份 六十九年度工業電子工丙級技術士技能檢定術科試題 .....  | 165 |
| 第二部份 六十九年收音機電視機修理工丙級技術士技能檢定試題 ..... | 215 |

## 第十一章 日本技能檢定

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 第一部份 日本 1978～1982 年度技能檢定試題 .....         | 246 |
| 第二部份 日本 1972-1977 年度技能檢定試題「數字表示裝置」 ..... | 258 |

## 第十二章 國際技能競賽

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 12-1 第廿六屆國際技能競賽工業電子比賽日程表 ..... | 269 |
| 12-2 實作比賽概要說明 .....            | 270 |
| 12-3 學科試題 .....                | 297 |
| 12-4 電子製圖與識圖試題 .....           | 302 |
| 12-5 完成品 .....                 | 303 |

# 1 電子機器裝配之 工作順序

## 1-1 工作順序

一般電子機器裝配有八個工作順序。

第一工作順序：裝配前的準備

第二工作順序：底板之製作與裝配

第三工作順序：基板之製作與裝配

第四工作順序：束線之整理

第五工作順序：配線與末端處理

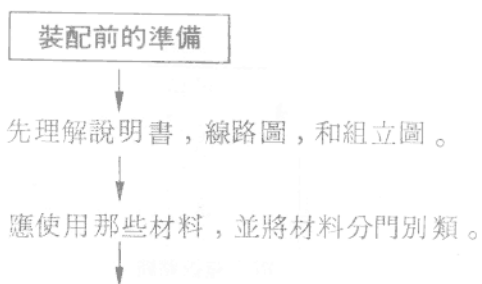
第六工作順序：總合組立

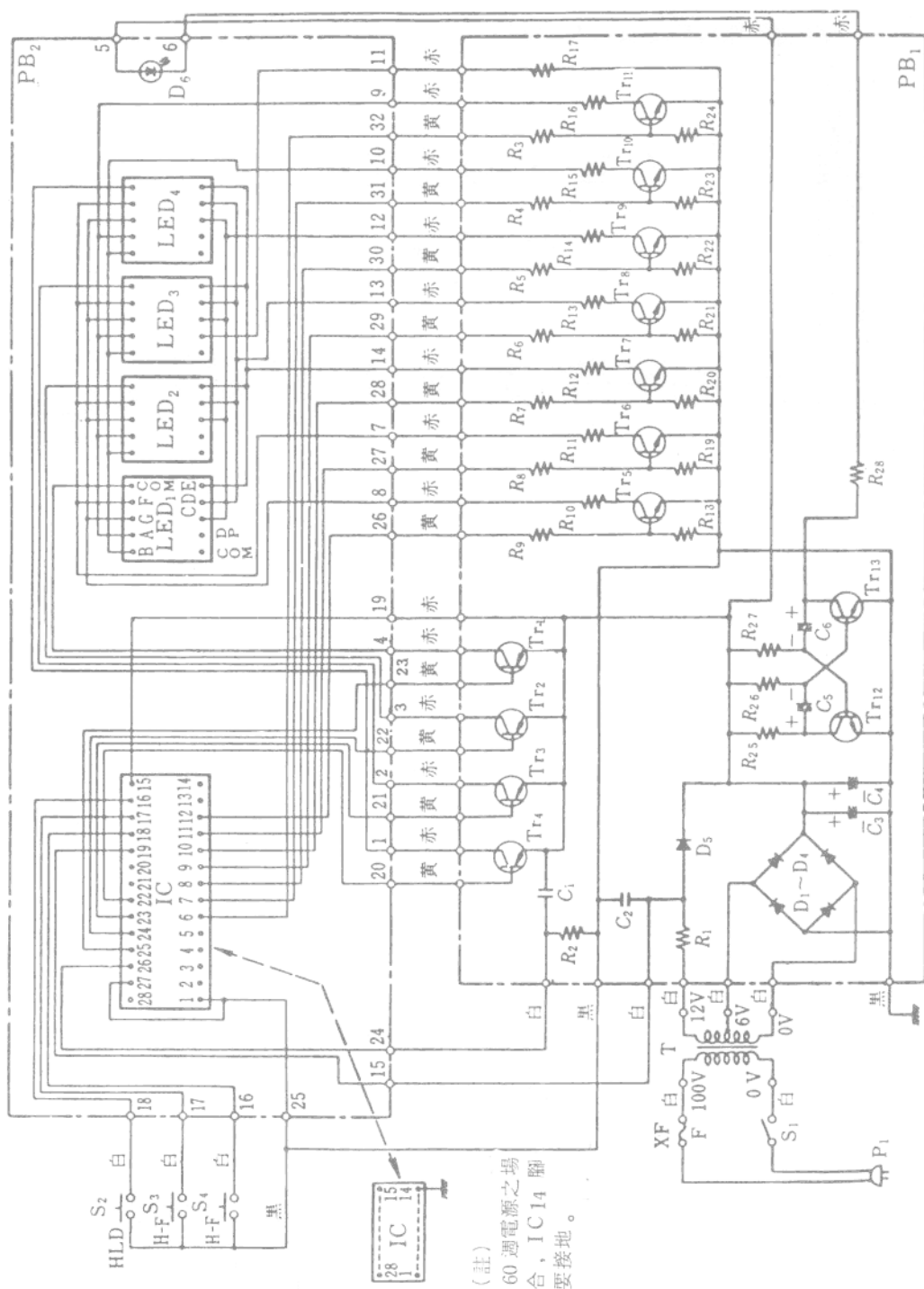
第七工作順序：自主檢查和調整

第八工作順序：性能試驗

例如組立一台如下圖之電子鐘，圖 1-1 為線路圖，圖 1-2 為組立圖。

第一工作順序





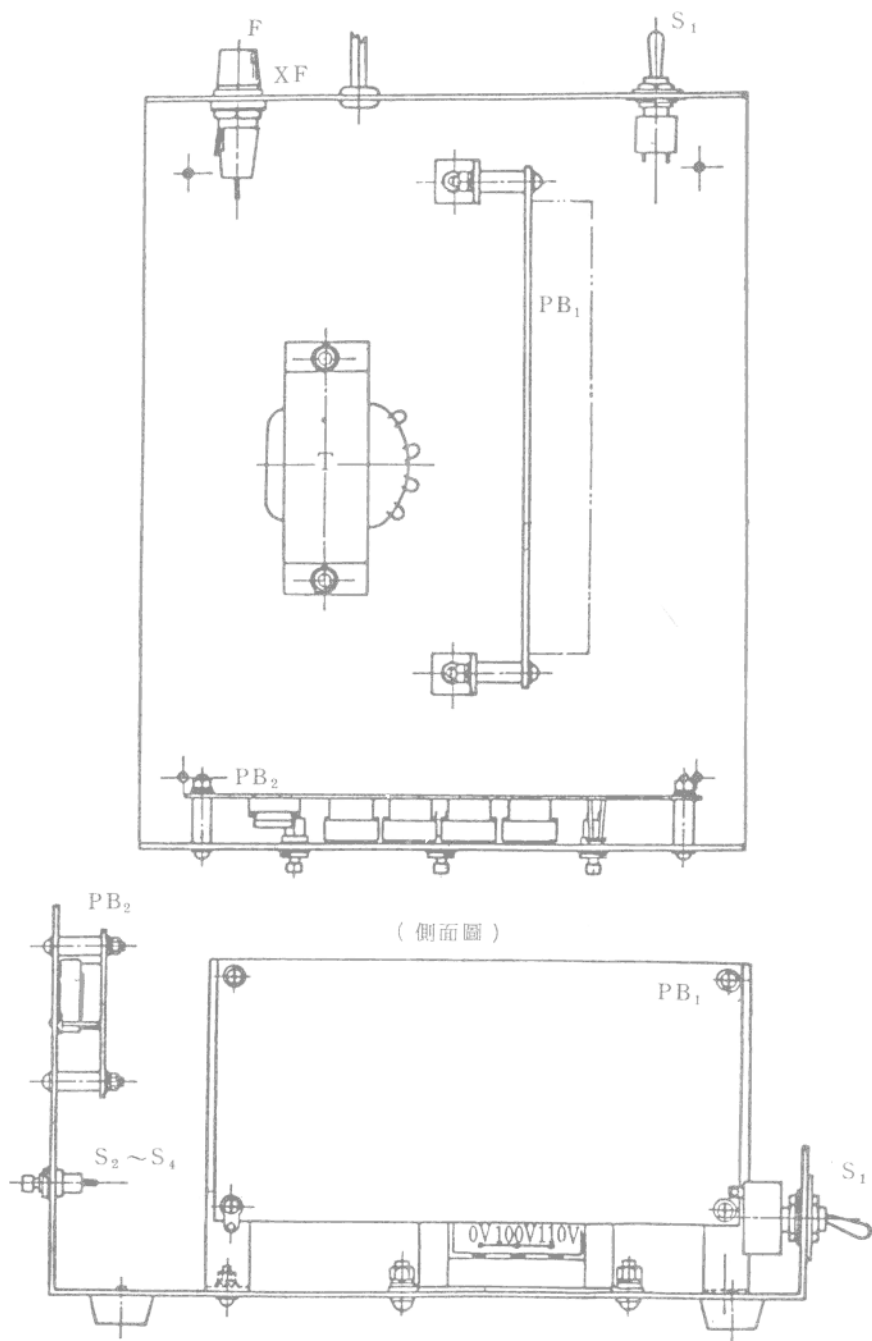


圖 1-2 組立圖

↓  
應使用那些工具，並準備好工作桌。  
↓  
準備好材料和工具。

第二工作順序

底板之裝配

↓  
底板之製作。

↓  
零件的裝配。

↓  
檢查螺絲是否栓緊。

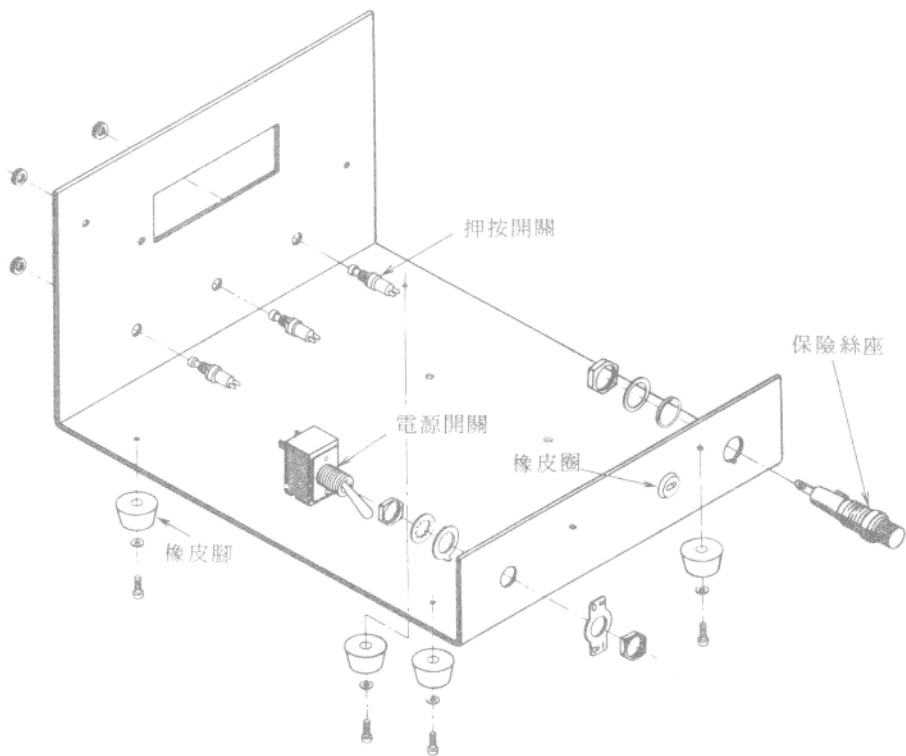


圖 1-3 底板裝配之一

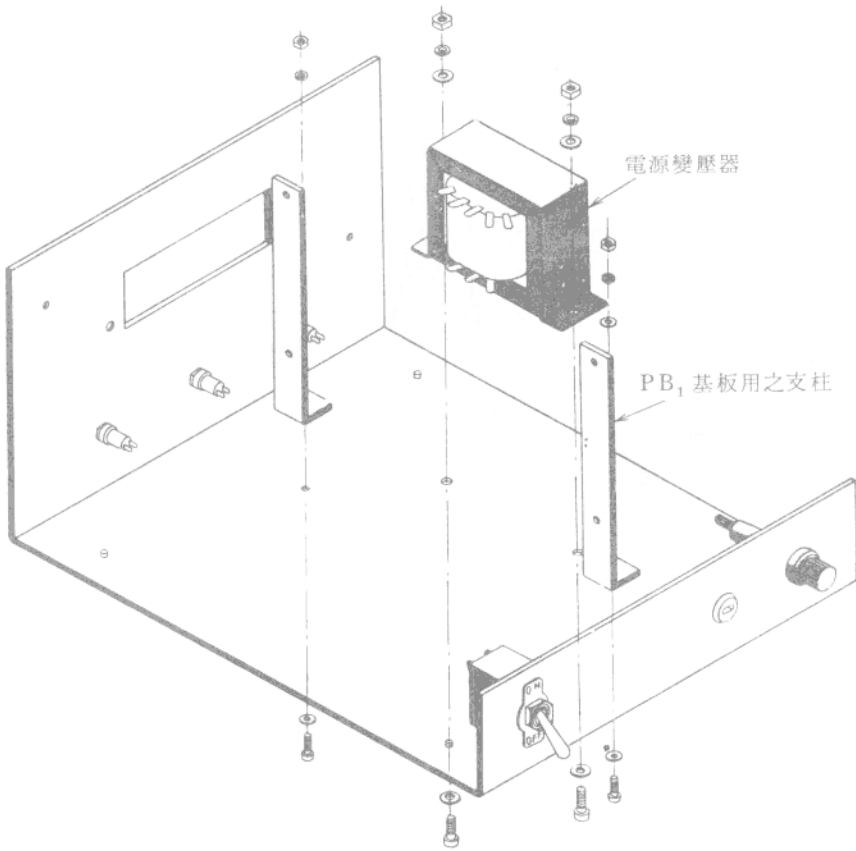
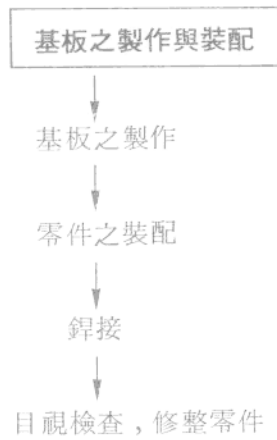
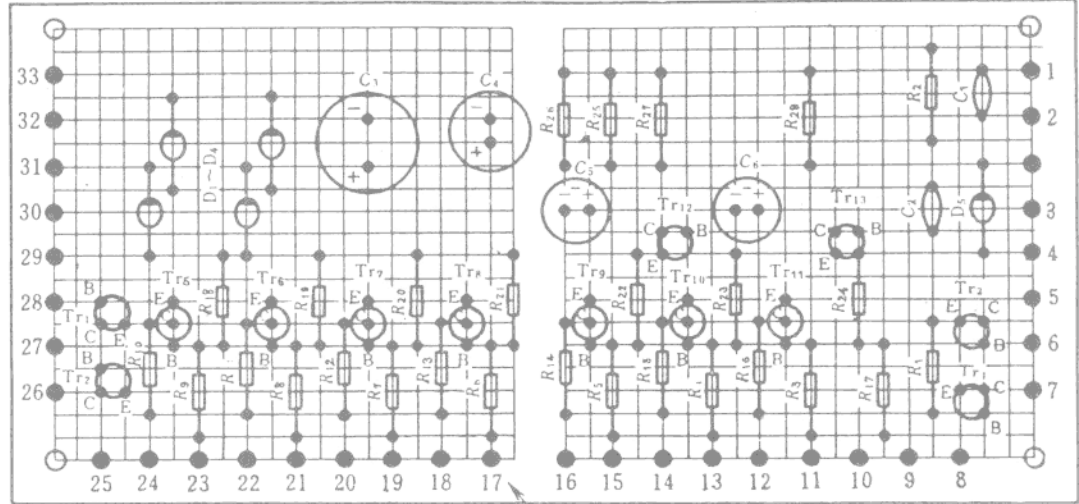


圖 1-4 底板裝配之二

### 第三工作順序

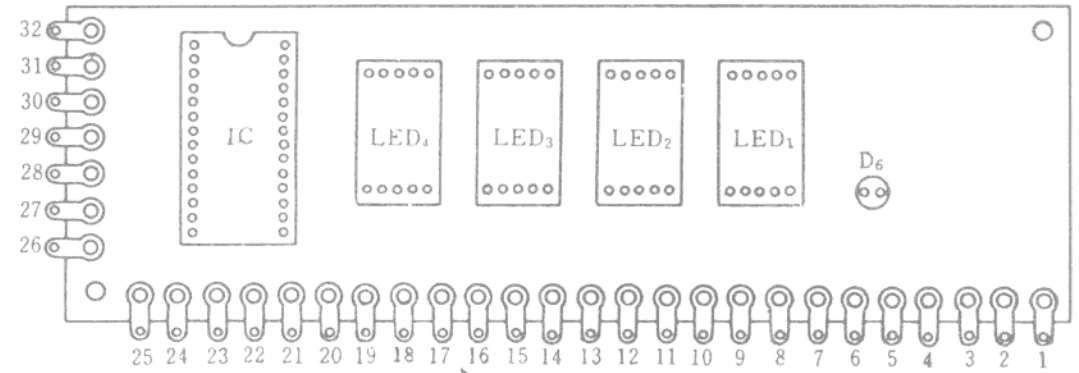


基板 PB<sub>1</sub>



端子番號

基板 PB<sub>2</sub>



端子番號

圖 1-5 基板之裝配