

電子零件製造及檢驗(實習)

編譯・國際編譯社編輯部

國際編譯社編印

電子零件製造及檢驗(實習)

編譯者：國際編譯社編輯部

出版者：國際編譯社

發行者：澳門歐華利街680號

印刷者：偉聯印刷公司
澳門草堆街151號

定價：港幣 \$25.00

序

現今國內有關電工、電子的各種書籍，真可謂洋洋大觀、琳琅滿目，其中雖不乏精良之教科書及技術用書，然以電工、電子科技領域之廣濶及不斷開發之新境界，其相關圖書之問世仍屬方興未艾。此不爭之事實，激起國家書店本乎一股服務社會之熱忱，組成「科學叢書編輯委員會」，動員學術界與工業界之熱心人士，不惜巨資出版一系列的實務技術叢書，為科技界貢獻一份棉薄之力，藉收拋磚引玉之效。

本系列叢書分為電工與電子兩大部份，共有 12 個單元，計 14 冊（電子實習一書計分三冊），舉凡電工、電子的基礎實用技術均有廣泛之涉及。電工實作、實習、實務技術叢書包含六個單元：(一)屋內配線，(二)電機機械實習，(三)最新電動機之理論及實務，(四)家庭電器實務，(五)電工儀表實習，(六)電氣圖學。電子實作、實習、實務技術叢書亦包含六個單元：(一)電子實習，(二)專題製作，(三)邏輯電路實習，(四)電子零件製造及檢驗（實習），(五)電子工廠實習、經驗、技術手冊，(六)數位系統設計原理及實務。不但可供學校或職訓中心之教材，亦可供從業人員參考之用。

「科學叢書編輯委員會」對本系列電工、電子叢書之編撰校核，如臨深淵，如履薄冰，力求嚴謹，惟疏漏掛誤之處恐仍難免，尚祈學人先進不吝惠予指正，俾使本系列叢書更臻完善，則不勝銘感。

目 錄

第一章 電子製作	1
1-1 結 論	1
1-2 雇用要件	1
1-3 實際作業	4
1-4 裝配線作業	5
1-5 結 論	8
實 習	9
第二章 零件識別	13
2-1 電的概念	13
2-2 電阻器定類	17
2-3 電阻器記號	17
2-4 電阻器的類型	17
2-5 電阻器的圖解符號	20
2-6 電容器定類	21
2-7 電容器標號	22
2-8 電容器的種類	22
2-9 電容器的圖解符號	24
2-10 電感器定類	25
2-11 電感器標示	26
2-12 電感器的類型	26

2 電子零件製作及檢驗 (實習)

2-13	電感器的保護	28
2-14	電感器的圖解符號	28
2-15	有源零件類	30
2-16	半導體分類	30
2-17	電子管分類	36
2-18	半導體形真空管的符號	37
2-19	半導體的命名	39
2-20	電子管的命名	40
2-21	結論	41
實 習		42
第三章	電子封裝	75
3-1	接線電路	75
3-2	印刷電路	76
3-3	積體電路	79
3-4	結論	81
實 習		82
第四章	工具	87
4-1	電的裝配手工具	87
4-2	微電子用工具	93
4-3	機械裝配用手工具	93
4-4	結論	103
實 習		104
第五章	軟焊原理	109
5-1	軟焊要點	110

5-2	鍍錫	110
5-3	機械與電的連接	112
5-4	軟焊程度	113
5-5	熱損毀	116
5-6	焊接連接器銷	117
5-7	印刷電路板的焊接	118
5-8	拆卸印刷電路板上的零件	120
5-9	軟焊接合處的清潔	121
5-10	大量生產的軟焊方法	122
5-11	結論	126
	實 習	128
第六章	電線準備及電線束裝配	142
6-1	電線種類	142
6-2	電線絕緣的種類	143
6-3	編線與屏蔽	143
6-4	多股電纜	143
6-5	軟焊待用電線	144
6-6	無焊料理接器	146
6-7	使用焊料罐鍍錫	149
6-8	引線接屏蔽編織線	151
6-9	電線的粗細	152
6-10	電線色碼及識別	153
6-11	電線束的綁紮	154
6-12	電線束的製作技術	154
6-13	電線束接頭	159
6-14	扁平印刷電路電纜	160

6-15	電纜與連接器的符號	161
6-16	結論	161
實 習		163
第七章	接頭的接法	175
7-1	轉塔接頭	176
7-2	開口接頭	177
7-3	扁平接頭	179
7-4	鈎接頭	181
7-5	電纜連接頭	181
7-6	無焊料接頭	181
7-7	在印刷電路板上安裝零件	182
7-8	用插座作接頭	186
7-9	結論	188
實 習		190
第八章	硬體與機械裝組	199
8-1	物理支座硬體	199
8-2	支持電的硬體	203
8-3	機械裝組實習	206
8-4	結論	213
實 習		214
第九章	檢驗與品質管制	221
9-1	可靠性	221
9-2	不破壞測試	221
9-3	視覺檢驗	222

9-4	連續性檢查器	222
9-5	測試嵌板	223
9-6	環境測試	223
9-7	結論	224
	實 習	226
第十章	電子試驗技術	233
10-1	零件試驗	233
10-2	生產試驗	233
10-3	故障檢修	234
10-4	代入法	234
10-5	信號追蹤	235
10-6	信號注入法	236
10-7	電路加感	236
10-8	結論	239
	實 習	240
第十一章	變壓器與綫圈之繞製及裝配	263
11-1	實習目的	263
11-2	相關知識	263
11-3	實習項目	274
附錄 A		281
	邏輯訓練器	281

第一章

電子製作

§ 1-1 緒 論

所謂的電子裝置之製作一般都採取裝配綫 (Assemble-line) 的方式。裝配綫係由一組工人組成，每一人擔任某一固定工作。比如，某一人負責金屬部件之打孔工作，某人負責裝配推架，某人負責製作印刷電路板，與另某人負責將電的部份焊接起來。而後當全部這些個別之工作完畢後，再由另外某些人將各組件裝配成完整的產品。

欲使由各個工人所作成之全部組件能夠相互配合在一起，每一工作站工作品質 (Quality) 的檢驗工作是頗為重要的。擔任檢驗工作者通稱為檢驗員 (Inspectors)。此外還有負責完工產品是否能正常工作的鑑定人，俗稱為測試技工 (Test technician)。這些工作者利用電子儀表測試整套產品的操作性質 (Quality of operation) 有時也稱他們為檢驗員。

§ 1-2 雇用要件

前面曾提到的成組工作者 (或是其他的人) 共同生產成套電子產品，彼此相互之間必定要盡力合作協調。此種合作與協調須負責監督者有適當的領導才能達成。監督者並要一絲不苟的促使所有雇用人員都熱心而有效的工作。若想使每一種工作情況愉快，須視察雇用人員是否適合該項工作，能否想要把該項工作作好，與是否樂於長期擔任該項工作等。一個長時期承擔某一項工作熟能生巧，其效率會更高。然而，良好的工作環境，會使雇用人員愉快而勤奮，而臻於合作與協調之條件。當可確保意外事件降到最低限度。

成功的協同工作的關鍵之一乃是雇用人員的態度，工作態度良好對於工作情況有很大的幫助。所以，分析工作條件跟有關工作實作是否正常，就製作電子產品的工廠而言，是頗為重要的。這些條件大致可分為下面三大類：(1)健康及安全；(2)工作之時數；(3)教育及晉陞。

健康與安全

大致說來，工廠監督人員要盡力確保全體雇用人員的安全，提供不損健康的工作環境。如此作是為了將由於病假與災變而形成的未到工者減到最低限度。工作正常之雇用人員，它的工作效率也會更好。

於電子工業方面它的工作場所的衛生與安全條件為下所列：

1. 光線充足
2. 空氣流通
3. 空氣調節，空氣淨化，與溫度控制
4. 清潔之工作環境
5. 安全護件的使用
6. 護目鏡及護身衣的使用
7. 工具情況良好
8. 機械情況良好
9. 保管工作適當
10. 安全條例的實施

欲使電子科的學者於工業界擔任實際工作時的安全起見，在學校時即該鼓勵他們要有優良的姿勢，及安全工作的習慣。當他們在教室或是實習室受訓時，應該按下列安全實作表徹底的專作。

1. 在教室或實習室內不能跑，只能走。
2. 保持工作區的椅子、工作枱，與未使用工具的清潔。
3. 手工具與裝備的排列或放置，要取用便利。
4. 燒熱的烙鐵正在使用時，應放置於順手的烙鐵架上，亦即表示說切忌讓烙鐵碰到不該碰的物體。

5 於剪線時，應該使銑刀的切口朝外遠離你的身體，並且使剪下來的線不超出你的工作區。

6 將刀具及尖銳的器具收藏在適當的容器中。

7 在剪線，焊接，使用溶劑，使用空氣軟管，於四周範圍都有陰極線管的環境中工作，或是在轉動機械的場所工作時，須戴上護目鏡。

切記：務必得戴護目鏡俾專作這類工作。

8 工作用的工具是很適當。

9 不用磨損或是損壞的工具。

10 在焊接底板時，開始工作之前應將加於底板的電源全部取掉。

11 燒熱的烙鐵應放在適當的支架上，並且應盡量放在工作檯上比較遠跟不容易碰到的地方。

12 燒熱之烙鐵切忌放進工具中。

13 作電源設備的工作時，要確定其金屬壳已直接與電的地接受。

14 在工作區的婦女都該穿平底鞋，而且鞋面不是有空（花）的。爲了防止燒熱的烙鐵碰到身體，應該穿工作衣。

15 在要進入有轉動的機械工作區之前，應預先將寬大的衣服與蓬鬆的頭髮都束好。

16 擦破了的或是損壞了的電源線要換掉。

17 在作電阻測量時，應將所測試底板的電源全部切斷。

18 在測試未用電源變壓器的底板時要採用**隔離變壓器**（Isolation transformer）。

19 在加有電源的底板上測試或工作時，每次只用一隻手，亦即表示說，絕對不可以用雙手同時接觸底板。

20 必須明白全部緊急電源切斷開關的位置。

21 學習人工呼吸方法。

22 要作利用電源的任何裝置之工作時，一定另外還要有人在場。

23 如有意外事件發生，應盡力施救並報告教師。若教師來不及處理，

立即通知行政部門。

24. 假設發生電擊之類的意外事件，應掀下緊急電源切斷開關，施以人工呼吸，並派人求助。所謂的人工呼吸 (Artificial respiration) 要繼續的作，直到醫護人員到達，或送到醫院時才停止。

25. 在作與陰極線管有關的工作時，除了要戴護目鏡而外，亦該穿長袖蔽體的衣服。

26. 確知學校關於火災之應變措施。

27. 確知學校關於天然災變之措施。

28. 確知學校關於原子彈爆炸與輻射落塵之處理措施。

29. 記下行政部門的電話號碼。

30. 沒有研究過的電氣元件不可亂動。

31. 沒有防護設施與適當安裝的機械不可以操作。

32. 把握時間，匆忙會導致浪費。

33. 教室或實習室空氣務必要流暢，在焊接時所放出的薰煙需要清新的空氣沖淡。

§ 1-3 實際作業

工作時數

根據國際勞工法，一般說來各國的工作時數都是一樣的。通常每天工作八小時，每週工作六天（有些國家五天）。超過此工作時數，只要工作平常時間的一半，就得發給全天的加班費。縱然大部份的人都被雇用在工作，有的工廠經常都雇人作夜班。工作條件與工作時數通常都相同。大致說來，作夜班的人之薪給稍微要高一點。

教育與晉陞

電子工業與其相關的技術繼續不斷的改變及演進。所以，任何在電子方面接受工作訓練的人員，爲了能夠繼續雇用都必須要準備接受再教育。雇主明白這點因此經常提供供職訓練 (In-servic training)。供職訓

練是專門爲了幫助雇用人員維持能配合新技術而設計的。一個工廠的工人若不接受新的技術訓練，對其雇主而言，很快的他就會變爲不能雇用的人了。

供職訓練可以於建教合辦的學校，或是在附近的學校，學院接受在職訓練。如此雇用人員的工作有了保障，雇主還支付學費與書籍費，與給予學習的時間。

晉陞與進修是使人熱心工作的主要動力。所以，希望獲得晉陞的人，皆樂於接受供職訓練。在這技術重於一切的時代，尤其是在電子工業方面，憑年資加薪已經是不夠了。

§ 1-4 裝配線作業

本書是以討論電子的裝配及製作爲主，特別著重正常情況下的大量生產。大量生產電子裝置可以個別雇用接受過專業訓練的人員。這方面的工作，有的比較簡單所需的訓練很少；有的工作則比較複雜，雇用之前需要特別講習一番。所以有些工作經常視各人所受某些基本訓練的程度而分。

製作電子裝置所採用之裝配線作業，以逐站進行的工作方式來達成。例如說，在某一工作站的一個工人，只負責在某放大器底板上安裝一個托架，這則是其全部工作。參考圖 1-1 所示，係爲一放大器底板之照像圖。被分派到只負責在某工作站安裝托架的人，很可能會使用全部所需的工具，而成爲這方面的專家。在他進行安裝工作時他也學會如何掌握托架，而且省力省時。如果一次花十分鐘的時間，八個小時的班就可以裝妥 48 個托架。假如用更有經驗的工人，一個班很可能安裝 55 到 60 個托架。這不僅使得雇用人員對於他的雇主更有價值。如能確保繼續雇用，更爲升級與加薪鋪路。

機械裝配工作站

上面所舉出的安裝托架後屬於**機械裝配** (Mechanical assembly) 工作站的職責。在如此的工作站只有特殊工作所需的工具。另外，尚有諸

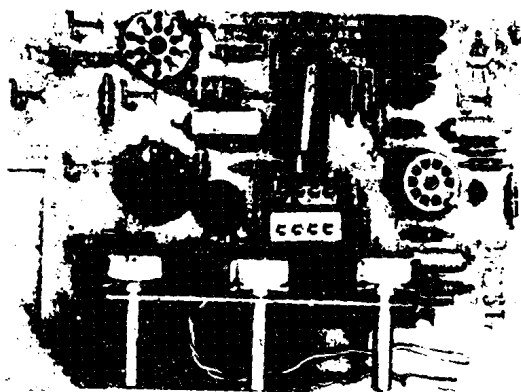


圖 1-1 放大器底板 (印刷電路)

如釘、螺栓、螺帽、墊圈等材料，與其他類似各種機械硬體 (Mechanical hardware) 之類的單個單件。總而言之，於托架安裝這一工作站只准有所需的硬體單件。

工具及硬體都需要很整潔地妥善保存在工具箱或倉庫中，取用才方便。工作區一定要維持清潔而且光線要好，才能提高效率。一個人只要熟知他的工具放置處，使用時才不致於花很多時間去找。另外，整潔的工作站亦可使發生意外的機會減到最低。更可使工作環境更為愉快。

電子裝配工作

專為電子裝置之裝配而設計的工作枱，所該有之工具如像銅絲鉗、剪線鉗、剝線器、電烙鐵、彎線工具、光學放大鏡、與特製老虎鉗等。所保有的材料有像電阻器、電容器、電感器、電位器、電晶體、絕緣子、接線焊料、以及束線索等等。見圖 1-2，則為一般之電子裝配工作枱 (Electronic assembly workstation)。被指派為這種工作枱的工人，一定接受這些零件的識別訓練，而且能夠將各種零件恰當地焊接在一起。對於其他如機械裝配或測試這類工作性能等他們可以不必知道。

電子測試站

當全部托架與電阻器與其他另件都在底板上安裝妥當之後，就將整個

底板送到**測試站** (Test station)。**測試技工** (Test technicians , **測試技術員**) 則作一系列的電跟電子測試，查看成套機件的性能是否合格起見。作這類實驗需要使用如像歐姆表、電壓表、毫安表、**信號產生器** (Signal generator)，以及 **信號追踪器** (Signal tracer) 等測試儀表。假設發現性能不佳，測試技工就將有缺點的裝置送交**電子技工** (Electronic technican , 電子技術員) 檢修。於工業界方面其職稱頭銜視各製造公司而異。但是，本書則取具代表性的為主。儘管電子技工所受過的訓練不低，最少具有一年專科教育或同等學歷，他一定也明白許多裝配與製作程序。如果在工作線上工作，他也善用烙鐵、圖解圖、**色碼電阻器** (Color-

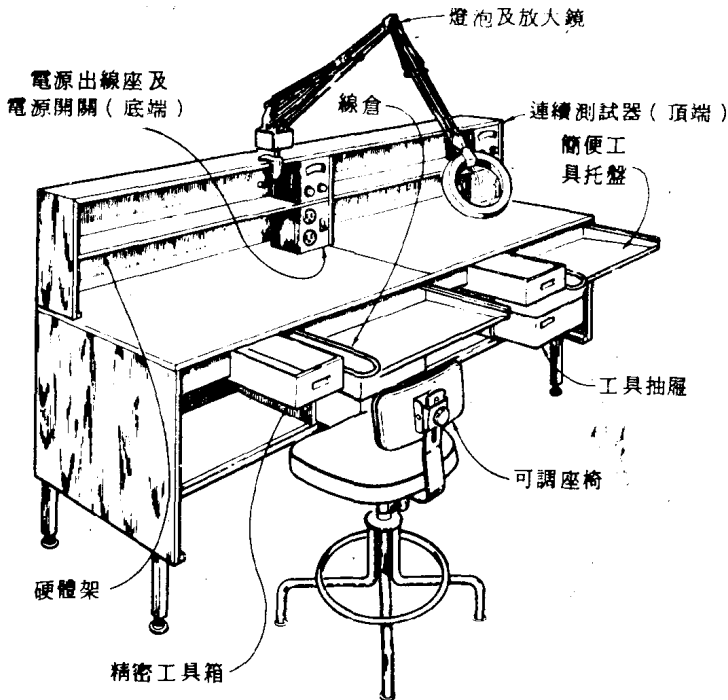


圖 1-2 電子裝配工作枱

coded resistor）跟電容器，印刷電路板、及半導體；所有裝配員所使用的同樣工具以及零件。所以，基本訓練都是相同的。

§ 1-5 結 論

總而言之，一個人想在生產電子製品的工廠找工作，而有所發展的話，便該有相當的本領。對於所嚮往的工作，可以有他的理想；對於它的工作環境與有關工作實作，可以有他的構想。實際上，一個想在電子工業方面獲得工作者，必定是個已經具有電子製作最基本的概念及學識者。因為他會變成製作完美產品的工作小組之一，他不但必須具有這種知識；也要始終盡力而為。

下面所設計的作業，提供學生發揮本章所講整個實習的機會。總之，讓學生將所學到的基本原理立即運用，使概念具體化。另外若學生在基本原理的運用上遭到困難，最好先求得解決，然後再從事學習下面一章。

實 習

作業1-1 如何評估電子裝配員的任務

目的

1. 明白電子裝配員的職務。
2. 鑑定電子裝配員所需的知識。
3. 評估學生的背景。

所需儀器及材料

備用品

最好能如圖 1-3 所示成套的電氣電子零件、大一點的筆記本、鉛筆。

步驟

1. 小心查看所發給的電氣與機械零件。
2. 將全部零件分開為電氣與機械兩類。
3. 在筆記本列出用在約束或者是控制電流之零件。如果你叫不出名字，則以繪圖來表示。
4. 在另一頁上只列出用來作機械支持硬體的零件。假設你不知其名就繪圖表示。
5. 在第三張紙上很簡單地寫出，那些零件可以用來裝新的無線電接收機，那些零件能用來測試裝妥的接收機。
6. 在第四頁筆記上回答下列問題，並把答案呈交教師評分。

問題

1. 在所發給的成套零件中有多少電阻器？
2. 在發給的成套零件中有多少電容器？
3. 在發給的成套零件中有多少電感器？