

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

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：國際編譯社

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。不但可提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 緒論	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

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

4 電子零件製作及檢驗(實習)

6-15 電纜與連接器的符號	161
6-16 結論	162
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，某一人員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。

2 電子零件製作及檢驗(實習)

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，

4 電子零件製作及檢驗（實習）

立即通知行政部門。

24. 假設發生電擊之類的意外事件，應揷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白天的工作，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

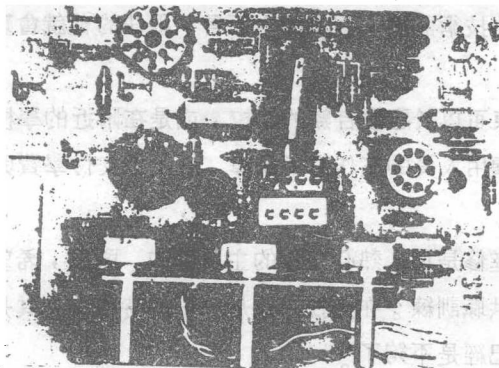


圖 1-1 放大器底板 (印刷電路)

如釘、螺絲、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 technician , 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，最少具有二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-

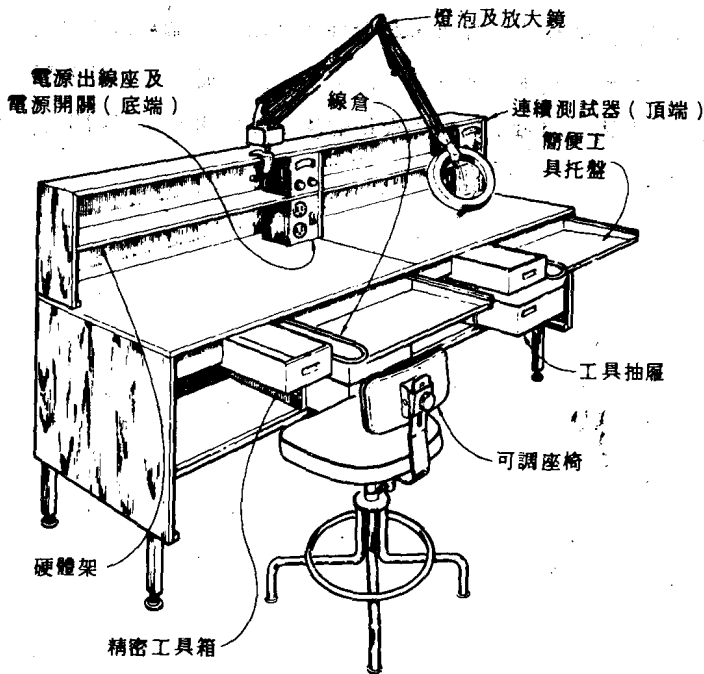


圖 1-2 電子裝配工作枱

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，然後再從事學習下一章。