

## A. 為甚麼要修電路板

一個三萬片產能的 8 吋半導體工廠生產設備,所用到的各式各樣電路板,包括電源供應器,各式控制器,driver,電腦等等估計接近 10 萬片,種類可能上萬種.這些電路板一般都很昂貴,售價數萬元到甚至高達百萬台幣.以每年損壞 1%計,每天要壞上三片電路板,若有備品,一般都是換新,若無備品,只有待料.因此如果能習得修復功夫,不僅能省 cost (時間與金錢),也深具環保意義.

## B. 修復電路板的現實面

修復這些電路板的方式,簡單說就是把壞掉的零件,重新換上新的.傳統上就是對電路加以分析,找出可能受損部位.很不幸的,通常我們不容易找到電路圖,因此電路分析有現實上的困難.

在沒有電路情況下,工作原理難以分析,我們通常必須另行設法.

理論上這看起來不是什麼做不到的事,不過就是換掉所有的零件,實在很簡單,這也是實際可行的方法.但是在執行上,必須符合許多條件,比如說:

1. 必須能夠找齊所有零件,也就是說規格/包裝一模一樣的原零件,或是替代品.
2. 能夠有效執行數量龐大的拆焊.
3. 電路上沒有 VR 或 VC 等零件,不需要調校工作點.
4. 沒有 PLD 或是 FPGA 等零件,或是能夠做加密的破解.
5. 能夠安排上線測試.

但是實際上,存在若干問題,因為零件的種類規格龐雜,數量龐大,以每平方公分兩個以上的零件計算,15\*20cm 的小電路板上單面就有 600 個零件,至少 200 種規格.備齊零件工程浩大.

零件的種類大略區分有:

1. **電阻**: 區分為 SMD/Non-SMD, 大/小功率, 精密/一般, 可調/不可調, 線性/非線性(NTC/PTC), 碳膜/金屬膜/氧化金屬膜...

2. **電容**: 光是電解電容區就區分為高頻/一般,low ESR/一般,長壽, 高/低溫 固態/濕式 等等等. 包裝有高矮胖瘦, 貼片或是非貼片, 容量, 耐壓規格極多...
3. **二極體**: 其中 Zener 有 30 種以上規格, 整流用的 diode 有高速/低速, 電流/耐壓/功率, 順向壓降高低等等不同.
4. **電晶體**: 包含 FET 及 Bipolar,編號有上萬種,所幸大多可以找到替代品,但是特性有時很 critical.須注意 Beta,耐壓,電流,Ft,包裝等等.
5. **IC**: 這個世界上存在的 IC 應該有 100 萬種以上. 有些是帶有程式,如單晶片 CPU, PROM, PAL/GAL/PLD, CPLD,除了更換新品,還需要將原有程式破解 copy 回去.
6. 電路板上還有一些特殊零件,以及電感, 變壓器, photo-coupler, relay, Triac, SCR, IGBT, connector...要找齊這些零件,說不定要幾週.對於小批量維修,很明顯不切實際.

且由於拆焊數量龐大,如何無損電路基板,拆下所有零件,幾乎是不可能.因為電路板愈做愈細,稍不小心即可能毀掉電路板.至於如何將零件焊回去,又是一個大工程.

## C.修復電路板的步驟:

### 第一部曲: 找出故障零件

#### 1. 使用簡單工具:

首先用目視,放大鏡,強光燈仔細觀察有沒有異常燒焦暴裂的地方,用鼻子聞一聞有沒有焦味,將這些地方標識出來.

接下來使用三用電表,將所有簡單的零件先做一次篩選,這些零件基本上是小於 3 隻腳,如電晶體,電阻,二極體. 基本上三用表就夠用.

再針對可能出錯的 IC,一個一個換掉.

而電容除了短路這種 failure mode,一般必須要拆下來量測判斷.

以以上這種方法,,修理一片電路板,基本上是論週來計算其耗時的.

#### 2. 使用 ICT or PCB trouble shooter

如果我們能夠 on board 斷定零件的好壞,那麼需要更換的零件數量會減少,維修便可以天數來計算.現在,須要使用 ICT(in circuit tester)來達成這個任務.

ICT 的代表廠商有 Polar, ABI,大陸的北京東方正達,這類儀器的工作原理很簡單,不過就是輸入信號,然後觀察零件對這個信號所反應的 IV 曲線.這類儀器通常會有數十個 channel,可以不同頻率,信號,電壓,同時抓取 IV 曲線.也可以判讀一般 logic IC 型號,重點是在大部份情況下可以 on board 比較好壞電路板.

當我們用三用表量取零件特性時,我們只能看到單一個零件的單一個工作點特性,而使用ICT等於是同時觀察數十個接點的動態反應,其效率(efficiency)與效度(effectiveness)簡直不可同日而語.

如果能夠全面比對好板與壞板的差異,理論上絕大部份的故障點都可以被發現,大大降低修理者的技術門檻.

如果能夠找到故障點,接下來就可以將可疑零件拆下來離線測試或是直接更換.

## 第二部曲：修練拆焊技術

修理者修練好拆焊技術是最基本的.至少要拿廢板子,例如電腦主機板,練習拆焊10片以上才可上線.

焊接的基本條件有

1. 溫度
2. 加熱時間
3. 加熱方法,直接/間接.
4. 焊接物體的潔淨度,種類
5. 昇降溫曲線
6. 助焊劑
7. 烙鐵與零件的加熱角度與離去角度
8. 烙鐵頭,加熱方式
9. 焊錫種類

焊接的方式有用烙鐵,熱風,紅外線,焊錫爐.

拆焊可以用吸錫線,吸錫槍,熱風槍,錫爐,紅外線.

拆焊是維修的基礎,能夠找到的資料很多,重點是要練習.

### 第三部曲: 備齊必要資料

1. 掌握 Parts 故障的病歷.弄清楚狀況.使用 Kepner Tregoe PSDM 是很好的解析方法.
2. 最好拿到電路圖或說明書
3. 上網找資料:  
databook: <http://www.alldatasheet.com/>  
修理方法: <http://www.repairfaq.org/>  
零件購買: <http://www.icminer.com/>  
上網用 “soldering”, “pcb repair”, “pcb troubleshooting”, “electronics repair”等等這些 key word,會找到許多意想不到的資料. 大陸也有許多這類網站,付費即可 down load 海量的資料.
4. 多 K 書:  
大陸市場大,有許多討論修理的雜誌出年度合訂本,備在身邊參考非常有用,  
電子零件故障模式,檢修方法,必讀  
SMPS 原理必讀,因為主要故障從電源開始.

### 第四部曲: 備齊工具及基本零件

工欲善其事,必先利其器,必備工具至少超過 200 種,要耐心去找,多逛電子材料店往往會有驚喜的發現.避免使用不適切的工具,零件會使工作事倍功半.

### 第五部曲:修理要點.

1. 拿到板子先標記必要資訊.
2. 問清楚故障的 history(用 PSDM 的 PA).
3. 仔細用強光及放大鏡目檢,看有沒有電容鼓起,零件燒焦, 聞聞看有無異味.
4. 用三用表將所有能量的先量一遍.
5. 用 ICT 將所有 IC 查一遍,如果有好板,全部比對一次. 量完的要做標記.
6. 查到故障先別急著換,記得查相鄰及相關零件.
7. 小心拆焊.
8. 如果不瞭解工作原理,翻查所用 IC 的 application notes,通常可以略知一二.

9. 用恰當零件代換,要非常小心標識上些微的差異.
10. 單獨上電,用可能的條件測試.
11. 上機測試.

#### **常見故障:**

1. 電源故障,或是間歇性故障.
2. I/O 相關零件被擊穿,如 Photo coupler, buffer circuit.
3. 電容 ESR 退化,漏液.
4. 焊接不良,接觸不良.
5. 電晶體,二極體燒毀
6. 電阻,電容燒毀,短路或開路.
7. IC 燒毀.
8. 電阻值改變.
9. 電路板內部接線.短路或開路.
10. PROM, PAL/GAL 程式消失,或是需要破解 copy.
11. 排線或膠皮電線內部斷線.
12. 過熱引起熱當.