



(一) 电容篇



1、电容在电路中一般用“C”加数字表示（如C25表示编号为25的电容）。

电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。

容抗 $X_C = 1/2\pi fC$ (f表示交流信号的频率，C表示电容量)

2、电容识别方法

电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法3种。电容的基本单位用法拉(F)表示，其它单位还有：毫法(mF)、微法(uF)、纳法(nF)、皮法(pF)。其中：1法拉=103毫法=106微法=109纳法=1012皮法

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如10uF/16V

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示6

字母表示法：1m=1000uF 1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。

如：102表示 $10 \times 102PF = 1000PF$ 224表示 $22 \times 104PF = 0.22 uF$

3、电容容量误差表

符号 F G J K L M

允许误差 $\pm 1\%$ $\pm 2\%$ $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ $\pm 15\%$ $\pm 20\%$

如：一瓷片电容为104J表示容量为0.1uF、误差为 $\pm 5\%$ 。

4、故障特点

在实际维修中，电容器的故障主要表现为：

- (1) 引脚腐蚀致断的开路故障。
- (2) 脱焊和虚焊的开路故障。
- (3) 漏液后造成容量小或开路故障。
- (4) 漏电、严重漏电和击穿故障。

(二) 二极管



晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5 表示编号为 5 的二极管。

1、二极管的作用

二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。正因为二极管具有上述特性，无绳电话机中常把它用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。

电话机里使用的晶体二极管按作用可分为：整流二极管（如 1N4004）、隔离二极管（如 1N4148）、肖特基二极管（如 BAT85）、发光二极管、稳压二极管等。

2、识别方法

二极管的识别很简单，小功率二极管的 N 极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示 P 极（正极）或 N 极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

3、测试注意事项

用数字式万用表去测二极管时，红表笔接二极管的正极，黑表笔接二极管的负极，此时测得的阻值才是二极管的正向导通阻值，这与指针式万用表的表笔接法刚好相反。

稳压二极管在电路中常用“ZD”加数字表示，如：ZD5 表示编号为 5 的稳压管。

1、稳压二极管的稳压原理：稳压二极管的特点就是击穿后，其两端的电压基本保持不变。这样，当把稳压管接入电路以后，若由于电源电压发生波动，或其它原因造成电路中各点电压变动时，负载两端的电压将基本保持不变。

2、故障特点：稳压二极管的故障主要表现在开路、短路和稳压值不稳定。在这 3 种故障中，前一种故障表现出电源电压升高；后 2 种故障表现为电源电压变低到零伏或输出不稳定。常用稳压二极管的型号及稳压值如下表：

型 号 1N4728 1N4729 1N4730 1N4732 1N4733 1N4734 1N4735 1N4744 1N4750 1N4751

1N4761

稳压值 3.3V 3.6V 3.9V 4.7V 5.1V 5.6V 6.2V 15V 27V 30V 75V 变容二极管

变容二极管是根据普通二极管内部“PN结”的结电容能随外加反向电压的变化而变化这一原理专门设计出来的一种特殊二极管。

变容二极管在无绳电话机中主要用在手机或座机的高频调制电路上,实现低频信号调制到高频信号上,并发射出去。

在工作状态,变容二极管调制电压一般加到负极上,使变容二极管的内部结电容容量随调制电压的变化而变化。

变容二极管发生故障,主要表现为漏电或性能变差:

- (1) 发生漏电现象时,高频调制电路将不工作或调制性能变差。
- (2) 变容性能变差时,高频调制电路的工作不稳定,使调制后的高频信号发送到对方被对方接收后产生失真。

出现上述情况之一时,就应该更换同型号的变容二极管。

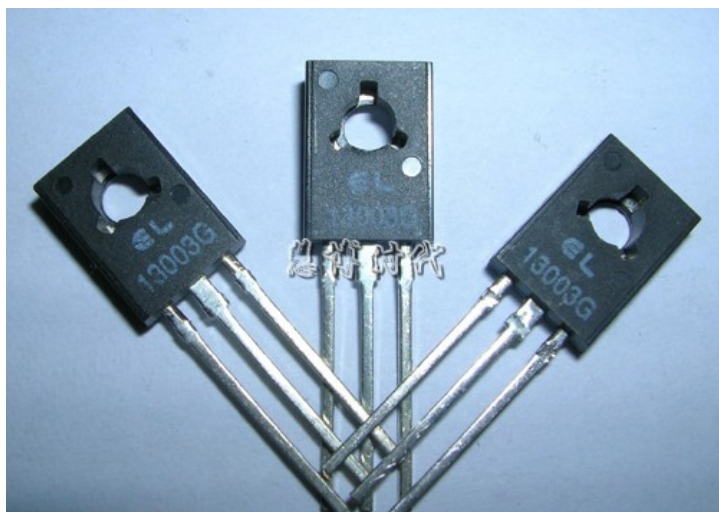
(三) 电感



电感在电路中常用“L”加数字表示,如:L6表示编号为6的电感。电感线圈是将绝缘的导线在绝缘的骨架上绕一定的圈数制成。直流可通过线圈,直流电阻就是导线本身的电阻,压降很小;当交流信号通过线圈时,线圈两端将会产生自感电动势,自感电动势的方向与外加电压的方向相反,阻碍交流的通过,所以电感的特性是通直流阻交流,频率越高,线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。

电感一般有直标法和色标法,色标法与电阻类似。如:棕、黑、金、金表示 1 μ H(误差5%)的电感。电感的基本单位为:亨(H) 换算单位有:1H=103mH=106 μ H。

(四) 三极管



晶体三极管在电路中常用“Q”加数字表示，如：Q17 表示编号为 17 的三极管。

1、特点

晶体三极管（简称三极管）是内部含有 2 个 PN 结，并且具有放大能力的特殊器件。它分 NPN 型和 PNP 型两种类型，这两种类型的三极管从工作特性上可互相弥补，所谓 OTL 电路中的对管就是由 PNP 型和 NPN 型配对使用。

电话机中常用的 PNP 型三极管有：A92、9015 等型号；NPN 型三极管有：A42、9014、9018、9013、9012 等型号。

2、晶体三极管主要用于放大电路中起放大作用，在常见电路中有三种接法。

为了便于比较，将晶体管三种接法电路所具有的特点列于下表，供大家参考。

名称	共发射极电路	共集电极电路（射极输出器）	共基极电路
输入阻抗	中（几百欧~几千欧）	大（几十千欧以上）	小（几欧~几十欧）
输出阻抗	中（几千欧~几十千欧）	小（几欧~几十欧）	大（几十千欧~几百千欧）
电压放大倍数	大	小（小于 1 并接近于 1）	大
电流放大倍数	大（几十）	大（几十）	小（小于 1 并接近于 1）
功率放大倍数	大（约 30~40 分贝）	小（约 10 分贝）	中（约 15~20 分贝）
频率特性	高频差	好	好

应用 多级放大器中间级，低频放大输入级、输出级或作阻抗匹配用 高频或宽频带电路及恒流源电路

3、在线工作测量

在实际维修中，三极管都已经安装在线路板上，要每只拆下来测量实在是一件麻烦事，并且很容易损坏电路板，根据实际维修，有人总结出一种在电路上带电测量三极管工作状态来判断故障所在的方法，供大家参考：

类别

故障发生部位 测试要点

e-b 极开路 $V_{ed} > 1V$ $V_{ed} = V_+$

e-b 极短路 $V_{eb} = 0V$ $V_{cd} = 0V$ V_{bd} 升高

Re 开路 $V_{ed} = 0V$

Rb2 开路 $V_{bd} = V_{ed} = V_+$

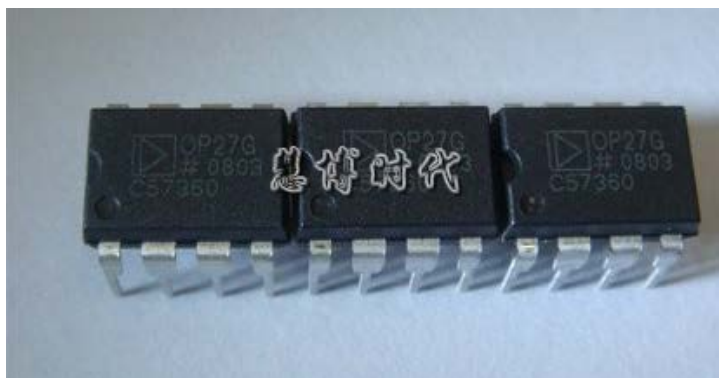
Rb2 短路 V_{ed} 约为 0.7V



Rb1 增值很多, 开路 $V_{ec} < 0.5v$ V_{cd} 升高
e-c 极间开路 $V_{eb} = 0.7v$ $V_{ec} = 0v$ V_{cd} 升高
b-c 极间开路 $V_{eb} = 0.7v$ $V_{ed} = 0v$
b-c 极间短路 $V_{bc} = 0v$ V_{cd} 很低
Rc 开路 $V_{bc} = 0v$ V_{cd} 升高 V_{bd} 不变
Rb2 阻值增大很多 V_{ed} 约为 $V+$ V_{cd} 约为 $0V$
 V_{ed} 电压不稳 三极管和周围元件有虚焊

Rb1 开路 $V_{be} = 0$ $V_{cd} = V+$ $V_{ed} = 0$
Rb1 短路 V_{be} 约为 $1v$ $V_{ed} = V - V_{be}$
Rb2 短路 $V_{bd} = 0v$ $V_{be} = 0v$ $V_{cd} = V+$
Re 开路 V_{bd} 升高 $V_{ce} = 0v$ $V_{be} = 0v$
Re 短路 $V_{bd} = 0.7v$ $V_{be} = 0.7v$
Rc 开路 $V_{ce} = 0v$ $V_{be} = 0.7v$ V_{ed} 约为 $0v$
c-e 极短路 $V_{ce} = 0v$ $V_{be} = 0.7v$ V_{ed} 升高
b-e 极开路 $V_{be} > 1v$ $V_{ed} = 0v$ $V_{cd} = V+$
b-e 极短路 V_{ce} 约为 $V+$ $V_{be} = 0v$ V_{cd} 约为 $0v$
c-b 极开路 $V_{ce} = V+$ $V_{be} = 0.7v$ $V_{ed} = 0v$
c-b 极短路 $V_{cb} = 0v$ $V_{be} = 0.7v$ $V_{cd} = 0v$

集成电路的检测方法



现在的电子产品往往由于一块集成电路损坏, 导致一部分或几个部分不能正常工作, 影响设备的正常使用。那么

如何检测集成电路的好坏呢?通常一台设备里面有许多个集成电路, 当拿到一部有故障的集成电路的设备时, 首先要根据故障现象, 判断出故障的大体部位, 然后通过测量, 把故障的可能部位逐步缩小, 最后找到故障所在。要找到故障所在必须通过检测, 通常修理人员都采用测引脚电压方法来判断, 但这只能判断出故障的大致部位, 而且有的引脚反应不灵敏, 甚至有的没有什么反应。就是在电压偏离的情况下, 也包含外围元件损坏的因素, 还必须将集成块内部故障与外围故障严格区别开来, 因此单靠某一种方法对集成电路是很难检测的, 必须依赖综合的检测手段。

现以万用表检测为例, 介绍其具体方法。我们知道, 集成块使用时, 总有一个引脚与印



制电路板上的“地”线是焊通的，在电路中称之为接地脚。由于集成电路内部都采用直接耦合，因此，集成块的其它引脚与接地脚之间都存在着确定的直流电阻，这种确定的直流电阻称为该脚内部等效直流电阻，简称 R 内。当我们拿到一块新的集成块时，可通过用万用表测量各引脚的内部等效直流电阻来判断其好坏，若各引脚的内部等效电阻 R 内与标准值相符，说明这块集成块是好的，反之若与标准值相差过大，说明集成块内部损坏。

测量时有一点必须注意，由于集成块内部有大量的三极管，二极管等非线性元件，在测量中单测得一个阻值还不能判断其好坏，必须互换表笔再测一次，获得正反向两个阻值。只有当 R 内正反向阻值都符合标准，才能断定该集成块完好。在实际修理中，通常采用在路测量。先测量其引脚电压，如果电压异常，可断开引脚连线测接线端电压，以判断电压变化是外围元件引起，还是集成块内部引起。也可以采用测外部电路到地之间的直流等效电阻(称 R 外)来判断，通常在电路中测得的集成块某引脚与接地脚之间的直流电阻(在路电阻)，实际是 R 内与 R 外并联的总直流等效电阻。在修理中常将在路电压与在路电阻的测量方法结合使用。有时在路电压和在路电阻偏离标准值，并不一定是集成块损坏，而是有关外围元件损坏，使 R 外不正常，从而造成在路电压和在路电阻的异常。这时便只能测量集成块内部直流等效电阻，才能判定集成块是否损坏。

根据实际检修经验，在路检测集成电路内部直流等效电阻时可不必把集成块从电路上焊下来，只需将电压或在路电阻异常脚与电路断开，同时将接地脚也与电路板断开，其它脚维持原状，测量出测试脚与接地脚之间的 R 内正反向电阻值便可判断其好坏。例如，电视机内集成块 TA7609P 塔脚在路电压或电阻异常，可切断塔脚和⑤脚(接地脚)然后用万用表内电阻挡测塔脚与⑤脚之间电阻，测得一个数值后，互换表笔再测一次。若集成块正常应测得红表笔接地时为 $8.2k\Omega$ ，黑表笔接地时为 $272k\Omega$ 的 R 内直流等效电阻，否则集成块已损坏。

在测量中多数引脚，万用表用 $R \times 1k$ 挡，当个别引脚 R 内很大时，换用 $R \times 10k$ 挡，这是因为 $R \times 1k$ 挡其表内电池电压只有 $1.5V$ ，当集成块内部晶体管串联较多时，电表内电压太低，不能供集成块内晶体管进入正常工作状态，数值无法显现或不准确。总之，在检测时要认真分析，灵活运用各种方法，摸索规律，做到快速、准确找出故障。

集成电路的检测经验介绍

(一) 常用的检测方法

集成电路常用的检测方法有在线测量法、非在线测量法和代换法。

1. 非在线测量 非在线测量是在集成电路未焊入电路时，通过测量其各引脚之间的直流电阻值与已知正常同型号集成电路各引脚之间的直流电阻值进行对比，以确定其是否正常。
2. 在线测量 在线测量法是利用电压测量法、电阻测量法及电流测量法等，通过在电路上测量集成电路的各引脚电压值、电阻值和电流值是否正常，来判断该集成电路是否损坏。
3. 代换法 代换法是用已知完好的同型号、同规格集成电路来代替被测集成电路，可以判断出该集成电路是否损坏。

(二) 常用集成电路的检测

1. 微处理器集成电路的检测 微处理器集成电路的关键测试引脚是 VDD 电源端、 $RESET$ 复位端、 XIN 晶振信号输入端、 $XOUT$ 晶振信号输出端及其他各线输入、输出端。在路测量这些关键脚对地的电阻值和电压值，看是否与正常值(可从产品电路图或有关维修资料中查



出)相同。不同型号微处理器的 RESET 复位电压也不相同,有的是低电平复位,即在开机瞬间为低电平,复位后维持高电平;有的是高电平复位,即在开关瞬间为高电平,复位后维持低电平。

2. 开关电源集成电路的检测 开关电源集成电路的关键脚电压是电源端(VCC)、激励脉冲输出端、电压检测输入端、电流检测输入端。测量各引脚对地的电压值和电阻值,若与正常值相差较大,在其外围元器件正常的情况下,可以确定是该集成电路已损坏。内置大功率开关管的厚膜集成电路,还可通过测量开关管 C、B、E 极之间的正、反向电阻值,来判断开关管是否正常。

3. 音频功放集成电路的检测 检查音频功放集成电路时,应先检测其电源端(正电源端和负电源端)、音频输入端、音频输出端及反馈端对地的电压值和电阻值。若测得各引脚的数据值与正常值相差较大,其外围元件与正常,则是该集成电路内部损坏。对引起无声故障的音频功放集成电路,测量其电源电压正常时,可用信号干扰法来检查。测量时,万用表应置于 $R \times 1$ 档,将红表笔接地,用黑表笔点触音频输入端,正常时扬声器中应有较强的“喀喀”声。

4. 运算放大器集成电路的检测 用万用表直流电压档,测量运算放大器输出端与负电源端之间的电压值(在静态时电压值较高)。用手持金属镊子依次点触运算放大器的两个输入端(加入干扰信号),若万用表表针有较大幅度的摆动,则说明该运算放大器完好;若万用表表针不动,则说明运算放大器已损坏。

5. 时基集成电路的检测 时基集成电路内含数字电路和模拟电路,用万用表很难直接测出其好坏。可以用所示的测试电路来检测时基集成电路的好坏。测试电路由阻容元件、发光二极管 LED、6V 直流电源、电源开关 S 和 8 脚 IC 插座组成。将时基集成电路(例如 NE555)插进 IC 插座后,按下电源开关 S,若被测时基集成电路正常,则发光二极管 LED 将闪烁发光;若 LED 不亮或一直亮,则说明被测时基集成电路性能不良。

集成电路代换技巧

一、直接代换

直接代换是指用其他 IC 不经任何改动而直接取代原来的 IC,代换后不影响机器的主要性能与指标。

其代换原则是:代换 IC 的功能、性能指标、封装形式、引脚用途、引脚序号和间隔等几方面均相同。其中 IC 的功能相同不仅指功能相同;还应注意逻辑极性相同,即输出输入电平极性、电压、电流幅度必须相同。例如:图像中放 IC,TA7607 与 TA7611,前者为反向高放 AGC,后者为正向高放 AGC,故不能直接代换。除此之外还有输出不同极性 AFT 电压,输出不同极性的同步脉冲等 IC 都不能直接代换,即使是同一 270 _f8 公司或厂家的产品,都应注意区分。性能指标是指 IC 的主要电参数(或主要特性曲线)、最大耗散功率、最高工作电压、频率范围及各信号输入、输出阻抗等参数要与原 IC 相近。功率小的代用件要加大散热片。

1.同一型号 IC 的代换

同一型号 IC 的代换一般是可靠的,安装集成电路时,要注意方向不要搞错,否则,通电时集成电路很可能被烧毁。有的单列直插式功放 IC,虽型号、功能、特性相同,但引脚排列顺序的方向是有所不同的。例如,双声道功放 IC LA4507,其引脚有“正”、“反”之分,其起始脚标注(色点或凹坑)方向不同;没有后缀与后缀为“R”的 IC 等,例如 M5115P 与



M5115RP.

2.不同型号 IC 的代换

(1)型号前缀字母相同、数字不同 IC 的代换。这种代换只要相互间的引脚功能完全相同，其内部电路和电参数稍有差异，也可相互直接代换。如：伴音中放 IC LA1363 和 LA1365，后者比前者在 IC 第⑤脚内部增加了一个稳压二极管，其它完全一样。

(2)型号前缀字母不同、数字相同 IC 的代换。一般情况下，前缀字母是表示生产厂家及电路的类别，前缀字母后面的数字相同，大多数可以直接代换。但也有少数，虽数字相同，但功能却完全不同。例如，HA1364 是伴音 IC，而 uPC1364 是色解码 IC；4558，8 脚的是运算放大器 NJM4558,14 脚的是 CD4558 数字电路；故二者完全不能代换。

(3)型号前缀字母和数字都不同 IC 的代换。有的厂家引进未封装的 IC 芯片，然后加工成按本厂命名的产品。还有如为了提高某些参数指标而改进产品。这些产品常用不同型号进行命名或用型号后缀加以区别。例如，AN380 与 uPC1380 可以直接代换；AN5620、TEA5620、DG5620 等可以直接代换。

二、非直接代换

非直接代换是指不能进行直接代换的 IC 稍加修改外围电路，改变原引脚的排列或增减个别元件等，使之成为可代换的 IC 的方法。

代换原则：代换所用的 IC 可与原来的 IC 引脚功能不同、外形不同，但功能要相同，特性要相近；代换后不应影响原机性能。

1.不同封装 IC 的代换

相同类型的 IC 芯片，但封装外形不同，代换时只要将新器件的引脚按原器件引脚的形状和排列进行整形。例如，AFT 电路 CA3064 和 CA3064E，前者为圆形封装，辐射状引脚；后者为双列直插塑料封装，两者内部特性完全一样，按引脚功能进行连接即可。双列 IC AN7114、AN7115 与 LA4100、LA4102 封装形式基本相同，引脚和散热片正好都相差 180°。前面提到的 AN5620 带散热片双列直插 16 脚封装、TEA5620 双列直插 18 脚封装，9、10 脚位于集成电路的右边，相当于 AN5620 的散热片，二者其它脚排列一样，将 9、10 脚连起来接地即可使用。

2.电路功能相同但个别引脚功能不同 IC 的代换

代换时可根据各个型号 IC 的具体参数及说明进行。如电视机中的 AGC、视频信号输出有正、负极性的区别，只要在输出端加接倒相器后即可代换。

3.类型相同但引脚功能不同 IC 的代换

这种代换需要改变外围电路及引脚排列，因而需要一定的理论知识、完整的资料和丰富的实践经验与技巧。

4.有些空脚不应擅自接地

内部等效电路和应用电路中有的引出脚没有标明，遇到空的引出脚时，不应擅自接地，这些引出脚为更替或备用脚，有时也作为内部连接。

5.用分立元件代换 IC

有时可用分立元件代换 IC 中被损坏的部分，使其恢复功能。代换前应了解该 IC 的内部功能原理、每个引出脚的正常电压、波形图及与外围元件组成电路的工作原理。同时还应考虑：

(1)信号能否从 IC 中取出接至外围电路的输入端：

(2)经外围电路处理后的信号，能否连接到集成电路内部的下一级去进行再处理（连接时的信号匹配应不影响其主要参数和性能）。如中放 IC 损坏，从典型应用电路和内部电路看，由

伴音中放、鉴频以及音频放大级成,可用信号注入法找出损坏部分,若是音频放大部分损坏,则可用分立元件代替。

6.组合代换

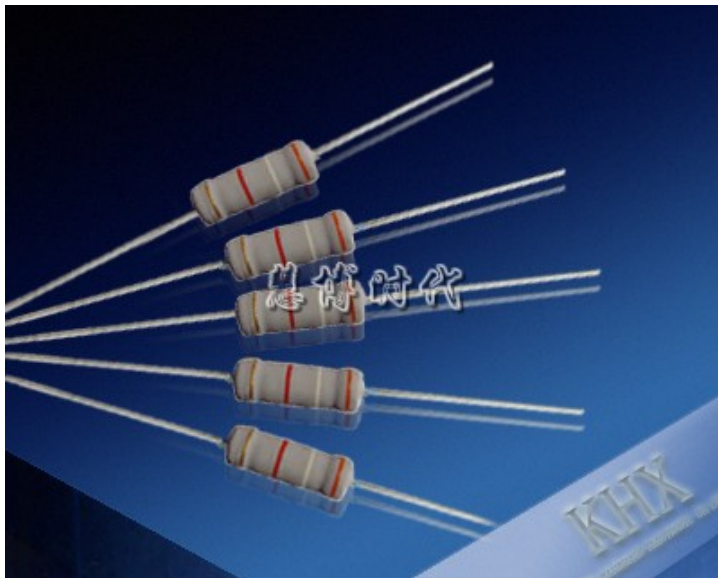
组合代换就是把同一型号的多块 IC 内部未受损的电路部分,重新组合成一块完整的 IC,用以代替功能不良的 IC 的方法。对买不到原配 IC 的情况下是十分适用的。但要求所利用 IC 内部完好的电路一定要有接口引出脚。

注:非直接代换关键是要查清楚互相代换的两种 IC 的基本电参数、内部等效电路、各引脚的功能、IC 与外部元件之间连接关系的资料。实际操作时予以注意:

- (1)集成电路引脚的编号顺序,切勿接错;
- (2)为适应代换后的 IC 的特点,与其相连的外围电路的元件要作相应的改变;
- (3)电源电压要与代换后的 IC 相符,如果原电路中电源电压高,应设法降压;电压低,要看代换 IC 能否工作。
- (4)代换以后要测量 IC 的静态工作电流,如电流远大于正常值,则说明电路可能产生自激,这时须进行去耦、调整。若增益与原来有所差别,可调整反馈电阻阻值;
- (5)代换后 IC 的输入、输出阻抗要与原电路相匹配;检查其驱动能力。
- (6)在改动时要充分利用原电路板上的脚孔和引线,外接引线要求整齐,避免前后交叉,以便检查和防止电路自激,特别是防止高频自激;
- (7)在通电前电源 Vcc 回路里最好再串接一直流电流表,降压电阻阻值由大到小观察集成电路总电流的变化是否正常

如何识别常用元器件?

一、电阻



电阻在电路用“R”加数字表示,如:R1 表示编号为 1 的电阻。电阻在电路中的主要作用为:分流、限流、分压、偏置等。



1、参数识别：电阻的单位为欧姆（ Ω ），倍率单位有：千欧（ $K\Omega$ ），兆欧（ $M\Omega$ ）等。换算方法是：1兆欧=1000千欧=1000000欧

电阻的参数标注方法有3种，即直标法、色标法和数标法。

a、数标法主要用于贴片等小体积的电路，如：472表示 $47 \times 100\Omega$ （即4.7K）；104则表示100K

b、色环标注法使用最多，现举例如下：四色环电阻 五色环电阻（精密电阻）

2、电阻的色标位置和倍率关系如下表所示：

颜色 有效数字 倍率 允许偏差（%）

银色 /		$\times 0.01$	± 10
金色 /		$\times 0.1$	± 5
黑色 0		+0 /	
棕色 1		$\times 10$	± 1
红色 2		$\times 100$	± 2
橙色 3		$\times 1000$	/
黄色 4		$\times 10000$	/
绿色 5		$\times 100000$	± 0.5
蓝色 6		$\times 1000000$	± 0.2
紫色 7		$\times 10000000$	± 0.1
灰色 8		$\times 100000000$	/
白色 9		$\times 1000000000$	/

二、电容

1、电容在电路中一般用“C”加数字表示（如C13表示编号为13的电容）。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。

电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。

容抗 $X_C = 1/2\pi fC$ (f表示交流信号的频率，C表示电容容量)电话机中常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。

2、识别方法：电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法3种。电容的基本单位用法拉(F)表示，其它单位还有：毫法(mF)、微法(uF)、纳法(nF)、皮法(pF)。其中：1法拉=10³毫法=10⁶微法=10⁹纳法=10¹²皮法

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如10uF/16V

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示

字母表示法：1m=1000uF 1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。

如：102表示 $10 \times 10^2PF=1000PF$ 224表示 $22 \times 10^4PF=0.22uF$

3、电容容量误差表

符号 F G J K L M

允许误差 $\pm 1\%$ $\pm 2\%$ $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ $\pm 15\%$ $\pm 20\%$ 如：一瓷片电容为104J表示容量为0.1uF、误差为 $\pm 5\%$ 。

三、晶体二极管



晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5 表示编号为 5 的二极管。

1、作用：二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。正因为二极管具有上述特性，无绳电话机中常把它用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。电话机里使用的晶体二极管按作用可分为：整流二极管（如 1N4004）、隔离二极管（如 1N4148）、肖特基二极管（如 BAT85）、发光二极管、稳压二极管等。

2、识别方法：二极管的识别很简单，小功率二极管的 N 极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示 P 极（正极）或 N 极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

3、测试注意事项：用数字式万用表去测二极管时，红表笔接二极管的正极，黑表笔接二极管的负极，此时测得的阻值才是二极管的正向导通阻值，这与指针式万用表的表笔接法刚好相反。

4、常用的 1N4000 系列二极管耐压比较如下：

型号 1N4001 1N4002 1N4003 1N4004 1N4005 1N4006 1N4007

耐压 (V) 50 100 200 400 600 800 1000

电流 (A) 均为 1

四、稳压二极管

稳压二极管在电路中常用“ZD”加数字表示，如：ZD5 表示编号为 5 的稳压管。

1、稳压二极管的稳压原理：稳压二极管的特点就是击穿后，其两端的电压基本保持不变。这样，当把稳压管接入电路以后，若由于电源电压发生波动，或其它原因造成电路中各点电压变动时，负载两端的电压_____将基本保持不变。

2、故障特点：稳压二极管的故障主要表现在开路、短路和稳压值不稳定。在这 3 种故障中，前一种故障表现出电源电压升高；后 2 种故障表现为电源电压变低到零伏或输出不稳定。

常用稳压二极管的型号及稳压值如下表：

型号 1N4728 1N4729 1N4730 1N4732 1N4733 1N4734 1N4735 1N4744 1N4750 1N4751 1N4761

稳压值 3.3V 3.6V 3.9V 4.7V 5.1V 5.6V 6.2V 15V 27V 30V 75V

五、电感

电感在电路中常用“L”加数字表示，如：L6 表示编号为 6 的电感。电感线圈是将绝缘的导线在绝缘的骨架上绕一定的圈数制成。直流可通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，线圈两端将会产生自感电动势，自感电动势的方向与外加电压的方向相反，阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越

高，线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。电感一般有直标法和色标法，色标法与电阻类似。如：棕、黑、金、金表示 1uH（误差 5%）的电感。电感的基本单位为：亨（H） 换算单位有：1H=103mH=106uH。



六、变容二极管

变容二极管是根据普通二极管内部“PN结”的结电容能随外加反向电压的变化而变化这一原理专门设计出来的一种特殊二极管。变容二极管在无绳电话机中主要用在手机或座机的高频调制电路上，实现低频信号调制到高频信号上，并发射出去。在工作状态，变容二极管调制电压一般加到负极上，使变容二极管的内部结电容容量随调制电压的变化而变化。

变容二极管发生故障，主要表现为漏电或性能变差：

(1) 发生漏电现象时，高频调制电路将不工作或调制性能变差。

(2) 变容性能变差时，高频调制电路的工作不稳定，使调制后的高频信号发送到对方被对方接收后产生失真。出现上述情况之一时，就应该更换同型号的变容二极管。

七、晶体三极管

晶体三极管在电路中常用“Q”加数字表示，如：Q17表示编号为17的三极管。

1、特点：晶体三极管（简称三极管）是内部含有2个PN结，并且具有放大能力的特殊器件。它分NPN型和PNP型两种类型，这两种类型的三极管从工作特性上可互相弥补，所谓OTL电路中的对管就是由PNP型和NPN型配对使用。

2、晶体三极管主要用于放大电路中起放大作用，在常见电路中有三种接法。为了便于比较，将晶体管三种接法电路

所具有的特点列于下表，供大家参考。

名称	共发射极电路	共集电极电路（射极输出器）	共基极电路
输入阻抗	中（几百欧~几千欧）	大（几十千欧以上）	小（几欧~几十欧）
输出阻抗	中（几千欧~几十千欧）	小（几欧~几十欧）	大（几十千欧~几百千欧）
电压放大倍数	大	小（小于1并接近于1）	大
电流放大倍数	大（几十）	大（几十）	小（小于1并接近于1）
功率放大倍数	大（约30~40分贝）	小（约10分贝）	中（约15~20分贝）
频率特性	高频差	好	好

八、场效应晶体管放大器

1、场效应晶体管具有较高输入阻抗和低噪声等优点，因而也被广泛应用于各种电子设备中。尤其用场效应管做整个电子设备的输入级，可以获得一般晶体管很难达到的性能。

2、场效应管分成结型和绝缘栅型两大类，其控制原理都是一样的。

3、场效应管与晶体管的比较

(1) 场效应管是电压控制元件，而晶体管是电流控制元件。在只允许从信号源取较少电流的情况下，应选用场效应管；而在信号电压较低，又允许从信号源取较多电流的条件下，应选用晶体管。

(2) 场效应管是利用多数载流子导电，所以称之为单极型器件，而晶体管是即有多数载流子，也利用少数载流子导电。被称之为双极型器件。

(3) 有些场效应管的源极和漏极可以互换使用，栅压也可正可负，灵活性比晶体管好。

(4) 场效应管能在很小电流和很低电压的条件下工作，而且它的制造工艺可以很方便地把很多场效应管集成在一块硅片上，因此场效应管在大规模集成电路中得到了广泛的应用。



芯片封装技术知多少

自从美国 Intel 公司 1971 年设计制造出 4 位微处理器芯片以来,在 20 多年时间内,CPU 从 Intel4004、80286、80386、80486 发展到 Pentium 和 Pentium II,数位从 4 位、8 位、16 位、32 位发展到 64 位;主频从几兆到今天的 400MHz 以上,接近 GHz;CPU 芯片里集成的晶体管数由 2000 个跃升到 500 万个以上;半导体制造技术的规模由 SSI、MSI、LSI、VLSI 达到 ULSI。封装的输入/输出(I/O)引脚从几十根,逐渐增加到几百根,下世纪初可能达 2 千根。这一切真是一个翻天覆地的变化。

对于 CPU,读者已经很熟悉了,286、386、486、Pentium、Pentium II、Celeron、K6、K6-2……相信您可以如数家珍似地列出一长串。但谈到 CPU 和其他大规模集成电路的封装,知道的人未必很多。所谓封装是指安装半导体集成电路芯片用的外壳,它不仅起着安放、固定、密封、保护芯片和增强电热性能的作用,而且还是沟通芯片内部世界与外部电路的桥梁——芯片上的接点用导线连接到封装外壳的引脚上,这些引脚又通过印制板上的导线与其他器件建立连接。因此,封装对 CPU 和其他 LSI 集成电路都起着重要的作用。新一代 CPU 的出现常常伴随着新的封装形式的使用。

芯片的封装技术已经历了好几代的变迁,从 DIP、QFP、PGA、BGA 到 CSP 再到 MCM,技术指标一代比一代先进,包括芯片面积与封装面积之比越来越接近于 1,适用频率越来越高,耐热性能越来越好,引脚数增多,引脚间距减小,重量减小,可靠性提高,使用更加方便等等。

下面将对具体的封装形式作详细说明。

一、DIP 封装

70 年代流行的是双列直插封装,简称 DIP(Dual In-line Package)。DIP 封装结构具有以下特点:

1. 适合 PCB 的穿孔安装;
2. 比 TO 型封装易于对 PCB 布线;
3. 操作方便。

DIP 封装结构形式有:多层陶瓷双列直插式 DIP,单层陶瓷双列直插式 DIP,引线框架式 DIP(含玻璃陶瓷封接式,塑料包封结构式,陶瓷低熔玻璃封装式)。

衡量一个芯片封装技术先进与否的重要指标是芯片面积与封装面积之比,这个比值越接近 1 越好。以采用 40 根 I/O 引脚塑料包封双列直插式封装(PDIP)的 CPU 为例,其芯片面积/封装面积= $3 \times 3 / 15.24 \times 50 = 1: 86$,离 1 相差很远。不难看出,

这种封装尺寸远比芯片大,说明封装效率很低,占去了很多有效安装面积。

Intel 公司这期间的 CPU 如 8086、80286 都采用 PDIP 封装。

二、芯片载体封装

80 年代出现了芯片载体封装,其中有陶瓷无引线芯片载体 LCCC(Leadless Ceramic Chip Carrier)、塑料有引线芯片载体 PLCC(Plastic Leaded Chip Carrier)、小尺寸封装 SOP(Small Outline Package)、塑料四边引出扁平封装 PQFP(Plastic Quad Flat Package)

以 0.5mm 焊区中心距,208 根 I/O 引脚的 QFP 封装的 CPU 为例,外形尺寸 $28 \times 28 \text{mm}$,芯片尺寸 $10 \times 10 \text{mm}$,则芯片面积/封装面积= $10 \times 10 / 28 \times 28 = 1: 7.8$,由此可见 QFP 比 DIP 的



封装尺寸大大减小。QFP 的特点是:

- 1.适合用 SMT 表面安装技术在 PCB 上安装布线;
- 2.封装外形尺寸小, 寄生参数减小, 适合高频应用;
- 3.操作方便;
- 4.可靠性高。

在这期间, Intel 公司的 CPU, 如 Intel 80386 就采用塑料四边引出扁平封装 PQFP。

三、BGA 封装

90 年代随着集成技术的进步、设备的改进和深亚微米技术的使用, LSI、VLSI、ULSI 相继出现, 硅单芯片集成度不断提高, 对集成电路封装要求更加严格, I/O 引脚数急剧增加, 功耗也随之增大。为满足发展的需要, 在原有封装品种基础上, 又增添了新的品种——球栅阵列封装, 简称 BGA(Ball Grid Array Package)。

BGA 一出现便成为 CPU、南北桥等 VLSI 芯片的高密度、高性能、多功能及高 I/O 引脚封装的最佳选择。其特点有:

- 1.I/O 引脚数虽然增多, 但引脚间距远大于 QFP, 从而提高了组装成品率;
- 2.虽然它的功耗增加, 但 BGA 能用可控塌陷芯片法焊接, 简称 C4 焊接, 从而可以改善它的电热性能:
- 3.厚度比 QFP 减少 $1/2$ 以上, 重量减轻 $3/4$ 以上;
- 4.寄生参数减小, 信号传输延迟小, 使用频率大大提高;
- 5.组装可用共面焊接, 可靠性高;
- 6.BGA 封装仍与 QFP、PGA 一样, 占用基板面积过大;

Intel 公司对这种集成度很高(单芯片里达 300 万只以上晶体管), 功耗很大的 CPU 芯片, 如 Pentium、Pentium Pro、Pentium II 采用陶瓷针栅阵列封装 CPGA 和陶瓷球栅阵列封装 CBGA, 并在外壳上安装微型排风扇散热, 从而达到电路的稳定可靠工作。

四、面向未来的新的封装技术

BGA 封装比 QFP 先进, 更比 PGA 好, 但它的芯片面积/封装面积的比值仍很低。

Tessera 公司在 BGA 基础上做了改进, 研制出另一种称为 μ BGA 的封装技术, 按 0.5mm 焊区中心距, 芯片面积/封装面积的比为 1:4, 比 BGA 前进了一大步。

1994 年 9 月日本三菱电气研究出一种芯片面积/封装面积=1:1.1 的封装结构, 其封装外形尺寸只比裸芯片大一点点。也就是说, 单个 IC 芯片有多大, 封装尺寸就有多大, 从而诞生了一种新的封装形式, 命名为芯片尺寸封装, 简称 CSP(Chip Size Package 或 Chip Scale Package)。

CSP 封装具有以下特点:

- 1.满足了 LSI 芯片引出脚不断增加的需要;
- 2.解决了 IC 裸芯片不能进行交流参数测试和老化筛选的问题;
- 3.封装面积缩小到 BGA 的 $1/4$ 至 $1/10$, 延迟时间缩小到极短。

曾有人想, 当单芯片一时还达不到多种芯片的集成度时, 能否将高集成度、高性能、高可靠的 CSP 芯片(用 LSI 或 IC)和专用集成电路芯片(ASIC)在高密度多层互联基板上用表面安装技术(SMT)组装成为多种多样电子组件、子系统或系统。

由这种想法产生出多芯片组件 MCM(Multi Chip Model)。它将对现代化的计算机、自动化、通讯业等领域产生重大影响。

MCM 的特点有:

- 1.封装延迟时间缩小, 易于实现组件高速化;
- 2.缩小整机/组件封装尺寸和重量, 一般体积减小 $1/4$, 重量减轻 $1/3$;



3. 可靠性大大提高。

随着 LSI 设计技术和工艺的进步及深亚微米技术和微细化缩小芯片尺寸等技术的使用，人们产生了将多个 LSI 芯片组装在一个精密多层布线的外壳内形成 MCM 产品的想法。进一步又产生另一种想法：把多种芯片的电路集成在一个大圆片上，从而又导致了封装由单个小芯片级转向晶圆片级(wafer level)封装的变革，由此引出系统级芯片 SOC(System On Chip)和电脑级芯片 PCOC(PC On Chip)。

随着 CPU 和其他 ULSI 电路的进步，集成电路的封装形式也将有相应的发展，而封装形式的进步又将反过来促成芯片技术向前发展。

PCB 设计基本概念

1、“层(Layer)”的概念

与字处理或其它许多软件中为实现图、文、色彩等的嵌套与合成而引入的“层”的概念有所不同，Protel 的“层”不是虚拟的，而是印刷板材料本身实实在在的各铜箔层。现今，由于 454 續____电子线路的元件密集安装。防干扰和布线等特殊要求，一些较新的电子产品中所用的印刷板不仅有上下两面供走线，在板的中间还设有能被特殊加工的夹层铜箔，例如，现在的计算机主板所用的印板材料多在 4 层以上。这些层因加工相对较难而大多用于设置走线较为简单的电源布线层（如软件中的 Ground Dever 和 Power Dever），并常用大面积填充的办法来布线（如软件中的 External P1a11e 和 Fill）。上下位置的表面层与中间各层需要连通的地方用软件中提到的所谓“过孔 (Via)”来沟通。有了以上解释，就不难理解“多层焊盘”和“布线层设置”的有关概念了。

举个简单的例子，不少人布线完成，到打印出来时才发现很多连线的终端都没有焊盘，其实这是自己添加器件库时忽略了“层”的概念，没把自己绘制封装的焊盘特性定义为“多层 (Mulii — Layer)的缘故。要提醒的是，一旦选定了所用印板的层数，务必关闭那些未被使用的层，免得惹事生非走弯路。

2、过孔(Via)

为连通各层之间的线路，在各层需要连通的导线的文汇处钻上一个公共孔，这就是过孔。工艺上在过孔的孔壁圆柱面上用化学沉积的方法镀上一层金属，用以连通中间各层需要连通的铜箔，而过孔的上下两面做成普通的焊盘形状，可直接与上下两面的线路相通，也可不连。一般而言，设计线路时对过孔的处理有以下原则：

(1) 尽量少用过孔，一旦选用了过孔，务必处理好它与周边各实体的间隙，特别是容易被忽视的中间各层与过孔不相连的线与过孔的间隙，如果是自动布线，可在“过孔数量最小化” (Via Minimiz8tion) 子菜单里选择“on”项来自动解决。

(2) 需要的载流量越大，所需的过孔尺寸越大，如电源层和地层与其它层联接所用的过孔就要大一些。

3、丝印层 (Overlay)

为方便电路的安装和维修等，在印刷板的上下两表面印刷上所需要的标志图案和文字代号等，例如元件标号和标称值、元件外廓形状和厂家标志、生产日期等等。不少初学者设计丝印层的有关内容时，只注意文字符号放置得整齐美观，忽略了实际制出的 PCB 效果。他们设计的印板上，字符不是被元件挡住就是侵入了助焊区域被抹除，还有的把元件标号打在相邻元件上，如此种种的设计都将会给装配和维修带来很大不便。正确的丝印层字符布置原则是：“不出歧义，见缝插针，美观大方”。

4、SMD 的特殊性

Protel 封装库内有大量 SMD 封装，即表面焊装器件。这类器件除体积小巧之外的最大特

点是单面分布元引脚孔。因此，选用这类器件要定义好器件所在面，以免“丢失引脚（Missing Pins）”。另外，这类元件的有关文字标注只能随元件所在面放置。

5、网格状填充区（External Plane）和填充区(Fill)正如两者的名字那样，网络状填充区是把大面积的铜箔处理成网状的，填充区仅是完整保留铜箔。初学者设计过程中在计算机上往往看不到二者的区别，实质上，只要你把图面放大后就一目了然了。正是由于平常不容易看出二者的区别，所以使用时更不注意对二者的区分，要强调的是，前者在电路特性上有较强的抑制高频干扰的作用，适用于需做大面积填充的地方，特别是把某些区域当做屏蔽区、分割区或大电流的电源线时尤为合适。后者多用于一般的线端部或转折区等需要小面积填充的地方。

6、焊盘(Pad)

焊盘是 PCB 设计中最常接触也是最重要的概念，但初学者却容易忽视它的选择和修正，在设计中千篇一律地使用圆形焊盘。选择元件的焊盘类型要综合考虑该元件的形状、大小、布置形式、振动和受热情况、受力方向等因素。Protel 在封装库中给出了一系列不同大小和形状的焊盘，如圆、方、八角、圆方和定位用焊盘等，但有时这还不够用，需要自己编辑。例如，对发热且受力较大、电流较大的焊盘，可自行设计成“泪滴状”，在大家熟悉的彩电 PCB 的行输出变压器引脚焊盘的设计中，不少厂家正是采用的这种形式。一般而言，自行编辑焊盘时除了以上所讲的以外，还要考虑以下

原则：

- (1) 形状上长短不一致时要考虑连线宽度与焊盘特定边长的大小差异不能过大；
- (2) 需要在元件引角之间走线时选用长短不对称的焊盘往往事半功倍；
- (3) 各元件焊盘孔的大小要按元件引脚粗细分别编辑确定，原则是孔的尺寸比引脚直径大 0.2-0.4 毫米。

7、各类膜 (Mask)

这些膜不仅是 PCB 制作工艺过程中必不可少的，而且更是元件焊装的必要条件。按“膜”所处的位置及其作用，“膜”可分为元件面（或焊接面）助焊膜（Top or Bottom 和元件面（或焊接面）阻焊膜（Top or Bottom Paste Mask）两类。顾名思义，助焊膜是涂于焊盘上，提高可焊性能的一层膜，也就是在绿色板子上比焊盘略大的各浅色圆斑。阻焊膜的情况正好相反，为了使制成的板子适应波峰焊等焊接形式，要求板子上非焊盘处的铜箔不能粘锡，因此在焊盘以外的各部位都要涂覆一层涂料，用于阻止这些部位上锡。可见，这两种膜是一种互补关系。由此讨论，就不难确定菜单中类似“solder Mask Enlargement”等项目的设置了。

8、飞线

自动布线时供观察用的类似橡皮筋的网络连线，在通过网络表调入元件并做了初步布局后，用“Show 命令就可以看到该布局下的网络连线的交叉状况，不断调整元件的位置使这种交叉最少，以获得最大的自动布线的布通率。这一步很重要，可以说是磨刀不误砍柴功，多花些时间，值！另外，自动布线结束，还有哪些网络尚未布通，也可通过该功能来查找。找出未布通网络之后，可用手工补偿，实在补偿不了就要用到“飞线”的第二层含义，就是在将来的印板上用导线连通这些网络。要交待的是，如果该电路板是大批量自动线生产，可将这种飞线视为 0 欧阻值、具有统一焊盘间距的电阻元件来进行设计。

硬件焊接技术

★重点

焊接是维修电子产品很重要的一个环节。电子产品的故障检测出来以后，紧接着的就是焊



接。

焊接电子产品常用的几种加热方式：烙铁，热空气，锡浆，红外线，激光等，很多大型的焊接设备都是采用其中的一种或几种的组合加热方式。

常用的焊接工具有：电烙铁，热风焊台，锡炉，BGA 焊机

焊接辅料：焊锡丝，松香，吸锡枪，焊膏，编织线等。

电烙铁主要用于焊接模拟电路的分立元件，如电阻、电容、电感、二极管、三极管、场效应管等，也可用于焊接尺寸较小的 QFP 封装的集成块，当然我们也可以用它来焊接 CPU 断针，还可以给 PCB 板补线，如果显卡或内存的金手指坏了，也可以用电烙铁修补。电烙铁的加热芯实际上是绕了很多圈的电阻丝，电阻的长度或它所选用的材料不同，功率也就不同，普通的维修电子产品的烙铁一般选用 20W-50W。有些高档烙铁作成了恒温烙铁，且温度可以调节，内部有自动温度控制电路，以保持温度恒定，这种烙铁的使用性能要更好些，但价格一般较贵，是普通烙铁的十几甚至几十倍。

纯净锡的熔点是 230 度，但我们维修用的焊锡往往含有一定比例的铅，导致它的熔点低于 230 度，最低的一般是 180 度。

新买的烙铁首先要上锡，上锡指的是让烙铁头粘上焊锡，这样才能使烙铁正常使用，如果烙铁用得时间太久，表面可能会因温度太高而氧化，氧化了的烙铁是不粘锡的，这样的烙铁也要经过上锡处理才能正常使用。

焊接：

拆除或焊接电阻、电容、电感、二极管、三极管、场效应管时，可以在元件的引脚上涂一些焊锡，这样可以更好地使热量传递过去，等元件的所有引脚都熔化时就可以取下来或焊上去了。焊时注意温度较高时，熔化后迅速抬起烙铁头，则焊点光滑，但如温度太高，则易损坏焊盘或元件。

补 PCB 布线

CB 板断线的情况时有发生，显示器、开关电源等的线较粗，断的线容易补上，至于主板、显卡、笔记本的线很细，线距也很小，要想补上就要麻烦一些。要想补这些断线，先要准备一个很窄的扁口刮刀，刮刀可以自己动手用小螺丝刀在磨刀石上磨，使得刮刀口的宽度与 PCB 板布线的宽度差不多。补线时先用刮刀把 PCB 板断线表面的绝缘漆刮掉，注意不要用力太大以免把线刮断，另外还要注意不要把相邻的 PCB 布线表面的绝缘漆刮掉，为的是避免焊锡粘到相邻的线上，表面处理好以后就要在上面均匀地涂上一层焊膏，然后用烙铁在刮掉漆的线上加热涂锡，然后找报废的鼠标，抽出里面的细铜丝，把单根铜丝涂上焊膏，再用烙铁涂上焊锡，然后用烙铁小心地把细铜丝焊在断线的两端。焊接完成后要用万用表检测焊接的可靠性，先要量线的两端确认线是否已经连上，然后还要检测一下补的线与相邻的线是否有粘连短路的现象。

塑料软线的修补

光驱激光头排线、打印机的打印头的连线经常也有断裂的现象，焊接的方式与 PCB 板补线差不多，需要注意的是因

普通塑料能耐受的温度很低，用烙铁焊接时温度要把握好，速度要尽量快些，尽量避免塑料被烫坏，另外，为防止受热变形，可用小的夹子把线夹住定位。

CPU 断针的焊接：

CPU 断针的情况很常见，370 结构的赛扬一代 CPU 和 P4 的 CPU 针的根部比较结实，断针



一般都是从中间折断，比较容易焊接，只要在针和焊盘相对应的地方涂上焊膏，上了焊锡后用烙铁加热就可以焊上了，对于位置特殊，不使用烙铁的情况可以用热风焊台加热。

赛扬二代的 CPU 的针受外力太大时往往连根拔起，且拔起以后的下面的焊盘很小，直接焊接成功率很低且焊好以后，针也不易固定，很容易又会被碰掉下来，对于这种情况一般有如下几种处理方式：第一种方式：用鼠标里剥出来的细铜丝一端的其中一根与 CPU 的焊盘焊在一起，然后用 502 胶水把线粘到 CPU 上，另一端与主板 CPU 座上相对应的焊盘焊

在一起，从电气连接关系上说，与接插在主板上没有什么两样，唯一的缺点是取下 CPU 不方便。第二种方式：在 CPU 断针处的焊盘上置一个锡球（锡球可以用 BGA 焊接用的锡球，当然也可以自己动手作），然后自己动手作一个稍长一点的针（，插入断针对应的 CPU 座内，上面固定一小块固化后的导电胶（导电胶有一定的弹性），然后再把 CPU 插入 CPU 座内，压紧锁死，这样处理后的 CPU 可能就可以正常工作了。

显卡、内存条等金手指的焊接：

显卡或内存如果多次反复从主板上拔下来或插上去，可能会导致金手指脱落，供电或接地的引脚也常会因电流太大导致金手指烧坏，为使它们能够正常使用，就要把金手指修补好，金手指的修补较简单，可以从别的报废的卡上用壁纸刀刮下同样的金手指，表面处理干净后，用 502 胶水小心地把它对齐粘在损坏的卡上，胶水凝固以后，再用壁纸刀把新粘上去的金手指的上端的氧化物刮掉，涂上焊膏，再用细铜丝将它与断线连起来即可。

集成块的焊接：

在没有热风焊台的情况下，也可考虑用烙铁配合焊锡来拆除或焊接集成块，它的方法是用烙铁在芯片的各个引脚都堆满焊锡，然后用烙铁循环把焊锡加热，直到所有的引脚焊锡都同时熔化，就可以把芯片取下来了。把芯片从电路板上取下来，可以考虑用细铜丝从芯片的引脚下穿过，然后从上面用手提起。

热风焊台

热风焊台是通过热空气加热焊锡来实现焊接功能的，黑盒子里面是一个气泵，性能好的气泵噪声较小，气泵的作用是不间断地吹出空气，气流顺着橡皮管流向前面的手柄，手柄里面是焊台的加热芯，通电后会发热，里面的气流顺着风嘴出来时就会把热量带出来。

每个焊台都会配有多个风嘴，不同的风嘴配合不同的芯片来使用，事实上，现在大多数的技术人员只用其中的一个或两个风嘴就可以完成大多数的焊接工作了，也就是这种圆孔的用得最多。根据我们的使用情况，热风焊台一般选用 850 型号的，它的最大功耗一般是 450W，前面有两个旋钮，其中的一个是负责调节风速的，另一个是调节温度的。使用之前必须除去机身底部的泵螺丝，否则会引起严重问题。使用后，要记得冷却机身，关电后，发热管会自动短暂喷出凉气，在这个冷却的时段，请不要拔去电源插头。否则会影响发热芯的使用寿命。注意，工作时 850 的风嘴及它喷出的热空气温度很高，能够把人烫伤，切勿触摸，替换风嘴时要等它的温度降下来后才可操作。

下面讲述 QFP 芯片的更换

首先把电源打开，调节气流和温控旋钮，使温度保持在 250-350 度之间，将起拔器置于集成电路块之下，让喷嘴对准所要熔化的芯片的引脚加热，待所有的引脚都熔化时，就可以抬起拔器，把芯片取下来。取下芯片后，可以涂适量焊膏在电路板的焊盘上，用风嘴加热使焊盘尽量平齐，然后再在焊盘上涂适量焊膏，将要更换的芯片对齐固定在电路板上，再用风嘴向引脚均匀地吹出热气，等所有的引脚都熔化后，焊接就完成了。最后，要注意检查一下



焊接元件是否不短路虚焊的情况。

BGA 芯片焊接：

要用到 **BAG** 芯片贴装机，不同的机器的使用方法有所不同，附带的说明书有详细的描述。

插槽（座）的更换：

插槽（座）的尺寸较大，在生产线上一般用波峰焊来焊接，波峰焊机可以使焊锡熔化成为锡浆并使锡浆形成波浪，波浪的顶峰与 PCB 板的下表面接触，使得插槽（座）与焊盘焊在一起，对于小批量的生产或维修，往往用锡炉来更换插槽（座），锡炉的原理与波峰焊差不多，都是用锡浆来拆除或焊接插槽，只要让焊接面与插槽（座）吻合即可。

贴片式元器件的拆卸、焊接技巧

贴片式元器件的拆卸、焊接宜选用 200~280℃调温式尖头烙铁。贴片式电阻器、电容器的基片大多采用陶瓷材料制作，这种材料受碰撞易破裂，因此在拆卸、焊接时应掌握控温、预热、轻触等技巧。控温是指焊接温度应控制在 200~250℃左右。预热指将待焊接的元件先放在 100℃左右的环境里预热 1~2 分钟，防止元件突然受热膨胀损坏。轻触是指操作时烙铁头应先对印制板的焊点或导带加热，尽量不要碰到元件。另外还要控制每次焊接时间在 3 秒钟左右，焊接完毕后让电路板在常温下自然冷却。以上方法和技巧同样适用于贴片式晶体二、三极管的焊接。

贴片式集成电路的引脚数量多、间距窄、硬度小，如果焊接温度不当，极易造成引脚焊锡短路、虚焊或印制线路铜箔脱离印制板等故障。拆卸贴片式集成电路时，可将调温烙铁温度调至 260℃左右，用烙铁头配合吸锡器将集成电路引脚焊锡全部吸除后，用尖嘴镊子轻轻插入集成电路底部，一边用烙铁加热，一边用镊子逐个轻轻提起集成电路引脚，使集成电路引脚逐渐与印制板脱离。用镊子提起集成电路时一定要随烙铁加热的部位同步进行，防止操之过急将线路板损坏。

换入新集成电路前要将原集成电路留下的焊锡全部清除，保证焊盘的平整清洁。然后将待焊集成电路引脚用细砂纸打磨清洁，均匀搪锡，再将待焊集成电路脚位对准印制板相应焊点，焊接时用手轻压在集成电路表面，防止集成电路移动，另一只手操作电烙铁蘸适量焊锡将集成电路四角的引脚与线路板焊接固定后，再次检查确认集成电路型号与方向，

正确后正式焊接，将烙铁温度调节在 250℃左右，一只手持烙铁给集成电路引脚加热，另一只手将焊锡丝送往加热引脚焊接，直至全部引脚加热焊接完毕，最后仔细检查和排除引脚短路和虚焊，待焊点自然冷却后，用毛刷蘸无水酒精再次清洁线路板和焊点，防止遗留焊渣。

检修模块电路板故障前，宜先用毛刷蘸无水酒精清理印制板，清除板上灰尘、焊渣等杂物，并观察原电路板是否存在虚焊或焊渣短路等现象，以及早发现故障点，节省检修时间。

BGA 焊球重置工艺

★了解

1、引言

BGA 作为一种大容量封装的 SMD 促进了 SMT 的发展，生产商和制造商都认识到：在大容量引脚封装上 BGA 有着极强的生命力和竞争力，然而 BGA 单个器件价格不菲，对于预研产品往往存在多次试验的现象，往往需要把 BGA 从基板上取下并希望重新利用该器件。由于 BGA 取下后它的焊球就被破坏了，不能直接再焊在基板上，必须重新置球，如何对焊球进



行再生的技术难题就摆在我们工艺技术人员的面前。在 Indium 公司可以购买到 BGA 专用焊球,但是对 BGA 每个焊球逐个进行修复的工艺显然不可取,本文介绍一种 SolderQuick 的预成型坏对 BGA 进行焊球再生的工艺技术。

2、设备、工具及材料

预成型坏\ 夹具\ 助焊剂\ 去离子水\ 清洗盘\ 清洗刷\ 6 英寸平镊子\ 耐酸刷子\ 回流焊炉和热风系统\ 显微镜\ 指套(部分工具视具体情况可选用)

3、工艺流程及注意事项

3.1 准备

确认 BGA 的夹具是清洁的。把再流焊炉加热至温度曲线所需温度。

3.2 工艺步骤及注意事项

3.2.1 把预成型坏放入夹具

把预成型坏放入夹具中, 标有 SolderQuick 的面朝下面对夹具。保证预成型坏与夹具是松配合。如果预成型坏需要弯曲才能装入夹具, 则不能进入后道工序的操作。预成型坏不能放入夹具主要是由于夹具上有脏东西或对柔性夹具调整不当造成的。

3.2.2 在返修 BGA 上涂适量助焊剂用装有助焊剂的注射针筒在需返修的 BGA 焊接面涂少许助焊剂。注意: 确认在涂助焊剂以前 BGA 焊接面是清洁的。

3.2.3 把助焊剂涂均匀,用耐酸刷子把助焊剂均匀地刷在 BGA 封装的整个焊接面, 保证每个焊盘都盖有一层薄薄的助焊剂。确保每个焊盘都有焊剂。薄的助焊剂的焊接效果比厚的好。

3.2.4 把需返修的 BGA 放入夹具中,把需返修的 BGA 放入夹具中,涂有助焊剂的一面对着预成型坏。

3.2.5 放平 BAG,轻轻地压一下 BGA,使预成型坏和 BGA 进入夹具中定位,确认 BGA 平放在预成型坏上。

3.2.6 回流焊把夹具放入热风对流炉或热风再流站中并开始回流加热过程。所有使用的再流站曲线必须设为已开发出来的 BGA 焊球再生工艺专用的曲线。

3.2.7 冷却:用镊子把夹具从炉子或再流站中取出并放在导热盘上,冷却 2 分钟。

3.2.8 取出:当 BGA 冷却以后,把它从夹具中取出把它的焊球面朝上放在清洗盘中。

3.2.9 浸泡:用去离子水浸泡 BGA,过 30 秒钟,直到纸载体浸透后再进行下一步操作。

3.2.10 剥掉焊球载体:用专用的镊子把焊球从 BGA 上去掉。剥离的方法最好是从一个角开始剥离。剥离下来的纸应是完整的。如果在剥离过程中纸撕烂了则立即停下,再加一些去离子水,等 15 至 30 秒钟再继续。

3.2.11 去除 BGA 上的纸屑,在剥掉载体后,偶尔会留下少量的纸屑,用镊子把纸屑夹走。当用镊子夹纸屑时,镊子在焊球之间要轻轻地移动。小心:镊子的头部很尖锐,如果你不小心就会把易碎的阻焊膜刮坏。

3.2.12 清洗

把纸载体去掉后立即把 BGA 放在去离子水中清洗。用大量的去离子水冲洗并刷子用功刷 BGA。

小心:用刷子刷洗时要支撑住 BGA 以避免机械应力。

注意:为获得最好的清洗效果,沿一个方向刷洗,然后转 90 度,再沿一个方向刷洗,再转 90 度,沿相同方向刷洗,直到转 360 度。

3.2.13 漂洗:在去离子水中漂洗 BGA,这会去掉残留的少量的助焊剂和在前面清洗步骤中残留的纸屑。然后风干,不能用干的纸巾把它擦干。

3.2.14 检查封装:用显微镜检查封装是否有污染,焊球未置上以及助焊剂残留。如需要进行清洗则重复 3.2.11-3.2.13。



注意：由于此工艺使用的助焊剂不是免清洗助焊剂，所以仔细清洗防止腐蚀和防止长期可靠性失效是必需的。

确定封装是否清洗干净的最好的方法是用电离图或设备对离子污染进行测试。所有的工艺的测试结果要符合污染低于 $0.75\text{mg NaCl}/\text{cm}^2$ 的标准。另，3.2.9-3.2.13 的清洗步骤可以用水槽清洗或喷淋清洗工艺代替。

4、结论

由于 BGA 上器件十分昂贵，所以 BGA 的返修变得十分必要，其中关键的焊球再生是一个技术难点。本工艺实用、可靠，仅需购买预成型坏和夹具即可进行 BGA 的焊再生，该工艺解决了 BGA 返修中的关键技术难题

焊锡膏使用常见问题分析

★重点

焊膏的回流焊接是用在 SMT 装配工艺中的主要板级互连方法，这种焊接方法把所需要的焊接特性极好地结合在一起，这些特性包括易于加工、对各种 SMT 设计有广泛的兼容性，具有高的焊接可靠性以及成本低等；然而，在回流焊接被用作为最重要的 SMT 元件级和板级互连方法的时候，它也受到要求进一步改进焊接性能的挑战，事实上，回流焊接技术能否经受住这一挑战将决定焊膏能否继续作为首要的 SMT 焊接材料，尤其是在超细微间距技术不断取得进展的情况之下。下面我们将探讨影响改进回流焊接性能的几个主要问题，为激发工业界研究出解决这一课题的新方法，我们分别对每个问题简要介绍。

底面元件的固定

双面回流焊接已采用多年，在此，先对第一面进行印刷布线，安装元件和软熔，然后翻过来对电路板的另一面进行加工处理，为了更加节省起见，某些工艺省去了对第一面的软熔，而是同时软熔顶面和底面，典型的例子是电路板底面上仅装有小的元件，如芯片电容器和芯片电阻器，由于印刷电路板（PCB）的设计越来越复杂，装在底面上的元件也越来越大，结果软熔时元件脱落成为一个重要的问题。显然，元件脱落现象是由于软熔时熔化了了的焊料对元件的垂直固定力不足，而垂直固定力不足可归因于元件重量增加，元件的可焊性差，焊剂的润湿性或焊料量不足等。其中，第一个因素是最根本的原因。如果在对后面的三个因素加以改进后仍有元件脱落现象存在，就必须使用 SMT 粘结剂。显然，使用粘结剂将会使软熔时元件自对准的效果变差。

未焊满

未焊满是在相邻的引线之间形成焊桥。通常，所有能引起焊膏坍塌的因素都会导致未焊满，这些因素包括：

- 1，升温速度太快；
- 2，焊膏的触变性能太差或是焊膏的粘度在剪切后恢复太慢；
- 3，金属负荷或固体含量太低；
- 4，粉料粒度分布太广；

5；焊剂表面张力太小。但是，坍塌并非必然引起未焊满，在软熔时，熔化了了的未焊满焊料在表面张力的推动下有可能有断开的可能，焊料流失现象将使未焊满问题变得更加严重。在此情况下，由于焊料流失而聚集在某一区域的过量的焊料将会使熔融焊料变得过多而不易断开。除了引起焊膏坍塌的因素而外，下面的因素也引起未焊满的常见原因：



- 1, 相对于焊点之间的空间而言, 焊膏熔敷太多;
- 2, 加热温度过高;
- 3, 焊膏受热速度比电路板更快;
- 4, 焊剂润湿速度太快;
- 5, 焊剂蒸气压太低;
- 6, 焊剂的溶剂成分太高;
- 7, 焊剂树脂软化点太低。

断续润湿

焊料膜的断续润湿是指有水出现在光滑的表面上(1.4.5.), 这是由于焊料能粘附在大多数的固体金属表面上, 并且在熔化了了的焊料覆盖层下隐藏着某些未被润湿的点, 因此, 在最初用熔化的焊料来覆盖表面时, 会有断续润湿现象出现。亚稳态的熔融焊料覆盖层在最小表面能驱动力的作用下会发生收缩, 不一会儿之后就聚集成分离的小球和脊状秃起物。断续润湿也能由部件与熔化的焊料相接触时放出的气体而引起。由于有机物的热分解或无机物的水合作用而释放的水分都会产生气体。水蒸气是这些有关气体的最常见的成份, 在焊接温度下, 水蒸气具极强的氧化作用, 能够氧化熔融焊料膜的表面或某些表面下的界面(典型的例子是在熔融焊料交界上的金属氧化物表面)。常见的情况是较高的焊接温度和较长的停留时间会导致更为严重的断续润湿现象, 尤其是在基体金属之中, 反应速度的增加会导致更加猛烈的气体释放。

与此同时, 较长的停留时间也会延长气体释放的时间。以上两方面都会增加释放出的气体量, 消除断续润湿现象的方法是:

- 1, 降低焊接温度;
- 2, 缩短软熔的停留时间;
- 3, 采用流动的惰性气氛;
- 4, 降低污染程度。

低残留物

对不用清理的软熔工艺而言, 为了获得装饰上或功能上的效果, 常常要求低残留物, 对功能要求方面的例子包括“通过在电路中测试的焊剂残留物来探查测试堆焊层以及在插入接头与堆焊层之间或在插入接头与软熔焊接点附近的通孔之间实行电接触”, 较多的焊剂残渣常会导致在要实行电接触的金属表层上有过多的残留物覆盖, 这会妨碍电连接的建立, 在电路密度日益增加的情况下, 这个问题越发受到人们的关注。

显然, 不用清理的低残留物焊膏是满足这个要求的一个理想的解决办法。然而, 与此相关的软熔必要条件却使这个问题变得更加复杂化了。为了预测在不同级别的惰性软熔气氛中低残留物焊膏的焊接性能, 提出一个半经验的模型, 这个模型预示, 随着氧含量的降低, 焊接性能会迅速地改进, 然后逐渐趋于平稳, 实验结果表明, 随着氧浓度的降低, 焊接强度和焊膏的润湿能力会有所增加, 此外, 焊接强度也随焊剂中固体含量的增加而增加。实验数据所提出的模型是可比较的, 并强有力地证明了模型是有效的, 能够用以预测焊膏与材料的焊接性能, 因此, 可以断言, 为了在焊接工艺中成功地采用不用清理的低残留物焊料, 应当使用惰性的软熔气氛。

间隙

间隙是指在元件引线与电路板焊点之间没有形成焊接点。一般来说, 这可归因于以下四方



面的原因:

- 1, 焊料熔敷不足;
- 2, 引线共面性差;
- 3, 润湿不够;

4, 焊料损耗这是由预镀锡的印刷电路板上焊膏坍塌, 引线的芯吸作用(2.3.4)或焊点附近的通孔引起的, 引线共面性问题是新的重量较轻的 12 密耳 (μm) 间距的四芯线扁平集成电路(QFP 棗 Quad flatpacks)的一个特别令人关注的问题, 为了解决这个问题, 提出了在装配之前用焊料来预涂覆焊点的方法(9), 此法是扩大局部焊点的尺寸并沿着鼓起的焊料预覆盖区形成一个可控制的局部焊接区, 并由此来抵偿引线共面性的变化和防止间隙, 引线的芯吸作用可以通过减慢加热速度以及让底面比顶面受热更多来加以解决, 此外, 使用润湿速度较慢的焊剂, 较高的活化温度或能延缓熔化的焊膏(如混有锡粉和铅粉的焊膏)也能最大限度地减少芯吸作用. 在用锡铅覆盖层光整电路板之前, 用焊料掩膜来覆盖连接路径也能防止由附近的通孔引起的芯吸作用。

焊料成球

焊料成球是最常见的也是最棘手的问题, 这指软熔工序中焊料在离主焊料熔池不远的地方凝固成大小不等的球粒; 大多数的情况下, 这些球粒是由焊膏中的焊料粉组成的, 焊料成球使人们担心会有电路短路、漏电和焊接点上焊料不足等问题发生, 随着细微间距技术和不用清理的焊接方法的进展, 人们越来越迫切地要求使用无焊料成球现象的 SMT 工艺。

引起焊料成球(1,2,4,10)的原因包括:

- 1, 由于电路印制工艺不当而造成的油渍;
- 2, 焊膏过多地暴露在具有氧化作用的环境中;
- 3, 焊膏过多地暴露在潮湿环境中;
- 4, 不适当的加热方法;
- 5, 加热速度太快;
- 6, 预热断面太长;
- 7, 焊料掩膜和焊膏间的相互作用;
- 8, 焊剂活性不够;
- 9, 焊粉氧化物或污染过多;
- 10, 尘粒太多;
- 11, 在特定的软熔处理中, 焊剂里混入了不适当的挥发物;
- 12, 由于焊膏配方不当而引起的焊料坍塌;
- 13, 焊膏使用前没有充分恢复至室温就打开包装使用;
- 14, 印刷厚度过厚导致“塌落”形成锡球;
- 15, 焊膏中金属含量偏低。

焊料结珠

焊料结珠是在使用焊膏和 SMT 工艺时焊料成球的一个特殊现象., 简单地说, 焊珠是指那些非常大的焊球, 其上粘带有(或没有)细小的焊料球(11). 它们形成在具有极低的托脚的元件如芯片电容器的周围. 焊料结珠是由焊剂排气而引起, 在预热阶段这种排气作用超过了焊膏的内聚力, 排气促进了焊膏在低间隙元件下形成孤立的团粒, 在软熔时, 熔化了了的孤立焊膏再次从元件下冒出来, 并聚结起。

焊接结珠的原因包括:



- 1,印刷电路的厚度太高;
- 2,焊点和元件重叠太多;
- 3,在元件下涂了过多的锡膏;
- 4,安置元件的压力太大;
- 5,预热时温度上升速度太快;
- 6,预热温度太高;
- 7,在湿气从元件和阻焊料中释放出来;
- 8,焊剂的活性太高;
- 9,所用的粉料太细;
- 10,金属负荷太低;
- 11,焊膏坍塌太多;
- 12,焊粉氧化物太多;
- 13,溶剂蒸气压不足。

消除焊料结珠的最简易的方法也许是改变模版孔隙形状,以使在低托脚元件和焊点之间夹有较少的焊膏。

焊接角焊接抬起

焊接角缝抬起指在波峰焊接后引线和焊接角焊缝从具有细微电路间距的四芯线组扁平集成电路(QFP)的焊点上完全抬起来,特别是在元件棱角附近的地方,一个可能的原因是在波峰焊前抽样检测时加在引线上的机械应力,或者是在处理电路板时所受到的机械损坏(12),在波峰焊前抽样检测时,用一个镊子划过 QFP 元件的引线,以确定是否所有的引线在软溶烘烤时都焊上了;其结果是产生了没有对准的焊趾,这可在从上向下观察看到,如果板的下面加热在焊接区/角焊缝的界面上引起了部分二次软熔,那么,从电路板抬起引线和角焊缝能够减轻内在的应力,防止这个问题的一个办法是在波峰焊之后(而不是在波峰焊之前)进行抽样检查。

竖碑 (Tombstoning)

竖碑 (Tombstoning) 是指无引线元件(如片式电容器或电阻)的一端离开了衬底,甚至整个元件都支在它的一端上。Tombstoning 也称为 Manhattan 效应、Drawbridging 效应或 Stonehenge 效应,它是由软熔元件两端不均匀润湿而引起的;因此,熔融焊料的不够均衡的越来越敏感。此种状况形成的原因:

- 1、加热不均匀;
- 2、元件问题:外形差异、重量太轻、可焊性差异;
- 3、基板材料导热性差,基板的厚度均匀性差;
- 4、焊盘的热容量差异较大,焊盘的可焊性差异较大;
- 5、锡膏中助焊剂的均匀性差或活性差,两个焊盘上的锡膏厚度差异较大,锡膏太厚,印刷精度差,错位严重;
- 6、预热温度太低;
- 7、贴装精度差,元件偏移严重。

all Grid Array (BGA)成球不良

BGA 成球常遇到诸如未焊满,焊球不对准,焊球漏失以及焊料量不足等缺陷,这通常是由于软熔时对球体的固定力不足或自定力不足而引起。固定力不足可能是由低粘稠,高阻挡厚度或高放气速度造成的;而自定力不足一般由焊剂活性较弱或焊料量过低而引起。



BGA 成球作用可通过单独使用焊膏或者将焊料球与焊膏以及焊料球与焊剂一起使用来实现;正确的可行方法是将整体预成形与焊剂或焊膏一起使用。最通用的方法看来是将焊料球与焊膏一起使用,利用锡 62 或锡 63 球焊的成球工艺产生了极好的效果。在使用焊剂来进行锡 62 或锡 63 球焊的情况下,缺陷率随着焊剂粘度,溶剂的挥发性和间距尺寸的下降而增加,同时也随着焊剂的熔敷厚度,焊剂的活性以及焊点直径的增加而增加,在用焊膏来进行高温熔化的球焊系统中,没有观察到有焊球漏失现象出现,并且其对准精确度随焊膏熔敷厚度与溶剂挥发性,焊剂的活性,焊点的尺寸与可焊性以及金属负载的增加而增加,在使用锡 63 焊膏时,焊膏的粘度,间距与软熔截面对高熔化温度下的成球率几乎没有影响。在要求采用常规的印刷聚释放工艺的情况下,易于释放的焊膏对焊膏的单独成球是至关重要的。整体预成形的

成球工艺也是很的发展的前途的。减少焊料链接的厚度与宽度对提高成球的成功率也是相当重要的。

形成孔隙

形成孔隙通常是一个与焊接接头的相关的问题。尤其是应用 SMT 技术来软熔焊膏的时候,在采用无引线陶瓷芯片的情况下,绝大部分的大孔隙(>0.0005 英寸/0.01 毫米)是处于 LCCC 焊点和印刷电路板焊点之间,与此同时,在 LCCC 城堡状物附近的角焊缝中,仅有很少量的小孔隙,孔隙的存在会影响焊接接头的机械性能,并会损害接头的强度,延展性和疲劳寿命,这是因为孔隙的生长会聚结成可延伸的裂纹并导致疲劳,孔隙也会使焊料的应力和应变增加,这也是引起损坏的原因。此外,焊料在凝固时会发生收缩,焊接电镀通孔时的分层排气以及夹带焊剂等也是造成孔隙的原因。

在焊接过程中,形成孔隙的机制是比较复杂的,一般而言,孔隙是由软熔时夹层状结构中的焊料中夹带的焊剂排气而造成的(2,13)孔隙的形成主要由金属化区的可焊性决定,并随着焊剂活性的降低,粉末的金属负荷的增加以及引线接头下的覆盖区的增加而变化,减少焊料颗粒的尺寸仅能稍许增加孔隙。此外,孔隙的形成也与焊料粉的聚结和消除固定金属氧化物之间的时间分配有关。焊膏聚结越早,形成的孔隙也越多。通常,大孔隙的比例随总孔隙量的增加而增加。与总孔隙量的分析结果所示的情况相比,那些有启发性的引起孔隙形成因素将对焊接接头的可靠性产生更大的影响,控制孔隙形成的方法包括:

- 1,改进元件/衬底的可焊性;
- 2,采用具有较高助焊活性的焊剂;
- 3,减少焊料粉状氧化物;
- 4,采用惰性加热气氛。

5,减缓软熔前的预热过程。与上述情况相比,在 BGA 装配中孔隙的形成遵照一个略有不同的模式(14)。一般说来,在采用锡 63 焊料块的 BGA 装配中孔隙主要是在板级装配阶段生成的。在预镀锡的印刷电路板上,BGA 接头的孔隙量随溶剂的挥发性,金属成分和软熔温度的升高而增加,同时也随粉粒尺寸的减少而增加;这可由决定焊剂排出速度的粘度来加以解释。按照这个模型,在软熔温度下有较高粘度的助焊剂介质会妨碍焊剂从熔融焊料中排出,因此,增加夹带焊剂的数量会增大放气的可能性,从而导致在 BGA 装配中有较大的孔隙度。在不考虑固定的金属化区的可焊性的情况下,焊剂的活性和软熔气氛对孔隙生成的影响似乎可以忽略不计。大孔隙的比例会随总孔隙量的增加而增加,这就表明,与总孔隙量分析结果所示的情况相比,在 BGA 中引起孔隙生成的因素对焊接接头的可靠性有更大的影响,这一点与在 SMT 工艺中空隙生成情况相似。



总结

焊膏的回流焊接是 SMT 装配工艺中的主要的板极互连方法，影响回流焊接的主要问题包括：底面元件的固定、未焊满、断续润湿、低残留物、间隙、焊料成球、焊料结珠、焊接角焊缝抬起、TombstoningBGA 成球不良、形成孔隙等,问题还不仅限于此,在本文中未提及的问题还有浸析作用,金属间化合物,不润湿,歪扭,无铅焊接等.只有解决了这些问题,回流焊接作为一个重要的 SMT 装配方法,才能在超细微间距的时代继续成功地保留下去。