

模块六

表面组装技术返修工艺

课题1 返修工艺

任务 返修工艺概述

【学习目标】

1. 掌握表面组装技术再流焊返修工艺要点。
2. 掌握表面组装技术返修工艺步骤。

工作任务

表面组装自动化和组装制造工艺一直在为满足高的一次组装通过率要求而努力。但是 100% 的成品率仍然是一个可望而不可即的目标，不管工艺有多完美，总是存在一些组装制造中无法控制的因素而生产出不良品。如果 PCB 板组装过程中出现焊接不良现象，要学习掌握其返修过程，用返修来弥补产品组装过程中出现的一些问题。

实践操作

SMT 的返修，通常是为了去除失效功能、损坏引线或排列错误的元器件，重新更换新的元器件，或者说就是使不合格的电路组件恢复成与特定要求相一致的合格的电路组件。

一、返修步骤

就整个 SMT 组件的返修过程而言，可以将其分为拆焊、元器件整形、PCB 焊盘清理、贴放元器件、焊接及清洗 6 个步骤。

1. 拆焊

拆焊就是将返修器件从已固定好的 SMT 组件的 PCB 上取下，其最基本的原则就是不损坏或损

伤被拆元器件本身、周围元器件和 PCB 焊盘。加热控制是拆焊过程中的一个关键因素，焊料必须完全熔化，以免在取走元器件时损伤焊盘。

2. 元器件整形

在对被返修元器件进行拆焊之后，要想继续使用已拆下的元器件，必须对元器件进行整形。一般情况下，拆下元器件的引脚或焊球都会有不同程度的损伤，如细间距封装元器件的引脚变形、BGA 的焊球脱落等情形。引脚变形的整理过程只能通过手工进行，除去除引脚上过量的焊锡外，还要使引脚间距保持与焊盘分布尺寸基本一致并不得弯折、相碰，同时要尽可能地保持较好的平整度。

球栅阵列封装取下之后须要进行锡球重整，该过程通常又称植球。其重整过程可分为 4 个步骤：一是清理 BGA 上的焊盘及 PCB 焊盘表面的残余焊球或焊锡等物质；二是将配好的助焊剂均匀地涂敷到焊盘上；三是将已准备的与元器件焊球直径相对应的焊球颗粒手工移植到对应的焊盘上，通常借助专用的焊球模板；四是根据焊球、助焊剂温度要求将已完成植球的 BGA 置于合适的温度氛围中并焊好，以使焊球与焊盘紧密可靠地连接。

3. PCB 焊盘清理

PCB 焊盘清理包括焊盘清洗和整平等工作，焊盘整平通常指已拆下器件的 PCB 焊盘表面整平。焊盘清理通常是利用焊锡清扫工具、扁头电烙铁，辅以铜质吸锡带，将残留于焊盘之上的焊锡去除，再以无水酒精或许可使用的溶剂擦拭去除细微物质和残余助焊剂成分。清理操作时，必须小心地保持吸锡带在电烙铁嘴与焊盘之间，避免电烙铁嘴与元器件基板直接接触而损伤焊盘。

4. 贴放元器件

贴放的作用是将表面贴装元器件准确安装到 PCB 的固定位置上。检查已印好焊膏的返修 PCB；利用返修工作站的元器件贴放装置，选择适当的真空吸嘴，固定好要进行贴放的返修 PCB；利用真空吸嘴吸附被贴装元器件，通过返修系统附带的视觉对位系统，将 PCB 与贴放臂进行预定位，确定元器件极性 or 标志引脚位置；完成预定位后，手工操作贴放臂平稳下移，使得器件各引脚或焊球直接紧密接触已涂敷焊膏的焊盘，放下被贴元器件，完成元器件的贴放过程。

5. 焊接

焊接的作用是将焊膏熔化，使表面贴装元器件与 PCB 牢固钎焊在一起以达到设计所要求的电气性能并完全按照国际标准曲线精密控制，可有效地防止 PCB 和元器件的热损坏与变形。返修的焊接过程基本可以归类为手工焊接及再流焊接过程，需要根据元器件及 PCB 布局特征、使用的焊接材料特性等进行周密考虑。手工焊接较为简单，主要用于小型元器件的返修焊接。

返修再流焊的整个过程有以下几个工艺要点：

(1) 返修再流焊的曲线应当与原始焊接曲线接近，热风再流焊曲线可分成 4 个区域：预热区、浸温区、回流区和冷却区。4 个区域的温度、时间参数可以分别设定，通过与计算机连接，可以将这些程序存储，以随时调用。

(2) 在再流焊过程中要正确选择各区域的加热温度和时间，同时应注意升温速度。一般在 100℃之前，最大升温速度不超过 6℃/s；100℃之后最大升温速度不超过 3℃/s；在冷却区，最大冷却速度不超过 6℃/s。因为过高的升温速度和降温速度都可能损坏 PCB 与返修元器件，这种损

坏有时是肉眼观察不到的。对不同的元器件、不同的焊膏，应选择不同的加热温度和时间。例如，CBGA 芯片的回流温度应高于 PBGA 的回流温度，90% Pb、10% Sn 焊膏应较 37% Pb、63% Sn 焊膏选用更高的回流温度。对于免洗焊膏，其活性低于非免洗焊膏，因此焊接温度不宜过高，焊接时间不宜过长，以防止焊锡颗粒的氧化。

(3) 在热风再流焊时，PCB 的底部必须能够加热。加热有两个目的：一是避免由于 PCB 单面受热而产生翘曲和变形，二是使焊膏熔化时间缩短。对于大尺寸板返修 BGA，底部加热尤为重要。通常返修设备的底部加热方式有两种：热风加热和红外加热。热风加热的优点是加热均匀，一般返修工艺建议采用这种加热方式；而红外加热的缺点是 PCB 受热不均匀。

(4) 选择好的热风回流喷嘴。热风回流喷嘴属于非接触式加热，加热时依靠高温空气流使 BGA 芯片上各焊点的焊锡同时熔化。

6. 清洗

清洗的作用是将贴装好的 PCB 上面的影响电性能的物质或焊接残留物，如助焊剂等除去，若使用免清洗焊料一般可以不用清洗。对于要求低功耗产品或高频特性好的产品应进行清洗，一般产品可以免清洗。

返修后的清洗一般为局部清洗，有两种方法：一是直接使用与焊接材料、助焊剂相匹配的溶剂清洗，清洗后可能仍然会有不清晰的印迹；二是采用清洗液兑水清洗，该过程由于水成分的存在，往往在随后要进行烘干处理，但洁净度较好，能够满足相关工艺标准的要求。

二、返修技术

SMT 返修的原则是不能使电路板、元器件过热，否则极易造成电路板的电镀通孔、元器件和焊盘的损伤。常见的返修技术主要有 3 种：接触焊接、热风焊接、红外焊接。

1. 接触焊接

接触焊接是在加热烙铁头或烙铁环直接接触焊接点时完成的。其中，焊接头用来加热单个焊接点，而焊接环用来同时加热多个焊接点，主要用于多引脚的拆除。接触焊接成本较低，用胶预固定的元件可以很容易地用焊接环取下，但是必须直接接触焊接点和引脚才能得到相应的加热效率，没

有焊接温度限制的烙铁头或焊接环容易受温度冲击，可能损伤元件。电烙铁如图 6-1 所示。

接触焊接返修系统有多种规格，按照温度控制特性，可以分为恒温系统、限制温度系统和可控温度系统 3 类。其中，恒温系统能够提供连续、恒定的热量输出，对于 SMT 组件的焊接和返修应用，温度一般控制在 350 ℃ 左右；限制温度系统保持温度在一个最佳范围内，



图 6-1 电烙铁

不能连续地传送热量，可以防止过热，但系统的加热速度慢；可控温度系统可以提供效率更高的热量输出，系统温度偏差通常控制在 10℃ 以内，不能连续地传送热量。

2. 热风焊接

热风焊接是通过加热空气或惰性气体（如氮气）到一定温度，然后用喷嘴把预热的气体引向焊接点和引脚来完成焊接加热的过程。热风焊接系统传热效率低，加热过程缓慢，但却因此减小了对元器件的热冲击，对焊盘的加热很均匀，可以避免采用接触焊接可能发生的局部热应力，而且热风的温度和加率是可控制、可重复和可预测的。热风枪如图 6-2 所示。

热风焊接系统主要由加热系统和供气系统组成，加热系统由加热元件和控制部分构成，以保证压缩空气通过加热元件后，其温度可以在一定温度之间调节并稳定，以适应各种不同的材料。供气系统的作用是提供干净纯净的，具有一定稳定低压力和大流量的空气，压力过小供气量不足，影响焊接速度和焊枪的寿命；压力过大会使焊缝表面发毛，热风焊接的焊接强度主要取决于焊件和焊膏的品种，以及焊缝结构和焊接技术。其中，焊缝结构应根据材料的厚度、制品结构特点、使用场合、焊接的方便等进行选择。

3. 红外焊接

红外焊接是采用非接触式的加热方法对元器件进行加热，焊膏在红外线的照射下迅速凝聚，经压合冷却后粘接在一起形成焊点，可获得极高的焊接强度。红外焊接如图 6-3 所示，温度控制方便，加热速度快，改善了元器件和基本的热损伤程度，且焊接的部件不会在焊缝处出现锡渣，特别适用于高密度电路组件的返修。



图 6-2 热风枪



图 6-3 红外焊接

相关知识

一、返修工艺

通常 SMT 在焊接之后,其合格率不可能达到 100%,会或多或少地出现一些缺陷。在这些缺陷之中,有些属于表面缺陷,影响焊点的表面外观,不影响产品的功能和寿命,可根据实际情况决定是否需要返修;但有些缺陷,如错位、桥接等,会严重影响产品的使用功能及寿命,对此类缺陷必须进行返修或返工。

严格意义上讲,返工和返修的概念是不同的。返工是使用原来的或者相近的工艺重新处理 PCB,其产品的使用寿命和正常生产的产品是一样的;而返修则不能保持原有的工艺,只是一种简单的修理。在 SMT 应用中要特别注意两种修理过程的不同意义,但在通常情况下的文字表达上,我们不做严格的区分。

1. 返修的工艺要求

- (1) 操作人员应戴防静电腕带。
- (2) 一般要求采用防静电恒温电烙铁,采用普通电烙铁时必须接地良好。
- (3) 修理片式元件时应采用 15 ~ 20 W 的小功率电烙铁,烙铁头的温度控制在 265 ℃ 以下。
- (4) 焊接时不允许直接加热片式元件的焊端和元器件引脚的脚跟以上部位,焊接时间不超过 3 s,同一个焊点焊接次数不能超过两次。
- (5) 烙铁头始终保持无钩、无刺。
- (6) 烙铁头不得重触焊盘,不要反复长时间在同一焊点加热,不得划破焊盘及导线。
- (7) 拆取器件时,应等到全部引脚完全熔化时再取下器件,以防破坏器件的共面性。
- (8) 采用的助焊剂和焊料要与回流焊和波峰焊一致或匹配。

2. 返修技巧

手工焊接时,应遵循先小后大、先低后高的原则分类分批进行焊接,先焊片式电阻、片式电容、晶体管,再焊小型 IC 器件、大型 IC 器件,最后焊接插件件。

焊接片式元件时,选用的烙铁头宽度应与元件宽度一致,若太小,则装焊时不易定位。

焊接 SOP、QFP、PLCC 等两边或四边有引脚的器件时,应先在其两边或四边焊几个定位点,待仔细检查确认每个引脚与对应的焊盘吻合后,再进行拖焊,完成剩余引脚的焊接。拖焊时速度不要太快,1 s 左右拖过一个焊点即可。

焊接好后可用 4 ~ 6 倍的放大镜检查焊点之间有没有桥接,局部有桥接处可用毛笔蘸取一点助焊剂再拖焊一次,同一部位的焊接连续不超过两次,如一次未焊好应待其冷却后再焊。

焊接 IC 器件时,在焊盘上均匀涂一层助焊膏,不仅可以对焊点起到浸润与助焊的作用,而且还大大方便了维修员的作业,提高了维修速度。

成功返修的两个最关键的工艺是焊接之前的预热与焊接之后的冷却。无论采用何种返修手段和使用何种返修工具,由于受装置使用和操作者技能的影响,虽然能够使印制电路组件满足质量水平要求,但其过程多多少少存在各种不可控的因素。

客观上,手工焊接形式的返修质量很大程度上取决于操作者的技能水平和领悟能力,短期内不可能形成非常一致的工作效果。因此,在某些印制电路组件的返修上存在一定的风险。

虽然现在的返修工作站系统在功能上、能力上有了很大的提高,精度、可重复程度均可与自动化贴装设备媲美,但究其根本仍然是人工操作,因此对操作者的培养非常重要。并且,在焊接装置的构造上,由于其功能和作用所限,不可能与现代的七温区、十温区的自动再流焊接设备相比。极小区域的热气氛环境可调控参数有限,焊接温度曲线设置、调整困难,所完成的大型封装器件的焊接所形成的焊点形态上会有很大的差别,特别是 BGA、CSP 等元器件局部焊点的外形、光泽度、平滑度比再流炉的焊接效果要差一些。

课题2 返修操作

任务 常见返修工艺的操作流程

【学习目标】

1. 掌握 Chip 元件返修过程。
2. 掌握 SOP、QFP、PLCC 器件的返修过程。
3. 掌握 BGA、CSP 芯片的返修。
4. 掌握 BGA 植球工艺流程。

工作任务

PCB 板上有元件、器件、芯片等损坏时,需根据相关工艺进行修复。

实践操作

一、Chip 元件的返修

片状电阻、电容、电感在 SMT 中通常被称为 Chip 元件,对于 Chip 元件的返修可以使用普通防静电电烙铁,也可以使用专用的钳式烙铁对两个端头同时加热。Chip 元件在 SMT 中的返修是最为简单的。Chip 元件一般较小,所以在对其加热时,温度要控制得当,否则过高的温度将会使元件受热损坏。烙铁在加热时一般在焊盘上停留的时间不得超过 3 s。Chip 元件的返修工艺流程如图 6-4 所示。其中,

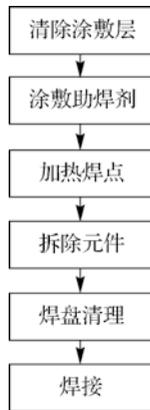


图 6-4 Chip 元件的返修工艺流程

核心流程有 3 部分：片式元件的解焊拆卸、焊盘清理及片式元件的组装焊接。

1. 片式元件的解焊拆卸

- (1) 元件上如有涂敷层，应先去除涂敷层，再清除工作表面的残留物。
- (2) 在热夹工具中安装形状尺寸合适的热夹烙铁头。
- (3) 把烙铁头的温度设定在 300 ℃ 左右，可以根据需要做适当工艺流程的改变。
- (4) 在片式元件的两个焊点上涂上助焊剂。
- (5) 用湿海绵清除烙铁头上的氧化物和残留物。
- (6) 把烙铁头放置在片式元件的上方，并夹住元件的两端与焊点相接触。
- (7) 当两端的焊点完全熔化时提起元件。
- (8) 把拆下的元件放置在耐热的容器中。

2. 清理焊盘

- (1) 选用凿形烙铁头，并把烙铁头的温度设定在 300 ℃ 左右，可以根据需要做适当的改变。
- (2) 在电路板的焊盘上涂刷助焊剂。
- (3) 用湿海绵清除烙铁头上的氧化物和残留物。
- (4) 把具有良好可焊性的柔软的吸锡编织带放在焊盘上。
- (5) 将烙铁头轻轻压在吸锡编织带上，待焊盘上的焊锡熔化时，缓慢移动烙铁头和编织带，除去焊盘上的残留焊锡。

3. 片式元件的组装焊接

- (1) 选用形状尺寸合适的烙铁头。
- (2) 把烙铁头的温度设定在 280 ℃ 左右，可以根据需要做适当的改变。

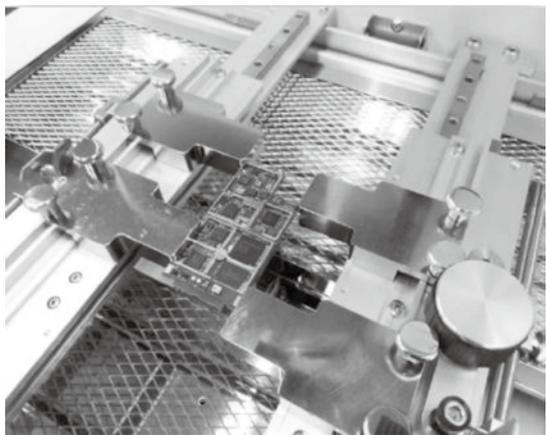


图 6-5 Chip 元件

(3) 在电路板的两个焊盘上涂刷助焊剂。

(4) 用湿海绵清除烙铁头上的氧化物和残留物。

(5) 用电烙铁在一个焊盘上施加适量的焊锡。

(6) 用镊子夹住片式元件，并用电烙铁将元件的一端与已经上锡的焊盘连接，将元件固定。

(7) 用电烙铁和焊锡丝把元件的另一端与焊盘焊好。

(8) 分别把元件的两端与焊盘焊好，如图 6-5 所示的 Chip 元件。

二、SOP、QFP、PLCC 器件的返修

SOP、QFP、PLCC 器件的返修可以采用热夹烙铁头或热风枪拆卸芯片，其工艺流程如图 6-6 所示。

1. 电路板、芯片预热

电路板、芯片预热的主要目的是将潮气去除，如果电路板和芯片内的潮气很小（如芯片刚拆封），这一步骤可以免除。

2. 拆除芯片

拆除芯片的方法有很多，目前主要有热夹烙铁头拆卸法或热风枪拆卸法。

(1) 热夹烙铁头拆卸法。

① 元件上如有涂敷层，应先去除涂敷层，再清除工作表面的残留物。

② 在热夹工具中安装形状尺寸合适的热夹烙铁头。

③ 把烙铁头的温度设定在 300℃ 左右，可以根据需要做适当的改变。

④ 在 SOP、QFP、PLCC 器件两侧或四周的焊点上涂刷上助焊剂。

⑤ 将电烙铁和焊锡丝放在器件的引脚上，使焊锡丝熔化并把器件的所有引脚全部短路。

⑥ 在热夹烙铁头的底部和内侧镀上焊锡。

⑦ 用热夹烙铁头轻轻夹住器件的两侧或四周的引脚，并与焊点相接触。

⑧ 当引脚的焊点完全熔化时提起元件。

⑨ 把拆下的器件放置在耐热的容器中。

(2) 热风枪拆卸法。

① 去除均匀绝缘涂层（如有），清洁工作面的污物、氧化物、残留物或助焊剂。

② 切除并移离 PLCC 管座上的塑料底壳。

③ 将合适的热风头安装在热风枪上。

④ 设置加热器温度，其大约为 315℃（根据实际需要设置）。

⑤ 调节热风笔的风压，以能将大约 0.5 cm 外的薄纸烧枯为宜。

⑥ 将热风枪置于器件上方 0.5 cm 处，热风枪绕焊盘做圆周转动，直到观察到焊锡融化。

⑦ 焊锡融化后，用吸盘或真空吸笔取下器件。

3. 清洁焊盘

清洁焊盘主要是将拆除芯片后留在 PCB 表面的助焊剂、焊锡清理掉。清理方法有凿形烙铁头配吸锡绳、刮刀、刮刀配吸锡绳等。

4. 器件的组装焊接

(1) SOP、QFP 的组装焊接。



图 6-6 SOP、QFP、PLCC 器件的返修工艺流程

- ① 选用带凹槽的烙铁头，并把温度设定在 280 ℃左右，可以根据需要做适当的改变。
 - ② 用真空吸笔或镊子把 SOP 或 QFP 安放在印制电路板上，使器件的引脚和印制电路板上的焊盘对齐。
 - ③ 用焊锡把 SOP 或 QFP 对角的引脚与焊盘焊接以固定器件。
 - ④ 在 SOP 或 QFP 的引脚上涂刷助焊剂。
 - ⑤ 用湿海绵清除烙铁头上的氧化物和残留物。
 - ⑥ 用电烙铁在一个焊盘上施加适量的焊锡。
 - ⑦ 在烙铁头的凹槽内施加焊锡。
 - ⑧ 将烙铁头的凹槽面轻轻接触器件的上方并缓慢拖动，把引脚焊好。
- (2) PLCC 的组装焊接。

- ① 选用刀形或铲子形的烙铁头，并把温度设定在 280 ℃左右，可以根据需要做适当改变。
- ② 用真空吸笔或镊子把 PLCC 安放在印制电路板上，使器件的引脚和印制电路板上的焊盘对齐。
- ③ 用焊锡把 PLCC 对角的引脚与焊盘焊接以固定器件。
- ④ 在 PLCC 的引脚上涂刷助焊剂。
- ⑤ 用湿海绵清除烙铁头上的氧化物和残留物。
- ⑥ 用烙铁头和焊锡丝把 PLCC 四边的引脚与焊盘焊接好。

三、BGA、CSP 芯片的返修

在电子产品尤其是计算机和通信类电子产品的生产领域，元器件向微型化、多功能化、绿色化方向发展，各式封装技术不断涌现，BGA/CSP 是当今封装技术的主流。为满足迅速增长的对 BGA 等元器件电路组装需求，需选择更安全、更快、更便捷的组装与返修设备和工艺。BGA/CSP 等器件的返修设备主要是各种品牌的返修工作站，如图 6-7 所示的 BGA 返修设备。

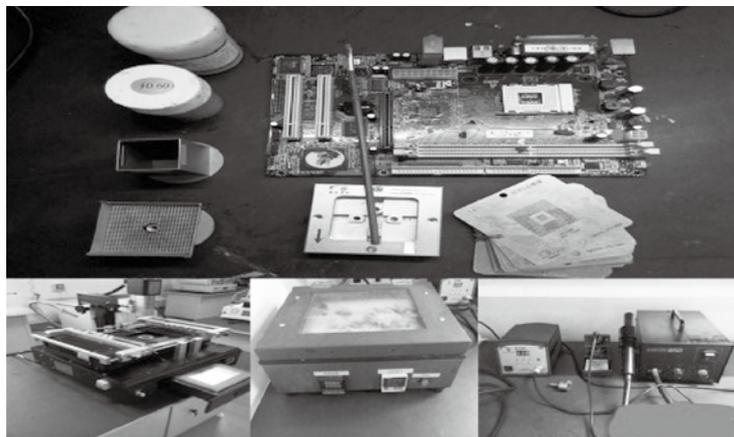


图 6-7 BGA 返修设备

1. BGA、CSP 芯片返修工艺

采用普通热风返修系统对 BGA、CSP 芯片进行返修的工艺流程如图 6-8 所示。

(1) 拆卸 BGA、CSP。

① 将需要拆卸 BGA、CSP 的表面组装板放在返修系统的工作台上。

② 选择与器件尺寸相匹配的喷嘴，装在加热器的连接杆上。

③ 将热风喷嘴扣在器件上，注意与器件四周的距离均匀。如果器件周围有影响操作的元件，先将这些元件拆卸，待返修完毕再复位。

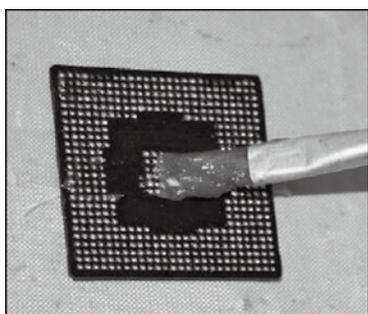
④ 选择适合吸着待拆卸器件的吸嘴，调节吸取器件的真空负压吸管高度，使吸盘接触器件的顶面，打开真空泵开关。

⑤ 根据器件的尺寸、PCB 的厚度等具体情况设置拆卸温度曲线。

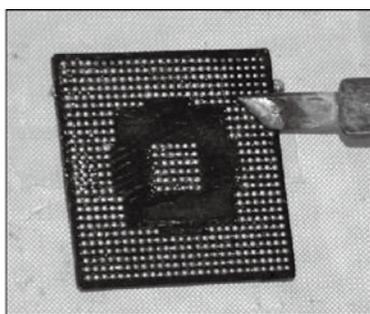
(2) 清洁焊盘。拆卸掉 BGA、CSP 器件后，需要去除 PCB 焊盘上的残留焊锡并清洗这一区域，如图 6-9 所示。



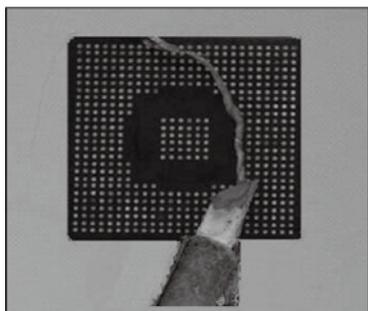
图 6-8 BGA、CSP 芯片的返修工艺流程



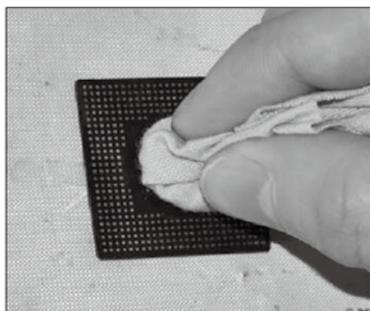
(a) 用毛刷涂助焊剂



(b) 用烙铁直接拖平



(c) 用烙铁加吸锡线拖平



(d) 用布清洁焊盘

图 6-9 清洁焊盘

① 用烙铁将 PCB 焊盘残留的焊锡清理干净、平整,可采用拆焊编织带和扁铲形烙铁头进行清理。操作时注意不要损坏焊盘和阻焊膜。

② 使用异丙醇或乙醇等清洗剂将助焊剂残留物清洗干净。

(3) 去潮处理。由于塑料封装的 BGA、CSP 对潮气敏感,因此在组装之前要检查器件是否受潮,如果其已经吸湿,需要对器件进行去潮处理。

(4) 印刷焊膏。焊膏的印刷有以下两种方法:

① 将焊膏印在 PCB 焊盘上,可在返修台上或显微镜下进行对中印刷。因为表面组装印制电路板上已经装有其他元器件,因此必须采用 BGA、CSP 专用小模板,模板厚度与开口尺寸要根据球径和球距确定,印刷完毕必须检查印刷质量,如不合格,必须进行清洗后才能重新印刷。

② 将焊膏直接印在 BGA、CSP 焊盘上。这种方法比较灵活,而且比较科学,尤其适用于手机板等高密度板。

(5) 贴装 BGA、CSP。

① 将印好焊膏的表面组装印制电路板安放在返修系统的工作台上。

② 选择合适的吸嘴,打开真空泵,将 BGA、CSP 器件吸起来,用摄像机顶部光源照射已经印好焊膏的 BGA 焊盘,调节焦距使监视器显示的图像最清晰。然后拉出 BGA 专用的反射光源,照射 BGA 器件底部并使图像最清晰。最后调整工作台的 X、Y 角度旋钮,使 BGA 底部焊球与 BGA 焊盘完全对应重合。

③ 焊球和焊盘完全重合后,将吸嘴向下移动,把 BGA 器件贴装到 PCB 上,然后关闭真空泵。

(6) 焊接。

① 设置焊接温度曲线。为避免损坏 BGA、CSP 器件,预热温度应控制在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$,升温速率和温度保持时间非常关键。

② 选择与器件尺寸相匹配的四方形热风喷嘴,并将热风喷嘴安装在加热器的连接杆上,注意安装平稳。

③ 将热风喷嘴扣在 BGA 等器件上,要注意与器件四周的距离均匀。

④ 打开加热电源,调整热风量,开始焊接。

(7) 检验。

① BGA 等器件的焊接质量检验需要 X 光或超声波检查设备。

② 在没有检查设备的情况下,可通过功能测试判断焊接质量。

③ 在没有以上设备的情况下,可以把焊好 BGA 的表面组装印制电路板举起来,对光平视 BGA 四周,观察焊膏是否完全融化、焊球是否塌陷、BGA 四周与 PCB 之间的距离是否一致等,以经验来判断焊接效果。

2. BGA 焊盘修复工艺

BGA 焊盘翘起或脱落的现象是常见的。翘起的 BGA 焊盘把日常修理的程序变成一个复杂的印制电路板修复程序。

BGA 焊盘翘起的发生有许多原因。因为这些焊盘位于元件下面,超出修理技术员的视线,技术员看不到这些焊点连接,因而可能在熔化所有焊锡连接点之前就试图移动元件。类似地,由于过量的底面或顶面加热,或加热时间太长、温度太高,BGA 焊盘可能会被过分加热,结果操作员可能由于想使所有的 BGA 焊盘都融化而使该区域过热。加热太多或太少可能产生同样的结果。一个位置上多次返工也可能造成焊盘对电路板层失去粘接。

在许多情况下,不管操作员尽多大的努力,在 BGA 修理中偶然的焊盘翘起还是可能见到的。修复损伤的 BGA 焊盘的方法为采用新的干胶片、胶底焊盘。对新的焊盘是使用一种专门设计的粘

接压力机粘接到 PCB 表面, 而且必须使板面平滑。

如果基底材料损伤, 必须先用另外的工序修复。其具体步骤如下:

- (1) 清洁要修理的区域, 去掉失效的焊盘和一小段连线。
- (2) 用小刀刮掉残留胶、污点或烧伤材料, 刮掉连线上的阻焊或涂层。
- (3) 清洁区域后, 在板面连接区域蘸取少量液体助焊剂, 并挂锡。

焊锡连接的搭接长度应小于两倍的连线宽度。然后可将新的 BGA 焊盘的连线插入原 BGA 焊盘的通路孔中。将通路孔的阻焊去掉, 适当处理。板面的新焊盘区域必须平滑。如果有内层板纤维暴露, 或表面有深层刮伤, 都应先修理。更换后的 BGA 焊盘高度是非常关键的, 特别是对共晶锡球的元件。去掉 BGA 焊盘与板面连线或通孔之间的阻焊材料, 以保持一个较低的轮廓。必要时, 轻微磨进板面, 以保证连线高度不会影响更换的元件。

(4) 选一个 BGA 的替换焊盘。如果需要特别的尺寸或形状, 可以订做。新的 BGA 焊盘是用铜箔制造的, 铜箔顶面镀锡, 底面有胶剂胶结片。

(5) 在修整出新焊盘之前, 小心地刮去新焊盘背面焊锡点连接区域的胶剂胶结片。只从焊点连接区域刮掉树脂衬底, 这样将允许暴露区域的焊接。当处理替换焊盘时, 避免用手指或其他材料接触树脂衬底, 因为这样可能污染表面, 降低黏结强度。

(6) 剪切和修整新的焊盘。从镀锡边剪下, 剪留的长度应保证最大允许的焊接连线搭接。

(7) 在新焊盘的顶面放一片高温胶带, 将新的焊盘放到 PCB 表面的位置上, 用胶带帮助定位, 在粘接期间胶带保留原位。

(8) 选择适用于新焊盘形状的粘接焊嘴, 焊嘴应尽可能小, 但要完全覆盖新焊盘的表面。

(9) 定位 PCB, 使其平稳。轻轻地将热焊嘴放在覆盖新焊盘的胶带上, 按修理系统手册推荐的值施加压力。需要注意的是, 过大的粘接压力可能会引起 PCB 表面的斑点, 或者引起新的焊盘滑出位置。

(10) 在定时的粘接时间过后, 抬起烙铁, 去掉用于定位的胶带。焊盘完全整修好后, 仔细清洁区域, 检查新焊盘定位是否适当。

(11) 蘸少量液态助焊剂到焊接连线搭接区域, 把新焊盘的连线焊接到 PCB 表面的线路上。尽量用最少的助焊剂和焊锡来保证可靠的连接。为了防止过多的焊锡回流, 可在新焊盘的顶面放上胶带。

(12) 将混合树脂涂在焊接连线搭接处, 并固化树脂。用最大的推荐加热时间, 以保证最高强度的粘接。BGA 焊盘通常可经受一两次的回流周期。另外可在新焊盘周围涂上树脂, 提供额外的胶结强度。

(13) 按要求涂上表面涂层。在焊盘修理之后, 应做视觉检查 (包括新焊盘的宽度和间隔) 和电气连接测量。

3. BGA 植球工艺

经过拆卸的 BGA 器件一般情况下可以重复使用, 但由于拆卸后 BGA 底部的焊球被不同程度地破坏, 因此必须进行植球处理才能使用。根据植球工具和材料的不同, 植球的方法也有所不同, 但不论采用什么方法, 其工艺过程都是相同的, 如图 6-10 所示。

(1) 清洗焊盘。

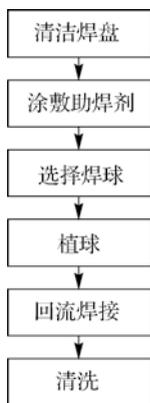


图 6-10 BGA 植球的
工艺流程



微课
BGA 植球工
艺 1



微课
BGA 植球工
艺 2



微课
BGA 植球工
艺 3

① 用烙铁将 BGA 底部焊盘残留的焊锡清洗干净、平整,可采用拆焊编织带和扁铲形烙铁头进行清理,操作时注意不要损坏焊盘和阻焊膜。

② 用清洗剂将助焊剂残留物清洗干净。

(2) 涂敷助焊剂。

① 一般情况下采用涂敷(可以用刷子刷,也可以印刷)高黏度的助焊剂起到粘接和助焊作用,有时可以用焊膏代替,采用焊膏时焊膏的金属组分应与焊球的金属组分相匹配,应保证印刷后焊膏图形清晰、不漫流。

② 印刷时采用 BGA 专用小模板。印刷完毕必须检查印刷质量,如不合格,必须清洗后重新印刷。

(3) 选择焊球。

① 选择焊球时,要考虑焊球的材料。

② 焊球尺寸的选择也很重要。如果使用高黏度的助焊剂,应选择与 BGA 器件焊球相同直径的焊球;如果使用焊膏,应选择比 BGA 器件焊球直径小一些的焊球。

(4) 植球。通常可以采用下面两种方法进行植球:

① 采用植球器植球法。

a. 如果有植球器,选择一块与 BGA 焊盘匹配的模板,模板的开口尺寸比焊球直径大 $0.05 \sim 0.1 \text{ mm}$,将焊球均匀地撒在模板上,摇晃植球器,使多余的焊球从模板上滚到植球器的焊球收集槽中,使模板表面恰好每个漏孔中保留一个焊球。

b. 把植球器放置在 BGA 返修设备的工作台上,把印好助焊剂和焊膏的 BGA 器件吸在 BGA 返修设备的吸嘴上(焊盘面向下)。

c. 按照贴装 BGA 的方法进行对准,使 BGA 器件底部图像与植球器模板表面每个焊球图像完全重合。

d. 将吸嘴向下移动,把 BGA 器件贴装到植球器模板表面,然后将 BGA 器件吸起来。

e. 用镊子夹住 BGA 器件的外边框,关闭真空泵。

f. 将 BGA 器件的焊球面向上放置在 BGA 返修设备的工作台上。

② 不用植球器植球法。

a. 把印好助焊剂或焊膏的 BGA 器件放置在工作台上。

b. 准备一块与 BGA 焊盘匹配的模板,模板的开口尺寸比焊球直径大 $0.05 \sim 0.1 \text{ mm}$;把模板四周用垫块架高,放置在印好助焊剂或焊膏的 BGA 器件上,使模板与 BGA 之间的距离等于或略小于焊球的直径,在显微镜下或在 BGA 返修工作台上对准。

c. 将焊球均匀地撒在模板上,把多余的焊球用镊子从模板上取下来,使模板表面恰好每个漏孔中保留一个焊球。移开模板,个别没有放置好的焊球,可用镊子或小吸嘴的吸笔修补完整。

(5) 回流焊接。同 BGA 返修时的回流焊接一样进行焊球焊接,焊接时 BGA 器件的焊球面朝上,要把热风量调到最小,以防把焊球吹移位。回流焊的温度要比焊接 BGA 略低一些,经过回流焊处理,焊球就固定在 BGA 器件上了。

(6) 清洗。完成植球工艺之后,应将 BGA 器件清洗干净,并尽快进行贴装和焊接,以防止焊球氧化和器件受潮。

相关知识

一、返修装置

SMT 返修设备按构造、应用及复杂程度可分为 4 种类型:简易型、复杂多功能型、红外型和红

外热风型。

1. 简易型返修装置

简易型返修装置较为常见，在应用上比一般独立使用的恒温温控烙铁等焊接工具略有扩展，能够根据器件规格选择使用不同规格的电烙铁头，部分系统有简易固定 PCB 的操作平台，不带摄像头等视觉装置，只能应对封装密度较低的元器件（如 SOP、PLLC）的返修，而不适用于 BGA 封装元器件的拆焊。

简易型返修装置的基本功能有通孔元器件焊点的加热、芯片焊接、芯片真空吸取及四周引脚元器件拆除等。

2. 复杂多功能型返修装置

复杂多功能型返修装置如图 6-11 所示，是集元器件拆卸、贴片、涂焊膏和热风再流焊等功能为一体的装置。

与简易型返修装置相比，复杂多功能型返修系统最为关键的区别是多了图像对位系统、温度控制系统、可控真空吸放系统和带有底部加热的板固定操作台 4 个部分。

3. 红外型返修装置

红外型返修装置主要是利用中等波长的红外辐射加热效应来完成元器件的返修。一般情况下，红外辐射加热的效果具有均匀性，没有像热风再流加热时所发生的局部冷却现象。其特点是前期升温慢，后期升温快，穿透性相对较强，但对返工几次的 PCB 板容易导致分层过孔不通。红外焊接工艺曾经是表面贴装工艺的原始焊接方法，近年来，逐渐被热风再流焊工艺所代替，已经不是主流焊接工艺技术，但在某些元器件的焊接与返修时具有其特色。红外型返修装置如图 6-12 所示。



图 6-11 复杂多功能型返修装置



图 6-12 红外型返修装置

4. 红外热风型返修装置

红外热风型返修装置通过红外和热风组合加热进行返修，集中了红外和热风返修设备的优点。如果使用全红外持续加热，容易导致温度不稳定，红外加热面相对会比较小，那么有的灌胶板如果没保护好，做 BGA 时就会导致周边的芯片爆锡。例如，笔记本电脑维修一般不采用全红外加热，而采用红外热风组合加热。