

Association Connecting Electronics Industries



IPC-7711C/7721C CN

电子组件的返工、修改和维修

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

本文件的英文版本与翻译版本如存在冲突，以英文版本为优先。

由IPC产品保证委员会（7-30）
维修分委员会（7-34）开发，
由IPC TGA Asia 7-34CN技术组翻译。

取代：

IPC-7711B/7721B附修订本1和
修订本2，2007年11月
修订本1，2013年2月
修订本2，2014年3月
IPC-7711A/7721A，2003年10月
IPC-R-700C，1988年1月

鼓励本标准的使用者参加未来修订版的开发。

联系方式：

IPC

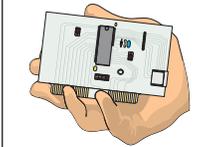
IPC 中国

目录

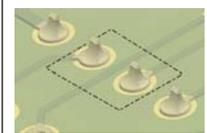
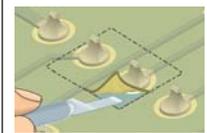
第一部分 基本信息和通用程序

1.1 范围	1	1.8.7 预热（辅助）加热	5
1.2 目的	1	1.8.8 手持钻孔及打磨工具	5
1.2.1 要求的定义	1	1.8.9 精密钻孔/铣切系统	5
1.3 背景	1	1.8.10 铆钉和铆钉压接系统	5
1.4 术语和定义	1	1.8.11 镀金系统	5
1.4.1 产品的级别	1	1.8.12 工具和必需品	6
1.4.2 板类型	2	1.8.13 材料	6
1.4.3 技能等级	2	1.8.13.1 焊料	6
1.5 适用性、控制和可接受性	2	1.8.13.2 助焊剂	6
1.5.1 一致性水平	2	1.8.13.3 导体和连接盘的更换	6
1.5.1.1 一致性水平	2	1.8.13.4 环氧树脂和着色剂	6
1.5.2 遵从	3	1.8.13.5 粘合剂	6
1.6 培训	3	1.8.13.6 通用材料	6
1.7 基本注意事项	3	1.8.14 工艺目标和指南	6
1.8 工作站、工具、材料和工艺	4	1.8.14.1 非破坏性的元器件拆除	6
1.8.1 静电放电（ESD）及电气过载（EOS） 控制	4	1.8.14.1.1 表面贴装元器件	7
1.8.2 目视系统	4	1.8.14.1.2 通孔元器件	7
1.8.3 照明	4	1.8.14.1.3 用喷锡法拆除元器件：	7
1.8.4 烟雾排放	4	1.8.14.2 元器件安装	7
1.8.5 焊接工具	4	1.8.14.2.1 连接盘整理	7
1.8.6 主加热法	4	1.8.14.2.2 表面贴装元器件	7
1.8.6.1 传导（接触）加热法	4	1.8.14.2.3 通孔元器件	8
1.8.6.2 对流（热风）及红外线（辐射） 加热法	5	1.8.15 清洗工作站/系统	8
		1.8.16 元器件拆除和安装	8
		1.8.17 敷形涂覆区	8
		1.8.18 工艺选择	9
		1.8.19 时间温度曲线（TTP）	9
		1.9 无铅	9

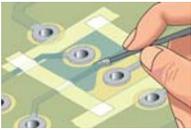
操作/清洗

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
2.1	电子组件的操作		不适用	不适用	不适用
2.2	清洗		不适用	不适用	不适用

涂覆层去除

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
2.3.1	涂覆层去除, 敷形涂覆层的鉴别		R,F,W,C	高级	高
2.3.2	涂覆层去除, 溶剂法		R,F,W,C	高级	高
2.3.3	涂覆层去除, 剥离法		R,F,W,C	高级	高
2.3.4	涂覆层去除, 加热法		R,F,W,C	高级	高
2.3.5	涂覆层去除, 研磨刮擦法		R,F,W,C	高级	高
2.3.6	涂覆层去除, 微喷砂法		R,F,W,C	高级	高

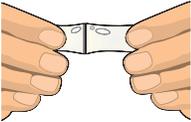
涂覆层更换

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
2.4.1	涂覆层更换，阻焊膜		R,F,W,C	中级	高
2.4.2	涂覆层更换，敷形涂覆层/灌密封胶		R,F,W,C	中级	高

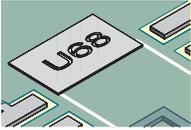
预处理

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
2.5	烘烤和预热		R,F,W,C	中级	高

环氧树脂混合及操作

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
2.6	环氧树脂混合及操作		R,F,W,C	中级	高

图例/标记

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
2.7.1	图例/标记，盖印法		R,F,W,C	中级	高
2.7.2	图例/标记，手写法		R,F,W,C	中级	高
2.7.3	图例/标记，钢网法		R,F,W,C	中级	高

烙铁头的维护与保养

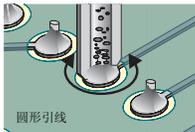
程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
2.8	烙铁头的维护与保养		不适用	不适用	不适用

目录

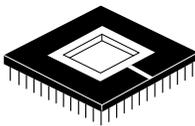
第二部分 返工

3 拆除

3.1 通孔元器件拆焊

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.1.1	连续抽真空法		R,F,W	中级	高
3.1.2	连续抽真空法 - 部分折弯		R,F,W	中级	高
3.1.3	连续抽真空法 - 完全折弯		R,F,W	中级	高
3.1.4	完全折弯矫直法		R,F,W	中级	高
3.1.5	完全折弯吸锡法		R,F,W	高级	高

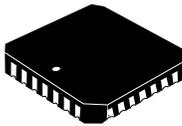
3.2 PGA和连接器拆除

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.2.1	小型选择性波峰焊方法		R,F,W,C	专家级	高

3.3 片式元器件拆除

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.3.1	双叉形烙铁头		R,F,W,C	中级	高
3.3.2	钳式烙铁头法		R,F,W,C	中级	高
3.3.3	包括底部端子 - 热风法		R,F,W,C	中级	高

3.4 无引线元器件拆除

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.4.1	焊料缠绕法 - 钳子		R,F,W,C	高级	高
3.4.2	涂敷助焊剂法 - 钳子		R,F,W,C	高级	高
3.4.3	热风(空气)再流法		R,F,W,C	高级	高

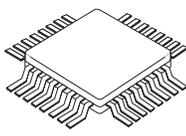
3.5 SOT元器件拆除

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.5.1	涂敷助焊剂法		R,F,W,C	中级	高
3.5.2	涂敷助焊剂法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	中级	高
3.5.3	热风笔法		R,F,W,C	中级	高

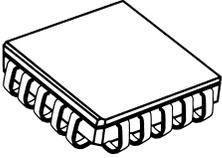
3.6 鸥翼形引线元器件拆除（两侧有引线）

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.6.1	桥连填充法		R,F,W,C	中级	高
3.6.2	焊料缠绕法		R,F,W,C	中级	高
3.6.3	涂敷助焊剂法		R,F,W,C	中级	高
3.6.4	桥连填充法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.6.5	焊料缠绕法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.6.6	涂敷助焊剂法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高

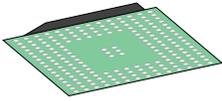
3.7 鸥翼形引线元器件拆除（四周有引线）

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.7.1	桥连填充法 - 真空吸盘		R,F,W,C	高级	高
3.7.1.1	桥连填充法 - 表面张力		R,F,W,C	中级	高
3.7.2	焊料缠绕法 - 真空吸盘		R,F,W,C	高级	高
3.7.2.1	焊料缠绕法 - 表面张力		R,F,W,C	中级	高
3.7.3	涂敷助焊剂法 - 真空吸盘		R,F,W,C	高级	高
3.7.3.1	涂敷助焊剂法 - 表面张力		R,F,W,C	中级	高
3.7.4	桥连填充法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.7.5	焊料缠绕法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.7.6	涂敷助焊剂法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.7.7	热风（空气）再流法		R,F,W,C	高级	高

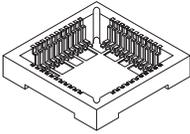
3.8 J形引线元器件拆除

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.8.1	桥连填充法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.8.1.1	桥连填充法 - 表面张力		R,F,W,C	高级	高
3.8.2	焊料缠绕法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.8.2.1	焊料缠绕法 - 表面张力		R,F,W,C	高级	高
3.8.3	涂敷助焊剂法 - 钳形烙铁		R,F,W,C	高级	高
3.8.4	助焊剂及烙铁头上锡法		R,F,W,C	高级	高
3.8.5	热风再流系统		R,F,W,C	高级	高

3.9 BGA/CSP元器件拆除

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.9.1	热风再流系统		R,F,W,C	高级	高
3.9.1.2	聚焦红外再流焊系统（整体预热）		R,F,W,C	高级	高
3.9.2	真空法		R,F,W,C	高级	中

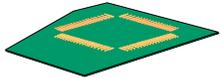
3.10 PLCC插座拆除

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
3.10.1	桥连填充法		R,F,W,C	高级	高
3.10.2	焊料缠绕法		R,F,W,C	高级	高
3.10.3	涂敷助焊剂法		R,F,W,C	高级	高
3.10.4	热风笔法		R,F,W,C	高级	中

3.11 底部端子元器件拆除

程序	说明	板类型	技能等级	一致性水平
3.11.1	热风法	R,F,C	专家级	中

4 焊盘整理

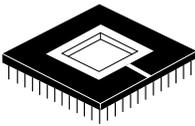
程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
4.1.1	表面贴装焊盘整理 - 单个法		R,F,W,C	中级	高
4.1.2	表面贴装焊盘整理 - 连续法		R,F,W,C	中级	高
4.1.3	表面焊料去除 - 吸锡带法		R,F,W,C	中级	高
4.2.1	焊盘整平 - 用铲形烙铁头		R,F,W,C	中级	高
4.3.1	SMT焊盘上锡 - 用铲形烙铁头		R,F,W,C	中级	中
4.4.1	清理SMT焊盘 - 用铲形烙铁头和吸锡带		R,F,W,C	中级	高

5 安装

5.1 镀覆孔的维修，无内层连接

程序	说明	
	遵循J-STD-001和J-HDBK-001的有关要求	

5.2 PGA和连接器的安装

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
5.2.1	镀覆孔预填充的小型选择性波峰焊方法		R,F,W,C	专家级	中

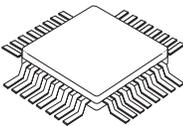
5.3 片式元器件的安装

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
5.3.1	焊膏法/热风笔		R,F,W,C	中级	高
5.3.2	点对点法		R,F,W,C	中级	高

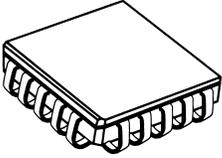
5.4 无引线元器件的安装

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
5.4.1	热风（空气）再流法		R,F,W,C	高级	高

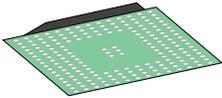
5.5 鸥翼形引线元器件的安装

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
5.5.1	多引线法 - 引线顶部		R,F,W,C	高级	高
5.5.2	多引线法 - 用烙铁头尖		R,F,W,C	高级	高
5.5.3	点对点法		R,F,W,C	中级	高
5.5.4	焊膏法/热风笔		R,F,W,C	高级	高
5.5.5	钩形烙铁头/焊料丝放置法		R,F,W,C	中级	高
5.5.6	铲形烙铁头和焊料丝		R,F,W,C	高级	中
5.5.7	焊膏方法/热风		R,F,W,C	高级	高

5.6 J形引线元器件安装

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
5.6.1	焊料丝法		R,F,W,C	高级	高
5.6.2	点对点法		R,F,W,C	中级	高
5.6.3	焊膏法/热风笔		R,F,W,C	高级	高
5.6.4	多引线法		R,F,W,C	中级	高

5.7 BGA/CSP安装

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
5.7.1	使用焊料丝预填充焊盘		R,F,W,C	高级	高
5.7.1.2	聚焦红外再流焊系统（使用整体预热）		R,F,W,C	高级	高
5.7.2	使用焊膏预填充焊盘		R,F,W,C	高级	高
5.7.2.1	免拆模板		R,F,C	高级	中
5.7.3	BGA重新植球程序 - 治具法		R,C	高级	高
5.7.4	BGA重新植球程序 - 纸载板法		R,C	高级	高
5.7.5	BGA重新植球程序 - 聚纤亚胺模板法		R,C	高级	高
5.7.6	聚酰亚胺焊料球模板载体法		R,C	高级	高

5.8 底部端子器件

程序	说明	板类型	技能等级	一致性水平
5.8.1.1	预凸点安装和放置	R,F,C	专家级	中
5.8.1.2	安装预成形凸点和免拆模板	R,F,C	专家级	中
5.8.1.3	预手焊及中间接地凸起安装	R,F,C	专家级	中

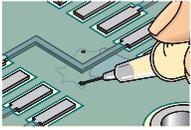
6 去除引线间的短路

程序	说明		板类型	技能等级	一致性水平
6.1.1	J型引线 - 拖锡法		R,F,W,C	中级	高
6.1.2	J型引线 - 延展法		R,F,W,C	中级	高
6.1.2.1	J型引线 - 吸锡带法		R,F,W,C	中级	高
6.1.3	鸥翼形引线 - 转移法		R,F,W,C	中级	高
6.1.4	鸥翼形引线 - 延展法		R,F,W,C	中级	高
6.1.4.1	鸥翼形引线 - 吸锡带法		R,F,W,C	中级	高

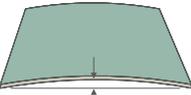
目录

第三部分 修改和维修

起泡和分层

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
3.1	起泡/分层的维修, 注射法		R	高级	高

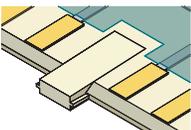
弓曲和扭曲

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
3.2	弓曲和扭曲的维修		R,W	高级	中

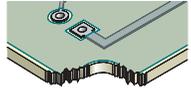
孔的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
3.3.1	孔的维修, 环氧树脂法		R,W	高级	高
3.3.2	孔的维修, 移植法		R,W	专家级	高

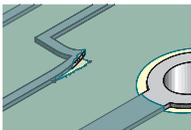
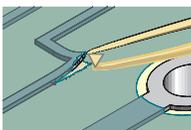
键和槽的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
3.4.1	键和槽的维修, 环氧树脂法		R,W	高级	高
3.4.2	键和槽的维修, 移植法		R,W	专家级	高

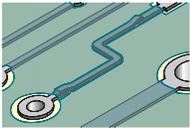
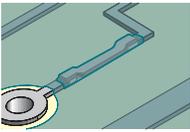
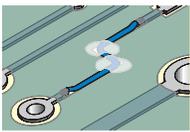
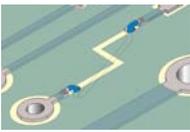
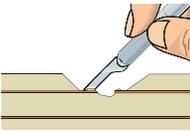
基材的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
3.5.1	基材的维修, 环氧树脂法		R,W	高级	高
3.5.2	基材的维修, 区域移植法		R,W	专家级	高
3.5.3	基材的维修, 边缘移植法		R,W	专家级	高

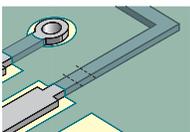
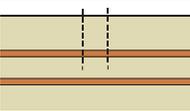
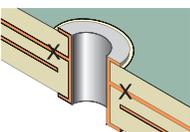
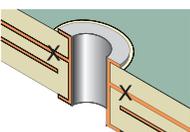
起翘导体的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
4.1.1	起翘导体的维修, 环氧树脂粘接法		R,F	中级	中
4.1.2	起翘导体的维修, 干膜粘接法		R,F	中级	高

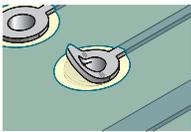
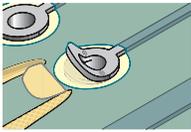
导体的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
4.2.1	导体的维修，印制导体跨接条，环氧树脂法		R,F,C	高级	中
4.2.2	导体的维修，印制导体跨接条，干膜粘接法		R,F,C	高级	高
4.2.3	导体的维修，熔接法		R,F,C	高级	高
4.2.4	导体的维修，表面跳线法		R,F,C	中级	中
4.2.5	导体的维修，过板跳线法		R	高级	中
4.2.6	导体的维修/修改，导电油墨法		R,F,C	专家级	中
4.2.7	导体的维修，内层法		R,F	专家级	高

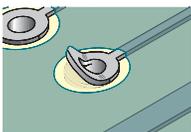
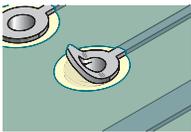
导体的切割

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
4.3.1	导体的切割，表面导体		R,F	高级	高
4.3.2	导体的切割，内层导体		R,F	高级	高
4.3.3	镀覆孔内层连接的拆除，钻孔法		R,F	高级	高
4.3.4	镀覆孔内层连接的去除，轮辐切除法		R,F	高级	高

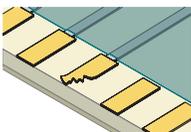
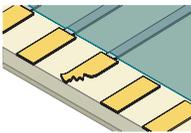
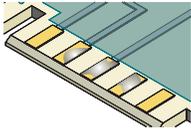
起翘焊盘的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
4.4.1	起翘焊盘的维修, 环氧树脂法		R,F	高级	中
4.4.2	起翘焊盘的维修, 干膜粘接法		R,F	高级	中

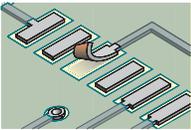
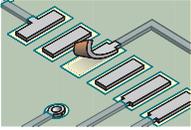
焊盘的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
4.5.1	焊盘的维修, 环氧树脂法		R,F	高级	中
4.5.2	焊盘的维修, 干膜粘接法		R,F	高级	高

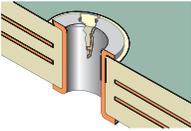
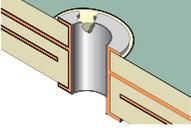
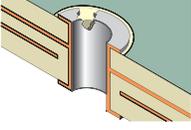
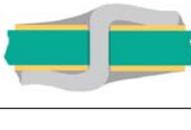
板边印制接触片的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
4.6.1	板边印制接触片的维修, 环氧树脂法		R,F,W,C	高级	中
4.6.2	板边接触片的维修, 干膜粘接法		R,F,W,C	高级	高
4.6.3	板边接触片的维修, 电镀法		R,F,W,C	高级	高

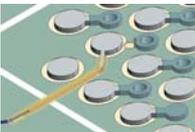
表面贴装焊盘的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
4.7.1	表面贴装焊盘的维修，环氧树脂法		R,F,C	高级	中
4.7.2	表面贴装焊盘的维修，干膜粘接法		R,F,C	高级	高
4.7.3	表面贴装，BGA焊盘的维修，干膜粘接法		R,F,C	高级	高
4.7.4	表面贴装，带过孔的		R,F	专家级	中
4.7.4.1	表面贴装，带过孔的焊盘的整体维修干膜粘接法		R,F	专家级	中
4.7.5	表面贴装，BGA连接盘和过孔的整体维修电路延伸粘接膜法		R,F,C	专家级	高

镀覆孔的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
5.1	镀覆孔的维修，无内层连接		R,F,W	中级	高
5.2	镀覆孔的维修，双孔壁法		R,F,W	高级	中
5.3	镀覆孔的维修，内层连接		R	专家级	中
5.4	镀覆孔的维修，无内层连接，折弯跳线法		R,F,W	中级	中

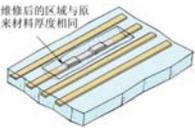
跳线

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
6.1	跳线		R,F,W,C	中级	不适用
6.2.1	跳线, BGA元器件, 铜箔跨接条法		R,F	专家级	中
6.2.2	跳线, BGA元器件, 穿板跳线法		R,F	专家级	高

元器件的添加

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
6.3	元器件的修改及添加		R,F,W,C	高级	不适用

挠性导体的维修

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
7.1.1	挠性导体的维修		F	专家级	中

8 导线

8.1 衔接

程序	说明	插图	板类型	技能等级	一致性水平
8.1.1	散接		不适用	中级	低
8.1.2	绕接		不适用	中级	低
8.1.3	钩接		不适用	中级	低
8.1.4	搭接		不适用	中级	低

基本信息和通用程序

1.1 范围 本文件涵盖了印制板组件的维修和返工程序。内容由IPC产品保证委员会可维修性分会（7-34）收集、整理而成。此版本扩充了无铅工艺，并补充了一些无铅作业检验指南，例如维修作业，迄今为止业界尚未公布与其相类似的要求。

本文件没有规定对印制电路组件进行返工、修改和维修的最多次数。

1.2 目的 本文件描述了在修改、返工、维修、检查或恢复电子产品时，所使用的程序要求、工具、材料和方法。虽然本文件主要根据IPC文件如J-STD-001或IPC-A-610界定产品级别，但应该考虑它可适用于任何类型的电子设备。当本文件经由合同被确定为产品返工、维修、修改、检查或恢复的控制文件时，这些要求下行适用。

针对某个具体的维修或返工作业，IPC确定了最常用的设备和工艺，当然也可使用其它可替代的设备和工艺完成同样的维修/返工作业。若选用替代设备或工艺，则由用户确保设备/工艺不损坏组件，并满足1.5.1.1节（一致性水平）对所有替代设备/工艺的要求。

1.2.1 要求的定义 除非在用户的合同或其它文件中有明确的要求，本文件只是作为一份指南并且在客户没有特别的要求和标准时使用。本文件中，“必须”、“应该”或“需要是”这些词强调了关键点。如果不遵循这些强烈的建议，那么最终的结果可能不会令人满意，并且可能导致另外的损伤。

返工程序中的箭头向上或向下，描述正在进行的返工程序的类型。箭头向上表示拆除，箭头向下表示安装。

1.3 背景 现今的电子组件比以往任何时候都更小、更复杂。但尽管如此，如果采用的技术得当，也能够成功返工、维修或修改。本手册旨在帮助使用者返工、维修和/或修改电子组件，同时对电子组件最终使用功能和可靠性的影响最小化。本手册中所述的操作程序均来自于组

装厂、印制板制造商及用户，他们认识到有必要将常用的返工、维修和修改技术文档化。通常，这些技术已经通过各级别产品的测试和用户现场功能运行的证实是可接受的。商业和军方组织为该项工作所提交的数据和报告数量多不胜数。IPC可维修性分会适时地将这些成果进一步修订而成。

1.4 术语和定义 下面是本文件中所使用的术语。

PCA – 印制电路组件。

返工 – 通过使用原工艺或替代的等效工艺，确保不合格产品完全符合适用图纸或技术规范的再加工。

修改 – 为了满足新的验收要求，而对产品功能进行的修订。这样的修改通常包含设计的更改，通过图纸、变更通知单等来实现设计更改的控制。只应该在经过特批、并在受控文件中详细说明后再进行修改。

维修 – 使有缺陷的产品恢复功能的行为，但所采取的方式不能确保修复后的产品符合适用图纸或技术规范。

焊料固定 – 一种焊接连接通常用于在其他引线的焊接期间临时对准并保持多引线元器件在PCB上的适当位置。焊料固定连接通常需要再次再流以形成最终的焊接连接。

1.4.1 产品的级别 产品用户负责鉴定产品的级别。对产品进行作业（返工、维修、修改等）时所选的程序必须符合用户确定的产品级别。产品的3个级别是：

1级 – 普通类电子产品

包括那些以组件功能完整为主要要求的产品。

2级 – 专用服务类电子产品

包括那些要求持续运行和较长使用寿命的产品，最好能保持不间断运行但该要求不严格。一般情况下，不会因使用环境而导致故障。

3级 – 高性能/用于恶劣环境的电子产品

包括以持续性优良表现或按指令运行为关键的