



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

2009 年国家级精品课程配套教材

表面组装技术

(SMT工艺)

韩满林 主编

郝秀云 王玉鹏 舒平生 副主编



Surface Mount Technology
(SMT Process)

理论知识+实践项目

教、学、做一体化

培养SMT岗位职业技能



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



中国表面组装技术学会
CHINESE SOCIETY OF SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

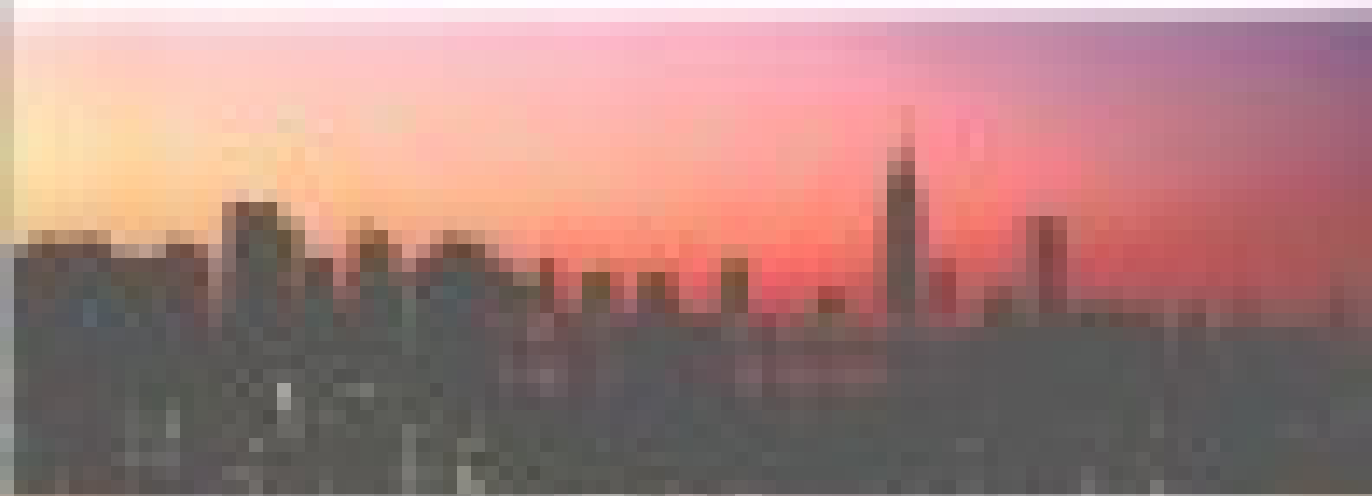
2009-中国表面组装技术学会成立十周年

表面组装技术

(第4卷第2期)

2009年12月

ISSN 1671-2228 CN 11-5114/TG



Surface Mount Technology
2009 Forum

Volume 4
No. 2
December 2009

中国表面组装技术学会
CHINESE SOCIETY OF SURFACE MOUNT TECHNOLOGY



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

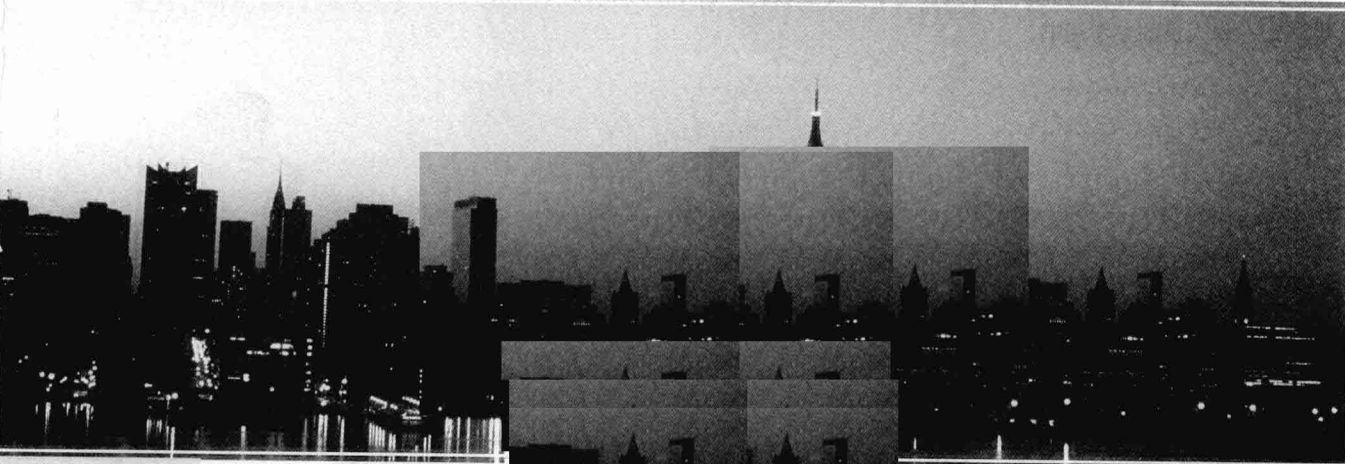
2009 年国家级精品课程配套教材

表面组装技术

(SMT工艺)

韩满林 主编

郝秀云 王玉鹏 舒平生 副主编



Surface Mount Technology
(SMT Process)

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

表面组装技术: SMT工艺 / 韩满林主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2010.5
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等职业教育电子技术技能培养规划教材
ISBN 978-7-115-22175-9

I. ①表… II. ①韩… III. ①印刷电路—组装—生产工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TN41

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第065283号

内 容 提 要

本书以 SMT 生产工艺为主线, 以理论知识+实践项目的方式组织教材内容。

本书内容包括 SMT 综述、SMT 生产物料、SMT 生产设备与治具、SMT 生产工艺、SMT 辅助工艺和 SMT 生产管理及调频调幅收音机 SMT 组装项目。

本书可作为高职高专院校电子类专业教材, 也可作为 SMT 专业技术人员与电子产品设计制造工程技术人员的参考用书。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等职业教育电子技术技能培养规划教材

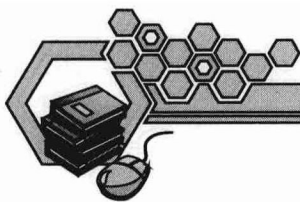
表面组装技术 (SMT 工艺)

-
- ◆ 主 编 韩满林
 - 副 主 编 郝秀云 王玉鹏 舒平生
 - 责任编辑 赵慧君
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 486 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2010 年 5 月第 1 版
2010 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22175-9

定价: 34.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154



前言

随着电子信息产业的迅速发展, SMT 已成为现代电子装联技术的核心技术。SMT 的广泛应用, 使我国的电子产品质量跃上了一个新台阶。南京信息职业技术学院为满足 SMT 方面的人才需求, 率先在高职院校开设“SMT”专业, 为社会培养新型人才。SMT 专业教研室的教师总结多年的教学经验和实践体会, 编写了本书。

本书在编写过程中力求体现以下特色。

- 本书按照“以 SMT 生产工艺为主线, 以理论与实践相结合为原则, 以 SMT 岗位职业技能培养为重点”的思路进行编写, 使学生的知识(应知)、技能(应会)、情感态度(职业素养)更贴近职业岗位要求。
- 书中每章都提出了具体的“教学目标、知识点、难点与重点、学习方法”, 使学生在学习的过程中有的放矢, 目的更加明确, 教师更容易进行教学方案设计。
- 本书内容突出 SMT 新标准, 将 IPC 标准(IPC—9850《表面贴装设备性能检测方法》、IPC—7721《电子组装件的返工标准》、IPC—A—610D《电子组件的可接受性条件》等)融入到教材中, 贴近企业, 便于学生考取相应职业资格证书。
- 本书将理论、实践、实训内容融为一体, 形成“教、学、做”一体化的教材, 有利于学生“学中看, 看中学, 学中干, 干中学”。
- 本书针对 SMT 飞速发展、日新月异的特点, 加入了 SMT 新技术、新设备、新材料及新工艺等内容, 突出了教材的先进性。

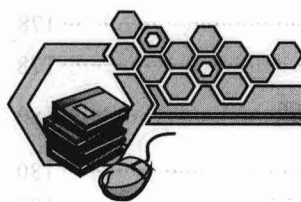
本书由南京信息职业技术学院韩满林任主编, 郝秀云、王玉鹏、舒平生任副主编, 朱桂兵、杨洁、彭琛、赵雄明、余日新参与了编写。其中韩满林编写第 1 章, 郝秀云编写第 2 章, 朱桂兵编写第 3 章, 舒平生编写第 4 章, 杨洁编写第 5 章, 彭琛编写第 6 章, 王玉鹏、赵雄明、余日新编写第 7 章, 全书由韩满林负责统稿。

在编写本书的过程中, 得到了南京 SMT 专委会和 SMT 专家的大力支持, 特别是魏子陵、祝长青、丁卫中等的大力帮助, 在此表示感谢。

由于编者水平有限, 书中的错误和不足之处在所难免, 望广大读者批评指正。

编 者

2010 年 3 月



目 录

第 1 章 SMT 综述.....1

1.1 SMT 及其组成.....3

1.2 SMT 生产线.....4

1.3 SMT 工艺流程.....5

1.3.1 SMA 的组装方式.....5

1.3.2 基本工艺流程.....5

1.3.3 SMT 工艺流程设计原则.....6

1.3.4 SMT 的工艺流程.....6

1.4 SMT 生产环境要求.....8

1.5 SMT 生产工艺要求.....9

1.5.1 生产物料的基本要求.....9

1.5.2 生产工艺的基本要求.....10

1.6 SMT 的发展趋势.....12

本章小结.....13

习题与思考.....14

第 2 章 SMT 生产物料.....15

2.1 表面组装元器件.....16

2.1.1 表面组装元器件的特点及 分类.....16

2.1.2 表面组装元件.....17

2.1.3 表面组装器件.....25

2.1.4 表面组装元器件的包装.....32

2.1.5 湿度敏感器件的保管与使用.....35

2.2 表面组装印制电路板.....37

2.2.1 印制电路板的基本知识.....37

2.2.2 表面组装印制电路板的 特征.....39

2.2.3 表面组装用印制电路板的 设计原则.....40

2.3 表面组装工艺材料.....46

2.3.1 焊料.....47

2.3.2 助焊剂.....51

2.3.3 焊膏.....54

2.3.4 贴片胶.....59

2.3.5 清洗剂.....61

本章小结.....62

习题与思考.....62

第 3 章 SMT 生产设备与治具.....64

3.1 涂敷设备.....64

3.1.1 印刷设备及治具.....65

3.1.2 点涂设备.....72

3.2 贴片设备.....73

3.2.1 贴片机的基本结构.....74

3.2.2 贴片机的技术参数.....80

3.2.3 贴片设备的选型.....82

3.3 焊接设备.....84

3.3.1 回流炉.....84

3.3.2 波峰焊接机.....87

3.3.3 焊接用治具.....90

3.4 检测设备.....91

3.4.1 自动光学检测仪.....91

3.4.2 自动 X 射线检测仪.....94

3.4.3 在线针床检测仪.....95

3.4.4 飞针检测仪.....96

3.4.5 功能测试仪.....98

3.4.6 检测用治具.....99

3.5 返修设备.....100

3.5.1 手工返修设备——电烙铁.....101

3.5.2 自动返修设备——返修 工作站.....102

3.6 清洗设备.....104



3.6.1 水清洗机	104
3.6.2 汽相清洗机	105
3.6.3 超声清洗机	105
本章小结	105
习题与思考	106
第4章 SMT 生产工艺	107
4.1 涂敷工艺	107
4.1.1 焊膏模板印刷工艺	108
4.1.2 贴片胶涂敷工艺	117
4.2 贴装工艺	124
4.2.1 贴装元器件的工艺要求	124
4.2.2 贴片机编程	125
4.2.3 贴装结果分析	129
4.3 焊接工艺	130
4.3.1 回流焊工艺	130
4.3.2 波峰焊工艺	141
4.3.3 新型焊接工艺	148
本章小结	151
习题与思考	151
第5章 SMT 辅助工艺	153
5.1 SMT 检测工艺	153
5.1.1 组装前来料检测	154
5.1.2 表面组装工序检测	156
5.1.3 组装后组件检测	161
5.1.4 各种检测技术测试能力 比较与组合测试策略	163
5.2 SMT 返修工艺	164
5.2.1 返修的工艺要求	164
5.2.2 返修技巧	164
5.2.3 Chip 元件的返修	165
5.2.4 SOP、QFP、PLCC 器件的 返修	166
5.2.5 BGA、CSP 芯片的返修	167
5.3 SMT 清洗工艺	171
5.3.1 清洗工艺概述	171
5.3.2 几种典型的清洗工艺	173
5.3.3 清洗的质量评估标准	175
5.3.4 清洗效果的评估方法	176

本章小结	178
习题与思考	178

第6章 SMT 管理 180

6.1 5S 管理	180
6.1.1 5S 的概念	180
6.1.2 5S 之间的关系	181
6.1.3 5S 的作用	182
6.1.4 实施 5S 的主要手段	182
6.1.5 5S 规范表	183
6.2 SMT 质量管理	184
6.2.1 质量管理的发展过程	184
6.2.2 ISO9000	185
6.2.3 统计过程控制	187
6.2.4 6 σ	188
6.2.5 质量管理的常用工具	193

6.3 SMT 生产过程中的静电 防护	199
6.3.1 静电的产生	200
6.3.2 静电的危害	201
6.3.3 静电的防护	202
6.3.4 SMT 生产中的静电防护	205

本章小结	207
习题与思考	207

第7章 调频调幅收音机 SMT 组装项目 209

第一部分 项目简介	210
第二部分 项目相关知识与操作	217
一、表面组装工艺文件的准备	217
二、产品生产物料的准备	224
三、产品印刷工艺	231
四、产品贴装工艺	239
五、产品回流焊接工艺	256
六、产品检测工艺	261
七、产品返修工艺	272

附录 A SMT 中英文专业术语 280

附录 B IPC 标准简介 291

参考文献 297

第1章

SMT 综述

教学导航

教学 目 标	◇ 了解 SMT 的发展历程 ◇ 理解 SMT 的定义 ◇ 了解 SMT 生产线及其组成 ◇ 掌握 SMT 的工艺流程 ◇ 了解 SMT 生产环境和生产工艺要求 ◇ 了解 SMT 发展趋势	讲授 时间	实践 时间
	◇ SMT 的定义 ◇ SMT 的组成 ◇ SMT 生产线及其组成 ◇ SMT 的工艺流程 ◇ SMT 生产环境要求 ◇ SMT 生产工艺要求	4 学时	2 学时
	◇ SMT 工艺流程设计原则 ◇ 各种组装方式的工艺流程		
	◇ 参观 SMT 实训工厂, 了解 SMT 生产线以及 SMT 生产环境 ◇ 借助网络资源、行业相关期刊杂志了解 SMT 发展		

自从无线电发明的那天起, 电子组装技术就相伴诞生了。随着 20 世纪 40 年代晶体管诞生以及印制电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 的研制成功, 人们开始尝试将晶体管等通孔元件直接焊接到印制电路板上, 使得电子产品结构变得紧凑、体积大大缩小。到了 20 世纪 50 年代, 英国人首先研制出世界上第一台波峰焊接机, 于是人们将晶体管等通孔元件插



装在印制电路板上, 然后通过波峰焊接技术实现通孔组件的装联, 这就是我们通常所说的通孔插装技术 (Through Hole Technology, THT), 亦称穿孔插入组装技术或穿孔插装技术。综上所述, THT 就是一种将引脚位于轴向 (或径向) 的电子元器件插入以 PCB 为组装基板的规定位置上的焊盘孔内, 然后在 PCB 的引脚伸出面上进行焊接的电子装联技术。典型的 THT 工艺流程为元器件预加工 (元器件引脚折弯或校直) → 元器件插装 → 波峰焊 → 引脚修剪 → 测试 → 清洗。其生产线组成有元器件引脚折弯机、元器件引脚校直机、半自动插装线体或自动插装机、波峰焊接机、接驳台、引脚剪脚机、补焊线体以及测试设备和清洗设备。

20 世纪 60 年代, 在电子表行业以及军用通信中, 为了实现电子表和军用通信产品的微型化, 人们开发出无引脚电子元件, 将其直接焊接到印制电路板表面, 从而达到电子产品微型化的目的, 这就是表面组装技术 (Surface Mount Technology, SMT) 的雏形。SMT 发展至今, 已经历了几个阶段。第一阶段 (1970 年 ~ 1975 年) 以小型化为主要目标, 此时的表面组装元器件主要用于混合集成电路, 如石英表、计算器等。第二阶段 (1976 年 ~ 1980 年) 的主要目标是减小了电子产品的单位体积、提高电路功能, 产品主要用于摄像机、录像机、电子照相机等。第三阶段 (1980 年 ~ 1995 年) 的主要目标是降低成本, 大力发展组装设备, 表面组装元器件进一步微型化, 提高了电子产品的性价比。第四阶段 (1996 年 ~ 至今) SMT 已进入微组装、高密度组装和立体组装的新阶段, 以及多芯片组件等新型表面组装元器件快速发展和大量应用阶段。

综上所述, SMT 是 20 世纪 60 年代中期开发, 70 年代获得实际应用的一种新型电子装联技术。它无须对印制电路板钻插装孔, 直接将表面组装元器件焊接到印制电路板的规定位置上, 它彻底改变了传统的通孔插装技术, 使电子产品微型化、轻量化成为可能, 被誉为电子组装技术的一次革命, 是继手工装联、半自动装联、自动插装后的第四代电子装联技术。SMT 与传统的 THT 相比, 具有如下优点。

(1) 元器件组装密度高、电子产品重量轻、体积小。表面组装元器件的体积比传统的通孔插装元器件要小得多, 表面组装元器件仅占印制电路板 $1/3 \sim 1/2$ 的空间, 且表面组装元器件的重量只有通孔插装元器件的 $1/10$ 。电子产品的体积可缩小 $40\% \sim 60\%$, 重量可减轻 80% 以上。

(2) 抗震能力强、可靠性高。由于表面组装元器件的体积小、重量轻, 故抗震动能力强。表面组装元器件的焊接可靠性比通孔插装元器件要高, 故采用表面组装的电子产品平均无故障时间一般为 20 万小时以上, 所以可靠性高。

(3) 高频特性好。表面组装元器件无引脚或短引脚, 从而降低了引脚的分布特性影响, 而且在印制电路板表面焊接牢固、可靠性高, 大大降低了寄生电容和寄生电感对电路的影响, 在很大程度上减少了电磁干扰和射频干扰, 使得组件的噪声降低, 改善了组件的高频特性。

(4) 自动化程度高、生产效率高。与 THT 相比, SMT 更适合自动化生产。THT 根据插装元器件的不同, 需要不同的插装设备, 如跳线机、径向插装机、轴向插装机等, 设备生产调整准备时间较长, 而且由于通孔的孔径较小, 插装的精度也较差, 返修的工作量也较大, 而且换料时必须停机, 增长了工作时间。而 SMT 在一台泛用机上就可以完成贴装任务, 且具有不停机换料功能, 节省了大量时间, 同时由于 SMT 的相关设备具有视觉功能, 所以贴装精度高, 返修工作量低, 这样自动化程度和生产效率就高。

(5) 成本降低。SMT 可以进行印制电路板的双面贴装, 更加充分地利用印制电路板的表面空间, 而且采用 SMT, 印制电路板的钻孔数目减少、孔径变细, 使得印制电路板的面积大大缩小, 降低了印制电路板的制造成本。部分表面组装元器件成本也比通孔插装元器件成本低。同时, 采用 SMT, 相应的返修工作量减少, 降低了人工成本。另外, 表面组装元器件体积小、重量轻, 减少了包装和运输成本。一般情况下, 电子产品采用 SMT 后, 总成本可降低 30% 以上。



总之, SMT 作为新一代的电子装联技术, 仅有 40 多年的历史, 但这项技术刚问世就充分显示出其强大的生命力, 它以非凡的速度走完了从诞生、完善直至成熟的路程, 迈入了大范围工业应用的旺盛期。如今, SMT 已广泛地应用于各个领域的电子产品装联中: 航空、航天、通信、计算机、医疗电子、汽车、照相机、办公自动化、家用电器行业等, 真可谓哪里有电子产品哪里就有 SMT。

1.1 SMT 及其组成

SMT 从狭义讲就是将表面组装元件(Surface Mount Component, SMC)和表面组装器件(Surface Mount Device, SMD)贴、焊到以印制电路板(PCB)为组装基板的表面规定位置上的电子装联技术, 所用的 PCB 无须钻插装孔, 如图 1-1 所示。从工艺角度来细化, 就是首先在 PCB 焊盘上涂敷焊膏, 再将表面组装元器件准确地放到涂有焊膏的焊盘上, 通过加热 PCB 直至焊膏熔化, 冷却后便实现了元器件与印制电路之间的互连。

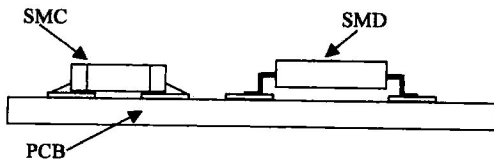


图 1-1 SMT 示意图

从广义讲, SMT 涉及化工与材料技术(如各种焊膏、助焊剂、清洗剂、各种元器件等)、涂敷技术(如涂敷焊膏或贴片胶)、精密机械加工技术(如涂敷模板制作, 工装夹具制作等)、自动控制技术(如生产设备及生产线控制)、焊接技术和测试、检验技术、各种管理技术等诸多技术, 是一项复杂的、综合的系统工程技术。

因此 SMT 的基本组成可以归纳为生产物料、生产设备和生产工艺以及管理四大部分。其中, 生产物料和生产设备可以称为 SMT 的硬件, 而生产工艺以及管理称为 SMT 的软件。SMT 基本组成如图 1-2 所示。

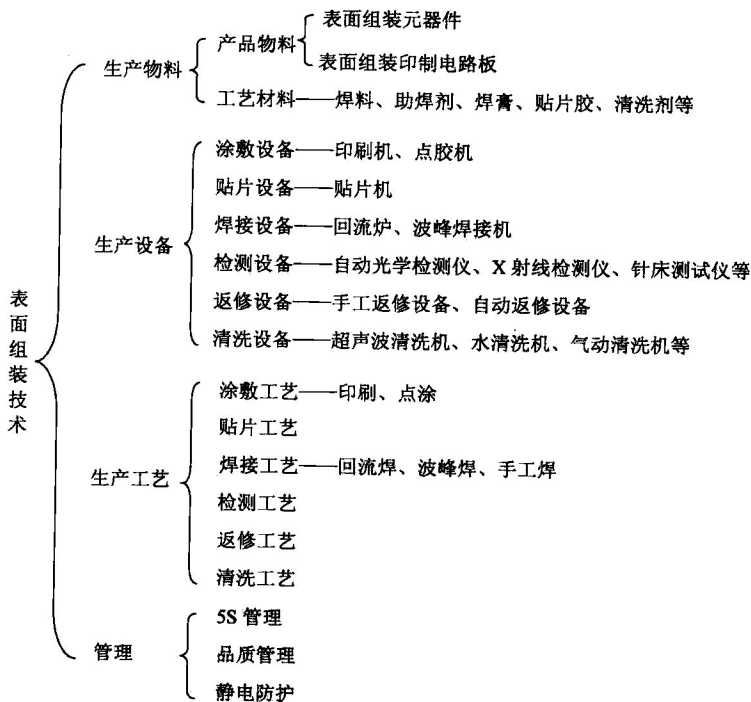


图 1-2 表面组装技术的组成



1.2 SMT 生产线

生产线是将不同加工方式和加工数量的生产设备组合成一条可连续自动化进行产品制造的线体。最基本的 SMT 生产线由印刷机、贴片机、回流炉和上/下料装置、接驳台等组成。

SMT 生产线按照自动化程度可分为全自动生产线和半自动生产线。全自动生产线是指整条生产线的设备都是全自动设备，通过自动上板机、缓冲带和自动下板机将所有生产设备连成一条自动线。半自动生产线是指主要生产设备没有连接起来或没有完全连接起来，印刷机是半自动的，需要人工印刷或者人工装卸印制电路板。

按照生产线的规模大小，SMT 生产线可分为大型、中型和小型生产线。大型生产线是指具有较大的生产能力。一条大型单面生产线上的贴片机由一台泛用机和多台高速机组成。中、小型生产线主要适合于研究所和中小企业，满足多品种。中、小批量或单一品种。中、小批量的生产任务可以是全自动生产线或半自动生产线。

根据生产产品的不同，SMT 生产线可分为单生产线和双生产线。SMT 单生产线由印刷机、贴片机、回流炉、测试设备等自动表面组装设备组成，主要用于只在 PCB 单面组装 SMC/SMD 的产品。SMT 单生产线的基本组成示意图如图 1-3 所示。SMT 双生产线由两条 SMT 单生产线组成，其中这两条 SMT 单生产线可以独立存在，也可串联组成，主要用于在 PCB 双面组装 SMC/SMD 的产品。

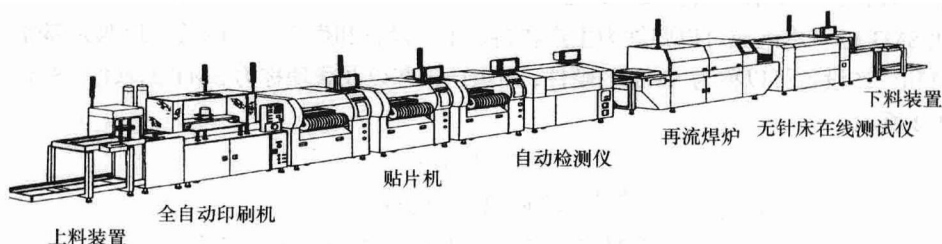


图 1-3 SMT 单生产线的基本组成

SMT 生产线的分类如表 1-1 所示。

表 1-1

SMT 生产线的分类

分类方法	类 型
按焊接工艺	波峰焊、回流焊
按产品区别	单生产线、双生产线
按生产规模	小型、中型、大型
按生产方式	半自动、全自动
按使用目的	研究试验、小批量多品种生产、大批量少品种生产、变量变种生产
按贴装速度	低速、中速、高速
按贴装精度	低精度、高精度

电子产品的单板组装方式不同采用的生产线也不同，如果印制电路板上仅贴有表面组装元器件，那么采用 SMT 生产线即可；如果是表面组装元器件和插装元器件混合组装时，还需在 SMT 生产线的基础上附加插装件组装线和相应设备；当采用的是非免清洗组装工艺时，还需附加焊接后的清洗设备。



1.3 SMT 工艺流程

工艺流程是指导操作人员操作和用于生产、工艺管理等规范,是制造产品的技术依据。表面组装工艺流程设计合理与否,直接影响组装质量、生产效率和制造成本。在实际生产中,工艺人员应根据所用元器件和生产设备的类型以及产品的需求,设计合适的工艺流程,以满足不同产品生产的需要。

1.3.1 SMA 的组装方式

表面组装组件 (Surface Mount Assembly, SMA) 的组装方式不同,生产过程中所采用的工艺流程也有所不同,因此这里首先介绍 SMA 的基本组装方式。SMA 的组装方式有单面表面组装、双面表面组装、单面混装和双面混装 4 种。

单面表面组装是指采用单面 PCB, 而且全部采用表面组装元器件, 如图 1-4 所示。

双面表面组装是指采用双面 PCB, 而且双面全部采用表面组装元器件, 如图 1-5 所示。



图 1-4 单面表面组装



图 1-5 双面表面组装

单面混装是指采用单面 PCB, 但是 PCB 上既有表面组装元器件, 又有通孔插装元器件, 因此, 元器件分布在 PCB 的两面, 焊点分布在 PCB 的一面, 如图 1-6 所示。

双面混装是指采用双面 PCB, 而且 PCB 上既有表面组装元器件, 又有通孔插装元器件, 如图 1-7 所示。更为复杂的双面混装则是 PCB 两面都是既有表面组装元器件, 又有通孔插装元器件, 这种类型比较少用, 因此未列出来。

常见表面组装组件的组装方式基本都是上述 4 种组装方式当中的一种。

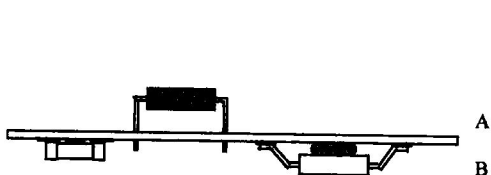


图 1-6 单面混装

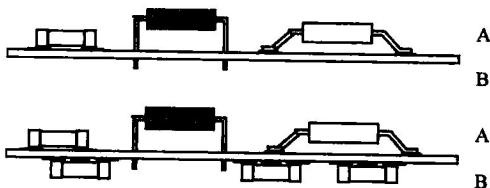


图 1-7 双面混装

1.3.2 基本工艺流程

SMT 组装工艺有两条基本的工艺流程, 即焊膏—回流焊工艺和贴片胶—波峰焊工艺, SMT 的所有工艺流程基本都是在这两条流程的基础上变化而来。

焊膏—回流焊工艺如图 1-8 所示, 就是先在印制电路板焊盘上印刷适量的焊膏, 再将片式元器件贴放到印制电路板的规定位置上, 最后将贴装好元器件的印制电路板通过回流炉完成焊接过程。其特点是简单、快捷, 有利于产品体积的减小。这种工艺流程主要适用于只有表面组装元器





件的组装。

贴片胶一波峰焊工艺如图 1-9 所示,就是先在印制电路板焊盘间点涂适量的贴片胶,再将表面组装元器件贴放到印制电路板的规定位置上,然后将贴装好元器件的印制电路板进行胶水的固化,之后插装元器件,最后将插装元器件与表面组装元器件同时进行波峰焊接。其特点是利用双面板空间,电子产品体积可以进一步减小,并部分使用通孔元件,价格低廉。这种工艺流程适用于表面组装元器件和插装元器件的混合组装。



图 1-8 焊膏一回流焊工艺

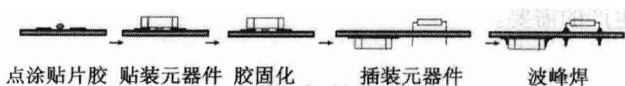


图 1-9 贴片胶一波峰焊工艺

1.3.3 SMT 工艺流程设计原则

工艺流程设计合理与否,直接关系到产品组装质量、生产效率和制造成本。工艺员在设计工艺流程时应考虑印制电路板的组装密度和本单位 SMT 生产线设备的前提下,遵循以下原则。

- (1) 选择最简单、质量最优秀的工艺。
- (2) 选择自动化程度最高、劳动强度最小的工艺。
- (3) 选择加工成本最低的工艺。
- (4) 选择工艺流程路线最短的工艺。
- (5) 选择使用工艺材料的种类最少的工艺。

1.3.4 SMT 的工艺流程

现代电子产品往往不仅仅只贴表面组装元器件,还有通孔插装元器件,因此采用 SMT 工艺组装各种产品时所用流程均应以基本工艺流程焊膏一回流焊工艺和贴片胶一波峰焊工艺为基础,二者单独使用或者重复混合使用,以满足不同产品生产的需要。下面介绍各种组装方式的常规工艺流程。

1. 单面表面组装工艺流程

单面表面组装全部采用表面组装元器件,在印制电路板上单面贴装、单面回流焊,其工艺流程如图 1-10 所示。在印制电路板尺寸允许时,应尽量采用这种方式,以减少焊接次数。

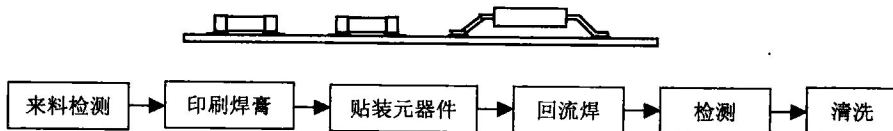


图 1-10 单面表面组装工艺流程

2. 双面表面组装工艺流程

双面表面组装的表面组装元器件分布在 PCB 的两面,组装密度高,其工艺流程如图 1-11 和图 1-12 所示。采用图 1-12 所示工艺流程的 SMA 要求 B 面不允许存在细间距表面组装元器件和球栅阵列封装等大型集成电路 (Integrated Circuit, IC) 器件。

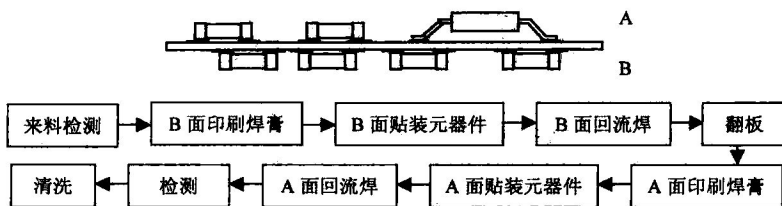


图 1-11 双面表面组装工艺流程 I (回流焊)

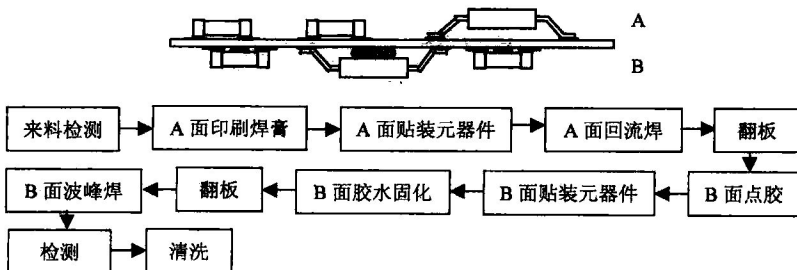


图 1-12 双面表面组装工艺流程 II (一面回流焊, 另一面波峰焊)

3. 单面混装工艺流程

单面混装是多数消费类电子产品采用的组装方式, 它的工艺流程有两类: 先贴法和后贴法。先贴法适用于贴装元器件数量大于插装元器件数量的场合, 后贴法适用于贴装元器件数量少于插装元器件数量的场合。但不管采用先贴法还是后贴法, 印制电路板 B 面都不允许存在细间距表面组装元器件、球栅阵列封装等大型 IC 器件。其具体工艺流程如图 1-13 所示。

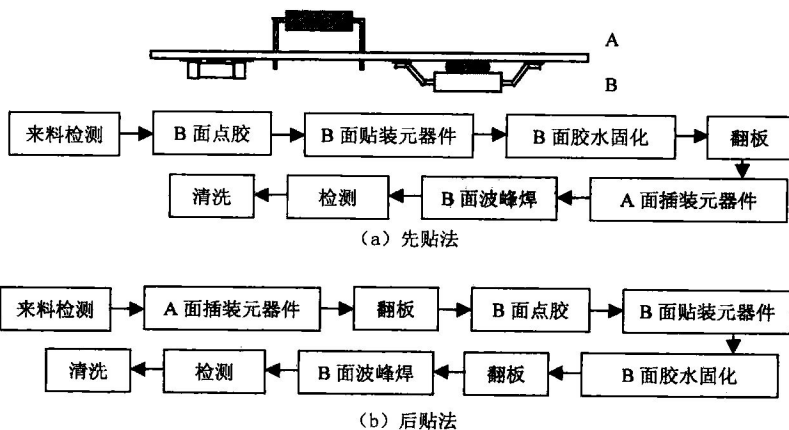


图 1-13 单面混装工艺流程

4. 双面混装工艺流程

双面混装可以充分利用 PCB 的双面空间, 是实现组装面积最小化的方法之一, 而且仍保留通孔元器件价廉的优点。双面混装 I 的工艺流程如图 1-14 所示。双面混装 II 的工艺流程如图 1-15 所示, 有两种情况: 先 A、B 两面回流焊, 再 B 面选择性波峰焊; 或先 A 面回流焊, 再 B 面波峰焊。采用先 A 面回流焊再 B 面波峰焊的工艺, 要求印制电路板 B 面不允许存在细间距表面组装元器件和球栅阵列封装等大型 IC 器件。

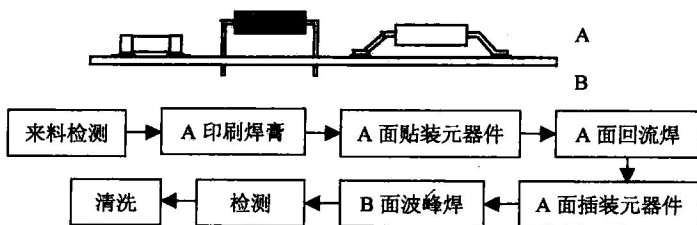
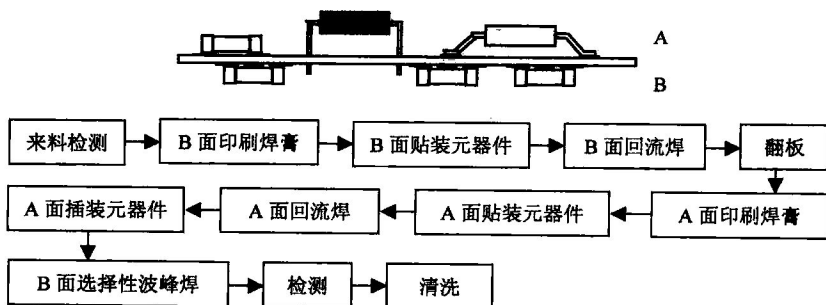
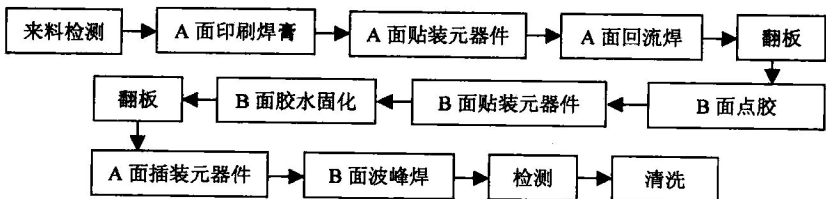


图 1-14 双面混装 I 工艺流程



(a) 先 A、B 两面回流焊, 再 B 面选择性波峰焊



(b) 先 A 面回流焊, 再 B 面波峰焊

图 1-15 双面混装 II 工艺流程

1.4 SMT 生产环境要求

SMT 是一项复杂的综合性系统工程技术, 涉及基板、元器件、工艺材料、组装技术、高度自动化的组装、检测设备等多方面因素。其中, SMT 生产设备是高精度的机电一体化设备, SMT 工艺材料中的焊膏和贴片胶都属于触变性流体, 他们对环境的清洁度、湿度、温度都有一定的要求。为了保证设备正常运行, 保证产品的组装质量, 对 SMT 生产环境有以下的要求。

- (1) 工作间保持清洁卫生, 无尘土, 无腐蚀性气体。空气清洁度为 100 000 级 (BGJ73-84)。
- (2) 环境温度以 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 为最佳, 一般为 $17^\circ\text{C} \sim 28^\circ\text{C}$, 极限温度为 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 。
- (3) 空气中相对湿度过高, 易导致焊接后出现锡珠和焊料飞溅等缺陷; 相对湿度过低, 则会导致助焊剂中溶剂挥发, 而且容易产生静电, 造成一系列缺陷。因此, 相对湿度应控制在 45% ~ 70% 范围内。

鉴于对 SMT 生产环境有以上要求, 因此一般生产车间都应配备空调, 而且要求有一定的新风量, 以保证人体健康。



1.5 SMT 生产工艺要求

1.5.1 生产物料的基本要求

出于追求电子产品高质量的要求, SMT 组装工艺对表面组装元器件、基板、工艺材料等物料的基本要求比较苛刻, 主要如下。

1. 表面组装元器件

(1) 可焊性应符合 SJ/T 10669 中附录 A 的要求。

(2) 其他要求如下。

① 元器件应有良好的引脚共面性。

② 元器件引脚或焊端的焊料涂镀层厚度应满足工艺要求。

③ 元器件的尺寸公差应符合有关标准规定, 并能满足焊盘设计、贴装、焊接等工序的要求。

④ 元器件必须能在 260℃ 下承受至少 10 个焊接周期为 60s 的加热。

⑤ 元器件应在大约 40℃ 的温度下进行耐溶剂的清洗。在超声波中清洗的条件是能在频率为 40kHz、功率为 20W/L 的超声波中停留至少 1min, 标记不脱落, 且不影响元器件性能和可靠性。

2. 基板

(1) 基板质量评估对象

基板质量评估时应考虑基板材料的玻璃化转变温度 T_g 、热膨胀系数 (Coefficient of Thermal Expansion, CTE)、热传导性、抗张模数、介电常数、体积电阻率、表面电阻率、吸湿性等因素。

(2) 定位孔及其标志

① 定位孔沿 PCB 的长边相对角或对角的位置应至少各有一个定位孔; 定位孔的尺寸公差应在 $\pm 0.075\text{mm}$ 之内; 以定位孔作为施加焊膏和元器件贴装的原始基准时, 孔的中心相对于底图的精度要求必须予以保证。

② 需要有益于整块 PCB 光学定位的一组图形 (基准标志) 和用于单个器件光学定位的一组图形 (局部基准标志)。

(3) 焊盘应能满足所组装的 SMA 的条件、元器件情况、工艺要求和制造要求。

(4) PCB 翘曲度应能满足设备和元器件在涂敷和贴装时对 PCB 翘曲度的要求。

3. 工艺材料

(1) 焊料应符合 GB 3131 中的有关规定。

(2) 焊膏的金属组分、物态范围、性质、黏度、助焊剂类型、粒度应符合焊接 SMA 时的要求。

(3) 贴片胶应满足下列要求。

① 有一定的黏度, 滴胶时不拉丝, 涂敷后能保持轮廓和高度, 不漫流。

② 固化后的焊接过程中贴片胶无收缩, 在焊接过程中无释放气体现象。

③ 固化后有一定的粘接强度, 能经受 PCB 的移动、翘曲、助焊剂和清洗剂的作用, 及通过波峰焊高温作用时, 元器件不允许掉落。

④ 应与后续工艺过程中的化学制品相容, 不发生化学反应; 对清洗溶剂要保持惰性; 在任何





情况下具有绝缘性；防潮和抗腐蚀能力强；应有颜色。

(4) 清洗剂应满足以下基本要求。

- ① 化学和热稳定性好。
- ② 在存储和使用期间不发生分解。
- ③ 不与其他物质发生化学反应。
- ④ 对接触材料无腐蚀。
- ⑤ 具有不燃性和低毒性。
- ⑥ 操作安全。
- ⑦ 清洗操作过程中损耗小。
- ⑧ 必须能在给定温度及时间内进行有效清洗。

1.5.2 生产工艺的基本要求

为保证产品的制造质量，SMT 组装工艺对涂敷、贴装、焊接、检测、返修等各生产工艺的基本要求如下。

1. 焊膏涂敷工艺的基本要求

焊膏涂敷工艺是在涂敷设备的操作下，将焊膏通过涂敷模板涂敷到 PCB 指定位置上的工艺。

焊膏涂敷工艺在 SMT 组装工艺中对产品质量至关重要，应符合以下要求。

- ① 应充分注意焊膏对温度的敏感性。
- ② 准备工作要充分。
- ③ 焊膏回温应符合焊膏特性要求。
- ④ 焊膏黏度应符合涂敷要求。
- ⑤ 模板应符合焊膏涂敷所规定的要求。
- ⑥ 焊膏涂敷量应符合焊接要求。
- ⑦ 焊膏涂敷后，应无塌落，边缘整齐。
- ⑧ 焊膏涂敷后，错位应在规定范围内。
- ⑨ 基板不允许被焊膏污染。
- ⑩ 工艺参数的设置应符合涂敷和焊接的要求。

2. 贴片胶涂敷和滴涂工艺的基本要求

贴片胶涂敷工艺是在涂敷设备的操作下，将贴片胶通过涂敷模板涂敷到 PCB 指定位置上的工艺。

贴片胶滴涂工艺是在滴涂设备的操作下，将贴片胶滴涂到 PCB 指定位置上的工艺。

贴片胶涂敷和滴涂工艺在 SMT 的波峰焊工艺中对产品质量至关重要，应符合以下要求。

- ① 应充分注意贴片胶对温度的敏感性。
- ② 贴片胶回温应符合贴片胶特性要求。
- ③ 贴片胶黏度应符合涂敷和滴涂要求。
- ④ 模板应符合贴片胶涂敷和滴涂所规定的要求。
- ⑤ 贴片胶印刷量或滴涂量应符合固化要求。