

国家骨干校建设项目成果
全国高等职业教育应用型人才培养规划教材

国家精品资源
共享课配套教材

- 遵照 **SMT岗位职业技能要求**，融 **知识、技能、职业素养** 于一体
- 精选典型电子产品的 **手工制作** 和 **自动化生产** 实例
- **校企联合**，呈现 **最先进的生产设备** 和 **最新的工艺技术**
- **开放式** 结构框架，便于内容的拓展和延伸

表面组装技术及工艺管理

◎王海峰 王红梅 主 编

◎胡祥敏 王志辉 黄亮国 符气叶 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国家骨干校建设项目成果
全国高等职业教育应用型人才培养规划教材

表面组装技术及工艺管理

王海峰 王红梅 主 编

胡祥敏 王志辉 黄亮国 符气叶 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是国家精品课程、国家精品资源共享课程《表面组装技术及工艺管理》的配套教材。全书以 SMT 生产工艺为主线,以典型产品在教学环境中的实施为依托,循序渐进地介绍 SMT 基本工艺流程、表面组装元器件和工艺材料、SMT 自动化设备、5S 管理等相关知识。在内容的选取和结构设计上,既满足理论够用,又注重实操技能的培养。

全书分为基础理论篇和技能实践篇,共 8 章,基础理论篇包括 SMT 概述和生产工艺认知、表面组装元器件、锡膏和锡膏印刷技术、贴片、焊接、SMT 检测设备与产品可靠性检测;技能实践篇包括电子产品的手工制作和 SMT 自动化生产。

本书内容实用,可作为高等职业院校或中等职业学校 SMT 专业或应用电子技术专业的教材,也可作为 SMT 专业技术人员与电子产品制造工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

表面组装技术及工艺管理 / 王海峰, 王红梅主编. —北京: 电子工业出版社, 2015.2
全国高等职业教育应用型人才培养规划教材

ISBN 978-7-121-24818-4

I. ①表… II. ①王… ②王… III. ①SMT 技术—高等职业教育—教材 IV. ①TN305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 273825 号

策划编辑: 王昭松

责任编辑: 郝黎明

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 14.5 字数: 371.2 千字

版 次: 2015 年 2 月第 1 版

印 次: 2015 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

表面组装技术的普及彻底变革了传统电子电路组装的概念,在现代信息产业中发挥着独特的作用,成为现代电子产品制造中必不可少的技术之一。随着半导体元器件技术、材料技术等相关技术的飞速进步,其技术将不断完善和深化,应用面也将不断扩大。与这种发展现状和趋势相对应,近年来,我国电子制造业对掌握 SMT 知识的专业技术人员的需求量也日益增大。

表面组装技术是一门综合性很强的技术,涉及表面组装元器件、PCB、组装材料、组装工艺、组装设备、组装质量与检测、组装系统控制与管理等多个方面,要想掌握这门技术,必须经过系统的基础知识和专业知识的学习与培训,尤其是专业生产环境的训练才能逐步掌握。

广东科学技术职业学院依托珠三角地区的地缘优势,与诸多电子制造企业建立校企合作,将最先进的生产设备、最新的工艺技术和大量经验丰富的企业技术人才引进课堂,所培养的技术应用型人才深受企业的欢迎。

本次编写的教材是“表面组装技术及工艺管理”课程的配套教材,该课程 2008 年被评为国家级精品课程,2013 年又成功转型为国家精品资源共享课程。在课程建设过程中,学院为课程配置了占地 1500m² 的专业厂房和工业级 SMT 自动化生产设备,在教学中积累了丰富的典型教学产品。本次教材编写结合学院国家骨干校重点建设专业应用电子技术专业建设要求,充分整合教学资源和校企合作资源,集合一批教学经验和实践经验丰富的编写团队,联合编写《表面组装技术及工艺管理》一书。

本书以 SMT 生产工艺为主线,以典型产品在教学环境中的实施为依托,循序渐进地介绍了 SMT 基本工艺流程、表面组装元器件和工艺材料、SMT 自动化设备、5S 管理等相关知识。在内容的选取和结构设计上,既满足理论够用,又注重实操技能的培养。本教材的特点如下:

(1) 按照 SMT 岗位职业技能培养的要求编写,使得学生的知识、技能、职业素养更贴近企业岗位需求。

(2) 遵循循序渐进的学习规律,选取典型产品的制作过程,逐步介绍知识点和技能点,使学生在典型产品制作中加深对知识点和技能点的理解和体会。

(3) 配套资源丰富,除配套国家精品课程网站 <http://www.icourses.cn/home/> (爱课程网)、<http://jpk.gdit.edu.cn/1/> 和 <http://www.jingpinke.com/> (国家精品课程资源网) 外,还提供了 SMT 工艺教学软件和丰富的典型产品案例,为全面提升教学质量提供保障。

本书分为基础理论篇和技能实践篇,共 8 章,基础理论篇包括 SMT 概述和生产工艺认知、表面组装元器件、锡膏和锡膏印刷技术、贴片、焊接、SMT 检测设备与产品可靠性检测;技能实践篇包括电子产品的手工制作和 SMT 自动化生产。

本书内容实用，可作为高等职业院校或中等职业学校 SMT 专业或应用电子技术专业的教材，也可作为 SMT 专业技术人员与电子产品制造工程技术人员的参考用书。

本书由广东科学技术职业学院王海峰、王红梅任主编，胡祥敏、王志辉、黄亮国、符气叶任副主编。其中，王海峰编写了第 1 章、第 2 章和第 8 章，王红梅编写了第 3 章和第 4 章，胡祥敏编写了第 7 章，符气叶编写了第 5 章和第 6 章，王志辉和黄亮国编写了典型产品的工艺文件，全书由王海峰负责统稿。

在本书编写的过程中，得到了珠海鑫润达电子有限公司和珠海因尔科技有限公司的大力支持，珠海鑫润达电子有限公司的连小兰、聂西定参与了部分章节的编写工作，珠海因尔科技有限公司的李永祥编写了部分教学任务，在此一并表示感谢。

由于编者水平、经验有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请读者在阅读与使用过程中提出宝贵意见，以便及时改正。

编 者
2015 年 1 月

目 录

基础理论篇

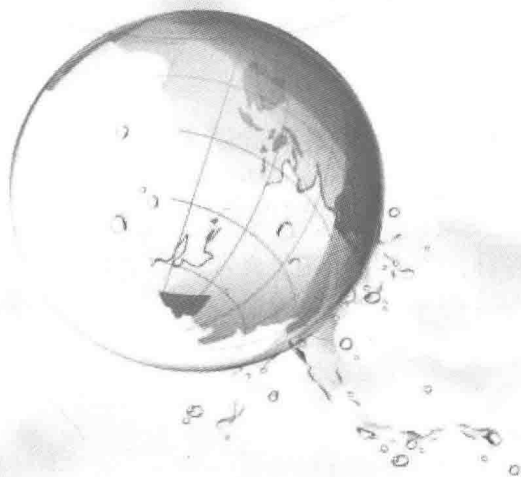
第 1 章 SMT 概述和生产工艺认知	1
1.1 电子组装技术基础	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 电子组装技术的组成	2
1.1.3 电子组装技术的演化	3
1.2 SMT 基本工艺流程	4
1.2.1 相关概念	4
1.2.2 SMT 组装工艺的基本流程	5
1.3 SMT 生产体系的组成	7
1.3.1 SMT 生产线的组成	7
1.3.2 5S 知识	8
1.3.3 质量管理体系	11
1.4 表面组装技术现状与发展趋势	13
习题	13
第 2 章 表面组装元器件	14
2.1 常用 SMT 元器件	14
2.1.1 电阻器	15
2.1.2 电容器	17
2.1.3 电感器	20
2.1.4 SMD 分立组件	21
2.1.5 集成电路	23
2.2 元器件的包装形式和常用设备配件	27
2.2.1 元器件的包装形式	27
2.2.2 自动化生产时的常用设备配件	28
习题	29
第 3 章 锡膏和锡膏印刷技术	30
3.1 焊锡膏	30

3.1.1	焊锡膏的化学组成	30
3.1.2	锡膏的分类	31
3.1.3	锡膏存放领用管理	32
3.1.4	焊料粉的相关特性及品质要求	32
3.1.5	焊锡膏的物理特性	33
3.2	网板	34
3.2.1	网板制作的关键	34
3.2.2	网板的各部分与焊锡膏印刷的关系	35
3.3	锡膏印刷	35
3.3.1	SMT 印刷工艺参数	36
3.3.2	影响焊锡膏印刷质量的因素	37
3.4	焊锡膏印刷过程的工艺控制	38
3.4.1	丝印机印刷参数的设定调整	38
3.4.2	常见印刷缺陷及解决办法	39
3.4.3	焊膏高度的检测	39
3.5	锡膏印刷机介绍	40
3.5.1	手工印刷机	40
3.5.2	半自动印刷机	40
3.5.3	全自动印刷机	41
	习题	42
第 4 章	贴片	44
4.1	基本原理	44
4.2	贴片工艺要求	44
4.2.1	贴装元器件的工艺要求	44
4.2.2	保证贴装质量的三要素	45
4.3	贴片工艺流程	46
4.3.1	全自动贴片机的贴片工艺流程	46
4.3.2	贴片机编程	46
4.4	贴片机的类型	50
4.4.1	动臂式贴片机	50
4.4.2	转塔式贴片机	51
4.4.3	复合式贴片机	52
4.4.4	大型平行系统	53
4.5	贴片机的结构	54
4.5.1	机架	54
4.5.2	PCB 传送及承载机构	54
4.5.3	驱动系统	54
4.5.4	贴装头	57

4.5.5	光学定位对中系统	57
4.5.6	传感器	61
4.5.7	计算机控制系统	61
4.6	元件供料器的类型	62
4.6.1	带状供料器	62
4.6.2	管状供料器	63
4.6.3	盘装供料器	63
4.6.4	散装供料器	63
4.7	光学系统性能评估要求	64
	习题	66
第 5 章	焊接	67
5.1	焊接原理	67
5.1.1	润湿	67
5.1.2	扩散	68
5.1.3	冶金结合	68
5.2	烙铁焊接	68
5.2.1	烙铁的选择	68
5.2.2	烙铁的作用	69
5.3	再流焊技术	69
5.4	波峰焊	75
5.4.1	波峰焊的原理和工艺流程	76
5.4.2	波峰焊工艺对元器件和印制板的基本要求	77
5.4.3	波峰焊工艺材料	77
5.4.4	波峰焊的主要工艺参数及对工艺参数的调整	78
5.4.5	波峰焊接质量要求	80
5.4.6	波峰焊设备	80
5.4.7	波峰焊接的工作过程	81
	习题	82
第 6 章	SMT 检测设备与产品可靠性检测	84
6.1	SMT 检测设备	84
6.1.1	检测工具与目视检测	84
6.1.2	自动光学检测仪	86
6.1.3	X 射线检测仪	98
6.1.4	在线测试仪	100
6.1.5	功能测试	101
6.2	SMT 产品可靠性检测	101
6.2.1	来料检测	101
6.2.2	SMT 工艺过程检测	104

第7章 电子产品的手工制作	122
任务1 锡膏的手动搅拌及存储	122
一、任务描述	122
二、实际操作	122
三、考核评价	124
四、相关知识扩展	125
任务2 锡膏的手动印刷	126
一、任务描述	126
二、实际操作	126
三、考核评价	128
四、相关知识扩展	128
任务3 手动贴片	129
一、任务描述	129
二、实际操作	129
三、考核评价	130
四、相关知识扩展	131
任务4 台式回流焊	131
一、任务描述	131
二、实际操作	131
三、考核评价	136
四、相关知识扩展	136
任务5 用目测法检查	137
一、任务描述	137
二、实际操作	137
三、考核评价	141
任务6 用光学设备检测	141
一、任务描述	141
二、实际操作	141
三、考核评价	143
四、相关知识扩展	144
任务7 用烙铁返修	145
一、任务描述	145
二、实际操作	145
三、考核评价	150
四、相关知识扩展	150
任务8 FM贴片收音机手工制作	152
一、任务描述	152

二、任务实施	153
三、考核评价	161
习题	162
第 8 章 SMT 自动化生产	163
任务 1 锡膏的全自动印刷	163
一、任务描述	163
二、实际操作	163
三、考核评价	170
四、相关知识扩展	170
任务 2 全自动贴片	171
一、任务描述	171
二、实际操作	172
三、考核评价	183
任务 3 全热风无铅回流焊	183
一、任务描述	183
二、实际操作	184
三、考核评价	191
四、相关知识扩展	191
任务 4 SMT 生产线组建	194
一、任务描述	194
二、实际操作	194
三、考核评价	196
任务 5 自动光学检测仪（AOI）编程	197
一、任务描述	197
二、实际操作	197
三、考核评价	203
任务 6 LED 电源制作	204
一、任务描述	204
二、实际操作	204
三、考核评价	216
四、相关知识扩展	217
习题	218
参考文献	219



基础理论篇

第1章

SMT 概述和生产工艺认知

1.1 电子组装技术基础

1.1.1 基本概念

1. 电子组装技术

电子组装技术 (Electronic Assembly Technology) 又称为电子装联技术。电子组装技术是根据成熟的电路原理图, 将各种电子元器件、机电元器件以及基板合理地设计、互联、安装、调试, 使其成为适用的、可生产的电子产品 (包括集成电路、模块、整机、系统) 的技术过程。

2. 通孔插入安装技术 (THT)

THT 是通孔插入安装技术 (Through Hole Technology) 的简称, 它是一种将元器件引出脚插入到印制电路板相应的安装孔内, 然后与印制电路板板面的电路焊盘焊接固定的装联技术, 其示意图如图 1-1 所示。

3. 表面组装技术 (SMT)

SMT 是表面组装技术 (Surface Mount Technology) 的缩写, 它是一种将表面组装元器件贴装到指定的涂覆了焊膏或黏结剂的 PCB 焊盘上, 然后经过再流焊或波峰焊使表面组装元器件与 PCB 焊盘之间建立可靠的机械和电气连接的组装技术, 其示意图如图 1-2 所示。

如图 1-3 所示, 表面组装技术 (SMT) 通常包括表面组装元器件、表面组装电路板及图形设计、表面组装工艺材料 (焊锡膏及贴片胶)、表面组装设备、表面组装焊接技术 (包括波峰

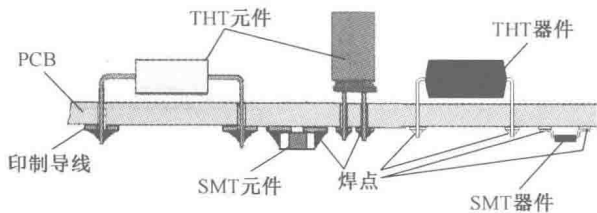


图 1-1 THT 示意图

焊、再流焊、气相焊、激光焊)、表面组装测试技术、清洗技术以及表面组装大生产管理等多方面内容。这些内容可以归纳为三个方面:一是设备,人们称它为 SMT 的硬件;二是装联工艺,人们称它为 SMT 的软件;三是电子元器件,它既是 SMT 的基础,又是 SMT 发展的动力,它推动着 SMT 专用设备和装联工艺不断更新和深化。

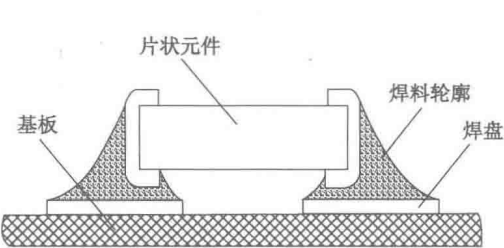


图 1-2 SMT 示意图

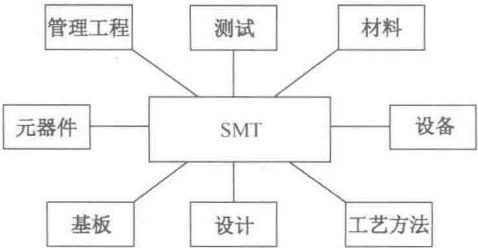


图 1-3 SMT 的组成

1.1.2 电子组装技术的组成

电子组装技术是一门集电路、工艺、结构、组件、器件、材料多学科交叉的工程学科,涉及集成电路固态技术、厚薄膜混合微电子技术、印制电路技术、通孔插装技术、表面组装技术、微组装技术、电子电路技术等领域。其组成如图 1-4 所示。

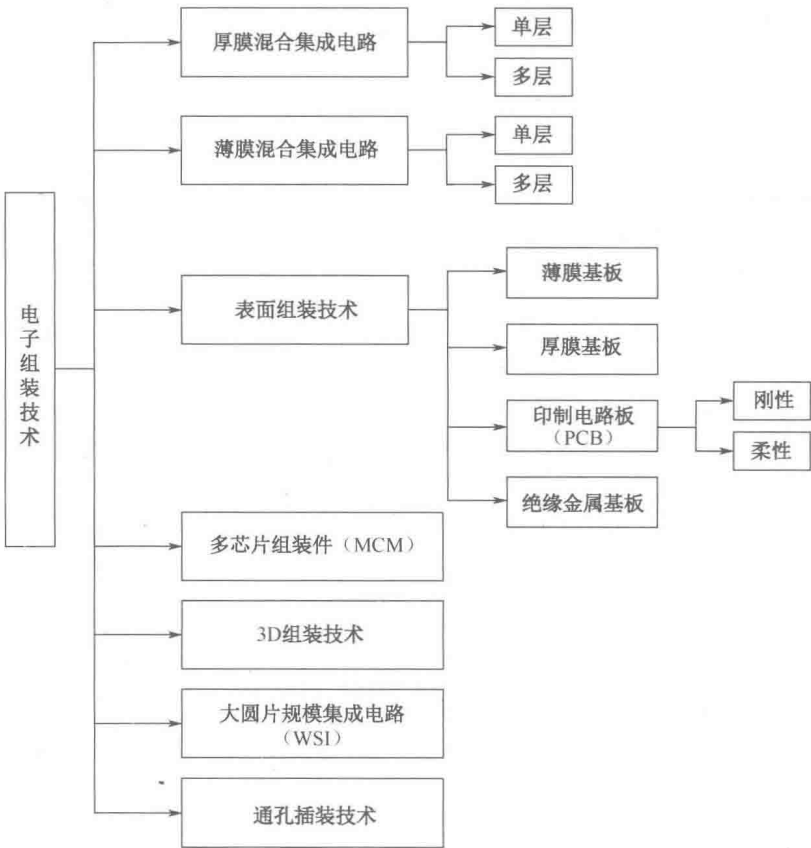


图 1-4 电子组装技术的组成

1.1.3 电子组装技术的演化

1. 电子组装技术的地位演化

电子组装技术属于多学科交叉的电子工程制造技术，是一种“并行工程”，也就是“电子组装技术的工作必须从产品的方案论证起参与进去，参与总体设计及电子产品的研制、开发、生产全过程的设计、决策”。人们逐步认识到：“没有一流的电子组装技术，没有一流的电气互联设备，就不可能有一流的设计、一流的电子产品，就不可能有一流的电子装备”。

因此，在现代电子产品的设计、开发、生产中，电子组装技术的作用发生了根本性的变化，它是总体方案设计人员、企业的决策者实现产品功能指标的前提和依赖。

2. 电子组装技术的发展历程

电子组装技术是伴随着电子器件封装技术的发展而不断前进的，有什么样的器件封装，就产生了什么样的组装技术，即电子元器件的封装形式决定了生产的组装工艺。

电子组装技术随着电子元器件封装技术的发展经历了六代变化，如表 1-1 所示。

表 1-1 电子组装技术的发展变化

	电子封装技术	电子装联技术
第一代	电子管时代（20 世纪 50 年代）	分立组件，分立走线，金属底板，电子管，接线柱，线扎，手工 THT 技术
第二代	晶体管时代（20 世纪 60 年代）	分立组件，单层/双层印制电路板，手工 THT 技术
第三代	集成电路时代（20 世纪 70 年代）	IC，双面印制板，初级多层印制板，初级厚/薄膜混合集成电路，波峰焊
第四代	大规模/超大规模集成电路时代（20 世纪 80 年代）	LSI/VLSI/ALSI，细线多层印制板，多层厚/薄膜混合集成电路，HDI（高密度组装技术），SMT（表面组装技术），再流焊
第五代	超大规模集成电路（20 世纪 90 年代）	BGA，CSP，SMT（表面组装技术），MCM（多芯片组件），3D（立体组装技术），MPT（微组装技术），DCA（直接芯片组装技术），TAB（载带焊技术），无铅焊接技术，激光再流焊技术，金丝焊技术，凸点制造技术，Flip-Chip（倒装焊技术）
第六代	SOI 技术（2005 年以后）	SOI 器件广泛用于高速、低功耗和高可靠性电路，其应用领域已从宇航、军事、工业转向数字处理、通信、光电子 MEMS 和消费类电子等

从 20 世纪 50 年代以电子管为代表的第一代组装技术到 20 世纪 80 年代以 SMD/SMC 为代表的第四代组装技术（SMT）的初期，人们曾经依靠一把烙铁、一把镊子进行电子产品组装。然后当产品的小型化、微型化需求日益提高，过去那种“一把烙铁、一把镊子打天下”就行不通了，必须依赖先进的电气互联技术和先进的电气互联设备。

随着片式元器件（SMC/SMD）、基板材料、装焊工艺、检测技术的迅速发展，21 世纪初，我国电子装备中 SMC/SMD 的使用率从当初的 5%迅速增加到了 70%~80%。在一些小型化电子装备中已大量使用 BGA，以 SMT 为主流的混合组装技术（MMT）是 21 世纪我国电子装备电路的主要形式，不仅 DIP 和 SMC/SMD 混合组装（THT/SMT），而且一些先进的电子装备中还应用把 CSP 装于 MCM 上，再进行 3D 组装的 3D+MCM 先进组装技术。

自从 20 世纪 90 年代以来，电子工业进入空前的高速发展阶段。人们希望电子设备体积小、重量轻、性能好、寿命长以满足各方面的要求。因此促进了电子电路的高度集成技术和高密度组装技术的发展，前者称为微电子封装技术，后者称为微电子表面组装技术。

SMT 是现代电子产品先进制造技术的重要组成部分。其技术内容包含电子元器件的设计制造技术、电路板的设计制造技术、自动贴装工艺设计及装备、组装用辅助材料的开发生产

及相关技术设备等。它的技术范畴涉及材料科学、精密机械制造、微电子技术、测试与控制、计算机技术等诸多学科，是综合了光、机、电一体化的系统工程。SMT 经过 40 年的发展，现已进入了成熟期，成为电子组装的主导技术。

3. THT 和 SMT 的区别

从组装工艺技术的角度分析，SMT 和 THT 的根本区别是“贴”和“插”。此外，二者的差别还体现在基板、元器件、组件形态、焊点形态和组装工艺方法等方面。如图 1-5 所示，由于 SMT 生产中采用“无引线或短引线”的元器件，故从组装工艺角度分析，表面组装和通孔插装（THT）技术的根本区别一是所用元器件、PCB 的外形不完全相同；二是前者是“贴装”，即将元器件贴装在 PCB 焊盘表面，而后者是“插装”，即将长引脚元器件插入 PCB 焊盘孔内。

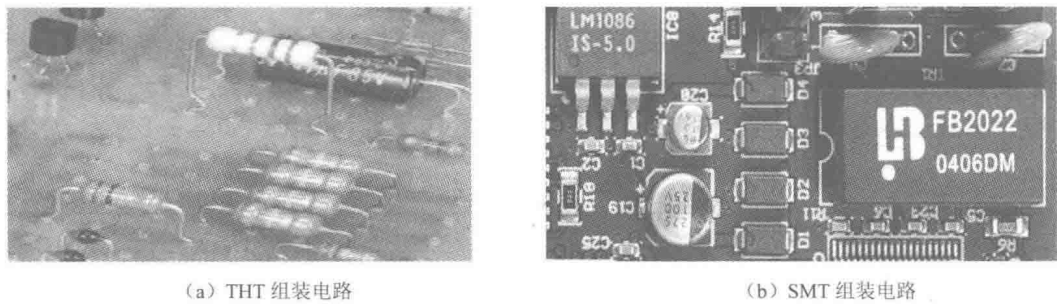


图 1-5 SMT 与 THT 比较

THT 与 SMT 的区别如表 1-2 所示。

表 1-2 THT 与 SMT 的区别

类 型	THT	SMT
元 器 件	双列直插或 DIP 针阵列 PGA 有引线电阻、电容	SOIC, SOT, LCCCP, LCC, QFP, BGA, CSR, 片式电阻、电容
基 板	印制电路板采用 2.54mm 网格设计，通孔孔径为 $\phi 0.8\sim 0.9\text{mm}$	印制电路板采用 1.27mm 网格或更细设计，通孔孔径为 $\phi 0.3\sim 0.5\text{mm}$
焊 接 方 法	波峰焊	再流焊
面 积	大	小，缩小比为 1 : 3~1 : 10
组 装 方 法	穿孔插入	表面安装（贴装）
自动化程度	自动插装机	自动贴片机，生产效率高于自动插装机

1.2 SMT 基本工艺流程

1.2.1 相关概念

1. SMT 工艺的概念

工艺是生产者利用生产设备和生产工具，对各种原材料、半成品进行技术处理，使之成为最终产品的方法与过程，它是人类在生产劳动中不断积累起来并经过总结的操作经验和技術能力。对于现代化的工业产品来说，工艺不再仅仅是针对原材料的加工或生产的操作而言，应该

是从设计到销售，包括每一个制造环节的整个生产过程。

一般来说，工艺要求采用合理的手段、较低的成本完成产品制作，同时必须达到设计规定的性能和质量，其中，成本包括施工时间、施工人员数量、工装设备投入、质量损失等多个方面。SMT 工艺技术的主要内容如图 1-6 所示，可分为组装材料、组装工艺设计、组装技术和组装设备应用四大部分。

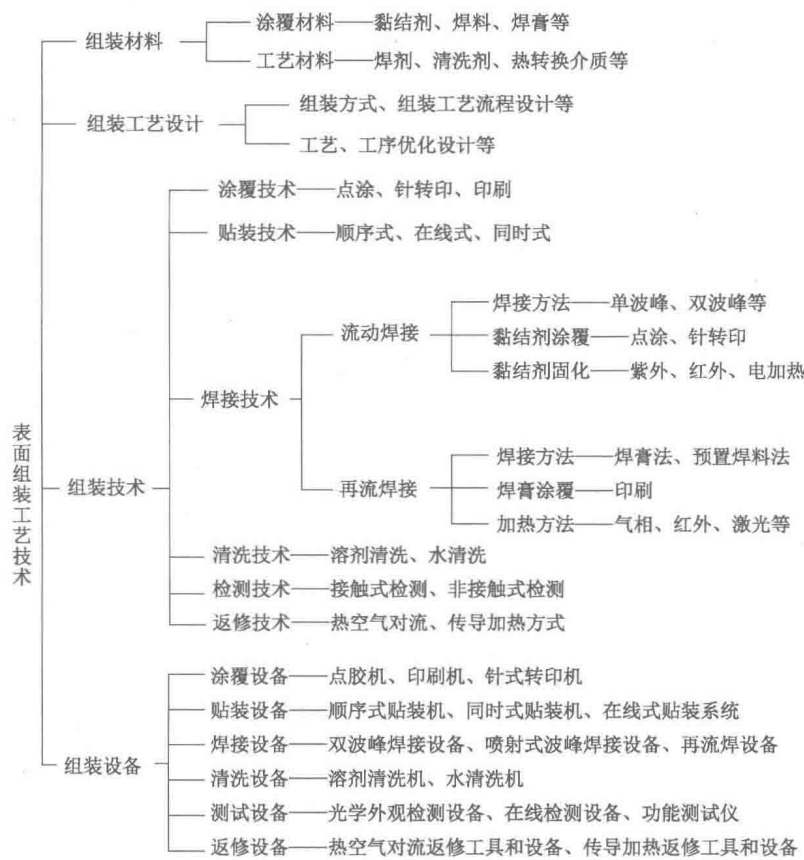


图 1-6 表面组装工艺技术的组成

2. 工艺文件及工艺管理

工艺文件：指导工人操作和用于生产、工艺管理等的各种技术文件。

工艺管理：科学地计划、组织和控制各项工艺工作的全过程。工艺管理的基本任务是在一定生产条件下，应用现代管理科学理论，对各项工艺工作进行计划、组织和控制，使之按一定的原则、程序和方法协调有效地进行。

1.2.2 SMT 组装工艺的基本流程

1. SMT 的两类基本工艺流程

(1) 焊锡膏—再流焊工艺。焊锡膏—再流焊的工艺流程是：焊锡膏印刷→贴片→再流焊→检验、清洗，如图 1-7 所示。该工艺流程的特点是简单、快捷，有利于产品体积的减小，该工艺流程在无铅焊接工艺中更显示出优越性。

(2) 贴片—波峰焊工艺。贴片—波峰焊的工艺流程是：涂覆贴片胶→贴片→固化→翻转电

路板、插装通孔元器件→波峰焊→检验、清洗，如图 1-8 所示。该工艺流程的特点是：利用双面板空间，电子产品的体积可以进一步做小，并部分使用通孔元件，价格低廉。但设备要求增多，波峰焊过程中易出现焊接缺陷，难以实现高密度组装。

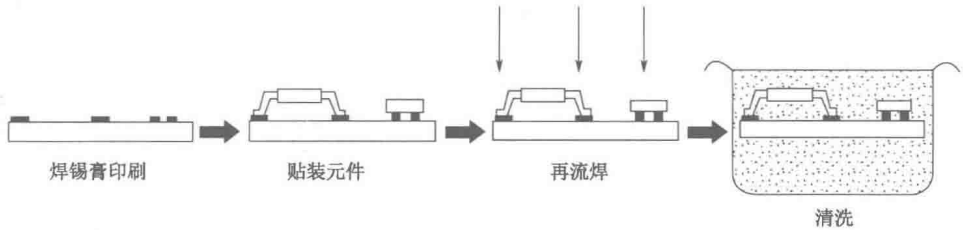


图 1-7 焊锡膏—再流焊工艺流程

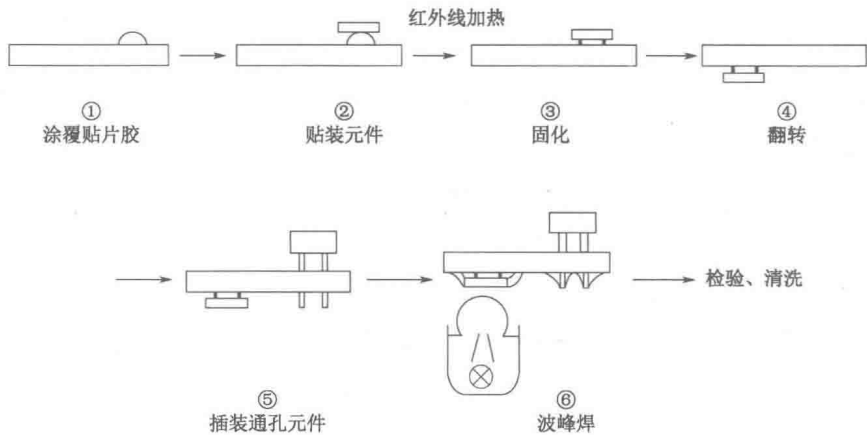


图 1-8 贴片—波峰焊工艺流程

2. 工艺流程的分类

若将上述两种工艺流程混合与重复使用，则可以演变成多种工艺流程。SMT 的组装方式大体上可分为单面混装、双面混装和全表面组装 3 种类型，共 6 种组装方式，如表 1-3 所示。

表 1-3 SMT 的组装方式分类

组 装 方 式		示 意 图	电 路 基 板	焊 接 方 式	特 征
全表面组装	单面表面组装		单面 PCB 陶瓷基板	单面再流焊	工艺简单，适用于小型、薄型简单电路
	双面表面组装		双面 PCB 陶瓷基板	双面再流焊	高密度组装、薄型化
单面混装	SMD 和 THC 都在 A 面		双面 PCB	先 A 面再流焊，后 B 面波峰焊	一般采用先贴后插，工艺简单
	THC 在 A 面，SMD 在 B 面		单面 PCB	B 面波峰焊	PCB 成本低，工艺简单，先贴后插。如采用先插后贴，工艺复杂
双面混装	THC 在 A 面，A、B 两面都有 SMD		双面 PCB	先 A 面再流焊，后 B 面波峰焊	适合高密度组装
	A、B 两面都有 SMD 和 THC		双面 PCB	先 A 面再流焊，后 B 面波峰焊，B 面插装件后附	工艺复杂，很少采用

(1) 全表面组装, 即在 PCB 上只有 SMC/SMD 而无通孔插装元件 THC, 如图 1-9 所示。由于目前元器件还未完全实现 SMT 化, 实际应用中这种组装形式不多。这类组装方式一般是在细线图形的 PCB 或陶瓷基板上, 采用细间距器件和再流焊工艺进行组装。它有两种组装方式。

- ① 单面表面组装方式, 如图 1-9 (a) 所示。
- ② 双面表面组装方式, 如图 1-9 (b) 所示。

(2) 单面混合组装, 即 SMC/SMD 与通孔插装元件 THC 分布在 PCB 不同的两个面上混装, 但其焊接面仅为单面, 如图 1-10 所示。这类组装方式采用单面 PCB 和波峰焊接工艺, 具体有两种组装方式。

- ① 先贴法, 即在 PCB 的 B 面 (焊接面) 先贴装 SMC/SMD, 而后在 A 面插装 THC。
- ② 后贴法, 即先在 PCB 的 A 面插装 THC, 而后在 B 面贴装 SMC/SMD。

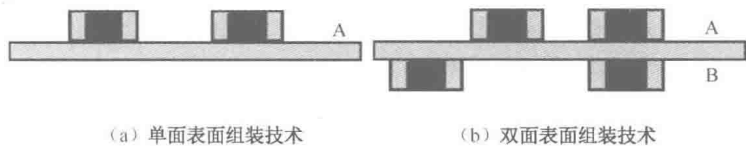


图 1-9 全表面组装方式

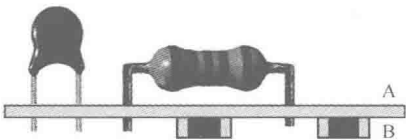


图 1-10 单面混装方式

(3) 双面混合组装, 即 SMC/SMD 和 THC 可混合分布在 PCB 的同一面, 同时 SMC/SMD 也可分布在 PCB 的双面, 如图 1-11 所示。双面混合组装采用双面 PCB、双波峰焊接或再流焊接。在这类组装方式中也有先贴和后贴 SMC/SMD 的区别, 一般根据 SMC/SMD 的类型和 PCB 的大小合理选择, 通常较多地采用先贴法。该类组装有两种组装方式。

- ① SMC/SMD 和 THC 同侧方式。SMC/SMD 和 THC 在 PCB 的同一侧。
- ② SMC/SMD 和 THC 不同侧方式。将表面组装集成芯片 (SMIC) 和 THC 放在 PCB 的 A 面, 将 SMC 和小外形晶体管 (SOT) 放在 B 面。

这类组装方式由于在 PCB 的单面或双面贴装 SMC/SMD, 而又把难以表面组装化的有引线元件插入组装, 因此组装密度相当高。

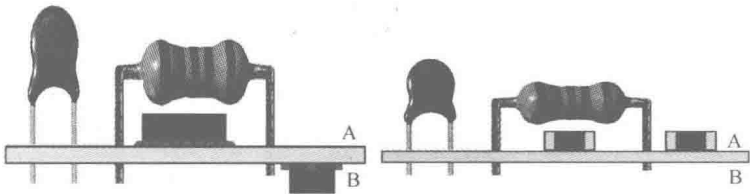


图 1-11 双面混装方式

1.3 SMT 生产体系的组成

1.3.1 SMT 生产线的组成

SMT 生产线设备主要有表面涂敷设备、贴片机、回流焊接机、波峰焊接机 (选配)、检测设备 (AOI、ICT、X-Ray 等) 和清洗机等, 表面组装设备形成的生产系统习惯上称为 SMT 生产线。SMT 生产线分为单线形式生产线和双线形式生产线。