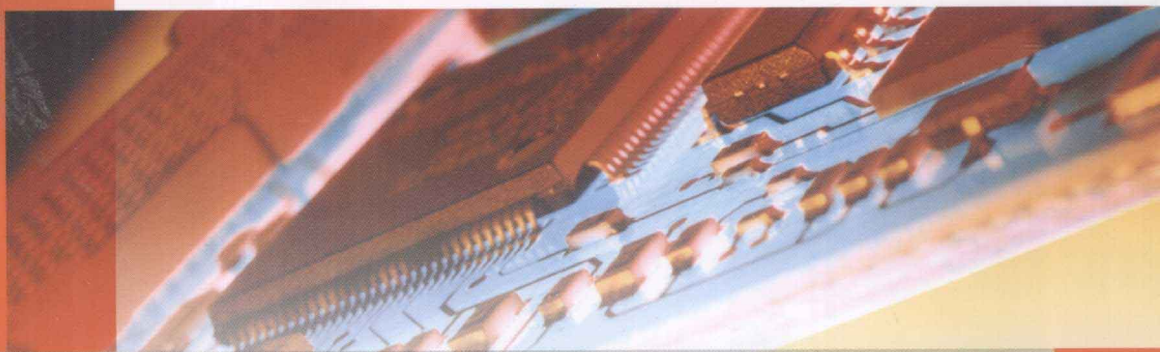


表面组装 技术基础

◎ 曹白杨 主编

◎ 张欣 梁万雷 杨虹蓁 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

表面组装技术基础

曹白杨 主 编

张 欣 梁万雷 杨虹蓁 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

电子组装技术是当前迅速发展的技术之一,表面组装技术作为电子组装技术的重要组成部分已广泛应用于通信、计算机和家电等领域,并正在向高密度、高性能、高可靠性和低成本方向发展。本书全面地介绍了表面组装技术,主要内容包括绪论、表面组装元器件、焊接用材料、印刷技术及设备、贴装技术及设备、再流焊技术及设备、波峰焊技术及设备、常用检测设备、SMT 辅助设备和 SMT 生产系统。

本书内容丰富、实用性强,既可作为高等工科院校微电子工程、电子工艺与管理、电气自动化、应用电子技术和机电一体化技术等专业的本专科教学用书,也可作为从事电子产品设计与工艺等相关工程技术人员的参考书。

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

表面组装技术基础 / 曹白杨主编. —北京: 电子工业出版社, 2012.6

ISBN 978-7-121-17163-5

I. ①表… II. ①曹… III. ①印制电路—组装 IV. ①TN410.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 106595 号

策划编辑: 宋 梅

责任编辑: 桑 昀

印 刷:

装 订: 北京京科印刷有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 19 字数: 490 千字

印 次: 2012 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 39.00 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 zltz@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

本书是根据《表面组装技术基础》课程的教学大纲要求编写的，其目标是培养服务于企业生产和技术管理，在电子产品制造领域从事工艺设计、装配与调试、生产过程管理等方面工作的高级技术应用型人才。

电子技术发展迅猛，电子工业生产中的新技术、新工艺不断涌现，促进了电子信息产业的大发展。计算机的广泛应用，CAD、CAPP 与 CAM 集成系统的完善，进一步推动了电子工业产业的技术革命。进入 20 世纪 90 年代，各国开始实施大力发展信息产业的战略方针，电子工业的产业结构也有了巨大变化和发展。这些变化主要表现在：各类电子器件和生产技术之间相互渗透，生产日趋规模化、自动化；集成电路的发展，器件、电路和系统之间的密切结合，电子产品制造业与信息产业的界限日益模糊；电子技术与计算机应用技术日益紧密结合，电子工业已从单一的制造业过渡到电子信息产业。表面组装技术在这种环境下应运而生，并随着电子技术、信息技术与计算机应用技术的发展而发展。

为适应表面组装技术的发展和相关专业教学的需要，本书根据课程教学大纲编写，全书共 10 章，主要内容包括绪论、表面组装元器件、焊接用材料、印刷技术及设备、贴装技术及设备、再流焊技术及设备、波峰焊技术及设备、常用检测设备、SMT 辅助设备和 SMT 生产系统。

本书由曹白杨担任主编并负责全书统稿工作，张欣、梁万雷和杨虹蓁为副主编。

在本书编写过程中，祝瑞花教授、李国洪教授和韩满林教授给予了很多帮助与指导，于洪永、杜中一、关晓丹、孙燕、刘建、赵鹏和王晓老师给予了大力支持，曹麒等同志参与了大量资料整理工作；有关公司、桂林电子科技大学、南京信息职业技术学院、济南铁道职业技术学院、深圳职业技术学院、大连职业技术学院等院校，以及北华航天工业学院电子工程系等部门给予了大力支持和热情帮助，并提出了建设性意见，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促，水平有限，本教材一定还存在不少问题，为了不断提高教材质量，我们热切地希望同志们批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 表面组装技术概述	1
1.1.1 表面组装技术的演变发展	1
1.1.2 表面组装技术特点	2
1.2 表面组装技术的组成及工艺流程	4
1.2.1 表面组装技术的组成	4
1.2.2 表面组装工艺流程简介	5
1.3 表面组装技术的发展	10
1.3.1 国内表面组装技术的现状	11
1.3.2 表面组装技术的发展	12
1.3.3 板载芯片技术	14
1.3.4 倒装芯片技术	15
1.3.5 多芯片模块技术	17
1.3.6 三维立体 (3D) 封装技术	19
1.3.7 系统级封装技术	21
1.3.8 微机电系统封装	22
第 2 章 表面组装元器件	25
2.1 表面组装电阻器	25
2.1.1 矩形片式电阻器	25
2.1.2 圆柱形固定电阻器	28
2.1.3 表面组装电阻网络	30
2.1.4 表面组装电位器	32
2.2 表面组装电容器	34
2.2.1 多层片状瓷介电容器	34
2.2.2 钽电解电容器	36
2.2.3 铝电解电容器	38
2.2.4 微调电容器	40
2.2.5 网络电容器	41
2.3 表面组装电感器	42
2.3.1 绕线型表面组装电感器	43
2.3.2 多层型表面组装电感器	45
2.4 其他表面组装元件	46
2.4.1 磁珠	46
2.4.2 表面组装用开关	47
2.4.3 表面组装振荡器	49

2.4.4	表面组装继电器	50
2.5	表面组装元件的发展趋势	52
2.6	表面组装半导体器件	56
2.6.1	表面组装二极管	56
2.6.2	表面组装晶体管	57
2.6.3	小外形模压塑料封装	58
2.6.4	塑封有引线芯片载体封装	59
2.6.5	方形扁平封装	59
2.6.6	球形格栅阵列排列封装	60
2.7	表面组装元器件的包装	61
2.7.1	编带包装	61
2.7.2	管式包装	64
2.7.3	托盘包装	64
2.7.4	散装	65
第 3 章	焊接用材料	66
3.1	焊接的分类	66
3.2	锡焊原理	67
3.2.1	焊接机理分析	67
3.2.2	焊接工艺参数分析	70
3.2.3	焊点质量及检查	74
3.3	焊料	75
3.3.1	焊料分类及选用依据	76
3.3.2	锡铅焊料	77
3.3.3	焊膏	78
3.4	助焊剂	82
3.4.1	助焊剂的作用与分类	82
3.4.2	助焊剂的选用	84
3.5	贴片胶	85
3.5.1	贴片胶的类型与选用	86
3.5.2	贴片胶的特性与影响因素	88
3.6	清洗剂	91
3.6.1	清洗剂的特点与分类	92
3.6.2	清洗方法	93
3.6.3	免清洗技术	100
第 4 章	印刷技术及设备	102
4.1	焊膏印刷技术	102
4.1.1	焊膏印刷概述	102
4.1.2	焊膏印刷的工艺流程	106
4.2	焊膏印刷机系统组成	106
4.2.1	手动焊膏印刷机	107

4.2.2	半自动焊膏印刷机	108
4.2.3	全自动焊膏印刷机	113
4.3	焊膏印刷模板	120
4.3.1	印刷模板的结构和制造方法	121
4.3.2	模板制作的外协	122
4.4	影响焊膏印刷的主要工艺参数	125
第 5 章	贴装技术及设备	129
5.1	贴装机系统组成及贴装机的的发展	129
5.1.1	贴装机概述	129
5.1.2	贴装头	130
5.1.3	贴装机传动系统	133
5.1.4	贴装机光学对中系统	136
5.1.5	供料器	139
5.1.6	贴装机控制系统	142
5.1.7	贴装机的的发展	142
5.2	贴装机的分类及技术参数	143
5.2.1	贴装机的分类	143
5.2.2	贴装机的技术参数	146
5.3	典型贴装机介绍	149
5.3.1	富士 NXT 模组型高速多功能贴装机	149
5.3.2	SIPLACE X 系列贴装机	151
5.3.3	高速模块式贴装机 (CM602-L)	152
5.3.4	JUKI KE-2070/2080 贴装机	154
第 6 章	再流焊技术及设备	159
6.1	再流焊设备	159
6.1.1	再流焊设备概述	159
6.1.2	再流焊机的结构及系统组成	161
6.1.3	再流焊炉传动系统	163
6.1.4	再流焊机加热系统	164
6.1.5	热风对流系统	164
6.1.6	控制系统	165
6.2	再流焊工艺	165
6.2.1	再流焊原理	166
6.2.2	再流焊过程	166
6.2.3	再流焊温度曲线	167
6.3	典型再流焊机	169
6.3.1	再流焊机的基本参数	169
6.3.2	典型再流焊机	170
第 7 章	波峰焊技术及设备	179
7.1	波峰焊机	180

7.1.1	波峰焊机的类型	180
7.1.2	波峰焊机结构及系统组成	182
7.1.3	助焊剂供给系统	183
7.1.4	波峰焊机传输系统	184
7.1.5	波峰焊机加热系统	185
7.1.6	波峰焊接系统	185
7.1.7	波峰焊控制系统	188
7.2	波峰焊工艺	188
7.2.1	波峰焊原理	188
7.2.2	波峰焊工艺过程	190
7.2.3	波峰焊温度曲线	193
7.3	典型波峰焊机	195
7.3.1	波峰焊机的基本参数	195
7.3.2	典型波峰焊机介绍	196
第 8 章	常用检测设备	203
8.1	自动光学检测	203
8.1.1	AOI 设备的基本结构	203
8.1.2	AOI 设备的工作原理	205
8.1.3	AOI 设备的应用及主要技术指标	206
8.1.4	典型自动光学检测设备介绍	207
8.2	X 射线检测仪	211
8.2.1	X 射线检测仪的结构与原理	211
8.2.2	典型 X 射线检测仪介绍	214
8.3	针床式测试仪	219
8.3.1	针床式测试仪的原理	219
8.3.2	典型针床式测试仪介绍	223
8.4	飞针式测试仪	228
8.4.1	飞针式测试仪的基本结构及特点	228
8.4.2	飞针式测试仪的工作原理	229
8.4.3	典型飞针式测试仪介绍	231
8.5	其他检测设备	235
8.5.1	SMT 炉温测试仪	235
8.5.2	锡膏测厚仪	237
8.5.3	可焊性测试仪	240
第 9 章	SMT 辅助设备	241
9.1	返修工作系统的基本结构	241
9.1.1	返修工作系统的基本结构	241
9.1.2	返修系统的原理	242
9.1.3	返修工作系统的主要技术指标	242
9.1.4	典型返修工作系统介绍	243

9.1.5	其他返修工具	250
9.2	全自动点胶机	253
9.2.1	点胶机的基本结构	253
9.2.2	典型点胶机介绍	254
9.3	超声波清洗设备	258
9.3.1	超声波清洗技术	258
9.3.2	超声波清洗设备的主要参数	259
9.3.3	典型清洗设备介绍	260
9.4	静电防护及测量设备	264
9.4.1	静电及其危害	264
9.4.2	静电防护	266
9.4.3	静电测量仪器	269
9.5	烘干、防潮设备	274
9.5.1	湿度对电子元器件和产品的危害	274
9.5.2	常用防潮、烘干设备介绍	275
第 10 章	SMT 生产系统	279
10.1	表面组装系统要求	279
10.1.1	SMT 生产质量保证体系	279
10.1.2	SMT 产品设计	280
10.1.3	外协作及外购件的管理	280
10.1.4	生产管理	281
10.1.5	质量检验	285
10.1.6	其他相关保证体系	286
10.2	SMT 生产系统概述	287
10.3	典型 SMT 全自动生产线	289
10.3.1	美国环球公司的贴装生产线	290
10.3.2	西门子公司的贴装生产线	290
10.3.3	MYDATA MY 的生产线	291
10.3.4	SANYO-1000 型 SMT 生产线	292
参考文献		294

第1章 绪 论

21 世纪的电子技术发展迅猛，电子工业生产中的新技术、新工艺不断涌现，从而促进了整个产业的大发展。计算机技术的广泛应用，CAD、CAPP 与 CAM 集成系统的完善，进一步推动了电子工业产业的技术革命。进入 20 世纪 90 年代，各国开始实施大力发展信息产业的战略方针，电子工业的产业结构也有了巨大变化和发展。这些变化主要表现在以下几个方面：

（1）各类电子器件和生产技术之间相互渗透，生产日趋规模化、自动化；

（2）随着集成电路的发展，器件、电路和系统之间的密切结合，电子产品制造业与信息产业界限日益模糊；

（3）电子技术与计算机应用技术日益紧密结合，电子工业已从单一的制造业过渡到电子信息产业。表面组装技术（Surface Mounting Technology, SMT）与微组装技术（Microcircuit Packaging Technology, MPT）在这种环境下应运而生，并随着电子技术、信息技术与计算机应用技术的发展而发展。

1.1 表面组装技术概述

表面组装技术（SMT）也称表面装配技术或表面安装技术，它是一种将表面贴装微型元器件贴焊到印制电路板或其他基板表面规定位置上的电子装联技术，一般在表面组装过程中无须对印制电路板钻插装焊孔。

1.1.1 表面组装技术的演变发展

表面组装技术是突破了传统的印制电路板（PCB）通孔插入式组装工艺而发展起来的第四代电子装联技术，也是目前电子产品能有效地实现“轻、薄、短、小”和多功能、高可靠性、优质、低成本的主要手段之一。

表面组装技术是从厚薄膜混合电路发展演变过来的。美国是世界上表面组装元件（Surface Mount Component, SMC）和表面组装器件（Surface Mount Device, SMD）的起源国家，并且一直重视在此类电子产品的投资开发。在军事装备领域，表面组装技术充分发挥了高组装密度和高可靠性方面的优势。

早在 1957 年，美国就成功研制出了被称为片状元件（Chip Components）的微型电子组件，这种电子组件是安装在印制电路板表面上的。20 世纪 60 年代中期，荷兰飞利浦公司开发研究表面组装技术获得成功，引起世界各发达国家的极大重视；美国很快就将 SMT 应用于 IBM 360 电子计算机。此后宇航和工业电子设备也开始采用表面组装技术。1977 年 6 月，日本松下公司推出厚度为 12.7mm 的超薄型收音机，取名叫“Paper”，引起了轰动效

应。当时，松下公司把其中所用的片状电路组件以“混合微电子电路（Hybrid Microcircuits）”命名。20 世纪 70 年代末，表面组装技术大量应用于民用消费类电子产品，并开始出现片状电路组件的商品供应市场。进入 20 世纪 80 年代以后，由于微电子产品的需要，表面组装技术作为一种新型装配技术在微电子组装中得到了广泛的应用，被称为电子工业的装配革命，标志着电子产品装配技术进入第四代，同时引发了电子装配设备的第三次自动化高潮。据国外资料报道，进入 20 世纪 90 年代以来，全球采用通孔组装技术的电子产品正以 11% 的速率下降，而采用表面组装技术的电子产品正以 8% 的速率递增。到目前为止，日本、美国等发达国家已有 80% 以上的电子产品采用了表面组装技术。20 世纪 90 年代，我国的大型电子企业几乎也有 80% 以上的电子产品采用了表面组装技术。表面组装技术将是未来电子产品装配的主流。

以日本为例，表面组装技术的发展历经了以下三个阶段。

第一阶段（1970—1975 年）：这一阶段表面组装技术的主要技术目标是把小型化的片状元件应用在混合电路（HIC，我国称为厚膜电路）的生产制造之中。从这个角度来说，表面组装技术对集成电路的制造工艺和技术的发展作出了重大的贡献。同时，表面组装技术开始大量应用在民用的石英电子表和电子计算器等产品中。

第二阶段（1976—1980 年）：表面组装技术在这个阶段促使电子产品迅速小型化、多功能化，并被广泛用于摄像机、耳机式收音机和电子照相机等产品中。同时，用于表面装配的自动化设备被大量研制开发出来，片状元件的安装工艺和辅助材料的生产技术也已经成熟，为表面组装技术的下一步大发展打下了基础。

第三阶段（1981—现在）：表面组装技术的主要目标是降低成本，进一步提高电子产品的性价比。大量涌现的自动化表面装配设备及工艺手段，使片状元器件在 PCB 上的使用量高速增长，加速了电子产品总成本的下降。

在 1982 年，日本共使用片状电阻器 45 亿只，片状陶瓷电容器 61.2 亿只；到 1985 年，已经使用片状电阻 170 亿只，片状电容器 159 亿只，差不多是每年递增 50% 的使用量。在美国，表面组装技术主要用于汽车、计算机、通信设备、工业设备等电子产品，目前仍处于发展的高峰阶段。

据不完全统计，2010 年我国有上百家企业从事表面组装元件和表面组装器件的生产，约有几千家企业引进了表面组装技术生产线，几十万种产品不同程度地采用了表面组装技术。随着我国改革开放的深入以及加入 WTO，欧洲、日本、新加坡、韩国和我国台湾地区的一些企业已经将表面组装加工厂搬到了中国内地，每年引进相关设备上千台（套）。我国已成为表面组装产品的世界加工基地，表面组装技术发展前景是广阔的。

1.1.2 表面组装技术特点

表面组装技术（SMT）是新一代电子组装技术，被誉为电子组装技术的一次革命。表面组装技术是一门包括电子元器件、装配设备、焊接方法和装配辅助材料等内容的综合技术。表面组装技术与传统的通孔插入式组装技术（Through-hole Mounting Technology, TMT 或 THT）相比，其生产的产品具有体积小、质量轻、信号处理速度快、可靠性高、成本低等优点。它的出现动摇了传统通孔插入式组装技术的统治地位。当前，工业化国家在军

事、工业自动化、消费类电子等领域的新一代电子产品中，几乎都采用了 SMT 技术。表面组装技术已经成为 20 世纪 90 年代电子工业的支柱技术。

表面组装元器件与传统的通孔插装元器件比较，具有以下特点。

1. 结构紧凑、组装密度高、体积小、质量轻

表面组装元器件 (SMC/SMD) 比传统通孔插装元器件体积和质量都大为减小，而且贴装时不受引线间距、通孔间距的限制，从而可大大提高电子产品的组装密度。如采用双面贴装时，元器件组装密度可达到 $5\sim 30$ 个/ cm^2 ，为插装元器件组装密度的 5 倍以上，从而使印制电路板面积节约 60% 以上，质量减轻 90% 以上。

2. 高频特性好

表面组装元器件 (SMC/SMD) 无引线或短引线，从而可大大降低引线间的寄生电容和寄生电感，减少了电磁干扰和射频干扰；电磁耦合通道缩短，改善了高频性能。

3. 抗振动冲击性能好

表面组装元器件比传统插装元器件质量小，因而在受到振动冲击时，元器件对印制电路板 (PCB) 上焊盘的动反力较插装元器件大为减少，而且焊盘焊接面积相对较大，故改善了抗振动冲击性能。

4. 可靠性高

表面组装元器件 (SMC/SMD) 比传统通孔插装元件质量小很多，应力大大降低。焊点为面接触，焊点质量容易保证，且应力状态相对简单，多数焊点质量容易检查，减少了焊接点的不可靠因素。

5. 工序简单，焊接缺陷极少

由于表面组装技术的生产设备自动化程度较高，人为干预少，工艺相对简单，所以工序简单，焊接缺陷少，容易保证电子产品的质量。

6. 适合自动化生产，生产效率高、劳动强度低

由于表面组装设备（如焊膏印刷机、贴装机、再流焊机、自动光学检验设备等）自动化程度很高，工作稳定、可靠，生产效率很高。

表面组装生产线的生产效率主要体现在产能效率方面。产能效率是表面组装生产线上各种设备的综合产能，较高的产能来自于各种设备合理的配置。由于表面组装设备智能化程度较高，容易进行合理的协调和配置，因此，容易提高生产效率，降低劳动强度。

高效表面组装线体已从单路连线生产向双路连线生产发展，在减少占地面积的同时，也提高了生产效率。

7. 降低生产成本

采用表面组装工艺生产的产品，双面贴装减少了 PCB 的层数；印制电路板使用面积减

小，其面积为采用插装元器件技术生产的 PCB 的面积 的 1/10，若采用 CSP 安装，则其面积还可大幅度减小；印制电路板上钻孔数量减少，节约加工费用；元件不需要成型，工序简单；节省了厂房、人力、材料、设备的投资；频率特性提高，减少了电路调试费用；片式元器件体积小、质量轻，减少了包装、运输和储存费用；而且目前表面组装元器件的价格已经与插装元器件相当，甚至还要便宜，所以一般电子产品采用表面组装技术后可降低生产成本 30%左右。

当然，SMT 在生产中也存在一些问题。例如，元器件与印制电路板之间热膨胀系数（CTE）一致性差，受热后易引起焊接处开裂；采用 SMT 的 PCB 单位面积的功率密度大，散热问题复杂；塑封器件的吸潮问题难以解决；元器件上的标称数值看不清，维修工作困难；维修调换元器件困难，拆装有些器件需专用工具等。随着专用拆装设备及新型的低膨胀系数印制电路板的出现，以上问题已不再是表面组装技术深入发展的障碍。

1.2 表面组装技术的组成及工艺流程

表面组装技术是电子制造业中技术密集、知识密集的高新技术。它作为新一代电子装联技术已经渗透到各个领域，甚至在许多领域中已经完全取代了传统的电子装联技术。表面组装技术以自身的特点和优势，使电子装联技术发生了根本性的变革。

1.2.1 表面组装技术的组成

表面组装技术涉及元器件封装、电路基板技术、涂敷技术、自动控制技术、软钎焊技术、物理、化工、新型材料等多种专业和学科。它主要包含表面组装元器件、表面组装电路板的设计（EAD 设计）、表面组装专用辅料（焊锡膏及贴片胶等）、表面组装设备、表面组装焊接技术（包括双波峰焊、再流焊、汽相焊、激光焊等）、表面组装测试技术、清洗技术、防静电技术及表面组装生产管理等多方面内容。

表面组装技术由组装元器件技术、电路基板设计技术、组装设计和组装工艺技术组成，参见表 1-1。

表 1-1 组装技术的组成

组 成	内 容	
组装元器件技术	封装设计	结构尺寸，端子形式，耐焊性等
	制造技术	
	包装	编带式、棒式、托盘式、散装等
电路基板技术	单（多）层印制电路板，陶瓷基板、瓷釉金属基板	
组装设计	电设计，热设计，元器件布局和电路布线设计，焊盘图形设计	
组装工艺技术	组装方式和工艺流程	
	组装材料	
	组装技术	
	组装设备	

表面组装工艺主要由组装材料、组装技术、组装设备三部分组成,参见表 1-2。

表 1-2 组装工艺组成

组 成	内 容		
组装材料	涂敷材料	焊膏、焊料、贴装胶	
	工艺材料	焊剂、清洗剂、热转换介质	
组装技术	涂敷技术	点涂、针转印、印制(丝网、模板)	
	贴装技术	顺序式、在线式、同时式	
	焊接技术	波峰焊接	焊接方法——双波峰、喷射波峰
			贴装胶涂敷——点涂, 针转印
			贴装胶固化——紫外、红外、电加热
		再流焊接	焊接方法——焊膏法、预置焊料法
			焊膏涂敷——点涂、印刷
			加热方法——气相、红外、热风、激光等
	清洗技术	溶剂清洗、水清洗	
	检测技术	非接触式检测、接触式检测	
	返修技术	热空气对流、传导加热	
组装设备	涂敷设备	点涂器、针式转印机、印刷机	
	贴装机	顺序式贴装机、同时式贴装机、在线式贴装系统	
	焊接设备	双波峰焊机、喷射波峰焊机、各种再流焊设备	
	清洗设备	溶剂清洗剂、水清洗机	
	测试设备	各种外观检查设备、在线测试仪、功能测试仪	
	返修设备	热空气对流返修工具和设备、传导加热返修设备	

这些内容可以归纳为以下 3 个方面:

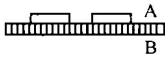
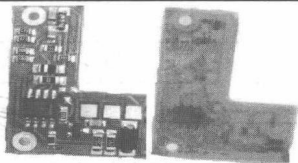
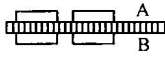
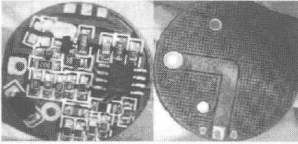
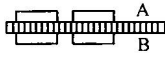
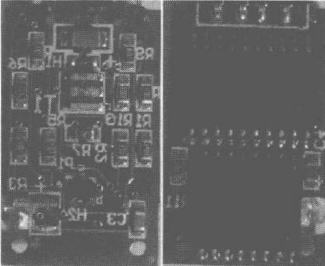
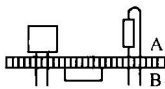
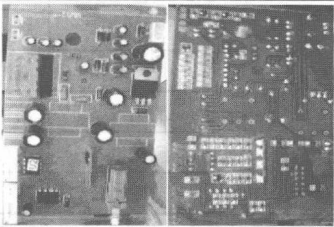
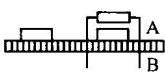
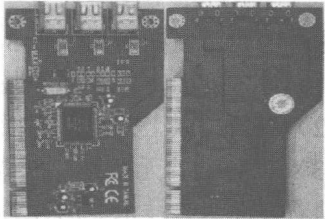
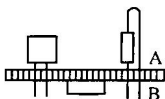
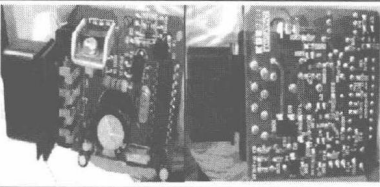
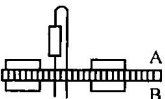
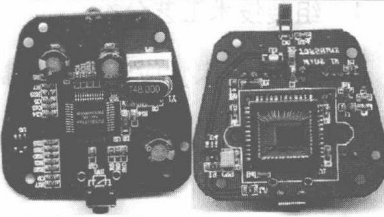
- (1) 设备方面, 即表面组装技术的硬件;
- (2) 电子装联工艺, 即表面组装技术的软件;
- (3) 表面组装元器件, 它既是表面组装技术的基础, 又是表面组装技术发展的动力, 它推动着表面组装技术专用设备和电子装联工艺的不断更新和深化。

1.2.2 表面组装工艺流程简介

1. 组装技术工艺分类

采用组装技术完成装联的印制板组装件称为组装组件。一般将表面组装工艺分为 6 种组装方式, 参见表 1-3。

表 1-3 组装工艺的六种组装方式

序号	组 装 方 式		组件示意图	电路板及特征	产 品 示 例
1	表面 组装	单面表面组装		单面印制电路板	
		双面表面组装		双面印制电路板	
2	表面 组装	双面表面组装		双面印制电路板或 多层印制电路板	
3	单面 板混 装	先贴后插单面 焊接		单面印制电路板， 元器件在两面	
4	双面 板混 装	先贴后插双面 焊接		双面印制电路板， 元器件在一面	
5	双面 混装	先贴后插单面 焊接		双面印制电路板或 多层印制电路板	
6		先贴后插双面 焊接			

SMT 工艺有两类最基本的工艺流程，一类是锡膏-再流焊工艺，另一类是贴片胶-波峰焊工艺。在实际生产中，应根据所用元器件、生产装备的类型及产品的要求，选择单独进行或重复、混合使用，以满足不同产品生产的需要。现简单介绍基本的工艺流程。

(1) 锡膏-再流焊工艺，如图 1-1 所示。该工艺流程的特点是简单、快捷，有利于减小产品的体积。

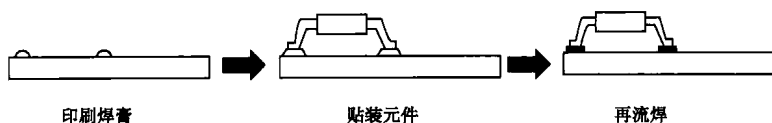


图 1-1 锡膏-再流焊工艺

(2) 贴片胶-波峰焊工艺，如图 1-2 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缩小，且仍使用通孔元件，价格低廉。但设备要求增多，波峰焊过程中缺陷较多，难以实现高密度组装。

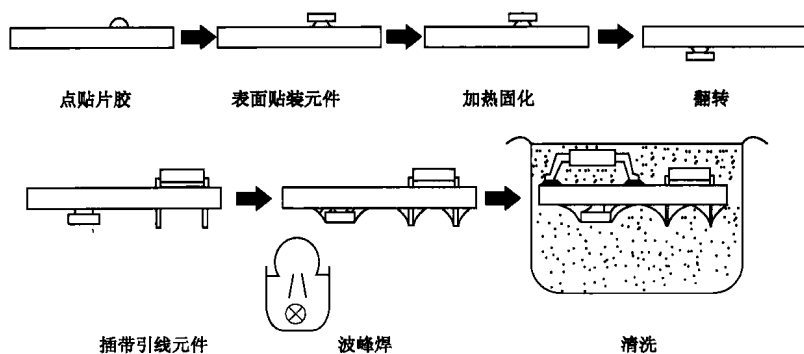


图 1-2 贴片胶-波峰焊工艺

(3) 混合安装，如图 1-3 所示。若将上述两种工艺流程混合与重复，则可演变成多种工艺流程以组装电子产品，即为混合安装。该工艺流程特点是充分利用 PCB 双面空间，实现了安装面积最小化，并仍保留了通孔元件价廉的优点，多用于消费类电子产品的组装。

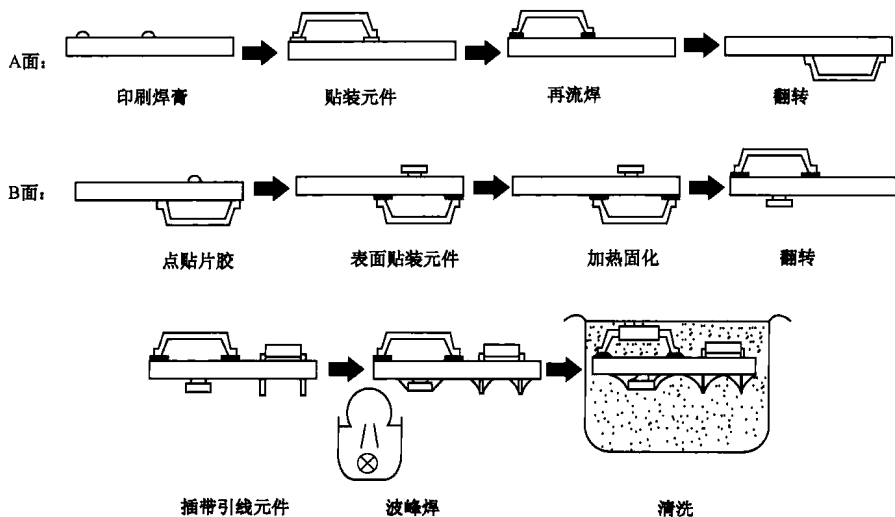


图 1-3 混合安装

(4) 双面均采用锡膏-再流焊工艺。该工艺流程的特点是先在 PCB 元器件较小、IC 器件较少的一面采用锡膏-再流焊工艺，再在 IC 较多或有较大、重器件的一面采用锡膏-再流焊工艺。双面再流焊工艺能充分利用 PCB 空间，实现安装面积最小化，但工艺控制复杂，要求严格，常用于密集型或超小型电子产品的组装。

2. 电子装联基本工艺流程

下面介绍电子装联中常用的基本工艺流程。

(1) 单面表面组装再流焊工艺，如图 1-4 所示。

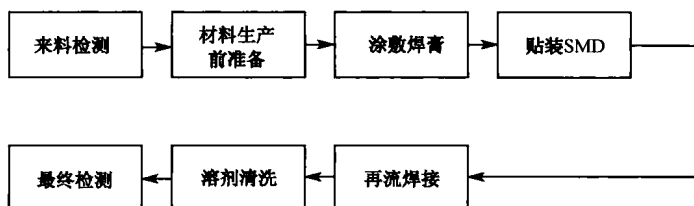


图 1-4 单面表面组装再流焊工艺

(2) 双面表面组装再流焊工艺，如图 1-5 所示。

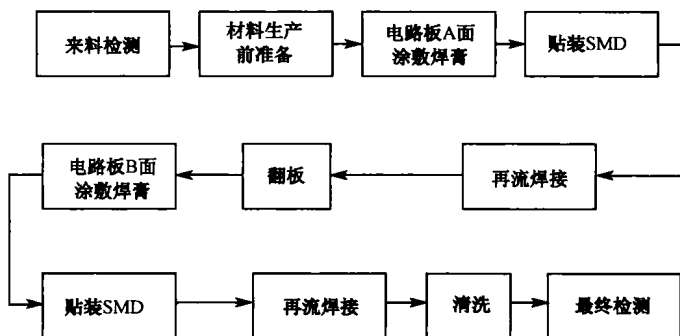


图 1-5 双面表面组装再流焊

(3) 双面表面组装再流焊-波峰焊工艺，如图 1-6 所示。

用于 PCB 双面都有大、重器件的组装。

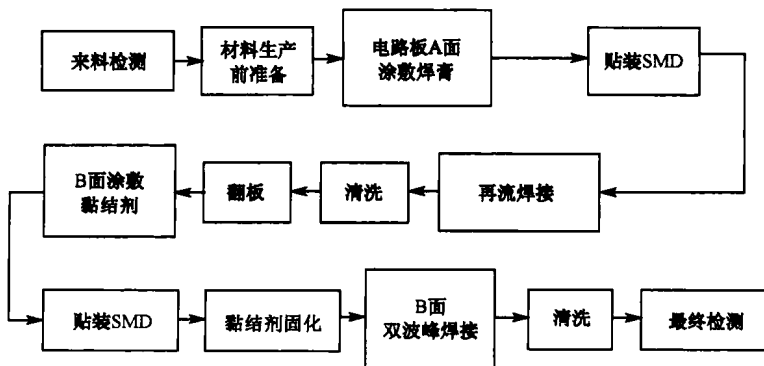


图 1-6 双面表面组装再流焊-波峰焊