

微电子技术系列丛书

电子表面组装技术 ——SMT

龙绪明 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

微电子技术系列丛书

电子表面组装技术——SMT

龙绪明 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书系统论述了实用电子表面组装技术,全书分为4篇:基础篇(概论、元器件和工艺材料、印制电路板、插装技术和电子整机制造工艺),设计篇(SMT总体设计和工艺设计、印制电路板设计、SMT可制造性和可测试设计、SMT设计制造常用软件),制造篇(丝网印刷和点胶技术、贴片技术、焊接技术、SMT检测技术、清洗和返修技术),高级篇(无铅制程、微组装技术、管理与标准化)。各章末均附有思考与习题。

本书可作为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书、SMT工程师教育培训和资格证培训的教材,也可作为高等学校工科电类专业的教材。

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

电子表面组装技术: SMT / 龙绪明主编. —北京: 电子工业出版社, 2008.11

(微电子技术系列丛书)

ISBN 978-7-121-07467-7

I. 电… II. 龙… III. 印刷电路—组装 IV. TN41

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第151619号

策划编辑: 刘海艳

责任编辑: 韩玲玲

印 刷: 北京民族印刷厂

装 订: 北京鼎盛东极装订有限公司

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: 34.25 字数: 921千字

印 次: 2008年11月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 78.00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

在大力推动现代化和新型工业化的过程中,制造业起到了基础性、支柱性产业的作用。在过去的十年里,全世界电子产品的硬件装配生产已经全面转变到以 SMT 为核心的第四代主流工艺。我国东南沿海地区的电子工业高速发展,大量引进和购置了各种 SMT 生产线,一些美、日、新加坡等国家已将 SMT 加工厂搬到了中国,仅 2002 年一年就引进了 4000 余台贴装机。如今中国已成为世界电子制造的中心,国内自行设计的电子产品的片式化率达到 60%以上,其中大型 PCB 贴片、COB 技术、双面回流焊、通孔回流焊、激光焊及 MCM 都能达到国外同类水平。

现在,我国已经加入 WTO,所以不仅要求国家的宏观经济与国际接轨,我们培养的工程技术人才及从业劳动者的素质和技能也必须符合行业进步的要求。在今后的 10~20 年,我国劳动力市场急需大量熟悉电子产品制造的技术人员,因此必须培养一大批多层次的、具有现代电子制造专业知识和技能的工程技术人员。

《实用电子 SMT 设计技术》自 1997 年出版以来,深受广大工程技术人员和读者的欢迎。2002 年,在《实用电子 SMT 设计技术》的基础上,出版了《现代实用电子 SMT 设计与制造技术》,增加了有关制造方面的新技术。现在,为适应世界电子制造技术的发展和国内教育及培训的形势需要,我们在《现代实用电子 SMT 设计与制造技术》的基础上,收集整理了大量资料,编写了《电子表面组装技术——SMT》。本书系统地论述了电子产品 SMT 的设计制造技术,全书分为 4 篇:基础篇(概论、元器件和工艺材料、印制电路板、插装技术和电子整机制造工艺),设计篇(SMT 总体设计和工艺设计、印制电路板设计、SMT 可制造性和可测试设计、SMT 设计制造常用软件),制造篇(丝网印刷和点胶技术、贴片技术、焊接技术、SMT 检测技术、清洗和返修技术),高级篇(无铅制程、微组装技术、管理与标准化)。各章末均附有思考与习题。

本书可作为 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书,SMT 工程师教育培训和资格证培训的教材,也可作为高等学校工科电类专业的教材。

本书由西南交通大学龙绪明主编,参加本书编写的有段平、许姜严、谢美俊、扬凡、张文娟、胡勇、易思伟、姚舟波、牛晓丽、王李。全书由四川省电子协会 SMT 专委会审定。

由于 SMT/SMD 发展迅速,再加上编者水平有限,书中差错和不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

四川省电子协会 SMT 专委会
广东省电子协会 SMT 专委会
秘书长 苏曼波

2008 年 8 月

目 录

第一篇 基础篇

第1章 概论	(2)
1.1 SMT技术体系和特点	(2)
1.1.1 SMT技术体系	(2)
1.1.2 SMT的特点	(2)
1.1.3 SMT应用产品类型	(4)
1.2 表面组装技术的发展	(4)
1.2.1 SMT现状纵观	(4)
1.2.2 SMT发展动态	(6)
1.3 SMT设计和制造技术	(12)
1.4 SMT教育与培训	(13)
思考与习题	(15)
第2章 元器件和工艺材料	(16)
2.1 表面贴装元器件的种类	(16)
2.2 片式元件	(18)
2.2.1 电阻、电容和电感	(18)
2.2.2 机电元件	(25)
2.3 表面贴装器件	(26)
2.3.1 二极管和三极管	(26)
2.3.2 集成电路	(27)
2.3.3 潮湿敏感元件	(32)
2.4 焊锡和焊锡膏	(33)
2.4.1 焊锡(焊料)	(33)
2.4.2 焊锡膏	(35)
2.5 助焊剂和清洗剂	(40)
2.5.1 助焊剂	(40)
2.5.2 清洗剂	(43)
2.6 贴片胶和导电粘接剂	(44)
2.6.1 贴片胶(红胶)	(44)
2.6.2 导电粘接剂	(46)
思考与习题	(46)
第3章 印制电路板	(50)
3.1 印制电路板的种类	(50)
3.1.1 印制电路板的种类	(50)

3.1.2 表面组装印制板	(50)
3.2 基板	(52)
3.2.1 基板材料	(52)
3.2.2 组合结构的电路基板	(55)
3.3 印制电路板制造工艺流程	(57)
3.4 多层板制造工艺	(60)
3.4.1 内层制造	(60)
3.4.2 外层制造	(65)
3.4.3 印制电路板制造工艺控制	(68)
3.5 超高密度组装 PCB	(71)
3.5.1 超高密度组装 PCB 制造工艺	(71)
3.5.2 超高密度组装 PCB 关键技术	(72)
3.6 柔性印制板	(74)
3.6.1 结构形式和材料	(74)
3.6.2 柔性印制电路板的设计	(74)
3.6.3 制造工艺	(75)
3.7 无铅技术对 PCB 的影响	(78)
3.8 厚膜混合集成电路	(79)
思考与习题	(81)
第 4 章 插装技术和电子整机制造工艺	(83)
4.1 人工插焊	(83)
4.1.1 人工插焊 THC	(83)
4.1.2 人工贴焊 SMC/SMD	(86)
4.1.3 THT 焊点质量	(87)
4.2 自动插装技术	(89)
4.3 电子整机制造工艺	(91)
4.3.1 电子整机生产线设计	(91)
4.3.2 电子产品制造工艺	(94)
4.4 防静电知识	(96)
思考与习题	(97)

第二篇 设计篇

第 5 章 SMT 总体设计和工艺设计	(102)
5.1 SMT 总体设计	(102)
5.1.1 现代设计要求	(102)
5.1.2 SMT 总体设计	(104)
5.1.3 元器件、印制板和工艺材料的选择	(105)
5.2 SMT 工艺设计	(108)
5.2.1 SMT 安装类型与工艺流程	(108)
5.2.2 工艺参数和要求设计	(114)

5.2.3	SMT 工艺和 PCB 设计的关系	(115)
5.2.4	工艺难点分析和预计直通率	(117)
5.2.5	工艺软件	(119)
5.3	SMT 生产线的设计和选型	(120)
5.3.1	SMT 生产线的设计	(120)
5.3.2	设备选型	(124)
5.3.3	多品种、小批量的 SMT 设备配置	(129)
5.4	SMT 计算机集成制造	(131)
5.4.1	计算机集成制造系统	(131)
5.4.2	CIMS 软件	(133)
5.4.3	SMT 生产系统控制	(134)
	思考与习题	(137)
第 6 章	印制电路板设计	(139)
6.1	设计流程	(139)
6.2	印制电路板的布局设计	(140)
6.2.1	PCB 的外形设计和拼板设计	(140)
6.2.2	印制电路板的整体布局设计	(143)
6.2.3	元器件排列方向和间距设计	(145)
6.3	PCB 的布线设计	(147)
6.3.1	布线设计原则	(147)
6.3.2	不同布线密度的布线规则	(150)
6.3.3	特殊信号线的布线	(152)
6.3.4	孔和导通孔	(154)
6.4	焊盘设计	(155)
6.4.1	片式元件焊盘设计	(155)
6.4.2	半导体分立器件焊盘设计	(157)
6.4.3	集成电路焊盘设计	(159)
6.4.4	BGA 焊盘设计	(165)
6.5	丝网图形和 Mark 点设计	(167)
6.5.1	Mark 点设计	(167)
6.5.2	可焊性表面阻焊层	(170)
6.5.3	丝网图形和 PCB 的标注	(171)
6.6	通孔插装 THC 印制板设计	(172)
	思考与习题	(175)
第 7 章	SMT 可制造性和可测试设计	(177)
7.1	可制造性设计	(177)
7.1.1	DFM	(177)
7.1.2	SMT PCB 设计中的常见问题	(178)
7.1.3	可制造性 PCB 工艺设计	(180)
7.1.4	热设计和抗干扰 EMC 设计	(182)

7.1.5 SMT 印制板可制造性设计审核	(184)
7.2 可测试的设计	(185)
7.2.1 可测试性	(185)
7.2.2 在线测试设计一般原则	(186)
7.3 设计文件	(188)
7.3.1 产品设计的图纸文件	(188)
7.3.2 PCB 设计的装配文件	(189)
思考与习题	(190)
第 8 章 SMT 设计制造常用软件	(192)
8.1 电子设计自动化 EDA	(192)
8.1.1 电子设计自动化	(192)
8.1.2 EDA 设计方法	(194)
8.2 基于 PC 电路设计的常用 EDA 软件	(197)
8.2.1 基于 PC 的 EDA 软件介绍	(197)
8.2.2 Protel DXP 电路 PCB 设计	(199)
8.2.3 OrCAD 和 PowerPCB 电路板设计	(201)
8.3 DFM 设计软件	(203)
8.3.1 CAM350 可制造分析工具软件	(203)
8.3.2 可制造性设计分析软件 GC-PowerPlace-DFM	(204)
8.4 SMT 制造设备软件	(206)
8.4.1 SMT 制造设备软件类型	(206)
8.4.2 第三方软件	(207)
思考与习题	(208)

第三篇 制 造 篇

第 9 章 丝网印刷和点胶技术	(210)
9.1 印刷工艺流程	(210)
9.2 模板和刮板	(211)
9.2.1 模板	(212)
9.2.2 模板设计和制作	(215)
9.2.3 刮板	(218)
9.3 印刷机设备技术	(219)
9.3.1 全自动视觉印刷机	(219)
9.3.2 半自动和手动印刷机	(225)
9.4 印刷机工艺技术	(226)
9.4.1 印刷机的工艺参数的调节	(226)
9.4.2 手工印刷焊锡膏工艺	(229)
9.4.3 锡膏印刷的缺陷、产生的原因及对策	(231)
9.5 点胶和印胶技术	(233)
9.5.1 SMA 涂布方法	(233)

9.5.2	点胶工艺	(234)
9.5.3	印胶工艺	(240)
	思考与习题	(243)
第 10 章	贴片技术	(245)
10.1	贴片机分类	(245)
10.2	贴片机结构	(248)
10.2.1	贴片头	(248)
10.2.2	X、Y、Z/θ定位系统	(255)
10.2.3	传送机构与机架	(257)
10.2.4	送料器	(259)
10.2.5	计算机控制系统	(261)
10.3	贴片机的主要技术参数	(264)
10.4	贴片机视觉系统	(267)
10.4.1	高精度贴片机视觉系统	(268)
10.4.2	贴片机视觉系统识别软件	(272)
10.5	贴片机软件编程	(279)
10.5.1	Yamaha YV100Xg 贴片机软件编程	(279)
10.5.2	Seimens 贴片机软件编程	(286)
10.5.3	松下 Panasert MSR6 贴片机编程	(291)
10.6	贴片机常见故障及解决方法	(291)
	思考与习题	(293)
第 11 章	焊接技术	(296)
11.1	回流焊	(296)
11.1.1	回流焊的分类和发展趋势	(296)
11.1.2	热风式回流焊	(300)
11.1.3	回流温度曲线和焊接工艺设置	(306)
11.1.4	回流焊接缺陷分析和处理办法	(311)
11.2	波峰焊	(317)
11.2.1	双波峰焊的结构和原理	(317)
11.2.2	波峰焊工艺控制	(324)
11.2.3	选择性波峰焊	(328)
11.3	通孔回流焊	(331)
11.3.1	通孔回流焊接的特点	(331)
11.3.2	通孔回流焊工艺	(331)
	思考与习题	(337)
第 12 章	SMT 检测技术	(339)
12.1	测试类型	(339)
12.2	自动光学检查 AOI	(342)
12.2.1	AOI 设备主要特点和技术检测功能	(342)
12.2.2	计算机视觉检测的基本原理	(343)

12.2.3	AOI 系统的构成与设备	(346)
12.2.4	AOI 系统应用策略和检测准则	(352)
12.3	ICT 测试机	(357)
12.3.1	在线测试	(358)
12.3.2	ICT 基本测试原理	(361)
12.3.3	飞针测试	(365)
12.3.4	边界扫描测试	(367)
12.4	X 射线测试机	(370)
12.4.1	X 射线测试	(370)
12.4.2	X 射线基本测试原理	(372)
12.5	SMT 电路组合测试策略	(374)
12.6	SMT 检验方法 (目测检查)	(378)
12.6.1	质量控制点	(378)
12.6.2	检验标准的准则	(378)
	思考与习题	(388)
第 13 章	清洗和返修技术	(389)
13.1	SMA 清洗工艺	(389)
13.1.1	污染物的种类	(389)
13.1.2	清洗工艺	(390)
13.2	SMT 返修技术	(393)
13.2.1	返修工具	(393)
13.2.2	返修工艺	(397)
13.2.3	无铅 SMA 的返修	(404)
	思考与习题	(406)

第四篇 高级篇

第 14 章	无铅制程	(410)
14.1	无铅的背景	(410)
14.2	无铅物料	(412)
14.2.1	PCB 和元器件	(412)
14.2.2	无铅焊料和焊锡膏	(416)
14.3	无铅设备与工艺	(420)
14.3.1	无铅印刷和贴装工艺	(420)
14.3.2	无铅回流焊	(422)
14.3.3	无铅波峰焊	(426)
14.3.4	无铅测试和检测技术	(431)
14.4	无铅的焊接质量	(434)
14.4.1	无铅焊接缺陷的分类	(434)
14.4.2	典型的无铅焊接缺陷	(436)
	思考与习题	(439)

第 15 章 微组装技术	(441)
15.1 半导体 IC 的制程	(441)
15.1.1 晶圆制造	(441)
15.1.2 IC 制程	(442)
15.1.3 IC 封装制程	(444)
15.2 BGA 组装技术	(446)
15.2.1 BGA 的结构和制造流程	(446)
15.2.2 BGA 组装	(449)
15.3 CSP 组装技术	(453)
15.3.1 CSP 技术	(453)
15.3.2 CSP 组装	(456)
15.4 倒装芯片技术	(458)
15.4.1 倒装芯片	(458)
15.4.2 焊锡膏倒装芯片组装技术	(459)
15.4.3 焊盘凸起技术和 C ₄ 倒装芯片技术	(462)
15.4.4 焊柱凸点倒装芯片焊球键合方法	(464)
15.5 0201 组装技术	(465)
15.5.1 电路板设计	(465)
15.5.2 0201 组装工艺	(466)
15.6 MCM 技术和 3D 技术	(469)
15.6.1 MCM 的发展	(469)
15.6.2 MCM 的类型和特点	(470)
15.6.3 MCM 组装技术	(472)
15.6.4 3D 叠层芯片封装技术与工艺	(477)
15.7 SOC/SOP 和 COF 技术	(480)
15.7.1 SOC/SOP 技术	(480)
15.7.2 COF 技术	(481)
15.8 光电路组装技术	(482)
思考与习题	(485)
第 16 章 管理与标准化	(487)
16.1 SMT 工艺管理	(487)
16.1.1 工艺管理	(487)
16.1.2 SMT 生产线管理	(489)
16.2 品质管理	(492)
16.2.1 品管基础	(492)
16.2.2 品管方法	(495)
16.2.3 统计过程控制	(496)
16.3 表面组装技术标准	(502)
16.3.1 与 SMT 相关的国际标准	(502)
16.3.2 IPC	(505)

16.3.3 表面贴装设计与焊盘结构标准 (509)

16.3.4 表面贴装设备性能检测方法 (512)

16.3.5 印制板的鉴定及性能规范 (513)

16.3.6 RoHS (516)

16.4 ISO 系列标准 (517)

16.4.1 ISO 9001:2000 版 (518)

16.4.2 ISO14000 系列标准 (521)

思考与习题 (523)

附录 A SMT 基本名词解释 (525)

参考文献 (532)

第一篇 基础篇

第1章 概论

第2章 元器件和工艺材料

第3章 印制电路板

第4章 插装技术和电子整机制造工艺

第1章 概 论

SMT 是表面组装技术 (Surface Mount Technology) 的缩写, 又称为表面贴装技术, 是目前电子组装行业里最流行的一种技术。表面组装技术是一种无须在印制电路板上钻插装孔, 便可直接将表面组装元器件贴、焊到印制电路板表面规定位置上的电路装联技术。从狭义上讲, SMT 是将表面元器件贴装到 PCB (Print Circuit Board, 印制电路板) 上, 经过整体加热而实现电子元器件的互连; 但从广义上讲, 它包含片式元器件、表面组装设备、表面组装工艺和材料。通常, 人们把表面组装设备称为“硬件”, 把表面组装工艺称为“软件”。电子元器件既是 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。

1.1 SMT 技术体系和特点

1.1.1 SMT 技术体系

SMT 是一门新兴的、综合性的工程科学技术, 涉及机械、电子、光学、材料、化工、计算机、网络、自动控制。SMT 技术体系如图 1.1 所示。

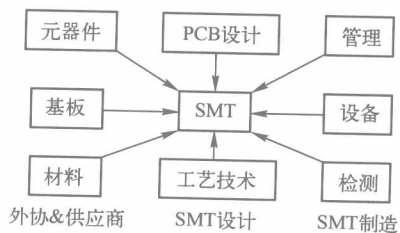


图 1.1 SMT 技术体系

SMT 是一项复杂的系统工程, 是众多技术的复合技术。从行业上讲, SMT 不仅涉及电子整机与设备制造业, 还涉及元器件制造业、PCB 制造业、材料制造业和生产工艺设备制造业, 但最终是服务于电子整机制造的。伴随着 SMC (Surface Mounting Components, 片式元件)、SMD (Surface Mounting Devices, 表面贴装器件) 的产生和发展, SMT 以电子组装生产技术面貌的出现, 在电子工业中引起了一场变革和进步, 被誉为“第四次组装革命”。

从技术角度上讲, SMT 技术是元器件、印制板、SMT 设计、组装工艺、设备、材料和检查技术等的复合技术。SMT 设计技术是 SMT 在多支持技术之间的桥梁和关键技术。SMC/SMD 是 SMT 的基础, SMT 应用的好坏, 50%以上取决于对 SMC/SMD 的掌握程度和开发能力。基板是元器件互连的结构件, 在保证电子组装的电气性能和可靠性方面起着重要作用。组装工艺和设备是实现 SMT 产品的工具和手段, 决定着生产率和质量成果。检测技术则是 SMT 产品质量的重要保证。

1.1.2 SMT 的特点

如上所述, 表面组装技术就是用一定的工具将表面组装元器件的引脚对准预先涂覆了粘接剂和焊锡膏的焊盘图形, 把表面组装元器件贴装到未钻安装孔的 PCB 表面上, 然后经过波峰焊或再流焊使表面组装元器件和电路之间建立可靠的机械和电气连接。与通孔插装技术 THT (Through-hole Technology) 相比, 表面组装技术 SMT 具有以下特点, 如图 1.2 所示。

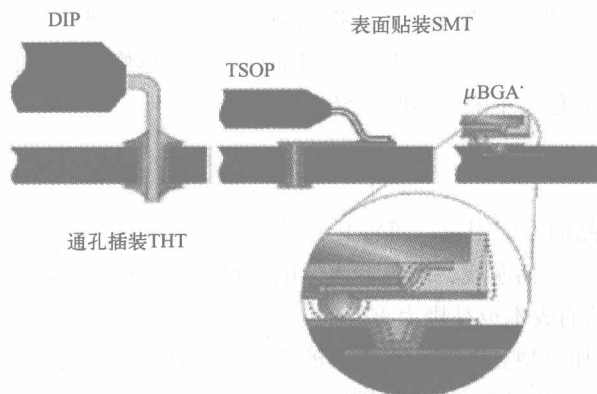


图 1.2 SMT 和 THT 比较

1. 组装密度高、电子产品体积小、重量轻

SMC/SMD 的体积、重量只有传统插装元器件的 1/10 左右, 而且可以安装在 SMB (Surface Mounting Board) 或 PCB 的两面, 有效地利用了印制电路板板面, 减轻了表面安装板的重量。例如, 将中规模集成电路 (MSI)、大规模集成电路 (LSI) 在 PCB 上通孔安装, 则引线中心距为 2.54mm, 所占面积很大; 20 引脚双列直插式封装 (Dual In-Line Package, DIP) 的 MSI 的安装面积为 10.16mm×25.4mm; 64 引脚 DIP 的 LSI 的安装面积为 25.4mm×76.2mm, 插脚增加 2 倍, 安装面积增加 6.5 倍。若采用无引线器件 SMC 进行表面安装, 则引脚中心距为 0.63mm, 64 引脚器件, 安装面积只有 12.7mm×12.7mm。这个例子说明, SMT 安装密度比传统 THT 安装密度高 11 倍。一般采用 SMT 后, 电子产品体积缩小 40%~60%, 重量减轻 60%~80%。

2. 可靠性高, 抗震能力强

由于 SMC/SMD 是无引线或短引线, 又牢固地贴装在 PCB 表面上, 因此其可靠性高、抗震能力强。SMT 的焊点缺陷率比 THT 至少低一个数量级。

3. 高频特性好

由于 SMC、SMD 减少了引线分布特性的影响, 而且在 PCB 表面上贴焊牢固, 大大降低了寄生电容和引线间寄生电感, 因此在很大程度上减少了电磁干扰和射频干扰, 改善了高频特性。

4. 易于实现自动化, 提高生产效率

与 THT 相比 SMT 更适合于自动化生产。THT 根据不同的元器件, 需要不同的插装机 (DIP 插装机、轻向插装机、轴向插装机、编带机等), 每一台机器都需要调整装备时间, 维护工作量大。而 SMT 用一台贴片机 (Pick and Place Machine), 配置不同的上料架和取放头, 就可以安装所有类型的 SMC/SMD, 减少了调整准备时间和维修工作量。

5. 降低成本

SMT 使 PCB 布线密度增加、钻孔数目减少、孔径变细、面积缩小、同功能的 PCB 层数减少, 这些都使制造 PCB 的成本降低。无引线或短引线 SMC/SMD 节省了引线材料, 省略了剪线、打弯

工序,减少了设备、人力费用。频率特性的提高减少了射频调试费用。电子产品的体积缩小、重量减轻,降低了整机成本。贴焊可靠性提高、可靠性好,使返修成本降低。因此,一般电子设备采用 SMT 后,可使产品总成本降低 30%~50%。

1.1.3 SMT 应用产品类型

SMT 根据电子产品的不同用途,可将其分类为 9 种不同的类型。

(1) 消费类产品,包括游戏、玩具、声像电子设备。一般来说,适用的尺寸和多功能性作为考虑重点,但是产品的成本也是极为重要的。

(2) 通用产品,如小型企业和个人使用的通用型计算机。与消费类产品比较,用户期望产品具有较长的使用寿命,并能享有长期的服务。

(3) 通信产品,包括电话、转换设备、PBX 和交换机。这些产品要求使用寿命长,且能够应用于相当苛刻的条件下。

(4) 民用飞机,要求尺寸小、重量轻和可靠性高。

(5) 工业产品。尺寸和功能是这类产品重点关注的对象。成本也是非常重要的,在降低成本的同时,需确保产品达到高性能和多功能的要求。

(6) 高性能产品,由陆地/军用产品和军舰产品、高速大容量计算机、测试设备、关键的工艺控制器和医疗设备构成。可靠性和性能是至关重要的,其次是尺寸和功能。

(7) 航天产品,包括所有能够满足外界恶劣环境要求的产品。也就是说,在各种不同环境和极端的自然条件下可达到优质和高性能的产品。

(8) 军用航空电子产品。需满足机械变化和热变化的要求,应重点考虑尺寸、重量、性能和可靠性。

(9) 汽车电子产品,如汽车底板,能够用于各种不同的苛刻环境下。这些产品面临着极端的温度和机械变化,这给批量生产中实现最低成本和最佳的可制造性增加了压力。

1.2 表面组装技术的发展

1.2.1 SMT 现状纵观

1. SMT 发展历程

SMT 是从厚、薄膜混合电路演变发展而来的,表 1.1 总结了电子元器件和组装技术的发展。

表 1.1 电子元器件和组装技术的发展

年 份	1950	1960	1970	1980	1990
产品分代	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
典型产品	电子管收音机、仪器	通用仪器、黑白电视机	便携式薄型仪器、彩色电视机	小型高密度仪器、录像机	超小型高密度仪器、整体型摄像机
产品特点	笨重厚大、速度慢、功能少、功耗大、不稳定	重量较轻、功耗降低、多功能	便携式、薄型、低功能	袖珍型、轻便、多功能、微功耗、稳定、可靠	超小型、超薄型、智能化、高可靠性
典型电子元器件	电子管	晶体管	集成电路	大规模集成电路	超大规模集成电路

续表

年 份	1950	1960	1970	1980	1990
电子元件特点	长引线、大型、高电压	轴向引线	单、双列直插集成电路和可编带的轴向引线元件	表面安装、异形结构	复合表面装配、三维结构
电路板	金属底盘、接线板铆接端子	单面酚醛纸质层压板	双面通孔环氧玻璃布层压板、挠性聚酰亚胺板	陶瓷基板、金属芯印制板、多层高密度印制板	陶瓷多层印制板、绝缘金属基板
装配技术特点	捆扎导线、手工烙铁焊接	半自动插装、浸焊	自动插装、浸焊、波峰焊、熔焊	两面自动表面贴装、再流焊或波峰焊	多层化、高密度化、安装高速化、倒装焊、特种焊

美国是世界上 SMD 和 SMT 起源最早的国家,并一直重视在投资类电子产品和军事装备领域发挥 SMT 高组装密度和高可靠性能方面的优势,已达到很高的水平。

日本在 20 世纪 70 年代从美国引进 SMD 和 SMT,并将其应用在消费类电子产品领域,同时加强基础材料、基础技术和推广应用方面的开发研究工作;从 20 世纪 80 年代中后期起加速了 SMT 在产业电子设备领域中的全面推广应用,仅 4 年时间就使 SMT 在计算机和通信设备中的应用数量增长了近 30%,在传真机中的应用数量增长 40%。日本在 SMT 方面的发展很快超过了美国,处于世界领先地位。

欧洲各国的 SMT 的起步较晚,但他们有较好的工业基础,因此发展速度也很快,其发展水平和整机中 SMC/SMD 的使用效率仅次于日本和美国。

20 世纪 80 年代以来,新加坡、韩国、中国香港和中国台湾不惜投入巨资,纷纷引进先进技术,使 SMT 获得了较快的发展。

据飞利浦公司预测,到 2010 年全球范围内插装元器件的使用率将由目前的 40%下降到 10%,反之,SMC/SMD 将从 60%上升到 90%左右。

2. 我国 SMT 发展现状

我国 SMT 的应用起步于 20 世纪 80 年代初期,最初从美、日等国成套引进了 SMT 生产线,用于彩电调谐器的生产。随后应用于录像机、摄像机及袖珍式高档多波段收音机、随身听等生产中,近年来在计算机、通信设备、航空航天电子产品中也得到了广泛应用。据不完全统计,我国约有 100 多家企业从事 SMC/SMD 的生产,约有 30 000 多家单位引进了 SMT 生产线,已引进 40 000~50 000 台贴片机。

在 SMT 大生产方面,一方面得益于我国东南沿海地区电子工业的高速发展,大量引进和购置各种 SMT 生产线;另一方面由于我国多年来坚持改革开放,一些美、日、新加坡等国家的跨国公司已将 SMT 加工厂搬到了中国,如旭电、伟创力、四海等来华办厂从事电子制造。目前,国内自行设计的电子产品,片式化率达到 60%以上,大型 PCB 贴片、COB 技术、双面回流焊、通孔回流焊、激光焊及 MCM 都能达到国外同类水平。近几年来,我国 SMT 呈现快速发展的趋势,20 世纪 90 年代初,国内 SMT 生产线还不足百十条,并常为开工不足而犯愁,如今每年进口的贴片机就达三四千台——中国已成为世界电子制造的中心。

当今,信息产业的核心技术——芯片制造业进入我国,Intel、三星、中国台湾的台积电、联电等都做了大量投资,以上海中芯国际和宏力为代表的半导体工厂,其建设热潮震撼世界。2002 年,几乎每周都有跨国公司在我国设立研发中心,通用电气、飞利浦、松下电气等陆续把大中华总部、亚太总部搬到中国。目前我国已能够自行设计开发 500 万门级水平的集成电路“龙芯方舟”CPU 芯片,以及 DSP 芯片等一批具有自己知识产权的科研成果。近几年来,广东出现了制造高