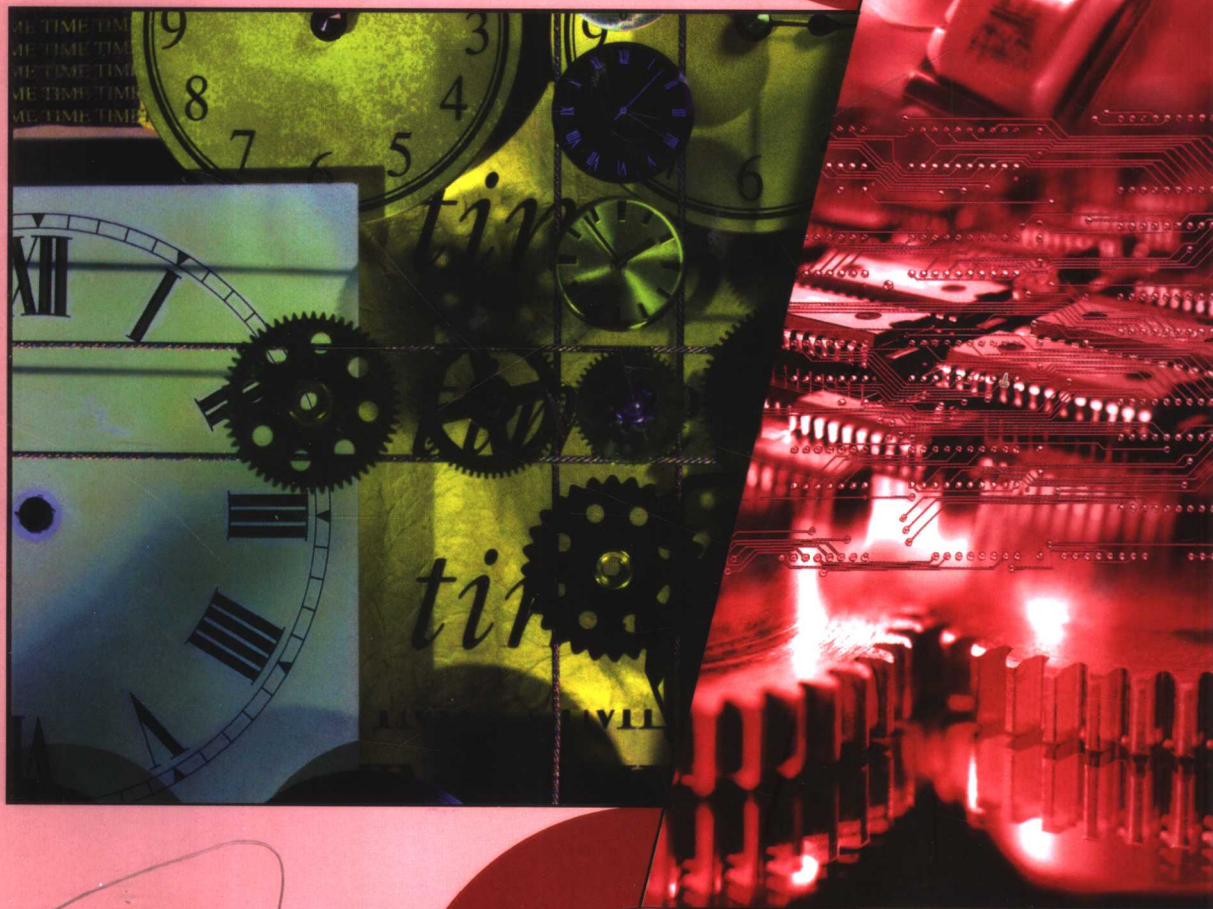


SMT教材系列

SMT 组装质量检测与控制

周德俭 等编著



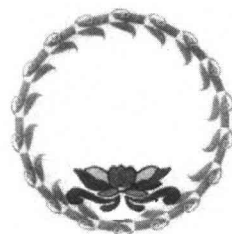
电子器件
表面组装
SMT
电路板
组装工艺



国防工业出版社

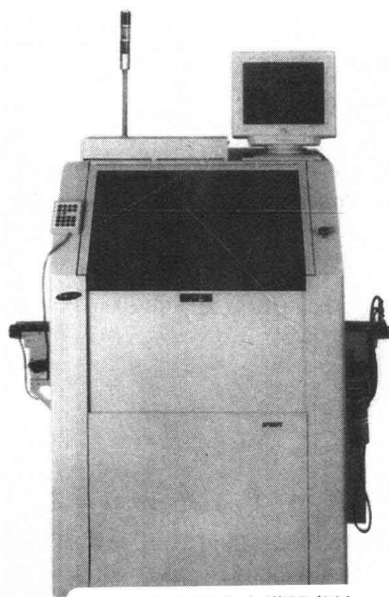
National Defense Industry Press

SMT教材系列



SMT 组装质量检测与控制

周德俭 等编著



国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书介绍电子电路表面组装技术(SMT)的组装质量检测与控制技术,内容包括:SMT 组装质量及其测控技术概述、SMT 组装来料质量检测、SMT 组装过程质量检测与分析、SMT 组件质量测试与返修、SMT 组装质量控制、SMT 焊点质量检测与控制、SMT 组装质量管理等。全书共 7 章,每章均附有思考题,便于自学和复习思考。

本书可作为高等院校 SMT 专业或专业方向的本科教材和高等职业技术教育教材,也可作为 SMT 的系统性培训教材,还可供从事 SMT 的工程技术人员自学和参考。

图书在版编目(CIP)数据

SMT 组装质量检测与控制/周德俭等编著. —北京:
国防工业出版社, 2007.1
(SMT 教材系列)
ISBN 7-118-04791-0

I. S... II. 周... III. ①印刷电路—组装—质量检
验—教材 ②印刷电路—组装—质量控制—教材
IV. TN410.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 115238 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 24½ 字数 563 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

序 言

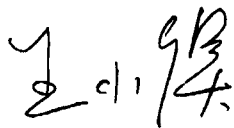
表面组装技术(SMT)是电子先进制造技术的重要组成部分,SMT 的迅速发展和普及,变革了传统电子电路组装的概念,为电子产品的微型化、轻量化创造了基础条件,对于推动当代信息产业的发展起到了独特的作用,成为制造现代电子产品的必不可少的技术之一。目前,SMT 已广泛应用于各行各业的电子产品组件和器件的组装中。而且,随着半导体元器件技术、材料技术、电子与信息技术等相关技术的飞速进步,SMT 的应用面还在不断扩大,其技术也在不断完善和深化发展之中。近年来,与 SMT 的这种发展现状和趋势相应,与信息产业和电子产品的飞速发展带来的对 SMT 的技术需求相应,我国电子制造业急需大量掌握 SMT 知识的专业技术人员。

SMT 包含表面组装元器件、电路板、组装材料、组装设计、组装工艺、组装设备、组装质量检验与测试、组装系统控制与管理等多项技术,是一门新兴的先进制造技术和综合型工程科学技术。要掌握这样一门综合性工程技术,必须经过系统的专业基础知识和专业知识学习和培训。然而,由于 SMT 之新兴特点,在我国,与之相应的学科、专业建设和教学培训体系建设工作尚刚起步,也缺乏与之相适应的系统性教学、培训教材和学习资料。

为此,信息产业部电子科学研究院以项目资助的形式支持《表面组装技术基础》、《表面组装工艺技术》、《SMT 组装系统》、《SMT 组装质量检测与控制》、《SMT 设备原理及应用》等“SMT 教材系列”的编写工作,其意义重大而又深远。

我们相信,随着本系列教材的陆续出版,它不仅会对我国 SMT 方面的人才培养工作、学科和专业建设工作带来积极的促进作用,还将会对 SMT 在我国的普及和发展、对电子先进制造技术的发展起到积极的推动作用。

中国工程院院士
电子科学研究院常务副院长



前 言

电子电路表面组装技术(SMT)在我国正处于高速发展和快速普及化之中,相关专业技术人才的缺乏已对其发展产生了明显的制约作用。为加快人才培养步伐,急 SMT 专业技术人才培养的系统性教学、培训所需,我们在信息产业部电子科学院项目资助下,组织和编写了“SMT 教材系列”。

本系列教材包含已完成编写和编著的《表面组装技术基础》、《表面组装工艺技术》、《SMT 组装系统》、《SMT 组装质量检测与控制》四册教材,以及计划编写的《SMT 设备原理及应用》教材。各册教材既相互独立,又有相互关联性。前四册介绍了 SMT 的主要技术,全系列教材基本涵盖了 SMT 的所有内容。编写中还注意到了教材的实用参考价值和适用面等问题,教材具有理论联系实际、易于自学等特点。教材每一章均附有思考题,便于自学和复习思考。根据需要选择该系列教材中的部分或全部,可应用于高等院校 SMT 专业或专业方向的本科教育和高等职业技术教育;应用于 SMT 的系统性专业技术培训。也可用其作为器件设计、电路设计等与 SMT 相关的其他专业的辅助教材,以及供从事 SMT 的工程技术人员自学和参考。

本系列教材在编著过程中得到了信息产业部电子科学研究院,中国电子科技集团公司电子 2 所、10 所、54 所,桂林电子工业学院,电子科学研究院 SMT 柔性制造中心等单位,以及电子先进制造技术专业组的各位专家的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

本册教材由周德俭教授、潘开林副教授、张文杰高级工程师、黄春跃副教授、吴兆华副教授等编著,主要内容有 SMT 组装质量及其测控技术概述、SMT 组装来料质量检测、SMT 组装过程质量检测与分析、SMT 组件质量测试与返修、SMT 组装质量控制、SMT 焊点质量检测与控制、SMT 组装质量管理等。其中第 1、2、6、7 章由周德俭编著,第 3 章由潘开林编著,第 4 章由张文杰编著,第 5 章由周德俭和黄春跃共同编著,附录由吴兆华编著。全书主编和统稿工作由周德俭担任,并由中国电子科技集团公司电子 10 所李成刚研究员主审。李春泉、黄红艳、郭建林、彭开强、刘小虎、代宣军、阎德劲等参加了资料收集或文稿的计算机录入工作。教材中编入了部分作者的研究成果,也参考或

引用了参考文献中所列出的相关文献的部分内容。本教材共7章,参考教学学时数为30学时~36学时。

由于时间仓促和水平有限,教材中难免存在着不少谬误,真诚期望同行专家和读者指正。

编著者

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 SMT 组装质量的基本概念.....	1
1.1.1 SMT、SMA 及其组装	1
1.1.2 SMT 组装质量.....	3
1.2 SMT 组装质量测控方法与技术.....	6
1.2.1 SMT 组装质量测控方法.....	6
1.2.2 SMT 组装质量检测中的 AOI 技术和 AXI 技术	8
1.3 SMT 组装质量标准与测控技术发展趋势	15
1.3.1 SMT 组装质量相关标准	15
1.3.2 SMT 组装质量测控技术发展趋势	19
思考题 1	20
第 2 章 SMT 组装来料质量检测	22
2.1 SMT 组装来料检测概述	22
2.1.1 原材料质量检测.....	22
2.1.2 SMT 组装来料检测	22
2.2 元器件来料检测.....	29
2.2.1 元器件可焊性检测.....	29
2.2.2 元器件引脚共面性检测.....	31
2.2.3 元器件性能和外观质量检测.....	33
2.3 PCB 来料检测	33
2.3.1 PCB 的外观和内部质量检测	33
2.3.2 PCB 的性能检测	34
2.4 组装工艺材料来料检测.....	36
2.4.1 焊膏检测.....	36
2.4.2 焊剂检测.....	41
2.4.3 黏结剂检测.....	43
2.4.4 其他来料检测.....	45
思考题 2	47
第 3 章 SMT 组装工艺质量检测与分析	48
3.1 概述.....	48
3.2 焊膏印刷质量检测.....	49
3.2.1 焊膏印刷质量分析.....	49

3.2.2 焊膏印刷质量检测方法	52
3.2.3 焊膏印刷缺陷分析	54
3.2.4 焊膏印刷缺陷解决	56
3.3 贴片质量及其检测	59
3.3.1 贴片质量分析	59
3.3.2 贴片质量检测	62
3.3.3 贴片缺陷分析	63
3.4 焊接质量检测与分析	64
3.4.1 电子组装焊接通用技术要求	64
3.4.2 电子组装焊接质量检测方法	66
3.4.3 再流焊工艺质量分析	69
3.4.4 常见的焊接缺陷分析	71
3.4.5 再流焊焊接缺陷检查清单	78
3.5 清洗质量检测与分析	81
3.5.1 残留物及其危害分析	81
3.5.2 PCBA 的洁净度等级及洁净度标准	81
3.5.3 PCBA 的清洗质量检测方法	82
思考题 3	83
第 4 章 SMT 组件测试与返修	85
4.1 概述	85
4.1.1 电路测试技术的发展	85
4.1.2 电路组件测试的基本概念	86
4.1.3 返工返修的基本概念	87
4.2 电路组件的自动测试系统	89
4.2.1 自动测试系统的基本组成	89
4.2.2 自动测试系统总线	90
4.2.3 模拟开关转换系统	96
4.2.4 其他	100
4.3 在线测试技术	100
4.3.1 在线测试内容与方法	100
4.3.2 在线测试工作原理	103
4.3.3 在线测试应用技术	106
4.3.4 针床式和飞针式在线测试系统	118
4.3.5 在线测试软件系统与测试系统应用	126
4.4 功能测试	129
4.4.1 模型测试系统	130
4.4.2 测试台	131
4.4.3 专用测试设备(STE)	131
4.4.4 自动测试设备(ATE)与系统	132

4.5 SMT 组件返修	134
4.5.1 手工焊接返修	135
4.5.2 返修装置	138
4.5.3 返修过程	142
4.5.4 返修存在的问题	149
思考题 4	149
第 5 章 SMT 组装质量控制技术	150
5.1 面向组装生产过程的设计	150
5.1.1 SMT 组装可制造性设计	150
5.1.2 SMT 组装可维修性设计和可测性设计	154
5.2 面向组装工序的质量控制对策	157
5.2.1 组装故障及其类型	157
5.2.2 贴片胶涂敷故障及其涂敷质量控制对策	157
5.2.3 焊膏涂敷故障及其涂敷质量控制	160
5.2.4 贴片故障及其贴片质量控制	167
5.2.5 再流焊接故障及其焊接质量控制	172
5.2.6 其他工序的影响与控制	178
5.3 面向组装环境防护的质量保障设计	179
5.3.1 SMT 生产现场的设计准则	179
5.3.2 SMT 生产线静电防护	182
5.4 面向组装质量的仿真设计与分析	187
5.4.1 SMT 再流焊工艺仿真设计	187
5.4.2 SMA 的动态特性分析技术	191
5.4.3 SMA 电子元器件布局优化设计	200
思考题 5	208
第 6 章 基于焊点形态理论的 SMT 焊点质量检测与控制	209
6.1 SMT 焊点质量与焊点形态设计	209
6.1.1 SMT 焊点质量与焊点形态	209
6.1.2 SMT 焊点形态设计	211
6.2 基于焊点形态理论的 SMT 焊点虚拟成形技术	214
6.2.1 SMT 焊点虚拟成形技术	214
6.2.2 SMT 焊点虚拟成形技术的基本应用	215
6.3 基于焊点虚拟成形的 SMT 焊点质量检测与控制技术	220
6.3.1 检测与控制技术基本原理	220
6.3.2 焊点图像获取及处理过程	222
6.3.3 基于神经网络的焊点质量分析评价专家系统设计	235
思考题 6	242
第 7 章 SMT 产品组装质量管理与方法	243
7.1 现代质量管理基础	243

7.1.1 全面质量管理	243
7.1.2 质量管理体系	245
7.2 SMT 产品组装质量管理体系的建立	248
7.2.1 SMT 产品组装质量管理体系概述	248
7.2.2 SMT 产品组装质量管理体系结构与功能设计	251
7.2.3 SMT 产品组装质量管理体系的软件设计	256
7.3 统计质量控制方法及其在 SMT 产品组装质量管理中的应用	257
7.3.1 统计技术与质量控制	257
7.3.2 统计质量控制方法	262
7.3.3 自动统计分析方法在 SMT 产品组装质量管理中的应用	275
7.4 6 σ 方法及其在质量管理中的应用	281
7.4.1 6 σ 方法的涵义	281
7.4.2 6 σ 方法及其特点	283
7.4.3 6 σ 方法的组织与实施	286
7.4.4 6 σ 方法在质量管理中的应用	288
7.5 SMT 产品组装质量管理规范例	295
7.5.1 SMT 组件的质量控制管理规范例	295
7.5.2 SMT 组件的外观检测管理规范例	299
7.5.3 SMT 组件焊膏印刷工艺管理规范例	303
思考题 7	306
附录 1 SMT 常用英文缩写与名词解释	308
附录 2 SMT 标准体系待制定标准	328
附录 3 中华人民共和国国家标准 GB/T 19001 - 2000 idt ISO 9001:2000 质量管理体系要求	333
附录 4 中华人民共和国国家标准 GB/T 19004 - 2000 idt ISO 9004:2000 质量管理体系 - 业绩改进指南	344
参考文献	379

第 1 章 概 论

1.1 SMT 组装质量的基本概念

1.1.1 SMT、SMA 及其组装

1. SMT

电子电路表面组装技术(SMT: Surface Mount Technology)亦称表面贴装或表面安装技术。它是一种将无引脚或短引线表面组装元器件(简称 SMC/SMD, 常称片状元器件)安放在印制电路板(PCB: Printed Circuit Board)的表面或其他基板的表面上, 通过再流焊或浸焊等方法加以焊接组装的电路装连技术。SMT 由表面组装元器件、电路基板、组装设计、组装材料、组装工艺、组装设备、组装质量测试、组装系统控制与管理等技术组成, 是一项涉及微电子、精密机械、自动控制、焊接、精细化工、材料、检测等多种专业和 multidisciplinary 学科的综合工程科学技术。

2. SMA

采用 SMT 组装的 PCB 级电子电路产品(简称 SMT 产品)也称为表面组装组件(SMA: Surface Mount Assemblies)或印制电路板组件(PCBA: Printed Circuit Board Assemblies)。图 1.1(a)所示为在 PCB 单面组装有 SMC/SMD 的 SMA 局部示意图, 图 1.1(b)所示为单面组装 SMA 实物。

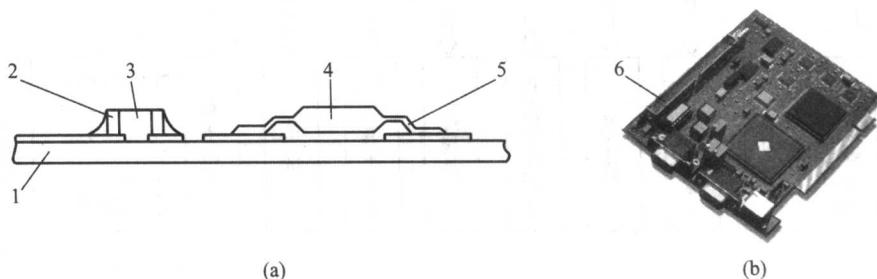


图 1.1 单面组装 SMC/SMD 的 SMA 示意图

(a) PCB 单面组装 SMC/SMD 的 SMA 局部示意图; (b) 单面组装 SMA 实物。

1—PCB; 2—金属化端; 3—元件; 4—器件; 5—短引线; 6—接插件。

3. SMT 组装工艺与组装系统

SMT 有单面组装和双面组装等表面组装方式, 与之相应有不同的工艺流程。其主要工艺技术有焊膏涂敷(典型为印刷)、黏结剂涂敷(典型为点胶)、贴片(也称贴装)、焊接、清洗、测试、返修等, 其主要组装设备有焊膏丝网印刷机、点胶机、贴片机、再流焊炉、波峰焊炉、清洗设备、测试设备以及返修设备等。一般以丝网印刷机、贴片机、再流焊炉等主要设

备组成 SMT 生产线(参见图 1.2),进而与其他辅助设备一起组成 SMT 产品(SMA)组装生产系统(参见图 1.3)。

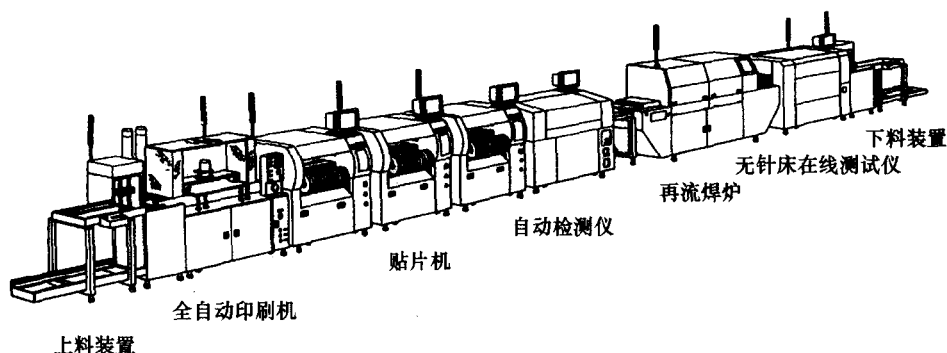


图 1.2 SMT 生产线基本组成

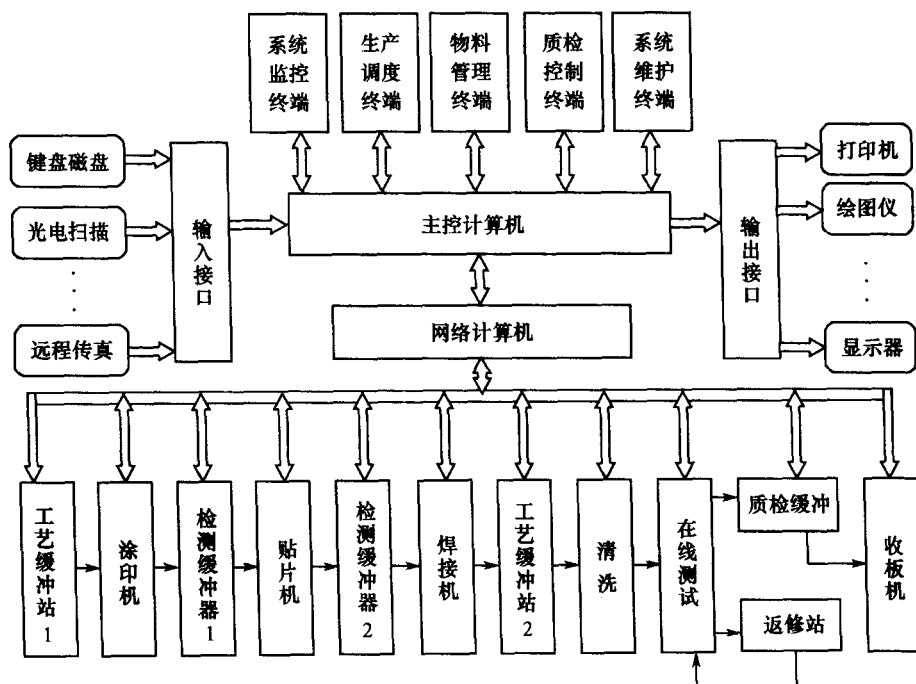


图 1.3 SMT 组装系统控制信息流向图

SMT 产品组装生产系统简称为 SMT 组装系统。由于在 SMT 及其产品的发展历程中,同时并存着在 PCB 上完全组装 SMC/SMD(被称为全表面组装)、表面组装与插装混合组装、只在 PCB 的单面组装或在双面都组装等多种产品组装形式,SMT 组装系统的概念与之相应也具有广义性。生产实际中,往往将包含插装工艺与设备在内的混合组装生产系统也称为 SMT 组装系统。图 1.4 为应用于混合组装的 SMT 组装系统基本组成内容示意图。

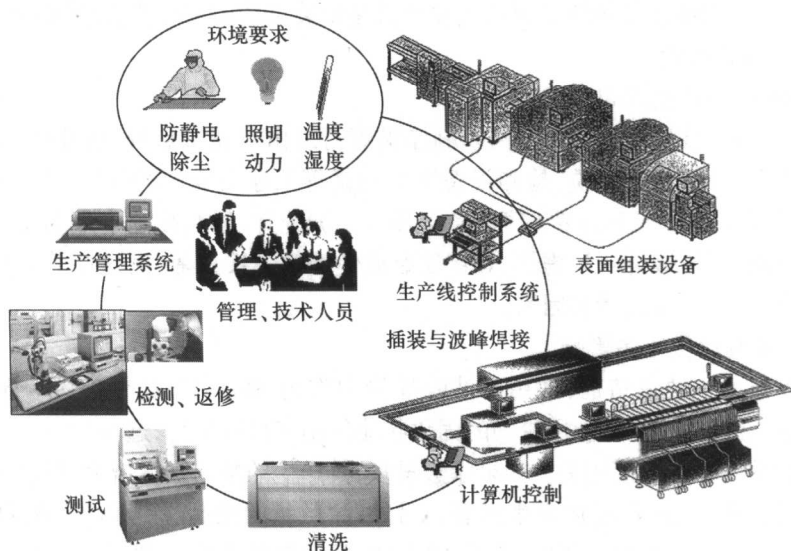


图 1.4 SMT 组装系统基本组成内容

1.1.2 SMT 组装质量

1. SMT 组装质量与组装故障

SMT 组装质量是 SMT 产品组装质量的简称,是对 SMT 产品组装过程与结果所涉及的固有特性满足要求程度的一种描述。它泛指在采用 SMT 进行电子电路产品组装过程中的组装设计质量、组装原材料(元器件、PCB、焊膏等组装材料)质量、组装工艺质量(过程质量)、组装焊点质量(结果质量)、组装设备质量(条件质量)、组装检测与组装管理质量(控制质量)等质量设计、检测、控制和管理的行为与结果。它以所组装的 SMT 产品是否满足其特定设计要求为衡量标准,其内容涉及 SMT 及其组装设计、组装材料、组装工艺、组装设备、组装系统、组装环境、技术人员等各个方面。

SMT 产品组装质量不良能从器件故障、运行故障、组装故障三类主要故障中反映出来。其中,器件故障(Device Fault)主要是指由于元器件质量问题而引起的故障,如元器件性能指标超出误差范围、坏死或失效、错标型号引起的错位贴装、引脚断缺等。运行故障(Operation Fault)是指产品不能正常工作,但又不是器件故障和组装故障而引起的。一般是由于设计上的问题造成,如时序配合故障(Timing Fault)、误差积累故障、PCB 电路错误故障等。组装故障(Assembly Fault)是指由于组装工艺中的问题而造成的故障,如焊锡桥连短路、虚焊断路、错贴或漏贴器件等等。

在生产实际中,以上三类故障的故障率大致为器件故障与运行故障均低于 8%,组装故障 85% 以上。在这三类故障中,器件故障可以通过强化来料质量使其减至最低,运行故障在电路 CAD 技术和元器件制造技术不断完善的今天已成为次要。组装故障作为 SMT 产品的主要故障源,是 SMT 组装质量控制所要解决的核心问题。所以,虽然在 SMT 产品组装生产过程中,各个方面的质量因数均对产品的最终结果产生影响,但在组装设计和组装原材料质量、组装设备与检测设备性能等方面的质量因数具有基本保证的

前提下,则影响组装质量最终结果的主要环节是组装工艺质量环节,组装质量不良的主要表现形式是组装故障。

2. 组装故障产生原因

SMT 产品组装过程主要由丝网印刷涂敷焊膏或由点胶机点胶、贴片机贴片、再流焊炉焊接或固化、清洗设备清洗、检测设备在线测试等工序组成(参见图 1.2 和图 1.3),组装故障的隐患几乎分布于组装工序的各个环节。据统计,组装故障中最为常见的故障是焊点桥接(亦称桥连或焊桥)、虚焊、焊接处形成焊珠等焊接故障,而这些故障并非仅仅与焊接环节有关,它涉及到诸多因素。

(1) 贴片胶涂敷工序影响

贴片胶作为一种黏结剂,常用于波峰焊接中作为 SMC/SMD 预定位于基板上的胶剂。涂敷后,SMC/SMD 是利用胶剂的固化收缩作用实行定位的,这个收缩应力的大小与贴片胶涂敷量的多少直接相关。如果涂敷量多,其产生的黏结强度增大,但黏结强度过大时,很可能使 SMC/SMD 基体发生微裂。另外,涂敷量的控制、涂敷位置精度的保证、胶剂成分的合理配比等因素会影响 SMC/SMD 电极端与基板焊区的接合质量。如涂敷过量,在 SMC/SMD 贴装后会使胶剂向外溢出,这会造成焊接接合部或焊区与布线间的故障;如涂敷量过少,从外表虽难以观察,但会降低焊接强度。

(2) 焊膏涂敷工序的影响

焊膏(膏状钎料)的涂敷/印刷工序常在再流焊接时采用,涂敷工序质量对产品组装质量影响主要有以下几方面:

① 焊膏材料质量。焊膏是由焊膏粉料及溶剂两部分组成。当采用丝网印刷时,焊膏粉料颗粒过大不能充足地透过丝网模板,可能引起虚焊等焊接不良现象;颗粒过小则在印刷过程中容易氧化,可能形成焊珠;非球形颗粒易造成丝网模板堵塞,表面积增大,也影响焊接质量;金属含量过低或溶解剂蒸发速率选择不当的焊膏也易产生焊珠和焊桥。

② 焊膏印刷厚度。焊膏的印刷厚度应该均匀一致,焊膏印刷厚度超差,会使 SMC/SMD 的基体或电极端产生裂纹,多引线间距的集成电路(如 QFP、LCCC 等器件)容易发生桥连。如果印刷量偏小,则易发生电极端与基板焊区接合部的缝隙(空洞),这会降低可焊性、削弱焊接强度,有时还引起 QFP 类器件引线的上浮。

③ 焊膏印刷位置精度。焊膏印刷位置的精度应该在规定的公差内。如位置偏移过大,进入焊接时易产生 SMC/SMD 的翘立;如印刷位置超出焊区以外的场合,焊接中容易发生焊料球,这是造成电路绝缘不良的主要原因之一。

④ 印刷网板质量。在焊膏印刷过程中,所使用的印刷网板(金属掩膜)材质是否合理,网孔孔径的大小,开口处表面粗糙度等加工精度,以及网板的厚度、缝隙尺寸等结构尺寸和印刷设备的精度等级是否符合要求等因素也将直接影响组装质量。

⑤ 焊膏印刷过程的影响。刮板压力过大将使焊膏从丝网模板开口处挤出或进入焊盘间的间隙处,以使产生焊桥;刮板速度过大易导致焊膏没有占据丝网模板的开口处,引起虚焊现象。另外,焊膏印刷刮板的形状及材料硬度等也会对焊膏印刷质量产生影响。

(3) 贴片工序的影响

SMC/SMD 通过贴片机进行组装时,对组装质量最重要的影响因素是贴装压力即机

械性冲击应力。因为大多数 SMC/SMD 的基材均使用氧化铝陶瓷做成,应力过大将使其产生微裂。如果组装设备对贴装压力不能作出自动判断,造成 SMC/SMD 微裂并组装进产品后,会直接影响产品的可靠性能。同时,SMC/SMD 贴装的位置精度应该在规定范围内,不然即会出现焊接质量问题,这是另一个重要因素。

(4) 焊接工序的影响

SMT 产品大多采用整体加热再流焊接,常用远红外/热风再流焊和汽相再流焊(VPS)等。再流焊对 SMC/SMD 的影响因素主要是焊接时的热冲击,操作时必须设定可靠的升温工艺以减少热冲击应力。对汽相焊接方式而言,由于主要使用氟系惰性有机溶剂作为载热媒介,对于无密封结构的片式机电元件和结构元件,如果溶剂侵入到元件内部,会导致其性能和功能的损害。另外,若焊接工艺设定和各道前工序控制质量达不到规定的要求,将会导致 SMC/SMD 的“曼哈顿”现象(亦称“翘立”或“立碑”)、位置偏移和横向摆动现象等不良现象的产生。

(5) 其他工序的影响

PCB 清洗影响 SMC/SMD 组装质量的主要原因是清洗溶剂的侵蚀,合理地设定清洗条件和清洗时间相当重要。目前,清洗工艺中比较常用的是超声清洗、浸渍洗、蒸气洗或者是两种不同方式的组合清洗。在实施超声清洗时,对于某些产品,需正确设定清洗机的工作频率、输出功率、时间,还要注意到诸如元器件接合部是否留有微裂、断线,对中空型封装的 IC 是否会发生引线断开不良等问题,某些电路组装形式必须避免使用超声清洗方式。清洗过程中由于清洗槽和传送夹具形状的关系,可能会使产品产生异常的振动或冲击,这也必须在设定清洗条件时加以预防。

另外,印制电路板的平整度、可焊性、耐热性、刚度,元器件可焊性等也会对组装质量产生直接影响。

3. 组装质量检测与控制的主要内容

SMT 组装质量检测与控制的内容很丰富,基本内容包含原材料来料检测与控制,组装工艺过程检测与控制 and 组装后的组件检测三大类。原材料来料检测包含 PCB 和元器件的检测,以及焊膏、焊剂等所有 SMT 组装工艺材料的检测。工艺过程检测与控制包含印刷、贴片、焊接、清洗等各工序的工艺质量检测与控制。组件检测含组件外观检测、焊点检测、组件性能测试和功能测试等。表 1.1 列出了原材料来料检测与控制的主要内容,表 1.2 列出了组装工艺过程检测与控制 and 组件检测的主要内容。

表 1.1 来料测控主要内容

测控对象	测控项目	测控对象	测控项目
元器件	可焊性 引线共面性 使用性能	焊膏	外观检查、印刷性能 金属百分比 润湿性、焊料球 黏度、触变性 粉末氧化均量
		焊锡	金属污染量
PCB	尺寸与外观检查 可焊性 翘曲和扭曲 阻焊膜质量	助焊剂	活性、浓度、变质
		黏结剂	黏度、黏结强度、固化
		清洗剂	组成成分

表 1.2 组装工艺过程测控与组件检测的主要内容

工 序	测 控 项 目	检 测 内 容
焊膏印刷	网板污染焊膏印刷量、膜厚	印刷错位、模糊、渗漏、膜厚
点胶	点胶量、温度	位置、拉丝、溢出
SMD 贴装	元器件有无、位置、极性正反、装反	错贴、漏贴
再流焊	温度曲线设定、控制	焊点质量
贴片胶固化	温度控制	黏结强度
焊后外观检查	基板受污染程度 焊剂残渣 组装故障	漏装、翘立、错位、贴错(极性)、装反、引脚上浮、润湿不良、漏焊、桥连、焊锡过量、虚焊、焊锡珠
电性能检测	在线检测 功能检测	短路、开路 制品固有特性

1.2 SMT 组装质量测控方法与技术

1.2.1 SMT 组装质量测控方法

1. SMT 组装质量检测

SMT 产品组装质量检测方法有多种,目前使用的检测方法主要有以下四种类型:人工目视检查;电气测试;自动光学检测;X 射线检测。

(1) 人工目视检查

SMT 组装中的人工目视检查就是利用人的眼睛或借助于简单的光学放大系统对焊膏印刷质量和焊点质量等内容进行人工目视检查,它在现阶段高技术检测仪器还在不断完善时期,仍然是一种投资少且行之有效的方法。特别是对于工艺水平低、工艺装备和检测设备不完善的情况下,对于改进设计、工艺和提高电路组件质量仍起着重要的作用。在 SMT 组装工艺中仍在广泛采用。

可以采用人工目视检查的内容包括:印制电路板质量、胶点质量、焊膏印刷质量、贴片质量、焊点质量和电路板表面质量等。

人工目视检查具有较大的局限性,如重复性差,不能精确定量地反映问题,劳动强度大,不适应大批量集中检查,对不可视焊点无法检查,对引脚焊端内金属层脱落形成的失效焊点等内容不能检查,对元器件表面的微小裂纹也不能检查。尽管如此,现在它仍然是许多电子产品制造厂家通常采用的行之有效的检查方法。它对于尽快发现缺陷,尽早排除,防止缺陷重复出现,优化组装工艺和改进电路组件设计具有十分重要的意义。

(2) 电气测试

电气测试主要是对电路组件进行接触式检测。在 SMA 的组装过程中,即使实行了非常严格的工艺管理,也可能出现诸如极性贴错、焊料桥接、虚焊、短路等缺陷,所以在组装清洗之后必须对电路组件进行接触式检测,测试组件的电气特性和功能。其中,在线测试(ICT)是主要的接触式检测技术。

在线测试是在安装好元器件的 SMA 上,通过夹具针床或飞针,把 SMA 上的元器件使用电隔离的手法单独地、逐一地进行测试。目前的在线测试仪具有较全面的测试功能,几乎能检测覆盖包括组装故障和器件故障在内的所有生产性故障(Manufacturing Fault),在 SMT 组装工艺过程质量控制中起到了极其重要的作用。

但是,由于在线测试技术是基于产品测试、以最终检测为目标的检测技术,以它作为 SMT 组装故障检测的主要手段,仍存在着较大的缺陷,其主要的问题有以下几点:

① 返修成本高。在线测试检测出生产故障,均需经返修工作台用返修仪器设备进行返修(如图 1.5 所示)。由于 SMT 生产故障率高,返修过程困难,返修仪器设备昂贵,因而返修成本高。有统计资料表明:采用在线测试最终检测和返修方法时,SMT 产品 15%~25% 的制造成本浪费在返工中。

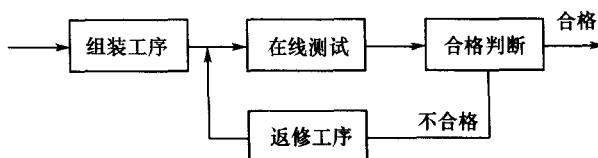


图 1.5 在线测试返修示意图

② 生产效率低。在线测试检测速度较慢,而且一般均需脱离生产线进行,再加上返修工序的低效率,使产品的整体生产效率低下。

③ 测试成本高。对于一个 SMT 组装生产系统,往往需配备多台在线测试设备及其针床,而且针对不同的产品需配置多套针夹具,因而测试成本高。

④ 质量反馈信息滞后。经在线测试发现的组装质量信息,经统计分析,再由人工反馈处理,已经大大滞后于组装质量控制的实时性需要。特别是对于多品种、小批量生产或科研产品单件生产,其质量信息很难发挥实时反馈控制作用。

飞针式在线测试仪虽然可实现不脱线、无针夹具测试,但上述基本问题也仍然存在。为此,除了在线测试外,目前先进的组装设备本身均设置了一些自检功能,如丝网印刷机可配置焊膏厚度检测仪,贴片机具有元器件定位光学自检系统,等等。同时,在生产过程的质量控制中,往往还要在焊膏印刷、贴片等关键环节安排检测点,利用光学检测设备或人工目测等方法对工艺质量进行抽测。这些设备自检功能和工艺过程抽测手段,能形成组装设备单机局部工序的自检反馈修正功能或局部工艺反馈修正功能,在人工配合下对各组装工序质量进行严格控制,从而将组装故障源消除于各个工序中,对组装质量控制具有非常积极的意义。

(3) 自动光学检测

随着电路图形的细化化,SMD 的小型多功能化和 SMA 的高密度化,传统的人工目视检测方法,难以满足 SMA 的要求,所以,近年来自动光学检测(AOI)技术迅速发展起来。这种检测技术的特点是采用了计算机技术、高速图像处理 and 识别技术、自动控制技术、精密机械技术和光学技术。它是综合了多种高新技术的产物,具有自动化、高速化和高分辨率的检测能力;它大大减轻了人的劳动强度,提高了质量判别的客观性和准确性,减少了专用工夹具,通用性强;特别是它减少了测试和排除故障的时间,并可提供实时反馈信息至