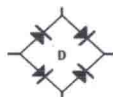


现代电子制造
系列丛书

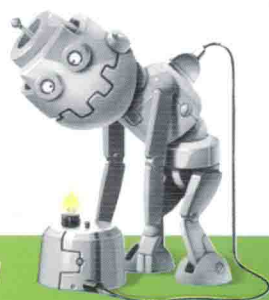
现代电子装联工艺 规范及标准体系

◎ 樊融融 编著

Modern
Electronics



Manufacturing



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>

现代电子制造系列丛书

现代电子装联工艺 规范及标准体系

樊融融 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

工艺规范和标准,即工艺要素和按设计参数要求转换成相关的工艺质量要素的综合。因此,工艺规范和标准不仅体现了产品设计的质量要求,而且也反映了产品制造全部过程的作业要素,是先进生产技术理论和产品设计技术要求的融合,是贯穿产品制造全过程的中心环节。用先进而科学的工艺规范及标准来统一生产活动是大生产的要求。现代电子产品的生产不是靠操作者的经验,而是要靠系统的工艺学理论。在工艺学理论的指导下,制定精细而严密的工艺规范和工艺标准,每个操作者在生产过程中都要严格按照这些科学的规范和标准去做,才能保证产品质量,企业才能取得最好的经济效益。本书系统而全面地介绍了国内外所涉及的电子制造后端工序的电子装联工艺的规范和标准体系,这些专业技术知识都是现代和未来电子制造业的工艺工程师、质量工程师、生产管理工程师所不可缺少的基本功。

本书既可作为中兴通讯电子制造职业学院工程师进修班的教学用书,也可作为相关企业员工的专业技能培训教材,还可作为高等院校相关专业师生的教材或者教学参考书。

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

现代电子装联工艺规范及标准体系 / 樊融融编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.7
(现代电子制造系列丛书)

ISBN 978-7-121-26448-1

I. ①现… II. ①樊… III. ①电子装联—生产工艺—标准体系—研究 IV. ①TN305.93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 140693 号

策划编辑: 宋 梅

责任编辑: 宋 梅

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: 23 字数: 589 千字

版 次: 2015 年 7 月第 1 版

印 次: 2015 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 69.00 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。

总 序

当前各种技术的日新月异以及这个时代的各种应用和需求迅速地推动着现代电子制造技术的革命。各门学科深度融合，比如，物理学、化学、电子学、行为科学、生物学等，提供了现代电子制造技术广阔的发展空间，特别移动互联网技术的不断升级换代、工业 4.0 技术推动着现代电子技术的高速发展。同时，现代电子制造技术将会在机遇和挑战中不断变革。比如，人们对环保、生态的需求，以及随着中国人口老龄化不断加剧，操作工人的短缺以及生产的自动化、以及企业对生产效率提高的驱动，将会给现代电子制造技术带来深刻变革。伴随着完全不同的时代特征、运行环境和实现条件，使得现代电子制造的发展得以也必须建立在一个崭新的历史起点上。这就意味着，在这样一个深刻的、深远的时代转折时期，电子制造业生态和电子生产制造体系的变革，为增强制造业竞争力提供了难得的机遇。

作为全球电子产品的生产大国，电子制造技术对中国无疑是非常重要的。而中兴通讯作为中国最大的通信设备上市公司，30年来产品经历了从跟随、领先到超越的发展历程，市场经历了从国内起步扩展到国外的发展历程，目前已成为全球领先的通信产品和服务供应商，可以说是中国电子通信产品高速发展的缩影。中兴通讯成功的因素中，技术创新是制胜法宝，而电子制造技术也是中兴通讯的核心竞争力。

无论是“中国智造”，还是“中国创造”，归根到底在于懂技术、肯实干的人才。中兴通讯要不断夯实自身生产制造雄厚的技术优势和特长，以更好地推动和支撑中兴通讯产品创新和技术创新。为此，2013年中兴通讯组建了电子制造职业学院，帮助工程师进修学习新知识和新技术，不断提升工程师的技术能力。为提升学习和培训效果，我们重点下功夫编写供工程师进修学习的精品教材。为此，公司组织了以樊融融教授为首的教材编写小组，这个小组集中了中兴通讯资深的既有丰富理论又有实践经验的专家队伍，这批专家也可以说是业界顶尖的工程师，这无疑保证了这套教材极高的水准。

《现代电子制造丛书》共分三个系列，分别用于高级班、中级班、初级班，高级班系列教材有4本，中级班教材有6本，初级班教材有2本。丛书基本上覆盖了现代电子制造所有方面的理论、知识、实际问题及其答案，体现了教材的系统性、全面性、实用性，不仅在理论和实际操作上有一定的深度，更在新技术、新应用和新趋势方面有许多突破。

丛书的内容也可以说是中兴通讯的核心技术，现在和电子工业出版社联合将此丛书公开出版发行，向社会和业界传播电子制造新技术，使现在和未来从事电子制造技术研究的工程师受益，将造福于中国电子制造整个行业，对推动中国制造提升能力有深远的影响，这无疑体现了“中兴通讯，中国兴旺”的公司愿景和一贯的社会责任。

中兴通讯股份有限公司董事长

序

工艺规范 and 标准不仅体现了产品设计的质量要求,而且也反映了产品制造全部过程的作业要素。就在前天,有位专家给我写了一封邮件,提了一些质量改进方面的建议,而且特别提出解决质量问题不仅要治标,更要治本,要标本兼治。我非常认同这个观点。我们要下决心解决质量问题,特别是重大质量问题,不仅是应对,而且要分析根因快速根治。怎么根治?电子装联能力的提升是其中的一个重要环节。根治的一项重要举措就是要切实快速提升员工能力,建设一支高素质的电子装联队伍。目前最紧迫的具体工作是围绕未来电子制造专业人才所必须掌握的知识结构来夯实技术基础、苦练内功,其中现代电子制造工艺规范和标准体系是电子制造工程师的三大基本功之一。这本教材正是适应这种需求,全面而系统地讲解了电子装联规范和标准体系,相信对提升公司电子装联能力、改进产品质量,具有深远的意义。

由于工艺规范及标准体系涉及大量的规范和标准,而且具有鲜明的行业特点,要将它们说清楚讲明白很困难,通俗易懂就更困难。樊教授几十年如一日地工作在生产实践第一线,他运用深厚理论功底和丰富实践经验解决了大量的工艺难题,将这些实际案例日积月累,进行分析、概括和提炼,形成了重要的工艺学理论,并借鉴国内外先进的规范和标准,制定精细而严密的工艺规范和工艺标准。这种过程的不断循环往复,形成了本书的主要内容。本书既有深入的理论阐述,也有大量实际生产过程中的案例作为支撑,这是本书的一个特点。

公司 2014 年提出了 M-ICT 的发展战略,基于 M-ICT 的战略,电子制造面临着巨大的挑战,同时也有很多发展机遇。M-ICT 的核心就是在万物互连的世界中不断地创新和改变。人才队伍的建设以及教材体系的建设,也要适应 M-ICT 时代创新的要求。我认为这本教材的编写既遵循了一般教材特别是讲解规范和标准这类教材的规律,又尝试了许多创新和改变,熔理论和实践于一炉,高屋建瓴,深入浅出,在学习和阅读本书时相信读者应该可以强烈地感受到。

这本《现代电子装工艺规范及标准体系》是电子制造职业学院电子装联工艺高级班的系列教材中的一本。从学院组建之日起,以樊教授为首的团队狠抓教材体系的建设,这本书就是其中的成果之一。在此特别感谢樊教授的辛苦努力,也感谢为本书出版做出贡献的其他同志。

中兴通讯股份有限公司执行副总裁



2014 年 12 月 25 日

前 言

工艺规范,是工艺要素和按设计参数要求转换成相关的工艺质量要素的综合。任何产品,都是通过企业的生产活动,按照一定的工艺程序和作业要素制造出来的。为了使产品达到“优质、高产、低消耗”的目的,企业的生产过程和质量要求就不能随心所欲,必须按照产品的工艺原理和科学的方法,结合生产实践和生产的条件进行综合研究归纳,并用规定的工艺文件格式描述出来,即形成企业在产品生产活动中的指导性法规文件。

显然,工艺规范不仅体现了产品设计的质量要求,而且也反映了产品制造全部过程的作业要素,是先进生产技术理论和产品设计技术要求的融合。工艺规范全面地反映了产品制造的工艺水平和质量要求,是贯穿产品制造全过程的中心环节。科学的工艺规范、合理的检验点布局,并认真贯彻落实到每道工序,是确保产品生产质量的基础。任何先进的工艺技术均必须通过工艺规范才能落实和体现到产品上。由于产品类型的不同,工艺规范也将有很大的差异。因此,不同的产业和不同的企业的工艺规范有很大的差别,其个性化很突出。在一定条件下,工艺规范决定了产品质量的优劣。市场商品的竞争是产品质量的竞争,同时也可以说是工艺水平(体现在工艺规范上)的竞争。

工艺标准是标准化原理在工艺工作中的应用。企业对使用各种电子元器件、原材料、半成品等制造电子产品的方法和过程中的重复性事件、工艺共性问题和公识概念进行优化,求得公认和统一便形成了工艺标准。由于各企业生产技术条件千差万别,产品复杂程度和生产类型也不相同,因此工艺标准具有突出的企业和行业的特点,它适宜在一个企业、一个企业集团或一个行业内推行,具有明显的公用性,这是工艺标准区别于工艺规范的根本特征。

用工艺规范和标准来统一生产活动是大生产的要求。现代电子产品的生产不是靠工人的经验,而是靠系统的工艺学理论。在工艺学理论的指导下,制定精细而严密的工艺规范和工艺标准,每个操作者在生产过程中都要严格地按照这些规范和标准去做,才能保证产品质量,企业才能取得最好的经济效益。

“电子装联工艺”可定义为非标准电子组件(如各种专用变压器、阻流圈)的制造组装、PCBA及独立分机、分系统的装配互连、线览和电缆的制造、机柜安装和连接、整机总装和集成等作业的总和。在技术先进的国家特受行业关注,世界上在电子制造领域最具影响力的“美国电子连接行业协会”(IPC)所属的9个技术委员会中,就有一个排行第5的“装联工艺委员会”。中国电子学会成立之时就在其下属的二级学会“中国电子学会生产技术分会”下设立了一个三级学会“装联专业委员会”。然而近些年来,随着一批批从事电子制造的老专家的相继离去,目前几乎成了一个被遗忘的角落。

本书的出版,就是针对国内广大服务于电子制造业的工程师们掌握专业知识上的局限性和不足,向他们提供一本较为全面和完整的工具书,避免他们在处理电子生产问题中所出现的盲目性、片面性和臆想性。

中兴通讯公司是国内拥有世界一流现代化生产设备和手段的大型通信设备供应商。长年来公司顶层一直把不断发展公司产品制造技术和人才队伍建设摆在公司发展的重要位置。遵循侯为贵董事长对中兴电子制造职业学院教材建设的指示,在公司执行副总裁邱未召先生的

直接领导下，我们分析了未来电子制造专业人才所必须掌握的知识结构后，确定了教材建设应围绕未来电子制造工程师的三大基本功，即“现代电子制造工艺技术理论体系”、“现代电子制造工艺规范和标准体系”及“现代电子制造工艺装备体系”来展开。“电子制造工艺规范和标准体系”的编写，就是落实侯董事长和邱总指示的一部分。

本书在编写过程中，还得到了中兴通讯公司高级副总裁陈健洲先生、公司高级顾问马庆魁先生、中兴通讯学院曾力院长、中兴通讯公司制造中心主任董海先生、副主任丁国兴先生、质量部部长林彬先生、中兴通讯电子制造职业学院汪芸副院长、张加民副院长等领导的多方位的关怀和帮助，在此表示衷心的感谢。

作者在完成这一书稿过程中得到了制造中心和制造技术研究院的刘哲、邱华盛、孙磊、史建卫、付红志、钟宏基、潘华强、王玉、王世堉、牛甲顿、黄祥彬等同志的协助，在此也表示由衷的感谢。

作者

2015年7月于中兴通讯公司

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 现代电子装联工艺规范及标准体系概论	1
1.1 电子制造中的工艺技术、规范与标准	2
1.1.1 电子制造中的工艺技术	2
1.1.2 工艺规范 and 标准	3
1.1.3 加速我国电子制造工艺规范和工艺标准的完善	5
1.2 国际上电子制造领域最具影响力的标准组织及其标准	6
1.2.1 IPC 及 IPC 标准	6
1.2.2 其他国际标准	18
1.3 国内有关电子装联工艺标准	20
1.3.1 国家标准和国家军用标准	20
1.3.2 行业标准	21
思考题	22
第 2 章 电气电子产品受限有害物质及清洁度规范和标准	23
2.1 概述	24
2.2 受限制的物质	24
2.2.1 石棉	24
2.2.2 偶氮胺	25
2.2.3 镉化合物	26
2.2.4 铅化合物	27
2.2.5 六价铬(VI)和汞化合物	29
2.2.6 二恶英和呋喃	30
2.2.7 氯化有机载体、(溴化)阻燃剂及甲醛	30
2.2.8 有机锡化合物和短链氯化石蜡(SCCP)	32
2.2.9 多氯联苯(PCBs)和聚氯乙烯(PVC)	32
2.2.10 消耗臭氧物质(ODS)和易挥发有机化合物(VOC)	33
2.3 欧盟 WEEE/RoHS 指令解析	34
2.3.1 废弃电机和电子产品的收集、处理、回收再生利用和再利用	34
2.3.2 RoHS 指令限制有害物质在电子电机产品制造过程中使用	34
2.3.3 WEEE 和 RoHS 指令涵盖的电子电机产品种类	35
2.3.4 对“制造商”和“零售商”的回收责任规定	35
2.3.5 制造商的定义	35
2.3.6 产品设计	36
2.3.7 WEEE 处理	36

2.3.8	回收率的目标	36
2.3.9	执行 WEEE 标示方案	37
2.4	清洁度规范和标准	37
2.4.1	清洁度检测方法	37
2.4.2	IPC 清洁度标准	38
2.4.3	印制电路板的清洁度	39
2.4.4	印制电路组装件 (PCBA) 的清洁度	40
	思考题	42
第 3 章	电子元器件对电子装联工艺的适应性要求及验收标准	43
3.1	电子元器件	44
3.1.1	概述	44
3.1.2	电子元件的种类及其主要特性	45
3.1.3	电子器件常用种类及其主要特性	52
3.1.4	集成电路 (IC)	54
3.1.5	国标 GB/T 3430—1989 半导体集成电路命名方法	57
3.2	电子元器件引脚 (电极) 材料及其可焊性涂镀层	58
3.2.1	电子元器件引脚 (电极) 材料	58
3.2.2	电子元器件引脚 (电极) 可焊性镀层	60
3.3	元器件引脚老化及其试验	65
3.3.1	电子元器件引脚 (电极) 材料和镀层的腐蚀现象	65
3.3.2	元器件引脚老化及老化性试验的目的和标准	67
3.4	元器件引脚的可焊性试验及其试验标准	68
3.4.1	元器件引脚的可焊性试验	68
3.4.2	元器件引脚可焊性试验标准	69
	思考题	72
第 4 章	电子装联用钎料、助焊剂及焊膏的性能要求及验收标准	73
4.1	概述	74
4.1.1	电子装联用辅料的构成	74
4.1.2	电子装联用钎料、助焊剂及焊膏所用标准体系	74
4.2	钎料	75
4.2.1	钎料的定义和分类	75
4.2.2	锡、铅及锡铅钎料	75
4.2.3	工程用锡铅钎料相图及其应用	76
4.2.4	锡铅系钎料的特性及应用	78
4.2.5	锡铅钎料中的杂质及其影响	80
4.2.6	无铅焊接用钎料合金	84

4.2.7	有铅、无铅波峰焊接常用钎料合金性能比较	88
4.3	电子装联用助焊剂	89
4.3.1	助焊剂在电子产品装联中的应用	89
4.3.2	助焊剂的作用及作用机理	90
4.3.3	助焊剂应具备的技术特性	93
4.3.4	助焊剂的分类	96
4.3.5	在焊接中如何评估和选择助焊剂	100
4.4	再流焊接用焊膏	102
4.4.1	定义和特性	102
4.4.2	焊膏中常用的钎料合金成分及其种类	103
4.4.3	焊膏中常用的钎料合金的特性	105
4.4.4	钎料合金粉选择时应注意的问题	107
4.4.5	焊膏中的糊状助焊剂	107
4.4.6	焊膏中糊状助焊剂各组成部分的作用及作用机理	108
4.4.7	焊膏的应用特性	111
4.4.8	无铅焊膏应用的工艺性问题	112
4.4.9	如何选择和评估焊膏	113
	思考题	114
第5章	电子装联用胶类及溶剂的特性要求及其应用	116
5.1	概述	117
5.1.1	黏接的定义和机理	117
5.1.2	胶黏剂的分类	118
5.1.3	胶黏剂的选择	119
5.2	电子装联用胶类及溶剂	120
5.2.1	电子装联用胶类	120
5.2.2	在电子装联中胶类及溶剂的工艺特征	120
5.2.3	电子装联用胶类和溶剂的引用标准	121
5.3	合成胶黏剂	121
5.3.1	合成胶黏剂的分类	121
5.3.2	合成胶黏剂的组成及其特性	122
5.4	贴片胶(贴装胶、红胶)	123
5.4.1	贴片胶的特性和分类	123
5.4.2	热固化贴片胶	127
5.4.3	光固化及光热固化贴片胶	127
5.5	其他胶黏剂	128
5.5.1	导电胶	128
5.5.2	插件胶	129

5.5.3 定位密封胶	129
思考题	130
第 6 章 电子装联对 PCB 的质量要求及验收标准	131
6.1 印制板及其应用	132
6.1.1 印制板概论	132
6.1.2 印制板的相关标准	137
6.2 刚性覆铜箔板的主要热特性及其对成品印制板质量的影响	138
6.2.1 刚性覆铜箔板在印制板中的作用及其发展	138
6.2.2 刚性 CCL 的主要热特性及其对成品印制板质量的影响	138
6.3 印制板的可焊性涂层选择要求及验收	142
6.3.1 印制板的可焊性影响因素及可焊性涂层	142
6.3.2 对印制板可焊涂层的工艺质量要求及验收标准	144
6.3.3 印制板的可焊性试验	149
6.4 印制板的质量要求和验收标准	150
6.4.1 概述	150
6.4.2 外观特性	151
6.4.3 多层印制板 (MLB)	162
6.4.4 印制板的包装和储存	163
思考题	163
第 7 章 电子装联机械装配工艺规范及验收标准	165
7.1 电子装联机械装配的理论基础	166
7.1.1 电子机械装配工艺过程的目的和内容	166
7.1.2 机械装配精度要求	166
7.1.3 装配精度与零件加工精度的关系	167
7.1.4 尺寸链原理的基本概念	167
7.2 机械装配方法 (解装配尺寸链)	171
7.2.1 装配方法分类	171
7.2.2 完全互换法 (极大极小法或称极值法)	172
7.2.3 不完全互换法 (概率法)	176
7.2.4 分组装配法 (分组互换法)	181
7.2.5 修配法	182
7.2.6 调整法	183
7.3 电子组件机械装配通用工艺规范及验收标准	183
7.3.1 电子组件的机械装配	183
7.3.2 电子组件机械装配通用工艺规范	184
7.4 印制电路组件 (PCBA) 机械组装工艺规范及验收标准	186

7.4.1	印制电路组件(PCBA)机械组装工艺规范	186
7.4.2	元件安装	188
7.4.3	印制电路组件(PCBA)机械组装质量验收标准	190
	思考题	190
第8章	焊接、压接及绕接工艺规范及验收标准	192
8.1	焊接	193
8.1.1	概论	193
8.1.2	接合机理的一般理论	194
8.1.3	扩散	199
8.1.4	界面的金属状态	202
8.1.5	焊接工艺规范和标准	205
8.1.6	基于IPC-A-610的焊接工艺规范及验收标准	206
8.2	压接连接技术	212
8.2.1	压接连接的定义及其应用	212
8.2.2	压接连接机理	214
8.2.3	压接连接的工艺规范及标准文件	215
8.2.4	压接连接工艺规范要求及控制	215
8.3	绕接连接技术	216
8.3.1	绕接连接的定义和应用	216
8.3.2	绕接连接的原理	216
8.3.3	绕接的优缺点	218
8.3.4	影响绕接连接强度的因素	219
8.3.5	绕接连接的工艺规范及标准文件	220
8.3.6	基于IPC-A-610的绕接工艺规范及验收标准	220
	思考题	224
第9章	电子装联手工软钎接工艺规范及其验收标准	225
9.1	电子装联手工焊接概论	226
9.1.1	电子装联手工焊接简介	226
9.1.2	电子装联手工焊接参考工艺标准	226
9.2	电子装联手工焊接工具——电烙铁	227
9.2.1	烙铁基本概论	227
9.2.2	电烙铁的基本特性	228
9.2.3	电烙铁的应用工艺特性	232
9.3	用电烙铁进行手工焊接时的操作规范	234
9.3.1	电烙铁手工焊接的温度特性	234
9.3.2	有铅电烙铁手工焊接的操作规范	235

9.3.3	无铅电烙铁手工焊接的操作规范	237
9.3.4	手工焊接的物理化学过程对工艺规范参数的影响	242
9.4	基于 IPC-A-610 的电子手工组装工艺规范及验收标准	244
9.4.1	导体	244
9.4.2	引线在接线柱上放置规范	245
9.4.3	接线柱焊接规范	246
9.4.4	引线 / 导线与塔形和直针形接线柱的连接	247
9.4.5	引线 / 导线在双叉形接线柱上的连接	248
9.4.6	槽形接线柱的连接	251
9.4.7	穿孔形接线柱的连接	251
9.4.8	钩形接线柱的连接	252
9.4.9	焊料杯接线柱的连接	254
9.4.10	接线柱串联连接	255
	思考题	255
第 10 章	THT 装联工艺规范及验收标准	256
10.1	THT 及波峰焊接	257
10.1.1	THT 及面临的挑战	257
10.1.2	波峰焊接的定义和优点	257
10.2	THC/THD 通孔安放工艺规范及波峰焊接验收标准	259
10.2.1	ANSI/J-STD-001 和 IPC-A-610	259
10.2.2	关于 ANSI/J-STD-001 和 IPC-A-610 标准	259
10.2.3	对 ANSI/J-STD-001 和 IPC-A-610 标准的评价	260
10.3	THT 元器件安装工艺规范	260
10.3.1	安装引线成形工艺规范	260
10.3.2	在 PCB 支撑孔上进行 THC/THD 安放时的工艺规范	262
10.3.3	在 PCB 非支撑孔上进行 THC/THD 安放时的工艺规范	266
10.3.4	元器件的固定	267
10.4	基于 IPC-A-610 的支撑孔焊接工艺要求及验收标准	269
10.4.1	支撑孔的焊接	269
10.4.2	支撑孔与子母板的安装	272
10.5	基于 IPC-A-610 的非支撑孔焊接工艺要求及验收标准	273
	思考题	275
第 11 章	SMT 装联工艺规范及验收标准	277
11.1	如何评估再流焊接焊点的完整性	278
11.2	相关 SMT 装联标准概要	279
11.2.1	与 SMT 装联工艺相关的标准文件	279

11.2.2	PCBA 再流焊接质量控制标准	280
11.2.3	术语和定义	281
11.3	黏合剂(红胶)固定	282
11.3.1	元器件黏接	282
11.3.2	黏接的机械强度	282
11.4	再流焊接焊点的工艺规范及验收要求	283
11.4.1	仅底部有可焊端的片式元器件	283
11.4.2	具有 1、3 或 5 个侧面可焊端的矩形或方形 SMC/SMD	283
11.4.3	圆柱体帽形(MELF)可焊端	285
11.4.4	城堡形可焊端	286
11.4.5	扁平、L 形和鸥翼形引脚	286
11.4.6	圆形或扁圆(精压)鸥翼形引脚	288
11.4.7	J 形引脚	289
11.4.8	垛形 / I 形连接	289
11.4.9	扁平焊片引脚	290
11.4.10	仅有底部可焊端的高外形元件	291
11.4.11	内弯 L 形带状引线	292
11.4.12	表面组装面阵列封装器件(BGA)	293
11.4.13	底部端子元器件(BTC)	296
11.4.14	具有底部散热面端子的元器件	297
11.4.15	平头柱连接	298
11.4.16	特殊 SMT 端子	299
11.4.17	表面贴装连接器	299
	思考题	299

第 12 章 电子整机总装工艺规范及验收标准 301

12.1	电子设备整机系统组成	302
12.1.1	电子设备的结构组成	302
12.1.2	电子产品整机的总装和结构特点	302
12.1.3	安装导线的分段、敷设和固定	303
12.1.4	采用大规模集成电路的装配单元和整机的安装结构	304
12.2	电子整机总装场地作业环境要求	306
12.2.1	名词定义及引用标准	306
12.2.2	电子装联作业场地的物理环境要求	306
12.2.3	电子装联工作场地的静电防护要求	309
12.3	电子整机总装工艺概述	311
12.3.1	总装工艺及其技术要求	311
12.3.2	电子产品整机总装工艺的基本原则和要求	311

12.3.3	电子产品整机总装的主要工艺作业内容	312
12.3.4	电子产品整机总装质量的主要验收标准	312
12.4	电子产品整机的结构件装配作业内容和工艺规范	313
12.4.1	螺钉紧固作业及工艺规范	313
12.4.2	紧固件螺母和垫圈的作用和规范	318
12.4.3	铆接作业及工艺规范	319
12.5	电子产品整机的线束制作和对布线的要求	321
12.5.1	线束的分类和作用	321
12.5.2	线束的制造工序	321
12.5.3	布线的选用和特性要求	322
12.6	基于 IPC-A-610 的线束制作规范及验收标准	325
12.6.1	线束固定——概述	325
12.6.2	线束固定——连扎	325
12.6.3	布线	326
	思考题	328
第 13 章	电子产品的可靠性和环境试验	329
13.1	电子设备可靠性的基本概念	330
13.1.1	电子设备可靠性的定义及其要素	330
13.1.2	电子产品可靠性的形成及可靠性增长	331
13.1.3	现代电子装联工艺中的可靠性问题	331
13.1.4	电子产品的可靠性和环境试验涉及的工艺规范及标准文件	332
13.2	可靠性试验	333
13.2.1	环境条件试验	333
13.2.2	气候、温度环境试验	334
13.2.3	力学环境试验	337
13.3	电子产品的老练实验	339
13.3.1	基本描述	339
13.3.2	常温老练	339
13.3.3	应力条件下的老练	340
13.4	表面组装焊点失效分析和可靠性试验	340
13.4.1	概述	340
13.4.2	SMT 焊点的可靠性和失效	341
13.4.3	统计失效分布概念	341
13.4.4	SMT 焊点的可靠性试验	342
13.4.5	其他试验	342
13.4.6	性能试验方法	343
	思考题	346
	参考文献	347

第1章 现代电子装联工艺规范及标准体系概论



本章要点

- ❏ 电子制造中的工艺技术、规范与标准
- ❏ 国际上电子制造领域最具影响力的标准组织及其标准
- ❏ 国内有关电子装联工艺标准