

现代电子制造
系列丛书



现代电子装联 工艺装备概论

◎ 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 装备概论

樊融融 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

现代电子产品正朝着轻、薄、短、小方向发展,生产过程的自动化、柔性化和高速化已成为发展的必然。现代电子产品生产已离不开先进和科学的工艺装备,因为它是提高产品产能,优化工艺过程控制,提高生产效率,实现生产模式由单一方式转化为多品种、多规格、多层次、灵活多变的柔性生产方式,是企业最大限度地快速适用市场变化需要,增强市场竞争力的极为重要的手段,也是广大从事电子制造的工程师们必须掌握的专业技能。本书从应用出发,介绍了波峰焊接机,再流焊接机,模组焊接机,选择性焊接机,焊膏印刷机,贴片机,元器件成形机,插装机,AOI、X-ray、BGA返修工作台,焊点检测设备及各类工艺可靠性试验设备等的的基本工作原理、应用特性、适用范围以及选购和验收方法,这些都是现在和未来从事电子制造的工艺工程师、质量工程师、生产管理工程师等所应掌握的基本功。

本书是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培训教材,还可作为高等院校相关专业的教学用书。

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

现代电子装联工艺装备概论 / 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 978-7-121-26447-4

I. ①现… II. ①樊… III. ①电子装联—生产工艺—概论 IV. ①TN305.93

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第140682号

策划编辑:宋梅

责任编辑:宋梅

印刷:北京京科印刷有限公司

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:21 字数:538千字

版次:2015年7月第1版

印次:2015年7月第1次印刷

印数:3000册 定价:68.00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

樊融融教授的这本《现代电子装联工艺装备概论》是中兴通讯电子制造职业学院系列教材中的一本。

中兴通讯电子制造职业学院于2014年5月16日正式挂牌成立,标志着中兴通讯电子制造职业学院正式启航。它承载着无数美好的梦想,其中最重要、最核心的是培养业界顶尖的电子制造工程师,为中兴通讯的创新提供人才。“盖非常之功,必待非常之人。”中兴通讯的发展呼唤更多的创新人才,包括电子制造的创新人才。“一年之计,莫如树谷;十年之计,莫如树木;百年之计,莫如树人。”人才培养始终是一切工作的重点。中兴通讯电子制造职业学院使命崇高,责任重大。

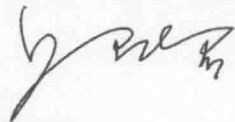
“大学者,非谓有大楼之谓也。”办学不易,办职业学院更不易,办符合中兴通讯实际的有中兴通讯特色的职业学院更是难上加难。遵照侯为贵董事长指示,目前职业学院正在抓紧进行老师的配备和教材的编写。职业学院办学的高起点体现在对老师和教材的要求上,这两者是目前职业学院已启动的最重要、最紧急的工作。

樊教授数十年如一日,在本职工作岗位上勤勤恳恳、淡泊名利、敢于创新、勇于奉献、争创一流。同时,甘为人师,培养了众多的优秀徒弟,把自己所学的知识无私地传授给年青一代,令人敬佩。樊教授以惊人的毅力编写出了一系列供年青工程师学习提升的参考书,这些书籍是樊教授在实际科研创新过程中的总结、提炼和拓展,具有极高的学术价值,将成为职业学院系列教材的重要组成部分。

电子制造工艺装备是工艺改进和创新的基本工具,是从事电子制造工艺的工程师必须掌握的三大基本功之一。我认为电子制造企业每一次工艺变革和进步,必然首先是工艺装备及其能力的提升,而且工艺装备的创新是产品创新的重要核心支持和保证。电子制造企业的工艺水平和能力的高低,要看工艺装备;电子制造企业的产品的创新,首先要求工艺装备的配套创新。在当前移动互联网时代,电子制造企业为了抢占其技术制高点,电子装联工艺装备的研发和创新至关重要。

本书的特点是精要、系统、实用,将目前电子制造业所使用的电子装联工艺装备进行全面系统的整理和阐述,具有较强的针对性、实用性,知识内容的选取具有新颖性和一定的深度。我相信,本书能满足电子制造工艺工程师进一步深造、提高的需求。

中兴通讯股份有限公司执行副总裁



前 言

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，我们根据公司未来从事电子制造工程技术人员所应掌握的专业技术知识结构，对尚缺的教材进行了编辑、撰写。中兴通讯公司执行副总裁邱未召先生，对此工作也给予了很大的关心和支持。这些都是我们加速完善和补齐教材的动力。

“电子装联工艺装备”是电子产品后端制造工序过程中所使用的各种机电装备、工模具、夹具、检测设备、测量器具等的总称。

“现代电子工艺装备”是提高产品生产产能，优化工艺过程控制，提高生产效率，实现产品的生产模式由单一化生产方式转化为多品种、多规格、多层次的灵活多变的生产方式，是企业最大限度地快速适用市场变化需要、增强市场竞争能力的重要手段。

显然，“现代电子制造工艺技术理论体系”、“现代电子制造工艺装备体系”及“现代电子制造工艺规范和标准体系”，是从事电子制造工艺工程师的三大基本功。工艺技术理论体系是方法，工艺装备体系是工具，工艺规范和标准体系是法规，熟练地掌握了方法、工具和质量法规，并能在实际工作中做到融会贯通、相互优化，是衡量一个从事电子制造工艺工程师成熟与否的标志。

根据从事产品制造工艺工程师的实际应用需要，本书从目前电子制造业所使用的电子装联工艺装备中精选了使用率较高的常见品牌，扼要地介绍了相关设备的应用特性、适用范围、基本机电原理，以及如何评估、选购和验收所需要工艺装备的方法；测试设备 AOI、X-ray，以及视觉检测系统应用中常遇到的检测图像判读也选入了本书的介绍范围。在本书的内容组织中，有意避开对工艺装备工作原理的冗长描述和结构分析，但近年来的创新技术以及实属未来发展所需的新一代电子装联工艺装备不受此限制。

本书在编写过程中，得到了中兴通讯公司高级副总裁陈健洲先生、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，中兴通讯公司制造技术研究院主任刘剑锋先生、副主任冯力博士、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，得了中兴通讯公司制造中心和制造技术研究院的刘哲、邱华盛、钟宏基、孙磊、曾福林、付红志、潘华强、段书选、周杨、韩念春、温粤晖、统雷雷、郭庆超、王毅、王世堉、牛甲顿、杨卫卫、张广威、唐建平同志的协助，在此表示由衷的感谢。

作 者

2015年7月于中兴通讯股份有限公司

目 录

第 1 章 研究和了解现代电子装联工艺装备的意义	1
1.1 现代电子装联工艺装备的基本概念	2
1.1.1 电子装联与电子封装	2
1.1.2 电子装联工艺技术及电子装联工艺装备	3
1.2 电子装联工艺装备的作用及分类	4
1.2.1 电子装联工艺装备的作用	4
1.2.2 现代电子装联工艺装备的分类	4
1.3 电子装联工艺技术与电子装联工艺装备的关联性	5
1.3.1 一代工艺技术成就一代工艺装备	5
1.3.2 现代化的工艺装备是确保工艺体系高效和低成本运作的基础	5
1.4 掌握电子装联工艺装备基本技术要求的意义	6
1.4.1 现代电子装联工程师应具备的知识结构	6
1.4.2 电子装联工艺工程师成熟的标志	7
思考题	7
第 2 章 波峰焊接设备技术及其应用	8
2.1 波峰焊接设备技术概论	9
2.1.1 波峰焊接工艺和波峰焊接设备	9
2.2 波峰焊接设备系统构成	12
2.2.1 钎料波峰发生器	12
2.2.2 助焊剂涂覆系统	20
2.2.3 预热系统	24
2.2.4 夹送系统	27
2.2.5 冷却系统	29
2.2.6 电气控制系统	30
2.2.7 常用的钎料波峰整流结构	31
2.2.8 钎料波形调控技术	33
2.3 如何评价和选购设备	35
2.3.1 评价设备系统性能优劣的判据	35
2.3.2 设备的验收	36
2.4 波峰焊接技术所面临的挑战	40
2.4.1 波峰焊接技术的进化	40
2.4.2 无铅波峰焊接的技术特点	40
2.4.3 适于无铅波峰焊接工艺的设备技术	45
2.5 典型的无铅波峰焊接设备介绍	54
2.5.1 ELECTRA™ 氮气保护无铅波峰焊接系统	54

思考题	59
第 3 章 选择性焊接和模组焊接设备技术及其应用	60
3.1 选择性焊接技术的发展与应用	61
3.1.1 现代 PCBA 高密度双面组装中面临的挑战	61
3.1.2 选择性焊接技术的适用性与优势	62
3.2 选择性焊接设备的分类与选用	63
3.2.1 选择性焊接设备的分类	63
3.2.2 选购选择性焊接设备时需考虑的问题	68
3.2.3 典型微波峰选择性焊接设备系统的基本构成	69
3.3 模组焊接系统	75
3.3.1 模组焊接系统的发展	75
3.3.2 目前国外流行的模组焊接设备机型	75
思考题	78
第 4 章 再流焊接设备技术及其应用	79
4.1 再流焊接及其设备定义和特征	80
4.1.1 再流焊接的定义和特征	80
4.1.2 再流焊接设备的定义及焊法	83
4.2 再流焊接设备技术概论	84
4.2.1 对再流焊接设备的基本要求	84
4.2.2 再流焊法的演变及其特点	85
4.2.3 再流焊接炉的炉型结构	91
4.3 再流焊接炉的设计	96
4.3.1 热转换效率	96
4.3.2 供氮系统	97
4.3.3 助焊剂挥发物的管理	97
4.3.4 能源效率	98
4.3.5 传送系统	98
4.3.6 无铅再流焊接温度曲线	98
4.3.7 热传导	99
4.3.8 炉温调控能力	99
4.4 如何评价再流焊接设备的性能	100
4.4.1 再流焊接炉性能表征	100
4.4.2 对再流焊接设备的质量要求	100
4.4.3 测试要求	101
4.4.4 测试方法	101
4.4.5 再流焊接炉温度变化曲线	102
4.5 再流焊接设备技术的发展	102
4.5.1 无铅应用推动了再流焊接技术的进步	102
4.5.2 市场对电子产品微小化需求的驱动	103

4.5.3	无铅再流焊接对再流焊接炉的适用性要求	103
4.5.4	汽相再流焊接 (VPS) 将东山再起	109
	思考题	110
第 5 章	表面贴装设备技术及其应用	111
5.1	表面贴装工程 (SMA) 概述	112
5.1.1	表面贴装工程 (SMA) 的定义和特征	112
5.1.2	贴装设备的定义及特征	112
5.2	贴装设备技术概述	114
5.2.1	现代贴装设备的发展	114
5.2.2	常用的贴装设备分类	115
5.2.3	典型机型简介	118
5.2.4	Multiflex 线体	124
5.3	贴装机过程能力的验证	129
5.3.1	背景	129
5.3.2	贴装机过程能力的描述 (IPC-9850 简介)	129
	思考题	132
第 6 章	焊膏印刷设备技术及其应用	133
6.1	概述	134
6.1.1	焊膏印刷及焊膏印刷机	134
6.1.2	选择焊膏印刷设备时应注意的问题	136
6.2	焊膏印刷设备分类	137
6.3	焊膏印刷设备	137
6.3.1	国外知名型号	137
6.3.2	国产型号	140
6.3.3	焊膏印刷设备技术的发展趋势	145
	思考题	147
第 7 章	焊膏点涂和喷印设备技术及其应用	148
7.1	焊膏点涂和喷印设备技术概论	149
7.1.1	技术概述	149
7.1.2	点胶机的控制系统	151
7.1.3	点胶时应注意哪些问题	152
7.1.4	影响微量胶点形成的因素	153
7.1.5	怎样购买到最好的点胶机	155
7.2	点胶设备技术的新发展	159
7.2.1	无接触式滴胶泵	159
7.2.2	高黏度流体微量喷射技术	159
7.2.3	焊膏喷印技术	160
7.2.4	全自动点胶机器人	160
7.3	常用的刮胶 / 点胶设备及其应用特性	160

7.3.1	刮胶机	160
7.3.2	点胶机	162
7.3.3	MYDATA MY500 焊膏喷印机	168
7.3.4	MYDATA MY600 焊膏喷印机	169
	思考题	170
第 8 章 THC/THD 元器件成形设备技术及其应用		171
8.1	元器件成形概论	172
8.1.1	元器件成形的定义及其对产品生产质量的影响	172
8.1.2	元器件成形的基本参数要求	172
8.1.3	主要元器件成形的规范型谱	174
8.2	元器件成形设备及其应用特性	175
8.2.1	IC 成形机	175
8.2.2	散装铝电容切脚机	175
8.2.3	轴向电阻、二极管安装成形机	177
8.2.4	功率晶体自动成形机	179
8.2.5	气动式电源模块切断机	181
8.2.6	发光二极管切脚机	182
8.2.7	其他成形设备	182
	思考题	185
第 9 章 THC、THD 元器件插装设备技术及其应用		186
9.1	PCB 上元器件插装技术的发展	187
9.1.1	自动化插装技术的诞生和发展	187
9.1.2	自动插装机的分类和构成	188
9.1.3	早期的典型元器件自动安装生产线介绍	191
9.2	当前国内电子制造业界普遍使用的插件机型号	194
9.3	国外流行的机型	204
9.3.1	简介	204
9.3.2	美国环球自动插件机系列	205
9.3.3	松下自动插件机系列	209
	思考题	212
第 10 章 自动光学检测设备 (AOI) 及其应用		213
10.1	概述	214
10.1.1	在 SMA 生产中导入 AOI 有何作用和意义	214
10.1.2	自动光学检测设备 (AOI) 的优点	214
10.2	自动光学检测设备 (AOI) 的结构组成及检测原理	215
10.2.1	AOI 的结构组成	215
10.2.2	AOI 工作原理	216
10.2.3	三色光检测原理的典型应用示例	218
10.3	自动光学检测设备分类及应用策略与技巧	220

10.3.1	自动光学检测设备的分类	220
10.3.2	AOI 应用策略与技巧	221
10.4	统计过程控制 (SPC) 在 AOI 检测中的应用	228
10.4.1	SPC 的定义及其在电子制造过程中的作用	228
10.4.2	SPC 统计图表	229
10.5	AOI 的发展现状及如何选购 AOI	232
10.5.1	AOI 的发展现状	232
10.5.2	如何选购 AOI	232
10.6	国内典型 AOI 产品应用特性简介	233
10.7	国外 AOI 设备主要供应商及其典型产品应用特性简介	240
10.7.1	国外 AOI 设备的主要供应商	240
10.7.2	日本 OMRON /VT- AOI 系列产品	240
	思考题	242
第 11 章 X-ray 检测设备及其应用		243
11.1	X 射线检测概论	244
11.1.1	自动 X 射线检测及 X-ray 检测仪	244
11.1.2	X-ray 的使用	245
11.2	X-ray 设备分类及其工作原理	245
11.2.1	AXI 发射 (2D/X-ray) 检测系统	245
11.2.2	AXI 断层 (3D/X-ray) 检测系统	247
11.2.3	自动同心移动 (AIM) 系统	248
11.3	X-ray 在组装焊接中的应用技巧及图像判读	249
11.3.1	X-ray 在电子组装中的应用技巧	249
11.3.2	不同 X-ray 检测技术应用比较	253
11.3.3	BGA、 μ BGA (CSP) 焊点的 X-ray 图像特征	253
11.3.4	BGA、 μ BGA (CSP) 焊点的 X-ray 检测案例	254
11.3.5	国产 X-ray 检测系统产品型谱介绍	255
11.4	微焦点实时成像无损检测系统	263
11.4.1	用途和主要特点	263
11.4.2	系统组成及系统指标	263
11.4.3	尼康计算机断层扫描 CT/XTH 系列产品	264
	思考题	269
第 12 章 BGA 等面阵列器件返修工作台及焊点检测设备		270
12.1	BGA 返修工作台简介	271
12.1.1	BGA 及 BGA 返修台	271
12.1.2	BGA 返修台的作用、返修基本方法及应遵循的原则	273
12.2	对 BGA 返修工艺设备的基本要求以及如何选购返修台	274
12.2.1	对 BGA 返修工艺设备的基本要求	274
12.2.2	如何选购 BGA 返修台	275

12.3	国外主要 BGA 返修台品牌简介	277
12.3.1	进口 BGA 返修台品牌的主要供应商	277
12.3.2	RD500V/ RD500SV 返修台	277
12.3.3	RD500III 返修台	281
12.3.4	SD-3000 II SMD 返修站	283
12.3.5	美国 CT-951BGA 返修台	284
12.3.6	HGR2000	286
12.4	国内主要 BGA 返修台品牌应用特性简介	288
12.4.1	国产 BGA 返修工作台品牌 (一)	288
12.4.2	国产 BGA 返修工作台品牌 (二)	297
12.5	BGA 返修中的光学微聚焦透镜视觉检测系统	313
12.5.1	视觉检测系统 ERSASCOPE-3000XL 简介	313
12.5.2	BGA、 μ BGA (CSP) 焊点光学微聚焦透镜检测图像判读	315
	思考题	321
	参考文献	322

第1章 研究和了解现代电子装联工艺装备的意义



本章要点

- ☞ 现代电子装联工艺装备的基本概念
- ☞ 电子装联工艺装备的作用及分类
- ☞ 电子装联工艺技术与电子装联工艺装备的关联性
- ☞ 掌握电子装联工艺装备基本技术要求的意义



1.1 现代电子装联工艺装备的基本概念

1.1.1 电子装联与电子封装

1. 电子装联的含义

电子装联的含义是，按照预定的电路设计功能，通过一定的技术手段将电子元器件、结构零部件组合成具有独立的电路功能和可靠的电流通路的工艺过程。

“装联”二字包含下述两方面的基本功能。

① “装”表示安装的意思，具体内容包含：

- 结构零部件的安装（如螺装、铆装和胶接）；
- 电子元器件的安装（如 THT 插装、SMT 贴装）。

② “联”表示互连的意思，即将电路元器件互连成电流通路的过程。在电子产品生产中，完成此过程的工艺手段有软焊接、压接、绕接以及导电性胶黏剂胶接等方法。

2. 传统电子装联与现代电子装联的不同之处

随着电子产品设计技术的不断向轻、薄、短、小方向发展，元器件不断微细化，细间距 PCB 技术的大量应用，导致了电子装联工艺技术发生了革命性的变化。传统的一把钳子、一把烙铁的手工装联方式，迅速被在 PCB 平面上，通过自动插装机插装元器件+波峰焊接（THT）方式，或者通过贴装机贴装元器件+再流焊接（SMT）方式等所取代。人们把这种新的装联方式称为现代电子装联方式，以示区别于传统的电子装联方式。

3. 电子装联与电子封装

常有人问，电子装联与电子封装有何不同？其实从二者的定义上就可理解它们间的区别。

电子封装：是将微元器件组合及再加工构成微系统及工作环境的制造技术。更具体地说，电子封装就是安装集成电路内置芯片外用的管壳，安放固定密封，保护集成电路内置芯片，增强环境适应的能力；集成电路芯片上的铆点也就是接点，是焊接到封装管壳的引脚上的。

显然，电子封装是电子制造的前端工序，是芯片级的；而电子装联是位于电子设备制造的后端工序，是系统级的，如图 1.1 所示。

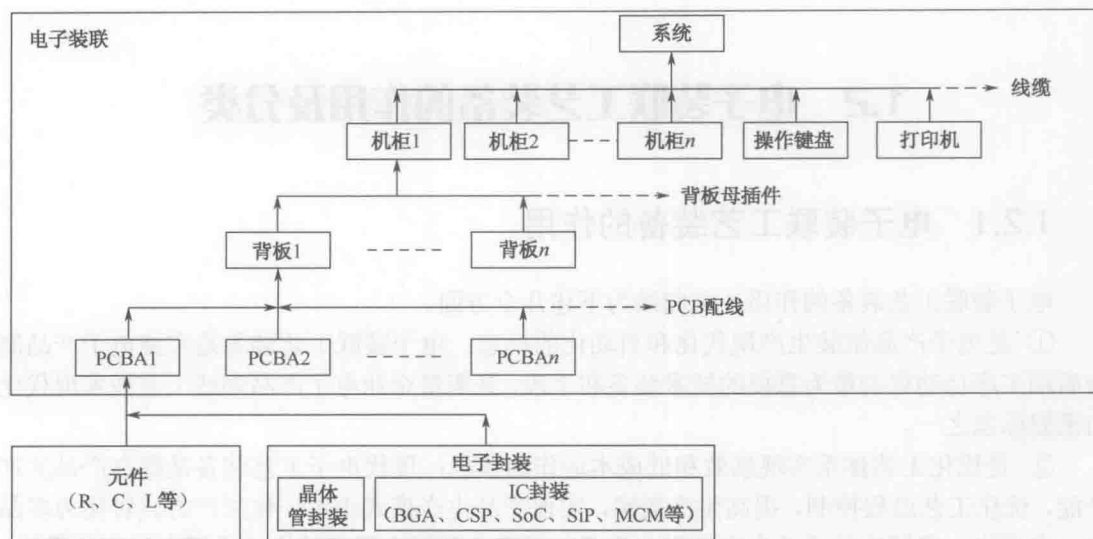


图 1.1 电子装联与电子封装

1.1.2 电子装联工艺技术及电子装联工艺装备

1. 电子装联工艺技术

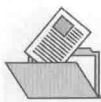
电子装联工艺技术研究的对象：是按照电子装备总体设计的技术要求，通过一定的连接技术手段将构成电子装备的各种各样的电子元器件、部件和组件等，在电气上互连成一个具有特定功能和预期技术性能的完整功能系统的全过程，它包含了从板级组装互连、机柜组装互连及它们之间通过线缆互连而构成一个满足预期的设计技术要求的完整的设备体系的所有工序的集合。

2. 电子装联工艺装备

电子装联工艺装备是电子产品后端制造工序过程中所使用的各种机、电装备，工模具，夹具，检测设备，测量器具等的总称。

进入 20 世纪 70 年代以来，随着元器件封装和电子装联工艺装备技术的进步，各种自动化装备如自动、半自动插装机、波峰焊接机等的大量应用，将板级组装 THT 工艺带入了高效的半自动化和自动化生产的新领域，SMT 的研究成果及其相应的新工艺设备，如焊膏印刷机、点胶机、贴片机、再流焊接设备等的投入工业运行，更是将电子装联板级组装工艺推向了一个崭新的天地，电子装联工艺技术的内涵获得了革命性的快速发展。

从广义来看，“电子装联工艺技术”是手工安装手工焊接技术、THT 安装和波峰焊接技术、SMT 安装和再流焊接技术、CMT 安装和选择焊接或模组焊接技术、高密度组装和微焊接技术、背板组装和机柜安装技术、线缆制造与系统互连技术等内容的总和；而电子装联工艺装备则是在实施电子装联工艺技术过程中，所用到的的各种各样的设备的总集合。



1.2 电子装联工艺装备的作用及分类

1.2.1 电子装联工艺装备的作用

电子装联工艺装备的作用，可归纳为下述几个方面。

① 是电子产品组装生产现代化和自动化的标志：电子装联工艺装备是实施电子产品制造后端工序自动化的最为重要的技术装备和手段，是衡量企业电子产品制造工艺技术现代化的重要标志之一。

② 是优化工艺体系实现高效和低成本运作的体现：现代电子工艺装备是提高产品生产能力，优化工艺过程控制，提高生产效率，实现产品生产模式由单一化生产方式转化为多品种、多规格、多层次的灵活多变的生方式，是企业能最大限度地快速适用市场变化需要，增强市场竞争能力的重要手段。

③ 现代化的工艺装备大幅度节省了人力资源和成本，强化了企业产品制造的低成本优势。

④ 由于大量使用自动化的工艺装备，使得在产品生产中免除了人的因素对产品生产质量的影响，因而有效地提高了产品生产的质量水平。

⑤ 有力地支撑了新产品设计的推陈出新速度：面对型号众多的新产品的问世和投产上市的挑战，由于现代电子工艺装备均具有较好的柔性，即通过硬件软化技术，使得设备的硬件部分更具通用性，而设备本身所具备的功能强大的软件系统，使得设备的柔性功能更为强健，新产品上线和转线非常容易、灵活、迅速，生产周期可大幅缩短，因而强化了企业在市场竞争中的生存能力。

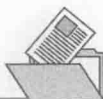
1.2.2 现代电子装联工艺装备的分类

1. 按用途不同分类

(1) 生产工序用设备

它是执行产品生产工序链中某一工艺内容的专用设备。生产工序用设备按生产产品安装方式的不同，可进一步分成如下几类。

- 穿孔插装（THT）用设备：如元器件成形设备、元器件插装机、浸焊机、波峰焊接机等；
- 表面贴装（SMT）用设备：如焊膏印刷机、点胶机、贴片机、再流焊接机等；
- 混含安装（CMT）用设备：如选择性焊接设备和模组焊接设备等；
- 其他：如压接设备、绕接设备、三防涂覆设备、PCB 分板设备、清洗设备等。



(2) 工艺监控用设备

工艺监控用设备的主要功能是完成工艺过程质量监控,如自动光学检测设备(AOI)和X射线检测设备(X-ray)等。

(3) 返修用设备

如各种类型的CGA、BGA、QFN、CSP、LGA、SMD、MLF、POP等芯片返修工作台等。

2. 按安装技术方式的不同分类

(1) SMT 安装用设备

如点胶机、焊膏印刷机、高速贴片机、多功能贴片机、再流焊接机、在线光学检测设备AOI和离线X-ray等。

(2) THT 安装用设备

如各种类型的元器件成形机、各种类型元器件插装机、波峰焊接机、压接机、绕接机等

(3) CMT 安装用设备

如选择性焊接机、模组焊接机等。

1.3 电子装联工艺技术与电子装联工艺装备的关联性

1.3.1 一代工艺技术成就一代工艺装备

电子装联工艺技术的发展取决于电子产品结构技术的发展,而电子装联工艺装备的发展又取决于电子产品制造工艺技术的发展。

电子装联工艺装备是实施电子装联工艺技术的工具和手段,一定的工艺形式决定了工艺装备的发展方向和内容。例如,电子装联工艺技术从THT发展到SMT,其相应的工艺装备便在元器件成形设备、元器件插装机、波峰焊接设备等的基础上催生了焊膏印刷机、贴片机、再流焊接设备等。

1.3.2 现代化的工艺装备是确保工艺体系高效和低成本运作的基础

新一代工艺装备的形成和推广应用,反过来又促进了电子装联工艺技术的不断完善和优化,并驱使其迈向更高效率、更低成本的新阶段。工艺技术和工艺装备就是在这种相互促进、相互优化、交替发展的循环过程中,从一个层次迈向更高一个层次的。