



电子SMT专业技术资格认证教材

精品力作



电子SMT制造技术与技能

龙绪明 主 编

- 本书涵盖了SMT理论、实践技能和认证考试等内容
- 每章附有习题，帮助读者理解和掌握所学内容
- 通过与之配套的培训、认证考评平台系统，可使读者实践能力再上新台阶



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子 SMT 专业技术资格认证教材

电子 SMT 制造技术与技能

龙绪明 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

为推广中国电子学会 SMT 专业技术资格认证委员会的 SMT 专业技术资格认证,培养一批多层次的,且具有先进电子制造专业知识和技能的工程技术人员,本书系统地论述了先进电子 SMT 制造技术与技能,并介绍了在“SMT 专业技术资格认证培训和考评平台 AutoSMT-VM1.1”上实训的方法、步骤,以及 SMT 专业技术资格认证的考试方法。将理论、实践技能和认证考试进行了有机整合和详细论述,使读者对现代电子 SMT 制造技术的产品设计、制造工艺及设备等相关理论、方法、技术和最新发展有一个全面而系统的认识。

本书内容翔实,论述深入浅出,各章均备有较多的思考与习题,可作为高等院校电子制造专业及其相关专业的专科、本科和研究生的教材,也可作为电子制造工程师和技师的参考书,还可作为电子企业教育培训和资格认证培训的教材。

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 SMT 制造技术与技能/龙绪明主编. —北京:电子工业出版社,2012.7

电子 SMT 专业技术资格认证教材

ISBN 978-7-121-17606-7

I. ①电… II. ①龙… III. ①SMT 技术—资格考试—教材 IV. ①TN305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 158787 号

策划编辑:李 洁

责任编辑:康 霞

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

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:17.75 字数:454.4 千字

印 次:2012 年 7 月第 1 次印刷

定 价:36.00 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。

■ 编 委 会 ■

- 主编：龙绪明 西南交通大学
- 编委：彭志聪 广东电子学会
- 孔 策 重庆艾申特电子有限公司
- 黄 昊 西南交通大学
- 王天曦 清华大学
- 胡跃明 华南理工大学
- 陈必群 常州信息职业技术学院
- 舒平生 南京信息职业技术学院
- 陈恩博 常州奥特信息科技有限公司
- 詹明涛 常州奥特信息科技有限公司
- 段 平 中国工程物理研究院电子工程研究所
- 冯青全 成都双流职业技术教育中心
- 徐国强 成都市技师学院
- 吕韦岑 成都市技师学院
- 于洪永 山东职业学院
- 陈海波 威海职业技术学院
- 王亚盛 威海职业技术学院
- 涂用军 东莞职业技术学院
- 李巍俊 常州奥特信息科技有限公司
- 张治敏 常州奥特信息科技有限公司
- 严如俊 常州奥特信息科技有限公司
- 闫 明 常州奥特信息科技有限公司
- 崔晓璐 西南交通大学
- 谢美俊 西南交通大学
- 王 英 西南交通大学
- 钱佳敏 常州出入境检验检疫局
- 扬 凡 赣州汇丰建设工程有限公司
- 王 李 三一重工集团
- 桃舟波 四川长虹网络有限公司
- 扬 莉 重庆城市管理职业学院
- 彭 勇 重庆城市管理职业学院

序

随着市场竞争的日益加剧及全球化市场的形成,先进电子 SMT 制造技术已成为一个国家在市场竞争中或战场对抗中获胜的支柱。随着改革开放后几十年的发展,中国已经成为全球最大的电子产品制造基地,改写了世界电子工业的格局。电子制造业已超过任何其他行业,成为当今第一大产业。电子制造技术是一项集当今世界最先进科技成果于一体的综合性交叉式边缘学科,是一个及其庞大和复杂的系统工程和综合技术。因此,培养一批满足科技和制造业发展需要的、掌握先进电子制造技术的、具有创新意识和实践能力的高素质专业人才已变得极为迫切。2000 年之后,一部分高校开始在电子实践教学增加 SMT 的教学内容,大部分职业院校设立了 SMT 电子制造相关专业,但无实验设备和条件,即使已有 SMT 生产线的,也无资金或产品来开动生产线。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刚起步,在校期间学习的知识与实际工作的需求差距很大,往往落后于社会的需求。

本书系统地论述了先进电子 SMT 制造技术与技能,并介绍了在非常便于教学的“SMT 专业技术资格认证培训和考评平台 AutoSMT-VM1.1”上实训的方法、步骤,以及 SMT 专业技术资格认证考试方法,将理论、实践技能和认证考试进行了有机整合和详细论述,使学员能够系统地掌握现代化先进电子 SMT 制造技术。全书介绍了 SMT 基础、PCB 设计、SMT 工艺、SMT 设备(丝印、点胶、贴片、焊接、SMT 检测和返修),各章均备有较多的习题。本书有配套的培训和考评平台 AutoSMT-VM1.1,有着比文字更丰富的内容。

本书可作为高等院校电子制造专业及其相关专业的专科、本科和研究生的教材,也可作为电子制造工程师和技师的参考书,还可作为电子企业教育培训和资格认证培训的教材。

本书由西南交通大学龙绪明主编,由广东/四川电子学会、清华大学、华南理工大学、常州奥特信息科技有限公司、成都双流职业技术教育中心、成都市技师学院、常州信息职业技术学院、东莞职业技术学院、南京信息职业技术学院、山东职业学院、威海职业技术学院、重庆艾申特电子有限公司等单位资深人员组成编委会进行编写,全书由四川省电子学会 SMT 专委会审定。由于 SMT/SMD 发展迅速,差错和不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

四川省电子学会 SMT 专委会
广东省电子学会 SMT 专委会
秘书长 苏曼波

2012 年 6 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 电子 SMT 制造技术的发展	2
1.2 SMT 教育与专业技术资格认证	4
1.2.1 SMT 教育	4
1.2.2 中国电子学会 SMT 专业技术资格认证	5
1.2.3 SMT 认证培训和考评平台	8
思考与习题	12
第 2 章 SMT 基础知识	13
2.1 先进电子制造技术	14
2.2 电子元器件、材料和印制电路板	17
2.2.1 电子元器件	18
2.2.2 电子材料	25
2.2.3 印制电路板	28
2.3 电子整机产品的制造技术	30
2.3.1 电子整机产品生产线的组成	30
2.3.2 电子整机产品生产工艺过程举例	31
2.4 认证考试举例	32
思考与习题	33
第 3 章 印制电路板 (PCB) 设计	35
3.1 SMT PCB 设计方法	36
3.1.1 计算机辅助设计 EDA	36
3.1.2 SMT PCB 设计基本原则	37
3.1.3 THT 机插 PCB 设计基本原则	39
3.2 PCB 设计实训	42
3.2.1 EDA 设计文件信息提取	42
3.2.2 PCB 设计可视化仿真	43
3.2.3 PCB 设计可制造性分析	44
3.3 认证考试举例	46
思考与习题	47
第 4 章 SMT 工艺设计	50
4.1 SMT 工艺	51
4.1.1 组装方式	51

4.1.2	工艺流程	51
4.1.3	工艺参数和要求设计	53
4.2	SMT 工艺设计实训	55
4.3	认证考试举例	57
	思考与习题	58
第5章	丝印机技术	60
5.1	丝印技术	61
5.1.1	模板印刷基本原理	61
5.1.2	模板设计和制作	62
5.1.3	丝印机工艺参数的调节	63
5.2	丝印机实训	65
5.2.1	丝印机 CAM 程式编程	66
5.2.2	丝印机 3D 动画仿真	68
5.2.3	丝印机操作技能	68
5.2.4	丝印机维修保养	70
5.3	认证考试举例	76
	思考与习题	77
第6章	点胶机技术	80
6.1	点胶技术	81
6.1.1	SMA 涂布方法	81
6.1.2	点胶设备	81
6.1.3	点胶工艺控制	82
6.1.4	印胶技术	85
6.2	点胶机实训	85
6.2.1	点胶机 CAM 程式编程	85
6.2.2	点胶机操作技能	88
6.2.3	点胶机维修保养	90
6.3	认证考试举例	96
	思考与习题	97
第7章	贴片机技术	99
7.1	贴片机技术	100
7.1.1	贴片机分类	100
7.1.2	贴片机结构	102
7.1.3	计算机控制系统和视觉系统	104
7.1.4	贴片机工艺控制	106
7.2	贴片机实训	110
7.2.1	贴片机的 CAM 程式编程	111
7.2.2	贴片机 3D 可视化仿真	122
7.2.3	贴片机操作技能	122
7.2.4	贴片机的维修保养	124

7.3 认证考试举例	132
思考与习题	136
第 8 章 回流焊技术	142
8.1 回流焊	143
8.1.1 回流焊分类	143
8.1.2 热风回流焊接原理	145
8.1.3 回流焊接工艺技术	146
8.1.4 无铅回流焊	151
8.2 回流焊实训	151
8.2.1 回流焊的 CAM 程式编程	152
8.2.2 回流焊 3D 动画仿真	154
8.2.3 回流焊操作技能	154
8.2.4 回流焊维修保养	155
8.3 认证考试举例	160
思考与习题	162
第 9 章 波峰焊技术	165
9.1 双波峰焊	166
9.1.1 双波峰焊结构和原理	166
9.1.2 波峰焊工艺控制	169
9.1.3 无铅波峰焊	173
9.1.4 选择性波峰焊	174
9.2 波峰焊实训	175
9.2.1 波峰焊 CAM 程式编程	176
9.2.2 波峰焊 3D 动画仿真	177
9.2.3 波峰焊操作技能	177
9.2.4 波峰焊维修保养	178
9.3 认证考试举例	182
思考与习题	183
第 10 章 SMT 检测技术	186
10.1 检测技术	187
10.1.1 测试类型	187
10.1.2 AOI 检测技术	188
10.1.3 X 射线检测技术	191
10.1.4 ICT 在线测试技术	193
10.1.5 SMT 检验方法 (目测检查)	194
10.2 SMT 检测实训	196
10.2.1 AOI CAM 程式编程	197
10.2.2 AOI 3D 动画仿真	198
10.2.3 AOI 操作技能	198
10.2.4 AOI 维修保养	199

10.3 认证考试举例	202
思考与习题	203
第 11 章 插件技术和返修技术	205
11.1 自动插装技术	206
11.1.1 卧式联体插件机	206
11.1.2 立式插件机 XG-3000	208
11.2 返修技术	209
11.2.1 手工焊接技术	209
11.2.2 SMT 返修技术	212
11.3 实训	214
11.3.1 自动插件机编程	214
11.3.2 自动插件机 3D 仿真	216
11.3.3 自动插件机操作技能	217
11.3.4 自动插件机维修保养	218
11.3.5 返修实训	224
11.4 认证考试举例	224
思考与习题	226
第 12 章 微组装技术	229
12.1 集成电路制造技术	230
12.2 微组装技术	231
12.2.1 BGA、CSP 微组装技术	232
12.2.2 倒装片 (FC) 技术	236
12.2.3 MCM 技术和 3D 叠层片技术	238
12.2.4 SOC/SOP 技术	240
12.2.5 光电路组装技术	241
12.3 实训和认证考试举例	242
思考与习题	243
第 13 章 SMT 管理	245
13.1 SMT 工艺管理	246
13.1.1 现代 SMT 工艺管理	246
13.1.2 SMT 生产线管理	247
13.2 品质管理	251
13.2.1 品质管理方法	251
13.2.2 SMT 生产质量过程控制	254
13.3 SMT 标准	256
13.4 MIS 管理实训	261
思考与习题	261
附录 A SMT 基本名词解释	262
参考文献	269

第 1 章

绪 论

随着市场竞争的日益加剧及全球化市场的形成,先进电子 SMT 制造技术已成为一个国家在市场竞争中或战场对抗中获胜的支柱。改革开放以来几十年的发展,中国已经成为全球最大的电子产品制造基地,改写了世界电子工业的格局。电子制造业已超过任何其他行业,成为当今第一大产业。电子制造技术是一项集当今世界最先进科技成果于一体的综合性交叉式边缘学科,是一个及其庞大和复杂的系统工程和综合技术。因此,培养一批满足科技和制造业发展需要的、掌握先进电子制造技术的、具有创新意识和实践能力的高素质专业人才已变得极为迫切。

1.1 电子 SMT 制造技术的发展

SMT 就是表面组装技术（Surface Mounted Technology）的缩写，是目前电子组装行业里最流行的一种技术和工艺。表面组装技术是一种无须在印制电路板上钻插装孔，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。

1. 电子元件封装技术的发展

电子元器件是电子信息设备的细胞，板级电路组装技术是制造电子设备的基础。不同类型电子元器件的出现总是会带来板级电路组装技术的一场革命。表 1.1 为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 代	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、 电子仪器	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，功 能少，不稳定	重量较轻，功 耗低，多功能	便携式，薄型，低功能	袖珍型，轻便，多功能， 微功耗，可靠	超小型、超薄型、智 能化、高可靠
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
电子元器 件的特点	长引线，大型、 高电压	轴向引线	单、双列直插集成电 路，可编带的引线元件	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、回流 焊或波峰焊	多层化、高密度化、 安装高速化、倒装焊、 特种焊

PBGA、TBGA、FBGA、（CSP）和 FC 是当今 IC 封装的发展潮流。表 1.2 表示出了 BGA 和 FC 封装的发展动向。

表 1.2 BGA 和 FC 封装的发展动向

年	2000	2005	2008/（2010）	2014
BGA 球间距				
低档产品	1.27	1.00	1.00	0.80
便携产品	1.27	1.00	0.80	0.65
中等性能产品	1.27	1.00	0.80	0.65
高等性能产品	0.80	0.65	0.65	0.50
BGA 端子数				
低档产品	312	512	684	968
便携产品	420	684	800	1200

(续表)

年	2000	2005	2008/ (2010)	2014
中等性能产品	840	1658	2112	3612
高等性能产品	1860	3280	3612	8448
FC 芯片连接间距 (外部端子间距) μm				
便携产品	165	100	70	35
中等性能产品	200	150	150	150

2. 电子组装技术的发展

电子组装技术的发展在很大程度上受组装工艺的制约，如果没有先进的组装工艺，先进封装难以推广应用，所以先进封装的出现，必然会对组装工艺提出新的要求。一般来说，BGA、CSP 和 MCM 完全能采用标准的表面组装设备工艺进行组装，只是由于封袋端子面阵列小型化而对组装工艺提出了更严格的要求，从而促进了电子组装设备和工艺的发展。电子组装技术向着敏捷、柔性、集成、智能和环保的方向发展，SMT 生产线如图 1.1 所示。

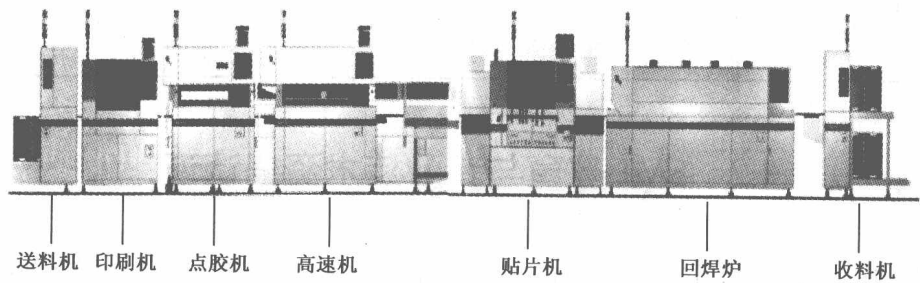


图 1.1 SMT 生产线

多悬臂机已经取代了转塔机的地位，成为今后高速贴片机发展的主流趋势。在单悬臂贴片机的基础上发展出了双悬臂贴片机，目前，市场上主流的高速贴片机型是在双悬臂机的基础上发展出的四悬臂机，例如，西门子的 HS60、环球的 GC120、松下的 CM602、日立的 GHX-1 等机型。为了增强适应性和提高使用效率，新型贴片机正朝柔性化和模块化结构方向发展。日本 Fuji 公司将贴片机分为控制主机和功能模块机。模块有不同的功能，针对不同元器件的贴装要求，可以按不同的精度和速度进行贴装，以达到较高的使用效率，当用户有新的要求时，可以根据需要增加新的功能模块机。随着芯片集成度的增加，芯片接线的间距和焊球的直径不断减小，对贴装设备的对准和定位精度提出了更高的要求，需要研究新的运动设计和控制方法，以实现平稳、快速和精确定位。绿色生产线的概念是指从 SMT 生产的一开始就要考虑到环保的要求，经过多年的研究开发，无铅焊接技术和免洗焊接技术将进入全面实用化的阶段。

20 世纪 80 年代以来，高密度电路组装技术，即微电子组装技术迅速发展起来，在这一发展中出现了值得人们关注的三个潮流，这三个潮流不仅大大提高了器件级 IC 封装和板级电路组装的组装密度，而且使得电子电路组装阶层之间的差别模糊了，导致了电子电路组装界限的消失，出现了 IC 器件封装和板级电路组装这两个电路组装阶层之间技术上的融合。几种典型的微电子组装技术如表 1.3 所示。

表 1.3 几种典型的微电子组装技术

名 称	制 造 技 术	特 点
倒装片(FC)	采用类似 SMT 方法进行加工。 I/O 端子(凸点)是以面阵列式排列在芯片之上的,焊接时,只要将芯片反置于 PCB 上,使凸点对准 PCB 上的焊盘,加热后就能实现 FC 与 PCB 的互连	① 高密度组装,不需要键合引脚和封装。 ② 倒装片工艺要求能够非常严格的控制,但比任何其他类型的 COB 工艺会快得多。 ③ 需增加专用设备,包括高精度的贴装系统、下填充滴涂系统和 X 光检测系统
多芯片模块(MCM)	① 多芯片模块。把几块 IC 芯片组装在一块电路板上所构成的功能电路块。 ② MCM 基板的布线多于 4 层,且有 100 个以上的 I/O 引出端,并将 CSP、FC、ASIC 器件与之互连	① MCM 技术主要分为三大类,即 MCM-L(薄片多芯片模块)、MCM-C(陶瓷多芯片模块)和 MCM-D(沉积多芯片模块)。 ② MCM 技术主要应用于超高速计算机,以及外层空间电子技术中
三维立体组装技术(3D)	把 IC 芯片(MCM 片、WSI 大圆片规模集成片)一片片叠加起来,然后利用芯片的侧面边缘和垂直方向进行互连,从而将水平组装向垂直方向发展为立体组装	3D 组装的途径大致有 3 种: ① 埋置型 3D 结构。在多层基板内中埋置 R、C 及 IC,并在基板顶端再贴装各类片式元器件。 ② 有源基板型 3D。用硅大圆片规模集成片作为基板,在其上进行多层布线,最上层再贴装 SMD 以构成 3D。 ③ 叠装型 3D 结构。将 MCM 上下层双叠互连起来成为 3D

1.2 SMT 教育与专业技术资格认证

在大力推动现代化和新型工业化的过程中,制造业应该起到基础性、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中,一切生产过程的管理与运作必须遵从以 ISO 9000 系列质量管理体系标准和 ISO 14000 系列环境管理标准为代表的现代化科学模式;现在,我国已经进入 WTO,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需求。今后的 10~20 年内,我国劳动力市场急需大量熟悉电子产品制造过程的技术人员,必须培养并向社会提供一批多层次的、具有现代电子制造专业知识和技能的工程技术人员。

1.2.1 SMT 教育

在电子类专业工程实训和 SMT 课程教学方面,不仅要培养学生掌握电子产品制造的基本技能,还要求他们能够从更高的层面了解现代化电子产品制造的全过程,了解目前电子产品制造中最先进的技术和设备。

1. 高等教育

SMT 是一门新兴的、综合性的先进制造技术,涉及机械、电子、光学、材料、化工、计算机、网络、自动控制,以及管理等多学科知识,要掌握这样一门综合型工程技术,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 是新兴技术,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刚起步,现在大学所设工科院系很难满足 SMT 的教学要求。

桂林电子工业学院微电子组装(SMT)与封装专业是在全国工科院校中最早建立的,华中科技大学于2009年建立了电子封装专业,目前,我国其余高校中几乎无SMT类专业,但很多高校,如清华、华南理工、西南交大、哈工大、东南大学等设有电子装联与焊接等方向,而且重点放在硕士、博士层次。虽然大多数工科院校均设机电一体化或电子机械(机械电子)专业,但均没有针对电子产品的制造应用领域。通过组装低档次的半导体收音机,无法让学生真正了解现代电子产品制造技术,这与发达国家先进的高等教育差距甚远。2000年之后,一部分高校开始在电子实践教学增加SMT教学内容,但在人才的培养规格、课程体系设置,以及实践性教学体系的安排上还没有完全摆脱原有的教育模式,使培养的毕业生在技术应用领域内缺乏应用能力。

2. 职业教育

职业教育是国家今后20年内重点发展的普及教育,目前,大部分职业院校设立SMT电子制造相关专业,但无实验设备和条件,即使已有SMT生产线的,也无资金或产品让学生开动生产线,学生只能走马观花式地参观,没有真正得到训练。再有国家劳动部门的职业技能认证也只有电工、电装工、焊接工等低端工种;没有SMT相应的高端工种,也影响了学生及家长对职业教育的认同度,造成了职业教育招生难的普遍现象。

3. 技术培训

系统的、全面的人才需要通过正规教育去培养,但是一般大学培养出合格人才至少需要五年甚至更长时间,这就使得技术培训任务更为艰巨。即使大学有了相应毕业生,由于技术发展速度很快,仍然需要不断更新和补充知识,企业的教育培训应该是一项长期的工作任务。

1.2.2 中国电子学会 SMT 专业技术资格认证

为落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》及人事评价和使用制度改革的精神,推行“个人申报、社会评价、单位聘用、政府调控”的职称评聘制度,尽快实现专业技术人才的评价重在社会和业内认可的精神,中国电子学会成立了“中国电子学会SMT技术资格认证委员会”,负责在全国范围内开展电子信息表面组装(SMT)专业技术资格认证。该认证的性质属于同行认可,全国通用,采取统一认证标准、统一师资培训、统一技术资源、统一命题、统一考试管理和统一证书发放的六统一模式。

SMT认证模式和程序如图1.2所示,教学考试大纲如表1.4所示。采用“SMT专业技术资格认证培训和考评平台AutoSMT-VM1.1”的高校及培训中心,可由中国电子学会审定后授予“SMT专业技术资格认证中心”,并进行考评员的培训,由中国电子学会对经师资培训考核合格者授予“SMT专业技术资格认证考评员”证书。

- ① 中国电子学会SMT专业技术资格认证全国统一考试每年进行2~4次;
- ② 由建立认证中心的学校组织在校内或已毕业专业技术人才可在“平台AutoSMT-VM1.1”上进行教学培训;
- ③ 由中国电子学会负责在平台AutoSMT-VM1.1上出题,并对认证中心上传的考生进行审定,审定合格者颁发中国电子学会SMT专业技术资格认证考试准考证;

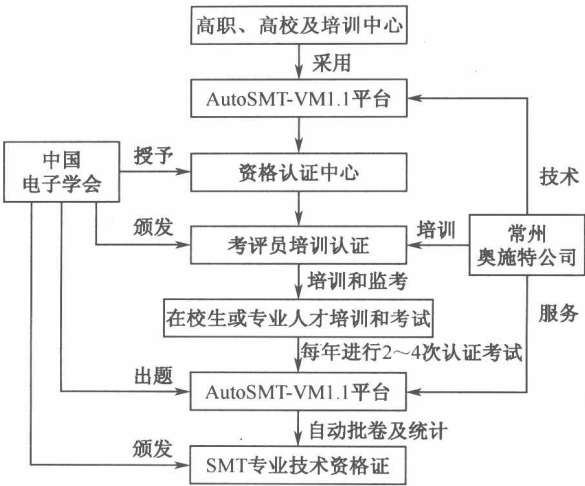


图 1.2 SMT 认证模式和程序

- ④ 认证中心组织考试，认证中心的考评员负责监考；
- ⑤ 学员在“平台 AutoSMT -VM1.1”上完成考试（包括实际操作与专业理论知识笔试），时间为 180min；
- ⑥ 平台 AutoSMT -VM1.1 系统自动批卷及统计，由认证中心将考试成绩上报给中国电子学会，由中国电子学会对考核合格者颁发“中国电子学会 SMT 专业技术资格证”。

表 1.4 教学考试大纲

章 节		重 点 要 求	中职	高职	本科	待执行	
			技术员 (技工)	见习 工程师 (高级技工)	助理 工程师 (技师)	工程师 (高级技师)	高级 工程师
第 1 章 绪 论	理 论	SMT 发展	0.5	0.5	0.5	1	1
	实 训	实验：分析收音机电路（已学过）	0	0	0	0	0
第 2 章 SMT 基础	理 论	① 先进电子制造技术； ② 电子元器件、材料和印制电路板； ③ 电子整机产品的制造技术	3	3	4	3 双面 PCB 整机制造	4 多层 PCB 制造 整机制造
	实 训	实验：分析收音机电路（已学过）	0	0	0	0	0
第 3 章 PCB 设计	理 论	印制电路板设计	0.5	1	1	2	4
	实 训	虚拟实验 1：PCB 设计	1 调用 Demo 板	1.5 调用 Demo 板	1.5 调用 Demo 板	3 调学员 设计板	3 调学员 设计板
第 4 章 SMT 工艺 设计	理 论	SMT 组装类型与工艺流程设计	2	2	2	2	2
	实 训	虚拟实验 2：SMT 工艺设计	1	1.5	1.5	2	2

(续表)

章 节		重 点 要 求	中职	高职	本科	待执行	
			技术员 (技工)	见习 工程师 (高级技工)	助理 工程师 (技师)	工程师 (高级技师)	高级 工程师
第5章 丝印技术	理 论	印刷工艺技术、 丝印机编程、操作使用、维修保养	1	1.5	2 模板设计	2 模板设计	2 模板设计
	实 训	虚拟实验3: 丝印机技术	1 MPM	2 MPM	2 MPM	3 MPM, DEK	4 MPM, DEK, GKG
第6章 点胶技术	理 论	点胶工艺控制、 点胶机编程、操作使用、维修保养	0.5	1	2	1	1
	实 训	虚拟实验4: 点胶机技术	0	0	1 Fuji	2 Fuji, ANDA	2 Fuji, ANDA
第7章 贴片技术	理 论	贴片机技术、 贴片机编程、操作使用、维修保养	2	2	4 视觉对中	4 视觉对中	4 视觉对中
	实 训	虚拟实验5: 贴片机技术	3 Yamaha	3 Yamaha Samsung	5 Yamaha, Fuji	7 Yamaha, Fuji, 松下	9 Yamaha, Fuji, 松下, Siemens
第8章 回流焊接 技术	理 论	回流技术、 回流焊编程、操作使用、维修保养	1	1	2	2	2
	实 训	虚拟实验6: 回流焊技术	1 Vitronic	2 Vitronic	3 Vitronic, Heller	3 Vitronic, Heller	4 Vitronic, Heller, ERSA
第9章 波峰焊接 技术	理 论	波峰焊技术、 波峰焊编程、操作使用、维修保养	0.5	1	1	2	2
	实 训	虚拟实验7: 波峰焊技术	1 ANDA	2 ANDA	3 ANDA, ERSa	3 ANDA, ERSa	4 ANDA, ERSa, Suncast
第10章 SMT 检测 技术	理 论	检测技术、 编程、操作使用、维修保养	0	1 AOI	1 AOI	2 AOI, AXI, SPI	2 AOI, AXI, SPI
	实 训	虚拟实验8: AOI 技术	0	2 AOI	2 AOI	4 AOI, AXI, SPI	4 AOI, AXI, SPI
第11章 插件技术 返修技术	理 论	插装技术、卧插、立插、返修技术 插装编程、操作使用、维修保养	1	2	3	3	3
	实 训	虚拟实验9: 插件机技术 虚拟实验10: 返修技术	1 卧插, 立插, 返修	2 卧插, 立插, 返修	4 卧插, 立插, 返修	4 卧插, 立插, 返修	4 卧插, 立插, 返修
第12章 微组装	理 论	微组装技术	0	0	0	2	2

(续表)

章 节		重 点 要 求	中职	高职	本科	待执行	
			技术员 (技工)	见习 工程师 (高级技工)	助理 工程师 (技师)	工程师 (高级技师)	高级 工程师
第 12 章	实训	虚拟实验 11：微组装技术	0	0	0	2	2
第 13 章 SMT 管理	理 论	SMT 生产线管理、品质管理	0	0	0	2	4
	实 训	虚拟实验 12：MIS 技术	0	0	0	1	2
学时数			理论 12 实训 8	理论 16 实训 14	理论 22 实训 24	理论 30 实训 34	理论 35 实训 40
SMT 专业技术资格证考试要求			理论 60% 实训 40%	理论 60% 实训 40%	理论 50% 实训 50%	理论 50% 实训 50%	理论 50% 实训 50%

1.2.3 SMT 认证培训和考评平台

为了推进 SMT 专业技术资格认证工作，中国电子学会 SMT 技术资格认证委员会和常州奥施特信息科技有限公司依托西南交通大学，开发出了“SMT 技术资格认证培训和考评平台 AutoSMT-VM1.1”，如图 1.3 所示，技术参数和功能如表 1.5 所示，将学生培训与考试、教师教学与管理、SMT 专业技术资格认证考评三大系统有机地集成到一个平台上，既可用于 SMT 课程教学，又可用于 SMT 技术资格认证考试。该系统性能优越，交互性强，操作性好，是一种科技含量较高的教学培训和考评模式，彻底解决了目前电子 SMT 制造教学培训的困境。

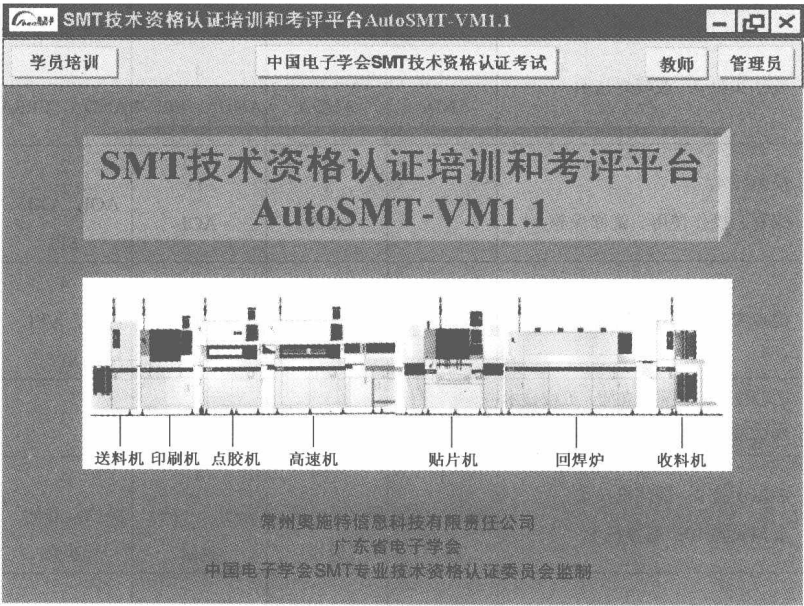


图 1.3 SMT 技术资格认证培训和考评平台 AutoSMT-VM1.1