



职业教育电子技术应用专业精品教材

表面贴装技术

BIAOMIAN TIEZHUANG JISHU

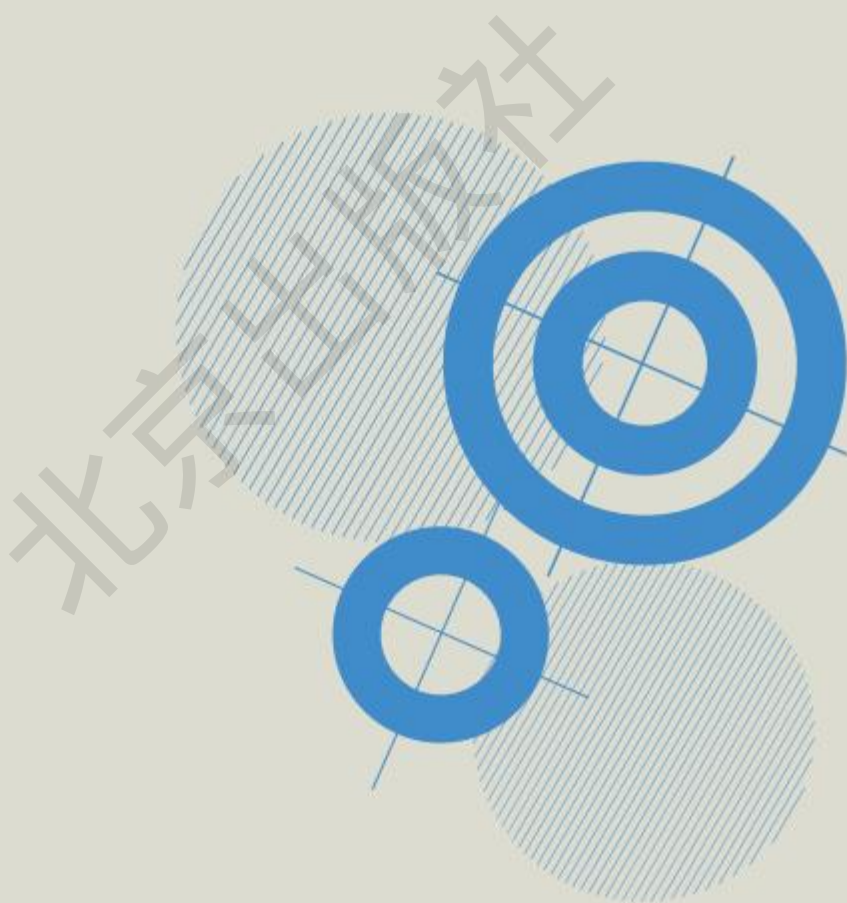
主 编 匡忠辉

表面贴装技术

主
编 匡忠辉

北京出版集团公司
北京出版社

北京出版集团公司
北 京 出 版 社



图书在版编目 (CIP) 数据

表面贴装技术 / 匡忠辉主编. -- 北京: 北京出版社, 2017.1 (2022 重印)
ISBN 978-7-200-12593-1

I. ①表… II. ①匡… III. ① SMT 技术—职业教育—教材 IV. ① TN305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 261812 号

表面贴装技术

BIAOMIAN TIEZHUANG JISHU

主 编: 匡忠辉
出 版: 北京出版集团公司
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总发行: 北京出版集团公司
经 销: 新华书店
印 刷: 定州市新华印刷有限公司
版 次: 2017 年 1 月第 1 版 2022 年 9 月修订 2022 年 10 月第 2 次印刷
开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16
印 张: 12.5
字 数: 207 千字
书 号: ISBN 978-7-200-12593-1
定 价: 27.00 元

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目 录

单元一 表面贴装技术基础	1
单元二 SMT 元件识别及元件上料操作	29
任务 1 SMT 元件识别	30
任务 2 SMT 元件上料操作	40
单元三 SMT 产品的手工组装	46
任务 1 对 SMT 生产辅助材料的认知	47
任务 2 SMT 工艺 DT-830B 3 1/2 贴片数字万用表组装	68
单元四 印刷机与贴片机的运行操作与维护	92
任务 1 印刷机的运行操作与维护	93
任务 2 贴片机的运行操作与维护	112
单元五 回焊炉与光学检测设备的运行操作与维护	128
任务 1 回焊炉的运行操作与维护	129
任务 2 光学检测设备的运行操作与维护	144
附录	162
附录一 常用 SMT 专业词汇	162
附录二 表面贴装组件的质量标准	168
附录三 DT-830B 3 1/2 位 SMT 数字万用表材料清单	185
参考答案	187
参考文献	189

单元一

表面贴装技术基础

表面贴装技术（SMT）的迅速发展和普及彻底变革了电子电路组装的概念，为电子产品的微型化、轻量化创造了组装的基础条件，在当代信息产业的发展中起到了独特的作用，成为当代制造电子产品必不可少的技术之一，是先进电子制造技术中的重要组成部分。随着半导体元器件技术、材料技术等相关技术的飞速发展，SMT 的应用范围还在不断扩大，其技术也还在不断完善与深化中。与这种发展现状和趋势相对应，近年来，我国电子制造业对掌握表面贴装技术的人才需求越来越大。在开始学习表面贴装技术应用之前，我们首先要从基础层面了解表面贴装技术。同时，表面贴装技术的发展直接影响到电子产品在电子设备产业、应用计算机和通信设备领域中的应用。因此和表面贴装技术密切相关的就是制造业了，而描述产品生产的一个重要环节就是表面贴装技术。本单元对表面贴装技术基础知识做了较为全面的介绍，通过学习要求掌握 SMT 的组成原理及基本概念。

任务描述 >>

本任务要求初步认识 SMT 的概念及作用，能够完成常见类型表面贴装技术型号的查找，学会进行主要性能设备的识别和比较。图 1-1-1 为 SMT 生产线。

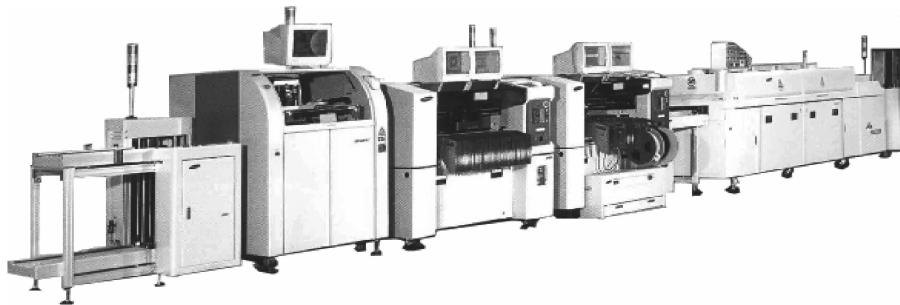


图 1-1-1 SMT 生产线

任务目标 >>

1. 掌握 SMT 的概念、特点、构成和作用；
2. 了解 SMT 的应用和发展趋势；
3. 掌握 SMT 的工艺流程。

任务分析 >>

本任务从产品贴装入手，详细介绍了 SMT 的作用、特点和基本组成，分析了表面贴装技术在现代生产中起的作用以及 SMT 技术在今后一段时间内的发展方向。在分析 SMT 的主要组成结构的基础上，掌握 SMT 的应用范围并了解其发展趋势，为今后的学习提供知识准备。

知识准备 >>

一、初识表面贴装技术

表面贴装技术（Surface Mount Technology）是新一代电子组装技术，英文缩写为 SMT，是目前电子组装行业里最流行的一种技术和工艺。它将传统的电子元器件压缩成为体积只有原来几十分之一的器件。

最早，贴装元器件 SMC/SMD，由欧美先进技术国家发明于 20 世纪 60 年代中期。后来，较多采用这种新型元器件的电路是厚膜电路与混合集成电路。在先前已制作好的线路、厚膜电阻与焊盘的陶瓷基板上印刷锡膏，以手工方式贴上无引线独石陶瓷电容 MLC、被称为“芝麻管”的短小引脚晶体管与贴装式 IC，然后进行再流焊接，完成组装，这就是早期的 SMT 方式。尽管当时还没有出现“SMT”这个专用名词，尚未形成单独的技术门类，但这种先进的、具有广泛应用前景的组装工艺已经逐步形成。

美国是世界上最早应用 SMT 的国家，而且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方面的优势。日本在 20 世纪 70 年代从美国引进

SMT，并将其应用在消费类电子产品领域，投入巨资支持该领域基础材料、基础技术和推广应用方面的开发、研究工作。日本从 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，仅用 4 年时间便使 SMT 在计算机和通信设备中的应用数量增长了近 30%，使其很快超过了美国，处于世界领先地位。

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 生产线用于彩色电视机调谐器的生产。随后 SMT 被应用于录像机、摄像机及袖珍式高档多波段收音机、随身听等的生产中，近几年在计算机、通信设备、航空航天电子产品中也逐渐得到广泛应用。SMT 产业主要集中在东部沿海地区，其中广东、福建、浙江、上海、江苏、山东、天津、北京以及辽宁等省市的 SMT 总量占全国 80% 以上。按地区分，SMT 产业以珠三角及周边地区最强，长三角地区次之，环渤海地区第三。环渤海地区 SMT 总量虽与珠三角和长三角相比有较大差距，但增长潜力巨大，发展势头更强。国家有关部门公布，位于天津的滨海新区继深圳、上海浦东之后将成为我国经济增长的第三极。不久的将来，我国 SMT 产业必然形成珠三角、长三角、环渤海地区三足鼎立之势。中国 SMT 产业之所以出现如此大好形势，主要是因为我国有关部门高度重视电子信息产品制造业的发展，制定了良好的发展与引进政策。世界电子信息产品制造业发达的美、日、韩、欧洲和我国台湾地区，把电子制造业往中国内地转移正得益于此。

二、SMT 的定义、构成及类型

1. SMT 的定义

电子电路表面组装技术，也称为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，中文称片状元器件）安装在印制电路板（Printed Circuit Board，PCB）的表面或其他基板的表面上，再通过回流焊或浸焊等方法加以焊接组装的电路装连技术。这种将组件装配到印制电路板或其他基板上的工艺方法称为 SMT 工艺，相关的组装设备则称为 SMT 设备。目前，先进的电子产品，特别是在计算机及通信类电子产品的生产中，已普遍采用表面贴装技术。国际上 SMD 器件产量逐年上升，而传统器件产量逐年下降。可以预见，随着时间的推移，SMT 将越来越普及。图 1-1-2 所示为 THT 与 SMT 的实物比较，表 1-1-1 为 THT 与 SMT 的参数比较。

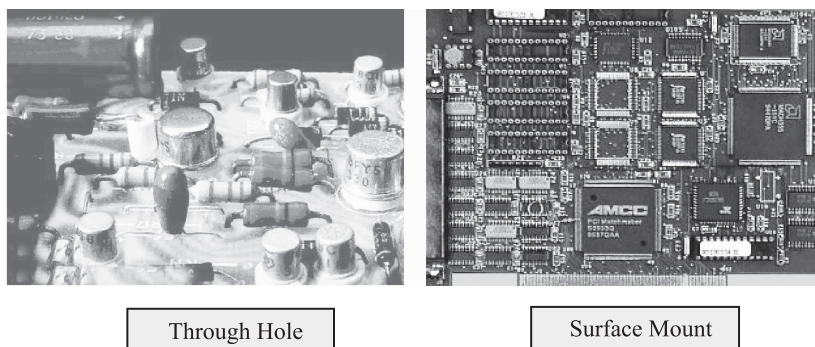


图 1-1-2 THT 与 SMT 的实物比较

表 1-1-1 THT 与 SMT 的参数比较

类型	THT (Through Hole Technology)	SMT (Surface Mount Technology)
元器件	双列直插或 DIP, 针阵列 PGA, 有引电阻	SOIC, SOT, SSOIC, LCCC, PLCC, QFP, 片式电阻电容
基板	印制电路板, 2.54 mm 网格, $\phi 0.8 \sim 0.9$ mm 通孔	印制电路板, 1.27 mm 网格或更细, 导电孔仅在层与层互连之间调用, 布线密度高 2 倍以上, 厚膜电路, 薄膜电路
焊接方法	波峰焊	再流焊
面积	大	小, 缩小比 1:3 ~ 1:10
组装方法	穿孔插入	表面安装一贴片
自动化程度	自动插件机	自动贴片机, 生产效率高

从表 1-1-1 中可以看出, SMT 是随着电子工业传统的通孔插装技术 (THT) 而发展起来的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。具体地说, 表面组装技术就是用一定的工具将表面组装元器件引脚对准预先涂覆了黏结剂和焊膏的焊盘图形, 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。

近几年电子产品呈现小型化、多功能化的趋势, 尤其是以手机、平板电脑为代表的消费类电子产品市场呈现爆发式的增长, 进一步带动了表面贴装元器件的小型化和产品组装的高密度化, 0201 及 01005 元件, CSP、flip chip 等微小、细间距器件也进入了 SMT 的实际应用中, 极大提高了 SMT 技术的应用水平, 同时也提升了工艺难度。

总之, SMT 的广泛应用促进了电子产品的小型化、多功能化, 为大批量、低缺陷率生产提供了条件。

2. SMT 的构成

按照其产品构成由以下 6 个方面组成: 表面组装元器件技术、组装基板技术、组装材料技术、组装设计技术、组装设备技术、组装工艺技术, 如图 1-1-3 所示。

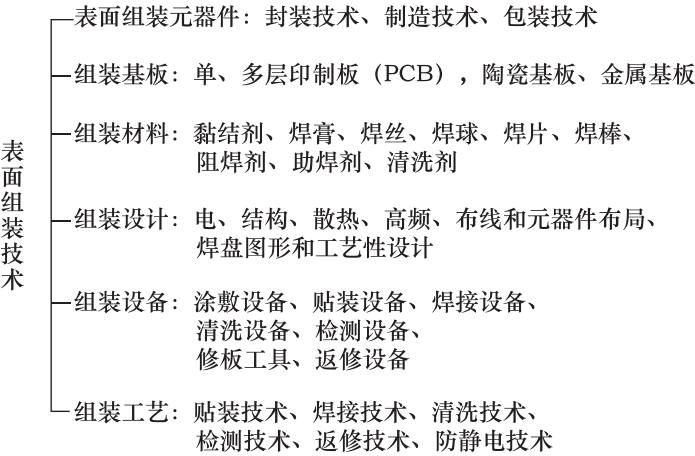


图 1-1-3 SMT 的构成

3. SMT 组装类型与工艺

SMT 通常包含表面组装元器件、表面组装 PCB 及图形设计、表面组装专用辅料（焊锡膏和贴片胶）、表面组装设备、表面组装焊接技术（再流焊、波峰焊、气相焊、激光焊）、表面组装测试技术、清洗技术以及表面组装生产管理等多方面的内容。这些内容可以分为两大类，它既是 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）按焊接方式可分为再流焊（回流焊）和波峰焊两种类型。

① 再流焊工艺（图 1-1-4）。在 PCB 的焊盘上印刷锡膏、贴装元器件，从再流焊炉入口到出口仅需要 5~6 min 就完成了干燥、预热、熔化、冷却全部焊接过程。工艺流程的特点：简单、快捷，有利于产品体积的减小。该工艺流程在无铅工艺中更显示出优越性。

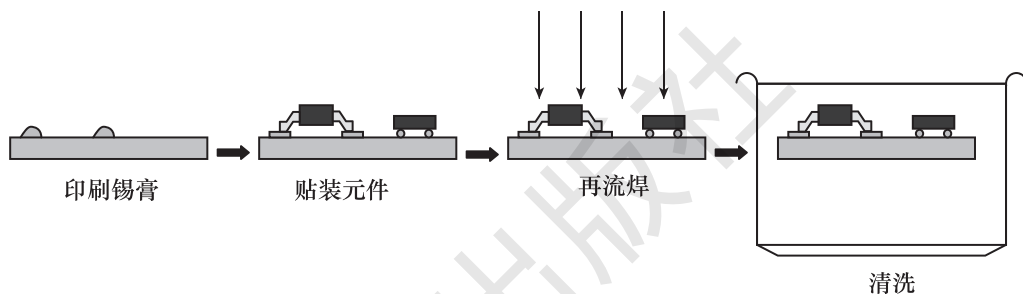


图 1-1-4 再流焊工艺

② 波峰焊工艺（图 1-1-5）。用微量的贴片胶将片式元器件黏结在印制板上，然后插装分立元器件，最后与插装元器件同时进行波峰焊接。该工艺流程的特点是：利用双面板空间，电子产品的体积可以进一步减小，并部分使用通孔组件，价格低廉。但设备要求增多，波峰焊过程中缺陷较多，难以实现高密度组装。

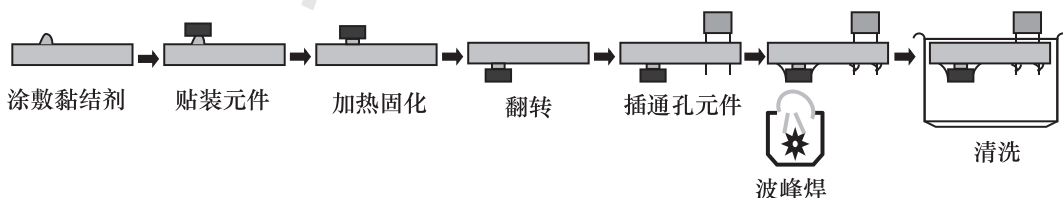


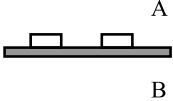
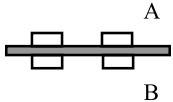
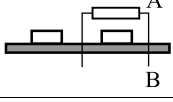
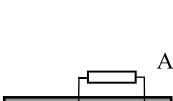
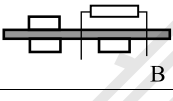
图 1-1-5 波峰焊工艺

（2）按组装方式可分为全表面组装、单面混装、双面混装，见表 1-1-2。

① 再流焊工艺（图 1-1-6）。A 面布有大型 IC 器件，B 面以片式元件为主，充分利用 PCB 空间，实现安装面积最小化。因工艺控制复杂，要求严格，故常用于密集型或超小型电子产品，如移动电话。该工艺流程的特点是：采用双面锡膏再流焊工艺，能充分利用 PCB 空间，这是实现安装面积最小化的必由之路；工艺控制复杂，要求严格。但该工艺在 Sn-Ag-Cu 无铅工艺中却很少被推荐使用，因为二次焊接高温对 PCB

及元器件会带来伤害。

表 1-1-2 组装方式类型及特征

组装方式	示意图	电路板	焊接方式	特征
全表面组装		单面 PCB 陶瓷基板	单面再流焊	工艺简单, 适用于小 型、薄型 简单电路
		双面 PCB 陶瓷基板	双面再流焊	高密度组装、 薄型化
单面混装		双面 PCB	先 A 面再流焊, 后 B 面波峰焊	一般采用 先贴后插, 工艺简单
		单面 PCB	B 面波峰焊	PCB 成本 低, 工 艺 简 单, 先 贴 后 插。 如采用先 插 后 贴, 工艺复杂
双面混装		双面 PCB	先 A 面再流焊, 后 B 面波峰焊	适合高密 度组装
		双面 PCB	先 A 面再流焊, 后 B 面波峰焊, B 面插装件后附	工艺复杂, 很少采用

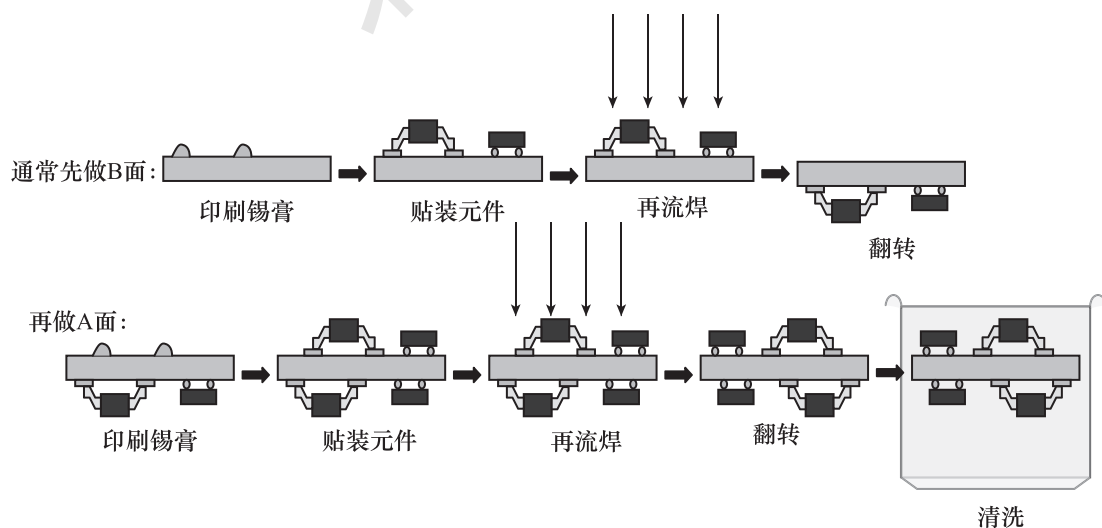


图 1-1-6 双面再流焊工艺

② 混合安装工艺（图 1-1-7）。该工艺流程的特点是：充分利用 PCB 双面空间，是实现安装面积最小化的方法之一；仍保留通孔组件价廉的优点。多用于消费类电子产品的组装。

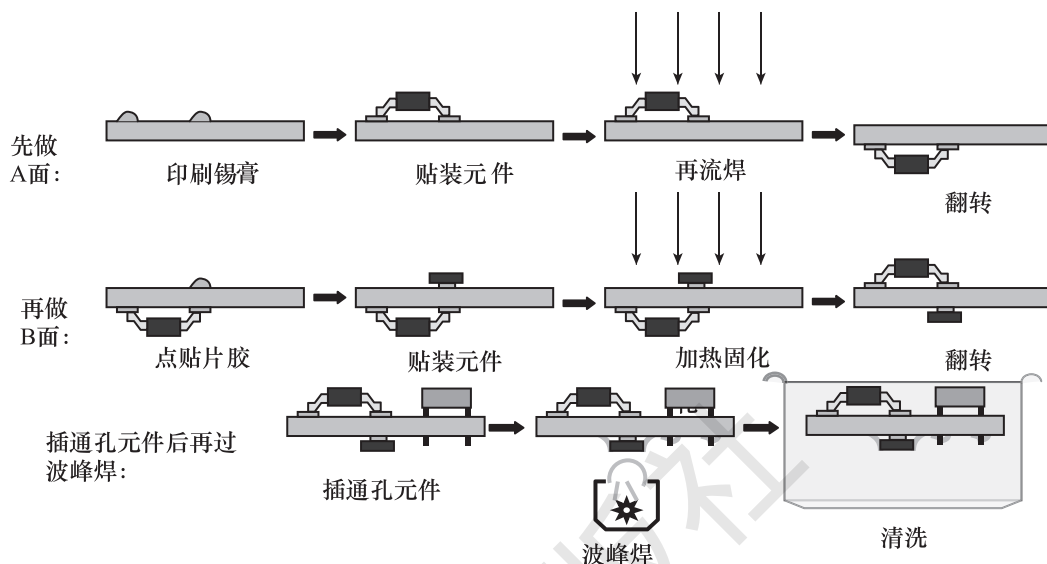


图 1-1-7 混合安装工艺

4. SMT 生产线的组成

SMT 生产线按照自动化程度可分为全自动生产线和半自动生产线；按照生产线的规模大小可分为大型、中型和小型生产线。全自动生产线是指整条生产线设备都是全自动设备，通过自动上板机、缓冲连接线和卸板机将所有生产设备连成一条自动线。半自动生产线是指主要生产设备没有连接起来或没有完全连接起来，印刷机是半自动的，需要人工印刷或人工装卸印制板。如图 1-1-8 所示为一条采用再流焊技术的最基本的 SMT 自动生产线设备配置，一般用于单面组装工艺。图 1-1-9 为 SMT 生产流程。

根据图 1-1-8 与图 1-1-9 就典型生产线所涉及的工位描述如下。

① 印刷：其作用是将焊膏或贴片胶漏印到 PCB 的焊盘上，为元器件的焊接做准备。所用设备为印刷机（钢网印刷机），位于 SMT 生产线的最前端。

② 点胶：它是将胶水滴到 PCB 的固定位置上，其主要作用是将元器件固定到 PCB 板上。所用设备为点胶机，位于 SMT 生产线的最前端或检测设备的后面。

③ 贴装：其作用是将表面组装元器件准确安装到 PCB 的固定位置上。所用设备为贴片机，位于 SMT 生产线中印刷机的后面。

④ 固化：其作用是将贴片胶熔化，从而使表面组装元器件与 PCB 牢固黏结在一起。所用设备为固化炉，位于 SMT 生产线中贴片机的后面。

⑤ 回流焊接：其作用是将焊膏熔化，使表面组装元器件与 PCB 牢固黏结在一起。所用设备为回焊炉，位于 SMT 生产线中贴片机的后面。

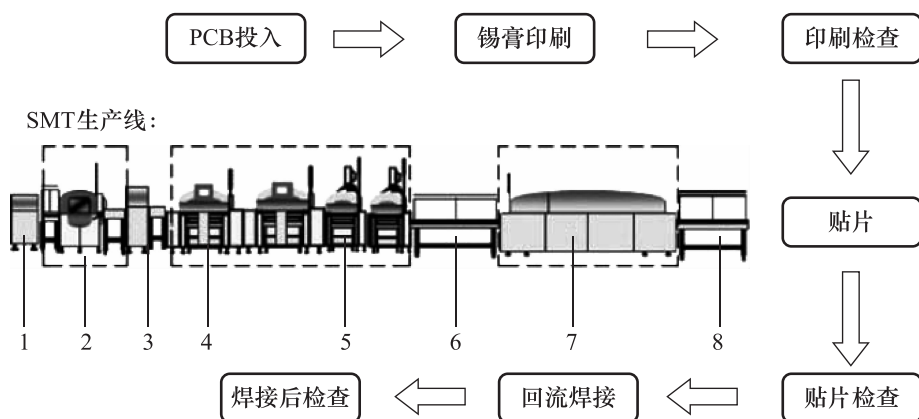


图 1-1-8 中小型 SMT 自动生产线设备配置平面方框示意图

- 1—自动上板装置；2—高精度全自动印刷机；3—缓冲带（检查工位）；
4—高速贴装机；5—高精度、多功能贴装机；6—缓冲带（检查工位）；
7—热风或热风 + 远红外再流焊炉；8—自动卸板装置

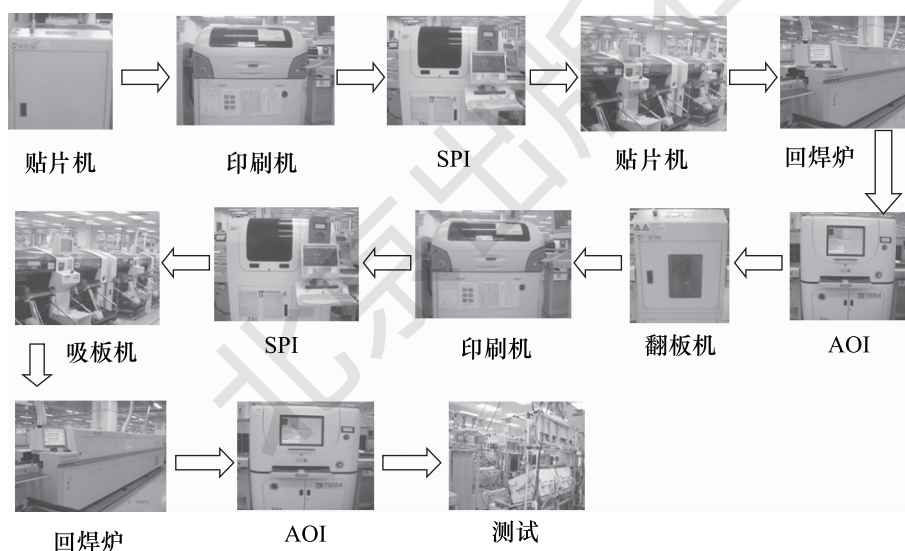


图 1-1-9 SMT 生产流程图

⑥ 清洗：其作用是将组装好的 PCB 上面的对人体有害的焊接残留物（如助焊剂等）除去。所用设备为清洗机，位置可以不固定，可以在线，也可不在线。

⑦ 测试：其作用是对组装好的 PCB 进行焊接质量和装配质量的测试。所用设备有放大镜、显微镜、在线测试仪（In - Circuit Tester, ICT）、飞针测试仪、自动光学检测仪（Automatic Optic Inspection, AOI）、X - ray 检测系统、功能测试仪等。位置根据检测的需要，可以配置在生产线合适的地方。

⑧ 返修：其作用是对检测出现故障的 PCB 进行返工。所用工具为烙铁，一般在返修工作站进行。

三大关键工序为：施加焊锡膏—贴装元器件—回流焊接。

(1) 施加焊锡膏。施加焊锡膏是将适量的焊膏均匀地施加在 PCB 的焊盘上 (图 1-1-10), 以保证贴片元器件与 PCB 相对应的焊盘在回流焊接时, 达到良好的电气连接并具有足够的机械强度。

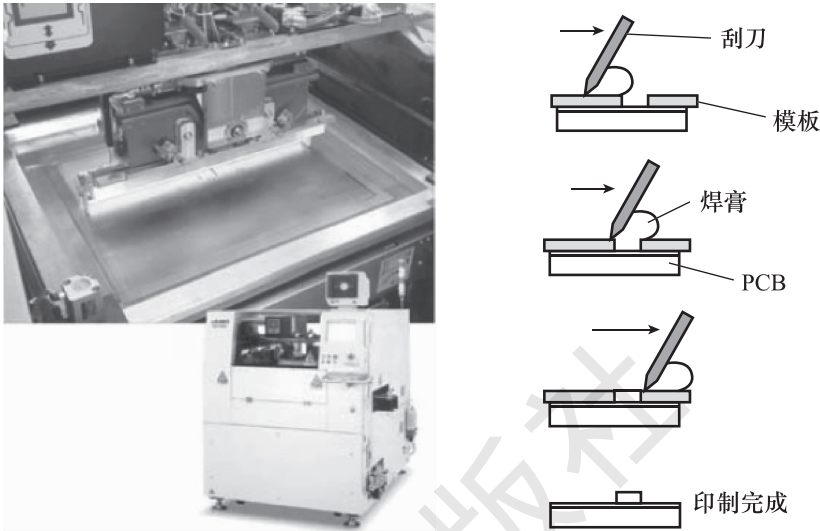


图 1-1-10 全自动印刷机实物图及印刷过程分解图

焊膏是由合金粉末、糊状焊剂和—些添加剂混合而成的, 具有一定黏性和良好触变特性的膏状体。常温下, 由于焊膏具有一定的黏性, 所以可将电子元器件粘贴在 PCB 的焊盘上。在倾斜角度不是太大, 也没有外力碰撞的情况下, 一般组件是不会移动的。当焊膏加热到一定温度时, 焊膏中的合金粉末熔融再流动, 液体焊料浸润元器件的焊端与 PCB 焊盘, 冷却后元器件的焊端与焊盘被焊料连接在一起, 形成电气与机械相连接的焊点。

焊膏由专用设备施加到焊盘上, 这些设备主要包括全自动印刷机、半自动印刷机、手动印刷台、半自动焊膏分配器等。对应的锡膏印刷方法见表 1-1-3。

表 1-1-3 锡膏印刷方法分类

施加方法	适用情况	优点	缺点
机器印刷	批量较大, 供货周期较短, 经费足够	大批量生产, 生产效率高	使用工序复杂, 投资较大
手动印刷	中小批量生产, 产品研发	操作简便, 成本较低	需人工手动定位, 无法进行大批量生产
手动滴涂	普通线路板的研切, 修补焊盘焊膏	无须辅助设备, 即可研发生产	只适用于焊盘间距在 0.6 mm 以上的组件

(2) 贴装元器件。贴装元器件是用贴片机 (图 1-1-11) 或手工将片式元器件准确地贴装到印好焊膏或贴片胶的 PCB 表面相应的位置。

贴装方法有两种, 其对比如表 1-1-4 所示。



图 1-1-11 JUKI KE-2060 贴片机

表 1-1-4 机器贴装与手动贴装的区别

贴装方法	适用情况	优点	缺点
机器贴装	批量较大，供货周期短	适合大批量生产	使用工序复杂，投资较大
手动贴装	中小批量生产，产品研发	操作简便，成本较低	生产效率依赖于操作人员的熟练程度

人工手动贴装所需的主要工具有：真空吸笔、镊子、IC 吸放对准器、低倍体视显微镜或放大镜等。

(3) 回流焊接。回流焊是通过重新熔化预先分配到 PCB 焊盘上的膏状软钎焊料，实现表面组装元器件焊端或引脚与 PCB 焊盘之间机械与电气连接的软钎焊(图 1-1-12)。

SMT 回流焊温度特性曲线如图 1-1-13 所示。其中，每个温区的功能和注意事项见表 1-1-5。回流焊方法分类介绍见表 1-1-6。

表 1-1-5 各温区的功能与注意事项

温区	功能	注意事项
预热区	将 PCB 的温度从室温提升到所需的活性温度	从室温到 100 ℃，升温速率在 (2 ~ 3) ℃/s，否则，太快，会引起热敏元件的破裂；太慢，会影响生产效率以及助焊剂的挥发

续表

温区	功能	注意事项
恒温区	1. 使 PCB、元件与 Pads 均匀吸热，减小它们之间的温差 2. 焊膏活性剂开始工作，去除管脚与 Pads 上面的氧化物 3. 保护管脚与 Pads 在高温环境下不再被氧化	1. 一定要平稳地升温 2. 恒温区太长或温度太高，活性剂会提前完成任务，容易导致虚焊、焊点发暗且伴有粒状物或锡珠
回流区	将 PCB 的温度从活性温度提高到所推荐的峰值温度，进行焊接	1. 时间太短，焊点不饱满 2. 时间太长，会产生氧化物和金属化合物，导致焊点不持久 3. 温度太高，残留物会被烧焦
冷却区	形成良好且牢固的焊点	1. 最好和回流区曲线成镜像关系 2. 冷却太快，焊点会脆化，不牢固

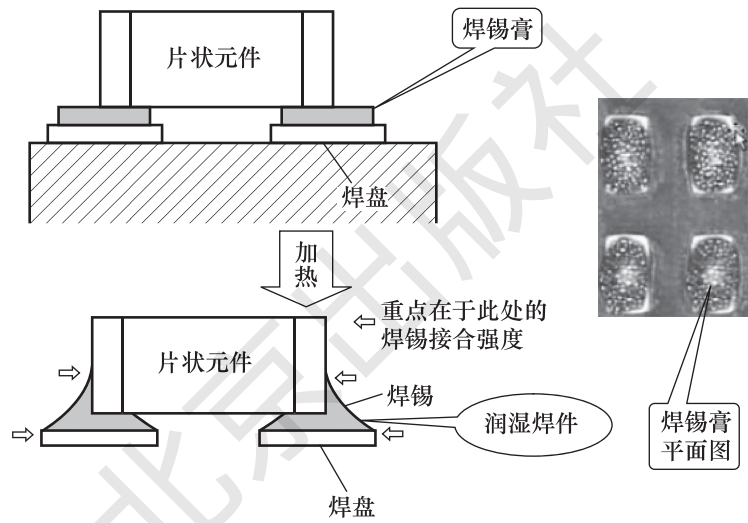


图 1-1-12 回流焊的焊接过程

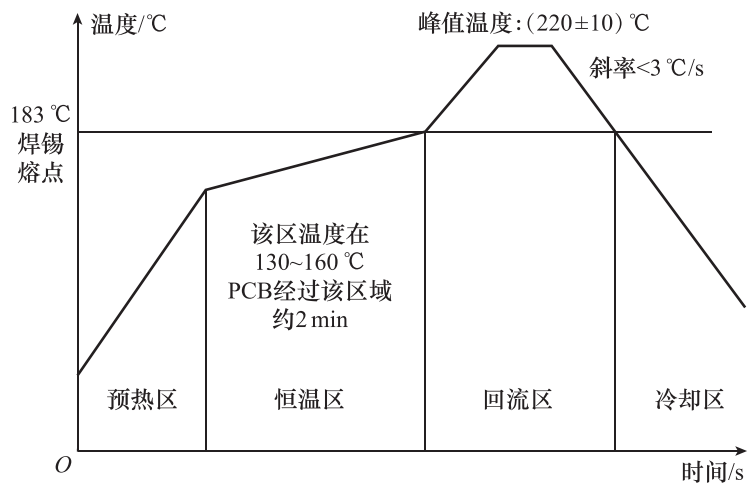


图 1-1-13 回流焊温度曲线

表 1-1-6 SMT 回流焊方法分类介绍

机器种类	加热方式	优点	缺点
红外回流焊	辐射传导	热效率高，温度陡度大，易控制温度曲线，双面焊时 PCB 上、下温度易控制	
热风回流焊	对流传导	温度均匀、焊接质量好	温度梯度不易控制
强制热风回流焊	红外 + 热风混合加热	结合红外和热风炉的优点，在产品焊接时，可得到优良的焊接效果	

回流焊作为 SMT 中的关键工序，设置合理的温度曲线是保证回流焊质量的关键。不合理的温度曲线会使 PCB 出现焊接不全、虚焊、组件翘立、焊锡球过多等焊接缺陷，影响产品质量。

SMT 是一项综合的系统工程技术，在各工序实施过程中，涉及范围包括基板、设计、设备、元器件、组装工艺、生产辅料和管理等。SMT 设备和 SMT 工艺对操作现场的要求是电压要稳定，防止电磁干扰，防静电，有良好的照明和废气排放设施，对操作环境的温度、湿度、空气清洁度等都有专门要求，操作人员也应经过专业技术培训。

三、SMT 的应用

通常，如果一个产品有如下要求，那么最好是选用 SMT：

- (1) 尺寸小、板面空间受限制。
- (2) 要求容纳大容量的存储器。
- (3) 能够接纳几个大型、高引脚数的复杂 IC，如 ASIC。
- (4) 能够在高频与高速下工作。
- (5) 对电磁兼容性要求高，抗 EMI 和 RFI。
- (6) 具有自动化大批量生产前景。

一般有 50 个以上元件的 SMT 板多采用 SMT 与通孔技术相结合，其混合度是产品性能、元件可获得性和成本的函数。目前常见的是 80% 的 SMT 与 20% 的通孔元件相混合，发展趋势是 SMT 的比例在不断增大，100% SMT 板越来越多。

1. SMT 在现代通信设备上的应用

21 世纪是信息时代，通信设备已经成为普通大众的必备用具，包括移动电话、电脑等各类电子产品已经层出不穷，而电子通信设备的研制开发也依赖于组装技术的进步。如今能够制造出各种体积小、功能强的现代通信设备，其中一个重要条件就是先进的电路组装技术即表面安装技术的应用。

2. SMT 在超标量处理器中的应用

超标量技术是指 CPU 在每个时钟周期内可以完成一条以上指令的并行执行技术。以超标量处理器为基础，引入 SMT，在基本不改变内部结构大小、不增加执行功能部件、沿用其大部分硬件资源的前提下，性能获得约 50% 的提升。然而，超标量处理器

中一些结构或资源（如执行部件、取指带宽等）的沿用会使得这些资源被过度利用，变成新的瓶颈。SMT 还有很大的改进空间，通过进一步优化 SMT 在超标量处理器中的应用规范，将会进一步提高处理器性能。

3. SMT 在航空航天上的应用

近年来，随着我国航天事业的蓬勃发展，航空航天器的研究也日趋多样化、智能化、高精化。SMT 具有使电子器件组装密度高、稳定性好等优点，因而在航天电子产品中得到了广泛应用。航天遥感器向小型化、智能化、高可靠、长寿命方向发展的趋势与 SMT 的特点相吻合，SMD/SMC 产品必然并应该成为我们设计时选择的产品。广泛推广和应用 SMT 及其产品必将把航天产品性能和质量提到更高的水平。

4. SMT 在雷达设备上的应用

雷达作为一种防空侦查设备，在制导、空中打击等方面具有重要的作用，而雷达工作环境的日渐恶化，防雷达武器的层出不穷，对雷达设备的研制提出了更多的要求。SMT 具备多种优点，其在雷达上的应用可以解决很多技术上的难题。质量轻、可靠性高的表面安装电路模块，使雷达整机更轻、更小，性能指标更优。

5. SMT 在智能断路器上的应用

断路器是一种能够对配电电路或其他用电设备实行通断操作并起保护作用的开关装置。断路器在保护电路，处理突发事件上起到了很大的作用。SMT 的应用推动了现代断路器智能化、小型化和多样化的发展。将 SMT 组装工艺应用到智能型断路器的生产制造中是一个必然趋势。

四、SMT 的特点

1. 组装密度高，电子产品体积小、质量轻（图 1-1-14）



图 1-1-14 1994 年的大哥大（700 g）与 2015 年的苹果 6 手机（172 g）

片式元器件比传统穿孔元器件所占面积和质量大为减小和减轻，贴片元件的体积与质量只有传统元件的 1/10 左右。一般地，采用 SMT 可使电子产品体积缩小 40% ~ 60%，质量减轻 60% ~ 80%。通孔安装技术元器件，它们按 2.54 mm 网格安装元件；而 SMT 组装元件网格从 1.27 mm 发展到目前 0.63 mm 网格，个别达到 0.5 mm 网格的安装元件，密度更高。例如，一个 64 端子的 DIP 集成块，它的组装面积为 25 mm × 75 mm；而同样端子采用引线间距为 0.63 mm 的方形扁平封装集成块（QFP），它的组装面积仅

为 $12\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ 。

2. 可靠性高、抗振能力强

由于 SMC/SMD 是无引线或短引线，又牢固地贴装在 PCB 表面上，片式元器件小而轻，抗振能力强，自动化生产程度高，因此其可靠性高、抗振能力强。一般不良焊点率小于 10%，比通孔插装元件焊波峰焊接技术低一个数量级，用 SMT 组装的电子产品平均无故障时间为 $2.5 \times 10^5\text{ h}$ ，目前 90% 的电子产品采用 SMT 工艺。

3. 高频特性好

由于 SMC/SMD 减小了引线分布特性的影响并在 PCB 表面上贴焊牢固，极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。采用片式元器件设计的电路最高频率达 3 GHz，而采用通孔元件仅仅为 500 MHz。采用 SMT 也可缩短传输延迟时间，可用于时钟频率为 16 MHz 以上的电路。若使用多芯模块 MCM 技术，计算机工作站的时钟频率可达 100 MHz，由寄生电抗引起的附加功耗可降低 $1/2 \sim 2/3$ 。

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、径向插装机、轴向插装机、编带机等），每一台机器都需要调整装配时间，维护工作量大。而 SMT 用一台贴片机，配置不同的料架和取放头，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。目前穿孔安装印制板要实现完全自动化，还需扩大 40% 原印制板面积，这样才能使自动插件的插装头将元件插入，若没有足够的空间间隙，将会损坏零件。而自动贴片机采用真空吸嘴吸放元件，真空吸嘴小于元件外形，可提高安装密度。事实上，小元件及小间距器件均采用自动贴片机进行生产，也实现了全线自动化。

当然，SMT 生产中也存在一些问题：

- (1) 元器件上的标称数值看不清楚，维修工作困难。
- (2) 维修调换器件困难，并需专用工具。
- (3) 元器件与印制板之间热膨胀系数一致性差。
- (4) 初始投资大，生产设备结构复杂，涉及技术面宽。

随着专用拆装及新型低膨胀系数印制板的出现，这些问题已不再是 SMT 发展的障碍。

5. 降低成本

SMT 使 PCB 布线密度增加、钻孔数目减少、面积变小、同功能的 PCB 层数减少，这些都使 PCB 的制造成本降低。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，降低了设备、人力费用。频率特性的提高降低了射频调试费用。电子产品体积缩小、质量减轻，降低了整机成本。焊接可靠性好，使返修成本降低。因此，一般电子产品采用 SMT 后，可使产品总成本降低 30% ~ 50%。

任务实施 > >

SMT 的工艺要求与特点

SMT 的工艺流程：领 PCB、贴片元件→贴片程式录入、轨道调节、炉温调节→上料→上 PCB→点胶（印刷）→贴片→检查→固化→检查→包装→保管。

其中各工序的工艺要求与特点如下：

(1) 生产前准备

清楚产品的型号、PCB 的版本号、生产数量与批号。

清楚元器件的数量、规格、代用料。

清楚贴片、点胶、印刷程式的名称。

有清晰的上料卡。

有生产作业指导卡并清楚指导卡内容。

(2) 转机时要求

确认机器程式正确。

确认每一个 Feeder 位的元器件与上料卡相对应。

确认所有轨道宽度和定位针在正确位置。

确认所有 Feeder 正确并且牢固地安装于料台上。

确认所有 Feeder 的送料间距正确。

确认机器上板与下板顺畅。

检查点胶量及大小、高度、位置是否适合。

检查印刷锡膏量、高度、位置是否适合。

检查贴片元件及位置是否正确。

检查固化或回流后是否产生不良品。

(3) 点胶

点胶工艺主要用于引线元件通孔插装（THT）与表面贴装（SMT）共存的贴插混装工艺。在整个生产工艺流程（图 1-1-7）中，印刷电路板（PCB）上一面的元件，从开始进行点胶固化，到最后进行波峰焊焊接，间隔时间较长，而且进行的其他工艺较多，元件的固化就显得尤为重要。

生产中易出现以下工艺缺陷：胶点大小不合格、拉丝、胶水浸染焊盘、固化强度不好易掉片等。因此进行点胶各项技术工艺参数的控制是解决问题的办法。点胶过程中的工艺控制如下。

① 点胶量的大小：根据工作经验，胶点直径应为焊盘间距的一半，贴片后胶点直径应为胶点直径的 1.5 倍。这就可以保证有充足的胶水来黏结元件又避免过多的胶水浸染焊盘。点胶量多少由点胶时间长短及点胶量来决定，实际中应根据生产情况（室温、胶水的黏性等）选择点胶参数。

② 点胶压力：目前，点胶机采用给点胶针头胶筒施加一个压力的方法来保证足够胶水挤出点胶嘴。压力太大易造成胶量过多；压力太小则会出现点胶断续漏点现象，从而造成缺陷。应根据同品质的胶水、工作环境温度来选择压力大小。环境温度高则会使胶水黏度变小、流动性变好，这时调低压力就可保证胶水的供给，反之亦然。

③ 点胶嘴大小：在实际工作中，点胶嘴内径应为点胶胶点直径的 $1/2$ ，点胶过程中，应根据 PCB 上焊盘大小来选取点胶嘴。如 0805 和 1206 的焊盘大小相差不大，可以选取同一种针头，但是对相差悬殊的焊盘就要选取不同的点胶嘴，这样既可以保证胶点质量，又可以提高生产效率。

④ 点胶嘴与 PCB 板间的距离：不同的点胶机采用不同的针头，点胶嘴有一定的止动度。每次工作开始应保证点胶嘴的止动杆接触到 PCB。

⑤ 胶水温度：环氧树脂胶水一般应保存在 $0 \sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰箱中，使用时应提前 0.5 h 拿出，使胶水温度与工作温度相符合。胶水的使用温度应为 $23 \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，环境温度对胶水的黏度影响很大，温度过低胶点会变小，出现拉丝现象。环境温度相差 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，会造成 50% 点胶量变化。因而对环境温度应加以控制，同时环境的湿度也应该给予保证，湿度小胶点易变干，影响黏结力。

⑥ 胶水的黏度：胶水的黏度直接影响点胶的质量。黏度大，则胶点会变小，甚至拉丝；黏度小，胶点会变大，进而可能浸染焊盘。点胶过程中，应对不同黏度的胶水选取合理的压力和点胶速度。

⑦ 固化温度曲线：对于胶水的固化，一般生产厂家已给出温度曲线。在实际生产中，应尽可能采用较高温度来固化，使胶水固化后有足够的强度。

⑧ 气泡：胶水一定不能有气泡。一个小小的气泡就会造成许多焊盘没有胶水，所以每次装胶水时应排空胶瓶里的空气，防止出现空打现象。

对于以上各参数的调整，应按由点及面的方式，因为任何一个参数的变化都会影响到其他方面。同时，缺陷的产生，可能是多个方面所造成的，应对可能的因素逐项检查，进而排除。总之，在生产中应该按照实际情况来调整各参数，既要保证生产质量，又要提高生产效率。

(4) 印刷

在表面贴装装配的回流焊接中，锡膏用于表面贴装元件的引脚或端子与焊盘之间的连接，有许多变量，如锡膏、丝印机、锡膏应用方法和印刷工艺过程。在印刷锡膏的过程中，基板放在工作台上，机械或真空夹紧定位，用定位销或视觉来对准，用模板进行锡膏印刷。在模板锡膏印刷过程中，印刷机是达到所希望的印刷品质的关键。

在印刷过程中，锡膏是自动分配的，印刷刮板向下压在模板上，使模板底面接触到电路板顶面。当刮板走过所腐蚀的整个图形区域长度时，锡膏通过模板、丝网上的

开孔印刷到焊盘上。在锡膏已经沉积时，丝网在刮板之后马上脱开，回到原地。这个间隔或脱开距离是设备设计所定的，为 $0.020 \sim 0.040 \text{ in}$ 。

脱开距离与刮板压力是达到良好印刷品质并与设备有关的两个重要变量。如果没有脱开，这个过程叫接触印刷。当使用全金属模板和刮刀时，使用接触印刷。非接触印刷用于柔性的金属丝网。

为了实现良好的印刷效果，必须有正确的锡膏材料（黏度、金属含量、最大粉末尺寸和尽可能低的助焊剂活性）、正确的工具（印刷机、模板和刮刀）和正确的工艺过程（良好的定位、清洁擦拭）相结合。要根据不同的产品，在印刷程序中设置相应的印刷工艺参数，如工作温度、压力、刮刀速度、模板自动清洁周期等，同时要制定严格的工艺管理制度及工艺规程。

① 严格按照指定品牌在有效期内使用焊膏，平时焊膏保存在冰箱中，使用前要求置于室温 6 h 以上，之后方可开盖使用，用后的焊膏单独存放，再用时要确定品质是否合格。

② 生产前操作者使用专用不锈钢棒搅拌焊膏使其均匀，并定时用黏度测试仪对焊膏黏度进行抽测。

③ 当日、当班印刷首块印刷板或设备调整后，要利用焊膏厚度测试仪对焊膏印刷厚度进行测定，测试点选在印刷板测试面的上下、左右及中间等 5 点，记录数值，要求焊膏厚度范围在模板厚度 $-10\% \sim +15\%$ 之间。

④ 在生产过程中，对焊膏印刷质量进行 100% 的检验，主要内容为焊膏图形是否完整、厚度是否均匀、是否有焊膏拉尖现象。

⑤ 当班工作完成后按工艺要求清洗模板。

⑥ 在印刷试验或印刷失败后，印制板上的焊膏要求用超声波清洗设备进行彻底清洗并晾干，或用酒精及高压气清洗，以防止再次使用时由于板上残留的焊膏引起回流，焊后出现焊球等现象。

(5) 贴装

贴装前应进行下列项目的检查：

元器件的可焊性、引线共面性、包装形式；

PCB 尺寸、外观、翘曲、可焊性、阻焊膜（绿油）；

料站的元件规格核对；

是否有手补件或临时不贴件、加贴件；

Feeder 与元件包装规格是否一致。

贴装时应检查的项目：

检查所贴装元件是否有偏移等缺陷，对偏移元件进行调校；

检查贴装率，并对元件与贴片头进行监控。

(6) 固化、回流

在固化、回流工艺里最主要的是控制好固化、回流的温度曲线，即固化、回流条件，正确的温度曲线将保证高品质的焊接锡点。在回流炉里，其内部对于我们来说是一个黑箱，我们不清楚它内部发生的事情，这就给我们制订工艺带来重重困难。为了克服这些困难，在 SMT 行业里普遍采用温度测试仪得出温度曲线，再参考该曲线更改工艺。

温度曲线是施加于电路装配上的温度对时间的函数，当在笛卡儿平面作图时，回流过程中在任何给定的时间上，代表 PCB 上一个特定点上的温度形成一条曲线。

影响曲线形状的参数中最关键的是传送带速度和每个区的温度设定。带速决定机板暴露在每个区所设定的温度下的持续时间，增加持续时间可以使电路装配有更多时间接近该区的温度设定。每个区所花的持续时间总和决定总共的处理时间。

每个区的温度设定影响 PCB 的温度上升速度，高温在 PCB 与区的温度之间产生一个较大的温差。增加区的设定温度允许机板更快地达到给定温度。因此，必须作出一个图形来决定 PCB 的温度曲线。接下来是这个步骤的轮廓，用以产生和优化图形。

需要下列设备和辅助工具：测温仪、热电偶、将热电偶附着于 PCB 的工具和锡膏参数表。测温仪一般分为两种：一种是实时测温仪，即时传送温度、时间数据并作出图形；另一种则是采样储存数据，然后上传至计算机。

使用高温焊锡如银、锡合金，将热电偶附着于 PCB，焊点尽量小；或用少量的热化合物（也叫热导膏或热油脂）斑点覆盖住热电偶，再用高温胶带（如 Kapton）粘住附着于 PCB。附着的位置也要选择，最好是将热电偶尖附着在 PCB 焊盘和相应的元件引脚或金属端之间，如图 1-1-15 所示。

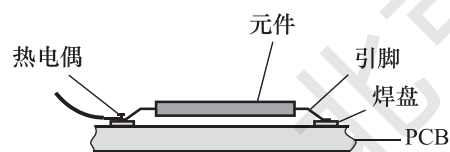


图 1-1-15 热电偶尖附着在 PCB 上示意图

锡膏特性包含所希望的温度曲线持续时间、锡膏活性温度、合金熔点和所希望的回流最高温度。

①理想的温度曲线

理论上理想的温度曲线由四部分或区间组成，前面三个区加热、最后一个区冷却。炉的温区越多，温度曲线的轮廓越准确，也越接近设定（图 1-1-16）。

预热区，用来将 PCB 的温度从周围环境温度提升到所需的活性温度。其温度以不超过 $2 \sim 5 \text{ }^{\circ}\text{C/s}$ 的速度连续上升，温度升得太快会引起某些缺陷，如陶瓷电容的细微裂纹；而温度上升太慢，锡膏会感温过度，没有足够的时间使 PCB 达到活性温度。炉的预热区一般占整个加热通道长度的 25% ~ 33%。

活性区，有时叫作干燥或浸湿区，该区一般占加热通道长度的 33% ~ 50%，有两个功能。第一个功能是使 PCB 在相当稳定的温度下感温，使不同质量的元件具有相同温度，减小它们之间的温差；第二个功能是允许助焊剂活性化，使挥发性的物质从锡

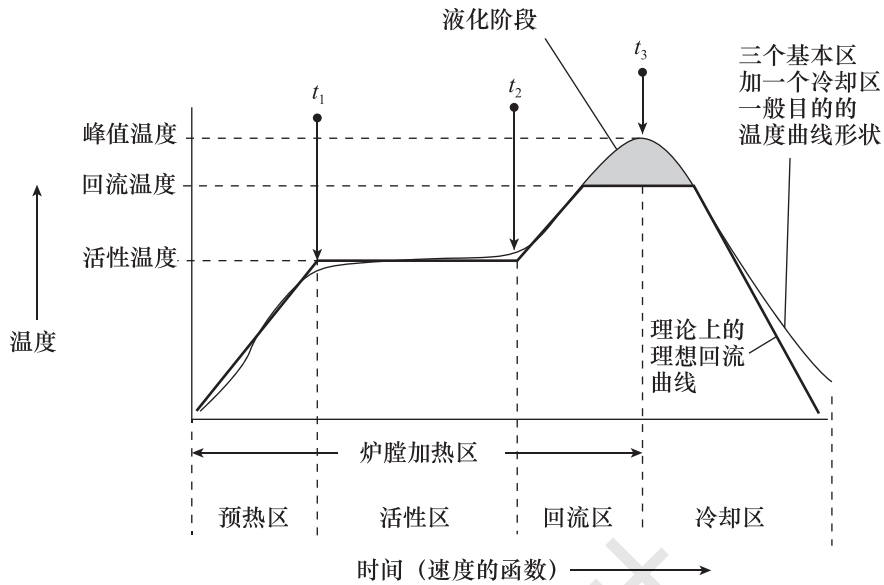


图 1-1-16 理想的温度曲线

膏中挥发。一般普遍的活性温度范围是 $120 \sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，如果活性区的温度设定太高，则助焊剂没有足够的时间活性化。因此理想的曲线要求相当平稳的温度，这样可使 PCB 的温度在活性区开始和结束时是相等的。

回流区，其作用是将 PCB 装配的温度从活性温度提高到所推荐的峰值温度。典型的峰值温度范围是 $205 \sim 230\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。该区的温度设定太高会引起 PCB 的过分卷曲、脱层或烧损，并损害元件的完整性。

理想的冷却区曲线应该和回流区曲线成镜像关系。越是靠近这种镜像关系，焊点达到固态的结构越紧密，得到的焊接点质量越高，结合完整性越好。

②实际温度曲线

在按典型 PCB 回流区间温度设定（表 1-1-7）后，给回流炉通电加热，当设备监测系统显示炉内温度稳定时，利用温度测试仪进行测试以观察其温度曲线是否与预定曲线相符，若不相符则进行各温区的温度的重新设置及炉子参数的调整，达到正确的温度为止。这些参数包括传送速度、冷却风扇速度、强制空气冲击和惰性气体流量。

表 1-1-7 典型 PCB 回流区间温度设定

区间	区间温度设定	区间末实际板温
预热	$210\text{ }^{\circ}\text{C}$	$140\text{ }^{\circ}\text{C}$
活性	$180\text{ }^{\circ}\text{C}$	$150\text{ }^{\circ}\text{C}$
回流	$240\text{ }^{\circ}\text{C}$	$210\text{ }^{\circ}\text{C}$

以下是一些不良的回流曲线类型（图 1-1-17 ~ 图 1-1-20）：

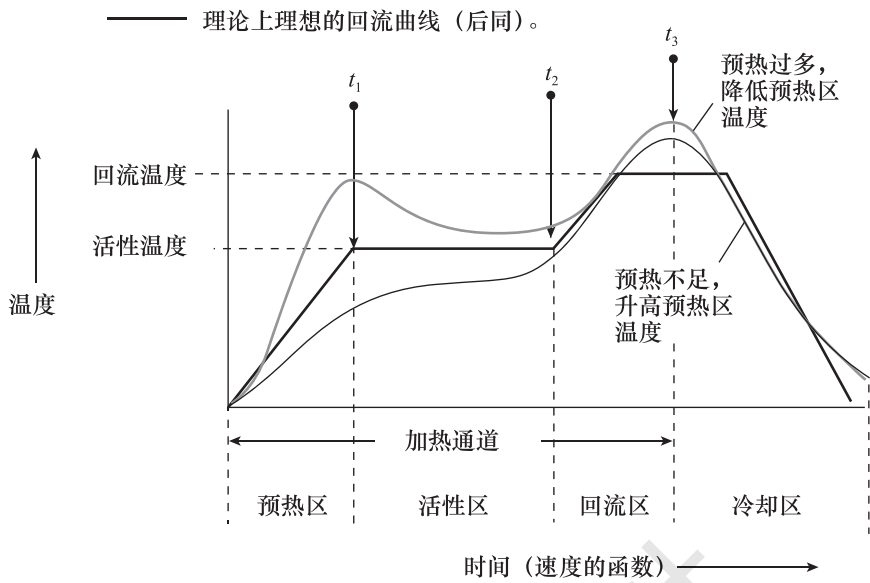


图 1-1-17 预热不足或过多的回流曲线

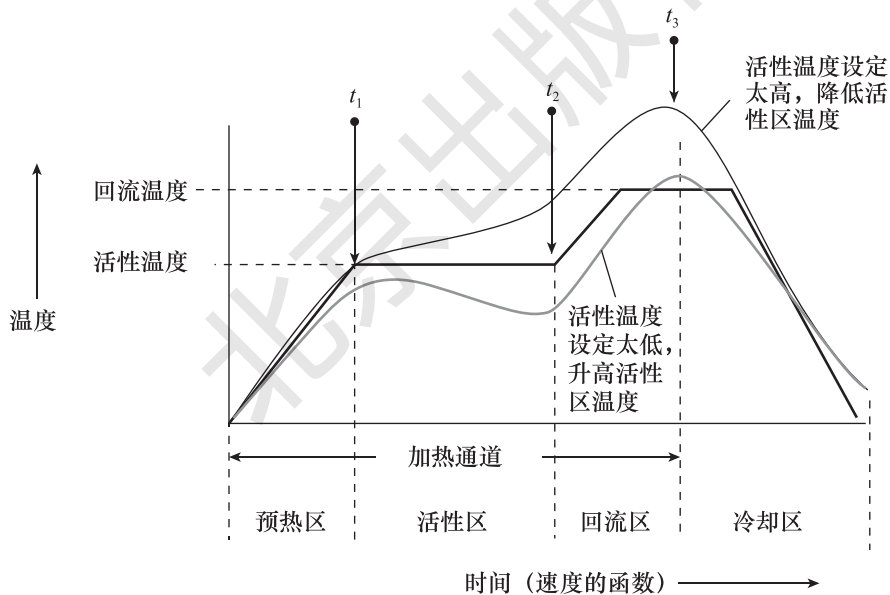


图 1-1-18 活性区温度设定太高或太低的回流曲线

当最后的曲线图与所希望的图形吻合度最高时，应该把炉的参数记录或储存下来以备后用。虽然这个过程开始很慢且费力，但最终可以熟练并提高速度，得到高品质的 PCB 的高效率的生产。

③回流焊主要缺陷分析

锡珠：丝印孔与焊盘不对位，印刷不精确，使锡膏弄脏 PCB；锡膏在氧化环境中暴露过多、吸收空气中水分太多；加热不精确，太慢并且不均匀；加热速率太快并且预热

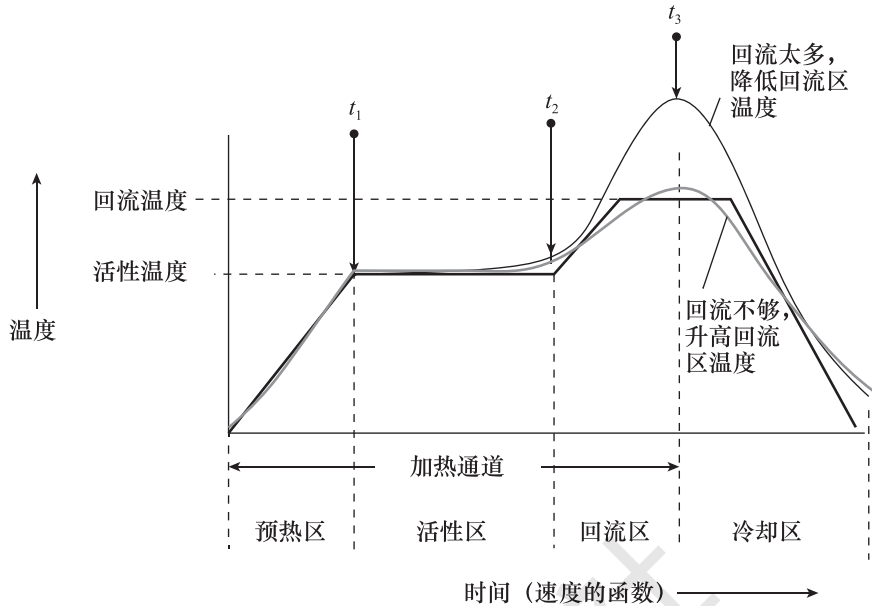


图 1-1-19 回流太多或不够的回流曲线

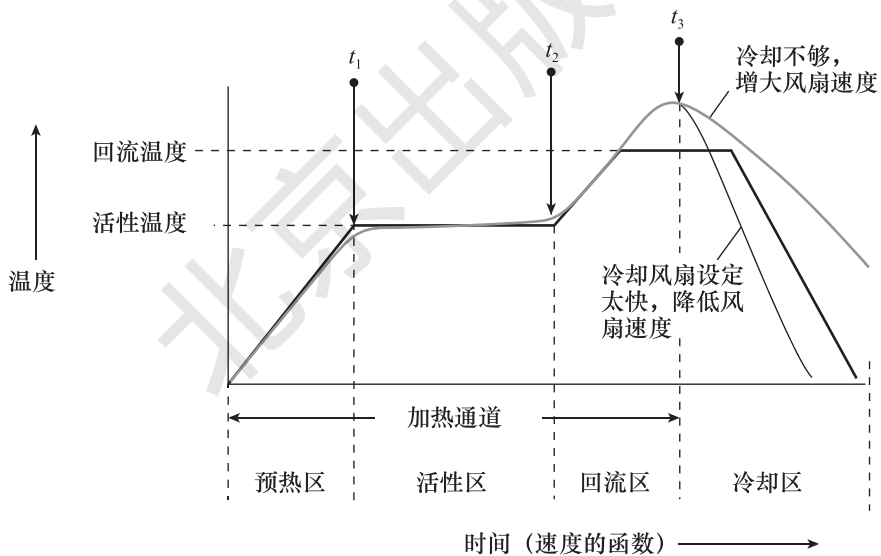


图 1-1-20 冷却过快或不够的回流曲线

区间太长；锡膏干得太快；助焊剂活性不够；太多小颗粒锡粉；回流过程中助焊剂挥发性不适当。锡珠的工艺认可标准是：当焊盘或印制导线之间的距离为 0.13 mm 时，锡珠直径不能超过 0.13 mm，或者在 600 mm² 范围内不能出现超过 5 个锡珠的现象。

锡桥：一般来说，造成锡桥的原因是锡膏太稀，包括锡膏内金属或固体含量低、摇溶性低、锡膏容易炸开、锡膏颗粒太大、助焊剂表面张力太小，也可能是焊盘上锡膏太多，回流温度峰值太高等。

开路：锡膏量不够，元件引脚的共面性不够，锡膏流动性不好，锡膏太稀引起锡流失，引脚吸锡（像灯芯草一样）或附近有连线孔。引脚的共面性对密间距和超密间距引脚元件特别重要。一个解决方法是在焊盘上预先上锡。引脚吸锡可以通过放慢加热速度和底面加热多、上面加热少来预防，也可以用一种浸湿速度较慢、活性温度高的助焊剂或者用一种锡铅不同比例的阻滞熔化的锡膏来减少引脚吸锡。

(7) 检查、包装

为了达到百分之百的合格率，我们必须对每一个 PCBA 进行检查。

检查重点项目：PCBA 的版本号是否为更改后的版本，是否保证元器件使用代用料或指定厂商、品牌的元器件，IC、二极管、三极管、钽电容、铝电容、开关等元器件的方向是否正确。

焊接后的缺陷：短路、开路、掉件、假焊。

包装是为了把 PCBA 安全地运送到客户（下一工序）的手上。要保证运输途中 PCBA 的安全，就要有可靠的包装以进行运输。目前所采用的包装有：用胶袋包装后竖直堆放于胶盆；使用专用的架（定做或设备商提供）存放；客户指定的包装。不管使用哪种包装均要求对包装箱作明确的标识，该标识必须包含下列内容：产品名称及型号、产品数量、生产日期、检验人。

在 SMT 贴装过程中，难免会遇上某些元器件使用人工贴装的方法。人工贴装时要注意下列事项：避免将不同的元器件混在一起；切勿让元器件受到过度的拉力和压力；转动元器件时应夹着主体，不应夹着引脚或焊接端；放置元器件时应使用清洁的镊子；不使用丢掉的或标识不明的元器件；使用清洁的元器件；小心处理可编程装置，避免导线损坏。

任务拓展 > >

一、SMT 的产生背景

近年来，电子应用技术的发展表现出三个显著的特征。

(1) 智能化：使信号从模拟量转换为数字量，并用计算机进行处理。

(2) 多媒体化：从文字信息交流向声音、图像信息交流的方向发展，使电子设备更加人性化，更加深入人们的生活与工作。

(3) 网络化：用网络技术把独立系统连接起来，高速、高频的信息传输使整个单位、地区、国家乃至全世界实现资源共享。这种发展趋势和市场需求对电路组装技术提出了如下要求：一是密度化，即单位体积电子作品处理信息量的提高；二是高速化，即单位时间内处理信息量的提高；三是标准化，即用户对电子产品多元化的需求，使少量品种的大批量生产转化为多品种产品小批量的生产，这样必然对元器件及装配手段提出更高的标准化要求。这些要求迫使对在通孔基板 PCB 上插装电子元器件的工艺

方式进行革新，从而导致电子产品的装配技术全方位地转向 SMT。

二、SMT 的发展趋势

随着电子技术和通信技术的发展，电子产品的体积越来越小，市场要求电子元器件的尺寸规格也越来越小，使得传统的电子产品焊接设备已无法满足需求，SMT 应运而生。生产者对 SMT 工艺的应用水平直接影响到电子产品的焊接质量，也直接影响到电子产品的性能与质量。

1. 表面贴装设备的发展趋势

表面组装技术中，SMT 设备的更新和发展代表着表面组装技术的水平，面向新世纪的 SMT 设备将向着高效、柔性和环保方向发展。

(1) 高效的 SMT 设备

高效的 SMT 设备在向改变结构和提高性能的方向发展。

在结构上向双路送板模式和多工作头、多工作区域发展。为了提高生产效率，尽量减少生产占地面积。新型的 SMT 设备正从传统的单路 PCB 输送向双路 PCB 的输送结构发展。贴装工作头结构在向多头结构和多头联动方向发展，如富士公司的 QP132E 采用了 16 个工作头联动的结构。印刷机、贴片机、回流焊机等都有双路结构的设备，这将使生产效率得到较大的提高。

在性能上，贴片机正向高速、高精度、多功能和智能化方向发展。一直以来，贴片机的贴装速度与贴装精度、贴装功能是相对矛盾的，新型贴片机一直在向高速、高精度、多功能方向努力发展。由于表面安装元器件（SMC/SMD）的不断发展，其封装形式也在不断变化，新的封装不断出现，如 GBA、FC、CSP 等，所以对贴片机的性能要求越来越高。

一些公司的贴片机为了提高贴装速度采用了“飞行检测”技术。在贴片机工作时，贴片头吸片后边运行边检测，以提高贴片机的贴装速度。通常“飞行检测”多用于片式元件和小规模的集成电路，因此许多机器贴片式元件的速度将加快，而贴片型的集成电路的速度减慢。新型贴片机将视觉系统与贴片头配置在一起，提高了对较大集成电路的贴装速度。例如，Europlacer 的贴片机在其旋转工作头的旁边加有视觉系统，当第一个吸嘴吸起元器件后，第二个吸嘴吸元器件的同时，第一个元器件已送到视觉系统进行检测，这样不仅缩短了工作头的贴片时间，而且增强了贴装功能，因而用它贴片式元件和贴集成电路速度是一样的，这就模糊了高速机与高精度机的概念。

德国 SIMENS 公司在其新的贴片机上引入了智能化控制，可以使贴片机保持较高的产能并有最低失误率，在机器上装置 FC Vision 模块和 Flux Dispenser 等以满足 FC 的贴装需要。

日本 YAMAHA 公司在新推出的 YV-88X 机型中引入了双组旋转贴片头和数码摄像头，不但提高了集成电路的贴装速度，而且保证了较好的贴装精度。

韩国 Mirae 的贴片机在驱动装置上采用了线性马达和悬浮技术,使得机器在运行时噪声低、振动小。

新一代贴片机的贴片速度有了较大的提高,富士的 QP132E 贴片速度可达每小时 13.3 万片,飞利浦的 FCM Base II 贴片速度可达每小时 9.6 万片,西门子的 HS-50 贴片速度可达每小时 5 万片。

(2) 柔性模块化的 SMT 设备

为了提高适应性和使用效率,新型贴片机向柔性贴装系统和模块化结构发展。日本富士公司的多功能贴片机 QP242E 一改贴片机的传统概念,将贴片机分为控制主机和功能模块机,可以根据用户的不同需要,由控制主机和功能模块机柔性组合来满足用户的需要。模块机有不同的功能,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。

模块化发展还体现在功能模块组件方面,这种发展是将贴片机的主机制成标准设备,装有统一的标准机座平台和通用的用户接口,将点胶贴片的各种功能制成功能模块组件,以满足用户需要的、新的功能要求。例如,美国环球贴片机,在从点胶到贴片的功能互换时,只需要将点胶组件与贴片组件互换即可。这种设备适合多任务、多用户、投产周期短的加工企业。

(3) 环保型的 SMT 设备

随着人们对环保要求的不断提高,一些环保型的 SMT 设备随之出现,如富士公司的 NP133E 采用立式旋转头设计,实现了较低的噪声控制。ERSA 新型的波峰焊接机配置了一个在惰性气体环境内工作的超声波系统,以取代助焊剂装置。在焊接前,PCB 和元器件表面的氧化物由该系统产生的声呐气窝效应来去除。这就从根本上去除了生产中助焊剂带来的污染,因此也就避免了清洗带来的二次污染。SOTEC 公司的波峰焊接机,为了减少工作过程中热熔铅及助焊剂对环境的污染而采用了热熔铅及助焊剂过滤装置等。

2. 表面组装 PCB 的发展趋势

电子产品的小型化、轻量化、功能多样化是 SMB (Surface Mount Board, 表面贴装电路板) 发展的动力和源泉,其典型实例有手机、笔记本电脑。特别是以 CSP/BGA 为主要代表的芯片级基板制造以及 COB、FC 裸芯片级组装技术,更是推动 SMB 制造技术向着以下方向发展。

(1) 高精度。

(2) 高密度。当前世界先进水平线宽 0.06 mm,间距 0.08 mm,最小孔径 0.1 mm。

(3) 超薄型多层 PCB,介质层厚度仅 0.06 mm (6 层板的厚度只有 0.45 ~ 0.6 mm)。

(4) 积层式多层板 (BUM)。它是一种具有埋孔和盲孔,孔径 ≤ 0.10 mm、孔环

宽 $\leq 0.25\text{ mm}$ ，导线宽度和间距为 0.1 mm 或更小的积层式薄型高密度互连的多层板。当前世界先进水平达 $30\sim 50$ 层。

(5) 挠性板的应用不断增多。

(6) 陶瓷基板在 MCM 和 SIP 中被广泛应用。

(7) 随着电子产品向短、小、轻、薄和多功能方向的发展，PCB 的尺寸不断缩小，厚度越来越薄，层数不断增加，布线密度越来越高，使 PCB 制造难度也与日俱增。

(8) 表面涂（镀）层要满足高密度、无铅要求。

3. SMT 的产业发展

作为信息时代制造技术最先进、最活跃的 SMT 产业，具有以下“四化”“三制造”发展趋势。其中“四化”是指：

(1) 制造专业化

① 设备投资规模大，技术更新速度快，小规模制造厂商盈利空间越来越小。

② EMS (Electronic Manufacturing Services, 电子制造服务) 应运而生，将经营品牌、市场营销与制造分离，专业从事制造。

③ EMS 要制造出高性能、低成本的产品，还要提供物流等服务，参与前端设计。对 EMS 的战略、组织和控制能力都提出了挑战。

(2) 产业全球化

① 产品设计和开发的国际合作。

② SMT 企业在世界范围内的重组与集成，如动态联盟。

③ 制造资源的跨地区、跨国家的协调、共享和优化利用。

④ 产业全球化的体系结构。

(3) 过程智能化

① 智能制造是一种由智能机器和专家共同组成的人机一体化智能系统，它在制造过程中能进行智能活动，诸如分析、推理、判断、构思和决策等。智能制造技术将部分地取代专家在制造过程中的脑力劳动，实现制造过程的优化。

② 未来制造业将由“I2”来标识，即 Integration（集成）和 Intelligence（智能）。

(4) 企业网络化

① 企业内部的网络化，实现制造过程的集成。

② 企业与制造环境的网络化，实现制造环境与企业中工程设计、管理信息系统等各系统的集成。

③ 企业与企业间的网络化，实现企业间的资源共享、组合与优化利用。

④ 通过网络，实现异地制造。

“三制造”是指：

(1) 敏捷制造，又叫柔性制造

- ① 柔性：包括机器、流程、人、组织的运行柔性和扩展柔性等。
- ② 重组能力：能实现快速重组重构，增强对市场、新产品开发的快速响应能力。
- ③ 快速化的集成设计和制造技术：如集成设计法。

(2) 虚拟制造

又称拟实制造，它是以制造技术和计算机技术支持的系统建模技术和仿真技术为基础，集现代制造工艺、计算机图形学、并行工程、人工智能、人工现实技术和多媒体技术等多种高新技术为一体，由多学科知识形成的一种综合系统技术。它将现实制造环境和制造过程通过建立系统模型映射到计算机及其相关技术所支撑的虚拟环境中，在虚拟环境下模拟现实制造环境和制造过程，并对产品制造及制造系统的行为进行预测和评价。

(3) 绿色制造

- ① SMT 的发展必须以实现人与自然的和谐发展为前提，达到可持续发展要求。
- ② 绿色制造不仅要解决生产过程的污染和资源浪费问题，更重要的是要为社会提供在全寿命周期内没有污染、节约资源的各类产品。
- ③ 绿色制造涉及范围非常广。主要有“五绿”：绿色设计、绿色材料、绿色工艺、绿色包装和绿色处理。
- ④ 绿色制造是通向国际市场的通行证，是目前和将来制造业应该予以充分考虑和重视的一个重大问题。

任务小结 > >

1. SMT 通常由表面组装元器件技术、组装基板技术、组装材料技术、组装设计技术、组装设备技术、组装工艺技术等构成。SMT 广泛运用于生产生活中，目前正朝着智能化、小型化和多样化方向发展。
2. SMT 的特点鲜明，主要有集成化高、高频特性好、可靠性高、易于自动化、生产成本低等。
3. 在实际选用 SMT 工艺时还要对组装技术、应用规范、使用环境等方面有较全面的考虑。

任务评价 > >

本任务评价根据知识的学习和任务的完成情况进行考核评价，注重过程的考核，根据任务中各项完成的主体不同，可进行自评、互评和教师考核评价，任务评价表如下所示。

考核评价表

评价项目	分值	自评	互评	教师评价
SMT 的定义、构成、类型	10			
SMT 的特点	15			
SMT 的应用	15			
SMT 的工艺流程	15			
SMT 的发展趋势	15			
任务报告书	15			
协作与讨论	15			
总评				

单元测试

一、填空题

1. SMT 的英文全称是_____，中文含义为_____。
2. SMT 主要由_____、_____、_____、_____、_____和_____六部分构成。
3. 表面贴装技术的优点有_____、_____、_____、_____等。
4. SMT 的组装方式可以分为_____、_____、_____三种类型。
5. _____是表面组装技术的主要工艺技术。

二、选择题（把正确的答案写在括号内）

1. 早期的表面贴装技术源自于（ ）的军用及航空电子领域。
- A. 20 世纪 50 年代
- B. 20 世纪 60 年代中期
- C. 20 世纪 20 年代
- D. 20 世纪 80 年代
2. SMT 和传统插装技术相比，有哪些优点？（ ）
- A. 组装密度高，元件体积小，质量轻
- B. 可靠性不高，抗振能力不强，焊点缺陷率高
- C. 高频特性不好，减少了电磁和射频干扰
- D. 不易于实现自动化，不易提高生产效率
3. SMT 常见不良现象有哪些？（ ）
- A. 空焊 B. 少锡 C. 缺件 D. 短路

4. 典型表面组装方式包括 ()。

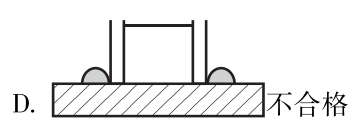
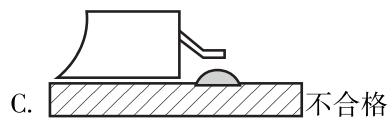
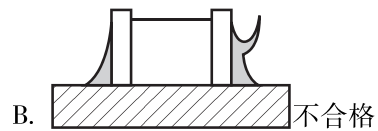
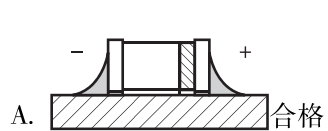
A. 单面组装

B. 双面组装

C. 单面混装

D. 双面混装

5. 对于以下焊接缺陷描述正确的是 ()。



北京出版社