

电子信息工程技术专业校企合作特色教材

现代电子制造技术

丘社权 主编

章志新 副主编

徐超 韦伯飞 主 审

广东交通职业技术学院

合作企业：国光电器股份有限公司

电子信息工程技术专业校企合作特色教材

现代电子制造技术

丘社权 主编

章志新 副主编

徐超 韦伯飞 主 审

广东交通职业技术学院

合作企业：国光电器股份有限公司

电子信息工程技术专业校企合作特色教材

现代电子制造技术

丘社权 主编

章志新 副主编

徐超 韦伯飞 主 审

广东交通职业技术学院

合作企业：国光电器股份有限公司

电子信息工程技术专业校企合作特色教材

现代电子制造技术

丘社权 主编

章志新 副主编

徐超 韦伯飞 主 审

广东交通职业技术学院

合作企业：国光电器股份有限公司

原
书
缺
页

原
书
缺
页

第一章 现代电子制造技术

随着社会的不断进步，各式各样的电子产品进入各个领域，使整个社会的工作环境、生活环境发生了深刻变化。在电子产品的生产制造中涌现出了集成电路技术、穿孔插装技术（THT）、表面组装技术（SMT）等先进制造技术。其中表面组装技术（SMT）近年来在我国发展迅猛。

1.1 集成电路技术

1.1.1 集成电路

集成电路（integrated circuit）是一种微型电子器件或部件。采用一定的工艺，把一个电路中所需的晶体管、二极管、电阻、电容和电感等元件及布线互连一起，制作在一小块或几小块半导体晶片或介质基片上，然后封装在一个管壳内，成为具有所需电路功能的微型结构；其中所有元件在结构上已组成一个整体，使电子元件向着微小型化、低功耗和高可靠性方面迈进了一大步。

1.1.2 集成电路的特点

集成电路具有体积小，重量轻，引出线和焊接点少，寿命长，可靠性高，性能好等优点，同时成本低，便于大规模生产。它不仅在工、民用电子设备如收录机、电视机、计算机等方面得到广泛的应用，同时在军事、通讯、遥控等方面也得到广泛的应用。用集成电路来装配电子设备，其装配密度比晶体管可提高几十倍至几千倍，设备的稳定工作时间也可大大提高。

1.1.3 集成电路的分类

按功能结构分类

集成电路，又称为 IC，可以分为模拟集成电路、数字集成电路和数/模混合集成电路三大类。

按制作工艺分类

集成电路可分为半导体集成电路和膜集成电路。膜集成电路又分类厚膜集成电路和薄膜集成电路。

按集成度高低分类

集成电路按集成度高低的不同可分为：

SSI 小规模集成电路 (Small Scale Integrated circuits)

MSI 中规模集成电路 (Medium Scale Integrated circuits)

LSI 大规模集成电路 (Large Scale Integrated circuits)

VLSI 超大规模集成电路 (Very Large Scale Integrated circuits)

ULSI 特大规模集成电路 (Ultra Large Scale Integrated circuits)

GSI 巨大规模集成电路也被称作极大规模集成电路或超特大规模集成电路 (Giga Scale Integration)。

按导电类型分类

集成电路可分为双极型集成电路和单极型集成电路，它们都是数字集成电路。

双极型集成电路的制作工艺复杂，功耗较大，代表集成电路有 TTL、ECL、HTL、LST-TL、STTL 等类型。单极型集成电路的制作工艺简单，功耗也较低，易于制成大规模集成电路，代表集成电路有 CMOS、NMOS、PMOS 等类型。

按用途分类

集成电路可分为电视机用集成电路、音响用集成电路、影碟机用集成电路、录像机用集成电路、数字信号处理集成电路、伺服集成电路、电动机驱动集成电路等。

按应用领域分

集成电路可分为标准通用集成电路和专用集成电路。

按外形分

集成电路可分为圆形（金属外壳晶体管封装型，一般适合用于大功率）、扁平型（稳定性好，体积小）和双列直插型。

1.1.4 集成电路产业

集成电路产业包括设计、芯片制造、封装测试三个分支产业，还包括集成电路设备制造、关键材料生产等相关支撑产业。

1.2 穿孔插装技术 (THT)

1.2.1 穿孔插装技术

穿孔插装技术 (Through Hole PackagTechnology), 简称 THT。这是一种将元器件的引脚插入印制电路板的通孔中，然后在电路板的引脚伸出面上进行焊接的插装技术。

1.2.2 穿孔插装技术的特点

- 1、连接焊点牢固，工艺简单并可手工操作。
- 2、产品体积大、重量大，难以实现双面组装等特点。

1.2.3 穿孔插装的自动化

早期穿孔插装技术主要应用在劳动密集型的电子产品生产制造中，随着社会的发展，劳动力成本越来越高，逼使穿孔插装技术朝自动化方向发展，自动成型机、自动插装机、波峰焊机构成 THT 自动生产线，产能大幅提高。

1.3 表面组装技术(SMT)

1.3.1 表面组装技术(SMT)

与传统电子制造技术相比较，现代电子制造技术具有多学科交叉综合：机、光、电，材、力、化、控、计、网、管等；高起点，高精度；多种高新技术集成：精密加工、特种加工、特种焊接、精密成形。表面组装技术(SMT)是现代电子制造技术的重要组成部分。

表面组装技术，英文称之为“Surface Mount Technology”，简称 SMT，它是指用自动组装设备将片式化、微型化的无引脚或短引线表面组装元件/器件（简称 SMC/SMD，常称片状元器件）直接贴、焊到印制线路板（PCB）表面或其它基它基板的表面规定位置上的一种电子联装技术。图 1-3-1 为表面组装技术示意图。由 SMT 技术组装形成的电子电路模块或组件被称为表面组装组件（SMA）。

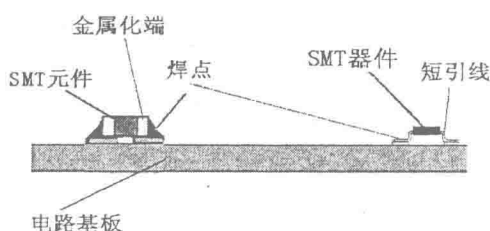


图 1-3-1 表面组装技术示意图

1.3.2 SMT 的特点

SMT 与 THT 比较有很大的区别，如图 1-3-2 所示，呈现出如下特点：

- (1) 组装密度高、产品体积小、重量轻。一般体积缩小 40%~90%，重量减轻 60%~90%；成本上降低 30%~50%
- (2) 可靠性高，抗振能力强。

- (3) 高频特性好，减少了电磁和射频干扰。
- (4) 易于实现自动化，提高生产效率。
- (5) 简化了电子整机产品的生产工序，降低了生产成本。

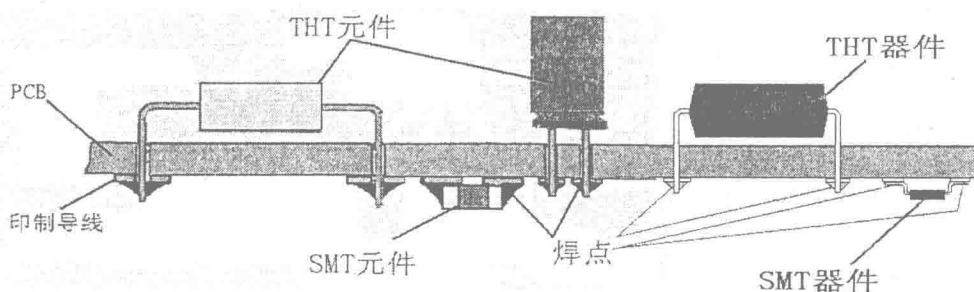


图 1-3-2 SMT 与 THT

1.3.3 SMT 的内容

SMT 涉及的内容很广如图 1-3-3 所示，包括元器件/印制板、SMC/SMD、SMB、点胶工艺、印刷工艺、贴片工艺、焊接工艺、检测工艺等。

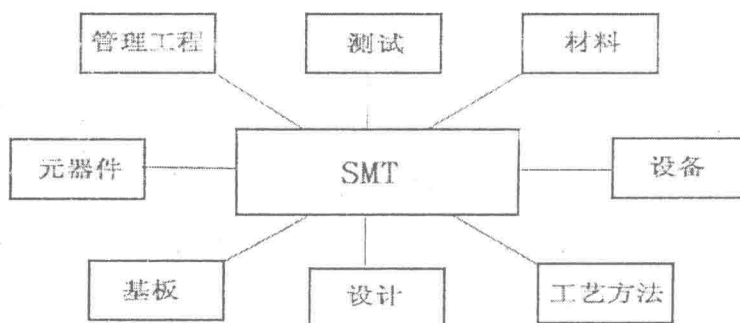


图 1-3-3 SMT 的主要组成

- (1) 组装设计——电设计、热设计、元器件布局、基板图形、布线设计等。
- (2) 电路基板——单（多）层 PCB、陶瓷等。
- (3) 表面组装元器件。不同种类的贴片器件的制造技术有较大差异，包装分编带式、棒式、散装等。
- (4) 组装材料——粘接剂、焊料、焊剂、清洗剂等。
- (6) 组装工艺 / 组装技术——涂敷技术、贴装技术、焊接技术、清洗技术、检测技术等。

(5) 组装设备——涂敷设备、贴装机、焊接机、清洗机、测试设备等。

1.3.4 SMT 基本工艺

SMT 基本工艺：印刷→贴装→（固化）→回流焊接→清洗→检测→返修。

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。所用设备为丝印机（丝网印刷机），位于 SMT 生产线的最前端。

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。

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。

贴固化：其作用是将贴片胶融化，从而使表面组装元器件与 PCB 板牢固粘接在一起。所用设备为固化炉，位于 SMT 生产线中贴片机的后面。

回流焊接：其作用是将焊膏融化，使表面组装元器件与 PCB 板牢固粘接在一起。所用设备为回流焊炉，位于 SMT 生产线中贴片机的后面。

清洗：其作用是将组装好的 PCB 板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。

检测：其作用是对组装好的 PCB 板进行焊接质量和装配质量的检测。所用设备有放大镜、显微镜、在线测试仪（ICT）、飞针测试仪、自动光学检测（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。

返修：其作用是对检测出现故障的 PCB 板进行返工。所用工具为烙铁、返修工作站等。配置在生产线中任意位置。

1.3.5 SMT 生产系统的基本组成

SMT 生产系统如图 1-3-4、图 1-3-5 所示，由表面涂敷设备、贴装机、焊接机、清洗机、测试设备等表面组装设备形成的 SMT 生产系统习惯上称为 SMT 生产线。

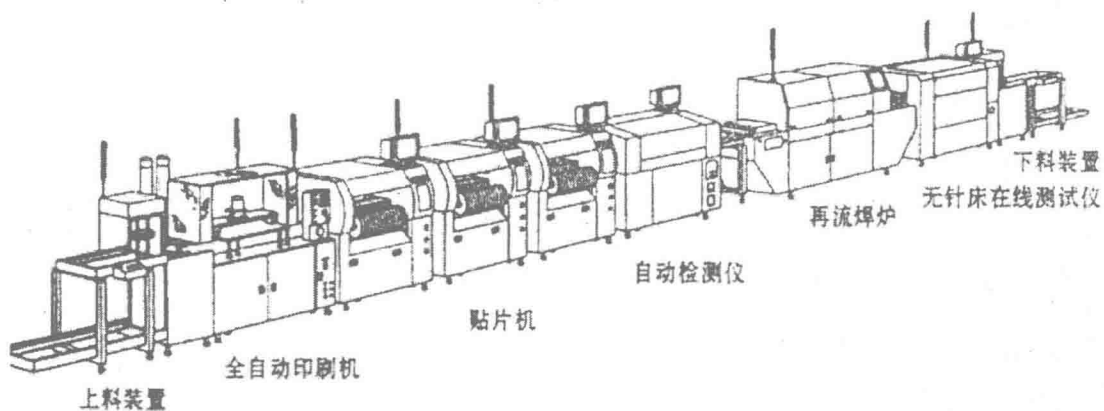


图 1-3-4 SMT 生产线基本组成

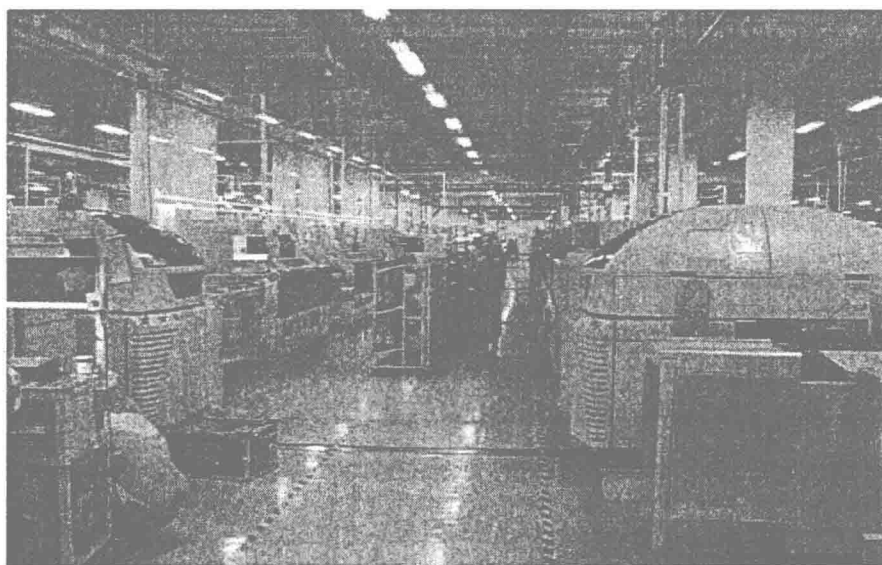


图 1-3-5 大型 SMT 生产线

1.3.6 SMT 的发展

表面组装技术（SMT）起源于美国军界对电子装备小型化/ 微型化的需求，之后不断发展，逐渐发展到应用到民用产品的生产制造中，如图 1-3-6 所示。现在该技术已较为成熟，IT 数字化、移动产品、办公、通讯、学习、娱乐相关的电子产品的生产制造基本上采用表面组装技术。

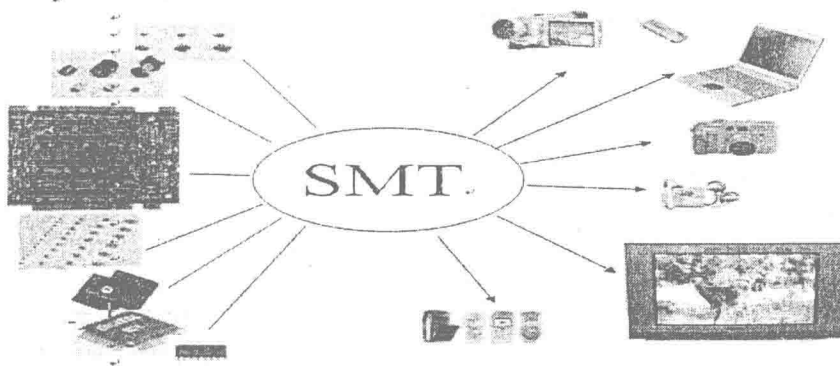


图 1-3-6 SMT 的应用

20 世纪 70 年代，以发展消费类产品著称的日本电子行业首先将 SMT 在电子制造业推广开来，并很快推出 SMT 专用焊料和专用设备，为 SMT 的发展奠定了坚实的基础。SMT 在投资类电子产品、军事装备领域、计算机、通信设备、彩电调谐器、录像机、数码相机、数码摄像机、袖珍式高档多波段收音机、MP3、传呼机和手机等几乎所有的电子产品生产中都得到广泛应用。

任务一：认识 SMT 生产线

一、 观察现代电子工艺（SMT）训练中心中的 SMT 生产线，将生产线的组成设备填写到表 1-1 中。

表 1-1 现代电子工艺训练中心 SMT 生产线组成设备清单

序号	设备名称	设备型号	设备参数	设备功能

二、 观察国光电器股份有限公司 SMT 车间中的一条 SMT 生产线,将生产线的组成设备填写到表 1-2 中。

表 1-2 国光公司 SMT 生产线组成设备清单

序号	设备名称	设备型号	设备参数	设备功能

三、比较上述两表，将比较结果写出来。

第二章 表面组装元器件

2.1 SMT 元器件的特征、种类和规格

2.1.1 SMT 元器件的特征

SMT 元器件如图 2-1-1 所示, 与 THT 元器件相比较, 呈现出如下特点:

- 1、无引线。
- 2、元器件越来越小、组装密度越来越高。
- 3、向小型、薄型和窄引脚间距发展。

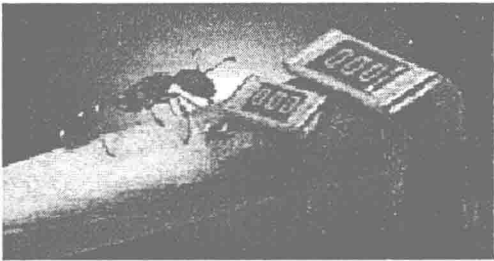
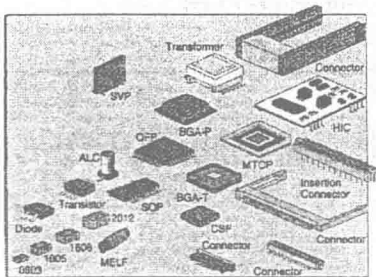


图 2-1-1 SMT 元器件

2.1.2 SMT 元器件的种类和规格

SMT 元器件的种类和规格很多, 如表 2-1-1 所示。

表 2-1-1 SMT 元器件的种类

类别	封装形式	种类
无源表面安装 元件 SMC	矩形片式	厚膜和薄膜电阻器、热敏电阻、压敏电阻、单层或多层陶瓷电容器、钽电解电容器、片式电感器、磁珠等
	圆柱形	炭膜电阻器、金属膜电阻器、陶瓷电容器、热敏电容器、陶瓷晶体等
	异形	电位器、微调电位器、铝电解电容器、微调电容器、线绕电感器、晶体振荡器、变压器等
有源表面安装 器件 SMD	复合片式	电阻网络、电容网络、滤波器
	圆柱形	二极管
	陶瓷组件(扁平)	无引脚陶瓷芯片载体 LCCC、有引脚陶瓷芯片载体 CBGA
机电元件	塑料组件(扁平)	SOT、SOP、SOJ、PLCC、QFP、BGA、CSP 等
	异形	继电器、开关、连接器、延迟器、薄型微电机等