

# 项目一

## SMT 概述和印刷工艺认知

### 工作任务 认识 SMT 车间

#### 1. 任务描述

如果有客户到 SMT 生产车间（图 1-1）参观，学生需要简单介绍 SMT 生产线的印刷机、贴片机、回流焊机等设备的作用和型号，使其大致了解 SMT 生产工艺。



图 1-1 SMT 生产车间

#### 2. 工作场景

SMT 生产车间，包括 SMT 设备、防静电手套、防静电服、防静电腕带等设备和设施，学生每 2~4 人一组。



### 3. 知识目标

- (1) 了解并能描述 SMT 生产线的设备、电源、气源、工作环境及防静电要求。
- (2) 了解并能描述 SMT 生产车间的安全警示标志。

### 4. 能力目标

- (1) 能正确穿戴静电防护设施（图 1-2）。
- (2) 能按照安全规范和企业规范带领客户参观 SMT 生产车间。



图 1-2 SMT 车间参观准备

## 任务一 电子组装的基本概念、主要设备及工作环境要求

### 一、电子组装的基本概念

#### 1. 电子组装技术

电子组装技术（Electronic Assembly Technology）又称为电子装联技术。电子组装技术是根据成熟的电路原理图，将各种电子元器件、机电元器件和基板合理地设计、互连、安装、调试，使其成为适用的、可生产的电子产品（包括集成电路、模块、整机、系统）的技术过程。

#### 2. THT

THT（Through Hole Technology）是通孔插入安装技术的英文简称，其电路如图 1-3 所示。使用这种技术可以将元器件引出脚插入印制电路板相应的安装孔，然后与印制电路板面的电路焊盘焊接固定。

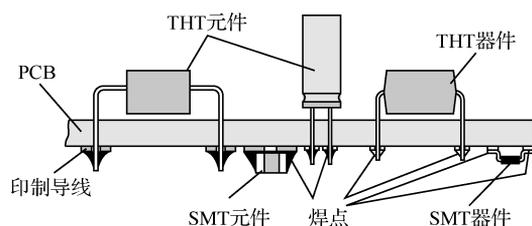


图 1-3 THT 电路

### 3. SMT

SMT (Surface Mount Technology) 是表面组装技术的英文简称, 其电路如图 1-4 所示, 是一种将表面组装元器件贴装到指定的涂敷了焊膏或黏结剂的 PCB 焊盘上, 然后经过再流焊或波峰焊使表面组装元器件与 PCB 焊盘之间建立可靠的机械和电气连接的组装技术。如图 1-5 所示, 表面组装技术通常包括表面组装元器件、表面组装电路板及图形设计、表面组装工艺材料——焊锡膏及贴片胶、表面组装设备、表面组装焊接技术 (包括波峰焊、再流焊、气相焊、激光焊)、表面组装测试技术、清洗技术及表面组装生产管理等多方面内容。这些内容可以归纳为三个方面: 一是设备, 人们称它为 SMT 的硬件; 二是装联工艺, 人们称它为 SMT 的软件; 三是电子元器件, 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。

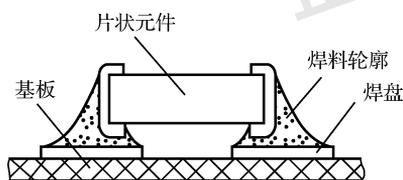


图 1-4 SMT 电路

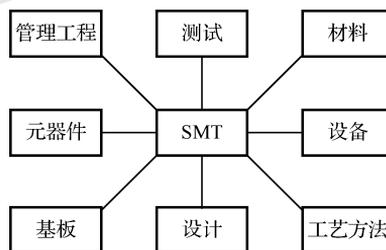


图 1-5 SMT 的组成

## 二、电子组装技术组成

电子组装技术是根据成熟的电路原理图, 将各种电子元器件、机电元器件及基板合理地设计、互连、安装、调试, 使其成为适用的、可生产的电子产品 (包括集成电路、模块、整机、系统) 的技术过程。

如图 1-6 所示, 电子组装技术是一门电路、工艺、结构、组件、器件、材料紧密结合的、多学科交叉的工程学科, 涉及集成电路固态技术、厚薄膜混合微电子技术、印制电路板技术、通孔插装技术、表面组装技术、微组装技术和电子电路技术等领域。

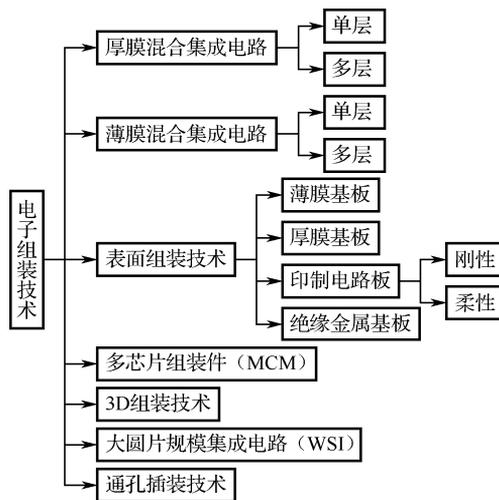


图 1-6 电子组装技术组成

### 三、SMT 生产的主要设备

一般说来，SMT 生产线主要包含上板机、印刷机、贴片机、回流焊机、自动光学检测设备 (AOI)、波峰焊机、气站和电源等。典型的 SMT 生产设备构成见表 1-1。

表 1-1 典型的 SMT 生产设备构成

设备名称	上板机	印刷机	贴片机	回流焊机	AOI	波峰焊机	气站
型号	UF-500	GKG-G5/日东 G510	三星 482S	Genesin-608	ALD515	FM-350	BDW-30A
厂商	深圳富莱恩	东莞凯格	三星	日东	神州视觉	日东	上海保德

#### 1. 上板机

上板机的基本功能：用于在 SMT 生产线的源头将成叠的 PCB 光板逐一上到生产线上，一般使用微计算机控制，可根据 PCB 厚度设定料架升降步距，并具有声光报警功能，如图 1-7 所示为深圳富莱恩 UF-500 上板机。

#### 2. 印刷机

焊膏印刷机的基本功能：采用丝网印刷或网板印刷技术，将定量的焊膏精确、均匀、快速地涂敷在 PCB 的各个指定位置上。用于 SMT 的印刷机大致分为三种档次：手动、半自动和全自动印刷机。如图 1-8 所示为 G5 全自动印刷机。

#### 3. 贴片机

贴片机是 SMT 生产线上技术含量最高的生产设备，负责将元器件精确、无损地贴装至 PCB 指定的位置上。衡量贴片机性能的技术指标有很多，最主要的有贴装速度、

贴装精度、PCB 尺寸、贴装范围等。如图 1-9 所示为三星 482S 多功能贴片机。

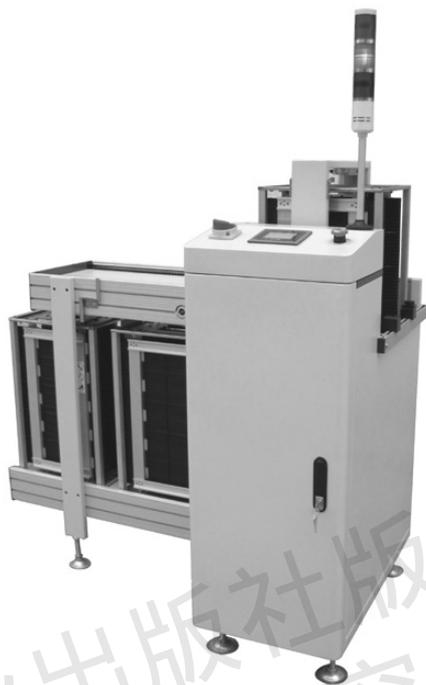


图 1-7 深圳富莱恩 UF-500 上板机



图 1-8 G5 全自动印刷机



图 1-9 三星 482S 多功能贴片机

#### 4. 回流焊机

回流焊机是 SMT 生产线的后道工序，负责将已经贴装好的 PCB 和元器件的焊料熔化后与主板黏结。回流焊机同样有很多品种，如热风回流焊、热丝回流焊、热气回流焊、激光回流焊等。如图 1-10 所示为日东 Genesin-608 热风回流焊机。



图 1-10 日东 Genesin-608 热风回流焊机

#### 5. 自动光学检测设备

通常 AOI 是在批量生产中采用的一种在线检测方法。AOI 系统中包括多光源照明、高速数字摄像机、高速线性电机、精密机械传动、图像处理软件等部分。当自动检测时，AOI 设备通过摄像头自动扫描 PCB，将 PCB 上的元器件或者特征（包括印刷的



焊膏、贴片元件状态、焊点形态及缺陷等) 捕捉成像, 通过软件处理, 与数据库中合格的参数进行综合比较, 从而判断这一元器件及其特征是否完好, 然后得出检测结果, 判断是否存在元器件缺失、极性反转、桥接或者焊点各种质量问题等。如图 1-11 所示为神州视觉 ALD515 全自动光学检测设备。



图 1-11 神州视觉 ALD515 全自动光学检测设备

## 6. 波峰焊机

波峰焊是指将熔化的软钎焊料 (铅锡合金), 经电动泵或电磁泵喷流成设计要求的焊料波峰, 也可通过向焊料池注入氮气来形成, 使预先装有元器件的印制电路板通过焊料波峰, 实现元器件焊端或引脚与印制电路板焊盘之间机械与电气连接的软钎焊。如图 1-12 所示为日东 FM-350 无铅型波峰焊锡机。



图 1-12 日东 FM-350 无铅型波峰焊锡机

## 7. 气站

空气仅次于电力，是 SMT 生产的第二大动力源。一条配置完善的 SMT 生产线的正常使用气量为 600~1000L/min。为满足生产的正常进行，不仅要求提供稳定且足够的气压和流量，不少厂家的 SMT 设备在使用说明书中还强调所使用的压缩空气必须是干燥和清洁的。

大气中含有腐蚀性的气体、水蒸气、碳氢化合物等杂质，每立方米的空气中大约混有 1 亿 4 千万个固体微粒，这些杂质中有 80% 以上的颗粒直径小于  $2\mu\text{m}$ ，因此可以很轻易地通过空压机和消声滤清器，进入压缩空气系统中。含有各种杂质的空气在经过简单的过滤后，便进入空压机进行压缩。在压缩气体时产生的高温和氧化作用会导致压缩机润滑油品质下降，并呈强酸性，这些固体微粒与压缩空气、油及水蒸气一起进入压缩空气管网系统时，会促使管网和设备产生锈蚀，从而增加了系统设备的维修费用。未经净化处理的压缩空气将给 SMT 生产带来严重的危害。如图 1-13 所示为上海保德的 BDW-30A 气站。



图 1-13 上海保德 BDW-30A 气站

## 四、生产环境要求和防静电要求

### 1. 生产环境要求

SMT 生产设备和工艺材料对环境的清洁度、温度和湿度都有一定的要求。为了保证设备正常运行和组装质量，对工作环境有较严格的要求。工作间要保持清洁卫生，无尘土和腐蚀性气体。环境温度以  $(23\pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$  为最佳，相对湿度为 45%~70%。

## 2. 电源、气源要求

SMT 生产线上的生产设备具有自动化程度高、精度高、速度高、价格昂贵等特点。片式元器件的几何尺寸非常小，怕热和静电等，且组装密度非常高。另外，SMT 的工艺材料如锡膏、贴片胶的黏度、触变性等性能与环境温度、湿度都有密切关系。因此，SMT 生产线对生产现场的电源、气源、通风、环境温度、相对湿度、空气清洁度、防静电等条件都有专门的要求。

(1) 电源要求。电源电压规格和功率要符合设备要求。电压要稳定，一般要求为单相 AC 220V ( $\pm 10\%$ )，三相 AC 380V ( $\pm 10\%$ )，50/60Hz。如果达不到要求，须配置稳压电源，电源功率要大于设备功耗的一倍以上。

贴片机的电源要求独立接地，一般应采用三相五线制的接线方法。这是因为贴片机的运动速度很高，与其他设备接在一起会产生电磁干扰，影响贴片机的正常运行和贴装精度。

(2) 气源要求。要根据设备的要求配置气源压力，可以利用工厂的气源，也可以单独配置无油压缩空气机。气源压力一般要求大于  $7\text{kgf/cm}^2$  ( $1\text{kgf/cm}^2=9.8\times 10^4\text{Pa}$ )。气源要求是清洁、干燥的空气，因此需要对压缩空气进行去油、去尘和去水处理。最好采用不锈钢或耐压塑料管作空气管道，不要用铁管作压缩空气输送管道。

回流焊机和波峰焊机都有排风及烟气排放要求，应根据设备要求配置排风机。对于全热风回流炉，一般要求排风管道的最低空气流量值为  $14.15\text{m}^3/\text{min}$ 。

## 3. 静电防护

在电子产品 SMT 制造过程中，静电是损坏元器件的主要因素，必须全面做好静电防护措施。随着电子元器件集成度的不断提高，元器件越来越小，SMT 组装密度越来越高，静电的影响越来越大。有关统计显示，在导致电子产品失效的因素中，静电占 10%左右。因此，SMT 生产车间（图 1-14）必须为静电防护车间。工作环境与工作人员都必须采取静电防护措施。



图 1-14 SMT 生产车间

生产现场主要采用以下一些静电防护措施。

(1) 设立静电安全工作台。

(2) 佩戴防静电腕带(图 1-15)。直接接触静电敏感器件的人员必须佩戴防静电腕带,腕带与人体皮肤应有良好接触。腕带必须对人体无刺激、无过敏影响。腕带系统对地电阻值应为  $10^6 \sim 10^8 \Omega$ 。



图 1-15 防静电腕带

(3) 生产场所的元件盛料袋、周转箱、PCB 上下料架等应具备静电防护作用,不允许使用金属和普通容器,所有容器必须接地。

(4) 消除绝缘材料表面的静电荷,应使用离子风静电消除器。

(5) 穿防静电工作服,如图 1-16 所示,经过电子风淋室(图 1-17)除静电。



图 1-16 防静电工作服



图 1-17 电子风淋室

(6) 穿防静电工作鞋（图 1-18）。进入防静电工作区或接触 SMD 的人员应穿防静电工作鞋，防静电工作鞋应符合 GB 21146—2007 的有关规定。一般情况下，不允许穿普通鞋进入防静电工作区或接触 SMD。



图 1-18 防静电工作鞋

- (7) 生产线上用的传送带和传动轴应装有防静电接地的电刷和支杆。
- (8) 生产场所使用的组装夹具、检测夹具、焊接工具、各种仪器等都应设良好的接地线。
- (9) 生产场所入口处应安装防静电测试台，每个进入生产现场的人员均应进行防静电测试，合格后方能进入车间。

## 任务二 SMT 的基本工艺流程

### 一、相关概念

#### 1. SMT 工艺的概念

工艺是生产者利用生产设备和生产工具，对各种原材料、半成品进行技术处理，使之成为最终产品的方法与过程。它是人类在生产劳动中不断积累起来并经过总结的操作经验和技術能力。对于现代化的工业产品来说，工艺不再仅仅是针对原材料的加工或生产的操作而言，而应该是从设计到销售、包括每一个制造环节的整个生产过程。

一般来说，工艺要求采用合理的手段、较低的成本完成产品制作，同时必须达到设计规定的性能和质量，其中成本包括施工时间、施工人员数量、工装设备投入、质量损失等多个方面。表面组装工艺技术的主要内容如图 1-19 所示，可分为组装材料、组装

工艺设计、组装技术和组装设备四大部分。



图 1-19 表面组装工艺技术组成

## 2. 工艺文件和工艺管理

(1) 工艺文件。指导工人操作和用于生产、工艺管理等的各种技术文件。

(2) 工艺管理。科学地计划、组织和控制各项工艺工作的全过程。工艺管理的基本任务是在一定生产条件下，应用现代管理科学理论，对各项工艺工作进行计划、组织和控制，使之按一定的原则、程序和方法协调有效地进行。

## 二、SMT 组装工艺的基本流程

### 1. SMT 的两类基本工艺流程

(1) 焊锡膏—再流焊工艺。焊锡膏—再流焊的工艺流程是：印刷焊锡膏→贴片→再流焊→检验、清洗，如图 1-20 所示。该工艺流程的特点是简单、快捷，有利于产品体积的减小。该工艺流程在无铅焊接工艺中更能显示出优越性。

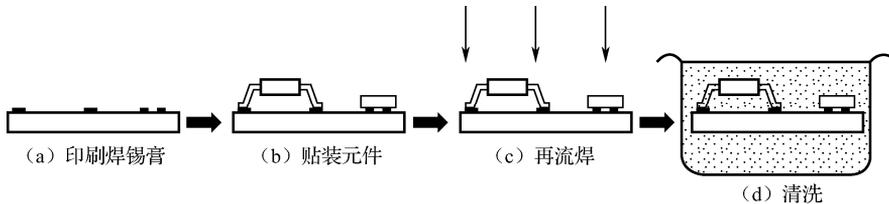


图 1-20 焊锡膏—再流焊工艺流程

(2) 贴片—波峰焊工艺。贴片—波峰焊的工艺流程是：涂敷贴片胶→贴片→固化→翻转电路板、插装通孔元器件→波峰焊→检验、清洗，如图 1-21 所示。

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做小，并部分使用通孔元件，价格低廉。但设备要求增多，波峰焊过程中易出现焊接缺陷，难以实现高密度组装。

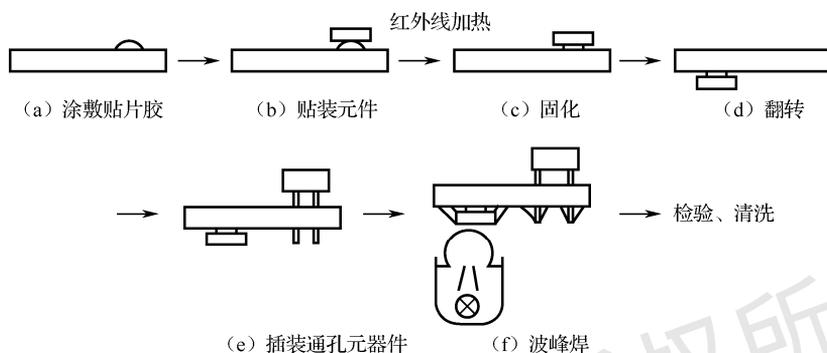


图 1-21 贴片—波峰焊工艺流程

## 2. 工艺流程分类

若将上述两种工艺流程混合与重复使用，则可以演变成多种工艺流程。SMT 的组装方式大体上可分为单面混装、双面混装和全表面组装 3 种类型共 6 种组装方式，具体见表 1-2。

表 1-2 SMT 的组装方式与分类

组装方式		示意图	电路基板	焊接方式	特征
全表面组装	单面表面组装		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
	双面表面组装		双面 PCB 陶瓷基板	双面再流焊	高密度组装、薄型化
单面混装	SMD 和 THC 都在 A 面		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
	THC 在 A 面，SMD 在 B 面		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	THC 在 A 面，A、B 两面都有 SMD		双面 PCB	先 A 面再流焊，后 B 面波峰焊	适合高密度组装
	A、B 两面都有 SMD 和 THC		双面 PCB	先 A 面再流焊，后 B 面波峰焊，B 面插装件后装	工艺复杂，很少采用

## (1) 单面混合组装。

单面混合组装即 SMC/SMD 与通孔插装元件 (THC) 分布在 PCB 不同的两个面上混装, 但其焊接面仅为单面, 如图 1-22 所示。这一类组装方式均采用单面 PCB 和波峰焊接工艺, 具体有两种组装方式: ①先贴法, 即在 PCB 的 B 面 (焊接面) 先贴装 SMC/SMD, 而后在 A 面插装 THC; ②后贴法, 即先在 PCB 的 A 面插装 THC, 后在 B 面贴装 SMC/SMD。



图 1-22 单面混合组装方式

## (2) 双面混合组装。

第二类是双面混合组装, SMC/SMD 和 THC 可混合分布在 PCB 的同一面, 同时, SMC/SMD 也可分布在 PCB 的双面, 如图 1-23 所示。双面混合组装采用双面 PCB、双波峰焊接或再流焊接。在这一类组装方式中也有先贴还是后贴 SMC/SMD 的区别, 一般根据 SMC/SMD 的类型和 PCB 的大小合理选择, 通常采用先贴法较多。该类组装常用两种组装方式: ①SMC/SMD 和 THC 同侧方式。SMC/SMD 和 THC 同在 PCB 的一侧; ②SMC/SMD 和 THC 不同侧方式。把表面组装集成芯片 (SMIC) 和 THC 放在 PCB 的 A 面, 而把 SMC 和小外形晶体管 (SOT) 放在 B 面。

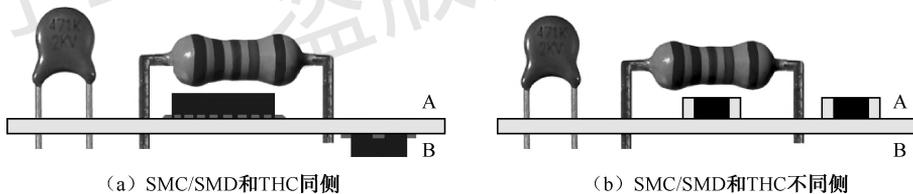


图 1-23 双面混合组装方式

这类组装方式由于在 PCB 的单面或双面贴装 SMC/SMD, 而又把难以表面组装化的有引线元件插入组装, 因此组装密度相当高。

## (3) 全表面组装。

全表面组装是指在 PCB 上只有 SMC/SMD 而无 THC, 如图 1-24 所示。由于目前元器件还未完全实现 SMT 化, 实际应用中这种组装形式不多。这一类组装方式一般是在细线图形的 PCB 或陶瓷基板上, 采用细间距器件和再流焊接工艺进行组装。它也有两种组装方式: ①单面表面组装方式; ②双面表面组装方式。

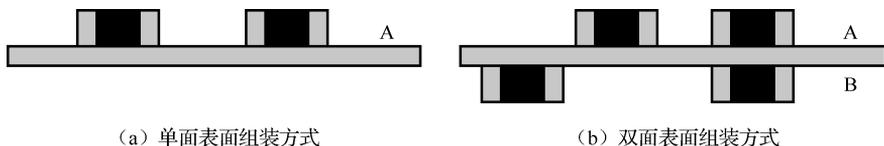


图 1-24 全表面组装方式

### 三、电子组装技术的演化

#### 1. 电子组装技术的地位

电子组装技术属于多学科交叉的电子工程制造技术，是一种“并行工程”，即电子组装技术的工作必须从产品的方案论证起就参与进去，参与总体设计及电子产品的研发、开发、生产全过程的设计和决策。人们逐步认识到：没有一流的电子组装技术，没有一流的电气互联设备，就不可能有一流的设计、一流的电子产品，就不可能有一流的军事电子装备。

因此，在现代电子产品的设计、开发、生产中，电子组装技术的作用发生了根本性的变化，它是总体方案设计人员、企业的决策者实现产品功能指标的前提和依赖。

#### 2. 电子组装技术发展历程

电子组装技术是伴随着电子器件封装技术的发展而不断前进的，有什么样的器件封装，就产生了什么样的组装技术，即电子元器件的封装形式决定了生产的组装工艺。

电子组装技术随着电子元器件封装技术的发展经历了六代变化，具体见表 1-3。20 世纪 80 年代以来，IC 封装由 DIP 双列直插式向 SOIC、PLCC 方向发展，20 世纪 90 年代是 IC 封装技术的迅速发展时期，实现了 IC 封装由周边端子型（以 QFP 为代表）向球栅阵列型（以 BGA 为代表）的转变。

表 1-3 电子组装技术的发展变化

	电子封装技术	电子装联技术
第一代	电子管时代（20 世纪 50 年代）	分立组件、分立走线、金属底板、电子管、接线柱、线扎、手工 THT 技术
第二代	晶体管时代（20 世纪 60 年代）	分立组件、单层/双层印制电路板、手工 THT 技术
第三代	集成电路时代（20 世纪 70 年代）	IC、双面印制板、初级多层印制板、初级厚/薄膜混合集成电路、波峰焊
第四代	大规模/超大规模集成电路时代（20 世纪 80 年代）	LSI/VLSI/ALSI、细线多层印制板、多层厚/薄膜混合集成电路、HDI（高密度组装技术）、SMT（表面组装技术）、再流焊
第五代	超大规模集成电路（20 世纪 90 年代）	BGA、CSP、SMT（表面组装技术）、MCM（多芯片组件）、3D（立体组装技术）、MPT（微组装技术）、DCA（直接芯片组装技术）、TAB（载带焊技术）、无铅焊接技术、激光再流焊技术、金丝焊技术、凸点制造技术、Flip-Chip（倒装焊技术）
第六代	SOI 技术（2005 年以后）	SOI 器件广泛用于高速、低功耗和变高可靠电路，应用领域已从宇航、军事、高温和工业转向数字处理、通信、光电子 MEMS 和消费类电子等

从 20 世纪 50 年代以电子管为代表的第一代组装技术到 20 世纪 80 年代以 SMD/SMC 为代表的第四代组装技术（SMT）的初期，人们都曾经依靠一把烙铁、一把镊子进行电子产品组装。

当电子组装技术进入 PCB 组件器件的安装密度高于  $35\sim 50$  个/ $\text{cm}^2$ 、焊点密度高于  $100$  点/ $\text{cm}^2$  时，当产品的小型化、微型化须应用线间距  $\leq 0.3\text{mm}$  的高密度、高精度 QFP、BGA、CSP 等片式器件和 0201 ( $0.6\text{mm}\times 0.3\text{mm}$ )、0402 的芯片时，当面对 3D 组装、多芯片组件（MCM）为代表的第五代组装技术及以 SOI 技术为主体的第六代电子组装技术时，过去那种“一把烙铁、一把镊子打天下”的方法就行不通了，人们必须依赖先进的电气互联技术和先进的电气互联设备。

随着片式元器件（SMC/SMD）、基板材料、装焊工艺、检测技术的迅速发展，21 世纪初期，我国电子装备中 SMC/SMD 的使用率从原来的 5% 迅速增加到了 70%~80% 以上。在一些小型化电子装备中已大量使用 BGA，以 SMT 为主流的混合组装技术（MMT）是 21 世纪我国电子装备电路的主要形式，不仅 DIP 和 SMC/SMD 混合组装（THT/SMT）有了应用，一些先进的电子装备中还应用了将 CSP 装于 MCM 上再进行 3D 组装的 3D+MCM 先进组装技术。

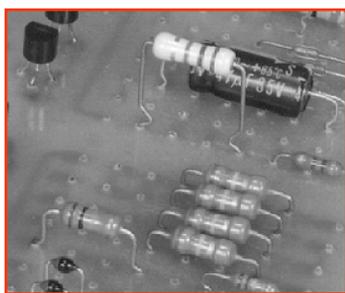
20 世纪 90 年代以来，电子工业进入空前的高速发展阶段。人们希望电子设备体积小、质量轻、性能好、寿命长，以满足各方面的要求。因此，促进了电子电路的高度集成技术和高密度组装技术的发展，前者称为微电子封装技术，后者称为微电子表面组装技术，英文译为“Surface Mount Technology”，简称 SMT。

SMT 是现代电子产品先进制造技术的重要组成部分。其技术内容包含电子元器件的设计制造技术、电路板的设计制造技术、自动贴装工艺设计及装备、组装用辅助材料的开发生产及相关技术设备等。它的技术范畴涉及材料科学、精密机械制造、微电子技术、测试与控制、计算机技术等诸多学科，是综合了光、机、电一体化的系统工程。微电子表面组装技术经过几十年的发展，现已进入了成熟期，已经成为电子组装的主导技术。

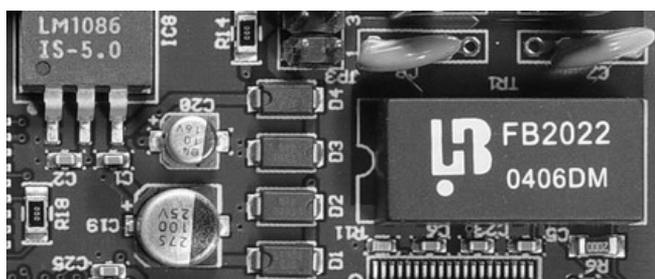
### 3. THT 和 SMT 的区别

SMT 工艺技术的特点可以通过其与传统通孔插装技术（THT）的差别比较体现。从组装工艺技术的角度分析，SMT 和 THT 的根本区别是“贴”和“插”。二者的差别还体现在基板、元器件、组件形态、焊点形态和组装工艺方法等多个方面。如图 1-25 所示，由于 SMT 生产中采用“无引线或短引线”的元器件，故从组装工艺角度分析，表面组装和通孔插装（THT）技术的根本区别在于：一是所用元器件、PCB 的外形不完全相同；二是前者是“贴装”，即将元器件贴装在 PCB 焊盘表面，而后者则是“插装”，即将长引脚元器件插入 PCB 焊盘孔内。

THT 与 SMT 的区别见表 1-4。



(a) THT 组装电路



(b) SMT 组装电路

图 1-25 THT 与 SMT 的比较

表 1-4 THT 与 SMT 的区别

类 型	THT	SMT
元 器 件	双列直插或 DIP 针阵列 PGA 有引线电阻、电容	SOIC, SOT, LCCCP, LCC, QFP, BGA, CSR, 片式电阻、片式电容
基 板	印制电路板采用 2.54mm 网格设计, 通孔孔径为 $\phi 0.8 \sim 0.9\text{mm}$	印制电路板采用 1.27mm 网格或更细设计, 通孔孔径为 $\phi 0.3 \sim 0.5\text{mm}$
焊接方法	波峰焊	再流焊
面 积	大	小, 缩小比为 1:3~1:10
组 装 方 法	穿孔插入	表面安装 (贴装)
自动化程度	自动插装机	自动贴片机, 生产效率高于自动插装机

## 任务三 印刷工艺的基本流程

### 一、SMT 生产线设备组成

SMT 生产线设备主要有表面涂敷设备、贴片机、回流焊机、波峰焊机 (选配)、检测设备 (AOI、ICT、X-Ray 等) 和清洗机等, 表面组装设备形成的生产系统习惯上称为 SMT 生产线, SMT 生产线分为单线形式生产线和双线形式生产线。

#### 1. 单线形式生产线

一般用于只在 PCB 单面组装 SMC/SMD 的表面组装场合, 称为单线形式生产线, 如图 1-26 所示。

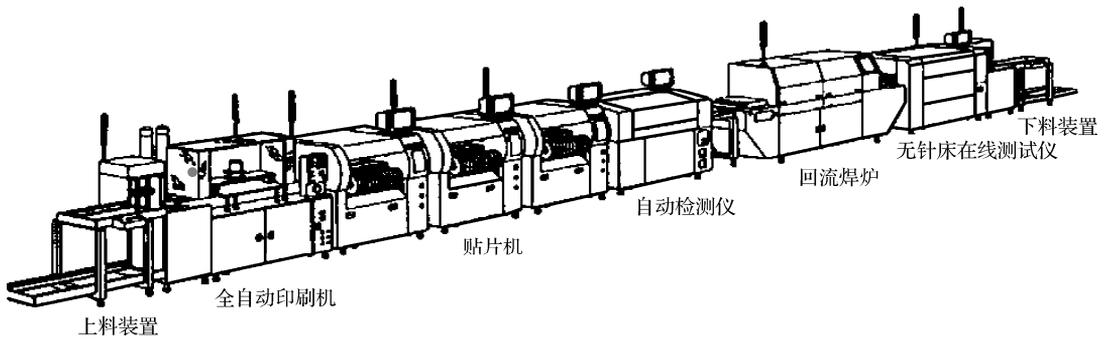
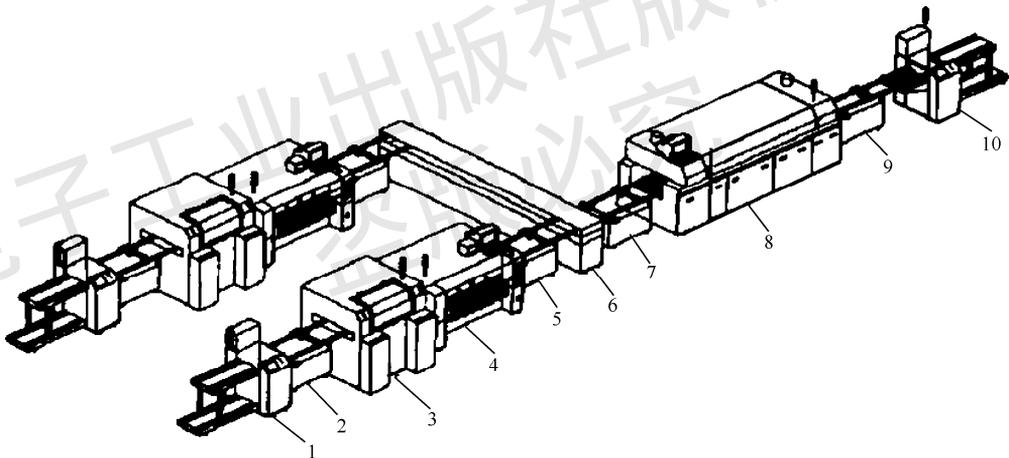


图 1-26 单线形式生产线

## 2. 双线形式生产线

一般用于在 PCB 双面组装 SMC/SMD 的表面组装场合，称为双线形式生产线，如图 1-27 所示。



1—上料装置；2, 5, 6, 7, 9—PCB 传输装置；3—印刷机；4—贴片机；8—回流焊炉；10—下料装置

图 1-27 双线形式生产线

## 二、印刷工艺的流程

焊锡膏印刷的原理：先制作一张与焊盘位置相对应的钢网，安装于锡膏印刷机上，通过摄像头定位或人眼观察，确保钢板孔与 PCB 上的焊盘位置对准，定位完成后，锡膏机上的刮刀在钢网上来回移动，锡膏会透过钢板上的孔，覆盖在 PCB 的特定焊盘上，完成印刷的工作。所以，锡膏的印刷工艺包括焊锡膏、网板和印刷工艺，如图 1-28 所示。

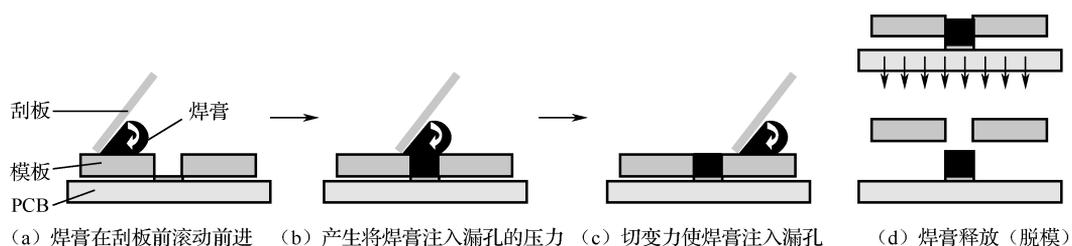


图 1-28 印刷工艺的流程

表面贴装技术主要包括：锡膏印刷、精确贴片、回流焊接。其中，锡膏印刷质量对表面贴装产品的质量影响很大，据业内评测分析，约有 60% 的返修板是由锡膏印刷不良引起的。在锡膏印刷中，有三个重要部分：焊膏、钢网模板和印刷设备。如能正确选择，可以获得良好的印刷效果。

锡膏的涂布工艺，可分为如下两种方式。

(1) 使用钢网作为印刷板把锡膏印刷到 PCB 上，此方式适合大批量生产应用，是目前最常用的涂布方式。

(2) 注射涂布，即锡膏喷印技术。与钢网印刷技术最明显的不同就是喷印技术是一种无钢网技术，采用独特的喷射器在 PCB 上方以极高的速度喷射锡膏，类似于喷墨打印机。