目　录

课程目标与安全 …… (1)

■ 课程目标 …… (1)
■ 学习内容 …… (1)
■ 职业安全 …… (2)

项目一　产品组装信息收集 …… (4)

项目目标 …… (4)
项目描述 …… (5)
程序与方法 …… (8)
1.1　信息资料准备 …… (8)
1.1.1　案例引入 …… (8)
1.1.2　与顾客沟通的方法 …… (10)
1.1.3　收集顾客提供的物料信息与识别 …… (12)
1.1.4　调研企业获取组装产品的相关信息 …… (29)
1.2　任务驱动学习训练 …… (47)
1.3　项目业绩评价 …… (48)
1.4　项目完成总结 …… (49)
1.5　成果巩固与完善 …… (50)

项目二　订单分析与决策 …… (52)

项目目标 …… (52)
项目描述 …… (53)
程序与方法 …… (54)
2.1　信息资料准备 …… (54)
2.1.1　案例引入 …… (54)
2.1.2　经济技术指标分析 …… (55)
2.1.3　生产组织与管理分析 …… (65)

2.2 任务驱动学习训练 …… (70)
2.3 项目业绩评价 …… (70)
2.4 项目完成总结 …… (70)
2.5 成果巩固与完善 …… (70)

项目三 生产性计划安排 …… (72)

项目目标 …… (72)
项目描述 …… (72)
程序与方法 …… (74)
3.1 信息资料准备 …… (74)
3.1.1 案例引入 …… (74)
3.1.2 管理方法应用 …… (75)
3.1.3 基本计划制订 …… (77)
3.2 任务驱动学习训练 …… (83)
3.3 项目业绩评价 …… (83)
3.4 项目完成总结 …… (83)
3.5 成果巩固与完善 …… (84)

项目四 产品组装工艺设计 …… (85)

项目目标 …… (85)
项目描述 …… (87)
程序与方法 …… (90)
4.1 信息资料准备 …… (90)
4.1.1 案例引入 …… (90)
4.1.2 组装工艺流程设计 …… (92)
4.1.3 产品组装工艺设计 …… (100)
4.1.4 作业指导书编写 …… (158)
4.1.5 相关标准应用 …… (175)
4.1.6 产品检验方法 …… (181)
4.2 任务驱动学习训练 …… (199)
4.3 项目业绩评价 …… (200)
4.4 项目完成总结 …… (200)
4.5 成果巩固与完善 …… (200)

项目五 方案审批与实施 …… (202)

项目目标 …… (202)

项目描述 …… (202)
程序与方法 …… (205)
5.1　信息资料准备 …… (205)
5.1.1　案例引入 …… (205)
5.1.2　设计方案审批 …… (207)
5.1.3　设计方案实施 …… (209)
5.1.4　检验结果处理与分析 …… (222)
5.2　任务驱动学习训练 …… (240)
5.3　项目业绩评价 …… (240)
5.4　项目完成总结 …… (240)
5.5　成果巩固与完善 …… (241)

项目六　质量评价与改进 …… (242)

项目目标 …… (242)
项目描述 …… (243)
程序与方法 …… (245)
6.1　信息资料准备 …… (245)
6.1.1　案例引入 …… (245)
6.1.2　产品交付与验收 …… (246)
6.1.3　问题处理与持续改进 …… (251)
6.2　任务驱动学习训练 …… (260)
6.3　项目业绩评价 …… (260)
6.4　项目完成总结 …… (261)
6.5　成果巩固与完善 …… (261)

参考文献 …… (262)

笔记

课程目标与安全

■ 课程目标

通过本课程的学习，学生应达到以下职业能力：

- 熟悉常用 SMD 元器件的参数性能、用途，能对元器件作出评价；
- 具备与顾客沟通的能力，理解顾客要求，并分解为工艺控制要求；
- 应用专业语言词汇、术语以及英语进行工作；
- 理解设备功能参数，设计生产管理模式和作业指导书；
- 正确应用相关标准，编写检验文件，制订过程控制措施；
- 根据产品特点和顾客要求，进行 SMT 工艺设计；
- 对员工进行作业指导，依据 IPC（国际电子工业联接协会）和国家相关标准，进行过程控制；
- 具有严谨细致的工作作风和良好的职业道德、职业素质及团队合作精神；
- 独立及合作解决实际生产过程中出现的一般及复杂的生产工艺与质量问题；
- 根据工作需要使用、处理各种媒体、信息，包括相关的英文媒体和资料。

■ 学习内容

实现本课程目标，需要学习如下几个方面的理论和知识，并将学会的知识通过实践训练转化为职业能力。

- 电子行业职业道德规范与职业素质；
- 安全生产与工作环境基本要求；
- 无铅表面贴装元器件、印刷线路板的结构与参数；
- SMT 工艺辅料选择与应用；
- 无铅电子产品的 SMT 工艺流程设计与作业指导；
- 自动印刷工艺设计与模板设计；
- 自动贴片胶印刷工艺与模板设计；
- 自动点胶工艺设计；
- 印刷、点胶后质量标准与检验；

笔记

- 贴片工艺设计；
- 焊接工艺流程、焊接温度曲线设计方法；
- 焊接质量标准、检验与返修；
- 控制图及其应用；
- PDCA 循环工作方法（PDCA 分别为 Plan、Do、Check、Action 的缩写）及其应用；
- GB/T 2828 国家标准应用；
- SMT 相关国际标准应用；
- 产品组装缺陷与解决对策。

■ 职业安全

在电子企业里，安全对于我们非常重要，而且我们所讲的安全是一个非常广义的概念，通常指人身安全。但这里我们须树立一个较为全面的安全常识，就是在强调人身安全的同时亦必须注意设备、产品的安全。

1. 关爱自己，关爱他人

无论交通事故、车间生产事故还是其他事故，有时，都是由一些看似细小、微不足道、被人忽视的问题造成的。事故的发生往往是因为大家没有养成良好的安全习惯。

事故不仅会伤害自己，也会伤害别人。不会关爱自己的人，如何能关爱别人？

无论是企业员工还是学生，都要从关爱生命做起，没有生命，一切理想都是泡影。因此，我们每个人，无论在学校还是将来参加工作，都要做到“三不伤害”，即：“不伤害自己，不伤害他人，不被他人伤害”，自觉地增强安全防患意识，把安全生产与珍爱生命作为一种习惯。

2. 用电安全

我们的生活、学习和工作都离不开电，例如，在表面贴装产品组装的生产车间里，使用的都是电气设备。根据触电事故统计证明，大部分事故是由于偶然接触无防护的电气装置造成的。掌握电气安全知识，具有安全操作意识可以有效地预防触电事故发生。

一旦发现有人触电，应立即按以下步骤救人：

（1）必须让触电者迅速脱离电源。应立即关闭电源开关或拔掉电源插头。若无法及时找到或断开电源，可用干燥的木棒、竹竿等绝缘物挑开电线。触电者未脱离电源前，切勿用手抓碰触电者。切勿用潮湿的物件搬动触电者。

（2）脱离电源后，将触电者迅速移到通风干燥的地方仰卧，把他的上衣

和裤带放松，观察有无呼吸、脉搏。

（3）若触电者呼吸、心跳均停止，应实施急救并呼叫救护车，尽快送往医院。

（4）及时向上级领导报告。

3. 机械装置的安全使用

从事表面贴装技术的员工，天天都要与贴片机、回流焊接机和印刷机等表面贴装生产设备打交道。这些设备都是高速运动的机器，由多个机械部分组成，比如有动力源（电动机），动力传输机构（传动带、链条），动作机构（高速旋转的贴片头、承载多种动作机构的工作台），机架、夹爪的移动以及锋利的切纸刀口等。在操作这些设备时应按照相关的操作手册、操作规程进行。

4. 防火安全知识

在表面贴装产品的组装过程中，会使用到一些乙醇、清洗剂、包装物等易燃物品。所以，凡是进入企业车间的员工必须树立防火意识，以预防为主要原则，防患于未然。为此，我们应当按照企业的关于易燃、易爆、危险品的使用、管理规定，正确使用物品，进入企业、学校实训室、森林等场所，严禁使用火种。

笔记

笔记

项目一

产品组装信息收集

【关键词】

顾客：Customer　　沟通：Communication　　信息：Information

任务：Mission　　收集：Collection　　产品：Product

项目目标

知识目标

通过学习下列知识，并自学一些相关知识和方法，在通过 2 个来自企业岗位的学习性工作任务的训练后，达到本项目要求的专业能力、职业素质目标的要求。这些知识和方法包括：

- 职业道德与信息安全；
- 顾客沟通方法与技巧；
- SMT 元器件、辅料的识别；
- SMT 基本工艺流程的识别；
- SMT 设备识别与环境要求。

专业能力目标

通过本项目的学习与任务训练，使学生达到以下专业能力目标：

- 与顾客进行有效沟通，理解顾客要求，将顾客要求分解为相应的生产工艺要素；
- 了解顾客对质量、价格和交货期等要求；
- 了解顾客需要组装的电子产品的结构、元器件和组装工艺要求；
- 能够以性能价格比的观点对需要采购的元器件作出评价；
- 能够查阅和应用国际、国家相关标准、环保和安全要求；
- 学会获得企业设备、员工技能、技术水平和资源提供等情况。

笔记

职业素质目标

通过本项目的学习与任务训练，使学生达到以下职业素质目标：

- 具备企业需要的基本职业道德和素质；
- 能够通过听课、查阅资料、上网搜索、观察及其他渠道收集信息；
- 具有主动学习的能力、心态和行动；
- 能够关注顾客、满足顾客需求；
- 能够承受挫折、具有百折不挠的毅力；
- 能够保守顾客秘密和企业秘密，重视知识产权，不侵权。

项目描述

项目与实施条件

1. 项目描述

本项目是“产品组装信息收集”，其主要内容是：在 OEM 生产模式下与顾客进行商务谈判之前要了解、收集本企业的设备性能参数、技术水平、质量水平、生产能力等方面的信息，在与顾客商务谈判过程中，要了解顾客需要组装的电子产品名称、产品结构、元器件、工艺要求、质量要求、保密事项、价格、交货期、结算方式以及运输方式等，并向顾客索取完成产品组装必需的技术资料、治具等。

术语解析

OEM （Original Equipment Manufacture） 是指原始设备制造，顾客方负责产品的设计开发和销售，委托企业负责产品制造。这种方式是在电子产业大量发展起来以后才在世界范围内逐步生成的一种普遍现象，微软、IBM 等国际上的主要大企业均采用这种方式。

要求：收集的信息是齐全、有效和适用的，能够为签订加工合同和完成产品组装任务提供完整、有效的信息。收集的信息不全或存在质量问题，就无法按照顾客要求完成产品的组织任务。

本项目由 1 个案例、2 个学习性任务构成。

笔记

术语解析

学习性任务是一种将实际工作与学习相结合的学习模式，以完成工作任务为学习载体进行学习，其主体是学习而不是工作。

案例是收集手机充电器组装项目的相关信息。手机充电器采用 SMD（Surface Mounted Devices，表面贴装器件）人工组装制程模式进行组装，通过案例学习，掌握实施本项目的基本知识和方法，再通过后续 2 个相对复杂的学习性任务进行自主学习和训练，最终很好地完成本项目的学习。

2 个学习性任务分别以 2 个组装工艺相对复杂、全面的电子产品作为学习载体，分别以双面 SMD 制程模式、双面 SMT/THC 制程模式进行产品组装，由此进行相关信息的收集、分析和处理。

2. 实施条件

实施本项目可以在企业进行，以企业员工的身份代表企业与顾客进行沟通、交流。企业应具备基本的 SMT 生产设备和相应的技术员工。也可以在学校进行模拟，由团队中的部分学生扮演企业员工，部分学生扮演顾客。

沟通、交流过程需要准备好笔记本、笔，进行认真记录。交流过程中如果需要拍照、录像或录音，要事先与顾客商量，得到准许后应准备照相机、摄像机或录音机等设备。

学习性任务与知识点

完成案例、学习性任务 1.1 和 1.2，应学习如下知识点：

◆ 满足顾客要求、与顾客沟通的技巧；

◆ SMT 元器件、辅料和 PCB（Printed Circuit Board，印制电路板，简称印制板）识别与性能；

◆ 焊锡膏类别与性能；

◆ SMT 人工组装、双面 SMD 工艺、双面 SMD/THC（Through Hole Compound，通孔插装组件，SMD/THC，为混装电路板）组装工艺流程的识别；

◆ SMT 焊接工具、印刷设备、点胶设备和贴片机的识别；

◆ 波峰焊机、回流焊机和自动插件机的识别；

◆ IPC-A-610E、GB2828.1—2003 标准、WEEE 指令和 RoHS 指令；

光盘

学习《助学系统》第一部分 1 中 1.1～1.3 相关内容。

术语解析

WEEE，即 Waste Electrical and Electronic Equipment 报废电子电气设备指令；RoHS，即在电子电气设备中限制使用某些有害物质指令。

◆ SMT 生产车间的防静电和环境要求；
◆ 慎终如始的做事方法。

完成项目的重点和关键点

完成本项目需要学习的重点：
◆ 树立顾客至上理念，与顾客沟通的方法与技巧；
◆ 原材料识别、对生产设备的了解；
◆ 慎终如始的做事方法。
完成本项目需要学习的关键点：
◆ 真正树立顾客至上理念并落实在行动上；
◆ 无论学习、工作都能采取慎终如始的做事方法。

职业道德与信息安全

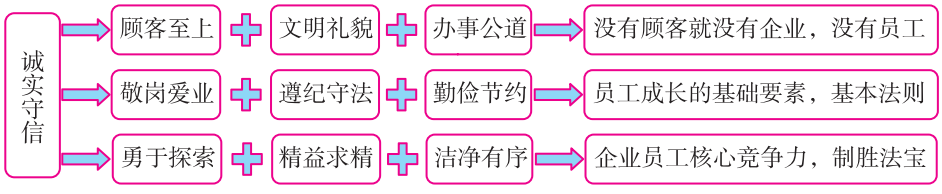
1. 电子行业职业道德规范

（1）职业道德

道德是调整个人与个人之间、个人与社会之间各种关系的行为规范的总和，是做人的根本。人生在世最重要的两件事：一是学做人，一是学做事，做人是做事的基础和前提。

职业道德就是指从事一定职业的人们在其工作和劳动中的行为原则和规范的总和，是一种非强制、内在的自我约束机制，具有有限性、稳定性、连续性和多样性的特点。

（2）基本职业道德规范　Focus & Key Points



诚实守信是为人之根本、从业之要德，诚实守信包括对企业、对顾客、对事业、对员工；

顾客至上、敬岗爱业和勇于探索是员工成长、发展和成功的关键要素。

2. 信息安全

在与顾客沟通，为顾客加工、组装电子产品的商务谈判过程中，应根据顾客的要求为其相关资料、信息进行保密，并确定顾客提供的资料、信息和物料等产权的所有权、管理权和处置权。同样，如果企业有些资料、信息需要顾客

笔记

手册

学习《自主学习手册》相关职业道德内容。

光盘

查阅《助学系统》第二部分中职业素质学习资料。

光盘

查阅《助学系统》相关保密内容，了解顾客保密要求。

笔记

方给予保密，也要在商务谈判中提出来，并双方共同商定相关的保密协议。

多学一点

SMT 发展史——世界加工基地

美国是 SMT 和 SMD 的发明地，1963 年世界出现第一只表面贴装元器件和飞利浦公司推出第一块表面贴装集成电路以来，SMT 已由初期主要应用在军事、航空航天等尖端产品逐渐广泛应用到计算机、通信、军事、工业自动化、消费类电子产品等各行各业。

进入 20 世纪 80 年代，SMT 技术已成为国际上最热门的新一代电子组装技术，被誉为电子组装技术的一次革命。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 生产线用于彩电谐器生产，随着改革开放的深入以及加入 WTO，一些美、日、新加坡的公司已将 SMT 加工厂搬到了中国，成为 SMT 世界加工厂的基地。

程序与方法

1.1 信息资料准备

1.1.1 案例引入

案例一介绍

威海天信电子有限公司主要生产组装各种规格、型号的手机充电器、电源板、可视电话机等产品。最近，公司计划为青岛某电器商场开发生产一种新型手机充电器样品 1000 个。如果首批合格，以后每月可从公司购买 10000～15000 个。在签订合同以前，需要与青岛某电器商场的代表团进行商务谈判和技术交流，其代表团成员包括副总经理、技术主管、商务经理 3 人。威海天信电子有限公司拟由金副总经理（韩国人）、副总工程师和实习实训学生等 7 人组成接待团队。

任务内容 与青岛代表团进行交流和沟通，了解顾客对手机充电器的加工质量、参数、工艺质量、价格和时间等方面的具体要求。并陪同顾客参观生产线，向顾客介绍公司目前具备的自动 SMT 生产线，人工组装手机充电器的生产设备、工具、技术、人员和质量水平等方面的情况，以满足顾客要求，

为下一步签订合同打下良好的基础。

笔记

完成任务的条件

◆ 教学环境与条件

完成本案例的学习和训练，企业或学校至少应具备如下的教学环境和条件：

——具备人工组装电子产品和 SMT 制程相应的生产设备、检验仪器和产品；

——具有生产电子产品的能力；

——具有丰富实践工作经验、良好教学水平的指导教师、工程技术人员；

——提供学生与顾客沟通、收集顾客要求和信息的便利条件。

◆ 基本职业能力与素质要求

完成本任务，员工、学生应当具备以下职业能力和素质：

——树立顾客至上的意识，没有顾客就没有企业的生存；

——具备与顾客进行商谈的基本知识、沟通技巧和沟通能力；

——了解顾客需要组装的电子产品的用途、参数、性能等；

——熟悉表面组装工艺流程、工艺特点和设备性能；

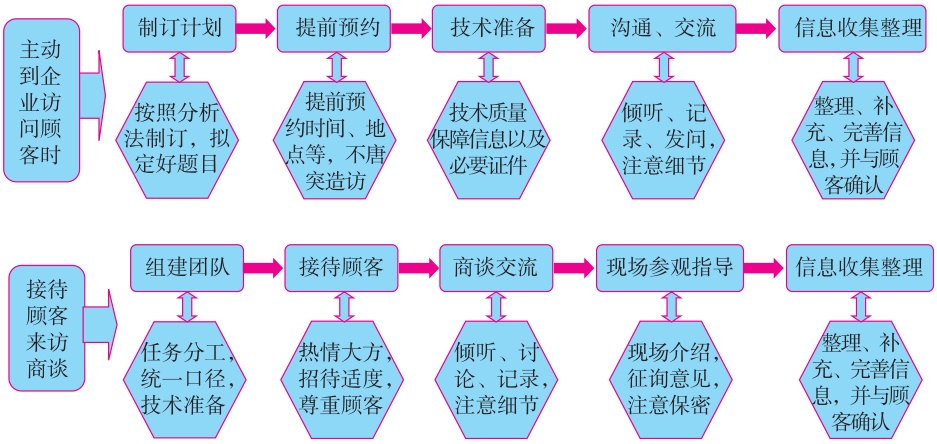
——具备团队合作意识，能与企业员工合作、与同学合作；

——具备高尚的职业道德和敬业精神，保守顾客秘密；

——熟悉企业生产能力、技术水平、质量保证能力等情况；

——善于观察、发现细节问题并进行分析。

收集顾客信息的步骤



手册

查阅《自主学习手册》第一部分中的相关内容。

笔记

1.1.2 与顾客沟通的方法

应收集的信息内容

根据《自主学习手册》中学习性任务 1 的要求，结合案例一的具体情况，通过团队讨论，最终确定应当收集到的信息内容。并将这些内容填写在工作单的相关栏目内。

顾客至上原则

◆ “以顾客为关注焦点”

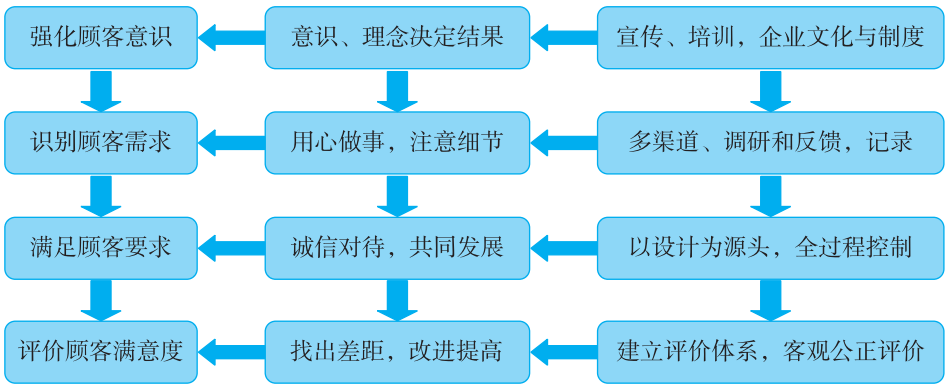
光盘

查阅《助学系统》第一部分中的相关内容。

提示

当顾客要求不符合法律法规要求时，应向顾客解析，以法律法规为基准，要遵纪守法；当顾客要求不符合相关标准要求时，要针对相关标准的条款进行分析；与产品安全认证（CCC）相关的参数要求必须符合国家标准，其他参数可以根据情况采纳顾客意见和要求，并在合同中注明。

◆ “以顾客为关注焦点”原则的落实 Focus & Key Points



笔记

◆ 顾客不满意的代价

对于顾客满意的信息，应积极主动地通过多种渠道加以收集，如顾客投诉、营销服务人员反馈、电话调查、邮寄调查、抽样面谈调查、用户座谈会、媒体报道等，以确保顾客满意信息的准确性、及时性和全面性。需要注意的是有的企业仅以顾客投诉情况来评价顾客满意度，这是不可靠的。因为，顾客没有投诉并不意味着顾客是满意的。

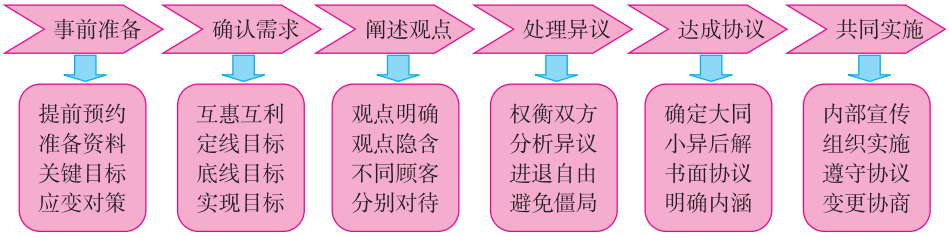
据格兰尼特·洛克公司的研究发现，任何公司的 90% 的顾客从不明说他们对产品和服务不满意——他们只是停止与有关公司的业务了事。另一项调查统计表明：向企业投诉的顾客仅占保持沉默的不满顾客的 1/27，但每位不满顾客都可能对 10 位亲友抱怨从而对企业产生消极影响，而这 10 位亲友中有 1/3 的会把这种负面信息传递给另外 20 个人。这意味着企业每收到一个顾客投诉将有可能失去约 2097 个顾客：

$$27+27\times10+27\ (10\times1/3)\ \times20=2097$$

可见单纯依靠顾客投诉来分析评价顾客是否满意，企业将付出沉重的代价。

与顾客进行有效沟通的步骤

要想正确、全面了解和理解顾客对产品、工艺、时间、质量和价格等方面的要求，就需要与顾客进行沟通。如何与顾客进行有效沟通呢？通常按照事前准备、确认需求、阐述观点、处理异议、达成协议和共同实施六个步骤进行。



慎终如始，则无败事

1. 老子曰："民之从事，常于几成而败之。慎终如始，则无败事。"

一般人做事，常常在快要成功的时候，反而失败了。这是因为在事情快要成功的时候，常常疏忽大意的缘故。如果在事情的全过程中一直同开始那

笔记

样谨慎重视，一丝不苟，就不会失败了。

做事不要虎头蛇尾。做人、做事要善始且善终，至为可贵。话虽朴实明了，但真正践行而一以贯之，绝非易事。

“善始者实繁，克终者善寡”，魏征的告诫至今仍不乏借鉴作用。

2. 零缺陷质量目标

产品质量、服务质量达到零缺陷是顾客的最大愿望，也是企业追求的最高目标。为此，企业要向着零缺陷的质量目标，并慎终如始地实现这一目标。

3. 实现零缺陷目标的方法

实现零缺陷的方法就是“第一次就把事情做对，每一次都把事情做对。”

全国劳动模范，北京公交公司售票员李素丽说：“认真做事只是把事情做对，用心做事才能把事情做好。”

树立顾客至上的理念并落实到一言一行，是处理好与顾客关系的关键。与顾客沟通分为签订合同前的交流沟通、产品组装加工过程中的交流沟通、产品交付后的交流沟通三个时间段。而签订合同前的沟通尤为重要，这直接关系与顾客关系能否建立的关键。但也要记住老子的名言：

“民之从事，常于几成而败之。慎终如始，则无败事。”

多学一点

割草的男孩——顾客满意

一个替住别墅的家庭割草打工的男孩打电话给主人陈太太说：“您需不需要割草？”陈太太回答说：“不需要了，我已有了割草工。”

男孩又说：“我会帮您拔掉花丛中的杂草。”陈太太回答：“我的割草工也做了。”

男孩又说：“我会帮您把草与走道的四周割齐。”陈太太说：“我请的那人也已做了，谢谢你，我不需要新的割草工人。”

男孩便挂了电话。此时，男孩的室友问他：“你不是就在陈太太那割草打工吗？为什么还要打这电话？”男孩说：“我只是想知道我做得有多好！”

1.1.3 收集顾客提供的物料信息与识别

产品物料清单

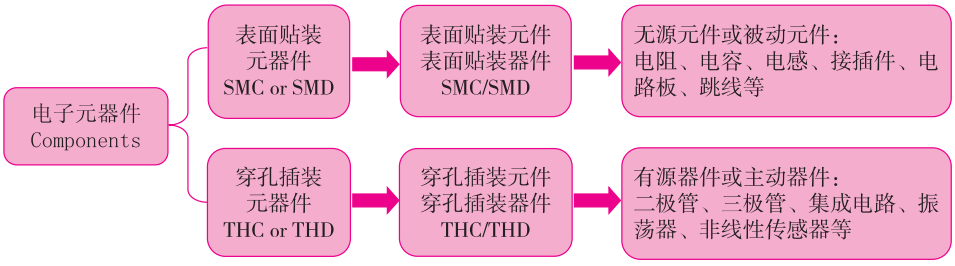
组装手机充电器产品的物料清单由顾客方提供。在进行商务谈判过程中，

应向顾客了解各种元器件、辅料和材料等方面的参数、要求和管理等，有不清楚、不明白的问题要及时与顾客沟通。

基本 SMD 元器件特征与识别

◆ 元器件分类（Component division）

按元器件封装结构分类（Based on structure）：电子元器件分为表面贴装元器件（SMC or SMD，Surface Mount Component or Surface Mount Devices）和穿孔插装元器件（THC or THD，Through Hole Components or Through Hole Devices）两大类。



1. 表面贴装元器件

按其电学特性，表面贴装元器件分为主动器件和被动元件两大类。

主动器件（Action Device）是指其电学特性中的电压－电流（V－A）曲线成非线性关系的一类器件，如半导体二极管（Diode）、半导体三极管（Transistor）、集成电路（IC，Integrated Circuit）和晶体振荡器（Crystal）等。

被动元件（Passive Component）是指其电学特性中的电压－电流（V－A）曲线呈线性关系的一类元件。如电阻（Resistor）、电容（Capacitor）、电感（Inductor）、接插件（Connector）和电路板（PCB：Printed Circuit Board）等。

（1）表面贴装元器件的应用特点

表面贴装元器件具有体积小、重量轻、无引线或短引线、安装密度高、可靠性高、抗震性能好、易于实现自动化等特点，在彩色电视机（高频头）、VCD、DVD、计算机、移动电话、航天仪器等电子产品中已大量使用。

通常，表面贴装元器件用 SMD 或 SMC 表示，没有明确地将器件和元件划分开。因为在学习 SMT 工艺技术过程中，注重的是元器件的封装结构，而不是其电学特性。

（2）表面贴装元器件的封装

表面贴装元器件的封装结构形式比较多，常用的封装结构形式包括：矩形、圆柱形和异形（如翼形、钩形等）三类。

手册

按照《自主学习手册》相应内容要求和顾客提供的样品，咨询顾客，填写工作单。

笔记

常见的有源、无源表面贴装元器件如表 1－1 所示。

表 1－1　常见的 SMD 元器件类型

种　　类		矩 形 封 装	圆柱形封装
被动元件（无源元件）	片式电阻器	厚膜、薄膜电阻器、热敏电阻器	碳膜、金属膜电阻
	片式电容器	陶瓷电容器、云母电容器、铝电解电容器、钽电解电容器	陶瓷电容器、固体钽电解电容器
	片式电感器	绕线电感器、叠层电感器、可变电感	绕线电感器
	片式电位器	电位器、微调电位器	
	片式敏感元件	压敏电阻器、热敏电阻器	
	片式复合元件	电阻网络、滤波器、谐振器、陶瓷电容网络	
主动器件（有源器件）	小型封装二极管	塑封稳压、整流、开关、齐纳、变容二极管	整流、开关、变容二极管
	小型封装三极管	塑封 PNP、NPN 晶体管、塑封场效应管	
	小型封装集成电路	扁平封装、芯片载体	
	裸芯片	带形载体、倒装芯片	
	晶体振荡器	晶体振荡器	

2. 穿孔插装元器件（THC/THD：Through Hole Components/Devices）

穿孔插装技术（THT，Through Hole Technology）是一种需要对焊盘进行钻插装孔，再将引线（或引脚）位于轴向（或径向）的穿孔插装元器件插入印刷电路板的焊盘孔内并加以焊接，与其他元器件进行电信号连接的电子装联技术。其同义词：通孔（或穿孔）组装技术。

无源穿孔插装元件称为 THC（Through Hole Components），有源穿孔插装器件称为 THD（Through Hole Devices）。有时将两种通称为穿孔插装元器件，简写为 THC。其同义词：穿孔（或通孔）组装元器件。

（1）电阻器

THC 封装电阻的种类有很多，通常分为三大类：固定电阻，可变电阻，特种电阻。常见的有 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻。

国际上惯用“色环标注法”标注固定电阻的相关参数，如表 1－2 所示。如图 1－1

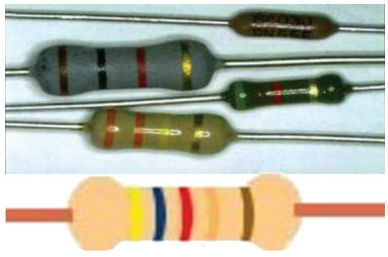


图 1－1　色环固定电阻

光盘

查阅《助学系统》中必备自学内容中的相关元器件的内容。

网站

查阅教材网站学习资源中的元器件内容，分析顾客样品特征。

所示为色环固定电阻。

表 1－2　固定电阻的色环表示法　Focus & Key Points

颜　色	数字色环	倍数色环	误差色环
黑	0	10^0	±20%
棕	1	10^1	±1%
红	2	10^2	±2%
橙	3	10^3	±3%
黄	4	10^4	±4%
绿	5	10^5	±5%
蓝	6	10^6	±6%
紫	7	10^7	±7%
灰	8	10^8	±8%
白	9	10^9	±9%
金	—	10^{-1}	±5%
银	—	10^{-2}	±10%
无色	—	—	±20%
说明	四条色环表示时第 1、2 条 五条色环表示时第 1、2、3 条	四条色环表示时第 3 条 五条色环表示时第 4 条	四条色环表示时第 4 条 五条色环表示时第 5 条

（2）可变电阻

可变电阻又称为电位器。可变电阻有三个引脚，其中两个引脚之间的电阻值固定，并将该电阻值称为这个可变电阻的阻值。第三个引脚与任两个引脚间的电阻值可以随着轴臂的旋转而改变。这样，可以调节电路中的电压或电流，达到调节的效果。

（3）电容器

电容器就是“储存电荷的容器”，用符号 C 表示。电容器分为容量固定和容量可变两种。电容器的容量单位有：法拉（F）、微法（μF）、纳法（nF）、皮法（pF）（皮法又称微微法）等，它们的关系是：

1 法拉（F）$=10^6$微法（μF）

1 微法（μF）$=10^3$纳法（nF）

1 纳法（nF）$=10^3$皮法（pF）

电解电容有正（+）、负（-）极，THC 封装的电容器如图 1－2、图 1－3所示。

笔记

光盘

查阅《助学系统》第二部分中 SMT 基础知识和概述部分的相关内容。

笔记

图 1－2　THC 电解电容器

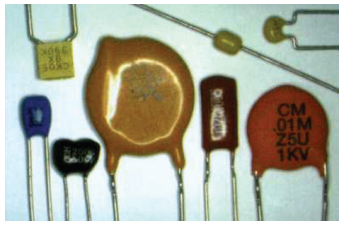


图 1－3　THC 封装的瓷片、涤纶电容器

（4）电感器

电感器和电容器一样，也是一种储能元件，如图 1－4 所示。电感器用符号 L 表示，电感器的单位是亨利（H）、毫亨（mH）和微亨（μH）。它们之间的关系是：

1 亨利（H）＝10^3毫亨（mH）

1 毫亨（mH）＝10^3微亨（μH）

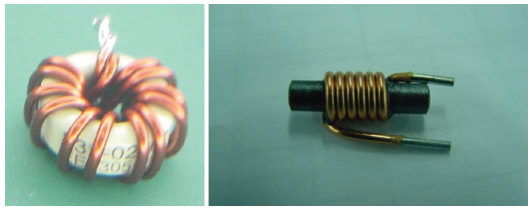


图 1－4　电感器

（5）二极管

二极管有多种封装形式，包括玻璃封装、塑料封装和金属封装等几种。从功能上分为整流二极管、稳压二极管、发光二极管、开关二极管等，如图 1－5、图 1－6 所示。

（6）三极管

半导体三极管也称为晶体三极管、晶体管，三极管具有三个电极，基极（用 b 表示），集电极（用 c 表示），发射极（用 e 表示）。有 PNP 和 NPN 两种结构，如图 1－7 所示。

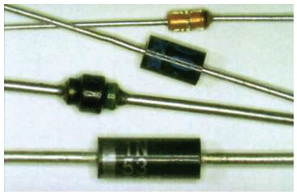


图 1－5　整流二极管/稳压二极管

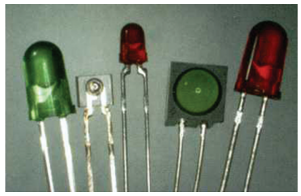


图 1－6　发光二极管

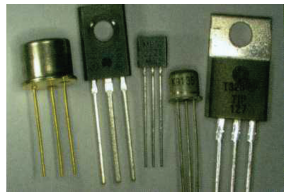


图 1－7　半导体三极管

笔记

（7）集成电路

集成电路是一种采用特殊工艺，将晶体管、电阻、电容等元件集成在硅基片上而形成的具有一定功能的器件，英文缩写为 IC（Integrated circuit），也称芯片。

集成电路根据不同的功能用途分为模拟集成电路和数字集成电路两大类别。根据封装不同分为双列直插（DIP）、单列直插（SIP）和三端引脚等。DIP 封装的引脚数为偶数，一般引脚数在 4～32 之间，如图 1－8 所示。

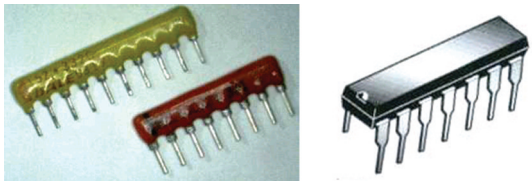


图 1－8　单列直插（SIP）和双列直插（DIP）封装

◆ 表面贴装元器件的封装结构与特征（SMD structure and characteristic）

1. 矩形片式（Chip）元器件封装

这种封装结构主要用于片式电阻器（Chip Resistor）、片式瓷介电容器（Chip Capacitor）、片式电感器（Chip Inductor）和片式磁珠（Chip Bead）等产品的封装。

封装结构如图 1－9 所示，不同规格的具体尺寸如表 1－3 所示。

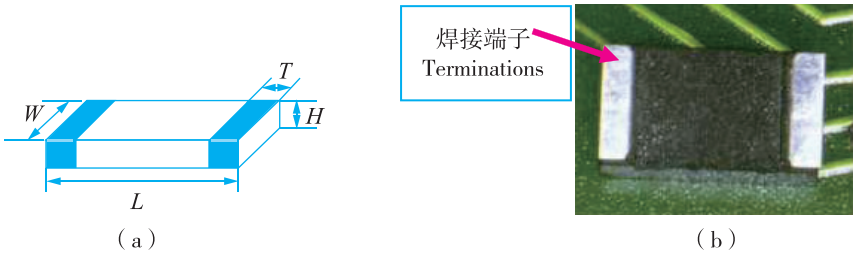


图 1－9　矩形片式元器件结构与尺寸示意

表 1－3　矩形片式（Chip）元器件结构尺寸　Focus & Key Points

规　格		长度 *L*/	宽度 *W*/	高度 *H*/	端子宽度 *T*/
英制/inch	米制/mm	mm	mm	mm	mm
1206	3216	3.2 ±0.2	1.6 ±0.2	0.55 ±0.15	0.55 ±0.15
0805	2012	2.0 ±0.2	1.2 ±0.2	0.50 ±0.15	0.45 ±0.15
0603	1608	1.6 ±0.03	0.8 ±0.03	0.40 ±0.03	0.30 ±0.03

笔记

表 1－3（续）

规　格		长度 *L*/ mm	宽度 *W*/ mm	高度 *H*/ mm	端子宽度 *T*/ mm
英制/inch	米制/mm				
0402	1005	1.0 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.30 ± 0.03	0.30 ± 0.03
0201	0603	0.6 ± 0.03	0.3 ± 0.03	0.30 ± 0.03	0.165 ± 0.015
01005	0402	0.4 ± 0.02	0.2 ± 0.02	0.20 ± 0.02	0.100 ± 0.015

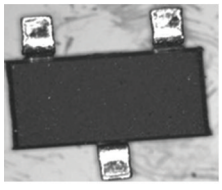
矩形片式（Chip）元器件通常以编带包装为主，包装的标志一般由产品代码、封装的规格尺寸、材料代码、标称参数值、误差和包装方式等部分组成。

如：某企业生产的电感器的包装标志为

CMI	0603	V	56N	M	T
⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩
产品代码	规格尺寸	材料代码	标称电容量	误差	包装方式
			56N：0.056 μF	J：±5%	B：散包装
			2R2：2.2 μF	K：±10%	T：编带包装
			270：27 pF	M：±20%	

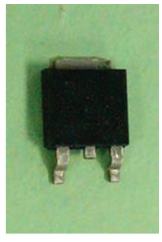
2. 小外形封装晶体管（SOT，Small Outline Transistor）

SOT 封装的晶体管包括二极管、三极管和部分小规模模拟集成电路等半导体器件。图 1－10 中的（a）、（b）、（c）分别是 SOT－23、SOT－89 和 SOT－252 封装的照片。



（a）

（b）



（c）

图 1－10　SOT 系列封装

3. 小外形封装集成电路（SOIC，Small Outline Integrated Circuit）

小外形封装集成电路 SOIC 也称为 SOP（Small Outline Package），这种封装的引脚有“J”形和“翼形”两种类型。引脚中心间距有 1.27mm、1.0mm 和 0.8mm 三种。其结构如图 1－11 所示。

笔记

4. 方形扁平封装（QFP，Quad Flat Pack）

方形扁平封装有正方形 QFP 和长方形 QFP 两大类，该种封装结构通常适合于大规模集成电路、门阵列的 ASIC 等器件的封装。I/O 引脚端子多达 32～576 个，引脚端子的中心间距有 1mm、0.8mm、0.65mm、0.5mm 和 0.3mm 等，随着集成密度和引脚端子的增多，其引脚端子的间距越来越小，组装难度也越来越大。

表 1－4 给出了常见的正方形 QFP 封装规格，其封装结构如图 1－12、图 1－13 所示。

图 1－11　SOIC 翼形封装

图 1－12　QFP 封装

图 1－13　QFP 封装的引脚

5. 有引脚塑封芯片载体（PLCC，Plastic Leadless Chip Carrier）

PLCC 是由 DIP（Dual Inline Package）演变而来的一种封装结构，当引脚数超过 40 条时通常采用 PLCC 封装，引脚为“J”结构，均匀分布在集成电路的四边。引脚中心间距为 1.37mm，这种封装通常用于数字集成电路、微处理器（CPU）阵列、标准单元电路等。图 1－14 是 PLCC 封装产品的照片。

表 1－4　正方形 QFP 的封装规格（引脚条数）

外形尺寸（边长）/mm	引脚间距/0.5mm	引脚间距/0.4mm	引脚间距/0.4mm
5×5	32	40	56
6×6	40	48	64
7×7	48	64	80
10×10	72	88	120
12×12	88	108	144
14×14	108	128	176
20×20	152	192	256
24×24	184	232	304
32×32	248	312	408
36×36	280	352	464
40×40	312	392	520
44×44	344	432	576

图 1－14　PLCC 封装的集成电路

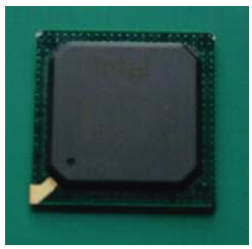
笔记

6. 门阵列式球栅封装（BGA，Ball Gird Array）

随着集成电路技术的发展，传统的 QFP 封装技术发展到极限，已经无法满足集成电路的 I/O 引脚数的快速增长。20 世纪 90 年代初期，由美国摩托罗拉公司和日本西铁城（CITIGEN WATCH）公司合作研究开发的 BGA 封装投入使用，现在已经广泛应用于各种 CPU 产品，外形尺寸为 31mm × 31mm、引脚间距 1.0mm 的 BGA 封装产品，其 I/O 引脚数可达到 900 个，充分满足了超大规模集成电路的功能、技术要求。

图 1 – 15（a）为 BGA 封装产品的焊接面照片，图 1 – 15（b）为 GBA 封装产品的顶面照片。

（a）



（b）

图 1 – 15　BGA 封装的 CPU 产品

（1）BGA 分类

按照基座材料不同，BGA 封装可以分为 PBGA、CBGA、CCGA 和 TBGA 四种类型。四种 BGA 封装的特点如表 1 – 5 所示。

表 1 – 5　不同基座载体的 BGA 封装的性能特点比较　Focus & Key Points

参 数 项 目	PBGA	CBGA	CCGA	TBGA
基座材料	FR4、BT 树脂印刷电路板	多层陶瓷基板	多层陶瓷基板	铜/聚酰亚胺/铜
焊球尺寸/mm	0.75 ~ 0.89	0.89	D × H：0.5 × 2.21	D：0.65
焊球间距/mm	1.0、1.27、1.5	1.0、1.27	1.27	1.0、1.27、1.5
锡球共面性/mm	≤0.2	差	差	好
I/O 数目	169 ~ 600	250 ~ 625	250 ~ 625	169 ~ 736
受机械损伤	不易受机械损伤	不易受机械损伤	易受机械损伤	易受机械损伤
吸潮性	容易吸潮	不容易吸潮	不容易吸潮	容易吸潮
热学特性	焊点热应力大	热膨胀系数差异大	热膨胀系数差异小	热膨胀系数差异小
焊后可检验性	差	差	差	差
焊点可维修性	差	差	差	差
包装方式	标准或专用托盘	标准或专用托盘	标准或专用托盘	标准或专用托盘
IC 封装成本	较低	中	中	高

笔记

（2）BGA 的优、缺点

BGA 封装与 QFP 封装的器件比较具有很多优势，如封装尺寸小、引脚锡球损坏率低等具体如表 1－6 所示。

表 1－6　BGA 封装与 QFP 封装特点比较

功 能 参 数	BGA	QFP	备　　注
封装尺寸/mm^2	525	1 600	
（引脚间距/球栅间距）/mm	1. 27	0. 5	
组装引脚锡球损坏率/PPM	0. 6	100	
器件组装废品率/%	0	7	
器件引脚间信号干扰	1. 0 ×	2. 25 ×	信号干扰倍数 ×
说　明	选择 304 个引脚的 BGA 和 QFP 器件进行比较		

BGA 芯片的缺点：

——SMT 组装后需采用 X 光（X-ray）检查；

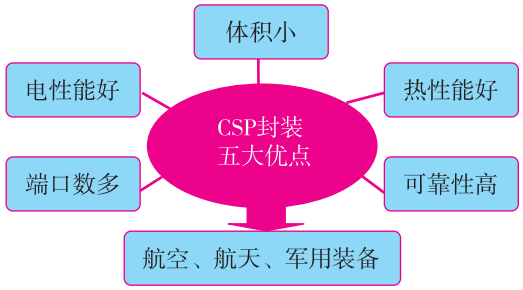
——由于球栅引脚排列需多层电路板布线，从而增加了电路板制造成本；

——传统的局部返工方法“Touch Up”不适用。必须将整个芯片取下来进行返工；

——清洁芯片底部焊盘有难度。

7. 芯片级尺寸封装（CSP，Chip Size Package）

Chip Size Package 又称为 Chip Scale Package，即芯片级尺寸封装，它的面积（组装占用印刷电路板的面积）与 IC 芯片尺寸相同或比芯片尺寸稍大一些，而且很薄。CSP 封装的结构尺寸通常为：锡球直径为 0. 3 ~ 0. 8 mm，锡球中心间距为 0. 5 ~ 1. 0 mm。



CSP 封装器件通常采用美国电子器件工程联合委员会（JEDEC）确定的标准托盘或专用托盘包装。

（1）CSP 封装的五大优点

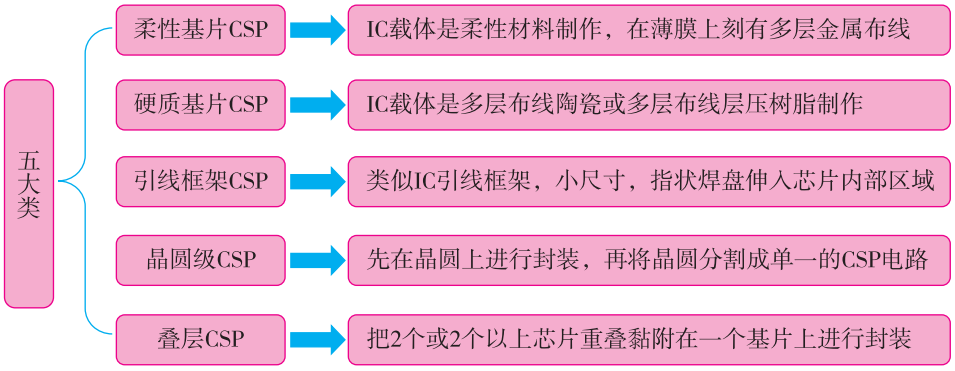
如图 1－16 所示为采用 CSP 封装的内存条。

图 1－16　采用 CSP 封装的内存条

网站

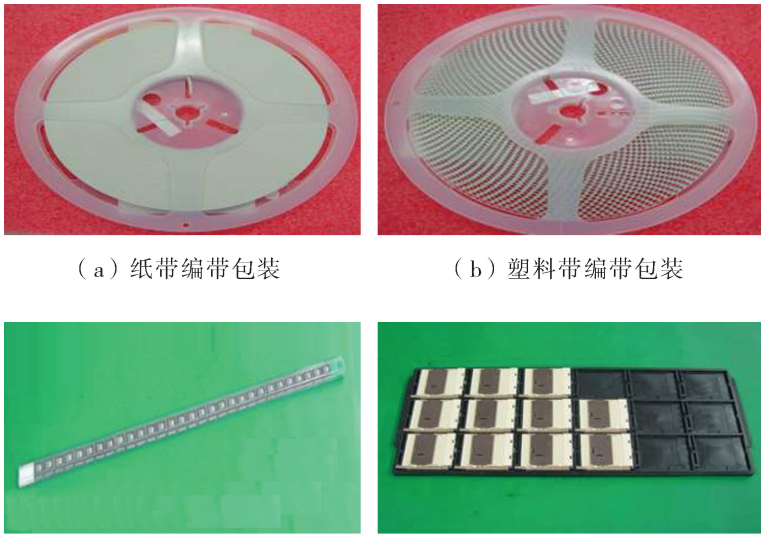
查阅教材网站学习资源中的元器件内容。

（2）CSP 封装的分类



◆ SMD 元器件包装

SMD 元器件的包装一般分为六种：编带包装、棒式包装、托盘包装、散装、真空包装和防静电包装。如图 1－17 所示分别为编带包装、棒式包装、托盘包装。



（a）纸带编带包装　（b）塑料带编带包装

（c）棒式包装　（d）托盘包装

图 1－17　不同形式的 SMD 元器件包装

笔记

1. 编带包装方式

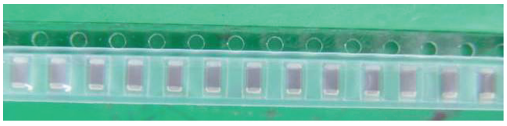
编带包装方式又称卷带包装方式，该包装方式由三部分材料组成：盛装带、密封带及带盘。编带方式常见的有纸带编带和塑料编带两种。

常用的编带包装规格为：8mm、12mm、16mm、24mm、32mm、44mm、56mm 及 72mm。

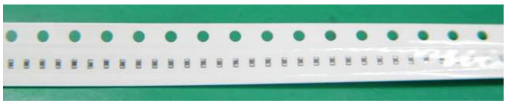
编带包装盘上贴有标签，如图 1 – 18 所示。例如，为：GAK – 08 02/P100。

图 1 – 19（a）所示为展开后的塑料编带，内部装有 SMD 元器件。图 1 – 19（b）所示为展开后的纸带编带，内部装有 SMD 元器件。

图 1 – 18　编带包装与标签



（a）



（b）

图 1 – 19　展开后的编带包装

2. 管状包装

管状包装采用塑料成型的防静电包装管进行包装，主要用于 SOIC、PLCC 等封装结构的元器件的包装。

在包装管的两端各有一个堵塞或塞柱，防止元器件从管内脱落，如图 1 – 20 所示。

3. 托盘包装（Tray Package）

托盘包装是矩形隔板使托盘按规定的空腔等分，再将器件逐一装入盘内，一般每个盘装 50 只元器件。托盘包装使用专门的托盘送料器进行送料，如图 1 – 21 所示。

图 1 – 20　管状包装

图 1 – 21　不同规格的托盘

笔记

4. 散装

散装是将片式元器件自由地封入成型的塑料盒或袋内，贴装时把料盒插入料架上，利用振动式送料器或送料管使元器件逐一送入贴片机的料口。这种包装方式成本低、体积小，但适用范围小，一般包装圆柱形电阻多采用散装包装。

5. 真空包装

真空包装适合于湿敏元器件的包装。将包装塑料袋抽真空后密封，并贴上真空标签。

图 1－22（a）所示为湿敏包装标志，图 1－22（b）所示为湿敏包装袋与包装标签。

6. 防静电包装（ESD Package）

对于静电敏感元器件，如 CMOS 集成电路、CMOS 晶体管、液晶等，都要采用防静电包装。防静电包装有防静电袋、防静电管等包装形式，要根据元器件的具有使用情况确定采取哪种包装形式。如图 1－23 所示为防静电包装袋。

（a）

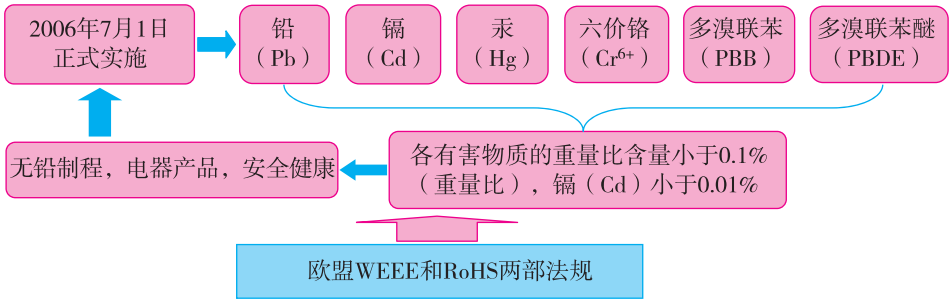
（b）

图 1－22　湿敏元器件的真空包装

图 1－23　防静电包装

无铅焊料与环保

◆ 无铅焊料与有害物质



光盘

学习《助学系统》第一部分 1.3 相关环保工作的内容。

笔记

1. 常用的无铅焊料种类

目前行业内对各个公司开发研究的无铅焊料的共同评价是：具备产业化实用价值的无铅焊料主要有高温 Sn-Ag 系、Sn-Cu 系，中温 Sn-Zn 系和低温 Sn-Bi 系四大合金系列。四大系列无铅焊料的特点、用途各不相同，要根据焊接工艺要求进行选择。部分四大系列的焊料基本性能如表 1－7 所示。

表 1－7　部分无铅焊料的性能　Focus & Key Points

焊　料		液相温度/℃	抗拉强度/MPa	延伸率/(%)	维氏硬度(kgf/mm²)	主要用途
Sn-Zn	Sn-9Zn	199	45.5	40	21.3	
	Sn-8Zn-3Bi	197	77.8	24.9	31.2	
	Sn-8Zn-6Bi	194	86.6	10.9	32.3	
Sn-Bi	Sn-58Bi	138	77	25	19.3	
	Sn-57Bi-1Ag	137	47	41	—	
Sn-Cu	Sn-0.7Cu（Ni）	227	38	34	—	浸焊、波峰焊
Sn-Ag	Sn-3Bi-3Ag	215	73	22	27	
	Sn-3.5Ag	221	45	38.5	16.5	
	Sn-3.5Ag-0.7Cu	218	43	40	17	
	Sn-3.0Ag-0.5Cu	217	42.6	38	—	回流焊

2. 焊料的主要用途

国际锡研究协会（ITRI）的焊接技术研究部门对已开发的主要无铅焊料进行了综合性能试验比较。其比较结果为 Sn-Ag-Cu 最好，而且是目前使用最多的主流无铅焊料合金。

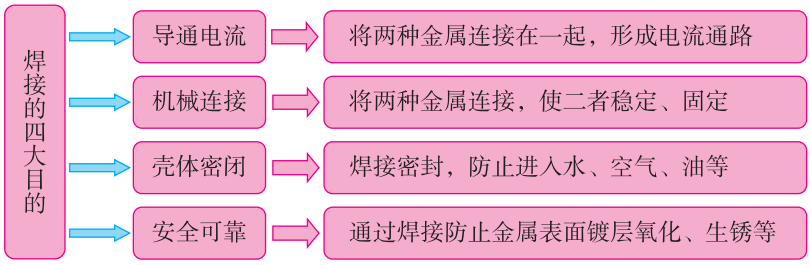
对于浸焊、波峰焊，通常采用 Sn-0.7Cu 无铅焊料。虽然焊接温度要高于熔点50℃～60℃，即 277℃～287℃，但是，由于波峰焊接时间不足 1s，所以对元器件、PCB 的高温影响不大，且这种无铅焊料的价格相对比较便宜，因此，得到广泛应用。

对于回流焊接，要考虑电子元器件的受热温度不能超过 250℃，而无铅焊料的焊接温度普遍较高，这就造成了无铅再流焊的工艺窗口很窄，所以熔点温度相对较低的 Sn-3.0Ag-0.5Cu 和 Sn-3.5Ag-0.7Cu 最受欢迎，不仅有较宽的工艺窗口，而且焊接质量优于其他系列的焊料。

光盘

学习《助学系统》第二部分SMT基础知识中的SMT培训资料。

3. 焊接的目的



4. 焊料熔点与液相

焊料在常温下是固相状态，通过高温加热，当达到焊料熔点温度时，焊料逐渐由固相变成液相，其变化过程如图 1－24 所示。

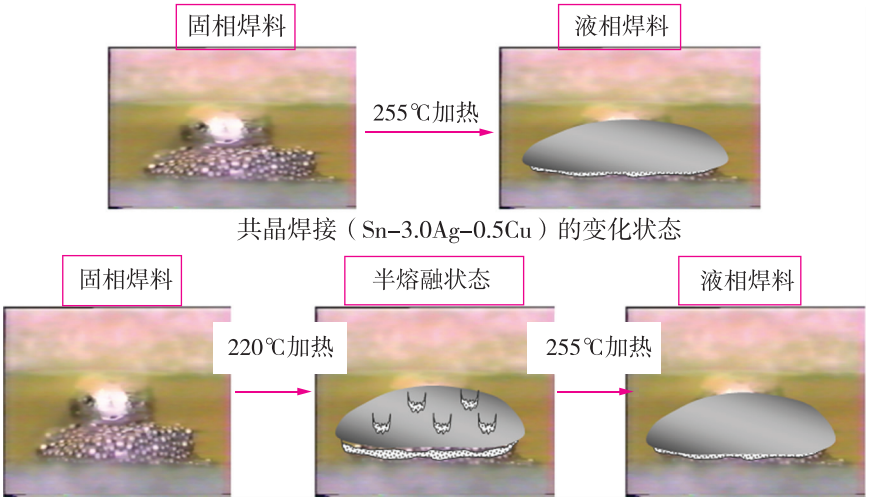


图 1－24　共晶焊接（Sn-3. 0Ag-0. 5Cu）的变化状态

光盘

学习《助学系统》第二部分SMT焊接技术学习资料中的相关内容。

通常将熔点在 450℃以下的焊料称为软焊料，熔点在 450℃以上的焊料称为硬焊料。在电子产品组装工艺中使用的焊料都是软焊料，焊接温度一般要求低于 350℃。而在机械构件的焊接中，通常采用电焊、热压焊等高温焊接技术，其选用的焊料都是硬焊料。

◆ 无铅焊料的形态和用途

根据用途不同，焊料分为固体焊料和膏状焊料两种。焊膏用于回流焊接工艺，而固体焊料却有多种应用场合。固体焊料根据形状分为焊条和焊锡丝两种。

笔记

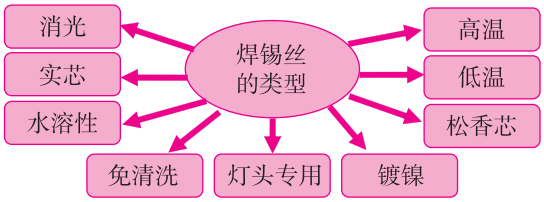
1. 焊条

通常波峰焊、浸焊工艺中使用焊条，焊条中不包含助焊剂。要求锡条表面均匀光滑，纯度高，有害杂质低于国际标准要求，熔化后流动性好，润湿性佳，焊点光亮，氧化渣物残渣极少发生。

图 1－25　无铅焊锡条

根据焊条的焊接、熔点温度和特性，焊条分为无铅抗氧化锡条、无铅高温锡条、无铅低温锡条、无铅消光锡条、无铅含银锡条和其他特殊用途锡条等。图 1－25 所示为无铅锡条的外形。

2. 焊锡丝



问题与思考

助焊剂放在何处？

焊锡丝的使用场合？

无铅焊锡丝应具备以下特点：

- 绿色环保、无污染，符合RoHS标准
- 润湿时间短，可焊性好，温度对元器件影响小
- 焊接时不会溅弹松香、助焊剂、锡珠、锡球
- 线内松香、助焊剂均匀，连续性好，无脱落
- 焊接时，烙铁头浮渣少，浮渣易除去
- 自动走线焊接时，锡丝不会缠结、断裂
- 卷线整齐、美观、表面光亮、无氧化
- 焊接时，无恶臭味、烟雾少、有毒害气体

常用的有芯型无铅焊锡丝直径有：0.3 mm、0.5 mm、0.8 mm、1.0 mm、

笔记

1.2 mm 和 1.8 mm 几种。其助焊剂含量有 1.2% 少量型、2% 适量型和 3.3% 标准型三种类型。无铅焊锡丝如图 1－26 所示，有芯型无铅焊锡丝如图 1－27 所示。无芯型无铅焊锡丝的直径比较粗，不含助焊剂，用于波峰焊机自动加焊料。在给空的焊锡槽加焊料或需要补充大量焊料时用焊锡条。

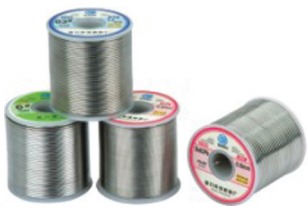


图 1－26　无铅焊锡丝

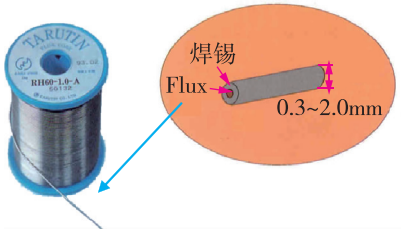


图 1－27　有芯型无铅焊锡丝

焊锡膏性能与识别

◆ 焊锡膏的焊接性能

光盘

学习《助学系统》第二部分 SMT 焊接技术学习资料中的相关资料。

焊锡膏 = 焊料合金粉末 + 助焊剂 + 黏结剂 + 溶剂

焊锡膏性能：

熔融特性	焊料粉末合金共晶组分不同，其熔点不同
浸润特性	润湿特性是焊锡膏最重要特性，温度对湿润性有影响
界面层形态	金属间化合物IMC较脆，热膨胀系数不匹配，焊接处易裂
可焊耐焊性	浸润性表征焊料焊接能力，浸析作用影响可焊、耐焊性
剥离强度	焊点与元器件、PCB的被焊接界面的附着（Adhesion）特性
电阻率	保证电气连接性能，焊接界面导体必须要有低的电阻率

◆ 焊锡膏的印刷性能

光盘

流变性、触变性。查阅《助学系统》的必备知识的相关定义和解析。

焊锡膏是将合金粉与黏性很强的焊剂混合而制成的膏状物，除了应具备很好的焊接性能外，与其他形状的焊料不同，焊锡膏还应具备良好的印刷性能。

1. 可印刷性

可印刷性包括焊锡膏的流变性和触变性（Thixotropic）。

触变性好的焊锡膏可以保持印刷在焊盘上的焊锡膏外形不变，不坍塌（Slump）。焊锡膏在印刷时具有流动性而在熔融时也再次具有流动性，再流焊（Reflow）也因而得名。

2. 印刷透过性

在焊锡膏印刷过程中，印刷后焊锡膏黏度保持时间长，无塌边现象，锡球飞溅少，焊点可靠性高（通过 SIR 和电迁移测试）、清洗性好，性能经时变化小。

3. 焊接后无残留物

焊接后无残留物、无腐蚀，板面干净不黏手，有足够高的表面绝缘电阻，离子残留少满足免清洗要求，不易发生锡溅、桥接等缺陷，无毒，无严重气味，无环境污染。

无铅再流焊过程中，焊剂较难润湿合金粉和焊盘及引脚，焊接缺陷率比有铅工艺要高，在使用无铅焊锡膏之前，应进行相关的工艺测试，如：

——黏着性测试；

——冷热塌陷性测试；

——典型温度曲线在空气下的锡溅测试；

——不同表面镀层材料润湿铺展测试。

◆ **焊锡膏的类型**

根据焊锡膏的助焊剂不同，可以分为松香型焊锡膏、免清洗焊锡膏、水溶性焊锡膏三大类型。

根据再流焊温度不同可以分为高温焊锡膏、常温焊锡膏和低温焊锡膏。

根据焊料合金成分可以分为 Sn-Ag 系、Sn-Cu 系，中温 Sn-Zn 系和低温 Sn-Bi 系等。

网站

参见《助学系统》第二部分中 SMT 焊接技术学习资料的相关内容。

光盘

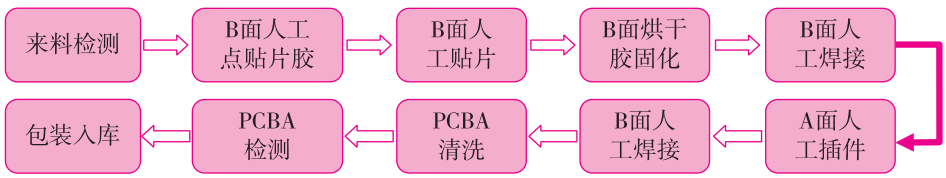
参见《助学系统》第一部分 1.3，并观察了解企业实际工艺流程。

1.1.4　调研企业获取组装产品的相关信息

SMT 人工组装工艺流程识别

◆ **基本 SMT 人工组装工艺流程**

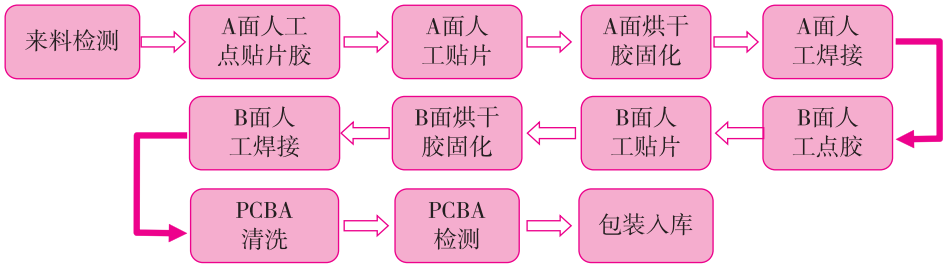
1. 单面人工混装工艺流程



问题与思考

通过调研工厂，看看还有哪几种工艺流程？

2. 双面人工组装 SMD 的工艺流程



光盘

学习《助学系统》第二部分 SMT 基础知识中的相关资料。

问题与思考

了解企业，分析一下哪些流程顺序可以调整？ 为什么？

◆ SMT 人工组装需要的工具设备与元器件要求

1. 常用工具设备

使用的工具和设备要根据具体的工艺要求、产品要求和生产效率等因素确定。通常情况下，应考虑如下工具和设备：

（1）焊接工具

人工焊接时使用恒温防静电电烙铁、不锈钢镊子，并戴防静电手腕带。焊点检查用 10～20 倍显微镜或放大镜。

（2）点胶设备

点胶采用半自动或手动点胶机，胶烘干采用烘箱或回流焊炉，采用功能测试仪测试电路板功能，当 SMD 元器件与 THC 元器件在同一个 PCB 面焊接时，还可以采用恒温浸焊锅等设备。

2. 人工组装焊接板应满足的基本特征

——贴片元件通常不宜小于 2mm×1mm，宜选用英制 0603 及以上尺寸的元器件；

——PLCC、QFP 等芯片的引脚中心距宜≥0.6mm；

——不能焊接 BGA、CSP 元件；

——元器件安排不能过于密集。

双面 SMD 工艺流程识别　Focus & Key Points

◆ 基本工艺流程识别

1. 基本工艺流程

不同企业、不同生产条件，其工艺流程有所差异，对于生产质量水平高的生产线可以减少检验工序的设置。通常，双面 SMD 的电路板要用双面再流焊工艺，其基本流程如图 1－28 所示。

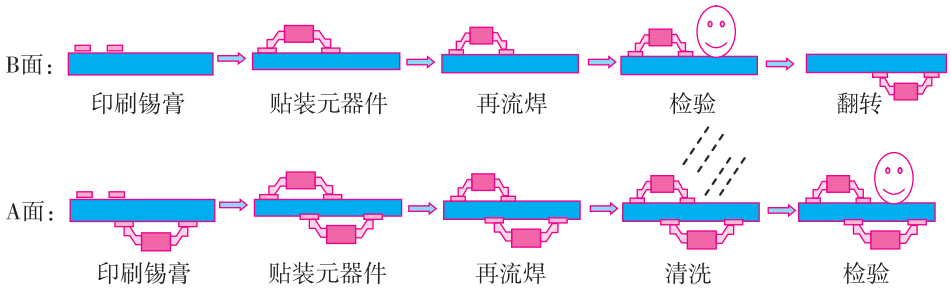


图 1－28　双面 SMT 组装工艺流程

2. 双面再流焊工艺的特点

A 面布置有大型 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，工艺控制复杂，要求严格，常用于密集型或超小型电子产品，如手机、U 盘。

◆ 应用的基本设备

双面 SMD 回流焊接工艺主要采用以下设备：

采用半自动或全自动印刷机印刷焊锡膏，高速贴片机贴装小型 SMD 元器件。

问题与思考

了解企业，说明双面 SMD 工艺都需要什么设备？

什么情况下使用电烙铁进行焊接？为什么？

笔记

光盘

参见《助学系统》第一部分，观察、了解企业的实际工艺流程。

网站

查阅教材网站实训在线中焊接技术要求。

焊接工具与设备识别

◆ 一般电烙铁的识别

1. 电烙铁的主要用途

电烙铁是将元器件焊接在电路板上的一种常用工具，用于人工焊接。

电烙铁通电加热后能够把焊锡熔化，让熔化的焊锡附着在需要焊接的元器件引脚与 PCB 焊盘部位，自然冷却后形成牢固的焊点，使元器件牢固地焊接在 PCB 上，形成良好的电连接。

2. 电烙铁的主要性能参数

（1）电烙铁的类型

按照加热方式分为内热式和外热式两种；

按照加热功率大小通常分为 25W、30W、40W、60W、100W、150W、200W 等。在电子产品的人工焊接工艺中，一般采用 25W、30W、40W 即可。而大功率的电烙铁通常用于对电缆线、金属件等方面的焊接。

按照功能可以分为一般电烙铁、恒温电烙铁、防静电恒温电烙铁和焊接维修工作站等几种。

（2）电烙铁的结构与温度

无铅焊接时需要的焊接温度为 250℃ ~400℃。

由于电烙铁头工作在高温状态，其材料的质量对焊接效果有着非常重要的影响。不良的电烙铁头很容易被氧化，使用寿命很短。为此，在使用过程中，应经常在电烙铁头部位擦上一层助焊油膏，防止氧化，延长电烙铁的使用寿命。

◆ 恒温防静电电烙铁的识别

1. 用途与特点

在 SMT 人工焊接工艺中，应当选择具有恒温、防静电功能的电烙铁，以确保焊接质量。高性能的恒温防静电电烙铁是基座与电烙铁分离式的，基座上有温度控制器、防静电设计，需要使用单相三线制的电源，并接防静电地线。

如图 1 –29 所示为恒温防静电电烙铁。

2. 主要功能参数

用于无铅焊接的电烙铁，通常具备温度较高、功率较大等特点。主要功能包括：

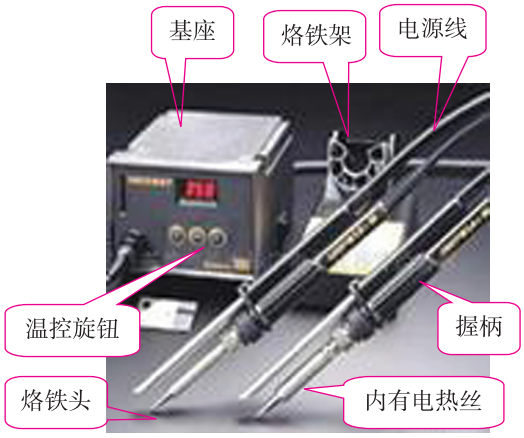


图 1－29　恒温防静电电烙铁

——输入电源：交流 220V 或 24V，50Hz；

——输出功率：60～80W；

——防静电安全设，采用 ESD 对策，具备软接地、硬接地两种方式防静电；

——多种电烙铁头可选择；

——温度控制与电烙铁头采用分体式设计；

——温度控制范围：250～400℃；

——可焊接不同的 PCB 与元器件，如，多层 PCB 板焊接、陶瓷基板焊接、无铅焊接等需要大热量的焊接。

◆ SMT/BGA 维修工作站的识别　Focus & Key Points

1. 主要用途

在集成电路焊接、SMT 人工焊接和产品维修时，通常采用多功能的 SMT/BGA 维修工作站，以确保焊接质量。由于存在集成电路引脚较多、拆卸难度大，SMD 元器件焊点小、焊点多不易焊接等问题，只有采用多功能的维修工作站，才可以很好地完成产品的焊接、维修任务。

SMT/BGA 维修工作站如图 1－30 所示。

图 1－30　SMT/BGA 维修工作站

笔记

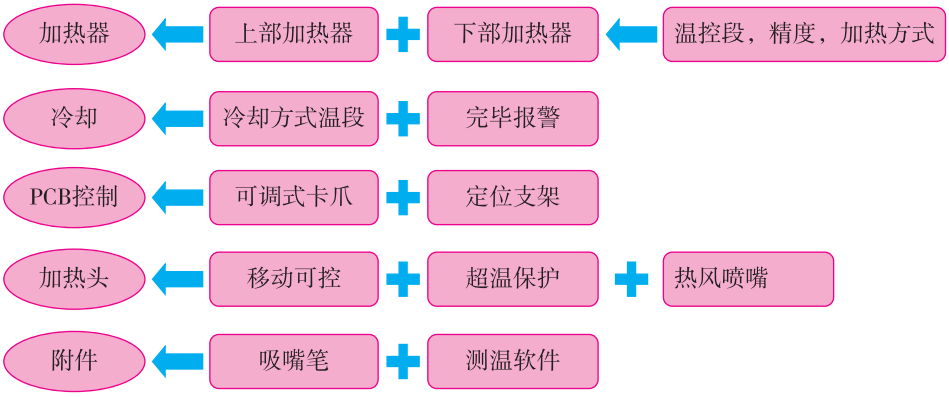
光盘

学习《自主学习手册》相关安全要求，了解企业工具、设备的性能和使用方法。

笔记

2. 主要性能与参数

（1）主要性能



（2）主要参数

——PCB 尺寸（PCB Size）：≤L500 × W380（L 方向可任意加长）；

——PCB 厚度（PCB Thickness）：0.5 ~ 3mm；

——工作台调节（Adjusting for table）：前后（Front/back） ±215mm，左右（Left/Right） ±190mm；

——温度控制（Temperature Control）：K 型热电偶（K Sensor），闭环控制（Closed loop）；

——PCB 定位方式（Positioning PCB）：外形（Outer）；

——底部预热［Sub（Bottom） heater］：红外（Infrared）3000W；

——喷嘴加热［Main（Top） heater］：热风（Hot air）800W；

——使用电源（Power used）：单相（Single phase），220V，50/60Hz，2.2kVA。

网站

查阅教材网站中的企业链接，了解企业的印刷机安全操作要求。

印刷设备的识别

◆ 全自动高速印刷机的主要性能参数

印刷机分为手动印刷机、半自动印刷机和全自动印刷机三大类，目前企业批量生产过程中一般都采用全自动高速印刷机。而手动、半自动印刷机应用在小批量生产场合。

全自动高速印刷机主要性能包括印刷 PCB 尺寸、刮刀结构、印刷速度、印刷精度和流变测定等。常用的全自动高速印刷机及参数如表 1 - 8 所示。

手册

按照《自主学习手册》第四部分 1（学习任务 1.1）要求训练。

表 1－8　全自动高速印刷机的主要性能参数　Focus & Key Points

主 要 参 数	日立 NP-04LP	美国 MPM-UP2000
基板尺寸/mm	（50×50）～（360×460）	（50×50）～（508×406）
基板厚度/mm	0.3～4	0.4～12.5
刮刀长度、材料	480mm 橡胶＋不锈钢混合刮刀	橡胶刮刀，不锈钢刮刀
印刷范围/mm	460×360	457×406
操作系统	WinNT 操作界面中、日、英三种语言	英文
印刷速度/（mm/s）	5～200（增量 1）	6.35～305
印刷周期/s（不含印刷脱网时间）	8	11
重复精度	±0.015mm@6sigma	±0.025mm@6sigma
印刷精度	±0.025mm@6sigma	±0.025mm@6sigma
印刷纠偏		自动校正
效果检查		2D 或 3D
流变测定泵印刷		有
基板脱离速度/mm	0.35～1.5 按 0.01mm/s 增加	
基板脱离距离/mm	0～3（增量 0.1）	－1.3～＋2.5

◆ 半自动印刷机的主要性能参数

半自动印刷机通常适合于小批量、多品种产品生产。在使用过程中，人工上板送料、人工进行网板分离。电动机驱动刮刀进行印刷。如图 1－31 所示为一种常用的半自动印刷机。半自动印刷机通常具备如下特点：

——机械微调对位，电机驱动刮刀；
——速度/压力可调；
——垂直分离；
——印刷精度：±0.02mm；
——网框尺寸：585mm×585mm；
——印刷面积：400mm×375mm。

图 1－31　半自动印刷机

笔记

光盘

学习《助学系统》第二部分印刷工艺学习资料中的相关内容。

光盘

参见《助学系统》第四部分学习资源库中的视频库内容。

贴片机的识别

◆ 贴片机的结构类型

根据贴片机的贴片传动结构和形式，主要分为拱架式（又称“动臂式”）、转塔式、复合式、大型平行（又称“模组”）系统四种类型。

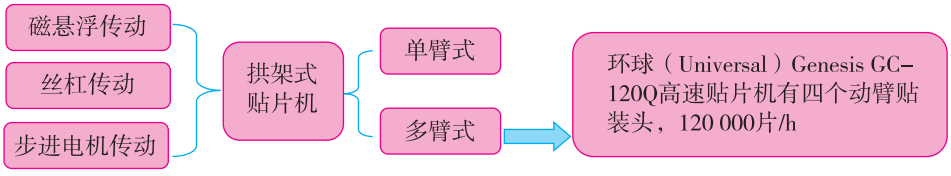
1. 拱架式贴片机的特点

（1）主要特点

拱架式贴片机的贴片速度受到一定的限制，通常贴装精度和贴装速度是一对矛盾。所以拱架式贴片机虽然在贴片精度方面具有优势，但在贴装速度方面无法与复合式、转塔式和大型平行系统相比。

光盘

学习《助学系统》第二部分SMT贴片机学习资料中的相关内容。



（2）主要厂家和型号

光盘

学习《助学系统》第四部分学习资源库中的动画库内容。

目前生产的拱架式贴片机多数是多臂式结构，适合高精度贴片机和中速贴片机。主要的厂家和型号有：环球（Universal）公司的GSM系列（见图1－32）和Genesis系列（如图1－33所示）、安必昂（Assembleon）公司的AQ-1、日立（Hitachi）公司的TIM-X、富士（Fuji）公司的QP-341E和XP系列、松下（Panasonic）公司的BM221、三星（Samsung）公司的CP60系列、雅马哈（Yamaha）公司的YV系列、日本重机（Juki）公司的KE系列、韩国未来（Mirae）公司的MPS系列。

图1－32　环球GSM系列贴片机

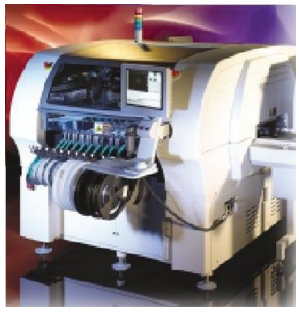


图1－33　环球Genesis系列贴片机

笔记

2. 转塔式贴片机的特点

（1）主要特点

转塔式贴片机的转塔吸头固定不动，使用一组在 X、Y 方向快速移动的送料器，转塔吸头从移动的送料器上吸取元器件，然后把元器件贴放在 X、Y 方向移动的工作台上的电路板上面。转塔式机器由于拾取元器件和贴片动作同时进行，使得贴片速度大幅度提高。

转塔式贴片机的贴装速度快，技术已非常成熟，得到广泛应用。如富士（Fuji）公司的 CP842E 机器贴装速度可达到 0.068s/片。但是这种机器由于机械结构所限，其贴装速度已达到一个极限值，不可能再大幅度提高。该机型的不足之处是只能处理带状料。

（2）主要厂家型号和用途

生产转塔式贴片机的厂商主要有环球、松下、日立和富士等公司，如图 1－34和图 1－35 分别是富士 CP-842 贴片机转塔式贴片机和环球 Quadris 系列转塔式贴片机。

转塔式贴片机主要应用于大规模的计算机板卡、移动电话、家电等产品的组装生产。在这些产品当中，阻容元器件（Chip 元器件）特别多、装配密度大，很适合采用这一机型进行组装生产。

图 1－34　富士（Fuji）CP-842 贴片机

图 1－35　环球（Quadris 系列）贴片机

3. 复合结构式贴片机的特点

（1）主要特点

复合结构式贴片机是在吸取了拱架式和转塔式结构的优点基础上发展起来的一种结构，它集合了转塔式和拱架式的优点，避开了缺点，在拱架的动臂上安装有小型吸头转盘，既保持高速度贴片，又保证贴片精度。

（2）主要机型

复合结构式贴片机是目前的主流贴片机，被业界广泛看好。目前主要的机型有：

——西门子（Siemens）Siplace80S 系列贴片机，有两个带有 12 个吸嘴的

笔记

旋转头；

——环球（Universal）的“闪电头”贴装头带有 30 个吸嘴，一个这样的“闪电头”安装在 Advantis AC-30L 贴片机上可实现 30 000cph 的贴片速度；四个这样的“闪电头”安装在 Genesis GC-120Q 贴片机上，可实现 120 000cph 的贴片速度；

——西门子（Siemens）HS60 贴片机安装有 4 个旋转头，贴装速度可达 60000 cph。

复合结构式贴片机适应生产的产品比较广泛，贴装元器件的范围比较宽，通常能够贴装 0201" ~55 ×55mm 的各种元器件。

4. 大型平行结构式贴片机

（1）主要特点

大型平行结构也称为模组结构的贴片机是由一组多个小的独立贴装单元组合而成。每个贴装单元有自己的丝杆位置系统，并安装有照相机和贴装头。每个贴装头可吸取有限个的带式送料器送达的元器件。通常每个贴装单元负责贴装 PCB 的一部分，PCB 以固定的间隔时间在机器内步进式移动。

单独的各个贴装单元的贴装速度相对较慢，贴装精度高。当一台贴片机由 3 ~7 个贴装模组构成时，其连续平行贴装的速度就非常快。所以这种结构的贴装速度由贴装单元的数量决定。

（2）主要机型

飞利浦（Philips）AX-5 贴片机可最多有 20 个贴装单元，贴片速度为 150 000片/h。

富士（Fuji）NXT 贴片机有多种贴片头可供选择，每个 M3-8 吸嘴贴片头的贴装速度为 10 000 片/h，每个 M6-4 吸嘴贴片头的贴装速度为 5 600 片/h，不同吸嘴适合贴装不同结构尺寸的元器件，可以根据生产的产品不同进行最佳的模组选择。

图 1 – 36 和图 1 – 37 分别是飞利浦（Philips）AX-5 贴片机和富士（Fuji）NXT 贴片机。

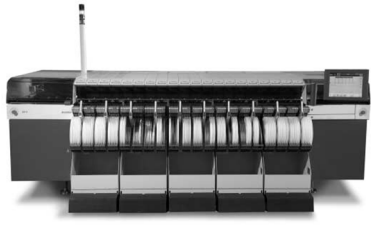


图 1 – 36　飞利浦（Philips）AX-5 贴片机

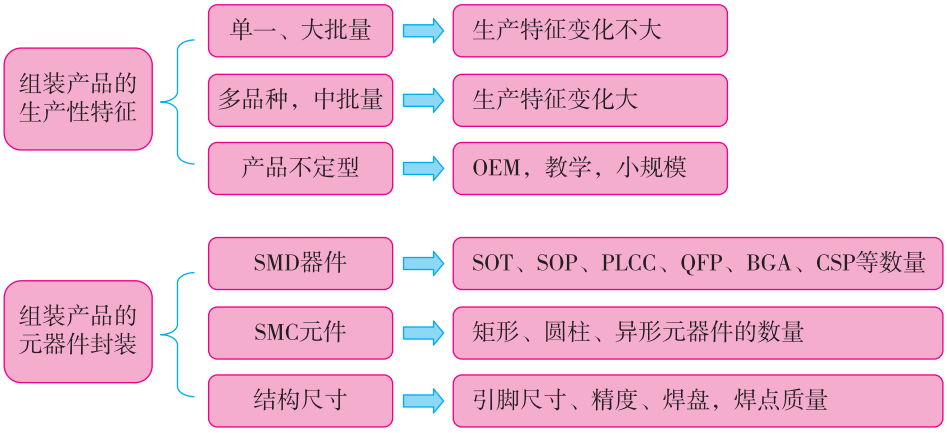
图 1 – 37　富士（Fuji）NXT 贴片机

笔记

◆ 贴片机的主要参数与选择要点

贴片机的选择遵循：满足产品要求的原则、生产线平衡原则和性能价格比原则。

1. 满足产品要求的原则　Focus & Key Points



通过对产品的分析，确定哪种结构的贴片机能够满足产品生产要求。同时还要适当考虑今后计划生产的其他产品特征的适应性。

2. 生产线平衡原则

进行大批量生产时，一定要充分地分析生产线平衡问题，这是关系到生产效率和成本的重要问题之一。生产性平衡结构如图 1－38 所示。

一条 SMT 生产线的生产周期 T 为：

$$T = T_{\mathrm{p}} + T_{\mathrm{m1}} + \cdots + T_{\mathrm{m}n} + T_{\mathrm{s}}$$

组装单个产品的时间 $T_{单}$ 为：

$$T_{单} = \max\left(T_{\mathrm{p}},\ T_{\mathrm{m1}},\ \cdots,\ T_{\mathrm{m}n},\ T_{\mathrm{s}}\right)$$

也就是说，组装单个产品的时间取决于生产线中速度最慢、用时最长的一台设备，只有当每台设备生产一个产品所用的时间都相等时，效率最高。

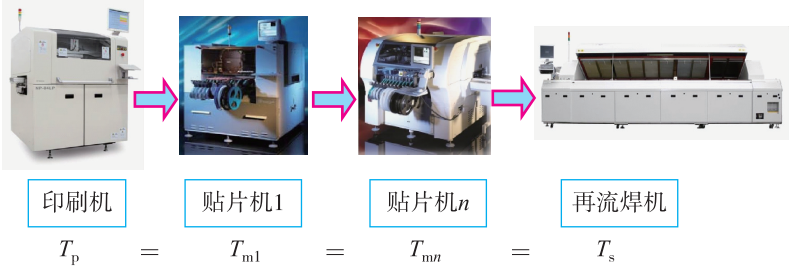


图 1－38　SMT 生产线平衡生产示意

笔记

3. 性能、价格比较原则

（1）优先选择贴片机

在 SMT 生产线各种设备中，贴片机的性能、价格和作用非常重要，是整个 SMT 生产线的核心设备，是首先要确定、选择的设备。一旦贴片机选择好了以后，就要考虑焊接设备、印刷设备的选择，并要与选择的贴片机在参数方面进行配套。

（2）性能选择

在满足产品特征和生产特征要求的前提下，需要确定贴片机的性能、参数和可靠性等技术指标。

每种结构、每个厂家、每种机型的贴片机都有其一定的优点、缺点和适用生产产品的范围，在选择贴片机的性能参数时通常按照 PCB 处理范围、元器件结构与尺寸范围、送料器类型和元器件贴放要求四个方面进行。具体如表 1－9 所示。

表 1－9　贴片机的主要参数一览表　Focus & Key Points

项目	参　数	基本要求	项目	参　数	基本要求
PCB 处理能力	PCB 尺寸最小/mm	≤50×50	贴放要求	驱动电动机，*Y* 轴	伺服、步进、丝杠、磁悬浮
	PCB 尺寸最大/mm	≥400×500		驱动电动机，*Z* 轴	伺服、步进、丝杠、磁悬浮
	PCB 厚度最小/mm	1.5		驱动电动机，*Q* 轴	伺服、步进、丝杠、磁悬浮
	PCB 厚度最大/mm	3.0		数码器，*X*/*Y* 轴	线性或旋转式
	贴装区域最大/mm	≥375×450		数码器，*Z*/*Q* 轴	旋转式
	定位方法	定位孔边缘夹紧		定位方式	滚珠丝杆或皮带式
	定位精度/mm	≤0.05		触觉感应	要求
	定位销尺寸/mm	3.18		*Z* 轴行程	可编程
	定位孔尺寸/mm	3.25		吸嘴转换器	要求
	坏板识别	要求		标准找中心	机械或测向视觉
	边缘净空最大/mm	3.8		密脚/BGA 找中心	底部摄像视觉
	基准点相机	灰度成像		视觉相机类型	二进位或灰度

表 1－9（续）

项目	参　　数	基 本 要 求	项目	参　　数	基 本 要 求
贴装的元器件范围	标准能力	0201"～55×55mm	贴放要求	相机阀值等级	256 级灰度
	密脚能力/mm	0.3～0.65		相机视觉区间	32mm
	BGA 能力/mm	1.0～1.5		最大视觉区间	50mm 使用分块视觉
	CSP 能力/mm	1.0～1.5		极性检查	有，没有
元器件送料器	8mm 装载能力	最少 80 个		解析度，*X*/*Y* 轴/mm	0.0127
	条形送料器范围	SO-8～PLCC84		解析度，*Z* 轴/mm	0.005
	带状送料器范围/mm	8/12/16/24/32/44/56/72		贴放精度 IPC9850/mm	±（0.03～0.06）@3xigma
	矩阵托盘送料器	最少 20 个		贴放精度 IPC9850	Cpk≥1.3
贴放要求	系统类型	架空拱架式		贴片速度 IPC9850	10000～150000
	贴片头数量	单头、双头		自动编程能力	要求
	驱动电动机，*X* 轴	伺服、步进、丝杠、磁悬浮			

（3）性能价格比

不同型号的贴片机在各项性能满足要求的前提下，可以参考如下方法进行简单的性能价格比——贴片成本计算：

$$C_{MC} = C/N$$

式中：C_{MC}是贴片成本，C 是购买贴片机的全部价格，N 是每小时贴片数量。这里的 N 最好用实际贴片数量进行计算，厂家推荐的贴片速度与实际有较大差别。厂家提供的贴片速度是在标准条件下测量出来的，与实际贴片生产有差异。

C_{MC}值越小，性能价格比越高，贴片成本越低。

问题与思考

选择什么型号的设备最好呢？　标准是什么？

波峰焊机、再流焊机的识别

◆ 波峰焊机的识别

1. 波峰焊机的主要用途

波峰焊机是一种自动焊接设备，目前广泛应用于电子产品组装工艺中的

笔记

光盘

学习《助学系统》第二部分 SMT 焊接技术学习资料中的相关内容。

自动化焊接设备。

波峰焊机主要由涂助焊剂装置、预热装置、焊料槽、冷却风扇、测量与控制器、PCB 传输机构等部分构成。如图 1－39 所示为一台微机控制的波峰焊机。

图 1－39　波峰焊机

网站

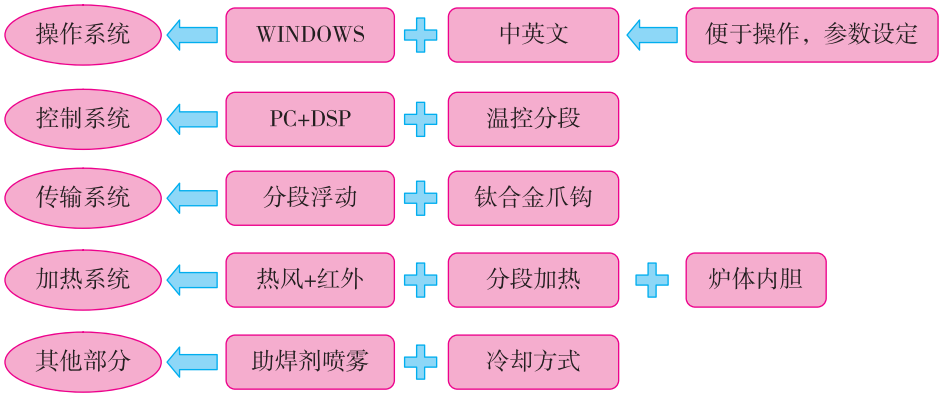
查阅教材网站中企业链接，了解企业波峰焊机的性能参数和使用方法。

提示

波峰焊接过程中助焊剂分解产生气体，需要增加排风系统及时将废气排除。有铅焊接过程中，废气内会携带一定含量的铅分子，对人体有害，需要进行无铅化处理。无论是有铅焊接还是无铅焊接，都要对产生的废气进行处理，达到环保要求。

2. 主要性能与参数

（1）主要性能



（2）主要参数　Focus & Key Points

不同的厂家所生产的波峰焊设备的参数和性能特点都会略有不同，如威海海天机电有限公司生产的八温区无铅波峰焊设备，其主要性能参数为：

- Windows 2000 操作系统，液晶显示器，高性能控制软件，多 PCB 板工艺参数设定、管理、存储、打印；
- TCL 计算机与全套 SIEMENS PLC、温控扩展模块 + SSR PID 控制，控温精度可以达到 ±1℃；
- 传送速度：0 ~ 1800 mm/min；
- 传送方向：L →R & (R →L)；
- PCB 宽度：Max. 350 mm；
- 传输导轨角度：4° ~ 7°；

笔记

- 预热区数量：3 个预热温区；
- 预热长度：1800 mm；
- 预热器：220 V/AC，3.0 kW×3；
- 预热方式：微循环全热风加热；
- 预热温度：室温～250℃；
- 预热控温方式：西门子温控模块；
- 焊接温度：室温～400℃；
- 锡炉温度控制精度：±1℃。

◆ 再流焊机

1. 主要用途与特点

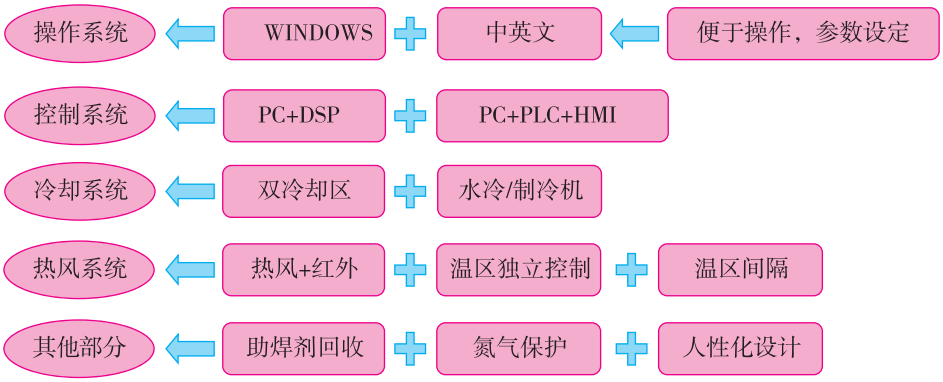
再流焊机如图 1－40 所示。再流焊机主要通过高温使 SMD 元器件与 PCB 焊盘进行焊接，通过设定的不同温度使 SMD 元器件焊盘处的焊锡膏熔融，待焊锡膏中的有机溶剂挥发、焊料冷却后形成焊点，将 SMD 元器件和 PCB 电路板焊接在一起。

图 1－40　再流焊机

再流焊机和波峰焊机的焊接原理不同，焊接对象不同，焊接工艺和技术要求也不同。

2. 主要性能和参数

（1）主要性能



（2）主要参数　Focus & Key Points

——可适用 PCB 尺寸范围：45～510 mm；

——PCB 板元件高度要求（板面/底）：上 25 mm，下 20 mm；

——加热温区数（上/下）：上 8 下 8 加热；

——冷却区数：上下各两组冷却温区，风冷却时 PCB 出口温度≤65℃；

——从常温到温度平衡升温时间：≤20 min；

笔记

——温度曲线转换时间：＜15 min（温度调整幅差值＜100℃）；

——加热温区控制精度：±1℃；

——加热温区长度：3600 mm；

——加热元件：平板式加热器，热均匀性、热补偿性、热效率好、热惯性小；优于传统绕线式或圆管式发热器，风压小，可防止小元件立碑；

——实时监控记录（任何操作均被记录）：具备实时监控，系统对用户操作及设备状态进行即时监控，自动记录，保存当天的数据，可随时查看和打印；

——氮气消耗量：350～900 ppm 氧浓度时，耗氮量 15～25 m^3/h。

多学一点

静电的危害——是灾难性的

静电作为一种普遍物理现象，近十多年来伴随着集成电路的飞速发展和高分子材料的广泛应用，静电的作用力、放电和感应现象引起的危害十分严重。美国统计，美国电子行业部门每年因静电危害造成损失高达 100 多亿美元，英国电子产品每年因静电造成的损失为 20 亿英镑，日本电子元器件的不合格品中 45％是因为静电放电（ESD）造成的。不仅如此，由于 ESD 在许多领域给人们带来重大损失和危害，如在第一个阿波罗载人宇宙飞船中，由于 ESD 导致火灾和爆炸，使 3 名宇航员丧生。1987 年 3 月 15 日，由于 ESD 哈尔滨亚麻厂发生特大亚麻粉尘爆炸事故，死亡 58 人，受伤 177 人，直接经济损失 880 多万元。

相关标准、环保和安全生产要求

1. 相关的法律法规

（1）安全行政法规

常用的企业安全行政法规有《工厂安全卫生规程》、《企业职工伤亡事故报告和处理规定》、《城市燃气安全管理规定》和《企业安全用电规范》等。

（2）安全技术法规

企业常用的安全技术方面的法规有《锅炉房安全管理规则》、《爆炸物品管理规定》、《气瓶安全监察规程》、《化学危险品安全管理条例》等。

（3）劳动卫生法规

劳动卫生方面的法规有《工业企业设计卫生标准》、《工业企业噪声卫生标准》、《关于加强防尘防毒工作的决定》、《体力劳动强度分级》和国际标准

光盘

学习《助学系统》第二部分 SMT 设备操作学习资料中的相关内容。

《ISO28001：2002 职业健康安全管理体系规范》等。

（4）环保方面法规

环保方面的法律法规有《报废电气电子设备》（*Waste Electrical Electronic Equipment*，WEEE）、《电子电气设备中禁止使用某些有害物质》（*Restriction of the use of Certain Hazardous Substance in Electrical and Electronic Equipment*，ROHS）和国际标准《ISO14000：2000 包括了环境要求的质量管理体系要求》等。

2. WEEE 及 RoHS 指令简介

2002 年欧盟提出 WEEE 指令，于 2003 年 1 月通过了 RoHS 指令，对报废的电机电子设备之分类收集、回收再利用、废弃处理及产品之禁用物质提出了许多要求。欧盟绿色法规于 2006 年 7 月 1 日正式实施，而在 2004 年 8 月中旬之前，欧盟各会员国则已经完成法令制定，未来各项电子产品需符合环保法规，才能销往欧盟国家。

（1）WEEE 指令

WEEE 治理规范了报废的电机电子物品之分类回收要求，规定各家电器与电子设备制造/销售厂商，对于这些产品使用完后所生成废弃物的延伸制造者回收责任，来达到加强回收 WEEE 的目标。规定各会员国应该在 2006 年年底之前达到至少回收 70% WEEE 与回收再利用 50% 以上 WEEE 材料与元器件（各类电器回收率目标不同）的目标。

（2）RoHS 指令

RoHS 指令则明确欧盟于 2006 年 7 月 1 日开始，在电子电机产品中禁止使用铅（影响中枢神经系统及肾脏系统）、镉（引发肾脏病变等疾病）、汞（影响中枢神经及肾脏系统）、六价铬（遗传性基因缺陷）等重金属及聚溴二苯醚（PBDE）和聚溴联苯（PBB）等阻燃剂（致癌及胎儿畸形）的使用。

3. 电气电子产品中常见的有害物质

近几年来，随着世界经济和信息技术的飞速发展，各种电气电子垃圾也越来越多，已经严重危害着人民的身心健康。为此，欧盟首先提出了 WEEE 指令及 RoHS 指令，世界各国迅速响应，我们国家的相关企业已提出了电气电子产品有害物质的处理办法。

SMT 生产车间的防静电和环境要求

1. SMT 生产车间基本环境要求

（1）车间环境要求

相对湿度：RH 35% ~55%，温度：(25 ±3)℃。

笔记

光盘

查阅《助学系统》第二部分中的职业素质学习资料的相关内容。

笔记

（2）电子元器件及产品的储存、运输环境要求

相对湿度：RH 15% ~70%，温度：15℃ ~30℃。

（3）焊锡膏储存要求

焊锡膏应在冰箱（5℃ ~10℃）保存或按照焊锡膏生产厂家的规定保存，最长储存 180 天；室温下（20.5℃ ~25℃）储存时间应小于 4 周。

2. 净化车间要求

净化车间的等级一般分为 100 级、1000 级、1 万级、10 万级和 30 万级 5 个等级，100 级的要求最高，不同等级适应不同产品的生产需要。表 1 -10 给出了 1 万级、10 万级和 30 万级净化车间的基本要求内容。

表 1 -10　净化车间的基本要求

等　级	每 m^3 空气中含直径 0.5 μm 以上灰尘粒子数量	每 m^3 空气中含直径 5 μm 以上灰尘粒子数量	适 应 场 合
1 万级	小于 3.5 ×10000 个	小于 2500 个	半导体芯片组装、精密仪器使用
10 万级	小于 3.5 ×100000 个	小于 25000 个	SMT 生产、半导体器件后封装等
30 万级	小于 10 万个	小于 10000 个	电子整机产品生产

3. 防静电基本要求

（1）不同场合的静电电压

在很多场合测量静电电位较容易，另一个常用的静电参数是静电电位，其单位为 V，但由于静电电压通常很高，高达几万伏，如表 1 -11 所示。

表 1 -11　不同场合产生的静电电压

生 产 场 合	产生的静电电位（V）	
	湿度 10% ~20%	湿度 65% ~90%
在地毯走动	35000 V	15000 V
在乙烯地板走动	12000 V	250 V
在乙烯袋装器件	7000 V	600 V
流水线上接触聚酯袋	20000 V	1200 V
在工位上接触聚酯袋	18000 V	1500 V

（2）防静电的基本措施

常用的防静电措施包括接地、静电屏蔽、离子中和。

厂房、车间内部要设计多处接地母线，接地电阻小于 10 Ω。所有的加工、检验、储存、运输等与电子产品有关的设备、员工、地板等，都要通过接地线接地。

采用具有一定导电能力的防静电器具，搬运、储存电子元器件、部件和产品，采用防静电包装袋包装电子元器件、部件和产品，避免静电对电子元器件、部件和产品的伤害。员工要穿防静电工作服，戴防静电手腕带等措施。

采用离子风机产生正离子或负离子，将局部空气中的静电离子进行中和避免静电放电。

光盘

查阅《助学系统》第一部分必备自学内容中 1 的相关内容。

1.2　任务驱动学习训练

手册

按照《自主学习手册》中学习性任务训练 1 的要求，了解企业实际工艺流程。

学习性任务 1.1：双面 SMD 组装产品的相关信息收集

在学习案例一以后，通过本学习性任务的学习训练，强化学生实际与顾客沟通、交流，获取组装电子产品需要的信息的能力。本任务与案例一比较有如下不同点：

——选择双面组装 SMD 元器件的产品作为学习载体，参考产品为教师专用 U 盘、多功能 U 盘、MP3、微型 DVD 播放机等；

——组装工艺流程、需要的设备、质量指标、工艺参数设计等相对复杂一些；

——可能需要贴装细间距 QFP 元器件，工艺要求更严格。

通过学生自主学习《助学系统》，结合《自主学习手册》相关任务书进行训练学习，使实际工作能力得到进一步提高。

学习性任务 1.2：双面 SMD/THC 组装产品的合同确认

光盘

查阅《助学系统》第六部分学习性任务训练 1.1—1.2 的内容。

在学习案例一和完成学习性任务 1.1 以后，再经过本学习性任务的学习训练，学生收集产品组装的相关信息的职业能力可以达到本课程目标要求。本任务与案例一、学习性任务 1.1 比较有如下不同点：

——选择双面组装 SMD/THC 元器件的产品作为学习载体，参考产品为 AC/DC 小型电源板、笔记本电脑电源板、液晶电视机电源板等产品；

——组装工艺流程和使用的设备有差异，需要波峰焊设备、点胶机设备等；

——需要进行简单的量本利分析确定产品组装的赢利能力和风险；

笔记

——需要对承接加工合同进行评审。

1.3 项目业绩评价

绩效目标（见表 1－12）

表 1－12 “产品组装信息收集”绩效目标评价表

评价项目		目标描述	标准分值
A. 完成学习性任务情况（100）	与顾客沟通	顾客意识，沟通方法与技巧，顾客反馈意见	15
	信息收集	收集顾客方的信息有效、齐全，理解信息内容	15
	查阅资料、自学	通过自主学习、查阅资料获得相关知识，并应用有效	10
	企业信息了解	收集企业方的信息齐全、有效，理解信息内容	7
	元器件识别	对组装产品的各种元器件的性能、用途、参数等识别有效	15
	样品、图纸识别	对样品、资料、文件、图纸等识别应清楚，应用有效	5
	团队合作	有效合作，有效沟通，目标一致，完成小组任务	10
	讲演与答辩	任务完成情况清楚，讲演有条理，答辩正确，提问题恰当	8
	按时完成任务	保证质量，在规定时间内完成案例一、学习性任务 1.1 和 1.2	15
B. 知识与方法（100）	必备知识学习	完成学习性任务需要的必备知识全部掌握，应用有效	40
	拓展知识学习	通过自主学习，掌握相关拓展知识，并适度应用有效	20
	学习方法	自主学习，网络学习，查阅资料，师生互动学习等应用有效	20＋20
C. 职业道德（100）	职业道德	敬业，守纪，主动，诚信，环境，尊敬	50
	组织管理	有序，紧凑，分工明确，控制有效，方法有效	20
	职业安全	顾客信息、企业信息保密无泄露，财产安全，生命安全	30

笔记

评价方法

◆ 分阶段评价

评价分为完成学习性任务评价 A、试卷评价 B 和过程性评价 C 3 种。

学习性任务评价 A：每完成一项任务评价一次，本项目的3 个学习性任务都完成后，进行综合评价。对应每个栏目进行评价，要评价学生的进步、提高水平和最终达到的能力情况。后 1/3 的任务占 60% 的分数。

试卷评价 B：以闭卷方式进行评价，学习方法分为两部分，一部分体现在对拓展知识的掌握水平方面，一部分纳入过程评价之中进行。

过程性评价 C：通过对学生在学习、讨论、实习实训、完成任务和日程表现，进行过程记录，包括小组记录、班级记录、教师记录和企业反馈意见等方面。

◆ 综合评价

本项目完成后，进行一次综合评价，建议按照 A 占 40%，B 占 30%，C 占 30% 计算综合成绩。过程性评价 C 必须有记录、证据和事实，不要凭主观印象评价。

评价结果分析

本项目综合评价完成后，学生自己都要进行一次评价结果分析，写出 1000 字左右的分析报告。报告主要内容包括：对产品组装信息的了解程度；对相关信息和知识的理解程度；完成任务的能力和效果；存在的主要缺陷、不足和问题；今后拟采取的改进、提高措施等。

1.4　项目完成总结

通过本项目的案例学习、产品组装知识学习和两个学习性任务训练，使我们明确了企业与顾客之间的密切关系。

◆ 树立顾客至上意识

企业与顾客是鱼水关系，相互依存、共同发展；顾客至上理念不是口号，应落实到产品质量、生产质量和工作质量之中；掌握与顾客沟通的方法和技巧，让顾客满意也让自己满意。

通过自主学习和任务训练，还学会了基本做事的方法，做事情不要虎头

笔记

蛇尾，要认真，要慎终如始，则无败事。

◆ 认识、了解 SMT 元器件和辅料

与顾客交流、沟通，了解顾客需求和组装产品相关的信息等，首先要对基本的 SMD 元器件、焊料、焊锡膏、贴片胶、PCB 等物料进行识别，了解这些物料的性能参数、用途和检测方法等，为加工生产产品和与顾客沟通打下专业基础。

◆ 产品组装工艺识别

首先应了解企业具备哪些基本的工艺流程和相关的设备，根据顾客提供的样品，与顾客商定应当使用何种工艺流程以及特殊工艺要求。常用的工艺流程有 SMT 人工组装、双面 SMD 组装工艺流程。

通过自主学习和任务训练，还掌握了双面 SMD/THC 组装、双面 SMD/THC/SMD 组装和 BGA/SMD/THC 组装等工艺流程，对各种工艺流程的特点、技术难度要充分掌握。

◆ 了解 SMT 生产设备性能参数

设备和工艺相互关联，SMT 生产设备主要包括人工焊接设备、半自动印刷机、自动印刷机、自动贴片机、波峰焊机和再流焊机等，这些基本设备的性能、参数至关重要，对产品质量有直接的影响。

通过自主学习和任务训练，还了解了点胶设备、AOI 检验设备、自动插件设备的性能参数和用途，同时，对 SMT 技术相关的国际标准、环保要求和安全法规有了深刻理解，明确了 SMT 生产车间的防静电和环境要求。

光盘

学习《助学系统》第五部分中的试卷强化学习效果。

1.5 成果巩固与完善

关键术语解析

OEM	学习性任务	任务性学习	5W2H
流变性	触变性	PCB/PWB	

强化理解

◆ 结合自身成长经历，谈一谈对“诚实守信是为人之根本、从业之要德”的理解，要真实，不要虚伪。

◆ 通常，顾客、企业的哪些信息需要保密？为什么要保密？

笔记

◆ ISO9000 国际标准中提出“以顾客为关注焦点”，与我们所说的“顾客至上”之间有何关系？请给“顾客、客户、买方”三个术语下一个确切的定义，并分析三个术语之间的异同点。

◆ “团队合作能力”与“独立工作能力”之间有无矛盾？结合自身体会谈一谈如何做到两者兼顾？

◆ 根据案例一的情况，说明收集顾客信息包括哪些具体信息，并说明收集方法。

◆ 如何理解顾客不满意的代价公式？企业、个人信誉的价值是否重要？为什么？谈一谈自己维护个人信誉的原则和方法。

◆ THC 和 SMD 之间除了封装形式不同之外，还有哪些不同点？在应用过程中应注意哪些问题？

◆ 常用 SMD 元件有哪些？

◆ 人工组装 SMD 的工艺流程有哪些？

◆ 常见半导体器件的封装形式有哪些？

◆ 试说明确认顾客图纸样品的重要性。

◆ 是否需要了解顾客对电源板的参数、功能测试方法？为什么？

◆ 当顾客提出的物料损耗率较低时，企业的生产水平不能保证时应如何处理？

实践训练任务

◆ 通过色环标记电阻、电感等元器件的参数是常用的方法，分别识别 5 ~ 10 种电阻、电容和电感，通过识别过程，写出一份识别金属膜精密电阻相关参数的方法、步骤的报告。

◆ 通过对 2 ~ 3 个企业调研，了解电子产品组装的工艺流程选择主要依据有哪些？当产品不变时，能否改变组装工艺流程？为什么？

◆ 举出实例或根据个人工作、学习体会，回答：在小组讨论发生争执时，作为组长应如何处理？争执是否会影响小组完成学习性任务的质量、速度等指标呢？

◆ 结合本项目的实践体会，谈一谈你是如何与顾客进行有效沟通的？发生问题、争执时，你是如何化解的？

◆ 组装打印机主板时，对生产环境主要有哪些要求？与 U 盘的组装工艺有哪些差异？应当如何分析考虑这些差异？请做出一个具体的实施方案。

◆ 接受加工合同的可行性分析主要包括哪些内容？对你实训的企业而言，什么是重要内容？为什么？

◆ 从环保角度出发，电子行业企业应该做好哪些工作？如何处置电子废弃物？