



· 全国高职高专电子信息类系列规划教材 ·

# 电子产品

## 制造工艺

Dianzi Chanpin Zhizao Gongyi

● 张祖林 吕刚 胡进德 主编

● 徐国洪 主审



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



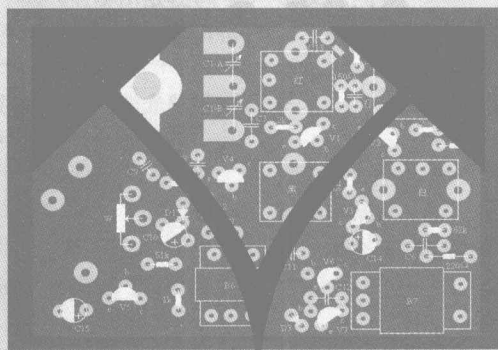
· 全国高职高专电子信息类系列规划教材 ·

# 电子产品

## 制造工艺

Dianzi Chanpin Zhizao Gongyi

主 编 张祖林 吕 刚 胡进德  
副主编 陈培军 杨学锋 刘祖云  
参 编 胡华文 冯帮军 赵世荣  
主 审 徐国洪



华中科技大学出版社  
中国·武汉

**图书在版编目(CIP)数据**

电子产品制造工艺/张祖林 吕 刚 胡进德 主编. —武汉: 华中科技大学出版社, 2008 年 10 月

ISBN 978-7-5609-4766-2

I. 电… II. ①张… ②吕… ③胡… III. 电子产品-生产工艺 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 154418 号

**电子产品制造工艺**

张祖林 吕 刚 胡进德 主编

责任编辑: 吴 晗

封面设计: 刘 卉

责任校对: 周 娟

责任监印: 周治超

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027) 87557437

录 排: 武汉众心图文激光照排中心

印 刷: 华中科技大学印刷厂

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 14.5

字数: 330 000

版次: 2008 年 10 月第 1 版

印次: 2008 年 10 月第 1 次印刷

定价: 24.80 元

ISBN 978-7-5609-4766-2/TN·129

(本书若有印装质量问题, 请向出版社发行科调换)

# 前言

电子信息产品制造业已经成为我国工业的支柱产业,其经济效益每年都以两位数的增长率提高,但该产业还急需一批会电子工艺操作、懂电子产品制造工艺、懂生产现场管理的高技能人才。通过对电子制造专业毕业生的跟踪调查和企业人才需求的调研发现,相关工作岗位都对电子产品制造工艺能力提出了一定的要求,且不同的岗位对工艺能力要求的高低不同。要求较高的岗位如电子工艺师岗和电子线路设计助理工程师岗,对工艺能力基本要求如下:

1. 编制产品生产工艺流程、工时定额和工位作业指导书,指导现场生产人员完成工艺工作和产品质量控制工作;

2. 编制和调试 ICT 等测试设备的测试程序,波峰机、SMT 等生产设备的操作方法及规程,设计和制作测试检验用工装;

3. 进行生产现场工艺规范和工艺纪律管理,培训和指导员工的生产操作,解决生产现场出现的技术问题;

4. 协同研发、检验、采购等相关部门进行生产过程质量分析,提高产品质量。

作为一门核心的专业课程,本课程在电子信息类技术专业的教学目标定位为:通过基于实际工作过程(项目制作)的项目导向、任务驱动的理论实践一体化教学模式,教、做、学三者合一,使学生在做中学、学中做,在理解掌握准备工艺、PCB 制作工艺、焊接工艺、总装工艺、工艺文件制作、产品质量控制工艺等,重点掌握 SMT 元器件的检测工艺、ICT 在线检测工艺、SMT 焊接工艺、总装工艺等。该课程的教学目标具体包括:

1. 学习电子信息产品企业的工艺管理基本内容和基本方法,会编制生产工艺文件;

2. 了解产品认证的基本概念和方法,能参与产品认证工作;

3. 了解常用电子元器件、原材料和工具的基本性能和使用知识,初步学会选用元器件;

4. 掌握电子信息产品企业用的手工焊接、浸焊、波峰焊接、回流焊接和 SMT 组装等关键工艺的基本知识和基本操作,会组装电子产品;

5. 了解电子产品的 ICT 检测、产品调试和成品检验等检测调试方法,会提出产品检测方案。

本教材自始至终贯彻项目导向(项目制作)、任务驱动的理论实践一体化教学改革方向,通过本课程的学习,使读者能够:

1. 通过电子企业产品生产工艺流程和工艺规范的学习,培养职业规范和职业素质;

2. 通过动手制作产品,培养理论联系实际的能力和严谨细致的工作作风;

3. 通过安排产品生产工艺流程、编制工艺文件和组织生产,培养独立工作、着眼全局的整体观点和追求综合效益的管理素质。

掌握过硬的电子产品制造工艺技术,可以使学生获得更多更好的就业机会。本课程对电子信息技术、计算机辅助设计与制造、机电一体化技术等专业学生的专业技能的培养起着核心的作用。

本书由张祖林、吕刚、胡进德任主编,陈培军、杨学锋、刘祖云任副主编,徐国洪任主审。具体的编写分工为:徐国洪编写了模块 2 并主审了全书;张祖林编写了绪论和职业知识考核,并统稿了全书;冯帮军编写了模块 1;刘祖云、陈培军编写了模块 3;胡进德编写了模块 4;吕刚编写了模块 5;赵世荣编写了模块 6;胡华文编写了模块 7;刘祖云编写模块 8 及附录;刘祖云、陈亮负责全书的图片搜集整理工作,还有很多同行在编写过程中提出了不少宝贵意见,在此一并表示感谢。

编 者

2008 年 8 月

# 目 录

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>绪 论</b>          | /1  |
| <b>模块 1 工 艺 文 件</b> | /8  |
| 项目 1 设计文件的识读        | /8  |
| 任务 设计文件的识读          | /8  |
| 项目 2 工艺文件的识读        | /15 |
| 任务 1 工艺文件的识读        | /15 |
| 任务 2 工艺文件的编制        | /23 |
| <b>模块 2 质量控制工艺</b>  | /32 |
| 项目 1 现代企业质量管理       | /32 |
| 任务 1 了解现代企业质量管理体系   | /32 |
| 任务 2 了解电子产品的各种认证制度  | /42 |
| <b>模块 3 准 备 工 艺</b> | /52 |
| 项目 1 常用元器件的识别       | /52 |
| 任务 1 贴片元器件的识别       | /52 |
| 任务 2 通孔插件的识别        | /54 |
| 项目 2 常用材料的识别        | /62 |
| 任务 识别材料             | /62 |
| 项目 3 常用工具与装备        | /73 |
| 任务 1 常用工具的认识        | /73 |
| 任务 2 装配设备的认识        | /79 |
| 任务 3 导线的加工          | /83 |
| <b>模块 4 制 板 工 艺</b> | /94 |
| 项目 印制电路板的绘制与制作      | /94 |
| 任务 1 绘制多谐振荡器电路原理图   | /95 |

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| 任务 2 绘制多谐振荡器 PCB 图             | /97  |
| 任务 3 手工自制 PCB 板                | /101 |
| <b>模块 5 焊接工艺</b>               | /116 |
| 项目 1 机器焊接技术                    | /116 |
| 任务 1 收音机电路板表贴元件焊接              | /116 |
| 任务 2 插件练习电路板焊接                 | /128 |
| 任务 3 机器焊接焊点质量评价                | /137 |
| 项目 2 手工焊接技术                    | /139 |
| 任务 1 功率放大器电路板焊接                | /139 |
| 任务 2 贴片元件手工焊接技术                | /145 |
| 任务 3 手工焊点质量评价                  | /146 |
| <b>模块 6 整机总装工艺</b>             | /155 |
| 项目 1 焊接生产线                     | /155 |
| 任务 1 焊接生产线流程图的阅读               | /155 |
| 任务 2 编制焊接生产线的工艺流程图             | /164 |
| 任务 3 PCB 的质量控制                 | /165 |
| 项目 2 整机总装工艺                    | /166 |
| 任务 1 成品总装工艺流程图                 | /166 |
| 任务 2 编排工位                      | /167 |
| 任务 3 生产管理                      | /170 |
| <b>模块 7 检测与调试工艺</b>            | /176 |
| 项目 1 ICT 检测                    | /176 |
| 任务 针床式测试系统的使用                  | /177 |
| 项目 2 整机调试、检修                   | /194 |
| 任务 1 七管超外差调幅收音机调试              | /194 |
| 任务 2 七管超外差收音机检修                | /204 |
| <b>模块 8 电子产品工艺考核</b>           | /211 |
| 项目 职业技能考核                      | /211 |
| 任务 1 USB 接口 500 mA 锂离子电池充电器的制作 | /211 |
| 任务 2 数字万用表的组装                  | /212 |
| 任务 3 FM 收音机的组装                 | /215 |
| <b>附录 职业知识考核</b>               | /217 |
| 试题 1                           | /217 |
| 试题 2                           | /218 |
| 中级无线电装接工技能考试试题(一)              | /219 |
| 中级无线电装接工技能考试试题(二)              | /221 |
| 参考文献                           | /224 |

# 绪 论

## 职业知识目标

- ☆ 了解电子产品制造工艺的概念。
- ☆ 了解电子工艺技术人员的工作范围。
- ☆ 了解电子产品制造中的新技术、新方法和新工艺。
- ☆ 掌握电子产品的形成和基本制造工艺流程。
- ☆ 理解安全操作的重要性。

改革开放以来,我国电子信息产业实现了跨越发展,取得了举世瞩目的成就。产业规模迅速扩大,经济运行质量不断提高,国际竞争力显著增强。产业整体规模已位居全球第二位,成为我国国民经济的先导产业、支柱产业和战略产业之一。

据2008年2月《中国电子报》载,2007年电子信息产业经济运行公报的权威发布数据如表0.1所示。

表 0.1 2007 年电子信息产业经济运行数据

| 全年销售收入 / 万亿元 | 占全国工业的比重 / (%) | 对外贸易额 / 亿美元 | 占全国外贸总额比重 / (%) |
|--------------|----------------|-------------|-----------------|
| 5.6          | 12             | 8047        | 37              |

主要电子产品的产量为:手机 5.48 亿部,计算机 1.21 亿台,数码相机 7 493.5 万台,集成电路产量 412 亿块,彩色电视机 8 433 万台。

全年规模以上电子信息产业就业人数达到 777 万人,其中制造业 675 万人。全行业规模以上企业共有 27 569 家,其中制造业 14 601 家。

电子信息产业的蓬勃发展,创造了更多的就业机会,也带动了巨大的人才需求。其中之一就是电子工艺岗位人才的需求。

## 1. 电子产品制造工艺概述

电子产品制造工艺是指制作者利用生产设备和生产工具,对各种原材料、半成品进行加工或处理,使之最后成为符合技术要求的产品按照一定的规范(或称程序、方法、技术)。传统工艺发源于个人的操作经验和手工技能,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术能力。

在现代化的企业生产中,也有制造工艺的问题,它主要研究对一切与产品制造有关的因素,如时间、速度、能源、方法、程序、手段、质量、环境、组织等,使之成为研究和管理的主要对象,这就是现代制造工艺学。现代制造工艺贯穿在产品的设计到销售,包含在每一个制造环节的生产过程中。

现代制造工艺是为了提高劳动生产率,生产优质产品及增加生产利润,指导企业从原材料采购开始,覆盖加工、制造、检验等每一个环节,直到成品包装、入库、运输和销售(包括销售活动中的技术服务及用户信息反馈),为企业组织有节奏的均衡生产提供科学方法和规章。

电子产品制造工艺学是各种现代制造工艺学中的一种,是讨论电子整机(包括配件)产品的制造工艺的科学,它涉及这类产品的设计、试验、装配、焊接、调整、检验、维修、服务方面的工艺过程。对于各种电子材料及电子元器件,则是从使用的角度讨论它们的外部特性及其选择和检验。本教材只涉及制造过程中的工艺文件、质量控制工艺、准备工艺、制板工艺、焊接工艺、整机装配工艺和测试工艺等。

电子产品制造工艺,一方面是指制造工艺的技术手段和操作技能,另一方面是指产品在生产过程中的质量控制和工艺管理。材料、设备、方法、人力这几个要素是电子工艺技术的基本要素,通常用“4M+M”来简化电子产品制造过程的基本要素,如图0.1所示。

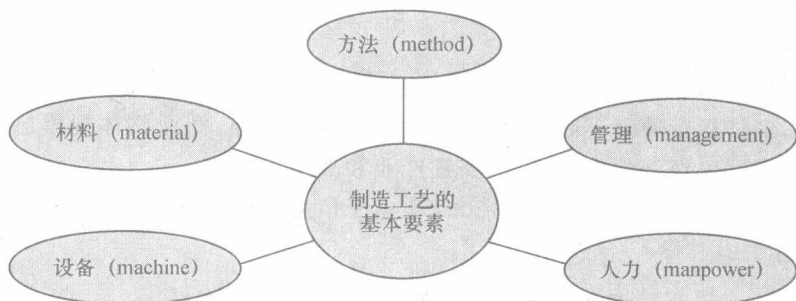


图 0.1 “4M+M”要素

## 2. 电子产品制造工艺技术人员的工作

电子产品制造工艺技术工作是电子企业中的重要技术部门的工作,其主要工作范围是:

- ① 编制产品生产工艺流程、工时定额和工位作业指导书;
- ② 编制生产设备的操作方法和规程,设计和制作测试检验用工装;
- ③ 负责产品研发的工艺评审,对产品元器件的选用、PCB 板设计和产品生产的工艺性进行评定和给出改进意见;
- ④ 生产现场工艺规范和工艺纪律管理,培训和指导员工的生产操作,解决生产现场出现的技术问题;
- ⑤ 控制和改进制造过程的产品质量,协同研发、检验、采购等相关部门进行生产过程质量分析,改进和提高产品质量;
- ⑥ 研讨、分析和引进新工艺、新设备,参与重大工艺问题和质量问题的处理。

### 3. 电子产品制造过程中的新工艺

近年来的制造与设计的变革,使人类生活发生了重大变化,人类的生存条件与环境在许多方面有了重大的改善,但同时人与自然的和协关系也遭到极大的破坏。制造一台个人电脑需要用 700 多种化学原料,而这些原料中大约有一半含有对人体有害的毒素,例如,用于制造电脑机壳的塑料都含有一层防火的有害制剂。

当前,全球正兴起一股产业生态化发展的热潮。最为典型的代表为欧盟近几年先后颁布了 RoHS、WEEE、REACH 指令,对电子信息产品的生产、回收等提出了明确的生态要求。2007 年 8 月,欧盟又有一个重要指令生效,即用能产品的生态化设计要求(EuP 指令)。该指令针对包括电子信息产品在内的用能产品,在设计阶段,对其生命周期涉及的节能、环保要求提出全面的框架性指令,将对我国电子信息产业带来深远影响。

我国于 2007 年 3 月 1 日开始实施《电子信息产品污染控制管理办法》,这是一部针对欧盟 RoHS 指令而制定的国内电子环保法案,它对我国电子企业的产品设计和制造提出了更高的环保要求,这将对电子企业以“绿色设计和绿色制造”获得国际竞争力及健康发展起到监督和促进作用。其主要内容如下。

**设计要求**——电子信息产品设计者在设计电子信息产品时,应当根据电子信息产品有毒有害物质控制的国家标准或行业标准,在满足工艺的前提下,采用无毒无害或低毒低害、易于降解的材料和便于回收利用的方案。

**制造要求**——电子信息产品生产者在生产或制造电子信息产品时,应当根据电子信息产品有毒有害物质控制的国家标准或行业标准,采用资源利用率高、易回收处理、有利于环保的材料、技术和工艺。

**包装要求**——电子信息产品生产者制作、进口者使用电子信息产品包装物时,应当依据电子信息产品有毒有害物质控制的国家标准或行业标准,采用无毒、无害、易降解和便于回收利用的材料。

**产品进口要求**——进口的电子信息产品应当符合电子信息产品有毒有害物质控制的国家标准或行业标准。

对违反规定的,由海关(进口监管)、工商(市场监管)、质检(生产过程监管)、环保(报废排放监管)等相关部门在自己职责范围内予以处罚。

任何人均可以向信息产业部或当地的信息主管部门(牵头主体)举报违法污染行为。

对于以上一些新指令,在我国的信息电子产品的制造中,新技术、新工艺不断被采用,如无铅焊接工艺、SMT 组装工艺、微组装工艺、产品环保工艺等。随着技术的进步,还会涌现更多的新技术、新工艺。

### 4. 电子产品的形成和基本工艺流程

电子产品类型成千上万,功能、外形千差万别,已广泛应用于社会的各个角落,为人类生活的各个方面提供服务。

电子产品具有体积小、重量轻、应用广泛、可靠性高、使用寿命长、精度高、技术综合性强、产品更新快等特点。

电子产品生产的基本要求包括:生产企业的设备情况、技术和工艺水平、生产能力和

生产周期以及生产管理水平等方面。

电子产品形成的基本工艺流程为：

市场调查 → 产品策划 → 样机试制 → 产品评审 → 批量生产 → 投放市场

在目前的电子产品制造过程中，最核心的工艺是产品的主板芯片工艺。常见电子产品主板芯片的工艺有：单面元器件混装工艺（DVD、功放等）、双面元器件混装工艺（收音机、电视机等）、全贴片组装工艺（手机、PDA 等），普遍采用的是元器件混装的布局工艺。中小型电子企业和大型制造企业采用的工艺流程有很大区别。

在确定工艺后，就是要围绕工艺流程建立电子组装生产线。在电子组装生产线的建立过程中，SMT 生产线的建立尤为重要。

一般 SMT 工艺过程包括印刷焊膏、贴片和再流焊三个步骤，所以要组成一条完整的 SMT 生产线，必然需要实施上述工艺步骤的设备：印刷机、贴片机和再流焊机。

## 5. 电子产品制造中的安全生产

电子产品制造过程中的安全问题涉及人身安全、设备安全、产品安全等。

### 1) 人身安全

人体是可以导电的，电流经过人体会对人身造成伤害，这就是所谓触电，触电事故的种类如图 0.2 所示。

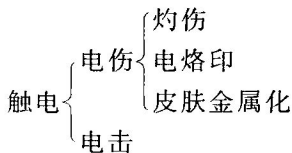


图 0.2 触电事故的种类

用电安全格言：只要用电就存在危险。投向安全的每一分精力和物质永远保值。

工作场所的基本安全措施是保证人身安全的物质基础。

- ① 工作室电源符合电气安全标准。
- ② 工作室总电源上装有漏电保护开关。
- ③ 使用符合安全要求的低压电器（包括电线、电源插座、开关、电动工具、仪器仪表等）。
- ④ 工作室或工作台上便于操作的电源开关。
- ⑤ 从事电力电子技术工作时，工作台上应设置隔离变压器。
- ⑥ 调试、检测较大功率电子装置时工作人员应不少于两人。

### 2) 设备安全

电子产品制造中用到的主要设备一般比较昂贵，如贴片机、印刷机、焊接机等。所以设备的安全也是十分重要的。

将用电设备接入电源，如出现故障，一瞬间设备就可能变成废物；有的设备故障可能会引起整个供电网异常，造成难以挽回的损失。所以，建议在设备接电前进行“三查”。

一查设备铭牌：按国家标准，设备都应在醒目处有该设备要求电源电压、频率、容量的铭牌或标志。小型设备的说明也可以在说明书中注明。

二查环境电源:电压、容量是否与设备吻合。

三查设备本身:电源线是否完好,外壳是否可能带电。

### 3) 产品安全

电子产品制造过程中的产品安全,在这里是指静电对制造中的电子产品的破坏。

随着超大规模集成电路和微型器件的集成度迅速提高,器件尺寸变小和芯片内部栅氧化膜变薄,使器件承受静电、放电的能力下降。摩擦起电、人体静电已成为电子工业中产品安全的两大危害。在电子产品的生产中,从元器件的预处理、贴装、焊接、清洗、测试直到包装,都有可能因静电放电造成对器件的损害,因此静电防护显得越来越重要。

#### (1) 静电防护的方法

对可能产生或已经产生静电的部位,应提供通道,使静电即时泄放,通常采用接地的方法。独立建立“地线”工程,并保证“地线”与大地之间的电阻小于  $10\ \Omega$ ，“地线”的埋设与检测方法参见《工业企业通信接地设计规范》(GBJ79—1985)或《电子产品制造防静电系统测试方法》(SJ/T 10694—1996)。

静电防护材料连接方法是:将静电防护材料如防静电桌面台垫、地垫,通过  $1\ \text{M}\Omega$  的电阻连接到通向地线的导体上,详情见《电子元器件制造防静电技术要求》(SJ/T 10630—1995)。IPC-6100 标准中推荐的防静电工作台接地方法,通过串接  $1\ \text{M}\Omega$  电阻进行接地的方法称为软接地,目的是确保对地泄放电流小于  $5\ \text{mA}$ 。对设备外壳、静电屏蔽罩通常是直接接地,称为硬接地。

导体上的静电可以用接地的方法使其泄漏,使静电电压降至  $100\ \text{V}$  以下的安全区,这样可以防止因泄漏时间过短,泄漏电流过大造成损坏。

对于绝缘体上的静电,可使用离子风机来防范。离子风机可以产生正、负离子以中和静电源的静电。在空间、贴片机头附近使用离子风机通常有良好的防静电效果。

静电消除剂是各种表面活性剂,通过使用静电消除剂的水溶液洗擦的方法,可以去掉这些物体表面的静电,如仪表表面。

湿度的增加可以使非导体材料的表面电导率增加,故物体不易积聚静电。在有静电的危险场所,在工艺条件许可时,可以安装增湿机来调节环境的湿度。例如在北方的工厂,由于环境湿度低容易产生静电,采用增湿的方法可以降低静电产生的可能,这种方法效果明显而且使用成本低廉。

静电屏蔽是针对易散发静电的设备、部件、仪器而采取的屏蔽措施。通过屏蔽罩或屏蔽笼将静电源与外界隔离,并将屏蔽笼有效地接地。

工艺控制法:生产过程中要尽量少产生静电荷,应从工艺流程、材料选用、设备安装和操作管理等方面采取措施,控制静电的产生和积聚。当然具体操作应采取针对性的措施。在上述各项措施中,工艺控制法是积极的措施,其他措施应综合考虑,以达到有效防控静电的目的。

#### (2) 常用的静电防护器材

电子产品制造过程使用的防静电器材可归纳为人体静电防护系统、防静电地坪、防静电操作系统和特殊用品。

人体静电防护系统包括防静电的腕带、工作服、鞋袜、帽、手套等,这种整体的防静电系统兼具静电泄漏与屏蔽功能,有关它们的技术标准与使用要求详见《电子产品制造防静电系统测试方法》(SJ/T 10694—1996),所有的防静电用品通常应在专业工厂或商店购买。

防静电地坪的使用目的是为了有效地将人体静电通过地坪尽快地泄放于大地,同时也能泄放设备、工装上的静电以及因移动操作而不易使用腕带的人体静电。地面防静电参数的确定既要保证在较短的时间内将静电压降至 100 V 以下,又要保证人员的安全,系统电阻应控制在  $10^5 \sim 10^8 \Omega$ 。

防静电操作系统是指各工序经常会与元器件、组件成品发生接触、分离或摩擦作用的工作台面、生产线体、工具、包装袋、储运车以及清洗液等。由于构成上述操作系统所用的材料均是高绝缘的橡胶、塑料、织物、木材等,极易在生产过程中产生静电,因此都应进行防静电处理。

防静电操作系统包括以下几项。

① 防静电台垫。操作台面均设有防静电台垫,表面电阻  $10^5 \sim 10^9 \Omega$  之间,并通过 1 M $\Omega$  电阻与地相接,周转箱、盒等一切容器应为防静电材料制作,并贴有标志。

② 防静电包装袋。一切包装 SMA 或器件的塑料袋均应为防静电袋。表面电阻为  $10^5 \sim 10^9 \Omega$ ,在将 SMA 放入或拿出袋中时,人手应戴防静电腕带。

③ 防静电物流车。用于运送器件、组件的专用物流车,应具备防静电功能,特别是橡胶轮,应用防静电橡胶轮,表面电阻为  $10^5 \sim 10^9 \Omega$ 。

④ 防静电工具。防静电工具,特别是电烙铁、吸锡枪等应具有防静电功能,通常电烙铁应采用低电压(24V/36V)操作,烙铁头应良好接地。

例如手机生产线内的防静电设施要求如下。

应有独立地线,并与防雷线分开;地线可靠,并有完整的静电泄漏系统;车间内保持恒温的环境,一般温度控制在  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,湿度为  $65\% \pm 5\%(\text{RH})$ ;入门处配有离子风机,并设有明显的防静电警示标志。

① 车间外的接地系统每年检测一次,电阻要求在  $2\Omega$  以下,改线时需要重新测试。地毯/板、桌垫接地系统每 6 个月测试一次,要求接地电阻为零。若检测机器与地线之间的电阻时,要求电阻为 1 M $\Omega$ ,并做好检测记录。

② 车间的温度、湿度每天测两次,并做有效记录,以确保生产区恒温、恒湿。

③ 任何人员(操作人员、参观人员)进入生产车间之前必须穿好防静电工作服、防静电鞋。对于直接接触 PCB 的操作人员,要戴防静电腕带,并要求戴腕带的操作人员监督检查。

④ 贴装过程中,需要手拿 PCB 时,规定只能拿在 PCB 边缘无电子元器件处,而不能直接接触电子元器件管脚或导条。贴装后的 PCB 必须装在防静电塑料袋中,然后放在防静电周转箱中,方可运到安装区。安装时,要求一次拿一块 PCB,不允许一次拿多块。

⑤ 返工操作时必须将要修理的 PCB 放在防静电盒中,再拿到返修工位。修理过程中应严格注意工具的防静电,修理后还要用离子风机中和,然后再进行测试。

还有静电敏感器件(SSD)的专门存储,各部门如设计、工艺、物质、检验等部门都应作好防静电的工作。

## 知识链接

## 1. RoHS

RoHS (Restriction of the Use of Hazardous Substances)——限制在电子电气产品中使用有害物质指令。

目前列管的有毒物质,每公克含量如下表。(单位:1ppm = 每公克的百万分之一)

| 镉(Cd)         | 铅(Pb)      | 汞(Hg)       | 六价铬(Cr <sup>6+</sup> ) | 多溴联苯(PBB)   | 多溴联苯醚(PBDE) |
|---------------|------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|
| 容许值 < 100 ppm | < 1 000ppm | < 1 000 ppm | < 1 000 ppm            | < 1 000 ppm | < 1 000 ppm |

## 2. WEEE

WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment)——报废电子电气产品指令。

① 旨在产品于设计之时就考虑提高使用绿色材料的成分,强调再生——循环使用——再利用,以节省资源避免产品日后报废时产生大量废弃物,污染环境。

② WEEE 规定在设计时,要求“再生——循环使用——再利用”的观念及其比例。例如,消费者设备产品其材料重量可再生比率要高于 75%,其可再利用比率要高于 65%。

## 3. REACH

REACH 是一个涉及化学品生产、贸易、使用安全的法规提案,法规旨在保护人类健康和环境安全,保持和提高欧盟化学工业的竞争力,以及研发无毒无害化合物的创新能力。

## 4. EuP

EuP 一般认为在生产、配送、使用、废弃阶段都会对环境造成若干影响,如气候变迁、能源和资源消耗、产生一般及毒性废弃物等问题。根据德国环保署(2000)报告,超过 80% 的环境冲击跟产品设计有关,也就是在产品开发阶段若能考虑环境冲击,便能改善该产品的环境绩效。近年来,电器产品对环境的影响渐渐受到重视,各国纷纷制定产品环境绩效改善目标和标准,这种趋势正是欧盟目前规范此电器环境化设计指令的基础。

## 职业知识测试

1. 电子产品有何特点?
2. 电子产品制造有哪些要求?
3. 电子产品制造工艺有哪些内容?
4. 电子工艺师工作的范围有哪些?
5. 简述电子产品制造中的安全生产。
6. 《电子信息产品污染控制管理办法》中包含了欧盟的哪些指令?

# 模块1 工艺文件

## 职业技能目标

- ☆ 会识读各种设计文件与工艺文件。
- ☆ 会编制作业指导书。
- ☆ 会列元器件清单。

## 职业知识目标

- ☆ 了解电子产品技术文件的分类和技术文件的作用。
- ☆ 了解电子工程图形符号的标注。
- ☆ 掌握作业指导书的编写方法。

8

## 项目1 设计文件的识读

任何电子产品在批量生产前,都需要经过研究、设计、试制等阶段。在这些过程中,我们往往要把电子产品的外观、元件参数、电路板的布线、元器件放置等绘制成各种图样,整理成各种资料,这些资料积累汇编在一起就构成了设计文件。设计文件规定了产品的组成形式、结构尺寸、原理,以及在制造、验收、使用、维护和修理时所必须的技术数据和说明,是制定工艺文件、组织生产和产品使用维修的依据。对于电子产品的制造来说,生产的管理、质量的监控都离不开设计文件。因此,识读设计文件显得尤为重要。

### 任务 设计文件的识读

图1.1和图1.2分别为电子产品设计文件中的原理图和印制电路板(PCB)图。它们是功率放大器的两个核心设计文件。当然,电子产品的设计文件远不止这两个。

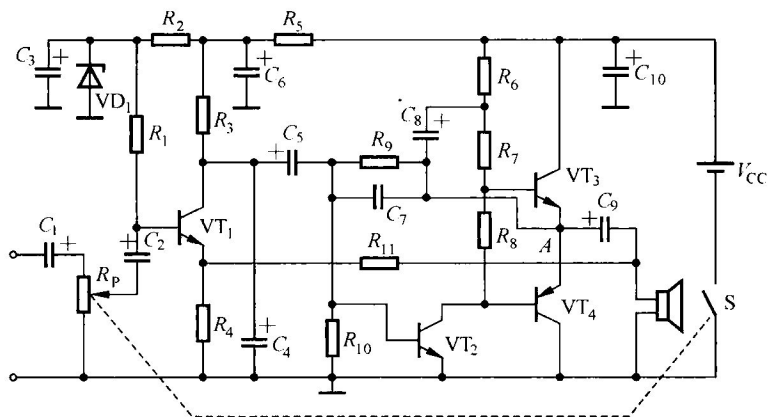


图 1.1 功率放大器原理图

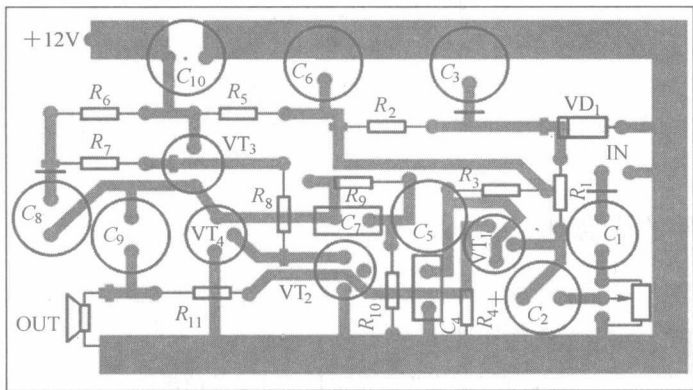


图 1.2 功率放大器印制电路板(PCB)图

## 知识链接

## 电子产品设计文件

## 1. 设计文件的概念及作用

设计文件是指从设计、试制、鉴定到生产的各个阶段的实践过程中形成的图样及技术资料的总称。

设计文件是能反映产品全貌的技术文件,这些文件的主要作用如下。

① 用来组织和指导企业内部的产品生产。生产部门的工程技术人员利用设计文件给出的产品信息,编制指导生产的工艺文件,如工艺流程、材料定额、工时定额、设计工装夹具、编制岗位作业指导书等文件,连同必要的设计文件一起指导生产部门的生产。

② 政府主管部门和监督部门,根据设计文件提供的产品信息,对产品进行监测,确定其是否符合有关标准,是否对社会、环境和人类健康造成危害,同时也可对产品的性能、质量等作出公正评价。

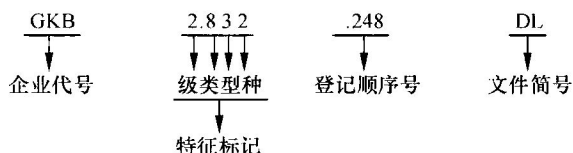
③ 产品使用人员和维修人员根据设计文件提供的技术说明和使用说明,便于对产品

进行安装、使用和维护,安装或维护时不至于设计人员或生产技术人员亲自到场。

④ 技术人员和单位利用设计文件提供的产品信息进行技术交流,相互学习,不断提高产品水平。

## 2. 设计文件的编号

每个设计文件都要有编号(图号)。设计文件常用十进制分类编号方法,这种编号方法就是将产品的设计文件规定的技术特征分为10级(0—9),每类分为10型(0—9),每型分为10种(0—9)。在特征标记前,用大写汉语拼音字母表示企业区分代号;在特征标记后,标上三位数字表示登记顺序号;最后是文件简号。例如:



企业代号由企业上级机关决定,根据这个代号可知产品的生产厂家。不同级、类、型、种的代号组合代表不同产品的十进制分类编号特性标记,各位数字的意义可查阅有关标准。登记顺序号是由本企业标准化部门统一编排决定的。文件简号是对设计文件中各种组成文件的简单规定。

## 3. 设计文件的成套性

每个产品都有成套的设计文件,一套设计文件的组成部分随产品的复杂程度、生产特点的不同而不同。成套设备及整机设计文件的组成如表1.1所示。

表 1.1 成套设备及整机设计文件的组成

| 序号 | 文件名称    | 文件简号 | 产品   |    | 产品的组成部分 |      |      |
|----|---------|------|------|----|---------|------|------|
|    |         |      | 成套设备 | 整机 | 整件      | 部件   | 零件   |
|    |         |      | 1级   | 1级 | 2、3、4级  | 5、6级 | 7、8级 |
| 1  | 产品标准    |      | ●    | ●  | —       | —    | —    |
| 2  | 零件图     |      | —    | —  | —       | —    | ●    |
| 3  | 装配图     |      | —    | ●  | ●       | ●    | —    |
| 4  | 外形图     | WX   | —    | ○  | ○       | ○    | —    |
| 5  | 安装图     | AZ   | ○    | ○  | —       | —    | —    |
| 6  | 总布置图    | BL   | ○    | —  | —       | —    | —    |
| 7  | 频率搬移图   | PL   | ○    | ○  | —       | —    | —    |
| 8  | 方框图     | FL   | ○    | ○  | ○       | —    | —    |
| 9  | 信息处理流程图 | XL   | ○    | ○  | ○       | —    | —    |
| 10 | 逻辑图     | LJL  | —    | ○  | ○       | —    | —    |
| 11 | 电原理图    | DL   | ○    | ○  | ○       | —    | —    |
| 12 | 接线图     | JL   | —    | ○  | ○       | ○    | ○    |
| 13 | 线缆连接图   | LL   | ○    | ○  | —       | —    | —    |
| 14 | 机械原理图   | YL   | ○    | ○  | ○       | ○    | —    |
| 15 | 机械传动图   | CL   | ○    | ○  | ○       | ○    | —    |
| 16 | 其他图     | T    | ○    | ○  | ○       | ○    | —    |