

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

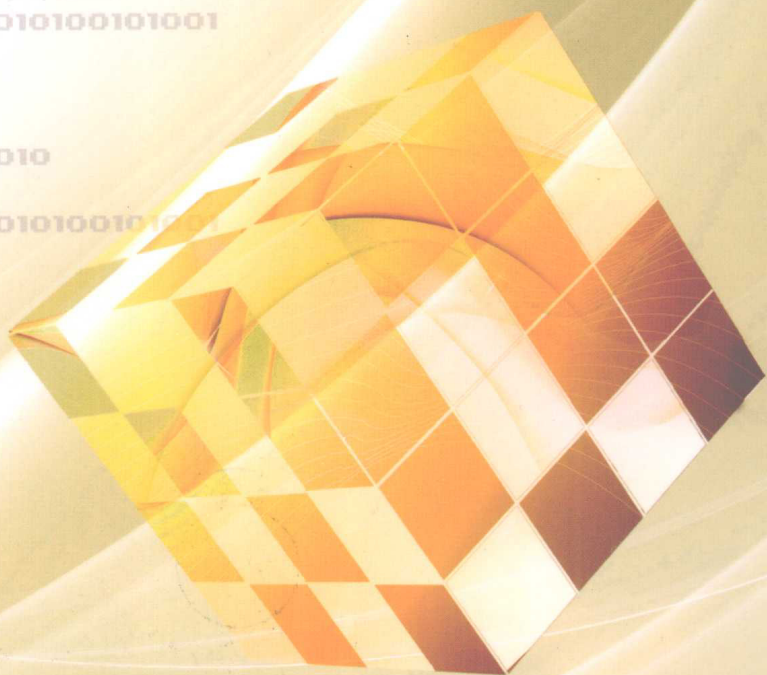


应用电子技术专业

电子装配工技能实训与考核指导（中、高级工）

杜江淮 主 编
梁 莉 副主编
程 周 主 审

010101001
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
01010100101001010101001010010101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
01010100101001010101001010010101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
01010100101001010101001010010101
010101001010010101
010101001010010101001010010101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
010101001010010101010010100101010
010101001010010101
01010100101001010101001010010101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材 · 应用电子技术专业

电子装配工技能实训 与考核指导(中、高级工)

杜江淮 主 编
梁 莉 副主编
程 周 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

《电子装配工技能实训与考核指导》结合劳动和社会保障部无线电装接工中、高级考核的要求,全面系统地介绍了电子产品安装工艺和操作技能的训练内容及方法,满足职业院校推行“双证制”的要求,推动了无线电装接工职业技能鉴定工作的开展。

本书主要内容有:电子产品的生产过程及管理、电子产品生产技术文件、电子工具和材料、元件识别与检测、电子仪器仪表的使用、产品装接工艺、印制板制作、整机装配工艺、产品调试与检测等知识,并附有《无线电装接工国家职业标准》、无线电装接工技能鉴定考核理论模拟试题精选和中、高级模拟考核试卷。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子装配工技能实训与考核指导:中、高级工/杜江淮主编. —北京:电子工业出版社,2010.2
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业
ISBN 978-7-121-10420-6

I. 电… II. 杜… III. 电子设备—装配—高等学校:技术学校—教材 IV. TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第029889号

策 划:陈晓明

责任编辑:赵云峰 特约编辑:张晓雪

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:390千字

印 次:2010年2月第1次印刷

印 数:4000册 定价:24.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

根据《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要》，本书依据电子信息类专业高技能人才培养的要求，突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限，以模块构架实训教学体系，以项目和任务驱动技能训练，着重培养学生的实际动手能力与综合应用能力。

教材选题结合劳动和社会保障部无线电装接工中级工、高级工考核要求编写，是集电子整机装配工艺基础知识与实训项目于一体的实习教材。书中突出新颖、实用、简明、灵活的特色。在教材体系上改革原有教材模式，以电子整机制造工艺过程为主线，使教材体系、形式有创新；内容上根据电子技术日新月异、发展迅速的特点，能反映当前电子信息产业的新知识、新技术和新工艺。突出教材内容的实用性和实践性。根据职业教育特点，增加实训项目，并针对职业类学校培养“生产一线的应用型、技能型、操作型人才”的目标，减少电子产品设计部分的篇幅，适当降低教学内容的深度和难度，简化理论知识的讲授。在教学内容上力求深入浅出，图文并茂，通俗易懂。编排新颖是本书的最大特点，全书按项目分任务编写，选材难易兼顾，电路新颖实用，综合应用能力强；注重基本技能的训练及设计与制作的内容，强调学生的创新能力和综合应用能力的培养。

全书分为 10 个项目、28 个任务，基本涵盖了无线电装接工中高级考核的应知和应会内容。每个项目由项目目标、项目内容、项目拓展、项目训练与考核 4 部分组成，力求以情激趣、任务引导、图文并茂、直观形象。本书在最后的附录部分安排了无线电装接工国家标准和部分模拟试题及模拟试卷，以供读者在学习和考核时作为参考。

本书由安徽职业技术学院杜江淮老师任主编，负责全书的统稿工作，并编写了项目 2、6~10 以及附录 A 和附录 B，梁莉老师任副主编并编写了项目 1、3~5。本书由安徽职业技术学院程周主审，在本书的编写过程中还得到了安徽职业技术学院电气系的老师与领导的关心与帮助，在此表示致谢。

本书可作为高等职业院校电子信息技术、电气自动化技术、应用电子技术及机电一体化等相关专业的实训教材，还可供广大电子爱好者及电子电路设计人员参考。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中疏漏之处恳请广大读者批评指正。如有意见或建议，请发电子邮件至 djh088@sina.com 联系。

编 者

2009 年 8 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单(排名不分先后)

桂林工学院南宁分院	江西工业工程职业技术学院
江西信息应用职业技术学院	四川工程职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	广东轻工职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	广东技术师范职业技术学院
保定职业技术学院	西安理工大学
安徽职业技术学院	辽宁大学高职学院
杭州中策职业学校	天津职业大学
黄石高等专科学校	天津大学机械电子学院
天津职业技术师范学院	九江职业技术学院
福建工程学院	包头职业技术学院
湖北汽车工业学院	北京轻工职业技术学院
广州铁路职业技术学院	黄冈职业技术学院
台州职业技术学院	郑州工业高等专科学校
重庆科技学院	泉州黎明职业大学
济宁职业技术学院	浙江财经学院信息学院
四川工商职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
吉林交通职业技术学院	南京金陵科技学院
连云港职业技术学院	无锡职业技术学院
天津滨海职业技术学院	西安科技学院
杭州职业技术学院	西安电子科技大学
重庆电子工程职业学院	河北化工医药职业技术学院
重庆工业职业技术学院	石家庄信息工程职业学院
广州大学科技贸易技术学院	三峡大学职业技术学院
湖北孝感职业技术学院	桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
上海电子信息职业技术学院
上海天华学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院

目 录

项目 1 了解电子产品的生产和管理	(1)
1.1 任务 1 电子产品的生产过程	(1)
1.1.1 电子产品概述	(1)
1.1.2 电子产品的生产过程	(2)
1.2 任务 2 安全文明生产	(3)
1.2.1 安全生产	(3)
1.2.2 文明生产	(6)
1.3 任务 3 电子产品生产的管理	(7)
1.3.1 电子产品生产工艺及管理	(7)
1.3.2 电子产品生产质量及管理	(7)
项目训练 1	(9)
项目 2 识读电子产品技术文件	(10)
2.1 任务 4 设计文件的识读	(10)
2.1.1 设计文件的种类	(10)
2.1.2 设计文件的编制要求	(11)
2.2 任务 5 工艺文件的识读	(15)
2.2.1 工艺文件分类	(15)
2.2.2 工艺文件的管理要求	(16)
2.2.3 工艺文件的编制方法	(16)
项目训练 2	(30)
项目测试 2	(31)
项目 3 认识常用的电子工具和材料	(32)
3.1 任务 6 认识常用工具和设备	(32)
3.1.1 认识常用工具	(32)
3.1.2 常见电子装配设备	(37)
3.2 任务 7 认识常用电子装配材料	(39)
3.2.1 印制电路板	(39)
3.2.2 焊接材料	(40)
3.2.3 绝缘材料和线材	(41)
3.2.4 其他辅助材料	(42)
项目训练 3	(43)
项目测试 3	(43)
项目 4 识别和检测电子元件	(44)
4.1 任务 8 无源元件	(44)
4.1.1 电阻和电容	(44)
4.1.2 电感与变压器	(54)

4.1.3	开关件和继电器	(56)
4.2	任务9 半导体器件	(57)
4.2.1	半导体分立器件	(57)
4.2.2	集成电路	(61)
4.3	任务10 贴片元件	(63)
4.3.1	片式电阻	(64)
4.3.2	片式电容	(65)
4.3.3	片式电感	(67)
4.3.4	片式晶体管	(67)
项目拓展	集成电路的封装方式	(68)
项目训练4		(71)
项目测试4		(71)
项目5	常用电子仪器仪表的使用	(74)
5.1	任务11 万用表、毫伏表的使用	(74)
5.1.1	万用表的使用	(74)
5.1.2	交流毫伏表的使用	(77)
5.2	任务12 信号发生器的使用	(78)
5.2.1	函数信号发生器的使用	(78)
5.2.2	高频信号发生器	(80)
5.3	任务13 示波器的使用	(82)
5.4	任务14 万用电桥和频率计数器的使用	(86)
5.4.1	万用电桥的使用	(86)
5.4.2	频率计数器的使用	(87)
5.5	任务15 晶体管特性图示仪和扫频仪的使用	(89)
5.5.1	晶体管特性图示仪的使用	(89)
5.5.2	扫频仪的使用	(92)
项目训练5		(94)
项目测试5		(94)
项目6	电子产品装接工艺	(96)
6.1	任务16 焊接基本知识和技术	(96)
6.1.1	焊接技术的基本知识	(96)
6.1.2	手工焊接工艺	(97)
6.1.3	拆焊	(101)
6.1.4	贴片元件的手工焊接技术	(104)
6.2	任务17 电子工业自动化焊接技术	(105)
6.2.1	浸焊	(105)
6.2.2	波峰焊	(106)
6.2.3	再流焊	(107)
6.3	任务18 其他装接技术	(108)
6.3.1	压接	(108)
6.3.2	绕接	(108)

6.3.3	穿刺	(109)
6.3.4	螺纹连接	(110)
6.3.5	铆接	(111)
6.3.6	黏接	(111)
项目拓展 SMT 焊接技术		(111)
项目训练 6		(115)
项目测试 6		(115)
项目 7 印制电路板的制作工艺 (116)		
7.1	任务 19 印制电路板的设计与制作	(116)
7.1.1	印制电路板的设计	(116)
7.1.2	印制电路板的制作	(123)
7.2	任务 20 Protel 99 SE 印制电路板设计简介	(127)
7.2.1	Protel 99 SE 软件概述	(127)
7.2.2	Protel 99 SE 电路板设计的基本步骤	(128)
7.2.3	Protel 99 SE 软件基本操作	(129)
7.2.4	原理图绘制	(130)
7.2.5	PCB 图绘制	(135)
项目训练 7		(141)
项目测试 7		(141)
项目 8 电子整机装配工艺 (142)		
8.1	任务 21 元件准备工艺	(142)
8.1.1	元件的检测和筛选	(142)
8.1.2	元件准备	(143)
8.1.3	导线的加工	(145)
8.1.4	线把的扎制	(147)
8.1.5	元件加装绝缘套管	(148)
8.2	任务 22 部件装配工艺	(148)
8.2.1	常用零部件装配工艺	(148)
8.2.2	印制电路板的组装	(149)
8.3	任务 23 整机总装工艺	(151)
项目拓展 微组装技术简介		(153)
项目训练 8		(156)
项目测试 8		(157)
项目 9 电子产品的调试与检测 (158)		
9.1	任务 24 电子产品的调试	(158)
9.1.1	调试概述	(158)
9.1.2	调试的一般程序和方法	(159)
9.1.3	单元部件调试	(160)
9.1.4	整机调试	(160)
9.1.5	调试示例	(162)
9.2	任务 25 电子产品的检测及故障排除	(168)

9.2.1 整机装配和调试中的故障特点和故障现象	(168)
9.2.2 常用检测方法	(169)
9.2.3 故障检测实例	(172)
项目拓展 电子产品整机检验	(176)
项目训练 9	(178)
项目测试 9	(179)
项目 10 动手组装电子产品	(180)
10.1 任务 26 动手组装、调试 MF-47 型万用表	(180)
10.1.1 万用表的基本组成及原理	(180)
10.1.2 万用表的装配工艺	(184)
10.1.3 万用表的调试工艺	(188)
10.1.4 万用表的常见故障检修	(190)
10.2 任务 27 电视无线耳机电路的装配与调试	(191)
10.2.1 电视伴音耳机电路原理	(191)
10.2.2 制作和调试	(193)
10.3 任务 28 5.5 英寸黑白电视机装配与调试	(196)
10.3.1 单片集成电路黑白电视机的基本原理	(196)
10.3.2 分步安装与调试	(200)
10.3.3 常见故障检修	(204)
项目训练 10	(206)
附录 A 无线电装接工国家职业标准	(208)
A.1 职业概况	(208)
A.2 基本要求	(210)
A.3 工作要求	(211)
附录 B 无线电装接工模拟试题及模拟试卷	(213)
B.1 中级无线电装接工理论模拟试题精选	(213)
B.2 中级无线电装接工技能考试试卷	(221)
B.3 高级无线电装接工理论知识测试试卷	(224)
B.4 高级无线电装接工技能测试试卷	(230)
参考文献	(233)

项目1 了解电子产品的生产和管理

项目目标

- (1) 了解电子产品的概念及生产过程。
- (2) 了解电子产品装配技术人员的工作范围。
- (3) 认识安全文明生产的重要性，掌握安全操作规范。
- (4) 了解电子产品的工艺及管理。
- (5) 了解电子产品生产过程中的全面质量管理。

项目内容

- 任务1.1 电子产品的生产过程。
- 任务1.2 安全文明生产。
- 任务1.3 电子产品生产的管理。

1.1 任务1 电子产品的生产过程

1.1.1 电子产品概述

产品泛指生产企业制造的任何制品或制品的组合。电子产品是指利用电子元件或半导体器件制成的产品。

电子产品种类繁多，且又各具特点，就整体而言，比较突出的有如下几个特点：

- (1) 电子产品使用广泛。
- (2) 电子产品有体积小、重量轻的特点。
- (3) 电子产品设备的可靠性高。
- (4) 电子产品的使用寿命较长。
- (5) 一些电子产品设备的精度高，控制系统复杂。
- (6) 技术综合性强。
- (7) 电子产品更新快。

电子产品按其结构特征和用途又分为不同的等级。

(1) 零件。零件是组成机器的不可分拆的单个制件，它不经任何装配工序，由同一名称和材料加工而成的产品，如螺母、销钉、印制板等。

(2) 部件。用装配工序将若干零件装配在一起的所组成的不具独立用途的产品，如由不同材料组合的壳体、带有显示屏的面板、变压器的绕组等。部件也可以是采用被覆工艺或掺杂等方式所形成的具有一定功能的产品，如半导体集成芯片，半导体管芯等。部件中可含有

其他部件。

(3) 整件。整件是按一定装配工序将各种零部件连接而成为具有独立用途的产品，如集成电路、放大器、变压器等。整件中可含有其他整件。

(4) 整机。整机就是按一定的工艺流程将若干个具有一定功能的零件、部件和整件互连构成能完成某完整功能的电子产品，如收音机、录像机、电视机等。

1.1.2 电子产品的生产过程

电子产品类型成千上万，功能、外形千差万别。但是，小到一个音乐门铃或袖珍收音机，大到一台高清电视机或一整套网络通信系统，从生产制造的角度而言，整个生产过程主要包括：器件的工艺准备，零部件的加工制作，部件组件的装配与调试、整机的装配调试和检验，包装入库等。在每个环节又可细分多个工序。

一个电子产品形成的基本工艺流程如图 1.1 所示。图的上半部分为设计工艺，下半部分为生产工艺。设计工艺现在一般采用计算机完成。

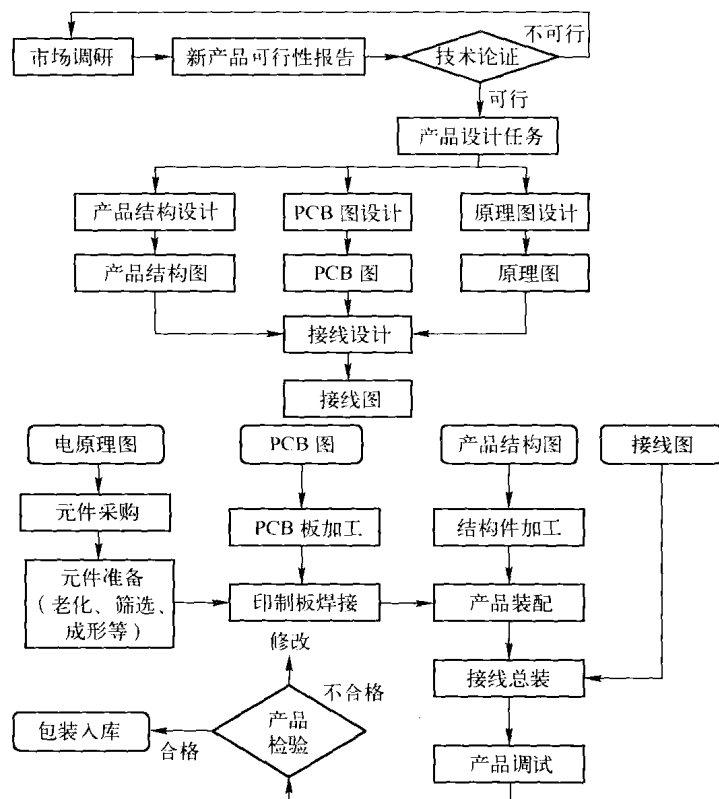


图 1.1 电子产品的工艺流程

将单个元件焊装成单元电路，再将单元电路组装成整机，这个过程就是电子产品装配的主要过程，而从事这种工作的技术人员就称为电子产品装配工。从事这项工作的技术人员要具有电路焊接、电路组装、整机布线、机电装配、产品调试等操作技能。同时还要具有与电子产品装配相关的电子元件和电路基础等方面的知识，以及安全、文明的操作规程。

1.2 任务2 安全文明生产

1.2.1 安全生产

电子产品生产制造过程中的安全问题主要涉及人身安全、设备安全、产品安全等。

1. 人身安全

电子装配工人经常触及的是用电安全问题，尽管电子产品装配工作通常称为“弱电”操作，但实际工作仍避免不了“强电”。如常用工具（电烙铁、热风枪、电钻等）和电子仪器仪表设备等都要接220V的市电才能工作，因此用电安全是电子装配工作的首要条件。

电对人体的伤害大致分为两种：电击与电伤。电击是电流通过人体内部，破坏人的心脏、神经系统等所造成的内部伤害。由于人体接触到带电的导线、漏电设备的外壳或者其他带电体，以及由于雷击或电容放电，都可能导致电击。电伤大多是电流的热效应、化学效应或机械效应对人体造成的局部伤害，包括电弧烧伤、烫伤、电烙印、皮肤金属化、电气机械伤害、电光眼等不同形式的伤害。电对人体的伤害程度与电流流过人体的路径、时间、大小有关。一般来说，通过人体的电流越大，对人的生命威胁也越大，而电流通过人体的持续时间越长，使流经处的皮肤发热、出汗，降低了皮肤阻抗，这样通过人体的电流也相应地增加，从而增加了危险性。

电伤害人体的程度主要和下列因素有关：

- (1) 电流。电流越大越危险，大于5mA就有危险。
- (2) 电压。干燥的环境36V、潮湿环境24V或12V是安全的，超过上述电压就有危险。
- (3) 频率。50~100Hz对人的伤害最大，死亡率45%。125Hz对人的伤害较大，死亡率25%。200Hz以上基本上消除了触电危险，有时还可以用于治疗疾病。
- (4) 人体电阻。人体对电流具有一定的阻碍作用，这种阻碍作用表现为人体电阻。人体电阻主要来自皮肤表层。干燥的皮肤电阻可达到100k Ω 以上，而潮湿时或皮肤受到破坏时电阻会降到1k Ω 以下。人体电阻是个非线性电阻，随电压升高，其阻值减少。

为保证安全生产，确保人身安全，在工作中要落实以下安全用电措施：

- (1) 工作间的电源要符合电气安全标准；使用符合安全要求的低压电器；总电源上应装有漏电保护开关；合理选择导线和熔丝；用电设备要有安全接地措施。高温电气设备的电源线不能用塑胶线。
- (2) 电气设备必须满足绝缘要求。通常规定固定电气设备绝缘电阻值不低于1M Ω ；移动式电气设备的绝缘电阻值不低于2M Ω ；在特殊要求的场合绝缘电阻值更高。
- (3) 在操作带电设备时勿触及非安全电压的导电部分；在非安全电压条件下作业时，要应尽可能单手操作，双脚最好站在绝缘体上。
- (4) 在调试高压设备时，作业人员应穿绝缘鞋，戴绝缘手套；在调试较大功率的电子装置时作业人员应不少于两人。
- (5) 生产装配中剪下的导线头和金属物要及时清除，不能遗留在机器内部，以免造成隐患；工具不能乱放乱扔，甚至留在机器内部，使用电烙铁时烙铁头上的残锡不能乱甩。

(6) 各电气设备和电源应设专人负责，并定期检查，作好记录，发现问题要及时处理。

2. 设备安全

电子产品制造中的主要设备一般比较昂贵，如贴片机、丝印机、焊接机等，所以设备的安全十分重要。

要定期检查维护设备，按设备操作规程操作设备；保护设备配套的各种安全装置、宣传标牌和消防器材，不准随意动用，严禁擅自拆除或毁坏。

开动设备接通电源以前应清理好工作现场，仔细检查各种手柄位置是否正确、灵活，安全装置是否齐全可靠。在通电前要做到“三查”：

(1) 查设备的铭牌。设备在醒目处都会按国家标准标有该设备所要求的电源电压、频率、容量、功率等参数的标志或铭牌。

(2) 查环境电源。电压、容量是否与设备吻合。

(3) 查设备本身。有无损伤，绝缘是否符合要求，电源接线是否完好，外壳是否可能带电等。

3. 产品安全

电子产品应用广泛，不同的环境都有大量的应用，因此在设计、制造和使用中为保证电子产品性能稳定和安全有许多的防护措施，如防静电、防腐蚀、防潮湿、防霉菌、防电磁等。

随着电子行业的迅速发展，体积小、集成度高的器件得到了大规模生产，从而导致导线间距越来越小，绝缘膜越来越薄，致使耐击穿电压也越来越低。而电子产品在生产、运输、储存和转运等过程中所产生的静电电压却远远超过其击穿电压阈值，这就可能造成器件的击穿或失效，影响产品的技术指标。由此可见，静电是电子行业发展中的一大障碍。所以预防静电在电子产品设计、制造和使用中显得越来越重要。

电子行业中静电危害可分为两类：一是由静电引力引起的浮游尘埃的吸附，即静电吸附；二是由静电放电引起的介质击穿，即电介质击穿。

(1) 静电吸附。在半导体元件的生产制造过程中，由于大量使用了石英及高分子物质制成的器具和材料，其绝缘度很高，在使用过程中一些不可避免的摩擦可造成其表面电荷不断积聚，且电位越来越高。由于静电的力学效应，在这种情况下，很容易使工作场所的浮游尘埃吸附于芯片表面，而很少的尘埃吸附都有可能影响半导体元件的良好性能。所以电子产品的生产必须在清洁环境中操作，并且操作人员、器具及环境必须采取一系列的防静电措施，以防止和降低静电危害的形成。

(2) 电介质击穿。由静电引起元件的击穿是电子工业中静电危害的主要方式。在强电场中，随着电场强的增强，电荷不断积累，当达到一定程度时，电介质会失去极化特征而成为导体，最后产生介质的热损坏现象，这种现象称为电介质的击穿。介质击穿分热击穿、化学击穿和电击穿3种形式。

(3) 人体静电。在工业生产中，引起元件损坏和对电子设备的正常运行产生干扰的另一个主要原因是人体静电放电。人体静电放电既可能造成人体遭电击而降低工作效率，又可能引发二次事故（即器件损坏），因此人体静电应引起足够重视。人体形成静电的原因是人体

在日常工作中，把人体所消耗的机械能在活动中转换为电能。人体是一个静电导体，当与大地绝缘时（如穿的鞋底为绝缘物质），人体与大地就形成一个电容，使电荷储存起来，其充电电压一般 $\leq 50\text{kV}$ 。当电荷储积到一定程度时，一旦条件成熟会放电形成火花，瞬时放电电压可达数千伏。

电子产品的生产过程是复杂的，就防静电而言，其是一个综合治理的过程，应渗透到生产的各个环节，并根据各生产环节的工艺要求，提出不同的对策，以达到对静电敏感器件的有效控制。

① 固定岗位的防静电工艺。对固定岗位应采用静电泄露工艺。一个静电控制岗位成为一个防静电点，一条生产作业线组成一个安全作业区。一个安全作业区包含：接地母线、防静电地垫、防静电桌垫、防静电腕带、防静电工具（如电烙铁等）。以上 5 种必须接地良好方为有效。

② 流动岗位的防静电工艺。流动岗位中分完全流动、半流动和时流动时固定三种。流动岗位可采用静电泄露法与复合中和法来交互使用。

③ 固定单个设备的防静电工艺。固定单个设备（如波峰焊机、剪腿机、测试设备、整机联调设备等）的工艺要求：设备应良好接地；有必要的设备周围要铺设防静电地垫；操作者穿戴防静电衣、帽、腕带等。

⑤ 生产中的主要环节防静电工艺。电子产品生产的环节主要有：器件的采购→入厂检验→老练筛选→转运保管→验收配料→收、发、领、退料→装焊→单板调测→装机→整机运行→检验→入库→包装→运输→到用户。应根据不同的生产环节放置静电安全点。

静电安全区的一般要求如下：

- 静电安全区出入口应有明显的标志以示警告。入口处要有防静电门帘，使入区人员释放自身行走时所积聚的静电荷。

- 安全区室温应控制在 $15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 之间，相对湿度应在 $50\% \sim 70\%$ 。严格禁止在湿度小于 30% 的环境中操作静电敏感器件。

- 静电安全作业区应避免高压作业。

- 安全区的防静电设施不得随意移动或拆除，安全区作业面必须导电良好。

- 作业区工作台面禁止放置非生产性物品（如报纸、书籍、食品、手包等）。作业区使用的图纸资料必须放入防静电塑料袋内，防止翻阅时静电的产生，静电安全区工作人员必须穿戴防静电工作服和防静电鞋。

- 非工作区人员未经允许不得擅自入内，允许进入者必须在入口处释放静电荷，并穿戴好防静电衣、鞋或鞋套等防静电物品，进入内部不得随意触摸器件、组件和产品的各接线端子等。

此外根据电子产品和生产的环节，还有如下环节的静电防护，具体的防护要求不再一一例举。

- 静电敏感器件进厂检验中的静电防护。
- 静电敏感器件在运输、存储保管中的防护。
- 印制板插装、焊接过程的静电防护。
- 印制板检测过程中的静电防护。
- 产品包装中的静电防护。

随着人类的进步和电子技术的不断发展，静电危害已经被人们所认识。静电危害所引起的一个最突出的问题就是电子器件的击穿，其中硬击穿容易被及时发现，而软击穿则不易及时发现，它所造成的潜在危害将随时间的推移表现为产品的质量问題，给用户、厂家都会造成严重影响和损失。所以从器件的购买到产品的包装出厂必须环环把关，严禁静电危害的产生，才能确保产品质量。

1.2.2 文明生产

文明生产，就是创造一种生产过程正规、安全、秩序井然，生产场地清洁明亮、布局合理，并养成按标准秩序和良好工艺技术精心操作的习惯。

文明生产是企业全面质量管理的重要组成，也是实现安全生产和提高产品质量的前提。只有这样，才能生产出一流的产品、向用户提供一流的服务。

对电子产品生产企业而言，文明生产涉及企业的各项管理制度和措施，文明生产的实现必须要从每个生产车间做起，要从执行生产的每个操作者做起。目前，起源于日本的5S现场管理体系最为适用，已被许多企业采用和发扬。5S即整理（Seiri）、整顿（Seiton）、清扫（Seiso）、清洁（Seiketsu）、素养（Shitsuke）因均以“S”开头简称5S。5S管理是通过规范现场环境，创造安全舒适明亮的工作环境，从而培养员工良好的、规范的工作习惯，并激发员工的工作热情和责任感，最终提高生产质量和效率，提升企业的形象和竞争力。

1. 整理（SEIRI）

整理就是把要与不要的东西彻底分开，要的东西摆在指定位置挂牌明示，实行目标管理；不要的东西则坚决处理掉。这些被处理掉的东西包括原辅材料、半成品和成品、设备仪器、工模夹具、管理文件、表册单据等。

2. 整顿（SEITON）

当那些不要的东西被处理掉以后，要的东西按目标管理定位放置，一切乱堆乱放或暂时不用需放置且又无特别说明的东西，均应受到现场管理干部（小组长、车间主任、生产部次长、科长等）的责任追究。这种整顿对每个部门都同样重要。

3. 清扫（SEISO）

清扫就是将工作场所、环境、仪器设备、材料、工夹量具等上的灰尘、污垢、碎屑、泥砂等脏东西清扫抹拭干净。

4. 清洁（SEIKETSU）

清洁就是在“整理”、“整顿”、“清扫”之后的最一般的日常维持活动，如地面无落物（零部件）、无油渍、无垃圾纸屑、东西无乱摆放、操作者不留指甲（特殊工序）、女工的长发卷入工作帽内、只穿工作拖鞋（特殊场合）等。这一管理手段的实施是每位员工随时检讨和确认自己的工作区域内有无上述不良现象，如有，则立即改正。

5. 素养（SHITSUKE）

素养就是培养全体员工良好的礼貌礼节、工作习惯、组织纪律、敬业精神。

后来又有 6S 现场管理,是在 5S 基础上加了“安全 (Safety)”,7S 现场管理又是在 6S 上加了“节约 (Save)”8S 现场管理是 7S 上加了学习 (Study)。

1.3 任务3 电子产品生产的管理

1.3.1 电子产品生产工艺及管理

电子产品的生产是指产品从研制、开发到推出的全过程。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、生产管理水平。

1. 电子产品生产的标准化

标准是衡量事物的准则,是人们从事标准化活动的理论总结,是对标准化本质特征的概括。为适应科学发展和合理组织生产的需要,在产品质量、品种规格、零件部件通用等方面规定的统一技术标准,称为标准化。标准和标准化二者是密切联系的。标准是标准化活动的核心,而标准化活动则是孕育标准的摇篮。

(1) 电子产品生产中的标准化。电子产品生产中的标准化主要有以下 5 种:简化的方法、互换性的方法、通用化的方法、组合的方法、优选的方法。

(2) 管理标准。管理标准是运用标准化的方法,对企业中具有科学依据而经实践证明行之有效的各种管理内容、管理流程、管理责权、管理办法和管理凭证等所制定的标准,主要包括:经营管理标准、技术管理标准、生产管理标准、设备管理标准。

(3) 生产组织标准。生产组织标准就是进行生产组织形式的科学手段。它可以分为以下几类:生产的“期量”标准、生产能力标准、资源消耗标准、组织方法标准。

2. 电子产品生产工艺及管理

工艺过程是生产者利用生产设备和生产工具,对各种原材料、半成品进行加工或处理,使之成为符合技术要求的产品的技术过程,其贯穿于产品设计、制造的全过程。通常,元件加工工艺过程和装配工艺过程是电子产品制造企业的主要工艺过程。工艺过程主要由工序、安装、工位、工步、进度等部分构成。

企业的工艺管理是指在一定的生产方式和条件下,按一定的原则、程序和方法,科学地计划、组织、协调和控制各项工艺工作的全过程;是保证整个生产过程严格按工艺文件进行活动的管理科学。工艺管理涉及产品的开发、产品的试制、生产管理、技术改造与推广、安全管理以及全面质量管理等多方面。工艺管理的内容主要有:编制工艺发展计划,研究和开发新的工艺技术;产品生产的工艺准备;生产现场的工艺管理;工艺纪律的管理;生产管理;质量管理;开展工艺情报的收集、研究和开发工作;工艺成果的申报、评定和奖励;开展工艺标准化工作。

1.3.2 电子产品生产质量及管理

1. 现代企业的质量管理

根据国际标准和我国国家标准的规定,质量的定义是:“产品、过程或服务满足规定要