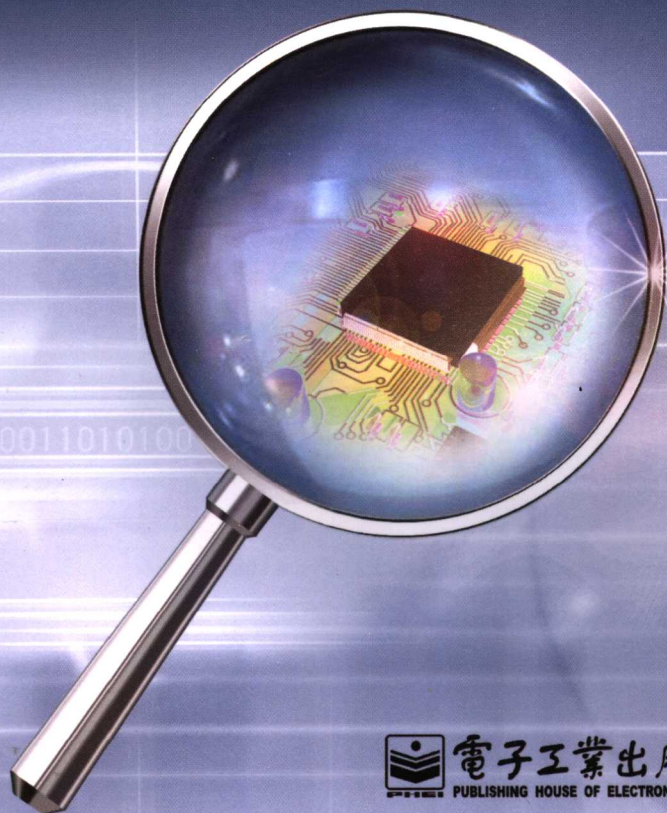


中等职业教育应用电子技术专业项目教学系列教材

AB 新编 电子装配工艺 项目教程

XINBIAN DIANZI ZHUANGPEI GONGYI XIANGMU JIAOCHENG

白秉旭 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

中等职业教育应用电子技术专业项目教学系列教材

新编电子装配工艺项目教程

白秉旭 主 编

夏和福 吴建生 刘晓凤 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是电子工业出版社最新开发的中等职业教育应用电子技术专业5门核心课程教材之一。该书采用了“工作任务单-知识链接-知识拓展-技能训练-思考与练习”等最新的项目教材编写体例,其特点是学生易学,教师易教,充分体现技能培养与生产实际相结合及技能培养与理论学习相结合的新理念,创设出促进学生心智技能发展的教学情境,同时为学生取得中级维修电工和中级电子装配工职业资格证书服务。

本教程有6大模块,共16个项目,按照“材料及设备识别、技术文件及安全生产、工艺及装联、总装及调试、检验及包装和实训报告书”等具体实践过程安排学习,使学生掌握电子产品生产技能的基本操作要领和工艺基础知识。本书把实训报告书单独作为一个模块,从而有利于教师教学和学生学习和增强可操作性。

本书是中等职业教育应用电子技术专业的核心技能课程用书,此外还可作为其他电类及机电类专业的选修课程用书,也可作为5年制高职教育的选修用书。

为了方便教师教学,本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案),详见前言。

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

新编电子装配工艺项目教程/白秉旭主编. —北京:电子工业出版社, 2007.8

(中等职业教育应用电子技术专业项目教学系列教材)

ISBN 978-7-121-04804-3

I. 新… II. 白… III. 电子设备—装配—专业学校—教材 IV. TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第117878号

策划编辑: 蔡葵

责任编辑: 周宏敏 特约编辑: 宋林静

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

装 订:

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: 19.75 字数: 518千字

印 次: 2007年8月第1次印刷

印 数: 5000册 定价: 26.90元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,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。

出版说明

职业教育肩负着服务社会经济发展和促进学生全面发展的重任。职业教育改革与发展的过程,也是课程不断改革与发展的历程。每一次课程改革都推动职业教育的进一步发展,从而使职业教育培养的人才规格适应和贴近社会的需求。这种推动和促进作用,正是职业教育充满活力的源泉。

《国务院关于大力发展职业教育的决定》中提出:“职业教育要坚持以就业为导向,深化职业教育教学改革。”我国产业结构调整、生产技术进步和社会经济的快速发展,为职业教育事业发展提供了巨大的推动力和广阔的发展空间,同时也对职业教育教学改革提出了新的要求和挑战。作为职业教育教学改革和职业教育内涵发展核心内容的课程改革迫在眉睫。

应用电子技术专业5门核心课程的项目教材,即《新编电工技术项目教程》、《新编电子技术项目教程》、《新编电子装配工艺项目教程》、《新编家用电器维修项目教程》、《新编电视机原理与维修项目教程》,这5本书体现了职业教育课程改革的内在要求,是基于职业学校学生学习基础,遵循综合职业能力形成规律,在课程改革专家、行业企业专家、教研部门专家和教学一线骨干教师共同努力下的物化成果。本系列教程具有以下特点:

首先突出能力本位。教材将德育课程渗透于专业课程中,学历证书与职业资格证书相互嵌入,实践知识与理论知识有机整合,体现行业企业的新知识、新标准、新工艺和新方法,全面培养学生职业情感、职业态度、职业技能等综合职业能力与就业创业能力。

其次体现实践主线。教材的课程体系打破传统学科体系,构建能力本位、项目主体、任务中心的课程模式,具体指向工作过程、服务流程的系统化,围绕项目和任务展开课程内容;通过项目化、模块化的课程实现理实一体、项目引领、师生互动和任务驱动,全面培养学生的专业能力、方法能力和社会能力等综合职业能力。

三是彰显以人为本。教材教学目标的确立将学生学习基础和专业培养目标有机结合;教学实施的过程符合职业学校学生形象思维能力强的特点,突出以教师为主导、学生为主体的教育理念,贯彻“做中学、练中学和干中学”的主导思想;教学效果的评价体现过程性、特质性和发展性等多元评价思想。

本系列教程是电子工业出版社与南京市职业教育课程改革的理论研究和实践成果之一。2005年12月,南京市全面启动了职业教育课程改革,成立了以教育行政部门为领导,职业教育教研部门为主导,以骨干教师为主体,行业企业专家深度参与的课程开发与实施团队。按照“边研究、边实践、边推广”的思路,以课程改革理论研究为先导,以项目实验为基础,遵循“先点上实验,后面上推广”的原则,在部分重点学校的重点专业开展了系统的理论研究与实践探索,并不断总结和完善,初步建立了以能力为本位,以项目课程为主体,以职业实践为主线,具有鲜明特色的模块化课程体系。实践证明,本系列教程为保证人才培养规格,培养学生综合职业能力起到了关键作用。

职业教育课程改革系列教学用书的编写是一项全新的工作。由于没有成熟经验借鉴，也没有现成模式套用，尽管我们竭尽全力，遗憾在所难免。追求卓越，是我们创新和发展的动力，殷切希望读者批评指正。

丛书编委会

2007年8月

中等职业学校教材工作领导小组

主任委员：陈 伟 信息产业部信息化推进司司长

副主任委员：辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长

李雅玲 信息产业部人事司处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

马 斌 江苏省教育厅职社处处长

黄才华 河南省职业技术教育教学研究室主任

苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任

王传臣 电子工业出版社副社长

委 员：（排名不分先后）

唐国庆 湖南省教科院

张志强 黑龙江省教育厅职成教处

李 刚 天津市教委职成教处

王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处

常晓宝 山西省教育厅职成教处

刘 晶 河北省教育厅职成教处

王社光 陕西省教育科学研究所

吴 蕊 四川省教育厅职成教处

左其琨 安徽省教育厅职成教处

陈观诚 福建省职业技术教育中心

邓 弘 江西省教育厅职成教处

姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心

李栋学 广西壮族自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室

谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部

安尼瓦尔·吾斯曼 新疆维吾尔自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李 影 电子工业出版社

副 秘 书 长：柴 灿 电子工业出版社

前言

依据“国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定”，结合“教育部关于加快发展中等职业教育的意见”，根据“以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位”的指导思想，在深入开展项目教学课改的基础上，我们编写了电子技术专业家电维修专门化方向 5 门核心课程的项目教材，《新编电子装配工艺项目教程》是该系列项目教材之一。

本教材以电类专业学生的就业为导向，根据行业专家及企业技术人员对专业所涵盖的岗位群进行的工作任务和职业能力分析，以电类专业家电维修岗位具备的职业能力为依据，遵循学生认知规律，紧密结合职业资格证书中对家电维修技能的要求，确定项目模块和课程内容。为了充分体现任务引领、实践导向课程的思想，将本课程项目模块下的教学活动又分解设计成若干任务，以任务为单位组织教学。

依据项目教学的特点，《新编电子装配工艺项目教程》采用了“工作任务单-知识链接-知识拓展-技能训练-思考与练习”等最新的项目教材编写体例。

项目教材是项目教学的主要依据。教师要根据项目教材授课，学生要根据项目教材学习。在教学过程中，必须要充分考虑到任务驱动，理论和实践一体，通过自主性和研究性学习，完成项目工作任务等教学方法。

通过本课程的学习，学生应掌握中级维修电工和中级电子装配工的技能，并通过劳动部门中级工的鉴定与考核。

完成本项目教学任务的实习设备清单参见表 1。

表 1 实训设备基本配置

序 号	设备名称	数 量	经 费
1	恒温电烙铁 220V, 20W	50 套	总价约 15 万元
2	万用表 MF47 等	50 台	
3	电工工具钳子、剪刀等	50 套	
4	小型波峰焊机	1 台	
5	小型回流焊机	1 台	
6	插件线	20 工位	
7	组装线	40 工位	
8	小型 PCB 生产设备	2 套	

项目教学要学以致用，重视学生的学习能力、实验技能及生产技能的培养，要保证足够

的技能训练课时，参考学时分配见表 2。

表 2 学时分配（总学时 120）

内 容		课 时 数	内 容		课 时 数
	绪论	2		项目 9 部件组装	7
第一模块	项目1 材料的识别	5	第三模块	项目 10 表面贴装技术	7
	项目2 装配设备的认识	6		项目 11 PCB 设计制作	8
	项目3 电子电路识图	5		项目 12 整机总装工艺	6
	项目4 技术文件的识读	6	第四模块	项目 13 整机调试工艺	8
第二模块	项目5 岗位培训和安全生产	5		项目 14 整机故障维修	7
第三模块	项目6 预加工工艺	7	第五模块	项目 15 产品检验	6
	项目7 通孔焊接工艺	6		项目 16 产品包装	6
				机动	8
	项目8 基本安装工艺	7		复习考核	8
				小计	120

本教材由白秉旭担任主编并统稿。其中白秉旭编写了第一模块、第五模块；夏和福编写了第三模块；吴建生和刘晓凤编写了绪论、第二模块、第四模块和附录。在本书编写过程中，参阅了多种同类教材和专著，在此向其编著者致以诚挚的谢意。

由于高科技不断出现，编写时间仓促及编者水平、经验有限等因素，教材中难免存在错误和不足之处，敬请读者予以指正。

为了方便教师教学，本书还配有教学指南、电子教案（电子版）。请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn）免费注册后再进行下载，有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail:hxedu@phei.com.cn）。

编者
2007 年 7 月



反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录



绪论	1
第一模块 材料及设备	4
项目 1 材料的识别	4
任务 1 识别材料	4
项目 2 装配设备的认识	16
任务 1 认识装配设备	16
项目 3 电子电路识读	22
任务 1 识读电子电路图	22
思考题	30
第二模块 技术文件及安全生产	32
项目 4 技术文件的识读	32
任务 1 识读设计文件	32
任务 2 编制工艺文件	41
项目 5 岗位培训和安全生产	60
任务 1 了解岗位培训和安全生产措施	60
思考题	67
第三模块 工艺及装联	68
项目 6 预加工工艺	68
任务 1 了解预加工工艺	68
项目 7 通孔焊接工艺	84
任务 1 了解通孔焊接工艺	84
项目 8 基本安装工艺	103
任务 1 了解常用组装工具的使用	103
任务 2 了解连接工艺	106
任务 3 了解拆装工艺	111
项目 9 部件组装	114
任务 1 PCB 的组装	114
任务 2 面板、机壳的组装	119
任务 3 散热件、屏蔽件的组装	122
项目 10 表面贴装技术	126
任务 1 了解表面贴装技术	126
项目 11 PCB 设计制作	137
任务 1 了解 PCB 的设计制作	137



思考题	144
第四模块 总装及调试	145
项目 12 整机总装工艺	145
任务 1 了解整机总装工艺	145
项目 13 整机调试工艺	149
任务 1 了解调试过程和方案	149
任务 2 静态调试	154
任务 3 动态调试	158
任务 4 功能测试	165
项目 14 整机故障维修	167
任务 1 学习整机故障的维修	167
思考题	177
第五模块 检验及包装	178
项目 15 产品检验	178
任务 1 了解质量管理体系	178
任务 2 了解电子产品检验工艺	183
项目 16 产品包装	191
任务 1 了解产品包装	191
思考题	201
第六模块 实训报告书	203
实训 1 材料的识别 (一)	203
实训 2 材料的识别 (二)	205
实训 3 通孔插装工艺的参观	207
实训 4 表面贴装工艺的参观	209
实训 5 识读 OTL 电路图	211
实训 6 识读收音机电路图	213
实训 7 识读某电视机的企业标准	215
实训 8 识读电视机的工艺文件	217
实训 9 编制收音机的工艺文件	219
实训 10 参观工厂车间的安全生产措施	221
实训 11 参观电子制造车间的 ESD 措施	223
实训 12 导线的预加工练习	225
实训 13 元器件成形练习	227
实训 14 手工焊接工艺作品	229
实训 15 操作波峰焊接机	231
实训 16 拆卸电视机外壳	233
实训 17 辨识常用接插件	235
实训 18 拆焊旧显示器的主板	237
实训 19 插装黑白小电视机	239
实训 20 焊接黑白小电视机	241



实训 21	观察收音机面板、机壳的组装	243
实训 22	黑白小电视机面板、机壳的组装	245
实训 23	观察彩色电视机的散热件和屏蔽盒	247
实训 24	组装黑白小电视机的散热件和屏蔽盒	249
实训 25	识别、检测表面贴装元器件	251
实训 26	参观贴片机和回流焊机	253
实训 27	焊接 SMT 收音机	255
实训 28	参观 PCB 生产车间	257
实训 29	手工制作 PCB	259
实训 30	参观电子厂的总装车间	261
实训 31	总装黑白小电视机	263
实训 32	设计黑白小电视机的调试方案	265
实训 33	黑白小电视机的静态调试	267
实训 34	黑白小电视机的动态调试	269
实训 35	黑白小电视机的功能测试	271
实训 36	黑白小电视机的故障排除	273
实训 37	识读质量管理标准	275
实训 38	检验黑白小电视机	277
实训 39	拆读彩色电视机的包装	279
附录 A	中华人民共和国行业标准代号	281
附录 B	电子信息产业安全生产管理规定	283
附录 C	Protel 99 介绍	292
参考文献		303

结 论



一、课程性质

“电子工艺”课程是在电子企业就业和从事电子产品开发、生产、管理的技术人员必须学习和掌握的。本课程的主要目的是为电子制造业培养具有职业素质与职业技能的应用型人才。让学生通过对电子制造工艺的学习，拉近抽象的理论符号与真实元器件、材料和产品之间的距离，对制造业获得真实的感受。让学生掌握和熟悉现代电子企业的产品制造设备、生产工艺及技术管理等方面的知识，为学生从事电子企业生产技术和生产管理工作打下良好的技术基础，是中等职业学校电子电器专业必修的专业课程之一。

工艺是生产者利用生产设备和生产工具，对各种原材料、半成品进行加工或处理，使之最后成为符合技术要求的产品的艺术（程序、方法、技术），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。

电子工业是 20 世纪新兴的行业，经过几十年的发展，已经成为世界经济最重要的支柱性产业。与其他工业比较，电子产品的种类繁多，主要可分为电子材料、元器件、配件（整件、部件）、整机和系统。其中，各种电子材料及元器件是构成配件和整机的基本单元，配件和整机又是组成电子系统的基本单元。这些产品一般由专业化分工的厂家生产，必须根据它们的生产特点制定不同的制造工艺。同时，电子技术的应用极其广泛，产品可以分为计算机、通信、仪器仪表、自动控制等几大类，根据工作方式及使用环境的不同要求，其制造工艺又有所不同，所以电子工艺实际上是一个内容极其广泛的学科。本书的任务在于讨论电子整机（包括配件）产品的制造工艺。这是因为对于大多数接触电子产品制造过程的工程技术人员以及广大直接技术操作者来说，主要涉及的是这类产品从设计开始以及在试验、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的方法。在本书的讨论中，凡说到“电子工艺”，即是指电子整机产品生产制造过程方面的内容。

就电子整机产品的生产过程而言，主要涉及两个方面：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。我们可以把这两方面分别看做是“硬件”和“软件”。显然，对于现代化电子产品的大批量生产、对于中、高等院校工科学生今后在制造过程中承担的职责来说，这两方面都是重要的，是不能偏废的。本书对这两方面的内容都进行了叙述，但更侧重于前者。

我国电子行业的工艺现状是“两个并存”相当突出：即有些企业已经具备了世界上最好的生产条件、购买了最先进的设备，也有些企业还在简陋条件下使用陈旧的装备维持生产，也就是说，先进的工艺与陈旧的工艺并存，引进的技术与落后的管理并存。在当代的电子产品制造技术领域，我国在整体上还处在比较落后的水平，还缺少一大批稳定的、高素质的工艺技术队伍。这与我国工艺教育体系的历史较短及长期忽视工艺技术教育不无关系。事实是，对比国内外各



厂家生产的同类电子产品，它们的电路原理并没有太大的差异，造成质量水平不同的主要原因存在于生产过程及手段之中，即体现在电子工艺技术和工艺管理水平的差别上。在我国经济比较发达的沿海城市，或者工艺技术力量较强、实行了现代化工艺管理的企业中，电子产品质量就比较稳定，市场竞争力就比较强。同样，对于有经验的电子工程技术人员来说，他们的水平主要反映在设计方案时充分考虑了加工的可能性和工艺的合理性上。

二、电子整机装配工艺的发展

随着科学技术的不断进步，特别是自动化技术的广泛应用和新材料的出现，电子整机制造技术有了很大的发展。主要体现在下列几项关键技术上。

1. SMT 表面贴装技术

表面贴装技术是将电子元器件直接贴装在印制电路板上的装接技术。在电子工业生产中，SMT 实际上是包括表面安装元件（SMC）、表面安装器件（SMD）、表面安装电路板（SMB）、元器件贴装设备及焊接测试等技术在内的一整套完整的工艺技术的统称。SMT 的主要优点是高密度、高可靠、高性能、高效率 and 低成本，在微机、手机等电子产品中得到了广泛应用。

2. ESD（静电放电）防护技术

由于大量采用 MOS 集成电路及 MOS 器件，在无防护情况下，易被人体带的静电、空气中的静电击伤、损毁，严重影响电子产品的可靠性。防静电技术已成为当今电子整机装配中一项不可缺少的技术。

防静电的措施主要有：建立一个二级标准接地网，工作台面铺设防静电台垫，地面涂防静电漆及操作人员穿防静电服、佩带防静电手腕、手套，使用防静电电烙铁等。

3. 电子整机自动调试技术

电子技术飞速发展，产品功能越来越强，品种越来越多，更新换代越来越快，体积越来越小，传统人工测试越来越难适应。自动测试技术应运而生，由静态到动态测试，由初级故障检测到高级组合测试，软件、硬件并驾齐驱，大大提高了检测效率，自动测试过程如图 0.1 所示。自动调试技术主要有以下几种：

- MDA（故障缺陷分析）是针对焊点和模拟元器件的检测方法，一般用于技术较简单、可靠性要求不高的产品。

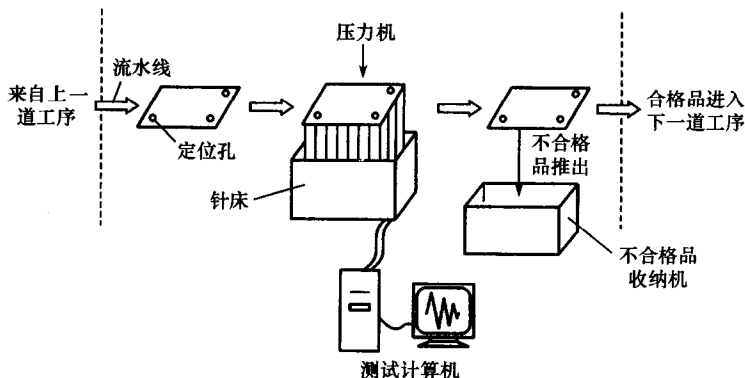


图 0.1 自动测试过程示意图

- ICT（在线电路测试）是以电路板的设计指标为判断测试结果的依据，故障分析准确



率高,适用于技术复杂、功能先进、可靠性要求高的产品。

● FT(功能测试)是一种高级的组合测试系统,除能完成 MDA 和 ICT 所有功能外,还可对整个电路或电路群进行功能测试。这种系统适用于技术更先进、要求更高的产品。

4. 计算机辅助工艺过程设计(CAPP)

CAPP 是利用计算机进行零件加工工艺过程的制定,把毛坯加工成工程图纸上所要求的零件。它是通过向计算机输入被加工零件的几何信息和工艺信息并由计算机自动输出零件的工艺路线和工序内容等工艺条件的过程。CAPP 不仅适用于机械工艺过程,也适用于电子整机装配工艺过程。

三、本课程学习要领

电子工艺训练是工程训练的一部分,同时也是学生在校期间非常重要的实践环节。在实习中学生可在电子焊接的技能、电子元器件的测试与识别、印制电路的设计方法与技巧、电子测试仪器的使用、电子产品的调试与维修等方面得到训练。

本课程是电子技术专业的一门主干课程,具有知识面广、综合性强、实践性强的特点。学习过程中,应注意以下几点:

- (1) 了解整机的结构。平时可多观察像收音机、电视机等常见到的整机,多思考。
- (2) 多参观电子工厂,亲身体验整机装配工艺流程。
- (3) 加强动手操作,认真完成书中的实训内容。

总之,要掌握好本课程,必须理论联系实际,勤动手,多思考。

第一模块 材料及设备



教学目标:



知识目标

- 了解各种材料的分类和性能;
- 理解各种材料的用途和选用;
- 理解各种设备的性能和操作规程;
- 理解电子电路图的识读知识。



技能目标

- 会辨识各种材料;
- 能选用各种材料;
- 能认识各种设备;
- 能识读简单的整机电路图。

项目 1 材料的识别

任务 1 识别材料

电子产品生产过程中会用到各类电子材料,常用的有线材、绝缘材料、印制电路板、磁性材料及辅助材料。了解各种材料的分类、特点和性能参数,是正确选择、合理使用它们的前提。

工作任务单

任务名称	任务内容	任务要点	备注
识别材料	识别常用的材料 (1) 线材 (2) 绝缘材料 (3) 印制电路板 (4) 磁性材料 (5) 辅助材料	(1) 能认识常见的材料 (2) 能了解常见材料的分类、特点和性能参数 (3) 会初步根据要求选用材料	了解纳米材料的特性



知识链接 1 线材

一、线材的分类

常用的线材分为电线和电缆两类。一般又分为裸线、电磁线、绝缘电线和通信电缆四类。

1. 电线、电缆

如图 1.1 所示，电线由芯线和绝缘体组成。电缆一般由芯线、绝缘层、屏蔽层和护套组成。芯线的材料主要是铜或铝。导线的粗细标准称为线标，有线号制和线径制两种表示法。我国采用线径制，而英美等国采用线号制。

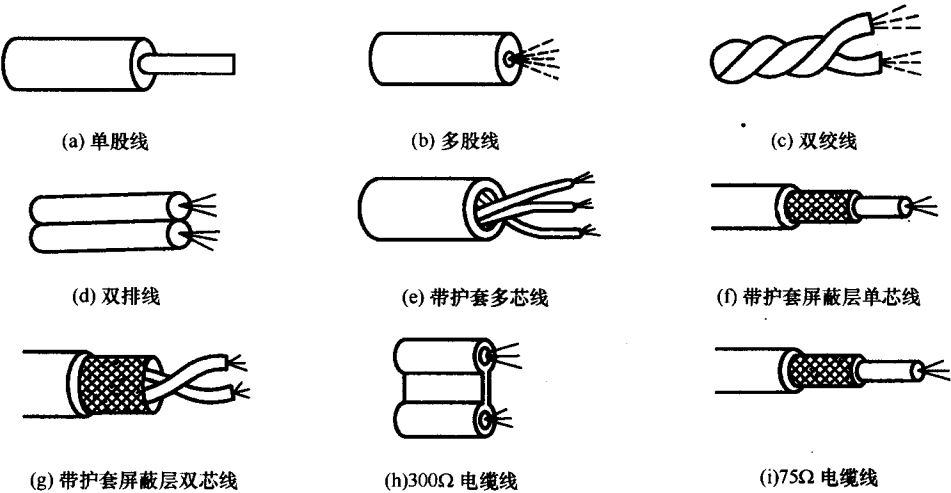


图 1.1 常用的安装导线

2. 电磁线

电磁线是指有绝缘层的圆形或扁形线。绝缘方式现在一般采用导线表面涂漆，此线俗称“漆包线”。主要用于绕制电机、变压器和电感线圈的绕组。常用漆包线的型号、特性及用途见表 1.1。

表 1.1 常用漆包线的型号、特性及用途

型号	名称	主要特性及用途
QZ—1	聚酯漆包圆铜线	作为中小型电机、电气仪表等的绕组，机械强度较高，耐温 130℃ 以下，抗溶剂性能好
QST	单丝漆包圆铜线	用于电机、电气仪表等的绕组
QZB	高强度漆包扁铜线	用途同 QZ—1，特点是槽满率高
QJST	高频绕组线	作高频绕组线用

3. 扁平电缆

扁平电缆又称为排线，一般用于数字电路中。它可解决连线成组出现的情况，使用方便，不容易产生导线错位。使用较多的排线为单根导线，其规格为 7×0.1，其外皮为聚氯乙烯的多股线，如图 1.2 所示。