



中等职业教育“十一五”规划教材
中职中专电子技术应用专业系列教材

电子产品 设计与制作

王国玉 李中显 主编



本书配有免费电子课件
下载地址：www.abook.cn



科学出版社
www.sciencep.com

中等职业教育“十一五”规划教材

中职中专电子技术应用专业系列教材

电子产品设计与制作

王国玉 李中显 主 编

王增茂 姜玲玲 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书综合了电子技术基础知识和技能实训两方面的内容,按照项目教学模式编写。全书共有六个项目,分别为直流稳压电源的制作与设计、OTL 功率放大器的制作与设计、晶闸管调光电路的制作与设计、波形变换器的制作与设计、频率计的制作与设计和数字钟的制作与设计。各项目涵盖了模拟电子电路和数字电路的相关知识,并通过实用的技能训练巩固所学知识;“知识拓展”部分的内容为学生今后的发展打下基础。

本书可作为中等职业学校电子技术与应用专业、电子电器应用与维修专业、电子与信息技术专业以及机电一体化专业的基础与技能课程的教材,也可供相关专业的工程技术人员和技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品设计与制作/王国玉,李中显主编. —北京:科学出版社, 2010

(中等职业教育“十一五”规划教材·中职中专电子技术应用专业系列教材)

ISBN 978-7-03-026952-2

I. ①电… II. ①王…②李… III. ①电子产品-设计-专业学校-教材
②电子产品-制作-专业学校-教材 IV. ①TN602②TN605

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 040103 号

责任编辑:陈砾川/责任校对:耿 耘
责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏 志 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 3 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2010 年 3 月 第一次印刷 印张: 11 1/2

印数: 1—3 000 字数: 249 000

定价: 19.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135763-8020

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

中职中专电子技术应用专业系列教材

编 委 会

顾 问 杨乐文

主 任 罗国强

编 委 (按姓氏笔画顺序排列)

王国玉 叶云汉 刘占娟 朱向阳 邢贵宁

李中显 余春辉 张修达 罗 伟 赵进学

陶 健 蒋从根 舒伟红 管 莉

序

教材是影响教学效果最重要的因素之一。职业教育的教材对教学的影响更为巨大。职业教育以就业为导向，理论与实践紧密联系，理论围着实践转，学生在实践过程中了解理论、掌握理论，同时通过理论对实践的指导来不断巩固理论，最终把理论融入到实践中，内化成自己的理论知识。这是职业教育与普通教育最大的不同之处，是我们开发、编写新时代职教教材有必要遵循的原则，也是创新创优职教教材的活水源泉。

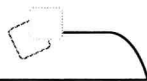
项目任务式教学教材就很好地体现了职业教育理论与实践融为一体这一显著特点。它把一门学科所包含的知识有目的地分解分配给一个个项目或者任务，理论完全为实践服务，学生要达到并完成实践操作的目的就必须先掌握与该实践有关的理论知识。而实践又是一个个有着能引起学生兴趣的可操作的项目，这好比一项有趣的登山运动，登山是目标，为了登上山峰，则必须了解登山的方法、技巧、线路及安全措施。这是一种在目标激励下的了解和学习，是一种完全在自己的主观能动性驱动下的学习，可以肯定这种学习是一种主动的有效的学习。

编写教材是一项创造性的工作，一本好教材凝聚着编写人员的大量心血。今天职业教育的巨大发展和光明前景，离不开这些致力于好教材开发的职教工作者们。现在奉献给大家的这套中中专电子应用技术系列教材，是在新形势下根据职业教育教与学的特点，在经历了多年的教学改革实践探索后，编写出的比较好的教材。该系列教材体现了作者对项目任务教学的理解，体现了对学科知识的系统把握，体现了对以工作过程为导向的教学改革的深刻领会。其主要特点有三。

第一，专业课程的选择以市场需求为导向，以培养具备从事制造企业电子类产品和电气与控制设备的安装、调试、维修的专业技能，并具有一定的电子产品开发与制作能力和初步的生产作业管理能力的高素质技能型人才为目标。毕业生可从事制造类企业电类产品生产一线的操作，低压电气设备的保养和维修，电子整机产品的装配、调试、维修等工作；也可从事电类产品生产一线的相关检验、管理等工作；经过企业的再培养，还可从事电类产品的工艺设计及营销、售后服务等工作。

第二，以任务引领、项目驱动为课程开发策略。把曾经系统、繁琐、难以理解的电子技术学科理论知识通过一个个实践项目分解开来，使学生易于了解与掌握。教材的每个任务单元包含着完整的完成任务的操作过程，使学生可以一步步完成任务。每次任务完成，均给学生适当评分结果。通过完成为培养岗位技能而设计的典型产品或服务，使学生获得某工作任务所需要的综合职业能力；通过完成工作任务所获得的成果，以激发学生的成就感。

第三，打破传统的完整的知识体系结构，向工作过程系统化方向发展。采用让学生学会完成完整的工作过程的课程模式，紧紧围绕工作任务完成的需要来选择课程内容，不强调知识的系统性，而注重内容的实用性和针对性，知识够用即可，介绍的知识是该



任务需要的知识。

相信这套教材一定能为电子技术应用专业及相关电类专业的学生学习理论知识与实践技能提供一个良好的平台，一定能为职业教育的相关教学改革做出积极贡献。

杨乐文

前 言

电子产品制作与设计技术广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、通信等各种行业。可以说，在人们工作和生活中无处不应用到这项技术。

电子产品制作与设计课程是中等职业学校电类专业毕业设计的重要课程，集实用性、技术性、趣味性于一体，以实训教学为主。通过该课程能提高学生对已学电子技术与技能基础知识的实际应用能力（含识图、读图、绘图能力，仪器仪表使用能力，元件识别和检测能力，电路原理图设计与PCB板制作能力，整机装调工艺应用能力）。教学时教师给出几种电子产品设计要求，由学生分组选择并在教师指导下实施，设计制作后由学生检测和师生互动与评价。

由于这个学科既要求有较好的电子技术知识，又要有一定的逻辑思维能力，对于中职学生来说，具有一定难度。传统的教材编排往往是先讲理论，然后配以实训，等到开始实训时，大部分学生因忘记理论知识或者对其理解得不够深入而在实训时无从下手，因而常常感到厌烦和惧怕这门课程。

本教材在内容组织、结构编排及表达方式等方面都作出了重大改革，强调“项目学习目标”、“项目基本技能”、“项目基本知识”和“项目评估检查”四个要素，通过实现项目来学习理论知识，通过学习理论知识指导实践，充分体现理论和实践的结合。本教材强调“先做再学，边做边学”，使学生能够快速入门，把学习电子电路的成果变成前进的动力，树立起学习电子制作的信心；并帮助学生掌握电子产品从设计到研制的整体操作流程；掌握常用电子工程制图软件的使用；掌握电子元件检测与选用、PCB板设计制作和整机的装配调试等制作工艺；掌握常用仪器仪表的使用方法。

全书共有六个项目，分别是直流稳压电源的制作与设计，OTL功率放大器的制作与设计，晶闸管调光电路的制作与设计，波形变换器的制作与设计，频率计的制作与设计和数字钟的制作与设计。各项目涵盖了模拟电子电路和数字电路的相关知识。

在项目的选择上，充分考虑到各学校教学设备的状况，具有实验材料易得、制作容易、由浅及深、实用性强等特点。在实施过程中，既可以使用万能实验板制作，也可以在已有的实验板、实验箱或实验台上完成。

本书由河南信息工程学校王国玉、李中显任主编，并负责全书统稿；南昌汽车机电学校王增茂、青岛酒店管理学院姜玲玲任副主编。参编老师分工如下：青岛飞洋职业技术学院刘晓昱编写项目一，鹤壁工贸学校赵尚兴编写项目二，鹤壁工贸学校黄瑞冰、安阳电子信息学校张自蕴编写项目三，安阳电子信息学校侯爱民、李红建编写项目四，新乡第一职业中专李文华编写项目五，河南信息工程学校王国玉、杨宗仁、胡祎编写项目六和附录。在教材构思过程中，得到了科学出版社有关同志的指导和帮助，在此深表谢意！另附教学建议学时表如下所示，在具体实施各项目时，任课教师可根据具体情况适当调整和取舍。

学时分配参考表

序 号	内 容	学 时
项目一	直流稳压电源的制作与设计	12
项目二	OTL 功率放大器的制作与设计	20
项目三	晶闸管调光电路的制作与设计	8
项目四	波形变换器的制作与设计	16
项目五	频率计的制作与设计	20
项目六	数字钟的制作与设计	20
总学时数		96

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

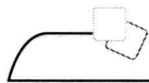
编 者
2009 年 12 月

目 录

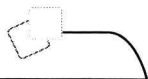
项目一 直流稳压电源的制作与设计	1
【学习目标】	1
【基本知能】	2
任务一 电子元器件的识别、选用与检测	2
操作 1 识别稳压电源元件及功能	2
操作 2 整理 WY-1201 型稳压电源零部件清单	4
操作 3 使用万用表检查元器件	6
任务二 印制电路板的制作	8
操作 1 制作前的准备	8
操作 2 学习刀刻印制电路板	9
任务三 直流稳压电源的安装工艺	9
操作 1 元件整形	9
操作 2 安装与焊接元器件	9
操作 3 安装变压器	10
操作 4 安装表头、电位器、开关、接线柱和指示灯	10
操作 5 连接电源线和开关、熔断器	11
操作 6 其他操作注意事项	11
任务四 直流稳压电源的调试与检修	11
操作 1 调试直流稳压电源	11
操作 2 检修直流稳压电源	12
任务五 直流稳压电源的设计	14
操作 1 直流稳压电源指标、功能和性能的确定	14
操作 2 设计直流稳压电源电路原理图	14
操作 3 直流稳压电源印制电路板图的设计	14
【知识拓展】	18
任务六 设计低频电子电路的两个要点	18
操作 1 任务的提出	18
操作 2 技术指标的确定	19
项目评估	20
项目二 OTL 功率放大器的制作与设计	22
【学习目标】	22
【基本知能】	23
任务一 电子元器件的识别与选用	23



任务二 使用万用表检查元器件	24
操作 1 判别晶体管的好坏	24
操作 2 判别晶体管引脚	24
操作 3 给功率放大管配对	26
操作 4 热敏电阻的检测	26
任务三 印制电路板的制作	26
任务四 OTL 功率放大器的安装工艺	27
任务五 OTL 功率放大器的调试与检修	28
操作 1 通电前的检查	28
操作 2 通电观察和静态调整	29
操作 3 OTL 功率放大器的检修	29
任务六 音频功率放大器的设计	30
操作 1 确定 OTL 功率放大器指标和性能	30
操作 2 确定功能	30
操作 3 OTL 功率放大器电路分析	30
操作 4 OTL 功率放大器印制电路板图的设计	34
操作 5 OTL 功率放大器的设计思路	35
【知识拓展】	38
任务七 电子电路图的基本知识	38
操作 1 电子电路图的定义	38
操作 2 电子电路图的构成	39
操作 3 电子电路图的作用	39
操作 4 电子电路图的分类	39
操作 5 电子电路制图的国家标准符号	40
任务八 电子电路图的识图要领	41
操作 1 了解和分析电路功能及工作原理	41
操作 2 找出通路	41
操作 3 整机分析, 化整为零	41
操作 4 理解口诀	42
项目评估	42
项目三 晶闸管调光电路的制作与设计	46
【学习目标】	46
【基本知能】	47
任务一 调光电路元器件识别、参数与检测	47
操作 1 调光电路制作所用元器件及参数	47
操作 2 晶闸管调光电路元器件检测	48
任务二 印制电路板的制作	49
任务三 调光电路的安装工艺	51



操作 1 晶闸管调光电路安装工艺	51
操作 2 晶闸管调光电路制作注意事项	52
任务四 晶闸管调光电路检测与常见故障维修	52
操作 1 晶闸管调光电路的检测	52
操作 2 晶闸管调光电路常见故障维修	52
任务五 调光电路的设计思路	53
操作 1 调光灯技术指标和性能的确定	53
操作 2 调光电路的设计思路	53
任务六 调光电路原理图识读	54
操作 1 晶闸管调光电路原理图	54
操作 2 晶闸管调光电路工作原理	54
操作 3 波形图	54
操作 4 框图	55
任务七 印制电路板图的设计	55
操作 1 印制电路板图设计的方法和基本要求	55
操作 2 印制电路板布局的设计原则	56
【知识拓展】	58
任务八 晶闸管交流调压器	58
操作 1 电路原理图	58
操作 2 电路工作原理	58
操作 3 元器件清单和选择	59
操作 4 印制电路板	60
项目评估	60
项目四 波形变换器的制作与设计	62
【学习目标】	62
【基本知能】	63
任务一 电子元器件的识别、作用和检测	63
操作 1 电子元器件的识别与作用	63
操作 2 使用万用表检测元器件	68
任务二 印制电路板的热转印法制作	72
任务三 波形变换器的安装工艺	74
任务四 波形变换器的调试与常见故障检修	76
操作 1 调试前准备	76
操作 2 调试电源部分	77
操作 3 输出波形调试	77
任务五 波形变换器设计思路	80
操作 1 波形变换器设计思路	80
操作 2 波形变换器电路框图与原理图	80



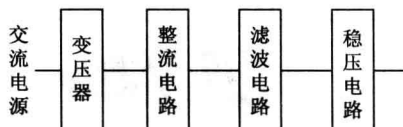
任务六 印制电路板图的设计	83
操作 1 印制电路板布线的设计原则	83
操作 2 印制导线设计的要求	85
操作 3 印制电路板焊盘的设计要求	85
【知识拓展】	87
任务七 常用数字式测量仪器的正确使用	87
操作 1 数字万用表 (AT-9205B 型数字万用表)	87
操作 2 数字频率计	90
项目评估	92
项目五 频率计的制作与设计	94
【学习目标】	94
【基本知能】	95
任务一 元器件的识别与检测	95
操作 1 电子元器件的识别与选用	95
操作 2 使用万用表检查元器件	96
任务二 印制电路板的制作	96
任务三 频率计的安装工艺	97
任务四 频率计的技术参数调试	98
操作 1 通电观察	98
操作 2 调试与参数的测量	99
任务五 频率计的检修	101
任务六 频率计指标与性能和电路的分析与设计	101
操作 1 频率计指标和性能的确定	101
操作 2 频率计电路原理图的设计和电路分析	101
任务七 频率计印制电路板的设计	106
操作 1 创建一个新 PCB 文件	106
操作 2 PCB 向导创建新文档的操作步骤	106
操作 3 单面电路板布线设置	107
操作 4 规划电路板	108
操作 5 载入网络表和元器件封装	108
操作 6 元件布局	108
操作 7 自动布线	109
操作 8 验证完成的 PCB 设计	109
操作 9 打印输出	110
【知识拓展】	111
任务八 高频电子电路的一般设计方法	111
操作 1 任务的提出	111
操作 2 技术指标的确定	111

操作 3 设计任务步骤	111
项目评估	111
项目六 数字钟的制作与设计	115
【学习目标】	115
【基本知能】	116
任务一 数字钟元器件的识别与选用	116
任务二 使用万用表检测元器件	118
操作 1 数码管引脚排列与测试	118
操作 2 检测集成电路	120
操作 3 印制电路板的制作	120
操作 4 数字钟的安装工艺	122
操作 5 数字钟的技术参数调试	126
操作 6 数字钟的检修故障分析与处理	127
任务三 数字钟的设计	128
操作 1 数字钟指标和功能的确定	128
操作 2 数字钟电路设计与电路分析	129
操作 3 数字钟印制电路板图的设计	135
【知识拓展】	137
任务四 数字电路的一般设计方法	137
操作 1 任务的提出	137
操作 2 组合逻辑电路的设计方法	138
操作 3 时序逻辑电路设计的一般步骤	138
项目评估	139
附录 用 CAD 软件设计印制电路板图	141
参考文献	169

项目一

直流稳压电源的制作与设计

直流稳压电源是各种电子设备中不可缺少的单元电源电路。掌握直流稳压电源的组装和调试,是深入学习电子技术的重要环节。本项目通过直流稳压电源的制作,使学生学会常见直流稳压电源的安装和检修方法,最后给出直流稳压电源及低频电子电路的一般设计方法。



直流稳压电源的结构框图



学习目标

项目	教学目标	教学形式	学时数
技能目标	<ul style="list-style-type: none">① 会识别直流稳压电源中各种常用元器件,掌握其检测方法② 学会识读直流稳压电源的原理图、装配图等③ 掌握直流稳压电源的组装工艺要求④ 掌握直流稳压电源的测量方法与调试方法,熟练掌握万用表、双踪示波器的使用方法	学生实际组装:检测元器件、安装、调试和维修(教师指导)	12
知识目标	<ul style="list-style-type: none">① 掌握稳压电源电路结构图和各组成部分的作用② 了解串联降压型稳压电源的设计思想,会分析变压、降压、整流、滤波、采样、误差放大、基准稳压、有源滤波及复合调整的工作原理③ 会分析故障原因	知识点讲授	6
制作与设计要求	<ul style="list-style-type: none">① 学习直流稳压电源的设计方法② 了解低频电子电路的一般设计方法③ 研究直流稳压电源的设计方案④ 掌握直流稳压电源的稳压系数和内阻测试方法⑤ 掌握印制电路板设计步骤⑥ 掌握刀刻印制电路板的方法		

任务一 电子元器件的识别、选用与检测









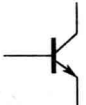
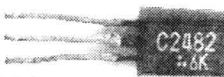
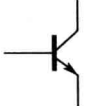

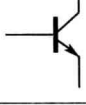
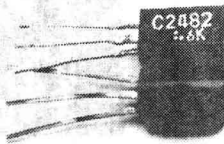
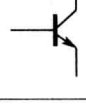
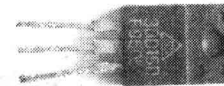


操作1 识别稳压电源元件及功能

制作直流稳压电源所需的元件名称、实物图图形及作用如表 1-1 所示。


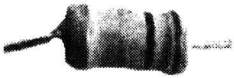



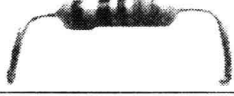

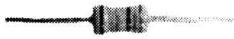




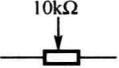
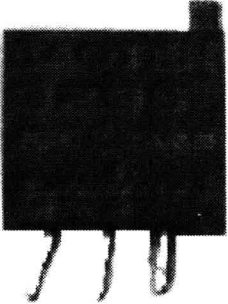

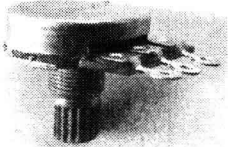
表 1-1 稳压电源元件清单及说明

代号	元件名称	元件参数	实物图	数量	功能
T2	变压器	双17V 		1 个	变压降压, 把 220V 交流电压变为双 17V 交流电压
FU1	熔断器座及熔断器	0.5A 		1 套	保护变压器和整个电路
S1	双刀双掷船形开关	6A/220VAC 		1 个	控制稳压电源的通与断
S2	复位按钮开关			1 个	复位, 使电源退出保护、输出原来调定电压
D3、D4	二极管	IN4007 		各 1 个	整流, 全波整流二极管, 把交流变为脉动直流
C12	电容	2200 μ F/25V 		1 个	滤波, 使纹波系数变小, 把脉动直流电压变为平滑直流电压。
C13、C14	电容	4nF、22nF 		各 1 个	旁路, 旁路浪涌电流, 保护 D3、D4

续表

代号	元件名称	元件参数	实物图	数量	功能
C11	电容	4.7 μ F/25V 		1个	滤波。电子有源滤波，滤波效果更好
C10	电容	47 μ F/16V 		1个	反馈、滤波，快速反应电容
C9	电容	100 μ F/16V 		1个	滤波，输出滤波
C8	电容	100 μ F/16V 		1个	防干扰，通交流，防误保护
VT6	晶体管	2SC2482 		1个	比较放大
VT7、 VT8	晶体管	8050 		各1个	组成单向晶闸管，过流保护使VT9基极电压为零
VT9	晶体管	2482 		1个	电流放大管，复合管，与VT10复合共同起调整作用
VT10	晶体管	3DD15D 		1个	电压调整，稳压输出
R13	电阻	4.7k Ω 		1个	为指示灯限流电阻，色环为：黄紫黑棕

续表

代号	元件名称	元件参数	实物图	数量	功能
R14	电阻	0.68Ω/1W 		1个	起控制电阻, 决定输出最大电流
R15	电阻	330Ω 		1个	VT7 下偏置, 色环为: 橙橙黑黑棕
R16	电阻	3.3kΩ 		1个	VT7 上偏置, 色环为: 橙橙黑棕棕
R17	电阻	240Ω 		1个	取样电路电阻, 与 RP3、RP4 组成串联分压取样电路, 色环为: 红黄黑黑棕
R18	电阻	100Ω 			限流电阻, 保护 VT6, 色环为: 棕黑黑黑棕
R19、R20	电阻	1kΩ 		各 1 个	VT6 集电极负载, 电子滤波元件。VT7 集电极负载。色环为: 棕黑黑棕棕
RP3	电位器	10kΩ 			调节输出电压和输出电压范围
RP4	电位器	2.2kΩ 		1个	调节电压

操作 2 整理 WY-1201 型稳压电源零部件清单

WY-1201 型直流稳压电源零部件清单如表 1-2 所列。