



SUTCC 国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

交通电子类

DIANGONG DIANZI CHANPIN ZHIZUO

电工电子产品制作

吴清富 编著
郭家甫 主审



电子科技大学出版社

国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

电工电子产品制作

吴清富 编著



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子产品制作 / 吴清富编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2013.1

ISBN 978-7-5647-1437-6

I. ①电… II. ①吴… III. ①电工产品—制作—高等职业教育—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 315611 号

国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

电工电子产品制作

吴清富 编著

郭家甫 主审

出版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 罗 雅

责任编辑: 罗 雅

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 河北永清县晔盛亚胶印有限公司

成品尺寸: 170mm×240mm 印张 15 字数 299 千字

版 次: 2013 年 4 月第一版

印 次: 2013 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-1437-6

定 价: 45.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

四川交通职业技术学院

优质核心课程改革教材编审委员会

主 任 魏庆曜

副 主 任 李全文 王晓琼

委 员 (软件技术专业)

陈 斌 袁 杰 付常超 马文君 李亚平 吴诗洋
杨 桦 伍德军 凌晓萍 任 毅

(工程机械运用与维护专业)

黄先琪 袁 杰 马青云 李卫民 谢能奉 叶世成
田少民 王世良 徐生明 颜 伟 郭 松 孙 莹
陈 颢

(交通安全与智能控制专业)

王 华 袁 杰 吴庆翔 陈 斌 曹 宏 石俊平
石勇森 郭家甫 冯 翔 蒋懿岚 张丽霞 闫晓茹
王晓燕 何 涛 吴清富

(旅游管理专业)

贾玉铭 袁 杰 阳凤兰 张江魁 党 科 赵 明
杨 霞 王璵琳 张 涛

(物流管理专业)

刘德武 袁 杰 刘建雄 殷 涛 杜 华 王煜洲
张 洪 孙统超 赵素霞 张晓琴 孙尚斌 王 勇
李 康 谷 帅 李 锦 庞青松

序

为贯彻教育部、财政部《关于实施国家示范性高等职业院校建设计划，加快高等职业教育改革与发展的意见》（教高【2006】14号）和《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高【2006】16号）精神，作为国家示范性高等职业院校建设单位，我院从2007年开始组织探索如何设计开发既能体现职业教育类型特点，又能满足高等教育层次需求的专业课程体系和教学方法。三年来，我们先后邀请了多名国内外职业教育专家，组织进行了现代职业技术教育理论系统学习和职业技术教育课程开发方法系统的培训；在课程开发专家团队指导下，按照“行业分析，典型工作任务，行动领域，学习领域”的开发思路，以职业分析为依据，以培养职业行动能力为核心，对传统的学科式专业课程进行解构和重构，形成了以学习领域课程结构为特征的专业核心课程体系；与企业专业技术人员共同组成课程开发团队，按照企业全程参与的建设模式、基于工作过程系统化的建设思路，完成了十个重点建设专业（4个为中央财政支持的重点建设专业）核心课程的学材、电子资源、试题库、网络课程和生产问题资源库等内容的建设和完善，在课程建设方面取得了丰厚的成果。

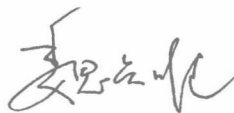
对示范院校建设工程而言，重点专业建设是龙头；在专业建设项目中，课程建设是关键。职业教育的课程改革是一项长期艰苦的工作，它不是片面的课程内容的解构和重构，必须以人才培养模式创新为核心，以实训条件的改善、实训项目的开发、教学方法的变革、双师结构教师团队的建设等一系列条件为支撑。三年来，我们以课程改革为抓手，力图实现全面的建设和提升；在推动课程改革中秉承“片面的借鉴，不如全面的学习”，全面的学习和借鉴，认真的研究和实践；始终追求如何在课程建设方面做出中国特色，做出四川特色，做出交通特色。

历经1000多个日日夜夜的辛劳，面对包含了我们教师团队心血，即将破茧的课程建设成果的陆续出版，感到几分欣慰；面对国际日益激烈的经济的竞争，面对我

国交通现代化建设的巨大需求，感到肩上的压力倍增。路漫漫其修远兮，吾将上下而求索！希望更多的人来加入我们这个团结、奋进、开拓、进取的团队，取得更多更好的成果。

在这些教材的编写过程中，相关企业的专家给予了很多的支持与帮助，在此谨表示衷心的感谢！

四川交通职业技术学院院长



前 言

本书内容是根据作者从事电子仪器设计、生产、维修以及教学工作经验和体会，为高等职业技术学院电类专业学生从低年级到高年级的技能培训编写的教材，以适应电类专业教材整合要求。

电产品生产过程是：测判器件好坏—印制板制作—元件安装—焊接—装配—调试—整机检验，将生产过程中需要的知识、技能、工艺、方法编著成为教材。学生按这本教材学习、制作电路、调试典型电路，能了解电产品生产过程、调试步骤和方法。为从事电产品生产和维修工作奠定坚实基础。

这本教材教学适用于电类专业学生从低年级到高年级（初级、中级和高级）的技能培训。教材涉及内容广泛而现代，分析问题观点方法独特。

1. 基础知识广泛而适当，与电产品制作技能紧密结合

内容共有 8 篇，包括认识电子元器件、印制板制作、电产品装配技术、电产品焊接工艺、电路基础、三相异步电动机控制电路分析、电产品调试技术和对应的不同类型的典型电路仿真、制作和实训。

本书涉及使用软件有：EWB、Protel DXP、Proteus、GX developer、Keil uvision2、Atmel Microcontroller ISP Software。

本书涉及使用的仪器仪表有：三用表、信号产生器、示波器、频率特性测试仪和频谱分析仪。

2. 可用于电类专业学生低年级到高年级（初级、中级和高级）的技能培训教材

低年级（初级）：选择元器件篇、电路基础篇、装配技术篇和焊接工艺篇教学。要求制作一到两种基本电路；掌握识别元器件、电路基础，装配技术和焊接工艺，写出符合要求的实训报告。

二年级（中级）：选择元器件好坏测试篇、印制板设计制作篇、调试技术篇教学。要求制作两到三种基本电路，调试完成其功能，测量其参数；掌握元器件好坏测试；掌握调试技术要点、步骤和方法；掌握专业软件和电子测量仪器的使用方法；写出符合要求的实训报告。

三年级（高级）：选择印制板设计制作篇、调试技术篇。要求自选一种小产品，从设计、仿真、制作和调试达到规定指标；掌握调试技术要点、步骤和方法；掌握专业软件和电子测量仪器的使用方法；写出符合要求的实训报告。

3. 调试技术篇编写特点

以“四类电路”(模拟电路、数字电路、可编程电路和电动机控制电路)、“三条电流通路”(电源电流通路、信号电流通路、控制命令通路)为思维线编写调试内容。以电路组成为思维线,阐述分析电路原理图的要点、步骤和方法。

由上述考量进行编写,将电产品高技能调试维修变成“简单化”“要点化”“步骤化”和“方法化”;达到易教、易学,以电路“三条电流通路”和产品由多部分功能块电路构成为思维线,阐述“三条电流通路”分析方法、调试方法和关键测试点。

4. 以实际制作“三类电路”,使用专业软件、电子测量仪器仪表,使学员掌握装配技术和焊接工艺;掌握调试技术要点、步骤和方法;掌握专业软件和电子测量仪器仪表的使用方法。易教、易学、易实施。

5. 教学建议:采用多媒体展示台进行“理实一体化”仿真教学;制作实物培训;根据学生基础选择不同的篇章内容教学,并对制作电路提出不同的要求。

由于编写时间紧、涉及内容广、水平又有限,又要达到易教、易学、易实施,所以可能认识提法有不妥之处,也可能有误有错,恳请同行、读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 篇 认识电子元器件	1
学习目标	1
能力目标	1
重要提示	1
1.1 认识电阻器与电阻性传感器	1
1.1.1 电阻与电阻性传感器基本知识	2
1.1.2 常用的固定电阻器的类型及特点	3
1.1.3 电阻的主要参数	4
1.1.4 电阻器的型号命名和标识	5
1.1.5 电阻元件和电阻性电器好坏测判	8
1.2 认识电容器	9
1.2.1 电容的基本知识	9
1.2.2 电容的主要性能参数和识别方法	11
1.2.3 电解电容器检测	12
1.3 认识电感和变压器	13
1.3.1 电感和变压器的基本知识	13
1.3.2 纯电感性质	14
1.3.3 电感的主要性能参数和识别方法	14
1.3.4 电感器及电感性用电器好坏测判	15
1.4 认识半导体二极管	16
1.4.1 半导体二极管基本理论	16
1.4.2 二极管结构及符号	18
1.4.3 二极管主要参数	19
1.4.4 二极管测判好坏	19
1.4.5 二极管主要应用	20
1.5 认识晶体三极管	20
1.5.1 晶体三极管结构及符号	20
1.5.2 电流放大及电流分配关系	21

1.5.3	工作状态及特点	21
1.5.4	晶体三极管的主要参数	22
1.5.5	晶体三极管的检测	23
1.5.6	晶体管主要应用举例	25
1.6	认识常用集成电子器件	25
1.6.1	集成电子器件种类	25
1.6.2	集成电路的型号命名	27
1.6.3	集成电路的引脚	29
1.6.4	集成电路的注意问题	30
1.6.5	数字集成电路	32
1.6.6	数字集成电路的应用	33
1.7	认识三端集成稳压器	34
1.7.1	认识三端集成稳压器	34
1.7.2	集成稳压器的使用	35
1.8	传感器	37
1.8.1	传感器概念	37
1.8.2	传感器的分类及命名	37
1.8.3	电阻应变式传感器	39
1.8.4	热电阻传感器	42
1.8.5	气敏电阻传感器	45
1.8.6	湿敏电阻传感器	46
1.8.7	电阻性传感器好坏测判	47
1.8.8	电感式传感器	47
1.8.9	电感式传感器好坏测判	49
1.8.10	电容式传感器	49
1.8.11	光电式传感器	51
	本篇总结	52
	习题与思考题	55
第2篇	印制板制作	63
	知识目标	57
	能力目标	57
	重要提示	57
2.1	印制电路板制作	57
2.1.1	印制电路板的特点	57
2.1.2	印制电路板设计的主要内容	58

2.1.3 元器件布局与排列	58
2.1.4 元器件排列的方法及要求	60
2.1.5 印制电路板的设计步骤	62
2.1.6 印制电路板制作	65
2.1.7 覆铜板	69
2.2 ProtelDXP 设计印制电路板图	70
2.2.1 计算机辅助设计系统 (CAD) 软件	70
2.2.2 ProtelDXP 简易操作步骤	72
本篇总结	73
习题与思考题	74
第 3 篇 电工电子产品装配技术	75
知识目标	75
能力目标	75
重要提示	75
3.1 印制电路板的组装	75
3.1.1 印制电路板组装的基本要求	75
3.1.2 印制电路板组装的工艺流程	78
3.2 电工电子产品的总装	79
3.2.1 总装的顺序和基本要求	79
3.2.2 总装的工艺过程	80
3.2.3 总装的质量检查	81
3.3 认识电工电子产品生产工艺图	82
3.3.1 阅读和分析电路原理图的基本知识	82
3.3.2 常用图纸的功能及读图方法	83
本篇总结	85
习题与思考题	85
第 4 篇 电工电子产品焊接工艺	86
知识目标	86
能力目标	86
重要提示	86
4.1 焊接的基本知识	86
4.1.1 焊接的种类	86
4.1.2 焊料、焊剂和焊接的辅助材料	87
4.1.3 锡焊的基本过程	89

4.1.4	锡焊的基本条件	89
4.2	手工焊接的工艺要求及质量分析	90
4.2.1	手工焊接技术	90
4.2.2	手工焊接的工艺要求	93
4.2.3	焊点的质量分析	94
4.2.4	拆焊	96
4.3	自动焊接技术	97
4.3.1	浸焊	97
4.3.2	波峰焊接技术	98
4.3.3	再流焊技术	99
4.3.4	表面安装技术 (SMD) 介绍	100
4.3.5	接触焊接	102
4.3.6	压接	102
	本篇总结	103
	习题与思考题	104
第 5 篇	电路基础篇	105
	知识目标	105
	能力目标	105
	重要提示	105
5.1	电路类型及组成	105
5.1.1	电路是电流的通路	105
5.1.2	“四类”电路类型	106
5.2	欧姆定律及电路状态	108
5.2.1	电源的等效电路和性质	108
5.2.2	电路的连接及元件额定值	111
5.3	克希荷夫定律	112
5.3.1	克希荷夫电流定律 (KCL)	113
5.3.2	克希荷夫电压定律 (KVL)	113
5.4	支路电流法计算电路	114
5.5	电位法计算电路	117
5.6	电路等效法	118
5.7	电阻电容电感性质及电路计算	120
5.7.1	纯电阻电路	121
5.7.2	纯电感电路	122
5.7.3	纯电容电路	124

5.7.4 电阻、电感、电容串联电路	126
本篇总结	128
习题与思考题	128
第 6 篇 三相异步电动机控制电路分析	130
知识目标	130
能力目标	130
重要提示	130
6.1 常用低压控制、保护电器	130
6.1.1 刀开关	131
6.1.2 组合开关	131
6.1.3 按钮开关	131
6.1.4 熔断器	132
6.1.5 断路器	133
6.1.6 交流接触器	134
6.1.7 继电器	135
6.2 三相异步电动机的正、反转控制	137
6.2.1 继电器、接触器控制电路	137
6.2.2 电路分析	138
6.2.3 电路的电阻电压关键测试点	139
6.2.4 电路故障诊断	139
6.3 用 PLC 控制三相异步电动机正反转	139
6.3.1 可编程序控制器的特点	140
6.3.2 防止电弧短路的 PLC 控制电路	140
6.4 安全用电常识	144
6.4.1 触电	144
6.4.2 保护接地和保护接中线	144
6.4.3 安全用电常识	145
本篇总结	145
习题与思考题	146
第 7 篇 电工电子产品调试技术	147
知识目标	147
能力目标	147
重要提示	147
7.1 产品调试概念和分析原理图方法	148

7.1.1	电工电子产品调试概念	148
7.1.2	分析电工电子产品原理图的要点	148
7.1.3	产品调试的目的、过程及内容	149
7.2	产品调试的安全措施	150
7.2.1	供电安全	151
7.2.2	仪器设备安全	151
7.2.3	操作安全	152
7.3	调试工艺文件及调试方案	152
7.3.1	调试工艺文件	152
7.3.2	调试方案	153
7.4	整机检验	154
7.4.1	外观检验	154
7.4.2	性能检验	155
7.5	整机产品的防护	155
7.5.1	防护的意义与技术要求	155
7.5.2	防护工艺	157
7.6	模拟电路中三种电流通路分析方法	159
7.6.1	分析电路中三种电流通路的方法	159
7.6.2	模拟电路交直流通路及调试关键测试点分析	160
7.7	不通电测试关键点电阻检查并排除故障	161
7.7.1	不通电测试各关键点电阻的目的	161
7.7.2	测关键点正反电阻判故障	161
7.8	静态的测试与调整	163
7.8.1	直流电压的测试查排故障	163
7.8.2	直流电压的测试与调整	163
7.8.3	直流电压的测试方法	163
7.9	动态的测试与调整	165
7.9.1	波形的测观除故障	165
7.9.2	放大器工作状态测试与电路参数调整	168
7.10	放大器主要指标的测试与电路参数调整	171
7.10.1	频率特性测试与调整	171
7.10.2	输入电阻的测试	174
7.10.3	输出电阻的测试	174
7.10.4	电压放大倍数的测试	176
7.11	数字电路调试	176

7.11.1 基本门电路功能	176
7.11.2 触发器功能	177
7.11.3 数字电路调试技术	177
7.11.4 PCM 编码器的调试	177
7.12 可编程电路调试	181
7.12.1 单片机控制器的电路结构	181
7.12.2 可编程电路调试工具	181
7.12.3 可编程硬件电路调试测试关键点	182
7.12.4 单片机扩展系统的关键测试点	184
7.12.5 软件调试	185
本篇总结	186
习题与思考题	187
第 8 篇 电工电子产品电路制作	188
知识目标	188
能力目标	188
重要提示	188
实训 1 常用电子电器元部件识别与好坏测判	189
一、实训要求	189
二、实训内容	189
三、仪表及器材	190
四、组织形式	190
五、工作方法	190
六、教学评价	190
七、实训步骤	190
八、学生分组在组长领导下对领取的元器件识别和测判（如表实训 1-1）	193
九、老师总结实训情况	193
十、实训报告要求	193
实训 2 单通道放大器的制作	194
一、实训要求	194
二、实训内容	195
三、仪表及器材	195
四、组织形式	195
五、工作方法	195
六、教学评价	196
七、实训步骤	196

八、学生实训, 老师指导	196
九、老师总结实训情况	196
十、实训报告要求	197
实训 3 制作三相异步电动机的正、反转控制器	197
一、实训要求	197
二、实训内容	198
三、仪表及器材	198
四、组织形式	198
五、工作方法	198
六、教学评价	199
七、实训步骤	199
八、学生实训, 老师指导	199
九、老师总结实训情况	199
十、实训报告要求	201
实训 4 遥控开关的制作	201
一、实训要求	201
二、实训内容	202
三、仪表及器材	202
四、组织形式	202
五、工作方法	202
六、教学评价	202
七、实训步骤	202
八、学生实训, 老师指导	203
九、老师总结实训情况	203
十、实训报告要求	205
实训 5 A/D 模数变换器制作	206
一、实训要求	206
二、实训内容	206
三、仪表及器材	207
四、组织形式	207
五、工作方法	207
六、教学评价	207
七、实训步骤	207
八、学生实训, 老师指导	207
九、老师总结实训情况	207

十、电路原理	207
十一、实训报告要求	210
实训 6 编程器及字符流动显示制作	210
一、实训要求	210
二、实训内容	211
三、仪表及器材	211
四、组织形式	211
五、工作方法	211
六、教学评价	211
七、实训步骤	211
八、学生实训，老师指导	212
九、老师总结实训情况	212
十、实训报告要求	220
参考文献	221