



职业技术教育课程改革新规划教材
电子技术应用专业



工作过程系统化

电子测量项目教程

DIANZI

CELIANG XIANGMU JIAOCHENG

本书结合我国中职学生的知识结构，衔接职业技能鉴定的要求，关注我国现代工业发展对人才的需求，按模块式教学组织教材内容；其编写理念是以工作过程为导向，以训练学生的职业技能为基本要求，以培养学生的工作能力为最终目的。内容包括电子测量的基础知识、常用电子测量仪器仪表的基本结构、操作面板、操作方法等。

本书可作为中等职业学校、技工学校的电子电工专业或相近专业的教学用书，也可作为企业及其他技术培训部门培训用书。

主 编 马汉蒲
副主编 余宏玖 陈旭东 王少炯

 华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



职业技术教育课程改革新规划教材
电子技术应用专业

print

工作过程系统化

电子测量项目教程

DIANZI

CELIANG XIANGMU JIAOCHENG

本书结合我国中职学生的知识结构，衔接职业技能鉴定的要求，关注我国现代工业发展对人才的需求，按模块式教学组织教材内容；其编写理念是以工作过程为导向，以训练学生的职业技能为基本要求，以培养学生的工作能力为最终目的。内容包括电子测量的基础知识、常用电子测量仪器仪表的基本结构、操作面板、操作方法等。

本书可作为中等职业学校、技工学校的电子电工专业或相近专业的教学用书，也可作为企业及其他技术培训部门培训用书。

主 编 马汉蒲

副主编 余宏玖 陈旭东 王少炯

华中科技大学出版社
(中国·武汉)

内 容 简 介

本书是依据《国家职业标准》中级家用电子产品维修工、电子设备装接工、家用电器产品维修工的知识和技能要求,同时适合项目教学训练的原则编写的。主要内容包括:电子测量的基础理论知识,电流表、电压表、万用表、示波器、信号发生器等常用电子测量仪器、仪表的基本结构、操作面板、操作方法;采用项目训练的方式训练电子线路中电流、电压的测量;电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、三极管、晶闸管、集成电路等电子元件的参数测量和工作状态判断;电路中波形、相位和频率及数字信号的测量。综合训练项目以实战的方式训练典型电视机电路参数的测量。注重仪器仪表的合理选用、主要参数和波形的测量及测量数据的处理分析等实用能力的培养。同时,还介绍了电子测量技术的新动向。

本书可作为中等职业学校、技工学校的电子电工专业或相近专业的教学用书,也可作为企业等其他技术培训部门的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子测量项目教程/马汉蒲 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-5609-6470-6

I. 电… II. 马… III. 电子测量-职业教育-教材 IV. TM93

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第153224号

电子测量项目教程

马汉蒲 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:朱建丽

封面设计:秦 茹

责任校对:史燕丽

责任监印:熊庆玉

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:武汉市兴明图文信息有限公司

印 刷:武汉科利德印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9.5

字 数:225千字

版 次:2010年8月第1版第1次印刷

定 价:16.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

总序



世界职业教育发展的经验和我国职业教育发展的历程都表明，职业教育是提高国家核心竞争力的要素之一。职业教育这一重要作用和地位，主要体现在两个方面。其一，职业教育承载着满足社会需求的重任，是培养为社会直接创造价值的高素质劳动者和专门人才的教育。职业教育既是经济发展的需要，又是促进劳动就业的需要。其二，职业教育还承载着满足个性需求的重任，是促进以形象思维为主的具有另类智力特点的青少年成才的教育。职业教育既是保证教育公平的需要，又是教育协调发展的需要。

这意味着，职业教育不仅有着自己的特定目标——满足社会经济发展的人才需求及与之相关的就业需求，而且有着自己的特殊规律——促进不同智力群体的个性发展及与之相关的智力开发。

长期以来，由于我们对职业教育作为一种类型教育的规律缺乏深刻的认识，加之学校职业教育又占据绝对主体地位，因此职业教育与经济、企业联系不紧，导致职业教育的办学模式

未能冲破“供给驱动”的束缚，教学方法也未能跳出学科体系的框架，所培养的职业人才，其职业技能的专度和深度不够、职业工作的能力不强，与行业、企业的实际需求，以及我国经济发展的需要相距甚远。实际上，这也不利于个人通过职业这个载体实现自身所应有的生涯发展。

因此，要遵循职业教育的规律，强调校企合作、工学结合，在“做中学”，在“学中做”，就必须进行教学改革。职业教育教学应遵循“行动导向”的教学原则，强调“为了行动而学习”“通过行动来学习”和“行动就是学习”的教育理念，让学生在由实践情境构成的以过程逻辑为中心的行动体系中获取过程性知识，去解决“怎么做”（经验）和“怎么做更好”（策略）的问题，而不是在由专业学科构成的以架构逻辑为中心的学科体系中去追求陈述性知识，只解决“是什么”（事实、概念等）和“为什么”（原理、规律等）的问题。由此，作为教学改革核心课程的改革成功与否，就成为职业教育教学改革成功与否的关键。

当前，在学习和借鉴国内外职业教育课程改革成功经验的基础之上，工作过程导向的课程开发思想已逐渐为职业教育战线所认同。所谓工作过程，是“在企业里为完成一件工作任务并获得工作成果而进行的一个完整的工作程序”，是一个综合的、时刻处于运动状态但结构相对固定的系统。与之相关的工作过程知识，是情境化的职业经验知识与普适化的系统科学知识的交集，它“不是关于单个事务和重复性质工作的知识，而是在企业内部关系中将不同的子工作予以连接的知识”。以工作过程逻辑展开的课程开发，其内容编排以典型职业工作任务及实际的职业工作过程为参照系，按照完整行动所特有的“资讯、决策、计划、实施、检查、评价”结构，实现学科体系的解构与行动体系的重构，实现于变化的具体的工作过程之中获取不变的思维过程完整性的训练，实现实体性技术、规范性技

术通过过程性技术的物化。

近年来，教育部在中等职业教育和高等职业教育领域，组织了我国职业教育史上最大的职业教育师资培训项目——中德职教师资培训项目和国家级骨干教师培训项目。这些骨干教师通过学习、了解、接受先进的教学理念和教学模式，结合中国的国情，开发了更适合我国国情、更具有中国特色的职业教育课程模式。

华中科技大学出版社结合我国正在探索的职业教育课程改革，邀请我国职业教育领域的专家、企业技术专家和企业人力资源专家，特别是接受过中德职教师资培训或国家级骨干教师培训的中等职业学校的骨干教师，为支持、推动这一课程开发项目应用于教学实践，进行了有意义的探索——工作过程导向课程的教材编写。

华中科技大学出版社的这一探索有两个特点。

第一，课程设置针对专业所对应的职业领域，邀请相关企业的技术骨干、人力资源管理者，以及行业著名专家和院校骨干教师，通过访谈、问卷和研讨，由企业技术骨干和人力资源管理者提出职业工作岗位对技能型人才在技能、知识和素质方面的要求，结合目前我国中职教育的现状，共同分析、讨论课程设置中存在的问题，通过科学合理的调整、增删，确定课程门类及其教学内容。

第二，教学模式针对中职教育对象的智力特点，积极探讨提高教学质量的有效途径，根据工作过程导向课程开发的实践，引入能够激发学习兴趣、贴近职业实践的工作任务，将项目教学作为提高教学质量、培养学生能力的主要教学方法，把“适度”“够用”的理论知识按照工作过程来梳理、编排，以促进符合职业教育规律的新的教学模式的建立。

在此基础上，华中科技大学出版社组织出版了这套工作过程系统化的职业技术教育课程改革新规划教材。我始终欣喜地关

注着这套教材的规划、组织和编写的过程。华中科技大学出版社敢于探索、积极创新的精神，应该大力提倡。我很乐意将这套教材介绍给读者，衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极作用，并得到读者的青睐。我也相信，这套教材在使用的过程中，通过教学实践的检验和实际问题的解决，能够不断得到改进、完善和提高。我希望，华中科技大学出版社能继续发扬探索、研究的作风，在建立具有中国特色的中等职业教育和高等职业教育的课程体系的改革中，作出更大的贡献。

是为序。

教育部职业技术教育中心研究所

《中国职业技术教育》杂志主编

学术委员会秘书长

中国职业技术教育学会

理事、教学工作委员会副主任

职教课程理论与开发研究会主任

姜大源 研究员 教授

2008年7月15日

前言



随着社会主义市场经济的发展，科学技术水平的不断进步，特别是电子技术的高速发展，企业不但要有高素质的管理者，更要有高素质的技术工人。技术过硬、技艺精湛的专业技术人才更需要职业教育的培养。职业学校、职业培训机构、企业都在努力培养市场急需人才。结合国内外先进的职业教育的理念、模式和方法与多年从事职业教育的实践经验，我们编写了这本《电子测量项目教程》教材，以满足广大职业技术学校、职业培训机构、企业培训中级家用电子产品维修工、维修电工等人才培养机构的需要，提高相关专业学生的理论水平、岗位适应能力。

本教材具有以下特点。

(1) 从职业岗位要求分析入手，参照国家职业标准《家用电子产品维修工》《电子设备装接工》《家用电器产品维修工》《维修电工》的要求，精选教材内容，切实落实“管用、够用、实用”的教学指导思想。

(2) 体现以项目教学为主线，任务实施为目的。以技能训练、能力提高为主体，结合相关知识点的编写思路，有利于帮助学生掌握知识、形成技能、提高能力。

(3) 按照教学规律和学生的认识规律，合理编排教材内容，适合于讲练结合的理想一体化课程教学。

(4) 尽量采用以图代文的编写形式,降低学习难度,提高学生的学习兴趣。

(5) 突出教材的先进性、适用性,培养与企业需要相符合的技术人才,更好地满足企业用人的需求。

本书由湖南省湖南工贸技师学院的马汉蒲、湖南省株洲县职业中等专业学校的王少炯、安徽省合肥电子学校的余宏玖、湖北城市职业学校的陈旭东编写。本书由马汉蒲担任主编。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏或不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2009年10月

目 录

项目 1 电子测量技术基础知识、能力准备

任务 1 了解电子测量任务	(2)
任务 2 测量放大电路 R_c 上的直流电流	(3)
项目小结	(10)
思考与训练	(10)

项目 2 电子元件的识别与测量

任务 1 认识万用表	(14)
任务 2 用万用表检测、判别电阻器、电容器、开关、电感器、变压器	(22)
任务 3 半导体元件的检测和判别	(31)
项目小结	(39)
思考与训练	(40)

项目 3 电流、电压的测量

任务 测量电路中的电流、电压	(42)
项目小结	(49)
思考与训练	(50)

项目 4 信号源的使用

任务 使用信号源	(52)
项目小结	(57)
思考与训练	(57)

项目 5 波形与频率的测量

任务 1 示波器的结构、功能	(60)
任务 2 波形、频率测量	(67)
任务 3 用双踪示波器测量波形、相位	(71)
项目小结	(74)
思考与训练	(74)

项目 6 数字电路测量

任务 1 高低电平测量	(76)
任务 2 逻辑功能测量	(77)
项目小结	(80)
思考与训练	(80)

项目 7 综合测量——电视机主要参数测量

任务 1 电视机开关电源的测量	(82)
任务 2 综合测量——电视机通道参数(集成电路)的测量	(90)
任务 3 综合测量——电视机的主要波形的测量	(99)
项目小结	(103)
思考与训练	(103)

项目 8 电子测量新技术

任务 电子测量新技术概述	(106)
项目小结	(112)
思考与训练	(113)

附录

附录 A 折叠式大屏幕数字万用表使用说明书——DT92 系列	(114)
附录 B 模拟示波器操作手册	(121)

参考文献

项目1

【项目描述】

我们做任何事情之前都要先做好知识能力的准备，电子测量工作当然不会例外。那么，在开始这些测量任务之前要准备些什么呢？首先，我们要知道测量工作的内容；然后，要知道用什么方法、使用哪种类型的设备来进行测量，测量出来的结果如何处理；最后，作为一名合格的电子技术人员应达到哪些要求，等等。

【学习目标】

(1) 明确电子测量工作的内容、性质。

(2) 初步了解电子测量的基本方法。

(3) 了解电子测量设备的主要类型。

(4) 掌握数据处理的一般方法，能够分析测量数据。

(5) 了解电子测量工作人员的必备素质要求。

【能力目标】

(1) 掌握电子测量的基本方法。

(2) 培养电子测量数据分析、处理能力。

(3) 培养电子测量工作人员测量工作的岗位适应能力。

电子测量技术基础 知识、能力准备



任务 1 了解电子测量任务

活动情景

现有一电子设备中最常见的放大电路如图 1-1 所示，须了解该电路是否正常工作，电路的特性，组成电路的元件参数等。为此，必须对电路参数进行测量。现在，我们一起来寻找电路中的测量对象。

任务要求

- (1) 寻找电路中的直流参数。
- (2) 寻找电路中的交流参数。
- (3) 寻找电路中的其他参数。

基本活动

1. 寻找电路中的直流电流对象

因为电容器具有隔离直流电流的作用，寻找直流电流对象时可以去掉含电容的电路。

(1) 可以找到如图 1-2 所示电路的直流电流：总电流 I_{CC} ， R_{b1} 上的电流 I_{b1} ， R_{b2} 上的电流 I_{b2} ， R_c 上的电流 I_c ， R_e 上的电流 I_e 。

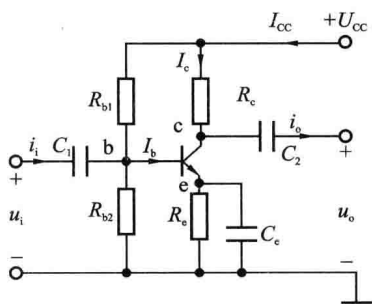


图 1-1 三极管放大电路

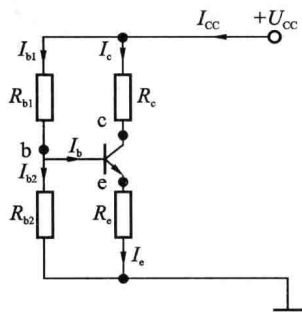


图 1-2 三极管放大电路直流通路各支路电流图

(2) 可以找到如图 1-3 所示直流电压：总电压 U_{CC} ， R_c 上的电压 U_c ， R_{b1} 上的电压 U_{b1} ， R_{b2} 上的电压 U_{b2} ， R_e 上的电压 U_e ，c、b 间的电压 U_{cb} ，b、e 间的电压 U_{be} ，c、e 间的电压 U_{ce} 。

2. 寻找交流对象

找到如图 1-4 所示各元件及各部分的交流电流。因为直流电压源和电容对交流信号可以看成短路，所以将含电源、电容器的支路看成短路。

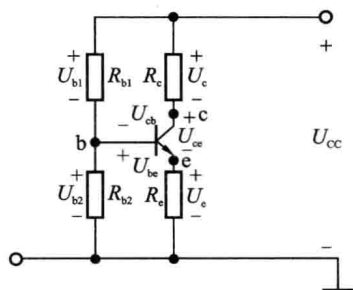


图 1-3 三极管放大电路各元件上直流电压图

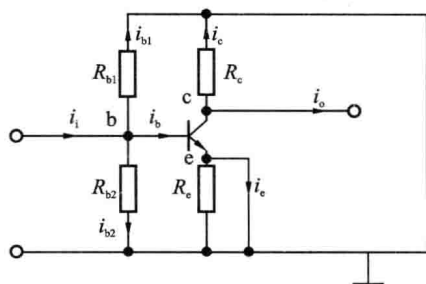


图 1-4 三极管放大电路交流通路各支路交流电路图

技能训练

- (1) 找到各电阻上交流电压，在图 1-5 中标出。
- (2) 找到三极管各引脚上交流电压，在图 1-5 中标出。
- (3) 找到放大电路输入、输出电压，在图 1-5 中标出。

3. 其他参数

- (1) 电阻阻值、电阻功率等。
- (2) 电容参数等。
- (3) 电路的频率特性等。
- (4) 输入、输出电阻等。

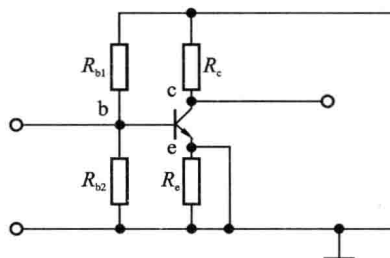


图 1-5 三极管放大电路交流通路图

小贴士

特别注意

电路中需要测量的参数包括以下几种。

- (1) 电量的测量，如电压、电流、电功率的测量。
- (2) 电路元件的参数测量，如电阻、电感、电容、阻抗、品质因数等元件参数，三极管参数和集成电路参数的测量。
- (3) 电信号特征的测量，如信号波形和失真度、频率、周期、时间、相位差、脉冲参数等。
- (4) 电路参数的测量，如衰减、增益、通频带、灵敏度、集成电路参数等。
- (5) 特性曲线的显示，如频率特性、元件特性等的显示。

任务2 测量放大电路 R_e 上的直流电流

活动情景

如图 1-6 所示电路，找到许多电路参数，现以图中发射极电阻上电流的测量为例，学

习测量方法、数据记录、数据处理等。

任务要求

- (1) 掌握测量方法。
- (2) 掌握测量数据处理方法。
- (3) 了解常用的测量仪器。

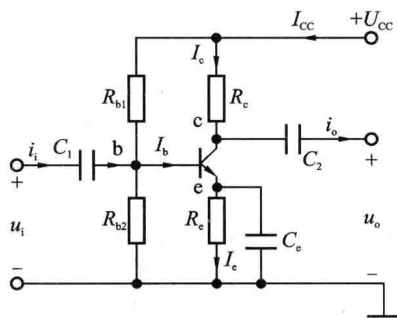


图 1-6 三极管放大电路图

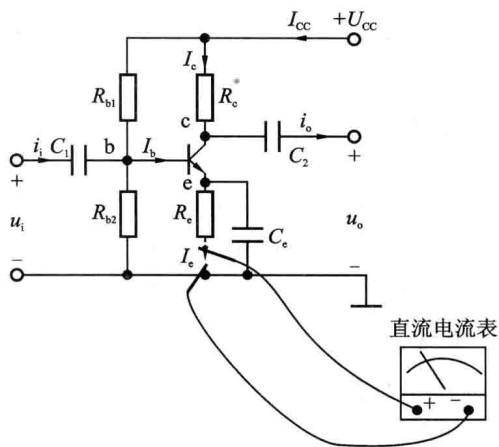


图 1-7 放大电路直流电流测量示意图

基本活动

1. 直接测量

将电流表串联接入含被测电阻 R_c 的电路，直接获得测量结果，如图 1-7 所示。

测量方法：断开含 R_c 的支路，将电流表按要求接入电路，电流表就能显示 I_c 的电流值。

为了获得比较准确的结果，常常进行 3~5 次的测量，用求算术平均数的办法来取得较为准确的结果，见表 1-1。

表 1-1 电流测量数据分析表

测量次数	测量结果	最终结果
1	21.6 mA	$I_c = (21.6 + 21.0 + 20.5) / 3 \text{ mA} = 21.033 \text{ mA}$ 最终结果取 21.0 mA
2	21.0 mA	
3	20.5 mA	

小贴士

特别注意

记录测量数据时，一定要使用规范字体，不能随意书写，这样才能避免人为的数据处

理错误。

2. 间接测量

本例中，如果电路不方便断开，又要测得该电流，则可以用如图 1-8 所示的测量方法（前提是 R_e 的阻值已知），进行间接测量。

方法一：先测得 R_e 上的电压，然后利用欧姆定律 $I_e = U_e / R_e$ 求得 R_e 上的电流。

方法二：先测得 I_b ，利用三极管各电流之间的关系式 $I_e = I_b \times (1 + \beta)$ 求得 I_e 。



小贴士

特别注意

除直接测量、间接测量外，还有组合测量、时域测量、频域测量、数字量的测量、随机测量等测量方法。

技能训练

(1) 直接测量如图 1-8 所示电路中电阻 R_{b1} 、 R_{b2} 、 R_c 、 R_e 上的电压，记录数据并填入表 1-2。

表 1-2 电压测量数据分析表

被 测 量	测量次数	测量结果	最终结果
$U_{R_{b1}}$	1		
	2		
	3		
$U_{R_{b2}}$	1		
	2		
	3		
U_{R_c}	1		
	2		
	3		
U_{R_e}	1		
	2		
	3		

(2) 间接测量如图 1-8 所示电路中的电流 I_b 、 I_e ，记录数据并填入表 1-3。

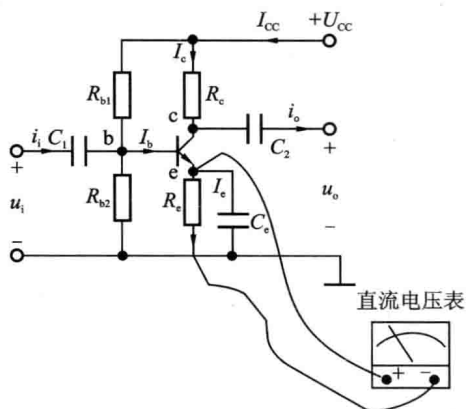


图 1-8 放大电路直流电压测量示意图

表 1-3 电流测量数据分析表

被 测 量	测 量 次 数	测 量 结 果	最 终 结 果
I_b	1		
	2		
	3		
I_c	1		
	2		
	3		



小贴士

特别注意

提高测量结果准确性的措施是：使用规范合格的仪表，保证足够多的测量次数，采用合理的测量方法，注意测量环境的影响。

拓展训练

1. 测量误差及处理方法

1) 测量误差的表示

(1) 绝对误差 (ΔX)。电子测量中的任何测量结果与被测量的真实值总会存在一定的差别，这个差别就是误差。绝对误差是被测量的测量值减去真实值所得的结果，即

$$\Delta X = X - A_0$$

其中， ΔX 表示绝对误差， X 表示测量值， A_0 表示真实值。

(2) 相对误差 (γ)。实际测量中，不可能得到绝对的真实值；测量技术中，通常用更高一级标准器具测量被测量的结果——真值 A 代替真实值 A_0 。相对误差用绝对误差与真值的比值的百分数表示，即

$$\gamma = \frac{\Delta X}{A} \times 100\%$$

需要说明的是，仪表的精度等级就是用仪表的最大测量相对误差来表示的。电子电工仪表中的精度等级分别为 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0, 共七个等级。例如，使用 0.1 级的仪表测量时，可实现的最大相对误差不大于 $\pm 0.1\%$ 。

2) 测量误差的处理

在测量中出现误差是不可克服的，如何最大限度地减小测量误差呢？实践中常用修正法来减少误差，即

$$A = X + C$$

其中， X 表示测量值， C 表示修正值。

修正值是与绝对误差大小相等但符号相反的量。在对仪表进行检定时，用标准仪器与