



国家示范性高职院校建设项目成果

高等职业教育教学改革系列规划教材·电子信息类

常用仪器仪表 的使用

李丽荣 孔维功 主 编
孟红秀 王贵兰 副主编



任务驱动



行动导向



工学结合



学生主体



过程考核

随书有相应的课程标准和课业文本，**免费下载**
获奖多媒体电子课件可登录 www.hxedu.com.cn



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等职业教育教学改革系列规划教材·电子信息类

常用仪器仪表的使用

李丽荣 孔维功 主 编

孟红秀 王贵兰 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由实际问题入手,通过3个典型工作项目9个具体任务,分别介绍了电度表、功率表、功率因数表、钳形表、电流表、电压表、万用表、单双臂电桥、晶体管测试仪、信号发生器、示波器、绝缘电阻测试仪和接地电阻测试仪等14种仪表的原理及使用方法。学生通过真实项目的实施,获取所需知识,提高动手能力。

本书总结了电气、通信、应用电子等专业毕业生在工作中常用到的仪器仪表,可为今后从事电气、电子及通信行业的学生打下坚实基础。

本教材适用于高等职业院校电气自动化、应用电子技术、通信工程、自动化仪表等专业的学生作为教材,同时也可作为广大电子制作爱好者的参考用书。

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

常用仪器仪表的使用 / 李丽荣, 孔维功主编. — 北京: 电子工业出版社, 2009.8

(高等职业教育教学改革系列规划教材. 电子信息类)

ISBN 978-7-121-09372-2

I. 常… II. ①李…②孔… III. ①仪器—使用—高等学校: 技术学校—教材 ②仪表—使用—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH7

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第133395号

责任编辑: 田领红

印 刷: 北京市李史山胶印厂

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: 9.75 字数: 200千字

印 次: 2009年8月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 18.00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 zlt@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

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有重要地位。随着我国新型工业化道路步伐加快，职业教育也迎来了蓬勃发展的黄金时期。尤其是近几年的示范性高职院校建设，对于整个中国的高职队伍来说，无疑是一次大机遇。

“国家示范性高等职业院校建设计划”项目于 2006 年启动，分三批在全国 1168 所独立设置的高职高专院校中遴选了 100 所立项建设院校，旨在遴选出一批在国内真正具有引领和示范作用的高职高专院校，以推动我国高等职业教育的改革和发展，进一步提高职业教育整体水平和人才培养质量。启动之初，周济部长就提出了对示范性高职院校的期望：改革的示范、发展的示范、管理的示范。截至目前，示范性院校建设已经初现成果，无论在办学实力、管理水平还是校企合作、辐射能力方面都有大幅度提高，尤其是教学改革方面，更是形成了大批的优秀教改成果和教学资源库。

电子工业出版社作为我国出版职业教育教材较早的出版社之一，多年来，一直在教材领域为战斗在职业教育一线的广大职业院校教育工作者贡献着我们的力量，积累了丰富的职业教材出版经验。今天，我们一如继往地秉承“诚信、创新、合作、共享”的企业价值观，联手国家示范性高职院校为推动职业教育发展再添绵力，结合各示范校比较成熟的建设成果和课改经验，着重推出这套“国家示范性高职院校建设项目成果 高等职业教育教学改革系列规划教材”。

本套教材具有以下特点：

1. 教材以行动为导向，以工学结合人才培养模式改革与实践为基础，按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性原则，遵循认知规律与能力形成规律，设计教学载体，梳理理论知识，明确学习内容，使学生在职业情境中“学中做、做中学”。
2. 打破传统教材按章节划分理论知识的方法，将理论知识按照相应教学载体进行重构，并对知识内容以不同方式进行层面划分，如相关知识、拓展知识等。通过任务的完成使学生学有所用，学以致用，与传统的理论灌输有着本质的区别。
3. 教材体现了以学生为主，老师为辅的教学思路。通过专业教室与多媒体教学设备的运用，引导学生自学、资料查阅、相互交流，老师只起引导和指导作用。

4. 教材体现了以学习过程进行教学评价, 强调学生的过程成绩, 彻底打破了期末笔试定成绩的传统。

5. 教材内容充分体现新知识、新技术、新工艺和新方法, 突出工艺要领和操作技能的培养, 具有超前性和先进性。

6. 根据每门课程的内容和实际教学情况, 我们为本系列教材配备了相应的教学资料包, 具体包括电子课件、习题答案与指导、程序源代码、教学网站支持等。欢迎各位老师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费下载。

本套教材力图引领职业教材新方向, 开辟和实践课改新思路, 全面打造职业教育新理念、新体例。相信本套教材的出版会对高等职业教育的教学改革和人才培养起到积极的推动作用。对于教材中所存在的一些不尽如人意之处, 将通过今后的教学实践不断修订、完善和充实, 以便更好地服务于高等职业教育。

高等职业教育离不开广大教育工作者的支持, 我们诚挚地邀请全国各地的专家、学者加入到我们的教材编写中来。同时, 也欢迎各位高职院校的专家和老师提出宝贵意见和建议(邮箱: tianlh@phei.com.cn, 电话: 010-88254474)。

汇聚天下教育精英, 共同打造系列精品高职教材, 电子工业出版社高职教育分社愿与大家一道, 为我国高职教育的发展贡献自己的责任与义务。

电子工业出版社
高等职业教育分社
2009.6

前 言

仪表的使用技能是相关国家职业资格认证时要求的项目。在电子产品调试工、电子产品检验工、电子产品装配工、高级维修电工和印制电路板工等都需要掌握仪表的使用。

本书作者在编写教材过程中,结合国家示范性高职院校建设的课程改革契机,根据历届毕业生的跟踪调查,总结了电气、通信、应用电子等毕业生在工作中常用到的仪器仪表,利用三个典型工作项目将它们整合到一起,遵循工厂的工作要求安排 9 个工作任务,涉及 14 种仪表的原理及使用方法,力求使本书的内容、结构及项目完成等方面充分体现“理实一体”的高职高专教育特色。而相比同类教材,具有以下特点:

(1)教材打破了传统教材的章节划分,将学生的此项技能需求分为 3 个典型项目 9 个具体任务。按照“任务要求”→“任务目标”→“任务分析”→“相关知识”→“任务实施”→“项目总结”→“技能训练”的思路编排,其中每个任务配有相应的评分标准。在项目结束后安排技能训练,不再设计理论习题,完全偏重应用,提高动手能力。

(2)教材打破传统的知识体系,完成任务以够用为度,用到什么内容就介绍什么。让学生充分体会“学有所用”。

此外,本书在内容阐述上,力求简明扼要,层次清楚,图文并茂,通俗易懂;在结构编排上,遵循循序渐进,由浅入深的原则;在实际项目的选取上,强调实用性、针对性和可操作性。

本书由李丽荣、孔维功主编,孟红秀、王贵兰副主编,李雪霞、李立君参编。李丽荣对本书的编写思路与项目设计进行了总体策划,并对全书进行统稿和审稿,孔维功协助完成上述工作。其中李丽荣编写项目一、三中的相关知识,孔维功编写了项目二中的相关知识,孟红秀编写了项目二中的任务一、二、三,王贵兰编写了项目三中的任务一、二,李雪霞编写了项目一中的任务一、二、三,李立君编写了项目二中的任务四。为了帮助大家更好地学习仪表的使用,我们制作了《常用仪器仪表的使用》

教学光盘（获第八届全国多媒体课件大赛高职组二等奖），通过动画、视频等，详细讲述了仪表的操作及使用步骤。

随书制作的课件由于敏丽主持制作完成，谨此表示感谢。由于编者水平有限，书中难免存在错误和疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2009.6

《常用仪器仪表的使用》课程标准

一、课程定位

本学习领域是应用电子技术、电气技术等专业的核心技能之一，本课程中各学习情境分别包含了相关仪器仪表的使用训练，学生通过对各学习情境的学习，熟练掌握各常用仪器仪表的原理及使用方法。

本课程的学习，为后续的《电子电路的分析与实践》、《电机检修》、《常用电气设备控制与检修》和《自动生产线的调试与检修》等领域的学习打下坚实的基础。

二、学习目标

《常用仪器仪表的使用》主要以电子电工仪表为主，利用常用的电子电工电路为平台对万用表、信号发生器、示波器、单/双臂电桥、晶体管测试仪、电度表、功率表、功率因数表、钳形表、交流电压表、电流表、绝缘电阻测试仪和接地电阻测试仪的使用进行训练，使学生能根据不同需求，熟练选取和使用相应的仪表，并了解其基本工作原理。本课程的具体目标分三类指标进行描述。

1. 专业能力目标

- (1) 能够根据要求正确选用各种仪表。
- (2) 了解万用表、信号发生器、示波器、单/双臂电桥、晶体管测试仪、电度表、功率表、功率因数表、钳形表、交流电压表、电流表、绝缘电阻测试仪和接地电阻测试仪的结构和工作原理。
- (3) 能利用电度表、功率表、功率因数表、钳形表对家用照明电路进行检测。
- (4) 能够使用万用表、信号发生器、示波器、单/双臂电桥、晶体管测试仪对OCL功率放大电路的进行性能测试。
- (5) 能够使用交流电压表、电流表、绝缘电阻测试仪、接地电阻测试仪对电动机的运行进行测试。
- (6) 能将上述仪器仪表应用到各种相关电子电气电路的检修和维护中。

2. 方法能力目标

- (1) 具有上述仪表的实际应用经验。
- (2) 能够从个案中找到共性，总结规律，积累经验。
- (3) 能够举一反三，将上述仪表应用于各种电气电路中。
- (4) 能够理论与实践相结合，自主学习提高。

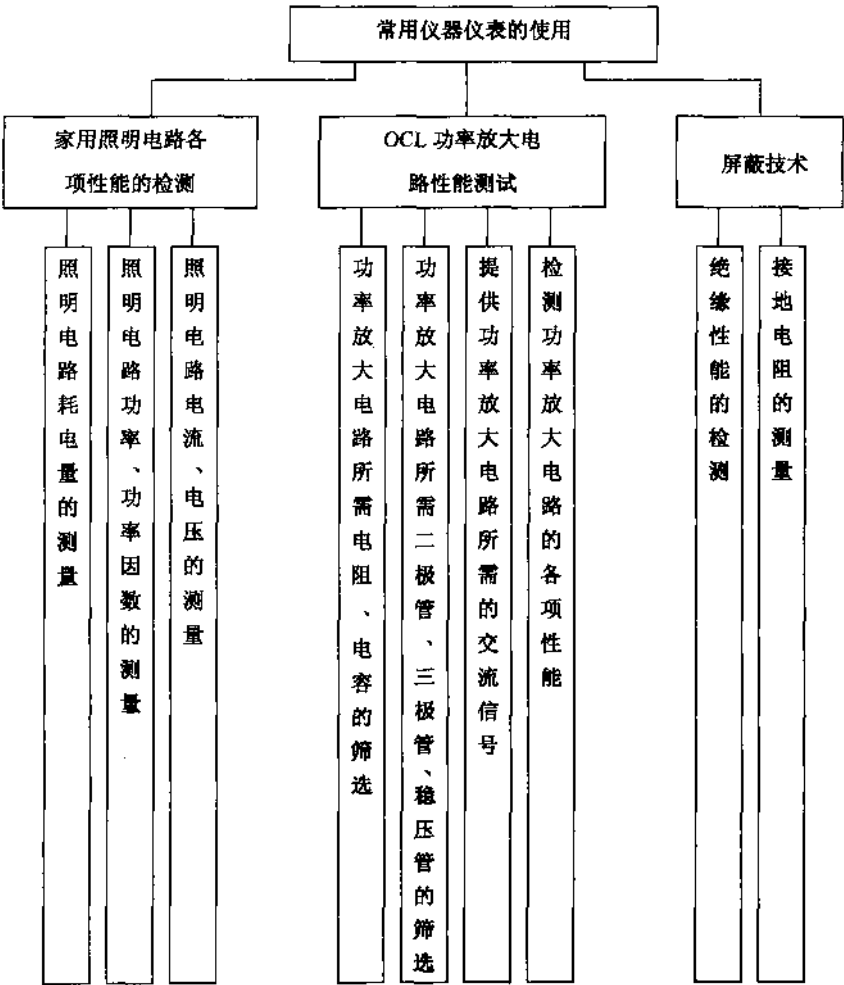
- (5) 能够自主学习新技术、新知识的能力。
- (6) 熟知安全操作规范。

3. 社会能力目标

- (1) 具有良好的职业道德和敬业精神。
- (2) 具有良好的团队协作精神。
- (3) 具有良好的信息收集、分析和处理能力。
- (4) 具有良好的沟通能力和组织能力。

三、学习内容

本课程由家用照明电路的检测、OCL 功率放大电路性能测试和屏蔽技术三个学习情境组成，如图表所示。



学习情境		学习单元	参考学时	
情境名称	情境描述			
1.家用照明电路的检测	照明电路的参数测试要求：①在 20 分钟内测试电路的耗电量，当电表出现反转、停转等情况时该如何处理？②测试电路的功率及功率因数；③如何提高功率因数；④在不断电的情况下如何获取电路中的电流、电压；⑤线路初装时的检测	1.1 照明电路耗电量的测量	2	8
		1.2 照明电路功率、功率因数的测量及如何提高功率因数	2	
		1.3 照明电路电流、电压的测量	4	
2. OCL 功率放大电路的性能测试	电子电路的参数测试要求：①用万用表测量电路中的电压和电流；②用万用表判断电路中元器件的好坏；③用单/双臂电桥对电阻值进行精确测量；④用晶体管测试仪测试二极管的死区电压及最大反向电压值、三极管的放大倍数及反向电压值；⑤用信号发生器提供交流信号，如何用信号发生器测试外部信号频率及对外部信号进行计数；⑥用示波器测试电路中的电流、电压波形	2.1 功率放大电路所需电阻、电容的筛选	8	18
		2.2 功率放大电路所需二极管、三极管、稳压管的筛选	2	
		2.3 提供功率放大电路所需的交流信号	4	
		2.4 功率放大电路中各项性能的检测	4	
3.屏蔽技术	参数测试要求：①用绝缘电阻测试仪测试机体与线路的绝缘电阻；②用接地电阻测试仪测试接地电阻值。	3.1 绝缘性能的检测	2	4
		3.2 接地电阻的测量	2	

四、课程设计说明

1. 学习领域设计

本课程主要是让学生学习仪表的原理及使用，是电气自动化技术专业和应用电子技术专业的核心技能之一。通过本课程的学习，使学生掌握基本仪表的使用，同时进一步掌握电路的组成、工作方式，以及基本的用电常识，使学生在常用电气设备控制与检修、自动生产线的调试与检修等方面打下坚实的基础。

根据整个课程的特点，将本课程分为三个学习情境，把电度表、功率表、功率因数表、电压表、电流表和钳形表等交流表归为第一部分，利用家用照明电路这一日常接触最多的电路作为平台，设计为第一学习情境，在此基础上，将万用表、信号发生器、示波器、单/双臂电桥、晶体管测试仪归为一部分。利用 OCL 功率放大电路性能测试作为平台，设计为第二学习情境，将绝缘电阻测试仪和接地电阻测试仪归为一部分。利用常见的屏蔽技术（绝缘性能和接地性能）作为平台，设计为第三学习情境，把握“适用”和“应用”两个原则将整个学习领域要求的知识和能力汇为一个整体。

2. 学习情境设计

学习情境 1： 家用照明电路的参数测试		参考学时：8
学习目标		
掌握安全用电规程； 能用电度表工具，完成电路连接、安装、读数的任务； 能用功率表工具，完成电路连接、读数、测试任务； 能用功率因数表工具，完成连接电路、读数及提高功率因数任务； 能用钳形表、电流表、电压表工具，完成测电路中的电流、电压任务		
学习单元		教学方法和建议
单元名称	任务	
1.1 照明电路耗电量的测量	测试电路的耗电量	行动导向教学法
1.2 照明电路功率、功率因数的测量及如何提高功率因数	测试电路的功率、功率因数，以及如何提高功率因数	行动导向教学法、小组讨论法
1.3 照明电路电流、电压的测量	测试电路中的电流、电压	行动导向教学法

学习情境 2：电子电路的参数测试		参考学时：18
学习目标		
能用万用表工具，完成测试电路中的检测元器件好坏的任务； 能用单/双臂电桥工具，完成精确测量大、小电阻的任务； 能用晶体管测试仪工具，完成测试二极管的死区电压及最大反向电压值、三极管的放大倍数及反向电压值的任务。 能用信号发生器工具，完成提供交流信号，同时测试外来信号的频率、对外部脉冲进行计数的任务； 能用示波器工具，完成观察图形，并读取幅值、频率、周期、相位差等任务		
学习单元		教学方法和建议
单元名称	任务	
2.1 功率放大电路所需电阻、电容的筛选	检测 OCL 功率放大电路电阻、电容	分组教学法、行为导向教学法
2.2 功率放大电路所需二极管、三极管、稳压管的筛选	测试 OCL 功率放大电路中二极管、三极管、稳压管的输出特性曲线图	分组教学法、行为导向教学法
2.3 提供功率放大电路电路所需的交流信号	为 OCL 功率放大电路提供信号	分组教学法、行为导向教学法
2.4 功率放大电路各项性能的检测	测量 OCL 功率放大电路的输入输出信号，计算其效率，读取波形，判断性能	分组教学法、行为导向教学法

学习情境 3：屏蔽技术		参考学时：4
学习目标		
能用绝缘电阻测试仪工具，完成测试量绝缘电阻的任务； 能用接地电阻测试仪工具，完成线路连接、测量、读数的任务。		
学习单元		教学方法和建议
单元名称	任务载体	
3.1 绝缘性能的检测	检测电动机绕阻的绝缘程度	分组教学法、行为导向教学法
3.2 接地电阻的测量	测量接地电阻的阻值	分组教学法、行为导向教学法

五、考核方式建议

学生成绩的评定为累计积分模式，分为两大部分。见下表。

内 容		分值
平时成绩	迟到、早退	10
	电路连接	20
	仪表使用	20
	参数测量	10
	数据处理	10
考核成绩	仪表的选用、使用的熟练程度	30

第一部分是平时成绩，占总成绩 70%，即学生平时上课的表现及在各小组的表现；第二部分为最终考核的成绩，占总成绩 30%，考核方式为通过抽签选择考核电路，根据电路选择合适的仪表来进行测量，根据仪表的使用熟练程度、测试结果来给定分数。

六、其他

1. 本课程标准由电气教研室与邢台电子研究所等合作开发。
2. 执笔：李丽荣
3. 审核：**
4. 时间：2008 年 3 月 1 日

目 录



项目一 家用照明电路的检测	1
▲ 任务要求	1
▲ 任务目标	1
▲ 任务分析	1
▲ 相关知识	2
知识一 仪表基本知识	2
知识二 感应系电度表的原理介绍	5
知识三 电动系功率表的原理介绍	9
知识四 电动系功率因数表的原理介绍	12
知识五 钳形表的原理	14
知识六 电磁系电流表、电压表的原理	15
▲ 任务实施	18
任务一 照明电路耗电量的测量	18
任务二 照明电路功率、功率因数的测量	21
任务三 照明电路电流、电压的测量	25
▲ 项目总结	30
▲ 仪表的正确选择及使用方法	30
▲ 技能训练一	32
▲ 技能训练二	36
项目二 OCL 功率放大电路的性能测试	45
▲ 任务要求	45
▲ 任务目标	45
▲ 任务分析	45
▲ 相关知识	47

知识一	万用表的原理介绍	47
知识二	单双臂电桥的原理介绍	52
知识三	晶体管特性图示仪的原理介绍	56
知识四	信号发生器的原理介绍	61
知识五	示波器的原理介绍	64
▲ 任务实施	.....	71
任务一	功率放大电路所需元件的筛选	71
任务二	二极管、三极管、稳压管的参数测量	89
任务三	为功率放大电路提供交流信号	93
任务四	放大电路性能调试及检测	95
▲ 项目总结	.....	106
▲ 技能训练	.....	106
项目三	屏蔽技术	108
▲ 任务要求	.....	108
▲ 任务目标	.....	108
▲ 任务分析	.....	108
▲ 相关知识	.....	108
知识一	绝缘电阻测试仪的原理介绍	108
知识二	接地电阻测试仪的原理介绍	111
▲ 任务实施	.....	115
任务一	绝缘电阻的测量	115
任务二	接地电阻的测量	119
▲ 项目总结	.....	122
附录	课业文本	123
项目一	常用照明电路的检测	123
项目二	OCL 功率放大电路的检测	129
项目三	屏蔽技术	137
参考文献	.....	141

项目一 家用照明电路的检测



任务要求

家用照明电路各参数检测：

- (1) 测量电路的电量损耗；
- (2) 测量电路的功率及功率因数；
- (3) 测量电路的电流、电压。

任务目标

能够根据具体任务选择合适的仪表进行测量。掌握照明电路相关参数测量所需仪表的使用、日常维护、维修，以及使用注意事项。

任务分析

在日常生活及生产中，为了能够让电路正常工作，保证电气设备不受到损坏，我们常常要对线路中的电流、电压进行测量和实时监控；还需要对电路的耗电量、功率、功率因数等参数进行测试，尤其在工业中常常涉及电路的功率及功率因数的测定，以提高电能的利用率。针对上述问题，本项目将通过实用的电路对各项性能参数进行测定。在日常生活中，人们接触最多的就是照明了。如图 1.1 所示，(a) 为灯泡电路，(b) 为日光灯电路。

本项目通过对上述照明电路各项性能指标的测定来学习相应的仪表的性能，根据实施不同的任务掌握不同仪表的使用。

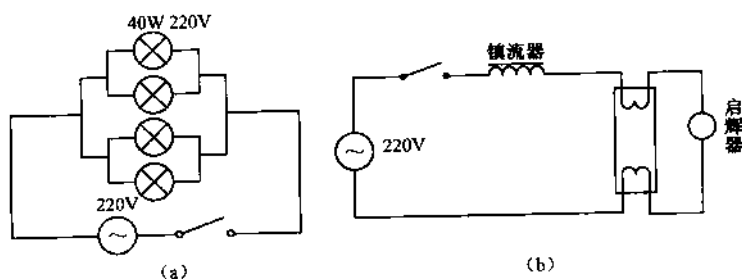


图 1.1 家用照明电路

相关知识

知识一 仪表基本知识

1. 仪表的种类

- (1) 按用途分为电流表、电压表、功率表、功率因数表、电能表、绝缘电阻测试仪、万用表等。
- (2) 按被测电流分为直流表、交流表和交直流两用表。
- (3) 按仪表的使用方式分为安装式和便携式等。
- (4) 按仪表的工作原理分为电磁系、电动系、感应系、电子式等。
- (5) 按准确度等级分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 七个等级。数字越小，仪表的准确度等级越高。

2. 仪表的组成

电测量仪表是先将被测量转换为可动部分的角位移，然后通过可动部分的指示器（如指针等）在标度尺上的位移直接读出被测量的大小。为了实现这种变换，这类仪表基本结构大致相同，都由测量线路和测量机构两部分组成，其结构方框图如图 1.2 所示。



图 1.2 电测量指示仪表的基本结构

在电工测量中，因有的被测量数值较大或因其他原因不能直接加到仪表的测量机构进行测量，因此需要通过测量线路将被测量（如电流、电压、功率等）按一定比例关系变换成测量机构可以接受的过渡电量，例如，利用分流器、附加电阻等测量线路