



高等职业教育课改系列规划教材
(电子信息类)

电工技术实训

袁建荣 主 编

陈 灏 廖茂林 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材（电子信息类）

电工技术实训

袁建荣 主 编

陈 灏 廖茂林 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

电工技术实训 / 袁建荣主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2011. 1

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材. 电子信息类

ISBN 978-7-115-24081-1

I. ①电… II. ①袁… III. ①电工技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第206362号

内 容 提 要

本书以亚龙 YL-DG-I 型电工技术实训考核装置为载体, 以中、高级电工国家职业标准为依据, 立足于电路基础基本理论, 在内容选材上紧密结合高职高专院校教学实际情况, 其特点是专业知识起点低, 技能训练内容适中, 循序渐进, 适当拓展学科知识与技能的深度和广度, 以增强学生对未来工作岗位的适应性。

本书可供高等职业院校电子信息类专业、机电类专业作为教材使用, 还可供相关技术人员作为参考书使用。

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材(电子信息类)

电工技术实训

-
- ◆ 主 编 袁建荣
 - 副 主 编 陈 灏 廖茂林
 - 责任编辑 丁金炎
 - 执行编辑 郝彩红
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.75
字数: 311 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2011 年 1 第 1 版
2011 年 1 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-24081-1

定价: 27.00 元

读者服务热线: (010) 67132746 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

Foreword 前言

本书根据高职高专电子信息类、机电工程类专业培养规格,按照劳动和社会保障部颁布的《国家职业标准——维修电工》大纲的要求,以维修电工所需要具备的基本技能为目标,以“淡化理论、够用为度、培养技能、重在应用”为原则编写。

本书以“亚龙 YL-DG-I 型电子技术考核装置”为载体,编写结构以“项目—任务”为脉络,理论与实训一体化教学围绕任务而展开,边讲理论,边进行实践操作。项目立足电路基础基本理论,以中、高级维修电工的培养为目标,教学中既注重整体工程意识的培养又留给学生自我能力培养空间,使学生自学能力、分析能力、创新能力和运用理论知识解决实际问题的工程实践能力得以提升。本书的特点是专业知识起点低,技能训练方面内容适中,循序渐进,适当拓展学科知识与技能的深度和广度,以增强学生对未来工作岗位的适应性。

本书由武汉职业技术学院电信学院电子技术实训中心《电工技术实训》项目组教师共同编写。本书中项目一、项目五、项目八、项目九由袁建荣编写,项目二由蔡静编写,项目三、项目十一由陈灏编写,项目四由姜薇编写,项目六、项目七由廖茂林编写,项目十由杨雁冰编写。全书由袁建荣统稿,姚建永教授担任主审。另外,武汉科技大学中南分校的江华圣教授和武汉职业技术学院的张日峰高级讲师在本书编写过程中提出了许多宝贵的建议,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者给予批评指正,编者电子邮件地址: yjrwh@163.com。

编 者

Contents

目 录

开篇导学	1	知识链接四 三相异步电动机 的使用	48
项目一 电压/电流的测量	17	第二部分 技能实训	53
第一部分 基础知识	17	技能实训一 变压器空载、短路 及负载实验	53
知识链接一 认识电阻	17	技能实训二 单相变压器的 极性测定	55
知识链接二 直流电路分析 方法	18	技能实训三 三相异步电动机 定子绕组首尾端的判断	56
第二部分 技能实训	19	项目四 MF-50D 型万用表设计与 组装	58
技能实训一 电阻的识读与 测量	19	第一部分 基础知识	58
技能实训二 电位、电压、 电流的测量	20	知识链接一 万用表电路设计	58
项目二 功率与电能的测量	22	知识链接二 电阻、电容、 二极管的识别与检测	69
第一部分 基础知识	22	第二部分 技能实训	75
知识链接一 三相交流电路	22	技能实训一 万用表电路识图	75
知识链接二 功率与电能的 测量	28	技能实训二 万用表检测电阻、 电容、二极管	75
第二部分 技能实训	31	技能实训三 MF-50D 型万用表 组装与调试	76
技能实训一 三相交流电源 参数的测试	31	项目五 安全用电与安全供电	81
技能实训二 三相交流电路 功率的测量	32	第一部分 基础知识	81
项目三 变压器与电机的认知	34	知识链接一 人体触电与救护	81
第一部分 基础知识	34	知识链接二 电气安全技术	89
知识链接一 变压器的基本 构造和原理	34	第二部分 技能实训	93
知识链接二 变压器的极性与 连接组别	39	技能实训一 模拟触电现场 急救	93
知识链接三 三相异步电动机 的结构和工作原理	43	项目六 电工接线训练	95
		第一部分 基础知识	95



知识链接一 电工工具的使用	95
知识链接二 导线的连接	99
第二部分 技能实训	103
技能实训一 导线连接	103
项目七 室内照明电路设计与安装	105
第一部分 基础知识	105
知识链接一 低压电器认知	105
知识链接二 家庭电路设计与施工	115
第二部分 技能实训	117
技能实训一 室内照明线路的安装	117
技能实训二 家庭配电线路设计与安装	118
项目八 三相异步电动机典型控制电路的设计与安装	120
第一部分 基础知识	120
知识链接一 低压电器认知 (二)	120
知识链接二 学看电气控制电路图	129
第二部分 技能实训	131
技能实训一 三相异步电动机点动/连续正转控制电路安装	131
技能实训二 三相异步电动机正/反转控制电路安装	134
项目九 时间继电器控制电动机 Y- Δ 降压启动	136
第一部分 基础知识	136
知识链接一 低压电器认知 (三)	136
知识链接二 三相异步电动机降压启动控制电路	139
第二部分 技能实训	144
技能实训一 时间继电器控制三相异步电动机 Y- Δ 降压启动	144
项目十 变频器的应用	148
第一部分 基础知识	148
知识链接一 变频器概述	148
知识链接二 变频器的设定与操作	150
第二部分 技能实训	163
技能实训一 变频器面板功能参数设置和操作	163
技能实训二 设定变频器频率对电动机控制	165
技能实训三 基于变频器面板操作的电动机开环调速	167
技能实训四 变频器的保护和报警功能	170
项目十一 PLC 可编程控制器基本操作	174
第一部分 基础知识	174
知识链接一 FX 系列 PLC 概述	174
知识链接二 PLC 的基本组成与工作原理	175
知识链接三 FX _{2N} 系列 PLC 软元件	177
知识链接四 PLC 编程软件的使用	181
知识链接五 PLC 基本逻辑指令及其应用	189
知识链接六 步进指令及其应用	195
第二部分 技能实训	197
技能实训一 PLC 控制程序输入练习	197

技能实训二 PLC 控制的电动机 Y- Δ 降压启动电路	198	附录三 中华人民共和国职业技能等级 标准——高级电工	205
附录一 中华人民共和国职业技能等级 标准——初级电工	201	附录四 常用电器图形、文字 符号表	207
附录二 中华人民共和国职业技能等级 标准——中级电工	203	参考文献	209

开篇导学

《电工技术实训》是以《国家职业标准——维修电工》大纲为依据，结合编者多年的教学实践编写。通过对同学们在规范操作、自学能力、分析能力和创新能力等方面的训练，提高同学们运用已掌握的理论知识解决工程实践问题的能力。



一、实训目的与纪律

1. 课程特点

(1) “轻”理论、“重”实践，够用为度。单元式教学将课堂搬到了实训室，使学、做、练融为一体。“轻”理论教学，体现在理论教学与实操训练在课时分配上是 1:3。教学过程中，以介绍项目所用元器件、仪表等的认识、检测和使用为主线，而课后则需要同学们通过阅读教材、查阅图书、资料等自学的方式来丰富项目所涉及的理论知识；“重”实践过程，强调实训过程中同学们是个实实在在的实践者，要求从电路图的绘制、工艺文件的编制、线路的安装过程、接线是否正确等方面通过小组自查和同学之间的互查二级检查来保证，除合闸试车是在教师的指导下进行外，电路的调试、线路故障的排除等都要求同学们自己完成。

(2) 分工明确的团队协作工作方式。教学要求 3 人为一个实训小组，小组分工明确，组长、成员各负其责，相互协作，共同完成项目任务。

(3) 学、教互为，严格规范操作。严格规范操作体现在“项目实施控制卡片”上，也就是给同学们提出项目制作的流程要求，在项目实施中教、学双方通过卡片上分步骤地记录、签字确认，让教师对整个实训过程予以严格的控制。教学要求在项目实施过程中，每一位同学既是学生又当老师，做好角色互换。

(4) 技能学习、电工职业资格证一学通。通过课程的学习，同学们不仅能学到维修电工的一般操作技能，还可以自愿申报并参加具有资质鉴定机构组织的理论、实操考试，考试合格后，获取“中级电工职业资格证”。

2. 实训目的

(1) 《电工技术实训》中的一体化教学是培养学生对整体工程的策划、实施、性能测定、验收、维护和故障排除等能力的具体工程活动。

(2) 项目式训练让学生全面掌握电工技术的基本知识、常用电工仪表和常用电工工具的使用方法。

(3) 通过对常用电气设备的使用、安装、检测与维护，锻炼学生对电路故障的分析与处理能力，让学生了解电子工艺的一般知识，掌握最基本的焊接、组装产品的技能。

(4) 培养学生的科学观念和科学态度，训练学生自学能力、分析能力、创新能力和运用理论知识解决实际问题的工程实践能力。

(5) 通过对专业实践知识和基本操作技能的训练, 注意与生产劳动相结合, 重视工艺规程, 促进理论联系实际, 为生产实习与毕业设计打下良好的基础。

3. 实训纪律

(1) 建立实训小组, 分工协作。实训小组由 2~3 人组成, 实训中常有接线、调节负载、仪表读数、数据记录等工作。小组成员要有明确合理的分工, 协调工作。

(2) 电阻器使用原则。电阻器使用时要注意, 不能置于零或者很小电阻值位置。实训中, 先调高阻值电阻, 后调低阻值电阻。

(3) 实训前准备工作。认真阅读指导教材, 了解项目内容, 做好相关理论知识复习, 明确实训目的, 了解实训装置功能、特点, 按要求设计实训方案并列写实训步骤。

(4) 试车前检查。实训项目完成后, 严格执行自查、互查环节, 确保线路连接无误; 在机组通电前, 要检查电机能否灵活转动, 检查转子是否被卡住, 否则应进行调整。

(5) 牢记安全, 规范操作。实训中, 人体不可接触裸露带电体; 接线与拆线时必须在切断电源的情况下进行; 合闸时小组成员必须都知道并且都同意; 遇到异常情况, 如闻到异味、发现机组过热或震动过大、噪声过大、线路单元中出现火花等, 应立即切断电源, 查找原因并排除故障。

(6) 专人控制电源。实验室总电源由指导教师专人控制, 其他人员只能在指导教师允许后方能操作, 不得自行合闸, 避免发生安全事故。

二、实训设备

1. 亚龙 YL-DG-I 电工技术实训考核装置概述

亚龙 YL-DG-I 型电工技术实训考核装置 (如图 0-1 所示) 主要由实训台架、实训单元挂板 SW001~SW005、信号源挂板、电阻电容元件挂板、RLC 电路挂板、有源电路挂板及车床、镗床智能化实训考核挂板、维修电工电力拖动仿真软件等组成。可完成《电工基础》或《电工技术》中所有实验项目的实训, 还可进行《电机及其电气控制》等专业模块的教学和实训。

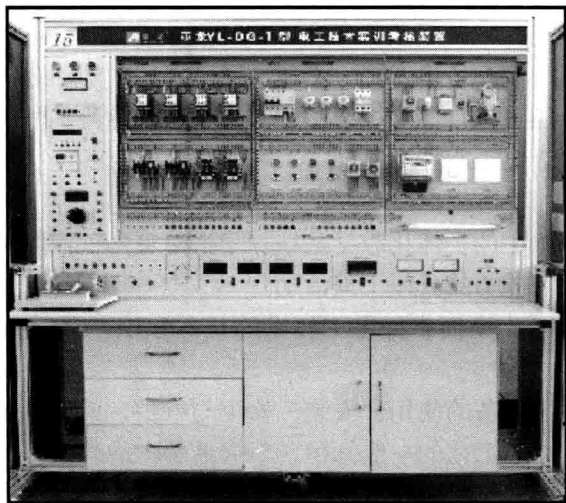


图 0-1 亚龙 YL-DG-I 型电工技术实训考核装置

2. 主要功能、特性

(1) 实训台架是维修电工系列实训考核装置的基本部件，选择不同的实训单元挂板可组成不同型号的实训考核装置，满足不同实训内容的需求。

(2) 实训时选择的实训单元挂板悬挂在实训台上，实训桌面用于放置实训时的工具、测量仪表、电动机、技术资料等物品。

(3) 为实训项目提供多种工作电源，每组电源均有过流保护，自动切断相应电源输出，按钮恢复供电，并记录过流次数。

(4) 可作为实验管理器，与误操作记录系统配合可实现定时断电、定时上电、定时提醒和误操作、记录功能。

3. 基本配置

(1) 设备输入电源控制

当接通设备输入电源时（合闸），三相输入电源指示灯亮，同时，输入电源电压表指示 380V，如图 0-2 所示。

(2) 设备管理器

设备管理器（如图 0-3 所示）由数字显示屏、时钟按键、定时按键、时设置按键、分设置按键、选择按键组成。

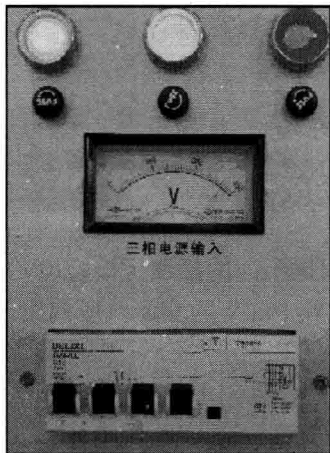


图 0-2 设备输入电源

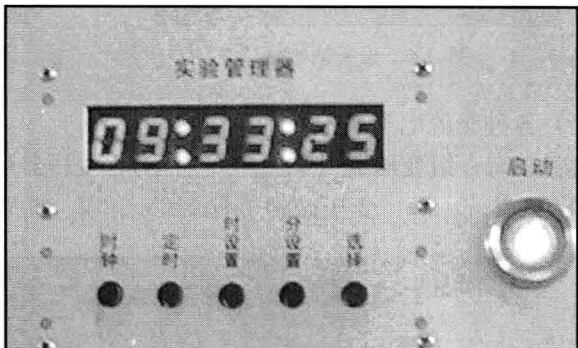


图 0-3 设备管理器

① 时间调整

设备管理器显示当前时间。

调整方法：按住“时钟”按键，分别调整“时设置”、“分设置”，松手即确认。

② 定时调整

设备管理器可控制时间。常用设备管理器工作模式有设备上电状态（00~03）、设备断电状态（04~07）两种。管理器可同时设置 4 组设备上电、断电控制时间。

- 上电时间调整方法：按住“定时”按键，调整“选择”按键，显示屏秒位显示 00~15 中任一随机状态；调整“选择”按键为 00~03 中任一状态；调整“时设置”、“分设置”；松手即确认。

- 断电时间调整方法：按住“定时”按键，调整“选择”按键，显示屏秒位显示 00~15 中任一随机状态；调整“选择”按键为 04~07 中任一状态；调整“时设置”、“分设置”；松手即确认。

(3) 设备电源输出端口

设备电源输出端口（如图 0-4 所示）由 U、V、W、L、N、PE 六个端口组成。其中，U、V、W 端口输出三相交流电压 380V，L、N 端口输出三相交流电相电压 220V，N 是中线端口，PE 是保护接地端口。

(4) 单相交、直流可调电源

三相交流电经三相隔离变压器后，任意引出一组 220V 经单相调压器，变成单相可调电源（如图 0-5 所示），电源设有短路保护和过载保护，输出 AC 0~220V。此外，此单相可调交流电源经桥式整流电路及电容滤波后，成为直流可调电源，具有短路保护作用，数字电压表显示输出的电压，输出 DC 0~220V。

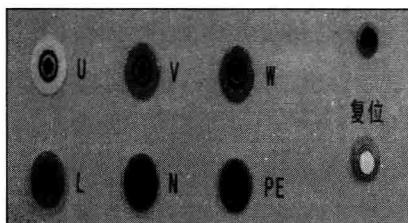


图 0-4 设备输出端口

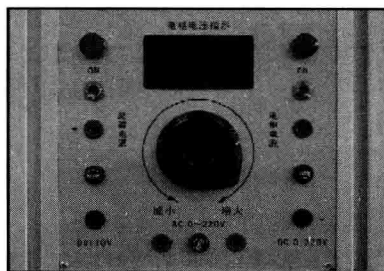


图 0-5 单相交、直流可调电源

(5) 各种交流电源

设备设有一组变压器（如图 0-6 所示），变压器原边根据不同的接线可接 220V，也可以接 380V 交流电源，变压器副边有 110V、6V、20V、12V、6.3V 的交流电压输出。

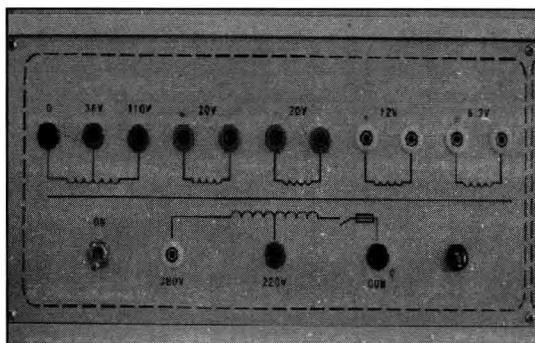


图 0-6 各种交流电源

(6) 直流稳压电源

配置的直流稳压电源由可调稳压电源和固定稳压电源两部分组成如图 0-7 所示。可调稳压电源输出 0~24V、0~2A 的直流电压，固定稳压电源输出 +12V、-12V、+5V 直流电压。

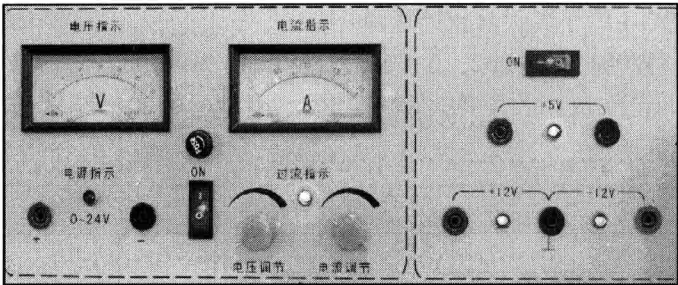


图 0-7 直流稳压电源

(7) 仪表

设备配置了直流数字电压表 1 只，直流数字电流表 1 只，交流数字电压表 1 只，交流数字电流表 1 只，单相功率因数表 1 只，如图 0-8 所示。

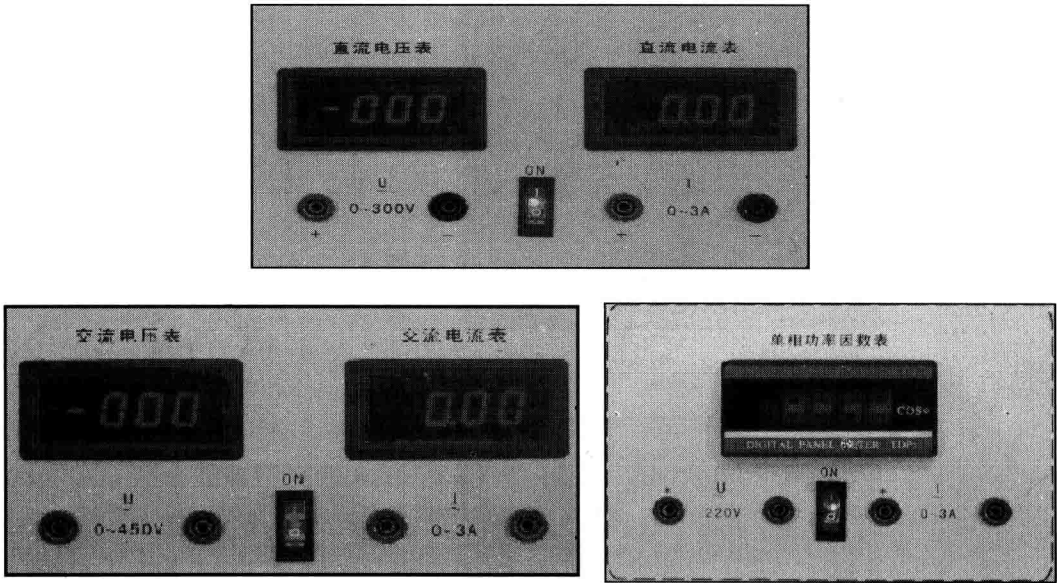


图 0-8 配置的仪表

(8) 桥式整流电路

设备配置了用 4 只 5408 二极管组成的桥式整流电路，如图 0-9 所示，可供学生在实训中使用。

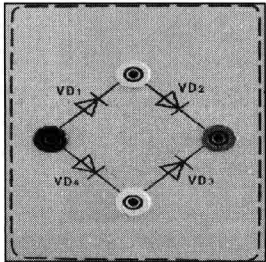
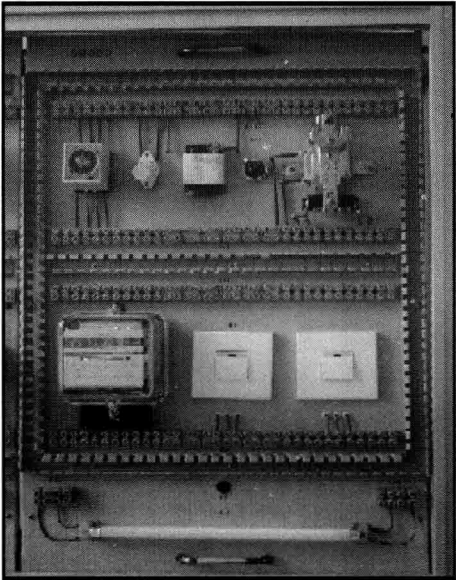
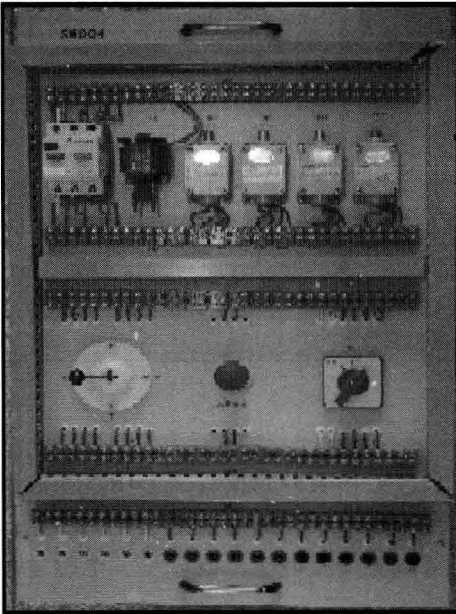
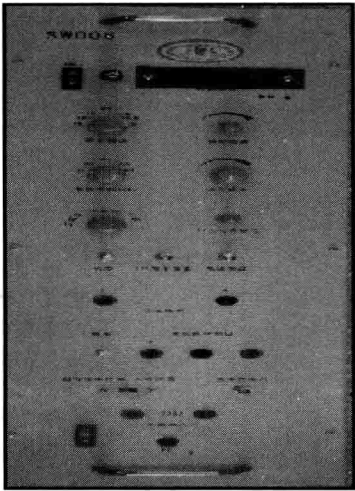
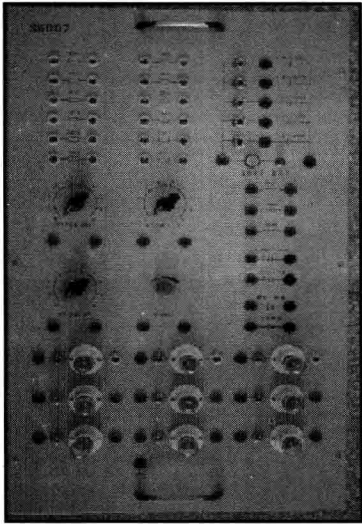


图 0-9 实训用整流电路

续表

挂板编号	挂板说明	
SW003 挂板		配置 电度表、镇流器、日光灯管、时间继电器、启辉器、电流继电器、按钮开关、指示灯、接线端子排
		作用 该单元挂板可完成日光灯电路、电能测量电路和单元配电板电路的实训。它与挂板 SW001 和挂板 SW002 配合，可在各种电动机的控制电路中添加电流保护。该单元挂板也可以完成与电工上岗，初级、中级考核有关照明电路连接的实训和考核
SW004 挂板		配置 电磁铁、低压断路器、行程开关、急停开关、万能转换开关、十字开关接线端子排等元件
		作用 该单元挂板与挂板 SW001 和挂板 SW002 配合，可完成复杂程度不超过铣床控制电路的电动机控制电路或生产机械控制电路的实训。该单元挂板也可以完成电工上岗，初级、中级考核有关生产机械控制电路连接的实训和考核

续表

挂板编号	挂板说明		
SW006 挂板		配置	函数信号发生器，频率调节范围为 10Hz~1MHz 的正弦波、三角波、方波。TTL 信号和频率计输入端口
		作用	该单元挂板与 SW007 配合可以完成电路基础直流、交流实验项目，为项目提供低频信号、数字信号
SW007 挂板		配置	电阻 12 只，阻值范围为 10Ω~10kΩ；电位器 4 只，调节阻值范围为 0~10kΩ；电容、电感元件；灯板、开关等
		作用	该单元挂板与挂板 SW006 配合，可以完成电路基础直流部分以及交流部分实验项目

三、实训仪表

1. 500 型万用表

万用表又叫多用表、三用表、复用表。万用表分为指针式万用表和数字式万用表，是一种多功能、多量程的测量仪表，如图 0-10 所示。一般万用表可测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平等，有的还可以测交流电流、电容量、电感量及半导体的一些参数（如 β ）。

(1) 500 型万用表的结构

万用表由表头、测量电路及转换开关 3 个主要部分组成。

① 表头

它是一只高灵敏度的磁电式直流电流表，万用表的主要性能指标基本上取决于表头的性能。

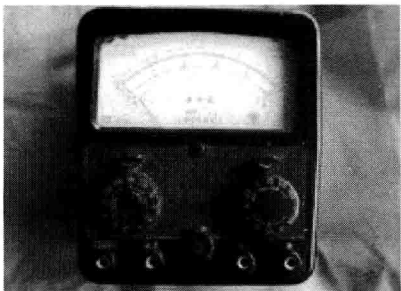


图 0-10 万用表外观

表头的灵敏度是指表头指针满刻度偏转时流过表头的直流电流值，这个值越小，表头的灵敏度越高；测电压时的内阻越大，其性能就越好。表头上有 4 条刻度线（见图 0-11），它们的功能如下。

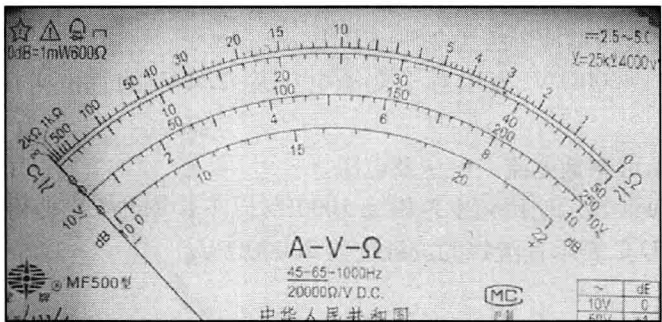


图 0-11 刻度盘

第一条（从上到下）标有 Ω ，指示的是电阻值，当转换开关选择在欧姆挡时，读此条刻度线。第二条标有 $\sim$ ，指示的是交、直流电压和直流电流值，当转换开关选择在 V 或 A 挡时，量程在除交流 10V 以外的其他位置时，读此条刻度线。第三条标有 10V，指示的是测量 10V 交流电压专用刻度线，当转换开关选择在 V 挡、量程在交流 10V 时，读此条刻度线。第四条标有 dB，指示的是音频电平。

② 测量线路

测量线路（见图 0-12）是用来把各种被测量转换到适合表头测量的微小直流电流的电路，它由电阻、半导体元器件及电池组成。

它可将各种不同的被测量（如电流、电压、电阻等）、不同的量程，经过一系列的处理（如整流、分流、分压等）统一变成一定量限的微小直流电流送入表头进行测量。

③ 转换开关

转换开关（见图 0-13）是用来选择各种不同的测量线路，以满足不同种类和不同量程的测量要求。转换开关一般有两个，分别标有不同的功能挡位和量限范围。

(2) 万用表符号含义（见图 0-11）

- ① ☆表示出厂绝缘测试电压等级。
- ② △表示需特别注意。

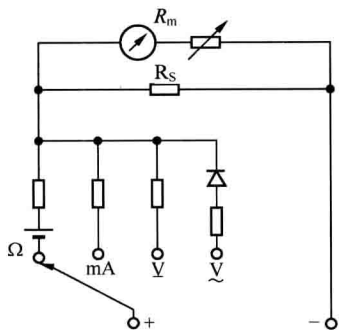


图 0-12 测量电路

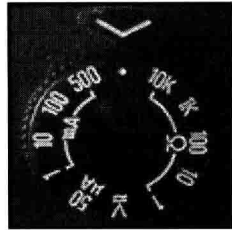
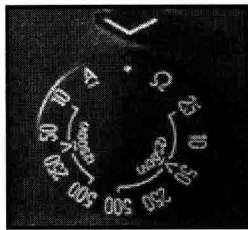


图 0-13 转换开关

③ $\square$ 表示整流系仪表。

④ $\neg$ 表示水平放置使用。

⑤ $0\text{dB}=1\text{mW}/600\Omega$ 表示音频电平测量刻度标准。

⑥ $\dots$ 表示电流表头精度等级为 2.5~5.0 级。

⑦ $\text{V}=2.5\text{kV}$ $4000\Omega/\text{V}$ 表示对于交流电压及 2.5kV 的直流电压挡，其灵敏度为 $4000\Omega/\text{V}$ 。

⑧ A-V- Ω 表示可测量电流、电压及电阻。

⑨ 45-65-1000Hz 表示使用频率范围为 1000Hz 以下，标准工频范围为 45~65Hz。

⑩ $20000\Omega/\text{V D.C.}$ 表示直流挡的灵敏度为 $20000\Omega/\text{V}$ 。

(3) 使用方法

① 机械调零

使用前，检查指针是否在刻度盘左端的零位上，若不是则应调整机械调零电位器使指针指在零位。图 0-14 所示为机械调零操作。



图 0-14 机械调零

② 零欧姆调整

将万用表红表笔插入“+”插口，黑表笔插入“*”插口，分别调整两个转换开关为 Ω 挡，量程为“ $\times 100$ ”，将红、黑表笔短接，观察指针是否指在刻度盘右端的电阻刻度零位，否则调节零欧姆调接电位器使指针指在电阻刻度零位。图 0-15 所示为零欧姆调整操作。

③ 直流电压的测量

分别调整转换开关至 V ，选择合适的直流电压量程，然后将两表笔并联接到被测电路两端，根据刻度盘上的“ $\sim$ ”刻度就可读出电压值。被测电压读数等于所选量程数为指针