



电工与电子技术 实训指导

闫运巧 主编

石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油高职高专规划教材

电工与电子技术实训指导

闫运巧 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书内容包括常用电工工具、仪表及电子仪器的使用和操作知识;电工基本实验及低压电器与电动机控制的实训知识;基本逻辑电路实验及实际电子电路的设计、测试与制作基本知识。本书内容切合实际,针对性强,有利于学生认识、理解基础理论知识,培养动手能力,掌握实际技能。本书与《电工与电子技术》教材配套使用,可作为高职高专非电专业学生的实验及实训指导书,也可作为职工培训及技能鉴定的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实训指导/闫运巧主编.

北京:石油工业出版社,2007.3

石油高职高专规划教材

ISBN 978-7-5021-5923-8

I. 电…

II. 闫…

III. ①电工技术-高等学校:技术学校-教材

②电子技术-高等学校:技术学校-教材

IV. TMTN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 008402 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.cn

发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:10.5

字数:266 千字 印数:1—3000 册

定价:18.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

本书是根据石油高职高专规划教材编审委员会在2006年4月20日召开的石油高职高专规划教材审定会精神,针对石油行业的特点和石油高职高专院校学生培养目标而编写的,适于非电类专业学生使用的实验实训指导书。

在实际生产中,几乎所有的机械设备都是靠电来驱动的。可以说电气控制无处不在,工科类非电专业的学生,除了掌握其本专业的理论知识和操作技能外,还应具有一定的电工电子基本操作技能,这样才能在实际工作中更好地适应生产岗位的需要。

该书可作为高中起点的非电专业的专业基础课教材。本教材内容和要求高于中专,又不同于本科,突出行业性、社会性、新颖性和实用性,与该书理论教材配套,体现必须够用为度,从让学生掌握实践技能的规律出发,遵循电工电子实验和电工电子综合实训的教学原则编排教学内容,侧重基本技能的培养,力求通过实训指导,使学生较系统地掌握电工、电子、数字电路的实验,加深对理论知识的理解;熟悉常用电工电子仪器仪表的使用方法;掌握安全用电知识,常用电工工具的使用方法,常用低压电器的作用和基本选用原则,电动机控制线路图的识读、安装、调试方法,数字电子电路组装和调试的基本方法。

本书与《电工与电子技术》教材配套使用。

本书第一部分由天津石油职业技术学院王锁庭、王吉恒、许素玲、王文胜编写;第二部分实训项目一至项目四,由承德石油高等专科学校王和平编写;实训项目五至项目八由山东胜利职业学院国玉英、李德龙编写;第三部分实训项目一至项目六由大庆职业学院周荣华、石广香、鱼敏英编写;实训项目七至项目九由大庆石油学院应用技术学院侯彬、李爱雪编写;第四部分电工技术综合技能实训项目一、项目三和实训项目二分别由渤海石油职业学院闫运巧和袁勇编写;电子综合技能实训项目一、项目二由渤海石油职业学院朱慧敏编写;项目三至项目五由天津工程职业技术学院付红霞、张兴钟编写。本教材主编闫运巧,副主编王锁庭、王和平。主审张兴钟。

由于编者水平有限,教材中难免有错漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见,以便进一步修改完善。

编 者

2006年11月

目 录

第一部分 电工基本技能实训

项目一	常用电工仪表和低压验电器的使用	(3)
项目二	基尔霍夫定律	(6)
项目三	戴维南定理	(8)
项目四	日光灯电路	(11)
项目五	三相交流电路	(13)

第二部分 电子技能实训

项目一	常用电子元器件的识别与检测	(19)
项目二	常用电子仪器的使用	(28)
项目三	单管交流放大电路	(33)
项目四	多级放大电路及负反馈	(36)
项目五	集成运算放大器的基本应用(1)——模拟运算电路	(38)
项目六	集成运算放大器的基本应用(2)——电压比较器	(41)
项目七	低频功率放大器——集成功率放大器	(44)
项目八	正弦波振荡电路—— RC 正弦波振荡电路	(46)
项目九	直流稳压电源——串联型晶体管稳压电源	(49)

第三部分 数字电子技术技能实训

项目一	集成逻辑门电路逻辑功能及参数的测试	(53)
项目二	组合逻辑电路测试	(57)
项目三	组合逻辑电路的设计	(59)
项目四	触发器的测试	(61)
项目五	集成计数器的应用	(64)
项目六	脉冲分配器及应用	(67)
项目七	门电路脉冲信号发生器——自激多谐振荡器	(69)
项目八	单稳态触发器与施密特触发器——脉冲延时与波形整形电路	(72)
项目九	555 定时器的应用	(77)

第四部分 综合技能实训

电工技术综合技能实训

项目一 电工基本操作工艺	(83)
课题一 安全用电基本常识	(83)
课题二 通用电工工具的使用	(90)
课题三 导线连接工艺	(93)
课题四 电烙铁钎焊工艺	(98)
课题五 常用电工仪表的使用	(100)
项目二 照明线路安装	(108)
项目三 低压电器与电动机控制电路	(112)
课题一 电气控制线路图识读和常用低压电器	(112)
课题二 三相异步电动机的测试	(128)
课题三 电动机控制线路基本环节	(130)
课题四 电动机正反转控制线路	(132)
课题五 电动机实现机械限位控制与自动往复循环控制电路	(134)
课题六 电动机实现机械设备多点控制与顺序控制电路	(137)
课题七 三相笼型异步电动机降压启动控制电路	(139)

电子技术综合技能实训

项目一 晶闸管白炽灯调光电路制作	(141)
项目二 双音报警电路	(144)
项目三 温度监测及控制电路	(146)
项目四 电子秒表的设计与调试	(151)
项目五 数字频率计的制作	(155)
参考文献	(161)

第一部分 电工基本技能实训

项目一 常用电工仪表和低压验电器的使用

一、实训目的

- (1) 掌握低压验电器的作用及使用方法。
- (2) 了解模拟式万用表、数字式万用表、电流表、电压表和直流稳压电源的基本结构,掌握万用表测量电压方法,电流表、电压表和直流稳压电源的使用方法。

二、实训原理、内容及步骤

(一) 实训原理

1. 低压验电器

低压验电器简称电笔,是用来检验低压线路和低压导电设备外壳是否带电的辅助安全工具。在使用时应注意以下几点:

- (1) 测试带电体前,一定先要测试已知有电的电源,用以检查电笔中的氖管能否正常发光,确定验电器的好坏。
- (2) 在明亮的光线下测试时,往往不易看清氖管的辉光,应当避光检测。
- (3) 电笔的金属探头多制成螺丝刀形状,它只能承受很小的扭矩,使用时应特别注意,以防损坏。

2. 模拟式万用表

以 MF47 型万用表为例说明。

(1) 直流电流的测量。直流电流的测量有 0.05mA、0.5mA、5mA、50mA、500mA、5A 等 6 挡。按第二条刻度线读数。用“5A”挡测量时,电表的表笔应插在标有“5A”和“*”的插孔内,量程开关可置于电流量程的任意挡位上。

(2) 直流电压的测量。直流电压的测量有 0.25V、1V、2.5V、10V、50V、250V、500V、1000V、2500V 等 9 挡。按第二条刻度线读数。用“2500V”挡测量时,电表的表笔应插在标有“2500V”和“*”的插孔内,量程开关应置于“DC1000V”的挡位上。

(3) 交流电压的测量。交流电压的测量有 10V、50V、250V、500V、1000V、2500V 等 6 挡。按第二条刻度线读数。用“2500V”挡测量时,电表的表笔应插在标有“2500V”和“*”的插孔内,量程开关应置于“1000V”的挡位上。

3. 数字式万用表

与模拟式万用表相比,数字式万用表采用了大规模集成电路和液晶数字显示技术,具有灵敏度高、准确度高、体积小、功耗低、频率范围宽、测量速度快、显示清晰和抗干扰能力强等优点。下面以 DT890D 数字式万用表为例介绍数字式万用表测量交、直流电压和电流的方法。DT890D 数字式万用表由液晶显示屏、量程转换开关和测试插孔等组成,最大显示数字为 ± 1999 ,为 3 位半数字式万用表。

DT890D 数字式万用表具有较宽的电压和电流的测量范围。直流电压的测量范围为 0 ~ 1000V,交流电压的测量范围为 0 ~ 700V,交、直流电流的测量范围均为 0 ~ 20A。

测量交、直流电压时,电表的红表笔接“V/ Ω ”插孔,电表的黑表笔接“COM”插孔;测量

交、直流电流时,电表的黑表笔不变,红表笔可根据所测电流大小分别接“mA”和“20A”两个插孔中的一个。

交流电压、电流均显示其有效值。测量直流时电表能自动进行极性转换并显示极性。当被测电压(电流)的极性接反时,会在电压(电流)数字前显示“-”号,不必调换表笔。

使用注意事项:当电表的显示器出现“LOW BAT”或电池符号时表明电池电压不足,应及时更换电池;更换电表的熔断丝时应脱离电源,以免触电;当电表用完后,应将电源及时关断。

4. 电压表

电压表是用来测量电压的仪表。电压表是利用表头的内阻一定时,通过表头的电流与加在表头两端的电压成比例的关系来划分刻度和指示读数的。

测量电压时,电压表必须与被测部分并联;使用前,要事先估计被测电压的大小,选择适当的量程;使用直流电压表时,注意正、负极性不要接错。

5. 电流表

电流表是用来测量电流的仪表。测量电流时,电流表必须与被测部分串联。使用前,要事先估计被测电流的大小,选择适当的量程。使用直流电流表时,注意正、负极性不要接错。

6. 直流稳压电源

直流稳压电源是输出可调稳定直流电压的电源设备。一般可以输出稳定的直流电压0~30V,输出最大电流3A。使用时先插上仪器的电源插头,输入220V的交流电压,再打开面板上的电源开关,电源指示灯即亮。面板上的输出接线柱有“+、-”之分,电路中如果不需要接地时,“-”端可空着。输出接线柱千万不能误接到交流电源上,否则会使稳压电源立即损坏。稳压电源输出的直流电压、直流电流的数值,由面板上的电压表和电流表指示出来。

直流稳压电源在使用中,要防止过载和短路。若发现电压表指示突然下降至零,表示电流过大,内部的过载保护部分动作停止输出电压,这时要设法减小输出电流,然后再按一下面板上的复位按钮,即可使输出电压恢复正常。有些直流稳压电源在面板上或仪器的内部装有管状熔断丝塞孔,是作为短路保护用的。

由于直流稳压电源的内阻极小,大约数十毫欧姆,输出电压稳定,故可当作恒定的电压源使用。

(二) 实训内容及步骤

(1) 低压验电器的使用。练习用验电器检测交流电源220V、380V电压,连续检测三次。

(2) 记录实训中提供的电工仪器仪表的型号、表盘符号,并说明其意义。

(3) 调节直流稳压电源的输出旋钮,分别输出5V、10V、15V、20V、25V、30V(面板上的电压表显示值)直流电压,分别用直流电压表、模拟式万用表、数字式万用表测量,将测量结果填入表1-1中。

表1-1 直流电压测量值对照表

测量项目(电压)	5V	10V	15V	20V	25V	30V
直流电压表测量值						
模拟式万用表测量值						
数字式万用表测量值						

(4) 分别用交流电压表、模拟式万用表、数字式万用表测量实训中提供的三相交流电源输出的各线电压和相电压,将测量结果填入表1-2中。

表 1-2 交流电压测量值对照表

测量项目(电压)	U_{UV}	U_{VW}	U_{WU}	U_{UN}	U_{VN}	U_{WN}
交流电压表测量值						
模拟式万用表测量值						
数字式万用表测量值						

(5)在实训中搭接一个由一个 12V 的直流电源,一个 100Ω 的电阻和一个 470Ω 的可变电阻器构成的串联直流电路,当可变电阻器分别取其的 1/6、2/6、3/6、4/6、5/6、1 倍时,分别用直流电流表、模拟式万用表、数字式万用表测量电路中的直流电流,并将测量结果填入表 1-3 中。

表 1-3 直流电流测量值对照表

可变电阻器取值倍数	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	1
直流电流表测量值						
模拟式万用表测量值						
数字式万用表测量值						

三、实训仪器、工具与器件

直流电流表、电压表、模拟式万用表、数字式万用表各一块,直流稳压电源一台,低压验电器一支。

四、思考题

总结低压验电器和直流电流表、模拟式万用表、数字式万用表和直流稳压电源的使用方法。

项目二 基尔霍夫定律

一、实训目的

验证基尔霍夫定律的正确性,加深对基尔霍夫定律的理解。

二、实训原理、内容及步骤

(一) 实训原理

(1) 基尔霍夫电流定律(KCL): 电路中任意时刻流进(或流出)任意节点的电流的代数和等于零。

其数学表达式为: $\sum I = 0$ 或 $\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$ 。

(2) 基尔霍夫电压定律(KVL): 电路中任意时刻,沿任意闭合回路,电压的代数和等于零。

其数学表达式为: $\sum U = 0$ 。

(二) 实训内容及步骤

利用 DGJ-03 实验挂箱上的“基尔霍夫定律/叠加原理”线路,按图 1-1 接线(各学校可根据实验室的实际情况搭接不同的实验电路)。

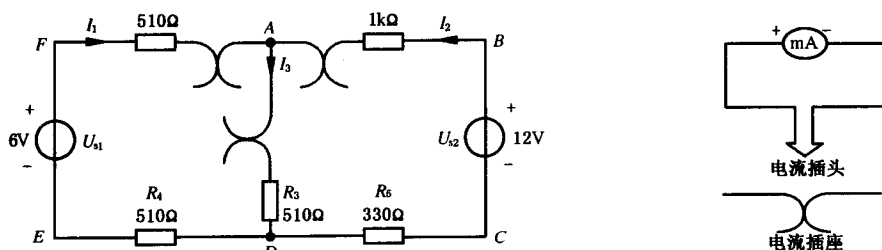


图 1-1 基尔霍夫定律实验线路

(1) 调节两路直流稳压电源的输出,令 $U_{s1} = 6V$, $U_{s2} = 12V$ (以直流数字电压表或万用表测量为准),连接电路。

(2) 分别将两路直流稳压电源的输出接入电路。

(3) 熟悉电流插头的结构,将电流插头的两端接至毫安表的“+、-”两端。

(4) 将电流插头分别插入三条支路的三个电流插孔,读出并记录电流值,填入表 1-4 中。

(5) 用直流数字电压表或万用表分别测量电路各电源及电阻元件上的电压值,填入表 1-4 中。

表 1-4 基尔霍夫定律实训数据表

被测量	I_1, mA	I_2, mA	I_3, mA	U_{s1}, V	U_{s2}, V	U_{FA}, V	U_{AB}, V	U_{AD}, V	U_{CD}, V	U_{DE}, V
计算值										
测量值										
验证 KCL 节点 A $\sum I = 0$										
验证 KVL 回路 ADEFA $\sum U = 0$										

三、实训仪器、工具与器件

直流可调稳压电源两台(或双路直流稳压电源一台)、直流电压表或万用表一块、直流电流表三块,“基尔霍夫定律”线路板、各种连接导线、电流插头等。

四、思考题

- (1) 如何确定直流电压、直流电流的正负极。
- (2) 根据测量数据,选定回路 ABCDA 和回路 ABCDEFA,验证 KVL 的正确性。
- (3) 分析误差产生的原因。

项目三 戴维南定理

一、实训目的

- (1) 验证戴维南定理的正确性,加深对戴维南定理的理解。
- (2) 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

二、实训原理、内容及步骤

(一) 实训原理

1. 戴维南定理

任何一个线性有源二端网络,总可以用一个电压源与一个电阻的串联来等效代替,此电压源的电压 U_0 等于这个有源二端网络的开路电压 U_{oc} ,其等效电阻 R_0 等于该网络中所有独立电源均为零(理想电压源可视为短路,理想电流源可视为开路)时的等效电阻。

2. 有源二端网络等效参数的测量方法

(1) 开路电压、短路电流法。在有源二端网络的输出端开路时,用电压表直接测其输出端的开路电压 U_{oc} ,然后再将其输出端短路,用电流表直接测其短路电流 I_{sc} ,则等效内阻 R_0 用下式计算,即

$$R_0 = U_{oc} / I_{sc}$$

这种方法简单,但对于不允许直接短路的二端网络是不能使用的。

(2) 伏安法。用电压表、电流表测出有源二端网络的外特性如图 1-2 所示。根据外特性曲线求出斜率 $\tan\varphi$,则内阻为

$$R_0 = \tan\varphi = \Delta U / \Delta I = U_{oc} / I_{sc}$$

用伏安法,主要是测量开路电压及电流为额定值 I_N 时的输出端电压 U_N ,则内阻为

$$R_0 = (U_{oc} - U_N) / (I_{sc} - I_N)$$

若二端网络的内阻很低时,则不易测其短路电流。

(3) 半偏法。如图 1-3 示,调节 R_L 使负载电压为被测网络开路电压的一半时,此时的负载电阻(由电阻箱的读数决定)即为被测有源二端网络的等效内阻值,在实际测量中得到了广泛的应用。

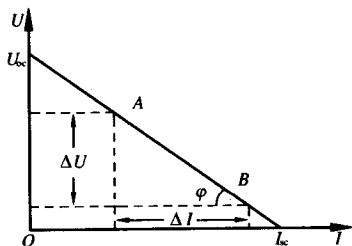


图 1-2 有源二端网络的外特性

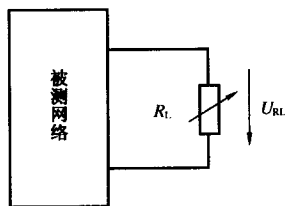


图 1-3 半偏法测输入端的等效电路

(二) 实训内容及步骤

利用 DGJ-03 实验挂箱上的“戴维南定理”线路,按图 1-4 接线。

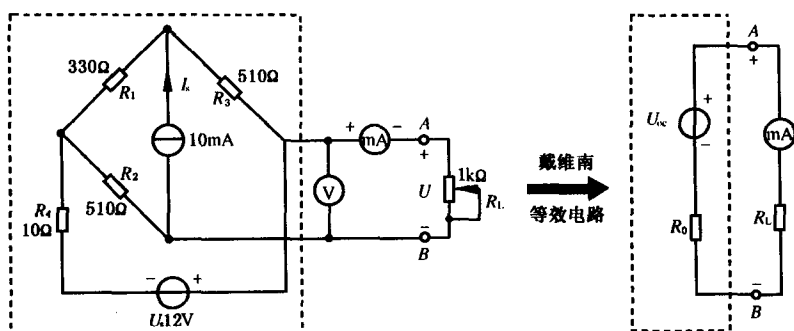


图 1-4 验证戴维南定理实验线路

(1) 调节一路直流稳压电源的输出为 $U_s = 12\text{V}$, 调节一路直流恒流源的输出为 $I_s = 10\text{mA}$, 接入电路。

(2) 用开路电压、短路电流法测定戴维南等效电路的 U_{oc} 和 R_0 。

不接负载电阻 R_L , 测出 U_{oc} 和 I_{sc} , 并计算出 R_0 (测 U_{oc} 时, 不接入毫安表), 将数据填入表 1-5 中。

表 1-5 U_{oc} 和 R_0 的实验数据表

U_{oc}, V	I_{sc}, A	R_0, Ω

(3) 负载实验。按图 1-4 接线, 改变负载电阻 R_L 的电阻值, 测量有源二端网络的外特性, 并将测量结果记入表 1-6。

表 1-6 测量有源二端网络外特性的实验数据表

R_L, Ω	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	∞
U, V											
I, mA											

按图 1-5 接线, 在 A、B 两个端钮上接上电阻箱作为负载电阻 R_L , 仿照步骤(3), 测其外特性, 对戴维南定理进行验证。并将测量结果记入表 1-7 中。

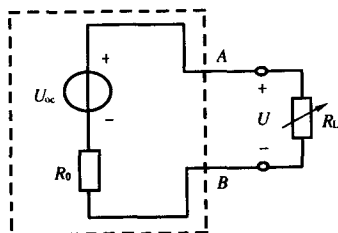


图 1-5 戴维南等效电源电路

表 1-7 验证戴维南定理的实验数据表

R_L, Ω	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	∞
U, V											
I, mA											

三、实训仪器、工具与器件

直流可调稳压电源和直流可调恒流源各一台,直流电压表、直流电流表、万用表各一块,戴维南定理实验线路板、各种连接导线等。

四、思考题

- (1) 绘出外特性曲线,验证戴维南定理的正确性,并分析产生误差的原因。
- (2) 总结出两种测量有源二端网络等效电阻的方法和步骤。
- (3) 用万用电表直接测量有源二端网络的等效电阻时,应注意哪些问题?

项目四 日光灯电路

一、实训目的

了解日光灯的结构,学会日光灯电路的连接方法,掌握对感性负载提高功率因数的方法。

二、实训原理、内容及步骤

(一) 实训原理

1. 日光灯的结构及电路图

日光灯电路主要由日光灯管、镇流器、启辉器、开关等元件组成,其工作原理如图 1-6 所示。

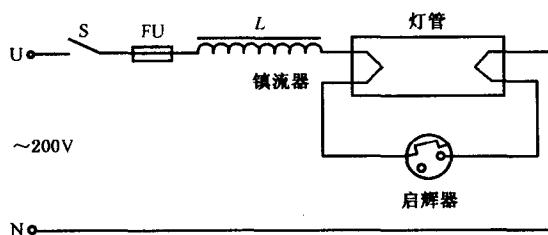


图 1-6 日光灯电路图

2. 功率因数提高

由于镇流器的感抗较大,日光灯电路的功率因数是比較低的,通常在 0.5 左右。过低的功率因数对供电和用户来说,都是不利的,一般可以采用并联合适电容器的方法来提高日光灯电路的功率因数。

3. 功率表的使用

功率表用于测量电路的有功功率,应注意正确选用功率表的电压、电流和功率量程,正确接线和读数。在本次实验中,由于电路的功率因数较低,因此易选用低功率因数的功率表来测量电路的功率。

(二) 实训内容及步骤

(1) 按图 1-7 接线。

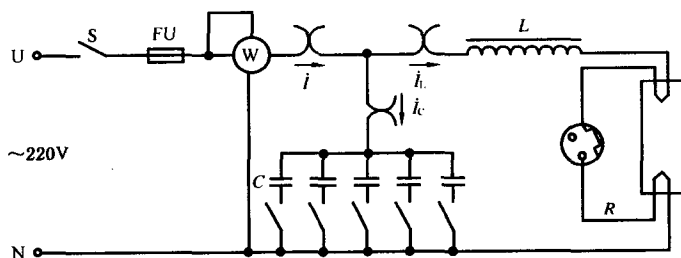


图 1-7 日光灯改善功率因数实训电路