

中等专业学校试用教材

非电专业通用

电工学实验

上海机械专科学校电工教研室编

高等教育出版社

中等专业学校试用教材

非电专业通用

电 工 学 实 验

上海机械专科学校电工教研室 编

高等教育出版社

中等专业学校试用教材

非电专业通用

电 工 学 实 验

上海机械专科学校电工教研室 编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

复旦大学印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 3.625 字数 84,000

1986年2月第1版 1986年4月第1次印刷

印数 00,001—70,700

书号 15010·0724 定价 0.55 元

前 言

本书是根据1982年1月教育部颁发的中等专业学校工科非电专业《电工学教学大纲》(试行草案)中拟定的电工学实验内容进行编写的。可以与沈裕钟主编的《电工学》(第三版)一书配套使用,作为电工学实验课程的试用教材。内容包括:电工学实验的目的和方法、电工学教学实验、电气测量仪表的基础知识及主要实验设备一览表等。

考虑到各专业的不同要求和学时的多寡,本书除了根据大纲的要求将部分实验列为选做内容外,并且在编写中尽量将有些要求较高、需用设备较多的内容,归并在选做实验中,便于各校根据专业要求进行取舍。在各选做实验前标有“*”号。

根据工科非电专业学生的实际情况,本书除了把重点放在培训学生自己动手连接线路、使用仪表及电气测量技术的掌握等基本实验技能以外,并注意到培养学生运用基础理论知识,分析、概括实验结果的能力。同时,为了更有效地提高学生在实验技能上的独立工作能力,在几个选做实验中,适当安排了由学生自己设计实验过程、自选仪表、自拟实验报告的内容,各校可根据情况酌情选做。

本书在每个实验前都编写了必要的说明,扼要介绍实验内容、原理和方法,并对学生提出预习要求,使学生在实验前就能对整个实验过程有一清晰的理解,俾有利于提高实验效果。同时,本书也可以作为独立的实验教材,供目前已将电工学实验独立设课的学校使用。

书后所附主要实验设备及实验参数仅供参考,各校也可根据

具体情况另行选定。

本书既是编者所在学校(原上海机器制造学校)多年来电工学实验教学工作的总结,同时也汲取了福建机电学校、南京机械专科学校(原南京机器制造学校)、哈尔滨机电专科学校(原哈尔滨机电学校)、山东省机械工业学校、成都市工业学校、常州戚墅堰铁路技术学校等兄弟学校编写的实验讲义中的部分内容。因此本书在内容的选择和仪器的选用上,可能较适应各地中专校的目前情况。

本书由上海机械专科学校董锡江主编,北京机械工业管理学院(原北京机械制造学校)毕绍光主审。参加审稿的有福建机电学校、北京机械工业管理学院、南京机械专科学校、哈尔滨机电专科学校、黑龙江机械学校、上海机电工业学校、重庆机器制造学校、河北纺织工业学校、常州铁路机械学校、山东省机械工业学校、上海航空工业学校及高等教育出版社等单位的有关同志。大家对原稿提出了很多宝贵意见,对本书的修改定稿帮助极大,特此致谢。

由于编者水平有限、视野不广,因此本书在选材及实验方法的选择上定有不妥甚至错误的地方,请读者提出批评和建议。

编 者

目 录

前言	1
电工学实验的目的和方法	1
实验一 认识实验	4
实验二 直流电路	12
实验三 电阻、电感、电容串联电路	18
实验四 电感性负载和电容器并联	24
实验五 三相交流电路	31
实验六 单相变压器	36
实验七 三相异步电动机	44
实验八 直流并励电动机的起动、反转和调速	51
实验九 三相异步电动机直接起动的控制	56
实验十 三相异步电动机正、反转的控制	61
*实验十一 串联谐振实验	65
*实验十二 三相异步电动机的负载实验	70
*实验十三 三相异步电动机按次序先后起动的控制线路	76
附录一 电工测量和仪表的基本知识	81
一、测量误差和仪表精度的概念	81
二、常用电工仪表的分类及符号	82
附录二 几种常用仪表的结构和工作原理简介	84
一、磁电式仪表及直流电压和电流的测量	84
二、电磁式仪表及交流电压和电流的测量	86
三、电动式仪表及交流电路功率的测量	88
四、兆欧表及绝缘电阻的测量	92

五、万用表	94
附录三 直流稳压电源(WY-30- $\frac{1A}{3A}$ 型)简介	101
附录四 主要实验设备及部分实验电路的参数	105
一、主要实验设备一览表	105
二、部分实验电路的参数	107

电工学实验的目的和方法

一、电工学实验的目的

电工学实验是电工学教学中进行实验技能基本训练的实践教学环节,是电工学课程的重要组成部分,其目的在于通过实验教学,把实验中得到的感性知识与课堂上所学到的理论知识有机地结合起来,使能进一步巩固和加深理解理论知识;培养和提高运用理论知识分析解决实际问题的能力。实验教学的具体要求有:

(一) 配合课堂教学内容,验证、巩固和加深理解所学的理论知识。

(二) 进行实验技能的基本训练,使能正确使用和操作常用的电工仪表及设备,掌握一般电工测量技术,为今后使用精密仪器设备进行复杂的科研实验和生产劳动打下基础。

(三) 学会处理实验数据,分析实验结果,编写实验报告。

(四) 培养严谨的、实事求是的科学态度和严肃认真的工作作风。遵守操作规程,注意安全用电和节约用电。

二、实验前的准备工作

认真做好实验前的准备工作,对实验的能否顺利进行并收到预期效果起着十分重要的作用。因此每次实验前一定要做到:

(一) 仔细阅读实验教材,复习有关理论知识,明确每次实验的目的、内容和原理。

(二) 明确实验线路的连接方法和实验操作步骤,了解需要测试、记录的实验数据和所用仪器设备的规格与使用方法。

(三) 实验内容中要求学生自己设计的实验电路,预习时必须完成。

(四) 实验中提出的安全注意事项,在预习时应特别注意。

三、实验中应注意的事项

(一) 实验开始时,应检查本组的仪器设备是否齐全、完好,规格是否合适。

(二) 实验时,各实验小组的同学应作分工,轮流担任接线、记录、操作等工作,使每个同学都能受到全面的训练。

(三) 接线前应将仪器设备合理布置、安放整齐,然后选择长短、粗细合适的导线,按线路图接线。接线时,先从电源的一端开始,依次接入电流表、负载等,最后回到电源的另一端,连成一个串联闭合回路。其次再接入并联支路,如电压表及瓦特表的电压线圈等。如果是三相电路,则从电源开始,将三根线一齐向后连接。

(四) 线路应接得正确、牢固、整齐,尽量避免将三根或三根以上的导线接在同一接线柱上。

(五) 线路接妥,必须经指导教师检查无误后,方能接通电源,进行实验。实验过程中,如需改接线路,也要经教师检查后才能继续通电操作。连接线路时一定要切断电源。

(六) 每次合闸通电前,必须告知全组同学;测量数据和操作仪器设备时要认真细致,不要抚摸带电的裸露部分,注意人身和设备的安全。在实验过程中如发现异常声响、气味或其他危险迹象时,应立即切断电源,然后报告指导教师检查处理,切勿惊慌失措。

(七) 通过实验,测得数据后,首先应自己判断它们是否正确,然后请教师审核,教师同意后才能更改或拆除线路,以免因数据错误,又要重新接线,花费不必要的时间。

(八) 实验结束后,应检点、清理所用的仪器、仪表、设备和导

线,并安放整齐。如有损坏要及时报告指导教师进行处理。

四、对实验报告的一般要求

实验结束后,每个学生都应独立写出实验报告,按时交给指导教师批阅。实验报告要简明扼要,字迹清楚,图表整洁,结论明确。内容包括:

- (一) 实验名称、实验日期、姓名、同组同学姓名、班级、组别。
- (二) 扼要写出实验目的。画出实验线路。
- (三) 列出实验使用的仪器及设备的名称、型号、规格、数量、编号等。
- (四) 实验中得到的测量数据、波形和现象的记录。
- (五) 根据实验记录整理成的表格;绘制的曲线、波形、矢量图等图形。
- (六) 分析、讨论实验结果,说明实验结果与理论是否符合;讨论所用实验方法中存在的问题,能否改进;回答每次实验提出的问题。
- (七) 心得与体会。

实验一 认识实验

一、实验目的

(一) 认识实验室的电源设备,学习实验室的规章制度,培养安全用电习惯。

(二) 了解常用电工仪表的分类、符号、精度等级和测量误差等方面的基本知识。

(三) 学习电流、电压的测量方法和正确使用直流电压表、直流电流表、万用表等仪器仪表。

(四) 测定并绘制线性电阻和非线性电阻的伏安特性曲线。

(五) 学习测定电路中各点电位的方法。

二、预习要求

(一) 阅读本次实验的指导书,熟悉实验内容、步骤、需要测量的数据和注意事项(以后每次实验前都要做到这一点)。

(二) 认真阅读本指导书开始所写的“电工学实验的目的和工作方法”这一重要内容,了解电工学实验的特点和工作方法,注意安全操作。

(三) 阅读附录中“电工测量和仪表的基本知识”、“磁电式仪表及直流电压和电流的测量”等内容,对电工仪表的分类、精度等级和技术参数等有所了解。

(四) 仔细阅读附录中“万用表”一节,了解万用表的工作原理并记住它的使用方法。

(五) 阅读附录三,了解晶体管直流稳压电源的使用方法。

三、实验简述

(一) 在实际工作中使用的电阻元件有线性电阻和非线性电阻两类。碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻和实验室常用的变阻器都是线性电阻,而白炽灯、半导体二极管等则是常见的非线性电阻元件。

线性电阻与非线性电阻元件的区别在于:线性电阻两端的电压与通过它的电流成正比,即 $\frac{U}{I} = R = \text{常数}$ 。而非线性电阻两端的电压和通过它的电流不成正比,即 $\frac{U}{I} \neq \text{常数}$,因此它们之间的关系很难用数学公式准确地表达出来,一般都是用电压与电流的关系曲线 $I=f(U)$ 或 $U=f(I)$ 来描述的,这种曲线称为伏安特性曲线。伏安特性曲线通常都根据实验结果作出。显然,线性电阻的伏安特性应是通过原点的一条直线。

(二) 在直流电路中,当电位的参考点选定后,电路中各点与参考点之间的电位差值(电压值)就是各该点的电位值。据此,本实验将在选定电路的参考点后,用电压表测量各点与参考点间的电压值,以确定各点的电位。若该点的电位高于参考点则电位为正,反之为负。

虽然电路中各点的电位将因选定不同的参考点而发生变化,但电路中任意两点间的电位差值并不会因参考点的不同而发生变化。关于这一情况,将在实验中得到证实。

四、实验设备

- | | |
|---------------|----|
| (一) 晶体管直流稳压电源 | 一台 |
| (二) 直流电流表 | 二只 |
| (三) 直流电压表 | 一只 |

(四) 滑线变阻器

二只

(五) 万用表

一只

五、设备使用注意事项

(一) 电压表与电流表的使用

电压表——它的内阻极大，在使用时必须并接于待测电路的两端。测量时可以固定地接入电路，也可以用测棒与电路中的待测点接通，以使用一个电压表测量多处电压。

电流表——它的内阻很小，在使用时一定不能与负载或电源并联，必须串接于待测电流的支路中。使用时必须固定接入电路，不允许使用测棒，请特别注意。

使用各种仪表都要注意量程的选择，量程选大了将增大测量误差，选小了则有可能损坏电表。如实验前无法估计合适的量程，则应先用电表的最大量程试测，然后根据试测结果，改接适当量程进行测量。

直流电压表和直流电流表在使用时，应注意它们的极性，即仪表的“+”极接电路的高电位端，“-”极接低电位端，不能接反，否则将引起指针反转。

(二) 万用表的使用

使用万用表前必须把测量范围的选择开关旋到与被测电量相应的一档量程上。测量电压时更要小心，一定不能把测量范围的选择开关旋在电流或电阻档上，否则仪表将立刻被毁。

测量电阻前，除了把测量范围的选择开关旋到相应的电阻档外，还要将测棒短接“调零”，否则零点不符，读数不准。测量电阻时必须切断该电阻所在的支路，以免电路中其他电阻介入，影响读数。

严禁在电阻通电时，用万用表电阻档测量其电阻值。

(三) 滑线变阻器的使用

滑线变阻器有三种使用方法,如图 1-1 所示。在用来作电位器使用时,必须将滑线变阻器的固定端接直流电源,负载则接在滑动端与电源负端之间,不能接错。如图 1-2 那样的错误接线,是不允许的。且电位器的滑动端在每次实验开始前应置于输出电压为零的一端(即电源负端)。

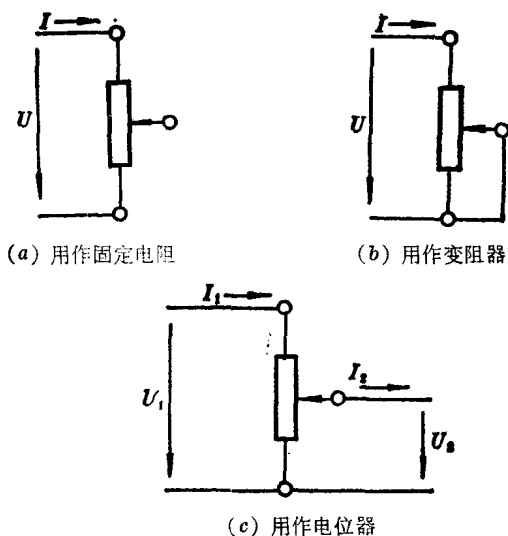


图 1-1 变阻器的三种使用方法

包括滑线变阻器在内的各种电阻元件,它们的额定值一般用欧姆数和允许通过的最大电流(或用最大允许功率的瓦特数)表示。在使用时通过的电流不能超过这一额定值。因此在使用变阻器时,要特别注意在调小其阻值来增大电路电流的过程中,流过变阻器的电流也不要超过其额定值。

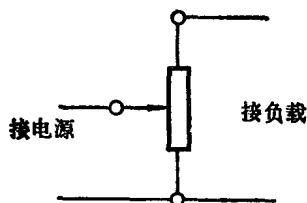


图 1-2 电位器的错误连接

六、实验内容与步骤

- (一) 认识实验室及实验桌上的电源开关和布线情况。
- (二) 利用万用表的电阻档,检测实验所用导线的通断情况。
- (三) 抄录实验中使用仪器设备的名称、型号、规格、编号。
- (四) 线性电阻伏安特性的测定

1. 用万用表测量待测电阻器的阻值,记在实验报告内。

2. 按图 1-3 接线,经教师检查同意后,接通直流电源。调节电位器的滑动触头,逐步增加其输出电压,在零到 24 伏之间选取几个测量点,将电压表和电流表的相应读数记在表 1-1 中。并以电压 U 为纵坐标、电流 I 为横坐标作线性电阻的伏安特性曲线 $U=f(I)$ 。

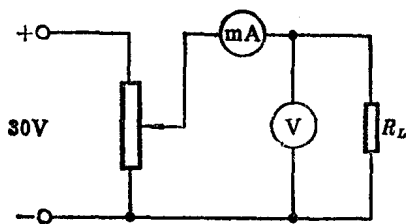


图 1-3 线性电阻伏安特性的测量电路

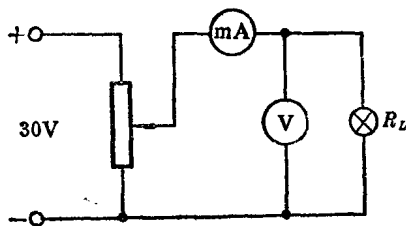


图 1-4 非线性电阻伏安特性的测量电路

(五) 非线性电阻伏安特性的测定

1. 用万用表测量白炽灯的冷态电阻值,记在实验报告内。

2. 将白炽灯如图 1-4 连接, 经教师检查同意后, 接通直流电源。如前所述调节电位器, 在零到额定电压值之间选取几个测量点, 记下电压、电流值, 填入表 1-2 中。以电流为纵坐标、电压为横坐标作白炽灯的伏安特性曲线 $I=f(U)$ 。

(六) 电路中各点电位的测定

电路如图 1-5 连接, 经教师检查同意后, 接通电源, 接着进行:

1. 以 D 为参考点 ($\varphi_D = 0$), 测量其他各点对“地”的电压 (即其他各点的电位), 记入表 1-3 中。

2. 以 C 为参考点 ($\varphi_C = 0$), 测量其他各点对“地”的电压 (即其他各点的电位), 记入表 1-3 中。

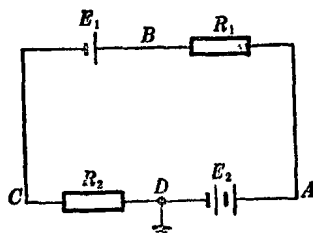


图 1-5 电路中各点电位的测定

七、实验报告

(一) 线性电阻的伏安特性

表 1-1

I (毫安)					
U (伏)					24

用万用表测量到的电阻值____欧,

通过额定电流时的电阻值____欧,

将伏安特性画在不小于 80×80 毫米的方格纸上。

(二) 非线性电阻的伏安特性

表 1-2

U (伏)							24
I (毫安)							

用万用表测量到的冷态电阻____欧,

通过额定电流时的热态电阻____欧,

热态电阻/冷态电阻 = _____,

将伏安特性曲线画在不小于 80×80 毫米的方格纸上。

(三) 电路中各点电位的测定

实验电路参数: $E_1 =$ ____ 伏, $E_2 =$ ____ 伏, $R_1 =$ ____ 欧,
 $R_2 =$ ____ 欧。

表 1-3

(表中各量的单位是伏)

参考点 选 择	测 量 值						计 算 值								
	U_{AD}	U_{BD}	U_{CD}	U_{AC}	U_{BC}	U_{DC}	φ_A	φ_B	φ_C	φ_D	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DA}	ΣU
$\varphi_D = 0$				/	/	/				0					
$\varphi_C = 0$	/	/	/						0						

(四) 讨论题

1. 电位器电路, 是直流电路实验中经常使用的调压电路, 为什么它不能错接成如图 1-2 的情况? 这样连接将造成什么后果?

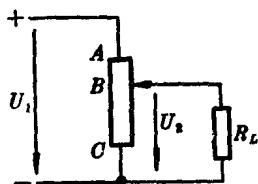


图 1-6 讨论题 2 的图

2. 在图 1-6 所示的电位器调压电路中, 如果直流电压 U_1 稳定不变, 那么在滑动触头 B 不断向上滑动, 输出电压 U_2 不断增大时, 电位器 AB 段及 BC 段的电流将怎样变化? 两者是否相等? 我们将根据什么来选定电位器的额定电

流?

3. 一般仪表的读数值都不是被测量的实际值, 存在着测量误差。如果单从仪表方面来考虑, 则被测量实际值的范围, 可以由所用仪表的精度等级和选用的量程来推断。试以实验中线性电阻的额定电压和额定电流的读数为例, 说明它们实际值的范围各是多