



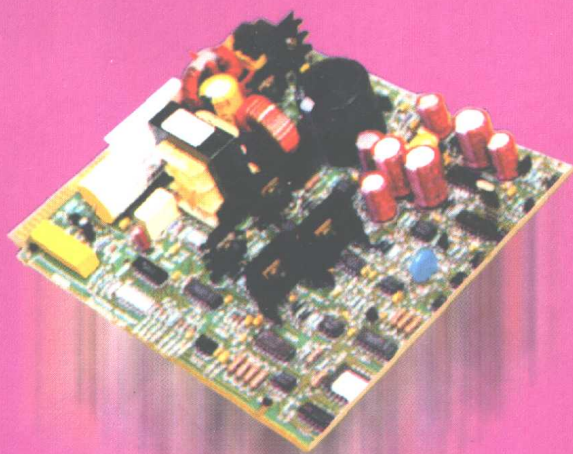
国家教委中等专业学校规划教材

非电类专业通用

电工学与工业电子学实验

(第二版)

吴兆彭 编



高等教育出版社

国家教委中等专业学校规划教材

电工学 与 工业电子学实验

(第二版)

吴兆彭 编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工学与工业电子学实验/吴兆彭编著.—2版.—北京:高等教育出版社,1997.12

ISBN 7-04-006203-8

I. 电… II. 吴… III. ①电工学-实验②工业电子学-实验
IV. TM1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 08992 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店上海发行所

印 刷 江苏省丹阳市第三彩色印刷厂

开 本 850×1168 1/32

印 张 7.75

字 数 197 000

版 次 1987 年 10 月第 1 版

1997 年 12 月第 2 版

印 次 2000 年 7 月第 5 次印刷

定 价 7.80 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书是与徐国和编《电工学与工业电子学(第五版)》配套使用的实验教材。主要实验内容包括:认识实验;基尔霍夫定律、电路中各点电位的测定;戴维宁定理; RLC 串联电路;日光灯电路的接线及功率因数的提高;三相负载的星形连接及中线的作用,三相负载的三角形连接;单相变压器和自耦调压器;三相异步电动机的起动和正反转控制;常用电子仪器仪表的使用;半导体二极管、三极管的简单测试与三极管的特性曲线;单管交流电压放大器的组装与测试;直流放大器;集成运算放大器;整流、滤波与稳压;串联型直流稳压电源的组装与测试;晶闸管调压电路;集成 TTL 与非门集成电路;计数、译码和显示电路。另外,附录中还介绍了常用电工、电子仪器、仪表的使用;各实验的准备、说明和建议;实验应具备的安装和焊接基本知识。电工电子实验室设备一览表等。

第二版前言

本书是国家教育委员会中等专业学校九五规划教材,根据吴兆彭编《电工学实验》修订而成。本书修订的主要依据是1987年3月30日由国家教育委员会颁布的中等专业学校工科非电类专业通用电工学与工业电子学课程教学大纲,修订后书名改称《电工学与工业电子学实验》,可与徐国和编《电工学与工业电子学》(第五版)配套使用。

根据上述大纲精神和要求,结合和本书配套的教材,本书对第一版部分内容作了增删和修改,同时也增加了一些新的内容。虽然对第一版的某些内容作了保留,但在修订过程中对全书的所有文字、插图、符号均作了改动或重写。

和第一版相比,本书有以下特色:

一、各实验内容更结合大纲;原理与说明更加清晰易懂;实验目的更加明确;操作步骤更加合理;实验结果更加接近准确;学生使用也更加方便。

二、所列全部实验项目,包含了电工学和电子学的基本内容和要求,故比较系统和完整。实验所需设备也是各校均具备的常用仪器和仪表。因此,本书基本上能满足大多数学校非电专业开设电工、电子实验课的需要。

三、本书和配套教材在内容上结合紧密,所有实验项目中的字母、图形及符号均采用国家新标准。

四、在数字脉冲电路的实验中和教材一致,完全采用集成电路。由于集成运算放大器是一个多功能的放大器,其应用已扩大

到了各个领域。因此,加强对集成运算放大器的了解和应用是十分必要的。本书结合教材内容,增加了集成运算放大器实验内容,以适应集成电路日益发展的需要。

五、为了扩大学生的实际知识面,给学生课外活动及实验室开放提供一些内容,本书在某些实验项目中还增添了制作小资料栏目。

修订后的本书,仍以定性分析为主,定量检测、计算为辅。使学生通过实际观察和操作,掌握实验的基本方法,熟悉基本的电工、电子仪表和仪器的使用,为今后参加实际工作打下良好的基础。

本书(第二版)依然保留由浅入深、由简到繁、循序渐近的原则,使学生易于理解和掌握。

鉴于各校使用的实验仪器、仪表种类不一,故本书(第二版)各实验内容,仍以第一版中介绍的仪器、仪表为主。对目前各校实验室拥有的仪器,如 ST-16 型、SBT-5 型等示波器;XD-2A 型信号发生器;DA-16 型晶体管毫伏表等也作了较详细的介绍。

本书还保留了第一版中各附录所介绍的内容,并对上述内容也作了适当的修改或充实。

修订后的全书共十九个实验,其中电工学部分八个,工业电子学部分十一个。各校可根据不同专业,自行安排实验内容,但实验学时数不应少于总学时数的 20%。

本书(第二版)仍由原编者太原化学工业学校吴兆彭编写,由全国中专电工学与工业电子学课程组第二届成员河北化工学校罗挺前审阅。

本书在修订过程中,承河北化工学校和高等教育出版社电工、电子编辑室的有关领导和同志们的关心、支持、指导和帮助,编者在此谨致以最衷心的感谢。对河北化工学校朱新民老师和电工基础实验室康俊华老师以及太原电力学校电子实验室张凤琴老师的热心协助深表谢意。对我校有关领导给予的支持及电工实验室杨

惠荣同志的协助也在此一并致谢。

限于编者的水平不高,经验欠缺,修订后的书中难免会有不当和错误之处,恳请广大师生和读者不吝批评指正。

编者 1996年12月

第一版前言

本书是按照教育部 1983 年 10 月颁布的中等专业学校工科非电专业通用 120 学时《电工学与工业电子学教学大纲》(试行草案)编写的,可与中等专业学校试用教材非电专业少学时通用,徐国和编《电工学》配套使用。

全书共有十五个实验,其中电工部分七个,工业电子学部分八个。根据教学大纲所规定的实验时数和不同专业要求,各校可按大纲所指定的实验内容自行安排,但实验学时数应占总学时数的 20%。

根据工科中等专业学校培养应用性人才的目标和非电专业的要求,本书着重对学生进行基本电路的安装与测试的训练,使学生掌握实验的基本方法;熟悉基本的常用电工、电子仪表和仪器的使用,从而加强学生动手能力的培养。

本书以定性分析为主,定量检测、计算为辅,使学生通过实际观察和简单测量、计算,对每一个实验有较全面和清晰的了解。

在整个实验的过程中,本书注意了由浅入深,由简到繁,循序渐进的原则,使学生能较扎实地掌握实验的基本方法和操作技能。

考虑到实验四(RLC 串联电路及串联谐振)的内容需要使用低频信号发生器和毫伏表等电子仪器,故可将实验九(几种常用电子仪器的使用练习)提前开设,使实验四收到较为满意的效果。

限于教学大纲的要求和实验内容的篇幅,本书没有将脉冲和数字电路部分的内容列入实验项目,但各校可在本实验项目的基础上,根据学生和课时数的实际情况,适当加强这部分内容的课堂

演示或开设一些基本的实验。

本书各实验项目之所以采用一些较为老式的电子仪器(如SB-10、SBT-5示波器和XFD-6低频信号发生器等),是因为目前尚有许多学校,仍然拥有为数不少的这些电子仪器。实践证明,这些型号的电子仪器具有较好的性能,操作简单、使用方便、过载能力强,是基本的通用性电子仪器,适合学生实验使用。为此,本书介绍和使用这些电子仪器,乃是适应当前大多数学校的实际情况。

为使学生能正确使用基本的常用电工仪表和电子仪器,本书附录一对此作了较详细的介绍。

本书在附录中还编写了“各实验的准备、说明和建议”、“实验应具备的安装和焊接基本知识”及“实验室设备一览表”等内容,以供教师、实验室工作人员或学生参考。

本书是编者近几年来实践教学的总结。也吸取了有关兄弟学校开设实验课的经验。1983年11月,化工部教育司在河北化工学校举办的“化工中专电工学实验培训班”中曾将本书内容作过试用,在此基础上又进行了补充和修改。

本书由太原化工学校吴兆彭编写,太原冶金工业学校安炳主审。1986年6月在河北化工学校召开审稿会议。参加审稿会的有“兰州化工学校徐国和、黄河水利学校李太广、河北纺织工业学校詹子龄、武汉水运工业学校张友汉、广东石油学校李强辉、河北化工学校罗挺前、北京化工学校张汉英、泸州化工学校屈义襄、陕西化工学校王安民以及河北化工学校部分电工学教师和实验员,高等教育出版社电工编辑室的有关同志也参加了会议。会上,大家对本书所列全部实验内容逐个进行讨论和审议,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,承化工部教育司中专处以及兰州化工学校、河北化工学校、黄河水利学校、武汉水运工业学校、河北纺织工业学校、太原冶金工业学校和高等教育出版社电工编辑室等有关领导和同志们的关心、支持、指导和帮助,编者在此谨致以深切的

谢意,对我校领导给予的关怀和支持以及有关同志的协助也表示感谢。

限于编者的水平不高,经验欠缺,加之时间较为仓促,书中不当之处一定不少,恳请广大师生和读者批评指正。

编者 1986年12月

目 录

第二版前言	1
第一版前言	1
实验须知	1
实验一 认识实验	2
实验二 (一)基尔霍夫定律;(二)电路中各点电位的测定	16
实验三 戴维宁定理	22
实验四 RLC 串联电路	28
实验五 日光灯电路的接线及功率因数的提高	34
实验六 (一)三相负载的星形连接及中线的作用; (二)三相负载的三角形连接	43
实验七 单相变压器和自耦调压器	49
实验八 三相异步电动机的起动和正反转控制	59
实验九 常用电子仪器仪表的使用	66
实验十 半导体二极管、三极管的简单测试与三极管特性曲线	74
实验十一 单管交流电压放大器的组装与测试(1)	86
实验十二 单管交流电压放大器的组装与测试(2)	92
实验十三 直流放大器	99
实验十四 集成运算放大器	108
实验十五 整流、滤波与稳压	116
实验十六 串联型直流稳压电源的组装与测试	127
实验十七 晶闸管调压电路	137
实验十八 集成 TTL 与非门集成电路	147
实验十九 计数、译码和显示电路	157
附录一 实验室常用电工、电子仪表和仪器简介	167

附录二	各实验的准备、说明和建议	205
附录三	实验应具备的安装和焊接基本知识	219
附录四	电工实验室设备一览表(非电专业)	223
参考书目		231

实验须知

中等专业学校的实验任务是增进学生的直接知识和掌握实验技能;促进理论联系实际,发展智能;培养严谨、认真、细致、耐心、踏实和勇于克服困难的良好性格和作风。

实验又是中等专业学校实践性教学形式的重要环节。因此,每个学生都应重视实验。通过实验使学生普遍受到实验方法和电工、电子实验技术的训练;学会正确使用电工、电子仪器 and 仪表进行观察和测量;学会处理实验数据和编写实验报告的方法。为上好实验课,每个学生应该做到以下几点:

一、做好实验前的充分准备,认真预习,明确实验目的、内容和步骤;熟悉线路;了解实验仪器和仪表的正确使用方法和注意事项。实验课上,由教师抽查预习情况,不合格者不宜参加本次实验。

二、遵守实验室规章制度。实验小组的每个成员要人人动手、互相配合、分工合作并轮流担任主要操作者。按照实验内容,认真接线、操作和记录,在教师的统一指导下完成实验课的要求。

三、爱护实验设备,若有损坏按制度酌情处理。实验接线完毕,应先经指导教师检查允许后方可通电实验。操作过程中,若需改变实验线路,则必须先切断电源,严禁带电操作。

四、实验中一旦发现设备或线路元件等出现异常现象,应立即切断电源,并向指导教师或实验室工作人员报告事故发生经过,以便及时处理。

五、每次实验完成后,须经教师检查合格(指实验数据、测绘图形等)后,方可离开实验室。

六、认真整理实验测得的各项数据和观察到的现象,写好实验报告,总结实验后的收获。

实验一

认识实验

一、实验目的

学习并掌握直流电流表、直流电压表、万用表、直流稳压电源以及变阻器和电位器的使用方法。

二、预习要求

(一) 了解本书有关直流电流表、直流电压表、万用表、直流稳压电源、变阻器和电位器的基本原理、结构,并掌握它们的使用方法。

(二) 阅读有关本实验的原理、内容、步骤、方法和注意事项等。

三、实验原理与说明

(一) 直流电流表

1. 电流表的结构、原理和量限

直流电流表是一种磁电系测量仪表,它的表头是一个磁电系测量机构。其作用原理是:当处在永久磁铁磁场中的动圈(可以活动的线圈)通过电流时,由于电流和磁场的相互作用而产生一定大小的转动力矩,这个力矩不仅使动圈偏转,同时也使固定在动圈上的游丝因动圈偏转而产生形变,故而产生了反作用力矩(其大小与动圈偏转角成正比)。当反作用力矩增大到与转动力矩相等时动圈停止偏转,此时固定在其上的仪表指针即在标度尺上指出被测

量的数值。图 1-1 为磁电系测量机构的工作原理和结构简图。

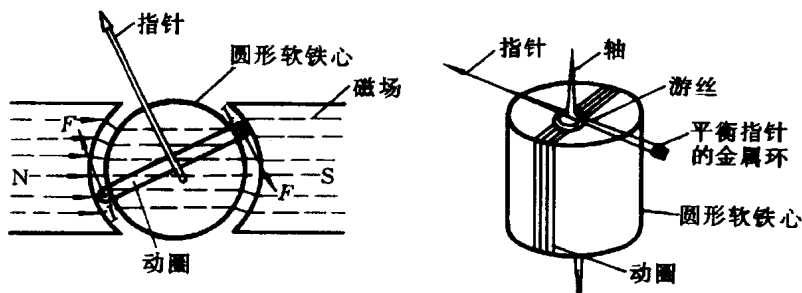


图 1-1 磁电系测量机构作用原理和结构简图

磁电系测量机构由于动圈导线很细,且接入电路后电流必须通过游丝,因此当被测电流超过其允许电流值时,会因电流过大而烧毁动圈绝缘,同时游丝也会因过热而变形。鉴于上述原因,磁电系测量机构作电流表使用时,测量的电流范围较小,一般在几十微安到几十毫安间。为了测量较大的电流,必须采用并联分流电阻的方法来扩大量限,如图 1-2 所示。若要将电流表的测量量限扩大 n 倍,则分流电阻的阻值可由下式得到

$$R_A = \frac{R_g}{n - 1}$$

如果将电流表表头配以不同阻值的分流电阻就可以构成多量限的直流电流表。在实际测量中,多量限电流表大多采用图 1-3

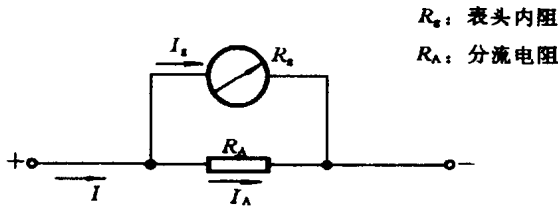


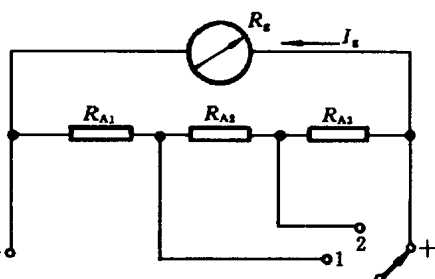
图 1-2 磁电系电流表量限扩大原理图

所示的闭路式分流器,这种线路的优点是当转换开关接触不良时,被测电流不会直接流入表头而将其烧坏。

2. 电流表的选择

在实际测量中,要根据被测电流的大小来选择合适的电流表

及其量限,所选的电流表务必使被测电流在该仪表的量限内,否则仪表将会因过载而烧坏。此外,为了减小电流表本身的损耗和提高测量的准确性,应选用内阻小的电流表。



3. 电流表的使用

图 1-3 闭路式分流器多量限电流表原理图

在测量电流时,务必将电流表串接在被测电路中,直流电流表只能测量直流电流,而不能直接测量交流电流。测量直流电流时,

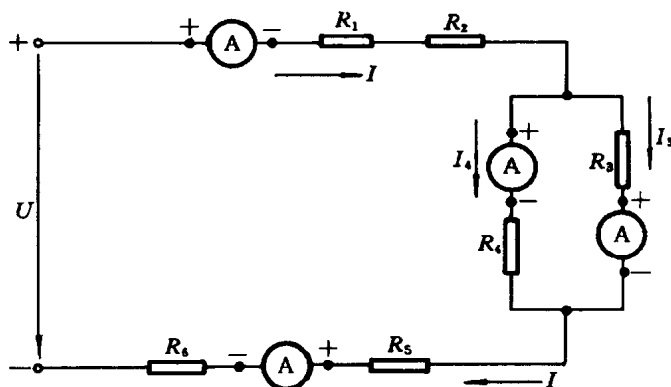


图 1-4 直流电流表的正确连接图

还必须注意电表的极性在电路中的正确连接,否则将会使仪表指针反偏而受到损伤。图 1-4 为直流电流表的正确连接图。

在实际操作时,经常发生的错误是将电流表并联在电路电源的两端而误认为是串联;另一种是不串联适当的电阻(或负载)而用电流表直接去测量电源的电流。这两种错误连接都将导致电流表的烧毁,如图 1-5 所示。

此外,在不看清电流表的量限而盲目去测量较大电流,也会烧坏电表。因此,在使用电流表时务必严格按照操作规程,不能粗枝

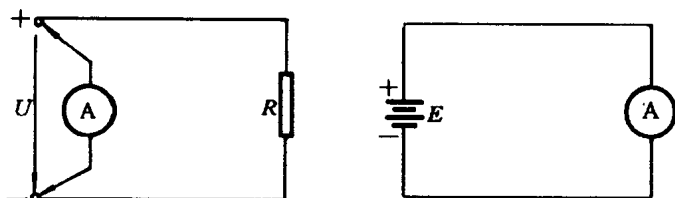


图 1-5 电流表的错误连接

大叶马虎从事。

(二) 直流电压表

1. 电压表的结构和量限

磁电系表头可用来测量电流(称直流电流表),也可用来测量电压(称直流电压表)。前已述及,由于磁电系表头通过的电流微小,只能测量低电压,因此不能满足测量较高电压的需要。为了使磁电系电压表能测量较高电压,且不使表头通过的电流超过其允许值,通常采用的方法是在磁电系表头上串联一个附加电阻,以此来达到扩大测量电压量限的目的,如图 1-6 所示。

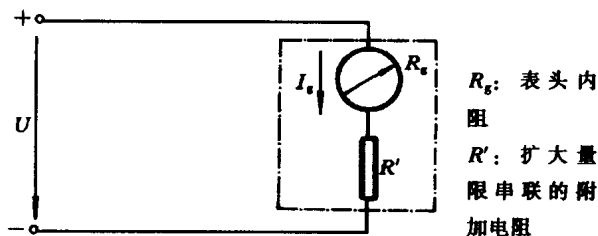


图 1-6 磁电系表头扩大量限原理图

若要将电压表的量限扩大成 m 倍的电压表时,则需串联的附加电阻值可由下式得到

$$R' = (m - 1)R_g$$

如果将表头串联不同的附加电阻,即可构成多量限的直流电压表,其线路如图 1-7 所示。

2. 电压表的选择