

21

世纪高职高专规划教材

电工电子技术实验与实训

主 编 任万强 副主编 韩 超 董雪峰 主 审 杨春宏

21SHIJIGAOZHIGAOZHUANGUIHUAJIAOCAI



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专规划教材

电工电子技术实验与实训

主 编 任万强

副主编 韩 超 董雪峰

主 审 杨春宏



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是根据理工科非电类专业“电工电子技术实验”课程教学基本要求，结合编者多年教学、科研和生产实践经验编写的，可与任万强主编的《电工电子技术》配套使用。本书主要包括基本实验、应用及设计性实验、综合性实验等内容。附录部分包括常用电路元件简介、半导体分立器件性能简介、常用集成电路简介等内容。

本书内容丰富，具有综合性、趣味性，突出动手能力和工程意识的培养，可作为高职高专理工科非电类专业电工电子技术实验与实训教材，也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

电工电子技术实验与实训 / 任万强主编. —北京：中国水利水电出版社，2008

21 世纪高职高专规划教材

ISBN 978-7-5084-5453-5

I. 电… II. 任… 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. TM
TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 120383 号

书 名	21 世纪高职高专规划教材 电工电子技术实验与实训
作 者	主 编 任万强 副主编 韩 超 董雪峰 主 审 杨春宏
出版 发行	中国水利水电出版社（北京市三里河路 6 号 100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn 电话：（010）63202266（总机）、68367658（营销中心）、82562819（万水）
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 12.5 印张 303 千字
版 次	2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	22.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

本书充分体现了高职高专教学的特点,结合编者多年教学、科研和生产实践经验编写而成。全书集电工电子技术和应用于一体,内容深入浅出,通俗易懂。

本书在编写上以培养学生的实际能力为主线,强调内容的应用性和实用性,体现以“能力为本位”的编写指导思想,围绕如下能力点编写:①电气安全技术;②电工工具、仪器仪表使用能力;③电工材料、元器件的选用能力;④电气图的读图、安装、调试和排除故障的能力;⑤电子小产品的制作能力。全书由实验的基础知识、实验、综合实训及附录组成,编排上与教学相切合,内容涉及用电安全技术,常用电工工具、仪器仪表的使用,常用电工材料和电路元器件的选用,电气布线与焊接工艺,电气图的制图与读图,常见三相异步电动机控制线路的安装、调试与故障排除,电子小产品的设计与制作,电工电子技术的实践与训练等。

本书可与同时出版的高职高专规划教材《电工电子技术》(理论教材)配套使用,也可单独使用。本书可作为高等专科学校、职业院校、本科院校的二级职业技术学院、民办高校的机电类专业及工科其他各专业电工电子课程的教材,也可作为培训机构进行电工、电子考证的培训教材,还可供从事电工电子技术工作的工程技术人员参考。

本书由任万强任主编,韩超、董雪峰任副主编,任万强负责统稿。参加本书编写的有任万强(前言、实验基础知识、第一篇实验九、十)、韩超(第二篇实验一至实验十)、董雪峰(第一篇实验一至实验八)、李昭静(第三篇及附录)、郭雷刚(第二篇实验十一至实验十五)。

本书由常州工程职业技术学院的杨春宏主审。他对书稿进行了认真详尽的审阅,提出了许多很有价值的宝贵意见,在此表示深切的谢意。

本书的编写过程中得到了各级领导和各方面的大力支持,在此向他们表示衷心的感谢。另外,教材的编写参考了一些相关著作与资料,谨向书籍和文章的作者表示衷心的感谢,同时感谢出版社同志大力支持和帮助。

由于水平有限,加之时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编 者
2008年3月

目 录

前言

实验基础知识	1
一、实验电源的分类和电源的参数	1
二、实验操作须知	1
三、实验报告书写要求	2
四、常用电工仪器与测量	3

第一篇 电工与电机实验

实验一 基尔霍夫定律与叠加原理的验证	6
实验二 叠加原理的验证	10
实验三 有源二端网络等效参数的测定及戴维南定理的验证	13
实验四 用三表法测量电路等效参数	17
实验五 正弦稳态交流电路相量的研究	22
实验六 三相交流电路电压、电流的测量	27
实验七 互感电路的特性	31
实验八 单相铁心变压器特性的测试	35
实验九 三相鼠笼式异步电动机	38
实验十 三相鼠笼式异步电动机正反转控制	43

第二篇 电子实验

实验一 常用电子仪器的使用	47
实验二 晶体管共射极单管放大器	53
实验三 负反馈放大器	61
实验四 集成运算放大器的基本运用 (I) —— 运算电路	65
实验五 集成运算放大器的基本应用 (II) —— 波形发生器	70
实验六 集成运算放大器的基本应用 (III) —— 电压比较器	75
实验七 低频功率放大器——OTL 功率放大器	79
实验八 直流稳压电源——集成稳压器	83
实验九 晶闸管可控整流电路	89
实验十 TTL 集成逻辑门的逻辑功能测试	93
实验十一 组合逻辑电路的设计与测试	97
实验十二 译码器及其应用	100
实验十三 触发器及其应用	106
实验十四 计数器及其应用	112

实验十五 555 时基电路及其应用 117

第三篇 综合实训

实训一 常用电子元器件检测 123

实训二 电子电路读图 149

实训三 电子元器件焊接基本技术 153

实训四 电子元器件安装工艺 159

实训五 电子电路常见故障检测与维修 161

实训六 简易数控直流稳压电源设计 164

实训七 频率计数器的制作 169

附 录

附录一 国产半导体集成电路型号命名（GB3430-82） 177

附录二 常用数字集成电路一览表 179

附录三 常用集成电路元件接线图 183

参考文献 191

实验基础知识

一、实验电源的分类和电源的参数

（一）实验电源的常用种类

（1）**直流电源**：常用的直流电源有干电池、蓄电池、直流发电机、直流稳压电源以及用交流电源整流后获得的直流电源等。实验室所用的直流电源一是通过直流稳压电源获得，二是可以从实验原理箱或实验台上的直流电源获得。

（2）**交流电源**：常用的交流电源是从供电网络经电力变压器而获得的工频（50Hz）交流电源，也可从实验台上的信号发生器获得各种频率的交流电源。

（二）直流电源的额定电压、额定电流简介

（1）**干电池**：1号干电池的电压为1.5V，电流约为300mA；2号干电池和5号干电池的电压都是1.5V，电流比1号电池小。仪表用电池6F22的电压为9V，10F20的电压为15V，其工作电流只有十几毫安到几十毫安。

（2）**直流发电机**：直流发电机的电压有6V、12V、24V、36V、110V、220V等多种，它们所提供的电流值有大有小，随用途而异。

（3）**整流电源**：整流电源的电压和电流随用途而定，电压可高可低、电流可大可小。如实验室的双路直流稳压电源，额定电压可在0~30V内调节，额定电流可提供1~3A范围内的任意值。

（三）交流电源的额定电压、额定电流简介

（1）**工频交流电源**：利用实验室中的单相调压器或三相调压器可将电网供给的线电压为380V、相电压为220V的工频交流电调节至0~400V的线电压，其电流的大小由变压器的容量及负载共同决定。

（2）**中频交流电源**：中频交流电源电压一般为220/380V，电源的大小根据中频交流发电机的容量而定。

（3）**音频交流电源**：其电压可以在0~160V的范围内调节，但其最大输出功率只有4~5W。一般可用低频信号发生器产生。

二、实验操作须知

生产现场中的设备都制定有严格的安全操作规程。在电工电子实验中，各种仪表、仪器也要遵照一定的操作规程使用。例如，调节电压用的单相和三相自耦调压器，在接通电源之前，

调节手轮一定要放置在输出电压为零的位置。接通电源以后再调节手轮逐渐升高电压向负载输出电能；断开电源时，应先将手轮调节到零位置再断开电源。再如，电桥上的电源按钮开关和检流计按钮开关，测量完毕后应先断开检流计按钮开关再断开按钮开关。诸如此类的种种规则，在实验过程中必须严格遵守。实验时要严肃认真、小心谨慎，任何轻率举动或松懈麻痹都可能导致人身事故以及仪器、仪表或设备的损坏。

为了保证实验的顺利进行和人身与设备的安全，必须遵守以下实验操作规程。

(1) 实验前认真预习实验指导书，学习实验室的有关规则。按时到达实验室，不得迟到、早退，未经主管部门同意，不得随意更改已定的实验时间。

(2) 按学号建立实验小组，实验中要合理分工。每次实验均以小组为单位进行，每组 2 人，其中选 1 人负责。

(3) 实验前应首先检查实验仪器设备的型号、规格、数量等，看是否与实验要求的设备相符，然后检查各仪器设备是否完好，如有问题，及时向教师提出以便处理。

(4) 实验必须以严肃的态度进行，严格遵守实验室的有关规定和仪器设备的操作规程，出现问题应立即报告指导老师，不得自行处理，不得随意挪用与本次实验无关的设备及实验室的其他仪器设备。

(5) 实验电路走线、布线应简洁明了，便于检查和测量。接线原则一般是先接串联支路或主回路，再接并联支路或辅助回路。导线长短粗细要合适、尽量短、少交叉，防止连线短路。接线处不宜过于集中于某一点，一般在一个连接点上尽量不要超过 3 条线。

(6) 所有的实验仪器设备和仪表都要严格按照规定的接法正确接入电路（例如，电流表及功率表的电流线圈一定要并接在电路中）。实验中要正确选择测量仪表的量程，一般使指针处在量程的 $1/3$ 或 $1/2$ 以上。正确选择各个仪器的电流、电压的额定值，否则会造成严重事故。实验中提倡一个同学把电路接好后，同组另一位同学仔细复查，确定无误后，方可进行实验。有些实验还必须经过指导教师的检查和批准后才能将电路与电源接通。

(7) 实验操作时同组人员要注意配合，尤其做强电实验时要注意：手合电源，眼观全局，先看现象，再读数据。将可调电源电压缓慢上调到所需数值，发现异常现象（例如有声响、冒烟、打火、焦臭味及设备发烫等）应立即切断电源，分析原因，查找故障。

(8) 读数前要调整好仪表的量程及刻度，读数时注意姿势正确，要求“眼、针、影成一线”。注意仪表指针位置，及时变换量程是指针指示于误差最小的范围内。变换量程时一般要在切断电源的情况下操作。

(9) 所有实验测量数据应记在原始记录表上，数据记录尽量完整、清晰，力求表格化，使阅读者能够一目了然。在严格尊重原始记录的情况下合理取舍有效数字，实验报告上不得随意涂改，绘制表格和曲线要求用尺子或绘图工具，锻炼自己的技术报告书写能力，培养工程意识。

(10) 完成实验后，要在实验室核对实验数据是否完整、合理，确定完整和合理后，交指导教师审阅后才能拆除实验线路（注意要先切断电源，后拆线），并将仪器设备、导线、实验用具整理归位，做好台面及实验环境的清洁和整理工作。

三、实验报告书写要求

实验报告是实验者将自己进行的实验及实验结果用文字作的综合性表述，也是工程上技

术报告的能力训练。实验报告要用简明的形式将实验结果完整和真实地表达出来,要求文理通顺,简明扼要,字迹工整,图表清晰,结论正确,分析合理,讨论深入。实验报告采用实验指导书上的规定格式或统一规格的报告纸,一般包括以下几项:

- (1) 实验题目。
- (2) 实验目的。
- (3) 实验仪器及设备。
- (4) 实验原理及实验电路图(或加连线图)。
- (5) 实验步骤、数据图表及计算分析结果。
- (6) 实验思考题和实验体会。

对实验数据的处理,要合理取舍有效数字。报告中的所有图表、曲线均按工程化要求绘制。波形曲线一律画在坐标纸上,比例要适中,坐标轴上应注明物理量的符号和单位。

实验报告一定要遵照教师规定的时间按时上交,经教师批改、登记后,统一放在实验室进行保管,以便于教学评估检查或有关人员查询。学生需要参考时,可向实验室提出借用。

四、常用电工仪器与测量

(一) 测量误差

测量是指通过试验的方法去确定一个未知量的大小,这个未知量叫做“被测量”。一个被测量的实际值是客观存在的,但由于人们在测量中对客观认识的局限性、测量仪器的误差以及测量手段的不完善、测量条件发生变化、测量工作中的疏忽等原因,都会使测量结果与实际值存在差别,这个差别就是测量误差。

不同的测量对测量误差大小的要求往往是不同的。随着科学技术的进步,对减小测量误差提出了越来越高的要求。我们学习、掌握一定的误差理论和数据处理知识,目的是能进一步合理设计和组织实验,正确选用测量仪器,减小测量误差,得到接近被测量实际值的结果。

1. 仪表误差和准确度

对于各种电工指示仪表,不论其质量有多高,其测量结果与被测量的实际值之间总是存在一定的差值,这种差值称为仪表误差。仪表误差值的大小反映了仪表本身的准确程度。实际仪表的技术参数中,仪表的准确度用来表示仪表的基本误差。

(1) 仪表误差的分类。

根据误差产生的原因,仪表误差可分为两大类。

1) **基本误差**: 仪表在正常工作条件下(指规定温度、放置方式、没有外电场和外磁场干扰等),因仪表结构、工艺等方面的不完善而产生的误差叫做基本误差。如仪表活动部分的摩擦、标尺分度不准、零件装配不当等原因造成的误差都是仪表的基本误差,基本误差是仪表的固有误差。

2) **附加误差**: 仪表离开了规定的工作温度(指温度、放置方式、频率、外电场和外磁场等)而产生的误差,叫做附加误差。附加误差实际上是一种因工作条件改变而造成的额外误差。

(2) 误差的表示。

仪表误差的表示方式有绝对误差、相对误差和引用误差三种。

1) **绝对误差**: 仪表的指示值 A_x 与被测量的实际值 A_0 之间的差值, 叫做绝对误差, 用“ Δ ”表示。

$$\Delta = A_x - A_0$$

显然, 绝对误差有正、负之分。正误差说明指示值比实际值偏大, 负误差说明指示值比实际值偏小。

2) **相对误差**: 绝对误差 Δ 与被测的实际值 A_0 比值的百分数, 叫做相对误差, 用“ α ”表示。

$$\alpha = \Delta / A_0 \times 100\%$$

由于测量大小不同的被测量时, 不能简单地用绝对误差来判断其准确程度, 因此在实际测量中, 通常采用相对误差来比较测量结果的准确程度。

3) **引用误差**: 相对误差能表示测量结果的准确程度, 但不能全面反映仪表本身的准确程度。同一块仪表, 在测量不同的被测量时, 其绝对误差虽然变化不大, 但随着被测量的变化, 仪表的指示值可在仪表的整个分度范围内变化。因此, 对应于不同大小的被测量, 其相对误差也是变化的。换句话说, 每只仪表在全量程范围内各点的相对误差是不同的。为此, 工程上采用引用误差来反映仪表的准确程度。

把绝对误差与仪表测量上限 (满刻度值 A_m) 比值的百分数, 称为引用误差 γ_m 。

$$\gamma_m = \Delta / A_m \times 100\%$$

引用误差实际上是测量上限的相对误差。

(3) 仪表的准确度。

指示仪表在测量值不同时, 其绝对误差多少有些变化, 为了使引用误差能包括整个仪表的基本误差, 工程上规定以最大引用误差来表示仪表的准确度。

仪表的最大绝对误差 Δ_m 与仪表的量程 A_m 比值的百分数, 叫做仪表的准确度 K 。

$$\pm K\% = \Delta_m / A_m \times 100\%$$

一般情况下, 测量结果的准确度就等于仪表的准确度。选择适当的仪表量程才能保证测量结果的准确性。

2. 测量误差分类及产生的原因

测量误差是测量结果与被测量的实际值之间的差异。测量误差产生的原因, 除了仪表的基本误差和附加误差的影响外, 还有测量方法的不完善, 测试人员操作技能和经验不足, 以及人的感官差异等因素。

根据误差的性质, 测量误差一般分为系统误差, 偶然误差和疏忽误差三类。

(1) **系统误差**。造成系统误差的原因一般有两个, 一是由于测量标准度量器或仪表本身有误差, 如分度不准、仪表的零位偏移等造成的系统误差; 二是由于测量方法不完善, 测量仪表安装或装配不当, 外界环境变化以及测量人员操作技能和经验不足等造成的系统误差, 如近似公式或接触电阻的影响所造成的误差。

(2) **偶然误差**。偶然误差是一种大小和符号都不固定的误差。这种误差主要是由外界环境的偶发性变化引起的。在重复进行同一个量的测量过程中其结果往往不完全相同。

(3) **疏忽误差**。这是一种严重歪曲测量结果的误差。它是因测量者在测量时的粗心造成的, 如读数错误、记录错误等原因。

3. 减小测量误差的方法

(1) 对测量仪器、仪表进行校正, 在测量中引用修正值, 采用特殊方法测量, 这些手段

均能减小系统误差。

(2) 对同一被测量, 重复多次测量, 取其平均值作为被测量的值, 可减小偶然误差。

(3) 经严肃认真的态度进行实验, 细心记录实验数据, 并及时分析实验结果的合理性, 是可以摒弃疏忽误差的。

(二) 测量数据的处理

在测量和数字计算中, 该用几位数字来代表测量或计算结果是很重要的, 它涉及有效数字和计算规则问题。

1. 有效数字的概念

在记录测量数值时, 该用几位数字来表示呢? 下面通过一个具体例子说明。设一个 0~100V 的电压表在两种测量情况下指示结果为: 第一次指针指在 76~77 之间, 可记作 76.5V, 其中数字“76”是可靠的, 称为可靠数字, 最后一位数“5”是估计出来的不可靠数字(欠准数字), 两者全称为有效数字。通常只允许保留一位不可靠数字。对于 76.5 这个数字来说, 有效数字是三位。第二次指针指在 50V 的地方, 应记为 50.0V, 这也是三位有效数字。数字“0”在数中可能不是有效数字, 例如 76.5V 还可以写成 0.0765kV, 这时前面的两个(0)仅与所用单位有关, 不是有效数字, 该数的有效数字仍为三位。对于读数末位的(0)不能任意增减, 它是由测量设备的准确度来决定的。

2. 有效数字的运算规则

处理数字时, 常常要运算一些精度不相等的数值。按照一定运算规则计算, 既可以提高计算速度, 也不会因数字过少而影响计算结果的精度。常用的运算规则如下:

(1) 加减运算时, 计算结果所保留小数点后的位数, 一般取与各数中小数点后面位数最少的相同。例如 13.6、0.056、1.666 相加, 小数点后最少位数是一位(13.6), 所以应将其余两个数修正到小数点后一位, 然后相加, 即

$$13.6+0.1+1.7=15.4$$

其结果应为 15.4。

为了减小误差, 也可以在修正时多保留一位小数中, 即

$$13.6+0.06+1.67=15.3$$

(2) 乘除运算时, 各因子及计算结果所保留的位数一般与小数位置无关, 应以有效数字位数最少项为准, 例如 0.12、1.057 和 23.41 相乘, 有效数字位数最少的是两位(0.12), 则

$$0.12 \times 1.06 \times 23.41 = 2.98$$

第一篇 电工与电机实验

实验一 基尔霍夫定律与叠加原理的验证

一、实验目的

- (1) 学会用电流插头、插座测量各支路电流的方法。
- (2) 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、实验原理

(1) 基尔霍夫电流定律 (KCL): 在集总电路中, 任何时刻, 对任一节点, 所有流出 (或流入) 节点的支路电流的代数和恒等于零。即

$$\sum I = 0$$

同时规定流出节点的电流为正, 则流入节点的电流为负。

(2) 基尔霍夫电压定律 (KVL): 在集总电路中, 任何时刻, 对任一回路, 所有支路电压的代数和恒等于零。即

$$\sum U = 0$$

上式取和时, 需要指定一个回路的绕行方向, 凡支路电压的参考方向与回路的绕行方向相同者, 该电压前面取 “+” 号; 支路电压的参考方向与回路的绕行方向相反者, 前面取 “-” 号。

三、实验仪器与设备

实验所需设备如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 实验仪器与设备

序号	名称	型号与规格	数量
1	直流可调稳压电源 1	0~30V	1
2	直流可调稳压电源 2	0~30V	1
3	直流电压表	0~200V	1
4	直流毫安表	0~200mV	1
5	验证基尔霍夫定律与叠加原理的实验线路板		1

四、实验注意事项

- (1) 所有需要测量的电压值, 均以直流电压表测量的读数为准, 不以电源表盘指示值为准。
- (2) 实验预习时, 要对电路进行理论计算, 测量电压、电流时, 根据计算值合理选择挡

位。不清楚测量值的范围时，可以先用高挡位，再选用合适的低挡位。

(3) 用指针式电流表或电压表进行测量时，若指针反偏，此时必须调换极性，重新测量，此时指针应正偏，就可以读值了，注意记录正负号。

(4) 如果假设电流参考方向如图 1-1-1 (a) 所示，那么，电流表指示正值时，电流记录为正。我们知道 $U_{AB}=U_A-U_B$ ，如果电压表接线如图 1-1-1 (b) 所示，那么，电压表指示为正值时， U_{AB} 记录为正。



图 1-1-1 电流、电压表读数示例

(5) 在实验台上用电流插头测量各支路电流时，要弄明白电流插头插入电流插座后，插头的两根线分别接到了电流插座的哪一端。应该注意仪表的极性及数据表格中“+”、“-”号的记录。电流插头的使用如图 1-1-2 所示。

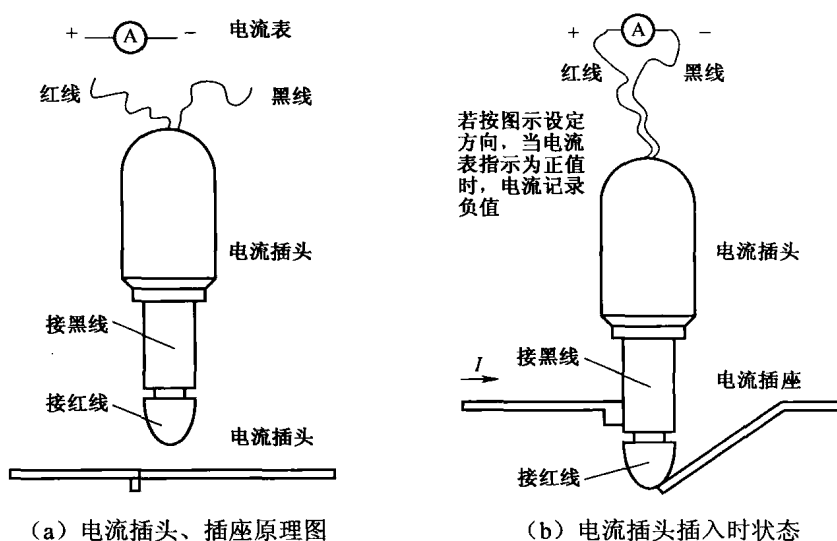


图 1-1-2 实验台电流插头测量各支路电流示例

(6) 在实验线路图 1-1-3 所示中，切换开关 S_1 、 S_2 ，切到 1 位置时，接通电源，切到 2 位置时，线路短路；切换开关 S_3 ，切到 1 位置时， 330Ω 电阻接入电路，切到 2 位置时，二极管 VD 接入电路。

(7) 防止稳压电源两个输出端碰线短路。电源 E_1 或 E_2 不作用时，将切换开关 S_1 、 S_2 切到 2 位置，严禁用导线直接短接，这样会电压短路，烧坏电压源。

五、实验内容与方法

实验线路如图 1-1-3 所示。

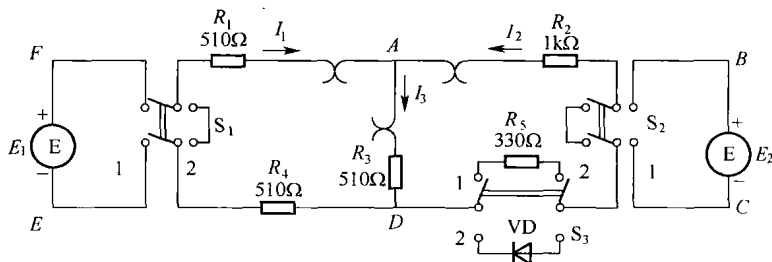


图 1-1-3 实验线路图

方法步骤如下:

- (1) 实验前先任意设定三条支路的电流参考方向,如图 1-1-3 中的 I_1 、 I_2 、 I_3 。
- (2) 电源 E_1 、 E_2 分别并直流电压表,并调整电压分别为 6V、12V。
- (3) 分别将两路直流电压源接入电路。将切换开关 S_1 、 S_2 、 S_3 都切到位置 1。
- (4) 熟悉电流插头和电流插座的结构,将电流插头接至毫安表的“+”、“-”两端,并根据设定的电流参考方向,确定所读数据的正负值。将电流插头分别插入三条支路的三个电流插座中,读出并记录电流值,填入表 1-1-2 中。

表 1-1-2 验证基尔霍夫电流定律 (单位 mA)

测量项目	I_1	I_2	I_3	节点 A 电流 ΣI_A
计算值				
测量值				
相对误差				

- (5) 用直流电压表分别测量回路中的电源及电阻元件上的电压值,要理解电压表正、负指示的含义,实际电路中两个节点上电压的高低,记录数据注意正负值,记录于表 1-1-3 中。

表 1-1-3 验证基尔霍夫电压定律 (单位 V)

测量项目	U_{FE}	U_{FA}	U_{AD}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	FADEF 回路 ΣU	ABCD 回路 ΣU	FBCEF 回路 ΣU
计算值										
测量值										
相对误差										

- (6) 对电路中的节点 A,验证基尔霍夫电流定律 (KCL),并计算产生的误差。分别对表 1-1-3 中的三个电压回路验证基尔霍夫电压定律 (KVL),并计算产生的误差,填入表中。

六、预习思考题

- (1) 根据图 1-1-3 的实验电路参数,计算出待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值,记入表中,以便实验测量时,可正确地选定毫安表和电压表的量程、并计算相对误差。
- (2) 实验中,若用指针式万用表直流毫安挡测量各支路电流,什么情况下可能出现毫安

表指针反偏？应如何处理？在记录数据时应注意什么？若用直流数字毫安表进行测量时，会有什么显示呢？

七、实验报告要求

- (1) 根据实验数据，选定实验电路中的一个节点 A ，验证 KCL 的正确性。
- (2) 根据实验数据，选定实验电路中的任一个闭合回路，验证 KVL 的正确性。
- (3) 误差原因分析。
- (4) 根据实验数据表格，进行分析、比较，归纳，总结实验结论。
- (5) 写出心得体会。

实验二 叠加原理的验证

一、实验目的

- (1) 验证叠加原理的正确性，加深对叠加定理的理解。
- (2) 线性电路齐次性的验证。

二、实验原理

(1) 叠加原理是在由多个独立电源共同作用下的线性电路中，通过每一个元件的电流或其两端的电压，可以看成是由每一个独立电源单独作用时，在该元件上所产生的电流或电压的代数和。

(2) 线性电路的齐次性是指当激励信号（某独立电源的值）增加或减小 K 倍时，电路的响应（即在电路中各电阻元件上所建立的电流和电压值）也将增加或减小 K 倍。

三、实验仪器与设备

实验所需设备如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 实验仪器与设备

序号	名称	型号与规格	数量
1	直流可调稳压电源 1	0~30V	1
2	直流可调稳压电源 2	0~30V	1
3	直流电压表	0~200V	1
4	直流毫安表	0~200mV	1
5	验证叠加原理的实验线路板		1

四、实验注意事项

- (1) 所有需要测量的电压值，均以电压表测量的读数为准，不以电源表盘指示值为准。
- (2) 实验预习时，要对电路进行理论计算，测量电压、电流时，根据计算值合理选择挡位。不知道要测量值的范围时，可以先用高挡位，再选用合适的低挡位。
- (3) 用指针式电流表或电压表进行测量时，若指针反偏，此时必须调换极性，重新测量，此时指针正偏，就可以读值了，注意记录正负号。
- (4) 电压表和电流表的读数方法和记录值参见实验一。
- (5) 在实验线路图 1-2-1 所示中，切换开关 S_1 、 S_2 ，切到 1 位置时，接通电源，切到 2 位置时，线路短路；切换开关 S_3 ，切到 1 位置时， 330Ω 电阻接入电路，切到 2 位置时，二极管 VD 接入电路。
- (6) 防止稳压电源两个输出端碰线短路。电源 E_1 或 E_2 不作用时，将切换开关 S_1 、 S_2 切

到 2 位置，不能切到 1 位置将电压调为零，也不能用导线直接短接。

五、实验内容与方法

实验线路如图 1-2-1 所示。

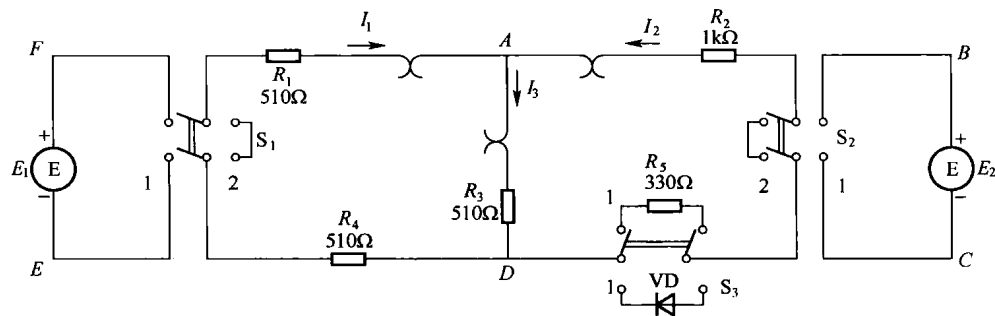


图 1-2-1 实验线路图

(1) 在电源 E_1 、 E_2 两端分别并联直流数字电压表，并调整电压为 12V、6V，然后，将两路直流电压源接入电路。

(2) 令 E_1 电源单独作用：将切换开关 S_1 、 S_3 切到 1 位置，切换开关 S_2 切到 2 位置，用直流毫安表和直流电压表分别测量各支路电流及各电源、电阻元件两端的电压，数据记入表 1-2-2 中。

表 1-2-2 叠加定理的验证

测量项目 实验内容	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{FE} (V)	U_{BC} (V)	U_{FA} (V)	U_{AB} (V)	U_{AD} (V)	U_{DE} (V)	U_{CD} (V)
E_1 单独作用 (理论值)										
E_1 单独作用 (测量值)										
E_2 单独作用 (理论值)										
E_2 单独作用 (测量值)										
E_1 、 E_2 共同作用 (理论值)										
E_1 、 E_2 共同作用 (测量值)										
验证叠加定理										
$2E_2$ 单独作用 (理论值)										
$2E_2$ 单独作用 (测量值)										
验证线路齐次性										

(3) 令 E_2 电源单独作用：将切换开关 S_2 、 S_3 切到 1 位置，切换开关 S_1 切到 2 位置，重复 (2) 中的测量并记录数据于表 1-2-2 中。

(4) 令 E_1 和 E_2 电源共同作用：切换开关 S_1 、 S_2 、 S_3 都切到 1 位置，重复上述的测量并