



教育部高职高专规划教材

机电控制基础 实训教程

● 周四六 主编

39
93-2

化学工业出版社
教材出版中心

Chemical Industry Press

教育部高职高专规划教材

机电控制基础实训教程

周四六 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

机电控制基础实训教程/周四六主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 5

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-7126-4

I. 机… II. 周… III. 机电一体化-控制系统-高等学校: 技术学院-教材 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 050795 号

教育部高职高专规划教材

机电控制基础实训教程

周四六 主编

责任编辑: 于 卉 张建茹

文字编辑: 云 雷

责任校对: 郑 捷

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社
出版发行

教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 8 字数 178 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7126-4

定 价: 14.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

机电控制基础是为适应教改需要开设的一门涉及面广、整合力度大、教学时段较长的课程,该课程作为工科类各专业的一门技术基础课,具有很强的实践性。为了配合教学,笔者在总结了多年从事机电控制有关课程理论及实践教学经验的基础上,编写了本书。

(1) 本书内容及编排方法 本书是与《机电控制基础》配套使用的实训教程。全书分电工基础、常规电器控制、电子技术及其他机电控制技术共四章。整体编排上,充分注重了内容的渐进性。实训内容针对性地保留了原教学体系中较为成熟的实验项目,以便使学生加深对有关理论知识的理解。从实用的角度出发,本书以较多的篇幅介绍了相关技能训练的内容,并在教材原有内容的基础上有所拓展。根据需要,各章后安排有实训器材的简要介绍。

(2) 使用说明 为方便读者使用,实训教程将实训指导与实训报告有机融合,每个实训均安排有实训参数记录,问题分析等部分,学生不必另作实训报告。

实训内容按章节独立安排,可操作性强,组织教学时,时间上既可随堂分散进行,也可在教学计划所安排的机电控制基础实训周集中完成。实训教学总学时,建议不少于60学时(2个实训教学周),教师可根据各自的实际情况,灵活安排实训时间及内容。

本书由长江大学高职部周四六任主编。祁红、汪义军、张震波参编,其中祁红编写第一章,张震波编写第二章,汪义军编写第四章的第一节。张祖华老师为本书绘制了部分插图,其余内容由周四六编写。

本书由湖北大学刘少波副教授担任主审。

作为从验证性实验,到以能力培养为主要目的的实训教学,本书中的实训运行模式及实训内容安排对于我们是一种新的尝试,疏漏和不妥之处在所难免,恳请使用本书的读者批评指正。

编者

2005年3月

内 容 提 要

本书为教育部高职高专规划教材，是与《机电控制基础》配套使用的实训教程。全书分电工基础、常规电器控制、电子技术及其他机电控制技术共四章。其中第一章及第二章是较为典型的实践教学内容。第三章在电子技术基础实践教学内容之后，重点安排了包括多种单元电子线路的声控开关电路实训。第四章以 CPM1A 型可编程控制器及 XS-ZY-125A 型塑料注射成型机为主要线索，讨论了几种典型机电控制系统应用实例。

本书为高职高专高分子材料类相关专业的教材，也可作为其他非电类专业的教学用书，并可供相关工程技术人员参考。

目 录

第一章 电工基础实训	1
第一节 万用表的使用和直流电压、电流的测定	1
第二节 用伏安法测电阻	4
第三节 叠加原理的验证	5
第四节 基尔霍夫定律的验证	7
第五节 万用表及直流稳压电源的原理及使用	11
第二章 继电器-接触器控制回路实训	19
第一节 三相异步电动机的点动及长动控制线路	19
第二节 三相异步电动机的正反转控制线路	20
第三节 三相异步电动机的能耗制动控制线路	22
第四节 三相异步电动机的顺序启动控制线路	23
第五节 三相异步电动机的Y- Δ 启动控制线路	25
第三章 电子技术基础实训	28
第一节 基本放大电路实训	28
第二节 负反馈放大器实训	32
第三节 集成运算放大器的线性应用	35
第四节 直流稳压电源的研究	40
第五节 CC4011 四 2 输入与非门电路实训	44
第六节 集成定时器 CC7555 及电路实训	48
第七节 声控开关原理分析及装配实训	54
第八节 常用电子设备的原理及使用	65
第四章 其他机电控制技术实训	73
第一节 交通灯 PLC 控制系统的编程及接线实训	73
第二节 常用液压元件拆装实训	88
第三节 XS-ZY-125A 型塑料注射成型机原理分析与维修实训	95
附录	110
附录 1 电气原理图中常用电气符号	110
附录 2 半导体器件型号命名方法	112
附录 3 集成电路型号命名方法	112
附录 4 液压图形符号 (摘自 GB/T 786.1—1993)	114
附录 5 OMRON 公司 CPM1A 可编程控制器标准型号及技术特性	117
参考文献	120

电工基础实训

本章第1~4节收编了电工基础理论中几个较为经典的实验项目,该实训内容的主要作用是对学生进行电工基本技能的训练,培养学生运用所学电工基础理论知识分析、解决实际问题的能力,为今后的生产实践打下必要的基础。

实训内容中所涉及的万用电表及稳压电源,本章第五节作了较为详细的讲解。以上内容,教师可根据需要先行介绍。此外,为提高实训教学的效率,便于实训教学的组织管理,实训内容均采用本章第一节所介绍的电工基础实训电路板。

第一节 万用表的使用和直流电压、电流的测定

一、实训目的

- (1) 练习使用万用表的直流电流挡、直流电压挡测量直流电流和直流电压。
- (2) 学习电阻串联、并联及混联电路的连接,掌握分压、分流关系。
- (3) 学会使用直流稳压电源。

二、实训器材及其使用

(一) 实训器材 (见表 1-1)

表 1-1 实训器材

名 称	规 格	数 量	备 注
万用表	任意型号	1 块	本实训使用电工基础实训电路板如下元件: $R_9 = 100\Omega$ $R_{10} = 50\Omega$ $R_{11} = 100\Omega$ 开关:S
直流稳压电源	单路 1A	1 台	
电工基础实训电路板	见注解	1 块	
导线		若干	

注:电工基础实训电路板,由印刷线路板、电阻、拨动开关、电位器及各种接线柱等元器件构成。线路板尺寸为 $200\text{mm} \times 300\text{mm}$,元器件安装面采用白底黑字制作工艺,清晰直观,供本章第1~4节实训内容使用。其结构布局如图 1-1 所示。实训电路原理图中元器件编号,均与电工基础实训电路板中所用编号相符,以下章节中不再特别说明。

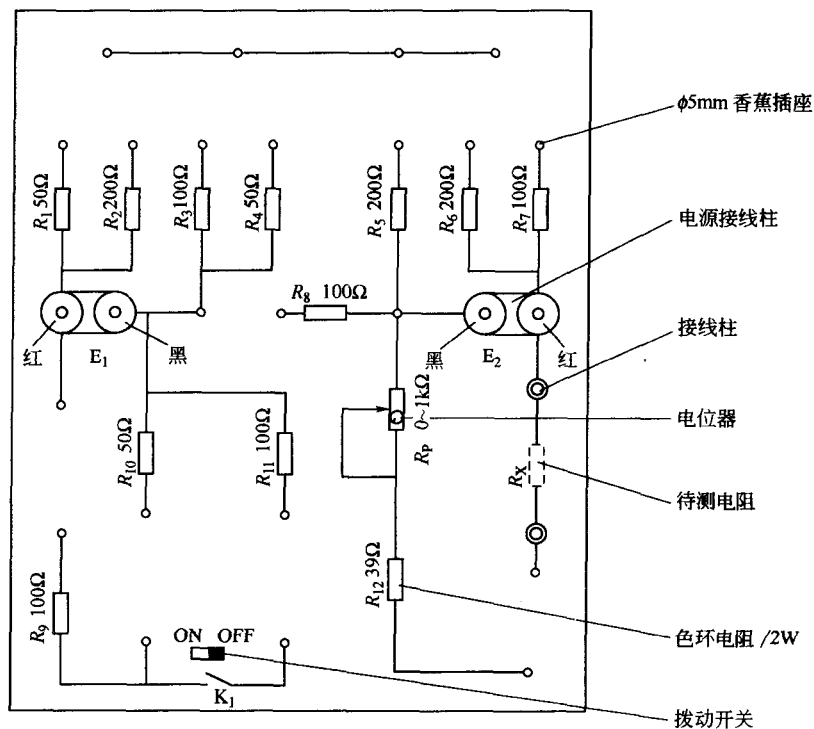


图 1-1 电工基础实训电路板（元器件面）

（二）万用表、直流稳压电源的使用（详见本章第五节）

（1）认识指针式万用表及数字式万用表。

（2）指针式万用表的使用和读数。

① 直流电流的测量和读数。

② 直流电压的测量和读数。

（3）直流稳压电源的使用及调整。

三、实训原理及步骤

1. 读电路原理图

对照电工基础实训电路板读懂电路原理图 1-2。

2. 连接实训电路

按实训要求，对照原理图 1-2 连接实训电路，将电工基础实训电路板中 3 处断点用香蕉插头线接好，再次检查电路连接是否正确。

注意：在连接过程中，应将直流稳压电源输出“+”极与实训电路板“+”极断开，并将直流稳压电源调整在 6V 状态，请指导教师检查，确认无误后，方可接通电源。

3. 测量实训电路的直流电压

（1）用万用表 10V 直流电压挡，测稳压电源直流输出电压 U ，比较稳压电源电压指示值和万用表测量值，并记录。

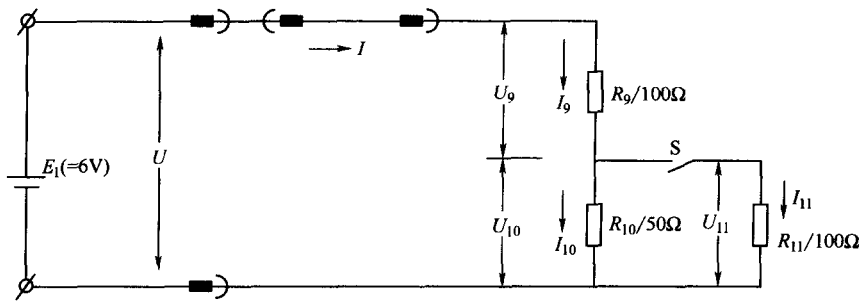


图 1-2 直流电压与电流的测量

(2) 置 S 为断开状态，将稳压电源输出端与实训电路板 E_1 接通。用万用表分别测量电阻 R_9 、 R_{10} 、 R_{11} 上的电压 U_9 、 U_{10} 、 U_{11} ，并记录在实训报告中。

(3) 接通 S，再测 U_9 、 U_{10} 、 U_{11} ，并记录。

4. 测量实训电路的直流电流

(1) 断开开关 S，用 100mA 直流电流表或万用表直流电流挡，分别替换与 R_9 及 R_{10} 串联的插头线，测出流过 R_9 、 R_{10} 的电流 I_9 、 I_{10} ，并记录。

(2) 合上开关 S，用上述方法测出流过 R_9 、 R_{10} 及 R_{11} 的电流 I_9 、 I_{10} 、 I_{11} ，并记录。

5. 实训数据记录

给定电源电压（稳压电源指示值）： $U' = \underline{\hspace{2cm}}$ (V)

实测电源电压（万用表测量值）： $U = \underline{\hspace{2cm}}$ (V)

直流电压及直流电流测量结果见表 1-2。

表 1-2 直流电压及直流电流测量结果

开关 S	直流电压测量值/V				直流电流测量值/mA			
	U	U_9	U_{10}	U_{11}	I	I_9	I_{10}	I_{11}
断开								
闭合								

四、分析与思考

(1) 并联电路中，电流的分配与电阻有什么关系？并请你总结出并联电路的几个特点。

(2) 串联电路中, 电压的分配与电阻有什么关系? 并请你总结出串联电路的几个特点。

第二节 用伏安法测电阻

一、实训目的

- (1) 练习使用万用表欧姆挡测电阻。
- (2) 学习电流表和电压表的使用 (可使用万用表电流及电压挡)。
- (3) 学习可变电阻在电路中的作用。
- (4) 掌握用伏安法测电阻的方法。

二、实训器材

实训器材见表 1-3。

表 1-3 实训器材

名 称	规格与型号	数量	备 注
万用表	任意型号	1 块	本实训使用电工基础实训电路板如下元件: 限流电阻 $R_{12} = 39\Omega$ 可变电阻 $R_P = 0 \sim 1k\Omega$ 被测电阻 $R_X = 300\Omega$
直流电流表	$0 \sim 100mA$ (或万用表电流挡)	1 块	
直流电压表	$0 \sim 10V$ (或万用表电压挡)	1 块	
直流稳压电源	单路 1A	1 台	
电工基础实训电路板		1 块	
导线		若干	

三、实训原理

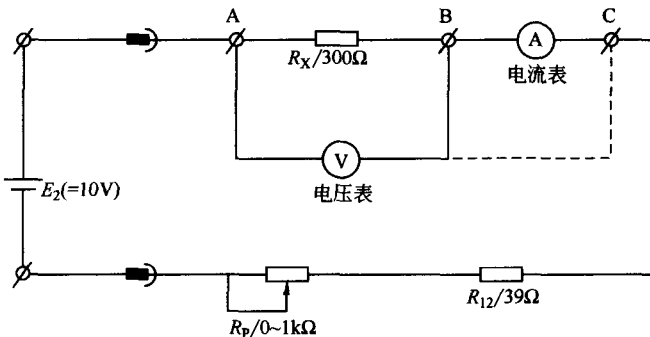


图 1-3 伏安法测量电阻

图 1-3 所示为用伏安法测量电阻的电路原理，即用电压表测出待测量电阻两端的电压 U ，用电流表测出通过该电阻的电流 I ，然后根据欧姆定律 $R_x=U/I$ ，求出待测电阻 R_x 的阻值。

四、实训步骤

1. 用万用表测 R_x 的阻值

正确选择万用表欧姆挡量程，测出 R_x 阻值。

2. 调整稳压电源

将稳压电源调整在 10V。

3. 电流表外接法测电阻

按原理图 1-3 将 R_x 接于 A、B 两点处，并将其余线路按图示要求连接，接通稳压电源与实训电路板 E_2 的连线，调整 R_P 的阻值，使电压表读数为 3V，将电压值、电流值及计算值填于表 1-4 中。

4. 电流表内接法测电阻

将电压表接于 A、C（如图 1-3 中虚线所示）两点处，重复步骤 3。

5. 实训数据记录

测量数据记录及计算结果见表 1-4。

表 1-4 测量数据记录及计算结果

测量方法	结果
标称值	$R_x = \underline{\hspace{2cm}}$
万用表欧姆挡测量结果	$R_x = \underline{\hspace{2cm}}$
电流表外接法测量结果 $U = \underline{\hspace{2cm}}, I = \underline{\hspace{2cm}}$	$R_x = U/I = \underline{\hspace{2cm}}$
电流表内接法测量结果 $U = \underline{\hspace{2cm}}, I = \underline{\hspace{2cm}}$	$R_x = U/I = \underline{\hspace{2cm}}$

五、分析与思考

对表中四种 R_x 的阻值进行分析，并判断是否有误差，误差是怎样产生的，应怎样尽量减小误差。

第三节 叠加原理的验证

一、实训目的

(1) 理解叠加原理。

- (2) 了解叠加原理的适用范围。
- (3) 理解电流、电压参考方向与实际方向的关系。

二、实训原理

叠加原理是指：在多个电动势共同作用的线性电路中，任一支路的电流等于各电动势单独作用时在该支路所产生的电流的代数和。

实训电路原理如图 1-4 所示，它是两个电动势 E_1 、 E_2 共同作用的线性电路， R_3 所在支路的电流 I_3 应等于电动势 E_1 单独作用时在该支路所产生的电流 I_{31} 与电动势 E_2 单独作用时在该支路所产生的电流 I_{32} 的代数和； R_8 所在支路的电流 I_8 应等于电动势 E_1 单独作用时在该支路所产生的电流 I_{81} 与电动势 E_2 单独作用时在该支路所产生的电流 I_{82} 的代数和。

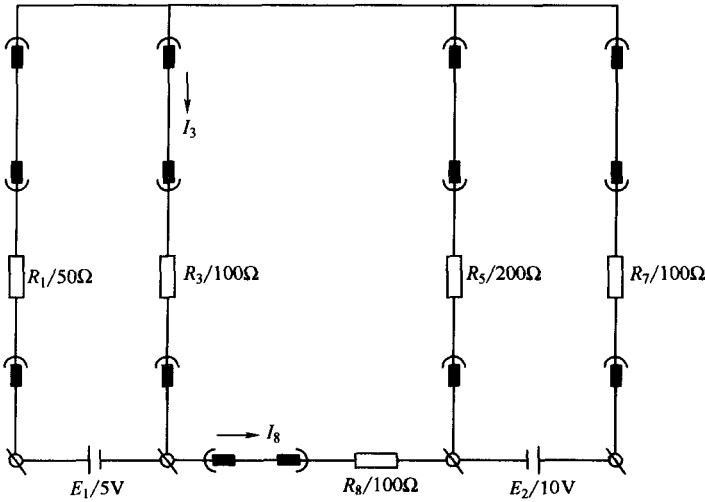


图 1-4 叠加原理的接线

三、实训器材

实训器材见表 1-5。

表 1-5 实训器材

名 称	型 号	数 量	备 注
万用表	任意型号	1 块	本实验使用电工基础实训电路板如下元件： $R_1=50\Omega$ $R_3=100\Omega$ $R_5=200\Omega$ $R_7=100\Omega$ $R_8=100\Omega$
直流电流表	100mA	2 块	
直流电压表	10V	2 块	
直流稳压电源	单路 1A(或双路 1A/1 台)	2 台	
电工基础实训电路板		1 块	
导线		若干	

四、实训步骤

- 1. 连接实训电路

(1) 将两块电压表分别与两台直流稳压电源输出端并接, 打开电源开关, 调整稳压电源, 使 $E_1=5\text{V}$ 、 $E_2=10\text{V}$ 。

(2) 按图 1-4 所示连接电工基础实训电路板中有关线路。

2. 电流的测量

按下列步骤测量流过 R_3 和 R_8 的电流 I_3 和 I_8 , 并记录在表 1-6 中。

(1) 将 2 台稳压电源与实训电路板中 $E_1(5\text{V})$ 及 $E_2(10\text{V})$ 端子相连, 依次断开 I_3 与 I_8 处连线, 串入电流表, 测量流过 R_3 和 R_8 的电流, 观察读数并记录 I_3 、 I_8 。

(2) 拆掉 E_2 , 且将实训电路板中 E_2 相对应的 2 个接线柱短接, 接通 E_1 , 观察电流表变化, 测量并记录只有 E_1 时, 流过 R_3 和 R_8 的电流 I_{31} 、 I_{81} 。

(3) 同步骤 (2), 拆掉 E_1 , 只使用 E_2 , 观察电流表变化情况, 测量并记录只有 E_2 时, 流过 R_3 和 R_8 的电流 I_{32} 、 I_{82} 。

表 1-6 测量电流数据记录

只有 $E_1(5\text{V})$ 时	只有 $E_2(10\text{V})$ 时	E_1 、 E_2 同时作用时	
		测 量 值	计 算 值
$I_{31} =$	$I_{32} =$	$I_3 =$	$I_3 = I_{31} + I_{32} =$
$I_{81} =$	$I_{82} =$	$I_8 =$	$I_8 = I_{81} + I_{82} =$

五、分析与思考

(1) I_3 是否等于 I_{31} 与 I_{32} 的代数和? 如果不精确相等, 是什么原因造成的?

(2) 如果不允许断开 R_3 和 R_8 通路中的连线, 如何测 I_3 及 I_8 ?

第四节 基尔霍夫定律的验证

一、实训目的

(1) 学习验证基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律的方法。

(2) 加深对复杂电路中的电流、电压、电动势方向的理解。

二、实训原理

基尔霍夫定律实训电路原理如图 1-5 所示。

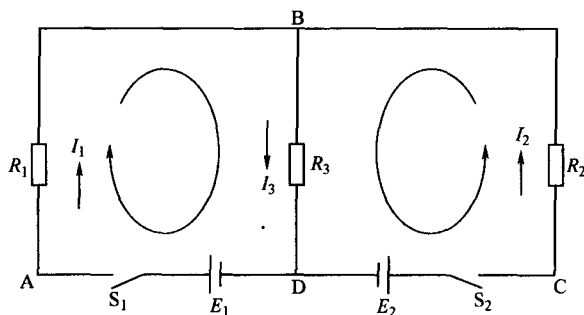


图 1-5 基尔霍夫定律实训电路原理

通过某一节点的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 ，若它们的关系符合 $\sum I = 0$ ($\sum I_{\text{出}} = \sum I_{\text{入}}$)，则可验证基尔霍夫电流定律 (KCL)：“对电路任一节点，在任一时刻，流出该节点电流的总和等于流入该节点电流的总和。”

任一闭合回路各部分的电压，若符合 $\sum U = 0$ ($\sum IR = \sum E$)，则可验证基尔霍夫电压定律 (KVL)：“在任一时刻，沿任一闭合回路绕行一周，各电阻上电压降的代数和等于电动势的代数和。”

三、实训器材

实训器材见表 1-7。

表 1-7 实训器材

器 材 名 称	规格与型号	数 量	备 注
电工基础实训电路板		1 块	使用实训电路板下列电阻 $R_1 = 50\Omega$; $R_3 = 200\Omega$; $R_7 = 100\Omega$; $R_2 = 200\Omega$; $R_4 = 50\Omega$
直流稳压电源	单路输出 1A	2 台	或用一台双路稳压电源
直流电流表	0~200mA	3 块	可用万用表电流挡分别测量三个不同点
万用表	任意型号	1 块	
导线		若干	

四、实训步骤

(一) 基尔霍夫电流定律的验证

1. 调整稳压电源

将 2 块电压表分别与 2 台稳压电源输出端并接，打开电源开关，调整稳压电源，使 $E_1 = E_2 = 12\text{V}$ ，断电后备用，并将电压值填入表 1-8 中。

2. 测量电阻值

如图 1-6 所示, 在 I_1 、 I_5 、 I_7 处连线断开的前提下, 测量实训电路板中 R_1 、 R_5 、 R_7 的阻值, 并记录在表 1-8 中。

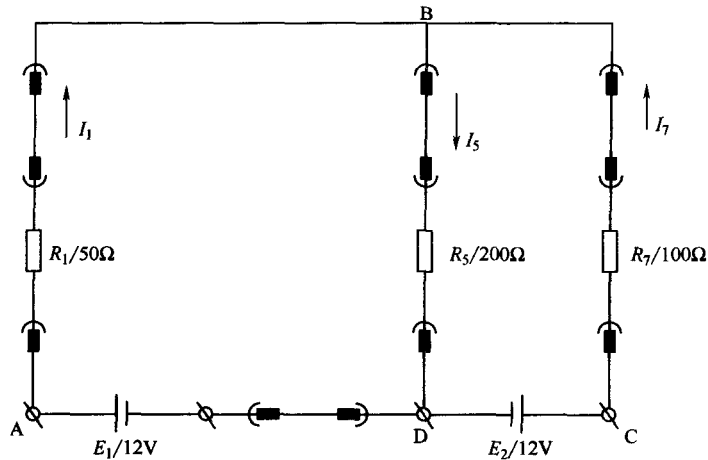


图 1-6 基尔霍夫电流定律的验证

3. 测量电流

按图 1-6 所示连接电路, 接通 2 台稳压电源与实训电路板连线, 同时用三块电流表串入 I_1 、 I_5 、 I_7 处, 打开电源开关, 测量 I_1 、 I_5 、 I_7 的值, 并记录在表 1-8 中 (也可用一块电流表逐个替代 I_1 、 I_5 、 I_7 处的连接导线进行测量)。

表 1-8 测量电流数据记录

参数	E_1/V	E_2/V	R_1/Ω	R_5/Ω	R_7/Ω	I_1/mA	I_5/mA	I_7/mA
测量值								

4. 分析计算

可取原理图中 B 点或 D 点按图示参考电流方向对基尔霍夫电流定律进行验证。

对节点 _____

从实训得: $\sum I_{\text{出}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

$\sum I_{\text{入}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

$\sum I = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

结论: _____

(二) 基尔霍夫电压定律的验证

1. 调整稳压电源

将 2 块电压表分别与 2 台稳压电源输出端并接, 打开电源开关, 调整稳压电源, 使 $E_1 = 12V$, $E_2 = 9V$, 断电后备用, 并将实测电压值填入表 1-9 中。

2. 测量电阻值

如图 1-7 所示, 在 I_2 、 I_4 、 I_7 处连线断开的前提下, 测量实训电路板中 R_2 、 R_4 、 R_7 的阻值, 并记录在表 1-9 中。

3. 电流及电压的测量

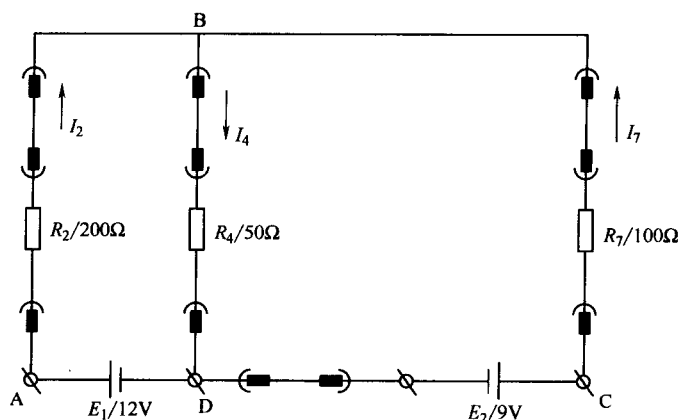


图 1-7 基尔霍夫电压定律的验证

按图 1-7 所示连接电路, 接通 2 台稳压电源与实训电路板连线, 同时用 3 块电流表串入 I_2 、 I_4 、 I_7 处, 打开电源开关, 接通电源, 同时用 3 块电流表串入 I_2 、 I_4 、 I_7 处, 测量并记录于表 1-9 中; 用 1 块电压表分别测量 R_2 、 R_4 、 R_7 两端电压 U_2 、 U_4 、 U_7 并记录于表 1-9 中。

表 1-9 测量数据记录

参 数	E_1	E_2	R_2	R_4	R_7	I_2	I_4	I_7	U_2	U_4	U_7
	/V		/Ω			/mA			/V		
测量值											

4. 分析计算

根据实测数据, 对下列闭合回路进行分析计算:

对闭合回路 ABDA

从实训得 $\sum E = \underline{\hspace{2cm}}$ $\sum IR = \underline{\hspace{2cm}}$ $\sum U = \underline{\hspace{2cm}}$

对闭合回路 CBDC

从实训得 $\sum E = \underline{\hspace{2cm}}$ $\sum IR = \underline{\hspace{2cm}}$ $\sum U = \underline{\hspace{2cm}}$

对闭合回路 ABCD A

从实训得 $\sum E = \underline{\hspace{2cm}}$ $\sum IR = \underline{\hspace{2cm}}$ $\sum U = \underline{\hspace{2cm}}$

五、分析与思考

请用基尔霍夫定律计算出上述两个实训电路中的 I_1 、 I_5 、 I_7 与 I_2 、 I_4 、 I_7 的值。将其与测量值作比较, 分析误差产生的原因。