

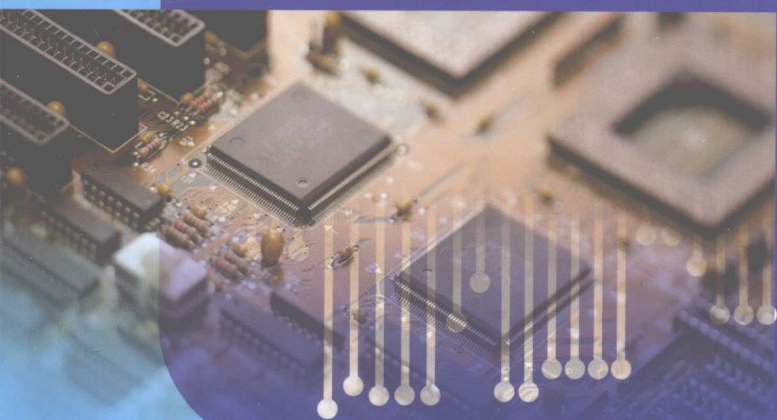
电路与电子技术 实验教程

DIANLU YU DIANZI JISHU

SHIYAN JIAOCHENG

主 编 邵 蓉 穆 克

副主编 钱培怡 刘玉山 杨冶杰



 中国人民大学出版社

电路与电子技术实验教程

主 编 邵 蓉 穆 克

副主编 钱培怡 刘玉山 杨冶杰

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电路与电子技术实验教程/邵蓉, 穆克主编

北京: 中国人民大学出版社, 2009

ISBN 978-7-300-10920-6

I. 电…

II. ①邵…②穆…

III. ①电路-实验-高等学校: 技术学校-教材②电子技术-实验-高等学校: 技术学校-教材

IV. TM13-33 TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 155237 号

电路与电子技术实验教程

主 编 邵 蓉 穆 克

副主编 钱培怡 刘玉山 杨冶杰

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511398 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com>(人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 三河汇鑫印务有限公司

规 格 185 mm×260 mm 16 开本

版 次 2009 年 9 月第 1 版

印 张 10.25

印 次 2009 年 9 月第 1 次印刷

字 数 214 000

定 价 18.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

前 言

本书是以教育部相关课程指导委员会的课程基本要求为依据，参考了其他高等院校的教学大纲、实践环节课程设置情况，以满足基本教学需要和有较宽适应面为出发点，并结合当前的实验设备条件编写而成的。

本教材对传统教材的体系结构和内容进行了调整，将电路、电工学、模拟电子技术和数字电子技术等多门专业基础课程的实验教学内容合编成一本书，这样有助于相关知识的互补，增强了教材的适应性。本书编写力求体现如下特点：

1. 着眼于对学生创新能力的培养。以学生已学的知识为基础，具有指导性和启发性，适于学生自学和应用。

2. 覆盖面宽。适用于电工（电路）、电子课程所有基础实践环节，结合不同专业内容，具有可选性。适合本科、专科及高职的电类、非电类相关专业的学生使用。

3. 与教改紧密结合。综合性、设计性实验和课程设计环节符合培养学生动手能力、工程实践能力和创新能力的教改目标。为培养高素质人才打下良好的基础，为实践教学配套改革和综合改革提供新的思路。

本书所列实验涵盖了电类专业和非电类专业所要求的实验，同一实验，对不同专业、不同对象，内容深浅应有侧重和取舍，由任课教师确定。为满足电路与电子技术独立设课和不独立设课的不同要求，本教材中每个实验都附有实验原理和参考电路，多数学生通过自学实验原理内容，即可自行完成实验。

参加本书编写工作的有邵蓉、杨冶杰、刘玉山（第一篇），穆克（第二篇），钱培怡（第三篇）。由于编者水平有限，本书错误、疏漏在所难免，恳请读者批评指正。

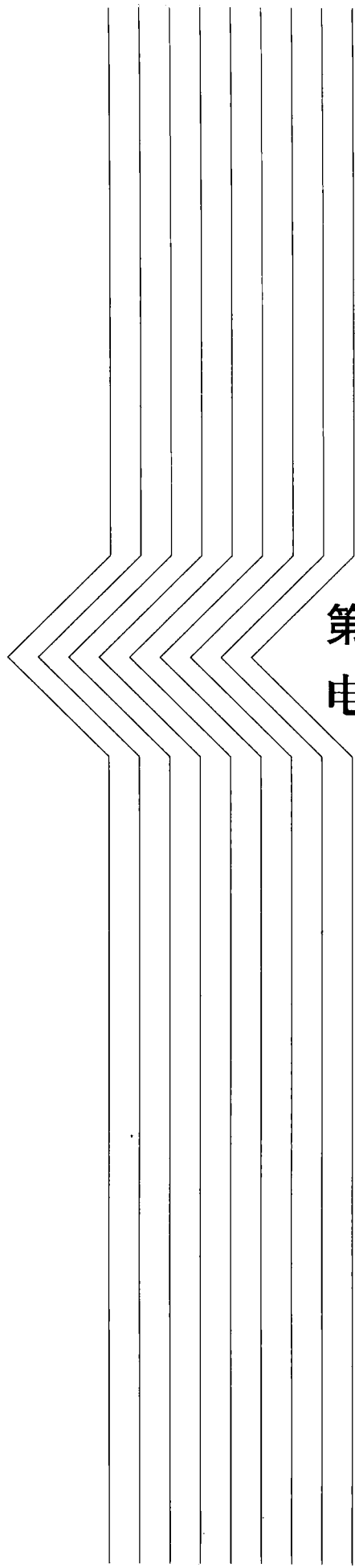
编者

2009年7月

目 录

第一篇 电路	1
实验一 电路元件伏安特性的测绘	3
实验二 电位、电压的测定及电路电位图的绘制	7
实验三 基尔霍夫定律和叠加原理的验证	10
实验四 电压源与电流源的等效变换	13
实验五 戴维南定理和诺顿定理的验证	17
实验六 受控源的实验研究	20
实验七 典型电信号的观察与测量	25
实验八 RC 一阶电路的响应测试	28
实验九 用三表法测量电路等效参数	32
实验十 正弦稳态交流电路相量的研究	36
实验十一 RLC 串联谐振电路的研究	40
实验十二 三相交流电路电压、电流的测量	44
实验十三 三相鼠笼式异步电动机正反转控制	48
第二篇 模拟电子技术	53
实验一 常用电子仪器的使用	55
实验二 晶体管共射极单管放大器	61
实验三 负反馈放大器	69
实验四 差动放大器	73
实验五 集成运算放大器的基本应用——模拟运算电路	77
实验六 RC 正弦波振荡器	82
实验七 低频功率放大器——集成功率放大器	86
实验八 直流稳压电源——集成稳压器	91
第三篇 数字电子技术	97
实验一 基本逻辑门逻辑功能测试及应用	99
实验二 组合逻辑电路设计	105
实验三 全加器、译码器及数码显示电路	109
实验四 数据选择器及其应用	115

实验五	触发器及其应用	120
实验六	集成移位寄存器及其应用	126
实验七	计数器及其应用	130
实验八	模拟电机运转规律控制电路	134
实验九	555 定时电路及其应用	138
附录	电子技术课程设计任务书	144
参考文献	155



第一篇 电 路

实验一 电路元件伏安特性的测绘

一、实验目的

1. 掌握识别常用电路元件的方法。
2. 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的测绘。
3. 掌握实验台上直流电工仪表和设备的使用方法。

二、实验原理

任何一个二端元件的特性可用该元件的端电压 U 与通过该元件的电流 I 之间的函数 $I=f(U)$ 来表示，即用 $I-U$ 平面上的一条曲线来表示，这条曲线称为该元件的伏安特性曲线。

1. 线性电阻器的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线，如图 1—1—1 中直线 a 所示，该直线的斜率等于该电阻器的电阻值。

2. 白炽灯在工作时灯丝处于高温状态，灯丝电阻随着温度的升高而增大，通过白炽灯的电流越大，则温度越高，阻值也越大。一般灯泡的“冷电阻”与“热电阻”的阻值可相差几倍至十几倍，所以它的伏安特性如图 1—1—1 中曲线 b 所示。

3. 半导体二极管是一个非线性电阻元件，伏安特性如图 1—1—1 中曲线 c 所示。正向压降很小（锗管为 $0.2\text{V}\sim 0.3\text{V}$ ，硅管为 $0.5\text{V}\sim 0.7\text{V}$ ），正向电流随正向电压的升高而急剧上升，而反向电压从零开始增加到几十伏时，其反向电流增加很小，可粗略地视为零。可见，二极管具有单向导电性，但反向电压加得过高，超过二极管的极限值，则会导致二极管击穿损坏。

4. 稳压二极管是一种特殊的半导体二极管，正向特性与普通二极管类似，但其反向特性较特别，如图 1—1—1 中 d 所示。在反向电压开始增加时，其反向电流几乎为零，但当电压增加到某一数值时（称为

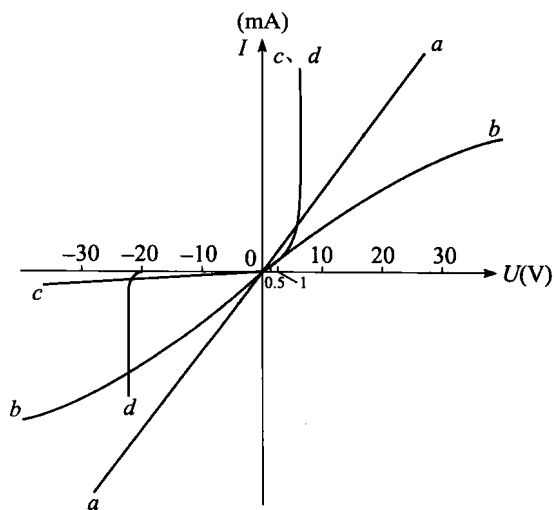


图 1—1—1 电路元件的伏安特性

二极管的稳压值,有各种不同稳压值的稳压管),电流将突然增加,此后它的端电压将基本维持恒定,当外加的反向电压继续升高时,端电压仅有少量增加。

注意: 流过二极管或稳压二极管的电流不能超过其极限值,否则二极管会被烧坏。

三、实验设备

本次实验所需设备如表 1—1—1 所示。

表 1—1—1

实验设备列表

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V	1	
2	万用表	FM-47 或其他	1	自备
3	直流数字毫安表	0~200mA	1	
4	直流数字电压表	0~200V	1	
5	二极管	1N4007	1	DGJ-05
6	稳压管	2CW51	1	DGJ-05
7	白炽灯	12V, 0.1A	1	DGJ-05
8	线性电阻器	200Ω, 1kΩ/8W	1	DGJ-05

四、实验内容

1. 测定线性电阻器的伏安特性。

按图 1—1—2 接线,调节稳压电源的输出电压 U ,从 0V 开始缓慢地增加到 10V,记下相应的电压表和电流表的读数 U_R 、 I ,填入表 1—1—2 中。

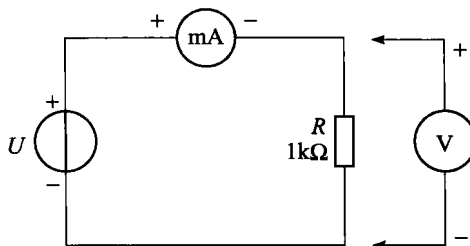


图 1—1—2 电阻伏安特性测试电路

表 1—1—2

U_R/I 数值表

U_R (V)	0	2	4	6	8	10
I (mA)						

2. 测定白炽灯泡的伏安特性。

将图 1—1—2 中的 R 换成一只 12V、0.1A 的灯泡,重复实验内容 1。 U_L 为灯泡的端电压,将 U_L 与 I 的数值填入表 1—1—3 中。

表 1—1—3

 U_L/I 数值表

U_L (V)	0.1	0.5	1	2	3	4	5
I (mA)							

3. 测定半导体二极管的伏安特性。

按图 1—1—3 接线, R 为限流电阻器。测二极管的正向特性时, 其正向电流不得超过 35mA, 二极管 D 的正向施压 U_{D^+} 可在 0~0.75V 之间取值, 可在 0.5~0.75V 之间多取几个测量点。测反向特性时, 只需将图 1—1—3 中的二极管 D 反接, 其反向施压 U_{D^-} 可达 30V。正向特性实验数据填入表 1—1—4 中。

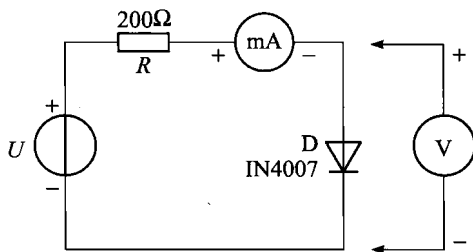


图 1—1—3 二极管伏安特性测试电路

表 1—1—4

正向特性实验数据

U_{D^+} (V)	0.10	0.30	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
I (mA)								

反向特性实验数据填入表 1—1—5 中。

表 1—1—5

反向特性实验数据

U_{D^-} (V)	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
I (mA)							

4. 测定稳压二极管的伏安特性。

正向特性实验。将图 1—1—3 中的二极管换成稳压二极管 2CW51, 重复实验内容 3 中的正向测量。 U_{Z^+} 为 2CW51 的正向施压, 将 U_{Z^+} 与 I 的数值填入表 1—1—6 中。

表 1—1—6

正向特性实验数据 U_{Z^+} 与 I 的关系

U_{Z^+} (V)	
I (mA)	

5. 实验时应注意以下几点:

(1) 测二极管正向特性时, 稳压电源输出应逐渐增加, 并时刻注意电流表读数不得超过 35mA。

(2) 进行不同实验时, 应先估算电压和电流值, 合理选择仪表的量程, 勿使仪表超量程测量, 仪表的极性亦不可接错。

五、实验报告

1. 根据实验数据，分别在方格纸上绘制出平滑的伏安特性曲线（其中，二极管和稳压管的正、反向特性要求画在同一张图中，正、反向电压可取不同的比例尺）。
2. 根据实验结果，总结、归纳被测元件的特性。
3. 做出必要的误差分析。

六、思考题

1. 线性电阻与非线性电阻的概念是什么？电阻器与二极管的伏安特性有何区别？
2. 设某器件伏安特性曲线的函数式为 $I=f(U)$ ，试问在逐点绘制曲线时，坐标变量应如何放置？
3. 稳压二极管与普通二极管有何区别？用途如何？

实验二 电位、电压的测定及 电路电位图的绘制

一、实验目的

1. 验证电路中电位的相对性、电压的绝对性。
2. 掌握电路电位图的绘制方法。

二、实验原理

在一个闭合电路中，各点电位的高低根据所选的电位参考点的不同而变化，但任意两点间的电位差（即电压）则是绝对的，它不因参考点的变动而改变。

电位图是一种平面坐标一、四象限内的折线图，纵坐标为电位值，横坐标为各被测点。要制作某一电路的电位图，先以一定的顺序对电路中各被测点编号。以图 1—2—1 的电路为例，在坐标横轴上按顺序、均匀间隔标上 A、B、C、D、E、F；再根据测得的各点电位值，在各点所在的垂直线上描点，用直线依次连接相邻两个电位点，即得该电路的电位图。在电位图中，任意两个被测点的纵坐标值之差即为两点之间的电压值。在电路中电位参考点可任意选定。对于不同的参考点，所绘出的电位图是不同的，但其各点电位变化的规律是一样的。

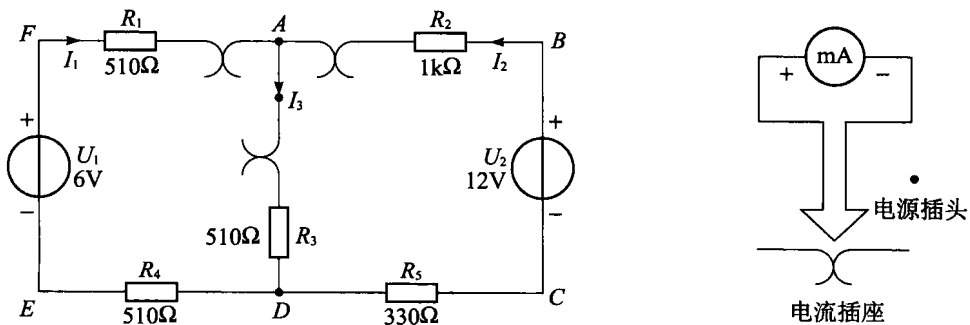


图 1—2—1 实验接线图

三、实验设备

本次实验设备如表 1—2—1 所示。

表 1—2—1 实验设备列表

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流可调稳压电源	0~30V	两路	
2	万用表		1	自备
3	直流数字电压表	0~200V	1	
4	电位、电压测定实验电路板		1	DGJ-03

四、实验内容

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—2—1 接线。

1. 分别将两路直流稳压电源接入电路，令 $U_1=6V$ 、 $U_2=12V$ （先调准输出电压值，再接入实验线路中）。

2. 以图 1—2—1 中的 A 点作为电位的参考点，分别测量 B、C、D、E、F 各点的电位值 ϕ 及相邻两点之间的电压值 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EF} 和 U_{FA} ，数据填入表 1—2—2 中。

3. 以 D 点作为参考点，重复实验内容 2 的测量，测得数据填入表 1—2—2 中。

表 1—2—2 实验数据列表

电位参考点	ϕ 与 U	ϕ_A	ϕ_B	ϕ_C	ϕ_D	ϕ_E	ϕ_F	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EF}	U_{FA}
A	计算值												
	测量值												
	相对误差												
D	计算值												
	测量值												
	相对误差												

4. 实验时应注意以下几点：

(1) 本实验线路板为多个实验通用，本次实验中不使用电流插头。DGJ-03 上的 K_3 应拨向 330Ω 侧，三个故障按键均不得按下。

(2) 测量电位时，用指针式万用表的直流电压挡或用数字直流电压表（简称数显表）测量时，用负表棒（黑色）接参考电位点，用正表棒（红色）接被测各点。若指针正向偏转或数显表显示正值，则表明该点电位为正（即高于参考点电位）；若指针反向偏转或数显表显示负值，此时应调换万用表的表棒，然后读出数值，此时在电位值之前应加负号（表明该点电位低于参考点电位）。数显表也可不调换表棒，直接读出负值。

五、实验报告

1. 根据实验数据，绘制两个电位图，并对照观察各对应点间的电压情况。两个电位图的参考点不同，但各点的相对顺序应一致，以便对照。
2. 完成数据表格中的计算，对误差做必要的分析。
3. 总结电位相对性和电压绝对性的结论。

六、思考题

若以 F 点为参考电位点，实验测得各点的电位值如何变化？现令 E 点作为参考电位点，试问此时各点的电位值应有何变化？

实验三 基尔霍夫定律和叠加原理的验证

一、实验目的

1. 验证基尔霍夫定律的正确性，加深对基尔霍夫定律的理解。
2. 学会用电流插头、插座测量各支路电流。
3. 验证线性电路叠加原理的正确性，加深对线性电路叠加性的认识和理解。

二、实验原理

基尔霍夫定律是电路的基本定律。测量某电路的各支路电流及每个元件两端的电压，应能分别满足基尔霍夫电流定律（KCL）和电压定律（KVL），即对电路中的任何一个节点而言，应有 $\sum_{k=1}^n I = 0$ ；对任何一个闭合回路而言，应有 $\sum_{k=1}^n U = 0$ 。

叠加原理指出：在有多个独立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源单独作用在该元件上所产生的电流或电压的代数和。

三、实验设备

本次实验设备如表 1—3—1 所示。

表 1—3—1

实验设备列表

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流稳压电源	0~30V 可调	两路	
2	直流数字电压表	0~200V	1	
3	直流数字毫安表	0~200mV	1	
4	叠加原理实验电路板		1	DGJ-03

四、实验内容

（一）验证基尔霍夫定律

1. 实验前先任意设定三条支路和三个闭合回路的电流正方向。图 1—3—1 中的 I_1 、

I_2 、 I_3 的方向已设定。三个闭合回路的电流正方向可设为 ADEFA、BADCB 和 FBCEF。

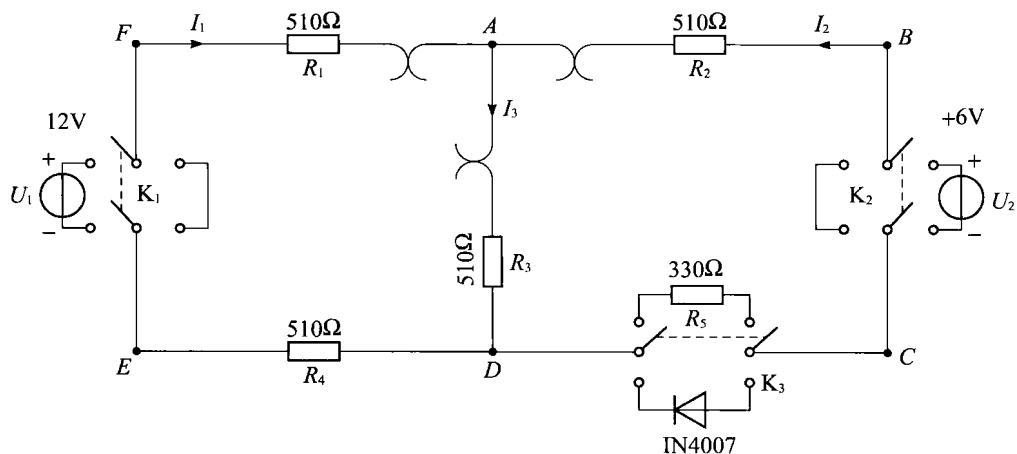


图 1—3—1 实验接线图

2. 分别将两路直流稳压源接入电路，令 $U_1 = 12V$ 、 $U_2 = 6V$ 。将实验测量数据填入表 1—3—2 中。

表 1—3—2 实验测量数据表 1

被测量	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_1 (V)	U_2 (V)	U_{FA} (V)	U_{AB} (V)	U_{AD} (V)	U_{CD} (V)	U_{DE} (V)
计算值										
测量值										
相对误差										

(二) 验证线性电路叠加原理

1. 将两路稳压源的输出分别调节为 12V 和 6V，接入 U_1 和 U_2 处。

2. 令 U_1 电源单独作用（将开关 K_1 拨向 U_1 侧，开关 K_2 拨向短路侧）。用直流数字电压表和毫安表（接电流插头）测量各支路电流及各电阻元件两端的电压，数据记入表 1—3—3 中。

表 1—3—3 实验测量数据表 2

测量项目 实验内容	U_1 (V)	U_2 (V)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{AB} (V)	U_{CD} (V)	U_{AD} (V)	U_{DE} (V)	U_{FA} (V)
U_1 单独作用										
U_2 单独作用										
U_1 、 U_2 共同作用										

3. 令 U_2 电源单独作用（将开关 K_1 拨向短路侧，开关 K_2 拨向 U_2 侧），重复实验步骤 2 的测量和记录，数据记入表 1—3—3 中。

4. 令 U_1 和 U_2 共同作用（开关 K_1 和 K_2 分别拨向 U_1 和 U_2 侧），重复上述的测量和记录，数据记入表 1—3—3 中。