

全国中等农业学校教材

电工学与电子学实验

陕西省农业机械化学校 主编

农业机械化专用

农业出版社

本书由陕西省农业机械化学校樊兴亚(主编)、李浩然、四川省农业机械化学校张德炳(副主编)、黑龙江省农业机械化学校吴纪元四位同志集体合编。由陕西省咸阳机器制造学校王瑞麟副教授主审。全书修改定稿由主编负责。

由于水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳切希望读者批评指正。

编 者

1989.5

前 言

本书是按照农业部教育司一九八七年制定的全国中等农业机械化学校非电专业教学大纲的要求组织编写的，供招收初中毕业生四年制非电专业学生使用。

本书系中等农机校教材“电工学与电子学”的配套教材。共编入二十三个实验，其中电工学实验十二个，电子学实验十一个。为了配合好实验，书后还编入一部分“附录”内容，主要介绍常用电工仪表和电子仪器的使用知识。书中所介绍的这些电子仪器，性能稳定，通用性好，各校可以选用。

编写的基本指导思想是：通过实验达到验证所学的基本理论，并培养学生的基本操作技能，要求学生熟悉电路接线，掌握操作方法，学会正确使用常见仪器仪表，为从事一般电气技术工作打好基础。

在编写过程中，力求做到基本原理阐述清楚，实验方法步骤正确，条理清晰，图文并茂。每个实验的编写序列为：一、实验目的；二、原理简述；三、实验仪器和设备；四、实验内容和步骤；五、总结与回答问题共五个项目。要求学生在做完实验之后，填写好测试数据，总结实验规律，回答所提问题于书中所留空位处，然后交老师审阅。不必要求学生另作实验报告。

本书的电路图和文字符号，采用新国标绘制与标注，读者在使用时，可参阅本编写组编的“电工学与电子学”教材。

目 录

前言

实验一	认识实验	1
实验二	克希荷夫定律和电位测定	8
实验三	戴维南定理	12
实验四	电阻和电感串联的交流电路	16
*实验五	串联谐振	20
实验六	感性负载和电容器并联的交流电路	23
实验七	三相负载的星形连接和三角形连接	28
实验八	单相变压器	32
实验九	三相异步电动机	36
实验十	并励直流发电机	41
实验十一	并励直流电动机	45
实验十二	继电器-接触器控制线路	49
实验十三	晶体三极管特性的测试	53
实验十四	示波器的使用	59
实验十五	单管电压放大电路	74
实验十六	两级阻容耦合放大电路	81
实验十七	LC振荡电路	90
实验十八	单相整流和滤波电路	94
实验十九	串联型直流稳压电路	98
实验二十	可控硅调压电路	102

实验二十一	“与非”门电路	105
实验二十二	多谐振荡器	110
实验二十三	二-十进制计数器	112
附录一	常用电工仪表的测量机构	116
附录二	放大倍数的分贝表示法	119
附录三	万用表	121
附录四	WY-30型晶体管直流稳压电源	127
附录五	DA16型晶体管毫伏表	130
附录六	XD-2A型低频信号发生器	132
附录七	SR8型双踪示波器	134
(“*”为选做实验)		
主要参考书目		140

实验一 认识实验

一、实验目的

- 1.认识实验室电源设备，了解实验室的供配电线路、实验桌的布置以及灯箱负载的布线。
- 2.了解常用电工仪表的种类、符号和准确度等方面的基本知识。
- 3.学习电流、电压和电能测量的接线。

二、简述

(一)常用电工仪表的分类

- 1.按读数方式分：直读仪表，比较仪表。
- 2.按测量机构分：磁电式、电磁式、电动式和感应式等。
- 3.按电流种类分：直流表、交流表和交直流两用表等。
- 4.按测量对象分：电流表、电压表、功率表和万用表等。
- 5.按使用条件分：*A*、*B*、*C*三组。

组别	环境温度(°C)	相对湿度	使用场合
<i>A</i>	0—40	85%以下	室内
<i>B</i>	—20—+50	85%以下	室内
<i>C</i>	—40—+60	98%以下	室外，船舰，飞机

表1—1

测量仪表	名称	符号
	安培计	
	伏特计	
	瓦特表及千瓦表	 
	毫安表	
	毫伏表	
	功率因数表	
	欧姆表及兆欧表	 
	磁通表	
	亨利表	
	法拉表	
	赫芝表	
	瓦时表	
	千瓦时表	
常见结构型式	磁电式	
	电磁式	
	电动式	
	感应式	
其它	仪表的准确度	       
	仪表应用条件	  
	仪表防御外磁场条件	   

(二)常用电工仪表的符号

表 1-1 示出常用电工仪表的符号

表中所列的电工仪表的准确度即一般所称的仪表的精密级别，其定义为：仪表本身可能产生的最大绝对误差 ΔA_m 和仪表的满标值 $A_{\text{满}}$ 的百分比。可由下式表示。

$$\gamma = \frac{\Delta A_m}{A_{\text{满}}} \times 100\%$$

(三)电流测量 测量直流电流用磁电式仪表，测量交流电流用电磁式或电动式仪表。生产中常采用板式(安装式)仪表，实验室中常采用携带式仪表。测量电流时，需将电流表串联在被测电路中。注意：如误将电流表并联在一个有电压元件的两端，将损坏电流表。在实验室中使用的电流表一般为多量程，根据估测电流的大小选取量程后，要相应地改变分流电阻的接法。图 1-1b 为磁电式双量程电流表，在采用高量程和低量程时，内部分流电阻的换接电路。图 1-2 为电磁式电流表改变量程时的换接电路。由图可见，电磁式电流表有两个固定的电流线圈，它由较粗的导线绕制，通过的电流较大，因此不需附加分流电阻就能测量较大的电流。由于每个

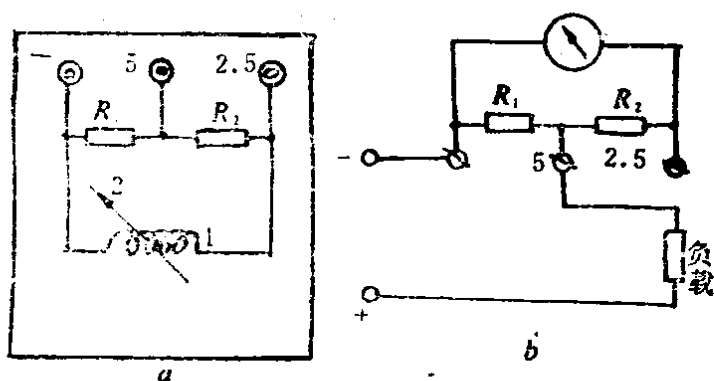


图 1-1 磁电式电流表

a. 结构示意图 b. 量程换接电路

1. 表头线圈 2. 指针

线圈都通过电流，所以当两线圈串联或并联时，电流量程刚好相差一倍。

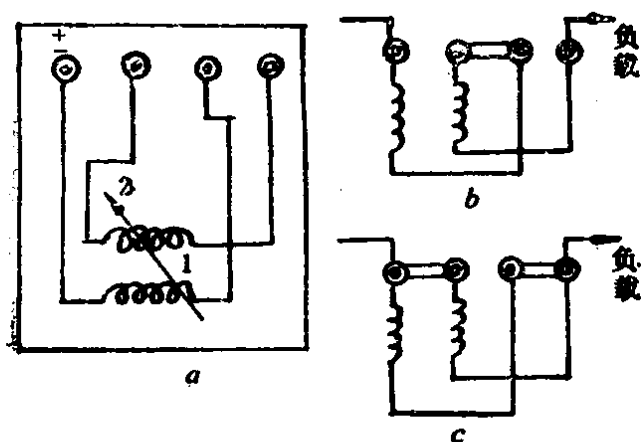


图1-2 电磁式电流表

a.结构示意图 b.串联低量程换接电路
c.并联高量程换接电路
1.表头双线圈 2.指针

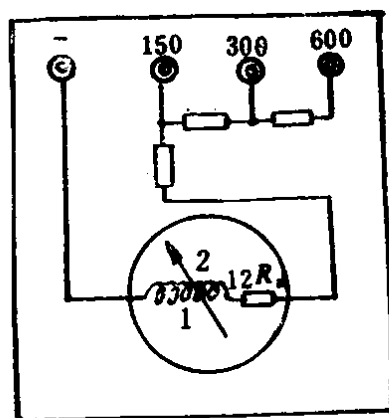


图1-3 电压表结构示意图

1.表头线圈 2.指针

(四)电压测量 电压表用于测量电路两点间的电压，使用时并联于被测的两点间。直流电压测量采用磁电式仪表，交流电压采用电磁式或电动式仪表。不论何种型式的电压表，表头均串入倍压电阻。根据串入倍压电阻的大小和数量，可制成多量程电压表。图1-3为多量程电压表的结构示意图，由图可见，串入的倍压电阻越大，量程越大。由于电压表的内阻较大，故不能串入电路使用。若串入电路时，则影响被串电路的电流大大减小。

(五)功率测量 测量电源输出功率或负载消耗功率时，采用功率表，读数单位为瓦特的称瓦特计，读数单位为千瓦的称千瓦计。根据 $P=IU$ 的关系式，功率表接入电路的同时引入被测电路的电流和电压，因此在仪表的结构上有两种线圈：一为固定线圈，引入电流量；一为可动线圈，引入电压

量。此类仪表称电动式仪表，功率表多采用此种结构型式。根据仪表电流量程档数和电压量程档数，可组成不同量程的功率档位，如图1-4a为多量程瓦特表内部结构示意图，b为接线图，c为a图中的电压、电流选择举例。

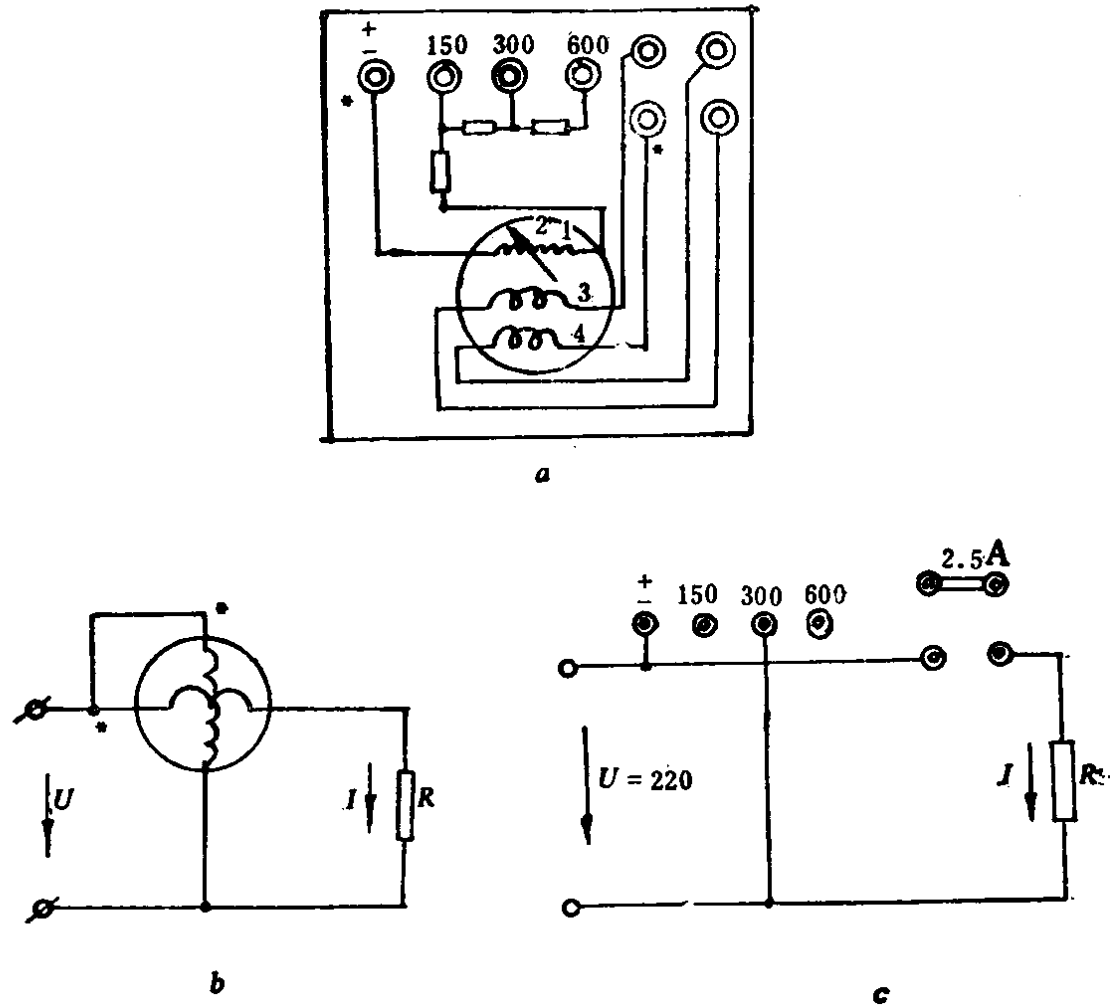


图1-4 功率表结构示意图和接线图

a. 瓦特表内部结构示意图 b. 接线图 c. 电压电流选择

1. 动圈 2. 指针 3、4. 定圈

(六) 电能测量 用于记录电源输出电能或负载消耗电能的仪表称电度表或千瓦小时计。交流电能测量采用感应式结构型式的电度表，它由电流线圈、电压线圈、旋转铝盘和转数机构组成，如图1-5。作用原理是：利用电流和电压产生的交

变磁场使铝盘上产生涡流，此涡流与磁场相互作用，产生电磁转矩使铝盘旋转，铝盘的转数与负载所消耗的电能成正比，从而可利用转数机构来记录其电能。1度电能转多少转，通常在仪表面板上示出。

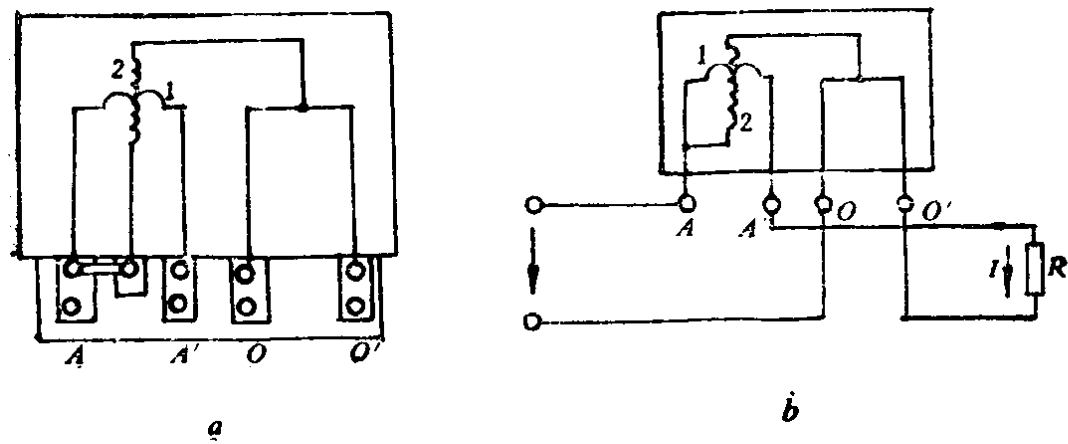


图1-5 电度表的内部电路和接线图
a.内部电路 b.接线图

三、实验仪器和设备

序号	名 称	型号规格	数量	用 途
1	灯 箱	自 制	1 个	负 载
2	电 流 表	0—5A	1 只	测 电 流
3	电 压 表	0—300V	1 只	测 电 压
4	功 率 表	0—300V、0—5A	1 只	测 功 率
5	电 度 表	220V、5A	1 只	测 电 能

四、实验内容和步骤

- 1.讲解实验室规则和安全须知。
- 2.认识实验室电源设备，了解供配电线路。

3. 了解实验桌线路布置和灯箱电路。

4. 将实验桌上所放置的仪表，根据板面上所示的符号，将其含义填入表1-2中。

表1-2

名称	结构型式	规格	用于何种电路	准确度	放置方式

5. 根据图1-6所示电路，练习接线。

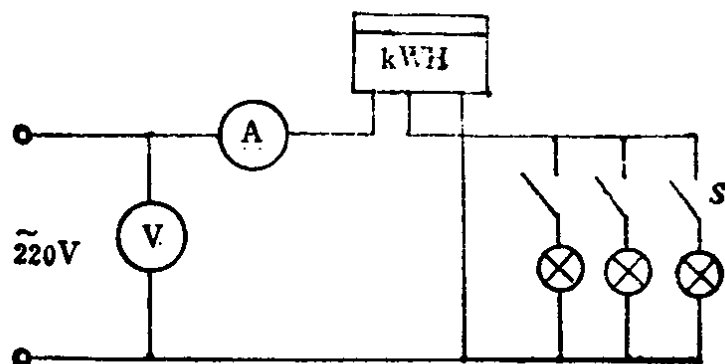


图1-6 实验电路

实验二 克希荷夫定律和电位测定

一、实验目的

1. 学会测定电位的方法，加深对电位和电压概念的理解。
2. 验证克希荷夫定律。
3. 掌握直流电压和电流的正确测量方法。
4. 学习稳压电源和万用表的使用方法。

二、原理简述

1.图2-1为由两个电源和五个电阻组成的复杂电路。图中所标的电流方向为各支路的电流参考方向。若按参考方向接直流电流表和电压表时,如发现指针反偏,即应调换电流表的插头或电压表测试棒使指针正偏,此时电流和电压值应为负值。

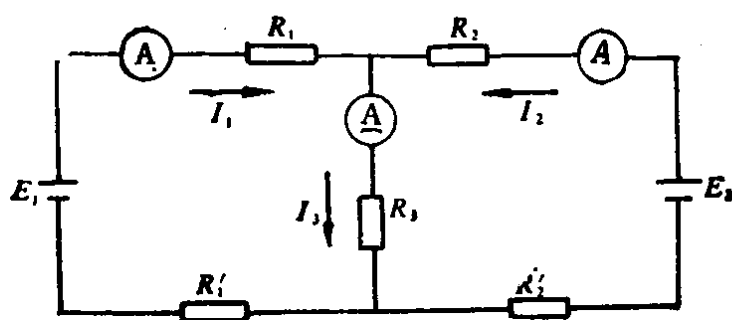


图2-1 复杂电路

2. 根据克希荷夫第一定律, 对于接点B应有

$$I_3 = I_1 + I_2 \text{ 或 } \Sigma I = 0$$

3. 根据克希荷夫第二定律, 对于回路 $ABCDEF A$ 应有

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 + I_1 R'_1 - I_2 R_2 - I_2 R'_2$$

4. 若已知 E_1 、 E_2 及五个电阻的值, 可用支路电流法计算出各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 及各电阻上压降值。

5. 在选定电路某一点作为参考点之后, 其余各点与所选定的参考点之间的电压, 分别为各点的电位。而电路中任意两点之间的电压大小和极性与所选取的电位参考点无关。

三、实验仪器和设备

序号	名 称	型号规格	数量	用 途
1	实验元件板	自制	1 个	供连接实验电路
2	直流稳压电源	WY-30型	1 台	提供 E_1 、 E_2 电源
3	万 用 表	MF47型	1 只	供测电压用
4	毫 安 表	0—500mA	1 只	供测电流用
5	电流表插座板		1 个	与毫安表配合测电流用
6	电流表插头		1 个	与毫安表配合测电流用

1. 实验元件板如图2-2。

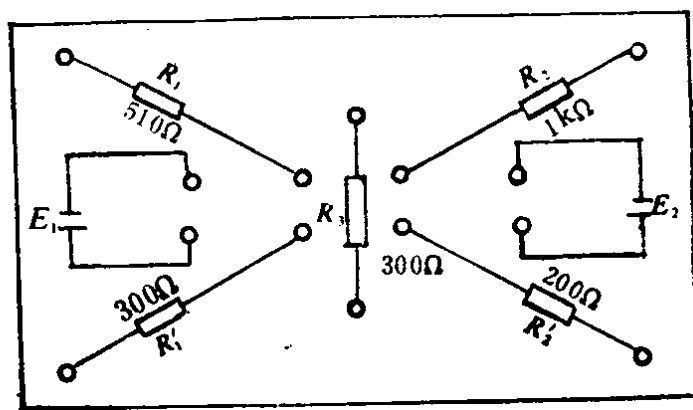


图2-2 实验元件板

2. 电流表插座板及插头如图2-3。

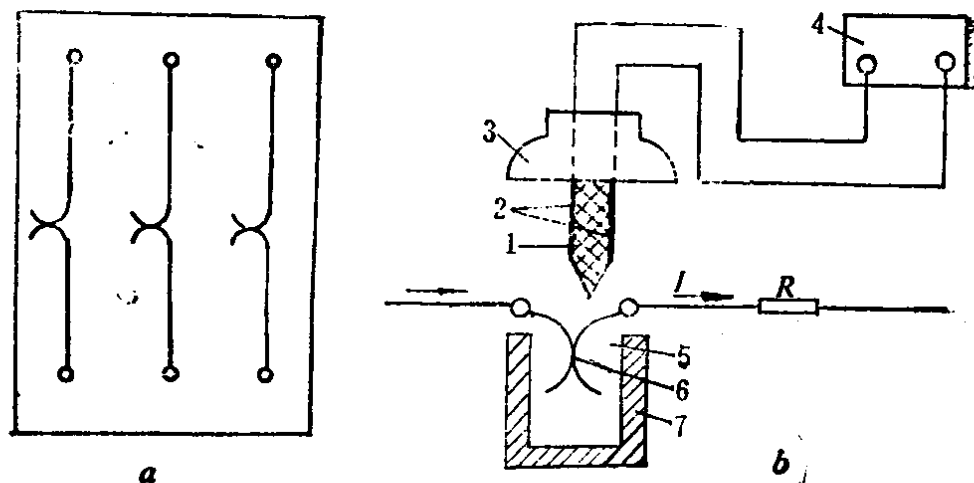


图2-3

a. 插座板(三线)示意图

b. 插头插入插座时的电流测量示意图

1. 绝缘层 2. 铜片 3. 电流表插头

4. 电流表 5. 插座 6. 弹簧铜片 7. 外壳

四、实验内容和步骤

(一) 测量电位和电压

1. 连接实验电路 在实验元件板上, 用带插头的导线连接成如图2-1的电路, 并在各支路中串入电流表插座来代替电流表。电源接通前, 将稳压电源的调压旋钮调到最小, 然后接通电源开关, 调节输出电压使 $E_1 = 15\text{V}$ 、 $E_2 = 20\text{V}$ 。

2. 以B点为电位参考点, 测量出A、C、D、E、F点的电位值及电压 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EF} 、 U_{AF} 、 U_{BE} 的值, 记入表2-1中。

3. 以C点为电位参考点, 测量出A、B、D、E、F点电位值及电压 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EF} 、 U_{AF} 、 U_{BE} 的值, 记入表2-1中。

注意: ①测电位时, 用万用表“负”表笔接参考点, 用

表2-1

顺 序	V	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F	U_{AB}
参考点B							
参考点C							

顺 序	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EF}	U_{AF}	U_{BE}
参考点B						
参考点C						

“正”表笔与被测电位点接触,指针正向偏摆,则电位为正值;若反向偏摆,应调换正、负表笔,然后测得的电位数值应为负值。

②各电压的正、负值应符合脚注为准。

(二)验证克希荷夫定律

1.将电流表插头分别插入各支路的电流表插座中,测出各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 之值,记入表2-2中。

表2-2

项目	I_1	I_2	I_3	U_1	U'_1	U_2	U'_2	ΣI	回路 ABC $DEFA$	
	(mA)	(mA)	(mA)	(V)	(V)	(V)	(V)	节点B	ΣE	ΣIR
测量结果										
计算结果										

(计算结果由支路电流法计算而得)

2. 用万用表的直流电压档分别测出 R_1 、 R'_1 、 R_2 、 R'_2 两端电压 U_1 、 U'_1 、 U_2 、 U'_2 之值，记入表 2-2 中。

电流、电压的正负值按原理叙述中的规定记取。

五、总结

1. 根据表 2-1 的实验数据总结电位和电压的关系，及参考点对电位和电压的影响。

2. 根据实验中所给的已知数，用支路电流法计算出各支路电流和各电阻两端的电压数值，填入表 2-2 中并比较计算结果与测量结果。

实验三 戴维南定理

一、实验目的

1. 验证并加深理解戴维南定理。
2. 掌握有源二端网络等效电源的电动势及内阻测量方法。

二、原理简述

(一) 戴维南定理 当需计算复杂电路中某一支路的电流