

全国中等农业学校试用教材

电 工 学 实 验 指 导 书

全国中等农业机械化专业《电工学》编写组编

农业机械化专业用

农 业 出 版 社

全国中等农业学校试用教材

电 工 学 实 验 指 导 书

全国中等农业机械化专业《电工学》编写组编

农业机械化专业用

农 业 出 版 社

编写者 山西省农业机械化学校 戴宜灯
陕西省农业机械化学校 官相印 张镇函
广西壮族自治区农业机械化学校 李道绳
山东省农业机械化学校 钱厚义
四川省农业机械化学校 张德炳
审阅者 西北农学院 国培光

全国中等农业学校试用教材

电 工 学 实 验 指 导 书

全国中等农业机械化专业《电工学》编写组编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行
农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 2.5印张 50千字
1979年9月第1版 1981年6月北京第3次印刷
印数 23,001—92,000册
统一书号 15144·566 定价 0.26元

前 言

《电工学实验指导书》是根据全国中等农业学校农业机械化专业《电工学》试用教材的教学需要编写的。它包括电工学基础、常用电气测量仪表及使用、变压器、电机及其控制、低压输配电、晶体管电路基础等实验内容共二十个，并在附录中编入了常用电子仪器的使用说明。

本书是农业机械化专业的试用教材，书中打“*”号者为选做内容，各校可根据专业需要和设备条件进行。

本书在审定期间，承西安交通大学、西北农学院、西安公路学院及全国各省、市、自治区农业机械化学校提出许多宝贵意见，谨此致谢。

由于我们的业务水平和时间所限，书中缺点和错误在所难免，我们殷切希望读者给予批评指正。

编 者

1978年12月

目 录

电工学实验注意事项	1
实验一 负载串、并联电路	2
* 实验二 磁滞回线的测定	5
实验三 电阻和电感串联的交流电路	8
实验四 电感性负载与电容器并联的交流电路	10
实验五 三相负载的星形接法	13
实验六 三相负载的三角形连接	15
实验七 常用电气测量仪表及使用	17
实验八 直流并励发电机	24
* 实验九 直流并励电动机	28
实验十 直流串励电动机	34
实验十一 单相变压器	37
实验十二 异步电动机的检查与起动	40
实验十三 异步发电机	44
实验十四 异步电动机的正转及正、反转控制	46
实验十五 异步电动机的联锁控制	49
实验十六 低压配电盘的安装	51
实验十七 单相半波整流及桥式整流电路	54
* 实验十八 硅稳压管稳压电路	56
实验十九 单管放大器参数的测试	57

* 实验二十	晶体三极管的测试.....	60
附录一	电子示波器.....	62
附录二	真空管毫伏表.....	69
附录三	晶体管毫伏表.....	70
附录四	音频讯号发生器.....	71

电工学实验注意事项

一、实验前认真预习实验指导书，明确实验目的及实验内容。

二、爱护国家财产，注意人身安全，对未了解其使用方法的设备，不进行操作。

三、使用各种仪器仪表时，必须事先了解它们的规范、使用方法和注意事项，测量时切勿超过量程范围。

四、接线完毕后，要仔细检查线路，并经教师同意后方可接通电源。

五、实验中发生事故或仪表仪器工作不正常时，应立即拉开闸刀开关，在教师指导下检查原因，故障排除后，再接通电源继续实验。

六、损坏设备时，应立即报告指导教师，必须填写“设备损坏单”，并按情况酌量赔偿。

七、实验室内各种仪器设备未经管理人员同意，不准搬出或任意搬动，更不允许拆开。

八、不得私自进入配电室及仪器室。

九、实验结束后，整理导线，归还借用的电表、工具，并打扫卫生，保持室内清洁。

实验一 负载串、并联电路

一、实验目的

1. 学习串、并联电路的连接方法。
2. 验证欧姆定律和克希荷夫定律，明确电流、电压和功率的分配关系。

二、仪器与设备

- | | | |
|----------|---------------------|-------|
| 1. 直流电源 | 110 V | |
| 2. 直流电压表 | 0—150V | 1 只 |
| 3. 直流电流表 | 0—5A | 1 只 |
| 4. 灯泡 | 110V100W 110V60W | 各 2 只 |

三、实验步骤

1. 负载串联的电路

(1) 将二组灯箱与安培表串联，通过闸刀开关与电源接通，如图 1—1 所示。

(2) 先使每组灯箱接通一盏灯（即分别断开 K_1 、 K_2 ）测量电路中的电流 I ，各段电路的电压 U_1 、 U_2 和总电压

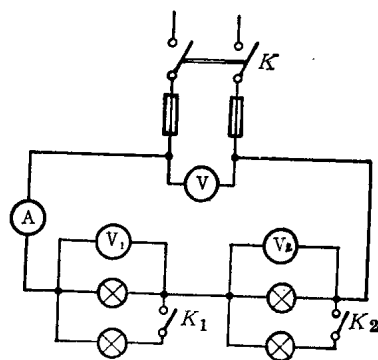


图 1—1 电阻串联电路

U 并填入表 1—1 中。

(3) 闭合开关 K_1 、 K_2 ，即增加灯数，将测得的数值填入表 1—1 中。

表 1—1

顺序	测量数值				计算数值					
	I	U	U_1	U_2	R	R_1	R_2	P	P_1	P_2
1										
2										

(4) 根据测得的数值计算各电路的电阻

$$R = \frac{U}{I} \quad R_1 = \frac{U_1}{I} \quad R_2 = \frac{U_2}{I}$$

(5) 计算各电路消耗的电功率

$$P = IU \quad P_1 = IU_1 \quad P_2 = IU_2$$

(6) 按照下列公式来校验各测量数值的准确度

$$R = R_1 + R_2 \quad U = U_1 + U_2$$

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2$$

$$P_1 : P_2 = R_1 : R_2$$

并将计算数值也填入表 1—1 中。

2. 负载并联的电路

(1) 将两个灯箱组并联，如图 1—2 所示（在电路图中，接电表处，可以采用电流插板）。

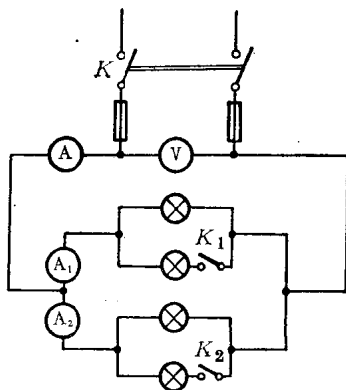


图 1—2 电阻并联电路

(2) 将连接好的并联电路与电源接通, 使每组灯箱接入一只灯泡, 测量其电压 U , 各支路电流 I_1 、 I_2 和总电流 I , 并填入表 1—2 中。

(3) 闭合开关 K_1 或 K_2 改变负载 (使各支路灯数不等), 再测量上述电量, 并填入表 1—2 中。

表 1—2

测 量 数 值				计 算 数 值						
U	I	I_1	I_2	R_1	R_2	R	I	P_1	P_2	P

(4) 根据测量数值计算电路中各支路的电阻和总电阻

$$R_1 = \frac{U}{I_1} \quad R_2 = \frac{U}{I_2} \quad R = \frac{U}{I}$$

(5) 计算各支路消耗的电功率和总电功率

$$P_1 = I_1 U \quad P_2 = I_2 U \quad P = IU$$

(6) 按照下列公式来校验各测量数值的准确度

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I = I_1 + I_2$$

根据电流和功率分配关系, 验证如下关系式

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} = P_1 : P_2$$

四、实验报告

1. 从实验结果中, 可看出串联电路中各段电压和电阻有何关系? 灯泡的功率不同, 串联时灯泡亮度有何变化? 为什么?

2. 从实验中所获得的数据说明并联电路中的总电流, 按什么关系分配给各支路的?

* 实验二 磁滞回线的测定

一、实验目的 测定钢和电工钢的磁滞回线。

二、仪器与设备

1. 交流电源
2. 直流电源
3. 磁通表 CT1 型 0—10 毫韦伯
4. 直流电流表 0—2.5 安
5. 按钮开关
6. 单相双掷闸刀开关
7. 可变电阻器
8. 通电线圈
9. 测量线圈
10. 钢试件
11. 电工钢试件

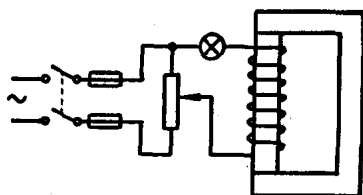


图 2—1 磁性材料退磁电路

三、实验步骤

1. 按图 2—1 接好电路, 并通交流电源, 将线圈电压调至零, 对磁性材料进行退磁。

2. 按图 2—2 接好电路, 将可变电阻调节在电阻值最大的位置, 将转换开关合在 1—1 的位置。

3. 接入直流电源, 按下按钮开关, 观察电流表和磁通表读数 (读

完后放开按钮)，并填入表 2—1 中。

4. 逐步减少可变电阻数值，随之按下按钮开关，使 I 从最小逐步增加到最大，每改变一次需重复步骤 3 进行一次测量。将测量结果填入表 2—1 中。

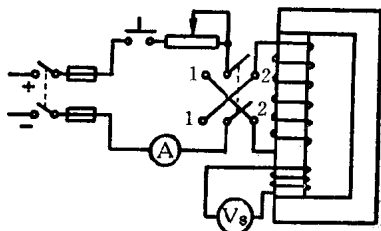


图 2—2 磁性材料充磁电路

5. 逐步增加可变电阻数值，使 I 从最大逐步减少到零，每改变一次，需重复步骤 3 进行一次测量，将测得的结果填入表 2—1 中。

6. 将转换开关扳到 2—2 的位置，重复步骤 4 和步骤 5，将测量结果填入表 2—2 中。

7. 根据表 2—1 和表 2—2 的测量数值绘制钢的磁滞回线图。

8. 将电工钢代替钢，重复步骤 1—7 进行实验，将测量结果记入表 2—3 和表 2—4 中，并根据表 2—3 和表 2—4 的测量值，绘制电工钢的磁滞回线图。

表 2—1

顺 序	材 料	测 量 结 果				计 算 结 果		
		N (匝)	S (厘米 ²)	I (安)	l (厘米)	Φ (麦)	$H = \frac{NI}{l}$ (安/厘米)	$B = \frac{\Phi}{S}$ (高)
1								
2								
3								
4								
5								

注：磁滞回线上半部分

表 2—2

顺序	材料	测 量 结 果					计 算 结 果	
		N (匝)	S (厘米 ²)	I (安)	l (厘米)	Φ (麦)	$H = \frac{NI}{l}$ (安/厘米)	$B = \frac{\Phi}{S}$ (高)
1								
2								
3								
4								
5								

注：磁滞回线下半部分

表 2—3

顺序	材料	测 量 结 果					计 算 结 果	
		N (匝)	S (厘米 ²)	I (安)	l (厘米)	Φ (麦)	$H = \frac{NI}{l}$ (安/厘米)	$B = \frac{\Phi}{S}$ (高)
1								
2								
3								
4								
5								

注：磁滞回线上半部分

表 2—4

顺序	材料	测 量 结 果					计 算 结 果	
		N (匝)	S (厘米 ²)	I (安)	l (厘米)	Φ (麦)	$H = \frac{NI}{l}$ (安/厘米)	$B = \frac{\Phi}{S}$ (高)
1								
2								
3								
4								
5								

注：磁滞回线下半部分

钢的磁滞回线

电工钢的磁滞回线

四、注意事项

1. 在实验过程中, 当电流增加时不能将电流回降; 当电流减小时, 不能使电流回升。
2. 按钮开关按下的时间不宜过长, 只要能读出安培计上的读数即可。
3. 为了使绘制磁滞回线不致有错误, 应标出电流 I 的方向。

五、实验报告

1. 用本实验的具体数值来说明磁场强度与磁感应强度的区别。
2. 通过本实验来比较钢和电工钢两种材料的磁性质。

实验三 电阻和电感串联的交流电路

一、实验目的

1. 学习简单的交流电路的连接和实验操作技术。
2. 学会交流测量仪表的使用方法。

3. 验证电阻和电感串联电路的理论。

二、仪器与设备

- | | | |
|---------------|---------------------|-----|
| 1. 交流电源 | 单相 220 V | |
| 2. 电感线圈 (附铁芯) | | 1 只 |
| 3. 交流电流表 | 0—5 A | 1 只 |
| 4. 交流电压表 | 0—250 V | 2 只 |
| 5. 单相功率表 | 220 V 5 A | 1 只 |
| 6. 灯箱 | (220 V/200 W 5 只并联) | 1 个 |

三、实验步骤

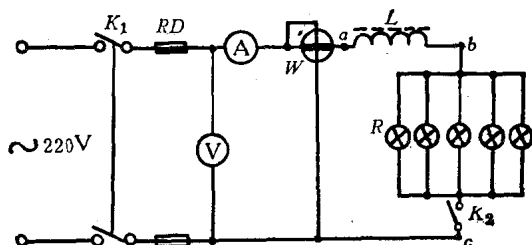


图 3—1 电阻和电感串联电路

1. 按图 3—1 电路图接好线, 注意功率表的电流线圈应与电路串联, 其电压线圈与电路并联。灯箱的开关 K_2 处于断开的位置, 此时铁芯不要插入电感线圈。

2. 经教师检查后, 闭合电源开关 K_1 , 再闭合灯箱开关 K_2 , 观察电流表 A , 电压表 V 和功率表 W 的读数, 并填入表 3—1 中。

3. 用交流电压表的两根表笔, 分别测试电路的 a 、 b 两端和 b 、 c 两端, 测出 $\dot{U}_L$ 和 $\bar{U}_R$, 填入表 3—1 中。

表 3—1

电 路 情 况	测 量 数 据					计 算 数 据				
	$\bar{U}$	$\bar{I}$	P	$\bar{U}_L$	$\bar{U}_R$	S	Q	$\cos\varphi$	Z	X_L
铁芯不插入线圈										
铁芯插入线圈										

4. 将铁芯插入电感线圈，方法同上，将测试的读数填入表 3—1 中。

四、注意事项

1. 线圈通电流时间不宜过长，以免过度发热而烧坏。
2. 仪表与线圈应尽量远离，以免磁场影响测量读数的准确。

五、实验报告

1. 根据测量数据分别计算，在无铁芯插入线圈和有铁芯插入线圈两种情况下的视在功率 S 、无功功率 Q ，功率因素 $\cos\varphi$ ，电路感抗 X_L 和电路总阻抗 Z ，并填入表 3—1 中。
2. 比较两种情况下，各参数的变化，分析其原因。
3. 画出电路的各电压、电流矢量图。

实验四 电感性负载与电容器 并联的交流电路

一、实验目的

1. 熟悉日光灯的电路接线。

2. 验证电感性负载与电容并联电路内总电流与分电流的关系。

3. 证实电感性负载，并联适当电容后可以提高功率因素的理论。

二、仪器与设备

- | | | |
|-------------------------|---------------|-----|
| 1. 交流电源 | 单相 220 伏 | |
| 2. 电容器 | 450 伏 4.75 微法 | 1 只 |
| 3. 日光灯(包括灯管、灯座、起动器、镇流器) | 220 伏/40 瓦 | 1 组 |
| 4. 交流电流表 | 0—2 安 | 3 只 |
| 5. 交流电压表 | 0—250 伏 | 2 只 |
| 6. 单相功率表 | 220 伏 5 安 | 1 只 |
| 7. 单相闸刀开关 | | 2 个 |

三、实验步骤

1. 按图4—1接

好线，接线前应将开关 K_1 和 K_2 均放在断开的位置，注意各种仪表的接法和量程，不要弄错。

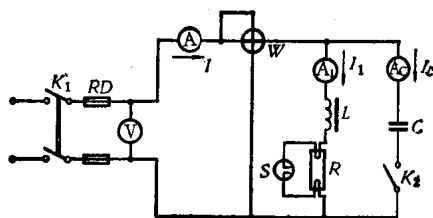


图 4—1 电感与电容并联电路

2. 经教师检查，无误后，合上

开关 K_1 (此时 K_2 断开即没有并联电容，只有日光灯管和镇流器组成的 RL 串联)，待日光灯起动后，观察各仪表， V 、 A 、 A_1 和 P_w 的读数，并填入表 4—1 中。

3. 闭合开关 K_2 (即相当于电容与电感性负载并联电路)，