

电工学实验讲义



苏州丝绸工学院电工学教研室





电工学实验须知

科学实验是建设社会主义强大国家的三项伟大的革命运动之一。电工学实验与其他教育环节一样，是为社会主义现代化建设服务的。电工学实验，在学习电工的实践知识，理论联系实际，掌握电工的基本操作技能以及巩固电工的基本理论等方面，都将起重要作用。

为了保证电工学实验的正常进行，确保人身安全和仪四设备免遭损坏，特提出如下十项注意事项，希前来做电工学实验的同学严格遵守。

一、实验前必须充分进行预习，了解实验的目的、方法、步骤和有关知识。

二、接线，拆线或变换线路接法前，必须切断电流，禁止带电接线！

三、线路接妥或变换后，先由同组同学一起检查，确定无误后，再经实验指导教师检查同意后，才可接通电流。接通电流时，应事先通知全组人员。

四、接线前必须掌握各设备的铭牌，额定值及使用方法，选用合适的仪表及熔断。

五、每次实验时，每个同学都应掌握接线、操作的方法，及时分析实验进程和故障是否正确。

六、实验时切勿与仪四、设备的带电部分接触，也要切实避免与旋转的机械部分直接接触。

七、一个实验步骤完成后，应先分析实验结果与故障，认为符合规律后再拆除线路，全部实验完成后，拆除线路，整理好仪四设备。

八、万一发生事故或异常现象，应迅速断开本组电流，与实验指导教师共同查明故障后才能继续进行实验。未查明事故原因，不要改变线路现状，以便分析查找。

九、实验时必须严肃认真，善于分析，集中注意力，胆大心细，不能任意开玩笑。应爱护实验室的各种仪四设备，不得任意玩耍或拆散。凡是发现仪四设备损坏或因操作不慎导致仪四设备损坏时，应及时

时报告实验指导教师，以便进行分析和修理。

十、实验后用学校规定的实验报告纸，每人做实验报告一份。对实验的故据进行整理和必要的计算，对实验中出现的进行讨论总结，由感性认识提高到理性认识。

目 录

1. 迭加原理
2. 单相功率和元件参数测定
3. 日光灯电路测试
4. 三相交流电路的基本测量
5. 示波四，真空管毫伏表的使用
6. 单管交流放大电路
7. 推挽功率放大四
8. 直流稳压电源
9. 反相四和双稳态触发四
10. 鼠笼式三相异步电动机的实验
11. 三相异步电动机的直接启动和正、反转控制
12. 可控硅整流电路对滑差电机的调速。

实验一、迭加原理的研究

一、实验目的

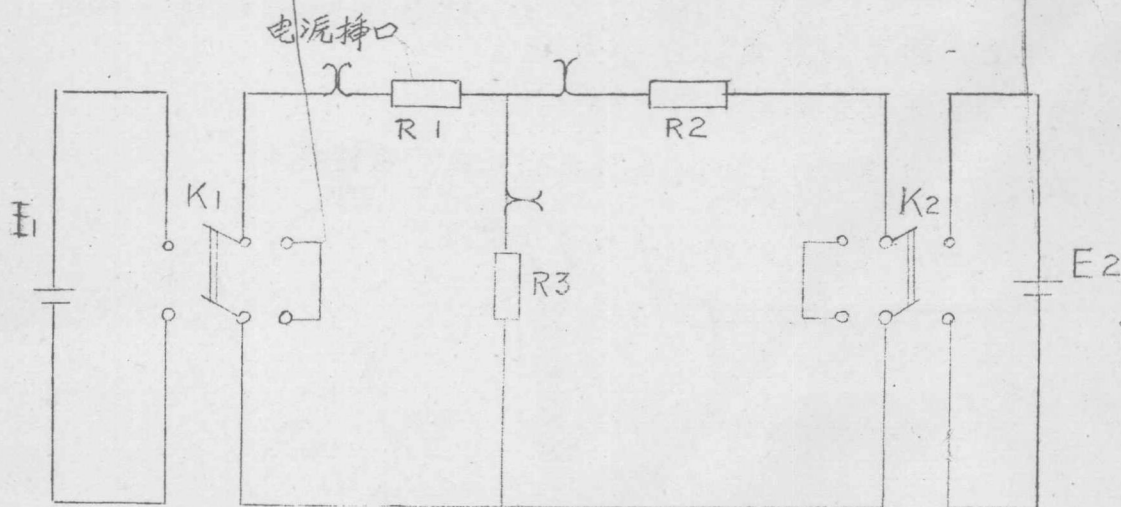
1. 通过实验来验证线性电路理论中的迭加原理，以巩固理论知识。
2. 熟悉直流仪表的使用方法，锻炼电工实验技能。

二、原理与说明

线性电路理论中的迭加原理，对线性电路的分析与计算具有重要意义，因此有必要通过实验进行验证，这将有助于牢固掌握这一原理。本实验将在直流下进行，但迭加原理对线性交流电路同样适用。

迭加原理是说几个电动势在线性电路中共同作用时，它们对于电路中任何部分所产生的电流或电压，等于这些电动势单独作用时在该部分所产生的电流或电压的代数和。

我们采用图 1——1 所示的电路，通过实验来验证这一原理



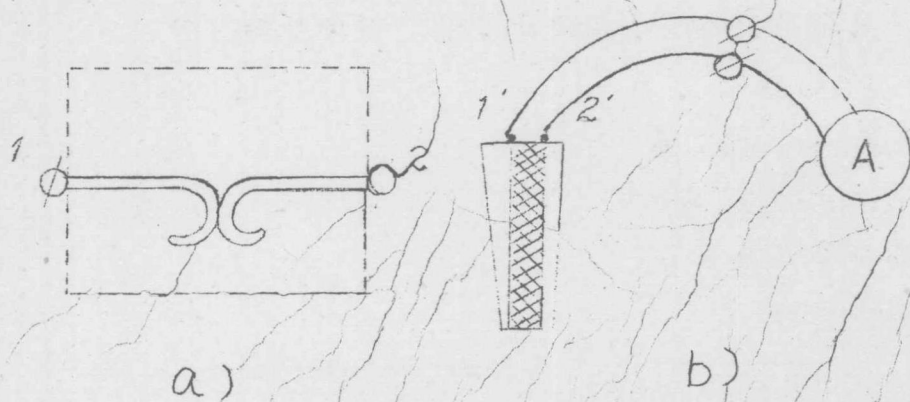
(图 1——1)

电路中有两个电流、其电动势分别为 E_1 与 E_2 。在 E_1 单独作用于电路时, E_2 从电路中取去, 这可用双刀双掷开关 K_2 合至短接的一侧来实现。应当注意, 这样做的结果电流 E_2 的内阻也被略去了, 这只有在电流的内阻较电路中其他电阻小得多的情况下才是允许的。 E_2 单独作用的情况可用类似的方法进行。把开关 K_1 及 K_2 各合至 E_1 及 E_2 , 则为 E_1 与 E_2 共同作用于支路的情况。进行每次测量时, 安培计应串联接入欲测量电流的支路中去, 而把电流插头接于安培计上。利用这种设备就能较方便地用一只安培计对各支路电流进行测量了, 伏特计应并联在所研究的支路或元件上, 但须注意各个情况下电流与电压的方向。在于先选定方向的情况下, 从仪表的接法可以决定被测量值的正负, 然后取其代数和。

三、实验设备和电流插座和插头介绍

1. 电流插座、插头

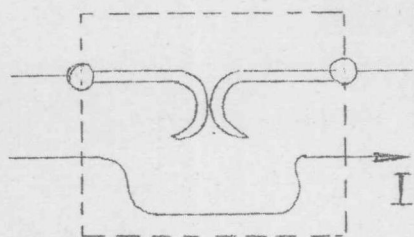
该实验中要测量的电流较多, 为此制了电流插座, 在要求测量电流的支路中串联一个插座, 电流插座的结构示意图如图 1a, 它有 1—2 个端子, 插座内有两片相互接触着的弹性铜片, 所以 1—2 之间平时是良好接通着的。



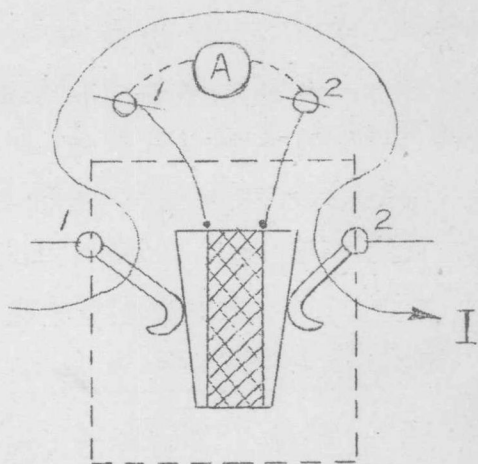
(图 1)

另一个与插座配合的电流插头，其结构示意图如各 1 b) 所示，它由两个铜电极 $1'$ 、 $2'$ 其间隔着一层胶木绝缘物，电极 $1'—2'$ 引出两个端子接到所使用的电流表两端。

不进行电流测量时，电流插座让电流中的电流直接通过插座 $1—2$ 相当于一根导线一样，如图 2 a) 所示。



a)



b)

(图 2)

进行测量电流时，把接有电流表的电流插头插入插座孔中，插座两侧的弹性铜片被挤开，且与它插头的 $1'—2'$ 两块电极分别接触，如各 2 b) 所示，电流将经电流表通过，这样相当于在不通电的情况下把电流表串联地接入测量电流的支路，使用比较方便。

2. 实验设备：

实验电路板一块

直流电流表一只

直流电压表一只

电流 = 台

四 实验步骤

1. 按图 1—1 接线， K_1 与 K_2 均放在断开位置，三只电流插头分别接入三条支路中。

2. 就 E_1 单独作用时, E_2 单独作用时, 和 E_1 、 E_2 同时作用于电路时测量各支路上的电流和电压, 必须注意电流及电压的正方向, 这可以从测量的极性来判断。从仪表的正极到负极即表示被测电流或电压的正方向。但是, 在迭加时被测电压或电流取正值还是负值, 则需根据于先选定的正方向一致, 则为正值, 反之为负值。

五. 实验结果的整理与分析

在实验报告中将数据及计算结果列表

$$Y_1 = \quad \Omega, \quad Y_2 = \quad \Omega, \quad Y_3 = \quad \Omega,$$

$$E_1 = \quad \text{伏} \quad E_2 = \quad \text{伏}$$

	支路 1	支路 2	支路 3
E_1 单独作用时的电流 (I')			
E_2 单独作用时的电流 (I'')			
E_1 与 E_2 同时作用电流 (I)			

对实验结果进行分析

思考题: 本实验中安培计的内阻或伏特计的内阻对实验的准确性有何影响?

实验二、单相功率及元件参数测量

一、目的要求

1. 学习交流电路电压、电流的测量。
2. 学习运用瓦特表测量单相交流电路的功率。
3. 学习调压器的使用。
4. 学会用实验方法测量和计算交流电路元件参数。

二、实验任务及原理

1. 实验任务：

利用交流电实验方法测量一个实际的空心电感线圈的等效电阻及电感值。

2. 实验原理：

一个实际线圈是由漆包线绕制的，所以总是存在有一定的电阻的，实际的线圈一般不能看成一个纯电感，为此通常运用交流电压表，电流表及功率表分别测量其线圈在交流电路里的电压 U ，电流 I 以及功率 P ，实验接线如图 1 所示，由测量的数据可按下式分别计算线圈的电阻和感抗的数值。

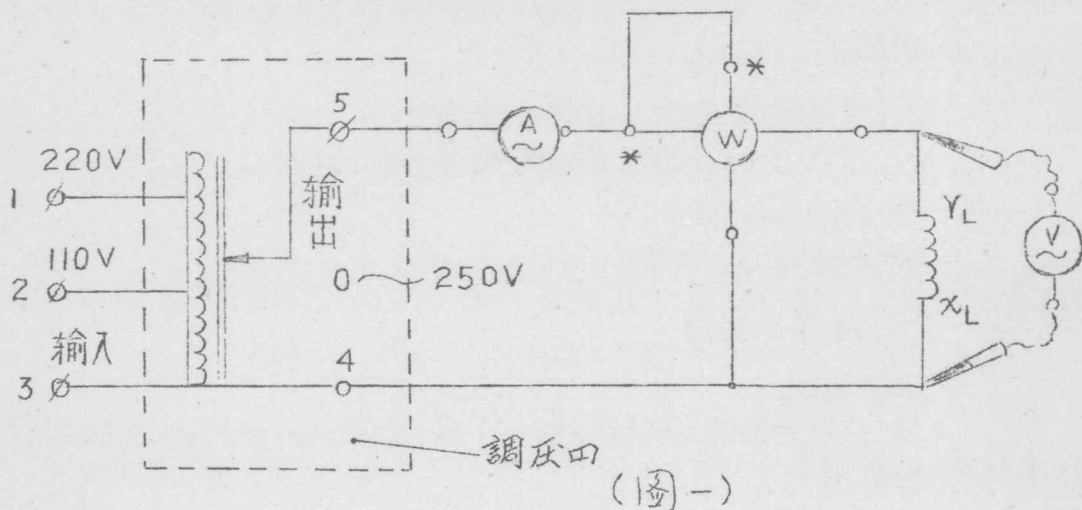
$$Z = \frac{U}{I} \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$Y = \frac{P}{I^2} \quad \text{-----} \quad (2)$$

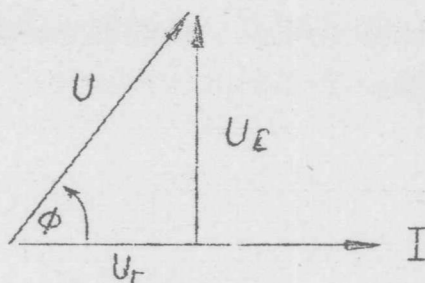
$$X_L = \sqrt{Z^2 - Y^2} \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2\pi f} \quad \text{-----} \quad (4)$$

其中 $f = 50 \frac{\text{周}}{\text{秒}}$



同时按开测得数据，可以作出矢量图，如图2所示，由于电路呈感性，所以电流矢量落后电压矢量 ϕ 角。



其中：

$$\cos \phi = \frac{P}{UI} \quad \text{-----} \quad (5)$$

从矢量图也可以计算 Y_L ， X_L

$$Y_L = \frac{U_r}{I} \quad \text{-----} \quad (6)$$

$$X_L = \frac{U_L}{I} \quad \text{-----} \quad (7)$$

除此以外，线圈电阻也可以用万用电表欧姆档直接测量 Y_L ，以此验证实验数据。

应该指出，用功率表、电压表、^表电流测量工频交流下的等效参数是一种较普遍的方法，不但适用测量空芯线圈，而且对铁芯线圈或其它负载从原则上讲也同样是正确的。

三. 实验仪器使用简述

1. 交流电流表、电压表：

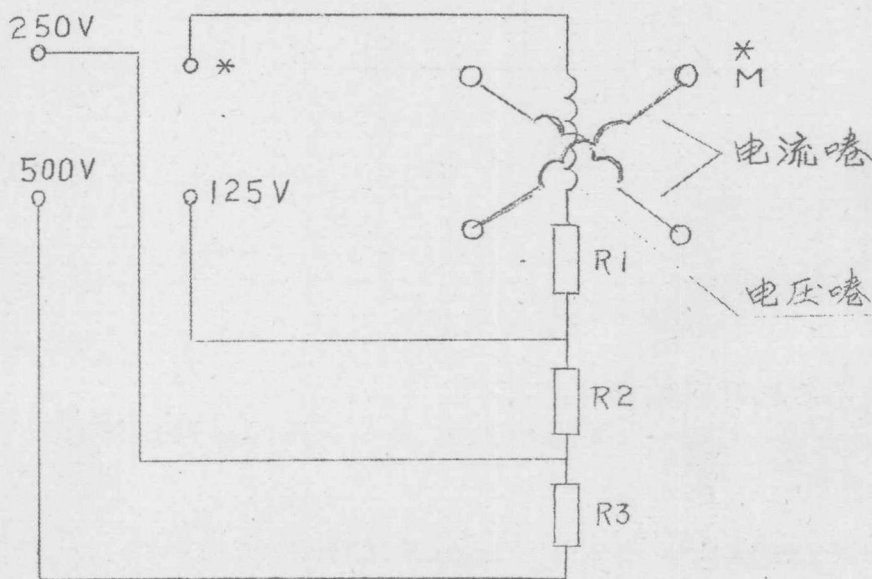
读数均为有效值，测量接线如各图所示，电流表固定串联于电路中，电压表通常运用表棒并联于被测电压两端，进行测量。

电流表有二档量程（1A、2A）用开关切换。

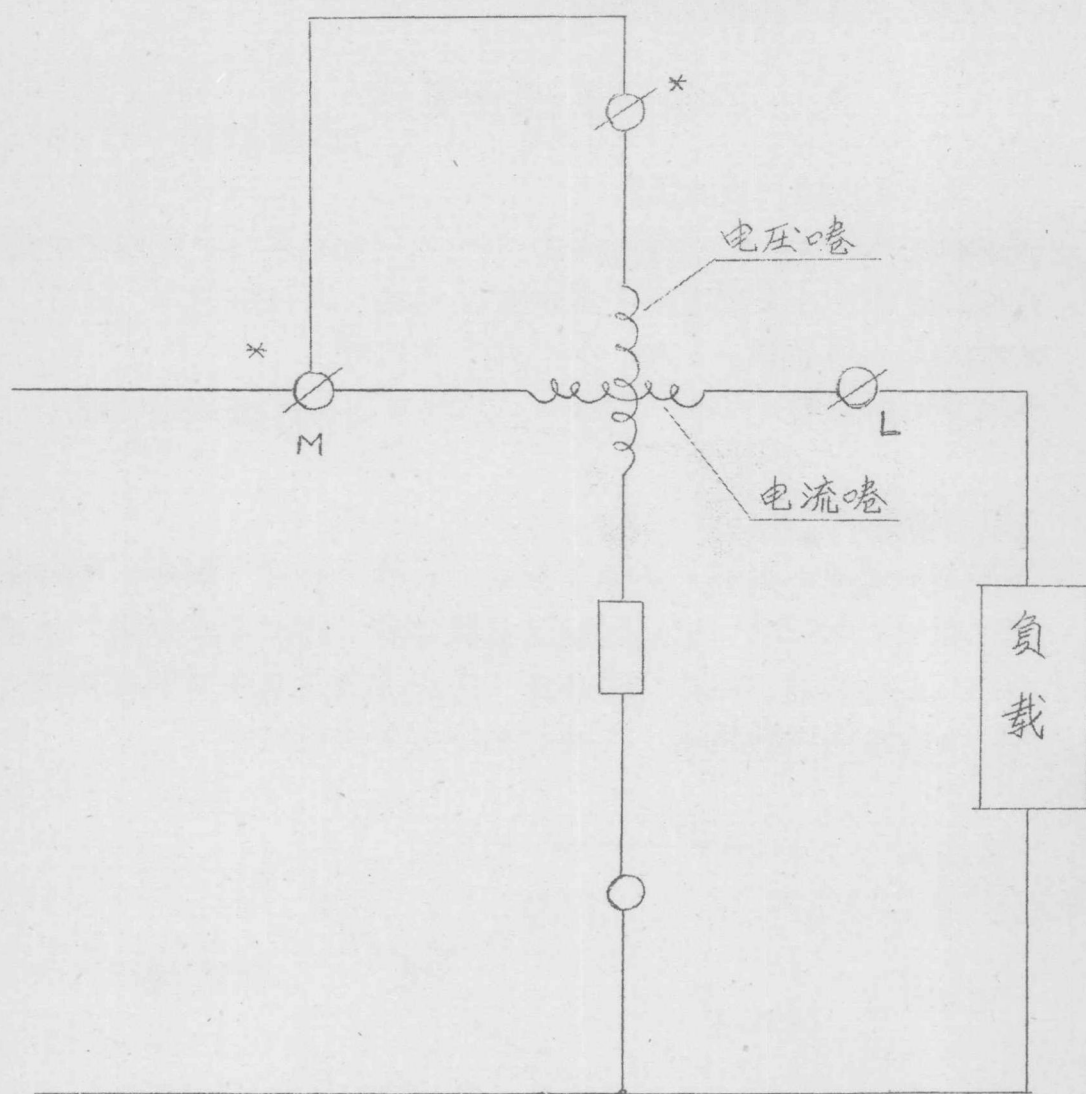
电压表三档量程（100V 250V 500V），由改变接线柱实现。

2. 瓦特计

瓦特计内有电流线圈（定卷）和电压线圈（动卷）组成，内部原理如各图（a）所示，电流线圈与负载串联，测其负载电流，电压线圈与负载并联，测其负载电压，两线圈在负载电流和电压的作用下，使电压线圈转动，其指针示值就是负载功率。



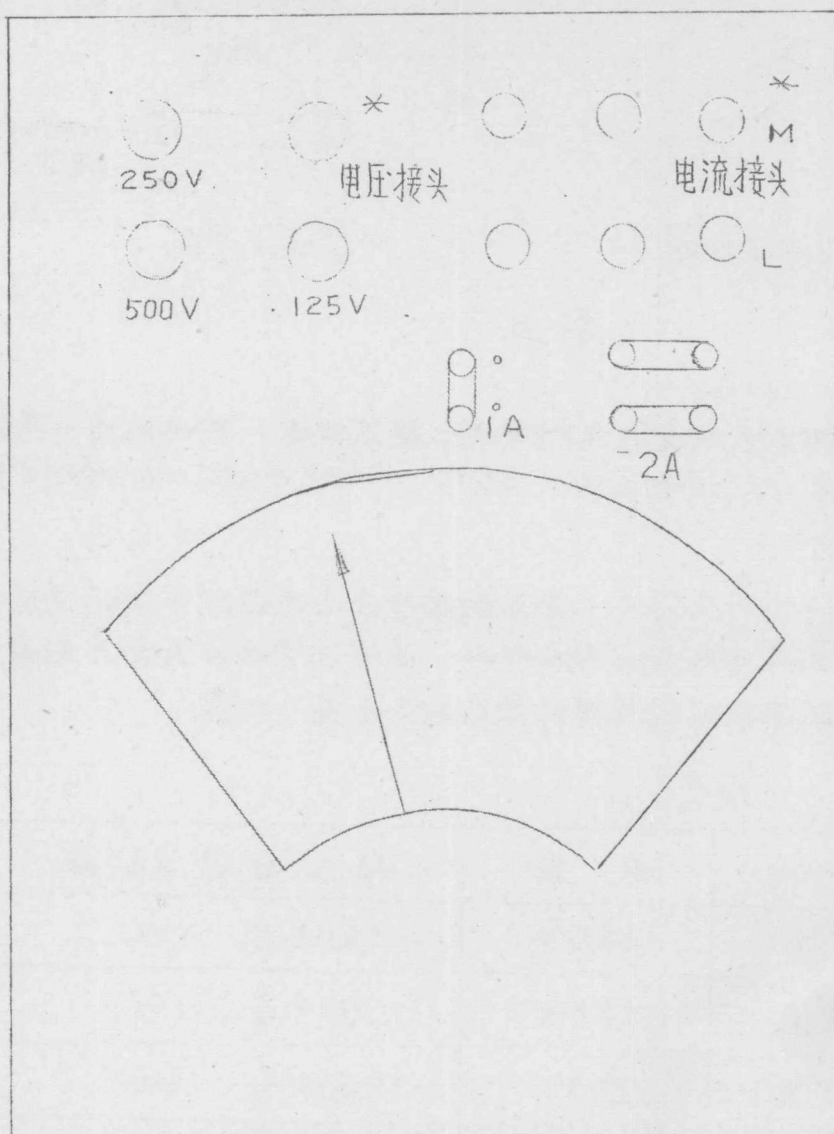
(图三 (a))



(图三 b)

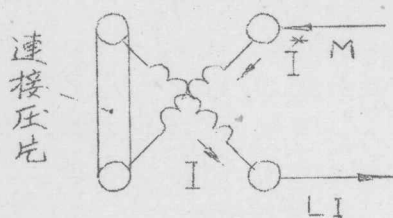
瓦特计测量功率的原理接线如图 3 b，为防止指针反转，将电压线圈电流卷“*”端连在一起。

瓦特计的量程，分别决定于电流卷和电压卷的量程，其瓦特计外形结构如图 4 所示。

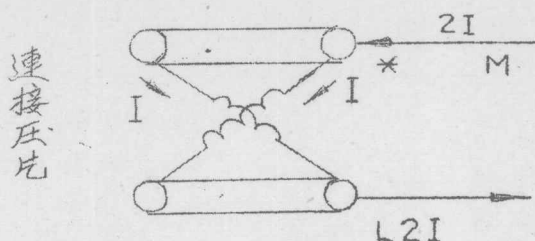


(图 四)

其中电流线圈有四个接线柱，藉助联接压片来实现两个电流线圈的串联或并联来改变量程，如图 5 所示。



(a) 串联接法量程 1 A



(b) 并联接法量程 2 A

(圖五)

电压线卷三档量程也利用四个接头改接，其中标有*号端，为公共端，其余分别标有125V、250V、500V三个端子，视被测电路电压高低选用一个。

瓦特计指针在标尺上指示的格数要由测量时取用的电流卷的量程决定换算系数才能换算成瓦特数，其换算系数在瓦特表附表上标出。

本实验中采用的瓦特计换算时表如表1所示：

电 流	电 压	指示数乘倍数
1 A	125 V	$1200 \times \frac{1}{10}$ (W)
2 A	125 V	$1200 \times \frac{1}{5}$ (W)
1 A	250 V	$1200 \times \frac{1}{5}$ (W)
2 A	250 V	$1200 \times \frac{2}{5}$ (W)
1 A	500 V	$1200 \times \frac{2}{5}$ (W)
2 A	500 V	$1200 \times \frac{5}{4}$ (W)

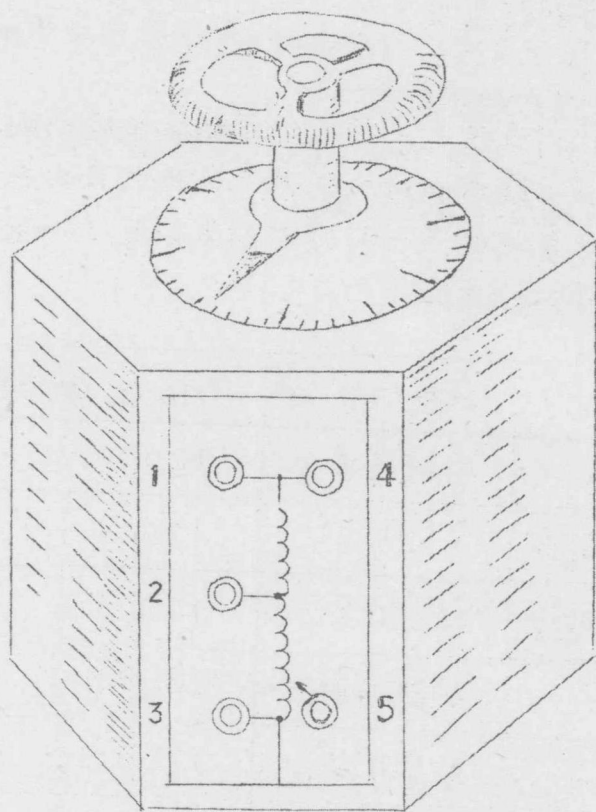
例：电流卷量程 2 A，电压卷量程 250 V，指针读数在 500 上，
则实际功率，P

$$P = 500 \times \frac{2}{5} = 200 \text{ W}$$

3. 調压器

調压器是一个抽头可以藉助电刷连续滑动的自耦变压器，它可将固定的220V或110V交流电流变成在0~250V连续可以調的交流电，本实验中由調压器用来获得合适的电流和电压，使得交流电压不超过所有仪表的允許值。

調压器的原理如图1虚线框内部份所示，外形结构如图6所示，1—3，1—2为输入端，其額定电压分别为220V和110V，4—5为输出端，藉助滑动电刷在输出端可以得到0~250V连续可調的交流电压。



在使用調压器时，必须注意以下几点：

1. 输入端与输出端不能接错，且输入端的額定电压与实际输入的电流电压基本相符。
2. 电流合闸前滑动电刷初始位置应处另位，确保输出电压为另。

接通电流及将滑动电刷逐渐转动，让输出电压逐渐升高，如电路中存在短路在升压过程中能及时发现，将电刷还回另位，停止试验，进行检查。

四 实验步骤

1. 按图1接线，且经仔细检查无误，方可合上电流。
2. 利用调压器从另逐渐升高电压，直到所有仪表读数均处合适（如不合适，可拉升电流重新选择仪表量程）读下电流 I ，电压 U 、功率 P 。
3. 重新改变调压器电压，重复步骤2读取第二组数据。这里着重指出，电路中电流，决不允许调节到超过2安，因所测线卷的额定电流是小于2A的。
4. 根据测得数据列表，且计算线卷等效参数 R_L X_L （或 L ）同时，作其电流电压的矢量图。
5. 将线卷拆下，用万用电表欧姆^档直接测得线卷的电阻值与计算所得的 R_L 进行比较，是否一致。

实验数据记录列表：

	测 得 数 据			计 算 结 果		
	U 伏	I 安	P 瓦			
第一次记录						
第二次记录						
	平 均 值					

万用电表测得 $R_L =$ _____ 欧

五. 使用仪器设备

名 称	規 格	数量	备 註
电 志 线 卷		1	
交流电压表	$0 \sim 125V \sim 250V$	1	
交流电流表	$0 \sim 1A \rightarrow 0 \sim 2A$	1	
瓦 特 計	电流 $0 \sim 1$ $0 \sim 2$ 电压 $0 \sim 125 \sim 250 \sim 500V$	1	
单相調压器	2 KVA	1	
万用电表	MF — 30	1	
电压表表棒		1付	
验电笔		1支	
若干接线			

六. 思考题:

线卷上测得的功率 P 等于线卷上测得的电压乘测得的通过线圈的电流吗? 为什么?

江南大学图书馆



91447628

实验三. 日光灯电路测试

一. 实验目的

1. 学习日光灯电路的连接
2. 通过对日光灯电路的测试, 加深对交流电路特点的理解。
3. 学习提高线路功率因数的方法

二. 简述

1. 日光灯电路工作原理: 日光灯由灯管, 起动器、镇流器等部分组成, 玻璃灯管内壁涂上一层荧光粉, 灯管两端是灯丝, 管内抽成真空后充入氩气及少量水银。

镇流器是一个具有铁芯的电感线圈。在日光灯起动时它产生高压点燃日光灯, 点燃后阻止灯管电流。

起动器是一个充有氖气的玻璃泡, 泡内装一对触片(见图 1-1)。一是直立的静触片, 一个是用双金属片制成的U形动触片。双金属片由两种不同膨胀系数的金属制成。起动器相当于一只自动开关, 仅在点燃日光灯时起作用, 灯亮以后停止工作。为了减少开灯时对收音机产生干扰, 起动器中还有一个纸质电容并联在动静触片两端。

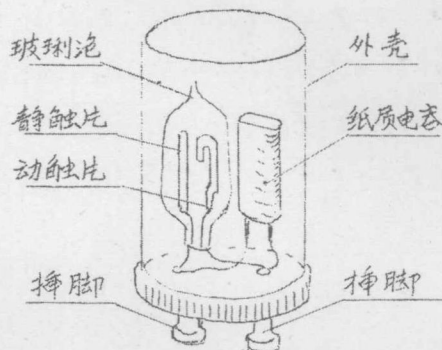


图 1 起动器

日光灯的线路图 图 2

