

大连海事大学

电路实验指导

交流电路等效参数的测定

2020 年 5 月

电路实验室安全操作规程

电路实验旨在帮助学生更好地理解电路原理，为了增强实验室的管理，确保学生有一个良好的实验环境，参与实验的学生应认真阅读操作规程并完成签字。

1. 未经指导教师允许，学生不得私自对实验室总开关进行操作。
2. 实验室严禁饮食。严禁将饮用水、饮料等液体放置在桌面，以防止对实验台造成污染、短路。
3. 学生有义务爱护实验仪器、设备等，不可擅自对实验仪器、设备进行拆解。不可随便动用与本实验无关的仪器设备。
4. 学生应认真预习实验内容，若对实验存在问题，应及时向老师汇报。学生在实验开始前需要清楚实验仪器的各项使用操作。同时需要做好实验仪器的清点（实验仪器的数量、种类），若与实验室提供的清单不符，应及时上报教师。
5. 学生应当遵守实验讲义的步骤（或按照教师的要求进行），在开关合闸前务必多次检查电路连接，若存在没有把握的电路连接，则需要与教师及时沟通。切记避免短路等破坏性行为（如有特殊实验要求则遵循实验要求）。
6. 在实验时，学生必须注意实验安全。严禁使用破损的导线，切忌肢体直接接触强电等危险行为。学生应注意若在实验过程中需要改变线路连接，首先应将电源切断，然后再进行相应操作，切忌带电操作。若在实验中出现任何危险现象（设备出现烧焦味、冒烟等），学生应立即将空气开关断开，之后应该及时向指导教师汇报。
7. 若因学生操作不当而造成实验仪器的损坏，学生有义务对其进行赔偿，同时指导教师有权利要求学生停止实验内容。
8. 为规范实验严谨性及遵循实验的客观规律，学生严禁伪造实验数据或抄写他人数据等违规行为，若因实验仪器若存在误差或因仪器损坏而造成的数据偏差，学生应及时向教师汇报。
9. 完成实验后，学生须做到再次清点实验仪器的数量及种类，将仪器整理好、归回原位并完成签字。
10. 学生不得擅自带出实验室的各类器材、元件、仪表等设备。
11. 学生的实际实验操作以及是否遵守实验室相关规章将直接影响最终实验成绩，请知悉。
12. 根据《大连海事大学学生违纪处分实施细则》第二十一条，一经发现抄袭，对相似实验报告进行零分处理并给予相应处罚。

注：关于疫情期间仿真实验报告的特别说明

1. 实验报告要完成所有的内容，实验预习计算、预习题应尽量用自己的理解去回答，如发现抄袭，本次实验按 0 分处理，如多次发现抄袭，最终成绩将会按挂科处理。
2. 实验仿真图应采用对 multisim 的仿真界面截图的形式（可用 windows 自带的截图工具，或者使用 word 中的屏幕截图），截图无须截取整个屏幕，但应将所有电路元器件包含在截图之中。截图大小应满足可放置于实验报告的表格中。
3. 写实验报告时如果遇到数学符号、计算、图线、表格等不易用键盘实现的情况，学生可先将题、图表等写画在白纸上，再用手机拍照，将照片放置在该题的解答处（注意图片大小，排版要具有易读性）；对于有能力的同学，也可以通过使用 excel 等软件画出相对应的图线。（即完成报告的形式不限）
4. 疫情结束返校后，无条件仿真的同学应在校实验室中完成之前仿真的实验内容，具体时间听从教师安排。
5. 对于仿真实验可正常进行的同学，实验报告应不晚于规定时间上交。实验报告统一交至学委，再由学委将文件压缩打包统一交给教师。如有特殊情况，请及时与教师沟通。

实验 交流电路等效参数的测定

一. 实验目的

1. 学会用相位表法或功率表法测量电感线圈、电阻器、电容器的参数，根据测量数据计算出串联参数 R 、 L 、 C 和并联参数 G 、 B_L 、 B_C 。
2. 正确掌握相位表、功率表的使用方法。

二. 实验原理

电感线圈、电阻器、电容器是常用的元件。电感线圈是由导线绕制而成的，必然存在一定的电阻 R_L ，因此，电感线圈的模型可用电感 L 和电阻 R_L 来表示。电容器则因其介质在交变电场作用下有能量损耗或有漏电，可用电容 C 和电阻 R_C 作为电容器的电路模型。线绕电阻器是用导线绕制而成的，存在一定的电感 L_R ，可用电阻 R 和电感 L_R 作为电阻器的电路模型。图 2-9-1 是它们的串联电路模型。

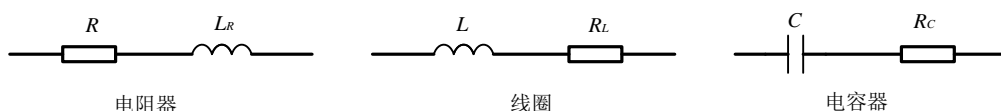


图 2-9-1 串联电路模型

根据阻抗与导纳的等效变化关系可知，电阻与电抗串联的阻抗，可以用电导 G 和电纳 B 并联的等效电路代替，由此可知电阻器、电感线圈和电容器的并联电路模型如图 2-9-2 所示。

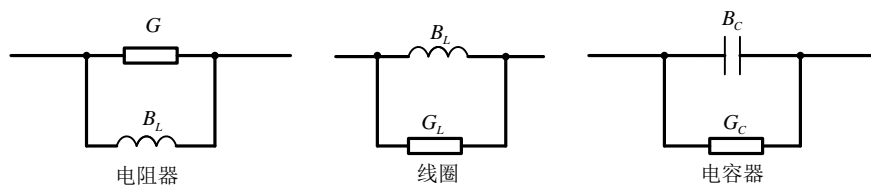


图 2-9-2 并联电路模型

在工频交流电路中的电阻器、电感线圈、电容器的模型参数，可用下列方法测量。

方法一：相位表法

在图 2-9-3 中，可直接从各电表读得阻抗 Z 的端电压 U ，电流 I 及其相位角 φ 。当阻抗 Z 的模 $|Z| = U/I$ 求得后，再利用相位角便不难将 Z 的实部和虚部求出。如：当测出电感线圈两端电压 U 、流过电感线圈电流 I 及其相位角 φ ，显然 $R_L = \frac{U \cos \varphi}{I}$ ， $L = \frac{U \sin \varphi}{I\omega}$ 。其并联参数 G 、 B_L 如何根据 U 、 I 、 φ 值计算，由实验者自行推导。

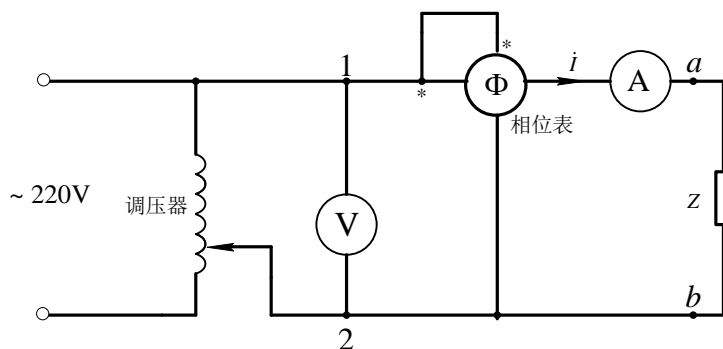


图 2-9-3 相位表法线路图

方法二：功率表法

在生产部门，功率表较多，相位表较少，将图 2-9-3 中的相位表换为功率表，如图 2-9-4 所示，可直接测得阻抗的端电压、流过的电流及其功率，根据公式 $P = UI \cos \varphi$ 即可求得相位角 φ ，其余与上法相同，从而求得 Z 的实部与虚部。

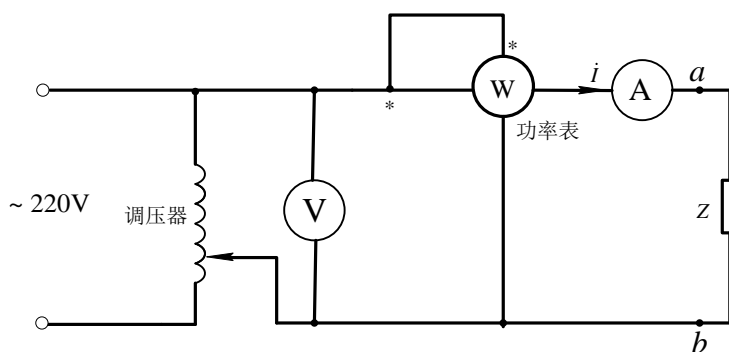


图 2-9-4 功率表法线路图

在功率表法中为了判断被测阻抗是容性还是感性,可采用如下方法:在被测阻抗两端并接一适当容量的小电容,如电流表的读数增大,则被测阻抗为容性(即虚部为负),若电流表读数减小,则为感性(即虚部为正)。

方法三: 电量仪法

电量仪是一块多功能用途的表,可测量交流电压、电流及各种功率和相位角,具体参见常用仪表的介绍,本实验采用该设备完成。

三. 实验步骤

1. 按图接线, 变压器变比选为 10: 1, 可变电阻选为 5k Ω , 图中阻抗 Z 分别取: $R=15\Omega/10W$ 、电感 $L=20mH$ 和电容器 $C=220\mu F$ 。调节调压器使电流表的读数为 0.5A, 测量电压、功率及功率因数, 记录于表 2-9-1 中。

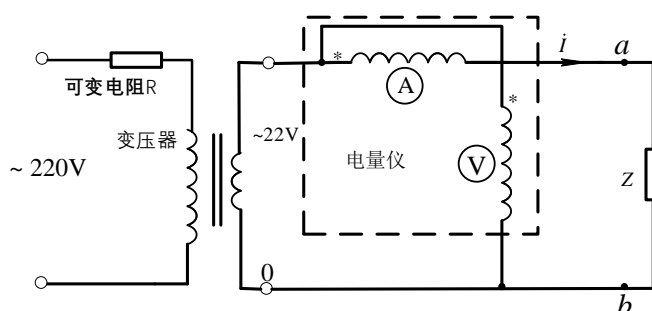


图 2-9-5 电量仪法线路图

表 2-9-1 阻抗为独立元件时数值

被 测 阻 抗	测 量 值				计 算 值				
	I /A	U /V	$\cos\varphi$	P /W	$ Z $ / Ω	R / Ω	L /mH	C / μF	相位角 $\varphi (^{\circ})$
电阻器	0.5								
电感线圈	0.5								
电容器	0.5								

2. 主线路接线不变, 阻抗 Z 的连接组合方式, 分别为 $R=15\Omega$ 、电感 $L=20mH$ 和电容器 $C=220\mu F$ 的串联组合, 调节调压器使电流表的读数为 0.5A, 除了测量总电压 U 、功率 P 和功率因数外, 还要测量串联组合时第一个元件电压 U_1 、第二个元件电压 U_2 , 记录于表 2-9-2 中。

表 2-9-2 阻抗为串联组合时数值

被测阻抗	测量值						计算值				
	I /A	U /V	U_1 /V	U_2 /V	$\cos\varphi$	P /W	$ Z $ / Ω	R / Ω	L_{eq} /mH	C_{eq} / μF	相位角 φ (°)
电阻与电感串联	0.5										
电阻与电容串联	0.5										
电感与电容串联	0.5										

3. 图 2-9-5 接线中，阻抗 Z 的连接组合方式，分别为 $R=15\Omega$ 、电感线圈 $L=20mH$ 和电容器 $C=220\mu F$ 的并联组合，调节调压器使电流表的读数为 0.5A，除了测量总电压 U 、功率 P 和功率因数外，还要测量并联组合时第一个元件电流 I_1 、第二个元件电流 I_2 ，记录于表 2-9-3 中。

表 2-9-3 阻抗为并联组合时数值

被测阻抗	测量值						计算值				
	I /A	I_1 /mA	I_2 /mA	U /V	$\cos\varphi$	P /W	$ Z $ / Ω	R / Ω	L_{eq} /mH	C_{eq} / μF	相位角 φ (°)
电阻与电感并联	0.5										
电阻与电容并联	0.5										
电感与电容并联	0.5										