

# 实验十三R、L、C元件阻抗特性的测定

## 一、预习思考题

1. 测量 R、L、C 各个元件的阻抗角时，为什么要与它们串联一个小电阻？可否用一个小电感或大电容代替？为什么？

在测量 R、L、C 元件的阻抗角时，串联一个小电阻的目的是为了增加电路的总阻抗的稳定性，使得电路的反应更加平滑，避免由于某个元件的极端反应（如纯电感或纯电容）导致测量误差。小电阻的引入可以避免电路出现过于陡峭的相位变化，确保测量过程中电流和电压的相位关系稳定，从而准确地测定元件的阻抗角。而如果用一个小电感或大电容代替小电阻，则可能会引入额外的相位偏移，改变电路的阻抗特性，从而影响测量结果的准确性。

## 二、实验报告

1. 根据实验数据，在方格纸上绘制 R、L、C 三个元件的阻抗频率特性曲线，从中可得出什么结论？

r	U	R	L	C
51Ω	3V	1000	0.01	1.00E-06

R (1kΩ)

	200HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	5000HZ
Ur	0.159	0.159	0.159	0.159	0.159
Ir	0.003118	0.003118	0.003118	0.003118	0.003118
X或R	962.2642	962.2642	962.2642	962.2642	962.2642
φ	0	0	0	0	0
R理论	1000	1000	1000	1000	1000

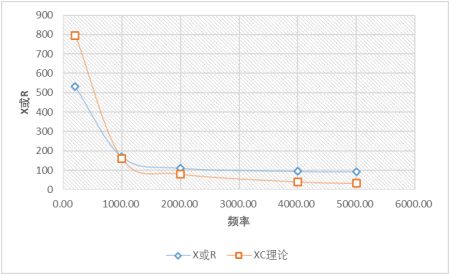
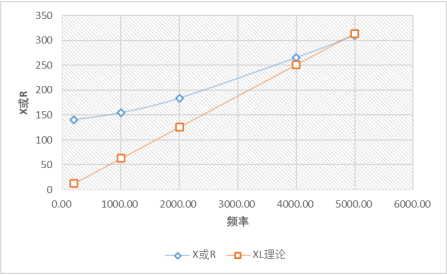
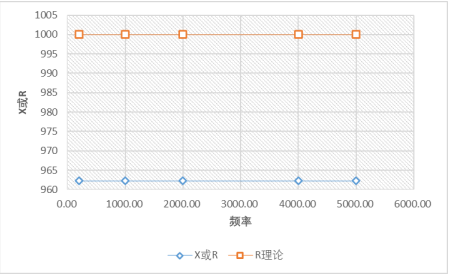
L(10mH)

--	--	--	--	--	--

f	200HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	5000HZ
Ur	1.09	0.99	0.832	0.576	0.493
Ir	0.021373	0.019412	0.016314	0.011294	0.009667
X或R	140.367	154.5455	183.8942	265.625	310.3448
$\Phi$	1.2	43.2	47.2	59	66.1
XL理论	12.56	62.8	125.6	251.2	314

C(1uf)

f	200HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	5000HZ
Ur	0.228	0.98	1.89	2.93	3.67
Ir	0.004471	0.019216	0.037059	0.057451	0.071961
X或R	671.0526	156.1224	80.95238	52.21843	41.68937
$\Phi$	84	66.1	34.8	29	28.8
XC理论	796.18	159.24	79.62	39.81	31.85



1. 电阻 R:

在所有频率下，电阻的阻抗幅值保持恒定，不受频率的影响。阻抗相位为 0°，电压和电流之间没有相位差。曲线为一条平行于频率轴的直线，表示电阻的阻抗是恒定的。

2. 电感 L:

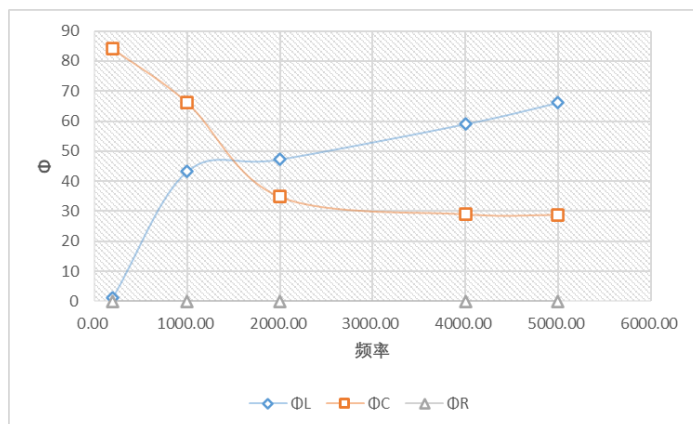
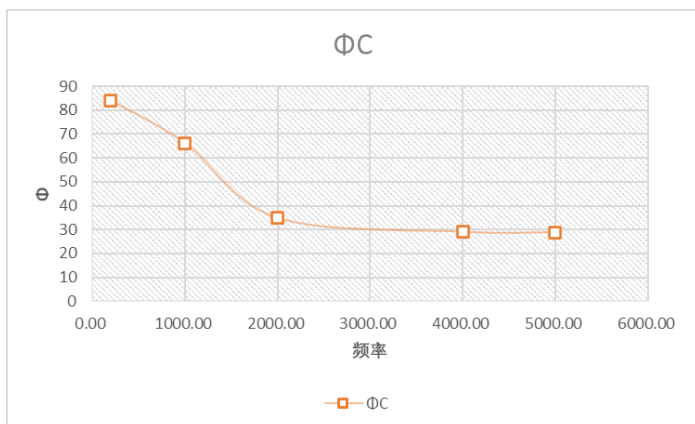
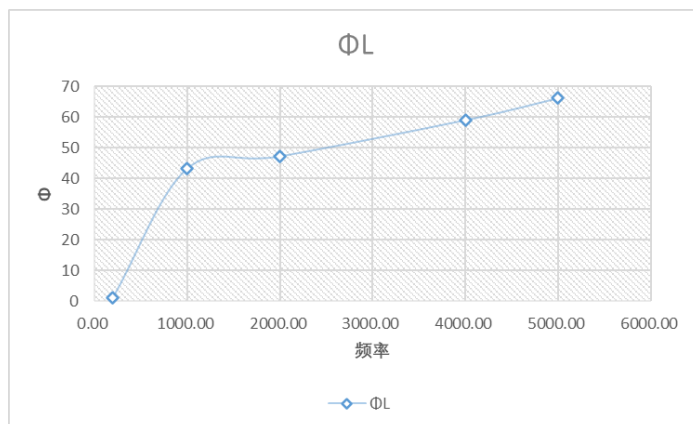
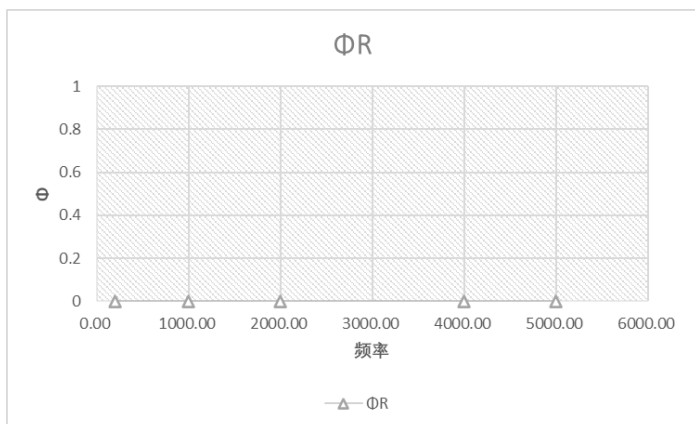
随着频率的增加，电感的阻抗幅值逐渐增大。阻抗相位接近 90°，即电流滞后于电压。电感的阻抗特性呈曲线呈斜率上升的趋势。这表明电感的阻抗与频率成正相关，且其相位在高频时趋近于 +90°。

3. 电容 C:

随着频率的增加，电容的阻抗幅值逐渐减小。阻抗相位接近 -90°，即电流超前于电压。电容的阻抗特性表现为随着频率增加，阻抗迅速降低，曲线呈下降趋势。这表明电容的阻抗与频率成负相关，

且其相位在高频时趋近于  $-90^\circ$ 。

## 2. 根据实验数据，在方格纸上绘制 R、L、C 三个元件串联的阻抗角频率特性曲线，并总结、归纳出结论。



由图可以发现：

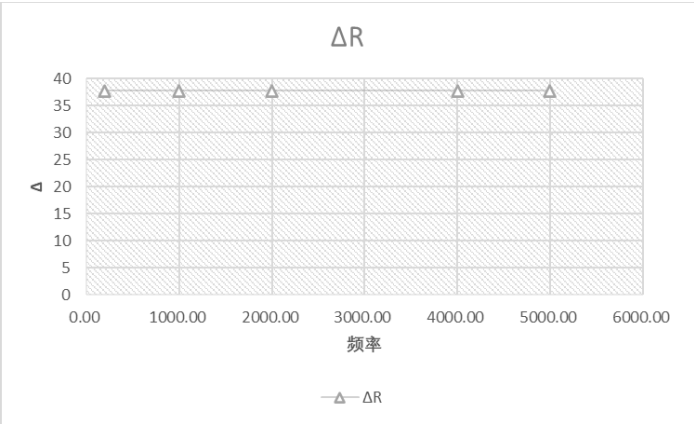
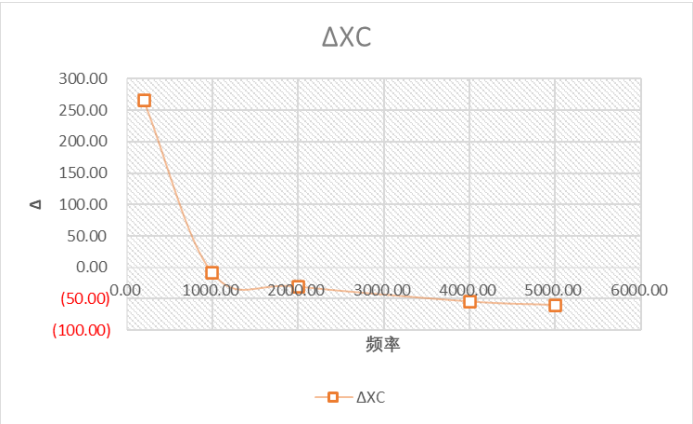
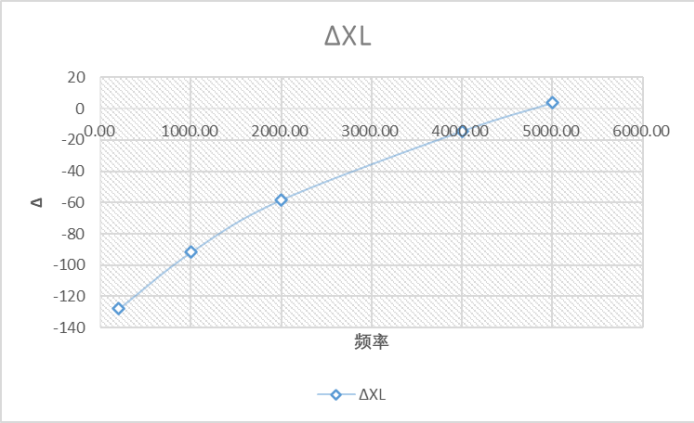
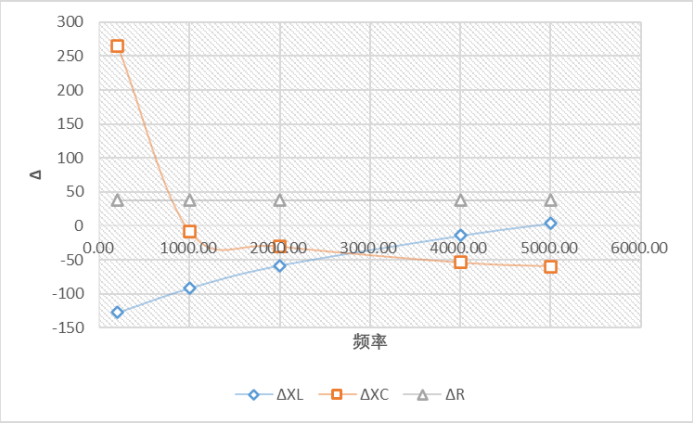
- **低频区域：**在低频时，电容的容抗较大，电感的感抗较小。阻抗角较小（负相位角）。
- **高频区域 (高于谐振频率)：**在高频时，电感的感抗增大，电容的容抗减小。阻抗角较大（正相位角）。

1. **电阻**的阻抗与频率无关，因此无论在低频还是高频下，它的阻抗角都恒定为0。
2. **电感**的阻抗与频率成正比，随着频率的增加，电感的阻抗逐渐增大，同时电流滞后于电压的相位逐渐增大，阻抗角有增大趋势。
3. **电容**的阻抗与频率成反比，随着频率的增加，电容的阻抗逐渐减小，同时电流超前于电压的相位逐渐增大，阻抗角有减小趋势。

## 3. 根据实验数据填写表 14-1，并用理论计算直接计算出电抗 $X$ 或者电阻 $R$ ，并与表格中的用实验数据间接测算的电抗 $X$ 或者电阻 $R$ 的值做对比，你会发现有些值误差可以接受，有些值误差很大，试分析误差产生的来源。

--	--	--	--	--	--

$f$	200HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ	5000HZ
$\Delta R$	37.73585	37.73585	37.73585	37.73585	37.73585
$\Delta XL$	-127.807	-91.7455	-58.2942	-14.425	3.655172
$\Delta XC$	264.93	-8.8962	-30.4541	-54.0561	-59.7696



由电阻或电抗理论值与测量值之差  $\Delta R$ 或 $\Delta X$  与频率的关系图中可以看出，理论计算的电抗  $X$  或电阻  $R$  与通过实验数据间接测得的值进行对比,我们发现纯电阻的  $\Delta R$  不随频率的改变而改变，恒为  $37.7\Omega$ ，电容和电感在低频率时的容抗误差较大，在高频率时误差有减小的趋势。

误差来源分析

根据实验结果和误差计算，可能出现以下几种误差来源：

- 测量误差：**测量电压、电流和频率的仪器可能存在一定的精度误差，尤其在高频下，仪器的响应可能变得不准确，导致测量误差。此外，在选择量程时，如果没有选择合适的量程，可能会导致读取错误，特别是在测量电压和电流较小或较大的情况下。
- 元件的非理想性：**电阻的值可能会随温度变化而发生变化，尤其在高功率操作时，电阻器的温度会升高，导致其阻值发生变化，从而引入误差。理想电感和电容假设的模型在实际元件中并不完全成立，电感元件可能会有伴生电阻，而电容器可能有寄生电感和漏电流等效应，这些都会导致理论计算和实验值的差异。
- 连接和布线问题：**在实验中，电路的连接、导线的电阻和接触不良等问题也可能会引入误差。特别是在高频电路中，连接的电缆、接头的电感和电容效应可能会影响总阻抗和电抗的测量结果。

4. **频率响应：**在高频或低频下，元件的行为可能与理论模型有所偏差。例如，电感和电容在特定频率下的表现可能受到自身损耗的影响，导致测得的电抗与理论值不一致。

## 5. 心得体会及其它。

通过参与R、L、C元件阻抗特性的测定实验，我获得了宝贵的实践经验和深刻的认识。实验中，我学习到了串联小电阻的重要性，它不仅增加了电路的稳定性，还有助于避免极端元件反应导致的测量误差。通过亲手绘制阻抗频率特性曲线，我直观地观察到了电阻、电感和电容在不同频率下的阻抗变化，这加深了我对元件阻抗特性的理解。

在实验过程中，我注意到理论与实际测量值之间存在一定的误差。通过分析，我认识到这些误差可能来源于测量仪器的精度、元件的非理想特性以及环境因素等。这次实验不仅让我更加熟悉了电路元件的阻抗特性，也锻炼了我的实验操作能力和数据分析能力。我意识到了理论与实践相结合的重要性，以及在实验中不断探索和验证的必要性。通过这次实验，我对未来的学习和研究工作充满了期待和信心。