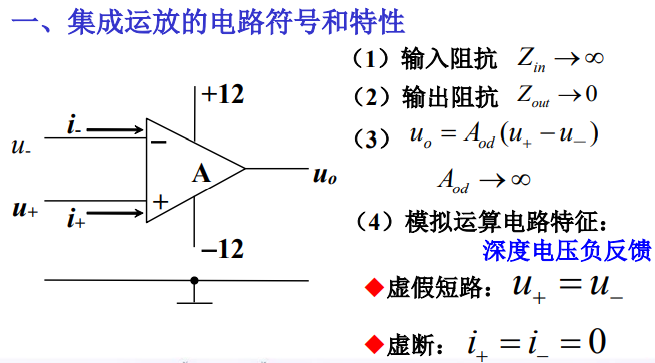
1. **实验题目：**集成运算放大器的基本应用——模拟运算电路
2. **实验目的：**

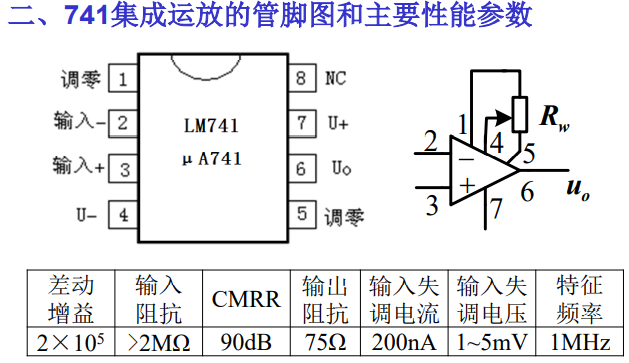
1、掌握集成运放的基本特性及正确使用方法，了解集成运放的外形结构及各引脚功能；

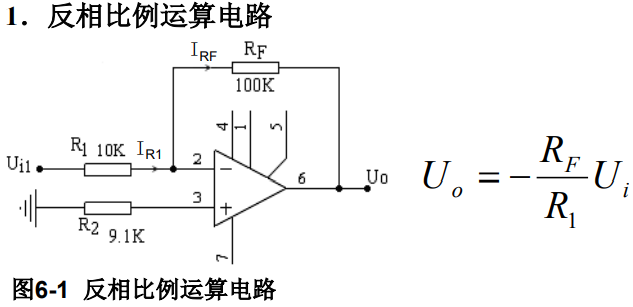
2、掌握集成运放的三种输入方式，研究由集成运放组成的比例、加法、减法、积分和微分等基本运算电路的功能；

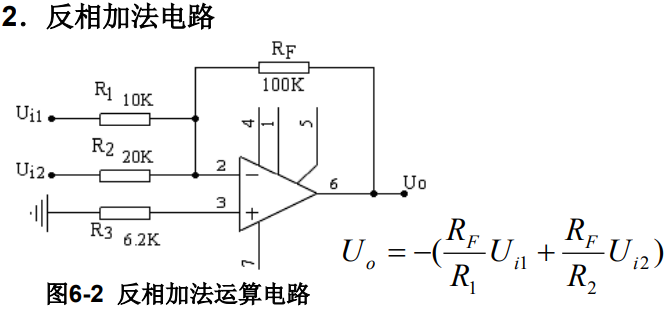
3、了解集成运放在实际应用时应考虑的一些问题。

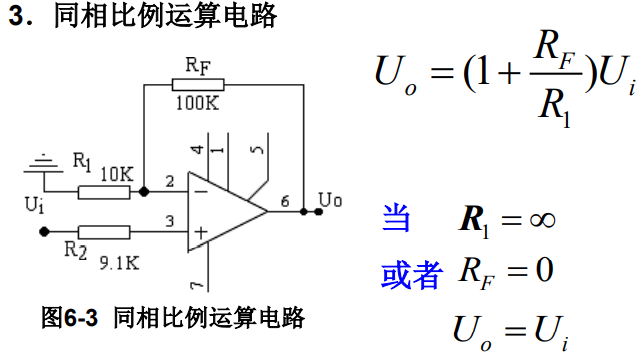
**三、实验原理**

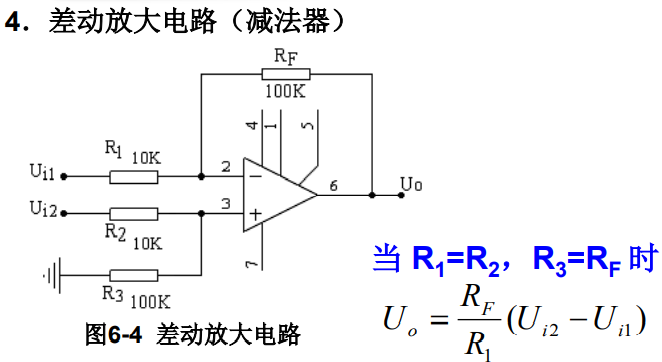


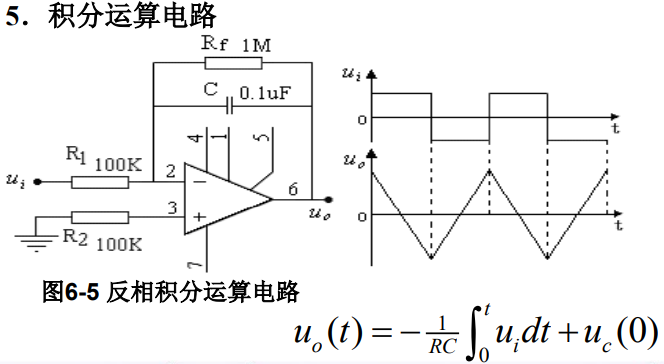


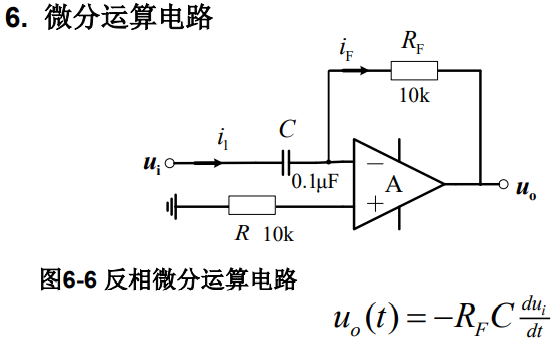


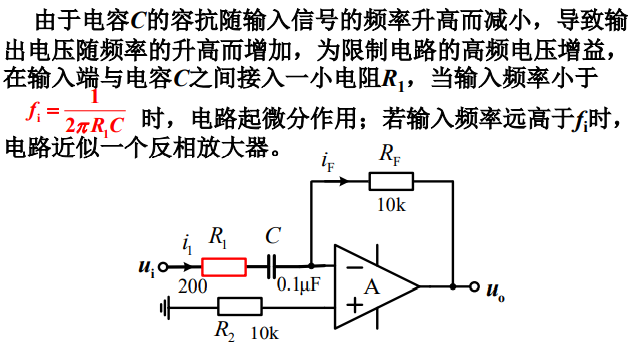






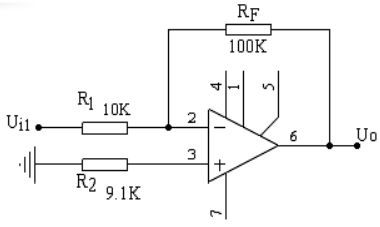






**四、实验内容、数据处理及误差计算：**

1．反相比例运算电路

按图1正确连线。输入f=500Hz，(有效值）的正弦交流信号，用毫伏表测量的有效值，并观察和的相位关系，将结果记入表2。

测得电路图中所需电阻阻值：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

表1

的计算值为

的实测值为 图1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 实测值 | 计算值 |
|  |  | -10.20 | -10.11 |

表2

的相对误差为

和波形图如图2：

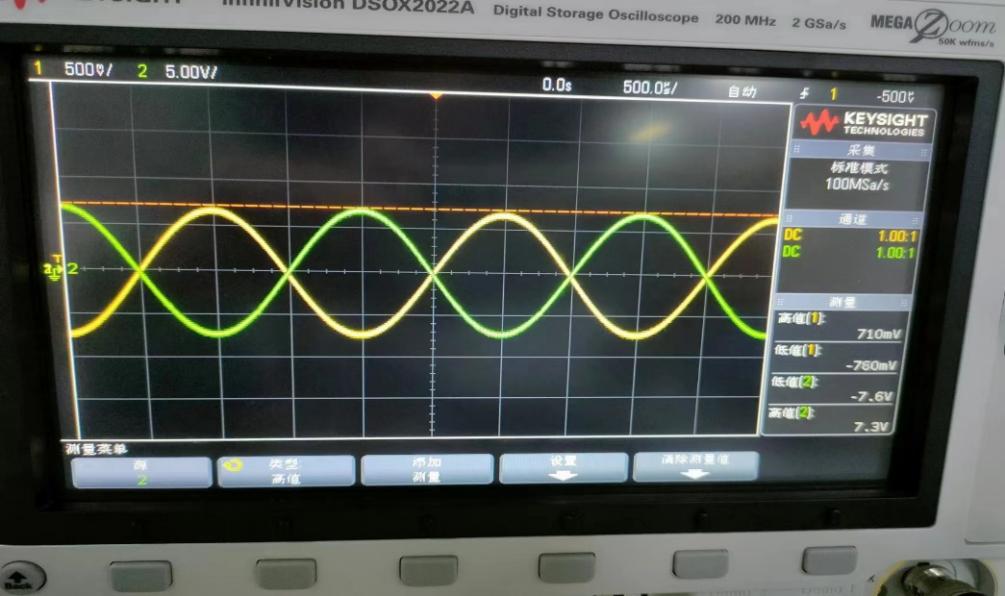
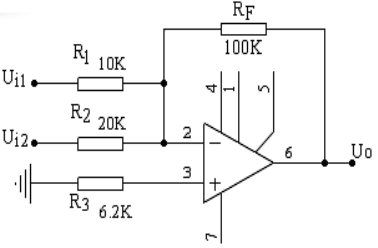


图2

2、反相加法运算电路

按图3正确连线，和采用直流稳压电源输入，用万用表档测量和及输出电压，将结果记入表4。

测得电路图中所需电阻阻值：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

表3

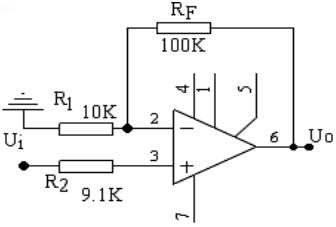
根据公式计算出理论值，再根据理论值和测量值计算相对误差。 图3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 测量值 |  |  |  |  |
| 计算值 |  |  |  |  |
| 相对误差 |  |  |  |  |

表4

3、同相比例运算电路

按图4正确连线。输入f=500Hz，(有效值）的正弦交流信号，用毫伏表测量的有效值，并观察和的相位关系，将结果记入表6。

测得电路图中所需电阻阻值：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

表5

的计算值为

的实测值为 图4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 实测值 | 计算值 |
|  |  | 11.19 | 11.11 |

表6

的相对误差为

和波形图如图5：

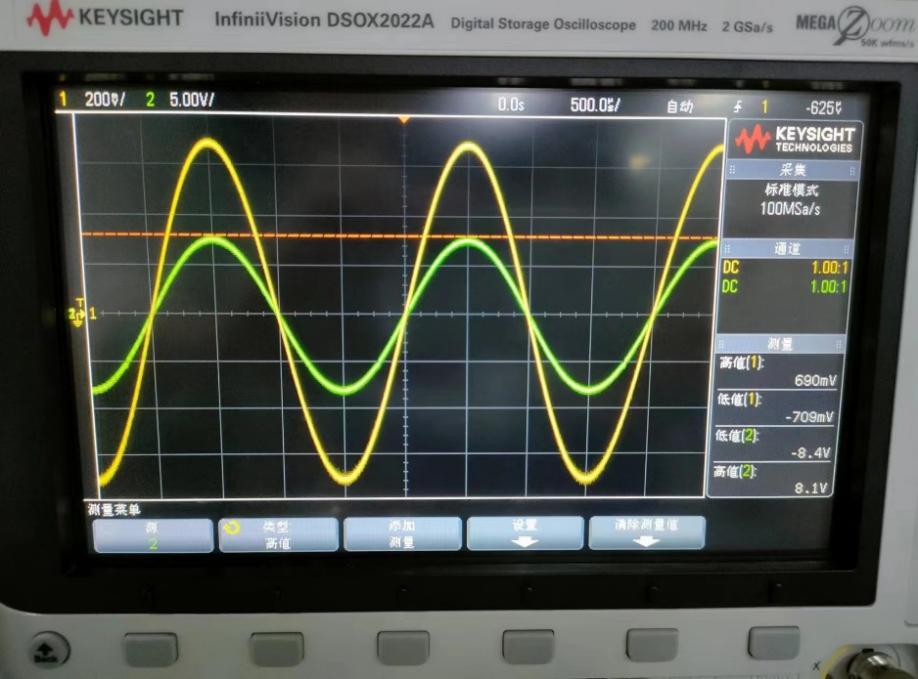
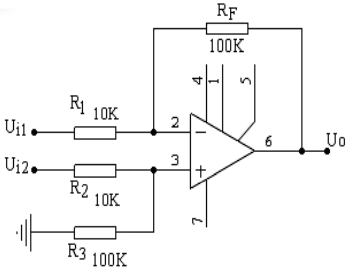


图5

4、差动放大电路（减法器）

按图6正确连线，和采用直流稳压电源输入，用万用表档测量和及输出电压，注意和输入不能过大，防止进入饱和区，将测量结果记入表8。

测得电路图中所需电阻值：

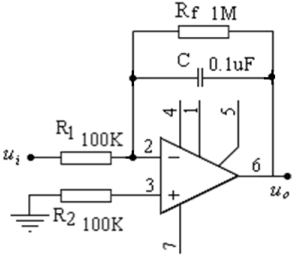
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

表7

根据公式计算出理论值，再根据理论值和测量值计算相对误差。 图6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 测量值 |  |  |  |  |
| 计算值 |  |  |  |  |
| 相对误差 |  |  |  |  |

表8

5、积分运算电路

测得电路图中所需电阻及电容值：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  | 图7 |

表9

按图7正确连线，取频率，峰峰值为的方波作为输入信号，用示波器测量并记录和的波形，计算理论的，进行误差计算和分析。

图7

和波形图及高值、低值、周期如图8、9所示：

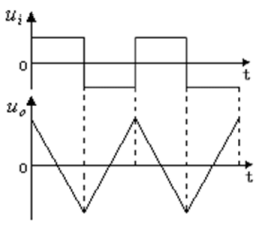
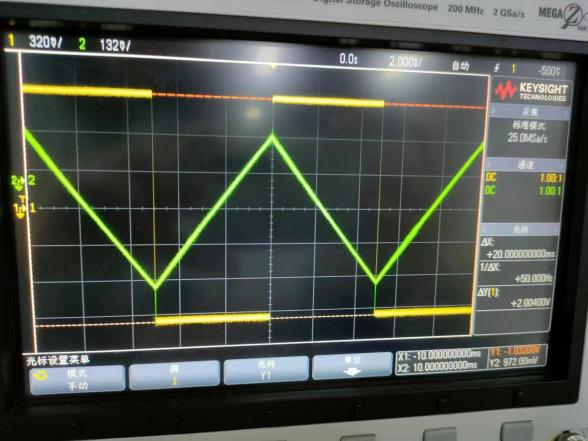
 

图8 图9

测量值为，理论值为

的相对误差为，误差来源可能有电路元件本身精确度带来的误差，示波器波形高低值读数误差等；电路中能有效抑制积分饱和和截止现象，但是会对总电流和电容的充放电电流起到分流作用，从而产生微小误差。

6、微分运算电路

测得电路图中所需电阻及电容值：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

表10

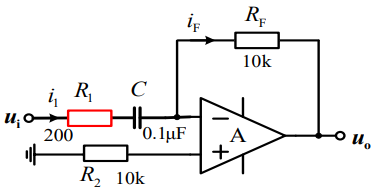


图10

按图10正确连线，输入三角波信号的频率为，峰峰值为，用示波器观察并定量画出和的波形，理论计算，进行误差计算和分析。

和波形图及高值、低值、周期如图11、图12所示：

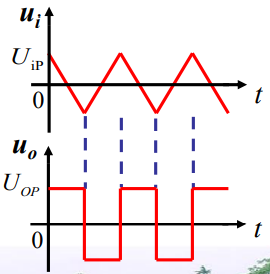
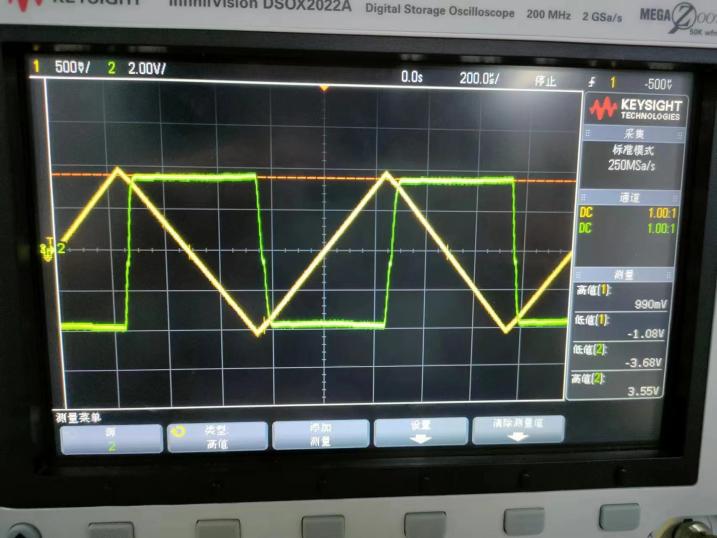
 

图11 图12

相对误差为

相对误差为

相对误差为

误差来源可能有电路元件本身精确度带来的误差，示波器波形高低值读数误差等；理论上三角波经过积分电路将转换为方波，实验结果与理论基本一致，但是实验中三角波斜率突变时对应输出的方波末状态有明显的噪声，可能是串接的电阻并不能很好的限制电路的高频电压增益。

**五、误差分析**

1、集成运放本身的精确度问题，我们采用理想化模型进行计算，故有一定误差；

2、万用表等测量工具测量精度较低，示数有微小跳动，读数不准确；

3、集成运放所接直流电源无法测量，有一定误差；

4、示波器波形不稳定且不是很清晰，没有很好的抑制噪声，造成波形的高低值读数受到影响。

**六、实验总结：**

通过本次实验，我们掌握了集成运放的基本特性和工作原理，研究了集成运放中加法电路、减法电路、比例电路、微分电路和积分电路并进行了实验验证，达到了实验目的和实验要求，加深了对理论知识的理解。

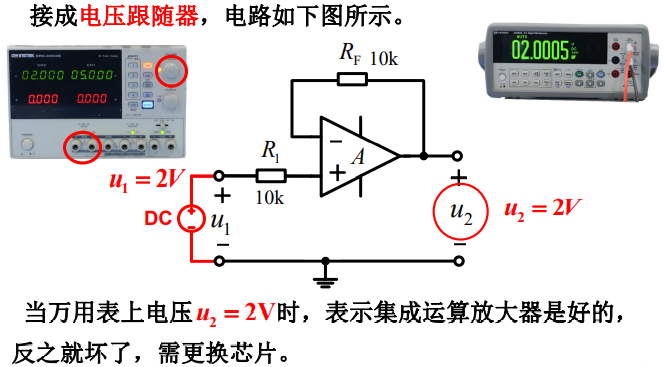
体会到当示波器波形有很多毛刺时，最好选择手动测量，减小误差。

此外，在本次试验中有了通过所学知识，自行设计电路的体验。

**七、思考题：**

1、如何判断集成运算放大器的好坏？为了不损坏集成运算放大器，实验中应注意什么问题？

答：根据同相比例运算电路的公式：，得到当或者时，。据此来检查集成运算放大器的好坏：



应注意的问题：不要接错电源的极性（在本实验中已接好，故该问题忽略）；输入信号的幅值要在运算放大器允许的范围之内，不能输入大于其限定的信号。

2、在反相加法运算电路中，如果和均采用直流信号，并选定，考虑到运算放大器的最大输出幅度为，的绝对值不应超过多少伏？

答：该运放电路的输入和输出满足：

即有，得到，所以的绝对值不应超过。

3、在积分运算电路图中，分析电阻的作用，说明的精度对积分电路的精度有何影响？

答：电阻负反馈能较有效地抑制积分漂移现象，的加入让电容在充电的时候速度变慢，电压平缓，可以达到更好的滤波效果；还能有效抑制积分饱和（限制低频积分增益）和截止现象，但是会对总电流和电容的充放电电流起到分流作用，存在一个分流电流小量，从而产生微小误差。为了减小这个误差，通常选择满足，即电路时间常数远小于电容在和构成回路中放电的时间常数。

**补充思考题：**