



## 电压串联负反馈放大器



## 一. 实验目的

1. 理解反馈放大器的分类和判别方法。
2. 研究电压串联负反馈对放大电路性能的影响。
3. 掌握负反馈放大电路各项性能指标的测试方法。



## 二. 实验仪器

1. 直流稳压电源
2. 函数信号发生器
3. 数字示波器
4. 毫伏表



## 三. 实验原理

### 1. 什么是反馈:

将放大电路输出端的电压或电流，通过一定的方式，返回到放大器的输入端，对输入端产生作用，称为反馈。

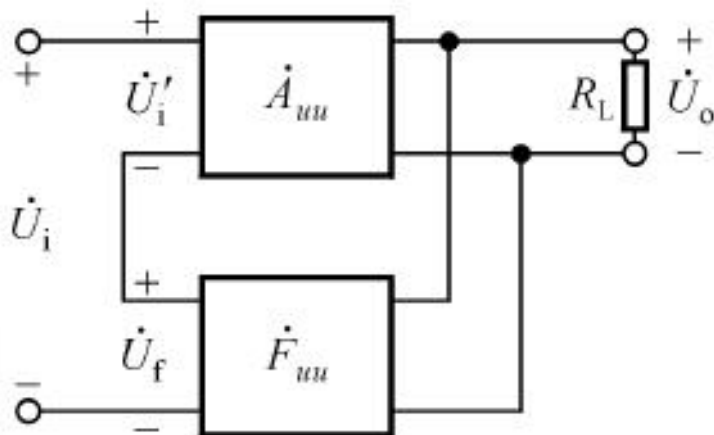
### 2. 反馈的性质

若反馈信号削弱原来的输入信号，使净输入信号减小，则为负反馈；反之为正反馈。

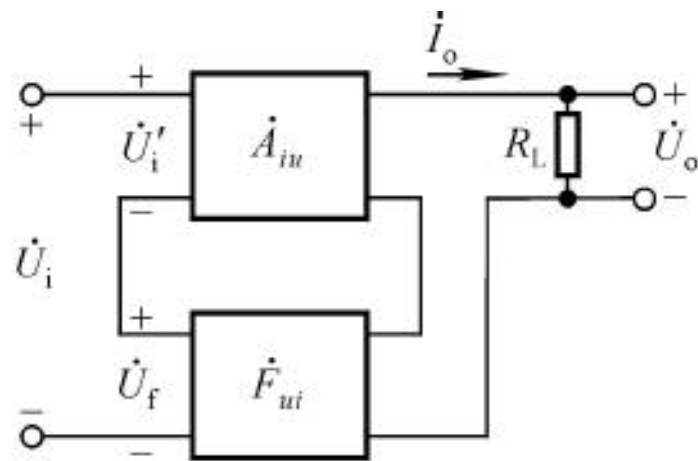
# 电压串联负反馈放大器



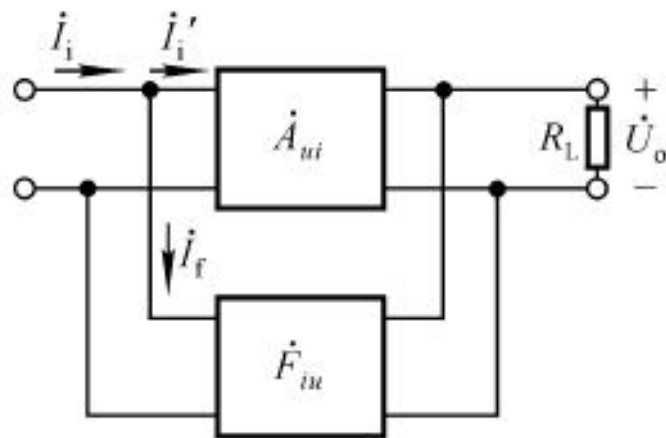
## 3. 反馈的组态



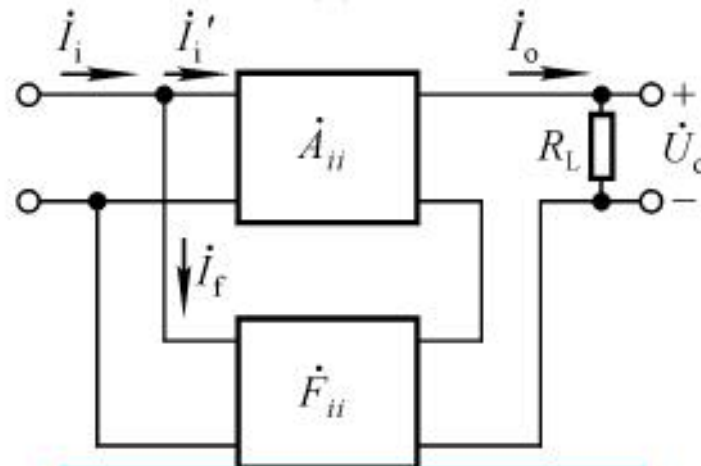
电压串联负反馈



电流串联负反馈



电压并联负反馈

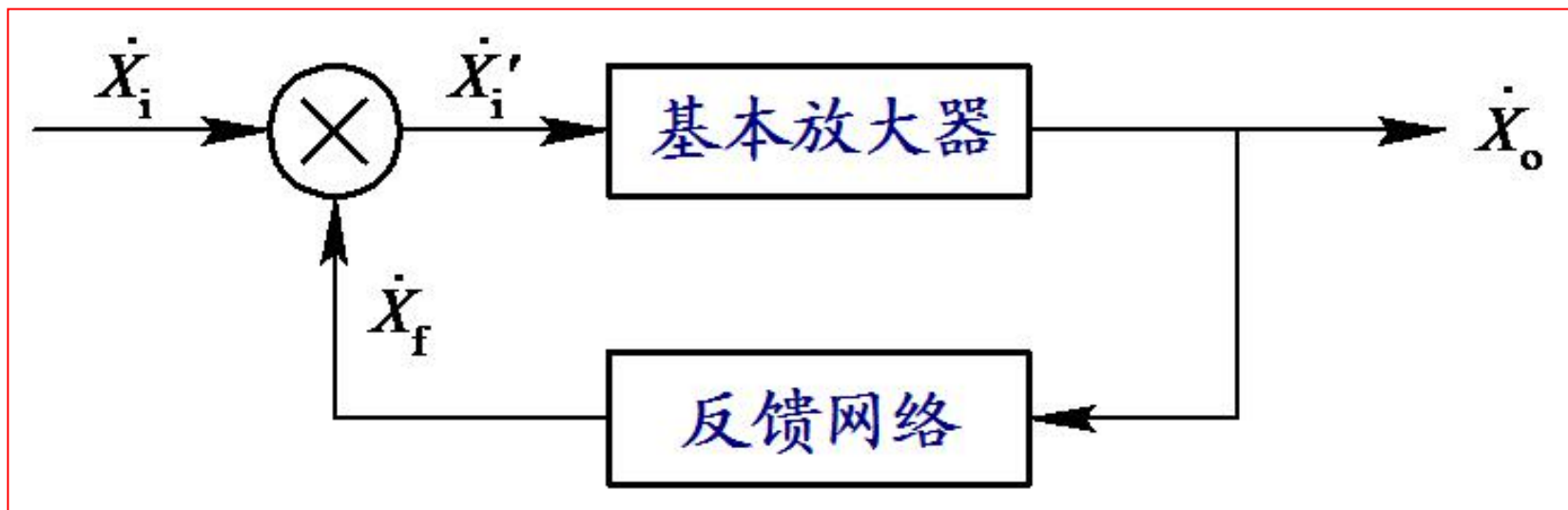


电流并联负反馈

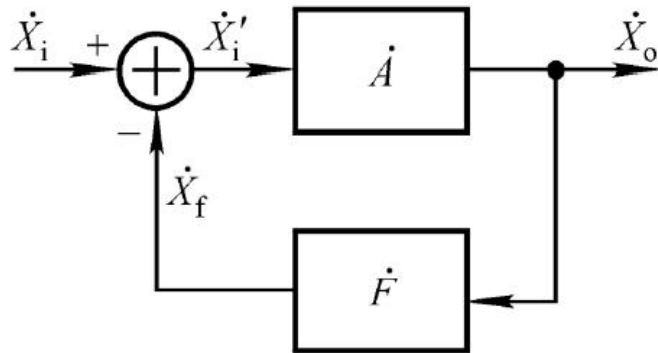
## 4. 反馈闭环系统:

包括基本放大器和反馈网络两部分。

$\dot{X}_i, \dot{X}_i', \dot{X}_o, \dot{X}_f$  分别表示放大器的输入、净输入、输出及反馈信号。



## 5. 负反馈的一般关系式



$$\dot{A} = \dot{X}_o / \dot{X}_i'$$

$$\dot{F} = \dot{X}_f / \dot{X}_o$$

$$\dot{A}_f = \dot{X}_o / \dot{X}_i$$

$$\dot{A}_f = \frac{\dot{A}\dot{X}_i'}{\dot{X}_i' + \dot{X}_f} = \frac{\dot{A}\dot{X}_i'}{\dot{X}_i' + \dot{F}\dot{X}_o} = \frac{\dot{A}\dot{X}_i'}{\dot{X}_i' + \dot{A}\dot{F}\dot{X}_i'}$$

$$\dot{A}_f = \frac{\dot{A}}{1 + \dot{A}\dot{F}}$$

## 6. 负反馈对放大器性能的影响

### 1) 提高了放大倍数的稳定性

引入负反馈以后，放大器的放大倍数由  $A$  变为  $A_f = A/(1+AF)$ 。将  $A_f$  对  $A$  求导，得到

$$\frac{dA_f}{dA} = \frac{1}{(1+AF)^2}, \text{ 即 } dA_f = \frac{1}{(1+AF)^2} dA$$



## 6. 负反馈对放大器性能的影响

### 2) 改变输入电阻和输出电阻

串联负反馈:  $R_{iF} = (1+AF) R_i$

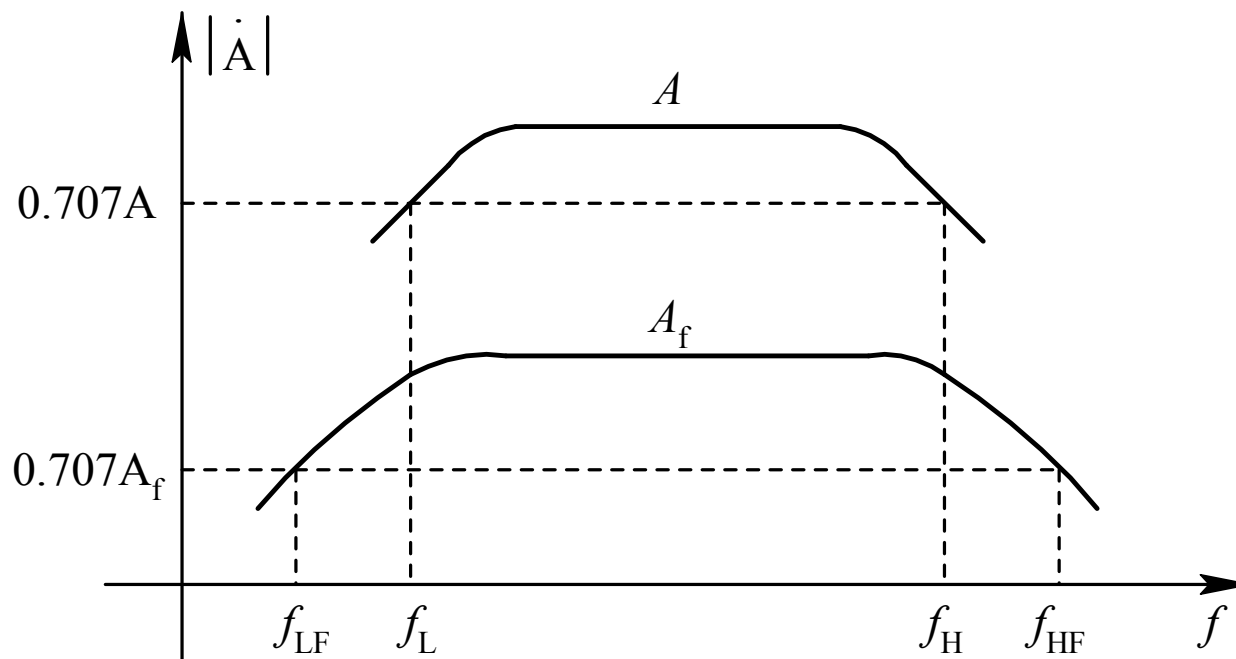
并联负反馈:  $R_{if} = R_i / (1+AF)$

电压负反馈:  $R_{of} = R_o / (1+AF)$

电流负反馈:  $R_{oF} = (1+AF) R_o$

## 6. 负反馈对放大器性能的影响

### 3) 展宽频带

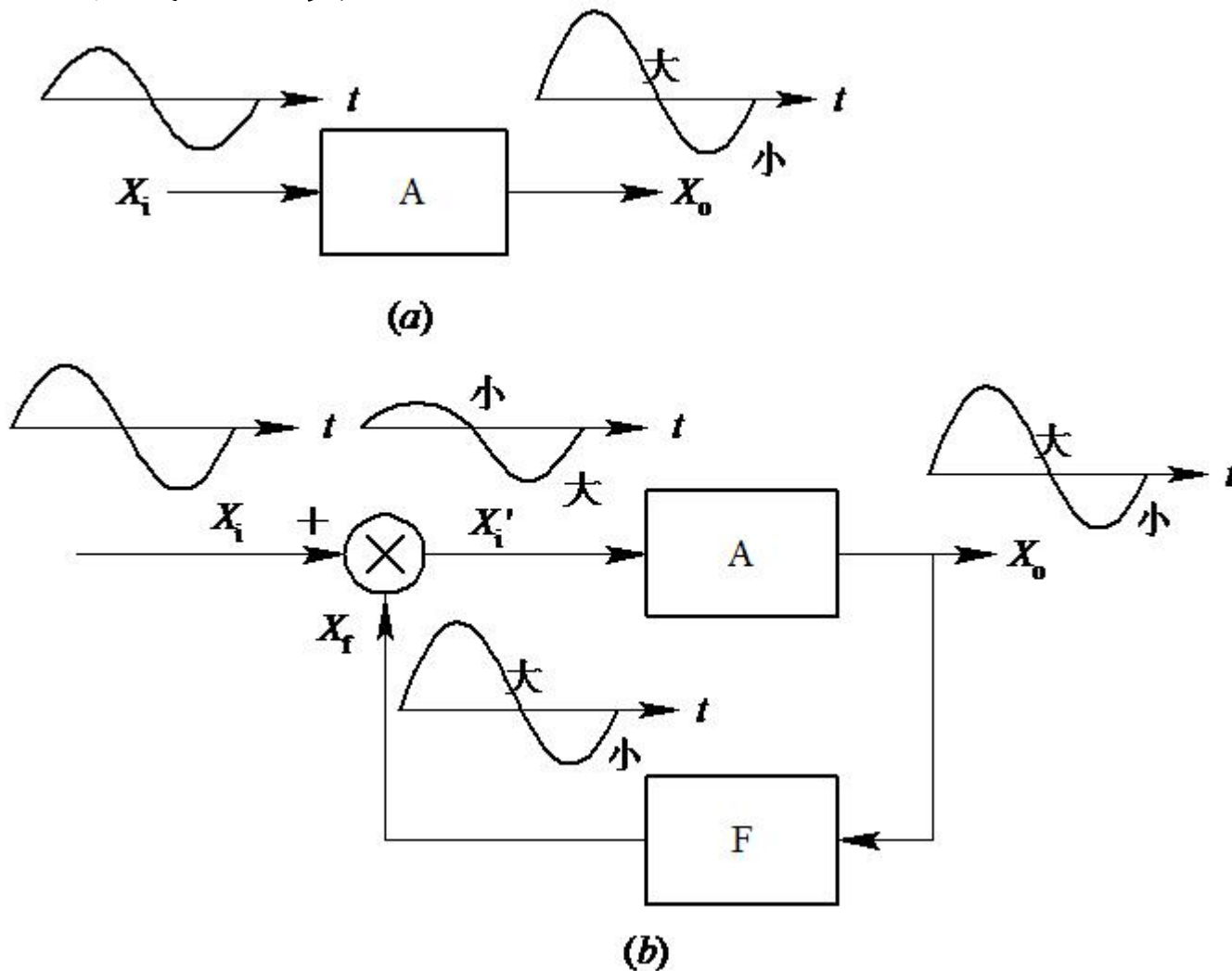


$$f_{LF} = f_L / (1 + AF)$$

$$f_{HF} = (1 + AF) f_H$$

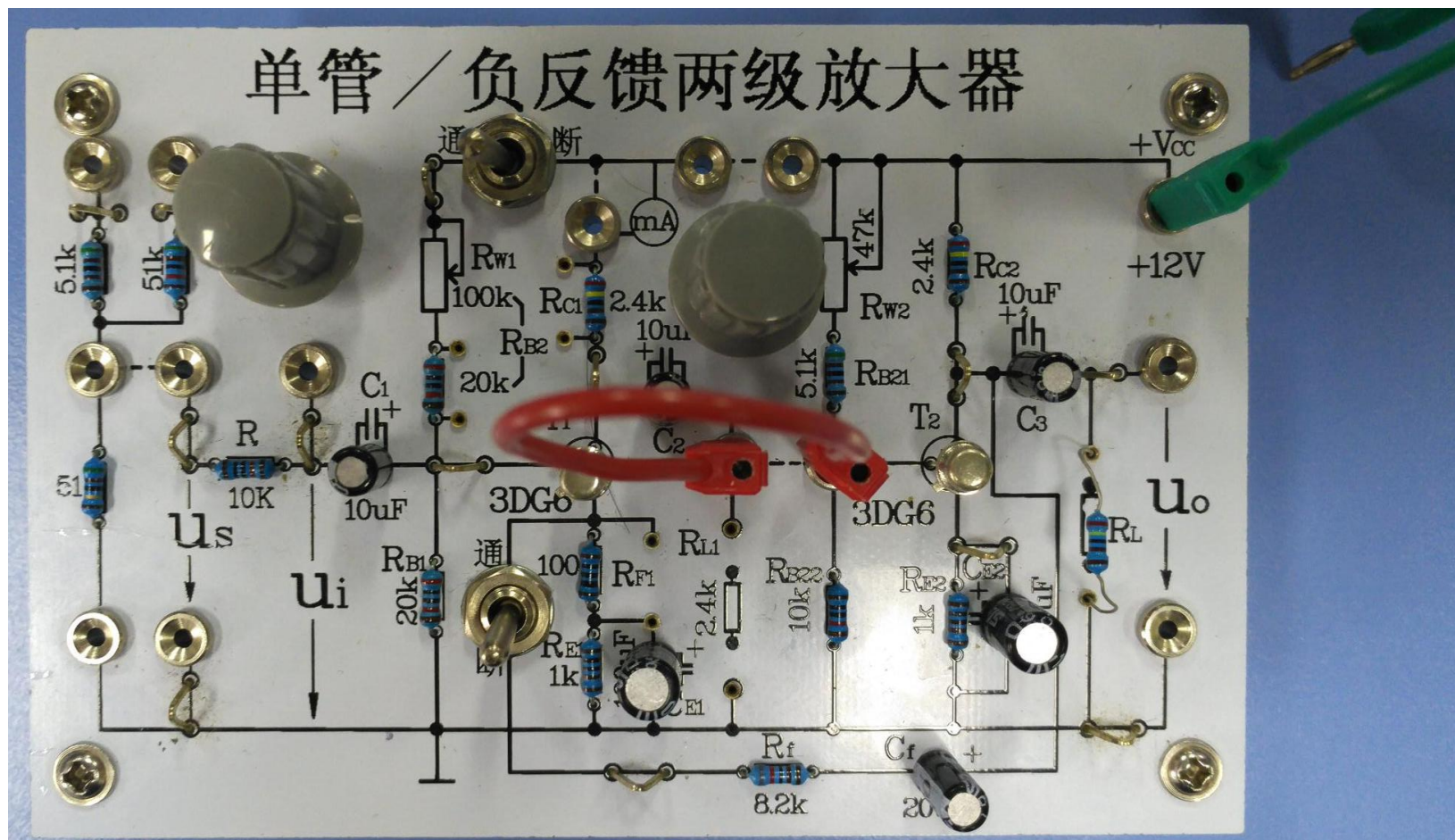
## 6. 负反馈对放大器性能的影响

### 4) 减小非线性失真



## 7. 实验电路

红色导线是将第一级放大器和第二级相连，绿色导线处接+12V直流电源  
开关K1“断”为开环放大器（无反馈），“通”为闭环反馈



## 四. 实验内容及步骤

1. 电路置于“开环”状态，接通直流电源  $U_{CC} = +12V$ ， $V_i$  输入 1KHz 的正弦波，自选合适的幅度值，使两级放大电路输出最大不失真，测量电压串联负反馈放大器的开环总增益  $A_V$ 。（需要调节  $R_{W1}$ 、 $R_{W2}$  使输出达到最大不失真状态）

2. 电路置于“闭环反馈”状态，调节  $U_i$  幅度至合适值，使输出最大不失真，测量反馈系数  $F$  及闭环总增益  $A_{Vf}$ ，计算反馈深度  $D = 1 + A_V F$  值。

## 四. 实验内容及步骤

3. 分别测量电压串联负反馈放大器的开环输入阻抗 $R_i$ 及闭环输入阻抗 $R_{if}$  ( $R_S=10\text{K}\Omega$ 、 $R_L=2.4\text{K}\Omega$ ) (此步测试信号加至 $V_s$ )

$$R_i = \frac{u_i}{u_s - u_i} \cdot R \quad R_{if} = \frac{u_{if}}{u_s - u_{if}} \cdot R$$

4. 分别测量电压串联负反馈放大器的开环输出阻抗 $R_o$ 及闭环输出阻抗 $R_{of}$  ( $R_L=2\text{K}\Omega/2.4\text{K}\Omega$ )。

$$R_o = \left( \frac{u_{o\infty}}{u_{oL}} - 1 \right) \cdot R_L \quad R_{of} = \left( \frac{u_{o\infty f}}{u_{oLf}} - 1 \right) \cdot R_L$$

## 四. 实验内容及步骤

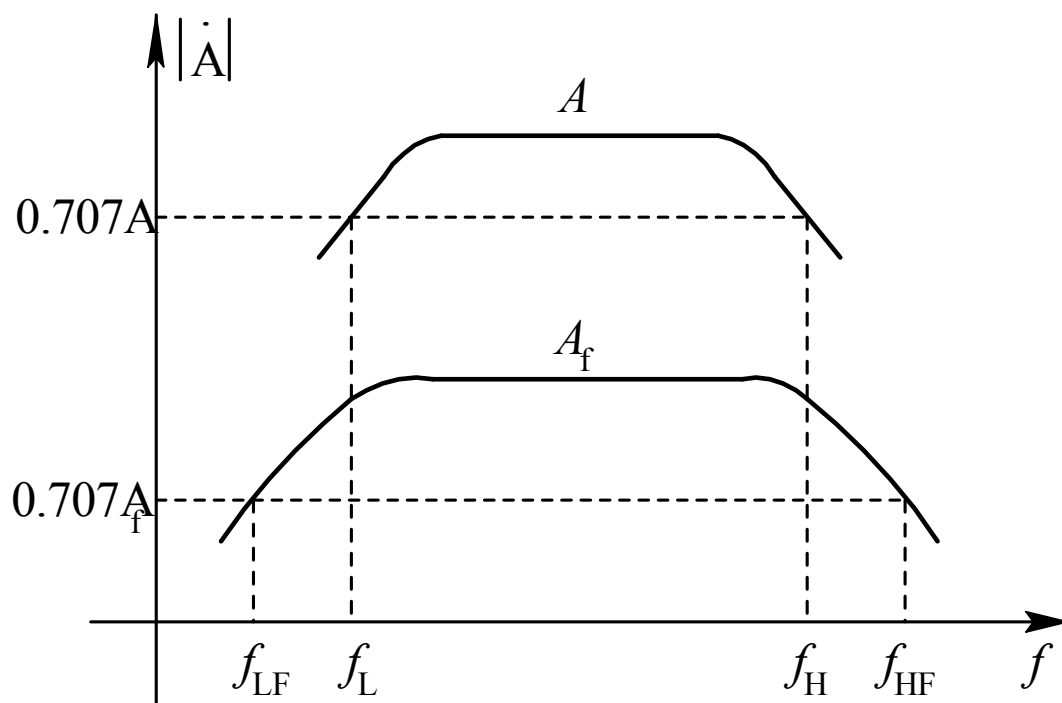
# 电压串联负反馈放大器



5. 测量电压串联负反馈放大器的开环通频带  $BW$  及闭环通频带  $BW_f$ 。 ( $R_L=2K\Omega/2.4K\Omega$ )

$$BW = f_H - f_L,$$

$$BW_f = f_{Hf} - f_{Lf}$$



**逐点法：**在中频区测出  $U_{om}$ ；然后，保持  $U_i$  幅值不变，增加或减小  $U_i$  频率，找到对应  $0.707 U_{om}$  的  $f_L$  和  $f_H$ ，计算  $BW=f_H - f_L$ 。**注意：**改变  $U_i$  频率时维持幅值不变且要求输出波形不失真。





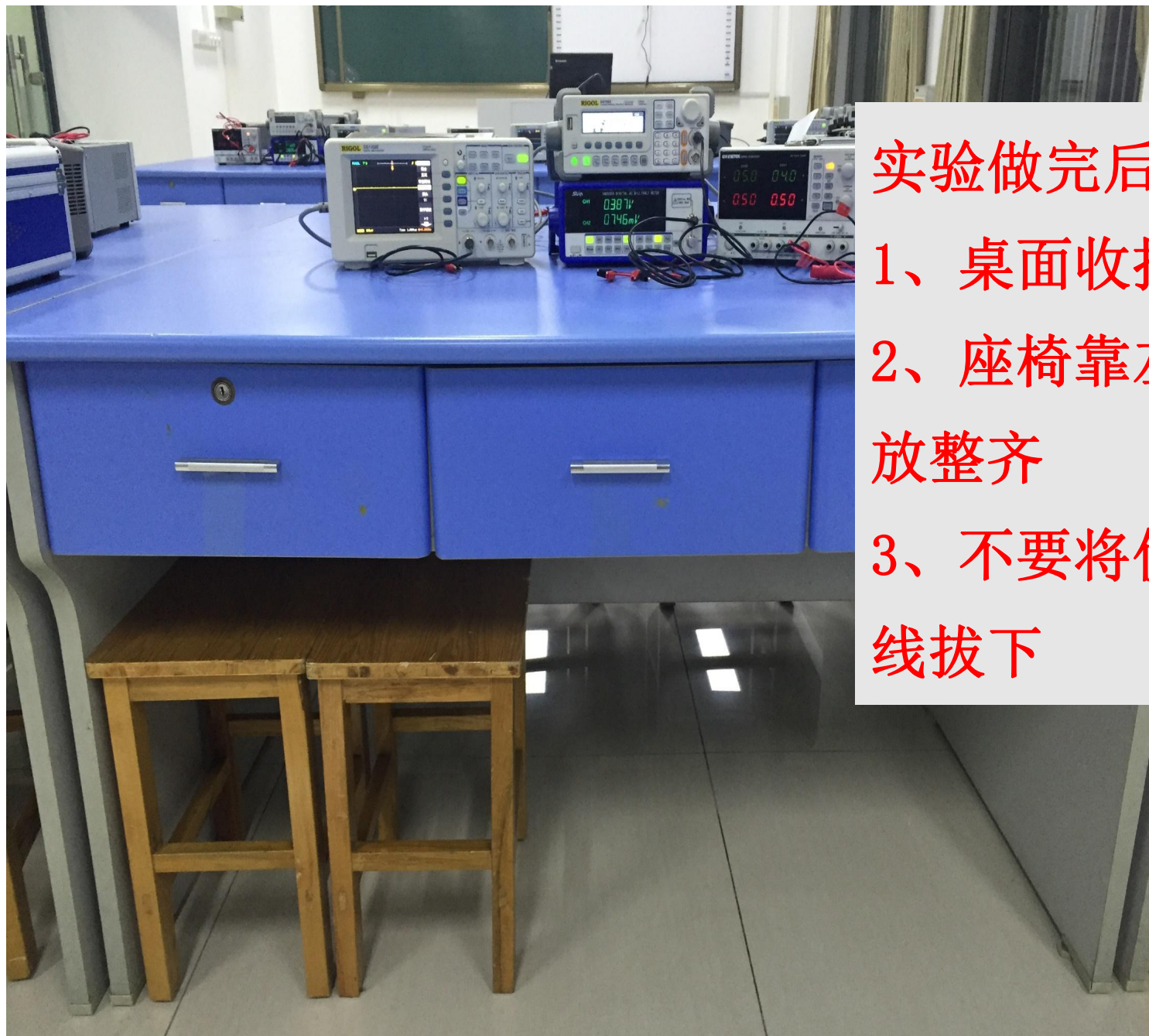
## 五、实验报告

1. 整理测试数据，进行数据处理。
2. 讨论与总结（对实验现象、实验故障及处理方法、实验中存在的问题等进行分析 and 讨论，对实验的进一步想法或改进意见。）

## 六、思考题

1. 为稳定静态工作点应引入何种反馈？为改善电路动态性能应引入何种反馈？欲增大带负载能力应引入何种反馈？
2. 反馈网络的负载效应是如何体现在开环放大器中的？





实验做完后务必：

- 1、桌面收拾整齐
- 2、座椅靠左侧竖向摆放整齐
- 3、不要将仪器上的缆线拔下