

集成运放参数测试仪 (B 题)

一、任务

设计并制作一台能测试通用型集成运算放大器参数的测试仪, 示意图如图 1 所示。

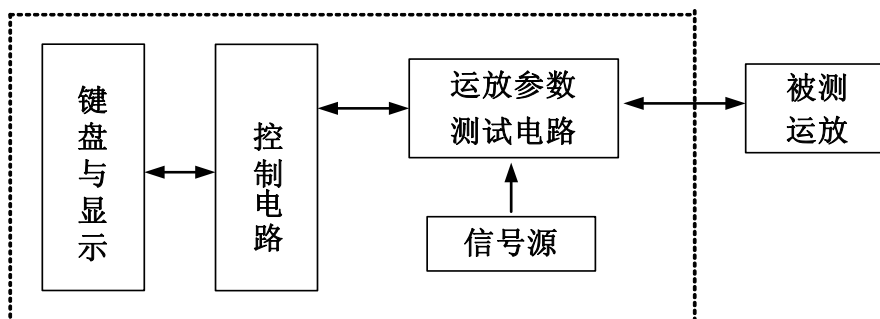


图 1

二、要求

1、基本要求

(1) 能测试 V_{IO} (输入失调电压)、 I_{IO} (输入失调电流)、 A_{VD} (交流差模开环电压增益)和 K_{CMR} (交流共模抑制比)四项基本参数, 显示器最大显示数为 3999;

(2) 各项被测参数的测量范围及精度如下(被测运放的工作电压为 $\pm 15V$):

V_{IO} : 测量范围为 $0\sim 40mV$ (量程为 $4mV$ 和 $40mV$), 误差绝对值小于 3% 读数+1 个字;

I_{IO} : 测量范围为 $0\sim 4\mu A$ (量程为 $0.4\mu A$ 和 $4\mu A$), 误差绝对值小于 3% 读数+1 个字;

A_{VD} : 测量范围为 $60dB\sim 120dB$, 测试误差绝对值小于 $3dB$;

K_{CMR} : 测量范围为 $60dB\sim 120dB$, 测试误差绝对值小于 $3dB$;

(3) 测试仪中的信号源(自制)用于 A_{VD} 、 K_{CMR} 参数的测量, 要求信号源能输出频率为 $5Hz$ 、输出电压有效值为 $4V$ 的正弦波信号, 频率与电压值误差绝对值均小于 1% ;

(4) 按照本题附录提供的符合GB3442-82 的测试原理图(见图 2~图 4), 再制作一组符合该标准的测试 V_{IO} 、 I_{IO} 、 A_{VD} 和 K_{CMR} 参数的测试电路, 以此测试电路的测试结果作为测试标准, 对制作的运放参数测试仪进行标定。

2、发挥部分

(1) 增加电压模运放 BW_G (单位增益带宽)参数测量功能, 要求测量频率范围为 $100kHz\sim 3.5MHz$, 测量时间 ≤ 10 秒, 频率分辨力为 $1kHz$;

为此设计并制作一个扫频信号源, 要求输出频率范围为 $40kHz\sim 4MHz$, 频率误差绝对值小于 1% ; 输出电压的有效值为 $2V\pm 0.2V$;

(2) 增加自动测量(含自动量程转换)功能。该功能启动后, 能自动按 V_{IO} 、 I_{IO} 、 A_{VD} 、 K_{CMR} 和 BW_G 的顺序测量、显示并打印以上 5 个参数测量结果;

(3) 其他。

三、评分标准

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	30
	完成第（2）项	15
	其他	5

四、说明

- 1、为了制作方便，被测运放的型号选定为 8 引脚双列直插的电压模运放 F741 (LM741、 μ A741、F007 等)通用型运算放大器；
- 2、为了测试方便，自制的信号源应预留测量端子；
- 3、测试时用到的打印机自带。

附录：

参照GB3442-82 标准， V_{IO} 、 I_{IO} 、 A_{VD} 和 K_{CMR} 参数的测试原理图分别如图 2、图 3 和图 4 所示。图 3 和图 4 中的信号源可采用现成的信号源。为了保证测试精度，外接测试仪表（信号源和数字电压表）的精度应比自制的运放参数测试仪的精度高一个数量级。

(1) V_{IO} 、 I_{IO} 电参数测试原理图

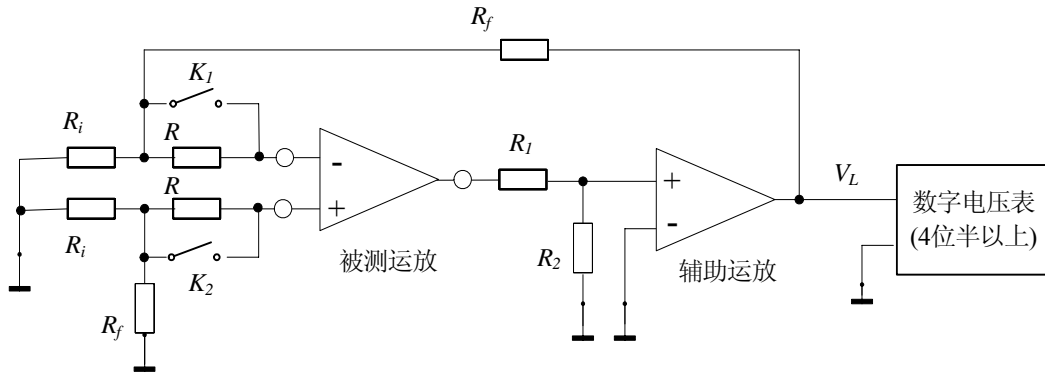


图 2

① 在 K_1 、 K_2 闭合时，测得辅助运放的输出电压记为 V_{L0} ，则有：
$$V_{IO} = \frac{R_i}{R_i + R_f} \cdot V_{L0}$$

② 在 K_1 、 K_2 闭合时，测得辅助运放的输出电压记为 V_{L0} ；在 K_1 、 K_2 断开时，测得辅助运放的输出电压记为 V_{L1} ，则有：
$$I_{IO} = \frac{R_i}{R_i + R_f} \cdot \frac{V_{L1} - V_{L0}}{R}$$

(2) A_{VD} 电参数的测试原理与测试原理图

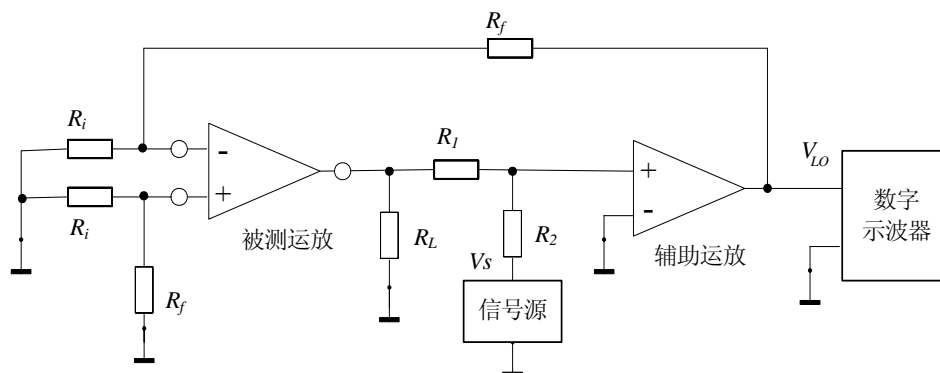


图 3

设信号源输出电压为 V_S ，测得辅助运放输出电压为 V_{LO} ，则有

$$A_{VD} = 20 \lg \left(\frac{V_S}{V_{LO}} \cdot \frac{R_i + R_f}{R_i} \right) \text{ (dB)}$$

(3) K_{CMR} 电参数的测试原理与测试原理图

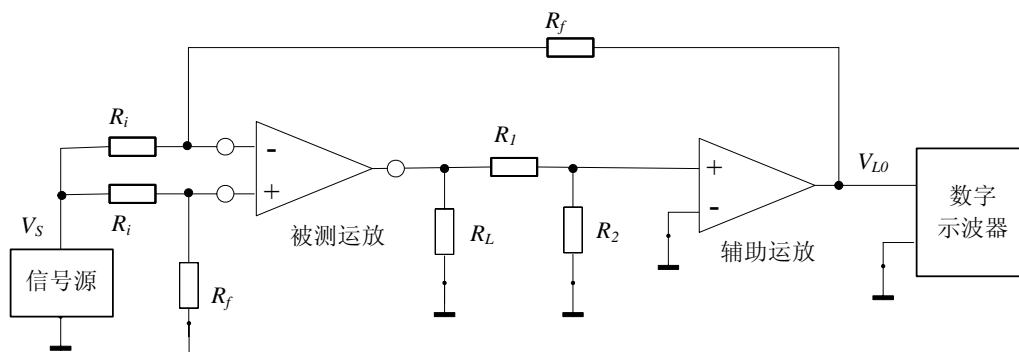


图 4

设信号源输出电压为 V_S ，测得辅助运放输出电压为 V_{LO} ，则有

$$K_{CMR} = 20 \lg \left(\frac{V_S}{V_{LO}} \cdot \frac{R_i + R_f}{R_i} \right) \text{ (dB)}$$

附录说明

1、测试采用了辅助放大器测试方法。要求辅助运放的开环增益大于 60dB，输入失调电压和失调电流值小；

2、为了保证测试精度，要求对 R 、 R_i 、 R_f 的阻值准确测量， R_1 、 R_2 的阻值尽可能一致； I_{IO} 与 R 的乘积远大于 V_{IO} ； I_{IO} 与 $R_i // R_f$ 的乘积应远小于 V_{IO} 。测试电路中的电阻值建议取： $R_i=100\Omega$ 、 $R_f=20\text{ k}\Omega \sim 100\text{ k}\Omega$ 、 $R_1=R_2=30\text{ k}\Omega$ 、 $R_L=10\text{ k}\Omega$ 、 $R=1\text{ M}\Omega$ ；

3、建议图 3、4 中使用的信号源输出为正弦波信号，频率为 5Hz、输出电压有效值为 4V。