

精密压控电流源

宋忠能 杨鲁平

(贵州大学物理系, 贵阳 550025)

摘 要 论述精密压控电流源的电路原理和性能.

关键词 电压 电流源 运算放大器

THE ACCURATE VOLTAGE CONTROLLING CURRENT SOURCE Song Zhongneng Yang Luping (Physics Department, Guizhou University, Guiyang 550025)

Abstract The present paper introduces the circuit principles and the performance of the Accurate Voltage Controlling Current Source.

Key words voltage current source operational amplifier

精密压控电流源是将输入的标准电压转换为标准电流输出的一种高精度的电子仪器, 又称为电流校准仪. 它是生产万用电表、电流表的工厂、电力部门、计量部门和实验室等必需的基础设备. 本文介绍的精密压控电流源的原理框图如图1所示.

1 电路原理

输入电压 V_i 经电阻 R_1 和 R_2 分压后加到运算放大器 Z_1 的同相输入端, 该端电压

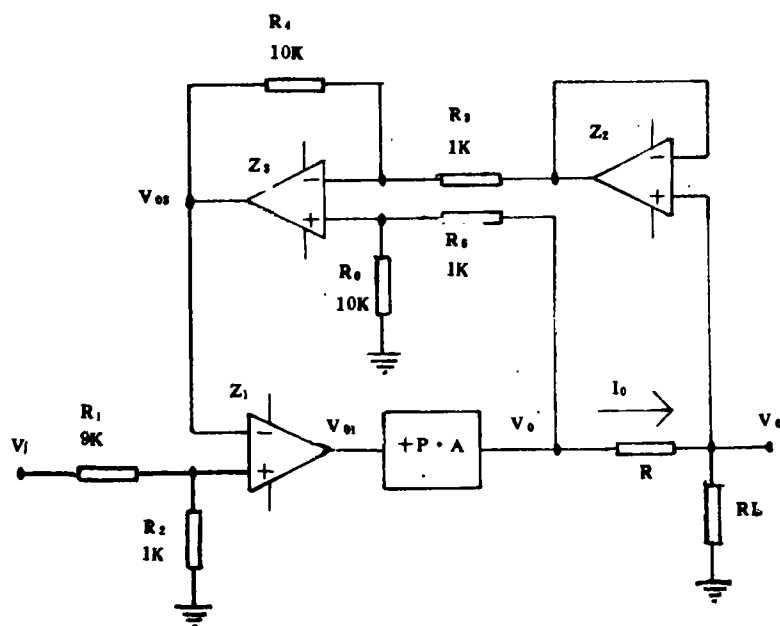


图 1

收稿日期: 1996-10-08

$$V_{+1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_i = \frac{1}{10} V_i \quad (1)$$

Z_1 的输出电压 V_{o1} 作为同相功率放大器 +P.A 的输入信号. 运算放大器 Z_2 接成电压跟随器组态, 它把输出电压 V_o 传送到运算放大器 Z_3 的反相输入端, Z_3 的同相输入电压取自 +P.A 的输出电压 V_{o1} . Z_3 接成差动比例放大形式, 其差模输入信号就是取样电阻 R 两端电压

$$V_r = V_{o1} - V_o = I_o R$$

Z_3 的输出电压

$$R_{o3} = \frac{R_4}{R_3} (V_{o1} - V_o) = \frac{R_4}{R_3} I_o R = 10 I_o R \quad (2)$$

Z_3 的输出直接加到 Z_1 的反相输入端, 即

$$V_{o3} = V_{-1}$$

Z_1 、+P.A、 Z_2 和 Z_3 组成了一个深度负反馈的闭环系统, 确保了电路的转换精度和稳定性. 根据运算放大器的工作原理可知: $V_{+1} = V_{-1}$, 即 $V_i/10 = 10 I_o R$, 故

$$I_o = \frac{1}{100R} V_i \quad (3)$$

从(3)式可见, 当选定 R 后, 输出电流 I_o 与输入电压 V_i 成正比例关系. 并且 I_o 的极性可由 V_i 来控制, 当 V_i 为直流电压时, I_o 为直流电流; 当 V_i 为交流时, I_o 为交流电流. 输出电流 I_o 的大小还可以由 R 和 V_i 来控制, 例如, 当 $R = 1 \Omega$, V_i 分别为 0 V , 1 V , 5 V , 10 V 及 $R = 0.1 \Omega$, V_i 也分别为 0 V , 1 V , 5 V , 10 V 时对应的输出电流 I_o 的值分别如表 1 和表 2 所列.

表 1 $R=1 \Omega$

$V_i(\text{V})$	0	1	5	10
$I_o(\text{A})$	0	0.01	0.05	0.1

表 2 $R=0.1 \Omega$

$V_i(\text{V})$	0	1	5	10
$I_o(\text{A})$	0	0.1	0.5	1

从表 1、表 2 可以看出, 当输入电压 V_i 在 $0 \sim 10 \text{ V}$ 变化时, 若 $R = 1 \Omega$, 则输出电流 I_o 的变化范围为 $0 \sim 0.1 \text{ A}$; 若 $R = 0.1 \Omega$, 则 I_o 的变化范围为 $0 \sim 1 \text{ A}$, 即通过改变 R 可以改变输出电流的量程.

2 功率放大器

功率放大器(即图 1 中的 +P.A) 的电路原理图如图 2 所示, 它是一同相功率放大电路. 运算放大器 Z_4 接成同相输入放大作推动级, 大功率管 T_1 和 T_2 组成互补推挽输出级, 两级间通过电阻 R_f 引入深度负反馈, 其反馈系数

$$F = \frac{R_f}{R_f + R_7}$$

功率放大器的电压放大倍数

$$A_{vf} \approx \frac{1}{F} = \frac{R_f + R_7}{R_7}$$

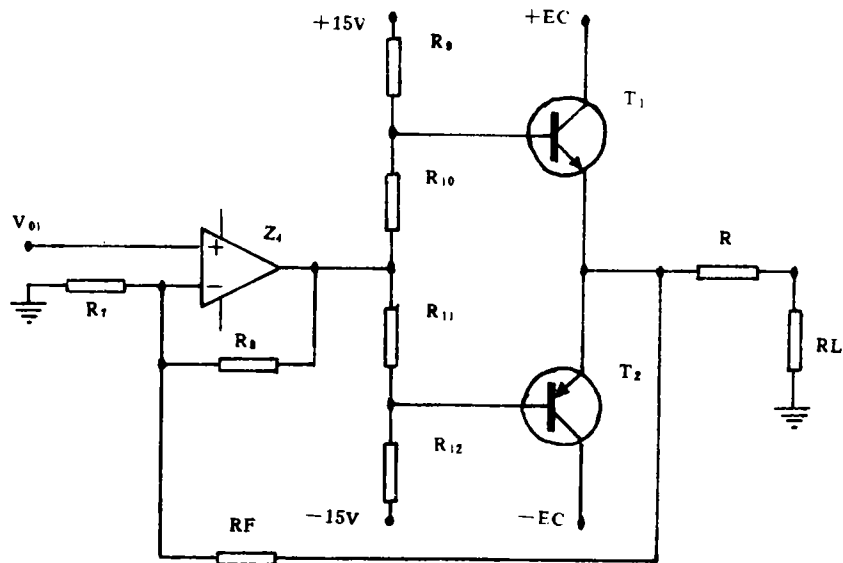


图 2

3 主要技术指标

精 度	DC 电流	0.02 %	
	AC 电流	0.07 %	45 ~ 1 000 Hz
量 程	0 ~ 10 A		
稳定度	DC 电流	0.008 %	8 h
	AC 电流	0.02 %	8 h

4 元器件选择

该电流源为精密的计量仪器，必须注意元器件的选择。运算放大器 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 均应选用低噪声、低漂移的集成运算放大器，如 OP-07 等；功率管 T_1 、 T_2 要求对称性好，穿透电流 I_{ce0} 小，其最大集电极电流 I_{cm} 应根据输出电流 I_o 的要求选用；电阻 $R_1 \sim R_6$ 应选用误差优于 0.1 %，且温度系数小的精密电阻，才能达到上述技术指标。

参 考 文 献

- 1 康华光主编. 电子技术基础（上册）. 第二版. 北京：高等教育出版社，1982
- 2 张昌新主编. 集成运算放大器的应用. 北京：高等教育出版社，1985
- 3 李清泉，黄昌宁. 集成运算放大器的原理与应用. 北京：科学出版社，1980
- 4 [匈] 赫彼著，谢瑞和译. 模拟集成电路. 1984