

关于差动放大电路实验的几个问题

吴昭方

(安庆师范学院物理系, 安徽 安庆 246011)

TN721

摘要: 论述差动放大电路实验中的几种测试方法的利弊, 并提出有关改善实验效果的措施。

关键词: 平衡输出; 不平衡输出; 零点漂移; 差模增益; 共模增益; 共模抑制比

一、引言

差动放大电路

差动放大电路是模拟电路基本单元电路之一, 是集成运算放大器的主要组成部分, 是直接耦合放大电路的最佳电路形式。在实际检测, 自控系统等得到广泛应用。因此, 差动放大器在整个模拟电路教学中占有很重要的地位。

差动放大电路, 具有高度对称性, 在放大差模信号时, 能较好地抑制共模信号, 有较高的共模抑制比, 解决了直接耦合放大器中, 既要放大有用信号, 又要抑制温度等引起的零点漂移的问题。为使初学者更好地理解 and 掌握差动放大电路的特点, 成功地做好差动放大电路实验, 显得特别重要。

现行高校非电子专业, 模拟电路实验多采用现场的“模拟电路实验箱”, 差动放大电路实验都已做成固定电路。实验教材中, 采取的做法是: 用直流小信号作为输入信号, 用直流电压表测量输入、输出电压, 计算增益及共模抑制比, 或用低频交流信号作为输入信号, 用毫伏表、示波器观测交流输出电压及波形。下面就通常实验中遇到的问题作一讨论。

二、多种实验电路比较

差动放大电路的共模抑制能力, 与电路的对称性有关, 与射极电阻大小有关。我们通过增设开关、三极管等元件, 能做出改变两管对称性、射极电阻大小、及射极带恒流源等实验。使学生进一步明确影响共模抑制比的主要因素。电路如图1所示。

三、直流小信号的测量问题

在做带恒流源的差动放大电路实验时, 当差模

输入, 即在 A、B 端输入直流小信号(如 $\pm 0.1V$), 用电压表或万用表的电压档, 测输出电压, 实验效果比较满意。当共模输入时, 即在 A、B 端同时输入直流信号(如 $0.1V$), 若用一般电压表或机械万用表电压档, 测两输出端电压 (V_{oc} 、 V_{od}) 几乎等于其静态值。由于静态零点已调好, 这样测出的共模增益为零, 这是不符合实际的。造成这种原因是电路中恒流源的作用, 使共模输出电压很小(一般为 mV 量级), 而普通电压表或机械万用表电压档, 是很难准确读数的。实验中, 我们采用数字万用表的直流电压档(如 DT890 200mV 档), 测量双端输出电压 V_{od} , 来计算共模增益和共模抑制比, 效果比较满意。

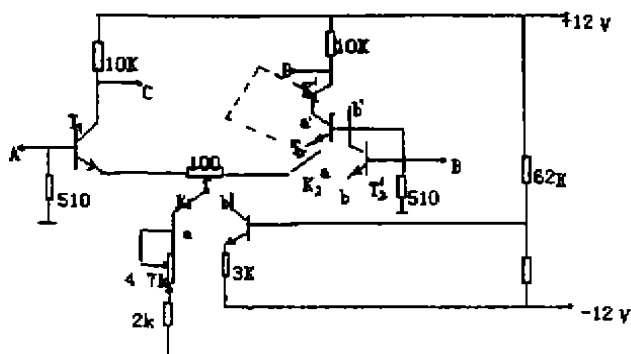


图1

(下转第60页)

$$dG_m = V_m dP, V_m = \frac{RT}{P} + \alpha$$

$$\begin{aligned} \Delta_r G_m &= \int_{P_1}^{P_2} \left(\frac{RT}{P} + \alpha \right) dP = RT \ln \frac{P_2}{P_1} + \alpha(P_2 - P_1) \\ &= 8.314 \times 293 \times \ln \frac{1}{20} + 0.01428 \times (1 - 20) \times 101. \\ &325 = -7325 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$E = \frac{-\Delta_r G_m}{nF} = \frac{7325}{2 \times 96500} = 0.07325 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \Delta_r S_m &= \int \frac{\delta Q_g}{T} = R \ln \frac{P_1}{P_2} = 8.314 \ln 20 \\ &= 24.91 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{由于 } \Delta_r S_m = nF \left(\frac{\partial E}{\partial T} \right)_P, \Delta S > 0$$

所以 $\left(\frac{\partial E}{\partial T} \right)_P > 0$, 电池工作时吸热。

- 参考文献: [1] 上海师范大学等五校编. 物理化学(第三版). 高等教育出版社, 1991 年.
[2] 傅献彩、沈文霞、姚天扬编. 物理化学(第四版). 高等教育出版社, 1990 年.
[3] 朱传征等编. 物理化学学习指导. 上海科学技术文献出版社, 1991 年.
[4] 李文斌主编. 物理化学解题指南(第一版). 天津大学出版社, 1993 年.
[5] 范崇正等编著. 物理化学疑难解析 267. 江苏科学技术出版社, 1993 年.

(上接第 44 页)

四、低频交流信号的测量问题

低频交流信号源一般都是非平衡输出,在不采用“非平衡——平衡”转换器的情况下(避免设备复杂化),只能采用单端输入。即从 A 端或 B 端输入,用交流毫伏表、示波器测单端输出(C 端或 D 端),效果是满意的。但欲测 C、D 端平衡输出时,就有问题了,因为交流毫伏表和示波器的输入端口都是非平衡输入。若用它们直接测输出 C、D 间电压或波形。C、D 端必有一端被仪器短路接地,如图 2 所示,即电路中 T_1 或 T_2 管集电极接地,整个电路静态完全破坏,这是不允许的。一般教材中都采用所谓“间接测量法”即分别测出 C 端和 D 端对地电压 V_C 和 V_D , 计算其差模双端输出为 $V_{sd} = |V_C + V_D|$ 共模双端输出为 $V_{sc} = |V_C - V_D|$ 。

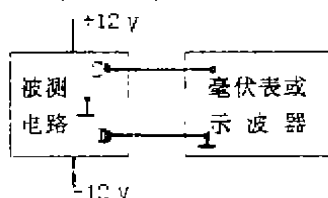


图 2 电路被仪器短路示意图

显然,间接测量法,没有直接测出 V_{cd} 电压和 V_{cd} 波形,直观效果不好,且误差较大。实验中我们用 400HZ 低频信号测量时,用数字万用表交流电压档,直接测量 V_{cd} ,变间接测量为直接测量误差较小,效果较好。

五、双踪示波器观测法

为了能直观地观测和比较低频交流信号输入时差模和共模的双端输出,我们在实验中采用双踪示

波器观测法。直接显示间接测量所得的 V_{cd} 电压和波形。具体操作为

将双踪示波器 Y_1 和 Y_2 探头分别接差动电路的输出 C、D 端,示波器“显示方式”开关置于“ $Y_1 + Y_2$ ”,当差模输入时,将“极性开关”置于“+”时,屏上显示的是“ $Y_1 + Y_2$ ”波形,即差模双端输出 $V_{sd} = |V_C + V_D|$ 。通过示波器面板刻度及“Y 轴增益(或衰减)”能较准确地读出 V_{sd} 波形的峰—峰值。当其模输入时,将“极性开关”置于“-”时,屏上就显示“ $Y_1 - Y_2$ ”波形,即共模双端输出, $V_{sc} = |V_C - V_D|$ 。通过面板刻度,同样能读出其电压峰—峰值。这样,很容易测出电路的差模放大倍数 A_{sd} ,共模放大倍数 A_{sc} 。并直观显示了双端输出波形。

六、结束语

为改善差动放大电路实验效果,应采用不同电路及不同输入信号进行测试。当用直流信号时,着重测试平衡输出的共模抑制比;当用交流信号时,着重测试非平衡输出的共模抑制比。利用示波器“ $Y_1 + Y_2$ ”显示方式,配合极性开关,同时显示双端差模、共模输出波形,以达到最佳实验效果。

- 参考文献: [1] 叶致诚、唐冠宗. 电子技术基础实验. 高教出版社, 1995.
[2] 陈大钦、朱如琪. 电子技术基础实验. 高教出版社, 1994.
[3] 南京工学院无线电工程系. 电子线路实验. 人教出版社, 1982.
[4] 南京大学物理系. 电子线路实验. 人教出版社, 1980.