

图 4.43 高输入阻抗反相放大器

利用图 4.43 所示的电路可以解决这一矛盾。这种电路的电压增益为:

$$A = -\frac{R_F}{R_1} \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) \quad (4.12a)$$

若 $R_1 = R_F$, 则:

$$A = -\left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) \quad (4.12b)$$

输入电阻 $R_i = R_1$ 。这个电路的增益可由 R_3/R_4 调节, 而不需要增大 R_F 的数值。

2. 同相交流放大器

电路如图 4.44 所示。此电路的电压增益为:

$$A = 1 + \frac{R_F}{R_1} \quad (4.13)$$

输入阻抗非常大(比反向放大器输入阻抗大得多)。

3. 多级放大器及运算放大器的单电源运用

单级运算放大器的闭环电压增益一般不超过 60dB, 为了获得更大的电压增益, 可采用多级串联的方式

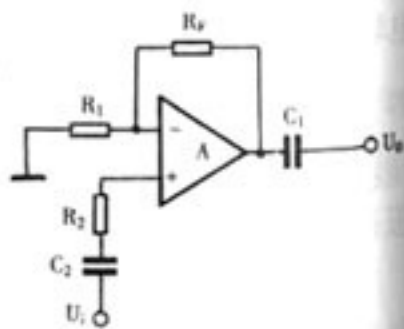


图 4.44 同相交流放大器

构成前置放大器。

另外, 运算放大器一般是采用正负双电源供电, 而在红外线接收器中, 一般是采用单电源供电, 为了减少电源种类, 简化电源电路, 降低成本, 应将运算放大器单电源运用。电路如图 4.45 所示。为了保证运算放大器输出电压有较大的动态范围, 在静态时, 应将输出端电位设置在 $\frac{1}{2} V_{DD}$ 处。方法是用两只较大阻值的相同电阻对单电源进行 $\frac{1}{2}$ 分压, 并将 $\frac{1}{2} V_{DD}$ 电压引至运算放大器的同相输入端, 相当于将运算放大器的输入偏置电压垫高 $\frac{1}{2} V_{DD}$ (相当于双电源时零点电位点), 从而使输出电压为 $\frac{1}{2} V_{DD}$ 。

图 4.45 为两级运算放大器构成的 60dB 的前置放大器。图 4.45(a) 为两级反相放大器串联, 同相输入端 $\frac{1}{2} V_{DD}$ 偏置电压均可以从一点引入。图 4.45(b) 为两级同相放大器串联, 由于是同相输入, 因此, 第二级运算放大器的同相端偏置电压直接由第一级运算放大器输出端引入, 故采用直接耦合。在这种情况下, 同相输入的输入电阻基本上由 R_4 决定。

二、CMOS 非门构成的前置放大器

CMOS 集成电路以其功耗低、电源电压范围宽、抗干扰能力强、输入阻抗高等一系列独特的优点, 使它的应用得到了迅速发展。大家都知道 CMOS 集成电路常用于数字电路, 下面谈谈它是如何用来构成模拟放大器的。

1. CMOS 集成电路是怎样构成模拟放大器的

图 4.46 是 CMOS 非门的电路结构。它由一个 P 沟道 V_{TP} 和一个 N 沟道 V_{TN} 增强型 MOS 晶体管按互补方式联接而成。两管栅极

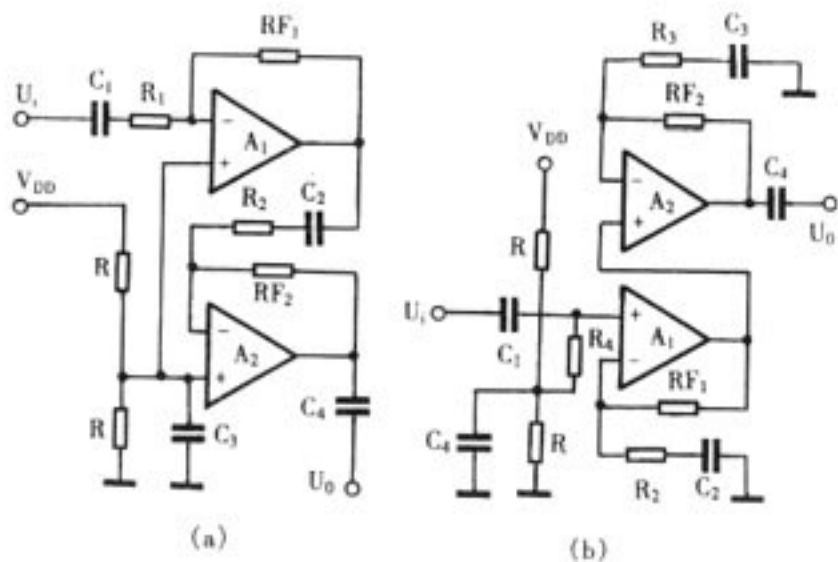


图 4.45 多级运放单电源运用

连在一起作为输入端,漏极连在一起作为输出端,VT_P的衬底与源极相连的引线作为电源正极 V_{DD}端,VT_N的衬底与源极相连的引线作为电源负极 V_{SS}端。电路在工作时, V_{DD} ≥ |V_{TP}| + |V_{TN}|, V_{TP} < 0, V_{TN} > 0。V_{TP}和 V_{TN}分别是 VT_P和 VT_N的开启电压。

CMOS 非门的电压转移特性曲线(输入与输出电压之间的关系曲线)见图 4.47。当输入为低电平(V₁ ≈ 0V)时,VT_N的 V_{GS}

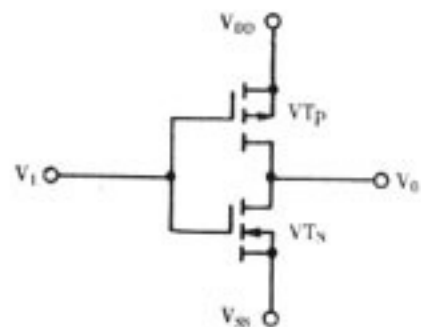


图 4.46 CMOS 非门的电路结构

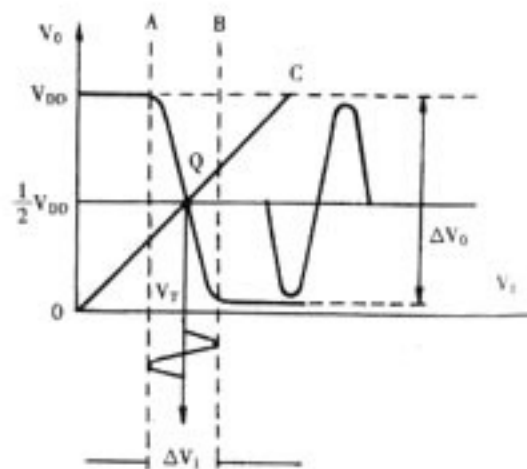


图 4.47 CMOS 非门电压转移特性曲线

≈ 0V, 因低于其开启电压而截止。VT_P的 V_{GS} ≈ -V_{DD}, 因其绝对值高于它的开启电压而导通。此时, V₀ ≈ V_{DD}, 为高电压。当输入电压 V₁ 增加到 V_{TN} < V₁ < V_{DD} - |V_{TP}| 时, VT_P和 VT_N的栅源偏压均大于它们各自的开启电压, 故 VT_P和 VT_N均处于导通状态。在此范围内, V₁ 只要有一点微小的增加, 就会同时引起 VT_N 导通电阻有较大的减小和 VT_P 导通电阻有较大的增加。此时两管导通电阻比值变化很大, 分压结果, 使 V₀ 大幅度下降, 表现在电压转移特性曲线上, 就是图 4.47 中 AB 两条虚线范围内的比较陡峭的部分。当输入电压进一步增加时, 可使 VT_N 的导通电阻非常小, VT_P 因 V_{GS} = V₁ - V_{DD} 小于开启电压的绝对值而截止, 结果 V₀ ≈ 0V, 为低电平。V₁ 若继续增大, 输出端将保持低电平, 如虚线 B 右部所示。图中, AB 两虚线所夹的区域称为非门的状态转换区。

电压转移特性曲线的中点所对应的输入电压称为转换电压, 用 V_T 表示, 为电源电压的一半, 即 V_T = 1/2 V_{DD}。在转换区中, 曲线比较陡直, 只要输入电压有很小的变化, 就可引起输出电压很大的变化, 所以非门电路在状态转换区具有电压放大作用, 故状态转换区又称为线性放大区。线性放大区所对应的输入电压的范围 ΔV₁ = V_B - V_A, 即输入电压的最大动态范围, 它随电源电压的不同而不同, 一般在 200mV ~ 300mV 之间。在这个范围内, 输出电压 ΔV₀ 无明显失真。

状态转换区转移特性曲线的斜率即是非门电路的开环电压放大倍数 A, 即 |A| = ΔV₀/ΔV₁, A 一般在 20 ~ 30 倍之间。

与通常的放大电路相似, 为了不失真地放大输入信号, 也需要给门电路以静态偏置。若将非门的输入端偏置在 V_{DD}/2 处, 输入信号的动态范围为最大。

2. 反馈偏置

这种方法的特点是偏置电压稳定可靠,受外界因素影响小,而且电路简单。偏置方法是在非门的输入端与输出端之间接一只电阻 R_F ,如图 4.48 所示,即可将非门电路的静态工作点偏置在状态转换区的中点。

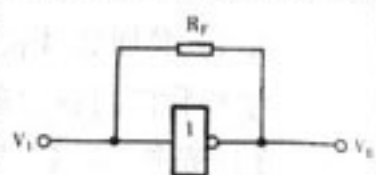


图 4.48 反馈偏置

偏置原理是这样的:CMOS 门电路

的输入阻抗很高,一般在 $10^8\Omega$ 数值级以上,而 R_F 远小于 CMOS 门电路的输入阻抗,故 R_F 上的电压降近似为零,门电路的输入电压与输出电压相等,即 $V_i = V_o$,这只能是转换区的中点。

从几何意义上讲, $V_i = V_o$ 所描绘的是过原点且斜率为 1 的一条直线,见图 4.47 中的直线 OC。直线 OC 与电压转移特性曲线的交点 Q,即为 CMOS 非门的静态工作点,显然是偏置在 $V_{DD}/2$ 上的。从物理意义上讲,电路通电后,无论非门输出高电平还是低电平,通过 R_F 反馈到输入端,使输出电压降低或提高,直至达到动态平衡为止。这时非门中的 V_{TN} 和 V_{TP} 均处于导通状态,且导通电阻相等,分压结果, $V_i = V_o = V_{DD}/2$,偏置在转换区的中点。

应当说明,反馈偏置电阻不可过大,否则静态工作点受温度影响较大,可能会偏离线性区,使放大器输出电压产生非线性失真,甚至无法工作。但 R_F 也不能过小,过小会增加门电路负担。 R_F 一般在几百 $k\Omega$ 至几十 $M\Omega$ 之间选择。

3. 分压偏置

反馈偏置电路简便,但一般难以准确地将输出电压偏置到 $\frac{1}{2}V_{DD}$,往往不是低于它,就是高于它,在要求动态范围不太大的情况下还是可用的。为了准确地将输出电压偏置到 $\frac{1}{2}V_{DD}$,以得到最大的动态范围,可采用分压偏置。

采用反馈偏置后,如输出电压高于 $\frac{1}{2}V_{DD}$,此时非门可采用图 4.49 电路,它实际上是由 R_F 与 R_1 对电源电压与非门输出电压之差 ($V_{DD} - V_o$) 进行分压作为输入偏置电平的,改变 R_1 ,可使输出电压降至 $\frac{1}{2}V_{DD}$ 。

采用反馈偏置后,如输出电压低于 $\frac{1}{2}V_{DD}$,此时非门可采用图 4.50 所示电路。它实际上是由 R_F 与 R_1 对输出电压 V_o 进行分压作为输入偏置电平的,改变 R_1 ,可使输出电压升至 $\frac{1}{2}V_{DD}$ 。

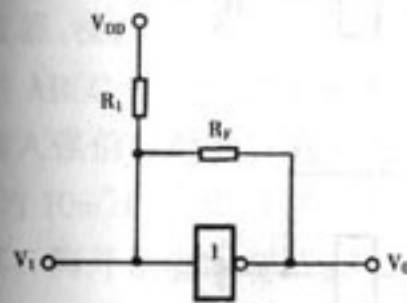


图 4.49 分压偏置(一)

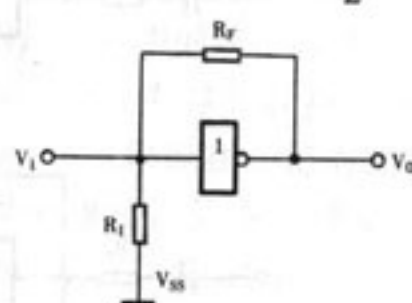


图 4.50 分压偏置(二)

4. 由多级非门构成前置放大器

CMOS 单非门的开环电压增益只有 20 ~ 30 倍,而红外线接收前置放大器要求电压增益在 1000 倍以上,必须采用多级门电路构成高增益放大器。图 4.51 给出了由三级非门构成的放大器,三级非门串联后,仍等效为一个非门。图 4.51(a)为反馈偏置电路,图 4.51(b)和图 4.51(c)为分压偏置电路。各电路的输入与输出端均有隔直电容 C_1 和 C_2 。这几种放大器的电压增益

$A = \frac{R_F}{R_1}$,输入电阻 $R_i = R_1$,与反相运算放大器增益计算类似。

用 CMOS 非门构成的前置放大器,具有输入阻抗高,功耗低,成本低等优点。但这种放大器的输出驱动能力较差,在其输

出端再加一级晶体管放大器,既使电路具有一定的驱动能力,又提高了电压增益,故实际应用时一般采用这种方式。

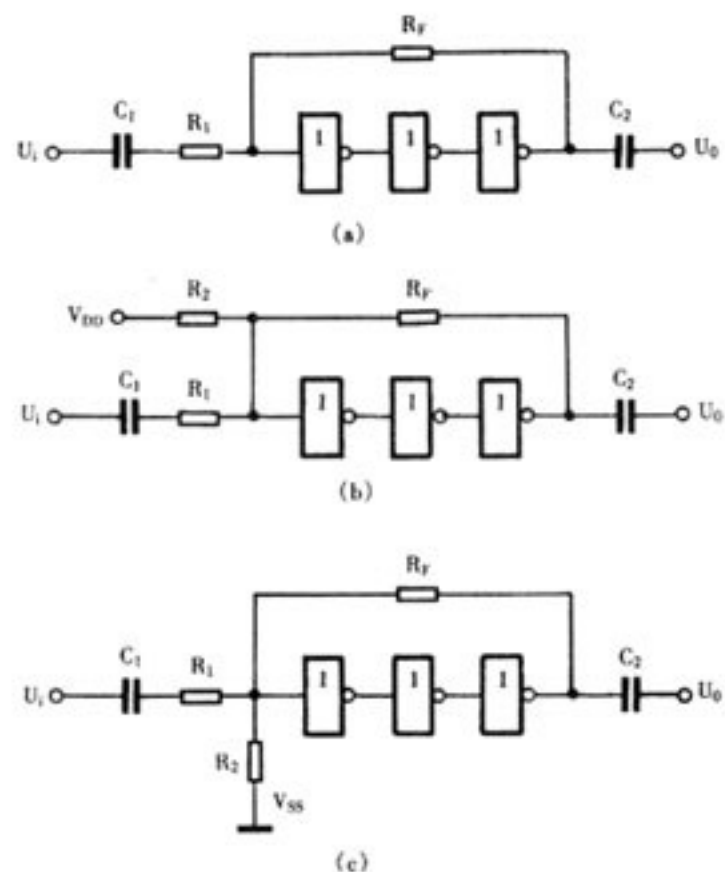


图 4.51 由多级 CMOS 非门构成的前置放大器

4.5.2 专用集成电路前置放大器

专用集成电路前置放大器,首先是用于彩色电视机的红外线遥控接收电路中。由于电路功能强、性能优越、成本低,故现已在各种红外线遥控系统中得到广泛的应用。

目前使用的专用红外线接收前置放大器主要有两种类型:第一种以 CX20106A 和 KA2184 为代表,这种电路内部具有滤波电路,使其外围电路更加简单。由于不用外接电感进行选频,故抗干扰能力较强;第二种以 μ PC1373H 和 LA7224 为代表。这类

电路内部没有带通滤波器,需外加 LC 选频网络进行选频。这两种电路功能很强,内部不仅包括前置放大器,还有选频放大器(μ PC1373H 和 LA7224 不含选频网络)及脉冲形成电路。因此,一块电路就可完成放大、选频、脉冲形成等功能。

下面介绍几种在红外遥控系统中常用的前置放大器。

一、CX20106A(KA 2184)

CX20106A 是索尼公司产品,KA2184 功能与其相同,其内部结构如图 4.52(a)所示。它由前置放大器、限幅放大器、带通滤波器、检波器、积分器及整形电路构成。其中的电平自动控制电路 ABLC 可以保证在输入弱信号时前置放大器有较高增益,在输入强信号时前置放大器不会过载,可以保证在一定遥控距离(约 10m)内工作可靠。其内部设置的滤波器的中心频率 f_0 由其 5 脚外接电阻调节,调节范围可从 30kHz ~ 60kHz。

CX20106A(KA2184)的工作流程大致如下:其中的前置放大器将外接红外光敏二极管或三极管产生的脉冲电压进行放大,电压增益约 77dB ~ 79dB。然后将信号送限幅放大器,使其变为矩形脉冲,再由滤波器进行频率选择,滤除干扰信号,由检波器滤掉载频检出指令信号,再经整形后,由 7 脚输出指令信号。实际上,CX20106A 的功能可以简单地用一句话概括:当接收到与 CX20106A 滤波器中心频率相符的红外光信号时,其输出端 7 脚就输出低电平。

图 4.52(b)是 CX20106A 的引线排列。

CX20106A 的基本性能如下:①电源电压典型值 5V,最大 17V。②电源电流 1.1mA ~ 2.5mA(典型值为 1.8mA)。③输出低电平 0.2V。④电压增益 77 ~ 79dB。⑤输入阻抗 27k Ω 。⑥滤波器中心频率 f_0 为 30kHz ~ 60kHz。⑦允许功耗 0.6W。