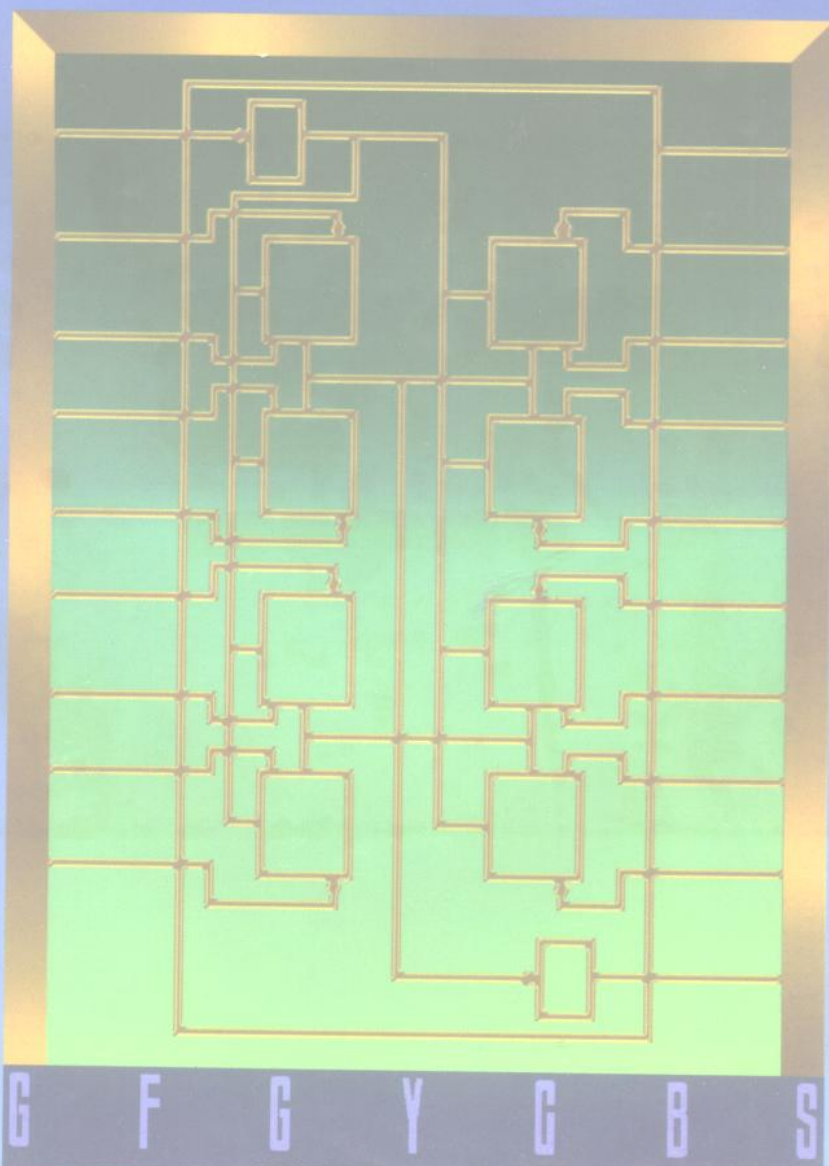


新型通用集成电路 实用技术

何希才 刘洪梅 编著

XINXING TONGYONG
JICHENG DIANLU
SHIYONG JISHU



新型通用集成电路实用技术

何希才 刘洪梅 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

新型通用集成电路实用技术/何希才,刘洪梅编著. —北京:国防工业出版社,1996.9

ISBN 7-118-01686-1

I. 新… II. ①何… ②刘… III. 集成电路-应用-技术 IV. TN4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 24275 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 365 千字

1997 年 9 月第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:22.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

内 容 简 介

本书主要讲述新型通用集成电路实用技术,从应用角度介绍集成电路(模拟、数字等)的外特性,基本应用方式和基本应用电路,并介绍集成电路设计制作时的实用技术。本书共十二章:第一章模拟集成电路的特点;第二章集成运放的信号运算电路;第三章集成运放在波形发生方面的应用;第四章集成运放在音频电路与有源滤波电路中的应用;第五章集成运放在高频电路与锁相环方面的应用;第六章集成运放在其它电路中的应用;第七章特殊功能的模拟集成电路;第八章集成稳压电源;第九章 A/D 和 D/A 转换器的应用技术;第十章数字集成电路应用技术;第十一章集成电路应用实例;第十二章集成电路设计制作实用技术。本书内容丰富,实用性强,可供电路设计工程师,大专院校师生,电子爱好者使用。

目 录

第一章 模拟集成电路的特点	(1)
1-1 模拟集成电路的分类	(1)
1-2 集成运放的基本使用方法	(1)
一、模拟集成电路使用注意事项	(1)
二、集成运放的基本使用方法	(2)
1-3 集成运放的特性	(17)
一、最大额定参数	(17)
二、直流特性	(18)
三、交流特性	(19)
1-4 高输入阻抗集成运放	(21)
一、输入偏置电流与输入阻抗的关系	(22)
二、输入偏置电流与温度的关系	(22)
三、吸收漏电流的屏蔽方法	(23)
1-5 低漂移集成运放	(24)
一、降低漂移电压的措施	(25)
二、斩波放大器	(26)
三、CAZ 型斩波放大器	(26)
四、斩波稳零运放	(28)
1-6 宽频带集成运放	(29)
一、相位补偿与频率特性的关系	(29)
二、宽带运放实用电路	(30)
三、宽频带诺尔顿(Norton's)放大器	(31)
1-7 低噪声集成运放	(33)
一、放大电路里的噪声电压产生的机理	(34)
二、放大电路里的噪声电压的计算	(34)
三、设计低噪声放大电路时的注意事项	(35)
1-8 低功耗以及可编程运放	(35)
一、低功耗运放的一般特性	(35)
二、可编程集成运放	(36)
1-9 单电源集成运放	(37)
一、单电源集成运放的特点	(37)
二、充分发挥单电源运放的特长	(38)
1-10 功率集成运放	(39)

第二章 集成运放的信号运算电路	(41)
2-1 加减运算电路	(41)
一、反相加法电路	(41)
二、同相加法电路	(41)
三、加减运算电路	(42)
四、减少运算误差的方法	(42)
2-2 乘除运算电路	(43)
一、乘除运算的基本电路	(43)
二、使用线性增长元件的乘除运算电路实例	(44)
2-3 微积分运算电路	(45)
一、积分运算电路	(45)
二、微分电路	(46)
2-4 对数与反对数运算电路	(47)
一、对数放大电路工作原理	(47)
二、对数放大电路实例	(48)
三、反对数放大电路	(49)
2-5 函数运算电路	(50)
一、折线近似的函数放大电路	(50)
二、应用对数的函数运算	(51)
三、采用对数放大的乘除运算电路实例	(51)
四、采用对数放大电路的平方根运算电路实例	(51)
第三章 集成运放在波形发生方面的应用	(53)
3-1 无稳态多谐振荡器电路	(53)
一、无稳态多谐振荡器的基本电路	(53)
二、输出的方波波形与电路参数之间的关系	(53)
三、占空比与输出电压振幅的调整	(54)
3-2 单稳态多谐振荡器电路	(55)
一、上升沿触发单稳多谐振荡器	(55)
二、下降沿触发单稳多谐振荡器	(56)
3-3 文氏电桥振荡电路	(56)
一、振荡电路的基本原理	(56)
二、文氏电桥振荡基本电路	(57)
三、文氏电桥振荡实用电路	(58)
3-4 T 型桥式振荡器电路	(59)
一、T 型桥式振荡基本电路	(59)
二、T 型桥式振荡实用电路	(60)
3-5 相移振荡电路	(60)
一、RC 相移振荡基本电路	(60)
二、RC 相移振荡实用电路	(61)

三、二相振荡的基本电路	(61)
四、二相振荡实用电路	(61)
3-6 方波/三角波产生电路	(63)
一、方波/三角波产生的基本电路	(63)
二、方波/三角波产生实用电路	(64)
三、锯齿波产生电路	(64)
3-7 压控振荡器电路	(65)
一、压控振荡器电路(之一)	(65)
二、压控振荡器电路(之二)	(66)
第四章 集成运放在音频电路与有源滤波电路中的应用	(68)
4-1 均衡电路	(68)
一、RIAA 均衡放大器	(68)
二、NAB 均衡放大器	(69)
4-2 音调控制电路	(71)
4-3 峰值检测电路与电平显示电路	(72)
一、峰值检测电路	(72)
二、峰值检测实用电路	(72)
三、电平显示电路	(73)
4-4 功放与耳机驱动电路	(74)
一、中功率输出双通道功放	(74)
二、1.5V 电源供电的耳机驱动器	(75)
4-5 有源滤波器电路	(75)
一、滤波器的各种特性	(75)
二、多重反馈型及 VCVS 型有源滤波器	(76)
三、状态变数型有源滤波器	(80)
第五章 集成运放在高频电路与锁相环方面的应用	(83)
5-1 高频放大电路	(83)
一、差动型一级放大、通用高频放大器 TA7060AP	(83)
二、差动型三级放大,调频用中频放大器 TA7061BP	(83)
三、单片调幅收音机用 TA7641BF	(84)
5-2 宽频带放大电路	(85)
一、差动视频放大集成电路 μ A733	(85)
二、超带宽放大集成电路 μ PC1652G	(86)
5-3 AGC 与对数放大器	(86)
一、AGC 电路	(86)
二、对数放大器	(87)
三、高频对数放大器的工作方式	(87)
四、高频对数放大器实例	(88)
5-4 锁相环(PLL)电路	(90)

一、锁相环(PLL)的工作原理	(90)
二、锁相环集成电路(PLL-IC)的特性	(91)
三、PLL 集成电路应用实例	(93)
第六章 集成运放在其它电路中的应用	(96)
6-1 理想二极管与绝对值放大(全波整流)电路	(96)
一、理想二极管	(96)
二、绝对值放大电路(全波整流电路)	(98)
6-2 比较电路与施密特电路	(99)
一、比较电路	(99)
二、施密特电路	(102)
6-3 限幅电路	(103)
一、短路型限幅电路	(104)
二、阻断型限幅电路	(104)
6-4 交流电压测量电路	(105)
一、交流电压的表示方法	(105)
二、采用桥式整流的交流电压表	(106)
三、采用绝对值放大电路的交流电压测量电路	(106)
四、采用模拟乘法器的交流有效值电压测量电路	(106)
6-5 电压/电流转换电路	(108)
一、电压/电流转换及电流/电压转换原理	(108)
二、微电流表中应用的电流/电压转换电路	(109)
三、电压、电流及电阻测量电路应用	(109)
6-6 自举电路	(110)
一、增大输入阻抗	(110)
二、输入侧电容的消除	(111)
6-7 仪用放大器电路	(112)
一、CMRR 降低原因及采取的措施	(113)
二、可变增益的差动放大电路	(114)
三、通用仪用放大器 LH0084 实用电路	(115)
6-8 综合电抗电路	(116)
一、阻抗变换器与电容容量倍增器	(116)
二、模拟电感	(117)
第七章 特殊功能的模拟集成电路	(119)
7-1 555 定时器	(119)
一、555 定时器的工作原理	(119)
二、基本应用	(121)
7-2 双重积分 A/D 转换集成芯片 ICL7126	(123)
一、双重积分 A/D 转换电路的工作原理	(123)
二、ICL7126 应用电路	(123)

7-3 压控振荡集成芯片 ICL8038	(124)
一、ICL8038 的工作原理	(124)
二、ICL8038 应用电路	(125)
7-4 温度传感器集成芯片 AD590	(126)
一、温度传感器集成芯片的工作原理	(126)
二、温度传感器的应用电路	(127)
7-5 运算功能的集成芯片	(127)
一、乘法器	(127)
二、有效值/直流(RMS/DC)转换电路	(129)
三、对数/反对数放大器	(130)
7-6 隔离放大器	(131)
第八章 集成稳压电源	(132)
8-1 基准电压源	(132)
一、稳压二极管	(132)
二、温度补偿稳压二极管	(132)
三、禁带宽度基准电压	(132)
四、嵌入芯片内的稳压二极管	(133)
8-2 稳压电源电路	(134)
一、稳压电源基本电路	(134)
二、集成稳压器的应用	(134)
三、集成稳压器选用	(138)
8-3 稳流电路	(138)
一、稳流的基本电路	(138)
二、稳流电路应用实例	(139)
8-4 开关集成电压调整器	(140)
一、开关电压调整器的基本电路	(140)
二、开关电压调整器的应用电路	(141)
8-5 单片开关集成电压调整器	(143)
一、频率可调的单片开关集成电压调整器	(143)
二、C—MOS DC—DC 变换器 ICL7660	(143)
三、串联/开关兼用稳压器 TL499A	(145)
四、C—MOS 电压检测集成芯片 S805X 系列	(146)
第九章 A/D 和 D/A 转换器的应用技术	(148)
9-1 概述	(148)
一、D/A 转换器的有关参数	(148)
二、A/D 转换器的有关参数	(149)
9-2 A/D 转换器的应用技术	(149)
一、概述	(149)
二、A/D 转换器应用技术	(151)

三、A/D 转换器与 CPU 连接方法	(151)
四、新型 A/D 转换器与 CPU 接口	(154)
五、A/D 转换器应用注意事项	(159)
9-3 D/A 转换器的应用技术	(162)
一、概述	(162)
二、D/A 转换器应用技术	(163)
三、D/A 转换器与 CPU 接口实例	(165)
9-4 模拟多路开关(MUX)	(166)
9-5 采样保持电路	(167)
一、概述	(167)
二、采样保持电路在数据采集系统中的应用	(168)
三、采样保持电路实例	(168)
第十章 数字集成电路应用技术	(171)
10-1 数字集成电路的种类与特点	(171)
一、数字集成电路的种类	(171)
二、数字集成电路的特性	(171)
10-2 数字集成电路的应用技术	(172)
一、反相器与缓冲器	(172)
二、与门和与非门	(172)
三、或门和或非门	(175)
四、异或门和异或非门	(176)
五、三态缓冲器	(176)
六、编码器/译码器/数据选择器	(177)
七、D 锁存器	(181)
八、D 触发器	(181)
九、J-K 触发器	(183)
十、异步计数器	(183)
十一、同步计数器	(183)
十二、可逆计数器	(185)
十三、移位寄存器	(186)
10-3 数字集成电路使用注意事项	(193)
一、数字集成电路的驱动能力	(193)
二、数字集成电路的接口	(194)
三、电源与接地	(194)
四、未使用端子的处置	(197)
第十一章 集成电路应用实例	(198)
11-1 低失真 10W 音频功率放大器	(198)
11-2 通用运放构成的高电压电路	(199)
11-3 采用功率运放构成的音频放大器	(200)
11-4 仪用差动放大器	(202)

11-5	可编程增益放大器	(203)
11-6	通用运放构成的 V-F/F-V(电压-频率/频率-电压)转换电路	(205)
11-7	0~−10V/1Hz~10kHz 的 V-F/F-V 转换电路	(207)
11-8	0~10V/1Hz~10kHz 的 V-F/F-V 转换集成芯片	(208)
11-9	带输出电流缓冲器的前置放大器	(209)
11-10	低噪声磁头放大器	(210)
11-11	0.3W 音频功率放大器	(211)
11-12	2W 音频功率放大器	(213)
11-13	采用 LM1877 的 2W×2 功率放大器	(213)
11-14	10W 音频功率放大器	(214)
11-15	电压反馈型高速宽带放大器	(215)
11-16	电流反馈型运放构成的高速宽带放大器	(216)
11-17	适用于容性负载的宽带放大器	(217)
11-18	宽带 VCA 电路	(217)
11-19	峰值保持电路	(218)
第十二章	集成电路设计制作实用技术	(221)
12-1	数字集成电路设计制作实用技术	(221)
一、	数据建立时间与保持时间	(221)
二、	数字集成电路的输入输出端的保护	(221)
三、	LED 的使用	(222)
四、	复位电路	(223)
五、	内阻电阻的晶体管的使用	(223)
12-2	模拟集成电路设计制作实用技术	(225)
一、	设计者在原理图上标出印制板时的数据	(225)
二、	射极跟随器的振荡问题	(225)
三、	传输线的匹配	(226)
四、	晶体管与 FET 的选用	(227)
12-3	集成运算放大器应用电路设计制作实用技术	(228)
一、	运放应用电路输入端的接线	(228)
二、	消除高阻抗回路中的电位差	(229)
三、	运放输入输出端的保护电路	(229)
四、	运放构成的电压跟随器	(231)
五、	CMOS 运放输出串联电阻	(231)
六、	电流反馈运放的反馈电阻	(233)
12-4	处理微弱信号电路设计制作实用技术	(233)
一、	处理微弱信号电路的噪声	(233)
二、	微弱信号电路的实验环境	(234)
12-5	高频电路设计制作实用技术	(234)
一、	旁路电容的频率特性	(234)
二、	高频电路测试时阻抗匹配问题	(235)

三、信号发生器 SSG 的测量单位	(236)
四、电子元器件的选用	(236)
五、开关断开时的隔离度	(236)
六、三端子电容器的选用	(237)
12-6 电源电路设计制作实用技术	(237)
一、模拟电路中的开关电源	(237)
二、三端集成稳压器输入电压的确定	(238)
三、高压电路印制板走线之间爬电距离的确定	(238)
四、处理大电流时印制板走线宽度的确定	(239)
五、开关电源的印制板的设计技术	(240)
六、功率电路的保护问题	(240)
12-7 集成电路设计制作时的接地技术	(242)
一、低频电路的地线	(242)
二、数字电路的电源与地线	(243)
三、数字模拟混合电路的地线	(243)
四、高频电路的地线	(244)
五、电源电路的地线	(244)

第一章 模拟集成电路的特点

1-1 模拟集成电路的分类

集成电路(IC)的显著特点是体积小、重量轻、工作可靠性高、寿命长。目前,集成电路不仅在电子计算机、通信、航空航天、自动控制等各个领域,获得很大的发展和应用,而且早已进入家庭,如在电视机、录像机、收录机和音响等各种电子电路中都得到广泛的应用。

集成电路的分类方法很多,若按制造工艺分,有半导体集成电路、膜集成电路和混合集成电路。半导体集成电路是目前生产量最大、品种繁多、发展迅速、应用最广泛的一种集成电路。半导体集成电路按其基本电路方式又可分为双极型和单极型两种。双极型集成电路又有 TTL、DTL、ECL 等多种电路。单极型集成电路又叫 MOS 集成电路,常见的 MOS 电路有 PMOS、NMOS、CMOS 等几种类型。

膜集成电路由于制造工艺复杂,成本较高,因而它的应用远不如半导体集成电路广泛。

若按集成度来分,半导体集成电路可分为小规模集成电路(SSI)、中规模集成电路(MSI)、大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)。小规模集成电路是指集成度少于 10 个门电路或少于 100 个元件的集成电路。中规模集成电路是指集成度在 10~100 个门电路之间,元件数目在 100~1000 个之间。大规模集成电路是指集成度在 100 个门电路以上,元件数目在 1000 个以上。超大规模集成电路是指集成度在 1 万个门电路以上或元件数目在 10 万个以上。

若按功能分半导体集成电路有数字集成电路和模拟集成电路。数字集成电路是用来对数字信号进行运算和处理。它的基本单元是一些基本门电路,是以开和关两种状态或以高低电平来对应 1 和 0 两个二进制数字,并进行数字运算和存储,传输及转换。模拟集成电路是用来对模拟量进行运算和处理。按电路功能分为线性集成电路、非线性集成电路、功率集成电路和微波集成电路。按用途分有运算放大器、专用集成电路和集成稳压器等。

本书主要介绍模拟集成电路(运算放大器、集成稳压器)和数字集成电路的实用技术。

1-2 集成运放的基本使用方法

一、模拟集成电路使用注意事项

一般来说集成度越高,可靠性越高(每个单元元件产生的故障率降低)。例如,相同功能的 LSI 比多个 SSI 组合的电路可靠性高。使用时应注意以下几点。

1. 温度条件

各厂家产品目录都记载着集成电路保存与使用时所允许的温度范围。集成电路寿命

主要受温度支配。保存温度,一般金属封装为 $-65\sim+150\text{ }^{\circ}\text{C}$,塑料封装为 $-55\sim+125\text{ }^{\circ}\text{C}$;相应的允许工作温度范围为 $-55\sim+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,温度范围较窄。因此,消耗大电流的电路,一定要加散热器。

2. 电气条件

集成电路耐热性差,过压、过流以及承受反向电压能力弱。因此,使用的电压与电流范围与产品目录中规定的最大额定值相比,应留有足够的余量。另外,在电路设计时,对于由外部电路产生的浪涌电压,感性负荷所引起的异常电压,一定要采取相应的措施。

3. 机械使用条件

集成电路小型轻量,但能承受较强的机械应力。例如,可承受 0.2m/s^2 加速度的力, $10\sim 2000\text{Hz}$ 的振动以及 10m/s^2 加速度的冲击力。然而,使用时应注意不要超过上述值,特别是管脚根部不要用力弯曲,外壳不要加较大压力。

4. 安装与接线时注意事项

安装时,不注意焊接工艺,就会损坏集成电路。特别是加焊锡焊接时,超过最大额定温度与时间(一般温度为 $260\text{ }^{\circ}\text{C}$,时间为 10s 以内)就会过热。绝对禁止加无效的机械压力。

5. 集成电路使用环境

用集成电路组装成系统电路时,希望在下述环境中工作。

- (1) 通风、散热条件好的地方,尽量避免温度过高。
- (2) 在有有毒气体、湿度较大的地方,应采取相应措施。
- (3) 避免机械振动和较大的冲击。
- (4) 在电源电压变化较大时,要注意过电压,并避免输出电路短路。

6. 保存 MOS IC 注意事项

MOS IC 管脚的绝缘电阻非常高,若管脚开路保存,由于静电积累,会损坏内部 FET 管。因此要用铝箔包上保存。

二、集成运放的基本使用方法

1. 集成运放的电源供给方式

集成运放原则上有二个电源接线脚 V_{+} 和 V_{-} , 但有不同的电源供给方式。虽电源供给方式不同,但原则上输入脚回规线务必固定于 $V_{+}\sim V_{-}$ 间某一点电位上。

(1) 电源供给方式

① 对称双电源供给方式

运放电源多采用这种供电方式。相对于基准电位(地)的绝对值相等的正电源($+E$)与负电源($-E$)分别接于 V_{+} 和 V_{-} 的管脚上。输入脚的回规线接基准电位,接法如图 1-1 所示。从运放输出脚与基准电位之间取出输出电压。

这种方式可把信号源直接接到输入脚上,因此易于放大含有直流成分的信号,而输出电压振幅的有效范围可达到正负对称电源电压。

② 非对称双电源供给方式

这种方式基本上与对称双电源供给方式相同。例如,运放使用的最大电源电压($V_{+}\sim V_{-}$ 间电压)为 30V , 输出信号电压需要的最大振幅为 $+15\text{V}$ 和 -5V , 这时采用 $+20\text{V}$, -10V 的非对称双电源供给方式比较合理(见图 1-2)。

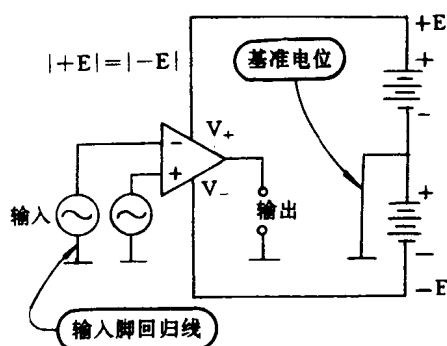


图 1-1 对称双电源供电

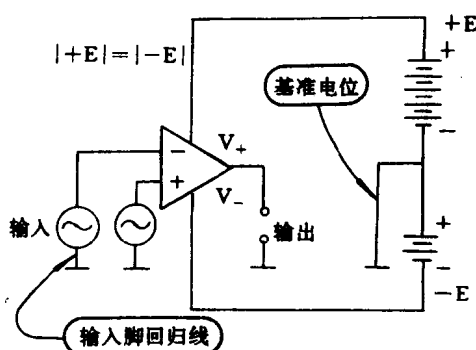


图 1-2 非对称双电源供电

③单电源供给方式

单电源供给方式如图 1-3 所示。这时输入脚的回规线要固定于 V_+ ~ V_- 间某一电位。例如,在图 1-3 中用电阻 R_1 和 R_2 把电源电压 E 进行分压,确定回规线接点的电位。此时,这接点与基准电位间电压(图 1-3 中 R_2 两端电压)叫做偏置电压。 C_1 和 C_2 是降低偏置电源交流的内阻抗,需要隔掉输出中的直流成分时接入 C_3 。

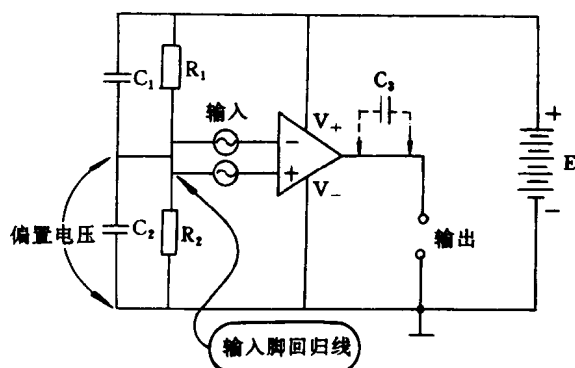


图 1-3 单电源供电

流经输出脚的负载电流的直流成分或低频成分的输出正负向振幅是不对称的,它极大影响流经 R_1 或 R_2 的电流,进而影响偏置电压。为减小这种影响,根据不对称的程度,减

小 R_1 和 R_2 值, 或者使内阻抗足够低, 如图 1-4 所示。它是电压跟随器和 R_1 和 R_2 的分压电路的组合电路, 实质上是把单电源变换为双电源。

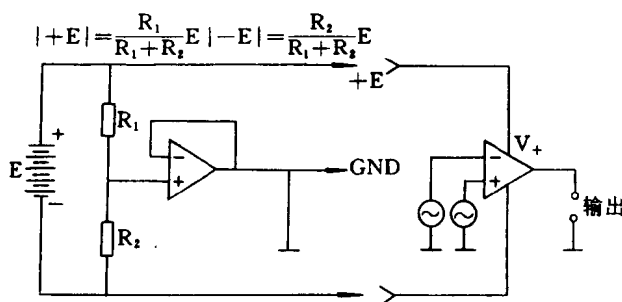


图 1-4 单电源变换为双电源

(2) 内部吸收电压与输出电压的有效范围

运放输出端的输出电压在电源电压的范围内。然而, 为保证运放内部电路的有效状态, 至少要在输出级晶体管与 FET 两端 (运放电源与输出脚间) 加最低限度的电压 (参照图 1-5 和图 1-6)。因此, 运放输出有效电压范围是电源电压减去需要的最低限度的电压。这样, 把输出电压有效的电压变化范围称为输出电压的有效范围 (图 1-5 中的 $\pm E_s$)。内部电路需要的电压称作内部吸收电压 (图 1-6 中 $\pm E_{AB}$)。

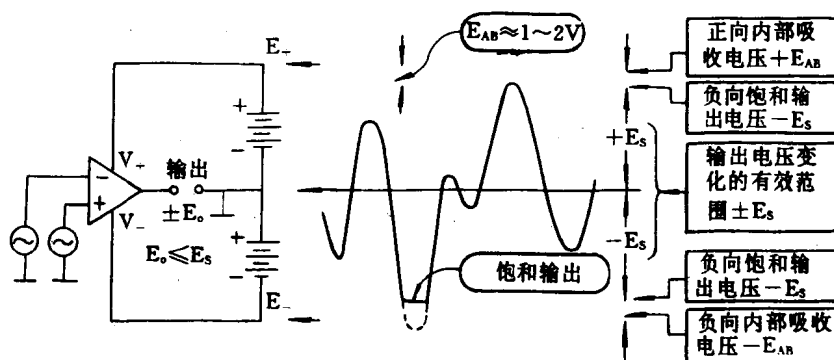


图 1-5 电源电压、内部吸收电压、输出电压有效范围之间的关系

有的运放内部负向吸收电压几乎接近于零, 因此单电源供电时, 可获得接近地电位的输出电压 (如 LM324 等)。输出级为 CMOS FET 的运放, 内部正向与负向吸收电压都接近于零 (如 CA3140 等)。由图 1-6 可见, 为保证运放有效工作, 输出电压最大为 $\pm E_s$, 则内部电路至少需 $\pm E_{AB}$ 以上电压。

(3) 运放电源种类

目前, 运放实用电源如图 1-7 所示。

① 桥式整流的对称双电源

一般是用桥式整流电路, 将 10V 左右的交流电压经过整流获得对称正负直流电压的办法, 如图 1-7(a)。当输入 220V 交流电压的变化达上限时, V_+ ~ V_- 间电压不允许超过运放的最大额定电压。交流电压变化达下限时, 即使是最大负载, 仍能保证运放输出电压的动态范围, 按此原则设定电压范围。

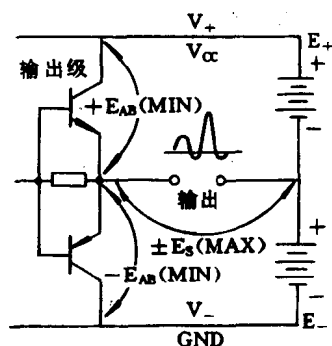


图 1-6 内部吸收电压 E_{AB} 的说明

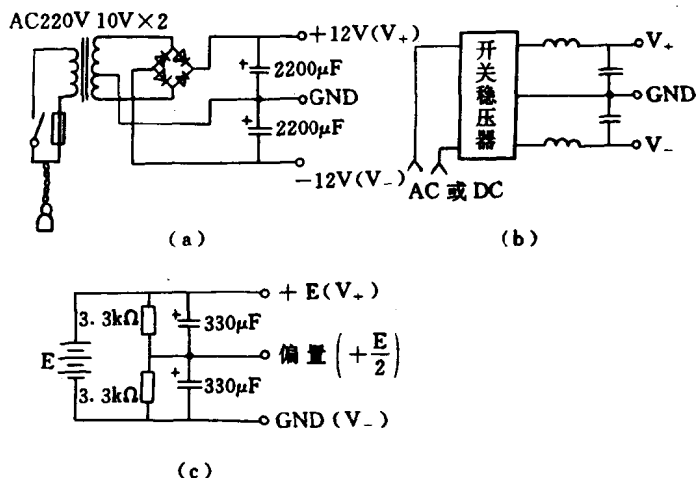


图 1-7 运放的供电电源的选用
(a) 对称双电源; (b) 采用开关稳压器的电源;
(c) 采用电池的电源。

为此,一般在整流输出加上稳压电源,供运放稳定电源电压。

② 开关集成稳压器, DC-DC 变换器

为提高电源效率,减轻重量,目前广泛采用开关集成稳压器。这种稳压器适合作各种电源。然而,这种电源最大缺点是在输出端存在脉冲状噪声电压。

最近,市场上销售的 DC-DC 变换器,它是把数字电路的 5V 直流电压变换为 $\pm 15V$ 的对称电压,用作运放电源。其开关频率为几十到几百 kHz,因此,一定要选用加有高频噪声抑制措施的变换器。

③ 电池电源

电池大致分为一次电池(干电池)和二次电池(蓄电池),它们都是优质直流电源。但蓄电池使用不方便,而干电池直流容量小,可选作低耗型运放电源。

目前因干电池电压稳定性好、电流容量增大,运放广泛采用干电池供电。

运放使用的电源电压范围如下:通用运放,双电源为 $\pm 3 \sim \pm 18V$,单电源为 $6 \sim 36V$;单电源运放,双电源为 $\pm 1.5 \sim \pm 18V$,单电源为 $3 \sim 36V$;低耗运放,双电源为 $\pm 0.5 \sim \pm 18V$,单电源为 $1 \sim 36V$ 。

(4) 电源的旁路与一点接地

对电源的最基本要求是电压稳定,内阻低,内部的残余噪声电压足够小。但装配上还要注意,其有关事项见图 1-8。

① 一点接地

各单元电路的地应接在一点。电源的地,或者前级放大电路的地应选用噪声电压最小的接地点,一般选外壳(金属)作为接地点。多点接地易产生噪声。

② 电源的旁路

低频信号的旁路电容为几个运放共用,采用图 1-8 中所示的大容量的电解电容。但对于几十 kHz 以上的高频信号,各运放的 V_+ 和 V_- 引脚与接地点之间要接上 $0.01 \sim 0.1\mu F$ 。