

SG3140A/SG3140 BiMOS 运算放大器

(MOSFET 输入、Bi 输出)

概述:

SG3140 是在一个单片基片上,把高电压 PMOS 晶体管与高电压的双极型晶体管的优点结合起来的集成电路运算放大器。由于这一独特的组合工艺,目前这一器件首次为人们提供了 3130 COS/MOS (互补对称金属氧化物半导体) 运算放大器的独特性能和 741 系列通用运算放大器的通用性。

SG3140 运算放大器的特点是,输入电路上的 MOS/FET (PMOS) 晶体管加有栅极保护,它提供了非常高的输入阻抗,极低的输入电流以及高速的性能。SG3140 的工作电压为 4 伏到 36 伏 (单电源或双电源)。这类放大器具有内部相位补偿,可在单位增益跟随器组态下稳定的工作。另外,如要求附加的频率转移特性,这类放大器具有附加外接电容的引入端,还有供失调电压调零用的端子。由于在输入级使用了 PMOS 场效应晶体管,结果使共模输入电压能降低到低于负电源端 0.5V,这是单电源应用的一个重要属性。输出级使用了双极型晶体管,并且包含有内设保护电路,以防止由于负载端对任一个电源线或对地短路而造成的损坏。

SG3140 具有 8 条引线的管脚引出端,这和 741 以及其它的工业标准运算放大器是一样的。可以采用标准的 8 条引线金属圆壳 (TO-5) 封装,也适于双列直插式塑料封装。SG3140 的工作电压最高为 36V ($\pm 18V$),它可以在 $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 温度范围内安全工作。

特点:

- MOS/FET 输入级
 - (a) 极高的输入阻抗——典型值为 $1.5T\Omega$
 - (b) 非常低的输入电流——在 $\pm 15V$ 下,典型值为 $10pA$
 - (c) 较低的输入失调电压——最大到 $2mV$
 - (d) 较宽的共模输入电压范围——可以摆动到低于负电源电压 $0.5V$
 - (e) 输出幅度补充输入共模范围
 - (f) 牢固的输入级——双极型二极管保护
- 在很多应用场合,可以直接代替 741

主要应用

- 在汽车和便携式仪器上,用作以地为基准的单电源放大器
- 采样——保持放大器
- 长持续时间的定时器及多谐振荡器 (数微秒——数分——数小时)
- 光电装置
- 峰值检波器
- 有源滤波器
- 比较器
- 在 5V TTL 系统和其它低电源电压系统中作接口电路
- 各种标准的运算放大器应用
- 函数发生器
- 音调控制
- 电源
- 便携式仪器
- 干扰报警系统

电原理图

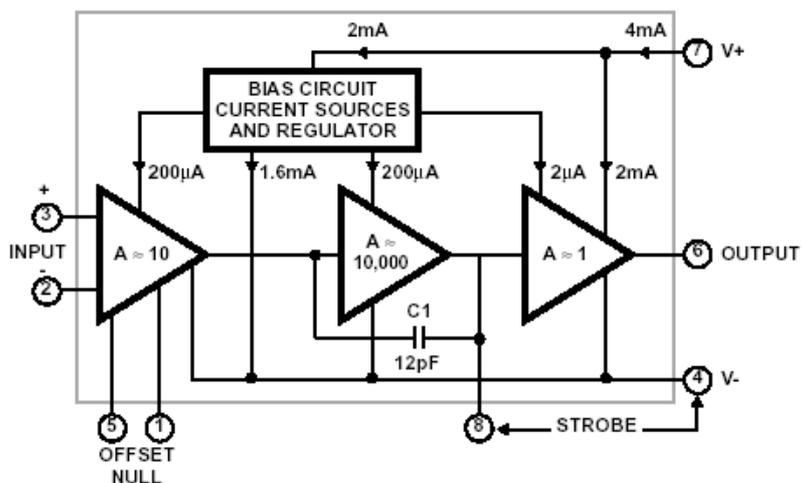


图 1 SG3140 的方框图

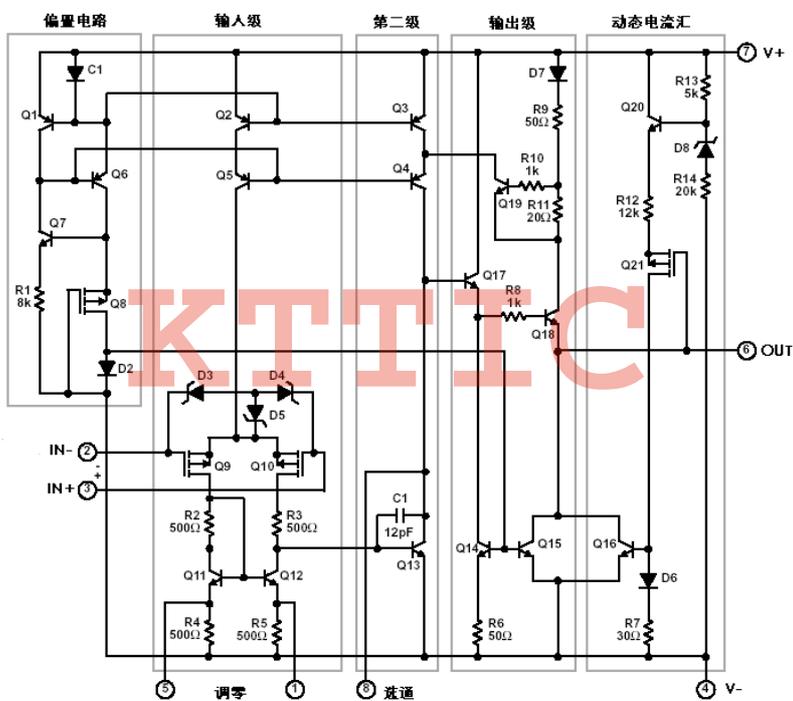
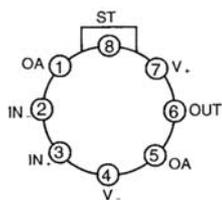
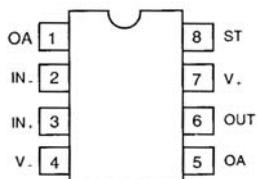


图 2 SG3140 的内部电路图

外引线排列 (顶视)



金属圆壳封装



双列直插式封装

绝对最大额定值

		SG3140A/SG3140
直流电源电压 (V+端和 V-端间)		36V
差模输入电压		±8V
共模直流输入电压		(V ₊ +8V) ~ (V ₋ -0.5V)
输入端电流		1mA
器件功耗: 不带散热	55℃ 以下	630mA
	55℃ 以上	按 6.67mW/℃ 线性地降低
带散热	55℃ 以下	1W
	55℃ 以上	按 16.7mW/℃ 线性地降低
工作温度范围		- 55℃ ~ +125℃
贮存温度范围		- 65℃ ~ +150℃
输出短路持续时间 (可以对地或任一电源端短路)		不限
引线温度 (焊接期间)		
	在距管壳 1.59±0.79mm 的地方, 最长焊接 10s	+265℃

典型电特性 (V_S = ±15V, T_A = 25℃)

特性参数		测试条件		SG3140A	SG3140	单位
输入失调电压调整电阻		对于调整量大V _{IO} 所需4与5或4与1间电阻的典型值		18	4.7	kΩ
输入电阻				1.5	1.5	TΩ
输入电容				4	4	pF
输出电阻				60	60	Ω
等效宽带输入噪声电压		BW = 140kHz, R _S = 1MΩ		48	48	μV
等效输入噪声电压		R _S = 100Ω	f = 1kHz	40	40	nV/√Hz
			f = 10kHz	12	12	
对相应电源的短路电流		流出		40	40	mA
		流入		18	18	mA
增益带宽积				4.5	4.5	MHz
转换速率				9	9	V/μs
由8端向4端流入的电流		输出低电平		220	220	μA
瞬态响应	上升时间	R _L = 2kΩ, C _L = 10pF		0.08	0.08	μs
	过冲			10	10	%
建立时间	1mV	V _{OPP} = 10V, R _L = 2kΩ		4.5	4.5	μs
	10mV	C ₁ = 100pF, 电压跟随器组态		1.4	1.4	

典型电特性（供设备设计） 若不另作说明， $V_S = \pm 15V$ ， $T_A = 25^\circ C$

参 数	极 限 值						单 位
	SG3140A			SG3140			
	最 小	典 型	最 大	最 小	典 型	最 大	
输入失调电压	—	2	5	—	5	15	mV
输入失调电流	—	0.5	20	—	0.5	30	pA
输入电流	—	10	40	—	10	50	pA
大信号电压增益（注 1）	20k	100k	—	20k	100k	—	V/V
	86	100	—	86	100	—	dB
共模抑制比	—	32	320	—	32	320	$\mu V/V$
	70	90	—	70	90	—	dB
共模输入电压范围	-15	-15~+12.	12	-15	-15~+12.	11	V
电源电压抑制比	—	100	150	—	100	150	$\mu V/V$
	76	80	—	76	80	—	dB
最大输出电压（注 2）	正向	13	—	+12	13	—	V
	负向	-14	-14.4	—	-14	-14.4	—
电源电流	—	4	6	—	4	6	mA
器件功耗	—	120	180	—	120	180	mW
输入失调电压温度系数	—	6	—	—	8	—	MV/°C

注 1: $V_O = 26V_{p-p}$ (+12V, -14V), $R_L = 2k\Omega$

注 2: $R_L = 2k\Omega$

KTTIC

典型电特性（供设计指导） $V_+ = 5V$, $V_- = 0$, $T_A = 25^\circ C$

特 性 参 数	SG3140A	SG3140	单位
输入失调电压	2	5	mV
输入失调电流	0.1	0.1	pA
输入电流	2	2	pA
输入电阻	1	1	TΩ
大信号电压增益	100k	100k	V/V
	100	100	dB
共模抑制比	32	32	$\mu V/V$
	90	90	dB
共模输入电压范围	-0.5	-0.5	V
	2.6	2.6	V
电源电压抑制比	100	100	$\mu V/V$
	80	80	dB
最大输出电压	正向	3	V
	负向	0.13	V
最大输出电流	流出	10	mA
	流入	1	mA
转换速率	7	7	V/ μs
增益带宽积	3.7	3.7	MHz
电源电流	1.6	1.6	mA
器件功耗	8	8	mW
输出低电平时由 8 端到 4 端流入的电流	200	200	μA

电路概述

图 1 是 SG3140PMOS 运算放大器的方框图。输入端可以在低于负电源 0.5V 的情况下工作。两级 A 类放大器提供电压增益，一级独特的 AB 类放大级提供为驱动低阻抗负载所必需的电流增益。

偏置电路构成对第一级和第二级的共射—共基恒流电路的控制。SG3140 包含一个做在芯片上的相位补偿电容，这对于单位增益电压跟随器组态来说，补偿是足够的。

输入级—SG3140 的电原理图如图 2 所示。它是由使用 PMOS 场效应晶体管 (Q_9 、 Q_{10}) 的差动输入级组成的，做成镜偶的双极型晶体管 (Q_{11} 、 Q_{12}) 与电阻 $R_2 \sim R_5$ 一起起负载电阻的作用，镜偶晶体管还起差动—单端转换器的作用，提供基极电流以驱动第二级双极型晶体管 (Q_{13})，当需要对失调调零时，可以用一个 10kΩ 电位器连在 1 端和 5 端而将其滑动臂接到 4 端来实现。共射—共基连接的双极型晶体管 Q_2 、 Q_5 是输入级的恒流源，恒流源的基极偏置电路在后面叙述。小二极管 D_3 、 D_4 、 D_5 构成对氧化物栅极的保护，以防瞬态高压，例如静电的影响。

第二级—SG3140 的大部分增益是由第二级提供的，它是由双极型晶体管 Q_{13} 及其由双极型晶体管 Q_3 、 Q_4 组成的共射—共基连接的负载电阻（有源负载）构成的。芯片上，由 C_1 提供的相位补偿，对于多数应用场合已经足够了。当需要附加的密勒效应补偿时，可以利用在 1 端和 8 端之间简单地接一个小电容来实现。还可以利用 8 端来选通输出级，使其成为静态。当用机械或电的方法把 8 端连接到负电源线（4 端）时，输出端 6 脚摆动到低电位，即大约达到 4 端的电位。

输出级—SG3140 采用宽带输出级，使得当工作状态接近于负电源时，它能吸收负载流向负电源的电流，以补充 PMOS 输入级的性能。射极跟随器级联电路 (Q₁₇、Q₁₈) 中的静态电流，靠晶体管 Q₁₄、Q₁₅ 来建立，而 Q₁₄、Q₁₅ 的基极电流则是流过偏置电路中二极管 D₂ 电流的镜像，当 SG3140 的工作状态是使输出端的 6 脚提供电流时，晶体管 Q₁₈ 起射极跟随器的作用，使电流从 V₊ 端 (7 端) 经由 D₇、R₉ 和 R₁₁ 向外流出。在这些情况下，Q₁₃ 的集电极电位，高到足以能使基极电流流到射极跟随器 Q₁₇，后者本身又能驱动 Q₁₈。

当 SG3140 的工作状态处于输出端 6 脚吸收电流以供给 V₋ 端时，晶体管 Q₁₆ 是电流吸收元件。晶体管 Q₁₆ 接成 D₆、R₇ 的电流镜，并通过 Q₂₁、Q₁₂ 和 Q₂₉ 馈给电流，晶体管 Q₂₀ 本身又靠流过 R₁₃、齐纳二极管 D₈ 和 R₁₄ 的电流来偏置。动态电流汇由电平检测电路来控制，为了说明起见，假定输出端 6 脚在静态时，被确定在电源 V₊ 和 V₋ 之间的中点电位上。当要求工作的形式为输出端吸收电流时，晶体管 Q₁₃ 的集电极电位被驱动到它的静态电平以下，从而经 Q₁₇、Q₁₈ 使 6 端上的输出电压降低，于是 PMOS 晶体管 Q₂₁ 的栅极向 V₋ 端移动，从而降低了 Q₂₁ 的沟道电阻，结果在流过 Q₂₀、R₂₁、Q₂₁、D₆、R₇ 以及 Q₁₆ 的基极电流上，存在着一个增加的增量。因此，Q₁₆ 吸收由 6 端来的电流，该电流直接随着由 Q₁₈ 引起的输出电压的变化而增加，这一吸收电流的流动与负载无关，额外的一些电流在内部由射随器 Q₁₈ 提供。Q₁₉ 提供输出电路的短路保护，在输出短路的条件下，利用 R₁₁ 两端产生的较高的电压降来驱动 Q₁₉，使其导通。在这种情况下，Q₁₉ 的集电极对 Q₄ 分流，以便降低由 Q₁₇ 驱动的基极电流，从而限制了流入 Q₁₈ 到短路负载端的电流。

偏置电路—SG3140 各级 (除了动态电流汇以外) 的静态电流取决于流入 R₁ 的偏置电流。偏置电路的功能是决定并维持流过 D₁、Q₆、Q₈ 以及 D₂ 的恒定电流，D₁ 是个接成二极管的晶体三极管，与 Q₁、Q₂ 和 Q₃ 的基—射结以并联的形式接成电流镜。可以把 D₁ 看作是个电流取样二极管，它检测到 Q₆ 的射极电流并自动地调节 Q₆ (经由 Q₁) 的基极电流，以维持通过 Q₆、Q₈、D₂ 的电流恒定。Q₂、Q₃ 里的基极电流也是由流过 D₁ 的恒定电流决定的，此外，接成二极管的晶体管 D₂ 中的电流，确定了晶体管 Q₁₄ 和 Q₁₅ 中的电流。

失调电压调零

利用在 1 端和 5 端之间接一个 10kΩ 的电位器，并将其滑动臂接至 4 端「见图 3 (a)」可以对输入失调电压调零，虽然这一方法给出的调节范围比所需要的更宽，然而电位器旋转的大部分区域未被充分利用。为了使电位器的应用范围最佳，可以在它的两端各串一只电阻「见图 3 (b)」，其值在本文的《典型电特性》表中已给出。

图 3 (c) 给出了另外一种调零方式，这个电路仅用一只附加电阻，其大概值如表中所示。当电位器旋到任何一端时，电阻都不会降到 0Ω，应当使用比表中给出的低 10% 电阻值。

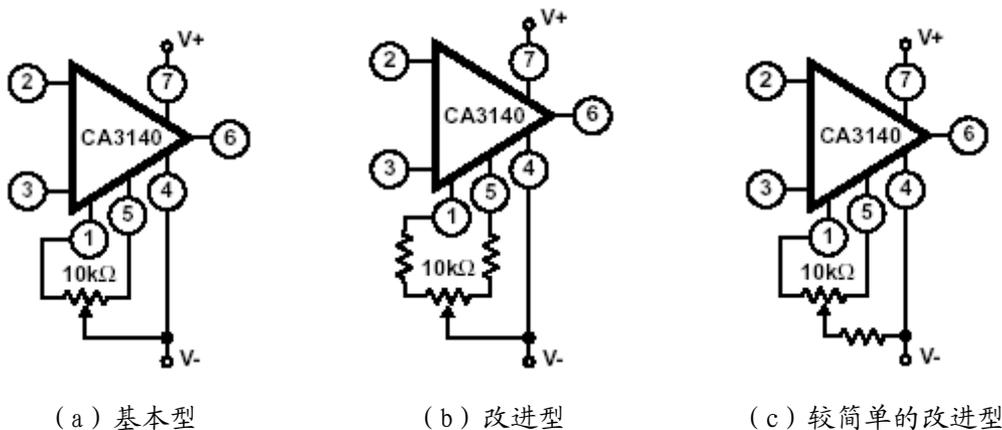


图 3 三种失调电压调零方法