

第 四 章

仪 器 放 大 器

目 录

混合电路仪器放大器指南.....	(4-3)
术语定义.....	(4-4)
LH0036/LH0036C仪器放大器.....	(4-18)
LH0038/LH0038C理想仪器放大器.....	(4-26)
LH0084/LH0084C数字程控增益仪器放大器.....	(4-37)
LM121/LM321/LM321, LM321A/LM221A/LM321A精密前置放大器.....	(4-5)
LM163/LM363P精密仪器放大器.....	(4-13)

注：关于仪器放大器的其他资料请参阅国家半导体公司的《混合电路产品数据手册》。

本指南中的所有放大器均为理想差动输入仪器放大器，都有很高的共模抑制比和可调增益。

特 点	I_B Max	V_{OS1} Max	特 性		增 益 温 度 系 数	增 益 误 差	型 号		** 页 码
			$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta T}$	增 益 线 性			-25℃~ 85℃	-55℃~ 125℃	
功耗90μW，电源范围宽， 采用一个外接增益设定电阻	125nA	2mV	10μV/℃	0.03%	*	3%max	LH0036C	LH0036	3-4
	100nA	1mV	10μV/℃	0.03%		1%max			
成本低，采用一个外接增益 设定电阻		2mV	10μV/℃	0.03%	*	1%	LH0037C	LH0037	3-12
	500nA	1mV	10μV/℃	0.03%	*	0.3%			
漂移极小，所有增益设定电 阻均内藏，噪声极低，线性 好，包含保护驱动放大器	100nA	150μV	1μV/℃max	1ppm	7ppm/℃	0.1%	LH0038C	LH0038	3-15
		100μV	0.25μV/℃ max	1ppm	7ppm/℃	0.1%			
程控增益快速设定	500pA	10mV	10μV/℃	20ppm	1ppm/℃	0.3%max	LH0084C	LH0084	3-26
	500pA	5mV	10μV/℃	20ppm	1ppm/℃	0.3max			

*取决于外接电阻。

**本参见《混合电路产品数据手册》，1982年版。

仪器放大器

术语定义

带宽：电压增益减至低频增益值的 $1/\sqrt{2}$ 时的频率。

共模抑制比：输入共模电压范围与在此范围内输入失调电压峰—峰变化的比值。

谐波失真：谐波失真的百分比定义为谐波均方根总和与基波幅度之比再乘以100%。用式子表示即为：

$$\frac{(V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots)^{1/2} (100\%)}{V_1}$$

式中 V_1 是基波幅度， V_2 、 V_3 、 V_4 ... 是各次谐波的均方根幅度。

输入偏置电流：两输入电流的平均值。

输入共模电压范围：使放大器可以工作而加在二输入端的电压范围。要注意的是除非另有说明，并不保证在整个共模电压范围内都符合参数规范。

输入阻抗：在规定的源电阻 (R_S) 和负载电阻 (R_L) 条件下，输入电压与输入电流的比值。

输入失调电流：当输出为零时，流入两输入端的电流差。

输入失调电压：通过两个相等的电阻加于输入端之间使输出电压为零的电压。

输入电阻：在任一输入端接地时，另一输入端的输入电压变化量与输入电流变化量的比值。

输入电压范围：使放大器能按参数规范正常工作而加在二输入端上的电压范围。

大信号电压增益：输出电压摆幅与将输出从零驱动至此幅度所需的输入电压变化量的比值。

输出阻抗：在规定的源电阻 (R_S) 和负载电阻 (R_L) 下，输出电压与输出电流的比值。

输出电阻：当输出电压在零附近时，在输出端呈现的小信号电阻。

输出电压摆幅：相对于零电位而言的、不产生削波的峰值输出电压摆幅。

失调电压温度漂移：对于温度从室温变化至指定的极限值的温度变化得到的失调电压平均漂移率。

电源电压抑制比：输入失调电压的变化量与产生此变化量所要的电源电压变化量的比值。

建立时间：从输入加上阶跃信号直到输出电压落入距最终电压一个规定的误差带内所用的时间。

转换速率：在输入端作用幅度很大的阶跃信号后，受内部限制可以得到的输出电压变化速率。

电源电流：在不加负载及输出电压处在电源电压中间位置时从放大器工作的电源拉出的电流。

瞬态响应：在小信号条件下，放大器的闭环阶跃响应。

单位增益带宽：从直流一直到使放大器的开环增益降至1的频率范围。

电压增益：在规定的源电阻 (R_S) 和负载电阻 (R_L) 条件下，输出电压与输入电压的比值。

LM121/LM221/LM321,

LM121A/LM221A/LM321A精密前置放大器

概述

LM121系列是与通用型运算放大器一起工作以大大减小直流误差的精密前置放大器。漂移、偏置电流、共模和电源电压抑制比的指标都比标准运算放大器单独使用时高出50倍以上。而且, LM121附加的直流增益减小了闭环增益误差。

LM121系列可在 $\pm 3V$ 至 $\pm 20V$ 的电源电压下工作,并具有足够的电源电压抑制能力,可用未经调整的电源工作。工作电流在 $5\mu A$ 与 $200\mu A$ 之间可程序,所以可以在特定应用场合获得最佳的偏置电流、失调电流、增益和噪声,而漂移仍然很小。由于采用了超增益晶体管作输入级,在相同的工作电流下,输入误差电流比一般放大器低。此外,初始失调电压可方便地调至零。

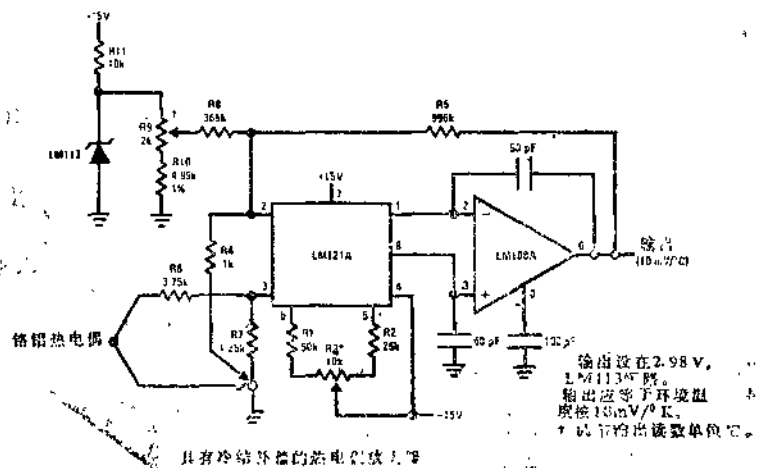
特点

- LM121A系列漂移的保证值 $[0.2\mu V/^\circ C$
- LM121系列漂移的保证值 $1\mu V/^\circ C$
- 失调电压小于 $0.4mV$
- 工作电流为 $10\mu A$ 时偏置电流小于 $10nA$
- 共模抑制比的最小值为 $126dB$
- 电源电压抑制比为 $120dB$
- 失调电压调零方便

LM121由于漂移极小,因而能改善几乎所有精密直流电路的精度。例如,目前采用斩波放大器的仪器放大器、应变仪放大器及热电偶放大器都可以采用LM121。全差动输入和高的共模抑制能力是本器件优于斩波器的另外两个优点。在低偏置电流比漂移更为重要的场合,工作电流可减小到较低的值。高的工作电流用来在低的源电阻下获得低的电压噪声。LM121的工作电流可编程,因此可适应输入特性以与特定的运算放大器相匹配。

LM121的工作温度范围为 $-55^\circ C$ 至 $+125^\circ C$, LM221和LM321的工作温度范围则分别为 $-25^\circ C$ 至 $+85^\circ C$ 和 $0^\circ C$ 至 $+70^\circ C$ 。

典型应用



绝对最大额定值

电源电压	±20V	LM121	-55°C ~ +125°C
功率耗散 (注1)	500mW	LM221	-25°C ~ +85°C
差动输入电压 (注2和注3)	±15V	LM321	0°C ~ +70°C
输入电压 (注3)	±15V	存储温度范围	-65°C ~ +150°C
工作电压范围		引线温度 (焊锡, 10秒钟)	300°C

电特性 (注4) LM121, LM221, LM321

参 数	条 件	LM121, LM221			LM321			单 位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输入失调电压	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $6.4\text{K} < R_{SET} < 70\text{K}$			0.7			1.5	mV
输入失调电流	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_{SET} = 70\text{K}$			1			2	nA
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$			10			20	nA
输入偏置电流	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_{SET} = 70\text{K}$			10			18	nA
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$			100			180	nA
输入电阻	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_{SET} = 70\text{K}$	4			2			MΩ
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$	0.4			0.2			MΩ
电源电流	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_{T3B} = 70\text{K}$			1.5			2.2	mA
输入失调电压	$6.4\text{K} < R_{SET} < 70\text{K}$			1.0			2.5	mV
输入偏置电流	$R_{SET} = 70\text{K}$			30			28	nA
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$			300			280	nA
输入失调电流	$R_{SET} = 70\text{K}$			8			4	nA
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$			30			40	nA
输入失调电流漂移	$R_{SET} = 70\text{K}$		8			8		PA/°C
输入失调电流的平均温度系数	$R_S < 200\Omega$, $6.4\text{K} < R_{SET} < 70\text{K}$ 失调电压调至零			1			1	μV/°C
长时间稳定性			5			5		μV/年
电源电流				2.5			3.5	mA
输入电压范围	$V_S = \pm 15\text{V}$, (注5) $R_{SET} = 70\text{K}$			±13				V
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$			+7, -13			+7, -13	V
共模抑制比	$R_{SET} = 70\text{K}$			120			114	dB
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$			114			114	dB
电源电压抑制比	$R_{SET} = 70\text{K}$			120			114	dB
	$R_{SET} = 6.4\text{K}$			114			114	dB
电源增益	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_{SET} = 70\text{K}$ $R_L > 3\text{M}\Omega$			16			12	V/V
噪声	$R_{SET} = 70\text{K}$, $R_{SOURCE} = 0$		8			8		nV/√Hz

注1: LM121的最高结温为150°C, LM221的最高结温为100°C, LM321的最高结温为85°C。在高温下工作时,采用TO-5封装的器件应按150°C/W (结至环境) 或45°C/W (结至外壳) 的热阻降低额定值使用。采用扁平型封装的器件当安装在带有10根0.03英寸宽、2盎司铜导体的1/6英寸厚的环氧树脂玻璃板上时,则按185°C/W的热阻降低额定值使用。双列直插式封装结至环境的热阻为100°C/W。

注2: 输入与背对背二极管并联,背对背二极管与一只500Ω电阻串联以实现过压保护。因此,如果超过1V的差动输入电压加在输入端之间,就会产生过量的电流。

注3: 电源电压小于±15V时,绝对最大输入电压就等于电源电压。

注4: 除非另有说明,所列规范适用于±5V < V_S < ±20V和-55°C < T_A < +125°C。然而,对于LM221,所有规范适用于-25°C < T_A < +85°C,而对于LM321,所有规范适用于0°C至+70°C的温度范围。

注5: 为了增大正共模范围,在1脚和8脚至7脚之间可外接0.1%的精密电阻。

绝对最大额定值

电源电压	±20V	LM121A	-55℃~+125℃
功率耗散(注1)	500mW	LM221A	-25℃~+85℃
差动输入电压(注2和注3)	±15V	LM321A	0℃~+70℃
输入电压(注3)	±15V	存储温度范围	-65℃~+150℃
工作温度范围		引线温度(焊锡, 10秒钟)	300℃
电特性(注4)LM121A, LM221A, LM321A			

参 数	条 件	LM121A, LM221A			LM321A			单 位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输入失调电压	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $6.4\text{K} < R_{SET} < 70\text{K}$		0.2	0.4		0.2	0.4	mV
输入失调电流	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$		0.3	0.5		0.3	0.5	nA nA
输入偏置电流	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$		5	10		5	15	nA nA
输入电阻	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$	4 0.4	8		2 0.2	8		MΩ MΩ
电源电流	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_{SET} = 70\text{K}$		0.8	1.5		0.8	2.2	mA
输入失调电压	$6.4\text{K} < R_{SET} < 70\text{K}$		0.5	0.65		0.5	0.65	mV
输入偏置电流	$R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$		15	30		15	25	nA nA
输入失调电流	$R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$		0.5	1		0.5	1	nA nA
输入失调电流漂移	$R_{SET} = 70\text{K}$		5	10		5	10	nA
输入失调电压的平均温度系数	$R_{SET} = 70\text{K}$ $R_S < 200\Omega$, $6.4\text{K} < R_{SET} < 70\text{K}$ 失调电压调至零		8			8		PA/℃
长时间稳定性			0.07	0.2		0.07	0.2	μV/℃
电源电流			8			8		μV/年
输入电压范围	$V = \pm 15\text{V}$, (注5) $R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$		1	2.5		1	3.5	mA
共模抑制比	$R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$	±13 +7, -13			±13 +7, -13			V V
电源电压抑制比	$R_{SET} = 70\text{K}$ $R_{SET} = 6.4\text{K}$	126 120	140 130		126 118	140 126		dB dB
电压增益	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_{SET} = 70\text{K}$ $R_L > 3\text{M}\Omega$	114	120		114	120		dB
噪声	$R_{SET} = 70\text{K}$, $R_{SOURCE} = 0$	16	20		12	20		V/V hV/√Hz

注1: LM121A的最高结温为150℃, LM221A的最高结温为100℃, LM321A的最高结温为85℃。在高温下工作时,采用TC-5封装的器件应按150℃/W(铝基板)或41℃/W(铝壳封装)的热阻阻值低额定值使用。采用扁平型封装的器件当安装在有16和0.05英寸宽、2盎司铜厚度的PC板或具有同等导热性能玻璃板上时,则按125℃/W的热阻阻值低额定值使用。双列直插式封装的结温环境的热阻为100℃/W。

注2: 输入与肖特基二极管并联, 肖特基二极管与一只500Ω电阻串联以实现过压保护。因此, 如果超过1V的差动输入电压加在输入端之间, 就会产生过量的电流。

注3: 电源电压小于±15V时, 绝对最大输入电压就等于电源电压。

注4: 除非另有说明, 所列规范适用于±5V < V_S < ±20V和-55℃ < T_A < +125℃。然而, 对于LM221A所有规范适用于-25℃ < T_A < 85℃, 而对于LM321A, 所有规范适用于0℃至+70℃的温度范围。

注5: 为了增大正共模范围, 在1脚和8脚至7脚之间可外接0.1%的精密电阻。

频率补偿

通用补偿法

LM121前置放大器与一只运算放大器一起使用时，为得到额外的增益必须进行额外的频率补偿。当运算放大器与LM121一起使用时的闭环增益小于LM121单独使用时的增益时，须作进一步补偿。最不利情况发生在100%反馈，如用作电压跟随器或积分器以及LM121的增益较高时。当采用高的闭环增益（如 $A_v=1000$ ）以及LM121只提供200的额外增益时，运算放大器的频率补偿通常就够了。

这里所指的频率补偿是适用于任何单位增益稳定运算放大器的。图1是频率稳定网络的基本线路图。工作中LM121通过单端接地的一只 $0.01\mu\text{F}$ 旁路电容提供输出，总频率补偿通过运算放大器的积分电容得到。

$$\text{单位增益时的带宽} \cong \frac{12}{2\pi R_{SET}C}$$

对于0.5MHz的带宽

$$C = \frac{4}{10^6 R_{SET}}$$

当与频率较高的运算放大器（如LM118）一起使用时，带宽可增加至2MHz左右。

如果闭环增益大于1，C可减小：

$$C = \frac{4}{10^6 A_{CL} R_{SET}}$$

另一种补偿法

为改善电源电压的抑制性能，可使两只补偿电容相等。这时补偿电容的公式为：

$$C = \frac{8}{10^6 A_{CL} R_{SET}}$$

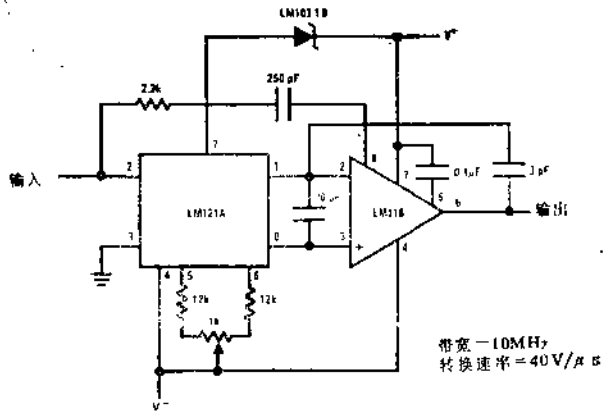
表1列出了不同增益和工作电流下两个补偿电容的典型值。

表1适用于LM108、LM101A、LM741和LM118。电容的单位为pF。

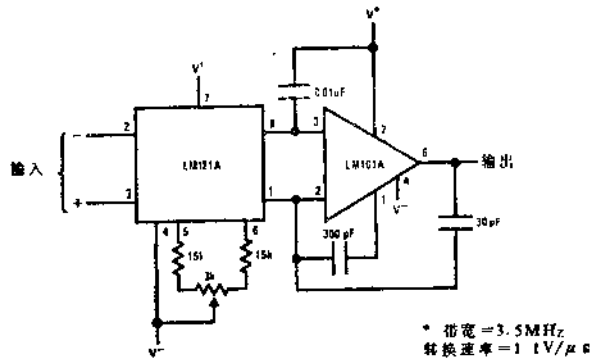
表 1

闭环增益	电 流 设 定 电 阻				
	120KΩ	60KΩ	30KΩ	12KΩ	6KΩ
$A_v = 1$	68	130	270	680	1300
$A_v = 5$	15	27	56	130	270
$A_v = 10$	10	15	27	63	130
$A_v = 50$	1	3	5	15	27
$A_v = 100$	—	1	3	5	10
$A_v = 500$	—	—	1	1	3
$A_v = 1000$	—	—	—	—	—

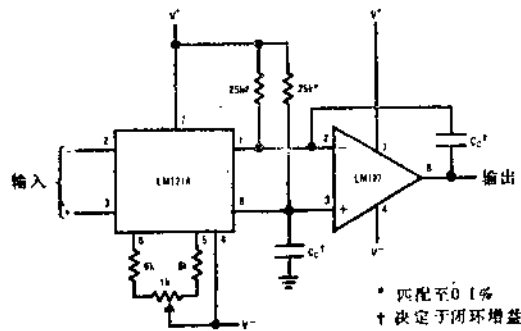
典型应用(续)



高速* 低漂移反相放大器



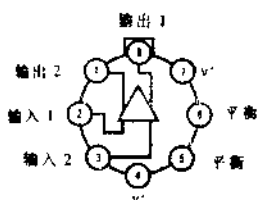
中速* 通用放大器



扩大大电流工作时的共模范围

连接图

金属壳封装



注：4脚接外壳

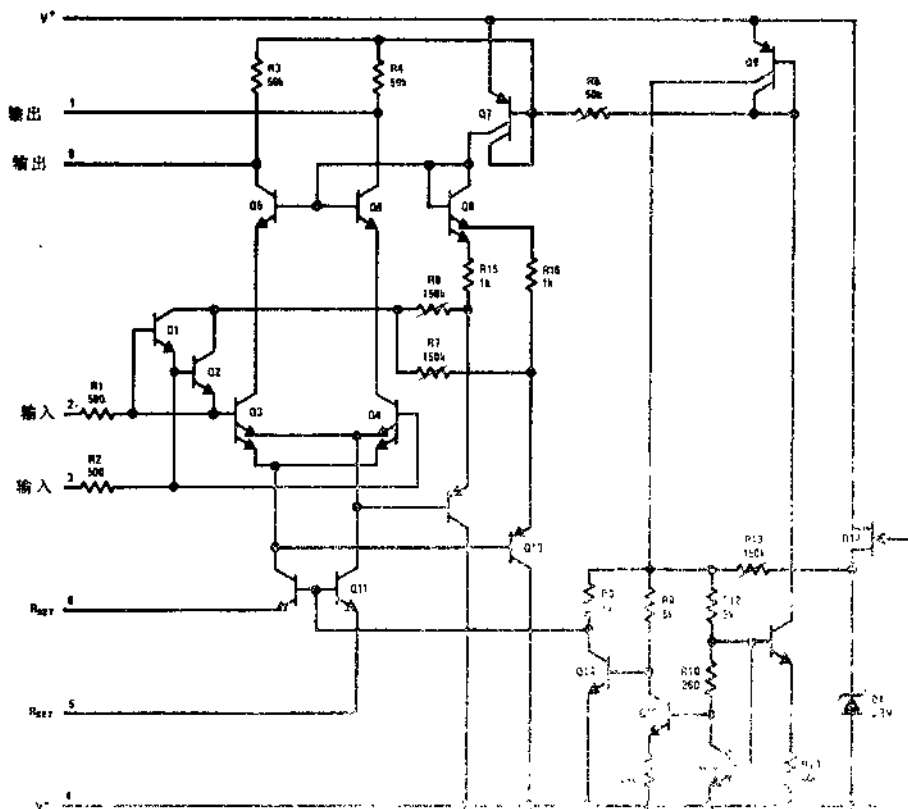
顶视图

序号 LM121H,
LM221H, LM321H, LM121AH,
LM221AH 或 LM321AH

参看NS封装H08C

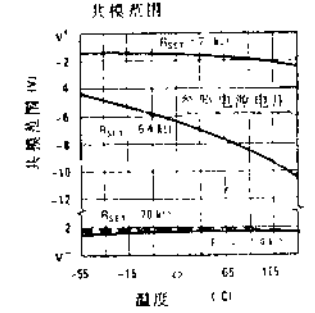
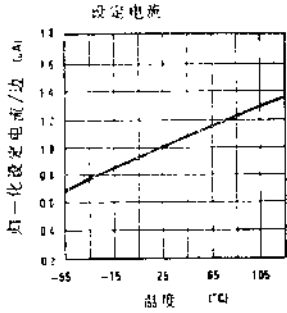
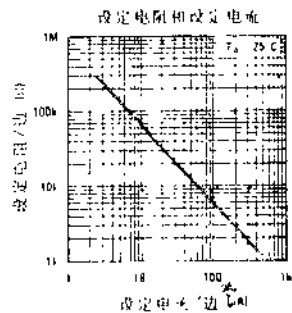
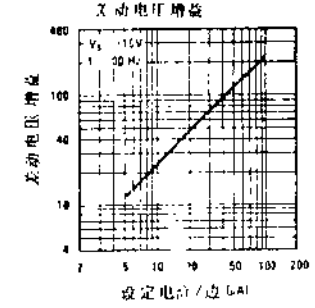
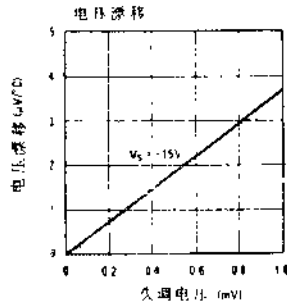
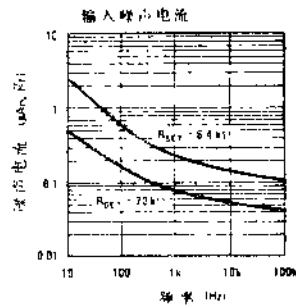
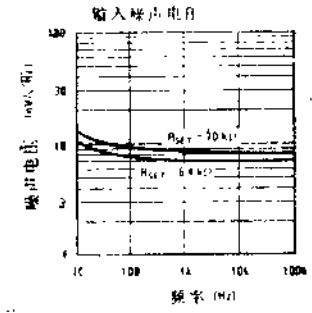
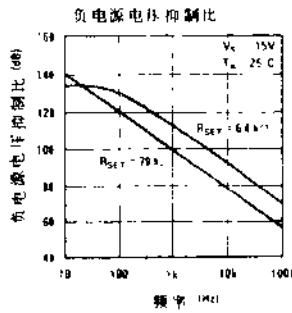
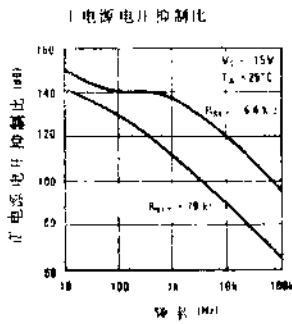
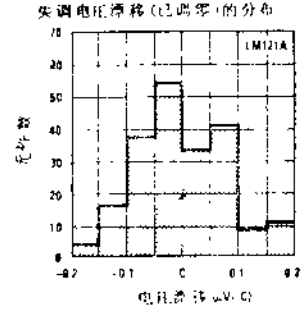
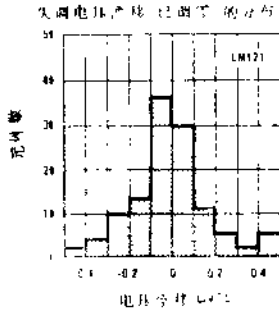
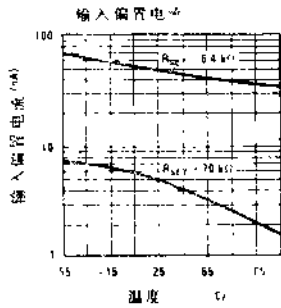
注：输出为同序号输入的倒相

电原理图

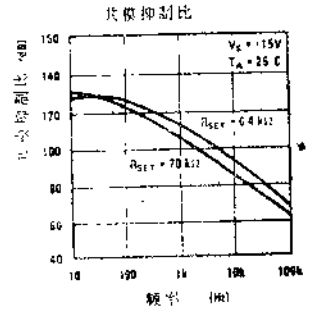
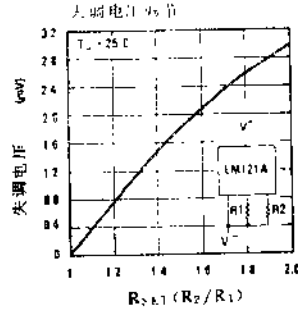
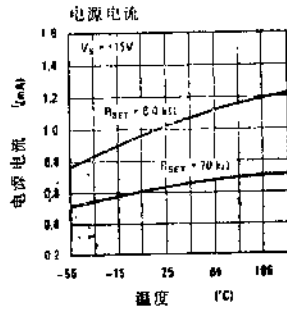
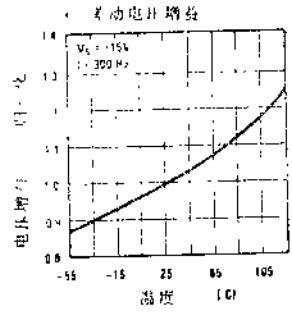
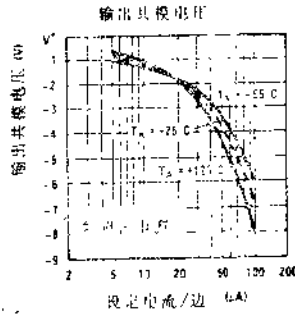
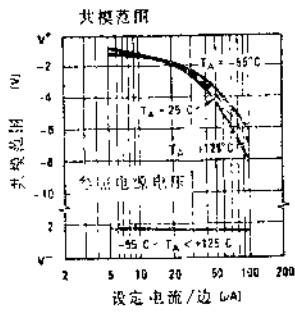


* 电原理图和典型应用中的引出管脚码按图 TO-5 印制

典型工作特性曲线



典型工作特性曲线(续)



LM163/LM363精密仪器放大器

概述

LM163是一种单片的理想仪器放大器。它不必为10, 100和1000的固定增益外接元件。高精度是通过在芯片上修整失调电压和增益得到的。超 β 双极输入级给出极低的输入电压噪声、极低的失调电压漂移和高的共模抑制比。新的两级放大器设计产生10,000,000倍的开环增益和30MHz的增益带宽乘积,而且即使电容负载很大时,在各种闭环增益下仍能保持稳定。电源电压范围为 $\pm 5V$ 至 $\pm 18V$ 。

LM163具有分开的加载、读出和基准端,采用外接电阻增加增益。双差分屏蔽驱动器消除了由屏蔽电容引起的带宽损失。补偿端用于简单低通滤波。LM163在上述应用场合采用16脚双列直插式封装。

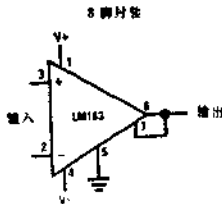
对要求单一固定增益的不苛刻的应用场合,器件也可采用8脚TO-5封装。在8脚的封装中屏蔽驱动、增益选择和失调调节端都没有了。增益预先设定在10、100或500,但用外接电阻仍可以提高增益。

LM163在 $-55^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ 温度范围内工作。LM363在 $0^{\circ}C$ 至 $70^{\circ}C$ 温度范围内工作。

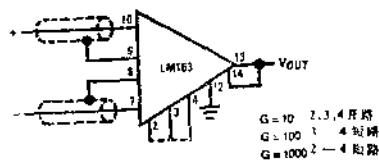
特点

- 失调和增益预先修整
- 输入噪声为 $7nV/\sqrt{Hz}$
- 共模抑制比典型值为130dB
- 偏置电流典型值为2nA
- 不需外接元件
- 差分屏蔽驱动
- 可在 $0.5\mu V/^{\circ}C$ 的最大漂移值下工作
- 可用作高性能运算放大器

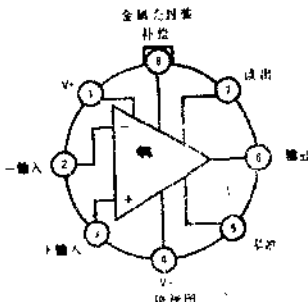
典型连接



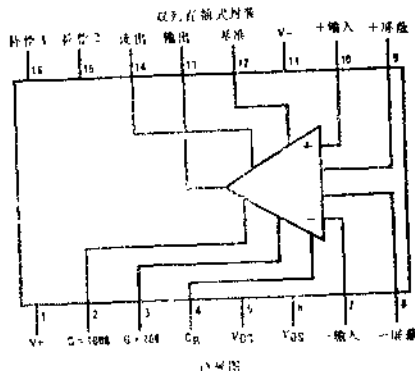
16脚封装



连接图



序号 LM163A1-10,
LM163H-10, LM363AH-10, LM363H-10,
LM163AH-100, LM163H-100, LM363AH-100,
LM363H-100, LM163AH-500, LM163H-500,
LM363AH-500或 LM363H-500
参看NS封装H08C



序号 LM163AD,
LM166D, LM363AD或 LM363D
参看NS封装D16C

绝对最大额定值

电源电压	±18V	共模输入电压	等于电源电压
差动输入电压	±10V	基准和读出电压	±25V
差动输入电流	±20mA		

电特性(注1)

参 数	条 件	LM163A/LM363A			LM163			LM363			单 位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输入失调电压 固定增益	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $G = 500$		10	±30		20	±50		30	±100	μV
	$G = 100$		25	±75		35	±100		50	±200	μV
	$G = 10$		0.2	±0.6		0.3	±1.0		0.5	±2.0	mV
全温度范围 输入失调电压的温 度漂移	$G = 500$			±80			±150			±300	μV
	$G = 100$			±200			±400			±500	μV
	$G = 10$			±2			±4			±5	mV
固定增益	$G = 500$		0.2	±0.5			±2			±4	μV/°C
	$G = 100$			±2.0			±5			±8	μV/°C
输入失调电压 程控增益	$G = 10$			±25			±50			±75	μV/°C
	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $G = 1000$		10	±50		25	±100		50	±200	μV
程控增益	$G = 100$		25	±150		50	±300		100	±400	μV
	$G = 10$		0.3	±1		0.5	±2		1.0	±8	mV
	全温度范围			±100			±200			±400	μV
输入失调电压的温 度漂移	$G = 1000$			±300			±500			±800	μV
	$G = 100$			±3			±6			±7	mV
	$G = 10$			±0.5		0.5	±3		0.8	±5	μV/°C
程控增益	$G = 1000$		0.2	±0.5		0.5	±3		0.8	±5	μV/°C
	$G = 100$		0.5	±2.0		2.0	±6		2	±10	μV/°C
共模抑制比	$G = 10$		5.0	±25		10	±80		10	±100	μV/°C
	$G = 500/1000$	126	140		120	130		114	130		dB
全温度范围	$G = 100$	115			106			104			dB
	$G = 100$	112	130		106	125		94	120		dB
	全温度范围	100			94			84			dB
全温度范围	$G = 10$	100	115		94	110		90	105		dB
	$G = 10$	88			82			80			dB
输入偏置电流		-5	2	5	-5	2	5	-10	2	10	nA
	全温度范围	-10	4	10	-10	4	10	-20		-20	nA
差模输入电阻	$G = 10$		20			20			20		GΩ
	$G = 100$		2			2			2		GΩ
	$G = 500/1000$		0.2			0.2			0.2		GΩ
共模输入电阻	所有增益		100			100			100		GΩ
输入失调电流			0.2	1.0		0.5	1		0.5	8	nA
	全温度范围			2			2			5	nA
输入失调电流变化	$-11\text{V} < V_{\text{CM}} < 13\text{V}$			50			100			100	PV/V
	全温度范围			150			300			300	PV/V
输入电压噪声 均方根值	$G = 500/1000$		7			7			7		nV/√Hz
	$G = 100$		12			12			12		nV/√Hz
	$G = 10$		50			50			50		nV/√Hz
输入电压噪声 峰-峰值(注2)	$G = 500/1000$		0.4			0.4			0.4		μV
	$G = 100$		1.5			1.5			1.5		μV
	$G = 10$		10			10			10		μV

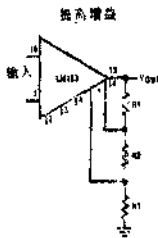
注1: 除非另有说明, 采用条件是: $V^+ = V^- = 15\text{V}$, 输出负载 = 0, 基准端接地, 输出读出的接至输出加载端, 结温为 25°C 。

注2: 在频宽为0.01Hz至10Hz时测试100秒钟。

电特性(续)(注1)

参 数	条 件	LM163A/LM363A			LM163			LM363			单 位	
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值		
输入电流噪声均方根值	$10\text{Hz} < f < 10\text{KHz}$		0.15			0.15			0.15		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$	
输入电流噪声峰-峰值	$0.01\text{Hz} < f < 10\text{Hz}$		40			40			40		pA	
增益误差	固定增益 = 10, 100, 500 程控增益 = 100 程控增益 = 10 程控增益 = 1000		0.05	0.2		0.05	0.3		0.1	0.5	%	
			0.05	0.2		0.05	0.3		0.1	0.5	%	
			0.4	1.0		0.4	1.0		0.6	1.5	%	
			0.4	1.0		0.4	1.0		0.4	1.5	%	
增益非线性度	$-10\text{V} < V_{\text{OUT}} < +10\text{V}$ $G = 10, 100$ $G = 500, 1000$		0.005	0.01		0.005	0.02		0.01	0.03	%	
			0.007	0.02		0.007	0.03			0.05	%	
电源电压抑制比—正	$G = 500, 100$ $G = 100$ $G = 10$	120	130		120	130		110	130		dB	
		105	120		105	120		100	120		dB	
		90	100		90	100		85	100		dB	
电源电压抑制比—负	$G = 500, 1000$ $G = 100$ $G = 10$	110	120		105	120		100	120		dB	
		96	106		90	106		85	106		dB	
		80	86		75	86		70	86		dB	
共模输入电压范围	$V^+ = V^- = 15\text{V}$	-11.6	+13.8	-11.6	+13.8	-11.6	+13.8	-11.6	+13.8		V	
	$V^+ = V^- = 5\text{V}$	-2.75	+3.8	-2.75	+3.8	-2.75	+3.8	-2.75	+3.8		V	
小信号带宽	$G = 500, 1000$ $G = 100$ $G = 10$	30			30			30			KHz	
		100			100			100			KHz	
		200			200			200			KHz	
建立时间(至0.1%)	$\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V},$ $G = 500, 1000$ $G = 100$ $G = 10$	70			70			70			μs	
		25			25			25			μs	
		20			20			20			μs	
开环增益	$G = 500, 1000$ $G = 500, 1000$ $G = 100$ $G = 10$	2×10^6	10^7		2×10^6	10^7		10^6	10^7		V/V	
		15			15			15			PPm/°C	
		5			5			5			PPm/°C	
失调电压	正 负	1.2	1.8		1.2	1.8		1.2	2.2		mV	
		1.6	2.2		1.6	2.2		1.6	2.5		mV	
补偿和反馈电阻		35	50	70	35	50	70	30	50	80	K Ω	

典型应用



R_1 和 R_2 应尽可能以高精度和稳定的50 Ω 输入阻抗引入误差。在 V_{OUT} 点电阻($R_2 + 2R_1$)应大于4 K Ω ，以防止LM163输出的负载过大。计算增益的精确表达式为：

$$G = G_0 \left(1 + \frac{2R_1}{R_2} + \frac{R_1}{50K} \right)$$

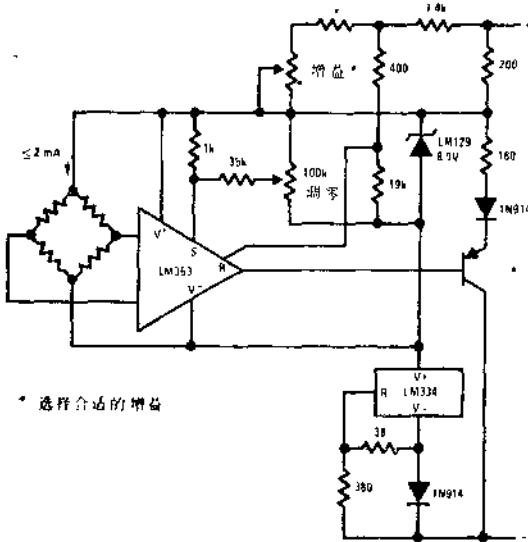
G_0 = 置数增益

在增益精度不是严格要求的情况下，公式中的最后一项可以忽略。下表列出了电阻比的范围以及“负载近似”值与电阻产生的计算误差。

输入电阻比	1.0	2	2.5	3	4	5	6	7.5	10
R_1/R_2	1.2K	12K	2K	2K	1.7K	2K	2.4	2.5K	4.0K
R_2	50	150	2.24K	2.0K	1.2K	1K			1K
误差	+0.3%	-0.3%	1	-0.3%	+0.25%	+0.2%	-0.5%		-0.2%

典型应用(续)

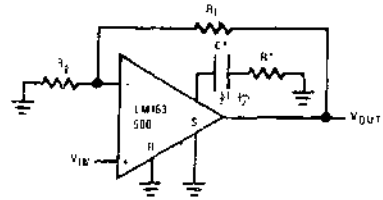
4 mA - 20mA 变送器



* 选择合适的增益

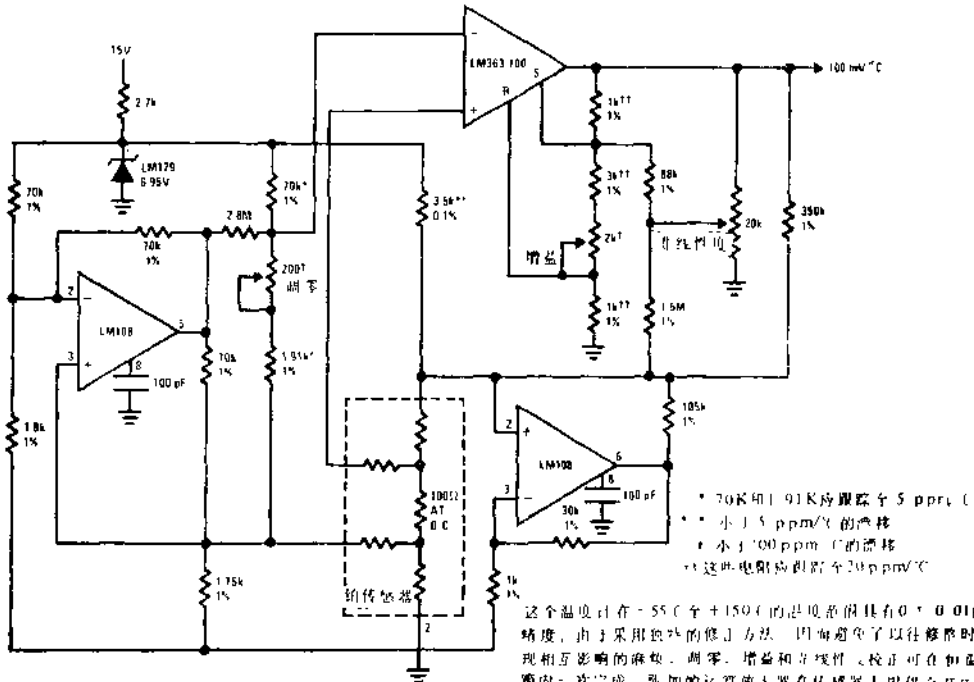
电流调整非常容易, 因为 LM129 采用齐纳基准。驱动基准电压超过电源电压后, 电路可得到简化。增益和失调误差相互不会影响。2 mA 的电流可用半变动桥路。

用片精密运算放大器的 LM163



* 选择原则为得到最佳方波响应。闭环增益大于 100 时可省略。

曲线校准的铂 RTD 温度计

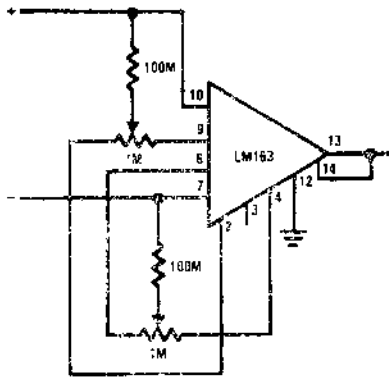


- * 70k 和 1.9k 电阻精度至 5 ppm/°C
- * 小于 5 ppm/°C 的元件
- * 小于 100 ppm/°C 的漂移
- ** 这些电阻应匹配至 20 ppm/°C

这个温度计在 -55°C 至 +150°C 的温范围具有 0.001 的精度, 由于采用独特的修正方法。因而避免了以往修葺时出现相互影响的麻烦。调零、增益和非线性校正可在加温箱内一次完成。外加的运算放大器在传感器上提供全开氏温度读出, 而不会出现在其他设计中常见的附加漂移和失调项。

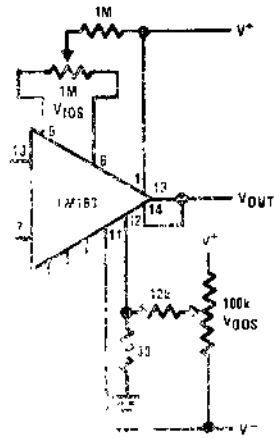
典型应用(续)

零输入偏置电流



* 对 10 和 100 的增益

V_{OS} 和 V_{OS} 调节



简化电原理图 (16脚或9直插式封装)

