



四低功率运算放大器

LM324 系列器件为价格便宜的带有真差动输入的四运算放大器。与单电源应用场合的标准运算放大器相比，它们有一些显著优点。该四放大器可以工作在低到 3.0 伏或者高到 32 伏的电源下，静态电流大致为 MC1741 的静态电流的五分之一(对每一个放大器而言)。共模输入范围包括负电源，因而消除了在许多应用场合中采用外部偏置元件的必要性。输出电压范围也包含负电源电压。

- 短路保护输出
- 真差动输入级
- 单电源工作：3.0 伏至 32 伏
- 低输入偏置电流：最大 100 纳安 (LM324A)
- 每一封装四个放大器
- 内部补偿
- 共模范围扩展到负电源
- 行业标准引脚输出
- 在输入端的静电放电箝位增加可靠性而不影响器件的工作

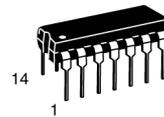
最大额定值 ($T_A=+25^{\circ}\text{C}$ ，除非另有规定。)

额定值	符号	LM224 LM324, LM324A	LM2902, LM2902V	单位
电源电压				Vdc
单电压	V_{CC}	32	26	
分离电压	V_{CC}, V_{EE}	± 16	± 13	
输入差动电压范围 (注 1)	V_{IDR}	± 32	± 26	Vdc
输入共模电压范围 (注 2)	V_{ICR}	-0.3 至 32	-0.3 至 26	Vdc
输出短路持续时间	t_{SC}	连续		
结温	T_J	150		$^{\circ}\text{C}$
保存温度范围	T_{stg}	-65 至 +150		$^{\circ}\text{C}$
工作环境温度范围	T_A	-25 至 +85 0 至 +70	-40 至 +105 -40 至 +125	$^{\circ}\text{C}$

注：1. 分离电源。

LM324, LM324A LM224, LM2902, LM2902V

四低功率运算放大器 半导体技术数据

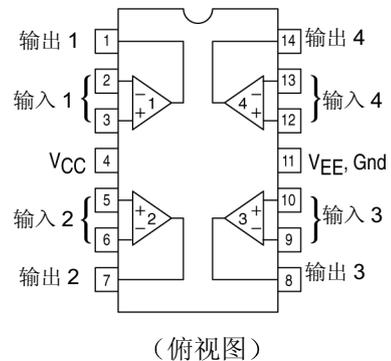


N 后缀
塑料封装
外壳 646
(仅用于 LM224,
LM324, LM2902)



D 后缀
塑料封装
外壳 751A
(SO-14)

管脚连接图



工作温度范围

器件	工作温度范围	封装
LM2902D	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+105^{\circ}\text{C}$	SO-14
LM2902N		塑料 DIP
LM2902VD	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$	SO-14
LM2902VN		塑料 DIP
LM224D	$T_A = -25^{\circ}\text{C}$ 至 $+85^{\circ}\text{C}$	SO-14
LM224N		塑料 DIP
LM324AD	$T_A = 0^{\circ}\text{C}$ 至 $+70^{\circ}\text{C}$	SO-14
LM324AN		塑料 DIP
LM324D		SO-14
LM324N		塑料 DIP

LM324,LM324A,LM224,LM2902,LM2902V

电气特性 ($V_{CC}=5.0V, V_{EE}=\text{地}, T_A=25^\circ\text{C}$, 除非另有规定。)

特性	符号	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V			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	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输入失调电压 $V_{CC}=5.0$ 至 $30V$ (为 $26V$ 当使用 LM2902 时) $V_{ICR}=0V$ 至 $V_{CC}-1.7V$, $V_O=1.4V, R_S=0\Omega$ $T_A=25^\circ\text{C}$ $T_A=T_{high}^{(1)}$ $T_A=T_{low}^{(1)}$	V_{IO}	-	2.0	5.0	-	2.0	3.0	-	2.0	7.0	-	2.0	7.0	-	2.0	7.0	mV
输入失调电压平均 温度系数 $T_A=T_{high}$ 至 $T_{low}^{(1)}$	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	-	7.0	-	-	7.0	30	-	7.0	-	-	7.0	-	-	7.0	-	$\mu V/^\circ\text{C}$
输入失调电流 $T_A=T_{high}$ 至 $T_{low}^{(1)}$	I_{IO}	-	3.0	30	-	5.0	30	-	5.0	50	-	5.0	50	-	5.0	50	nA
输入失调电流平均 温度系数 $T_A=T_{high}$ 至 $T_{low}^{(1)}$	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	-	10	-	-	10	300	-	10	-	-	10	-	-	10	-	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流 $T_A=T_{high}$ 至 $T_{low}^{(1)}$	I_{IB}	-	-90	-150	-	-45	-100	-	-90	-250	-	-90	-250	-	-90	-250	nA
输入共模电压范围 ⁽²⁾ $V_{CC}=30V$ (为 $26V$ 当使用 LM2902, V 时) $V_{CC}=30V$ (为 $26V$ 当使用 LM2902, V 时) $T_A=T_{high}$ 至 $T_{low}^{(1)}$	V_{ICR}	0	-	28.3	0	-	28.3	0	-	28.3	0	-	24.3	0	-	24.3	V
差动输入电压范围	V_{IDR}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	V
大信号开环电压增 益 $R_L=2.0k\Omega, V_{CC}=15$ V, 对大 V_O 摆动 $T_A=T_{high}$ 至 $T_{low}^{(1)}$	A_{VOL}	50	100	-	25	100	-	25	100	-	25	100	-	25	100	-	V/mV
通道隔离度 $1.0kHz \leq f \leq 20kHz$, 参考输入	CS	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	dB
共模抑制比 $R_S \leq 10k\Omega$	CMR	70	85	-	65	70	-	65	70	-	50	70	-	50	70	-	dB
电源抑制比	PSR	65	100	-	65	100	-	65	100	-	50	100	-	50	100	-	dB
输出电压-高电平限 制 ($T_A=T_{high}$ 至 $T_{low}^{(1)}$) $V_{CC}=5.0V, R_L=2.0$ $k\Omega, T_A=25^\circ\text{C}$ $V_{CC}=30V$ (当使用 LM2902, V 时为 $26V$) $R_L=2.0k\Omega$ $V_{CC}=30V$ (当使用 LM2902, V 时为 $26V$) $R_L=10k\Omega$	V_{OH}	3.3	3.5	-	3.3	3.5	-	3.3	3.5	-	3.3	3.5	-	3.3	3.5	-	V

注: $1. T_{low}=-25^\circ\text{C}$ 对 LM224 $=0^\circ\text{C}$ 对 LM324,A $=-40^\circ\text{C}$ 对 LM2902 $=-40^\circ\text{C}$ 对 LM2902V $T_{high}=+85^\circ\text{C}$ 对 LM224 $=+70^\circ\text{C}$ 对 LM324A $=+105^\circ\text{C}$ 对 LM2902 $=+125^\circ\text{C}$ 对 LM2902V2. 输入共模电压或两个输入信号电压中任意一个都不允许低于 $-0.3V$ 。共模电压范围的上限是 $V_{CC}-1.7V$ 。

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V

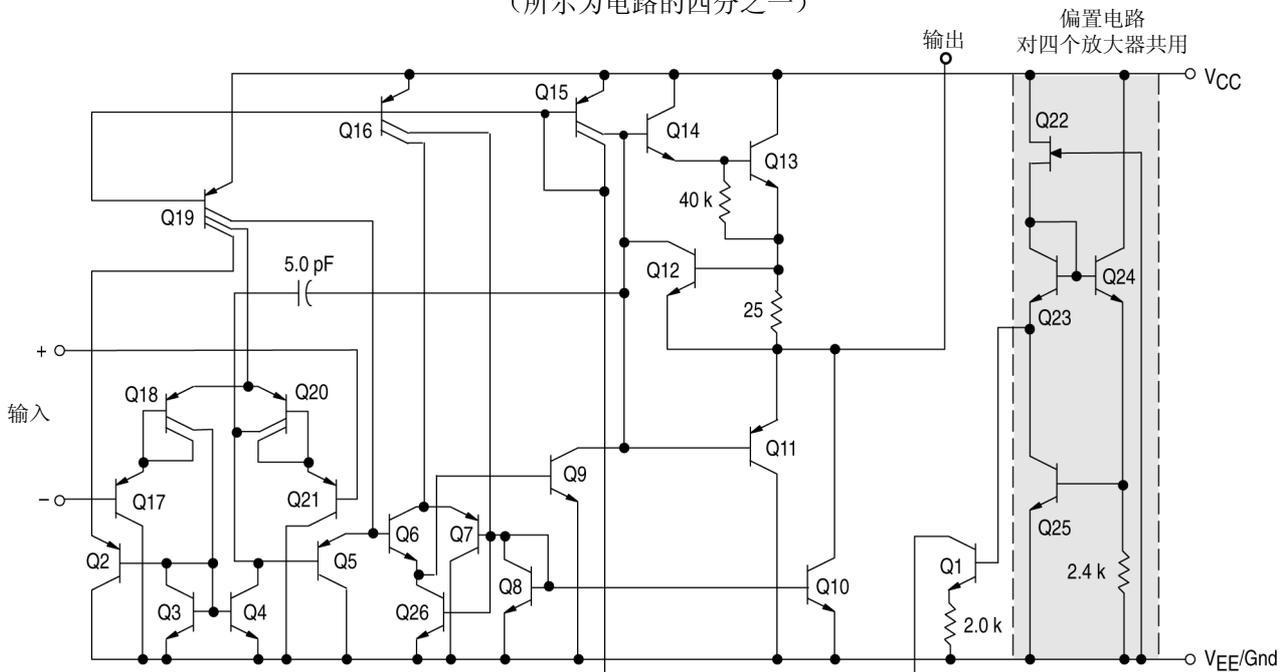
电气特性 ($V_{CC}=5.0V, V_{EE}=\text{地}, T_A=25^\circ\text{C}$, 除非另有规定。)

特性	符号	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V			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	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输出电压 - 低电平限制, $V_{CC}=5.0V, R_L=10k\Omega, T_A=T_{\text{high}}$ 至 $T_{\text{low}}^{(1)}$	V_{OL}	-	5.0	20	-	5.0	20	-	5.0	20	-	5.0	100	-	5.0	100	mV
输出拉电流 ($V_{ID}=+1.0V, V_{CC}=15V$) $T_A=25^\circ\text{C}$ $T_A=T_{\text{high}}$ 至 $T_{\text{low}}^{(1)}$	I_{O+}	20	40	-	20	40	-	20	40	-	20	40	-	20	40	-	mA
输出灌电流 ($V_{ID}=-1.0V, V_{CC}=15V$) $T_A=25^\circ\text{C}$ $T_A=T_{\text{high}}$ 至 $T_{\text{low}}^{(1)}$ ($V_{ID}=-1.0V, V_O=200$ mV $T_A=25^\circ\text{C}$)	I_{O-}	10	20	-	10	20	-	10	20	-	10	20	-	10	20	-	mA
		5.0	8.0	-	5.0	8.0	-	5.0	8.0	-	5.0	8.0	-	5.0	8.0	-	μA
输出短路至地 ⁽³⁾	I_{SC}	-	40	60	-	40	60	-	40	60	-	40	60	-	40	60	mA
电源电压 ($T_A=T_{\text{high}}$ 至 $T_{\text{low}}^{(1)}$) $V_{CC}=30V$, (当使用 LM2902 时为 26V) $V_O=0V, R_L=\infty$ $V_{CC}=5.0V$, $V_O=0V, R_L=\infty$	I_{CC}	-	-	3.0	-	1.4	3.0	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	3.0	mA
		-	-	1.2	-	0.7	1.2	-	-	1.2	-	-	1.2	-	-	1.2	

注: 1. $T_{\text{low}}=-25^\circ\text{C}$ 对 LM224= 0°C 对 LM324, A= -40°C 对 LM2902= -40°C 对 LM2902V $T_{\text{high}}=+85^\circ\text{C}$ 对 LM224= $+70^\circ\text{C}$ 对 LM324A= $+105^\circ\text{C}$ 对 LM2902= $+125^\circ\text{C}$ 对 LM2902V2. 输入共模电压或两个输入信号电压中任意一个都不允许低于 $-0.3V$ 。共模电压范围的上限是 $V_{CC}-1.7V$ 。

典型原理图

(所示为电路的四分之一)

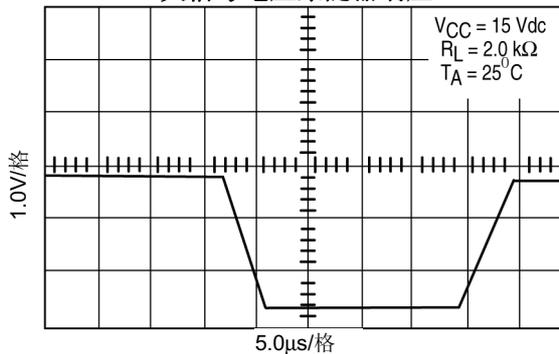


LM324,LM324A,LM224,LM2902,LM2902V

电路描述

LM324 系列采用两个内部补偿、二级运算放大器。每个运放的第一级由带输入缓冲晶体管 Q21 和 Q17 的差动输入器件 Q20 和 Q18, 以及差动到单端转换器 Q3 和 Q4。第一级不仅完成第一级增益的功能, 而且要完成电平移动和减小跨导的功能。由于跨导的减小, 仅需使用一个较小的补偿电容 (仅 0.5pF), 从而就可以减小芯片尺寸。跨导的减小可由将 Q20 和 Q18 的集电极分离而实现。该输入级的另一特征是, 在单电源工作模式下, 输入共模范围包含负输入和地, 无论是输入器件或者差动到单端转换器都不会饱和。第二级含标准电流源负载放大器级。

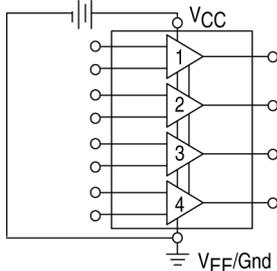
大信号电压跟随器响应



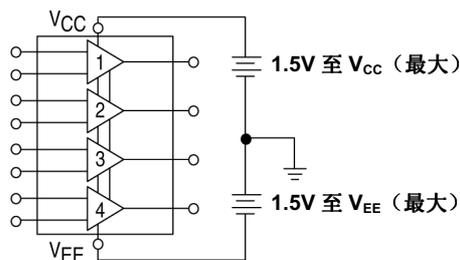
每个放大器都有内部电压稳压器提供偏置。稳压器的温度系数低, 因此, 每个放大器就拥有良好的温度特性以及优异的电源抑制。

单电源

3.0V 至 V_{CC} (最大)



分离电源



LM324,LM324A,LM224,LM2902,LM2902V

图 1.输入电压范围曲线

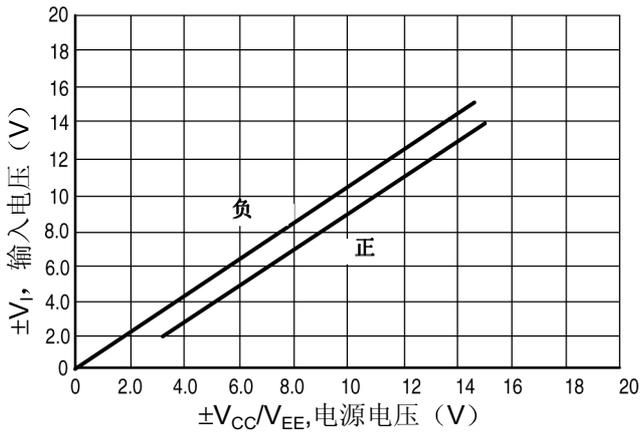


图 2.开环频率曲线

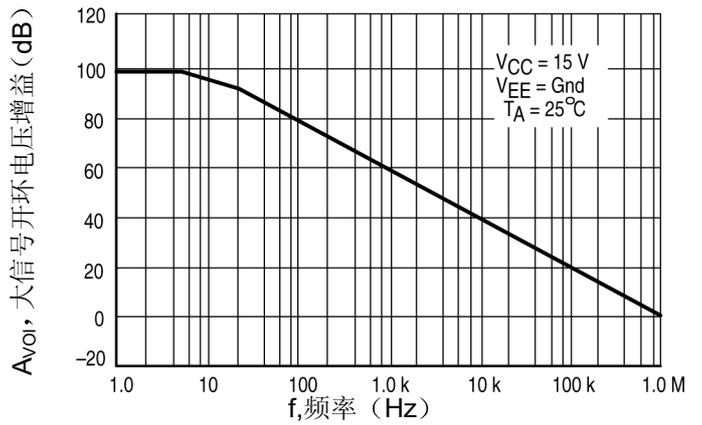


图 3.大信号频率响应曲线

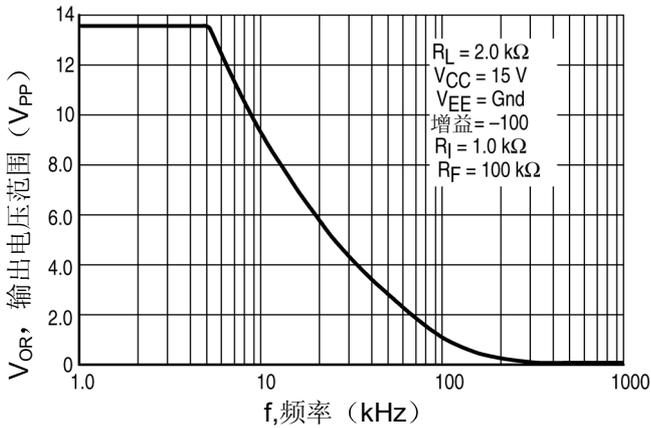


图 4.小信号电压跟随器脉冲响应曲线 (同相)

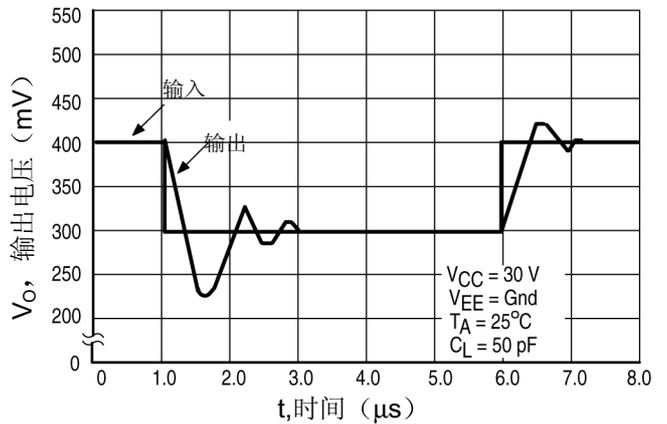


图 5.电源电流和电源电压关系曲线

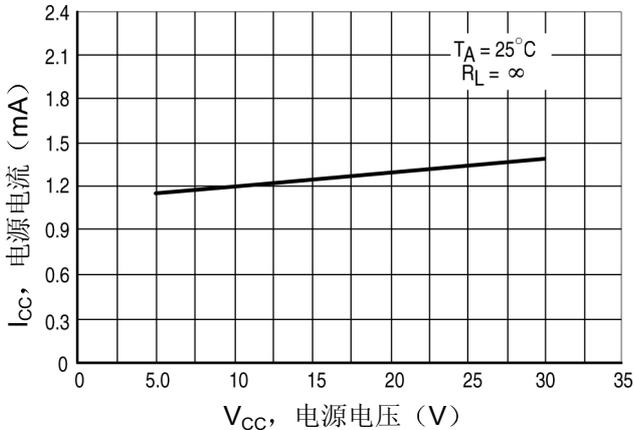
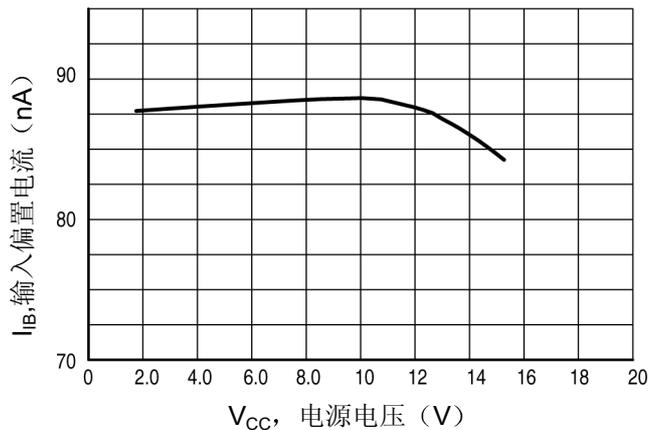
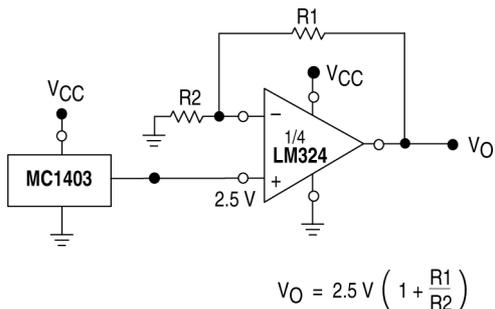


图 6.输入偏置电流和电源电压关系曲线



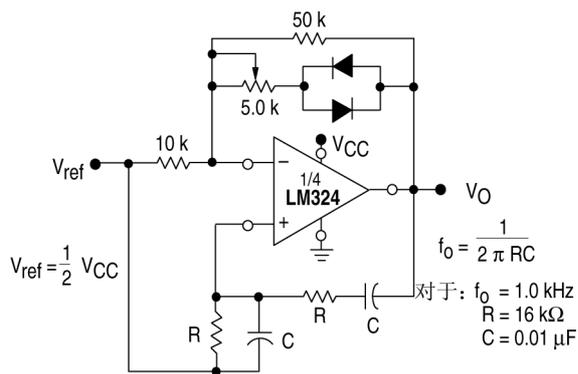
LM324,LM324A,LM224,LM2902,LM2902V

图 7. 电压参考



$$V_O = 2.5V \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

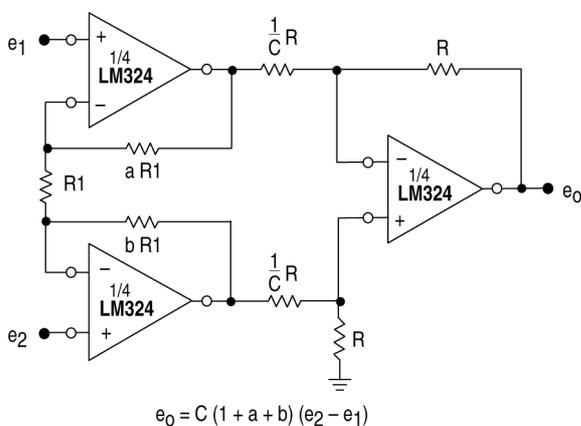
图 8. 维思电桥振荡器



$$f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$

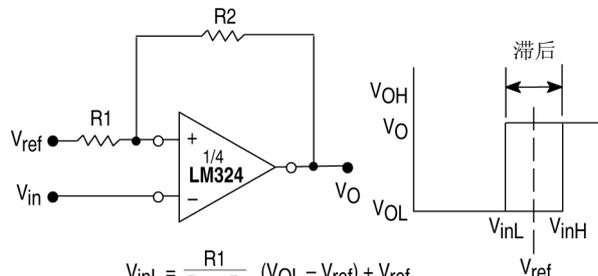
对于: $f_o = 1.0 \text{ kHz}$
 $R = 16 \text{ k}\Omega$
 $C = 0.01 \mu\text{F}$

图 9. 高阻抗差动放大器



$$e_0 = C(1 + a + b)(e_2 - e_1)$$

图 10. 滞后比较器

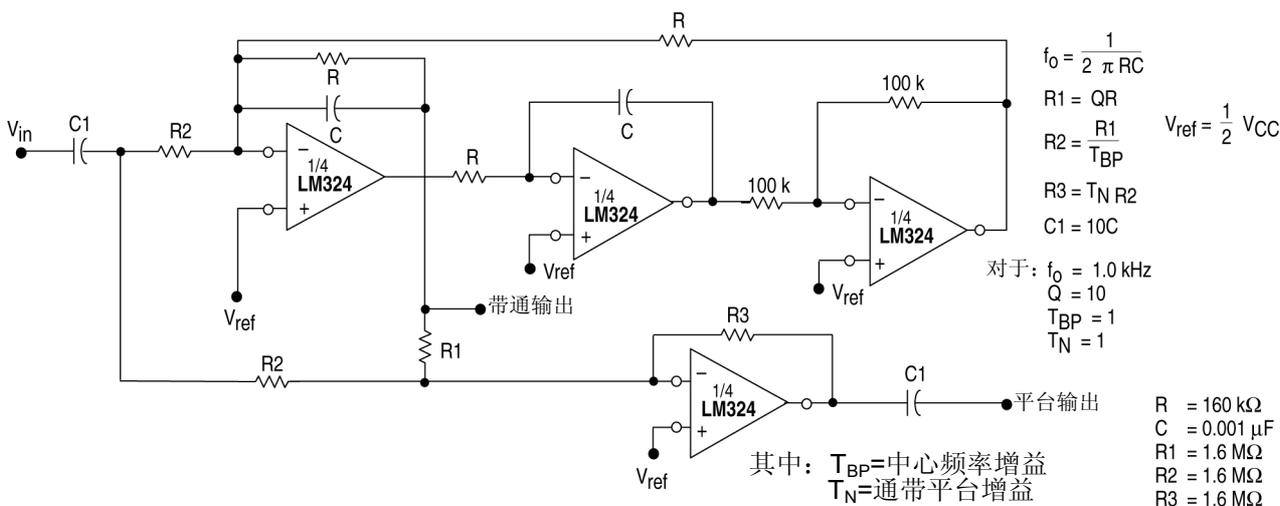


$$V_{inL} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (V_{OL} - V_{ref}) + V_{ref}$$

$$V_{inH} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (V_{OH} - V_{ref}) + V_{ref}$$

$$H = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (V_{OH} - V_{OL})$$

图 11. 双四级滤波器



$$f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$R_1 = QR$$

$$R_2 = \frac{R_1}{T_{BP}}$$

$$R_3 = T_N R_2$$

$$C_1 = 10C$$

对于: $f_o = 1.0 \text{ kHz}$
 $Q = 10$
 $T_{BP} = 1$
 $T_N = 1$

$$V_{ref} = \frac{1}{2} V_{CC}$$

$$R = 160 \text{ k}\Omega$$

$$C = 0.001 \mu\text{F}$$

$$R_1 = 1.6 \text{ M}\Omega$$

$$R_2 = 1.6 \text{ M}\Omega$$

$$R_3 = 1.6 \text{ M}\Omega$$

其中: T_{BP} =中心频率增益
 T_N =通带平台增益

LM324,LM324A,LM224,LM2902,LM2902V

图 12.函数发生器

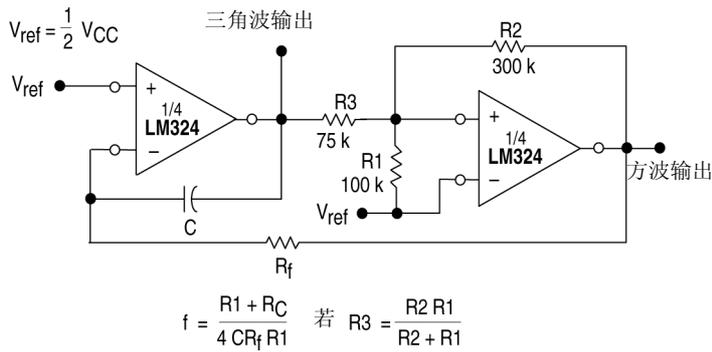
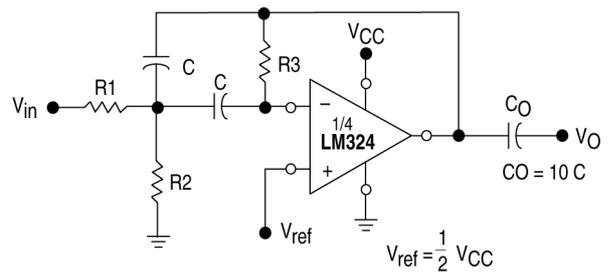


图 13.多路反馈带通滤波器



给定： f_o =中心频率

$A(f_o)$ =中心频率增益

选择 f_o, C 的值

$$\text{则: } R3 = \frac{Q}{\pi f_o C}$$

$$R1 = \frac{R3}{2A(f_o)}$$

$$R2 = \frac{R1 R3}{4Q^2 R1 - R3}$$

对于来自运算放大器的小于 10%的误差。

$$\frac{Q_o f_o}{BW} < 0.1$$

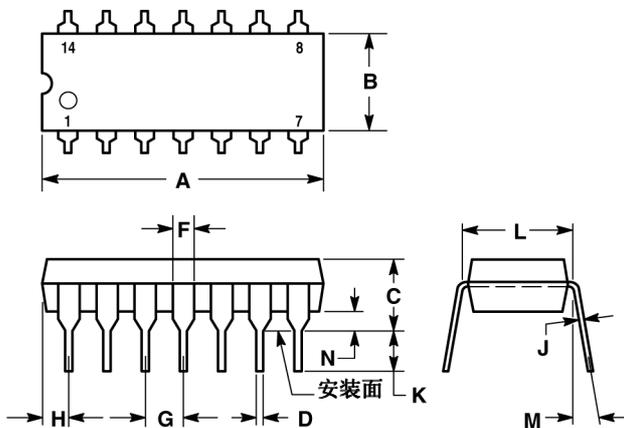
其中 f_o 和 BW 单位为 Hz。

若源阻抗改变，滤波器前加电压跟随器缓冲，以稳定滤波器参数。

LM324,LM324A,LM224,LM2902,LM2902V

外观尺寸

N 后缀
塑料封装
外壳 646-06
(仅对 LM224,LM324,LM2902)
版本 L

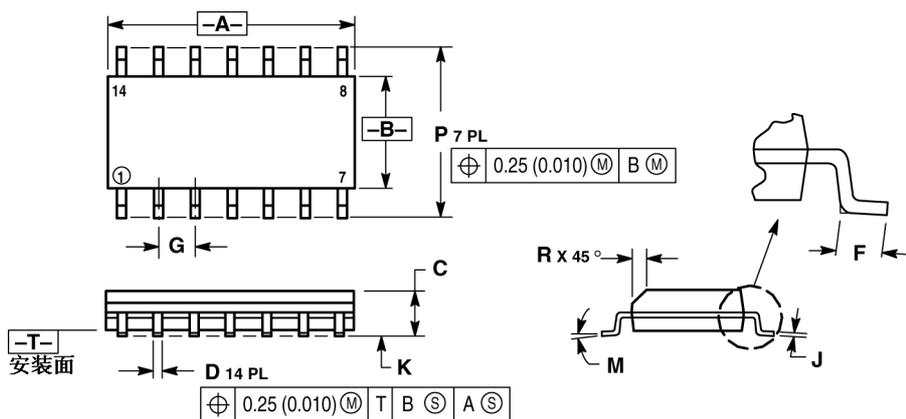


注:

1. 在最大材料条件下, 引线在安装面上应位于其确切位置的 0.13(0.005)半径内。
2. 尺寸 L 为平行引线中心间距离。
3. 尺寸 B 不包括模压毛边。
4. 可选圆角。

尺寸	英寸		毫米	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	0.715	0.770	18.16	19.56
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100BSC		2.54BSC	
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.300BSC		7.62BSC	
M	0°	10°	0°	10°
N	0.015	0.039	0.39	1.01

D 后缀
塑料封装
外壳 751A-03
(SO-14)
版本 F



注:

1. 尺寸与公差按 ANSI Y14.5M, 1982。
2. 控制尺寸: 毫米。
3. 尺寸 A 和 B 不包括模压突起。
4. 最大模压突起为 0.150(0.006)每边。
5. 尺寸 D 不包括挡块突出。在最大材料条件下, 允许挡块突出超过尺寸 D, 总共为 0.127(0.005)。

尺寸	毫米		英寸	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27BSC		0.050BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.228	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

安森美半导体及  为半导体元件工业有限公司 (SCILLC) 的注册商标。SCILLC 有权不经通知变更其产品。SCILLC 对其产品是否适合特定用途不作任何保证、声明或承诺；SCILLC 亦不承担因应用或使用任何产品或电路而引起的任何责任，并特此声明其不承担任何责任，包括但不限于对附带损失或间接损失的赔偿责任。「典型」参数会因不同的应用而变化。所有操作参数，包括「典型」参数，须经客户的技术专家按其每一应用目的鉴定核准方可生效。SCILLC 并未在其专利权或他人权利项下转授任何许可证。SCILLC 产品的设计、应用和使用授权不含以下目的：将其产品用于植入人体的任何物体或维持生命的其他器件，或可因其产品的缺陷而引致人身伤害或死亡的其他任何应用。买方保证，如其为此等未经授权的目的购买或使用 SCILLC 的产品，直接或间接导致任何人身伤害或死亡的索偿要求，并从而引起 SCILLC 及其管理人员、雇员、子公司、关联方和分销商的责任，则买方将对该公司和人员进行赔偿，使该公司和人员免于由此产生的任何索偿、损失、开支、费用及合理的律师费，即使该索偿要求指称 SCILLC 的设计或制造其产品中有过失。SCILLC 是一家平等机会 / 无歧视行为的雇主。

出版物订购信息

北美资料受理处:

安森美半导体资料分发中心

P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 美国

电话: 303-675-2175 或 800-344-3860 美国/加拿大免费电话

传真: 303-675-2176 或 800-344-3867 美国/加拿大免费电话

电子邮件: ONlit@hibbertco.com

传真回复热线: 303-675-2167 或 800-344-3810 美国/加拿大免费电话

北美技术支持: 800-282-9855 美国/加拿大免费电话

欧洲: 安森美半导体资料分发中心 - 欧洲服务部

德国 电话: (+1)303-308-7140(星期一至星期五, 下午 2:30-下午 7:00, CET 时间)

电子邮件: ONlit-german@hibbertco.com

法国 电话: (+1)303-308-7141(星期一至星期五, 下午 2:00-下午 7:00, CET 时间)

电子邮件: ONlit-french@hibbertco.com

英国 电话: (+1)303-308-7142(星期一至星期五, 中午 12:00-下午 5:00, GMT 时间)

电子邮件: ONlit@hibbertco.com

欧洲免费电话*: 00-800-4422-3781

* 可在德国、法国、意大利和英国使用

中/南美洲:

西班牙 电话: 303-308-7143(星期一至星期五, 上午 8:00-下午 5:00, MST 时间)

电子邮件: ONlit-spanish@hibbertco.com

亚洲/太平洋地区: 安森美半导体资料分发中心 - 亚洲服务部

电话: 303-675-2121(星期二至星期五, 上午 9:00-下午 1:00, 香港时间)

001-800-4422-3781: 香港/新加坡免费电话

电子邮件: ONlit-asia@hibbertco.com

日本: 安森美半导体 日本客户服务中心

4-32-1 Nishi-Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo, 日本 141-0031

电话: 81-3-5740-2745

电子邮件: r14525@onsemi.com

安森美半导体网址: <http://onsemi.com.cn>

若需要其他信息, 请与您当地的销售代表联系。

