

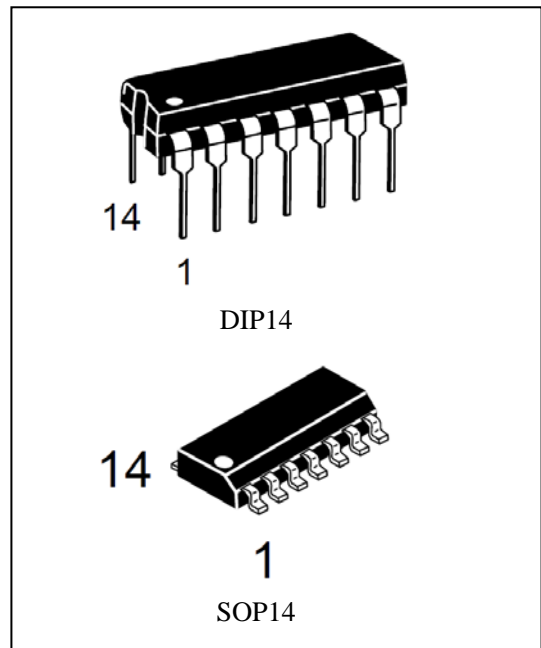
四运放集成电路 LM324

概述:

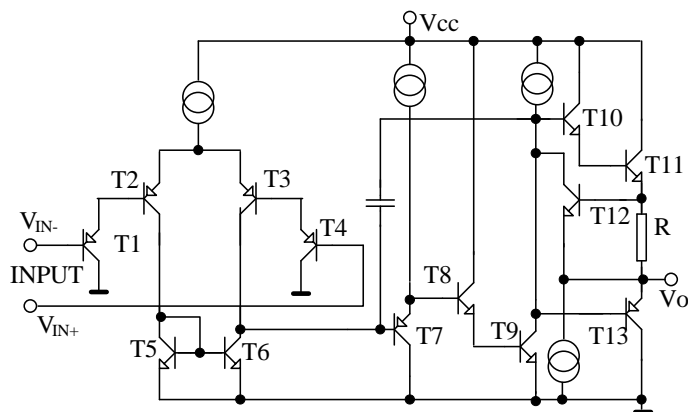
本电路为高性能、具有四个独立的运算放大器，内含相位补偿电路，适用于收录机和音调系统作音调均衡网络，也用于其他场合。采用 14 引线双列直插式塑料封装 DIP14，功耗 720mW，以及贴片 SOP14 封装，功耗 400mW。

主要特点:

- 无需外接相位补偿电路
- 电源电压范围宽：单电源时， $V_{CC}=3\sim 30V$ ，双电源时， $V_{CC}=\pm 1.5V\sim 15V$
- 功耗电流小： $I_{CC}=0.6mA$ （典型）（ $R_L=\infty$ ）
- 输入电压范围可接近地电平



内部电路图



原理简介

LM324 由四个完全相同的运算放大器组成，单元电路如图所示，其工作原理简要说明如下：输入信号加到 T_1 、 T_4 基极，经差分放大后； T_8 、 T_9 复合放大构成中间级；输出级由 $T_{10}\sim T_{13}$ 组成。其中 T_{12} 为保护管，当输出电流过大时， R 上压降增大使 T_{12} 饱和导通， T_{12} 集电极电位下降，接近 $1/2V_{CC}$ ，使得推挽管 T_{10} 、 T_{11} 和 T_{13} 截止，从而起到保护作用。电容 C 为相位补偿电容。

引出端功能符号

引出端序号	功能	符号	引出端序号	功能	符号
1	输出 1	OUT ₁	8	输出 3	OUT ₃
2	反向输入 1	IN ⁻ (1)	9	反向输入 3	IN ⁻ (3)
3	正向输入 1	IN ⁺ (1)	10	正向输入 3	IN ⁺ (3)
4	电源	V _{CC}	11	地	GND
5	正向输入 2	IN ⁺ (2)	12	正向输入 4	IN ⁺ (4)
6	反向输入 2	IN ⁻ (2)	13	反向输入 4	IN ⁻ (4)
7	输出 2	OUT ₂	14	输出 4	OUT ₄

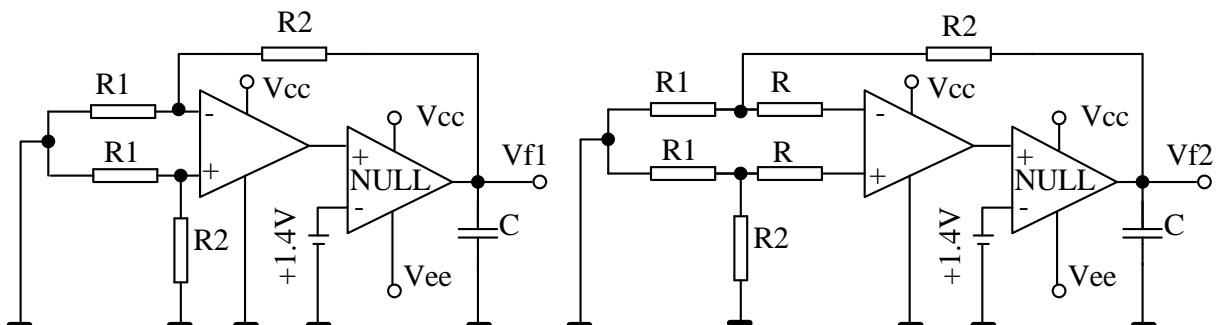
极限值 (绝对最大额定值, 若无其它规定, $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$)

参数	符号	测试条件	额定值	单位
电源电压	V_{CC}		32	V
差动输入电压	V_{ID}		32	V
最大输入电压	V_{IN}		-0.3~32	V
允许功耗	P_D	DIP SOP	720 400	mW
工作温度	T_{opr}		0~+70	$^{\circ}\text{C}$
贮存温度	T_{stg}		-55~+125	$^{\circ}\text{C}$

电特性 (若无其它规定, $V_{CC}=5\text{V}$, $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$)

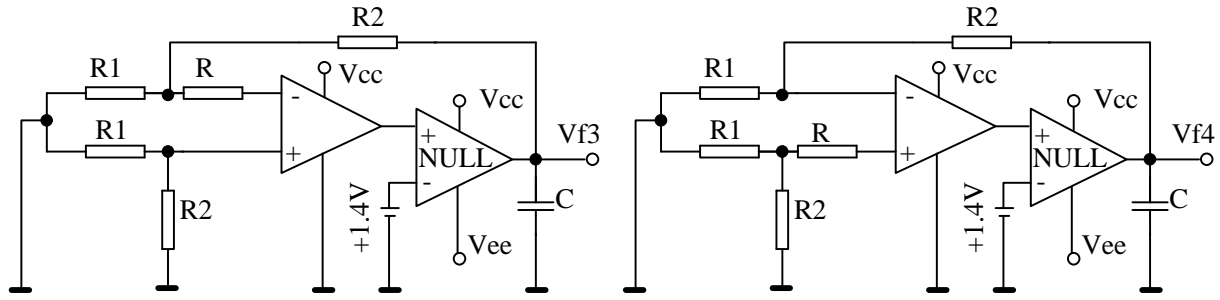
参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
失调输入电压	V_{IO}			± 2	± 5	mV
输入失调电流	I_{IO}	$I_{in(+)} / I_{in(-)}$		± 5	± 50	nA
输入偏置电流	I_{BA}			45	250	nA
共模输入电压范围	V_{ICM}		0		$V_{CC}-1.5$	V
共模抑制比	K_{CMR}		65	80		dB
强信号电压增益	G_V	$V_{CC}=15\text{V}, R_L \geq 2\text{k}\Omega$	25	100		V/mV
输出电压范围	V_O		0		$V_{CC}-1.5$	V
电源纹波抑制比	$PSRR$		65	100		dB
通道分离	C_s	$f=1\text{kHz}\sim 20\text{kHz}$		120		dB
静态消耗电流 (1)	I_{CC}	$V_{CC}=5\text{V}$		0.6	2	mA
静态消耗电流 (2)	I_{CC}	$V_{CC}=30\text{V}$		1.5	3	mA
输出拉电流	I_O	$V_{in+}=1\text{V}, V_{in-}=0\text{V}$	20	35		mA
输出灌电流	I_O	$V_{in+}=0\text{V}, V_{in-}=1\text{V}$	10	13		mA

测试原理图 (注: NULL 指零放大器)



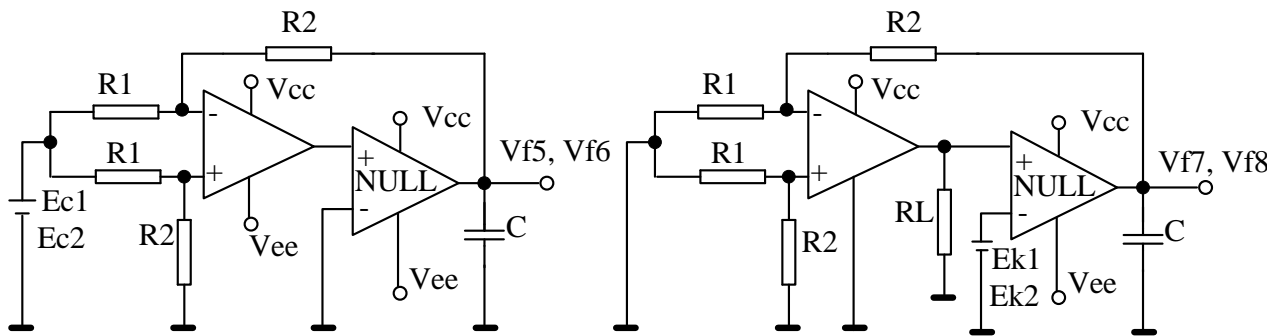
$V_{io} = V_{f1} / (1 + R_2/R_1)$
输入失调电压 V_{io} 测试图

$I_{io} = (V_{f2} - V_{f1}) / R (1 + R_2/R_1)$
输入失调电流 I_{io} 测试图



$$I_{BA} = (V_{f4} - V_{f3}) / 2R (1 + R2/R1)$$

输入偏置电流 I_{BA} 测试图

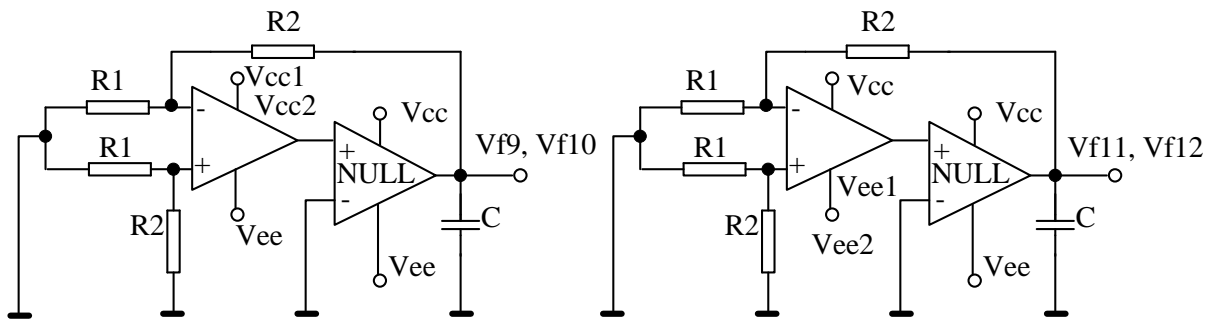


$$CMR = 20 \log \left| \frac{(E_{c1} - E_{c2}) (1 + R2/R1)}{(V_{f5} - V_{f6})} \right|$$

共模抑制比 CMR 及共模输入电压范围 V_{ICM} 测试图

$$G_v = \frac{(E_{k1} - E_{k2}) (1 + R2/R1)}{(V_{f8} - V_{f7})}$$

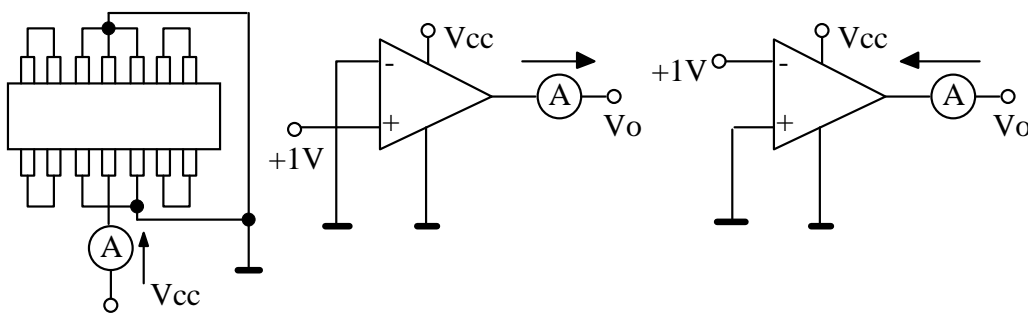
电压增益 G_v 测试图



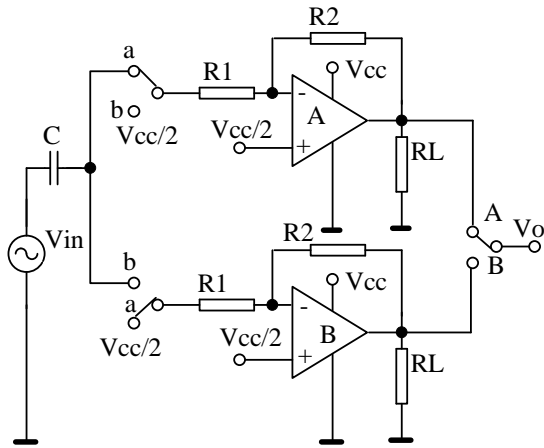
$$PSRR (+) = 20 \log \left| \frac{(V_{cc1} - V_{cc2}) (1 + R2/R1)}{(V_{f9} - V_{f10})} \right|$$

$$PSRR (-) = 20 \log \left| \frac{(V_{ee1} - V_{ee2}) (1 + R2/R1)}{(V_{f11} - V_{f12})} \right|$$

电源纹波抑制比 PSRR 测试图



消耗电流 I_{CC} 及输出电流 I_o 测试图



SW: A

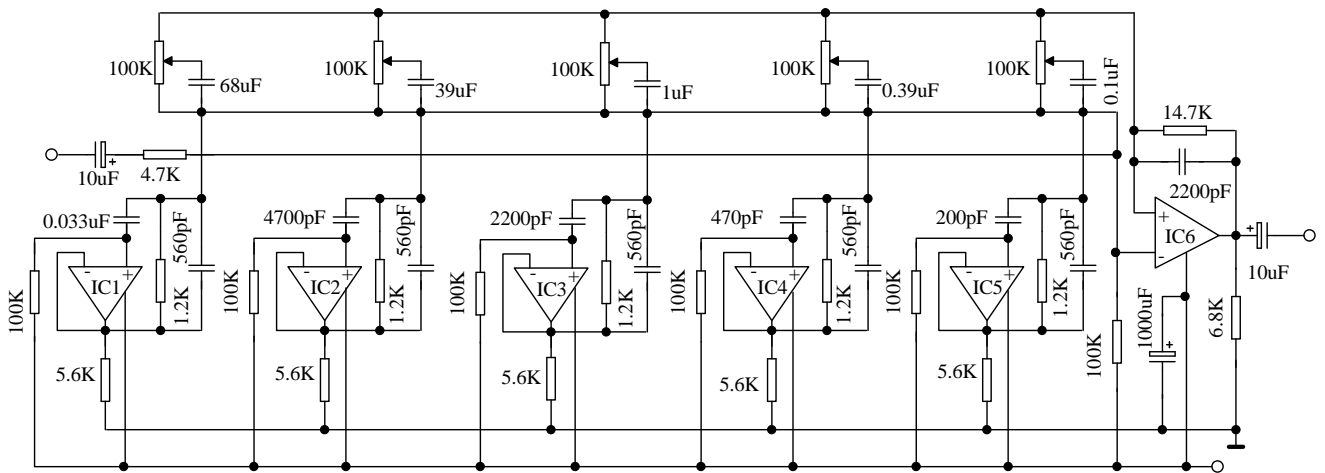
$$Cs (A \rightarrow B) = 20 \log (R2 * V_{OA}) / (R1 * V_{OB})$$

SW: B

$$Cs (B \rightarrow A) = 20 \log (R2 * V_{OB}) / (R1 * V_{OA})$$

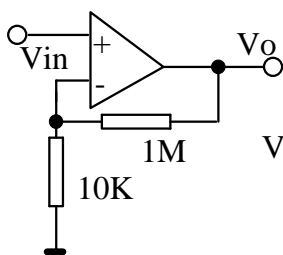
通道分离度 Cs 测试图

应用图

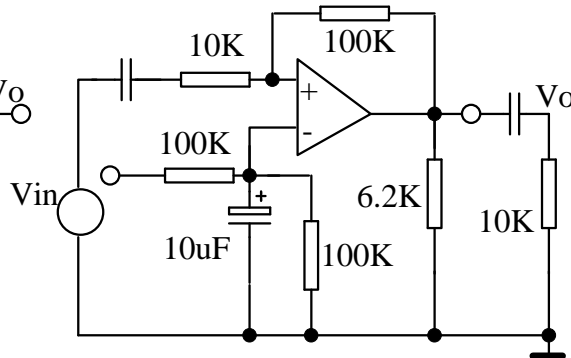


LM324 用于五频率音调控制电路

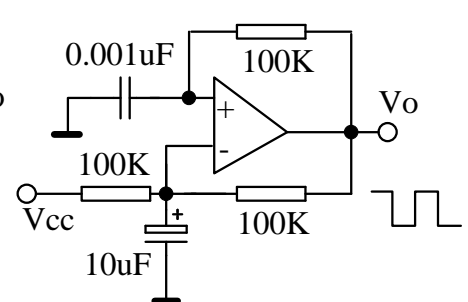
直流放大器



倒相放大器

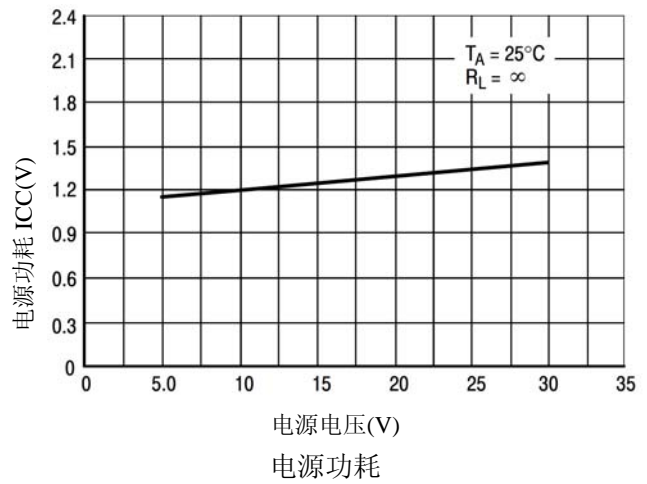
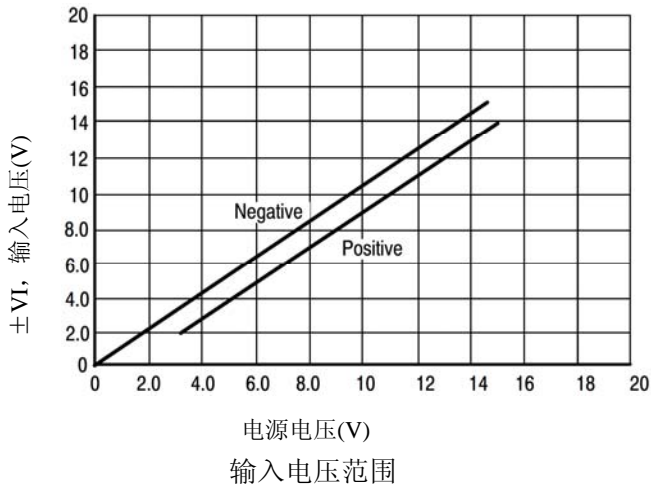


矩形波发生器

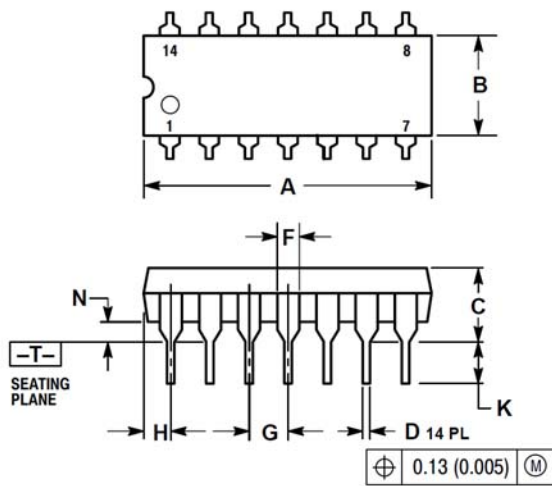


LM324 的其它应用

特性曲线



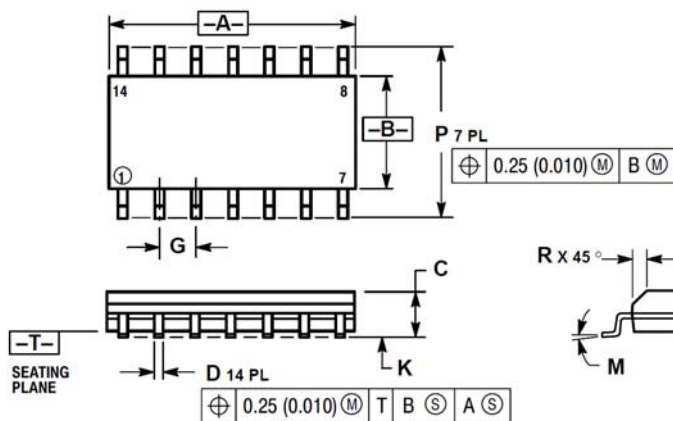
封装信息:



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	18.80
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	0.100 BSC		2.54 BSC	
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	0.290	0.310	7.37	7.87
M	---	10°	---	10°
N	0.015	0.039	0.38	1.01



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
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	1.27 BSC		0.050 BSC	
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