

四运放集成电路 LM324

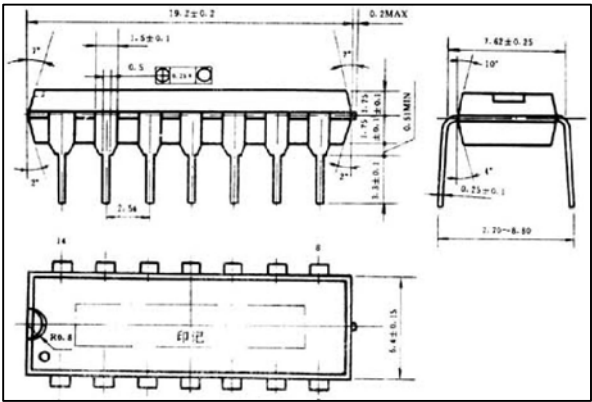
概述：

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 引线双列贴片（SOP14）/直插式塑料封装，功耗 600mW。

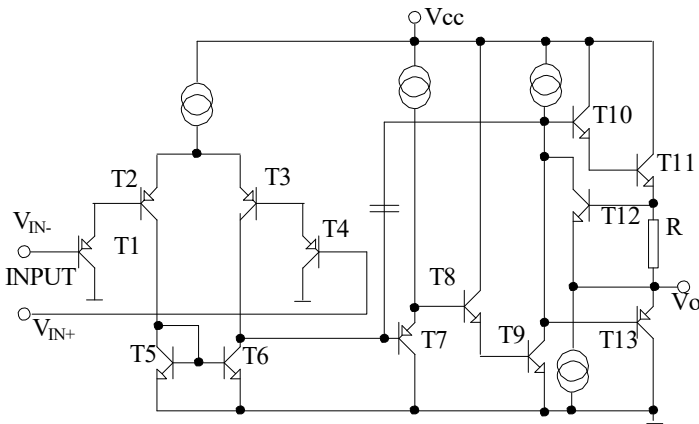
主要特点：

- 无需外接相位补偿电路
- 电源电压范围宽：单电源时， $V_{cc}=3\sim 20V$ ，双电源时， $V_{cc}=\pm 1.5V\sim 10V$
- 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

封装外形图



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 2	IN+ (2)	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

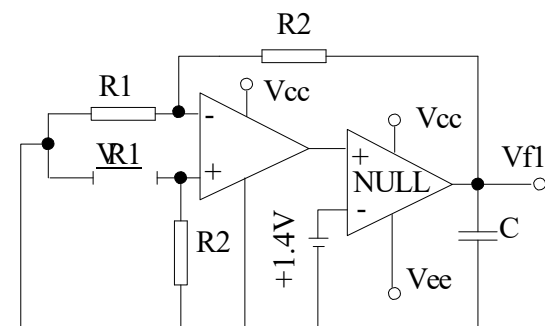
极限值（绝对最大额定值，若无其它规定， $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ ）

参 数	符 号	测 试 条 件	额 定 值	单 位
电源电压	V_{CC}		24	V
差动输入电压	V_{ID}		24	V
最大输入电压	V_{IN}		-0.3~24	V
允许功耗	P_D		600	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， $V_{CC}=5\text{V}$ ， $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ ）

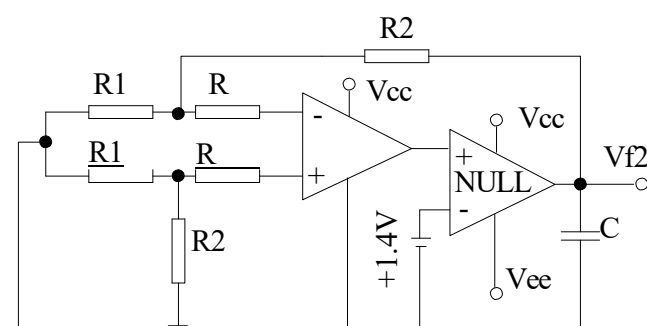
参数	符号	测试条件	最小植	典型值	最大值	单位
失调输入电压	V_{IO}			± 2	± 7	mV
输入失调电流	I_{IO}	$I_{in(+)} / I_{in(-)}$		± 5	± 50	nA
输入偏置电流	I_{BA}			45	250	nA
共模输入电压范围	V_{ICM}		0		$V_{CC}-1.5$	V
共模抑制比	K_{CMR}		65	80		dB
强信号电压增益	G_V	$V_{CC}=15\text{V}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	25	100		V/mV
输出电压范围	V_O		0		$V_{CC}-1.5$	V
电源纹波抑制比	$PSRR$		65	100		dB
通 道 分 离	C_s	$f=1\text{kHz}\sim 20\text{kHz}$		120		dB
消耗电流（1）	I_{CC}			0.6	2	mA
消耗电流（2）	I_{CC}	$V_{CC}=20\text{V}$		1.5	3	mA
输出电流（1）	I_O	$V_{in}^{+}=1\text{V}, V_{in}^{-}=0\text{V}$	20	40		mA
输出电流（2）	I_O	$V_{in}^{+}=0\text{V}, V_{in}^{-}=1\text{V}$	10	20		mA

测试原理图（注：NULL 指零放大器）



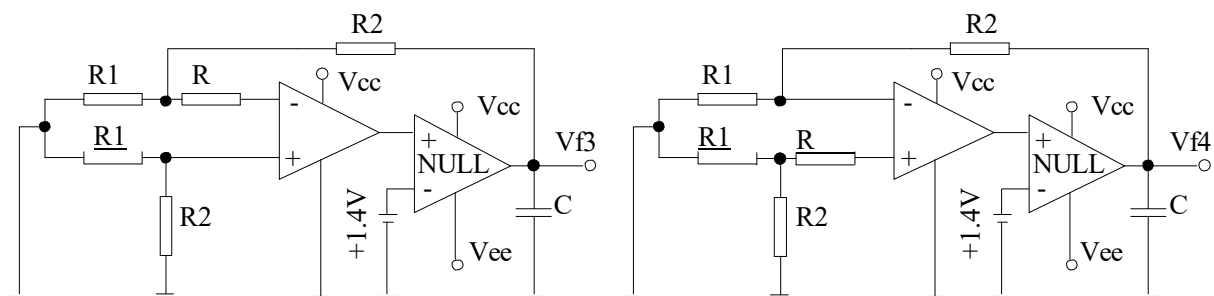
$$V_{IO} = V_{f1} / (1 + R_2/R_1)$$

输入失调电压 V_{IO} 测试图



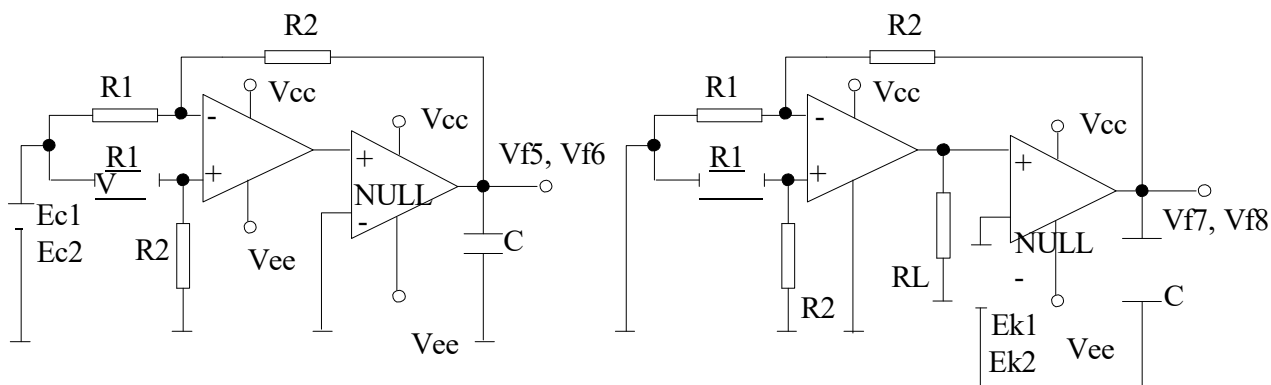
$$I_{IO} = (V_{f2} - V_{f1}) / R (1 + R_2/R_1)$$

输入失调电流 I_{IO} 测试图



$$I_{BA} = (V_{f4} - V_{f3}) / 2R (1 + R_2/R_1)$$

输入偏置电流 I_{BA} 测试图

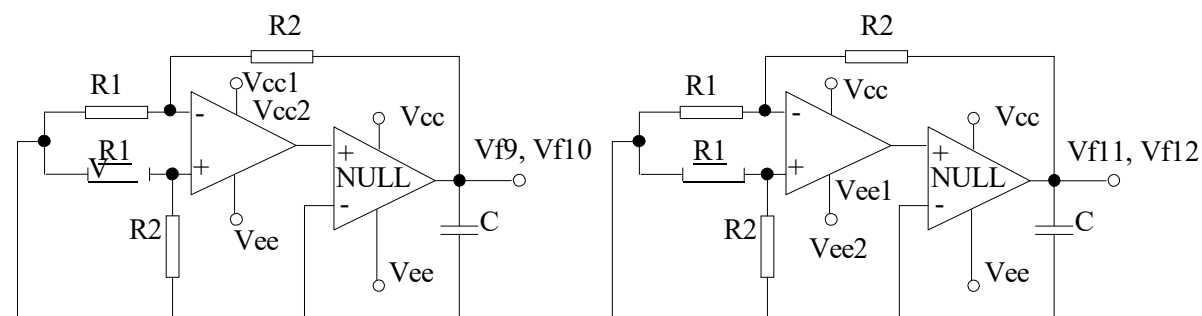


$$CMR = 20 \log \left((E_{c1} - E_{c2}) (1 + R_2/R_1) / (V_{f5} - V_{f6}) \right)$$

共模抑制比 CMR 及共模输入电压范围 V_{ICM} 测试图

$$G_v = (E_{k1} - E_{k2}) (1 + R_2/R_1) / (V_{f8} - V_{f7})$$

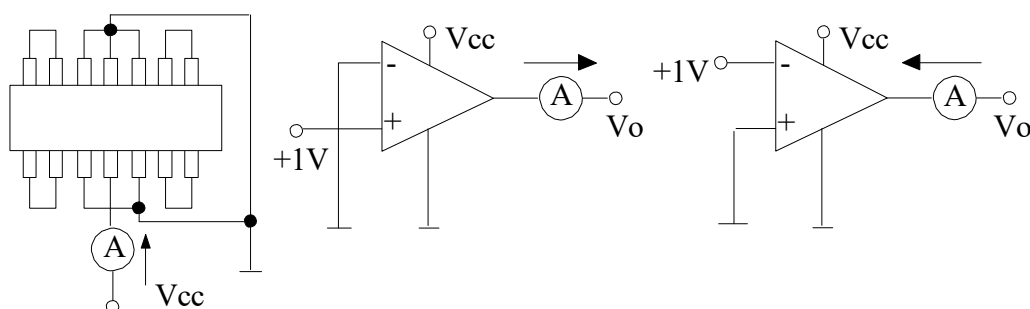
电压增益 G_v 测试图



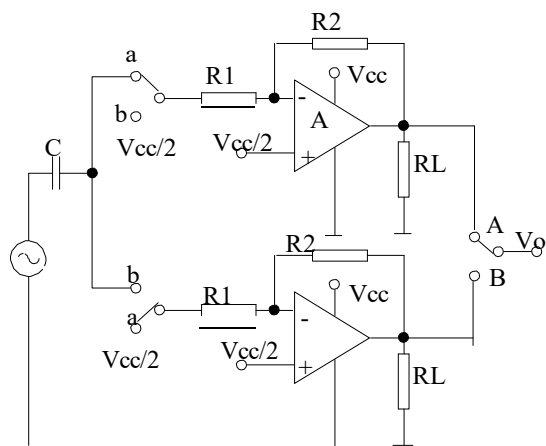
$$PSRR (+) = 20 \log \left((V_{cc1} - V_{cc2}) (1 + R_2/R_1) / (V_{f9} - V_{f10}) \right)$$

$$PSRR (-) = 20 \log \left((V_{ee1} - V_{ee2}) (1 + R_2/R_1) / (V_{f11} - V_{f12}) \right)$$

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

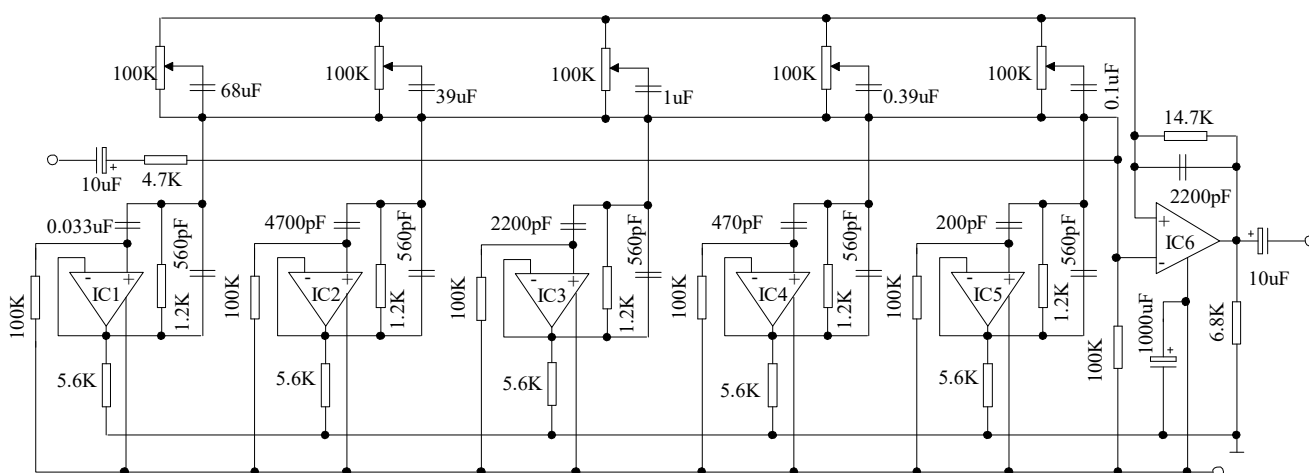
$$Cs(A \rightarrow B) = 20 \log (R2 \cdot V_{OA}) / (R1 \cdot V_{OB})$$

SW: B

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

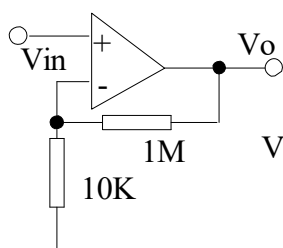
通道分离度 Cs 测试图

应用图

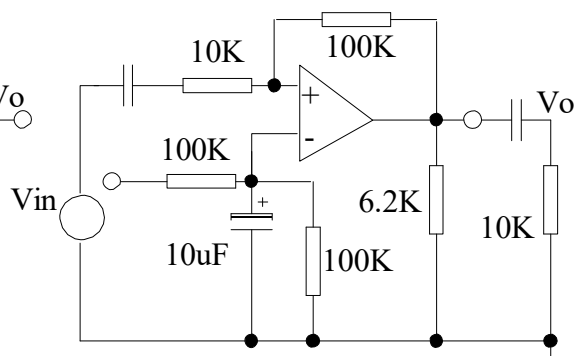


LM324 用于五频率音调控制电路

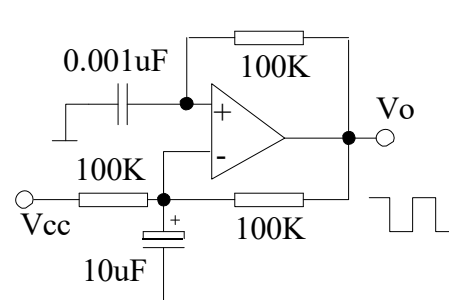
直流放大器



倒相放大器

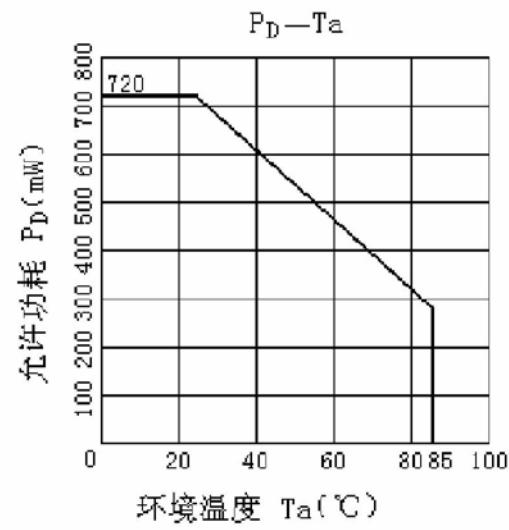


矩形波发生器



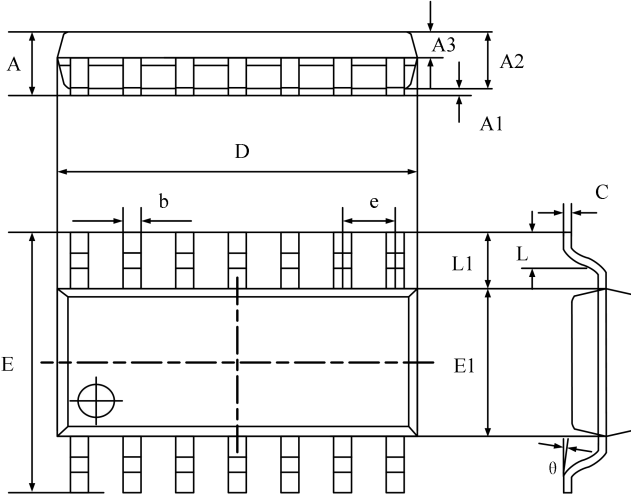
LM324 的其它应用

特性曲线



Package Information

UQR/36



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.450	1.850	0.059	0.076
A1	0.100	0.300	0.004	0.012
A2	1.350	1.550	0.055	0.063
A3	0.550	0.750	0.022	0.031
b	0.406typ.		0.017typ.	
C	0.203typ.		0.008typ.	
D	8.630	8.830	0.352	0.360
E	5.840	6.240	0.238	0.255
E1	3.850	4.050	0.157	0.165
e	1.270 typ.		0.050 typ.	
L1	1.040 ref.		0.041 ref.	
L	0.350	0.750	0.014	0.031
θ	2°	8°	2°	8°