

可提供评估板



# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

## 概述

MAX9728A/MAX9728B 立体声耳机放大器适用于显示器、笔记本电脑或电路板空间有限的便携式设备。这两款器件采用独特的、拥有专利的 DirectDrive™ 结构，单电源供电时能够产生以地为参考的输出，可省去大尺寸隔直流电容，从而节省成本和电路板空间，并降低了元件的高度。MAX9728A 的增益可通过外部调整，而 MAX9728B 则具有 -1.5V/V 的内部预设增益。MAX9728A/MAX9728B 每通道能够向 32Ω 负载提供高达 60mW 的功率，并具有低至 0.02% 的 THD+N。1kHz 频点的电源抑制比 (PSRR) 为 80dB，从而使这两款器件不需要额外的线性稳压器，即可工作在噪声较大的数字电源下。完备的杂音抑制电路在启动和关断过程中可以抑制音频咔嗒声和噼噓声。

MAX9728A/MAX9728B 工作在 4.5V 至 5.5V 的单电源下，仅消耗 3.5mA 的电源电流，同时具备短路和热过载保护，规定工作在扩展级 -40°C 至 +85°C 的温度范围。该系列器件采用微小的 12 引脚、薄型 QFN 封装 (3mm x 3mm x 0.8mm) 和 14 引脚 TSSOP 封装 (5mm x 4.4mm x 1.1mm)。

## 应用

笔记本电脑                      CRT 电视  
DVD 播放器                      多媒体  
LCD/PDP 显示器

引脚配置在数据资料的最后给出。

## 特性

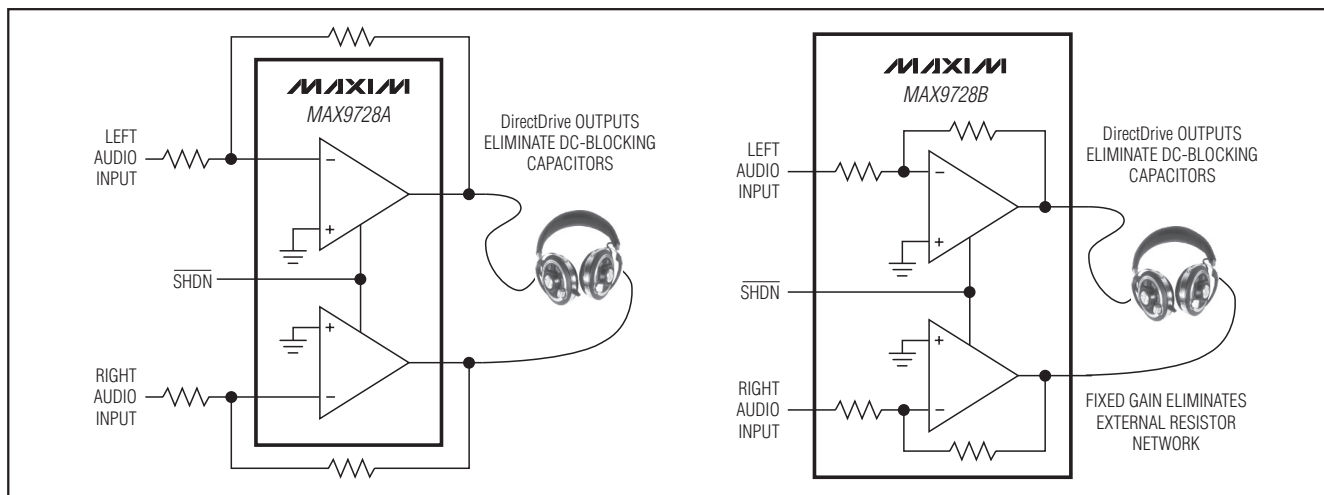
- ◆ 无需大尺寸隔直流电容
- ◆ 低功耗关断模式，电流损耗低于 0.1μA
- ◆ 可调增益 (MAX9728A) 或固定 -1.5V/V 增益 (MAX9728B)
- ◆ 低至 0.02% 的 THD+N
- ◆ 高 PSRR (1kHz 时 80dB)，无需 LDO
- ◆ 集成杂音抑制功能
- ◆ 4.5V 至 5.5V 单电源供电
- ◆ 低静态电流 (3.5mA)
- ◆ 采用节省空间的封装：
  - 12 引脚薄型 QFN (3mm x 3mm x 0.8mm)
  - 14 引脚 TSSOP (5mm x 4.4mm x 1.1mm)

## 订购信息

PART	GAIN (V/V)	PIN-PACKAGE	PKG CODE	TOP MARK
MAX9728AETC+	Adj.	12 TQFN-EP*	T1233-1	AAT
MAX9728AEUD+	Adj.	14 TSSOP	U14-1	—
MAX9728BETC+	-1.5	12 TQFN-EP*	T1233-1	AAU
MAX9728BEUD+	-1.5	14 TSSOP	U14-1	—

注：所有器件均工作在 -40°C 至 +85°C 温度范围。  
+ 表示无铅封装。  
\* EP = 裸焊盘。

## 方框图



# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V <sub>DD</sub> to GND .....	-0.3V to +6V	OUT_ Short Circuit to GND .....	Continuous
PV <sub>SS</sub> to SV <sub>SS</sub> .....	-0.3V to +0.3V	Short Circuit between OUTL and OTR .....	Continuous
PGND to SGND .....	-0.3V to +0.3V	Continuous Input Current into PV <sub>SS</sub> .....	260mA
C1P to PGND .....	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)	Continuous Input Current (any other pin) .....	±20mA
C1N to PGND .....	(PV <sub>SS</sub> - 0.3V) to +0.3V	Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
PV <sub>SS</sub> and SV <sub>SS</sub> to PGND .....	-6V to +0.3V	12-Pin TQFN (derate 14.7mW/°C above +70°C) .....	1177mW
IN_ to SGND (MAX9728A) .....	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)	14-Pin TSSOP (derate 9.1mW/°C above +70°C) .....	727mW
IN_ to SGND (MAX9728B) .....	(SV <sub>SS</sub> - 0.3V) to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)	Operating Temperature Range .....	-40°C to +85°C
OUT_ to SV <sub>SS</sub> (Note 1) .....	-0.3V to Min (V <sub>DD</sub> - SV <sub>SS</sub> + 0.3V, +9V)	Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
OUT_ to V <sub>DD</sub> (Note 2) .....	+0.3V to Max (SV <sub>SS</sub> - V <sub>DD</sub> - 0.3V, -9V)	Junction Temperature .....	+150°C
SHDN to _GND .....	-0.3V to +6V	Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C

**Note 1:** OTR and OUTL should be limited to no more than 9V above SV<sub>SS</sub>, or above V<sub>DD</sub> + 0.3V, whichever limits first.

**Note 2:** OTR and OUTL should be limited to no more than 9V below V<sub>DD</sub>, or below SV<sub>SS</sub> - 0.3V, whichever limits first.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>DD</sub> = 5V, PGND = SGND,  $\overline{\text{SHDN}}$  = 5V, C1 = C2 = 1μF, R<sub>L</sub> = ∞, resistive load reference to ground; for MAX9728A gain = -1.5V/V (R<sub>IN</sub> = 20kΩ, R<sub>F</sub> = 30kΩ); for MAX9728B gain = -1.5V/V (internally set), T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>GENERAL</b>						
Supply Voltage Range	V <sub>DD</sub>		4.5		5.5	V
Quiescent Current	I <sub>CC</sub>			3.5	5.5	mA
Shutdown Current	I <sub>SHDN</sub>	$\overline{\text{SHDN}}$ = SGND = PGND		<0.1	1	μA
Shutdown to Full Operation	t <sub>SON</sub>			180		μs
Input Impedance	R <sub>IN</sub>	MAX9728B, measured at IN_	15	19	25	kΩ
Output Offset Voltage	V <sub>OS</sub>			±1.5	±10	mV
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V <sub>DD</sub> = 4.5V to 5.5V		86		dB
		f = 1kHz, 100mV <sub>P-P</sub>		80		
		f = 20kHz, 100mV <sub>P-P</sub>		65		
Output Power	P <sub>OUT</sub>	R <sub>L</sub> = 32Ω, THD+N = 1%	30	63		mW
		R <sub>L</sub> = 16Ω, THD+N = 1%		42		
Voltage Gain	A <sub>V</sub>	MAX9728B (Note 4)	-1.52	-1.5	-1.48	V/V
Channel-to-Channel Gain Tracking		MAX9728B		±0.15		%
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	R <sub>L</sub> = 1kΩ, V <sub>OUT</sub> = 2V <sub>RMS</sub> , f <sub>IN</sub> = 1kHz		0.003		%
		R <sub>L</sub> = 32Ω, P <sub>OUT</sub> = 50mW, f <sub>IN</sub> = 1kHz		0.02		
		R <sub>L</sub> = 16Ω, P <sub>OUT</sub> = 35mW, f <sub>IN</sub> = 1kHz		0.04		

## 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DD} = 5V$ ,  $PGND = SGND$ ,  $\overline{SHDN} = 5V$ ,  $C1 = C2 = 1\mu F$ ,  $R_L = \infty$ , resistive load reference to ground; for MAX9728A gain =  $-1.5V/V$  ( $R_{IN} = 20k\Omega$ ,  $R_F = 30k\Omega$ ); for MAX9728B gain =  $-1.5V/V$  (internally set),  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 1k\Omega$ , $V_{OUT} = 2V_{RMS}$	BW = 22Hz to 22kHz		102		dB
			A-weighted		105		
		$R_L = 32\Omega$ , $P_{OUT} = 50mW$	BW = 22Hz to 22kHz		98		
			A-weighted		101		
Slew Rate	SR			0.5		V/ $\mu s$	
Capacitive Drive	$C_L$	No sustained oscillations			100		pF
Crosstalk		L to R, R to L, $f = 10kHz$ , $R_L = 16\Omega$ , $P_{OUT} = 15mW$			-70		dB
Charge-Pump Oscillator Frequency	$f_{OSC}$			190	270	400	kHz
Click-and-Pop Level	$K_{CP}$	$R_L = 32\Omega$ , peak voltage, A-weighted, 32 samples per second (Note 5)	Into shutdown		-67		dB
			Out of shutdown		-64		
<b>DIGITAL INPUTS (<math>\overline{SHDN}</math>)</b>							
Input Voltage High	$V_{INH}$			2			V
Input Voltage Low	$V_{INL}$					0.8	V
Input Leakage Current						$\pm 1$	$\mu A$

**Note 3:** All specifications are 100% tested at  $T_A = +25^\circ C$ ; temperature limits are guaranteed by design.

**Note 4:** Gain for the MAX9728A is adjustable.

**Note 5:** Test performed with a  $32\Omega$  resistive load connected to GND. Mode transitions are controlled by  $\overline{SHDN}$ .  $K_{CP}$  level is calculated as  $20\log[(\text{peak voltage during mode transition, no input signal})/(\text{peak voltage under normal operation at rated power level})]$ . Units are expressed in dB.

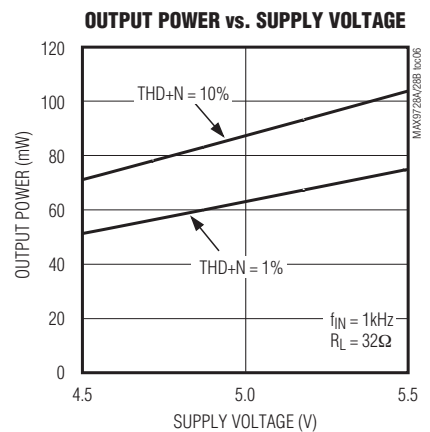
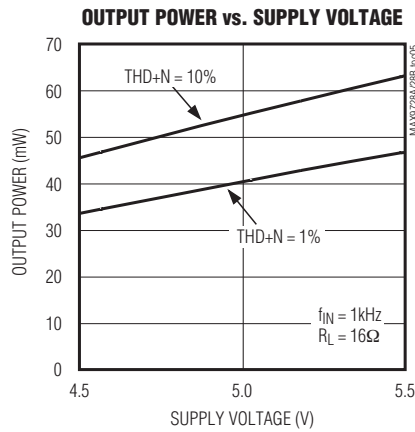
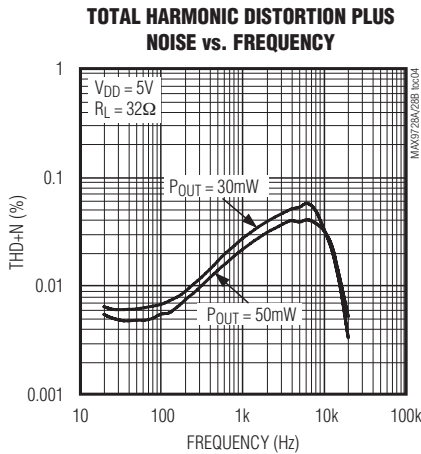
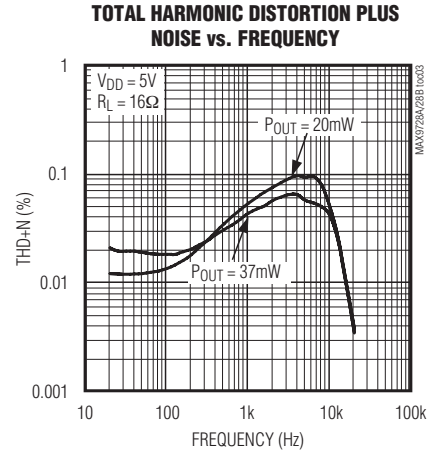
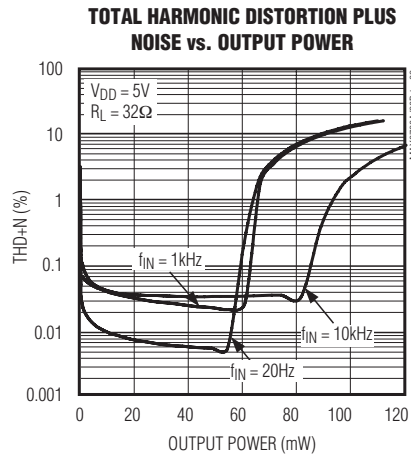
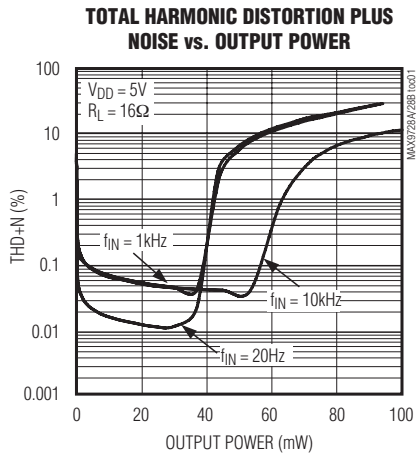
MAX9728A/MAX9728B

# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

## 典型工作特性

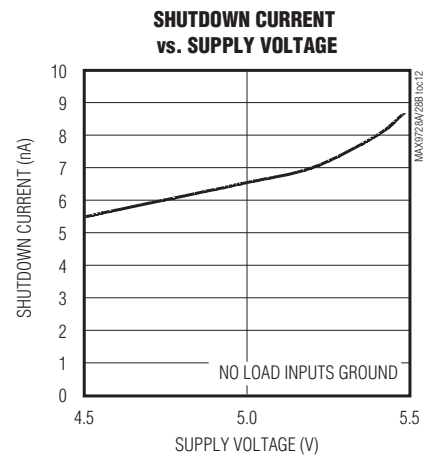
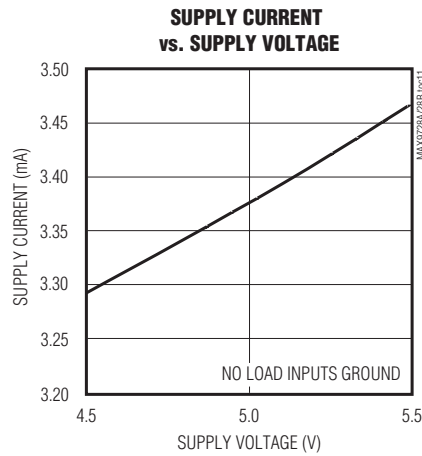
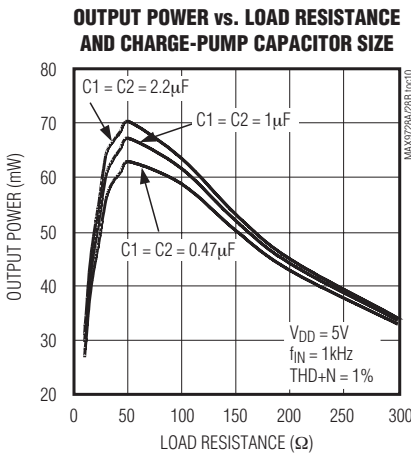
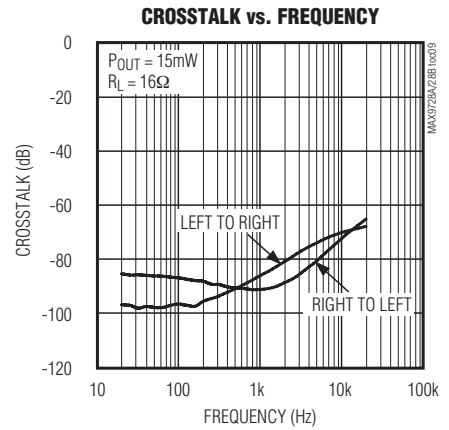
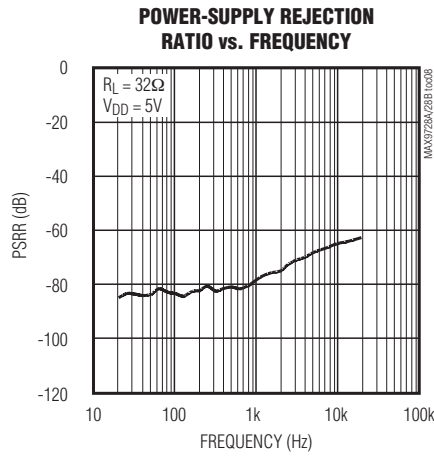
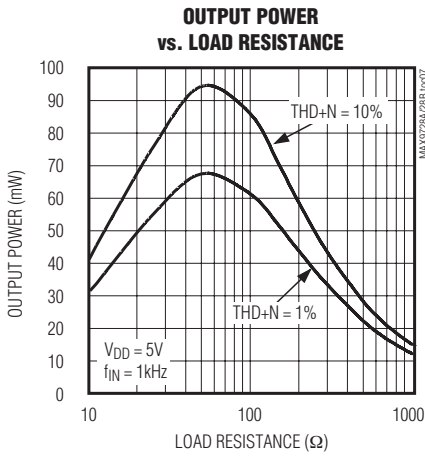
( $V_{DD} = 5V$ ,  $PGND = SGND = 0V$ ,  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ,  $C1 = C2 = 1\mu F$ ,  $R_L = \infty$ ,  $gain = -1.5V/V$  ( $R_{IN} = 20k\Omega$ ,  $R_F = 30k\Omega$  for the MAX9728A), THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, both outputs driven in phase,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

典型工作特性(续)

( $V_{DD} = 5V$ ,  $PGND = SGND = 0V$ ,  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ,  $C1 = C2 = 1\mu F$ ,  $R_L = \infty$ ,  $gain = -1.5V/V$  ( $R_{IN} = 20k\Omega$ ,  $R_F = 30k\Omega$  for the MAX9728A), THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, both outputs driven in phase,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



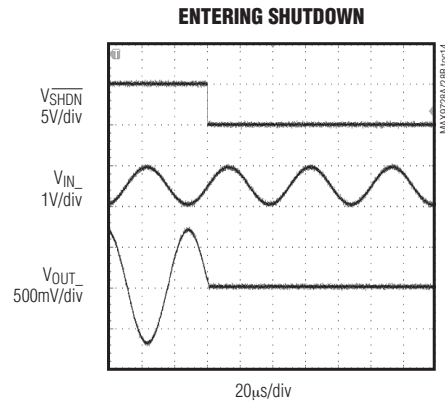
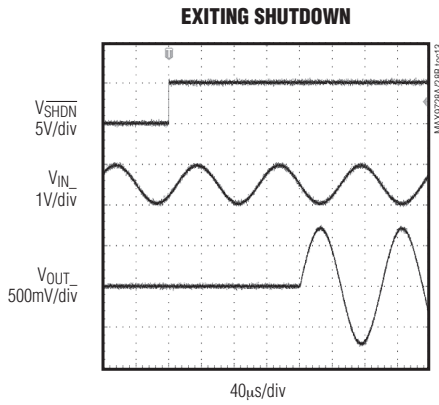
MAX9728A/MAX9728B

# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

## 典型工作特性(续)

( $V_{DD} = 5V$ ,  $PGND = SGND = 0V$ ,  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ,  $C1 = C2 = 1\mu F$ ,  $R_L = \infty$ ,  $gain = -1.5V/V$  ( $R_{IN} = 20k\Omega$ ,  $R_F = 30k\Omega$  for the MAX9728A), THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, both outputs driven in phase,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



## 引脚说明

引脚		名称	功能
TQFN	TSSOP		
1	3	C1P	飞电容正端，C1P与C1N之间连接一个1µF的陶瓷电容。
2	4	PGND	电源地，连接至SGND。
3	5	C1N	飞电容负端，C1P与C1N之间连接一个1µF的陶瓷电容。
4	7	PVSS	电荷泵输出，接SVSS，并采用一个1µF的陶瓷电容旁路至PGND。
5	8	$\overline{SHDN}$	低电平有效关断输入。
6	9	INL	左声道输入。
7	10	SGND	信号地，接PGND。
8	11	INR	右声道输入。
9	12	SVSS	放大器负电源，接PVSS。
10	14	OUTR	右声道输出。
11	1	OUTL	左声道输出。
12	2	VDD	正电源输入，采用一个1µF的电容旁路至PGND。
—	6,13	N.C.	无连接，没有内部连接。
EP	—	EP	裸焊盘，悬空或接SVSS。

## 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

### 详细说明

MAX9728A/MAX9728B 立体声耳机放大器采用Maxim 专有的 DirectDrive 结构，无需传统单电源耳机放大器所需的大尺寸输出隔直电容。该器件由两路 60mW AB 类耳机放大器、欠压锁定(UVLO)/关断控制、电荷泵和完备的杂音抑制电路(参见功能框图/典型工作电路)组成。负电源(PV<sub>SS</sub>)由正电源(V<sub>DD</sub>)反相转换后提供。耳机放大器工作在双极性电源下，将输出偏置到 PGND 上(图1)。PGND 偏置带来的好处是放大器输出不再有直流成分。因而，无需传统耳机放大器所需要的大尺寸隔直电容，节省了电路板空间，降低了系统成本，并改善了频率响应。MAX9728A/MAX9728B 具有欠压锁定功能，可避免器件工作在电压不足的情况下，而杂音抑制功能可以滤除启动和关断时的音频瞬态信号。MAX9728A/MAX9728B 同时还具有热过载和短路保护功能。

### DirectDrive

为了增大动态范围，传统的单电源耳机放大器将输出偏置到额定的直流电压(通常为电源的一半)。因此，需要大尺寸的隔直电容隔离耳机与直流偏置。如果没有这些电容，将会有较大的直流电流流入耳机，造成不必要的功率损耗，并可能损坏耳机和耳机放大器。

Maxim 公司专有的 DirectDrive 结构采用电荷泵生成内部负电压，可将 MAX9728A/MAX9728B 的输出偏置到 GND 上。由于不含直流成分，因此无需大尺寸的隔直电容。MAX9728A/MAX9728B 的电荷泵只需要两个小尺寸的陶瓷电容，节省了电路板空间，降低了成本，并改善了耳机放大器的频率响应。关于电容尺寸选择的详细信息，请参见典型工作特性中 Output Power vs. Load Resistance and Charge-Pump Capacitor Size 曲线图。由于放大器存在失调，会导致放大器输出存在很小的直流电压。但是，MAX9728A/MAX9728B 失调电压的典型值为 1.5mV，驱动 32Ω 负载时，只会产生低于 47μA 的直流电流。

### 电荷泵

MAX9728A/MAX9728B 具有低噪声电荷泵。270kHz 的开关频率远远超过音频信号的范围，因此不会产生音频干扰。开关驱动器具有受控的开关速率，降低了开关打开和关断瞬间所造成的噪声。通过限制电荷泵的开关速率，可以降低由于线圈和电路板引线寄生电感引起的 di/dt 噪声。通过增大 C2，还可以获得额外的高频噪声衰减(参见功能框图/

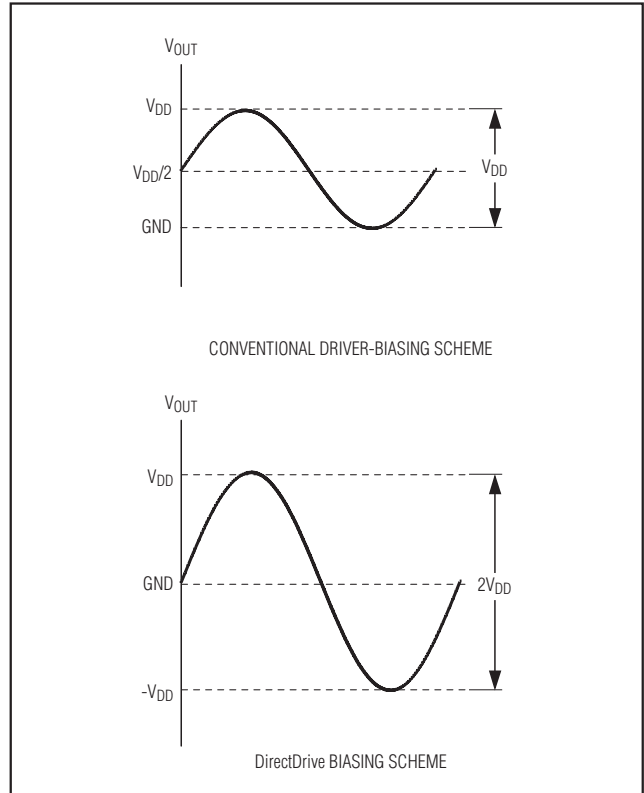


图1. 传统驱动器的输出波形与MAX9728A/MAX9728B输出波形的关系

典型工作电路)。不过，一般情况下不再需要额外的噪声衰减。

### 杂音抑制

传统的单电源音频放大器，其输出耦合电容是产生音频杂音的主要来源。启动时，放大器将耦合电容充电至偏置电压，其典型值是电源电压的一半。同样，在关断时，电容放电至GND。这造成了电容两端的直流偏移，使扬声器出现音频瞬态噪声。而MAX9728A/MAX9728B的DirectDrive技术不再需要输出耦合电容，因可避免此情况发生。同时，MAX9728A/MAX9728B具有增强的杂音抑制功能，可消除到器件内部的任何音频瞬态音源。

## 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

通常情况下，驱动MAX9728A/MAX9728B的前置放大器输出带有直流偏置，典型值是电源电压的一半。启动时，通过MAX9728A/MAX9728B的输入和反馈电阻、输入耦合电容被充电至前置放大器的直流偏置电压，在电容两端形成直流偏移，进而产生音频咔嗒声和噼噼声。 $\overline{\text{SHDN}}$ 的上升沿相对于前置放大器启动延迟4至5倍的时间常数(由 $R_{\text{IN}}$ 和 $C_{\text{IN}}$ 决定)，可以消除由输入滤波器引起的咔嗒声/噼噼声。

### 关断

MAX9728A/MAX9728B具有小于 $0.1\mu\text{A}$ 的低功耗关断模式，可以降低便携式应用中的静态电流损耗，并延长电池寿命。驱动 $\overline{\text{SHDN}}$ 至低，可禁用放大器和电荷泵。在关断模式下，放大器的输出阻抗等于 $14\text{k}\Omega\parallel R_{\text{F}}$  (MAX9728B中， $R_{\text{F}}$ 等于 $30\text{k}\Omega$ )。一旦 $\overline{\text{SHDN}}$ 被驱动至高，则放大器和电荷泵被使能。

### 应用信息

#### 功耗

在正常工作条件下，线性功放能够耗散很大的功率。在 *Absolute Maximum Ratings* 部分的连续耗散功率中给出了每种封装所允许的最大功耗，也可以用以下公式计算：

$$P_{\text{DISSPKG(MAX)}} = \frac{T_{\text{J(MAX)}} - T_{\text{A}}}{\theta_{\text{JA}}}$$

式中 $T_{\text{J(MAX)}}$ 为 $+150^{\circ}\text{C}$ ， $T_{\text{A}}$ 为环境温度，而 $\theta_{\text{JA}}$ 是 *Absolute Maximum Ratings* 中规定的降额因数的倒数，单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。例如，薄型QFN封装的 $\theta_{\text{JA}}$ 是 $+68^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，而TSSOP封装为 $+110^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

MAX9728A/MAX9728B具有两个功耗源：电荷泵以及两路输出放大器。如果应用中器件的功耗超过了给定封装的最大功率耗散值，可以通过降低 $V_{\text{DD}}$ 、增大负载电阻、降低环境温度，或给器件加强散热等途径降低芯片的热量。较大的输出级、电源以及接地布线面积有助于降低 $\theta_{\text{JA}}$ ，从封装向周围扩散更多的热量。

热过载保护功能限制了MAX9728A/MAX9728B的总功耗。当结温超过 $+150^{\circ}\text{C}$ 时，热保护电路将禁止放大器的输出级工作，直到结温下降 $12^{\circ}\text{C}$ 左右才重新使能放大器。在持续热过载情况下，将导致脉冲输出。

### 输出动态范围

动态范围等于系统的噪声底与1% THD+N对应的输出电平差。在设置最大输出增益之前，先确定系统的动态范围。当输出信号超过了系统的动态范围时，输出截止。与其它单电源供电放大器相比，MAX9728A/MAX9728B的DirectDrive结构增大了动态范围。

### 最大输出摆幅

器件的内部结构限制了MAX9728A/MAX9728B的最大电压摆幅。峰值输出电压与相应的电源电压。例如，如果 $V_{\text{DD}} = 5\text{V}$ ，电荷泵设置 $PV_{\text{SS}} = -5\text{V}$ ，峰值输出电压摆幅必须小于 $\pm 4\text{V}$ ，以防止其超过极限参数。

### 元件选择

#### 输入耦合电容

输入电容( $C_{\text{IN}}$ )与输入电阻( $R_{\text{IN}}$ )一起构成了高通滤波器，可以滤除输入信号引入的直流偏置(参见 *功能框图/典型工作电路*)。交流耦合电容允许器件将信号偏置在最佳直流电平。假设电源阻抗为零，则高通滤波器的-3dB点为：

$$f_{-3\text{dB}} = \frac{1}{2\pi R_{\text{IN}} C_{\text{IN}}}$$

选择合适的 $C_{\text{IN}}$ ，使 $f_{-3\text{dB}}$ 低于所要求的最低频率。如果 $f_{-3\text{dB}}$ 设置过高，会影响放大器的低频响应。选用低电压系数电介质的电容，例如钽电容或铝电解电容。陶瓷电容等高压系数电容可能会导致低频失真加剧。



## 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

### 电荷泵电容选择

### 放大器增益

采用低ESR的陶瓷电容可以获得最佳性能。在扩展温度范围内，X7R介质电容可获得最佳性能。表1列出了推荐的电容生产商。

MAX9728B的放大器增益由内部设置到-1.5V/V。所有增益设置电阻集成在器件内部，节省了外部元件的数目。内部设置增益以及DirectDrive架构，使耳机放大器只需要五个小电容即可构成放大电路：两个用于电荷泵，两个用于音频输入耦合，另外一个用于电源旁路(参见功能框图/典型工作电路)。

### 飞电容(C1)

飞电容(参见功能框图/典型工作电路)会影响电荷泵的负载调节能力以及输出阻抗。C1过小，MAX9728A/MAX9728B电流驱动能力会变差，导致输出电压跌落。增大C1可以改善负载调节能力，降低电荷泵输出阻抗。参见典型工作特性中的Output Power vs. Load Resistance and Charge Pump Capacitor Size曲线图。电容大于1 $\mu$ F时，开关的导通电阻和C1、C2的ESR起主要作用。

MAX9728A放大器的增益由外部设置，如图2所示，增益等于：

$$A_V = -R_F/R_{IN} (V/V)$$

### 保持电容(C2)

保持电容(参见功能框图/典型工作电路)与ESR直接影响PV<sub>SS</sub>的纹波。增大C2会减小输出纹波。同时，降低C2电容的ESR可减小纹波与输出阻抗。在最大输出功率较低的系统，可以使用容值较小的电容。参见典型工作特性中的Output Power vs. Load Resistance and Charge-Pump Capacitor Size曲线图。

反馈电阻选择为几十k $\Omega$ ，小的电阻值可能会引起功耗过大，并可能需要极小的R<sub>IN</sub>才能实现大的增益设置。在关断模式下，如果选用的反馈电阻太小，则会降低关断模式下的高阻输出，因为关断期间输出等效阻抗等于14k $\Omega$ ||R<sub>F</sub>(MAX9728B的R<sub>F</sub>等于30k $\Omega$ )。同时还必须考虑输入器件的源阻抗。因为R<sub>IN</sub>的等效值为输入器件的源阻抗与连接到耳机放大器反相端的输入电阻(MAX9728B等于20k $\Omega$ )之和，因此如果输入电阻不能远远大于输入器件的源阻抗，耳机放大器的总闭环增益将会降低。

### 电源旁路电容(C3)

电源旁路电容(参见功能框图/典型工作电路)可降低电源输出阻抗，并减弱MAX9728A/MAX9728B电荷泵的开关瞬态影响。用与C1电容值相等的C3旁路V<sub>DD</sub>至PGND，并尽可能靠近V<sub>DD</sub>放置。

表1. 推荐的电容生产商

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Taiyo Yuden	800-348-2496	847-925-0899	www.t-yuden.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com
Murata	770-436-1300	770-436-3030	www.murata.com

## 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

### 线性放大器和滤波电路

MAX9728A作为一个音频线性驱动器使用时，在5V单电源下，能够向10kΩ负载提供2V<sub>RMS</sub>驱动(参见图3的RMS输出电压与电源电压关系曲线)。2V<sub>RMS</sub>是常用的音频摆幅，最先用于CD播放器，而现在普遍用于DVD和机顶盒(STB)接口标准。2V<sub>RMS</sub>正弦信号等效于5.7V<sub>P-P</sub>，因此音频设计者无法在5V(典型值)供电时得到相应的输出—输出摆幅不够。这个问题的常用办法是采用分立电源(通常为±5V)驱动运放，或使用更大的电源(9V至12V)。由此可见，为了满足输出电平的要求，传统方案将给系统电源带来额外的成本和复杂度。如果5V供电时能够得到2V<sub>RMS</sub>的信号摆幅，将会简化系统电源的设计。

当MAX9728A作为线驱动器为立体声设备(接收机、STB、笔记本电脑和台式机)提供输出时，这些设备由数模转换器(DAC)作为音频输入源，该器件能够有效滤除DAC输出产生的高频量化噪声，避免量化噪声进入负载。这些高频噪声会导致线入设备的输入级超出其摆率限制，或在设备与电缆之间产生过多的EMI干扰。

MAX9728A可以配置为线驱动器和有源滤波器，以抑制噪声，并由5V单电源产生2V<sub>RMS</sub>的标准音频输出电平。图4给出了MAX9728A配置为2极点Rauch/多级反馈滤波器，具有6dB的通带增益和2.7kHz左右的-3dB(低于通带)截止频率(参见图5的增益与频率关系曲线图)。

### 布板和接地

合理的布板和接地是获得最佳性能的保证。PGND和SGND在PC板上通过单点连接。PV<sub>SS</sub>与SV<sub>SS</sub>连接，并通过一个1μF电容旁路。将电源旁路电容和电荷泵保持电容尽可能靠近MAX9728放置。将PGND引线和所有承载开关瞬态信号的引线远离SGND和音频信号通道。薄型QFN封装具有裸焊盘，可以改善散热。确保裸焊盘与PGND、SGND、V<sub>DD</sub>实现隔离开。当电路板布局不能使裸焊盘悬空时，裸焊盘仅与SV<sub>SS</sub>连接。

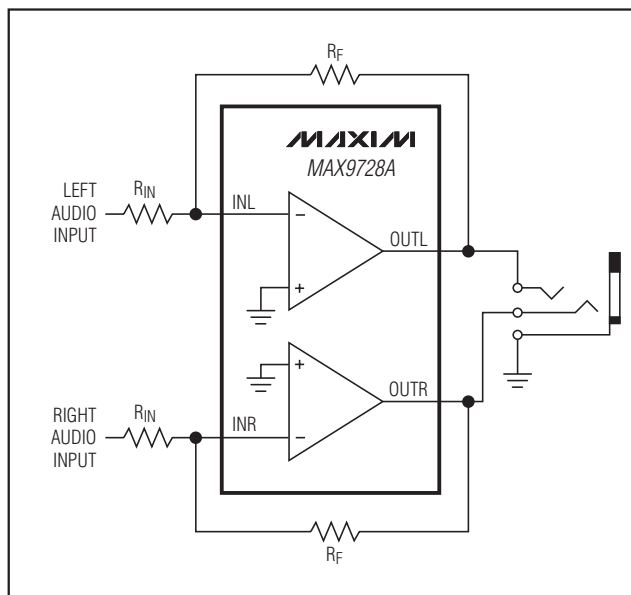


图2. MAX9728A的增益

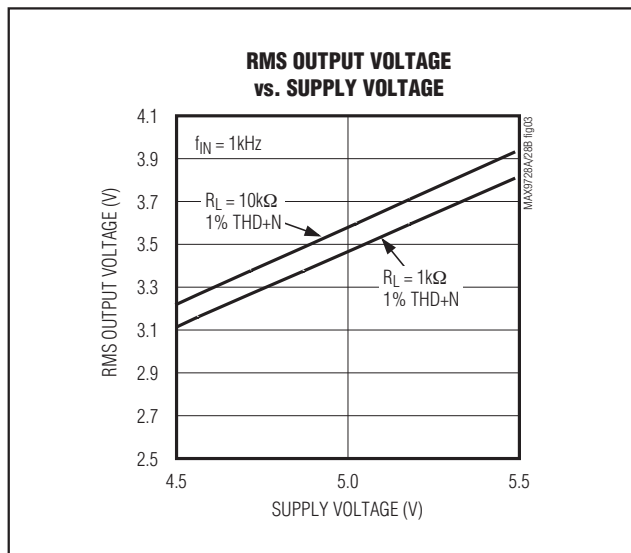


图3. RMS输出电压与电源电压的关系

## 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

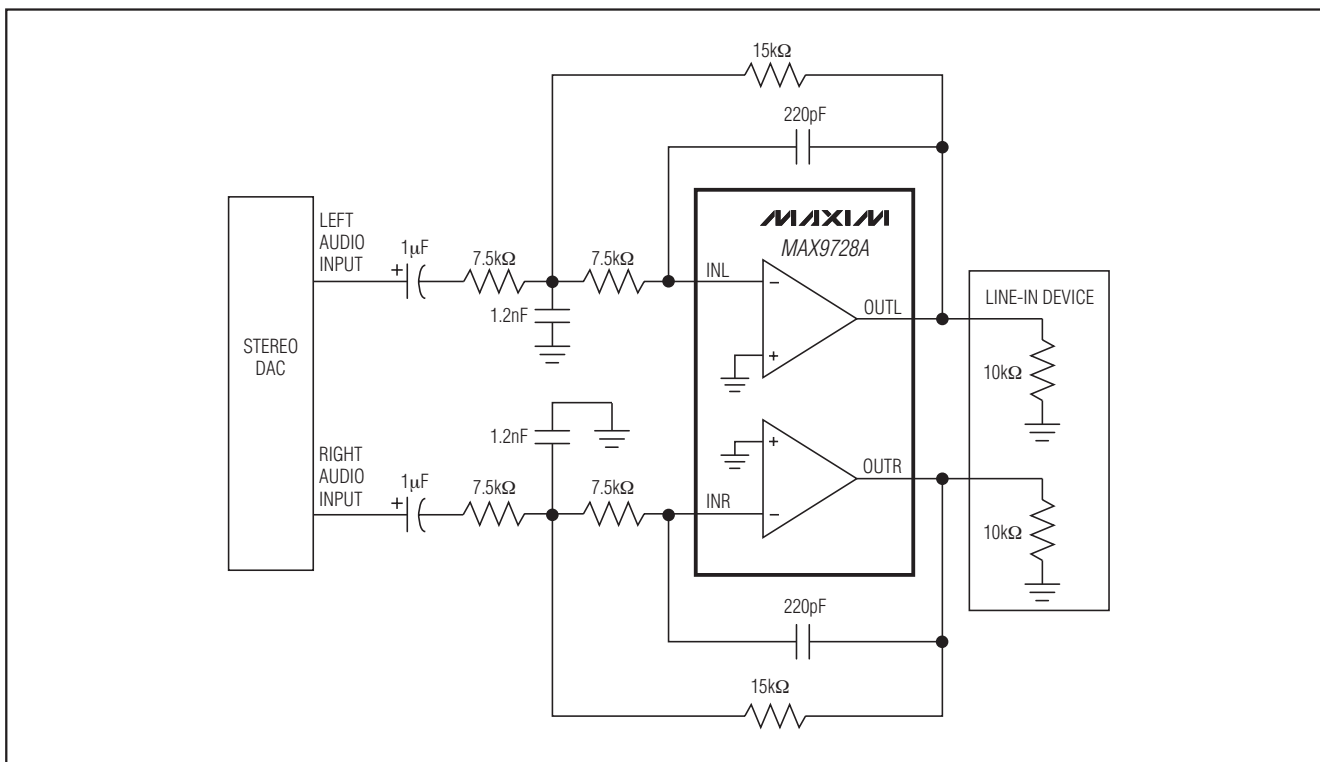


图4. MAX9728A输出放大器和滤波电路配置

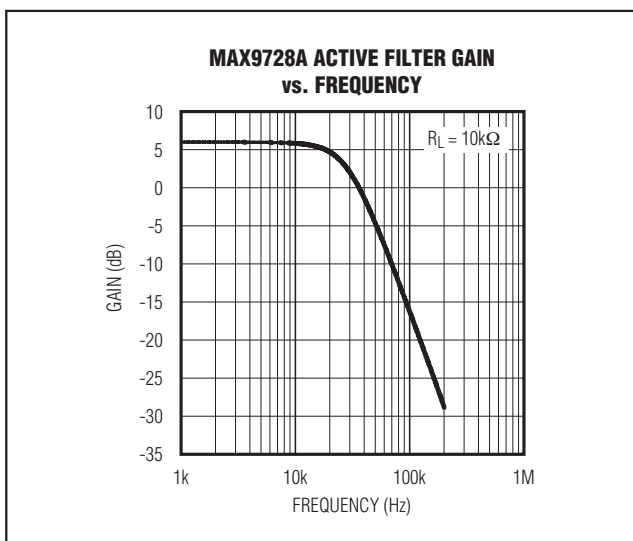
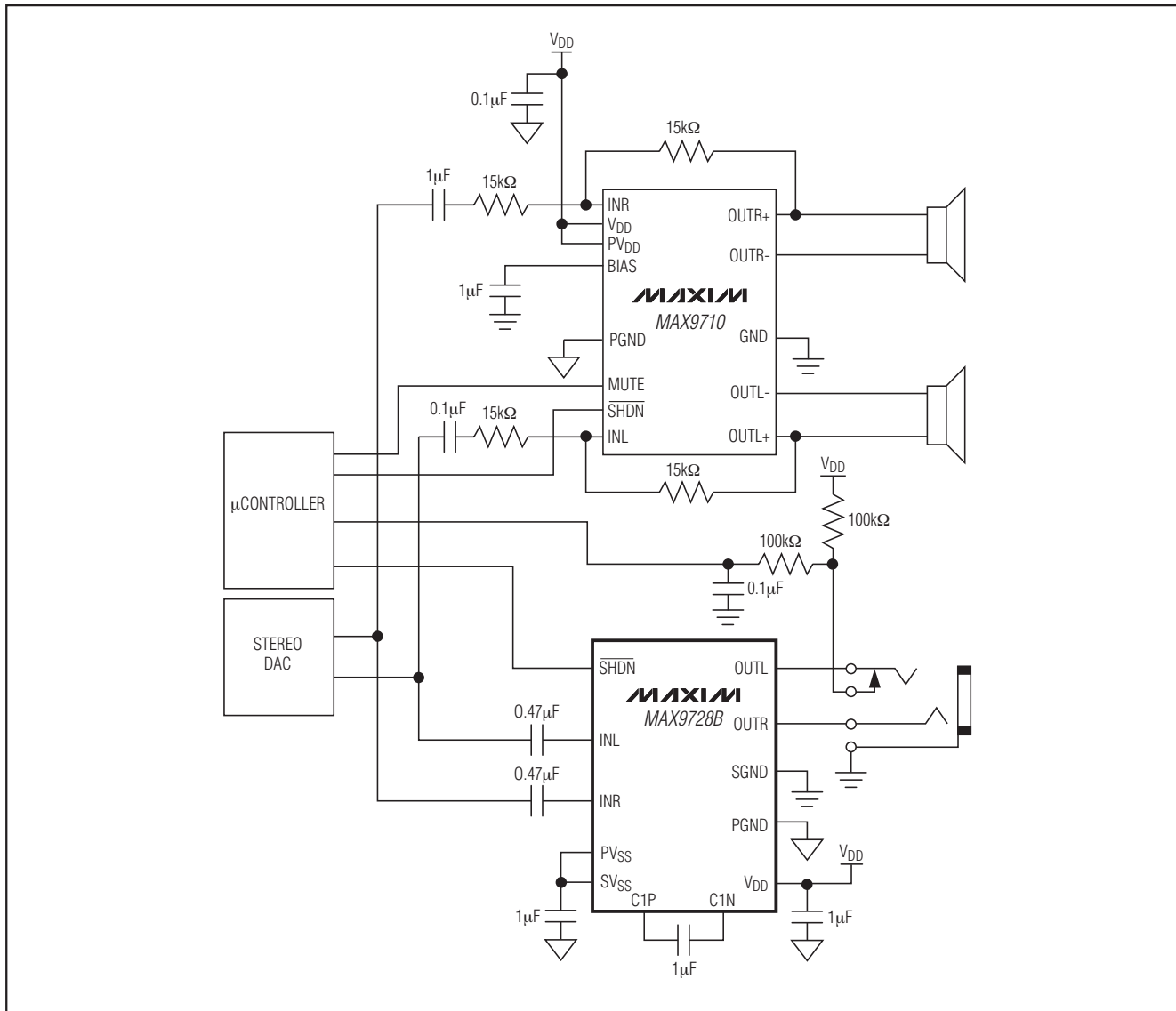


图5. 图4中有源滤波器的频率响应

# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

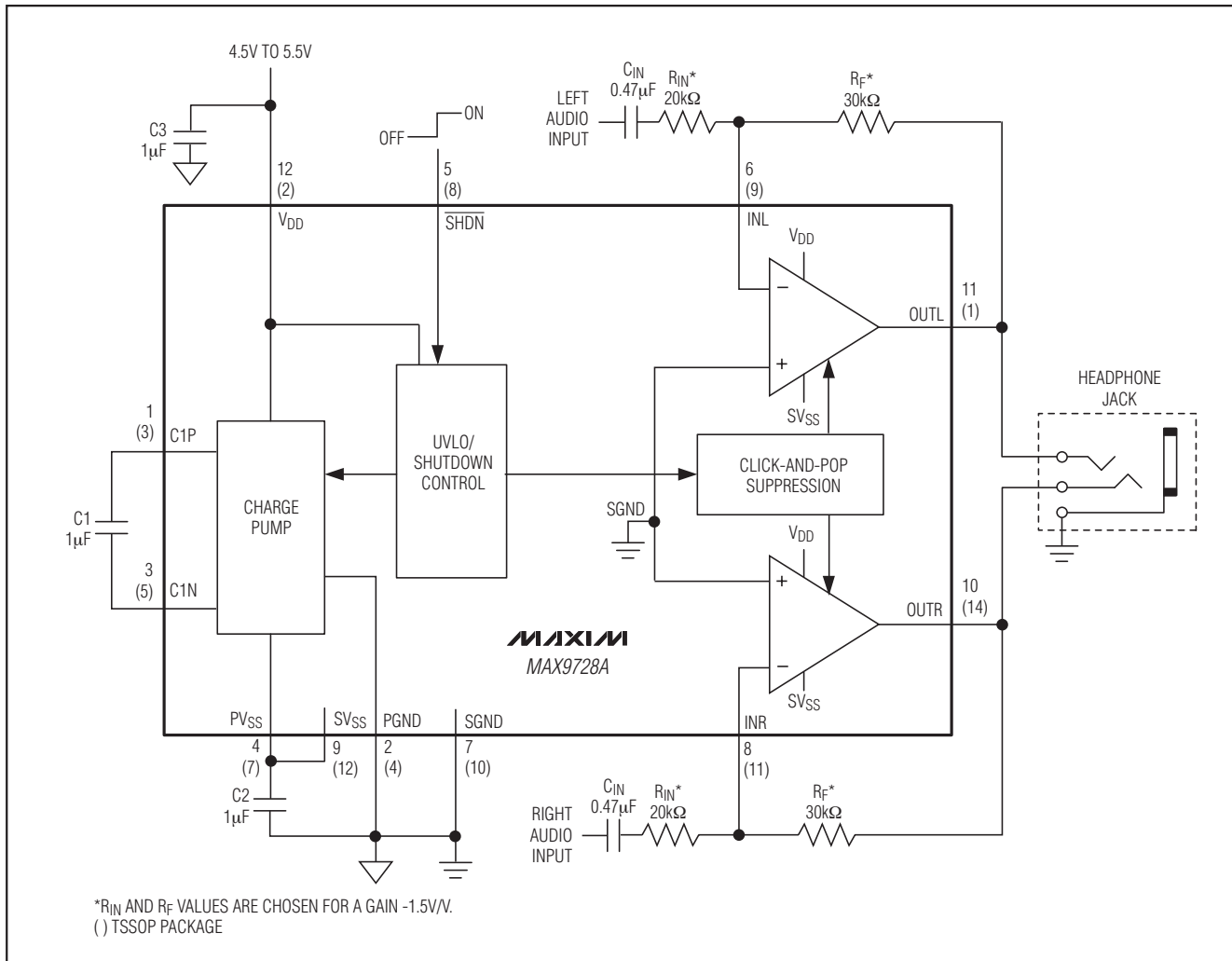
系统框图



# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

功能框图/典型工作电路

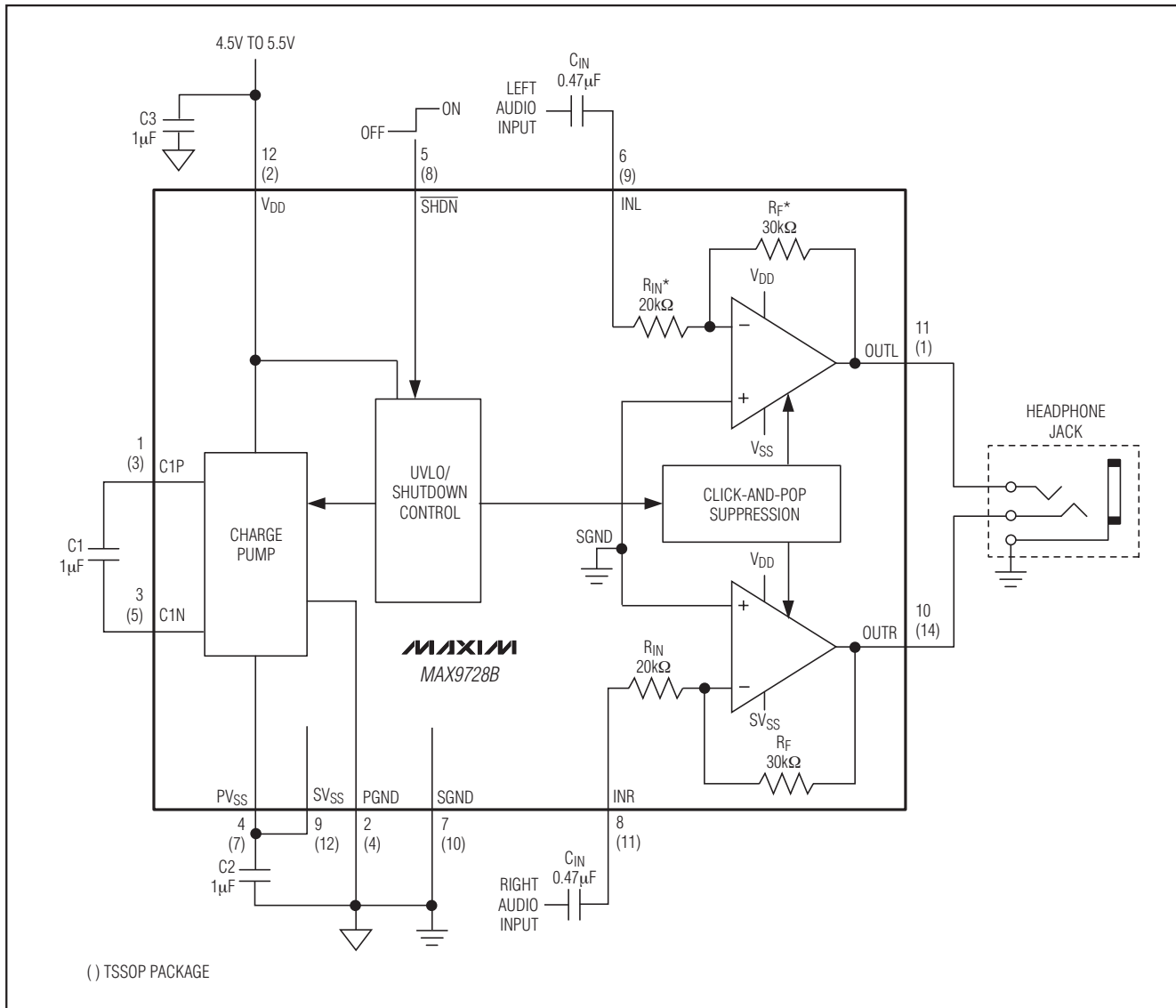
MAX9728A/MAX9728B



# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9728A/MAX9728B

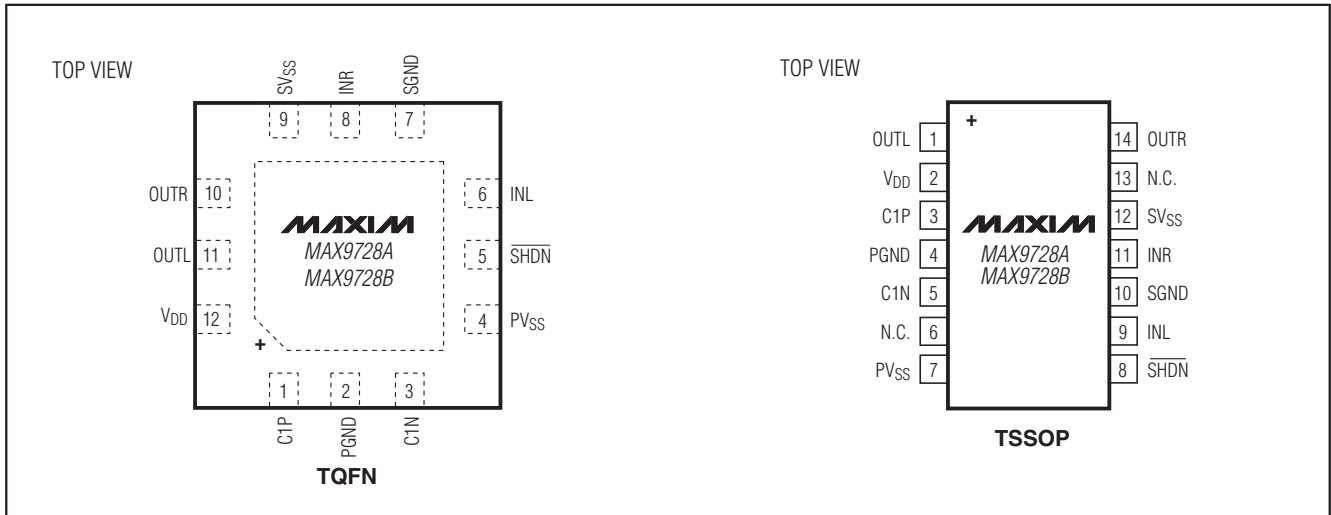
功能框图/典型工作电路(续)



# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

引脚配置

MAX9728A/MAX9728B



芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 993

PROCESS: BiCMOS



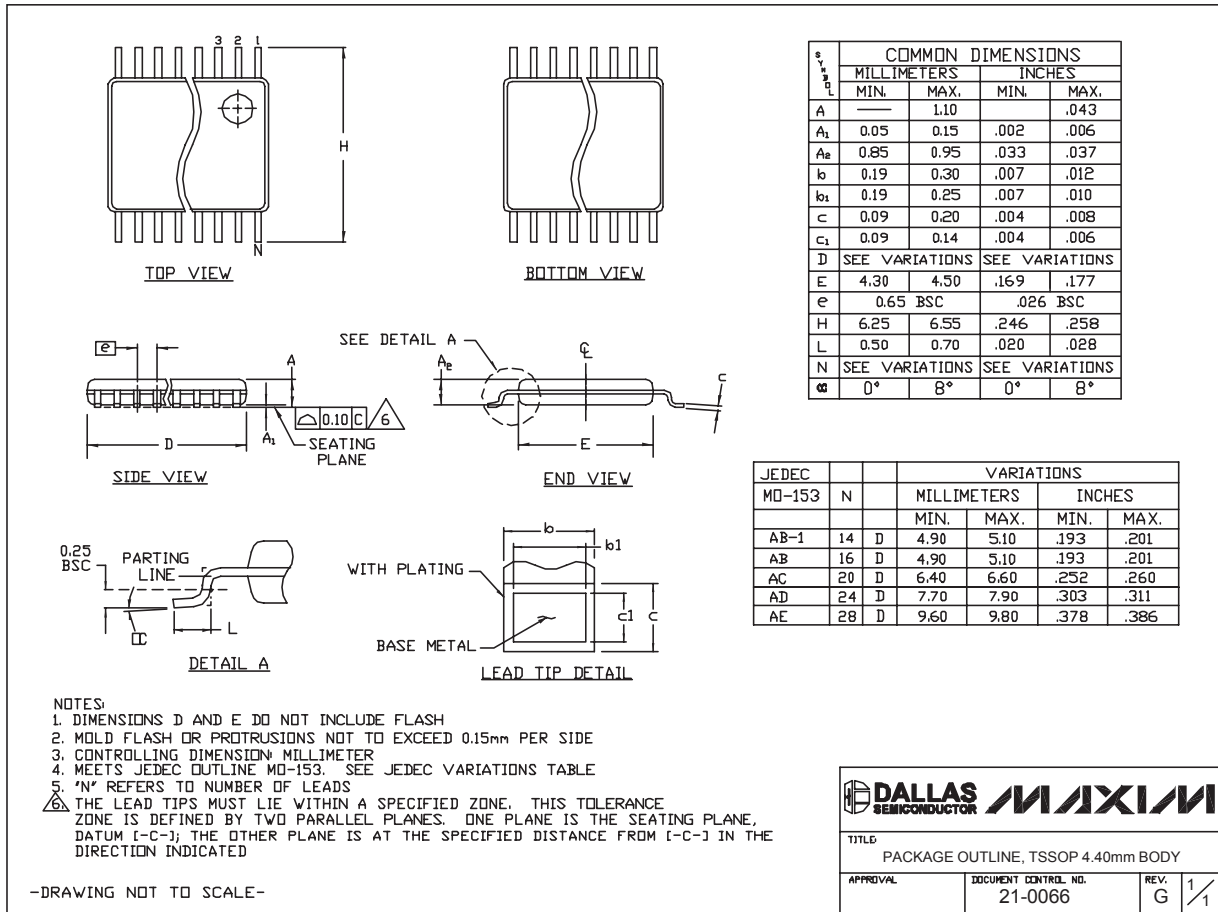


# 60mW、DirectDrive、 立体声耳机放大器，带有关断功能

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 [www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages).)

MAX9728A/MAX9728B



## MAXIM北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6211 5199

传真: 010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600 \_\_\_\_\_ 17



## MAX9728A评估板

评估板: MAX9728A/MAX9728B

### 概述

MAX9728A评估板(EV kit)是经过完全安装和测试的表贴电路板,用来评估MAX9728A DirectDrive™立体声耳机放大器。Maxim专有的DirectDrive技术省去了放大器输出端与耳机之间的大容量隔直流电容。评估板设计工作在2.7V至5.5V直流电源,每通道向16Ω负载提供42mW驱动,或向32Ω负载提供63mW驱动,具有1%的THD+N( $V_{DD} = 5V$ )。评估板可配置为线驱动器,3.3V直流单电源供电时,向10kΩ负载提供2V<sub>RMS</sub>驱动。MAX9728A评估板还可用来评估MAX9728B IC。

### 特性

- ◆ 无需大体积隔直流电容
- ◆ 2.7V至5.5V直流单电源供电
- ◆ 每通道向32Ω负载提供63mW驱动( $V_{DD} = 5V$ )
- ◆ 1kHz时, THD+N只有0.02%
- ◆ 高达86dB的PSRR, 无需使用LDO
- ◆ 3.3V单电源供电时,能够提供2V<sub>RMS</sub>驱动
- ◆ 完全安装并经过测试的表贴电路板

### 订购信息

PART	TEMP RANGE	IC PACKAGE
MAX9728AEVKIT	0°C to +70°C	12 Thin QFN

注: 为评估MAX9728B, 请在订购MAX9728AEVKIT时索取MAX9728BETC+免费样品。

### 元件清单

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1, C2, C3	3	1.0μF ±10%, 10V X7R ceramic capacitors (0603) TDK C1608X7R1A105K Taiyo Yuden LMK107BJ105KA
C4*	1	10μF ±20%, 6.3V X5R ceramic capacitor (0805) TDK C2012X5R0J106M Taiyo Yuden JMK212BJ106MG
E1, E7	2	15kΩ ±1% resistors (0603)
E2, E8	2	30.1kΩ ±1% resistors (0603)
E3, E9	2	0.47μF ±10%, 6.3V X7R ceramic capacitors (0603) TDK C1608X5R0J474K

\*系统级要求。

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
E4, E10	2	0Ω resistors (0603)
E5, E6, E11, E12	0	Not installed (0603)
J1	1	Stereo headphone jack (3.5mm dia.)
JU1	1	3-pin header
U1	1	MAX9728AETC+ (12-pin TQFN, 3mm x 3mm x 0.8mm)
—	1	Shunt
—	1	MAX9728A EV kit PC board

### 元件供应商

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
AVX	843-946-0238	843-626-3123	<a href="http://www.avxcorp.com">www.avxcorp.com</a>
Taiyo Yuden	800-348-2496	847-925-0899	<a href="http://www.t-yuden.com">www.t-yuden.com</a>
TDK	847-803-6100	847-390-4405	<a href="http://www.component.tdk.com">www.component.tdk.com</a>

注: 当与这些元件供应商联系时, 请您说明正在使用的是MAX9728A。



## MAX9728A 评估板

### 快速入门

#### 推荐设备

- 一副 16Ω 或 32Ω 耳机
- 可提供 2.7V 至 5.5V、500mA 的直流电源
- 立体声音频信号源

#### 步骤

MAX9728A 评估板经过完全安装与测试。按照下列步骤验证评估板的工作情况。在未完成全部连接之前禁止打开电源。

- 1) 确认跳线 JU1 的引脚 1 和引脚 2 之间安装了短路器。
- 2) 将立体声耳机插入 3.5mm 耳机插孔。
- 3) 确保立体声音频信号源关闭。
- 4) 连接 IN<sub>-</sub> 与 GND，关闭音频信号源。
- 5) 将 2.7V 至 5.5V 的直流电源接至 VDD 和 GND 焊盘。
- 6) 打开直流电源。
- 7) 打开立体声音频信号源。

### 详细说明

MAX9728A 评估板用于评估增益可调的 DirectDrive 立体声耳机放大器 MAX9728A。MAX9728A 评估板配置为具有 -2V/V 的外部增益，采用 2.7V 至 5.5V 直流单电源供电。MAX9728A 每通道向 16Ω 负载提供 42mW 驱动，或向 32Ω 负载提供 63mW 驱动，具有 1% 的 THD+N ( $V_{DD} = 5V$ )。

该评估板还可配置成音频线驱动器，单电源供电时，可为 10kΩ 负载提供 2V<sub>RMS</sub> 驱动。有源低通滤波器可对 MAX9728A 进行补偿(参见 MAX9728A 作为线输出放大器(可选配置)部分)。配置为线驱动器时，推荐采用的所有无源元件都包含在 MAX9728A 评估板的材料清单中。

MAX9728A 评估板也可用来评估固定增益、DirectDrive 立体声耳机放大器 MAX9728B。若要评估 MAX9728B，请在订购 MAX9728AEVKIT 时索取 MAX9728BETC 免费样品(详细信息，请参考评估 MAX9728B 部分)。

#### 关断控制

跳线 JU1 控制 MAX9728A IC 的关断引脚 ( $\overline{SHDN}$ )，跳线短路器的位置参见表 1。

表 1. 跳线 JU1 关断选择

SHUNT POSITION	DESCRIPTION
1-2	Amplifier enabled
2-3	Amplifier disabled

#### 布局考虑

若要使 MAX9728A 获得最佳的音频性能，须遵循以下布局指南。MAX9728A 评估板采用两个地层，可最大程度地降低耦合到音频信号的电荷泵开关噪声。这两个地层星形连接到一点(GND 焊盘)。电容 C1、C2 和 C3 应尽可能靠近 IC 放置。采用短且宽的布线将 IC 的电源引脚接至电源电压。

#### 评估 MAX9728B

MAX9728A 评估板可对 MAX9728B 进行评估。MAX9728B 是 MAX9728A 的 -1.5V/V 固定增益版本。若要评估 MAX9728B，应将 U1 替换成 MAX9728BETC+ IC，并按表 2 所示更换元件。该评估板仅能对配置成耳机放大器的 MAX9728B IC 进行评估。

表 2. 评估 MAX9728B 的元件值

COMPONENT	MAX9728A	MAX9728B
E1, E7	15kΩ resistors	0Ω resistors
E2, E8	30.1kΩ resistors	Open

## MAX9728A评估板

评估板：MAX9728A/MAX9728B

### MAX9728A作为线输出放大器 (可选配置)

$2V_{RMS}$ 是通用的音频线驱动电平，最早应用于CD播放器，目前也广泛用于DVD和机顶盒(STB)接口标准。音频系统设计人员不能简单地用典型的5V电源驱动线输出级；这样，输出摆幅可能达不到 $2V_{RMS}$ 或 $5.7V_{P-P}$ 。对于这一问题，传统的解决方案是使用分立电源(典型值 $\pm 5V$ )供电的运算放大器，或采用高压电源(9V至12V)。这一输出电平要求增加了系统电源的额外成本和复杂性。Maxim的DirectDrive架构能够在+5V单电源(甚至是+3.3V单电源)供电时获得 $2V_{RMS}$ 的输出，降低了系统成本和元件数目。

当MAX9728A作为线驱动器为立体声设备提供输出时，这些立体声设备由数模转换器(DAC)作为音频输入信号源，

可以在信号到达负载之前消除由DAC输出产生的高频量化噪声。这些高频噪声能够导致线输入设备的输入级超出摆率限制，或使器件之间的电缆产生过多的EMI辐射。

MAX9728A评估板还可配置为带有有源低通滤波器的线驱动器，抑制DAC产生的高频量化噪声。图1所示为MAX9728A配置了2极点Rauch/多级反馈滤波器，具有6dB的通带增益和27kHz的-3dB(低于通带增益)截止频率(增益与频率的关系曲线如图2所示)。

为了评估MAX9728A评估板在线驱动器、有源低通滤波器配置下的工作性能，应按表3所示更换无源元件。出厂时MAX9728A评估板的材料清单是按有源低通滤波器配置的。耳机放大器配置参见图3。线驱动器配置参见图4。

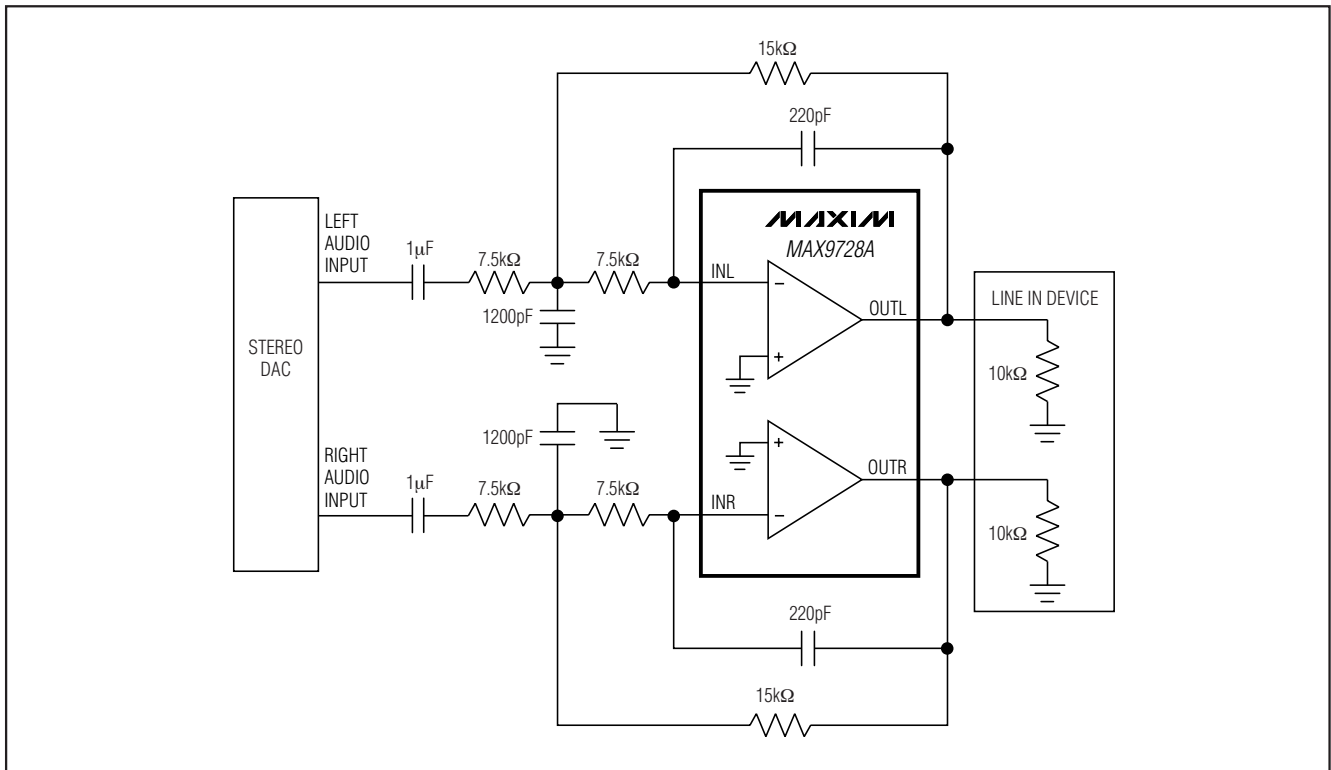


图1. MAX9728A线输出放大器和滤波电路配置

## MAX9728A 评估板

评估板：MAX9728A/MAX9728B

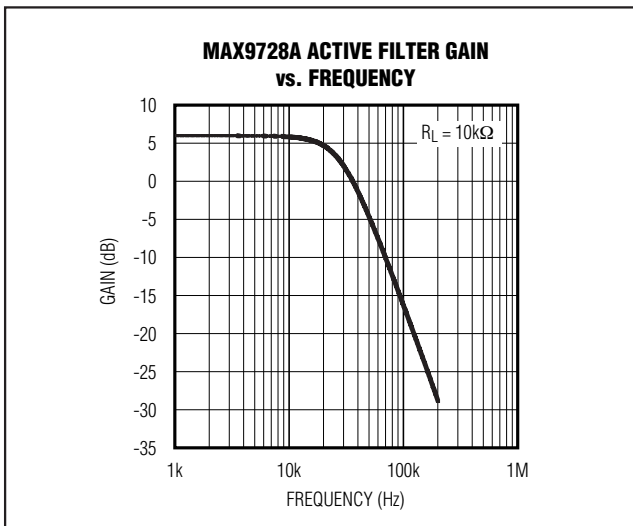


图2. 线输出放大器的增益与频率关系曲线图  
( $V_{DD} = 5V$ ,  $A_V = -2V/V$ ,  $f = 1kHz$ 至 $100kHz$ ,  $R_L = 32\Omega$ )

表3. MAX9728A评估板有源低通滤波器配置

DESIGNATION	COMPONENT VALUE FOR HEADPHONE AMPLIFIER CONFIGURATION	COMPONENT VALUE FOR LINE DRIVER CONFIGURATION
E1, E7	15k $\Omega$ resistors	7.5k $\Omega$ resistors
E2, E8	30.1k $\Omega$ resistors	220pF capacitors
E3, E9	0.47 $\mu$ F capacitors	7.5k $\Omega$ resistors
E4, E10	0 $\Omega$ resistors	1 $\mu$ F capacitors
E6, E12	Open	1200pF capacitors
E5, E11	Open	15k $\Omega$ resistors

# MAX9728A评估板

评估板：MAX9728A/MAX9728B

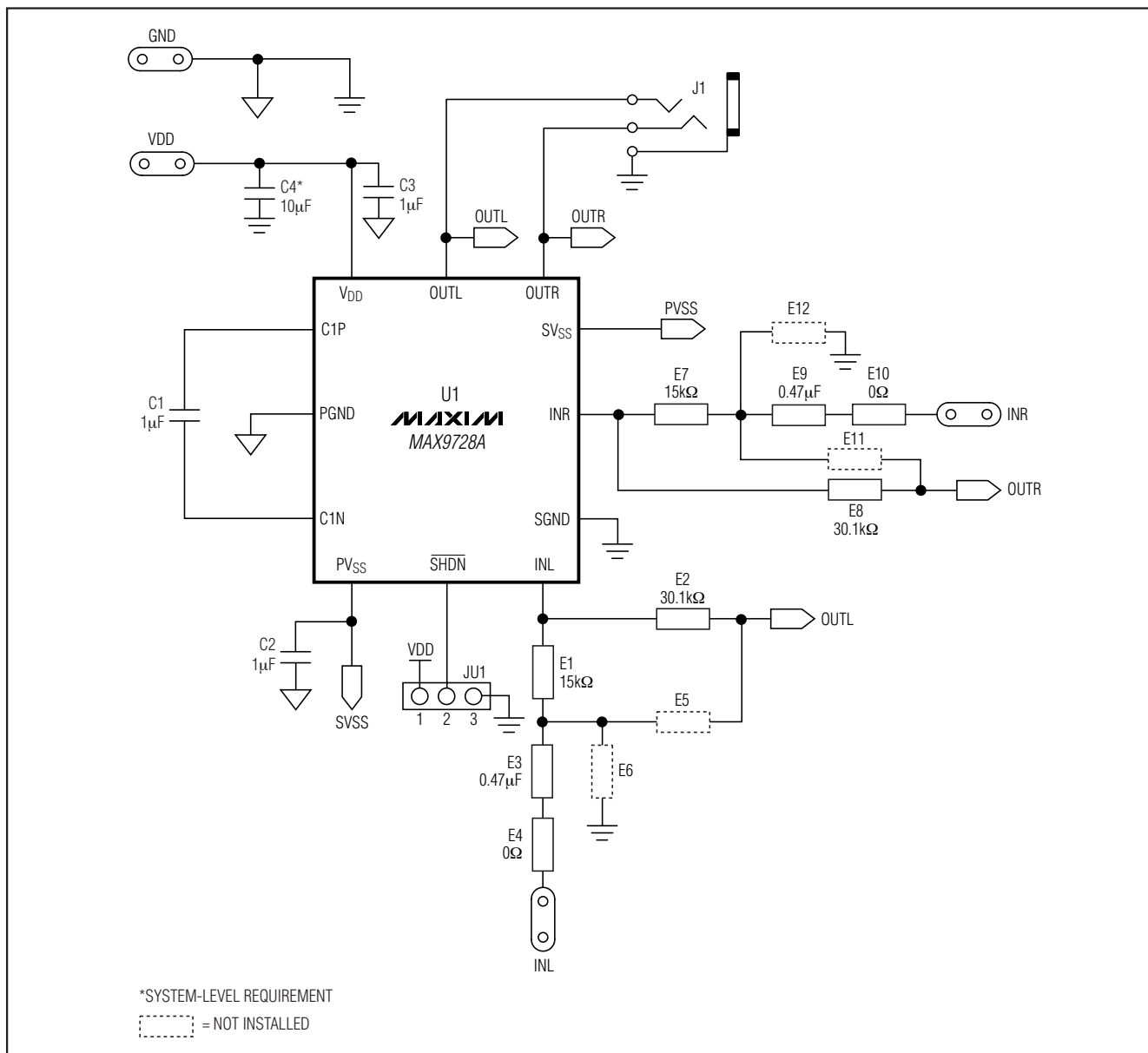


图3. MAX9728A评估板原理图(出厂时配置为耳机放大器)

# MAX9728A 评估板

评估板：MAX9728A/MAX9728B

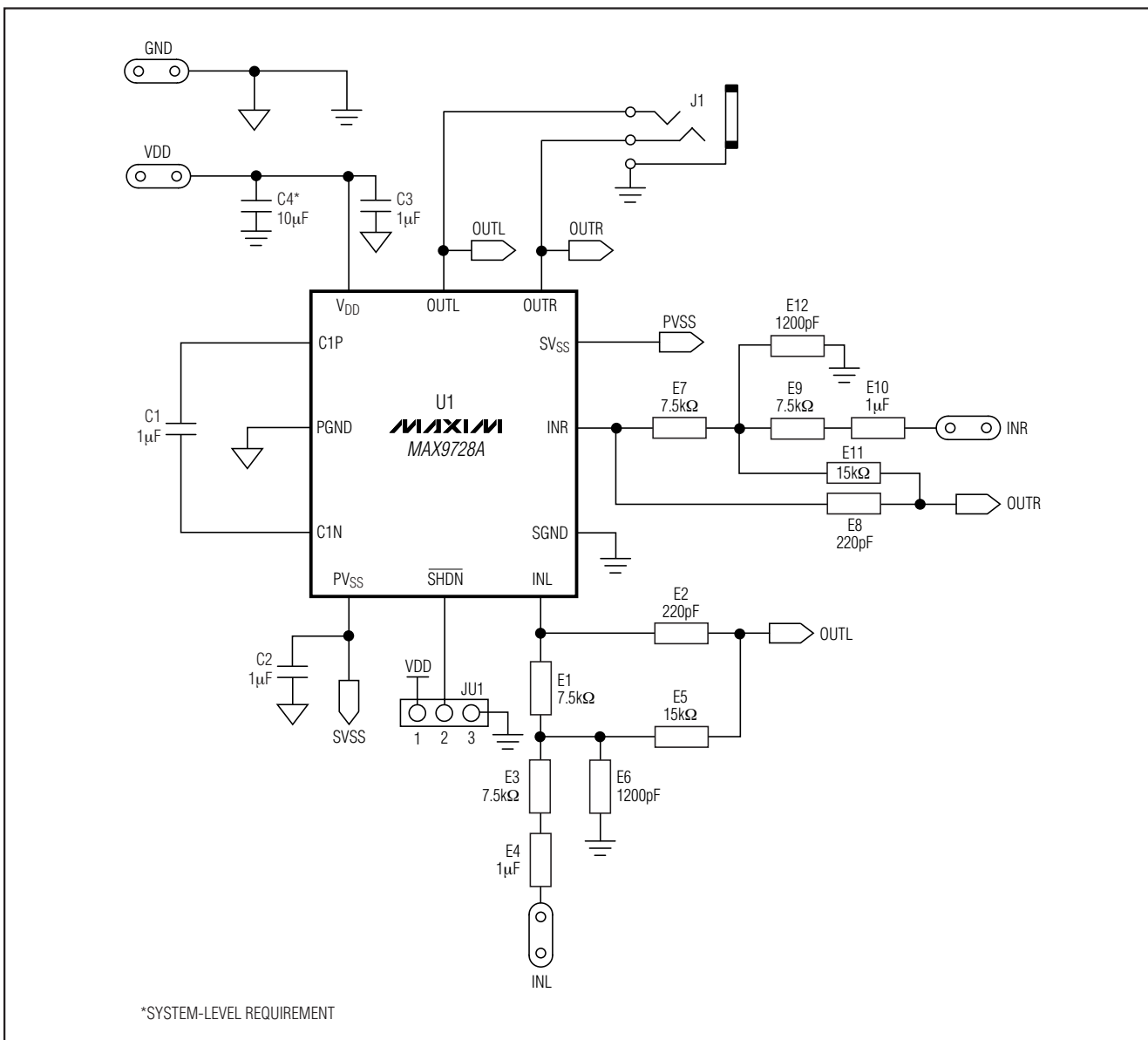


图4. MAX9728A 评估板原理图(可选则线驱动器配置)

## MAX9728A评估板

评估板：MAX9728A/MAX9728B

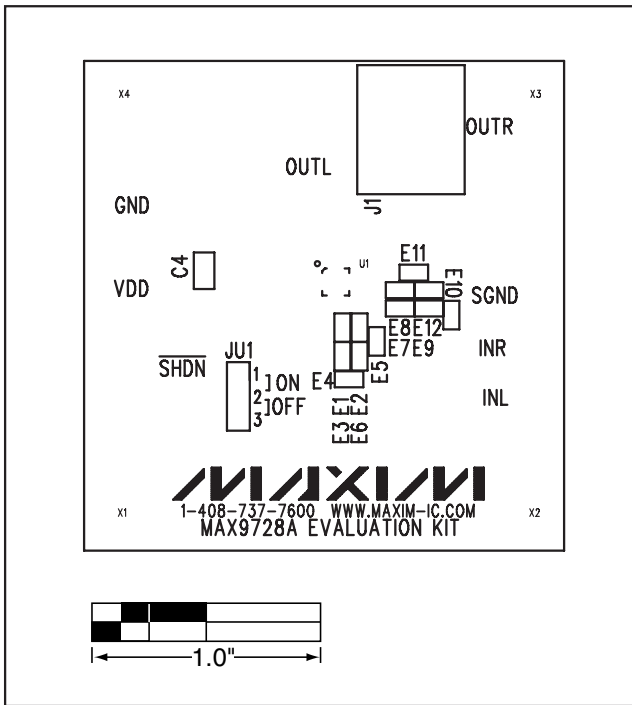


图5. MAX9728A评估板元件布局—元件层

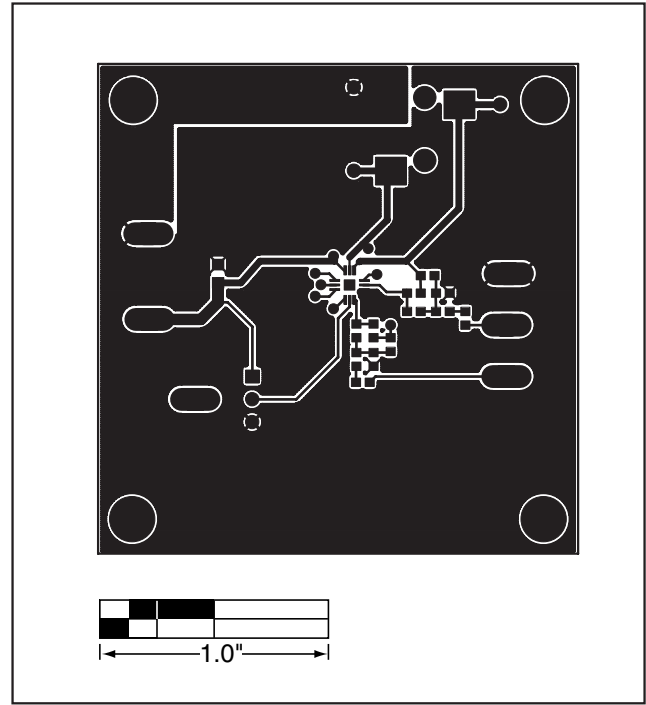


图6. MAX9728A评估板PC板布局—元件层



## MAX9728A评估板

评估板：MAX9728A/MAX9728B

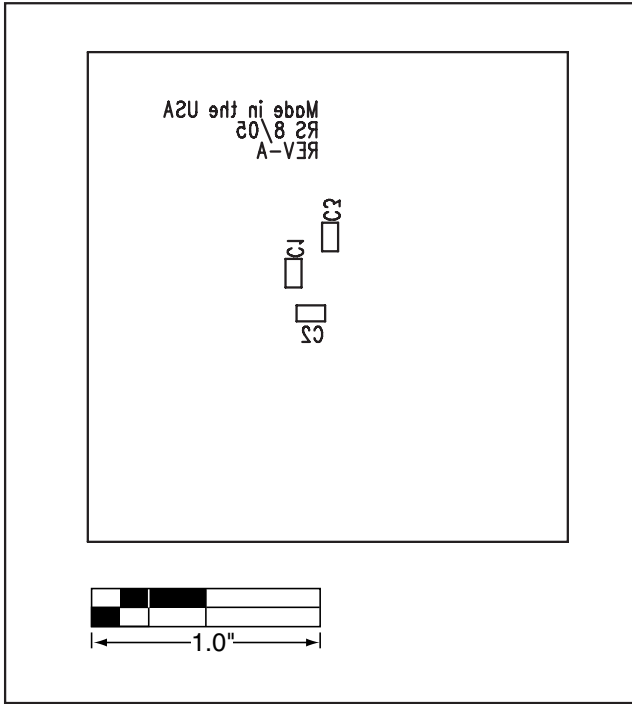


图7. MAX9728A评估板元件布局—焊接层

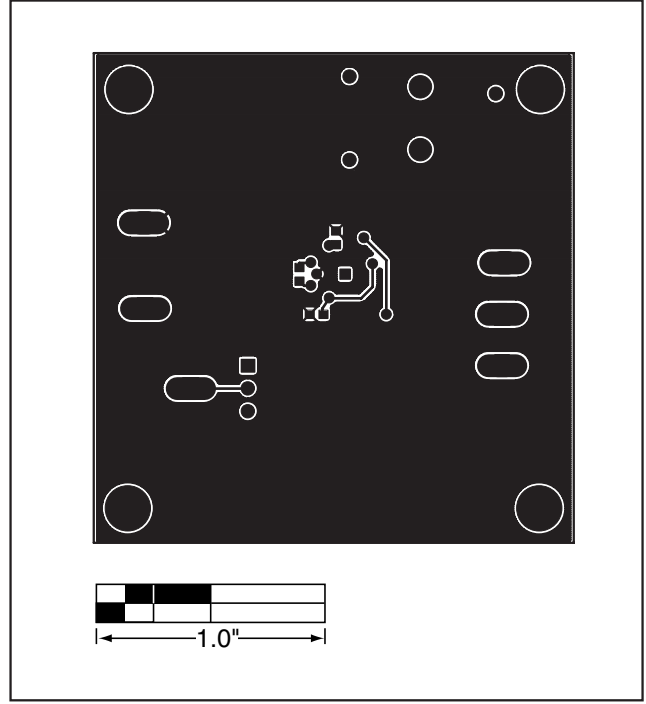


图8. MAX9728A评估板PC板布局—焊接层

## MAXIM北京办事处

北京 8328 信箱 邮政编码 100083

免费电话：800 810 0310

电话：010-6211 5199

传真：010-6211 5299

Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

8 \_\_\_\_\_ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**

© 2005 Maxim Integrated Products

Printed USA

**MAXIM** 是 Maxim Integrated Products, Inc. 的注册商标。