

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

概述

MAX9725A–MAX9725D固定增益、立体声耳机放大器适用于电路板空间有限的便携式设备。MAX9725E能够利用外部输入和反馈电阻灵活地调整增益。MAX9725A–MAX9725E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，可省去大容量隔直电容，节省了成本、电路板空间，并降低了元件高度。 -2V/V (MAX9725A)、 -1.5V/V (MAX9725B)、 -1V/V (MAX9725C)和 -4V/V (MAX9725D)的固定增益可进一步减少外部元件的数量。MAX9725E增益可调的DirectDrive耳机放大器利用外部电阻可设置低至 -1V/V 的增益。

MAX9725每通道能够向 32Ω 负载提供 20mW 的功率，THD+N为 0.006% 。 1kHz 频点的电源抑制比(PSRR)为 80dB ，从而使MAX9725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。MAX9725在耳机输出端具有 $\pm 8\text{kV}$ 的ESD保护功能。完备的咔嗒/噼噗声抑制电路在启动与关断过程中可以抑制咔嗒/噼噗声。低功耗关断模式将电源电流减小到 $0.6\mu\text{A}$ (典型值)。

MAX9725工作在 0.9V 至 1.8V 单电源，可以直接使用一节AA或AAA电池供电。MAX9725仅消耗 2.1mA 电源电流，具有短路保护功能，工作在扩展级温度范围： -40°C 至 $+85^\circ\text{C}$ 。MAX9725采用微型($1.54\text{mm} \times 2.02\text{mm} \times 0.6\text{mm}$)、12焊球晶片级封装(UCSP™)和12引脚、薄型QFN封装($4\text{mm} \times 4\text{mm} \times 0.8\text{mm}$)。

应用

MP3播放器

智能电话

蜂窝电话

便携式音频设备

PDA

订购信息

PART	PIN-PACKAGE	TOP MARK	GAIN (V/V)
MAX9725AEBCTG45	12 UCSP	+ACK	-2
MAX9725AETC+	12 TQFN-EP*	+AAEW	-2
MAX9725BEBCTG45	12 UCSP	+ACL	-1.5

订购信息(续)在数据资料的最后给出。

注：所有器件工作于 -40°C 至 $+85^\circ\text{C}$ 温度范围。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

T = 卷带包装。

*EP = 裸焊盘。

UCSP是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。

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

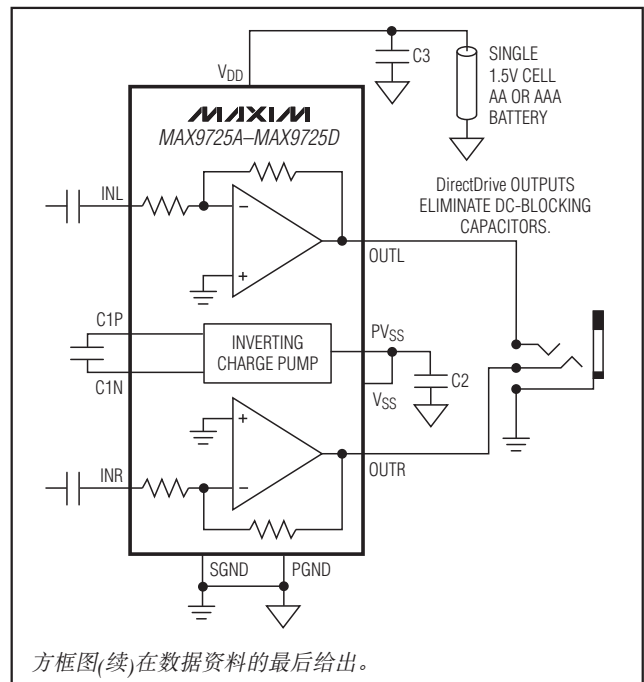
本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maxim-ic.com。

特性

- ◆ 低静态电流
2.1mA (MAX9725A–MAX9725D)
2.3mA (MAX9725E)
- ◆ 0.9V 至 1.8V 单电源工作
- ◆ 固定增益无需外部反馈网络
MAX9725A: -2V/V
MAX9725B: -1.5V/V
MAX9725C: -1V/V
MAX9725D: -4V/V
- ◆ 可利用外部输入和反馈电阻调整增益
MAX9725E: 最小稳定增益为 -1V/V
- ◆ 无需直流偏置，提供以地为参考的输出
- ◆ 不存在输出电容对低频响应的影响
- ◆ 每通道为 32Ω 负载提供 20mW 的功率
- ◆ 低至 0.006% 的THD+N
- ◆ 高PSRR (1kHz 时 80dB)
- ◆ 集成咔嗒/噼噗声抑制电路
- ◆ 低功耗关断控制
- ◆ 短路保护
- ◆ 放大器输出具有 $\pm 8\text{kV}$ ESD保护
- ◆ 采用节省空间的封装
12焊球UCSP ($1.54\text{mm} \times 2.02\text{mm} \times 0.6\text{mm}$)封装
12引脚、薄型QFN ($4\text{mm} \times 4\text{mm} \times 0.8\text{mm}$)封装

方框图



方框图(续)在数据资料的最后给出。

引脚配置在数据资料的最后给出。

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SGND to PGND	-0.3V to +0.3V
V _{DD} to SGND or PGND	-0.3V to +2V
V _{SS} to PV _{SS}	-0.3V to +0.3V
C1P to PGND	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)
C1N to PGND	(PV _{SS} - 0.3V) to +0.3V
V _{SS} , PV _{SS} to GND	+0.3V to -2V
OUTR, OUTL, INR, INL to SGND (MAX9725A–MAX9725D)	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{DD} + 0.3V)
OUTR, OUTL to SGND (MAX9725E)	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{DD} + 0.3V)
INR, INL to SGND (MAX9725E)	-4V to +4V

$\overline{\text{SHDN}}$ to SGND or PGND	-0.3V to +4V
Output Short-Circuit Current	Continuous
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
12-Bump UCSP (derate 6.5mW/°C above +70°C)	518.8mW
12-Pin Thin QFN (derate 16.9mW/°C above +70°C)	1349.1mW
Junction Temperature	+150°C
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Bump Temperature (soldering) Reflow	+230°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

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 (MAX9725A–MAX9725D)

(V_{DD} = 1.5V, V_{PGND} = V_{SGND} = 0V, $\overline{\text{VSHDN}}$ = 1.5V, V_{SS} = V_{PVSS}, C1 = C2 = 1μF, C_{IN} = 1μF, R_L = ∞, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V _{DD}	Guaranteed by PSRR test		0.9		1.8	V
Quiescent Supply Current	I _{DD}	Both channels active			2.1	3.3	mA
Shutdown Current	I _{SHDN}	V _{SHDN} = 0V	T _A = +25°C		0.6	10	μA
			T _A = -40°C to +85°C			30	
Shutdown to Full Operation	t _{ON}				180		μs
SHDN Thresholds	V _{IH}	V _{DD} = 0.9V to 1.8V		0.7 x V _{DD}			V
	V _{IL}	V _{DD} = 0.9V to 1.8V		0.3 x V _{DD}			
SHDN Input Leakage Current	I _{LEAK}	V _{DD} = 0.9V to 1.8V (Note 2)				±1	μA
CHARGE PUMP							
Oscillator Frequency	f _{OSC}			493	580	667	kHz
AMPLIFIERS							
Voltage Gain	A _v	MAX9725A		-2.04	-2.00	-1.96	V/V
		MAX9725B		-1.53	-1.5	-1.47	
		MAX9725C		-1.02	-1.00	-0.98	
		MAX9725D		-4.08	-4.00	-3.92	
Gain Match	ΔA _v			±0.5			%
Total Output Offset Voltage	V _{OS}	Input AC-coupled, R _L = 32Ω to GND, T _A = +25°C	MAX9725A/MAX9725D	±0.3		±1.05	mV
			MAX9725B	±0.45		±1.58	
			MAX9725C	±0.6		±2.1	
Input Resistance	R _{IN}			15	25	35	kΩ
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V _{DD} = 0.9V to 1.8V, T _A = +25°C		60	80		dB
		100mV _{P-P} ripple	f _{IN} = 1kHz	70			
			f _{IN} = 20kHz	62			
Output Power (Note 3)	P _{OUT}	V _{DD} = 1.5V	R _L = 32Ω	10	20		mW
			R _L = 16Ω	25			
		V _{DD} = 1.0V, R _L = 32Ω		7			
		V _{DD} = 0.9V, R _L = 32Ω		6			

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX9725A–MAX9725D) (continued)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = \infty$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$, $f = 1kHz$ $R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 15mW$, $f = 1kHz$		0.006 0.015		%
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$ BW = 22Hz to 22kHz A-weighted filter		89 92		dB
Slew Rate	SR			0.2		V/ μs
Maximum Capacitive Load	C_L	No sustained oscillations		150		pF
Crosstalk	XTALK	$f_{IN} = 1.0kHz$, $R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 5mW$		100		dB
Click-and-Pop Level	K_{CP}	$R_L = 32\Omega$, peak voltage, A-weighted, 32 samples per second (Note 4) Into shutdown Out of shutdown		72.8 72.8		dBV
ESD Protection	V_{ESD}	Human Body Model (OUTR, OUTL)		± 8		kV

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX9725E)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = 32\Omega$, $R_F = 60k\Omega$, $R_{IN} = 10k\Omega$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V_{DD}	Guaranteed by PSRR test	0.9		1.8	V
Quiescent Supply Current	I_{DD}	Both channels active		2.3	3.7	mA
Shutdown Current	I_{SHDN}	$V_{SHDN} = 0V$ $T_A = +25^\circ C$ $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$		0.6 10	1	μA
Shutdown to Full Operation	t_{ON}			180		μs
SHDN Thresholds	V_{IH}	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$	0.7 x V_{DD}			V
	V_{IL}	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$		0.3 x V_{DD}		
SHDN Input Leakage Current	I_{LEAK}	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$ (Note 2)			± 1	μA
CHARGE PUMP						
Oscillator Frequency	f_{OSC}		483	592	687	kHz
AMPLIFIERS						
Voltage Gain	A_V	(Note 5)	-6.11	-6.07	-6.00	V/V
Minimum Stable Gain	ΔA_V			-1.0		V/V
Total Output Offset Voltage	V_{OS}	Input AC-coupled, $R_L = 32\Omega$ to GND, $T_A = +25^\circ C$ (Note 6)		± 0.63	± 2.1	mV
Input Resistance	R_{IN}		6.3	9.78	14	k Ω
INR, INL Input Leakage Current	I_{LK}				± 100	nA
Maximum Input Parasitic Capacitance	C_{PAR}			5		pF
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$, $T_A = +25^\circ C$	52.9	67.8		dB
		100mVp-p ripple (Note 5)		70		
		$f_{IN} = 1kHz$ $f_{IN} = 20kHz$		62		

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX9725E) (continued)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = 32\Omega$, $R_F = 60k\Omega$, $R_{IN} = 10k\Omega$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Power (Note 3)	P_{OUT}	$V_{DD} = 1.5V$	10	24		mW
		$R_L = 32\Omega$				
		$R_L = 16\Omega$				
		$V_{DD} = 1.0V$, $R_L = 32\Omega$		7		
		$V_{DD} = 0.9V$, $R_L = 32\Omega$		6		
Total Harmonic Distortion Plus Noise (Note 5)	THD+N	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$, $f = 1kHz$		0.006		%
		$R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 15mW$, $f = 1kHz$		0.015		
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$		89		dB
		$BW = 22Hz$ to $22kHz$ A-weighted filter		92		
Slew Rate	SR			0.3		V/ μs
Maximum Capacitive Load	C_L	No sustained oscillations		150		pF
Crosstalk	XTALK	$f_{IN} = 1.0kHz$, $R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 5mW$		100		dB
Click-and-Pop Level	K_{CP}	$R_L = 32\Omega$, peak voltage, A-weighted, 32 samples per second (Note 4)		72.8		dBV
		Into shutdown Out of shutdown		72.8		
ESD Protection	V_{ESD}	Human Body Model (OUTR, OUTL)		± 8		kV
Attenuation in Shutdown	$ATT(SD)$	$V_{SHDN} = 0V$		-120		dB
		$R_L = 32\Omega$ $R_L = 10k\Omega$		-75		

Note 1: All specifications are 100% tested at $T_A = +25^\circ C$; temperature limits are guaranteed by design.

Note 2: Input leakage current measurements limited by automated test equipment.

Note 3: $f_{IN} = 1kHz$, $T_A = +25^\circ C$, $THD+N < 1\%$, both channels driven in-phase.

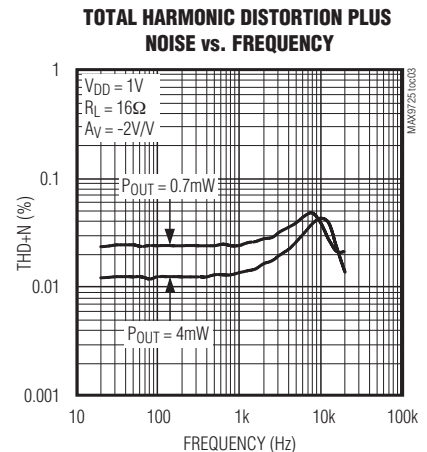
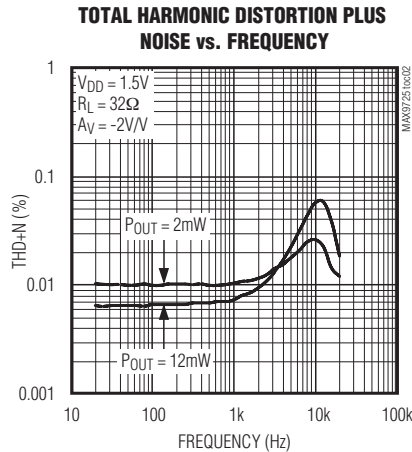
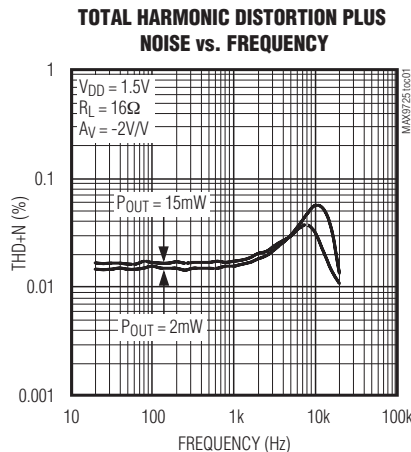
Note 4: Testing performed with 32Ω resistive load connected to outputs. Mode transitions controlled by $\overline{SHDN}$. K_{CP} level calculated as $20 \log$ [peak voltage under normal operation at rated power level / peak voltage during mode transition]. Inputs are AC-grounded.

Note 5: Using existing resistors with 1% precision.

Note 6: $R_{IN} = 10\Omega$, $R_F = 10k\Omega$.

典型工作特性

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $THD+N$ measurement bandwidth = $22Hz$ to $22kHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the *Functional Diagrams*.)

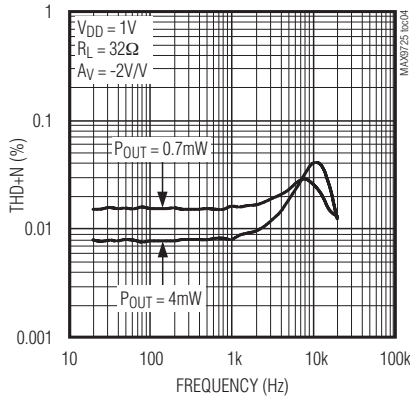


1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

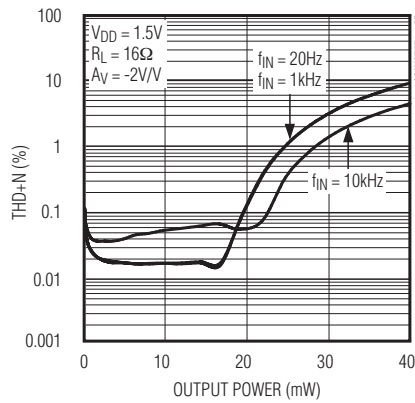
典型工作特性(续)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the Functional Diagrams.)

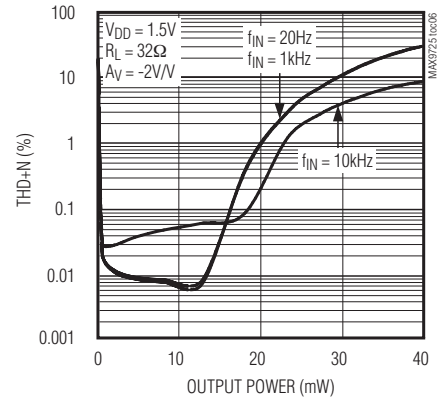
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



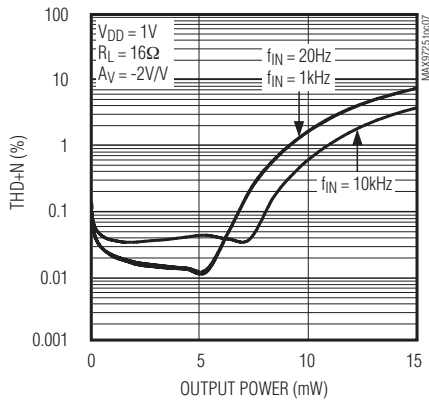
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



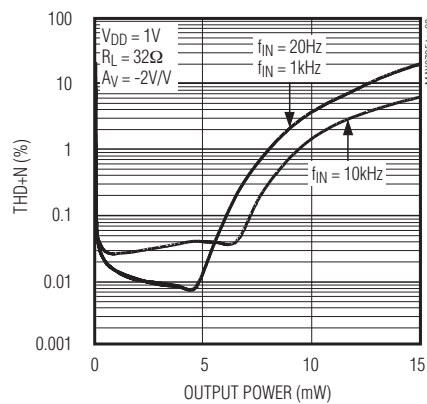
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



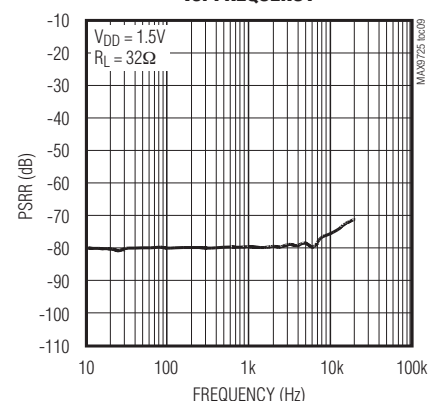
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



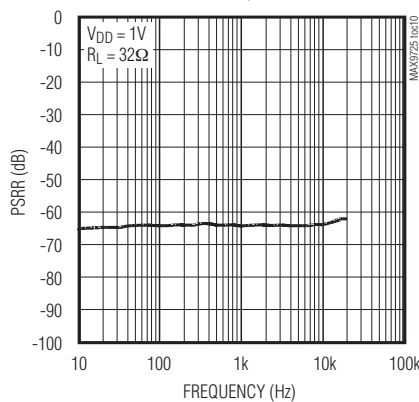
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



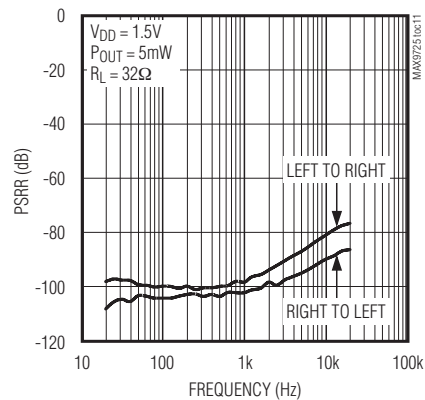
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY



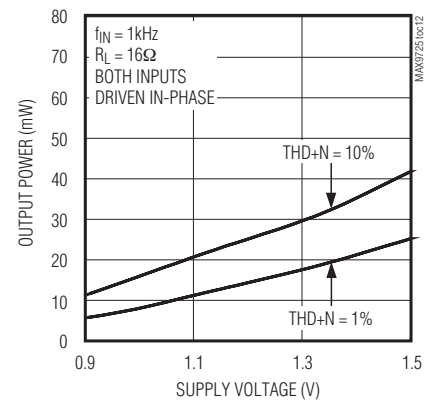
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY



CROSSTALK vs. FREQUENCY



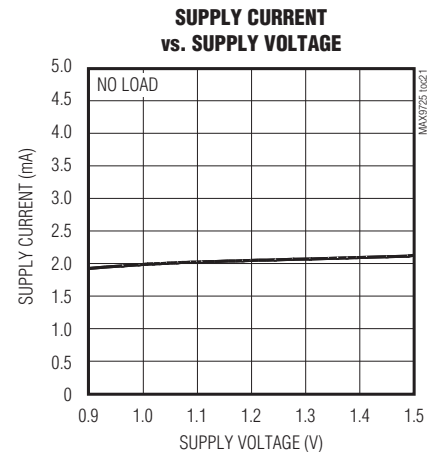
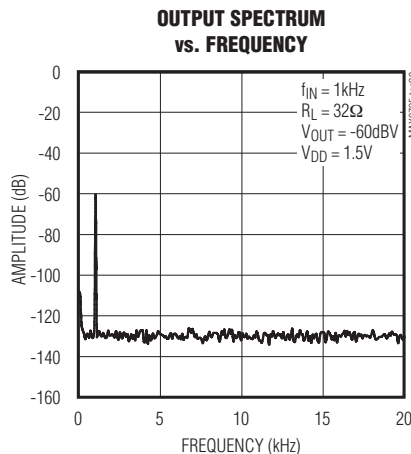
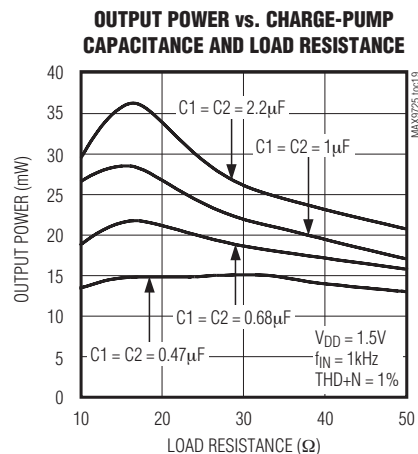
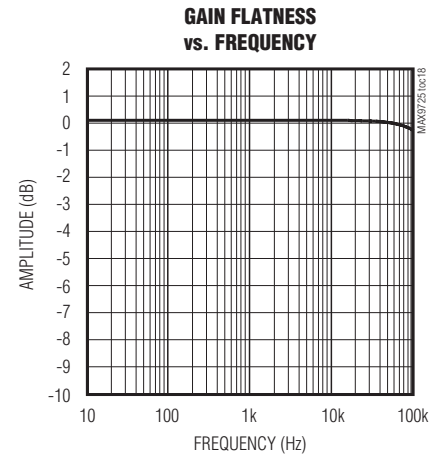
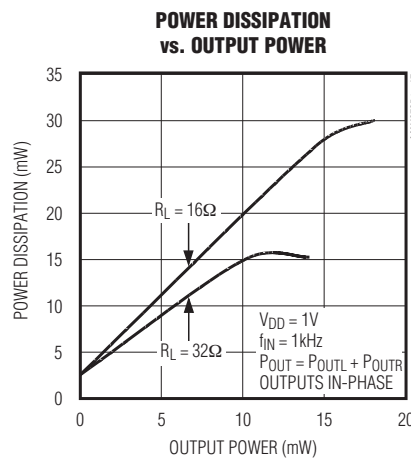
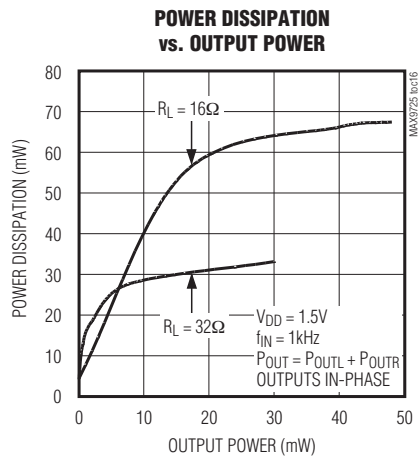
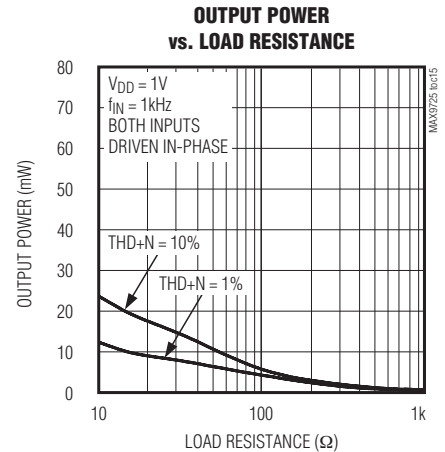
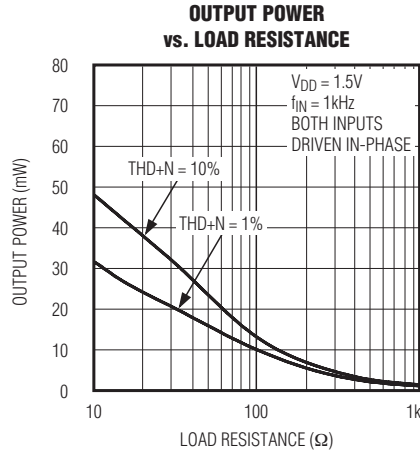
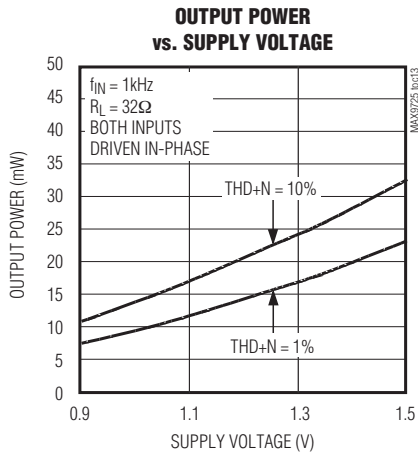
OUTPUT POWER vs. SUPPLY VOLTAGE



1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

典型工作特性(续)

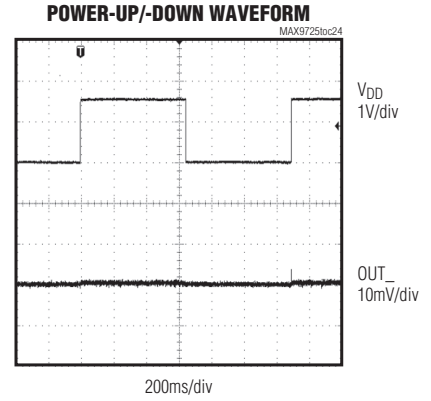
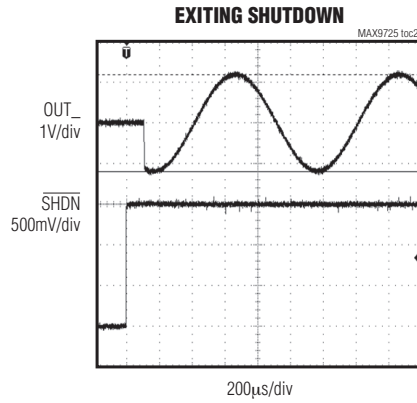
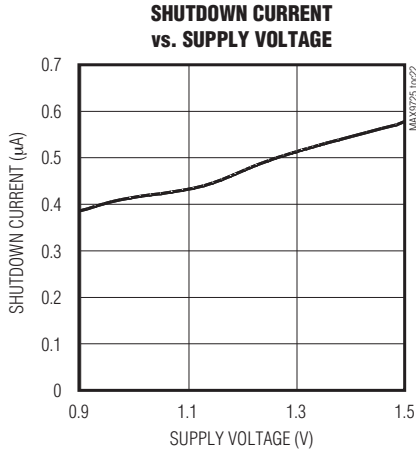
($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22kHz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the Functional Diagrams.)



1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

典型工作特性(续)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the *Functional Diagrams*.)



引脚说明

引脚	焊球	名称	功能
薄型 QFN	UCSP		
1	A1	C1N	飞电容负端。C1P和C1N之间连接1µF电容。
2	A2	PVSS	反相电荷泵输出。采用1µF电容将PVSS旁路到PGND，PVSS必须连接到VSS。
3	A3	INL	左声道放大器反向输入，输入电容C1N与INL之间连接输入电阻R _{IN} (MAX9725E)。
4	A4	INR	右声道放大器反向输入，输入电容C1N与INR之间连接输入电阻R _{IN} (MAX9725E)。
5	B4	VSS	放大器电源负极。必须连接到PVSS。
6	B3	SGND	信号地。SGND必须连接至PGND。SGND是输入和输出信号的参考地。
7	C4	OUTR	右声道输出，在OUTR与INR之间连接反馈电阻R _{FB} (MAX9725E)。
8	C3	OUTL	左声道输出，在OUTL与INL之间连接反馈电阻R _{FB} (MAX9725E)。
9	C2	VDD	电源输入正极。采用1µF电容旁路至PGND。
10	C1	C1P	飞电容正端。C1P和C1N之间连接1µF电容。
11	B1	PGND	功率地。内部电荷泵参考地，PGND必须连接至SGND。
12	B2	$\overline{SHDN}$	低电平有效关断。正常操作时连接至VDD。置为低电平可禁止放大器和电荷泵功能。
EP	—	EP	裸焊盘，内部连至VSS。将焊盘悬空或焊接至VSS。

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

详细说明

MAX9725立体声耳机驱动器采用Maxim专有的DirectDrive结构，省去了传统单电源耳机放大器的大尺寸输出耦合电容。MAX9725包括两个AB类20mW耳机驱动器、关断控制、反相电荷泵、内部增益设置电阻以及完整的咪啞/噤声抑制电路(参见功能框图)。负电源(PV_{SS})由正电源(V_{DD})反相转换后提供。与其他1V单电源供电的驱动器相比，采用V_{DD}和PV_{SS}供电可将动态范围扩大近两倍。动态范围的扩大能够获得更大的输出功率。

MAX9725输出偏置在GND上(图1)。GND偏置带来的好处是驱动器输出不再有直流成份，不需使用大尺寸隔直电容，既节省电路板空间，又降低系统成本，同时也改善了频率响应。

DirectDrive

为了获得最大动态范围，传统单电源耳机驱动器输出偏置在标称直流电压(典型值为电源电压的一半)上，需要较大的耦合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，造成不必要的功耗，并可能损坏耳机和耳机驱动器。

Maxim的DirectDrive结构利用电荷泵产生内部负电源，使MAX9725的输出偏置在GND上，在单电源供电的情况下，提高了动态范围。由1.5V电源供电的传统放大器，在理想情况下可向16Ω负载输出18mW功率。而MAX9725能够向16Ω负载输出25mW功率。采用DirectDrive结构，不需使用两个大尺寸输出隔直电容(典型值为220μF)。MAX9725的电荷泵只需两个小陶瓷电容，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。关于电容的选择，请参考典型工作特性中的Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance 曲线图。

传统方案中，为省掉输出耦合电容，需要将耳机返回通道(管套)偏置到耳机放大器的直流偏置电压。这种方法带来了一些问题：

- 通常管套与外壳接地。使用这种偏置方法时，管套必须与系统地隔离，使产品设计变得复杂。
- 有ESD冲击时，放大器的ESD保护电路是连接到系统地的唯一通路。因此，放大器必须能够承受全部的ESD冲击。
- 当把耳机插孔作为线输出连接到其它设备时，管套上的偏置电压会与其它设备的地电势冲突，可能造成驱动器损坏。

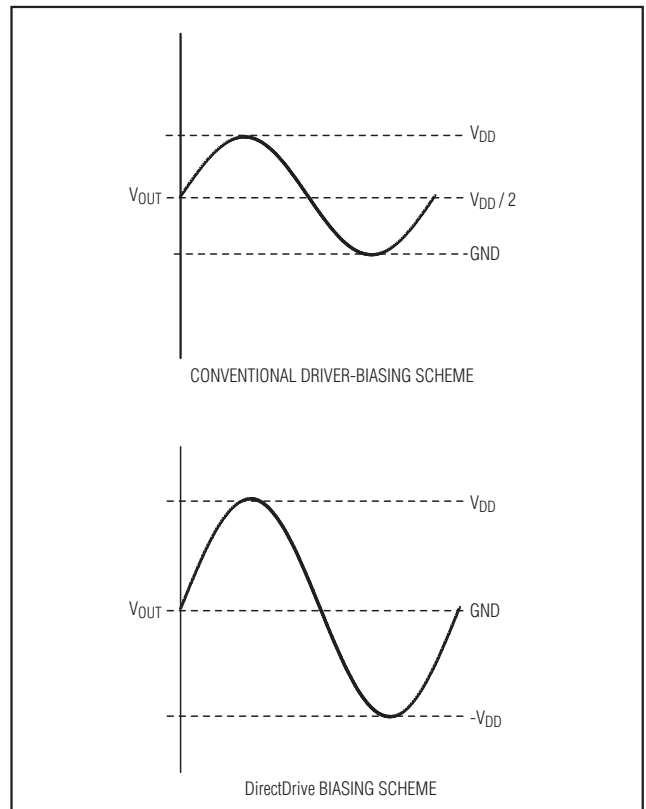


图1. 传统驱动器输出波形与MAX9725输出波形(理想情况)

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

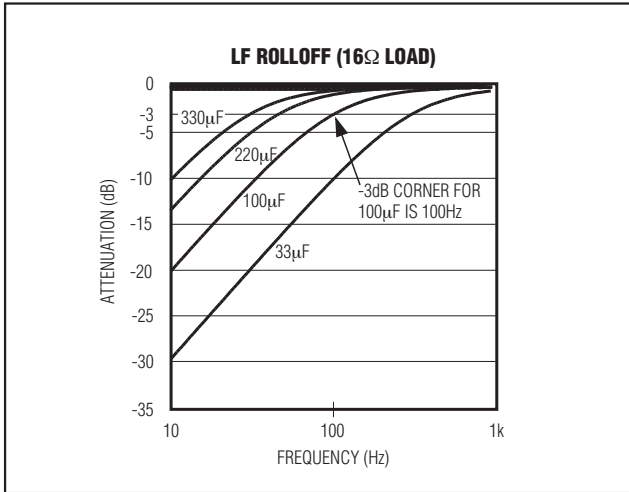


图2. 普通隔直电容的低频衰减

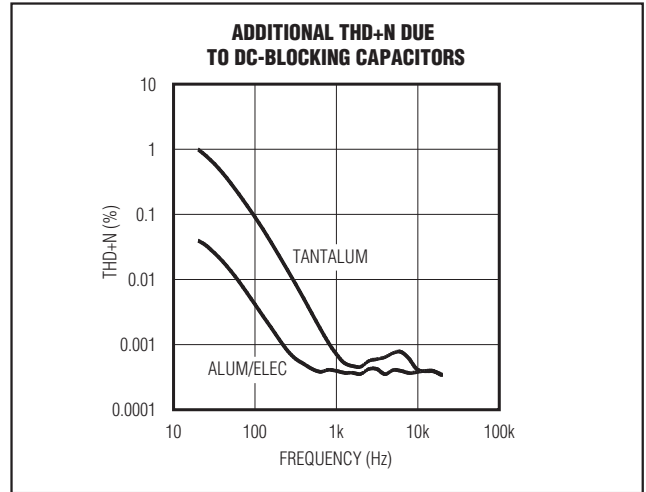


图3. 隔直电容引起的失真

低频响应

大容量隔直电容会限制放大器低频响应，并产生音频失真：

- 1) 耳机负载阻抗与隔直电容一起构成了高通滤波器，其-3dB点为：

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_L C_{OUT}}$$

其中， R_L 为耳机阻抗， C_{OUT} 为隔直电容。传统的单端、单电源供电耳机驱动器需要高通滤波器阻断耳机音频信号摆幅中点的直流偏置。滤波器的缺陷是会导致低频信号衰减。较大的 C_{OUT} 取值可以减弱这种影响，但需要尺寸更大、成本更高的电容。图2为 C_{OUT} 值与低频衰减之间的关系。注意，使用100μF隔直电容，16Ω耳机的-3dB点为100Hz，刚好处于音频频段，造成再生信号的低频衰减。

- 2) 当电容两端电压变化时，容值随之变化，隔直电容的电压系数会导致音频再生信号失真。在-3dB频率点以下的低频范围内，容抗起主要作用，电压系数表现为失真随频率变化。图3给出了两种不同介质电容引入的THD+N。注意，在100Hz以下，THD+N增加很快。

低频衰减和随频率变化的失真会影响注重低频效果的便携式音频设备，如：多媒体笔记本电脑、MP3、CD和DVD播放器，劣化音频信号的恢复。采用DirectDrive技术可以消除这些与电容相关的低频衰减。

电荷泵

MAX9725具有低噪声电荷泵。580kHz的开关频率远远超出了音频频率范围，因此不会产生音频干扰。开关驱动器的受控开关速率减小了启动与关闭瞬间产生的噪声。通过限制电荷泵的开关速率，可减小连线和电路板引线寄生电感引起的di/dt噪声。通过增大C2的数值还可以获得额外的高频噪声衰减(参见功能框图)。通常不再需要额外的噪声衰减。

关断

MAX9725的低功耗关断模式可将电源电流降至0.6μA。将 $\overline{SHDN}$ 置为低电平可禁用放大器与电荷泵。在关断模式下，驱动器输出阻抗典型值分别为50kΩ (MAX9725A)、37.5kΩ (MAX9725B)、25kΩ (MAX9725C)、100kΩ (MAX9725D)或 R_F (MAX9725E)。

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

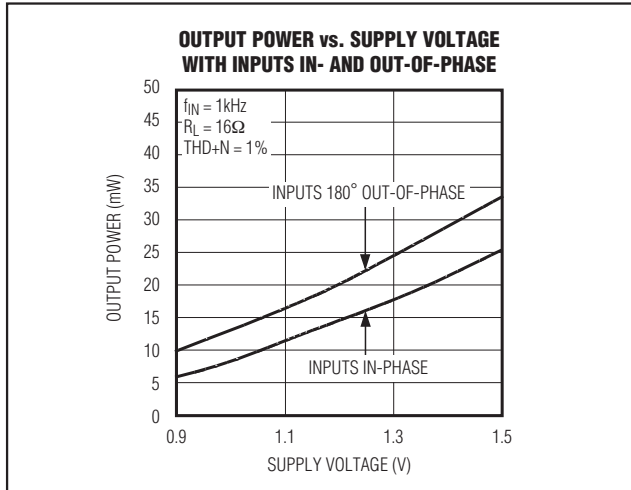


图4. 输入同相/反相时，输出功率与电源电压的关系

杂音抑制

在传统的单电源音频驱动器中，输出耦合电容是产生咔嗒/噼噗声的主要来源。启动时，驱动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差，使扬声器中出现瞬态噪音。而MAX9725的DirectDrive技术不再需要输出耦合电容。

此外，MAX9725具有增强的咔嗒/噼噗声抑制功能，能够消除器件内部瞬态噪声源。从典型工作特性中的Power-Up/-Down Waveform可以发现，输出信号具有极小的直流漂移，启动与关断时输出没有寄生瞬变信号。

在大多数应用中，驱动MAX9725的前置放大器输出具有直流偏置，典型值是电源电压的一半。启动时，通过内部输入电阻(MAX9725A-MAX9725D为25kΩ，MAX9725E最小为10kΩ)，输入耦合电容充电至前置放大器的直流偏置电压，产生咔嗒/噼噗声。根据与前置放大器启动有关的 $R_{IN} \times C_{IN}$ ，将SHDN的上升沿延迟4至5倍的时间常数，可以消除由输入滤波器引起的咔嗒/噼噗声(参见功能框图)。

应用信息

功耗

在正常工作条件下，线性功率放大器会消耗很大的功率。在Absolute Maximum Ratings部分的Continuous Power Dissipation中给出了每种封装所允许的最大功耗值，也可以用以下公式计算：

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

式中 $T_{J(MAX)}$ 为+150°C， T_A 是环境温度， θ_{JA} 是Absolute Maximum Ratings中规定的降额因数的倒数，单位为°C/W。例如，薄型QFN封装的 θ_{JA} 是+59.3°C/W。

MAX9725有两个功耗源：电荷泵与两个放大器。如果功耗超出给定封装的额定耗散功率值，可减小 V_{DD} 、增大负载阻抗、降低环境温度或增强器件散热能力。较大的输出、电源以及接地布线面积可降低 θ_{JA} ，能够从封装周围扩散更多的热量。

输出功率

当左右声道音频信号的幅值和相位都不相同时，MAX9725输出功率相应增大。图4给出了输入信号同相与反相两种极端情况下的输出功率。典型立体声应用的输出功率介于图4所示两种极端情况之间。两路输入同相时，MAX9725每通道输出功率为20mW。

负电源向其他电路供电

MAX9725内部产生负电源(PV_{SS})，提供以地为参考的输出。PV_{SS}能为其他器件提供电源，不过从PV_{SS}吸取的电流被限制在1mA，如果从PV_{SS}吸取的电流超过1mA，会影响耳机驱动器输出功率，影响THD+N。在典型应用中，PV_{SS}可以为LCD偏置提供负电源。

PV_{SS}没有经过稳压，与 V_{DD} 成比例。为获得最佳电荷泵工作特性，可在C1P和C1N之间连接一个1μF电容。

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

元件选择

输入滤波

交流耦合电容(C_{IN})与内部增益设置电阻一起构成了高通滤波器，可以消除输入信号中的任何直流偏置(见功能框图)。 C_{IN} 使MAX9725A–MAX9725D能够为信号提供最佳的直流偏置电平。假定信号源阻抗为0，高通滤波器的-3dB点为：

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

选择合适的 C_{IN} ，使 f_{-3dB} 远低于要求的最低频率。 R_{IN} 为25k Ω (MAX9725A–MAX9725D)或10k Ω (MAX9725E，最小值)。如果 f_{-3dB} 设置过高，会影响放大器的低频响应。选用低压系数的电介质电容。薄膜或C0G介质电容是较好的交流耦合电容。陶瓷电容等高压系数电容可能会导致低频失真加剧。

电荷泵电容选择

使用ESR小于100m Ω 的电容。低ESR陶瓷电容可以使电荷泵的输出阻抗最小。在扩展温度范围内，X7R介质电容可获得最佳性能。表1列出了推荐电容生产商。

飞电容($C1$)

$C1$ 数值会影响电荷泵的负载调节能力以及输出阻抗。 $C1$ 过小，MAX9725电流驱动能力就会变差，导致输出电压降低。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. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance 曲线图。

保持电容($C2$)

保持电容的容值与ESR直接影响PV_{SS}的纹波。增大 $C2$ 的容值会减小输出纹波。选择低ESR的电容可减小纹波与输出阻抗。在最大输出功率较低的系统中可以使用容值较小的电容。参见典型工作特性中的Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance曲线图。

电源旁路电容($C3$)

电源旁路电容($C3$)可降低电源输出阻抗，并减弱MAX9725电荷泵开关瞬态影响。用与 $C1$ 电容值相等的 $C3$ 旁路V_{DD}至PGND，并尽可能靠近V_{DD}放置。

布板与接地

良好的布板与接地是获得最佳性能的关键。在PCB上将PGND与SGND单点连接。将PV_{SS}与SV_{SS}连接，用 $C2$ 将其旁路至PGND。用 $C3$ 将V_{DD}旁路至PGND。将 $C2$ 和 $C3$ 尽可能靠近MAX9725放置。PGND及所有传输开关瞬态信号的引线要避免SGND和音频信号通道。

MAX9725不需要额外的散热。薄型QFN封装的裸焊盘提高了封装的散热能力。确保裸焊盘与GND和V_{DD}电气隔离。如果需要，可将裸焊盘与V_{SS}连接。

UCSP应用信息

关于UCSP结构、尺寸、卷带包装信息、印刷电路板技术、焊球-焊盘布板、推荐的回流焊温度曲线以及最新的可靠性测试数据，请参考应用笔记1891：晶片级封装(WLP)及其应用。

表1. 推荐的电容厂商

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

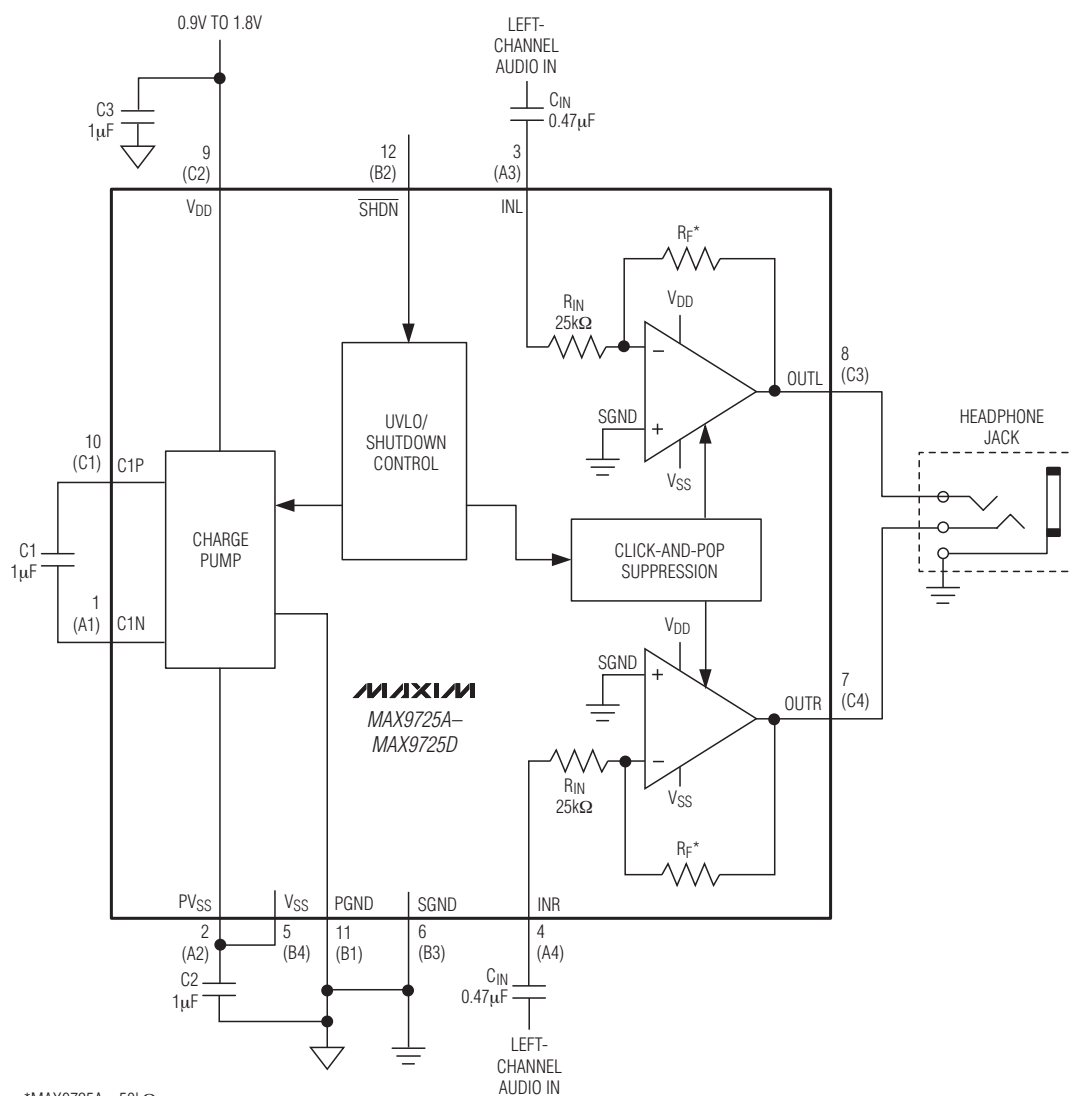
系统框图



1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

功能框图

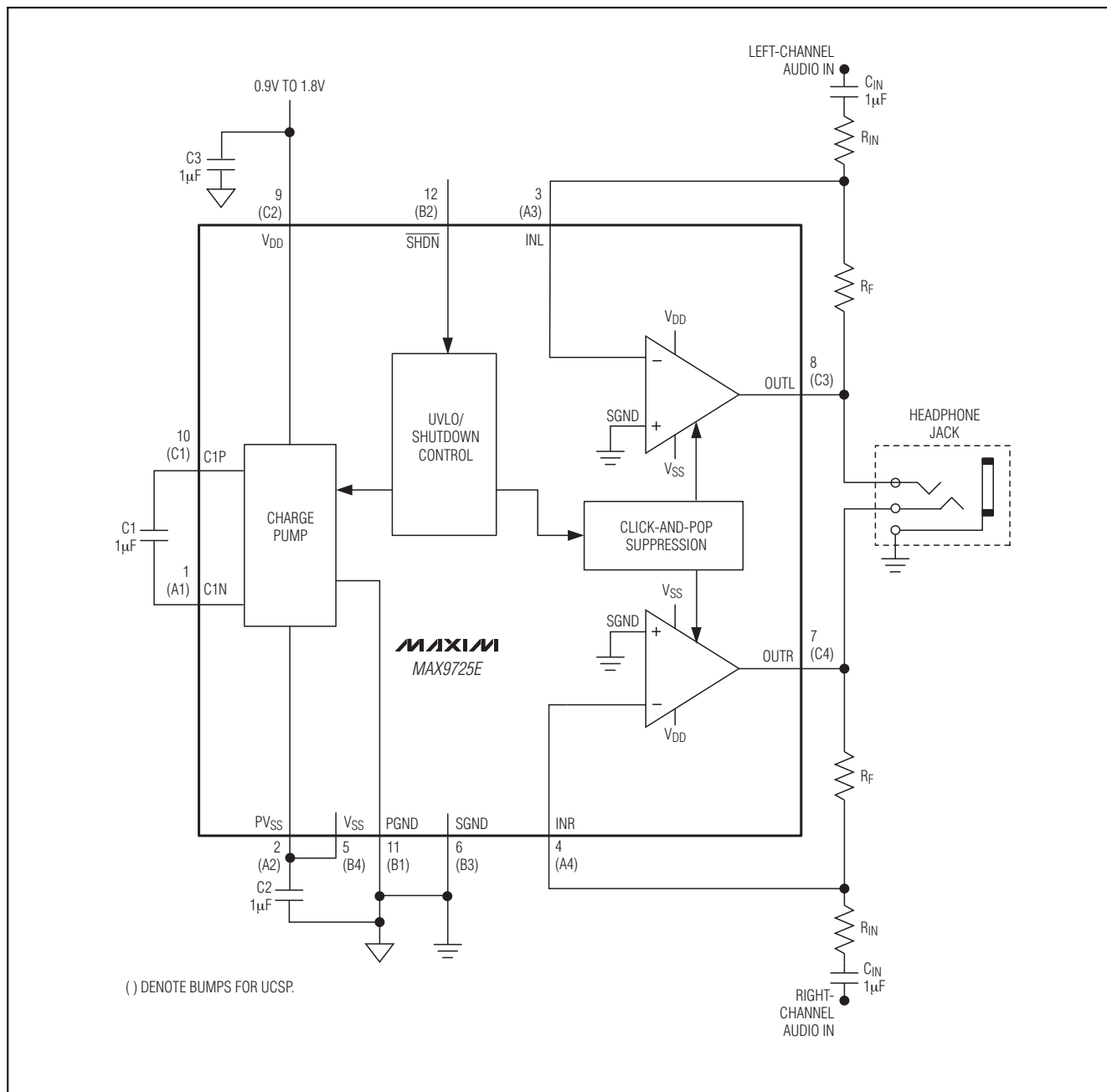
MAX9725



*MAX9725A = 50kΩ.
MAX9725B = 37.5kΩ.
MAX9725C = 25kΩ.
MAX9725D = 100kΩ.
() DENOTE BUMPS FOR UCSP.

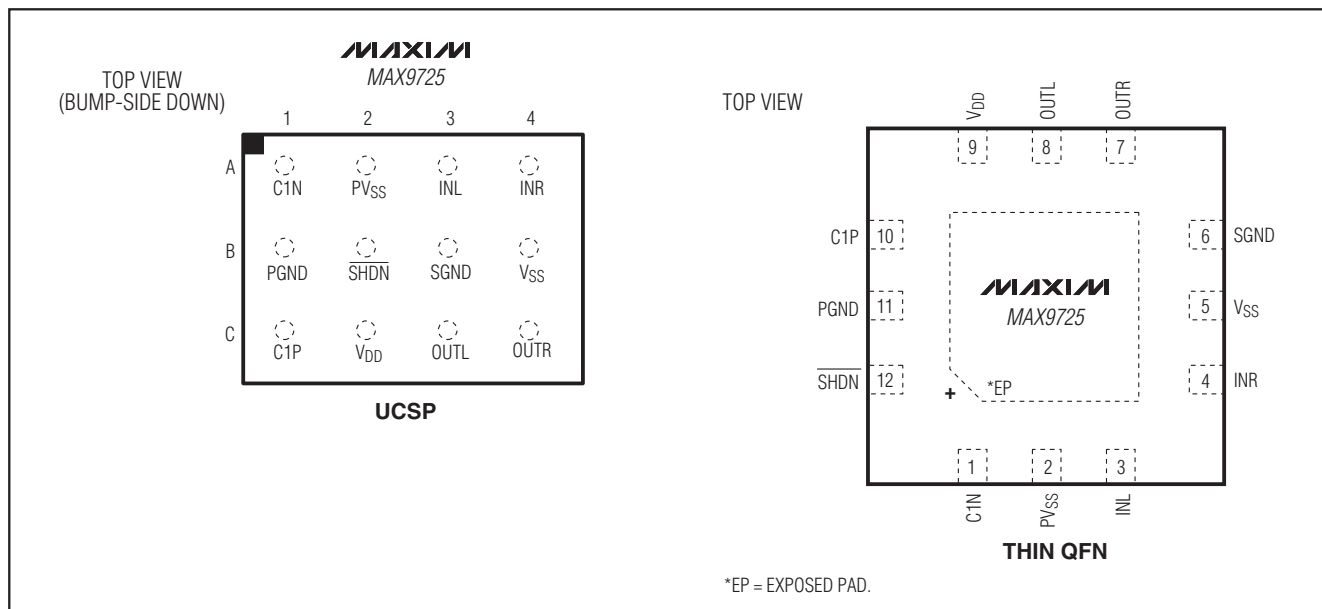
1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

功能框图(续)

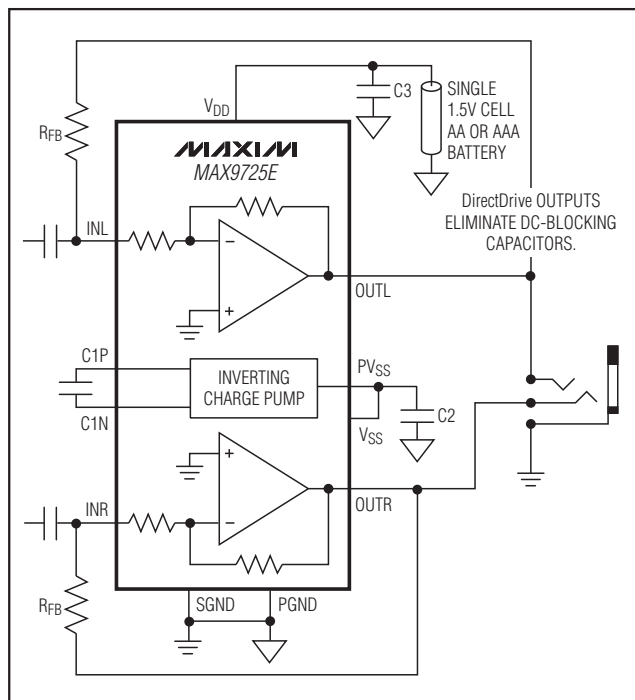


1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

引脚配置



方框图(续)



订购信息(续)

PART	PIN-PACKAGE	TOP MARK	GAIN (V/V)
MAX9725BETC+	12 TQFN-EP*	+AAEX	-1.5
MAX9725CEBC+TG45	12 UCSP	+ACM	-1
MAX9725CETC+	12 TQFN-EP*	+AAEY	-1
MAX9725DEBC+TG45	12 UCSP	+ACN	-4
MAX9725DETC+	12 TQFN-EP*	+AAEZ	-4
MAX9725EEBC+TG45	12 UCSP	+AEF	ADJ
MAX9725EETC+**	12 TQFN-EP*	+AAGH	ADJ

注：所有器件工作于-40°C至+85°C温度范围。

+表示无铅(Pb)符合RoHS标准的封装。

T = 卷带包装。

*EP = 裸焊盘。

**未来产品——供货状况请联系工厂。

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

PROCESS: BiCMOS

芯片信息

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询 china.maxim-ic.com/packages。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	文档编号
12 UCSP	B12-1	21-0104
12 TQFN-EP	T1244-4	21-0139

1V、低功耗、DirectDrive立体声耳机放大器，带有关断功能

修订历史

修订次数	修订日期	说明	修改页
0	11/04	最初版本。	—
1	5/05	删除UCSP封装中表示未来产品的星号，增加了 <i>Electrical Characteristics</i> 表注释。	1-3, 13, 14
2	11/07	增加了MAX9725E封装、MAX9725E <i>Electrical Characteristics</i> 表、方框图、功能框图和系统框图，更新了封装外形图。	1-3, 6, 8-19
3	8/08	更正了功能框图中的错误。	14
4	3/09	更新了订购信息，并做了一些格式上的修改。	1, 15

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