

LM4681演示板 用户指南

查询LM4681供应商

美国国家半导体公司
应用注释1488
Kevin Hoskins
2006年5月



快速使用指南

将I²C信号发生器和接口电路板连接至计算机的并行端口。

安装LM4681控制软件: "LM4681_Software_ver1-1."

将3.0V至5.0V的电源的正电压输出加到跳线JP6上的"I2CVDD"引脚。将电源的接地回路加到JP6上的"GND"引脚。

将9.0V至15.5V的电源的正电压输出加到跳线JP1上的"VDD"引脚。将电源的接地回路接到JP1上的"GND"引脚。

I²C信号发生器和接口电路板以及在LM4681演示板上的5引脚连接器(JP7)之间采用5线电缆进行连接。

在跳线器JP4和JP2上输入立体音频信号。分别将源信号和接地端应用至"IN1"引脚和"GND"引脚。

在JP5上的引脚之间连接一个负载($\geq 8\Omega$)，在JP3上的引脚之间连接其他负载。

开通电源,开始测量。插入一对耳机,尽享其中乐趣。

介绍

为了帮助用户对LM4681的特性和能力进行查证和评估,音频产品组提供了一块广受欢迎的演示电路板,如图1所示。连接一个外置电源,一个信号源和一个I²C或者SPI控制器(或者信号源),LM4681演示板很容易地演示放大器的性能。

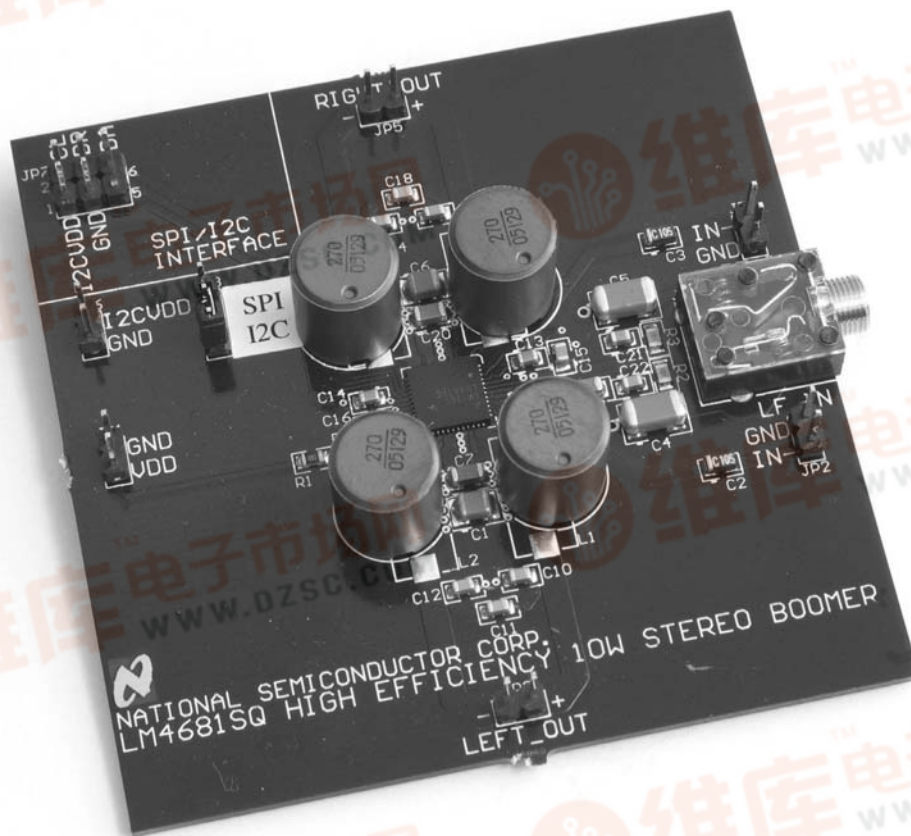


图1.LM4681的演示电路板

20195901



通用说明

LM4681是一款D类音频放大器，内置数字可控的音量控制和AB类立体声耳机放大器。经过优化，LM4681可工作在从9.0V至15.5V宽广的电源电压范围内。当通过14.0V电源供电时，该放大器能在每个通道上向8Ω负载传送10W_{RMS}功率，THD为10%。

经过专门设计的Boomer音频功率放大器可以提供采用最少外围器件的高品质输出功率。LM4681是一款高效率D类放大器，是体积最小化设计的最佳选择，应用实例如无法提供足够的散热区的平板显示器，或者在生产大音量输出的同时必须延长电池使用时间的便携式系统。

LM4681包括一个数字可控的（I²C）32阶音量控制，可优化系统成本并能将印刷电路板面积降到最小。

LM4681的独特性能还包括低功耗的关机模式、一种内置的热关机保护机制以及输出级故障检测和限流保护功能。

工作条件

温度范围 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$

放大器电源电压 $9.0\text{V} \leq V_{DD} \leq 15.5\text{V}$

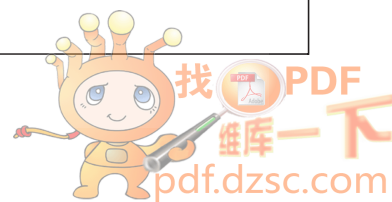
电路板特性

LM4681的演示电路板具备所有必要的连接，使用100mil的针接头连接电源电压、音频输入信号和I²C信号输入。在100mil的针接头上产生D类放大器的输出。在立体声耳机插座和100mil的针接头上均可连接AB类耳机放大器的音频信号。

在演示板上还包含了一个I²C信号发生电路板和相应的软件。使用电路板及其软件，用户可容易地控制LM4681的停机功能和立体声音量控制。图3所示为该软件的用户图形界面。

电路

图2所示为LM4681的演示电路板电路。请参考表1中的连接和相应功能列表。



电路 (续)

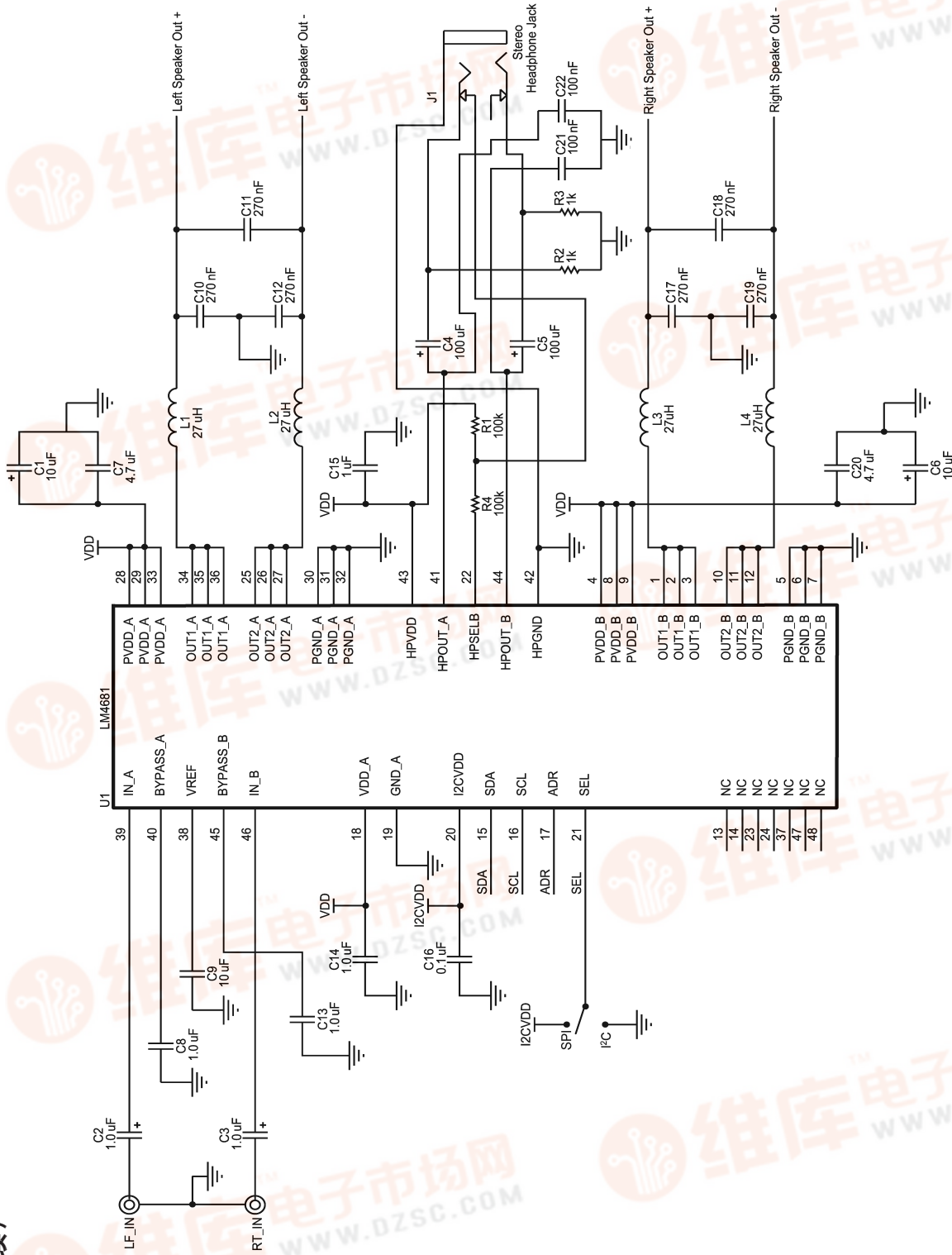
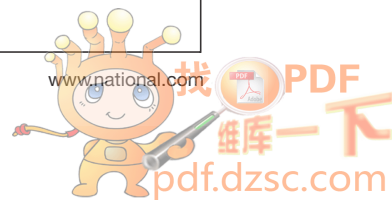


图2.LM4681演示电路板的电路图



连接

通过LM4681演示板上的100mil的针接头来完成与外界的连接。不同的针接头的功能在表1中均有具体描述。

表1.LM4681演示电路板的连接

跳线名称	功能或者使用
JP1	电源连接. 将一个外置的电源的电压正端连接至标识"VDD"的JP1引脚, 电源电压的接地端连接至标识有"GND."的引脚。
JP2	连接至放大器的输入端A (在演示板上标识为 "LF_IN" 输入端). 将一个外置的信号源的电压正端接至标识"IN"的JP2引脚, 而信号源的地端则以标识有"GND."端为参考。
JP3	连接至放大器的输出端A(在演示板上标识为 "LEFT_OUT" 输出端). 将标识 "+" 的JP3引脚连接至外置信号测量仪的正向输入端. 将标识 "-" 的JP3引脚连接至外置信号测量仪的负向输入端。
JP4	连接至放大器的输入端B(在演示板上标识为 "RT_IN" 输入端). 应用一个外置的信号源电压正端至标识"IN"的JP4引脚, 而信号源的地端则以标识有"GND."端为参考。
JP5	连接至放大器的输出端B(在演示板上标识为 "RIGHT_OUT" 输出端). 将标识 "+" 的JP5引脚连接至外置信号测量仪的正向输入端. 将标识 "-" 的JP5引脚连接至外置信号测量仪的负向输入端。
JP6	如果使用外置的I ² C电源电压,将该电源的电压正端连接至标识为 "I ² CV _{DD} " 的JP6 引脚, 电源的接地端则连接至标识为 "GND."的引脚. 如果未使用外置电源电压,则将跳线器的引脚保持于空置状态。
JP7	针接头用于I ² C信号输入. JP7引脚1用于I ² CV _{DD} , 其通过I ² C信号源产生, JP7引脚2用于SCL信号, JP7引脚3用于GND, JP7引脚4用于ADR信号, 以及JP7引脚6用于SDA信号。
JP8	三引脚跳线器用于选择I ² C或者SPI数字接口协议. 当使用SPI协议时将引脚1和引脚2短路. 当使用I ² C协议时将引脚2和引脚3短路。

电源供电时序

LM4681使用两个电源电压: V_{DD}用于D类功率放大器和AB类耳机放大器, 而I²CV_{DD}则用于数字控制(音量、停机等等)。为确保满足正确的功能, 首先加载I²CV_{DD}, 接着施加V_{DD}。器件通过关机激活、将音量调至最低并激活静音来进行上电。

I²C信号发生电路板和软件

I²C信号发生和接口电路板, 以及LM4681软件, 会产生在I²C控制和数据处理中使用的地址字节和数据字

节。在使用I²C信号发生和接口电路板时, 请将其插入计算机的并行端口(在笔记本电脑或者台式电脑上皆有此并行端口)。

软件带有安装程序。先解压缩文件名"LM4681_Software_ver1-1"。经过文件解压缩之后, 双击"setup.exe"文件。在文件运行之后, 请遵循安装操作指南。安装程序会在"C"盘(若使用默认设置)创建文件夹"LM4681", 并在"开始"菜单的"程序"文件夹中创建一个同名快捷方式链接。



I²C信号发生电路板和软件（续）

[查询LM4681供应商](#)

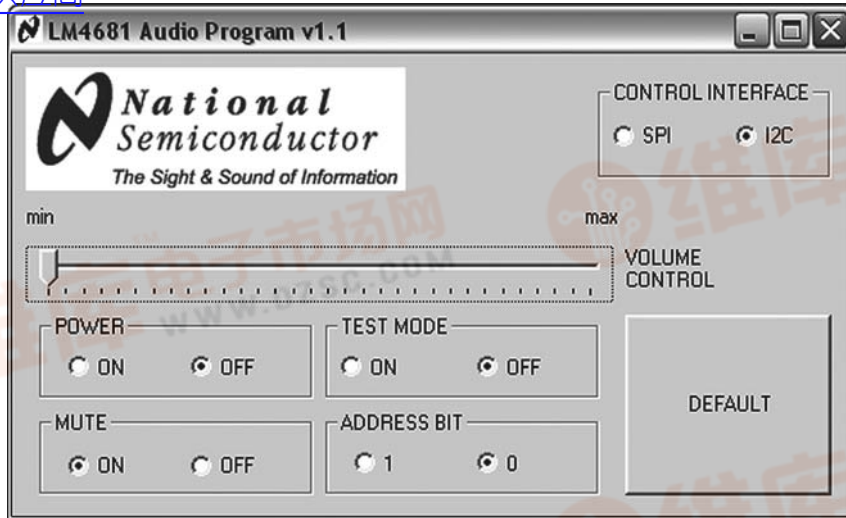


图3.LM4681演示板控制程序的用户界面

LM4681程序包含放大器音量控制、停机、静音以及串行接口应用（I²C或者SPI）的控制。控制程序的用户界面如图3所示。

使用默认按钮来将LM4681返回至电源开启重置状态（最小音量设定，静音开启和停机开启）。

LM4681的立体声音量控制(**VOLUME CONTROL**)具有32阶调节,且增益范围从-48dB至+30dB（D类放大器）或者-65dB至+13dB（AB类耳机放大器）。通过程序窗口顶部位置的滑选项来控制。每当滑选项从一个刻度移至另一个时，程序会更新放大器的音量控制。

电源(Power)控制有两个环形按钮。当选择OFF键时，LM4681处于低功耗停机模式。当选择ON键时，LM4681处于全功能运行中。

使用程序的**静音(MUTE)**部分来对放大器（同时对D类放大器和AB类耳机放大器）输出进行静音。**Mute On**使放大器输出静音。**Mute Off**解除对放大器输出的静音并将输出信号电平恢复到由**VOLUME CONTROL**设定的值。

软件界面的最后部分是**ADDRESS BIT**。该位可设定为1或者0。根据环形按钮的选择，软件强制I²C接口电路板在LM4681的ADR引脚上施加一个逻辑低电平或逻辑高电平。LM4681会对由软件地址位控制选择的地址作出具体响应。

印刷电路板布局指南

该部分提供PCB布局中使用不同的电源和地线而常用的实践指南。设计师们需要注意的是这些只是“拇指规则”的建议，并通过最终的布局可判断实际的结果。

电源层和接地层电路

星形布线技术（单独的迹线返回至一个中间点而非是连续排列的菊花链布线）对低电平信号性能具有主要的正面影响。星形布线指的是使用源自一个信号点单独发出的走线向每个电路甚至器件传送功率和接地。该技术需要更多的设计时间，但不会增加电路板的最终成本。

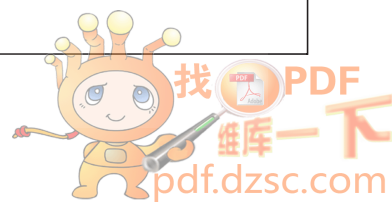
避免典型的设计/布局难题

避免在相同的PCB层上出现接地环路或者互相平行的数字和模拟（并排）走线。当布线必须互相交叉时，以90度实现交叉。尽可能从顶层至底层使得数字和模拟布线互相之间呈90度交叉，从而将噪声容性耦合和串扰降到最低。

元件清单

查询LM4681供应商

名称	说明	封装	数值	注释
C1	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC3225-1210 (Surface Mount)	10μF	25V, Tantalum
C2	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC2012-0805 (Surface Mount)	1.0μF	10V, Tantalum
C3	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC2012-0805 (Surface Mount)	1.0μF	10V, Tantalum
C4	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC4532-1812 (Surface Mount)	100μF	10V, Tantalum
C5	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC4532-1812 (Surface Mount)	100μF	10V, Tantalum
C6	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC3225-1210 (Surface Mount)	10μF	25V, Tantalum
C7	Capacitor	CC3216-1206 (Surface Mount)	4.7μF	50V, Ceramic
C8	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	1.0μF	50V, Ceramic
C9	Capacitor	CC3216-1206 (Surface Mount)	10μF	10V, Tantalum
C10	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	270nF	50V, Ceramic
C11	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	270nF	50V, Ceramic
C12	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	270nF	50V, Ceramic
C13	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	1.0μF	50V, Ceramic
C14	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	1.0μF	50V, Ceramic
C15	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	1μF	50V, Ceramic
C16	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	0.1μF	50V, Ceramic
C17	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	270nF	50V, Ceramic
C18	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	270nF	50V, Ceramic
C19	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	270nF	50V, Ceramic
C20	Capacitor	CC3216-1206 (Surface Mount)	4.7μF	50V, Ceramic
C21	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	100nF	50V, Ceramic
C22	Capacitor	CC2013-0805 (Surface Mount)	100nF	50V, Ceramic
J1	3-Conductor Headphone Jack	STEREO HEADPHONE JACK (3.5MM)		
JP1	Header, 2-Pin	HDR1X2		
JP2	Header, 2-Pin	HDR1X2		
JP3	Header, 2-Pin	HDR1X2		
JP4	Header, 2-Pin	HDR1X2		
JP5	Header, 2-Pin	HDR1X2		
JP6	Header, 2-Pin	HDR1X2		
JP7	Header, 3-Pin, Dual row	HDR2X3		
JP8	Header, 3-Pin	HDR1X3		
L1	Inductor	SMT_INDUCTOR	27nH	
L2	Inductor	SMT_INDUCTOR	27nH	
L3	Inductor	SMT_INDUCTOR	27nH	
L4	Inductor	SMT_INDUCTOR	27nH	
R1	Resistor	CC2013-0805	100k	5%
R2	Resistor	CC2013-0805	1k	5%
R3	Resistor	CC2013-0805	1k	5%
R4	Resistor	CC2013-0805	100k	5%



演示板PCB布局

图4至图9显示了应用于LM4681的四层演示板具体

不同的层。图4为丝网层可以显示器件的位置。图5为顶层。图6为上部内层。图7为下部的内层。图8为底层。

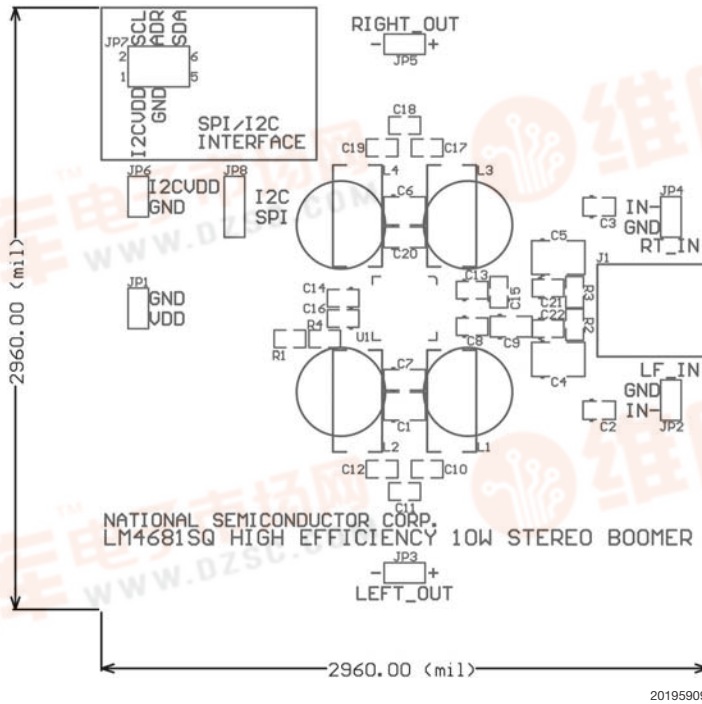


图4.顶层丝网（按实际尺寸的2.6倍显示）

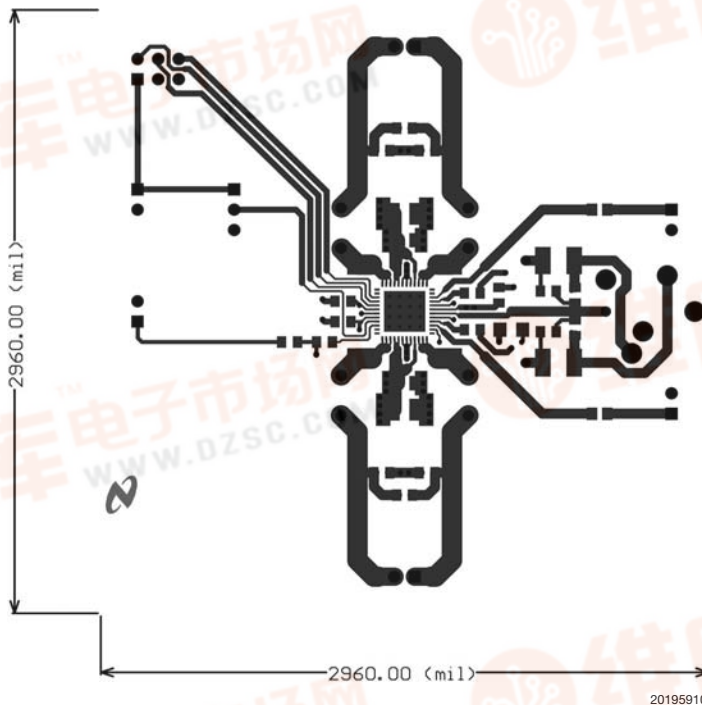
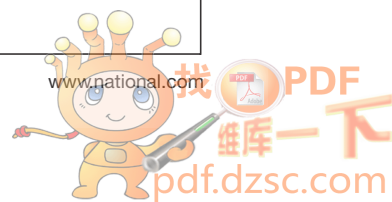


图5.顶层（按实际尺寸的2.6倍显示）



演示板PCB布局(续)

[查询LM4681供应商](#)

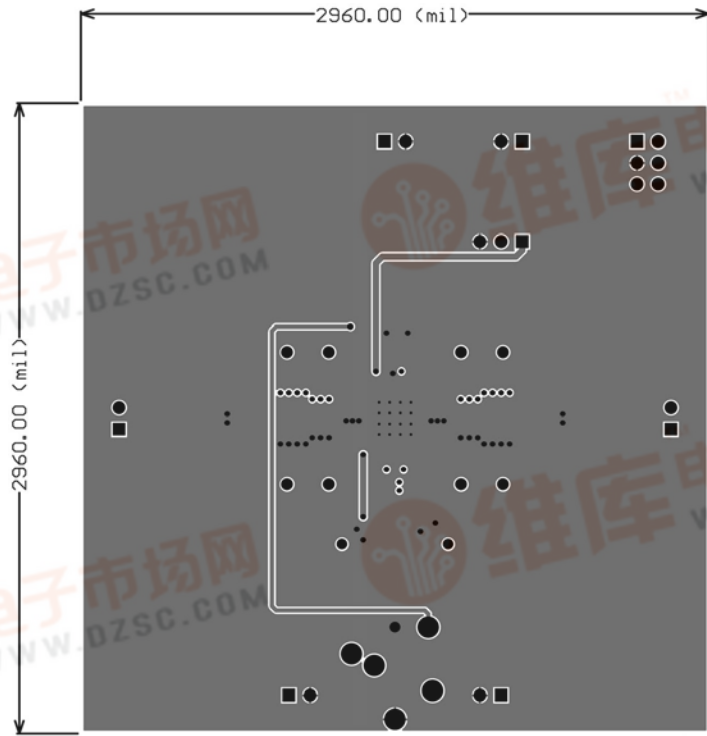


图6.上部中间层 (按实际尺寸的2.6倍显示)

20195911

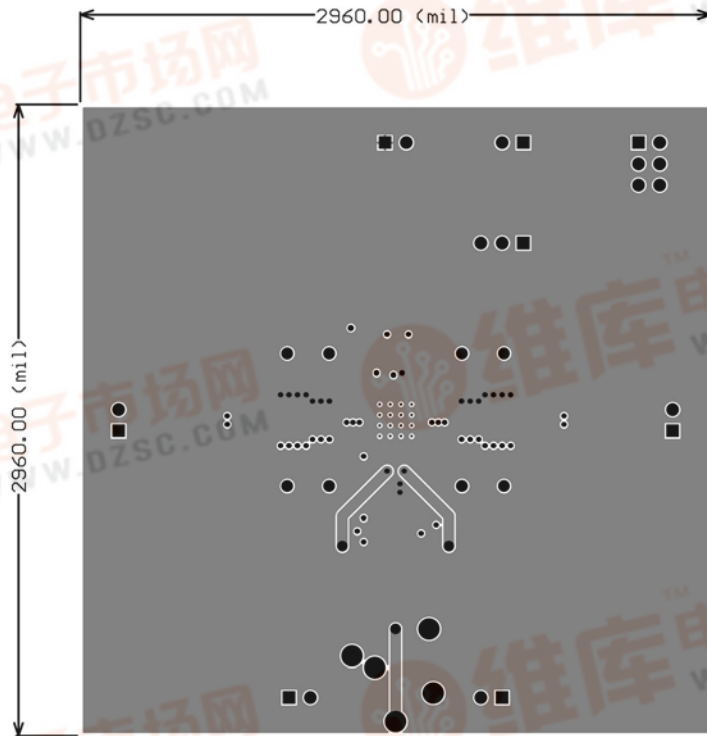


图7.下部中间层 (按实际尺寸的2.6倍显示)

20195912



演示板PCB布局 (续)

[查询LM4681供应商](#)

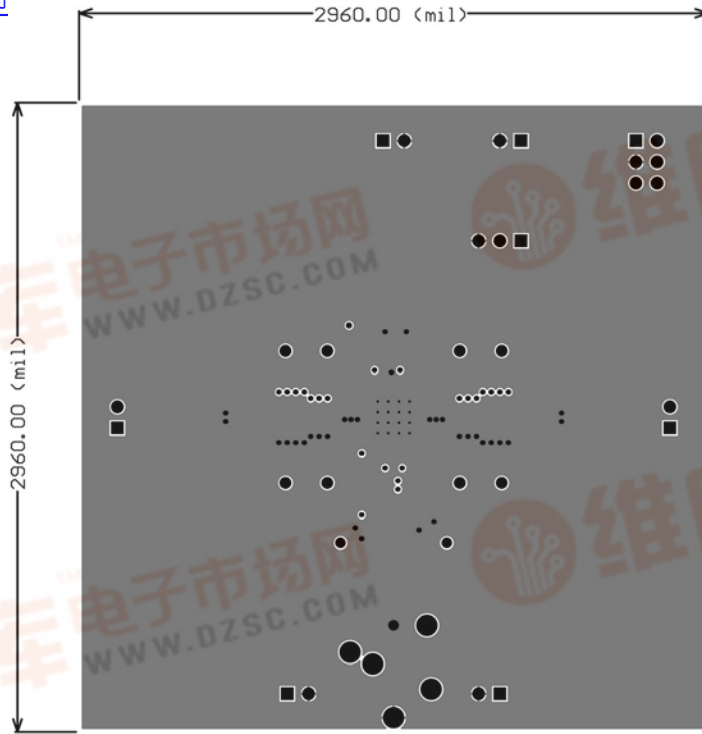


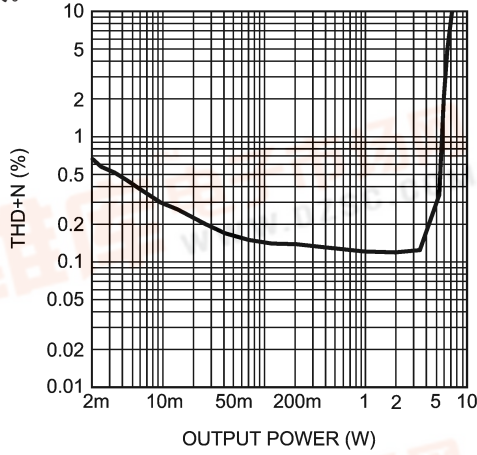
图8.底层 (按实际尺寸的2.6倍显示)

20195913



典型的演示电路板音频性能 (C-CUPL模式)

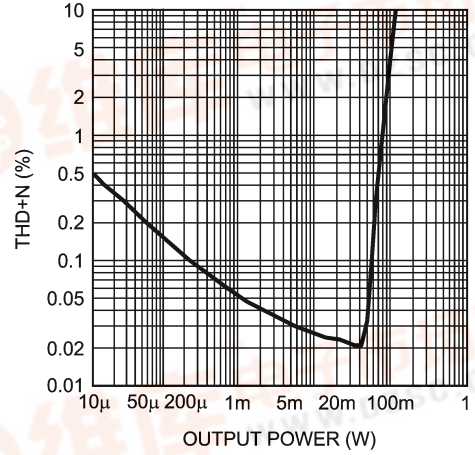
如图9和图10所示, 当 $V_{DD}=12V$ 时, 典型的D类功率放大器和AB类耳机放大器各自的THD+N与输出功率性能比较。如图11和图12所示, 当 $V_{DD}=12V$ 时, 典型的D类功率放大器和AB类耳机放大器模式各自的THD+N与频率性能关系曲线。



20195914

$R_L=8\Omega, f_{IN}=1kHz, V_{DD}=12V$

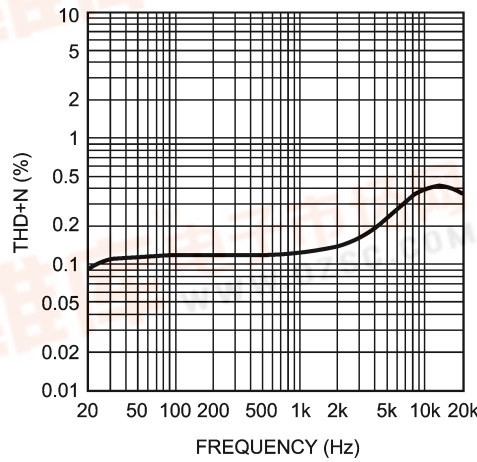
图9.D类放大器THD+N与输出功率的关系



20195915

$R_L=32\Omega, f_{IN}=1kHz, V_{DD}=12V$

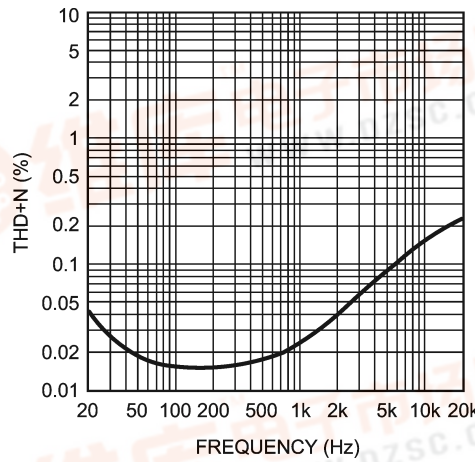
图10.AB类耳机放大器THD+N与输出功率的关系



20195916

$R_L=8\Omega, f_{IN}=1kHz$
 $V_{DD}=12V, P_O=1W$

图11.D类放大器的THD+N与频率之间的关系



20195917

$R_L=32\Omega, f_{IN}=1kHz$
 $V_{DD}=12V, P_O=20mW$

图12.AB类耳机放大器的THD+N与频率之间的关系



附录A LM4681 I²C/SPI 控制寄存器

查询LM4681供应商

表A1所示为通过两个内置I²C控制寄存器间的操作而实现的具体功能。

表A1. LM4681 I²C/SPI 控制寄存器寻址和数据格式表

	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
I ² C 地址	1	1	0	1	1	0	ADR	0
模式控制寄存器	0	X	0	X	X	X	0 Mute Active	0 Shutdown Active
音量控制寄存器 (见表4)	1	0	0	V4	V3	V2	V1	V0

附录B 音量控制设定二进制值

当给音量控制寄存器加载00000时，最小的音量设定为-64.94dB (耳机放大器输出)或者-48.03dB (D类放大器输出)。以二进制形式增加的音量控制寄存器增加了音量控制设定，在11111处达到了满幅。表C1显示32阶二进制音量控制设定每一个的增益值。

表B1. 不同音量控制增益设定的二进制值

Gain (dB)		Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
HP Outputs	Class D Outputs					
-64.94	-48.03	0	0	0	0	0
-64.94	-48.03	0	0	0	0	1
-56.94	-36.03	0	0	0	1	0
-47.94	-31.03	0	0	0	1	1
-42.94	-26.03	0	0	1	0	0
-37.94	-21.03	0	0	1	0	1
-33.94	-17.03	0	0	1	1	0
-31.94	-15.03	0	0	1	1	1
-28.94	-12.03	0	1	0	0	0
-25.94	-9.03	0	1	0	0	1
-22.94	-6.03	0	1	0	1	0
-20.94	-4.03	0	1	0	1	1
-18.94	-2.03	0	1	1	0	0
-16.94	-0.03	0	1	1	0	1
-14.94	1.97	0	1	1	1	0
-12.94	3.97	0	1	1	1	1
-10.94	5.97	1	0	0	0	0
-8.94	7.97	1	0	0	0	1
-6.94	9.97	1	0	0	1	0
-4.94	11.97	1	0	0	1	1
-2.94	13.97	1	0	1	0	0
-0.94	15.97	1	0	1	0	1
1.06	17.97	1	0	1	1	0
3.06	19.97	1	0	1	1	1
6.06	22.97	1	1	0	0	0
7.07	23.97	1	1	0	0	1
8.06	24.97	1	1	0	1	0
9.06	25.97	1	1	0	1	1
10.06	26.97	1	1	1	0	0
11.06	27.97	1	1	1	0	1
12.06	28.97	1	1	1	1	0
13.06	29.97	1	1	1	1	1

附录C LLP封装、PCB、布局 and 安装考虑

欲知有关无引线导线封装 (LLP) 的更多信息，请参考应用注释 (AN-1187)。

因为美国国家半导体公司始终追求最佳的封装性能，请参考下列网址中关于附录C提及的LLP封装的更新信息：

<http://www.national.com/an/AN/AN-1187.pdf>。



修订记录

[查询LM4681供应商](#)

版本	日期	说明
1.0	05/26/06	初始WEB发布

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

- 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
- 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范 (CSP-9-111C2)》以及《相关禁用物质和材料规范 (CSP-9-111S2)》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何"禁用物质"。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

www.national.com

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

