

2.6W立体声音频功放

概述

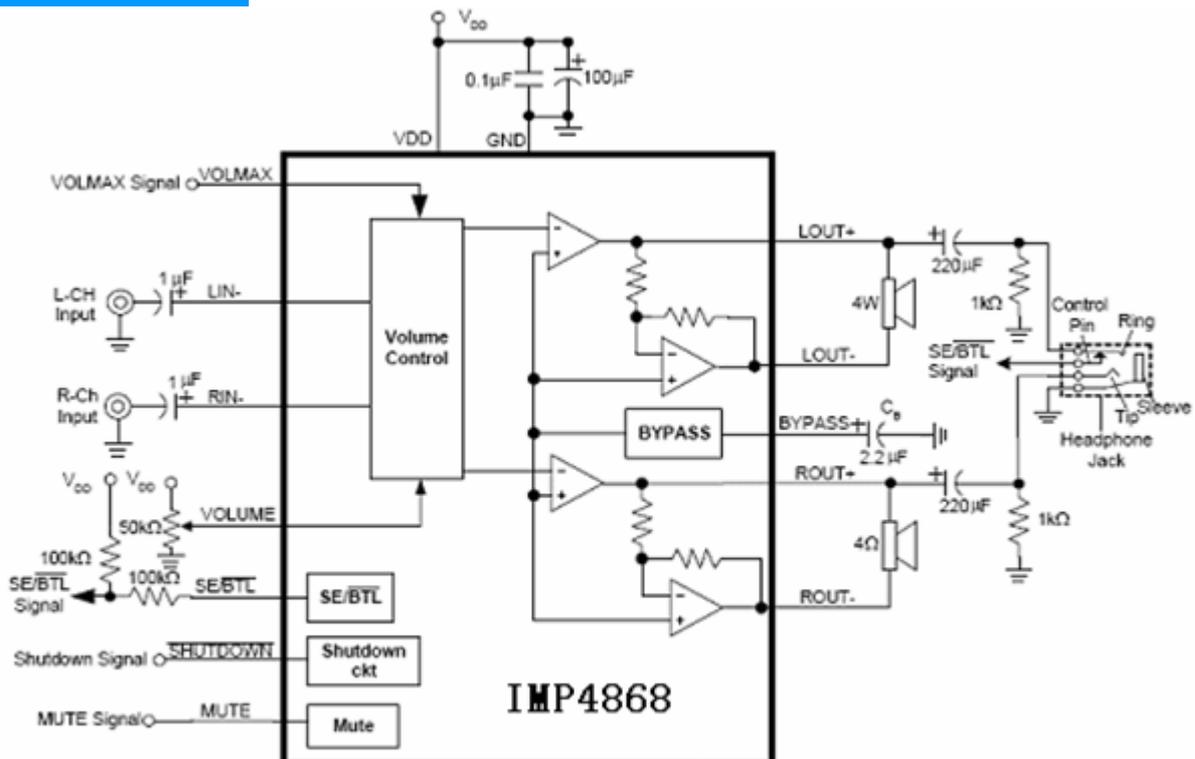
IMP4868是单片集成电路，能够提供精确的直流音量控制，内部立体声BTL音频功率放大器能够输出2.6W（1.8W）的功率驱动4Ω负载，THD+N低于10%（1.0%）。芯片可调音量分为32级，范围从20dB（DC_Vol=0V）到-80dB（DC_Vol=3.54V）。

由于集成了Depop 电路和热关断保护电路,IMP4868能够在power up和shut down期间减少pop和 click噪声，同时也改善了power off时的pop噪声。为简化音频系统的设计，IMP4868包括立体声BTL模式和立体声SE模式，分别用于驱动扬声器和耳机，可由相应的引脚 SE/BTL 选择。

特性

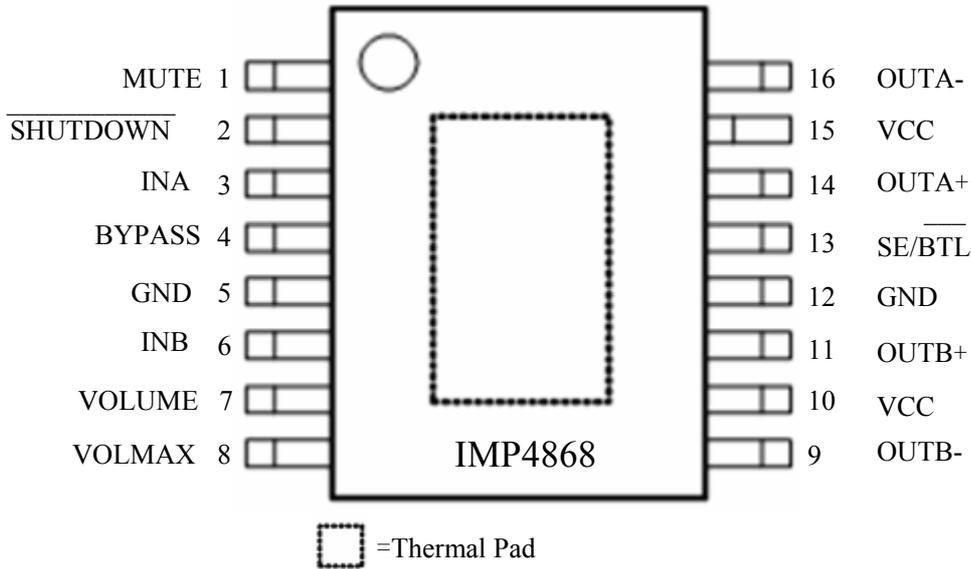
- 低工作电流（9mA）
- 消除开启和关断时输出噪声的Depop电路
- 32级音量控制
- 双通道，每通道能以BTL模式输出2.6W功率（4Ω 负载）
- SE/BTL接引脚可选择BTL和SE 模式两种输出模式
- 低功耗关断模式，典型值1uA
- 短路保护功能
- 热关断保护和过流保护
- 最大输出信号限幅
- Thermal Pad SOP-16P封装形式

典型应用



2.6W立体声音频功放

引脚分布



Connected to GND for better heat dissipation

管脚说明

管脚		I/O	说明
编号	名称		
1	MUTE	I	静音状态控制端，高电平有效
2	SHUTDOWN	I	低电平时芯片处于关断模式
3	INA	I	右声道输入
4	BYPASS	I	接旁路电容，产生内部偏置电压
5/12	GND	-	地线，连接到热pad
6	INB	I	左声道输入
7	VOLUME	I	增益选择信号输入端
8	VOLMAX	I	设置最大输出摆幅。输入一个非零电压（VC），输出电压摆幅将钳位在VOH（最大正值）-VC到VOL（最小负值）+VC之间。
9	OUTB-	O	左声道反向输出端，在BTL模式时有负的输出，在SE模式下呈现高阻
10/15	VCC	-	电源电压
11	OUTB+	O	左声道正向输出端，在BTL模式和SE模式下都有正的输出
13	SE/BTL	I	输出模式选择信号输入端
14	OUTA+	O	右声道正向输出端，在BTL模式和SE模式下都有正的输出
16	OUTA-	O	右声道方向输出端，在BTL模式时有负的输出，在SE模式下呈现高阻

2.6W立体声音频功放

状态控制输入列表

SHUTDOWN	MUTE	SE/BTL	工作模式
L	X	X	关断模式
H	L	L	BTL输出模式
H	L	H	SE输出模式
H	H	X	静音模式

绝对最大值范围

(以下数据除非另有说明, 都是针对常温情况)

参数名	说明	范围	单位
VCC	电源电压	-0.3~6	V
VIN	输入信号电压, 如: SE/BTL, SHUTDOWN, MUTE	-0.3~VCC+0.3	V
Tj	工作结温	150	°C
Tstg	储藏温度	-65~+150	°C
Tsdr	最高焊接温度, 10秒	260	°C

热特性

参数名	说明	范围	单位
Tja	芯片内部与外围环境之间的热阻 (SOP-16)	45	°C/W

推荐工作条件

参数名	说明	范围		单位	
		最小值	最大值		
VCC	电源电压	4.5	5.5	V	
Ta	环境温度	-40	80	°C	
Tj	工作结温	-	125	°C	
Vih	高电平电压	SHUTDOWN, MUTE	2	-	V
		SE/BTL	4	-	
Vil	低电平电压	SHUTDOWN, MUTE	-	1	V
		SE/BTL	-	1	
Vicm	共模输入电压	VCC-1	-	V	

2.6W立体声音频功放

电气特性

VCC = 5V, TA=25°C

参数名	说明	测试条件	范围			单位
			最小值	典型值	最大值	
Id	工作电流	SE/BTL=0V	-	9	20	mA
		SE/BTL=5V	-	4	10	
Isd	关断模式电流	SE/BTL=0V SHUT-DOWN=0V	-	1	-	uA
Iih	高输入电流		-	900	-	nA
Iil	低输入电流		-	900	-	nA
Vos	输出差分电压		-	5	-	mV

BTL 模式

VCC = 5V, TA = 25°C, RL = 4Ω, Gain = 2V/V (除非特别说明, 以下都是按此条件)

参数名	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Po	最大输出功率	THD+N=10% , RL=3Ω, fin = 1kHz	-	2.9	-	W
		THD+N=10% , RL=4Ω, fin = 1kHz	-	2.6	-	
		THD+N=10% , RL=8Ω, fin = 1kHz	-	1.6	-	
		THD+N=1% , RL=3Ω, fin = 1kHz	-	2.4	-	
		THD+N=1% , RL=4Ω, fin = 1kHz	-	1.8	-	
		THD+N=1% , RL=8Ω, fin = 1kHz	1	1.3	-	
THD+N	总谐波失真噪声	PO = 1.2W, RL = 4Ω, fin = 1kHz	-	0.07	-	%
		PO = 0.9W, RL = 8Ω, fin = 1kHz	-	0.08	-	
PSRR	电源抑制比	Vrr = 0.1Vrms, RL = 8Ω, CB = 1mF, fin = 120Hz	-	60	-	dB
Crosstalk	声道交越失真	CB = 1uF, RL = 8Ω, fin = 1kHz	-	90	-	dB
S/N	信噪比	PO = 1.1W, RL = 8Ω, A Weighting	-	95	-	dB

2.6W立体声音频功放

电气特性

(续)

工作参数, SE 模式 VCC = 5V, TA = 25°C, Gain = 1V/V

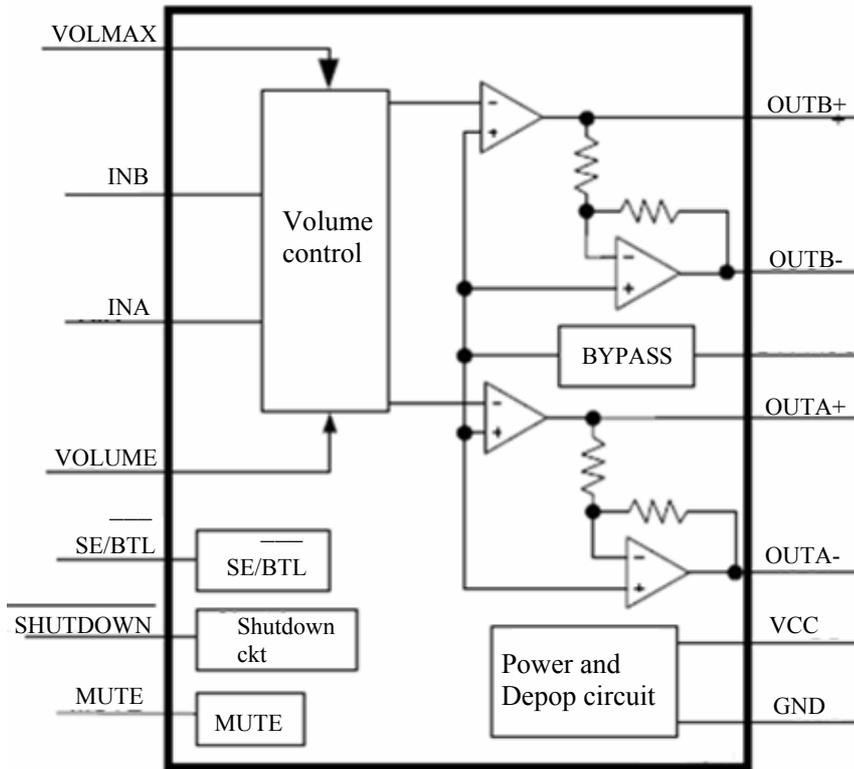
参数名	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Po	最大输出功率	THD+N=10%, RL=16Ω, fin = 1kHz	-	220	-	W
		THD+N=10%, RL=32Ω, fin = 1kHz	-	120	-	
		THD+N=10%, RL=16Ω, fin = 1kHz	-	160	-	
		THD+N=1%, RL=32Ω, fin = 1kHz	-	95	-	
THD+N	总谐波失真噪声	PO = 125mW, RL = 16Ω, fin = 1kHz	-	0.09	-	%
		PO = 65mW, RL = 32Ω, fin = 1kHz	-	0.09	-	
PSRR	电源抑制比	VIN = 0.1Vrms, RL = 8Ω, CB = 1uF, fin = 120Hz	-	60	-	dB
Crosstalk	声道交越失真	CB = 1uF, RL = 32Ω, fin = 1kHz	-	60	-	dB
S/N	信噪比	PO = 75mW, SE, RL = 32Ω	-	100	-	dB

音量控制表——BTL模式 VCC= 5V

增益 (dB)	高电平 (V)	低电平 (V)	迟滞 (mV)	理想电压 (V)
20	0.12	0		0
18	0.23	0.17	52	0.2
16	0.34	0.28	51	0.31
14	0.46	0.39	50	0.43
12	0.57	0.51	49	0.54
10	0.69	0.62	47	0.65
8	0.80	0.73	46	0.77
6	0.91	0.84	45	0.88
4	1.03	0.96	44	0.99
2	1.14	1.07	43	1.1
0	1.25	1.18	41	1.22
-2	1.37	1.29	40	1.33
-4	1.48	1.41	39	1.44
-6	1.59	1.52	38	1.56
-8	1.71	1.63	37	1.67
-10	1.82	1.74	35	1.78
-12	1.93	1.85	34	1.89
-14	2.05	1.97	33	2.01
-16	2.16	2.08	32	2.12
-18	2.28	2.19	30	2.23
-20	2.39	2.30	29	2.35
-22	2.50	2.42	28	2.46
-24	2.62	2.53	27	2.57
-26	2.73	2.64	26	2.69
-28	2.84	2.75	24	2.8
-30	2.96	2.87	23	2.91
-32	3.07	2.98	22	3.02
-34	3.18	3.09	21	3.14
-36	3.30	3.20	20	3.25
-38	3.41	3.32	18	3.36
-40	3.52	3.43	17	3.48
-80	5.00	3.54	16	5

2.6W立体声音频功放

模块框图



应用信息

BTL模式输出

IMP4868输出级有两个运算放大器，从而实现不同的输出模式。

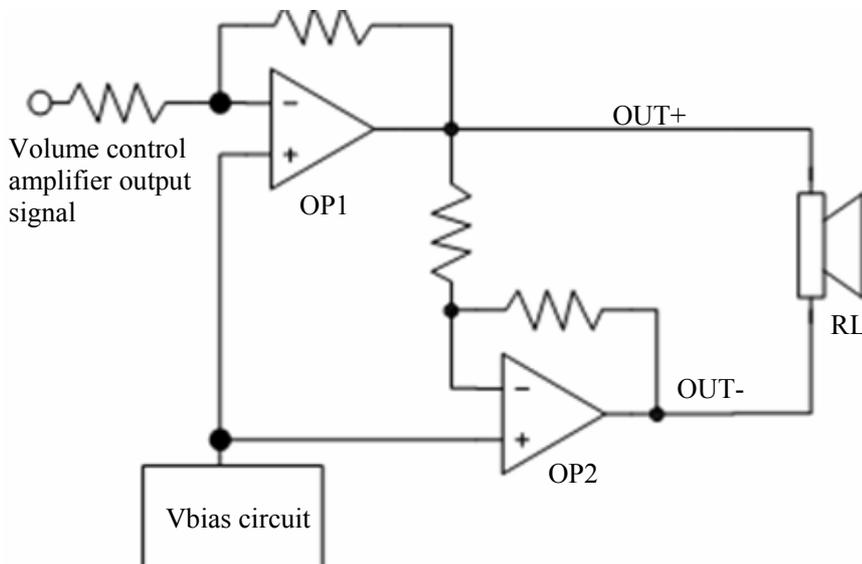


图1 内部驱动放大器（其中一个通道）

2.6W立体声音频功放

应用信息

(续)

功放中的OP1放大器的输出信号增益是由OP1的固有增益和内部音量控制放大器的增益共同决定的。而第二个放大器OP2是反向放大的作用，增益由内部确定。如图1所示，OP1的输出连接OP2的反向输入端，所以两个放大器的输出信号有 180度的相移。因此，每个声道的差分增益是SE模式下的两倍。

通过差分输出OUT+和OUT-驱动负载的这种放大器结构通常被称为BTL模式。而SE模式不同于BTL模式的输出结构，SE模式的输出级的负载一端式接地的。相对于SE结构的放大器，BTL模式的放大器有一些独特的优势，因为有差分输出结构驱动负载，所以使得输出摆幅是单端模式的两倍。也就是说在同等情况下，BTL模式的功率是SE模式的4倍。此外，BTL放大器相对于SE结构还有一个优点，由于BTL结构的差分输出级，OUTA+、OUTA-、OUTB+、OUTB-等信号被偏置在中间电平，所示驱动负载时无需再加直流。这就使得BTL结构相比于SE结构省去了输出耦合电容。

SE模式输出

观察上述应用电路可得，SE结构的输出需要一个输出耦合电容为负载提供直流电平。此类电容一般非常大（大约33uF~1000uF），芯片内部时无法实现的，所以要外接。那么就要占用PCB板的位置，而且还会限制系统的低频性能。因此，需要注意以下条件：

$$\frac{1}{C_B \times 150k\Omega} \leq \frac{1}{RC} \ll \frac{1}{R_L C_C} \quad (1)$$

输出模式选择

IMP4868可以在BTL和SE两种输出模式之间很方便的转换，可以同时满足扬声器和耳机的输出驱动。

在芯片内部有两个独立的放大器来驱动正向输出OUT+和反向输出OUT-（如图1所示）。SE/BTL端的信号控制反向放大器的输出OUTB-和OUTA-。

在SE/BTL端为低的时候，OP2是工作的，芯片处于BTL模式下

当SE/BTL端为高的时候，OP2呈现高阻状态，芯片工作在SE模式。在SE模式下I_{dd}减少将近一半。

SE/BTL端的输入信号可以是一个TTL逻辑信号或者是一个电阻反馈网络，也可以是耳机插孔产生的开关（如下图）。

2.6W立体声音频功放

应用信息

(续)

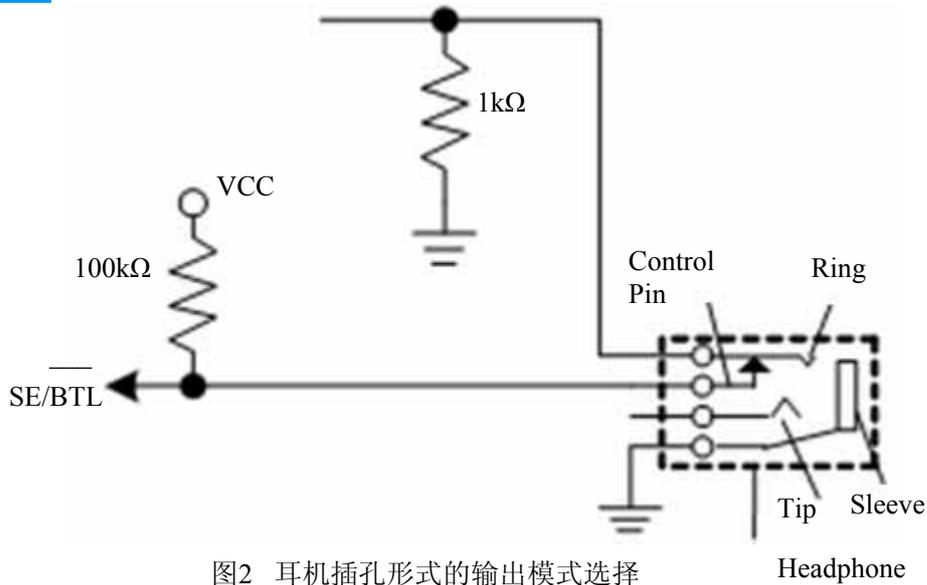


图2 耳机插孔形式的输出模式选择

在图2中，SE/BTL选择功能的操作如下：当耳机插入以后，原先1KΩ的下拉电阻断开，SE/BTL端被拉到高电平，实现SE模式。同时，当SE/BTL端输入为高的时候，反向放大器被关闭，使得扬声器保持静音状态。OUT+端输出通过输出耦合电容驱动耳机。当没有耳机插入的时候，耳机孔接触开关使SE/BTL端与1KΩ的下拉电阻相连接，使得选择端电平置于低，实现BTL模式。

音量控制功能

芯片内部有一个立体声音量控制模块，功能是设置音量控制输入端的直流电平。内部音量控制模块有32级增益，分别对应不同的输入直流电平。32级增益范围是从20dB到-80dB。每个增益级都精确的对应不同的输入音量，如上面表格所示。为了使音量输入端的噪声影响降到最小，IMP4868使用了迟滞和延时等技术。其中迟滞量对应半个增益级，如下图所示。

2.6W立体声音频功放

应用信息

(续)

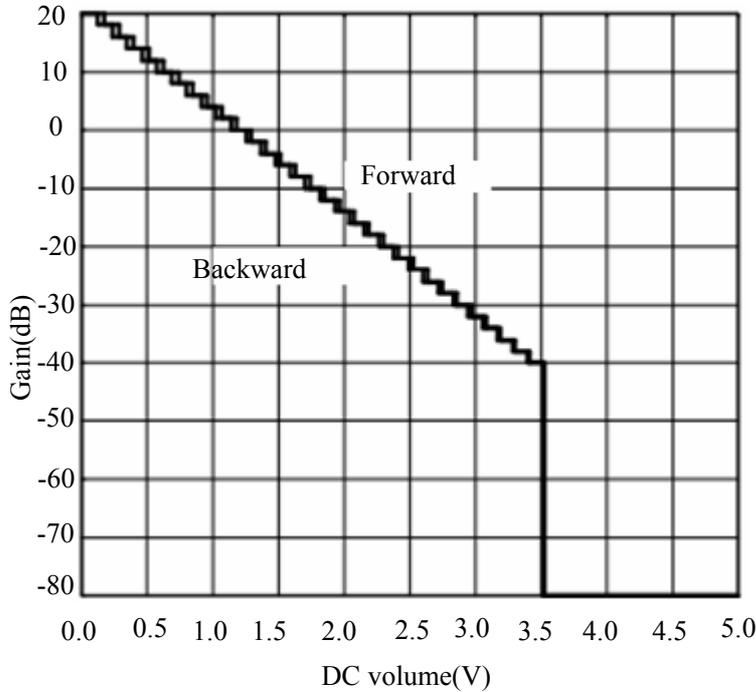


图3 音量控制增益级

为了达到较高精度，应根据“建议电压”列表中的对应关系来选择理想的增益级。而推荐的电压是准确的对应两个临近增益级的中间值。BTL模式下，在20dB到-40dB之间，每2dB为一级，最后一级是-80dB，即静音状态。

输入电阻 R_i

IMP4868的每种音频输入对应的增益级都是由音量控制放大器的输入电阻来设置的。

$$SEGain = Av = -\frac{R_F}{R_i} \quad (1)$$

$$BTL \text{ Gain} = -2 \times \frac{R_F}{R_i} \quad (2)$$

BTL模式下的2倍增益因子是因为差分输出驱动得到的。对于不同的增益级，芯片内部都有相对应的输入电阻，如图所示。这个输入电阻会影响低频的音频信号性能。最小的输入电阻是10K Ω ，这时增益被设置为20dB，随着输入电阻的增大，增益减小。同时要注意，由于工艺偏差会导致输入电阻有+/-10%的变化。

2.6W立体声音频功放

应用信息

(续)

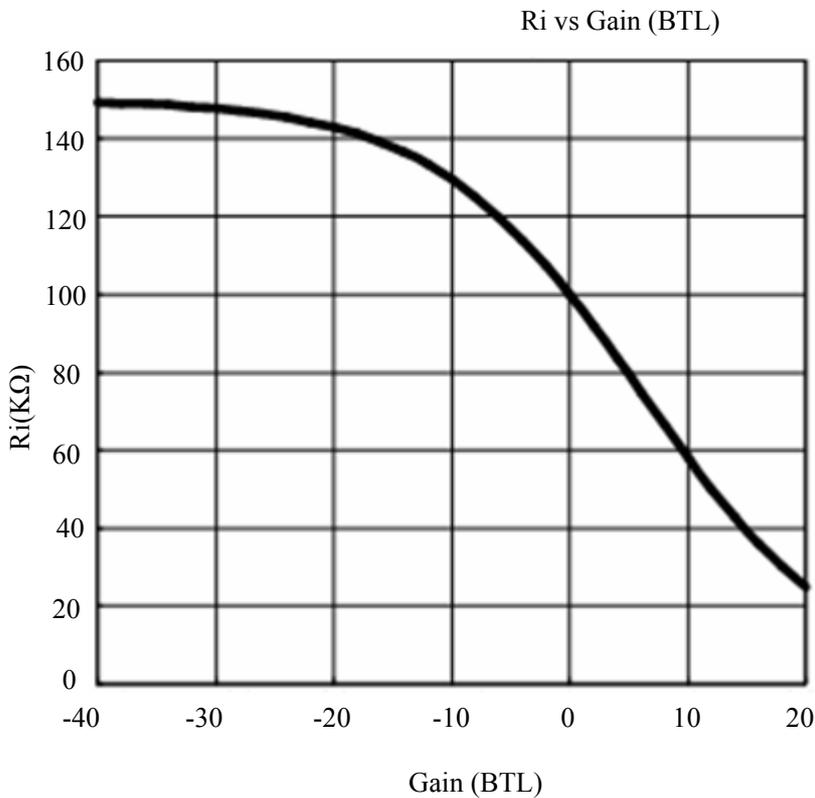


图4 输入电阻

输入电容Ci

在通常的应用中，需要一个输入电容Ci给输入信号提供合适的直流电平，以保证放大器的工作性能。因此，输入电容和输入电阻就会组成一个高通滤波器，滤波器的转折频率如下：

$$F_c(\text{highpass}) = \frac{1}{2\pi \times 25\text{k}\Omega \times C_i} \quad (4)$$

输入电容的大小是一个重要指标，它直接影响低频信号的性能。比如：输入电阻是25KΩ，要得到一个平滑良好的50Hz音频响应。那么输入电容要满足下式要求：

$$C_i = \frac{1}{2\pi \times 25\text{k}\Omega \times F_c} \quad (5)$$

2.6W立体声音频功放

应用信息

(续)

如果考虑输入电阻的变化，那么输入电容应该选择在0.33uF 到1.0uF之间。值得注意的是：输入电容和输入电阻组成的输入结构($R_i + R_f, C_i$)还会构成输入端到负载的一个漏电通道，这个漏电流会在放大器的输入端产生一个失调电压，从而减小放大器的有效余量，尤其是在高增益的应用中。由于这个原因，那么最好选择一个高质量的钽电容或陶瓷电容。如果使用有极性的电容，在使用中一定要注意电容的极性，通常正极应该连接放大器的输入端。

旁路电容

对于一个功放，选择合适的旁路电容是得到低噪声、高电源抑制比的关键因素，而且旁路电容应尽量靠近芯片。一个大的旁路电容可以提高PSRR。选择旁路电容的两个标准是：

- 1、根据PSRR、click和pop性能的要求来确定
- 2、旁路电容的漏电流会降低BYPASS脚的电压，如果BYPASS端的电压小于0.49VCC，那么芯片将进入静音模式。BYPASS管脚的电压可由下式决定：

$$V_{BYPASS} = 0.5V_{DD} - I_{Leakage} \times 150k\Omega$$

其中 $I_{Leakage}$ 是旁路电容的漏电流。

因此，建议旁路电容的漏电流要小于0.4uA，芯片才能较好的工作。为了减小上电时的pop噪声，旁路电压上升应该比输入偏置电压慢。两者的关系如下：

$$\frac{1}{C_B \times 150K\Omega} \ll \frac{1}{C_i \times 150k\Omega} \quad (7)$$

旁路电容由内部放大器中150KΩ的电阻充电，而150KΩ电阻已经是最大值，因此建议使用2.2uF~10uF低等效串联电阻的钽电容或陶瓷电容，这样可以提高THD+N和噪声性能。同时旁路电容还会影响上电时间，具体如下： $T_{startup} = 5 \times (C_{BYPASS} \times 150K\Omega)$ (8)

输出耦合电容

在典型的单端输出模式下，需要一个输出耦合电容为放大器的负载提供一个直流电平。和输入电容类似，输出耦合电容和输出阻抗组成一个高通滤波器，转折频率如下：

$$F_c(\text{highpass}) = \frac{1}{2\pi R_L C_c} \quad (9)$$

2.6W立体声音频功放

应用信息

(续)

例如，一个330F的电容和一个8Ω的扬声器会组成一个高通滤波器，会衰减60.6Hz以下的低频信号。从性能角度上来看会有一个缺点：因为负载阻抗通常比较小，导致转折频率升高，使低频性能降低。所以需要有一个足够大的耦合电容来避免滤掉低频信号。

电源去耦电容，Cs

IMP4868是高性能CMOS音频放大器，要求足够的电源去耦能力，以确保THD+N尽量的小。同时去耦电容还能避免由于放大器和扬声器之间连接线太长引起的振荡现象。理想的去耦电容是要求一大一小的两个，以针对不同的噪声。

对于高频的瞬态信号、尖峰和低频数字信号的影响，在尽量靠近电源的地方接一个等效串联电阻较小的0.1uF陶瓷电容。对于低频的噪声，在靠近功放的地方接一个10uF或者更大的电解电容。

改善pop噪声的模块

IMP4868内部有一个特殊的电路，可以减小pop噪声。上电时或者从shutdown状态恢复正常这段时间内的，还有扬声器的电压有跳变的时候，都会有pop噪声产生。为了避免clicks和pop噪声，在芯片开始工作之前，必须保证所有电容都已经充电完成。

输入电容Ci的大小也会影响上电时的pop噪声，因为要改善pop噪声旁路电压应该上升得比输入偏置电压慢。虽然Bypass端的电流是不可控的，但是可以选择合适大小的旁路电容，来改变上电的时间和click、pop噪声的大小。旁路电容越大，click和pop噪声越小，但是上电时间会越长，所以需要根据实际情况处理。

关断模式

为了节省功耗，IMP4868有一个shutdown引脚，可以在放大器没有工作的时候关断直流偏置。该引脚低电平有效，翻转点为2V。在关断模式下，放大器进入低电流状态， $I_d < 1\mu A$ 。

静音功能

当MUTE管脚置高电平时，芯片进入静音模式，在MUTE端恢复低电平时芯片重新进入正常工作模式。为了防止干扰，建议把MUTE接地或者接VCC。

2.6W立体声音频功放

应用信息

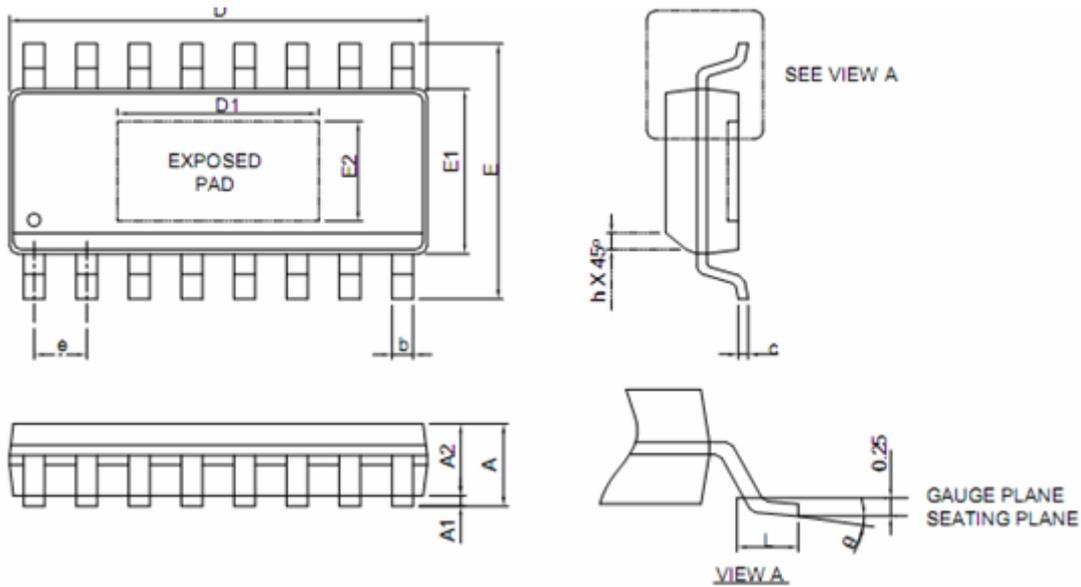
(续)

最大输出摆幅限制功能

IMP4868有最大输出摆幅限制功能来保护扬声器。当一个非零的电压值 (V_x) 输入到VolMax管脚的时候，放大器的最大输出被限制在 $V_{CC}-V_x$ ，这样就有效的限制了输入到扬声器的功率，能够避免扬声器受损。VolMax端的最大电压可以设为 $V_{CC}/2$ ，不用的时候可以接地。

机械尺寸

SOP-16P



2.6W立体声音频功放

机械尺寸

(续)

SYMBOL	SOP-16P			
	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A		1.75		0.069
A1	0.00	0.15	0.000	0.006
A2	1.25		0.049	
b	0.31	0.51	0.012	0.020
c	0.17	0.25	0.007	0.010
D	9.80	10.00	0.386	0.394
D1	3.50	4.50	0.138	0.177
E	5.80	6.20	0.228	0.244
E1	3.80	4.00	0.150	0.157
E2	2.00	3.00	0.079	0.118
e	1.27 BSC		0.050 BSC	
h	0.25	0.50	0.010	0.020
L	0.40	1.27	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°



ISO 9001 Registered

Daily Silver IMP Microelectronics Co.,Ltd
7 keda Road ,Hi-Tech Park,
NingBo,Zhejiang,P.R.C
Post Code:315040
Tel:(086)-574-87906358
Fax:(086)-574-87908866
Email:sales@ds-imp.com.cn
<http://www.ds-imp.com.cn>

@2010 Daily Silver IMP
Printed in china

Revision: C
Issue Date: 24th.May.10
Type: Product

The IMP logo is a registered trademark of Daily Silver IMP.
All other company and product names are trademarks of their respective owners