

双通道带立体声耳机模式AB类音频放大器

概要

CS4863是一款双桥音频功率放大器芯片，采用5.0V电源供电；在THD+N 小于1.0%情况下，能为一个4Ω 的负载提供2.2W 的连续功率或者3Ω 的负载提供2.5W 的连续功率。此外，当接立体耳机时，芯片可以单端工作模式驱动立体耳机。

CS4863双通道音频功率放大器是为需要输出高质量音频功率的系统设计的，它采用表面贴装技术，只需少量的外围器件，便使系统具备高质量的音频输出功率。CS4863采用双通道设计使芯片具有了桥式联接扬声器放大和单终端立体耳机放大两种工作模式，简化了音频系统的外围电路设计。

CS4863内置了低功耗待机电路和过热保护电路，同时内置了杂音消除电路，可以消除芯片启动和关断过程中的咔嗒声或噼噎声。

CS4863提供了SOP16L,TSSOP16L-PP和DIP16L三种封装形式，额定的工作温度范围为-40°C至85°C。

封装

- SOP16L/TSSOP16L-PP/DIP16L
- 其他客户要求的封装类型

描述

- 每通道输出功率
 PO at 1% THD+N, V_{DD} = 5V
 R_L = 8 Ω 1.33W(典型值)
 R_L = 4 Ω 2.20W(典型值)
 PO at 1% THD+N, V_{DD} = 3.6V
 R_L = 8 Ω 0.75W(典型值)
 R_L = 4 Ω 1.10W(典型值)
- 工作电压范围：2.5V到5.5V
- “咔嗒声和噼噎声”抑制电路
- SE模式, R_L = 32Ω, 输出平均功率75mW, THD_(max) < 0.1%
- 低关断电流 (< 0.1μA)
- 过流保护，短路保护和热保护
- 符合Rohs的无铅封装

应用:

- 移动电话
- 便携式DVD播放机
- 笔记本电脑
- 数码相框
- USB接口的扬声器

典型应用线图 1

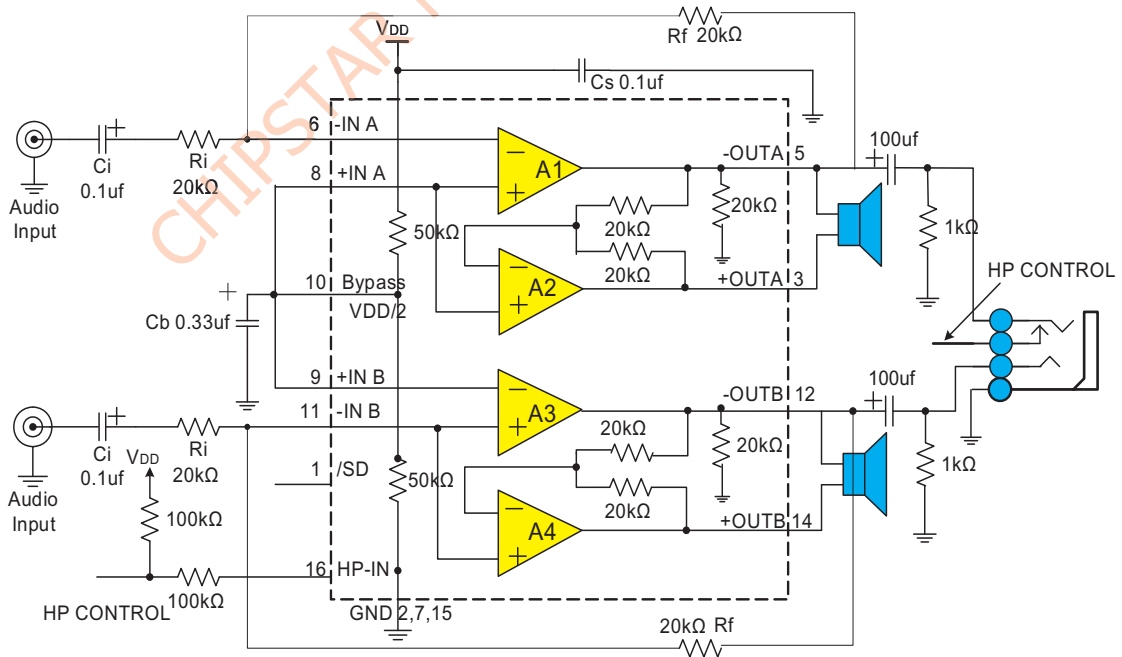
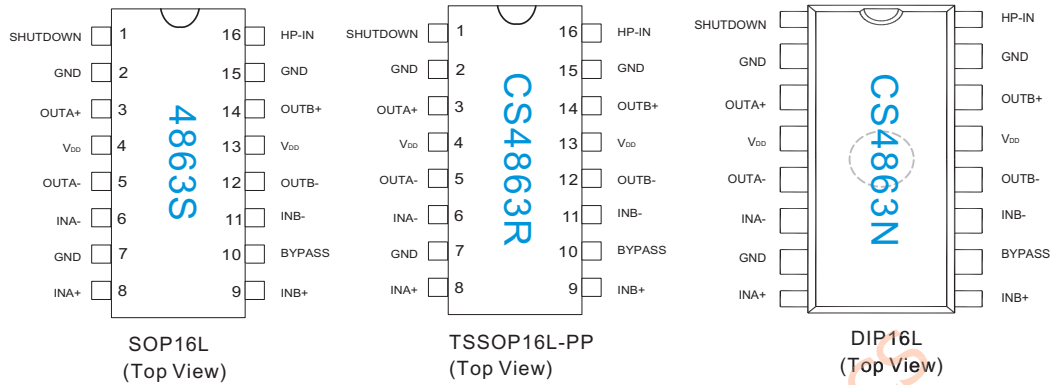


图 1 CS4863应用线路图

管脚排列以及描述(图2)



管脚说明

CS4863N/R/S管脚	说明	输入/输出	功能
1	SHUTDOWN	输入	关断端口,高电平关断
2,7,15	GND	地	接地端
3	OUTA+	输出	正向输出端A
4,13	V _{DD}	电源	电源端
5	OUTA-	输出	反向输出端A
6	INA-/INA	输入	反向输入端A
8	INA+	输入	正向输入端A
9	INB+	输入	正向输入端B
10	BYPASS	输入	电压基准端
11	INB-/INB	输入	反向输入端B
12	OUTB-	输出	反向输出端B
14	OUTB+	输出	正向输出端B
16	HP-IN	输入	耳机/立体模式选择

极限参数表¹

参数	描述	数值	单位
V _{DD}	无信号输入时供电电源	6	V
V _I	输入电压	-0.3 to V _{DD} +0.3	V
T _J	结工作温度范围	-40 to 150	°C
T _{SDR}	引脚温度 (焊接15秒)	220	°C
T _{STG}	存储温度范围	-65 to 150	°C

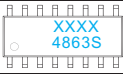


推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V _{DD}	电源电压	2.5~5.5	V
T _A	环境温度范围	-40~85	°C
T _J	结温范围	-40~150	°C

热效应信息

参数	描述	数值	单位
$\theta_{JA}(SOP)$	封装热阻---芯片到环境热阻	20	°C/W
$\theta_{JC}(SOP)$	封装热阻---芯片到封装表面热阻	80	°C/W
$\theta_{JA}(TSSOP)$	封装热阻---芯片到环境热阻	2	°C/W
$\theta_{JC}(TSSOP)$	封装热阻---芯片到封装表面热阻	58	°C/W
$\theta_{JA}(DIP)$	封装热阻---芯片到环境热阻	20	°C/W
$\theta_{JC}(DIP)$	封装热阻---芯片到封装表面热阻	63	°C/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标识	包装尺寸	卷带宽度	数量
CS4863S	SOP16L			管装	
CS4863R	TSSOP16L-PP			管装	
CS4863N	DIP16L			管装	

ESD 范围

ESD 范围HBM(人体静电模式) ----- ±4kV
ESD 范围MM(机器静电模式) ----- ±400V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。
2. 当使用CS4863R时,PCB板放置的地方,需要有散热设计.使得CS4863底部的散热片和PCB板的散热区域相连，并通过过孔和地相连。

电气参数 ($V_{DD}=5V, T_A=25^{\circ}C$, 除非特殊说明)

参数	描述	测试条件	CS4863系列			单位
			最小值	典型值	最大值	
V_{DD}	供电电源		2.5			V
					5.5	V
I_{DD}	静态电流	$V_{IN}=0V, I_O=0A, HP-IN=0V$		10	20	mA
		$V_{IN}=0V, I_O=0A, HP-IN=4V$		7		
I_{SD}	关断电流	Shutdown管脚接地		0.04	1	μA
V_{IH}	SD,HP管脚输入高电平				4.0	V
V_{IL}	SD,HP管脚输入低电平		0.9			V

桥接模式电气特性 ($V_{DD}=5V, T_A=25^{\circ}C$, 除非特殊说明)

参数	描述	测试条件	CS4863系列		单位
			典型值	极限值	
V_{OS}	输出失调电压	$V_{IN} = 0V$	5	50	mV(max)
P_O	输出功率	THD= 1%, f = 1 kHz CS4863R, $R_L=3\Omega$	2.50		W
		CS4863R, $R_L=4\Omega$	2.20		W
		CS4863系列, $R_L=8\Omega$	1.33		W
		THD+N = 10%, f = 1 kHz CS4863R, $R_L=3\Omega$	3.20		W
		CS4863R, $R_L=4\Omega$	2.70		W
THD+N	总谐波失真	CS4863系列, $R_L=8\Omega$	1.66		W
		THD+N=1%, f=1kHz, $R_L=32\Omega$	0.37		W
		20 Hz < f < 20 kHz, $A_{VD} = 2$ CS4863R, $R_L=4\Omega, P_O=2W$ CS4863系列, $R_L=8\Omega, P_O=1W$	0.06 0.02		%
PSRR	电源抑制比	$V_{DD} = 5V, V_{RIPPLE} = 200mV_{RMS}, R_L = 8\Omega$ $C_B = 1.0\mu F$	67		dB
X_{TALK}	通道隔离度	f = 1 kHz, $C_B = 1.0 \mu F$	90		dB
SNR	信噪比	$V_{DD} = 5V, P_O = 1.1W, R_L = 8\Omega$	98		dB

单端模式电气特性 ($V_{DD}=5V, T_A=25^{\circ}C$, 除非特殊说明)

参数	描述	测试条件	CS4863系列		单位
			典型值	极限值	
V_{OS}	输出失调电压	$V_{IN} = 0V$	5	50	mV(max)
P_O	输出功率	THD+N=0.5%, f=1kHz, $R_L=32\Omega$	85	75	mW(min)
		THD+N=1%, f=1kHz, $R_L=8\Omega$	340		mW
		THD+N=10%, f=1kHz, $R_L=8\Omega$	440		mW
THD+N	总谐波失真	20 Hz < f < 20 kHz, $A_{VD} = -1, P_O=75mW, R_L=32\Omega$	0.2		%
PSRR	电源抑制比	$V_{RIPPLE} = 200mV_{RMS}, R_L = 8\Omega, C_B = 1.0\mu F$	52		dB
X_{TALK}	通道隔离度	f = 1 kHz, $C_B = 1.0 \mu F$	60		dB
SNR	信噪比	$V_{DD} = 5V, P_O = 340mW, R_L = 8\Omega$	95		dB

典型特征曲线

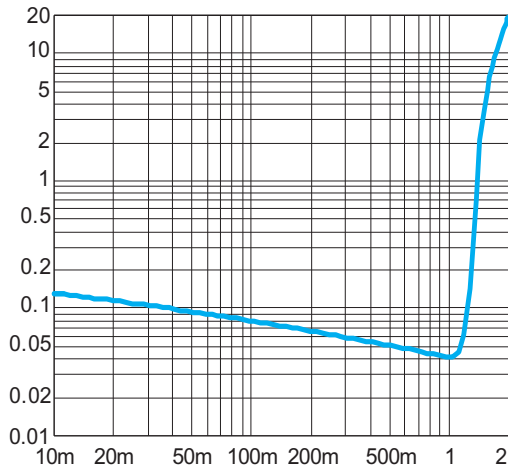


Figure 3. THD+N vs. Output Power
5V, 80hm, BTL at f=1 kHz

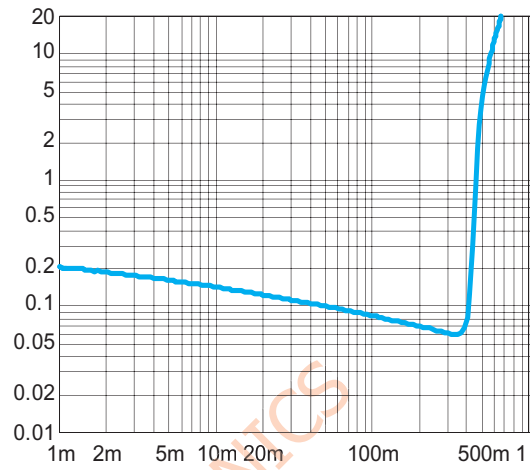


Figure 4. THD+N vs. Output Power
3V, 80hm, BTL at f=1 kHz

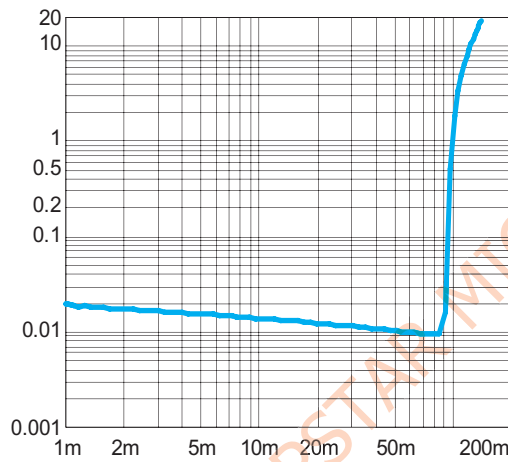


Figure 5. THD+N vs. Output Power
SE mode, 5V, 320hm, f=1 kHz

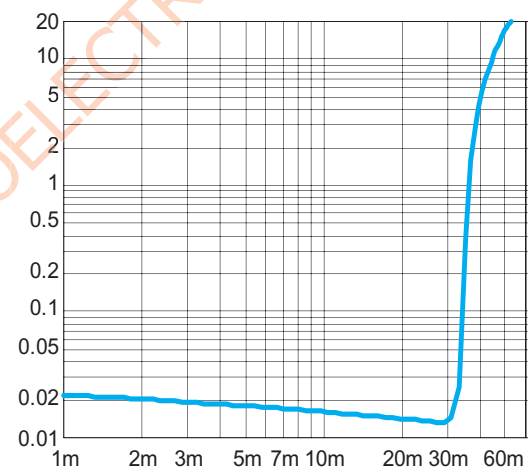


Figure 6. THD+N vs. Output Power
SE mode, 3V, 320hm, f=1 kHz

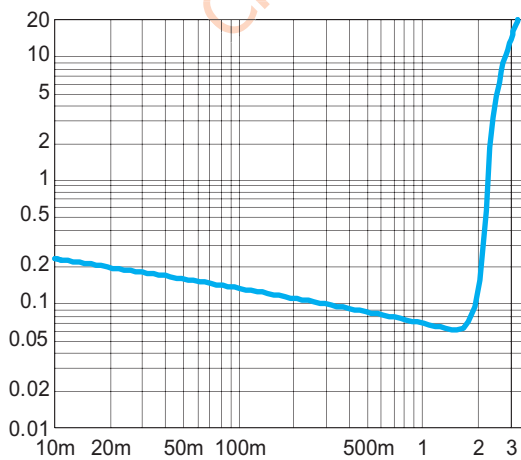


Figure 7. THD+N vs. Output Power
BTL mode, 5V, 40hm, f=1 kHz

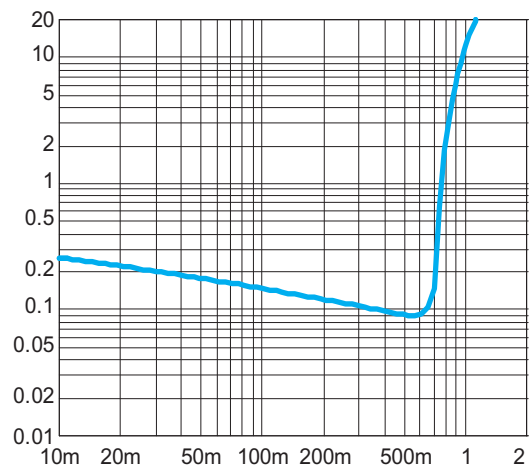


Figure 8. THD+N vs. Output Power
BTL mode, 3V, 40hm, f=1 kHz

典型特征曲线

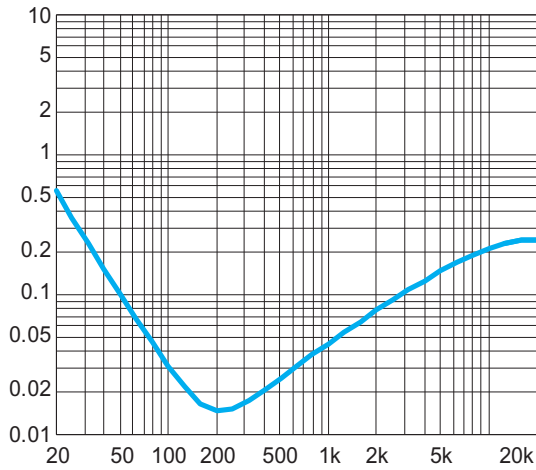


Figure 9. THD+N vs. Frequency
BTL mode, 5V, 8Ohm, Po=800mW

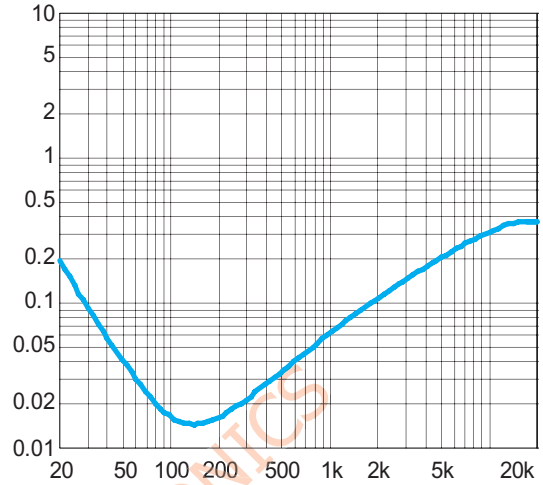


Figure 10. THD+N vs. Frequency
BTL mode, 3V, 8Ohm, Po=300mW

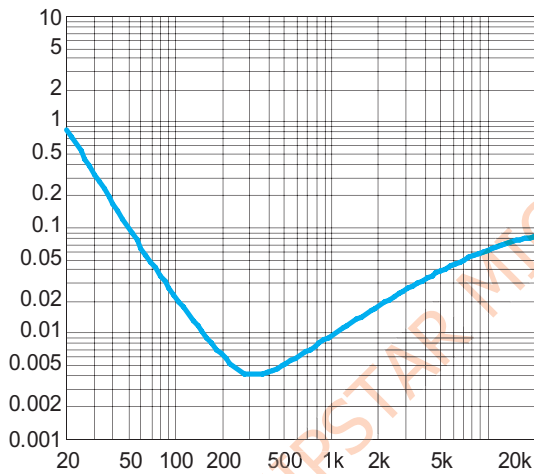


Figure 11. THD+N vs. Frequency
SE mode, 5V, 32Ohm, Po=70mW

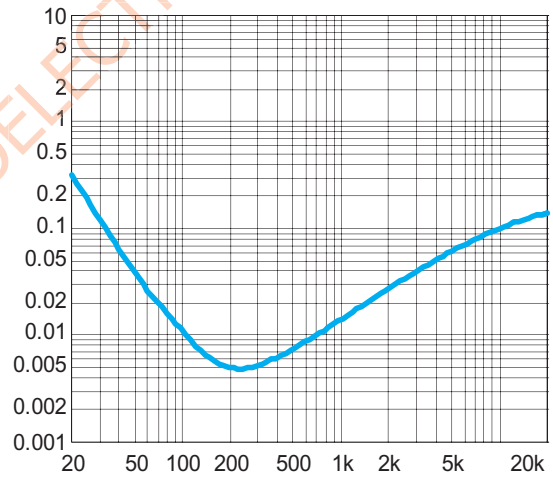


Figure 12. THD+N vs. Frequency
SE mode, 3V, 32Ohm, Po=20mW

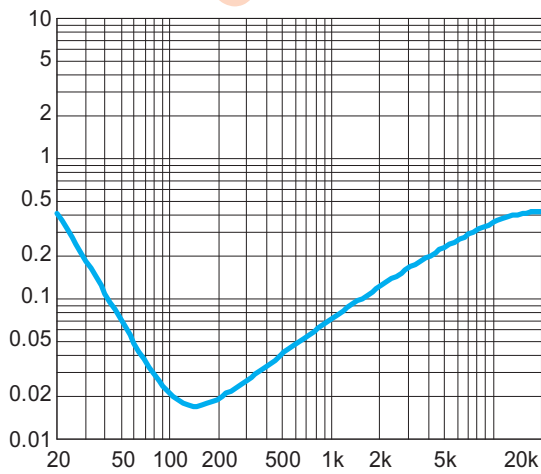


Figure 13. THD+N vs. Frequency
BTL mode, 5V, 4Ohm, Po=1W

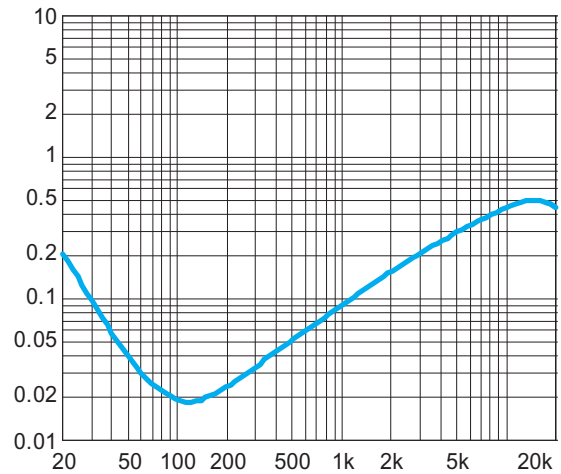


Figure 14. THD+N vs. Frequency
BTL mode, 3V, 4Ohm, Po=500mW

典型特征曲线

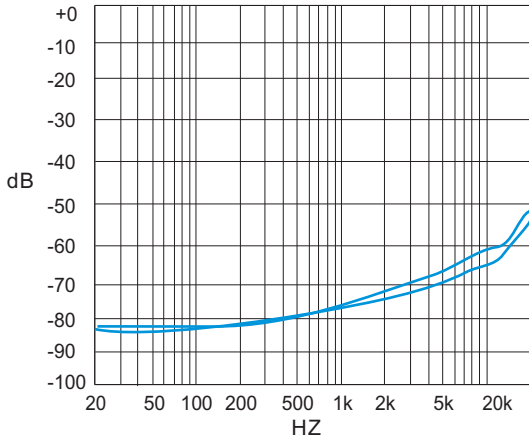


Figure 15. PSRR vs. Freq
BTL mode, 5V, 80hm, 200mVpp
Input terminated

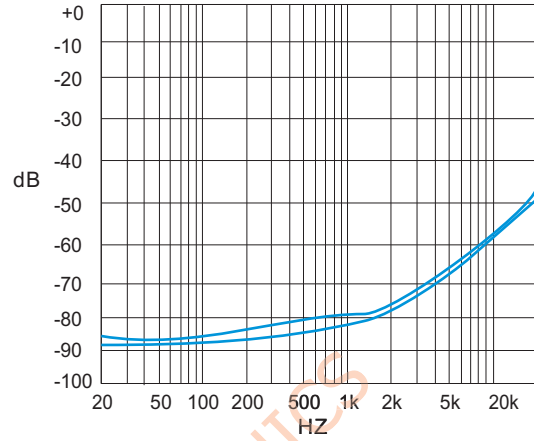


Figure 16. PSRR vs. Freq
BTL mode, 3V, 80hm, 200mVpp
Input terminated

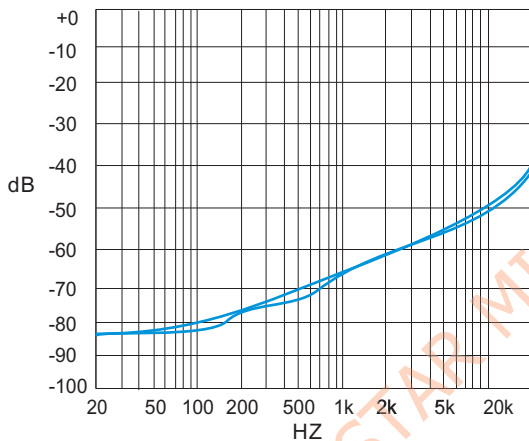


Figure 17. PSRR vs. Freq
BTL mode, 5V, 80hm, 200mVpp
Input unterminated

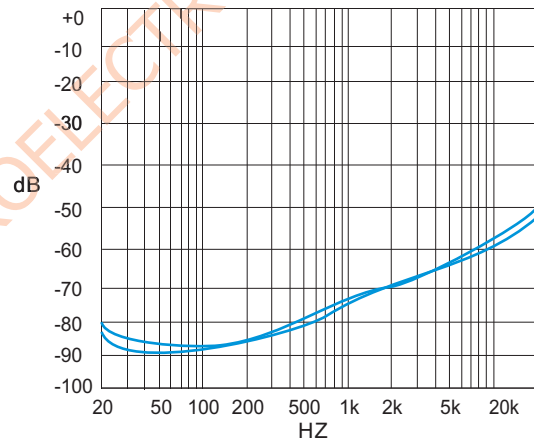


Figure 18. PSRR vs. Freq
BTL mode, 3V, 80hm, 200mVpp
Input unterminated

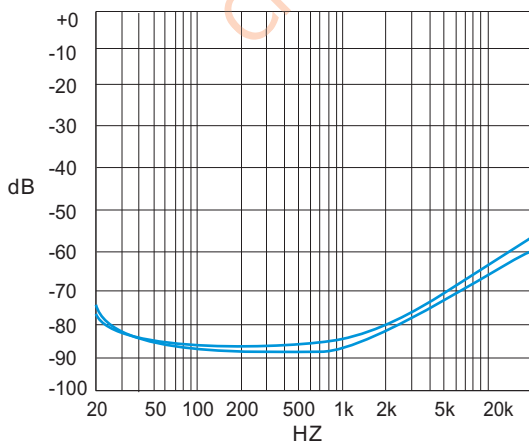


Figure 19. PSRR vs. Freq
SE mode, 5V, 320hm, 200mVpp
Input terminated

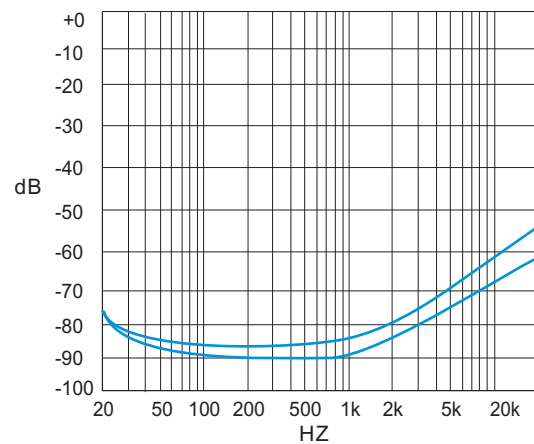


Figure 20. PSRR vs. Freq
SE mode, 3V, 320hm, 200mVpp
Input terminated

典型特征曲线

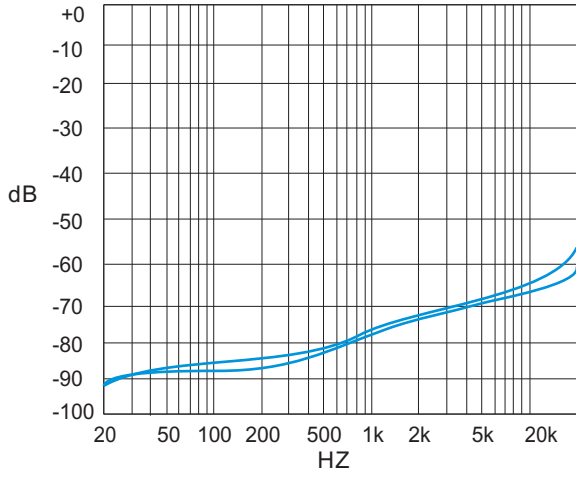


Figure 21. PSRR vs. Freq
SE mode, 5V, 32Ohm, 200mVpp
Input unterminated

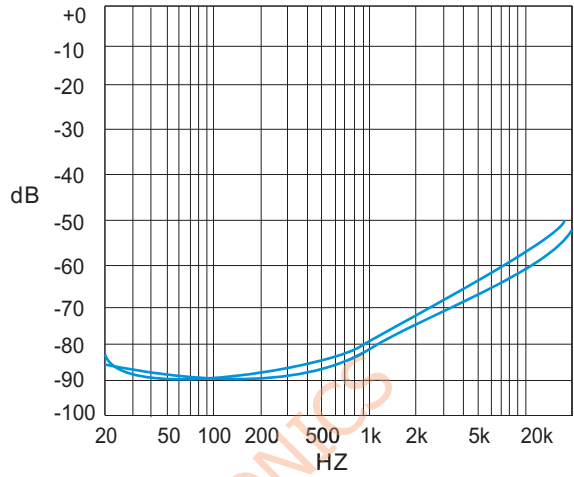


Figure 22. PSRR vs. Freq
SE mode, 3V, 32Ohm, 200mVpp
Input unterminated

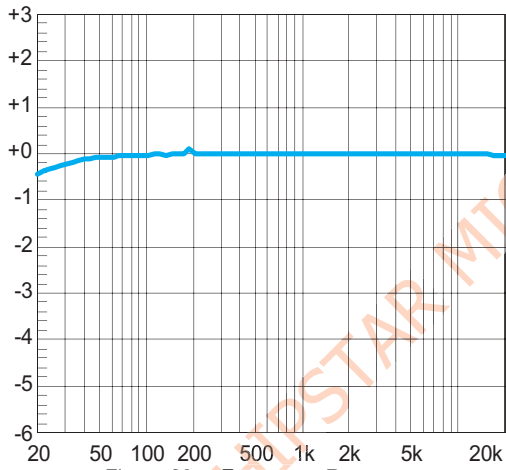


Figure 23. Frequency Response
BTL mode, 5V, 8Ohm

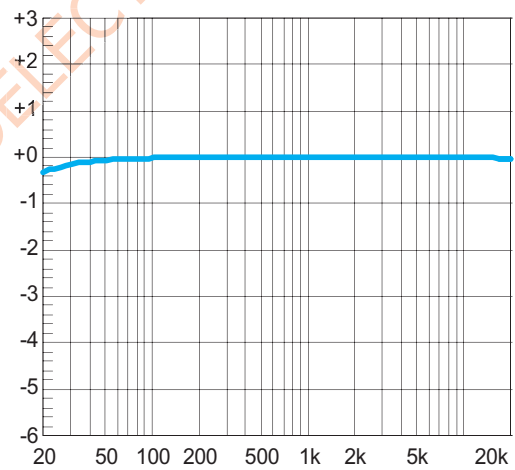


Figure 24. Frequency Response
BTL mode, 3V, 8Ohm

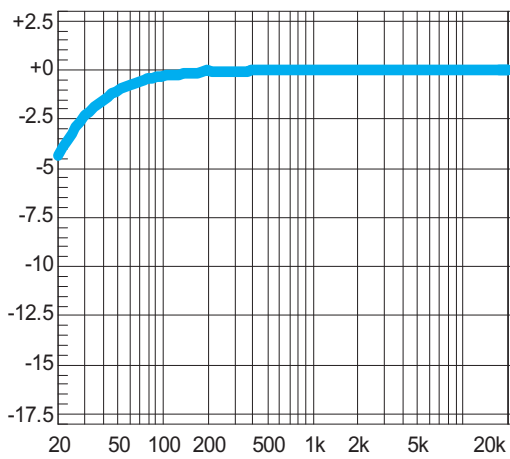


Figure 25. Frequency Response
SE mode, 5V, 32Ohm, C5/C6=220uF

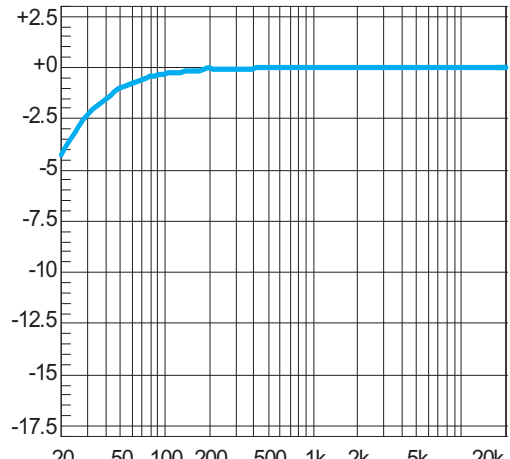


Figure 26. Frequency Response
SE mode, 3V, 32Ohm, C5/C6=220uF

典型特征曲线

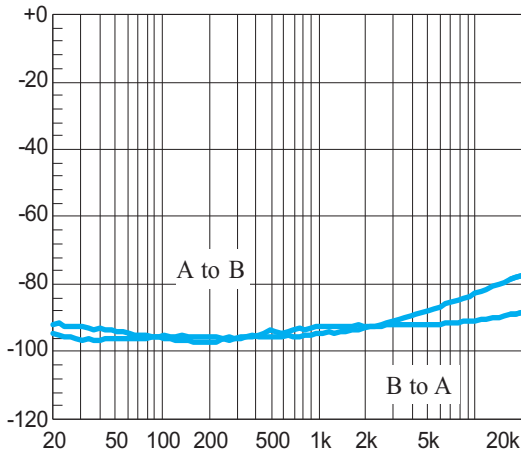


Figure 27. Crosstalk
BTL mode, 5V, 8Ohm, Po=1W

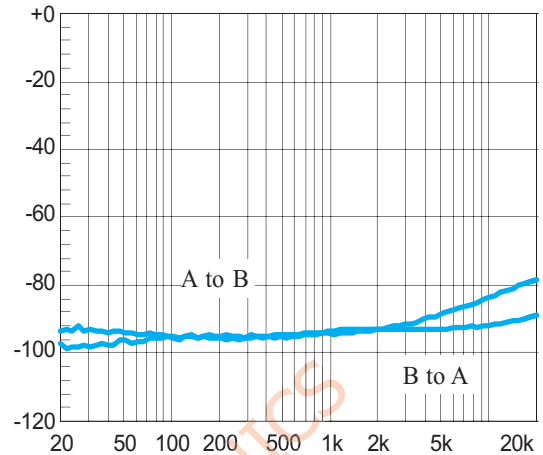


Figure 28. Crosstalk
BTL mode, 3V, 8Ohm, Po=0.3W

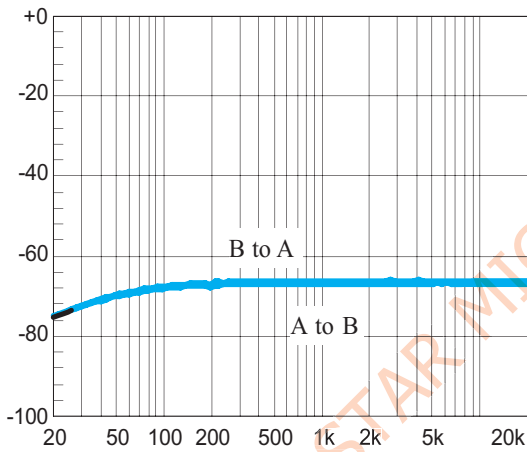


Figure 29. Crosstalk
SE mode, 5V, 32Ohm, Po=80mW

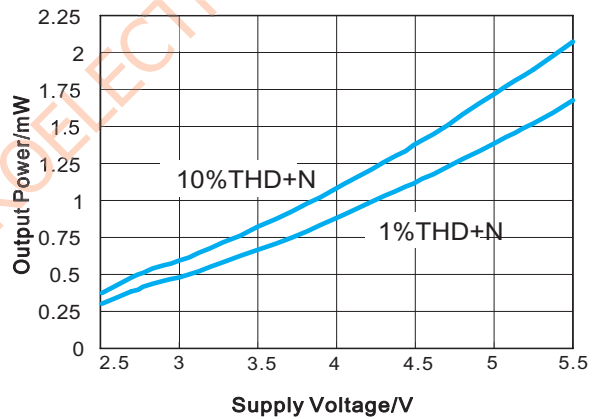


Figure 30. Output Power vs. Power Supply
BTL mode, f=1 kHz, RL=8 Ohm

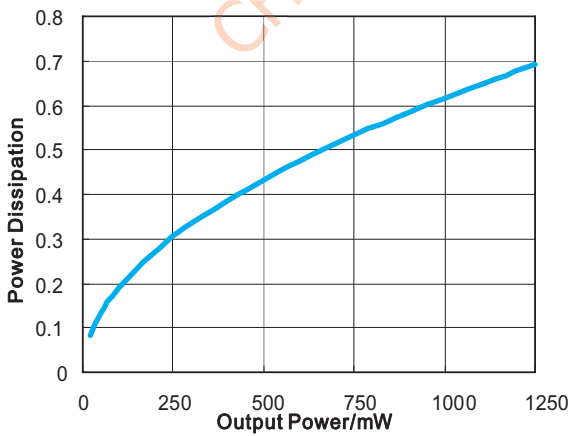


Figure 31. Power Dissipation vs. Output Power
BTL mode, 5V, f=1 kHz, RL=8Ohm, THD+N<=1%

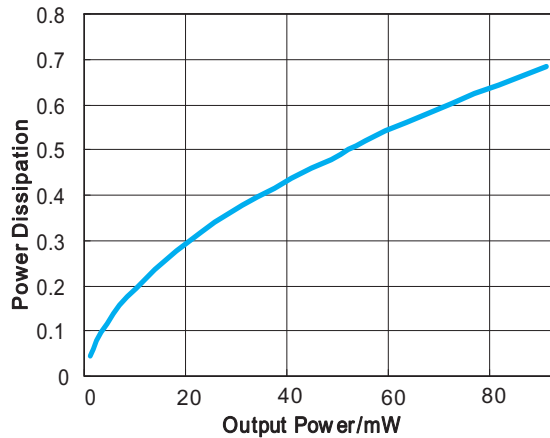


Figure 32. Power Dissipation vs. Output Power
SE mode, 5V, f=1 kHz, RL=32Ohm

应用信息

CS4863系列基本结构描述

CS4863系列是双端输出的立体声音频功率放大器，内部集成两级四个运算放大器(如典型应用电路图所示)，构成双通道(A,B通道)立体音频放大器。(以下为A通道的论述，同时也适合于B通道)放大器A1的增益是外部配置结构决定的，闭环增益通过配置 R_f 和 R_i 来决定；而放大器A2的增益有内部电阻结构决定，固定为-1，A2构成倒相放大器。驱动的负载连接到两个放大器输出端之间。放大器A1的输出作为放大器A2的输入，这样导致两个放大器产生幅值相同，相位差180°，利用相位不同，当负载连接于-OUTA和+OUTA输出端之间且为差动输出时(通常被称作“桥式模型”)，该IC各通道的差动增益为：

$$A_{Vo} = 2 \times \frac{R_f}{R_i} \quad (1)$$

桥式模型放大器的运行不同于单终端放大器结构，在单终端结构中负载的一端接放大器的输出而另一端接地。桥式放大器设计比单终端结构有一些明显的优点：当它给负载提供差动驱动时，负载两端的电压为单终端情况下的两倍。因此，在相同条件下，假定放大器没有电流限制或断路，可获得的输出功率中，这种增加导致输出功率可能是单终端放大器的4倍。当选定一个的放大器闭环增益时，为了不引起过分失真(过分失真将会损坏扬声器系统中的高频率传感器)，对电路的设计有一定的要求，请参考“音频功率放大器设计”部分。放大器桥式结构优于单终端的第二个优点是，由于A通道和B通道的差动输出均在半供给中偏置，通过负载不存在净直流电压，这就消除了单电源、单终端模式下存在的输出耦合电容。单电源、单终端放大器中，则需通过负载的半供给偏置来消除输出耦合电容，这样便会导致内部IC功耗的增加，以及扬声器永久性损坏。

电源旁路

对于任何功率放大器，适当的电源旁路对于低噪声性能和高电源抑制是非常关键的。典型运用中，使用一个5V的调节器，这个调节器具有一个10 μ F和一个0.1 μ F的旁路电容，有助于电源稳定，降低输入噪声和改善电源瞬态响应。在电源和地间连接电容的导线及内部连线应尽可能缩短。在管脚BYPASS与地间连接一个1 μ F的电容 C_B 可改善内部偏置电压的稳定性和提高放大器的抑制比PSRR，当 C_B 增大时PSRR也随之提高，但 C_B 增加太大则会影响放大器的降噪性能。

芯片功耗

要设计一个成功的放大器，无论这个放大器是桥式还是单终端式，功耗都应该重点考虑。等式(2)表明单终端放大器在给定电源电压、驱动一定的负载时耗散功率为：

$$P_{D_{MAX}} = VDD^2 / (2 \times \pi^2 \times R_L) \quad (2)$$

然而，桥式放大器中传递给负载的功率增大也导致内部功耗的增加。由于CS4863系列的一个通道中含有两个运算放大器，所以桥式工作模式的最大内部功耗是单终端模式的4倍。等式(3)表明桥式放大器在给定5V电源电压、驱动4 Ω 的负载时耗散功率单通道为1.27W或立体模式(双通道)为2.54W：

$$P_{D_{MAX}} = 4 \times (VDD)^2 / (2 \times \pi^2 \times R_L) \quad (3)$$

从等式(3)中计算得的最大功耗点一定不会比等(4)的功耗点大：

$$P_{D_{MAX}} = (T_{J_{MAX}} - T_A) / \theta_{JA} \quad (4)$$

由于CS4863系列的 $T_{J_{MAX}} = 150^\circ\text{C}$ ，TSSOP封装焊接到PCB上5in2铜片连接的DAP衬垫的热阻 θ_{JA} 为20 $^\circ\text{C}/\text{W}$ ，而MTE封装中焊接到与PCB上2in2铜片连接的DAP衬垫的热阻 θ_{JA} 为41 $^\circ\text{C}/\text{W}$ 。依赖于系统周围的环境温度 T_A ，所以等式(4)可用以决定由IC组件支持的最大内部功耗。重新整理等式(4)并代入 $P_{D_{MAX}}$ 得到等式(5)，该等式表明在CS4863系列的结温不变时，环境温度也随音频系统输出功率有所变化。

$$T_A = T_{J_{MAX}} - 2 \times P_{D_{MAX}} \theta_{JA} \quad (5)$$

对于5V电源4 Ω 负载的典型应用，在不超过最大结温及能输出最大音频功率情况下最大可能环境温度TSSOP封装为99 $^\circ\text{C}$ 而MTE封装为45 $^\circ\text{C}$ ：

$$T_{J_{MAX}} = P_{D_{MAX}} \theta_{JA} + T_A \quad (6)$$

等式(6)给出了最大结温 $T_{J_{MAX}}$ 。如这个结果影响到CS4863系列的 θ_{JA} 至150 $^\circ\text{C}$ ，通过减小工作电压或提高负载阻抗达到减小最大结温，再进一步可通过环境温度补偿来实现。以上所述均假定器件运行在最大功耗点附近。由于内部功耗是输出功率的函数，当输出功率减小时，环境温度可进一步提高。参考典型性能特征曲线，该曲线显示了低输出功率的功耗信息。如果等式(2)的结果大于等式(3)的结果，则要么是电源电压降低要么是负载阻抗增加或环境温度减小。如这些调节还不够，则需增加一散热铜片来减小 θ_{JA} 。散热片附加包在管芯外，与电源、地及放大器的输出端连接。与外部焊接到SMT散热片可用7106D热合金也会改善功耗。当增加有散热片时， θ_{JA} 便是 θ_{JC} 、 θ_{CS} 和 θ_{SA} 的总和(θ_{JC} 为结与外壳的热阻， θ_{CS} 为外壳与散热片的热阻， θ_{SA} 为散热片与环境的热阻)。

关断模式

为了节电，在不使用放大器时，可以关闭放大器，CS4863系列有关断控制管脚，可以控制放大器是否工作。该控制管脚的电平必须要接满足接口要求的控制信号，否则芯片可能进入不定状态，而不能进入关断模式，其自功耗没有降低，达不到节电目的。

为了消除噪声，所有的电容须在开启前放电。迅速的关闭电闸不能使电容完全放电反而导致“滴答声和Pop声”。在单终端工作模式中，输出通过C_{OUT}连接到负载，通常这个电容较大，它通过20KΩ的内部电阻放电。C_{OUT}的放电时间持续长短依赖于它的尺寸大小，为了减小单端模式下瞬态响应的影响，在外部配置一个与内部20KΩ电阻并联的1KΩ或者5KΩ的电阻，但这个电阻会增大静态电流。

音频功率放大器的设计

给定的指标要求

- 输出功率 1 Wrms
- 负载阻抗 8Ω
- 输入电平 1 Wrms
- 输入阻抗 20KΩ
- 带宽 100Hz ~ 20KHz ± 0.25dB

设计者必须首先确定所需的电源范围，以获得规定的输出功率。一种方法是从“典型性能特性”部分中的“输出功率-电源电压”曲线图，可以很容易推出电源范围。确定所需电源范围的第二种方式是给定负载阻抗时用等式(4)计算所需的V_{OPEAK}。为了估算放大器的内部消耗电压，基于特征性能“消耗电压-电源电压”曲线图，根据等式(8)得到的结果必须外加两个电源电压以补偿。这样，工作电压如等式(9)的所示结果。

$$V_{OPEAK} = 2R_L P_o \quad (8)$$

$$V_{DD} \geq (V_{OPEAK} + (V_{ODTOP} + V_{ODBOG})) \quad (9)$$

从“输出功率-电源电压”曲线图中可见负载为8Ω时最小工作电源电压为4.6V，通常电源电压为5V即这个条件很容易满足。额外的电源电压产生动态空间，允许CS4863系列产生一个峰值超过1W而没有断碎的可听失真信号。同时设计者必须选定电源电压的和输出阻抗不能超过在“功耗”部分所阐述的条件。一旦功耗因素满足条件后，所要求的差动增益就可由等式(10)确定。

$$AVD \geq \frac{\sqrt{P_o \times R_L}}{V_{IN}} = V_{orms} / V_{inrms} \quad (10)$$

由等式(10)得最小的AVD=2.83，这使CS4863系列具备低噪声、低THD+N且输出较理想性能，在此应用实例中取AVD=3。放大器的增益由输入电阻R_i及反馈电阻R_f的配置决定，当输入阻抗为20kΩ时，由等式(11)可得到反馈电阻的阻值。

$$\frac{R_f}{R_i} = \frac{A_{VD}}{2} \quad (11)$$

由于要求输入阻抗为20 kΩ，且AVD=3，R_f/R_i=1/1.5，由此可得R_f的值是30 kΩ。最后的设计是确定-3dB 频率带宽规格。要达到放大±0.25dB的大量音频信号，则要求低频响应至少扩充了最低带宽频率限制点的1/5或最高带宽频率限制点的5倍，当带宽限制为0.17dB时，能满足这两个要求，这比所要求的±0.25dB要好。这就使得低频和高频极点分别为20Hz和100KHz。R_i和C_i连接形成一个高通滤波器以截止低频率信号。可从等式(12)得出所连接电容的值。

$$C_i \geq \frac{1}{2\pi R_i f_c} \quad (12)$$

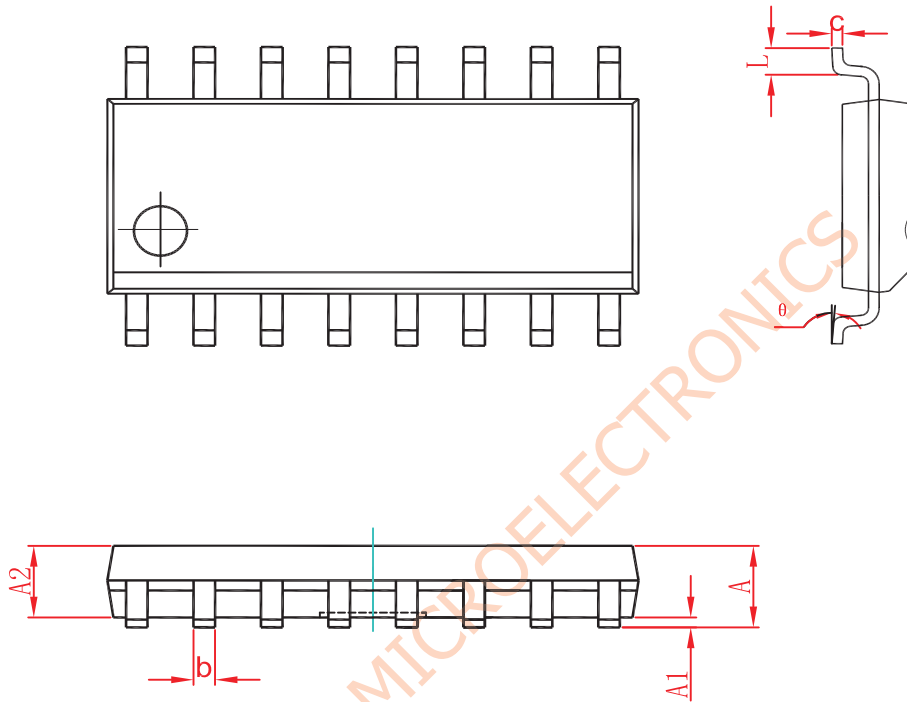
结果为:

$$\frac{1}{2\pi \times 20\text{KHz} \times 20\text{Hz}} = 0.398\mu\text{F} \quad (13)$$

该电容取最接近标准值的0.39μF。产品的高频极值f_H(在此例中为100kHz)和差动增益AVD决定高频响应的频率点。由AVD=3，f_H=100kHz可得闭环增益带宽(GBWP)是300kHz，这个容限范围表明，该放大器也适用于要求更多差动增益且具备消除带宽限制的特征。

封装信息

CS4863S SOP16L



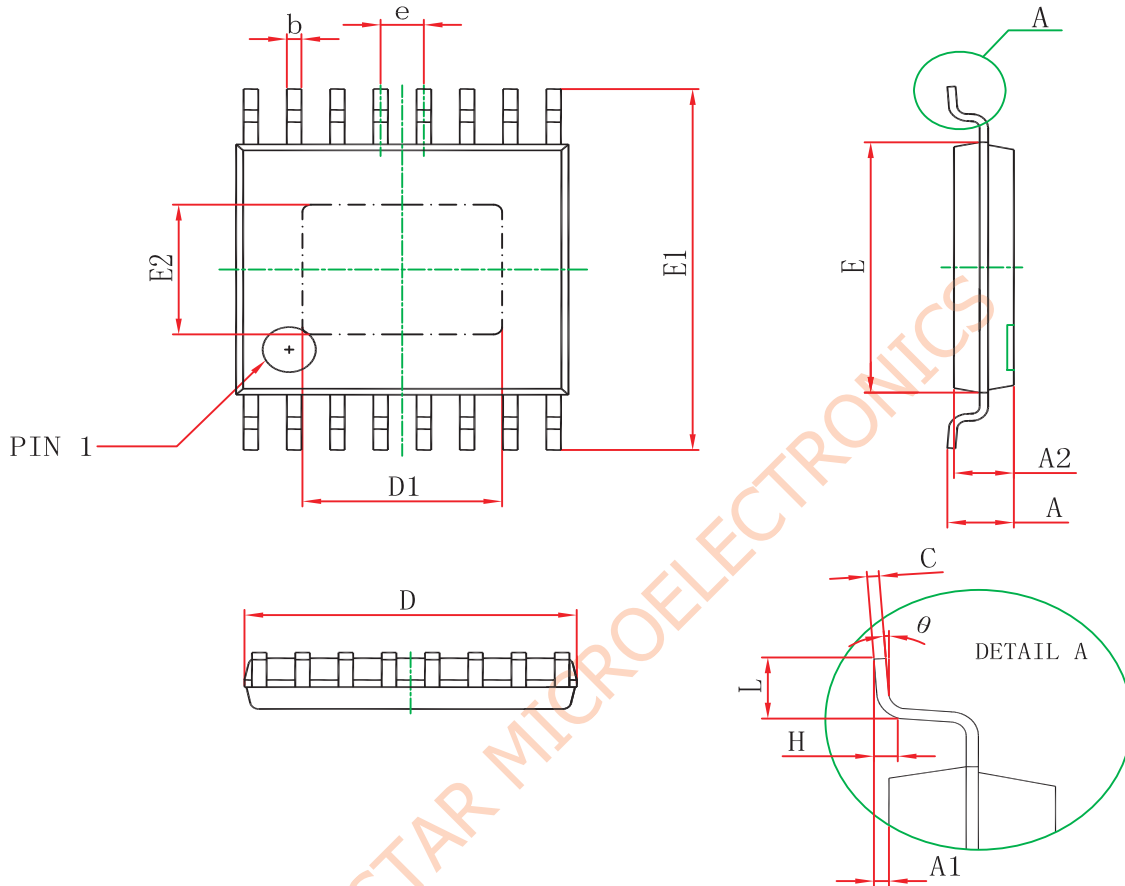
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	$^{\circ}0$	$^{\circ}8$	$^{\circ}0$	$^{\circ}8$

Notes:

- (1) 所有尺寸都为毫米
- (2) 参考JEDEC MO-229标准

封装信息

CS4863R TSSOP16-PP



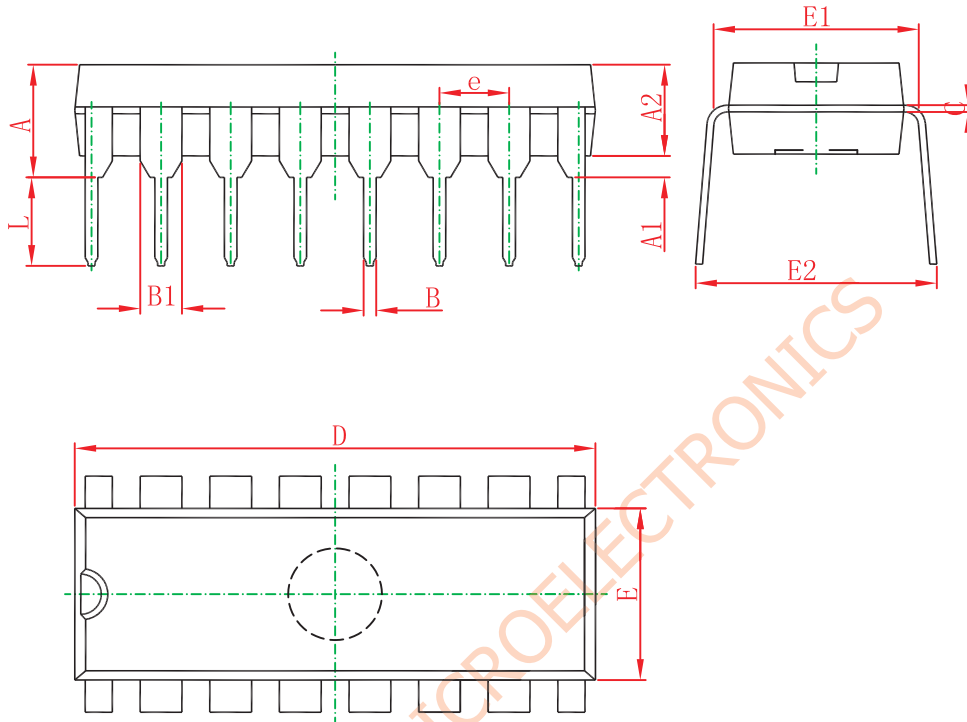
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
D	4.900	5.100	0.193	0.201
D1	2.900	3.100	0.114	0.122
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
E2	2.200	2.400	0.087	0.094
A		1.100		0.043
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
e	0.65 (BSC)		0.026(BSC)	
L	0.500	0.700	0.02	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	

Notes:

(1) 所有尺寸都为毫米

封装信息

CS4863N DIP16L



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524(BSC)		0.060(BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	18.800	19.200	0.740	0.756
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540(BSC)		0.100(BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354

Notes:

- (1) 所有尺寸都为毫米
- (2) 参考JEDEC MO-229标准



MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

CHIPSTAR MICROELECTRONICS

声明：

- 上海智浦欣微电子有限公司保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在使用前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整和最新。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用上海智浦欣产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品品质的提升永无止境，上海智浦欣微电子有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！