



## 概述

LTK5129 是一款5.5W、单声道AB类/D类工作模式切换功能、超低EMI、无需滤波器的音频功率放大芯片。LTK5129通过一个MODE管脚可以方便地切换为AB类模式，完全消除EMI干扰。工作电压2.5V-5.5V，在D类放大器模式下可以提供高于90%的效率，新型的无滤波器结构可以省去传统D类放大器的输出滤波器，从而节省了系统成本和PCB空间，是便携式应用的理想选择。LTK5129采用独有的DRC (Dynamic range control) 技术，降低了大功率输出时，由于波形切顶带来的失真，相比同类产品，动态反应更加出色。LTK5129采用ESOP-8封装。

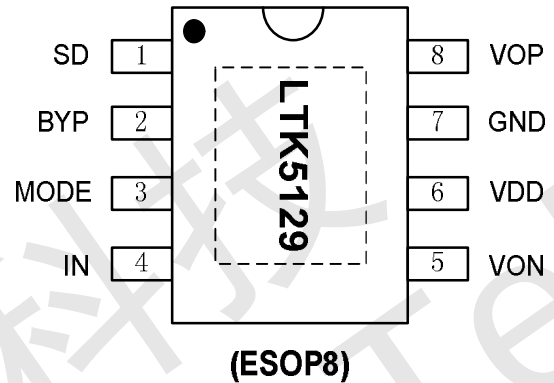
## 特点

- 无滤波的 D 类/AB 类放大器、低静态电流和低 EMI
- FM 模式无干扰
- 优异的爆破声抑制电路
- 低底噪、低失真
- DRC 动态失真校正电路
- 10% THD+N, VDD=5V, 4 $\Omega$  负载下, 提供高达 3.3W 的输出功率
- 10% THD+N, VDD=5V, 2 $\Omega$  负载下, 提供高达 5.5W 的输出功率
- 短路电流保护
- 欠压保护
- 关断电流 < 0.5 $\mu$ A
- 多种功率封装模式: ESOP-8
- 过热保护

## 应用

- 蓝牙音箱
- 拉杆音箱、USB 音响
- 视频机、扩音器等

## 管脚定义



## 封装信息

| 产品      | 封装形式   | 封装尺寸 (mm) | 脚间距 (mm) |
|---------|--------|-----------|----------|
| LTK5129 | ESOP-8 |           |          |
|         |        |           |          |

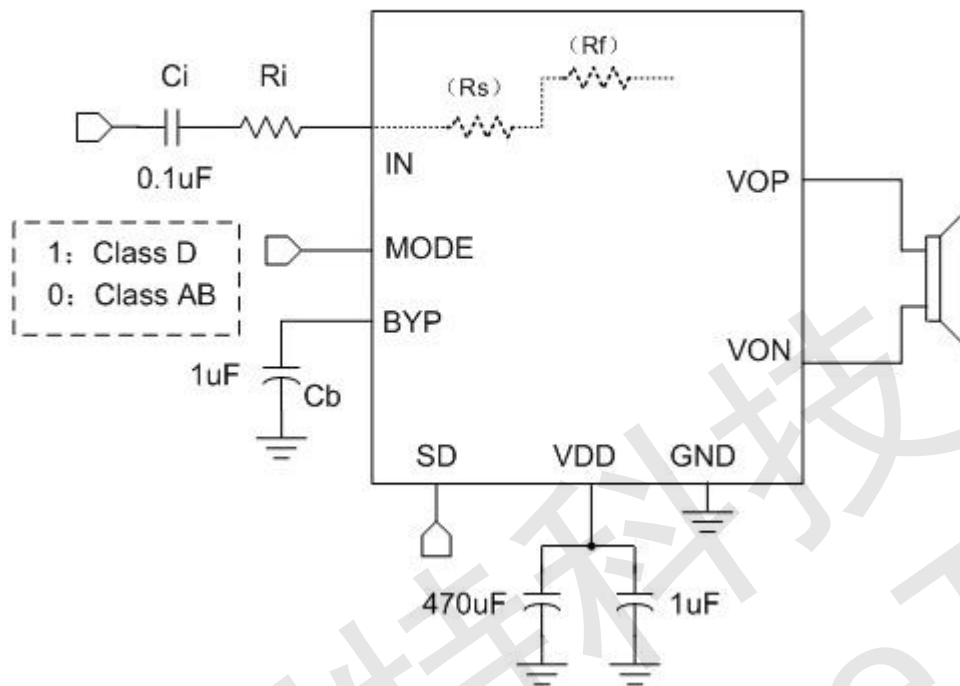
## 管脚信息

| 序号 | 符号   | 描述                          |
|----|------|-----------------------------|
| 1  | SD   | 关断控制, 高电平有效                 |
| 2  | BYP  | 内部共模参考电压                    |
| 3  | MODE | 高电平 D 类, 低电平 AB 类, 默认是 AB 类 |
| 4  | IN   | 模拟输入端, 反相                   |
| 5  | VON  | 模拟输出端负极                     |
| 6  | VDD  | 电源正                         |
| 7  | GND  | 电源地                         |
| 8  | VOP  | 模拟输出正极                      |

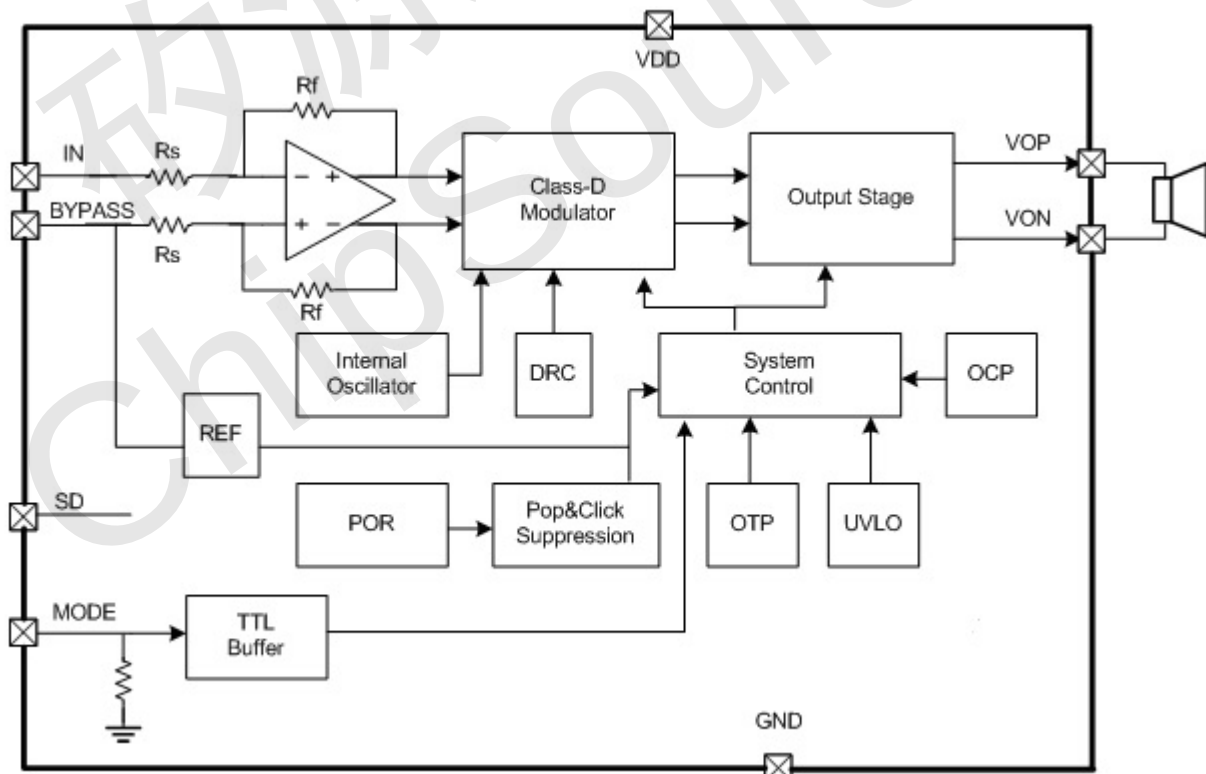
## 典型应用图



$$A_v = 20 \log \left( \frac{2 \times R_f}{R_i + R_s} \right) \quad R_f = 195k \Omega \text{ (内置)}$$
$$R_s = 6.5k \Omega \text{ (内置)}$$



## 原理框图





## 管脚说明

| No. | 管脚名称 | IO | 功 能                       |
|-----|------|----|---------------------------|
| 1   | SD   | I  | 关断控制，高电平有效                |
| 2   | BYP  | IO | 内部共模参考电压                  |
| 3   | MODE | I  | 高电平 D 类，低电平 AB 类，默认是 AB 类 |
| 4   | IN   | I  | 模拟输入端，反相                  |
| 5   | VON  | O  | 模拟输出端负极                   |
| 6   | VDD  | IO | 电源                        |
| 7   | GND  | IO | 电源地                       |
| 8   | VOP  | O  | 模拟输出正极                    |

## 最大额定值 ( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ )

| 参数名称 | 符号        | 数值                                        | 单位                 |
|------|-----------|-------------------------------------------|--------------------|
| 工作电压 | $V_{CC}$  | 6.0                                       | V                  |
| 存储温度 | $T_{stg}$ | $-65^{\circ}\text{C}-150^{\circ}\text{C}$ | $^{\circ}\text{C}$ |
| 输入电压 |           | $-0.3$ to $+(0.3+V_{CC})$                 | V                  |
| 功率消耗 | $P_D$     | 见附注1                                      | W                  |
| 结温度  |           | $160^{\circ}\text{C}$                     | $^{\circ}\text{C}$ |

附注1: 最大功耗取决于三个因素:  $T_{JMAX}$ ,  $T_A$ ,  $\theta_{JA}$ , 它的计算公式  $P_{DMAX}=(T_{JMAX}-T_A)/\theta_{JA}$ , LTK5129的  $T_{JMA}=150^{\circ}\text{C}$ 。  
 $T_A$  为外部环境的温度,  $\theta_{JA}$  取决于不同的封装形式。

## 电气参数

### 一、CLASS D 模式

#### 1) 静态电气参数

MODE=VDD, ClassD 模式,  $V_{DD}=5\text{V}$ ,  $T_A=25^{\circ}\text{C}$  的条件下:

| 信号           | 参数     | 测试条件                                                                                         | 最小值                  | 典型值        | 最大值 | 单位                 |
|--------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|-----|--------------------|
| $V_{DD}$     | 电源电压   |                                                                                              | 2.5                  | 5          | 5.5 | V                  |
| $I_{DD}$     | 静态电源电流 | MODE=VDD; $V_{DD}=5\text{V}$ , $I_O=0\text{A}$                                               | 2                    | 5          | 8   | mA                 |
| $I_{SHDN}$   | 关断电流   | $V_{DD}=2.5\text{V}$ 到 $5.5\text{V}$                                                         |                      |            | 1   | $\mu\text{A}$      |
| $F_{SW}$     | 振荡频率   | $V_{DD}=2.5\text{V}$ 到 $5.5\text{V}$                                                         |                      | 480        |     | kHz                |
| $V_{OS}$     | 输出失调电压 | $V_{DD}=5\text{V}$ , $V_{IN}=0\text{V}$                                                      |                      | 10         |     | mV                 |
| $\eta$       | 效率     | THD+N=10%, $f=1\text{kHz}$ , $R_L=2\Omega$ ;<br>THD+N=10%, $f=1\text{kHz}$ , $R_L=4\Omega$ ; |                      | 87<br>90   |     | %                  |
| OTP          | 过温保护   |                                                                                              |                      | 155        |     | $^{\circ}\text{C}$ |
| $R_{DS(on)}$ | 静态导通电阻 | $I_{DS}=0.5\text{A}$<br>$V_{GS}=5\text{V}$                                                   | P_MOSFET<br>N_MOSFET | 180<br>140 |     | m $\Omega$         |



## 2) 动态电气参数

MODE=VDD, ClassD 模式,  $V_{DD}=5V$ ,  $T_A=25^{\circ}C$  的条件下:

| 信号    | 参数       | 测试条件                                                                       | 最小值           | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|-------|----------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------|-----|----|
| $P_o$ | 输出功率     | THD+N=10%, $f=1kHz$<br>$R_L=4\Omega$ ;                                     | $V_{DD}=5V$   | 3.3  |     | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 2.4  |     |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 1.8  |     |    |
|       |          | THD+N=1%, $f=1kHz$<br>$R_L=4\Omega$ ;                                      | $V_{DD}=5V$   | 2.6  |     | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 1.8  |     |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 1.2  |     |    |
|       |          | THD+N=10%, $f=1kHz$<br>$R_L=2\Omega$ ;                                     | $V_{DD}=5V$   | 5.4  | 5.5 | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 3.3  | 3.5 |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 2.4  | 2.6 |    |
|       |          | THD+N=1%, $f=1kHz$<br>$R_L=2\Omega$ ;                                      | $V_{DD}=5V$   | 4.8  | 4.9 | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 2.9  | 3   |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 1.4  | 1.5 |    |
| THD+N | 总谐波失真加噪声 | $V_{DD}=5V$ $P_o=0.6W$ ,<br>$R_L=8\Omega$                                  | $f=1kHz$      | 0.12 |     | %  |
|       |          | $V_{DD}=3.6V$ $P_o=0.6W$ ,<br>$R_L=8\Omega$                                |               | 0.1  |     |    |
|       |          | $V_{DD}=5V$<br>$P_o=1W, R_L=4\Omega$                                       | $f=1kHz$      | 0.12 |     |    |
|       |          | $V_{DD}=3.6V$ $P_o=1W$ ,<br>$R_L=4\Omega$                                  |               | 0.1  |     |    |
| PSRR  | 电源电压抑制比  | $V_{DD}=5V$ , $V_{RIPPLE}=200mV_{RMS}$ ,<br>$R_L=8\Omega$ , $C_B=2.2\mu F$ |               | 64   |     | dB |
| SNR   | 信噪比      | $V_{DD}=5V$ , $V_{orms}=1V$ , $G_v=20dB$                                   |               | 85   |     | dB |

## 二、CLASS AB 模式 (ESOP-8封装)

### 1) 静态电气参数

MODE=GND, ClassAB 模式,  $V_{DD}=5V$ ,  $T_A=25^{\circ}C$  的条件下:

| 信号         | 参数     | 测试条件                      | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位          |
|------------|--------|---------------------------|-----|-----|-----|-------------|
| $V_{DD}$   | 电源电压   |                           | 2.5 | 5   | 5.5 | V           |
| $I_{DD}$   | 静态电源电流 | $V_{DD}=5V$ , $I_o=0A$    | 6   | 10  | 14  | mA          |
| $I_{SHDN}$ | 关断电流   | $V_{DD}=2.5V$ 到 $5.5V$    |     |     | 1   | $\mu A$     |
| $V_{OS}$   | 输出失调电压 | $V_{DD}=5V$ , $V_{IN}=0V$ |     | 10  |     | mV          |
| OTP        | 过温保护   |                           |     | 155 |     | $^{\circ}C$ |



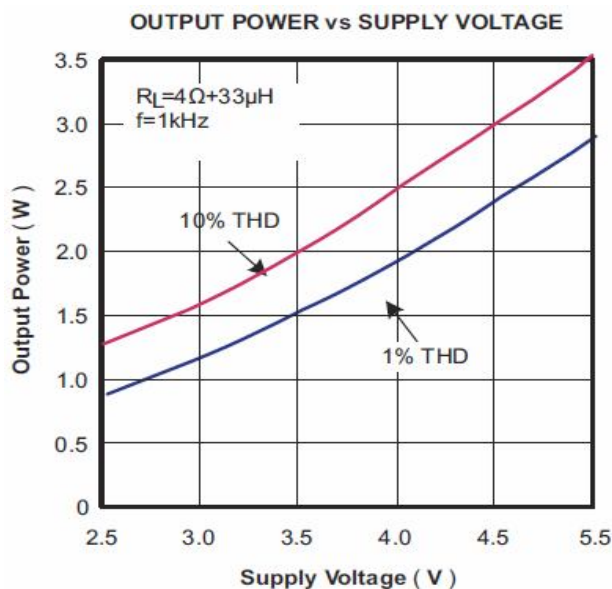
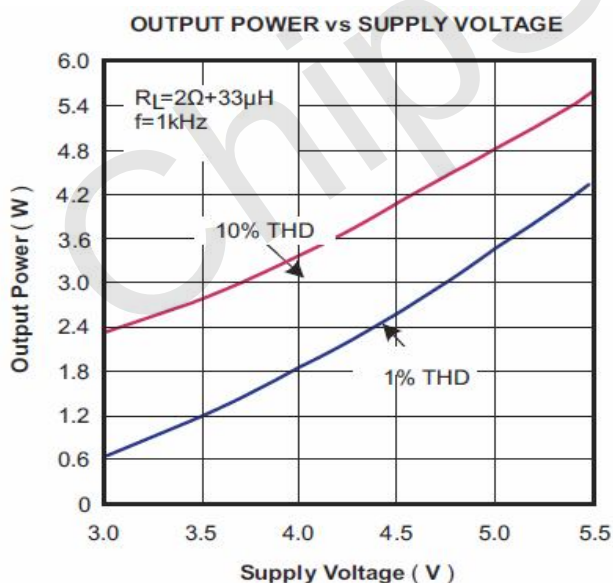
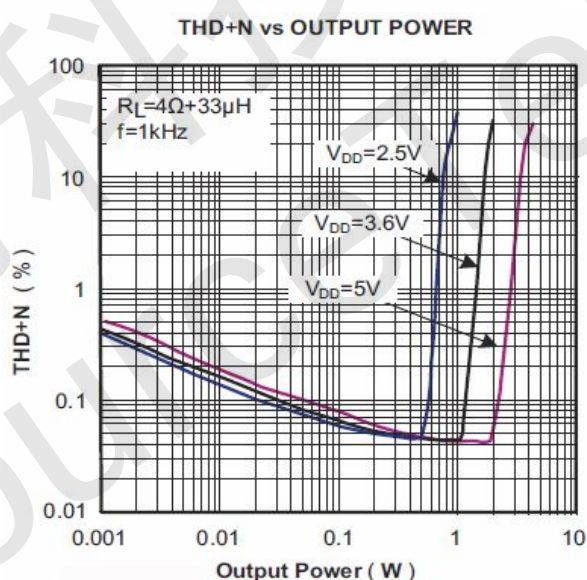
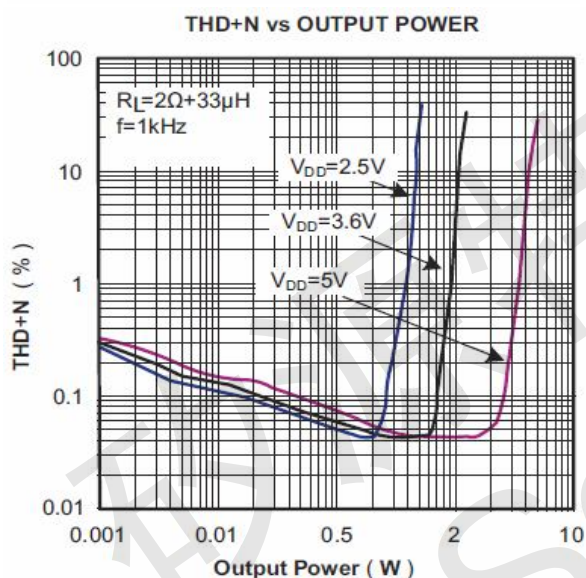
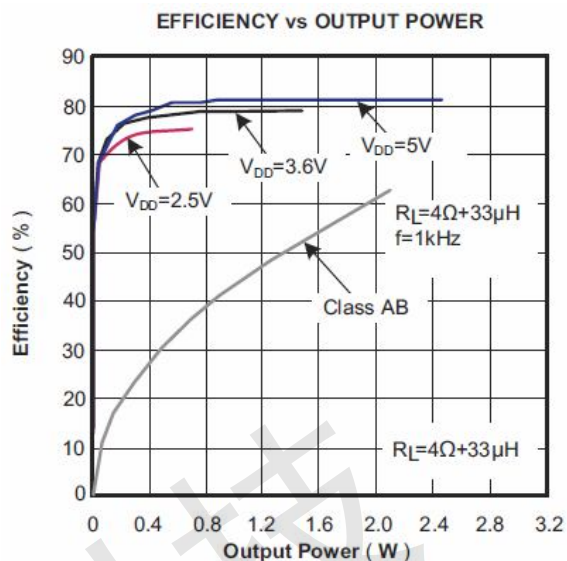
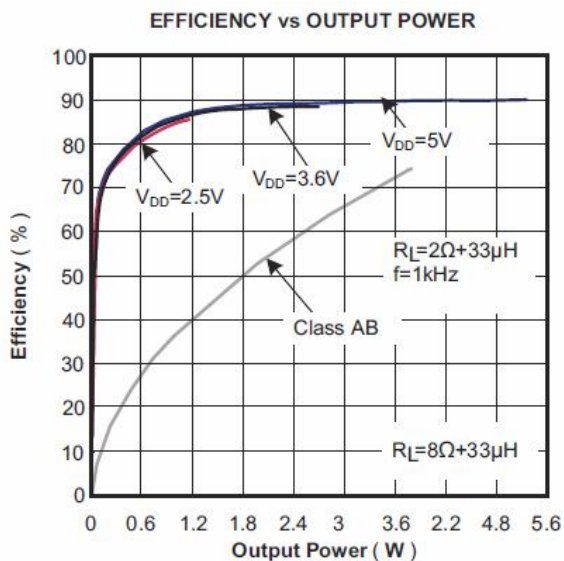
## 2) 动态电气参数

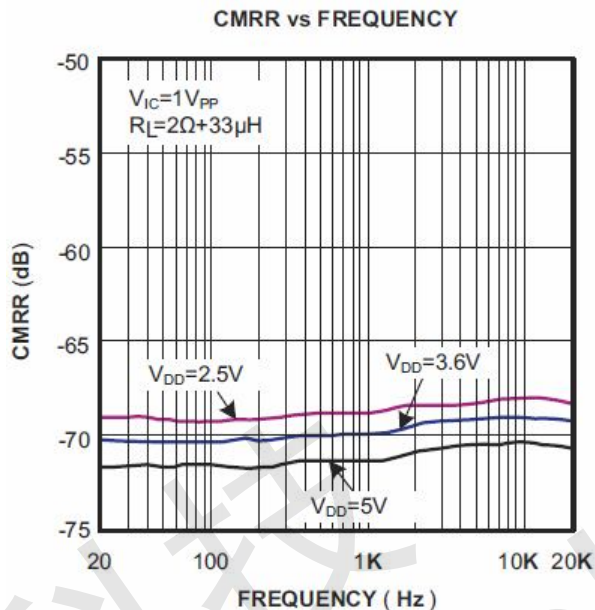
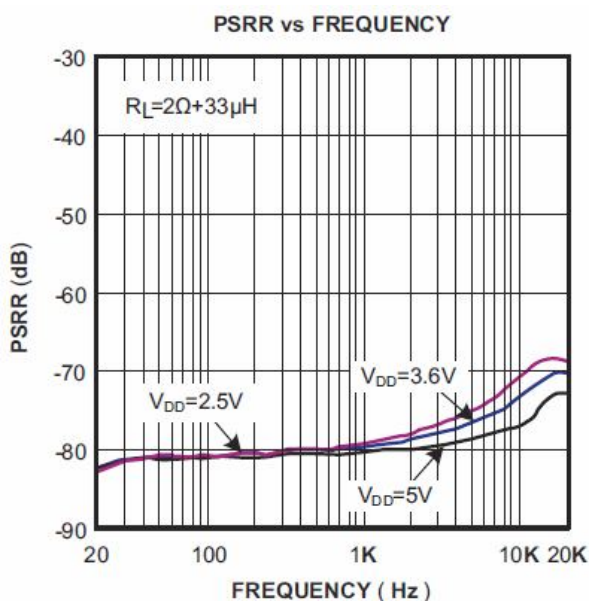
MODE=GND, ClassAB 模式,  $V_{DD}=5V$ ,  $T_A=25^{\circ}C$  的条件下:

| 信号    | 参数       | 测试条件                                                                       | 最小值           | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|-------|----------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------|-----|----|
| $P_o$ | 输出功率     | THD+N=10%, $f=1kHz$<br>$R_L=4\Omega$ ;                                     | $V_{DD}=5V$   | 3.3  |     | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 2.4  |     |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 1.8  |     |    |
|       |          | THD+N=1%, $f=1kHz$<br>$R_L=4\Omega$ ;                                      | $V_{DD}=5V$   | 2.6  |     | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 1.8  |     |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 1.2  |     |    |
|       |          | THD+N=10%, $f=1kHz$<br>$R_L=2\Omega$ ;                                     | $V_{DD}=5V$   | 5.4  | 5.5 | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 3.3  | 3.5 |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 2.4  | 2.6 |    |
|       |          | THD+N=1%, $f=1kHz$<br>$R_L=2\Omega$ ;                                      | $V_{DD}=5V$   | 4.8  | 4.9 | W  |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3.6V$ | 2.9  | 3   |    |
|       |          |                                                                            | $V_{DD}=3V$   | 1.4  | 1.5 |    |
| THD+N | 总谐波失真加噪声 | $V_{DD}=5V$ $P_o=0.6W$ ,<br>$R_L=8\Omega$                                  | $f=1kHz$      | 0.18 |     | %  |
|       |          | $V_{DD}=3.6V$ $P_o=0.6W$ ,<br>$R_L=8\Omega$                                |               | 0.15 |     |    |
|       |          | $V_{DD}=5V$<br>$P_o=1W, R_L=4\Omega$                                       | $f=1kHz$      | 0.15 |     |    |
|       |          | $V_{DD}=3.6V$ $P_o=1W$ ,<br>$R_L=4\Omega$                                  |               | 0.12 |     |    |
| PSRR  | 电源电压抑制比  | $V_{DD}=5V$ , $V_{RIPPLE}=200mV_{RMS}$ ,<br>$R_L=8\Omega$ , $C_B=2.2\mu F$ |               | 69   |     | dB |
| SNR   | 信噪比      | $V_{DD}=5V$ , $V_{orms}=1V$ , $G_v=20dB$                                   |               | 82   |     | dB |

## 典型工作特性







## 应用信息

### 1、驱动2Ω和4Ω负载时PCB 布局及补偿调节考虑事项

有阻抗的负载两端加上交流电压可产生功耗，负载的功耗随运算放大器输出端和负载间的连线（PCB连线和金属连线）而变化。连线产生的阻抗消耗是我们不想要的，比如，0.1Ω的连线阻抗可使4Ω负载的功率从2.1W减小到2.0W。当负载阻抗减少时，负载功耗减少的问题更加加重。所以，为能得到高质量的输出功率和较宽的工作频率，PCB中输出端与负载的连接应尽量宽。

### 2、最大增益

LTK5129的增益由内部电阻 $R_f$ 和 $R_s$ 以及外接电阻 $R_i$ 决定， $R_s = 6.5k\Omega$ ， $R_f = 195k\Omega$ ；用户可以外接 $R_i$ 电阻，控制整体的增益。

$$A_v = 20\log\left(\frac{R_f}{R_i + R_s}\right)$$

例如芯片外部串接一个20kΩ，那么增益计算公式如下：

$$A_v = 20\log\left(\frac{195k\Omega}{13k\Omega + 6.5k\Omega}\right) = 20dB$$



输入电阻尽量靠近LTK5129的输入管脚，可以减小PCB板上噪声的干扰。

### 3、偏置电容

模拟基准旁路电容(CBYP)是最关键的电容并与几个重要性能相关,在从关闭模拟启动或复位时,CBYP决定了放大器开启的速度。第二个功能是减少电源与输出驱动信号耦合时制造的噪声,这些噪声来自于内部模拟基准或放大器等其它器件,降低了LTK5129的PSRR和THD+N性能。

### 4、欠压保护(UVL0)

LTK5129具有低电压检测电路,当电源电压下降到2.0V以下时,LTK5129关闭输出,直到VDD≥2.2V时器件再次开启回到正常状态。

### 5、电源去耦

LTK5129是高性能CMOS音频放大器,需要足够的电源退耦以保证输出THD和PSRR尽可能小。电源的退耦需要两个不同类型的电容来实现。为了更高的频率响应和减小噪声,一个适当等效串联电阻(ESR)的陶瓷电容,典型值1.0μF,放置在尽可能靠近器件VDD端口可以得到最好的工作性能。为了虑除低频噪声信号,推荐放置一个470μF或更大的电容在电源侧。

### 6、输入电容

对于便携式设计,大输入电容既昂贵又占用空间。因此需要恰当的输入耦合电容,但在许多应用便携式扬声器的例子中,无论内部还是外部,很少可以重现低于100Hz至150Hz的信号。因此使用一个大的输入电容不会增加系统性能,输入电容Ci和输入电阻Ri组成一个高通滤波器,其中Ri由外接电阻和内部输入电阻Rs=16kΩ之和确定,切断频率为

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_i C_i}$$

除了系统损耗和尺寸,滴答声和噼噗声受输入耦合电容Ci的影响,一个大的输入耦合电容需要更多的电荷才能到达它的静态电压(1/2VDD)。这些电荷来自经过反馈的内部电路,和有可能产生噼噗声的器件启动端,因此,在保证低频性能的前提下减小输入电容可以减少启动噼噗声。

### 7、模拟参考电压端电容

LTK5129包含有使开启或关断的瞬态值或“滴答声和爆裂声”减到最小的电路。讨论中开启指的是电源电压的加载或撤消关断模式。当电源电压逐渐升至最终值时,LTK5129的内部放大器就好比配置成整体增益的缓冲器一样,内部电流源加载一个受线性方式约束的电压到BYPASS管脚。理论上输入和输出的电压高低将随加到BYPASS管脚的电压而改变。直到加载至BYPASS管脚的电压升到VDD/2,内部放大器的增益保持整体稳定。





加载到BYPASS管脚上的电压一稳定，整个器件就处于完全工作状态。LTK5129的输出达到静态直流电压的时间越长，初始的瞬态响应就越小。选择2.2uF 的电容器同时配以一个在0.1uF 到0.39uF 间变化的小电容，可以产生一个滴答声和爆裂声都较小的关断功能。由以上讨论可知，选择一个不超过指定带宽要求的电容Ci 可以帮助降低滴答声现象。

## 8、EMI 的减小

在电源端加一个 470uF 以上的耦合电容，能有效减小 EMI，前提是放大器到扬声器的距离小于(<20CM)。大部分应用是需要一个如图 2 所示的磁珠滤波器，滤波器有效地减小了 1MHz 以上的 EMI，该应用，在高频是应选择高阻抗的，而在低频率是应选择低阻抗的。

