



## 内置Charge Pump自适应升压的4.9W AB/D类音频功率放大器

### 芯片介绍

内置自动升压模块的LPA2160给音箱提供了宽裕的功率输出，可升压至6.2V。当输入信号较小时，升压电路不工作，D类直接由电源供电；当输入信号变大时，自动升压电路启动，Charge pump升压至6.2V电压给D类供电。这样可以提高系统工作效率，延长电池续航时间。

LPA2160具有四种模式可选的AGC防破音功能，能显著提高音质，创造舒适的听音享受，并保护扬声器免受过载损坏。

LPA2160具备AB类/D类模式切换功能，切换至AB类可减少系统中功放对FM的干扰。

LPA2160的全差分架构有效地提高了芯片对RF噪声的抑制能力。无需滤波器的PWM调制结构及内置的升压模块，尽可能的减少了外围器件。

LPA2160内置了过流保护，短路保护和过热保护，有效的保护芯片在异常的工作条件下不被损坏。

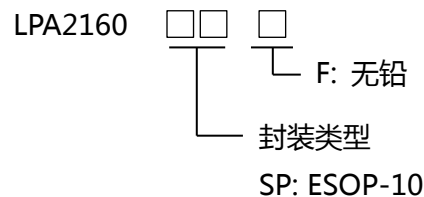
### 应用范围

- ◇ 便携式音箱、蓝牙音箱
- ◇ 便携式游戏机
- ◇ 扩音器
- ◇ MP4，导航仪
- ◇ 平板电脑
- ◇ 笔记本电脑

### 特点

- ◆ 输入电压范围：2.7V~5.5V
- ◆ 内置自适应Charge pump升压电路，可将输出电压自动升压至6.2V
- ◆ D类/AB类切换
- ◆ 四种AGC防破音模式可选
- ◆ 输出功率：D类模式
  - $P_O = 4.9W$  ( @10% THD+N,  $V_{BAT}=4.2V R_L=4\Omega+33\mu H$ , AGCOFF模式 )
  - $P_O = 4.0W$  ( @1% THD+N,  $V_{BAT}=4.2V R_L=4\Omega+33\mu H$ , AGCOFF模式 )
- ◆ 无需滤波的D类PWM输出
- ◆ 过流、短路、欠压和过温保护功能
- ◆ Rohs标准环保封装：带散热片的ESOP-10封装

### 标示信息



### 丝印及包装信息

型号	丝印	封装	包装
LPA2160SPF	LPS LPA2160 YWX	ESOP-10	3K/REEL
丝印标示： Y：生产年份 W：生产周 X：批次号			

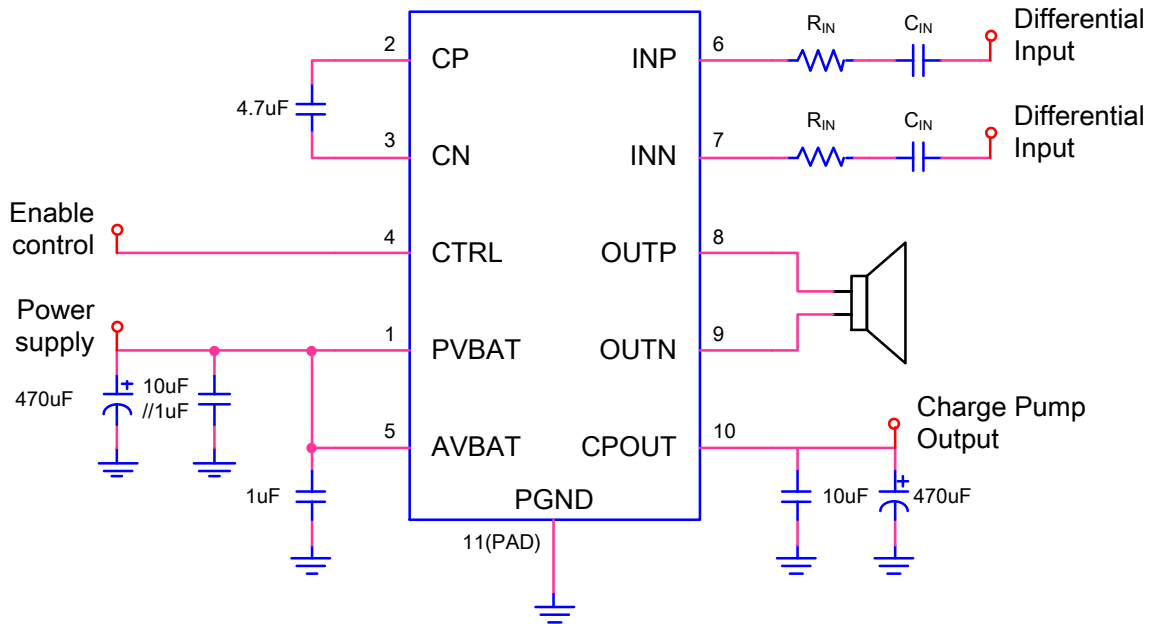


## 引脚信息

封装类型		引脚信息																																		
ESOP-10		<p>ESOP-10 (Top View)</p>																																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>名称</th> <th>描述</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVBAT</td> <td>功率电源输入，接锂电池正端</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CP</td> <td>Flying 电容正端</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CN</td> <td>Flying 电容负端</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CTRL</td> <td>芯片关断和 AB 类、D 类控制管脚</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>AVBAT</td> <td>模拟电源输入，接锂电池正端</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>INP</td> <td>音频输入信号正端</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>INN</td> <td>音频输入信号负端</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>OUTP</td> <td>音频输出正端</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>OUTN</td> <td>音频输出负端</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>CPOUT</td> <td>Charge Pump 输出端</td> </tr> <tr> <td>11(PAD)</td> <td>PGND</td> <td>底部散热片，接地</td> </tr> </tbody> </table>	序号	名称	描述	1	PVBAT	功率电源输入，接锂电池正端	2	CP	Flying 电容正端	3	CN	Flying 电容负端	4	CTRL	芯片关断和 AB 类、D 类控制管脚	5	AVBAT	模拟电源输入，接锂电池正端	6	INP	音频输入信号正端	7	INN	音频输入信号负端	8	OUTP	音频输出正端	9	OUTN	音频输出负端	10	CPOUT	Charge Pump 输出端	11(PAD)
序号	名称	描述																																		
1	PVBAT	功率电源输入，接锂电池正端																																		
2	CP	Flying 电容正端																																		
3	CN	Flying 电容负端																																		
4	CTRL	芯片关断和 AB 类、D 类控制管脚																																		
5	AVBAT	模拟电源输入，接锂电池正端																																		
6	INP	音频输入信号正端																																		
7	INN	音频输入信号负端																																		
8	OUTP	音频输出正端																																		
9	OUTN	音频输出负端																																		
10	CPOUT	Charge Pump 输出端																																		
11(PAD)	PGND	底部散热片，接地																																		



### 应用原理图



### 极限参数

- ◇ 输入电压 ----- -0.3V~6.2V
- ◇ 最高结温 ----- 150°C
- ◇ 热阻 (θ<sub>JC</sub>) ----- 23°C/W
- ◇ 热阻 (θ<sub>JA</sub>) ----- 110°C
- ◇ 最大焊接温度 (引线处, 10秒) ----- 220°C
- ◇ 存储温度 ----- -45°C~125°C

### 推荐工作条件

- ◇ 电源电压 ----- 2.7V~5.5V
- ◇ Charge升压范围 ----- 6.0V~6.4V
- ◇ 工作温度 ----- -45°C~85°C
- ◇ 扬声器阻抗 ----- 2Ω



## ESD 系数

- ◇ 人体模型 (HBM) ----- 2KV
- ◇ 机械模型 (MM) ----- 200V

### ※CMOS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。





## 电气参数

$T_A=27^{\circ}\text{C}$ , 电池电压  $V_{BAT}=3.7\text{V}$ ,  $f=1\text{KHz}$ ,  $R_{IN}=10\text{K}\Omega$ ,  $C_{IN}=1\mu\text{F}$ ,  $\text{Load}=4\Omega+33\mu\text{H}$ (除非特殊说明)

符号	参数	条件		最小值	标准值	最大值	单位
$V_{BAT}$	芯片电源电压			2.7		5.5	V
$I_{SD}$	关断电流	$V_{CTRL}=0$			<1		$\mu\text{A}$
$I_{VBAT}$	静态电流	CPOUT=6.2V, 无负载, 无滤波(D类)			4		mA
		$V_{BAT}=3.7\text{V}$ , 无负载, 无滤波(AB类)			12		mA
$T_{START}$	芯片启动时间				80		ms
$T_{AB/D}$	AB类/D类模式切换时间				80		ms
$T_{SD}$	过温保护阈值温度				180		$^{\circ}\text{C}$
$T_{SDR}$	过温保护退出阈值温度				150		$^{\circ}\text{C}$
$V_{OS}$	输出失调电压				5	30	mV
$R_{DSON}$	源漏导通电阻 (D类模式)	$I_{DS}=1\text{A}$ $V_{BAT}=3.6\text{V}$	PMOS		94		$\text{m}\Omega$
			NMOS		95		$\text{m}\Omega$
PSRR	电源抑制比	217Hz				-70	dB
		20KHz				-62	dB
CMRR	共模抑制比	f=1KHz			-72		dB
$f_{SWD}$	D类调制频率	$V_{BAT}=2.7\text{V to }5.5\text{V}$			450		KHz
$V_{IH}$	逻辑控制端高电平			2			V
$V_{IL}$	逻辑控制端低电平					0.3	V

## Charge Pump

$V_{CPOUT}$	Charge Pump输出电压	$I_{CPOUT}=100\text{mA}$	6.0	6.2	6.4	V
$I_{CPOUT}$	Charge Pump最大输出电流	$PV_{BAT}=4.2\text{V}$ , CPOUT=6.2V		1.1		A
$\eta_C$	Charge Pump效率	$I_{CPOUT}=800\text{mA}$		75		%
$f_{CH}$	Charge Pump调制频率	$V_{BAT}=2.7\text{V to }5.5\text{V}$		2100		KHz
$T_{SS}$	Charge Pump软启动时间			3		ms



Automatic Gain Control						
A <sub>AGC</sub>	AGC衰减增益		0		18	dB
A <sub>STEP</sub>	AGC衰减步长			0.75		dB
T <sub>AGC</sub>	Attack Time	AGC 管脚接 GND		60		ms
	Release Time	AGC MODE1		300		ms
	Attack Time	AGC 管脚 100K 电阻接 GND		15		ms
	Release Time	AGC MODE2		2000		ms
	Attack Time	AGC 管脚悬空		60		ms
	Release Time	AGC MODE3		600		ms
	Attack Time	AGC 管脚 100K 电阻接 VBAT		60		ms
	Release Time	AGC MODE4		90		ms

### Class D Audio Power Amplifier

AGCOFF MODE , Load=4Ω + 33uH						
P <sub>o</sub>	输出功率	PVBAT=4.2V , THD=10%		4.90		W
		PVBAT=4.2V , THD=1%		4.00		
		PVBAT=3.6V , THD=10%		3.60		
		PVBAT=3.6V , THD=1%		3.20		
THD+N	总谐波失真+噪声	PVBAT=4.2V , P <sub>o</sub> =2W		0.12		%
		PVBAT=3.6V , P <sub>o</sub> =1W		0.15		
V <sub>N</sub>	输出噪声	f=20-20KHz , A weighted		100		uV
SNR	信噪比	Av=29dB , THD+N=1% , A weighted		90		dB
η	效率	PVDD=4.2V , P <sub>o</sub> =0.5W , 纯Class D		82		%

AGC MOOD , Load=4Ω + 33uH						
P <sub>O_AGc</sub>	AGC模式 恒定输出功率	AGC	PVBAT=4.2V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		3.90	W
		MOOD1	PVBAT=3.6V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		3.10	
		AGC	PVBAT=4.2V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		3.90	W
		MOOD2	PVBAT=3.6V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		3.10	
		AGC	PVBAT=4.2V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		3.90	W
		MOOD3	PVBAT=3.6V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		3.10	
		AGC	PVBAT=4.2V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		4.80	W
		MOOD4	PVBAT=3.6V , V <sub>IN_PP</sub> =500mV		3.50	
THD+N	总谐波失真+噪声	AGC	PVBAT=4.2V , P <sub>o</sub> =2W		0.12	%
		MOOD1\2\3	PVBAT=3.6V , P <sub>o</sub> =1W		0.15	



## Class AB Audio Power Amplifier

P <sub>O</sub>	输出功率	PVBAT=4.2V , THD=10%	1.90	W
		PVBAT=4.2V , THD=1%	1.50	
		PVBAT=3.6V , THD=10%	1.40	
		PVBAT=3.6V , THD=1%	1.10	
THD+N	总谐波失真+噪声	PVBAT=3.6V , P <sub>O</sub> =1.0W	0.07	%
		PVBAT=3.6V , P <sub>O</sub> =0.5W	0.08	
V <sub>N</sub>	输出噪声	f=20-20KHz , A weighted	100	uV
SNR	信噪比	Av=29dB , THD+N=1% , A weighted	90	dB
η	效率	PVDD=4.2V , P <sub>O</sub> =2.2W , 纯Class AB	80	%

## ※说明：

- 测试使用33uH电感 + 2Ω电阻和33uH电感 + 4Ω电阻来模拟小喇叭的特性。
- AB类模式下，DCDC模块自动关闭，由于外置二极管上的压降VD，实际提供AB类电源PVDD为VBAT-VD，而VD在不同器件，不同温度，不同电流下有所不同。
- 恒定输出功率：指在AGC工作的模式下，当输入信号增大到AGC起作用时，在AGC的有效衰减范围内，输出功率不随输入信号变化时的功率。





## 应用说明

### 输入电容CIN与输入电阻RIN的选择

LPA2160 接受模拟差分或者单端音频信号输入，输出数字 PWM 信号（D 类）或者模拟音频信号（AB 类）驱动扬声器。

差分输入和单端输入具有相同的放大倍数，LPA2160 内部集成 20KΩ 输入电阻、560KΩ 反馈电阻，故 LPA2160 在外接输入电阻 RIN 为零时，拥有最大 28 倍( 29dB )增益，也可以通过下列公式调节系统增益。

$$A_v = \frac{560K\Omega}{R_{IN} + 20K\Omega}$$

输入电容和输入电阻构成高通滤波器，截止频率为：

$$f_c = \frac{1}{2\pi \times (R_{IN} + 20K) \times C_{IN}}$$

根据应用需求的增益，确认输入电阻 RIN，再根据扬声器的性能确认输入电容 CIN。增益确定后选择电容，大的输入电容 CIN 产生更低频的截止频率，有利于低频声音的重现，但是过大的输入电容可能引入 pop 声、较大低频噪声并且大的电容拥有较大的器件体积可能不利于板的布局，根据需求合理选择输入电容。

输入电阻的失配会降低系统的 PSRR、CMRR 和 THD 等性能，要求使用精度为 1% 的输入电阻。

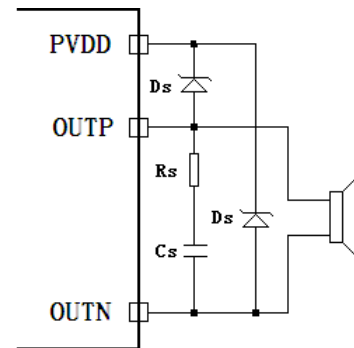
输入电容的任何失配会造成输入滤波器的截止频率失配，电容的严重失配也会造成启动 pop 声，推荐使用容差 ±10% 或者更好的电容。

注意，系统前级电路的输出阻抗应不超过 600Ω。

### 音频功放输出

一般而言，输出端可直接连接负载喇叭。如果输出端的输出线较长，或者对 EMI 的要求较高，则可选择添置铁氧体磁珠或 LC 滤波器。

另外，如果输入信号幅度较大，或 Charge Pump 模块输出电压 CPOUT 较大，或负载喇叭阻抗较小( ≤4Ω ) 时，有必要适当增大电源端电容( 至少 100uF 以上 )，并在输出端加入 Snubber 电路和肖特基二极管，防止芯片异常。



推荐参数：

Rs : 1.5Ω ~ 2Ω

Cs : 330pF ~ 680pF

Ds : 正向平均电流 ≥ 3A，正向涌浪峰值电流 ≥ 6A，正向电压 ( If=1A ) ≤ 0.38V。

### 电荷泵飞电容

Charge Pump 飞电容 Cf 用于在电源和 Charge Pump 输出 CPOUT 间传递能量，减小 Cf 的容值会减小 Charge Pump 的负载调整率 ( Load Regulation ) 和输出驱动能力 ( Output Drive Capability )，最终影响功放的输出功率；但是，大的 Cf 也会引入大的输出电压纹波。

LPA2160 推荐使用耐压 16V 以上 4.7uF，低 ESR 的 X7R、X5R 陶瓷电容。





### 电荷泵输出电容

Charge Pump 输出电容 COUT 的容值和 ESR 影响输出电压 CPOUT，即功放供电的 PVDD 的电压纹波。小的容值和大的 ESR 都会增大输出电压 CPOUT 的纹波，影响功放性能，LPA2160 推荐使用耐压 10V 以上、470uF 的低 ESR 电解电容。

### 电源退耦电容

在放大器的应用中，电源的旁路设计很重要，特别是对应用方案的噪声性能及电源电压抑制性能。设计中要求滤波电容尽量靠近芯片电源脚。LPA2160 中，管脚 1 (PVBAT) 为 Charge Pump 提供电流，该支路会有快速变化的大电流，建议在管脚 1 附近接入 470uF 的电解电容并上 10uF 和 1uF 的低 ESR 陶瓷电容，1uF 电容尽可能靠近管脚。

同样，也需要在其他电源输入 AVBAT、PVDD 增加去耦电容。

### CTRL 管脚功能描述

通过在 CTRL 端输入不同的电压，可以实现四种工作模式，如上表所示。

CTRL	输入选择情况
0~0.2V	ShutDown
1.2~1.5V	AB 类模式
1.8V~(VBAT-1)V	D 类模式 (高 AutoCP 启动电平)
>(VBAT-0.6)V	D 类模式 (低 AutoCP 启动电平)

表 1. CTRL 管脚不同功能模式的电压选择

当 CTRL 端输入电压小于 0.2V 时，芯片选择关断模式 (Shutdown)，进入低功耗待机模式。

当 CTRL 端电压在 1.8V 以上时，芯片选择 D 类升压模式。选择 1.8V 到 VBAT-1V 时，Charge Pump 自动启动的输出功率，比在选择在大于 VBAT-0.6V 这档时的稍大，这样效率利用率更高，但是在播放动态较大的音乐时可能更容易失真。

如果想降低 EMI 影响，可以在 CTRL 端输入 1.2V 到 1.5V 的电压，切换到 AB 类模式。

### AGC 防破音功能

D 类模式下，AGC 端口接特定电平进入 AGC 防破音模式，当电路检测到输入信号幅度过大而产生输出削顶时，LPA2160 通过自动调整系统增益，控制输出达到最大限度的无削顶失真功率水平，由此改善音质效果。

AGC	AGC 模式	最大 THD+N	Attack Time	Release Time
直接接 GND	AGC MOOD1	1%	60ms	300ms
100K 电阻接 GND	AGC MOOD2	1%	15ms	2000ms
悬空	AGC MOOD3	1%	60ms	600ms
100K 电阻接 VBAT	AGC MOOD4	10%	60ms	90ms
直接接 VBAT	AGC OFF			

表 2. AGC 管脚不同功能模式的电压选择

Attack Time 是指 AGC 模式下，输出从出现失真到系统调节增益到指定 THD 的最大时间；

Release Time 是指 AGC 模式下，输出信号降低到不失真水平，系统退出增益衰减所用的最大时间。



## 自适应Charge Pump功能

LPA2160 集成自适应 Charge Pump 功能,在 D 类模式,当输出信号较小,由电源 VBAT 直接给 D 类供电,该输出功率不会产生输出失真,Charge Pump 不升压,这样的输出功率如果升压的话,效率会比较低;当输出信号增大到设定值时,Charge Pump 自动开启,以提供更大的功率输出,这样可以提高电源利用效率,延长电池的使用时间。

## 上电、掉电噪声抑制

LPA2160 内置上电,掉电噪声抑制电路,可有效地消除了系统在上电、下电、唤醒及关断操作时可能出现的瞬态噪声。

## 保护电路

当芯片温度过高时,芯片会被关断,温度下降后,LPA2160 继续正常工作。

当芯片输出与电源、地或者输出相互短路时,芯片会被关断,排除短路故障后芯片 LPA2160 能自动恢复正常工作状态。

当电源电压过低时,芯片同样会被关断,电源电压恢复后,芯片会再次启动。

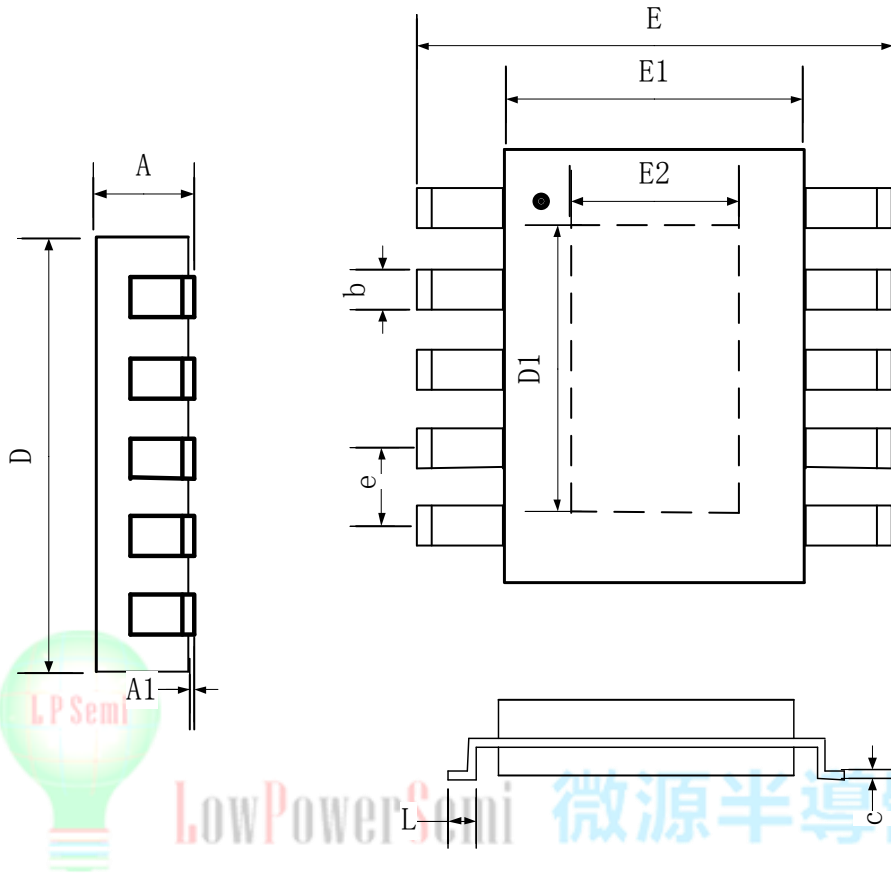
## PCB布板注意事项

- LPA2160 是带 BOOST 升压的 D 类功率放大器,电路中存在开关大电流信号,为保证性能,需要注意对大电流路径的布局考虑。
- BOOST 工作时,大电流从电源正端-电感-SW-GND-流回电源负端,另一条大电流从电源正端-电感-二极管-470uF 电容-流回电源负端。还有一条电流路径,在功率放大器工作时,从 470uF 电容正端-PVDD-OUTP(OUTN)-负载喇叭-OUTN ( OUTP ) -GND-470uF 电容负端。上述路电流径上的 PCB 布局在任何一环存在不足都将可能引起芯片性能下降,所以要优先、仔细考虑对上述路径布局的考虑。
- 电源走线应单独从供电电源端引出(以减小对其他用电模块影响),从电源到电感、电感到 SW 管脚的走线要宽(考虑 BOOST 电感电流较大,LPA2160 推荐电源到电感走线宽度不小于 6mm),路径尽量短。
- GND 直接连接到芯片中间的 solder mask 上,通过过孔 via 与 PCB 中间层或者背面的大面积铺地相接。上述大电流路径的地线路径布线也要重视,如 470uF 电容的负端到电源负端和 GND 的路径要足够粗、短,不要因为控制线的走线等原因进行切割而导致该路径又长又细。
- 与芯片封装散热片接触的敷铜面积决定了散热性能,芯片的散热片要可靠地焊接在散热 solder mask 上,正面、背面的 solder mask 通过过孔连接(可以是间隔 0.3mm)且要与大面积的敷铜区相接。散热用的敷铜区要使用实心过孔,使用整片敷铜,不要网状敷铜。
- 芯片输出管脚到扬声器的输出线尽量粗而短,线宽尽量不要小于 0.5mm。
- LPA2160 的输入电阻、电容要尽量靠近芯片的 IN1、IN2 脚放置,两个输入的布局走线尽可能一致,且不要靠近功率布线走线,这样可以更好地抑制噪声和干扰。
- 电源和地的滤波电容尽量靠近芯片的管脚,切记不能把电容放在板子的背面,通过微小的通孔跳线连过来。
- 敏感的信号线注意屏蔽,最好用差分信号。尽量不要有干扰线走过敏感的信号线。



封装信息

ESOP-10



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	--	--	1.75
A1	0	--	0.10
b	0.30	--	0.40
c	0.19	--	0.25
D	4.70	4.90	5.10
D1		3.40	
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
E2		2.41	
e	1.00BSC		
L	0.40	--	0.80