

# 16位立体声音频数字模拟转换器 (DAC) , 1.6瓦立体声功率放大器/立体声耳机放大器

## 特性

- 工作电压：2.4V~6.5V。
- THD+N < 0.16% (BTL) 、0.1% (SE) 之输出功率：
- 16位数字模拟转换器 (DAC) 。
- 输入格式：Right justified、Left justified、I<sup>2</sup>S。
- 串行控制接口：I<sup>2</sup>C。
- 优异的电源涟波拒斥比(PSRR)。
- 灵活的电源管理。
- 外部零件少。
- 减低POP噪声之控制。
- 封装：TSSOP16(带散热片)。

模式	负载	5V	3.3V	2.4V
BTL	4Ω	1.6W	0.7W	340mW
	8Ω	0.83W	0.35W	170mW
SE	32Ω	46mW	20mW	10mW

## 产品应用

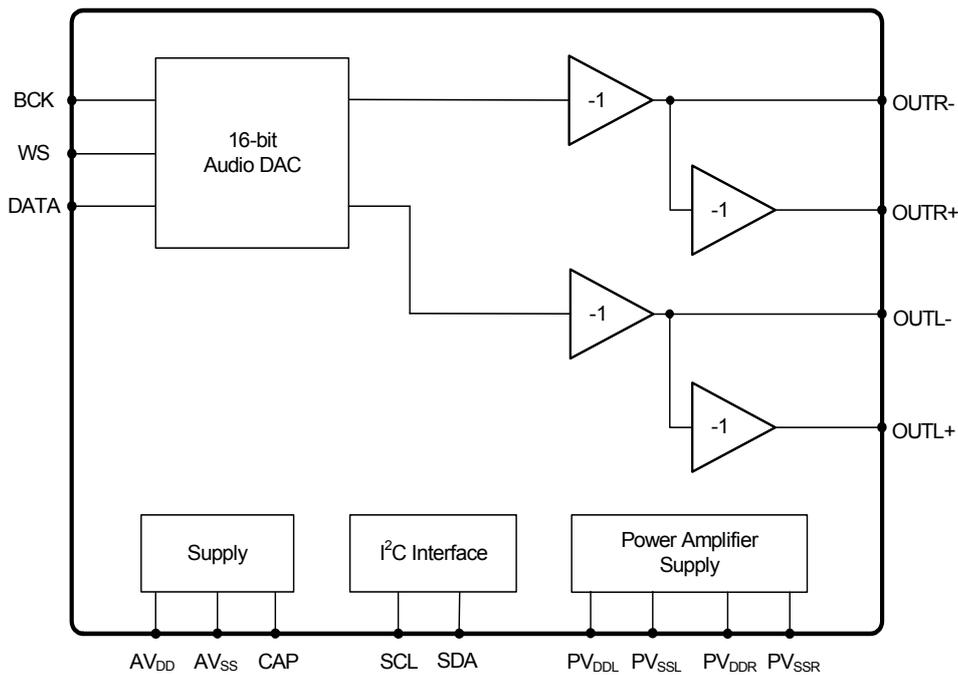
- 多媒体系统。
- 可携式数字产品。

## 描述

MS6336结合了16位电压输出数字模拟转换器 (DAC) ， AB类耳机驱动器与立体声功率放大器，能驱动两个4欧姆喇叭 (BTL模式) ，功率可达2\*1.6瓦，或一组32欧姆立体声耳机(2\*46毫瓦 SE模式)。支持的数字输入格式有Right justified、Left justified、I<sup>2</sup>S。MS6336控制接口采I<sup>2</sup>C总线接口容易设定。DAC部份具有精确稳定的电流量，结合极好的对称译码方式，保证重现出高质量的音频讯号。

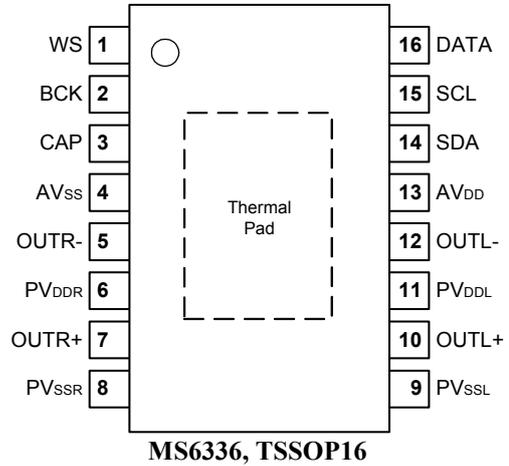
MS6336具有适合于便携设备的优异特性，包含低工作电压、低功率消耗、灵活的电源管理，极少的外部零件。适合应用于可携式数字音频装置。

## 方块图



## 脚位配置

符号	脚位	描述
WS	1	数字音频字符选择输入端
BCK	2	数字音频频率输入端
CAP	3	参考电压 (1/2 V <sub>DD</sub> )
AV <sub>SS</sub>	4	模拟接地
OUTR-	5	BTL右声道正负端输出 SE右声道输出
PV <sub>DDR</sub>	6	功率放大器右声道供给电压
OUTR+	7	BTL右声道正端输出
PV <sub>SSR</sub>	8	功率放大器右声道接地
PV <sub>SSL</sub>	9	功率放大器左声道接地
OUTL+	10	BTL左声道正端输出
PV <sub>DDL</sub>	11	功率放大器左声道供给电压
OUTL-	12	BTL左声道正负端输出 SE左声道输出
AV <sub>DD</sub>	13	供给电压
SDA	14	I <sup>2</sup> C 控制数据输入
SCL	15	I <sup>2</sup> C 频率输入
DATA	16	数字音频数据输入端



批注：1. SE: Single ended. BTL: bridged-tied load.

## 订购信息

封装形式	产品编号	封装正印	运送包装
16Pin TSSOP (lead free)	MS6336TGTR	MS6336G	2.5k Units Tape and Reel
16Pin TSSOP (lead free)	MS6336TGU	MS6336G	90 Units Tube
20Pin SSOP (lead free)	MS6336SSGTR	MS6336G	2k Units Tape and Reel
20Pin SSOP (lead free)	MS6336SSGU	MS6336G	66 Units Tube

遵循RoHS规范

## 最大容许规格

符号	参数	额定值	单位
V <sub>DD</sub>	工作电压	6.5	V
V <sub>ESD</sub>	抗静电处理	2000	V
T <sub>STG</sub>	储存温度	-65 to 150	°C
T <sub>A</sub>	工作环境温度	-40 to 85	°C
T <sub>J</sub>	最大接合温度	150	°C
T <sub>S</sub>	焊接温度 (10秒)	260	°C
R <sub>THJA</sub>	接面热阻 (介质: 空气) TSSOP16 (附加散热片)	51	°C/W

## 5V电气特性

(Ta=25°C, V<sub>DD</sub>=5V, V<sub>SS</sub>=0V, Sampling rate 4fs, fs= 44.1kHz, f=1kHz)

符号	参数	测试条件	最小值	额定值	最大值	单位
<b>直流特性</b>						
V <sub>CAP</sub>	参考电压		0.5V <sub>DD</sub> -0.05	0.5V <sub>DD</sub>	0.5V <sub>DD</sub> +0.05	V
V <sub>DC</sub>	直流输出准位		0.5V <sub>DD</sub> -0.05	0.5V <sub>DD</sub>	0.5V <sub>DD</sub> +0.05	V
V <sub>FSDAC</sub>	满刻度输出电压	V <sub>FS</sub> =0.72 * V <sub>DD</sub>	V <sub>FS</sub> -1.5%	V <sub>FS</sub>	V <sub>FS</sub> +1.5%	V
I <sub>Q</sub>	静态电流	Audio code 0000H, BTL	-	12.3	-	mA
		Audio code 0000H, SE		9.5		
		L-ch(R-ch)待机, BTL模式 DAC工作		8		
		L-ch(R-ch)待机, SE模式 DAC工作	-	6.5	-	
I <sub>PD</sub>	待机电流	All devices power down	-	-	0.3	uA
		All devices power down, except CAP=1/2 VDD		12		
CS	声道隔离度	BTL模式, R <sub>L</sub> =8Ω, V <sub>FS</sub>	-	95	-	dB
		SE模式, R <sub>L</sub> =32Ω, V <sub>FS</sub>	-	90	-	dB
<b>交流特性</b>						
Res	分辨率		-	-	16	bits
PSRR	电源涟波拒斥比	BTL模式, R <sub>L</sub> =8Ω C <sub>BP</sub> =1uF, f=100Hz	-	58	-	dB
		SE模式, R <sub>L</sub> =32Ω C <sub>BP</sub> =10uF, f=100Hz	-	65	-	dB
THD+N	总谐波失真	SE模式, R <sub>L</sub> =32Ω, V <sub>FS</sub>	-	-67	-62	dB
			-	0.0447	0.079	%
S/N	信号噪声比	SE模式, A-weighting, V <sub>FS</sub>	86	92	-	dB
P <sub>o</sub>	最大输出功率	BTL模式, R <sub>L</sub> = 4Ω THD+N = 0.33%	1.44	1.6	-	W
		BTL模式, R <sub>L</sub> = 8Ω THD+N = 0.15%	0.75	0.83	-	W
		SE模式, R <sub>L</sub> = 32Ω THD+N = 0.042%	41.4m	46m	-	W
<b>I<sup>2</sup>C总线输入</b>						
V <sub>IH</sub>	输入高准位		2	-	-	V
V <sub>IL</sub>	输入低准位		-	-	0.8	V

## 3.3V电气特性

(Ta=25°C, V<sub>DD</sub>=3.3V, V<sub>SS</sub>=0V, Sampling rate 4fs, fs= 44.1kHz, f=1kHz)

符号	参数	测试条件	最小值	额定值	最大值	单位
<b>直流特性</b>						
I <sub>Q</sub>	静态电流	Audio code 0000H, BTL	-	10.9	-	mA
		Audio code 0000H, SE		8.3		
		L-ch(R-ch)待机, BTL模式 DAC工作		6.9		
		L-ch(R-ch)待机, SE模式 DAC工作	-	5.5	-	
<b>交流特性</b>						
THD+N	总谐波失真	SE模式, R <sub>L</sub> =32Ω, V <sub>FS</sub>	-	-65	60	dB
			-	0.0562	0.1	%
P <sub>o</sub>	最大输出功率	BTL模式, R <sub>L</sub> = 4Ω THD+N = 0.25%	0.63	0.70	-	W
		BTL模式, R <sub>L</sub> = 8Ω THD+N = 0.14%	0.32	0.35	-	W
		SE模式, R <sub>L</sub> = 32Ω THD+N = 0.052%	18m	20m	-	W

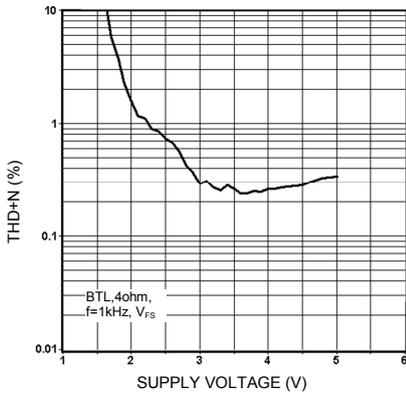
## 2.4V电气特性

(Ta=25°C, V<sub>DD</sub>=2.4V, V<sub>SS</sub>=0V, Sampling rate 4fs, fs= 44.1kHz, f=1kHz)

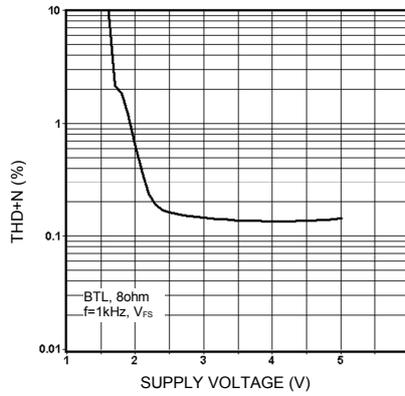
符号	参数	测试条件	最小值	额定值	最大值	单位
<b>直流特性</b>						
I <sub>Q</sub>	静态电流	Audio code 0000H, BTL	-	9.6	-	mA
		Audio code 0000H, SE		6.8		
		L-ch(R-ch)待机, BTL模式 DAC工作		5.8		
		L-ch(R-ch)待机, SE模式 DAC工作	-	4.7	-	
<b>交流特性</b>						
THD+N	总谐波失真	SE模式, R <sub>L</sub> =32Ω, V <sub>FS</sub>	-	-63	-58	dB
			-	0.071	0.126	%
P <sub>o</sub>	最大输出功率	BTL模式, R <sub>L</sub> = 4Ω THD+N = 0.85%	0.31	0.34	-	W
		BTL模式, R <sub>L</sub> = 8Ω THD+N = 0.17%	0.15	0.17	-	W
		SE模式, R <sub>L</sub> = 32Ω THD+N = 0.07%	9m	10m	-	W

## 典型的特性曲线图

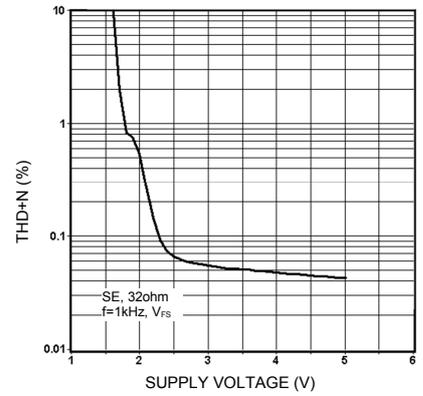
( $T_a=25^\circ\text{C}$ , sampling rate=4fs, fs= 44.1kHz)



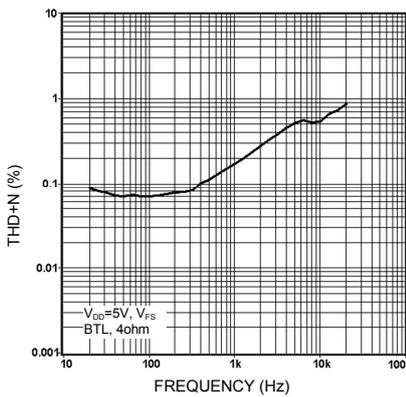
THD+N vs. 工作电压



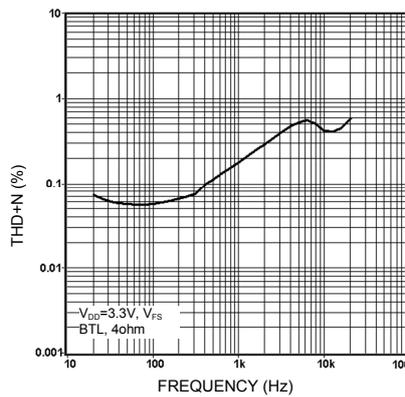
THD+N vs. 工作电压



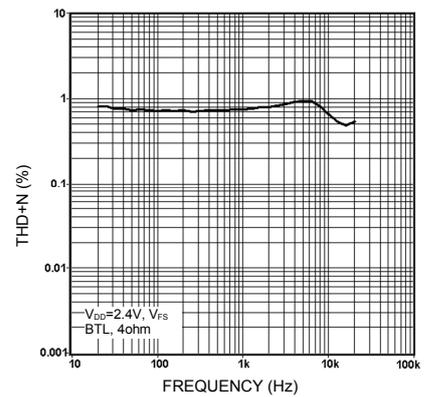
THD+N vs. 工作电压



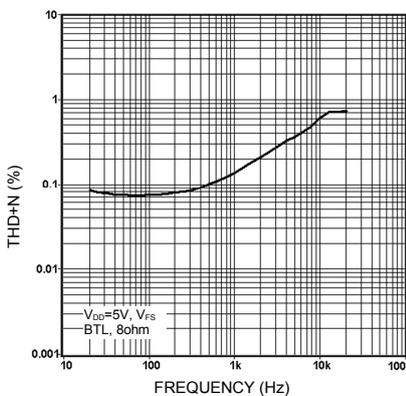
THD+N vs. 频率



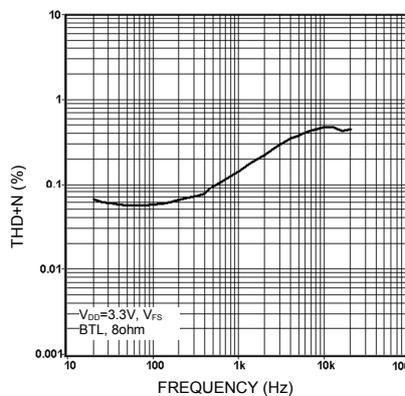
THD+N vs. 频率



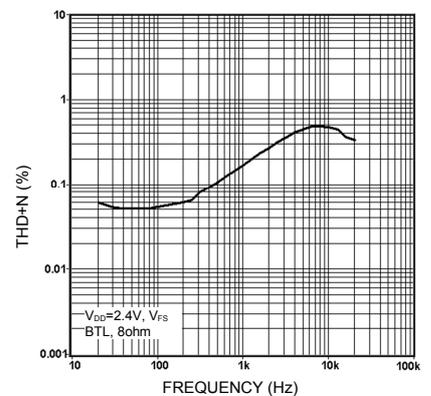
THD+N vs. 频率



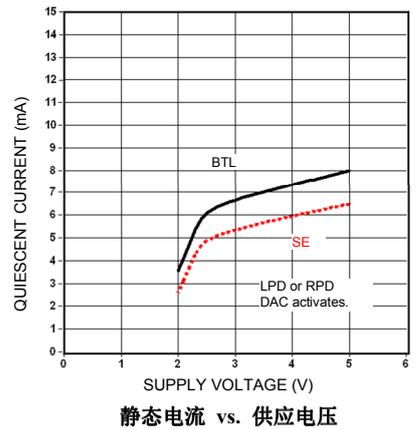
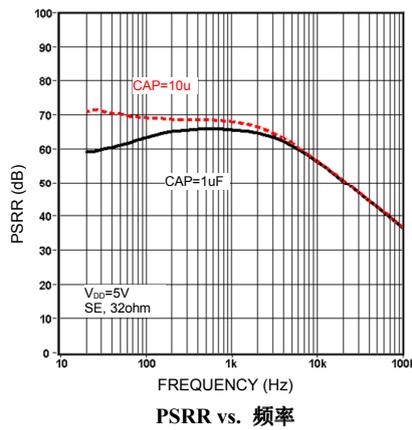
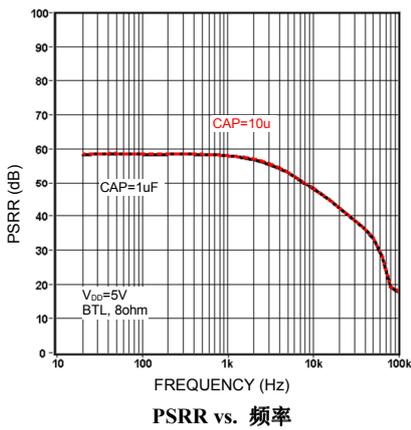
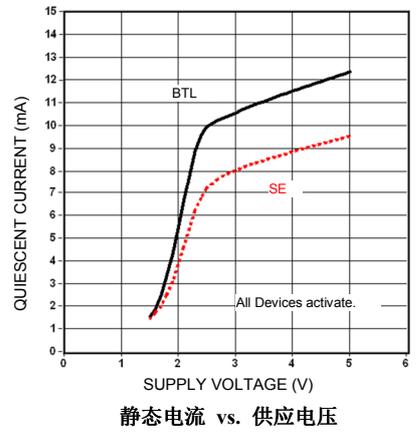
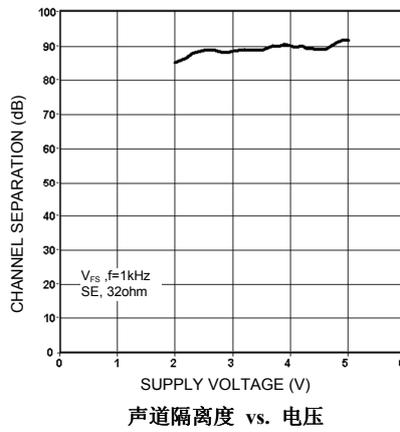
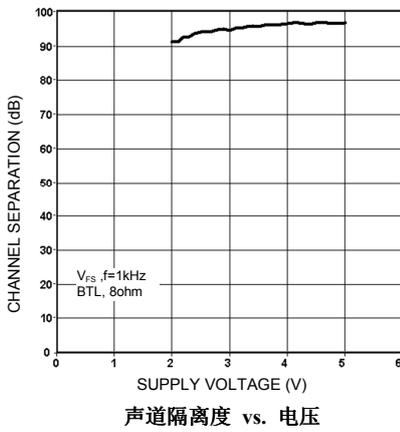
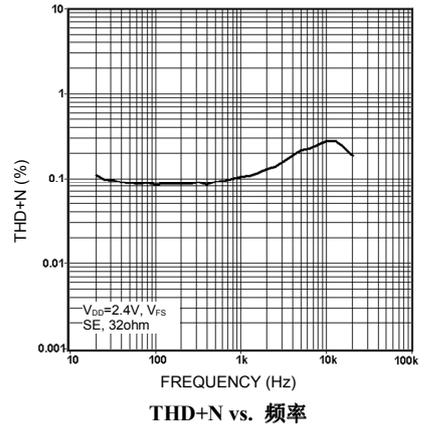
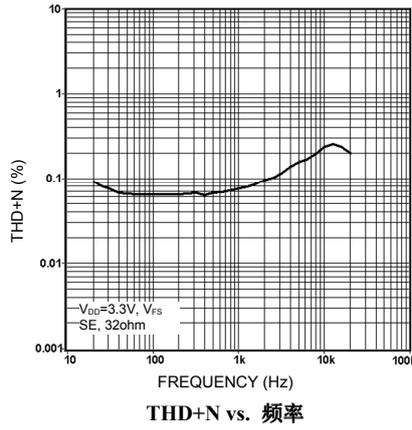
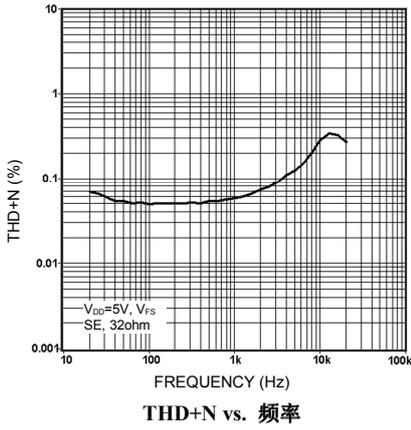
THD+N vs. 频率



THD+N vs. 频率

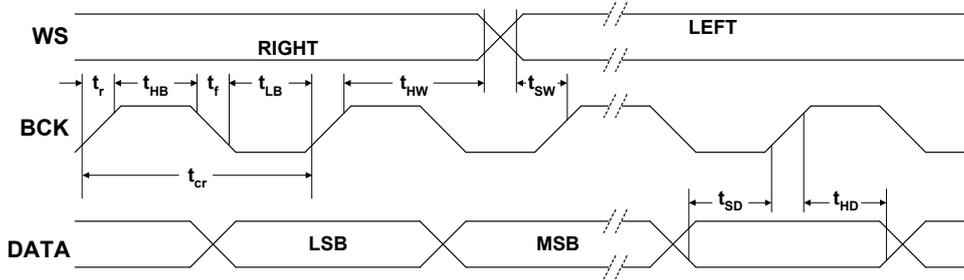


THD+N vs. 频率



## 时序与输入格式

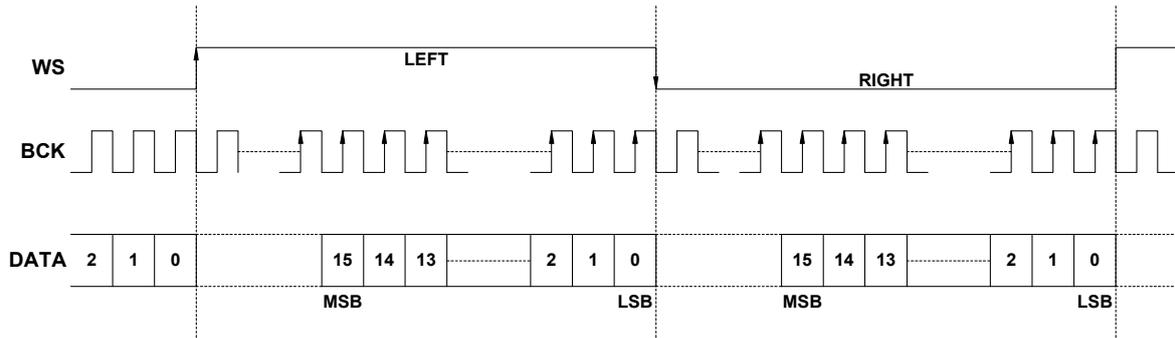
MS6336为16位的串行输入格式。左声道与右声道采分时多任务。输入格式与时序如图一、图二、图三与图四所示。



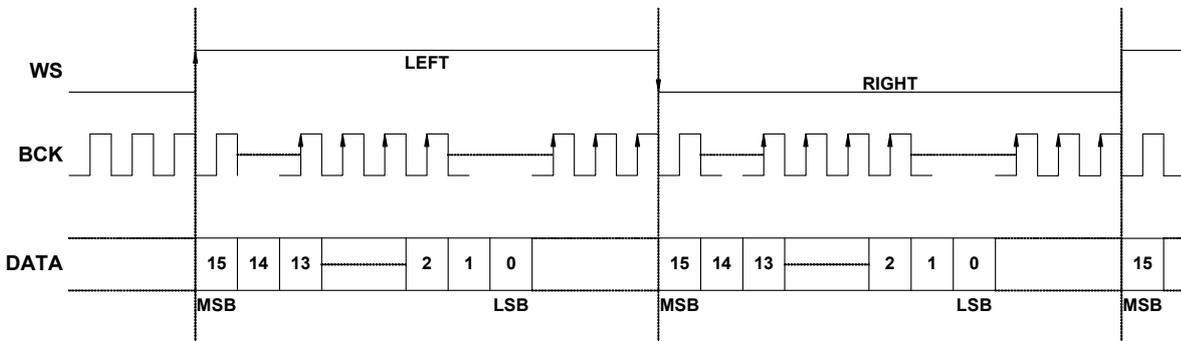
图一、输入信号时序图

### 数据格式 (BCK, WS, DATA)

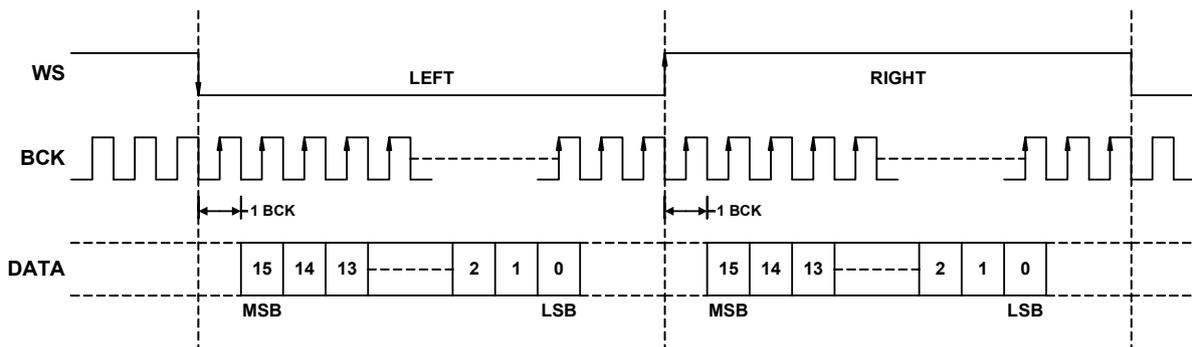
符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
V <sub>IL</sub>	输入低电压准位		2	-	-	V
V <sub>IH</sub>	输入高电压准位		-	-	0.8	V
f <sub>BCK</sub>	输入频率频率		-	-	18.4	MHz
BR	输入数据位		-	-	18.4	Mbits/s
f <sub>WS</sub>	输入字符选择		-	-	384	kHz
t <sub>r</sub>	上升时间		-	-	12	ns
t <sub>f</sub>	下降时间		-	-	12	ns
t <sub>cr</sub>	位周期		54	-	-	ns
t <sub>HB</sub>	高准位时间		15	-	-	ns
t <sub>LB</sub>	低准位时间		15	-	-	ns
t <sub>SD</sub>	数据准备时间		12	-	-	ns
t <sub>HD</sub>	数据位保持时间		2	-	-	ns
t <sub>HW</sub>	字符选择保持时间		2	-	-	ns
t <sub>SW</sub>	字符选择准备时间		12	-	-	ns



图二、输入信号格式 (Right justified)



图三、输入信号格式 (Left justified)

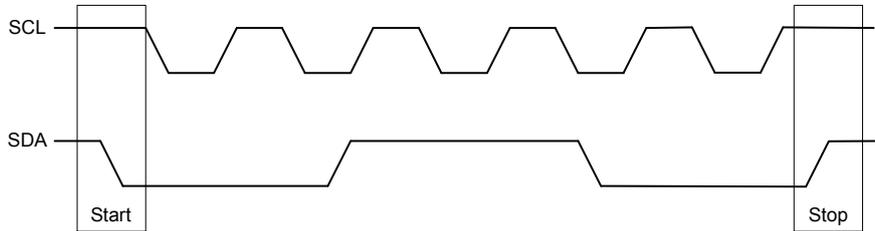


图四、输入信号格式 (I<sup>2</sup>S)

## I<sup>2</sup>C总线描述

### 开始与结束条件

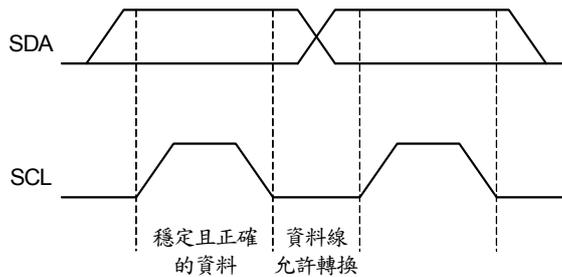
当SCL设定在高准位且SDA由”高准位”转变为”低准位”时；则表示序列”开始”，而当SCL在高准位且SDA由低准位上升到高准位时；则序列结束。请参考下列时序图。



SCL: 串行时序输入线, SDA: 串行数据输入线

### 数据确认 (Data Validity)

当CLK (SCL) 讯号在“高准位”时，数据线 (SDA) 上的数据才会被视为正确且稳定的数据。而只有当CLK讯号在“低准位”时，数据线才可做高、低准位的切换。请参阅下图：

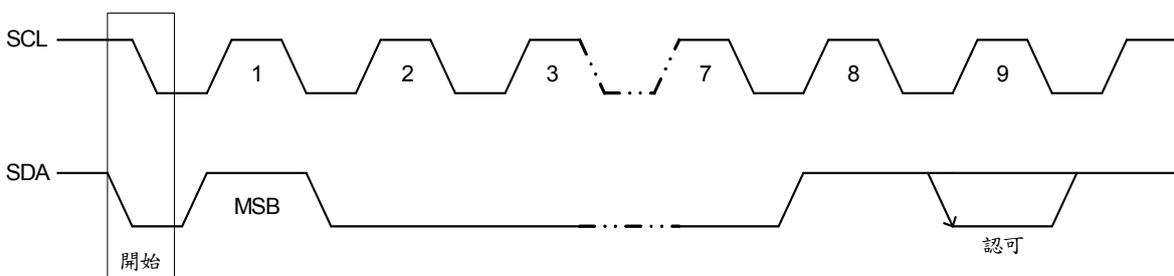


### 字节格式 (Byte Format)

每一个传输到数据线的字节(byte)有八个位(bit)，每一字节后面需有一“认可”位，且以最大符号位(MSB)为首的方式传送出去。

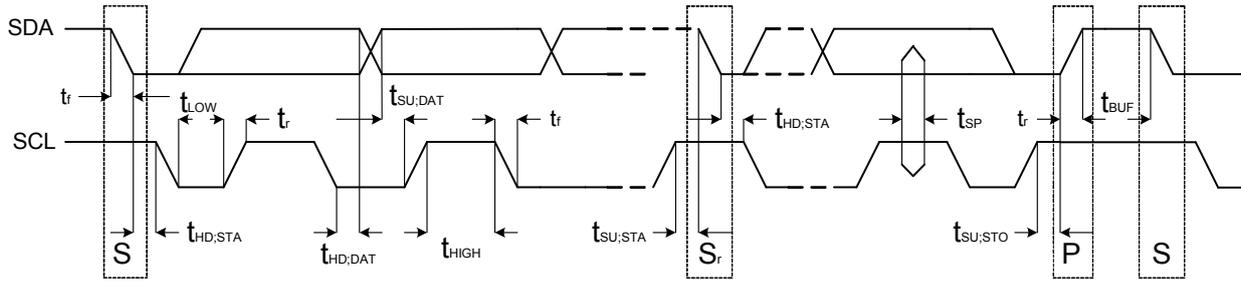
### 认可信号 (Acknowledge)

在第九个频率时主体(微处理机)先将SDA设定为电阻性的高准位，若外围设备(MS6336)认可此信号，则SDA将会被外围设备拉至低准位，使SDA在此频率中保持一稳定的低准位状态。请参阅下图：



这个已被寻址的设备在收到每一字节(BYTE)后，即产生一“认可”的动作；否则在第九个频率(CLOCK)的时间内SDA将会一直保持着高准位状态。

## SDA与SCL时序图

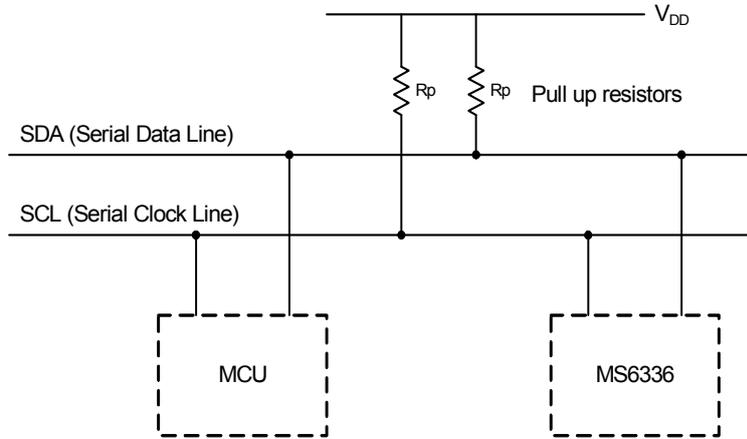


## 标准模式

符号	参数	最小值	最大值	单位
$f_{SCL}$	SCL 频率	0	100	kHz
$t_{HD:STA}$	开始状态保持时间之后将产生第一个脉波	4.0	-	us
$t_{LOW}$	SCL的低准位时间周期	4.7	-	us
$t_{HIGH}$	SCL的高准位时间周期	4.0	-	us
$t_{SU:STA}$	重新送一开始状态前的准备时间	4.7	-	us
$t_{HD:DAT}$	I <sup>2</sup> C总线数据的数据锁定时间	0	3.45	us
$t_{SU:DAT}$	数据准备时间	250	-	ns
$t_r$	SDA与SCL信号的上升时间	-	1000	ns
$t_f$	SDA与SCL信号的落下时间	-	300	ns
$t_{SU:STO}$	结束状态的准备时间	4.0	-	us
$t_{BUF}$	开始与结束状态间的自由时间	4.7	-	us
$C_b$	一个总线的电容负载	-	400	pF
$V_{nL}$	每连接一个装置的低准位噪声边限(包含滞后现象)	$0.1V_{DD}$	-	V
$V_{nH}$	每连接一个装置的高准位噪声边限(包含滞后现象)	$0.2V_{DD}$	-	V

## 总线接口

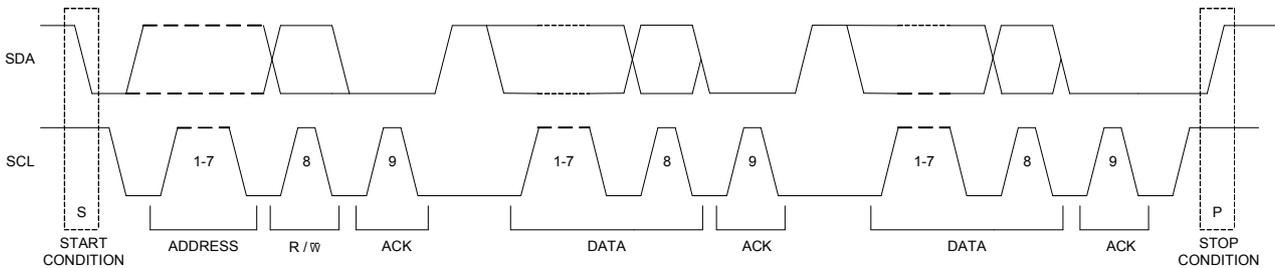
藉由SDA和SCL总线，可让微处理机将数据传输到MS6336。因此，SDA和SCL便构成此序列总线接口。



## 接口协议 (Interface Protocol)

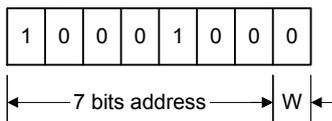
I<sup>2</sup>C传输格式由以下要素所组成：

- 起始位。
- 芯片地址字节，LSB为读写控制位（写：0，读：1）。
- 认可位（ACK）。
- 数据序列（N组 字节+ACK）。
- 结束位。



## I<sup>2</sup>C芯片地址

**88H**

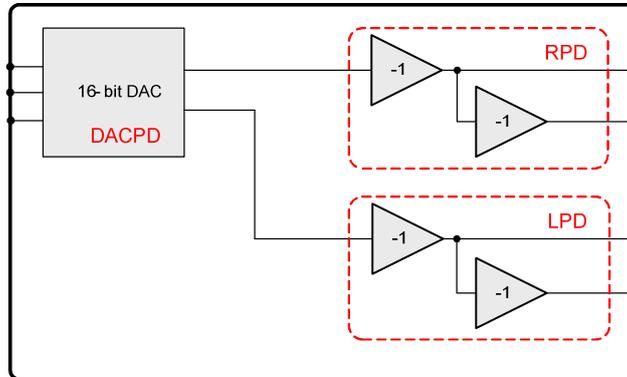


### I<sup>2</sup>C数据字节描述

MSB							LSB		功能
1	1	0	DAC PD	RPD	LPD	PDPR	CAP PD	待机模式	
1	1	1	S/B	DAC MUTE	DAC MUTE	AF1	AF0	输出模式 (BTL/SE), DAC MUTE 与数字音源格式	

待机模式									
MSB							LSB		功能
1	1	0	DAC PD	RPD	LPD	PDPR	CAP PD	电源模式选择与管理	
			0					DAC 动作	
			1					DAC 待机	
				0				选择右声道输入进入工作模式	
				1				选择右声道输入进入待机模式	
					0			选择左声道输入进入工作模式	
					1			选择左声道输入进入待机模式	
						0		关闭待机准备动作	
						1		启动待机准备动作	
							0	设置参考电压至1/2 V <sub>DD</sub>	
							1	参考电压降至地	

预设状态: DACPD = LPD = RPD = PDPR = CAPPD = 1, Code = 11011111 (0xdf)



输出模式 (SE/BTL), 混合控制与数字音源格式									
MSB							LSB		功能
1	1	1	B/S	DAC Mute	DAC Mute	AF1	AF0	输出模式 (BTL/SE), 静音控制与数字音源格式	
			0					输出模式设定为BTL模式	
			1					输出模式设定为SE模式	
				0	0			DAC MUTE ON	
				1	1			DAC MUTE OFF	
						0	0	Right justified format	
						1	0	Left justified format	
						X	1	I2S format	

预设状态: Code = 11100000 (0xE0)

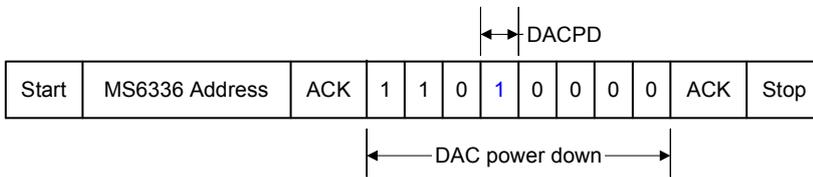
### I<sup>2</sup>C 预设状态

MSB							LSB	功能	预设状态
1	1	0	1	1	1	1	1	待机模式	全部待机
1	1	1	0	0	0	0	0	输出模式 (SE/BTL), 数字音源格式	BTL, RJF

### I<sup>2</sup>C 范例

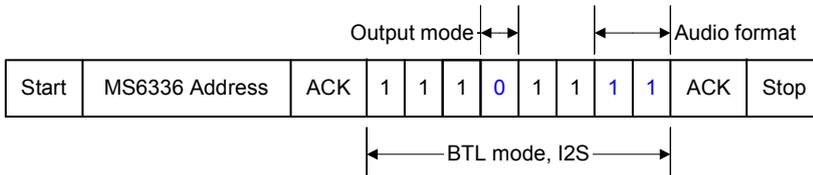
#### 待机模式

设定DAC为待机状态。



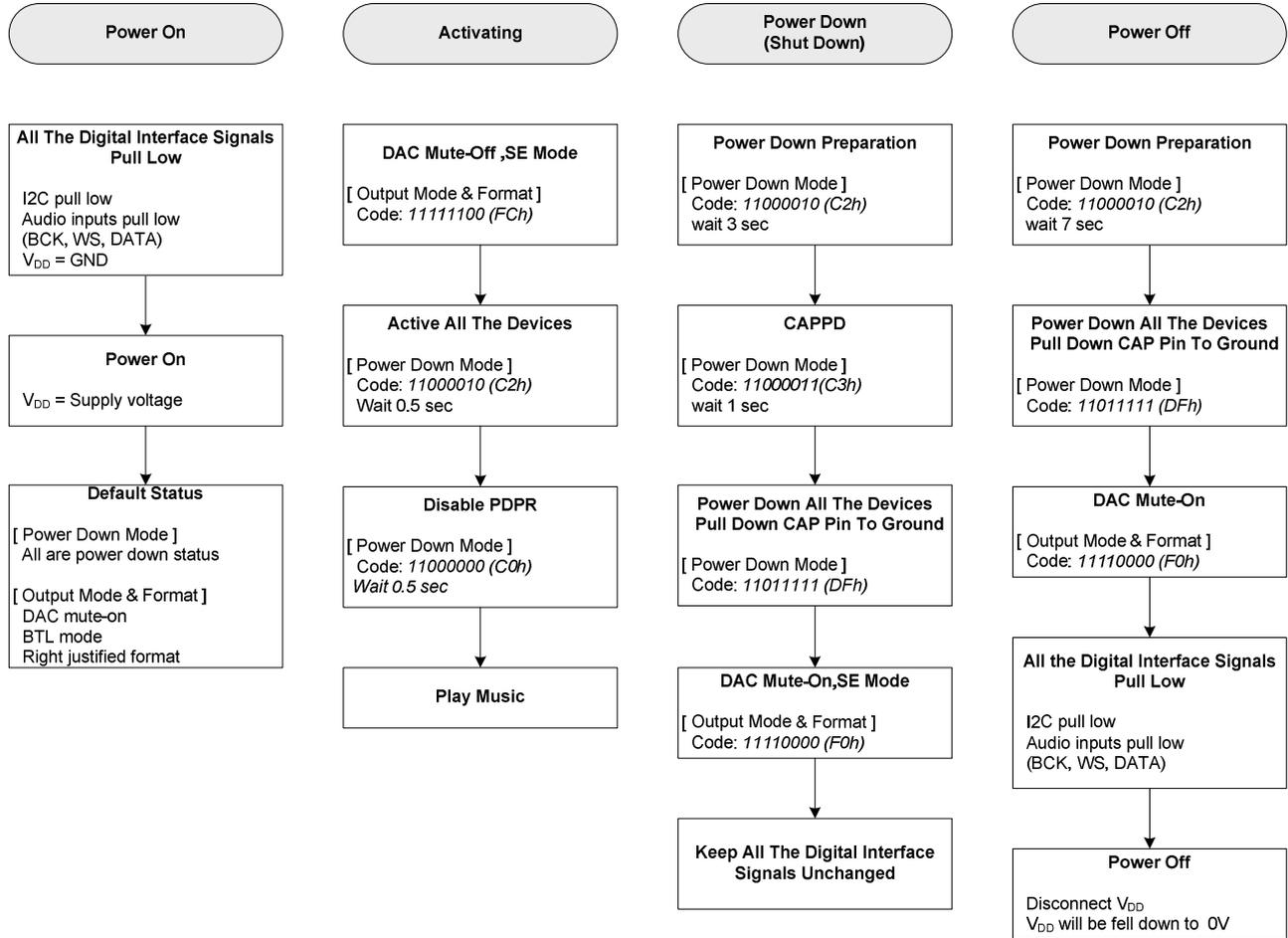
#### 输出模式, 数字音源格式设定

设置输出为BTL模式, 输入格式为I2S。

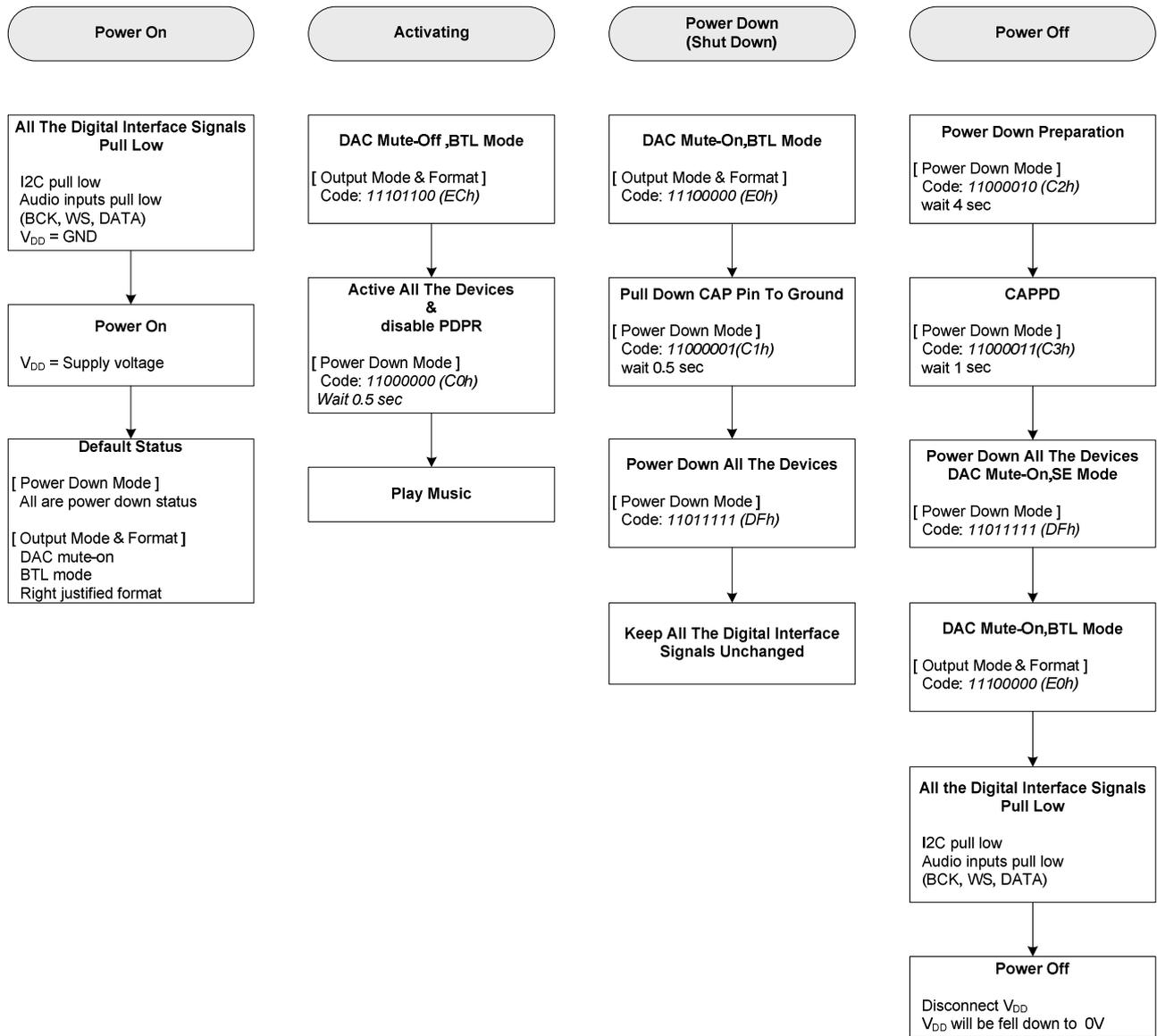


## 操作程序

### HP模式

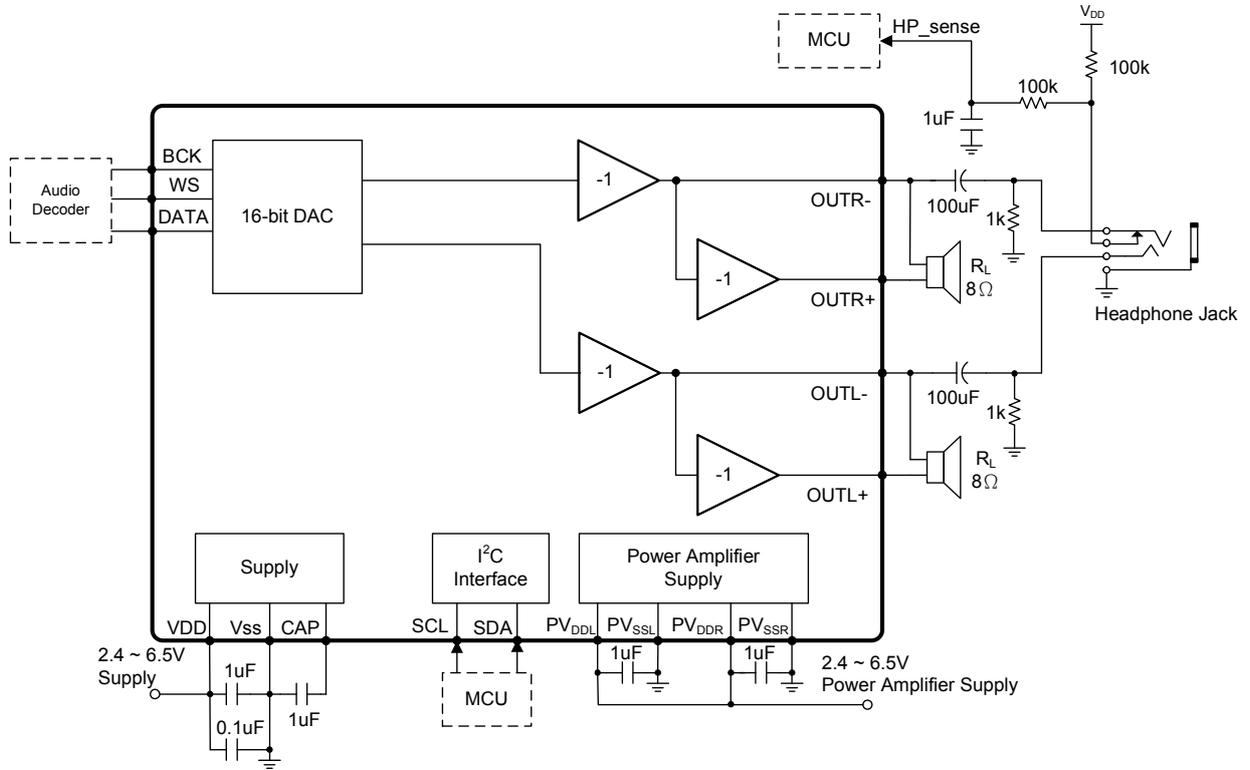


## BTL模式



## 应用信息

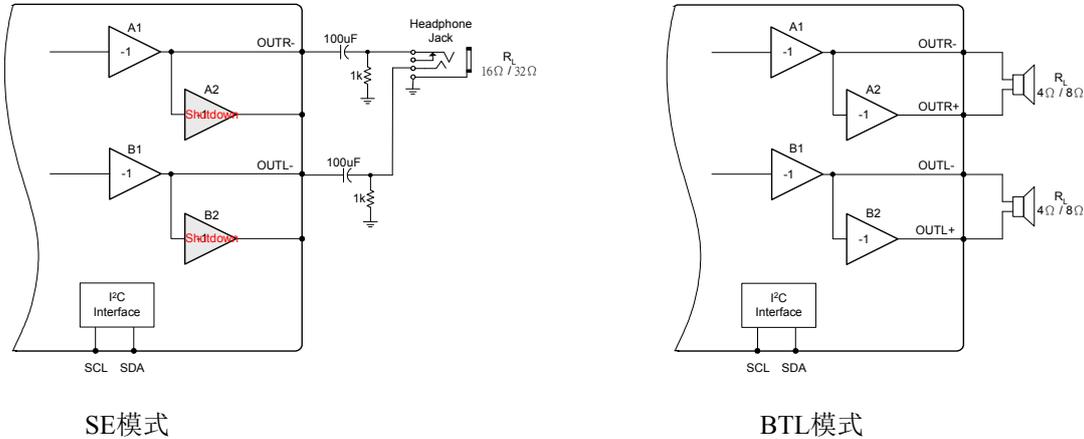
### 基本应用电路



基本应用电路

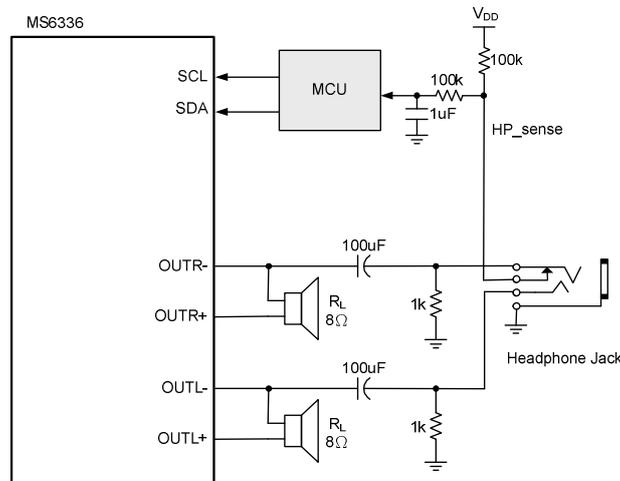
## SE模式与BTL模式操作（输出模式）

如下图所示，在SE模式，MS6336中的A1与B1为独立的放大器。A2与B2待机为高输出阻抗。在BTL模式，音频讯号由-INA（-INB）脚位到A1（B1）的反向输入端。A2（B2）由两个固定的内部电阻构成 $A_v = -1$ 之闭回路增益。A1（B1）与A2（B2）的输出即用来驱动BTL输出。输出模式切换则以I<sup>2</sup>C控制。



## 耳机侦测

MS6336采数字方式控制输出模式（BTL或SE）切换，不具有机械式侦测脚位，因此若要做机械式侦测来控制输出模式，需将耳机之机械侦测脚位连接到MCU作判断，再行控制，如下图所示，当耳机接上时HP\_sense为高准位，无耳机时则为低准位（实际依耳机规格而定）。



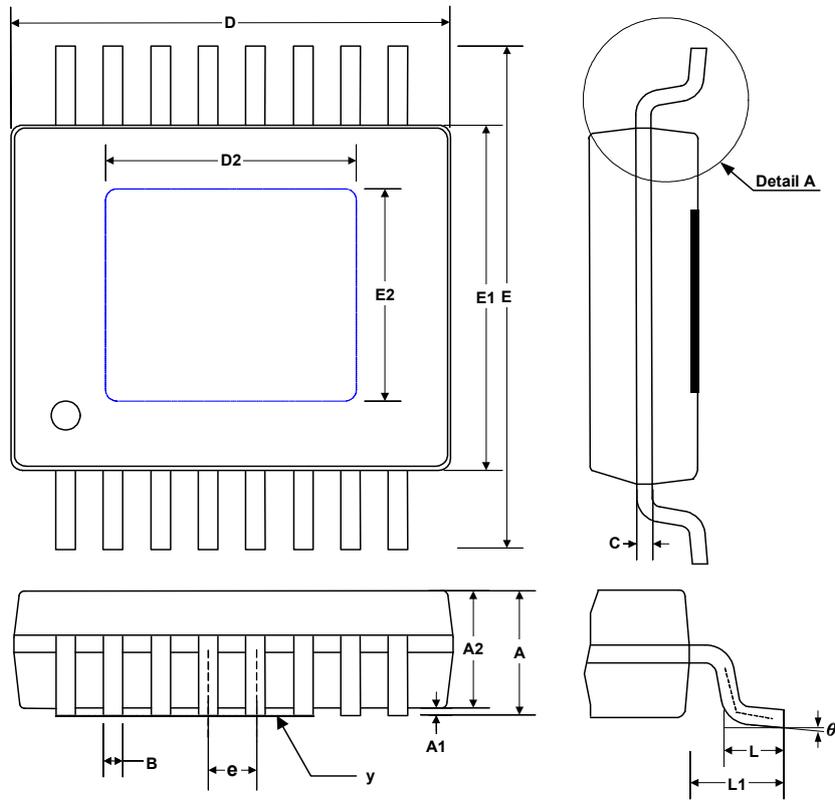
## 散热片的使用方法

MS6336封装具有底部散热片。散热片必须焊于PC板的接地，使IC产生的热能传导至PC板的裸铜面，增加的散热面积与周围进行热对流有效提高散热效率。

PC板上层若无裸铜面，则可以于散热片底部增加数个直径约13mil的贯孔，将热传导至PC板底层，若贯孔充满锡膏，可增加热传导效率。

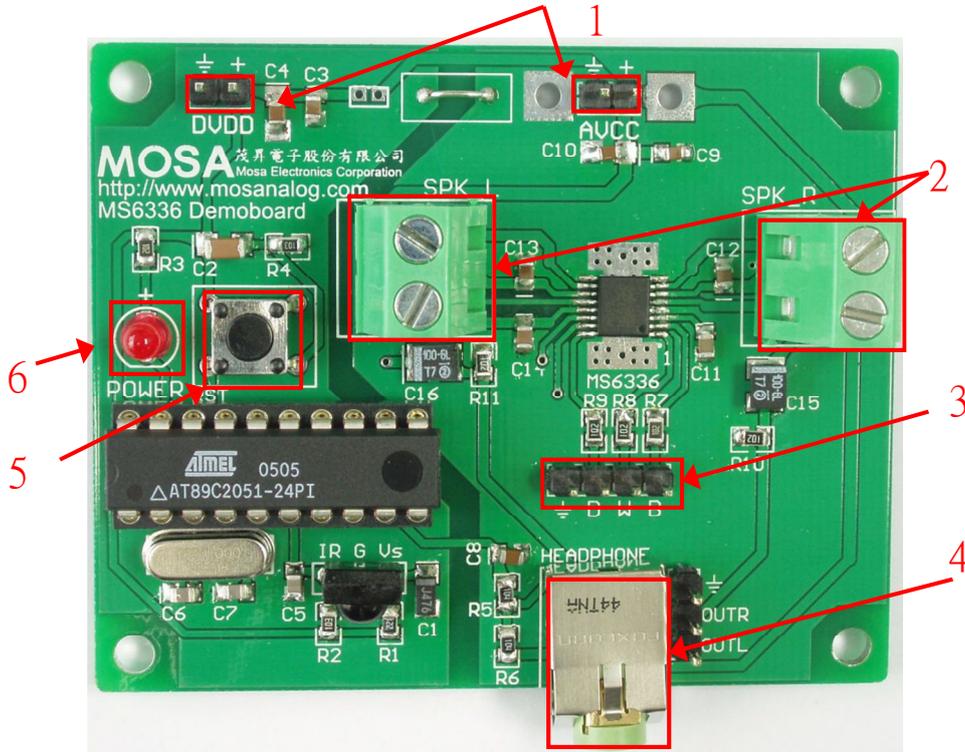
## 封装尺寸

### TSSOP16 (含散热片)



Symbol	Dimension in mm			Dimension in inches		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	-	-	1.15	-	-	0.045
A1	0.00	-	0.10	0.000	-	0.004
A2	0.80	1.00	1.05	0.031	0.039	0.041
b	0.19	-	0.30	0.007	-	0.012
C	0.09	-	0.20	0.004	-	0.008
D	4.90	5.00	5.10	0.193	0.197	0.201
D2	3.7	3.8	3.9	0.146	0.150	0.154
E	6.20	6.4	6.60	0.244	0.252	0.260
E1	4.30	4.40	4.50	0.169	0.173	0.177
E2	2.7	2.8	2.9	0.106	0.110	0.114
e	-	0.65	-	-	0.026	-
L	0.45	0.60	0.75	0.018	0.024	0.030
L1	0.90	1.00	1.10	0.035	0.039	0.043
θ	0°	-	8°	0°	-	8°
y	-	-	0.10	-	-	0.004

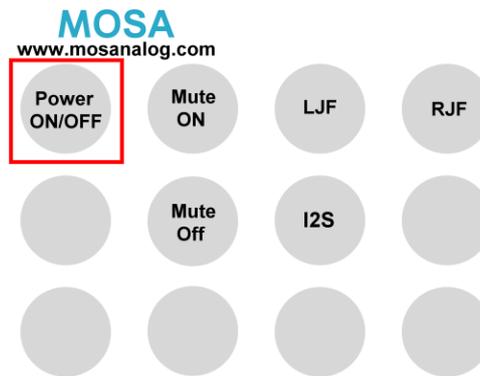
### 展示版



#### 版面说明:

1. 电源输入: DVDD 与 AVCC 使用相同电压值 (2.4V ~ 6.5V), 极性如面板标示。
2. Speaker 输出端: 请接上欲测试之 Speaker 或相对应阻值之高功率电阻, 测试 Speaker 端时, Head phone 端请保持净空。
3. 数字音源输入端: 请连接于数字讯号源。
4. Head phone 输出端: 欲测试 Head phone 端时, 请接上规格 3.5mm, 负载 32Ω 之耳机。
5. 重置键: 此键为微处理器之重置键, 按下此键微处理器之 I/O 埠皆重置为默认值, 若非 必要请按正常 开关机程序执行。
6. LED 指示灯: 辅助灯号。

遥控器说明:



## MS6336

16-bit Audio DAC integrated Dual 2W Power Amplifiers

### Power ON/OFF:

系统开关，未启动时无法使用其余功能键，在启动状态下，此键为关闭键，系统启动时状态会置于默认值（Mute ON、RJF）。

启动时辅助灯号闪烁两次并保持在亮的状态，关闭时辅助灯号闪烁4次后熄灭。操作时当接收到遥控讯号时会闪烁一次。

### I2S/LJF/RJF:

数字音源格式选择，I2S、LJF（Left justified）、RJF（Right justified）。

### Mute ON/OFF: 静音控制键

静音键，静音ON/OFF。

## 电路图

