

### 特性

无滤波、数字输入单声道D类放大器  
I<sup>2</sup>C控制接口  
串行数字音频接口支持常见音频格式(I<sup>2</sup>S、PCM、LJ、RJ、TDM1-16、PDM)  
支持宽范围采样速率：8.0 kHz至96.0 kHz  
可通过内置锁相环(PLL)提供MCLK和BCLK  
支持单电源模式；可通过内置低压差(LDO)稳压器提供DVDD  
SPKVDD工作电源电压为2.5 V至5.5 V  
DVDD工作电源电压为1.08 V至1.98 V  
支持片外音量控制，无需I<sup>2</sup>C  
采用5 V电源时能够以2.4 W功率驱动4 Ω负载、以1.4 W功率驱动8 Ω负载，且THD + N小于1%  
采用16引脚1.92 mm × 1.94 mm × 0.4 mm间距WLCSP封装  
满量程条件下驱动8 Ω负载的效率为95%  
信噪比(SNR)：103 dB，A加权  
电源抑制比(PSRR)：>80 dB (217 Hz)  
数字式音量控制：-70 dB至+24 dB，0.375 dB步长  
超低空闲电流  
自动采样速率检测  
爆音与咔嚓声抑制  
带可编程自动恢复功能的短路和热保护  
未检测到输入信号时支持智能掉电  
上电复位和UVLO电压监控  
可选的超低EMI辐射模式  
支持SPKVDD电压监控  
数字音频处理  
7频段可编程均衡器  
利用噪声门、扩展器、压缩器和限幅器实现可编程的动态范围压缩(DRC)

### 应用

移动电话  
便携式媒体播放器  
笔记本电脑  
无线扬声器  
便携式游戏机  
导航系统

### 概述

SSM2529是一款结合了一个数模转换器(DAC)、一个低功耗特定音频数字信号处理器和一个Σ-Δ D类调制器的数字输入D类功率放大器。它采用独特架构，处理数字音频时实际功耗极低，同时又具备出色的音频性能。SSM2529特别适合对功耗敏感的应用，例如移动电话和便携式媒体播放器，这些情况下系统噪声会破坏发送至模拟输入音频放大器的小模拟信号。

利用SSM2529，音频数据可以通过标准数字音频串行接口传送到放大器，从而大大降低GSM干扰或传输音频上其他数字信号等噪声源的影响。闭环数字输入设计保留了纯数字放大器的优势，同时又具有极佳的PSRR和音频性能。三级Σ-Δ D类调制器能在不影响音频质量的情况下，实现最小的EMI、最低的静态功耗和最高的音频效率。

音频输入通过一个串行音频接口提供，该接口可被编程为接受所有通用音频格式，包括I<sup>2</sup>S、TDM和PDM。IC控制通过I<sup>2</sup>C控制接口实现。I<sup>2</sup>C控制的一种替代方案为独立运行模式，允许通过调节片外外部电阻来实现不同的设置。SSM2529可以接受各种输入MCLK频率，在某些配置中还可将BCLK用作时钟源。还可以通过一个集成PLL为设备提供一个主时钟。

集成DSP包含软数字音量控制电路、一个去加重高通滤波器、一个七频段可编程均衡器及一个可编程数字动态范围压缩器。此外，该元件还包含了一个前馈扬声器温度预测模块，用于保护扬声器。

SSM2529支持单电源模式，通过片内LDO稳压器提供DVDD，无需外部数字内核电源。

数字接口的使用非常灵活方便。数字接口为具有唯一数字音频源的其他产品提供了一个更好的系统解决方案，例如无线扬声器、笔记本电脑、便携式数字电视和导航系统等。

SSM2529的额定温度范围为-40°C至+85°C工业温度范围。它内置热关断和输出短路保护功能，采用16引脚、1.92 mm × 1.94 mm晶圆级芯片规模封装(WLCSP)。

### Rev. 0

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 [www.analog.com](http://www.analog.com)  
Fax: 781.461.3113 ©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

## 目录

特性.....	1	串行音频接口和采样速率控制(SAI_FMT1)寄存器.....	28
应用.....	1	串行音频接口控制(SAI_FMT2)寄存器.....	29
概述.....	1	通道映射控制寄存器.....	30
修订历史.....	3	FDSP前音量控制(VOL_BF_FDSP)寄存器.....	31
功能框图.....	4	FDSP后音量控制(VOL_AF_FDSP)寄存器.....	31
技术规格.....	5	音量和静音控制寄存器.....	31
性能规格.....	5	DPLL_CTRL寄存器.....	32
电源要求.....	6	APLL_CTRL1寄存器.....	32
数字输入/输出.....	6	APLL_CTRL2寄存器.....	32
数字插值滤波器.....	6	APLL_CTRL3寄存器.....	32
数字时序.....	6	APLL_CTRL4寄存器.....	32
绝对最大额定值.....	8	APLL_CTRL5寄存器.....	33
热阻.....	8	APLL_CTRL6寄存器.....	33
ESD警告.....	8	FAULT_CTRL1寄存器.....	34
引脚配置和功能描述.....	9	FAULT_CTRL2寄存器.....	34
典型工作特性.....	10	DEEMP_CTRL寄存器.....	34
工作原理.....	14	HPF_CTRL寄存器.....	35
概述.....	14	EQ1_COEF0_HI寄存器.....	35
主时钟.....	14	EQ1_COEF0_LO寄存器.....	35
内部时钟发生器.....	14	EQ1_COEF1_HI寄存器.....	35
数字输入串行音频接口.....	14	EQ1_COEF1_LO寄存器.....	35
PDM模式设置和控制.....	15	EQ1_COEF2_HI寄存器.....	36
高通滤波器.....	15	EQ1_COEF2_LO寄存器.....	36
完全可编程的七频段均衡器.....	15	EQ1_COEF3_HI寄存器.....	36
动态范围控制.....	18	EQ1_COEF3_LO寄存器.....	36
DRC模式控制.....	18	EQ1_COEF4_HI寄存器.....	36
增益纹波消除.....	21	EQ1_COEF4_LO寄存器.....	36
扬声器保护.....	21	EQ2_COEF0_HI寄存器.....	36
电源.....	21	EQ2_COEF0_LO寄存器.....	36
功耗控制.....	21	EQ2_COEF1_HI寄存器.....	36
上电复位/电压监控器.....	22	EQ2_COEF1_LO寄存器.....	36
独立模式.....	22	EQ2_COEF2_HI寄存器.....	37
I <sup>2</sup> C端口.....	22	EQ2_COEF2_LO寄存器.....	37
寄存器汇总.....	24	EQ2_COEF3_HI寄存器.....	37
寄存器详解.....	27	EQ2_COEF3_LO寄存器.....	37
软件复位和主机软件掉电控制(PWR_CTRL)寄存器.....	27	EQ2_COEF4_HI寄存器.....	37
MCLK比率和频率.....	27	EQ2_COEF4_LO寄存器.....	37
边沿速度和定时控制(SYS_CTRL)寄存器.....	28	EQ3_COEF0_HI寄存器.....	37
		EQ3_COEF0_LO寄存器.....	37

EQ3_COEF1_HI寄存器	37	EQ7_COEF1_LO寄存器	41
EQ3_COEF1_LO寄存器	37	EQ7_COEF2_HI寄存器	41
EQ3_COEF2_HI寄存器	38	EQ7_COEF2_LO寄存器	41
EQ3_COEF2_LO寄存器	38	EQ_CTRL1寄存器	42
EQ3_COEF3_HI寄存器	38	EQ_CTRL2寄存器	42
EQ3_COEF3_LO寄存器	38	DRC_CTRL1寄存器	43
EQ3_COEF4_HI寄存器	38	DRC_CTRL2寄存器	43
EQ3_COEF4_LO寄存器	38	DRC_CTRL3寄存器	44
EQ4_COEF0_HI寄存器	38	DRC_CURVE1寄存器	44
EQ4_COEF0_LO寄存器	38	DRC_CURVE2寄存器	45
EQ4_COEF1_HI寄存器	38	DRC_CURVE3寄存器	45
EQ4_COEF1_LO寄存器	38	DRC_CURVE4寄存器	45
EQ4_COEF2_HI寄存器	39	DRC_CURVE5寄存器	45
EQ4_COEF2_LO寄存器	39	DRC_HOLD_TIME寄存器	46
EQ4_COEF3_HI寄存器	39	DRC_RIPPLE_CTRL寄存器	46
EQ4_COEF3_LO寄存器	39	DRC模式控制寄存器	46
EQ4_COEF4_HI寄存器	39	FDSP_EN寄存器	47
EQ4_COEF4_LO寄存器	39	SPKR_PROT_EN寄存器	47
EQ5_COEF0_HI寄存器	39	TEMP_AMBIENT寄存器	47
EQ5_COEF0_LO寄存器	39	SPKR_DCR寄存器	47
EQ5_COEF1_HI寄存器	39	SPKR_TC寄存器	47
EQ5_COEF1_LO寄存器	39	SP_CF1_H寄存器	47
EQ5_COEF2_HI寄存器	40	SP_CF1_L寄存器	47
EQ5_COEF2_LO寄存器	40	SP_CF2_H寄存器	47
EQ5_COEF3_HI寄存器	40	SP_CF2_L寄存器	48
EQ5_COEF3_LO寄存器	40	SP_CF3_H寄存器	48
EQ5_COEF4_HI寄存器	40	SP_CF3_L寄存器	48
EQ5_COEF4_LO寄存器	40	SP_CF4_H寄存器	48
EQ6_COEF0_HI寄存器	40	SP_CF4_L寄存器	48
EQ6_COEF0_LO寄存器	40	SPKR_TEMP寄存器	48
EQ6_COEF1_HI寄存器	40	SPKR_TEMP_MAG寄存器	48
EQ6_COEF1_LO寄存器	40	MAX_SPKR_TEMP寄存器	48
EQ6_COEF2_HI寄存器	41	SPK_GAIN寄存器	49
EQ6_COEF2_LO寄存器	41	SOFT_RST寄存器	49
EQ7_COEF0_HI寄存器	41	应用信息	50
EQ7_COEF0_LO寄存器	41	外形尺寸	51
EQ7_COEF1_HI寄存器	41	订购指南	51

## 修订历史

2012年7月—修订版0：初始版

# SSM2529

## 功能框图

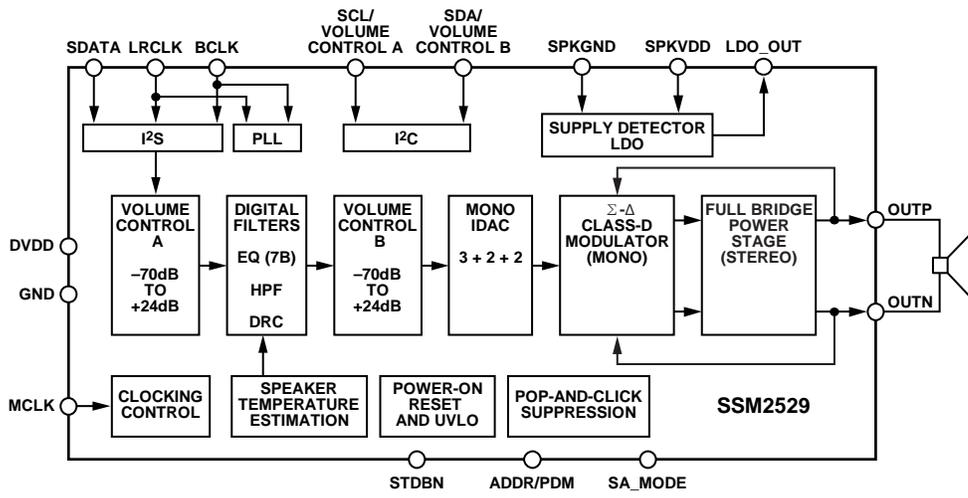


图1

10749-001

## 技术规格

标准测试条件：除非另有说明，SPKVDD = 4.2 V；DVDD = 1.8 V； $f_s = 48$  kHz；MCLK =  $128 \times f_s$ ； $T_A = 25^\circ\text{C}$ ； $R_L = 8 \Omega + 33 \mu\text{H}$ ；LP\_MODE = 0；0 dB音量控制设置。

## 性能规格

表1.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
器件特性						
输出功率	$P_{\text{OUT}}$	$f = 1$ kHz, BW = 20 kHz $R_L = 4 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 5.0 V $R_L = 4 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 5.0 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 5.0 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 5.0 V $R_L = 4 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 4.2 V $R_L = 4 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 4.2 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 4.2 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 4.2 V $R_L = 4 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 3.6 V $R_L = 4 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 3.6 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 3.6 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 3.6 V $R_L = 4 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 2.5 V $R_L = 4 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 2.5 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 1%, SPKVDD = 2.5 V $R_L = 8 \Omega$ , THD = 10%, SPKVDD = 2.5 V	2.4 3.1 1.4 1.8 1.7 2.2 0.95 1.2 1.2 1.6 0.7 0.9 0.55 0.72 0.32 0.42			W W W W W W W W W W W W W W W W W
效率	$\eta$	$P_{\text{OUT}} = 2$ W驱动4 $\Omega$ 负载, SPKVDD = 5.0 V $P_{\text{OUT}} = 1.4$ W驱动8 $\Omega$ 负载, SPKVDD = 5.0 V, 正常工作 $P_{\text{OUT}} = 1.4$ W驱动8 $\Omega$ 负载, SPKVDD = 5.0 V, 超低EMI工作	91 95 86			% % %
总谐波失真加噪声	THD + N	$P_{\text{OUT}} = 1$ W驱动8 $\Omega$ 负载, $f = 1$ kHz, SPKVDD = 5.0 V $P_{\text{OUT}} = 0.7$ W驱动8 $\Omega$ 负载, $f = 1$ kHz, SPKVDD = 4.2 V $P_{\text{OUT}} = 0.5$ W驱动8 $\Omega$ 负载, $f = 1$ kHz, SPKVDD = 3.6 V	0.03 0.03 0.03			% % %
平均开关频率	$f_{\text{SW}}$		280			kHz
差分输出失调电压	$V_{\text{OOS}}$		2.0			mV
电源抑制比	PSRR (DC) PSRR <sub>GSM</sub>	SPKVDD = 2.5 V至5.0 V $V_{\text{RIPPLE}} = 100$ mV rms(217 Hz, 扰动输入)	70 80	80		dB dB
电源电流	$I_{\text{SPKVDD}}$	扰动输入, SPKVDD = 5.0 V 扰动输入, SPKVDD = 4.2 V 扰动输入, SPKVDD = 3.6 V 扰动输入, SPKVDD = 2.5 V	3.0 2.8 2.7 2.4			mA mA mA mA
电源电流	$I_{\text{DVDD}}$	掉电 扰动输入, DVDD = 1.8 V 扰动输入, DVDD = 1.08 V	100 0.6 0.3			nA mA mA
输出电压噪声	$e_n$	$f = 20$ Hz至20 kHz, 扰动输入	2	22		$\mu\text{V}$
信噪比	SNR	A加权参考0 dBFS, SPKVDD = 4.2 V	103			dB
静音衰减		软静音开启	100			dB

# SSM2529

## 电源要求

表2.

参数	最小值	典型值	最大值	单位
SPKVDD	2.5	4.2	5.5	V
DVDD	1.08	1.8	1.98	V

## 数字输入/输出

表3.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入高电压	$V_{IH}$		$0.7 \times DVDD$		3.6	V
输入低电压	$V_{IL}$		-0.3		$+0.3 \times DVDD$	V
输入漏电流, 高	$I_{IH}$	不包括MCLK			1	$\mu A$
输入漏电流, 低	$I_{IL}$	不包括MCLK和双向引脚			1	$\mu A$
MCLK输入漏电流, 高	$I_{IH}$				3	$\mu A$
MCLK输入漏电流, 低	$I_{IL}$				3	$\mu A$
输入电容					5	pF

## 数字插值滤波器

表4.

参数	模式	系数	最小值	典型值	最大值	单位
通带(-3 dB)	48 kHz模式, 典型值为48 kHz时	$0.423 f_s$		20		kHz
通带纹波	48 kHz模式, 典型值为48 kHz时	$0.5 f_s$			$\pm 0.03$	dB
过渡带	48 kHz模式, 典型值为48 kHz时			24		kHz
阻带	48 kHz模式, 典型值为48 kHz时	$0.582 f_s$		28		kHz
阻带衰减	48 kHz模式, 典型值为48 kHz时		60			dB
群延迟	48 kHz模式, 典型值为48 kHz时	$14/f_s$		292		$\mu s$

## 数字时序

所有时序规格均针对串行输入端口的默认设置(I<sup>2</sup>S模式)。

表5.

参数	限值		单位	描述
	$T_{MIN}$	$T_{MAX}$		
主时钟(见图2)				
$t_{BP}$	74	136	ns	MCLK周期, 256 fS模式
$t_{BP}$	148	271	ns	MCLK周期, 128 fS模式
串行端口(见图2)				
$t_{BIL}$	40		ns	BCLK低电平脉冲宽度
$t_{BIH}$	40		ns	BCLK高电平脉冲宽度
$t_{LIS}$	10		ns	LRCLK到BCLK上升沿的建立时间
$t_{LIH}$	10		ns	BCLK上升沿到LRCLK的保持时间
$t_{SIS}$	10		ns	SDATA到BCLK上升沿的建立时间
$t_{SIH}$	10		ns	BCLK上升沿到SDATA的保持时间

参数	限值		单位	描述
	$T_{MIN}$	$T_{MAX}$		
I <sup>2</sup> C端口(见图3)				
$f_{SCL}$		400	kHz	SCL频率(图3未显示)
$t_{SCLH}$	0.6		$\mu$ s	SCL高电平
$t_{SCLL}$	1.3		$\mu$ s	SCL低电平
$t_{SCS}$	0.6		$\mu$ s	建立时间; 与重复起始条件相关
$t_{SCH}$	0.6		$\mu$ s	保持时间; 此周期结束后, 产生首次时钟
$t_{DS}$	100		ns	数据建立时间
$t_{SCR}$		300	ns	SCL上升时间
$t_{SCF}$		300	ns	SCL下降时间
$t_{SDR}$		300	ns	SDA上升时间(图3未显示)
$t_{SDF}$		300	ns	SDA下降时间(图3未显示)
$t_{BFT}$	0.6		$\mu$ s	总线空闲时间; 停止与起始之间的时间

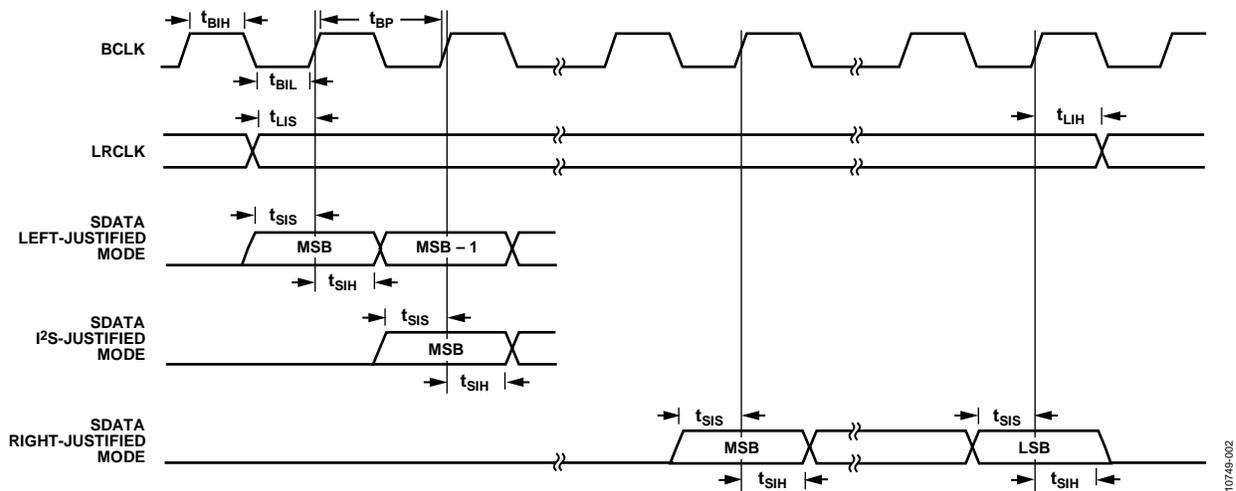
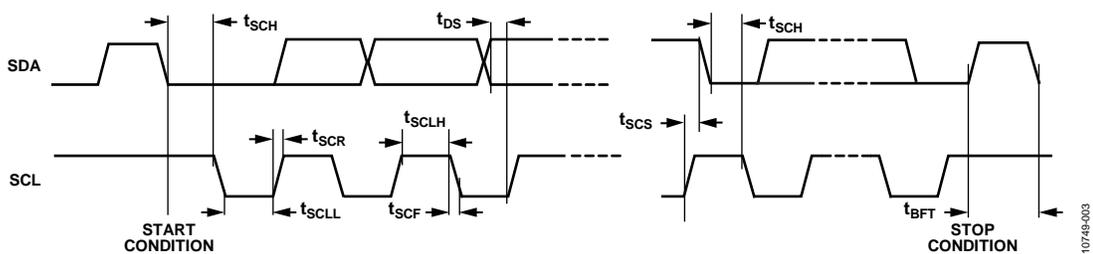


图2. 串行输入端口时序

图3. I<sup>2</sup>C端口时序

## 绝对最大额定值

除非另有说明，绝对最大额定值相对于25°C而言。

表6.

参数	额定值
SPKVDD电源电压	-0.3 V至+5.5 V
DVDD电源电压	-0.3 V至+1.98 V
输入电压(信号源)	-0.3 V至+3.6 V
静电放电敏感度	4 kV
存储温度范围	-65°C至+150°C
工作温度范围	-40°C至+85°C
结温范围	-65°C至+165°C
引脚温度(焊接, 60秒)	300°C

注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

## 热阻

$\theta_{JA}$  针对最差条件；即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表7. 热阻

封装类型	$\theta_{JA}$	单位
16引脚1.92 mm × 1.94 mm WLCSP封装	56.1	°C/W

## ESD警告



### ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

## 引脚配置和功能描述

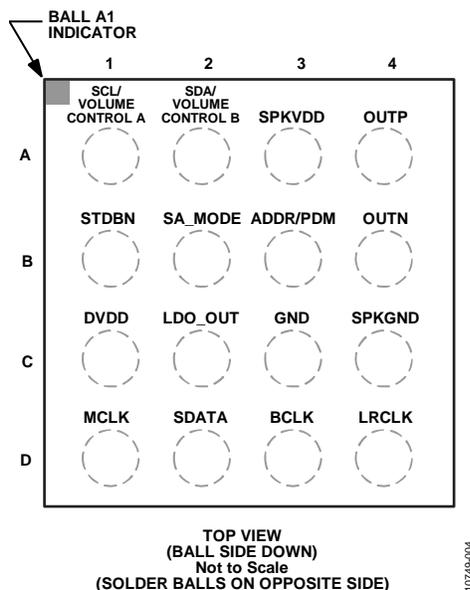


图4. 引脚配置

表8. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	功能	描述
A1	SCL/VOLUME CONTROL A	输入	I <sup>2</sup> C模式下为I <sup>2</sup> C时钟/独立模式下为音量控制器A
A2	SDA/VOLUME CONTROL B	输入/输出	I <sup>2</sup> C模式下为I <sup>2</sup> C数据/独立模式下为音量控制器B
A3	SPKVDD	电源	2.5 V至5.5 V放大器电源
A4	OUTP	输出	正输出
B1	STDBN	输入	掉电控制，低电平有效
B2	SA_MODE	输入	独立模式和硬件选择；1 = 独立模式
B3	ADDR/PDM	输入	I <sup>2</sup> C芯片地址选择/独立模式下为输入接口选择
B4	OUTN	输出	负输出
C1	DVDD	电源	数字电源
C2	LDO_OUT	电源	LDO 输出
C3	GND	电源	模拟地和数字地
C4	SPKGND	电源	放大器地
D1	MCLK	输入	串行音频接口主时钟和I <sup>2</sup> S/TDM/PDM通道选择
D2	SDATA	输入	I <sup>2</sup> S串行数据/PDM数据
D3	BCLK	输入	I <sup>2</sup> S位时钟/PDM时钟
D4	LRCLK	输入	I <sup>2</sup> S左右帧时钟

## 典型工作特性

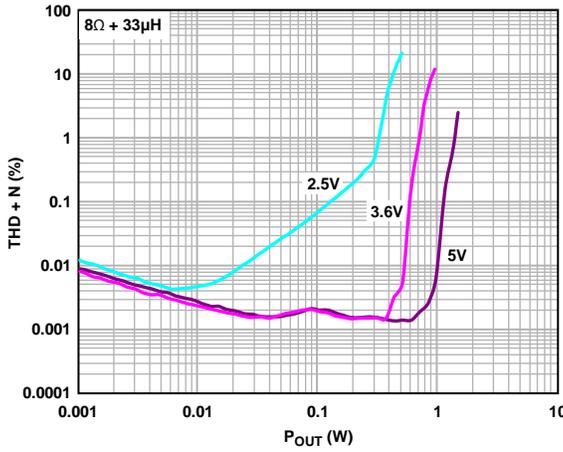


图5. 总谐波失真加噪声与输出功率的关系，驱动8Ω负载，5.0V增益设置

10749-005

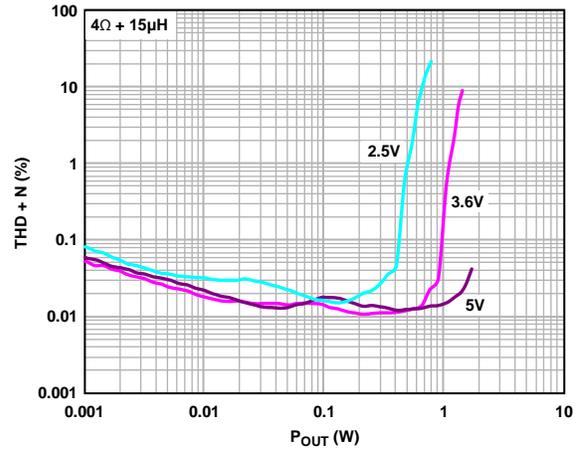


图8. 总谐波失真加噪声与输出功率的关系，驱动4Ω负载，3.6V增益设置

10749-008

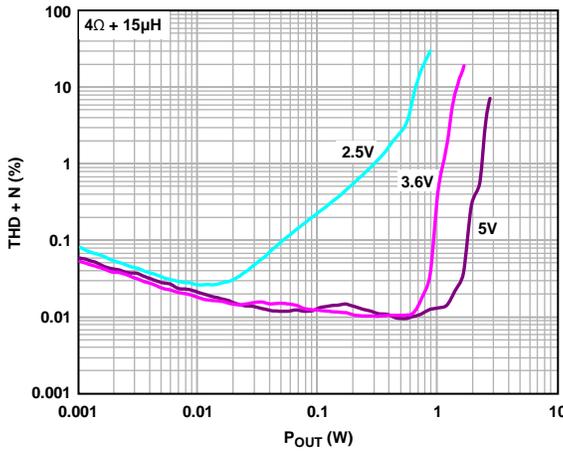


图6. 总谐波失真加噪声与输出功率的关系，驱动4Ω负载，5.0V增益设置

10749-006

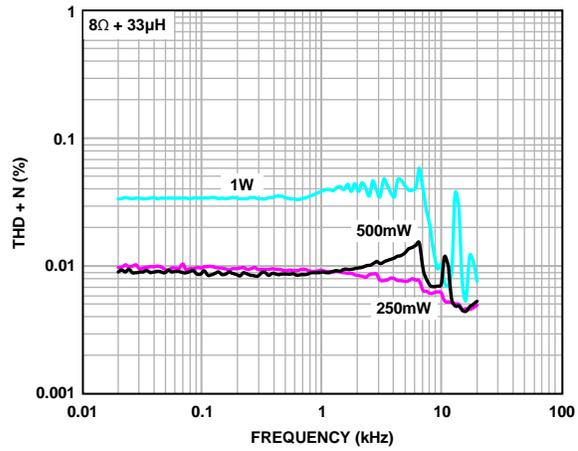


图9. 总谐波失真加噪声与频率的关系，驱动8Ω负载，SPKVDD = 5.0V

10749-009

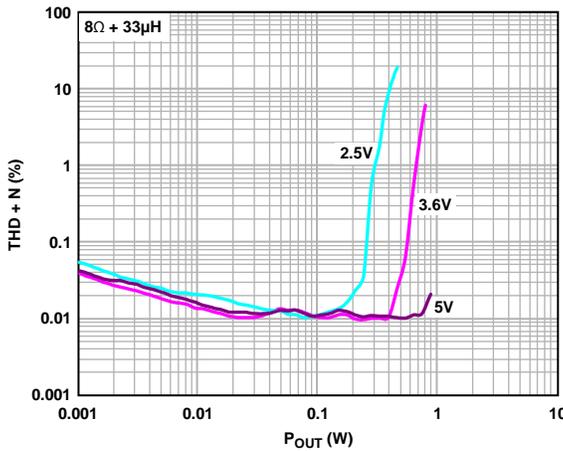


图7. 总谐波失真加噪声与输出功率的关系，驱动8Ω负载，3.6V增益设置

10749-007

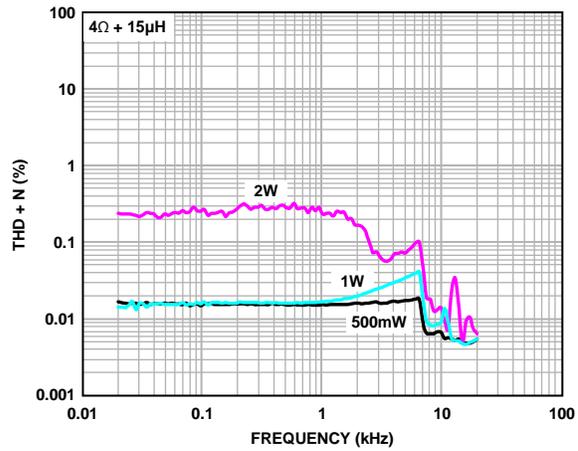


图10. 总谐波失真加噪声与频率的关系，驱动4Ω负载，SPKVDD = 5.0V

10749-010

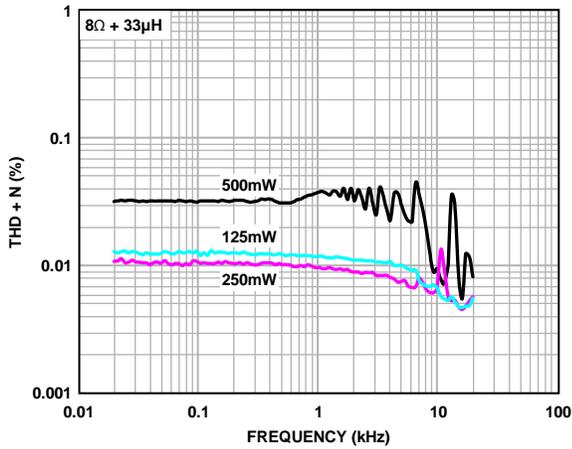


图11. 总谐波失真加噪声与频率的关系，驱动8Ω负载，SPVKDD = 3.6 V

10749-011

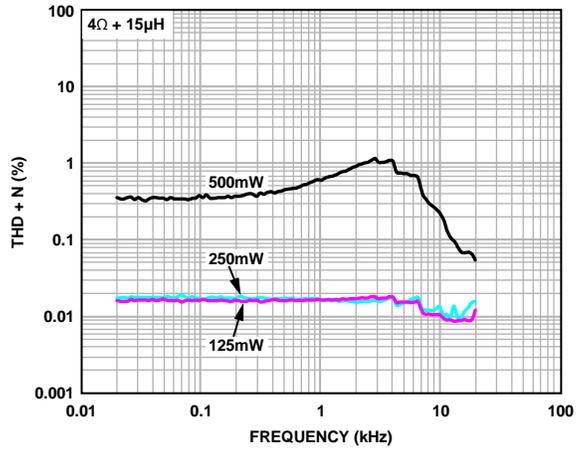


图14. 总谐波失真加噪声与频率的关系，驱动4Ω负载，SPVKDD = 2.5 V

10749-014

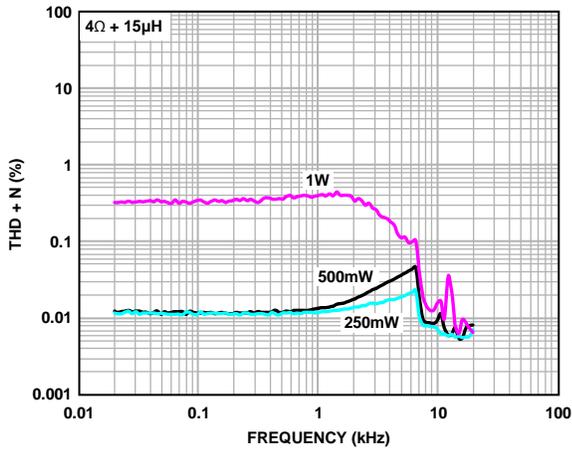


图12. 总谐波失真加噪声与频率的关系，驱动4Ω负载，SPVKDD = 3.6 V

10749-012

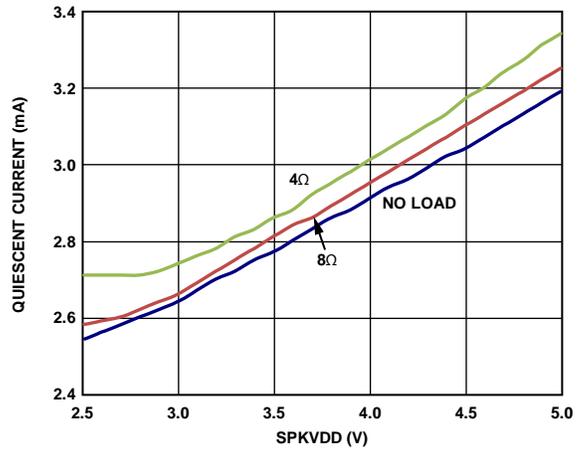


图15. 静态电流(功率级)与电源电压的关系

10749-015

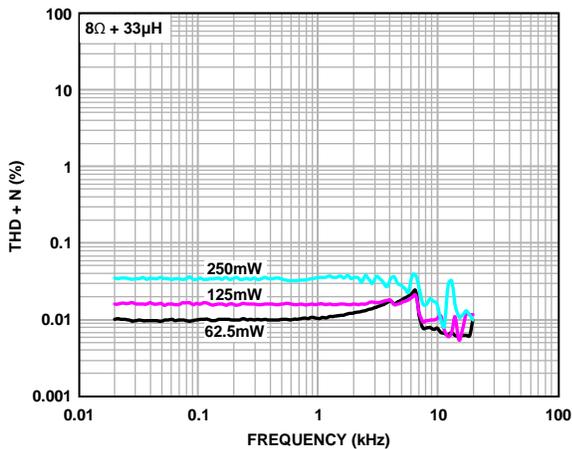


图13. 总谐波失真加噪声与频率的关系，驱动8Ω负载，SPKVDD = 2.5 V

10749-013

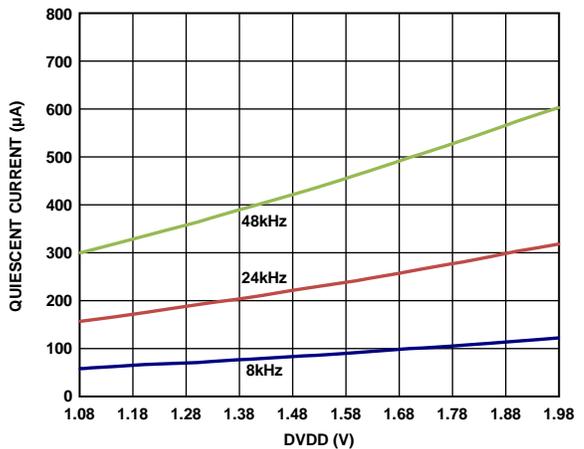


图16. 静态电流(数字内核)与电源电压的关系

10749-017

# SSM2529

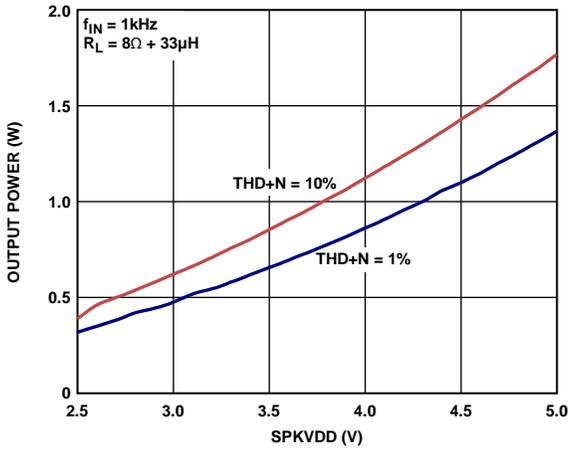


图17. 最大输出功率与电源电压的关系,  $R_L$ 为8  $\Omega$

10749-018

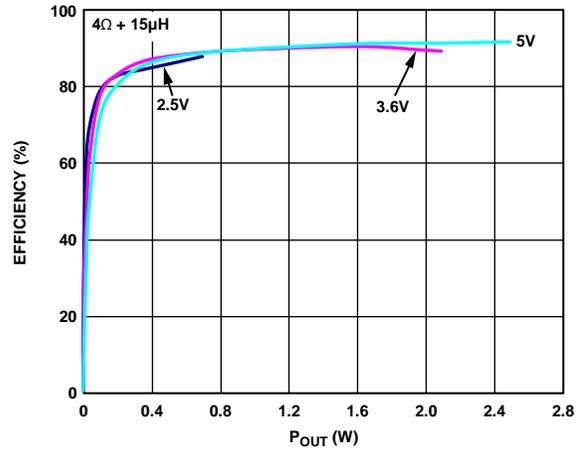


图20. 效率与输出功率的关系, 驱动4  $\Omega$ 负载

10749-021

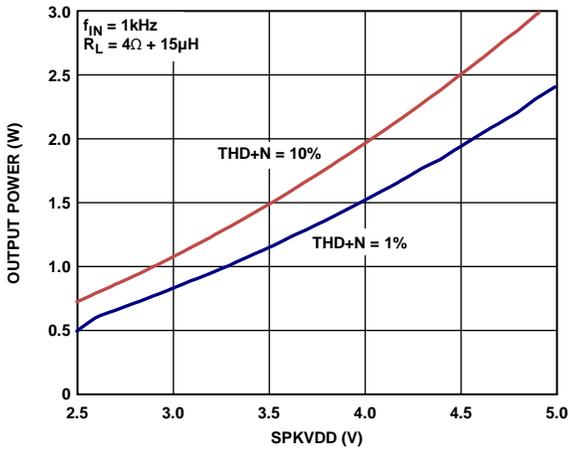


图18. 最大输出功率与电源电压的关系,  $R_L$ 为4  $\Omega$

10749-019

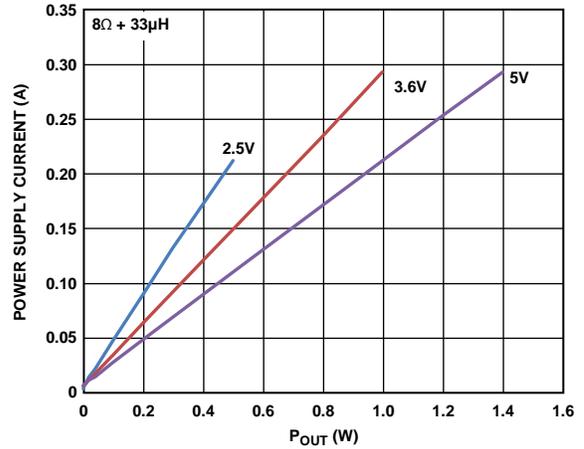


图21. 电源电流与输出功率的关系,  $R_L$ 为8  $\Omega$

10749-022

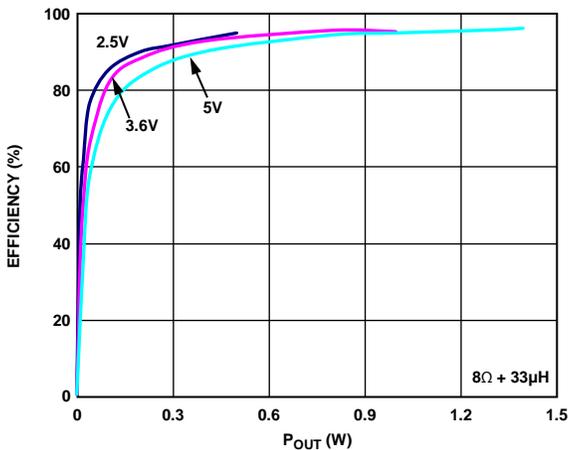


图19. 效率与输出功率的关系, 驱动8  $\Omega$ 负载

10749-020

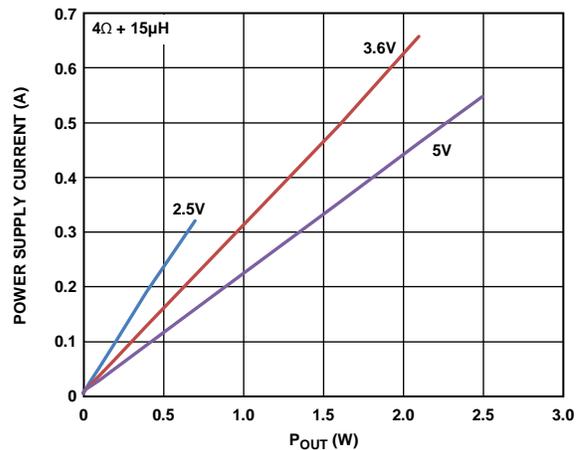


图22. 电源电流与输出功率的关系,  $R_L$ 为4  $\Omega$

10749-023

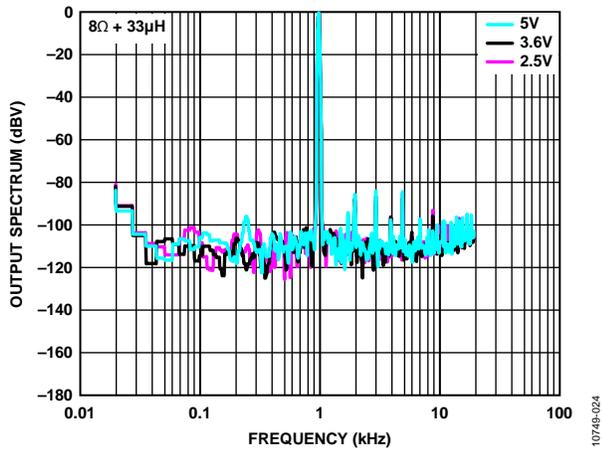


图23. 输出频谱与频率的关系(FFT, 100 mW输出功率驱动8 Ω负载)

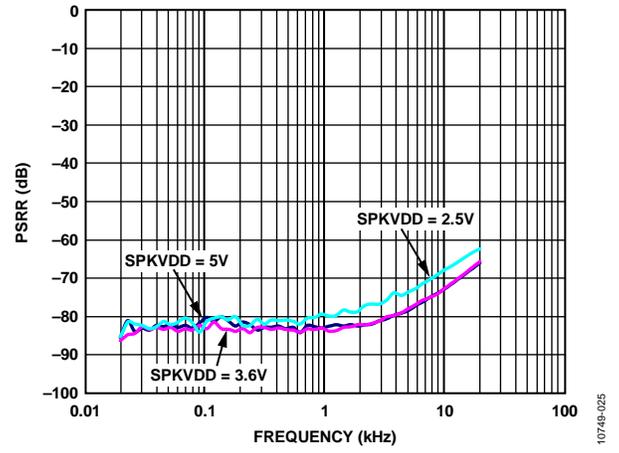


图24. PSRR与频率的关系

## 工作原理

### 概述

SSM2529是一款完全集成的单声道数字开关音频放大器。它接收数字音频输入，并利用内部功率级产生PDM差分开关输出。该器件内置过温和过流保护功能。SSM2529还内置软开启和软关闭功能，从而抑制爆音和咔嚓声。可通过I<sup>2</sup>C端口对该器件的寄存器控制进行编程。

### 主时钟

在主机模式下，内置PLL可提供主时钟。在从机模式下，SSM2529通过MCLK或BCLK输入引脚接收外部时钟。外部时钟必须与串行接口上的输入数字音频完全同步。SSM2529的内部时钟始终以5.6448 MHz到8.192 MHz的频率工作，具体取决于输入采样速率。有如下三个方案可以为器件提供主时钟：

- 使用内置PLL产生的时钟
- 使用BCLK引脚
- 使用MCLK引脚

MCLK选项可以利用内置PLL或BCLK引脚产生内部时钟，只要提供时钟的速率与MCLK引脚要求的速率相同。将寄存器0x0E的PLEN位置1即可使能此选项。这种情况下，无需向MCLK引脚提供主时钟，从而又可以减少一个来自音频源的引脚连接。如果使用MCLK引脚，可以将不同倍数的采样频率用于MCLK。所有可用选项和设置参见表48。SSM2529进入掉电状态后，可以关闭此时钟以进一步节省系统功耗。然而，为使音频放大器工作，MCLK必须存在。输入MCLK速率由寄存器0x00的MCS位设置决定。更多信息请参见表48。

### 内部时钟发生器

数字内核时钟可以直接从外部时钟获得，也可以由PLL产生。用于DSP、串行端口和转换器的时钟从内核时钟获得。内核时钟速率始终是器件所用采样速率的整数倍。

时钟产生模块由数字PLL和模拟PLL构成。模拟PLL可以接受8 MHz至27 MHz范围内的输入频率。为支持较低的频率(8 kHz至8 MHz)，芯片提供了一个数字PLL。它可以将输入时钟频率提高 $2^N$ 倍，其中 $N = 1$ 至10。

图25给出了时钟产生框图。

对于数字PLL，源时钟由DPLL\_REF\_SEL位(寄存器0x08)选择，DPLL输入与输出时钟之间的频率关系由DPLL\_NDIV位决定。

APLL输入与输出之间的频率关系如下：

$$f_{PLL} = f_{IN} \times (R + (N/M)) / X$$

其中，R、N、M和X由对应的PLL寄存器(寄存器0x09至0x0D)定义。

### 数字输入串行音频接口

SSM2529包括一个标准串行音频接口，它只能用作从机。该接口支持I<sup>2</sup>S、左对齐、右对齐、PCM/TDM或PDM输入格式。数据位数只能在右对齐模式下设置。

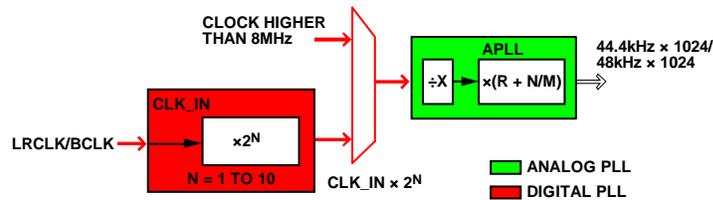


图25. 时钟产生功能框图

## PDM模式设置和控制

在独立模式下，如果ADDR引脚连接到DVDD，或者在I<sup>2</sup>C模式下，如果PDM\_MODE位(寄存器0x01的位7)设为1，则SSM2529以PDM模式工作。在PDM模式下，SDATA引脚接收1位PDM输入并送至DAC，BCLK引脚提供系统时钟以登记输入数据。PDM数据输入直接登记在各时钟沿上。

在独立模式或I<sup>2</sup>C模式下，将BCLK\_EDGE位(寄存器0x03的位0)置1，便可将左声道或右声道数据记录在BCLK上升沿或下降沿。

当器件处于独立模式且选择PDM接口时，将MCLK引脚拉至逻辑低电平便可将左声道数据(L数据)记录在BCLK上升沿，将右声道数据(R数据)记录在BCLK下降沿。当MCLK引脚连接到逻辑高电平时，R数据记录在BCLK上升沿，L数据记录在BCLK下降沿。

当该器件处于I<sup>2</sup>C PDM模式时，如果BCLK\_EDGE = 0，则L数据记录在BCLK上升沿，R数据记录在BCLK下降沿。如果BCLK\_EDGE = 1，则L数据记录在BCLK下降沿，R数据记录在BCLK上升沿。

表9. PDM时序参数

参数	限值		单位	描述
	T <sub>MIN</sub>	T <sub>MAX</sub>		
t <sub>FALL</sub>		10	ns	时钟下降时间
t <sub>RISE</sub>		10	ns	时钟上升时间
t <sub>SETUP</sub>	10		ns	数据建立时间
t <sub>HOLD</sub>	7		ns	数据保持时间

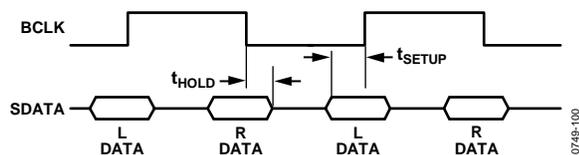


图26. PDM输入格式

## 高通滤波器

音频处理模块包含一个可配置的一阶高通滤波器。高通滤波器使能时，器件会连续计算直流值并从输入信号中扣除。将HPFOR(寄存器0x15的位1)置1，可以存储最后计算的直流值。高通滤波器禁用时，仍会从输入信号中扣除存储的值，直到HPFOR清0。

根据HPF\_CTRL寄存器的配置，高通滤波器可以在音频模式或应用模式下工作。在音频模式下，当采样速率为48 kHz时，高通滤波器的3 dB截止频率为3.7 Hz。在应用模式下，

3 dB截止频率可通过HPFCUT位(寄存器0x15的位[5:2])在50 Hz到750 Hz范围内选择。

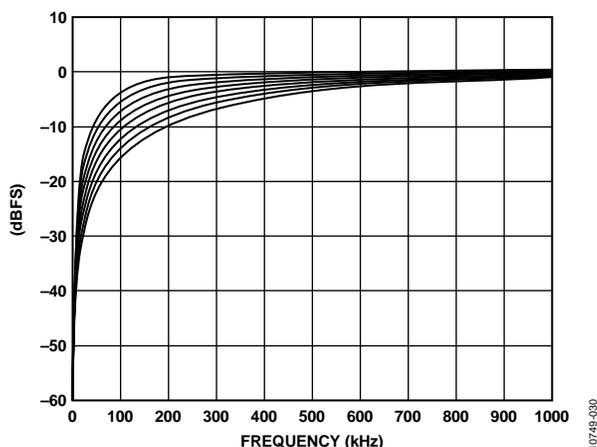


图27. 经过HPFCUT调整的高通滤波器响应

表10. HPF\_CTRL寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
保留		HPFCUT			HPFOR		HPFEN

表11. HPF\_CTRL寄存器位功能描述

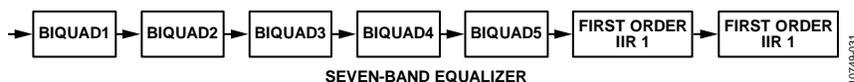
位的名称	描述	设置
HPFCUT[3:0]	HPF截止频率选择	参见表66
HPFOR	HPF模式选择	0: 音频模式 (截止频率为3.7 Hz) 1: 应用模式 (截止频率可选)
HPFEN	HPF使能	0: 禁用 1: 使能

## 完全可编程的七频段均衡器

可编程七频段均衡器由5个双二阶滤波器(频段1至频段5)和2个一阶IIR滤波器(频段6和频段7)组成。图28显示了系统功能框图。

所有滤波器系数都可以通过相应的寄存器进行编程。不需要全部5个中频频段时，可以将该滤波器组配置为其它滤波器，如去加重和陷波滤波器等。

要用作七频段均衡器，两个一阶IIR滤波器通常配置为一个低通斜率滤波器和一个高通斜率滤波器，双二阶滤波器则配置为峰值滤波器。利用系数寄存器，可以对斜率滤波器的截止频率和峰值增益以及峰值滤波器的中心频率和带宽进行编程。对于200 Hz以下的频段，建议使用低通斜率滤波器。



SEVEN-BAND EQUALIZER

图28. 系统框图

# SSM2529

普通双二阶滤波器的传递函数为：

$$H(z) = \frac{P0 + P1 \times Z^{-1} + P2 \times Z^{-2}}{1 - D1 \times Z^{-1} - D2 \times Z^{-2}}$$

一阶IIR滤波器的传递函数为：

$$H(z) = \frac{P0 + P1 \times Z^{-1}}{1 - D1 \times Z^{-1}}$$

正常模式下，支持的系数范围为-4至+4左右。对于均衡器模式，当输入采样速率为48 kHz时，该范围意味着截止和中心频率可以在40 Hz至12 kHz范围内变化，峰值增益可以在-18 dB至+18 dB范围内变化。

寄存器0x54的EQ\_FORMAT位定义系数格式。默认值为0，对应的格式为Q3.13。此位设为1时，系数范围更大(-8至+8左右)，因而增益缩放范围也更大。

该器件支持在线系数更新。如果滤波器组系数在EQ工作时更新，应在写入系数后将EQ\_UPD位设为1。完成系数更新程序大约需要0.05 ms。EQ\_CTRL1寄存器的只读位EQ\_UPDING代表系数更新状态。如果在此期间移除系统时钟，更新程序将无法完成，必须将EQ\_UPD\_CLR位设为1以取消此次更新。

为了降低功耗，可以禁用滤波器组，所有7个频段都可以单独旁路。对应的位是寄存器0x55中的EQEN和EQBP1至EQBP7。

**表12. EQ系数寄存器**

寄存器地址	寄存器名称	描述
0x16	EQ1_COEF0_HI[15:8]	EQ频段1，系数0 MSB
0x17	EQ1_COEF0_LO[7:0]	EQ频段1，系数0 LSB
0x18	EQ1_COEF1_HI[15:8]	EQ频段1，系数1 MSB
0x19	EQ1_COEF1_LO[7:0]	EQ频段1，系数1 LSB
0x1A	EQ1_COEF2_HI[15:8]	EQ频段1，系数2 MSB
0x1B	EQ1_COEF2_LO[7:0]	EQ频段1，系数2 LSB
...	...	...
0x52	EQ7_COEF2_HI[15:8]	EQ频段7，系数2 MSB
0x53	EQ7_COEF2_LO[7:0]	EQ频段7，系数2 LSB

**表13. EQ\_CTRL1寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
EQ_RESERVED				EQ_UPDING	EQ_UPD_CLR	EQ_FORMAT	EQ_UPD

**表14. EQ\_CTRL1寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
EQ_RESERVED	保留	
EQ_UPDING	EQ系数更新标志	0: EQ系数更新 1: 无
EQ_UPD_CLR	EQ系数更新清零	0: 正常工作 1: 中断系数更新
EQ_FORMAT	EQ系数格式选择	0: 正常 1: 大增益
EQ_UPD	EQ系数寄存器更新标志	1: 更新 0: 无

**表15. EQ\_CTRL2寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
EQEN	EQBP7	EQBP6	EQBP5	EQBP4	EQBP3	EQBP2	EQBP1

**表16. EQ\_CTRL2寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
EQEN	EQ使能	0: EQ禁用 1: EQ使能
EQBP7	EQ使能时EQ频段7旁路	0: 不旁路 1: 旁路EQ频段7
EQBP6	EQ使能时EQ频段6旁路	0: 不旁路 1: 旁路EQ频段6
EQBP5	EQ使能时EQ频段5旁路	0: 不旁路 1: 旁路EQ频段5
EQBP4	EQ使能时EQ频段4旁路	0: 不旁路 1: 旁路EQ频段4
EQBP3	EQ使能时EQ频段3旁路	0: 不旁路 1: 旁路EQ频段3
EQBP2	EQ使能时EQ频段2旁路	0: 不旁路 1: 旁路EQ频段2
EQBP1	EQ使能时EQ频段1旁路	0: 不旁路 1: 旁路EQ频段1

各EQ频段的典型特性如图29至图36所示。

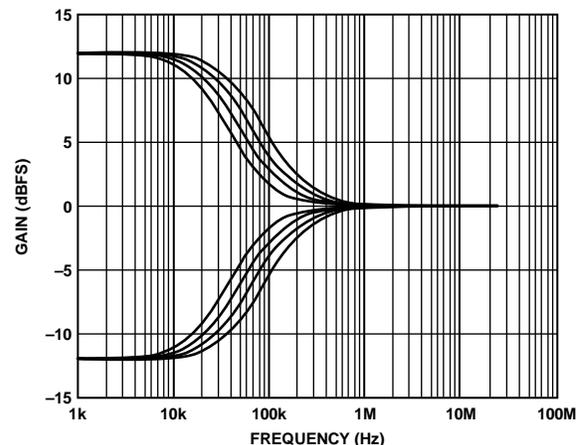
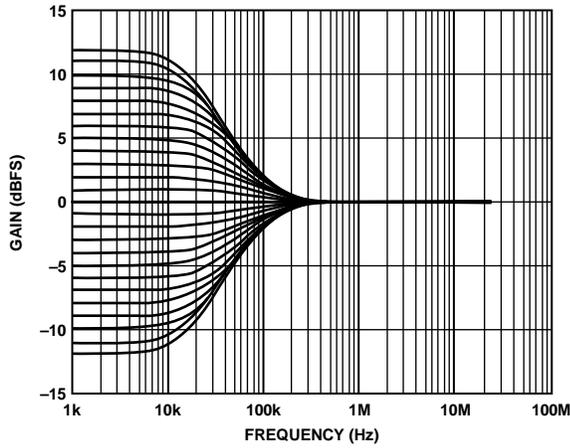
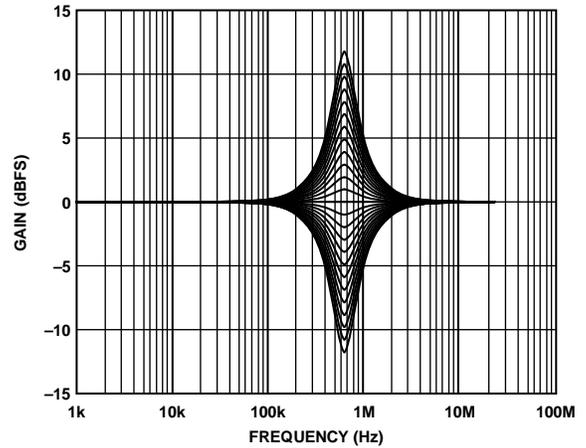


图29. 不同带宽设置的低通缓和滤波器频率响应



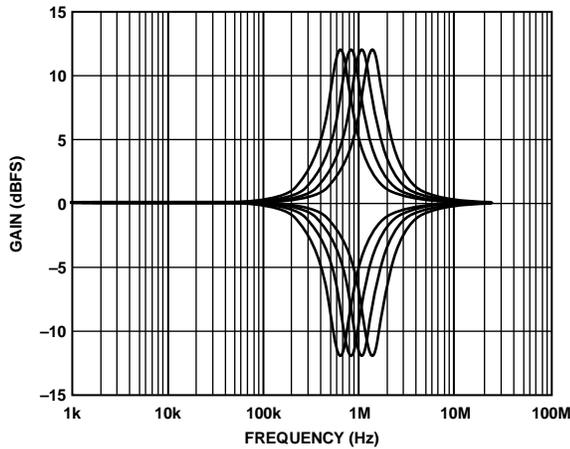
10749-032

图30. 不同增益设置的低通缓和滤波器频率响应



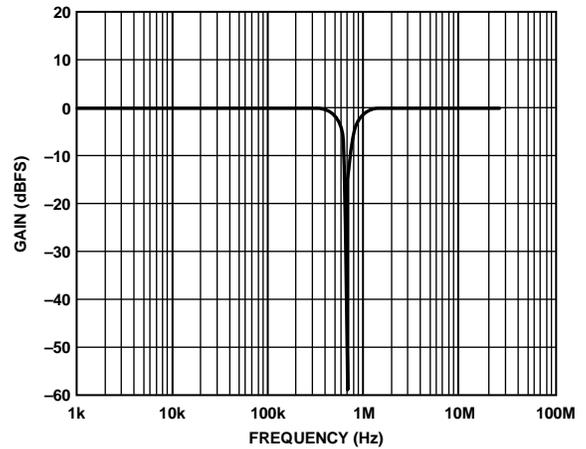
10749-033

图33. 不同增益设置的峰值滤波器频率响应



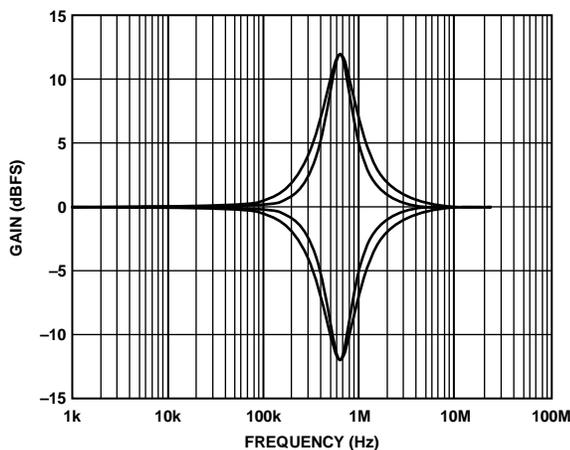
10749-102

图31. 不同中心频率的峰值滤波器频率响应



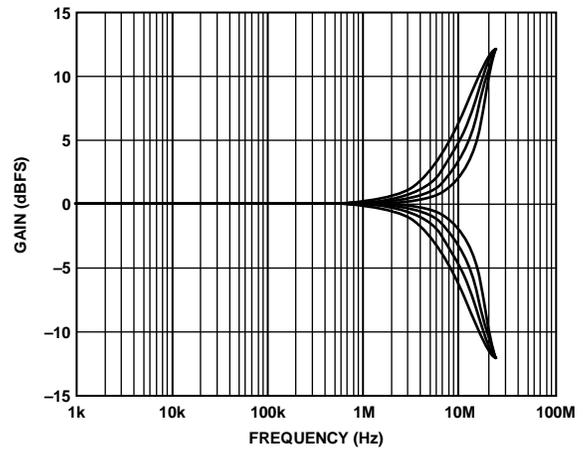
10749-034

图34. 陷波滤波器响应( $A_0 = +1982$ 至 $+2048$ ,  $A_1 = -2041$ 至 $+2048$ , 带宽 = 251 Hz, 中心频率 = 631 Hz)



10749-103

图32. 不同带宽设置的峰值滤波器频率响应



10749-104

图35. 不同带宽设置的高频段滤波器频率响应

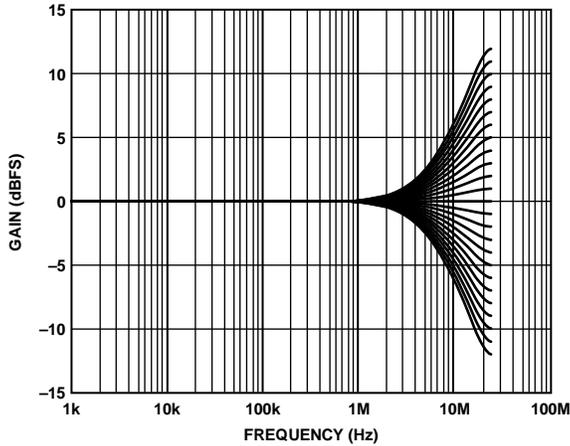


图36. 不同增益设置的高频段滤波器频率响应

## 动态范围控制

动态范围控制功能用于改变(通常是降低)音频信号的动态范围,以便让人听到高音信号而不觉得刺耳,同时仍能听见弱音信号。此外,非常强的信号和非常弱的信号通常是用不同的方法进行处理,以便保持出色的整体音质。DRC功能包括:

- 限幅器
- 压缩器
- 扩展器
- 噪声门

当信号电平在中间时,动态范围不改变。这些功能可以单独使能或禁用。

### 限幅器

如果输入音频样本很大,输出将被箝位在预定电平,从而不至于使扬声器过驱。

如果使能了ADC功率跟踪功能,最大输出电平将自动设定为与扬声器SPKVDD功率对应的电平。

### 压缩器

当输入电平很大且在预定边界以内时,可使用压缩器来降低信号动态范围。这有助于降低高信号电平时的声音响度。

### 扩展器

当输入信号电平很小且在预定上下边界以内时,可使用扩展器来提高信号动态范围。这有助于提高弱信号时的声音响度。

### 噪声门

信号电平低于预定阈值电平时,将被当作噪声处理,此时输出为0。

整体DRC特性如图37所示。使用多个阈值电平(折合到输入端):限幅器阈值(LT)、压缩器阈值(CT)、扩展器阈值(ET)、噪声门阈值(NT)、最大输出信号幅度(SMAX)和最小输出信号幅度(SMIN)。对应的位分别是寄存器0x59至0x5D中的DRC\_LT、DRC\_CT、DRC\_ET、DRC\_NT、DRC\_SMAX和DRC\_SMIN。

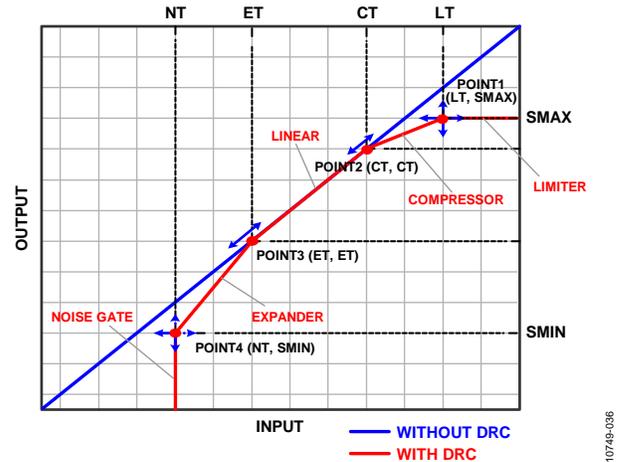


图37. DRC输入/输出关系

## DRC模式控制

寄存器0x60的DRC\_EN位控制DRC。将寄存器0x60的NG\_EN位设为1,可以禁用噪声门功能。

表17. DRC模式控制寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
VBAT_EN	LIM_SRC	LIM_EN	COMP_EN	EXP_EN	NG_EN	DRC_EN	

表18. DRC模式控制寄存器的位功能描述

位的名称	描述	设置
VBAT_EN	VBAT跟踪使能	0: 禁用 1: 使能
LIM_SRC	限幅器来源选择	0: 峰值 1: RMS
LIM_EN	限幅器使能	0: 禁用 1: 使能
COMP_EN	压缩器禁用	0: 禁用 1: 使能
EXP_EN	扩展器使能	0: 禁用 1: 使能
NG_EN	噪声门使能	0: 禁用 1: 使能
DRC_EN	DRC使能	0: 禁用 1: 使能

图38是DRC功能的高级系统框图。

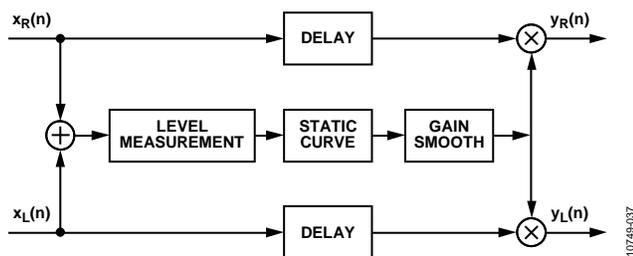


图38. DRC功能框图

### 电平测量

DRC电平测量包括峰值和rms值测量。影响峰值测量的参数是启动时间和释放时间(AT和RT)。影响rms测量的参数是均值时间( $T_{AV}$ )。启动时间的变化范围是0 ms到1.536 s；释放时间和均值时间的变化范围是0 ms到24.576 s。对应的位分别是寄存器0x56和0x57中的PEAK\_ATT、PEAK\_REL和DRCLELTAV。

表19. DRC\_CTRL1寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
保留				DRCLELTAV[3:0]			

表20. DRC\_CTRL1寄存器位功能描述

位的名称	描述	设置
DRCLELTAV[3:0]	DRC rms检波器均值时间	0000: 0 ms 0001: 0.075 ms 0011: 0.30 ms(默认值) 1111: 24.576 sec

表21. DRC\_CTRL2寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
PEAK_ATT[3:0]				PEAK_REL[3:0]			

表22. DRC\_CTRL2寄存器位功能描述

位的名称	描述	设置
PEAK_ATT[3:0]	DRC峰值检波器启动时间	0000: 0 ms 0001: 0.09 ms 0010: 0.19 ms 0011: 0.37 ms 0100: 0.75 ms 0101: 1.5 ms 0110: 3.0 ms 0111: 6.0 ms ... 1111: 1.536 sec
PEAK_REL[3:0]	DRC峰值检波器衰减时间	0000: 0 ms 0001: 1.5 ms 0010: 3 ms 0011: 6 ms 0100: 12 ms ... 1111: 24.576 sec

### 静态曲线

静态曲线是DRC内核功能，用于定义目标输入和输出关系。DRC模块的作用是找到不同信号电平对应的适当增益值。为了改变原始音频信号的动态范围，增益值随着输入信号电平而变化。

图39给出了这种静态曲线的一个例子，它显示了输入和输出信号电平。蓝线显示一种线性关系，输出动态范围与输入动态范围相同。红线显示输出动态范围与输入动态范围不同。此外，该曲线表明：当输入信号较低时，信号动态范围较大。

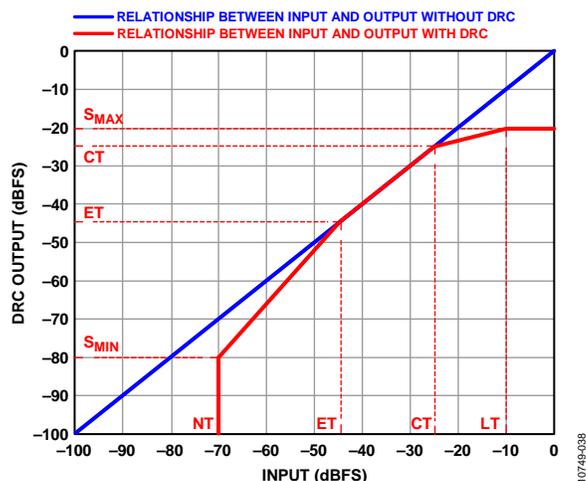


图39. DRC输出与输入的关系

图40显示不同输入信号电平时的增益值。

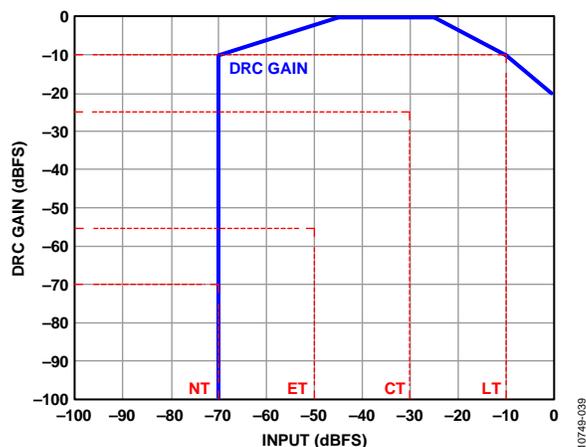


图40. DRC增益与输入的关系

### DRC静态曲线功能

图39和图40使用了多个阈值电平(折合到输入端)：限幅器阈值(LT)、压缩器阈值(CT)、扩展器阈值(ET)、噪声门阈值(NT)、最大输出信号幅度(SMAX)和最小输出信号幅度(SMIN)。对应的位分别是寄存器0x59至0x5D中的DRC\_LT、DRC\_CT、DRC\_ET、DRC\_NT、DRC\_SMAX和DRC\_SMIN。

# SSM2529

**表23. DRC\_CURVE1寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
保留							
DRC_LT[6:0]							

**表24. DRC\_CURVE1寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
DRC_LT[6:0]	DRC限幅器阈值	0000000: +6 dB 0000001: +5.5 dB -0.5 dB步进至 1010000: -35 dB

**表25. DRC\_CURVE2寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
保留							
DRC_CT[6:0]							

**表26. DRC\_CURVE2寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
DRC_CT[6:0]	DRC压缩器阈值	0000000: +6 dB 0000001: +5.5 dB -0.5 dB步进至 1010000: -35 dB

**表27. DRC\_CURVE3寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
保留							
DRC_SMAX[6:0]							

**表28. DRC\_CURVE3寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
DRC_SMAX[6:0]	DRC最大输出信号幅度	0000000: +6 dB 0000001: +5.5 dB -0.5 dB步进至 1010000: -35 dB

**表29. DRC\_CURVE4寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DRC_NT[3:0]				DRC_ET[3:0]			

**表30. DRC\_CURVE4寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
DRC_NT[3:0]	DRC噪声门阈值	0000: -51 dB 0001: -54 dB -3 dB步进至 1111: -96 dB
DRC_ET[3:0]	DRC扩展器阈值	0000: -36 dB 0001: -39 dB -3 dB步进至 1111: -81 dB

**表31. DRC\_CURVE5寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
保留				DRC_SMIN[3:0]			

**表32. DRC\_CURVE5寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
DRC_SMIN[3:0]	DRC最小输出信号电平	0000: -51 dB 0001: -54 dB -3 dB步进至 1111: -96 dB

## DRC增益平滑

静态曲线功能计算的增益乘以输入信号之前，应使其平滑以确保它不会快速改变，否则可能会引起噪声。

增益平滑受启动和衰减时间参数影响。启动时间的变化范围是0 ms到1.536 s；衰减时间的变化范围是0 ms到24.576 s。对应的位分别是寄存器0x58中的DRC\_ATT和DRC\_DEC。

**表33. DRC\_CTRL3寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DRC_ATT[3:0]				DRC_DEC[3:0]			

**表34. DRC\_CTRL3寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
DRC_ATT[3:0]	DRC启动时间	0000: 0 ms 0001: 0.1 ms 0010: 0.19 ms 0011: 0.37 ms 0100: 0.75 ms 0101: 1.5 ms 0110: 3 ms 0111: 6 ms ... 1111: 1.536 sec
DRC_DEC[3:0]	DRC衰减时间	0000: 0 ms 0001: 1.5 ms 0010: 3 ms 0011: 6 ms 0100: 12 ms ... 1111: 24.576 sec

### DRC保持时间

DRC使用两类保持时间。一类在正常模式下使用，防止计算的增益提高过快；另一类在DRC从扩展器模式变为噪声门模式期间使用，防止DRC过快进入噪声门。寄存器0x5E的DRCHTNOR和DRCHTNG位设置使用何种类型。

**表35. DRC\_HOLD\_TIME寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DRCHTNG[3:0]				DRCHTNOR[3:0]			

**表36. DRC\_HOLD\_TIME寄存器位功能描述**

位的名称	位的名称	设置
DRCHTNG[3:0]	用于噪声门的DRC保持时间	0000: 0 ms 0001: 0.67 ms xxxx: 时间加倍 0111: 42.67 ms(默认) 1111: 43.7 sec
DRCHTNOR[3:0]	用于正常工作的DRC保持时间	0000: 0 ms 0001: 0.67 ms 0010: 1.33 ms 0011: 2.67 ms 0100: 5.33 ms .... 1111: 43.7 sec

### 增益纹波消除

由于电平测量检测到的峰值/rms值存在一定的摆幅，因此施加于输入信号的增益会有一些纹波，导致对输出信号进行调制。纹波消除功能可抑制此效应。纹波阈值由寄存器0x5F的DRCRRH位定义。

**表37. DRC\_RIPPLE\_CTRL寄存器**

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
保留						DRCRRH[1:0]	

**表38. DRC\_RIPPLE\_CTRL寄存器位功能描述**

位的名称	描述	设置
DRCRRH[1:0]	DRC纹波消除阈值	00: 0 dB 01: 0.28 dB 10: 0.47 dB 11: 0.75 dB(默认)

### 扬声器保护

该IC包含一个扬声器温度预测模块，用于保护扬声器。当工作功率高于额定功率时，音圈会过热，这可能导致扬声器受损。扬声器的热时间常数一般较长，音圈约为1秒，内核约为60秒。它可以处理瞬时功率尖峰，防止过热，但不能处理持续高功率。当扬声器的温度超过用户设定的温度阈值时，该IC的扬声器保护功能可以降低音量，同时保持扬声器的最大功率不变。温度预测方法基于扬声器的通用热模型。

在该热模型中，R1、R2、C1和C2是温度系数，从扬声器特性测量获得，并通过I2C控制寄存器0x84至0x8B(SP\_CF1\_H、SP\_CF1\_L、SP\_CF2\_H、SP\_CF2\_L、SP\_CF3\_H、SP\_CF3\_L、SP\_CF4\_H和SP\_CF4\_L)设置。

所需的其它关键参数包括：环境温度、扬声器的直流电阻和音圈材料的温度系数。这些参数由寄存器0x81至0x83(TEMP\_AMBIENT、SPKR\_DCR和SPKR\_TC)设置。

将扬声器保护使能位(寄存器0x80的SP\_EN)置1以运行热模型之后，扬声器音圈温度状态和磁铁温度状态便可通过I<sup>2</sup>C读取SPKR\_TEMP寄存器(寄存器0x8C)和SPKR\_TEMP\_MAG寄存器(寄存器0x8D)获得。用户利用MAX\_SPKR\_TEMP寄存器(寄存器0x8E)设置音圈温度阈值(增益降低发生前的扬声器音圈最高温度)。如果超过此阈值，输出音量将根据SP\_AR位(扬声器保护增益降低启动速率，寄存器0x8F的位[7:4])和SP\_RR位(扬声器保护增益降低释放速率，寄存器0x8F的位[3:0])设置的速度降低。

### 电源

SSM2529有两个内部电源必须提供：SPKVDD和DVDD。SPKVDD电源为MOSFET的全桥功率级及其相关的驱动、控制、保护电路供电。SPKVDD工作电压为2.5 V至5.5 V，必须存在才能获得音频输出。降低SPKVDD电源可降低输出功率和功耗，但不影响音频性能。

DVDD为数字逻辑和模拟元件供电。DVDD工作电压为1.08 V至1.98 V，必须存在才能写入I<sup>2</sup>C或获得音频输出。降低该电源电压可降低功耗，但也会导致音频性能降低。

### 功耗控制

SSM2529提供多种可编程掉电模式，这些模式通过第一个I<sup>2</sup>C寄存器(寄存器0x00，上电/复位控制)进行设置。默认情况下，IC设置为软件掉电，这是I<sup>2</sup>C可编程的主机掉电模式。在软件掉电模式=下，仅I<sup>2</sup>C功能有效。

SSM2529还具有智能掉电特性，当使能时，它会监控输入数字音频。如果连续1024个音频样本为0，则无论采样速率为何值，它都会将IC置于智能掉电状态。这种状态下，除I<sup>2</sup>S和I<sup>2</sup>C端口外的所有电路都被置于低功耗状态。接收到一个非零输入时，SSM2529退出此状态，恢复正常工作。

# SSM2529

## 上电复位/电压监控器

SSM2529内置上电复位和电压监控电路。在初始上电期间，此电路为所有电路提供内部复位信号。它还监控IC的电源，使输出静音，并在电压降至最低工作电压以下时发出复位信号。这是为了确保器件不因低压工作而受损，而且几乎在任何断电情况下都不会出现爆音。

## 独立模式

SA\_MODE引脚被拉高时，SSM2529可以独立工作，不受任何I<sup>2</sup>C控制。这种模式下，自动采样速率检测和智能掉电一直使能。音量控制A和音量控制B可以通过SCL和SDA引脚控制。

在独立模式下，DRC功能禁用。EQ和HPF也禁用。ADDR = 1时，输入接口为PDM。其它情况下，可以通过MCLK选择I<sup>2</sup>S和TDM串行接口格式。独立模式下的工作时钟由内部PLL产生。

表39. 独立模式引脚配置

常规工作引脚	SA_MODE = 1
SCL	音量控制A
SDA	音量控制B
STDBN	0: 关断/静音 1: 正常工作
ADDR	1: PDM 0: I <sup>2</sup> S/TDM
BCLK	0: PLL提供16 BCLK周期 1: PLL提供32 BCLK周期 时钟: 片外提供32 BCLK周期
MCLK	0: I <sup>2</sup> S (ADDR = 0)或PDM左声道(ADDR = 1) 1: TDM (ADDR = 0)或PDM右声道(ADDR = 1)

## I<sup>2</sup>C端口

SSM2529支持2线串行(I<sup>2</sup>C兼容)微处理器总线驱动多个外设。两个引脚——串行数据(SDA)和串行时钟(SCL)——承载SSM2529与系统I<sup>2</sup>C主控制器之间的信息。SSM2529始终是总线上的从机，意味着它不能启动数据传输。每个从机都通过一个唯一的地址识别。表40显示了地址字节的格式。地址存在于I<sup>2</sup>C写操作的前7位。此字节的LSB设置读或写操作。逻辑电平1对应于读操作，逻辑电平0对应于写操作。完整字节地址如图41所示，子地址会在字边界处自动递增，可以用于将大量数据写入相邻的存储器位置。这种递增在单字写入后自动发生，除非遇到停止条件。数据传输总是由停止条件终止。

SDA和SCL的各自线路上必须连接一个2.2 kΩ上拉电阻。这些信号线上的电压不得高于3.6 V。

表40. I<sup>2</sup>C地址字节格式

Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
0	1	1	0	1	0	0	R/W

## 寻址

开始时，I<sup>2</sup>C总线上的各器件均处于空闲状态，并监控SDA和SCL线有无起始条件和适当的地址。I<sup>2</sup>C主机通过建立起始条件而启动数据传输；起始条件要求SDA发生高低转换，同时SCL保持高电平。这表示随后将出现地址/数据流。总线上的所有器件都对起始条件做出响应，并对接下来的8个位(7位地址加R/W位)以MSB优先方式移位。在第9个时钟脉冲期间，能够识别所发送地址的器件通过将数据线拉低来做出响应。SSM2529的器件地址为0x34。第9位称为应答位。此时，所有其它器件从总线退出，返回空闲状态。

R/W位决定数据的方向。如果第一个字节的LSB为逻辑0，则意味着主机将信息写入外设，而逻辑1则意味着主机将在写入子地址并重复起始地址之后从外设读取信息。数据传输将持续到发生停止条件。停止条件是指在SCL处于高电平时，SDA上发生低电平至高电平跃迁。图3给出了I<sup>2</sup>C端口的时序。

数据传输过程中的任何阶段都可以检测停止和起始条件。如果这些条件的置位打破了正常的读写操作顺序，SSM2529将立即跳出到空闲状态。在SCL高电平期间，只应发送一个起始条件或一个停止条件，或者先发送单一停止条件，再发送单一起始条件。如果发送的子地址无效，SSM2529不会发送应答，而是直接返回到空闲状态。在自动递增模式下，如果超过最高子地址，则器件会采取以下其中一种措施。在读取模式下，SSM2529输出最高子地址寄存器的内容，直到主机发送不应答，表示读取结束。在SCL的第9个时钟脉冲期间，如果SDA线未被拉低，即构成不应答。在写入模式下，SSM2529不会将无效字节的数据载入任何子地址寄存器，而是发送不应答，然后返回空闲状态。

## I<sup>2</sup>C读和写操作

表42给出了单字写操作的时序。在每第9个时钟脉冲，SSM2529都会通过拉低SDA来发送应答。

表43显示了突发模式写序列的时序，该示例的目标寄存器为两字节。每写完一个字节后，SSM2529知道应递增其子地址寄存器，因为请求的子地址对应于一字节字长的寄存器或存储器区域。

单字读操作的时序如表44所示。注意第一个R/W位为0，表示写操作。这是因为仍然需要写入子地址，以便设置内部地址。在SSM2529确认接收到子地址后，主机必须发送

一个重复起始命令，然后再发送R/W位设置为1(表示读操作)的芯片地址字节。这将导致SSM2529 SDA反向，并开始向主机回传数据。然后，主机在每第9个脉冲做出响应，向SSM2529发送应答脉冲。

表42至表45使用表41所示的缩写。

表41. 表42至表45中的符号

符号	含义
S	起始位
P	停止位
A <sub>M</sub>	主机应答
A <sub>S</sub>	从机应答

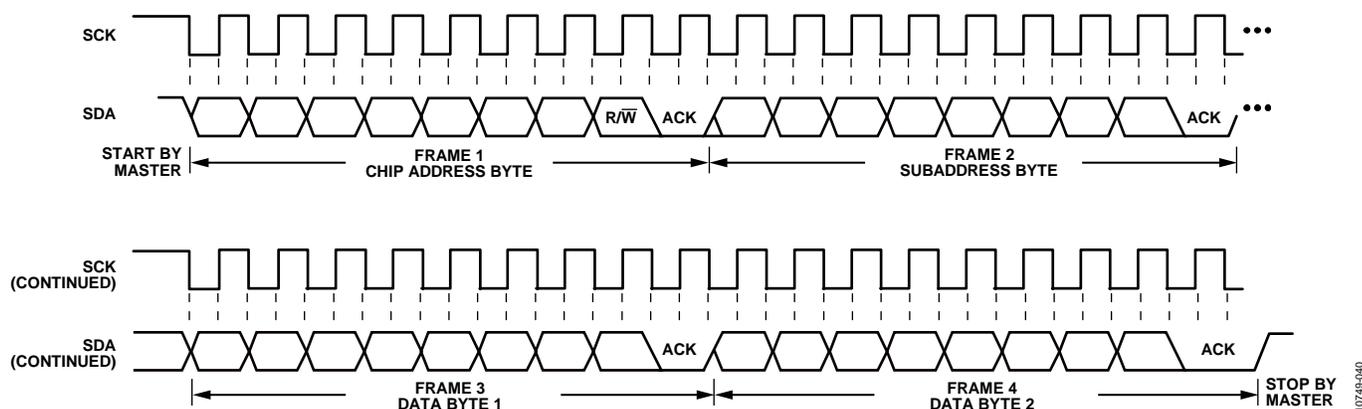


图41. I<sup>2</sup>C读/写时序

表42. 单字I<sup>2</sup>C写格式

S	IC地址(7位)	R/W = 0	A <sub>S</sub>	子地址(8位)	A <sub>S</sub>	数据字节1(8位)	P
---	----------	---------	----------------	---------	----------------	-----------	---

表43. 突发模式I<sup>2</sup>C写格式

S	芯片地址, R/W = 0	A <sub>S</sub>	子地址	A <sub>S</sub>	数据字1	A <sub>S</sub>	数据字2	A <sub>S</sub>	...	P
---	---------------	----------------	-----	----------------	------	----------------	------	----------------	-----	---

表44. 单字I<sup>2</sup>C读格式

S	芯片地址, R/W = 0	A <sub>S</sub>	子地址	A <sub>S</sub>	S	芯片地址, R/W = 1	A <sub>S</sub>	数据字节1	A <sub>M</sub>	数据字节N	P
---	---------------	----------------	-----	----------------	---	---------------	----------------	-------	----------------	-------	---

表45. 突发模式I<sup>2</sup>C读格式

S	芯片地址, R/W = 0	A <sub>S</sub>	子地址	A <sub>S</sub>	S	芯片地址, R/W = 1	A <sub>S</sub>	数据字1	A <sub>M</sub>	...	P
---	---------------	----------------	-----	----------------	---	---------------	----------------	------	----------------	-----	---

# SSM2529

## 寄存器汇总

SSM2529包含18个8位寄存器，可通过I<sup>2</sup>C端口对其进行访问。控制寄存器映射参见表46。表47至表159详细说明了寄存器设置。

表46.

十六进制	名称	位	位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0	复位	RW	
00	PWR_CTRL	[7:0]	SYS_RST	APWDN_ANA	APWDN_EN	LP_MODE	MCS			SPWDN	0x23	RW	
01	SYS_CTRL	[7:0]	PDM_MODE	PDM_FS	PDB_ADC	BCLK_RATE	BCLK_GEN	EDGE		ASR	0x20	RW	
02	SAI_FMT1	[7:0]	SDATA_FMT		SAI			SR			0x02	RW	
03	SAI_FMT2	[7:0]	LPST	LR_SEL		LRCLK_MODE	LRCLK_POL	SAI_MSB	BCLK_TDMC	BCLK_EDGE	0x00	RW	
04	Channel mapping control	[7:0]	CH_SEL_R				CH_SEL_L				0x10	RW	
05	VOL_BF_FDSP	[7:0]	DIG_VOL									0x40	RW
06	VOL_AF_FDSP	[7:0]	PDP_VOL									0x40	RW
07	Volume and mute control	[7:0]	CLK_LOSS_DET	SR_AUTO			保留	PDP_VOL_FORCE	DIG_VOL_FORCE	ANA_GAIN	0x20	RW	
08	DPLL_CTRL	[7:0]	保留	DPLL_REF_SEL			DPLL_NDIV				0x00	RW	
09	APLL_CTRL1	[7:0]	M_HI									0x00	RW
0A	APLL_CTRL2	[7:0]	M_LO									0x00	RW
0B	APLL_CTRL3	[7:0]	N_HI									0x00	RW
0C	APLL_CTRL4	[7:0]	N_LO									0x00	RW
0D	APLL_CTRL5	[7:0]	保留	R			X			Type	0x00	RW	
0E	APLL_CTRL6	[7:0]	FSYS_DPLL		DPLL_BYPASS	APLL_BYPASS	DPLL_LOCK	APLL_LOCK	PLLEN	COREN	0x30	RW	
0F	FAULT_CTRL1	[7:0]	保留			PDB_LINE	PDB_ZC	CLK_LOSS	OC	OT	0x000	RW	
10	FAULT_CTRL2	[7:0]	保留	AR_TIME		MRCV	MAX_AR		ARCV		0x4C	RW	
14	DEEMP_CTRL	[7:0]	保留				DEEMP_FS		DEEMP_EN		0x00	RW	
15	HPF_CTRL	[7:0]	保留		HPFCUT			HPFOR	HPFEN		0x00	RW	
16	EQ1_COEF0_HI	[7:0]	EQ1_COEF0_HI									0x00	RW
17	EQ1_COEF0_LO	[7:0]	EQ1_COEF0_LO									0x00	RW
18	EQ1_COEF1_HI	[7:0]	EQ1_COEF1_HI									0x00	RW
19	EQ1_COEF1_LO	[7:0]	EQ1_COEF1_LO									0x00	RW
1A	EQ1_COEF2_HI	[7:0]	EQ1_COEF2_HI									0x00	RW
1B	EQ1_COEF2_LO	[7:0]	EQ1_COEF2_LO									0x00	RW
1C	EQ1_COEF3_HI	[7:0]	EQ1_COEF3_HI									0x00	RW
1D	EQ1_COEF3_LO	[7:0]	EQ1_COEF3_LO									0x00	RW
1E	EQ1_COEF4_HI	[7:0]	EQ1_COEF4_HI									0x00	RW
1F	EQ1_COEF4_LO	[7:0]	EQ1_COEF4_LO									0x00	RW
20	EQ2_COEF0_HI	[7:0]	EQ2_COEF0_HI									0x00	RW
21	EQ2_COEF0_LO	[7:0]	EQ2_COEF0_LO									0x00	RW
22	EQ2_COEF1_HI	[7:0]	EQ2_COEF1_HI									0x00	RW
23	EQ2_COEF1_LO	[7:0]	EQ2_COEF1_LO									0x00	RW
24	EQ2_COEF2_HI	[7:0]	EQ2_COEF2_HI									0x00	RW
25	EQ2_COEF2_LO	[7:0]	EQ2_COEF2_LO									0x00	RW
26	EQ2_COEF3_HI	[7:0]	EQ2_COEF3_HI									0x00	RW
27	EQ2_COEF3_LO	[7:0]	EQ2_COEF3_LO									0x00	RW
28	EQ2_COEF4_HI	[7:0]	EQ2_COEF4_HI									0x00	RW
29	EQ2_COEF4_LO	[7:0]	EQ2_COEF4_LO									0x00	RW
2A	EQ3_COEF0_HI	[7:0]	EQ3_COEF0_HI									0x00	RW
2B	EQ3_COEF0_LO	[7:0]	EQ3_COEF0_LO									0x00	RW
2C	EQ3_COEF1_HI	[7:0]	EQ3_COEF1_HI									0x00	RW
2D	EQ3_COEF1_LO	[7:0]	EQ3_COEF1_LO									0x00	RW
2E	EQ3_COEF2_HI	[7:0]	EQ3_COEF2_HI									0x00	RW
2F	EQ3_COEF2_LO	[7:0]	EQ3_COEF2_LO									0x00	RW
30	EQ3_COEF3_HI	[7:0]	EQ3_COEF3_HI									0x00	RW
31	EQ3_COEF3_LO	[7:0]	EQ3_COEF3_LO									0x00	RW
32	EQ3_COEF4_HI	[7:0]	EQ3_COEF4_HI									0x00	RW
33	EQ3_COEF4_LO	[7:0]	EQ3_COEF4_LO									0x00	RW
34	EQ4_COEF0_HI	[7:0]	EQ4_COEF0_HI									0x00	RW
35	EQ4_COEF0_LO	[7:0]	EQ4_COEF0_LO									0x00	RW
36	EQ4_COEF1_HI	[7:0]	EQ4_COEF1_HI									0x00	RW

十六进制	名称	位	位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0	复位	RW	
37	EQ4_COEF1_LO	[7:0]					EQ4_COEF1_LO				0x00	RW	
38	EQ4_COEF2_HI	[7:0]					EQ4_COEF2_HI				0x00	RW	
39	EQ4_COEF2_LO	[7:0]					EQ4_COEF2_LO				0x00	RW	
3A	EQ4_COEF3_HI	[7:0]					EQ4_COEF3_HI				0x00	RW	
3B	EQ4_COEF3_LO	[7:0]					EQ4_COEF3_LO				0x00	RW	
3C	EQ4_COEF4_HI	[7:0]					EQ4_COEF4_HI				0x00	RW	
3D	EQ4_COEF4_LO	[7:0]					EQ4_COEF4_LO				0x00	RW	
3E	EQ5_COEF0_HI	[7:0]					EQ5_COEF0_HI				0x00	RW	
3F	EQ5_COEF0_LO	[7:0]					EQ5_COEF0_LO				0x00	RW	
40	EQ5_COEF1_HI	[7:0]					EQ5_COEF1_HI				0x00	RW	
41	EQ5_COEF1_LO	[7:0]					EQ5_COEF1_LO				0x00	RW	
42	EQ5_COEF2_HI	[7:0]					EQ5_COEF2_HI				0x00	RW	
43	EQ5_COEF2_LO	[7:0]					EQ5_COEF2_LO				0x00	RW	
44	EQ5_COEF3_HI	[7:0]					EQ5_COEF3_HI				0x00	RW	
45	EQ5_COEF3_LO	[7:0]					EQ5_COEF3_LO				0x00	RW	
46	EQ5_COEF4_HI	[7:0]					EQ5_COEF4_HI				0x00	RW	
47	EQ5_COEF4_LO	[7:0]					EQ5_COEF4_LO				0x00	RW	
48	EQ6_COEF0_HI	[7:0]					EQ6_COEF0_HI				0x00	RW	
49	EQ6_COEF0_LO	[7:0]					EQ6_COEF0_LO				0x00	RW	
4A	EQ6_COEF1_HI	[7:0]					EQ6_COEF1_HI				0x00	RW	
4B	EQ6_COEF1_LO	[7:0]					EQ6_COEF1_LO				0x00	RW	
4C	EQ6_COEF2_HI	[7:0]					EQ6_COEF2_HI				0x00	RW	
4D	EQ6_COEF2_LO	[7:0]					EQ6_COEF2_LO				0x00	RW	
4E	EQ7_COEF0_HI	[7:0]					EQ7_COEF0_HI				0x00	RW	
4F	EQ7_COEF0_LO	[7:0]					EQ7_COEF0_LO				0x00	RW	
50	EQ7_COEF1_HI	[7:0]					EQ7_COEF1_HI				0x00	RW	
51	EQ7_COEF1_LO	[7:0]					EQ7_COEF1_LO				0x00	RW	
52	EQ7_COEF2_HI	[7:0]					EQ7_COEF2_HI				0x00	RW	
53	EQ7_COEF2_LO	[7:0]					EQ7_COEF2_LO				0x00	RW	
54	EQ_CTRL1	[7:0]		EQ_RESERVED			EQ_UPDING	EQ_UPD_CLR	EQ_FORMAT	EQ_UPD	0x00	RW	
55	EQ_CTRL2	[7:0]	EQEN	EQBP7	EQBP6	EQBP5	EQBP4	EQBP3	EQBP2	EQBP1	0x00	RW	
56	DRC_CTRL1	[7:0]	保留				DRCLELTAV				0x00	RW	
57	DRC_CTRL2	[7:0]	PEAK_ATT				PEAK_REL				0x00	RW	
58	DRC_CTRL3	[7:0]	DRC_ATT				DRC_DEC				0x00	RW	
59	DRC_CURVE1	[7:0]	保留	DRC_LT								0x00	RW
5A	DRC_CURVE2	[7:0]	保留	DRC_CT								0x00	RW
5B	DRC_CURVE3	[7:0]	保留	DRC_SMAX								0x00	RW
5C	DRC_CURVE4	[7:0]	DRC_NT				DRC_ET				0x88	RW	
5D	DRC_CURVE5	[7:0]	RESERVED				DRC_SMIN				0x00	RW	
5E	DRC_HOLD_TIME	[7:0]	DRCHTNG				DRCHTNOR				0x00	RW	
5F	DRC_RIPPLE_CTRL	[7:0]	保留						DRCRRH			0x00	RW
60	DRC mode control	[7:0]	VBAT_EN	LIM_SRC	LIM_EN	COMP_EN	EXP_EN	NG_EN	DRC_EN		0x3C	RW	
61	FDSP_EN	[7:0]	保留								FDSP_EN	0x00	RW
80	SPK_PROT_EN	[7:0]	保留								SP_EN	0x00	RW
81	TEMP_AMBIENT	[7:0]	TEMP_AMBIENT								0x19	RW	
82	SPKR_DCR	[7:0]	SPKR_DCR								0x40	RW	
83	SPKR_TC	[7:0]	SPKR_TC								0x08	RW	
84	SP_CF1_H	[7:0]	SP_CF1_H								0x3F	RW	
85	SP_CF1_L	[7:0]	SP_CF1_L								0x81	RW	
86	SP_CF2_H	[7:0]	SP_CF2_H								0x00	RW	
87	SP_CF2_L	[7:0]	SP_CF2_L								0x55	RW	
88	SP_CF3_H	[7:0]	SP_CF3_H								0x01	RW	
89	SP_CF3_L	[7:0]	SP_CF3_L								0x22	RW	
8A	SP_CF4_H	[7:0]	SP_CF4_H								0x02	RW	
8B	SP_CF4_L	[7:0]	SP_CF4_L								0x09	RW	

# SSM2529

十六进制	名称	位	位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0	复位	RW	
8C	SPKR_TEMP	[7:0]	SPKR_TEMP									0x00	R
8D	SPKR_TEMP_MAG	[7:0]	SPKR_TEMP_MAG									0x00	R
8E	MAX_SPKR_TEMP	[7:0]	MAX_SPKR_TEMP									0x64	RW
8F	SPK_GAIN	[7:0]	SP_RR				SP_AR				0x44	RW	
FF	SOFT_RST	[7:0]	SOFT_RST									0x00	W

## 寄存器详解

### 软件复位和主机软件掉电控制(PWR\_CTRL)寄存器

表47. 地址：0x00；复位：0x23；名称：PWR\_CTRL

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	SYS_RST	0 1	软件复位 正常工作 软件复位	0x0	RW
6	APWDN_ANA	0 1	自动掉电模式 仅数字 模拟和数字	0x0	RW
5	APWDN_EN	0 1	自动掉电使能 自动掉电禁用 自动掉电使能	0x1	RW
4	LP_MODE	0 1	低功耗模式 正常工作 低功耗工作模式，DAC以半速工作	0x0	RW
[3:1]	MCS	000 001 010 011 100 101 110 111	主时钟速率选择 见表48 见表48 见表48 见表48 见表48 见表48 不适用 不适用	0x1	RW
0	SPWDN	0 1	主机软件掉电 正常工作 主机软件掉电	0x1	RW

表48显示了可用的MCS位设置以及可能的输入采样速率与所需主时钟频率的关系，此外还显示了主时钟与位时钟之比。b110至b111设置被保留，用户无法使用。

### MCLK比率和频率

表48. MCS位域设置—MCLK比率和频率(N/A表示不适用)

输入采样频率 $f_s$ (kHz)		设置0 b000	设置1 b001	设置2 b010	设置3 b011	设置4 b100	设置5 b101	设置6 b110至 b111
8	比率 MCLK	768 $f_s$ 6.144 MHz	1024 $f_s$ 8.192 MHz	1536 $f_s$ 12.288 MHz	2048 $f_s$ 16.384 MHz	3072 $f_s$ 24.576 MHz	4096 $f_s$ 32.768 MHz	保留
11.025	比率 MCLK	N/A	512 $f_s$ 5.6448 MHz	1024 $f_s$ 11.2896 MHz	1536 $f_s$ 16.9344 MHz	2048 $f_s$ 22.5792 MHz	3072 $f_s$ 33.8688 MHz	保留
12	比率 MCLK	N/A	512 $f_s$ 6.144 MHz	1024 $f_s$ 12.288 MHz	1536 $f_s$ 18.432 MHz	2048 $f_s$ 24.576 MHz	3072 $f_s$ 38.864 MHz	保留
16	比率 MCLK	384 $f_s$ 6.144 MHz	512 $f_s$ 8.192 MHz	768 $f_s$ 12.288 MHz	1024 $f_s$ 16.384 MHz	1536 $f_s$ 24.576 MHz	2048 $f_s$ 32.768 MHz	保留
22.05	比率 MCLK	N/A	256 $f_s$ 5.6448 MHz	512 $f_s$ 11.2896 MHz	768 $f_s$ 16.9344 MHz	1024 $f_s$ 22.5792 MHz	1536 $f_s$ 33.8688 MHz	保留
24	比率 MCLK	N/A	256 $f_s$ 6.144 MHz	512 $f_s$ 12.288 MHz	768 $f_s$ 18.432 MHz	1024 $f_s$ 24.576 MHz	1536 $f_s$ 38.864 MHz	保留
32	比率 MCLK	192 $f_s$ 6.144 MHz	256 $f_s$ 8.192 MHz	384 $f_s$ 12.288 MHz	512 $f_s$ 16.384 MHz	768 $f_s$ 24.576 MHz	1024 $f_s$ 32.768 MHz	保留
44.1	比率 MCLK	N/A	128 $f_s$ 5.6448 MHz	256 $f_s$ 11.2896 MHz	384 $f_s$ 16.9344 MHz	512 $f_s$ 22.5792 MHz	768 $f_s$ 33.8688 MHz	保留

# SSM2529

输入采样频率 $f_s$ (kHz)		设置0 b000	设置1 b001	设置2 b010	设置3 b011	设置4 b100	设置5 b101	设置6 b110至 b111
48	比率 MCLK	N/A	128 $f_s$ 6.144 MHz	256 $f_s$ 12.288 MHz	384 $f_s$ 18.432 MHz	512 $f_s$ 24.576 MHz	768 $f_s$ 36.864 MHz	保留
88.2	比率 MCLK	N/A	64 $f_s$ 5.6448 MHz	128 $f_s$ 11.2896 MHz	192 $f_s$ 16.9344 MHz	256 $f_s$ 22.5792 MHz	384 $f_s$ 33.8688 MHz	保留
96	比率 MCLK	N/A	64 $f_s$ 6.144 MHz	128 $f_s$ 12.288 MHz	192 $f_s$ 18.432 MHz	256 $f_s$ 24.576 MHz	384 $f_s$ 36.864 MHz	保留

采用MCS = 0/64  $f_s$ 模式时，芯片自动以低功耗模式工作。

## 边沿速度和定时控制(SYS\_CTRL)寄存器

表49. 地址：0x01；复位：0x20；名称：SYS\_CTRL

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	PDM_MODE	0 1	PDM输入使能 禁用PDM输入 使能PDM输入	0x0	RW
6	PDM_FS	0 1	PDM输入采样速率 约3 MHz采样速率 约6 MHz采样速率	0x0	RW
5	PDB_ADC	0 1	ADC掉电 掉电 掉电	0x1	RW
4	BCLK_RATE	0 1	BCLK周期/通道帧 BCLK周期/通道帧 16周期/通道	0x0	RW
3	BCLK_GEN	0 1	内部产生BCLK 禁用 使能	0x0	RW
[2:1]	EDGE	00 01	边沿速率控制 正常工作 低EMI模式工作	0x0	RW
0	ASR	0 1	自动采样速率 采样速率设置由MCS寄存器(寄存器0x00的位[3:1])确定 自动采样速率检测	0x0	RW

## 串行音频接口和采样速率控制(SAI\_FMT1)寄存器

表50. 地址：0x02；复位：0x02；名称：SAI\_FMT1

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:6]	SDATA_FMT	00 01 10 11	串行数据格式 I <sup>2</sup> S、BCLK延迟1 左对齐 右对齐，24位数据 右对齐，16位数据	0x0	RW
[5:3]	SAI	000 001 010 011 100 101 110 111	串行音频接口格式 立体声I <sup>2</sup> S，左对齐，右对齐 TDM2 TDM4 TDM8 TDM16 单声道PCM 保留 保留	0x0	RW

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[2:0]	SR	000 001 010 011 100 101 110 111	采样速率选择 11.025 kHz, 12 kHz 22.05 kHz, 24 kHz 44.1 kHz, 48 kHz 96 kHz 8 kHz 16 kHz 32 kHz 保留	0x2	RW

### 串行音频接口控制(SAI\_FMT2)寄存器

表51. 地址：0x03；复位：0x00；名称：SAI\_FMT2

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	LPST	0 1	小功率级使能 禁用 使能	0x0	RW
[6:5]	LR_SEL	00 01 10 11	左右声道选择器 选择左声道 选择右声道 选择(左 + 右)/2 选择(左 - 右)/2	0x0	RW
4	LRCLK_MODE	0 1	用于TDM操作的LRCLK模式选择 50%占空比LRCLK 脉冲模式LRCLK	0x0	RW
3	LRCLK_POL	0 1	LRCLK极性控制 正常LRCLK工作 反转LRCLK工作	0x0	RW
2	SAI_MSB	0 1	SDATA位流顺序 MSB优先SDATA LSB优先SDATA	0x0	RW
1	BCLK_TDMC	0 1	TDM模式选择中的每帧BCLK周期数 32 BCLK周期/时隙 16 BCLK周期/时隙	0x0	RW
0	BCLK_EDGE	0 1	BCLK有效沿选择 使用BCLK上升沿(如果PDM_MODE = 1，则L数据登记在上升沿， R数据登记在下降沿) 使用BCLK下降沿(如果PDM_MODE = 1，则R数据登记在上升沿， L数据登记在下降沿)	0x0	RW

# SSM2529

## 通道映射控制寄存器

表52. 地址: 0x04; 复位: 0x10; 名称: 通道映射控制

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	CH_SEL_R	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111	右声道映射选择 从SAI到右输出的通道0 从SAI到右输出的通道1 从SAI到右输出的通道2 从SAI到右输出的通道3 从SAI到右输出的通道4 从SAI到右输出的通道5 从SAI到右输出的通道6 从SAI到右输出的通道7 从SAI到右输出的通道8 从SAI到右输出的通道9 从SAI到右输出的通道10 从SAI到右输出的通道11 从SAI到右输出的通道12 从SAI到右输出的通道13 从SAI到右输出的通道14 从SAI到右输出的通道15	0x1	RW
[3:0]	CH_SEL_L	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111	左声道映射选择 从SAI到左输出的通道0 从SAI到左输出的通道1 从SAI到左输出的通道2 从SAI到左输出的通道3 从SAI到左输出的通道4 从SAI到左输出的通道5 从SAI到左输出的通道6 从SAI到左输出的通道7 从SAI到左输出的通道8 从SAI到左输出的通道9 从SAI到左输出的通道10 从SAI到左输出的通道11 从SAI到左输出的通道12 从SAI到左输出的通道13 从SAI到左输出的通道14 从SAI到左输出的通道15	0x0	RW

## FDSP前音量控制(VOL\_BF\_FDSP)寄存器

表53. 地址: 0x05; 复位: 0x40; 名称: VOL\_BF\_FDSP

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	DIG_VOL		FDSP前音量控制	0x40	RW
		00000000	+24 dB		
		00000001	+23.625 dB		
		00000010	+23.35 dB		
		00000011	+22.875 dB		
		00000100	+22.5 dB		
		00000101	...		
		00111111	+0.375 dB		
		01000000	0 dB		
		01000001	-0.375 dB		
		01000010	...		
		11111101	-70.875 dB		
		11111110	-71.25 dB		
		11111111	静音		

## FDSP后音量控制(VOL\_AF\_FDSP)寄存器

表54. 地址: 0x06; 复位: 0x40; 名称: VOL\_AF\_FDSP

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	PDP_VOL		FDSP后音量控制	0x40	RW
		00000000	+24 dB		
		00000001	+23.625 dB		
		00000010	+23.35 dB		
		00000011	+22.875 dB		
		00000100	+22.5 dB		
		00000101	...		
		00111111	+0.375 dB		
		01000000	0 dB		
		01000001	-0.375 dB		
		01000010	...		
		11111101	-70.875 dB		
		11111110	-71.25 dB		
		11111111	静音		

## 音量和静音控制寄存器

表55. 地址: 0x07; 复位: 0x20; 名称: 音量和静音控制

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	CLK_LOSS_DET		时钟丢失检测使能	0x0	RW
		0	时钟丢失检测禁用		
		1	时钟丢失检测使能		
[6:4]	SR_AUTO		自动检测采样速率	0x2	R
		000	11.025 kHz/12 kHz		
		001	22.05 kHz/24 kHz		
		010	44.1 kHz/48 kHz		
		011	96 kHz		
		100	8 kHz		
		101	16 kHz		
		110	32 kHz		
		111	错误的采样速率		
3	保留		保留	0x0	RW

# SSM2529

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
2	PDP_VOL_FORCE	0 1	PDP音量渐弱使能 软(默认) 强制	0x0	RW
1	DIG_VOL_FORCE	0 1	DIG音量渐弱使能 软(默认) 强制	0x0	RW
0	ANA_GAIN	0 1	模拟增益控制 3.6 V增益 5 V增益	0x0	RW

## DPLL\_CTRL寄存器

表56. 地址: 0x08; 复位: 0x00; 名称: DPLL\_CTRL

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	保留		保留	0x0	RW
[6:4]	DPLL_REF_SEL	000 001 010	DPLL源时钟选择 选择MCLK为DPLL参考时钟 选择BCLK为DPLL参考时钟 选择LRCLK为DPLL参考时钟	0x0	RW
[3:0]	DPLL_NDIV	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010	DPLL输出时钟频率 参考时钟频率 × 1 参考时钟频率 × 1024 参考时钟频率 × 512 参考时钟频率 × 256 参考时钟频率 × 128 参考时钟频率 × 64 参考时钟频率 × 32 参考时钟频率 × 16 参考时钟频率 × 8 参考时钟频率 × 4 参考时钟频率 × 2	0x0	RW

## APLL\_CTRL1寄存器

表57. 地址: 0x09; 复位: 0x00; 名称: APLL\_CTRL1

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	M_HI	小数APLL高位字节的分母(M)	0x00	RW

## APLL\_CTRL2寄存器

表58. 地址: 0x0A; 复位: 0x00; 名称: APLL\_CTRL2

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	M_LO	小数APLL低位字节的分母(M)	0x00	RW

## APLL\_CTRL3寄存器

表59. 地址: 0x0B; 复位: 0x00; 名称: APLL\_CTRL3

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	N_HI	小数APLL高位字节的分子(N)	0x00	RW

## APLL\_CTRL4寄存器

表60. 地址: 0x0C; 复位: 0x00; 名称: APLL\_CTRL4

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	N_LO	小数APLL低位字节的分子(N)	0x00	RW

## APLL\_CTRL5寄存器

表61. 地址: 0x0D; 复位: 0x00; 名称: APLL\_CTRL5

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	保留		保留	0x0	RW
[6:3]	R	0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000	APLL的整数部分 R = 2 R = 3 R = 4 R = 5 R = 6 R = 7 R = 8	0x0	RW
[2:1]	X	00 01 10 11	APLL输入时钟分频器 X = 1 X = 2 X = 3 X = 4	0x0	RW
0	Type	0 1	APLL工作模式 整数 小数	0x0	RW

## APLL\_CTRL6寄存器

表62. 地址: 0x0E; 复位: 0x30; 名称: APLL\_CTRL6

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:6]	FSYS_DPLL	00 01 10 11	模拟OSC时钟速率1 模拟OSC时钟速率2 模拟OSC时钟速率3 模拟OSC时钟速率4	0x0	RW
5	DPLL_BYPASS	0 1	使能DPLL 旁路DPLL(默认)	0x1	RW
4	APLL_BYPASS	0 1	使能APLL 旁路APLL(默认)	0x1	RW
3	DPLL_LOCK	0 1	DPLL未锁定 DPLL已锁定	0x0	R
2	APLL_LOCK	0 1	APLL未锁定 APLL已锁定	0x0	R
1	PLLEN	0 1	禁用内部PLL(默认) 使能内部PLL	0x0	RW
0	COREN	0 1	内核时钟使能 内核时钟禁用(默认) 内核时钟使能	0x0	RW

# SSM2529

## FAULT\_CTRL1寄存器

表63. 地址: 0x0F; 复位: 0x00; 名称: FAULT\_CTRL1

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:5]	保留			0x0	RW
4	PDB_LINE	0 1	单端线路输出使能 禁用 使能	0x0	RW
3	PDB_ZC	0 1	线路输出校准使能 禁用 使能	0x0	RW
2	CLK_LOSS	0 1	DAC和D类的时钟丢失 正常工作 时钟信号丢失	0x0	R
1	OC	0 1	右声道过流故障 正常工作 右声道过流故障	0x0	R
0	OT	0 1	过温故障状态 正常工作 过温故障	0x0	R

## FAULT\_CTRL2寄存器

表64. 地址: 0x10; 复位: 0x4C; 名称: FAULT\_CTRL2

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	保留			0x0	RW
[6:5]	AR_TIME	00 01 10 11	自动恢复时间 10 ms自动故障恢复延迟 20 ms自动故障恢复延迟 40 ms自动故障恢复延迟 80 ms自动故障恢复延迟	0x2	RW
4	MRCV	1	手动故障恢复 当ARCV = 11时, 写入1会尝试手动故障恢复	0x0	RW
[3:2]	MAX_AR	00 01 10 11	故障恢复最多尝试次数 1次自动恢复尝试 3次自动恢复尝试 7次自动恢复尝试 自动恢复尝试不限次数	0x3	RW
[1:0]	ARCV	00 01 10 11	自动故障恢复控制 针对过温和过流故障进行自动故障恢复 仅针对过温故障进行自动故障恢复 仅针对过流故障进行自动故障恢复 无自动故障恢复	0x0	RW

## DEEMP\_CTRL寄存器

表65. 地址: 0x14; 复位: 0x00; 名称: DEEMP\_CTRL

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:3]	保留			0x00	RW
[2:1]	DEEMP_FS	00 01 10 11	去加重采样速率选择 设置系数为全0 48 kHz 44.1 kHz 32 kHz	0x0	RW
0	DEEMP_EN	1 0	去加重使能 去加重滤波器使能 去加重滤波器禁用	0x0	RW

**HPF\_CTRL寄存器**

表66.地址: 0x15; 复位: 0x00; 名称: HPF\_CTRL

位	位的名称	设置	描述	描述	访问类型
[7:6]	保留			0x0	RW
[5:2]	HPFCUT	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111	高通滤波器3 dB截止频率 3.7 Hz(默认) 50 Hz 100 Hz 150 Hz 200 Hz 250 Hz 300 Hz 350 Hz 400 Hz 450 Hz 500 Hz 550 Hz 600 Hz 650 Hz 700 Hz 750 Hz	0x00	RW
1	HPFOR	0 1	HPF禁用时存储/清除高通滤波器直流值 清除直流值 存储直流值	0x0	RW
0	HPFEN	0 1	高通滤波器使能 HPF禁用(默认) HPF使能	0x0	RW

**EQ1\_COEF0\_HI寄存器**

表67.地址: 0x16; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF0\_HI

位	位的名称	描述	描述	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF0_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ1\_COEF0\_LO寄存器**

表68.地址: 0x17; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF0\_LO

位	位的名称	描述	描述	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF0_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ1\_COEF1\_HI寄存器**

表69.地址: 0x18; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF1\_HI

位	位的名称	描述	描述	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF1_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ1\_COEF1\_LO寄存器**

表70.地址: 0x19; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF1\_LO

位	位的名称	描述	描述	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF1_LO	EQ系数	0x00	RW

# SSM2529

## EQ1\_COEF2\_HI寄存器

表71. 地址: 0x1A; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF2\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF2_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ1\_COEF2\_LO寄存器

表72. 地址: 0x1B; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF2\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF2_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ1\_COEF3\_HI寄存器

表73. 地址: 0x1C; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF3\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF3_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ1\_COEF3\_LO寄存器

表74. 地址: 0x1D; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF3\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF3_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ1\_COEF4\_HI寄存器

表75. 地址: 0x1E; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF4\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF4_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ1\_COEF4\_LO寄存器

表76. 地址: 0x1F; 复位: 0x00; 名称: EQ1\_COEF4\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ1_COEF4_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ2\_COEF0\_HI寄存器

表77. 地址: 0x20; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF0\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF0_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ2\_COEF0\_LO寄存器

表78. 地址: 0x21; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF0\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF0_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ2\_COEF1\_HI寄存器

表79. 地址: 0x22; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF1\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF1_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ2\_COEF1\_LO寄存器

表80. 地址: 0x23; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF1\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF1_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ2\_COEF2\_HI寄存器**

表81.地址: 0x24; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF2\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF2_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ2\_COEF2\_LO寄存器**

表82.地址: 0x25; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF2\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF2_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ2\_COEF3\_HI寄存器**

表83.地址: 0x26; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF3\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF3_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ2\_COEF3\_LO寄存器**

表84.地址: 0x27; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF3\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF3_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ2\_COEF4\_HI寄存器**

表85.地址: 0x28; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF4\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF4_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ2\_COEF4\_LO寄存器**

表86.地址: 0x29; 复位: 0x00; 名称: EQ2\_COEF4\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ2_COEF4_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ3\_COEF0\_HI寄存器**

表87.地址: 0x2A; 复位: 0x00; 名称: EQ3\_COEF0\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF0_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ3\_COEF0\_LO寄存器**

表88.地址: 0x2B; 复位: 0x00; 名称: EQ3\_COEF0\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF0_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ3\_COEF1\_HI寄存器**

表89.地址: 0x2C; 复位: 0x00; 名称: EQ3\_COEF1\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF1_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ3\_COEF1\_LO寄存器**

表90.地址: 0x2D; 复位: 0x00; 名称: EQ3\_COEF1\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF1_LO	EQ系数	0x00	RW

# SSM2529

## EQ3\_COEF2\_HI寄存器

表91.地址：0x2E；复位：0x00；名称：EQ3\_COEF2\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF2_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ3\_COEF2\_LO寄存器

表92.地址：0x2F；复位：0x00；名称：EQ3\_COEF2\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF2_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ3\_COEF3\_HI寄存器

表93.地址：0x30；复位：0x00；名称：EQ3\_COEF3\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF3_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ3\_COEF3\_LO寄存器

表94.地址：0x31；复位：0x00；名称：EQ3\_COEF3\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF3_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ3\_COEF4\_HI寄存器

表95.地址：0x32；复位：0x00；名称：EQ3\_COEF4\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF4_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ3\_COEF4\_LO寄存器

表96.地址：0x33；复位：0x00；名称：EQ3\_COEF4\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ3_COEF4_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ4\_COEF0\_HI寄存器

表97.地址：0x34；复位：0x00；名称：EQ4\_COEF0\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF0_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ4\_COEF0\_LO寄存器

表98.地址：0x35；复位：0x00；名称：EQ4\_COEF0\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF0_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ4\_COEF1\_HI寄存器

表99.地址：0x36；复位：0x00；名称：EQ4\_COEF1\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF1_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ4\_COEF1\_LO寄存器

表100.地址：0x37；复位：0x00；名称：EQ4\_COEF1\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF1_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ4\_COEF2\_HI寄存器**

表101. 地址: 0x38; 复位: 0x00; 名称: EQ4\_COEF2\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF2_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ4\_COEF2\_LO寄存器**

表102. 地址: 0x39; 复位: 0x00; 名称: EQ4\_COEF2\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF2_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ4\_COEF3\_HI寄存器**

表103. 地址: 0x3A; 复位: 0x00; 名称: EQ4\_COEF3\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF3_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ4\_COEF3\_LO寄存器**

表104. 地址: 0x3B; 复位: 0x00; 名称: EQ4\_COEF3\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF3_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ4\_COEF4\_HI寄存器**

表105. 地址: 0x3C; 复位: 0x00; 名称: EQ4\_COEF4\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF4_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ4\_COEF4\_LO寄存器**

表106. 地址: 0x3D; 复位: 0x00; 名称: EQ4\_COEF4\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ4_COEF4_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ5\_COEF0\_HI寄存器**

表107. 地址: 0x3E; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF0\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF0_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ5\_COEF0\_LO寄存器**

表108. 地址: 0x3F; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF0\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF0_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ5\_COEF1\_HI寄存器**

表109. 地址: 0x40; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF1\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF1_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ5\_COEF1\_LO寄存器**

表110. 地址: 0x41; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF1\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF1_LO	EQ系数	0x00	RW

# SSM2529

## EQ5\_COEF2\_HI寄存器

表111.地址: 0x42; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF2\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF2_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ5\_COEF2\_LO寄存器

表112.地址: 0x43; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF2\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF2_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ5\_COEF3\_HI寄存器

表113.地址: 0x44; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF3\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF3_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ5\_COEF3\_LO寄存器

表114.地址: 0x45; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF3\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF3_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ5\_COEF4\_HI寄存器

表115.地址: 0x46; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF4\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF4_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ5\_COEF4\_LO寄存器

表116.地址: 0x47; 复位: 0x00; 名称: EQ5\_COEF4\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ5_COEF4_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ6\_COEF0\_HI寄存器

表117.地址: 0x48; 复位: 0x00; 名称: EQ6\_COEF0\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ6_COEF0_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ6\_COEF0\_LO寄存器

表118.地址: 0x49; 复位: 0x00; 名称: EQ6\_COEF0\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ6_COEF0_LO	EQ系数	0x00	RW

## EQ6\_COEF1\_HI寄存器

表119.地址: 0x4A; 复位: 0x00; 名称: EQ6\_COEF1\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ6_COEF1_HI	EQ系数	0x00	RW

## EQ6\_COEF1\_LO寄存器

表120.地址: 0x4B; 复位: 0x00; 名称: EQ6\_COEF1\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ6_COEF1_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ6\_COEF2\_HI寄存器**

表121. 地址: 0x4C; 复位: 0x00; 名称: EQ6\_COEF2\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ6_COEF2_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ6\_COEF2\_LO寄存器**

表122. 地址: 0x4D; 复位: 0x00; 名称: EQ6\_COEF2\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ6_COEF2_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ7\_COEF0\_HI寄存器**

表123. 地址: 0x4E; 复位: 0x00; 名称: EQ7\_COEF0\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ7_COEF0_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ7\_COEF0\_LO寄存器**

表124. 地址: 0x4F; 复位: 0x00; 名称: EQ7\_COEF0\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ7_COEF0_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ7\_COEF1\_HI寄存器**

表125. 地址: 0x50; 复位: 0x00; 名称: EQ7\_COEF1\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ7_COEF1_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ7\_COEF1\_LO寄存器**

表126. 地址: 0x51; 复位: 0x00; 名称: EQ7\_COEF1\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ7_COEF1_LO	EQ系数	0x00	RW

**EQ7\_COEF2\_HI寄存器**

表127. 地址: 0x52; 复位: 0x00; 名称: EQ7\_COEF2\_HI

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ7_COEF2_HI	EQ系数	0x00	RW

**EQ7\_COEF2\_LO寄存器**

表128. 地址: 0x53; 复位: 0x00; 名称: EQ7\_COEF2\_LO

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	EQ7_COEF2_LO	EQ系数	0x00	RW

# SSM2529

## EQ\_CTRL1寄存器

表129. 地址: 0x54; 复位: 0x00; 名称: EQ\_CTRL1

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	EQ_RESERVED		保留	0x0	RW
3	EQ_UPDING	0 1	EQ系数更新标志 无 EQ系数更新	0x0	R
2	EQ_UPD_CLR	0 1	EQ系数更新清零 正常工作 中断系数更新	0x0	W
1	EQ_FORMAT	0 1	EQ系数格式选择 正常 大增益	0x0	RW
0	EQ_UPD	1 0	EQ系数寄存器更新标志 更新 无	0x0	R

## EQ\_CTRL2寄存器

表130. 地址: 0x55; 复位: 0x00; 名称: EQ\_CTRL2

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	EQEN	0 1	EQ使能 EQ禁用 EQ使能	0x0	RW
6	EQBP7	0 1	EQ使能时EQ频段7旁路 不旁路 旁路EQ频段7	0x0	RW
5	EQBP6	0 1	EQ使能时EQ频段6旁路 不旁路 旁路EQ频段6	0x0	RW
4	EQBP5	0 1	EQ使能时EQ频段5旁路 不旁路 旁路EQ频段5	0x0	RW
3	EQBP4	0 1	EQ使能时EQ频段4旁路 不旁路 旁路EQ频段4	0x0	RW
2	EQBP3	0 1	EQ使能时EQ频段3旁路 不旁路 旁路EQ频段3	0x0	RW
1	EQBP2	0 1	EQ使能时EQ频段2旁路 不旁路 旁路EQ频段2	0x0	RW
0	EQBP1	0 1	EQ使能时EQ频段1旁路 不旁路 旁路EQ频段1	0x0	RW

**DRC\_CTRL1寄存器****表131. 地址: 0x56; 复位: 0x00; 名称: DRC\_CTRL1**

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	保留			0x0	RW
[3:0]	DRCLELTAV	0000 0001 0011 1111	DRC rms检波器均值时间 0 ms(默认) 0.075 ms 0.30 ms 24.576 sec	0x0	RW

**DRC\_CTRL2寄存器****表132. 地址: 0x57; 复位: 0x00; 名称: DRC\_CTRL2**

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	PEAK_ATT	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111	DRC峰值检波器启动时间; 16个可能的值 0 ms 0.09 ms 0.19 ms 0.37 ms 0.75 ms 1.5 ms 3 ms 6 ms 12 ms 24 ms 48 ms 96 ms 192 ms 384 ms 768 ms 1.536 sec	0x0	RW
[3:0]	PEAK_REL	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111	DRC峰值检波器衰减时间; 16个可能的值 0 ms 1.5 ms 3 ms 6 ms 12 ms 24 ms 48 ms 96 ms 192 ms 384 ms 768 ms 1.536 sec 3.072 sec 6.144 sec 12.288 sec 24.576 sec	0x0	RW

# SSM2529

## DRC\_CTRL3寄存器

表133. 地址: 0x58; 复位: 0x00; 名称: DRC\_CTRL3

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	DRC_ATT	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111	DRC启动时间设置; 16个可能的设置 0 ms 0.1 ms 0.19 ms 0.37 ms 0.75 ms 1.5 ms 3 ms 6 ms 12 ms 24 ms 48 ms 96 ms 192 ms 384 ms 768 ms 1.536 sec	0x0	RW
[3:0]	DRC_DEC	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111	DRC衰减时间设置; 16个可能的设置 0 ms 1.5 ms 3 ms 6 ms 12 ms 24 ms 48 ms 96 ms 192 ms 384 ms 768 ms 1.536 sec 3.072 sec 6.144 sec 12.288 sec 24.576 sec	0x0	RW

## DRC\_CURVE1寄存器

表134. 地址: 0x59; 复位: 0x00; 名称: DRC\_CURVE1

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	Reserved			0x0	RW
[6:0]	DRC_LT	0000000 0000001 xxxxxxx 1010000	DRC限幅器阈值设置, 相对于输入端, 0.5 dB步进 +6 dB +5.5 dB -0.5 dB步进 -35 dB	0x00	RW

**DRC\_CURVE2寄存器****表135. 地址: 0x5A; 复位: 0x00; 名称: DRC\_CURVE2**

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	保留			0x0	RW
[6:0]	DRC_CT	0000000 0000001 xxxxxxx 1010000	DRC压缩器阈值设置, 相对于输入端, 0.5 dB步进 +6 dB +5.5 dB -0.5 dB步进 -35 dB	0x00	RW

**DRC\_CURVE3寄存器****表136. 地址: 0x5B; 复位: 0x00; 名称: DRC\_CURVE3**

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	保留			0x0	RW
[6:0]	DRC_SMAX	0000000 0000001 xxxxxxx 1010000	这是DRC最大输出信号幅度设置。该最大输出电平由DRC产生, 表示压缩器的上限。可能的设置以0.5 dB步进改变。 +6 dB +5.5 dB -0.5 dB步进 -35 dB	0x00	RW

**DRC\_CURVE4寄存器****表137. 地址: 0x5C; 复位: 0x88; 名称: DRC\_CURVE4**

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	DRC_NT	0000 0001 xxxx 1111	DRC噪声门阈值设置, 相对于输入端; 16个可能的值, 3 dB步进 -51 dB -54 dB -3 dB step -96 dB	0x8	RW
[3:0]	DRC_ET	0000 0001 xxxx 1111	DRC扩展器阈值设置, 相对于输入端; 16个可能的值, 3 dB步进 -36 dB -39 dB -3 dB step -81 dB	0x8	RW

**DRC\_CURVE5寄存器****表138. 地址: 0x5D; 复位: 0x00; 名称: DRC\_CURVE5**

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	保留			0x0	RW
[3:0]	DRC_SMIN	0000 0001 xxxx 1011 1111	DRC最小输出信号电平 -51 dB(默认) -54 dB -3 dB step -84 dB -96 dB	0x0	RW

# SSM2529

## DRC\_HOLD\_TIME寄存器

表139. 地址: 0x5E; 复位: 0x00; 名称: DRC\_HOLD\_TIME

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	DRCHTNG	0000 0001 xxxx 0111 1111	用于噪声门的DRC保持时间 0 ms(默认) 0.67 ms 时间加倍 42.67 ms 43.7 sec	0x0	RW
[3:0]	DRCHTNOR	0000 0001 xxxx 0111 1111	用于正常工作的DRC保持时间 0 ms(默认) 0.67 ms 时间加倍 42.67 ms 43.7 sec	0x0	RW

## DRC\_RIPPLE\_CTRL寄存器

表140. 地址: 0x5F; 复位: 0x00; 名称: DRC\_RIPPLE\_CTRL

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:2]	保留			0x0	RW
[1:0]	DRCRRH	00 01 10 11	DRC纹波消除阈值 0 dB (默认) 0.28 dB 0.47 dB 0.75 dB	0x0	RW

## DRC模式控制寄存器

表141. 地址: 0x60; 复位: 0x3C; 名称: DRC模式控制

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
7	VBAT_EN	0 1	VBAT跟踪使能 VBAT跟踪禁用 VBAT跟踪使能	0x0	RW
6	LIM_SRC	0 1	限幅器来源选择 RMS 峰值	0x0	RW
5	LIM_EN	0 1	限幅器使能 限幅器功能禁用 限幅器功能使能	0x1	RW
4	COMP_EN	0 1	压缩器使能 压缩器功能禁用 压缩器功能使能	0x1	RW
3	EXP_EN	0 1	扩展器使能 扩展器功能禁用 扩展器功能使能	0x1	RW
2	NG_EN	0 1	噪声门使能 噪声门功能禁用 噪声门功能使能	0x1	RW
[1:0]	DRC_EN	0 1	DRC使能 DRC禁用 DRC使能	0x0	RW

**FDSP\_EN寄存器**

表142. 地址: 0x61; 复位: 0x00; 名称: FDSP\_EN

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:1]	保留			0x00	RW
0	FDSP_EN	0 1	FDSP使能 禁用FDSP 使能FDSP	0x0	RW

**SPK\_PROT\_EN寄存器**

表143. 地址: 0x80; 复位: 0x00; 名称: SPK\_PROT\_EN

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:1]	保留			0x00	RW
0	SP_EN	0 1	扬声器保护使能 扬声器保护禁用(默认) 扬声器保护使能	0x0	RW

**TEMP\_AMBIENT寄存器**

表144. 地址: 0x81; 复位: 0x19; 名称: TEMP\_AMBIENT

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	TEMP_AMBIENT	0x19 0x20	环境温度(摄氏度, 8.0整数格式) 25°C (默认) 32°C	0x19	RW

**SPKR\_DCR寄存器**

表145. 地址: 0x82; 复位: 0x40; 名称: SPKR\_DCR

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SPKR_DCR	0x34 0x40	扬声器标称直流电阻(欧姆, 5.3无符号格式) 6.5 Ω 8 Ω (默认)	0x40	RW

**SPKR\_TC寄存器**

表146. 地址: 0x83; 复位: 0x08; 名称: SPKR\_TC

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SPKR_TC	0x08 0x0A	扬声器标称温度系数, 每摄氏度电阻升幅(0.8小数格式) 0.033 Ω/°C (默认) 0.04 Ω/°C	0x08	RW

**SP\_CF1\_H寄存器**

表147. 地址: 0x84; 复位: 0x3F; 名称: SP\_CF1\_H

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF1_H	默认值	扬声器温度模型系数1, 位[15:8], 0.8小数格式	0x3F	RW

**SP\_CF1\_L寄存器**

表148. 地址: 0x85; 复位: 0x81; 名称: SP\_CF1\_L

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF1_L	默认值	扬声器温度模型系数1, 位[7:0], 0.8小数格式	0x81	RW

**SP\_CF2\_H寄存器**

表149. 地址: 0x86; 复位: 0x00; 名称: SP\_CF2\_H

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF2_H	默认值	扬声器温度模型系数2, 位[15:8], 0.8小数格式	0x00	RW

# SSM2529

## SP\_CF2\_L寄存器

表150.地址：0x87；复位：0x55；名称：SP\_CF2\_L

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF2_L	默认值	扬声器温度模型系数2，位[7:0]，0.8小数格式	0x55	RW

## SP\_CF3\_H寄存器

表151.地址：0x88；复位：0x01；名称：SP\_CF3\_H

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF3_H	默认值	扬声器温度模型系数2，位[7:0]，0.8小数格式	0x01	RW

## SP\_CF3\_L寄存器

表152.地址：0x89；复位：0x22；名称：SP\_CF3\_L

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF3_L	默认值	扬声器温度模型系数3，位[7:0]，0.8小数格式	0x22	RW

## SP\_CF4\_H寄存器

表153.地址：0x8A；复位：0x02；名称：SP\_CF4\_H

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF4_H	默认值	扬声器温度模型系数4，位[15:8]，0.8小数格式	0x02	RW

## SP\_CF4\_L寄存器

表154.地址：0x8B；复位：0x09；名称：SP\_CF4\_L

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SP_CF4_L	默认值	扬声器温度模型系数4，位[7:0]，0.8小数格式	0x09	RW

## SPKR\_TEMP寄存器

表155.地址：0x8C；复位：0x00；名称：SPKR\_TEMP

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SPKR_TEMP	0x20	扬声器音圈温度状态(8.0整数格式) 32°C	0x00	R

## SPKR\_TEMP\_MAG寄存器

表156.地址：0x8D；复位：0x00；名称：SPKR\_TEMP\_MAG

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	SPKR_TEMP_MAG	0x20	扬声器磁铁温度状态(8.0整数格式) 32°C	0x00	R

## MAX\_SPKR\_TEMP寄存器

表157.地址：0x8E；复位：0x64；名称：MAX\_SPKR\_TEMP

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:0]	MAX_SPKR_TEMP	0x64	增益降低发生前的扬声器音圈最高温度(8.0整数格式) 100°C	0x64	RW

**SPK\_GAIN寄存器****表158. 地址: 0x8F; 复位: 0x44; 名称: SPK\_GAIN**

位	位的名称	设置	描述	复位	访问类型
[7:4]	SP_RR		扬声器保护增益降低释放速率	0x4	RW
		0000	0.549 dB/s		
		0001	0.275 dB/s		
		0010	0.137 dB/s		
		0011	0.092 dB/s		
		0100	0.069 dB/s(默认)		
		0101	0.034 dB/s		
		0110	0.017 dB/s		
		0111	0.008 dB/s		
[3:0]	SP_AR		扬声器保护增益降低启动速率	0x4	RW
		0000	0.070 dB/ms		
		0001	0.035 dB/ms		
		0010	0.017 dB/ms		
		0011	0.012 dB/ms		
		0100	0.009 dB/ms(默认)		
		0101	0.006 dB/ms		
		0110	0.004 dB/ms		
		0111	0.003 dB/ms		

**SOFT\_RST寄存器****表159. 地址: 0xFF; 复位: 0x00; 名称: SOFT\_RST**

位	位的名称	描述	复位	访问类型
[7:0]	SOFT_RST	写入0x00以复位所有寄存器	0x00	W

## 应用信息

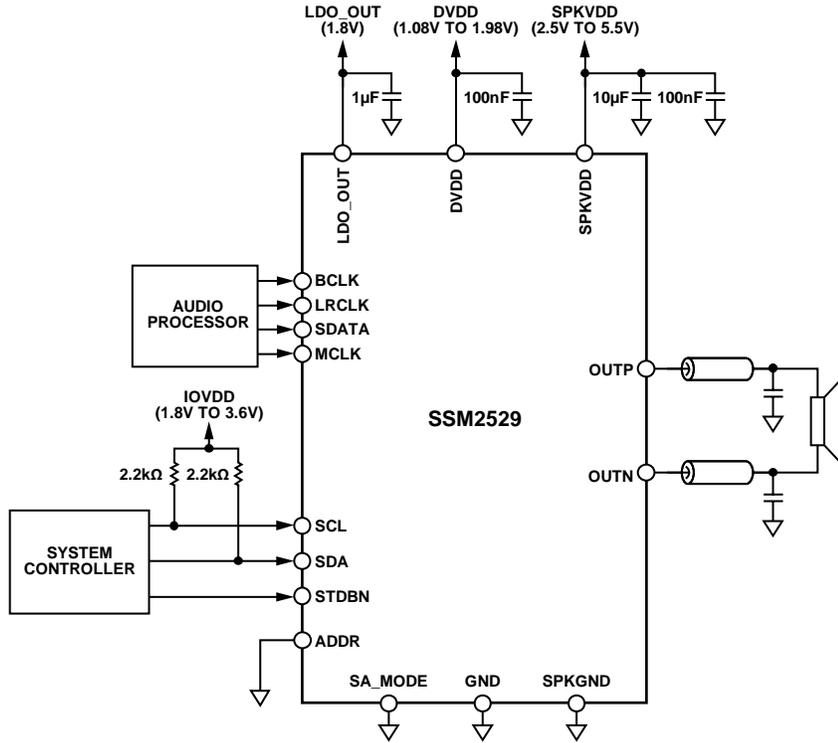


图42. 软件模式(带I<sup>2</sup>C接口)

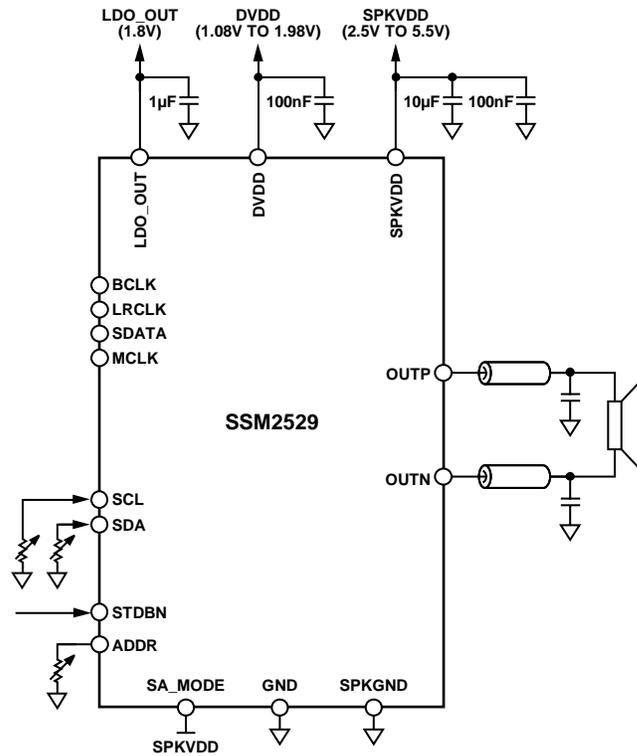


图43. 硬件独立模式

## 外形尺寸

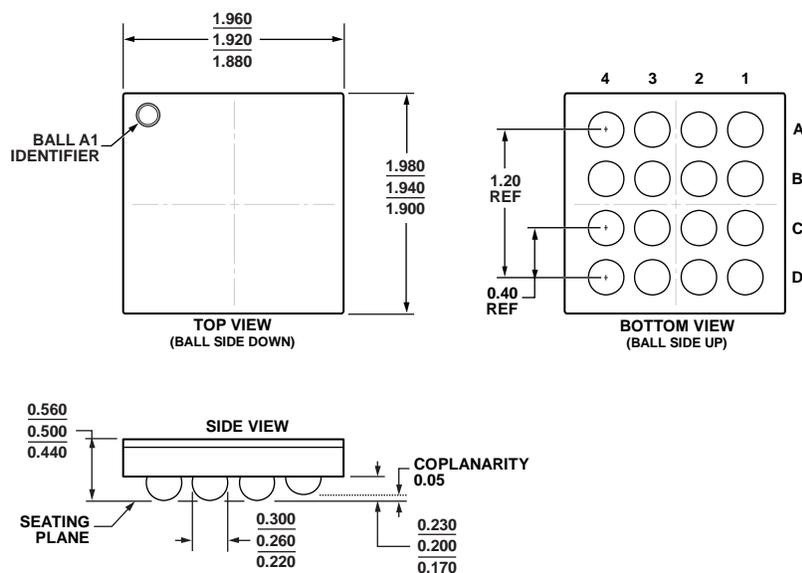


图44. 16引脚晶圆级芯片规模封装[WLCSP]  
(CB-16-12)  
尺寸单位: mm

02-03-2012-A

## 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项	标识
SSM2529ACBZ-RL	-40°C至+85°C	16引脚晶圆级芯片规模封装[WLCSP]	CB-16-12	Y4D
SSM2529ACBZ-R7	-40°C至+85°C	16引脚晶圆级芯片规模封装[WLCSP]	CB-16-12	Y4D
EVAL-SSM2529Z		评估板		

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。

## 注释

I<sup>2</sup>C指最初由Philips Semiconductors(现为NXP Semiconductors)开发的一种通信协议。