

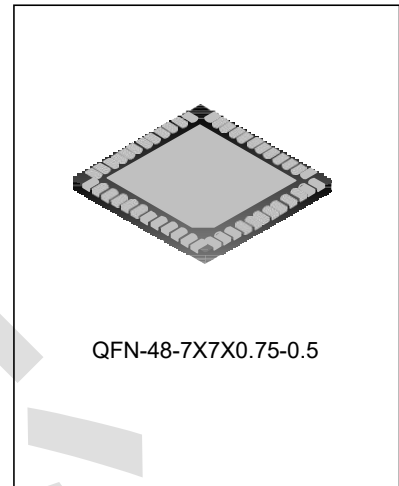
## 高性能DSP的声控处理SoC

### 介绍

LS416 是一颗高度集成化的语音处理芯片，内置互问离线语音识别引擎，支持多命令词本地语音控制应用。内置spi flash 和高性能codec,使用低成本轻量化神经网络语音处理单元，以及低功耗MCU,支持多种逻辑应用开发。

### 应用

- ◆ 语音声控
- ◆ 信号处理



### 特性

#### 芯片架构

- DSP
  - 5级流水线，最高工作频率 160MHz；
  - 32bit/16bit 乘法：MAC16, MUL16, MUL32；
  - 32bit 整数除法；
  - 单精度浮点运算；
  - 专用硬件音频加速引擎；
  - 32KB 指令 Cache, 32KB 数据 Cache, 支持 WB/WT；
  - 集成 Local SRAM；
- MCU
  - 高性能 Cortex-M0, 最高工作频率 80MHz；
  - 内建 8KB Cache, 分四个地址区域, 独立配置是否 Cache；
  - 支持降频工作, 最高总线频率四分之一；

#### 时钟和电源管理

- 外接 12MHz 晶振；
- 内置 RCL 和 RCH；
- 内置系统 PLL, 音频 PLL 和 USB PLL；
- 内置双 1.2V LDO；
- 支持降频、STOP 等多种低功耗工作模式；

#### 存储控制器

- SPI Flash 控制器
  - 支持 SPI Flash 1/2/4 线模式；
  - 支持核心直接在 SPI Flash 上运行；
  - 内部叠封 16Mbit SPI NorFlash；

- SRAM
  - 内置 240K SRAM，系统 32KB+16KB，DSP 192KB；
  - 支持 Byte，Half-word，Word 读写；

#### 外设接口

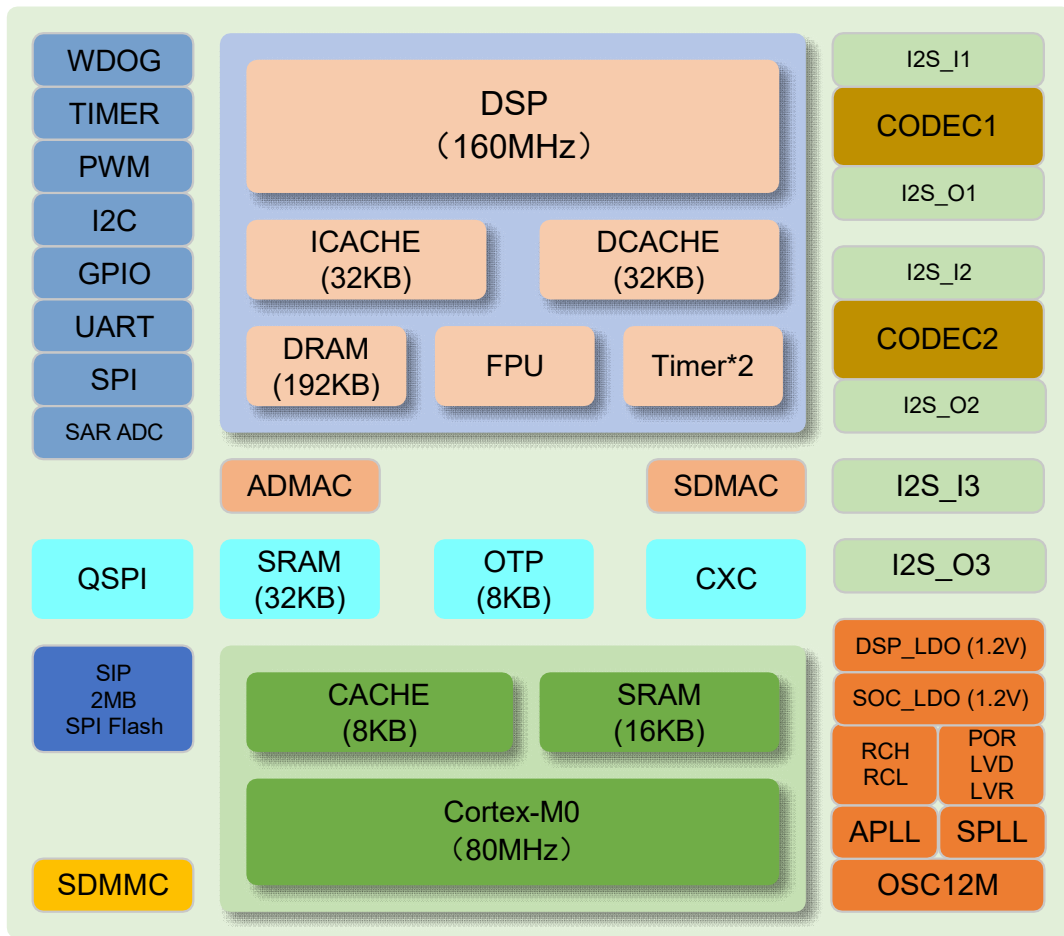
- 音频 CODEC
  - 内置立体声 audio ADC，SNR 100db(A-weight，Line in)；
  - 支持立体声模拟 MIC 输入，支持 ALC 功能；
  - 内置立体声 audio DAC，SNR 100db(A-weight)；
- USB\_HS
  - 内置 USB2.0 高速 PHY；
  - 符合 USB 标准 2.0；
  - 支持控制、批量、中断和同步传输；
  - 内置 2KB SRAM；
  - 内置 Normal 和 Scatter-Gatter DMA 传输；
- SD/MMC
  - 符合 SD2.0，MMC4.3 标准规范；
  - 支持 4-bit 模式；
  - 内置 Normal 和链式 DMA 传输；
- UARTx3
  - 提供 3 个 UART 模块；
  - 高速 UART1 内置 64 深度 FIFO，UART2 深度 8，UART3 深度 16；
  - 支持数据位和停止位可编程；
  - 支持奇偶检验或者无校验；
  - 支持接收、发送 FIFO 中断；
  - UART1/UART3 支持 PDMA 模式；
- I<sup>2</sup>C
  - 支持标准、快速和高速三种模式；
  - 支持 Master 和 Slave 模式；
- SPI
  - 支持 SPI 标准 4 线协议；
  - 内建独立 8x32 发送和接收缓存；
  - 支持 PDMA 模式；
- PWM
  - 支持预置分频；
  - 16 位计数精度；
- ADC
  - 6 路模拟输入通道，10bit 精度；
- GPIO
  - 两组 GPIO 控制器，GPIOs；
  - 独立上拉电阻使能；
  - 驱动能力选择（2/4/8/24mA）；

- 支持每个 IO 的中断可配，沿或者电平触发；

## 产品规格分类

产品名称	封装形式	打印名称	环保等级	包装
LS416	QFN-48-7X7X0.75-0.5	LS416	无卤	料盘

## 产品框图



## 极限参数

参 数	符 号	参 数 范 围	单 位
内核电压	$V_{CCINT}$	1.08 ~ 1.32	V
端口电压	$V_{CCIO}$	2.97 ~ 3.63	V
管脚输入电压	$V_{IN}$	2.97 ~ 3.63	V
工作温度范围	$T_{amb}$	-40 ~ 85	°C
贮存温度范围	$T_{STG}$	-40 ~ 150	°C

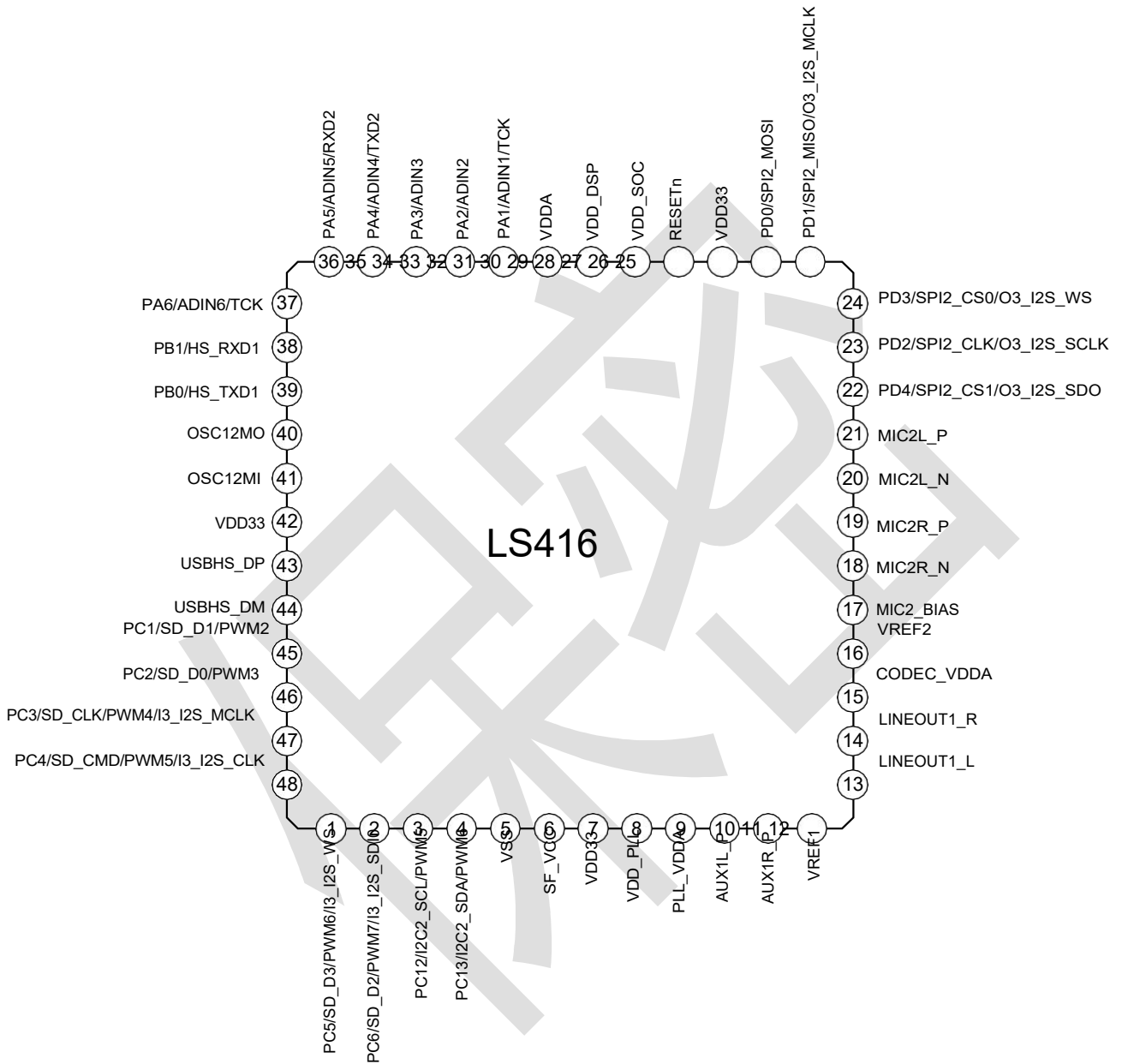
## 电气参数

( $V_{CCINT}=1.20V$ ,  $V_{CCIO}=3.3V$ ,  $T_{amb}=25^{\circ}C$ ,  $f=120MHz$ )

参 数	符 号	测 试 条 件	最小值	典型值	最大值	单 位
内核工作电压	$V_{CCINT}$	正常工作	1.08	1.20	1.32	V
端口工作电压	$V_{CCIO}$	正常工作	2.97	3.3	3.63	V
主振模式 VDD33 工作电流	$I_{CCIO}$	端 口 VDD33 电 源 电 流 (SYSCLK=120M)	144	160	176	mA
低频工作模式 VDD33 工作电流	$I_{CCIO}$	端 口 VDD33 电 源 电 流(M0 低 频 运 行 @4MHz)	1	2	2.5	mA
待机模式 VDD33 工作电流	$I_{CCIO}$	端 口 VDD33 电 源 电 流(停 振 模 式)	/	650	/	uA
上拉电阻	$R_{PU}$		30	/	90	K $\Omega$
晶振反馈电阻(内部)	$R_{OSC}$	--	/	1	/	M $\Omega$
高电平输入电压	$V_{IH}$	--	1.6	3.3	4.5	V
低电平输入电压	$V_{IL}$	VIN=VDD	/	0	1.4	V
高电平输入电流	$I_{IH}$	VIN=VDD	/	0	/	$\mu A$
低电平输入电流	$I_{IL}$	VIN=VSS	/	0	/	$\mu A$
高电平输出电流	$I_{OH}$	VOH=2.4V, IOH=8mA	/	14	/	mA
低电平输出电流	$I_{OL}$	VOL=0.4V, IOH=8mA	/	8	/	mA
<b>DAC Line Out (10K<math>\Omega</math>负载)</b>						
满幅输出电平	$V_{FS}$	0dB gain		0.88		Vrms
采样率	$F_s$		8		192	kHz
信噪比 (A-Weighted)	SNR	1kHz	95	100		dB
动态范围 (A-Weighted)	DR	1kHz, -60dBr	95	100		dB
总谐波失真	THD+N	-1dBr		-85	-80	dB
可编程增益 step	DA_PGA	128 step, -72dB~+23.5dB		0.75		dB
通道隔离		1kHz, -20dB/-100dB	80	100		dB
频率响应		Passband	0.02	$0.416 \cdot F_s$	20	kHz
		Passband Ripple		0.2		dB
电源噪声抑制比	PSRR	1kHz, 100mVpp	42	53		dB
		20Hz~20kHz, 100mVpp	37.5	45	55	dB
<b>ADC AUX/Line Input (差分输入)</b>						
采样率	$F_s$		8		96	kHz
信噪比 (A-Weighted)	SNR	1kHz, AD_PGA=0dB	90	100		dB
动态范围 (A-Weighted)	DR	1kHz, -60dBr	90	100		dB
总谐波失真	THD+N	1kHz, -1dBr		-84	-75	dB
差分满幅输入电平	$V_{FS}$	0dB gain		1.5		Vrms
通道隔离		1kHz, L/R	80	98		dB
		1kHz, AUX/FM/LINEIN/MIC	100	110		dB

参 数	符 号	测 试 条 件	最 小 值	典 型 值	最 大 值	单 位
频率响应		Passband	0.02	0.416*F <sub>S</sub>	20	kHz
		Passband Ripple		0.25	0.38	dB
电源噪声抑制比	PSRR	1kHz, 100mVpp		65		dB
		20Hz~20kHz, 100mVpp	50		70	dB
可编程增益 (analog) step	AUX_PGA	-12dB~+12dB		0.75		dB
可编程增益 (digital) step	AD_PGA	0dB~23dB		1		dB
<b>ADC MIC Input (差分输入)</b>						
采样率	F <sub>s</sub>		8		96	kHz
信噪比 (A-Weighted)	SNR	输入 : 1kHz MIC_Boost=20dB	80	84		dB
动态范围 (A-Weighted)	DR	输入: 1kHz, -60dBr MIC_Boost=20dB	80	84		dB
总谐波失真	THD+N	输入: 1kHz, -1dBr, 0dB Gain		-77	-70	dB
		输入: 1kHz, -1dBr, 20dB Gain		-74	-70	dB
差分满幅输入电平	V <sub>FS</sub>	MIC_PGA=20dB		0.15		V <sub>rms</sub>
通道隔离		1kHz, L/R, 0dB	80	98	105	dB
		1kHz, L/R, 20dB	80	94	96	dB
MIC Bias 电压	V <sub>MICBIAS</sub>		1.6		2.5	V
MIC Bias 电流	I <sub>MICBIAS</sub>				4.7	mA
MIC Boost	MIC_BOOST		0		20	dB
可编程增益 step	MIC_PGA	0dB ~ +34.5dB		1.5		dB

## 管脚排列图



**管脚描述**

管脚号	管脚名称	I/O	管脚描述
0	<b>VSS</b>	<b>G</b>	数字地
1	PC5	I/O	SD_D3/I3_I2S_WS/PWM6/GPIO1_14
2	PC6	I/O	SD_D2/I3_I2S_SDI0/PWM7/GPIO1_15
3	PC12	I/O	I2C2_SCL/ PWM5/GPIO1_21
4	PC13	I/O	I2C2_SDA/ PWM6/GPIO1_22
5	VSS	I/O	数字地
6	SF_VCC	O	内置 SPI NorFlash 的电源，外加滤波电容 1uF
7	<b>VDD33</b>	<b>P3</b>	<b>IO 电源 3.3V</b>
8	<b>VDD_PLL</b>	<b>PA</b>	<b>AUDIO PLL1.2V 专用电源</b>
9	<b>PLL_VDDA</b>	<b>PA</b>	<b>AUDIO PLL3.3V 专用电源</b>
10	AUX1L_P	AI	CODEC1_FM 左声道差分输入通道 P
11	AUX1R_P	AI	CODEC1_FM 右声道差分输入通道 P
12	VREF1	AO	CODEC1 的参考电压
13	LINEOUT1_L	AO	CODEC1 的 DAC 左声道输出
14	LINEOUT1_R	AO	CODEC1 的 DAC 右声道输出
15	<b>CODEC_VDDA</b>	<b>PA</b>	<b>CODEC 的模拟电源 3.3V</b>
16	VREF2	AO	CODEC2 的参考电压
17	MIC2_BIAS	AI	CODEC2_MIC 输入的参考电压
18	MIC2R_N	AI	CODEC2_MIC 右声道差分输入通道 N
19	MIC2R_P	AI	CODEC2_MIC 右声道差分输入通道 P
20	MIC2L_N	AI	CODEC2_MIC 左声道差分输入通道 N
21	MIC2L_P	AI	CODEC2_MIC 左声道差分输入通道 P
22	PD4	I/O	SPI2_CS1/O3_I2S_SDO/DSP_JTRST/PWM3/TCK/GPIO2_4
23	PD2	I/O	SSP_CLK/SPI2_CLK/TXD3/O3_I2S_SCLK/DSP_JTDO/RISC_SWCLK/PWM1/GPIO2_2
24	PD3	I/O	SSP_FSS/SPI2_CS0/RXD3/O3_I2S_WS/DSP_JTMS/RISC_SWCLK/PWM2/GPIO2_3
25	PD1	I/O	SSP_MISO/SPI2_MISO/RXD2/O3_I2S_MCLK/DSP_JTDI/MCU_SWCLK/PWM0/GPIO2_1
26	PD0	I/O	SSP_MOSI/SPI2_MOSI/TXD2/DSP_JTCK/MCU_SWCLK/PWM7/GPIO2_0
27	<b>VDD33</b>	<b>P3</b>	<b>IO 电源 3.3V</b>
28	RESETn	I	复位管脚，低有效
29	<b>VDD_SOC</b>	<b>P0</b>	<b>SOC 内核电源 1.2V</b>
30	<b>VDD_DSP</b>	<b>P1</b>	<b>DSP 内核电源 1.2V</b>
31	<b>VDDA</b>	<b>PA</b>	<b>LDO 的电源输入</b>
32	PA1	I/O	ADIN1/PWM1/TCK/GPIO2_12/按键唤醒
33	PA2	I/O	ADIN2/PWM2/GPIO2_13/按键唤醒
34	PA3	I/O	ADIN3/PWM3/GPIO2_14/按键唤醒

管脚号	管脚名称	I/O	管脚描述
35	PA4	I/O	ADIN4/TXD2/PWM4/GPIO2_15/按键唤醒
36	PA5	I/O	ADIN5/RXD2/PWM5/GPIO2_16/按键唤醒
37	PA6	I/O	ADIN6/PWM6/TCK/GPIO2_17/按键唤醒
38	PB1	I/O	HS_RXD1/PWM1/GPIO1_1
39	PB0	I/O	HS_TXD1/PWM0/GPIO1_0
40	OSC12MO	AO	12M 晶振脚
41	OSC12MI	A1	12M 晶振脚
42	<b>VDD33</b>	<b>P3</b>	<b>IO 电源 3.3V</b>
43	USBHS_DP	AIO	高速 USB 的 DP
44	USBHS_DM	AIO	高速 USB 的 DM
45	PC1	I/O	SD_D1/PWM4/GPIO1_12
46	PC2	I/O	SD_D0/PWM5/GPIO1_13
47	PC3	I/O	SD_CLK/I3_I2S_MCLK/PWM4/GPIO1_12
48	PC4	I/O	SD_CMD/I3_I2S_SCLK/PWM5/GPIO1_13

**注:**

1) I/O 类型说明:

I-输入管脚

O-输出管脚

IO-双向管脚

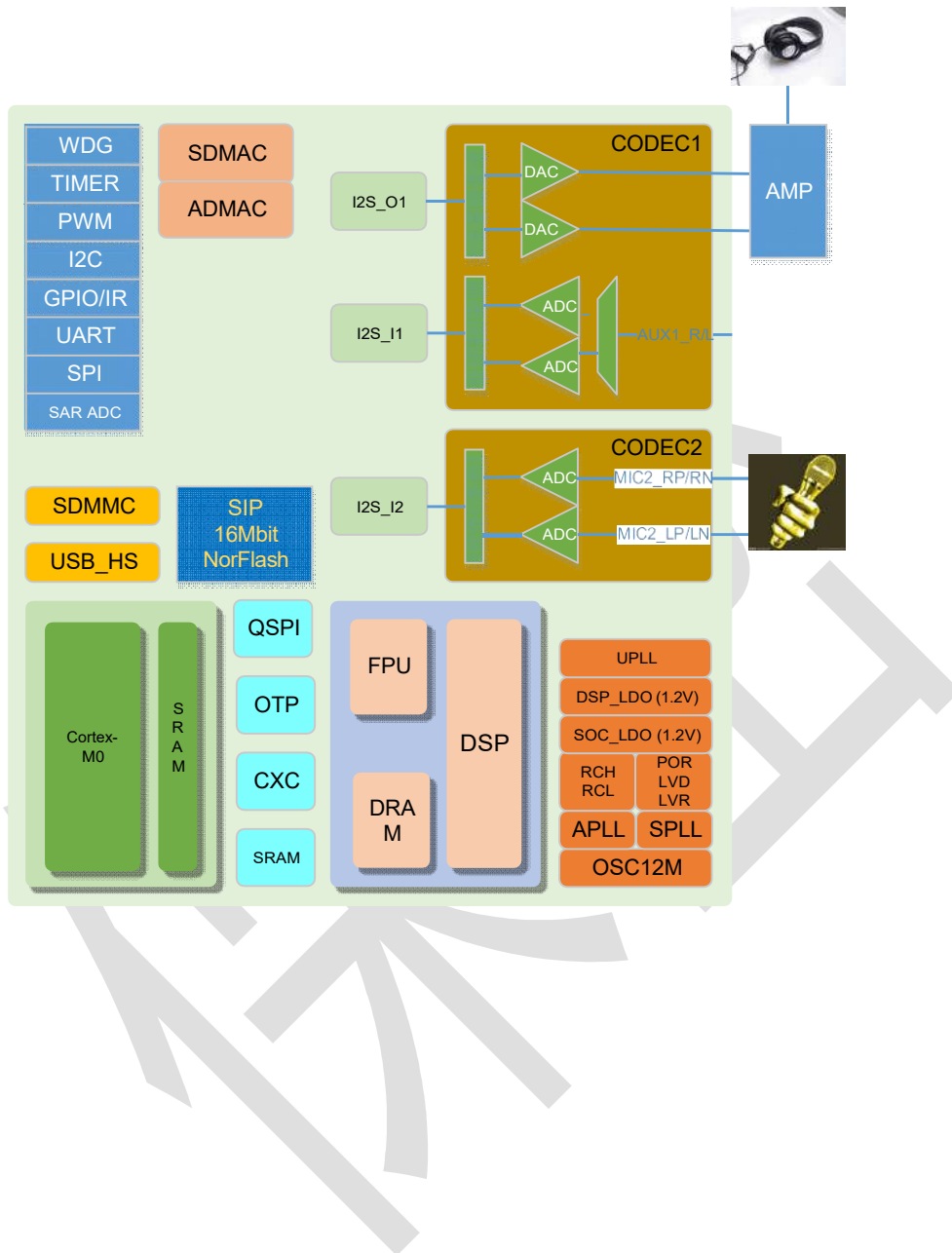
A-表示是模拟管脚, AI 是模拟输入, AO 是模拟输出

P-表示电源, P3 表示 3.3V 的 IO 电源, PA 表示模拟 3.3V 电源, PA1 表示模拟 1.2V 电源

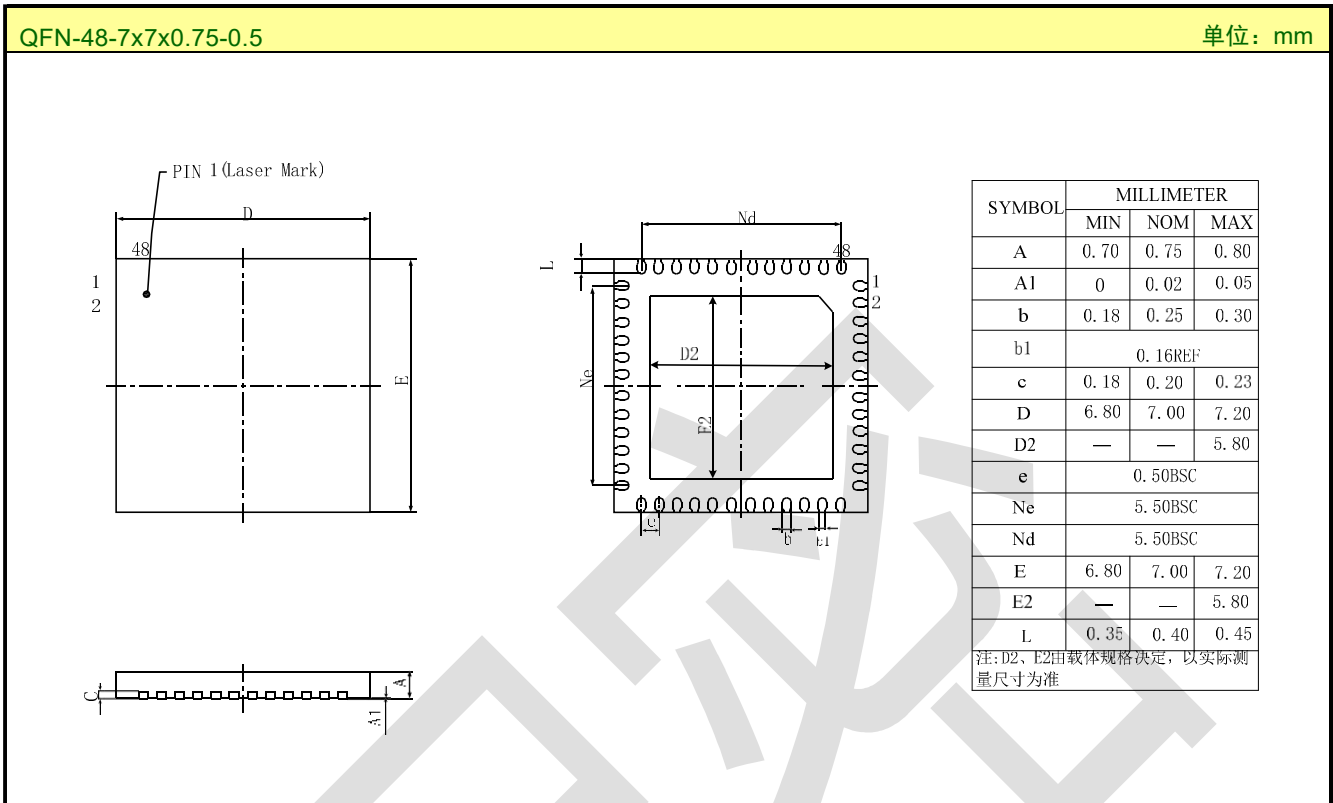
G-表示地线, GA 表示模拟地



典型应用图



## 封装外形图



### MOS电路操作注意事项:

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

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

### 声明:

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

---

产品名称: **LS416**                      文档类型: **说明书**  
版权: **上海互问信息科技有限公司**                      公司主页: **<http://www.aihuwen.com>**

---

版本: **0.2**

修改记录:

1. 更新封装外形图
  2. 添加内部框图
- 

