

杭州芯声智能科技有限公司

XS2002 语音唤醒及离线识别芯片规格书

非公开文档

Version 0.34

2020-05-25



杭州芯声智能科技有限公司 www.ccvui.com

杭州市经济技术开发区科技园路 20 号新加坡科技园 14 幢西 3 楼

版权

@2019 杭州芯声智能科技有限公司保留所有权利。不得复制、传播本文件的任何部分。
以任何形式或任何方式转录、储存在检索系统中，或翻译成任何语言，需书面形式的许可。

免责声明

杭州芯声智能科技有限公司提供本文件，不作任何形式的保证。本公司可以对本文档或本文档中描述的产品进行改进或更改，并进行版本升级。

商标

芯声、芯声智和芯声智能以及 CCVUI.COM 是杭州芯声智能科技有限公司的商标。

机密性

本文件为机密文件，未经杭州芯声智能科技有限公司许可不得提供给第三方。

使用此文档

本文件旨在提供 XS2002 语音唤醒和离线识别芯片的规格和硬件的一般信息。尽管已尽一切努力确保本文件是最新的和准确的，但可能已经有更多的信息在制作本指南之后提供。在这种情况下，请联系我公司销售代表以获取更多有助于开发过程的信息。

目录

目录.....	2
1. 概要.....	5
1.1. 功能简述.....	5
1.2. 芯片型号.....	5
2. 主要硬件特征.....	6
3. 管脚定义.....	7
3.1. QFN 管脚 Map	7
3.2. 管脚定义.....	7
3.3. 功能定义.....	8
4. 功能接口.....	10
4.1. MIC 接口.....	10
4.2. SPI-slave 接口.....	10
4.3. I2C-slave 接口	10
4.4. SPI-master 接口	10
4.5. I2C-master 接口.....	11
4.6. TDM/I2S 接口.....	11
4.7. Speak Out 接口.....	11
4.8. PWM 调制接口.....	12
4.9. GPIO 接口.....	12
4.10. MIC EBIAS 接口	12
4.11. mic bias 接口	12
4.12. ADC	12
4.13. PDM.....	12
4.14. 电源.....	13
4.15. 时钟.....	13
5. 工作模式.....	14
5.1. 低功耗模式与高速模式.....	14
5.2. 唤醒方式.....	14
5.3. 晶振配置.....	15
5.4. 启动方式.....	15

6. DC 信息	17
7. 时序信息	18
7.1. 上电时序	18
7.2. SPI-slave 接口	18
7.3. I2C-slave 接口	22
7.4. I2S 接口	24
7.5. PDM 接口	25
8. 应用设计指南	26
8.1. 外接 SPI NOR Flash , SPI-slave 启动的建议方案	27
8.2. 外接 SPI NOR Flash , I2C-slave 启动的建议方案	28
8.3. 带 Speak Out I2S 语音播报功能 , SPI-slave 启动的建议方案	29
8.4. 带 Speak Out I2S 语音播报功能 , I2C-slave 启动的建议方案	30
8.5. 带 Speak Out PWM 语音播报功能 , SPI-slave 启动的建议方案	31
8.6. 带 Speak Out PWM 语音播报功能 , I2C-slave 启动的建议方案	32
8.7. 带 Speak Out I2S , SPI-master 启动的建议方案	33
8.8. 带 Speak Out PWM , SPI-master 启动的建议方案	34
8.9. 数字麦克风应用的建议方案	35
9. 硬件和版图设计指南	36
10. 封装 , 包装和机械信息	39
10.1. QFN32 封装信息	39
10.2. 包装信息	40

缩略词

SIMD	Single Instruction Multiple Data, 单指令多数据流
MIC	microphone, 麦克风
PDM	Pulse Density Modulation, 脉冲密度调制
TDM	Time Division Multiplexing, 时分复用
VT	Voice Trigger, 语音触发
VAD	Voice Activity Detection, 语音活动检测
KWS	KeyWord Spotting, 关键词识别
AEC	Automatic Echo Cancellation, 自动回声消除
RISC	Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集计算机
MAC	Multiply Accumulate, 乘积累加运算
AI	Artificial Intelligence, 人工智能
ADC	Analog-to-Digital Converter, 模拟/数字转换器
AMIC	Analog MIC, 模拟麦克风
DMIC	Digital MIC, 数字麦克风
LDO	low dropout regulator, 低压差线性稳压器
I2S	Inter-IC Sound 或 Integrated Interchip Sound, 集成电路内置音频总线
PWM	Pulse Width Modulation, 脉冲宽度调制
AGC	Automatic Gain Control, 自动增益控制
BF	Beam Forming, 波束成形
Dereverberation	去混响
NS	Noise Suppression 噪声抑制
SR	Speaker Recognition, 说话人识别
AP	application processor, 应用处理器

1. 概要

1.1. 功能简述

XS2002 系列是一款专用的语音识别前端芯片，兼顾了超低功耗唤醒和远场识别高性能计算的两方面需求。一方面，低功耗芯片技术和人工智能算法支持 Always-on 唤醒模式，唤醒功耗小于 1mW；另一方面，内部有可编程低功耗的神经网络计算引擎和支持 SIMD 功能的 CPU，以及丰富的内存资源，最高频率 140MHz。最高同时支持 4 个模拟 MIC 输入，或者 4 个数字 MIC 的 PDM 输入。支持 TDM 输入及输出，可用于 AEC(自动回声消除)或者上行降噪等应用。

XS2002 可以支持 VAD(人声活动检测)、KWS(关键词识别)等多种算法，是目前业界具有很高性价比的 Voice Trigger 芯片。

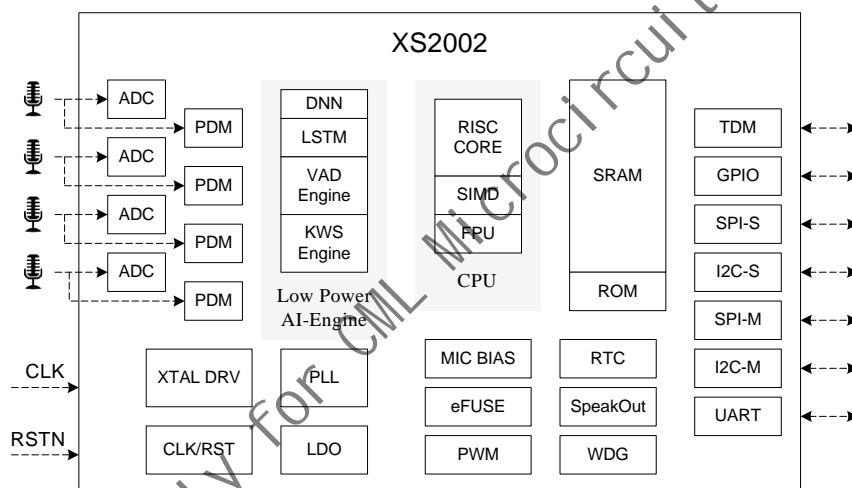


Fig.1 Block Diagram

1.2. 芯片型号

具有以下封装类型，对应封装列表如下：

Tab.1 Chip Package

芯片型号	封装类型
XS2002	QFN32

2. 主要硬件特征

- 低功耗神经网络 VAD/KWS 算法以及可编程硬件 AI 引擎，实现超低功耗唤醒
- 32bit RISC CPU，最高频率 140MHz。支持 SIMD 指令、并行 MAC 计算以及单精度浮点运算
- 大内存空间，并且支持电源管理
- 内置低功耗 Voice ADC，可同时支持四个模拟 MIC
- 内置 PDM 输入模块，可同时支持四个数字 MIC，DMIC 时钟频率范围 512KHz ~ 3.072MHz
- 低功耗工艺，内置 LDO，可以根据算法要求，支持多电压的频率调节低功耗技术
- 支持 32.768KHz 等输入频率（在其他的输入频率下，I2S master 和 PDM 的部分功能可能会无法支持，详情请和芯声联系）
- 支持多通道 TDM (I2S)输入和输出，可以作为 AEC 的 echo ref 输入，也可作为上行降噪的音频输出
- 支持 SPI-slave/I2C-slave boot，支持 SPI Master boot (IoT 应用)
- 支持 SPI-slave/SPI-master/I2C-slave/I2C-master/UART/GPIO 等多种外设接口
- PWM 脉宽调制输出，可支持 PWM 调光
- 独立 I2S 音频输出接口，可外接 Audio codec 作为语音输出
- 独立 PWM 调制语音输出，可外接功放和 Speaker 作为语音输出
- 唤醒功耗 < 1mW (VAD+ KWS)
- 封装：QFN32
- 尺寸：4mm x 4mm x 0.75mm
- 环境温度：-40 ~ 85 度

3. 管脚定义

3.1. QFN 管脚 Map

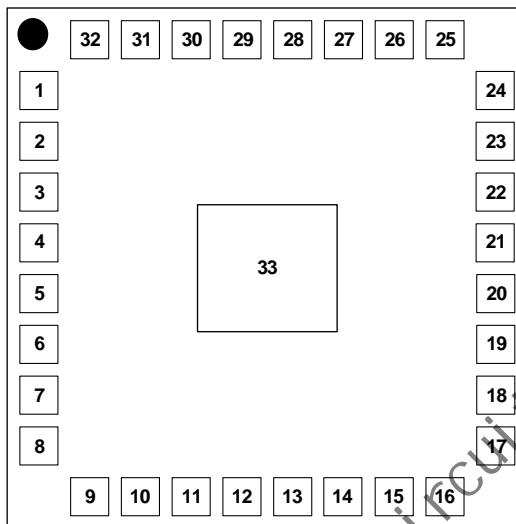


Fig.2 XS2002 QFN32 管脚图 (LOGO 侧顶视图)

3.2. 管脚定义

下表是 XS2002 的管脚名称及功能定义。引脚功能详见 Tab.3。

Tab.2 XS2002 Pin List

No.	Name	Direction	Function
1	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	I/O	mode selection/SPK_PWM/SPK_I2S_DAT/DMIC_CLK/ mic bias/IRQ/TXD, internal pull-down
2	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	I/O	SPIM_CS0/ SPIM_CS1/I2CM_SDA/I2SM_MCLK/ DMIC_CLK/RXD/SPK_I2S_SCLK/mic bias
3	XGPIO3/MIC_BIAS1	I/O	SPIM_DIN/I2CM_SCL/TXD/RXD/SPK_PWM/ SPK_I2S_DAT/mic bias
4	XO	OUT	the output of crystal driver circuit
5	XI	IN	clock input
6	XGPIO4/DMICDIN2	I/O	I2CM_SDA/DMIC_CLK/RXD
7	RSTN	IN	Chip Reset, low active internal pull-up
8	XGPIO5/MIC_EBIAS	I/O	SPIM_DO/I2CM_SDA/RXD/SPK_I2S_LRCK/ MIC_EBIAS
9	VDDIO	N/A	IO power
10	VREG_IN	IN	CORE power input for LDO
11	VREG_OUT	OUT	CORE power output

12	XGPIO6/DMICDIN3	I/O	I2CM_SCL/TXD
13	XGPIO7	IN	OSC mode selection, internal pull-up
14	I2S_LRCK	I/O	I2SM_LRCK/I2SS_LRCK
15	I2S_DOUT	I/O	I2SM_DOUT/I2SS_DOUT
16	I2S_SCLK	I/O	I2SM_SCLK/I2SS_SCLK
17	I2S_DIN	I/O	I2SM_DIN/I2SS_DIN
18	XGPIO8	IN	OSC mode selection, internal pull-up
19	TEST_EN	IN	chip test enable, internal pull-down
20	SPI_CS _B	I/O	SPIS_CS _B /SPIM_CS ₀ /I2CM_SCL/TXD
21	SPI_DOUT	I/O	SPIS_DOUT/SPIM_DOUT/I2CM_SDA/RXD
22	SPI_DIN	I/O	SPIS_DIN/I2CS_SDA/SPIM_DIN
23	SPI_CLK	I/O	SPIS_CLK/I2CS_SCLK/SPIM_CLK
24	XGPIO9/MODE_MST	I/O	mode selection/SPK_PWM/SPK_I2S_DAT/IRQ/ I2SM_MCLK/DMIC_CLK/TXD, internal pull-down
25	XGPIO10/DMICDIN0	I/O	SPIM_CS1/SPIM_DOUT/mic bias internal pull-down
26	XGPIO0/DMICCLK0/DMICDIN1/MIC_BIAS0	I/O	SPIM_CLK/I2CM_SCL/I2SM_MCLK/DMIC_CLK/ TXD/SPK_I2S_MCLK/mic bias
27	AMIC3P/DIN3	IN	MIC input 3
28	VDDIO	N/A	IO power
29	VREF	OUT	reference voltage output for ADC
30	AMIC2P/DIN2	IN	MIC input 2
31	AMIC1P/DIN1	IN	MIC input 1
32	AMIC0P/DIN0	IN	MIC input 0
33	VSS	N/A	ground

3.3. 功能定义

Tab.3 XS2002 Function List

序号	接口功能	信号	信号方向	信号功能
1	SPI slave	SPIS_CS _B	IN	SPI slave 接口的片选信号
2		SPIS_CLK	IN	SPI slave 接口的时钟信号
3		SPIS_DIN	IN	SPI slave 接口的数据输入
4		SPIS_DOUT	OUT	SPI slave 接口的数据输出
5	I2C slave	I2CS_SCL	IN	I2C slave 接口的时钟信号
6		I2CS_SDA	I/O	I2C slave 接口的数据信号
7	SPI master	SPIM_CS ₀	OUT	SPI master 接口的片选信号 CS ₀
8		SPIM_CS ₁	OUT	SPI master 接口的片选信号 CS ₁
9		SPIM_CLK	OUT	SPI master 接口的时钟信号
10		SPIM_DIN	IN	SPI master 接口的数据输入
11		SPIM_DOUT	OUT	SPI master 接口的数据输出
12	I2C master	I2CM_SCL	OUT	I2C master 接口的时钟信号

13		I2CM_SDA	I/O	I2C master 接口的数据信号
14	I2S slave	I2SS_SCLK	IN	I2S slave 接口的 sclk 输入
15		I2SS_LRCK	IN	I2S slave 接口的 lrck 输入
16		I2SS_DIN	IN	I2S slave 接口的数据输入
17		I2SS_DOUT	OUT	I2S slave 接口的数据输出
18	I2S master	I2SM_MCLK	OUT	I2S master 接口的 mclk
19		I2SM_SCLK	OUT	I2S master 接口的 selk
20		I2SM_LRCK	OUT	I2S master 接口的 lrck
21		I2SM_DIN	IN	I2S master 接口的数据输入
22		I2SM_DOUT	OUT	I2S master 接口的数据输出
23	Analog MIC	AMIC0P	IN	连接模拟麦克风的输出
24		AMIC1P	IN	连接模拟麦克风的输出
25		AMIC2P	IN	连接模拟麦克风的输出
26		AMIC3P	IN	连接模拟麦克风的输出
27	Digital MIC	DMIC_CLK	OUT	输出给数字麦克风的时钟信号
28		DIN0	IN	连接数字麦克风的输出
29		DIN1	IN	连接数字麦克风的输出
30		DIN2	IN	连接数字麦克风的输出
31		DIN3	IN	连接数字麦克风的输出
32	Speak Out I2S	SPK_I2S_MCLK	OUT	Speak Out I2S 接口的 mclk
33		SPK_I2S_SCLK	OUT	Speak Out I2S 接口的 selk
34		SPK_I2S_LRCK	OUT	Speak Out I2S 接口的 lrck
35		SPK_I2S_DAT	OUT	Speak Out I2S 接口的数据输出
36	Speak Out PWM	SPK_PWM	OUT	PWM 调制语音信号输出
37	UART	TXD	OUT	UART 发送数据
38		RXD	IN	UART 接收数据
39	MIC_EBIAS	MIC_EBIAS	IN	开启模拟麦克风的指示输入
40	mic_bias	mic_bias	OUT	控制模拟麦克风的偏置电压
41	IRQ	IRQ	OUT	IRQ 中断输出

4. 功能接口

4.1. MIC 接口

模拟 MIC 和数字 MIC 共用 4 个专用的麦克风数据管脚，数字 MIC 的时钟从功能复用引脚提供。

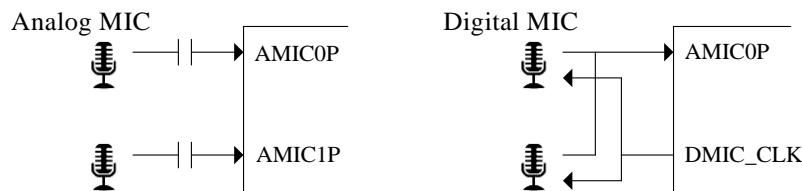


Fig.3 MIC 连接图

4.2. SPI-slave 接口

SPI-slave 接口用于外灌固件给 XS2002，也可用作为状态查询或调试接口。

功能特性：

- SPI 时钟频率最高 24MHz
- 支持 SPI 模式 0
- 支持单帧传输或 burst 传输

4.3. I2C-slave 接口

I2C-slave 接口用于外灌固件给 XS2002，也可用作为状态查询或调试接口。

功能特性：

- 时钟频率最高 1MHz

4.4. SPI-master 接口

SPI-master 接口支持外接 SPI NOR FLASH，在主控唤醒方式时，SPI NOR FLASH 作为引导设备启动 CPU。

功能特性：

- SPI 时钟频率最高 24MHz
- SPI 时钟频率可配置
- 可配置帧长 4-32bits

- 支持 Motorola SPI/TI SPI/NSC SPI 协议
- 支持 SPI 模式 0-3
- 32x4 Tx/Rx FIFO
- 可配置中断

4.5. I2C-master 接口

I2C-master 接口支持外接 I2C 设备。

功能特性:

- 最高速度 400Kbps
- 可配置时钟频率
- 可配置 ACK 位
- 可配置中断

4.6. TDM/I2S 接口

TDM/I2S 接口用于接收 I2S 数据输入，也可将片内 RAM 中的语音数据输出。

功能特性:

- 支持外灌 I2S 时钟(I2S slave)或内部产生 I2S 时钟(I2S master)
- 支持 TDM 多通道音频数据的读写，最多支持 4 通道读和 2 通道写入
- TDM/I2S 的接口协议可配置，支持 standard I2S mode, left-justified mode 等多种模式
- 可配置帧长
- 可配置通道数
- 支持 TDM bypass 模式

4.7. Speak Out 接口

XS2002 的 Speak Out 接口支持两种语音输出模式：I2S 数字音频输出和 PWM 调制音频输出。

I2S 数字音频输出的功能特性:

- SCLK 频率类型为 64fs
- 采样频率支持 48KHz/96KHz/192KHz

PWM 调制音频输出的功能特性:

- 256 级调节
- 调制频率支持 96KHz/192KHz

4.8. PWM 调制接口

普通 IO 引脚均可被配置为 PWM 调制输出引脚，用于完成调光功能。

4.9. GPIO 接口

GPIO 接口用于控制周边外设或向 AP 传输状态信息。

4.10. MIC EBIAS 接口

MIC EBIAS 接口用于接收 AP 的模拟麦克风开启指令。支持最大 5V 宽电压输入。

4.11. mic bias 接口

mic bias 用于开启模拟麦克风的偏置电压。最多支持 2 路输出。

4.12. ADC

芯片内部集成了 4 路 ADC，外接 4 个模拟麦克风。每路 ADC 可以单独使能控制，适应不同的应用需求。

4.13. PDM

XS2002 集成的 PDM 最多支持外接 4 路单声道数字麦克风，或 2 对双声道立体声数字麦克风。

4.14. 电源

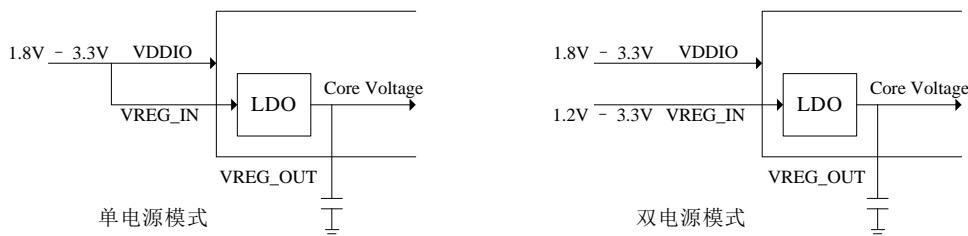


Fig.4 单电源模式和双电源模式

- 系统内置 LDO，为内部数字逻辑供电 ($VDDIO \geq VREG_IN$)。
- 用户可以选择单电源模式或者双电源模式。单电源模式较为简单，但是因为 LDO 的电流从 VDDIO(比双电源模式下的 REG_IN 电压要高)流过，整体功耗高于双电源模式。

4.15. 时钟

支持外接无源晶振或有源晶振。内部 PLL 可以支持不同的输入时钟频率：

- 32.768KHz
- 在其他的输入频率下，I2S master 和 PDM 的部分功能会无法支持，详情请和芯声联系。

我们提供 API 来根据不同的输入时钟控制 PLL 时钟。客户的其他时钟选择可以讨论。

5. 工作模式

5.1. 低功耗模式与高速模式

在近场使用的高信噪比环境中，XS2002 可运行在低功耗模式下，只使用一个 MIC 通道输入语音数据，仅运行 VAD 和 KWS 算法完成唤醒功能。在低信噪比环境中，可运行在高速模式下，最多开启四个 MIC 通道组成麦克风阵列，运行 AGC/AEC/Beam Formming/Dereverberation/Noise Suppression/Speaker Recognition 等算法，提高唤醒成功率。

5.2. 唤醒方式

XS2002 支持协从唤醒与主控唤醒两种不同的工作方式。

当使用协从唤醒方式时，AP（应用处理器）在系统启动时通过 SPI-slave 或 I2C-slave 接口向 XS2002 下载固件。XS2002 缺省运行在低功耗模式下，并持续监听环境里出现的人声，等待唤醒指令。当检测到唤醒指令时，XS2002 向 AP 发送唤醒中断 IRQ，并且可将唤醒指令后的一小段时间的语音数据通过 I2S 接口发送给 AP，由 AP 在本地或云端做进一步的处理。在高速模式下，I2S 接口也可作为 AEC 的 echo ref 输入接口。下图是协从唤醒方式的示意图：

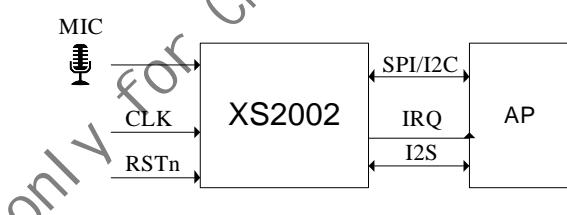


Fig.5 协从唤醒示意图

当使用主控唤醒方式时，XS2002 外接 SPI NOR Flash，在上电时通过 Flash 引导启动，然后执行唤醒功能，等待唤醒指令。当检测到唤醒指令时，通过 GPIO 或者 I2C master 接口控制周边外设完成相应功能。下图是主控唤醒方式的示意图：

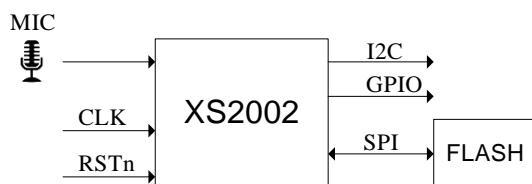


Fig.6 主控唤醒示意图

5.3. 晶振配置

XS2002 支持外接无源晶振或有源晶振，通过两个特殊管脚进行配置：XGPIO7 和 XGPIO8。其功能定义如下：

Tab.4 晶振配置

管脚	配置	功能
XGPIO7	片外上拉或 NC	选择 32.768KHz 频率晶振
XGPIO8	片外上拉或 NC	外接无源晶振
	片外下拉	外接有源晶振

5.4. 启动方式

XS2002 支持三种启动方式：SPI slave boot/I2C slave boot/SPI master boot。使用 SPI slave boot 方式时，需要 AP 主控先通过 XS2002 的 SPI slave 接口下载固件，然后启动 XS2002 运行；使用 I2C slave boot 方式时，需要 AP 主控先通过 XS2002 的 I2C slave 接口下载固件，然后启动 XS2002 运行；使用 SPI master boot 方式时，XS2002 会在上电或复位以后自行启动，然后运行 SPI NOR Flash 中的固件程序。

XS2002 通过两个 Strap Pin 配置芯片的启动方式。其功能定义如下：

Tab.5 启动方式配置

Strap Pin	管脚	配置	功能
STRAP0	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	片外下拉或 NC	选择 SPI slave 方式启动
		片外上拉	选择 I2C slave 方式启动
STRAP1	XGPIO9/MODE_MST	片外下拉或 NC	选择 SPI slave/I2C slave 方式启动
		片外上拉	选择 SPI master 方式启动

XGPIO9/MODE_MST 的配置优先级高于 XGPIO1/IRQ/MODE_I2C。

启动流程示意如下：

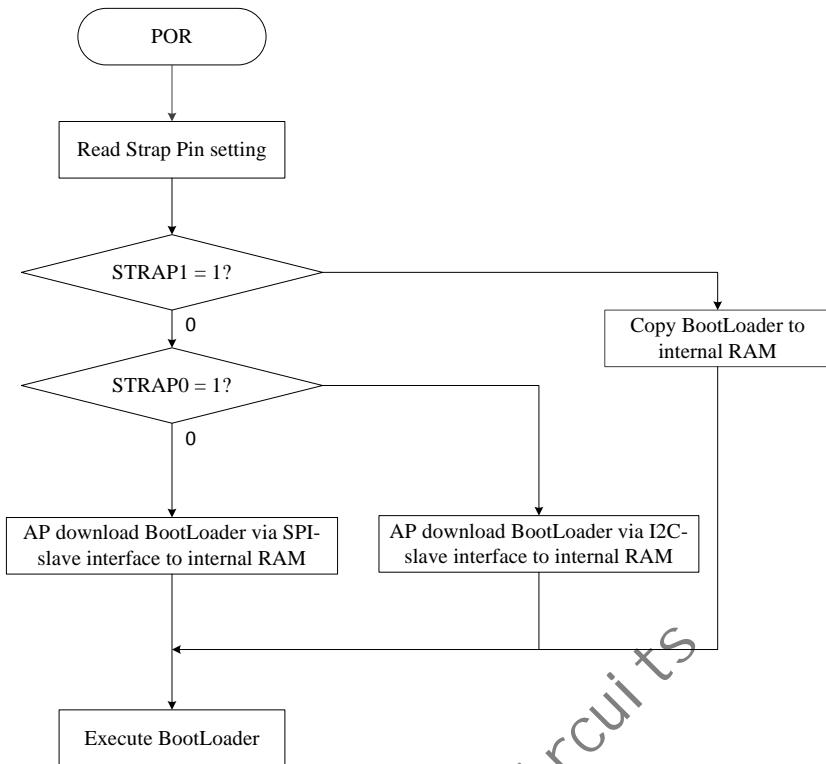


Fig.7 启动流程

6. DC 信息

Tab.6 Absolute Max Ratings

Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Units
Analog and I/O 电源	VDDIO	1.6	1.8/3.3	3.6	V
Digital and DSP LDO 输入	VREG_IN	1.09	1.2/1.8/3.3	3.6	V
Ambient Operating Temperature	Ta	-20	-	+85	oC
Storage Temperature	Ts	-20	-	+125	oC
HBM ESD (Electrostatic Discharge)					
-		Susceptibility Voltage			
All pin		2KV			

VDD= 1.8V, T_{ambient}=25 °C, with 20pF external load.

Tab.7 静态特性

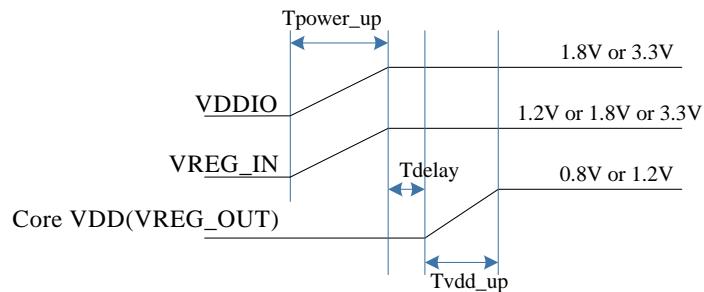
Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Units
Input Voltage Range	Vin	-0.30	-	VDD +0.30	V
High level input voltage	VIH	0.65* VDD	-	-	V
Low level input voltage	VIL	-	-	0.35* VDD	V
High level output voltage	VOH	0.9*VDD	-	-	V
Low level output voltage	VOL	-	-	0.1*VDD	V
Output Pad Drive Current	-	-	8	-	mA
Internal Pull Up/Down Resistance	-	-	1M	-	欧姆

Tab.8 模拟 IP 性能

Parameter	Min	Typ	Max	Units
Full Swing Input Voltage AMIC_IN to ADC	-	1.2	-	Vpp
S/N Ratio AMIC_IN to ADC2	-	-	-	dBFS
Total Harmonic Distortion + Noise when input -3dB of FSIV AMIC_IN to ADC2	-	-	-	dBFS
Input Impedance AMIC_IN	16K	50K	-	ohms
Pll0 电流	-	60	-	uA
Pll1 电流	-	50	-	uA
一路ADC + PGA	-	55	-	uA
PMU	-	30	-	uA

7. 时序信息

7.1. 上电时序



Tab.9 Power Sequence Timing

Timing	Min	Typ	Max	Description
Tpower_up	100us	500us	1ms	External Power up time
Tdelay	-	100us	-	Delay time to core vdd ramp up
Tvdd_up	-	250us	-	Core vdd ramp up time

7.2. SPI-slave 接口

SPI-slave 接口的数据传输方式支持以下 4 种：

Tab.10 SPI-slave 接口传输方式

传输方式	功能
32bit write	一次写入 32bit 数据
32bit read	一次读出 32bit 数据
burst write	写突发传输
burst read	读突发传输

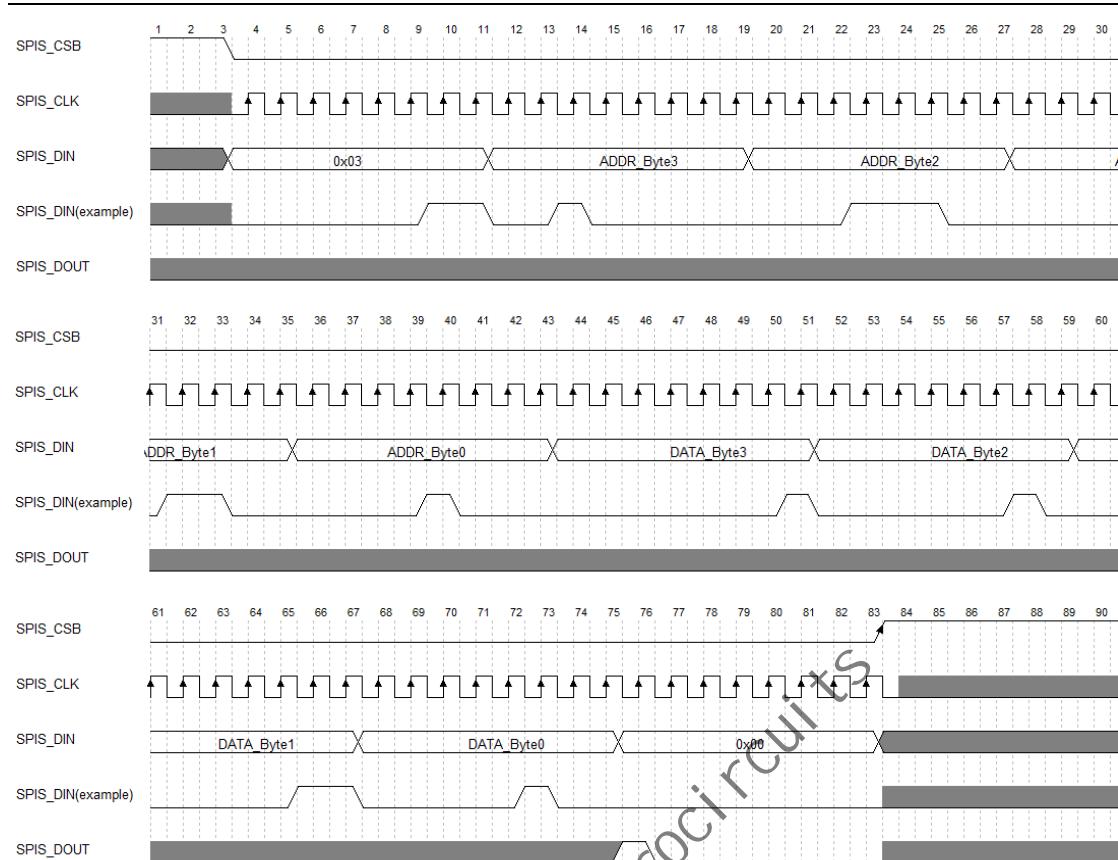
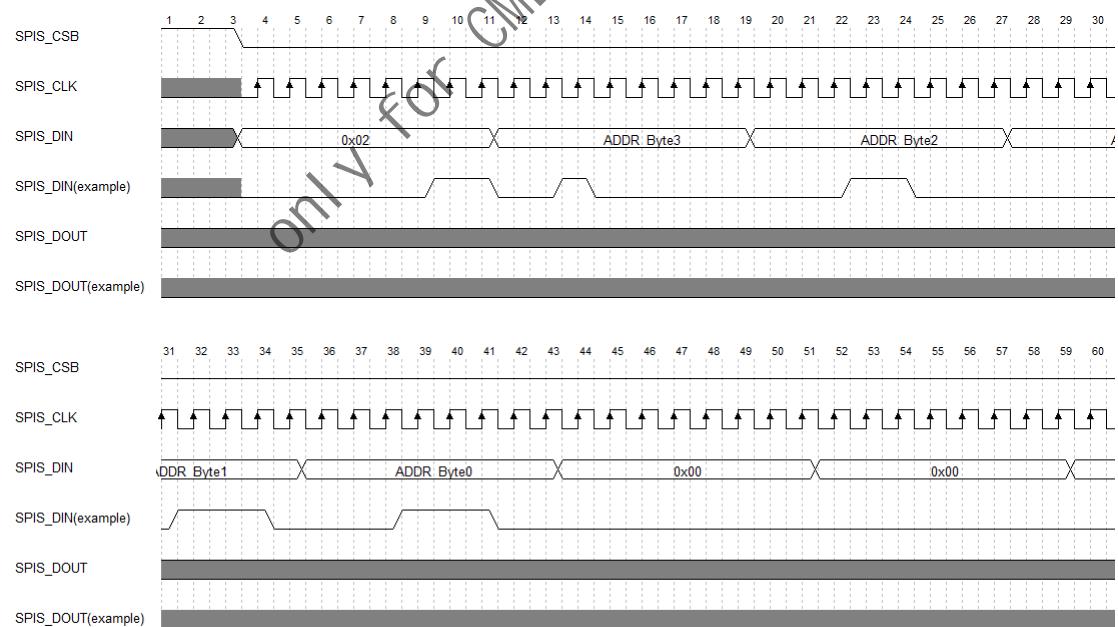


Fig.9 SPI-slave 32bit write protocol



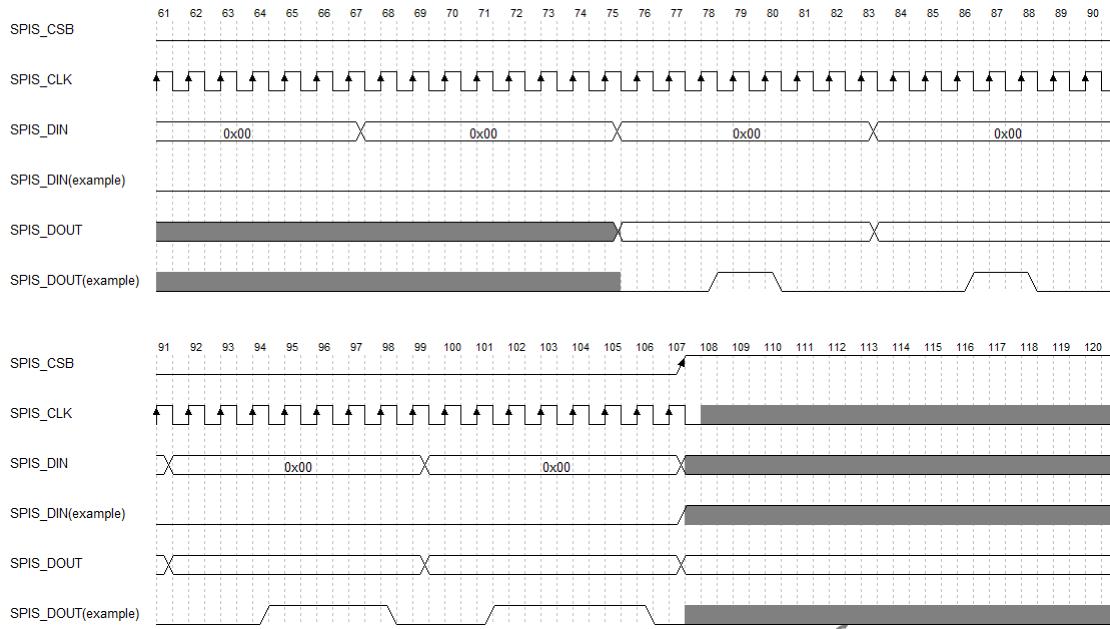
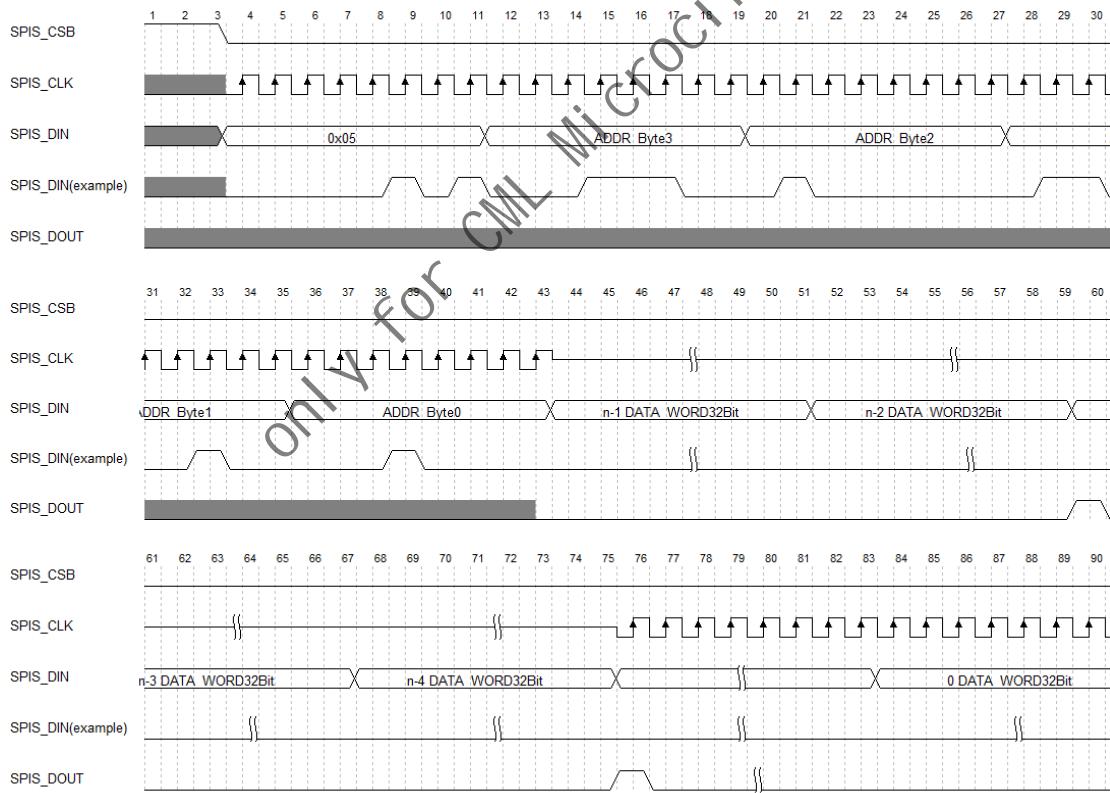


Fig.10 SPI-slave 32bit read protocol



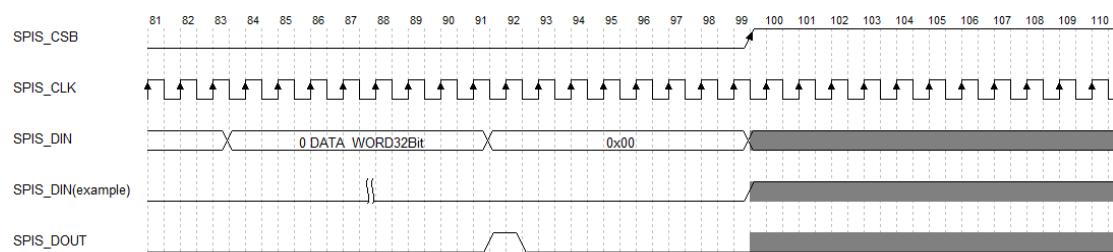
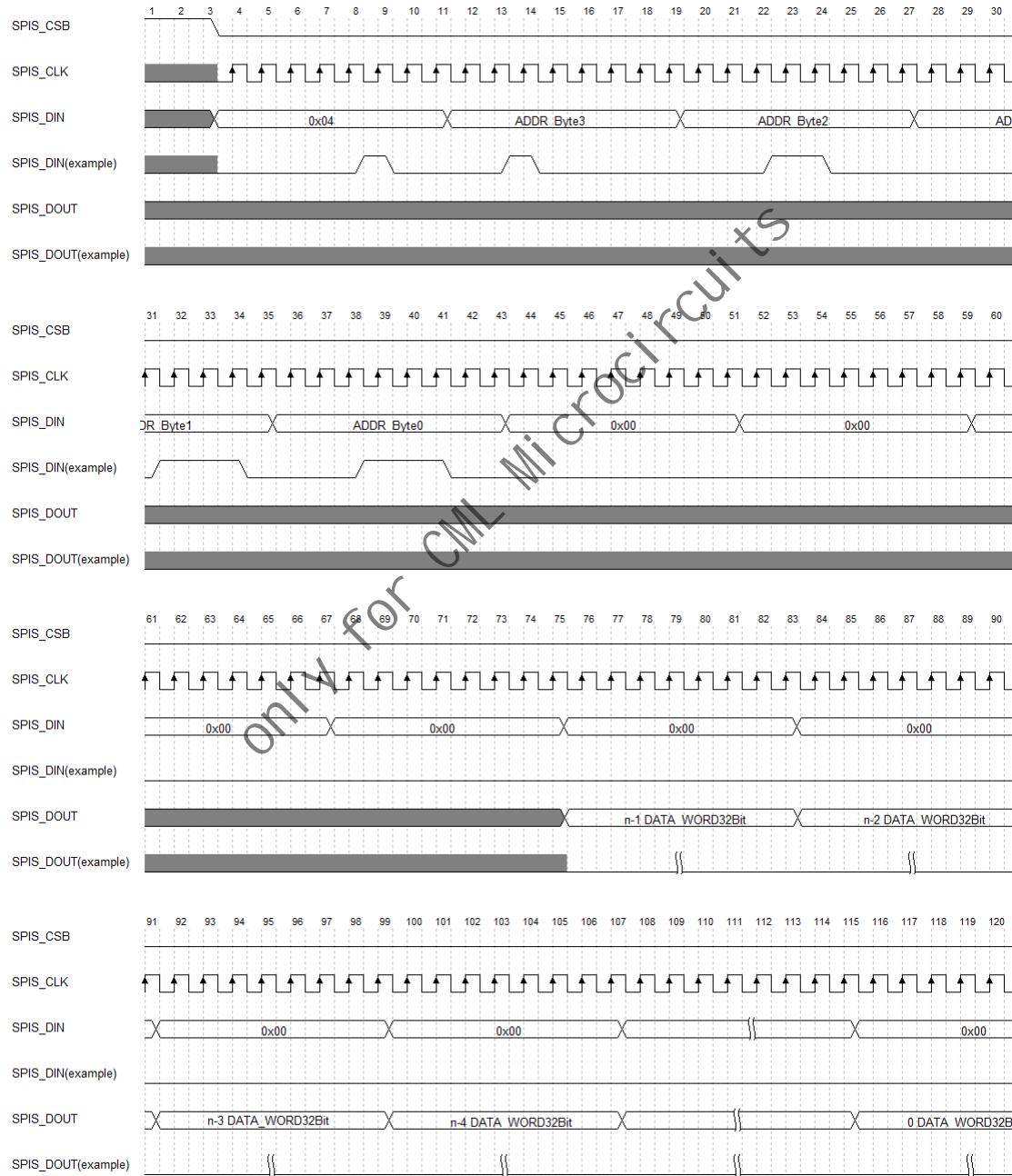


Fig.11 SPI-slave burst write protocol



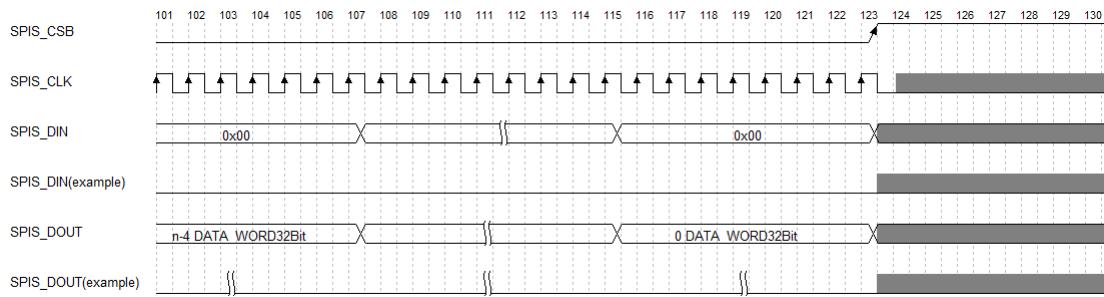


Fig.12 SPI-slave burst read protocol

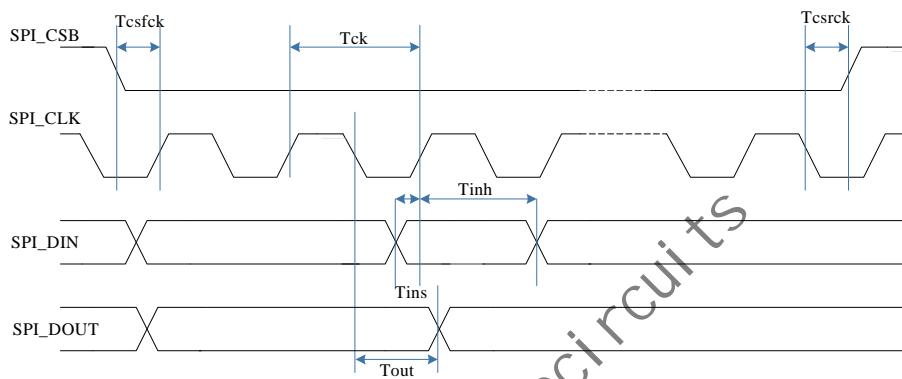


Fig.13 SPI Timing

Tab.11 SPI-slave interface timing

Timing	Min	Typ	Max	Description
Tcsfck	8ns	-	-	SPI_CS_B falling edge to SPI_CLK
Tcksck	8ns	-	-	SPI_CS_B rising edge to SPI_CLK
Tck	41.7ns	50ns	-	SPI clock period
Tins	8ns	-	-	SPI_DIN setup time
Tinh	8ns	-	-	SPI_DIN hold time
Tout	-	-	8ns	SPI_DOUT output timing

7.3. I2C-slave 接口

I2C-slave 接口的数据传输方式支持以下 3 种：

Tab.12 I2C-slave 接口传输方式

传输方式	功能
32bit write	一次写入 32bit 数据
32bit read	一次读出 32bit 数据
burst write	写突发传输

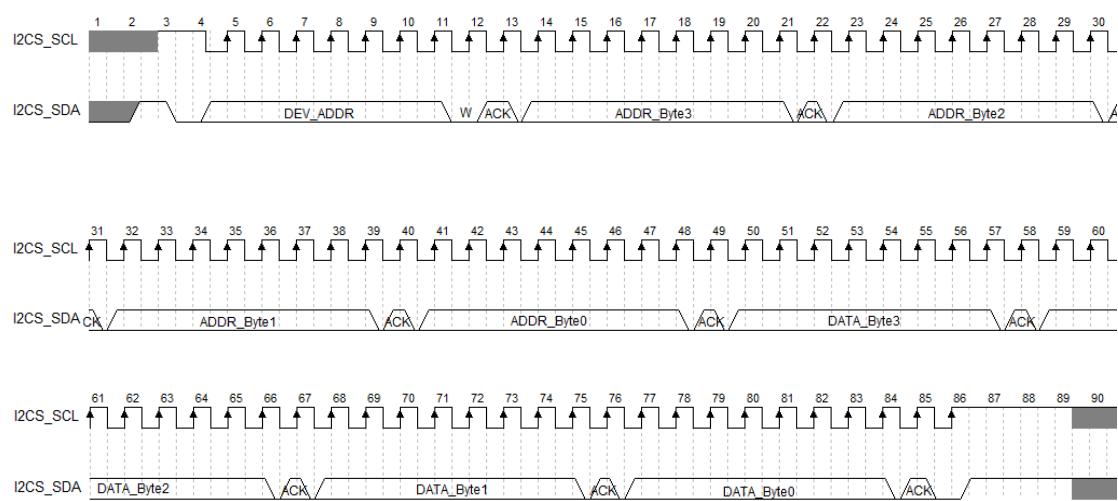


Fig.14 I2C-slave 32bit write protocol

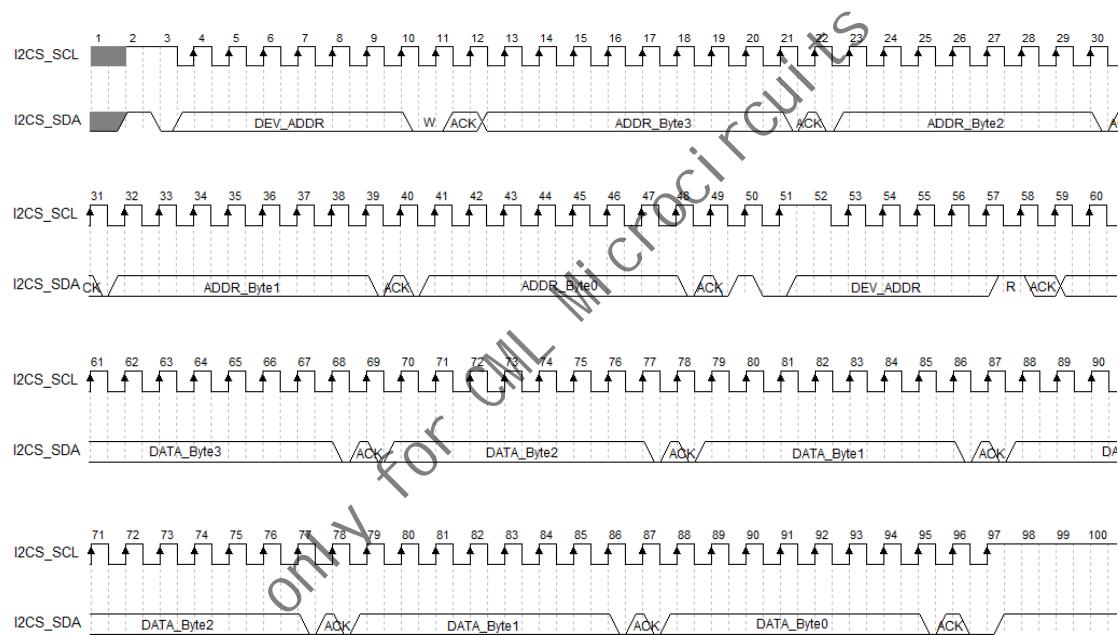
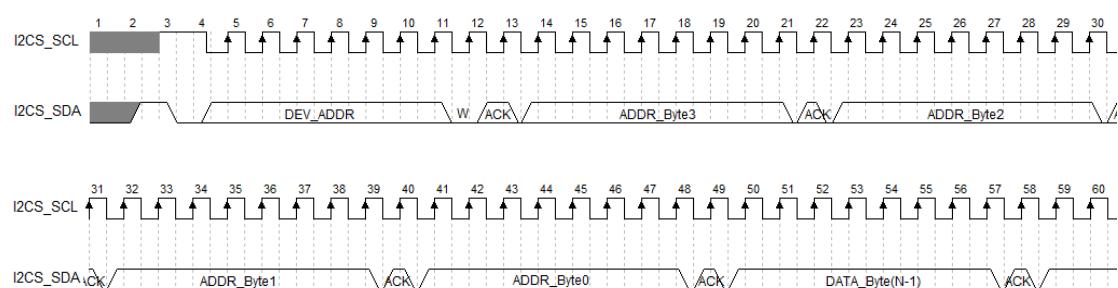


Fig.15 I2C-slave 32bit read protocol



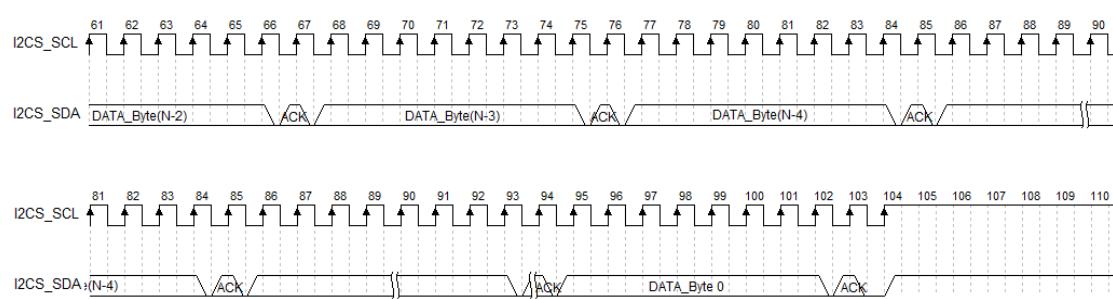


Fig.16 I2C-slave burst write protocol

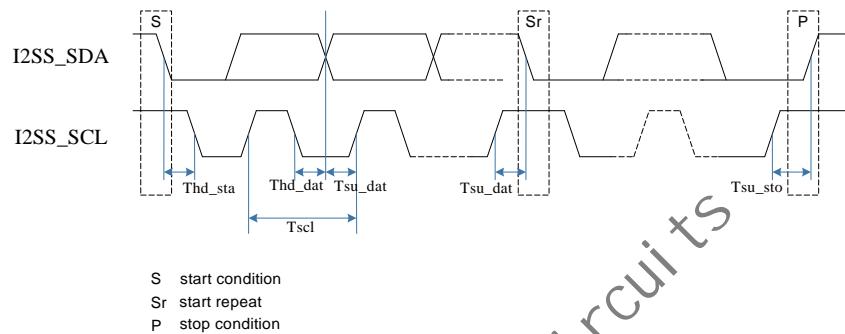


Fig.17 I2C-slave Timing

Tab.13 I2C-slave interface timing

Timing	Min	Typ	Max	Description
Tscl	-	2.5us	-	SCL clock period
Thd_sto	-	0.8us	-	Hold time (repeated) START condition.
Thd_dat	-	0.8us	-	Data hold time
Tsu_dat	-	0.5us	-	Data setup
Tsu_sto	-	0.8us	-	Setup time for STOP condition

7.4. I2S 接口

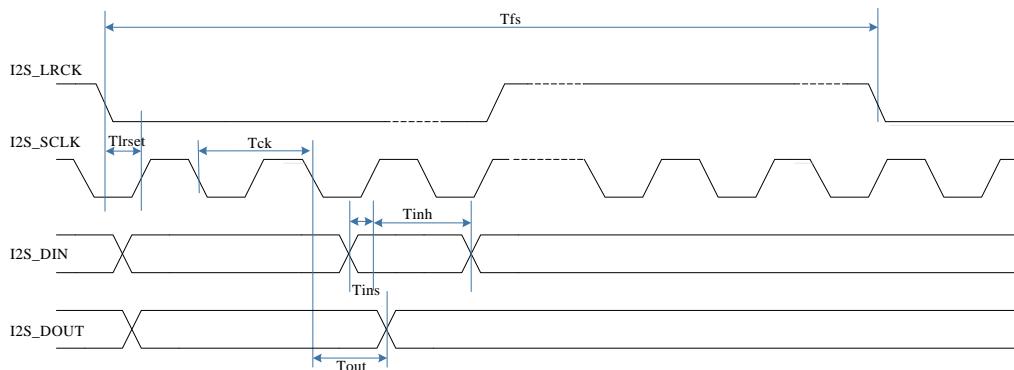


Fig.18 I2S Timing

Tab.14 I2S interface timing

Timing	Min	Typ	Max	Description
Tfs	8kHz		192kHz	I2S_LRCK 频率
Tlset	10ns			I2S_LRCK 对于 I2S_SCLK 的 setup
Tck			12.288MHz	I2S_SCLK 频率
Tins	10ns			I2S_DIN setup time
Tinh	10ns			I2S_DIN hold time
Tout			10ns	I2S_DOUT 输出 timing
● Support 8KHz ~ 48KHz sampling rate, from 2 channel to 4 channel				

7.5. PDM 接口

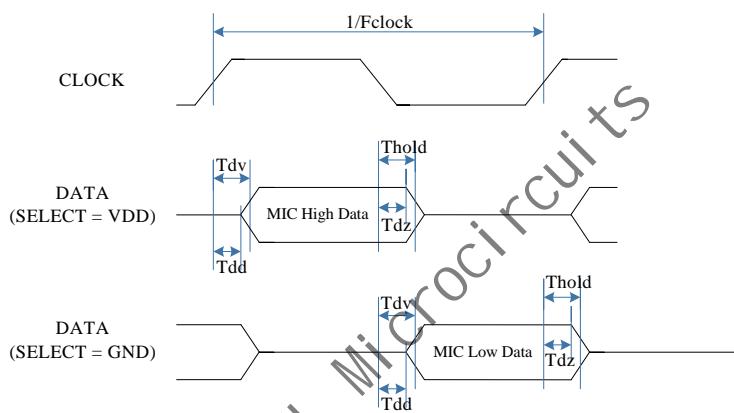


Fig.19 Digital MIC 接口时序信息

Tab.15 Digital MIC interface timing

Timing	Min	Typ	Max	Description
Fclock	0kHz	-	3.072MHz	PDM clock frequency
Tdd	18ns	-	40ns	Delay time to data line driven
Tdv	-	-	100ns	Delay time to valid data
Tdz	3ns	-	16ns	Delay time to High-Z
Thold	3ns	-	-	Hold time

8. 应用设计指南

XS2002 的主要功能接口有：

SPI-slave, SPI-master, I2C-slave, MIC EBIAS, mic bias, IRQ, I2S master, I2S slave, I2C master。其中，SPI-slave 和 I2C-slave 以及 SPI-master 三者选一。I2S master 与 I2S slave 两者选一。

XS2002 的次要功能功能接口有：

支持 UART, Speak Out I2S, Speak Out PWM。其中，Speak Out I2S 和 Speak Out PWM 两者选一。

only for CML Microcircuits

8.1. 外接 SPI NOR Flash , SPI-slave 启动的建议方案

本方案实现了 SPI-slave 固件下载，外接 SPI NOR Flash 调试，MIC EBIAS 指示，模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 外设，PWM 调光，IRQ 中断等功能。

该方案的特点是便于和 AP 主控在初期进行快速的功能开发与调试。

在上电或复位后，XS2002 等待 AP 主控的控制命令。只需向 XS2002 的 SPI-slave 接口发送一个简单的命令字，即可实现由 SPI NOR Flash 中的固件引导 XS2002 进行启动。可以避免在初期进行 XS2002 固件下载相关的开发工作。

XGPIO9_MODE_MST 和 XGPIO1/IRQ/MODE_I2C 需在片外下拉到 GND，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。

该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
SPI slave	SPI_CS _B	SPIS_CS _B	IN	受 AP 主控控制，用作固件下载与调试配置
	SPI_DOUT	SPIS_DOUT	OUT	
	SPI_DIN	SPIS_DIN	IN	
	SPI_CLK	SPIS_CLK	IN	
SPI master	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	SPIM_CS0	OUT	外挂 SPI NOR Flash
	XGPIO10/DMICDIN0	SPIM_DOUT	OUT	
	XGPIO3/MIC_BIAS1	SPIM_DIN	IN	
	XGPIO0/DMICCLK0/DMICDIN1/MIC_BIAS0	SPIM_CLK	OUT	
MIC EBIAS	XGPIO5/MIC_EBIAS	MIC EBIAS	IN	AP 主控通知 XS2002 开启 MIC
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	XS2002 供给时钟，向 AP 主控上传或从 AP 主控下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
I2C master	XGPIO6/DMICDIN3	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	XGPIO4/DMICDIN2	I2CM_SDA	I/O	

8.2. 外接 SPI NOR Flash , I2C-slave 启动的建议方案

本方案实现了 I2C-slave 固件下载，外接 SPI NOR Flash 调试，MIC EBIAS 指示，模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 设备，PWM 调光，串口，IRQ 中断等功能。

该方案的特点是便于和 AP 主控在初期进行快速的功能适配调试。

在上电或复位后，XS2002 等待 AP 主控的控制命令。只需向 XS2002 的 I2C-slave 接口发送一个简单的命令字，即可实现由 SPI NOR Flash 中的固件引导 XS2002 进行启动。可以避免在初期进行 XS2002 固件下载相关的工作。

XGPIO9_MODE_MST 需在片外下拉到 GND，XGPIO1/IRQ/MODE_I2C 需在片外上拉到 VDD，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
I2C slave	SPI_DIN	I2CS_SDA	I/O	受 AP 主控控制，用作固件下载与调试配置
	SPI_CLK	I2CS_SCL	IN	
I2C master	SPI_CSB	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	SPI_DOUT	I2CM_SDA	I/O	
SPI master	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	SPIM_CS0	OUT	外挂 SPI NOR Flash
	XGPIO10/DMICDIN0	SPIM_DOUT	OUT	
	XGPIO3/MIC_BIAS1	SPIM_DIN	IN	
	XGPIO0/DMICCLK0/DMICDIN1/MIC_BIAS0	SPIM_CLK	OUT	
MIC EBIAS	XGPIO5/MIC_EBIAS	MIC EBIAS	IN	AP 主控通知 XS2002 开启 MIC
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	XS2002 供给时钟，上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
I2C master	XGPIO6/DMICDIN3	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	XGPIO4/DMICDIN2	I2CM_SDA	I/O	
UART	XGPIO6/DMICDIN3	TXD	OUT	串口
	XGPIO4/DMICDIN2	RXD	IN	

8.3. 带 Speak Out I2S 语音播报功能，SPI-slave 启动的建议方案

本方案实现了 SPI-slave 固件下载，模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 设备，Speak Out I2S 语音播报，PWM 调光，IRQ 中断等功能。

该方案的特点是可以外接 Audio Codec 芯片播放语音。

在上电或复位后，AP 主控通过 XS2002 的 SPI-slave 接口下载固件，下载完毕后使得 XS2002 开始启动运行。

XGPIO9_MODE_MST 和 XGPIO1/IRQ/MODE_I2C 需在片外下拉到 GND，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。

该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
SPI slave	SPI_DIN	SPIS_DIN	IN	受 AP 主控控制，用作固件下载与调试配置
	SPI_CLK	SPIS_CLK	IN	
	SPI_CSB	SPIS_CSB	IN	
	SPI_DOUT	SPIS_DOUT	OUT	
I2C master	XGPIO6/DMICDIN3	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	XGPIO4/DMICDIN2	I2CM_SDA	I/O	
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	通过该接口播放一段语音
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
Speak Out I2S	XGPIO0/DMICCLK0/DMICDIN1/MIC_BIAS0	SPK_I2S_MCLK	OUT	通过该接口播放一段语音
	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	SPK_I2S_SCLK	OUT	
	XGPIO3/MIC_BIAS1	SPK_I2S_DOUT	OUT	
	XGPIO5/MIC_EBIAS	SPK_I2S_LRCK	OUT	

8.4. 带 Speak Out I2S 语音播报功能，I2C-slave 启动的建议方案

本方案实现了 I2C-slave 固件下载，模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 设备，Speak Out I2S 语音播报，PWM 调光，串口，IRQ 中断等功能。

该方案的特点是可以外接 Audio Codec 芯片播放语音。

在上电或复位后，AP 主控通过 XS2002 的 I2C-slave 接口下载固件，下载完毕后使得 XS2002 开始启动运行。

XGPIO9_MODE_MST 需在片外下拉到 GND，XGPIO1/IRQ/MODE_I2C 需在片外上拉到 VDD，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。

该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
I2C slave	SPI_DIN	I2CS_SDA	I/O	受 AP 主控控制，用作固件下载与调试配置
	SPI_CLK	I2CS_SCL	IN	
I2C master	SPI_CSB	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	SPI_DOUT	I2CM_SDA	I/O	
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	I2SM_MCLK	OUT	XS2002 供给时钟，上传或下载音频数据
	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
UART	XGPIO6/DMICDIN3	TXD	OUT	串口
	XGPIO4/DMICDIN2	RXD	IN	
Speak Out I2S	XGPIO0/DMICCLK0/DMICDIN1/MIC_BIAS0	SPK_I2S_MCLK	OUT	通过该接口播放一段语音
	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	SPK_I2S_SCLK	OUT	
	XGPIO3/MIC_BIAS1	SPK_I2S_DOUT	OUT	
	XGPIO5/MIC_EBIAS	SPK_I2S_LRCK	OUT	

8.5. 带 Speak Out PWM 语音播报功能，SPI-slave 启动的建议方案

本方案实现了 SPI-slave 固件下载，MIC EBIAS 指示，模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 设备，Speak Out I2S 语音播报，PWM 调光，串口，IRQ 中断等功能。

该方案的特点是可以外接 Audio Codec 芯片播放语音。

在上电或复位后，AP 主控通过 XS2002 的 SPI-slave 接口下载固件，下载完毕后使得 XS2002 开始启动运行。

XGPIO9_MODE_MST 和 XGPIO1/IRQ/MODE_I2C 需在片外下拉到 GND，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。

该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
SPI slave	SPI_DIN	SPIS_CSB	IN	受 AP 主控控制，用作固件下载与调试配置
	SPI_CLK	SPIS_DOUT	OUT	
	SPI_CSB	SPIS_DIN	IN	
	SPI_DOUT	SPIS_CLK	IN	
MIC EBIAS	XGPIO5/MIC_EBIAS	MIC EBIAS	IN	AP 主控通知 XS2002 开启 MIC
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	I2SM_MCLK	OUT	XS2002 供给时钟，上传或下载音频数据
	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
I2C master	XGPIO6/DMICDIN3	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	XGPIO4/DMICDIN2	I2CM_SDA	I/O	
Speak Out PWM	XGPIO3/MIC_BIAS1	I2S_DOUT	OUT	通过该接口播放一段语音

8.6. 带 Speak Out PWM 语音播报功能，I2C-slave 启动的建议方案

本方案实现了 I2C-slave 固件下载，MIC EBIAS 指示，模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 设备，Speak Out I2S 语音播报，PWM 调光，串口，IRQ 中断等功能。

该方案的特点是可以外接 Audio Codec 芯片播放语音。

在上电或复位后，AP 主控通过 XS2002 的 I2C-slave 接口下载固件，下载完毕后使得 XS2002 开始启动运行。

XGPIO9_MODE_MST 需在片外下拉到 GND，XGPIO1/IRQ/MODE_I2C 需在片外上拉到 VDD，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。

该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
I2C slave	SPI_DIN	I2CS_SDA	I/O	受 AP 主控控制，用作固件下载与调试配置
	SPI_CLK	I2CS_SCL	IN	
I2C master	SPI_CSB	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	SPI_DOUT	I2CM_SDA	I/O	
MIC EBIAS	XGPIO5/MIC_EBIAS	MIC EBIAS	IN	AP 主控通知 XS2002 开启 MIC
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0		OUT	
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	I2SM_MCLK	OUT	XS2002 供给时钟，上传或下载音频数据
	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
UART	XGPIO6/DMICDIN3	TXD	OUT	串口
	XGPIO4/DMICDIN2	RXD	IN	
Speak Out PWM	XGPIO3/MIC_BIAS1	I2S_DOUT	OUT	通过该接口播放一段语音

8.7. 带 Speak Out I2S , SPI-master 启动的建议方案

本方案实现了模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 设备，Speak Out I2S 语音播报，PWM 调光，串口，IRQ 中断等功能。

XGPIO9_MODE_MST 需在片外上拉到 VDD，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。

该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
SPI master	SPI_CS0	SPIM_CS0	IN	外挂 nor flash
	SPI_DOUT	SPIM_DOUT	OUT	
	SPI_DIN	SPIM_DIN	IN	
	SPI_CLK	SPIM_CLK	IN	
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	XS2002 供给时钟，上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
I2C master	XGPIO6/DMICDIN3	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	XGPIO4/DMICDIN2	I2CM_SDA	I/O	
Speak Out I2S	XGPIO0/DMICCLK0/DMICDIN1/MIC_BIAS0	SPK_I2S_MCLK	OUT	通过该接口播放一段语音
	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	SPK_I2S_SCLK	OUT	
	XGPIO3/MIC_BIAS1	SPK_I2S_DOUT	OUT	
	XGPIO5/MIC_EBIAS	SPK_I2S_LRCK	OUT	

8.8. 带 Speak Out PWM , SPI-master 启动的建议方案

本方案实现了 MIC EBIAS 指示，模拟麦克风偏置电压控制，TDM 数字音频传输，I2C master 控制 I2C 设备，Speak Out I2S 语音播报，PWM 调光，串口，IRQ 中断等功能。

XGPIO9_MODE_MST 需在片外上拉到 VDD，具体信息请查阅[硬件和版图设计指南]。

该方案的管脚建议配置如下：

功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	AMIC0P	IN	模拟麦克风通道 0
	AMIC1P	AMIC1P	IN	模拟麦克风通道 1
	AMIC2P	AMIC2P	IN	模拟麦克风通道 2
	AMIC3P	AMIC3P	IN	模拟麦克风通道 3
SPI master	SPI_CS#	SPIM_CS#	IN	外挂 nor flash
	SPI_DOUT	SPIM_DOUT	OUT	
	SPI_DIN	SPIM_DIN	IN	
	SPI_CLK	SPIM_CLK	IN	
MIC EBIAS	XGPIO5/MIC_EBIAS	MIC EBIAS	IN	AP 主控通知 XS2002 开启 MIC
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	XS2002 供给时钟，上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟，XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
I2C master	XGPIO6/DMICDIN3	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	XGPIO4/DMICDIN2	I2CM_SDA	I/O	
Speak Out PWM	XGPIO3/MIC_BIAS1	I2S_DOUT	OUT	通过该接口播放一段语音

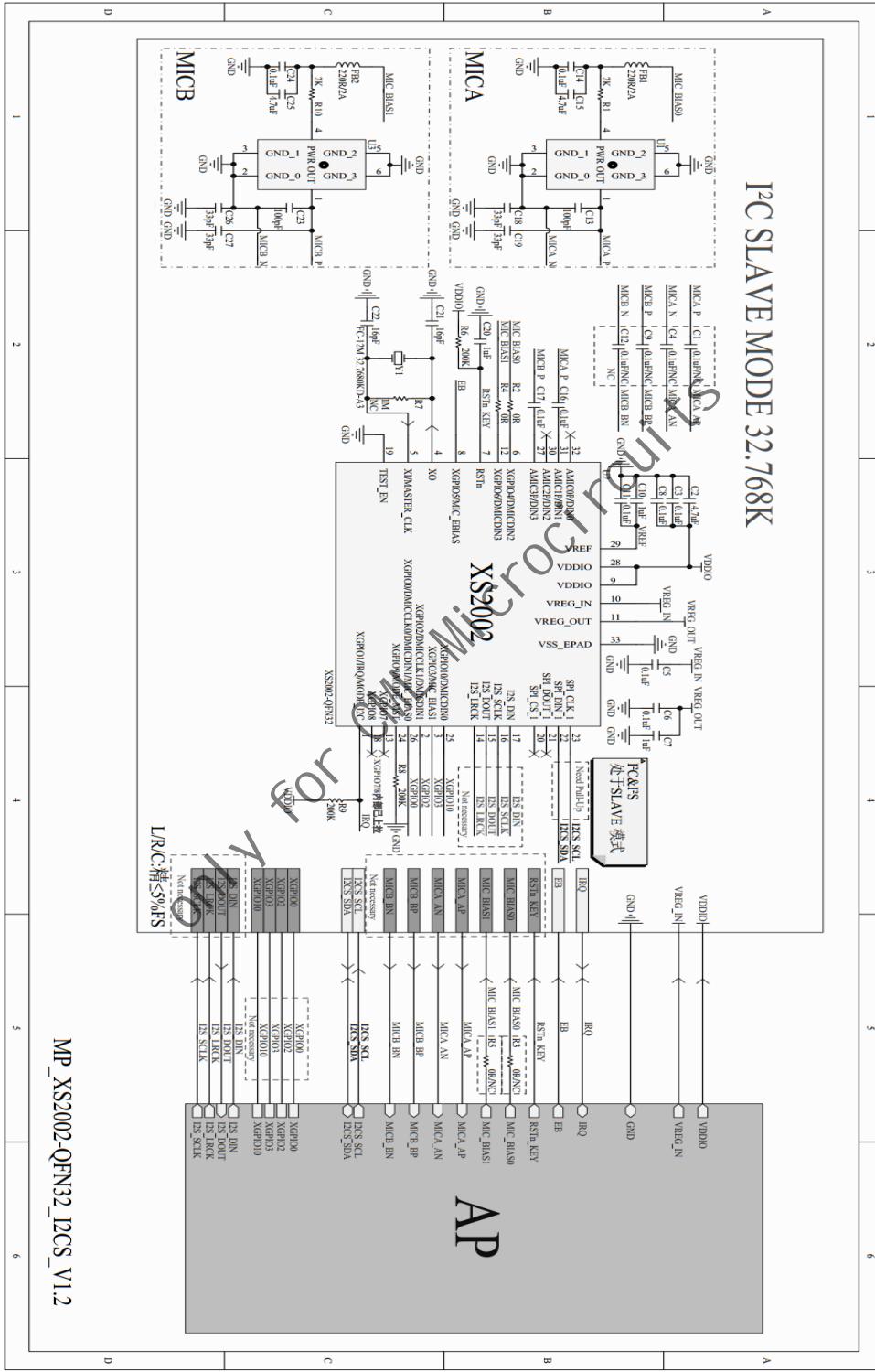
8.9. 数字麦克风应用的建议方案

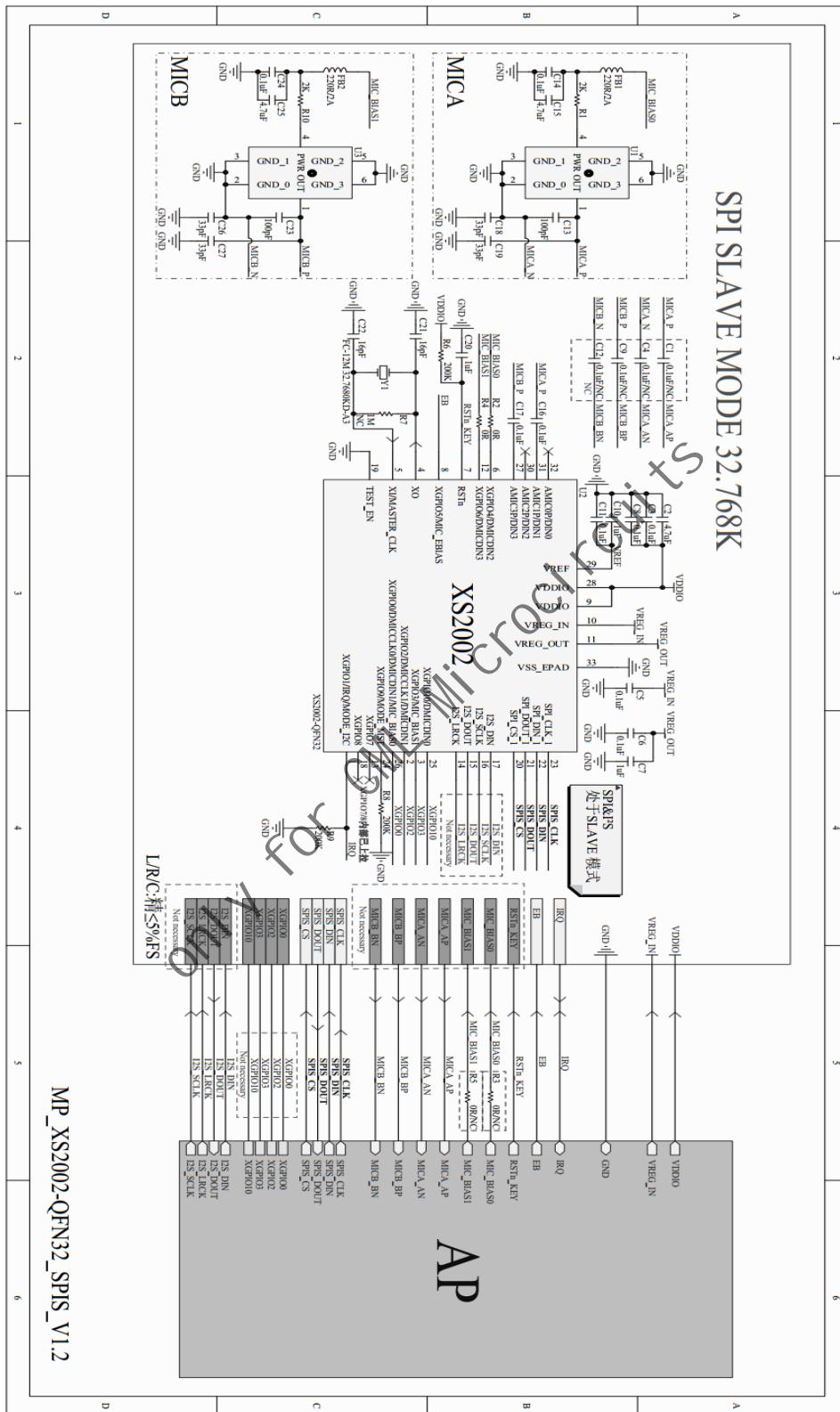
本方案实现了 SPI NOR Flash 引导启动, TDM 数字音频传输, I2C master 控制 I2C 设备, Speak Out I2S 语音播报, PWM 调光, 串口, IRQ 中断等功能。

该方案的管脚建议配置如下:

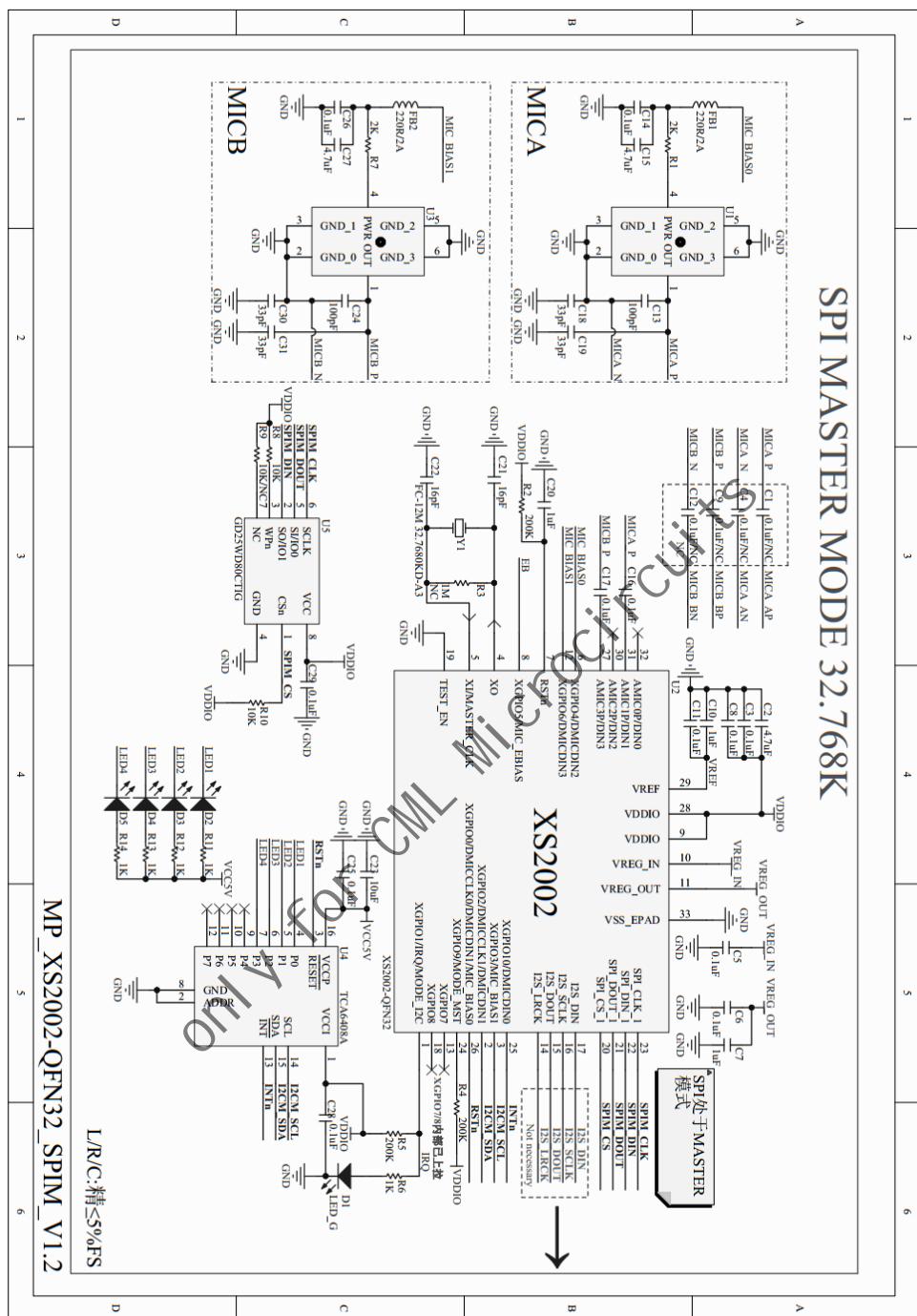
功能接口	管脚	管脚功能	方向	描述
MIC	AMIC0P	DIN0	IN	数字麦克风通道 0
	AMIC1P	DIN1	IN	数字麦克风通道 1
	AMIC2P	DIN2	IN	数字麦克风通道 2
	AMIC3P	DIN3	IN	数字麦克风通道 3
	XGPIO2/DMICCLK1/DMICDIN1	DMIC_CLK	IN	数字麦克风工作时钟
SPI master	SPI_CSB	SPIM_CS0	IN	外挂 nor flash
	SPI_DOUT	SPIM_DOUT	OUT	
	SPI_DIN	SPIM_DIN	IN	
	SPI_CLK	SPIM_CLK	IN	
mic bias	XGPIO9_MODE_MST	mic bias	OUT	模拟麦克风偏置电压开关
	XGPIO10/DMICDIN0			
IRQ	XGPIO1/IRQ/MODE_I2C	IRQ	OUT	XS2002 发送中断信号给 AP 主控
I2S master	I2S_LRCK	I2SM_LRCK	OUT	XS2002 供给时钟, 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SM_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SM_SCLK	OUT	
	I2S_DIN	I2SM_DIN	IN	
I2S slave	I2S_LRCK	I2SS_LRCK	IN	AP 主控供给时钟, XS2002 上传或下载音频数据
	I2S_DOUT	I2SS_DOUT	OUT	
	I2S_SCLK	I2SS_SCLK	IN	
	I2S_DIN	I2SS_DIN	IN	
I2C master	XGPIO6/DMICDIN3	I2CM_SCL	OUT	可用来控制其他 I2C 设备
	XGPIO4/DMICDIN2	I2CM_SDA	I/O	
Speak Out PWM	XGPIO3/MIC_BIAS1	I2S_DOUT	OUT	通过该接口播放一段语音

9. 硬件和版图设计指南



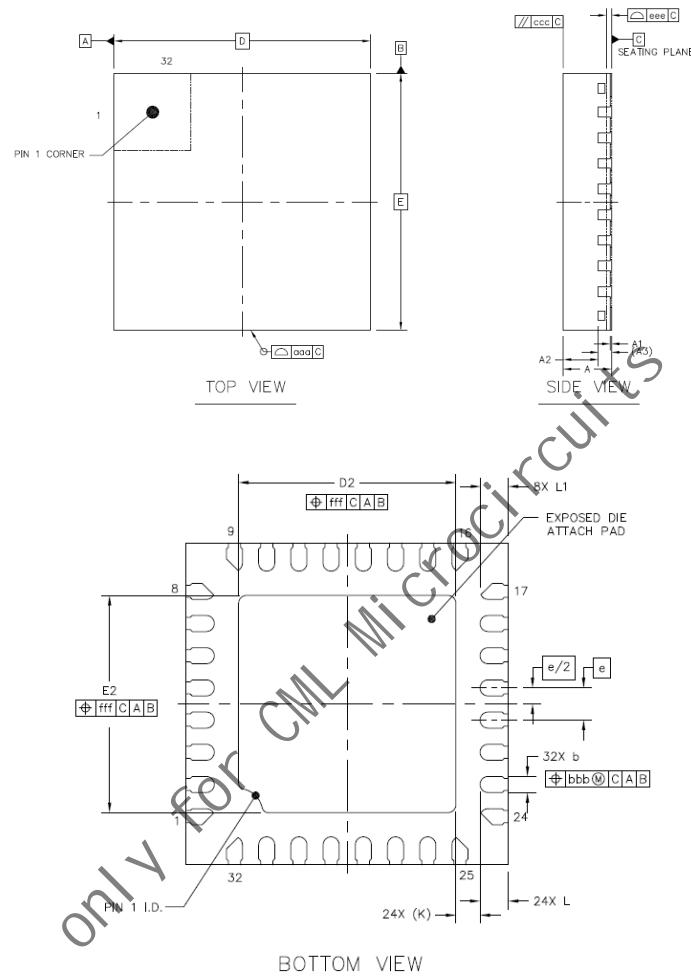


MP_XS2002-QFN32_SPI_V1.2



10. 封装，包装和机械信息

10.1. QFN32 封装信息



		SYMBOL	MIN	NOM	MAX
TOTAL THICKNESS		A	0.7	0.75	0.8
STAND OFF		A1	0	0.02	0.05
MOLD THICKNESS		A2	---	0.55	---
L/F THICKNESS		A3		0.203 REF	
LEAD WIDTH		b	0.15	0.2	0.25
BODY SIZE	X	D		4 BSC	
	Y	E		4 BSC	
LEAD PITCH		e		0.4 BSC	
EP SIZE	X	D2	2.6	2.7	2.8
	Y	E2	2.6	2.7	2.8
LEAD LENGTH		L	0.25	0.35	0.45
		L1	0.24	0.34	0.44
LEAD TIP TO EXPOSED PAD EDGE		K		0.3 REF	
PACKAGE EDGE TOLERANCE		aaa		0.1	
MOLD FLATNESS		ccc		0.1	
COPLANARITY		eee		0.08	
LEAD OFFSET		bbb		0.07	
EXPOSED PAD OFFSET		fff		0.1	

10.2. 包装信息

芯片编号	数目	包装信息
XS2002	5000 颗/卷盘	QFN32(4x4x0.75), 绿色包装 (Tape&Reel)