

32 位 MCU
ES32W3120

数 据 手 册

- 产品简介
- 数据手册
- 产品规格

上海东软载波微电子有限公司

2021-5-6

基于ARM Cortex-M3 的ES32W3120 系列MCU

蓝牙5.0

- 2.4G RF收发器，符合Bluetooth低功耗(BLE)5.0规范
- 支持单端RF端口
- 发送模式(0dBm)峰值电流7.0mA
- 接收模式峰值电流7.1mA
- -25dBm ~+4.5dBm的可编程输出功率
- 接收器灵敏度-94dBm (1Mbps)

内核

- ARM 32位Cortex-M3 CPU
 - 最高频率可达 48MHz
 - 带有存储保护单元(MPU)

存储

- 512K Byte FLASH存储器
- 64K Byte SRAM数据存储器
- QSPI扩展外部FLASH

电源、复位

- 工作电压范围: 1.8V≤VDD≤3.6V
- 支持片上 DC/DC和内部LDO
- POR, BOR (支持8个阈值选择), LVD (支持16个阈值选择)

时钟

- 外部高速晶体振荡器: 1 ~24MHz
- 内部高速RC振荡器:
 - 高速模式: 24 MHz 输出
 - 低功耗模式: 2 MHz 输出
- 外部低速晶体振荡器: 32.768KHz
- 内部低速RC振荡器: 128KHz
- 内部超低速RC振荡器: 32.768KHz
- PLL支持最高96MHz时钟输出

低功耗模式

- 支持以下低功耗模式
 - SLEEP
 - STOP1
 - STOP2
 - STANDBY

系统外设

- 调试: SWD串口调试协议
- 调试配置控制模块 (DBGCC)
- DMA: 支持12个多路复用通道

- PIS: 支持16个互联通道
- 看门狗定时器: IWDG和WWDG
- 系统节拍定时器

接口资源

- 通用IO: 最多32个通用IO

安全及运算加速单元

- CRC
- AES、DES/TDES、SM4加密
- 椭圆加密
- 真随机数发生器
- 运算加速器
- HASH硬件加速器

模拟

- 1路12位ADC: 支持7个外部输入模拟通道
- 1路温度传感器
- 8通道输入触控按键TouchKey

定时器

- 2路高级定时器: 16位定时器, 支持4路独立的输入捕捉和输出比较通道, 支持3路死区可编程PWM互补输出通道, 支持刹车功能
- 2路通用定时器: 16位定时器, 支持4路独立的输入捕捉和输出比较通道
- 2路基本定时器
- 1路低功耗定时器
- RTC: 支持日历、闹钟等功能

通信接口

- 2路I2C接口: 支持多主模式和总线仲裁, 支持8级深度FIFO, 最高支持1MHz通信
- 2路SPI接口: 支持16级深度FIFO
- 3路UART: 支持16级深度FIFO, 可支持ISO/IEC7816-3

音频

- 1路ADPCM: 支持独立4通道IMA-ADPCM解压缩算法。
- 1路PDMP3: 支持双通道输入输出

其它功能

- 1路正交译码器QDEC
- 1路键盘扫描器Keyboard Scanner

产品系列代码	产品代码
ES32W3120	ES32W3120NQ
	ES32W3120NK

目 录

内容目录

基于 ARM Cortex-M3 的 ES32W3120 系列 MCU.....	2
第 1 章 简介	8
第 2 章 概述	9
2.1 器件资源	9
2.2 器件资源概述	12
2.2.1 ES32W3120 系列 MCU 内核	12
2.2.1.1 ARM Cortex-M3 core	12
2.2.1.2 NVIC	12
2.2.1.3 系统节拍定时器	12
2.2.1.4 调试	12
2.2.2 存储	12
2.2.2.1 FLASH	12
2.2.2.2 SRAM	12
2.2.2.3 QSPI	12
2.2.3 系统管理	12
2.2.3.1 电源	12
2.2.3.2 电源监视	13
2.2.3.3 DC/DC 转换器	13
2.2.3.4 低功耗模式	13
2.2.3.5 时钟管理	13
2.2.3.6 DMA	14
2.2.3.7 外设互联 (PIS)	14
2.2.3.8 看门狗定时器	14
2.2.4 外部接口	14
2.2.4.1 通用 IO	14
2.2.5 安全管理及运算加速	14
2.2.5.1 循环冗余校验 (CRC)	14
2.2.5.2 加密处理 (CRYPT)	14
2.2.5.3 真随机数发生器 (TRNG)	15
2.2.5.4 运算加速器 (CALC)	15
2.2.5.5 椭圆曲线密码单元 (ECC)	15
2.2.5.6 HASH 硬件加速模块	15
2.2.6 模拟	15
2.2.6.1 模数转换 (ADC)	15
2.2.6.2 温度传感器 (TEMP)	15
2.2.6.3 触控按键 TK	15
2.2.7 定时器	16
2.2.7.1 高级定时器 (TIM2, 3)	16
2.2.7.2 通用定时器 (TIM0, 1)	16
2.2.7.3 基本定时器 (TIM4, 5)	17
2.2.7.4 低功耗定时器 (LPTIM0)	17

2.2.7.5	RTC 及备份域.....	17
2.2.8	通信.....	17
2.2.8.1	I2C.....	17
2.2.8.2	SPI.....	17
2.2.8.3	UART.....	17
2.2.9	音频.....	17
2.2.9.1	ADPCM.....	17
2.2.9.2	PDM2PCM.....	17
2.2.10	其它功能.....	18
2.2.10.1	QDEC.....	18
2.2.10.2	Keyboard Scanner.....	18
第 3 章	管脚说明.....	19
3.1	管脚图.....	19
3.1.1	QFN48.....	19
3.1.2	QFN32.....	20
3.2	管脚功能定义.....	21
3.2.1	PIN MUX.....	21
3.2.2	PIN 管脚描述.....	25
3.2.2.1	QFN48 封装管脚功能描述.....	25
3.2.2.2	QFN32 封装管脚功能描述.....	27
第 4 章	存储器映射图.....	29
第 5 章	电气特性.....	30
5.1	参数说明.....	30
5.1.1	最小值和最大值.....	30
5.1.2	典型值.....	30
5.1.3	典型曲线.....	30
5.1.4	负载电容.....	30
5.1.5	端口输入电压.....	30
5.1.6	芯片电源.....	31
5.1.7	电流测量.....	31
5.2	芯片极限参数.....	32
5.3	运行条件.....	33
5.3.1	通常运行条件.....	33
5.3.2	芯片在上电和掉电时的参数条件.....	33
5.3.3	复位和电源管理模块电气参数.....	34
5.3.4	电流特性.....	36
5.3.5	外部时钟源电气参数.....	40
5.3.6	内部时钟源电气参数.....	45
5.3.7	PLL 锁相环电气参数.....	46
5.3.8	存储电气参数.....	46
5.3.9	电磁兼容性.....	47
5.3.10	电气最大额定值.....	48
5.3.10.1	静电释放.....	48
5.3.10.2	静态闩锁.....	48

5.3.11	IO 端口电气特性.....	49
5.3.11.1	芯片输入端口特性表	49
5.3.11.2	芯片输出端口特性表	49
5.3.11.3	芯片端口特性图.....	50
5.3.12	MRST 电气特性	59
5.3.13	模数转换器特性参数	60
5.3.14	温度传感器特性参数	62
5.3.15	定时器特性参数.....	62
5.3.16	通信特性参数	62
5.3.16.1	I2C 特性参数.....	62
5.3.16.2	SPI 特性参数	64
5.3.17	BLE 电气参数.....	65
5.3.17.1	125-kbps Coded (Bluetooth 5)	65
5.3.17.2	500-kbps Coded (Bluetooth 5)	65
5.3.17.3	1-Mbps GFSK (Bluetooth 5).....	65
5.3.17.4	2-Mbps GFSK (Bluetooth 5).....	66
5.3.18	低功耗模式转换特性参数	68
第 6 章	封装信息.....	69
6.1	QFN48 封装尺寸图.....	69
6.2	QFN32 封装尺寸图.....	70
第 7 章	产品信息.....	71
第 8 章	修订历史.....	72

图目录

图 2-1 ES32W3120 系列系统框图.....	10
图 2-2 时钟树	11
图 3-1 ES32W3120 QFN48 顶视图.....	19
图 3-2 ES32W3120 QFN32 顶视图.....	20
图 4-1 存储器映射.....	29
图 5-1 端口负载电容	30
图 5-2 端口输入电压测量.....	30
图 5-3 芯片电源	31
图 5-4 电流测量	31
图 5-5 外部输入高速时钟的 AC 特性.....	42
图 5-6 外部输入低速时钟的 AC 特性.....	42
图 5-7 外部高速振荡器连接图	43
图 5-8 外部低速振荡器连接图	44
图 5-9 MRST 应用电路 1	59
图 5-10 ADC 精度特性参数图.....	61

表目录

表 2-1 器件资源列表	10
表 2-2 定时器功能	16
表 3-1 ES32W3120 系列 MCU 的 PINMUX	24
表 5-1 电压特性参数	32
表 5-2 电流特性参数	32
表 5-3 温度电气参数	32
表 5-4 芯片通常运行条件	33
表 5-5 芯片在上电和掉电时的参数条件	33
表 5-6 复位和电源管理模块电气参数	35
表 5-7 模块在典型应用场合下的电流特性	39
表 5-8 IO 端口的 AC 特性	58
表 5-9 MRST 电气特性	59
表 5-10 模数转换器特性	60
表 5-11 ADC 精度特性 1	60
表 5-12 温度传感器特性	62
表 5-13 定时器特性参数	62
表 5-14 I2C 特性参数	63
表 5-15 SPI 特性参数	65
表 5-16 低功耗模式唤醒特性	68

第1章 简介

该数据手册为 ES32W3120 MCU 提供订单信息以及器件物理特性。阅读数据手册时请配合用户手册（ES32W3120 用户手册）一起使用。

关于 Cortex-M3 可参考《Cortex-M3 技术参考手册》，可从 ARM 官网（<http://infocenter.arm.com>）获得。

第2章 概述

ES32W3120 系列是一款符合 Bluetooth 低功耗 5.0 规范的无线微控制器(MCU)，主要适用于 Bluetooth5.0 低功耗应用。ES32W3120 系列 MCU 支持 512KB FLASH 和 64KB SRAM，支持多达 32 个 IO，支持 1 路 12 Bit ADC，支持 1 路 RTC。带丰富的定时器资源，2 路高级定时器(AD16C4T)，2 路 16 位通用定时器(GP16C4T)，2 路基本定时器(BS16T)和 1 路低功耗定时器(LP16T)。支持丰富的通信资源，包括 2 路 I2C，2 路 SPI/I2S，3 路 UART，1 路正交译码器 QDEC，1 路键盘扫描器 Keyboard Scanner。支持 1 路独立 4 通道的 ADPCM 以及 1 路 PDMPCM 音频处理器。

ES32W3120 系列 MCU 支持最高 48MHz 系统时钟频率。工作温度范围-40℃~105℃。

主要用于遥控器、智能家居、智能电网、智能锁、语音交互、人机接口设配、联网传感器、无线鼠标等。

2.1 器件资源

		ES32W3120NQ	ES32W3120NK
Flash 存储 (Kbytes)		512	512
SRAM (Kbytes)		64	64
QSPI		支持	支持
通用 IO		32	19
12-bit ADC		1	1
TK 触控按键		1	不支持
安全及运算 加速单元	CRC	1	1
	AES、DES、SM4	1	1
	椭圆加密	1	1
	真随机数发生器	1	1
	运算加速器	1	1
	HASH 硬件加速	1	1
定时器	高级	2	2
	通用	2	2
	基本	2	2
	低功耗	1	1
通信	I2C	2	1
	SPI	2	1
	USART	0	0
	UART	3	2
	QDEC	1	1
	Keyboard scan	1	1
	BLE5.0	1	1
音频	ADPCM	1	1
	PDMPCM	1	0
CPU 运行频率		48MHz	48MHz
工作电压范围		1.8V~3.6V	1.8V~3.6V
工作环境温度		-40℃~105℃	-40℃~105℃

	ES32W3120NQ	ES32W3120NK
封装	QFN48	QFN32

表 2-1 器件资源列表

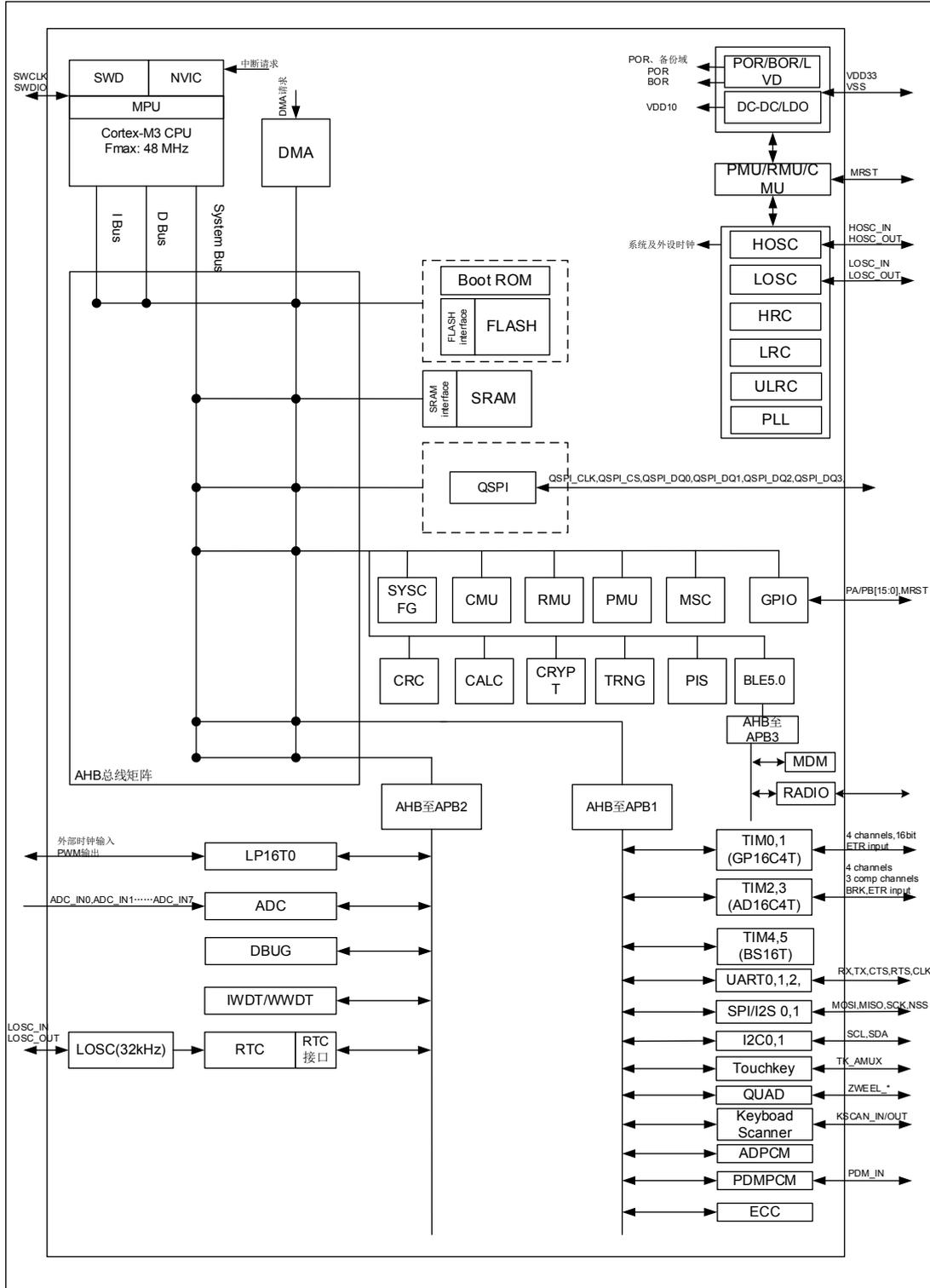


图 2-1 ES32W3120 系列系统框图

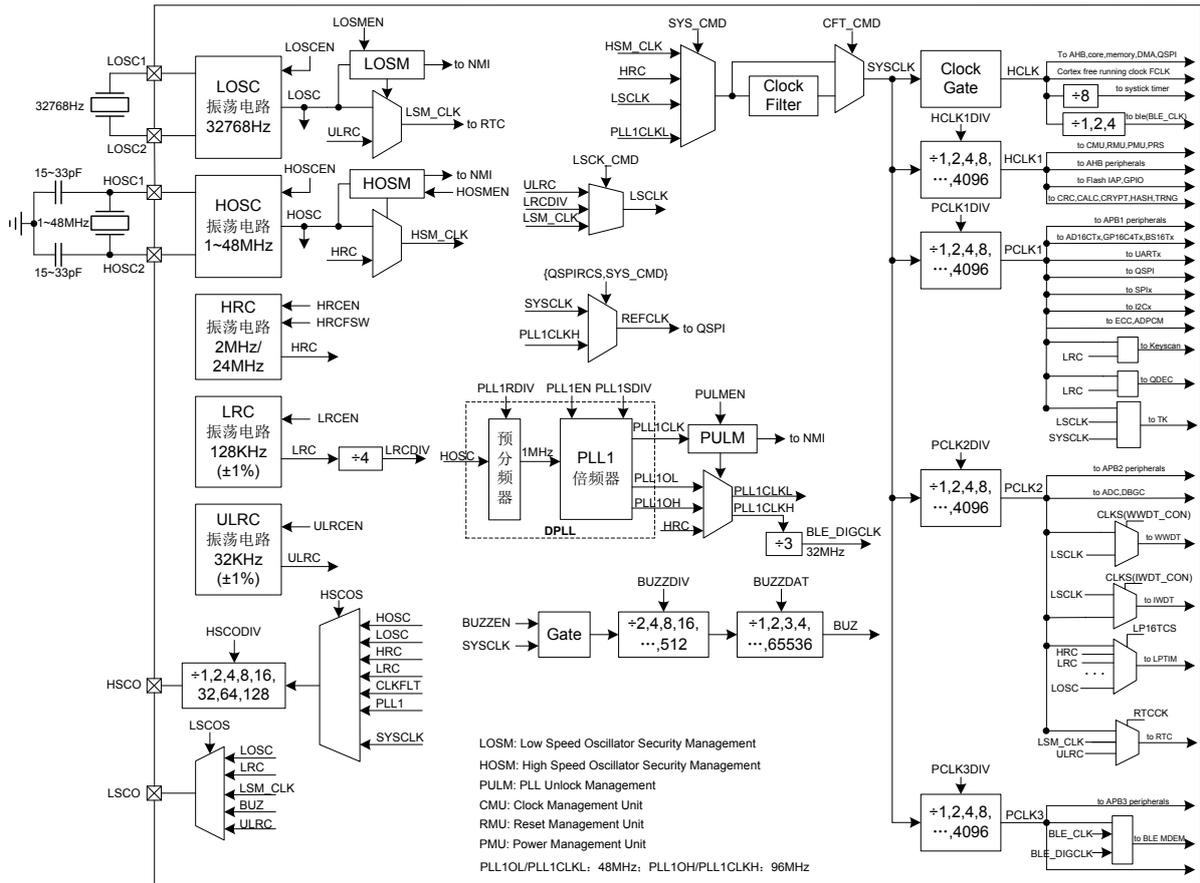


图 2-2 时钟树

2.2 器件资源概述

2.2.1 ES32W3120 系列MCU内核

2.2.1.1 ARM Cortex-M3 core

ARM Cortex-M3 提供了高性能，低功耗，低成本的平台来满足 MCU 的实现要求。具备出色的计算性能，并能够快速响应中断。

2.2.1.2 NVIC

ES32W3120 系列 MCU 的嵌套向量中断控制器可支持 16 个优先级设定。并具备以下特性：

- ◇ NVIC 与内核紧密配合支持快速中断响应时间
- ◇ 中断向量表直接传递至内核
- ◇ 支持中断嵌套，咬尾和迟来

2.2.1.3 系统节拍定时器

SysTick 定时器被捆绑在 NVIC 中，用于产生 SysTick 中断（向量号：15）

2.2.1.4 调试

支持标准 SWD 协议的调试接口。

调试通信口为 SWDIO 和 SWCLK。SWCLK 默认为下拉，SWDIO 默认为上拉。

2.2.2 存储

2.2.2.1 FLASH

512Kbyte FLASH 存储空间用于存放程序和数据。

2.2.2.2 SRAM

64 Kbyte SRAM，支持单 CPU 周期访问。

2.2.2.3 QSPI

可扩展外部 QSPI FLASH。

2.2.3 系统管理

2.2.3.1 电源

VDD33: 1.8V~3.6V 电源，通过 VDD33 管脚为所有 IO、内部 DC-DC 以及内部 LDO 供电。

AVDD: 为模拟模块提供电源

更多细节请参考电源结构图

2.2.3.2 电源监视

- ◇ 上电复位：当 VDD33 低于 VPOR/VPDR 时，器件处于复位状态。
- ◇ 欠压复位：上电期间，欠压复位（BOR）将使器件保持复位状态，直到电源电压达到 1.6V。芯片默认 BOR 为开启状态，复位完成后，可通过软件选择 BOR 复位电压阈值 VBOR，或可将 BOR 禁止。芯片支持 8 个 VBOR 阈值选择。当电源电压（VDD）降至所选 VBOR 阈值以下时，将使器件复位。
- ◇ 低电压监测：LVD 可用于监视 VDD 电源，通过设置 LV DEN 使能 LVD，将 VDD 电压和 LVDS 所选择的电压阈值（VPVD）进行比较，并且支持产生 LVD 中断。

2.2.3.3 DC/DC转换器

芯片采用降压型 DC/DC 转换，将降低电源电压 VDD33 的电压值到 1.4V，内部 LDO 使用降压后的电压 VDD14 给系统供电，包括芯片内部的所有 LDO。DC/DC 转换器需要外部 LC 滤波，以及相应的控制使能信号。对于大负载的应用，使用 DC/DC 转换器可以降低系统的功耗，在负载较小的应用中不建议采用 DC/DC 转换的工作模式，避免功耗的浪费。其中 DC/DC 转换器的效率在 85%以上。

2.2.3.4 低功耗模式

ES32W3120 系列 MCU 支持 4 种低功耗模式来实现低功耗，快速唤醒时间以及可支持唤醒源的组合选择。

◇ SLEEP 模式：

在 SLEEP 模式下，CPU 时钟被关闭。所有外设可以继续工作并通过中断或事件唤醒 CPU。

◇ STOP1 模式：

在 STOP1 模式下，CPU 和大部分外设时钟被关闭，所有高速时钟源被禁止，仅低速时钟源可使能，可通过低速外设中断或外部管脚中断唤醒 CPU。

◇ STOP2 模式

在 STOP2 模式下，CPU 和大部分外设时钟被关闭处于掉电状态或保持状态。只有一些低功耗外设还能继续工作，并通过中断唤醒芯片，大部分主电源域逻辑处于掉电状态，部分 SRAM 数据保持。

◇ STANDBY 模式

STANDBY 模式消费最少的功耗。主电源域稳压器被关闭，内核大部分逻辑掉电。备份域 ULRC、LOSC，RTC 等可工作。备份 RAM 继续保存数据。

2.2.3.5 时钟管理

- ◇ 1~48MHz 外部高速晶体振荡器（HOSC）
- ◇ 24MHz 或 2MHz 内部高速 RC 振荡器（HRC）
- ◇ 32768Hz 外部低速晶体振荡器（LOSC）
- ◇ 128KHz 内部低速振 RC 荡器（LRC）
- ◇ 32768Hz 内部超低速 RC 振荡器（ULRC）
- ◇ 内部锁相环倍频时钟（PLL）

2.2.3.6 DMA

DMA 控制器包含 12 个通道，每个 DMA 通道对应一个 DMA 多路复用器，每个多路复用器包含了微控制器所有的 DMA 申请源。DMA 控制器可支持存储到存储，存储到外设以及外设到存储之间的数据传输。

2.2.3.7 外设互联 (PIS)

PIS(Peripheral Interaction System)在微控制器中作为外设互联的桥接口使用，利用 PIS 可实现外设之间的相互触发，控制及自动化工作，提高系统的实时性和快速响应能力，可避免占用过多的 CPU 资源并简化软件工作，为各种应用提供便捷。

2.2.3.8 看门狗定时器

◇ 独立看门狗定时器

独立看门狗 IWDG，当硬件使能时，时钟强制为独立的 32KHz LRC 时钟，可用于检测软件和硬件异常，如主时钟停振，程序跑飞不再喂狗等。

◇ 窗口看门狗定时器

窗口看门狗 WWDG，对于过早或过晚喂狗都将产生 WWDG 复位，可用于检测软件没有喂狗或在禁止喂狗区内喂狗行为，防止程序跑至不可控状态。

2.2.4 外部接口

2.2.4.1 通用IO

每个通用 GPIO 端口包含 16 个独立的引脚。这些引脚可单独配置为输入或输出。每个引脚可额外地可配置为开漏输出或带滤波输入模式，配置为输出时可选择每个引脚的驱动强度。大部分 IO 与模拟功能及其他数字外设功能复用。每个 IO 分别支持中断，映射到 16 个中断向量中。

2.2.5 安全管理及运算加速

2.2.5.1 循环冗余校验 (CRC)

循环冗余校验 (CRC) 发生器可以执行带可编程多项式设定的 CRC 计算。

支持四个常用的多项式：CRC-CCITT，CRC-8，CRC-16 和 CRC-32

◇ CRC-CCITT: $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$

◇ CRC-8: $X^8 + X^2 + X + 1$

◇ CRC-16: $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$

◇ CRC-32: $X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$

2.2.5.2 加密处理 (CRYPT)

硬件加密模块主要用于由硬件对数据进行加密或解密操作，支持的标准有 AES、DES、SM4。

2.2.5.3 真随机数发生器 (TRNG)

真随机数发生器 (TRNG) 可生产 1 位串行真随机数或 8/16/32 位并行真随机数。

2.2.5.4 运算加速器 (CALC)

运算加速器 (CALC) 可以执行平方根的运算加速。

2.2.5.5 椭圆曲线密码单元 (ECC)

ECC 算法模块是一款高性能、低成本的椭圆曲线密码算法硬件加速模块，支持素数域 P256 的椭圆曲线，可实现 ECDSA (NIST)、ECDH (NIST)、SM2 (签名、加解密、密钥交换) 等多种算法。

2.2.5.6 HASH硬件加速模块

HASH 杂凑算法运算单元通过硬件实现 SHA256、SM3 算法标准。

SHA256 是国际通用的杂凑算法标准，符合 FIPS180-2 标准。

SM3 算法是国密局认证的商用密码杂凑算法，适用于商用密码应用中的数字签名和验证、消息认证码的生成与验证以及随机数的生成，可满足多种密码应用的安全需求。

SM3 杂凑算法定义为对长度为 $l(l < 264)$ 比特的消息 m ，经过填充和迭代压缩，生成杂凑值，杂凑值长度为 256 比特。

SM3 硬件算法引擎 (SM3 Engine) 特别用于 SM3 算法中的压缩算法实现。

2.2.6 模拟

2.2.6.1 模数转换 (ADC)

ADC 模块是 12 位精度的逐次逼近型模数转换器。它具有 10 个复用通道，可测量来自 7 个外部信号、两个内部信号 (BT50 模拟前端 VTUNE 电压、温度传感器) 和 VDET 电源电压检测信号。这些通道的 A/D 转换可在单次、连续、扫描或不连续 采样模式下进行。ADC 的结果存储在一个左对齐或右对齐的 16 位数据寄存器中。

ADC 模块具有模拟看门狗特性，允许应用检测输入电压是否超过了用户自定义的阈值上限或下限。

ADC 支持 DMA 功能。

2.2.6.2 温度传感器 (TEMP)

温度传感器可生成与温度成线性变化的电压 (范围为 V_{min} to V_{max})。温度传感器在芯片内部与 ADC 通道 8 (ADC_IN8) 复用，可将温度传感器电压转换成数字量输出。

2.2.6.3 触控按键 TK

支持最多 8 个触摸按键，一路按键补偿通道；支持 4 种工作频率可配置；支持可选基准电压；支持触摸按键扫描中断；支持 1 个模拟比较器 ACP，负端参考电压可选

2.2.7 定时器

ES32W3120 系列 MCU 包含了 2 个高级定时器，2 个通用定时器和 2 个基本定时器。功能比较如下表所示：

	定时器计数位宽	计数类型	预分频系数	DMA 请求	输入捕捉、输出比较通道	互补输出
高级定时器(TIM2, TIM3)	16 位	向上 向下 上下	1到 65536	支持	4	支持
通用定时器(TIM0, TIM1)	16 位	向上 向下 上下	1到 65536	支持	4	不支持
基本定时器(TIM4, TIM5)	16 位	向上	1到 65536	支持	0	不支持
低功耗定时器(LPTIM0)	16 位	向上	8种分频系数 (1,2,4,8,16,32,64,128)	不支持	0	不支持

表 2-2 定时器功能

2.2.7.1 高级定时器 (TIM2, 3)

高级定时器可被视为复用在 6 个通道上的 3 相 PWM。PWM 互补输出的死区时间可配。另外高级定时器兼具通用定时器的所有功能。

在调试模式下，高级定时器可被冻结，并禁止 PWM 输出。

高级定时器可与其他定时器连接，一起配合使用，以达到同步或事件串联的目的。

2.2.7.2 通用定时器 (TIM0,1)

ES32W3120 系列 MCU 带 2 个通用定时器，每个定时器包含 4 个独立通道，具备以下功能：

- ◇ 输入捕捉
- ◇ 输出比较
- ◇ PWM 生成（边缘或中间对齐模式）
- ◇ 单脉冲输出

通用定时器可与高级定时器连接，一起配合使用，以达到同步或事件串联的目的。

在调试模式下，高级定时器可被冻结。

2.2.7.3 基本定时器(TIM4,5)

用于 16 位时基计数器或者产生事件触发其他外设工作。

2.2.7.4 低功耗定时器 (LPTIM0)

在低功耗模式 (SLEEP, STOP1) 下, 通过配置合适的时钟源, 可满足低功耗的基本应用, 如 16 位计数, 以及 PWM 输出, 脉冲输出等。

2.2.7.5 RTC及备份域

RTC 及备份域通过开关从 VDD33 获取电源。备份域 SRAM 空间为 128Byte。

系统复位 (除备份域上电复位外) 不会对 RTC 及备份域的内容或寄存器产生影响。

RTC 采用外部 32.768KHz 晶体振荡器时钟源或内部 ULRC、LRC/4 时钟源。并支持产生定时中断, 闹钟中断等。

2.2.8 通信

2.2.8.1 I2C

支持 2 个 I2C 通道 (I2C0, I2C1)。I2C (内部集成电路) 总线接口用作微控制器和 I2C 串行总线之间的接口。它提供多主模式功能, 可以控制所有 I2C 总线特定的序列、协议、仲裁和时序。它支持标准和快速模式。它还与 SMBus 2.0 兼容。它可以用于多种用途, 包括 CRC 生成和验证、SMBus (系统管理总线) 以及 PMBus (电源管理总线)。另外 I2C 通信时可利用 DMA 功能来减轻 CPU 的工作量。

2.2.8.2 SPI

支持 2 个 SPI 接口 (SPI0, 1, 2)。串行外设接口 (SPI) 可与外部器件进行半双工/全双工的同步串行通信。该接口可配置为主模式, 在这种情况下, 它可为外部从器件提供通信时钟 (SCK)。该接口还能够多主模式配置下工作。它可用于多种用途, 包括基于双线的单工同步传输, 其中一条可作为双向数据线, 或使用 CRC 校验实现可靠通信。SPI 支持 DMA 对所发送和接收数据进行传输。

2.2.8.3 UART

支持 3 个 UART 接口 (UART0, 1, 2)。通用异步收发控制器 (UART) 支持与外部设备进行全双工数据通信和半双工单线通信。UART 支持波特率自动测量功能。并且提供了 16 级深度 FIFO 可提高发送或接收的效率, 减少打断 CPU 的次数。UART 还支持支持多点通信 (RS-485), LIN (局域互连网络)、红外通信协议 (IrDA SIR), 以及硬件自动流控制 (CTS/RTS)。

2.2.9 音频

2.2.9.1 ADPCM

支持独立 4 通道 IMA-ADPCM 解压缩算法。

2.2.9.2 PDM2PCM

PDM2PCM 转换器主要将高采样率、单比特脉冲密度调制 (PDM) 数字音频信号转换为低采样率、16 比特精度的脉冲编码调制 (PCM) 数字音频信号。支持双声道输入输出,

8 级深度的 FIFO 以及 DMA 操作等。

2.2.10 其它功能

2.2.10.1 QDEC

正交译码器支持自动解析由光机械鼠标生成的两路正交信号。支持在将正交信号解析为位移偏移量 8bit DeltaZ；支持多种模式：机械鼠标 rambol 鼠标（单路正交信号）光电鼠标（正向正交信号）光电鼠标（反向正交信号）；支持多种正交信号采样模式：双沿 上升沿 下降沿；支持通过 GPIO 控制外部 LED/光感应器件。

2.2.10.2 Keyboard Scanner

Keyboard_Scanner 在没有主机控制的情况下，可以自动检测按键事件，并且存储在缓存中。最大支持按顺序扫描 8 行 20 列共 160 个按键；支持 16 个 byte 的按键 index 缓存；支持 ghost 功能，最大支持 2 键锁定（N-key roll-over）；支持硬件防弹跳和噪声以及毛刺过滤；

第3章 管脚说明

3.1 管脚图

3.1.1 QFN48

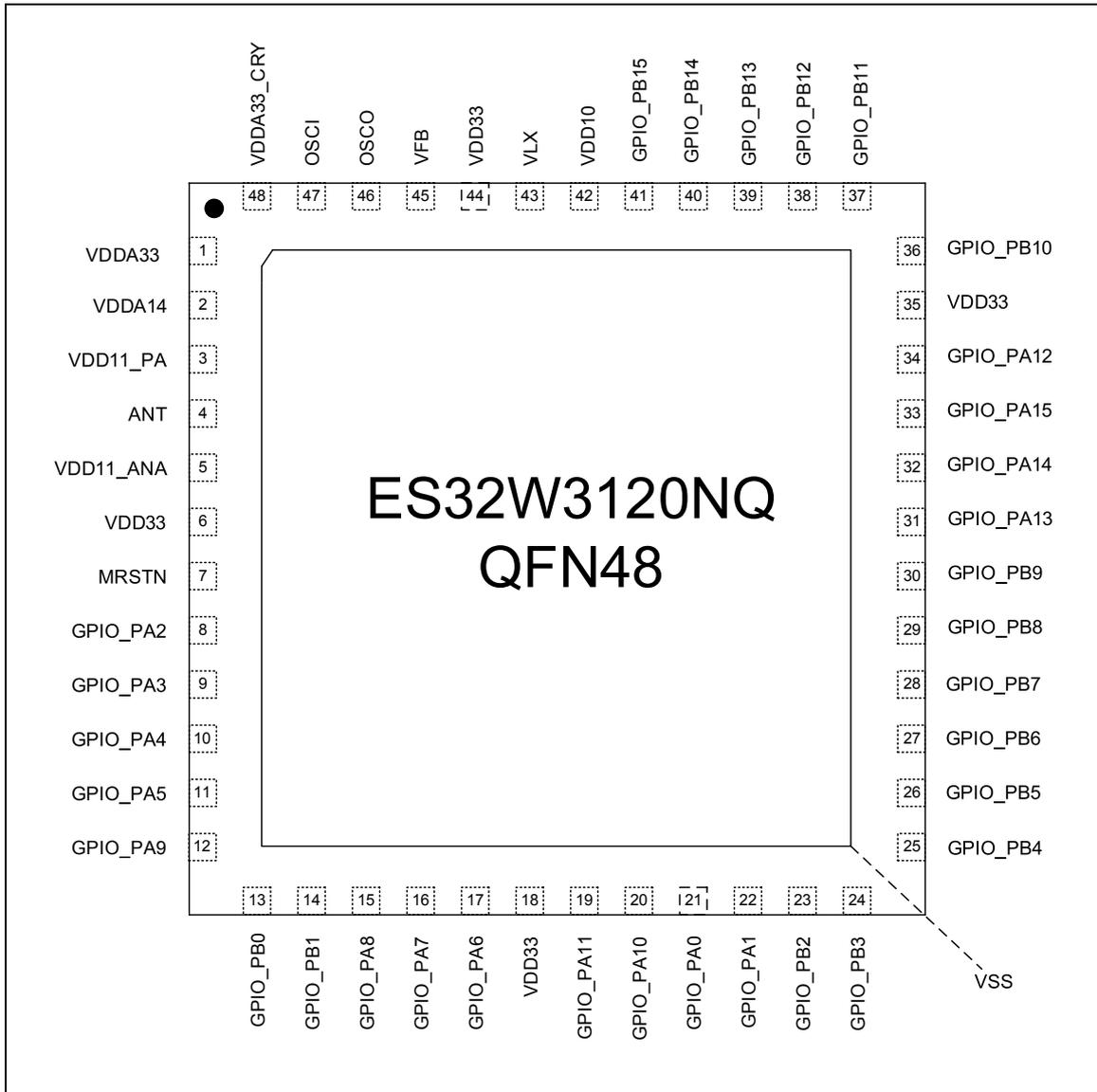


图 3-1 ES32W3120 QFN48 顶视图

3.1.2 QFN32

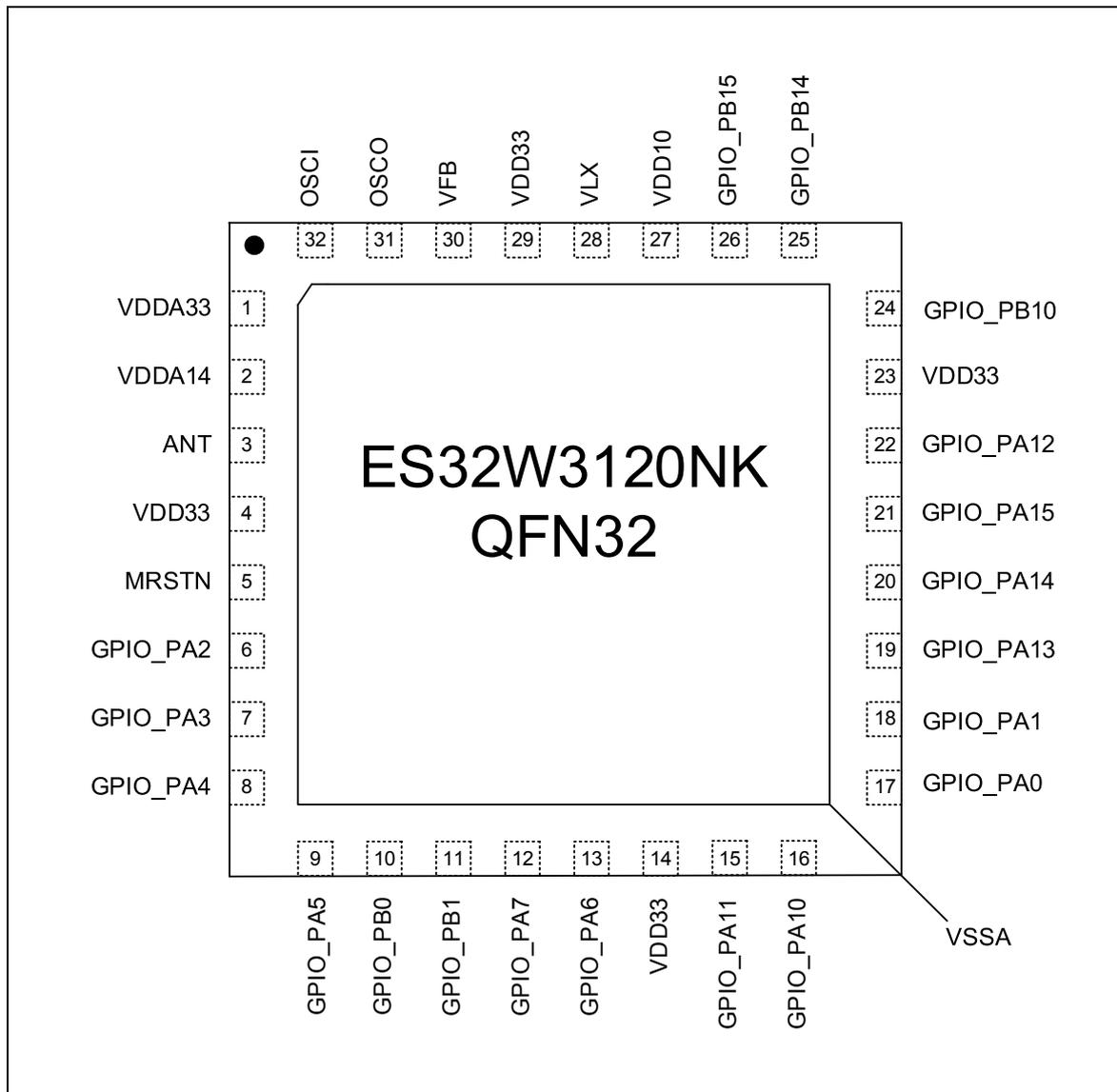


图 3-2 ES32W3120 QFN32 顶视图

3.2 管脚功能定义

3.2.1 PIN MUX

Pins		Pin Name	Function after reset	FUNC_ALT0	FUNC_ALT1	FUNC_ALT2	FUNC_ALT3	FUNC_ALT4	FUNC_ALT5	FUNC_ALT6	FUNC_ALT7
QFN48	QFN32										
1	1	VDDA33									
2	2	VDDA14									
3		VDD11_PA									
4	3	ANT									
5		VDD11_AN A									
6	4	VDD33									
7	5	MRSTN									
8	6	PA2	ADC_IN0/TK_AMU X_IN0	ADC_IN0/TK_A MUX_IN0	PA2	UART0_TXD	I2C1_SMBA	GP16C4T0_C H3	RTC_TAMPER0	TKOUTS0	KSCAN_KSI0
9	7	PA3	ADC_IN1/TK_AMU X_IN1	ADC_IN1/TK_A MUX_IN1	PA3	UART0_RXD	I2S0_CLK	GP16C4T0_C H4	RTC_TAMPER1	TKOUTS1	KSCAN_KSI1
10	8	PA4	ADC_IN2/TK_AMU X_IN2	ADC_IN2/TK_A MUX_IN2	PA4	UART0_CTS	GP16C4T1_C H1	SPI1_SCK	WLAN_TX(I)	TKOUTS2	KSCAN_KSI2
11	9	PA5	ADC_IN3/TK_AMU X_IN3	ADC_IN3/TK_A MUX_IN3	PA5	UART0_RTS	GP16C4T1_C H2	SPI1_NSS	WLAN_RX(I)	TKOUTS3	KSCAN_KSI3
12	10	PA9	CAP_CX	CAP_CX	PA9	SPI0_MISO		PIS_CH0P	DIG_TEST1	QSPI_DQ3	KSCAN_KSI7
13		PB0	OSC32K_OUT/	OSC32K_OUT/	PB0	AD16C4T0_CH	SPI1_SCK		AUDIO_SYNC0		KSCAN_KSO6

Pins		Pin Name	Function after reset	FUNC_ALT0	FUNC_ALT1	FUNC_ALT2	FUNC_ALT3	FUNC_ALT4	FUNC_ALT5	FUNC_ALT6	FUNC_ALT7
QFN48	QFN32										
			AMUX_OUT_2	AMUX_OUT_2		1N					
14		PB1	OSC32K_IN	OSC32K_IN	PB1	AD16C4T0_CH 1	SPI1_NSS	PDM2PCM_C H1	AUDIO_SYNC1	TRACECLK	KSCAN_KSO7
15	11	PA8	ADC_IN6/TK_AMU X_IN6	ADC_IN6/TK_A MUX_IN6	PA8	SPI0_NSS		GP16C4T0_ET R	DIG_TEST0	TKOUTS6	KSCAN_KSI6
16	12	PA7	ADC_IN5/TK_AMU X_IN5	ADC_IN5/TK_A MUX_IN5	PA7	SPI0_SCK	GP16C4T1_C H4	SPI1_MOSI	BLE_RX(O)	TKOUTS5	KSCAN_KSI5
17	13	PA6	ADC_IN4/TK_AMU X_IN4	ADC_IN4/TK_A MUX_IN4	PA6	UART0_SCK	GP16C4T1_C H3	SPI1_MISO	BLE_TX(O)	TKOUTS4	KSCAN_KSI4
18	14	VDD33									
19	15	PA11	TK_AMUX_IN7	TK_AMUX_IN7	PA11	LP16T_EXTCK	UART1_TXD	PIS_CH2P	BLE_IN_PROCE SS(O)	TKOUTS7	KSCAN_KSO1
20	16	PA10	VREFP_EX	VREFP_EX	PA10	SPI0_MOSI	GP16C4T1_E TR	PIS_CH1P	BLE_SYNC(O)	QSPI_N_SS	KSCAN_KSO0
21	17	PA0	SWD_SCK/ISP_S CK	SWD_SCK/ISP _SCK	PA0		I2C1_SCL	GP16C4T0_C H1	UART0_RXD		
22	18	PA1	SWD_SDA/ISP_S DA	SWD_SDA/ISP _SDA	PA1		I2C1_SDA	GP16C4T0_C H2	UART0_TXD		
23		PB2	ADC_INP_TEST	ADC_INP_TES T	PB2	AD16C4T0_CH 2N	SPI1_MISO		AUDIO_SYNC2	TRACED0/TR ACESWO	KSCAN_KSO8
24		PB3	ADC_INN_TEST	ADC_INN_TES T	PB3	AD16C4T0_CH 2	SPI1_MOSI	UART2_TXD		TRACED1	KSCAN_KSO9
25		PB4			PB4	AD16C4T0_CH 3N	I2C1_SCL	UART2_RXD	I2S1_CLK	TRACED2	KSCAN_KSO10

Pins		Pin Name	Function after reset	FUNC_ALT0	FUNC_ALT1	FUNC_ALT2	FUNC_ALT3	FUNC_ALT4	FUNC_ALT5	FUNC_ALT6	FUNC_ALT7
QFN48	QFN32										
26		PB5			PB5	AD16C4T0_CH3	I2C1_SDA	UART2_CTS	LP16T_EXTCK	TRACED3	KSCAN_KSO11
27		PB6			PB6	AD16C4T0_CH4	I2C1_SMBA	UART2_RTS	LP16T_OUT	RTCO(O)	KSCAN_KSO12
28		PB7			PB7		AD16C4T1_ETR	UART2_SCK	PIS_CH0P	LSCO(O)	KSCAN_KSO13
29		PB8			PB8	PDMPCH1	AD16C4T1_BKIN		PIS_CH1P	HSCO(O)	KSCAN_KSO14
30		PB9			PB9	I2C0_SMBA	AD16C4T1_C_H1N	QDEC_ZW_ZA	PIS_CH2P	XOSC_TST_CK(I)	KSCAN_KSO15
31	19	PA13			PA13		UART1_CTS	I2C0_SMBA	BLE_PT1(O)	QSPI_DQ1	KSCAN_KSO3
32	20	PA14			PA14	AD16C4T0_ETR	UART1_RTS	I2C0_SCL	BLE_PT2(O)	QSPI_DQ0	KSCAN_KSO4
33	21	PA15	AUMX_OUT_1	AUMX_OUT_1	PA15	AD16C4T0_BKIN	UART1_SCK	I2C0_SDA	BLE_PT3(O)	QSPI_SCK	KSCAN_KSO5
34	22	PA12			PA12	LP16T_OUT	UART1_RXD	PIS_CH3P	BLE_PT0(O)	QSPI_DQ2	KSCAN_KSO2
35	23	VDD33			VDD33						
36	24	PB10			PB10	I2C0_SCL	AD16C4T1_C_H1	QDEC_ZW_ZA_EN	PIS_CH3P	QSPI_DQ3	KSCAN_KSO16
37		PB11			PB11	I2C0_SDA	AD16C4T1_C_H2N	QDEC_ZW_ZB	UART0_TXD	QSPI_DQ2	KSCAN_KSO17
38		PB12			PB12	SPI0_SCK	AD16C4T1_C_H2	QDEC_ZW_ZB_EN	UART0_RXD	QSPI_DQ1	KSCAN_KSO18
39		PB13			PB13	SPI0_NSS	AD16C4T1_C	QDEC_ZLED_	UART0_CTS	QSPI_DQ0	KSCAN_KSO19

Pins		Pin Name	Function after reset	FUNC_ALT0	FUNC_ALT1	FUNC_ALT2	FUNC_ALT3	FUNC_ALT4	FUNC_ALT5	FUNC_ALT6	FUNC_ALT7
QFN48	QFN32										
							H3N	OUT			
40	25	PB14	BT50_AFE_TSTN	BT50_AFE_TS TN	PB14	SPI0_MISO	AD16C4T1_C H3	QDEC_ZA	UART0_RTS	QSPI_SCK	EN_XOSC(O)
41	26	PB15	BT50_AFE_TSTP	BT50_AFE_TS TP	PB15	SPI0_MOSI	AD16C4T1_C H4	QDEC_ZB	UART0_SCK	QSPI_N_SS	
42	27	VDD10									
43	28	VLX									
44	29	VDD33									
45	30	VFB									
46	31	OSCO									
47	32	OSCI									
48		VDDA33_C RY									

表 3-1 ES32W3120 系列 MCU 的 PINMUX

3.2.2 PIN管脚描述

3.2.2.1 QFN48 封装管脚功能描述

Pin No.	Pin Name	DIR	A/D	Description
1	VDDA33	I	P	BT50 AFE 模拟模块 3.30V 工作电压输入管脚
2	VDDA14	I	P	2.4GHz Transceiver Radio 模块 1.40V 工作输入电压
3	VDD11_PA	O	P	PA LDO 1.10V 输出电压
4	ANT	I/O	A	2.4GHz Transceiver RF 端口
5	VDD11_ANA	O	P	ANA LDO 1.10V 输出电压
6	VDD33	I	P	I/O、Power-switch、低速 32.768 晶振 3.3V 工作电压
7	MRSTN	I	D	芯片外部复位端口，低电平有效
8	GPIO_PA2 ADC_IN0 TK_AMUX_IN0	I/O I I	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) ADC 模拟输入通道 0； 3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 0；
9	GPIO_PA3 ADC_IN1 TK_AMUX_IN1	I/O I I	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) ADC 模拟输入通道 1； 3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 1；
10	GPIO_PA4 ADC_IN2 TK_AMUX_IN2	I/O I I	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) ADC 模拟输入通道 2； 3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 2；
11	GPIO_PA5 ADC_IN3 TK_AMUX_IN3	I/O I I	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) ADC 模拟输入通道 3； 3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 3； 4) BootPin（拉高芯片会一直处于 BootLoader 内）
12	GPIO_PA9 CAP_CX AMUX_OUT_2	I/O O O	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) 触控按键 Touchkey 电容接口，电容范围 2.2nf~20nf，默认 10nf； 3) 内部模拟 MUX2 模块输出管脚；（仅用于测试模式）
13	GPIO_PB0 OSC32K_IN	I/O O	D A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) 32.768 低速晶振连接管脚；
14	GPIO_PB1 OSC32K_OUT	I/O I	D A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) 32.768 低速晶振连接管脚；
15	GPIO_PA8 ADC_IN6 TK_AMUX_IN6	I/O I I	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) ADC 模拟输入通道 6； 3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 6；
16	GPIO_PA7 ADC_IN5 TK_AMUX_IN5	I/O I I	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) ADC 模拟输入通道 5； 3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 5；
17	GPIO_PA6 ADC_IN4 TK_AMUX_IN4	I/O I I	D A A	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能； 2) ADC 模拟输入通道 4； 3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 4；
18	VDD33	I	P	I/O、备份域逻辑模块、Power-Switch、32KHz 内部 RC 以及 eFlash 的 3.3V 工作电压

Pin No.	Pin Name	DIR	A/D	Description
19	GPIO_PA11	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	TK_AMUX_IN7	I	A	2) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 7;
20	GPIO_PA10	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	VREFP_EX	I	A	2) ADC 外部正向参考电压输入端;
21	GPIO_PA0	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	SWD_SCK	I	D	2) 内核调试模块 SWD 时钟输入管脚;
	ISP_SCK	I	D	3) ISP eFlash 编程模块时钟输入管脚;
22	GPIO_PA1	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	SWD_SDA	I/O	D	2) 内核调试模块 SWD 数据管脚;
	ISP_SDA	I/O	D	3) ISP eFlash 编程模块数据管脚;
23	GPIO_PB2	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	ADC_INP_TST	O	A	2) ADC 模块的正端输入信号; (仅用于测试观测)
24	GPIO_PB3	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	ADC_INN_TST	O	A	2) ADC 模块的负端输入信号; (仅用于测试观测)
25	GPIO_PB4	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
26	GPIO_PB5	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
27	GPIO_PB6	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
28	GPIO_PB7	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
29	GPIO_PB8	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
30	GPIO_PB9	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
31	GPIO_PA13	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
32	GPIO_PA14	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
33	GPIO_PA15	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	AMUX_OUT_1	O	A	2) 内部模拟 MUX 模块输出管脚; (仅用于测试模式)
34	GPIO_PA12	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
35	VDD33	I	P	I/O、LDO、AMUX、IBIAS 以及内部 128KHz 时钟 LRC 的 3.3V 工作电压
36	GPIO_PB10	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
37	GPIO_PB11	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
38	GPIO_PB12	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
39	GPIO_PB13	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
40	GPIO_PB14	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	BT50_AFE_TSTN	I/O	A	2) BLE5.0 模拟前端模拟测试管脚; (仅用于测试模式)
41	GPIO_PB15	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
	BT50_AFE_TSTP	I/O	A	2) BLE5.0 模拟前端模拟测试管脚; (仅用于测试模式)
42	VDD10	O	P	内部数字 LDO 1.0V 输出管脚。(需要外接电容)
43	VLX	O	P	DCDC 转换器 1.40V 输出管脚, 外部需要接电感、电容
44	VDD33	I	P	DCDC 转换器 3.30v 工作电压输入管脚
45	VFB	I	P	DCDC 转换器 1.40V 电压反馈输入管脚
46	OSCO	O	A	外部高速晶振连接管脚
47	OSCI	I	A	外部高速晶振连接管脚
48	VDDA33_CRY	I	P	BT50 AFE 模块内高速时钟模块 3.30V 工作电压输入管脚

3.2.2.2 QFN32 封装管脚功能描述

Pin No.	Pin Name	DIR	A/D	Description
1	VDDA33	I	P	BT50 AFE 模拟模块 3.30V 工作电压输入管脚
2	VDDA14	I	P	2.4GHz Transceiver Radio 模块 1.40V 工作输入电压
3	ANT	I/O	A	2.4GHz Transceiver RF 端口
4	VDD33	I	P	I/O、Power-switch、低速 32.768 晶振 3.3V 工作电压
5	MRSTN	I	D	芯片外部复位端口，低电平有效
6	GPIO_PA2	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	ADC_IN0	I	A	2) ADC 模拟输入通道 0；
	TK_AMUX_IN0	I	A	3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 0；
7	GPIO_PA3	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	ADC_IN1	I	A	2) ADC 模拟输入通道 1；
	TK_AMUX_IN1	I	A	3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 1；
8	GPIO_PA4	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	ADC_IN2	I	A	2) ADC 模拟输入通道 2；
	TK_AMUX_IN2	I	A	3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 2；
9	GPIO_PA5	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	ADC_IN3	I	A	2) ADC 模拟输入通道 3；
	TK_AMUX_IN3	I	A	3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 3； 4) BootPin（拉高芯片会一直处于 BootLoader 内）
10	GPIO_PB0	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	OSC32K_IN	O	A	2) 32.768 低速晶振连接管脚；
11	GPIO_PB1	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	OSC32K_OUT	I	A	2) 32.768 低速晶振连接管脚；
12	GPIO_PA7	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	ADC_IN5	I	A	2) ADC 模拟输入通道 5；
	TK_AMUX_IN5	I	A	3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 5；
13	GPIO_PA6	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	ADC_IN4	I	A	2) ADC 模拟输入通道 4；
	TK_AMUX_IN4	I	A	3) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 4；
14	VDD33	I	P	I/O、备份域逻辑模块、Power-Switch、32KHz 内部 RC 以及 eFlash 的 3.3V 工作电压
15	GPIO_PA11	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
	TK_AMUX_IN7	I	A	2) 触控按键 Touchkey 模拟输入通道 7；
16	GPIO_PA10	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
17	VREFP_EX	I	A	2) ADC 外部正向参考电压输入端；
	GPIO_PA0	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；
17	SWD_SCK	I	D	2) 内核调试模块 SWD 时钟输入管脚；
	ISP_SCK	I	D	3) ISP eFlash 编程模块时钟输入管脚；
18	GPIO_PA0	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚，支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能；

Pin No.	Pin Name	DIR	A/D	Description
	SWD_SDA ISP_SDA	I/O I/O	D D	2) 内核调试模块 SWD 数据管脚; 3) ISP eFlash 编程模块数据管脚;
19	GPIO_PA13	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
20	GPIO_PA14	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
21	GPIO_PA15 AMUX_OUT_1	I/O O	D A	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能; 2) 内部模拟 MUX 模块输出管脚; (仅用于测试模式)
22	GPIO_PA12	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
23	VDD33	I	P	I/O、LDO、AMUX、IBIAS 以及内部 128KHz 时钟 LRC 的 3.3V 工作电压
24	GPIO_PB10	I/O	D	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能;
25	GPIO_PB14 BT50_AFE_TSTN	I/O I/O	D A	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能; 2) BLE5.0 模拟前端模拟测试管脚; (仅用于测试模式)
26	GPIO_PB15 BT50_AFE_TSTP	I/O I/O	D A	1) 通用 GPIO 管脚, 支持弱上拉/弱下拉、大电流模式以及开漏输出功能; 2) BLE5.0 模拟前端模拟测试管脚; (仅用于测试模式)
27	VDD10	O	P	内部数字 LDO 1.0V 输出管脚。(需要外接电容)
28	VLX	O	P	DCDC 转换器 1.40V 输出管脚, 外部需要接电感、电容
29	VDD33	I	P	DCDC 转换器 3.30v 工作电压输入管脚
30	VFB	I	P	DCDC 转换器 1.40V 电压反馈输入管脚
31	OSCO	O	A	外部高速晶振连接管脚
32	OSCI	I	A	外部高速晶振连接管脚

第4章 存储器映射图

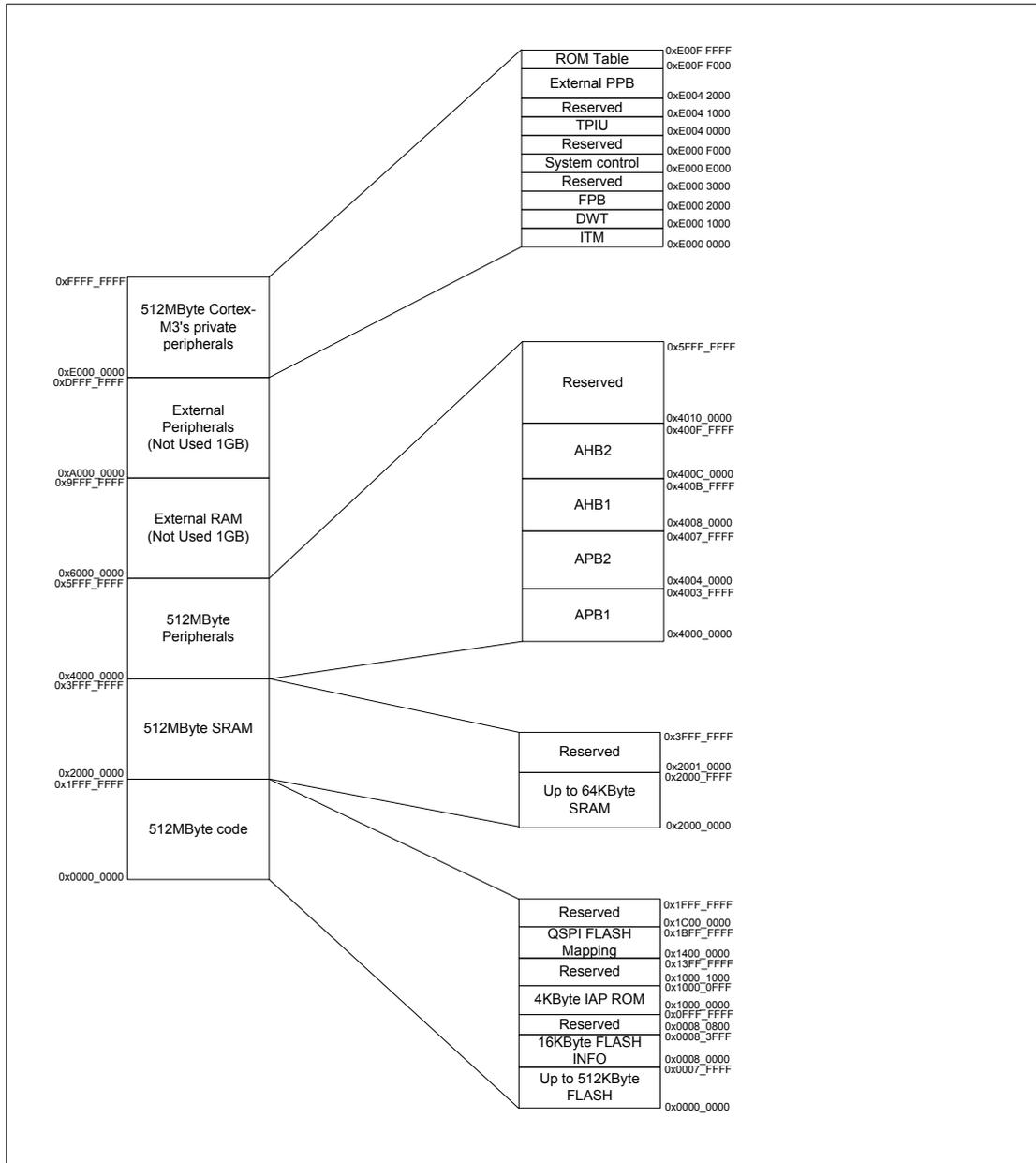


图 4-1 存储器映射

第5章 电气特性

5.1 参数说明

如无特别说明，所有电压的参考地为 VSS。

5.1.1 最小值和最大值

如无特别说明，最大值和最小值是在指定温度范围内测试所有元器件后，在最差条件下（包括环境温度，电源电压以及测试频率等）应能够保证的数据。

5.1.2 典型值

典型值为温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，电源电压 $V_{DD}=3.3\text{V}$ （电压范围 $1.8\text{V}\leq V_{DD}\leq 3.6\text{V}$ ）条件下的电气值。

5.1.3 典型曲线

5.1.4 负载电容

端口负载

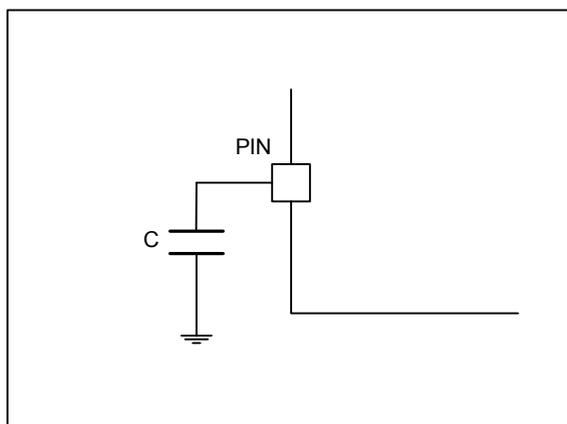


图 5-1 端口负载电容

5.1.5 端口输入电压

测量示意图如下：

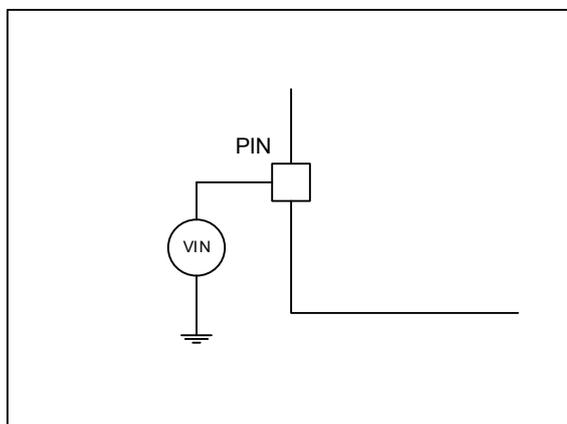


图 5-2 端口输入电压测量

5.1.6 芯片电源

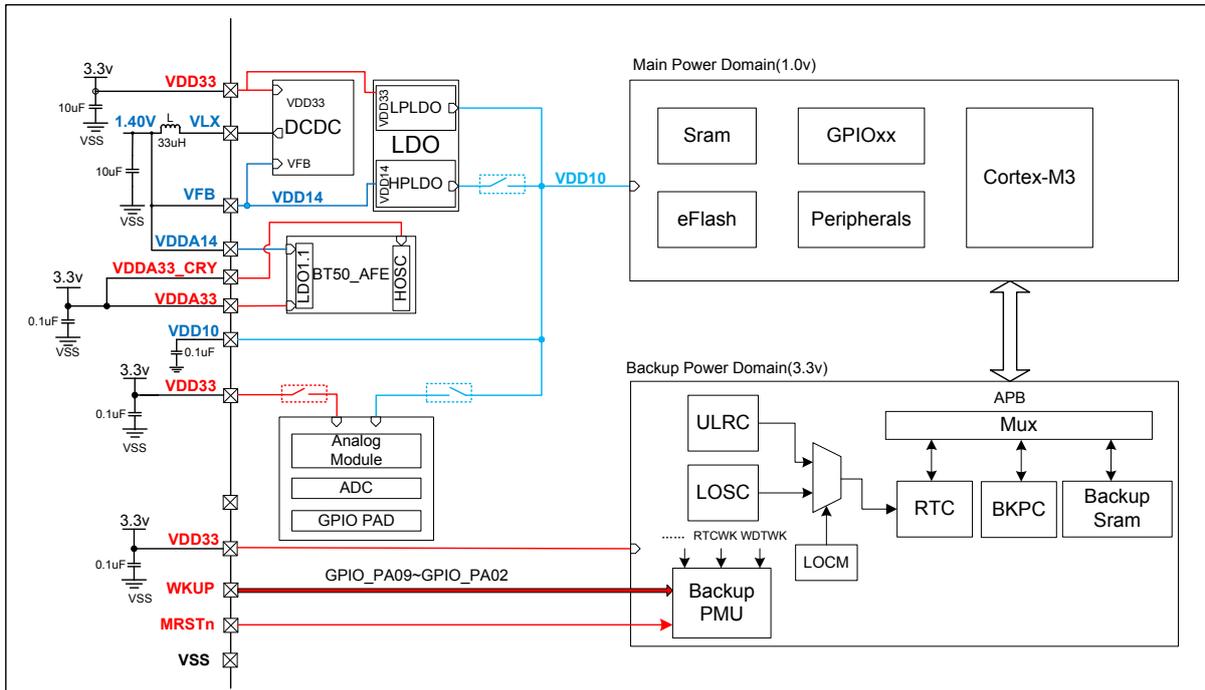


图 5-3 芯片电源

注 1: DCDC 的外部电路中电感 L 的值为 33uH (建议封装为绕线电感, 额定电流 300mA 以上);

5.1.7 电流测量

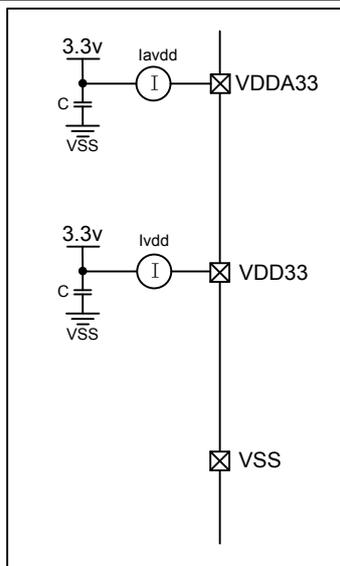


图 5-4 电流测量

5.2 芯片极限参数

以下表格为芯片耐受的极限电气参数值，超过范围可能导致芯片永久性破坏。

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
V_{DD}	芯片主电源	-	-0.3	5.40	V
V_{DDA}	模拟电源	-	-0.3	5.40	V
V_{IN}	端口输入电压	-	-0.3	3.60	V
$ \Delta V_{DDx} $	各 VDD 电源端口的差值	-	-	50	mV
$ V_{SSx}-V_{SS} $	各 VSS 端口之间的差值	-	-	50	mV
V_{ESD}	静电释放	-	请参照 5.3.12 章节描述		

表 5-1 电压特性参数

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
I_{VDD}	流经 VDD 和 VDDA 的总电流	-	-	200	mA
I_{VSS}	流经 VSS 的总电流	-	-	200	mA
I_{IO}	拉电流（输出高）	非大电流 IO	-	8	mA
	灌电流（输出低）	非大电流 IO	-	10	mA
I_{LATCH}	I/O 闩锁电流	常温	100	350	mA

表 5-2 电流特性参数

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
T_{STG}	储存温度范围	-	-45	125	°C
T_J	结温	-	-	125	°C

表 5-3 温度电气参数

5.3 运行条件

5.3.1 通常运行条件

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{HCLK}	内部 AHB 总线时钟频率	-	-	48	MHz
f_{PCLK1}	内部 APB1 总线时钟频率	-	-	48	MHz
f_{PCLK2}	内部 APB2 总线时钟频率	-	-	48	MHz
f_{PCLK3}	内部 APB3 总线时钟频率	-	-	48	MHz
V_{DD}	电源电压	-	1.8	3.6	V
V_{DDA}	模拟电源	-	1.8	3.6	V
P_{D}	电源功耗	QFN48	-	43.05	mW
	@ $T_{\text{A}}=85^{\circ}\text{C}$ 或	QFN32	-	43.05	
	@ $T_{\text{A}}=105^{\circ}\text{C}$				
T_{A}	环境温度	-	-40	105	$^{\circ}\text{C}$
T_{J}	结温	-	-40	125	$^{\circ}\text{C}$

表 5-4 芯片通常运行条件

5.3.2 芯片在上电和掉电时的参数条件

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
t_{VDD}	V_{DD} 上升速率	常温	-	1.1×10^5	us/V
	V_{DD} 下降速率	常温	-	4.0×10^4	us/V

表 5-5 芯片在上电和掉电时的参数条件

5.3.3 复位和电源管理模块电气参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{POR} /V _{PDR}	上电复位和掉电复位的阈值	上升沿	-	1.5	-	V
		下降沿	-	1.4	-	
V _{PORHYST}	POR 迟滞	-	-	100	-	mV
V _{BOR}	V _{BOR} 电压档位选择	BOR33VS=000	-	1.30	-	V
		BOR33VS=001	-	1.40	-	
		BOR33VS=010	-	1.50	-	
		BOR33VS=011	1.55	1.60	1.65	
		BOR33VS=100	1.65	1.70	1.75	
		BOR33VS=101	1.95	2.00	2.10	
		BOR33VS=110	2.40	2.50	2.60	
BOR33VS=111	2.60	2.70	2.80			
V _{BORHYST}	V _{BOR} 电压迟滞	-	70	80	90	mV
V _{LVD}	LVD 电压阈值选择	LVDS=0000 (上升沿)	1.80	1.85	1.90	V
		LVDS=0000 (下降沿)	1.65	1.70	1.75	
		LVDS=0001 (上升沿)	1.90	1.95	2.00	
		LVDS=0001 (下降沿)	1.85	1.90	1.95	
		LVDS=0010 (上升沿)	2.00	2.05	2.10	
		LVDS=0010 (下降沿)	1.95	2.00	2.05	
		LVDS=0011 (上升沿)	2.10	2.15	2.20	
		LVDS=0011 (下降沿)	2.05	2.10	2.15	
		LVDS=0100 (上升沿)	2.20	2.25	2.30	
		LVDS=0100 (下降沿)	2.15	2.20	2.25	
		LVDS=0101 (上升沿)	2.30	2.35	2.40	
		LVDS=0101 (下降沿)	2.25	2.30	2.35	
		LVDS=0110 (上升沿)	2.40	2.45	2.50	
		LVDS=0110 (下降沿)	2.30	2.35	2.40	
		LVDS=0111 (上升沿)	2.50	2.55	2.60	
		LVDS=0111 (下降沿)	2.40	2.45	2.50	
		LVDS=1000 (上升沿)	2.60	2.65	2.70	
		LVDS=1000 (下降沿)	2.50	2.55	2.60	
		LVDS=1001 (上升沿)	2.70	2.75	2.80	
		LVDS=1001 (下降沿)	2.60	2.65	2.70	
		LVDS=1010 (上升沿)	2.80	2.85	2.90	
LVDS=1010 (下降沿)	2.70	2.75	2.80			
LVDS=1011 (上升沿)	2.90	2.95	3.00			
LVDS=1011 (下降沿)	2.75	2.80	2.85			
LVDS=1100 (上升沿)	3.00	3.05	3.10			
LVDS=1100 (下降沿)	2.85	2.90	2.95			

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{LVDHYST}	V _{LVD} 电压迟滞	-	70	80	150	mV
V _{RSTTEMPO}	POR 复位输出延迟	-	-	30	-	us

表 5-6 复位和电源管理模块电气参数

5.3.4 电流特性

芯片消耗的电流涉及到电源电压，环境温度，端口负载，器件软件配置，运行频率和模式等。

最大电流值在以下条件下测得：

- ◇ 所有 IO 处于关闭状态或者输入状态（固定电平输入），无负载
- ◇ 无特别说明情况下所有外设关闭
- ◇ FLASH 的访问为 0wait（TBD MHz）,1wait(TBD MHz)
- ◇ FLASH 预取指开启
- ◇ 当外设使能时， $f_{PCLK1}=f_{HCLK}, f_{PCLK2}=f_{HCLK}, f_{PCLK3}=f_{HCLK}$

标号	参数	条件	f _{HCLK}	典型值 (VDD=3.3V)		最大值 (VDD=3.6V)		单位
				25℃	85℃	105℃		
I _{VDD}	RUN	HOSC 时钟源 所有外设使能 蓝牙收发关闭 DCDC 关闭	48MHz	9.845	11.475	12.729	mA	
			32MHz	7.078	8.685	9.944		
		HOSC 时钟源 所有外设使能 蓝牙收发关闭 DCDC 使能	48MHz	6.070	6.887	7.544	mA	
			32MHz	4.630	5.536	6.176		
		HOSC 时钟源 所有外设关闭 蓝牙收发关闭 DCDC 关闭	48MHz	5.107	6.572	7.813	mA	
			32MHz	3.900	4.647	6.638		
		HOSC 时钟源 所有外设关闭 蓝牙收发关闭 DCDC 使能	48MHz	3.146	4.022	4.629	mA	
			32MHz	2.667	3.566	4.191		
		HRC 时钟源 所有外设使能 蓝牙收发关闭 DCDC 关闭	24MHz	5.810	7.386	8.628	mA	
			2MHz	2.126	3.675	4.941		
		HRC 时钟源 所有外设使能 蓝牙收发关闭 DCDC 使能	24MHz	3.963	4.916	5.537	mA	
			2MHz	2.163	3.215	3.803		
		HOSC 时钟源 部分外设使能 蓝牙处于发送模式	48MHz	15.420	16.532	17.676	mA	

标号	参数	条件	f _{HCLK}	典型值 (VDD=3.3V)		最大值 (VDD=3.6V)		单位
				25℃	85℃	105℃		
		(TX Power 0dBm) DCDC 关闭						
		HOSC 时钟源 部分外设使能 蓝牙处于发送模式 (TX Power 0dBm) DCDC 使能	48MHz	7.683	7.811	8.375	mA	
		HOSC 时钟源 部分外设使能 蓝牙处于接收模式 (接收链路最大增益) DCDC 关闭	48MHz	14.227	15.699	16.896	mA	
		HOSC 时钟源 部分外设使能 蓝牙处于接收模式 (接收链路最大增益) DCDC 使能	48MHz	9.400	9.300	10.000	mA	
		HOSC 时钟源 部分外设使能 蓝牙处于接收模式 (接收链路最小增益) DCDC 使能	48MHz	7.000	7.50	8.20	mA	

表 5-11 程序在 FLASH 上运行时的电流特性

标号	参数	条件	典型值 (VDD)			最大值 (VDD=3.6V)		单位
			1.8V	3.3V	3.6V	T _A =85℃	T _A =105℃	
I _{VDD}	SLEEP	wdt、bor 不使能, 关闭 所有外设时钟, 外部 DPLL48MHz 时钟源	3.314	3.807	3.815	5.369	6.619	mA
		wdt、bor 不使能, 关闭 所有外设时钟, 内部 HRC24MHz 时钟源	1.662	1.676	1.679	2.960	4.164	mA
		wdt、bor 不使能, 关闭 所有外设时钟, 内部 ULRC32KHz 时钟源	0.620	0.630	0.634	1.967	3.169	mA

表 5-12 SLEEP 模式下电流特性

标号	参数	条件	典型值 (VDD)			最大值 (VDD=3.6V)		单位
			1.8V	3.3V	3.6V	T _A =85℃	T _A =105℃	
I _{VDD}	STOP1	wdt、bor、ibias、LRC、ULRC32KHz 禁止, 外部 LOSC 时钟源	87.0	93.0	95.0	800.0	1545.0	uA

表 5-13 STOP1 模式下电流特性

标号	参数	条件	典型值 (VDD)			最大值 (VDD=3.6V)		单位
			1.8V	3.3V	3.6V	T _A =85℃	T _A =105℃	
I _{VDD}	STOP2	wdt、bor 不使能, ibias 模块使能, LOSC 使能, 内部 ULRC32KHz 时钟源	23.10	13.03	13.61	72.50	135	uA
		wdt、bor 不使能, ibias 模块禁止, LOSC 使能, 内部 ULRC32KHz 时钟源	11.40	8.25	9.61	67.40	130	uA
		wdt、bor 不使能, ibias 模块禁止, LOSC 禁止, 内部 ULRC32KHz 时钟源	10.50	7.19	7.76	66.43	129	uA
		wdt、bor 不使能, ibias 模块禁止, ULRC 禁止, 外部 LOSC 时钟源	13.00	9.00	9.50	60.00	110	uA

表 5-14 STOP2 模式下电流特性

标号	参数	条件	典型值 (VDD)			最大值 (VDD=3.6V)		单位
			1.8V	3.3V	3.6V	T _A =85℃	T _A =105℃	
I _{VDD}	STANDBY	ULRC32KHz 使能, LOSC 禁止	0.78	1.56	2.09	4.05	6.96	uA
		ULRC32KHz 禁止, LOSC 使能	1.75	3.00	3.70	5.90	8.40	uA
		ULRC32KHz 禁止, LOSC 禁止	0.19	0.63	1.10	3.08	5.97	uA

表 5-15 STANDBY 模式下电流特性

标号	参数	典型值 (VDD=3.30V)			单位
		-40℃	25℃	85℃	
I _{HOSC}	HOSC 电流 32MHz	-	400	-	uA
I _{DPLL}	DPLL 电流 48MHz	-	135	-	uA
I _{HRC}	HRC 电流 24MHz	-	80	-	uA
I _{HRC}	HRC 电流 2MHz	-	20	-	uA
I _{LOSC}	LOSC 电流	-	1.90	-	uA
I _{LRC}	LRC 电流	-	1.50	-	uA
I _{ULRC}	ULRC 电流	-	0.85	-	uA
I _{ADC}	ADC 电流 (ADC+ADCH+ADREF)	-	600	-	uA

表 5-7 模块在典型应用场合下的电流特性

5.3.5 外部时钟源电气参数

外部输入高速时钟特性如下表所示：

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{OSC_EXT}	OSC_IN 输入高速时钟频率	-	1	32	48	MHz
$V_{OSC_EXT_HIGH}$	OSC_IN 输入时钟的高电平电压	-	0.7VDD	-	VDD	V
$V_{OSC_EXT_LOW}$	OSC_IN 输入时钟的低电平电压	-	VSS	-	0.3VDD	V
$t_{WIDTH_OSC_EXT}$	OSC_IN 的输入时钟高电平或低电平时间	32MHz	-	15.625	-	ns
C_{OSC_EXT}	OSC_IN 电容	32MHz	-	内置电容	-	pF
DUTY_osc_ext	OSC_IN 输入时钟占空比	-	45	50	55	%
$I_{LEAKAGE_OSC_EXT}$	OSC_IN 输入漏电	$VSS \leq V_{IN} \leq VDD$	-	-	± 1	μA

表 5-17 外部输入高速时钟特性参数

外部输入低速时钟特性如下表所示:

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{OSC32_EXT}	外部高速晶体振荡器频率	-	-	32.768	-	KHz
$V_{OSC32_EXT_HIGH}$	OSC32_IN 输入的高电平电压	-	0.7VDD	-	VDD	V
$V_{OSC32_EXT_LOW}$	OSC32_IN 输入的低电平电压	-	VSS	-	0.3VDD	V
$t_{WIDTH_OSC32_EXT}$	OSC32_IN 的高电平或低电平时间	-	-	15.26	-	us
C_{OSC32_EXT}	OSC32_IN 电容	-	-	TBD	-	pF
DUTY_OSC32_EXT	占空比	-	45	50	55	%
$I_{LEAKAGE_OSC32_EXT}$	OSC32_IN 输入漏电	$VSS \leq V_{IN} \leq VDD$	-	-	± 1	uA

表 5-18 外部输入低速时钟特性参数

外部输入高速时钟的 AC 特性如下图所示:

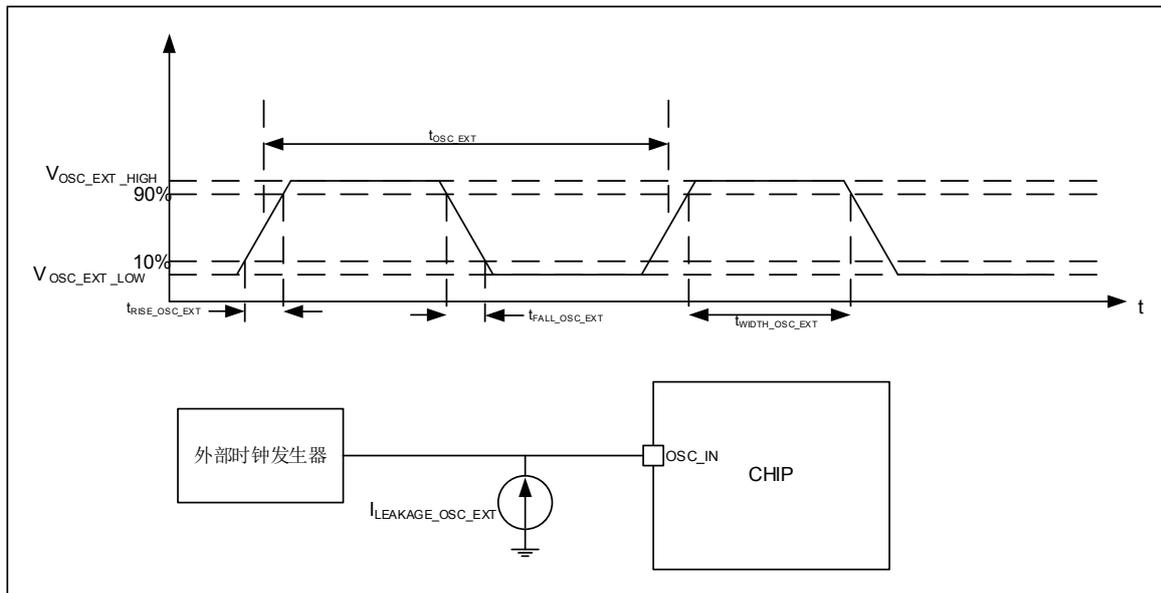


图 5-5 外部输入高速时钟的 AC 特性

外部输入低速时钟的 AC 特性如下图所示:

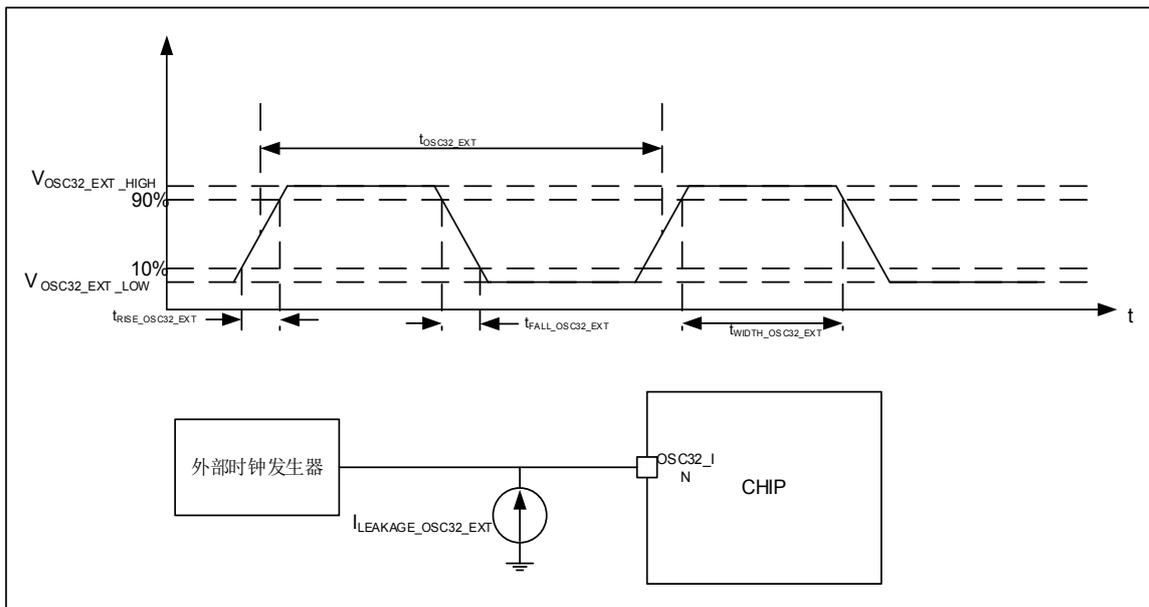


图 5-6 外部输入低速时钟的 AC 特性

外部高速振荡时钟（晶体或陶瓷振荡）

外部高速振荡时钟可由 1MHz 到 48MHz 范围的晶体或陶瓷振荡器提供。在应用中，振荡器与负载电容的距离必须放置得尽可能近，以使输出信号失真和发振稳定时间最小。

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{OSC_IN}	OSC_IN 外部高速振荡时钟频率	-	1	32	48	MHz
C	建议根据晶体自身的电阻值，采用相应的电容负载 ⁽¹⁾	R _S =30 Ω	-	-	-	pF
I	外部高速振荡器的驱动电流	V _{DD} = 3.3 V, V _{IN} = V _{SS}	-	-	-	uA
g _m	振荡器跨导	启动	-	17	23	mA/V
t _{START_OSC}	振荡器启动时间 ⁽²⁾	V _{DD} 稳定 32MHz	-	3.0	-	ms

表 5-19 外部高速振荡器时钟特性⁽²⁾

- 注 1：在潮湿环境下使用晶体或陶瓷振荡器的注意要点，比如建议如何配置电阻等参数
- 注 2：t_{START_OSC} 是振荡器的发振稳定时间，指的是从软件使能振荡器到稳定输出某一频率时钟这段期间。该值会因晶体或陶瓷的制造商不同而显著改变。
- 注 3：外接振荡器参数请参考晶体或陶瓷振荡器制造商。

下图为外部高速振荡器的典型应用连接：

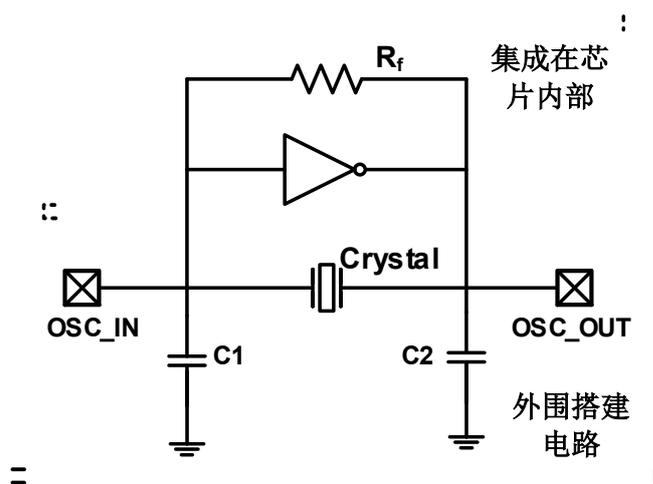


图 5-7 外部高速振荡器连接图

外部低速振荡时钟（晶体或陶瓷振荡）

外部低速振荡时钟由 32.768KHz 的晶体或陶瓷振荡器提供。在应用中，振荡器与负载电容的距离必须放置得尽可能近，以使输出信号失真和发振稳定时间最小。

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
R _F	反馈电阻	-	-	-	0.90	MΩ
C	建议根据晶体自身的电阻值，采用相应的电容负载 ⁽¹⁾	R _S =50KΩ	-	12.5	-	pF
I	外部低速振荡器的驱动电流	V _{DD} = 3.3 V, V _{IN} = V _{SS} with 30 pF load	-	0.2	-	uA
t _{START_OSC32}	振荡器启动时间 ⁽²⁾	V _{DD} 稳定, T _a =25°C	-	180	-	ms
		V _{DD} 稳定, T _a =-40°C	-	200	-	s
		V _{DD} 稳定, T _a =105°C	-	300	-	s

表 5-20 外部低速振荡器时钟特性⁽³⁾

- 1、在潮湿环境下使用晶体或陶瓷振荡器的注意要点，比如建议如何配置电阻等参数
- 2、t_{START_OSC32} 是振荡器的发振稳定时间，指的是从软件使能振荡器到稳定输出某一频率时钟这段期间。该值会因晶体或陶瓷的制造商不同而显著改变。
- 3、外接振荡器参数请参考晶体或陶瓷振荡器制造商。

下图为外部高速振荡器的典型应用连接：

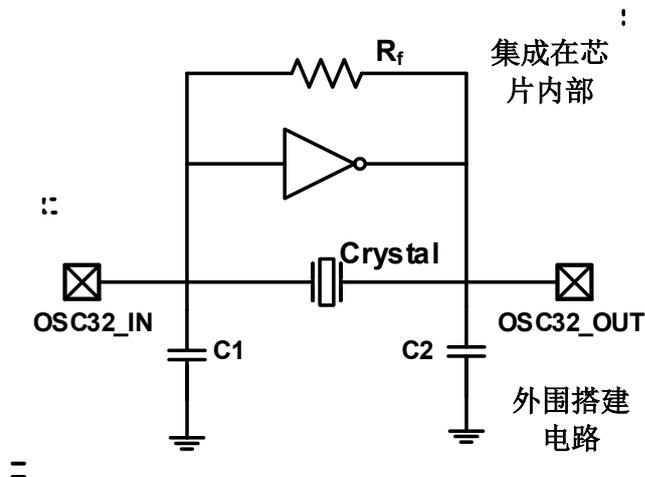


图 5-8 外部低速振荡器连接图

5.3.6 内部时钟源电气参数

内部高速 RC 振荡器

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{HRC}	频率	24MHz	-	24.0	-	MHz
	频率	2MHz	-	2.0	-	MHz
Duty	占空比	-	48	50	52	%
Accuracy	HRC24MHz 精度	Ta=-40 to 105 °C	-	-	5	%
		Ta=-10 to 85 °C	-	-	4	%
		Ta=25°C	-	-	2	%
	HRC2MHz 精度	Ta=-40 to 105 °C	-	-	4	%
		Ta=-10 to 85 °C	-	-	3	%
		Ta=25°C	-	-	2	%
t _{START_HRC}	发振稳定时间	24MHz	-	50	-	us
		2MHz	-	50	-	
I _{DD}	HRC 电流	24MHz	-	80	-	uA
		2MHz	-	20	-	

表 5-21 内部高速 RC 振荡器特性

内部低速 RC 振荡器 (128KHz)

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{LRC}	频率	Ta=25 °C	127	128.0	129	KHz
Accuracy	LRC 精度	Ta=-40 to 105 °C	-	-	5	%
		Ta=25 °C	-	-	1.5	%
t _{START_LRC}	发振稳定时间	-	-	50	-	us
I _{DD}	LRC 电流	-	-	1.50	-	uA

表 5-22 内部低速 RC 振荡器特性

内部超低速 RC 振荡器 (32.768KHz)

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{ULRC}	频率	Ta=25 °C	31.768	32.768	33.768	KHz
Accuracy	ULRC 精度	Ta=-40 to 105 °C	-	-	13	%
		Ta=25 °C	-	-	5	%
t _{START_ULRC}	发振稳定时间	-	-	50	-	us
I _{DD}	ULRC 电流	-	-	0.85	-	uA

表 5-23 内部低速 RC 振荡器特性

5.3.7 PLL锁相环电气参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{PLL_IN}	PLL 输入时钟	48MHz	1	32	48	MHz
	PLL 输入时钟占空比	-	-	50	-	%
f _{PLL_OUT}	PLL 倍频输出时钟	48 倍频	-	48	96	MHz
t _{LOCK}	PLL 锁定时间	-	-	100	-	us
Jitter	时钟抖动	-	-	200	-	ps

表 5-24 PLL 锁相环电气参数

5.3.8 存储电气参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t _{PROG}	字编程时间	T _A = -40 to +125 °C	8	12	16	us
t _{ERASE}	页擦除时间	T _A = -40 to +125 °C	10	15	20	ms
t _{ME}	全擦除	T _A = -40 to +125 °C	10	15	20	ms
I _{DD}	消费电流	读取模式, 48MHz, VDD=3.3V	-	1.50	-	mA
		编程模式 VDD=3.3V	-	6.50	-	mA
		页擦除模式 VDD=3.3V	-	4.50	-	mA
		全擦除模式 VDD=3.3V	-	4.50	-	mA
		掉电模式	-	0.05	-	uA
V _{PROG}	编程电压	VDD	2.00	3.30	3.60	V
Endurance	编程次数	-	10K	-	-	Cycles
t _{RET}	数据保持时间	T _A =125 °C	10	-	-	Years

表 5-25 存储器特性

注：上述参数为 eFlash 自身的参数；

5.3.9 电磁兼容性

功能 EMS（电磁抗干扰）

对器件施加电磁干扰，直到器件有失效(软件运行发生异常)发生。

- ◇ 静电放电（ESD）：对所有的端口进行静电放电测试。
- ◇ 电快速瞬变脉冲群（EFT）：对 VDD 和 VSS 施加电快速瞬变脉冲群，测试器件对电快速瞬变脉冲群的抗扰度。
- ◇ 其他测试（辐射电磁场，浪涌（雷击），注入电流，电压暂降和短时中断）

标号	参数	条件	等级
V_{FESD}	导致系统紊乱的 IO 印加极限电压	VDD = 3.3 V, TA = +25°C, fHCLK = 48 MHz, QFN48 GB/T17626.2-2006/IEC 61000-4-2:2001	1A
V_{EFT}	电快速瞬变脉冲群	VDD = 3.3 V, TA = +25°C, fHCLK = 48 MHz, QFN48 GB/T17626.4-2008/IEC 61000-4-4:2004	2A

表 5-26 EMS 参数

5.3.10 电气最大额定值

5.3.10.1 静电释放

标号	参数	条件	等级	最大值	单位
V _{ESDHBM}	静电释放电压（人体模型）	T _A = 25 °C, 遵循标准 MIL-STD-883J Method 3015.9	2	4000	V
V _{ESDCDM}	静电释放电压（充电器件模型）	T _A = 25 °C, 遵循标准 JEDEC EIA/JESD22-A115	2	400	V

表 5-27 ESD 最大额定值

5.3.10.2 静态门锁

标号	参数	条件	等级
LU	静态门锁等级	T _A = 25 °C, 遵循标准 JEDEC STANDARD NO.78E	Class I Level A

表 5-28 LU 最大额定值

5.3.11 IO端口电气特性

5.3.11.1 芯片输入端口特性表

芯片工作温度范围: -40°C ~ 105°C						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
I/O 端口输入高电平	V_{IH1}	0.8VDD	—	VDD	V	1.8V ≤ VDD ≤ 3.6V
I/O 端口输入低电平	V_{IL1}	VSS	—	0.2VDD	V	
IO 端口施密特迟滞窗口	V_{HYST}	—	1.0	—	V	VDD = 3.3V
I/O 端口输入漏电流	I_{IL}	—	—	1	μA	VDD = 3.3V (端口高阻状态)
IO 端口弱上拉电阻	R_{WPU}	70	100	130	kΩ	VDD = 3.3V Vpin = VSS
IO 端口弱下拉电阻	R_{WPD}	25	45	55	kΩ	VDD = 3.3V Vpin = VDD

表 5-29 IO 端口输入电气特性

5.3.11.2 芯片输出端口特性表

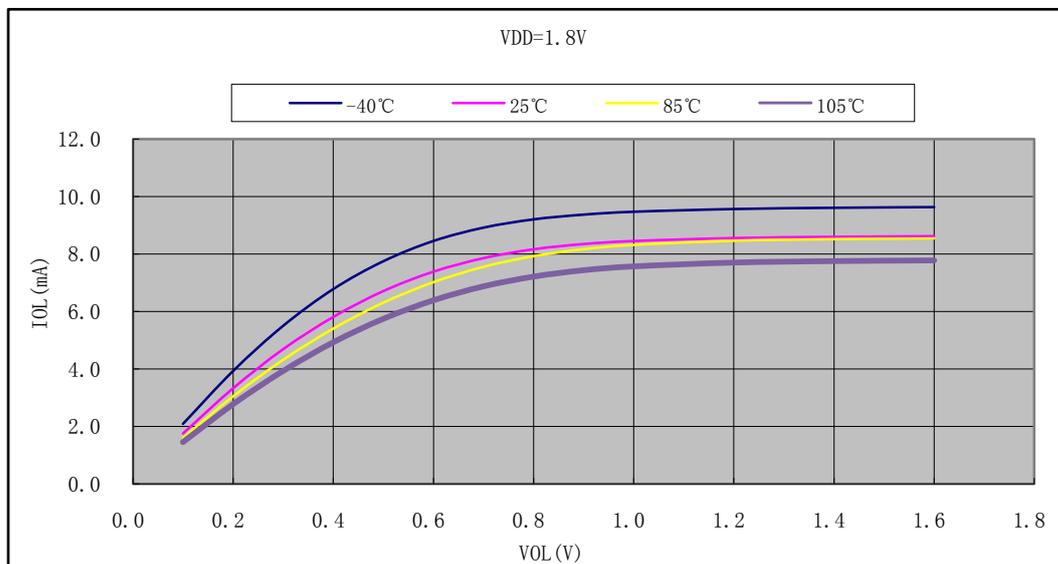
芯片工作温度范围: -40°C ~ 105°C						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
I/O 端口 (普通驱动) 输出高电平	I_{OH1}	-4	-5	-7	mA	VDD = 1.8V $V_{OH} = 1.4V$
		-8	-10	-12		VDD = 3.3V $V_{OH} = 2.9V$
I/O 端口 (大电流驱动) 输出高电平	I_{OH2}	-5	-7	-8	mA	VDD = 1.8V $V_{OH} = 1.4V$
		-9	-12	-15		VDD = 3.3V $V_{OH} = 2.9V$
I/O 端口 (普通驱动) 输出低电平	I_{OL1}	4	5	6	mA	VDD = 1.8V $V_{OL} = 0.4V$
		8	10	12		VDD = 3.3V $V_{OL} = 0.4V$
I/O 端口 (大电流驱动) 输出低电平	I_{OL2}	9	11	12	mA	VDD = 1.8V $V_{OL} = 0.4V$
		16	19	23		VDD = 3.3V $V_{OL} = 0.4V$

表 5-30 IO 端口输出电气特性

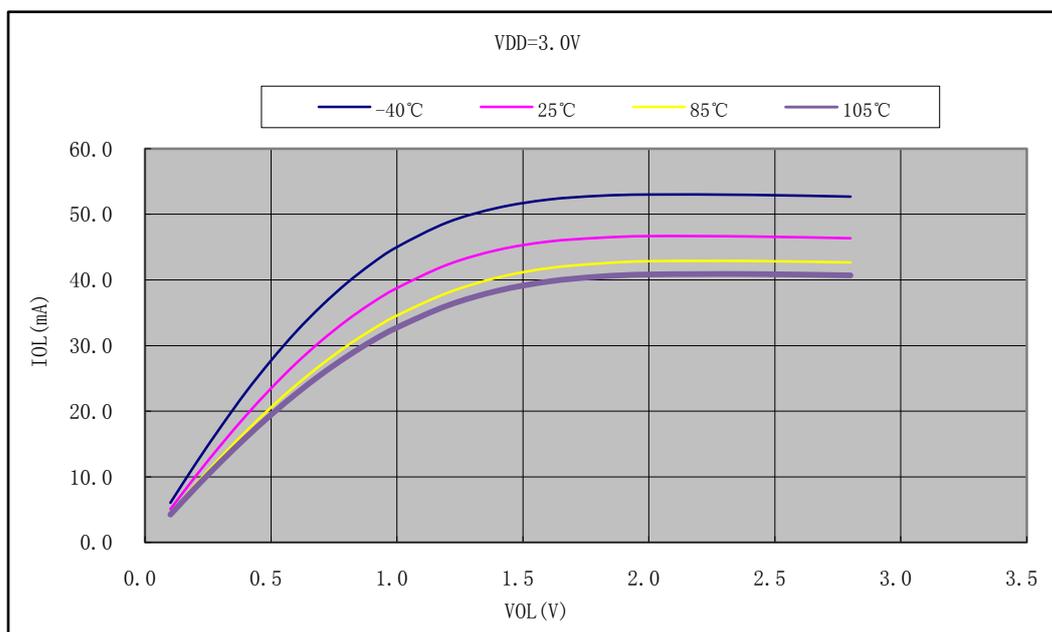
5.3.11.3 芯片端口特性图

◆ 芯片 IO 端口输出特性（普通驱动）

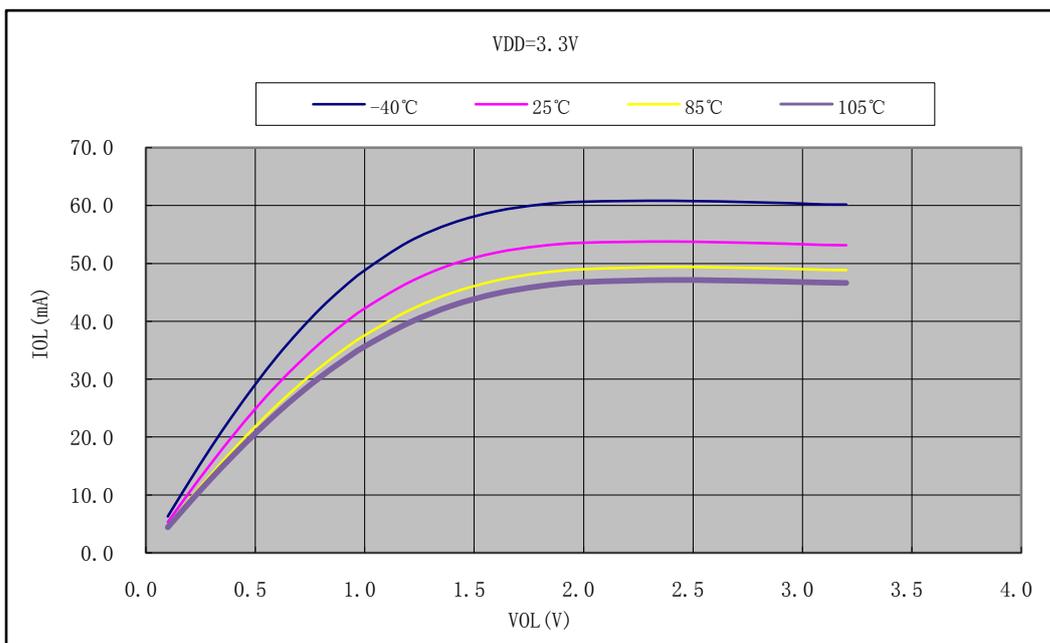
◇ IOL vs VOL @VDD=1.8V



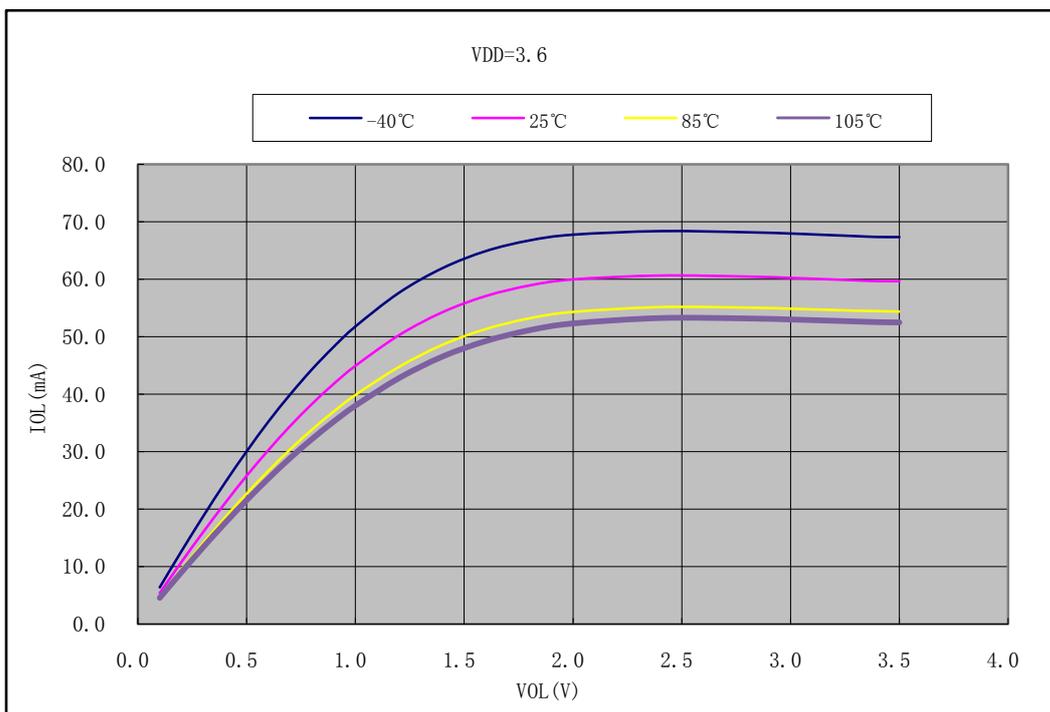
◇ IOL vs VOL @VDD=3.0V



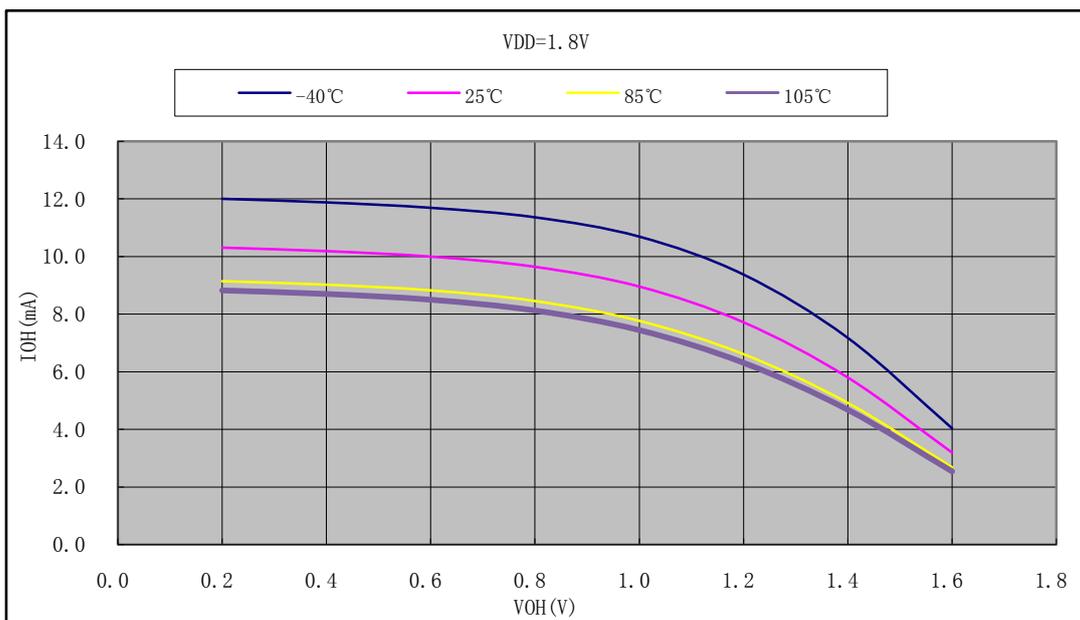
◇ IOL vs VOL @VDD=3.3V



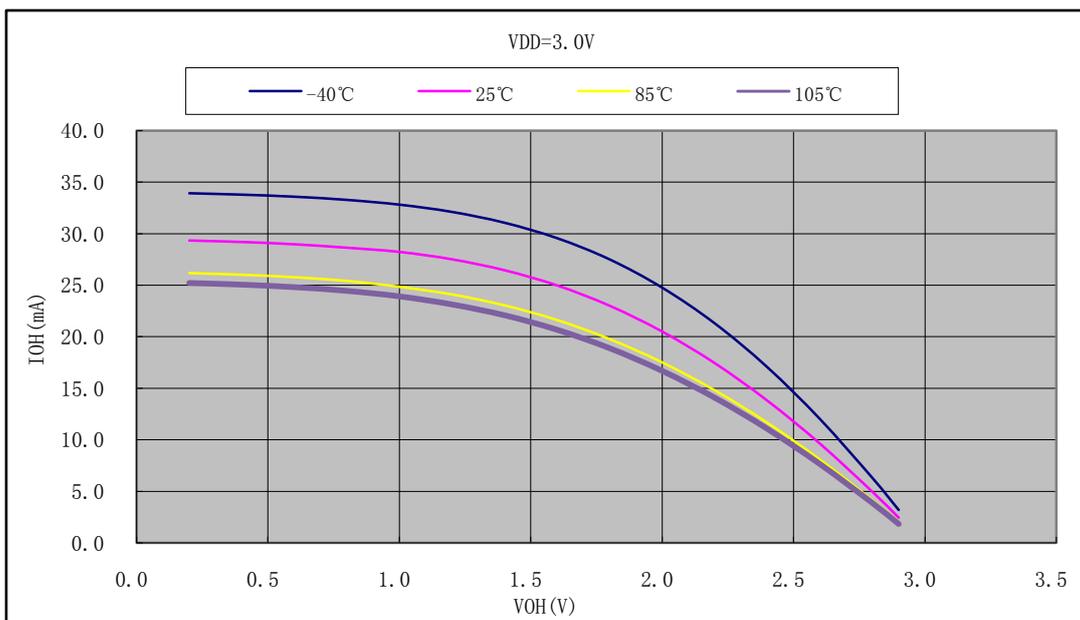
◇ IOL vs VOL @VDD=3.6V



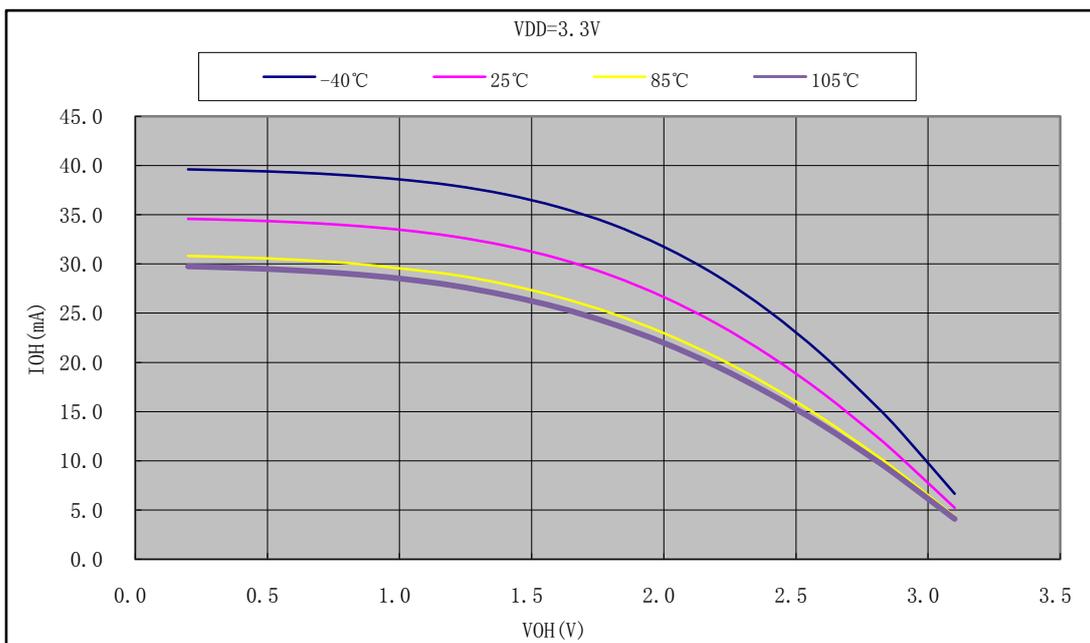
◇ IOHvs VOH @VDD=1.8V



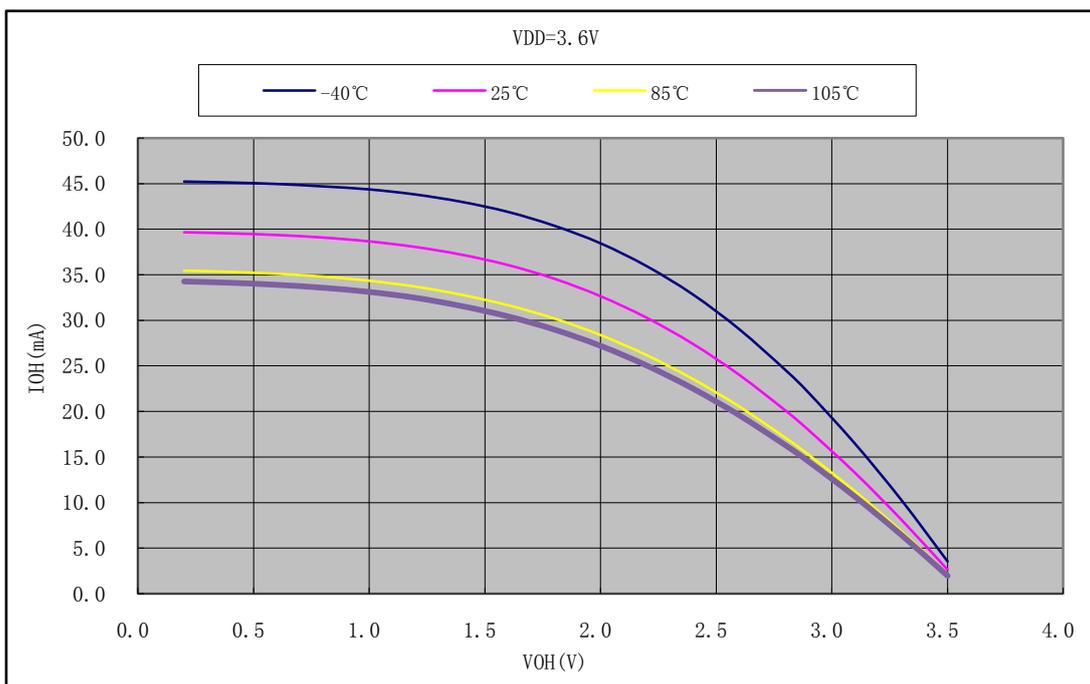
◇ IOHvs VOH @VDD=3.0V



◇ IOHvs VOH @VDD=3.3V

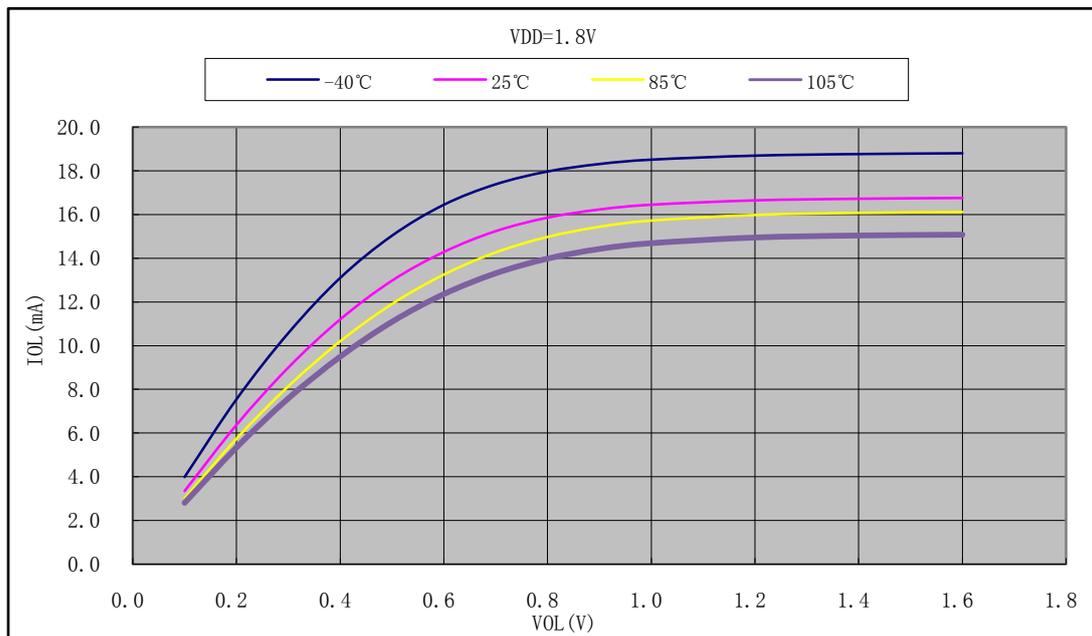


◇ IOHvs VOH @VDD=3.6V

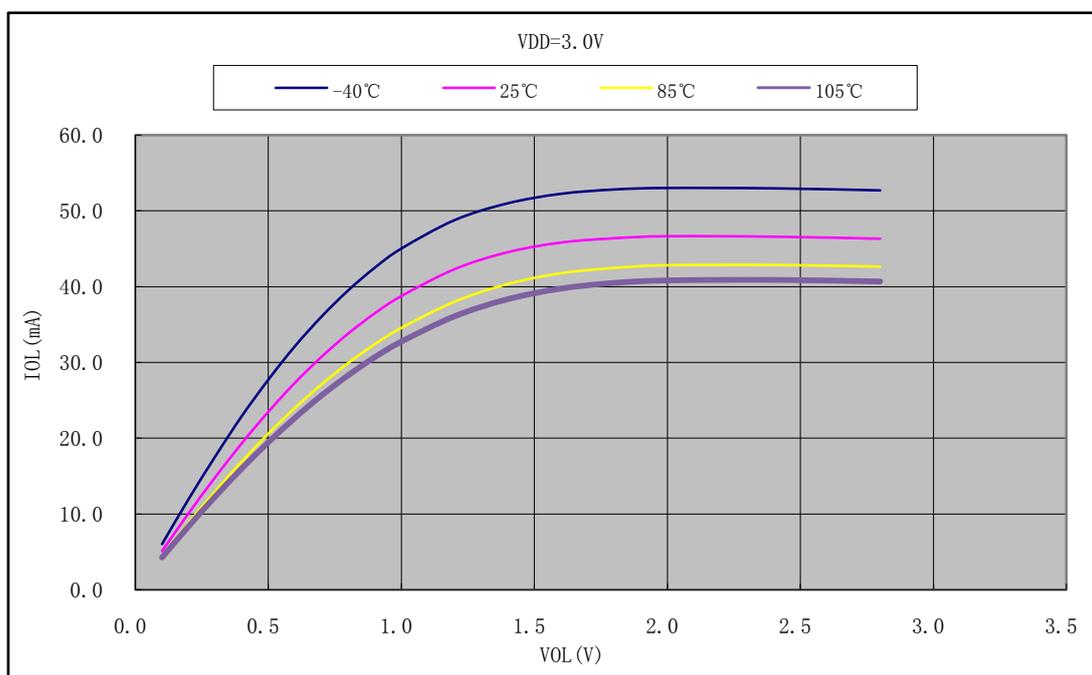


◆ 芯片 IO 端口输出特性（大电流驱动）

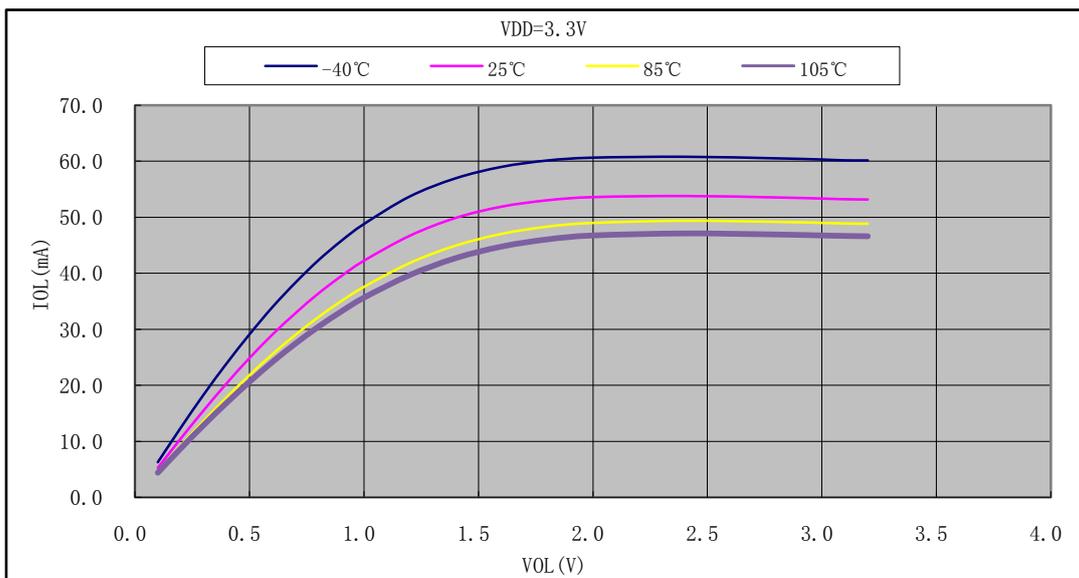
◇ IOL vs VOL @VDD=1.8V



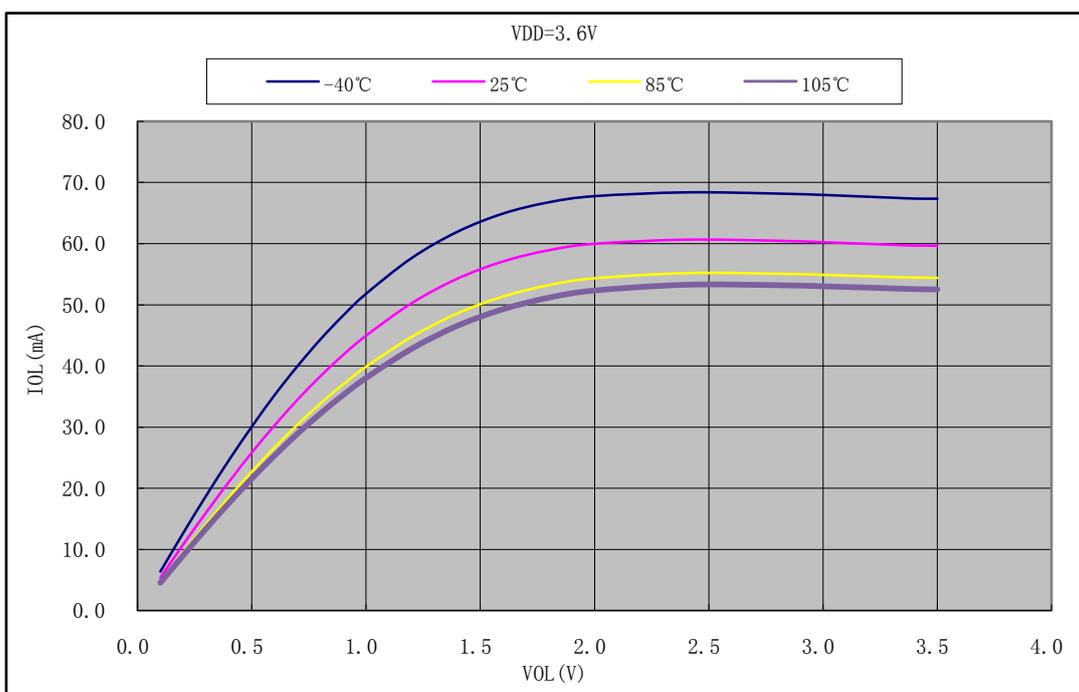
◇ IOL vs VOL @VDD=3.0V



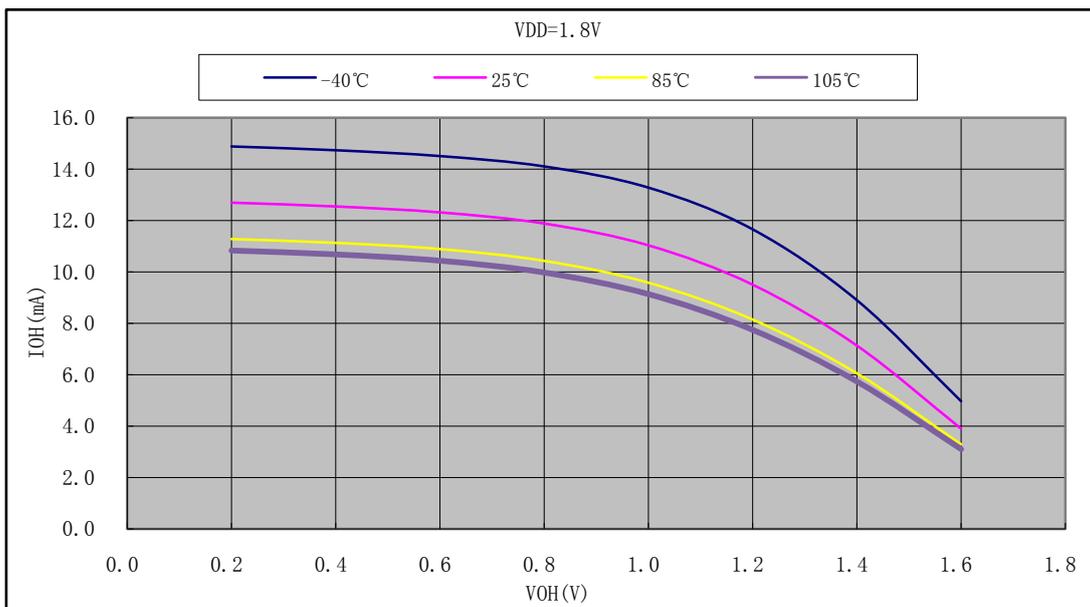
◇ IOL vs VOL @VDD=3.3V



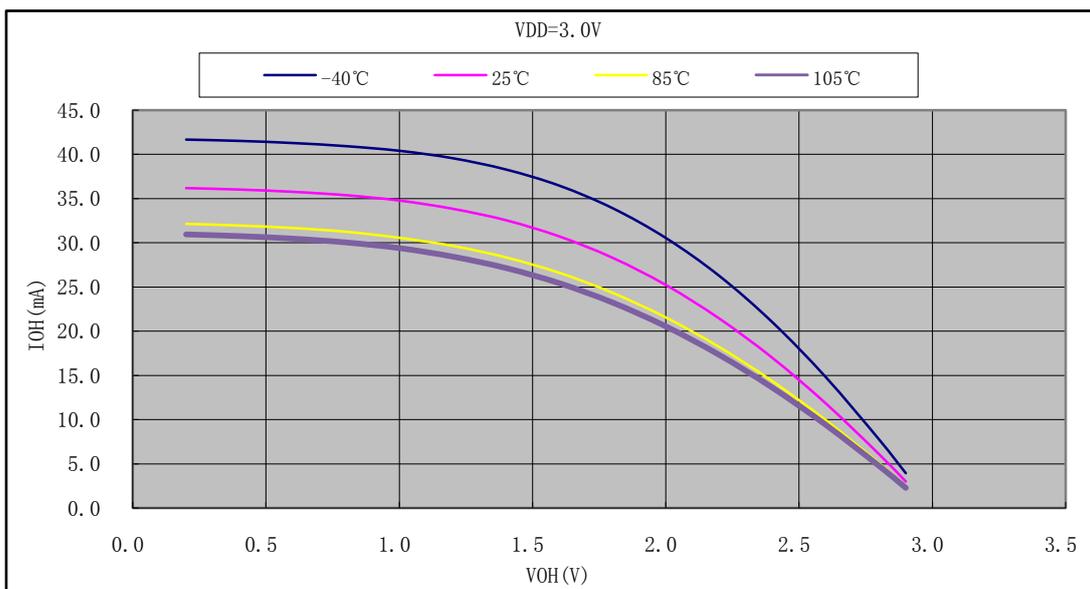
◇ IOL vs VOL @VDD=3.6V



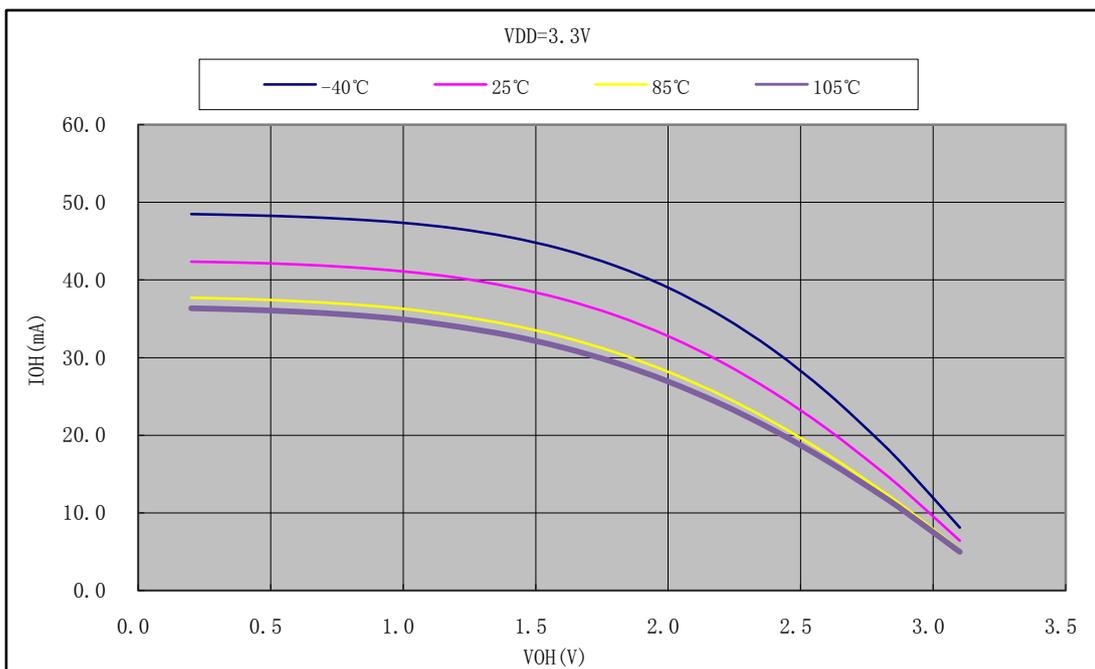
◇ IOH vs VOH @VDD=1.8V



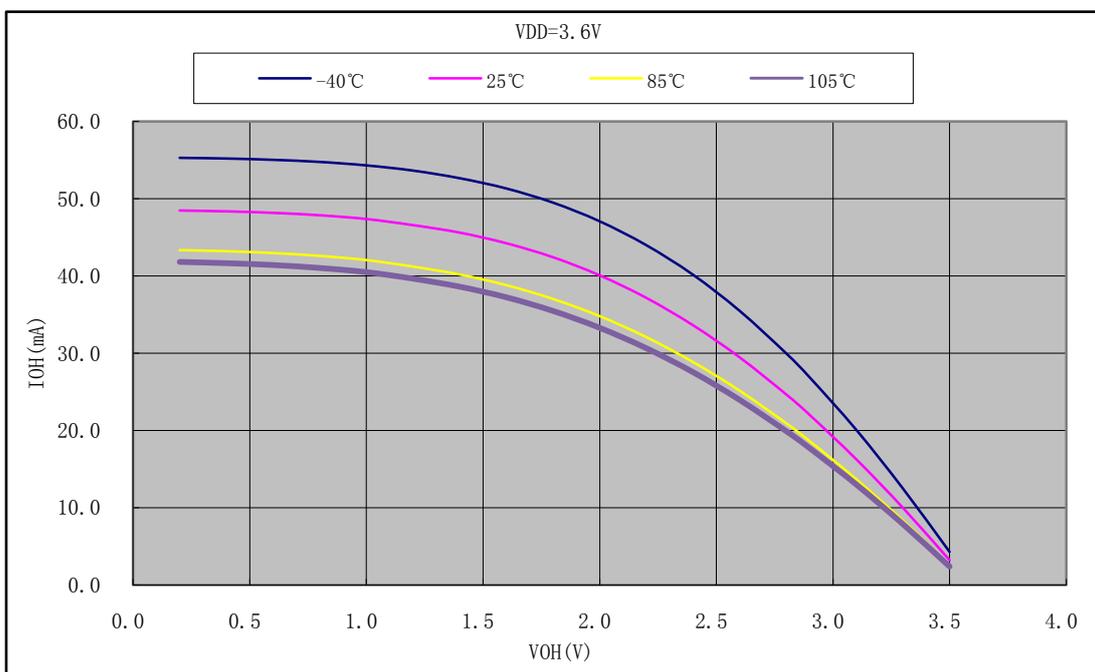
◇ IOH vs VOH @VDD=3.0V



◇ IOH vs VOH @VDD=3.3V



◇ IOH vs VOH @VDD=3.6V



标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{IOOUT_MAX}	最大输出频率	IO 普通驱动, CL = 50 pF, V _{DD} = 1.8V to 3.6 V	-	-	16	MHz
t _{IOFALL}	输出电平从高变 低的下降时间	IO 普通驱动, CL = 50 pF, V _{DD} = 1.8V to 3.6 V	-	-	10	ns
t _{IORISE}	输出电平从低变 高的上升时间	IO 普通驱动, CL = 50 pF, V _{DD} = 1.8V to 3.6 V	-	-	12	ns
f _{IOOUT_MAX}	最大输出频率	IO 大电流驱动, CL = 50 pF, V _{DD} = 1.8V to 3.6 V	-	-	16	MHz
t _{IOFALL}	输出电平从高变 低的下降时间	IO 大电流驱动, CL = 50 pF, V _{DD} = 1.8V to 3.6 V	-	-	10	ns
t _{IORISE}	输出电平从低变 高的上升时间	IO 大电流驱动, CL = 50 pF, V _{DD} = 1.8V to 3.6 V	-	-	12	ns
t _{IOPULSE}	IO 输入检测脉 宽	-	20	-	-	ns
t _{EXTI}	GPIO 中断检测 宽度	-	100	-	-	us

表 5-8 IO 端口的 AC 特性

5.3.12 MRST电气特性

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{ILMRST}	MRST 输入低电平电压	-	0	-	1.0	V
V_{IHMRST}	MRST 输入高电平电压	-	2.0	-	VDD	V
V_{HSTMRS}	MRST 迟滞电压	-	-	1.0	-	V
R_{PUMRS}	内部上拉电阻	-	70	100	130	k Ω
$t_{PULSEMRST}$	MRST 有效宽度	-	250	-	-	us

表 5-9 MRST 电气特性

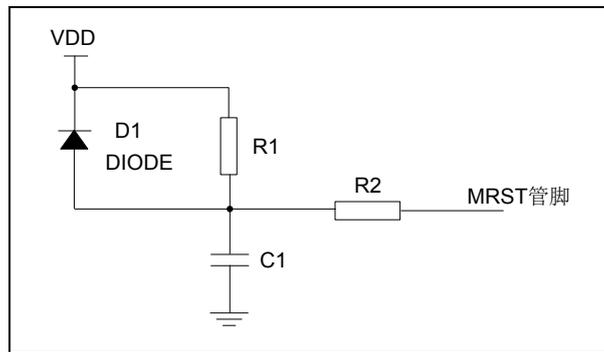


图 5-9 MRST 应用电路 1

注：采用 RC 复位，其中 $47K\Omega \leq R1 \leq 100K\Omega$ ，电容 $C1 = (0.1\mu F)$ ， $R2$ 为限流电阻， $0.1K\Omega \leq R2 \leq 1K\Omega$ 。

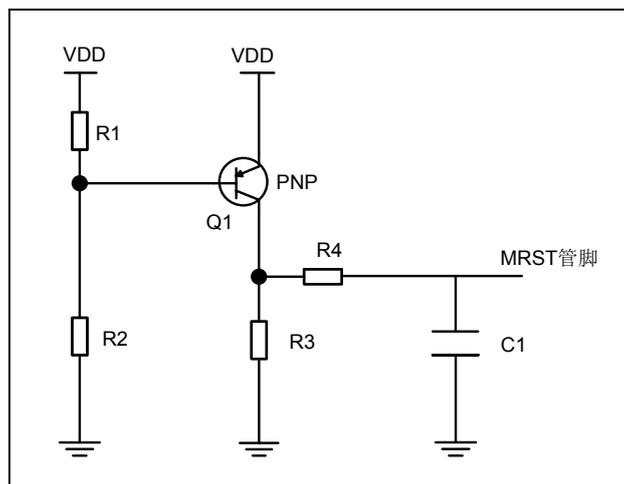


图 5-10 MRST 应用电路 2

注：采用 PNP 三极管复位，通过 $R1$ ($2K\Omega$) 和 $R2$ ($10K\Omega$) 分压作为基极输入，发射极接 VDD，集电极一路通过 $R3$ ($20K\Omega$) 接地，另一路通过 $R4$ ($1K\Omega$) 和 $C1$ ($0.1\mu F$) 接地， $C1$ 另一端作为 MRST 输入。

5.3.13 模数转换器特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DDA}	模拟电源	-	1.8	3.3	3.6	V
V _{REF+}	正端参考电压	-	1.2	-	VDD	V
V _{REF-}	负端参考电压	-	0	0	0.6	V
I _{VREF}	V _{REF} 电流	-	-	85	-	uA
f _{ADC}	ADC 时钟频率	-	-	-	12	MHz
f _{SAMPLING}	采样率	-	-	-	410	KSPS
f _{TRIG}	外部触发频率	-	-	-	410	KHz
V _{AIN}	转换电压范围	-	0.05*VREF	-	0.95*VREF	V
R _{AIN}	外部输入阻抗	-	-	-	-	kΩ
R _{ADC}	采样开关电阻	-	-	1	11	kΩ
C _{ADC}	内部采样保持电容	-	-	0.5	-	pF
t _{SAMPLING}	采样时间	-	1	-	15	ADC 时钟周期数
t _{PWRUP}	ADC 上电稳定时间	参考电压稳定时间	1	25	-	us
t _{CONV}	总体转换时间 (包括采样时间)	-	-	T _{SAMPLING} +14	-	ADC 时钟周期数

表 5-10 模数转换器特性

标号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ERR _{OFFSET}	失调误差	f _{ADC} =12MHz, R _{AIN} <10kΩ T _A =25°C VREF=VDD=3.3V	-	3	LSB
ERR _{GAIN}	增益误差		-	3	LSB
ERR _{DNL}	差分线性误差		-	15	LSB
ERR _{INL}	积分线性误差		-	15	LSB

表 5-11 ADC 精度特性 1

标号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ERR _{OFFSET}	失调误差	f _{ADC} =12MHz, R _{AIN} <10kΩ T _A =25°C VREF=VREF_EXT=3.3V	-	3	LSB
ERR _{GAIN}	增益误差		-	3	LSB
ERR _{DNL}	差分线性误差		-	10	LSB
ERR _{INL}	积分线性误差		-	10	LSB

表 5-36 ADC 精度特性 2

标号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ERR _{OFFSET}	失调误差	f _{ADC} =12MHz, R _{AIN} <10kΩ T _A =25°C	-	2	LSB
ERR _{GAIN}	增益误差		-	4	LSB

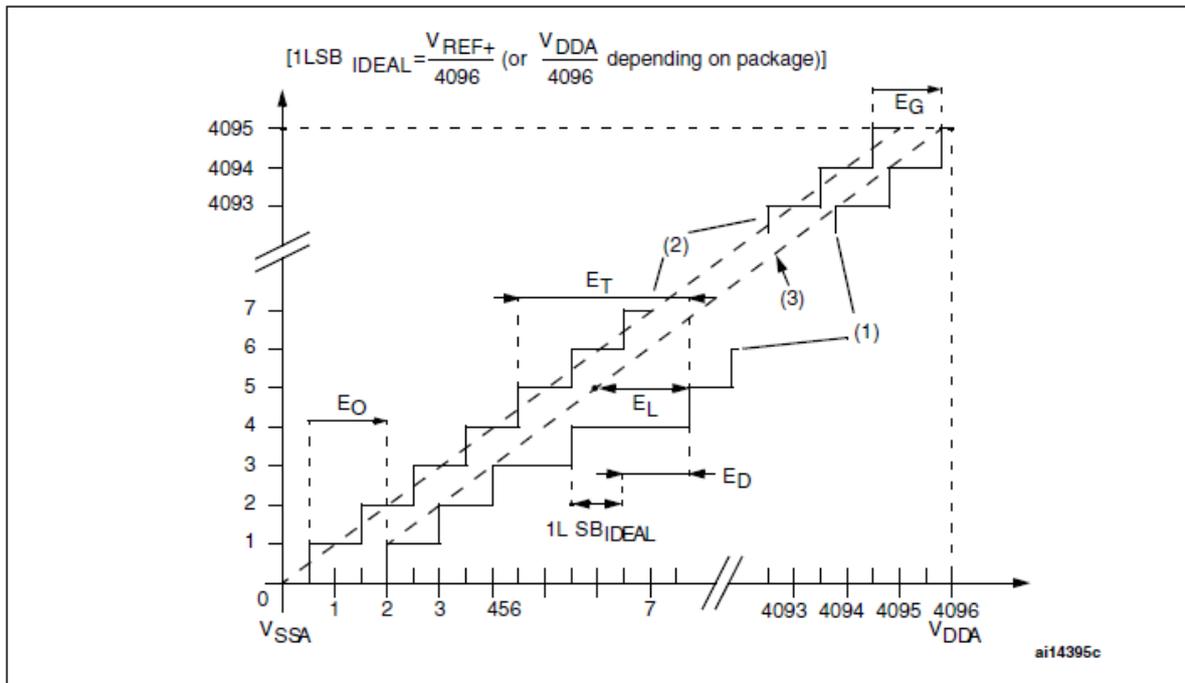
标号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ERR _{DNL}	差分线性误差	VREF= 1.20V	-	15	LSB
ERR _{INL}	积分线性误差		-	20	LSB

表 5-37 ADC 精度特性 3

标号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ERR _{OFFSET}	失调误差	f _{ADC} =12MHz, R _{AIN} <10kΩ T _A =25°C VREF= 2.40V	-	2	LSB
ERR _{GAIN}	增益误差		-	2	LSB
ERR _{DNL}	差分线性误差		-	15	LSB
ERR _{INL}	积分线性误差		-	15	LSB

表 5-38 ADC 精度特性 4

注 1: 建议对可能有负电流注入的模拟端口增加对地的肖特基二极管。因为负注入电流会明显降低 ADC 的转换精度。
注 2: 上述提到的 DNL 和 INL 为软件校准补偿后的值;



1. Example of an actual transfer curve.
2. Ideal transfer curve.
3. End point correlation line.
4. ET = Total Unadjusted Error: maximum deviation between the actual and the ideal transfer curves.
EO = Offset Error: deviation between the first actual transition and the first ideal one.
EG = Gain Error: deviation between the last ideal transition and the last actual one.
ED = Differential Linearity Error: maximum deviation between actual steps and the ideal one.
EL = Integral Linearity Error: maximum deviation between any actual transition and the end point correlation line.

图 5-10 ADC 精度特性参数图

5.3.14 温度传感器特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_L	温感输出电压与温度的线性误差	-	-		-	°C
SLOPE _{VT}	平均斜率	-40°C~105°C	-	2.70	-	mV/°C
V_{ROOM}	25°C的输出电压	-	-	0.787	-	V
t_{START}	启动时间	-	-	50	-	us
t_{SAMPLE}	ADC 的对温度传感器输出的采样时间	-	1	-	15	ADC 时钟周期数

表 5-12 温度传感器特性

5.3.15 定时器特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{TIMEXT}	定时器外部输入时钟频率	-	-	$f_{TIMER_CLK}/2$	24	MHz

表 5-13 定时器特性参数

5.3.16 通信特性参数

5.3.16.1 I2C特性参数

标号	参数	条件	标准模式 (100k)		快速模式 (400k)		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	
t_{WSCLL}	SCL 时钟低电平时间	-	可设定	-	可设定	-	us
t_{WSCLH}	SCL 时钟高电平时间	-	可设定	-	可设定	-	us
t_{SUSDA}	SDA 建立时间	-	可设定	-	可设定	-	us
t_{HSDA}	SDA 保持时间	-	-	可设定	-	可设定	ns
t_{RSDA} t_{RSCL}	SDA 和 SCL 上升时间	VDD=3.3V, 主模式 4.7k 上拉电阻, 400pf 电容 $T_A=25^\circ\text{C}$	-	1000	-	750	ns
t_{FSDA} t_{FSCL}	SDA 和 SCL 的下降时间	VDD=3.3V, 主模式 4.7k 上拉电阻, 400pf 电容 $T_A=25^\circ\text{C}$	-	130	-	90	ns
t_{HSTA}	START 条件的保持时间	VDD=3.3V, 主模式 4.7k 上拉电阻, 400pf 电容	4000	-	500	-	us

标号	参数	条件	标准模式 (100k)		快速模式 (400k)		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	
		$T_A=25^{\circ}\text{C}$					
t_{SUSTA}	重复 START 条件的建立时间	VDD=3.3V, 主模式 4.7k 上拉电阻, 400pf 电容 $T_A=25^{\circ}\text{C}$	4	-	0.5	-	us
t_{SUSTO}	STOP 条件的建立时间	VDD=3.3V, 主模式 4.7k 上拉电阻, 400pf 电容 $T_A=25^{\circ}\text{C}$	5	-	0.8	-	us
t_{WSTOSTA}	STOP 至 START 条件的总线空闲时间	VDD=3.3V, 主模式 4.7k 上拉电阻, 400pf 电容 $T_A=25^{\circ}\text{C}$	6.5	-	3.3	-	us
C_{BUS}	总线电容负载 (注意: SCL 和 SDA 电容负载应尽量保持一致)	外接电容 400pf $T_A=25^{\circ}\text{C}$	-	400	-	400	pF

表 5-14 I2C 特性参数

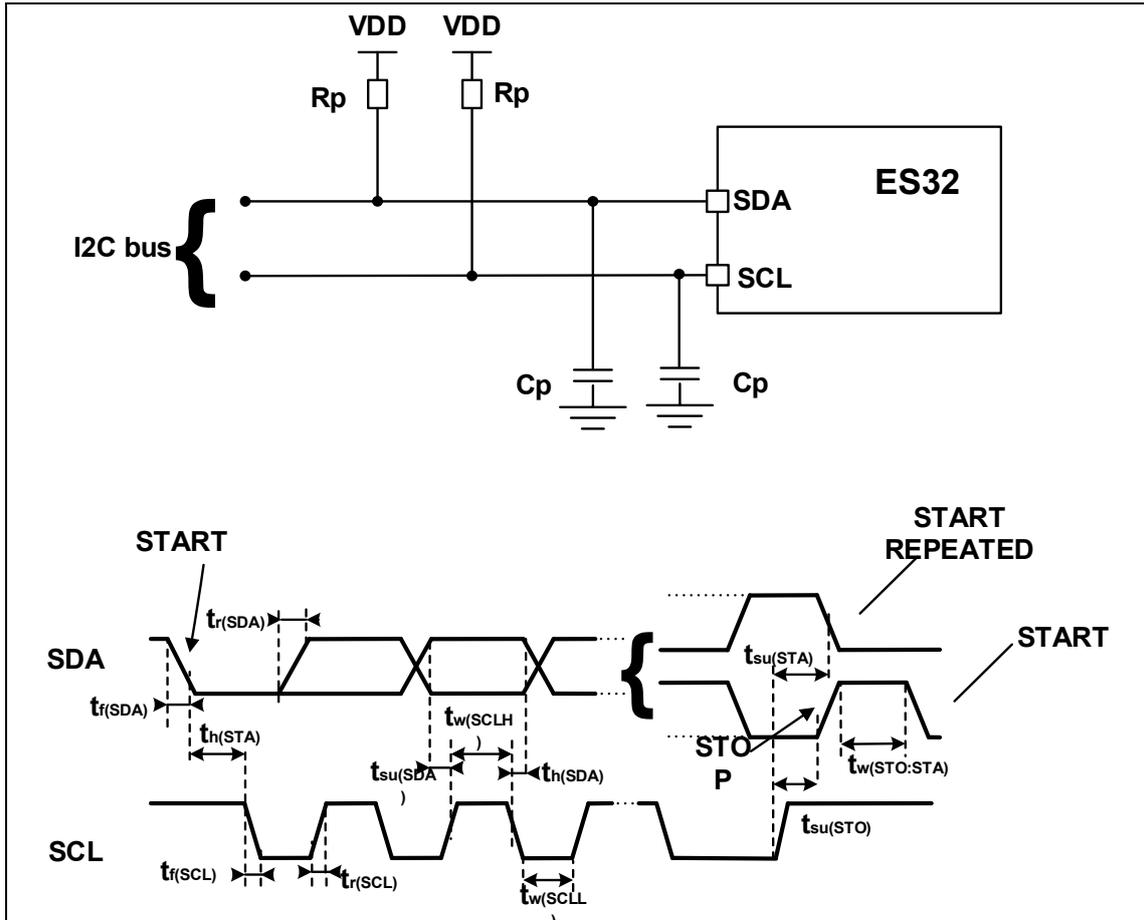


图 5-11 I2C 测试电路和波形

5.3.16.2 SPI特性参数

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f _{SCK}	SPI 时钟频率	主模式	-	24	MHz
		从模式	-	3	MHz
t _{RSCK} t _{FSCK}	SPI 时钟 上升和下降时间	电容负载 33pF	-	6	ns
DUTY _{SCK}	SPI 输入 时钟占空比	从模式	20	80	%
t _{SUNSS}	NSS 建立时间	从模式	4t _{PCLK1}	-	ns
t _{HNSS}	NSS 保持时间	从模式	2t _{PCLK1}	-	ns
t _{WSCKH} t _{WSCKL}	SCK 高电平和 低电平时间	主模式, f _{PCLK} =24MHz,4 分频	80	86	ns
t _{SUMI}	输入数据建立时间	主模式	5	-	ns
t _{SUSI}	输入数据建立时间	从模式	5	-	ns
t _{HMI}	输入数据保持时间	主模式	5	-	ns
t _{HSI}	输入数据保持时间	从模式	4	-	ns
t _{ASO}	输出数据访问时间	从模式	0	3t _{PCLK1}	ns

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
t _{DISSO}	输出数据禁止时间	从模式	2	10	ns
t _{VSO}	输出数据有效时间	从模式	-	25	ns
t _{VMO}	输出数据有效时间	主模式	-	5	ns
t _{HSO}	输出数据保持时间	从模式	15	-	ns
t _{HMO}	输出数据保持时间	主模式	2	-	ns

表 5-15 SPI 特性参数

5.3.17 BLE电气参数

本章节根据 BLE 的不同工作情况，给出相应的电气参数实测值。

5.3.17.1 125-kbps Coded (Bluetooth 5)

工作温度 25 °C/ 工作电源电压 3.3V

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF 频率范围	-	2400	-	2483.5	MHz
RF 接收灵敏度	PER 小于等于 30.8%;	-	-100	-	dBm
RF 输出功率	-	-25	-	4.5	dBm

5.3.17.2 500-kbps Coded (Bluetooth 5)

工作温度 25 °C/ 工作电源电压 3.3V

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF 频率范围	-	2400	-	2483.5	MHz
RF 接收灵敏度	PER 小于等于 30.8%;	-	-97	-	dBm
RF 输出功率	-	-25	-	4.5	dBm

5.3.17.3 1-Mbps GFSK (Bluetooth 5)

工作温度 25 °C/ 工作电源电压 3.3V，测试频点 Frf=2440MHz

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF 频率范围	-	2400	-	2483.5	MHz
RF 接收灵敏度	PER 小于等于 30.8%;	-	-93	-	dBm
带内信道干扰和选择性 C/I (Co-channel rejection ⁽²⁾)	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰 信号频点为测试频点, PER 小于等于 30.8%	-	10	-	dB

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
带内信道干扰和选择性 C/I, $\pm 1\text{MHz}$ ⁽²⁾	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰信号频点为偏移 $\pm 1\text{MHz}$, PER 小于等于 30.8%	-	-2/3 ⁽¹⁾	-	dB
带内信道干扰和选择性 C/I, $\pm 2\text{MHz}$ ⁽²⁾	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰信号频点为偏移 $\pm 2\text{MHz}$, PER 小于等于 30.8%	-	-20/-19 ⁽¹⁾	-	dB
带内信道干扰和选择性 C/I, $\pm 3\text{MHz}$ ⁽²⁾	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰信号频点为偏移 $\pm 3\text{MHz}$, PER 小于等于 30.8%	-	-31/-16 ⁽¹⁾	-	dB
带外阻塞特性 I	干扰信号频点 30MHz to 2000MHz,有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-30	-	-	dBm
带外阻塞特性 II	干扰信号频点 2003MHz to 2399MHz,有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-35	-	-	dBm
带外阻塞特性 III	干扰信号频点 2484MHz to 2997MHz,有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-35	-	-	dBm
带外阻塞特性 IV	干扰信号频点 3000MHz to 12.75GHz,有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-30	-	-	dBm
RSSI 动态范围	-	-	70	-	dBm
RSSI 精度	-	-	± 4	-	dBm
RF 输出功率	-	-25	-	4.5	dBm

⁽¹⁾ X/Y, 其中 X 表示 $\text{Fr}f+N$ MHz 点的 C/I, Y 表示 $\text{Fr}f-N$ MHz 点的 C/I。

⁽²⁾ 临道频点, $\text{Finterference} = \text{Fr}f \pm N$ 。

5.3.17.4 2-Mbps GFSK (Bluetooth 5)

工作温度 25 °C/ 工作电源电压 3.3V, 测试频点 $\text{Fr}f=2440\text{MHz}$

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF frequency range	-	2400	-	2483.5	MHz
Receiver sensitivity	PER 小于等于 30.8%;	-	-91	-	dBm
带内信道干扰和选择性 C/I (Co-channel rejection)	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰信号频点为测试频点, PER 小于等于 30.8%	-	10	-	dB

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
带内信道干扰和选择性 C/I, ±2MHz	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰信号频点为偏移±2MHz, PER 小于等于 30.8%	-	-7/-2 ⁽¹⁾	-	dB
带内信道干扰和选择性 C/I, ±4MHz	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰信号频点为偏移±4MHz, PER 小于等于 30.8%	-	-32/-27 ⁽¹⁾	-	dB
带内信道干扰和选择性 C/I, ±6MHz	有效信号输出功率-67dbm,调制干扰信号频点为偏移±6MHz, PER 小于等于 30.8%	-	-39/-36 ⁽¹⁾	-	dB
带外阻塞特性 I	干扰信号频点 30MHz to 2000MHz, 有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-30	-	-	dBm
带外阻塞特性 II	干扰信号频点 2003MHz to 2399MHz, 有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-35	-	-	dBm
带外阻塞特性 III	干扰信号频点 2484MHz to 2997MHz, 有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-35	-	-	dBm
带外阻塞特性 IV	干扰信号频点 3000MHz to 12.75GHz, 有效信号输出功率-67dbm, PER 小于等于 30.8%	-30	-	-	dBm
RF 输出功率	-	-25	-	4.5	dBm

⁽¹⁾ X/Y, 其中 X 表示 Frf+N MHz 点的 C/I, Y 表示 Frf-N MHz 点的 C/I。

⁽²⁾ 临道频点, Finterference = Frf±N。

5.3.18 低功耗模式转换特性参数

从低功耗模式恢复的时间

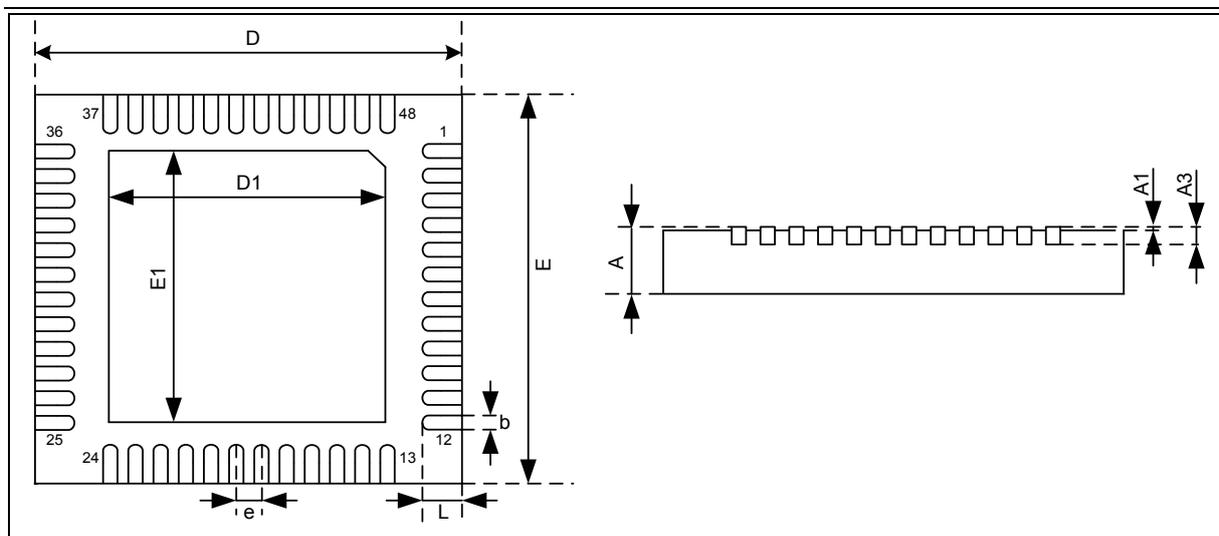
标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{WUSLEEP}$	SLEEP 模式 唤醒时间	$f_{HCLK} = 48MHz$	-	0.30	-	us
$t_{WUSTOP1}$	STOP1 模式 唤醒时间	睡眠前系统时钟 $f_{HCLK} = HRC24MHz$	-	0.52	-	ms
		睡眠前系统时钟 $f_{HCLK} = PLL48MHz$	-	3.80	-	ms
$t_{WUSTOP2}$	STOP2 模式 唤醒时间	睡眠前系统时钟 $f_{HCLK} = HRC24MHz$	-	0.80	-	ms
		睡眠前系统时钟 $f_{HCLK} = PLL48MHz$	-	4.00	-	ms
$t_{WUSTANDBY}$	STANDBY 模 式唤醒时间	睡眠后 32.768KHz 低速时钟工作	-	1.40	-	ms
		睡眠后 32.768KHz 低速时钟不工作	-	1.40	-	ms

表 5-16 低功耗模式唤醒特性

注 1: 睡眠前系统时钟选择 PLL48MHz 时, 唤醒时间的计算考虑 HOSC+PLL 的稳定时间为 3.2ms;

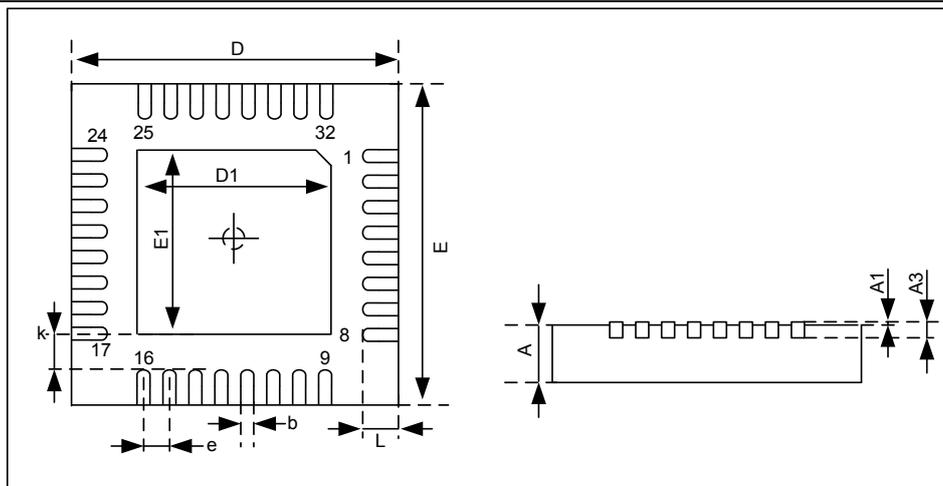
第6章 封装信息

6.1 QFN48 封装尺寸图



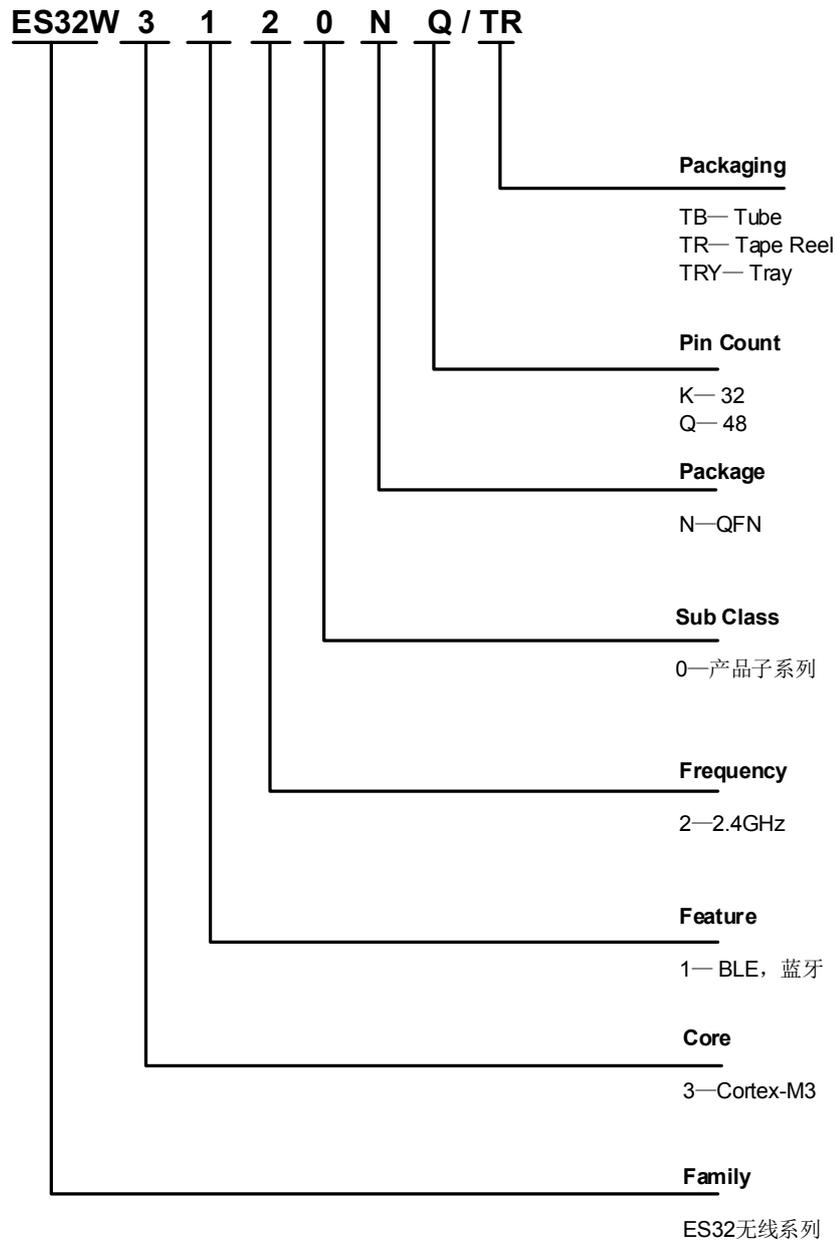
标号	公制 (mm)		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.03	0.05
A3	0.203REF		
b	0.15	—	0.25
D	5.90	6.00	6.10
D1	3.70	3.80	3.90
E	5.90	6.00	6.10
E1	3.70	3.80	3.90
e	0.40BSC		
L	0.30	0.40	0.50

6.2 QFN32 封装尺寸图



标号	公制 (mm)		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A3	0.203REF		
b	0.15	—	0.30
D	4.90	5.00	5.10
D1	3.30	3.40	3.50
E	4.90	5.00	5.10
E1	3.30	3.40	3.50
e	0.50BSC		
L	0.30	0.40	0.50

第7章 产品信息



第8章 修订历史

版本	修订日期	修订内容
V1.0	2021.05.06	初版发布