PY32T020 系列数据手册

32 位 ARM® Cortex®-M0+ 微控制器

Puya Confidential

Puya Semiconductor (Shanghai) Co., Ltd

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

微信扫码咨询客服

PUYA

PY32T020 系列

32 位 ARM® Cortex®-M0+ 微控制器

产品特性

- 内核
  - — 32 位 ARM® Cortex® - M0+
  - — 最高 48 MHz 工作频率
- 存储器
  - — 32 KB Flash 存储器
  - — 4 KB SRAM
- 时钟系统
  - — 内部 24/48 MHz RC 振荡器 (HSI)
  - — 内部 32.768 kHz RC 振荡器 (LSI)
  - — 4 ~ 8 MHz 高速晶体振荡器 (HSE)
  - — 32.768 kHz 低速晶体振荡器(LSE)
  - — 外部时钟输入
- 电源管理和复位
  - — 工作电压：1.8 ~ 5.5 V
  - — 低功耗模式: Sleep/Stop/Deep_stop/Hibernate
  - — 上电/掉电复位 (POR/PDR)
  - — 欠电复位 (BOR)
- 通用输入输出 (I/O)
  - — 多达 26 个 I/O，均可作为外部中断
  - — 5 个 GPIO 支持超强灌电流，可配置为 80mA/60mA/40mA/20mA，支持共阴极 LED 数码管
  - — 8 个 GPIO 作为 LED SEG 支持恒流驱动
  - — 所有 GPIO 可作为 1/2 Bias 的 LCD COM
- 低功耗触控（Touch Key）
  - —高灵敏度设计，可实现隔空按键触控
  - —高可靠性模式抗干扰可通过 10 V 动态 CS 测试
  - —26 通道触控按键及衍生功能
  - —低功耗触控模式，多触控按键唤醒芯片整体功耗小于 8 μA
- 1 x 12 位 ADC
  - — 支持最多 10 个外部输入通道，3 个内部通道
  - — 参考源: 内置 0.6 V/1.5 V/2.048 V/2.5 V 参考电压，电源电压 V_{CC}
- 定时器
  - — 1 个 16 位高级控制定时器 (TIM1)
  - — 1 个通用的 16 位定时器 (TIM14)
  - — 1 个独立看门狗定时器 (IWDG)
  - — 1 个 SysTick 定时器
- RTC
- 通讯接口
  - — 1 个串行外设接口 (SPI)
  - — 3 个通用异步收发器 (UART)
  - — 1 个 I^2C 接口，支持标准模式 (100 kHz)、快速模式 (400 kHz)，快速+模式（1 MHz），支持低功耗地址唤醒
- 硬件 CRC-32 模块
- 2 个比较器
- 唯一UID
- 串行调试 (SWD)
- 工作温度：-40 ~ 105 °C
- 封装：QFN28、TSSOP28、SOP28、SOP20、SOP16、SOP8

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

目录

产品特性 **2**
1. 简介 **5**
2. 功能概述 **9**
2.1. Arm® Cortex®-M0+ 内核 9
2.2. 存储器 9
2.3. Boot 模式 9
2.4. 时钟系统 10
2.5. 电源管理 11
2.5.1. 电源框图 11
2.5.2. 电源监控 11
2.5.3. 电压调节器 12
2.5.4. 低功耗模式 12
2.6. 复位 13
2.6.1. 电源复位 13
2.6.2. 系统复位 13
2.7. 通用输入输出 GPIO 13
2.8. 中断 13
2.8.1. 中断控制器 NVIC 13
2.8.2. 扩展中断 EXTI 14
2.9. 模数转换器（ADC） 14
2.10. 高灵敏度触控（Touch Key） 15
2.11. 比较器(COMP) 15
2.11.1. COMP 主要特性 15
2.12. 定时器 15
2.12.1. 高级定时器 16
2.12.2. 通用定时器 16
2.12.3. IWDG 16
2.12.4. SysTick 定时器 16
2.13. 实时时钟 RTC 17
2.14. I²C 接口 17
2.15. 通用异步收发器 UART 18
2.16. 串行外设接口 SPI 18
2.17. SWD 19
3. 引脚配置 **20**
3.1. 端口 A 复用功能映射 31
3.2. 端口 B 复用功能映射 31
3.3. 端口 F 复用功能映射 32

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

4. 存储器映射 33
5. 电气特性 37
5.1. 测试条件 37
5.1.1. 最小值和最大值 37
5.1.2. 典型值 37
5.1.3. 供电方案 37
5.2. 绝对最大额定值 38
5.3. 工作条件 38
5.3.1. 通用工作条件 38
5.3.2. 上下电工作条件 39
5.3.3. 内嵌复位模块特性 39
5.3.4. 工作电流特性 40
5.3.5. 低功耗唤醒时间 41
5.3.6. 外部时钟源特性 42
5.3.7. 内部高频时钟源 HSI 特性 44
5.3.8. 内部低频时钟源 LSI 特性 45
5.3.9. 存储器特性 45
5.3.10. EFT 特性 46
5.3.11. ESD & LU 特性 46
5.3.12. 端口特性 46
5.3.13. ADC 特性 47
5.3.14. 比较器特性 49
5.3.15. 温度传感器特性 49
5.3.16. 内置参考电压特性 50
5.3.17. ADC 内置参考电压特性 50
5.3.18. COMP 内置参考电压特性(6 位 DAC) 50
5.3.19. 定时器特性 50
5.3.20. 通讯口特性 51
6. 封装信息 54
6.1. QFN28 封装尺寸 54
6.2. TSSOP28 封装尺寸 55
6.3. SOP28 封装尺寸 56
6.4. SOP20 封装尺寸 57
6.5. SOP16 封装尺寸 58
6.6. SOP8 封装尺寸 59
7. 订购信息 60
8. 版本历史 61

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

1. 简介

PY32T020 系列微控制器采用高性能的 32 位 ARM® Cortex®-M0+内核，宽电压工作范围，嵌入 32 KB Flash 和 4 KB SRAM 存储器，最高工作频率 48 MHz。包含多种不同封装类型多款产品。芯片集成 I²C、SPI、UART 等通讯外设，1 路 12 位 ADC，2 个 16 位定时器，以及 2 路比较器，26 通道低功耗双模电容触控电路，触控电路可选择在 Stop 模式下运行。

PY32T020 系列微控制器的工作温度范围为 -40 ~ 105 °C，工作电压范围 1.8 ~ 5.5 V。芯片提供 Sleep/Stop/Deep_stop/Hibernate 低功耗工作模式，可以满足不同的低功耗应用。

PY32T020 系列微控制器具有优异的抗干扰性能和性能极好的触控按键性能，适用于多种应用场景，例如大小家电、智能家居、控制器、手持设备、PC 外设、游戏和 GPS 平台、工业应用等。

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 1-1 PY32T020 QFN28 / TSSOP28 / SOP28 系列产品规划及特征

外设		PY32T020G16U7	PY32T020G16P7	PY32T020G15P7	PY32T020G16S7	PY32T020G15S7	PY32T020G26S7	PY32T020G25S7	PY32T020G36S7	PY32T020G35S7
Flash (KB)		32	32	20	32	20	32	20	32	20
SRAM (KB)		4	4	2	4	2	4	2	4	2
定时器	高级定时器	1								
	通用定时器	1								
	SysTick	1								
	看门狗	1								
通讯口	SPI	1								
	I^2C	1								
	UART	3								
RTC		Yes								
通用端口		26	26	26	26	26	26	26	26	26
Touch CH		26	26	26	26	26	26	26	26	26
ADC 通道数 (外部 + 内部)		10+3	10+3	10+3	10+3	10+3	10+3	10+3	10+3	10+3
LED COM		5	5	5	5	5	5	5	5	5
恒流驱动 SEG		8	8	8	8	8	8	8	8	8
LCD COM		26								
比较器		2								
最高主频(1)		48 MHz	48 MHz	24 MHz	48 MHz	24 MHz	48 MHz	24 MHz	48 MHz	24 MHz
工作电压		1.8 ~ 5.5 V								
工作温度		-40 ~ 105 ° C								
封装		QFN28	TSSOP28		SOP28					

1. Flash 容量为 20 K 的型号支持最高主频 24 MHz。

Puya Confidential

表 1-2 PY32T020 SOP20 / SOP16 / SOP8 系列产品规划及特征

外设		PY32T020F26S7	PY32T020F25S7	PY32T020W16S7	PY32T020W15S7	PY32T020L15S7
Flash (KB)		32	20	32	20	20
SRAM (KB)		4	2	4	2	2
定时器	高级定时器	1				
	通用定时器	1				
	SysTick	1				
	看门狗	1				
通讯口	SPI	1				
	I^2C	1				
	UART	3				
RTC		Yes				
通用端口		18	18	14	14	6
Touch CH		18	18	14	14	6
ADC 通道数 (外部 + 内部)		10+3	10+3	5+3	5+3	3+3
LED COM		5	5	4	4	-
恒流驱动 SEG		5	5	4	4	-
LCD COM		26				
比较器		2				1
最高主频(1)		48 MHz	24 MHz	48 MHz	24 MHz	24 MHz
工作电压		1.8 ~ 5.5 V				
工作温度		-40 ~ 105 ° C				
封装		SOP20		SOP16		SOP8

1. Flash 容量为 20 K 的型号支持最高主频 24 MHz。

Puya Confidential

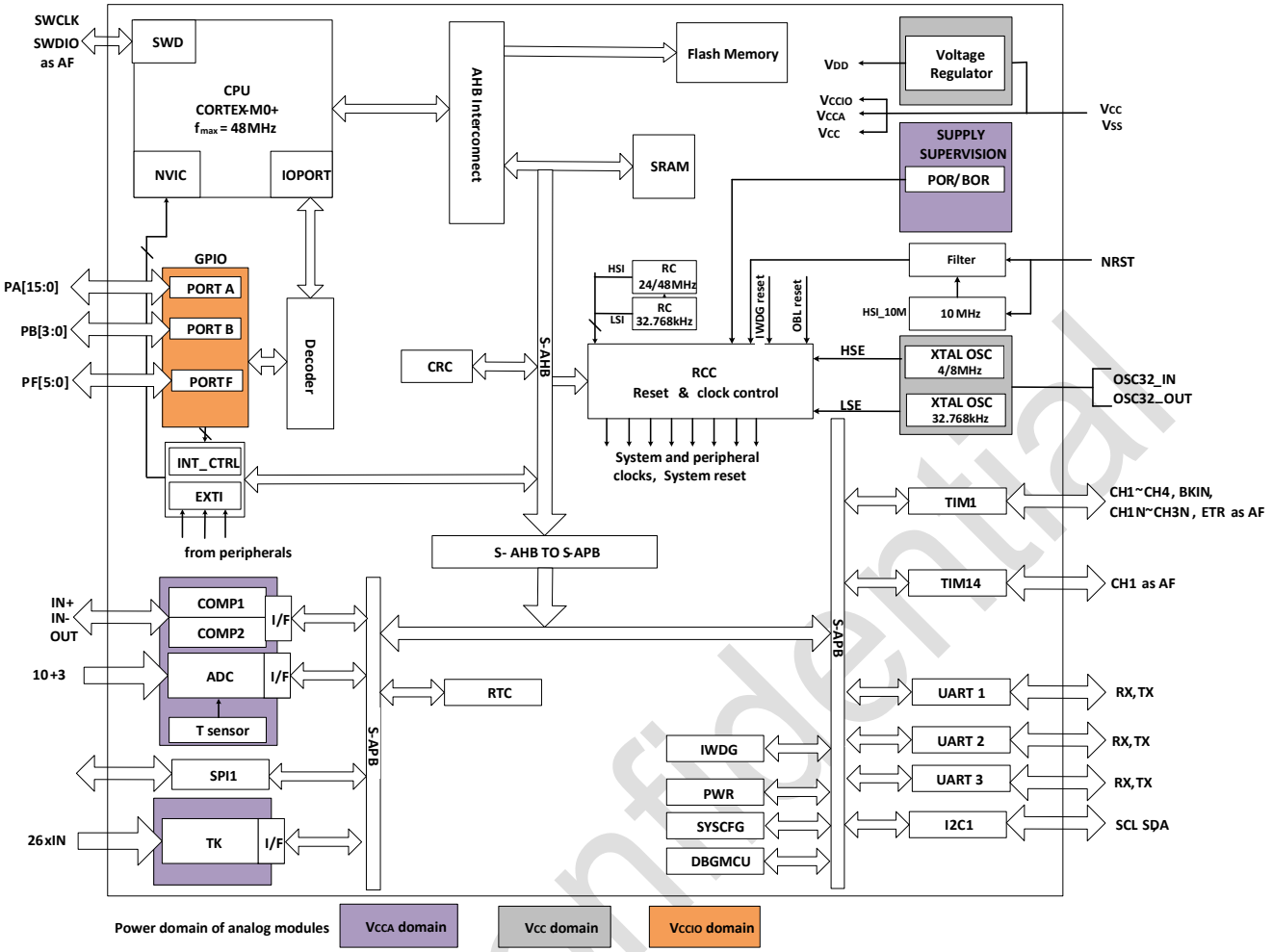


图 1-1 功能模块

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

2. 功能概述

2.1. Arm® Cortex®-M0+ 内核

Arm® Cortex®- M0+是一款为广泛的嵌入式应用设计的入门级 32 位 Arm Cortex 处理器。它为开发人员提供了显著的好处，包括:

- 结构简单，易于学习和编程
- 超低功耗，节能运行
- 精简的代码密度等

Cortex-M0+处理器是 32 位内核，面积和功耗优化高，为 2 级流水的冯诺伊曼架构。处理器通过精简但强大的指令集和广泛优化的设计，提供高端处理硬件，包含单周期乘法器，提供了 32 位架构计算机所期望的卓越性能，比其他 8 位和 16 位微控制器具有更高的代码密度。

Cortex-M0+与一个嵌套的矢量中断控制器(NVIC)紧密耦合。

2.2. 存储器

片内集成 SRAM。通过 bytes (8 位)、half-word (16 位)或者 word (32 位) 的方式可访问 SRAM。

片内集成 Flash，包含 2 个不同的物理区域组成:

- Main Flash 区域，它包含应用程序和用户数据，另外可以根据客户配置设定最大 4 KB 的区域作为 User bootloader 使用。
- Information 区域，768 Bytes，它包括以下部分:
  - Option bytes
  - UID bytes
  - Factory Configuration bytes
  - USER OTP memory

对 Flash main memory 的保护包括以下几种机制:

- 读保护 (RDP)，防止来自外部的访问。
- 写保护 (WRP) 控制，以防止不想要的写操作(由于程序存储器指针 PC 的混乱)。写保护的最小保护单位为 4 KB。
- Option byte 写保护，专门的解锁设计。

2.3. Boot 模式

通过配置位 nBOOT0/ nBOOT1(存放于 Option bytes 中)，可选择三种不同的启动模式，如下表所示:

表 2-1 Boot 配置

Boot 模式配置		模式	
nBOOT1 bit	nBOOT0 bit	Boot memory size ==0	Boot memory size !=0
X	0	Main flash 启动	Main Flash 启动
0	1	SRAM 启动	SRAM 启动
1	1	N/A	Load Flash 启动 (1)

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

1. Flash 容量为 20 K 的型号暂不支持 Load Flash 启动。

2.4. 时钟系统

CPU 启动后默认系统时钟频率为 HSI 24 MHz，在程序运行后可以重新配置系统时钟频率和系统时钟源。可以选择的高频时钟有：

- 24/48 MHz内部高精度 HSI 时钟。
- 一个32.768 kHz 可配置的内部 LSI 时钟。
- 4 ~ 8 MHz HSE 时钟，并且可以使能 CSS 功能检测 HSE。如果 CSS fail，硬件会自动转换系统时钟为 HSI，HSI 频率由软件配置。同时CPU NMI 中断产生。
- 一个 32.768 kHz LSE 时钟。

AHB 时钟可以基于系统时钟分频，APB 时钟可以基于 AHB 时钟分频。AHB 和 APB 时钟频率最高为 48 MHz。

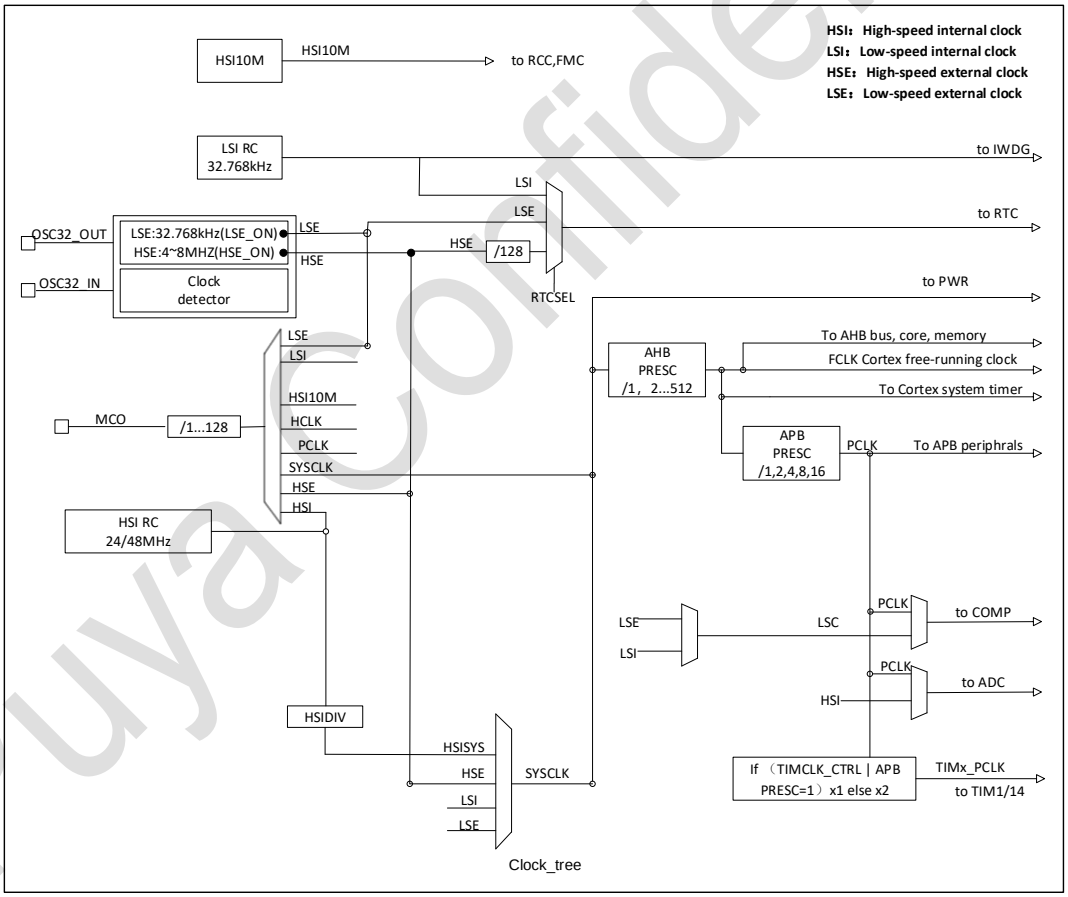


图 2-1 系统时钟结构图

Puya Confidential

2.5. 电源管理

2.5.1. 电源框图

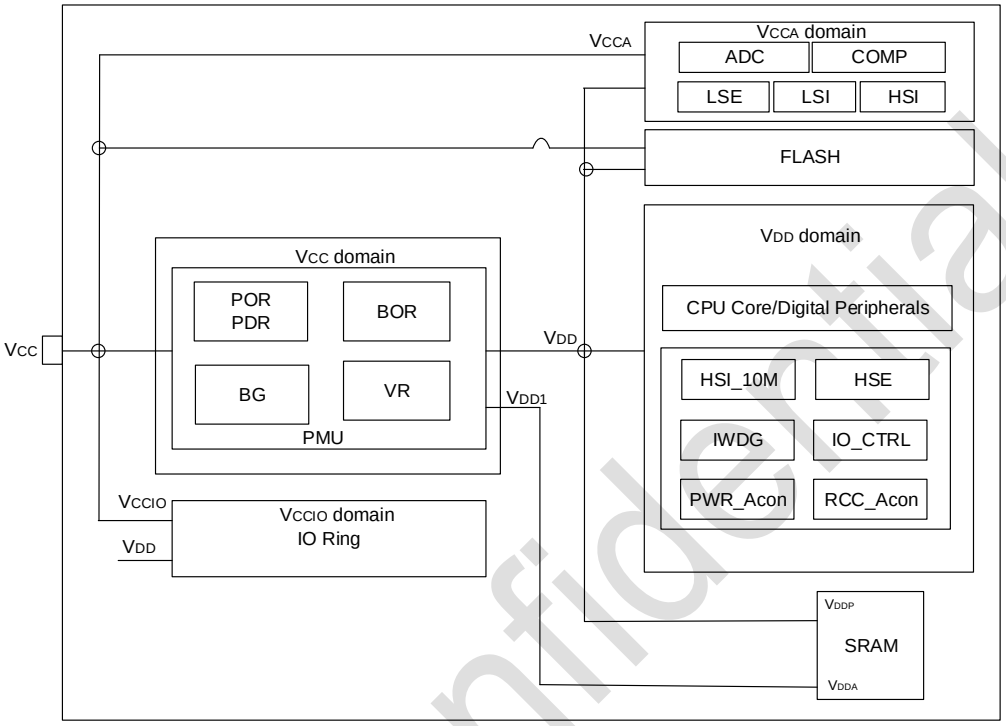


图 2-2 电源框图

表 2-2 电源框图

编号	电源	电源值	描述
1	V_{CC}	1.8 ~ 5.5 V	通过电源管脚为芯片提供电源，其供电模块为：部分模拟电路。
2	V_{CCA}	1.8 ~ 5.5 V	给大部分模拟模块供电，来自于 V_{CC} PAD(也可设计单独电源 PAD)。
3	V_{CCIO}	1.8 ~ 5.5 V	给 IO 供电，来自于 V_{CC} PAD

2.5.2. 电源监控

2.5.2.1. 上下电复位(POR/PDR)

芯片内设计 Power on reset (POR)/Power down reset (PDR)模块，为芯片提供上电和下电复位。该模块在各种模式之下都保持工作。

2.5.2.2. 欠压复位(BOR)

除了 POR/PDR 外，还实现了 BOR (brown out reset)。BOR 仅可以通过 option byte，进行使能和关闭操作。

Puya Confidential

当 BOR 被打开时，BOR 的阈值可以通过 Option byte 进行选择，且上升和下降检测点都可以被单独配置。

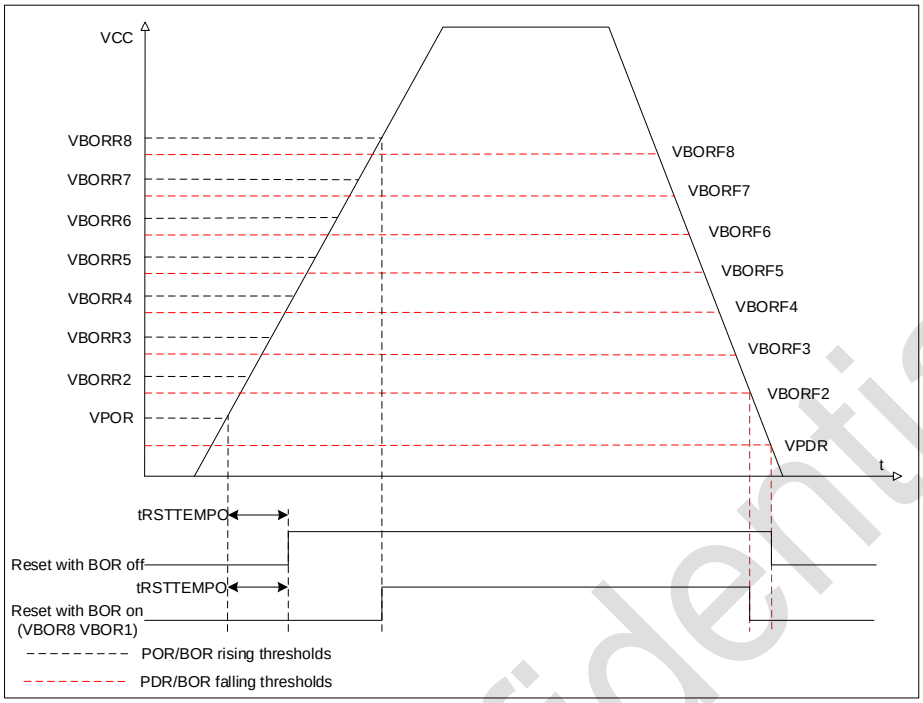


图 2-3 POR/PDR/BOR 阈值

2.5.3. 电压调节器

芯片设计三种电压调节模式：

- MR (Main regulator)在芯片正常运行状态时保持工作。
- LPR (low power regulator)在Stop模式下，提供更低功耗的选择。
- DLP(Deep low power regulator)在Deep stop和Hibernate模式下提供更低功耗。

2.5.4. 低功耗模式

芯片在正常的运行模式之外，有 4 个低功耗模式：

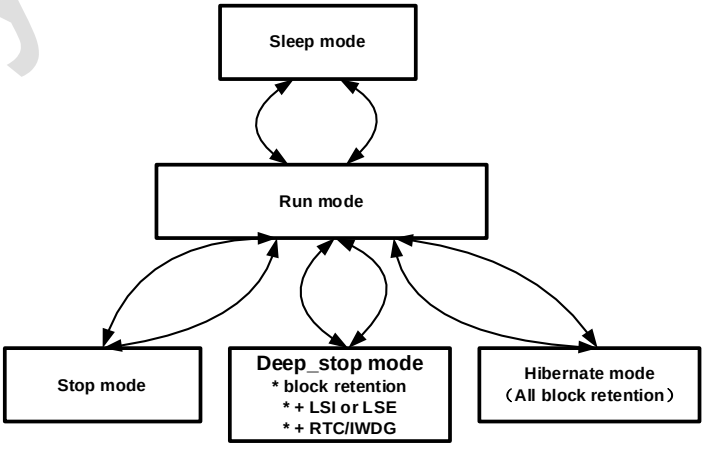


图 2-4 低功耗模式

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

- **Sleep mode：**CPU HCLK时钟关闭（NVIC，SysTick等工作），外设可以配置为保持工作。（建议只使能必须工作的模块，在模块工作结束后关闭该模块）
- **Stop mode：**LDO进入低功耗模式。该模式下SRAM和寄存器的内容保持， HSI和HSE关闭，V_{DD}域下大部分模块的时钟都被停掉。
- **Deep_stop mode：**LDO进入deep low power模式。该模式下SRAM和寄存器的内容保持，HSI和HSE关闭，V_{DD}域下大部分模块的时钟都被停掉。LSI和LSE支持软件可配。
- **Hibernate mode:** LDO进入HIB模式。该模式下SRAM和寄存器的内容保持，HSI和HSE关闭，V_{DD}域模块的时钟都被停掉。LSI和LSE软件配置为关闭。

2.6. 复位

芯片内设计两种复位，分别是：电源复位和系统复位。

2.6.1. 电源复位

电源复位在以下几种情况下产生：

- 上下电复位（POR/PDR)
- 欠压复位（BOR)

2.6.2. 系统复位

当产生以下事件时，产生系统复位：

- NRST pin的复位
- 独立看门狗复位（IWDG)
- SYSRESETREQ软件复位
- Option byte load复位（OBL)

2.7. 通用输入输出 GPIO

每个 GPIO 都可以由软件配置为输出 (push-pull 或者 open drain)，输入 (floating，pull-up/down，analog)，外设复用功能，锁定机制会冻结 I/O 口配置功能，可以配置 LCD 1/2 Bias 输出。

2.8. 中断

PY32T020 通过 Cortex-M0+ 处理器内嵌的矢量中断控制器 (NVIC) 和一个扩展中断/事件控制器 (EXTI) 来处理异常。

2.8.1. 中断控制器 NVIC

NVIC 是 Cortex-M0+ 处理器内部紧耦合 IP。NVIC 可以处理来自处理器外部的 NMI(不可屏蔽中断)和可屏蔽外部中断，以及 Cortex-M0+ 内部异常。NVIC 提供了灵活的优先级管理。

Puya Confidential

处理器核心与 NVIC 的紧密耦合大大减少了中断事件和相应中断服务例程(ISR) 启动之间的延迟。ISR 向量列在一个向量表中，存储在 NVIC 的一个基地地址。要执行的 ISR 的向量地址是由向量表基址和用作偏移量的 ISR 序号组成的。

如果高优先级的中断事件发生，而低优先级的中断事件刚好在等待响应，稍后到达的高优先级的中断事件将首先被响应。另一种优化称为尾链(tail-chaining)。当从一个高优先级的 ISR 返回时，然后启动一个挂起的低优先级的 ISR，将跳过不必要的处理器上下文的压栈和弹栈。这减少了延迟，提高了电源效率。

NVIC 特性：

- 低延时中断处理
- 4 级中断优先级
- 支持 1 个NMI 中断
- 最多支持 26 个可屏蔽外部中断
- 支持 10 个 Cortex-M0+ 异常
- 高优先级中断可打断低优先级中断响应
- 支持尾链(tail-chaining) 优化
- 硬件中断向量检索

2.8.2. 扩展中断 EXTI

EXTI 增加了处理物理线事件的灵活性，并使处理器从 Stop/Deep_stop/Hibernate 模式唤醒时产生唤醒事件/中断。

EXTI 控制器有多个通道，包括最多 26 个 GPIO， 2 个 COMP 输出，以及 RTC/I²C/TK 低功耗唤醒信号。其中 GPIO，COMP 可以配置上升沿、下降沿或双沿触发。

- 每个EXTI line都可以通过寄存器独立屏蔽。
- EXTI控制器可以捕获比内部时钟周期短的脉冲。
- EXTI控制器中的寄存器锁存每个事件，即使是在Stop/Deep_stop/Hibernate模式下，处理器从停止模式唤醒后也能识别唤醒的来源。

2.9. 模数转换器（ADC）

芯片具有 1 个 12 位的 SAR-ADC。该模块最多支持 13 个转换通道，包括 10 个外部通道和 3 个内部通道。参考电压可选择片内精准电压（0.6 V、1.5 V、2.048 V、2.5 V）或 V_{CC} 电源电压。

内部通道包括 T_{S_VIN}，V_{REFINT}，$V_{CC}/3$。

各通道的转换模式可以设定为单次、连续、扫描、不连续模式。转换结果存储在左对齐或者右对齐的 16 位数据寄存器中。

模拟看门狗允许应用检测是否输入电压超出了用户定义的高或者低阈值。

ADC 实现了在低频率下运行，可获得很低的功耗。

在采样结束，转换结束，连续转换结束，模拟看门狗时转换电压超出阈值时产生中断请求。

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

2.10. 高灵敏度触控（Touch Key)

芯片内集成一个 26 通道电容触控电路：

- Cmod电容内置可选，应用时可无需外接电容
- 高灵敏度设计，可实现隔空按键触控
- 超强抗干扰性能，可通过 CS 10 V 动态测试
- 支持跳频功能
- 支持防水补偿功能
- 支持多通道并联
- 支持低功耗模式，触摸低功耗模式下芯片整体功耗可低于 8 μA

2.11. 比较器(COMP)

芯片内集成通用比较器 (general purpose comparators) COMP，也可以与 Timer 组合在一起使用。比较器可以被如下使用：

- 被模拟信号触发，产生低功耗模式唤醒功能
- 模拟信号调节
- 当与来自 Timer 的 PWM 输出连接时，Cycle by cycle 的电流控制回路

2.11.1. COMP 主要特性

- 每个比较器有可配置的正或者负输入，以实现灵活的电压选择
  - 多路 I/O pin
  - 电源 V_{CC} 和通过分压提供的 64 个分数值(1/64、2/64 … 64/64)
  - 内部参考电压0.6 V、1.5 V、2.048 V 或 2.5 V，和通过分压提供的 64 个分数值(1/64、2/64… 64/64)
- 输出可以连接到 I/O 或者 Timer 的输入作为触发
  - OCREF_CLR 事件 (cycle by cycle 的电流控制)
  - 快速 PWM shutdown 的刹车
- 每个 COMP 具有中断产生能力，用作芯片从低功耗模式 (Sleep 和 Stop 模式) 的唤醒 (通过 EXTI)

2.12. 定时器

PY32T020 不同定时器的特性如下表所示：

表 2-3 定时器特性

类型	定时器	位宽	计数方向	预分频	捕获/比较通道	互补输出
高级定时器	TIM1	16 位	上，下，中央对齐	1 ~ 65536	4	3
通用定时器	TIM14	16 位	上	1 ~ 65536	1	-

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

2.12.1. 高级定时器

高级定时器(TIM1)由 16 位被可编程分频器驱动的自动装载计数器组成。它可以被用作各种场景，包括：输入信号(输入捕获)的脉冲长度测量，或者产生输出波形(输出比较、输出 PWM、带死区插入的互补 PWM)。

TIM1 包括 4 个独立通道，用作：

- 输入捕获
- 输出比较
- PWM产生(边缘或者中心对齐模式)
- 单脉冲模式输出

如果 TIM1 配置为标准的 16 位计时器，则它具有与 TIMx 计时器相同的特性。如果配置为 16 位 PWM 发生器，则具有全调制能力(0-100%)。

在 MCU debug 模式，TIM1 可以冻结计数。

具有相同架构的 timer 特性共享，因此 TIM1 可以通过计时器链接功能与其他计时器一起工作，以实现同步或事件链接。

2.12.2. 通用定时器

通用定时器 TIM14 由可编程预分频器驱动的 16 位自动装载计数器构成。

TIM14 具有 1 个独立通道用于输入捕获/输出比较，PWM 或者单脉冲模式输出。

在 MCU debug 模式，TIM14 可以冻结计数。

2.12.3. IWDG

芯片内集成了一个独立看门狗定时器 (简称 IWDG)，该模块具有高安全级别、时序精确及灵活使用的特点。IWDG 发现并解决由于软件失效造成的功能混乱，并在计数器达到指定的 timeout 值时触发系统复位。

IWDG 由 LSI 提供时钟，这样即使主时钟 Fail，也能保持工作。

IWDG 最适合需要 watchdog 作为主应用之外的独立过程，并且无很高的时序准确度限制的应用。

通过 option byte 的控制，可以使能 IWDG 硬件模式。

IWDG 是 Stop 模式的唤醒源，以复位的方式唤醒 Stop 模式。

在 MCU debug 模式，IWDG 可以冻结计数值。

2.12.4. SysTick 定时器

SysTick 计数器专门用于实时操作系统(RTOS)，但也可以用作标准的向下计数器。

SysTick 特性：

- 24位向下计数
- 自装载能力
- 计数器记到0时可产生中断(可屏蔽)

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

2.13. 实时时钟 RTC

实时时钟是一个独立的定时器。RTC 模块拥有一组连续计数的计数器，在相应软件配置下，可提供时钟日历的功能。修改计数器的值可以重新设置系统当前的时间和日期。

- RTC为预分频系数最高为 220 的 32 位可编程计数器
- RTC计数器时钟源可以为 LSE/LSI，可以作为 stop 唤醒源
- RTC可以产生闹钟中断，秒中断和溢出中断（可屏蔽）
- RTC支持时钟校准
- 在MCU debug 模式，RTC支持冻结计数

2.14. I²C 接口

I²C(inter-integrated circuit)总线接口连接微控制器和串行 I²C 总线。它提供多主机功能，控制所有 I²C 总线特定的顺序、协议、仲裁和时序。支持标准(Sm)、快速(Fm) 、快速+(Fm+)。

I²C 特性：

- Slave 和 Master 模式
- 多主机功能：可以做 Master，也可以做 Slave
- 支持不同通讯速度
  - 标准模式(Sm)：高达100 kHz
  - 快速模式(Fm)：高达400 kHz
  - 快速+模式（Fm+）：高达1 MHz
- 作为 Master
  - 产生 Clock
  - Start 和 Stop 的产生
- 作为 Slave
  - 可编程的 I²C 地址检测
  - Stop 位的发现
- 7 位寻址模式
- 通用广播(General call)
- 状态标志位
  - 发送/接收模式标志位
  - 字节传输完成标志位
  - I²C busy 标志位
- 错误标志位
  - 主机仲裁丢失
  - 地址/数据传输后的 ACK 失败
  - Start/Stop 错误
  - 过载（overrun）/ 欠载（underrun）(时钟拉长功能禁止)
- 可选的时钟拉长功能
- 软件复位

Puya Confidential

- 模拟噪声滤波功能
- 低功耗地址匹配唤醒

2.15. 通用异步收发器 UART

通用异步收发器(UART) 提供了一种灵活的方法与使用工业标准NRZ异步串行数据格式的外部设备之间进行全双工数据交换。UART 利用分数波特率发生器提供宽范围的波特率选择。

支持自动波特率检测。

UART特性：

- 支持 5/6/7/8/9 位串行数据
- 支持 1/2 位 STOP 位（5 位数据时：1/1.5 位 STOP）
- 支持发送地址/数据
- 支持固定奇偶校验
- 支持 break 帧
- 起始位错误检测
- 支持可编程分数波特率：可编程串行数据波特率，计算如下：波特率=（串行时钟频率）/（16*除数）
- 支持 SWAP 功能
- 支持大小端切换 MSBFIRST 功能

2.16. 串行外设接口 SPI

串行外设接口(SPI) 允许芯片与外部设备以半双工、全双工、单工同步的串行方式通信。此接口可以被配置成主模式，并为外部从设备提供通信时钟(SCK)。接口还能以多主配置方式工作。

SPI特性如下：

- Master 或者 Slave 模式
- 3 线全双工同步传输
- 2 线半双工同步传输(有双向数据线)
- 2 线单工同步传输(无双向数据线)
- 8 位或者 16 位传输帧选择
- 支持多主模式
- 8 个主模式波特率预分频系数(最大为 24 M)
- 从模式频率(最大为 24 M)
- 主模式和从模式下均可以由软件或硬件进行NSS管理：主/从操作模式的动态改变
- 可编程的时钟极性和相位
- 可编程的数据顺序，MSB 在前或 LSB 在前
- 可触发中断的专用发送和接收标志
- SPI 总线忙状态标志
- Motorola 模式
- 可引起中断的主模式故障、过载

Puya Confidential

- 2 个 32位 Rx 和 Tx FIFOs

2.17. SWD

ARM SWD 接口允许串口调试工具连接到 PY32T020。

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.引脚配置

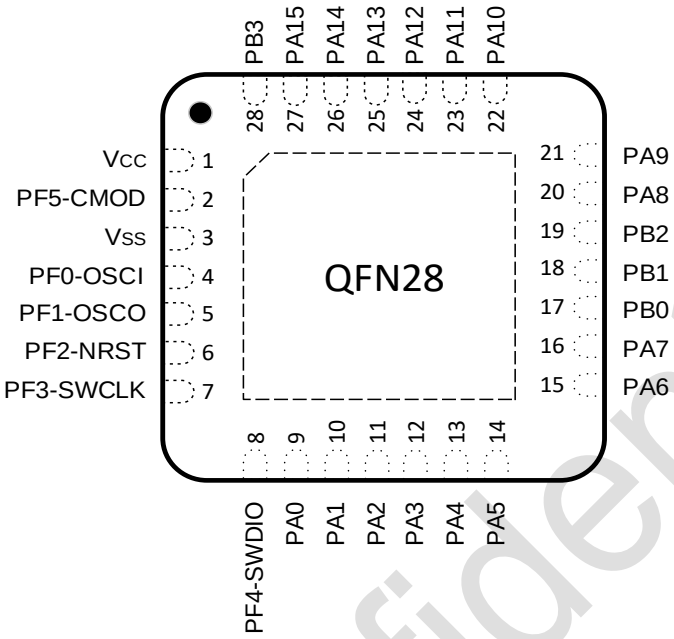


图 3-1 QFN28 Pinout1 PY32T020G1xU7 (Top view)

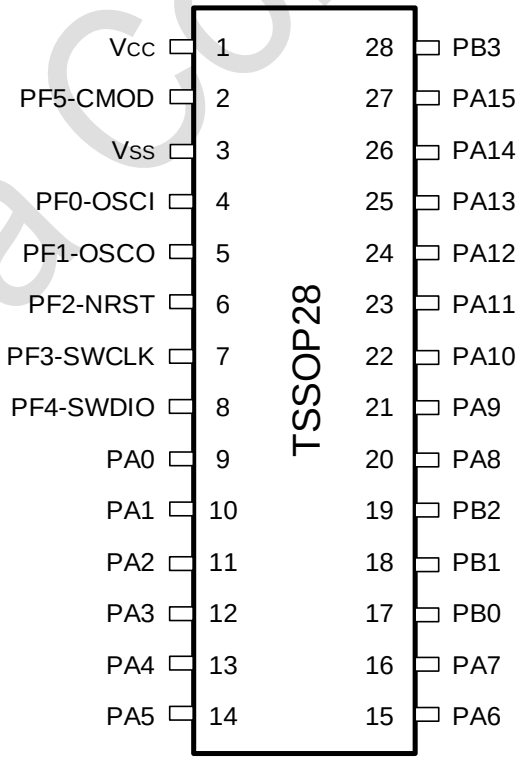


图 3-2 TSSOP28 Pinout1 PY32T020G1xP7 (Top view)

Puya Confidential

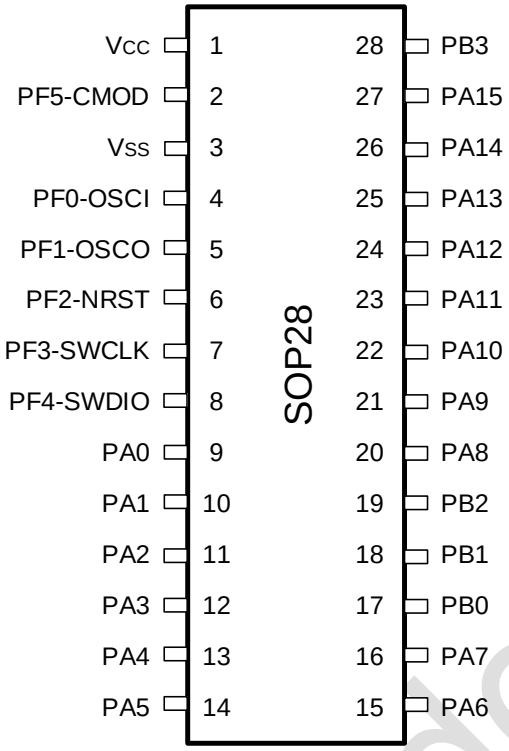


图 3-3 SOP28 Pinout1 PY32T020G1xS7 (Top view)

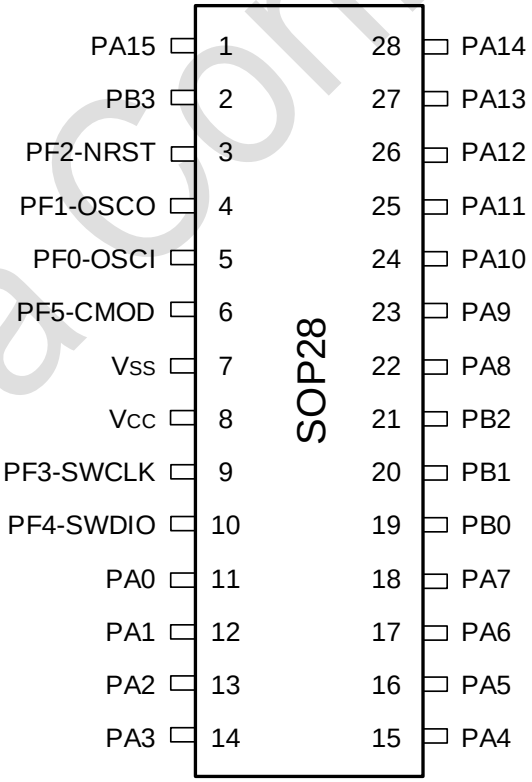


图 3-4 SOP28 Pinout2 PY32T020G2xS7 (Top view)

Puya Confidential

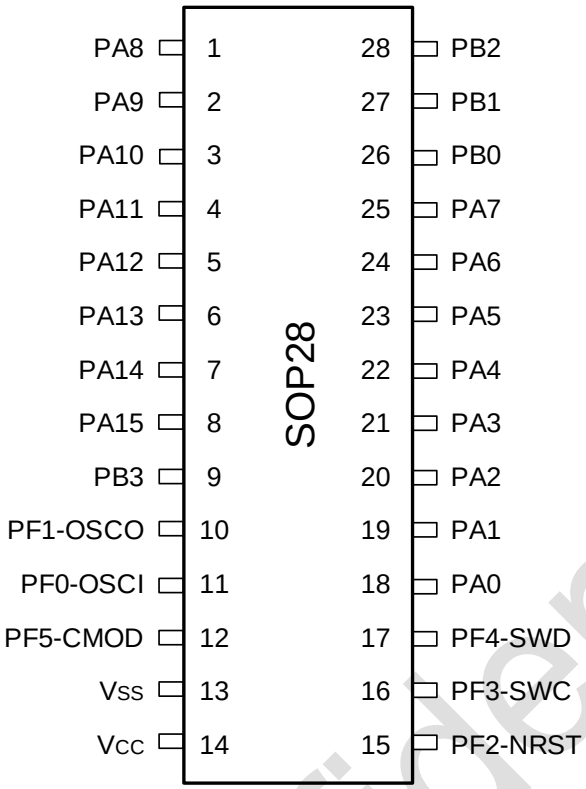


图 3-5 SOP28 Pinout3 PY32T020G3xS7 (Top view)

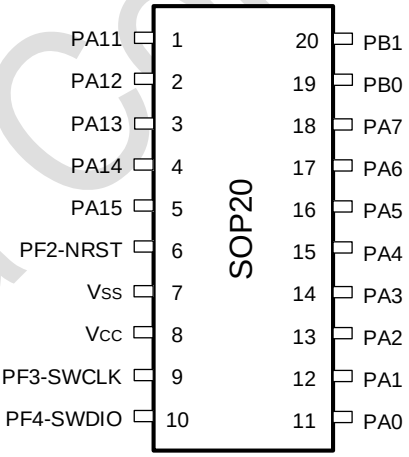


图 3-6 SOP20 Pinout2 PY32T020F2xS7 (Top view)

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

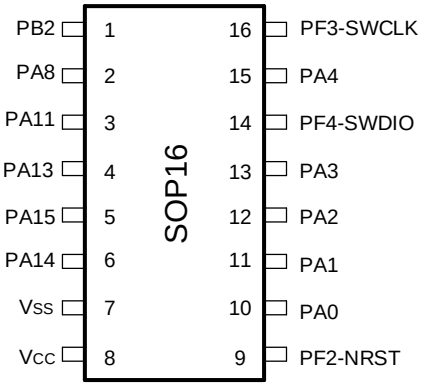


图 3-7 SOP16 Pinout1 PY32T020W1xS7 (Top view)

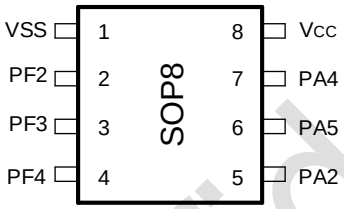


图 3-8 SOP8 Pinout1 PY32T020L1xS7 (Top view)

表 3-1 引脚定义的术语和符号

类型		符号	定义
端口类型		S	Supply pin
		G	Ground pin
		I/O	Input/output pin
		NC	无定义
端口结构		COM	正常 5 V 端口，支持模拟输入输出功能
		RST	复位端口，内部带弱上拉电阻，不支持模拟输入输出功能
		_L	LED COM 端口，支持 80 mA 灌电流，支持模拟输入输出功能
		_C	LED SEG 端口，支持恒流驱动，支持模拟输入输出功能
		_F	I^2C SCL SDA 端口，支持模拟输入输出功能
		_P	支持 2.7 V 20 mA，5 V 30 mA 拉电流，支持模拟输入输出功能
注		-	除非有其他说明，不然所有端口都被在复位之间和之后，作为模拟输入 所有 I/O 支持 Touch Key Cap sense 端口，支持模拟输入输出功能 所有 I/O 支持 LCD 1/2 Bias 输出功能
端口功能	复用功能	-	通过 GPIOx_AFR 寄存器选择的功能
	附加功能	-	通过外设寄存器直接选择或使能的功能

Puya Confidential

表 3-2 引脚定义(5)

封装类型								复位	端口类型	端口结构	端口功能 (8)	
QFN28 G1	TSSOP28 G1	SOP28 G1	SOP28 G2	SOP28 G3	SOP20 F2	SOP16 W1	SOP8 L1				复用功能(6)	附加功能
1	1	1	8	14	8	8	8	V_{CC}	S	-	Power Supply	
2	2	2	6	12	-	-	-	PF5-CMOD	I/O	COM	-	TK_CMOD TK_IN25
3	3	3	7	13	7	7	1	V_{SS}	S	-	Ground	
4	4	4	5	11	-	-	-	PF0-OSCI	I/O	COM	TM14_CH1	OSCIN TK_IN24
5	5	5	4	10	-	-	-	PF1-OSCO	I/O	COM	TM14_CH1	OSCOUT TK_IN23
6	6	6	3	15	6	9	2	PF2-NRST(4)	I/O	RST COM_F	I2C_SCL TM14_CH1 MCO	NRST TK_IN22
7	7	7	9	16	9	16	3	PF3-SWCLK(1)(2)(3)(7)	I/O	COM_F	UART1_TX I2C_SDA I2C_SCL TM1_ETR TM14_CH1 SWCLK	TK_IN21
8	8	8	10	17	10	14	4	PF4-SWDIO(1)(2)(3)(7)	I/O	COM_F	UART1_RX I2C_SCL	TK_IN20

Puya Confidential

封装类型								复位	端口类型	端口结构	端口功能 (8)	
QFN28 G1	TSSOP28 G1	SOP28 G1	SOP28 G2	SOP28 G3	SOP20 F2	SOP16 W1	SOP8 L1				复用功能(6)	附加功能
											I2C_SDA	
											TM1_ETR	
											TM14_CH1	
											SWDIO	
9	9	9	11	18	11	10	-	PA0	I/O	COM_C	SPI_NSS	CMP1_INM
											UART2_TX	ADC_IN0
											TM1_CH1N	TK_IN19
											TM1_CH3	
											CMP1_OUT	
10	10	10	12	19	12	11	-	PA1	I/O	COM_C	SPI_SCK	CMP1_INP
											UART2_RX	ADC_IN1
											TM1_CH2N	TK_IN18
											TM1_CH4	
											EVENTOUT	
											MCO	
11	11	11	13	20	13	12	5	PA2	I/O	COM_P	SPI_MOSI	CMP2_INM
											UART3_TX	ADC_IN2
											TM14_CH1	TK_IN17
12	12	12	14	21	14	13	-	PA3	I/O	COM	SPI_MISO	CMP2_INP
											UART3_RX	ADC_IN3

Puya Confiden

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

封装类型								复位	端口类型	端口结构	端口功能 (8)	
QFN28 G1	TSSOP28 G1	SOP28 G1	SOP28 G2	SOP28 G3	SOP20 F2	SOP16 W1	SOP8 L1				复用功能(6)	附加功能
											TM1_CH1	TK_IN16
											EVENTOUT	
13	13	13	15	22	15	15	7	PA4	I/O	COM	SPI_NSS	CMP2_INP ADC_IN4 TK_IN15
											UART2_TX	
											TM1_CH3	
											RTC_OUT	
14	14	14	16	23	16	-	6	PA5	I/O	COM_C	SPI_SCK	CMP2_INP ADC_IN5 TK_IN14
											UART2_RX	
											TM1_CH2	
											MCO	
15	15	15	17	24	17	-	-	PA6	I/O	COM_C	SPI_MISO	ADC_IN6 TK_IN13
											UART1_TX	
											TM1_BKIN	
											TM1_CH1	
											CMP1_OUT	
16	16	16	18	25	18	-	-	PA7	I/O	COM_C COM_P	SPI_MOSI	ADC_IN7 TK_IN12
											UART1_RX	
											TIM1_CH1N	
											RTC_OUT	
											CMP2_OUT	

Puya Confidential

封装类型								复位	端口类型	端口结构	端口功能 (8)	
QFN28 G1	TSSOP28 G1	SOP28 G1	SOP28 G2	SOP28 G3	SOP20 F2	SOP16 W1	SOP8 L1				复用功能(6)	附加功能
											EVENTOUT	
17	17	17	19	26	19	-	-	PB0	I/O	COM	SPI_NSS	ADC_IN8 TK_IN11
											UART2_TX	
											TIM1_CH2N	
											CMP1_OUT	
18	18	18	20	27	20	-	-	PB1	I/O	COM	UART2_RX	CMP1_INM ADC_IN9 TK_IN10
											TIM1_CH3N	
											EVENTOUT	
19	19	19	21	28	-	1	-	PB2	I/O	COM_C	SPI_MISO	CMP1_INP TK_IN9
											UART3_RX	
											TM14_CH1	
20	20	20	22	1	-	2	-	PA8	I/O	COM_C COM_F	SPI_MOSI	TK_IN8
											UART3_TX	
											I2C_SDA	
											TIM1_CH1	
											MCO	
21	21	21	23	2	-	-	-	PA9	I/O	COM	UART2_TX	TK_IN7
											TM1_ETR	
											TM1_BKIN	
											TM14_CH1	

Puya Confiden

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

封装类型								复位	端口类型	端口结构	端口功能 (8)	
QFN28 G1	TSSOP28 G1	SOP28 G1	SOP28 G2	SOP28 G3	SOP20 F2	SOP16 W1	SOP8 L1				复用功能(6)	附加功能
											EVENTOUT	
22	22	22	24	3	-	-	-	PA10	I/O	COM	UART2_RX	TK_IN6
											TM1_CH3	
											TM14_CH1	
23	23	23	25	4	1	3	-	PA11	I/O	COM_F COM_L	SPI_SCK	TK_IN5
											UART1_TX	
											I2C_SCL	
											TIM1_CH4	
24	24	24	26	5	2	-	-	PA12	I/O	COM_L	SPI_MOSI	TK_IN4
											UART1_RX	
											TM1_ETR	
											TM14_CH1	
											EVENTOUT	
25	25	25	27	6	3	4	-	PA13(SWDIO)(1)(2)(3)	I/O	COM_L	SWDIO	TK_IN3
											UART2_TX	
											TM1_CH3N	
											MCO	
26	26	26	28	7	4	6	-	PA14(SWCLK)(1)(2)(3)	I/O	COM_L	SWCLK	TK_IN2
											UART3_TX	
											TM1_CH2N	

Puya Confiden

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

封装类型								复位	端口类型	端口结构	端口功能 (8)	
QFN28 G1	TSSOP28 G1	SOP28 G1	SOP28 G2	SOP28 G3	SOP20 F2	SOP16 W1	SOP8 L1				复用功能(6)	附加功能
											EVENTOUT	
27	27	27	1	8	5	5	-	PA15	I/O	COM_L	SPI_NSS	TK_IN1
											UART3_RX	
											TM1_CH1N	
											TM1_CH4	
28	28	28	2	9	-	-	-	PB3	I/O	COM_C	SPI_SCK	CMP2_INM TK_IN0
											UART2_RX	
											TM1_CH2	

1. PF3,PF4,PA13,PA14 可以通过 Option 配置选择 GPIO 功能还是 SWC/SWD 功能。

option[1:0]	PF3	PF4	PA13	PA14
0/0(default)	SWCLK	SWDIO	GPIO	GPIO
0/1	GPIO	GPIO	SWDIO	SWCLK
1/0	GPIO	SWDIO	GPIO	SWCLK
1/1	SWCLK	GPIO	SWDIO	GPIO

2. 复位后 option byte 配置 0/0 时（芯片出厂 default 状态），PF3 和 PF4 两个 pin 被配置为 SWCLK 和 SWDIO。
3. 配置为 SWDIO 时内部上拉电阻被激活、配置为 SWCLK 时内部下拉电阻被激活。
4. 选择 GPIO 还是 NRST 可以通过 option byte 进行配置。
5. 所有 IO 支持上拉，下拉同时有效，输出 1/2 V_{CC} 电平。

Puya Confiden

6. UART1，UART2，UART3 的 RX/TX 在 IP 内部可设置互换。
7. 作为合封 I2C EEPROM 使用时，内部可配置上拉电阻 4.7 kΩ。
8. TK 功能和 GPIO 数字功能不能同时打开。

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.1. 端口 A 复用功能映射

表 3-3 端口 A 复用功能映射

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PA0	SPI_NSS	-	TM1_CH3	UART2_TX	-	TM1_CH1N	CMP1_OUT	-
PA1	SPI_SCK	-	TM1_CH4	UART2_RX	-	TM1_CH2N	MCO	EVENTOUT
PA2	SPI_MOSI	UART3_TX		-	-	TM14_CH1	-	-
PA3	SPI_MISO	UART3_RX	TM1_CH1	-	-	-	-	EVENTOUT
PA4	SPI_NSS	-	TM1_CH3	UART2_TX	RTC_OUT	-	-	-
PA5	SPI_SCK	-	TM1_CH2	UART2_RX	-		MCO	-
PA6	SPI_MISO	UART1_TX	TM1_CH1	-	-	TM1_BKIN	CMP1_OUT	-
PA7	SPI_MOSI	UART1_RX	TM1_CH1N	-	RTC_OUT	TM1_CH1	CMP2_OUT	EVENTOUT
PA8	SPI_MOSI	UART3_TX	TM1_CH1	-	I2C_SDA	-	MCO	-
PA9	-	-	TM1_ETR	UART2_TX	-	TM1_BKIN	TM14_CH1	EVENTOUT
PA10	-	-	TM1_CH3	UART2_RX	-	TM14_CH1	-	-
PA11	SPI_SCK	UART1_TX	TM1_CH4	-	I2C_SCL	-	-	-
PA12	SPI_MOSI	UART1_RX	TM1_ETR	-	-	TM14_CH1	-	EVENTOUT
PA13	SWDIO	-	TM1_CH3N	UART2_TX	-	-	MCO	-
PA14	SWCLK	UART3_TX	TM1_CH2N	-	-	-	-	EVENTOUT
PA15	SPI_NSS	UART3_RX	TM1_CH1N	-	-	TM1_CH4	-	-

3.2. 端口 B 复用功能映射

表 3-4 端口 B 复用功能映射

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PB0	SPI_NSS	-	TM1_CH2N	UART2_TX	-	TM1_CH2	CMP1_OUT	-
PB1	-	-	TM1_CH3N	UART2_RX	-	-	-	EVENTOUT
PB2	SPI_MISO	UART3_RX	-	-	-	TM14_CH1	-	-
PB3	SPI_SCK	-	TM1_CH2	UART2_RX	-	-	-	-

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.3. 端口 F 复用功能映射

表 3-5 端口 F 复用功能映射

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PF0	-	-	-	-	-	TM14_CH1	-	-
PF1	-	-	-	-	-	TM14_CH1	-	-
PF2	-	-	-	-	I2C_SCL	TM14_CH1	MCO	-
PF3	SWCLK	UART1_TX	TM1_ETR	I2C_SCL	I2C_SDA	TM14_CH1	-	-
PF4	SWDIO	UART1_RX	TM1_ETR	I2C_SCL	I2C_SDA	TM14_CH1	-	-
PF5	-	-	-	-	-	-	-	-

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

4.存储器映射

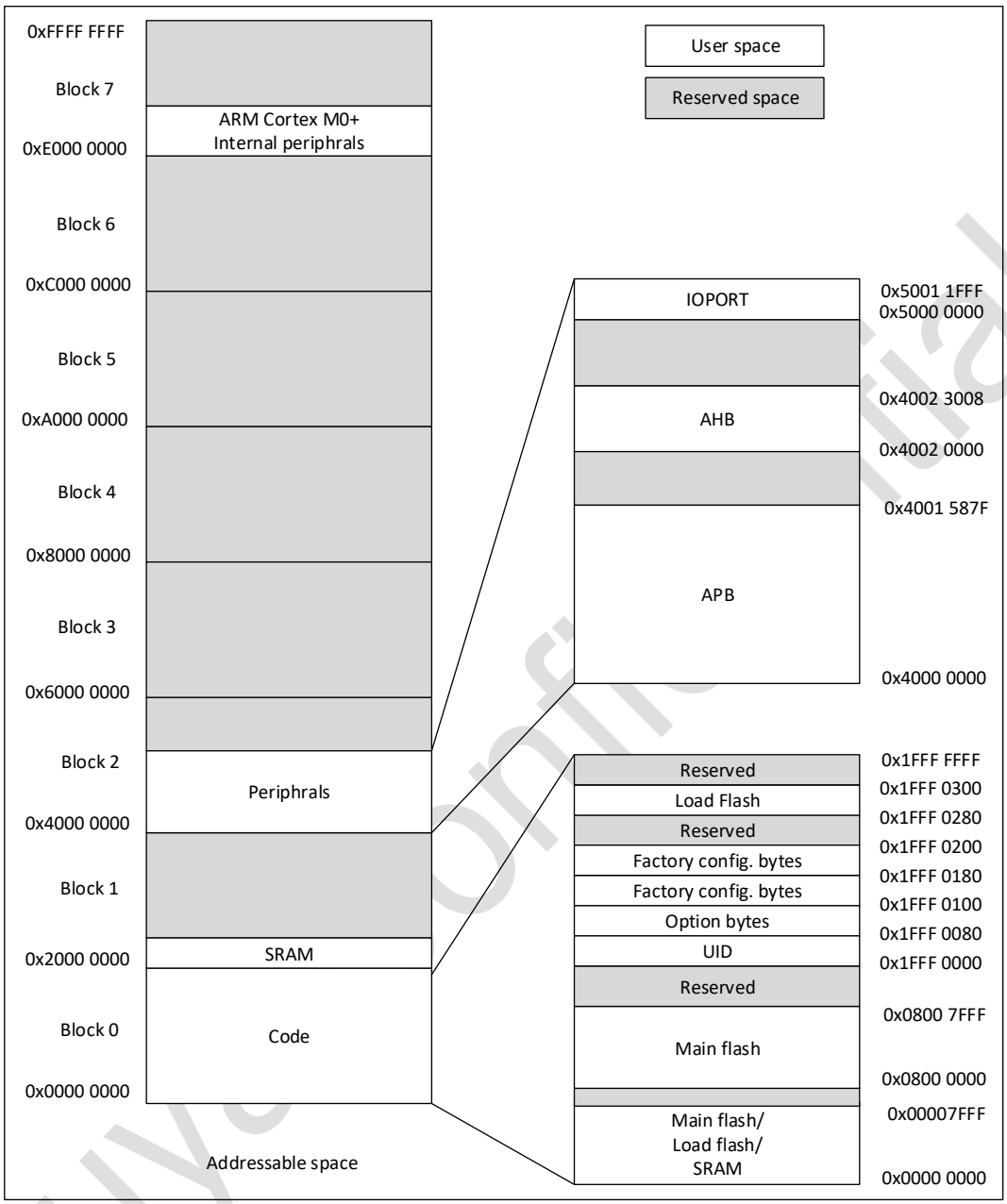


图 4-1 存储器映射

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 4-1 存储器地址

Type	Boundary Address	Size	Memory Area (1)
SRAM	0x2000 1000-0x3FFF FFFF	-	Reserved(1)
	0x2000 0000-0x2000 0FFF	4 KB	SRAM
Code	0x1FFF 0300-0x1FFF FFFF	-	Reserved
	0x1FFF 0280-0x1FFF 02FF	128 Bytes	USER OTP memory
	0x1FFF 0180-0x1FFF 01FF	128 Bytes	Factory config. bytes
	0x1FFF 0100-0x1FFF 017F	128 Bytes	Factory config. bytes
	0x1FFF 0080-0x1FFF 00FF	128 Bytes	Option bytes
	0x1FFF 0000-0x1FFF 007F	128 Bytes	UID
	0x0800 8000-0x1FFE FFFF	-	Reserved
	0x0800 0000-0x0800 7FFF	32 KB	Main flash memory
	0x0000 8000-0x07FF FFFF	-	Reserved
	0x0000 0000-0x0000 7FFF	32 KB	根据 Boot 配置选择: 1. Main flash memory 2. Load flash 3. SRAM

1. 上述空间注为 Reserved 的空间，无法进行写操作，读为 0，且产生 response error。

表 4-2 外设寄存器地址

Bus	Boundary Address	Size	Peripheral (1)
	0xE000 0000-0xE00F FFFF	1 MB	M0+
IOPORT	0x5000 1800-0x5FFF FFFF	-	Reserved(1)
	0x5000 1400-0x5000 17FF	1 KB	GPIOF
	0x5000 0800-0x5000 13FF	-	Reserved(1)
	0x5000 0400-0x5000 07FF	1 KB	GPIOB
	0x5000 0000-0x5000 03FF	1 KB	GPIOA
AHB	0x4002 3400-0x4FFF FFFF	-	Reserved
	0x4002 3010-0x4002 33FF	1 KB	Reserved
	0x4002 3000-0x4002 300F		CRC
	0x4002 2400-0x4002 2FFF	-	Reserved
	0x4002 2000-0x4002 23FF	1 KB	Flash FMC
	0x4002 1C00-0x4002 1FFF	-	Reserved
	0x4002 1900-0x4002 1BFF	1 KB	Reserved
	0x4002 1800-0x4002 18FF		EXTI(2)
	0x4002 1400-0x4002 17FF	-	Reserved
	0x4002 1080-0x4002 13FF	1 KB	Reserved

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

Bus	Boundary Address	Size	Peripheral (1)
	0x4002 1000-0x4002 107F		RCC(2)
	0x4002 0000-0x4002 0FFF	-	Reserved
APB	0x4001 5C00-0x4001 FFFF	-	Reserved
	0x4001 5880-0x4001 5BFF	1 KB	Reserved
	0x4001 5800-0x4001 587F		DBG
	0x4001 4800-0x4001 57FF	-	Reserved
	0x4001 4480-0x4001 47FF	1 KB	Reserved
	0x4001 4400-0x4001 447F		UART2
	0x4001 3C00-0x4001 43FF	-	Reserved
	0x4001 3880-0x4001 3BFF	1 KB	Reserved
	0x4001 3800-0x4001 387F		UART3
	0x4001 3400-0x4001 37FF	-	Reserved
	0x4001 3080-0x4001 33FF	1 KB	Reserved
	0x4001 3000-0x4001 307F		SPI
	0x4001 2C80-0x4001 2FFF	1 KB	Reserved
	0x4001 2C00-0x4001 2C7F		TIM1
	0x4001 2800-0x4001 2BFF	-	Reserved
	0x4001 2400-0x4001 27FF	1 KB	ADC
	0x4001 0400-0x4001 23FF	-	Reserved
	0x4001 0220-0x4001 03FF	1 KB	Reserved
	0x4001 0200-0x4001 021F		CMP1/2
	0x4001 0000-0x4001 01FF		SYSCFG
	0x4000 7400-0x4000 FFFF	-	Reserved
	0x4000 7080-0x4000 73FF	1 KB	Reserved
	0x4000 7000-0x4000 707F		PWR(3)
	0x4000 5800-0x4000 6FFF	-	Reserved
	0x4000 5480-0x4000 57FF	1 KB	Reserved
	0x4000 5400-0x4000 547F		I^2C
	0x4000 4800-0x4000 53FF	-	Reserved
	0x4000 4480-0x4000 47FF	1 KB	Reserved
	0x4000 4400-0x4000 447F		UART1
	0x4000 3C00-0x4000 43FF	-	Reserved
	0x4000 3880-0x4000 3BFF	1 KB	Reserved
	0x4000 3800-0x4000 387F		TK
	0x4000 3400-0x4000 37FF	-	Reserved
	0x4000 3080-0x4000 33FF	1 KB	Reserved
	0x4000 3000-0x4000 307F		IWDG

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

Bus	Boundary Address	Size	Peripheral (1)
	0x4000 2C00-0x4000 2FFF	-	Reserved
	0x4000 2880-0x4000 2BFF	1 KB	Reserved
	0x4000 2800-0x4000 287F		RTC
	0x4000 2400-0x4000 27FF	-	Reserved
	0x4000 2080-0x4000 23FF	1 KB	Reserved
	0x4000 2000-0x4000 207F		TIM14
	0x4000 0000-0x4000 1FFF	-	Reserved

1. 上表标注为Reserved的地址空间，无法写操作，读回为0，且产生hardfault。
2. 不仅支持32位word访问，还支持half-word和Bytes访问。
3. 不仅支持32位word访问，还支持half-word访问。

Puya Confidential

5. 电气特性

5.1. 测试条件

除非特殊说明，所有的电压都以 V_{SS} 为基准。

5.1.1. 最小值和最大值

除非特殊说明，通过在环境温度 T_A = 25°C 和 $T_A = T_{A(max)}$ 下进行的芯片量产测试筛选，保证在最坏的环境温度、供电电压和时钟频率条件下达到最小值和最大值。

基于表格下方注解的电特性结果、设计仿真和/或工艺参数的数据，未在生产中进行测试。最小和最大数值参考了样品测试，取平均值再加或者减三倍的标准偏差。

5.1.2. 典型值

除非特殊说明，典型数据是基于 T_A = 25°C 和 V_{CC} = 3.3V。这些数据仅用于设计指导未经过测试。

典型的 ADC 精度数值是通过对一个标准批次的采样，在所有温度范围下测试得到，95%的芯片误差小于等于给出的数值。

5.1.3. 供电方案

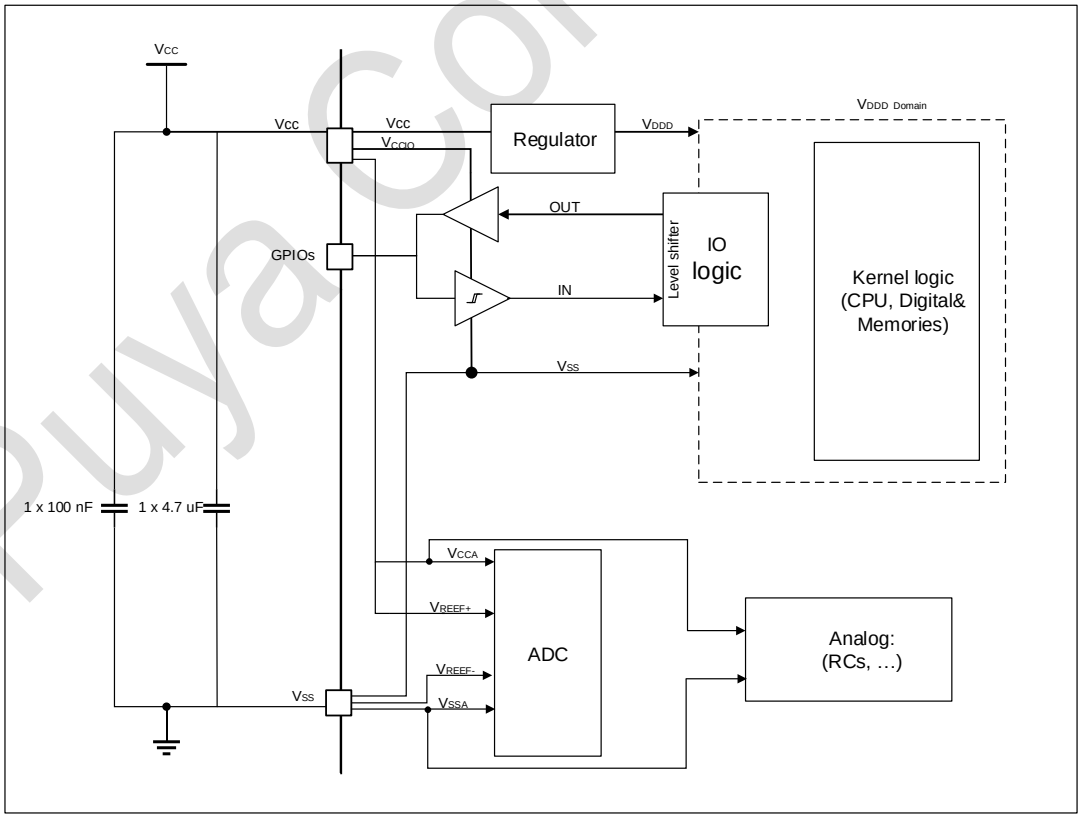


图 5-1 供电方案图

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

5.2. 绝对最大额定值

如果加在芯片上超过以下表格给出的绝对最大值，可能会导致芯片永久性的损坏。这里只是列出了所能承受的强度分等，并不意味着在此条件下器件的功能操作无误。长时间工作在最大值条件下可能影响芯片的可靠性。

表 5-1 电压特性(1)

符号	描述	最小值	最大值	单位
V_{CC}–V_{SS}	外部供电电压 (1)	-0.3	6.25	V
V_{IN}(2)	引脚输入电压	V_{SS} - 0.3	V_{cc} + 0.3	

1. 电源 V_{CC} 和地 V_{SS} 引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
2. V_{IN} 的最大值必须始终遵循允许的最大注入电流值，具体见下表。

表 5-2 电流特性

符号	描述	最大值	单位
ΣI_{VCC}	流进 V_{CC} pin 的总电流(供应电流)(1)	170	mA
ΣI_{VSS}	流出 V_{SS} pin 的总电流(流出电流) (1)	170	mA
$I_{IO(PIN)}$ (2)	任意 COM IO 的输出灌电流	30	mA
	任意 COM_L IO 的输出灌电流	100	
	任意 COM IO 的拉电流	-25	
	任意 COM_P IO 的拉电流	-30	
$\Sigma I_{IO(PIN)}$ (2)	所有 COM IO 的总输出灌电流	160	mA
	所有 COM IO 的总拉电流	-150	

1. 电源 V_{CC} 和地 V_{SS} 引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
2. IO 类型可参考引脚定义的术语和符号。

表 5-3 温度特性

符号	描述	数值	单位
T_{STG}	存储温度范围	-65 ~ +150	°C
T_O	工作温度范围	-40 ~ +105	°C

5.3. 工作条件

5.3.1. 通用工作条件

表 5-4 通用工作条件

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{HCLK}	内部 AHB 时钟频率	-	0	48	MHz
f_{PCLK}	内部 APB 时钟频率	-	0	48	MHz
V_{CC}	标准工作电压	-	1.8	5.5	V
V_{IN}	IO 输入电压	-	-0.3	V_{CC}+0.3	V

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
T_A	环境温度	-	-40	105	℃
T_J	结温	-	-40	110	℃

5.3.2. 上下电工作条件

表 5-5 上电和掉电工作条件

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
t_{VCC}	V_{CC} 上升速率	-	0	∞	μs/V
	V_{CC} 下降速率	-	20	∞	

5.3.3. 内嵌复位模块特性

表 5-6 内嵌复位模块特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{RSTTEMPO}$(1)	复位重置时间	-	-	4.00	7.50	ms
$V_{POR/PDR}$	POR/PDR 复位阈值	上升沿	1.60(2)	1.70	1.80	V
		下降沿	1.57	1.67	1.77(2)	
V_{BOR2}	BOR 阈值 2	上升沿	1.89(2)	1.99	2.09	V
		下降沿	1.78	1.88	1.98(2)	
V_{BOR3}	BOR 阈值 3	上升沿	2.09(2)	2.19	2.29	V
		下降沿	2.00	2.10	2.20(2)	
V_{BOR4}	BOR 阈值 4	上升沿	2.29(2)	2.39	2.49	V
		下降沿	2.20	2.30	2.40(2)	
V_{BOR5}	BOR 阈值 5	上升沿	2.66(2)	2.78	2.89	V
		下降沿	2.58	2.69	2.79(2)	
V_{BOR6}	BOR 阈值 6	上升沿	2.94(2)	3.08	3.18	V
		下降沿	2.88	2.99	3.11(2)	
V_{BOR7}	BOR 阈值 7	上升沿	3.53(2)	3.68	3.83	V
		下降沿	3.44	3.58	3.72(2)	
V_{BOR8}	BOR 阈值 8	上升沿	4.03(2)	4.20	4.36	V
		下降沿	3.91	4.08	4.24(2)	
$V_{POR_PDR_hyst}$(1)	POR/PDR 迟滞电压	-	-	30	-	mV
V_{BOR_hyst}(1)	BOR 迟滞电压	-		100		mV
$I_{CC(BOR)}$	BOR 功耗	-	-	0.6	-	μA

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

Puya Confidential

5.3.4. 工作电流特性

表 5-7 运行模式电流

符号	条件						典型值(1)	最大值	单位
	系统时钟	频率	代码	运行	外设时钟	Flash sleep			
I_{CC}(run)	HSI	48 MHz	While	Flash	ON	DISABLE	2.60	-	mA
					OFF	DISABLE	1.90	-	
		24 MHz			ON	DISABLE	1.70	-	
					OFF	DISABLE	1.40	-	
	LSI	32.768 kHz			ON	DISABLE	165	-	μA
					OFF	DISABLE	164	-	
		32.768 kHz			ON	ENABLE	92.0	-	
					OFF	ENABLE	91.5	-	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

表 5-8 Sleep 模式电流

符号	条件				典型值(1)	最大值	单位
	系统时钟	频率	外设时钟	Flash sleep			
I_{CC}(Sleep)	HSI	48 MHz	ON	DISABLE	1.70	-	mA
			OFF	DISABLE	0.90	-	
		24 MHz	ON	DISABLE	1.00	-	
			OFF	DISABLE	0.60	-	
	LSI	32.768 kHz	ON	DISABLE	161	-	μA
			OFF	DISABLE	160	-	
		32.768 kHz	ON	ENABLE	81.3	-	
			OFF	ENABLE	81.0	-	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

表 5-9 Stop 模式电流

符号	条件				典型值(1)	最大值	单位
	V_{CC}	LDO 模式	LSI	外设时钟			
I_{CC}(Stop)	1.8 ~ 5.5 V	MR	-	-	75.2	-	μA
		LPR	ON	IWDG+RTC	3.90	-	
				IWDG	3.90	-	
				RTC	3.90	-	
			OFF	No	3.50	-	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

Manufacturer Confidential

表 5-10 Deep_stop 模式电流

符号	条件				典型值(1)	最大值	单位
	V_{CC}	LDO 模式	LSI	外设时钟			
I_{CC}(Deep_stop)	1.8 ~ 5.5 V	DLP	ON	IWDG+RTC	3.10	-	μA
				IWDG	3.10	-	
				RTC	3.10	-	
			OFF	No	3.00	-	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

表 5-11 Hibernate 模式电流

符号	条件				典型值(1)	最大值	单位
	V_{CC}	LDO 模式	LSI	外设时钟			
I_{CC}(Hibernate)	1.8 ~ 5.5 V	DLP	OFF	No	2.30	-	μA

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.5. 低功耗唤醒时间

表 5-12 低功耗模式唤醒时间

符号	参数(1)		条件	典型值(2)	最大值	单位
$t_{WUSLEEP}$	Sleep 模式唤醒时间		-	10	-	CPU Cycles
t_{WUSTOP}	Stop 模式唤醒时间	MR 供电	Flash 中执行程序，HSI(24 MHz)作为系统时钟 FLS_SLPTI[1:0] = 00	6.6	-	μs
			Flash 中执行程序，HSI(48 MHz)作为系统时钟 FLS_SLPTI[1:0] = 00	6.1		
		LPR 供电	Flash 中执行程序，HSI(24 MHz)作为系统时钟 FLS_SLPTI[1:0] = 00	10.2	-	μs
			Flash 中执行程序，HSI(48 MHz)作为系统时钟 FLS_SLPTI[1:0] = 00	9.8		
$t_{WUDEEPSTOP}$	Deep_stop 模式唤醒时间	DLP 供电	Flash 中执行程序，HSI(48 / 24 MHz)作为系统时钟 FLS_SLPTI[1:0] = 00	380	-	μs
$t_{WUHIBER-NATE}$	Hibernate 模式唤醒时间	HIB 供电	Flash 中执行程序，HSI(48 / 24 MHz)作为系统时钟 FLS_SLPTI[1:0] = 00	380	-	μs

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

1. 唤醒时间的测量是从唤醒时间开始至用户程序读取第一条指令。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.6. 外部时钟源特性

5.3.6.1. 外部高速时钟

在 HSE 的 bypass 模式(RCC_CR 的 HSEEN 置位)，相应的 IO 作为外部时钟输入端口。

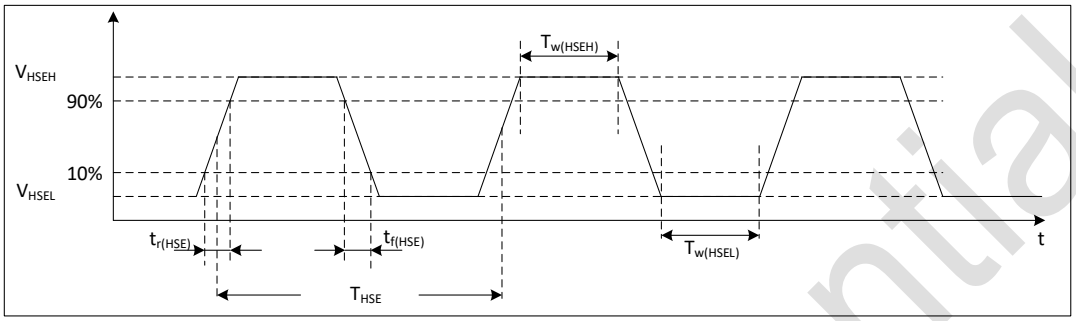


图 5-2 外部高速时钟时序图

表 5-13 外部高速时钟特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSE_ext}	用户外部时钟频率	1	8	32	MHz
V_{HSEH}	输入引脚高电平电压	0.7*V_{CC}	-	V_{CC}	V
V_{HSEL}	输入引脚低电平电压	V_{SS}	-	0.3*V_{CC}	V
$t_{W(HSEH)}$ $t_{W(HSEL)}$	输入高或低的时间	15 (1)	-	-	ns
$t_{r(HSE)}$ $t_{f(HSE)}$	输入上升/下降的时间	-	-	20 (1)	ns

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.6.2. 外部低速时钟

在 LSE 的 bypass 模式(RCC_BDCR 的 LSEBYP 置位)，芯片内的低速起振电路停止工作，相应的 IO 作为标准的 GPIO 使用。

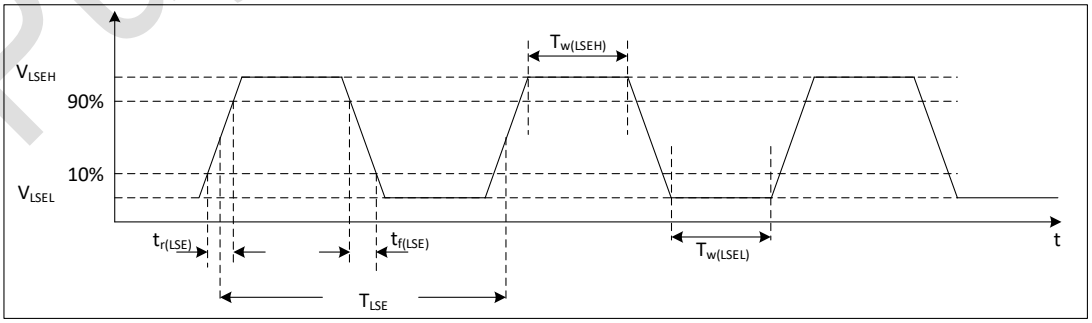


图 5-3 外部低速时钟时序图

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 5-14 外部低速时钟特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LSE_ext}	用户外部时钟频率	-	32.768	1000	kHz
V_{LSEH}	输入引脚高电平电压	0.7*V_{CC}	-	-	V
V_{LSEL}	输入引脚低电平电压	-	-	0.3*V_{CC}	V
$t_{W(LSEH)}$ $t_{W(LSEL)}$	输入高或低的时间	450 (1)	-	-	ns
$t_{r(LSE)}$ $t_{f(LSE)}$	输入上升/下降的时间	-	-	50 (1)	ns

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.6.3. 外部高速晶体

可以通过外接 4 ~ 8 MHz 的晶体/陶瓷谐振器。在应用中，晶体和负载电容应该尽可能靠近管脚，这样可以使输出变形和启动稳定时间最小化。

表 5-15 外部高速晶体特性 (1)

符号	参数	条件	最小值(2)	典型值	最大值(2)	单位
f_{OSC_IN}	振荡频率	-	4	-	8	MHz
I_{CC}(4)	HSE 功耗	启动期间	-	-	5.5	mA
		V_{CC}=3 V,Rm=35 Ω, C_L=15 pF@8 MHz HSE_DRV = 1	-	0.7	-	
		V_{CC}=3 V,Rm=35 Ω, C_L=15 pF@4 MHz HSE_DRV = 0	-	0.6	-	
$t_{SU(HSE)}$(3) (4)	启动时间	f_{OSC_IN}= 8 MHz Rm=35 Ω, C_L=15 pF@8 MHz HSE_STARTUP [1:0] = 00 HSE_DRV = 1	-	2.5	-	ms
		f_{OSC_IN}= 4 MHz Rm=35 Ω, C_L=15 pF@4 MHz HSE_STARTUP [1:0] = 00 HSE_DRV = 1	-	4.0	-	
		f_{OSC_IN}= 4 MHz Rm=35 Ω, C_L=15 pF@4 MHz HSE_STARTUP [1:0] = 00 HSE_DRV = 0	-	5.0	-	

1. 晶体/陶瓷谐振器特性基于制造商给出的数据手册。
2. 由设计保证，不在生产中测试。
3. $t_{SU(HSE)}$是从启用（通过软件）到时钟振荡达到稳定的启动时间，针对标准晶体/谐振器测量的，不同晶体/谐振器可能会

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

有很大差异。

4. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.6.4. 外部低速晶体

可以通过外接 32.768 kHz 的晶体/陶瓷谐振器。在应用中，晶体和负载电容应该尽可能靠近管脚，这样可以使输出变形和启动稳定时间最小化。

表 5-16 外部低速晶体特性 (1)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{CC}(3)	LSE 功耗	LSE_DRIVER [1:0] = 00	-	400	-	nA
		LSE_DRIVER [1:0] = 01	-	500	-	
		LSE_DRIVER [1:0] = 10	-	700	-	
		LSE_DRIVER [1:0] = 11	-	1200	-	
$t_{SU(LSE)}$(2) (3)	启动时间	f_{OSC_IN}= 32.768 kHz,C_L=6 pF LSE_STARTUP [1:0] = 00 LSE_DRIVER [1:0] = 00	-	2.60	-	s
		f_{OSC_IN}= 32.768 kHz,C_L=6 pF LSE_STARTUP [1:0] = 00 LSE_DRIVER [1:0] = 01	-	1.20	-	
		f_{OSC_IN}= 32.768 kHz,C_L=12 pF LSE_STARTUP [1:0] = 00 LSE_DRIVER [1:0] = 10	-	0.85	-	
		f_{OSC_IN}= 32.768 kHz,C_L=12 pF LSE_STARTUP [1:0] = 00 LSE_DRIVER [1:0] = 11	-	0.50	-	

1. 晶体/陶瓷谐振器特性基于制造商给出的数据手册。
2. $t_{SU(LSE)}$ 是从启用(通过软件)到时钟振荡达到稳定的启动时间，针对标准晶体/谐振器测量的，不同晶体/谐振器可能会有很大差异.
3. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.7. 内部高频时钟源 HSI 特性

表 5-17 内部高频时钟源特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSI}	HSI 频率	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V	23.83(2)	24	24.17(2)	MHz
			47.66(2)	48	48.34(2)	
$ACC_{(HSI)}$	HSI 频率精度	V_{CC} = 2.0 ~ 5.5 V T_A = -40 ~ 105 °C	-2(2)	-	2(2)	%
		V_{CC} = 1.8 ~ 5.5 V T_A = 0 ~ 105 °C	-2(2)	-	2(2)	
		V_{CC} = 1.8 ~ 5.5 V	-3(2)	-	3(2)	

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
		T_A = -40 ~ 105 °C				
f_{TRIM}(1)	HSI 微调精度	-	-	0.1	-	%
D_{HSI}(1)	占空比	-	45	-	55	%
$t_{Stab(HSI)}$	HSI 稳定时间	-	-	2	4(1)	μs
$I_{CC(HSI)}$ (2)	HSI 功耗	48MHz		300		μA
		24MHz	-	220	-	

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.8. 内部低频时钟源 LSI 特性

表 5-18 内部低频时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LSI}	LSI 频率	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V	31.6	32.768	33.6	kHz
$ACC_{(LSI)}$	LSI 频率精度	V_{CC} = 1.8 ~ 5.5 V T_A = 0 ~ 105 °C	-8(2)	-	8(2)	%
		V_{CC} = 1.8 ~ 5.5 V T_A = - 40 ~ 105 °C	-10(2)	-	10(2)	
f_{TRIM}(1)	LSI 微调精度	-	-	0.2	-	%
$t_{Stab(LSI)}$ (1)	LSI 稳定时间	-	-	150	-	μs
$I_{CC(LSI)}$ (1)	LSI 功耗	-	-	210	-	nA

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.9. 存储器特性

表 5-19 存储器特性

符号	参数	条件	典型值	最大值(1)	单位
t_{prog}	页编程时间	-	1.5	2.0	ms
t_{ERASE}	页/扇区/块擦除时间	-	3.5	4.5	ms
I_{CC}	页编程功耗	-	2.1	2.9	mA
	页/扇区/片擦除功耗	-	2.1	2.9	

1. 由设计保证，不在生产中测试。

表 5-20 存储器擦写次数和数据保持

符号	参数	条件	最小值(1)	单位
N_{END}	擦写次数	T_A = -40 ~ 85 °C	100	kcycle
		T_A = 85 ~ 105 °C	10	
t_{RET}	数据保持期限	10 kcycle T_A = 55 °C	20	Year

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

5.3.10. EFT 特性

表 5-21 EFT 特性

符号	参数	条件	等级
EFT to Power	-	IEC61000-4-4	4A

5.3.11. ESD & LU 特性

表 5-22 ESD & LU 特性

符号	参数	条件	典型值	单位
$V_{ESD(HBM)}$	静态放电电压(人体模型)	ESDA/JEDEC JS-001-2017	8	kV
$V_{ESD(CDM)}$	静态放电电压(充电设备模型)	ESDA/JEDEC JS-002-2018	2	kV
LU	静态 Latch-Up	JESD78E	200	mA

5.3.12. 端口特性

表 5-23 IO 静态特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IH}	输入高电平电压	V_{CC} = 1.8 ~ 5.5 V	0.7*V_{CC}	-	-	V
V_{IL}	输入低电平电压	V_{CC} = 1.8 ~ 5.5 V	-	-	0.3*V_{CC}	V
V_{hys}(1)	斯密特迟滞电压	-	-	150	-	mV
I_{lkg}	输入漏电流	-	-	-	1	μA
R_{PU}	上拉电阻	V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=11	24	40	56	kΩ
		V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=10	12	20	28	
		V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=01	6.6	11	15.4	
		V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=00	-	断开	-	
R_{PD}	下拉电阻	V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=11	24	40	56	kΩ
		V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=10	12	20	28	
		V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=01	6.6	11	15.4	
		V_{IN} = V_{SS}, IORP<1:0>=00	-	断开	-	
R_{PUIIC}	I^2C 上拉电阻	PU=0, PU_IIC=1	3.4	4.7	6.0	kΩ
C_{IO}(1)	引脚电容	-	-	5	-	pF
$t_{ns(EXTI)}$ (1)	输入滤波宽度	ENI=1, ENS=1	3	5	10	ns

1. 由设计保证，不在生产中测试。

表 5-24 输出电压特性 (1)

符号	参数(3)	条件 (2)	最小值	最大值	单位
V_{OL} (4)	COM IO，COM_P IO 输出低电平	I_{OL} = 20 mA, V_{CC} ≥ 5.0 V	-	0.6	V
		I_{OL} = 8 mA, V_{CC} ≥ 2.7 V	-	0.4	

Puya Confidential

符号	参数(3)	条件 (2)	最小值	最大值	单位
		I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = 1.8 V	-	0.4	
	COM_L IO 输出低电平	I_{OL} = 80 mA, V_{CC} ≥ 3.3 V	-	0.6	V
		I_{OL} = 60 mA, V_{CC} ≥ 2.7 V	-	0.6	
		I_{OL} = 40 mA, V_{CC} ≥ 1.8 V	-	0.6	
V_{OH} (4)	COM IO，COM_L IO 输出高电平	I_{OH} = 20 mA, V_{CC} ≥ 5.0 V	V_{CC}–0.6	-	V
		I_{OH} = 8 mA, V_{CC} ≥ 2.7 V	V_{CC}–0.4	-	
		I_{OH} = 4 mA, V_{CC} = 1.8 V	V_{CC}–0.5	-	
	COM_P IO 输出高电平	I_{OH} = 30 mA, V_{CC} ≥ 5.0 V	V_{CC}–0.6	-	
		I_{OH} = 20 mA, V_{CC} ≥ 2.7 V	V_{CC}–0.6	-	
		I_{OH} = 4 mA, V_{CC} = 1.8 V	V_{CC}–0.5	-	

1. 对于所有输出的组合，最大总电流（包括V_{OL}或V_{OH}产生的电流总和）不应超过表 5-2 电流特性中的最大额定值参数 $\Sigma I_{IO(PIN)}$ 。
2. 所有IO驱动测试条件皆为 GPIOx_OSPEEDR=11。
3. IO类型可参考引脚定义的术语和符号。
4. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.13. ADC 特性

表 5-25 ADC 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	ADC 供电电压	-	1.8	-	5.5	V
I_{CC}(1)	功耗	f_s =0.75 Msps	-	1	-	mA
C_{IN}(1)	内部采样和保持电容	-	-	5	-	pF
f_{ADC}	转换时钟频率	V_{REF+} =V_{CC}=1.8 ~ 2.3 V	0.8	4	8(2)	MHz
		V_{REF+} =V_{CC}=2.3 ~ 5.5 V	0.8	8	12(2)	
		V_{REF+} = V_{REFBUF} ,V_{CC}=1.8 ~ 2.3 V	0.16	0.8	1.6(2)	
		V_{REF+} = V_{REFBUF} ,V_{CC}=2.3 ~ 5.5 V	0.16	1.6	2.4(2)	
t_{samp}(1)	采样时间	V_{CC}=1.8 ~ 5.5 V	3.5	-	239.5	1/f_{ADC}
t_{samp_setup}(1)	内部通道采样建立时间 (V_{REFINT}，V_{CC}/3)	-	15	-	-	μs
t_{conv}(1)	总转换时间	-	-	12	-	1/f_{ADC}
t_{eoc}(1)	转换结束时间	-	-	0.5	-	1/f_{ADC}

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

表 5-26 ADC 精度(V_{REF+}= V_{CC})

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ET	综合误差	V_{CC} = 3.3 V，T_A = 25 °C	-	±4	±7	LSB
EO	失调误差	f_{ADC} = 12 MHz , f_s = 0.75 Msps	-4	-2.5	-	

Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
EG	增益误差		-	8.5	10.5	
ED	差分线性误差		-	+3 -0.9	+4 -1	
EL	积分线性误差		-	±3.5	±4.5	
ENOB	有效位数		8.9	9.5	-	bit
ET	综合误差	1.8 V ≤ V_{CC} ≤ 5.5 V f_{ADC} ≤ 12 MHz , f_s ≤ 0.75 Msps	-	±4	±10.5	LSB
EO	失调误差		-5	-2.5	-	
EG	增益误差		-	8.5	13	
ED	差分线性误差		-	+3 -0.9	+5 -1	
EL	积分线性误差		-	±3.5	±6	
ENOB	有效位数		8.8	9.5	-	bit

表 5-27 ADC 精度(V_{REF+}= V_{REFBUF})

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ET	未调整总误差	V_{REFBUF}=1.5 V/2.048 V/2.5 V V_{CC} = 3.3 V，T_A = 25 °C f_{ADC} = 12 MHz , f_s = 0.15 Msps	-	±6	±9	LSB
EO	失调误差		-7	-4	-	
EG	增益误差		-	8	11.5	
ED	差分线性误差		-	+3.5 -0.9	+4.5 -0.95	
EL	积分线性误差		-	±4.5	±5	
ENOB	有效位数		8.5	8.8	-	bit
ET	未调整总误差	V_{REFBUF}=1.5 V/2.048 V/2.5 V V_{CC} = 3.3 V，T_A = 25 °C f_{ADC} = 12 MHz , f_s = 0.15 Msps	-	±16.5	±24.5	LSB
EO	失调误差		-16	-11	-	
EG	增益误差		-	13	18	
ED	差分线性误差		-	+5.5 -0.9	+9 -0.95	
EL	积分线性误差		-	±14	±16	
ENOB	有效位数		7.2	7.3	-	bit
ET	未调整总误差	V_{REFBUF} =1.5 V, 1.8 V ≤ V_{CC} ≤ 5.5 V V_{REFBUF} 2.048 V, 2.4 V ≤ V_{CC} ≤ 5.5 V V_{REFBUF} 2.5 V, 2.8 V ≤ V_{CC} ≤ 5.5 V f_{ADC} ≤ 2.4 MHz , f_s ≤ 0.15 Msps	-	±6	±13	LSB
EO	失调误差		-11	-4	-	
EG	增益误差		-	8	-	
ED	差分线性误差		-	+3.5 -0.9	+6.5 -1	
EL	积分线性误差		-	±4.5	±7.5	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ENOB	有效位数		8.5	8.8	-	bit
ET	未调整总误差	V_{REFBUF} 0.6 V，1.8 V ≤ V_{CC} ≤ 5.5 V f_{ADC} = 12 MHz , f_s ≤ 0.15 Msps	-	±16.5	±30	LSB
EO	失调误差		-20.5	-11	-	
EG	增益误差		-	13	-	
ED	差分线性误差		-	+5.5 -0.9	+11.5 -1	
EL	积分线性误差		-	±14	±17	
ENOB	有效位数		7.2	7.3	-	bit

5.3.14. 比较器特性

表 5-28 比较器特性

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压范围	-		0	-	V_{CC}-1.5	V
t_{START} (1)	启动时间	高速模式		-	-	5	μs
		中速模式		-	-	15	
t_D (1)	比较延时	高速模式	200 mV 阶跃	-	0.2	-	μs
		中速模式	100 mV 过驱动电压	-	-	1.2	
		高速模式	>200 mV 阶跃	-	0.2	-	
		中速模式	100 mV 过驱动电压	-	-	1.2	
V_{offset} (1)	失调电压	-		-	±5	-	mV
I_{CC} (1)	V_{CC} 工作电流	高速模式	静态功耗	-	70	-	μA
			动态功耗，输入信号为过驱动电压 100 mV，50 kHz 的方波	-	70	-	
		中速模式	静态功耗	-	6	7.5	
			动态功耗，输入信号为过驱动电压 100 mV，50 kHz 的方波	-	5	-	
I_{sleep} (1)	关机电流	-	-	-	1	-	nA

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.15. 温度传感器特性

表 5-29 温度传感器特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
T_L(1)	V_{TS} 相对于温度的线性度	-	±1	±2	°C
Avg_Slope(1)	平均斜率	2	2.6	3.2	mV/°C
V_{30}	30 ℃ (± 5 ℃)时的电压	742	760	785	mV

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
t_{samp_setup}(1)	当读取温度时的 ADC 采样时间	15	-	-	μs

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.16. 内置参考电压特性

表 5-30 内置参考电压（V_{REFINT}）特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REFINT}	内置参考电压	1.17	1.20	1.23	V
$t_{start_VREFINT}$	V_{REFINT} 的启动时间	-	10	15	μs
$T_{coeff_VREFINT}$ (1)	V_{REFINT} 温度系数	-	-	100(1)	ppm/°C
I_{vcc} (1)	V_{CC} 产生的电流损耗	-	12	20	μA

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.17. ADC 内置参考电压特性

表 5-31 内置参考电压（V_{REFBUF}）特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REF25}	2.5 V 内置参考电压	T_A = 25 °C，V_{CC} = 3.3 V	2.475	2.5	2.525	V
V_{REF20}	2.048 V 内置参考电压	T_A = 25 °C，V_{CC} = 3.3 V	2.028	2.048	2.068	V
V_{REF15}	1.5 V 内置参考电压	T_A = 25 °C，V_{CC} = 3.3 V	1.485	1.5	1.515	V
V_{REF06}	0.6 V 内置参考电压	T_A = 25 °C，V_{CC} = 3.3 V	0.594	0.6	0.606	V
$T_{coeff_VREFINT}$(1)	V_{REFBUF} 温度系数	T_A = -40 ~ 105 °C	-	-	120	ppm/°C
			-	-	300(2)	
$t_{start_VREFBUF}$	V_{REFBUF} 的启动时间	-	-	10	15	μs

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. V_{REFBUF}= 0.6 V。

5.3.18. COMP 内置参考电压特性(6 位 DAC)

表 5-32 内置参考电压（V_{REFCMP}）特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ΔV_{abs} (1)	绝对偏差	-	-	-	±0.5	LSB
$t_{start_VREFCMP}$	V_{REFCMP} 的启动时间	-	-	10	15	μs

5.3.19. 定时器特性

表 5-33 定时器特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
$t_{res(TIM)}$	定时器分辨率时间	-	1	-	$t_{TIMxCLK}$
		$f_{TIMxCLK}$ = 48 MHz	20.833	-	ns

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{EXT}	外部时钟频率 (CH1 to CH4)	-	-	$f_{TIMxCLK}/2$	MHz
		$f_{TIMxCLK}$ = 48 MHz	-	24	
Res_{TIM}	定时器分辨率	TIM1/14	-	16	bit
$t_{COUNTER}$	16 位计数器时钟周期	-	1	65536	$t_{TIMxCLK}$
		$f_{TIMxCLK}$ = 48 MHz	0.020833	1365	μs

表 5-34 IWDG 特性(时钟选择 LSI)

预分频	PR[2:0]	最小溢出值	最大溢出值	单位
/4	0	0.122	499.712	ms
/8	1	0.244	999.424	
/16	2	0.488	1998.848	
/32	3	0.976	3997.696	
/64	4	1.952	7995.392	
/128	5	3.904	15990.784	
/256	6 or 7	7.808	31981.568	

5.3.20. 通讯口特性

5.3.20.1. I²C 总线接口特性

I²C 接口满足 I²C 总线 规格和用户手册的要求:

- 标准模式 (100 kHz)
- 快速模式 (400 kHz)
- 快速增强模式 (1MHz)

时序由设计保证，前提是 I²C 外设被正确的配置，并且 I²C CLK 频率大于下表要求的最小值。

表 5-35 最小 I²C CLK 频率

符号	参数	条件	最小值	单位
$f_{I2CCLK(min)}$	I²C 最小时钟频率	标准模式	4	MHz
		快速模式	8	
		快速增强模式(1)	16	

1. RL(SDA/SCL外部上拉电阻)：1 kΩ

I2C SDA 和 SCL 管脚具有模拟滤波功能，参见下表。

表 5-36 I²C 滤波器特性

符号	参数	最小值	最大值	单位
t_{AF}	限制过滤器抑制的尖峰持续时间（短于限制持续时间的尖峰被抑制）	50	260	ns

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

5.3.20.2. 串行外设接口 SPI 特性

表 5-37 SPI 特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{SCK} $1/t_{c(SCK)}$	SPI 时钟频率	主机模式	-	24 (1)	MHz
		从机模式	-	24 (2)	
$t_{r(SCK)}$ $t_{f(SCK)}$	SPI 时钟上升和下降时间	负载电容: C = 15 pF	-	6	ns
$t_{su(NSS)}$	NSS 建立时间	从机模式	2 T_{pclk}	-	ns
$t_{h(NSS)}$	NSS 保持时间	从机模式	2 T_{pclk}	-	ns
$t_{w(SCKH)}$ $t_{w(SCKL)}$	SCK 的高低电频时间	主机模式, presc = 2	T_{pclk} - 2	T_{pclk} + 1	ns
$t_{su(MI)}$ $t_{su(SI)}$	数据输入建立时间	主机模式	1	-	ns
		从机模式	3	-	
$t_{h(MI)}$	数据输入保持时间	主机模式	5	-	ns
$t_{h(SI)}$		从机模式	2	-	
$t_{a(SO)}$	数据输出访问时间	从机模式	0	3 T_{pclk}	ns
$t_{dis(SO)}$	数据输出结束时间	从机模式	2 T_{pclk}	-	ns
$t_{v(SO)}$	数据输出有效时间	从机模式(使能有效沿之后)	0	20	ns
$t_{v(MO)}$	数据输出有效时间	主机模式(使能有效沿之后)	-	5	ns
$t_{h(SO)}$	数据输出保持时间	从机模式(使能有效沿之后)	2	-	ns
$t_{h(MO)}$		主机模式(使能有效沿之后)	1	-	
DuCy(SCK)	SPI 从机输入时钟占空比	从机模式	45	55	%

1. 该参数测试条件为全双工模式。
2. 该参数测试条件为单线(只收)模式，全双工模式下最大为 6 MHz，单线(只发)模式下最大为 12 M。

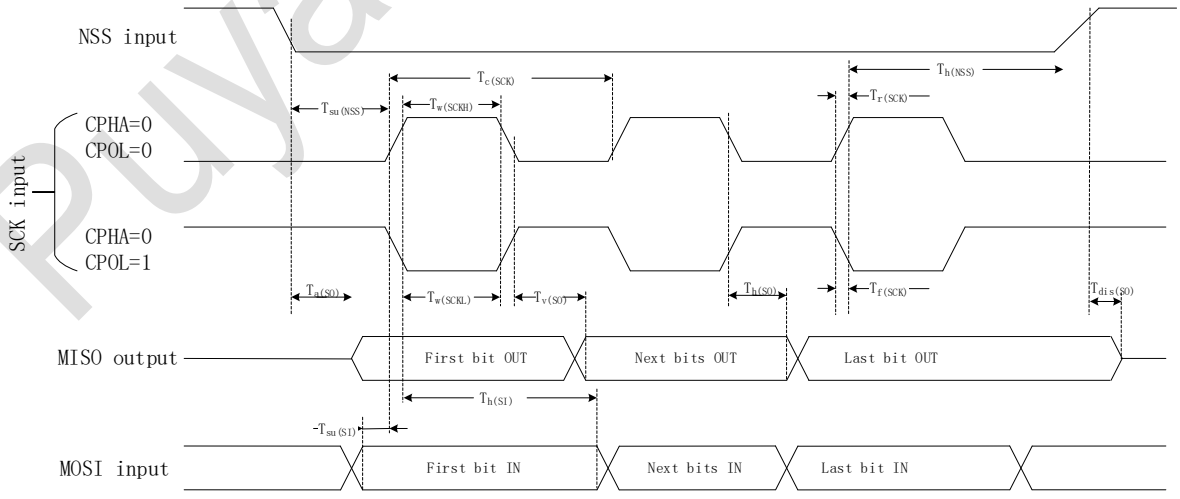


图 5-4 SPI 时序图–Slave mode and CPHA=0

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

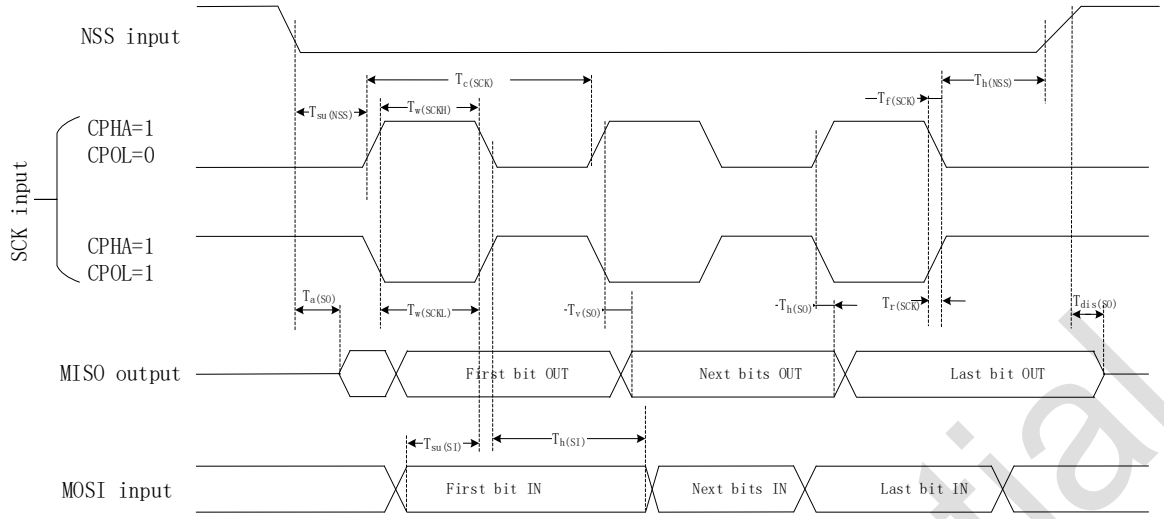


图 5-5 SPI 时序图–Slave mode and CPHA=1

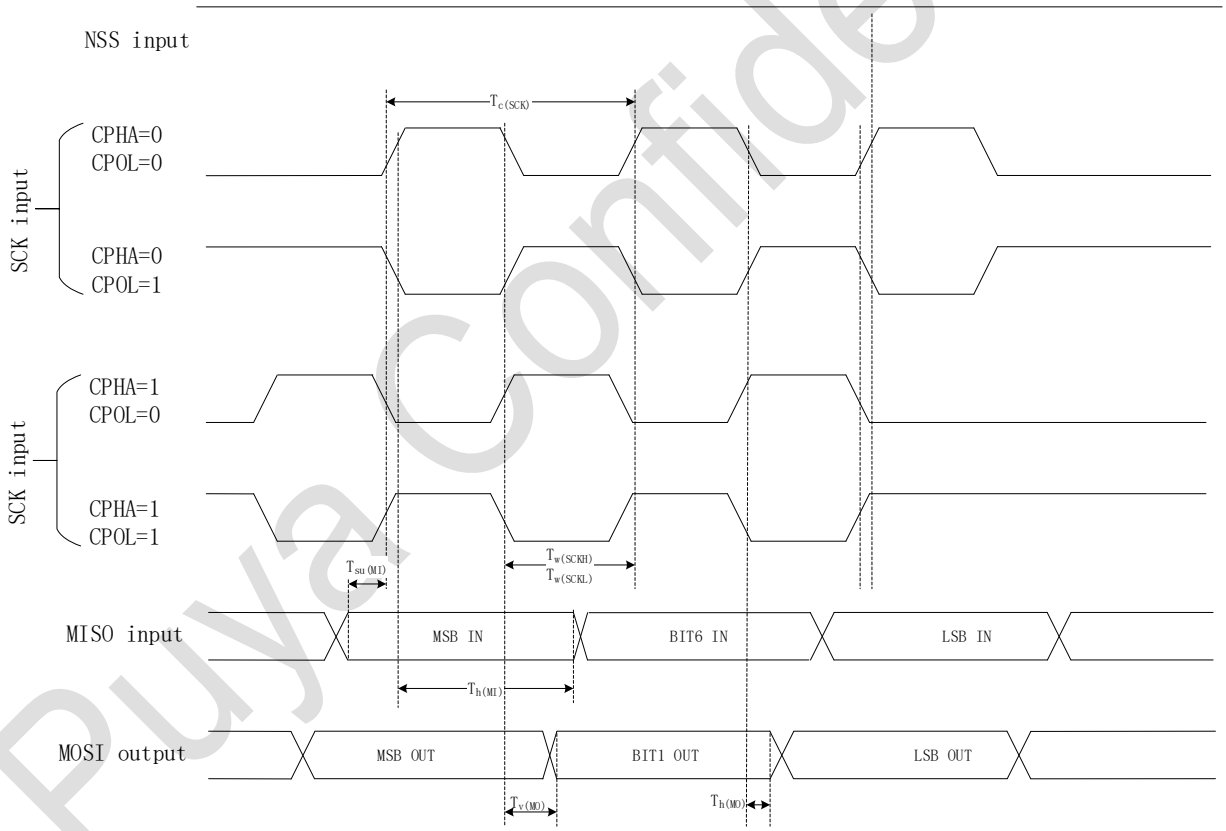


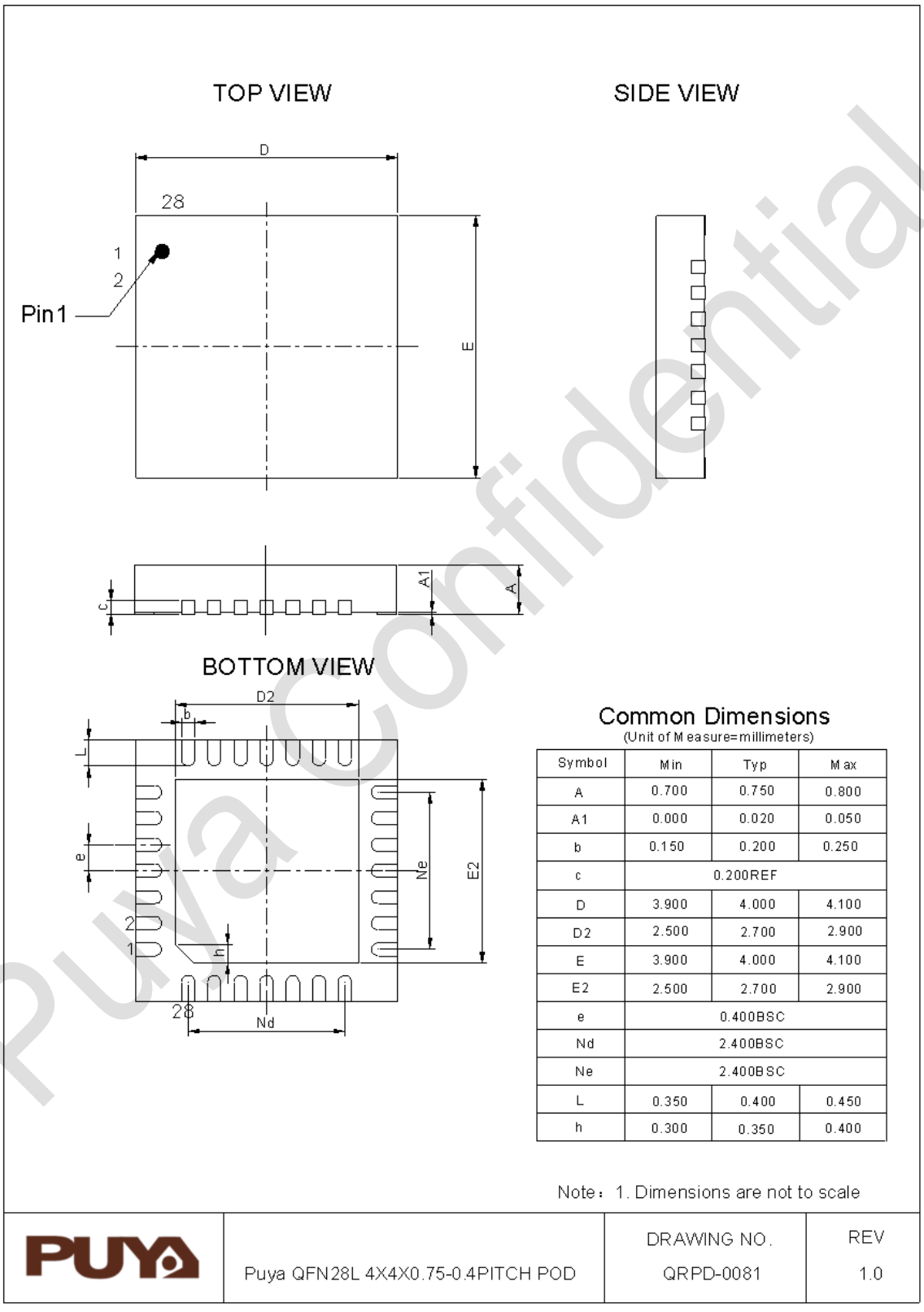
图 5-6 SPI 时序图–Master mode

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.封装信息

6.1. QFN28 封装尺寸



Common Dimensions
(Unit of Measure=millimeters)

Symbol	Min	Typ	Max
A	0.700	0.750	0.800
A1	0.000	0.020	0.050
b	0.150	0.200	0.250
c		0.200REF	
D	3.900	4.000	4.100
D2	2.500	2.700	2.900
E	3.900	4.000	4.100
E2	2.500	2.700	2.900
e		0.400BSC	
Nd		2.400BSC	
Ne		2.400BSC	
L	0.350	0.400	0.450
h	0.300	0.350	0.400

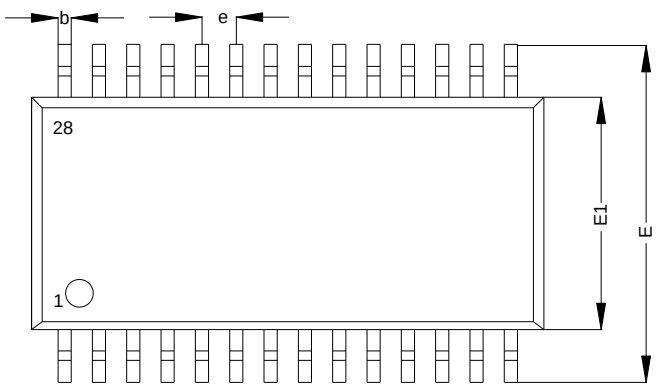
Note：1. Dimensions are not to scale

PUYA	Puya QFN28L 4X4X0.75-0.4PITCH POD	DRAWING NO. QRPD-0081	REV 1.0

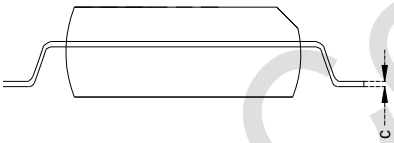
Puya Confidential

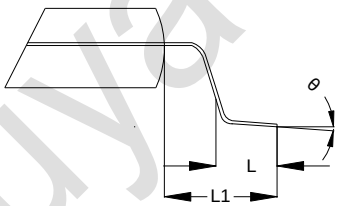
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.2. TSSOP28 封装尺寸









Common Dimensions
(Unit of Measure=millimeters)

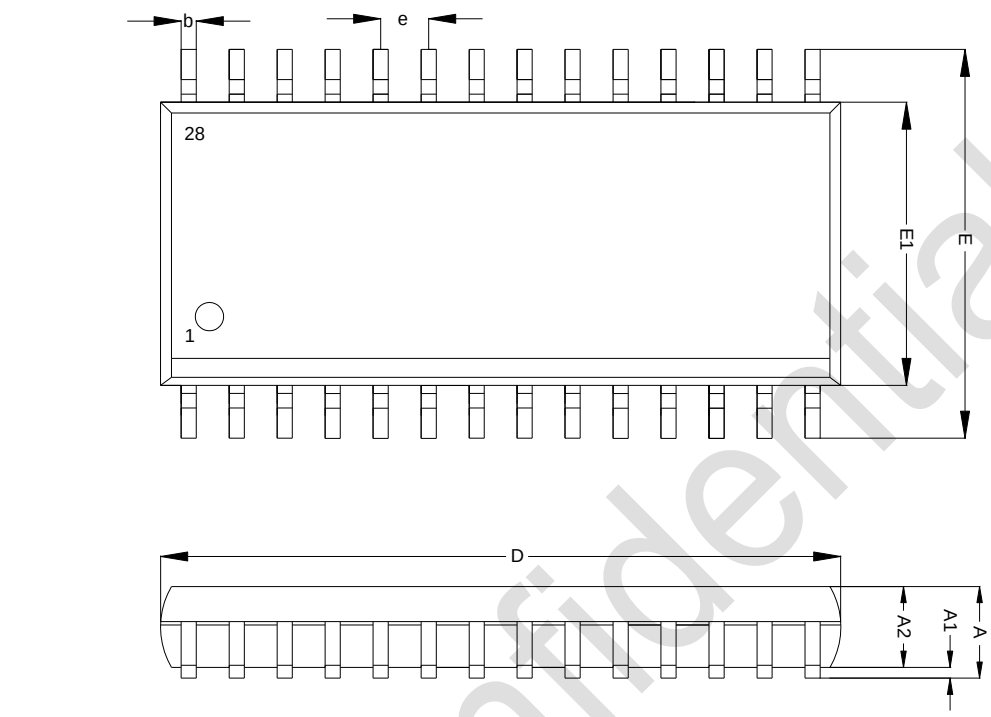
Symbol	Min	Typ	Max
A	0.85	-	1.20
A1	0.05	-	0.15
A2	0.80	1.00	1.05
b	0.19	-	0.30
c	0.14	-	0.18
D	9.60	9.70	9.80
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
e	0.65BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00BSC		
θ	0	-	8°

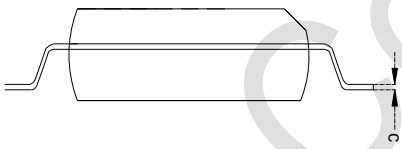
Note：Dimensions are not to scale.

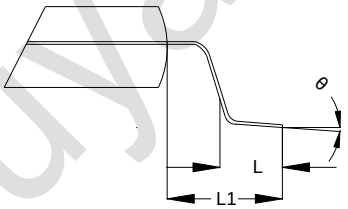
	TITLE	DRAWING NO.	REV
PUYA	PUYA TSSOP28 POD	QRPD-0073	1.0

Puya Confidential

6.3. SOP28 封装尺寸







Common Dimensions
(Unit of Measure=millimeters)

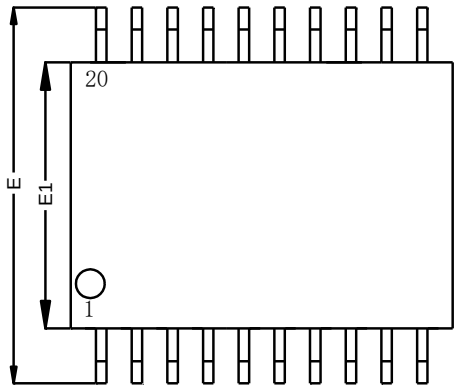
Symbol	Min	Typ	Max
A	2.15	-	2.65
A1	0.10	-	0.30
A2	2.05	-	2.35
b	0.38	-	0.48
c	0.24	-	0.30
D	17.80	18.00	18.20
E	10.10	10.30	10.50
E1	7.30	7.50	7.70
e	1.27BSC		
L	0.60	-	1.00
L1	1.40REF		
θ	0	-	8°

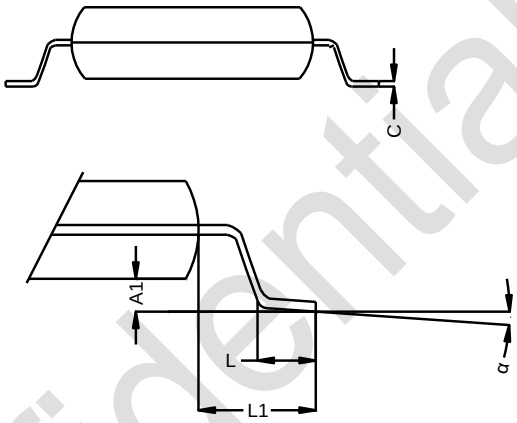
Note：Dimensions are not to scale.

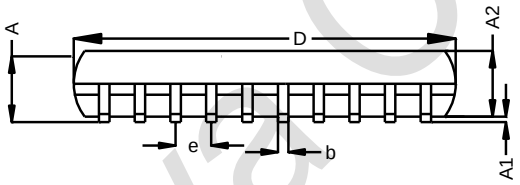
	TITLE	DRAWING NO.	REV
PUYA	PUYA SOP28 (300mil) POD	QRPD-0072	1.0

Puya Confidential

6.4. SOP20 封装尺寸







Common Dimensions
(Unit of Measure=millimeters)

Symbol	Min	Typ	Max
A	-	-	2.650
A1	0.100	-	0.300
A2	2.100	2.300	2.500
b	0.330	-	0.510
c	0.200	-	0.330
D	12.600	12.800	13.000
E	10.100	10.300	10.500
E1	7.400	7.500	7.600
e	1.275BSC		
h	0.300	-	0.500
L	0.400	-	1.270
L1		1.400REF	
θ	0	-	8°

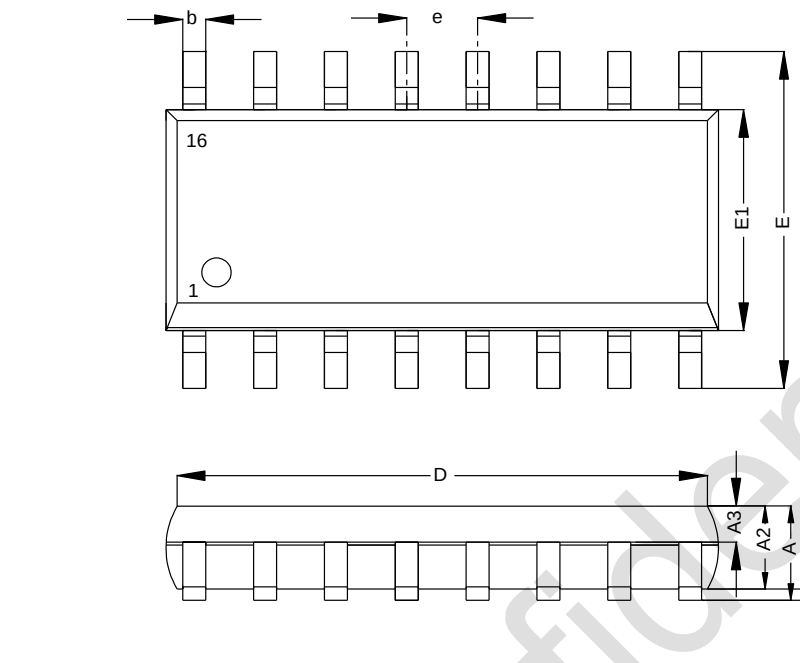
Note：1. Dimensions are not to scale

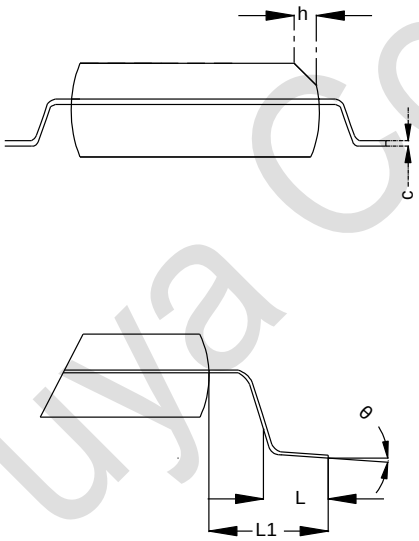
	TITLE	DRAWING NO.	REV
PUYA	Puya SOP20 POD	QRPD-0048	1.0

Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.5. SOP16 封装尺寸





Common Dimensions

(Unit of Measure=millimeters)

Symbol	Min	Typ	Max
A	-	-	1.75
A1	0.10	-	0.25
A2	1.30	-	-
A3	0.60	-	0.70
b	0.31	-	0.51
c	0.10	-	0.25
D	9.80	-	10.20
E	5.80	-	6.20
E1	3.80	-	4.20
e	1.27BSC		
L	0.40	-	1.27
L1	1.05REF		
θ	0	-	8°
h	0.25	-	0.50

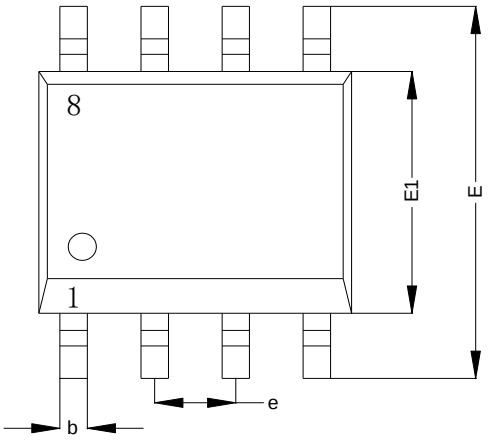
Note：Dimensions are not to scale.

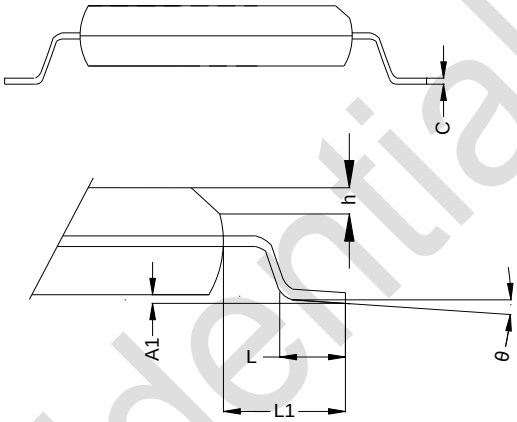
	TITLE	DRAWING NO.	REV
PUYA	PUYA SOP16 (150mil) POD	PY-POD-0001	1.0

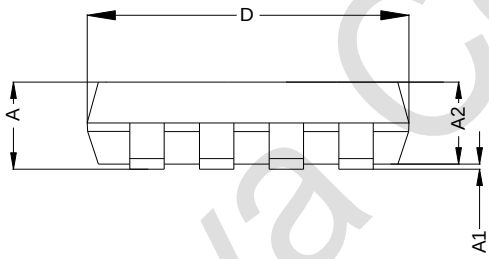
Puya Confidential

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.6. SOP8 封装尺寸







Common Dimensions
(Unit of Measure=millimeters)

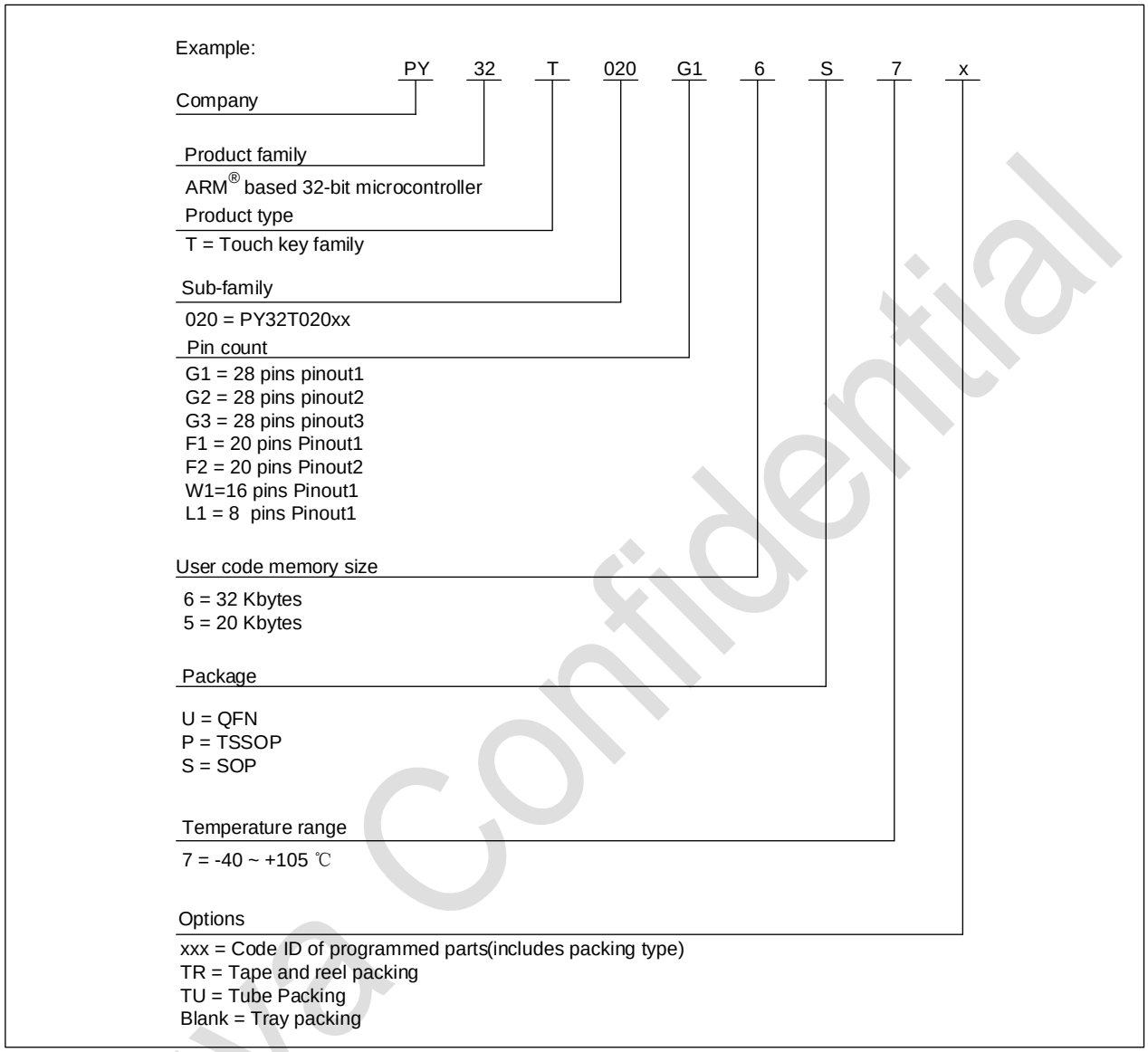
Symbol	Min	Typ	Max
A	1.350	-	1.750
A1	0.100	-	0.250
A2	1.250	-	-
b	0.310	-	0.510
c	0.170	-	0.250
D	4.800	4.900	5.000
E	5.800	6.000	6.200
E1	3.800	3.900	4.000
e	-	1.270	-
L	0.400	-	1.270
L1	-	1.050	-
θ	0	-	8°
h	0.25	-	0.50

Note：1. Dimensions are not to scale

	TITLE	DRAWING NO.	REV
PUYA	Puya SOP8（150mil）POD	QRPD-0004	1.1

Puya Confidential

7.订购信息



Puya Confidential

8.版本历史

版本	日期	更新记录
V1.0	2024.08.30	初版

Puya Confidential

Puya Semiconductor Co., Ltd.

声　　明

普冉半导体(上海)股份有限公司（以下简称：“Puya”）保留更改、纠正、增强、修改 Puya 产品和/或本文档的权利，恕不另行通知。用户可在下单前获取产品的最新相关信息。

Puya 产品是依据订单时的销售条款和条件进行销售的。

用户对 Puya 产品的选择和使用承担全责，同时若用于其自己或指定第三方产品上的，Puya 不提供服务支持且不对此类产品承担任何责任。

Puya 在此不授予任何知识产权的明示或暗示方式许可。

Puya 产品的转售，若其条款与此处规定不一致，Puya 对此类产品的任何保修承诺无效。

任何带有 Puya 或 Puya 标识的图形或字样是普冉的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代并替换先前版本中的信息。

普冉半导体(上海)股份有限公司 - 保留所有权利

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com