



PY32C642 数据手册

32 位 ARM® Cortex®-M0+ 微控制器



Puya Semiconductor (Shanghai) Co., Ltd



产品特性

- 内核
 - 32 位 ARM® Cortex® - M0+
 - 最高 24 MHz 工作频率
- 存储器
 - 24 Kbytes Flash 存储器
 - 3 Kbytes SRAM
- 时钟系统
 - 内部 24 MHz RC 振荡器 (HSI)
 - 内部 32.768 KHz RC 振荡器 (LSI)
 - 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: 1.7 V ~ 5.5 V
 - 低功耗模式: Sleep/Stop
 - 上电/掉电复位 (POR/PDR)
 - 掉电检测复位 (BOR)
- 通用输入输出 (I/O)
 - 多达 18 个 I/O, 均可作为外部中断
 - 驱动电流 8 mA
- 1 x 12 位 ADC
 - 支持最多 8 个外部输入通道, 2 个内部通道
 - $V_{ADC-REF}$ 内部 1.5 V, 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 个低功耗定时器 (LPTIM), 支持从 stop 模式唤醒
 - 1 个独立看门狗定时器 (IWDG)
 - 1 个 SysTick timer
- 硬件 CRC-32 模块
- 2 路比较器
- 唯一 UID
- 串行单线调试 (SWD)
- 工作温度: -40 ~ 85 °C
- 封装 QFN16, QFN20

目录

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 产品特性 | 2 |
| 1. 简介 | 5 |
| 2. 功能概述 | 7 |
| 2.1. Arm® Cortex®-M0+ 内核..... | 7 |
| 2.2. 存储器..... | 7 |
| 2.3. Boot 模式..... | 7 |
| 2.4. 时钟系统..... | 7 |
| 2.5. 电源管理..... | 9 |
| 2.5.1. 电源框图..... | 9 |
| 2.5.2. 电源监控..... | 9 |
| 2.5.3. 电压调节器..... | 10 |
| 2.5.4. 低功耗模式..... | 10 |
| 2.6. 复位..... | 10 |
| 2.6.1. 电源复位..... | 10 |
| 2.6.2. 系统复位..... | 11 |
| 2.7. 通用输入输出 GPIO..... | 11 |
| 2.8. 中断..... | 11 |
| 2.8.1. 中断控制器 NVIC..... | 11 |
| 2.8.2. 扩展中断 EXTI..... | 11 |
| 2.9. 模数转换器 ADC..... | 12 |
| 2.10. 比较器(COMP)..... | 12 |
| 2.10.1. COMP 主要特性..... | 12 |
| 2.11. 定时器..... | 12 |
| 2.11.1. 高级定时器..... | 13 |
| 2.11.2. 通用定时器..... | 13 |
| 2.11.3. 低功耗定时器..... | 13 |
| 2.11.4. IWDG..... | 13 |
| 2.11.5. SysTick timer..... | 14 |
| 2.12. SWD..... | 14 |
| 3. 引脚配置 | 15 |
| 3.1. 端口 A 复用功能映射..... | 17 |
| 3.2. 端口 B 复用功能映射..... | 17 |
| 3.3. 端口 C 复用功能映射..... | 17 |
| 4. 存储器映射 | 18 |
| 5. 电气特性 | 23 |
| 5.1. 测试条件..... | 23 |
| 5.1.1. 最小值和最大值..... | 23 |
| 5.1.2. 典型值..... | 23 |

| | | |
|-----------|------------------------------|-----------|
| 5.2. | 绝对最大额定值 | 23 |
| 5.3. | 工作条件 | 24 |
| 5.3.1. | 通用工作条件 | 24 |
| 5.3.2. | 上下电工作条件 | 24 |
| 5.3.3. | 内嵌复位模块特性 | 24 |
| 5.3.4. | 工作电流特性 | 25 |
| 5.3.5. | 低功耗模式唤醒时间 | 26 |
| 5.3.6. | 外部时钟源特性 | 26 |
| 5.3.7. | 内部高频时钟源 HSI 特性 | 28 |
| 5.3.8. | 内部低频时钟源 LSI 特性 | 28 |
| 5.3.9. | 存储器特性 | 29 |
| 5.3.10. | EFT 特性 | 29 |
| 5.3.11. | ESD & LU 特性 | 29 |
| 5.3.12. | 端口特性 | 30 |
| 5.3.13. | NRST 引脚特性 | 30 |
| 5.3.14. | ADC 特性 | 31 |
| 5.3.15. | 比较器特性 | 31 |
| 5.3.16. | 温度传感器特性 | 32 |
| 5.3.17. | 内置参考电压特性 | 32 |
| 5.3.18. | ADC 内置参考电压特性 | 32 |
| 5.3.19. | COMP 内置参考电压特性(4 位 DAC) | 32 |
| 5.3.20. | 定时器特性 | 33 |
| 6. | 封装信息 | 34 |
| 6.1. | QFN16 封装尺寸 | 34 |
| 6.2. | QFN20 封装尺寸 | 35 |
| 7. | 订购信息 | 36 |
| 8. | 版本历史 | 37 |

1. 简介

PY32C642 系列微控制器采用高性能的 32 位 ARM® Cortex®-M0+内核，宽电压工作范围的 MCU。嵌入 24 Kbytes Flash 和 3 Kbytes SRAM 存储器，最高工作频率 24 MHz。包含多种不同封装类型产品。1 路 12 位 ADC，2 个 16 位定时器，以及 2 路比较器。

PY32C642 系列微控制器的工作温度范围为-40°C ~ 85°C，工作电压范围 1.7 V ~ 5.5 V。芯片提供 sleep/stop 低功耗工作模式，可以满足不同的低功耗应用。

PY32C642 系列微控制器适用于多种应用场景，例如控制器、手持设备、PC 外设、游戏和 GPS 平台、工业应用等。

表 1-1 PY32C642 系列产品规划及特征

| 外设 | | PY32C642W15U6 | PY32C642F15U6 |
|-----------------------|----------|---------------|---------------|
| Flash memory (Kbytes) | | 24 | |
| SRAM (Kbytes) | | 3 | |
| 定时器 | 高级定时器 | 1 (16-bit) | |
| | 通用定时器 | 1 (16-bit) | |
| | 低功耗定时器 | 1 | |
| | SysTick | 1 | |
| | Watchdog | 1 | |
| 通用端口 | | 14 | 18 |
| ADC 通道数 (外部 + 内部) | | 8+2 | |
| 比较器 | | 2 | |
| 最高主频 | | 24 MHz | |
| 工作电压 | | 1.7 V ~ 5.5 V | |
| 封装 | | QFN16 | QFN20 |

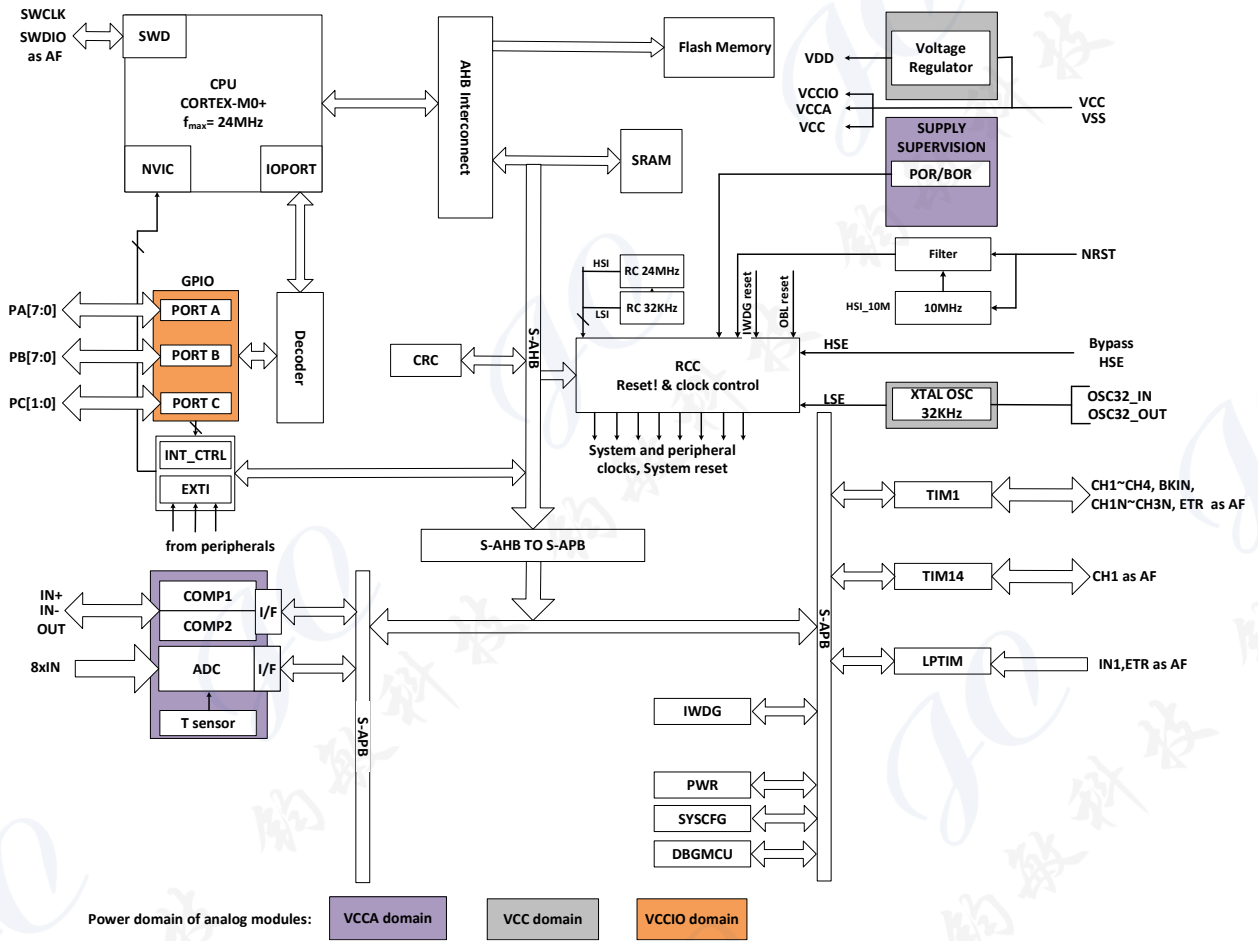


图 1-1 功能模块

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 byte (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
- 可配置大小的 Load Flash 区域，用于存放客户 ISP/IAP 引导程序
- 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：

- write protection (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 Kbytes。
- 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)，可选择两种不同的启动模式，如下表所示：

表 2-1 Boot 配置

| Boot mode configuration | | Mode | |
|-------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| 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 |

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 MHz 可配置的内部高精度 HSI 时钟。
- 一个 32.768 KHz 可配置的内部 LSI 时钟。
- 4 MHz ~ 32 MHz 外部输入时钟
- 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 24 MHz。

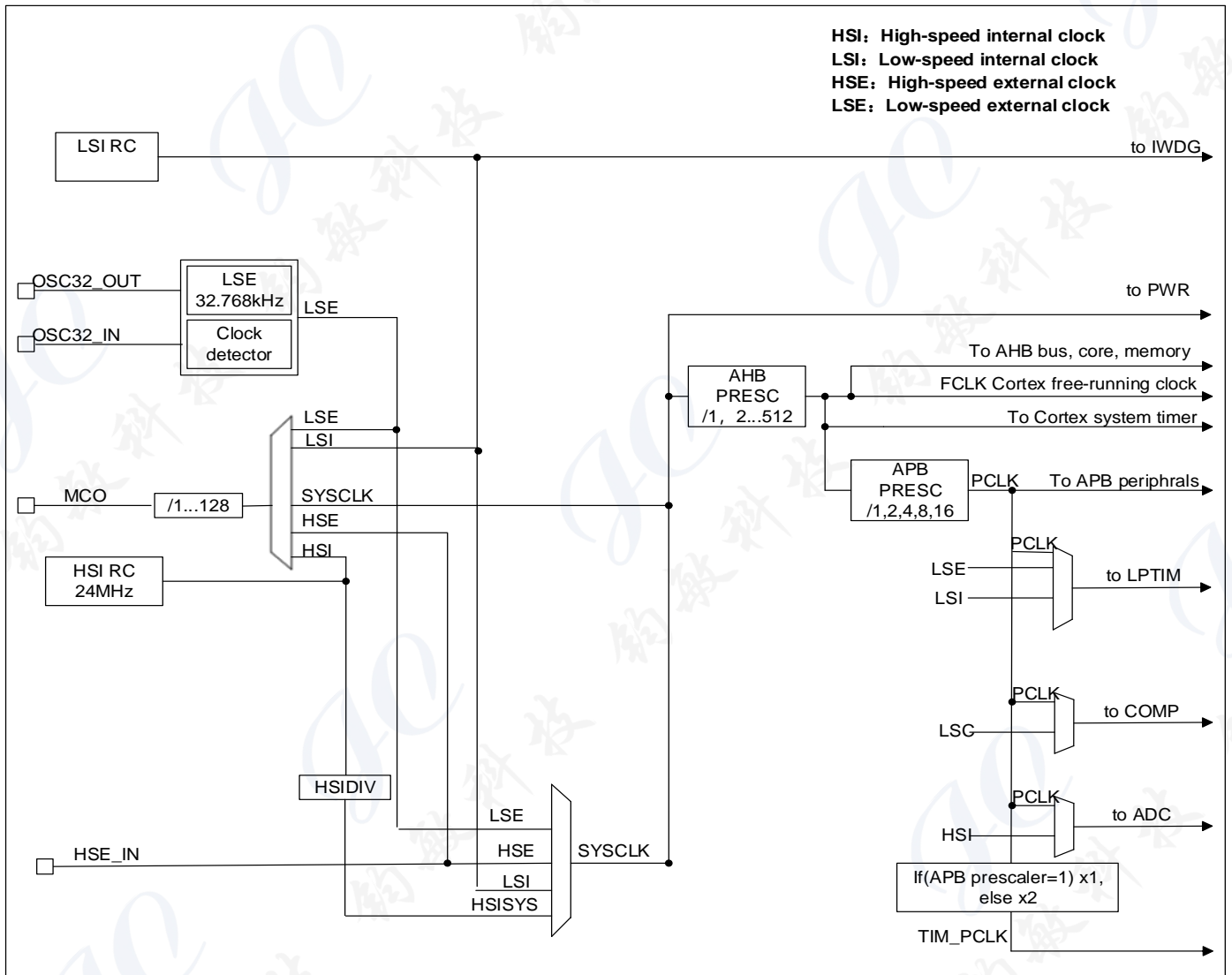


图 2-1 系统时钟结构图

2.5. 电源管理

2.5.1. 电源框图

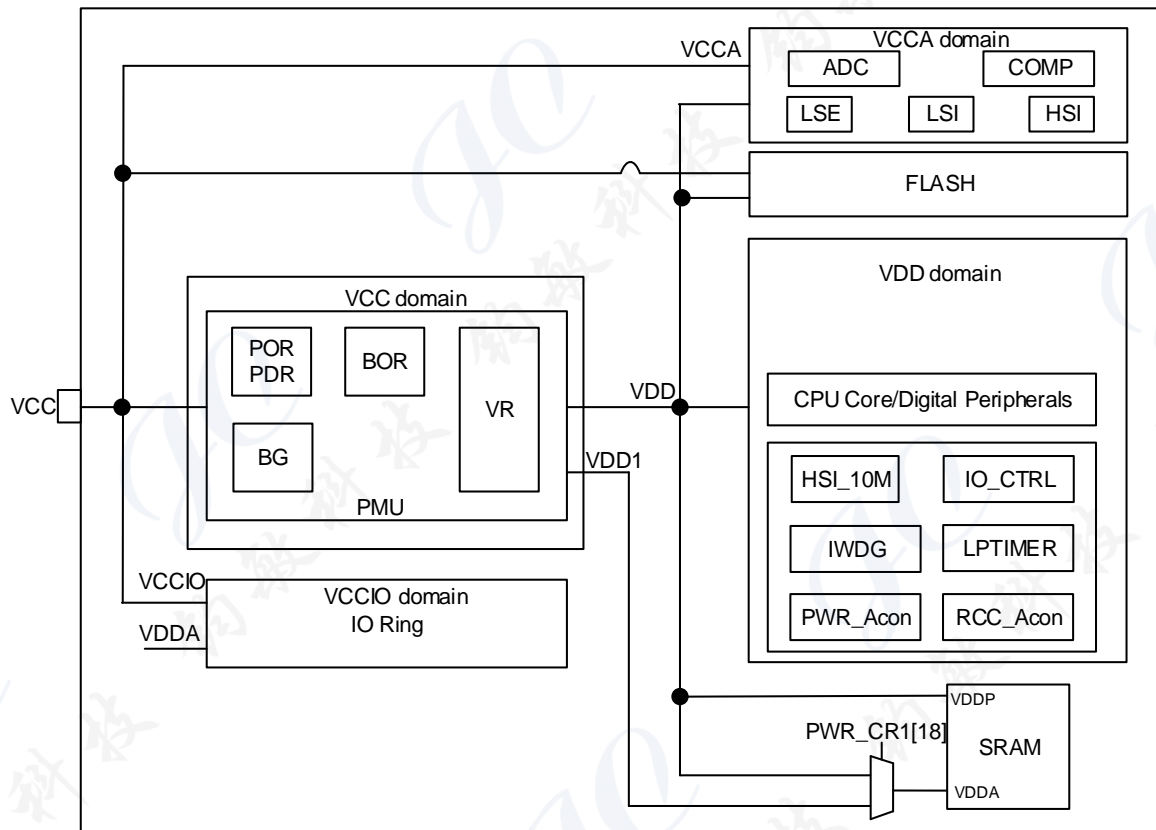


图 2-2 电源框图

表 2-2 电源框图

| 编号 | 电源 | 电源值 | 描述 |
|----|-------------------|---------------|---|
| 1 | V _{CC} | 1.7 V ~ 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} | 1.7 V ~ 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} | 1.7 V ~ 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。

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。

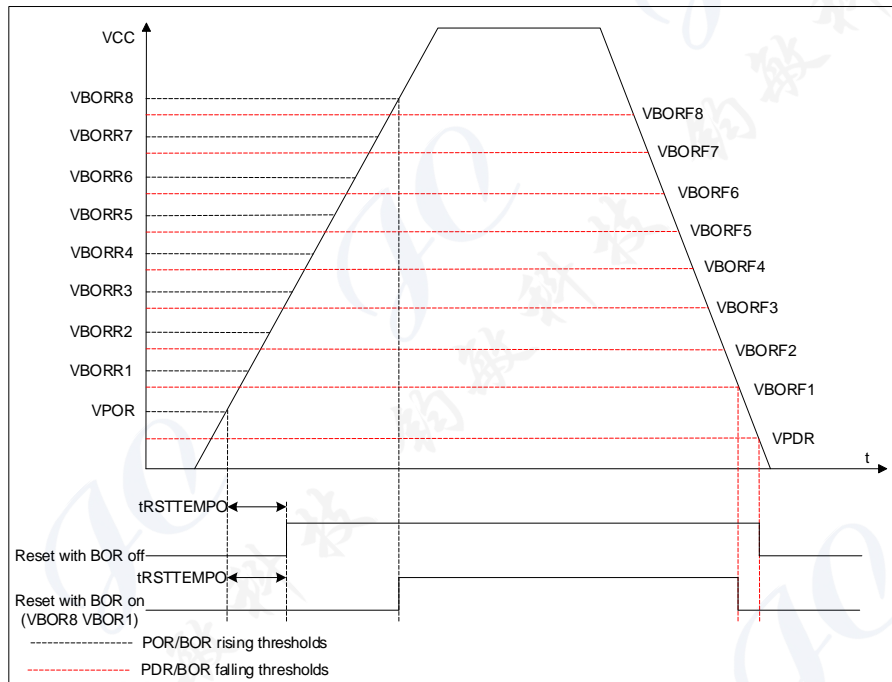


图 2-3 POR/PDR/BOR 阈值

2.5.3. 电压调节器

芯片设计两个电压调节器：

- 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。

2.5.4. 低功耗模式

芯片在正常的运行模式之外，有 3 个低功耗模式：

- **Sleep mode**：CPU 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**：该模式下 SRAM 和寄存器的内容保持，高速时钟 PLL、HSI 和 HSE 关闭。GPIO, IWDG, nRST, LPTIM 可以唤醒 stop 模式。

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)
- 电源复位 (POR/PDR、BOR)

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。

2.8. 中断

PY32C642 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。

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
- 支持 18 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，并在处理器从 stop 模式唤醒时产生唤醒事件。

EXTI 控制器有多个通道，包括最多 18 个 GPIO，2 个 COMP 输出，以及 LPTIM 唤醒信号。其中 GPIO，COMP 可以配置上升沿、下降沿或双沿触发。任何 GPIO 信号通过选择信号配置为 EXTI0~7 通道。

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 模式下，处理器从停止模式唤醒后也能识别唤醒的来源，或者识别引起中断的 GPIO 和事件。

2.9. 模数转换器 ADC

芯片具有 1 个 12 位的 SARADC。该模块共有最多 10 个要被测量的通道，包括 8 个外部通道和 2 个内部通道。参考电压可选择片内精准电压 1.5 V 或 V_{CC} 电源。

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 watchdog 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 watchdog 时转换电压超出阈值时产生中断请求。

2.10. 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

2.10.1. 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 15 个分数值(1/16、2/16 ... 15/16)
 - 内部参考电压 1.5 V，和通过分压提供的 15 个分数值(1/16、2/16 ... 15/16)
- 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)
 - 为快速 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 模式) 的唤醒 (通过 EXTI)

2.11. 定时器

PY32C642 不同定时器的特性如下表所示：

表 2-3 定时器特性

| 类型 | Timer | 位宽 | 计数方向 | 预分频 | DMA | 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 | 支持 | 4 | 3 |
| 通用定时器 | TIM14 | 16-位 | 上 | 1 ~ 65536 | - | 1 | - |

2.11.1. 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。

2.11.2. 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。

2.11.3. 低功耗定时器

- LPTIM 为 16 位向上计数器, 包含 3 位预分频器。只支持单次计数。
- LPTIM 可以配置为 stop 模式唤醒源。
- 在 MCU debug 模式, LPTIM 可以冻结计数值。

2.11.4. IWDG

芯片内集成了一个 Independent watchdog(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。

2.11.5. SysTick timer

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)

2.12. SWD

ARM SWD接口允许串口调试工具连接到PY32C642。

3. 引脚配置

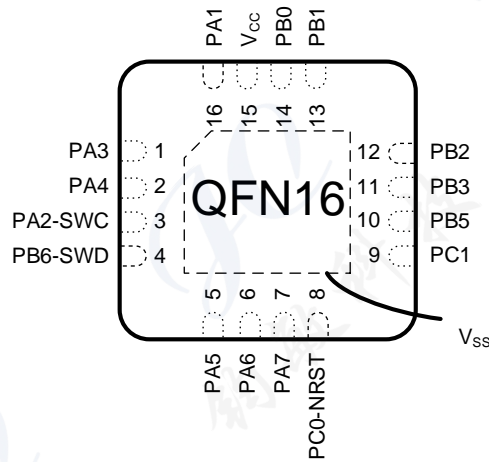


图 3-1 QFN16 Pinout1 PY32C642W15U

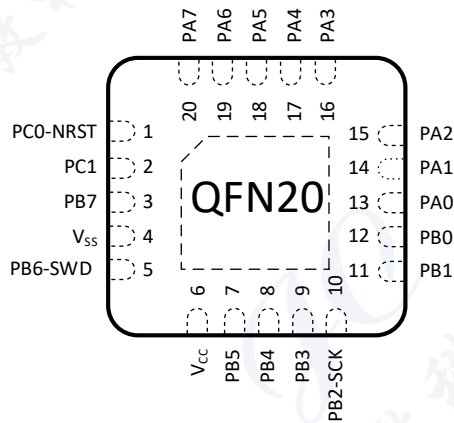


图 3-2 QFN20 Pinout1 PY32C642F15U

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 | - |
| Notes | | 除非有其他说明，不然所有端口都被在复位之前和之后，作为模拟输入 |
| 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 |

表 3-2 QFN16/QFN20 引脚定义

| 封装类型 | | 复位 | 端口类型 | 端口结构 | Notes | 端口功能 | |
|-------------|-------------|-----------------|------|------|-------|--------------------------------|---------------------------------|
| QFN16 W1 | QFN20 F1 | | | | | 复用功能 | 附加功能 |
| 5 | 18 | PA5 | I/O | COM | | TIM1_CH1 TIM14_CH1 | |
| 6 | 19 | PA6 | I/O | COM | | EVENTOUT | ADC_IN3 External_clock_in |
| 7 | 20 | PA7 | I/O | COM | | TIM1_CH4 MCO | ADC_IN4 |
| 8 | 1 | PC0-NRST | I/O | RST | (1) | SWDIO TIM1_CH1N EVENTOUT | NRST ADC_IN5 |
| 9 | 2 | PC1-OSCIN | I/O | COM | | - | OSCIN |
| - | 3 | PB7-OSCOOUT | I/O | COM | | TIM14_CH1 | OSCOOUT |
| - | 4 | V _{ss} | S | | | Ground | |
| 4 | 5 | PB6(SWDIO) | I/O | COM | | SWDIO | ADC_IN6 |
| 15 | 6 | V _{cc} | S | | | Digital power supply | |
| 10 | 7 | PB5 | I/O | COM | | TIM1_CH3 TIM14_CH1 | |
| - | 8 | PB4 | I/O | COM | | TIM1_BKIN | |
| 11 | 9 | PB3 | I/O | COM | | TIM1_ETR CMP1_OUT | |
| 12 | 10 | PB2 | I/O | COM | | TIM1_CH1N TIM1_CH3 | |
| 13 | 11 | PB1 | I/O | COM | | TIM1_CH2N TIM1_CH4 MCO | ADC_IN0 CMP1_INP CMP1_INM |
| 14 | 12 | PB0 | I/O | COM | | TIM1_CH2 TIM1_CH3N | ADC_IN7 CMP1_INM |
| - | 13 | PA0 | I/O | COM | | TIM1_CH1 | |
| 16 | 14 | PA1 | I/O | COM | | TIM1_CH2 | |
| 3 | 15 | PA2(SWCLK) | I/O | COM | | SWCLK TIM1_CH4 CMP2_OUT | |
| 1 | 16 | PA3 | I/O | COM | | TIM1_CH2 | ADC_IN1 CMP2_INP CMP2_INM |
| 2 | 17 | PA4 | I/O | COM | | TIM1_CH3 TIM14_CH1 | ADC_IN2 CMP2_INM |

1. 选择 PC0 或者 NRST/SWDIO 是通过 option bytes 进行配置。
2. 复位后(option byte 配置 0/0,0/1,1/0 时), PB6 和 PA2 两个 pin 被配置为 SWDIO 和 SWCLK AF 功能, 前者内部上拉电阻、后者内部下拉电阻被激活。
3. 复位后(option byte 配置为 1/1 时), PC0 和 PA2 两个 pin 被配置为 SWDIO 和 SWCLK AF 功能, 前者内部上拉电阻、后者内部下拉电阻被激活

3.1. 端口 A 复用功能映射

表 3-3 端口 A 复用功能映射

| 端口 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF7 |
|-----|-----|-----|----------|-----|----------|-----------|-----|----------|
| PA0 | - | - | TIM1_CH1 | - | - | - | - | - |
| PA1 | - | - | TIM1_CH2 | - | - | - | - | - |
| PA2 | SWC | - | TIM1_CH4 | - | CMP2_OUT | - | - | - |
| PA3 | - | - | TIM1_CH2 | - | - | - | - | - |
| PA4 | - | - | TIM1_CH3 | - | - | TIM14_CH1 | - | - |
| PA5 | - | - | TIM1_CH1 | - | - | TIM14_CH1 | - | - |
| PA6 | - | - | - | - | - | - | - | EVENTOUT |
| PA7 | - | - | TIM1_CH4 | - | MCO | - | - | - |

3.2. 端口 B 复用功能映射

表 3-4 端口 B 复用功能映射

| 端口 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF7 |
|-----|-----|-----|-----------|-----------|----------|-----------|-----|-----|
| PB0 | - | - | TIM1_CH2 | TIM1_CH3N | - | - | - | - |
| PB1 | - | - | TIM1_CH2N | TIM1_CH4 | MCO | - | - | - |
| PB2 | - | - | TIM1_CH1N | TIM1_CH3 | - | - | - | - |
| PB3 | - | - | TIM1_ETR | - | CMP1_OUT | - | - | - |
| PB4 | - | - | TIM1_BKIN | - | - | - | - | - |
| PB5 | - | - | TIM1_CH3 | - | - | TIM14_CH1 | - | - |
| PB6 | SWD | - | - | - | - | - | - | - |
| PB7 | - | - | - | - | - | TIM14_CH1 | - | - |

3.3. 端口 C 复用功能映射

表 3-5 端口 C 复用功能映射

| 端口 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF7 |
|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|----------|
| PC0-NRST | SWD | - | TIM1_CH1N | - | - | - | - | EVENTOUT |
| PC1-OSCIN | - | - | - | - | - | - | - | - |

4. 存储器映射

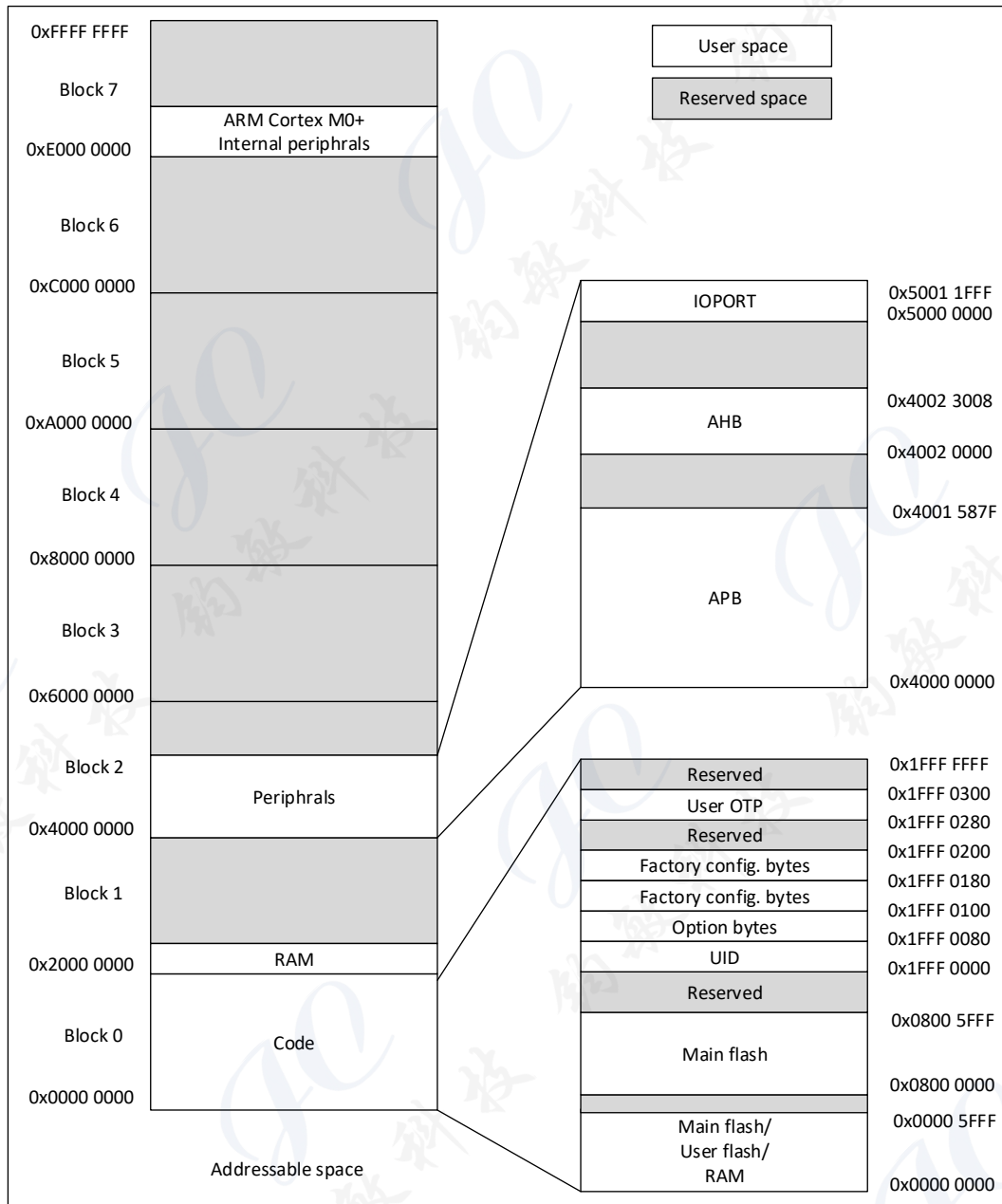


图 4-1 存储器映射

表 4-1 存储器地址

| Type | Boundary Address | Size | Memory Area | Description |
|------|-------------------------|-----------|---|--|
| SRAM | 0x2000 C000-0x3FFF FFFF | - | Reserved | - |
| | 0x2000 0000-0x2000 0BFF | 3 KBytes | SRAM | - |
| Code | 0x1FFF 0300-0x1FFF FFFF | - | Reserved | - |
| | 0x1FFF 0280-0x1FFF 02FF | 128 Bytes | USER OTP memory | 存放用户数据 |
| | 0x1FFF 0180-0x1FFF 01FF | 128 Bytes | Factory Configuration bytes | 存放 trimming 数据(含 HSI trimming 数据)、上电读校验码 |
| | 0x1FFF 0100-0x1FFF 017F | 128 Bytes | Factory Configuration bytes | 存放用户用到的 HSI trimming 数据、flash 擦写时间配置参数 |
| | 0x1FFF 0080-0x1FFF 00FF | 128 Bytes | Option bytes | 芯片软硬件 option bytes 信息 |
| | 0x1FFF 0000-0x1FFF 007F | 128 Bytes | UID | Unique ID |
| | 0x0800 6000-0x1FFE FFFF | - | Reserved | - |
| | 0x0800 0000-0x0800 5FFF | 24 KBytes | Main flash memory | - |
| | 0x0000 6000-0x07FF FFFF | - | Reserved | - |
| | 0x0000 0000-0x0000 5FFF | 24 Kbytes | 根据 Boot 配置选择: 1) Main flash memory 2) Load flash 3) SRAM | - |

1. 上述空间除 0x1FFF 0E00-0x1FFF 0E7F 外，其余标注为 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 |
|--------|-------------------------|----------|-------------------------|
| | 0xE000 0000-0xE00F FFFF | 1 Mbytes | M0+ |
| IOPORT | 0x5000 1800-0x5FFF FFFF | - | Reserved ⁽¹⁾ |
| | 0x5000 1400-0x5000 17FF | - | Reserved ⁽¹⁾ |
| | 0x5000 1000-0x5000 13FF | - | Reserved ⁽¹⁾ |
| | 0x5000 0C00-0x5000 0FFF | - | Reserved ⁽¹⁾ |
| | 0x5000 0800-0x5000 0BFF | 1 Kbytes | GPIOC |
| | 0x5000 0400-0x5000 07FF | 1 Kbytes | GPIOB |
| | 0x5000 0000-0x5000 03FF | 1 Kbytes | GPIOA |
| AHB | 0x4002 3400-0x4FFF FFFF | - | Reserved |
| | 0x4002 300C-0x4002 33FF | 1 Kbytes | Reserved |
| | 0x4002 3000-0x4002 3008 | | CRC |
| | 0x4002 2400-0x4002 2FFF | - | Reserved |

| Bus | Boundary Address | Size | Peripheral |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| | 0x4002 2000-0x4002 23FF | | Flash |
| | 0x4002 1C00-0x4002 1FFF | - | Reserved |
| | 0x4002 1900-0x4002 1BFF | 1 Kbytes | Reserved |
| | 0x4002 1800-0x4002 18FF | | EXTI ⁽²⁾ |
| | 0x4002 1400-0x4002 17FF | - | Reserved |
| | 0x4002 1080-0x4002 13FF | 1 KBytes | Reserved |
| | 0x4002 1000-0x4002 107F | | RCC ⁽²⁾ |
| | 0x4002 0C00-0x4002 0FFF | 1 KBytes | Reserved |
| | 0x4002 0040-0x4002 03FF | - | Reserved |
| | 0x4002 0000-0x4002 003C | - | Reserved |
| | APB | 0x4001 5C00-0x4001 FFFF | - |
| 0x4001 5880-0x4001 5BFF | | 1 Kbytes | Reserved |
| 0x4001 5800-0x4001 587F | | | DBG |
| 0x4001 4C00-0x4001 57FF | | - | Reserved |
| 0x4001 4850-0x4001 4BFF | | - | Reserved |
| 0x4001 4800-0x4001 484C | | | Reserved |
| 0x4001 4450-0x4001 47FF | | - | Reserved |
| 0x4001 4400-0x4001 404C | | | Reserved |
| 0x4001 3C00-0x4001 43FF | | - | Reserved |
| 0x4001 381C-0x4001 3BFF | | - | Reserved |
| 0x4001 3800-0x4001 3018 | | | Reserved |
| 0x4001 3400-0x4001 37FF | | - | Reserved |
| 0x4001 3010-0x4001 33FF | | - | Reserved |
| 0x4001 3000-0x4001 300C | | | Reserved |
| 0x4001 2C50-0x4001 2FFF | | 1 Kbytes | Reserved |
| 0x4001 2C00-0x4001 2C4C | | | TIM1 |
| 0x4001 2800-0x4001 2BFF | | - | Reserved |
| 0x4001 270C-0x4001 27FF | | 1 Kbytes | Reserved |
| 0x4001 2400-0x4001 2708 | | | ADC |
| 0x4001 0400-0x4001 23FF | | - | Reserved |
| 0x4001 0220-0x4001 03FF | | 1 KBytes | Reserved |
| 0x4001 0200-0x4001 021F | | | COMP1/2 |
| 0x4001 0000-0x4001 01FF | | | SYSCFG |

| Bus | Boundary Address | Size | Peripheral |
|-----|-------------------------|----------|--------------------|
| | 0x4000 B400-0x4000 FFFF | - | Reserved |
| | 0x4000 B000-0x4000 B3FF | - | Reserved |
| | 0x4000 8400-0x4000 AFFF | - | Reserved |
| | 0x4000 7C28-0x4000 7FFF | 1 KBytes | Reserved |
| | 0x4000 7C00-0x4000 7C24 | | LPTIM |
| | 0x4000 7400-0x4000 7BFF | - | Reserved |
| | 0x4000 7018-0x4000 73FF | 1 KBytes | Reserved |
| | 0x4000 7000-0x4000 7014 | | PWR ⁽³⁾ |
| | 0x4000 5800-0x4000 6FFF | - | Reserved |
| | 0x4000 5434-0x4000 57FF | - | Reserved |
| | 0x4000 5400-0x4000 5430 | | |
| | 0x4000 4800-0x4000 53FF | - | Reserved |
| | 0x4000 441C-0x4000 47FF | - | Reserved |
| | 0x4000 4400-0x4000 4418 | | Reserved |
| | 0x4000 3C00-0x4000 43FF | - | Reserved |
| | 0x4000 3810-0x4000 3BFF | - | Reserved |
| | 0x4000 3800-0x4000 380C | | Reserved |
| | 0x4000 3400-0x4000 37FF | - | Reserved |
| | 0x4000 3014-0x4000 33FF | 1 Kbytes | Reserved |
| | 0x4000 3000-0x4000 0010 | | IWDG |
| | 0x4000 2C0C-0x4000 2FFF | - | Reserved |
| | 0x4000 2C00-0x4000 2C08 | | Reserved |
| | 0x4000 2830-0x4000 2BFF | - | Reserved |
| | 0x4000 2800-0x4000 282C | | Reserved |
| | 0x4000 2420-0x4000 27FF | - | Reserved |
| | 0x4000 2400-0x4000 241C | | Reserved |
| | 0x4000 2054-0x4000 23FF | 1 Kbytes | Reserved |
| | 0x4000 2000-0x4000 0050 | | TIM14 |
| | 0x4000 1800-0x4000 1FFF | - | Reserved |
| | 0x4000 1400-0x4000 17FF | - | Reserved |
| | 0x4000 1030-0x4000 13FF | - | Reserved |
| | 0x4000 1000-0x4000 102C | | Reserved |
| | 0x4000 0800-0x4000 0FFF | - | Reserved |

| Bus | Boundary Address | Size | Peripheral |
|-----|-------------------------|------|------------|
| | 0x4000 0450-0x4000 07FF | - | Reserved |
| | 0x4000 0400-0x4000 044C | | Reserved |
| | 0x4000 0000-0x4000 03FF | - | Reserved |

1. 上表 AHB 标注为 Reserved 的地址空间，无法写操作，读回为 0，且产生 hardfault；APB 标注为 Reserved 的地址空间，无法写操作，读回为 0，不会产生 hardfault。
2. 不仅支持 32 位 字访问，还支持半字和字节访问。
3. 不仅支持 32 位 字访问，还支持半字访问。

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 和 $T_A = T_{A(\text{max})}$ 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 和 $V_{CC} = 3.3\text{ V}$ 。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。

5.2. 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} | 外部主供电电源 | -0.3 | 6.25 | V |
| V_{IN} | 其他 Pin 的输入电压 | -0.3 | $V_{CC}+0.3$ | V |

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。

表 5-2 电流特性

| 符号 | 描述 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|---|-----|----|
| I_{VCC} | 流进 V_{CC} pin 的总电流(供应电流) ⁽¹⁾ | 80 | mA |
| I_{VSS} | 流出 V_{SS} pin 的总电流(流出电流) ⁽¹⁾ | 80 | mA |
| $I_{IO(\text{PIN})}$ | 所有 IO 的输出灌电流 | 20 | mA |
| | 所有 IO 的拉电流 | -20 | |

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。

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 ~ +85 | °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 | 24 | MHz |
| f _{PCLK} | 内部 APB 时钟频率 | - | 0 | 24 | MHz |
| V _{CC} | 标准工作电压 | - | 1.7 | 5.5 | V |
| V _{IN} | IO 输入电压 | - | -0.3 | V _{CC} +0.3 | V |
| T _A | 环境温度 | - | -40 | 85 | °C |
| T _J | 结温 | - | -40 | 90 | °C |

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 |
|-------------------------------------|-----------|------------------------|------|------|------|----|
| V _{POR/PDR} | 上电/下电复位阈值 | 上升沿 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | V |
| | | 下降沿 | 1.45 | 1.55 | 1.65 | V |
| V _{PDRhyst} ⁽¹⁾ | PDR 迟滞 | - | - | 50 | - | mV |
| V _{BOR} | BOR 阈值电压 | BOR_LEV[2:0]=000 (上升沿) | 1.7 | 1.8 | 1.9 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=000 (下降沿) | 1.6 | 1.7 | 1.8 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=001 (上升沿) | 1.9 | 2 | 2.1 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=001 (下降沿) | 1.8 | 1.9 | 2 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=010 (上升沿) | 2.1 | 2.2 | 2.3 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=010 (下降沿) | 2 | 2.1 | 2.2 | V |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------|--------|------------------------|-----|-----|-----|----|
| | | BOR_LEV[2:0]=011 (上升沿) | 2.3 | 2.4 | 2.5 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=011 (下降沿) | 2.2 | 2.3 | 2.4 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=100 (上升沿) | 2.5 | 2.6 | 2.7 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=100 (下降沿) | 2.4 | 2.5 | 2.6 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=101 (上升沿) | 2.7 | 2.8 | 2.9 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=101 (下降沿) | 2.6 | 2.7 | 2.8 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=110 (上升沿) | 2.9 | 3 | 3.1 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=110 (下降沿) | 2.8 | 2.9 | 3 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=111 (上升沿) | 3.1 | 3.2 | 3.3 | V |
| | | BOR_LEV[2:0]=111 (下降沿) | 3 | 3.1 | 3.2 | V |
| V_BOR_hyst | BOR 迟滞 | - | - | 100 | - | mV |

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。

5.3.4. 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 _{DD} (run) | HSI | 24 MHz | While(1) | Flash | ON | DISABLE | 1.1 | - | mA |
| | | | | | OFF | DISABLE | 0.9 | - | |
| | LSI | 32.768 KHz | | | ON | DISABLE | 160.4 | - | μA |
| | | | | | OFF | DISABLE | 159.6 | - | |
| | LSI | 32.768 KHz | | | ON | ENABLE | 108.3 | - | μA |
| | | | | | OFF | ENABLE | 107.7 | - | |

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 _{DD} (sleep) | HSI | 24 MHz | ON | DISABLE | 0.8 | - | mA |
| | | | OFF | DISABLE | 0.5 | - | |
| | LSI | 32.768 KHz | ON | DISABLE | 159.3 | - | μA |
| | | | OFF | DISABLE | 158.9 | - | |
| | LSI | 32.768 KHz | ON | ENABLE | 85.3 | - | μA |
| | | | OFF | ENABLE | 84.8 | - | |

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} | MR/LPR | LSI | 外设时钟 | | | |
| I _{DD} (stop) | 1.7~5.5 V | MR | - | - | 75.3 | - | μA |
| | | LPR | ON | IWDG+LPTIM | 1.7 | - | |
| | | | | IWDG | 1.7 | - | |
| | | | | LPTIM | 1.7 | - | |
| | | | | OFF | No | 1.5 | |

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.5. 低功耗模式唤醒时间

表 5-10 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 的唤醒时间 | | - | 0.6 | - | μs |
| T _{WUSTOP} | Stop 的唤醒时间 | MR 供电 | Flash 中执行程序, HSI(24 MHz)作为系统时钟 | 6.4 | - | |
| | | LPR 供电 | Flash 中执行程序, HSI 作为系统时钟(24 M) | 10.6 | - | |

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

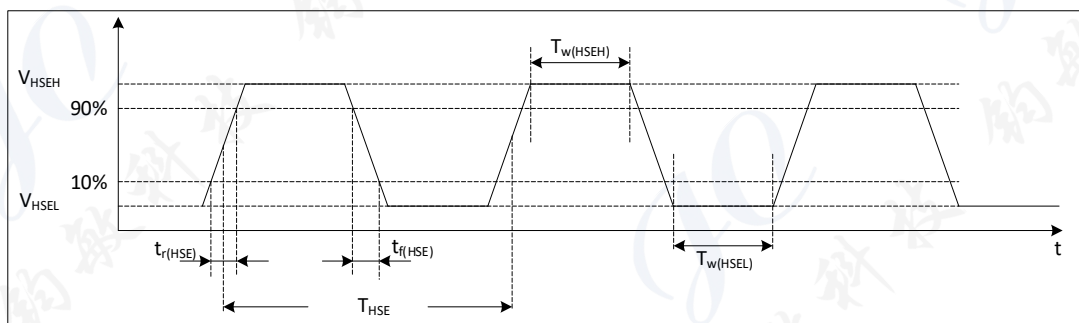


图 5-1 外部高速时钟时序图

表 5-11 外部高速时钟特性

| 符号 | 参数 ⁽¹⁾ | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-----|--------------------|-----|
| f_{HSE_ext} | 用户外部时钟频率 | 0 | 4 | 32 | MHz |
| V_{HSEH} | 输入引脚高电平电压 | $0.7 \cdot V_{CC}$ | - | V_{CC} | V |
| V_{HSEL} | 输入引脚低电平电压 | V_{SS} | - | $0.3 \cdot V_{CC}$ | V |
| $t_{W(HSEH)}$ $t_{W(HSEL)}$ | 输入高或低的时间 | 15 | - | - | ns |
| $t_r(HSE)$ $t_f(HSE)$ | 输入上升/下降的时间 | - | - | 20 | 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。

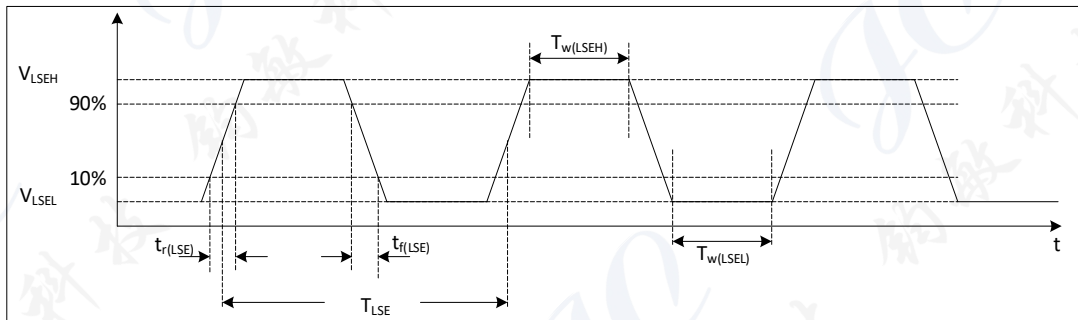


图 5-2 外部低速时钟时序图

表 5-12 外部低速时钟特性

| 符号 | 参数 ⁽¹⁾ | 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 | $0.7 \cdot V_{CC}$ | - | - | V |
| V_{LSEL} | 输入引脚低电平电压 | - | - | $0.3 \cdot V_{CC}$ | V |
| $t_{W(LSEH)}$ $t_{W(LSEL)}$ | 输入高或低的时间 | 450 | - | - | ns |
| $t_r(LSE)$ $t_f(LSE)$ | 输入上升/下降的时间 | - | - | 50 | ns |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.6.3. 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 5-13 外部低速晶体特性

| 符号 | 参数 | 条件 ⁽¹⁾ | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|--------|-----------------------|-----|------|-----|----|
| I _{DD} ⁽⁴⁾ | LSE 功耗 | LSE_DRIVER [1:0] = 00 | - | 100 | - | nA |
| | | LSE_DRIVER [1:0] = 01 | - | 700 | - | |
| | | LSE_DRIVER [1:0] = 10 | - | 1200 | - | |
| | | LSE_DRIVER [1:0] = 11 | - | 1600 | - | |
| t _{SU(LSE)} ^{(3) (4)} | 启动时间 | - | - | 3 | - | s |

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(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
4. 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 5-14 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 |
| ΔTemp(HSI) | HSI 频率温度漂移 24 MHz | V _{CC} = 2.0V ~ 5.5 V T _A = -40 °C ~ 85 °C | -2 ⁽²⁾ | - | 2 ⁽²⁾ | % |
| | | V _{CC} = 1.7 V ~ 5.5 V T _A = 0 °C ~ 85 °C | -2 ⁽²⁾ | - | 2 ⁽²⁾ | |
| | | V _{CC} = 1.7 V ~ 5.5 V T _A = -40 °C ~ 85 °C | -4 ⁽²⁾ | - | 2 ⁽²⁾ | |
| 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 _{DD(HSI)} ⁽²⁾ | HSI 功耗 | 24 MHz | - | 193 | - | 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。

5.3.8. 内部低频时钟源 LSI 特性

表 5-15 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 | 32.6 | 33.6 | KHz |
| ΔTemp(LSI) | LSI 频率温度漂移 | V _{CC} = 1.7 V ~ 5.5 V T _A = 0°C ~ 85°C | -10 ⁽²⁾ | - | 10 ⁽²⁾ | % |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|----------|--|--------------------|-----|-------------------|---------------|
| | | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$ | -20 ⁽²⁾ | - | 20 ⁽²⁾ | |
| $f_{TRIM}^{(1)}$ | LSI 微调精度 | - | - | 0.2 | - | % |
| $t_{Stab(LSI)}^{(1)}$ | LSI 稳定时间 | - | - | 150 | - | μs |
| $I_{DD(LSI)}^{(1)}$ | 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 5-16 存储器特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 典型值 | 最大值 ⁽¹⁾ | 单位 |
|-------------|------------------------|----|-----|--------------------|----|
| t_{prog} | Page program | - | 1.0 | 1.5 | ms |
| t_{ERASE} | Page/sector/mass erase | - | 3.5 | 5.0 | ms |
| I_{DD} | Page program | - | 2.1 | 2.9 | mA |
| | Page/sector/mass erase | - | 2.1 | 2.9 | |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

表 5-17 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 | $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$ | 100 | Kcycle |
| t_{RET} | 数据保持期限 | 10 Kcycle $T_A = 55\text{ }^\circ\text{C}$ | 20 | Year |

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.10. EFT 特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 等级 | 典型值 | 单位 |
|--------------|----|--------------|----|-----|----|
| EFT to IO | - | IEC61000-4-4 | A | 2 | KV |
| EFT to Power | - | IEC61000-4-4 | A | 4 | KV |

5.3.11. ESD & LU 特性

表 5-18 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 | 6 | KV |
| $V_{ESD(CDM)}$ | 静态放电电压(充电设备模型) | ESDA/JEDEC JS-002-2018 | 1 | KV |

| 符号 | 参数 | 条件 | 典型值 | 单位 |
|---------------|--------------|--------------|-----|----|
| $V_{ESD(MM)}$ | 静态放电电压(机器模型) | JESD22-A115C | 200 | V |
| LU | 静态 Latch-Up | JESD78E | 200 | mA |

5.3.12. 端口特性

表 5-19 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 | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ | $0.7 \cdot V_{CC}$ | - | - | V |
| V_{IL} | 输入低电平电压 | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ | - | - | $0.3 \cdot V_{CC}$ | V |
| $V_{hys}^{(1)}$ | 斯密特迟滞电压 | - | - | 200 | - | mV |
| I_{lkg} | 输入漏电流 | - | - | - | 1 | μA |
| R_{PU} | 上拉电阻 | - | 30 | 50 | 70 | K Ω |
| R_{PD} | 下拉电阻 | - | 30 | 50 | 70 | K Ω |
| $C_{IO}^{(1)}$ | 引脚电容 | - | - | 5 | -- | pF |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

表 5-20 输出电压特性

| 符号 | 参数 ⁽¹⁾ | 条件 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|-------------------|---|----------------|-----|----|
| $V_{OL}^{(2)}$ | COM IO 输出低电平 | $I_{OL} = 20\text{ mA}, V_{CC} \geq 5.0\text{ V}$ | - | 0.4 | V |
| V_{OL} | | $I_{OL} = 8\text{ mA}, V_{CC} \geq 2.7\text{ V}$ | - | 0.4 | V |
| $V_{OL}^{(2)}$ | | $I_{OL} = 4\text{ mA}, V_{CC} = 1.8\text{ V}$ | - | 0.5 | V |
| $V_{OH}^{(2)}$ | COM IO 输出高电平 | $I_{OH} = 18\text{ mA}, V_{CC} \geq 5.0\text{ V}$ | $V_{CC} - 0.6$ | - | V |
| V_{OH} | | $I_{OH} = 8\text{ mA}, V_{CC} \geq 2.7\text{ V}$ | $V_{CC} - 0.4$ | - | V |
| $V_{OH}^{(2)}$ | | $I_{OH} = 4\text{ mA}, V_{CC} = 1.8\text{ V}$ | $V_{CC} - 0.5$ | - | V |

1. IO 类型可参考引脚定义的术语和符号。

2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.13. NRST 引脚特性

表 5-21 NRST 管脚特性

| 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 | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ | $0.7 \cdot V_{CC}$ | - | - | V |
| V_{IL} | 输入低电平电压 | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ | - | - | $0.2 \cdot V_{CC}$ | V |
| $V_{hys}^{(1)}$ | 斯密特迟滞电压 | - | - | 300 | - | mV |
| I_{lkg} | 输入漏电流 | - | - | - | 1 | μA |
| $R_{PU}^{(1)}$ | 上拉电阻 | - | 30 | 50 | 70 | K Ω |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|------|----|-----|-----|-----|------------|
| $R_{PD}^{(1)}$ | 下拉电阻 | - | 30 | 50 | 70 | K Ω |
| C_{IO} | 引脚电容 | - | - | 5 | - | pF |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.14. ADC 特性

表 5-22 ADC 特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|-----------|---|-------|----------|-------------------|--------------|
| I_{DD} | 功耗 | @1 MSPS | - | 300 | - | μ A |
| $C_{IN}^{(1)}$ | 内部采样和保持电容 | - | - | 5 | - | pF |
| F_{ADC} | 转换时钟频率 | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 2.0\text{ V}$ | 1 | 4 | 8 ⁽²⁾ | MHz |
| | | $V_{CC} = 2.0\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ | 1 | 8 | 16 ⁽²⁾ | MHz |
| $T_{smp}^{(1)}$ | - | $F_{ADC}=8\text{ MHz}$ | 0.438 | - | 29.94 | μ s |
| | | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 2.0\text{ V}$ | 3.5 | - | 239.5 | 1/ F_{ADC} |
| | | $F_{ADC}=16\text{ MHz}$ | 0.219 | - | 14.97 | μ s |
| | | $V_{CC} = 2.0\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ | 3.5 | - | 239.5 | 1/ F_{ADC} |
| $T_{conv}^{(1)}$ | - | - | - | 12*Tclk | - | - |
| $T_{eoc}^{(1)}$ | - | - | - | 0.5*Tclk | - | - |
| DNL ⁽²⁾ | - | - | - | ± 2 | - | LSB |
| INL ⁽²⁾ | - | - | - | ± 3 | - | LSB |
| Offset ⁽²⁾ | - | - | - | ± 2 | - | LSB |

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。

5.3.15. 比较器特性

表 5-23 比较器特性⁽¹⁾

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------|---|--------------------|-----|---------|--------------|---------|
| V_{IN} | Input voltage range | - | 0 | - | $V_{CC}-1.5$ | V |
| t_{START} | Startup time to reach propagation delay specification | - | - | - | 5 | μ s |
| t_D | Propagation delay | Output low to high | - | - | 200 | ns |
| | | Output high to low | - | - | 150 | |
| V_{offset} | Offset error | - | - | ± 5 | - | mV |
| V_{hys} | hysteresis | No hysteresis | - | 0 | - | mV |
| I_{DD} | Consumption | - | - | 70 | - | μ A |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.16. 温度传感器特性

表 5-24 温度传感器特性

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------------|---|------|---------|---------|------------------------|
| $T_L^{(1)}$ | VTS linearity with temperature | - | ± 1 | ± 2 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Avg_Slope ⁽¹⁾ | Average slope | 2.3 | 2.5 | 2.7 | mV/ $^{\circ}\text{C}$ |
| V_{30} | Voltage at 30 $^{\circ}\text{C}$ (± 5 $^{\circ}\text{C}$) | 0.74 | 0.76 | 0.78 | V |
| $t_{\text{START}}^{(1)}$ | Start-up time entering in continuous mode | - | 70 | 120 | μs |
| $t_{\text{S_temp}}^{(1)}$ | ADC sampling time when reading the temperature | 9 | - | - | μs |

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。

5.3.17. 内置参考电压特性

表 5-25 内置参考电压特性

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------|--|------|-----|--------------------|-------------------------|
| V_{REFINT} | Internal reference voltage | 1.17 | 1.2 | 1.23 | V |
| $T_{\text{start_vrefint}}$ | Start time of internal reference voltage | - | 10 | 15 | μs |
| T_{coeff} | Temperature coefficient | - | - | 100 ⁽¹⁾ | ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |
| I_{vcc} | Current consumption from V_{CC} | - | 12 | 20 | μA |

1. 由设计保证, 不在生产中测试。

5.3.18. ADC 内置参考电压特性

表 5-26 内置参考电压特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------|--|---|-------|-----|--------------------|-------------------------|
| V_{REF15} | Internal 1.5 V reference voltage | $T_A = 25$ $^{\circ}\text{C}$ $V_{\text{CC}} = 3.3$ V | 1.485 | 1.5 | 1.515 | V |
| T_{coeff} | Temperature coefficient | $T_A = -40$ $^{\circ}\text{C} \sim 85$ $^{\circ}\text{C}$ | - | - | 120 ⁽¹⁾ | ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{\text{start_VREFBUF}}$ | Start time of internal reference voltage | - | - | 10 | 15 | μs |

1. 由设计保证, 不在生产中测试。

5.3.19. COMP 内置参考电压特性(4 位 DAC)

表 5-28 内置参考电压特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------------|--|----|-----|-----|-----------|---------------|
| ΔV_{abs} | Absolute variation | - | - | - | ± 0.5 | LSB |
| $T_{\text{start_VREFCOMP}}$ | Start time of internal reference voltage | - | - | 10 | 15 | μs |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.20. 定时器特性

表 5-27 定时器特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|--|--------------------------------|----------|-----------------|---------------|
| $t_{res(TIM)}$ | Timer resolution time | - | 1 | - | $t_{TIMxCLK}$ |
| | | $f_{TIMxCLK} = 24 \text{ MHz}$ | 41.667 | - | ns |
| f_{EXT} | Timer external clock frequency on CH1 to CH4 | - | - | $f_{TIMxCLK}/2$ | MHz |
| | | $f_{TIMxCLK} = 24 \text{ MHz}$ | - | 12 | |
| Res_{TIM} | Timer resolution | TIM1/14 | - | 16 | bit |
| $t_{COUNTER}$ | 16-bit counter clock period | - | 1 | 65536 | $t_{TIMxCLK}$ |
| | | $f_{TIMxCLK} = 24 \text{ MHz}$ | 0.041667 | 2730 | μs |

表 5-28 LPTIM 特性(时钟选择 LSI)

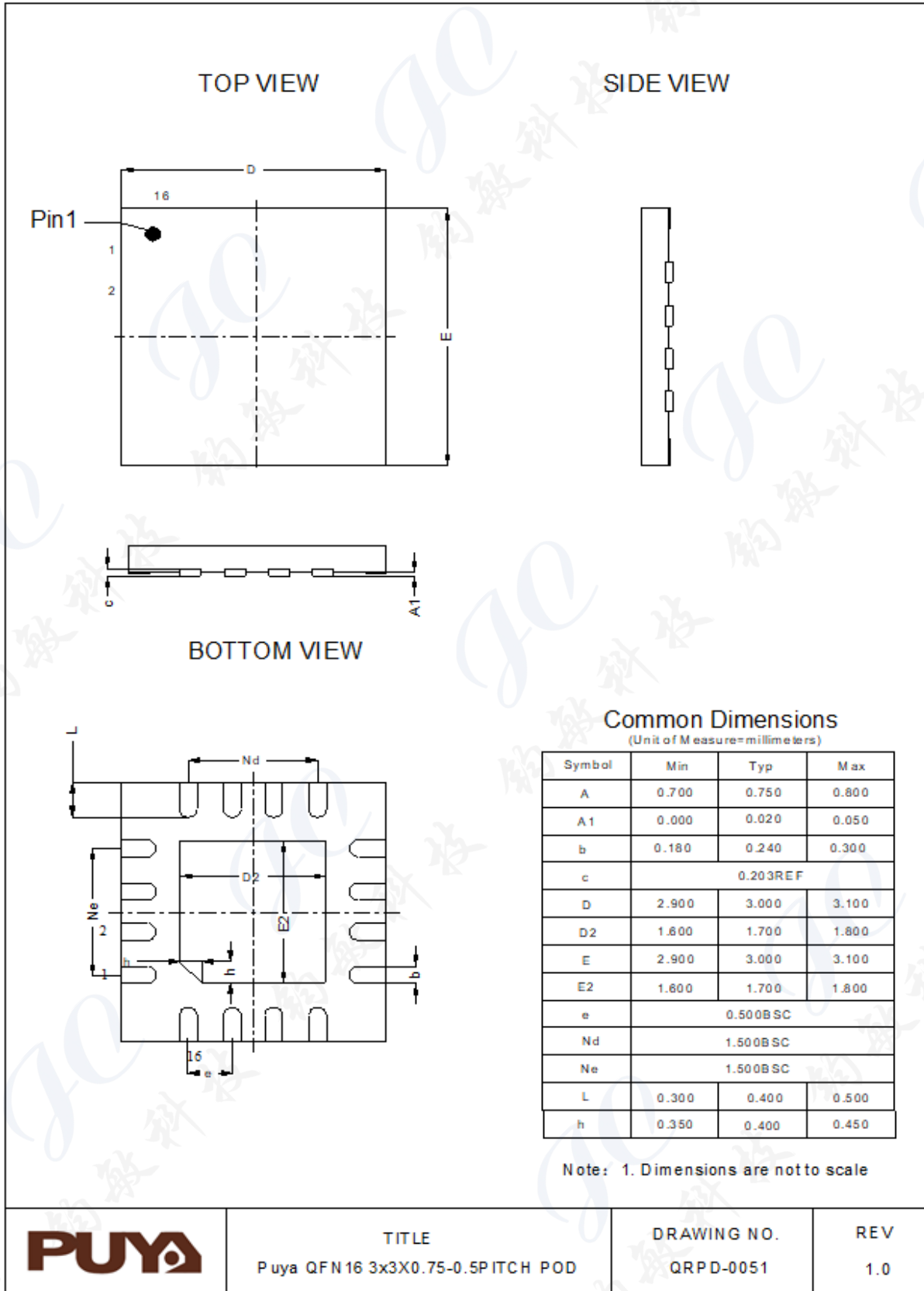
| 预分频 | PRESC[2:0] | 最小溢出值 | 最大溢出值 | 单位 |
|------|------------|--------|-------------|----|
| /1 | 0 | 0.0305 | 1998.848 | ms |
| /2 | 1 | 0.0610 | 3997.696 | |
| /4 | 2 | 0.1221 | 8001.9456 | |
| /8 | 3 | 0.2441 | 15997.3376 | |
| /16 | 4 | 0.4883 | 32001.2288 | |
| /32 | 5 | 0.9766 | 64002.4576 | |
| /64 | 6 | 1.9531 | 127998.3616 | |
| /128 | 7 | 3.9063 | 256003.2768 | |

表 5-29 IWDG 特性(时钟选择 LSI)

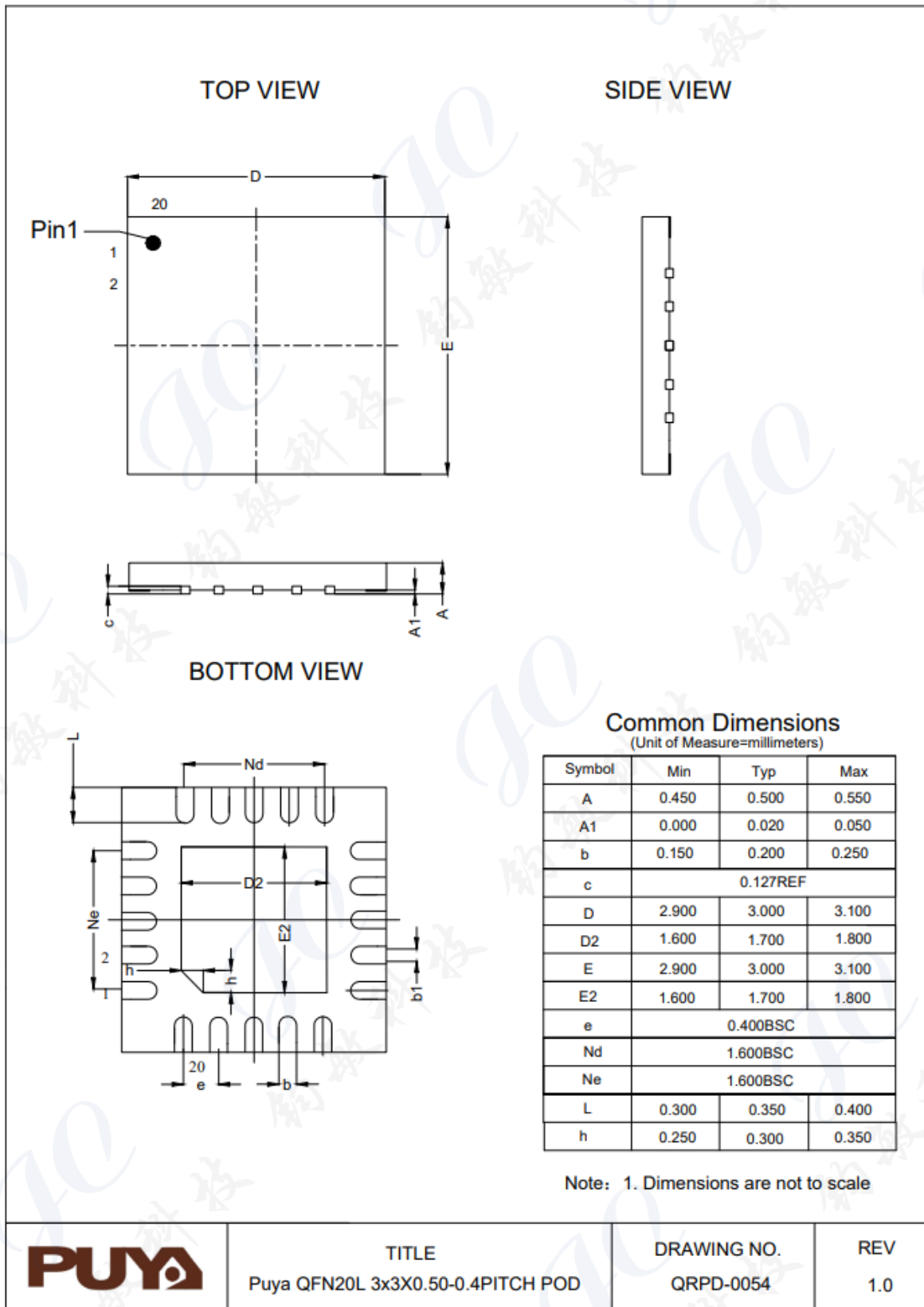
| 预分频 | PR[2:0] | 最小溢出值 | 最大溢出值 | 单位 |
|------|---------|-------|-----------|----|
| /4 | 0 | 0.122 | 499.712 | ms |
| /8 | 1 | 0.244 | 999.424 | |
| /16 | 2 | 0.488 | 1998.848 | |
| /32 | 3 | 0.976 | 3997.696 | |
| /64 | 4 | 1.952 | 7995.392 | |
| /128 | 5 | 3.904 | 15990.784 | |
| /256 | 6 or 7 | 7.808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

6. 封装信息

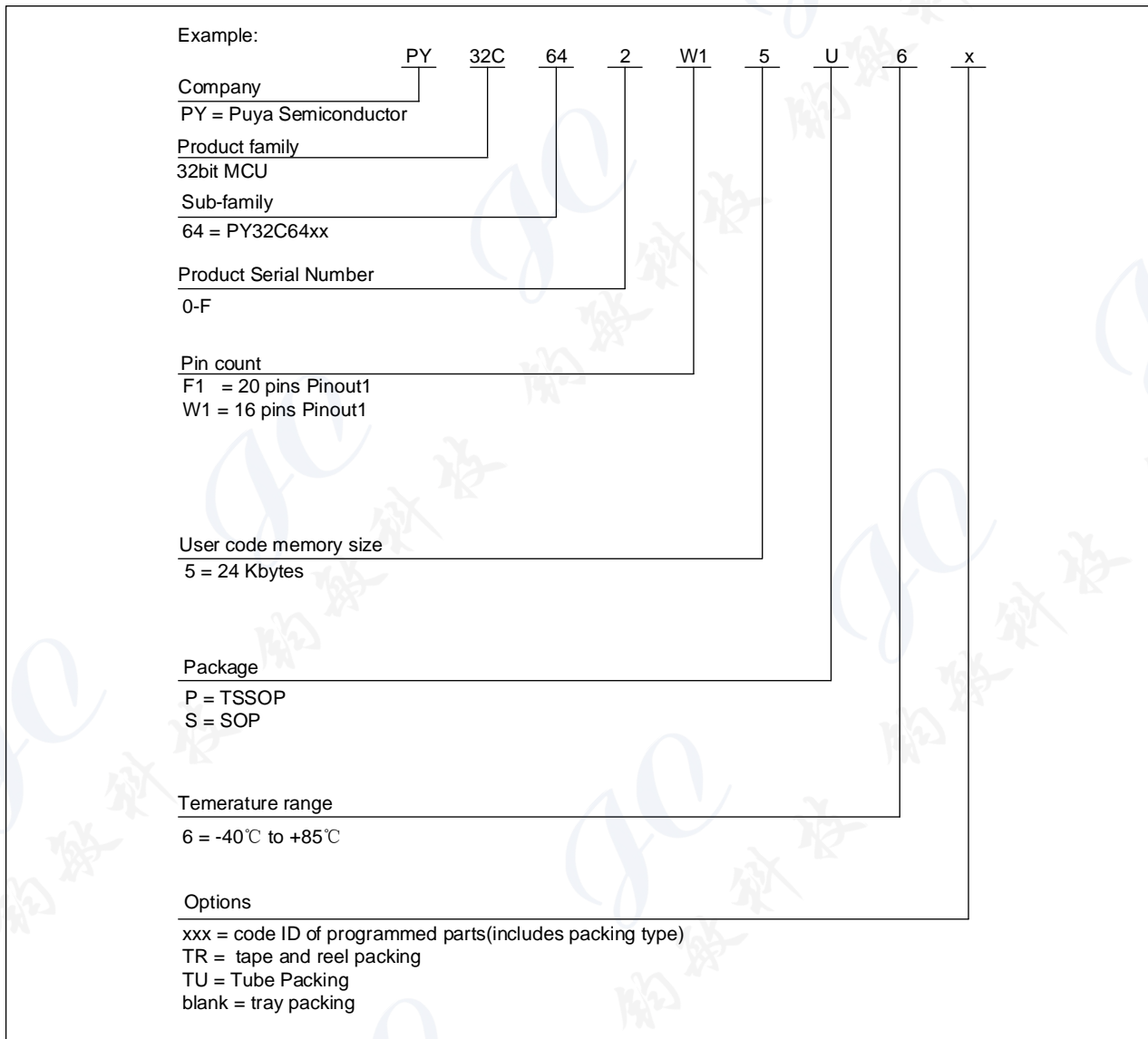
6.1. QFN16 封装尺寸



6.2. QFN20 封装尺寸



7. 订购信息



8. 版本历史

| 版本 | 日期 | 更新记录 |
|------|----------|------|
| V0.1 | 2023.8.9 | 初版 |
| | | |
| | | |
| | | |



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