



# 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

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>产品特性 .....</b>              | <b>2</b>  |
| <b>1. 简介 .....</b>             | <b>5</b>  |
| <b>2. 功能概述 .....</b>           | <b>7</b>  |
| 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        |
| <b>3. 引脚配置 .....</b>           | <b>15</b> |
| 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        |
| <b>4. 存储器映射 .....</b>          | <b>18</b> |
| <b>5. 电气特性 .....</b>           | <b>23</b> |
| 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<br>(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         |

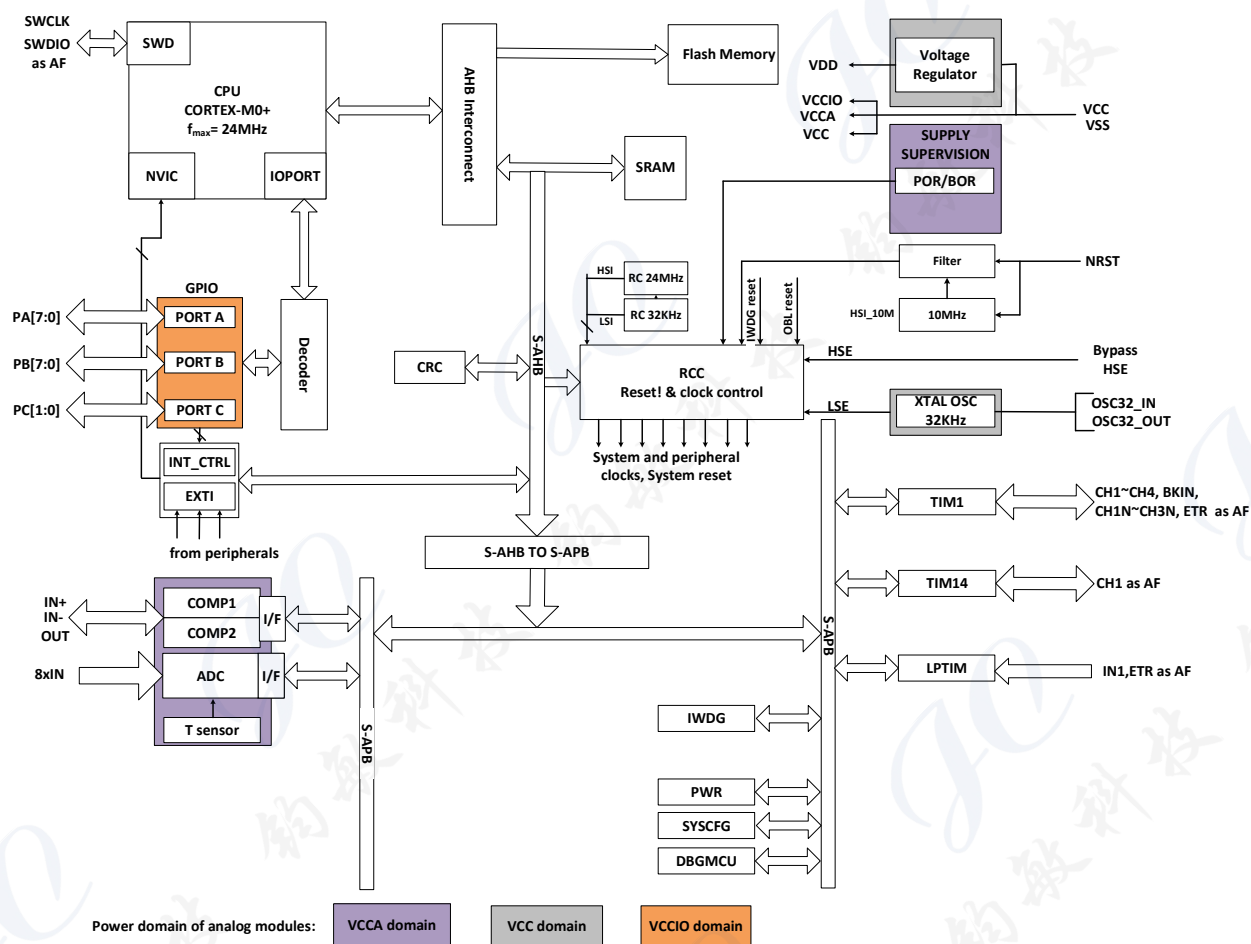


图 1-1 功能模块

## 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。

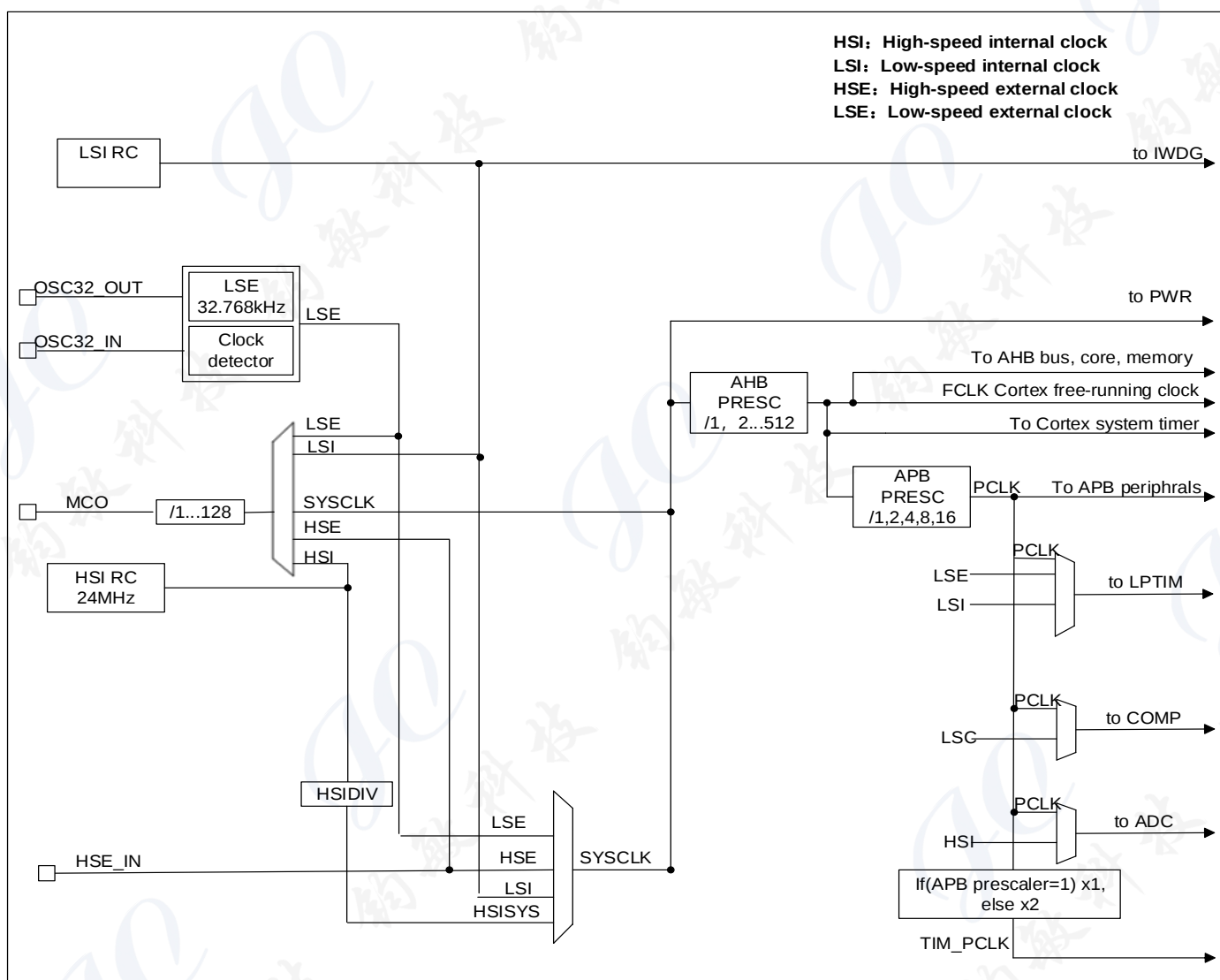


图 2-1 系统时钟结构图

## 2.5. 电源管理

### 2.5.1. 电源框图

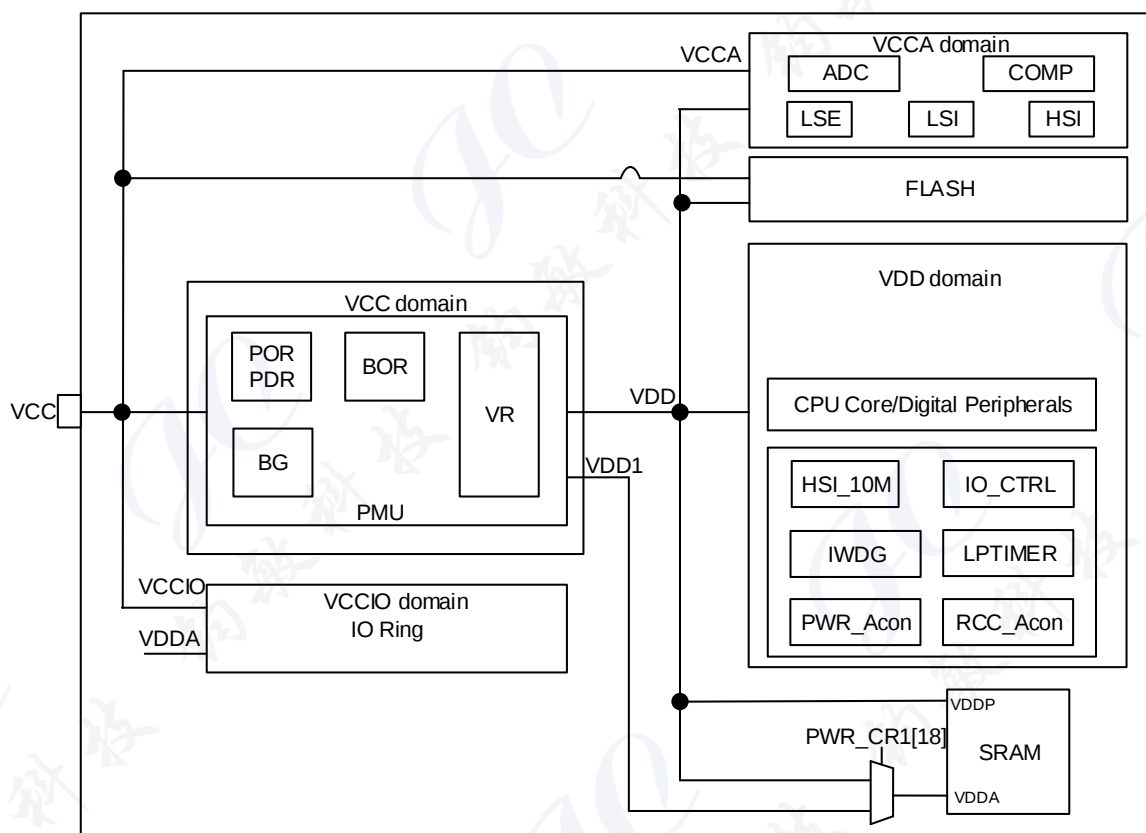


图 2-2 电源框图

表 2-2 电源框图

| 编号 | 电源                | 电源值           | 描述                                                |
|----|-------------------|---------------|---------------------------------------------------|
| 1  | V <sub>CC</sub>   | 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 <sub>CCA</sub>  | 1.7 V ~ 5.5 V | 给大部分模拟模块供电，来自于 V <sub>CC</sub> PAD(也可设计单独电源 PAD)。 |
| 3  | V <sub>CCIO</sub> | 1.7 V ~ 5.5 V | 给 IO 供电，来自于 V <sub>CC</sub> 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。

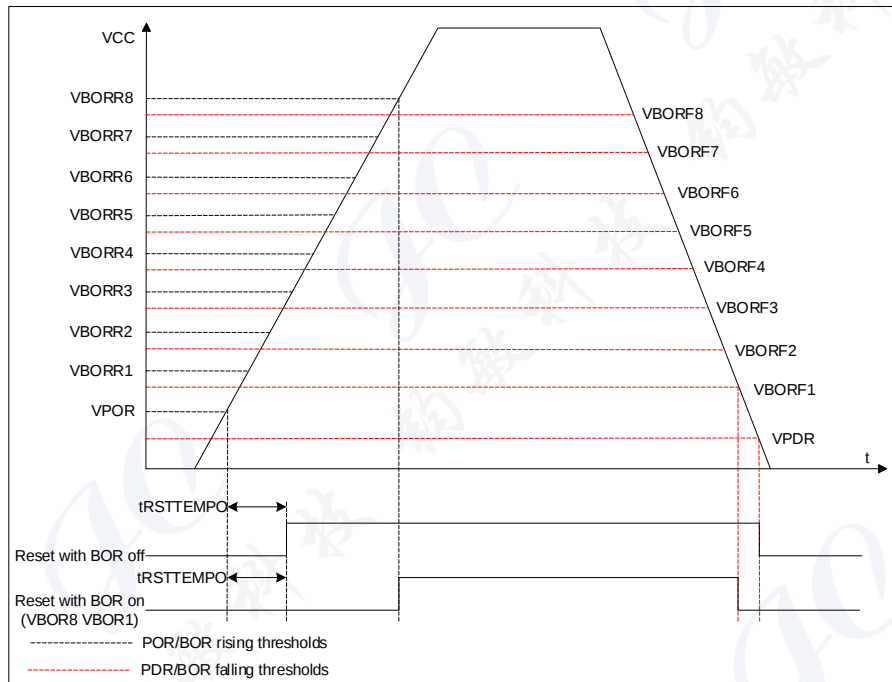


图 2-3 POR/PDR/BOR 阈值

### 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,<br>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

- 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

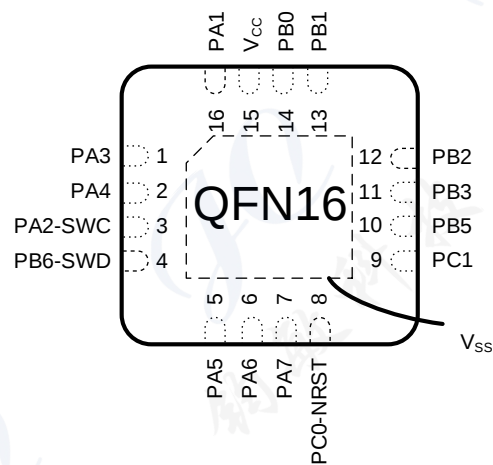


图 3-1 QFN16 Pinout1 PY32C642W15U

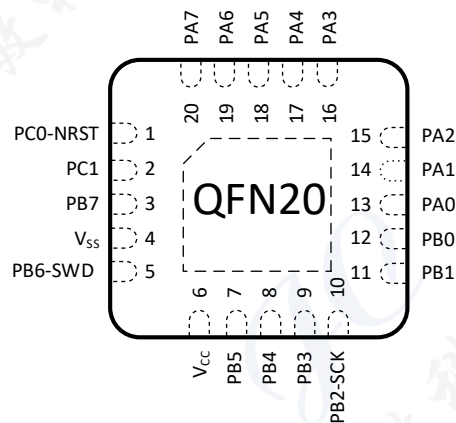


图 3-2 QFN20 Pinout1 PY32C642F15U

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              | I/O 口 | 结构口 | Notes | 端口功能                           |                                 |
|-------------|-------------|-----------------|-------|-----|-------|--------------------------------|---------------------------------|
| QFN16<br>W1 | QFN20<br>F1 |                 |       |     |       | 复用功能                           | 附加功能                            |
| 5           | 18          | PA5             | I/O   | COM |       | TIM1_CH1<br>TIM14_CH1          |                                 |
| 6           | 19          | PA6             | I/O   | COM |       | EVENTOUT                       | ADC_IN3<br>External_clock_in    |
| 7           | 20          | PA7             | I/O   | COM |       | TIM1_CH4<br>MCO                | ADC_IN4                         |
| 8           | 1           | PC0-NRST        | I/O   | RST | (1)   | SWDIO<br>TIM1_CH1N<br>EVENTOUT | NRST<br>ADC_IN5                 |
| 9           | 2           | PC1-OSCIN       | I/O   | COM |       | -                              | OSCIN                           |
| -           | 3           | PB7-OSCCOUT     | I/O   | COM |       | TIM14_CH1                      | OSCCOUT                         |
| -           | 4           | V <sub>SS</sub> | S     |     |       | Ground                         |                                 |
| 4           | 5           | PB6(SWDIO)      | I/O   | COM |       | SWDIO                          | ADC_IN6                         |
| 15          | 6           | V <sub>CC</sub> | S     |     |       | Digital power supply           |                                 |
| 10          | 7           | PB5             | I/O   | COM |       | TIM1_CH3<br>TIM14_CH1          |                                 |
| -           | 8           | PB4             | I/O   | COM |       | TIM1_BKIN                      |                                 |
| 11          | 9           | PB3             | I/O   | COM |       | TIM1_ETR<br>CMP1_OUT           |                                 |
| 12          | 10          | PB2             | I/O   | COM |       | TIM1_CH1N<br>TIM1_CH3          |                                 |
| 13          | 11          | PB1             | I/O   | COM |       | TIM1_CH2N<br>TIM1_CH4<br>MCO   | ADC_IN0<br>CMP1_INP<br>CMP1_INM |
| 14          | 12          | PB0             | I/O   | COM |       | TIM1_CH2<br>TIM1_CH3N          | ADC_IN7<br>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<br>TIM1_CH4<br>CMP2_OUT  |                                 |
| 1           | 16          | PA3             | I/O   | COM |       | TIM1_CH2                       | ADC_IN1<br>CMP2_INP<br>CMP2_INM |
| 2           | 17          | PA4             | I/O   | COM |       | TIM1_CH3<br>TIM14_CH1          | ADC_IN2<br>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

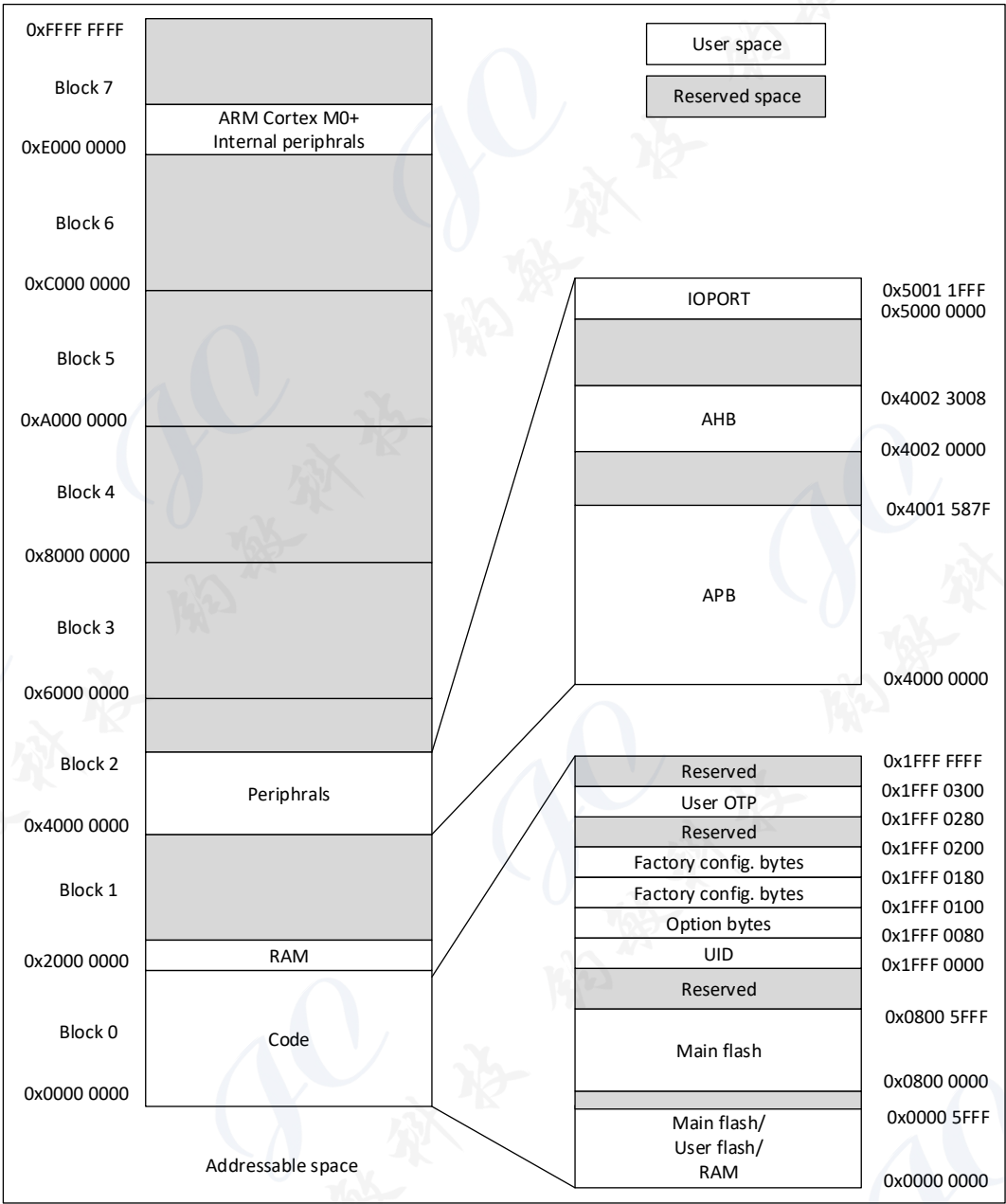


图 4-1 存储器映射

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:<br>1) Main flash memory<br>2) Load flash<br>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 <sup>(1)</sup> |
|        | 0x5000 1400-0x5000 17FF | -        | Reserved <sup>(1)</sup> |
|        | 0x5000 1000-0x5000 13FF | -        | Reserved <sup>(1)</sup> |
|        | 0x5000 0C00-0x5000 0FFF | -        | Reserved <sup>(1)</sup> |
|        | 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 <sup>(2)</sup> |
|     | 0x4002 1400-0x4002 17FF | -        | Reserved            |
|     | 0x4002 1080-0x4002 13FF | 1 KBytes | Reserved            |
|     | 0x4002 1000-0x4002 107F |          | RCC <sup>(2)</sup>  |
|     | 0x4002 0C00-0x4002 0FFF | 1 KBytes | Reserved            |
|     | 0x4002 0040-0x4002 03FF | -        | Reserved            |
|     | 0x4002 0000-0x4002 003C |          | Reserved            |
| APB | 0x4001 5C00-0x4001 FFFF | -        | Reserved            |
|     | 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 |          |                     |
|     | 0x4001 3400-0x4001 37FF | -        | Reserved            |
|     | 0x4001 3010-0x4001 33FF | -        | Reserved            |
|     | 0x4001 3000-0x4001 300C |          |                     |
|     | 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 <sup>(3)</sup> |
|     | 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<sup>(1)</sup>

| 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) <sup>(1)</sup> | 80  | mA |
| $I_{VSS}$     | 流出 $V_{SS}$ pin 的总电流(流出电流) <sup>(1)</sup> | 80  | mA |
| $I_{IO(PIN)}$ | 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 <sub>STG</sub> | 存储温度范围 | -65 ~ +150 | °C |
| T <sub>O</sub>   | 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 <sub>HCLK</sub> | 内部 AHB 时钟频率 | -  | 0    | 24                   | MHz |
| f <sub>PCLK</sub> | 内部 APB 时钟频率 | -  | 0    | 24                   | MHz |
| V <sub>CC</sub>   | 标准工作电压      | -  | 1.7  | 5.5                  | V   |
| V <sub>IN</sub>   | IO 输入电压     | -  | -0.3 | V <sub>CC</sub> +0.3 | V   |
| T <sub>A</sub>    | 环境温度        | -  | -40  | 85                   | °C  |
| T <sub>J</sub>    | 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 <sub>VCC</sub> | V <sub>CC</sub> 上升速率 | -  | 0   | ∞   | μs/V |
|                  | V <sub>CC</sub> 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 <sub>POR/PDR</sub>                | 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 <sub>PDRhyst</sub> <sup>(1)</sup> | PDR 迟滞    | -                      | -    | 50   | -    | mV |
| V <sub>BOR</sub>                    | 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 <sup>(1)</sup> | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|------|------------|----------|-------|------|-------------|--------------------|-----|----|
|                       | 系统时钟 | 频率         | 代码       | 运行    | 外设时钟 | FLASH sleep |                    |     |    |
| I <sub>DD</sub> (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 <sup>(1)</sup> | 最大值 | 单位 |
|-------------------------|------|------------|------|-------------|--------------------|-----|----|
|                         | 系统时钟 | 频率         | 外设时钟 | FLASH sleep |                    |     |    |
| I <sub>DD</sub> (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 <sup>(1)</sup> | 最大值 | 单位 |
|------------------------|-----------------|--------|-----|------------|--------------------|-----|----|
|                        | V <sub>CC</sub> | MR/LPR | LSI | 外设时钟       |                    |     |    |
| I <sub>DD</sub> (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 <sup>(1)</sup> |        | 条件                            | 典型值 <sup>(2)</sup> | 最大值 | 单位 |
|----------------------|-------------------|--------|-------------------------------|--------------------|-----|----|
| T <sub>WUSLEEP</sub> | Sleep 的唤醒时间       |        | -                             | 0.6                | -   | μs |
| T <sub>WUSTOP</sub>  | 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。

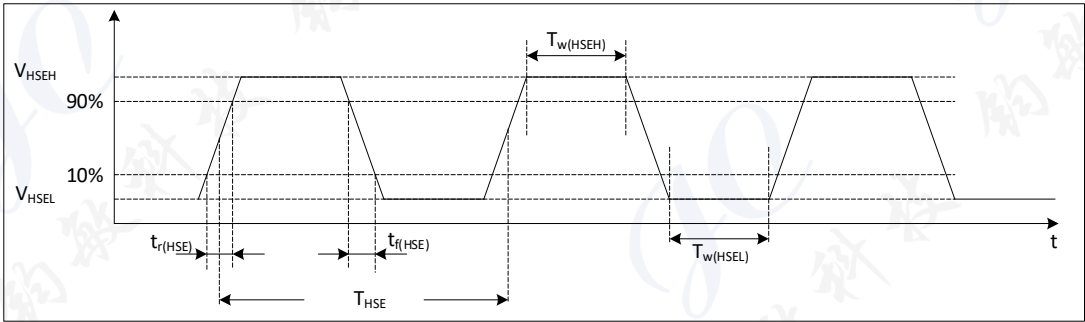


图 5-1 外部高速时钟时序图

表 5-11 外部高速时钟特性

| 符号                             | 参数 <sup>(1)</sup> | 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   |
| $t_{W(HSEH)}$<br>$t_{W(HSEL)}$ | 输入高或低的时间          | 15                 | -   | -                  | ns  |
| $t_{r(HSE)}$<br>$t_{f(HSE)}$   | 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。

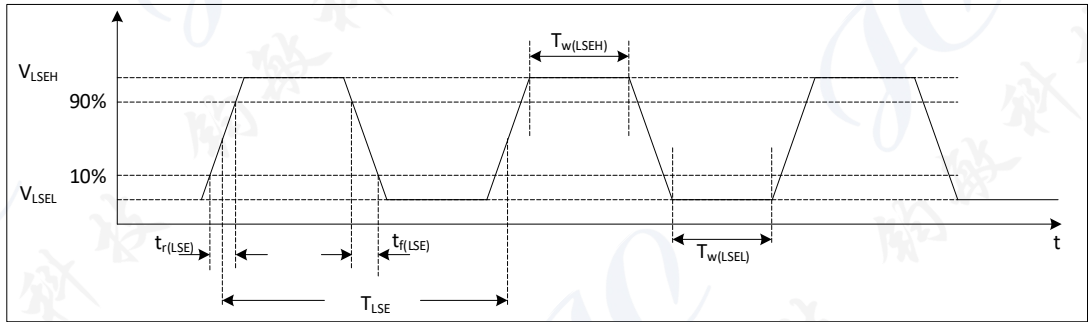


图 5-2 外部低速时钟时序图

表 5-12 外部低速时钟特性

| 符号                             | 参数 <sup>(1)</sup> | 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   |
| $t_{W(LSEH)}$<br>$t_{W(LSEL)}$ | 输入高或低的时间          | 450                | -      | -                  | ns  |
| $t_{r(LSE)}$<br>$t_{f(LSE)}$   | 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 <sup>(1)</sup>     | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------------------|--------|-----------------------|-----|------|-----|----|
| I <sub>DD</sub> <sup>(4)</sup>          | 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 <sub>SU(LSE)</sub> <sup>(3) (4)</sup> | 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<sub>SU(LSE)</sub>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 <sub>HSI</sub>                     | HSI 频率               | T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>CC</sub> = 3.3 V                     | 23.83 <sup>(2)</sup> | 24  | 24.17 <sup>(2)</sup> | MHz |
| ΔTemp(HSI)                           | HSI 频率温度漂移<br>24 MHz | V <sub>CC</sub> = 2.0V ~ 5.5 V<br>T <sub>A</sub> = -40 °C ~ 85 °C  | -2 <sup>(2)</sup>    | -   | 2 <sup>(2)</sup>     | %   |
|                                      |                      | V <sub>CC</sub> = 1.7 V ~ 5.5 V<br>T <sub>A</sub> = 0 °C ~ 85 °C   | -2 <sup>(2)</sup>    | -   | 2 <sup>(2)</sup>     |     |
|                                      |                      | V <sub>CC</sub> = 1.7 V ~ 5.5 V<br>T <sub>A</sub> = -40 °C ~ 85 °C | -4 <sup>(2)</sup>    | -   | 2 <sup>(2)</sup>     |     |
| f <sub>TRIM</sub> <sup>(1)</sup>     | HSI 微调精度             | -                                                                  | -                    | 0.1 | -                    | %   |
| D <sub>HSI</sub> <sup>(1)</sup>      | 占空比                  | -                                                                  | 45                   | -   | 55                   | %   |
| t <sub>Stab</sub> (HSI)              | HSI 稳定时间             | -                                                                  | -                    | 2   | 4 <sup>(1)</sup>     | μs  |
| I <sub>DD</sub> (HSI) <sup>(2)</sup> | 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 <sub>LSI</sub> | LSI 频率     | T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>CC</sub> = 3.3 V                 | 31.6               | 32.6 | 33.6              | KHz |
| ΔTemp(LSI)       | LSI 频率温度漂移 | V <sub>CC</sub> = 1.7 V ~ 5.5 V<br>T <sub>A</sub> = 0°C ~ 85°C | -10 <sup>(2)</sup> | -    | 10 <sup>(2)</sup> | %   |

| 符号                    | 参数       | 条件                                                                                                               | 最小值                | 典型值 | 最大值               | 单位            |
|-----------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|-------------------|---------------|
|                       |          | $V_{CC} = 1.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$<br>$T_A = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ | -20 <sup>(2)</sup> | -   | 20 <sup>(2)</sup> |               |
| $f_{TRIM}^{(1)}$      | LSI 微调精度 | -                                                                                                                | -                  | 0.2 | -                 | %             |
| $t_{Stab(LSI)}^{(1)}$ | LSI 稳定时间 | -                                                                                                                | -                  | 150 | -                 | $\mu\text{s}$ |
| $I_{DD(LSI)}^{(1)}$   | 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 <sup>(1)</sup> | 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 <sup>(1)</sup> | 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 &amp; 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                  | $\mu\text{A}$ |
| $R_{PU}$        | 上拉电阻    | -                                         | 30                 | 50  | 70                 | K $\Omega$    |
| $R_{PD}$        | 下拉电阻    | -                                         | 30                 | 50  | 70                 | K $\Omega$    |
| $C_{IO}^{(1)}$  | 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 <sup>(1)</sup> | 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                  | $\mu\text{A}$ |
| $R_{PU}^{(1)}$  | 上拉电阻    | -                                         | 30                 | 50  | 70                 | K $\Omega$    |

| 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 $\Omega$ |
| $C_{IO}$       | 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      | -                 | $\mu A$      |
| $C_{IN}^{(1)}$   | 内部采样和保持电容 | -                           | -     | 5        | -                 | pF           |
| $F_{ADC}$        | 转换时钟频率    | $V_{CC} = 1.7 V \sim 2.0 V$ | 1     | 4        | 8 <sup>(2)</sup>  | MHz          |
|                  |           | $V_{CC} = 2.0 V \sim 5.5 V$ | 1     | 8        | 16 <sup>(2)</sup> | MHz          |
| $T_{smp}^{(1)}$  | -         | $F_{ADC}=8 MHz$             | 0.438 | -        | 29.94             | $\mu s$      |
|                  |           | $V_{CC} = 1.7 V \sim 2.0 V$ | 3.5   | -        | 239.5             | 1/ $F_{ADC}$ |
|                  |           | $F_{ADC}=16 MHz$            | 0.219 | -        | 14.97             | $\mu s$      |
|                  |           | $V_{CC} = 2.0 V \sim 5.5 V$ | 3.5   | -        | 239.5             | 1/ $F_{ADC}$ |
| $T_{conv}^{(1)}$ | -         | -                           | -     | 12*Tclk  | -                 | -            |
| $T_{eoc}^{(1)}$  | -         | -                           | -     | 0.5*Tclk | -                 | -            |
| $DNL^{(2)}$      | -         | -                           | -     | $\pm 2$  | -                 | LSB          |
| $INL^{(2)}$      | -         | -                           | -     | $\pm 3$  | -                 | LSB          |
| $Offset^{(2)}$   | -         | -                           | -     | $\pm 2$  | -                 | 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<sup>(1)</sup>

| 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            | $\mu s$ |
| $t_D$        | Propagation delay                                     | Output low to high | -   | -       | 200          | ns      |
|              |                                                       | Output high to low | -   | -       | 150          |         |
| $V_{offset}$ | Offset error                                          | -                  | -   | $\pm 5$ | -            | mV      |
| $V_{hys}$    | hysteresis                                            | No hysteresis      | -   | 0       | -            | mV      |
| $I_{DD}$     | Consumption                                           | -                  | -   | 70      | -            | $\mu A$ |

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                                  | -    | $\pm 1$ | $\pm 2$ | $^{\circ}\text{C}$     |
| Avg_Slope <sup>(1)</sup>   | Average slope                                                   | 2.3  | 2.5     | 2.7     | mV/ $^{\circ}\text{C}$ |
| $V_{30}$                   | Voltage at 30 $^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 5$ $^{\circ}\text{C}$ ) | 0.74 | 0.76    | 0.78    | V                      |
| $t_{\text{START}}^{(1)}$   | Start-up time entering in continuous mode                       | -    | 70      | 120     | $\mu\text{s}$          |
| $t_{\text{S\_temp}}^{(1)}$ | ADC sampling time when reading the temperature                  | 9    | -       | -       | $\mu\text{s}$          |

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                      |
|-----------------------------|------------------------------------------|------|-----|--------------------|-------------------------|
| $V_{\text{REFINT}}$         | Internal reference voltage               | 1.17 | 1.2 | 1.23               | V                       |
| $T_{\text{start\_vrefint}}$ | Start time of internal reference voltage | -    | 10  | 15                 | $\mu\text{s}$           |
| $T_{\text{coeff}}$          | Temperature coefficient                  | -    | -   | 100 <sup>(1)</sup> | ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |
| $I_{\text{VCC}}$            | Current consumption from $V_{\text{CC}}$ | -    | 12  | 20                 | $\mu\text{A}$           |

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                      |
|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|-----|--------------------|-------------------------|
| $V_{\text{REF15}}$          | Internal 1.5 V reference voltage         | $T_A = 25$ $^{\circ}\text{C}$<br>$V_{\text{CC}} = 3.3$ V  | 1.485 | 1.5 | 1.515              | V                       |
| $T_{\text{coeff}}$          | Temperature coefficient                  | $T_A = -40$ $^{\circ}\text{C} \sim 85$ $^{\circ}\text{C}$ | -     | -   | 120 <sup>(1)</sup> | ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{\text{start\_VREFBUF}}$ | Start time of internal reference voltage | -                                                         | -     | 10  | 15                 | $\mu\text{s}$           |

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            |
|-----------------------------|------------------------------------------|----|-----|-----|-----------|---------------|
| $\Delta V_{\text{abs}}$     | Absolute variation                       | -  | -   | -   | $\pm 0.5$ | LSB           |
| $T_{\text{start\_VREFCMP}}$ | Start time of internal reference voltage | -  | -   | 10  | 15        | $\mu\text{s}$ |

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              |               |
| $Re_{TIM}$     | 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            | $\mu s$       |

表 5-28 LPTIM 特性(时钟选择 LSI)

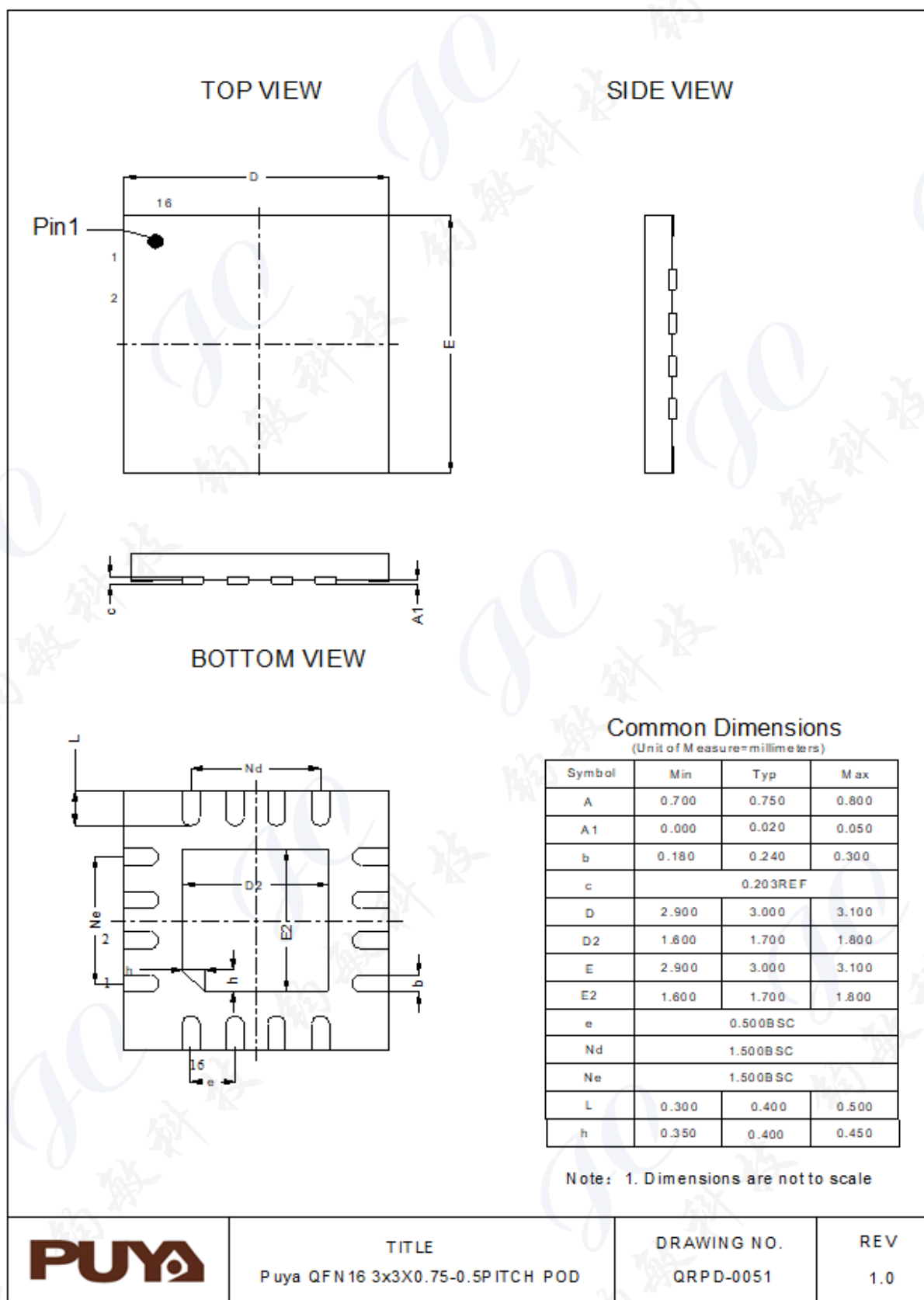
| 预分频  | PRESC[2:0] | 最小溢出值  | 最大溢出值       | 单位 |
|------|------------|--------|-------------|----|
| /1   | 0          | 0.0305 | 1998.848    | ms |
| /2   | 1          | 0.0610 | 3997.696    |    |
| /4   | 2          | 0.1221 | 8001.9456   |    |
| /8   | 3          | 0.2441 | 15997.3376  |    |
| /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)

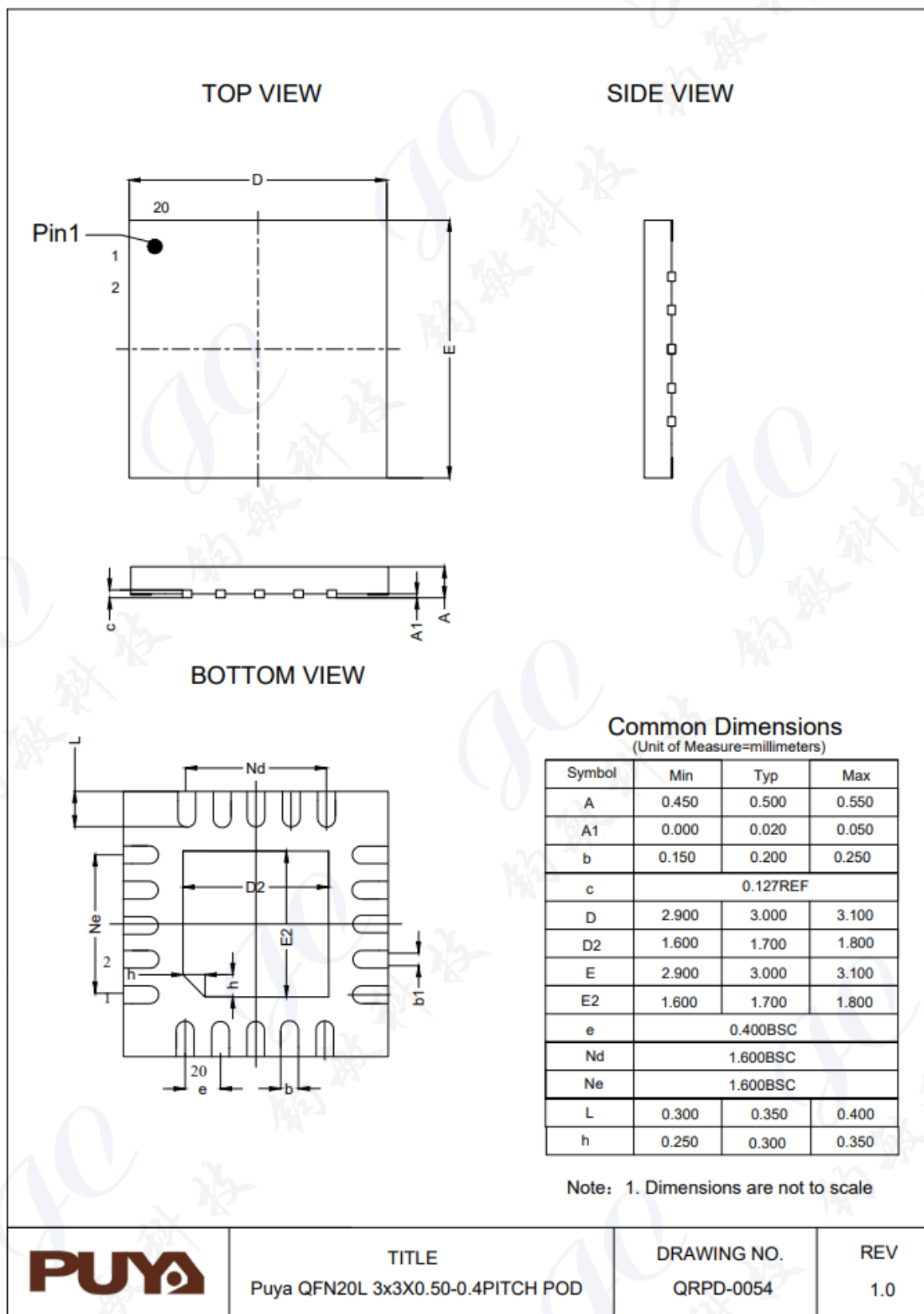
| 预分频  | PR[2:0] | 最小溢出值 | 最大溢出值     | 单位 |
|------|---------|-------|-----------|----|
| /4   | 0       | 0.122 | 499.712   | ms |
| /8   | 1       | 0.244 | 999.424   |    |
| /16  | 2       | 0.488 | 1998.848  |    |
| /32  | 3       | 0.976 | 3997.696  |    |
| /64  | 4       | 1.952 | 7995.392  |    |
| /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

Example:

|                                                          | PY | 32C | 64 | 2 | W1 | 5 | U | 6 | x |
|----------------------------------------------------------|----|-----|----|---|----|---|---|---|---|
| Company                                                  |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| PY = Puya Semiconductor                                  |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| Product family                                           |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| 32bit MCU                                                |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| Sub-family                                               |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| 64 = PY32C64xx                                           |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| Product Serial Number                                    |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| 0-F                                                      |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| Pin count                                                |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| F1 = 20 pins Pinout1                                     |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| W1 = 16 pins Pinout1                                     |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| User code memory size                                    |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| 5 = 24 Kbytes                                            |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| Package                                                  |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| P = TSSOP                                                |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| S = SOP                                                  |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| Temperature range                                        |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| 6 = -40°C to +85°C                                       |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| Options                                                  |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| xxx = code ID of programmed parts(includes packing type) |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| TR = tape and reel packing                               |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| TU = Tube Packing                                        |    |     |    |   |    |   |   |   |   |
| blank = tray packing                                     |    |     |    |   |    |   |   |   |   |

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