Technology Innovator
Puya

PY32MD430 系列数据手册

32 位 ARM® Cortex®-M0+ 微控制器

Puya Confidential

Puya Semiconductor (Shanghai) Co., Ltd.

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com
微信扫码咨询客服

产品特性

- 内核
  - 32 位 ARM® Cortex®-M0+
  - 最高 72 MHz 工作频率
- 存储器
  - 最大 64 KB Flash 存储器
  - 最大 8 KB SRAM
  - 128 bytes User OTP Data
- 时钟系统
  - 内部 4/8/16/22.12/24 MHz RC 振荡器（HSI）
  - 内部 32.768 kHz RC 振荡器（LSI）
  - 4 ~ 32 MHz 晶体振荡器（HSE）
  - 32.768 kHz 低速晶体振荡器（LSE）
  - PLL（x2,x3）
- 电源管理和复位
  - 工作电压：2.0 ~ 5.5 V
  - 低功耗模式：Sleep、Stop
  - 上电/掉电复位（POR/PDR）
  - 欠压复位（BOR）
  - 可编程的电压检测（PVD）
- 通用输入输出（I/O）
  - 多达 31 个 I/O，均可作为外部中断
- 3 通道 DMA 控制器
- 1 x 12 位 ADC
  - 支持最多 10 个外部输入通道，4 个内部通道
  - 输入电压转换范围：0 ~ V_{CC}
  - 内部参考电压：1.024/1.5/2.048/2.5 V
- 定时器
  - 1 个 16 位高级控制定时器（TIM1）
  - 3 个通用的 16 位定时器（TIM14/TIM16/TIM17）
  - 1 个通用的 32 位定时器（TIM2）
  - 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 个窗口看门狗定时器（WWDG）
  - 1 个 SysTick 定时器
  - 1 个 IRTIM
- RTC
- 通讯接口
  - 2 个串行外设接口（SPI），其中一个支持 I^2S
  - 3 个通用同步/异步收发器（USART），支持自动波特率检测，其中 1 个支持 LIN
  - 2 个 I^2C 接口，支持标准模式（100 kHz），快速模式（400 kHz），快速增强模式（1MHz），支持 7 位寻址模式
- 硬件 CRC-32 模块
- 2 个比较器
- 1 个运算放大器
- 硬件 32 位除法器（DIV）
- 数字协处理器（开平方，正余弦，反正切）
- 内置多功能三相 NN 型半桥式栅极驱动器
  - 预驱浮动耐压150 V
  - 工作电压：5.5 ~ 18 V
  - 输出电流：±1 A
  - 内置自举二极管
  - LDO：5 V / 50 mA
- 唯一 UID
- 串行调试（SWD）
- 工作温度：-40 ~ 105 ℃
- 封装：LQFP48，QFN40

Puya Confidential

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

目录

产品特性 **2**
1. 简介 **6**
2. 功能概述 **8**
2.1. Arm® Cortex®-M0+内核 8
2.2. 存储器 8
2.3. Boot 模式 8
2.4. 时钟系统 9
2.5. 电源管理 10
2.5.1. 电源框图 10
2.5.2. 电源监控 11
2.5.3. 电压调节器 12
2.5.4. 低功耗模式 12
2.6. 复位 12
2.6.1. 电源复位 12
2.6.2. 系统复位 13
2.7. 通用输入输出 GPIO 13
2.8. 硬件除法器(DIV) 13
2.9. CORDIC 数字信号协处理器 13
2.9.1. 硬件开方 13
2.9.2. 正余弦/反正切运算 14
2.10. DMA 14
2.11. 中断 14
2.11.1. 中断控制器 NVIC 14
2.11.2. 扩展中断 EXTI 15
2.12. 模数转换器 ADC 15
2.13. 比较器(COMP) 15
2.14. 运算放大器(OPA) 16
2.15. 定时器 16
2.15.1. 高级定时器 17
2.15.2. 通用定时器 17
2.15.3. 低功耗定时器 18
2.15.4. IWDG 18
2.15.5. WWDG 18
2.15.6. SysTick 定时器 18
2.16. 实时时钟 RTC 19
2.17. 调试支持（DBG） 19
2.18. I2C 接口 19

Puya Confidential

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

2.19. 通用同步异步收发器 USART 19
2.20. 串行外设接口 SPI 20
2.21. SWD 22
3. 引脚配置 23
3.1. 端口 A 复用功能映射 37
3.2. 端口 B 复用功能映射 38
3.3. 端口 F 复用功能映射 39
4. 存储器映射 40
5. 电气特性 43
5.1. 测试条件 43
5.1.1. 最小值和最大值 43
5.1.2. 典型值 43
5.1.3. 供电方案 43
5.2. 绝对最大额定值 44
5.3. 工作条件 44
5.3.1. 通用工作条件 44
5.3.2. 上下电工作条件 45
5.3.3. 内嵌复位和 PVD 模块特性 45
5.3.4. MCU 工作电流特性 47
5.3.5. 低功耗模式唤醒时间 51
5.3.6. 外部时钟源特性 51
5.3.7. 内部高频时钟源 HSI 特性 53
5.3.8. 内部低频时钟源 LSI 特性 54
5.3.9. 锁相环 PLL 特性 54
5.3.10. 存储器特性 54
5.3.11. EFT 特性 55
5.3.12. ESD & LU 特性 55
5.3.13. 端口特性 55
5.3.14. ADC 特性 56
5.3.15. 比较器特性 58
5.3.16. 运算放大器特性 58
5.3.17. 温度传感器特性 59
5.3.18. 内置参考电压特性 59
5.3.19. ADC 内置参考电压 59
5.3.20. 定时器特性 59
5.3.21. 通讯口特性 60
5.4. 多功能栅极驱动器电气特性 64
5.4.1. 驱动逻辑控制 64
5.4.2. 开关时间 64

Puya Confidential

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

5.4.3. 直通保护 64
5.4.4. 死区功能 65
5.4.5. 极限参数 65
5.4.6. 推荐工作环境 66
5.4.7. 电特性参数表 66
6. 应用电路 68
7. 封装信息 69
7.1. LQFP48 封装尺寸 69
7.2. QFN40 封装尺寸 70
8. 订购信息 71
9. 版本历史 72

Puya Confidential

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

1. 简介

PY32MD430 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。嵌入高达 64 KB Flash 和 8 KB SRAM 存储器，最高工作频率 72 MHz。包含多种不同封装类型多款产品。芯片集成多路 I²C、SPI、USART 等通讯外设，1 路 12 位 ADC，4 个 16 位定时器，1 个 32 位定时器，以及 2 路比较器，1 路运算放大器。

PY32MD430 系列微控制器的工作温度范围为 -40 ~ 105 ℃，工作电压范围 2.0 ~ 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。

PY32MD430 系列微控制器适用于低压三相/单相 BLDC/PMSM、感应电机、伺服电机的驱动控制，常见应用场景列举如下：风机、电动工具、两轮/三轮电动交通工具、无人机电调等。

表 1-1 PY32MD430 系列产品规划及特征

外设		PY32MD430C18T7	PY32MD430H18U7
Flash (KB)		64	64
SRAM (KB)		8	8
定时器	高级定时器	1 *16-bit	
	通用定时器	3*16-bit, 1*32-bit	
	低功耗定时器	1	
	SysTick	1	
	看门狗	2	
	IRTIM	1	
通讯口	SPI（I²S）	2(1)	
	I²C	2	
	USART(LIN)	3(1)	
DMA		3 ch	
RTC		Yes	
通用端口		31	24
ADC 通道 (外部+内部)		10+4	10+4
比较器		2	2
运算放大器		1	1
HDIV		Yes	
CORDIC Co-processor		Yes	
最高频率		72 MHz	
工作电压		2.0 ~ 5.5 V	
工作温度		-40 ~ 105 ℃	
封装		LQFP48	QFN40

Puya Confidential

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

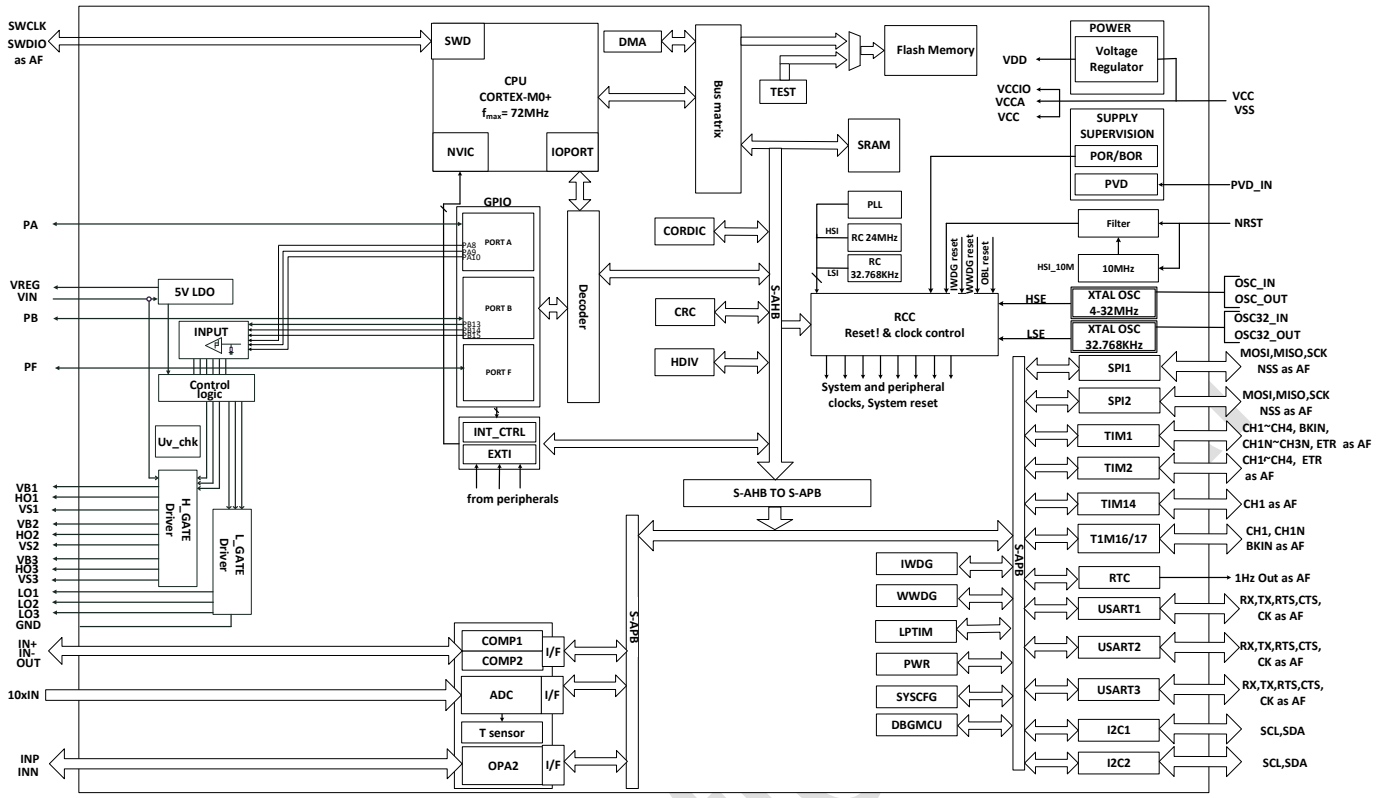


图 1-1 功能模块

Puya Confi

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

2. 功能概述

2.1. Arm® Cortex®-M0+内核

Arm® Cortex®-M0+ 是一款为广泛的嵌入式应用设计的 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

Arm® 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。

Arm® 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 8 KB SRAM。通过 bytes（8 位）、half-word（16 位）或者 word（32 位）的方式可访问 SRAM。

片内集成 Flash，包含两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
- Information 区域，4 KB，它包括以下部分：
  - Factory config. bytes
  - Option bytes
  - UID bytes
  - User OTP Data
  - System memory

对 Main flash memory 的保护包括以下几种机制：

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

2.3. Boot 模式

通过 BOOT0 pin 和 boot 配置位 nBOOT1（存放于选项字节中），可选择三种不同的启动模式，如下表所示：

Puya Confidential

表 2-1 Boot 配置

Boot mode configuration		Mode
nBOOT1 bit	BOOT0 pin	
X	0	选择 Main flash 作为启动区
1	1	选择 System memory 作为启动区
0	1	选择 SRAM 作为启动区

Boot loader 程序存储在 System memory，用于通过 USART 接口下载 Flash 程序。

2.4. 时钟系统

CPU 启动后默认系统时钟频率为 HSI 8 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。可以选择的时钟有：

- 一个 4/8/16/22.12/24 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 ~ 32 MHz HSE 时钟。
- 一个 32.768 kHz LSE 时钟。
- PLL 时钟，PLL 源可以选择 HSI 或 HSE。

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 72 MHz。

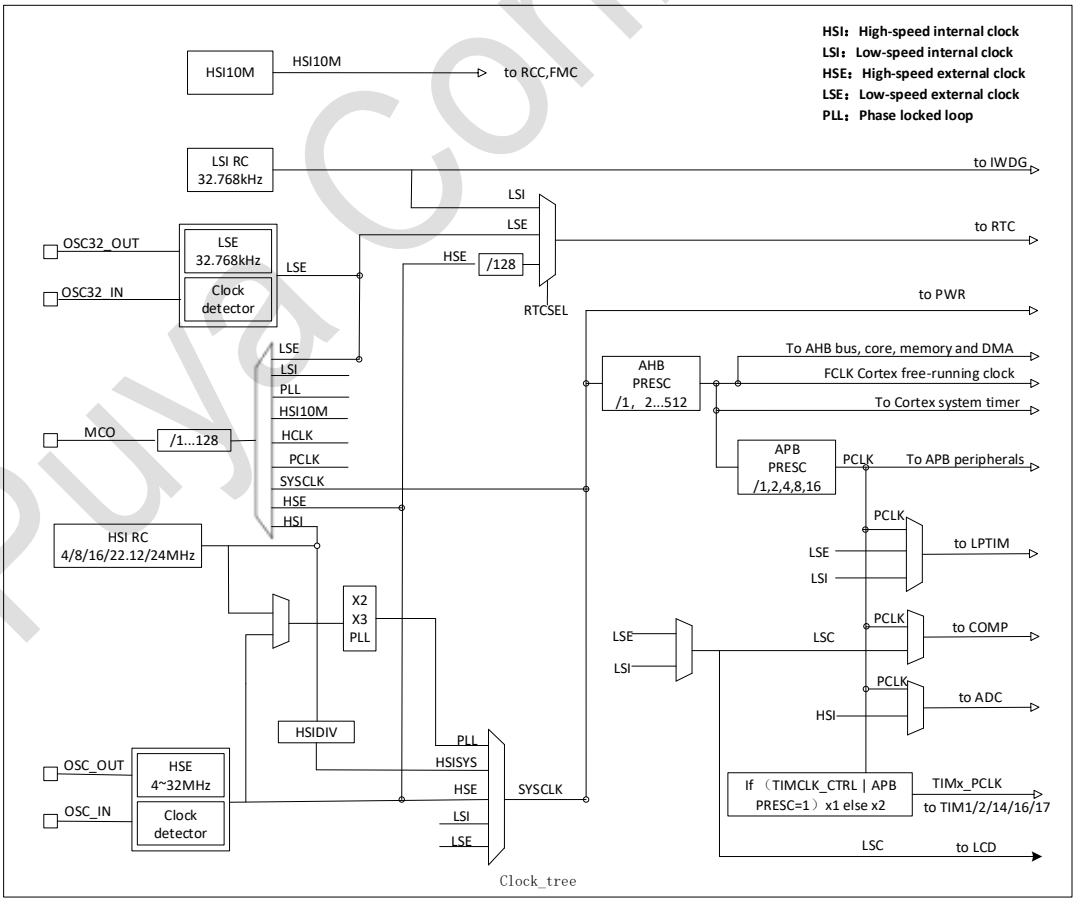


图 2-1 系统时钟结构图

Puya Confidential

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

2.5. 电源管理

2.5.1. 电源框图

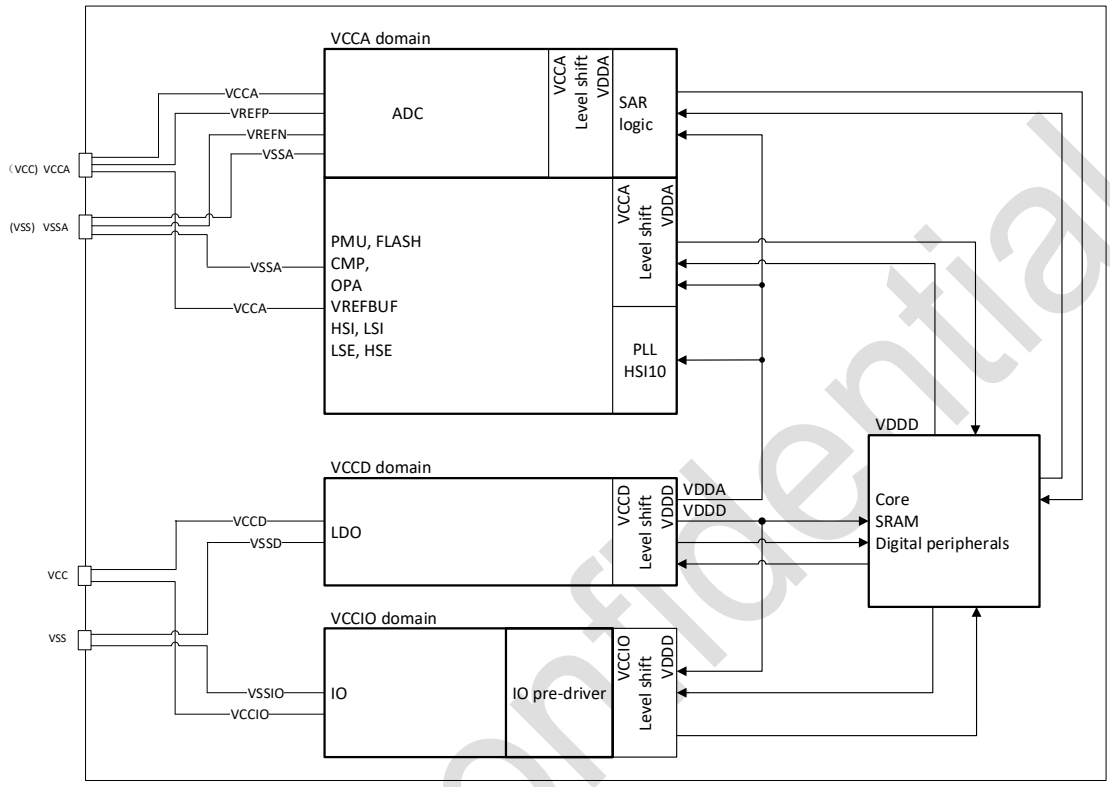


图 2-2 电源框图

表 2-2 电源框图

编号	电源	电源值	描述
1	V_{CC}	2.0 ~ 5.5 V	供电范围 2.0 ~ 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}	2.0 ~ 5.5 V	给大部分模拟模块供电，来自于 V_{CC}
3	V_{CCIO}	2.0 ~ 5.5 V	给 IO 供电，来自于 V_{CC}
4	V_{DDD}	1.2 V	来自于 VR 的输出，为芯片待机模式唤醒电路、IWDG 模块供电。当 MR 供电时，输出 1.2 V。 当进入停止或者待机模式时，根据软件配置，可以为 MR、LPR 或者 DLPR 模式。

Puya Confidential

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

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 仅可以通过选项字节进行使能和关闭操作。

当 BOR 被打开时，BOR 的阈值可以通过选项字节进行选择。

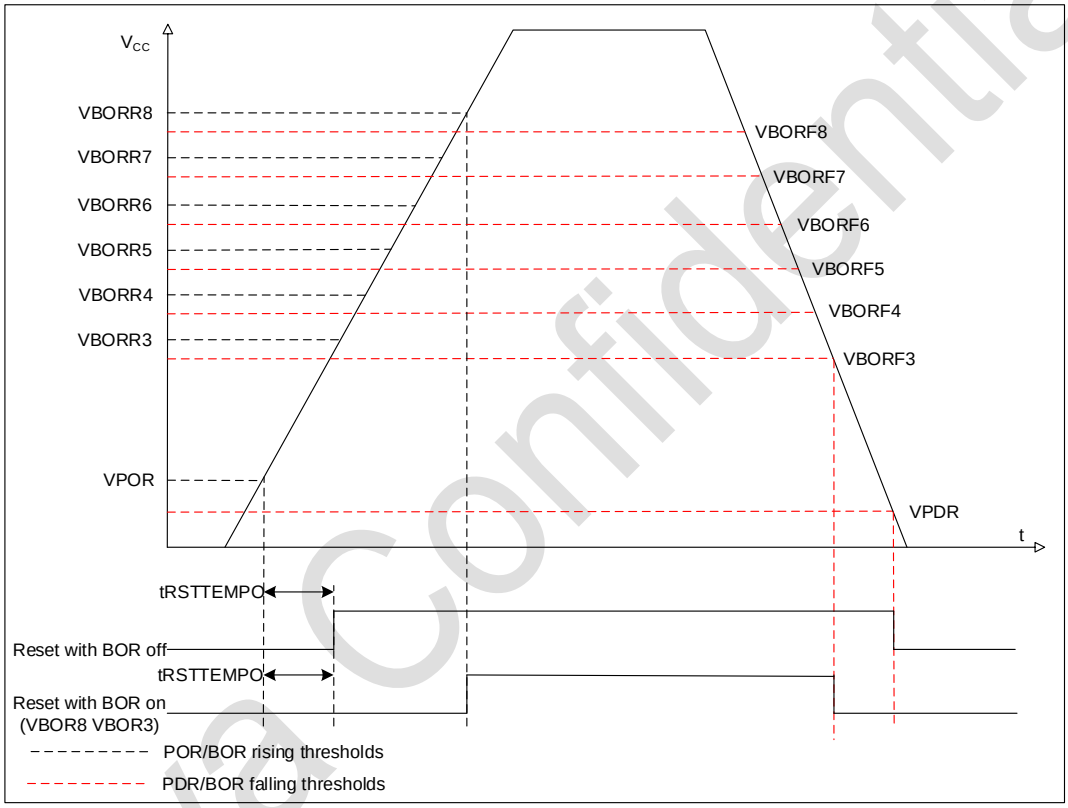


图 2-3 POR/PDR/BOR 阈值

2.5.2.3. 电压检测（PVD）

电压检测（Programmable voltage detector，PVD）模块可以用来检测 V_{CC} 电源（也可以检测 PB7 引脚的电压），检测点可通过寄存器进行配置。当 V_{CC} 高于或者低于 PVD 的检测点时，产生相应的复位标识。

该事件内部连接到 EXTI 的 line 16，取决于 EXTI line 16 上升/下降沿配置，当 V_{CC} 上升超过 PVD 的检测点，或者 V_{CC} 降低到 PVD 的检测点以下，产生中断，在中断服务程序中用户可以进行紧急的 shutdown 任务。

Puya Confidential

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

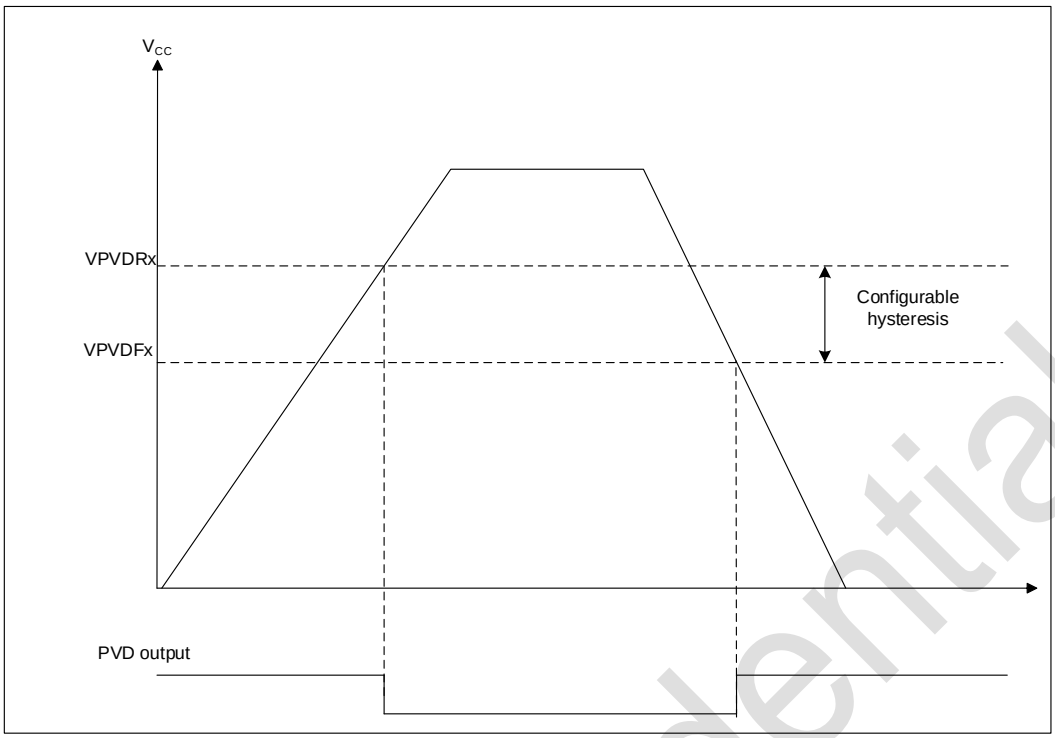


图 2-4 PVD 阈值

2.5.3. 电压调节器

芯片设计两种电压调节器模式：

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

2.5.4. 低功耗模式

芯片在正常的运行模式之外，有 2 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，V_{DDD} 域下大部分模块的时钟都被停掉。GPIO，PVD，COMP output，RTC 和 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）

Puya Confidential

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

- 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 引脚的复位
- 窗口看门狗复位(WWDG)
- 独立看门狗复位(IWDG)
- SYSRESETREQ 软件复位
- Option byte load 复位（OBL）

2.7. 通用输入输出 GPIO

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

2.8. 硬件除法器(DIV)

32 位有符号/无符号整数硬件除法器。

硬件除法器支持以下特性：

- 可配置有符号/无符号整数除法计算
- 32 位被除数，32 位除数
- 输出 32 位商和 32 位余数
- 除数为零警告标志位，除法运算结束标志位
- 16 个时钟周期完成一次除法运算
- 写除数寄存器触发除法运算开始
- 写完除数后，需等待计算完成标志，然后读商寄存器/余数寄存器

2.9. CORDIC 数字信号协处理器

数字信号协处理器提供数学函数的硬件加速，通常用于电机控制，计量，信号处理等应用。包含开方运算、正余弦运算和反正切运算的硬件加速运算模块，支持定点数的开方和正余弦，反正切运算。三角函数支持 360°/2^16 运算精度 。

2.9.1. 硬件开方

被开方数为 32 位无符号数，平方根为 16 位无符号数。

- 16 个总线周期完成
- 可配置有符号/无符号整数除法计算

Puya Confidential

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

2.9.2. 正余弦/反正切运算

三角函数 Cordic 模块位宽为 16 位，Q15 定点数格式。

2.10. DMA

直接存储器存取（DMA）用来提供在外设和存储器之间或者存储器和存储器之间的高速数据传输。搬移数据无需 CPU 干预，数据可以通过 DMA 快速地移动，这就节省了 CPU 的资源来做其他操作。DMA 控制器有 3 个通道，每个通道专门用来管理来自于一个或多个外设对存储器访问的请求。还有一个仲裁器来协调各个 DMA 请求的优先权。

主要功能如下：

- 单 AHB Master
- 支持外设到存储器，存储器到外设，存储器到存储器和外设到外设的数据传输
- 片上存储器设备，如 Flash，SRAM，AHB 和 APB 外设，作为源和目标
- 所有 DMA 通道均可独立配置：
  - 每个通道要么与来自外设的 DMA 请求信号相关联，要么与存储器到存储器传输中的软件触发器相关联。这个配置是由软件完成的。
  - 请求之间的优先级可通过软件编程实现（每个通道 4 级：非常高、高、中、低），在相等的情况下由硬件可编程(例如对通道 1 的请求比对通道 2 的请求优先)。
  - 源和目标的传输大小是独立的(字节，半字，字)，模拟打包和拆包。源地址和目标地址必须按数据大小对齐。
  - 可编程传输数据数：0 ~ 65535
- 每个通道生成一个中断请求。每个中断请求都是由三个 DMA 事件中的任何一个引起的：传输完成、半传输或传输错误。

2.11. 中断

PY32MD430 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。

2.11.1. 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

Puya Confidential

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

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 28 个可屏蔽外部中断
- 支持 6 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

2.11.2. 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 31 个 GPIO，通过复用的方式使用 16 个 EXTI line，1 个 PVD 输出，2 个 COMP 输出，以及 RTC 和 LPTIM 唤醒信号。其中 GPIO，PVD，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 EXTI 0 ~ 15 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。

2.12. 模数转换器 ADC

- 芯片具有 1 个 12 位的 SAR-ADC。该模块最多支持 14 个转换通道，包括 10 个外部通道和 4 个内部通道。参考电压可选择片内精准电压（1.024 V，1.5 V，2.048 V，2.5 V），电源电压。
- 内部通道包括 T_S，V_{REFINT}，$V_{CC}/3$，OPA2_OUT。
- 各通道的转换模式可以设定为单次、连续、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。
- 多个通道选中时可以设置通道优先转换顺序。
- 模拟看门狗允许应用检测是否输入电压超出了用户定义的高或者低阈值。
- 在单个通道采样结束，单个通道转换结束，序列转换结束，模拟看门狗转换电压超出阈值，数据溢出时产生中断请求。

2.13. 比较器(COMP)

芯片内集成 2 个通用比较器 COMP，也可以与 timer 组合在一起使用。比较器可以被如下使用：

Puya Confidential

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

- 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，逐周期的电流控制回路

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 引脚
  - 电源 V_{CC}
  - 温度传感器的输出
  - 支持内部参考电压 V_{REFBUF} 和 V_{CC} 的 64 阶分压
  - OPA 输出作为 INP 输入
- 迟滞功能可配置
- 可编程的速度和功耗
- 输出可以被连接到 I/O 或者 timer 的输入作为触发
  - OCREF_CLR 事件（逐周期的电流控制）
  - 为快速 PWM shutdown 的刹车
  - Timer IC 输入
- COMP1 和 COMP2 可以组合成 window COMP
- 可配置数字滤波

2.14. 运算放大器(OPA)

OPA 模块可以灵活配置，适用于简易放大器应用。

2.15. 定时器

PY32MD430 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	递增、递减，中心对齐	1 ~ 65536	支持	4	3
通用定时器	TIM2	32 位	递增、递减，中心对齐	1 ~ 65536	支持	4	-
	TIM14	16 位	递增	1 ~ 65536	-	1	-
	TIM16,TIM17	16 位	递增	1 ~ 65536	支持	1	1

Puya Confidential

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

2.15.1. 高级定时器

- 16 位递增、递减或中心对齐的自动重装载计数器
- 16 位可编程分频器，允许对计数器的时钟频率进行 1 ~ 65536 的分频
- 多达 4 个独立的通道
  - 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
  - 可重触发的单脉冲模式输出
- 死区时间可编程的互补输出
- 使用外部信号控制定时器和定时器互连的同步电路
- 重复计数器，在计数指定周期数后，才更新时间寄存器
- 刹车输入可以将定时器的输出信号置为复位状态和已知状态
- 中断/DMA 产生在以下事件
  - 更新：计数器向上、向下溢出，计数器初始化（通过软件或者内外部触发）
  - 触发事件
  - 输入捕获
  - 输出比较
  - 刹车输入
- 支持增量式的（正交）编码器和为定位用的霍尔传感器电路
- 触发输入作为外部时钟或者按周期的电流管理
- 在 MCU debug 模式，TIM1 可以冻结计数。

2.15.2. 通用定时器

2.15.2.1. TIM2

- TIM2 通用定时器是由 32 位可编程分频器驱动的 32 位自动重装载计数器构成。具有 4 个独立的通道，每个用于输入捕获/输出比较，PWM 或者单脉冲模式输出。
- TIM2 可以通过计时器链接功能与 TIM1 一起工作.
- TIM2 支持 DMA 功能。
- 在 MCU debug 模式，TIM2 可以冻结计数。

2.15.2.2. TIM14

- 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。

Puya Confidential

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

- 在 MCU debug 模式，TIM14 可以冻结计数。

2.15.2.3. TIM16/TIM17

- TIM16 和 TIM17 由可编程预分频器驱动的 16 位自动装载计数器构成。
- TIM16/TIM17 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。
- TIM16/TIM17 具有带死区的互补输出。
- TIM16/TIM17 支持 DMA 功能。
- 在 MCU debug 模式，TIM16/TIM17 可以冻结计数。

2.15.3. 低功耗定时器

- LPTIM 为 16 位向上计数器，包含 3 位预分频器。支持单次或连续计数模式。
- 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。

2.15.4. IWDG

- 芯片内集成了一个独立看门狗定时器（简称 IWDG），该模块具有高安全级别、时序精确及灵活使用的特点。IWDG 发现并解决由于软件失效造成的功能混乱，并在计数器达到指定的 timeout 值时触发系统复位。
- IWDG 由 LSI 提供时钟，这样即使主时钟故障，也能保持工作。
- IWDG 最适合需要看门狗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。
- 通过选项字节的控制，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。

2.15.5. WWDG

系统窗口看门狗是基于一个 7 位的下行计数器，可以设置为自由运行。当出现问题时，它可以作为一个看门狗来复位系统。计数时钟为 APB 时钟（PCLK）。它具有预警中断能力，计数器可以在 MCU debug 模式下被冻结。

2.15.6. SysTick 定时器

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

SysTick 特性:

- 24 位向下计数
- 自装载能力
- 计数器记到 0 时可产生中断（可屏蔽）

Puya Confidential

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

2.16. 实时时钟 RTC

- 实时时钟是一个独立的定时器。RTC 模块拥有一组连续计数的计数器，在相应软件配置下，可提供时钟日历的功能。修改计数器的值可以重新设置系统当前的时间和日期。
- RTC 为预分频系数最高为 2^{20} 的 32 位可编程计数器。
- RTC 计数器时钟源可以为 LSE、LSI、HSE/128，可以作为 Stop 唤醒源。
- RTC 可以产生闹钟中断，秒中断和溢出中断（可屏蔽）。
- RTC 支持时钟校准。
- 在 MCU debug 模式，RTC 可以冻结计数。

2.17. 调试支持（DBG）

MCU DBG 模块协助调试器提供以下功能：

- 支持睡眠模式，停止模式
- CPU 进入 HALT 时，控制定时器、看门狗停止计数或者继续计数

MCU DBG 寄存器还提供芯片 ID 编码。使用 SW 调试接口，或者用户程序都可以访问此 ID 编码。

2.18. I2C 接口

I^2C(Inter-integrated circuit) 总线接口连接微控制器和串行 I^2C 总线。它可以控制所有 I^2C 总线特定的顺序、协议、仲裁和时序，支持标准（Sm）、快速（Fm）、快速增强模式（Fm+）。
根据特定设备的需要，可以使用 DMA 以减轻 CPU 的负担。

2.19. 通用同步异步收发器 USART

PY32MD430 包含 3 个 USART，其中 USART1 支持 LIN。

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

它支持同步单向通信和半双工单线通信，它还允许多处理器通信。

支持自动波特率检测。

使用多缓冲器配置的 DMA 方式，可以实现高速数据通信。

USART 特性：

- 全双工异步通信
- NRZ 标准格式
- 可配置 16 倍或者 8 倍过采样，增加在速度和时钟容忍度的灵活性
- 发送和接收共用的可编程波特率，最高达 4.5 Mbit/s
- 自动波特率检测
- 可编程的数据长度 8 位或者 9 位

Puya Confidential

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

- 可配置的停止位（1 或者 2 位）
- 同步模式和为同步通讯的时钟输出功能
- 单线半双工通讯
- 独立的发送和接收使能位
- 硬件流控制
- 通过 DMA 缓冲接收/发送字节
- 检测标志
  - 接收 buffer 满
  - 发送 buffer 空
  - 传输结束
- 奇偶校验控制
  - 发送校验位
  - 对接收数据进行校验
- 带标志的中断源
  - CTS 改变
  - 发送寄存器空
  - 发送完成
  - 接收数据寄存器满
  - 检测到总线空闲
  - 溢出错误
  - 帧错误
  - 噪音操作
  - 检测错误
- 多处理器通信
  - 如果地址不匹配，则进入静默模式
- 从静默模式唤醒：通过空闲检测和地址标志检测

2.20. 串行外设接口 SPI

PY32MD430 包含 2 个 SPI，其中 SPI1 支持 I^2S。

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

SPI 特性如下：

- Master 或者 slave 模式
- 3 线全双工同步传输

Puya Confidential

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

- 2 线半双工同步传输（有双向数据线）
- 2 线单工同步传输（无双向数据线）
- 8 位或者 16 位传输帧选择
- 支持多主模式
- 主模式波特率预分频系数（最大为 $f_{PCLK}/2$）
- 从模式频率（最大为 $f_{PCLK}/4$）
- 主模式和从模式下均可以由软件或硬件进行 NSS 管理：主/从操作模式的动态改变
- 可编程的时钟极性和相位
- 可编程的数据顺序，MSB 在前或 LSB 在前
- 可触发中断的专用发送和接收标志
- SPI 总线忙状态标志
- 支持可靠通信的硬件 CRC
  - 在发送模式下，CRC 值可以被作为最后一个字节发送
  - 在全双工模式中对接收到的最后一个字节自动进行 CRC 校验
- Motorola 模式
- 可触发引起中断的主模式故障、过载以及 CRC 错误标志
- 2 个具备 DMA 能力的深度为 4，宽度为 16 位（当数据帧设置为 8 位时，宽度为 8 位）的嵌入式 Rx 和 Tx FIFOs

I^2S 特性如下：

- 单工通信（仅发送或接收）
- 主或者从操作
- 8 位线性可编程预分频器，获得精确的音频采样频率（8 kHz 到 192 kHz）
- 数据格式可以是 16 位，24 位或者 32 位
- 音频信道固定数据包帧为 16 位（16 位数据帧）或 32 位（16、24 或 32 位数据帧）
- 可编程的时钟极性（稳定态）
- 从发送模式下的下溢标志位和主/从接收模式下的溢出标志位
- 16 位数据寄存器用来发送和接收，在通道两端各有一个寄存器
- 支持的 I^2S 协议：
  - I^2S 飞利浦标准
  - MSB 对齐标准（左对齐）
  - LSB 对齐标准（右对齐）
  - PCM 标准（16 位通道帧上带长或短帧同步或者 16 位数据帧扩展为 32 位通道帧）
- 数据方向总是 MSB 在先
- 发送和接收都具有 DMA 能力

Puya Confidential

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

- 主时钟可以输出到外部音频设备，比率固定为 256xf_s（f_s 为音频采样频率）

2.21. SWD

ARM SWD 接口允许串口调试工具连接到 PY32MD430。

Puya Confidential

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

3. 引脚配置

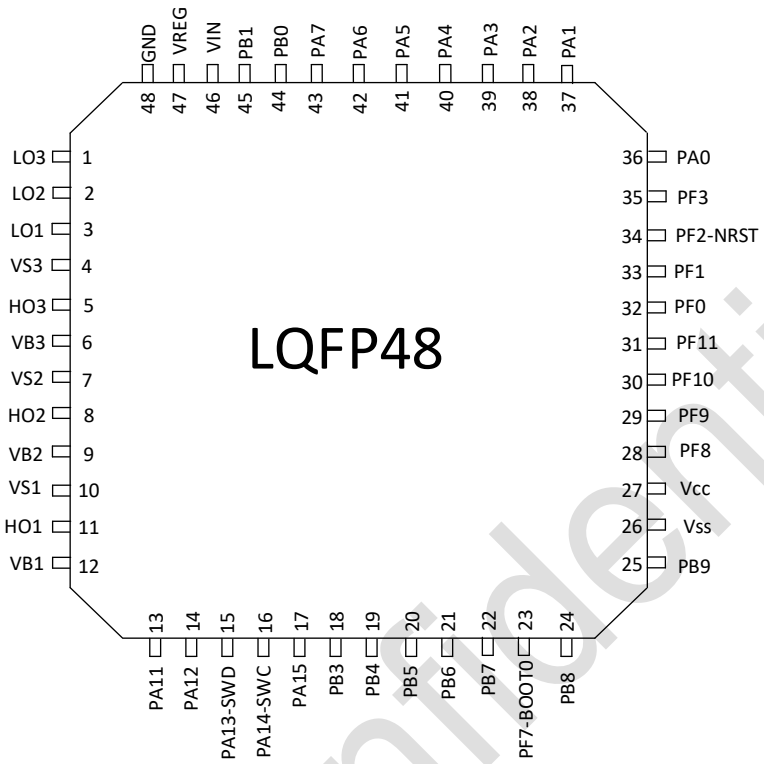


图 3-1 LQFP48 Pinout1 PY32MD430C1xT7（Top view）

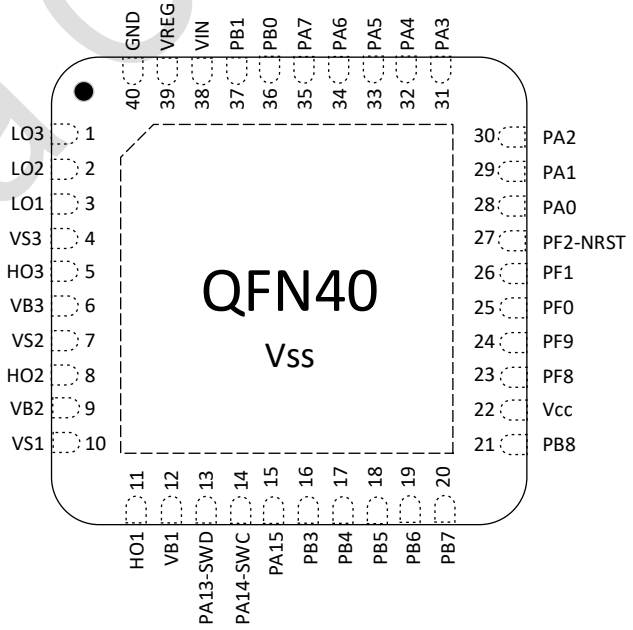


图 3-2 QFN40 Pinout1 PY32MD430H1xU7（Top view）

Puya Confidential

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 引脚
		G	Ground 引脚
		I/O	Input/output 引脚
		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
		NRST	复位端口，内部带弱上拉电阻，不支持模拟输入输出功能
		_F	具有模拟输入功能的 I^2C Fm+
注		-	除非有其他说明，不然所有端口都被在复位之间和之后，作为模拟输入
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 内部打线关系说明

MCU	Driver	复用功能
PB13	LIN3	TIM1_CH1N
PB14	LIN2	TIM1_CH2N
PB15	LIN1	TIM1_CH3N
PA8	HIN3	TIM1_CH1
PA9	HIN2	TIM1_CH2
PA10	HIN1	TIM1_CH3

Puya Confidential

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

表 3-2 引脚定义

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	供	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
1	1	PB13	LO3	-	-	-	TIM1_CH1N	-
2	2	PB14	LO2	-	-	-	TIM1_CH2N	-
3	3	PB15	LO1	-	-	-	TIM1_CH3N	-
4	4	-	VS3	-	-	-		-
5	5	PA8	HO3	-	-	-	TIM1_CH1	-
6	6	-	VB3	-	-	-		-
7	7	-	VS2	-	-	-		-
8	8	PA9	HO2	-	-	-	TIM1_CH2	-
9	9	-	VB2	-	-	-		-
10	10	-	VS1	-	-	-		-
11	11	PA10	HO1	-	-	-	TIM1_CH3	-
12	12	-	VB1	-	-	-		-
28	23	PF8	-	I/O	COM	-	TIM1_CH1 SPI2_MOSI USART2_RX MCO	-
29	24	PF9	-	I/O	COM	-	TIM2_CH1 TIM1_CH1N SPI2_SCK	LCD_SEG11

Puya Confidential

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
							USART2_TX	
30	-	PF10-OSC32_IN	-	I/O	COM	-	-	OSC32_IN
31	-	PF11-OSC32_OUT	-	I/O	COM	-	-	OSC32_OUT
32	25	PF0-OSC_IN	-	I/O	COM_F	-	SPI2_SCK	OSC_IN LCD_SEG10
							USART2_RX	
							TIM14_CH1	
							USART1_RX	
							USART2_TX	
							I2C1_SDA	
							I2C2_SDA	
33	26	PF1-OSC_OUT	-	I/O	COM_F	-	SPI2_MISO	OSC_OUT LCD_SEG9
							USART2_TX	
							USART1_TX	
							USART2_RX	
							I2C1_SCL	
							I2C2_SCL	
							SP1_NSS/I2S1_WS	
							TIM14_CH	
34	27	PF2-NRST	-	I/O	NRST	(1)	MCO	NRST
							SPI2_MOSI	

Puya Confidential

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
							USART2_RX	
							TIM2_CH2	
							TIM1_CH2	
							TIM1_CH1N	
35	-	PF3	-	I/O	COM	-	USART1_TX	COMP2_INP5 LCD_SEG8
							USART2_TX	
							SPI2_MISO	
							SPI1_NSS/I2S1_WS	
							TIM2_CH3	
							RTC_OUT	
36	28	PA0	-	I/O	COM	-	SPI2_SCK	ADC_IN0 COMP1_INM1 LCD_SEG7
							USART1_CTS	
							USART2_CTS	
							COMP1_OUT	
							TIM1_CH3	
							TIM1_CH1N	
							IR_OUT	
							USART3_CTS	
							USART2_TX	
							SPI1_MISO/I2S1_MCK	

Puya Confidential

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

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
37	29	PA1	-	I/O	COM	-	SPI1_SCK/I2S1_CK USART1_RTS USART2_RTS EVENTOUT USART3_RX SPI1_MOSI/I2S1_SD USART2_RX USART3_RTS TIM1_CH4 TIM1_CH2N MCO	ADC_IN1 COMP1_INP2 LCD_SEG6
38	30	PA2	-	I/O	COM_F	-	SPI1_MOSI/I2S1_SD USART1_TX USART2_TX COMP2_OUT SPI1_SCK/I2S1_CK TIM2_CH1 I2C1_SDA I2C2_SDA	ADC_IN2 COMP2_INM2 LCD_SEG5
39	31	PA3	-	I/O	COM_F	-	SPI2_MISO	ADC_IN3

Puya Confidential

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

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
							USART1_RX	COMP2_INP4 LCD_SEG4
							USART2_RX	
							EVENTOUT	
							SPI1_MOSI/I2S1_SD	
							TIM1_CH1	
							I2C1_SCL	
							I2C2_SCL	
40	32	PA4	-	I/O	COM	-	SPI1_NSS/I2S1_WS	ADC_IN4 COMP2_INP3 LCD_SEG3
							USART1_CK	
							SPI2_MOSI	
							TIM14_CH1	
							USART2_CK	
							ENENTOUT	
							TIM2_CH3	
							USART2_TX	
							USART3_TX	
							RTC_OUT	
41	33	PA5	-	I/O	COM	-	SPI1_SCK/I2S1_CK	ADC_IN5 COMP2_INP2 LCD_SEG2
							EVENTOUT	
							TIM2_CH2	

Puya Confidential

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	供	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
							USART2_RX	
							MCO	
42	34	PA6	-	I/O	COM	-	SPI1_MISO/I2S1_MCK	ADC_IN6
							TIM2_CH1	
							TIM1_BKIN	
							TIM16_CH1	
							COMP1_OUT	
							USART1_CK	
							RTC_OUT	
43	35	PA7	-	I/O	COM_F	-	SPI1_MOSI/I2S1_SD	ADC_IN7
							TIM2_CH2	
							TIM1_CH1N	
							TIM14_CH1	
							TIM17_CH1	
							EVENTOUT	
							COMP2_OUT	
							USART1_TX	
							USART2_TX	
							I2C1_SDA	
							I2C2_SDA	

Puya Confidential

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
							SPI1_MISO/I2S1_MCK	
44	36	PB0	-	I/O	COM	-	SPI1_NSS/I2S1_WS	ADC_IN8
							TIM2_CH3	
							TIM1_CH2N	
							EVENTOUT	
							COMP1_OUT	
							USART3_CK	
45	37	PB1	-	I/O	COM	-	TIM14_CH1	ADC_IN9 COMP1_INM0
							TIM2_CH4	
							TIM1_CH3N	
							EVENTOUT	
							USART3_RTS	
14	-	PA12	-	I/O	COM_F	-	SPI1_MOSI/I2S1_SD	LCD_COM3
							USART1_RTS	
							TIM1_ETR	
							USART2_RTS	
							EVENTOUT	
							I2C1_SDA	
							COMP2_OUT	
							I2C2_SDA	

Puya Confidential

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
15	13	PA13-SWDIO	-	I/O	COM	(2)	SWDIO IR_OUT EVENTOUT SPI1_MISO/I2S1_MCk TIM1_CH2 USART1_RX MCO	-
16	14	PA14-SWCLK	-	I/O	COM	(2)	SWCLK USART1_TX USART2_TX EVENTOUT MCO SPI1_SCK/I2S1_CK USART3_TX	-
17	15	PA15	-	I/O	COM	-	SPI1_NSS/I2S1_WS USART1_RX USART2_RX EVENTOUT USART3_RX	OPA2_INN LCD_COM4/SEG17
18	16	PB3	-	I/O	COM	-	SPI1_SCK/I2S1_CK	OPA2_INP

Puya Confidential

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

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
							TIM1_CH2	COMP2_INM1 LCD_COM5/SEG16
							USART1_RTS	
							USART2_RTS	
							EVENTOUT	
							USART3_RTS	
19	17	PB4	-	I/O	COM	-	SPI1_MISO/I2S1_MCK	OPA2_OUT COMP2_INP1 LCD_COM6/SEG15
							TIM2_CH1	
							USART2_CTS	
							USART1_CTS	
							TIM17_BKIN	
							EVENTOUT	
							USART3_CTS	
20	18	PB5	-	I/O	COM	-	SPI1_MOSI/I2S1_SD	LCD_COM7/SEG14
							TIM2_CH2	
							TIM16_BKIN	
							USART2_CK	
							USART1_CK	
							COMP1_OUT	
							USART3_CK	
							TIM1_CH1	

Puya Confidential

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	拱	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
21	19	PB6	-	I/O	COM_F	-	USART1_TX TIM1_CH3 TIM16_CH1N USART2_TX SPI2_MISO I2C1_SCL EVENTOUT I2C2_SCL	COMP2_INP0 LCD_SEG13
22	20	PB7	-	I/O	COM_F	-	USART1_RX SPI2_MOSI TIM17_CH1N USART2_RX I2C1_SDA EVENTOUT I2C2_SDA TIM1_CH2	PVD_IN COMP2_INM0 LCD_SEG12
23	-	PF7-BOOT0	-	I/O	COM	(3)	-	BOOT0
24	21	PB8	-	I/O	COM_F	-	SPI2_SCK TIM16_CH1 I2C1_SCL	COMP1_INP0

Puya Confidential

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

封装类型		MCU	Driver	端口类型	端口结构	供	端口功能	
LQFP48 C1	QFN40 H1						复用功能	附加功能
							I2C2_SCL	
							USART2_TX	
							EVENTOUT	
							USART1_TX	
							SPI2_NSS	
							I2C1_SDA	
							I2C2_SDA	
							TIM17_CH1	
							IR_OUT	
25	-	PB9	-	I/O	COM	-	TIM17_CH1	-
							EVENTOUT	
							IROUT	
26	-	V_{SS}	-	G	-	-	Ground	
27	22	V_{CC}	-	S	-	-	Digital power supply	
46	38	-	VIN	-	-	-	-	
47	39	-	VREG	-	-	-	-	
48	40	-	GND	-	-	-	-	

1. 选择 PF2 或者 NRST 是通过选项字节进行配置。
2. 复位后，PA13 和 PA14 两个引脚被配置为 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。

Puya Confidential

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

3. PF7-BOOT0 默认数字输入模式，且下拉使能。

Puya Confidential

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

3.1. 端口 A 复用功能映射

表 3-3 端口 A 复用功能映射

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PA0	SPI2_SCK	USART1_CTS	-	-	USART2_CTS	-	-	COMP1_OUT	-	USART2_TX	SPI1_MISO/ I2S1_MCK	USART3_CTS	-	TIM1_CH3	TIM1_CH1N	IR_OUT
PA1	SPI1_SCK/ I2S1_CK	USART1_RTS	-	-	USART2_RTS	-	-	EVENTOUT	USART3_RX	USART2_RX	SPI1_MOSI/ I2S1_SD	USART3_RTS	-	TIM1_CH4	TIM1_CH2N	MCO
PA2	SPI1_MOSI/ I2S1_SD	USART1_TX	-	-	USART2_TX	-	-	COMP2_OUT	-	-	SPI1_SCK/ I2S1_CK	I2C2_SDA	I2C1_SDA	TIM2_CH1	-	-
PA3	SPI2_MISO	USART1_RX	-	-	USART2_RX	-	-	EVENTOUT	-	-	SPI1_MOSI/I 2S1_SD	I2C2_SCL	I2C1_SCL	TIM1_CH1	-	-
PA4	SPI1_NSS/ I2S1_WS	USART1_CK	SPI2_MOSI	-	TIM14_CH1	USART2_CK	-	EVENTOUT	USART3_TX	USART2_TX	-	-	-	TIM2_CH3	-	RTC_OUT
PA5	SPI1_SCK/ I2S1_CK	-		-	-	-	-	EVENTOUT		USART2_RX	-	-	-	TIM2_CH2	-	MCO
PA6	SPI1_MISO/ I2S1_MCK	TIM2_CH1	TIM1_BKIN	-	-	TIM16_CH1	-	COMP1_OUT	USART1_CK	-	-	-		-	-	RTC_OUT
PA7	SPI1_MOSI/ I2S1_SD	TIM2_CH2	TIM1_CH1N	-	TIM14_CH1	TIM17_CH1	EVENTOUT	COMP2_OUT	USART1_TX	USART2_TX	SPI1_MISO/ I2S1_MCK	I2C2_SDA	I2C1_SDA	-	-	-
PA8	-	-	TIM1_CH1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA9	-	-	TIM1_CH2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA10	-	-	TIM1_CH3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA11	SPI1_MISO/ I2S1_MCK	USART1_CTS	TIM1_CH4	-	USART2_CTS	EVENTOUT	I2C1_SCL	COMP1_OUT	-	-	-	I2C2_SCL	-	-	-	-
PA12	SPI1_MOSI/ I2S1_SD	USART1_RTS	TIM1_ETR	-	USART2_RTS	EVENTOUT	I2C1_SDA	COMP2_OUT	-	-	-	I2C2_SDA	-	-	-	-
PA13	SWDIO	IR_OUT	-	-	-	-	-	EVENTOUT	USART1_RX	-	SPI1_MISO/ I2S1_MCK	-	-	TIM1_CH2	-	MCO
PA14	SWCLK	USART1_TX	-	-	USART2_TX	-	-	EVENTOUT	USART3_TX	-	SPI1_SCK/ I2S1_CK	-	-	-	-	MCO
PA15	SPI1_NSS/ I2S1_WS	USART1_RX	-	-	USART2_RX	-	-	EVENTOUT	USART3_RX	-	-	-	-	-	-	-

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

3.2. 端口 B 复用功能映射

表 3-4 端口 B 复用功能映射

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PB0	SPI1_NSS/ I2S1_WS	TIM2_CH3	TIM1_CH2N	-	-	EVENTOUT	-	COMP1_OUT	-	-	-	USART3_CK	-	-	-	-
PB1	TIM14_CH1	TIM2_CH4	TIM1_CH3N	-	-	-	-	EVENTOUT	-	-	-	USART3_RTS	-	-	-	-
PB2	USART1_RX	-	TIM1_CH2	USART2_RX	-	-	-	-	USART3_RX	-	SPI2_SCK	-	-	-	-	-
PB3	SPI1_SCK/ I2S1_CK	TIM1_CH2	-	USART1_RTS	USART2_RTS	-	-	EVENTOUT	USART3_RTS	-	-	-	-	-	-	-
PB4	SPI1_MISO/ I2S1_MCK	TIM2_CH1	-	USART1_CTS	USART2_CTS	TIM17_BKIN	-	EVENTOUT	USART3_CTS	-	-	-	-	-	-	-
PB5	SPI1_MOSI/ I2S1_SD	TIM2_CH2	TIM16_BKIN	USART1_CK	USART2_CK	-	-	COMP1_OUT	USART3_CK	-	-	-	-	TIM1_CH1	-	-
PB6	USART1_TX	TIM1_CH3	TIM16_CH1N	SPI2_MISO	USART2_TX	-	I2C1_SCL	EVENTOUT	-	-	-	I2C2_SCL	-	-	-	-
PB7	USART1_RX	SPI2_MOSI	TIM17_CH1N	-	USART2_RX	-	I2C1_SDA	EVENTOUT	-	-	-	I2C2_SDA	-	TIM1_CH2	-	-
PB8	-	SPI2_SCK	TIM16_CH1	-	USART2_TX	I2C2_SCL	I2C1_SCL	EVENTOUT	USART1_TX	-	-	SPI2_NSS	I2C1_SDA	TIM17_CH1	I2C2_SDA	IR_OUT
PB9	-	-	TIM17_CH1	-	-	-	-	EVENTOUT	-	-	-	-	-	-	-	IR_OUT
PB13	-	-	TIM1_CH1N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PB14	-	-	TIM1_CH2N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PB15	-	-	TIM1_CH3N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Puya Confidential

3.3. 端口 F 复用功能映射

表 3-5 端口 F 复用功能映射

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PF0	-	-	TIM14_CH1	SPI2_SCK	USART2_RX	-	-	-	USART1_RX	USART2_TX	-	I2C2_SDA	I2C1_SDA	-	-	-
PF1	-	-	-	SPI2_MISO	USART2_TX	-	-	-	USART1_TX	USART2_RX	SPI1_NSS/ I2S1_WS	I2C2_SCL	I2C1_SCL	TIM14_CH1	-	-
PF2	-	TIM2_CH2	TIM1_CH2	SPI2_MOSI	USART2_RX	-	MCO	-	-	-	-	-	-	TIM1_CH1N	-	-
PF3	USART1_TX	-	-	SPI2_MISO	USART2_TX	-	-	-	-	-	SPI1_NSS/ I2S1_WS	-	-	TIM2_CH3	-	RTC_OUT
PF7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PF8	-	-	TIM1_CH1	SPI2_MOSI	USART2_RX	-	MCO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PF9	-	TIM2_CH1	TIM1_CH1N	SPI2_SCK	USART2_TX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PF10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PF11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Puya Confidential

4.存储器映射

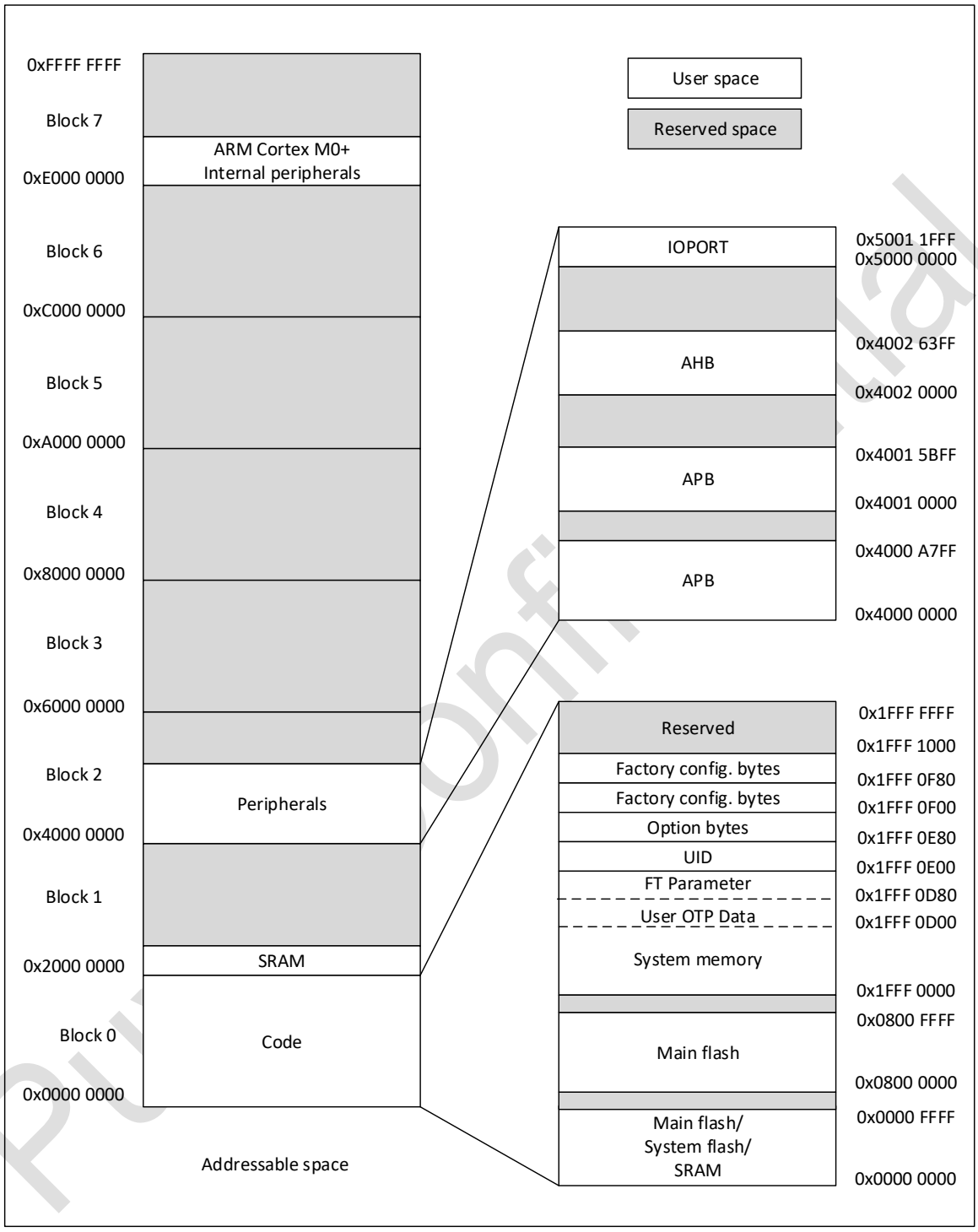


图 4-1 存储器映射

Preliminary

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

表 4-1 存储器地址

Type	Boundary address	Size	Memory area	Description
SRAM	0x2000 2000-0x3FFF FFFF	-	Reserved	-
	0x2000 0000-0x2000 1FFF	8 KB	SRAM	-
Code	0x1FFF 1000-0x1FFF FFFF	-	Reserved	-
	0x1FFF 0F80-0x1FFF 0FFF	128 bytes	Factory config. bytes	-
	0x1FFF 0F00-0x1FFF 0F7F	128 bytes	Factory config. bytes	-
	0x1FFF 0E80-0x1FFF 0EFF	128 bytes	Option bytes	芯片软硬件选项字节信息
	0x1FFF 0E00-0x1FFF 0E7F	128 bytes	UID	Unique ID
	0x1FFF 0D80-0x1FFF 0DFF	128 bytes	FT parameter	-
	0x1FFF 0D00-0x1FFF 0D7F	128 bytes	User OTP Data	用户区
	0x1FFF 0000-0x1FFF 0CFF	3.25 KB	System memory	存放 Boot loader
	0x0801 0000-0x1FFE FFFF	-	Reserved	-
	0x0800 0000-0x0800 FFFF	64 KB	Main flash memory	-
	0x0001 0000-0x07FF FFFF	-	Reserved	-
	0x0000 0000-0x0000 FFFF	64 KB	根据 Boot 配置选择，是: 1）Main flash memory 2）System flash memory 3）SRAM	-

1. 上述空间标注为 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 000-0xE00F FFFF	1 MB	M0+
IOPORT	0x5000 1800-0x5FFF FFFF	-	Reserved
	0x5000 1400-0x5000 17FF	1 KB	GPIOF
	0x5000 0800-0x5000 13FF	-	Reserved
	0x5000 0400-0x5000 07FF	1 KB	GPIOB
	0x5000 0000-0x5000 03FF	1 KB	GPIOA
AHB	0x4002 3C00-0x4FFF FFFF	-	Reserved
	0x4002 3800-0x4002 3BFF	1 KB	HDIV
	0x4002 3400-0x4002 37FF	1 KB	CORDIC
	0x4002 3000-0x4002 33FF	1 KB	CRC
	0x4002 2400-0x4002 2FFF	-	Reserved
	0x4002 2000-0x4002 23FF	1 KB	Flash
	0x4002 1C00-0x4002 1FFF	-	Reserved
	0x4002 1800-0x4002 1BFF	1 KB	EXTI
	0x4002 1400-0x4002 17FF	-	Reserved
	0x4002 1000-0x4002 13FF	1 KB	RCC
	0x4002 0400-0x4002 0FFF	-	Reserved
	0x4002 0000-0x4002 03FF	1 KB	DMA

Private confidential

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

Bus	Boundary address	Size	Peripheral
APB	0x4001 5C00-0x4001 FFFF	-	Reserved
	0x4001 5800-0x4001 5BFF	1 KB	DBG
	0x4001 4C00-0x4001 57FF	-	Reserved
	0x4001 4800-0x4001 4BFF	1 KB	TIM17
	0x4001 4400-0x4001 47FF	1 KB	TIM16
	0x4001 3C00-0x4001 43FF	-	Reserved
	0x4001 3800-0x4001 3BFF	1 KB	USART1
	0x4001 3400-0x4001 37FF	-	Reserved
	0x4001 3000-0x4001 33FF	1 KB	SPI1
	0x4001 2C00-0x4001 2FFF	1 KB	TIM1
	0x4001 2800-0x4001 2BFF	-	Reserved
	0x4001 2400-0x4001 27FF	1KB	ADC
	0x4001 0400-0x4001 23FF	-	Reserved
	0x4001 0300-0x4001 03FF	1KB	OPA
	0x4001 0200-0x4001 02FF		COMP1 and COMP2
	0x4001 0000-0x4001 01FF		SYSCFG
	0x4000 8000-0x4000 FFFF	-	Reserved
	0x4000 7C00-0x4000 7FFF	1 KB	LPTIM
	0x4000 7400-0x4000 7BFF	-	Reserved
	0x4000 7000-0x4000 73FF	1 KB	PWR
	0x4000 5C00-0x4000 6FFF	-	Reserved
	0x4000 5800-0x4000 5BFF	1 KB	I2C2
	0x4000 5400-0x4000 57FF	1 KB	I2C1
	0x4000 4C00-0x4000 53FF	-	Reserved
	0x4000 4800-0x4000 4BFF	1 KB	USART3
	0x4000 4400-0x4000 47FF	1 KB	USART2
	0x4000 3C00-0x4000 43FF	-	Reserved
	0x4000 3800-0x4000 3BFF	1 KB	SPI2
	0x4000 3400-0x4000 37FF	-	Reserved
	0x4000 3000-0x4000 33FF	1 KB	IWDG
	0x4000 2C00-0x4000 2FFF	1 KB	WWDG
	0x4000 2800-0x4000 2BFF	1 KB	RTC
	0x4000 2400-0x4000 27FF	1 KB	LCD
	0x4000 2000-0x4000 23FF	1 KB	TIM14
	0x4000 0400-0x4000 1FFF	-	Reserved
	0x4000 0000-0x4000 03FF	1 KB	TIM2

Puya Confidential

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

5. 电气特性

5.1. 测试条件

除非特殊说明，所有的电压都以 V_{SS} 为基准。

5.1.1. 最小值和最大值

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

基于表格下方注解的电特性结果、设计仿真和/或工艺参数的数据，未在生产中进行测试。

5.1.2. 典型值

除非特殊说明，典型数据是基于 T_A = 25 °C 和 V_{CC} = 3.3 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（测量值±2σ）。

5.1.3. 供电方案

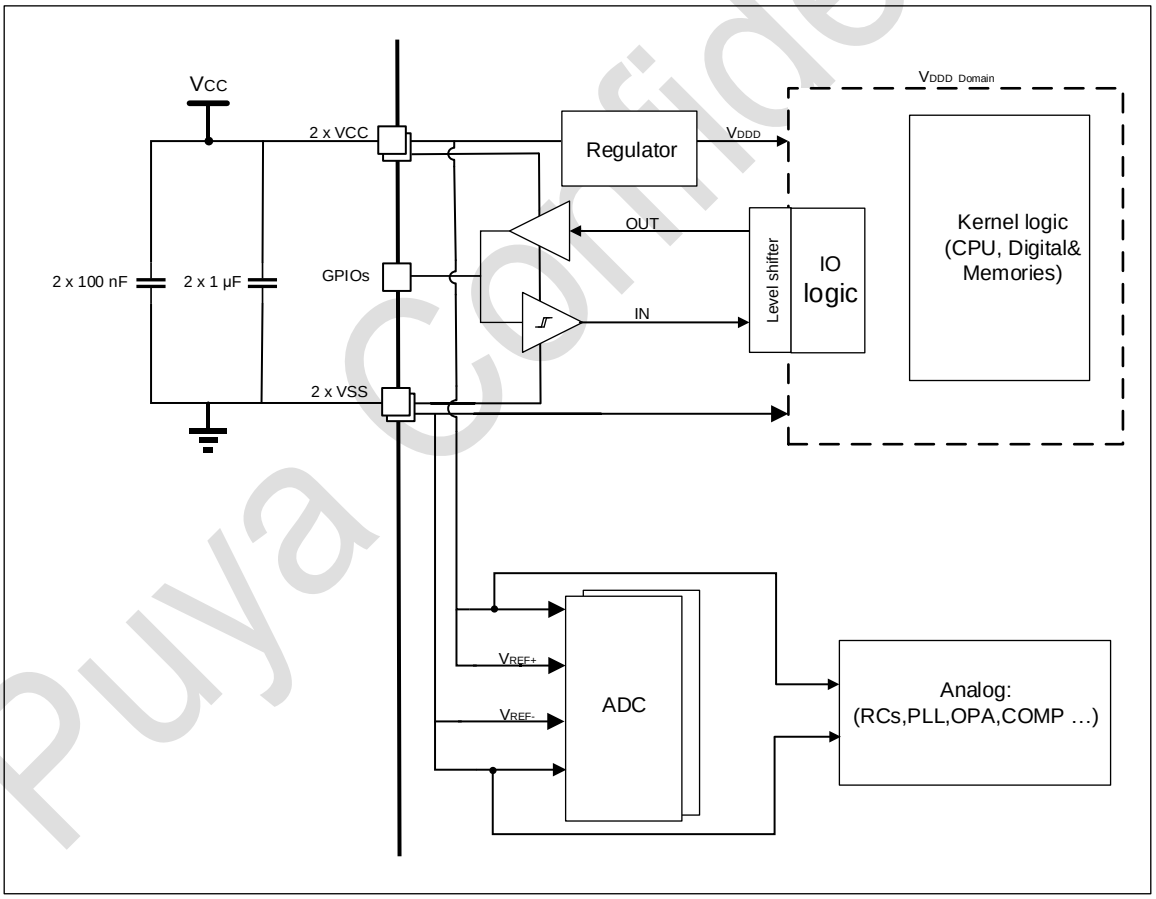


图 5-1 供电方案图

Puya Confidential

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

5.2. 绝对最大额定值

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

表 5-1 电压特性(1)

符号	描述	最小值	最大值	单位
V_{CC}	外部主供电电源	-0.3	6.25	V
V_{IN}	其他引脚的输入电压	-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
ΣI_{VCC}	流进 V_{CC} 引脚的总电流(供应电流)(1)	150	mA
ΣI_{VSS}	流出 V_{SS} 引脚的总电流(流出电流) (1)	150	
$\Sigma I_{IO(PIN)}$(2)	所有 I/O 和控制引脚的总输出灌电流	110	
	所有 I/O 和控制引脚的总拉电流	110	
$I_{IO(PIN)}$(2)	任意 I/O 和控制引脚的输出灌电流	30	
	任意 IO 可控制引脚的拉电流	30	

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

表 5-3 温度特性

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

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	72	MHz
f_{PCLK}	内部 APB 时钟频率	-	0	72	MHz
V_{CC}	标准工作电压	-	2.0	5.5	V
V_{IN}	IO 输入电压	-	-0.3	V_{CC}+0.3	V
T_A	环境温度	-	-40	105	℃
T_J	结温	-	-40	125	℃

Puya Confidential

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

5.3.2. 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	-	10	∞	μs/V
	V_{CC} 下降速率	-	30	∞	

5.3.3. 内嵌复位和 PVD 模块特性

表 5-6 POR/PDR/BOR 模块特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{RSTTEMPO}$(1)	复位重置时间	-	-	4.0	7.5	ms
$V_{POR/PDR}$	POR/PDR 复位阈值	上升沿	1.53(2)	1.63	1.70	V
		下降沿	1.50	1.60	1.68(2)	
V_{BOR1}	BOR 阈值 1	上升沿	保留(3)			V
		下降沿				
V_{BOR2}	BOR 阈值 2	上升沿				V
		下降沿				
V_{BOR3}	BOR 阈值 3	上升沿	2.10(2)	2.20	2.30	V
		下降沿	2.00	2.10	2.20(2)	
V_{BOR4}	BOR 阈值 4	上升沿	2.30(2)	2.40	2.50	V
		下降沿	2.20	2.30	2.40(2)	
V_{BOR5}	BOR 阈值 5	上升沿	2.50(2)	2.60	2.70	V
		下降沿	2.40	2.50	2.60(2)	
V_{BOR6}	BOR 阈值 6	上升沿	2.70(2)	2.80	2.90	V
		下降沿	2.60	2.70	2.80(2)	
V_{BOR7}	BOR 阈值 7	上升沿	2.90(2)	3.00	3.10	V
		下降沿	2.80	2.90	3.00(2)	
V_{BOR8}	BOR 阈值 8	上升沿	3.10(2)	3.20	3.30	V
		下降沿	3.00	3.10	3.20(2)	
$V_{POR_PDR_hyst}$(1)	POR/PDR 迟滞电压	-	-	30	-	mV
$I_{CC\ (BOR)}$ (1)	BOR 功耗	-	-	0.6	-	μA

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。
3. 保留档位，使用时需改用其他档位。

Puya Confidential

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

表 5-7 PVD 模块特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{PVD0}	PVD 阈值 0	上升沿	保留(3)			V
		下降沿				
V_{PVD1}	PVD 阈值 1	上升沿				V
		下降沿				
V_{PVD2}	PVD 阈值 2	上升沿	2.12(2)	2.22	2.32	V
		下降沿	2.02	2.12	2.22(2)	
V_{PVD3}	PVD 阈值 3	上升沿	2.32(2)	2.42	2.52	V
		下降沿	2.22	2.32	2.42(2)	
V_{PVD4}	PVD 阈值 4	上升沿	2.55(2)	2.65	2.75	V
		下降沿	2.45	2.55	2.65(2)	
V_{PVD5}	PVD 阈值 5	上升沿	2.75(2)	2.85	2.95	V
		下降沿	2.65	2.75	2.85(2)	
V_{PVD6}	PVD 阈值 6	上升沿	2.95(2)	3.05	3.15	V
		下降沿	2.85	2.95	3.05(2)	
V_{PVD7}	PVD 阈值 7	上升沿	3.15(2)	3.25	3.35	V
		下降沿	3.05	3.15	3.25(2)	
$V_{PVD_BOR_hyst}$(1)	PVD 迟滞电压	-	-	100	-	mV
$I_{CC\ (PVD)}$ (1)	PVD 功耗	-	-	0.6	-	μA

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。
3. 保留档位，使用时需改用其他档位。

Puya Confidential

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

5.3.4. MCU 工作电流特性

表 5-8 运行模式电流

符号	条件					典型值(1)			最大值(1)			单位
	代码	运行	系统时钟	频率	外设时钟	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A = 105 °C	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A = 105 °C	
I_{CC} (Run)	While(1)	Flash	HSI、PLL(x3)	72 MHz	ON	6.26	12.48	16.54	6.93	16.71	34.02	mA
					OFF	4.28	8.77	14.92	4.47	12.05	26.78	
			HSI、PLL(x2)	48 MHz	ON	4.81	9.67	15.42	5.10	13.15	28.49	
					OFF	3.42	7.09	12.99	3.55	9.89	23.63	
			HSI	24 MHz	ON	2.74	5.78	11.30	2.82	8.25	21.06	
					OFF	2.10	4.55	9.60	2.16	6.71	18.18	
				16 MHz	ON	1.95	4.28	9.27	2.00	6.38	17.56	
					OFF	1.52	3.48	8.02	1.57	5.38	14.95	
				8 MHz	ON	1.18	2.80	7.00	1.21	4.53	12.53	
					OFF	0.98	2.34	6.32	0.99	3.95	10.88	
				4 MHz	ON	0.75	1.84	5.48	0.76	3.31	9.00	
					OFF	0.64	1.54	4.94	0.65	2.91	8.04	
			HSE bypass、PLL(x3)	72 MHz	ON	6.30	12.01	16.34	6.99	15.97	32.15	
					OFF	4.27	8.16	13.98	4.57	11.09	25.46	
			HSE bypass、PLL(x2)	48 MHz	ON	4.82	9.17	14.87	5.22	12.36	27.28	
					OFF	3.50	6.56	12.45	3.68	9.05	22.71	
			HSE bypass	32 MHz	ON	4.84	6.63	11.33	4.71	9.17	22.20	
					OFF	3.62	5.05	10.07	3.88	7.19	19.52	
				8 MHz	ON	1.39	2.63	7.04	1.44	4.17	12.68	
					OFF	1.18	2.23	6.46	1.23	3.68	11.31	
				1 MHz	ON	0.64	1.17	4.41	0.67	2.33	7.40	
					OFF	0.61	1.12	4.25	0.64	2.28	7.19	
			LSI	32.768 kHz (SLEEP_EN = 0)	ON	0.19	0.33	2.08	0.20	1.30	3.77	
					OFF	0.19	0.33	2.06	0.20	1.30	3.76	
				32.768 kHz (SLEEP_EN = 1)	ON	0.12	0.23	1.59	0.13	1.18	2.96	
					OFF	0.12	0.23	1.58	0.13	1.18	2.94	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

Puya Confidential

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

表 5-9 运行模式电流

符号	条件					典型值(1)			最大值(1)			单位
	代码	运行	系统时钟	频率	外设时钟	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A = 105 °C	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A =105 °C	
I_{CC} (Run)	While(1)	SRAM	HSI、PLL(x3)	72 MHz	ON	6.22	12.01	16.57	6.70	16.00	34.01	mA
					OFF	4.18	8.01	14.67	4.35	10.90	26.89	
			HSI、PLL(x2)	48 MHz	ON	4.50	8.67	15.22	4.70	11.75	28.05	
					OFF	3.21	6.07	12.56	3.30	8.45	23.27	
			HSI	24 MHz	ON	2.23	4.22	10.10	2.30	6.13	19.34	
					OFF	1.60	3.07	8.28	1.65	4.72	15.78	
				16 MHz	ON	1.58	3.04	8.25	1.63	4.69	15.72	
					OFF	1.16	2.27	6.98	1.20	3.74	12.72	
				8 MHz	ON	0.93	1.83	6.24	0.96	3.19	10.93	
					OFF	0.71	1.39	5.44	0.74	2.64	9.13	
				4 MHz	ON	0.61	1.17	4.92	0.63	2.37	8.20	
					OFF	0.50	0.94	4.25	0.52	2.07	7.18	
			HSE bypass、PLL(x3)	72 MHz	ON	6.36	11.92	16.38	6.87	15.80	32.52	
					OFF	4.32	8.07	14.14	4.52	10.93	25.80	
			HSE bypass、PLL(x2)	48 MHz	ON	4.64	8.69	14.60	4.86	11.71	26.87	
					OFF	3.35	6.15	11.97	3.47	8.51	22.35	
			HSE bypass	32 MHz	ON	2.95	5.45	11.11	3.07	7.63	21.15	
					OFF	2.12	3.90	9.10	2.22	5.70	17.51	
				8 MHz	ON	1.15	2.16	6.38	1.20	3.58	11.34	
					OFF	0.94	1.77	5.72	0.98	3.11	9.88	
				1 MHz	ON	0.61	1.18	4.36	0.64	2.35	7.36	
					OFF	0.58	1.13	4.21	0.61	2.29	7.14	
			LSI	32.768 kHz (SLEEP_EN = 0)	ON	0.19	0.40	2.04	0.20	1.40	3.93	
					OFF	0.19	0.40	1.86	0.20	1.40	3.91	
				32.768 kHz (SLEEP_EN = 1)	ON	0.10	0.25	1.45	0.11	1.21	2.87	
					OFF	0.10	0.24	1.44	0.11	1.21	2.86	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

Puya confidential

表 5-10 Sleep 模式电流

符号	条件			典型值(1)			最大值(1)			单位
	系统时钟	频率	外设时钟	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A = 105 °C	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A = 105 °C	
I_{CC}(Sleep)	HSI、PLL(x3)	72 MHz	ON	4.56	8.73	15.17	4.67	11.37	28.11	mA
			OFF	2.33	4.29	10.20	2.40	5.77	19.57	
	HSI、PLL(x2)	48 MHz	ON	3.45	6.50	12.99	3.53	8.54	24.01	
			OFF	1.99	3.64	9.24	2.05	4.96	17.74	
	HSI	24 MHz	ON	1.72	3.20	8.54	1.77	4.42	16.37	
			OFF	0.98	1.89	6.29	1.01	2.83	11.05	
		16 MHz	ON	1.24	2.37	7.12	1.28	3.42	13.09	
			OFF	0.74	1.46	5.44	0.77	2.29	9.11	
		8 MHz	ON	0.75	1.48	5.50	0.78	2.32	9.22	
			OFF	0.50	0.96	4.10	0.52	1.67	6.92	
		4 MHz	ON	0.52	1.00	4.23	0.54	1.72	7.10	
			OFF	0.39	0.74	3.36	0.41	1.39	5.83	
	HSE bypass、PLL(x3)	72 MHz	ON	4.64	8.67	14.65	4.81	11.23	26.80	
			OFF	2.44	4.36	9.76	2.54	5.82	18.69	
	HSE bypass、PLL(x2)	48 MHz	ON	3.56	6.52	12.48	3.67	8.52	22.98	
			OFF	2.11	3.71	8.88	2.19	5.02	17.00	
	HSE bypass	32 MHz	ON	3.57	5.37	10.97	4.02	7.42	19.62	
			OFF	2.77	3.38	8.50	3.47	4.88	14.83	
		8 MHz	ON	0.97	1.78	5.78	1.01	2.67	9.94	
			OFF	0.72	1.34	4.85	0.76	2.11	8.09	
		1 MHz	ON	0.59	1.08	4.08	0.61	1.79	7.02	
			OFF	0.56	1.02	3.90	0.58	1.71	6.77	
	LSI	32.768 kHz (SLEEP_EN = 0)	ON	0.19	0.37	1.74	0.20	0.92	3.72	
			OFF	0.18	0.37	1.73	0.20	0.92	3.70	
		32.768 kHz (SLEEP_EN = 1)	ON	0.10	0.22	1.18	0.11	0.74	2.64	
			OFF	0.10	0.22	1.17	0.11	0.74	2.63	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

Puya Confidential

表 5-11 Stop 模式电流

符号	条件				典型值(1)			最大值(1)			单位
	V_{CC}	LDO 模式	LSI	外设时钟	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A = 105 °C	T_A = 25 °C	T_A = 85 °C	T_A = 105 °C	
I_{CC}(Stop)	1.7 ~ 5.5 V	MR	开启	RTC+IWDG+LPTIM	88.6	218.0	1269.3	95.9	736.7	2671.4	μA
				IWDG	88.5	217.7	1268.1	95.8	736.3	2668.7	
				LPTIM	88.5	217.6	1269.4	95.8	736.1	2667.2	
				RTC	88.5	217.7	1268.0	95.8	736.2	2662.3	
			关闭	外设关闭	88.4	217.2	1267.6	95.8	736.0	2662.1	
		LPR	开启	RTC+IWDG+LPTIM	4.2	39.4	290.7	4.9	68.3	722.1	
				IWDG	4.1	39.2	290.2	4.8	67.4	719.2	
				LPTIM	4.1	39.2	290.2	4.8	68.0	716.8	
				RTC	4.1	39.1	290.2	4.8	67.4	715.7	
			关闭	外设关闭	4.0	39.1	290.0	4.7	67.2	715.6	

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

Puya Confidential

5.3.5. 低功耗模式唤醒时间

表 5-12 低功耗模式唤醒时间

符号	参数(1)	LDO 模式	条件	典型值(2)	最大值	单位
$t_{WMSLEEP}$	从 Sleep 模式的唤醒时间	-	-	10.0	-	CPU cycles
t_{WUSTOP}	Stop 的唤醒时间	MR	Flash 中执行程序，HSI(24 MHz)系统时钟，FLS_SLPTIME[1:0] = 00	6.5	-	μs
			Flash 中执行程序，HSI(8 MHz)系统时钟，FLS_SLPTIME[1:0] = 00	9.4	-	
		LPR	Flash 中执行程序，HSI(24 MHz)系统时钟，FLS_SLPTIME[1:0] = 00	10.2	-	
			Flash 中执行程序，HSI(8 MHz)系统时钟，FLS_SLPTIME[1:0] = 00	13.1	-	

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

5.3.6. 外部时钟源特性

5.3.6.1. 外部高速时钟

在 HSE 的 bypass 模式(RCC_CR 的 HSEBYP 置位)，芯片内的高速起振电路停止工作，相应的 IO 作为标准的 GPIO 使用。

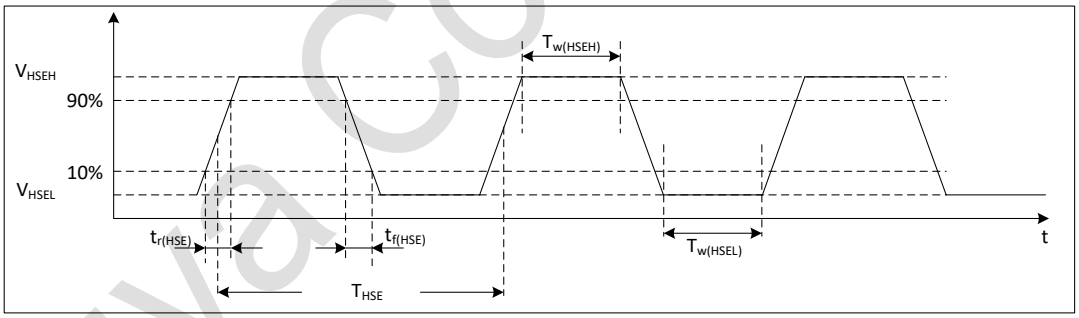


图 5-2 外部高速时钟时序图

表 5-13 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	1	8	32	MHz
V_{HSEH}	输入引脚高电平电压	0.7*V_{CC}	-	V_{CC}	V
V_{HSEL}	输入引脚低电平电压	Vss	-	0.3*V_{CC}	
$t_{W(HSEH)}$ $t_{W(HSEL)}$	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。

Puya Confidential

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

5.3.6.2. 外部低速时钟

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

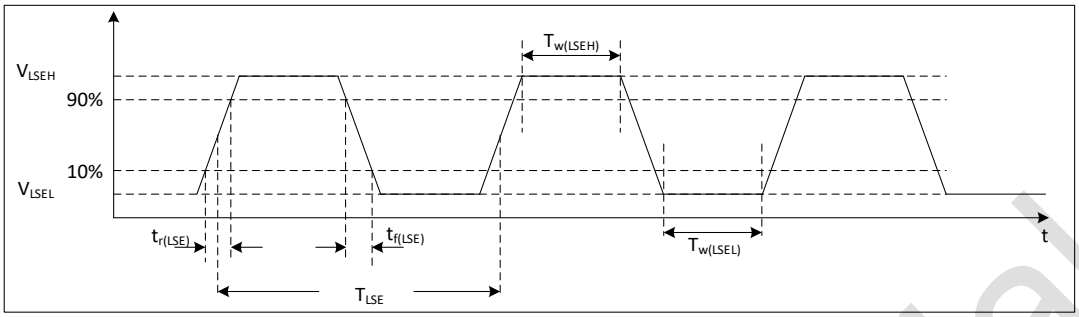


图 5-3 外部低速时钟时序图

表 5-14 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*V_{CC}	-	-	V
V_{LSEL}	输入引脚低电平电压	-	-	0.3*V_{CC}	V
$t_{W(LSEH)}$ $t_{W(LSEL)}$	输入高或低的时间	450	-	-	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. 外部高速晶体

可以通过外接 4 ~ 32 MHz 的晶体/陶瓷谐振器。在应用中，晶体和负载电容应该尽可能靠近管脚，这样可以使输出变形和启动稳定时间最小化。

表 5-15 外部高速晶体特性

符号	参数	条件(1)(5)	最小值(2)	典型值	最大值(2)	单位
f_{OSC_IN}	振荡频率	-	4	-	32	MHz
I_{CC}(4)	HSE 功耗	启动期间	-	-	5.5	mA
I_{CC}(4)	HSE 功耗	R_m = 150 Ω, C_L= 10 pF@8 MHz HSE_DRV [1:0] = 01	-	0.67	-	
		R_m = 60 Ω, C_L= 20 pF@16 MHz HSE_DRV [1:0] = 10	-	1.31	-	
		R_m = 60 Ω, C_L= 9 pF@24 MHz HSE_DRV [1:0] = 10	-	1.35	-	
		Rm = 60 Ω, C_L= 9 pF@24 MHz HSE_DRV [1:0] = 11	-	1.80	-	
		R_m = 40 Ω, C_L = 10 pF@32 MHz HSE_DRV [1:0] = 11	-	1.86	-	
$t_{SU(HSE)}$(3) (4)	启动时间	R_m = 150 Ω, C_L= 10 pF@8 MHz HSE_DRV [1:0] = 01	-	1.23	-	ms
		R_m = 60 Ω, C_L= 20 pF@16 MHz HSE_DRV [1:0] = 10	-	1.67	-	
		R_m = 60 Ω, C_L= 9 pF@24 MHz HSE_DRV [1:0] = 10	-	0.44	-	
		R_m = 60 Ω, C_L= 9 pF@24 MHz HSE_DRV [1:0] = 11	-	0.35	-	
		R_m = 40 Ω, C_L = 10 pF@32 MHz HSE_DRV [1:0] = 11		0.33	-	

Puya Confidential

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

1. 晶体/陶瓷谐振器特性基于制造商给出的数据手册。
2. 由设计保证，不在生产中测试。
3. $t_{SU(HSE)}$是从启用（通过软件）到时钟振荡达到稳定的启动时间，针对标准晶体/谐振器测量的，不同晶体/谐振器可能会有很大差异。
4. 数据基于考核结果，不在生产中测试。
5. HSE_DRV [1:0] = 00 为保留档位，使用时需要修改档位。

5.3.6.4. 外部低速晶体

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

表 5-16 外部低速晶体特性

符号	参数	条件(1)(5)	最小值(2)	典型值	最大值(2)	单位
I_{CC}(4)	LSE 功耗	R_m = 80 kΩ, C_L= 6 pF LSE_DRIVER [1:0] = 01	-	770	-	nA
		R_m = 70 kΩ, C_L= 12 pF LSE_DRIVER [1:0] = 10	-	1010	-	
		R_m = 70 kΩ, C_L= 12 pF LSE_DRIVER [1:0] = 11	-	1370	-	
$t_{SU(LSE)}$(3) (4)	启动时间	R_m = 80 kΩ, C_L= 6 pF LSE_DRIVER [1:0] = 01	-	218.3	-	ms
		R_m = 70 kΩ, C_L= 12 pF LSE_DRIVER [1:0] = 10	-	234.2	-	
		R_m = 70 kΩ, C_L= 12 pF LSE_DRIVER [1:0] = 11	-	184.7	-	

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. LSE_ DRIVER [1:0] = 00 为保留档位，客户使用时需要修改档位。

5.3.7. 内部高频时钟源 HSI 特性

表 5-17 内部高频时钟源特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSI}	HSI 频率	T_A = 25 ° C，V_{CC} = 3.3 V	23.76	24	24.24	MHz
			21.90	22.12	22.34	
			15.84	16	16.16	
			7.92	8	8.08	
			3.96	4	4.04	
$\Delta_{Temp(HSI)}$	HSI 频率温度漂移	T_A = 25 ℃	-1(2)	-	1(2)	%
		T_A = 0 ~ 85 ℃	-2(2)	-	2(2)	
		T_A = -40 ~ 105 ℃	-3(2)	-	3.5(2)	
f_{TRIM}(1)	HSI 微调精度	-	0.02	0.1	0.2	%
D_{HSI}(1)	占空比	-	45(1)	-	55(1)	%

Puya Confidential

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

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{Stab(HSI)}$	HSI 稳定时间	4 MHz	-	2.1	-	μs
		8 MHz	-	1.9	-	
		16 MHz	-	1.5	-	
		22.12 MHz	-	1.5	-	
		24 MHz	-	1.5	-	
$I_{CC(HSI)}$ (2)	HSI 功耗	4 MHz	-	120	-	μA
		8 MHz	-	150	-	
		16 MHz	-	250	-	
		22.12 MHz	-	330	-	
		24 MHz	-	350	-	

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

5.3.8. 内部低频时钟源 LSI 特性

表 5-18 内部低频时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LSI}	LSI 频率	T_A = 25 °C，V_{CC} = 3.3 V	-3	-	3	%
$\Delta_{Temp(LSI)}$	LSI 频率温度漂移	T_A = 0 ~ 85 °C	-10(2)	-	10(2)	%
		T_A = -40 ~ 105 °C	-18(2)	-	18(2)	
f_{TRIM}(1)	LSI 微调精度	-	-	0.2	-	%
$t_{Stab(LSI)}$ (1)	LSI 稳定时间	-	-	150	-	μs
$I_{CC(LSI)}$ (1)	LSI 功耗	-	-	300	-	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. 锁相环 PLL 特性

表 5-19 锁相环特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{PLL_IN}	输入频率	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V,PLL 2 倍频	16(1)	-	24(1)	MHz
		T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V,PLL 3 倍频	22(1)	-	24(1)	
f_{PLL_OUT}	输出频率	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V	32(1)	-	72	MHz
Jitter	周期抖动	-	-	-	0.3(1)	ns
t_{LOCK}	锁定时间	f_{PLL_IN} = 24 MHz	-	15	40(1)	μs

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.10. 存储器特性

表 5-20 存储器特性(2)

符号	参数	条件	典型值	最大值(1)	单位
t_{prog}	页编程时间	-	1.5	2.0	ms
t_{ERASE}	页/扇区/块擦除时间	-	3.5	4.5	ms

Puya Confidential

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

符号	参数	条件	典型值	最大值(1)	单位
I_{CC}	页编程功耗	-	2.1	2.9	mA
	页/扇区/片擦除功耗	-	2.1	2.9	

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 当程序在 SRAM 中运行，执行擦写 Flash 程序时，CPU 停止工作。

表 5-21 存储器擦写次数和数据保持

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

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

5.3.11. EFT 特性

表 5-22 EFT 特性

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

5.3.12. ESD & LU 特性

表 5-23 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	2	kV
$V_{ESD(CDM)}$	静态放电电压(充电设备模型)	ESDA/JEDEC JS-002-2018	1	kV
LU	静态 Latch-up	JESD78E	200	mA

5.3.13. 端口特性

表 5-24 IO 端口特性

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 ~ 5.5 V	0.7*V_{CC}	-	-	V
V_{IL}	输入低电平电压	V_{CC} = 1.7 ~ 5.5 V	-	-	0.3*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	kΩ
R_{PD}	下拉电阻	-	30	50	70	kΩ
C_{IO}(1)	引脚电容	-	-	5	-	pF
$t_{ns(EXTI)}$(1)	输入滤波宽度	ENI=1, ENS=1	3	-	15	ns
$t_{ns(I2C)}$(1)	I^2C 输入滤波宽度	ENI=1, EIIC=1	50	-	300	ns

1. 由设计保证，不在生产中测试。

表 5-25 输出电压特性(3)

符号	参数(2)	驱动能力	条件	最小值	最大值	单位
V_{OL}(1)	任意 I/O 输出低电平	GPIOx_OSPEEDR = 11	I_{OL} = 20 mA, V_{CC} ≥ 5.0 V	-	0.6	V
			I_{OL} = 8 mA, V_{CC} ≥ 2.7 V	-	0.4	
			I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = 1.8 V	-	0.5	

Puya Confidential

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

符号	参数(2)	驱动能力	条件	最小值	最大值	单位
V_{OH}(1)	任意 I/O 的输出高电平	GPIOx_OSPEEDR = 11	I_{OH} = 20 mA, V_{CC} ≥ 5.0 V	V_{CC}-0.6	-	V
			I_{OH} = 8 mA, V_{CC} ≥ 2.7 V	V_{CC}-0.4	-	
			I_{OH} = 4 mA, V_{CC} = 1.8 V	V_{CC}-0.5	-	

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。
3. 对于所有输出的组合，最大总电流（包括 V_{OL} 或 V_{OH} 产生的电流总和）不应超过表 5-2 电流特性中的最大额定值参数 $\Sigma I_{IO(PIN)}$ 。

5.3.14. ADC 特性

表 5-26 ADC 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	供电电压	-	2.0	-	5.5	V
I_{CC} (1)	Vcc 引脚电流	f_s = 1 Msps	-	350	-	μA
f_{ADC}	转换时钟频率	V_{CC} = 2.0 ~ 5.5 V	0.8	-	8(2)	MHz
		V_{CC} = 2.3 ~ 5.5 V	0.8	-	16(2)	
f_S	采样速率	V_{CC} = 2.0 ~ 5.5 V	-	-	0.5	Msps
		V_{CC} = 2.3 ~ 5.5 V	-	-	1	
C_{ADC}(1)	内部采样和保持电容	-	-	5	8	pF
R_{AIN}(1)(3)	外部输入阻抗	-	-	-	31	kΩ
R_{ADC}(1)	采样开关电阻	-	-	-	2.5	kΩ
t_{CAL}(1)	校准时间	f_{ADC} = 16 MHz	4.375	-	7.4375	μs
			70	-	119	1/f_{ADC}
t_{samp}(1)	采样时间	f_{ADC} = 16 MHz	0.219	-	14.970	μs
			3.5	-	239.5	1/f_{ADC}
t_{samp_setup}(1)	内部通道采样建立时间	-	20	-	-	μs
t_{conv}(1)	总转换时间	-	12	-	248	1/f_{ADC}
t_{eoc}(1)	转换结束时间	-	0.5			1/f_{ADC}

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 数据基于考核结果，不在生产中测试。
3. 公式 1: R_{AIN} 最大值公式：

$$R_{AIN} < \frac{T_S}{f_{ADC} \times C_{ADC} \times \ln(2^{N+2})} - R_{ADC}$$

上述公式用于决定最大外部阻抗，使得误差可以小于 1/4 LSB。其中 N = 12，表示 12 位分辨率。

Puya Confidential

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

表 5-27 R_{AIN} max for f_{ADC}=16 MHz(1)

Ts (cycles)	t_S (μs)	R_{AIN} Max (kΩ)
3.5	0.21	0.3
5.5	0.34	1.9
7.5	0.46	3.5
13.5	0.84	8.3
28.5	1.78	20.4
41.5	2.59	30.9
134.5	8.41	-
239.5	14.96	-

1. 由设计保证,不在生产中测试。

表 5-28 ADC 静态特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ET	总未调整误差	2.0 V≤ V_{REFP} = V_{CC} ≤5.5 V, f_{ADC} ≤ 8 MHz	-	4	5	LSB
EO	失调误差		-	2	3	
EG	增益误差		-	4	8	
DNL	差分非线性误差		-	4	5	
INL	积分非线性误差		-	3	5	
ET	总未调整误差	2.3 V≤ V_{REFP} = V_{CC} ≤5.5 V, f_{ADC} ≤ 16 MHz	-	3	5	
EO	失调误差		-	2	3	
EG	增益误差		-	4	8	
DNL	差分非线性误差		-	2	3	
INL	积分非线性误差		-	2.5	4	

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

表 5-29 ADC 动态特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ENOB	有效位数	2.0 V ≤ V_{REFP} = V_{CC} ≤5.5 V, f_{ADC} ≤ 8 MHz	9.0	9.5	-	LSB
SINAD	信噪失真比		56.0	59.0	-	
SNR	信噪比		56.5	59.3	-	
SFDR	无杂散动态范围		67.0	74.8	-	
THD	总谐波失真		-	-71.0	-64.0	
ENOB	有效位数	2.3 V ≤ V_{REFP} = V_{CC} ≤5.5 V, f_{ADC} ≤ 16 MHz	9.2	9.7	-	
SINAD	信噪失真比		57.3	60.1	-	
SNR	信噪比		57.7	61.0	-	
SFDR	无杂散动态范围		69.2	75.0	-	
THD	总谐波失真		-	-72.0	-65.3	

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。

Pure Confidential

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

5.3.15. 比较器特性

表 5-30 比较器特性(1)

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	供电电压	-		1.7	-	5.5	V
V_{IN}	输入电压范围	-		0	-	V_{CC}	V
t_{START}	启动时间	高速模式		-	-	5	μs
		中速模式		-	-	15	
t_D	比较延时	高速模式	200 mV 阶跃 100 mV 过驱动电压	-	40	70	ns
			>200 mV 阶跃 100 mV 过驱动电压	-	-	85	
		中速模式	200 mV 阶跃 100 mV 过驱动电压	-	0.9	2.3	μs
			>200 mV 阶跃 100 mV 过驱动电压	-	-	3.4	
V_{offset}	失调电压	-		-	±5	-	mV
I_{CC}	工作电流	高速模式	静态功耗	-	250	400	μA
			动态功耗，输入信号为过驱动电压 100 mV，50 kHz 的方波	-	250	-	
		中速模式	静态功耗	-	5	7.5	
			动态功耗，输入信号为过驱动电压 100 mV，50 kHz 的方波	-	6	-	
I_{sleep}	关机电流	-	-	-	1	-	nA

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.16. 运算放大器特性

表 5-31 运算放大器特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	供电电压	-	2.2	-	5.5	V
V_i	输入电压	-	0	-	V_{CC}	V
V_o	输出电压	-	0.2	-	V_{CC}-0.2	V
I_o	输出电流	-	-	-	1	mA
R_L	负载电阻	-	5	-	-	kΩ
C_L	负载电容	-	-	-	25	pF
t_{start}	初始化时间	-	-	-	20	μs
V_{IO}	输入失调电压	$R_L \geq 5$ kΩ, $C_L \leq 25$ pF	-	±8	-	mV
UGBW	单位增益宽	$V_{CC} = 3.3$ V, $V_i = V_o = V_{CC}/2$, $R_L \geq 5$ kΩ, $C_L \leq 25$ pF	-	5(1)	-	MHz
SR	压摆率	$R_L \geq 5$ kΩ, $C_L \leq 25$ pF	-	8	-	V/μs

1. 由设计保证，不在生产中测试。

Puya Confidential

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

5.3.17. 温度传感器特性

表 5-32 温度传感器特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
T_L(1)	V_{TS} 相对于温度的线性度	-	±2	±5	℃
Avg_Slope(1)	平均斜率	2.3	2.5	2.7	mV/℃
V_{30}	30 ℃ (±5 ℃)时的电压	0.73	0.76	0.79	V
t_{START}(1)	进入连续运行模式的启动时间	-	70	120	μs
t_{samp_setup} (1)	当读取温度时的 ADC 采样时间	20	-	-	μs

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.18. 内置参考电压特性

表 5-33 内置参考电压（V_{REFINT}）特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REFINT}	内置参考电压	1.15	1.2	1.25	V
$t_{start_VREFINT}$(1)	V_{REFINT} 的启动时间	-	10	15	μs
$T_{coeff_VREFINT}$(1)	V_{REFINT} 温度系数	-	200	-	ppm/℃
I_{VCC}(1)	V_{REFINT} 产生的电流损耗	-	12	20	μA

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.19. ADC 内置参考电压

表 5-34 ADC 内置参考电压（V_{REFBUF}）特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REF25}	2.5 V 内置参考电压	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V	2.47	2.5	2.53	V
V_{REF20}	2.048 V 内置参考电压	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V	2.02	2.048	2.076	V
V_{REF15}	1.5 V 内置参考电压	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V	1.48	1.5	1.52	V
V_{REF10}	1.024 V 内置参考电压	T_A = 25 °C,V_{CC} = 3.3 V	1.01	1.024	1.038	V
T_{coeff}(1)	V_{REFBUF} 温度系数	T_A = -40 ~ 105 °C	-	200	-	ppm/°C

1. 由设计保证，不在生产中测试。

5.3.20. 定时器特性

表 5-35 定时器特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
$t_{res(TIM)}$	定时器分辨时间	-	1	-	$t_{TIMxCLK}$
		$f_{TIMxCLK}$ = 72 MHz	13.888	-	ns
f_{EXT}	CH1~CH4 的定时器外部时钟频率	-	0	$f_{TIMxCLK}$/2	MHz
		$f_{TIMxCLK}$ = 72 MHz	0	36	
Res_{TIM}	定时器分辨率	TIM1/14/16/17	-	16	bit
		TIM2	-	32	
$t_{COUNTER}$	16 位计数器时钟周期	-	-	2^{16}	$t_{TIMxCLK}$
		$f_{TIMxCLK}$ = 72 MHz	-	910	μs
	32 位计数器时钟周期	-	-	2^{32}	$t_{TIMxCLK}$

Puya Confidential

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

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
		$f_{TIMxCLK}$ = 72 MHz	-	59.65	s

表 5-36 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	8001.946	
/8	3	0.2441	15997.338	
/16	4	0.4883	32001.229	
/32	5	0.9766	64002.458	
/64	6	1.9531	127998.362	
/128	7	3.9063	256003.277	

表 5-37 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	

表 5-38 WWDG 特性（时钟选择 72 MHz PCLK）

预分频	WDGTB[1:0]	最小溢出值	最大溢出值	单位
1*4096	0	0.057	3.641	ms
2*4096	1	0.114	7.282	
4*4096	2	0.228	14.564	
8*4096	3	0.455	29.127	

5.3.21. 通讯口特性

5.3.21.1. I²C 总线接口特性

I²C 接口满足 I²C 总线规格和用户手册的要求：

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

I²C SDA 和 SCL 管脚具有模拟滤波功能，参见下表。

表 5-39 I²C 滤波器特性(1)

符号	参数	最小值	最大值	单位
t_{AF}	模拟滤波器抑制的最大尖峰脉宽	50	260	ns

1. 由设计保证，不在生产中测试。

Puya Confidential

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

5.3.21.2. 串行外设接口 SPI 特性

表 5-40 SPI 特性

符号	参数	条件		最小值	最大值	单位
f_{SCK} $1/t_{c(SCK)}$	SPI 时钟频率	全双工模式	只发或只收	-	36	MHz
			同时收发	-	24	
$t_{r(SCK)}$ $t_{f(SCK)}$	SPI 时钟上升和下降时间	负载电容: C = 15 pF		-	6	ns
$t_{su(NSS)}$	NSS 建立时间	从机模式		$2*T_{pclk}$	-	ns
$t_{h(NSS)}$	NSS 保持时间	从机模式		$2*T_{pclk}$	-	ns
$t_{w(SCKH)}$ $t_{w(SCKL)}$	SCK 的高低电频时间	主机模式, presc = 2		T_{pclk}-2	T_{pclk}+1	ns
$t_{su(MI)}$ $t_{su(SI)}$	数据输入建立时间	主机模式		1	-	ns
		从机模式		3	-	
$t_{h(MI)}$	数据输入保持时间	主机模式		5	-	ns
$t_{h(SI)}$		从机模式		2	-	
$t_{a(SO)}$	数据输出访问时间	从机模式		0	$3*T_{pclk}$	ns
$t_{dis(SO)}$	数据输出结束时间	从机模式		$2*T_{pclk}$	-	ns
$t_{v(SO)}$	数据输出有效时间	从机模式(使能有效沿之后)		0	20	ns
$t_{v(MO)}$	数据输出有效时间	主机模式(使能有效沿之后)		-	5	ns
$t_{h(SO)}$	数据输出保持时间	从机模式(使能有效沿之后)		2	-	ns
$t_{h(MO)}$		主机模式(使能有效沿之后)		1	-	
DuCy(SCK)	SPI 从机输入时钟占空比	从机模式		45	55	%

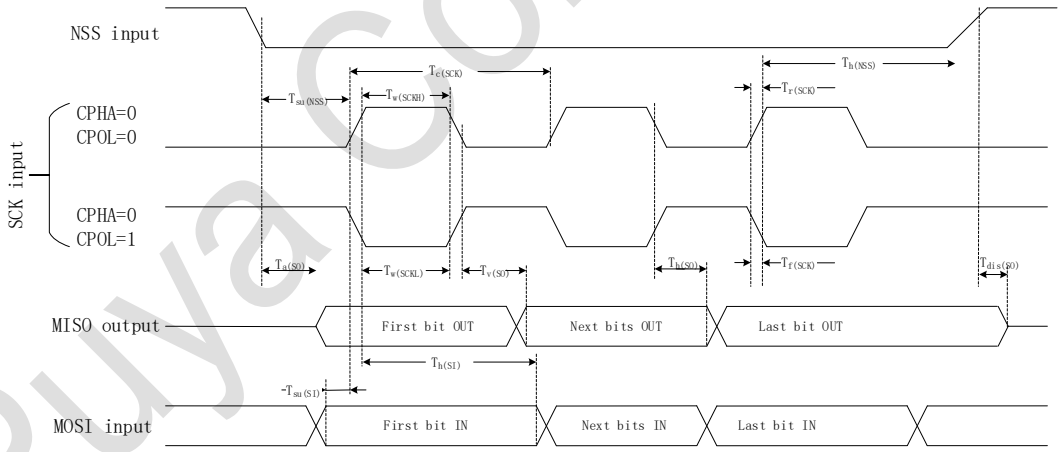


图 5-4 SPI 时序图–从机模式 和 CPHA=0

Puya Confidential

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

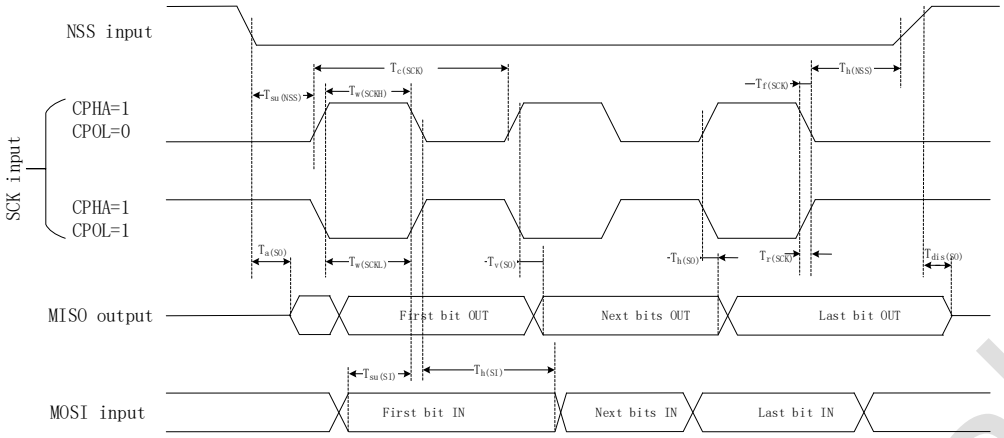


图 5-5 SPI 时序图–从机模式 和 CPHA=1

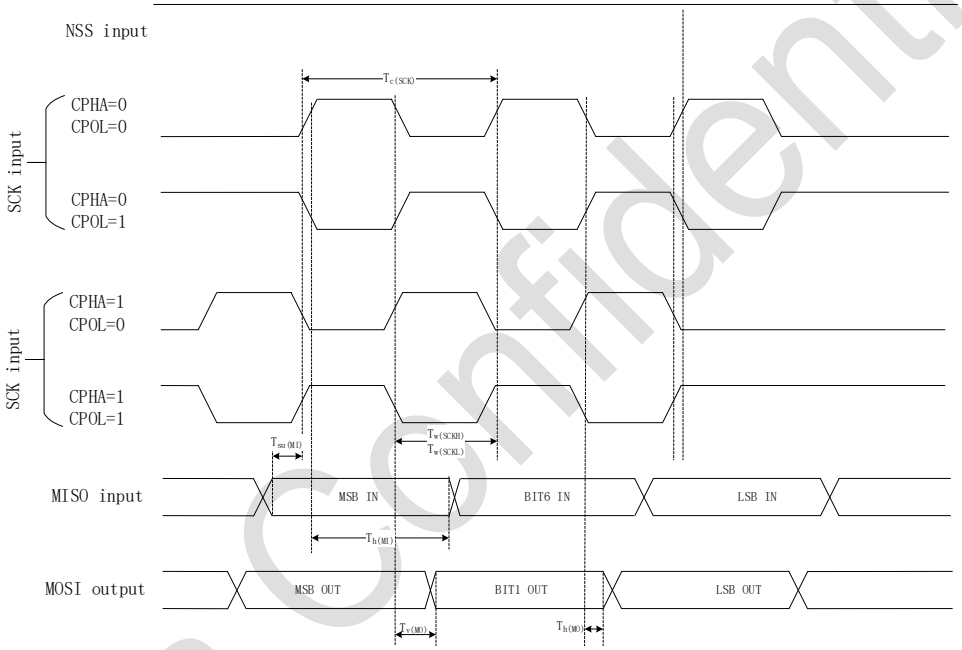


图 5-6 SPI 时序图–主机模式

5.3.21.3. I²S 接口特性

表 5-41 I²S 接口特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_S	I²S 音频采样频率	-	8	192	kHz
f_{MCLK}	I²S 主时钟输出	-	256 x f_s	256 x f_s	kHz
f_{CK} $1/t_{c(CK)}$	I²S 时钟频率	主模式数据	-	64 x f_s	kHz
		从模式数据	-	64 x f_s	
D_{CK}	I²S 时钟占空比	从模式接收	30	70	%
$t_{r(CK)}$ $t_{f(CK)}$	I²S 时钟上升/下降时间	电容负载 C_L = 50 pF	-	8	ns
$t_{v(WS)}$	WS 有效时间	主模式	-	2	
$t_{h(WS)}$	WS 保持时间	主模式	3	-	
		从模式	2	-	
$t_{su(WS)}$	WS 建立时间	从模式	4	-	

Piya Confidential

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

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
$t_{su(SD_MR)}$	数据输入建立时间	主接收器	3	-	
$t_{su(SD_SR)}$		从接收器	4	-	
$t_{h(SD_MR)}$	数据输入保持时间	主接收器	5	-	
$t_{h(SD_SR)}$		从接收器	2	-	
$t_{v(SD_ST)}$	数据输出有效时间	从接收器 (使能边沿之后)	-	20	
$t_{v(SD_MT)}$		主接收器 (使能边沿之后)	-	5	
$t_{h(SD_ST)}$	数据输出保持时间	从接收器 (使能边沿之后)	2	-	
$t_{h(SD_MT)}$		主接收器 (使能边沿之后)	1	-	

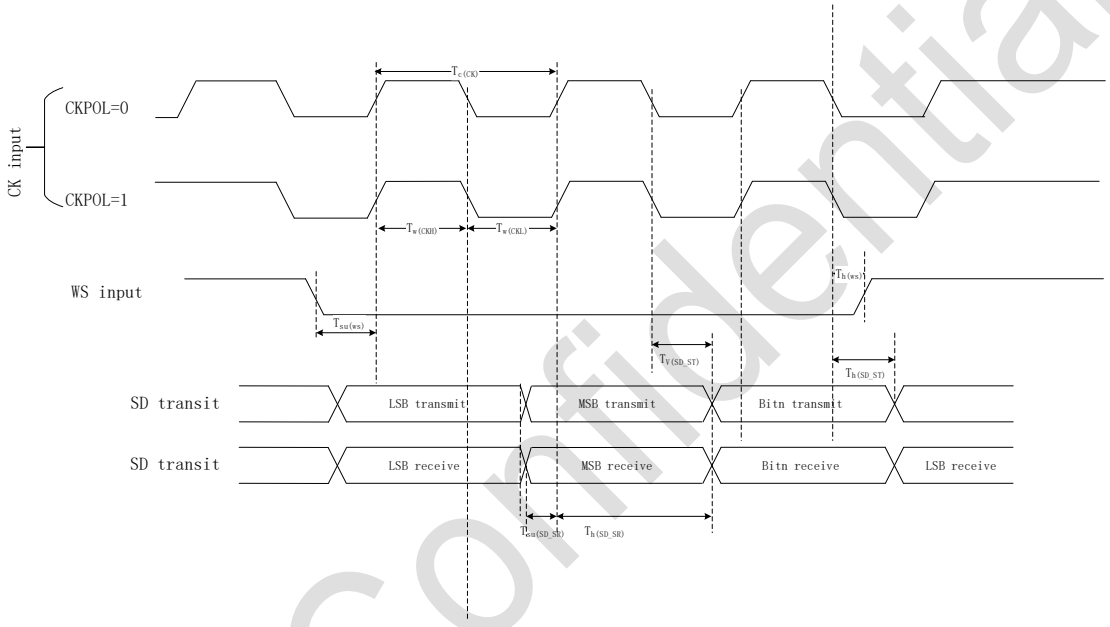


图 5-7 I²S 从模式时序图（Philips 协议）

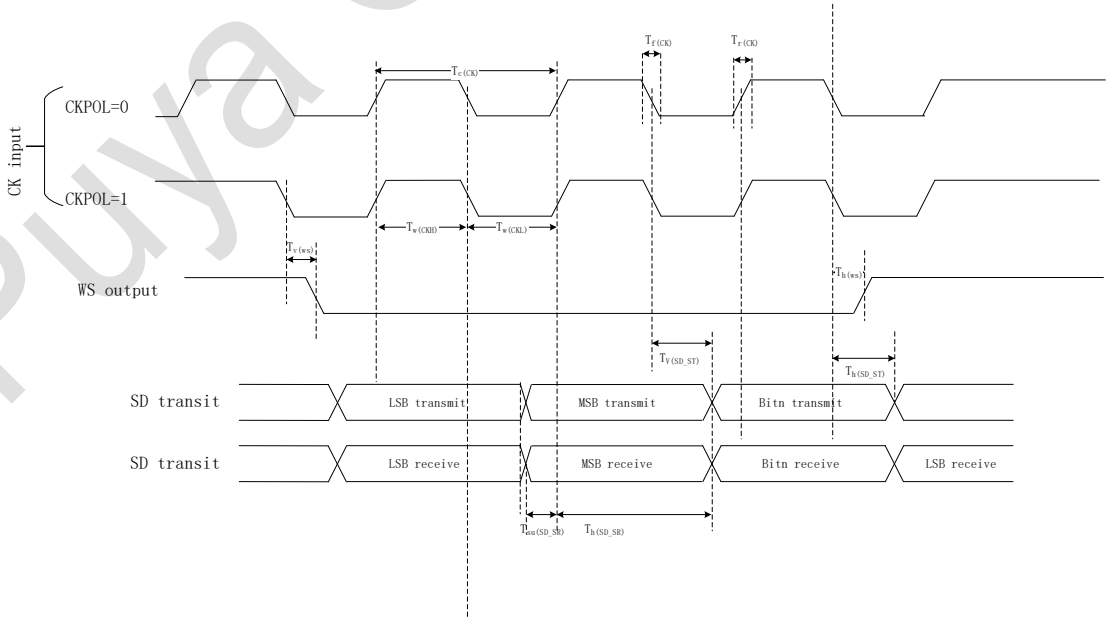


图 5-8 I²S 主模式时序图（Philips 协议）

Puya Confidential

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

5.4. 多功能栅极驱动器电气特性

栅极驱动器是一个可以驱动 N+N MOS 的三相无刷栅极驱动器，可以工作在 5.5 ~ 18 V 的电源电压下。该栅极驱动器内置一路 50 mA 的 LDO，可以给 MCU 或者其它设备提供电源；

该栅极驱动器内置直通防止和 100 nS 死区时间，防止被驱动的高低侧 MOSFET 直通，有效保护功率器件。

栅极驱动器还内置输入电压 VIN/VB 欠压保护（UVLO）功能，能够有效防止功率管在过低的电压下工作。

5.4.1. 驱动逻辑控制

栅极驱动器具有输入输出的高低端通道匹配功能，HINx 输入通道高电平有效，控制高端 HOx 输出；LINx 输入通道高电平有效，控制低端 LOx 输出。

表 5-42 逻辑控制真值表

HINx	LINx	HOx	LOx
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0

5.4.2. 开关时间

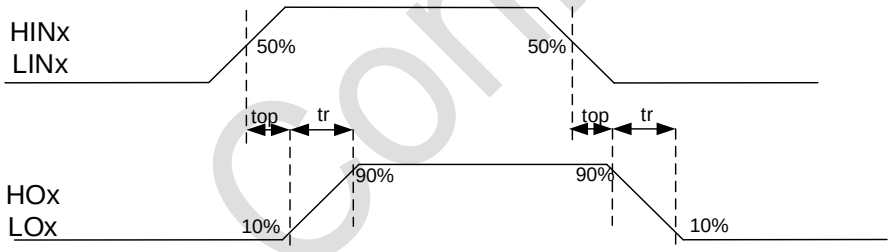
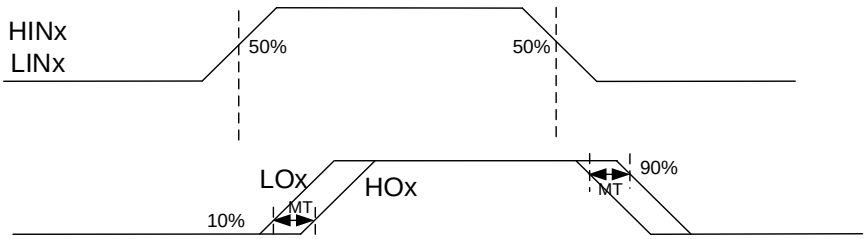


图 5-9 开关时间

5.4.3. 直通保护

栅极驱动器内部设计专门用于防止功率管直通的保护电路，能有效地防止高侧和低侧输入信号受到干扰时造成的功率管直通损坏



Puya Confidential

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

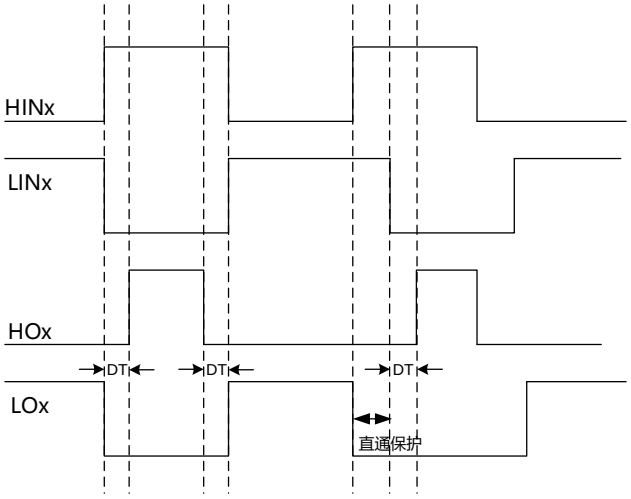


图 5-10 直通保护

5.4.4. 死区功能

栅极驱动器内部设置了固定的死区时间保护电路。在死区时间内，高侧和低侧输出均被设置为低电平。所设置的死区时间必须确保一个功率管关断后，再开启另外一个功率管，有效防止产生上下功率管直通现象。如果逻辑输入有设置外部死区时间且该时间大于芯片内部设置的死区时间（100 ns），则以外部逻辑输入的死区时间作为芯片的死区时间；如果逻辑输入有设置外部死区时间且该时间小于芯片内部设置的死区时间（100 ns），则以芯片内部的死区时间（100 ns）为准。

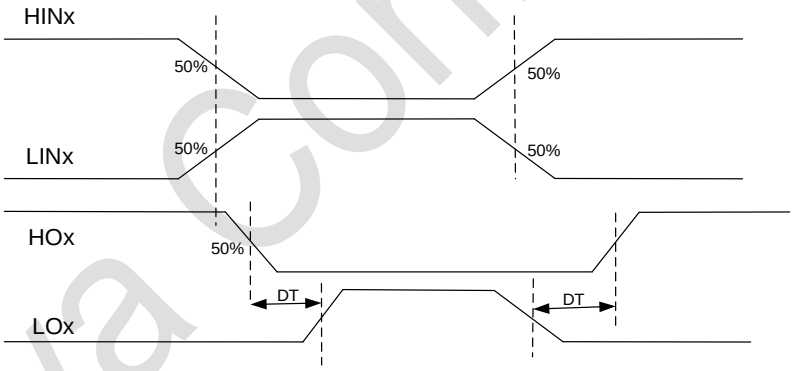


图 5-11 死区功能

5.4.5. 极限参数

表 5-43 极限参数

符号	描述	最小值	最大值	单位
V_{IN}	低侧供电电压	-0.3 ~ 24		V
V_{Bx}	高侧浮动电源	-0.3 ~ 150		V
V_{Sx}	高侧浮动参考地	-8 ~ 150		V
V_{REG}	LDO 输出电压范围	-0.3 ~ 5.5		V
$V_{HIN1,2,3}$	高侧控制端输入电压	-0.3 ~ V_{REG} +0.3		V
$V_{LIN1,2,3}$	低侧控制端输入电压	-0.3 ~ V_{REG} +0.3		V
$V_{HO1,2,3}$	高侧栅极驱动器输出电压	V_{Sx}-0.3 ~ V_{Bx}+0.3		V
$V_{LO1,2,3}$	低侧栅极驱动器输出电压	-0.3 ~ V_{IN}+0.3		V

Puya Confidential

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

5.4.6. 推荐工作环境

表 5-44 推荐工作环境

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	低侧供电电压	5.5	12	18	V
V_{Bx}	高侧浮动绝对电压	V_{Sx}+5.5	-	150	V
V_{Sx}	高侧浮动偏移电压	-0.3	-	150	V
V_{REG}	LDO 输出电压范围	-	5.0	-	V
$V_{HIN1,2,3}$	高侧控制端输入电压	0	-	V_{REG}	V
$V_{LIN1,2,3}$	低侧控制端输入电压	0	-	V_{REG}	V
T_A	工作温度	-40	-	105	℃

5.4.7. 电特性参数表

注：除非特殊说明， T_A=25 ℃, V_{IN}=12 V, V_{Sx}=V_{GND}。

表 5-45 电特性参数表

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
电源特性					
I_{VIN}	V_{IN} 工作电流， H_{INX}=L_{INX}=20 kHz	-	300	-	μA
I_{VINQ}	V_{IN} 静态电流， H_{INX}=L_{INX}=0 V	-	200	-	μA
I_{VBS}	V_{BS} 工作电流， H_{INX}=L_{INX}=20 kHz	-	300	-	μA
I_{VBSQ}	V_{BS} 静态电流， H_{INX}=L_{INX}=0 V	-	200	-	μA
V_{SN}	V_S 静态负压	-	-8	-	V
LDO					
V_{REG}	LDO 输出电压， I_{OUT}=1 mA,V_{IN}=12 V	-	5	-	V
I_{OUT}	LDO 输出电流能力，V_{IN}=12 V,V_{OUT}>95 %* V_{REG}	-	-	50	mA
负载调节率	1 mA < I_{OUT} < 50 mA	-	100	-	mV
线性调节率	8 V < V_{VIN} < 18 V	-	-	10	mV
三相栅极驱动器					
V_{IL}	逻辑输入低电压	-	-	1.2	V
V_{IH}	逻辑输入高电压	2.5	-	-	V
VCCSUV+	VIN 欠压保护触发电压	-	4.6	-	V
VCCSUV-	VIN 欠压保护恢复电压	-	4.9	-	V
VBSUV+	VB 欠压保护触发电压	-	3.9	-	V
VBSUV-	VB 欠压保护恢复电压	-	4.1	-	V
V_{UVLO_HYS}	VIN/VB 欠压锁定迟滞	-	0.3	-	V
I_{LK}	悬浮电源漏电流 V_{Bx}=V_{Sx}=150 V	-	0.1	5	μA
I_{LIN+}	LIN 高电平输入偏置电流 V_{LIN}=5 V	-	50	-	μA
I_{LIN-}	LIN 低电平输入偏置电流 V_{LIN}=0 V	-	-	1	μA
I_{HIN+}	HIN 高电平输入偏置电流 V_{HIN}=5 V	-	50	-	μA
I_{HIN-}	HIN 低电平输入偏置电流 V_{HIN}=0 V	-	-	1	μA

Puya Confidential

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

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
R_{pd}	下拉电阻	-	100	-	kΩ
I_{DRIVEP}	IO 输出电流	-	1.0	-	A
I_{DRIVEN}	IO 输出电流	-	-1.0	-	A
t_{DT}	死区时间	-	100	-	nS
t_r	输出上升沿时间，C_L=1000 pF	-	35	-	nS
t_f	输出下降沿时间，C_L=1000 pF	-	15	-	nS
t_{on}	输出上升沿传输时间	-	200	-	nS
t_{OFF}	输出下降沿传输时间	-	100	-	nS
MT	高低侧延时匹配	-	10	-	nS

Puya Confidential

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

6.应用电路

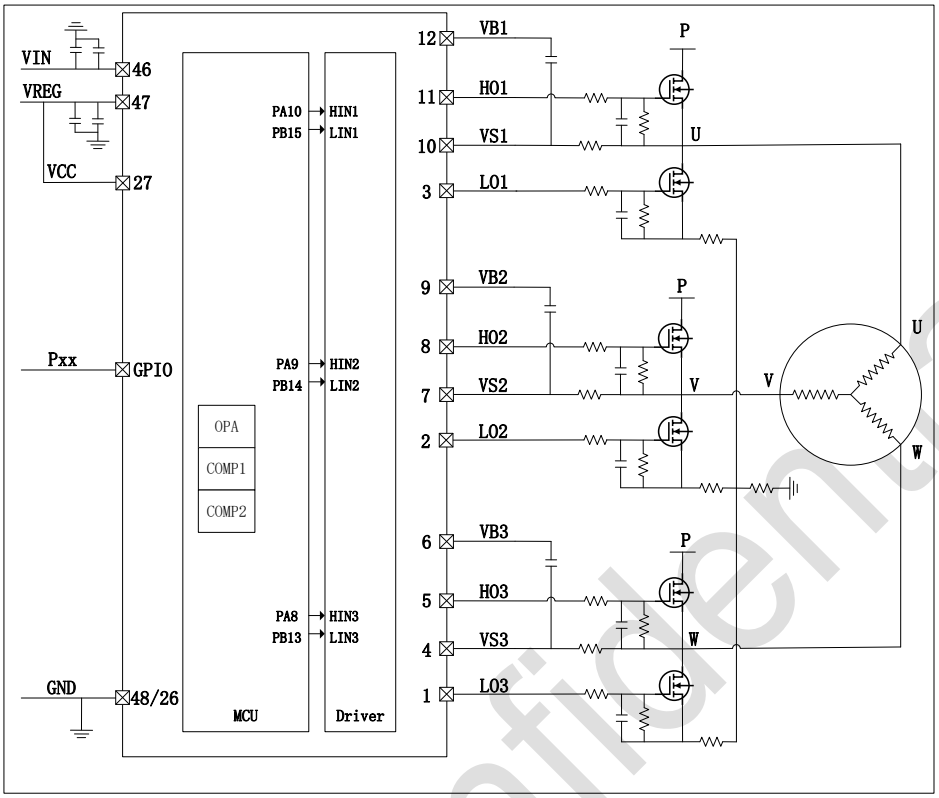


图 6-1 PY32MD430C18T7 推荐应用电路图

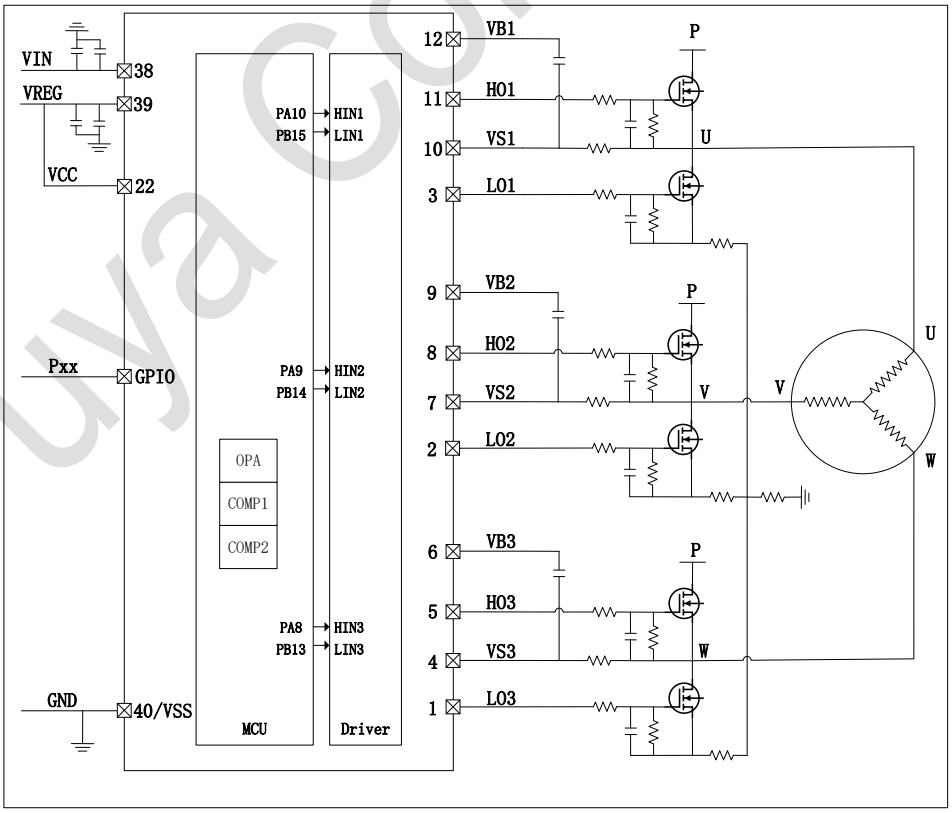


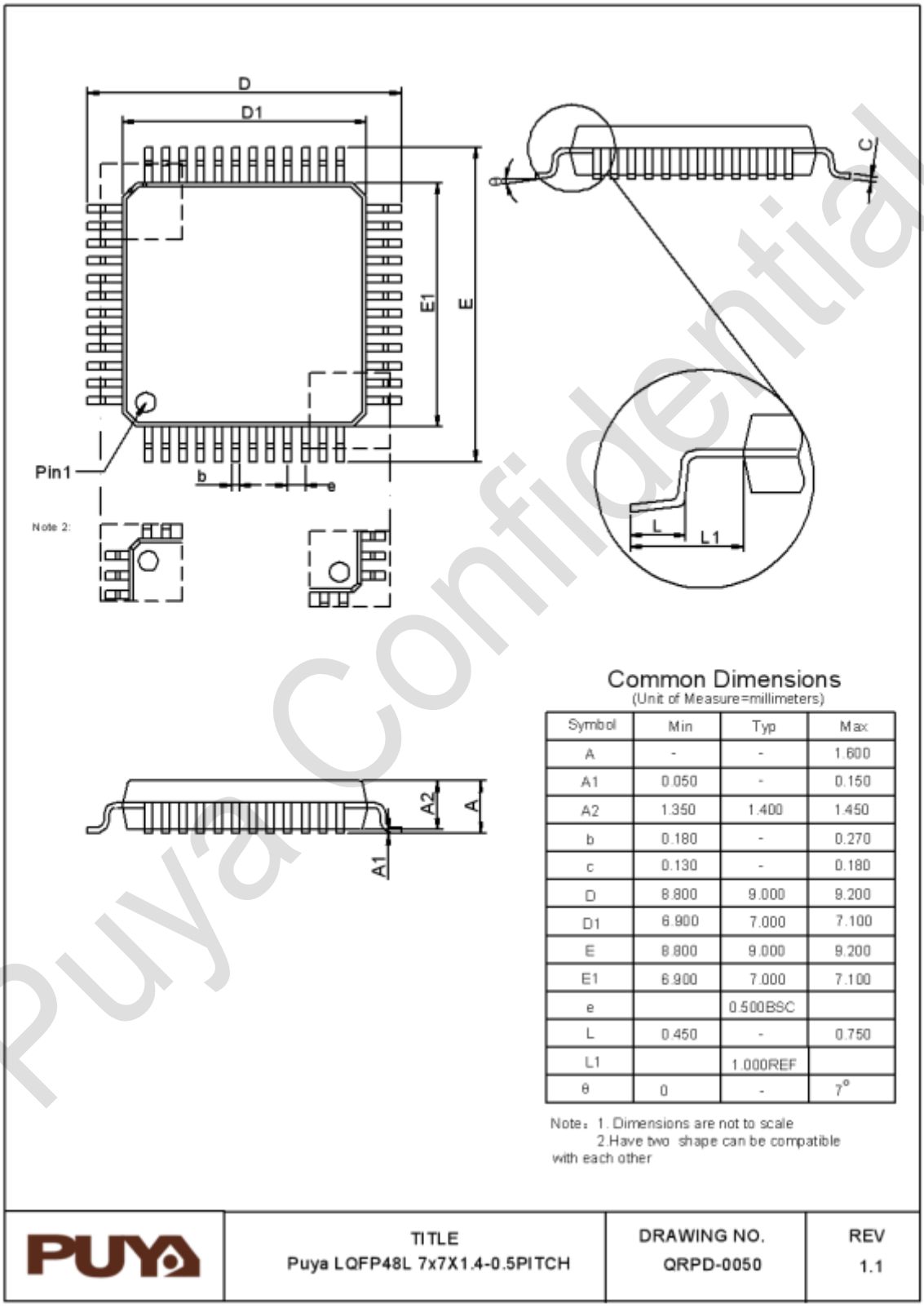
图 6-2 PY32MD430H18U7 推荐应用电路图

Puya Confidential

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

7.封装信息

7.1. LQFP48 封装尺寸



Common Dimensions
(Unit of Measure=millimeters)

Symbol	Min	Typ	Max
A	-	-	1.600
A1	0.050	-	0.150
A2	1.350	1.400	1.450
b	0.180	-	0.270
c	0.130	-	0.180
D	8.800	9.000	9.200
D1	6.900	7.000	7.100
E	8.800	9.000	9.200
E1	6.900	7.000	7.100
e		0.500BSC	
L	0.450	-	0.750
L1		1.000REF	
θ	0	-	7°

Note：1. Dimensions are not to scale
2.Have two shape can be compatible with each other

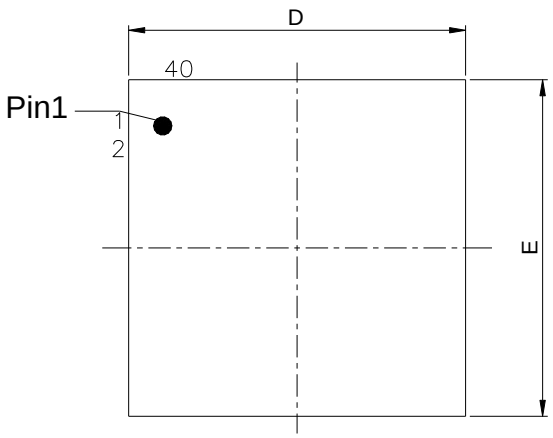
PUYA	TITLE Puya LQFP48L 7x7X1.4-0.5PITCH	DRAWING NO. QRPD-0050	REV 1.1

Puya Confidential

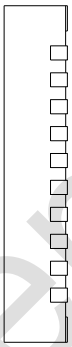
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

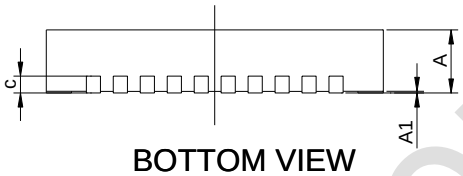
7.2. QFN40 封装尺寸

TOP VIEW

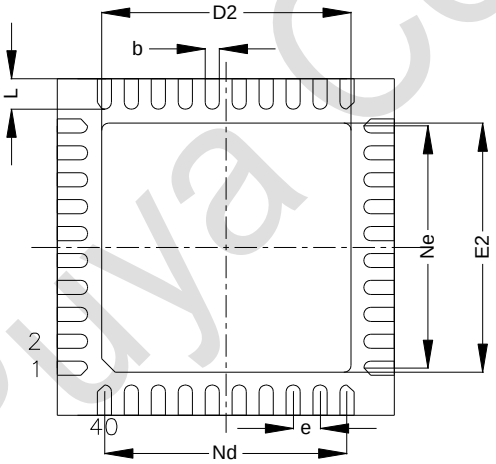


SIDE VIEW





BOTTOM VIEW



Common Dimensions

(Unit of Measure=millimeters)

Symbol	Min	Typ	Max
A	0.700	0.750	0.800
A1	-	0.020	0.050
b	0.150	0.200	0.250
c	0.200REF		
D	4.900	5.000	5.100
D2	3.600	3.700	3.800
E	4.900	5.000	5.100
E2	3.600	3.700	3.800
e	0.400BSC		
Nd	3.600BSC		
Ne	3.600BSC		
L	0.350	0.400	0.450

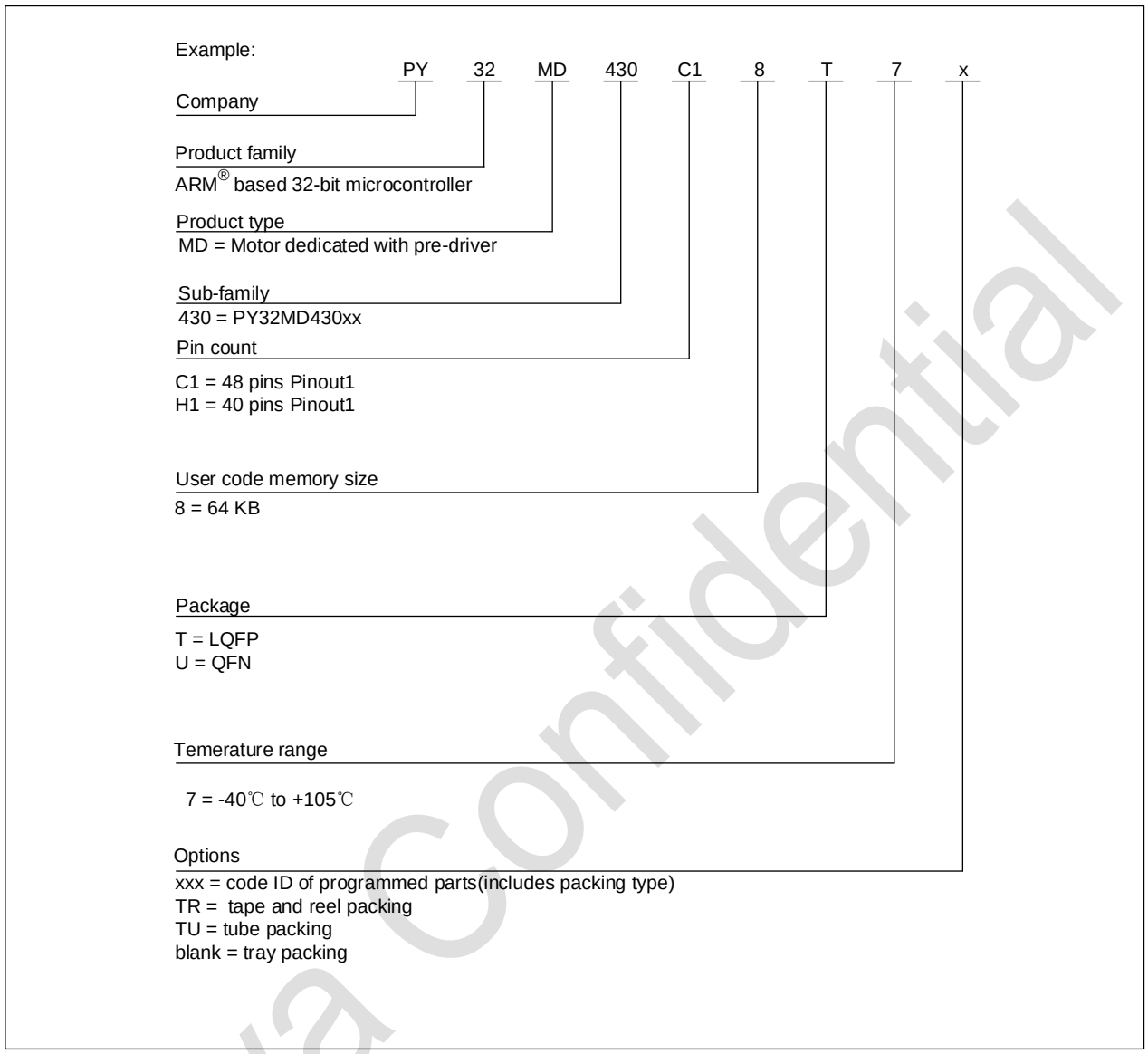
Note：1. Dimensions are not to scale

	TITLE	DRAWING NO.	REV
PUYA	Puya QFN40L 5X5X0.75-0.4PITCH POD	QRPD-0075	1.1

Puya Confidential

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

8.订购信息



Puya Confidential

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

9. 版本历史

版本	日期	更新记录
V0.5	2025.05.28	初版
V0.6	2025.05.29	Pre-driver工作电压范围：5.5 ~ 18 V
V0.7	2025.05.30	ADC最多支持外部输入通道数：10个
V0.8	2026.02.12	更新实测数据

Puya Confidential

Puya Semiconductor Co., Ltd.

声　　明

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

Puya 产品是依据订单时的销售条款和条件进行销售的。

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

Puya 在此不授予任何知识产权的明示或暗示方式许可。

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

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

本文档中的信息取代并替换先前版本中的信息。

普冉半导体(上海)股份有限公司 - 保留所有权利

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