

PY32T020 的应用 注意事项

前言

PY32T020 系列微控制器采用高性能的 32 位 ARM® Cortex®-M0+内核，宽电压工作范围的 MCU。嵌入最大 32Kbytes Flash 和最大 4Kbytes SRAM 存储器，最高工作频率 48 MHz。包含多种不同封装类型多款产品。

本应用笔记将帮助用户了解 PY32T020 系列各个模块应用的注意事项，并快速着手开发。

表 1. 适用产品

| 类型 | 产品系列 |
|---------|---------------------|
| 微型控制器系列 | PY32T020、PY32T020-B |

目录

| | | |
|----|------------------------|----|
| 1 | SPI 使用注意事项..... | 3 |
| 2 | PWR 使用注意事项 | 3 |
| 3 | GPIO 配置注意事项 | 4 |
| 4 | GPIO 倒灌电流使 MCU 工作..... | 5 |
| 5 | TK 使用注意事项..... | 6 |
| 6 | LED 恒流输出配置注意事项..... | 6 |
| 7 | I2C 从机使用注意事项..... | 7 |
| 8 | ADC 上电校准..... | 7 |
| 9 | ADC 使用注意事项..... | 9 |
| 10 | Flash 使用注意事项 | 10 |
| 11 | RCC 使用注意事项..... | 10 |
| 12 | Option 操作 | 10 |
| 13 | 掉电保存..... | 13 |
| 14 | UID 读取..... | 13 |
| 15 | 烧录编译..... | 13 |
| 16 | 版本历史..... | 14 |

1 SPI 使用注意事项

| SPI 模式 | 收/发模式 | SPI 最快速度 |
|--------|-------|----------|
| 从机全双工 | 收 | PCLK/16 |
| 从机全双工 | 发 | PCLK/16 |
| 主机全双工 | 收 | PCLK/2 |
| 主机全双工 | 发 | PCLK/2 |

- SPI 按 8bit 发送数据时, 须将 SPI 寄存器强转成 uint8_t 类型的变量((__IO uint8_t*)SPI->DR);
- SPI 从机发送时, SPI 的 DR 寄存器写入一个值后, 未发送出去之前, 再次写的值不能覆盖前面写的值; 如果想覆盖, 需要先复位整个 SPI 模块(通过 RCC_APB1RSTR2 中的 SPI1RST 来进行对应模块的复位), 重新写入 DR 值;
- SPI 半双工主机接收模式, CPHA=0, CPOL=1, 256 分频下, 会多一个 CLK;
- SPI 通信时, SPI->SR.BSY 位在最后一个时钟期间被清除, Polling 模式时, 下一帧数据更新需确保上一帧数据传输完成。

2 PWR 使用注意事项

- MCU 进 Stop 模式时必须使能看门狗;
- 推荐使用硬件看门狗替代软件看门狗, 提高程序可靠性;
- 一旦使能看门狗, 软件无法关闭, 在低功耗下, 需使用 RTC 定时唤醒, 对看门狗进行喂狗;
- 推荐客户在 Option 中使能看门狗并根据实际情况软件设置看门狗溢出时间;
- MCU 进 Stop 之前需关闭 systick 中断(HAL_SuspendTick());
- A 版本芯片推荐做法: 进入 Stop 模式前关闭 BOR 功能。(B 版本已修复)
- A 版本芯片若必须开启 BOR 功能, 需要在进入 Stop 模式前开启看门狗, 在 Stop 模式下定时唤醒进行喂狗操作。(B 版本已修复)
- 可以通过如下方式唤醒 Stop 模式
 - RTC 闹钟中断
 - TK达到触发阈值

- IWDG 复位
- GPIO
- COMPx (x为1~2)
- BOR

3 GPIO 配置注意事项

- 当 GPIO 用作触摸时，禁止同时配置为通用输出模式及复用功能模式；
- 初始化 GPIO 等其他结构体都需要赋值为 0，避免初始值不固定；
- 所有 GPIO 不能有超过-0.3 V 的负压。
- GPIO 输入电压不能高于 VCC+0.3V。
- 所有 GPIO 默认上下拉电阻阻值为 40kΩ，可通过系统配置控制器(SYSCFG)中(Px_IORP) (x = A, B, F)配置为以下四种
 - 00: pull-up/pull-down is open
 - 01: pull-up/pull-down resistance 10KΩ
 - 10: pull-up/pull-down resistance 20KΩ
 - 11: pull-up/pull-down resistance 40KΩ
- 复位期间和复位后，复用功能未被激活，大多数 IO 被配置为模拟模式，如下两类 IO 默认被置于上拉或下拉模式。
 - Debug 引脚中SWCLK默认下拉，SWDIO默认上拉
 - NRST复位引脚默认被置于上拉模式

其中Debug引脚设置如下：

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

- NRST 复位时，必须确保 NRST 管脚的低电平有效复位脉冲宽度大于 300 μs。
- NRST 管脚通过烧写器修改 option 配置为 GPIO。
- 通过烧写器将 NRST 管脚配置为 GPIO (NRST 管脚生效) 的第一次上电需要保持管脚状态为高，

(NRST 已配置为 GPIO) 第二次开始上电可以引脚为低上电。

- NRST 管脚配置为 GPIO 不影响 SWD 仿真和烧录。
- NRST 管脚悬空的状态下, 需要把 NRST 管脚复用为 GPIO, 防止出现 IO 口出现低电平的情况导致芯片无法运行。
- MCU 的 VCC 引脚必须连接 VCC 电源进行工作。仅连接 TX、RX、GND 三线时, 端口电压会反向供电, 导致模块处于异常工作状态, 影响其可靠性。正确的连接方式: 请确保在连接串口线的同时, 为 MCU 的 VCC 引脚提供符合规格的稳定电源。
- 矩阵 LED 扫描亮度不足
 - 矩阵LED扫描, LED点亮的占空比低, 更改为分段共阴极方案
 - 换用B版本芯片
- LED 的 COM 脚优先选择 PA11~PA15, 每个 IO 高达 80mA 灌电流。

4 GPIO 倒灌电流使 MCU 工作

4.1 注意事项

- VCC 未供电的情况下, IO 倒灌电流使 MCU 工作, 可通过软件配置规避。

4.2 操作流程

- 硬件: 对应 IO 口需串 100Ω~1KΩ 电阻;
- 上电初始化前需设置对应 IO 输出为开漏模式;
- 延迟 5ms;
- 程序正常初始化。

4.3 代码示例

```
int main(void)
{
    LL_IOP_GRP1_EnableClock(LL_IOP_GRP1_PERIPH_GPIOA);/*Enable the GPIOA clock*/
    /*Configure pin PA1 as open-drain output */
    LL_GPIO_SetPinMode(GPIOA, LL_GPIO_PIN_1, LL_GPIO_OUTPUT_OPENDRAIN);
    LL_mDelay(5);                                     /*Delay for 5ms*/
}
```

5 TK 使用注意事项

- 在电源干扰较大或需 EFT 认证的应用，建议使用 PF5 以外 IO 作为 TK。
- 在 PCB 设计时，开关电源储能电感应尽量远离弹簧按键摆放，间距至少 4cm 以上。
- 外接电容可选，芯片内部集成了 Cmod 电容，建议使用内部电容即可。
- 按规范需串联电阻，以降低射频干扰并提供 ESD 保护，阻值范围为：510Ω~10KΩ，推荐使用 4.3K。
- 触摸功能支持上位机调试，上位机工具可实现触摸数据实时更新、动态扫绘曲线、在线设置灵敏度等。
- 只有本公司专用调试器 PY-LINK 才支持触摸上位机调试，其他调试器如 U_LINK、J_LINK 仅可以进行下载、仿真程序。
- 触摸防水等级要求不同，其硬件设计也需相应调整。详情请参考“PY Touch PCB 设计指南 V1.3”第 5 章节“防水按键设计”。
- 隔空按键对于隔空距离、按键尺寸、触摸走线等都有要求，详情请参考“PY Touch PCB 设计指南 V1.3”第 6 章节“隔空按键设计”。
- 触摸检水的硬件设计可参考“PY Touch PCB 设计指南 V1.3”第 7 章节“触摸检水设计”。
- 内部通道用于检测电源的波动，通常在电压可能会异常波动的场景下使能，如对讲机干扰等。
- 在触摸检水应用中，由于不同水质导电率不一样，实际检测到的水位会有一定的偏差，在应用中需要设置合适的阈值以兼容多种水质。
- 触摸按键引脚严禁外部强制拉高或拉低电平，否则可能因过流导致内部元件损坏，造成触摸功能异常。
- 若下载引脚（如仿真器接口）用作触摸功能，程序下载后请立即断开仿真器，避免其持续驱动引脚引发风险。
- 金属外壳可以作为触摸按键的触点，但注意如果产品为电池供电，PCB 不能被金属外壳全包裹，否则触摸灵敏度会很低。
- 下载引脚(SWD/SWC)复用为 TK/IO 功能后，可使用触摸调试上位机工具 PY-TOUCH LINK 或者烧写器进行下载。
- 不建议在触摸按键引脚连接 TVS 管、二极管、三极管等元器件。

6 LED 恒流输出配置注意事项

- 使用 PB2 作为恒流输出时，必须首先使能 PA0 的恒流功能。
- 使用 PB3 作为恒流输出时，必须首先使能 PA1 的恒流功能。

7 I2C 从机使用注意事项

7.1 操作流程:

每当从机收到 STOP 信号后进行如下操作:

- 关闭 I2C 模块使能;
- 打开 I2C 模块使能;
- 应答使能。

7.2 代码示例:

```
LL_I2C_Disable(I2C1);  
LL_I2C_Enable(I2C1);  
LL_I2C_AcknowledgeNextData(I2C1, LL_I2C_ACK);
```

8 ADC 上电校准

8.1 注意事项

- 当 ADC 的工作条件发生改变时 (VCC 改变是 ADC offset 偏移的主要因素, 温度改变次之), 推荐进行再次校准操作。
- 第一次使用 ADC 模块前, 必须增加软件校准流程。

8.2 操作流程

- 使能 ADC 时钟, ADCEN=1;
- 初始化 ADC;
- ADC 校准。

8.3 代码示例

```
static void APP_AdcConfig()
{
    LL_APB1_GRP2_EnableClock(LL_APB1_GRP2_PERIPH_ADC1);           //使能 ADC1 时钟

    if (LL_ADC_IsEnabled(ADC1) == 0)
    {
        LL_ADC_StartCalibration(ADC1);                             //使能校准
        #if (USE_TIMEOUT == 1)
            Timeout = ADC_CALIBRATION_TIMEOUT_MS;
        #endif
        while (LL_ADC_IsCalibrationOnGoing(ADC1) != 0)
        {
            #if (USE_TIMEOUT == 1)                                  //检测校准是否超时
                if (LL_SYSTICK_IsActiveCounterFlag())
                {
                    if(Timeout-- == 0)
                    {
                        // ... (code omitted) ...
                    }
                }
            #endif
        }
        #endif
        LL_mDelay(1);
    }
}
```

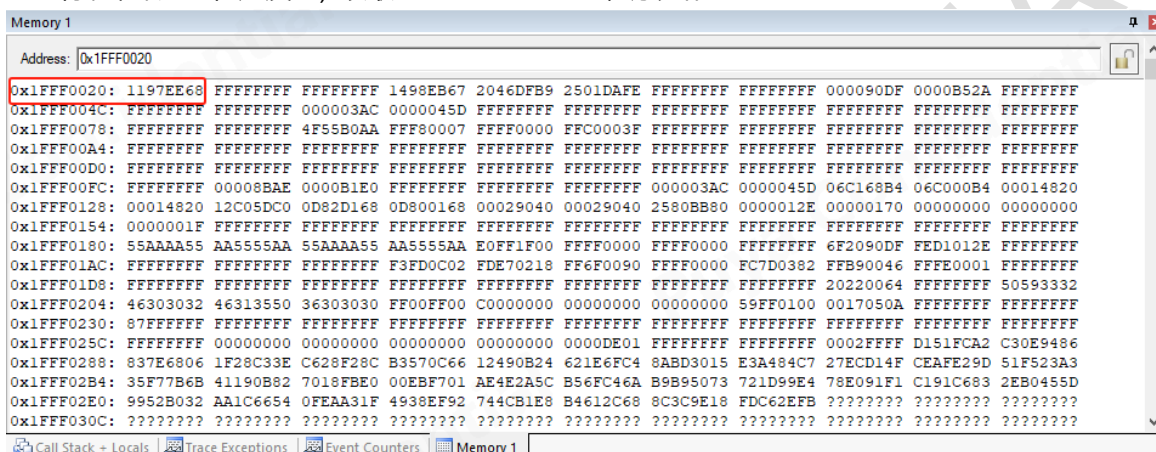

9 ADC 使用注意事项

9.1 ADC 软件配置

- GPIO 直接驱动大功耗器件会影响 ADC 采样结果(例如数码管显示, 建议数码管显示的时候不采样 ADC, 或者在数码管的各个数据线上串入 10-100 Ω 电阻, 可根据实际情况进行调整)。

9.2 Vreferint 1.2V

- 芯片的 Vreferint 1.2 V 实测值放置在 FLASH 中的 information 区域(0x1FFF0020)(高 16 位是实际值, 低 16 位是反码)读取 Vreferint 1.2 V 的程序见附录 1。



9.3 Vreferint 1.2V 实测值读取代码示例

```
#define HAL_VREF_INT      (*(uint8_t*)(0x1fff0023))
#define HAL_VREF_DEC      (*(uint8_t*)(0x1fff0022))

#define vref_int          (*(uint8_t*)(HAL_VREF_INT))           //存放参考电压整数部分
#define vref_dec          (*(uint8_t*)(HAL_VREF_DEC))           //存放参考电压小数部分

float vref;              //参考电压值

static uint8_t Bcd2ToByte(uint8_t Value)
{
    uint32_t tmp = 0U;
    tmp = ((uint8_t)(Value & (uint8_t)0xF0) >> (uint8_t)0x4) * 10U;
    return (tmp + (Value & (uint8_t)0x0F));
}

float read_1_2V(void)
{
    uint8_t data_vref_int,data_vref_dec;
    data_vref_int = Bcd2ToByte(HAL_VREF_INT);
    data_vref_dec = Bcd2ToByte(HAL_VREF_DEC);

    //初始化所有外设, flash 接口, systick

    vref = data_vref_int/10;      //计算参考电压
    vref = vref + ((data_vref_int%10)*0.1 + data_vref_dec*0.001);
    return vref;
}
```

10 Flash 使用注意事项

- FLASH 擦写最小操作单位为 Page，一个 Page 是 128 字节，起始地址只能 Page 对齐(如起始地址 0x08000000, 0x08000080 等)。
- 每次 Page 写之前必须先 Page 擦。

11 RCC 使用注意事项

- APB 分频系数大时，执行 (APB 总线上的) 模块复位后，不能立马对模块寄存器进行读写操作，如需操作，则需要增加__NOP()空指令，空指令数量要大于 APB 分频数，例如 APB 8 分频，建议增加 10 个以上的__NOP 指令。
- 配置 LSE 时，先配置 LSE_DRIVER，再使能 LSE(LSEON=1)。

12 Option 操作

- 量产时，Option 操作必须在烧写器选项字节中配置，并把程序中操作 Option 的函数屏蔽；
- 建议客户程序使能写保护，写保护在 Option 中设置，具体步骤如图 12-1、图 12-2 所示；

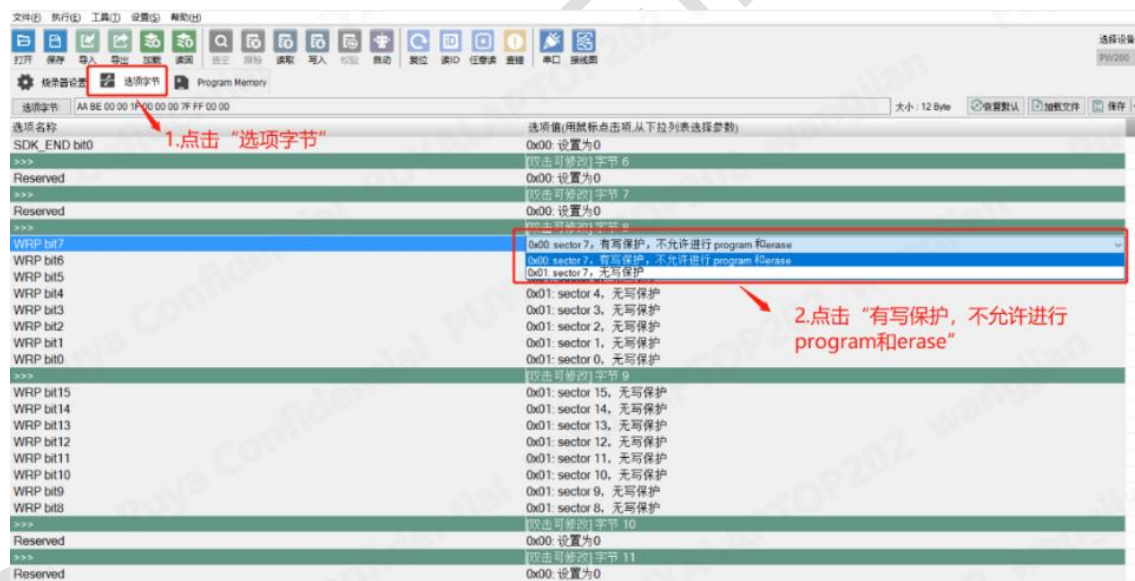


图 12-1 创芯工坊操作 Option 写保护



图 12-2 轩微操作 Option 写保护

- 烧写器配置 Option 时，需勾选智能复位功能/编程后重启芯片(烧写器均有类似选项需要勾选)，具体步骤如图 12-3、图 12-4 所示。



图 12-3 创芯工坊操作勾选“编程后重启芯片”



图 12-4 轩微操作“智能复位”

13 掉电保存

- 由于欠压检测只有复位功能，而没有中断模式，只能使用 ADC 定时检测芯片的供电电压，当检测到掉电动作时将用户数据存入 USER OTP memory。

14 UID 读取

14.1 注意事项

- 用户可通过 MCU 内置 16 字节 UID(地址范围 0x1FFF0000~0x1FFF000F)，结合自定义算法生成产品唯一标识，适用于高安全性滚码系统、设备认证及防伪验证等应用场景。

14.2 代码示例

```
/**
 * @brief 读取 MCU 完整 16 字节 UID
 * @param uid_buffer: 存储 UID 的缓冲区(必须至少 16 字节)
 * @retval 无
 */
void Read_Full_UID(uint8_t *uid_buffer)
{
    volatile uint8_t *uid_base = (volatile uint8_t *)0x1FFF0000;

    for (uint8_t i = 0; i < 16; i++) {
        uid_buffer[i] = uid_base[i];
    }
}
```

15 烧录编译

- 当在 Keil 中编译外设例程时出现"找不到对应的驱动文件"错误，这通常是由于文件路径过长导致的。可通过优化项目存储位置改善。操作方法如下：
 - 将整个开发包移至浅层目录，例如 C:\Projects\ 或 D:\Keil_Projects\
 - 避免使用桌面、文档等默认用户文件夹（路径通常包含用户名，增加长度）
 - 路径中避免使用特殊字符

16 版本历史

| 版本 | 日期 | 更新记录 |
|------|------------|---|
| V1.0 | 2024.03.20 | 初版 |
| V1.1 | 2024.05.11 | 添加 GPIO 配置注意事项 |
| V1.2 | 2025.04.17 | 增加 Stop、TK、LED、I2C 章内容 |
| V1.3 | 2025.06.04 | 添加 NRST 复位注意事项 |
| V1.4 | 2025.06.23 | 增加 ADC、IWDG、Flash、RCC、SPI、GPIO 章节内容 |
| V1.5 | 2025.07.10 | 1、合并 SPI 章内容 2、添加 Stop 章节内容 |
| V1.6 | 2025.09.12 | 修改文档格式 |
| V1.7 | 2025.12.22 | 1、增加 GPIO 配置注意事项 2、增加 Option 操作章节 3、合并进入 Stop 模式章节 到 PWR 章节 4、合并 LSI 章节到 RCC 章节 5、增加 TK、GPIO、掉电保存、烧录编译、UID 读取章节注意事项 |



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