



AN1065

应用笔记

PY32F030_003_002A 系列应用指南

前言

PY32F030_003_002A 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 64Kbytes Flash 和 8Kbytes SRAM 存储器, 最高工作频率 48MHz。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 PY32F030_003_002A 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	PY32F002A、PY32F003、PY32F030

目录

1	PWR	3
2	GPIO引脚设计注意事项.....	3
3	ADC硬件设计注意事项.....	3
4	ADC配置.....	3
5	内部参考电压1.2V	3
6	I2C PF0,PF1作为I2C引脚使用流程	4
7	I2C从机通讯.....	4
8	COMP	5
9	RCC	5
10	SPI使用DMA	5
11	SPI发送和接收.....	5
12	SPI TFT屏应用	5
13	IAP升级	5
14	LED使用注意事项.....	6
15	OPTION操作.....	6
16	版本历史	7
附录1	8
1.1	PY32F030/PY32F003/PY3F002A低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(LL库)	8
1.2	PY32F030/PY32F003/PY3F002A低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(HAL库)	11
附录2	14
	PY32F030/PY32F003/PY32F002A读取information区域中存放的内部参考电压1.2V实测值(具体地址见5)	

1 PWR

- 为了提供系统稳定性一定要使能看门狗功能
- 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
- 一旦使能看门狗，软件无法关闭。所以在低功耗模式下，需使用LPTIM定时唤醒，对看门狗进行喂狗。(例程参考附录1)

2 GPIO引脚设计注意事项

- 所有GPIO不能有超过-0.3V的负压
- BOOT0 在任何复位产生的时候都不能为高电平(包括在被配置为普通GPIO状态后)，否则会进BOOTLOADER。
- 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。

3 ADC硬件设计注意事项

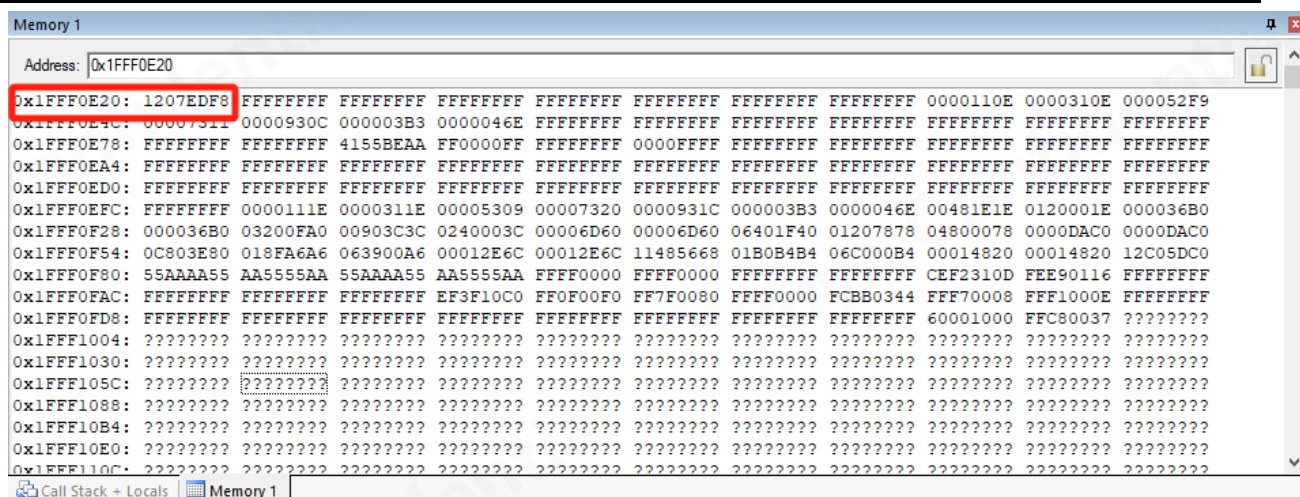
- ADC通道电压不能高于 (VCC+0.3V) (即使ADC通道未配置为AD功能),否则ADC采样异常

4 ADC配置

- ADC初始化前添加ADC_FORCE_RESET，确保初始化成功。
- ADC需要在使能前配置通道，若在使能后配置则会失败。
- ADC时钟需要配置到16MHz以下，确保ADC采样精度。
- ADC使能后需要增加8个ADC时钟的延时，才可以使能转换，否则会影响采样精度。
- 数码管显示会影响ADC采样结果(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欧姆电阻，可根据实际情况进行调整)。

5 内部参考电压1.2V

- 芯片的内部参考电压1.2V实测值放置在FLASH中的information区域(0x1FFF0E20)。(高16位是实际值，低16位是反码)，读取内部参考电压1.2V的程序见附录3：



- 在采样内部参考电压1.2V的时候，通过ADC采样时间转换公式算出来的结果要至少10us，方法如下：
 - a) 降低分辨率。
 - b) 降低ADC的时钟频率。
 - c) 提高ADC采样周期。

总转换时间计算如下:

$$t_{CONV} = \text{采样时间} + (\text{转换分辨率} + 0.5) \times \text{ADC 时钟周期}$$

例如：

当 ADC CLK = 16MHz, 分辨率为12位, 且采样时间为 3.5个ADC 时钟周期:

$$t_{\text{CONV}} = (3.5 + 12.5) \times \text{ADC 时钟周期} = 16 \times \text{ADC 时钟周期} = 1 \mu\text{s}$$

6 I2C PF0,PF1作为I2C引脚使用流程

- I2C 在初始化引脚 PF0、PF1 做 SCL、SDA 后，BUSY 位状态位受 IO 口影响置 1，影响 I2C 使用。软件必须在 IO 口初始化后复位一次 I2C 模块，使 BUSY 位清零。

7 I2C从机通讯

- I2C从机在发送一帧数据后，主机重新发地址后buffer指针会加1，所以从机需在地址中断中重新初始化buffer指针。
- 在I2C从机接收到每一个字节都需要时钟延长时，I2C主机发地址到从机的前两个字节无法时钟延长。

8 COMP

- 使用比较器2需要同时使能比较器1的SCALER_EN。

9 RCC

- PLL只能从24MHz倍频到48MHz。
- 开启了PLL，FLASH_LATENCY需要设置为1。
- PLL在休眠前需要关闭，并且把时钟切换到HSI。
- 48MHz，IAP跳转的时候关闭PLL。
- E版本芯片HSI不支持分频

10 SPI使用DMA

- 先启动SPI，然后开启DMA。

11 SPI发送和接收(库已经规避此问题，寄存器操作时需要注意此项)

- SPI作为主机接收一串数据会多一个字节，软件需要丢弃第一个字节。
- 使用SPI主机发送时不推荐使用硬件片选，推荐使用软件片选。
- SPI做主机发送时每个字节前会多发一个0x00,需要对DR寄存器做一下强制转换* ((__IO uint8_t *) &SPI1->DR)) = byte，可避免这个问题。
- SPI作为主机直接写DR寄存器发送数据的时候，需要在写DR后面添加四个NOP();确保发送成功。

12 SPI TFT屏应用

- 建议SPI使用单工模式，TX使用polling模式，RX使用DMA模式。

13 IAP升级

- APP程序必须修改VECT_TAB_OFFSET，例如#define VECT_TAB_OFFSET 0x1000。

14 LED使用注意事项

- 在单独使用大电流脚时，需要打开LED模块时钟，置位LED_CR_EHS = 1，并且配置GPIO速度为VERY_HIGH

15 OPTION操作

- 量产时，option操作需要在烧写器选项字节中配置，并把程序中操作option的函数屏蔽

16 版本历史

版本	日期	更新记录
V1.0	2024.03.28	初版
V1.1	2024.06.06	修改1、4、9、11章节内容



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

1.1 PY32F030/PY32F003/PY3F002A低功耗模式下，定时唤醒喂狗例程(LL库)

```
int main(void)
{
    /* Configure system clock */
    APP_SystemClockConfig();

    /* Enable LPTIM and PWR clock */
    LL_APB1_GRP1_EnableClock(LL_APB1_GRP1_PERIPH_LPTIM1);
    LL_APB1_GRP1_EnableClock(LL_APB1_GRP1_PERIPH_PWR);

    /* Initialize LED and button */
    BSP_LED_Init(LED3);
    BSP_PB_Init(BUTTON_USER,BUTTON_MODE_GPIO);

    /* Configure LPTIM clock source as LSI */
    APP_LPTIMClockconf();
    APP_IwdgConfig();
    /* Configure and enable LPTIM */
    APP_ConfigLPTIMOneShot();

    /* Turn on LED */
    BSP_LED_On(LED3);

    /* Wait for button press */
    while(BSP_PB_GetState(BUTTON_USER) != 0)
    {}

    /* Turn off LED */
    BSP_LED_Off(LED3);

    while (1)
    {
        /* Enable low power run mode */
        LL_PWR_EnableLowPowerRunMode();
        /* Disable LPTIM */
        LL_LPTIM_Disable(LPTIM1);
        APP_uDelay(120); //必须在此处增加120us以上延迟
        /* Enable LPTIM */
        LL_LPTIM_Enable(LPTIM1);
        /* Set autoreload value */
        LL_LPTIM_SetAutoReload(LPTIM, 51);
        /* Start LPTIM in one-shot mode */
        LL_LPTIM_StartCounter(LPTIM1,LL_LPTIM_OPERATING_MODE_ONESHOT);

        /* Set SLEEPDEEP bit of Cortex System Control Register */
        LL_LPM_EnableDeepSleep();

        /* Request Wait For Interrupt */
        __WFI();
        LL_IWDG_ReloadCounter(IWDG);
        LL_GPIO_TogglePin(GPIOA,LL_GPIO_PIN_3);
    }
}

void APP_IwdgConfig(void)
{
    /* Enable LSI */
```


附录1

```
LL_RCC_LSI_Enable();
while (LL_RCC_LSI_IsReady() == 0U) {}

/* Enable IWDG */
LL_IWDG_Enable(IWDG);

/* Enable write access */
LL_IWDG_EnableWriteAccess(IWDG);

/* Set IWDG prescaler */
LL_IWDG_SetPrescaler(IWDG, LL_IWDG_PRESCALER_32); /* T=1MS */

/* Set watchdog reload counter */
LL_IWDG_SetReloadCounter(IWDG, 1000); /* 1ms*1000=1s */

/* IWDG initialization */
while (LL_IWDG_IsReady(IWDG) == 0U) {}

/* Feed watchdog */
LL_IWDG_ReloadCounter(IWDG);
}
/**
 * @brief LPTIM clock configuration
 * @param None
 * @retval None
 */
static void APP_LPTIMClockconf(void)
{
    /* Enable LSI */
    LL_RCC_LSI_Enable();

    /* Wait for LSI to be ready */
    while(LL_RCC_LSI_IsReady() == 0)
    {}

    /* Configure LSI as LPTIM clock source */
    LL_RCC_SetLPTIMClockSource(LL_RCC_LPTIM1_CLKSOURCE_LSI);
}

/**
 * @brief Configure LPTIM in one-shot mode
 * @param None
 * @retval None
 */
static void APP_ConfigLPTIMOneShot(void)
{
    /* Configure LPTIM */
    /* LPTIM prescaler: divide by 128 */
    LL_LPTIM_SetPrescaler(LPTIM1, LL_LPTIM_PRESCALER_DIV128);

    /* Update ARR at the end of LPTIM counting period */
    LL_LPTIM_SetUpdateMode(LPTIM1, LL_LPTIM_UPDATE_MODE_ENDOFPERIOD);

    /* Enable ARR interrupt */
    LL_LPTIM_EnableIT_ARRM(LPTIM1);

    /* Enable NVIC interrupt request */
    NVIC_EnableIRQ(LPTIM1_IRQn);
    NVIC_SetPriority(LPTIM1_IRQn, 0);
}
```

附录1

```
/* Enable LPTIM */
LL_LPTIM_Enable(LPTIM1);

/* Configure auto-reload value: 51 */
LL_LPTIM_SetAutoReload(LPTIM1,51);
}
void APP_LPTIMCallback(void)
{
    /*Toggle LED*/
    BSP_LED_Toggle(LED3);
}
static void APP_uDelay(uint32_t Delay)
{
    uint32_t temp;
    SysTick->LOAD=Delay*(SystemCoreClock/1000000);
    SysTick->VAL=0x00;
    SysTick->CTRL|=SysTick_CTRL_ENABLE_Msk;
    do
    {
        temp=SysTick->CTRL;
    }
    while((temp&0x01)&&!(temp&(1<<16)));
    SysTick->CTRL=0x00;
    SysTick->VAL =0x00;
}
static void APP_SystemClockConfig(void)
{
    /* Enable HSI */
    LL_RCC_HSI_Enable();
    while(LL_RCC_HSI_IsReady() != 1)
    {
    }

    /* Set AHB prescaler */
    LL_RCC_SetAHBPrescaler(LL_RCC_SYSCLK_DIV_1);

    /* Configure HSISYS as system clock source */
    LL_RCC_SetSysClkSource(LL_RCC_SYS_CLKSOURCE_HSYS);
    while(LL_RCC_GetSysClkSource() != LL_RCC_SYS_CLKSOURCE_STATUS_HSYS)
    {
    }

    /* Set APB1 prescaler */
    LL_RCC_SetAPB1Prescaler(LL_RCC_APB1_DIV_1);
    LL_Init1msTick(8000000);

    /* Update system clock global variable SystemCoreClock (can also be updated by calling
    SystemCoreClockUpdate function) */
    LL_SetSystemCoreClock(8000000);
}
void APP_ErrorHandler(void)
{
    /* Infinite loop */
    while(1)
    {
    }
}
```

1.2 PY32F030/PY32F003/PY3F002A低功耗模式下，定时唤醒喂狗例程(HAL库)

```
int main(void)
{
    /* Reset of all peripherals, Initializes the SysTick */
    HAL_Init();

    /* Clock configuration */
    APP_RCCOscConfig();

    /* Initialize LED */
    BSP_LED_Init(LED3);

    /* Initialize button */
    BSP_PB_Init(BUTTON_USER, BUTTON_MODE_GPIO);

    /* LPTIM initialization */
    APP_LPTIMInit();

    /* IWDG initialization */
    APP_IWDGInit();

    /* Enable PWR */
    __HAL_RCC_PWR_CLK_ENABLE();

    /* Turn on LED */
    BSP_LED_On(LED_GREEN);

    /* Wait for button press */
    while (BSP_PB_GetState(BUTTON_USER) != 0)
    {
    }

    /* Turn off LED */
    BSP_LED_Off(LED_GREEN);

    while (1)
    {
        /* Disable LPTIM */
        __HAL_LPTIM_DISABLE(&LPTIMCONF);

        /* Enable LPTIM and interrupt, and start in single count mode */
        APP_LPTIMStart();

        /* Suspend SysTick interrupt */
        HAL_SuspendTick();
        /* Enter STOP mode with interrupt wakeup */
        HAL_PWR_EnterSTOPMode(PWR_LOWPOWERREGULATOR_ON, PWR_STOPENTRY_WFI);

        /* Resume SysTick interrupt */
        HAL_ResumeTick();
        if (HAL_IWDG_Refresh(&lwdgHandle) != HAL_OK)
        {
            Error_Handler();
        }

        /* LED Toggle */
        BSP_LED_Toggle(LED_GREEN);
    }
}
```

附录1

```
static void APP_RCCOscConfig(void)
{
    RCC_OscInitTypeDef OSCINIT;
    RCC_PeriphCLKInitTypeDef LPTIM_RCC;

    /* LSI clock configuration */
    OSCINIT.OscillatorType = RCC_OSCILLATORTYPE_LSI; /* Set the oscillator type to LSI */
    OSCINIT.LSIState = RCC_LSI_ON; /* Enable LSI */
    /* Clock initialization */
    if (HAL_RCC_OscConfig(&OSCINIT) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    /* LPTIM clock configuration */
    LPTIM_RCC.PeriphClockSelection = RCC_PERIPHCLK_LPTIM; /* Select peripheral clock:
LPTIM */
    LPTIM_RCC.LptimClockSelection = RCC_LPTIMCLKSOURCE_LSI; /* Select LPTIM clock
source: LSI */
    /* Peripheral clock initialization */
    if (HAL_RCCEx_PeriphCLKConfig(&LPTIM_RCC) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    /* Enable LPTIM clock */
    __HAL_RCC_LPTIM_CLK_ENABLE();
}

static void APP_LPTIMInit(void)
{
    /* LPTIM configuration */
    LPTIMCONF.Instance = LPTIM; /* LPTIM */
    LPTIMCONF.Init.Prescaler = LPTIM_PRESCALER_DIV128; /* Prescaler: 128 */
    LPTIMCONF.Init.UpdateMode = LPTIM_UPDATE_IMMEDIATE; /* Immediate update mode */
    /* Initialize LPTIM */
    if (HAL_LPTIM_Init(&LPTIMCONF) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
}

static void APP_LPTIMStart(void)
{
    /* Enable autoreload interrupt */
    __HAL_LPTIM_ENABLE_IT(&LPTIMCONF, LPTIM_IT_ARRM);

    __HAL_LPTIM_DISABLE(&LPTIMCONF);
    /* Delay 120us */
    APP_delay_us(120); //必须在此处增加120us以上延迟

    /* Enable LPTIM */
    __HAL_LPTIM_ENABLE(&LPTIMCONF);

    /* Load autoreload value */
    __HAL_LPTIM_AUTORELOAD_SET(&LPTIMCONF, 51);

    /* Start single count mode */
    __HAL_LPTIM_START_SINGLE(&LPTIMCONF);
}
```

附录1

```
static void APP_IWDGInit(void)
{
    IwdgHandle.Instance = IWDG; /* Select IWDG */
    IwdgHandle.Init.Prescaler = IWDG_PRESCALER_32; /* Configure prescaler to 32 */
    IwdgHandle.Init.Reload = (1000); /* Set IWDG counter reload value to 1000, 1s
*/
    /* Initialize IWDG */
    if (HAL_IWDG_Init(&IwdgHandle) != HAL_OK)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }
}

static void APP_delay_us(int us)
{
    unsigned t1, t2, count, delta, sysclk; sysclk = 24 ; //Modify this according to the system clock

    t1 = SysTick->VAL;
    while(1)
    {
        t2 = SysTick->VAL;
        delta = t2<t1?(t1-t2):(SysTick->LOAD - t2 + t1);
        if(delta >= us * sysclk)
            break;
    }
}

void Error_Handler(void)
{
    /* 无限循环 */
    while (1)
    {
    }
}
```

PY32F030/PY32F003/PY32F002A读取information区域中存放的内部参考电压1.2V

实测值(具体地址见5)

```
#define HAL_VREF_INT          (*(uint8_t*)(0x1fff0E23))
#define HAL_VREF_DEC          (*(uint8_t*)(0x1fff0E22))
#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;
}
```