

PY32F071_PY32F072 的应用 注意事项

前言

PY32F071_PY32F072 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 128 Kbytes flash 和 16 Kbytes 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。

本应用笔记将帮助用户了解 PY32F071_PY32F072 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	PY32F071、PY32F072

目录

1. PWR 使用注意事项	3
2. ADC 使用注意事项	3
3. TTCAN 系统时钟配置注意事项	4
4. COMP 硬件设计	4
5. CRC 使用注意事项	5
6. DAC 使用注意事项	5
7. DMA 使用注意事项	5
8. GPIO 使用注意事项	5
9. I2C 使用注意事项	5
10. LCD 使用注意事项	5
11. LPTIM 使用注意事项	6
12. RCC 使用注意事项	7
13. SPI 收发注意事项	7
14. TIMER 使用注意事项	7
15. USB 使用注意事项	7
16. FLASH 使用注意事项	7
17. Option 使用注意事项	8
18. 版本历史	10
附录 1	11
1.1 PY32F071/PY32F072 低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(LL 库)	11
1.2 PY32F071/PY32F072 低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(HAL 库)	16
附录 2	20
2.PY32F071 读取 information 区域中存放的 Vreferint 1.2 实测值(具体地址见 2.3)	20

1. PWR 使用注意事项

- 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)
- Sleep 模式下使用事件唤醒时, 若 EXTI 模块时钟与 CPU 时钟为一个时钟源时, 不得使用分频。

2. ADC 使用注意事项

2.1 ADC 软件配置

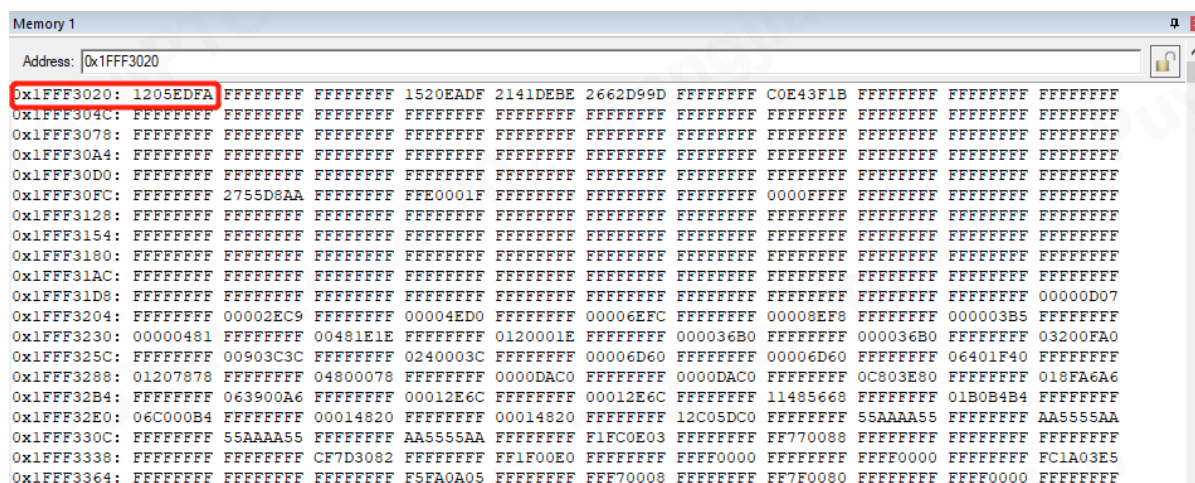
- 在使用 ADC DMA 连续采样内部通道(通道 16-通道 23)时, 需要设置当前使用通道的前一个通道采样周期, 而且需要设置采样周期一致, 例如使用通道 18 采样周期 239.5, 则通道 17 也需要设置采样周期 239.5; (C 版本已修复)
- 因为 ADC 在全部通道转换完成后才会一个 EOC 标志, 所以没办法使用非 DMA 方式的多通道采样; (可设置非连续模式使能, 一个通道转换即有一个 EOC 标志)
- ADC 参考电压 (V_{CC} 或 V_{REFBUF}) 低于 2 V 时无法校准; (C 版本已修复)
- TIM_CC 触发注入通道单次采样异常, 不建议使用; (C 版本已修复)
- 内部温度传感器通道 (Tsensor) 无法使用; (C 版本已修复)
- 软件判断 EOC 拉低后在开始 Start, 避免 EOC 跟 Start 信号同时产生;
- TIMER 触发 ADC 采样时, 需保证 ADC 工作时钟大于等于 TIMER 时钟; (C 版本前不支持 APB 分频, C 版增加 TIMER 倍频选择, APB 分频后关闭 TIMER 倍频)
- ADC 注入模式无法使用;
- 系统时钟 8 M 时且 ADC CLOCK 两分频时, ADC 无法校准;
- 在配置通道 16 (OPA3_IN) 的采样时间时, 需配置通道 0 与通道 16 为相同的采样时间;
- 使用 TIMER_CC/TIMER_TRGO 触发 ADC 转换, ADC 时钟不能 8 分频。
- 当时钟 AHBCLK/APBCLK ≥ 4 时, 不能设置 EXTI_11 触发 ADC 规则转换, 不能使用 EXTI_15 触发 ADC 注入转换。 (C 版本已修复)

2.2 ADC 硬件配置

- ADC 通道电压不能高于 $V_{CC}+0.3$ V(即使 ADC 通道未配置为 AD 功能), 否则 ADC 采样不准。

2.3 Vreferint 1.2 V

- 芯片的 Vreferint 1.2 V 实测值放置在 FLASH 中的 information 区域(0x1FFF3020)。(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 2:



- 在采样内部参考电压 1.2 V 的时候, 通过 ADC 采样时间转换公式算出来的结果至少需要 20 us, 方法如下:

- 降低分辨率。
- 降低ADC的时钟频率。
- 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 $\text{ADC_CLK} = 12\text{MHz}$, 分辨率为 12 位, 且采样时间为 239.5 个 ADC 时钟周期:

$$t_{CONV} = (239.5 + 12.5) \times \text{ADC 时钟周期} = 252 \times \text{ADC 时钟周期} = 21 \text{ us}$$

3. TTCAN 系统时钟配置注意事项

- 系统时钟不得低于 CAN 模块工作时钟的 0.75 倍, CAN 的工作时钟是 20 MHz, 所以系统时钟不得低于 15 MHz。

4. COMP 硬件设计

- 当比较器的 COMPx_INM 输入信号为内部的模拟电压源时(例如 VREFINT , TSVIN , VREF1P2), 外部输入通道 VINP 需要加一个电容(1 nF)到地。

5. CRC 使用注意事项

- 禁止使用 DMA 模式。
- 禁止连续对 CRC_DR 寄存器进行操作，建议使用库，库中有规避。

6. DAC 使用注意事项

- 在三角波波形生成和噪声波形生成模式下，DHR 会维持上一个周期的值。

7. DMA 使用注意事项

- 使用 DMA 传输搬运数据时，需等 DMA 传输完成后才能关闭 DMA，否则需强制 Reset 并重新初始化 DMA 才能正常使用。

8. GPIO 使用注意事项

- 不得使用 DMA GPIO 模式。(C 版本已修复)

9. I2C 使用注意事项

- 使用 DMA 进行 I2C 写数据搬运时，需配置 DMA 源地址和目标地址后再使能 I2C 的 DMA_EN。

10. LCD 使用注意事项

- 向同一个 LCD_RAMx 寄存器写数据时，需要在 2 个 lcd clk 周期内写完数据，之后等待 2 个 pclk+1 个 lcd clk 周期后才能继续写数据；(参考如下)

```
#define Delay 40*2

LCD_HandleTypeDef LcdHandle;

int main()
{
    RatioNops = Delay * (SystemCoreClock / 1000000U) / 4;

    HAL_LCD_Write(&LcdHandle, LCD_RAM_REGISTER0, 0x0f0f0f0f);

    APP_DelayNops(RatioNops);/*延迟 2 个 pclk+1 个 lcd clk 周期，约为 80us

    HAL_LCD_Write(&LcdHandle, LCD_RAM_REGISTER0, 0xf0f0f0f0);
}

static void APP_DelayNops(uint32_t Nops)
```

```

{
    for(uint32_t i=0; i<Nops;i++)
    {
        __NOP();
    }
}

```

- 写 RAM 后需等待 2 个 lcd clk 周期才能进入 Stop 模式; (参考如下)

```

#define Delay 40*2
LCD_HandleTypeDef LcdHandle;

int main()
{
    RatioNops = Delay * (SystemCoreClock / 1000000U) / 4;

    HAL_LCD_Write(&LcdHandle, LCD_RAM_REGISTER0, 0x0f0f0f0f);

    APP_DelayNops(RatioNops);/*延迟 2 个 lcd clk 周期, 约为 80us
}

while(1)
{
    /* Suspend SysTick interrupt */
    HAL_SuspendTick();
    /* Enter Stop Mode and Wakeup by WFI */
    HAL_PWR_EnterSTOPMode(PWR_LOWPOWERREGULATOR_ON,
PWR_STOPENTRY_WFI);
    /* Resume SysTick */
    HAL_ResumeTick();
}

static void APP_DelayNops(uint32_t Nops)
{
    for(uint32_t i=0; i<Nops;i++)
    {
        __NOP();
    }
}

```

11. LPTIM 使用注意事项

11.1 LPTIM 连续模式

- LPTIM 连续模式每次进入 Stop 前必须清 ARRMCF 并需等待 1 个 LSI 时钟周期*PSC 系数。(约需 40 us*PSC, 包含程序执行时间)
- 改 LPTIM 的重载值, 需等待 4 个 LSI 时钟周期*PSC 系数。(约需 160 us*PSC, 包含程序执行时间)

11.2 LPTIM 单次模式

- LPTIM 单次模式从 Stop 唤醒，再次进入 Stop 前需等待 3 个 LSI 时钟周期。(约需 120 us，包含程序执行时间)
- 改变重载值 LPTIM_ARR 时，需等待 4 个 LSI 时钟周期。(约需 160 us，包含程序执行时间)

12. RCC 使用注意事项

- APB 分频系数大于 1 时，模块复位后需增加 (n+2) 个 __nop() 空指令才能对模块寄存器进行读写操作，n 为 APB 分频系数。
- Stop 唤醒会将 HSI_DIV 恢复到默认值，若实际使用 HSI_DIV≠0 唤醒后需重新配置。

13. SPI 收发注意事项

- SPI 做从机发送时，需再每一帧数据发送前先将 SPI_EN 清 0 再将 SPI_EN 置 1。

14. TIMER 使用注意事项

- 使能 CC 中断时，对应的分频系数 PSC 不得高于 80；
- TIMER 预分频必须设置为 1，否则会导致 MCU 反复进中断；
- 禁止使用刹车功能；(C 版本已修复) (在 PWM 极性和空闲状态一致，且 PWMN 极性和空闲状态不一致时，禁止使用刹车功能)
- TIMER3 的 ETR 功能禁止使用。(C 版本已修复)

15. USB 使用注意事项

- 使能 USB 时钟门控前，需先开启 USB 48 MHz 时钟。
- USB 在使能端点中断前需要清端点 FIFO。

16. FLASH 使用注意事项

- FLASH 只支持 Page 擦和 Page 写，一个 Page 是 256 字节，起始地址只能 Page 对齐；(如起始地址 0x08005000, 0x08005100 等)
- 每次 Page 写之前必须先 Page 擦。

17. Option 使用注意事项

- 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；
- 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 17-1、图 17-2 所示；



图 17-1 轩微操作 Option 写保护

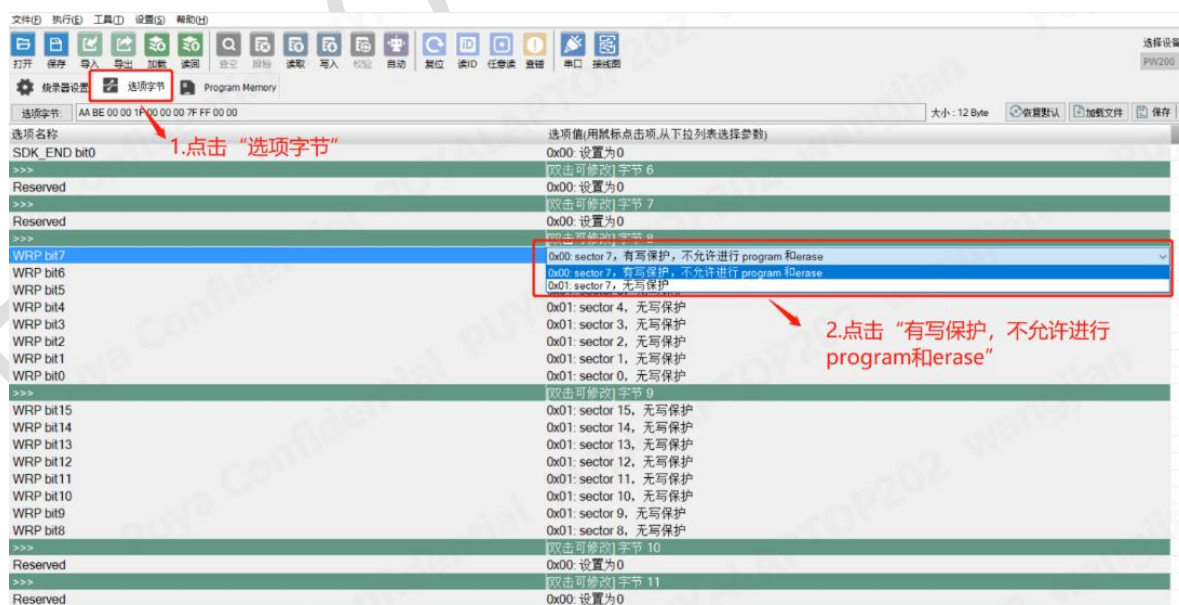


图 17-2 创芯工坊操作 Option 写保护

- 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)，操作步骤如图 17-3、图 17-4 所示。



图 17-3 轩微操作“智能复位”



图 17-4 创芯工坊操作勾选“编程后重启芯片”

18. 版本历史

版本	日期	更新记录
V1.0	2023.06.15	初版
V1.1	2024.07.01	1.添加 PWR、修改 4、6、14、15 章节，新增 5、8、9、11、12、13、16、17、18、19、20、附录 1 章节
V1.2	2024.08.25	合并 2、3、4 章节，合并第 11、12 章节 新增 15 章节，修改 2、8、11、13 章节
V1.3	2024.11.04	新增第 2 章 Vreferint 1.2V 内容 合并 2、3、4 章节，合并第 14、15 章节 修改第 7、17 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

附录 1

1.1 PY32F071/PY32F072低功耗模式下，定时唤醒喂狗例程(LL库)

```
#define Delay          40*3
int main(void)
{
    /* Configure system clock */
    APP_SystemClockConfig();

    /* Initialize LED */
    BSP_LED_Init(LED_GREEN);

    APP_GpioConfig();
    /* Initialize button */
    BSP_PB_Init(BUTTON_KEY, BUTTON_MODE_GPIO);

    /* Configure EXTI Line29 corresponding to LPTIM as interrupt wake-up mode */
    LL_EXTI_EnableIT(LL_EXTI_LINE_29); /* Enable EXTI Line 29 interrupt wakeup */
    LL_EXTI_DisableEvent(LL_EXTI_LINE_29); /* Disable EXTI Line 29 event wakeup */

    /* Configure LPTIM clock source as LSI */
    APP_ConfigLptimClock();
    APP_LwdgConfig();
    /* Initialize LPTIM */
    LPTIM_InitStruct.Prescaler = LL_LPTIM_PRESCALER_DIV128; /* Prescaler: 128 */
    LPTIM_InitStruct.UpdateMode = LL_LPTIM_UPDATE_MODE_IMMEDIATE; /* Immediate
update mode */
    if (LL_LPTIM_Init(LPTIM, &LPTIM_InitStruct) != SUCCESS)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }

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

    /* Wait for the button to be pressed */
    while (BSP_PB_GetState(BUTTON_USER) != 0)
    {
    }

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

    /* Calculate the value required for a delay of macro-defined(Delay) */
    RatioNops = Delay * (SystemCoreClock / 1000000U) / 4;

    /* Configure LPTIM and enable interrupt */
    APP_ConfigLptim();

    while (1)
    {
        /* LPTIM must be disabled to restore internal state before next time enter Stop mode */
        LL_LPTIM_Disable(LPTIM);
    }
}
```

```

/* Wait at least three LSI times for the completion of the disable operation */
APP_DelayNops(RatioNops);

/* Enable LPTIM */
LL_LPTIM_Enable(LPTIM);

/* Set auto-reload value */
LL_LPTIM_SetAutoReload(LPTIM, 51);

/* Start in once mode */
LL_LPTIM_StartCounter(LPTIM, LL_LPTIM_OPERATING_MODE_ONESHOT);

/* Enable Stop mode */
APP_EnterStop();

/* PB1 toggle */
LL_GPIO_TogglePin(GPIOB, LL_GPIO_PIN_1);
}
}

/**
 * @brief Configure LPTIM clock
 * @param None
 * @retval None
 */
static void APP_ConfigLptimClock(void)
{
    /* Enable LSI */
    LL_RCC_LSI_Enable();
    while(LL_RCC_LSI_IsReady() != 1)
    {
    }

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

    /* Enable LPTIM clock */
    LL_APB1_GRP1_EnableClock(LL_APB1_GRP1_PERIPH_LPTIM1);
}

/**
 * @brief Delayed by NOPS
 * @param None
 * @retval None
 */
static void APP_IwdgConfig(void)
{
    /* Enable LSI */
    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);

/* Set watchdog reload counter */
LL_IWDG_SetReloadCounter(IWDG, 1024); /* T*1024=1s */

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

/* Feed the watchdog */
LL_IWDG_ReloadCounter(IWDG);
}
static void APP_DelayNops(uint32_t Nops)
{
    for(uint32_t i=0; i<Nops;i++)
    {
        __NOP();
    }
}

/**
 * @brief GPIO configuration program
 * @param None
 * @retval None
 */
static void APP_GpioConfig(void)
{
    /* Enable GPIOB clock */
    LL_IOP_GRP1_EnableClock(LL_IOP_GRP1_PERIPH_GPIOB);

    /* Configure PB1 in output mode */
    LL_GPIO_SetPinMode(GPIOB, LL_GPIO_PIN_1, LL_GPIO_MODE_OUTPUT);
}

/**
 * @brief Configure LPTIM
 * @param None
 * @retval None
 */
static void APP_ConfigLptim(void)
{
    /* Enable LPTIM1 interrupt */
    NVIC_SetPriority(TIM6_LPTIM1_DAC_IRQn, 0);
    NVIC_EnableIRQ(TIM6_LPTIM1_DAC_IRQn);

    /* Enable LPTIM ARR match interrupt */
    LL_LPTIM_EnableIT_ARRM(LPTIM);
}

/**
 * @brief Enter Stop mode
 * @param None
 * @retval None
 */
static void APP_EnterStop(void)
{
    /* Enable PWR clock */
    LL_APB1_GRP1_EnableClock(LL_APB1_GRP1_PERIPH_PWR);

```

```

/* VCORE = 0.8V when enter Stop mode */
LL_PWR_SetRegulVoltageScaling(LL_PWR_REGU_VOLTAGE_0P8V);

/* Enable Low Power Run mode */
LL_PWR_EnableLowPowerRunMode();

/* Enter DeepSleep mode */
LL_LPM_EnableDeepSleep();

/* Request Wait For interrupt */
__WFI();

LL_LPM_EnableSleep();
}

/**
 * @brief System clock configuration function
 * @param None
 * @retval None
 */
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_HSISYS);
    while(LL_RCC_GetSysClkSource() != LL_RCC_SYS_CLKSOURCE_STATUS_HSISYS)
    {
    }

    /* 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);
}

/**
 * @brief LPTIM interrupt callback program
 * @param None
 * @retval None
 */
void APP_LptimIRQCallback(void)
{
    if((LL_LPTIM_IsActiveFlag_ARRM(LPTIM) == 1) && (LL_LPTIM_IsEnabledIT_ARRM(LPTIM)
    == 1))
    {
        /* Clear autoreload match flag */
        LL_LPTIM_ClearFLAG_ARRM(LPTIM);
    }
}

```

```
LL_IWDG_ReloadCounter(IWDG);

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

/**
 * @brief This function is executed in case of error occurrence.
 * @param None
 * @retval None
 */
void APP_ErrorHandler(void)
{
    /* Infinite loop */
    while (1)
    {
    }
}
```


1.2 PY32F071/PY32F072低功耗模式下，定时唤醒喂狗例程(HAL库)

```

#define Delay          40*3
int main(void)
{
    EXTI_ConfigTypeDef    ExtiCfg = {0};

    /* Reset of all peripherals, Initializes the SysTick */
    HAL_Init();

    /* Clock configuration */
    APP_RCCOscConfig();

    /* Initialize LED */
    BSP_LED_Init(LED_GREEN);

    APP_GpioConfig();

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

    /* LPTIM initialization */
    LPTIMConf.Instance = LPTIM1;
    LPTIMConf.Init.Prescaler = LPTIM_PRESCALER_DIV128; /* LPTIM1 */
    LPTIMConf.Init.UpdateMode = LPTIM_UPDATE_IMMEDIATE; /* Prescaler: 128 */
    /* Immediate update mode */
    /* Initialize LPTIM */
    if (HAL_LPTIM_Init(&LPTIMConf) != HAL_OK)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }

    /* Configure EXTI Line as interrupt wakeup mode for LPTIM */
    ExtiCfg.Line = EXTI_LINE_29;
    ExtiCfg.Mode = EXTI_MODE_INTERRUPT;
    /* The following parameters do not need to be configured */
    /* ExtiCfg.Trigger */
    /* ExtiCfg.GPIOSEL */
    HAL_EXTI_SetConfigLine(&ExtiHandle,  &ExtiCfg);

    /* Enable LPTIM1 interrupt */
    HAL_NVIC_SetPriority(TIM6_LPTIM1_DAC_IRQn,  0,  0);
    HAL_NVIC_EnableIRQ(TIM6_LPTIM1_DAC_IRQn);
    APP_IwdgConfig();
    /* Turn on LED */
    BSP_LED_On(LED_GREEN);

    /* Wait for the button to be pressed */
    while (BSP_PB_GetState(BUTTON_USER) != 0)
    {
    }

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

    /* Calculate the value required for a delay of macro-defined(Delay) */

```

```

RatioNops = Delay * (SystemCoreClock / 1000000U) / 4;

while (1)
{
    /* LPTIM must be disabled to restore internal state before next time enter stop mode */
    __HAL_LPTIM_DISABLE(&LPTIMConf);

    /* Wait at least three LSI times for the completion of the disable operation */
    APP_DelayNops(RatioNops);

    /* Configure LPTIM for once mode and enable interrupt */
    HAL_LPTIM_SetOnce_Start_IT(&LPTIMConf, 51);

    /* Suspend SysTick interrupt */
    HAL_SuspendTick();

    /* VCORE = 0.8V when enter stop mode */
    PwrStopModeConf.LPVoltSelection = PWR_STOPMOD_LPR_VOLT_0P8V;
    PwrStopModeConf.FlashDelay = PWR_WAKEUP_HSIEN_AFTER_MR;
    PwrStopModeConf.WakeUpHsiEnableTime = PWR_WAKEUP_FLASH_DELAY_1US;
    HAL_PWR_ConfigStopMode(&PwrStopModeConf);

    /* Enter Stop Mode and Wakeup by WFI */
    HAL_PWR_EnterSTOPMode(PWR_LOWPOWERREGULATOR_ON,
        PWR_STOPENTRY_WFI);

    /* Resume SysTick */
    HAL_ResumeTick();
    if (HAL_IWDG_Refresh(&IwdgHandle) != HAL_OK)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }
    HAL_GPIO_TogglePin(GPIOB, GPIO_PIN_1);
}
}
static void APP_IwdgConfig()
{
    IwdgHandle.Instance = IWDG; /* Select IWDG */
    IwdgHandle.Init.Prescaler = IWDG_PRESCALER_32; /* Configure prescaler as 32 */
    IwdgHandle.Init.Reload = (1024); /* IWDG counter reload value is 1024,
1s */
    /* Initialize IWDG */
    if (HAL_IWDG_Init(&IwdgHandle) != HAL_OK)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }
}
/**
 * @brief LPTIM AutoReloadMatchCallback
 * @param None
 * @retval None
 */
void HAL_LPTIM_AutoReloadMatchCallback(LPTIM_HandleTypeDef *LPTIMConf)
{
    BSP_LED_Toggle(LED_GREEN);
}

```

```

/**
 * @brief   Clock configuration function
 * @param   None
 * @retval  None
 */
static void APP_RCCOscConfig(void)
{
    RCC_OscInitTypeDef OSCINIT = {0};
    RCC_PeriphCLKInitTypeDef LPTIM_RCC = {0};

    /* Oscillator configuration */
    OSCINIT.OscillatorType = RCC_OSCILLATORTYPE_LSI ;           /* Select oscillator LSI */
    OSCINIT.LSIState = RCC_LSI_ON;                             /* Enable LSI */
    OSCINIT.PLL.PLLState = RCC_PLL_NONE;                       /* PLL configuration
    unchanged */
    /*OSCINIT.PLL.PLLSource = RCC_PLLSOURCE_HSI;*/
    /*OSCINIT.PLL.PLLMUL = RCC_PLL_MUL2;*/
    /* Configure oscillator */
    if (HAL_RCC_OscConfig(&OSCINIT) != HAL_OK)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }

    /* 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)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }

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

/**
 * @brief   Configure GPIO
 * @param   None
 * @retval  None
 */
static void APP_GpioConfig(void)
{
    /* Configuration pins */
    GPIO_InitTypeDef  GPIO_InitStruct = {0};
    __HAL_RCC_GPIOB_CLK_ENABLE();                             /* Enable the GPIO clock*/
    GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;               /* GPIO mode is OutputPP */
    GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_PULLUP;                       /* pull up */
    GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_HIGH;             /* The speed is high */
    GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_PIN_1;
    HAL_GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStruct);
}

/**
 * @brief   Delayed by NOPS
 * @param   None
 * @retval  None
 */

```

```
*/
static void APP_DelayNops(uint32_t Nops)
{
    for(uint32_t i=0; i<Nops;i++)
    {
        __NOP();
    }
}

/**
 * @brief   This function is executed in case of error occurrence.
 * @param   None
 * @retval  None
 */
void APP_ErrorHandler(void)
{
    /* Infinite loop */
    while (1)
    {
    }
}
```

附录 2

2.PY32F071读取information区域中存放的Vreferint 1.2实测值(具体地址见2.3)

```
#define HAL_VREF_INT          (*(uint8_t*)(0x1fff3023))
#define HAL_VREF_DEC          (*(uint8_t*)(0x1fff3022))
#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;
}
```