



# AN1053 应用笔记

## PY32Fxxxx 系列电子烟应用指南

### 前言

本应用笔记将帮助客户了解PY32Fxxxx系列芯片，并且快速进行电子烟开发。

表1. 适用产品

类型	产品系列
微型控制器系列	PY32F002A、PY32F003、PY32F030 PY32F002B PY32F040、PY32F071 PY32F403

## 目录

<b>1</b>	<b>PY32F030/PY32F003/PY32F002A应用注意事项</b>	<b>4</b>
1.1	PWR	4
1.1.1	看门狗	4
1.2	GPIO	4
1.2.1	引脚设计注意事项	4
1.3	ADC	4
1.3.1	ADC硬件设计注意事项	4
1.3.2	ADC配置	4
1.3.3	内部参考电压1.2V	4
1.4	I2C	5
1.4.1	PF0,PF1作为I2C引脚使用流程	5
1.4.2	I2C从机通讯	5
1.5	COMP	6
1.5.1	COMP2	6
1.6	RCC	6
1.6.1	PLL	6
1.7	SPI	6
1.7.1	SPI 使用DMA	6
1.7.2	SPI 发送和接收	6
1.7.3	TFT屏应用	6
1.8	IAP升级	6
1.9	LED	6
1.9.1	LED使用	6
1.10	OPTION操作	7
<b>2</b>	<b>PY32F002B应用注意事项</b>	<b>8</b>
2.1	ADC	8
2.1.1	ADC硬件设计注意事项	8
2.1.2	ADC 内部1.2V	8
2.1.3	ADC配置	8
2.2	PWR	9
2.2.1	看门狗	9
2.3	COMP	9
2.3.1	COMP使用注意事项	9
2.4	GPIO	9
2.4.1	引脚设计注意事项	9

## 目录

2.5	I2C.....	9
2.5.1	I2C从机通讯 .....	9
2.6	OPTION操作 .....	9
<b>3</b>	<b>PY32F040/PY32F071应用注意事项.....</b>	<b>10</b>
3.1	ADC .....	10
3.1.1	ADC配置.....	10
<b>4</b>	<b>PY32F403应用注意事项.....</b>	<b>11</b>
4.1	PWR.....	11
4.1.1	PLL .....	11
4.2	SPI.....	11
4.2.1	SPI配置 .....	11
<b>5</b>	<b>版本历史.....</b>	<b>12</b>
<b>附录1.....</b>		<b>13</b>
1.1	PY32F030/PY32F003/PY3F002A低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(LL库) .....	13
1.2	PY32F030/PY32F003/PY3F002A低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(HAL库) .....	16
<b>附录2.....</b>		<b>19</b>
2.1	PY32F002B 低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(LL库).....	19
2.2	PY32F002B 低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(HAL库).....	22
<b>附录3.....</b>		<b>25</b>
3.1	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1.3.2).....	25
3.2	PY32F002B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2.1.1).....	25

## 1 PY32F030/PY32F003/PY32F002A应用注意事项

### 1.1 PWR

#### 1.1.1 看门狗

- 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)

### 1.2 GPIO

#### 1.2.1 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。

### 1.3 ADC

#### 1.3.1 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

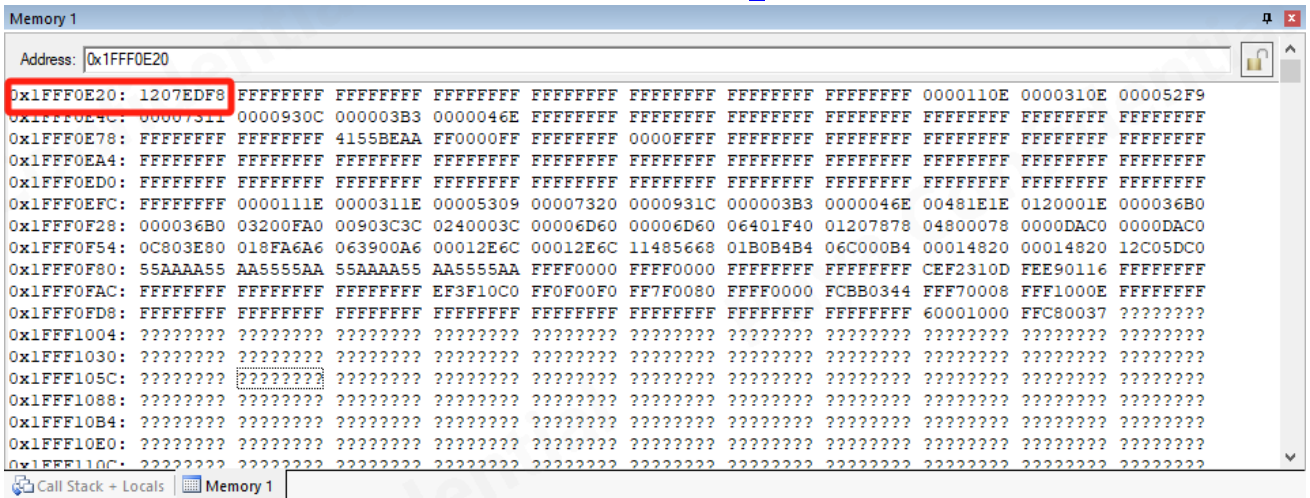
#### 1.3.2 ADC配置

- 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)。

#### 1.3.3 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：

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

## 1.4 I2C

### 1.4.1 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。

### 1.4.2 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。

## 1.5 COMP

### 1.5.1 COMP2

- 使用比较器2需要同时使能比较器1的SCALER\_EN。

## 1.6 RCC

### 1.6.1 PLL

- 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。

### 1.6.2 HSI

- E版本芯片HSI不支持分频

## 1.7 SPI

### 1.7.1 SPI 使用DMA

- 先启动SPI, 然后开启DMA。

### 1.7.2 SPI 发送和接收 (库已经规避此问题, 寄存器操作时需注意此项)

- 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。

### 1.7.3 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。

## 1.8 IAP升级

- APP程序必须修改VECT\_TAB\_OFFSET, 例如#define VECT\_TAB\_OFFSET 0x1000。

## 1.9 LED

### 1.9.1 LED使用

- 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

### 1.10 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

PUYA CONFIDENTIAL

## 2 PY32F002B应用注意事项

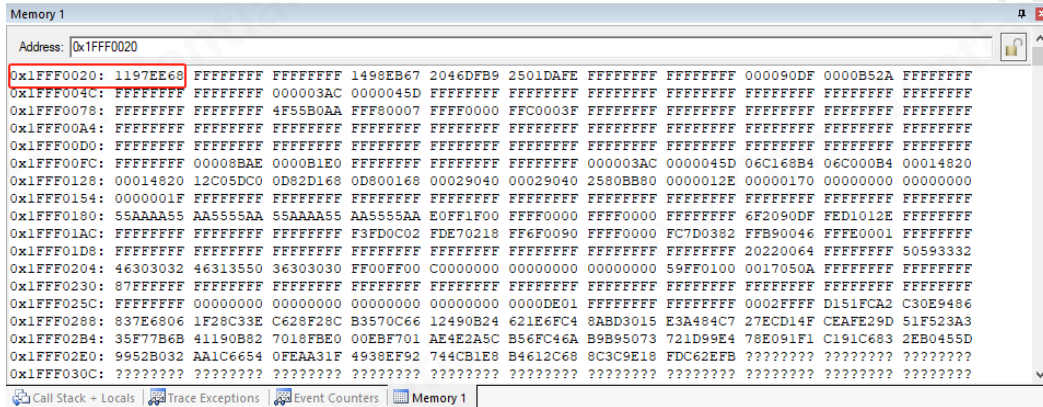
### 2.1 ADC

#### 2.1.1 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

#### 2.1.2 ADC 内部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(0x1FFF0020)。(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:



- 使用内部参考电压1.5V时, 需要使能内部参考电压1.2V。
- 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至少要10us。
  - 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:

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

#### 2.1.3 ADC配置

- 切换ADC通道, 需要关闭ADC使能。
- 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。
- 进休眠模式前, 需要复位ADC模块。



## 2.2 PWR

### 2.2.1 看门狗

- 为了提高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2)

## 2.3 COMP

### 2.3.1 COMP使用注意事项

- 比较器在低功耗模式下不支持唤醒。

## 2.4 GPIO

### 2.4.1 引脚设计注意事项

- 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-0.3V的负压

## 2.5 I2C

### 2.5.1 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。

## 2.6 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

### 3 PY32F040/PY32F071应用注意事项

#### 3.1 ADC

##### 3.1.1 ADC配置

- 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)。
- 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。(使用通道16时需要配置通道0的采样周期，且两个通道的采样周期需一致)

## 4 PY32F403应用注意事项

### 4.1 PWR

#### 4.1.1 PLL

- PLL 倍频后不支持读取OTP FLASH，需要在系统时钟为HSI 8MHz时进行读取。

### 4.2 SPI

#### 4.2.1 SPI配置

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

PUYA CONFIDENTIAL

## 版本历史

### 5 版本历史

版本	日期	更新记录
V1.0	2024.01.31	初版
V1.1	2024.02.21	更新I2C,SPI
V1.2	2024.02.27	更新文件格式, 1.1/1.2/1.3/1.4/1.7/2.1/2.2/2.4/2.5/6.3描述
V1.3	2024.3.22	更新2.2描述
V1.4	2024.03.25	更新1.1/1.2/1.3/1.10/2.1/2.2/2.4/2.6内容
V1.5	2024.05.14	更新1.1/1.3/1.7/2.1/2.2内容
V1.6	2024.06.06	新增1.6.2描述



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

### 附录1

#### 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_HSYSYS);
while(LL_RCC_GetSysClkSource() != LL_RCC_SYS_CLKSOURCE_STATUS_HSYSYS)
{
}

/* 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();

    /* 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(&IwdgHandle) != HAL_OK)
        {
            Error_Handler();
        }
        /* LED Toggle */
        BSP_LED_Toggle(LED_GREEN);
    }
}

static void APP_RCCOscConfig(void)
{

```



## 附录1

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

## 附录1

---

```
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)
    {
    }
}
```

PUYA CONFIDENTIAL

## 2.1 PY32F002B 低功耗模式下，定时唤醒喂狗例程(LL库)

```
int main(void)
{
    APP_SystemClockConfig();
    BSP_LED_Init(LED3);
    BSP_PB_Init(BUTTON_USER, BUTTON_MODE_GPIO);

    BSP_LED_On(LED_GREEN);

    /* Wait the button be pressed */
    while (BSP_PB_GetState(BUTTON_USER) != 0)
    {
        APP_IwdgConfig();
        /* Set wake-up mode of the LPTIM(EXTI Line29) to event request */
        LL_EXTI_DisableIT(LL_EXTI_LINE_29); /* Disable interrupt request for EXTI Line29 */
        LL_EXTI_EnableEvent(LL_EXTI_LINE_29); /* Enable event request for EXTI Line29 */
        /* Set LSI as LPTIM clcok source */
        APP_ConfigLptimClock();

        /* Initialize LPTIM */
        LPTIM_InitStruct.Prescaler = LL_LPTIM_PRESCALER_DIV128; /* prescaler: 128 */
        LPTIM_InitStruct.UpdateMode = LL_LPTIM_UPDATE_MODE_IMMEDIATE; /* registers are
updated after each APB bus write access */
        if (LL_LPTIM_Init(LPTIM, &LPTIM_InitStruct) != SUCCESS)
        {
            APP_ErrorHandler();
        }
        /* LED off */
        BSP_LED_Off(LED_GREEN);

        /* Set LPTIM to continus mode Enable autoreload match interrupt */
        // APP_ConfigLptim();

        while (1)
        {
            APP_ConfigLptim();
            LL_LPTIM_ClearFLAG_ARRM(LPTIM1);

            /* Enable STOP mode */
            APP_EnterStop();
            LL_IWDG_ReloadCounter(IWDG);
            /* LED toggle */
            BSP_LED_Toggle(LED_GREEN);
        }
    }
}

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 to IWDG_PR, IWDG_RLR and IWDG_WINR registers */
}
```

## 附录2

```
LL_IWDG_EnableWriteAccess(IWDG);

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

/* Set IWDG reload value */
LL_IWDG_SetReloadCounter(IWDG, 1000); /* 1ms*1000=3s */

/* Check if all flags Prescaler, Reload & Window Value Update are reset or not */
while (LL_IWDG_IsReady(IWDG) == 0U) {}

/* Reloads IWDG counter with value defined in the reload register */
LL_IWDG_ReloadCounter(IWDG);
}
static void APP_SystemClockConfig(void)
{
    /* Enable HSI */
    LL_RCC_HSI_Enable();
    while(LL_RCC_HSI_IsReady() != 1)
    {
    }

    /* Set AHB divider: HCLK = SYSCLK */
    LL_RCC_SetAHBPrescaler(LL_RCC_SYSCLK_DIV_1);

    /* HSI used as SYSCLK clock source */
    LL_RCC_SetSysClkSource(LL_RCC_SYS_CLKSOURCE_HSI);
    while(LL_RCC_GetSysClkSource() != LL_RCC_SYS_CLKSOURCE_STATUS_HSI)
    {
    }

    /* Set APB1 divider */
    LL_RCC_SetAPB1Prescaler(LL_RCC_APB1_DIV_1);
    LL_Init1msTick(24000000);

    /* Update CMSIS variable (which can be updated also through SystemCoreClockUpdate function)
    */
    LL_SetSystemCoreClock(24000000);
}
static void APP_ConfigLptimClock(void)
{
    /* Enable LSI */
    LL_RCC_LSI_Enable();
    while(LL_RCC_LSI_IsReady() != 1)
    {
    }

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

    /* Enable LPTIM clock */
    LL_APB1_GRP1_EnableClock(LL_APB1_GRP1_PERIPH_LPTIM1);
}
static void APP_ConfigLptim(void)
{
    /* Enable LPTIM1 interrupt */
    NVIC_SetPriority(LPTIM1_IRQn, 0);
    NVIC_EnableIRQ(LPTIM1_IRQn);

    /* Enable LPTIM autoreload match interrupt */
}
```

## 附录2

```
LL_LPTIM_EnableIT_ARRM(LPTIM);

LL_LPTIM_Disable(LPTIM);
APP_delay_us(120); //必须在此处增加120us以上延迟
/* Enable LPTIM */
LL_LPTIM_Enable(LPTIM);

/* Set autoreload value */
LL_LPTIM_SetAutoReload(LPTIM, 51);
/* LPTIM starts in continuous mode */
LL_LPTIM_StartCounter(LPTIM, LL_LPTIM_OPERATING_MODE_ONESHOT);
}
static void APP_delay_us(uint32_t nus)
{
    uint32_t temp;
    SysTick->LOAD=nus*(SystemCoreClock/1000000);
    SysTick->VAL=0x00;
    SysTick->CTRL|=SysTick_CTRL_ENABLE_Msk;
    do
    {
        temp=SysTick->CTRL;
    }
    while((temp&0x01)&&!(temp&(1<<16)));
    SysTick->CTRL=SysTick_CTRL_ENABLE_Msk;
    SysTick->VAL =0x00;
}
static void APP_EnterStop(void)
{
    /* Enable PWR clock */
    LL_APB1_GRP1_EnableClock(LL_APB1_GRP1_PERIPH_PWR);
    /* STOP mode with low power regulator ON */
    LL_PWR_SetLprMode(LL_PWR_LPR_MODE_LPR);
    /* SRAM retention voltage aligned with digital LDO output */
    LL_PWR_SetStopModeSramVoltCtrl(LL_PWR_SRAM_RETENTION_VOLT_CTRL_LDO);
    /* Enter DeepSleep mode */
    LL_LPM_EnableDeepSleep();
    /* Request Wait For event */
    __SEV();
    __WFE();
    __WFE();
    LL_LPM_EnableSleep();
}
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);
    }
}
void APP_ErrorHandler(void)
{
    /* Infinite loop */
    while (1)
    {
    }
}
}
```

## 2.2 PY32F002B 低功耗模式下, 定时唤醒喂狗例程(HAL库)

```
int main(void)
{
    EXTI_ConfigTypeDef      ExtiCfg;

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

    APP_IWDGConfig();

    /* Configure RCCOSC */
    APP_RCCOscConfig();

    /* Initialize LED */
    BSP_LED_Init(LED_GREEN);

    /* Initialize PA3 */
    APP_GpioConfig();

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

    /* LPTIM initialization */
    LPTIMConf.Instance = LPTIM1;                /* LPTIM1 */
    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)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }

    /* Configure EXTI Line as interrupt wakeup mode for LPTIM */
    ExtiCfg.Line = EXTI_LINE_29;
    ExtiCfg.Mode = EXTI_MODE_INTERRUPT;
    HAL_EXTI_SetConfigLine(&ExtiHandle, &ExtiCfg);

    /* Enable LPTIM1 interrupt */
    HAL_NVIC_SetPriority(LPTIM1_IRQn, 0, 0);
    HAL_NVIC_EnableIRQ(LPTIM1_IRQn);

    /* Suspend Systick */
    HAL_SuspendTick();

    /* LED ON*/
    BSP_LED_On(LED_GREEN);

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

    /* LED OFF */
    BSP_LED_Off(LED_GREEN);

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

    while (1)
```

## 附录2

```
{
    /* 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_delay_us(120);           //必须在此处增加120us以上延迟
    /* Configure LPTIM for once mode and enable interrupt */
    HAL_LPTIM_SetOnce_Start_IT(&LPTIMConf, 51);

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

    if (HAL_IWDG_Refresh(&lwdgHandle) != HAL_OK)
    {
        APP_ErrorHandler();
    }

    HAL_GPIO_TogglePin(GPIOA,GPIO_PIN_3);
}
}

void APP_IWDGConfig(void)
{
    lwdgHandle.Instance = IWDG;           /* IWDG */
    lwdgHandle.Init.Prescaler = IWDG_PRESCALER_32; /* Prescaler DIV 32 */
    lwdgHandle.Init.Reload = (1000);      /* IWDG Reload value 1000 */

    if (HAL_IWDG_Init(&lwdgHandle) != HAL_OK) /* Initialize the IWDG */
    {
        APP_ErrorHandler();
    }
}

/**
 * @brief LPTIM AutoReloadMatchCallback
 * @param None
 * @retval None
 */
void HAL_LPTIM_AutoReloadMatchCallback(LPTIM_HandleTypeDef *LPTIMConf)
{
    BSP_LED_Toggle(LED_GREEN);
}

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

    /* LSI Clock Configure */
    OSCINIT.OscillatorType = RCC_OSCILLATORTYPE_LSI; /* LSI */
    OSCINIT.LSIState = RCC_LSI_ON; /* LSI ON */
    OSCINIT.LSICalibrationValue = RCC_LSICALIBRATION_32768Hz; /* LSI Set 32768Hz */
    /* RCC Configure */
    if (HAL_RCC_OscConfig(&OSCINIT) != HAL_OK)
```

## 附录2

```
{
    APP_ErrorHandler();
}

LPTIM_RCC.PeriphClockSelection = RCC_PERIPHCLK_LPTIM;          /* Clock Configure
Selection: LPTIM */
LPTIM_RCC.LptimClockSelection = RCC_LPTIMCLKSOURCE_LSI;      /* Select LPTIM Clock
Source: LSI */
/* Peripherals Configure */
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;
    __HAL_RCC_GPIOA_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_3;
    HAL_GPIO_Init(GPIOA, &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)
{
    while (1)
    {
    }
}
```



### 3.1 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1.3.2)

```
#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;
}
```

### 3.2 PY32F002B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

#### 2.1.1)

```
#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;
```

### 附录3

```
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;
```

```
}
```

PUYA CONFIDENTIAL

#### 4 PF0,PF1作为I2C引脚使用流程

```
void HAL_I2CInit(I2C_HandleTypeDef *hi2c)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure = {0};

    __HAL_RCC_I2C_CLK_ENABLE();                /* Enable I2C clock */
    __HAL_RCC_GPIOF_CLK_ENABLE();              /* Enable GPIOF clock */
    GPIO_InitStructure.Pin = GPIO_PIN_0 | GPIO_PIN_1;
    GPIO_InitStructure.Mode = GPIO_MODE_AF_OD; /* Open-drain mode */
    GPIO_InitStructure.Pull = GPIO_PULLUP;     /* Pull-up */
    GPIO_InitStructure.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_VERY_HIGH;
    GPIO_InitStructure.Alternate = GPIO_AF12_I2C; /* Alternate as I2C */
    HAL_GPIO_Init(GPIOF, &GPIO_InitStructure); /* Initialize GPIO */
    /* Reset I2C */
    __HAL_RCC_I2C_FORCE_RESET();
    __HAL_RCC_I2C_RELEASE_RESET();
}
```

