AN1034
应用笔记

PY32F040 的
应用注意事项

前言

PY32F040 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 PY32F040 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	PY32F040

目录

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

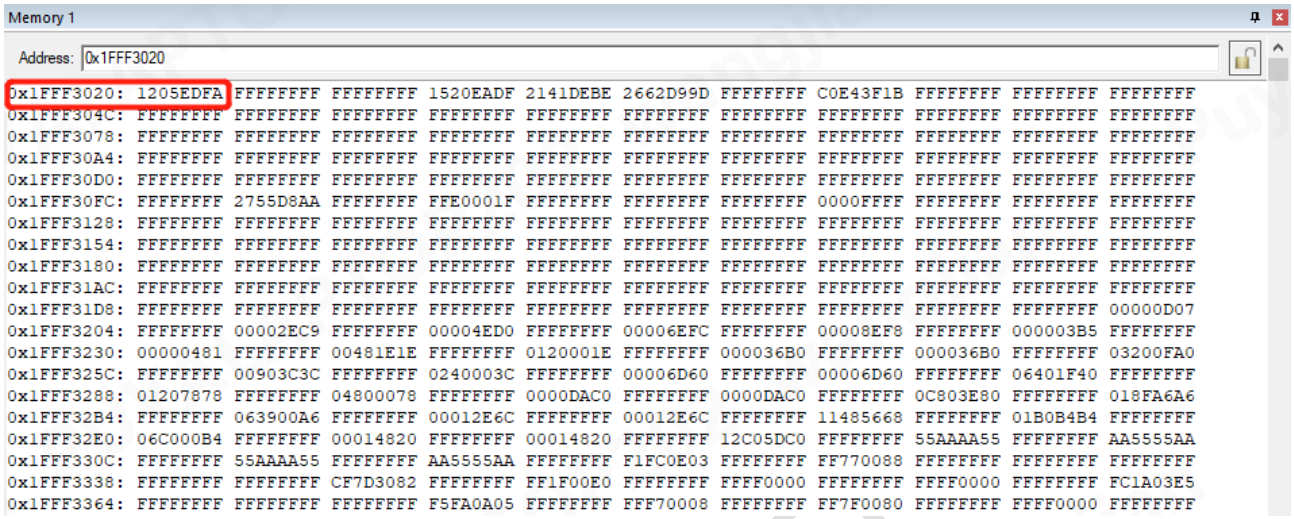
- 在使用 ADC DMA 连续采样内部通道(通道 16-通道 23)时，需要设置当前使用通道的前一个通道采样周期，而且需要设置采样周期一致，例如使用通道 18 采样周期 239.5，则通道 17 也需要设置采样周期 239.5； （C 版本已修复）
- 因为 ADC 在全部通道转换完成后才会一个 EOC 标志，所以没办法使用非 DMA 方式的多通道采样；(可设置非连续模式使能，一个通道转换即有一个 EOC 标志)
- ADC 参考电压（V_{CC} 或 VREFBUF）低于 2 V 时无法校准；（C 版本已修复）
- TIM_CC 触发注入通道单次采样异常，不建议使用；（C 版本已修复）
- 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。

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:

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：

tCONV = 采样时间 + (转换分辨率+0.5) x ADC 时钟周期

例如：

当 ADC_CLK = 12MHz，分辨率为 12 位，且采样时间为 239.5 个 ADC 时钟周期：

tCONV = (239.5 + 12.5) x ADC 时钟周期= 252 x ADC 时钟周期 = 21 us

3. COMP 硬件设计

- 当比较器的 VINM 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。

4. 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。

5. 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。

6. GPIO 使用注意事项

- 不得使用 DMA GPIO 模式。(C 版本已修复)

7. I2C 使用注意事项

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

8. 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();
  }
}
```

9. LPTIM 使用注意事项

9.1 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 40us*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 160us*PSC，包含程序执行时间)

9.2 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 120us，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 160us，包含程序执行时间)

10. 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 HSIDIV 恢复到默认值，若实际使用 HSIDIV≠0 唤醒后需重新配置。

11. 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。

12. 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）
- TIMER3 的 ETR 功能禁止使用。（C 版本已修复）

13. 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。

14. 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 14-1、图 14-2 所示；

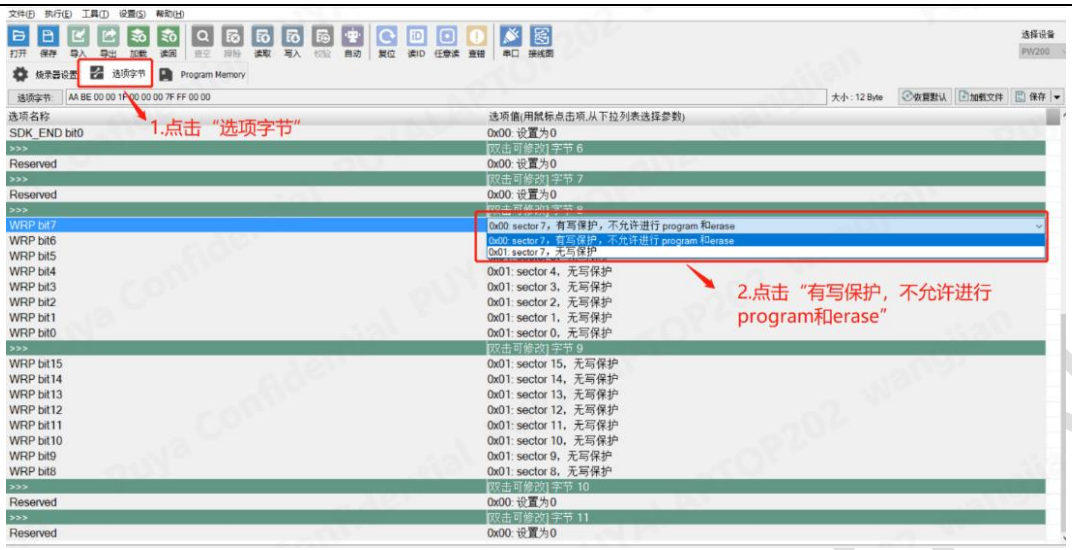


图 14-1 创芯工坊操作 Option 写保护

图 14-2 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 14-3、图 14-4 所示。

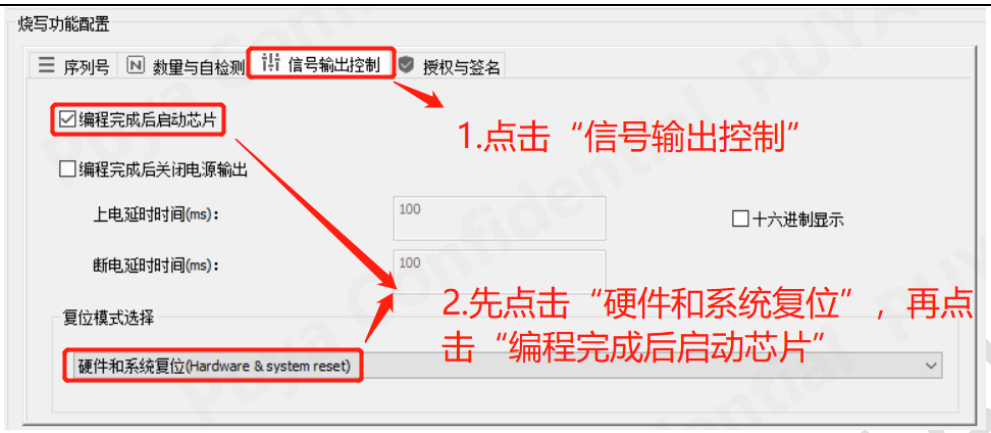


图 14-3 创芯工坊操作“编程后重启芯片”

图 14-4 轩微操作“智能复位”

15. 版本历史

版本	日期	更新记录
V1.0	2023.06.15	初版
V1.1	2024.10.25	增加 PWR、ADC、DMA、CRC、GPIO、I2C、LCD、RCC、Option、FLASH 模块，合并 LPTIM 连续/单次模块的内容

Puya Semiconductor Co., Ltd.

附录 1

1.1 PY32F040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_IwdgConfig();
  /* 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 LTPIM 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 PY32F040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;                                  /* 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;
  /* 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.PY32F040读取information区域中存放的Vreferint 1.2V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;
}
```