

## 32 位微控制器

## HC32M120 系列的电压比较器 CMP

### 适用对象

系列	产品型号
<b>HC32M120</b>	HC32M120J6TB
	HC32M120F6TB

# 目 录

<b>1</b>	<b>摘要 .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CMP 简介.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>HC32M120 系列的 CMP.....</b>	<b>4</b>
3.1	系统框图 .....	5
3.2	功能说明 .....	6
3.2.1	比较模式 .....	6
3.2.2	输出信号处理 .....	8
3.2.3	VCOUT 输出.....	9
3.2.4	中断及外设触发事件.....	9
3.2.5	CMP 的低功耗 .....	9
3.3	注意事项 .....	10
3.4	寄存器说明 .....	10
<b>4</b>	<b>样例代码 .....</b>	<b>11</b>
4.1	代码介绍 .....	11
4.2	代码运行 .....	13
<b>5</b>	<b>总结 .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>版本信息 &amp; 联系方式 .....</b>	<b>15</b>

## 1 摘要

本篇应用笔记主要介绍 HC32M120 系列芯片的电压比较器（CMP）模块，并通过展示 CMP 样例代码简要说明如何使用 CMP 模块。

## 2 CMP 简介

电压比较器（Comparator，简称 CMP）是将两个模拟电压进行比较的外设模块，广泛应用于自动控制电路、测量技术、电源电压监测电路等。

### 3 HC32M120 系列的 CMP

本系列芯片共有两个比较器通道 CMP1 和 CMP2。

本系列芯片 CMP 主要特性：

- 能选择普通比较模式或窗口比较模式
- 能选择从外部输入基准电压或使用内部基准电压
- 可配置的输出滤波功能
- 能使用定时器 PWM 输出作为比较器输出开关信号
- 能选择比较器输出的有效边沿并产生中断或触发事件
- 能将比较结果输出到外部管脚

## 3.1 系统框图

CMP 的系统框图如图 3-1 所示。

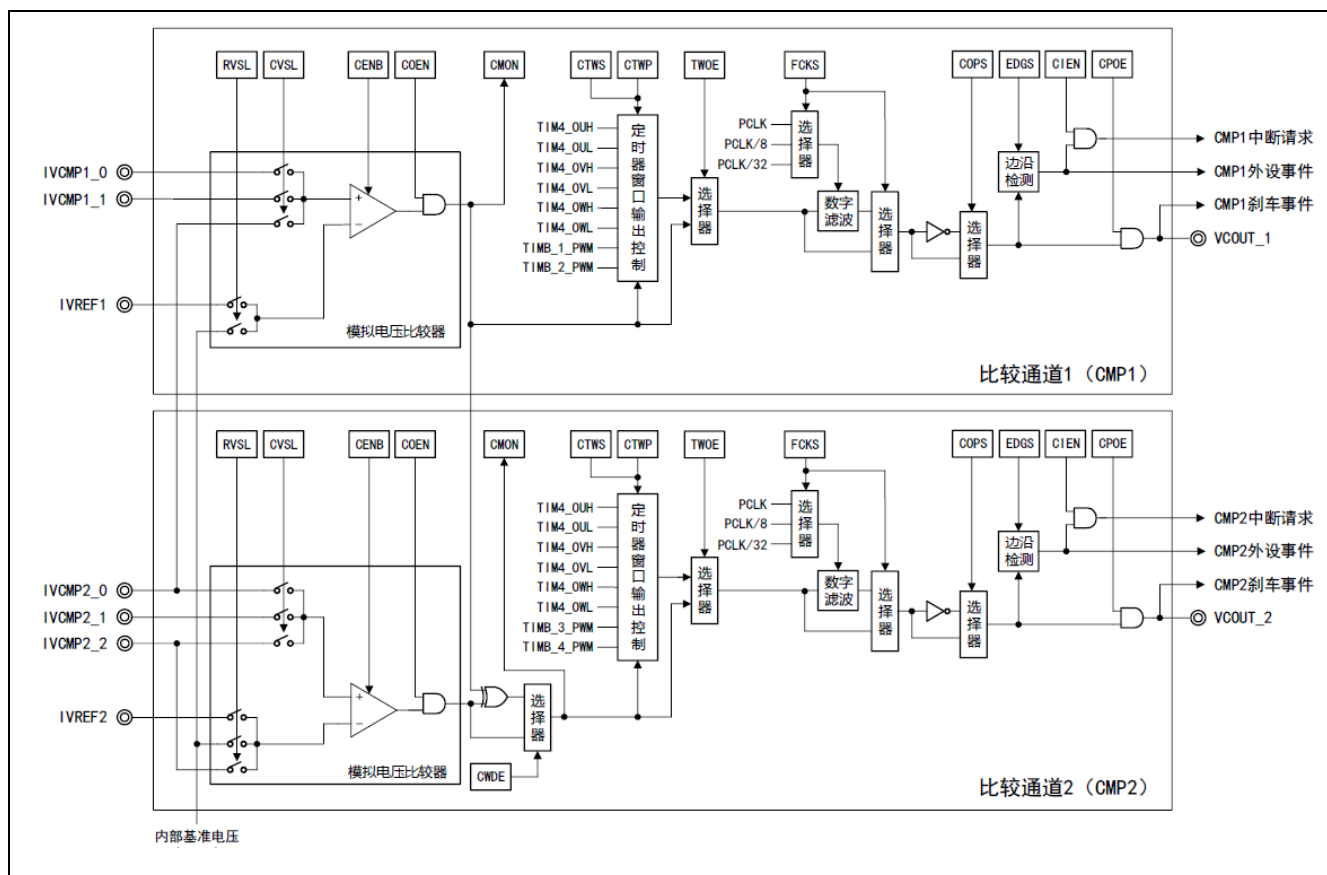


图 3-1 CMP 系统框图

CMP1 和 CMP2 分别由寄存器位 RVSL (reference voltage select) 选择参考电压来源，由寄存器位 CVSL (compare voltage select) 选择比较电压输入源，由 CMON (Compare monitor) 表示基本模拟电压比较器的比较输出监视信号。

对于比较器的输出监视信号，可以通过 TWOE (Timer windows output enable) 等寄存器位来配置是否采用定时器窗口功能；对于比较器的输出监视信号，可以通过 FCKS (Filter clock select) 寄存器位来配置是否进行数字滤波和滤波时钟源；对于比较器的输出监视信号，可以通过 COPS (Compare output polarity select) 寄存器位来配置是否反向输出。

通过以上功能电路（定时器窗口输出、滤波、极性控制）的比较器输出信号可以直接通过 VCOUT 端口输出；也可以通过寄存器位 EDGS (Edge select) 选择产生中断或事件的有效边沿，产生相应的中断或事件。

CMP2 通道特有寄存器位 CWDE (Compare window mode) 来选择是否采用窗口比较模式。

## 3.2 功能说明

### 3.2.1 比较模式

本系列芯片的 CMP 可以配置为普通比较模式和窗口比较模式。

#### 普通比较模式

比较器 CMP1 和 CMP2 可以配置为普通比较模式分别单独使用。

普通比较模式实现输入比较电压与参考电压之间的比较并且输出比较结果，工作示意图如图 3-2 所示。

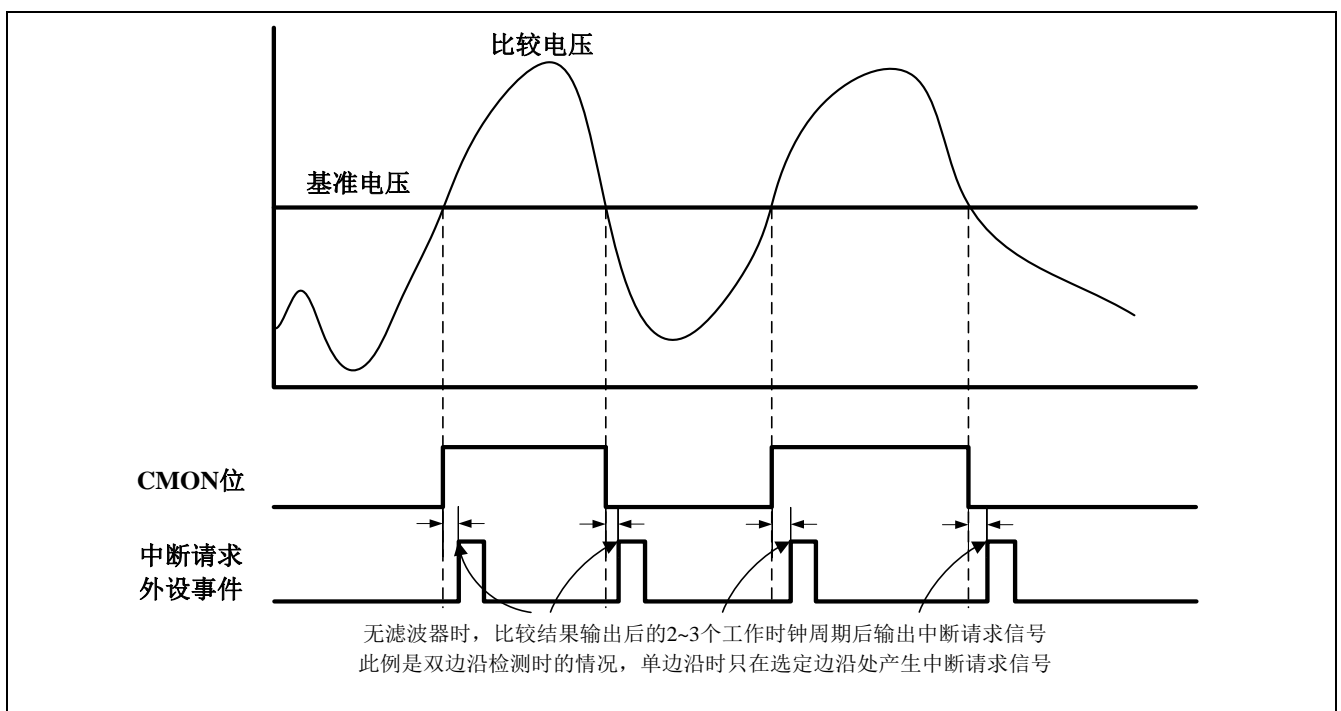


图 3-2 普通比较模式工作示意图

## 窗口比较模式

窗口比较模式实现对输入电压是否在窗口电压范围的比较判断并且输出比较结果，其工作示意图如图 3-3 所示。

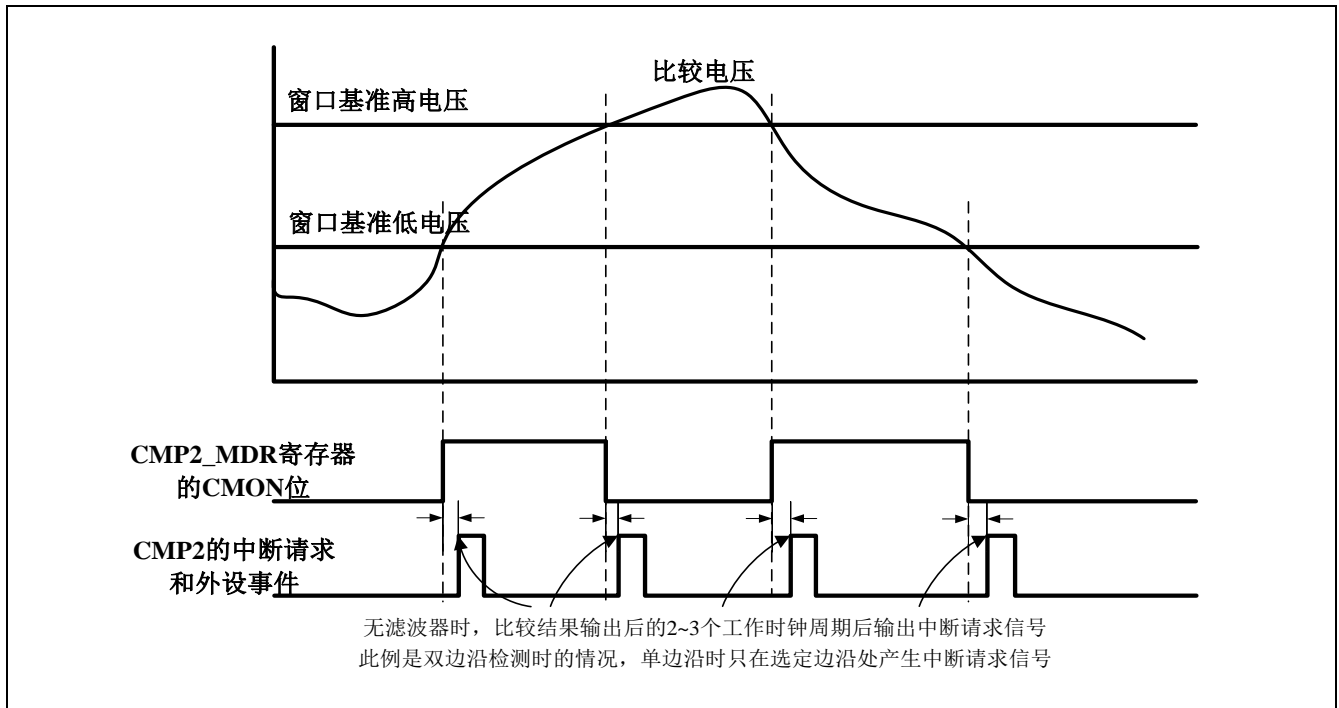


图 3-3 窗口比较模式工作示意图

### 3.2.2 输出信号处理

本系列芯片的 **CMP** 外设对模拟电压比较器输出的比较监测结果 **CMON** 通过以下电路对输出结果进行加工处理。输出信号处理电路后的 **CMP** 比较输出用于 **VCOUT** 的输出和产生中断及外设触发事件。

#### 定时器窗口输出

定时器窗口输出功能使能时，电压比较器输出除了受 **COEN** 控制外，还受到由 **CMPn\_TWR1** 寄存器位设定的定时器窗口信号控制。可以通过 **CMPn\_TWR2** 寄存器设定允许输出定时器窗口信号的极性，并通过 **CMPn\_OCR** 寄存器的 **TWOL** 位设定在输出定时器窗口禁止时默认的输出电平。

以下为定时器窗口输出功能使能，并且配置窗口信号为高电平时允许比较器输出和在输出禁止时默认为输出低电平时的示例图。

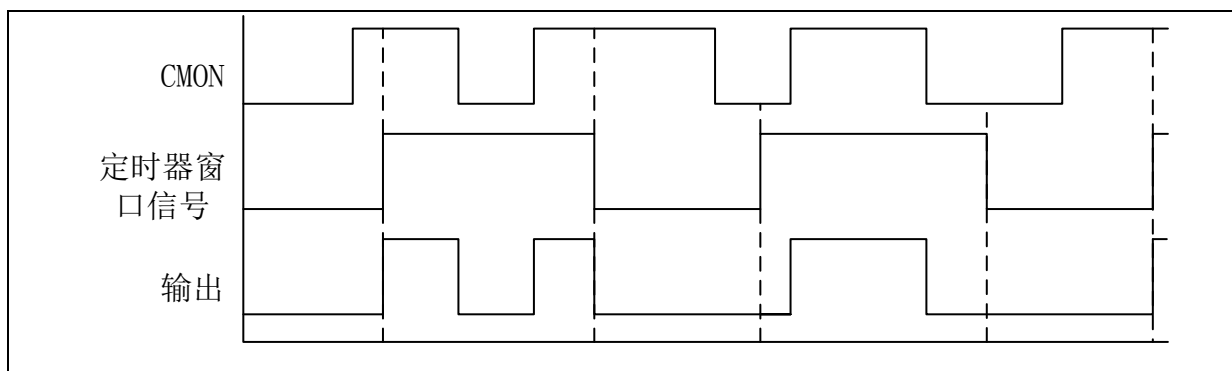


图 3-4 定时器窗口输出功能示例

#### 数字滤波

数字滤波器对电压比较器的输出信号进行噪声滤波，通过 **CMPn\_FIR** 寄存器的 **FCKS** 寄存器位进行配置。

#### 输出极性

通过寄存器 **CMPn\_OCR** 的寄存器位 **COPS** 可以对比较器的输出进行极性翻转。



### 3.2.3 VCOUT 输出

通过寄存器 `CMPn_OCR` 的寄存器位 `CPOE` (Compare port output enable) 可以使能或禁止 `VCOUT` 管脚输出经过输出处理的比较器输出结果。在使能 `VCOUT` 输出同时还应该通过端口寄存器将 `VCOUT` 端口设置为 `VCOUT` 输出功能, 详细配置方法请参考本系列芯片用户手册引脚配置和引脚功能章节。

### 3.2.4 中断及外设触发事件

通过寄存器 `CMPn_FIR` 的寄存器位 `EDGS` 选择产生中断及外设事件的边沿, 可以配置为上升沿、下降沿和所有边沿。

通过寄存器 `CMPn_FIR` 的寄存器位 `CIEN` (Compare interrupt enable) 使能 `CMP` 中断。

当 `CMP2` 用于唤醒停止低功耗模式时, 将 `EDGS` 配置为 0 不检测比较器输出的边沿, 同时通过 `CIEN` 使能 `CMP` 中断。如此配置后, 中断将在输出为高电平时发生并唤醒停止低功耗模式。回到工作模式后, 请先设定中断无效 (`CIEN=0`) 后再进行后续操作。

### 3.2.5 CMP 的低功耗

#### 1) CMP 的模块停止功能

芯片上电时 `CMP` 默认为模块停止状态, 通过寄存器 `CMU_FCG` 的 `CMP` 位设置为 “0” 设定 `CMP` 模块工作时才可以访问 `CMP` 的寄存器。通过设定寄存器 `CMU_FCG` 寄存器的 `CMP` 位为 “1” 可将模块的数字部分关闭, 此时模块的模拟部分需工作, 功耗等同于工作状态。如需进一步降低功耗, 请将 `CMP_MDR` 寄存器的 `CENB` 位清 “0”, 以停止 `CMP` 模拟部分的工作。

#### 2) 芯片停止低功耗模式时的 CMP

芯片进入停止低功耗模式时, 如果 `CMP` 处于工作状态, 在进入停止低功耗模式后将继续保持工作, 功耗等同于进入低功耗模式之前的水平。如需进一步降低功耗, 请在进入低功耗模式前将 `CMP_MDR` 寄存器的 `CENB` 位清 “0”, 使 `CMP` 停止工作。此外, `CMP` 可以在芯片处于停止低功耗模式时通过 `CMP2` 的中断唤醒芯片, 如章节 3.2.4 所示。

#### 3) 芯片掉电低功耗模式时的 CMP

芯片进入掉电低功耗模式时, `CMP` 停止工作, 输出为低电平。

### 3.3 注意事项

使用 CMP 模块时，需要注意以下几点：

- 1) 如在 CMP 功能需要使用到芯片内部参考电压  $V_{ref}$  时，需要通过寄存器 PWR\_PWRC 将内部电压使能，详细说明请参考本系列芯片用户手册电源控制（PWC）章节说明。
- 2) CMP 的寄存器某些标志位在有写操作时会引起中断或外设触发事件，因此请在中断禁止或外设触发功能无效状态下设定该寄存器。寄存器设定好后，清除相应中断标志。

### 3.4 寄存器说明

以下为 CMP 模块的寄存器列表，详细寄存器说明请查看本系列芯片用户手册相关章节。

CMP1 基准地址：0x4000C800

CMP2 基准地址：0x4000C810

寄存器名	符号	偏移地址	位宽	复位值
比较器模式设定寄存器	CMPn_MDR	0x00	8	0x00
比较器滤波控制寄存器	CMPn_FIR	0x01	8	0x00
比较器输出控制寄存器	CMPn_OCR	0x02	8	0x00
比较器电压选择寄存器	CMPn_VSR	0x03	8	0x00
比较器定时器窗口输出控制寄存器1	CMPn_TWR1	0x04	8	0x00
比较器定时器窗口输出控制寄存器2	CMPn_TWR2	0x05	8	0x00

## 4 样例代码

### 4.1 代码介绍

用户可写自己的代码来学习验证该模块，也可以直接通过华大半导体的网站下载到设备驱动库（Device Driver Library, DDL）的样例代码并使用其中的 CMP 的样例进行验证。

以下部分简要介绍本 AN 基于 DDL 的 CMP 模块样例 cmp\_normal\_int 代码所涉及的各项配置。

#### 1) 系统时钟、测试 LED 端口初始化

```
/* Configure system clock. */  
SystemClockConfig();  
/* RGB LED configuration */  
LedConfig();
```

#### 2) CMP 模块使能及 AOS 功能使能

```
/* Enable internal Vref*/  
PWC_PwrMonStructInit(&stcPwcIni);  
PWC_PwrMonInit(&stcPwcIni);  
/* Enable peripheral clock */  
CLK_FcgPeriphClockCmd(CLK_FCG_CMP, Enable);
```

#### 3) CMP 普通比较模式配置及使能

```
/* Clear structure */  
CMP_StructInit(&stcCmpCfg);  
/* De-initialize CMP unit */  
CMP_DeInit(CMP_TEST_UNIT);  
/* Configuration for normal compare function */  
stcCmpCfg.u8CmpVol = CMP1_CVSL_VCMP1_0;  
stcCmpCfg.u8RefVol = CMP1_RVSL_VREF;  
stcCmpCfg.u8OutDetectEdges = CMP_DETECT_EDGS_BOTH;  
stcCmpCfg.u8OutFilter = CMP_OUT_FILTER_PCLKDIV32;  
stcCmpCfg.u8OutPolarity = CMP_OUT_REVERSE_ON;  
CMP_NormalModeInit(CMP_TEST_UNIT, &stcCmpCfg);  
/* Enable interrupt if need */  
CMP_IntCmd(CMP_TEST_UNIT, Enable);  
/* Enable CMP output */  
CMP_OutputCmd(CMP_TEST_UNIT, Enable);
```

#### 4) CMP 中断配置

```
/*NVIC configuration for interrupt */
stcIrqRegiCfg.enIRQn = Int020_IRQn;
stcIrqRegiCfg.enIntSrc = INT_CMP_1_IRQ;
stcIrqRegiCfg.pfnCallback = CMP_Irq_Callback;
INTC_IrqRegistration(&stcIrqRegiCfg);
NVIC_ClearPendingIRQ(stcIrqRegiCfg.enIRQn);
NVIC_SetPriority(stcIrqRegiCfg.enIRQn, DDL_IRQ_PRIORITY_03);
NVIC_EnableIRQ(stcIrqRegiCfg.enIRQn);
/* Configuration finished */
while(1);
```

#### 5) 中断服务程序

```
/**
 * @brief CMP interrupt call back
 * @param None
 * @retval None
 */
static void CMP_Irq_Callback(void)
{
    en_flag_status_t stdflag;
    CMP_ResultGet(CMP_TEST_UNIT, &stdflag);

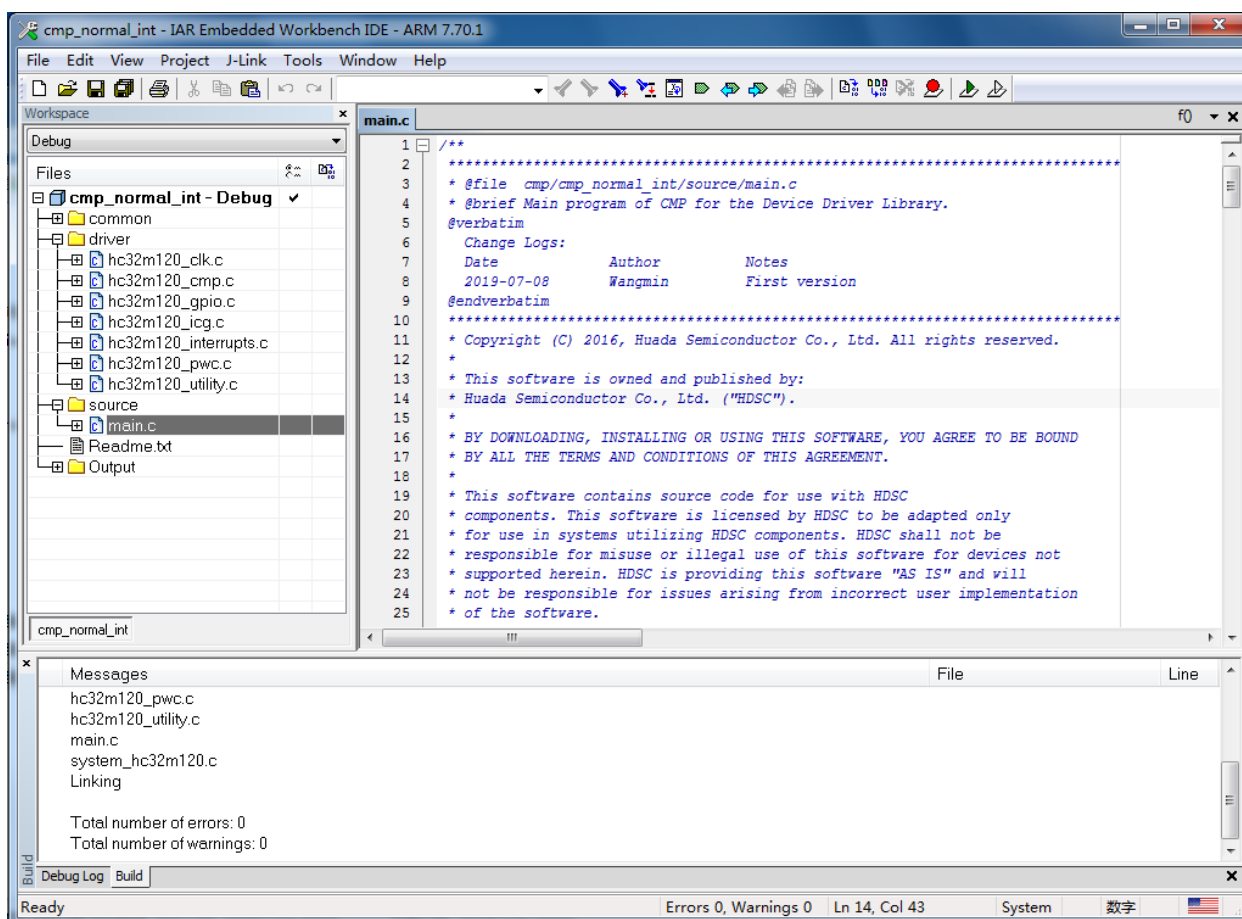
    (Set == stdflag) ? LED_B_Set() : LED_B_Reset();
}
```



## 4.2 代码运行

用户可以通过华大半导体的网站下载到 HC32M120 的 DDL 的样例代码（cmp\_normal\_int），并配合评估用板（STK-HC32M120-LQFP48-050-V11）运行相关代码学习使用 CMP 模块。

以下部分主要介绍如何在评估板上运行 cmp\_normal\_int 样例代码并观察结果：

- 确认安装正确的 IAR EWARM v7.7 工具（请从 IAR 官方网站下载相应的安装包，并参考用户手册进行安装）。
- 从华大半导体网站下载 HC32M120 DDL 代码。
- 下载并运行 cmp\_normal\_int\中的工程文件：
  - 1) 打开 cmp\_normal\_int\工程，并打开 ‘main.c’ 如下视图：



- 2) 点击  重新编译整个项目；
- 3) 硬件连接：芯片引脚 P13 连接输入比较电压（<VCC）；
- 4) 点击  将代码下载到评估板上，全速运行；

5) 调节输入比较电压值，查看 LED 灯变化。

当比较电压 $>V_{ref}$ ，蓝色 LED 亮；

当比较电压 $<V_{ref}$ ，蓝色 LED 灭。

$V_{ref}$  电压值请参考芯片数据手册。

## 5 总结

以上章节简要介绍了 HC32M120 系列的 CMP，说明了 CMP 模块的寄存器及部分操作流程，并且演示了如何使用 CMP 样例代码，在实际开发中用户可以根据自己的需要配置和使用 CMP 模块。

## 6 版本信息 & 联系方式

日期	版本	修改记录
2019/10/31	Rev1.0	初版发布



---

如果您在购买与使用过程中有任何意见或建议，请随时与我们联系。

Email: [mcu@hdsc.com.cn](mailto:mcu@hdsc.com.cn)

网址: [www.hdsc.com.cn](http://www.hdsc.com.cn)

通信地址: 上海市浦东新区中科路 1867 号 A 座 10 层

邮编: 201203

---

