

## 32 位微控制器

# HC32F460 系列的中断控制器 INTC

适用对象

F 系列	HC32F460
------	----------

# 目 录

<b>1</b>	<b>摘要</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INTC 简介</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>HC32F460 系列的 INTC</b>	<b>4</b>
3.1	NMI 不可屏蔽中断	4
3.1.1	NMI 主要特点	4
3.1.2	NMI 寄存器说明	4
3.1.3	NMI 配置流程说明	5
3.2	外部管脚中断	6
3.2.1	外部管脚中断寄存器	6
3.2.2	外部管脚中断配置流程说明	6
3.3	软件中断	7
3.4	中断源选择	7
3.4.1	中断选择寄存器	7
3.4.2	中断选择寄存器方法说明	8
<b>4</b>	<b>样例代码</b>	<b>9</b>
4.1	代码介绍	9
4.2	代码运行	11
<b>5</b>	<b>总结</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>版本信息 &amp; 联系方式</b>	<b>13</b>

## 1 摘要

本篇应用笔记主要介绍 HC32F460 系列芯片的中断控制器（Interrupt Controller, INTC）模块，并通过展示外部管脚中断、软件中断、NMI 中断样例代码简要说明如何使用 INTC 模块。

## 2 INTC 简介

HC32F460 系列的中断控制器（INTC）模块丰富的功能，其中包括了对不可屏蔽中断（NMI）、外部管脚中断（EXINT）、软件中断（SWI）、中断、事件使能的配置；外设模块中断源自由设置到除系统中断向量入口的任意入口。

INTC 主要特性：

- 外设中断向量入口中断源可配置
- 16 个可编程中断优先级
- 多种可选择的 NMI 中断源
- 16 个外部管脚中断
- 32 个软件中断
- 系统休眠模式唤醒源配置
- 系统停止模式唤醒源配置
- 支持 WFI、WFE 后的唤醒

## 3 HC32F460 系列的 INTC

### 3.1 NMI 不可屏蔽中断

不可屏蔽中断（NMI）具有最高优先级，HC32F460 系列的 NMI 可选择多个中断事件请求，应用程序可通过查询 NMIFR 寄存器来确定 NMI 中断的来源，并通过 NMICFR 寄存器来清除对应标志位。

#### 3.1.1 NMI 主要特点

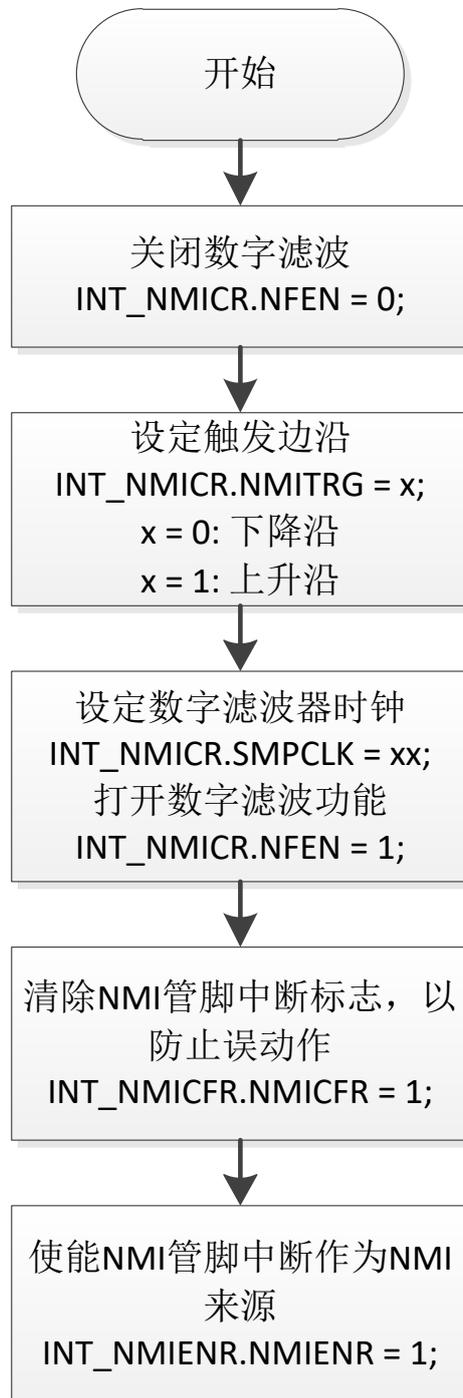
- 可选择多个中断请求作为 NMI 信号来源：
  - NMI 管脚中断
  - 外部高速 XTAL 振荡停止中断
  - 外部低速 XTAL32 振荡停止中断
  - WDT 下溢、刷新错误中断
  - SWDT 下溢、刷新错误中断
  - 低电压监测 PVD1 中断
  - 低电压监测 PVD2 中断
  - SRAM 奇偶校验错误中断
  - SRAM ECC 校验错误中断
  - MPU 总线错误中断
- NMI 管脚中断数字滤波功能及滤波器时钟可设
- NMI 管脚中断上升沿、下降沿触发

#### 3.1.2 NMI 寄存器说明

英文说明（缩写）	中文说明
NMI Control Register(INT_NMICR)	NMI 管脚不可屏蔽中断控制寄存器
NMI Enable Register (INT_NMIENR)	不可屏蔽中断使能寄存器
NMI Flag Register (INT_NMIFR)	不可屏蔽中断标志寄存器
NMI Clear Flag Register (INT_NMICFR)	不可屏蔽中断标志清除寄存器

### 3.1.3 NMI 配置流程说明

下面流程图以 NMI 管脚中断为例，给出了配置流程。



至此，NMI 管脚中断的相关配置结束，如需使用 NMI 管脚中断功能，还需要配置中断选择寄存器以及 NVIC 部分，这部分配置说明将在 **中断源选择** 章节进行详细讲解。

## 3.2 外部管脚中断

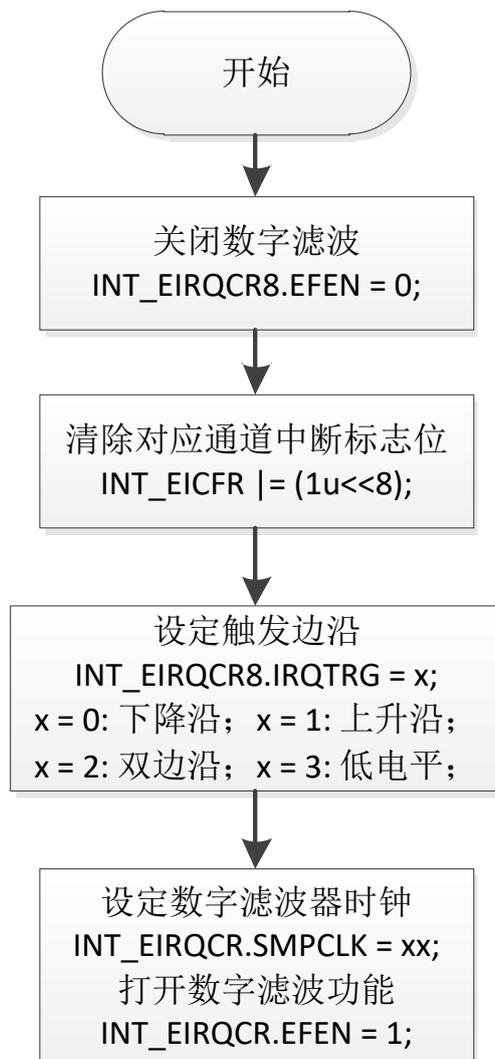
HC32F460 系列有 16 个外部管脚中断事件，可通过寄存器配置每个通道的属性，包括数字滤波功能、触发电平选择。

### 3.2.1 外部管脚中断寄存器

英文说明（缩写）	中文说明
External Interrupt Control Register(INT_EIRQCRx), x = 0~15	NMI 管脚不可屏蔽中断控制寄存器
External Interrupt Flag Register (INT_EIFR)	外部管脚中断标志寄存器
External Interrupt Clear Flag Register (INT_EICFR)	外部管脚中断标志清除寄存器

### 3.2.2 外部管脚中断配置流程说明

下面流程图以外部管脚中断 8 为例，给出了配置流程。



至此，外部管脚中断的相关配置结束，如需使用外部管脚中断功能，需要将对应的引脚配置为外部中断使能（请参考芯片手册第 11 章通用 IO 部分，设置  $PCR_{xy}.INTE = 1$ ）；此外，请参考本文中**中断源选择**章节配置中断选择寄存器以及 NVIC 部分。

### 3.3 软件中断

HC32F460 系列有 32 个软件中断请求，且与中断向量 0~31 一一对应，可通过软件置位寄存器 INT\_SWIER 的对应 bit，来产生一次软件中断事件请求。

### 3.4 中断源选择

HC32F460 系列一共有 16 个系统中断向量入口和 144 个外设中断向量入口，用户可通过中断源选择寄存器，将芯片的 239 个外设的中断请求配置到 144 个中断向量入口，灵活管理中断服务程序。

#### 3.4.1 中断选择寄存器

英文说明（缩写）	中文说明
Interrupt Select Register(INT_SELx), x = 0~31, 共 32 个	中断选择寄存器，所有中断事件请求可对应
Interrupt Select Register (INT_SELy), y = 32 ~ 127, 共 96 个	中断选择寄存器，分为 16 组，每组 6 个，以中断事件请求序号 32 为模进行对应
Interrupt Vector Share Select Register (INT_VSSELz), z = 128~143, 共 16 个	中断向量共享选择寄存器，每一个 bit 对应一个中断事件请求，具体对应关系请参考芯片手册的 12.3.2 中断事件序号章节

### 3.4.2 中断选择寄存器方法说明

下面同样以外部管脚中断 8 为例，对中断选择寄存器进行说明。

配置中断选择寄存器前，先查询芯片手册的 12.3.2 中断事件请求序号章节，获取欲配置的中断事件序号，下图摘抄至手册此章节。

编号	中断事件请求序号	功能	功能名称	是否可选择为中断	可否选择为AOS触发源	对应NVIC向量的中断选择寄存器 <sup>1</sup>		
						NVIC向量 0~31	NVIC向量 32~127	NVIC向量 128~143
0	000h	PORT	PORT_EIRQ0	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[0]
1	001h		PORT_EIRQ1	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[1]
2	002h		PORT_EIRQ2	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[2]
3	003h		PORT_EIRQ3	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[3]
4	004h		PORT_EIRQ4	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[4]
5	005h		PORT_EIRQ5	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[5]
6	006h		PORT_EIRQ6	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[6]
7	007h		PORT_EIRQ7	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[7]
8	008h		PORT_EIRQ8	√	√	INT_SELO~31	INT_SEL32~37	INT_VSSEL128[8]

从上表中可以看到，外部管脚中断 8 的序号为 8，可使用的中断选择寄存器为 INT\_SELO~31，INT\_SEL32~37，INT\_VSSEL128[8]。

如设置 INT\_SEL10 = 8; 当外部管脚中断 8 产生时，程序将响应 8 号中断向量；如设置 INT\_VSSEL128[8] = 1; 程序将响应 128 号中断向量。如将同一中断事情请求序号同时设置到多个中断选择寄存器，当此中断请求来临时，若设置相同中断优先级，程序将根据中断向量号编号，由小至大依次响应，直至执行完所有已配置的中断选择寄存器。

## 4 样例代码

### 4.1 代码介绍

用户可根据上述的工作流程编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 INTC 的样例进行验证。

以下部分简要介绍本 AN 基于 DDL 的 INTC 模块样例 exint\_nmi\_swi 代码所涉及的各项配置。

- 1) 设置 NMI 管脚中断初始化结构体变量：

```

/*****/
/* NMI Pin (PB11) */
/*****/
/* Filter setting */
stcNmiConfig.enFilterEn = Enable;
stcNmiConfig.enFilterClk = Pclk3Div8;
/* Falling edge */
stcNmiConfig.enNmiLvl = NmiFallingEdge;
/* Callback function */
stcNmiConfig.pfnNmiCallback = Nmi_IrqCallback;
stcNmiConfig.u16NmiSrc = NmiSrcNmi;
    
```

- 2) NMI 中断初始化

```
NMI_Init(&stcNmiConfig);
```

- 3) 设置软件中断初始化结构体变量

```

/*****/
/* SWI 31 configuration */
/*****/
/* SWI Ch.31 */
stcSwiConfig.enSwiCh = SwiCh31;
/* Software interrupt */
stcSwiConfig.enSwiType = SwInt;
/* Software interrupt callback function */
stcSwiConfig.pfnSwiCallback = SWI31_Callback;
    
```

- 4) 软件中断初始化

```
SWI_Init(&stcSwiConfig);
```

- 5) 设置外部管脚中断初始化结构体变量

```
/* External Int Ch.3 */
stcExtiConfig.enExitCh = ExtiCh03;
/* Filter setting */
stcExtiConfig.enFilterEn = Enable;
stcExtiConfig.enFltClk = Pclk3Div8;
/* Both edge */
stcExtiConfig.enExtiLvl = ExIntBothEdge;
```

6) 初始化外部管脚中断引脚:

```
/* Set PD03 as External Int Ch.3 input */
MEM_ZERO_STRUCT(stcPortInit);
stcPortInit.enExInt = Enable;
PORT_Init(SW2_PORT, SW2_PIN, &stcPortInit);
```

7) 中断注册:

```
/* Select External Int Ch.3 */
stcIrqRegiConf.enIntSrc = INT_PORT_EIRQ3;
/* Register External Int to Vect.No.000 */
stcIrqRegiConf.enIRQn = Int000_IRQn;
/* Callback function */
stcIrqRegiConf.pfnCallback = ExtInt03_Callback;
/* Registration IRQ */
enIrqRegistration(&stcIrqRegiConf);
```

8) NVIC 配置:

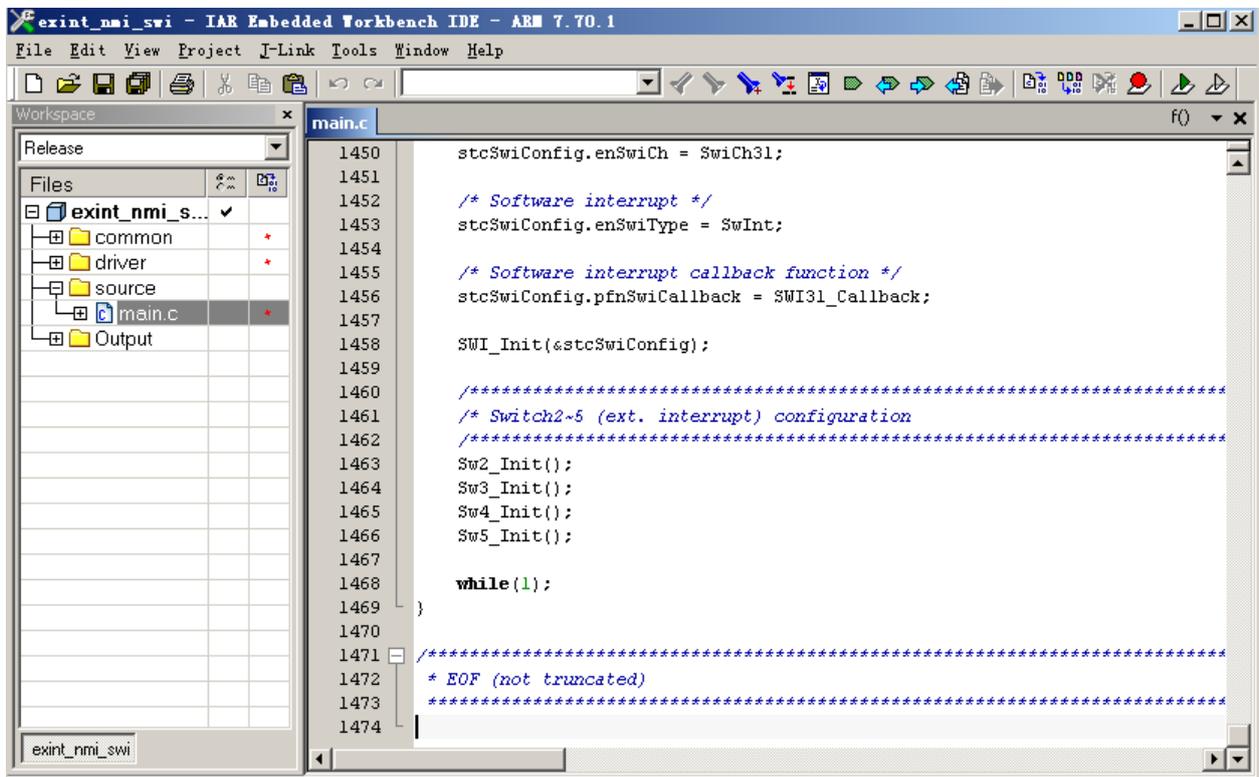
```
/* Clear pending */
NVIC_ClearPendingIRQ(stcIrqRegiConf.enIRQn);
/* Set priority */
NVIC_SetPriority(stcIrqRegiConf.enIRQn, DDL_IRQ_PRIORITY_15);
/* Enable NVIC */
NVIC_EnableIRQ(stcIrqRegiConf.enIRQn);
```

## 4.2 代码运行

用户可以通过华大半导体的网站下载到 HC32F460 的 DDL 的样例代码（exint\_nmi\_swi），并配合评估用板（EV-HC32F460-LQFP100-050-V1.1）运行相关代码学习使用 INTC 模块。

以下部分主要介绍如何在评估板上运行 INTC 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 HC32F460 DDL 代码。
- 下载并运行 exint\_nmi\_swi\中的工程文件：
  - 1) 打开 exint\_nmi\_swi\工程，并打开 ‘main.c’ 如下视图：



- 2) 点击  重新编译整个项目。
- 3) 点击  将代码下载到评估板上，全速运行。
- 4) 通过按下评估板上的 SW2~SW5，短接 NMI 跳线帽，来观测 LED 的亮灭变化，来确定各中断服务程序以执行。

## 5 总结

以上章节简要介绍了 HC32F460 系列的 INTC，说明了 INTC 模块的寄存器及部分操作流程，并且演示了如何使用 INTC 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 INTC 模块。

## 6 版本信息 & 联系方式

日期	版本	修改记录
2019/3/15	Rev1.0	初版发布
2020/8/26	Rev1.1	更新支持型号



---

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: <http://www.hdsc.com.cn/mcu.htm>

通信地址: 上海市浦东新区中科路 1867 号 A 座 10 层

邮编: 201203

---

