

文档编号: AN_096

上海东软载波微电子有限公司

应用笔记

ES7P173x

修订历史

版本	修订日期	修改概要
V1.0	2018-01-22	初版
V1.1	2019-04-02	1. 变更 Logo 2. 修改 GIE 位处理说明
V1.2	2019-12-02	1. 添加 1.10 硬件乘法器注意事项

地 址：中国上海市龙漕路 299 号天华信息科技园 2A 楼 5 层

邮 编：200235

E-mail: support@essemi.com

电 话：+86-21-60910333

传 真：+86-21-60914991

网 址：<http://www.essemi.com/>

版权所有©

上海东软载波微电子有限公司

本资料内容为上海东软载波微电子有限公司在现有数据资料基础上慎重且力求准确无误编制而成，本资料中所记载的实例以正确的使用方法和标准操作为前提，使用方在应用该等实例时请充分考虑外部诸条件，上海东软载波微电子有限公司不担保或确认该等实例在使用方的适用性、适当性或完整性，上海东软载波微电子有限公司亦不对使用方因使用本资料所有内容而可能或已经带来的风险或后果承担任何法律责任。基于使本资料的内容更加完善等原因，上海东软载波微电子有限公司保留未经预告的修改权。使用方如需获得最新的产品信息，请随时用上述联系方式与上海东软载波微电子有限公司联系。

目 录

内容目录

第 1 章	ES7P173x 应用注意	4
1.1	系统时钟	4
1.2	内部振荡器	4
1.3	复位模块	4
1.3.1	BOR 复位	4
1.3.2	N_MRST 复位	4
1.3.3	WDT 复位	4
1.3.4	RCEN 控制位	4
1.4	PA3/KIN3/VPP/N_MRST 管脚电压	5
1.5	低功耗模式	5
1.6	外部按键中断	5
1.7	中断标志的清除	5
1.8	GIE 位处理	5
1.9	仿真工具	5
1.10	硬件乘法器	7
第 2 章	ES7P173x 模块例程	9
2.1	定时器程序模块 (T8N)	9
2.2	标准 PWM 程序模块 (T8P1)	9
2.3	增强型 EPWM 程序模块 (T8P2)	10
2.4	ADC 程序模块	10
2.5	外部按键中断程序模块	11
2.6	T16G1 程序模块	12

第1章 ES7P173x应用注意

1.1 系统时钟

系统上电时，寄存器 CLKSS 的值默认为 0，芯片工作在低速系统时钟模式下，当要运行外部高速时钟或内部高速时钟模式时，需进行系统时钟切换。

系统时钟切换到高速时钟的程序示例:

```
MOVI    0x55
MOVA    OSCP           ;时钟控制写保护解锁
BSS     OSC,CLKSS      ;切换到高速时钟
JBS     PWEN, SW_HS    ;等待高速时钟切换完成
GOTO    $-1
```

1.2 内部振荡器

该芯片在出厂时已做好内部振荡器的校准，校准精度 $16\text{MHz} \pm 0.5\% @ 25^{\circ}\text{C}$ ，2.1V~5.5V。

1.3 复位模块

1.3.1 BOR复位

BOR 掉电复位模块监控施加于芯片电源上的电压，一旦芯片的工作电压超出所设定的电压范围，则产生欠压复位，这样可以防止芯片 IO 端口的非正常输入/输出，有效增强系统的抗干扰性能，提高系统的稳定性。

建议客户在设计产品时设置 BORVS 在合理的电压点。

1.3.2 N_MRST复位

客户可通过芯片配置字 CFG_USER 将 MRSTN 管脚配置为 N_MRST。

芯片配置为外部复位功能时，在系统上电完成后，外部复位管脚必须输入高电平，否则系统将一直保持在复位状态。另外，需要特别注意的是，禁止将 N_MRST 管脚直接连接到 VDD 上。

1.3.3 WDT复位

建议客户在设计产品时使能 WDT 功能。

1.3.4 RCEN控制位

为了防止内部 RC 时钟使能位 RCEN 受干扰被清 0，建议在程序主循环中置 1。

设置 RCEN 程序示例:

```
BSS     PWEN, RCEN    ;RCEN=1
```

1.4 PA3/KIN3/VPP/N_MRST管脚电压

用户系统必须保证 PA3/KIN3/VPP/N_MRST 管脚电压低于芯片电源电压 VDD，否则管脚 PA0/PA1 输入/输出属性可能会改变成只有输入属性。如果该管脚上存在过冲，则用户系统必须限制该脉冲的电压不高于 VDD+0.5V，脉冲宽度不超过 100us。

1.5 低功耗模式

- 实际应用系统中，未使用的 I/O 管脚需设置为输出低电平。
- 在 IDLE 模式，当客户使用 WDT 唤醒时，RCEN 不能清零。

1.6 外部按键中断

用户在使用外部按键中断功能时，在中断程序中清除中断标志位前，必须对所有使能的外部按键输入端口进行一次读/写操作，使比较参考电平与当前输入电平保持一致，否则标志位无法被清除。

1.7 中断标志的清除

用户在打开中断前需先清除相应的中断标志，避免中断的误触发。

除只读的中断标志（由硬件清除）外，其余的中断标志必须通过软件清除。

1.8 GIE位处理

用户通过软件对中断使能位 GIE 进行写零操作的时刻，如果同时发生了中断响应，则芯片会优先响应中断，本次软件写零操作无效。为确保对中断使能位 GIE 的软件写零操作成功，推荐的实现方式如下：

```
while(GIE == 1)
{
    GIE = 0;
}
```

.....

```
GIE = 1;
```

用户在对 GIE 的操作中，一定要严格按照上面例程的顺序进行。

1.9 仿真工具

该芯片的仿真工具主要由 HR10M 搭配专用仿真头组成。用户可选用 ME310-EMU 仿真头 + 转接板（ES7P173x）进行开发仿真。

该芯片完全兼容 HR7P166/167，除相对 HR7P166/167 新增功能外，仿真工具均能进行开发仿

真。

ES7P173x 相比 HR7P166/167 新增或改进功能如下表所示

No.	Feature	New Feature/Modification Detail
1	I/O 端口	支持独立的可配置内部弱下拉输入端口 相应地增加 3 个特殊功能寄存器：N_PAD、N_PBD、N_PCD
		I/O 端口数模选择寄存器 ANS0 复位值由 0x00 改为 0x03
2	复位	支持外部复位
		更新 PWRC 特殊功能寄存器： 1、修改 bit6~5：LDO 稳定时间选择位 2、增加 VR 稳定时间控制寄存器 VRSTC 更新 PWEN 特殊功能寄存器： 1、去掉 bit0 位 2、增加 bit3~2：BOR 滤波时间选择位 3、修改 PWEN 复位值为 0x4E
3	定时器 T8Px	PWM 输出模式的时钟源可选择系统时钟（Fosc）： 1、在 EPWM 配置寄存器 EPWMxC 的 bit4 添加时钟源选择位，默认为 Fosc/2 2、添加时钟源为 Fosc 时的 PWM 计算公式
		增加周期缓冲寄存器： 在 EPWM 配置寄存器 EPWMxC 的 bit7 添加周期匹配选择位 0：T8Px 计数值与周期寄存器 T8PxP 进行匹配（默认） 1：T8Px 计数值与周期缓冲器 PRDBUF 进行匹配
4	ADC	更新 ADC 控制寄存器 ADCC0： 1、当模拟通道选择位 ADCHS 选择通道 4 和通道 5 时，增加补充描述： 100：通道 4（AIN4）（当参考电源选择位为 111 时，该通道复用为外部 VREFN） 101：通道 5（AIN5）（当参考电源选择位为 101 时，该通道复用为外部 VREFP） 2、参考源选择位 ADVREFS 添加选择项：

No.	Feature	New Feature/Modification Detail
		111: A/D 参考电压正端为 VDD,负端为外部 VREFN
		更新 ADC 控制寄存器 ADCC2: 1、增加 bit3 : A/D 正端参考电压 2V 调校信息选择位 2、增加 bit7~6: 电源电压检测选择位(当检测内部 VDD/4 或 VDD/8 时, 不会影响 PB1 和 PB2 端口的正常使用)
5	低功耗操作	支持外部复位唤醒
6	芯片配置字	1、增加 bit5: MRSTN 管脚功能选择位 2、修改 bit6 为 BOR 固定使能 3、去掉原 bit9 外部晶振功耗模式选择位, 且固定为 1
7	低功耗特性	IDLE 电流: 3uA@5.0V, 25°C, BOR 使能、WDT 使能、LVD 不使能 动态电流: 20uA@32KHz, 5.0V, 25°C, 典型值
8	工作条件	工作电压范围: 2.1V ~ 5.5V

1.10 硬件乘法器

用户在使用芯片硬件乘法器时, 要注意中断服务程序可能会改变乘数寄存器 MULA 和 MULB, 最终导致程序运行获取到一个错误的乘积。用户有二种方式来规避这种风险。

方式一: 用户在使用硬件乘法器之前, 先禁止全局中断使能 (GIE=0), 以免在中断处理过程中, 乘数寄存器被改写。乘法运算完成后, 将乘积读出, 再恢复全局中断使能 (GIE=1)。

方式二: 用户在使用硬件乘法器之前, 先将乘数和被乘数备份在特定的变量中。这样, 编译器会在中断服务程序中自动备份和恢复乘数寄存器。注: 需使用 v1.2.0.113 及以上版本的工具链。

方式二示例如下:

```

unsigned char __MULA__ @0x0;
unsigned char __MULB__ @0x1;
#define SET_MULA(a) { __MULA__ = (a); MULA = __MULA__; }
#define SET_MULB(a) { __MULB__ = (a); MULB = __MULB__; }

main()
{
    SET_MULA(12);
    SET_MULB(15);
}
```

为了方便用户使用，变量声明和宏定义，都已经添加在芯片的头文件中了。用户在实际使用时，只需执行 SET_MULA(12)和 SET_MULB(15)这二处即可。

第2章 ES7P173x模块例程

2.1 定时器程序模块（T8N）

功能说明：

使用芯片的 T8N 定时器模块，在 PB5 端口输出一个周期为 128ms，占空比 50%的方波。

设定 T8N 为定时器模式，定时时间为 64ms。在 T8N 定时中断服务程序中取反 PB5 端口电平，实现 50%占空比，128ms 周期的方波输出。

若利用 ME310-EMU 仿真头 + 转接板（ES7P173x）进行开发仿真，配合我司学习母板，可以观测到 LD4 指示灯在闪烁。

芯片使用 2MHz 系统时钟，则对应的 T8N 定时器时钟源周期为 1 μ s。将预分频器分配给 T8N 定时器，分频比为 1: 256。T8N 寄存器初始值的计算公式应为：

$$64\text{ms} / 1\mu\text{s} = (255 - \text{T8N} + 1) \times 256 \text{ (预分频比)}, \text{ 计算得到 } \text{T8N} = 6(0x06)。$$

实现步骤：

- 初始化系统和端口
- 初始化 T8N 定时器
- 使能 T8NIE，GIE 中断
- 中断服务程序。判断中断标志，确定是 T8N 中断后则清除 T8NIF 标志位
- 执行 PB5 端口取反输出并重新向 T8N 寄存器赋初值

2.2 标准PWM程序模块（T8P1）

功能说明：

使用芯片的 T8P1 标准 PWM 输出模块，在 PC3 端口实现频率为 2.5KHz（周期为 400 μ s），占空比为 50%的方波输出。

芯片选用 2MHz 系统时钟，计数时钟源选择系统时钟 2 分频，则对应的 T8P1 定时器时钟源周期为 1 μ s。T8P1 的预分频采用 1: 4，设置计数值与周期寄存器 T8P1P 进行匹配，T8P1P 值的初始计算公式应为：

$$\text{PWM 周期 } 400\mu\text{s} = (\text{T8P1P} + 1) \times 1\mu\text{s} \times 4 \text{ (预分频比)}, \text{ 计算得到 } \text{T8P1P} = 99(0x63)。$$

$$\text{PMM 脉宽 } 200\mu\text{s} = \text{T8P1RL} \times 1\mu\text{s} \times 4 \text{ (预分频比)}, \text{ 计算得到 } \text{T8P1RL} = 50(0x32)。$$

$$\text{PWM 占空比 } 50\% = \text{T8P1RL} / (\text{T8P1P} + 1)。$$

实现步骤：

- 初始化系统和端口
- 初始化 T8P1 及其扩展模块并对相应的寄存器赋值
- 使能 T8P1 的 PWM 模式

2.3 增强型EPWM程序模块（T8P2）

功能说明：

使用芯片的 T8P2 的 EPWM 模块，在 PC2（PWM20）、PC1（PWM21）端口输出半桥 EPWM 信号。PWM 频率为 2.5KHz（周期为 400us），占空比为 50%。

设 EPWM 以 T8P2 为时基。芯片选用 2MHz 系统时钟，计数时钟源选择系统时钟 2 分频，则对应的 T8P2 定时器时钟源周期为 1us。T8P2 的预分频采用 1: 4，设置计数值与周期寄存器 T8P2P 进行匹配，T8P2P 的初始计数计算公式应为：

$$\text{PWM 周期 } 400\mu\text{s} = (\text{T8P2P} + 1) \times 1\mu\text{s} \times 4 \text{ (预分频比)}, \text{ 计算得到 } \text{T8P2P} = 99(0x63)。$$

$$\text{PMM 脉宽 } 200\mu\text{s} = \text{T8P2RL} \times 1\mu\text{s} \times 4 \text{ (预分频比)}, \text{ 计算得到 } \text{T8P2RL} = 50(0x32)。$$

$$\text{PWM 占空比 } 50\% = \text{T8P2RL} / (\text{T8P2P} + 1)。$$

设死区延时时间 Tdelay 为 50us，

根据公式 $\text{Tdelay} = 2 \times \text{Tosc} \times \text{PDD2C} <6:0> = 1\mu\text{s} \times \text{PDD2C}$ ，计算得到 $\text{PDD2C} = 50(0x32)。$

实现步骤：

- 初始化 T8P2 及其 PWM 模式并对相应的寄存器赋值
- 初始化输出端口
- 使能 T8P2 的 EPWM 模式
- 设置 EPWM 占空比/死区/自动关断触发信号及触发后输出信号，启动 EPWM 功能

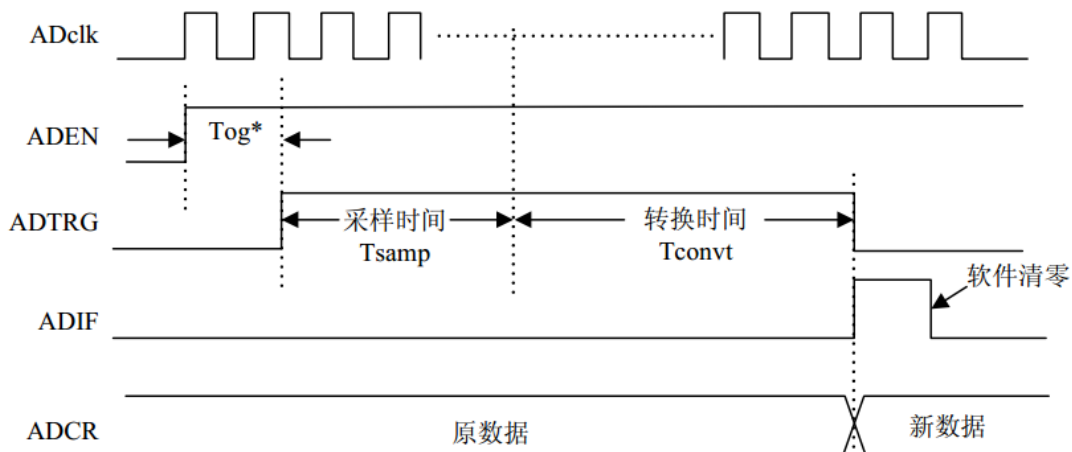
2.4 ADC程序模块

功能说明：

使用 ES7P173x 芯片的 ADC 模块，采用查询方式实现对模拟输入电压的数字量转换。

ES7P173x 最多支持 8 个模拟输入通道，最大转换分辨率为 12bit。

ADC 转换包括采样和转换两个过程，采样时间为 1~15 个 Tad，转换时间为 17 个 Tad+2 个机器周期（见下图）。建议设定 Tad 的时间 $\geq 0.5\mu\text{s}$ 。



注 1: T_{ad} 为 ADC 时钟周期;

注 2: T_{og} 为 A/D 转换使能--启动等待时间, 必须大于等于 0。

实现步骤:

- 初始化系统和端口
- 初始化 ADC 模块并对相应的寄存器赋值
- 使能 ADC 模块, 启动 A/D 转换
- 查询并等待 A/D 转换结束
- 保存 A/D 转换结果

2.5 外部按键中断程序模块

功能说明:

使用 ES7P173x 的外部按键中断功能, 对 KIN7 (PA7 端口) 外部电平变化进行判别。在全局中断使能的条件下, KIN7 (PA7 端口) 的电平变化会产生外部按键中断。

请参考本文章节 1.6 外部按键中断 和章节 1.7 中断标志的清除的内容, 在清除中断标志前, 必须对所有使能的外部按键输入端口进行一次访问操作, 使比较参考电平与当前输入电平一致, 否则标志位可能无法被清除。

实现步骤:

- 设置所有端口都为数字端口, 并将相应的外部按键中断端口设为输入口;
- 使能外部按键中断端口, 配置相应的控制寄存器
- 使能外部按键中断端口的内部弱上拉电阻
- 对 PA 按键端口访问操作一次, 使比较参考电平和当前输入电平一致
- 清除相应的外部按键中断标志
- 使能全局中断;
- 中断服务程序中, 对使能的外部按键中断进行识别。完成后在清除中断标志前, 对端口访

问操作一次，使比较参考电平和当前输入电平一致。

2.6 T16G1 程序模块

功能说明：

使用芯片的 T16G1 定时器，在 PC1 端口输出一个高低电平各为 4ms 的方波（周期 8ms，占空比 50%）。

设定 T16G1 为定时器模式，定时时间为 4ms。在 T16G1 定时中断服务程序中取反 PC1 端口电平，实现 50% 占空比，8ms 周期的方波输出。

芯片使用 2MHz 系统时钟，则对应的 T16G1 定时器时钟源周期为 1us。T16G1 预分频比设定为 1: 4。T16G1 的初始值的计算公式应为：

$4\text{ms}/1\text{us} = (65535 - \text{T16G1} + 1) \times 4$ (预分频比)，计算得到 $\text{T16G1} = 64536$ (0xFC18)，则 $\text{T16G1H} = 0\text{xFC}$ ， $\text{T16G1L} = 0\text{x18}$

给 T16G1 (T16G1L, T16G1H) 赋值时，需先关闭 T16G1 模块，即 T16GON 为 0。

实现步骤：

- a) 初始化系统和端口
- b) 初始化 T16G1 定时器
- c) 使能 T16G1 中断，PEIE 中断和 GIE 中断
- d) 中断服务程序。判断中断标志，确定是 T16G1 中断后则清除 T16G1IF 标志位
- e) 关 T16G1 定时器
- f) 重载 T16G1L, T16G1H 寄存器初值
- g) 开 T16G1 定时器
- h) 执行 PC1 端口取反输出