

文档编号: AN_107

上海东软载波微电子有限公司

应用笔记

ES7P2032

修订历史

版本	修订日期	修改概要
V1.0	2018.08.29	创建
V1.1	2019.4.25	变更 Logo。
V1.2	2020.4.15	更新 Flash 读写擦操作内容
V1.3	2020.9.21	增加 IAP 操作擦写 Flash 的注意说明

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	ES7P2032 应用注意	4
1.1	TK 模块.....	4
1.1.1	概述.....	4
1.1.2	充电电流增强功能.....	4
1.1.3	Cx 放电时间选择功能.....	4
1.1.4	比较器输出滤波时间选择功能.....	4
1.1.5	按键降耦功能.....	4
1.1.6	错误标志位.....	4
1.1.7	TK 模块使能.....	5
1.1.8	TK 模块抖频功能.....	5
1.1.9	TK 按键模式选择.....	5
1.1.10	合并扫描寄存器.....	5
第 2 章	ES7P2032 模块例程	6
2.1	系统时钟模块.....	6
2.2	GPIO 模块.....	6
2.3	低电压检测 (LVD) 模块.....	6
2.3.1	轮询检测.....	6
2.3.2	触发中断.....	7
2.4	8 位定时/计数器 (T10).....	7
2.4.1	定时模式.....	7
2.4.2	计数模式.....	7
2.5	16 位多功能定时器 (T20/T21).....	8
2.5.1	定时模式.....	8
2.5.2	双精度 PWM 模式.....	8
2.6	ADC 程序模块.....	9
2.6.1	轮询测量.....	9
2.6.2	中断测量.....	9
2.7	外部中断程序模块.....	9
2.8	内部 FLASH 读写模块.....	10
2.8.1	Flash 读写擦操作.....	10
2.8.2	IAP 操作触发向量中断.....	10
2.9	UART 通讯程序模块.....	11
2.9.1	轮询方式通信.....	11
2.9.2	向量中断方式通信.....	11
2.10	I2C 从动模块.....	11

第1章 ES7P2032 应用注意

1.1 TK模块

1.1.1 概述

ES7P2032 芯片最多支持 12 个触摸按键，1 路按键补偿通道。TK 模块工作频率支持 4MHz、2MHz、1MHz、0.5MHz，并且最高可支持 8MHz 工作(占空比须为 1/2)。模块抗干扰性增强，支持按键降耦功能、抖频功能，抖频范围为(+100%,-50%)。可支持 6 种工作模式：单通道单次扫描、单通道多次扫描、多通道单次轮询扫描、多通道单次合并扫描、多通道多次轮询扫描、多通道多次合并扫描。TK 模块采样数据可选择充电次数或者充电时间作为数据单位，数据结果可为原始计数值输出或者经放大系数运算后比值。TK 模块多次采样模式时，可对各通道采样数据进行累加或者平均输出。

1.1.2 充电电流增强功能

TK 通道 C_p 充放电波形正常工作时，其波形应近似为方波。若 TK 通道串接电阻不合适或者极端高低温环境下测得 C_p 波形有较大形变，则可开启该功能 (TKCHGS = 1)，优化充放电波形，增加模块稳定性能。

1.1.3 Cx放电时间选择功能

TK 模块使用时若工作在单通道模式下，Cx 放电时间最低可选择 $32 \cdot T_{osc}$ 。但若工作于多通道轮询扫描模式下，通道扫描切换由硬件完成，速度较快，因此建议最低选择 $256 \cdot T_{osc}$ 。

1.1.4 比较器输出滤波时间选择功能

TK 模块充放电速度较快，因此比较器输出滤波时间建议最低选择 $4 \cdot T_{osc}$ 。若选择无滤波或者 $2 \cdot T_{osc}$ 则可能会出现模块工作一段时间后异常，此时可通过 $TKEN = 0$ 关闭模块然后再重启，使模块继续正常工作。

1.1.5 按键降耦功能

按键降耦功能与 TK0 通道共用 PA0 引脚，因此若使用按键降耦功能，则 PA0 不可用作 TK0 功能。同时，PA0 在使用降耦功能时，在 PCB 布线时该引脚所连接 Pad 须以 Guard 形式环绕所使用的 TK 通道。

降耦功能可选择同频同相波形工作模式，在此模式下，各 TK 选择通道在受到触摸后，采样数据变化增大，即受到触摸前后 TK 输出值差值增大，更容易检查各通道是否有受到触摸，通道检测触摸的穿透性更强，其中 TK1 通道性能增强最为明显。但芯片工作电压为 4--5V 时，TK1 增强过大，会出现 SCANOV 溢出错误，因此建议芯片工作电压为 4--5V 时，降耦功能选择同频同相时可避开 TK1 通道，芯片工作电压为 2.7--4V 时，所有通道性能均可正常增强。

降耦功能选择同频反相波形工作模式后，TK 通道穿透性能减弱，触摸前后采样数据变化减小，该功能可用于须减弱信号检测的工作场合。

1.1.6 错误标志位

TK 模块工作于单通道模式下，则各错误标志位均对应于当前所选择的 TK 通道。但若工作于多

通道模式下，任一通道发生错误均会置位错误标志。

1.1.7 TK模块使能

TK 模块必须先使能 (TKEN= 1)，再启动 (TKGO= 1)。所选 TK 通道扫描完成后，各通道数据存储于对应的数据寄存器中 (TKxDAL、TKxDAH)，并且 TKGO 由硬件完成清 0。TK 模块关闭 (TKEN = 0) 后，各数据寄存器中采样值均清 0。

1.1.8 TK模块抖频功能

为增强 TK 模块抗干扰性能，增设抖频功能。以按键充放电开关频率 4MHz 为例说明，若未打开抖频功能 (TKJFE = 0)，Cp 充放电波形为固定频率的 4MHz 的方波，在该情况下，若外界干扰频率近似 4MHz，此时 TK 通道性能受该干扰影响较大，有可能使按键检测迟钝。若打开抖频功能 (TKJFE = 1) 后，Cp 的充放电波形则为变频的方波，频率变化范围为 (2--8MHz)，在该情况下，加诸同等强度的近似 4MHz 的外界干扰，TK 通道性能受干扰影响明显减弱至少 70%，抗干扰性能显著增强。

1.1.9 TK按键模式选择

TK 模块若打开抖频功能后，触摸按键模式选择必须设置以充电次数做数据单位，否则 TK 采样数据无物理意义。若抖频功能禁止后，触摸按键模式则无约束。

1.1.10 合并扫描寄存器

TK 模块若为单通道工作模式，则合并扫描结果寄存器 (TKSDAL、TKSDAH) 的采样结果即等于所选通道的采样值。若工作于多通道模式时，则等于所选择的 TK 通道中最小序号的采样值。

第2章 ES7P2032 模块例程

2.1 系统时钟模块

功能说明:

ES7P2032 芯片提供 2 种振荡器，内部高速 RC 振荡器（16MHz）和内部低速 RC 振荡器（32KHz）。本例程中初始化时钟均初始化为选择高速时钟，不分频，所以系统时钟初始为 16MHz。本例程中有 4 个测试 case。分别实现从 HRC 16M 切换到 8M / 4M / 2M 和 32KHz LRC 时钟源。使能时钟输出功能，在 CLK0（PB0）引脚固定 128 分频输出系统时钟。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM，时钟和端口；
- b) 选择其中一个测试 case，进行时钟切换，从 CLK0 输出系统时钟

2.2 GPIO模块

功能说明:

所有 I/O 端口都是 TTL/SMT 输入和 CMOS 输出驱动，端口的驱动能力可配置。关于端口方向，上拉下拉功能和输出驱动能力等，都可通过例程中的库函数进行配置。本例程有 3 个 case，分别实现 GPIO 输入输出测试，端口施密特输入串口电压配置和端口输出高驱动能力配置（分别通过输出驱动配置和源电流大小配置实现）。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM 和时钟；
- b) 选择一个 case 执行，在端口初始化中，对端口的 Init 结构体变量进行赋值，接着通过初始化 GPIO 端口函数配置用户定义的某一个 GPIO 口。

2.3 低电压检测（LVD）模块

2.3.1 轮询检测

功能说明:

在使能 LVD 模块，并配置好电压阈值后，当电源电压低于电压阈值后，LVD 会置起 LVDO 位。本例程中会使能 LVD 功能，设置电压阈值为 2.9V，双边沿均可置起 LVDO 标志，当发生电源电压跌落到 2.9V 以下时，将配置好的数据写入 DataFLASH。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM 和时钟；
- b) 将 FLASH 的地址和准备写入的数据准备好；

- c) 将准备写入数据的 FLASH 所在页擦除;
- d) 设置好 LVD 电压阈值, 设置双边沿置起 LVDO 标志;
- e) 轮询 LVDO 标志, 当标志置起向 DataFLASH 写入之前准备的数据;
- f) 读 DataFLASH 数据验证写入成功。

2.3.2 触发中断

实现步骤:

- a) 初始化 RAM 和时钟;
- b) 使能 LVDIE 和 GIE
- c) 设置好 LVD 电压阈值, 设置双边沿置起 LVDO 标志;
- d) 在中断服务函数中检测 LVDIF, 若是 LVD 引起的中断则清除中断标志, 中断进入统计次数加 1。

2.4 8 位定时/计数器 (T10)

2.4.1 定时模式

功能说明:

使用芯片的 T10 定时器模块, 当计数值由 FFH 变为 00H 时, T10 计数器发生溢出, 中断标志 T10IF 位被置“1”, 产生中断。

设定 T10 为定时器模式, 使能预分频功能, 2 分频。

芯片使用内部 16MHz 做为系统时钟, 则对应的 T10 定时器时钟源频率为 $F_{osc}=16\text{MHz}$ 。将预分频器分频比为 1: 2。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM 和时钟;
- b) 初始化 T10 定时器;
- c) 使能 T10IE, GIE 中断;
- d) 使能定时器;
- e) 中断服务程序中判断中断标志, 确定是 T10 中断后则清除 T10IF 标志位;
- f) 先得到当前计数值, 然后再设置定时初值为 0 (由于没有重载功能, 所以定时初值需要重新设置)。

2.4.2 计数模式

实现步骤:

- a) 初始化 RAM, 时钟和端口;
- b) 初始化 T10 定时器为同步计数模式;
- c) 使能 T8NIE, GIE 中断;
- d) 使能定时器;
- e) PA5 端口电平翻转, 模拟一次时钟上升沿 (PA5 与 PA4 T10CKI 短接);
- f) 读取 T10 计数值, 查询是否进行了一次计数;

2.5 16 位多功能定时器 (T20/T21)

2.5.1 定时模式

功能说明:

使用 T20 定时功能, 计数器时钟频率 $F_{osc}=16\text{MHz}$, 不使能预分频功能, 周期寄存器值 2000H, 后分频次数为 2, 计时溢出后产生中断。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM 和时钟;
- b) 初始化 T20 为定时器模式;
- c) 使能 T20VIE(溢出中断), GIE 中断;
- d) 使能定时器, 等待计数器溢出中断;
- e) 中断服务程序中判断中断标志, 清中断标志, 获得此时 T20 计数值。

2.5.2 双精度PWM模式

功能说明:

使用 T20 和 T21 的双精度 PWM 功能, PA5 和 PA6 同时输出周期为 29KHz, 占空比分别为 25%, 50% 的 PWM 波形或 PA5, PB3 分别输出 20KHz, 4KHz 的 PWM 波形。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM, 时钟和端口;
- b) 初始化 T20 和 T21 为双精度 PWM 模式, 时钟 8 分频, 使能 PWM0, PWM 初始电平设为低电平, 设置周期寄存器和精度寄存器值; 或者初始化 T20 为双精度 PWM 模式, 时钟 8 分频, 使能 PWM0 和 PWM1, PWM 初始电平为低电平, 分别设置周期寄存器和双精度寄存器;
- c) 使能定时器, 根据选择的 case 不同, 端口分别出现预期波形

2.6 ADC程序模块

2.6.1 轮询测量

功能说明:

使用 ES7P2032 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。

ES7P2032 最多支持 10 个输入通道, 最大转换分辨率为 12bit。本例程用 PB2 端口和 PB1(AIN5) 短接, ADC 通道 5 测量 PB2 输出的电平值。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM, 时钟和端口;
- b) 使能 ADC 模块, 选择通道 5 进行 A/D 转换, 启动 A/D 转换;
- c) 获得 A/D 转换值。

2.6.2 中断测量

实现步骤:

- a) 初始化 RAM, 时钟和端口;
- b) 使能 ADC 模块, 选择通道 5 进行 A/D 转换;
- c) 使能 ADCIE 和 GIE;
- d) 启动 A/D 转换
- e) 转换完成产生中断, 在中断服务函数中检测 ADCIF, 若为 ADC 中断则清中断标志, 并读取转换值。

2.7 外部中断程序模块

功能说明:

使用 ES7P2032 的外部中断功能, 对 PINT0 (PB7 端口) 外部电平变化进行判别。PINT0 (PB7 端口) 的双边沿或上升沿 (分别为两个 case) 会产生外部中断标志, 若使能外部中断和全局中断, 则会进入中断函数。

实现步骤:

- a) 初始化 RAM, 时钟;
- b) 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;
- c) 使能外部中断端口, 配置相应的控制寄存器;
- d) 使能全局中断;
- e) 中断服务程序中读取端口进行识别, 清除中断标志;

2.8 内部FLASH读写模块

操作说明:

ES7P2032 内部有 8K 字 FLASH 程序存储器，程序存储器中可配置 1K 字作为 FLASH 数据存储区。

查表读操作通过查表读指令将 FRA 所指向的地址单元中的一个字读入 ROMD 中。

数据 FLASH 的写以字为单位，写操作前必须先擦除所写单元所在的页，故写数据 FLASH 时包含三个基本操作：数据备份，页擦除和字编程。

芯片页擦除时间至少为 2ms，单个地址编程时间至少为 20us，此期间芯片处于暂停状态。

对 DataFLASH 存储器读/写操作前，芯片配置字中需使能 IAPEN 位。

建议用户在执行页擦除操作时关闭 WDT(在配置字选项中关闭)，避免执行擦除操作时因看门狗复位导致芯片误操作。如果使能 WDT，须设置合理的 WDT 溢出时间，并合理清除。建议用户在执行擦写操作前关闭总中断使能位 GIE 与 GIEL，避免执行擦写操作时因中断导致芯片误操作。在使用 IAP 进行 flash 空间的读/擦/写期间，需要临时关闭中断，即在需要操作 FRAH/FRAL/ROMDH/ROMDL 寄存器进行一轮 IAP 读/擦/写之前临时关闭中断，直到一轮 IAP 读/擦/写结束后才可恢复中断。

关于 Flash 存储器的可靠性操作方法详见《AN062_应用笔记_MCU 片内非易失性存储器操作》。

2.8.1 Flash读写擦操作

功能说明:

例程中 Flash 操作对 IAP 数据区操作，向 1E00H 地址 (DataFLASH 起始地址) 写入 5 字数据，所以应该先对该页进行擦除，然后向其中写 5 字数据，接着从此地址开始读出 5 字数据进行校验看是否成功写入 DataFLASH。

数据 FLASH 操作实现步骤:

- a) 初始化 RAM，时钟；
- b) 初始化地址和即将填入的数据 buffer；
- c) 执行页擦除（需按固定指令序列进行）；
- d) 执行 flash 写操作；
- e) 执行读 flash 操作。

2.8.2 IAP 操作触发向量中断

实现步骤:

- a) 初始化 RAM，时钟；
- b) 选择向量中断并使能低优先级中断；
- c) 使能 IAPIE 和 GIE；
- d) 执行错误的 FLASH 编程操作；

- e) 在 IG0 中断服务函数中检测 IAPIF，若检测到则清中断标志，并统计进入此中断次数。

2.9 UART通讯程序模块

2.9.1 轮询方式通信

功能说明：

异步收发器支持 8/9 位数据格式，支持高速/低速模式。

波特率计算公式：

低速模式：BRGH=0, Baudrate=Fosc/(64×(BRR<7:0>+1))

高速模式：BRGH=1, Baudrate=Fosc/(16×(BRR<7:0>+1))

UART 通讯时，发送/接收中断标志通过写/读对应的 Buffer 硬件自动清零，通过 USB 转串口模块，和 PC 机相连进行数据通信。

实现步骤：

- 初始化 RAM，时钟和端口；
- 初始化 uart，设置波特率位 115200，默认为 8 位模式（通过宏可设为 9 位模式）；
- 执行发送；
- 轮询接收标志，当接收标志置起，读取数据。

2.9.2 向量中断方式通信

实现步骤：

- 初始化 RAM，时钟和端口；
- 初始化 uart，设置波特率位 115200，默认为 8 位模式（通过宏可设为 9 位模式）；
- 选择向量中断并使能低优先级中断；
- 使能 TX0IE,RX0IE 和 GIE；
- 在 IG5 中断服务函数中判断是 TX 空还是 RX 满引起的中断，之后清除该标志，再执行发送或接收函数。

2.10 I2C 从动模块

功能说明：

当 I2CSRIF 标志位置位，且 I2CRW 位为 0 时表示主机写从机，从机接收数据。从机接收数据缓冲器满时，中断标志位 I2CRBIF 置位，读取一次接收数据缓冲器 I2CRB，I2CRBIF 标志位自动清零。

当 I2CSRIF 标志位置位，且 I2CRW 位为 1 时表示主机读从机，即从机发送数据。I2CTB 发送数据缓冲器不满时，中断标志位 I2CTBIF 置位，写发送数据缓冲器 I2CTB，若数据缓冲器写满，

I2CTBIF 标志位自动清零，若发出一个字节，数据缓冲器未满，则中断标志位 I2CTBIF 置位。

从机接收到 STOP 信号时，收发数据缓冲器不会自动清零，需置位 I2CRST 位来软件复位 I2C 模块。复位后，需重新初始化 I2C 模块。

关于 I2C 的例程使用 7P203 与另一个 MCU 进行 I2C 通信，注意只能执行发送或接收，而不能发送接收同时调用执行，由于作为从机，所以需要中断通信模式。

数据传输实现步骤：

- a) 初始化 RAM，时钟和端口；
- b) 设置从机的地址；
- c) 初始化从 I2C 模块，使能 I2C 模块及 I2C 通讯；
- d) 选择向量中断并使能低优先级中断；
- e) 使能 I2CIE 和 GIE；
- f) 若接收数据，则将接收 buffer 和接收字节数与 i2c 处理结构体变量相关联；若发送数据，则将发送 buffer 和发送字节数与 i2c 处理结构体变量相关联；
- g) 在 IG6 中断服务函数中对 I2C 的中断状态标志和 I2C 状态标志做判断并处理。