



<http://www.Microcontrol.cn> 微控设计网

中国 MSP430 单片机专业网站

MSP430F2 系列 16 位超低功耗单片机模块原理

## 第 16 章 模数转换模块 ADC10

版本: 1.3

日期: 2007.3.

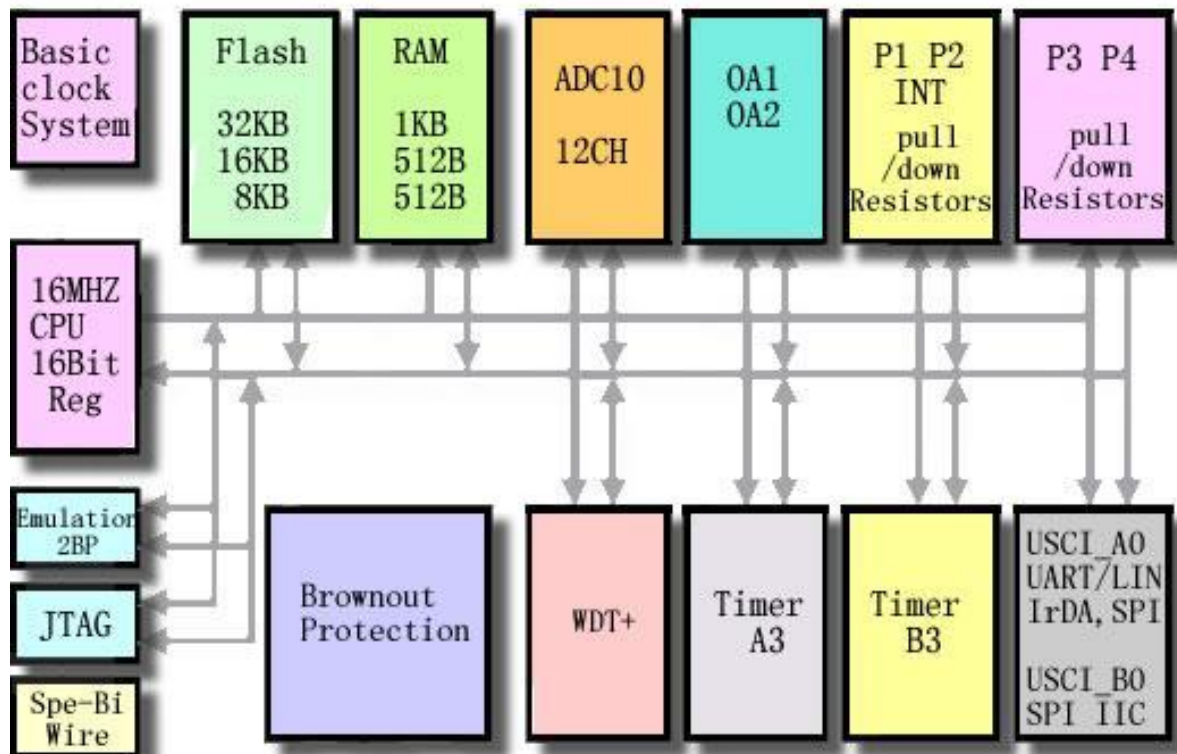
原文: TI MSP430x2xxfamily.pdf

翻译: 陈军 长春工业大学

编辑: DC 微控技术论坛总版主

注: 以下文章是翻译 TI MSP430x2xxfamily.pdf 文件中的部分内容。由于我们翻译水平有限, 有整理过程中难免有所不足或错误; 所以以下内容只供参考, 一切以原文为准。

详情请密切留意微控技术论坛。



ADC10 模块是高性能的 10 位模数转换器。本章描述了 ADC10。在 MSP430X20X2 系列中配置了 ADC10。

### 11.1 ADC10 简介

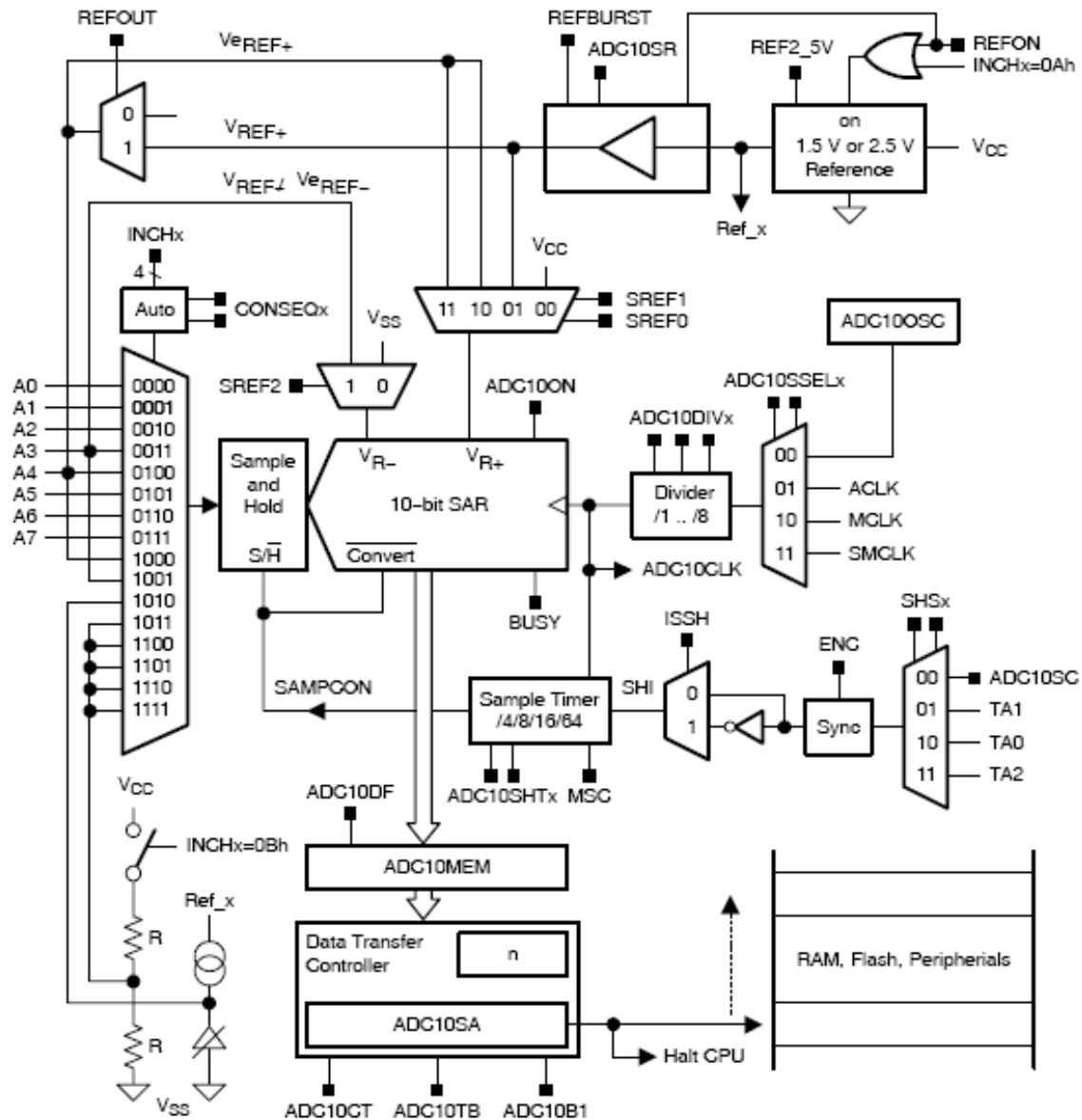


图 11-1: ADC10 模块图

ADC10 模块支持快速 10 位模数转换。ADC10 模块具有一个 10 位逐次逼近 (SAR) 内核, 采样选择控制, 参考电压产生器和数据传递控制器 (DTC)。

DTC 允许 ADC10 采样被转换和存储在任何其它寄存器单元而不需要 CPU 的干预。模块可以经过用户设置后支持不同的应用。

ADC10 模块特征如下:

最大转换速率 200ksps;

固定的 10 位转换;

具有采样保持功能, 并可选采样周期;

通过软件或 Timer\_A 初始化转换 ;

软件选择片内参考电压 (1.5V 或 2.5V);

软件选择内部或外部参考电压；  
 8 个外部输入通道；  
 内部转换通道：温度检测，VCC，外部参考（+，-）；  
 可选转换时钟源；  
 单通道单次，单通道多次，序列通道单次和序列通道多次转换模式；  
 ADC 内核和参考电压都可以单独关闭；  
 自动存储转换结果的数据转换控制器；  
 ADC10 模块的结构框图如上图 11-1：

## 11.2 ADC10 的使用

ADC10 模块由用户通过软件设定。在下面的章节中讨论了 ADC10 的设置和使用；

### 11.2.1 10 位 ADC 内核

ADC 内核将一个模拟量的输入转化成 10 位数字形式，结果保存在 ADC10MEM 寄存器中。内核利用两个可编程/可选择的参考电平（VR+和 VR-）来定义转换范围的最大值和最小值。当输入信号等于或大于 VR+时，数字量输出为满范围（03FF）；当输入信号等于或小于 VR-时，数字量输出为 0。转换控制寄存器定义了输入通道和参考电平（VR+和 VR-）。转换的结果为直接的二进制形式或二的补码形式。在使用直接二进制形式时，转换公式为：

$$N_{ADC} = 1023 \times \frac{V_{in} - V_{R-}}{V_{R+} - V_{R-}}$$

ADC10 模块由 ADC10CTL0 和 ADC10CTL1 两个控制寄存器完成设置。ADC 内核使能由 ADC10ON 位控制。大多数情况下，只有在 ENC=0 时，ADC10 的控制位可以被修改。在进行转换前 ENC 位必须设为 1。

转换时钟选择：

ADC10CLK 可以作为转换时钟和产生采样周期。ADC10 时钟源可以用 ADC10SSELX 位来选择，也可以由 ADC10DIVX 位进行 1-8 分频。可选的时钟源有 SMCLK，MCLK，ACLK 和一个内部的振荡器 ADC10OSC。

ADC10OSC 由内部产生，在 5M 范围内。但会随着芯片本身，供电电压和温度而不同。请参考详细介绍 ADC10OSC 说明的数据手册。

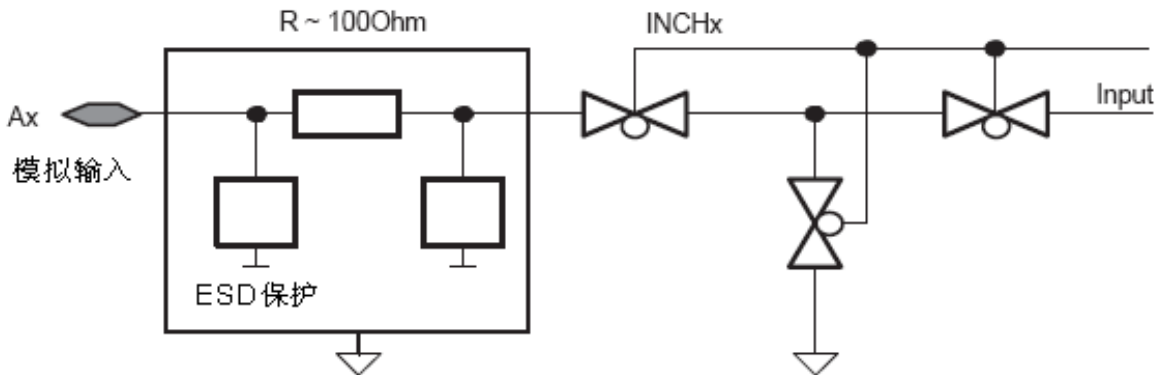
用户必须保证在转换结束前所选择的 ADC10CLK 都保持在活动状态。如果在转换期间，时钟丢失（或关闭），转换将无法完成，结果无效。

### 11.2.2 ADC 10 输入和多路器

通过模拟输入多路器可以选择 8 个外部和 4 个内部模拟信号作为转换信号。输入模拟多路器是一个先关后开型开关，可减少因通道切换而引入的噪声。见下图 11-2。它也是一个 T 型开关，可以减少通道间的耦合。未选择的通道应该与 A/D 和连接到模拟地（VSS）的中间接点隔离。这样寄生电容与地相接，可以减少噪声。

ADC10 利用电荷再分配（charge redistribution）原理。当输入在内部切换时，切换动作可能在输入信号上产生漏电流。在造成问题前，漏电流已经过衰减并稳定下来。

图 11-2 模拟多路器



#### 模拟端口选择

ADC10外部输入A0-A4和 $V_{eREF+}$ ,  $V_{REF-}$ 与P2口（数字CMOS门电路）复用。在有些芯片里可选输入A5-A7与P3口复用（见具体芯片手册）。当模拟信号施加在数字CMOS门电路上时，**寄生电流**会从VCC流向GND。如果输入电压接近门电路的转换(transition)电平时，就产生寄生电流。禁止端口引脚缓冲，可以消除寄生电流，从而减少总电流消耗。ADC10AEx位可以禁止端口的输入和输出缓冲。

; P2.3 设置为模拟量输入

BIS.B #08h,&ADC10AE ; P2.3 ADC10 function and enable

### 11.2.3 参考电压产生器

ADC10 模块包含一个内置的电压参考，有两个可选的电平。设置 REFON 使能内部参考。当 REF2\_5V = 1 时，内部参考电压为 2.5 V；当 REF2\_5V = 0 时，内部参考电压为 1.5 V。内部参考电压可供内部使用，并且 REFOUT = 0 时，引脚  $V_{REF+}$  上的电压可供外部使用。

外部参考电压可以分别通过引脚 A4 和 A3 提供  $V_{R+}$  和  $V_{R-}$ 。当使用外部电压参考时，或者当 VCC 被用作参考电平时，内部参考电平关闭，以减少功耗。

与 ADC12 一样，ADC10 的参考电源可以用外部存储电容。

#### 内部参考电压低功耗特点

ADC10的内部参考电压产生器是为低功耗应用而设计的。参考电压产生器包括一个 **band-gap voltage** 和一个独立的缓冲器。每个系列芯片的电流消耗在具体芯片手册中分别有详细说明。当 REFON = 1, 两者都使能；REFON = 0 使，两者都禁止。当 REFON 变为 1 时的总设定时间小于 30  $\mu$ s。

当 REFON = 1, 所有转换禁止，缓冲器自动禁止，在需要进行转换时，重新使能。当 REFBURST = 0 时，缓冲器持续打开，允许参考电压持续输出到芯片外部。当 REFBURST = 1, ADC10 模块没有进行转换时缓冲器自动关闭。当需要时，自动重新打开。内部参考缓冲器也可以对转换速度和功耗设置进行选择。当最大转换速率低于 50 ksps 时，设置 ADC10SR = 1 可以减少缓冲器大约 50% 的电流消耗。

### 11.2.4 自动关断

ADC10 模块为低功耗应用而设计。当 ADC10 没有进行转换时，内核自动关闭，需要时自动重新使能。ADC10OSC 在需要时也会自动打开，不需要时自动关闭。当内核或振荡器关闭时，它们无电流消耗。

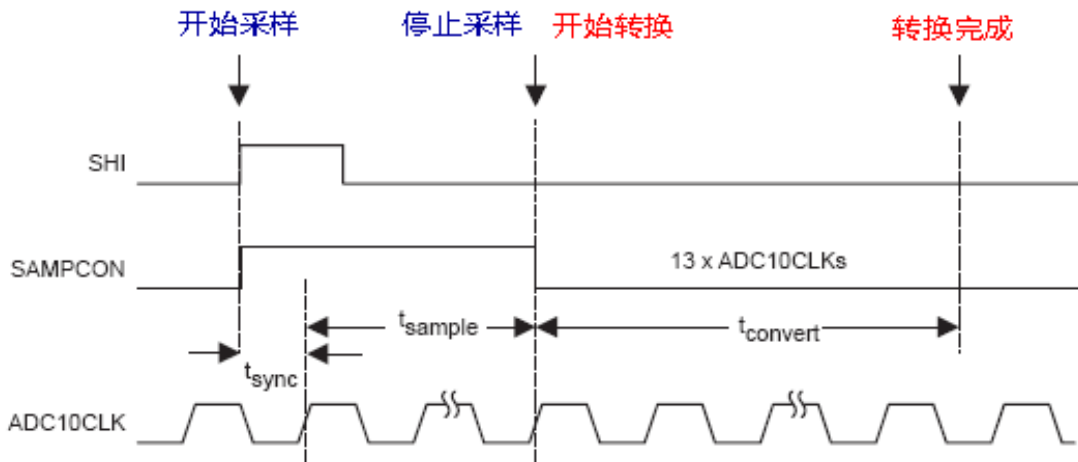
### 11.2.5 采样和转换时间选择

在采样输入信号 SHI 的上升沿，模数转换开始。SHI 信号源可以通过 SHSx 位来选择，包括如下：

ADC10SC 位

Timer\_A Output Unit 1  
 Timer\_A Output Unit 0  
 Timer\_A Output Unit 2

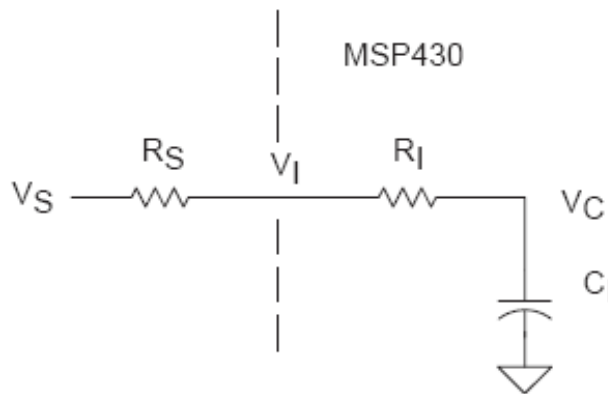
SHI 信号源的极性可以通过 ISSH 位来转换。SHTx 位可以选择采样周期  $t_{\text{sample}}$  为 4, 8, 16 或 64 个 ADC10CLK 周期。在选择的采样周期与 ADC10CLK 同步后, 采样定时器设置 SAMPCON 为高。采样总时间为  $t_{\text{sample}}$  加上  $t_{\text{sync}}$ 。SAMPCON 由高到低变化时开始模数转换。模数转换需要 13 个模数转换。如下图 11-3。



#### 采样时间注意事项

当 SAMPCON = 0 时, 所有的 Ax 输入为高阻态。当 SAMPCON = 1 时, 在采样时间  $t_{\text{sample}}$  期间, 被选择的 Ax 输入相当于一个 RC 低通滤波器, 如下图 11-4。内部多路选择导通输入电阻 R1 (最大 2 k $\Omega$ ) 与电容 C1 (最大 20PF) 串联。为达到 10 位的转换精度, 电容 C1 的电压必须得充到源电压 VS 的 1/2LSB 范围内。

图 11-4 模拟输入等效电路



VI = Ax 引脚输入电压  
 VS = 外部驱动源电压  
 RS = 外部源内阻  
 RI = 内部多路选择导通输入电阻  
 CI = 输入电容  
 VC = 电容充电电压

$R_S$  和  $R_I$  影响  $t_{\text{sample}}$ 。下列等式可用于计算 10 位转换精度下的最小采样时间  $t_{\text{sample}}$ 。

ADC10SR = 0:

$$t_{\text{sample}} > (R_S + R_I) \times \ln(2^{11}) \times C_I + 800\text{ns}$$

ADC10SR = 1:

$$t_{\text{sample}} > (R_S + R_I) \times \ln(2^{11}) \times C_I + 2.5\mu\text{s}$$

用上面给出的  $R_I$   $C_I$  的值代入，等式变为：

$$t_{\text{sample}} > (R_S + 2\text{k}) \times 7.625 \times 20\text{pF} + 800\text{ns} \quad (\text{ADC10SR} = 0)$$

$$t_{\text{sample}} > (R_S + 2\text{k}) \times 7.625 \times 20\text{pF} + 2.5\mu\text{s} \quad (\text{ADC10SR} = 1)$$

例如，如果  $R_S$  为  $10\text{k}\Omega$ ，在  $\text{ADC10SR} = 0$  时， $t_{\text{sample}}$  必须大于  $2.63 \mu\text{s}$ ；在  $\text{ADC10SR} = 1$  时， $t_{\text{sample}}$  必须大于  $4.33 \mu\text{s}$ 。

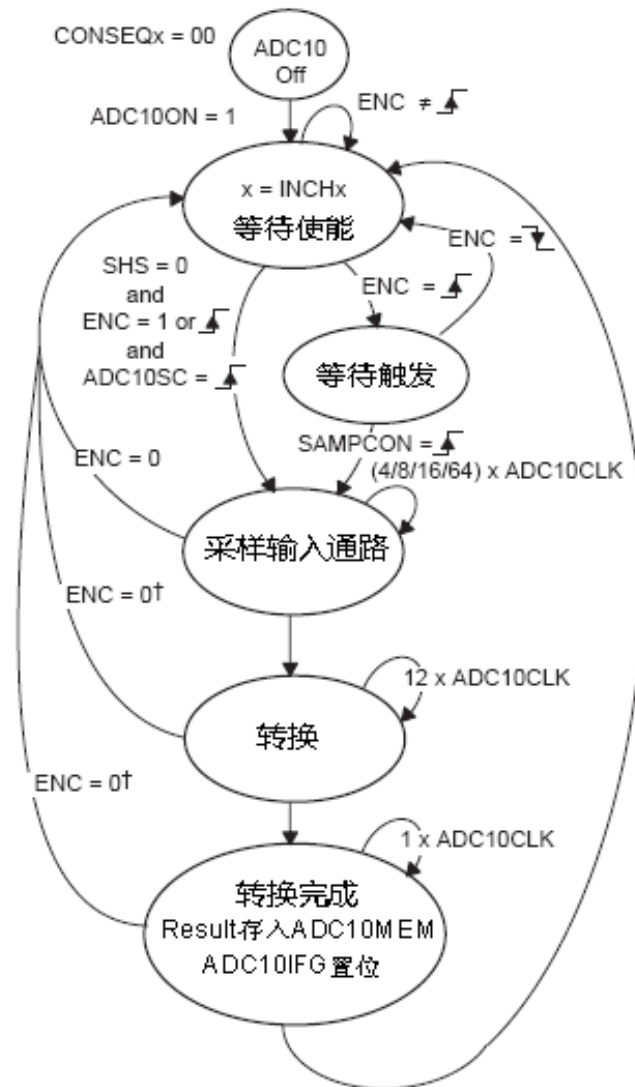
### 11.2.6 转换模式

ADC10 有四种模式，由  $\text{CONSEQx}$  选择，见表 11-1。

CONSEQx	模式	工作
00	单路转换	单通路单次转换
01	序列转换	多通路单次转换
10	重复单路转换	单通路重复转换
11	重复序列转换	多通路重复转换

### 单通道单次模式

该模式对由INCH<sub>x</sub>选择的单通道进行一次采样和转换。ADC结果写入到ADC10MEM。图11-5表示了单通道单次转换模式的流程。当ADC10SC触发一次转换时，连续的转换也可通过设置ADC10SC位来触发。当使用任何其它触发源来启动转换时，ENC必须在每次转换间隔离，在ENC复位并再次置位前的输入采样信号将被忽略(**be toggled, 固定**)。

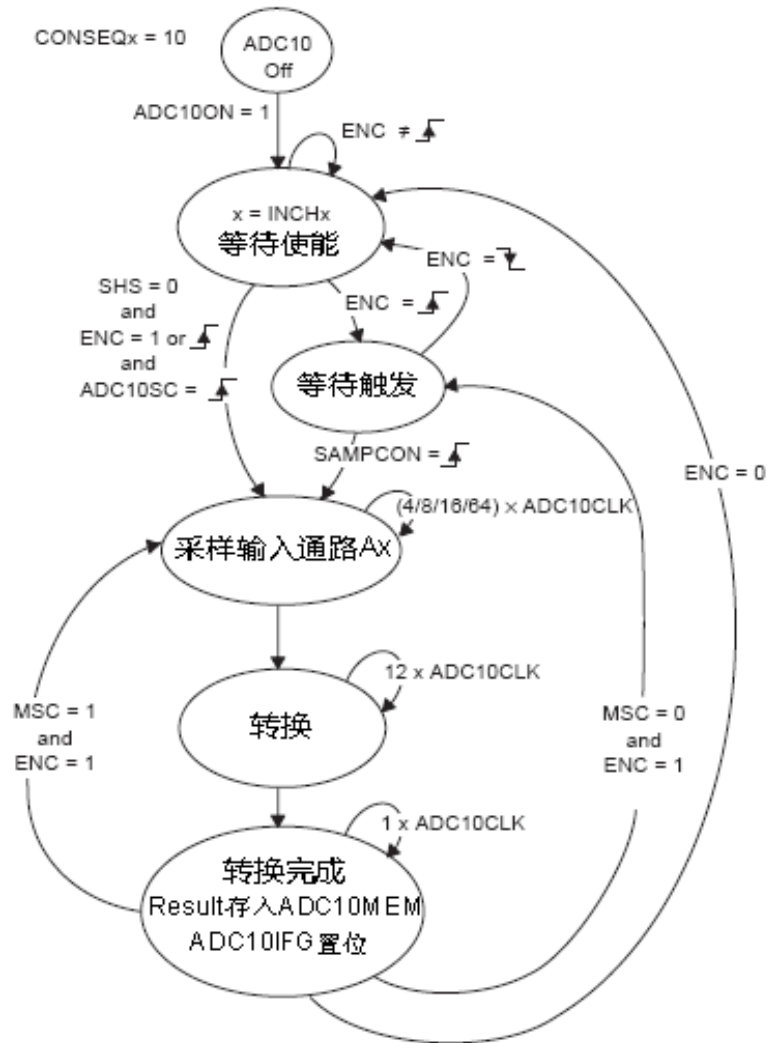






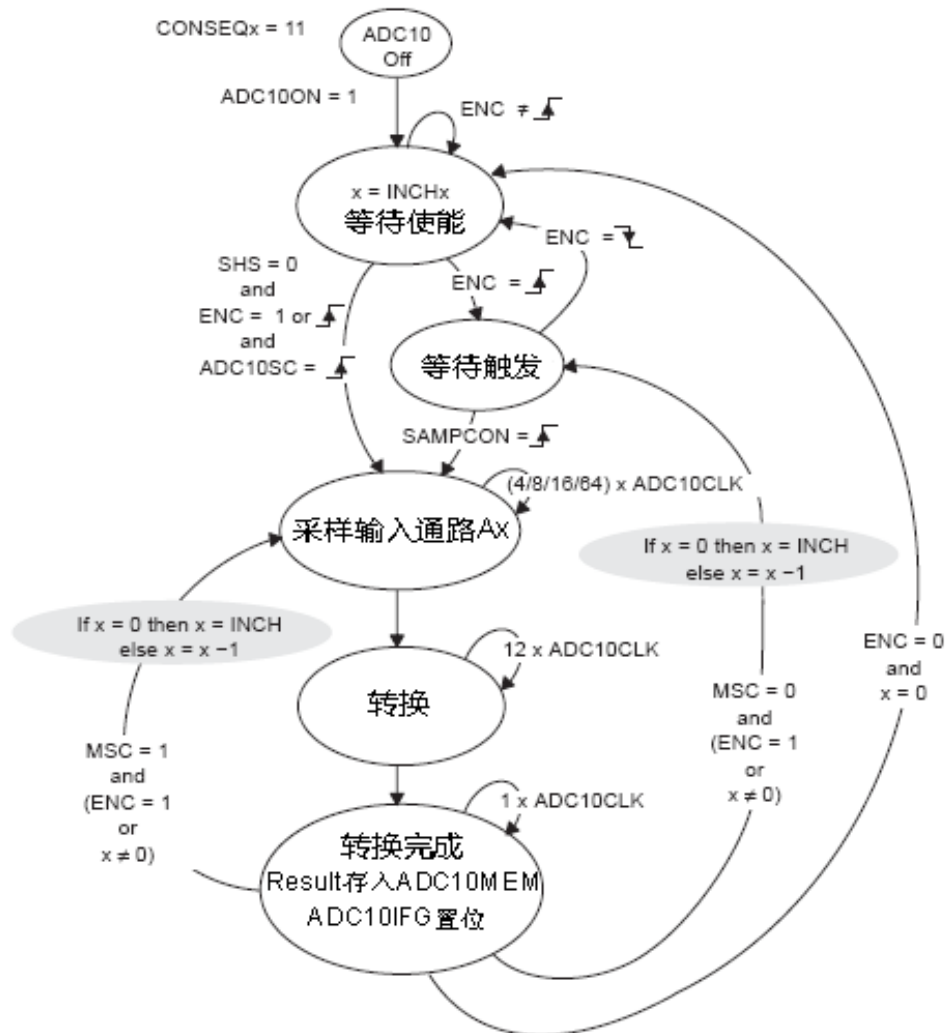
## 单通道多次转换模式

该模式对由 INCH<sub>x</sub> 选定的单通道进行连续采样和转换。每次 ADC 转换结果都存放到 ADC10MEM。图 11-7 表示了单通道多次转换模式。



### 序列通道多次转换模式

该模式对序列通道进行重复采样和转换。序列通道为从 INCH<sub>x</sub> 选择的通道到 A0。每次 ADC 转换结果都存放到 ADC10MEM。通道 A0 转换完成后序列转换结束，下一个启动信号重新启动序列转换。图 11-8 表示了序列通道多次转换模式。



### 使用 MSC 位

为使转换器能自动并尽可能快地进行连续转换，ADC需具备多次采样和转换功能。当 MSC=1和CONSEQ<sub>x</sub> > 0时，SHI的第一个上升沿启动第一次转换。前一次转换一旦转换完成，连续的转换将自动启动。SHI上其它的上升沿将被忽略直到序列通道单次转换模式中的序列转换完成或直到单通道多次转换模式或序列通道多次转换模式中ENC位被隔离(toggled, 固定)。在使用MSC位过程中ENC位的功能不改变。

### 停止转换

停止 ADC10 工作取决于转换模式。停止正在工作的一个转换或转换序列，建议方法如下：

在单通道单次转换模式下复位 ENC 可以立即停止转换，结果不定。为得到准确结果，在清除 ENC 前查询 ADC10BUSY 位直到复位。

在单通道多次转换模式期间复位 ENC，可以在当前转换结束时停止转换器。

在序列通道单次转换模式或序列通道多次转换模式期间复位 ENC，可以在当前转换结束时

停止转换器。

通过设置  $CONSEQx=0$  和复位 ENC, 可以停止任何转换模式下的转换。此时转换结果无效。

### 11.2.7 ADC10 数据传递控制器

ADC10 包括一个数据传递控制器 (DTC), 可以自动地将转换结果从 ADC10EM 传递到其它片内存储器单元。设置 ADC10DTC1 寄存器为一个非 0 值就可使能 DTC。在 MSP430x20x2 系列芯片中没有 DTC。

当 DTC 使能时, 每次 ADC10 完成转换和将转换结果装载到 ADC10MEM 后, 数据传递启动。无需软件干预来管理 ADC10, 直到预先定义的转换数据量被传递。每次 DTC 传递需要一个 MCLK 周期。为避免 DTC 传递过程中其它总线竞争, CPU 暂停。如果 CPU 活动, 需要一个 MCLK 周期时间来传递。

当 ADC10 忙的时候, DTC 不能启动。当设置 DTC 时, 程序必须保证当前没有正在进行的转换或序列转换。

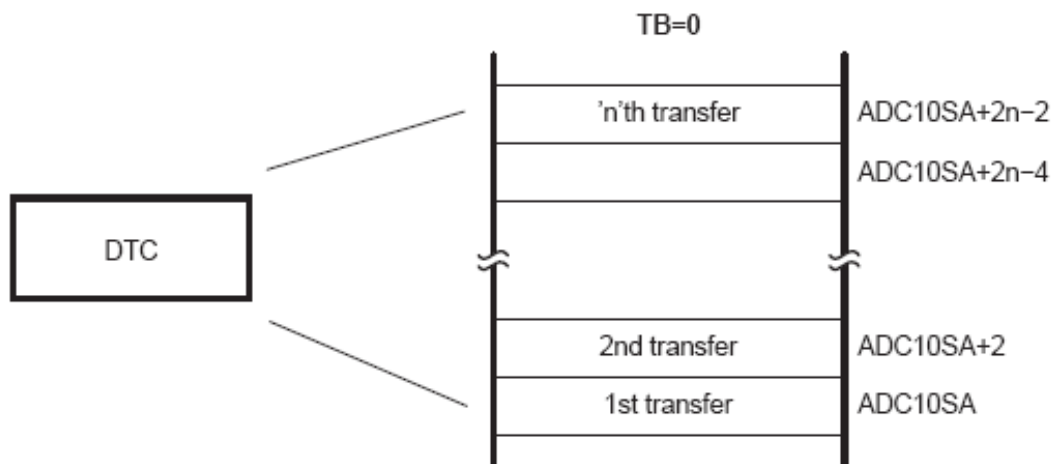
```

;ADC10 活动测试
      BIC.W #ENC,&ADC10CTL0 ;
busy_test BIT.W #BUSY, &ADC10CTL1 ;
      JNZ busy_test ;
      MOV.W #xxx, &ADC10SA ; 可靠
      MOV.B #xx, &ADC10DTC1 ;
; 继续设置

```

#### 一块数据传递模式

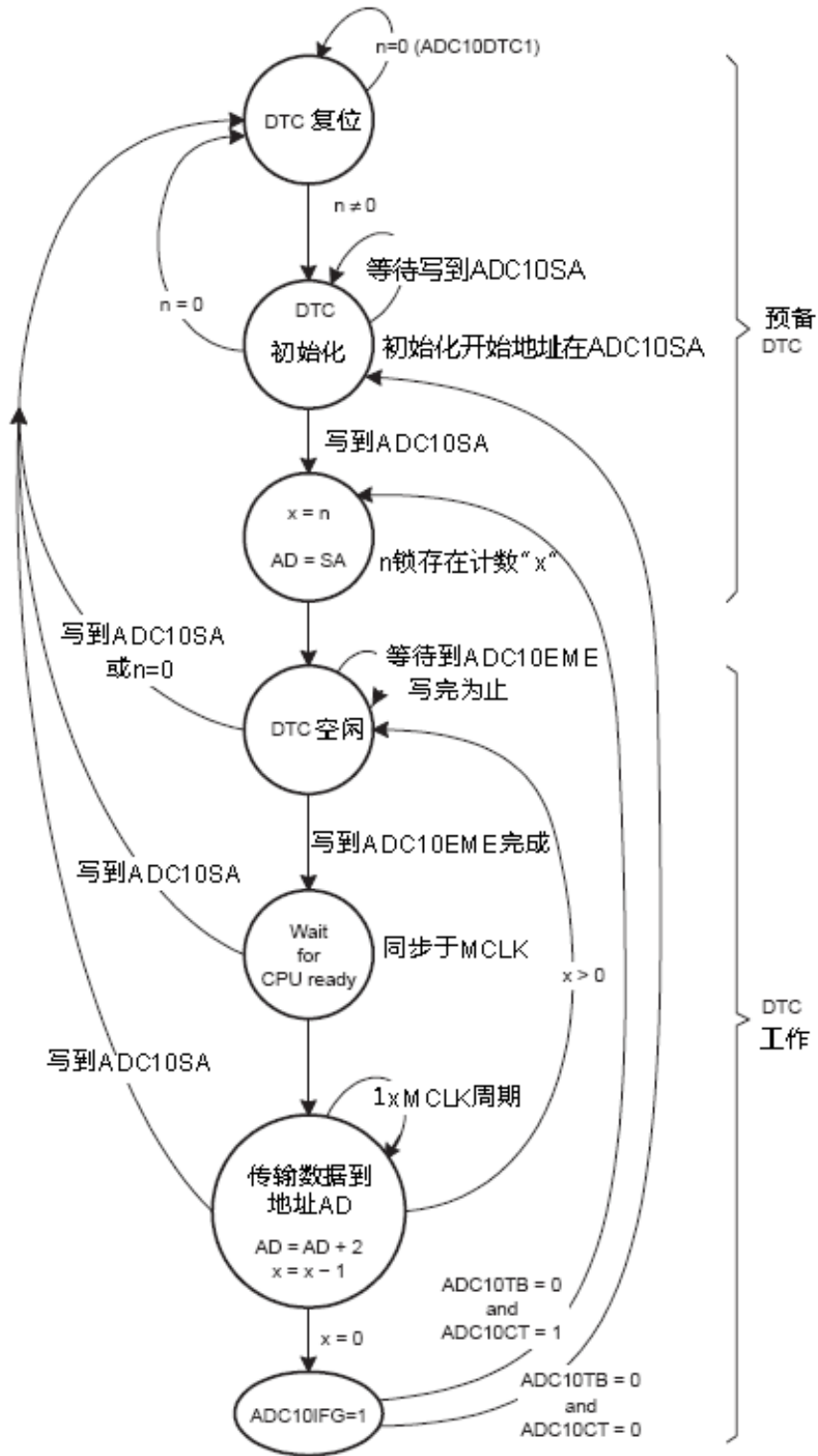
如果 ADC10TB 复位, 选择一块数据传递模式。ADC10DTC1 中的 n 值定义了一个数据块传递的总长度。可以利用 16 位寄存器 ADC10SA 在 MSP430 任何地址范围内定义数据块的起始地址。数据块结束地址为  $ADC10SA+2n-2$ 。一块数据传递模式见下图 11-9。



内部地址指针最初为 ADC10SA, 内部传递计数器等于 n。内部指针和计数器在程序中是已知的。DTC 传递 ADC10MEM 中的数据到由 ADC10SA 这个指针所指的地址中。每次传递后, 内部地址指针增加 2, 内部传递计数器减 1。

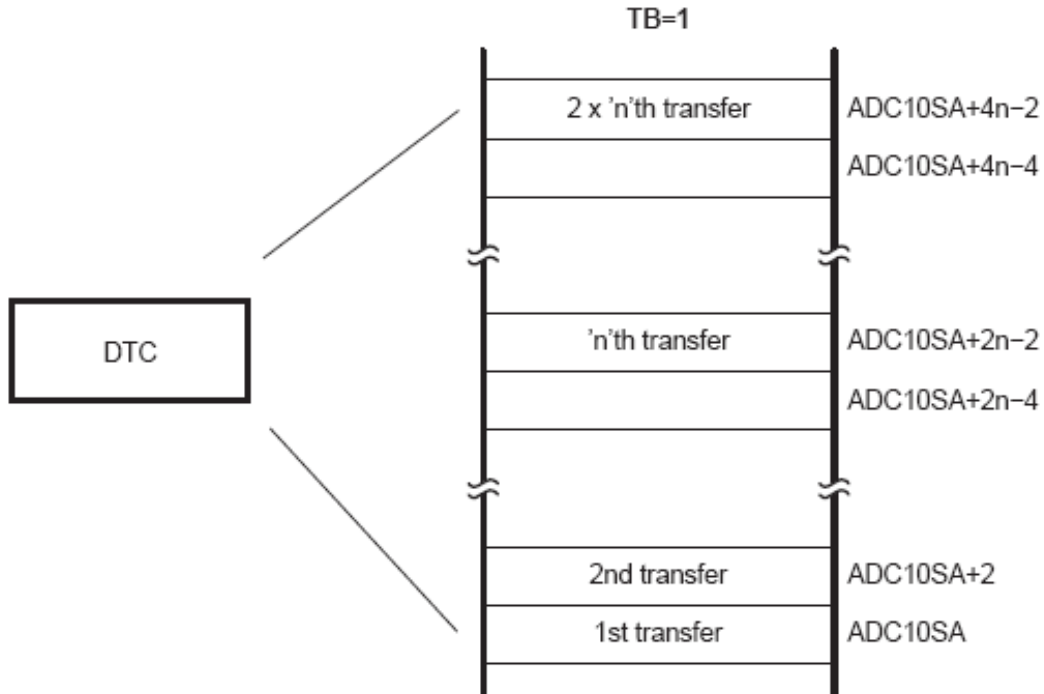
随着 ADC10MEM 的每次装载, 数据继续传递, 直到内部传递计数器变为 0。其它的 DTC 数据传递不再进行, 直到对 ADC10SA 再写。在一块数据传递模式下使用 DTC 时, 一个完整的数据块传递完成后, ADC10FLAG 标志位置 1。图 11-10 表示了一块数据传递模式的状态图表。

图 11-10 一块数据传递模式下的状态图表



### 两块数据传递模式

如果 ADC10TB 置 1，选择两块数据传递模式。ADC10DTC1 中的  $n$  值定义了一个数据块传递的长度。可以利用 16 位寄存器 ADC10SA 在 MSP430 任何地址范围内定义第一个数据块的地址范围。第一个数据块结束地址为  $ADC10SA+2n-2$ 。第二个数据块的地址范围定义为  $SA+2n$  到  $SA+4n-2$ 。图 11-11 为两块数据传递模式。

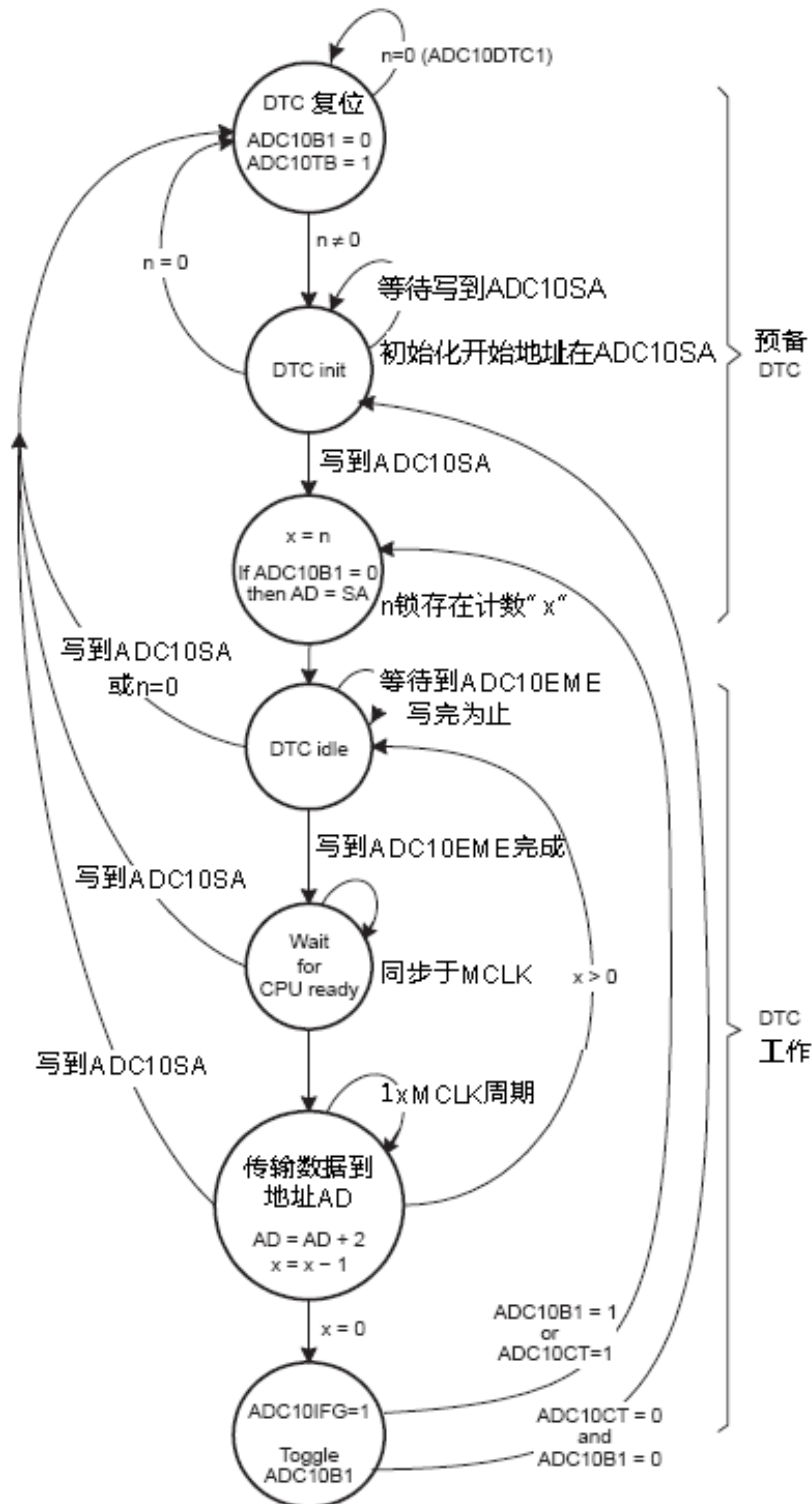


内部地址指针初始等于 ADC10SA，内部传递计数器等于  $n$ 。内部指针和计数器在程序中是已知的。DTC 传递 ADC10MEM 中的数据到由 ADC10SA 地址指针所指的地址中。每次传递后，内部地址指针增加 2，内部传递计数器减 1。

随着 ADC10MEM 的每次装载，数据继续传递，直到内部传递计数器变为 0。在这时数据块一已装满，ADC10IFG 标志和 ADC10B1 位都置 1。用户可以通过测试 ADC10B1 位来判断数据块一是否已装满。

DTC 继续传递数据块 2。内部传递计数器自动重装 ' $n$ '。在下次装载 ADC10MEM 时，DTC 开始传递转换结果到数据块 2。当完成  $n$  次传递后，数据块 2 装满。ADC10IFG 标志置 1，ADC10B1 位清 0。用户可以通过测试 ADC10B1 位是否清 0 来判断数据块 2 是否装满。图 11-12 表示了两块数据传递模式的状态表。

图 11-12 两块数据传递模式下的 DTC 状态表



### 连续传递

当  $ADC10CT$  位被设置为 1 时，选择连续传递。当数据块一（一块数据传递模式）或数据块二（两块数据传递模式）完成传递后，DTC 不停止。内部地址指针和数据传递计数器分别等于  $ADC10SA$  和  $n$ 。数据块一开始后，进行连续传递。如果  $ADC10CT$  位被复位，在数据块一（一块数据传递模式下）或数据块二（两块数据传递模式下）完成传递后，DTC 传递停止。

### DTC 传递周期时间

对于每个 ADC10MEM 传递，DTC 需要一或二个 MCLK 周期来实现同步，一个周期用于实际的传递（CPU 停止时）和一个周期的等待时间。因为 DTC 使用 MCLK，DTC 的周期时间取决于 MSP430 的工作模式和设置的系统时钟。

如果 MCLK 处在活动状态，但 CPU 停止时，未重新使能 CPU 时，DTC 使用 MCLK 时钟源进行每次的传递。如果 MCLK 时钟源关闭，只在一次传递过程中，DTC 重新打开来自 DCOCLK 的 MCLK。CPU 仍然关闭，在 DTC 传递后，MCLK 又关闭。在所有工作模式下的最大 DTC 周期时间见表 11-2。

CPU工作模式	时钟源	最大DTC周期时间
Active mode	MCLK=DCOCLK	3 MCLK cycles
Active mode	MCLK=LFXT1CLK	3 MCLK cycles
Low-power mode LPM0/1	MCLK=DCOCLK	4 MCLK cycles
Low-power mode LPM3/4	MCLK=DCOCLK	4 MCLK cycles + 6 $\mu$ s†
Low-power mode LPM0/1	MCLK=LFXT1CLK	4 MCLK cycles
Low-power mode LPM3	MCLK=LFXT1CLK	4 MCLK cycles
Low-power mode LPM4	MCLK=LFXT1CLK	4 MCLK cycles + 6 $\mu$ s†

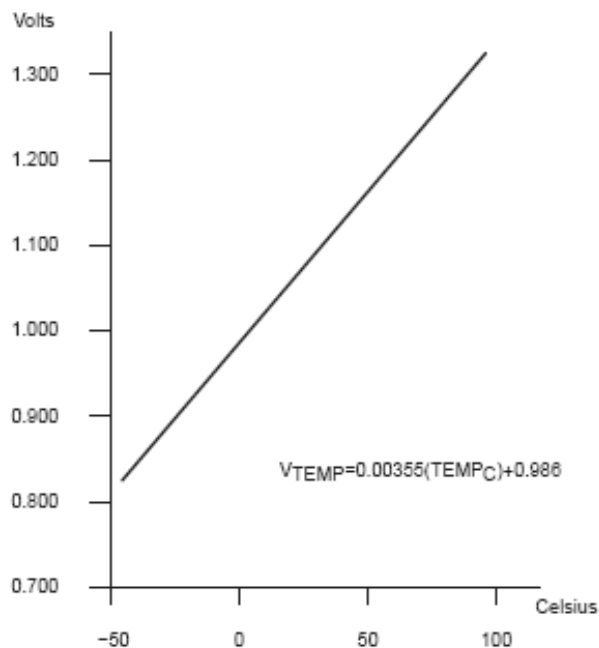
另外的6微秒用于启动DCOCLK,再数据手册中即为t(LPMx)参数.

### 11.2.8 使用内部温度传感器

要想使用片内温度传感器，用户需要选择模拟输入通道 INCHx = 1010.就象选择外部通道一样，设置其它寄存器，包括参考电平选择，转换寄存器选择等等。

典型的温度传感器传递功能如图 11-13。使用温度传感器时，采样周期必须大于 30  $\mu$  s.温度传感器偏置误差可能较大，在大多数应用中需要进行校准。参考具体芯片手册的参数。

选择温度传感器后，将自动打开片上参考电平产生器作为温度传感器的电压源。用于温度传感器的参考电平的选择与其它通道一样。



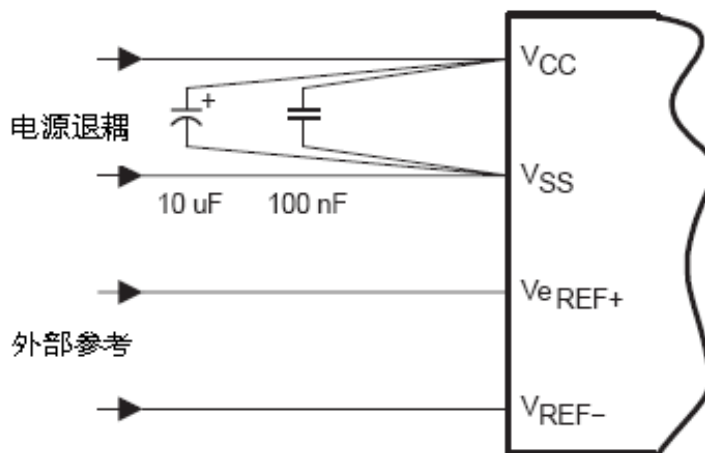
### 11.2.9 ADC10 接地和噪声考虑

作为高精度的 ADC，必须注意合理的 PCB 布局和接地技术，以消除地电流环路，寄生参数影响和噪声。

当电流流经模拟或数字电路的公共回路时，形成地电流环路。如果不认真考虑，这个电流会产生一个小的电压叠加在 A/D 转换器的参考电压或输入信号上。图 11-15 的连接方法可以避免这点。

除了接地，因为数字开关及开关电源在电源线路上产生的纹波和噪声脉冲，也会影响转换的结果。无噪声的设计对达到高精度的转换非常重要。

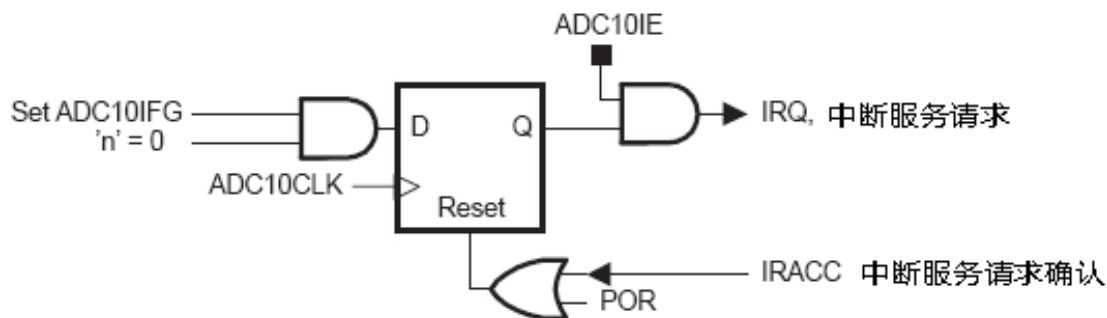
图 11-16 ADC10 接地和噪声考虑



### 11.2.10 ADC10 中断

与 ADC10 相关的中断和中断向量见图 11-17。不使用 DTC 时( $ADC10DTC1 = 0$ )，当转换结果装载到 ADC10MEM 时，ADC10IFLAG 置 1。使用 DTC 时( $ADC10DTC1 > 0$ )，当一个数据块传递完成和内部传递计数器 ‘n’ = 0 时，ADC10IFLAG 置 1。如果 ADC10IE 和 GIE 都置 1，然后 ADC10IFLAG 产生一个中断申请。当中断申请被响应后，ADC10IFLAG 标志自动复位，也可以通过软件复位。

图 11-17 ADC 中断系统



### 11.3 ADC10 寄存器

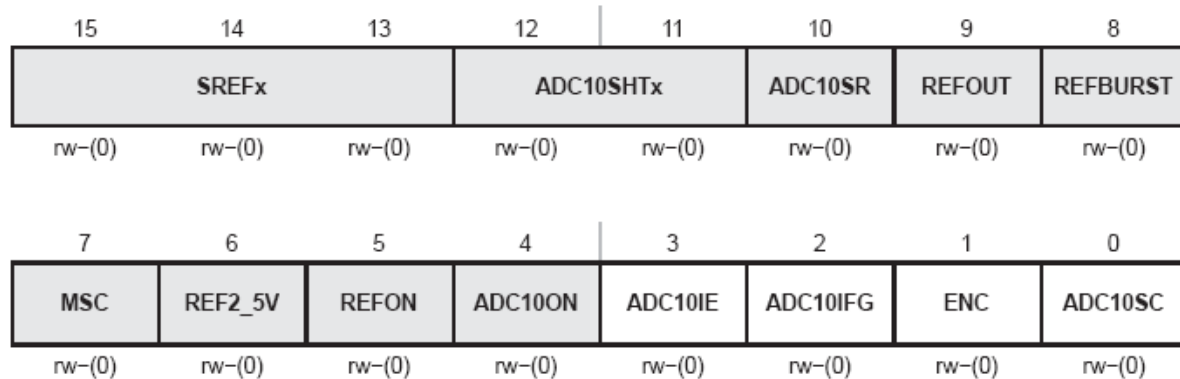
表 11-3 ADC10 寄存器

寄存器	简写	寄存器类型	地址	初始状态
ADC10 输入使能寄存器	ADC10AE	读/写	04AH	Reset with POR
ADC10 控制寄存器 0	ADC10CTL0	读/写	01B0H	Reset with POR
ADC10 控制寄存器 1	ADC10CTL1	读/写	01B2H	Reset with POR



ADC10 存储器	ADC10MEM	读	01B4H	Unchanged
ADC10 数据传输控制寄存器 0	ADC10DTC0	读/写	048H	Reset with POR
ADC10 数据传输控制寄存器 1	ADC10DTC1	读/写	049H	Reset with POR
ADC10 数据传输启动地址	ADC10SA	读/写	01BCH	0200H with POR

## ADC10CTL0 ADC10 控制寄存器 0

**SREFx** Bits 15-13 参考电平选择

- 000 VR+ = VCC and VR- = VSS
- 001 VR+ = VREF+ and VR- = VSS
- 010 VR+ = VeREF+ and VR- = VSS
- 011 VR+ = VeREF+ and VR- = VSS
- 100 VR+ = VCC and VR- = VREF-/ VeREF-
- 101 VR+ = VREF+ and VR- = VREF-/ VeREF-
- 110 VR+ = VeREF+ and VR- = VREF-/ VeREF-
- 111 VR+ = VeREF+ and VR- = VREF-/ VeREF-

**ADC10SHTx** Bits 12-11 ADC10 采样保持时间

- 00 4 x ADC10CLKs
- 01 8 x ADC10CLKs
- 10 16 x ADC10CLKs
- 11 64 x ADC10CLKs

**ADC10SR** Bit 10 ADC10 采样速率. 该位用于选择最大采样速率下的参考电平缓冲驱动能力。ADC10SR 置 1, 可以减少参考电平缓冲器的电流消耗。

- 0 参考电平缓冲器支持最大速率到 200 ksps
- 1 参考电平缓冲器支持最大速率到 50 ksps

**REFOUT** Bit 9 参考电平输出

- 0 参考输出关闭
- 1 参考输出允许

**REFBURST** Bit 8. 参考电压输出控制位. REFOUT 位必须为 1..

- 0 参考电压持续对外输出
- 1 只有在采样转换期间参考电压持续对外输出

**MSC** Bit 7 多次采样/转换控制位. 只有在序列或多次转换模式下有效。

- 0 每次采样与转换时, 由 SHI 的上升沿触发。

1 由 SHI 的第一个上升沿触发采样定时器，后面的采样与转换由前一次转换完成后立即执行。

**REF2\_5V** Bit 6 参考电压产生器的电压值选择位。REFON 位必须置 1。

0 1.5 V  
1 2.5 V

**REFON** Bit 5 参考电压发生器控制位。

0 关闭内部参考电压发生器  
1 打开内部参考电压发生器

**ADC10ON** Bit 4 ADC10 控制位

0 关闭 ADC10 模块  
1 打开 ADC10 模块

**ADC10IE** Bit 3 ADC10 中断允许控制位

0 中断禁止  
1 中断允许

**ADC10IFG** Bit 2 ADC10 中断标志位。如果 ADC10MEM 已经装满转换结果，该位置 1。当中断申请被接受后，它自动复位，也可由软件复位。在使用 DTC 时，当完成一个数据块的传递时，该位置 1。

0 无中断产生  
1 有中断产生

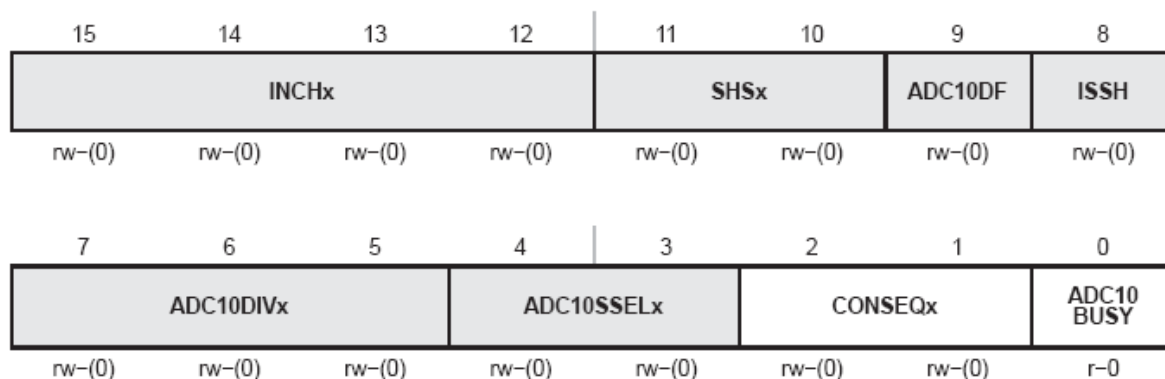
**ENC** Bit 1 转换使能位

0 ADC10 禁止  
1 ADC10 使能

**ADC10SC** Bit 0 软件可控的采样/转换控制位。ADC10SC 和 ENC 位必须用一条指令同时置 1。ADC10SC 位可自动复位

0 无采样/转换开始  
1 开始采样/转换

#### ADC10CTL1 ADC10 控制寄存器 1



**INCHx** Bits 15-12 输入通道选择位。这些位用来选择进行单次转换的通道或进行序列转换的最高通道。

0000 A0  
0001 A1  
0010 A2  
0011 A3  
0100 A4  
0101 A5  
0110 A6  
0111 A7  
1000 VeREF+  
1001 VREF-/VeREF-  
1010 温度传感器  
1011 (VCC - VSS) / 2  
1100 (VCC - VSS) / 2  
1101 (VCC - VSS) / 2  
1110 (VCC - VSS) / 2  
1111 (VCC - VSS) / 2

**SHSx** Bits 11-10 采样/保持输入信号源选择控制位

00 ADC10SC 位  
01 Timer\_A.OUT1  
10 Timer\_A.OUT0  
11 Timer\_A.OUT2

**ADC10DF** Bit 9 ADC10 数据格式选择位

0 二进制格式  
1 二的补码格式

**ISSH** Bit 8 采样/保持输入信号反向控制位

0 采样输入信号不反向  
1 采样输入信号反向

**ADC10DIVx** Bits 7-5 ADC10 时钟分频选择位

000 /1  
001 /2  
010 /3  
011 /4  
100 /5  
101 /6  
110 /7  
111 /8

**ADC10 SSELx** Bits 4-3 ADC10 时钟源选择

00 ADC10OSC  
01 ACLK  
10 MCLK  
11 SMCLK

**CONSEQx** Bits 2-1 转换模式选择位

00 单通道单次转换

- 01 序列通道单次转换
- 10 单通道多次转换
- 11 序列通道多次转换

**ADC10 BUSY** Bit 0 ADC10 忙标志位。该位指示一次正在进行的采样或转换操作。

- 0 表明没有正在进行的转换
- 1 表明一个序列,采样或转换正在进行

#### ADC10AE, 模拟信号输入使能控制寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ADC10AE7	ADC10AE6	ADC10AE5	ADC10AE4	ADC10AE3	ADC10AE2	ADC10AE1	ADC10AE0
rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)

**ADC10AEx** Bits 7-0 ADC10 模拟输入使能控制位

- 0 模拟信号输入禁止
- 1 模拟信号输入使能

#### ADC10MEM, 转换结果寄存器 , 二进制格式

15	14	13	12	11	10	9	8
0	0	0	0	0	0	Conversion Results	
r0	r0	r0	r0	r0	r0	r	r

7	6	5	4	3	2	1	0
Conversion Results							
r	r	r	r	r	r	r	r

**Conversion Results** Bits15-0

10 位转换结果为右对齐方式, 二进制格式。位 9 为最高位, 位 15-10 为 0。

#### ADC10MEM, 转换结果寄存器 , 二的补码格式

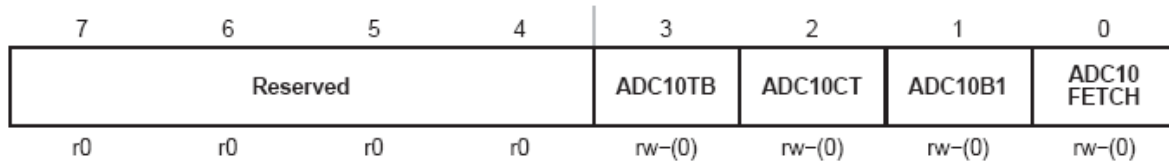
15	14	13	12	11	10	9	8
Conversion Results							
r	r	r	r	r	r	r	r

7	6	5	4	3	2	1	0
Conversion Results	0	0	0	0	0	0	0
r	r	r0	r0	r0	r0	r0	r0

**Conversion Results** Bits15-0

10 位转换结果为左对齐方式, 二的补码格式。位 15 为最高位, 位 5-0 为 0。

**ADC10DTC0,数据传递控制寄存器 0**

Bits7-4 保留.

**ADC10TB** Bit 3 ADC10 一块或两块数据模式选择.

- 0 一块数据传递模式
- 1 两块数据传递模式

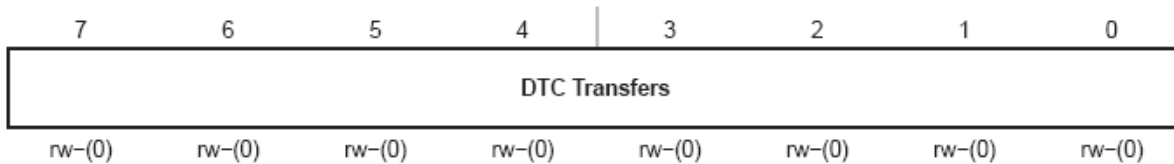
**ADC10CT** Bit 2 ADC10 连续传递模式选择位.

- 0 在一块或两块传递模式下，一块或两块都传递后，数据传递结束.
- 1 继续数据传递，只有在 ADC10CT 位清 0 或有数据写入到 ADC10SA 时，DTC 将停止。

**ADC10B1** Bit 1 ADC10 转存块满标志.该位表明两块数据模式下数据块是否已装入转换结果。ADC10B1 只有当 ADC10IFG 位在 DTC 工作期间第一次被设置后才有效。ADC10TB 必须置 1。

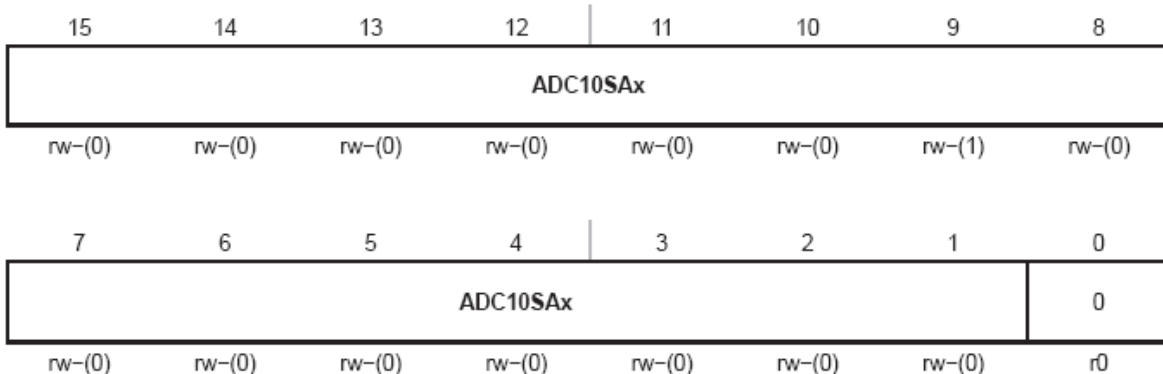
- 0 数据块 2 装满
- 1 数据块 1 装满

**ADC10 FETCH** Bit 0 该位通常处于复位状态.

**ADC10DTC1, 数据传递控制寄存器 1**

**DTC Transfers** Bits 7-0 这些位定义了每个数据块中传递的数量。

- 0 DTC 禁止
- 01h-0FFh 每个数据块中传递的数量

**ADC10SA, 数据传递起始地址寄存器**

**ADC10SAx** Bits 15-1 该寄存器的内容位 DTC 的起始地址。需要先对 ADC10SA 写入来初始化 DTC 传递。位 0 未使用，只读，读结果为 0。



MSP430F22x4 开发板

专业提供 **MSP430** 单片机开发工具