

模数转换器 (ADC)

实验与创新实践教育中心
哈尔滨工业大学 (深圳)

本节内容

◆ ADC工作原理

- ADC的基本过程
- 主要性能指标

◆ MSP430 ADC12_A模块

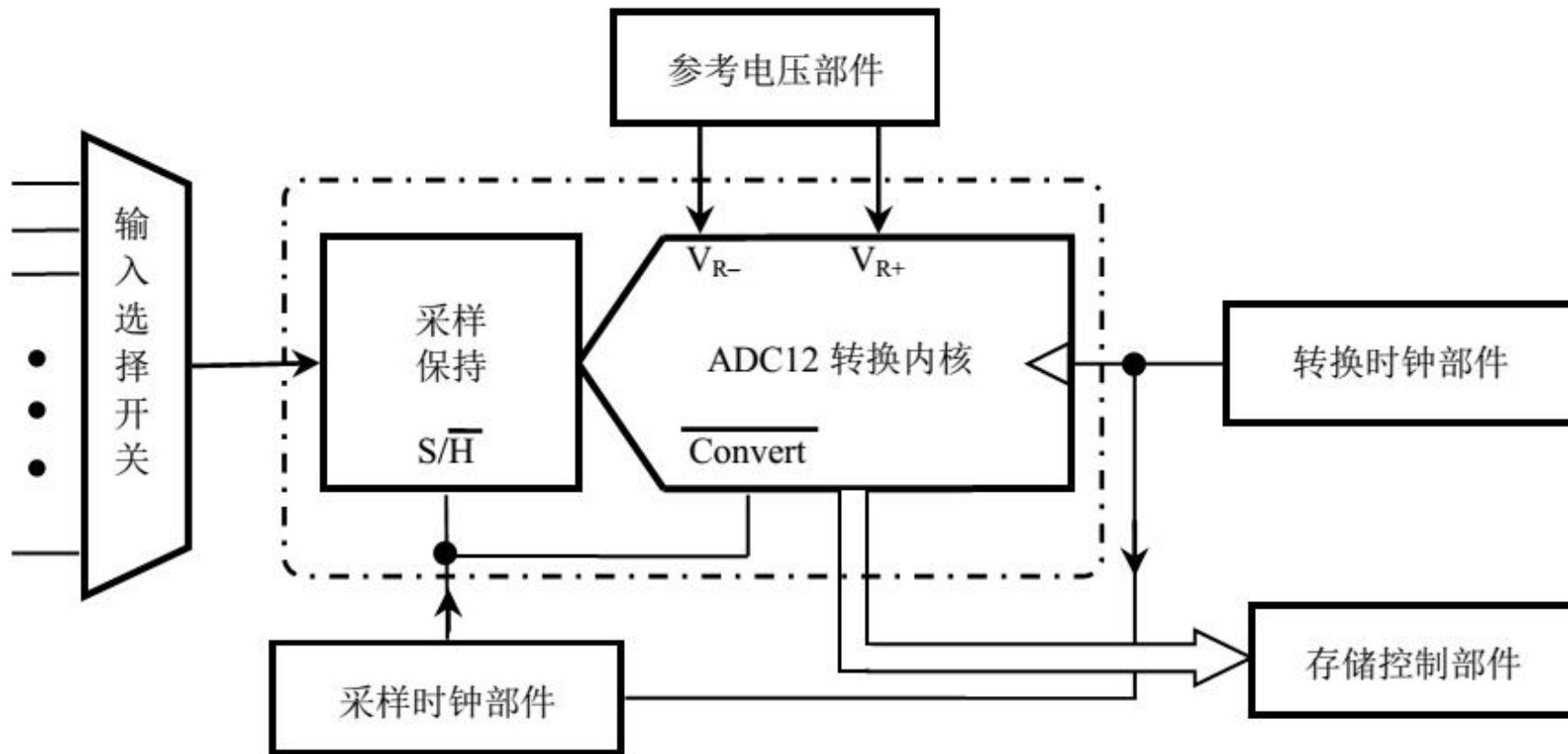


- 特点与结构
- 功能部件
- 采样转换时序
- 转换模式
- 寄存器

◆ 实验任务

ADC12_A简介

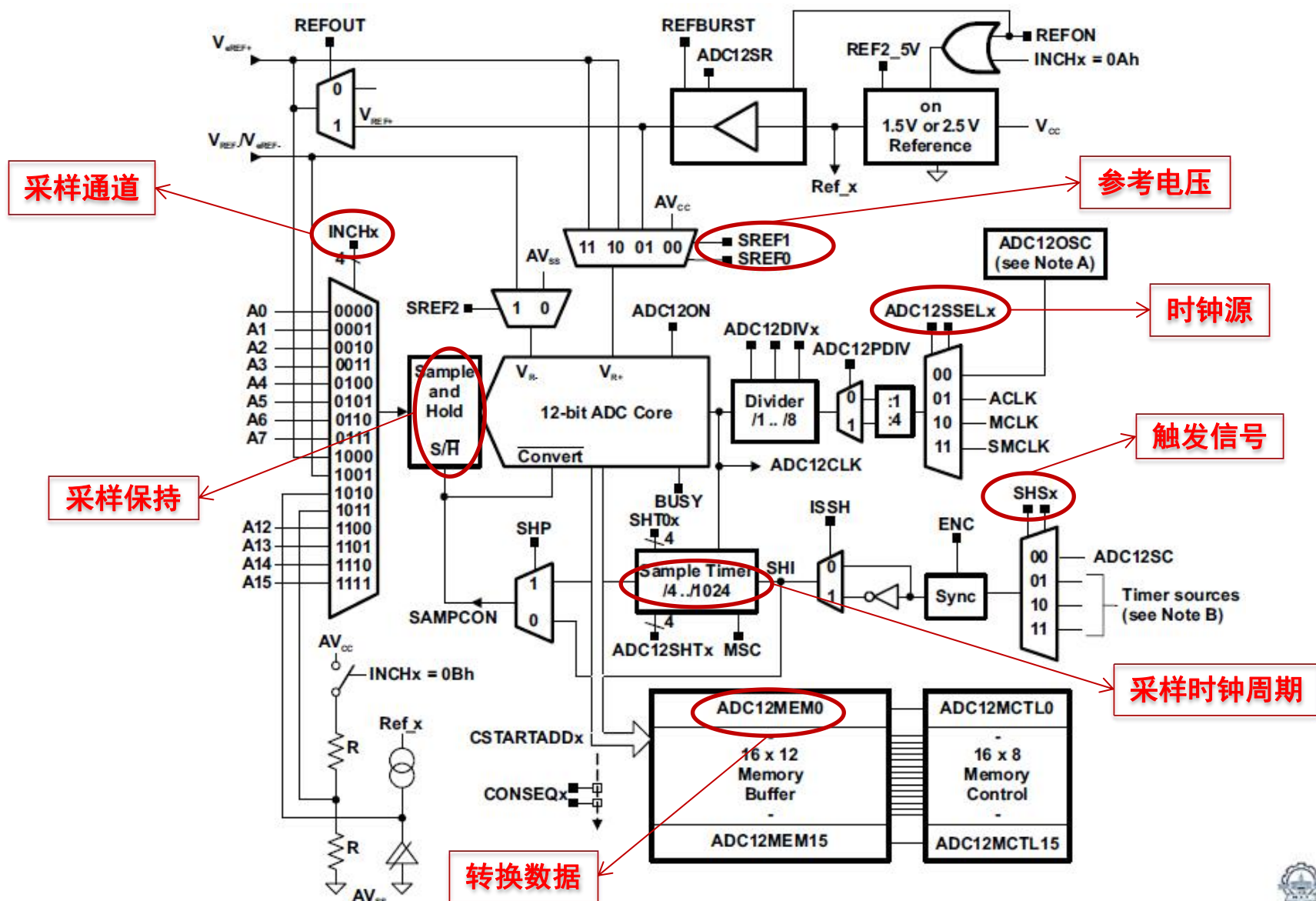
- ◆ MSP430F5529的ADC12_A模块支持快速12位模数转换



ADC12结构框图

- 转换器内核
- 输入通道选择开关、参考电压发生器
- 转换时钟部件、采样时钟部件
- 存储控制部件、采样保持

ADC12_A结构框图



本节内容

◆ ADC工作原理

- ADC的基本过程
- 主要性能指标

◆ MSP430 ADC12_A模块



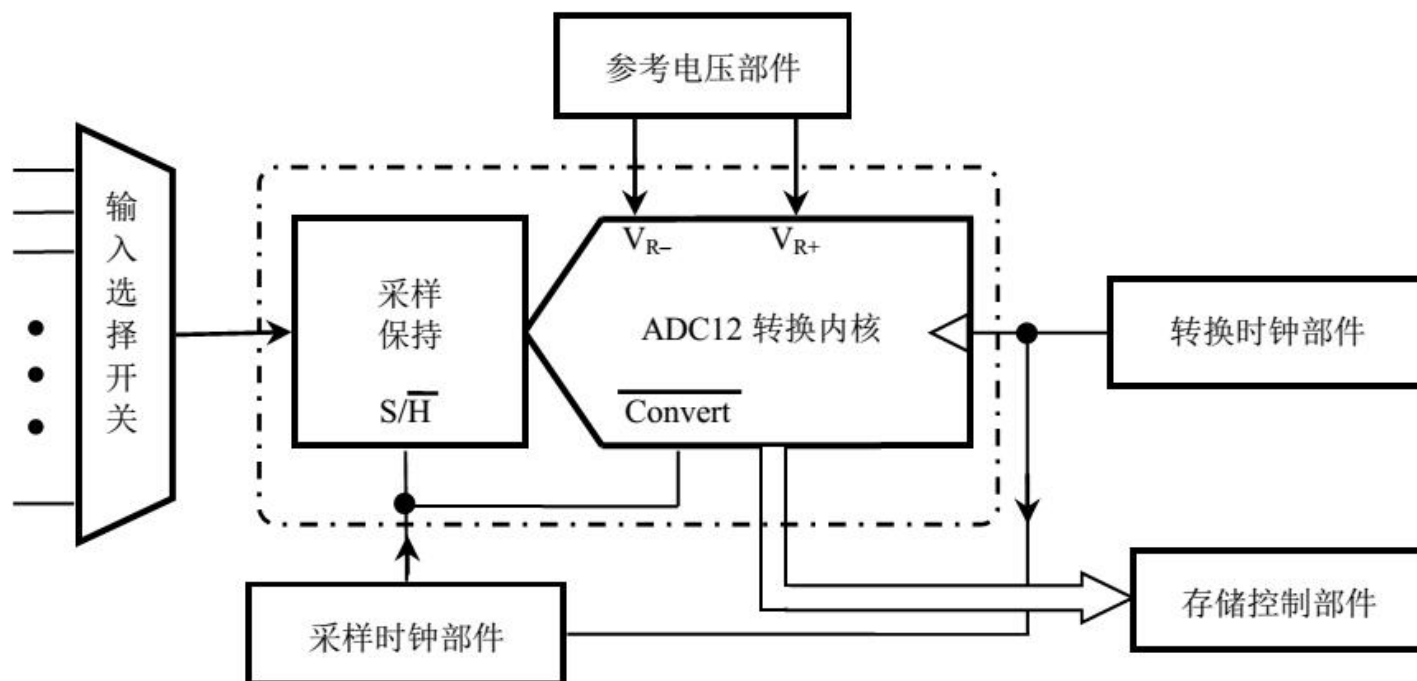
- 特点与结构
- 功能部件
- 采样转换时序
- 转换模式
- 寄存器

◆ 实验任务

转换器内核

ADC12 模块的核心

实际由采样保持电路和逐次逼近转换内核两部分组成

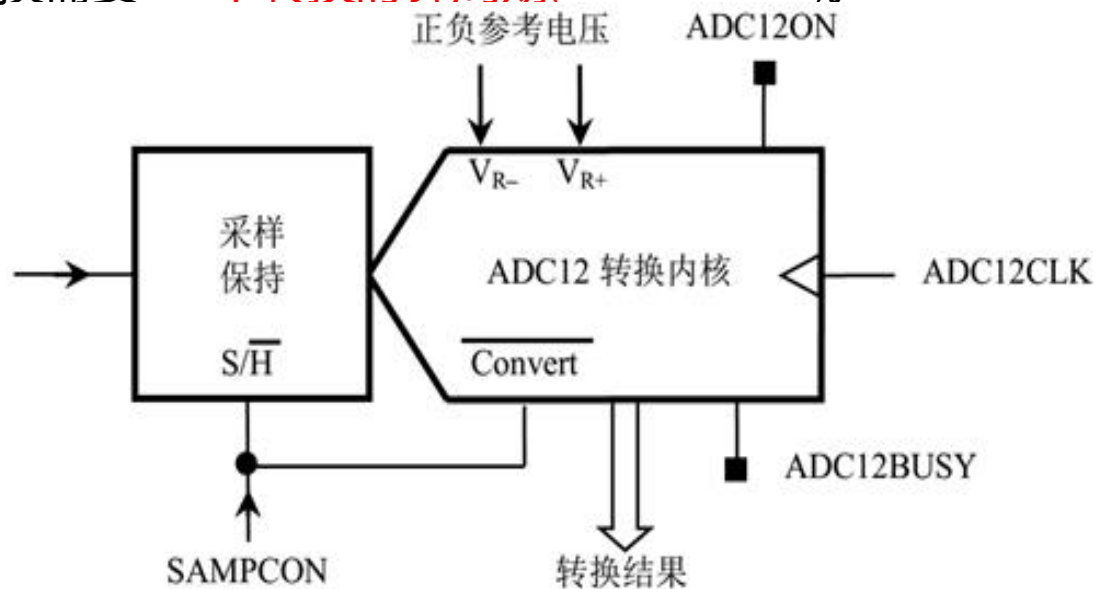


$$N_{ADC} = 4095 * (V_{in} - V_{R-}) / (V_{R+} - V_{R-})$$

转换器内核

◆ 12位ADC核:

- 两个可选择的参考电压(V_{R+} 和 V_{R-})。
- ADC12ON 用于 ADC12 模块的开关。
- ADC12BUSY 为状态显示位, 用于显示转换内核的当前状态。
- 完成一次转换需要 13 个转换时钟周期(ADC12CLK)。



参考电压部件

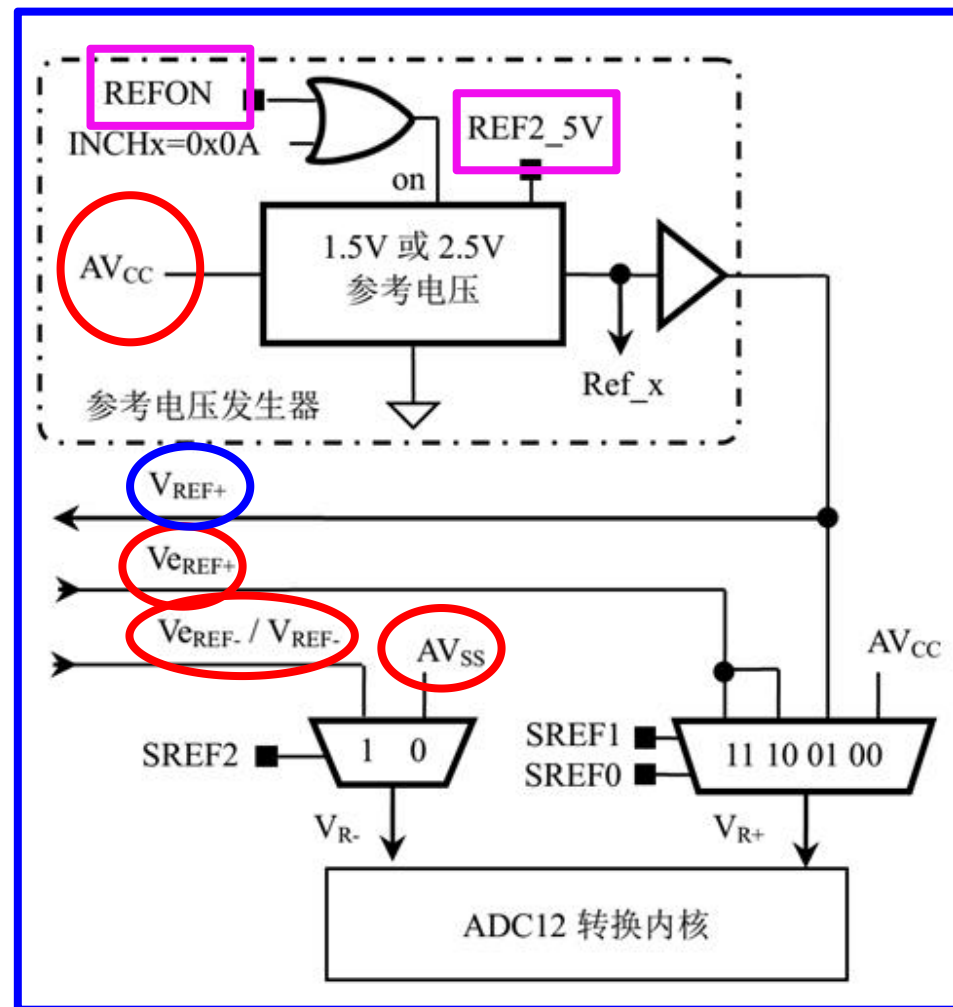
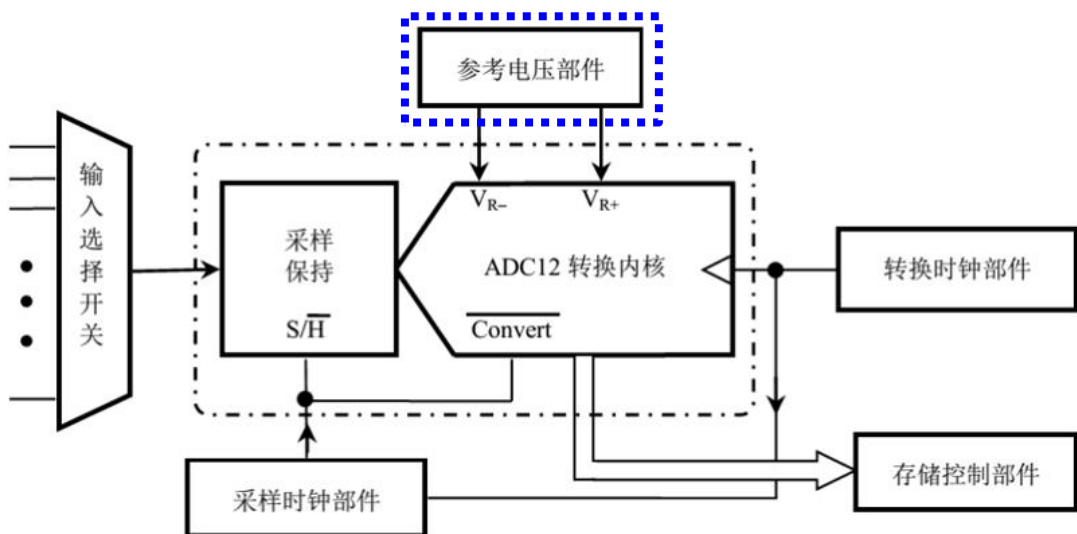
◆ 可以提供5种不同的基准电压:

➤ 外部电路提供: AV_{CC} 、 V_{eREF+} 、 AV_{SS} 和 V_{eREF-} / V_{REF-} .

➤ 内部参考电压发生器提供: V_{REF+}

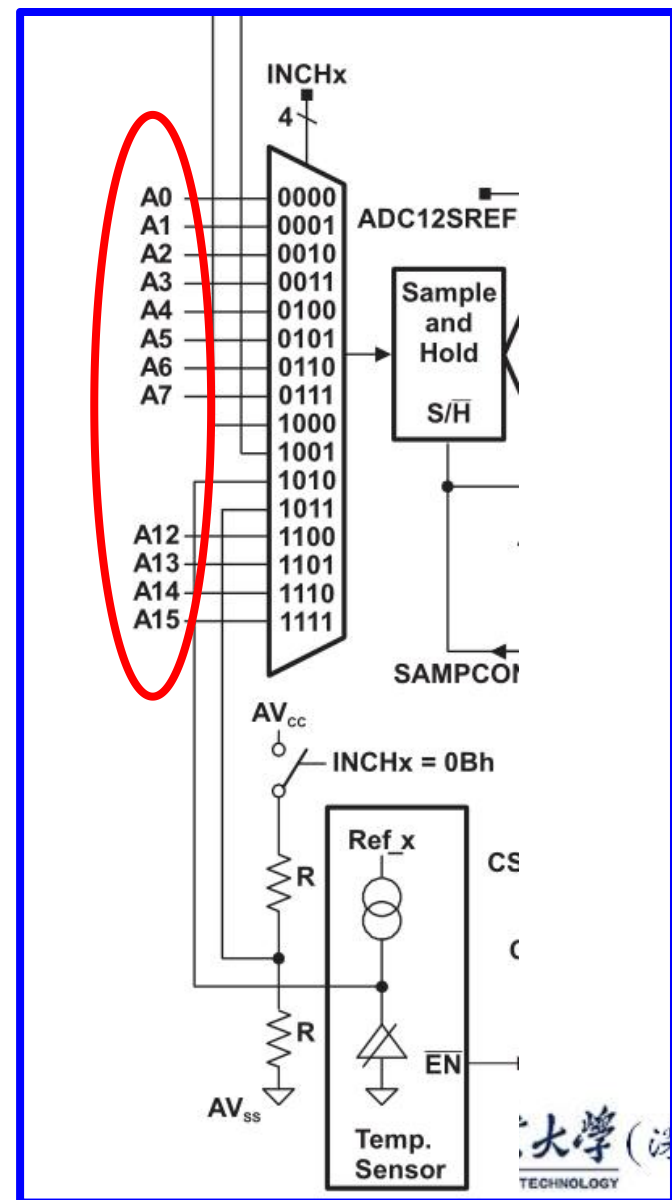
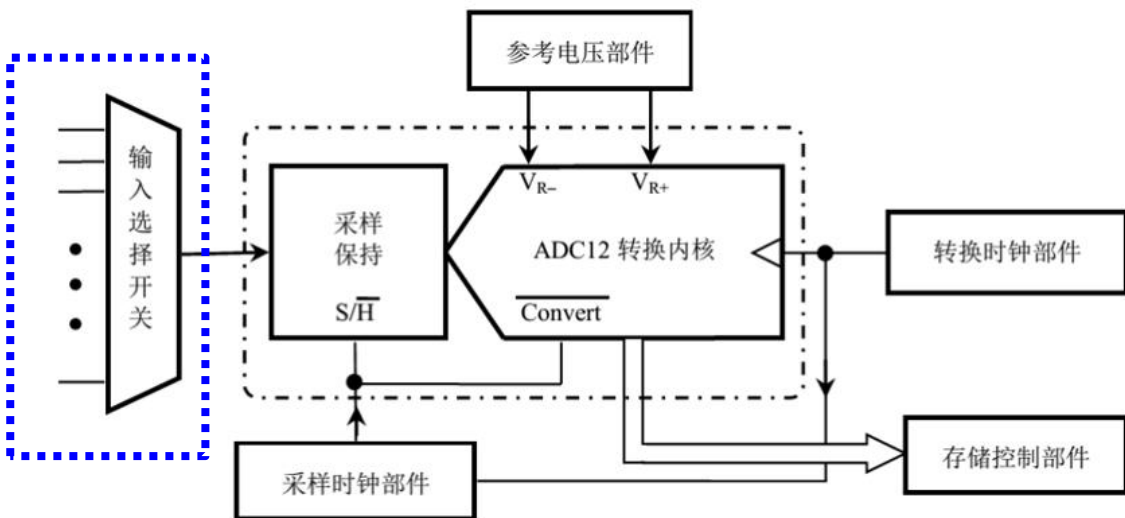
- 能提供 1.5V 和 2.5V 两种固定的参考电压

- 由控制位 REFON 和 REF2_5V 决定



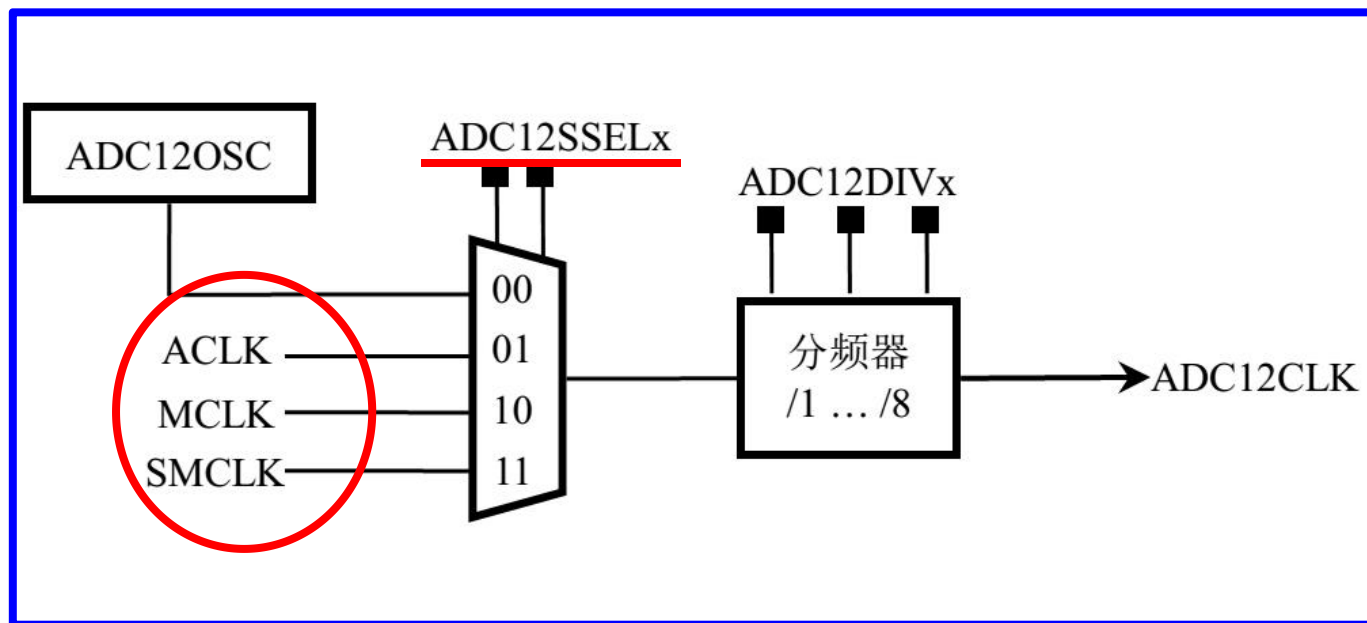
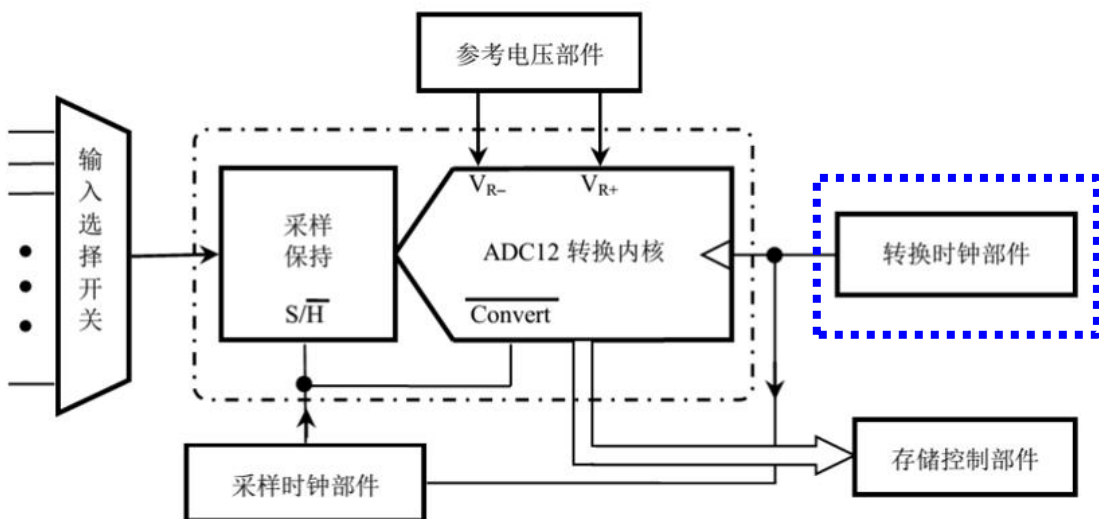
输入通道选择

- ◆ 配置有12路外部通道和4路内部通道：
 - A0~A7、A12~A15实现外部12路模拟信号输入
 - 4路内部通道 (V_{REF+} 、 V_{REF-}/V_{REF-} 、和 $(AV_{CC}-AV_{SS})/2$ 、片内温度传感器)
- ◆ 由于共用一个转换内核，需分时将多个输入信号接通
 - 由ADC12MCTLx的控制位 ADC12INCHx决定



转换时钟部件

- ◆ ADC12 的转换时钟可以使用 4 种时钟源，分别是 ADC12 模块的内部时钟源 ADC12OSC、辅助时钟 ACLK、主时钟 MCLK 和子时钟 SMCLK。
- ◆ ADC12SSELx: 控制位，用于选择时钟源。
- ◆ ADC12 模块的内部时钟源所能提供的频率为 5MHz。



采样时钟部件

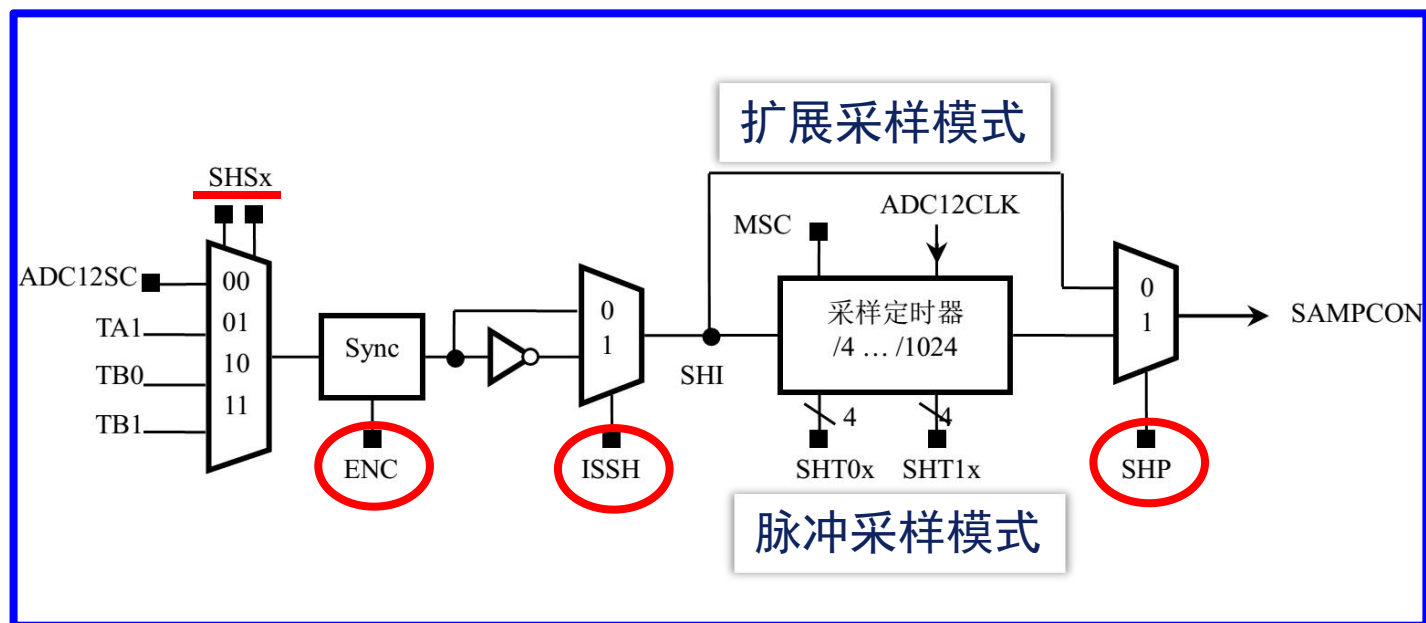
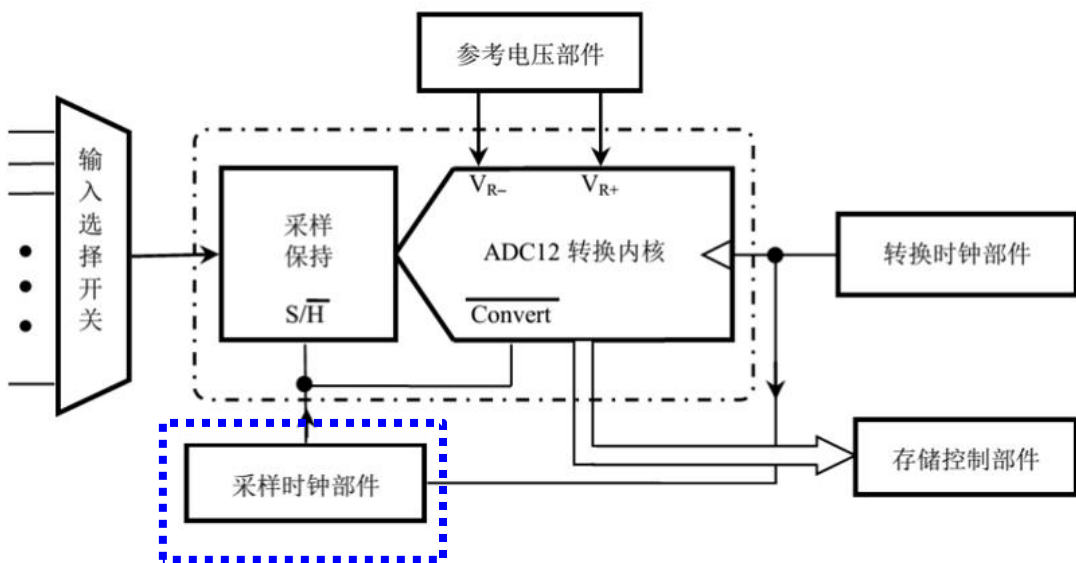
◆ 用来为**采样保持**电路提供**时钟信号**。

SHSx: 选择时钟源。

ENC: 转换使能, 当 ENC=1 时 ADC12 可以进行转换。

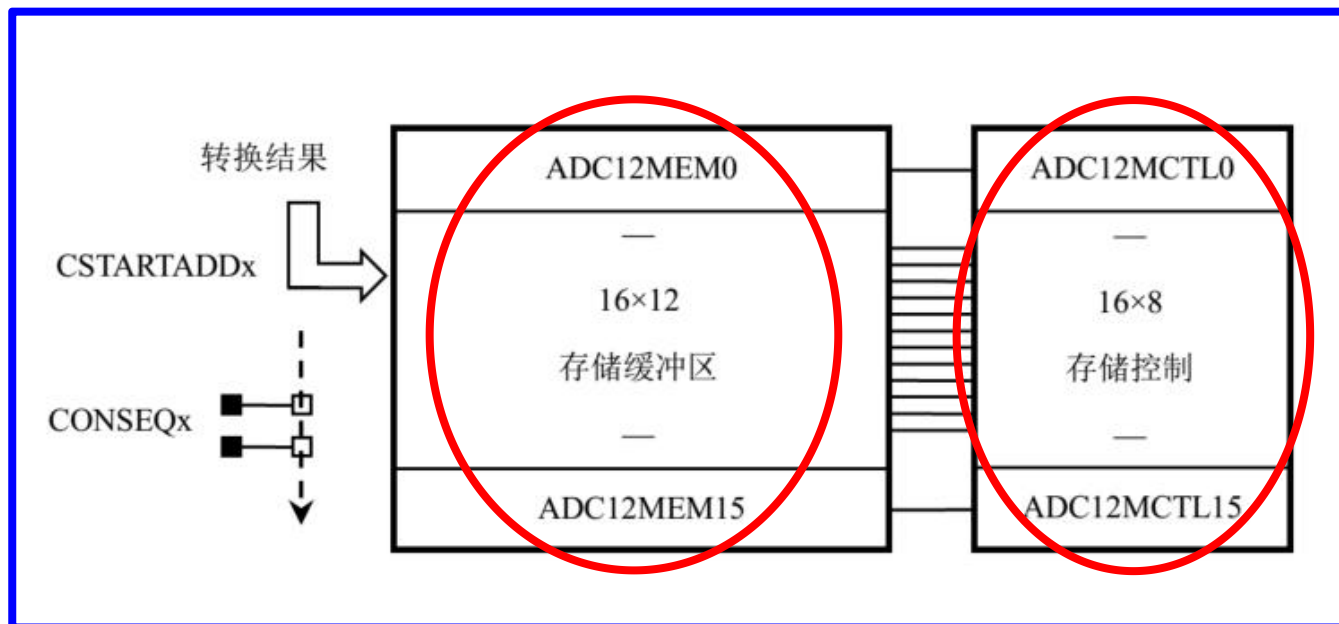
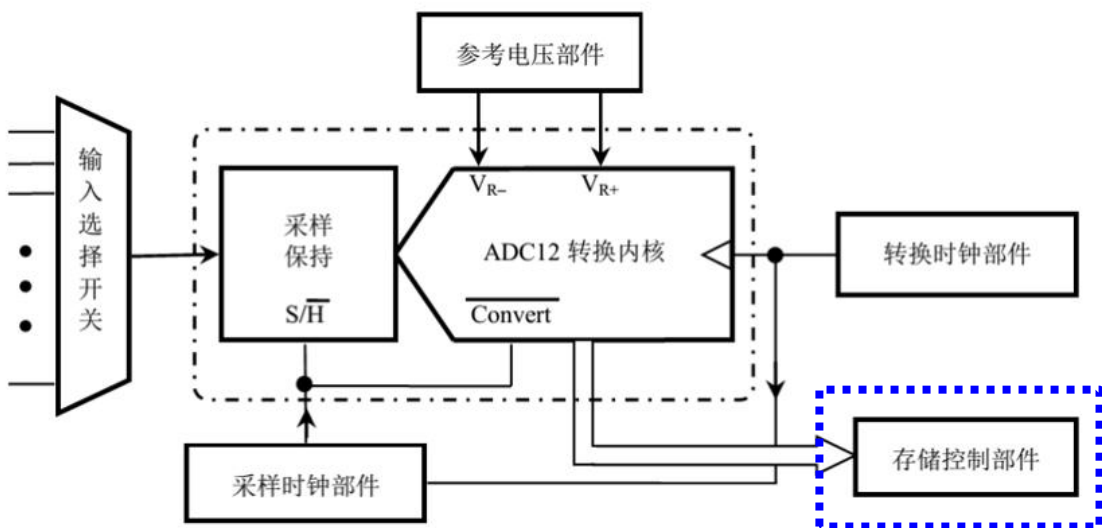
ISSH: 在模数转换时有时需要将时钟源的时钟信号反相(状态取反), 这时 ISSH = 1。

SHP: 选择采样模式。



存储及其控制部件

- ◆ 转换内核转换的结果将送入存储寄存器，因此该部件的主要功能是暂时存放模数转换的转换结果。
- ◆ ADC12 模块提供了 16 个缓冲存储寄存器用于存储转换结果，缓冲存储寄存器(ADC12MEMx)是16位寄存器，只有12位有效。默认低 12 位有效，高 4 位始终为零。
- ◆ 每个缓冲存储寄存器ADC12MEMx 配置了一个存储控制寄存器 ADC12MCTLx。存储控制寄存器是 8 位寄存器具有通道选择、参考电压设置和序列转换结束标志三个功能。




本节内容

◆ ADC工作原理

- ADC的基本过程
- 主要性能指标

◆ MSP430 ADC12_A模块

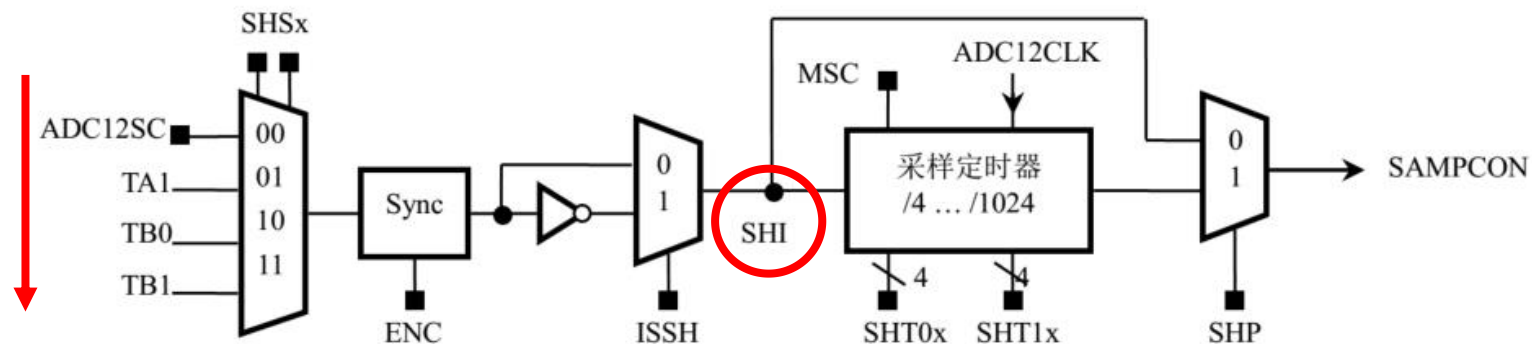
- 特点与结构
- 功能部件
-  ➤ 采样转换时序
- 转换模式
- 寄存器

◆ 实验任务

ADC12_A采样和转换时序

- ◆ 数模转换由SHI信号（采样输入信号）的上升沿启动；
- ◆ SHI (SHSx位选择) 的来源可以是：

- 00 ADC12SC 位；
- 01 Timer_A 输出单元1；
- 10 Timer_B 输出单元0；
- 11 Timer_B 输出单元1。



ADC12_A采样和转换时序

◆ 采样时序方式: \longrightarrow 采样脉冲产生的方式

➤ ADC12SHP = 0: 扩展采样模式

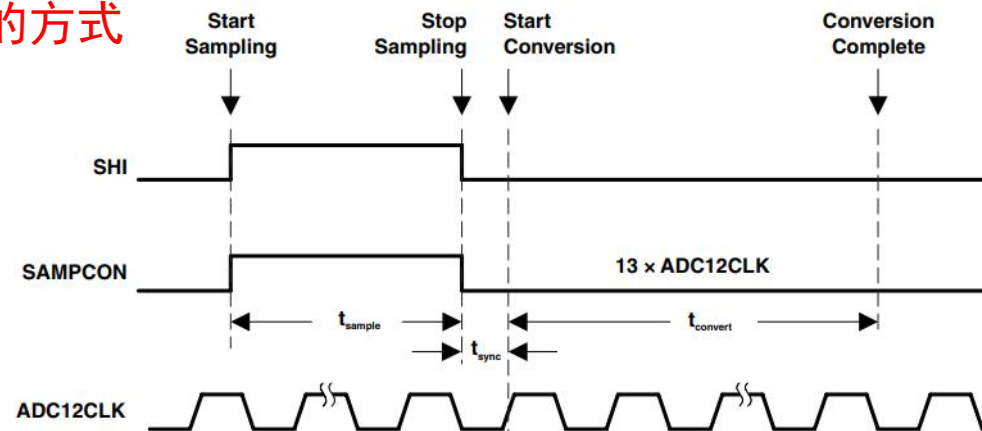


Figure 28-4. Extended Sample Mode

➤ ADC12SHP = 1: 脉冲采样模式

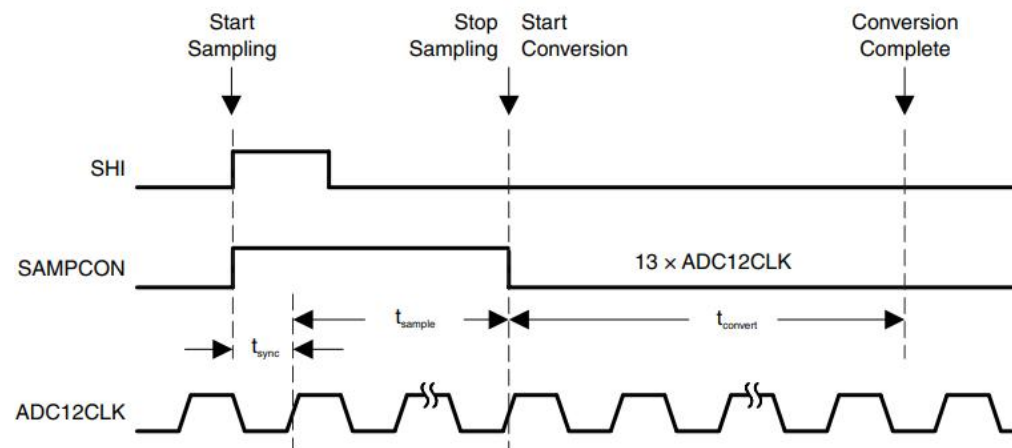


Figure 28-5. Pulse Sample Mode

ADC12_A转换模式

- ◆ 16 个ADC12MEMx 转换存储寄存器(由相关的ADC12MCTLx控制寄存器配置)存储转换结果.
- ◆ 转换模式:
 - 单通道单次转换模式: 对单通道输入模拟信号进行**一次**采样转换。
 - 单通道多次转换模式: 对单通道的模拟信号进行**连续多次**采样转换。
 - 序列通道单次转换模式: 对序列通道的模拟信号进行一次采样转换
 - 序列通道多次转换模式: 对序列通道的模拟信号进行连续多次采样转换

课堂提问4.1

ADC12_A有哪几种采样时序模式?

课堂提问4.2

ADC12_A支持哪几种转换模式？

ADC12_A 中断

◆ ADC12_A 包含 18 个中断源:

- **ADC12IFG0-ADC12IFG15**: 当ADC12MEMx存储寄存器加载转化结果时, 其对应的ADC12IFGx位将会置位;
- **ADC12OV**: ADC12MEMx 溢出位。在上一个转换结果未被读取之前, 向任意一个ADC12MEMx 写入新的转换结果时, ADC12OV位将会置位;
- **ADC12TOV**: ADC12_A 转换时间溢出位。当前转换未完成就请求另一个采样和转换时, ADC12TOV位将会置位。
- 共用一个中断向量, 可屏蔽中断

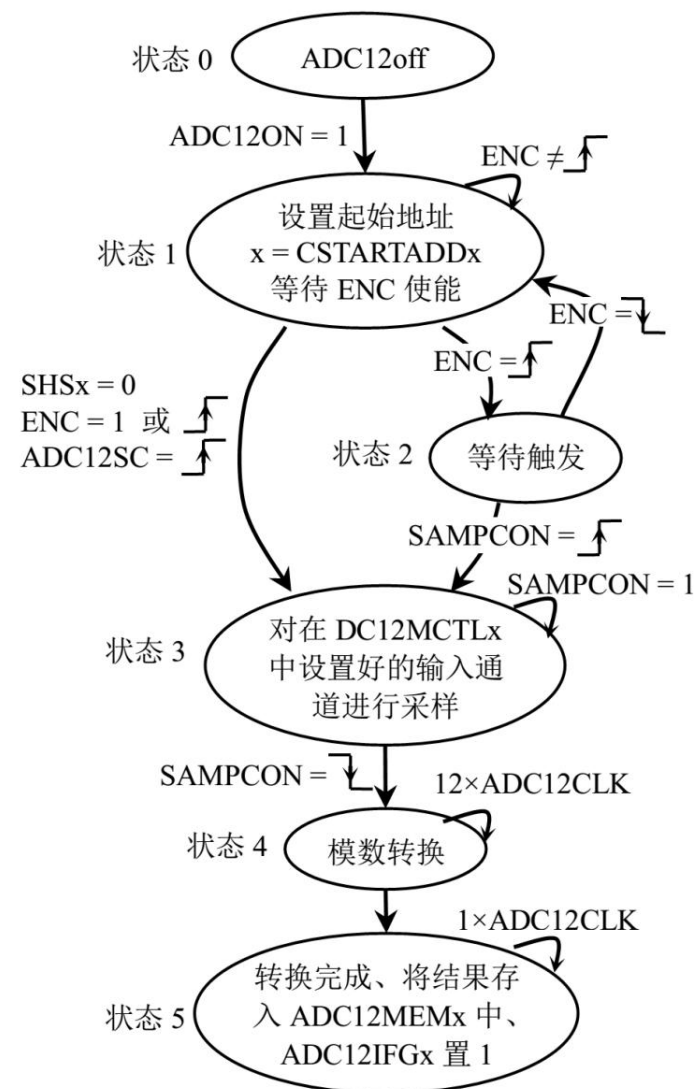
◆ 单通道模式或序列通道模式转换完成后, 可触发DMA (高速数据传输) 传输

◆ 中断向量寄存器ADC12IV 用来确定是哪个ADC12_A 中断源发出了中断请求

ADC12工作状态图

◆ 分为 6 个状态:

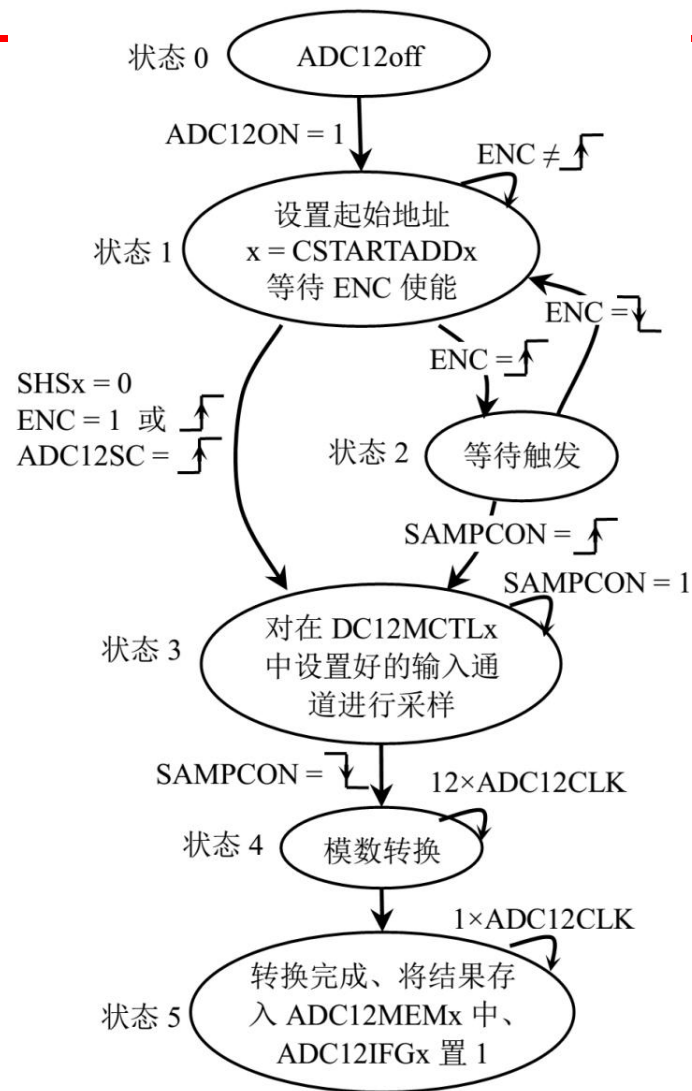
- ADC12关闭状态(状态 0)
- ADC12 等待使能状态(状态 1)
- 等待触发状态(状态 2)
- 采样状态(状态 3)
- 转换状态(状态 4)
- 转换完成后存放结果状态(状态 5)



课堂提问4.3

1、观察状态图，从状态0到状态1需要什么条件？

2、转换完成后，存储转换结果需要多少个转换时钟周期？



本节内容

◆ ADC工作原理

- ADC的基本过程
- 主要性能指标

◆ MSP430 ADC12_A模块

- 特点与结构
- 功能部件
- 采样转换时序
- 转换模式
- 中断
- 寄存器



◆ 实验任务

ADC12_A寄存器

Can be modified only when ADC12ENC = 0

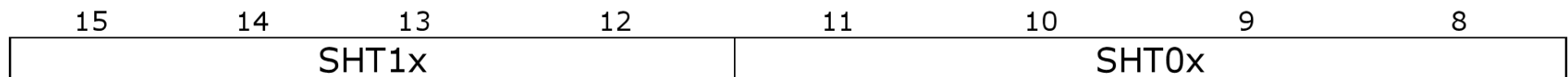
寄存器类型	寄存器缩写	寄存器定义
转换控制寄存器	ADC12CTL0	转换控制寄存器0
	ADC12CTL1	转换控制寄存器1
	ADC12CTL2	转换控制寄存器2
中断控制寄存器	ADC12IFG	中断标志寄存器
	ADC12IE	中断使能寄存器
	ADC12IV	中断向量寄存器
存储及其控制寄存器	ADC12MCTL0~ ADC12MCTL15	存储控制寄存器0~15
	ADC12MEM0~ ADC12MEM15	存储寄存器0~15

部分位段仅在
ADC12ENC=0时
可更改

ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL0, ADC12_A 控制寄存器0 (高字节)

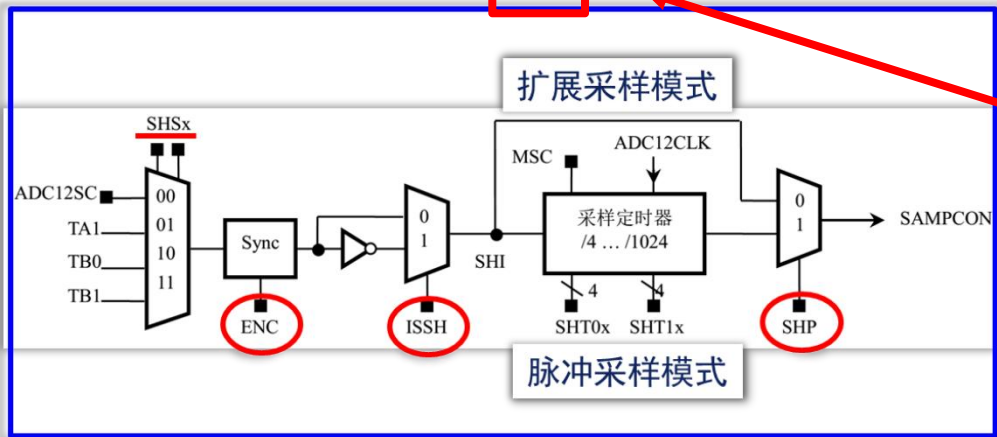
此位段仅在ADC12ENC=0时可更改



ADC12SHT1x--采样保持定时器--ADC12MEM8~ADC12MEM15 采样时钟周期 ($n * ADC12CLK$)

ADC12SHT0x--采样保持定时器--ADC12MEM0~ADC12MEM7 采样时钟周期 ($n * ADC12CLK$)

ADC12SHT0x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12~15
N	4	8	16	32	64	96	128	192	256	384	512	768	1024



默认

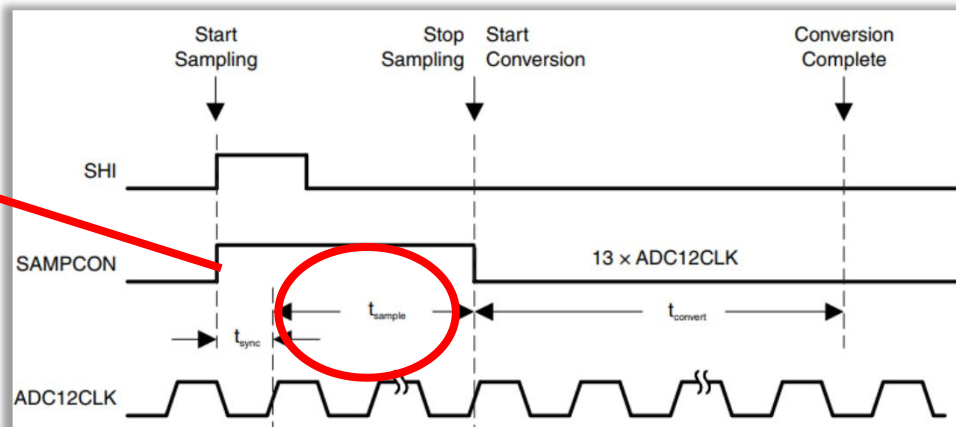
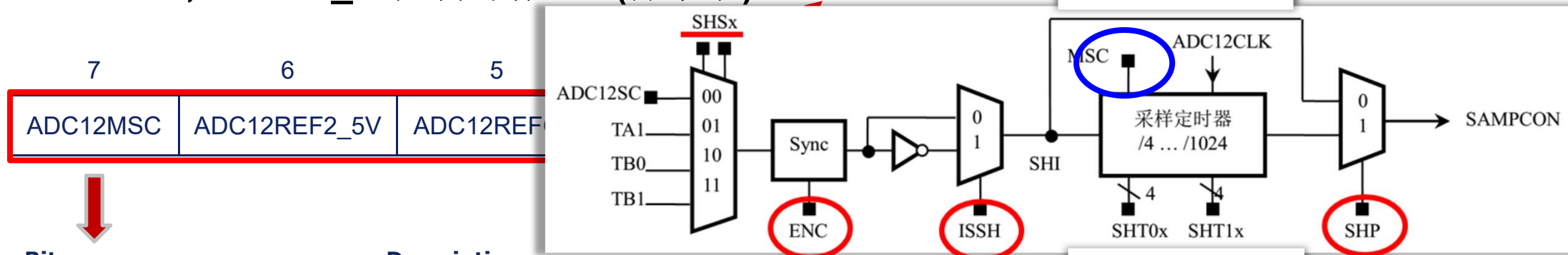


Figure 28-5. Pulse Sample Mode

ADC12_A寄存器

- ◆ **ADC12CTL0, ADC12_A 控制寄存器0 (低字节)** 此位段仅在ADC12_A扩展采样模式有效



Bit Description

7 **ADC12MSC** 多路采样/转换位，只在序列通道或多次转换模式有效。

7	ADC12MSC	RW	0h	<p>ADC12_A multiple sample and conversion. Valid only for sequence or repeated conversion modes.</p> <p>0 每次采样转换都需要一个SHI信号的上升沿触发采样定时器；</p> <p>1 仅首次转换需要有SHI信号的上升沿先触发采样定时器，而后采样转换将在前一次转换完成后自动进行。</p>
---	----------	----	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

//多路采样转换（首次需要SHI信号上升沿触发采样定时器）自动循环采样转换

```
ADC12CTL0 |= ADC12MSC;
```

ADC12_A寄存器

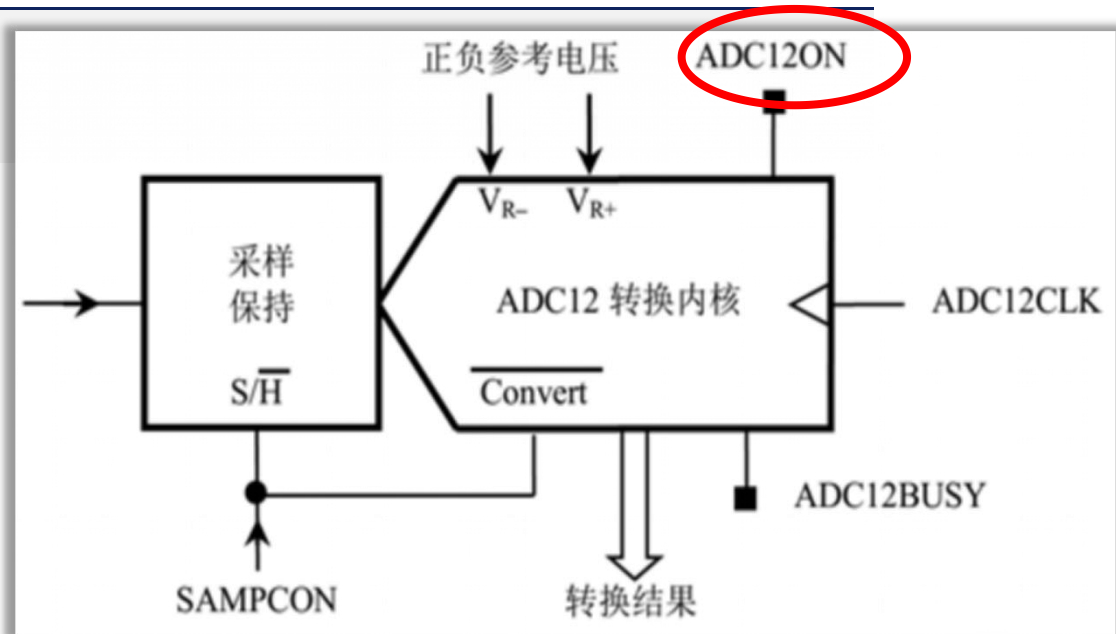
◆ ADC12CTL0, ADC12_A 控制寄存器0 (低字节)

此位段仅在ADC12ENC=0时可更改



Bit	Description
4	<p>ADC12ON</p> <p>ADC12_A内核控制位。 0 ⇒ 关闭ADC12_A内核 1 ⇒ 打开ADC12_A内核</p>

```
//启动（打开）ADC12模块
ADC12CTL0 |= ADC12ON;
```



ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL0, ADC12_A 控制寄存器0 (低字节)

7	6	5	4	3	2	1	0
ADC12MSC	ADC12REF2_5V	ADC12REFON	ADC12ON	ADC12OVIE	ADC12TOVIE	ADC12ENC	ADC12SC



Bit		Description
2	ADC12TOVIE	ADC12_A转换时间溢出中断允许位, GIE置位时有效。
3	ADC12OVIE	ADC12MEMx溢出中断允许位, GIE置位时有效。

ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL0, ADC12_A 控制寄存器0 (低字节)

7	6	5	4	3	2	1	0
ADC12MSC	ADC12REF2_5V	ADC12REFON	ADC12ON	ADC12OVIE	ADC12TOVIE	ADC12ENC C	ADC12SC



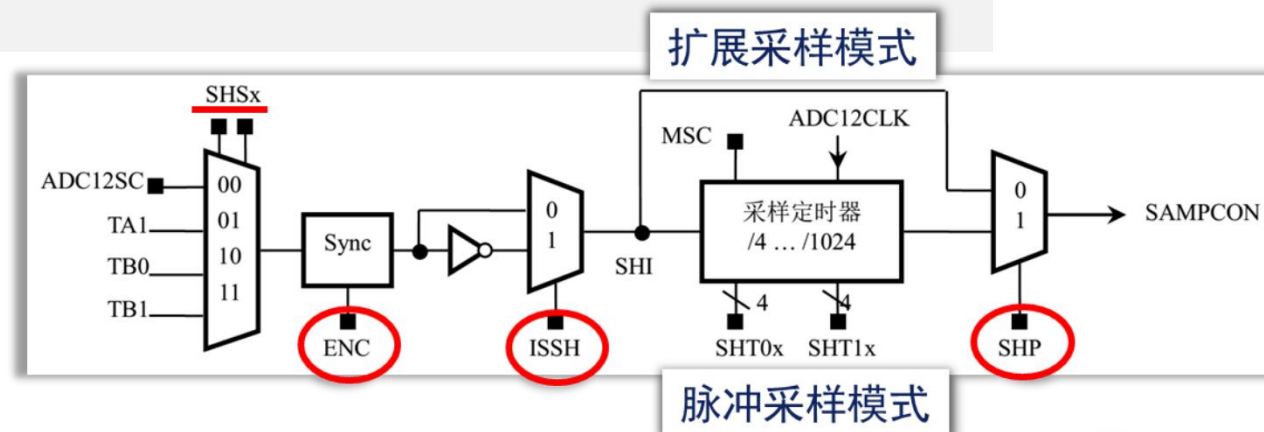
Bit		Description
1	ADC12ENC	转换允许位。 0 ⇒ ADC12_A为初始状态, 不能启动A/D转换; 1 ⇒ 首次转换由SAMPCON上升沿启动
0	ADC12SC	开始转换

//ADC转换使能

ADC12CTL0 |= ADC12ENC;

//开始采样转换

ADC12CTL0 |= ADC12SC;



ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL1, ADC12_A 控制寄存器1

此位段仅在ADC12ENC=0时可更改



Bit

Description

15~12	ADC12CSTARTADDx	ADC12_A转换开始地址。取值0~15，对应于ADC12MEM0 to ADC12MEM15。
-------	-----------------	--------------------------------------------------

选择哪个转换存储寄存器用于单次转换或序列转换

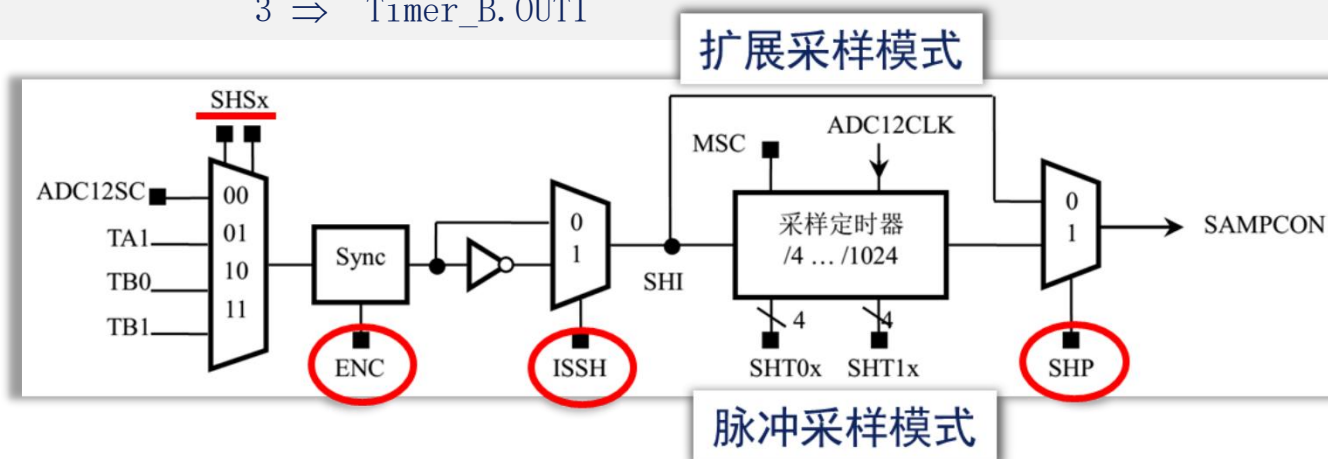
ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL1, ADC12_A 控制寄存器1

此位段仅在ADC12ENC=0时可更改



Bit	Description
11~10	ADC12SHSx 采样保持电路触发输入源选择位 0 ⇒ ADC12SC (上电默认) 1 ⇒ Timer_A.OUT1 2 ⇒ Timer_B.OUT0 3 ⇒ Timer_B.OUT1



ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL1, ADC12_A 控制寄存器1

此位段仅在ADC12ENC=0时可更改



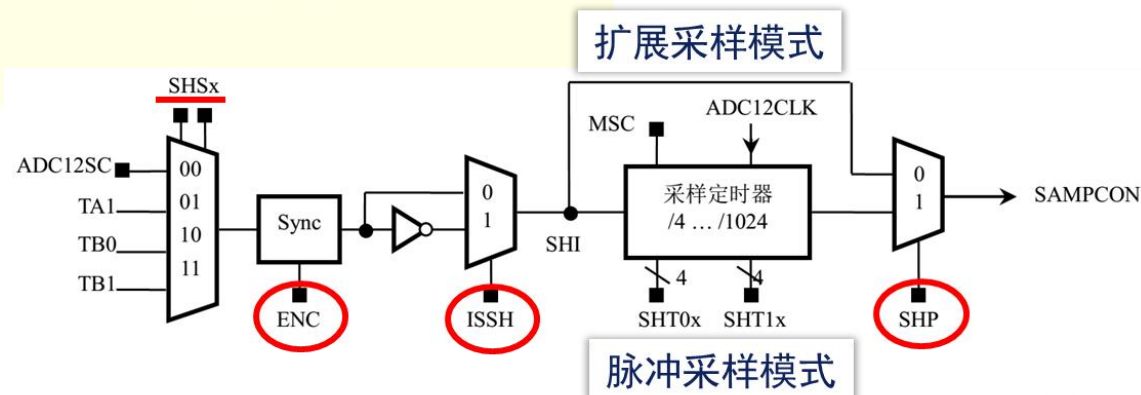
Bit

Description

Bit	Description
9	<p>ADC12SHP</p> <p>采样信号 (SAMPCON) 选择控制位</p> <p>0 ⇒ SAMPCON源自采样触发输入信号 (扩展采样模式) (上电默认)</p> <p>1 ⇒ SAMPCON源自采样定时器, 由采样输入信号的上升沿触发采样定时器 (脉冲采样模式)</p>

//采样保持模式选择, 选择采样信号 (SAMPCON) 的来源是采样定时器

`ADC12CTL1 |= ADC12SHP;`



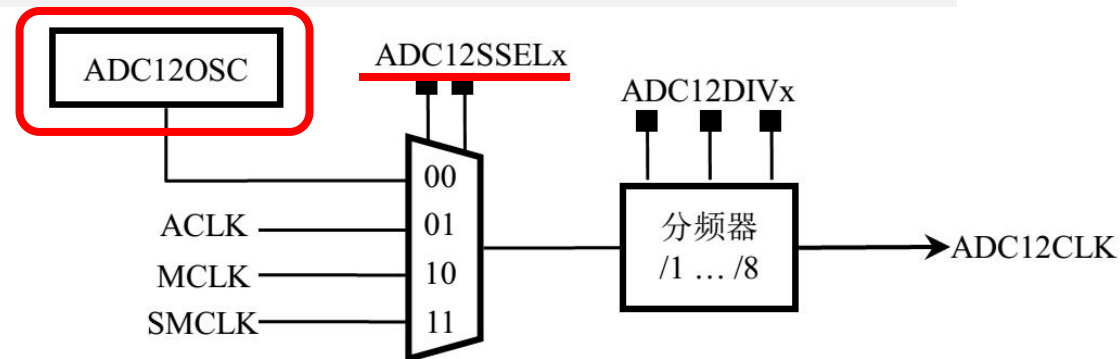
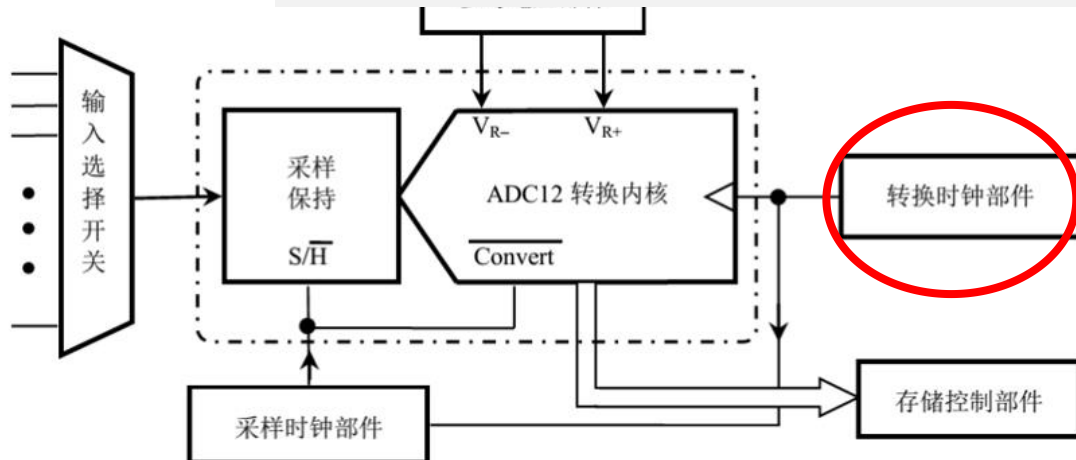
ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL1, ADC12_A 控制寄存器1

此位段仅在ADC12ENC=0时可更改

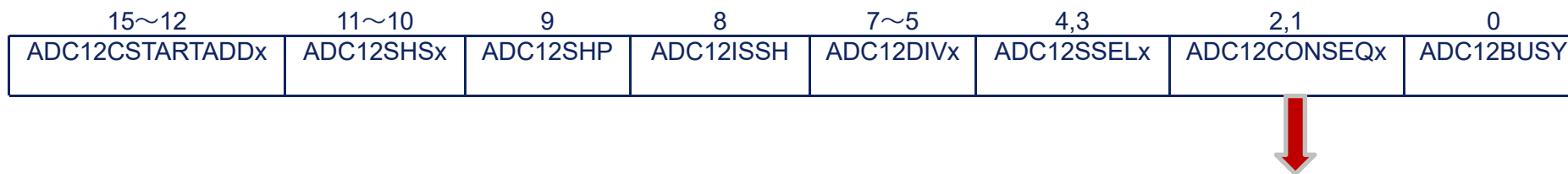


Bit	Description
4, 3	<p>ADC12SSELx ADC12_A内核时钟源选择。</p> <p>0 ⇒ ADC12_A内部时钟源: ADC12OSC (上电默认, 5MHz)</p> <p>1 ⇒ ACLK</p> <p>2 ⇒ MCLK</p> <p>3 ⇒ SMCLK</p>



ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL1, ADC12_A 控制寄存器1



Bit	Description
2, 1	ADC12CONSEQx 转换模式选择位 0 ⇒ 单通道单次转换模式 (上电默认) 1 ⇒ 序列通道单次转换模式 2 ⇒ 单通道多次转换模式 3 ⇒ 序列通道多次转换模式

//选择单通道循环采样转换, 10B,单通道重复转换模式

ADC12CTL1 |= ADC12CONSEQ1;

ADC12_A寄存器

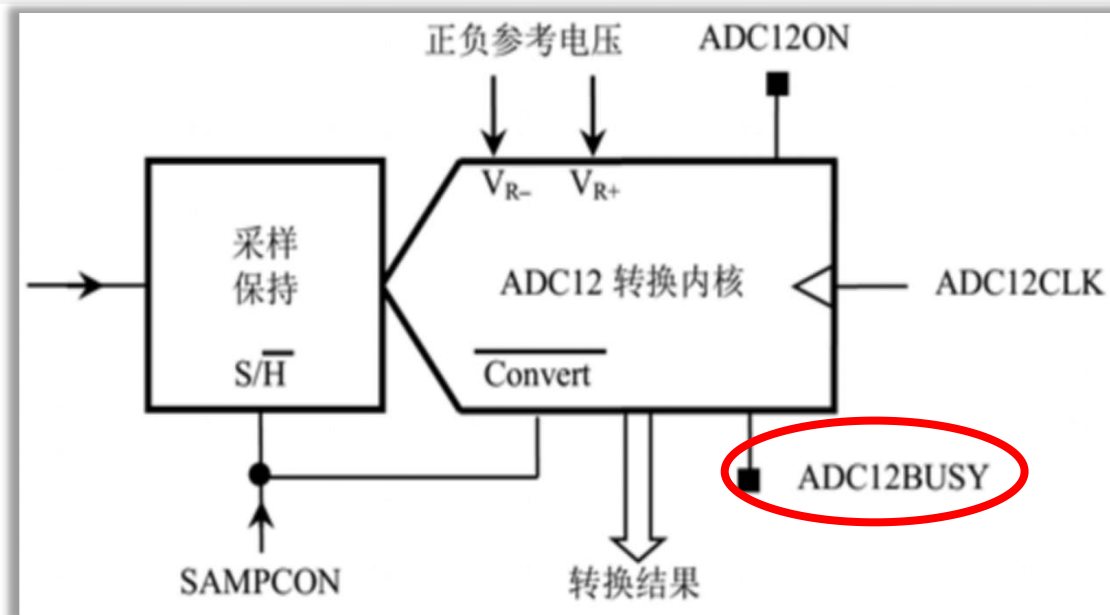
◆ ADC12CTL1, ADC12_A 控制寄存器1



Bit

Description

0	ADC12BUSY	ADC12_A忙标志位
---	-----------	-------------



ADC12_A寄存器

◆ ADC12CTL2, ADC12_A 控制寄存器2



Bit	Description
5, 4	ADC12RES ADC12_A分辨率。该位定义转换结果的分辨率。 00 ⇒ 8位分辨率（9个时钟周期转换时间） 01 ⇒ 10位分辨率（11个时钟周期转换时间） 10 ⇒ 12位分辨率（13个时钟周期转换时间） -----默认 11 ⇒ 保留

ADC12_A寄存器

转换存储寄存器: ADC12MEM0~ADC12MEM15



- ◆ ADC12DF=1时: 12位转换结果左对齐, 2进制补码格式。 15是MSB位, 12位模式下3-0位为0, 在10位模式下5-0位为0, 8位模式下的7-0位是0。
- ◆ ADC12DF=0时: 12位转换结果右对齐, 无符号二进制格式。 11是MSB位, 12位模式下15-12位为0, 在10位模式下15-10位为0, 8位模式下的15-8位是0。

ADC12CTL2, ADC12_A 控制寄存器2



ADC12_A寄存器

- ◆ ADC12MCTLx 转换存储器控制寄存器ADC12MCTL0~ADC12MCTL15

所有位仅在ADC12ENC=0时可更改



Bit	Description
7	ADC12EOS ADC12_AEOS 序列结束控制位 0 ⇒ 序列没有结束 1 ⇒ 序列结束

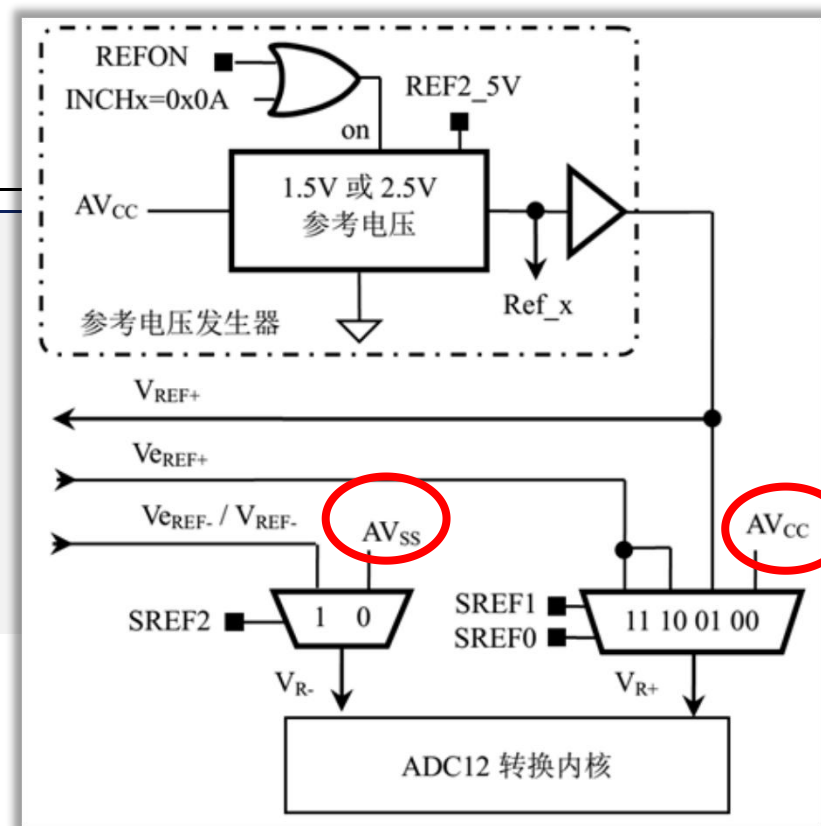
ADC12_A寄存器

◆ ADC12MCTLx 转换存储器控制寄存器ADC12MCTL0~ADC12MCTL15

所有位仅在ADC12ENC=0时可更改



Bit	Description
6, 5, 4	ADC12SREFx 参考电压源选择位 000 \Rightarrow $VR^+ = AVCC, VR^- = AVSS$ (上电默认) 001 \Rightarrow $VR^+ = VREF^+, VR^- = AVSS$ 010 \Rightarrow $VR^+ = VeREF^+, VR^- = AVSS$ 011 \Rightarrow $VR^+ = VeREF^+, VR^- = AVSS$ 100 \Rightarrow $VR^+ = AVCC, VR^- = VREF^- / VeREF^-$ 101 \Rightarrow $VR^+ = VREF^+, VR^- = VREF^- / VeREF^-$ 110 \Rightarrow $VR^+ = VeREF^+, VR^- = VREF^- / VeREF^-$ 111 \Rightarrow $VR^+ = VeREF^+, VR^- = VREF^- / VeREF^-$



ADC12_A寄存器

◆ ADC12MCTLx 转换存储器控制寄存器ADC12MCTL0~ADC12MCTL15

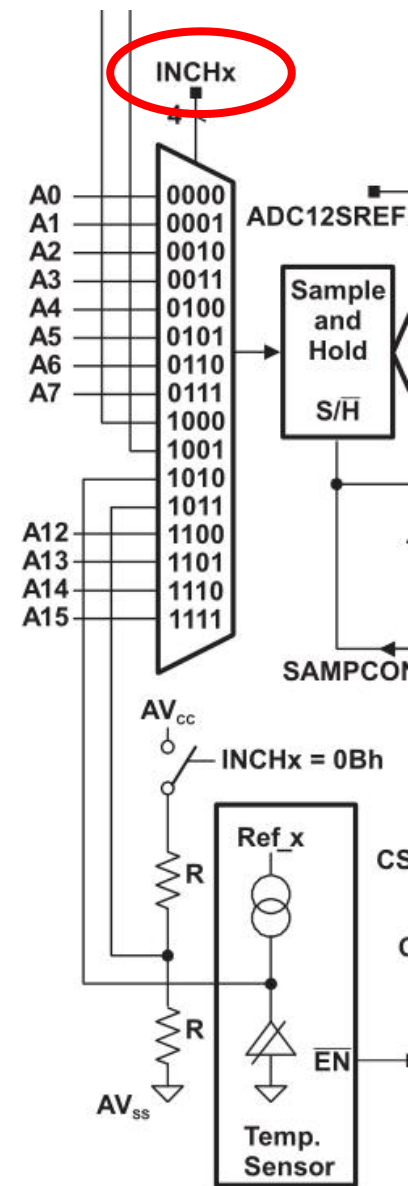
所有位位



Bit	Description
3, 2, 1, 0	ADC12INCHx
0~7	⇒ A0~A7;
8	⇒ V _{eREF+} ;
9	⇒ V _{REF-} /V _{eREF-} ;
10	⇒ 片内温度传感器的输出;
11	⇒ (AV _{CC} - AV _{SS}) / 2;
12~15	⇒ A12~A15

//选择通道A5,P6.5连接拨码电位器 (GPIO默认方向是输入方向)

ADC12MCTL0 |= ADC12INCH_5;



可更改

深圳)

ADC12_A寄存器

◆ ADC12IE, ADC12_A中断使能寄存器

➤ 该16位寄存器开启(ADC12IE_x = 1)或关闭 (ADC12IE_x = 0)ADC12IFG_x位的中断请求.

◆ ADC12IFG, ADC12_A中断标志寄存器

◆ ADC12CTL0, ADC12_A 控制寄存器0 (低字节)



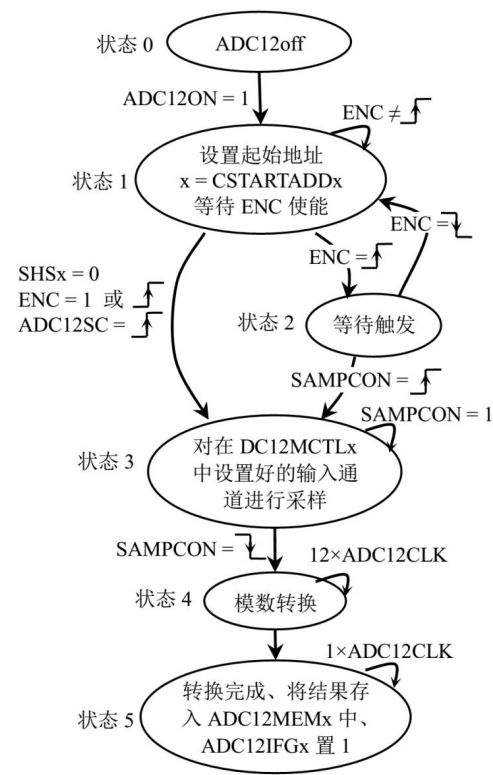
Bit	Description
2	ADC12TOVIE ADC12_A转换时间溢出中断允许位, GIE置位时有效。
3	ADC12OVIE ADC12MEM _x 溢出中断允许位, GIE置位时有效。

器ADC12MEM_x时,

DC12OV), 但只
, 高优先级的请求

ADC12模块程序设计步骤

- ◆ 设置ADC12ON以打开ADC12模块
- ◆ 设置转换结果存放的起始地址 $x=CSTARTADDx$ 和转换模式CONSEQ x
- ◆ 在对应的ADC12MCTL x 寄存器中设置参考电压SREF和输入通道INCH
- ◆ 设置转换时钟源及转换频率
- ◆ 设置采样定时器的源及采样时间
- ◆ ADC12IFG x 清零
- ◆ 设置ENC=1使能转换
- ◆ 设置ADC12SC=1启动转换
- ◆ 转换结束后读取转换结果



本节内容

◆ ADC工作原理

- ADC的基本过程
- 主要性能指标

◆ MSP430 ADC12_A模块

- 特点与结构
- 功能部件
- 采样转换时序
- 转换模式
- 中断
- 寄存器



◆ 实验任务

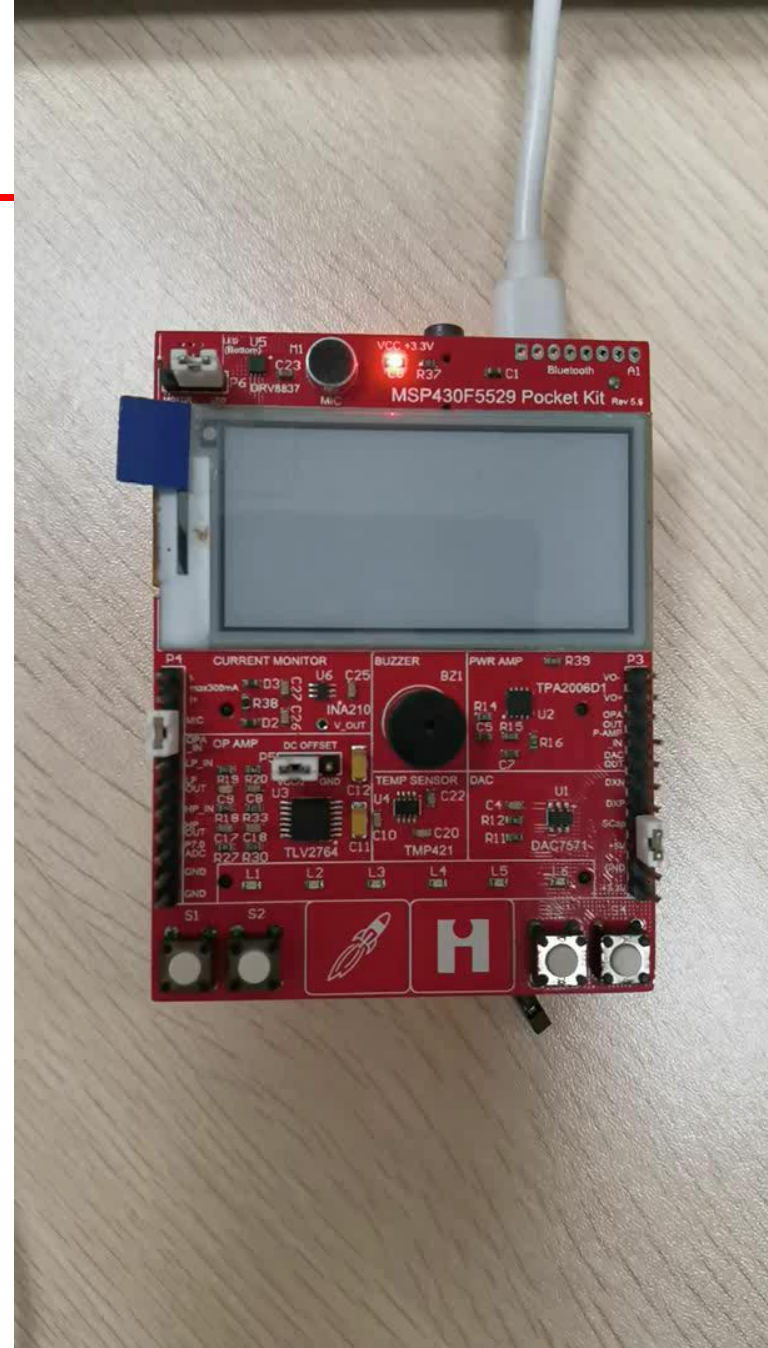
演示实验4.1

要求：

通过AD采集麦克风声音，处理声音输入信号，实现当有声音（AD转换后数字量为2200（~2500）以上）时，口袋板LED灯L1点亮，没有声音（AD转换后数字量为2200（~2500）以下）10s后L1熄灭。

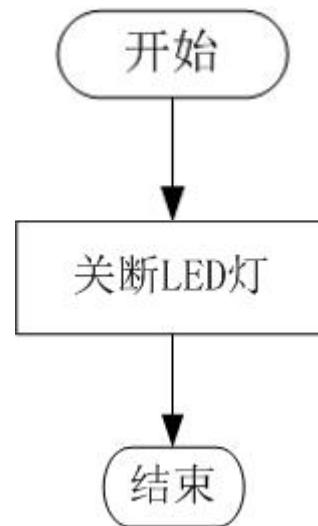
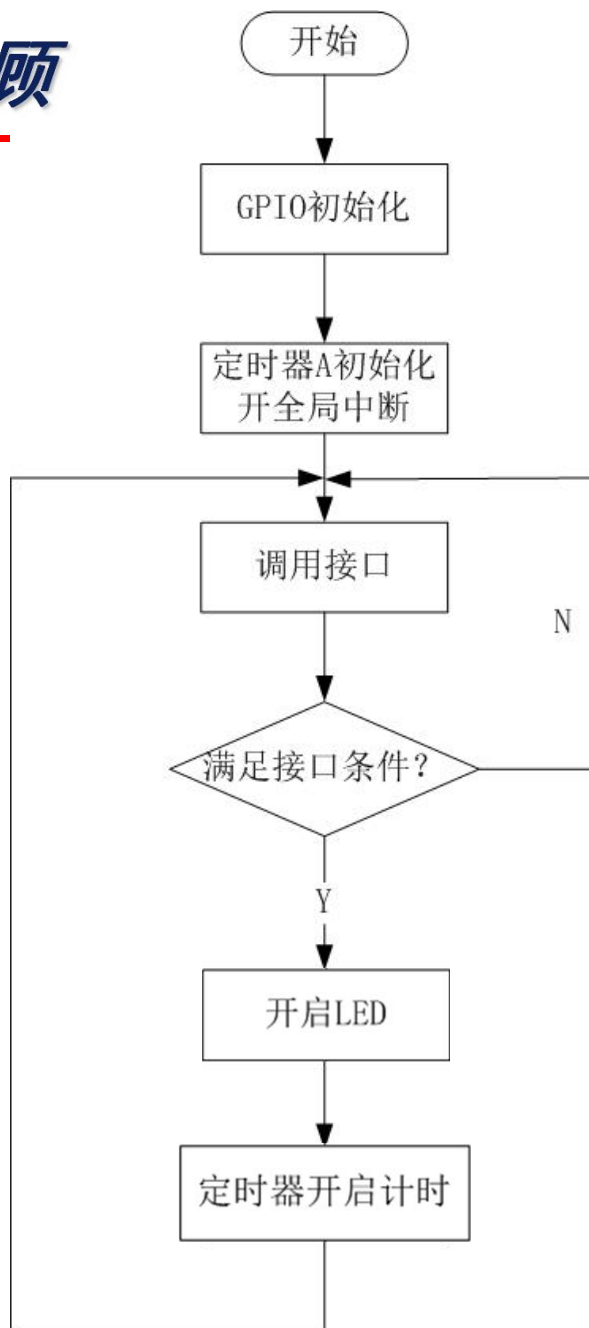
提示：

回看定时器演示实验2.2任务，将AD采集麦克风声音信号做为一个接口函数，判断接口条件，即可将代码移植。



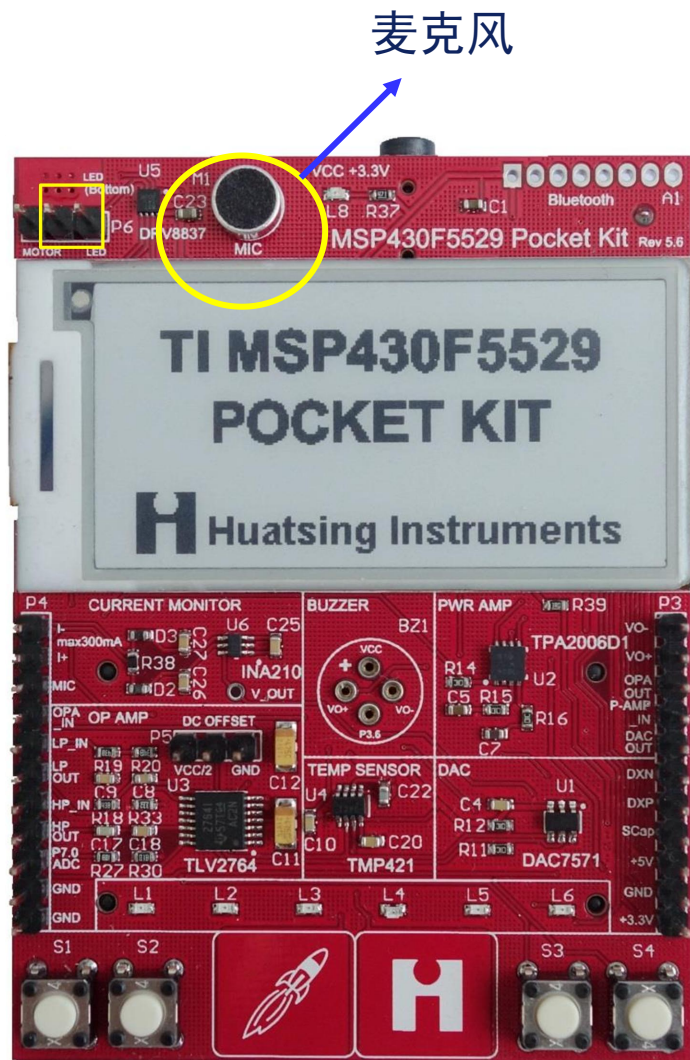
演示实验2.2回顾

主循环参考流程图



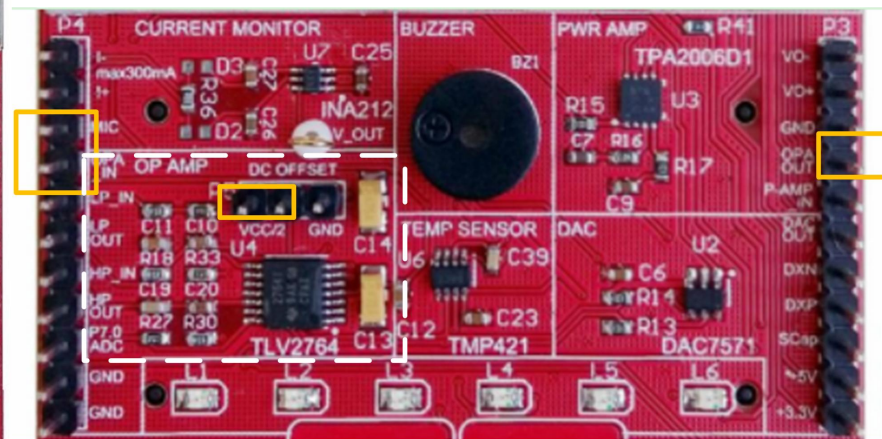
中断服务程序参考流程图

演示实验4.1 声音采集模块



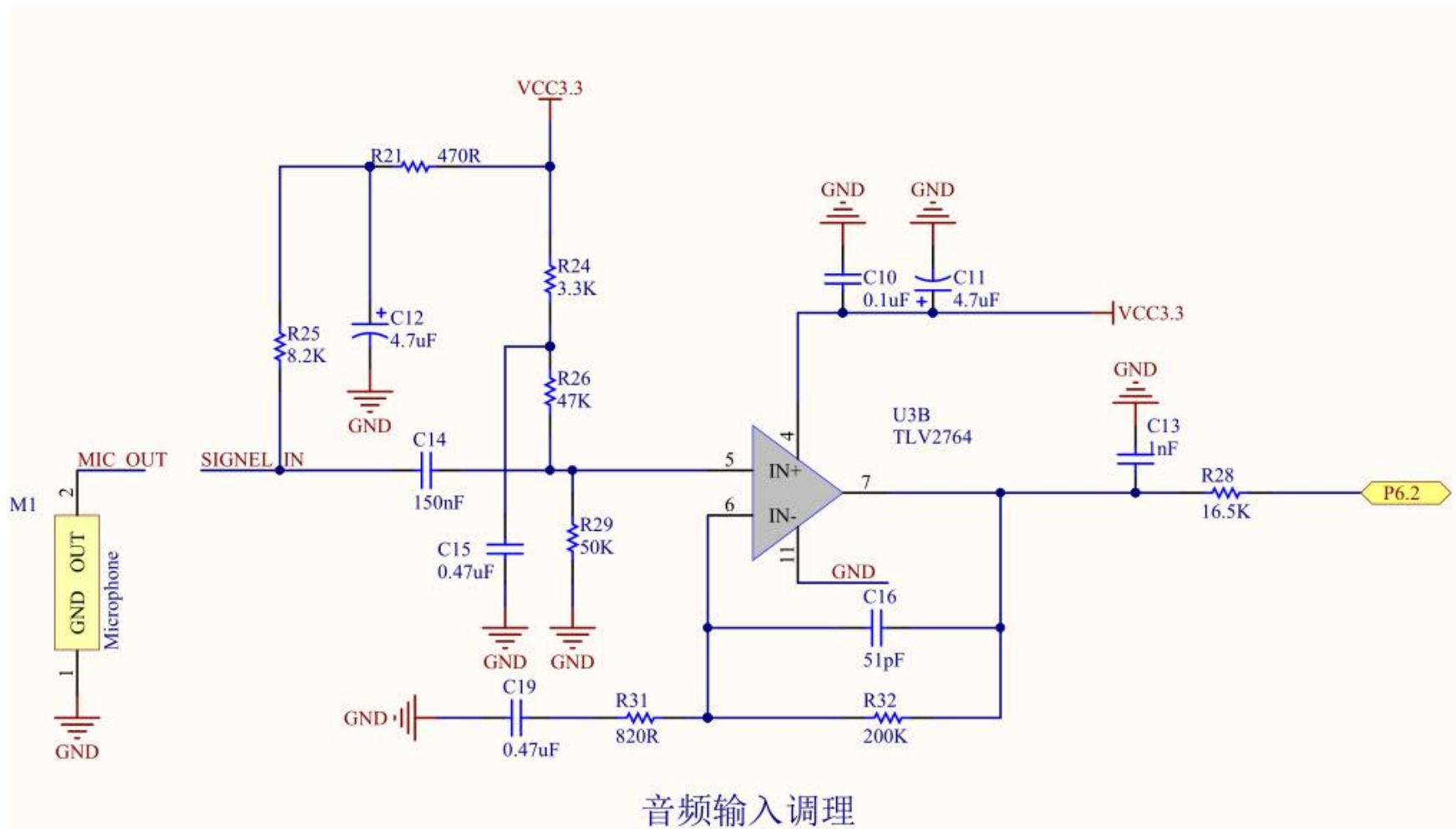
麦克风的输出信号与 TLV2764 运放的输入端连接起来，即将F5529 口袋板左侧MIC与OPA_IN 用跳线帽短接。

F5529 口袋板右侧 OPA_OUT 连接至 MSP430F5529LP 端口P6.2。



演示实验4.1

思考：哪种转换模式？选择ADC哪个通道进行采样？



演示实验4.1 软件滤波

ADC转换时，由于干扰的存在，转换数据往往出现大幅波动，影响其转换数据的准确性，处理在外部增加滤波电路外，软件滤波也经常用到，这里以**中位值平均滤波法**为例：

1) 方法：相当于“中位值滤波法”+“算术平均滤波法”

连续采样N个数据，去掉一个最大值和一个最小值，然后计算N-2个数据的算术平均值

N值的选取：3~14

2) 优点：算法简单，融合了两种滤波法的优点；对于偶然出现的脉冲性干扰，可消除由于脉冲干扰所引起的采样值偏差

3) 缺点：测量速度较慢，和算术平均滤波法一样；比较浪费RAM

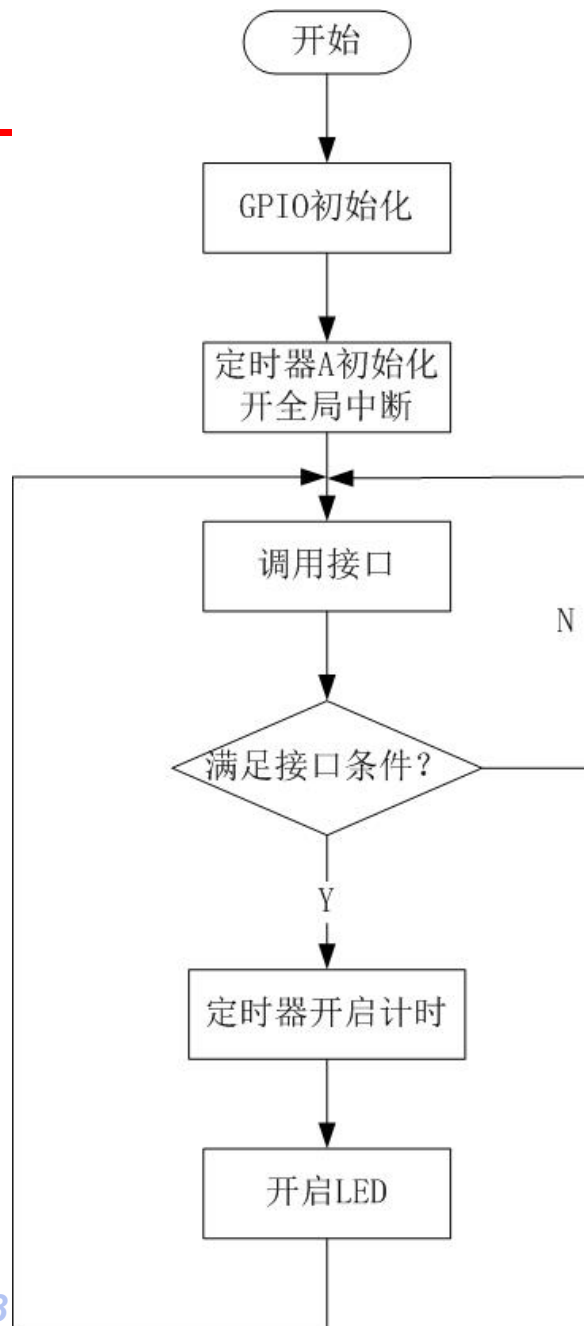
```
#define N_POINT 13
unsigned int GetAD()
{
    unsigned int temp = 0;           //设置变量
    ADC12CTL0 |= ADC12SC;           //开始采样转换
    temp= ADC12MEM0;                 //把结果赋给变量
    return temp;
}

unsigned int Filter( )
{
    char count,i,j;
    unsigned int value_buf[N_POINT];
    unsigned int temp=0;
    int sum=0;
    for (count=0;count<N_POINT;count++)
    {
        value_buf[count] = GetAD();
    }
    for (j=0;j<N_POINT-1;j++)
    {
        for (i=0;i<N_POINT-j-1;i++)
        {
            if ( value_buf[i]>value_buf[i+1] )
            {
                temp = value_buf[i];
                value_buf[i] = value_buf[i+1];
                value_buf[i+1] = temp;
            }
        }
    }
    for(count=1;count<N_POINT-1;count++)
    sum += value_buf[count];
    //如果为2的n次方等分，则可以用>>n的减少计算量 a=a*8; 可以为 a=a<<3;
    //b=b/8; 可以为b=b>>3;
    return (unsigned int)(sum/(N_POINT-2));
}
```

演示实验4.1

代码解读

ADC_mic_10s.zip



课堂实验4.1

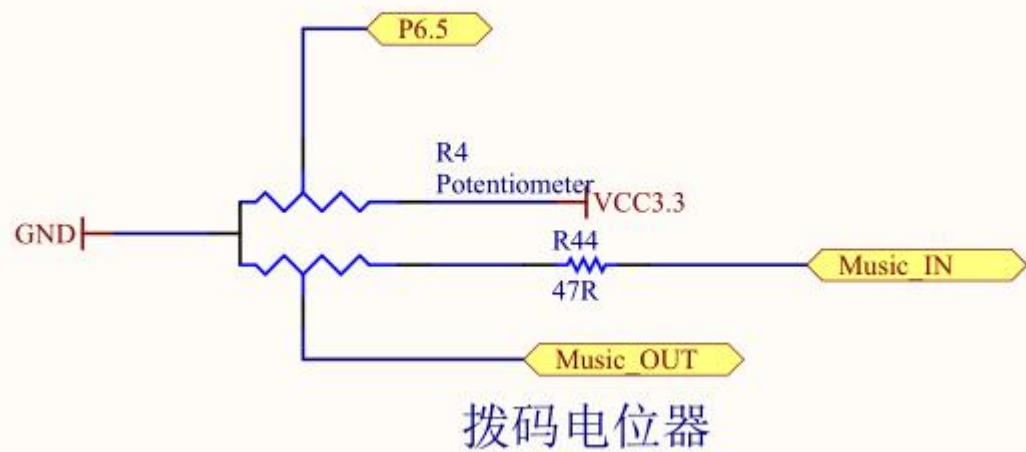
◆ 课堂实验4.1（指导书3.4.2）：

通过AD采集拨盘电位器输出电压。根据电压值大小，分为几档，通过LED灯L1~L6显示。实现拨动拨盘电位器，LED点亮数量与电压大小成正比。

思考：

- （1）选择单通道循环采样转换，选择ADC哪个通道进行采样？
- （2）转换后数字量的范围是多少？如何分档？





P6.4	1	P6.4/CB4/A4
P6.5	2	P6.5/CB5/A5
P6.6	3	P6.6/CB6/A6
P6.7	4	P6.7/CB7/A7
P7.0	5	P7.0/CB8/A12
	6	P7.1/CB9/A13
	7	P7.2/CB10/A14
	8	P7.3/CB11/A15

展馆灯光控制系统

该系统主要用于展览馆等需要解说员解说，且需要调节光线以达到最佳演示效果的场合。系统检测到外界声音后打开灯光，系统根据周边环境光的情况自动调整LED灯的亮度，以达到最佳展示效果。如果一定时间内都没有检测到声音信号，则自动关闭LED灯，以达到节能目的。

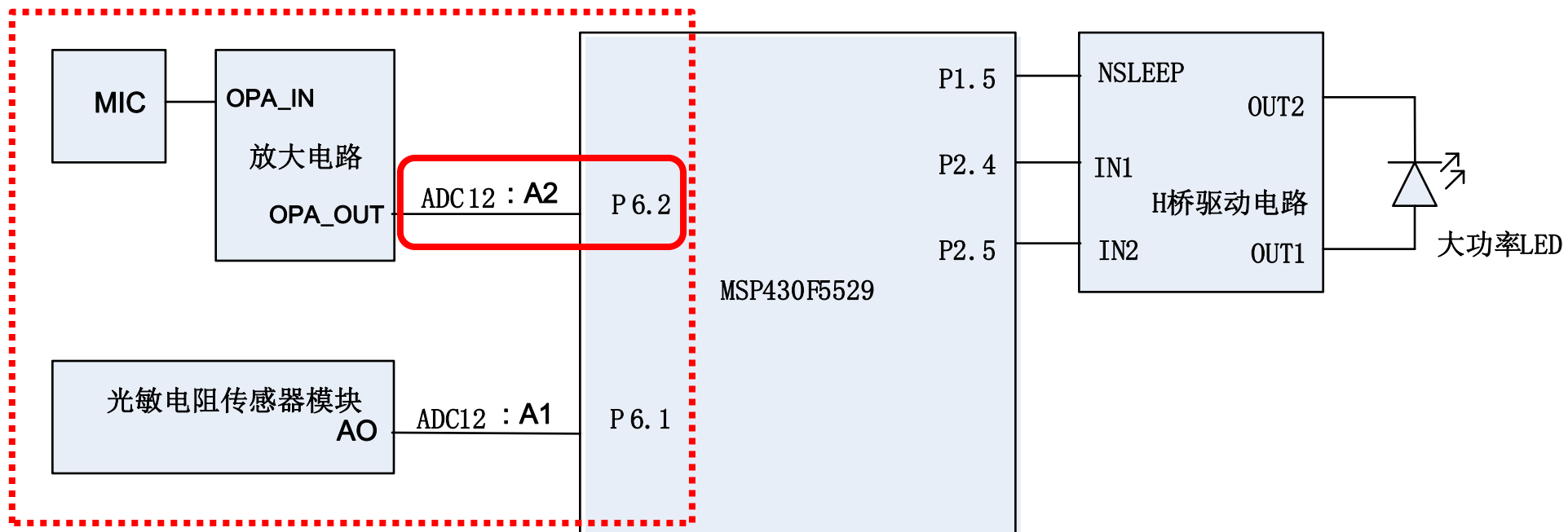
从中提取关键信息：

- 1.能感知声音信号
- 2.能感知光强信号
- 3.能调节LED灯亮度
- 4.能自动关闭LED灯

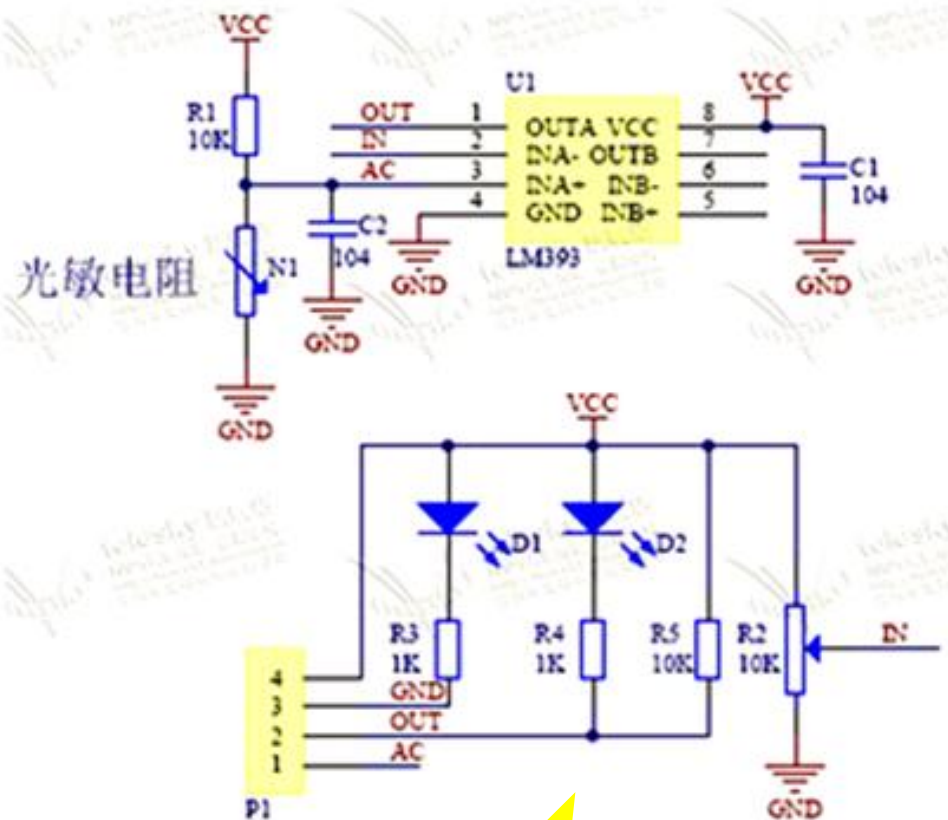
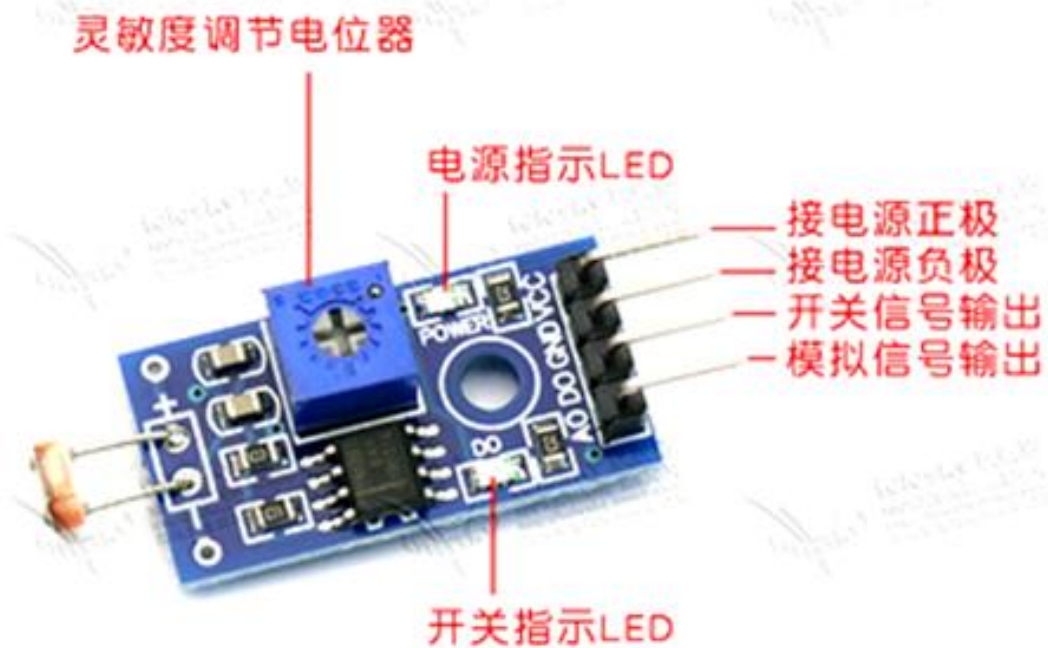
声控灯+自动调节亮度

展馆灯光控制—硬件设计

硬件设计



光强感知—光敏电阻传感器

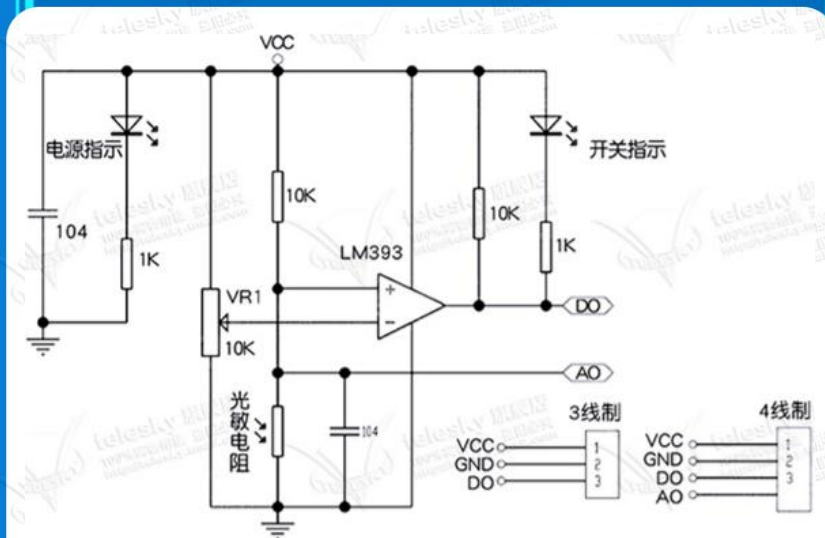


怎么测？

光强感知—光敏电阻传感器

工作原理

光敏电阻是用硫化镉或硒化镉等半导体材料制成的电阻器，其工作原理是基于内光电效应。随着光照强度的升高，电阻值迅速降低，由于光照产生的载流子都参与导电，在外加电场的作用下作漂移运动，电子奔向电源的正极，空穴奔向电源的负极，从而使光敏电阻器的阻值迅速下降。其在无光照时，几乎呈高阻状态，暗电阻很大。



使用说明

- 1、光敏电阻模块对环境光线敏感，一般用来检测周围环境的光线的亮度，触发单片机或继电器模块等；
- 2、模块在环境光线亮度达不到设定阈值时，DO端输出高电平，当外界环境光线亮度超过设定阈值时，DO端输出低电平；
- 3、DO输出端可以与单片机直接相连，通过单片机来检测高低电平，由此来检测环境的光线亮度改变；
- 4、DO输出端可以直接驱动本店继电器模块，由此可以组成一个光控开关
- 5、小板模拟量输出AO可以和AD模块相连，通过AD转换，可以获得环境光强更准的数值。

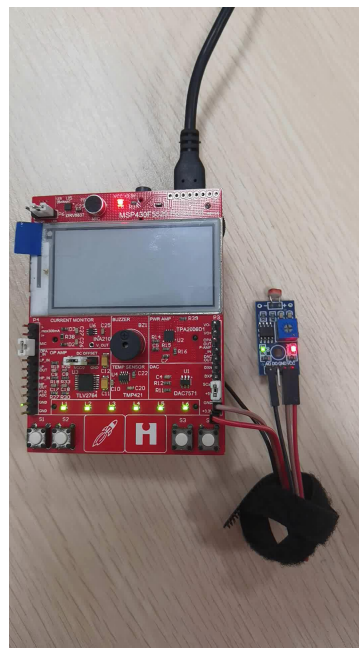
展馆灯光控制——AD采集

◆ 课堂实验4.2:

ADC12_A演示实验

通过AD同时采集声音信号和环境光强信号:

- (1) 当有声音时, 主板LED灯L1点亮, 没有声音10s后L1熄灭。
- (2) 通过口袋板LED灯L1~L6显示环境光强, 光越强, LED亮灯数量越多。



展馆灯光控制——AD采集初始化接口 课堂实验4.2

```
void InitAD()
```

```
{
```

```
    ADC12CTL0 |= ADC12MSC;           //自动循环采样转换
```

```
    ADC12CTL0 |= ADC12ON;           //启动ADC12模块
```

```
    ADC12CTL1 |= ADC12CONSEQ_3;     //选择序列通道多次循环采样转换
```

```
    ADC12CTL1 |= ADC12SHP;         //采样保持模式
```

```
    ADC12CTL1 |= ADC12CSTARTADD_0;
```

```
    ADC12MCTL0 |= ADC12INCH_1;     //通道选择
```

```
    ADC12MCTL1 |= ADC12INCH_2+ADC12EOS;
```

```
    ADC12CTL0 |= ADC12ENC;
```

```
}
```

MEM0 存储P6.1的采样数据
MEM1 存储P6.2的采样数据

展馆灯光控制——ADC软件滤波接口（麦克风通道为例）

```
unsigned int micFilter( )
{
    char count,i,j;
    unsigned int value_buf[N_POINT];
    unsigned int temp=0;
    int sum=0;
    for (count=0;count<N_POINT;count++)
    {
        value_buf[count] = GetADmic();
    }
    for (j=0;j<N_POINT-1;j++)
    {
        for (i=0;i<N_POINT-j-1;i++)
        {
            if ( value_buf[i]>value_buf[i+1] )
            {
                temp = value_buf[i];
                value_buf[i] = value_buf[i+1];
                value_buf[i+1] = temp;
            }
        }
    }
}
```

```
for(count=1;count<N_POINT-1;count++)
{
    sum += value_buf[count];
}
//如果为2的n次方等分，则可以用>>n的减少计算量 a=a*8;
//可以为 a=a<<3; b=b/8; 可以为b=b>>3;
return (unsigned int)(sum/(N_POINT-2));
}
```

```
#define N_POINT    13
unsigned int GetADmic()
{
    unsigned int temp = 0;//设置变量

    ADC12CTL0 |= ADC12SC; //开始采样转换
    temp= ADC12MEM1; //把结果赋给变量

    return temp;
}
```

明确采样数据存储位置

展馆灯光控制——时钟初始化接口

```
void ClockInit()
```

```
{//最终MCLK:16MHz, SMCLK:8MHz, ACLK:32KHz
```

```
UCSCTL6 &= ~XT1OFF; //启动XT1
```

```
P5SEL |= BIT2 + BIT3; //XT2引脚功能选择
```

```
UCSCTL6 &= ~XT2OFF; //打开XT2
```

```
__bis_SR_register(SCG0);
```

```
UCSCTL0 = DCO0+DCO1+DCO2+DCO3+DCO4;
```

```
UCSCTL1 = DCORSEL_4; //DCO频率范围在28.2MHz以下
```

```
UCSCTL2 = FLLD_5 + 1; //D=16, N=1
```

```
//n=8,FLLREFCLK时钟源为XT2CLK;
```

```
//DCOCLK=D*(N+1)*(FLLREFCLK/n);DCOCLKDIV=(N+1)*(FLLREFCLK/n);
```

```
UCSCTL3 = SELREF_5 + FLLREFDIV_3;
```

```
//ACLK的时钟源为DCOCLKDIV,MCLK\SMCLK的时钟源为DCOCLK
```

```
UCSCTL4 = SELA_4 + SELS_3 + SELM_3;
```

```
//ACLK由DCOCLKDIV的32分频得到, SMCLK由DCOCLK的2分频得到
```

```
UCSCTL5 = DIVA_5 + DIVS_1;
```

```
}
```

在定时器中断计时实验中，SMCLK使用的是默认1MHz，原有代码计时10s，在调用此接口后则变成原来时间的1/8，要注意调整代码，保证计时时间。

展馆灯光控制——AD采集

PID调节?
P、I、D

◆ 课上实验4.3（选做）：

通过AD同时采集声音信号和环境光强信号：

- (1) 当有声音时，主板LED灯L1点亮，**没有声音10s后L1熄灭。**
- (2) 通过口袋板LED灯L1~L6显示环境光强，光越强，LED亮灯数量越多。
- (3) 外界环境光强的处理作为一个接口函数，用来控制PWM信号的占空比，**参看定时器A的PWM输出信号呼吸灯实验任务，实现根据外界光强变化，进行主板LED1灯的明暗调节任务；**



Q&A

