



# **第9章 STC单片机时钟、复位和 电源模式原理及实现**

**何宾**  
**2018.03**



# 本章主要内容

- STC单片机时钟
- STC单片机复位
- STC单机电源模式



# STC单片机时钟

**这一章所介绍的内容，体现了STC单片机在时钟、复位以及功耗控制方面的特点。**

- **STC单片机所提供的多个复位能力将极大地改善单片机的抗干扰能力，提高单片机在复杂工作环境下的自我纠错能力。**
- **STC单片机所提供的多种电源工作模式，在满足系统性能要求的同时，也极大地降低了其系统功耗。**

# STC单片机时钟

## 【例】控制STC单片机输出时钟频率C语言描述的例子

```
#include "reg51.h"
sfr CLK_DIV = 0x97;           //声明CLK_DIV寄存器的地址
void main()
{
    CLK_DIV = 0xc5;           //给CLK_DIV寄存器赋值0xc5
    while(1);                //无限循环
}
```

# STC单片机时钟

- 该例中， $0xc5=(1100,0101)B$ ，通过查看CLK\_DIV寄存器的内容（见后表，各比特位的功能说明），最高两位11对应于B7和B6，用于控制主时钟对外分频输出控制位。

- 该设置表示，主时钟为对外输出时钟，但时钟被4分频，输出时钟频率 $=SYSclk/4$ 。CLK\_DIV寄存器的B2~B0=“101”，表示对单片机内的主时钟进行32分频，该32分频后的时钟作为单片机的系统主时钟SYSclk。

- 输出时钟的频率为：

$$f_{\text{输出}} = f_{\text{主时钟}} / (32 \times 4)$$

# STC单片机时钟

## CLK\_DIV(PCON2)寄存器中的比特位说明及功能

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	MCKO_S1	MCKO_S0	ADRJ	Tx_Rx	MCLK0_2	CLKS2	CLKS1	CLKS0
0xc5	1	1	0	0	0	1	0	1

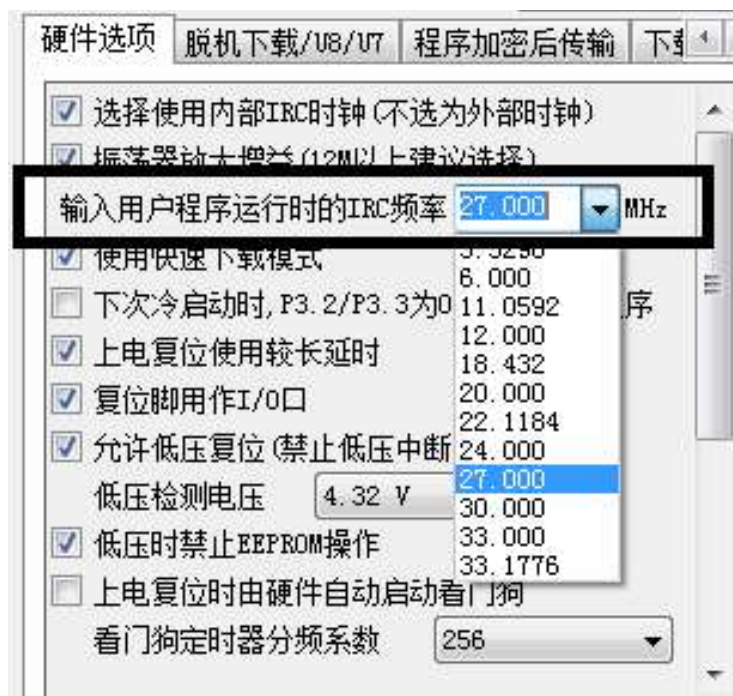
MCKO_S1	MCKO_S0	含义
0	0	主时钟不对外输出时钟
0	1	输出时钟，输出时钟频率=SYSclk的时钟频率
1	0	输出时钟，输出时钟频率=SYSclk的时钟频率/2
1	1	输出时钟，输出时钟频率=SYSclk的时钟频率/4

CLKS2	CLKS1	CLKS0	含义
0	0	0	主时钟频率/1
0	0	1	主时钟频率/2
0	1	0	主时钟频率/4
0	1	1	主时钟频率/8
1	0	0	主时钟频率/16
1	0	1	主时钟频率/32
1	1	0	主时钟频率/64
1	1	1	主时钟频率/128

# STC单片机时钟

主时钟频率由STC-ISP软件在烧写程序代码时确定。

- 在硬件选项标签中，在“输入用户程序运行时的IRC频率”右侧通过下拉框设置STC单片机内部主时钟频率，也可以手动输入任意频率。



# STC单片机复位

STC15系列单片机提供了7种复位方式，包括：

- 外部RST引脚复位

- 软件复位

- 掉电复位/上电复位

- 对于掉电/上电复位来说，可选择增加额外的复位延迟18mS，也叫做MAX810复位电路，用于在上电复位后增加180mS的额外复位延时。

- MAX810专用复位电路复位

- 内部低压检测复位

- 看门狗复位

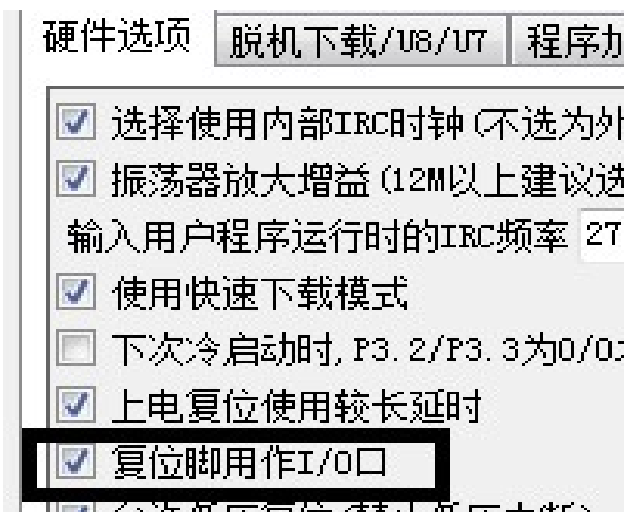
- 程序地址非法复位



# STC单片机复位

## --外部RST引脚复位

- 在STC15系列单片机中，复位引脚设置在P5.4引脚上（除STC15F100W系列单片机复位引脚在P3.4上）。
- STC其余型号单片机(IAP15W4K58S4不可以)，可以在ISP烧录程序时进行设置，将其设置为复位引脚。



# STC单片机复位

## --外部RST引脚复位

- 如果将P5.4引脚设置为复位输入引脚，在外部复位时，需要将RST复位引脚拉高并至少维持24个时钟外加 $20\mu\text{S}$ 后，单片机就会稳定进入复位状态。

- 当把RST复位引脚拉低后，结束复位状态，并将特殊功能寄存器IAP\_CONTR中的SWBS/IAP\_CONTR.6位置1，同时从系统ISP监控区启动。

**注：外部RST引脚复位是热启动复位中的硬复位。**

# STC单片机复位

## --软件复位

当STC单片机正在运行用户程序时，有时需要对单片机系统进行软件复位。

- 在传统单片机上并没有提供此功能，需要通过软件模拟实现。
- 在STC推出的15系列单片机中提供了软件复位的功能。
  - 该功能通过设置IAP\_CONTR寄存器中SWBS位（第6位）和SWRST位（第5位）实现。SWBS：软件选择复位后，选择从用户应用程序启动，还是从系统ISP监控程序区启动。当该位为1时，选择从系统ISP监控区启动；当该位为0时，选择从用户应用程序区启动。SWRST：当该位为1时，软件控制产生复位，单片机自动复位；当该位为0时，不产生任何操作。

# STC单片机复位

## --软件复位

【例】控制STC单片机产生软件复位C语言描述的例子

```
#include "reg51.h"
```

```
sfr IAP_CONTR=0xc7;
```

//声明IAP\_CONTR寄存器地址为0xc7

```
void main()
```

```
{    long unsigned int j;
```

```
    P46=0;
```

//P4.6置低, 灯亮

```
    P47=0;
```

//P4.7置低, 灯亮

```
    for(j=0;j<999999;j++);
```

//软件延迟

```
    P46=1;
```

//P4.6置高, 灯灭

```
    P47=1;
```

//P4.7置高, 灯灭

```
    for(j=0;j<999999;j++);
```

//软件延迟

```
    P46=0;
```

//P4.6置低, 灯亮

```
    P47=0;
```

//P4.7置低, 灯亮

```
    for(j=0;j<999999;j++);
```

//软件延迟

```
    IAP_CONTR=0x60;
```

//软件复位指令

```
}
```

# STC单片机复位

## --掉电/上电复位

当电源电压VCC低于掉电复位/上电复位检测门限电压时，将单片机内的所有电路复位。

- 该复位属于冷启动复位的一种。

- 当内部VCC电压高于掉电复位/上电复位检测门限电压后，延迟32768个时钟后结束掉电/上电复位过程。

- 当该过程结束后，单片机将特殊功能寄存器IAP\_CONTR中的SWBS/IAP\_CONTR.6位置1，同时从系统ISP监控区启动程序。

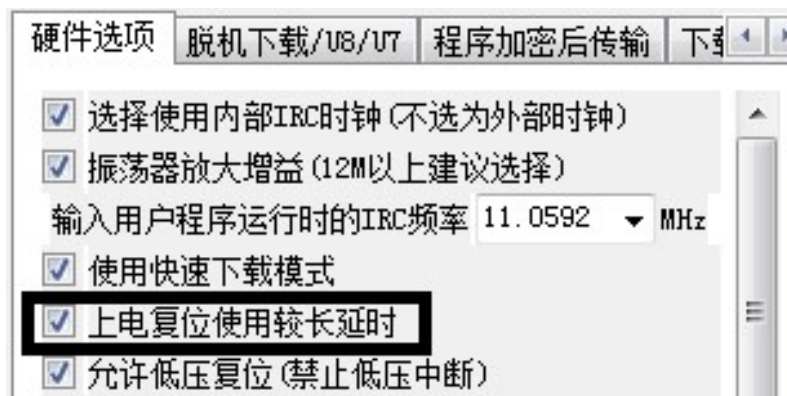
- 对于5V供电的单片机来说，它的掉电复位/上电复位检测门限电压为3.2V；对于3.3V供电的单片机来说，它的掉电复位/上电复位检测门限电压为1.8V。

# STC单片机复位

## --MAX810专用复位电路复位

STC15系列单片机内部集成了MAX810专用复位电路。

- 若在STC-ISP软件中，当选中“上电复位使用较长延时”时，允许使用STC单片机内MAX810专用复位电路。否则，不使用该专用复位电路。



# STC单片机复位

## --MAX810专用复位电路复位

- 当使能使用该专用复位电路时，在掉电复位/上电复位后产生约180mS复位延时，然后才结束复位过程。
  - 当该过程结束后，单片机将特殊功能寄存器IAP\_CONTR中的SWBS/IAP\_CONTR.6位置1，同时从系统ISP监控区启动程序。

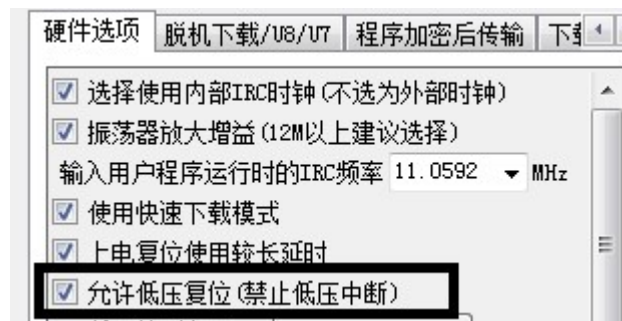
# STC单片机复位

## --内部低压检测复位

STC15系列单片机提供了一组内部低电压检测门限电压，属于热启动复位中的一种硬件复位方式。

■ 当电源电压 $V_{cc}$ 低于内部低电压检测（LVD）门限电压时，可产生复位信号。

□ 在STC-ISP软件中，选中“允许低压复位（禁止低压中断）”，则使能低压检测。否则，将使能低电压检测中断。





# STC单片机复位

## --内部低压检测复位

使能低电压检测中断时，当电源电压VCC低于内部低电压检测LVD门限电压时，硬件将中断请求标志位LVDF/PCON.5) 置位。

- 如果ELVD/IE.6（低压检测中断允许位）设置为1，就将向8051单片机的CPU发出低电压检测中断信号。
- 当正常工作和空闲工作状态时，如果内部工作电压VCC低于低电压检测门限时，将中断请求标志位LVDF/PCON.5自动置位为1，与低压检测中断是否被允许无关。

**注：**该位必须用软件清0。在清零后，如果内部工作电压VCC继续低于检测门限电压，则将该位再次自动设置为1。

# STC单片机复位

## --内部低压检测复位

□ 当进入掉电工作状态前，如果低压检测电路未被允许产生中断，则在进入掉电模式后，该低压检测电路不工作以降低功耗。如果允许可产生低压检测中断，则在进入掉电模式后，该低压检测电路将继续工作，在内部工作电压VCC低于低压检测门限电压时，产生低压检测中断，可以将MCU从掉电状态唤醒。

注：在低压检测复位结束后，不影响特殊功能寄存器IAP\_CONTR中的SWBS/IAP\_CONTR.6位的值，单片机根据复位前SWBS/IAP\_CONTR.6的值选择从用户应用程序区启动，还是从系统监控区启动。

# STC单片机复位

## --内部低压检测复位

- 对于5V和3V供电的单片机都提供了内置8级可选的内部低电压检测门限电压。对于宽电压供电的STC单片机来说，内置了16级可选的内部低电压检测门限电压值。用户可以根据工作频率和供电电压，选择合适的门限电压。典型地：
  - 对于5V供电的单片机来说，常温下工作频率大于20MHz时，可以选择4.32V作为复位门限电压；常温下工作频率低于12MHz时，可以选择3.82V电压作为复位门槛电压。
  - 对于3.3V供电的单片机来说，常温下工作频率大于20MHz时，可以选择2.82V作为复位门限电压；常温下工作频率低于12MHz时，可以选择2.42V电压作为复位门槛电压。

# STC单片机复位

## --内部低压检测复位

电源控制寄存器PCON。该寄存器在特殊功能寄存器地址为0x87H的位置。当上电复位后该寄存器的值为00110000B。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	SMOD	SMOD0	LVDF	POF	GF1	GF0	PD	IDL

### ■ LVDF

□ 低电压检测标志位，同时也是低压检测中断请求标志位。

### ■ POF

□ 上电复位标志位。当单片机停电后，上电复位标志位为1，可由软件清零。

# STC单片机复位

## --内部低压检测复位

### ■ PD

- 将其置位为1时，进入掉电（Power Down）模式，可以由外部中断上升沿或者下降沿触发唤醒。进入掉电模式时，内部时钟停止振荡，由于时钟不工作，因此CPU、定时器等功能部件停止工作，只有外部中断继续工作。
- 在STC单片机中，可以将CPU从掉电模式进行唤醒的外部引脚有：  
INT0/P3.2、INT1/P3.3，INT2/P3.6、INT3/P3.7、INT4/P3.0、  
CCP0/CCP1/CCP2、RxD/RxD2/RxD3/RxD4、T0/T1/T2/T3/T4。
- 掉电模式也称为停机模式，此时电流 $<0.1\mu\text{A}$ 。

**注：有些单片机还有内部低功耗掉电唤醒专用定时器。**

# STC单片机复位

## --内部低压检测复位

### ■ IDL

- 将其置位为1，进入IDLE模式（空闲）。
- 除系统不给CPU提供时钟，即：CPU不执行指令外，其余功能部件仍然继续工作，可以由外部中断、定时器中断、低压检测中断及ADC转换中断的任何一个中断唤醒。

### ■ GF1和GF0

- 两个通用工作标志位，用户可以任意使用。

### ■ SMOD0和SMOD1

- 与电源控制无关，与串口有关，后面详细介绍。

# STC单片机复位

## --看门狗复位

在一些对可靠性要求比较苛刻的场合，例如：工业控制、汽车电子、航空航天等，为了防止“系统在异常情况下受到干扰，即：我们经常所说的程序跑飞，引入了看门狗（Watchdog）机制。

- 所谓的看门狗机制是指，如果MCU/CPU不在规定的时间内按规定访问看门狗，则认为MCU/CPU处于异常工作状态，看门狗就会强迫MCU/CPU进行复位，使系统重新从头开始重新执行用户程序。

# STC单片机复位

## --看门狗复位

**看门狗复位是热启动复位中的软件复位的一种方式。**

- STC15系列单片机引入了看门狗机制，使单片机的系统可靠性设计变得更加简单。
- 当看门狗复位状态结束后，不影响特殊功能寄存器 IAP\_CONTR中SWBS/IAP\_CONTR.6位的值。

**注：至于看门狗复位状态结束后，从ISP监控区启动，还是从用户应用程序区启动，可以参考STC数据手册以获取相关信息。**



# STC单片机复位

## --看门狗复位

看门狗控制寄存器WDT\_CONTR，位于特殊功能寄存器地址为0xC1的位置。当复位后，该寄存器的值为0x00000B。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	WDT_FLGA	---	EN_WDT	CLR_WDT	IDLE_WDT	PS2	PS1	PS0

### ■ WDT\_FLAG

□ 看门狗溢出标志位。当溢出时，该位由硬件置1。该位可由软件清除。

# STC单片机复位

## --看门狗复位

### ■ EN\_WDT

□ 看门狗允许位。当设置为1时，启动看门狗。

### ■ CLR\_WDT

□ 看门狗清零。当设置为1时，看门狗将重新计数。硬件将自动清除该位。

### ■ \_WDT

□ 看门狗IDLE模式位。当设置为1时，看门狗定时器在“空闲模式”计数。  
当清零该位时，看门狗定时器在“空闲模式”时不计数。

# STC单片机复位

## --看门狗复位

### ■ PS2~PS0

□ 看门狗定时器预分频值。看门狗溢出时间由下面公式确定：

$$\text{溢出时间} = (12 \times \text{预分频值} \times 32768) / \text{振荡器频率}$$

在不同振荡器频率下的看门狗溢出时间，如表所示。

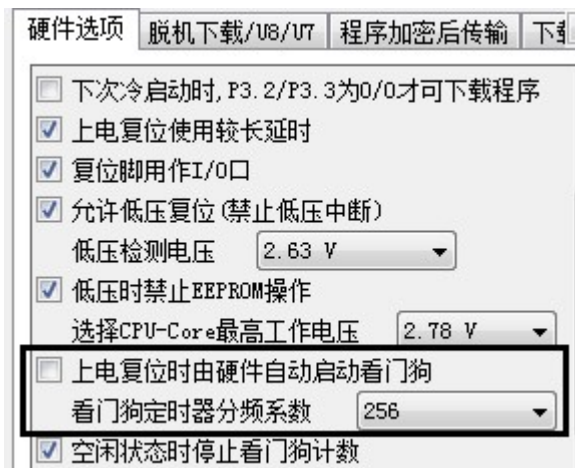
看门狗定时器预分频值

PS2	PS1	PS0	预分频值	看门狗溢出时间	看门狗溢出时间	看门狗溢出时间
0	0	0	2	39. 3mS	65. 5mS	71. 1mS
0	0	1	4	78. 6mS	131. 0mS	142. 2mS
0	1	0	8	157. 3mS	262. 1mS	284. 4mS
0	1	1	16	314. 6mS	524. 2mS	568. 8mS
1	0	0	32	629. 1mS	1. 0485S	1. 1377mS
1	0	1	64	1. 25S	2. 0971S	2. 2755S
1	1	0	128	2. 5S	4. 1943S	4. 5511S
1	1	1	256	5S	8. 3886S	9. 1022S

# STC单片机复位

## --看门狗复位

- 在STC-ISP软件中，也提供了开启看门狗定时器和设置分频系数的功能。
  - 在STC-ISP软件中，如果选中“上电复位时由硬件自动启动看门狗”前面的复选框，将在上电时自动打开看门狗。
  - 在该界面中，可以在看门狗定时器分频器系数右侧的下拉框中为看门狗定时器选择预分频值。



# STC单片机复位

## --看门狗复位



**【例】控制STC单片机看门狗定时器复位C语言描述的例子**

```
#include "reg51.h"
sfr WDT_CONTR=0xc1;           //声明看门狗定时器控制寄存器地址
void main()
{
    long unsigned int j;       //声明无符号长整型数j
    char c=0x10;               //声明8位变量c, 其值为0x10
    P46=0;                      //置P4.6为低, 灯亮
    P47=0;                      //置P4.7低低, 灯亮
    for(j=0;j<99999;j++);      //循环延迟
    P46=1;                      //置P4.6为高, 灯灭
    P47=1;                      //置P4.7为高, 灯灭
    while(1)                   //无条件循环
        WDT_CONTR|=c;          //按位或运算, 将该寄存器CLR_WDT位置0
}
```

# STC单片机复位

## --程序地址非法复位

**如果程序指针指向PC的地址空间超过了有效的程序地址空间的大小，就会引起程序地址非法复位。**

- 该复位方式是热启动复位中的软件复位的一种方式。
- 当程序地址非法复位状态结束后，不影响特殊功能寄存器 IAP\_CONTR 中 SWBS/IAP\_CONTR.6 位的值。单片机将根据该位值，确定从用户应用程序区启动，还是从系统 ISP 监控区启动。