

第十八章 待机模式

18.1 待机功能及配置

18.1.1 待机功能

待机功能用于减少系统的工作电流，有以下两种模式。

(1) HALT 模式

通过执行 HALT 指令设置 HALT 模式。在 HALT 模式中，CPU 操作时钟停止。系统时钟振荡器继续振荡。在此模式中，工作电流不如 STOP 模式下降得多，但在 HALT 模式中如果产生中断请求，CPU 可以立即被唤醒，继续执行中断的程序。

(2) STOP 模式

通过执行 STOP 指令设置 STOP 模式。在 STOP 模式中，系统时钟振荡器停止操作，整个系统的操作终止，这样 CPU 的功耗将会大幅下降。

数据存储器可在低电压下保持数据 ($V_{DD} = 1.8 \text{ V min.}$)。因此，STOP 模式可用来以极低的电流保持数据存储器中的内容。

可通过中断请求释放 STOP 模式，这样中断的操作可以继续执行。由于在释放 STOP 模式后需要一段等待时间以确保振荡器振荡稳定，因此如果需要响应中断请求后程序立即运行，则应采用 HALT 模式。

在这两种模式中，寄存器、标志和数据存储器的内容将会保持进入待机模式前的内容。I/O 端口输出锁存和输出缓冲状态也将保持。

注意事项 当设置 STOP 模式时，一定要在执行 STOP 指令之前停止外部硬件操作。

18.1.2 待机功能控制寄存器

在中断请求释放 STOP 模式之后直到振荡稳定的等待时间，由振荡稳定时间选择寄存器 (OSTS) 控制。

OSTS 可由 8 位存储器操作指令设置。

RESET 输入后 OSTS 为 04H。但是，RESET 输入后的振荡稳定时间为 $2^{15}/f_X$ ，而不是 $2^{17}/f_X$ 。

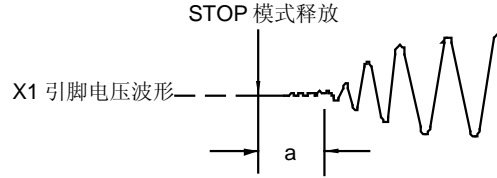
图 18-1. 振荡稳定时间选择寄存器的格式

符号	7	6	5	4	3	2	1	0	地址	复位后	R/W
OSTS	0	0	0	0	0	OSTS2	OSTS1	OSTS0	FFFAH	04H	R/W

OSTS2	OSTS1	OSTS0	振荡稳定时间选择		
				操作在 $f_X = 10.0 \text{ MHz}^{\ddagger}$	操作在 $f_X = 5.0 \text{ MHz}$
0	0	0	$2^{12}/f_X$	409 μs	819 μs
0	1	0	$2^{15}/f_X$	3.27 ms	6.55 ms
1	0	0	$2^{17}/f_X$	13.1 ms	26.2 ms
其他			禁止设置		

注 仅特定品。

注意事项 无论是由 RESET 输入还是由中断产生释放 STOP 模式，释放 STOP 模式后的等待时间不包括从释放 STOP 模式到时钟振荡启动这段时间（即下图“a”所示的部分）。



备注 f_X : 主系统时钟振荡频率

18.2 待机功能的操作

18.2.1 HALT 模式

(1) HALT 模式

执行 HALT 指令设置 HALT 模式。

HALT 模式操作状态如下所示。

表 18-1. HALT 模式操作状态

项目	当使用主系统时钟时 HALT 模式工作状态		当使用副系统时钟时 HALT 模式工作状态	
	使用副系统时钟	不使用副系统时钟	使用主系统时钟	不使用主系统时钟
主系统时钟发生器	允许主系统时钟振荡			不使用
CPU	终止操作			
端口 (输出锁存)	保持设置 HALT 模式前的状态			
16 位定时器 (TM90)	可操作	可操作 ^{注1}	可操作	可操作 ^{注2}
8 位定时器/事件计数器 (TM80)	可操作			可操作 ^{注3}
8 位定时器/事件计数器 (TM81)	可操作			可操作 ^{注4}
8 位定时器 (TM82)	可操作	可操作 ^{注1}	可操作	可操作 ^{注5}
钟表定时器	可操作	可操作 ^{注1}	可操作	可操作 ^{注5}
看门狗定时器	可操作		可操作	
串行接口 20	可操作			可操作 ^{注6}
SMB0	可操作			可操作 ^{注7}
A/D 转换器	可操作			
乘法器	可操作			
外部中断	可操作 ^{注8}			

- 注
1. 当选择主系统时钟时可操作。
 2. 当选择副系统时钟和允许蜂鸣器输出时可操作 (详见 8.5 使用 16 位定时器 90 的注意事项)。
 3. 仅当选择 TI80 作为计数时钟可操作。
 4. 仅当选择 TI81 作为计数时钟可操作。
 5. 当选择副系统时钟时可操作。
 6. 当使用外部时钟时在 3 线串行 I/O 和 UART 模式中都可操作。
 7. 在从设备操作期间当地址匹配时产生一个中断。
 8. 未屏蔽的可屏蔽中断

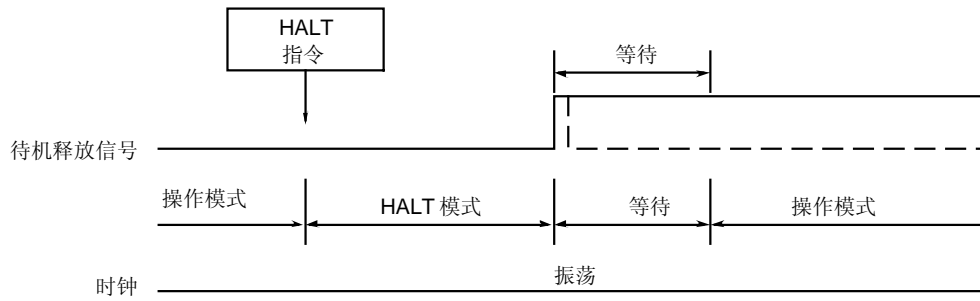
(2) 释放 HALT 模式

可由以下三种中断源释放 HALT 模式。

(a) 由未屏蔽中断请求释放

当产生一个未屏蔽中断时，释放 HALT 模式。如果允许响应中断，则执行向量中断服务程序。如果禁止响应中断，则执行下一个地址的指令。

图 18-2. 由中断释放 HALT 模式



- 备注**
1. 虚线表示释放待机模式的中断请求被响应的情况。
 2. 等待时间如下所示：
 - 执行向量中断服务程序时： 9 ~ 10 个时钟周期
 - 不执行向量中断服务程序时： 1 ~ 2 个时钟周期

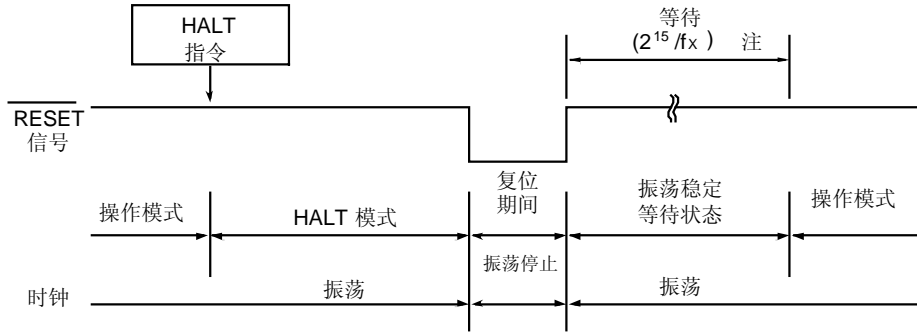
(b) 由不可屏蔽中断请求释放

不管中断是否允许，释放 HALT 模式并执行向量中断服务程序。

(c) 由 RESET 输入释放

当由 RESET 信号释放 HALT 模式时，指令以普通复位操作相同的方式跳转到复位向量地址，开始执行程序。

图 18-3. 由 RESET 输入释放 HALT 模式



注 3.27 ms (操作在 $f_x = 10.0$ MHz), 6.55 ms (操作在 $f_x = 5.0$ MHz)

表 18-2. 释放 HALT 模式后的操作

释放中断源	MK××	IE	操作
可屏蔽中断请求	0	0	执行下一个地址的指令
	0	1	执行中断服务程序
	1	×	保持 HALT 模式
不可屏蔽中断请求	-	×	执行中断服务程序
RESET 输入	-	-	复位处理

×: 不必考虑

18.2.2 STOP 模式

(1) STOP 模式设置及操作状态

执行 STOP 指令设置 STOP 模式。

注意事项 中断请求信号用于释放待机模式，如果存在一个有效地中断请求标志，而其对应中断屏蔽标志为无效，则如果设置待机模式后程序会立即释放待机模式。当 STOP 模式设置后立即设置 HALT 模式时，经过振荡稳定时间选择寄存器(OSTS)设置的等待时间后，进入 HALT 模式。

STOP 模式中的操作状态如下表所示。

表 18-3. STOP 模式中的操作状态

项目	当使用主系统时钟时 STOP 模式中的操作状态 STOP	
	使用副系统时钟	不使用副系统时钟
主系统时钟发生器	主系统时钟振荡器停止振荡	
CPU	终止操作	
端口（输出锁存）	保持设置 STOP 模式前的状态	
16 位定时器 (TM90)	可操作 ^{注 1}	终止操作
8 位定时器/事件计数器 (TM80)	可操作 ^{注 2}	
8 位定时器/事件计数器 (TM81)	可操作 ^{注 3}	
8 位定时器 (TM82)	可操作 ^{注 4}	终止操作
钟表定时器	可操作 ^{注 4}	终止操作
看门狗定时器	终止操作	
串行接口 20	可操作 ^{注 5}	
SMB0	可操作 ^{注 6}	
A/D 转换器	终止操作	
乘法器	终止操作	
外部中断	可操作 ^{注 7}	

- 注**
1. 当选择副系统时钟和允许蜂鸣器输出时可操作。
 2. 仅当选择 TI80 作为计数时钟可操作。
 3. 仅当选择 TI81 作为计数时钟可操作。
 4. 当选择副系统时钟时可操作。
 5. 当使用外部时钟时在 3 线串行 I/O 和 UART 模式中都可操作。
 6. 在从设备操作期间当地址匹配时产生一个中断。
 7. 未屏蔽的可屏蔽中断。

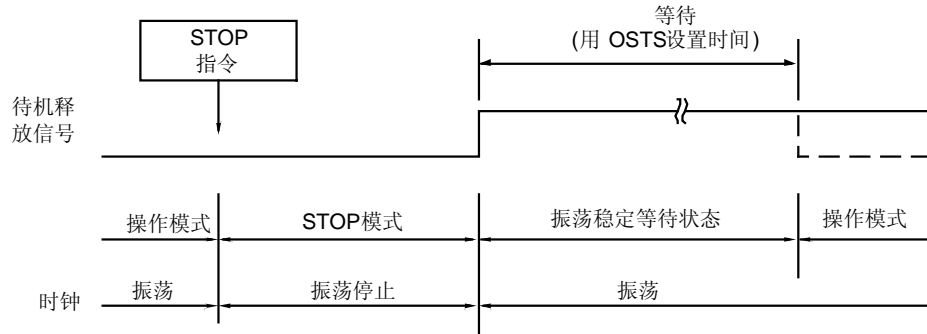
(2) 释放 STOP 模式

可由以下两种中断源释放 STOP 模式。

(a) 由未屏蔽的中断请求释放

当产生一个未屏蔽中断时，释放 STOP 模式。如果允许响应中断，则在经过振荡稳定时间后执行向量中断服务程序。如果禁止响应中断，则执行下一个地址的指令。

图 18-4. 由中断释放 STOP 模式

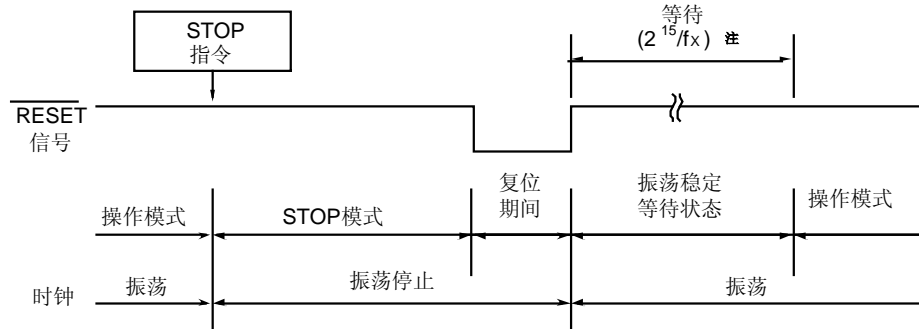


备注 虚线表示释放待机模式的中断请求被响应的情况。

(b) 由 $\overline{\text{RESET}}$ 输入释放

当产生 $\overline{\text{RESET}}$ 信号时，释放 STOP 模式，并在经过振荡稳定时间后执行复位操作。

图 18-5. 由 $\overline{\text{RESET}}$ 输入释放 STOP 模式



注 3.27 ms (操作在 $f_x = 10.0$ MHz), 6.55 ms (操作在 $f_x = 5.0$ MHz)

图 18-4. 释放 STOP 模式后的操作

释放中断源	MK $\times\times$	IE	操作
可屏蔽的中断请求	0	0	执行下一个地址的指令
	0	1	执行中断服务程序
	1	×	保持 STOP 模式
RESET 输入	-	-	进行复位

×: 不必考虑