

# HT67Fx0/HT69Fx0 Operating Mode 介绍

文件编码: HA0253S

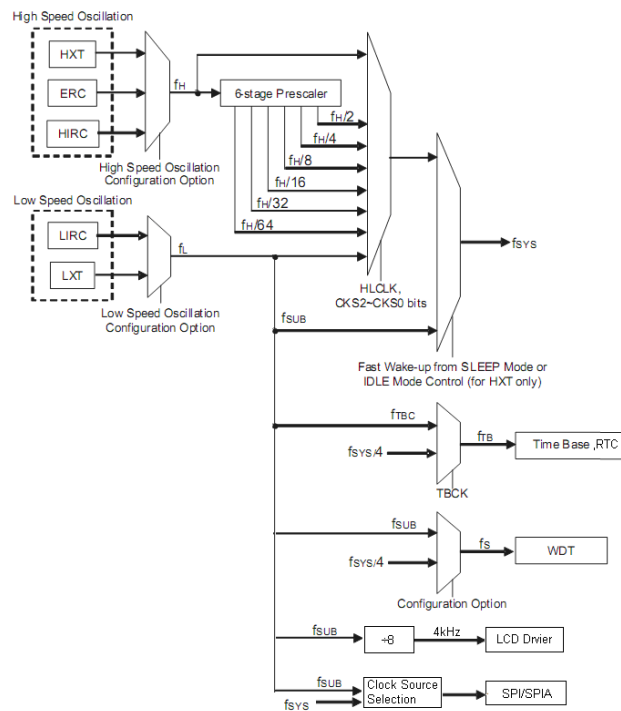
## 简介

HT67Fx0/HT69Fx0 系列 MCU 提供有灵活多样的时钟供给系统各个功能模块, 使系统具有多种工作模式, 转换灵活, 本文即着重对此系列 MCU Operating Mode 作一介绍。

## 系统时钟介绍

HT67Fx0/HT69Fx0 系列 MCU 为 CPU 和外设功能模块提供有多种时钟源, 用户可以通过配置选项和软件设定配置不同的时钟。主系统时钟可以配置为高速时钟  $f_H$  或低速时钟  $f_L$  或  $f_H$  的分频, 高速系统时钟  $f_H$  由配置选项选择 HXT (External Crystal)、ERC (External RC) 或者 HIRC (High Internal RC) 产生, 低速系统时钟  $f_L$  由配置选项选择低速内部 RC 时钟 LIRC 或者 LXT (32kHz) 晶振提供。  $f_L$  也作为替代时钟  $f_{SUB}$  和 Time Base 时钟  $f_{TBC}$ 。

系统时钟示意图如下:



双时钟模式结构

主系统时钟通过 HLCLK (SMOD.0) bit 来选择  $f_H$  (当 HLCLK=1) 或  $f_L$  (当 HLCLK=0);  $f_L$  又可以通过 CKS2~CKS0 (SMOD.7~SMOD.5) 选择  $f_L=f_H/2$ 、 $f_L=f_H/4$ 、 $f_L=f_H/8$ 、 $f_L=f_H/16$ 、 $f_L=f_H/32$ 、 $f_L=f_H/64$ 、 $f_L$  等 7 种运行速度:

HLCLK=0				
CKS2	CKS1	CKS0	$f_{SYS}$	$f_H$
0	0	0	$f_L: f_{LXT}$ or $f_{LIRC}$	HXT/ERC/HIRC
0	0	1	$f_L: f_{LXT}$ or $f_{LIRC}$	HXT/ERC/HIRC
0	1	0	$f_H/64$	HXT/ERC/HIRC
0	1	1	$f_H/32$	HXT/ERC/HIRC
1	0	0	$f_H/16$	HXT/ERC/HIRC
1	0	1	$f_H/8$	HXT/ERC/HIRC
1	1	0	$f_H/4$	HXT/ERC/HIRC
1	1	1	$f_H/2$	HXT/ERC/HIRC

## 系统工作模式

HT67Fx0/HT69Fx0 系列 MCU 可以在六种不同的模式下工作: NORMAL Mode、SLOW Mode、IDLE0 Mode、IDLE1 Mode、SLEEP0 Mode 和 SLEEP1 Mode, 不同模式下系统时钟和功耗是不同的, 使用者可以根据具体的应用和功耗要求配置 MCU 的工作模式。系统工作于不同模式下各时钟运行情况如下表:

工作模式	CPU	$f_{SYS}$	$f_{SUB}$	$f_S$	$f_{TBC}$
NORMAL Mode	On	$f_H \sim f_H/64$	On	On	On
SLOW Mode	On	$f_L$	On	On	On
IDLE0 Mode	Off	Off	On	On/Off	On
IDLE1 Mode	Off	On	On	On	On
SLEEP0 Mode	Off	Off	Off	Off	Off
SLEEP1 Mode	Off	Off	On	On	Off

在 NORMAL Mode 下, 系统时钟采用  $f_H$ 、 $f_{SUB}$ 、 $f_S$ 、 $f_{TBC}$  都正常运行, 系统最为耗电。

在 SLOW Mode 下, 系统时钟  $f_L$  采用 LXT 或者 LIRC, MCU 可以在较低的功耗下工作。

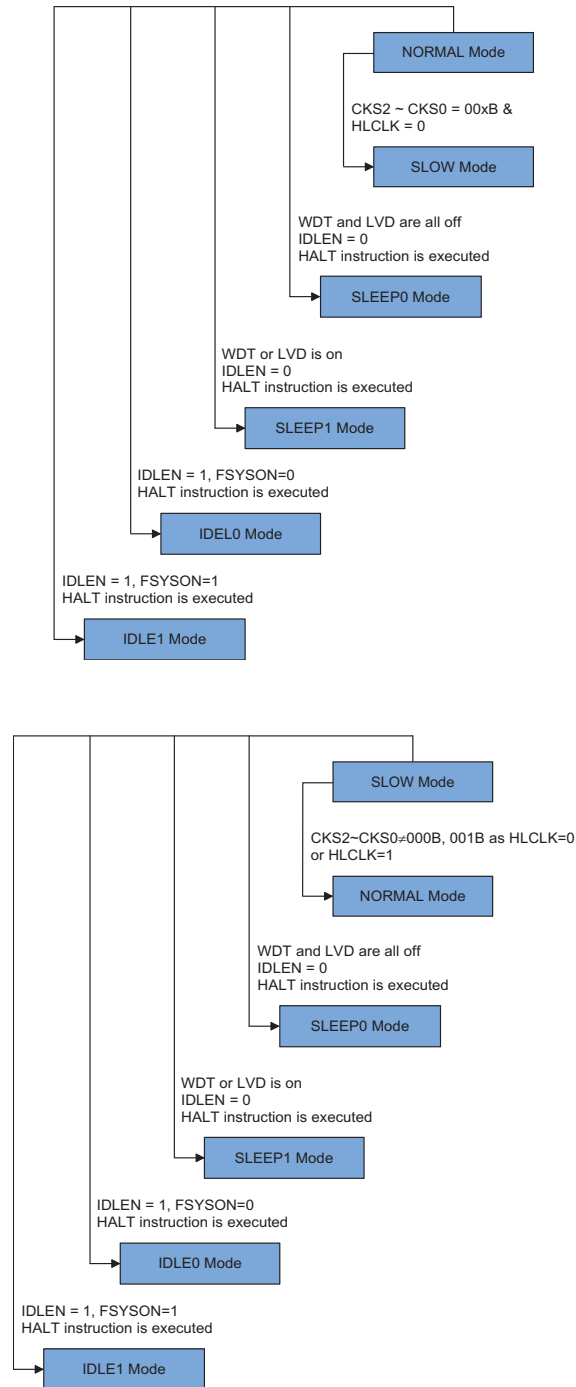
在 IDLE0 Mode 下, 系统时钟停止, 系统相对比较耗电, 具体数据请参考 Datasheet。

FSYSON (WDTC.7) 位用来设定空闲模式下  $f_{SYS}$  是否停止, 当 FSYSON 设定为 1, 进入空闲模式后系统时钟不停止, 否则系统时钟就停止。而当选择为  $f_{SUB}$  时, 时钟仍可以使用, 当  $f_S$  选择为  $f_{SYS}/4$  时,  $f_S$  时钟是否可用就要看 FSYSON 位的设定了。

在 SLEEP0 Mode,  $f_S$  &  $f_{SUB}$  都停止, WDT 关闭, LVDEN 需设定为 0, 而在 IDLE1 Mode、 $f_S$  &  $f_{SUB}$  都正常运行、WDT Enable、LVDEN 也可设定为 1。

## 工作模式转换

各工作模式之间的转换都由软件指令控制，操作十分简单。NORMAL Mode 和 SLOW Mode 之间的转换只需要设定 HLCLK (SMOD.0) 位就能实现；NORMAL & SLOW Mode 转换到 IDLEn Mode 或 SLEEPn Mode 只需通过执行 HALT 指令并设定 IDLEN (SMOD.1) 位即可。各工作模式的具体转换条件如下图所示：



各工作模式互相转换需要启动振荡电路时，由于系统振荡电路启动后都需要一定的稳定时间，故编程时需要注意。比如从 NORMAL Mode 转换到 SLOW Mode 且  $f_{SYS}$  为  $f_L$  时，设定 HLCLK=0 后：如果 LTO 在设定 HLCLK 之前已经为 1，系统在 1~2 个  $f_L$  时钟周期就能进入 SLOW Mode；否则系统就需要 1024 个  $f_L$  时钟周期 ( $f_L=f_{LXT}$ ) 或 1~2 个  $f_L$  时钟周期 ( $f_L=f_{LIRC}$ ) 后才能设定 LTO 完成模式切换；而当从 SLOW Mode 切换到 NORMAL Mode 时，设定 HLCLK=1 后，如果 HTO 在设定 HLCLK 之前已经为 1，系统在 1~2 个  $f_H$  时钟周期就能进入 NORMAL Mode；否则系统就需要 1024 个  $f_H$  时钟周期 ( $f_H=f_{HXT}$ ) 或 15~16 个  $f_H$  时钟周期 ( $f_H=f_{HIRC}/f_{ERC}$ ) 后才能设定 HTO 完成模式切换。

从休眠模式、空闲模式唤醒系统所需要的时间汇总如下表：

系统振荡器	FSTEN 位	唤醒时间 (SLEEP0 Mode)	唤醒时间 (SLEEP1 Mode)	唤醒时间 (IDLE0 Mode)	唤醒时间 (IDLE1 Mode)
HXT	0	1024 个 HXT 周期	1024 个 HXT 周期	1~2 个 HXT 周期	1~2 个 HXT 周期
	1	1024 个 HXT 周期	1~2 个 $f_{SUB}$ 周期 (系统在 $f_{SUB}$ 下运行 1024 个 HXT 周期后切换到 HXT 振荡器运行)	1~2 个 HXT 周期	1~2 个 HXT 周期
ERC	×	15~16 个 ERC 周期	15~16 个 ERC 周期	1~2 个 ERC 周期	1~2 个 ERC 周期
HIRC	×	15~16 个 HIRC 周期	15~16 个 HIRC 周期	1~2 个 HIRC 周期	1~2 个 HIRC 周期
LIRC	×	1~2 个 LIRC 周期	1~2 个 LIRC 周期	1~2 个 LIRC 周期	1~2 个 LIRC 周期
LXT	×	1024 个 LXT 周期	1024 个 LXT 周期	1~2 个 LXT 周期	1~2 个 LXT 周期

在对时间要求比较精密的应用中，编程时需要注意考虑系统模式切换时振荡电路自身稳定所需要的时间。