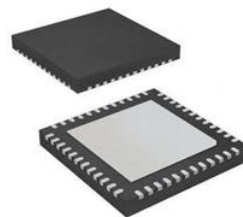


高精度时间测量 SOC 电路

产品简述

MS616F22 是一款高精度时间测量的 SOC 电路，内嵌高速时间测量单元和 16 位 RISC 的低功耗 MCU。高速时间测量单元内部集成了模拟比较器、模拟开关、施密特触发器等器件，从而大大简化了外围电路。同时内部第一波检测功能，使抗干扰能力大大提高。内部比较器的 offset 可编程范围为 $\pm 35\text{mV}$ 。16 位 RISC 的低功耗 MCU 提供 64K Flash、2K RAM、ADC12、TimerA、TimerB、UART0、UART1 等外围模块，独特的低功耗处理架构使整个系统功耗低于 5uA。



TDC 部分

测量范围 1:

- 双通道单精度模式 75ps
- 单通道双精度模式 37ps
- 测量范围 3.5ns(0ns)至 2.5 μs
- 20ns 最小脉冲间隔，最多可接收 4 个脉冲

测量范围 2:

- 双精度模式 37ps，四精度模式 19ps 的分辨率
- 测量范围 500ns 至 4ms (4M 高速时钟下)
- 可测量 3 个脉冲，并可自动处理 3 个数据

模拟输入电路

- 斩波稳定低漂移比较器，具有可编程偏移电压， $\pm 35\text{mV}$
- 第一波检测，可测量第一波的脉冲宽度
- 外部电路仅需要 2 个电阻和 2 个电容

温度测量单元:

- 2 个或 4 个温度传感器，PT500/PT1000 或更高
- 内部集成施密特触发器

综述:

- 脉冲发生器，最多可生成 127 个脉冲
- 上升或/和下降沿触发测量
- 高精度的 STOP 屏蔽窗口

主要特点

MCU 部分:

内核电路:

- 16 位的精简指令集架构，125ns 的指令周期
- 62KB+128B 的 Flash 存储空间
- 2KB RAM
- 5 种软件可设置的工作模式，且有 4 种可以唤醒

时钟电路:

- 内嵌 FLL 时钟模块，最高倍频到 4M
- MCLK/SMLK/ALK 三种时钟输出
- 外部输入 32.768kHz 时钟

外部模块:

- 3 个 ADC12 输入口
- 15 个 GPIO 口，其中 11 个可接收中断
- 2 个 Timer 模块
- 2 个独立的 UART 口
- 1 个在线编程的 JTAG 口
- 1 个离线烧写的 BSL 口

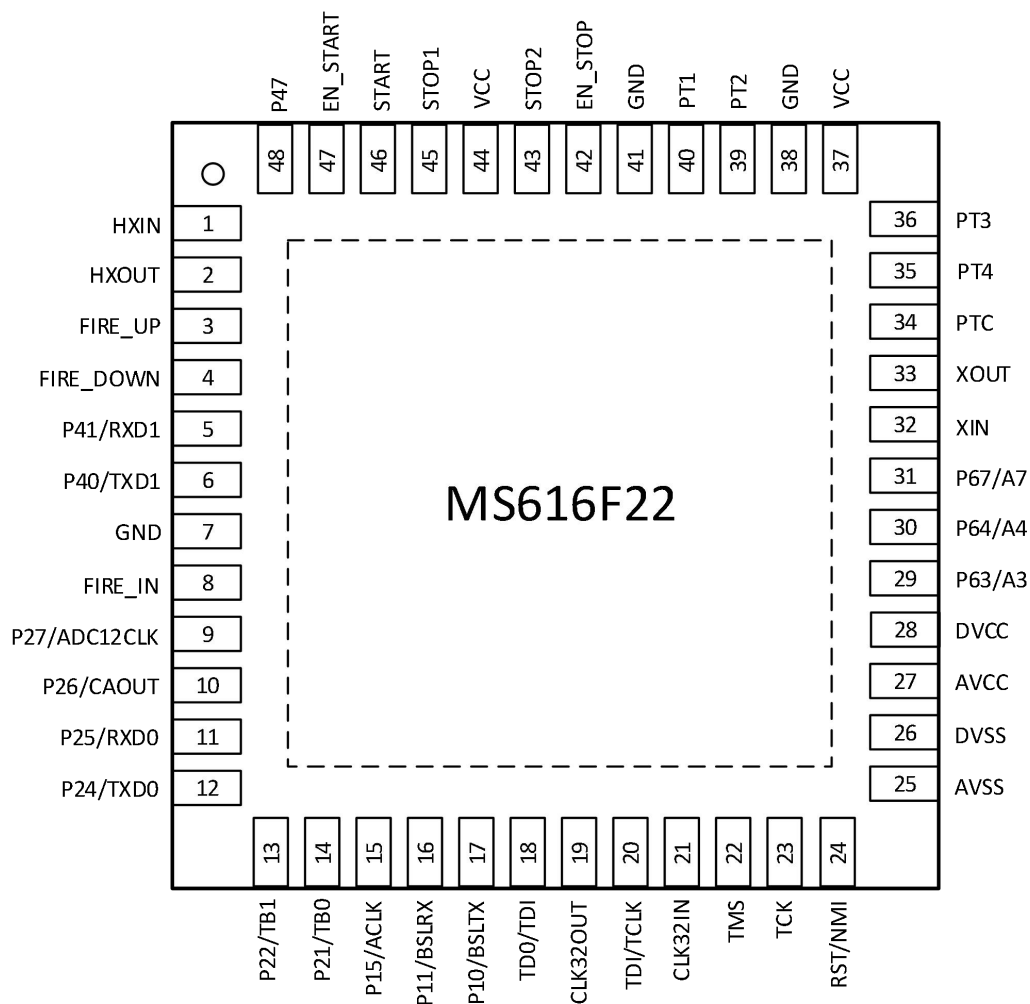
应用

- 超声波测量 SOC 方案
- 激光测距 SOC 方案

产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS616F22	QFN48	MS616F22

管脚图



管脚说明

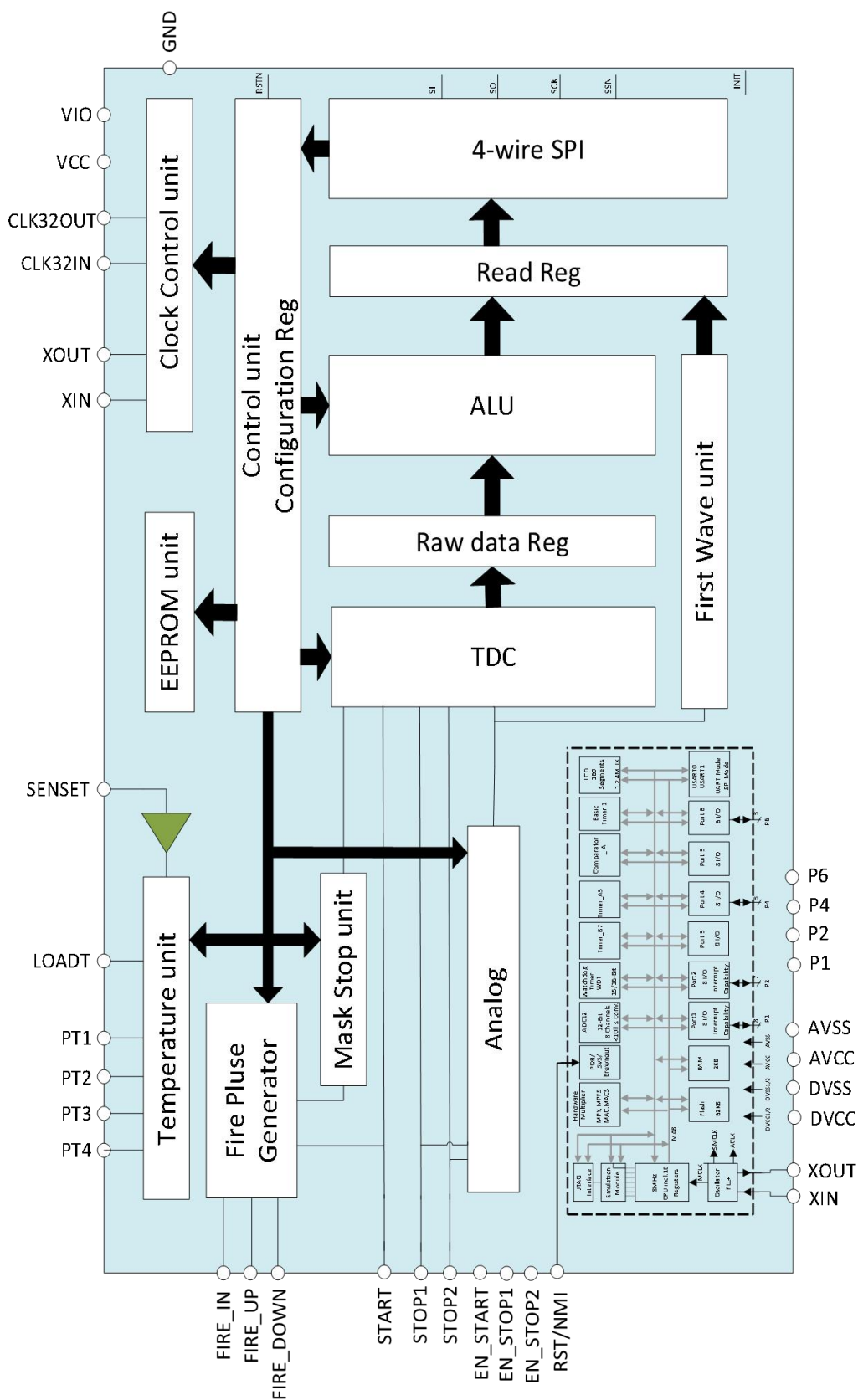
管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	HXIN	I	TDC 高速晶振驱动输入
2	HXOUT	O	TDC 高速晶振驱动输出
3	FIRE_UP	O	脉冲发生端口 1
4	FIRE_DOWN	O	脉冲发生端口 2
5	P41/RXD1	I/O	通用数字 I/O 接口/ UART 模式下 USART1 的数据接收端
6	P40/TXD1	O	通用数字 I/O 接口/ UART 模式下 USART1 传输数据输出
7	GND	POWER	TDC 电源地
8	FIRE_IN	I	“声环法”信号输入端口
9	P27/ADC12CLK	I/O	通用数字 I/O 接口/ 12 位 ADC 的转换时钟
10	P26/CAOUT	I/O	通用数字 I/O 接口/ 比较器 A 的输出
11	P25/RXD0	I/O	通用数字 I/O 接口/ UART 模式下 USART0 的数据接收端
12	P24/TXD0	I/O	通用数字 I/O 接口/ UART 模式下 USART0 的数据传输端
13	P22/TB1	I/O	通用数字 I/O 接口/ 计时器 B 模块 CCR1 的捕获输入: CCI1A/CCI1B
14	P21/TB0	I/O	通用数字 I/O 接口/ 计时器 B 模块 CCR0 的捕获输入: CCI0A/CCI0B
15	P15/ACLK	I/O	通用数字 I/O 接口/ 辅助时钟 ACLK 输出
16	P11/BSLRX	I/O	通用数字 I/O 接口/ 计时器 A 捕获输入: CCI0B / BSL 传输
17	P10/BSLTX	I/O	通用数字 I/O 接口/ 计时器 A 捕获输入: CCI0A / BSL 传输
18	TDO/TDI	I/O	测试数据输出或烧写数据的输入端
19	CLK32OUT	O	TDC 32 kHz 时钟输出
20	TDI/TCLK	I	测试数据输入或测试时钟输入, 芯片保护熔丝连接到 TDI / TCLK
21	CLK32IN	I	TDC 32 kHz 时钟输入
22	TMS	I	测试模式选择, TMS 为芯片烧写和测试的输入端口
23	TCK	I	测试时钟, TCK 为芯片烧写和测试的时钟输入端口
24	RST/NMI	I	复位输入和非屏蔽中断输入
25	AVSS	POWER	MCU 模拟电源地
26	DVSS	POWER	MCU 数字电源地
27	AVCC	POWER	MCU 模拟电源

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
28	DVCC	POWER	MCU 数字电源
29	P63/A3	I/O	通用数字 I/O 接口/ 12 位 ADC 模拟输入 A3
30	P64/A4	I/O	通用数字 I/O 接口/ 12 位 ADC 模拟输入 A4
31	P67/A7	I/O	通用数字 I/O 接口/ 12 位 ADC 模拟输入 A7
32	XIN	I	MCU 低速晶体振荡器 XT1 的输入端口
33	XOUT	O	MCU 低速晶体振荡器 XT1 输出端口
34	PTC	O	温度测量电容连接端
35	PT4	O	温度测量端口 4
36	PT3	O	温度测量端口 3
37	VCC	POWER	TDC 电源端
38	GND	POWER	TDC 电源地
39	PT2	O	温度测量端口 2
40	PT1	O	温度测量端口 1
41	GND	POWER	TDC 电源地
42	EN_STOP	I	Stop 通道使能端口，高电平有效
43	STOP2	I	Stop 通道 2 输入端
44	VCC	POWER	TDC 电源端
45	STOP1	I	Stop 通道 1 输入端
46	START	I	Start 通道输入端
47	EN_START	I	Start 通道使能端，高电平有效或者信号输出端
48	P47	I/O	通用数字 I/O 接口

备注：MCU和TDC之间内部互联

MCU 管脚	TDC 管脚	说明
P12	RSTN	MCU 的 P12 口控制 TDC 的 RSTN，MCU 设置为输出口
P13	SO	MCU 的 P13 口接收 TDC 的 SO 数据，MCU 设置为输入口
P14	SI	MCU 的 P14 口发送数据到 TDC 的 SI，MCU 设置为输出口
P16	SCK	MCU 的 P16 口发送时钟到 TDC 的 SCK，MCU 设置为输出口
P17	SSN	MCU 的 P17 口控制 TDC 的 SSN，MCU 设置为输出口
P20	INIT	MCU 的 P13 口接收 TDC 的 INIT 信号，MCU 设置为输入口

内部框图



极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。正常工作范围请参考下文的推荐工作条件。

参数	参数范围	单位
V _{CC} 到 V _{SS} 的电差	-0.3 ~ +4.1	V
输入管脚电压	-0.3 ~ V _{CC} +0.3	V
设备二极管电流	±2	mA
工作温度(未编程)	-55 ~ 150	°C
存储温度（已编程）	-40 ~ 80	°C

推荐工作条件

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
MCU 电源电压	AVCC DVCC	程序执行时	1.8		3.6	V
		程序执行时且 SVS 开启， PORON=1	2.0		3.6	V
		Flash 编程时	2.7		3.6	V
MCU 电源电压	V _{SS}		0		0	V
TDC 电源电压	V _{CC}		2.5		3.6	V
工作温度	T _A		-40		85	°C
LFXT1 晶振频率	f _{LFXT1}	XTS_FLL=0，石英振荡器		32.768		kHz
		XTS_FLL=1，陶瓷振荡器	450		8000	kHz
		XTS_FLL=1，晶体振荡器	1000		8000	kHz
XT2 晶振频率	f _{XT2}	陶瓷振荡器	450		8000	kHz
		晶体振荡器	1000		8000	kHz
系统时钟频率	f _{system}	V _{CC} =3.6V	DC		4	MHz

注：1.推荐 AVCC 与 DVCC 使用同一个电源。AVCC 与 DVCC 之间的电压差值不能超过 0.3V。

2.最小的工作电压是当电源电压低到引发 POR 时的电压。当电源电压上升到最小电压值加上 SVS 的滞后电压之和时，POR 信号停止。

3.在 LF 模式下，LFXT1 振荡器需要外接一个石英振荡器。在 XT1 模式下，LFXT1 需要外接一个陶瓷振荡器或晶体振荡器。

电气参数

除外部电流外，进入MCU AVCC+DVCC 电源电流

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作模式（见注 1） $f_{MCLK}=f_{SMCLK}=1MHz$, $f_{ACLK}=32768Hz$ $XTS_FLL=0, SELM=(0,1)$	I_{AM}	$T_A=-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	$VCC=2.2V$	280	350	μA
			$VCC=3V$	420	560	
低功耗模式（见注 1 和 4）	I_{LPM0}	$T_A=-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	$VCC=2.2V$	32	45	μA
			$VCC=3V$	55	70	
低功耗模式(见注 2 和 4) $f_{MCLK}=f_{SMCLK}=0MHz$ $f_{ACLK}=32768Hz$, $SCG=0$	I_{LPM2}	$T_A=-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	$VCC=2.2V$	11	14	μA
			$VCC=3V$	17	22	
低功耗模式(见注 3 和 4) $f_{MCLK}=f_{SMCLK}=0MHz$ $f_{ACLK}=32768Hz$, $SCG=1$	I_{LPM3}	$T_A=-40^{\circ}C$	$VCC=2.2V$	1	1.5	μA
		$T_A=25^{\circ}C$		1.1	1.5	
		$T_A=60^{\circ}C$		2	3	
		$T_A=85^{\circ}C$		3.5	6	
		$T_A=-40^{\circ}C$	$VCC=3V$	1.8	2.2	μA
		$T_A=25^{\circ}C$		1.6	1.9	
		$T_A=60^{\circ}C$		2.5	3.5	
		$T_A=85^{\circ}C$		4.2	7.5	
低功耗模式(见注 2 和 4) $f_{MCLK}=f_{SMCLK}=0MHz$ $f_{ACLK}=0Hz$, $SCG=1$	I_{LPM4}	$T_A=-40^{\circ}C$	$VCC=2.2V$	0.1	0.5	μA
		$T_A=25^{\circ}C$		0.1	0.5	
		$T_A=60^{\circ}C$		0.7	1.1	
		$T_A=85^{\circ}C$		1.7	3	
		$T_A=-40^{\circ}C$	$VCC=3V$	0.1	0.5	μA
		$T_A=25^{\circ}C$		0.1	0.5	
		$T_A=60^{\circ}C$		0.8	1.2	
		$T_A=85^{\circ}C$		1.9	3.5	

注：1. 定时器 B 的频率被锁定为 $f_{DCOCLK}=f_{DCO}=1MHz$ 。所有的输入都被连接到 0V 或 Vcc。所有的输出没有源或反向电流。

2. 所有的输入都被连接到 0V 或 VCC。所有的输出没有源或反向电流。

3. 所有的输入都被连接到 0V 或 VCC。所有的输出没有源或反向电流。通过测量基本定时器 1 和 LCD 模块（选择 ACLK）工作时的电流得到 LPM3 的电流消耗。比较器 A 和 SVS 模块的电流在后面会专门列出。

4.包括了 BROWNOUT 模块的电流消耗。

工作模式下消耗电流与系统频率的关系为：

$$I_{AM} = I_{AM} [1 \text{ MHz}] \times f_{\text{System}} [\text{MHz}]$$

工作模式下消耗电流与电源电压的关系为：

$$I_{AM} = I_{AM} [3 \text{ V}] + 175 \mu\text{A/V} \times (V_{CC} - 3 \text{ V})$$

MCU施密特触发器输入端口——P1,P2,P4,P6

参数	符号	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
正向输入阈值电压	V_{IT+}	2.2 V	1.1		1.5	V
		3 V	1.5		1.9	
负向输入阈值电压	V_{IT-}	2.2 V	0.4		0.9	V
		3 V	0.9		1.3	
输入迟滞 ($V_{IT+} - V_{IT-}$)	V_{hys}	2.2 V	0.3		1.1	V
		3 V	0.5		1	

MCU标准输入端口——RST/NMI,JTAG(TCK,TMS,TDI,TDO)

参数	符号	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
低电平输入电压	V_{IL}	2.2V/3V	VSS		VSS + 0.6	V
高电平输入电压	V_{IH}		0.8VCC		VCC	V

MCU 输入端口——Px.x,TAx,TBx

参数	符号	测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
外部中断时序	$t(\text{int})$	端口 P1, P2: P1.x 到 P2.x, 外部触发信号为中断标志 (见注 1)	2.2V/3V	1.5			cycle
			2.2V	62			ns
			3V	50			
定时器 A, 定时器 B 采集时间	$t(\text{cap})$	TA0,TA1,TA2 TB0,TB1,TB2,TB3,TB4, TB5,TB6	2.2V	62			ns
			3V	62			
加到管脚的定时器 A 和 定时器 B 的时钟频率	$f(\text{TAext})$	TACLK, TBCLK, INCLK: $t(H) = t(L)$	2.2V			8	MHz
	$f(\text{TBext})$		3V			10	
定时器 A, 定时器 B 时钟频率	$f(\text{TAint})$	选择 SMCLK 或 ACLK	2.2V			8	MHz
	$f(\text{TBint})$		3V			10	

注：1. 每次外部信号设置中断标志时的最小时间 $t(\text{int})$ 和时间参数是一体的，虽然触发信号比 $t(\text{int})$ 小，也可以设置中断标志，但时钟周期和时间参数必须同时满足来保证中断标志被设置， $t(\text{int})$ 以 MCLK 周期为参考来测量的。

MCU漏电流（见注1和注2）

参数	符号	测试条件	VCC	最小值	最大值	单位
Px.x 端口漏电流	I_{lkg}	Px 端口: $V_{(Px.x)}$	2.2/3V		50	nA

注：1. 漏电流在 VSS 或 VCC 加到相关管脚时测量，除非另有说明。

2. 端口管脚必须设置为输入，同时没有任何上拉和下拉电阻。

MCU输出端口——P1,P2,P4,P6

参数	符号	测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
高电平输出电压	V_{OH}	$I_{OH(max)} = -1.5\text{ mA}$ (见注 1)	2.2V	VCC-0.25		VCC	V
		$I_{OH(max)} = -6\text{ mA}$ (见注 2)	2.2V	VCC-0.6		VCC	
		$I_{OH(max)} = -1.5\text{ mA}$ (见注 1)	3V	VCC-0.25		VCC	
		$I_{OH(max)} = -6\text{ mA}$ (见注 2)	3V	VCC-0.6		VCC	
低电平输出电压	V_{OL}	$I_{OL(max)} = 1.5\text{ mA}$ (见注 1)	2.2V	VSS		VSS+0.25	V
		$I_{OL(max)} = 6\text{ mA}$ (见注 2)	2.2V	VSS		VSS+0.6	
		$I_{OL(max)} = 1.5\text{ mA}$ (见注 1)	3V	VSS		VSS+0.25	
		$I_{OL(max)} = 6\text{ mA}$ (见注 2)	3V	VSS		VSS+0.6	

注：1. 总电流的最大值，也就是 $I_{OH(max)}$ 和 $I_{OL(max)}$ ，所有输出电流的总和，在不超过 12mA 时才满足最大电压参数不下降。

2. 总电流的最大值，也就是 $I_{OH(max)}$ 和 $I_{OL(max)}$ ，所有输出电流的总和，在不超过 48mA 时才满足最大电压参数不下降。

MCU输出频率

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{(Px.y)} (1 \leq x \leq 6, 0 \leq y \leq 7)$	$C_L = 20\text{ pF}$, $I_L = 1.5\text{ mA}$	VCC = 2.2V	DC	5	MHz
		VCC = 3V	DC	7.5	
$f_{(ACLK)}$	$C_L = 20\text{ pF}$			$f_{(System)}$	MHz
$f_{(MCLK)}$					
$f_{(SMCLK)}$					
输出频率占空比	P1.5/TACLK/CLK, $C_L = 20\text{ pF}$, VCC = 2.2V/3V	$f_{(ACLK)} = f_{(LFXT1)} = f_{(XT1)}$	40%		60%
		$f_{(ACLK)} = f_{(LFXT1)} = f_{(LF)}$	30%		70%
		$f_{(ACLK)} = f_{(LFXT1)}$		50%	
	P1.1/TA0/MCLK, $C_L = 20\text{ pF}$, VCC = 2.2V/3V	$f_{(MCLK)} = f_{(XT1)}$	40%		60%
		$f_{(MCLK)} = f_{(DCOCLK)}$	50%-15ns	50%	50%+15ns
	P1.4/TBCLK/SMCLK, $C_L = 20\text{ pF}$, VCC = 2.2V/3V	$f_{(SMCLK)} = f_{(XT2)}$	40%		60%
		$f_{(SMCLK)} = f_{(DCOCLK)}$	50%-15ns	50%	50%+15ns

MCU唤醒模式LPM3

参 数	测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间	$t_{d(LPM3)}$	2.2V/3V			6	μs
					6	
					6	

RAM

参 数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VRAMh	CPU 停止状态（见注 1）	1.6			V

注1.此参数定义了程序存储器RAM部分发生改变时的最小电源电压。在测量该电源电压参数时，所有程序都必须停止运行。

LCD

参 数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟电压	$V_{(33)}$ P5.7/R33 上的电压	2.5		VCC+0.2	V
	$V_{(23)}$ P5.6/R23 上的电压		$[V_{(33)} - V_{(03)}] \times 2/3 + V_{(03)}$		V
	$V_{(13)}$ P5.5/R13 上的电压		$[V_{(33)} - V_{(03)}] \times 2/3 + V_{(03)}$		V
	$V_{(33)} - V_{(03)}$ R33 到 R03 的电压	2.2		VCC+0.2	V
输入漏电流	$I_{(R03)}$ R03=VSS			20	nA
	$I_{(R13)}$ P5.5/R13=VCC/3			20	nA
	$I_{(R23)}$ P5.6/R23=2VCC/3			20	nA
段地址线电压	$V_{(Sxx0)}$	$V_{(03)}$		$V_{(03)} - 0.1$	V
	$V_{(Sxx1)}$	$V_{(13)}$		$V_{(13)} - 0.1$	V
	$V_{(Sxx2)}$	$V_{(23)}$		$V_{(23)} - 0.1$	V
	$V_{(Sxx3)}$	$V_{(33)}$		$V_{(33)} - 0.1$	V

MCU比较器A（见注1）

参数	测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{(CC)}$	CAON=1, CARSEL=0, CAREF=0	2.2V		25	40	μA
		3V		45	60	
$I_{(Ref ladder/Ref Diode)}$	CAON=1, CARSEL=0, CAREF=1/2/3, P1.6/CA0 和 P1.7/CA1 上无负载	2.2V		30	50	μA
		3V		45	71	
$V_{(Ref025)}$	PCA0=1, CARSEL=1, CAREF=1, P1.6/CA0 和 P1.7/CA1 上无负载	2.2 V / 3 V	0.23	0.24	0.25	
$V_{(Ref050)}$	PCA0=1, CARSEL=1, CAREF=2, P1.6/CA0 和 P1.7/CA1 上无负载	2.2V / 3 V	0.47	0.48	0.5	
$V_{(RefVT)}$	PCA0=1, CARSEL=1, CAREF=3, P1.6/CA0 和 P1.7/CA1 上无负载; TA=85°C	2.2 V	390	480	540	mV
		3 V	400	490	550	
共模输入电压 V_{IC}	CAON=1	2.2 V / 3 V	0		VCC-1	V
失调电压 V_p-V_s	见注 2	2.2 V / 3 V	-30		30	mV
V_{hys}	CAON = 1	2.2 V / 3 V	0	0.7	1.4	mV
$t_{(response LH)}$	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 无滤波; CAF=0	2.2 V	160	210	300	ns
		3 V	80	150	240	
	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 有滤波; CAF=1	2.2 V	1.4	1.9	3.4	μs
		3 V	0.9	1.5	2.6	
$t_{(response HL)}$	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 无滤波; CAF=0	2.2 V	130	210	300	ns
		3 V	80	150	240	
	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 有滤波; CAF=1	2.2 V	1.4	1.9	3.4	μs
		3 V	0.9	1.5	2.6	

注：1.比较器A端口的漏电流已经在I_{lkg}(Px.x)参数中定义过。

2.通过设置CAEX位，使比较器A输入反向，连续测量两次结果，输入失调电压可以抵消，再把两次结果加在一起。

POR/Brownout Reset(BOR)（见注1）

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{d(BOR)}$				2000	μs
$V_{CC(start)}$	$dV_{CC}/dt \leq 3 V/s$		$0.7 \times V_{(B_IT-)}$		V
$V_{(B_IT-)}$	$dV_{CC}/dt \leq 3 V/s$			1.71	V
$V_{hys(B_IT-)}$	$dV_{CC}/dt \leq 3 V/s$	70	130	180	mV
$t_{(reset)}$	在 RST/NMI 管脚上内部复位所需的脉冲宽度, VCC = 2.2 V/3 V	2			μs

注：1.Brownout模块消耗的电流已经包含在总消耗电流I_{cc}中，电压范围为： $V_{(B_IT-)} + V_{hys(B_IT-)} \leq 1.8V$ 。

2.在 $V_{CC}=V_{(B_IT-)}+V_{hys(B_IT-)}$ 之后，CPU在 $t_{d(BOR)}$ 信号一个周期之后开始执行程序。在 $V_{CC} \geq V_{CC(min)}$ 之前，FLL+设置不能更改， $V_{CC(min)}$ 是在工作频率时最小的电源电压。

MCU供电电压管理/检测

参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
$t_{(SVSR)}$	$dV_{CC}/dt \geq 30 \text{ V/ms}$		5		150	us
	$dV_{CC}/dt \leq 30 \text{ V/ms}$				2000	us
$t_{d(SVSR)}$	SVSR, switch from VLD=0 to VLD $\neq$ 0, $V_{CC} = 3 \text{ V}$		20		150	us
t_{settle}	VLD $\neq$ 0 (注 2)				12	us
$V_{(SVSstart)}$	VLD $\neq$ 0, $V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$			1.55	1.7	V
$V_{hys(SVS_IT-)}$	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$	VLD = 1	70	120	155	mV
		VLD = 2 至 14	$V_{(SVS_IT-)} \times 0.004$		$V_{(SVS_IT-)} \times 0.008$	
	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$, 外部电压加到端口 A7 上	VLD = 15	4.4		10.4	mV
$V_{(SVS_IT-)}$	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$	VLD = 1	1.8	1.9	2.05	V
		VLD = 2	1.94	2.1	2.25	
		VLD = 3	2.05	2.2	2.37	
		VLD = 4	2.14	2.3	2.48	
		VLD = 5	2.24	2.4	2.6	
		VLD = 6	2.33	2.5	2.71	
		VLD = 7	2.46	2.65	2.86	
		VLD = 8	2.58	2.8	3	
		VLD = 9	2.69	2.9	3.13	
		VLD = 10	2.83	3.05	3.29	
		VLD = 11	2.94	3.2	3.42	
		VLD = 12	3.11	3.35	3.61(注 1)	
		VLD = 13	3.24	3.5	3.76(注 1)	
		VLD = 14	3.43	3.7(注 1)	3.99(注 1)	
	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$, 外部电压加到端口 A7 上	VLD = 15	1.1	1.2	1.3	
$I_{CC(SVS)}$ (见注 3)	VLD $\neq$ 0, $V_{CC} = 2.2 \text{ V}/3 \text{ V}$			10	15	uA

注：1. 工作电压最高为3.6V。

2. t_{settle} 是当VLD从不为0的一个值转换到2到15之间一个不同值时，比较器需要的一个稳定电平的建立时间。假设过驱动电压大于50mV。

3. SVS模块的消耗电流已经包含在总消耗电流 I_{CC} 中。

DCO

参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
$f_{(DCOCLK)}$	N(DCO)=01Eh, FN_8=FN_4=FN_3=FN_2=0,D=2; DCOPLUS = 1, $f_{Crystal}=32.768kHz$	VCC = 2.2 V/3V		1		MHz
$f_{(DCO=2)}$	FN_8=FN_4=FN_3=FN_2=0; DCOPLUS = 1	VCC = 2.2 V	0.3	0.65	1.25	MHz
		VCC = 3 V	0.3	0.7	1.3	MHz
$f_{(DCO=2)}$	FN_8=FN_4=FN_3=0, FN_2=1; DCOPLUS = 1	VCC = 2.2 V	0.7	1.3	2.3	MHz
		VCC = 3 V	0.8	1.5	2.5	MHz
$f_{(DCO=2)}$	FN_8=FN_4=0,FN_3=1,FN_2=x; DCOPLUS = 1	VCC = 2.2 V	1.2	2	3	MHz
		VCC = 3 V	1.3	2.2	3.5	MHz
S_n	$S_n = f_{DCO(Tap\ n+1)} / f_{DCO(Tap\ n)}$	$1 < TAP \leq 20$	1.06		1.11	
		TAP = 27	1.07		1.17	
D_t	N(DCO) =01Eh, FN_8=FN_4=FN_3=FN_2=0, D= 2; DCOPLUS = 0	VCC = 2.2 V	-0.2	-0.3	-0.4	%/°C
		VCC = 3 V	-0.2	-0.3	-0.4	%/°C
D_v	N(DCO) =01Eh, FN_8=FN_4=FN_3=FN_2=0, D= 2; DCOPLUS = 0	VCC = 2.2 V/3V	0	5	15	%/V

MCU晶体振荡器, LFXT1振荡器（见注1和注2）

参数	测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
集成输入电容	C_{XIN}	OSCCAPx = 0h	2.2 V/3 V	0		pF
		OSCCAPx = 1h	2.2 V/3 V	10		
		OSCCAPx = 2h	2.2 V/3 V	14		
		OSCCAPx = 3h	2.2 V/3 V	18		
集成输出电容	C_{XOUT}	OSCCAPx = 0h	2.2 V/3 V	0		pF
		OSCCAPx = 1h	2.2 V/3 V	10		
		OSCCAPx = 2h	2.2 V/3 V	14		
		OSCCAPx = 3h	2.2 V/3 V	18		
XIN端的输入逻辑	V_{IL}	见注3	2.2 V/3 V	VSS	0.2VCC	V
	V_{IH}			0.8VCC	VCC	V

注：1. 由封装和电路板所造成的寄生电容大约为2pF，那么晶振的有效负载电容为：

$(C_{XIN} \times C_{XOUT}) / (C_{XIN} + C_{XOUT})$ ，这和XTS_FLL无关。

2. 为了提高LFXT1低功耗振荡器EMI特性，特别是在LF模式下(32kHz)下，应遵守以下原则：

-保持MS616F22和晶振之间的走线尽可能的短。

- 晶振管脚附近地线层的良好设计。
- 避免其他时钟线和数据线与晶振XIN和XOUT管脚之间的串通。
- 避免在PCB的XIN和XOUT管脚下以及附近走线。
- 通过使用匹配材料并多次实践来减小振荡器XIN和XOUT管脚的寄生负载。
- 如果使用了保护涂层，要确保不会引起振荡器管脚之间的容性和阻性泄露。

3. 只有当使用外部逻辑时钟源时才有效，而且必须设置XTS_FLL位，当使用晶振和谐振器时无效。
4. 对于精确的实时时钟应用，OSCCAPx=0h，使用推荐的尾部电容值。

MCU 晶体振荡器，XT2 振荡器（注 1）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
集成输入电容	C _{XT2IN}	OSCCAPx = 0h, VCC = 2.2 V / 3 V		2		pF
集成输出电容	C _{XT2OUT}	VCC = 2.2 V / 3 V		2		pF
XT2IN 端的输入逻辑	V _{IL}	VCC = 2.2 V / 3 V（注 2）	VSS		0.2VCC	V
	V _{IH}		0.8VCC		VCC	V

注：（1）振荡器两端都要接负载电容，精确电容值由晶振生产厂给出。

（2）只有当使用外部逻辑时钟源时才有效，且必须设置 XTS_FLL 位，使用晶振和谐振器时无效。

MCU中USART0, USART1（见注1）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
USART0/1: 尖峰抑制时间	t(τ)	VCC = 2.2 V, SYNC = 0, UART mode	200	430	800	ns
		VCC = 3 V, SYNC = 0, UART mode	150	280	500	

注：1.加到USART0/1接收端的信号应该满足t(τ)的时序要求，才能保证URXS触发器被设置。URXS触发器由满足t(τ)最小时序要求的低电平脉冲所设置，标志位的设置的工作条件必须与此时序限制条件无关。尖峰抑制电路只有在URXD0/1线负向传输时才工作。

12位ADC，供电及输入范围条件（见注1）

参数		测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
模拟电源电压	AVCC	AVCC 和 DVCC 接在一起, AVSS 和 DVSS 接在一起, V(AVSS) = V(DVSS) = 0 V		2.2		3.6	V
模拟输入电压范围 (注 2)	V _(P6.x/Ax)	适用所有 P6.0/A0 到 P6.7/A7 的 端口。模拟输入端口由寄存器 ADC12MCTLx 选择并且 P6Sel.x=1, 0 ≤ x ≤ 7; V(AVSS) ≤ V _{P6.x/Ax} ≤ V(AVCC)		0		V _{AVCC}	V

参数	测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
AV _{CC} 端口的工作电流 (Note 3)	I _{ADC12} f _{ADC12CLK} = 5.0 MHz ADC12ON = 1, REFON = 0 SHT0=0, SHT1=0, ADC12DIV=0	2.2V		0.65	1.3	mA
		3V		0.8	1.6	
AV _{CC} 端口的工作电流 (Note 4)	I _{REF+} f _{ADC12CLK} = 5.0 MHz ADC12ON = 0, REFON = 1, REF2_5V = 1	3V		0.5	0.8	mA
		2.2V		0.5	0.8	mA
	f _{ADC12CLK} = 5.0 MHz ADC12ON = 0, REFON = 1, REF2_5V = 0	2.2V		0.5	0.8	mA
		3V		0.5	0.8	
输入电容	C _i 一次只能选择一个端口, P6.x/Ax	2.2V			40	pF
输入多路选择器阻抗	R _i 0V ≤ V _{Ax} ≤ V _{AVCC}	3V			2000	Ω

注：1. 漏电流已经在P6.x/Ax端口参数的漏电流表中定义了。

2. 模拟输入电压范围必须在参考电压范围之内才能得到有效的转换结果。

3. 参数I_{ADC12}不包括参考电压的电流。

4. 参考电压模块的电流由AVCC提供，此电流与ADC12ON无关，直到转换开始。在A/D转换开始之前就应设置REFON位使内建参考电压模块开始工作。

12位ADC，外部基准模块

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
正外部基准电压输入	V _{eREF+} V _{eREF+} > V _{REF-} /V _{eREF-} (见注2)	1.4		V _{AVCC}	V
负外部基准电压输入	V _{REF-} /V _{eREF-} V _{eREF+} > V _{REF-} /V _{eREF-} (见注3)	0		1.2	V
外部基准电压差分输入	(V _{eREF+} - V _{REF-} /V _{eREF-}) V _{eREF+} > V _{REF-} /V _{eREF-} (见注4)	1.4		V _{AVCC}	V
静态输入电流	I _{VeREF+} 0V ≤ V _{eREF+} ≤ V _{AVCC} VCC=2.2V/3 V			±1	uA
静态输入电流	I _{VREF-/VeREF-} 0V ≤ V _{eREF-} ≤ V _{AVCC} VCC=2.2V/3 V			±1	uA

注：1. 外部基准是在转换期间给电容阵列进行充电和放电。在转换期间对于外部基准来说，输入电容C_i是动态负载。基准电压的动态阻抗应该与模拟源阻抗的推荐值相匹配，使充电时达到12位的建立精度。

2. 精度限制了正的外部基准电压的最小值，减小精度要求可以使用更低的基准电压。

3. 精度限制了负的外部基准电压的最大值，减小精度要求可以使用更大的基准电压。

4. 精度限制了外部基准电压的差值，减小精度要求可以使用更小差值的基准电压。

12位ADC，内部基准

参数	测试条件	电源电压	最小	典型	最大	单位
正内置基准电压	REF2_5V = 1, $I_{VREF+} \leq I_{VREF+max}$	3V	2.4	2.5	2.6	V
	REF2_5V = 0, $I_{VREF+} \leq I_{VREF+max}$	2.2 V/3 V	1.44	1.5	1.56	
正内置基准电压有效的最小电源电压	REF2_5V = 0, $I_{VREF+} \leq 1mA$		2.2			V
	REF2_5V = 1, $I_{VREF+} \leq 0.5mA$		$V_{REF+}+0.15$			
	REF2_5V = 1, $I_{VREF+} \leq 1mA$		$V_{REF+}+0.15$			
VREF+端的负载电流	I_{VREF+}	2.2 V	0.01		-0.5	mA
		3V			-1	
VREF+端的负载调制电流	$I_{L(VREF)+}$	$I_{VREF+} = 500 \mu A \pm 100 \mu A$, 模拟输入电压~0.75 V; REF2_5V = 0	2.2 V		± 2	LSB
		$I_{VREF+} = 500 \mu A \pm 100 \mu A$, 模拟输入电压~1.25 V; REF2_5V = 1	3V		± 2	LSB
		$I_{VREF+} = 500 \mu A \pm 100 \mu A$, 模拟输入电压~1.25 V; REF2_5V = 1	3V		± 2	LSB
VREF+端的负载调制时间	$t_{DL(VREF)+}$	$I_{VREF+} = 100 \mu A \rightarrow 900 \mu A$, $C_{VREF+} = 5 \mu F$, 模拟输入电压~0.5VREF+ 转换结果误差 $\leq 1LSB$	3V		20	ns
VREF+端的外接电容 (见注 1)	C_{VREF+}	REFON =1, $0 mA \leq I_{VREF+} \leq I_{VREF+max}$	2.2 V/3 V	5	10	μF
内置基准的温度系数	T_{REF+}	I_{VREF+} 是一个常数, 范围在 $0 mA \leq I_{VREF+} \leq 1 mA$	2.2 V/3 V		± 100	ppm/ $^{\circ}C$
内置基准的建立时间 (见注 2)	t_{REFON}	$I_{VREF+} = 0.5 mA$, $C_{VREF+} = 10\mu F$, $V_{REF+} = 1.5 V$	2.2 V		17	ms

注: 1. 内部的缓冲放大器和精度要求需要一个外部电容，所有的INL和DNL测试在VREF+和AVSS以及VREF-/VREF-和AVSS之间接有两个电容：一个10uF的钽电容和100nF的陶瓷电容。

2. 测试条件为：在tREFON开启之后转换误差小于 $\pm 0.5 LSB$ 时的时间，建立时间取决于外部电容负载。

12位ADC，时序参数

参数	测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
fADC12CLK	保证 ADC 线性参数的准确性	2.2V/3V	0.45	5	6.3	MHz
内部 ADC12 振荡器	fADC12OSC	ADC12DIV=0, fADC12CLK=fADC12OSC	2.2V/3V	3.7	6.3	MHz
转换时间	tCONVERT	$C_{VREF+} \geq 5 \mu F$, 内部振荡器, fADC12OSC = 3.7 MHz - 6.3 MHz	2.2V/3V	2.06	3.51	ns
		外部 fADC12CLK 来自 ACLK, MCLK 或 SMCLK; ADC12SSEL $\neq 0$				μs

参数		测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
ADC 的 开启时间	t_{ADC12ON}	注 1				100	ns
采样时间	t_{sample}	$R_S = 400 \Omega$, $R_I = 1000 \Omega$, $C_I = 30 \text{ pF}$, $\tau = [R_S + R_I] \times C_I$ (注 2)	3V	1220			ns
			2.2V	1400			ns

注：1. ADC12ON开启后转换误差小于 ± 0.5 LSB的时间为 t_{ADC12ON} 。基准电压和输入信号已经建立。

2. 大概经过 10τ 时间后误差小于 ± 0.5 LSB, $t_{\text{sample}} = \ln(2^{n+1}) \times (R_S + R_I) \times C_I + 800 \text{ ns}$ ($n=\text{ADC分辨}=12, R_S=\text{输入电阻}$)

12位ADC，线性参数

参数		测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
积分非线性 误差	E_I	$1.4 \text{ V} \leq (V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}}) \min \leq 1.6 \text{ V}$	2.2 V/			± 2	LSB
		$1.6 \text{ V} < (V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}}) \min \leq [V_{\text{AVCC}}]$	3 V			± 1.7	
微分非线性 误差	E_D	$(V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}}) \min \leq (V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}})$, $C_V\text{REF}+ = 10 \mu\text{F}$ (钽) and 100 nF (陶瓷)	2.2 V/ 3 V			± 1	LSB
失调误差	E_O	$(V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}}) \min \leq (V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}})$, 内部源阻抗 $R_S < 100 \Omega$, $C_V\text{REF}+ = 10 \mu\text{F}$ (钽) and 100 nF (陶瓷)	2.2 V/ 3 V		± 2	± 4	LSB
增益误差	E_G	$(V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}}) \min \leq (V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}})$, $C_V\text{REF}+ = 10 \mu\text{F}$ (钽) and 100 nF (陶瓷)	2.2 V/ 3 V		± 1.1	± 2	LSB
总不可调整 误差	E_T	$(V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}}) \min \leq (V_{\text{REF}+} - V_{\text{REF-}}/V_{\text{REF-}})$, $C_V\text{REF}+ = 10 \mu\text{F}$ (钽) and 100 nF (陶瓷)	2.2 V/ 3 V		± 2	± 5	LSB

12位ADC，温度传感器和内建中间电压 V_{MID}

参数		测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
AV _{CC} 端的电流 (见注 1)	I_{SENSOR}	REFON = 0, INCH = 0Ah, ADC12ON=NA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	2.2 V		40	120	μA
			3 V		60	160	
V_{SENSOR}		ADC12ON = 1, INCH = 0Ah, $T_A = 0^\circ\text{C}$	2.2 V		986	$986 \pm 5\%$	mV
			3 V		986	$986 \pm 5\%$	
T_{SENSOR}		ADC12ON = 1, INCH = 0Ah	2.2 V		3.55	$3.55 \pm 3\%$	$\text{mV}/^\circ\text{C}$
			3 V		3.55	$3.55 \pm 3\%$	
选择通道 10 需 要的采样时间 (见注 2)	$t_{\text{SENSOR(sample)}}$	ADC12ON = 1, INCH = 0Ah, 转换误差 $\leq 1 \text{ LSB}$	2.2 V	30			μs
			3 V	30			

参数		测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
通道 11 所分的电流	I_{VMID}	ADC12ON = 1, INCH = 0Bh, (见注3)	2.2 V			NA	uA
			3 V			NA	
AV _{CC} 在通道 11 所分的电压	V_{MID}	ADC12ON = 1, INCH = 0Bh, V_{MID} is ~ 0.5 x VAVCC	2.2 V		1.1	1.1±0.04	V
			3 V		1.5	1.5±0.04	
选择通道 11 需要的采样时 间	$t_{VMID(sample)}$	ADC12ON = 1, INCH = 0Bh, 转换误差 ≤ 1 LSB	2.2 V	1400			ns
			3 V	1220			

注：1.如果(ADC12ON = 1、REFON=1)或者 (ADC12ON=1、INCH=0Ah以及采样信号为高时)，将产生传感器电流 I_{SENSOR} 。磁电流包含了通过传感器和基准的电流。

2.传感器的典型等效阻抗为51kΩ，采样时间包含了传感器开启的时间 $t_{SENSOR(on)}$ 。

3. V_{MID} 只在采样过程中使用，不会产生多余的电流。

4.采样时间 $t_{VMID(sample)}$ 已经包含了开启时间 $t_{VMID(on)}$ ，不需要额外的时间。

Flash存储器

参 数		测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
编程、擦除时工作电压	$V_{CC(PGM/ERASE)}$			2.7		3.6	V
Flash 编程时序产生频率	f_{FTGP}			257		476	kHz
Flash 擦除时序产生频率	f_{FTGE}			15		100	kHz
编程时 DVCC 端的电流	I_{PGM}		2.7 V/ 3.6 V		3	5	mA
擦除时 DVCC 端的电流	I_{ERASE}		2.7 V/ 3.6 V		3	7	mA
累计编程时间	t_{CPT}	见注1	2.7 V/ 3.6 V			10	ms
累计大规模擦除时间	$t_{CMErase}$	见注2	2.7 V/ 3.6 V	200			ms
编程/擦除持续时间				10 ⁴	10 ⁵		cycles
数据保存周期	$t_{Retention}$	T _J = 25°C		100			years
字编程时间	t_{Word}	见注3			35		t_{FTG}
第一个字的块编程时间	$t_{Block, 0}$				30		
每一个附加字的块编程时间	$t_{Block, 1-63}$				21		
块编程结束序列等待时间	$t_{Block, End}$				6		
大规模擦除时间	$t_{Mass Erase}$				5297		
段擦除时间	$t_{Seg Erase}$				4819		

- 注：1. 对一个64位的Flash模块写入时，不能超过累计编程时间。此参数适用于所有的flash编程方法。
2. 大规模擦除时间是由Flash时序决定的，至少 $11.1\text{ms}(=5297 \times 1/f_{\text{FTG}}$ ，最大值 $=5297 \times 1/476\text{kHz}$)。
3. 这些值已经固化到Flash控制器的状态机中。
4. 片内擦除频率不能高于100K。
5. 片内编程只能以字的格式编程，不能以字节的格式编程。
6. 信息存储区只有 A 段（128 字节），没有 B 段。
7. 主存储区每段 2048 字节，而不是 512 字节。

JTAG，接口

参 数		测试条件	电源电压	最小值	典型值	最大值	单位
TCK 输入频率	f_{TCK}	见注1	2.2 V	0		5	MHz
			3 V	0		10	MHz
TMS, TCK, TDI/TCLK 接口的内部上拉电阻	R_{Internal}	见注2	2.2 V/ 3 V	25	60	90	kΩ

注：1. f_{TCK} 也可能被所选择模块的时序要求所限制。

2.TMS, TDI/TCLK和TCK的上拉电阻芯片已经集成。

JTAG，熔丝（见注1）

参 数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
烧断熔丝需要的电源电压	$V_{\text{CC(FB)}}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	2.5			V
烧断熔丝需要的 TDI/TCLK 的电压水平	V_{FB}		6		7	V
烧断熔丝需要的 TDI/TCLK 的电流	I_{FB}				100	mA
烧断熔丝需要的时间	t_{FB}				1	ms

注：1.一旦熔丝烧断，就再也不可能连接到MS616F22的JTAG/Test，仿真特性也将失去。JTAG模块切换为旁路模式。

TDC直流特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
32kHz 晶振电流	I_{32}	$I_{CC}+I_{IO}$, 仅 32kHz 晶振工作		1		uA
4MHz 晶振电流	I_{HS}	$V_{CC}=V_{IO}=3.6V$		200		uA
		$V_{CC}=V_{IO}=3.0V$		130		uA
		关闭时		<1		uA
时间测量单元电流	I_{tmu}	仅当时间测量开启		4		mA
静态电流	I_{ddq}	所有时钟关闭, @85°C		<0.1		uA
操作电流	I_O	TOF-UP/DOWN, 1/s		1.1		uA
		常温, PT1000, 1/30s		0.15		
温度测量电流	I_T	每 30 秒一次		0.085		uA
模拟部分电流	I_{ana}	开启模拟部分		0.8		mA
总电流	I_{total}	每秒 2 次时间测量		2.3		uA
		每 30 秒一次温度测量				
输出高电压	V_{OH}	$I_{OH}=tbd\text{ mA}$ $V_{IO}=\text{Min.}$	$0.8V_{IO}$			V
输出低电压	V_{OL}	$I_{OL}=tbd\text{ mA}$, $V_{IO}=\text{Min}$			$0.2V_{IO}$	V
输入高电压	V_{IH}	LVTTL, $V_{IO}=\text{Max.}$	$0.7V_{IO}$			V
输入低电压	V_{IL}	LVTTL, $V_{IO}=\text{Min.}$			$0.3V_{IO}$	V
施密特触发高电平电压	V_{th}		$0.7V_{IO}$			V
施密特触发低电平电压	V_{tl}				$0.3V_{IO}$	V
施密特触发器阈值	V_h			0.28		V

TDC模拟电路前端

参 数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
比较器输入电压漂移 (斩波稳定)				<1	2	mV
STOP1/STOP2 输入的模拟开关 开启时的阻抗	$R_{dson(AS)}$			200		Ω
FIRE_UP, FIRE_DOWN 输出缓存 开启时的开启阻抗	$R_{dson(FIRE)}$	对称输出, $R_{dson(HIGH)}=R_{dson(LOW)}$		4		Ω
FIRE_UP, FIRE_DOWN 输出缓存的 输出电流	I_{FIRE}			96		mA

TDC时间测量单元

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
测量分辨率	LSB	测量范围 1&2		75		ps
		DOUBLE_RES = 0				
		DOUBLE_RES = 1		37		
		测量模式 2: QUAD_RES = 1		19		
标准偏差	σ	测量范围 1&2		t.b.d		ps
		DOUBLE_RES = 0				
		DOUBLE_RES = 1				
		测量模式 2: QUAD_RES = 1		t.b.d		
测量范围	t_m	测量范围 1	3.5ns		2.4 μ s	
		测量范围 2 (4M 高速时钟)	500ns		4ms	
积分非线性度	INL			<0.1		LSB
微分非线性度	DNL			<0.1		LSB

TDC温度测量单元¹

参数		测试条件				单位
		内部施密特触发器		外部施密特触发器 ²		
		PT500	PT1000	PT500	PT1000	
分辨率 RMS		17.5	17.5	16.0	16.0	Bit
SNR		105	105	96	96	dB
绝对增益 ³		0.9912	0.9931	0.9960	0.9979	
绝对增益 vs. V_{io} ³	3.6V	0.9923	0.9940	0.9962	0.9980	
	3.0V	0.9912	0.9931	0.9960	0.9979	
	2.5V	0.9895	0.9915	0.9956	0.9979	
增益漂移 vs. V_{io}		0.25	0.23	0.06	0.04	%/V
最大增益误差 @ $d \Theta = 100$ K		0.05%	0.05%	0.02%	<0.01%	
增益漂移 vs. 温度		0.022	0.017	0.012	0.0082	%/10K
增益漂移 vs. V_{io}				0.08		%/V
初始零点漂移		<20	<10	<20	<10	mK
零点漂移 vs. 温度		<0.05	<0.03	<0.012	<0.082	mK/°C
PSRR			>100			dB

- 注：1. 所有测量全部在 3.0 V 获得, $C_{load} = 100 \text{ nF}$ 用于 PT1000, 而 200 nF 用于 PT500 (COG-类型)。
2. 应用外部 74AHC14 施密特触发器。
3. 与一个理想的增益为1的情况相比较。

TDC时钟振荡器

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
32kHz 参考晶振时钟	Clk ₃₂		32.768		kHz
32kHz 晶振在上电后起振时间	t _{32st}		3		s
高速晶振参考时钟	Clk _{HS}	2	4	8	MHz
陶瓷晶振起振时间	t _{oszst}		100		μs
石英晶振起振时间	t _{oszst}		1		ms

TDC串行接口

参数	符号	最大值		单位
		VCC=2.5V	VCC=3.3V	
串行时钟频率	f _{clk}	15	20	MHz
串行时钟, 脉冲高	t _{pwh}	30	25	ns
串行时钟, 脉冲低	t _{pwl}	30	25	ns
SSN 开启到时钟沿有效	t _{susssn}	40	10	ns
SSN 在写循环之间的脉冲宽度	t _{pwssn}	50	40	ns
SSN 在 SCK 下降沿后的保持时间	t _{hssn}	40	25	ns
数据有效到 SCK 下降沿的时间	t _{sud}	5	5	ns
数据在 SCK 下降沿后的保持时间	t _{hd}	5	5	ns
SCK 上升沿到数据有效的时间	t _{vd}	20	16	ns

串行接口 (SPI 兼容, 时钟相位 =1, 时钟极性 =0):

串行接口是与 4 线制 SPI 兼容的, 它需要一个 SerialSelectNot (SSN)信号, 从而不能够工作在 3-线制 SPI 接口。

第一个 SCK 的上升沿将会复位 INTN 管脚(中断管脚)状态。

从最高位(MSB)开始传输以最低位(LSB)结束。传输是以字节方式完成的。数据传输可以在每个字节后停止, 通过给 SSN 发送一个 LOW-HIGH-LOW 的电平。

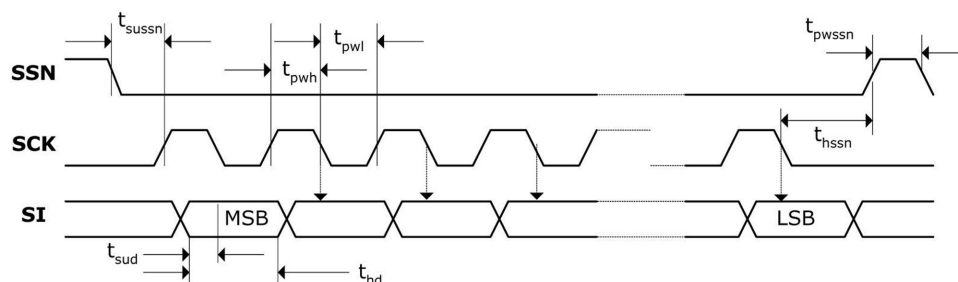


图 1. SPI 写时序

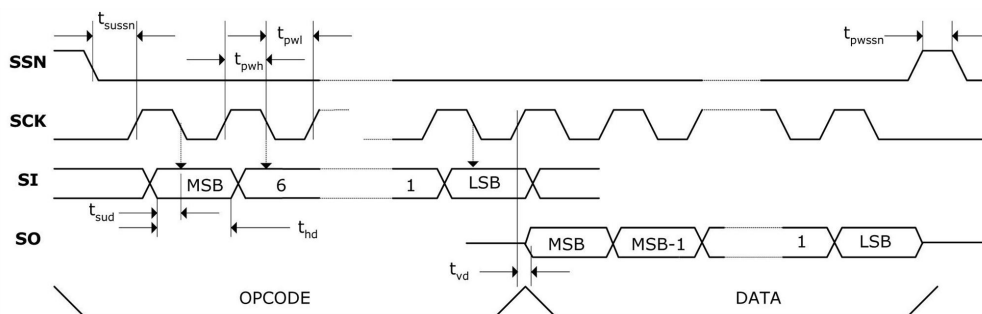


图 2. SPI 读时序

关闭 STOP 通道的时序

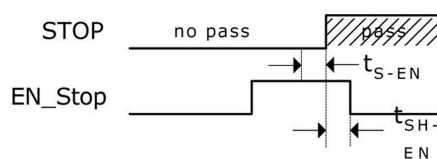


图3. 关闭STOP通道时序

参数	符号	最小值	最大值	单位
使能建立时间	t_{S-EN}	t.b.d.	-	ns
使能保持时间	t_{SH-EN}	t.b.d.	-	ns

系统复位时序

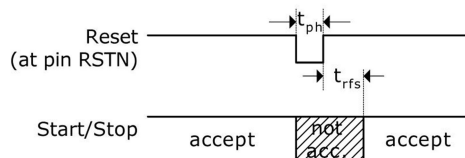
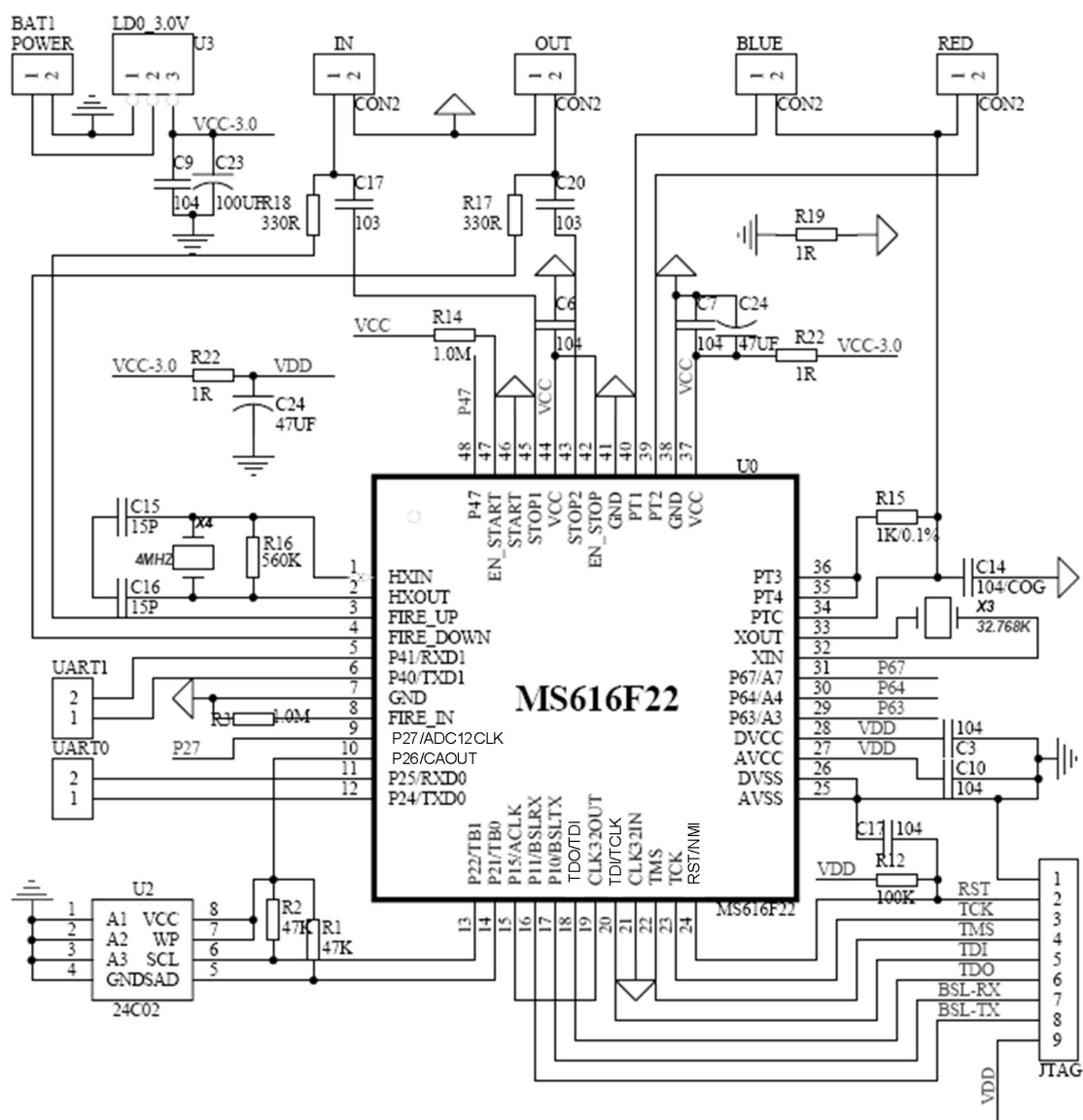


图 4. 系统复位时序

参数	符号	最小值	最大值	单位
复位脉冲宽度	t_{ph}	t.b.d.	-	ns
在复位脉冲上升沿后可以接收脉冲的时间间隔	t_{rfs}	t.b.d.	-	ns

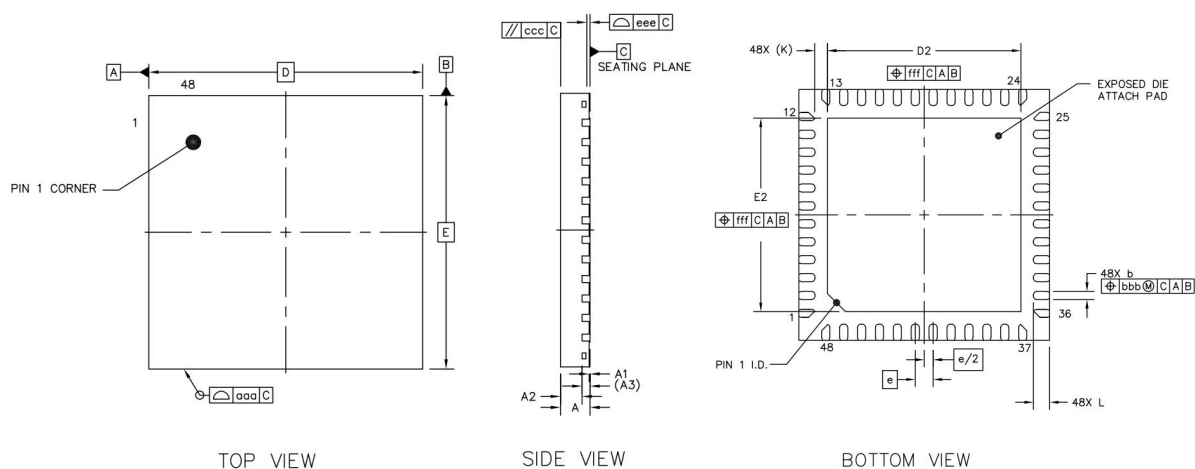
注：在上电复位后,至少要等待500μs才可以启动模拟电路部分。

典型应用图



封装外形图

QFN48 (07X07) (背部帶散熱片)



		符号	最小	典型	最大
TOTAL THICKNESS		A	0.7	0.75	0.8
STAND OFF		A1	0	0.02	0.05
MOLD THICKNESS		A2		0.55	
L/F THICKNESS		A3	0.203 REF		
LEAD WIDTH		b	0.18	0.23	0.28
BODY SIZE	X	D	7 BSC		
	Y	E	7 BSC		
LEAD PITCH		e	0.5 BSC		
EP SIZE	X	D2	5.3	5.4	5.5
	Y	E2	5.3	5.4	5.5
LEAD LENGTH		L	0.35	0.45	0.55
LEAD TIP TO EXPOSED PAD EDGE		K	0.35 REF		
PACKAGE EDGE TOLERANCE		aaa	0.1		
MOLD FLATNESS		ccc	0.1		
COPLANARITY		eee	0.08		
LEAD OFFSET		bbb	0.1		
EXPOSED PAD OFFSET		fff	0.1		

印章与包装规范

1. 印章内容介绍



产品型号：MS616F22

生产批号：XXXXXX

2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

3. 包装规范说明

型号	封装形式	只/卷	卷/盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS616F22	QFN48	2000	1	2000	8	16000

声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。
- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失！
- 产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！



MOS电路操作注意事项

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电的影响而引起的损坏：

- 1、操作人员要通过防静电腕带接地。
- 2、设备外壳必须接地。
- 3、装配过程中使用的工具必须接地。
- 4、必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号
高新软件园 9 号楼 701 室



[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)