

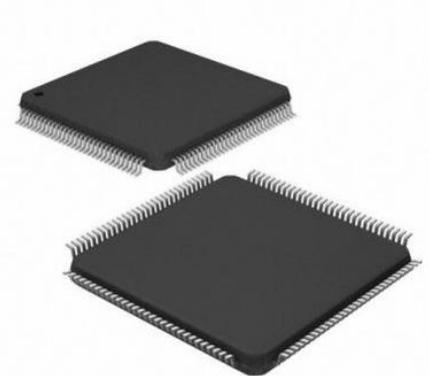
微控制器（MCU）电路

产品简述

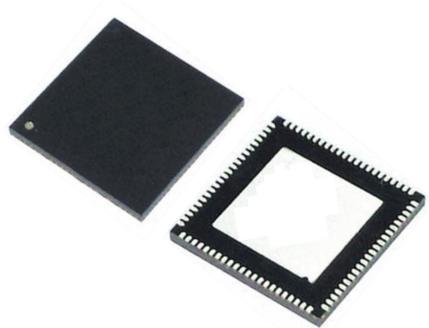
MS616F512是一款低功耗16位RISC的MCU。MS616F512具有五种低功耗模式，可以大大延长便携式设备中的电池寿命。数字振荡器可以在6 μ s内将CPU从低功耗模式中唤醒。

主要特点

- 低电源电压范围，1.8V-3.6V
- 超低功耗
 - 工作状态：280 μ A（1MHz，2.2V）
 - 待机状态：1.1 μ A
 - 关机状态（RAM保持）：0.1 μ A
- 五种省电模式
- 可在6 μ s内从待机模式到唤醒模式
- 16位精简指令集架构，125ns指令周期
- 16位定时器A具有3个捕获比较寄存器
- 16位定时器B具有7个捕获比较寄存器
- 片内集成一个比较器
- 串行通信接口（USART），可选同步或异步模式
- 低电压检测模块
- 可通过JTAG、BSL对Flash在线编程
- 支持片内编程与擦除
- 集成多达160段LCD驱动模块
- 2KB的RAM
- 62KB+128B的Flash存储空间



LQFP100L



QFN88

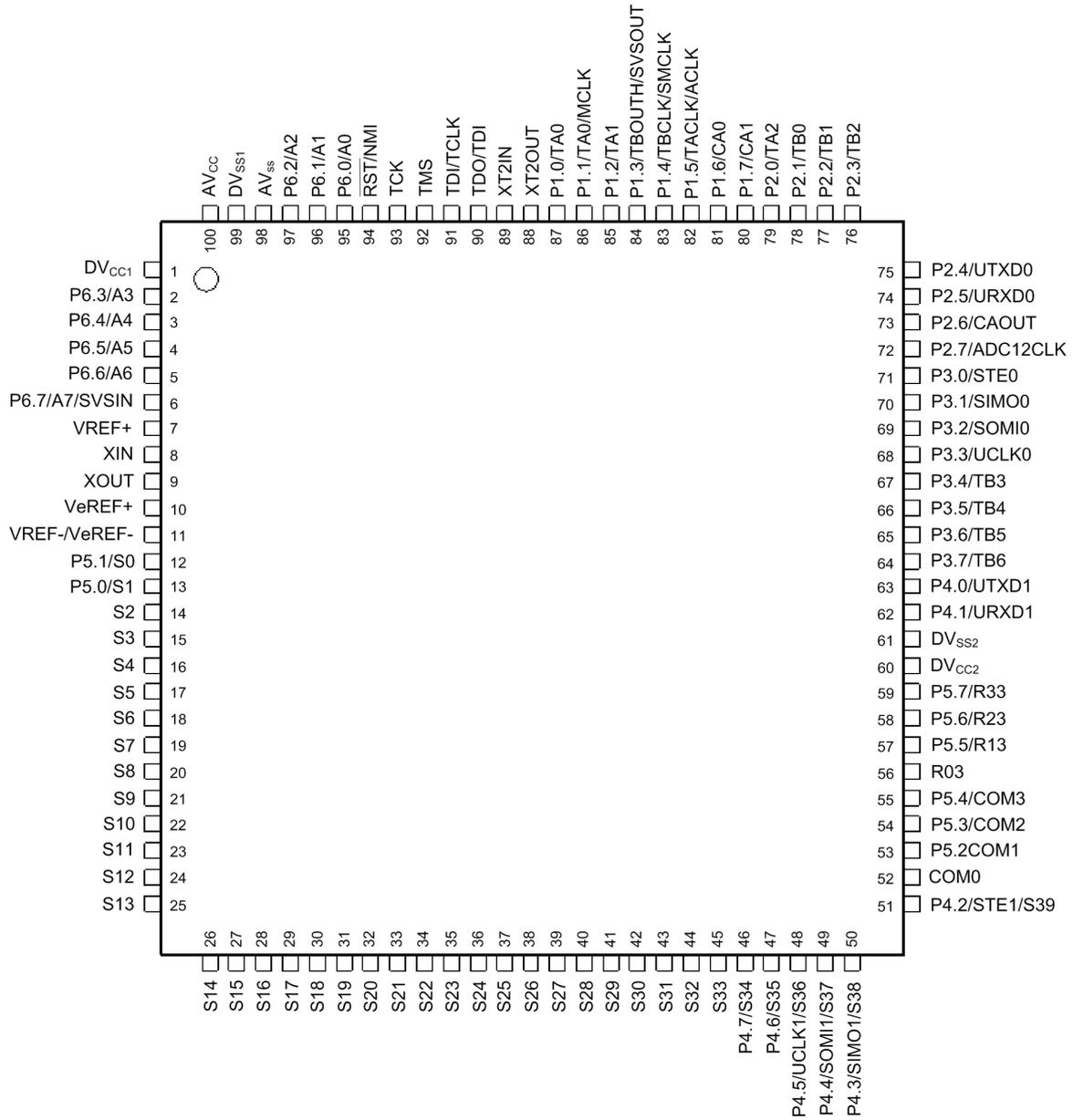
应用

- 测量领域
- 工业控制领域

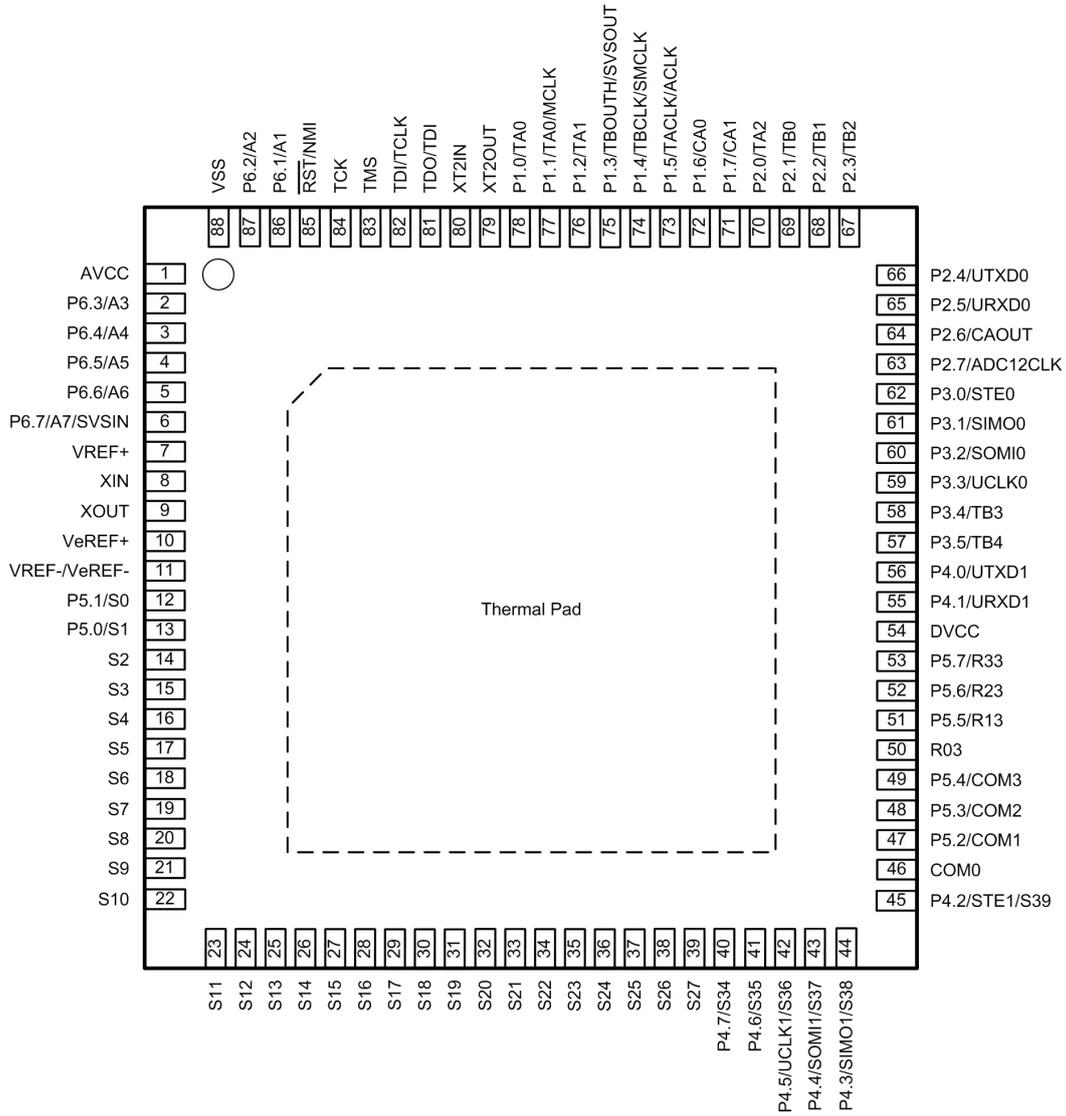
产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS616F512	LQFP100L	MS616F512
MS616F512N	QFN88	MS616F512N

管脚图



LQFP100L



QFN88

管脚说明

MS616F512

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	DVCC1	P	数字电源电压正端
2	P6.3/A3	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A3
3	P6.4/A4	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A4
4	P6.5/A5	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A5
5	P6.6/A6	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A6
6	P6.7/A7/SVSIN	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A7/电源电压监测 (SVS) 的模拟输入
7	VREF+	O	ADC 内部基准电压的正输出端
8	XIN	I	晶体振荡器 XT1 输入端, 可以连接标准晶振和时钟晶振
9	XOUT	O	晶体振荡器 XT1 输出端
10	VeREF+	I	ADC 外部基准电压输入端
11	VREF-/VeREF-	I	ADC 基准电压负端, 包括内部和外部基准
12	P5.1/S0	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 0
13	P5.0/S1	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 1
14	S2	O	LCD 段输出 2
15	S3	O	LCD 段输出 3
16	S4	O	LCD 段输出 4
17	S5	O	LCD 段输出 5
18	S6	O	LCD 段输出 6
19	S7	O	LCD 段输出 7
20	S8	O	LCD 段输出 8
21	S9	O	LCD 段输出 9
22	S10	O	LCD 段输出 10
23	S11	O	LCD 段输出 11
24	S12	O	LCD 段输出 12
25	S13	O	LCD 段输出 13
26	S14	O	LCD 段输出 14
27	S15	O	LCD 段输出 15

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
28	S16	O	LCD 段输出 16
29	S17	O	LCD 段输出 17
30	S18	O	LCD 段输出 18
31	S19	O	LCD 段输出 19
32	S20	O	LCD 段输出 20
33	S21	O	LCD 段输出 21
34	S22	O	LCD 段输出 22
35	S23	O	LCD 段输出 23
36	S24	O	LCD 段输出 24
37	S25	O	LCD 段输出 25
38	S26	O	LCD 段输出 26
39	S27	O	LCD 段输出 27
40	S28	O	LCD 段输出 28
41	S29	O	LCD 段输出 29
42	S30	O	LCD 段输出 30
43	S31	O	LCD 段输出 31
44	S32	O	LCD 段输出 32
45	S33	O	LCD 段输出 33
46	P4.7/S34	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 34
47	P4.6/S35	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 35
48	P4.5/UCLK1/S36	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 时钟主出从进/LCD 段输出 36
49	P4.4/SOMI1/S37	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 主进从出端/LCD 段输出 37
50	P4.3/SIMO1/S38	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 主出从进端/LCD 段输出 38
51	P4.2/STE1/S39	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 从属传输使能/LCD 段输出 39
52	COM0	O	LCD 公共输出 0

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
53	P5.2/COM1	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 公共输出 1
54	P5.3/COM2	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 公共输出 2
55	P5.4/COM3	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 公共输出 3
56	R03	I	LCD 模拟电平输入端 0
57	P5.5/R13	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 模拟电平输入端 1
58	P5.6/R23	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 模拟电平输入端 2
59	P5.7/R33	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 模拟电平输出端口
60	DVCC2	P	数字电源电压正端
61	DVSS2	P	数字电源电压负端
62	P4.1/URXD1	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART1 接收数据输入
63	P4.0/RTXD1	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART1 发送数据输出
64	P3.7/TB6	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR6 的捕获输入： CCI6A/CCI6B，比较输出：OUT6
65	P3.6/TB5	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR5 的捕获输入： CCI5A/CCI5B，比较输出：OUT5
66	P3.5/TB4	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR4 的捕获输入： CCI4A/CCI4B，比较输出：OUT4
67	P3.4/TB3	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR3 的捕获输入： CCI3A/CCI3B，比较输出：OUT3
68	P3.3/UCLK0	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 时钟主出从进
69	P3.2/SOMIO	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 主进从出端
70	P3.1/SIM00	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 主出从进端
71	P3.0/STE0	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 从使能输入
72	P2.7/ADC12CLK	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 的转换时钟
73	P2.6/CAOUT	I/O	通用数字 I/O 接口/比较器 A 的输出
74	P2.5/URXD0	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART0 的数据输入端
75	P2.4/UTXD0	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART0 的数据输出端
76	P2.3/TB2	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR2 的捕获输入： CCI2A/CCI2B，比较输出：OUT2

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
77	P2.2/TB1	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR1 的捕获输入：CCI1A/CCI1B，比较输出：OUT1
78	P2.1/TB0	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR0 的捕获输入：CCI0A/CCI0B，比较输出：OUT0
79	P2.0/TA2	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入：CCI2A，比较输出：OUT2
80	P1.7/CA1	I/O	通用数字 I/O 接口/比较器 A 输入
81	P1.6/CA0	I/O	通用数字 I/O 接口/比较器 A 输入
82	P1.5/TACLK/ ACLK	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 时钟信号 TACLK 的输入/辅助时钟 ACLK 输出
83	P1.4/TBCLK/ SMCLK	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B 时钟信号 TBCLK 的输入/系统子时钟 SMCLK 输出
84	P1.3/TBOUTH/ SVSOUT	I/O	通用数字 I/O 接口/将定时器 B (TB0-TB6) 所有 PWM 数字输出端口切换到高阻态/SVS 比较器输出
85	P1.2/TA1	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入：CCI1A，比较输出：OUT1
86	P1.1/TA0/ MCLK	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入：CCI0B/主时钟 MCLK 输出
87	P1.0/TA0	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入：CCI0A，比较输出：OUT0
88	XT2OUT	O	晶体振荡器 XT2 输出端
89	XT2IN	I	晶体振荡器 XT2 输入端，只能接标准振荡器
90	TDO/TDI	I/O	测试数据输出。JTAG 数据输出/JTAG 数据输入
91	TDI/TCLK	I	测试数据或时钟输入。JTAG 数据输入/TCLK 输入。芯片保护熔丝连接到 TDI/TCLK
92	TMS	I	测试模式选择。TMS 用作 JTAG 编程和测试的输入端口
93	TCK	I	测试时钟。TCK 是 JTAG 编程和测试的时钟输入端口
94	RST/NMI	I	复位输入/不可屏蔽中断输入端口
95	P6.0/A0	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A0
96	P6.1/A1	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A1

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
97	P6.2/A2	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A2
98	AVSS	P	模拟电源电压负端
99	DVSS1	P	数字电源电压正端
100	AVCC	P	模拟电源电压正端

MS616F512N

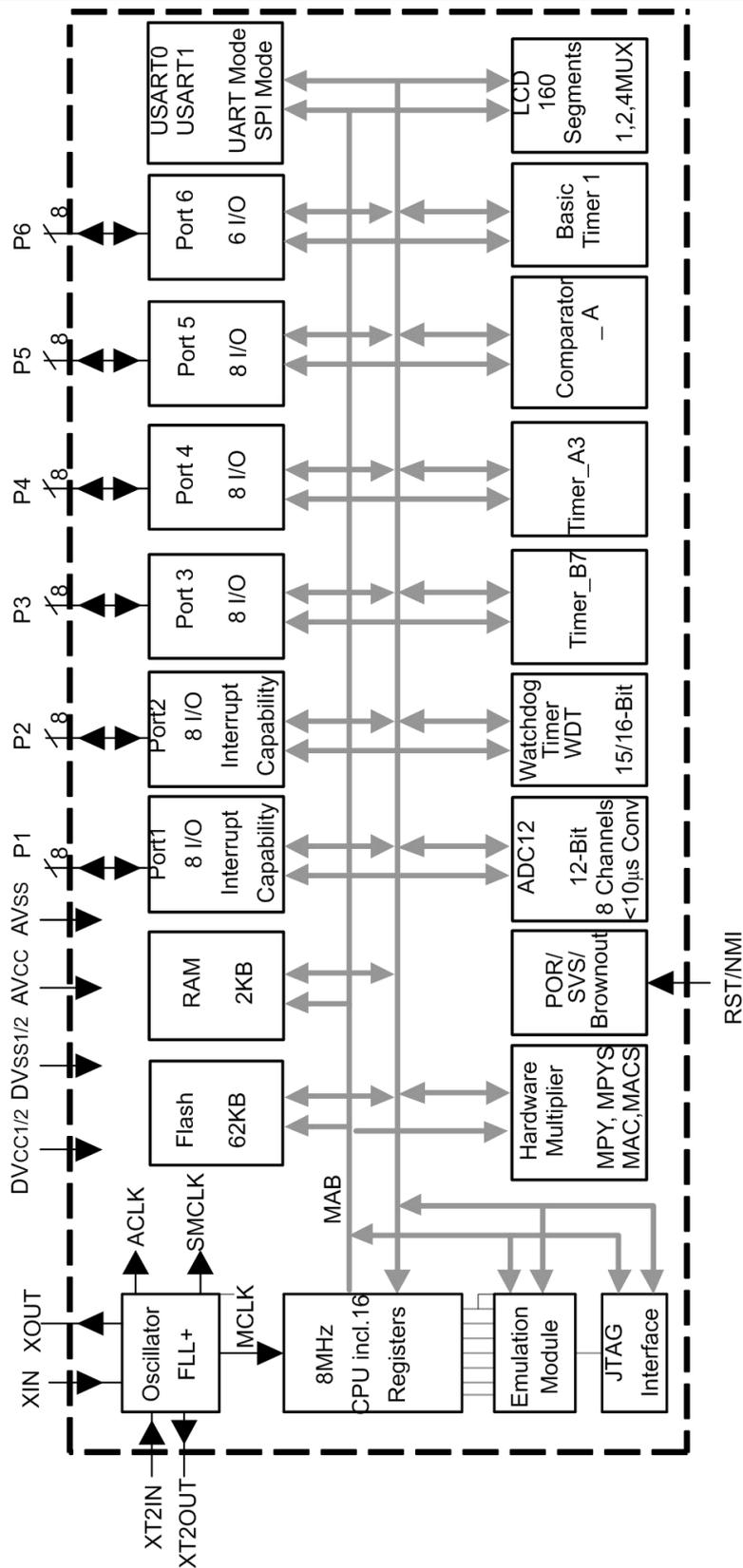
管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	AVCC	P	模拟电源电压正端
2	P6.3/A3	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A3
3	P6.4/A4	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A4
4	P6.5/A5	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A5
5	P6.6/A6	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A6
6	P6.7/A7/SVSIN	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A7/电源电压监测 (SVS) 的模拟输入
7	VREF+	O	ADC 内部基准电压的正输出端
8	XIN	I	晶体振荡器 XT1 输入端, 可以连接标准晶振和时钟晶振
9	XOUT	O	晶体振荡器 XT1 输出端
10	VeREF+	I	ADC 外部基准电压输入端
11	VREF-/VeREF-	I	ADC 基准电压负端, 包括内部和外部基准
12	P5.1/S0	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 0
13	P5.0/S1	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 1
14	S2	O	LCD 段输出 2
15	S3	O	LCD 段输出 3
16	S4	O	LCD 段输出 4
17	S5	O	LCD 段输出 5
18	S6	O	LCD 段输出 6
19	S7	O	LCD 段输出 7
20	S8	O	LCD 段输出 8
21	S9	O	LCD 段输出 9
22	S10	O	LCD 段输出 10
23	S11	O	LCD 段输出 11

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
24	S12	O	LCD 段输出 12
25	S13	O	LCD 段输出 13
26	S14	O	LCD 段输出 14
27	S15	O	LCD 段输出 15
28	S16	O	LCD 段输出 16
29	S17	O	LCD 段输出 17
30	S18	O	LCD 段输出 18
31	S19	O	LCD 段输出 19
32	S20	O	LCD 段输出 20
33	S21	O	LCD 段输出 21
34	S22	O	LCD 段输出 22
35	S23	O	LCD 段输出 23
36	S24	O	LCD 段输出 24
37	S25	O	LCD 段输出 25
38	S26	O	LCD 段输出 26
39	S27	O	LCD 段输出 27
40	P4.7/S34	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 34
41	P4.6/S35	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 段输出 35
42	P4.5/UCLK1/S36	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 时钟主出从进/LCD 段输出 36
43	P4.4/SOMI1/S37	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 主进从出端/LCD 段输出 37
44	P4.3/SIMO1/S38	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 主出从进端/LCD 段输出 38
45	P4.2/STE1/S39	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART1 从属传输使能/LCD 段输出 39
46	COM0	O	LCD 公共输出 0
47	P5.2/COM1	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 公共输出 1
48	P5.3/COM2	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 公共输出 2

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
49	P5.4/COM3	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 公共输出 3
50	R03	I	LCD 模拟电平输入端 0
51	P5.5/R13	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 模拟电平输入端 1
52	P5.6/R23	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 模拟电平输入端 2
53	P5.7/R33	I/O	通用数字 I/O 接口/LCD 模拟电平输出端口
54	DVCC	P	数字电源电压正端
55	P4.1/URXD1	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART1 接收数据输入
56	P4.0/RTXD1	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART1 发送数据输出
57	P3.5/TB4	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR4 的捕获输入： CCI4A/CCI4B，比较输出：OUT4
58	P3.4/TB3	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR3 的捕获输入： CCI3A/CCI3B，比较输出：OUT3
59	P3.3/UCLK0	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 时钟主出从进
60	P3.2/SOMI0	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 主进从出端
61	P3.1/SIMO0	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 主出从进端
62	P3.0/STE0	I/O	通用数字 I/O 接口/SPI 模式下 USART0 从使能输入
63	P2.7/ADC12CLK	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 的转换时钟
64	P2.6/CAOUT	I/O	通用数字 I/O 接口/比较器 A 的输出
65	P2.5/URXD0	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART0 的数据输入端
66	P2.4/UTXD0	I/O	通用数字 I/O 接口/UART 模式下 USART0 的数据输出端
67	P2.3/TB2	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR2 的捕获输入： CCI2A/CCI2B，比较输出：OUT2
68	P2.2/TB1	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR1 的捕获输入： CCI1A/CCI1B，比较输出：OUT1
69	P2.1/TB0	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B7 模块 CCR0 的捕获输入： CCI0A/CCI0B，比较输出：OUT0
70	P2.0/TA2	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入：CCI2A，比较 输出：OUT2
71	P1.7/CA1	I/O	通用数字 I/O 接口/比较器 A 输入
72	P1.6/CA0	I/O	通用数字 I/O 接口/比较器 A 输入

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
73	P1.5/TACLK/ ACLK	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 时钟信号 TACLK 的输入/辅助时钟 ACLK 输出
74	P1.4/TBCLK/ SMCLK	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 B 时钟信号 TBCLK 的输入/系统子时钟 SMCLK 输出
75	P1.3/TBOUTH/ SVSOUT	I/O	通用数字 I/O 接口/将定时器 B (TB0-TB6) 所有 PWM 数字输出端口切换到高阻态/SVS 比较器输出
76	P1.2/TA1	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入: CCI1A, 比较输出: OUT1
77	P1.1/TA0/ MCLK	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入: CCI0B/主时钟 MCLK 输出
78	P1.0/TA0	I/O	通用数字 I/O 接口/定时器 A 的捕获输入: CCI0A, 比较输出: OUT0
79	XT2OUT	O	晶体振荡器 XT2 输出端
80	XT2IN	I	晶体振荡器 XT2 输入端, 只能接标准振荡器
81	TDO/TDI	I/O	测试数据输出。JTAG 数据输出/JTAG 数据输入
82	TDI/TCLK	I	测试数据或时钟输入。JTAG 数据输入/TCLK 输入。芯片保护熔丝连接到 TDI/TCLK
83	TMS	I	测试模式选择。TMS 用作 JTAG 编程和测试的输入端口
84	TCK	I	测试时钟。TCK 是 JTAG 编程和测试的时钟输入端口
85	RST/NMI	I	复位输入/不可屏蔽中断输入端口
86	P6.1/A1	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A1
87	P6.2/A2	I/O	通用数字 I/O 接口/12 位 ADC 模拟输入 A2
88	VSS	P	电源电压负端
-	Thermal Pad	-	散热管脚, 连接到 VSS

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。

参数	参数范围	单位
VCC 到 VSS 的电差	-0.3 ~ 4.1	V
输入管脚电压	-0.3 ~ VDD + 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 ~ +85	°C

注：所有的电压以地为参考。JTAG熔丝烧断电压VFB可以工作在最大额定值。当需要烧断熔丝时，由TDI引脚提供电压。

电气参数

推荐工作范围

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VCC	程序执行时	1.8		3.6	V
		程序执行时且 SVS 开启	2.0		3.6	V
		Flash 编程时	2.7		3.6	V
电源电压	VSS		0		0	V
工作温度	TA		-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}	VCC = 3.6V	DC		4	MHz

注：（1）推荐 AVCC 和 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。

供电电流

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
工作模式（注 1） f _{MCLK} =f _{SMCLK} =1MHz， f _{ACLK} =32768Hz XTS_FLL=0, SELM=(0,1)	I _{AM}	TA=-40°C 至 85°C	VCC = 2.2V		280	350	μA
			VCC = 3V		420	560	
低功耗模式（注 1, 4）	I _{LPM0}	TA=-40°C 至 85°C	VCC = 2.2V		32	45	μA
			VCC = 3V		55	70	
低功耗模式（注 2, 4） f _{MCLK} =f _{SMCLK} =0MHz， f _{ACLK} =32768Hz, SCG=0	I _{LPM2}	TA=-40°C 至 85°C	VCC = 2.2V		11	14	μA
			VCC = 3V		17	22	

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
低功耗模式（注 3, 4） $f_{MCLK}=f_{SMCLK}=0\text{MHz}$, $f_{ACLK}=32768\text{Hz}$, SCG=1	I _{LPM3}	VCC = 2.2V	TA=-40°C		1	1.5	μA
			TA=25°C		1.1	1.5	
			TA=60°C		2	3	
			TA=85°C		3.5	6	
		VCC = 3V	TA=-40°C		1.8	2.2	
			TA=25°C		1.6	1.9	
			TA=60°C		2.5	3.5	
			TA=85°C		4.2	7.5	
低功耗模式（注 2, 4） $f_{MCLK}=f_{SMCLK}=0\text{MHz}$, $f_{ACLK}=0\text{Hz}$, SCG=1	I _{LPM4}	VCC = 2.2V	TA=-40°C		0.1	0.5	μA
			TA=25°C		0.1	0.5	
			TA=60°C		0.7	1.1	
			TA=85°C		1.7	3	
		VCC = 3V	TA=-40°C		0.1	0.5	
			TA=25°C		0.1	0.5	
			TA=60°C		0.8	1.2	
			TA=85°C		1.9	3.5	

注：（1）定时器 B 的频率被锁定为 $f_{DCOCLK}=f_{DCO}=1\text{MHz}$ 。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：

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

施密特触发器输入端口 - P1, P2, P3, P4, P5, P6

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

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

参数	符号	测试条件	最小值	最大值	单位
低电平输入电压	V_{IL}	VCC = 2.2V/3V	VSS	VSS + 0.6	V
高电平输入电压	V_{IH}	VCC = 2.2V/3V	0.8VCC	VCC	V

输入端口 - Px.x, TA_x, TB_x

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

注：（1）每次外部信号设置中断标志时的最小时间 $t_{(int)}$ 和时间参数是一体的，虽然触发信号比 $t_{(int)}$ 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， $t_{(int)}$ 以 MCLK 周期为参考来测量的。

漏电流 (注 1, 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。

输出端口 - P1, P2, P3, P4, P5, P6

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

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。

输出频率

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

唤醒模式 LPM3

参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间 $t_{d(LPM3)}$	f = 1MHz	VCC = 2.2V/3V			6	μs
	f = 2MHz				6	μs
	f = 3MHz				6	μs

RAM

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VRAMh	CPU 停止状态 (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	VCC=3V	2.5		VCC+0.2	V
	$V_{(23)}$	P5.6/R23 上的电压		$[V_{(33)} - V_{(03)}] \times \frac{2}{3} + V_{(03)}$			V
	$V_{(13)}$	P5.5/R13 上的电压		$[V_{(33)} - V_{(03)}] \times \frac{2}{3} + V_{(03)}$			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	所有控制端和公共端没有负载，VCC=3V			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	$V_{(Sxx0)}$	$I(Sxx) = -3\mu\text{A}$, VCC=3V		$V_{(03)}$		$V_{(03)} - 0.1$	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

比较器 A (注 1)

参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
$I_{(CC)}$	CAON=1, CARSEL=0, CAREF=0	VCC=2.2V		25	40	μA
		VCC=3V		45	60	μA
$I_{(Refladder/RefDiode)}$	CAON=1, CARSEL=0, CAREF=1/2/3, P1.6/CA0 和 P1.7/CA1 上无负载	VCC=2.2V		30	50	μA
		VCC=3V		45	71	μA
$V_{(Ref025)}$	PCA0=1, CARSEL=1, CAREF=1, P1.6/CA0 和 P1.7/CA1 上无负载	VCC=2.2V/3V	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	VCC=2.2V/3V	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	VCC=2.2V	390	480	540	mV
		VCC=3V	400	490	550	mV
公模输入电压	V_{IC}	CAON=1	VCC=2.2V/3V	0	VCC - 1	V
失调电压	$V_p - V_s$	(2)	VCC=2.2V/3V	-30	30	mV
V_{hys}	CAON=1	VCC=2.2V/3V	0	0.7	1.4	mV
$t_{(response LH)}$	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 无电容; CAF=0	VCC=2.2V	160	210	300	ns
		VCC=3V	80	150	240	ns
	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 有电容; CAF=1	VCC=2.2V	1.4	1.9	3.4	μA
		VCC=3V	0.9	1.5	2.6	μA
$t_{(response HL)}$	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 无电容; CAF=0	VCC=2.2V	130	210	300	ns
		VCC=3V	80	150	240	ns
	TA=25°C, 过驱动电压 10mV, 有电容; CAF=1	VCC=2.2V	1.4	1.9	3.4	μA
		VCC=3V	0.9	1.5	2.6	μA

注: (1) 比较器 A 端口的漏电流已经在 $I_{(kg(Px.x))}$ 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) (注 1)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{d(BOR)}$	Brownout (注 2)				2000	μs
$V_{CC(start)}$		$dVCC/dt \leq 3 V/s$		$0.7V_{(B_IT-)}$		V
$V_{(B_IT-)}$		$dVCC/dt \leq 3 V/s$			1.71	V
$V_{hys(B_IT-)}$		$dVCC/dt \leq 3 V/s$	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 ICC 中, 电压范围为:

$$V_{(B_IT-)} + V_{hys(B_IT-)} \leq 1.8V。$$

(2) 在 $VCC = V_{(B_IT-)} + V_{hys(B_IT-)}$ 之后, CPU 在 $t_{d(BOR)}$ 信号一个周期之后开始执行程序。在 $VCC \geq VCC(min)$

之前, FFL+ 设置不能更改, $VCC(min)$ 是在工作频率时最小的电源电压。

供电电压管理/监测 (SVS)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$t_{(SVSR)}$	$dVCC/dt > 30 V/ms$	5		150	μs	
	$dVCC/dt \leq 30 V/ms$			2000	μs	
$t_{d(SVSON)}$	SVSON, $VLD=0$ 到 $VLD \neq 0$, $VCC = 3 V$	20		150	μs	
t_{settle}	$VLD \neq 0$ (注 2)			12	μs	
$V_{(SVSstart)}$	$VLD \neq 0$, $VCC/dt \leq 3 V/s$		1.55	1.7	V	
$V_{hys(SVS_IT-)}$	$VCC/dt \leq 3 V/s$	VLD=1	70	120	155	mV
		VLD=2-14	$0.004 \times V_{(SVS_IT-)}$		$0.008 \times V_{(SVS_IT-)}$	
	$VCC/dt \leq 3 V/s$, 外部电压加到端口 A7	VLD=15	4.4		10.4	mV
$V_{(SVS_IT-)}$	$VCC/dt \leq 3 V/s$	VLD=1	1.8	1.6	2.05	V
		VLD=2	1.94	2.1	2.25	V
		VLD=3	2.05	2.2	2.37	V
		VLD=4	2.14	2.3	2.48	V
		VLD=5	2.24	2.4	2.6	V

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V _(SVS_IT-)	VCC /dt ≤ 3 V/s	VLD=6	2.33	2.5	2.71	V
		VLD=7	2.46	2.65	2.86	V
		VLD=8	2.58	2.8	3	V
		VLD=9	2.69	2.9	3.13	V
		VLD=10	2.83	3.05	3.29	V
		VLD=11	2.94	3.2	3.42	V
		VLD=12	3.11	3.35	3.61	V
		VLD=13	3.24	3.5	3.76	V
	VLD=14	3.43	3.7	3.99	V	
	VCC/dt ≤ 3 V/s, 外部电压加到端口 A7	VLD=15	1.1	1.2	1.3	V
I _{CC(SVS)} (注 3)	VLD ≠ 0, VCC = 2.2 V/3 V		10	15	μA	

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 之间的一个不同值时，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 ≤ 20	1.06		1.11	
		TAP = 27	1.07		1.17	

参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
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

晶体振荡器, LFXT1 振荡器 (注 1,2)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
集成输入电容	C _{XIN}	OSCCAP _x = 0h, VCC = 2.2 V / 3 V		0		pF
		OSCCAP _x = 1h, VCC = 2.2 V / 3 V		10		pF
		OSCCAP _x = 2h, VCC = 2.2 V / 3 V		14		pF
		OSCCAP _x = 3h, VCC = 2.2 V / 3 V		18		pF
集成输出电容	C _{XOUT}	OSCCAP _x = 0h, VCC = 2.2 V / 3 V		0		pF
		OSCCAP _x = 1h, VCC = 2.2 V / 3 V		10		pF
		OSCCAP _x = 2h, VCC = 2.2 V / 3 V		14		pF
		OSCCAP _x = 3h, VCC = 2.2 V / 3 V		18		pF
XIN 端的输入逻辑	V _{IL}	VCC = 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（32kHz）下，应遵守以下原则

1. 保持 MS616F512 和晶振之间的走线尽可能的短。
2. 晶振管脚附近地线层的良好设计。
3. 避免其他时钟线和数据线与时钟管脚之间的串通。
4. 避免在 PCB 的 XIN 和 XOUT 管脚下以及附近走线。
5. 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。
6. 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，OSCCAP_x=0h，使用推荐的尾部电容值。

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。

UASRT0, USART1 (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	$t_{(r)}$	VCC = 2.2 V, SYNC = 0, UART 模式	200	430	800	ns
		VCC = 3 V, SYNC = 0, UART 模式	150	280	500	ns

注: (1) 加到 USART0/1 接收端的信号应该满足 $t_{(r)}$ 的时序要求, 才能保证 URXS 触发器被设置。URXS 触发器由满足 $t_{(r)}$ 最小时序要求的低电平脉冲所设置, 标志位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 (注 1)

参数		测试条件	VCC	最小值	典型值	最大值	单位
模拟电源电压	AVC C	AVCC 和 DVCC 接在一起, AVSS 和 DVSS 接在一起, $V_{(AVSS)}=V_{(DVSS)}=0V$		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 是端口。模拟输入端口由寄存器 ADC12MCTLx 选择且 P6Sel.x=1, $0 \leq x \leq 7; V_{(AVSS)} \leq VP6.x/Ax \leq V_{(AVCC)}$		0		V_{AVCC}	V
AVCC 端口的工作电流 (注 3)	I_{ADC12}	$f_{ADC12CLK} = 5.0 \text{ MHz}$ ADC12ON = 1, REFON = 0 SHT0=0, SHT1=0, ADC12DIV=0	2.2V		0.65	1.3	mA
			3V		0.8	1.6	mA
AVCC 端口的工作电流 (注 4)	I_{REF+}	$f_{ADC12CLK} = 5.0 \text{ MHz}$ ADC12ON = 0, REFON = 1, REF2_5V = 1	3V		0.5	0.8	mA
			2.2V		0.5	0.8	mA
		$f_{ADC12CLK} = 5.0 \text{ MHz}$ ADC12ON = 0, REFON = 1, REF2_5V = 0	2.2V		0.5	0.8	mA
			3V		0.5	0.8	mA

参数		测试条件	VCC	最小值	典型值	最大值	单位
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	$0V \leq V_{Ax} \leq V_{AVCC}$	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	VCC	最小值	典型值	最大值	单位
正外部基准电 压输入	V_{eREF+}	$V_{eREF+} > V_{REF-}/V_{eREF-}$ （注 2）		1.4		V_{AVCC}	V
负外部基准电 压输入	V_{REF-}/V_{eREF-}	$V_{eREF+} > V_{REF-}/V_{eREF-}$ （注 3）		0		1.2	V
外部基准电压 差分输入	$(V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-})$	$V_{eREF+} > V_{REF-}/V_{eREF-}$		1.4		V_{AVCC}	V
静态输入电流	I_{VeREF+}	$0V \leq V_{eREF+} \leq V_{AVCC}$	2.2V/3V			± 1	μA
静态输入电流	$I_{VREF-/VeREF-}$	$0V \leq V_{eREF+} \leq V_{AVCC}$	2.2V/3V			± 1	μA

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匹配，使充电时达到 12 位的建立精度。

（2）精度限制了正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，内置基准

参数		测试条件	VCC	最小值	典型值	最大值	单位
正内置基准电 压	V_{REF+}	$REF2_5V = 1,$ $I_{VREF+} \leq I_{VREF+max}$	3V	2.4	2.5	2.6	V
		$REF2_5V = 0,$ $I_{VREF+} \leq I_{VREF+max}$	2.2V/3V	1.44	1.5	1.56	V

参数		测试条件	VCC	最小值	典型值	最大值	单位
正内置基准电压有效的最小电源电压	AVCC(min)	REF2_5V = 0, I _{VREF+} ≤ 1mA		2.2			V
		REF2_5V = 1, I _{VREF+} ≤ 0.5mA		V _{REF+} +0.15			V
		REF2_5V = 1, I _{VREF+} ≤ 1mA		V _{REF+} +0.15			V
V _{REF+} 端的负载电流	I _{VREF+}		2.2V	0.01		-0.5	mA
			3V			-1	mA
V _{REF+} 端的负载调制电流	I _{L(VREF+)}	I _{VREF+} = 500 μA +/- 100 μA, 模拟输入电压 ~0.75 V; REF2_5V = 0	2.2V			±2	LSB
		I _{VREF+} = 500 μA +/- 100 μA, 模拟输入电压 ~1.25 V; REF2_5V = 1	3V			±2	LSB
			3V				
			3V				
V _{REF+} 端的负载调制时间	I _{DL(VREF+)}	I _{VREF+} = 100 μA → 900 μA, C _{VREF+} = 5 μF, A _x ~ 0.5V _{REF+} + 1 转换结果误差 ≤ 1LSB	3V			20	ns
V _{REF+} 端的外接电容 (注 1)	C _{VREF+}	REFON = 1, 0 mA ≤ I _{VREF+} ≤ I _{VREF+max}	2.2V/3V	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 ≤ I _{VREF+} ≤ 1 mA	2.2V/3V			+100	ppm/ °C
内置基准的建立时间 (注 2)	t _{REFON}	I _{VREF+} = 0.5 mA, C _{VREF+} = 10μF, V _{REF+} = 1.5 V	2.2V			17	ms

注：（1）内部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-/VeREF- 和 AVSS 之间接有两个电容。

（2）测试条件为：在 t_{REFON} 开启之后转换误差小于 ±0.5 LSB。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	VCC	最小值	典型值	最大值	单位
	$f_{ADC12CLK}$	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	$f_{ADC12OSC}$	ADC12DIV=0, $f_{ADC12CLK}=f_{ADC12OSC}$	2.2V/3V	3.7		6.3	MHz
转换时间	$t_{CONVERT}$	$C_{VREF+} \geq 5 \mu F$ ，内部振荡器， $f_{ADC12OSC} = 3.7 \text{ MHz} - 6.3 \text{ MHz}$	2.2V/3V	2.06		3.51	ns
		外部 $f_{ADC12CLK}$ 来自 ACLK, MCLK 或 SMCLK; ADC12SSEL $\neq 0$					μs
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 后误差小于 ± 0.5 LSB， $t_{Sample} = \ln(2n+1) \times (R_S + R_I) \times C_I + 800 \text{ ns}$ （n 为 ADC 分辨率 12， R_S 为输入电阻）。

12 位 ADC，线性参数

参数		测试条件	VCC	最小值	典型值	最大值	单位
积分非线性误差	E_I	$1.4 \text{ V} \leq (V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-}) \min \leq 1.6 \text{ V}$	2.2V			± 2	LSB
		$1.6 \text{ V} < (V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-}) \min \leq [V_{(AVCC)}]$	/3V			± 1.7	LSB
微分非线性误差	E_D	$(V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-}) \min \leq (V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-})$	2.2V /3V			± 1	LSB
失调误差	E_O	$(V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-}) \min \leq (V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-})$	2.2V /3V		± 2	± 4	LSB
增益误差	E_G	$(V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-}) \min \leq (V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-})$	2.2V /3V		± 1.1	± 2	LSB
总不可调整误差	E_T	$(V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-}) \min \leq (V_{eREF+} - V_{REF-}/V_{eREF-})$	2.2V /3V		± 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	VCC	最小	典型	最大	单位
AVCC 端电流 (注 1)	I_{SENSOR}	REFON = 0, INCH = 0Ah, ADC12ON=NA, TA = 25°C	2.2V		40	120	μA
			3V		60	160	μA
	V_{SENSOR}	ADC12ON=1, INCH = 0Ah, TA = 0°C	2.2V		986	986±5%	mV
			3V		986	986±5%	mV
	TC_{SENSOR}	ADC12ON=1, INCH = 0Ah	2.2V		3.55	3.55±3%	mV/°C
			3V		3.55	3.55±3%	mV/°C
选择通道 10 需 要的采样时间 (注 2)	$t_{SENSOR(sample)}$	ADC12ON=1, INCH = 0Ah 转换误差 ≤ 1 LSB	2.2V	30			μs
			3V	30			μs
通道 11 所分的 电流	I_{VMID}	ADC12ON=1, INCH = 0Bh (注 3)	2.2V			NA	μA
			3V			NA	μA
AVCC 在通道 11 所分的电压	V_{MID}	ADC12ON=1, INCH = 0Bh $V_{MID} \sim 0.5V_{AVCC}$	2.2V		1.1	1.1±0.04	V
			3V		1.5	1.5±0.04	V
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	2.2V	1400			ns
			3V	1220			ns

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} 。此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 51k Ω ，采样时间包含了传感器开启的时间。

（3） V_{MID} 只在采样过程中使用，不会产生多余的电流。

（4）采样时间已经包含了开启时间，不需要额外的时间。

Flash 存储器

参数		测试条件	VCC	最小	典型	最大	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}		2.7V/3.6V		3	5	mA
擦除时 DVCC 端的电流	I_{ERASE}		2.7V/3.6V		3	7	mA
累计编程时间	t_{CPT}	(注 1)	2.7V/3.6V			10	ms
累计大规模擦除时间	$t_{CMERASE}$	(注 2)	2.7V/3.6V	200			ms
编程/擦除持续时间				10^4	10^5		cycles

参数		测试条件	VCC	最小	典型	最大	单位
数据保存周期	$t_{\text{Retention}}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$		100			years
字编程时间	t_{Word}	(注 3)			35		t_{FTG}
第一个字的块编程时间	$t_{\text{Block, 0}}$				30		t_{FTG}
每一个附加字的块编程时间	$t_{\text{Block, 1-63}}$				21		t_{FTG}
块编程结束序列等待时间	$t_{\text{Block, End}}$				6		t_{FTG}
大规模擦除时间	$t_{\text{Mass Erase}}$				5297		t_{FTG}
段擦除时间	$t_{\text{Seg Erase}}$				4819		t_{FTG}

注：（1）当对一个 64 位的 Flash 模块写入时，不能超过累计编程时间。这个参数适用于所有的 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	VCC	最小	典型	最大	单位
TCK 输入频率	f_{TCK}	(注 1)	2.2V	0		5	MHz
			3V	0		10	MHz
TMS, TCK, TDI/TCLK 接口的内部上拉电阻	R_{Internal}	(注 2)	2.2/3V	25	60	90	k Ω

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 上拉电阻芯片已经集成。

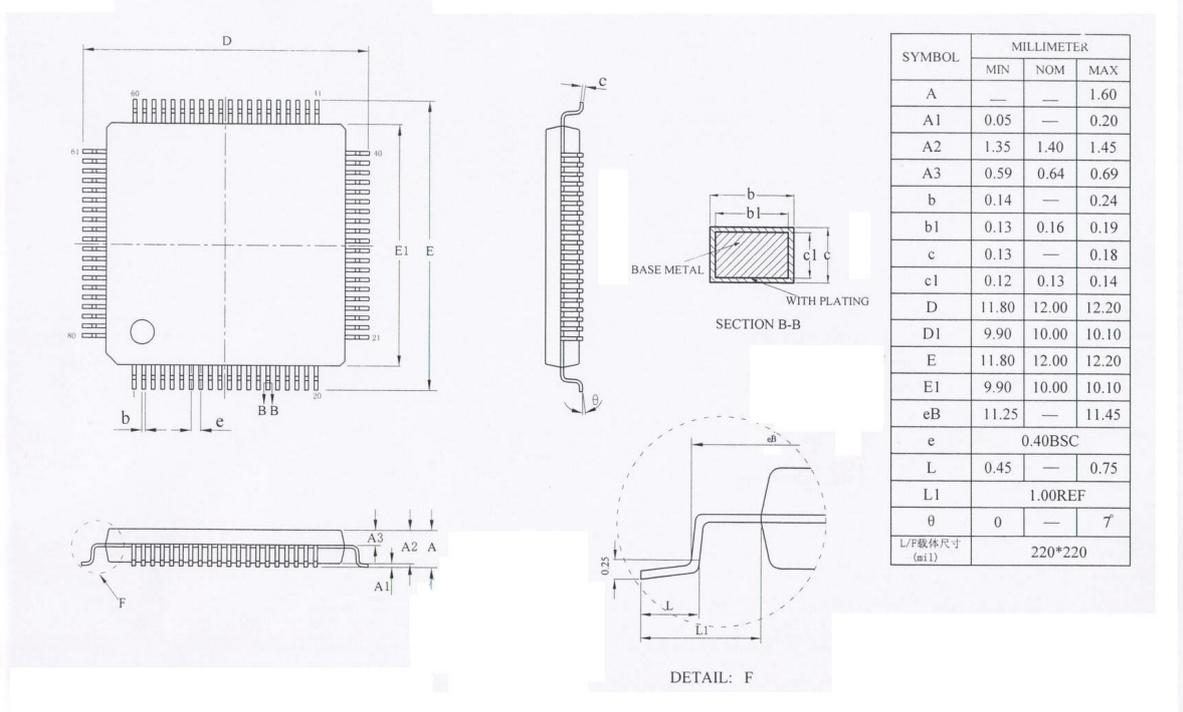
JTAG, 熔丝 (注 1)

参数		测试条件	最小	典型	最大	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	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

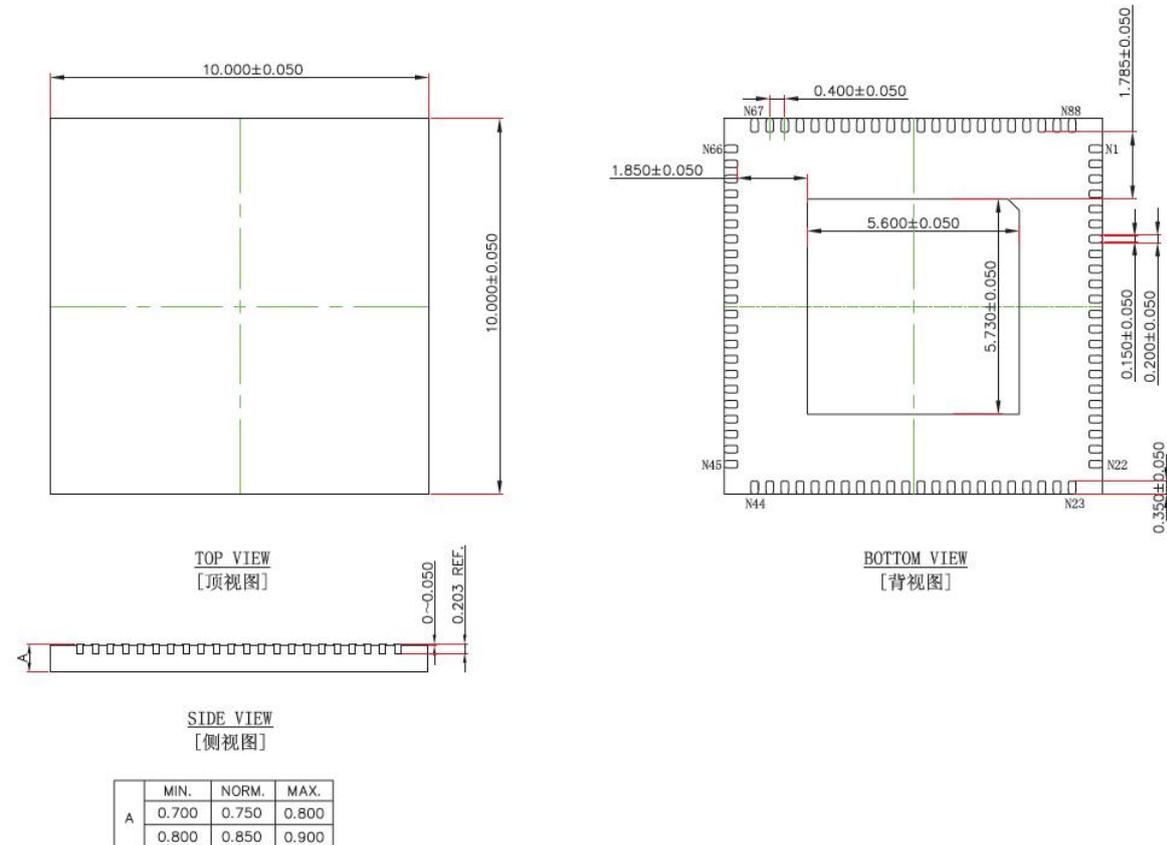
注：（1）一旦熔丝烧断，就再也不可能连接到 MS616F512 的 JTAG/Test，仿真特性也将失去。JTAG 模块切换为旁路模式。

封装外形图

LQFP100L:



QFN88:



印章与包装规范

1. 印章内容介绍



MS616F512、MS616F512N：产品型号
XXXXXXXX：生产批号

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/托盘 (卷)	托盘(卷)/ 盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS616F512	LQFP100L	90	10	900	6	5400
MS616F512N	QFN88	1500	1	1500	8	12000

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)