



富满微电子集团股份有限公司

FINE MADE MICROELECTRONICS GROUP CO., LTD.

XM004 (文件编号: S&CIC2051)

单片机

XM004规格书

20引脚8位

ADC型FLASH单片机

外设功能引脚全映射

2021年6月

V1.0



1 产品简介

XM004是一颗采用高速低功耗 CMOS 工艺设计开发的增强型 8 位单片机，内部有 16K Bytes FLASH 程序存储器，256 Bytes IRAM 和 768 Bytes XRAM，最多 18 个双向 I/O 口，1 个外设功能引脚全映射模块 PTM，5 个 16 位定时器/计数器，3 组 16 位带死区控制互补 PWM，1 个 8 位 PWM，2 个 UART，1 个 SPI，1 个 IIC，16 个外部中断，11+2 路 12 位 ADC，四种系统工作模式（正常、低频、掉电和空闲）和 17 个中断源。

1.1 功能特点

- ◆ CPU
 - 增强型 1T 8051 内核
- ◆ ROM
 - 16K Bytes FLASH
 - IAP 和 ICP 操作
 - 灵活的代码保护模式
- ◆ RAM
 - 256 Bytes IRAM
 - 768 Bytes XRAM
- ◆ 时钟
 - 内部高精度 32MHz RC
 - 内部 44KHz RC
 - 外部高频晶振 4MHz—20MHz
 - 外部低频晶振 32.768KHz
 - 多种时钟输出
- ◆ 多种复位方式
 - 上电复位 (POR)
 - 多级低电压复位 (BOR)
 - 4.2/3.9/3.6/3.0/2.6/2.4/2.0/1.8V
 - 看门狗 (WDT) 复位
 - 软件复位
 - 堆栈溢出复位
 - 外部管脚低电平复位
 - 外部管脚电压 (1.2V) 检测复位
- ◆ I/O
 - 最多 18 个双向 I/O 口
 - 多种模式可配: 输入、带上拉输入、带下拉输入、施密特输入、模拟输入、强推挽输出、开漏输出、开漏带上拉输出
 - 外设功能引脚全映射模块 PTM
- ◆ 中断
 - 17 个中断源
 - 4 级中断优先级
 - 16 个外部中断
- ◆ 定时器/计数器
 - T0/T1 兼容标准 8051，16 位自动重载
 - T3 可以工作在掉电模式
 - T4 可以使用外部信号触发定时
 - T5 带捕获功能
- ◆ PWM
 - 最多 3 组 16 位带死区控制互补 PWM
 - 可配置为 6 路独立输出
 - 可当定时器使用
 - 具有故障检测功能
 - 可配置边沿对齐或中心对齐
 - 1 路 8 位单输出 PWM
- ◆ 通讯模块
 - 2 个 UART
 - 1 个 SPI
 - 1 个 IIC
- ◆ ADC 检测电路
 - 支持 11+2 ch 12 位 ADC 检测
 - ADC 参考电压可选内部 VREF、外部 VREF、VDD
- ◆ 低电压检测模块
 - VDD 多级电压检测，可中断
 - 4.2/3.9/3.6/3.0/2.6/2.4/2.0/1.9V
- ◆ 循环冗余校验 (CRC)
- ◆ 省电模式
 - 空闲模式
 - 掉电模式
- ◆ 工作条件
 - 宽电压 2.0V ~ 5.5V
 - 温度范围 -40°C ~ +85°C
- ◆ 封装类型
 - TSSOP20



使用注意事项:

1. 为保证系统的稳定性, 必须在VDD 和 GND 之间接一电容 (容值须等于或大于 0.1μF)。
2. 当使用 ADC 模块时, 内部参考电压选择为 2V 时, VDD 电压须高于 2.7V, 内部参考电压选择 3/4V 时, VDD 须高于内部参考电压 0.5V 以上。
3. 系统在进行 IAP 操作时, CPU 进入空闲模式, 此时不响应任何中断。
4. P2.7 管脚出厂时默认为复位管脚, 可以通过配置代码选项将此口配置为普通 IO 引脚。
5. 在 IAP 擦写和进入掉电模式之前, 需要配置 FREQ_CLK 寄存器, 指明目前CPU 时钟的频率。

1.2 系统框图

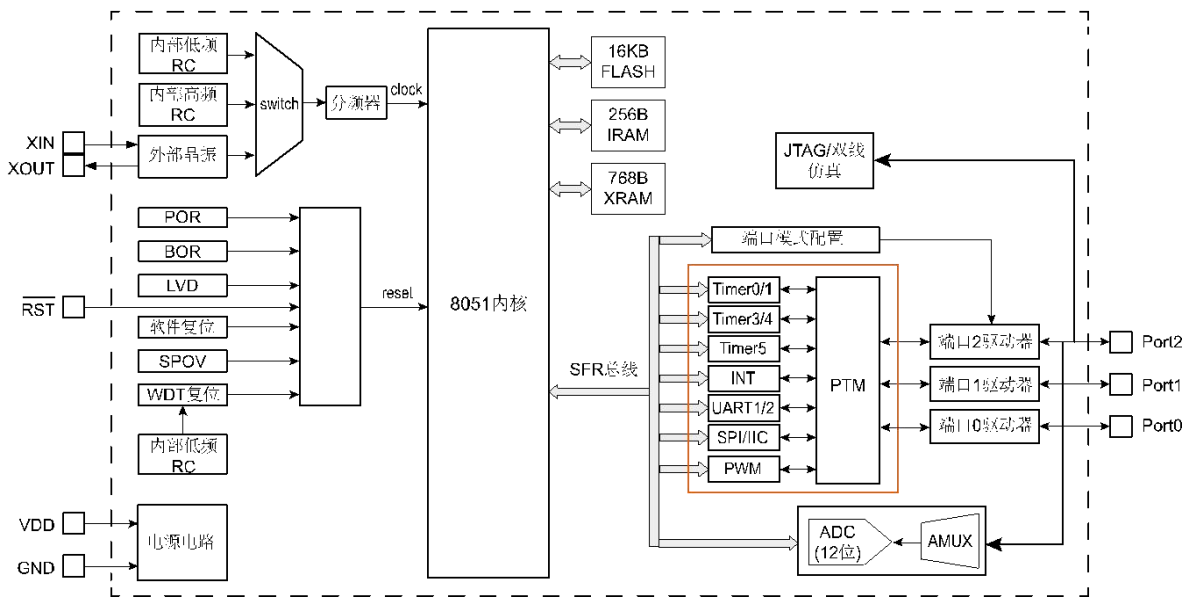


Figure 1-1 系统框图

1.3 引脚配置

XM004

TSSOP20

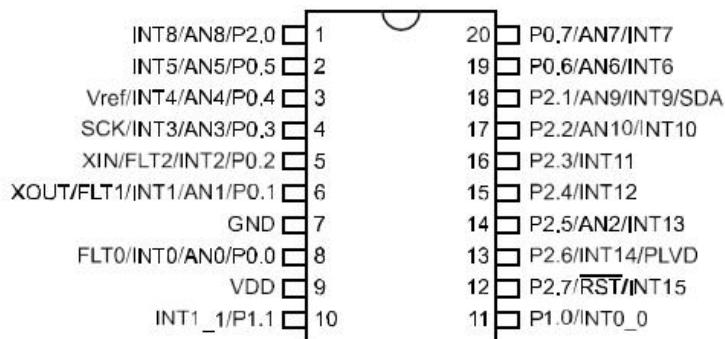


Figure 1-2 TSSOP20 引脚配置图



1.4 引脚描述

引脚号	类型	类型	功能描述
9	VDD	P	电源输入口
7	GND	P	电源地
8	P0.0	I/O	输入/输出口
	AN0	AN	ADC0 输入口
	INT0	I	外部中断 0 输入口
	FLT0	I	PWM0 故障检测输入引脚
6	P0.1	I/O	输入/输出口
	AN1	AN	ADC1 输入口
	INT1	I	外部中断 1 输入口
	FLT1	I	PWM1 故障检测输入引脚
	XOUT	AN	外部晶振输出口
5	P0.2	I/O	输入/输出口
	INT2	I	外部中断 2 输入口
	FLT2	I	PWM2 故障检测输入引脚
	XIN	AN	外部晶振输入口
4	P0.3	I/O	输入/输出口
	AN3	AN	ADC3 输入口
	INT3	I	外部中断 3 输入口
	SCK	I	双线模式时钟输入
3	P0.4	I/O	输入/输出口
	AN4	AN	ADC4 输入口
	Vref	AN	ADC 外部参考电压输入/输出口
	INT4	I	外部中断 4 输入口
2	P0.5	I/O	输入/输出口
	AN5	AN	ADC5 输入口
	INT5	I	外部中断 5 输入口
19	P0.6	I/O	输入/输出口
	AN6	AN	ADC6 输入口
	INT6	I	外部中断 6 输入口
20	P0.7	I/O	输入/输出口
	AN7	AN	ADC7 输入口
	INT7	I	外部中断 7 输入口
11	P1.0	I/O	输入/输出口
	INT0_0	I	可通过软件配置为外部中断 0 输入口
10	P1.1	I/O	输入/输出口
	INT1_1	I	可通过软件配置为外部中断 1 输入口
1	P2.0	I/O	输入/输出口
	AN8	AN	ADC8 输入口
	INT8	I	外部中断 8 输入口



引脚号	类型	功能描述	引脚号
18	P2.1	I/O	输入/输出口
	AN9	AN	ADC9 输入口
	INT9	I	外部中断 9 输入口
	SDA	I/O	双线模式数据输入/输出
17	P2.2	I/O	输入/输出口
	AN10	AN	ADC10 输入口
	INT10	I	外部中断 10 输入口
16	P2.3	I/O	输入/输出口
	INT11	I	外部中断 11 输入口
15	P2.4	I/O	输入/输出口
	INT12	I	外部中断 12 输入口
14	P2.5	I/O	输入/输出口
	AN2	AN	ADC2 输入口
	INT13	I	外部中断 13 输入口
13	P2.6	I/O	输入/输出口
	INT14	I	外部中断 14 输入口
	PLVD	AN	端口低电压检测端口
12	P2.7	I/O	输入/输出口
	$\overline{\text{RST}}$	I	外部复位输入口
	INT15	I	外部中断 15 输入口

注: I = 输入, O = 输出, I/O = 输入/输出, P = 电源, AN = 模拟输入输出

1.5 外设功能引脚全映射模块PTM

XM004内置外设功能引脚全映射模块 (PTM), 可通过用户软件操作将绝大多数的外设功能引脚配置在任意一个非电源口 (VDD、GND) 上。



2 电气特性

除非另外说明, 以下数据测试条件均为: $V_{DD}=5.0V$, $GND=0V$, $25^{\circ}C$ 。

2.1 极限参数

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
直流供电电压	V_{DD}	-0.3	-	+6.0	V
输入/输出电压	V_I/V_O	$GND-0.3$	-	$V_{DD}+0.3$	V
工作环境温度	T_{OTG}	-40	-	+85	$^{\circ}C$
存储温度	T_{STG}	-55	-	+125	$^{\circ}C$

注 (1) 流过 V_{DD} 的最大电流值在 $5.0V$, $25^{\circ}C$ 下须小于 $100mA$ 。

(2) 流过 GND 的最大电流值在 $5.0V$, $25^{\circ}C$ 下须小于 $150mA$ 。

2.2 DC特性

参数	符号	条件 ($V_{DD}=5V$)	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	V_{DD}	$F_{CPU}=16MHz$ 或 $44KHz$, ADC 模块关闭	2.0	5.0	5.5	V
工作电流	I_{OP1}	$F_{OSC}=32MHz$, $F_{CPU}=16MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	4.4	-	mA
		$F_{OSC}=32MHz$, $F_{CPU}=8MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	3.5	-	
		$F_{OSC}=32MHz$, $F_{CPU}=4MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	2.9	-	
		$F_{OSC}=32MHz$, $F_{CPU}=2MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	2.6	-	
		$F_{OSC}=32MHz$, $F_{CPU}=1MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	2.4	-	
		$F_{OSC}=32MHz$, $F_{CPU}=512KHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	2.3	-	
		$F_{OSC}=16MHz$, $F_{CPU}=16MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	3.6	-	
		$F_{OSC}=16MHz$, $F_{CPU}=8MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	2.9	-	
		$F_{OSC}=16MHz$, $F_{CPU}=4MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	2.1	-	
		$F_{OSC}=16MHz$, $F_{CPU}=2MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.8	-	
		$F_{OSC}=16MHz$, $F_{CPU}=1MHz$, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.6	-	



参数	符号	条件 (VDD=5V)	最小值	典型值	最大值	单位
工作电流	I _{OP1}	F _{OSC} =16MHz, F _{CPU} =512KHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.5	-	mA
		F _{OSC} =8MHz, F _{CPU} =8MHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	2.3	-	
		F _{OSC} =8MHz, F _{CPU} =4MHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.7	-	
		F _{OSC} =8MHz, F _{CPU} =2MHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.4	-	
		F _{OSC} =8MHz, F _{CPU} =1MHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.3	-	
		F _{OSC} =8MHz, F _{CPU} =512KHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.2	-	
		F _{OSC} =4MHz, F _{CPU} =4MHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.5	-	
		F _{OSC} =4MHz, F _{CPU} =2MHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.2	-	
		F _{OSC} =4MHz, F _{CPU} =1MHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.1	-	
		F _{OSC} =4MHz, F _{CPU} =512KHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	1.0	-	
	I _{OP2}	F _{OSC} =44KHz, 无负载, 无浮动输入管脚, 执行 NOP 指令, 其它模块关闭	-	0.2	-	mA
	I _{PD}	进入掉电模式, 无负载, 无浮动输入管脚, 所有模块关闭, ADC 参考电压选择非VDD	-	7.0	-	μA
	I _{IDLE1}	F _{OSC} =16MHz, 进入空闲模式, 无负载, 无浮动输入管脚, 所有模块关闭	-	2.0	-	mA
	I _{IDLE2}	F _{OSC} =8MHz, 进入空闲模式, 无负载, 无浮动输入管脚, 所有模块关闭	-	1.3	-	mA
	I _{IDLE3}	F _{OSC} =4MHz, 进入空闲模式, 无负载, 无浮动输入管脚, 所有模块关闭	-	900	-	μA
	I _{IDLE4}	F _{OSC} =2MHz, 进入空闲模式, 无负载, 无浮动输入管脚, 所有模块关闭	-	700	-	μA
	I _{IDLE5}	F _{OSC} =44KHz, 进入空闲模式, 无负载, 无浮动输入管脚, 所有模块关闭, 内部高频 RC 时钟关闭	-	85	-	μA
掉电定时 中断唤醒 电流	I _{PW}	F _{CPU} =16MHz, 关闭 BOR, TIMER3 计数时钟源选择外部低频晶振, 系统进入掉电, TIMER3 定时 1S 产生中断唤醒系统的平均电流	-	12	-	μA



参数	符号	条件 (VDD=5V)	最小值	典型值	最大值	单位
WDT 电流	I _{WDT}	V _{DD} = 5V	-	2.0	-	μA
LVD 电流	I _{LVD}	V _{DD} = 5V	-	8.0	-	
BOR 电流	I _{BOR}	V _{DD} = 5V	-	8.0	-	
输入低电压 1	V _{IL1}	I/O 端口非施密特输入	GND	-	0.3*V _{DD}	V
输入高电压 1	V _{IH1}	I/O 端口非施密特输入	0.7*V _{DD}	-	V _{DD}	V
输入低电压 2	V _{IL2}	I/O 端口施密特输入	GND	-	0.2*V _{DD}	V
输入高电压 2	V _{IH2}	I/O 端口施密特输入	0.8*V _{DD}	-	V _{DD}	V
输入漏电流	I _{ILC}	I/O端口输入模式, V _{IN} = V _{DD} 或GND	-1	0	1	μA
输出漏电流	I _{OLC}	I/O端口输出模式, V _{OUT} = V _{DD} 或GND	-1	0	1	μA
灌电流	I _{OL}	V _{out} =GND+0.6	-	25	-	mA
拉电流	I _{OH}	V _{out} =V _{DD} -0.6	-	21	-	mA
上拉电阻	R _{PU}	V _{IN} =GND	-	50	-	kΩ
下拉电阻	R _{PD}	V _{IN} =V _{DD}	-	50	-	kΩ
上下拉电阻值	R _{PUPD}	P2.3、P2.4、P2.5、P2.7 端口, V _{IN} =GND	-	上拉: 60 下拉: 55	-	kΩ
RAM 保持电压	V _{RAM}	-	-	0.7	-	V

注意: 除非另外说明, 以上数据测试条件均为: VDD=5.0V, GND=0V, 25°C。

2.3 AC特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
内部 RC32M 启动时间	T _{set1}	常温, V _{DD} =5V	-	-	5	μs
内部 RC44K 启动时间	T _{set2}	常温, V _{DD} =5V	-	-	150	μs
外部高频振荡器 启动时间	T _{set3}	16MHz, 常温, V _{DD} =5V	-	200	-	μs
外部高频振荡器 工作电压	V _{set3}	16MHz	2.5	-	5.5	V
外部低频振荡器 启动时间	T _{set4}	常温, V _{DD} =5V	-	2	-	s
频率精度	F _{IRC1}	V _{DD} =2V~5.5V, 25°C	32(1-1%)	32	32(1+1%)	MHz
	F _{IRC2}	V _{DD} =5.0V, -40°C ~+85°C	32(1-2%)	32	32(1+2%)	MHz
	F _{WRC}	-	31	44	58	KHz



2.4 ADC特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	V_{AD}	-	2.7	5.0	5.5	V
精度	NR	$GND \leq V_{AIN} \leq V_{ref}$	-	10	12	bit
ADC 输入电压	V_{AIN}	-	GND	-	V_{ref}	V
ADC 输入电阻	R_{AIN}	$V_{AIN}=5V$	2	-	-	$M\Omega$
模拟电压源推荐阻抗	Z_{AIN}	-	-	-	10	$k\Omega$
ADC 转换电流	I_{AD}	ADC 模块打开, $V_{DD}=5.0V$	-	0.6	1	mA
ADC 输入电流	I_{ADIN}	$V_{DD}=5.0V$	-	-	10	μA
微分非线性误差	DLE	$V_{DD}=5.0V$	-	-	± 2	LSB
积分非线性误差 (1MHz 转换频率)	ILE	$V_{DD}=5.0V, V_{ref}=2V$	-	-	-5~2	LSB
		$V_{DD}=5.0V, V_{ref}=3V$	-	-	-4~2	
		$V_{DD}=5.0V, V_{ref}=4V$	-	-	-3~2	
		$V_{DD}=5.0V, V_{ref}=V_{DD}$	-	-	± 2	
		$V_{DD}=5.0V, V_{ref}=\text{外参}$	-	-	± 2	
满刻度误差	EF	$V_{DD}=5.0V$	-	-	± 5	LSB
偏移量误差	EZ	$V_{DD}=5.0V$	-	-	± 3	LSB
总绝对误差	EAD	$V_{DD}=5.0V$	-	-	± 5	LSB
总转换时间	T_{CON}	$V_{DD}=5.0V$	10	-	-	μs
内部参考电压	V_{ADREF}	$\pm 1\%$, 常温	-	2	-	V

2.5 FLASH特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
读写测试	N_{ENDUR}	-	100000	-	-	Cycle
数据保存时间	T_{RET}	$T=25^{\circ}C$	-	10	-	year
扇区擦除时间	T_{ERASE}	1 个扇区 (128 字节)	-	5	-	ms
字节写入时间	T_{PROG}	1 个字节, $F_{cpu}=16MHz$	-	23	-	μs
读取耗电流	I_{DD1}	$F_{cpu}=16MHz$	-	4	-	mA
写入耗电流	I_{DD2}	-	-	4	-	mA
擦除耗电流	I_{DD3}	-	-	2	-	mA

注: 除非另外说明, 以上数据测试条件均为: $V_{DD}=5.0V$, $GND=0V$, $25^{\circ}C$ 。

2.6 BOR检测电压特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BOR 设定电压 1	V_{BOR1}	BOR 使能, $V_{DD}=2V\sim 5.5V$	1.7	1.8	1.9	V
BOR 设定电压 2	V_{BOR2}		1.9	2.0	2.1	V
BOR 设定电压 3	V_{BOR3}		2.3	2.4	2.5	V
BOR 设定电压 4	V_{BOR4}		2.5	2.6	2.7	V
BOR 设定电压 5	V_{BOR5}		2.9	3.0	3.1	V
BOR 设定电压 6	V_{BOR6}		3.5	3.6	3.7	V
BOR 设定电压 7	V_{BOR7}		3.8	3.9	4.0	V
BOR 设定电压 8	V_{BOR8}		4.1	4.2	4.3	V



2.7 LVD/PLVD检测电压特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
LVD 设定电压 0	V_{PLVD}	LVD 使能, $V_{DD}=2V\sim 5.5V$	-	1.2	-	V
LVD 设定电压 1	V_{LVD1}		1.8	1.9	2.0	V
LVD 设定电压 2	V_{LVD2}		1.9	2.0	2.1	V
LVD 设定电压 3	V_{LVD3}		2.3	2.4	2.5	V
LVD 设定电压 4	V_{LVD4}		2.5	2.6	2.7	V
LVD 设定电压 5	V_{LVD5}		2.9	3.0	3.1	V
LVD 设定电压 6	V_{LVD6}		3.5	3.6	3.7	V
LVD 设定电压 7	V_{LVD7}		3.8	3.9	4.0	V
LVD 设定电压 8	V_{LVD8}		4.1	4.2	4.3	V

2.8 系统下电过程功耗

1. 系统关闭BOR，进入掉电模式

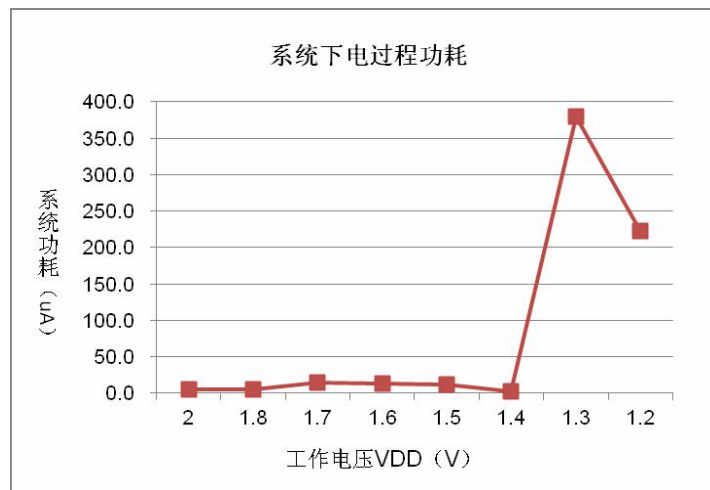


Figure 21-1 系统下电过程功耗 1

2. 系统使能 BOR，进入掉电模式，使能/禁止 RC_EN_PD（详见章节【4.4.5 外部晶振配置寄存器 XTALCFG】）信号

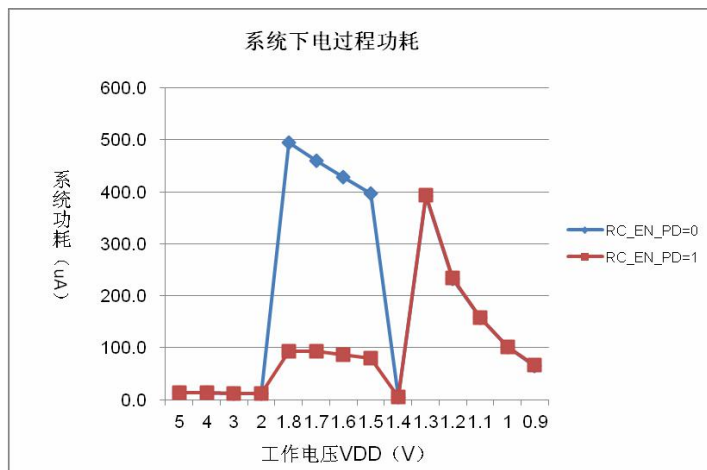


Figure 21-2 系统下电过程功耗 2



2.9 频率-校准值对应曲线

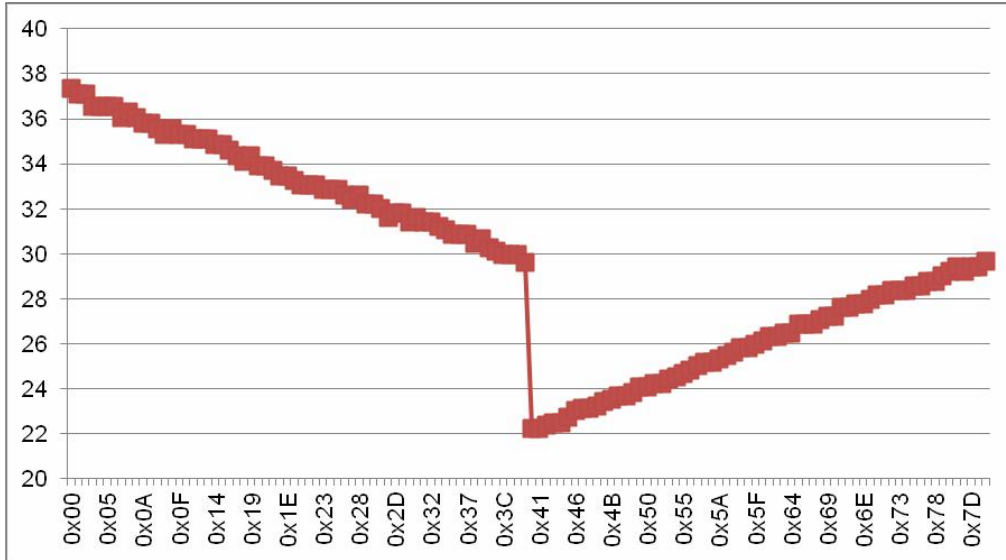


Figure 21-3 频率-校准值对应曲线

2.10 频率-温度特性曲线

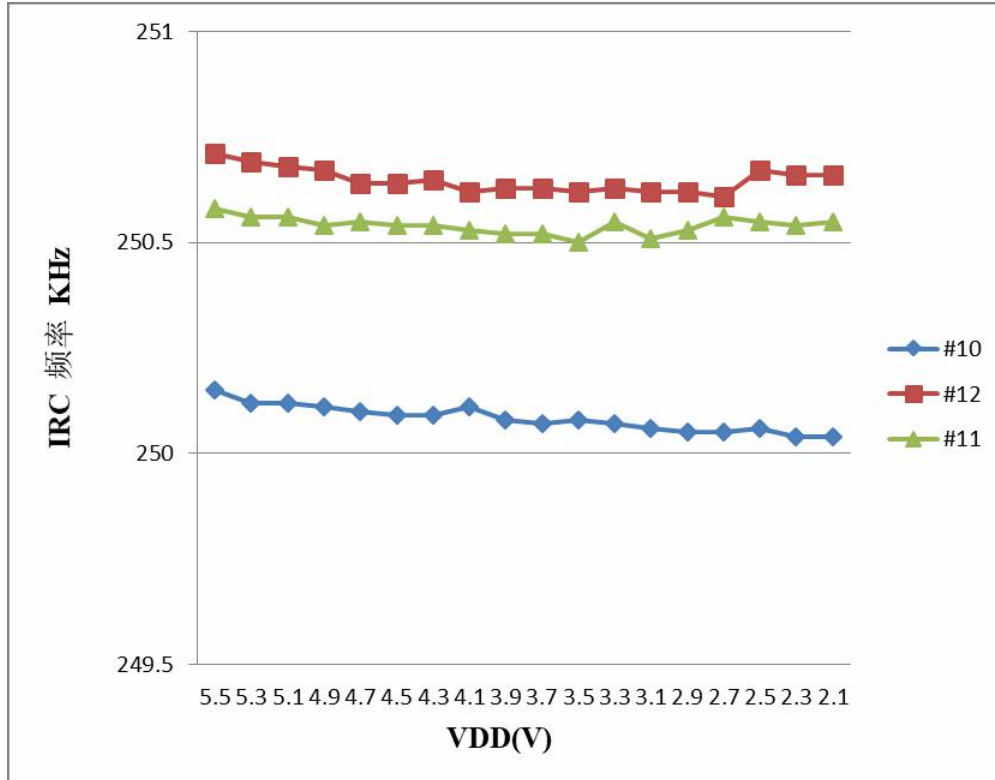


Figure 21-4 内部高频/128-温度特性曲线图



2.11 频率-温度特性曲线

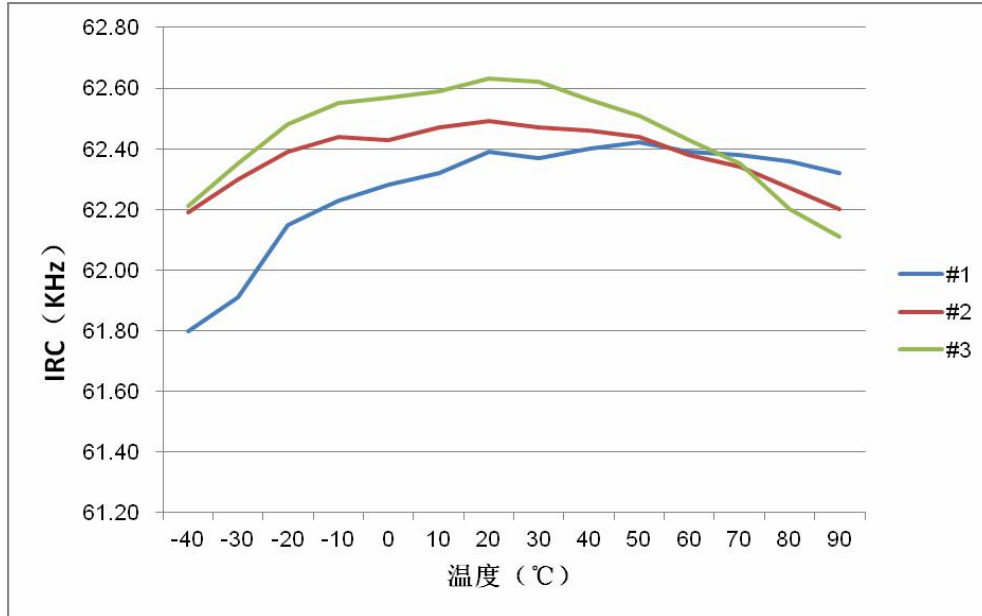


Figure 21-5 内部高频 RC32M/512-温度特性曲线图

2.12 其它电气特性

1. ESD (HBM): CLASS 3A ($\geq 4000V$)
2. ESD (MM): CLASS 2 ($\geq 200V$)
3. Latch_up: CLASS I (200mA)



3 开发工具

3.1 GF-LINK仿真工具

XM004使用 GF-LINK 仿真器进行程序的下载和仿真，GF-LINK 通过 JTAG 接口可以对所有的增强型 8051 内核单片机（非固化 ISP）实现下载和仿真。关于 GF-LINK 的使用，请参见 GF-LINK 用户手册。

GF-LINK 特性：

- 支持 Keil C51 集成编译环境（uVision2.34 及以上版本）
- 支持所有的 8051 芯片
- 可以对 FLASH 进行擦除、编程和校验
- 可以对加密位以及代码选项进行编程
- 直接从 USB 供电，不需要外接电源

3.2 GF-PM51烧录工具

GF-PM51 烧录器适用于 8051 内核系列的 Flash MCU 的烧录。关于 GF-PM51 的使用，请参见 GF-PM51 工具用户手册。

GF-PM51 特性：

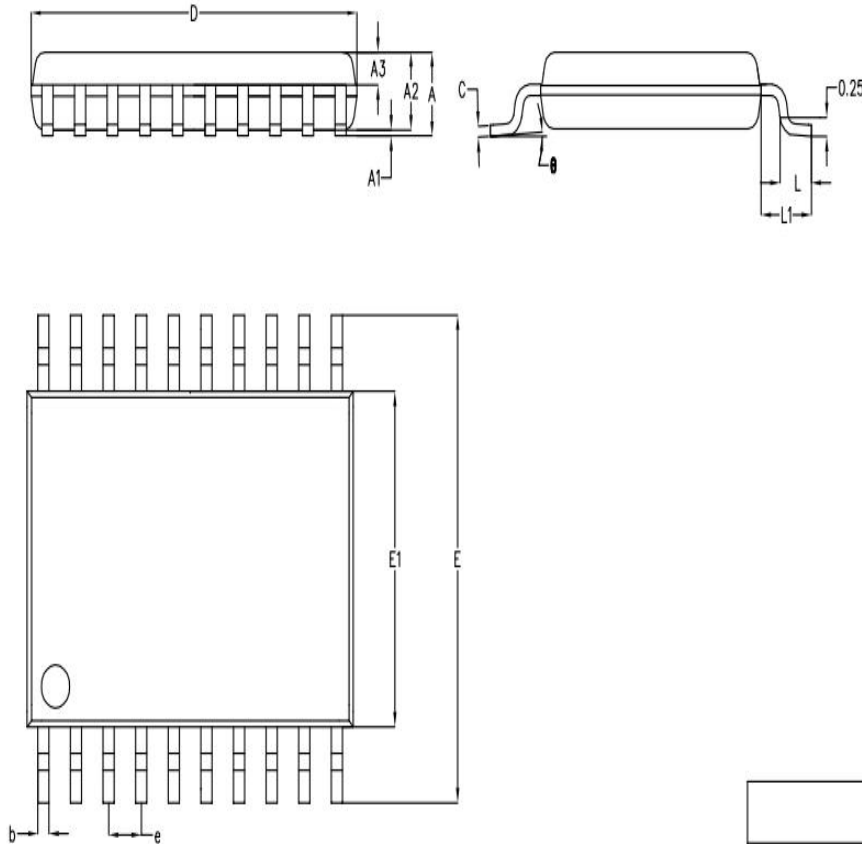
- 采用 USB 方式连接
- 支持单路脱机烧录



4 封装尺寸

XM004

TSSOP20



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	-	1.10	1.15
A1	0.02	-	0.08
A2	0.95	1.00	1.05
A3	0.38	0.43	0.48
b	0.17	0.22	0.25
c	0.10	0.15	0.20
D	6.40	6.50	6.60
E	6.30	6.40	6.50
E1	4.30	4.40	4.50
e	0.65BSC		
L	0.57	0.62	0.67
L1	1.05BSC		
θ	0°	3°	6°



富满电子保留对以下所有产品在可靠性、功能和设计方面的改进作进一步说明的权利。

富满电子不承担由本手册所涉及的产品或电路的运用和使用所引起的任何责任，富满电子的产品不是专门设计来应用于外科植入、生命维持和任何富满电子产品产生的故障会对个体造成伤害甚至死亡的领域。如果将富满电子的产品用于上述领域，即使这些是由富满电子在产品设计和制造上的疏忽引起的，用户应赔偿所有费用、损失、合理的人身伤害或死亡所直接或间接所产生的律师费用，并且用户保证富满电子及其雇员、子公司、分支机构和销售商与上述事宜无关。