NuMicro® 家族

1T 8051

8位微控制器

CM1003系列

CM1003BF2AE
CM1003BF3AE
CM1003CF2AE
CM1003CF3AE

规格书

The information described in this document is the exclusive intellectual property of Nuvoton Technology Corporation and shall not be reproduced without permission from Nuvoton.

Nuvoton is providing this document only for reference purposes of NuMicro® microcontroller and microprocessor based system design. Nuvoton assumes no responsibility for errors or omissions.

All data and specifications are subject to change without notice.

For additional information or questions, please contact: Nuvoton Technology Corporation.

www.nuvoton.com

目录

1 概述 7
2 特性 8
3 料号信息 11
3.1 CM1003系列封装类型 11
3.2 CM1003命名规则 11
3.3 CM1003系列选型指南 11
4 引脚配置 12
4.1 CM1003系列引脚定义图 12
4.1.1 TSSOP 20脚封装引脚信息 12
4.1.2 QFN 20脚封装引脚信息 13
4.2 CM1003引脚描述 14
5 功能框图 17
5.1 CM1003系列功能框图 17
6 功能描述 18
6.1 存储架构 18
6.2 系统管理 19
6.2.1 时钟系统 19
6.3 Flash存储控制 20
6.3.1 在应用编程 (IAP) 20
6.4 I/O端口结构和工作模式 (GPIO) 21
6.4.1 GPIO模式 21
6.5 定时器 22
6.5.1 定时器/计数器0 和 1 22
6.5.2 定时器2和输入捕获 22
6.5.3 定时器3 22
6.6 看门狗定时器(WDT) 23
6.6.1 概述 23
6.7 自唤醒定时器(WKT) 24
6.7.1 概述 24
6.8 串口 (UART0 & UART1) 25
6.8.1 概述 25
6.9 串行外围总线(SPI) 26
6.9.1 概述 26

6.10 I2C总线 (I²C) 27
6.10.1概述 27
6.11 脉冲宽度调制(PWM) 28
6.11.1 概述 28
6.12 12位模数转换器(ADC) 29
6.12.1概述 29
7 应用电路 30
7.1 供电电路 30
7.2 外设应用电路 31
8 电气特性 32
8.1 常规运行条件 32
8.2 DC电气特性 33
8.2.1 电源电流特性 33
8.2.2 低功耗模式下唤醒时间 35
8.2.3 I/O DC特性 36
8.3 AC 电气特性 39
8.3.1 内部高速16Mhz阻容振荡器 (HIRC) 39
8.3.2 外部 4~32 MHz 高速时钟信号输入特性 41
8.3.3 10 kHz内部低速 RC 振荡器 (LIRC) 42
8.3.4 I/O AC特性 43
8.4 模拟参数特性 44
8.4.1 复位和电源控制模块特性 44
8.4.2 12位SAR ADC 46
8.5 通信特性 48
8.5.1 SPI动态特性 48
8.5.2 I²C动态特性 49
8.6 Flash DC电气特性 50
8.7 绝对最大额定值 51
8.7.1 电压特性 51
8.7.2 电流特性 51
8.7.3 温度特性 52
8.7.4 EMC特性 53
8.7.5 焊接曲线 54
9 封装尺寸 55
9.1 TSSOP 20引脚 (4.4 x 6.5 x 0.9 mm) 55
9.2 QFN 20引脚 (3.0 x 3.0 x 0.8 mm) 56

10 缩写词 57
10.1 缩写词列表 57
11 版本历史 58

图集

图4.1-1 TSSOP-20 封装引脚分配 12
图4.1-2 QFN-20 封装引脚分配 13
图5.1-1 CM1003系列功能框图 17
图6.2-1 系统时钟框图 19
图7.1-1 NuMicro® CM1003供电电路 30
图7.2-1 NuMicro® CM1003外设应用电路 31
图8.4-1 电源上升/下降的条件 45
图8.5-1 SPI 主机模式时序图 48
图8.5-2 I²C时序图 49
图8.7-1 焊接曲线 54
图9.1-1 TSSOP-20封装尺寸 55
图9.2-1 QFN-20封装尺寸 56

表格集

表1-1 NuMicro CM1003系列主要功能支持表 7
表3.3-1 选型指南 11
表4.2-1 引脚描述 16
表6.4-1 不同的IO工作模式 21
表8.1-1 常规工作条件 32
表8.2-1 正常模式下的电流消耗 33
表8.2-2 空闲模式下的电流消耗 34
表8.2-3 掉电模式下电流消耗 34
表8.2-4 掉电模式唤醒时间 35
表8.2-5 I/O输入特性 36
表8.2-6 I/O 输出特性 37
表8.2-7 nRESET输入特性 38
表8.3-1 16 MHz 内部高速RC 振荡器(HIRC) 特性 39
表8.3-2 24MHz内部高速RC 振荡器(HIRC) 特性 40
表8.3-3 外部4~24 MHz 高速时钟信号输入 41
表8.3-4 10 kHz内部低速 RC 振荡器(LIRC) 特性 42
表8.3-5 I/O AC特性 43
表8.4-1 复位和电源控制特性 44
表8.4-2 最小欠压检测脉冲宽度 45
表8.4-3 ADC 特性 47
表8.5-1 SPI 主机模式特性 48
表8.5-2 I^2C特性 49
表8.6-1 Flash特性 50
表8.7-1 电压特性 51
表8.7-2 电流特性 51
表8.7-3 温度特性 52
表8.7-4 EMC特性 53
表8.7-5 焊接曲线 54
表10.1-1 缩写词列表 57

1 概述

NuMicro CM1003系列是一款增强型1T-8051内核微控制器。指令集与标准的80C51完全兼容并具备更高效能。它支持16/24MHz工作频率，提供最高32K闪存，256字节的RAM和1KB的XRAM，可配置4KB LDROM引导代码区，工作电压范围为2.4V - 5.5V，并符合-40℃至105℃的工业级温度范围。

CM1003系列还提供丰富的外设，包括：两组16位定时器，一组带有3路输入捕获模式的16位定时器2，一组看门狗定时器，一组自唤醒定时器，一组带自动重载功能，可用于通用目的或波特率发生器的16位定时器3，两组具有帧错误检测和自动地址识别功能的UART，一组SPI，一组I²C，6路增强型PWM输出，8通道共享所有I/O引脚中断，以及8路12位可达500kSPS的ADC。

支持小型封装包括两种类型，TSSOP-20引脚和QFN 20-引脚。

开发资源方面，Nuvoton提供了NuMaker评估板和Nuvoton Nu-Link仿真器，还支持第三方IDE，如Keil C51、IAR EW8051以及 NuEclipse SDCC编译平台。

产品线	UART	I²C	SPI	Timer	PWM	ADC
CM1003BF2AE CM1003BF3AE CM1003CF2AE CM1003CF3AE	2	1	1	4	6	8

表 3.1-1 NuMicro CM1003 系列主要功能支持表

CM1003适用于广泛的应用，例如:

- 家电
- LED照明控制
- 马达控制
- 工业自动化

2 特性

核心和系统	
8051	• 全静态8位1T 8051内核CMOS微控制器 • 指令集完全兼容 MCS-51 • 4级优先级中断配置 • 双数据指针(DPTRs)
上电复位（POR）	• 上电复位门限1.15V
欠压检测 (BOD)	• 4级电压选择支持欠压中断和复位功能 (4.4V / 3.7V / 2.7V / 2.2V)
低电压复位 (LVR)	• 电压门限2.0V
安全特性	• 96位唯一芯片标识符(UID) • 128位唯一用户标识符(UCID) • 128字节加密保护代码空间(SPROM 仅限32KB/16KB APROM)
存储器 / 记忆体	
Flash	• 16/32 KB应用代码空间(APROM) • 4/3/2/1 KB 加载代码空间(LDROM)，通过 APROM 配置，可通过在系统编程设置(ISP)大小 • 支持128字节页在应用编程(IAP)，整个APROM可作为数据存储区 • 额外的 128 字节安全保护存储器(SPROM) • 通过安全加锁位保护整块存储不被外部读取 • 支持通过ICE/ICP接口的2线ICP更新
SRAM	• 内嵌256字节SRAM • 内嵌额外1KB字节 RAM (XRAM)，通过MOVX 指令读写
时钟	
内部时钟源	• 默认16 MHz 高速内部振荡器(HIRC)，精度为±1% (25°C,3.3V)， -20°C ~ +105°C时精度为±2%，-40°C ~ -20°C时精度为±4% • 可通过软件切换至可选24MHz高速内部振荡器(HIRC)，精度为±1% (25°C,3.3V) • 10 kHz低速内部振荡器(LIRC)，可通过高速内部振荡器用软件校正精度达 ±10%

定时器	
16位定时器	• 两组16位定时器/计数器0和1，与标准8051兼容 • 一组16位定时器2带有3路输入捕获功能，9个输入管脚可供选择 • 一组16位自动重装载功能定时器3，可用于配置串行口UART的波特率
看门狗	• 一组6位看门狗定时器(WDT) • 溢出时间间隔可选择 6.40 ms ~ 1.638s 由内部10 kHz独立时钟作为时钟源 • 可从掉电模式或空闲模式唤醒 • 看门狗超时可选择中断或复位
WKT唤醒定时器	• 一组16位上计数自唤醒功能定时器(WKT) • 内部LIRC作为时钟源 • 用于低功耗模式或者空闲模式下的自主唤醒，自动恢复计数 • 超时可触发中断
PWM	• 最多可至6路输出引脚选择 • 支持最大时钟源频率达 24 MHz • 支持每路独立输出模式输出 • 支持3组2对互补模式PWM输出 • 8位分辨率的死区插入 • 最大16位分辨率的周期 • 每路PWM管脚支持掩码功能和三态使能 • 支持屏蔽输出功能 • 支持刹车功能及ADC比较事件产生刹车
模拟接口	
模数转换 (ADC)	• 模拟输入电压范围: 0 ~ AV_{DD}. • 12位分辨率和10位精度保证. • 单端输入模式 8 个信道 • 1 个内部通道, 带隙电压 (VBG). • 最快500 KSPS 采样率 • 软件写 1 ADCS 位触发转换 • 外部管脚 (STADC) 触发转换 • PWM 触发转换
通信接口	

UART	• 支持2路标准UART: UART0, UART1 • 全双工异步通信 • 可编程第 9 位 • UART0可通过软件配置TXD与RXD管脚对换位置
I²C	• 1 组I²C 设备 • 主机/从机 模式 • 主从机双向传输模式 • 7位寻址模式 • 标准模式100 kbps和快速模式 400 kbps • 内建8位溢出定时器，当I2C总线挂起且定时器溢出时，产生I2C中断 • 单一地址识别 • 支持保持时间可更改
SPI	• 支持一组 SPI控制器 • 支持主机或从机模式操作 • 支持MSB或LSB传送顺序 • 从机模式最高可达 12 MHz
GPIO	• 4种 I/O 模式: – 准双向模式 – 推挽输出模式 – 开漏输出模式 – 高阻态输入 • 施密特触发输入 / TTL 模式可选 • 每个IO引脚均可配置为边沿 或电平触发的中断源 • 支持标准外部中断 $\overline{INT0}$ 及$\overline{INT1}$. • 支持高驱动力和高翻转速率的 I/O • I/O 管脚可配置内部上拉 / 下拉功能 • 最大 I/O 速度为12MHz • 所有GPIO都可配置引脚中断功能及使能唤醒功能
ESD & EFT	
ESD	• HBM ± 7 kV
EFT	• ± 4.4 kV
Latch-up	• ± 200 mA

3 料号信息

3.1 CM1003系列封装类型

封装不含卤素，符合RoHS 和TSCA 标准。

	TSSOP20	QFN20
料号	CM1003BF2AE CM1003CF2AE	CM1003BF3AE CM1003CF3AE

3.2 CM1003命名规则

C	M	1	003	B	F	2	A	E
芯唐南京	产品线	内核	系列	内存	引脚数	封装	版本	工作温度
C	M:MCU	1:8051	003	B: 16 KB C: 32 KB D: 64 KB	F: 20 J: 32/33 L: 48	2: TSSOP 3: QFN 8: LQFP		E: -40°C ~ +105°C

3.3 CM1003系列选型指南

料号	Flash (KB)	SRAM (B)	LDROM (KB) [1]	I/O	Timer	PWM	通讯接口				ADC(12-Bit)	封装
							ISO 7816-3 [2]	UART	SPI	I2C		
CM1003BF3AE	16	256+1K	4	18	4	6	-	2	1	1	8-ch	QFN20
CM1003BF2AE	16	256+1K	4	18	4	6	-	2	1	1	8-ch	TSSOP20
CM1003CF3AE	32	256+1K	4	18	4	6	-	2	1	1	8-ch	QFN20
CM1003CF2AE	32	256+1K	4	18	4	6	-	2	1	1	8-ch	TSSOP20

注:

1. ISP ROM 可编程 1/2/3/4 KB Flash (LDROM)，需占用 ARPOM用户程序空间。
2. 详细的封装信息请参阅第9章 封装
3. 本文档仅适用于16/32 KB大小的料号产品。

表 3.3-1 选型指南

4 引脚配置

用户可以在第四章找到引脚的配置信息或者使用 NuTool - PinConfig。NuTool - PinConfigure 包含所有 NuMicro® 家族芯片系列的所有型号, 帮助用户方便正确的配置GPIO的多功能引脚。

4.1 CM1003系列引脚定义图

4.1.1 TSSOP 20脚封装引脚信息

相关料号:

CM1003BF2AE, CM1003CF2AE

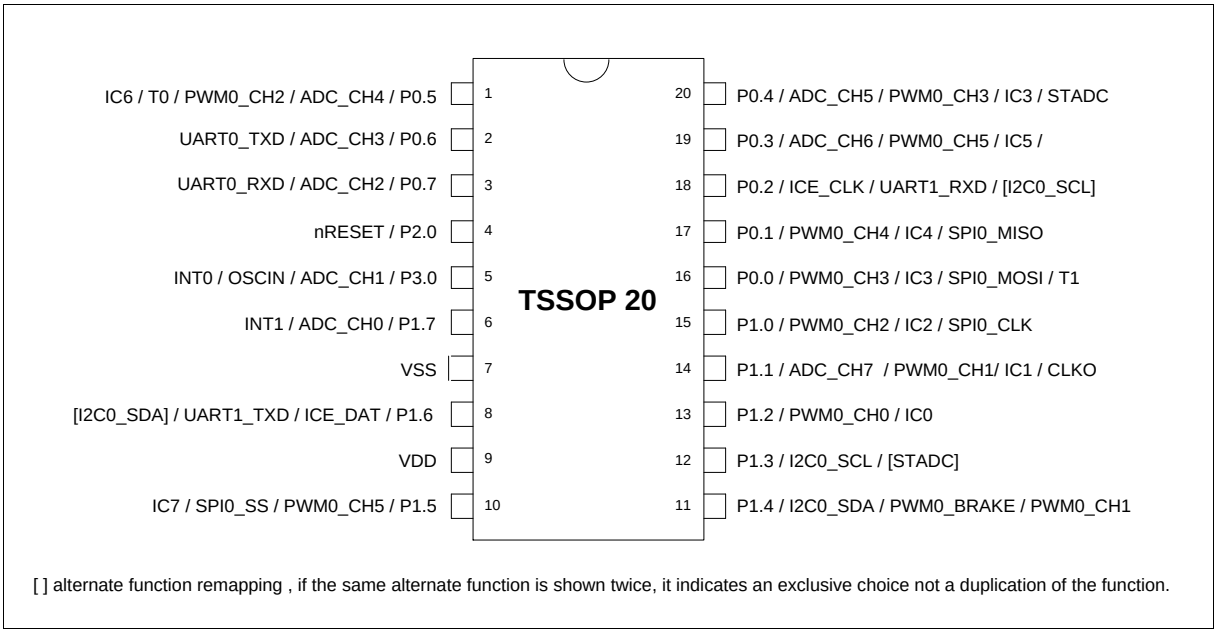


图 4.1-1 TSSOP-20 封装引脚分配

4.1.2 QFN 20脚封装引脚信息

相关料号:

CM1003BF3AE, CM1003CF3AE

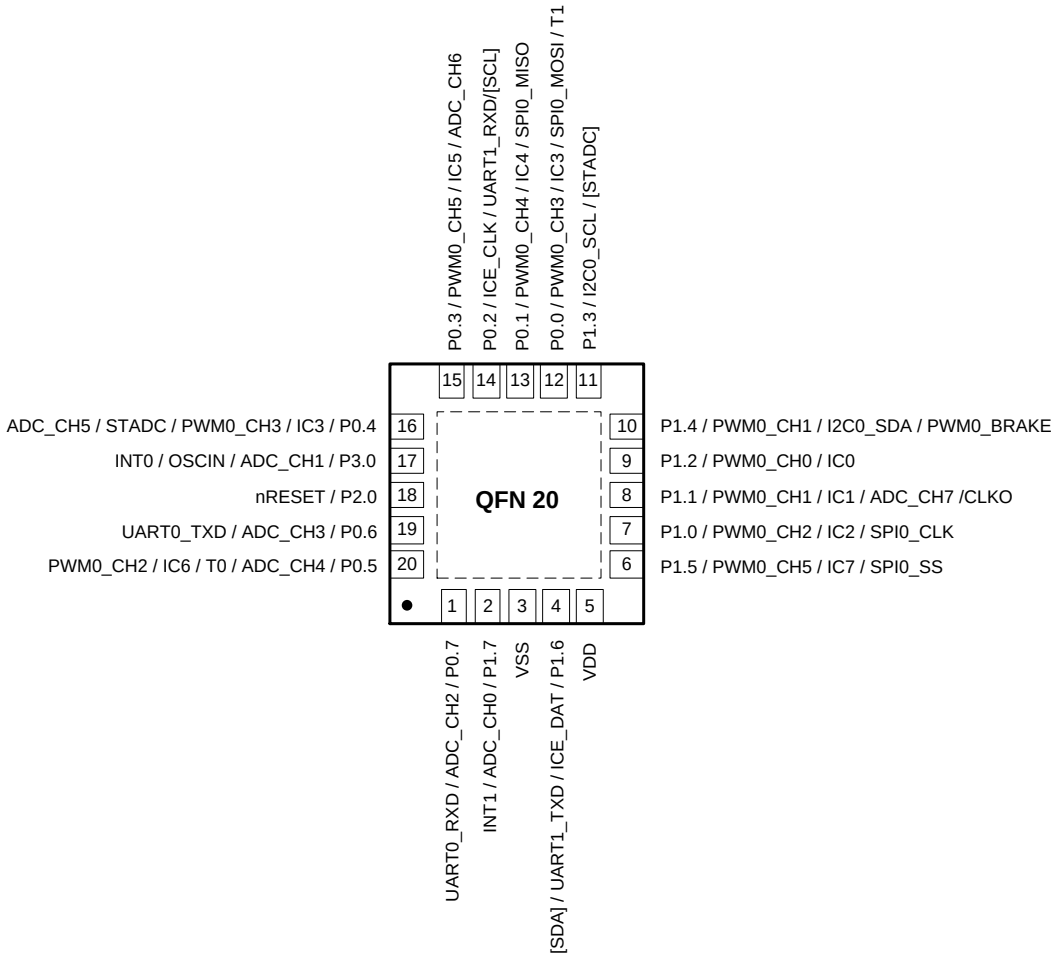


图 4.1-2 QFN-20 封装引脚分配

4.2 CM1003引脚描述

引脚编号		标志	功能描述[1]
CM1003BF2AE CM1003CF2AE	CM1003BF3AE CM1003CF3AE		
9	5	VDD	电源: 电源供电正极
7	3	VSS	电源: 电源供电负极
16	12	P0.0	P0.0: 端口0管脚0
		PWM0_CH3	PWM0_CH3: PWM 输出通道3
		SPI0_MOSI	SPI0_MOSI: SPI 主机输出/从机输入脚
		IC3	IC3: 定时器输入捕获通道3
		T1	T1: 定时器/计数器1，外部计数输入脚或翻转输出脚
17	13	P0.1	P0.1: 端口0管脚1
		PWM0_CH4	PWM4: PWM 输出通道4
		IC4	IC4: 定时器输入捕获通道4
		SPI0_MISO	SPI0_MISO: SPI 主机输入/从机输出脚
18	14	P0.2	P0.2: 端口0管脚2
		ICE_CLK	ICE_CLK: 仿真及ICP编程时钟输入脚.
		UART1_RXD	UART1_RXD: 串口1数据输入脚
		[I2C0_SCL] [3]	[I2C0_SCL] [3]: I2C 时钟脚
19	15	P0.3	P0.3: 端口0管脚3
		ADC_CH6	PWM0_CH5: PWM 输出通道5
		PWM0_CH5	IC5: 定时器输入捕获通道5
		IC5	ADC_CH6: ADC输入通道6
20	16	P0.4	P0.4: 端口0管脚4
		PWM0_CH3	PWM0_CH3: PWM 输出通道3
		IC3	STADC: 外部启动ADC触发脚
		ADC_CH5	ADC_CH5: ADC输入通道5
		STADC	IC3: 定时器输入捕获通道3
1	20	P0.5	P0.5: 端口0管脚5
		PWM0_CH2	PWM0_CH2: PWM 输出通道2
		IC6	IC6: 定时器输入捕获通道6
		T0	T0: 定时器/计数器0，外部计数输入脚或翻转输出脚
		ADC_CH4	ADC_CH4: ADC输入通道4
2	19	P0.6	P0.6: 端口0管脚6
		UART0_TXD [2]	UART0_TXD : 串口0数据发送脚

引脚编号		标志	功能描述[1]
CM1003BF2AE CM1003CF2AE	CM1003BF3AE CM1003CF3AE		
		ADC_CH3	ADC_CH3: ADC 输入通道3
3	1	P0.7	P0.7: 端口0管脚7
		UART0_RXD	UART0_RXD: 串口0数据接收脚
		ADC_CH2	ADC_CH2: ADC 输入通道2
15	7	P1.0	P1.0: 端口1管脚0
		PWM0_CH2	PWM2: PWM 输出通道2
		IC2	IC2: 定时器输入捕获通道2
		SPI0_CLK	SPCLK: SPI 时钟脚
14	8	P1.1	P1.1: 端口1管脚1
		PWM0_CH1	PWM0_CH1: PWM 输出通道1
		IC1	IC1: 定时器输入捕获通道1
		ADC_CH7	ADC_CH7: ADC 输入通道7
		CLKO	CLKO: 系统时钟输出脚
13	9	P1.2	P1.2: 端口1管脚2
		PWM0_CH0	PWM0_CH0: PWM 输出通道0
		IC0	IC0: 定时器输入捕获通道0
12	11	P1.3	P1.3: 端口1管脚3
		I2C0_SCL	I2C0_SC: I2C 时钟脚
		[STADC] [4]	[STADC] [4]: 外部启动ADC触发脚
11	10	P1.4	P1.4: 端口1管脚4
		PWM0_CH1	PWM0_CH1: PWM 输出通道1
		I2C0_SDA	I2C0_SDA: I2C 数据脚
		PWM0_BRAKE	PWM0_BRAKE: 故障刹车输入脚
10	6	P1.5	P1.5: 端口1管脚5
		PWM0_CH5	PWM0_CH5: PWM 输出通道5
		IC7	IC7: 定时器输入捕获通道7
		SPI0_SS	SPI0_SS: SPI 从机选择输入脚
8	4	P1.6	P1.6: 端口1管脚6
		ICE_DAT	ICE_DAT: ICP 编程数据输入输出脚
		UART1_TXD/	UART1_TXD: 串口1数据发送脚
		[I2C0_SDA] [3]	[I2C0_SDA] [3]: I2C 数据脚
6	2	P1.7	P1.7: 端口1管脚7

引脚编号		标志	功能描述[1]
CM1003BF2AE CM1003CF2AE	CM1003BF3AE CM1003CF3AE		
		$\overline{INT1}$	$\overline{INT1}$: 外部中断1输入
		ADC_CH0	ADC_CH0: ADC 输入通道0
4	18	P2.0/	P2.0: 端口2管脚0， RPD (CONFIG0.2) 配置为0时可用
		nRESET	nRESET: 复位脚为施密特触发输入，用以外部复位信号复位芯片。 nRESET 内部带上拉电阻，外部只需接下拉电容，即可稳定工作。
5	17	P3.0	P3.0: 端口3管脚0，使用内部晶振时可用
		ADC_CH1	$\overline{INT0}$: 外部中断0输入
		$\overline{INT0}$	OSCIN: 使用 ECLK 模式，OSCIN为外部时钟输入脚。
		OSCIN	ADC_CH1: ADC 输入通道1

注：

1. 所有管脚都可以配置为外部中断输入脚，该功能未列入管脚描述列表。详见章节16.管脚中断
2. UART0的 TXD 及 RXD 管脚可通过配置寄存器UART0PX (AUXR1.2)交换位置
3. [I2C]备用功能重分配选项，I2C管脚可通过配置寄存器 I2CPX (I2CON.0)转换位置
4. [STADC] 备用功能重分配选项。STADC 引脚可通过配置寄存器STADCPX(ADCCON1.6)转换位置
5. PIOx 寄存器决定哪一个管脚是PWM或GPIO功能

表 4.2-1 引脚描述

5 功能框图

5.1 CM1003系列功能框图

图5.1-1展示了CM1003功能框图，并给出了该设备的概述。用户可以在图中找出该设备的所有外围功能。

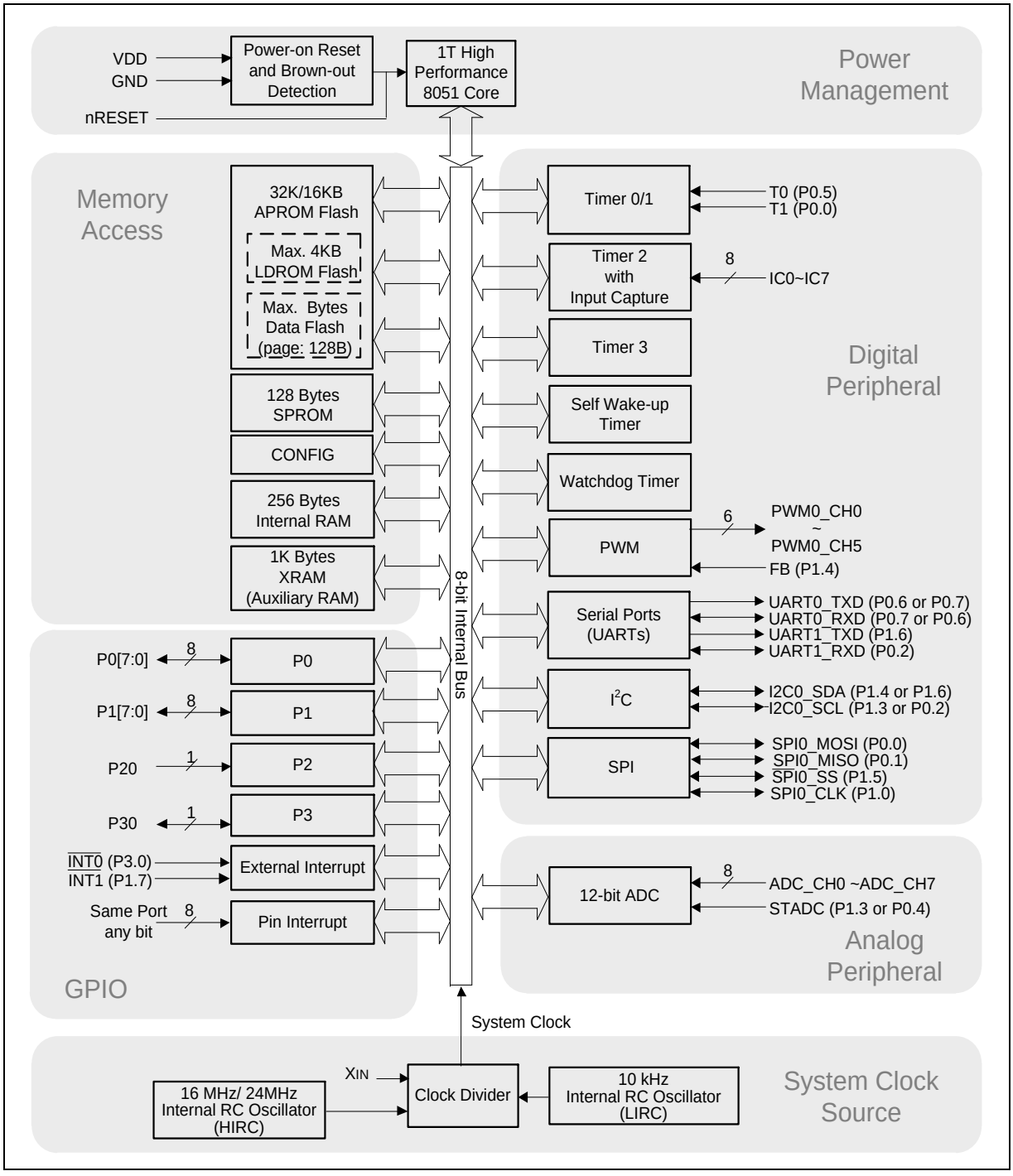


图 5.1-1 CM1003 系列功能框图

6 功能描述

6.1 存储架构

基于标准80C51微控制器将存储分成两个不同的部分，程序存储和数据存储。程序存储用来存储指令代码。而数据存储用来存储编程执行过程中的数据或变量。

数据存储占用的地址空间独立于程序存储。在CM1003中，有256字节内部RAM。对于需要更多内部RAM的许多应用，CM1003提供另外片上1K字节RAM，叫做XRAM，通过MOVX指令访问。

整个嵌入的FLASH，作为程序存储的功能，被分成4块。应用ROM（APROM）通常存储用户代码，加载ROM（LDROM）通常存储启动代码，安全保护存储器（SPROM）通常用于存储安全应用的指令，CONFIG字节作用于硬件初始化,。事实上APROM和LDROM功能相似，但是大小不一样，每一块由一页一页组成，每页大小是128字节。FLASH控制单元支持擦除、编程和读模式。使用外部烧写器是通过指定的I/O口烧写，在应用编程（IAP）或在系统编程（ISP）都可以执行这些模式。SPROM包含128个字节，位于地址FF80H ~ FFFFH，不支持“整片擦除命令”。SPROM（地址：FFFFH）的最后一个字节用于识别 SPROM 代码是非安全模式还是安全模式。

6.2 系统管理

6.2.1 时钟系统

CM1003拥有多种时钟源可供选择，这样在应用中可以有多种选择，使系统性能发挥到最佳，并且功耗降到最低。共有3种系统时钟源可供选择，包括:内部振荡器、来自 XIN 引脚的外部时钟。可以通过软件设置选择。CM1003内嵌2个内部RC振荡器一个10 kHz低速、一个 16MHz 高速RC振荡器，高速16MHz误差在出厂时校准到±2%（全温度全电压范围内）。CKDIV除频器可以灵活地调整CM1003功耗与性能。

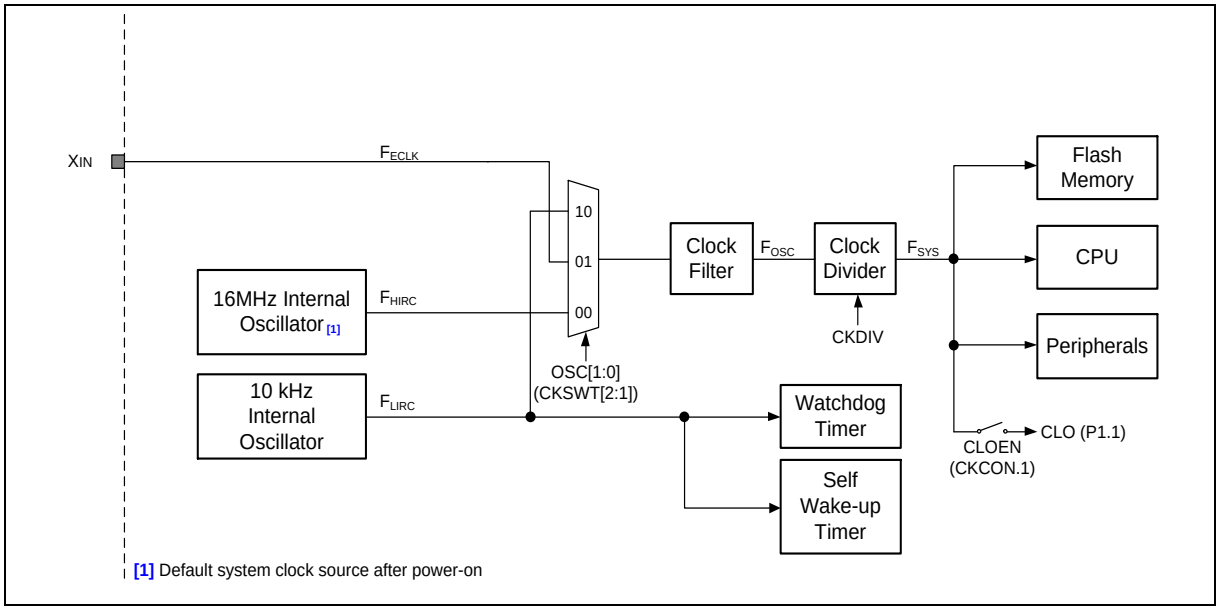


图 6.2-1 系统时钟框图

6.3 Flash存储控制

6.3.1 在应用编程 (IAP)

修改FLASH数据通常需要很长时间，不像RAM那样可以实时操作。而且擦除、编程或读取FLASH数据需要遵循相当复杂的时序步骤。CM1003提供方便FALSH编程方式，可以帮助用户通过IAP方式，重新编程FLASH内容。IAP就是通过软件实现在线电擦除和编程的方法。

通过设置IAPEN（CHPCON.0受TA保护）使能IAP，并且设置IAPUEN寄存器的相应位，使能需要升级的FLASH区域（CONFIG、LDROM、APROM），用户将16位操作地址写入IAPAH和IAPAL，数据写入IAPFD，命令写入IAPCN。然后通过设置触发位IAPGO(IAPTRG.0)，去执行IAP。注意：IAPTRG也受TA保护。此时，CPU保持程序计数器，内嵌IAP自动控制内部充电泵提高电压和信号时序。擦除和编程时间是内部控制的，与工作电压和频率无关。通常页擦除时间是5ms，字节编程时间是23.5μs。IAP动作完成后，程序计数器继续运行之后的指令，IAPGO位将自动清零。IAPFF(CHPCON.6)是IAP错误标志，可以用来检查之前IAP操作成功与否。通过这些纯软件的设置，用户可以很方便对FLASH存储器进行擦除、编程和校验。

6.4 I/O端口结构和工作模式 (GPIO)

6.4.1 GPIO模式

CM1003最多有43个普通IO管脚，其中40个可位寻址的通用I/O引脚，分成5组 P0 到 P4 ，另外P5有7个普通IO管脚，每一个端口有它的端口控制寄存器(Px 寄存器)。端口控制寄存器的写和读有不同的意思。写端口控制寄存器设置输出锁存逻辑值，读获取端口引脚的逻辑状态。管脚有四种模式分别是准双向模式（标准8051端口结构）、推挽输出、输入和开漏模式。每一个端口通过两个特殊功能寄存器PxM1 和 PxM2来选择端口Px的I/O模式。下表指示如何选择Px.n的I/O模式。注意任何复位之后，默认的配置是高阻输入模式。

PnM1.X[1]	PnM2.X[1]	I/O 类型
0	0	准双向模式
0	1	推挽模式
1	0	输入模式 (高阻状态)
1	1	开漏模式
注1: N = 0~5, x = 0~7		

表 6.4-1 不同的 IO 工作模式

CM1003 SERIES DATASHEET

6.5 定时器

6.5.1 定时器/计数器0 和 1

CM1003定时器/计数器0和1是两个16位定时器/计数器。每个都由两个8位的寄存器组成16计数寄存器.对于定时器/计数器0，TH0为高8位寄存器、TL0为低8位寄存器。同样定时器/计数器1也有两个8位寄存器，TH1和TL1。TCON和TMOD可以配置定时器/计数器0和1的模式。

通过TMOD中的C/T位来选择定时器或计数器功能。每个定时器/计数器都有选择位，TMOD的第2位选择定时器/计数器0功能，TMOD的第6位选择定时器/计数器1功能。

将它们设置为定时器后，定时器将对系统时钟周期计数。定时器0通过设置T0M(CKCON.3)位，定时器1通过设置T1M(CKCON.4)位，来选择定时器时钟是标准的8051计数能力系统时钟(FSYS)的12分频或增强型直接是系统时钟。在计数器模式下，每当检测到外部输入脚T0上的下降沿，计数寄存器的内容就会加一。如果在一个时钟周期采样到高电平，在下一个时钟周期采样到低电平，那么T0或T1引脚就会确认为一个由高到低的跳变。

当有定时器溢出发生，定时器0和1能配置引脚自动切换输出。同一个管脚可以用于T0和T1的输入计数也可以用于定时器的切换输出，这个功能通过CKCON寄存器的T0OE和T1OE控制位来分别使能定时器0和定时器1。当打开这个功能，输出端口在第一个定时溢出之前输出逻辑1。为确保此模式功能，C/T位应该被清除并且选择系统时钟作为定时器的时钟源。

注意：TH0(TH1)和TL0(TL1)是独立分开访问。需要特别注意，在模式0或模式1下时，当读/写TH0(TH1)和TL0(TL1)之前，必须清除TR0(TR1)来停止计时。否则将产生不可预料的结果。

6.5.2 定时器2和输入捕获

定时器2是一个16位的向上计数器，由高8位寄存器(TH2)和低8位寄存器(TL2)组成。通过配置寄存器RCMP2H和RCMP2L，设置CM/$\overline{(RL2)}$(T2CON.0)后，定时器2能工作在比较模式和自动重载模式下。定时器2具有3通道输入 捕获模块，可用于测量输入脉冲宽度或周期。3通道捕获结果分别存放在寄存器C0H 及 C0L, C1H 及 C1L, C2H 及 C2L中。定时器2的时钟来自系统时钟的分频，总共具有8级分频，可适用于更多应用需求。当TR2 (T2CON.2) 置 1，定时器使能；TR2置0时，定时器关闭。下列寄存器用于控制定时器2功能。

6.5.3 定时器3

定时器3是一个16位自动重装载，向上计数定时器。用户可以通过配置T3PS[2:0] (T3CON[2:0])选择预分频，并写入重载值到R3H 和R3L寄存器来决定它的溢出速率。用户可以设置TR3 (T3CON.3)来开始计数。当计数跨过FFFFH，TF3 (T3CON.4)置为1，且R3H 和R3L寄存器的内容重载到内部16位计数器。如果ET3 (EIE1.1)置为1，定时器3中断服务程序被执行。当进入中断服务程序，TF3会被硬件自动清零。

6.6 看门狗定时器(WDT)

6.6.1 概述

CM1003提供一个看门狗定时器(WDT)，它可以配置成一个超时复位定时器用于复位整个设备。一旦由于外界干扰设备进入非正常状态或挂起，看门狗可以复位恢复系统。这有用于监测系统运行以提高系统可靠性。对于容易受到噪声，电源干扰或静电放电干扰的系统，是十分有用的。看门狗也可以配置成通用定时器，可以工作在空闲模式或掉电模式，用于周期中断服务作为事件定时器或连续系统监测。WDTEN[3:0] (CONFIG4[7:4])初始化WDT工作在超时复位定时器或通用定时器模式。

6.7 自唤醒定时器(WKT)

6.7.1 概述

CM1003有一个专用的自唤醒定时器（WKT），用于低功耗模式下的周期唤醒芯片，也可用作通用定时器。WKT保持计数在空闲或掉电模式。当WKT用作唤醒定时器时，WKT要在进入省电模式之前开启。WKT能配置两种时钟源片内38.4kHz时钟源LIRC和32.768kHz外部时钟源LXT。注意系统时钟频率必须大于WKT时钟两倍以上。如果WKT开始计数，在设备进入空闲或掉电模式下，选择的时钟源会也要保持工作。注意选择的WKT时钟源不会连同WKT的配置自动使能，用户应该手动使能选择的时钟源并等待它稳定确保操作的成功。

WKT简单地实现为一个8位自动重载、向上计数定时器，预分频范围为1/1至1/2048，由WKPS[2:0](WKCON[2:0])选择。用户将重载值填入RWK 寄存器以确定其溢出率。可以设置WKTR(WKCON.3)以开始计数。当计数器翻转 FFH 时，WKTF(WKCON.4)设置为1，并生成重载，导致RWK寄存器的内容重新加载到内部8位计数器中。如果EWKT(EIE1.2)设置为1，则将执行 WKT 中断服务程序。

6.8 串口 (UART0 & UART1)

6.8.1 概述

CM1003包含两个具备增强的自动地址识别和帧错误检测功能的全双工串口。由于两个串口的控制位是一样的。一般来说，在以下内容中，没有对串口1介绍，只对串口0介绍。

每个串口都有一种同步工作模式：模式0；三种全双工异步模式(通用异步接收器和发送器)：模式1，模式2和模式3，这意味着收发可以同时连续进行。串口接收带有接收缓存，意味着在接收的前一个数据在被读取之前，串口就能接收第二个数据。接收和发送都是对SBUF进行操作访问，写入SBUF数据将直接传到发送寄存器，而读取SBUF是访问一个具有独立物理地址的接收寄存器。串口共有4种操作模式，任何一种模式，任何以操作SBUF的指令都将开始一次传输。

6.9 串行外围总线(SPI)

6.9.1 概述

CM1003系列提供支持高速串行通信的SPI模块。SPI 为微控制与外设EEPROM，LCD驱动，D/A转换之间提供全双工、高速、同步传输的总线。可提供主机从机模式传输，速度可达到时钟频率FSYS/4，支持传输完成标志位和“写”冲突标志位。在多主机系统中，SPI支持主机模式错误用以防止主机冲突。

6.10 I2C总线 (I^2C)

6.10.1 概述

CM1003提供了两个内部集成线路(I2C)总线作为一种串行通信方式，用在MCU与EEPROM，LCD模块，温度传感器等等之间控制。I2C 用两条线(数据线SDA和时钟线SCL)在设备间传输数据。

I2C总线用作主机与从机之间双向数据传输。可以用于多主机系统，支持无中央主机及多主机系统，主机与主机之间的总线仲载传输，同步时钟SCL的存在，允许设备间使用不同比特率的数据传输。支持四种传输模式：主发，主收，从发，从收。I2C 总线仅支持 7位地址。支持广播呼叫，支持标准速率传输 (100kbps)和快速传输(400k bps)。

6.11 脉冲宽度调制(PWM)

6.11.1 概述

PWM(脉冲宽度调制) 信号在控制方案中应用非常广泛。可用于电机驱动、风扇控制、背光调节、LED光源调光或通过低通滤波器电路模拟一个简单的数模转换器的输出。

CM1003包含三对（6个PWM通道）16位精度、可调周期和占空比的PWM输出，非常适合用于电机控制。该模块架构适用于驱动单相或三相无刷直流电机(BLDC)，或三相交流感应电机。每个信道PWM输出可配置为独立输出模式、互补模式或同步模式。当设定为互补模式时，通过插入可配置的死区时间，保护MOS管同时导通。PWM波形可配置边沿对齐或中心对齐来选择中断响应位置。

6.12 12位模数转换器(ADC)

6.12.1 概述

CM003内嵌12位逐次逼近寄存器型(SAR)的模拟数字转换器(ADC)。模数转换模块负责将管脚上的模拟信号转换为12位二进制数据。CM1003支持8信道单端输入模式。内部带隙电压(band-gap voltage)为1.22V，同时也可用作内部ADC输入端。所有模拟电路复用同一组采样电路和同一组采样保持电容。该组采样保持电容为转换电路的输入端。然后转换器通过逐次逼近的方式得到有效结果并存放在ADC结果寄存器中。

7 应用电路

7.1 供电电路

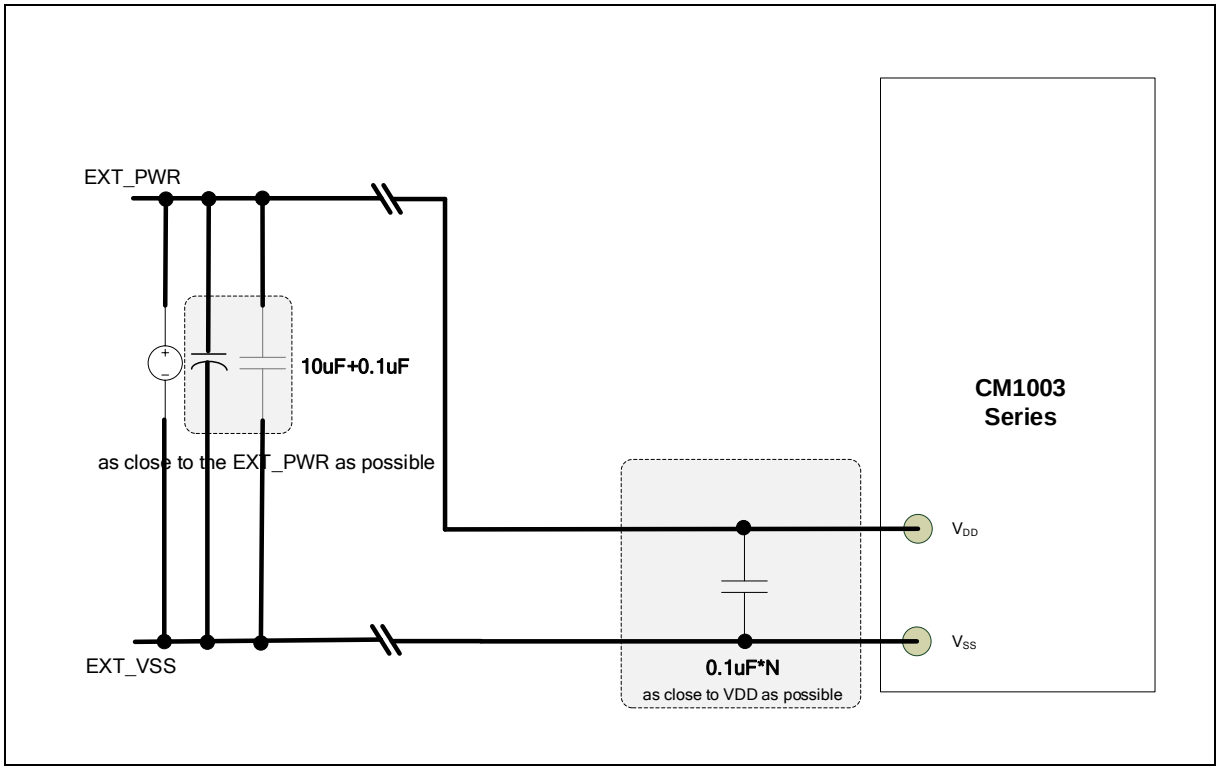
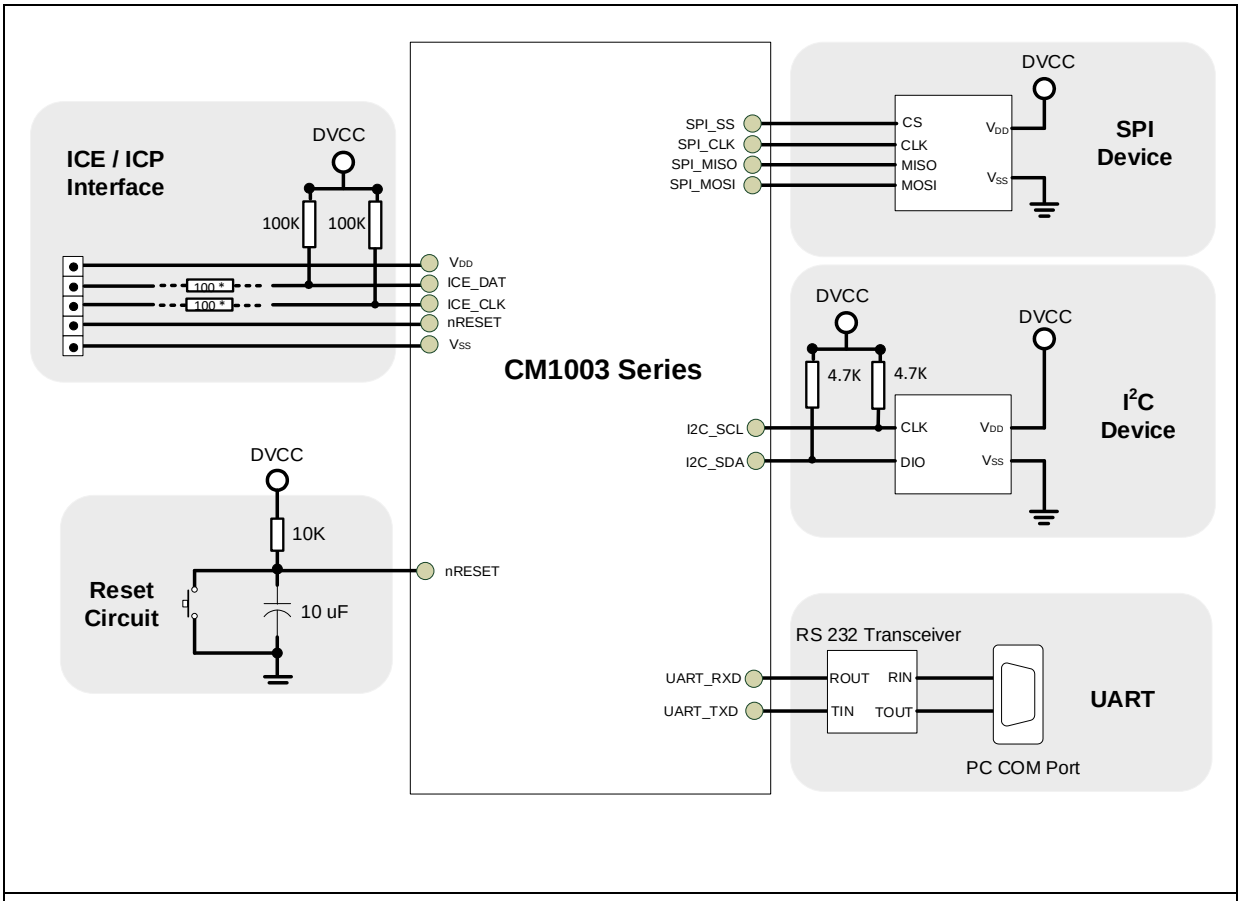


图 7.1-1 NuMicro® CM1003 供电电路

7.2 外设应用电路



注 1：建议在ICE_DAT和ICE_CLK引脚上使用100kΩ上拉电阻。

注 2：建议在nRESET引脚上使用10kΩ上拉电阻和10uF电容。

注 3：可选择在 ICE_DAT/ICE_CLK和烧录引脚之间添加100ohm串联电阻，用于滤除噪声干扰。

图 7.2-1 NuMicro® CM1003 外设应用电路

8 电气特性

8.1 常规运行条件

(V_{DD}-V_{SS} = 2.4 ~ 5.5V, T_A = 25°C, Fsys = 16 MHz除非另有说明)

符号I	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
T_A	运行环境温度	-40	-	105	℃	
V_{DD}	操作电压	2.4	-	5.5	V	
AV_{DD}[*1]	模拟操作电压	V_{DD}				
V_{BG}[2]	Band-gap电压[2]	1.17	1.22	1.30		T_A = 25 °C
		1.14		1.33		T_A = -40°C ~105 °C,
I_{RUSH}	稳压器上电时的InRush电流 (POR或从待机状态唤醒)	-	150	200	mA	
E_{RUSH}	稳压器上电时的InRush能量 (POR或从待机状态唤醒)	-	3.56	-	µC	V_{DD} = 2.4 V, T_A = 105 °C,

注:
1. 建议从同一个电源为VDD和AVDD供电。VDD和AVDD在通电和关机操作时，可以容忍0.3 V的最大差异。
2. 除非另有说明，本表所列数据基于表征，而不是在生产中测试。

表 8.1-1 常规工作条件

8.2 DC电气特性

8.2.1 电源电流特性

当前的功耗是由操作频率、设备软件配置、I/O引脚配置、I/O引脚切换速率、程序在存储中的位置等内外参数和因素共同作用的结果。电流消耗按下列条件和表中所述进行测量，测试结果如下所示。

- 所有GPIO引脚均处于推挽模式，输出高。
- V_{DD}的最大值= VDD =2.4 V ~ 5.5 V。除非特别说明，测试环境温度TA的典型值= 25°C和VDD =3.3。
- $V_{DD} = AV_{DD}$
- 当外设使能为系统时钟Fsys。
- 程序在Flash中运行”while(1);

符号	条件	Fsys	典型值[4]	最大值[4]			单位
			T_A = 25 °C	T_A = -40 °C	T_A = 25 °C	T_A = 105 °C	
I_{DD_RUN}	正常运行模式，运行在Flash，所有外设禁用	24 MHz(HIRC)[1] @5.5V	2.6	2.8	2.7	2.9	mA
		24 MHz(HIRC)[1] @3.3V	2.5				
		24 MHz(HIRC)[1] @2.4V	2.3				
		16 MHz (HIRC) [1] @5.5V	2.0	2.4	2.3	2.6	
		16 MHz (HIRC) [1] @3.3V	1.9				
		16 MHz (HIRC) [1] @2.4V	1.7				
		10 kHz (LIRC)[2]	0.30	0.50	0.46	2.33	

注:

1.该值基于 HIRC使能，LIRC使能的条件。

2.该值基于HIRC禁用, LIRC使能的条件。

3.LVR17使能，POR 使能，BOD使能。

4.除非另有说明，所列数据基于表征，而不是在生产中测试。

表 8.2-1 正常模式下的电流消耗

符号	测试条件	Fsys	典型值[3]	最大值[4]			单位
			T_A = 25 °C	T_A = -40 °C	T_A = 25 °C	T_A = 105 °C	
I_{DD_IDLE}	空闲模式，所有外设禁用	24 MHz(HIRC)[1] @5.5V	1.8	2.1	2.0	2.2	mA
		24 MHz(HIRC)[1] @3.3V	1.7				
		24 MHz(HIRC)[1] @2.4V	1.5				
		16 MHz (HIRC)[1] @5.5V	1.4	1.7	1.6	1.8	
		16 MHz (HIRC)[1] @3.3V	1.2				
		16 MHz (HIRC)[1] @2.4V	1.0				
		10 kHz (LIRC)[2]	0.2	0.2	0.24	0.27	

注：
1.该值基于 HIRC使能, LIRC使能的条件。
2.该值2. 基于HIRC禁用, LIRC使能的条件。
3.LVR17 使能, POR 使能，BOD 使能。
4. 除非另有说明，所列数据基于表征，而不是在生产中测试。

表 8.2-2 空闲模式下的电流消耗

符号	测试条件	典型值[1]	最大值[2]			单位
		T_A = 25 °C	T_A = -40 °C	T_A = 25 °C	T_A = 105 °C	
I_{DD_PD}	掉电模式，所有外设禁用@5.5V	8.2	8	10[3]	20	μA
	掉电模式，所有外设禁用@3.3V	7.9				
	掉电模式，所有外设禁用@2.4V	7.5				
	掉电模式，LVR使能，其余外设禁用	210	220	240	292	

注:

1. AV_{DD} = V_{DD} = 3.3V, LVR17 使能, POR禁用以及BOD禁用.

2. 除非另有说明，所列数据基于表征，而不是在生产中测试。

3. 基于特性，在生产中测试。

表 8.2-3 掉电模式下电流消耗

8.2.2 低功耗模式下唤醒时间

符号	参数		典型值	最大值	单位
t_{WU_IDLE}[1]	从空闲模式唤醒		5	6	时钟周期
t_{WU_NPD}[2][3]	从掉电模式唤醒	Fsys = HIRC @16MHz	-	40	µs
		Fsys = HIRC @ 24MHz	-	40	µs

注:

1.使用 16 MHz HIRC 振荡器在唤醒阶段进行测量。

2.基于表征过程中的测试，未在生产中测试。

3.唤醒时间是从唤醒事件到应用程序代码读取第一个点的时间。

表 8.2-4 掉电模式唤醒时间

8.2.3 I/O DC特性

8.2.3.1 引脚输入特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V_{IL}	输入低电平(I/O TTL输入)	V_{SS}-0.3	-	0.2V_{DD}-0.1	V	
V_{IL1}	输入低电平(I/O施密特输入或Xin)	0	-	0.3*V_{DD}	V	
V_{IH}	输入高电平(I/O TTL输入)	0.2V_{DD}+0.9	-	V_{DD}+0.3	V	
V_{IH1}	输入高电平(I/O施密特输入或Xin)	0.7*V_{DD}	-	V_{DD}	V	
V_{HY}[*1]	施密特输入滞后电压	-	0.2*V_{DD}	-	V	
I_{LK}[*2]	输入漏电流	-1		1	μA	V_{SS} < V_{IN} < V_{DD}, 开漏或输入模式
		-1		1		V_{DD} < V_{IN} < 5.5 V, 开漏或输入模式

注:

1. 由表征结果保证，未在生产中测试。
2. 如果发生异常注入，泄漏可能会超过最大值。
3. 为了维持高于 VDD +0.3 V 的电压，必须禁用内部上拉电阻。如果在相邻的引脚上注入正电流，泄漏可能会大于最大值。

表 8.2-5 I/O 输入特性

8.2.3.2 I/O输出特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
I_{SR}[1] [2]	拉电流（准双向模式,高电位）	-7.4	-	-7.5	μA	V_{DD} = 5.5 V V_{IN} =(V_{DD}-0.4) V
		-7.3	-	-7.5	μA	V_{DD} = 3.3 V V_{IN} =(V_{DD}-0.4) V
		-7.3	-	-7.5	μA	V_{DD} = 2.4 V V_{IN} =(V_{DD}-0.4) V
		-57.2	-	-58.3	μA	V_{DD} = 5.5 V V_{IN} = 2.4 V
	拉电流（推挽模式,高电位）	-9	-	-9.6	mA	V_{DD} = 5.5 V V_{IN} =(V_{DD}-0.4) V
		-6	-	-6.6	mA	V_{DD} = 3.3 V V_{IN} =(V_{DD}-0.4) V
		-4.2	-	-4.9	mA	V_{DD} = 2.7 V V_{IN} =(V_{DD}-0.4) V
		-18	-	-20	mA	V_{DD} = 5.5 V V_{IN} = 2.4 V
I_{SK}[1] [2]	灌电流（推挽模式）	18	-	20	mA	V_{DD} = 5.5 V V_{IN} = 0.4 V
		16	-	18	mA	V_{DD} = 3.3 V V_{IN} = 0.4 V
		9.7	-	11	mA	V_{DD} = 2.4 V V_{IN} = 0.4 V
C_{IO}[1]	I/O 引脚电容	-	5	-	pF	

注:

1. 由表征结果保证，没有在生产中测试
2. I_{SR}和I_{SK}必须始终符合最大电流和I / O的总和,CPU和外设不得超过ΣI_{DD}和ΣI_{SS}。

表 8.2-6 I/O 输出特性

8.2.3.3 nRESET输入特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V_{ILR}	负向阈值电压, nRESET	-	-	0.3*V_{DD}	V	
V_{IHR}	正向阈值电压, nRESET	0.7*V_{DD}	-	-	V	
R_{RST}[1]	nRESET 脚内部上拉电阻	45	-	60	KΩ	V_{DD} = 5.5 V
		45	-	65		V_{DD} = 2.4 V
t_{FR}[1]	nRESET 脚输入滤波脉冲时间	-	1.5	-	μs	正常运行模式和空闲模式
		10	-	25		掉电模式

注:

1. 由表征结果保证，未在生产中测试。
2. 建议加一个10 kΩ 电阻和 10uF电容在nRESET引脚上来保持复位信号稳定。

表 8.2-7 nRESET 输入特性

8.3 AC 电气特性

8.3.1 内部高速16Mhz阻容振荡器 (HIRC)

8.3.1.1 16MHz RC 振荡器 (HIRC)

16 MHz RC 振荡器在生产中经过校准

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V_{DD}	操作电压	2.4	-	5.5	V	
F_{HRC}	振荡器频率	-	16[1]	-	MHz	T_A = 25 °C, V_{DD} = 3.3V
	频率精度（操作电压和温度范围）	-1[3]	-	1[3]	%	T_A = 25 °C, V_{DD} = 3.3V
		-2[4]	-	2[4]	%	T_A = -20°C ~ +105 °C, V_{DD} = 2.4 ~ 5.5V
		-4[4]		4[4]	%	T_A = -40°C ~ -20°C, V_{DD} = 2.4 ~ 5.5V
I_{HRC}[2]	操作电流	-	490	550	μA	
T_S[3]	稳定时间	-	3	5	μs	T_A = -40°C ~ +105 °C, V_{DD} = 2.4 ~ 5.5V

注:

1. 产品默认参数
2. 基于重新加载的值
3. 根据特性，在生产中进行了测试。
4. 由表征结果保证，没有在生产中测试.
5. 设计保证

表 8.3-1 16 MHz 内部高速 RC 振荡器(HIRC) 特性

8.3.1.2 24MHz RC 振荡器 (HIRC)

24 MHz RC 振荡器在生产中经过校准

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V_{DD}	操作电压	2.4	-	5.5	V	
F_{HRC}	振荡器频率	-	24[1]	-	MHz	T_A = 25 °C, V_{DD} = 3.3V
	频率精度（操作电压和温度范围）	-1[3]	-	1[3]	%	T_A = 25 °C, V_{DD} = 3.3V
		-2[4]	-	2[4]	%	T_A = -20°C ~ +105 °C, V_{DD} = 2.4 ~ 5.5V
		-4[4]		4[4]	%	T_A = -40°C ~ -20°C, V_{DD} = 2.4 ~ 5.5V
I_{HRC}[2]	操作电流	-	490	550	μA	
T_S[3]	稳定时间	-	3	5	μs	T_A = -40°C ~ +105 °C, V_{DD} = 2.4 ~ 5.5V

注:

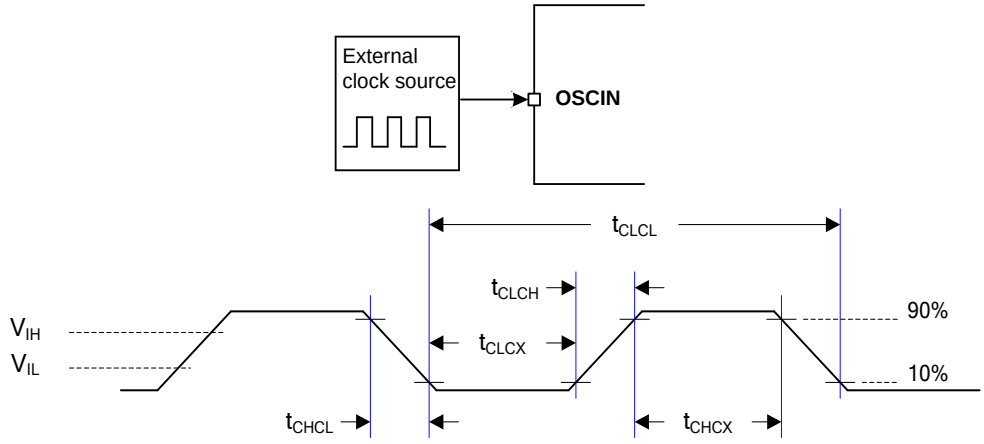
1. 产品默认参数
2. 基于重新加载的值
3. 根据特性，在生产中进行了测试。
4. 由表征结果保证，没有在生产中测试.
5. 设计保证。

表 8.3-2 24MHz 内部高速 RC 振荡器(HIRC) 特性

8.3.2 外部 4~32 MHz 高速时钟信号输入特性

对于时钟输入模式，使能ECLK输入模式，OSCIN是接收外部时钟的标准输入引脚。外部时钟信号必须遵守下表。这些特性是使用波形发生器产生的波形进行测试的结果。

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
f_{HXT_ext}	外部时钟频率	4	-	24	MHz	
t_{CHCX}	时钟高电平时间	8	-	-	ns	
t_{CLCX}	时钟低电平时间	8	-	-	ns	
t_{CLCH}	时钟上升时间	-	-	10	ns	低 (10%) 到高电平 (90%) 上升时间
t_{CHCL}	时钟下降时间	-	-	10	ns	高 (90%) 到低电平 (10%) 下降时间
Du_{E_HXT}	占空比	40	-	60	%	
V_{IH}	输入高电压	$0.7*V_{DD}$	-	V_{DD}	V	
V_{IL}	输入低电压	V_{SS}	-	$0.3*V_{DD}$	V	



注:

1.特性保证，未在生产中测试。

表 8.3-3 外部 4~24 MHz 高速时钟信号输入

8.3.3 10 kHz内部低速 RC 振荡器 (LIRC)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V_{DD}	操作电压	2.4	-	5.5	V	
F_{LRC}	振荡器频率	-	10	-	kHz	
	频率精度（操作电压和温度范围）	-10[1]	-	10[1]	%	T_A = 25 °C, V_{DD} = 5V
		-35[2]	-	35[2]	%	T_A=-40~105°C 没有软件调整精度功能
I_{LRC}[3]	操作电流	-	0.85	1	μA	V_{DD} = 3.3V
T_S	准备时间	-	500	-	μs	T_A=-40~105°C

注:

1. 保证产品特性，经生产检验
2. 保证产品特性，不经生产检验
3. 保证设计

表 8.3-4 10 kHz 内部低速 RC 振荡器(LIRC) 特性

8.3.4 I/O AC特性

符号	参数	典型值	最大值[*1]	单位	测试条件[*2]
$t_{f(IO)out}$	普通输出模式[4] 输出高(90%)到输出低(10%)下降时间	4.6	5.1	ns	C_L = 30 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		2.9	3.3		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		6.6	8		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		4.3	5		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		8.5	12.5		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 2.4 V
		8.0	10.7		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 2.4 V
$t_{f(IO)out}$	高速输出模式[5] 输出高(90%)到输出低(10%)下降时间	4.0	4.3	ns	C_L = 30 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		2.1	2.5		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		4.9	5.8		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		3.0	3.7		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		9.5	13.8		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 2.4 V
		5.4	7.4		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 2.4 V
$t_{r(IO)out}$	普通模式[4] 输出低(10%) 到输出高(90%)上升时间	5.6	6.1	ns	C_L = 30 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		3.4	3.7		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		8.1	9.4		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		5.1	5.8		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		15.1	20.3		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 2.4 V
		9.6	12.4		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 2.4 V
$t_{r(IO)out}$	高速模式[5] 输出低(10%)到输出高(90%)上升时间	4.8	5.2	ns	C_L = 30 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		2.1	2.5		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 5.5 V
		6.4	7.4		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		3.0	3.7		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 3.3 V
		12.7	16.9		C_L = 30 pF, V_{DD} >= 2.4 V
		5.4	7.4		C_L = 10 pF, V_{DD} >= 2.4 V
$f_{max(IO)out}$[*3]	I/O 最快输出频率	24	24	MHz	C_L = 30 pF, V_{DD} >= 2.4 V
					C_L = 10 pF, V_{DD} >= 2.4 V

Notes:

1.由表征结果保证，未在生产中测试

2.C_L 是模拟PCB和器件负载的外部电容

3.最大频率通过该公式计算得出 $f_{max} = \frac{2}{3 \times (t_f + t_r)}$.

4.PxSR.n 设定值为0，为普通输出模式

5.PxSR.n 设定值为1，为高速输出模式

表 8.3-5 I/O AC 特性

8.4 模拟参数特性

8.4.1 复位和电源控制模块特性

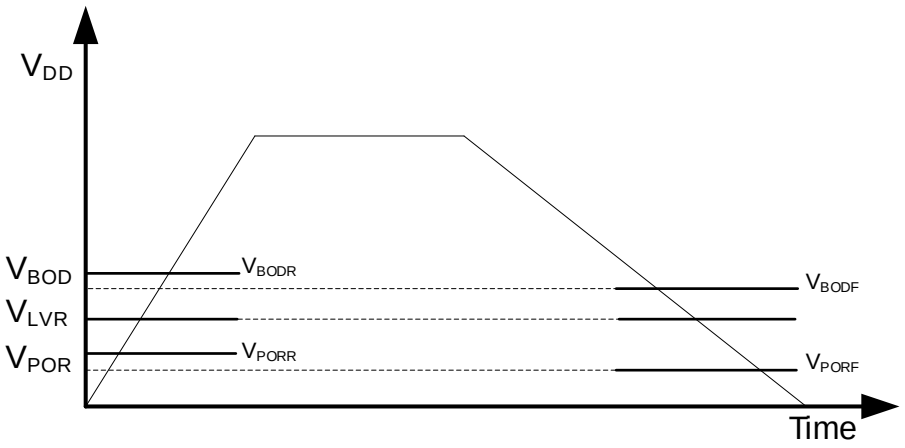
下表参数来源于环境温度下的试验。

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
I_{POR}	POR操作电流	10		20	μA	AV_{DD} = 5.5V
I_{LVR}	LVR操作电流	0.5	-	1		AV_{DD} = 5.5V
I_{BOD}	BOD操作电流	-	200	230		AV_{DD} = 5.5V
V_{PORR}	POR 复位电压 (电源打开,阈值上升)	1	1.15	1.3	V	-
V_{PORF}	POR 复位电压 (电源关闭,阈值下降)	0.9	1.05	1.15		-
V_{LVR}	LVR复位阈值电压	1.7	2.0	2.4		-
V_{BODR}	BOD 欠压检测电压 (电源打开,阈值上升)	4.2	4.5	4.8		BOV[1:0] = [0,0]
		3.6	3.8	4.0		BOV[1:0] = [0,1]
		2.6	2.8	3		BOV[1:0] = [1,0]
		2.1	2.3	2.5		BOV[1:0] = [1,1]
V_{BODF}	BOD 欠压检测电压 (电源关闭,阈值下降)	4.1	4.4	4.7		BOV[1:0] = [0,0]
		3.5	3.7	3.9		BOV[1:0] = [0,1]
		2.5	2.7	2.9		BOV[1:0] = [1,0]
		2.0	2.2	2.4		BOV[1:0] = [1,1]
T_{LVR_SU}	LVR 启动时间	48	61	80	μs	-
T_{LVR_RE}	LVR 响应时间	-	-	30		Fsys = HIRC@16MHz
		-	-	30		Fsys = LIRC
T_{BOD_SU}	BOD启动时间	180	-	320		Fsys = HIRC@16MHz
T_{BOD_RE}	BOD响应时间	2.5	-	5		Fsys = HIRC@16MHz
R_{VDDR}	V_{DD} 上升速率	160	-	-	μS/V	POR使能
R_{VDDF}	V_{DD} 下降速率	160	-	-		POR使能, BOD使能, LVR使能

注:

1.除非另有说明，否则所有数据均由表征结果保证，未在生产中进行测试。

表 8.4-1 复位和电源控制特性



注：V_{POR}检测内部 LDO 电压

图 8.4-1 电源上升/下降的条件

BODFLT (BODCON1.1)	BOD 工作模式	系统时钟源	最小电压检测脉冲宽度
0	正常工作模式 (LPBOD[1:0] = [0,0])	任意时钟源	Typ. 1μs
	低功耗模式 1 (LPBOD[1:0] = [0,1])	任意时钟源	16 ($1/F_{LIRC}$)
	低功耗模式 2 (LPBOD[1:0] = [1,0])	任意时钟源	64 ($1/F_{LIRC}$)
	低功耗模式 3 (LPBOD[1:0] = [1,1])	任意时钟源	256 ($1/F_{LIRC}$)
1	正常工作模式 (LPBOD[1:0] = [0,0])	HIRC/ECLK	正常工作模式: 32 ($1/F_{SYS}$) 空闲模式: 32 ($1/F_{SYS}$) 掉电模式: 2 ($1/F_{LIRC}$)
		LIRC	2 ($1/F_{LIRC}$)
	低功耗模式 1 (LPBOD[1:0] = [0,1])	任意时钟源	18 ($1/F_{LIRC}$)
	低功耗模式 2 (LPBOD[1:0] = [1,0])	任意时钟源	66 ($1/F_{LIRC}$)
	低功耗模式 3 (LPBOD[1:0] = [1,1])	任意时钟源	258 ($1/F_{LIRC}$)

表 8.4-2 最小欠压检测脉冲宽度

8.4.2 12位SAR ADC

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
T_A	温度	-40	-	105	℃	
AV_{DD}	模拟操作电压	2.4	-	5.5	V	$AV_{DD} = V_{DD}$
V_{REF}	参考电压	2.4	-	AV_{DD}	V	$V_{REF} = AV_{DD}$
V_{IN}	ADC 通道输入电压	0	-	V_{REF}	V	
I_{ADC}[*1]	操作电流 (AV_{DD} + V_{REF} 电流)	-	-	418	μA	$AV_{DD} = V_{DD} = V_{REF}$ = 5.5 V F_{ADCCOV} = 500 kHz
N_R	分辨率	12			Bit	
T_{ADCEC}	编码时间[2]	1.6			μs	该值由ADC模块固定
F_{ADCLK}	ADC采样时钟频率	F_{SYS}/8		F_{SYS}		
T_{ADCSMP}	ADC采样时间[2]	0.4	-	17	μs	F_{SYS} = 16MHz
		0.417	-	11.3	μs	F_{SYS} = 24MHz
F_{ADCCOV}	转换速率 $F_{ADCCOV} = 1/T_{ADCCOV}$	53.7	-	500	kHz	F_{SYS} = 16MHz
		77.6	-	495	kHz	F_{SYS} = 24MHz
T_{ADCCOV}	转换时间[2] $T_{ADCCOV} = T_{ADCSMP} + T_{ADCEC}$	2	-	18.6	μs	F_{SYS} = 16MHz
		2.017	-	12.9	μs	F_{SYS} = 24MHz
T_{EN}	使能到准备时间	20	-	-	μs	
INL[1]	积分非线性误差	-1	-	+4	LSB	$V_{REF} = AV_{DD} = V_{DD}$
DNL[1]	微分非线性误差	-2	-	+4	LSB	$V_{REF} = AV_{DD} = V_{DD}$
E_G[1]	增益误差	+2	-	+4.6	LSB	$V_{REF} = AV_{DD} = V_{DD}$
E_{OT}[1]	偏移误差	-2	-	+2.8	LSB	$V_{REF} = AV_{DD} = V_{DD}$
E_A[1]	绝对误差	-7		+7	LSB	$V_{REF} = AV_{DD} = V_{DD}$
R_S	输入等效电阻		0.5	2.5	kΩ	
C_{IN}	输入等效电容		2.5		pF	
R_{IN}[1]	内部开关电阻	-	0.5	-	kΩ	
R_{EX}[1]	外部输入阻抗	-	-	33	kΩ	

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件

注：

1. 除非另有说明，所有数据均由表征结果保证，未在生产中进行测试。
2. ADC转换时间T_{ADCCOV} = ADC采样时间(T_{ADCSMP}) + ADC编码时间(T_{ADCEC})。编码时间是固定的，最快的转换速率限制在500k，因此采样时间有最小的时间限制，必须大于400μs。

   ADC采样时间T_{ADCSMP}=.$\frac{4*ADCAQT+6}{F_{ADCCLK}}$, 其中，ADCAQT 在 ADCCON2[3:1] 中定义，3 位值从 0 到 7

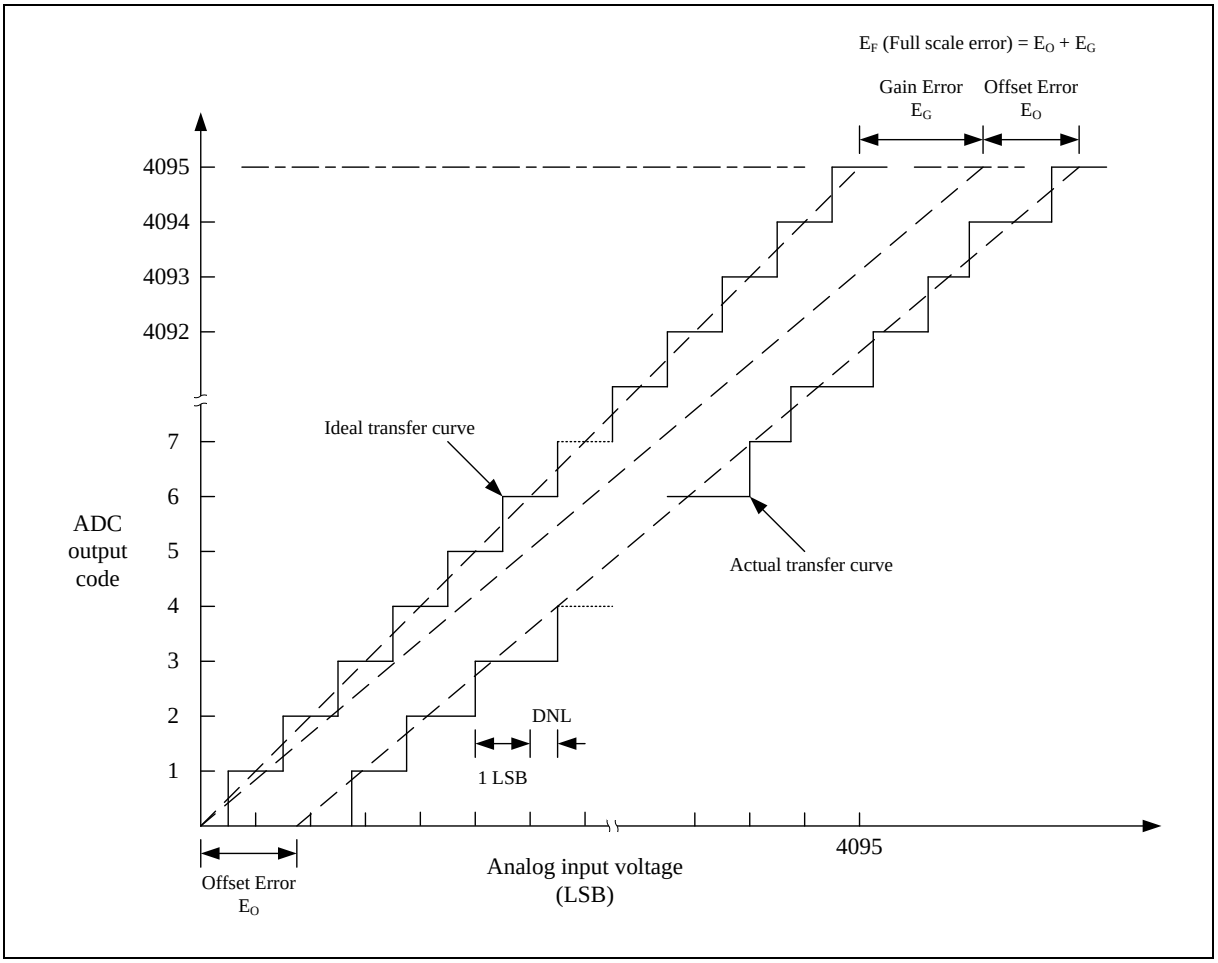
   F_{ADCCLK}=$\frac{F_{SYS}}{ADCDIV}$, 其中，ADCDIV 在 ADCCON1[5:4] 中定义。

   当F_{SYS} = 16MHz时, ADC最小采样时间为$\frac{6}{16MHz}$ (ADCAQT = 0, ADCDIV = 0), ADC最大采样时间为$\frac{4*7+6}{16MHz/8}$ (ADCAQT = 7, ADCDIV = 8)

   当F_{SYS} = 24MHz时, 由于采样时序的限制，我们建议将ADCAQT至少设为1。ADC最小采样时间为 $\frac{4*1+6}{24MHz}$ (ADCAQT = 1, ADCDIV = 0), ADC最大采样时间为$\frac{4*7+6}{24MHz/8}$ (ADCAQT = 7, ADCDIV = 8)
3. R_{EX}最大值公式用于确定 1/4 LSB 误差允许的最大外部阻抗。N = 12（基于 12 位分辨率），k 为采样时钟数 (T_{SMP})。C_{EX}表示 PCB 和焊盘的电容，与 R_{EX} 组合成低通滤波器。 一旦 R_{EX} 和C_{EX}值过大,就有可能滤掉实际信号导致ADC精度变低。

$$R_{EX} < \frac{k}{F_{ADCCOV} \times (C_{IN} + C_{EX}) \times \ln(2^{N+2})} - R_{IN}$$

表 8.4-3 ADC 特性



注: INL是校准后的传输曲线与理想传输曲线的过渡点之间的峰值差。校准传输曲线是指校准了实际传输曲线的偏移量和增益误差。

8.5 通信特性

8.5.1 SPI动态特性

符号	参数	规格[*1]				测试条件
		最小值	典型值	最大值	单位	
F_{SPICLK} 1/ T_{SPICLK}	SPI时钟频率	-	-	$F_{SYS}/2$	MHz	2.4 V ≤ V_{DD} ≤ 5.5 V, C_L = 30 pF
t_{CLKH}	时钟输出高时间	T_{SPICLK} / 2			ns	
t_{CLKL}	时钟输出低时间	T_{SPICLK} / 2			ns	
t_{DS}	数据输入设置时间	2	-	-	ns	
t_{DH}	数据输入保持时间	$1/F_{SYS}$	-	-	ns	
t_V	数据输出有效时间	-	-	5	ns	主机模式 2.4 V ≤ V_{DD} ≤ 5.5 V, C_L = 30 pF
				$1/F_{SYS}$	ns	从机模式 2.4 V ≤ V_{DD} ≤ 5.5 V, C_L = 30 pF

注:

1. 除非另有说明，否则所有数据均由表征结果保证，未在生产中进行测试。

表 8.5-1 SPI 主机模式特性

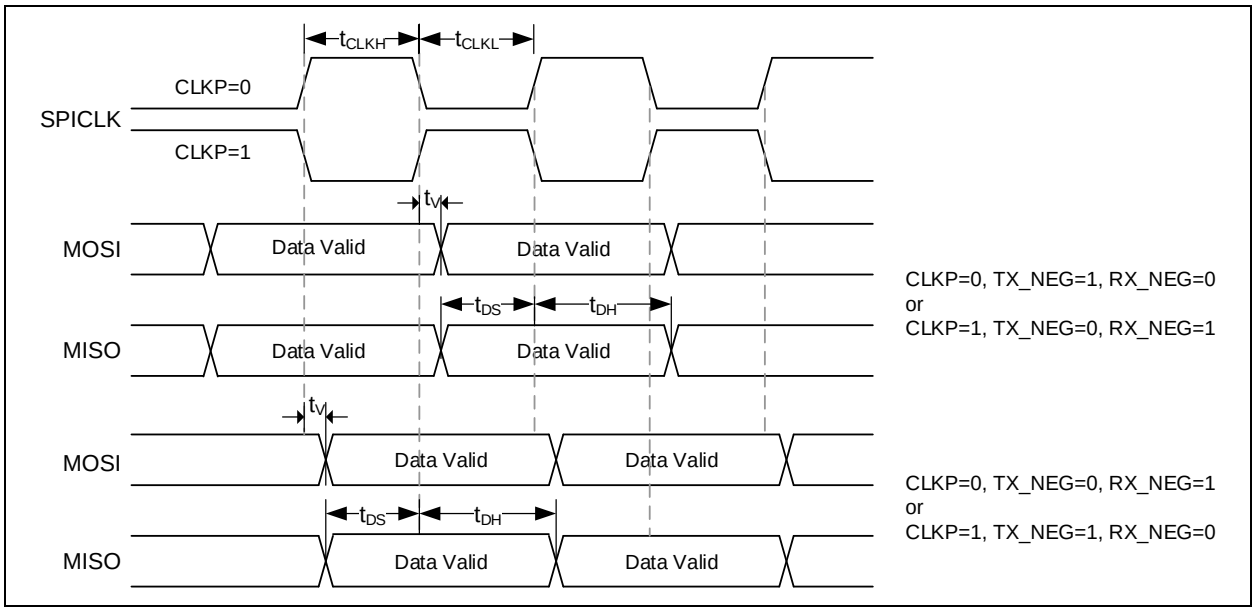


图 8.5-1 SPI 主机模式时序图

8.5.2 I²C动态特性

符号	参数	标准模式[1][2]		快速模式[1][2]		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
t_{LOW}	SCL低周期	4.7	-	1.3	-	μS
t_{HIGH}	SCL高周期	4	-	0.6	-	μS
$t_{SU;STA}$	重复起始信号建立时间	4.7	-	0.6	-	μS
$t_{HD;STA}$	起始信号保持时间	4	-	0.6	-	μS
$t_{SU;STO}$	结束信号建立时间	4	-	0.6	-	μS
t_{BUF}	总线空闲时间	4.7[3]	-	1.2[3]	-	μS
$t_{SU;DAT}$	数据建立时间	250	-	100	-	nS
$t_{HD;DAT}$	数据保持时间	0[4]	3.45[5]	0[4]	0.8[5]	μS
t_r	SCL/SDA上升时间	-	1000	20+0.1C_b	300	nS
t_f	SCL/SDA下降时间	-	300	-	300	nS
C_b	每条总线的电容负载	-	400	-	400	pF

注:

1. 除非另有说明，否则所有数据均由表征结果保证，未在生产中进行测试。
2. HCLK必须高于2MHz才能达到标准模式最大I²C频率。它必须高于8 MHz才能实现快速模式最大I²C频率。
3. 在从机模式下，收到 STOP 条件后，I²C 控制器必须立即重新触发。
4. 设备必须为SDA信号提供至少300ns的保持时间，以桥接SCL下降沿的未定义区域。
5. 只有当接口没有延长SCL信号的低时段时，才必须满足启动信号的最大保持时间。

表 8.5-2 I²C 特性

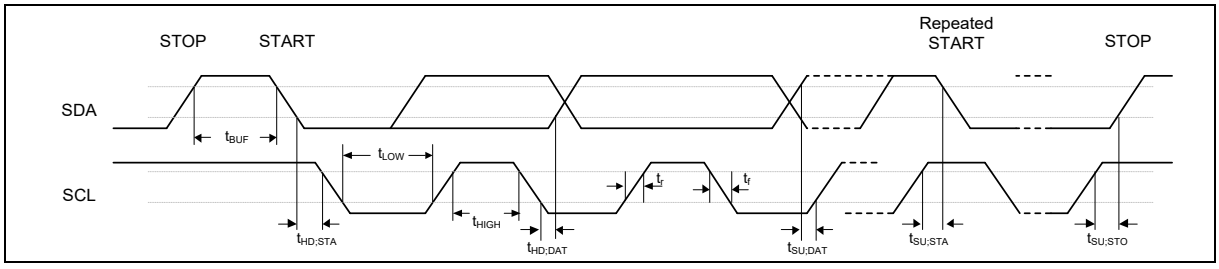


图 8.5-2 I²C 时序图

8.6 Flash DC电气特性

料件送到客户手中时，Flash内容已被擦除。

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
T_{ERASE}	页擦除时间	-	5	-	ms	T_A = 25℃
T_{PROG}	编辑时间	-	20	-	μs	
I_{DD1}	读电流	-	4	-	mA	
I_{DD2}	编辑电流	-	2	-	mA	
I_{DD3}	擦除电流	-	2	-	mA	
N_{ENDUR}	耐久度	100,000	-		周期数[2]	T_J = -40℃~125℃
T_{RET}	擦写次数	50	-	-	年	10万次循环[2] T_A = 55℃
		25	-	-	年	10万次循环[2] T_A = 85℃
		10	-	-	年	10万次循环[2] T_A = 105℃

注:

1. 除非另有说明，否则所有数据均由表征结果保证，未在生产中进行测试。
2. 编程/擦除周期数

表 8.6-1 Flash 特性

8.7 绝对最大额定值

超过绝对最大额定值可能对设备造成永久性损伤。极限值仅为额定值，不能用于设备的功能操作。接触绝对最大额定值可能会影响设备的可靠性，并不能保证正常运行。

8.7.1 电压特性

符号	描述	最小值	最大值	单位
V_{DD}-V_{SS}[*1]	直流电源电压	-0.3	6.5	V
ΔV_{DD}	不同电源引脚之间的电压差异	-	50	mV
$\lvert V_{DD} - AV_{DD} \rvert$	V_{DD}和AV_{DD}允许的电压差	-	50	mV
ΔV_{SS}	不同接地引脚之间的电压差异	-	50	mV
$\lvert V_{SS} - AV_{SS} \rvert$	V_{SS}和AV_{SS}允许的电压差	-	50	mV
V_{IN}	I/O输入电压为5v公差	V_{SS}-0.3	5.5	V
注: 所有主电源(V_{DD}, AV_{DD}) 和地(V_{SS}, AV_{SS})引脚必须连接到外部电源。				

表 8.7-1 电压特性

8.7.2 电流特性

符号	描述	最小值	最大值	单位
ΣI_{DD}[*1]	V_{DD} 最大输入电流	-	150	mA
ΣI_{SS}	V_{SS} 最大输出电流	-	150	
I_{IO}	单一管脚最大灌电流	-	22	
	单一管脚最大流出电流	-	10	
	所有管脚最大灌电流总和[*2]	-	100	
	所有管脚最大输出电流总和[*2]	-	100	
$I_{INJ(PIN)}$ [*3]	I/O引脚的最大注入电流	-	±5	$I_{INJ(PIN)}$ [*3]
$\Sigma I_{INJ(PIN)}$ [*3]	总I/O引脚的最大注入电流	-	±25	$\Sigma I_{INJ(PIN)}$ [*3]

注:

1. 最大允许电流是器件最大功耗的功能。
2. 这个电流消耗必须正确地分布在所有I/O和控制引脚上。总输出电流不能灌在两个连续的电源插脚之间。
3. 阳性注入由VIN>AVDD引起，阴性注入由VIN<VSS引起。绝对不能超过IINJ(PIN)。建议在模拟输入引脚和电压供应引脚之间连接一个过电压保护二极管。

表 8.7-2 电流特性

8.7.3 温度特性

平均结温计算公式如下：

$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$

- TA = 环境温度(℃)
- θJA = 环境热阻(℃/Watt)
- PD =内部和IO功耗总和

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T_A	环境温度	-40	-	105	℃
T_J	结温度	-40	-	125	
T_{ST}	存储温度	-65	-	150	
θ_{JA}[*1]	热阻 20-pin QFN(3x3 mm)	-	68	-	℃/Watt
	热阻 20-pin TSSOP(4.4x6.5 mm)	-	38	-	
注: 根据JESD51-2集成电路热测试方法确定环境条件					

表 8.7-3 温度特性

8.7.4 EMC特性

8.7.4.1 静电放电 (ESD)

对于Nuvoton单片机产品，内置ESD保护电路，避免了典型的ESD可能造成的任何损坏。

8.7.4.2 静态 latchup

需要两个互补的静态测试来评估latchup

演示:

- 每个电源引脚上都加有过电压保护
- 对每个输入、输出和可配置的I/O引脚进行电流注入

8.7.4.3 电气快速瞬变 (EFT)

在某些应用电路中，组成部分会在配电系统上产生快速、窄高频瞬变脉冲。

- 电感负载:
  - 继电器、开关器
  - 断电时的重型电机等.

国际电子委员会(IEC)在IEC 61000-4-4中定义了电子产品的快速瞬态脉冲要求。

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{HBM}[*1]	静电放电，人体模式	-7000	-	+7000	V
V_{CDM}[*2]	静电放电、充电设备模式	-1000	-	+1000	
LU[*3]	锁存引脚电流[*3]	-200	-	+200	mA
V_{EFT}[*4] [*5]	快速瞬变电压脉冲	-4.4	-	+4.4	kV

注:

1. 根据ANSI/ESDA/JEDEC JS-001标准确定，静电放电灵敏度测试-人体模型(HBM) -器件级
2. 根据ANSI/ESDA/JEDEC JS-002静电放电灵敏度(ESD)测试标准确定。
3. 按JEDEC EIA/JESD78标准测定。
4. 根据IEC61000 -4-4电快速瞬变/突发抗扰性试验确定。
5. 性能标准等级为4A

表 8.7-4 EMC 特性

8.7.5 焊接曲线

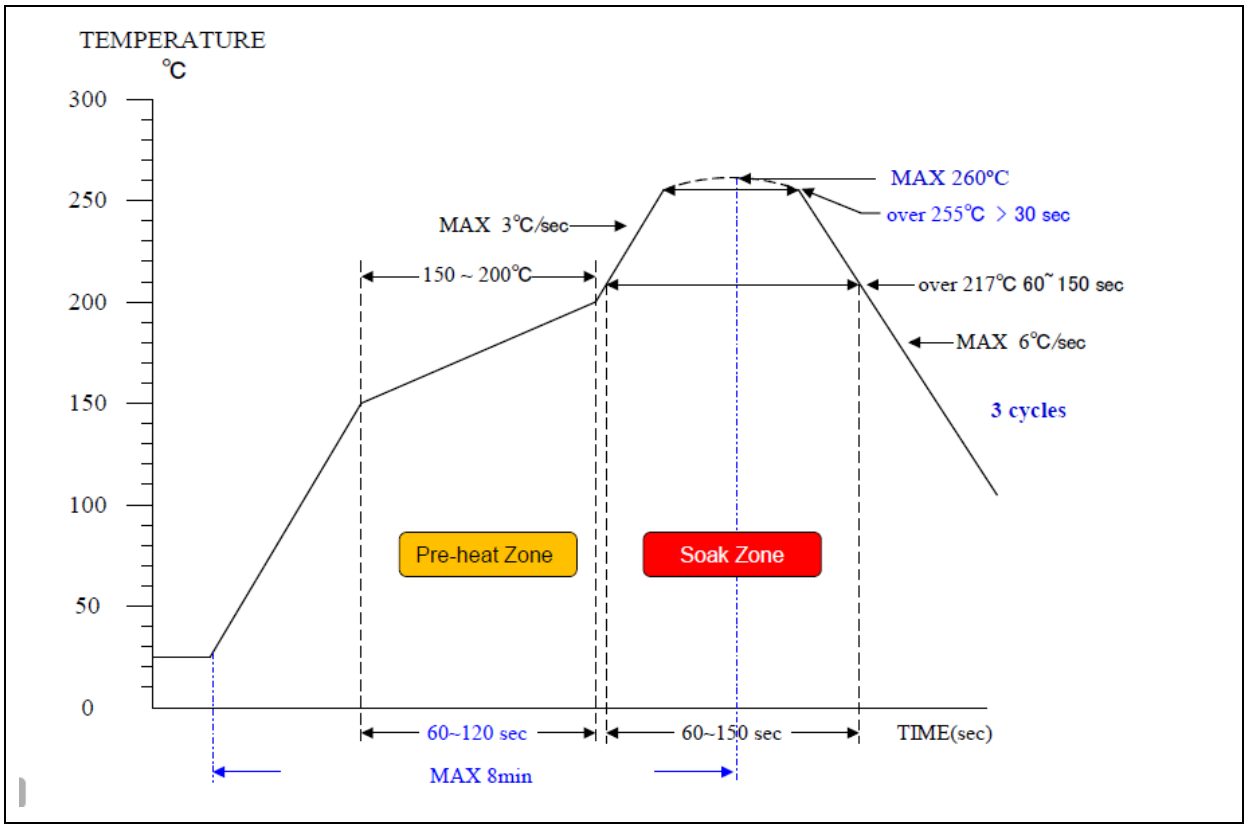


图 8.7-1 焊接曲线

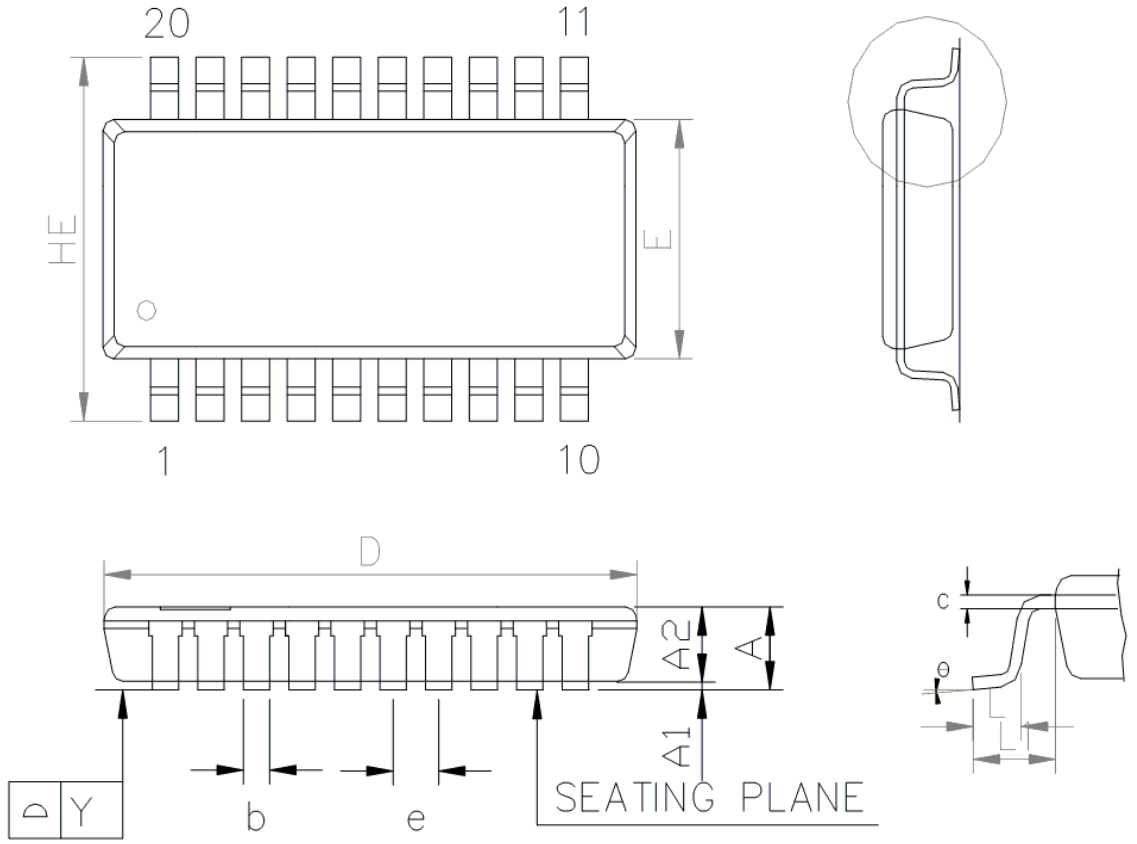
外形特征	无铅封装
平均升温速率 (217°C 至峰值)	最大3℃/sec
预热温度150°C ~200°C	60 sec. ~ 120 sec.
温度维持在 217°C以上	60 sec. ~ 150 sec.
实际峰值温度上下5°C的时间	> 30 sec.
峰值温度范围	260℃
降温速率	最大6℃/sec.
25°C至峰值温度的时间	最大8 min.
注: 根据J-STD-020C确定	

表 8.7-5 焊接曲线

9 封装尺寸

封装不含卤素，符合 RoHS 和 TSCA 标准。

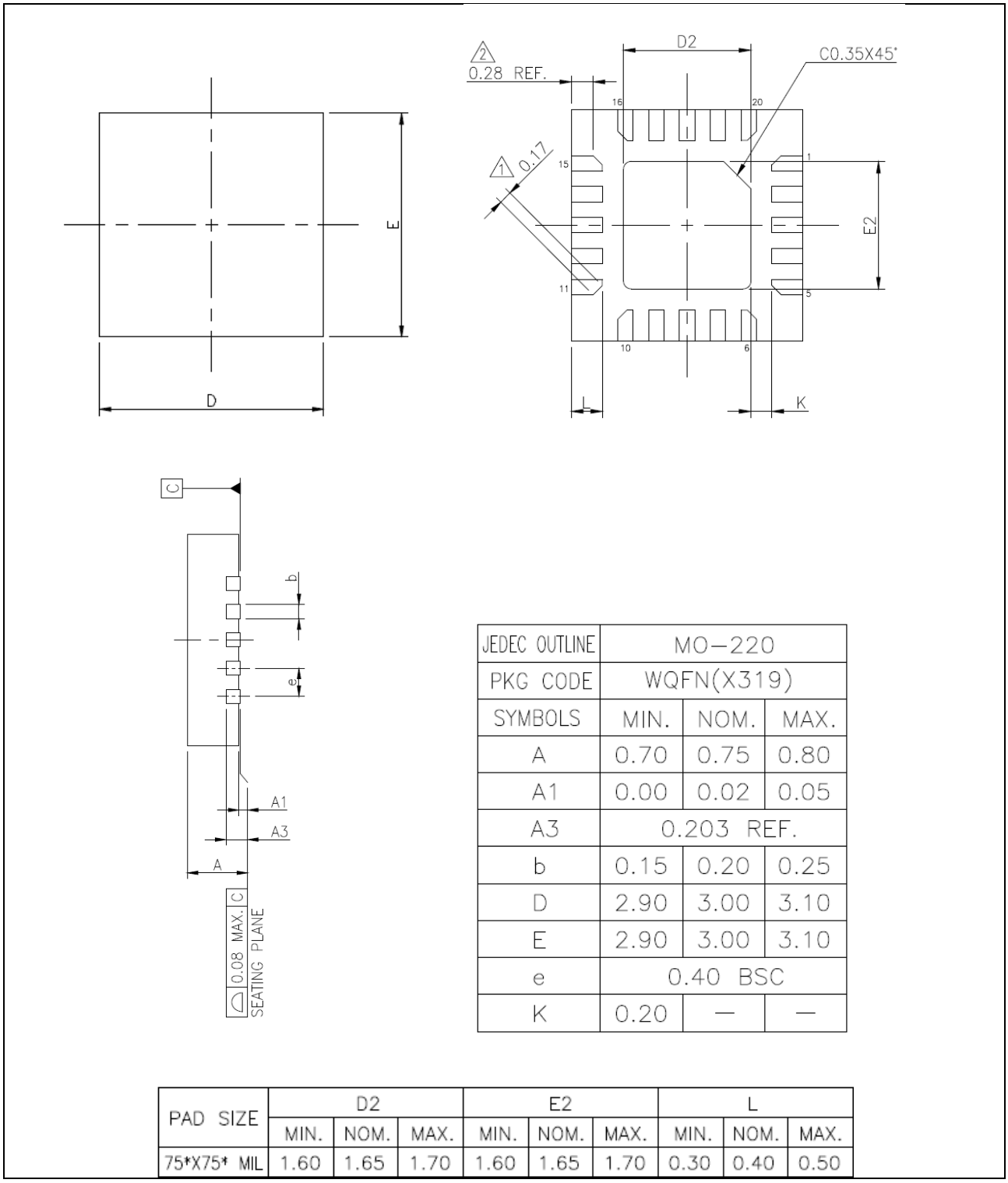
9.1 TSSOP 20引脚 (4.4 x 6.5 x 0.9 mm)



SYMBOL	DIMENSION (MM)			DIMENSION (INCH)		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	-	-	1,20	-	-	0.047
A1	0,05	-	0,15	0.002	-	0.006
A2	0.80	0.90	1,05	0.031	0.035	0.041
E	4.30	4.40	4.50	0.169	0.173	0.177
HE		6.40 BSC			0.252 BSC	
D	6.40	6.50	6.60	0.252	0.256	0.260
L	0.50	0.60	0.75	0.020	0.024	0.030
L1		1.00 REF			0.039 REF	
b	0.19	-	0.30	0.007	-	0.012
e		0.65 BSC			0.026 BSC	
c	0.09	-	0.20	0.004	-	0.008
θ	0°	-	8°	0°	-	8°
Y		0.10 BASIC			0.004 BASIC	

图 9.1-1 TSSOP-20 封装尺寸

9.2 QFN 20引脚 (3.0 x 3.0 x 0.8 mm)



JEDEC OUTLINE	MO-220		
PKG CODE	WQFN(X319)		
SYMBOLS	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A3	0.203 REF.		
b	0.15	0.20	0.25
D	2.90	3.00	3.10
E	2.90	3.00	3.10
e	0.40 BSC		
K	0.20	—	—

PAD SIZE	D2			E2			L		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
75*X75* MIL	1.60	1.65	1.70	1.60	1.65	1.70	0.30	0.40	0.50

图 9.2-1 QFN-20 封装尺寸

10 缩写词

10.1 缩写词列表

缩写	描述
ADC	模数转换器Analog-to-Digital Converter
BOD	掉电检测Brown-out Detection
GPIO	通用输入/输出General-Purpose Input/Output
Fsys	系统时钟频率Frequency of system clock
HIRC	12MHz内部高速RC振荡器12 MHz Internal High Speed RC Oscillator
IAP	在应用编程In Application Programming
ICP	在电路编程In Circuit Programming
ISP	在系统编程In System Programming
LIRC	10kHz内部低速RC振荡器10 kHz internal low speed RC oscillator (LIRC)
LVR	低压复位Low Voltage Reset
POR	上电复位Power On Reset
PWM	脉冲宽度调制Pulse Width Modulation
SPI	串行外设接口Serial Peripheral Interface
UART	通用异步收发器Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UCID	唯一客户标识符 IDUnique Customer ID
WKT	唤醒定时器Wakeup Timer
WDT	看门狗定时器Watchdog Timer

表 10.1-1 缩写词列表

11 版本历史

日期	版本	修订章节	描述
2023-05-02	1.00		初始版本
2024-12-04	1.01		修正书写错误
2025-02-18	1.02	章节 8.3.1	修正表8.3-1,表8.3-2
2025-05-13	1.03		修正格式和书写
			将CM1003改为CM1003xFxAE
		章节 3.2	更新**錯誤! 找不到參照來源。**
		章节 3.3	更新**錯誤! 找不到參照來源。**
		章节 6.1	更新存储架构的描述
		章节 8.1	更新表8.1-1 常规工作条件,增加项目
		章节 8.2.2	更新表8.2-4 掉电模式唤醒时间的注释
		章节 8.2.3	更新表8.2-5 I/O输入特性的参数说明
		章节 2，8.3.1	更新表8.3-2 24MHz内部高速RC 振荡器(HIRC) 特性的测试温度
		章节 8.4.1	更新图8.4-1 电源上升/下降的条件
		章节 8.4.1	更新表8.4-1 复位和电源控制特性
		章节 8.4.2	更新表8.4-3 ADC 特性
		章节 8.5	增加8.5通信特性
		章节 8.6	更新表8.6-1 Flash特性
		章节 8.7.2	更新表8.7-2 电流特性，增加项目
		章节 8.7.4	更新表8.7-4 EMC特性
		章节 9.2	更新图9.2-1 QFN-20封装
2025-08-06	1.04		删除MSL相关描述
2025-10-11	1.05	章节 2	更新时钟描述
		章节 3.2	更新 3.2 CM1003命名规则
		章节 8.3.1	修正表8.3-1,表8.3-2

Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.

Please note that all data and specifications are subject to change without notice.
All the trademarks of products and companies mentioned in this datasheet belong to their respective owners.