

ARM® Cortex®-M0

32-位控制器

NuMicro® 家族

NUC029xAN_xAE 系列

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 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

图目录	6
表目录	7
1 概述.....	8
2 特性.....	9
3 缩写.....	13
4 编号信息列表与管脚定义	14
4.1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 系列选型指南	14
4.2 管脚配置	16
4.2.1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 管脚图.....	16
4.3 管脚描述	20
4.3.1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 管脚描述	20
5 功能描述	28
5.1 ARM® Cortex®-M0 内核.....	28
5.2 系统管理器	30
5.2.1 概述	30
5.2.2 系统复位.....	30
5.2.3 系统电源分布	31
5.2.4 系统存储器映射	32
5.2.5 系统存储器映射表	35
5.2.6 系统定时器(SysTick)	37
5.2.7 嵌套向量中断控制器(NVIC)	37
5.3 NuMicro® NUC029xAN时钟控制器	42
5.3.1 概述	42
5.3.2 系统时钟 和 SysTick 时钟	45
5.3.3 掉电模式时钟	46
5.3.4 分频器输出.....	47
5.4 NuMicro® NUC029FAE时钟控制器	48
5.4.1 概述	48
5.4.2 系统时钟 和 SysTick 时钟	49
5.4.3 ISP时钟源选择	50
5.4.4 模块时钟源选择	50

5.4.5 掉电模式时钟	52
5.5 内存控制器 (FMC)	53
5.5.1 概述	53
5.5.2 特性	53
5.6 外部总线接口(EBI) (NUC029LAN/NUC029NAN)	54
5.6.1 概述	54
5.6.2 特性	54
5.7 通用 I/O (GPIO)	55
5.7.1 概述	55
5.7.2 特性	55
5.8 定时器控制器 (TIMER)	56
5.8.1 概述	56
5.8.2 特性	56
5.9 PWM 发生器和捕捉定时器 (PWM) (NUC029xAN)	57
5.9.1 概述	57
5.9.2 特性	58
5.10 增强型PWM 发生器(NUC029FAE)	59
5.10.1 概述	59
5.10.2 特性	59
5.11 看门狗定时器(WDT)	61
5.11.1 概述	61
5.11.2 特性	61
5.12 窗口式看门狗定时器 (WWDT) (NUC029xAN)	62
5.12.1 概述	62
5.12.2 特性	62
5.13 UART 接口控制器 (UART)	63
5.13.1 概述	63
5.13.2 特性	63
5.14 I ² C 串行接口控制器 (I ² C)	64
5.14.1 概述	64
5.14.2 特性	64
5.15 串行外设接口 (SPI)	65
5.15.1 概述	65

5.15.2 特性	65
5.16 模数转换器(ADC)	66
5.16.1 概述	66
5.16.2 特性	66
5.17 模拟比较器 (ACMP)	68
5.17.1 概述	68
5.17.2 特性	68
5.18 硬件除法器 (HDIV) (NUC029xAN)	69
5.18.1 概述	69
5.18.2 特性	69
6 应用线路	70
7 NUC029XAN电气特性	71
7.1 绝对最大额定值	71
7.1.1 绝对最大额定特性	71
7.1.2 温度特性	72
7.1.3 EMC 特性	73
7.1.4 包装湿度敏感性(MSL)	74
7.1.5 焊接概要	75
7.2 DC电气特性	76
7.3 AC电气特性	80
7.3.1 外部输入频率	80
7.3.2 外部 4~24 MHz 高速晶振(HXT)	80
7.3.3 内部 22.1184 MHz 高速晶振(HIRC)	81
7.3.4 内部 10 kHz 低速晶振(LIRC)	81
7.4 模拟特性	82
7.4.1 12-bit SAR ADC规格	82
7.4.2 LDO 和电源管理规格	83
7.4.3 低压复位规格	84
7.4.4 欠压检测规格	84
7.4.5 上电复位规格	84
7.4.6 温度传感器规格	86
7.4.7 比较器规格	86

7.5 闪存 DC 电气特性	87
8 NUC029FAE 电气特性	88
8.1 绝对最大额定值	88
8.1.1 绝对最大额定特性	88
8.1.2 温度特性	89
8.1.3 EMC 特性	90
8.1.4 包装湿度敏感性(MSL)	91
8.1.5 焊接概要	92
8.2 DC 电气特性	93
8.3 AC 电气特性	96
8.3.1 外部输入频率	96
8.3.2 外部 4~24 MHz 高速晶振(HXT)	96
8.3.3 内部 22.1184 MHz 高速晶振(HIRC)	97
8.3.4 内部 10 kHz 低速晶振(LIRC)	98
8.4 模拟特性	99
8.4.1 10-bit SAR ADC 规格	99
8.4.2 LDO 和电源管理规格	100
8.4.3 低压复位规格	101
8.4.4 欠压检测规格	101
8.4.5 上电复位规格	101
8.4.6 比较器规格	103
8.5 闪存 DC 电气特性	104
9 封装尺寸	105
9.1 48-pin LQFP (7x7x1.4 mm)	105
9.2 48-pin QFN (7x7x0.8 mm)	106
9.3 33-pin QFN (5x5x0.8 mm)	107
9.4 33-pin QFN (4x4x0.8 mm)	108
9.5 20-pin TSSOP (6.5x4.4x1.2 mm)	109
10 修订历史	110

图目录

图 4-1 NuMicro® NUC029 命名规则	15
图 4-2 NuMicro® NUC029LAN LQFP 48-pin 图	16
图 4-3 NuMicro® NUC029NAN QFN 48-pin 图	17
图 4-4 NuMicro® NUC029ZAN/NUC029TAN QFN 33-pin 图	18
图 4-5 NuMicro® NUC029FAE TSSOP 20-pin 图	19
图 5-1 功能控制框图	28
图 5-2 NuMicro® NUC029xAN系列电源分布图	31
图 5-3 NuMicro® NUC029FAE系列电源分布图	32
图 5-4 NuMicro® NUC029xAN系统存储器映射	35
图 5-5 NuMicro® NUC029FAE系统存储器映射	36
图 5-6 NuMicro® NUC029xAN 时钟发生器框图	42
图 5-7 NuMicro® NUC029xAN 时钟源控制器概图(1/2)	43
图 5-8 NuMicro® NUC029xAN 时钟源控制器概图(2/2)	44
图 5-9 NuMicro® NUC029xAN 系统时钟框图	45
图 5-10 NuMicro® NUC029xAN SysTick 时钟控制框图	45
图 5-11 NuMicro® NUC029xAN分频器的时钟源	47
图 5-12 NuMicro® NUC029xAN 分频器框图	47
图 5-13 NuMicro® NUC029FAE 时钟发生器框图	48
图 5-14 NuMicro® NUC029FAE 系统时钟框图	49
图 5-15 NuMicro® NUC029FAE SysTick 时钟控制框图	49
图 5-16 NuMicro® NUC029FAE AHB HCLK时钟源选择	50
图 5-17 NuMicro® NUC029FAE PCLK 外设时钟源选择	51
图 7.1-1 焊接概要文件来自于 J-STD-020C	75
Figure 7-2 NUC029xAN典型晶振应用电路	81
Figure 7-3 NUC029xAN上电条件	85
图 8.1-1 焊接概要文件来自于 J-STD-020C	92
Figure 8-2 NUC029FAE 典型晶振应用电路	97
Figure 8-3 NUC029xAN 上电条件	102

表目录

表 1-1 NuMicro® NUC029 系列差异列表..... 8

表 3-1 缩写表..... 13

表 4-1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 系列选型指南 14

表 5-1 NuMicro® NUC029xAN片上控制器地址空间分配..... 33

表 5-2 NuMicro® NUC029FAE 片上控制器地址空间分配..... 34

表 5-3 异常模型 38

表 5-4 NuMicro® NUC029xAN 系统中断映射向量表 39

表 5-5 NuMicro® NUC029FAE 系统中断映射向量表..... 40

表 5-6向量表格式 41

表 5-7 NuMicro® NUC029FAE 外设时钟源选择表 52

表 7.1-1绝对最大额定特性..... 71

表 7.1-2 温度特性 72

表 7.1-3 EMC 特性 73

表 7.1-4 包装湿度敏感性(MSL) 74

表 7.1-5 焊接概要 75

表 8.1-1绝对最大额定特性..... 88

表 8.1-2 温度特性 89

表 8.1-3 EMC 特性 90

表 8.1-4 包装湿度敏感性(MSL) 91

表 8.1-5 焊接概要 92

1 概述

NuMicro® NUC029xAN_xAE 系列是以ARM® Cortex®-M0为内核的32位微控制器，适用于工业控制以及需要多种通信接口、高集成度、高性能、低成本的应用。Cortex®-M0是最新的ARM®嵌入式处理器，拥有32位机的性能以及与传统8位机相当的价格。NuMicro® NUC029xAN_xAE 系列包括5个型号：NUC029LAN, NUC029NAN, NUC029ZAN, NUC029TAN 及 NUC029FAE

NUC029LAN/NUC029NAN/NUC029ZAN/NUC029TAN最高可运行到50MHz，工作电压2.5V ~ 5.5V，温度-40℃ ~ 85℃；NUC029FAE最高可运行到24MHz，工作电压2.5V ~ 5.5V，温度-40℃ ~ 105℃；因此，NUC029系列可以支持工业控制及需要高效能CPU的应用；

NUC029LAN/NUC029NAN/NUC029ZAN/NUC029TAN 提供 64K/64K/64K/32Kbyte flash，4Kbyte data flash, 4Kbyte ISP flash以及4Kbyte SRAM。NUC029FAE 提供 16 Kbytes flash, 可配置大小的 Data Flash (与程序flash共享), 2 Kbytes ISP flash,及 2Kbytes SRAM.

NUC029集成了一些系统级的外设功能，例如：I/O口，EBI（外部总线接口），定时器，UART, SPI, I²C, PWM, ADC, WDT(看门狗定时器)，WWDT(窗口型看门狗定时器)，模拟比较器，Brown-out Detector（掉电检测器），这可以显著降低外部器件数量，电路板空间以及系统成本。这些外设使得NUC029适用于广泛的应用。

此外，NuMicro® NUC029系列带有ISP（在系统编程）和ICP（在电路编程）功能，以及IAP(在应用中编程) 允许用户无需取下芯片，直接在电路板上对程序存储器进行升级。

项目	NUC029LAN/NUC029NAN/ NUC029ZAN/NUC029TAN	NUC029FAE
内核	最高 50 MHz	最高 24 MHz
工作温度	-40℃ ~ +85℃	-40℃ ~ +105℃
硬件除法器	√	-
时钟控制	支持 PLL 作为时钟源	-
	-	支持外部 32.768 kHz 晶振作为时钟源
窗口式 WDT	√	-
PWM	PWM 发生及捕获定时器	增强型 PWM 发生器
ADC	12 位 SAR ADC，最高 760k SPS（支持单次，突发，单周期及连续扫描模式）	10 位 SAR ADC，最高 300k SPS（支持单次模式）
EBI	√	-
内置温度传感器	√	-

表 1-1 NuMicro® NUC029 系列差异列表

2 特性

- ARM® Cortex®-M0 内核
 - 运行频率可达50MHz
 - 一个 24位系统定时器
 - 支持低功耗睡眠模式
 - 单指令周期32位硬件乘法器
 - 嵌套向量中断控制器NVIC支持32个中断输入，每个中断有4个优先级
 - 支持串行调试（SWD）接口，2 个观察点/4 个断点
 - 提供硬件除法器(只有NUC029xAN 支持)，支持有符号32-bit 被除数和16-bit 除数
- 操作电压2.5 V 到 5.5 V
- 存储器
 - 16/32/64 KB Flash用于存储用户程序 (APROM)
 - 最大4 KB 用于存储ISP引导代码 (LDROM)
 - 最大 4 KB SRAM 用作内部高速暂存存储器(SRAM)
 - 4 KB Flash用于存储数据(DataFlash) (NUC029xAN)
 - 可配置大小的DataFlash (NUC029FAE)
- 时钟控制
 - 可编程的系统时钟源
 - 22.1184 MHz内部高速振荡器
 - ◆ 通过外部32.768k Hz晶振(LXT)可以动态校准内部HIRC到22.1184M Hz，精度±3%，支持温度范围-40℃ 到 105℃ (NUC029FAE)
 - 4~24 MHz 外部晶振输入
 - 10 kHz 低功耗振荡器，用于看门狗定时器及睡眠模式的唤醒
 - PLL支持CPU最高运行在50MHz (NUC029xAN)
 - 32.768 kHz外部晶振输入 (LXT)，用于掉电唤醒及系统操作时钟 (NUC029FAE)
- GPIO
 - LQFP/QFN 48管脚封装下最多40个通用 I/O (GPIO)
 - 四种I/O模式:
 - ◆ 准双向模式
 - ◆ 推挽输出模式
 - ◆ 开漏输出模式
 - ◆ 高阻抗输入模式
 - 可选择TTL输入或施密特触发输入
 - I/O管脚可被配置为边沿/电平触发模式的中断源
 - 较强的拉电流驱动能力和灌电流承受能力
 - 可以配置上电复位后的IO模式
- 定时器
 - 最多支持4组32位定时器，每组定时器均带有24位上数计数器和8位预分频器
 - 每个定时器有独立的时钟源
 - 提供四种计数模式：单次，周期，反转及连续计数模式
 - 24位定时器当前值可由定时器数据寄存器（TDR）读出
 - 支持事件计数功能，用于计数外部计数管脚输入的事件
 - 24位捕获值可以通过TCAP寄存器读出
 - 支持外部捕获管脚，用于计算事件间隔

- ◆ 外部捕获管脚可以复位24位计数器
- ◆ 定时器中断信号可以将CPU从空闲/掉电状态唤醒
- 内部模拟比较器输出信号反转可以触发捕获(NUC029xAN)
- 支持定时器间触发模式(NUC029xAN)
- 支持比较器内部信号 (CPO0, CPO1) 间隔测量(NUC029FAE)
- WDT (看门狗定时器)
 - 多路时钟源选择
 - 支持在掉电模式和休眠模式下唤醒CPU的功能
 - 看门狗定时器溢出时可选择产生中断/系统复位
 - 超时复位延迟周期可以选择3/18/130/1026 * WDT_CLK (NUC029xAN)
- WWDT (窗口式看门狗) (NUC029xAN)
 - 11位预分频器, 6位向下计数器提供宽范围的窗口选择
- PWM发生器及捕获定时器(NUC029xAN)
 - 最多支持4个16位PWM发生器, 提供8路独立PWM输出或4对互补的PWM输出
 - 每个PWM发生器可以单独选择时钟源, 时钟分频器, 8位时钟预分频器, 和死区发生器
 - PWM中断与PWM周期同步
 - 16位捕捉定时器(与PWM定时器共享)支持捕获输入信号的上升沿/下降沿
 - 支持捕获中断
 - 可选内部10K Hz时钟作为PWM时钟源
 - 支持极性反转
 - 支持中心对齐模式
 - 支持定时器duty中断使能
 - 两种PWM周期中断类型选择
 - 两种PWM占空比中断类型选择
 - 周期/占空比触发ADC功能
 - PWM定时器同步触发功能
- 增强型 PWM 发生器 (NUC029FAE)
 - 独立16位PWM占空比控制单元, 最多3路输出
 - 支持 组/同步/独立/互补 模式
 - 支持单次或自动重载模式
 - 支持边沿对齐及中心对齐模式
 - 互补通道支持插入可编程死区
 - 每个输出可独立设置极性
 - 硬件错误刹车保护
 - 支持占空比, 周期及刹车中断
 - 支持占空比/周期触发ADC转换
 - 定时器比较事件触发PWM做相位切换
 - 支持比较器事件触发PWM
 - 提供中断累加功能
- UART
 - 最多2路UART
 - 可编程波特率产生器
 - 收发器配有16字节的FIFO
 - 流量控制功能可选(CTS 和 RTS)
 - 支持IrDA(SIR) 功能
 - 支持 RS-485 功能
 - 支持LIN总线功能 (NUC029xAN)

- SPI
 - 最多支持两个SPI
 - 支持主/从模式
 - 全双工同步数据收发
 - 支持3线SPI功能
 - 数据长度8到32位可变
 - MSB 或 LSB 数据在前
 - Rx接收可以在时钟上升沿或下降沿锁存数据
 - Tx 发送可以在时钟上升沿或下降沿锁存数据
 - 32位传输支持字节暂停模式
 - 4级深度FIFO缓存
 - 可选PLL时钟源(NUC029xAN)
- I²C
 - 最多2路I²C设备
 - 支持主/从模式
 - 主从机间双向数据传送
 - 多主机总线（无中心主机）
 - 总线仲裁，可避免多主机同时传输数据时的冲突
 - 串行时钟同步机制允许设备通过一条总线实现设备间不同位速率的通信
 - 串行时钟同步可用作握手机制，控制串行数据传输暂停或恢复
 - 可编程时钟允许多种波特率控制
 - 支持7位地址模式
 - 支持多地址识别(4个带屏蔽功能的从机地址)
 - 支持掉电唤醒功能
 - 支持FIFO功能 (NUC029FAE)
- ADC
 - NUC029xAN支持12位 SAR ADC，最高转换率 760k SPS；NUC029FAE支持10位SAR ADC，最高转换率300k SPS
 - 最多支持8路单端模拟输入通道
 - ◆ 或者4路差分模拟输入(NUC029xAN)
 - 4种操作模式 (NUC029FAE只支持单次模式)
 - ◆ 单次模式：A/D转换只在特定的通道上转换一次
 - ◆ 突发模式：A/D转换在特定的通道上连续转换，并将结果保存在FIFO中
 - ◆ 单周期扫描模式：A/D 转换在所有指定通道完成一次转换（从低序号通道到高序号通道）。
 - ◆ 连续扫描模式：A/D 转换连续执行单周期扫描模式直到软件停止A/D转换
 - A/D转换触发事件:
 - ◆ 软件写1到ADST位
 - ◆ 外部管脚信号 (STADC)
 - ◆ PWM触发，可以配置延时启动
 - 每个通道的转换结果存储在相应数据寄存器内，并带有有效和覆盖标志
 - 每个通道都有单独的数据寄存器 (NUC029xAN)
 - 转换结果可以和指定的值相比较，当转换结果和比较寄存器的设定值相匹配时，用户可设定是否产生中断请求
 - 内部温度传感器输出转换(NUC029xAN)
- 模拟比较器
 - 最多4路模拟比较器模块

- 外部输入或者内部band-gap电压可以作为模拟比较器的负输入端
- 比较结果改变时产生中断
- 支持掉电唤醒
- EBI (外部总线接口)用于访问外部设备(NUC029LAN/NUC029NAN)
 - 访问空间：8位模式时64 KB，16位模式时128KB
 - 支持8位或16位数据宽度
 - 16位数据宽度模式下支持字节写
- ISP (在系统编程) 及 ICP (在电路编程)
- IAP (在应用编程)
- 内置温度传感器，1°C 分辨率 (NUC029xAN)
- BOD (掉电检测)
 - 可设置4个检测电平: 4.4V/3.7V/2.7V/2.2V
 - 支持掉电中断及复位选项
- 96位唯一ID (UID)
- LVR (低压复位)
 - 门槛电压: 2.0V
- 操作温度:
 - NUC029LAN/NUC029NAN/NUC029ZAN/NUC029TAN: -40°C ~85°C
 - NUC029FAE:-40°C~105°C
- 稳定性: EFT > ± 4 KV, ESD HBM pass 4 KV
- 封装:
 - All Green package (RoHS)
 - 48-pin LQFP, 48-pin QFN, 33-pin QFN, 20-pin TSSOP

3 缩写

缩写	描述
ACMP	Analog Comparator Controller
ADC	Analog-to-Digital Converter
APB	Advanced Peripheral Bus
AHB	Advanced High-Performance Bus
BOD	Brown-out Detection
EBI	External Bus Interface
FIFO	First In, First Out
FMC	Flash Memory Controller
GPIO	General-Purpose Input/Output
HCLK	The Clock of Advanced High-Performance Bus
HIRC	22.1184 MHz Internal High Speed RC Oscillator
HXT	4~24 MHz External High Speed Crystal Oscillator
IAP	In Application Programming
ICP	In Circuit Programming
ISP	In System Programming
LDO	Low Dropout Regulator
LIN	Local Interconnect Network
LIRC	10 kHz internal low speed RC oscillator (LIRC)
LXT	32.768 kHz External Low Speed Crystal Oscillator
NVIC	Nested Vectored Interrupt Controller
PCLK	The Clock of Advanced Peripheral Bus
PLL	Phase-Locked Loop
PWM	Pulse Width Modulation
SPI	Serial Peripheral Interface
SPS	Samples per Second
TMR	Timer Controller
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UCID	Unique Customer ID
USB	Universal Serial Bus
WDT	Watchdog Timer
WWDT	Window Watchdog Timer

表 3-1 缩写表

4 编号信息列表与管脚定义

4.1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 系列选型指南

Part Number	APROM (KB)	RAM (KB)	Data Flash (KB)	ISP ROM (KB)	I/O	Timer (32-Bit)	Connectivity			PWM (16-Bit)	ADC (12-Bit)	ADC (10-Bit)	Comparator	WDT	WWDT	EBI	PLL	32.768 KHz Crystal Oscillator	ISP/ICP/AP	Package	Operating Temperature Range(°C)
							UART	SPI	I ² C												
NUC029LAN	64	4	4	4	40	4	2	2	2	8	8	-	4	√	√	√	√	-	√	LQFP48	-40 to +85
NUC029NAN	64	4	4	4	40	4	2	2	2	8	8	-	4	√	√	√	√	-	√	QFN48	-40 to +85
NUC029ZAN	64	4	4	4	24	4	2	1	2	5	5	-	3*	√	√	-	√	-	√	QFN33 (5x5)	-40 to +85
NUC029TAN	32	4	4	4	24	4	2	1	2	5	5	-	3*	√	√	-	√	-	√	QFN33 (4x4)	-40 to +85
NUC029FAE	16	2	Config.	2	17	2	1	1	1	3	-	4	2**	√	-	-	-	√	√	TSSOP20	-40 to +105

表 4-1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 系列选型指南

注:

*: ACMP3 只有正负输入端.

**: ACMP0 只有正负输入端, ACMP1 只有正输入端

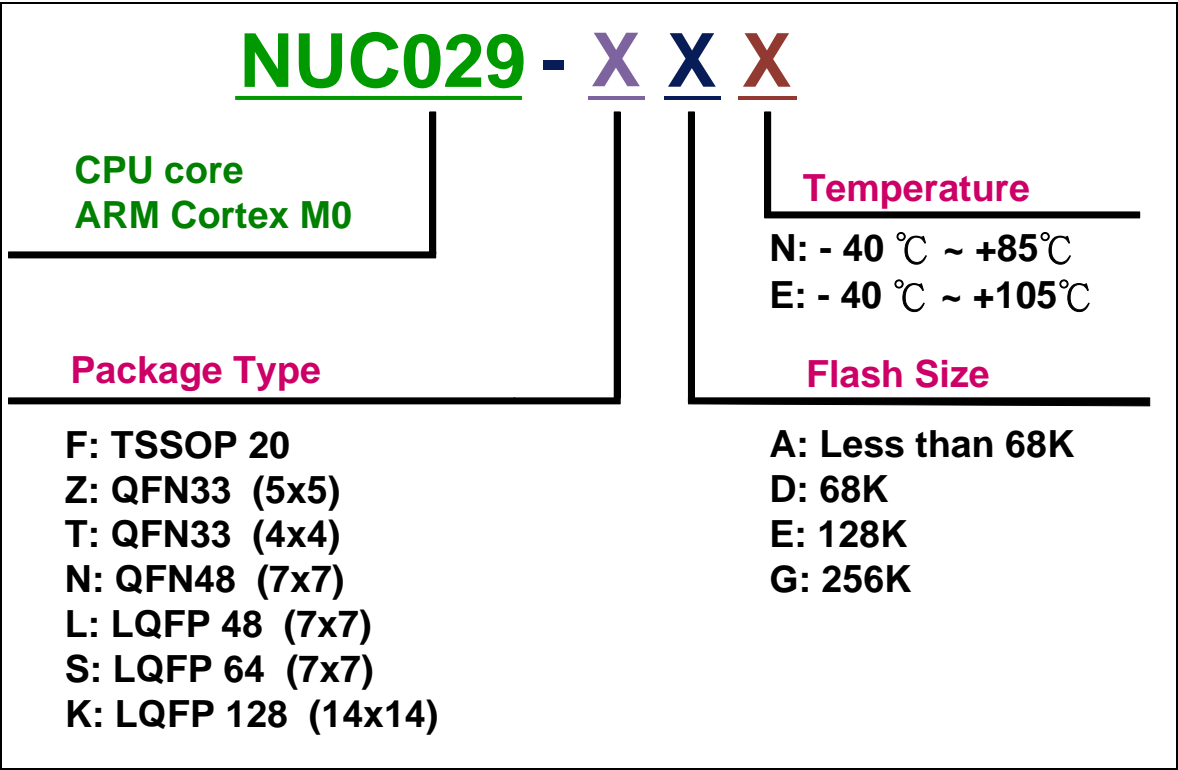


图 4-1 NuMicro® NUC029 命名规则

4.2 管脚配置

4.2.1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 管脚图

4.2.1.1 NuMicro® NUC029LAN LQFP 48 pin

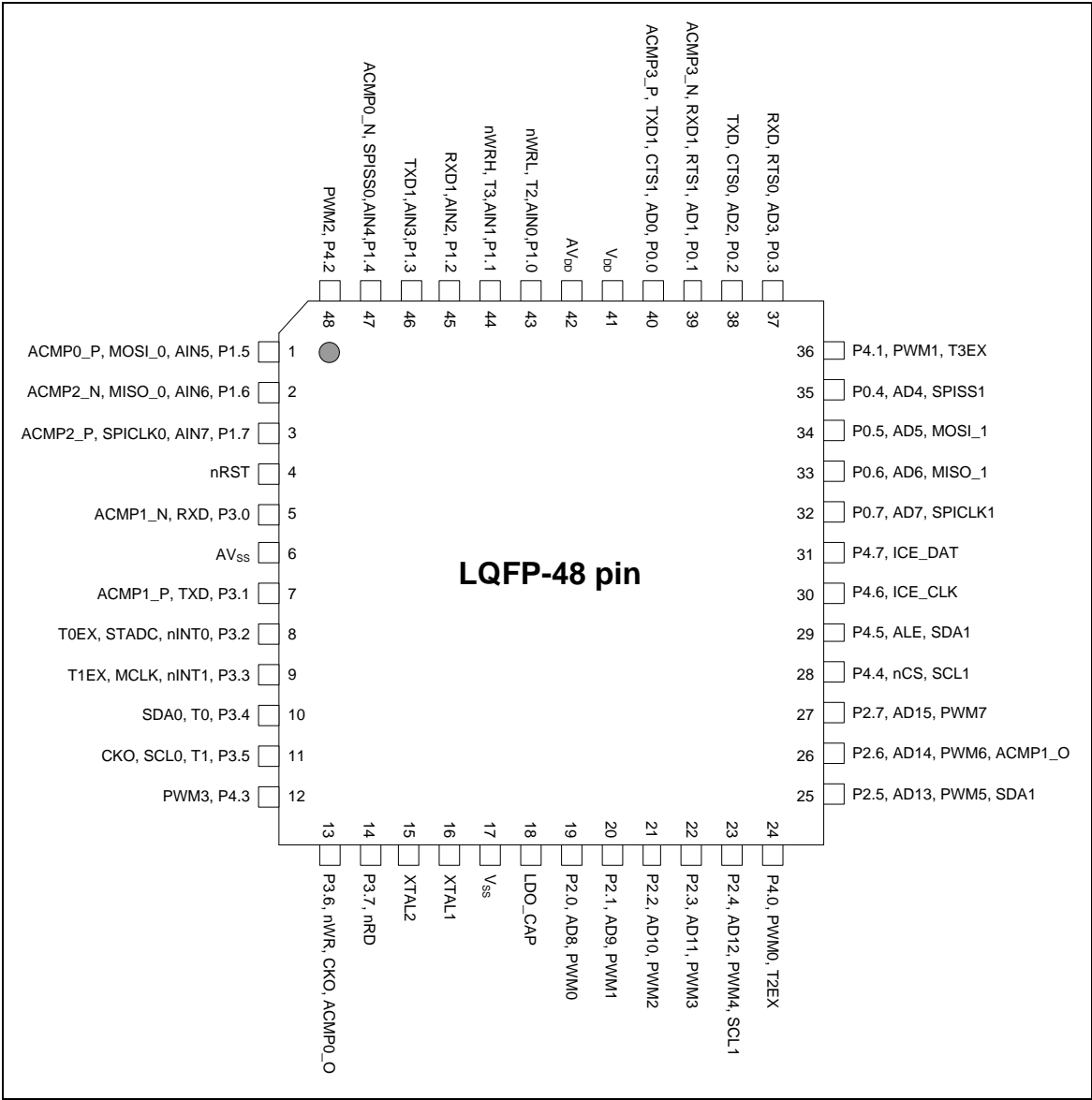


图 4-2 NuMicro® NUC029LAN LQFP 48-pin 图

4.2.1.2 NuMicro® NUC029NAN QFN 48 pin

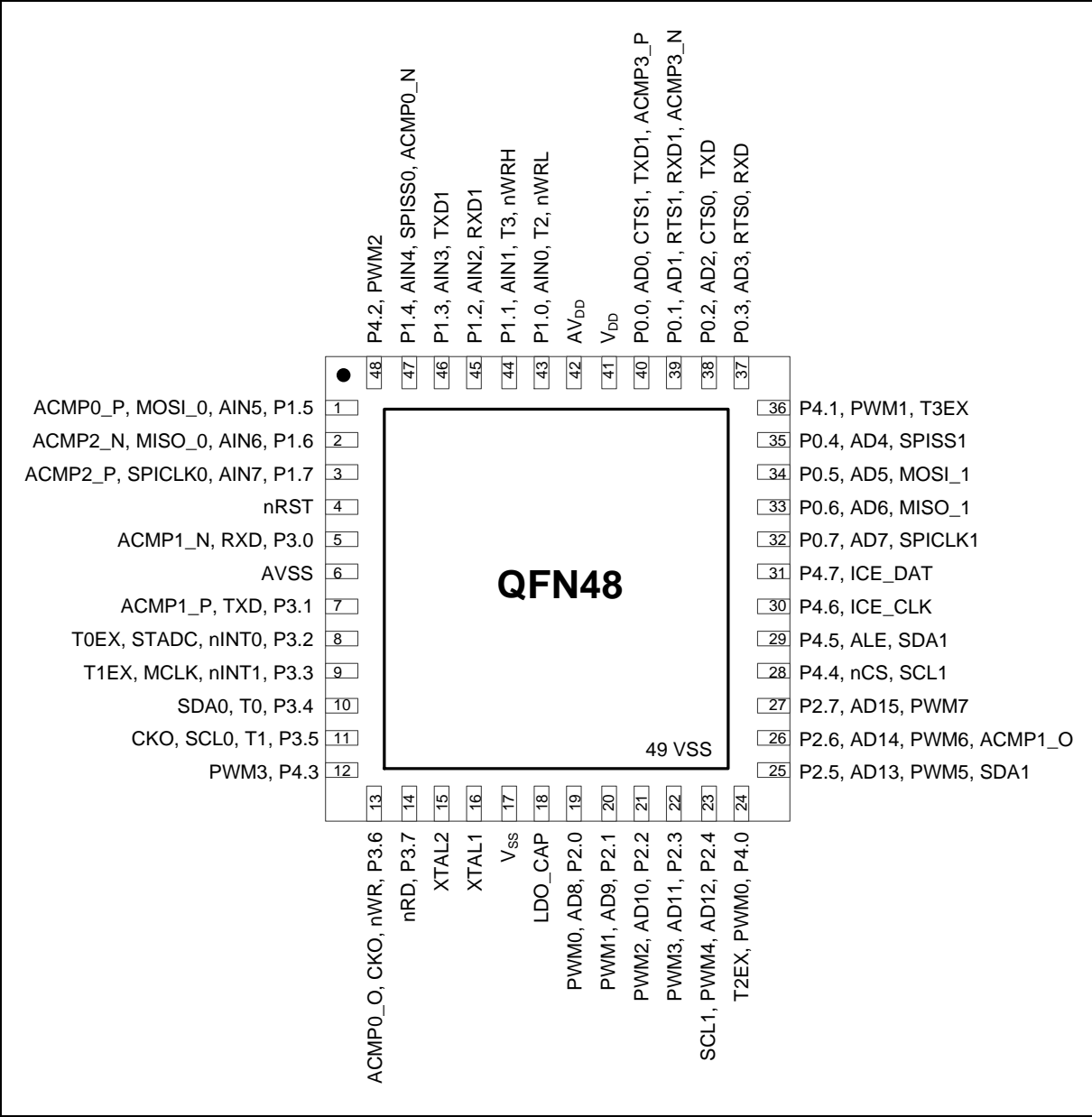
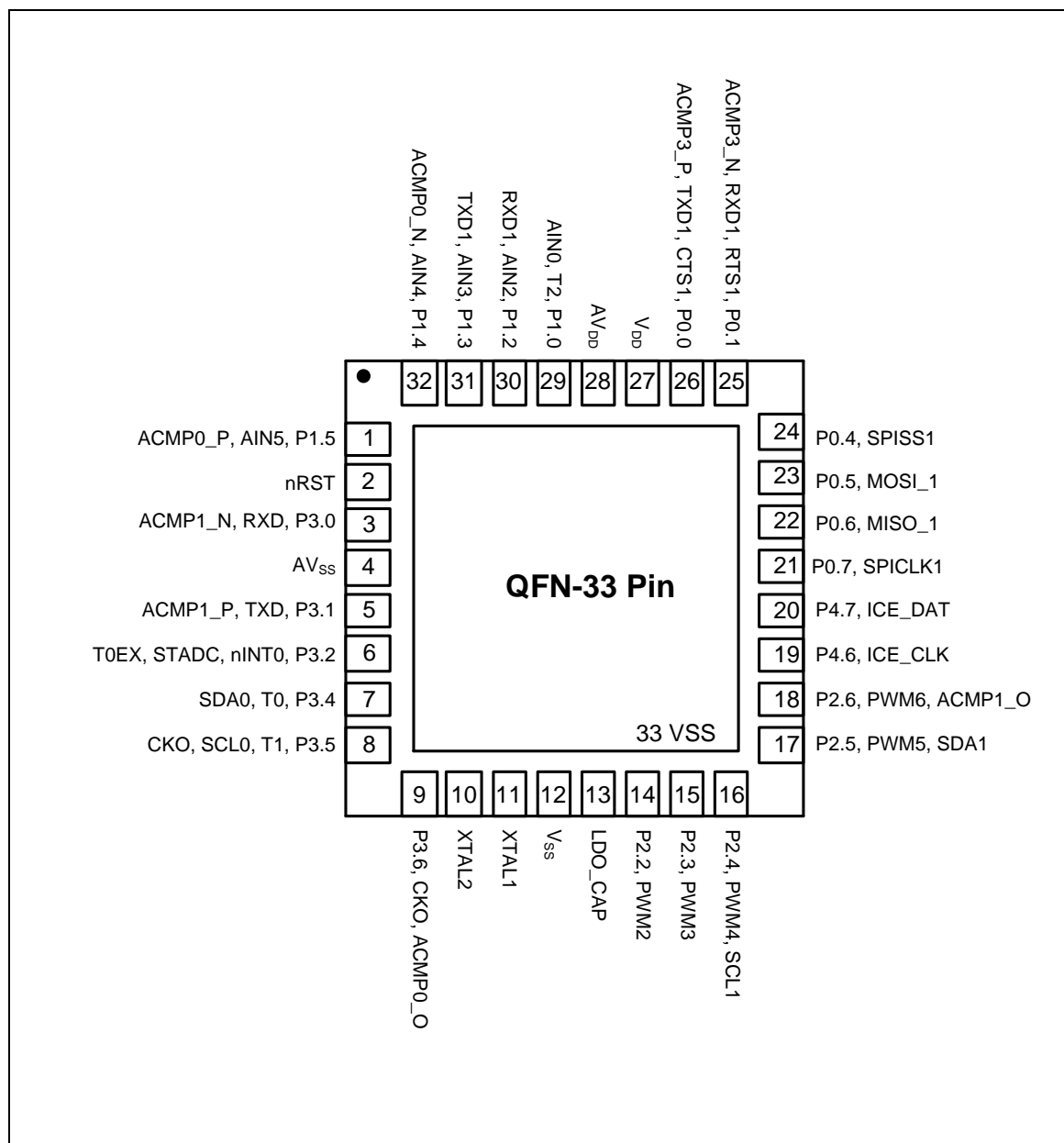


图 4-3 NuMicro® NUC029NAN QFN 48-pin 图

4.2.1.3 NuMicro® NUC029ZAN/NUC029TAN QFN 33 pin



❄ 4-4 NuMicro® NUC029ZAN/NUC029TAN QFN 33-pin ❄

4.2.1.4 NuMicro® NUC029FAE TSSOP 20 pin

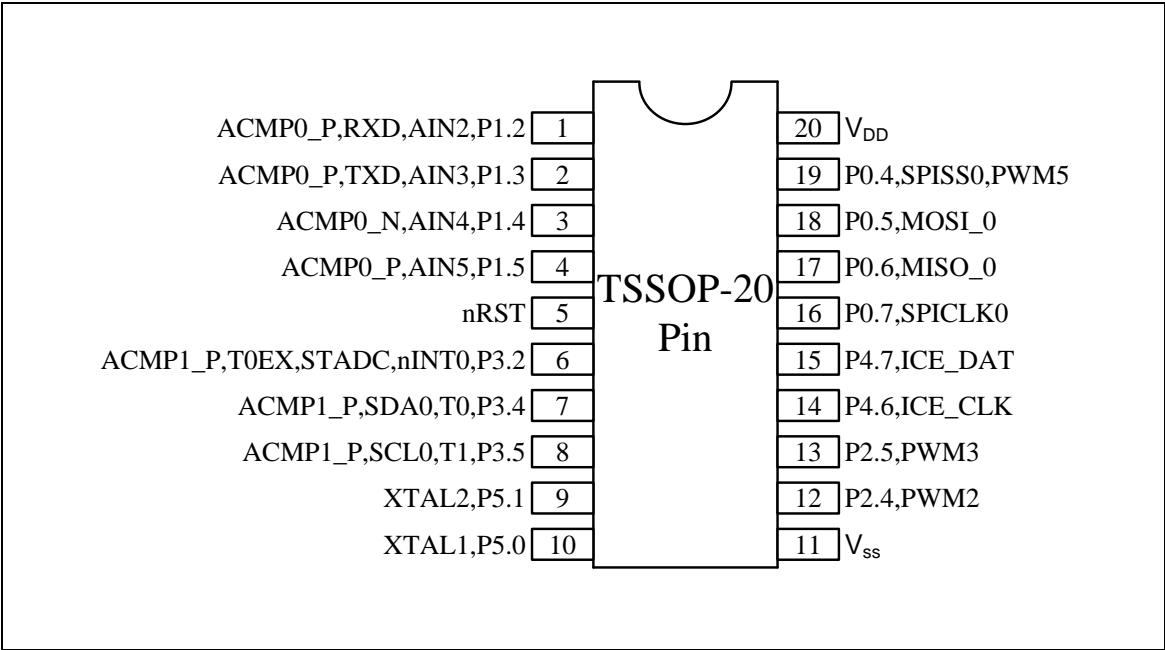


图 4-5 NuMicro® NUC029FAE TSSOP 20-pin 图

4.3 管脚描述

4.3.1 NuMicro® NUC029xAN_xAE 管脚描述

管脚号.		管脚名称	管脚类型	描述
LQFP/QFN 48-pin	QFN 33-pin			
1	1	P1.5	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN5	AI	ADC5模拟输入.
		ACMP0_P	AI	比较器0正输入端.
	—	MOSI_0	I/O	SPI0 MOSI(主机输出, 从机输入).
2	—	P1.6	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN6	AI	ADC6模拟输入.
		MISO_0	I/O	SPI0 MISO (主机输入, 从机输出).
		ACMP2_N	AI	比较器2负输入端.
3	—	P1.7	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN7	AI	ADC7模拟输入.
		SPICLK0	I/O	SPI0 串行时钟.
		ACMP2_P	AI	比较器2正输入端.
4	2	nRST	I (ST)	外部复位输入, 低有效, 内部有上拉;拉低此管脚复位芯片到初始状态. 注: 建议于 nRST 管脚上加入10 kΩ 的上拉电阻与10 uF的对地电容
5	3	P3.0	I/O	通用数字I/O脚.
		RXD ^[2]	I	UART0数据接收.
		ACMP1_N	AI	比较器1负输入端
6	4	AV _{SS}	AP	模拟地.
7	5	P3.1	I/O	通用数字I/O脚.
		TXD ^[2]	O	UART0数据发送.
		ACMP1_P	AI	比较器1正输入端
8	6	P3.2	I/O	通用数字I/O脚.
		nINT0	I	外部中断0输入脚
		STADC	I	ADC外部触发输入.
		T0EX	I	定时器0外部捕获/复位触发输入脚.
9	—	P3.3	I/O	通用数字I/O脚.
		nINT1	I	外部中断1输入脚.

管脚号.		管脚名称	管脚类型	描述
LQFP/QFN 48-pin	QFN 33-pin			
		MCLK	O	EBI外部时钟输出
		TIEX	I	定时器1外部捕获/复位触发输入脚.
10	7	P3.4	I/O	通用数字I/O脚.
		T0	I/O	定时器0外部事件计数输入
		SDA0	I/O	I2C0 数据输入/输出脚.
11	8	P3.5	I/O	通用数字I/O脚.
		T1	I/O	定时器1外部事件计数输入脚.
		SCL0	I/O	I2C0 时钟管脚.
		CKO ^[2]	O	除频输出管脚
12	—	P4.3	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM3 ^[2]	I/O	PWM3 输出/捕获输入.
13	9 —	P3.6	I/O	通用数字I/O脚.
		CKO ^[2]	O	除频输出管脚
		ACMP0_O	O	模拟比较器0输出脚.
		nWR	O	EBI 写使能脚
14	—	P3.7	I/O	通用数字I/O脚.
		nRD	O	EBI 读使能脚
15	10	XTAL2	O	外部4~24 MHz高速晶振输出.
16	11	XTAL1	I (ST)	外部4~24 MHz高速晶振输入.
17	12	V _{SS}	P	数字电路地
	33			
18	13	LDO_CAP	P	LDO 输出脚.
19	—	P2.0	I/O	通用数字I/O脚.
		AD8	I/O	EBI 地址/数据总线第8位
		PWM0 ^[2]	I/O	PWM0输出/捕获输入
20	—	P2.1	I/O	通用数字I/O脚.
		AD9	I/O	地址/数据总线第9位
		PWM1 ^[2]	I/O	PWM1输出/捕获输入.
21	14	P2.2	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM2 ^[2]	I/O	PWM2输出/捕获输入.

管脚号.		管脚名称	管脚类型	描述
LQFP/QFN 48-pin	QFN 33-pin			
	—	AD10	I/O	EBI 地址/数据总线第10位
22	15	P2.3	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM3 ^[2]	I/O	PWM3 输出/捕获输入.
	—	AD11	I/O	EBI 地址/数据总线第11位
23	16	P2.4	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM4	I/O	PWM4 输出/捕获输入
		SCL1 ^[2]	I/O	I2C1 时钟.
	—	AD12	I/O	EBI 地址/数据总线第12位
24	—	P4.0	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM0 ^[2]	I/O	PWM0输出/捕获输入
		T2EX	I	定时器2外部捕获/复位触发输入
25	17	P2.5	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM5	I/O	PWM5输出/捕获输入
		SDA1 ^[2]	I/O	I2C1 数据管脚.
	—	AD13	I/O	EBI 地址/数据总线第13位
26	18	P2.6	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM6	I/O	PWM6 输出/捕获输入
		ACMP1_O	O	模拟比较器输出脚
	—	AD14	I/O	EBI 地址/数据总线第14位
27	—	P2.7	I/O	通用数字I/O脚.
		AD15	I/O	EBI 地址/数据总线第15位
		PWM7	I/O	PWM7输出/捕获输入
28	—	P4.4	I/O	通用数字I/O脚.
		nCS	O	EBI片选使能
		SCL1 ^[2]	I/O	I2C1 时钟.
29	—	P4.5	I/O	通用数字I/O脚.
		ALE	O	EBI地址锁存使能
		SDA1 ^[2]	I/O	I2C1 数据管脚.
30	19	P4.6	I/O	通用数字I/O脚.
		ICE_CLK	I	串行调试时钟 注: 建议于 ICE_CLK 管脚上加入100 kΩ 的上拉电阻

管脚号.		管脚名称	管脚类型	描述
LQFP/QFN 48-pin	QFN 33-pin			
31	20	P4.7	I/O	通用数字I/O脚.
		ICE_DAT	I/O	串行调试数据 注: 建议于 ICE_DAT 管脚上加入100 kΩ 的上拉电阻
32	21	P0.7	I/O	通用数字I/O脚.
		SPICLK1	I/O	SPI1 时钟.
	—	AD7	I/O	EBI 地址/数据总线第7位
33	22	P0.6	I/O	通用数字I/O脚.
		MISO_1	I/O	SPI1 MISO (主机输入, 从机输出)
	—	AD6	I/O	EBI 地址/数据总线第6位
34	23	P0.5	I/O	通用数字I/O脚.
		MOSI_1	I/O	SPI1 MOSI (主机输出, 从机输入).
	—	AD5	I/O	EBI 地址/数据总线第5位
35	24	P0.4	I/O	通用数字I/O脚.
		SPISS1	I/O	SPI1 从机选择.
	—	AD4	I/O	EBI 地址/数据总线第4位
36	—	P4.1	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM1 ^[2]	I/O	PWM1输出/捕获输入.
		T3EX	I	定时器3外部捕获/复位触发
37	—	P0.3	I/O	通用数字I/O脚.
		AD3	I/O	EBI 地址/数据总线第3位
		RTS0	O	UART0请求发送.
		RXD ^[2]	I	UART0数据接收.
38	—	P0.2	I/O	通用数字I/O脚.
		AD2	I/O	EBI 地址/数据总线第2位
		CTS0	I	UART0清除发送脚.
		TXD ^[2]	O	UART0数据发送.
39	25	P0.1	I/O	通用数字I/O脚.
		RTS1	O	UART1请求发送.
		RXD1 ^[2]	I	UART1数据接收.
		ACMP3_N	AI	比较器3负端输入

管脚号.		管脚名称	管脚类型	描述
LQFP/QFN 48-pin	QFN 33-pin			
	—	AD1	I/O	EBI 地址/数据总线第1位
40	26	P0.0	I/O	通用数字I/O脚.
		CTS1	I	UART1清除发送.
		TXD1 ^[2]	O	UART1数据发送.
		ACMP3_P	AI	比较器3正端输入
	—	AD0	I/O	EBI 地址/数据总线第0位
41	27	V _{DD}	P	数字电源, 用于I/O口, 内部LDO, PLL及数字电路
42	28	AV _{DD}	AP	模拟电源用于内部模拟电路
43	29	P1.0	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN0	AI	ADC0 模拟输入.
		T2	I/O	定时器2 外部事件计数输入.
	—	nWRL	O	EBI 低字节写使能
44	—	P1.1	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN1	AI	ADC1 模拟输入.
		T3	I/O	定时器3 外部事件计数输入.
		nWRH	O	EBI 高字节写使能
45	30	P1.2	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN2	AI	ADC2 模拟输入.
		RXD1 ^[2]	I	UART1数据接收.
46	31	P1.3	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN3	AI	ADC3 模拟输入.
		TXD1 ^[2]	O	UART1数据发送.
47	32	P1.4	I/O	通用数字I/O脚.
		AIN4	AI	ADC4 模拟输入.
		ACMP0_N	AI	模拟比较器0负端输入
	—	SPISS0	I/O	SPI0 从机选择.
48	—	P4.2	I/O	通用数字I/O脚.
		PWM2 ^[2]	I/O	PWM2输出/捕获输入.

注1: 引脚类型 I = 数字输入, O = 数字输出; AI = 模拟输入; P = 电源; AP = 模拟电源; ST = 施密特触发

注2: PWM0 ~ PWM3, RXD, TXD, RXD1, TXD1, SCL1, SDA1 及 CKO可以定义到不同的管脚, 但是一个功能只能赋给一个管脚, 例如: 软件不能将RXD同时赋给P0.3, P3.0

管脚号.	管脚名称	管脚类型	描述
TSSOP 20-pin			
1	P1.2	I/O	通用数字I/O脚.
	AIN2	AI	ADC2 模拟输入.
	RXD	I	UART0数据接收.
	ACMP0_P	AI	比较器0正输入端.
2	P1.3	I/O	通用数字I/O脚.
	AIN3	AI	ADC3 模拟输入.
	TXD	O	UART0数据发送.
	ACMP0_P	AI	比较器0正输入端.
3	P1.4	I/O	通用数字I/O脚.
	AIN4	AI	ADC4 模拟输入.
	ACMP0_N	AI	比较器0负输入端
4	P1.5	I/O	通用数字I/O脚.
	AIN5	AI	ADC5模拟输入
	ACMP0_P	AI	比较器0正输入端.
5	nRST	I (ST)	外部复位输入，低有效，内部有上拉;拉低此管脚复位芯片到初始状态. 注: 建议于 nRST 管脚上加入10 kΩ 的上拉电阻与10 uF的对地电容
6	P3.2	I/O	通用数字I/O脚.
	nINT0	I	外部中断0输入脚
	STADC	I	ADC外部触发输入.
	T0EX	I	定时器0外部捕获/复位触发输入脚.
	ACMP1_P	AI	比较器1正输入端
7	P3.4	I/O	通用数字I/O脚.
	T0	I/O	定时器0外部事件计数输入
	SDA0	i/O	I2C0 数据输入/输出脚.
	ACMP1_P	AI	比较器1正输入端
8	P3.5	I/O	通用数字I/O脚.
	T1	I/O	定时器1外部事件计数输入脚.
	SCL0	I/O	I2C0 时钟管脚.
	ACMP1_P	AI	比较器1正输入端
9	P5.1	I/O	通用数字I/O脚.
	XTAL2	O	外部4~24 MHz高速晶振输出.

管脚号.	管脚名称	管脚类型	描述
TSSOP 20-pin			
10	P5.0	I/O	通用数字I/O脚.
	XTAL1	I (ST)	外部4~24 MHz高速晶振输入.
11	V _{ss}	P	数字电路地
12	P2.4	I/O	通用数字I/O脚.
	PWM2	I/O	PWM2 输出.
13	P2.5	I/O	通用数字I/O脚.
	PWM3	I/O	PWM3 输出.
14	P4.6	I/O	通用数字I/O脚.
	ICE_CLK	I	串行调试时钟 注: 建议于 ICE_CLK 管脚上加入100 kΩ 的上拉电阻
15	P4.7	I/O	通用数字I/O脚.
	ICE_DAT	I/O	串行调试数据 注: 建议于 ICE_DAT 管脚上加入100 kΩ 的上拉电阻
16	P0.7	I/O	通用数字I/O脚.
	SPICLK0	I/O	SPI0 串行时钟.
17	P0.6	I/O	通用数字I/O脚.
	MISO_0	I/O	SPI0 MISO (主机输入, 从机输出).
18	P0.5	I/O	通用数字I/O脚.
	MOSI_0	I/O	SPI0 MOSI(主机输出, 从机输入).
19	P0.4	I/O	通用数字I/O脚.
	SPISS0	I/O	SPI1 从机选择.
	PWM5	I/O	PWM5 输出.
20	V _{DD}	P	数字电源, 用于I/O口, 内部LDO,PLL及数字电路.

注1: 管脚类型 I = 数字输入, O = 数字输出; AI = 模拟输入; P = 电源管脚; AP = 模拟电源; ST = 施密特触发

5 功能描述

5.1 ARM® Cortex®-M0 内核

Cortex®-M0 处理器是一个可配置，具有多级流水线的32位RISC处理器。它拥有一个 AMBA AHB-Lite 接口并包含NVIC组件，同时有可选的硬件调试功能。该处理器可以执行Thumb 指令，并与其他Cortex®-M 系列处理器兼容。该处理器支持两种模式——Thread模式和Handler模式。异常时系统进入Handler模式，异常返回只能在Handler模式下执行。系统复位及异常返回后均可进入Thread模式。图 5-1展示处理器的功能控制器

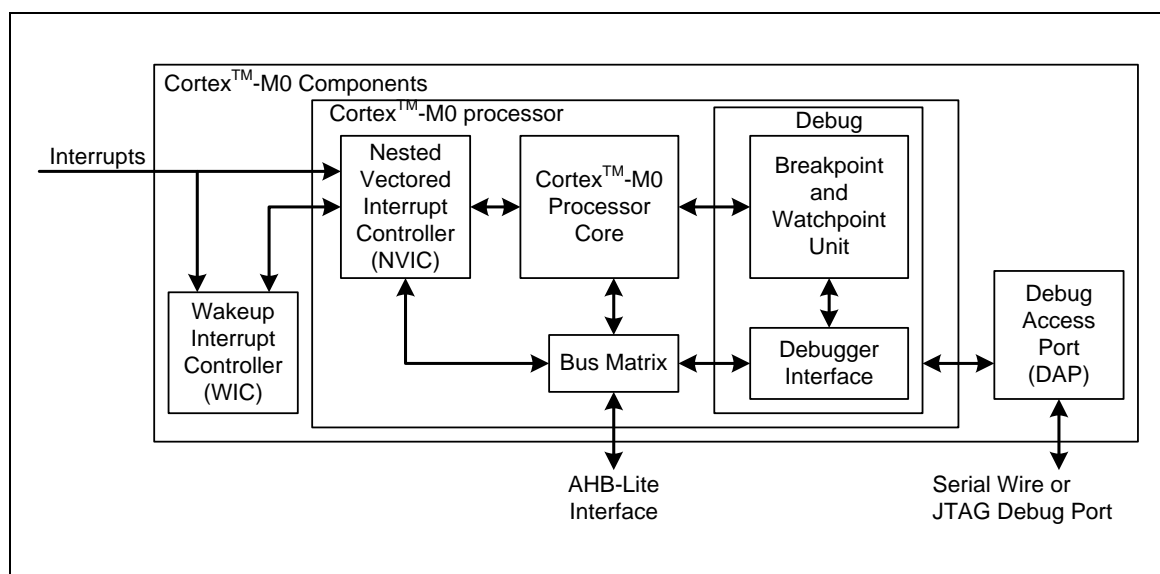


图 5-1 功能控制框图

内核提供下面一些组件及特性：

- 低门数处理器:
 - ARMv6-M Thumb® 指令集
 - Thumb-2 技术
 - ARMv6-M 兼容24位系统定时器
 - 一个32位硬件乘法器
 - 系统接口支持小端数据访问
 - 准确而及时的中断处理能力
 - 加载/存储多个数据和多周期乘法指令可被终止，然后重新开始，从而实现快速中断处理
 - C 应用程序二进制接口异常兼容模式：

ARMv6-M的C应用程序二进制接口(C-ABI)异常兼容模式允许用户在中断处理中使用纯C函数。
 - 使用WFI指令进入低功耗空闲模式，使用WFE指令或从中断退出低功耗空闲模式

- **NVIC**
 - 32个外部中断，每个中断有4级优先级
 - 专用的不可屏蔽中断 (NMI)
 - 同时支持电平和脉冲触发中断
 - 支持中断唤醒控制器(WIC)，提供极低功耗空闲模式
- **调试支持**
 - 四个硬件断点
 - 两个观察点
 - 用于非侵入代码分析的程序计数采样寄存器(PCSR)
 - 单步和向量捕捉能力
- **总线接口**
 - 为所有的系统接口及存储器提供简单集成的单一的32位AMBA-3 AHB-Lite 系统接口
 - 支持DAP（调试使用端口）单一的32位从机端口

5.2 系统管理器

5.2.1 概述

系统管理包括如下章节

- 系统复位
- 系统电源架构
- 系统存储器映射
- 用于产品ID，芯片复位及片上控制器复位，多功能管脚控制的系统管理寄存器
- 系统定时器 (SysTick)
- 嵌套向量中断控制器(NVIC)
- 系统控制寄存器

5.2.2 系统复位

系统复位可以由如下事件触发，这些复位事件标志可以通过寄存器RSTRC读出.

- 硬件复位
 - 上电复位(POR)
 - 复位脚（nRST）上有低电平
 - 看门狗定时溢出复位(WDT)
 - 低电压复位(LVR)
 - 欠压检测复位(BOD)
- 软件复位
 - MCU复位 - SYSRESETREQ(AIRCR[2])
 - CPU单次复位 - CPU_RST(IPRSTC1[1])
 - 芯片单次复位 - CHIP_RST(IPRSTC1[0])

注: MCU 复位和CPU复位之后，ISPCON.BS 的值保持不变。.

5.2.3 系统电源分布

该芯片的电源架构分为3个部分：

- 来自 AV_{DD} 和 AV_{SS} 的模拟电源，为模拟元件提供工作电压。 AV_{DD} 必须等于 V_{DD} 以避免漏电
- 来自 V_{DD} 和 V_{SS} 的数字电源，为内部稳压器和I/O引脚提供电压，内部稳压器向数字操作提供稳定的1.8V电压。
- 内部稳压器内置输出电容（NUC029FAE only）

内部稳压器（LDO_CAP）的输出，需要在相应管脚附近接一颗电容。模拟电源（ AV_{DD} ）应该和数字电源（ V_{DD} ）电压相同图 5-2 显示了NuMicro® NUC029xAN系列的电源分布，图 5-3 显示了NuMicro® NUC029FAE 系列的电源分布。

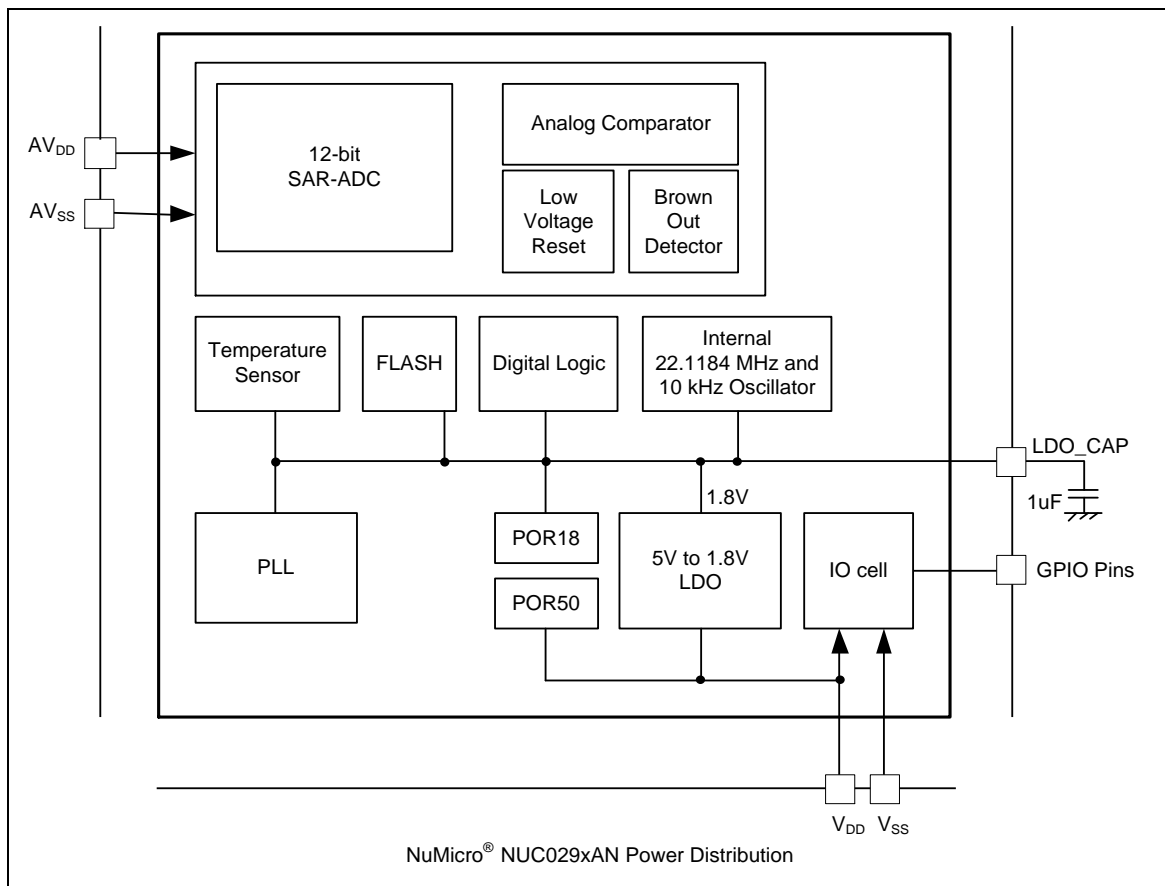


图 5-2 NuMicro® NUC029xAN系列电源分布图

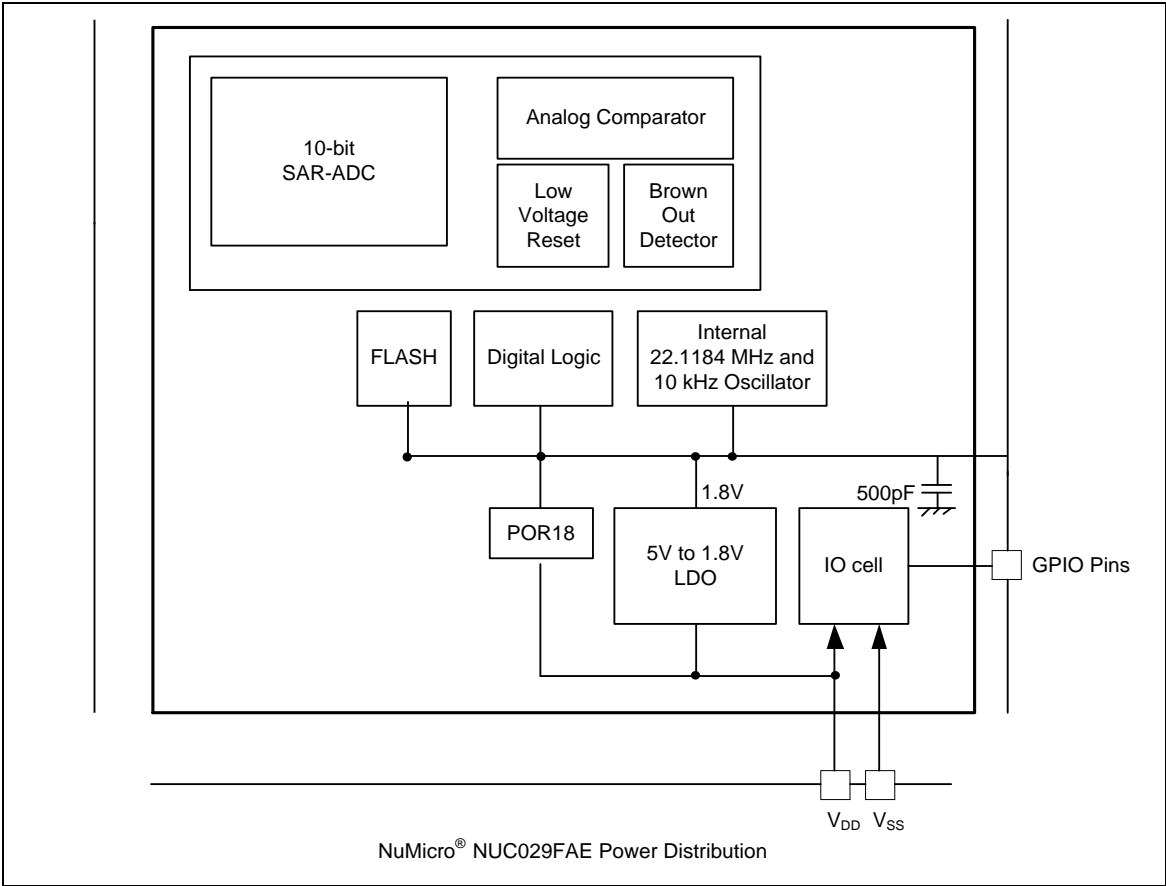


图 5-3 NuMicro® NUC029FAE系列电源分布图

5.2.4 系统存储器映射

NuMicro® NUC029系列提供4G字节的寻址空间。每个片上模块存储器地址分配情况如下表所示。详细的寄存器定义和寻址空间以及编程细节,将在后续的各个片上外设描述章节里描述。NuMicro® NUC029系列仅支持小端数据格式。.

地址空间	标志	控制器
Flash 和 SRAM 内存空间		
0x0000_0000 – 0x0000_FFFF	FLASH_BA	FLASH内存空间(64KB)
0x2000_0000 – 0x2000_0FFF	SRAM_BA	SRAM内存空间(4KB)
EBI 空间 (0x6000_0000 ~ 0x6001_FFFF) (NUC029LAN/NUC029NAN Only)		
0x6000_0000 – 0x6001_FFFF	EBI_BA	外部存储器空间(128 KB)
AHB控制器空间(0x5000_0000 – 0x501F_FFFF)		
0x5000_0000 – 0x5000_01FF	GCR_BA	系统全局控制寄存器
0x5000_0200 – 0x5000_02FF	CLK_BA	时钟控制寄存器

0x5000_0300 – 0x5000_03FF	INT_BA	多路中断控制寄存器
0x5000_4000 – 0x5000_7FFF	GPIO_BA	GPIO (P0~P4) 控制寄存器
0x5000_C000 – 0x5000_FFFF	FMC_BA	Flash 存储器控制寄存器
0x5001_0000 – 0x5001_03FF	EBI_CTL_BA	EBI 控制寄存器(NUC029LAN/NUC029NAN Only)
0x5001_4000 – 0x5001_7FFF	HDIV_BA	硬件除法器(NUC029xAN Only)
APB控制器空间(0x4000_0000 ~ 0x400F_FFFF)		
0x4000_4000 – 0x4000_40FF	WDT_BA	看门狗控制寄存器
0x4000_4100 – 0x4000_7FFF	WWDT_BA	窗口看门狗控制寄存器(NUC029xAN only)
0x4001_0000 – 0x4001_3FFF	TMR01_BA	Timer0/Timer1 控制寄存器
0x4002_0000 – 0x4002_3FFF	I2C0_BA	I2C0接口控制寄存器
0x4003_0000 – 0x4003_3FFF	SPI0_BA	带主/从功能的SPI0控制寄存器
0x4003_4000 – 0x4003_7FFF	SPI1_BA	带主/从功能的SPI1 控制寄存器
0x4004_0000 – 0x4004_3FFF	PWMA_BA	PWM0/1/2/3 控制寄存器
0x4005_0000 – 0x4005_3FFF	UART0_BA	UART0控制寄存器
0x400D_0000 – 0x400D_3FFF	ACMP01_BA	模拟比较器0/1控制寄存器
0x400E_0000 – 0x400E_FFFF	ADC_BA	模数转换器(ADC)控制寄存器
0x4011_0000 – 0x4011_3FFF	TMR23_BA	Timer2/Timer3控制寄存器
0x4012_0000 – 0x4012_3FFF	I2C1_BA	I2C1接口控制寄存器(Nuc029xAN only))
0x4014_0000 – 0x4014_3FFF	PWMB_BA	PWM4/5/6/7控制寄存器
0x4015_0000 – 0x4015_3FFF	UART1_BA	UART1 控制寄存器
0x401D_0000 – 0x401D_3FFF	ACMP23_BA	模拟比较器2/3控制寄存器
系统控制器空间(0xE000_E000 ~ 0xE000_EFFF)		
0xE000_E010 – 0xE000_E0FF	SYST_BA	系统 定时器控制寄存器
0xE000_E100 – 0xE000_ECFF	NVIC_BA	外部中断控制器控制寄存器
0xE000_ED00 – 0xE000_ED8F	SCB_BA	系统控制寄存器

表 5-1 NuMicro® NUC029xAN片上控制器地址空间分配

地址空间	标志	控制器
Flash和 SRAM 内存空间		
0x0000_0000 – 0x0000_3FFF	FLASH_BA	FLASH内存空间(16 KB)
0x2000_0000 – 0x2000_0FFF	SRAM_BA	SRAM内存空间(2 KB)
AHB控制器空间(0x5000_0000 ~ 0x501F_FFFF)		
0x5000_0000 – 0x5000_01FF	GCR_BA	系统全局控制寄存器
0x5000_0200 – 0x5000_02FF	CLK_BA	时钟控制寄存器
0x5000_0300 – 0x5000_03FF	INT_BA	多路中断控制寄存器
0x5000_4000 – 0x5000_7FFF	GP_BA	GPIO (P0~P5) 控制寄存器
0x5000_C000 – 0x5000_FFFF	FMC_BA	Flash 存储器控制寄存器
APB控制器空间 (0x4000_0000 ~ 0x401F_FFFF)		
0x4000_4000 – 0x4000_7FFF	WDT_BA	看门狗控制寄存器
0x4001_0000 – 0x4001_3FFF	TMR_BA	Timer0/Timer1 控制寄存器
0x4002_0000 – 0x4002_3FFF	I2C_BA	I2C接口控制寄存器
0x4003_0000 – 0x4003_3FFF	SPI_BA	带主/从功能的SPI控制寄存器
0x4004_0000 – 0x4004_3FFF	PWMA_BA	PWM 控制寄存器
0x4005_0000 – 0x4005_3FFF	UART_BA	UART控制寄存器
0x400D_0000 – 0x400D_3FFF	ACMP_BA	模拟比较器控制寄存器
0x400E_0000 – 0x400E_3FFF	ADC_BA	模数转换器(ADC)控制寄存器
系统控制器空间 (0xE000_E000 ~ 0xE000_EFFF)		
0xE000_E010 – 0xE000_E0FF	SCS_BA	系统 定时器控制寄存器
0xE000_E100 – 0xE000_ECFF	SCS_BA	外部中断控制器控制寄存器
0xE000_ED00 – 0xE000_ED8F	SCB_BA	系统控制块寄存器

表 5-2 NuMicro® NUC029FAE 片上控制器地址空间分配

5.2.5 系统存储器映射表

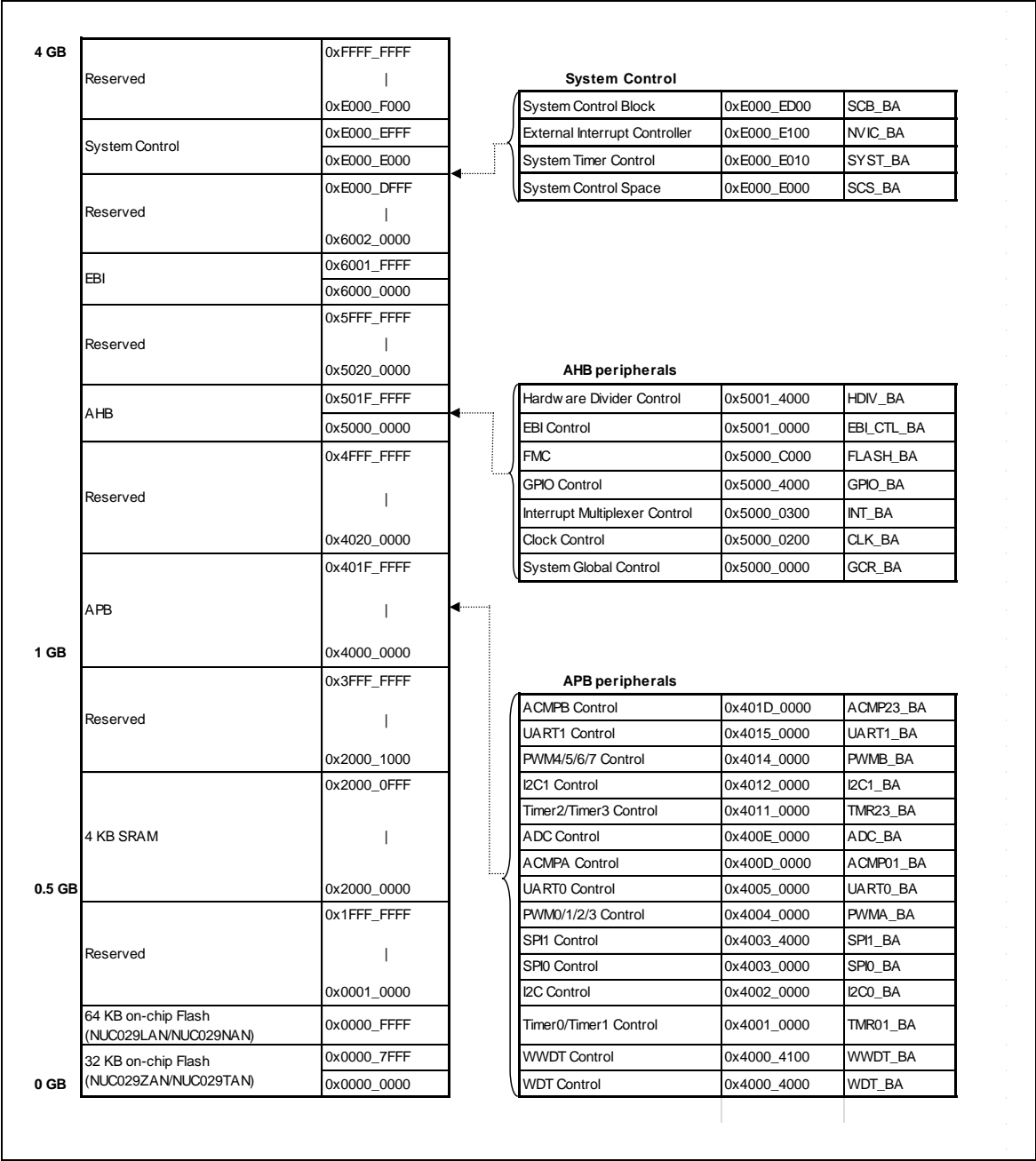


图 5-4 NuMicro® NUC029xAN系统存储器映射

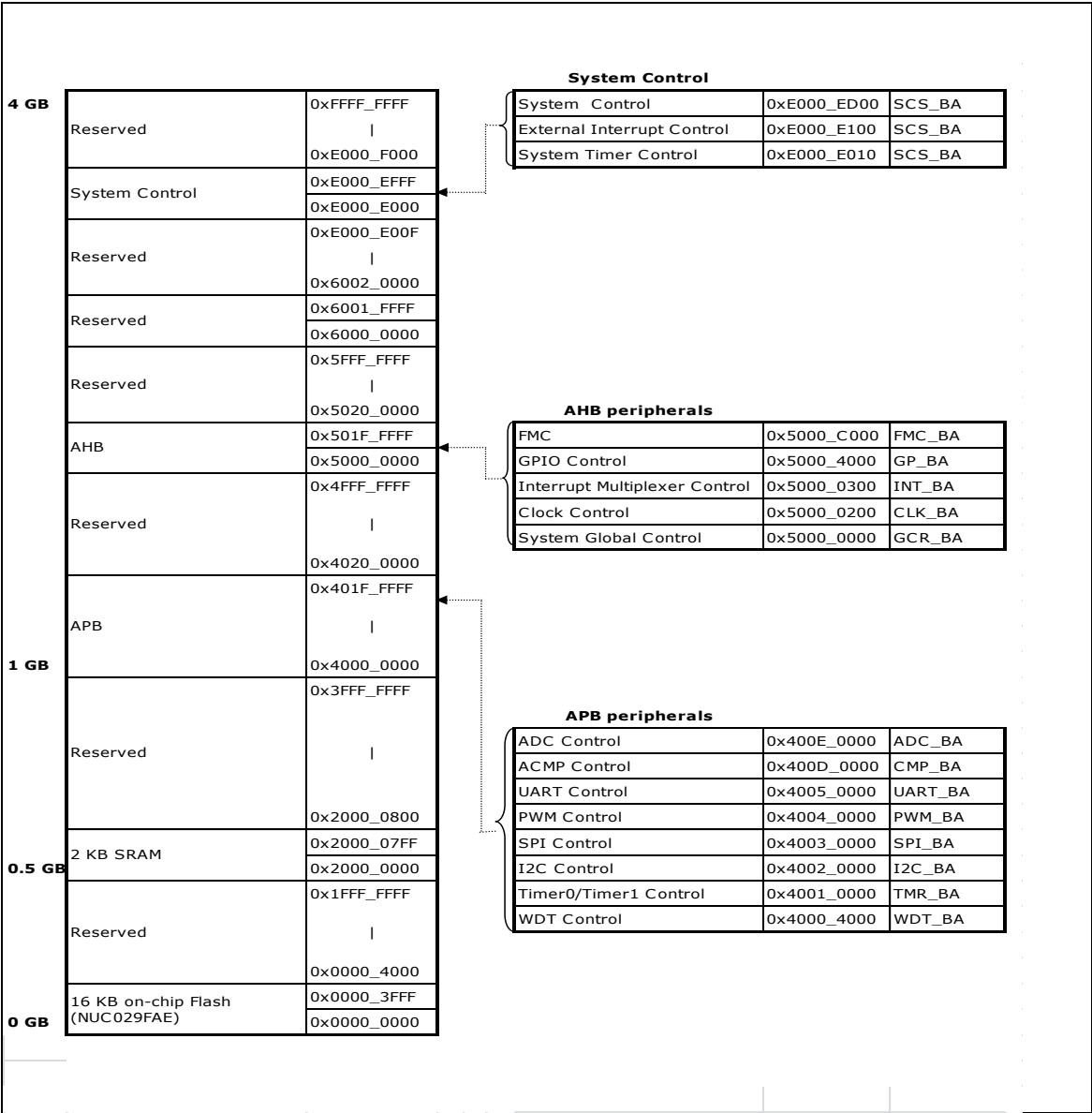


图 5-5 NuMicro® NUC029FAE系统存储器映射

5.2.6 系统定时器(SysTick)

Cortex-M0 包含一个集成的系统定时器, SysTick. SysTick 提供一种简单的, 24位写清零, 下数计数, 计数至0后自装载的计数器, 有一个灵活的控制机制。计数器可作为实时操作系统的节拍定时器或者作为一个简单的计数器。

使能后, 系统定时器从SysTick 当前值寄存器(SYST_CVR)的值向下计数到0, 并在下一个时钟边沿, 重新加载SysTick重装载值寄存器(SYST_RVR)的值到SysTick当前值寄存器(SYST_CVR), 然后随接下来的时钟递减。当计数器减到0时, 标志位COUNTFLAG置位, 标志位COUNTFLAG是读清0的。

复位后, SYST_CVR 的值未知。使能前, 软件应该写该寄存器使其清0。这样确保定时器在使能后以SYST_RVR中的值计数, 而非任意值。

若SYST_RVR 是0, 在重新加载后, 定时器将保持当前值0, 这种机制可以用来在不使用系统定时器的使能位的情形下禁用系统定时器。

详情请参考“ARM® Cortex®-M0 Technical Reference Manual”与“ARM® v6-M Architecture Reference Manual”。

5.2.7 嵌套向量中断控制器(NVIC)

Cortex-M0提供中断控制器, 作为异常模式的组成部分, 称之为“嵌套向量中断控制器(NVIC)”。它与处理器内核紧密联系, 并具有以下特性:

- 支持嵌套和向量中断
- 自动保存和恢复上下文
- 简化的精确的中断延迟

NVIC对所有支持的异常按优先级排序并处理, 所有异常在“处理器模式”处理. NVIC结构支持具有四级优先级的32个(IRQ[31:0])离散中断。所有的中断和大多数系统异常可以配置为不同的优先级。当中断发生时, NVIC将比较新中断与当前中断的优先级, 如果新中断优先级高于当前中断, 则新中断将代替当前中断被处理。

当任何中断被响应时, 中断服务程序 (ISR) 的起始地址从内存的向量表中取得。不需要由软件确定响应哪个中断, 也不要软件跳转到相应ISP的起始地址。当取得起始地址时, NVIC将自动保存处理器状态, 包括以下寄存器“PC, PSR, LR, R0~R3, R12” 的值到栈中。在ISR结束时, NVIC 将从栈中恢复相关寄存器的值, 恢复正常操作, 因此处理器将花费更少的并且确定的时间去处理中断请求。

NVIC支持末尾连锁“Tail Chaining”, 有效处理尾对尾中断“back-to-back interrupts”, 即无需重复保存和恢复当前状态, 从而减少从当前ISR结束切换到等待处理的ISR的延迟时间。NVIC还支持晚到“Late Arrival”, 可以提升同时发生的ISR的效率。在当前ISR开始执行 (保存处理器状态并获取起始地址阶段) 之前, 如果较高优先级中断请求发生, NVIC将立即选择处理更高优先级的中断, 从而提高了实时性。

详情请参考“ARM® Cortex®-M0 Technical Reference Manual”与“ARM® v6-M Architecture Reference Manual”。

5.2.7.1 异常模式和系统中断映射

下表列出了NuMicro® NUC029系列支持的异常模型。软件可以对其中一些异常以及所有中断设置4级优先级。最高用户可配置优先级记为“0”，最低优先级记为“3”，所有用户可配置的优先级的默认值为“0”。注意：优先级“0”在整个系统中为第4优先级，排在“Reset”，“NMI”与“Hard Fault”之后。

异常名称	向量号	优先级
Reset	1	-3
NMI	2	-2
Hard Fault	3	-1
保留	4 ~ 10	保留
SVCall	11	可配置
保留	12 ~ 13	保留
PendSV	14	可配置
SysTick	15	可配置
Interrupt (IRQ0 ~ IRQ31)	16 ~ 47	可配置

表 5-3 异常模型

异常号	中断号 (Bit In Interrupt Registers)	中断名	源IP	中断描述	掉电唤醒
1 ~ 15	-	-	-	系统异常	-
16	0	BOD_INT	Brown-out	欠压检测中断	Yes
17	1	WDT_INT	WDT	看门狗定时器中断	Yes
18	2	EINT0	GPIO	P3.2 脚上的外部信号中断	Yes
19	3	EINT1	GPIO	P3.3 脚上的外部信号中断	Yes
20	4	P0/I_INT	GPIO	P0[7:0] / P1[7:0] 外部信号中断	Yes
21	5	P2/3/4_INT	GPIO	P2[7:0]/P3[7:0]/P4[7:0] 外部信号中断, 除 P3.2 和 P3.3	Yes
22	6	PWMA_INT	PWM0~3	PWM0, PWM1, PWM2 和 PWM3 中断	No
23	7	PWMB_INT	PWM4~7	PWM4, PWM5, PWM6 和 PWM7 中断	No
24	8	TMR0_INT	TMR0	Timer 0 中断	Yes
25	9	TMR1_INT	TMR1	Timer 1 中断	Yes
26	10	TMR2_INT	TMR2	Timer 2 中断	Yes
27	11	TMR3_INT	TMR3	Timer 3 中断	Yes
28	12	UART0_INT	UART0	UART0 中断	Yes
29	13	UART1_INT	UART1	UART1 中断	Yes
30	14	SPI0_INT	SPI0	SPI0 中断	No

异常号	中断号 (Bit In Interrupt Registers)	中断名	源IP	中断描述	掉电唤醒
31	15	SPI1_INT	SPI1	SPI1 中断	No
32 ~ 33	16 ~ 17	-	-	-保留	-
34	18	I2C0_INT	I ² C0	I ² C0 中断	Yes
35	19	I2C1_INT	I ² C1	I ² C1 中断	Yes
36 ~ 40	20 ~ 24	-	-	-保留	-
41	25	ACMP01_INT	ACMP0/1	模拟比较器0和模拟比较器1的中断	Yes
42	26	ACMP23_INT	ACMP2/3	模拟比较器2和模拟比较器3的中断	Yes
43	27	-	-	保留	-
44	28	PWRWU_INT	CLKC	从掉电状态唤醒的时钟控制器中断	Yes
45	29	ADC_INT	ADC	ADC 中断	No
46 ~ 47	30 ~ 31	-	-	-保留	-

表 5-4 NuMicro[®] NUC029xAN 系统中断映射向量表

异常号	中断号 (Bit In Interrupt Registers)	中断名	源IP	中断描述	掉电唤醒
1 ~ 15	-	-	-	系统异常	-
16	0	BOD_INT	Brown-out	欠压检测中断	Yes
17	1	WDT_INT	WDT	看门狗定时器中断	Yes
18	2	EINT0	GPIO	P3.2 脚上的外部信号中断	Yes
19	3	-	-	保留	-
20	4	P0/1_INT	GPIO	P0[7:0] / P1[7:0] 外部信号中断	Yes
21	5	P2/3/4_INT	GPIO	P2[7:0]/P3[7:0]/P4[7:0] 外部信号中断, 除 P3.2	Yes
22	6	PWM_INT	PWM	PWM中断	No
23	7	BRAKE_INT	PWM	PWM刹车中断	No
24	8	TMR0_INT	TMR0	Timer 0 中断	Yes
25	9	TMR1_INT	TMR1	Timer 1 中断	Yes
26 ~ 27	10 ~ 11	-	-	保留	-
28	12	UART_INT	UART	UART中断	Yes
29	13	-	-	保留	-
30	14	SPI_INT	SPI	SPI中断	No
31	15	-	-	保留	-
32	16	GP5_INT	GPIO	P5外部中断	Yes
33	17	HIRC_TRIM_INT	HIRC	-HIRC校准中断	NO
34	18	I2C_INT	I ² C	I ² C中断	Yes
35 ~ 40	19 ~ 24	-	-	保留	-
41	25	ACMP_INT	ACMP	-ACMP中断	Yes
42 ~ 43	26 ~ 27	-	-	保留	-
44	28	PWRWU_INT	CLKC	从掉电状态唤醒的时钟控制器中断	Yes
45	29	ADC_INT	ADC	ADC中断	No
46 ~ 47	30 ~ 31	-	-	保留	-

表 5-5 NuMicro® NUC029FAE 系统中断映射向量表

5.2.7.2 向量表

当任何中断被响应时，处理器会自动从内存的向量表中获取中断服务程序（ISR）的起始地址。对于ARMv6-M, 向量表的基地址固定在0x00000000。向量表包括复位后栈指针的初始值，和所有异常处理函数的入口地址。上一节的向量号(异常号)决定了异常处理函数在向量表中的入口顺序。

向量表字偏移量	描述
0	SP_main -主堆栈指针
Vector Number	异常入口指针，用向量号表示

表 5-6向量表格式

5.2.7.3 操作描述

通过写相应中断使能设置寄存器或清使能寄存器位域，可以使能NVIC中断或禁用NVIC中断，这些寄存器通过写1使能和写1清除为零，读取这两个寄存器均返回当前相应中断的使能状态。当某一个中断被禁用时，中断声明将使该中断处于等待处理状态，然而，该中断不会被激活。如果某一个中断在被禁用时处于激活状态，该中断就保持在激活状态，直到通过复位或异常返回来清除。清使能位可以阻止相关中断被再次激活。

NVIC中断可以使用互补的寄存器对来挂起/解除挂起以使能/禁用这些中断，这些寄存器分别为Set-Pending寄存器与Clear-Pending寄存器，这些寄存器使用写1使能和写1清除的方式，读取这两种寄存器都返回相应中断的当前挂起状态。Clear-Pending寄存器不会对处于激活状态的中断的执行状态产生任何影响。

NVIC中断通过更新32位寄存器中的各个8位字段（每个寄存器支持4个中断）来分配中断的优先级。

与NVIC相关的通用寄存器都可以通过系统控制空间的内存区域访问，下一节将作出描述.

5.3 NuMicro® NUC029xAN时钟控制器

5.3.1 概述

时钟控制器为整个芯片提供时钟，包括系统时钟和所有外设时钟。时钟控制器还通过独立的时钟ON/OFF控制、时钟源选择和时钟分频器，实现电源控制功能。在将PWR_DOWN_EN (PWRCON[7])和PD_WAIT_CPU (PWRCON[8])置位且Cortex®-M0执行WFI指令之后，芯片会进入掉电模式，在那之后，芯片等待被唤醒中断源触发以离开掉电模式。在掉电模式下，时钟控制器关闭外部4~24 MHz高速晶振(HXT)和内部22.1184MHz高速振荡器(HIRC)，以降低整个系统的功耗。下图为时钟发生器和时钟源控制概图。

时钟发生器由以下4个时钟源组成：

- 一个外部 4~24 MHz 高速晶振(HXT)
- 一个可编程的 PLL FOUT(PLL时钟源可以选择外部4~24MHz高速晶振(HXT)或者内部22.1184MHz (HIRC)高速振荡器)
- 一个内部 22.1184 MHz RC高速振荡器(HIRC)
- 一个内部 10KHz 低速振荡器(LIRC)

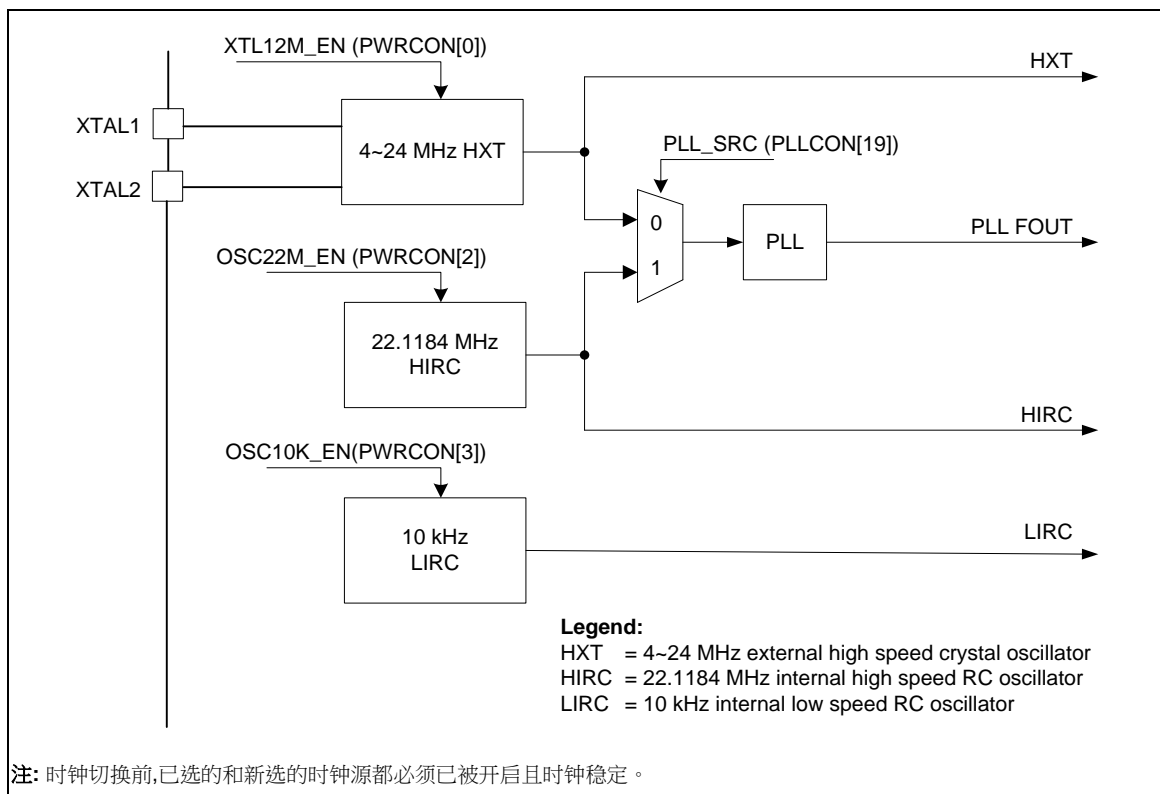


图 5-6 NuMicro® NUC029xAN 时钟发生器框图

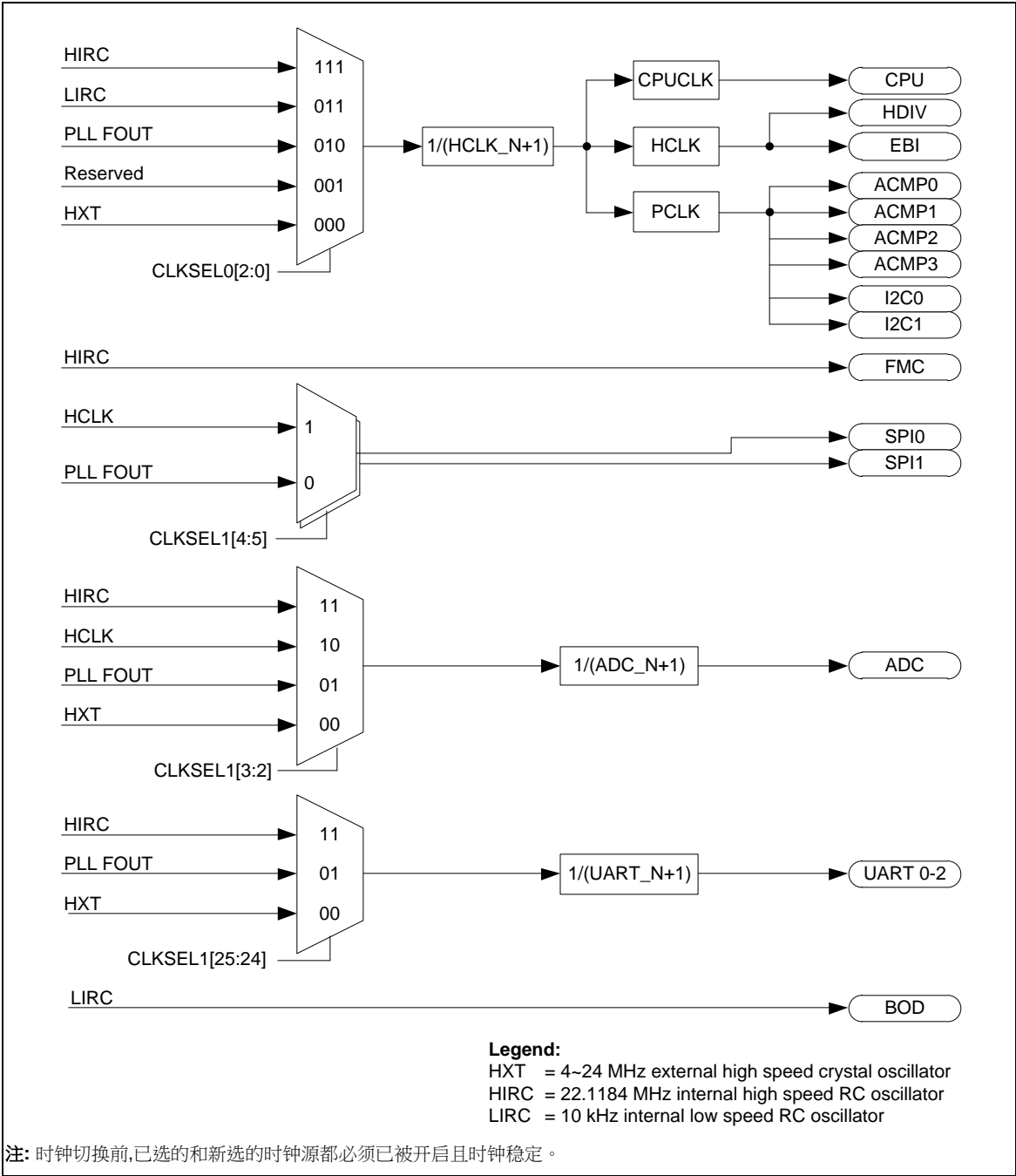


图 5-7 NuMicro® NUC029xAN 时钟源控制器概图(1/2)

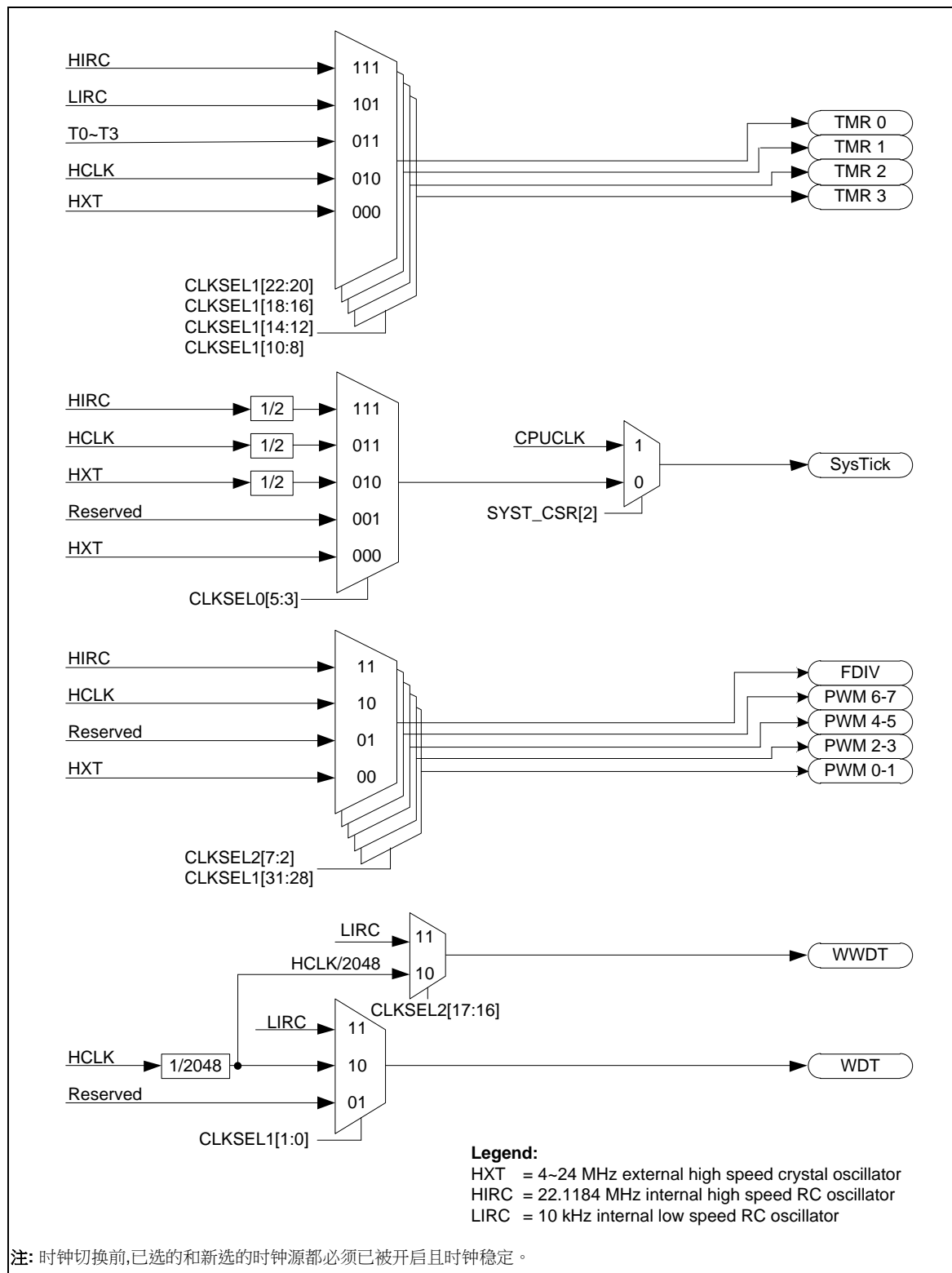


图 5-8 NuMicro® NUC029xAN 时钟源控制器概图(2/2)

5.3.2 系统时钟 和 SysTick 时钟

系统时钟有4个时钟源，由时钟发生器模块产生。使用寄存器HCLK_S(CLKSEL0[2:0])可以切换不同的时钟，系统时钟框图如图 5-9所示

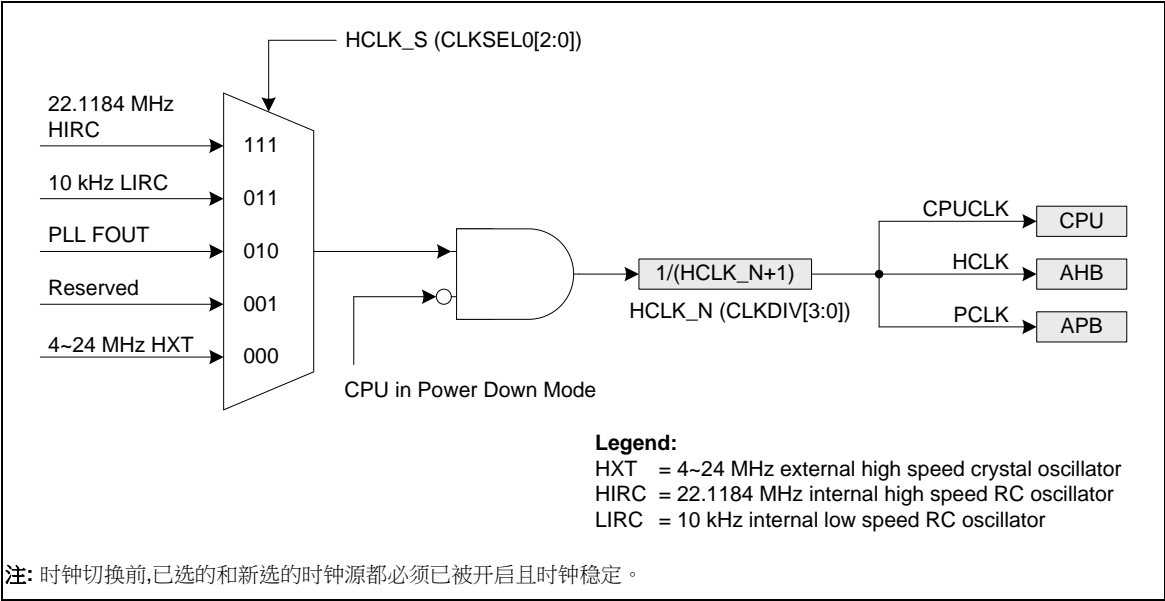


图 5-9 NuMicro® NUC029xAN 系统时钟框图

在Cortex®-M0核中的SysTick的时钟源可以使用CPU时钟或者外部时钟(SYST_CSR[2])。如果使用外部时钟，SysTick时钟(STCLK)有4个时钟源。时钟源切换使用寄存器STCLK_S(CLKSEL0[5:3])的设置。SysTick时钟框图如图 5-10所示。

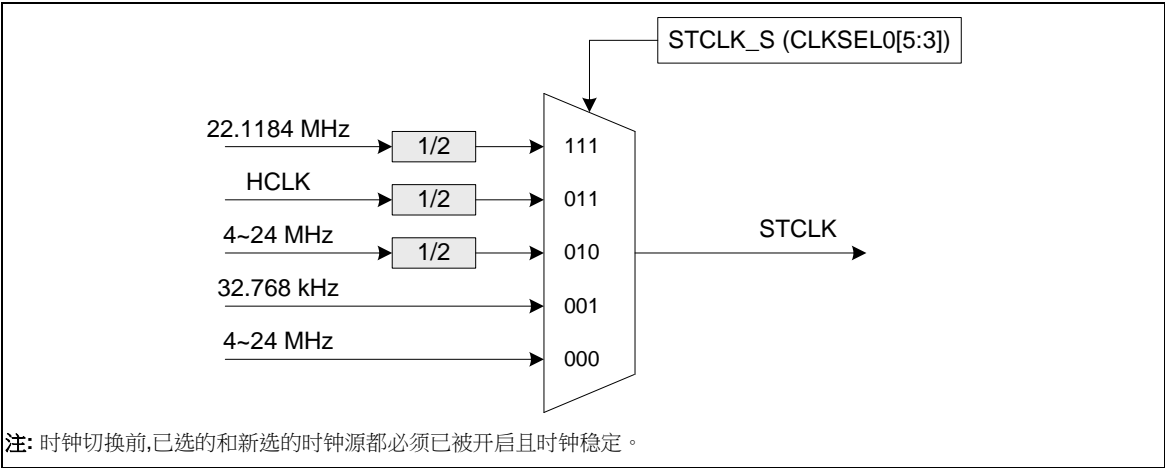


图 5-10 NuMicro® NUC029xAN SysTick 时钟控制框图

5.3.3 掉电模式时钟

当芯片进入掉电模式后，系统时钟、部分时钟源和部分外设时钟将会被禁用。还有部分时钟源和外设时钟在入掉电模式中仍然可以保持激活状态。

下列时钟仍然可以保持激活状态，

- 时钟生成器
 - 10 kHz 内部低速RC震荡时钟(LIRC)
- 外设时钟(采用10 kHz内部低速RC震荡时钟为时钟源时)

5.3.4 分频器输出

该设备配备有一个由16级2分频移位寄存器组成的分频器。可通过一个16选1的多路转换器选择16级移位寄存器中的一组，将其映射到CKO引脚并输出。所以有16种以2为幂的时钟分频选择，频率从 $F_{in}/2^1$ 到 $F_{in}/2^{16}$ ，其中 F_{in} 为输入到时钟分频器的时钟频率。

输出公式： $F_{out} = F_{in}/2^{(N+1)}$ ，其中 F_{in} 为输入时钟频率， F_{out} 为时钟分频输出频率，N 为 FSEL (FRQDIV[3:0]) 中的4位值

当写1到DIVIDER_EN(FRQDIV[4])时，链计数器开始计数，当写0到DIVIDER_EN(FRQDIV[4])时，链计数器持续计数直到分频时钟达到低状态并停留在低状态。

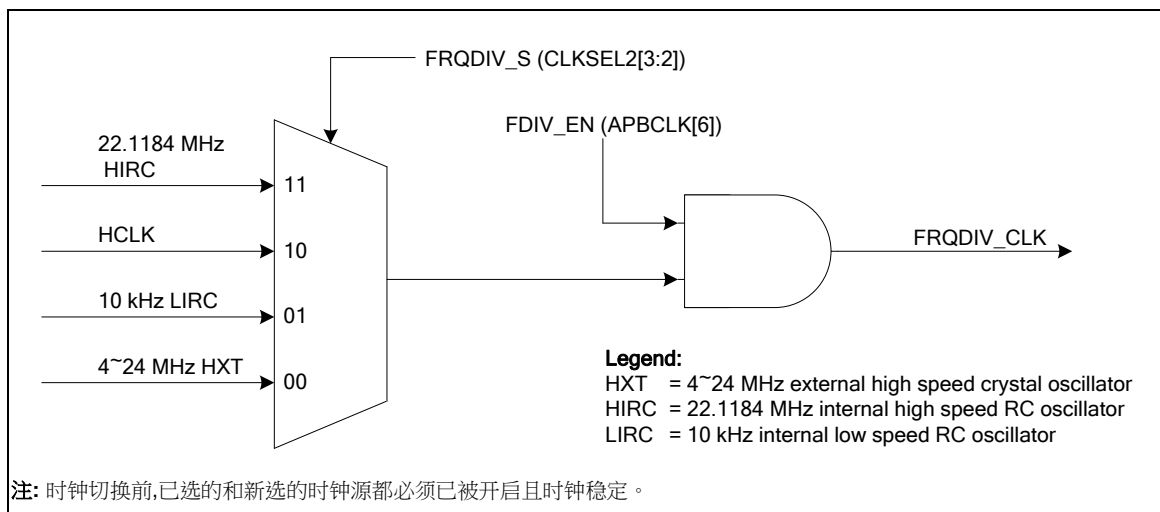


图 5-11 NuMicro® NUC029xAN分频器的时钟源

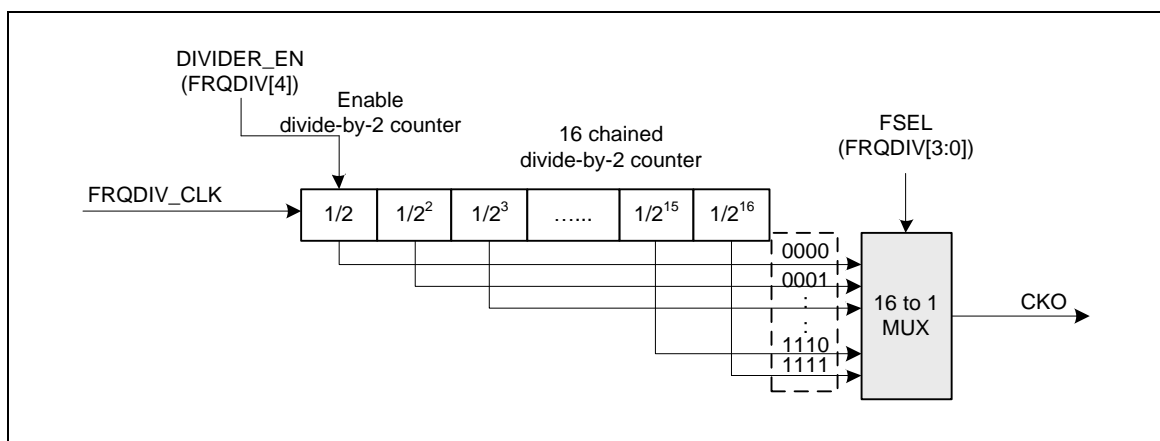


图 5-12 NuMicro® NUC029xAN 分频器框图

5.4 NuMicro® NUC029FAE时钟控制器

5.4.1 概述

时钟控制器为整个芯片提供时钟，包括系统时钟和所有外设时钟。时钟控制器还通过独立的时钟ON/OFF控制、时钟源选择和时钟分频器，实现电源控制功能。在将PWR_DOWN_EN (PWRCON[7])和PD_WAIT_CPU (PWRCON[8])置位且Cortex®-M0执行WFI指令之后，芯片会进入掉电模式，在那之后，芯片等待被唤醒中断源触发以离开掉电模式。在掉电模式下，时钟控制器关闭外部4~24 MHz高速晶振(HXT)和内部22.1184MHz高速振荡器(HIRC)，以降低整个系统的功耗。下图显示时钟发生器和时钟源控制。

时钟发生器由以下3个时钟源组成：

- 外部 4~24 MHz 高速晶振(HXT) 或 32.768 kHz低速晶振(LXT)
- 内部 22.1184 MHz RC高速振荡器(HIRC)
- 内部 10KHz 低速振荡器(LIRC)

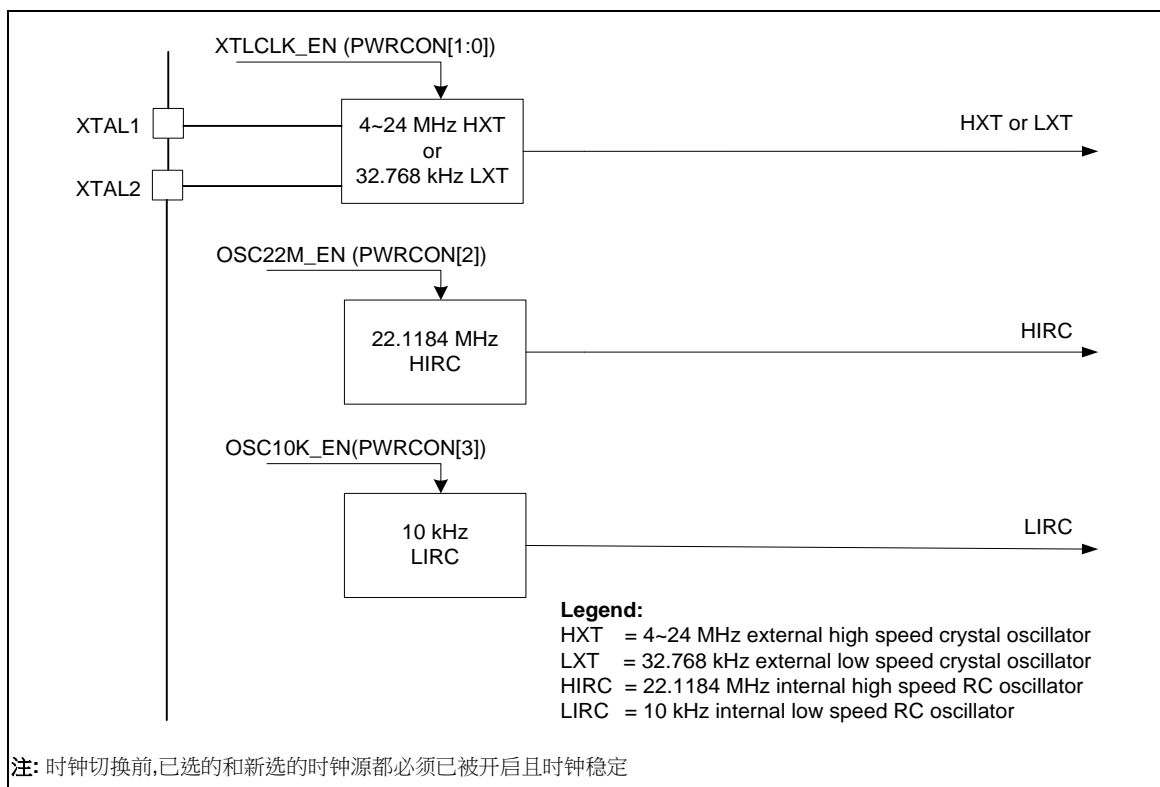


图 5-13 NuMicro® NUC029FAE 时钟发生器框图

5.4.2 系统时钟 和 SysTick 时钟

系统时钟有3个时钟源，由时钟发生器模块产生。使用寄存器HCLK_S(CLKSEL0[2:0])可以切换不同的时钟，系统时钟框图如图 5-14所示

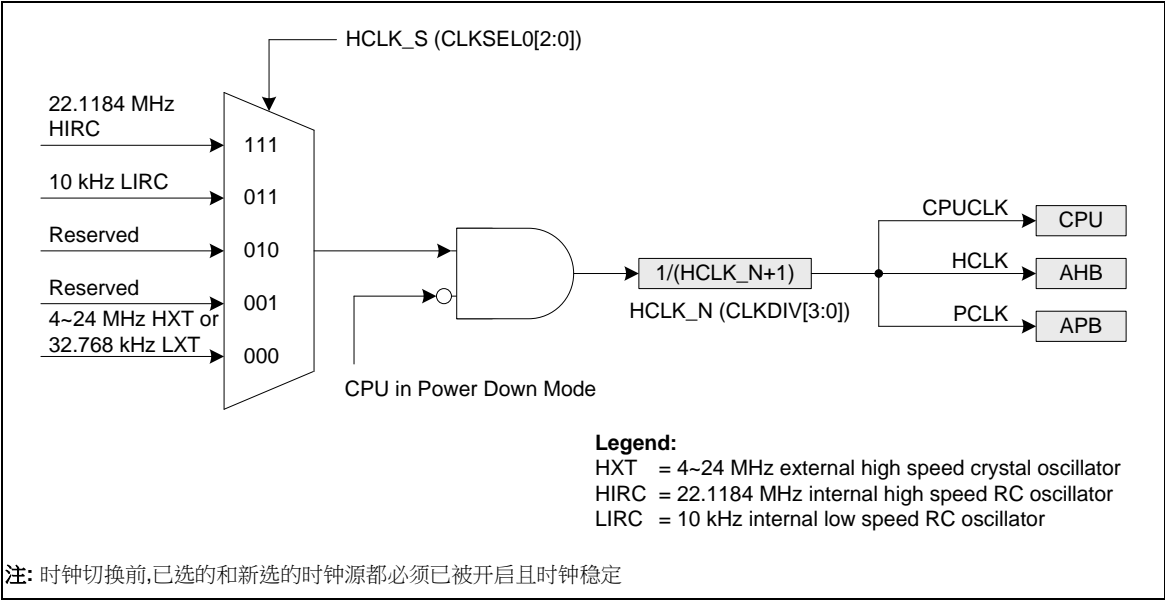


图 5-14 NuMicro® NUC029FAE 系统时钟框图

在Cortex®-M0核中的SysTick的时钟源可以使用CPU时钟或者外部时钟(SYST_CSR[2])。如果使用外部时钟，SysTick时钟(STCLK)有4个时钟源。时钟源切换使用寄存器STCLK_S(CLKSEL0[5:3])的设置。SysTick时钟框图如图 5-15所示。

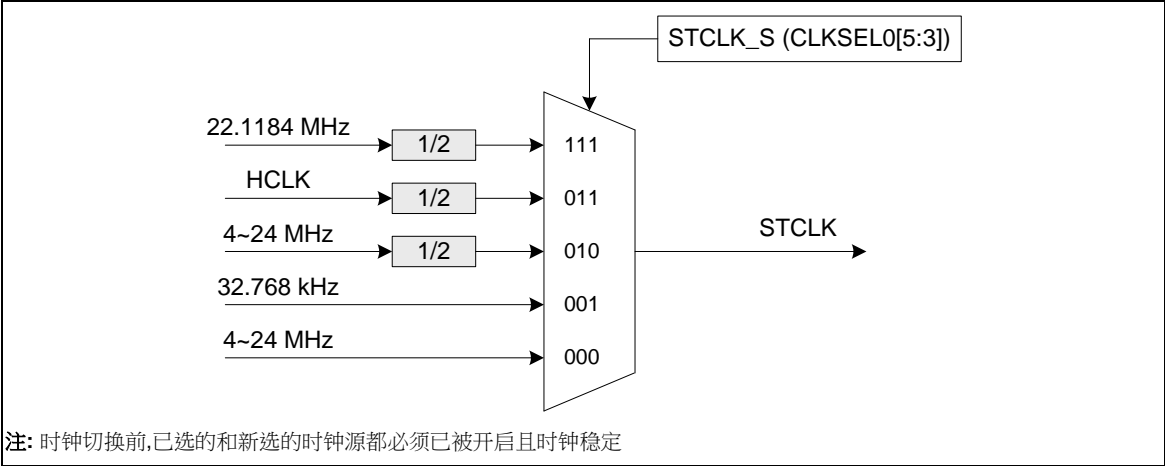


图 5-15 NuMicro® NUC029FAE SysTick 时钟控制框图

5.4.3 ISP时钟源选择

ISP时钟源来自AHB 时钟 (HCLK)。请参看寄存器AHBCLK。

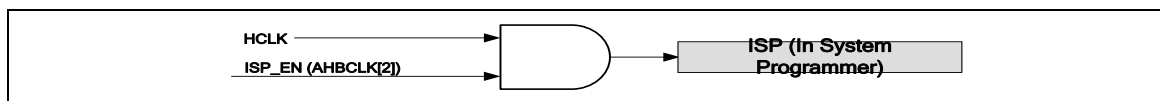


图 5-16 NuMicro® NUC029FAE AHB HCLK时钟源选择

5.4.4 模块时钟源选择

外设时钟有多个时钟源选择，不同的外设可切换不同的时钟源设置。

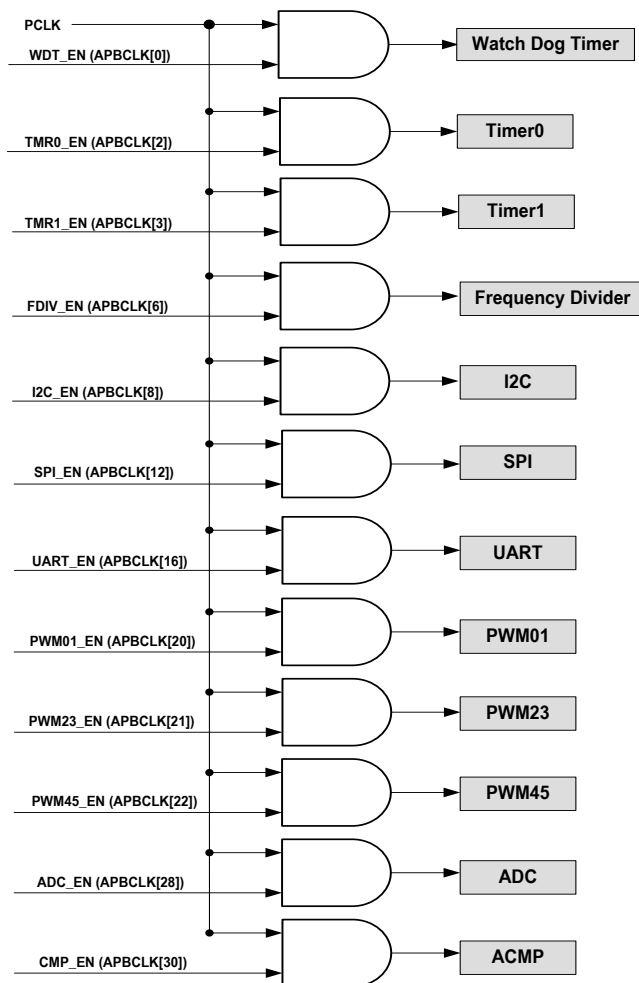


图 5-17 NuMicro® NUC029FAE PCLK 外设时钟源选择

	Ext. CLK (HXT Or LXT)	HIRC	LIRC	PCLK
WDT	Yes	No	Yes	Yes
Timer0	Yes	Yes	Yes	Yes
Timer1	Yes	Yes	Yes	Yes
I ² C	No	No	No	Yes
SPI	No	No	No	Yes
UART	Yes	Yes	No	No
PWM	No	No	No	Yes
ADC	Yes	Yes	No	Yes
ACMP	No	No	No	Yes

表 5-7 NuMicro® NUC029FAE 外设时钟源选择表

5.4.5 掉电模式时钟

当芯片进入掉电模式后，系统时钟、部分时钟源和部分外设时钟将会被禁用。还有部分时钟源和外设时钟在入掉电模式中仍然可以保持激活状态。

下列时钟仍然可以保持激活状态：

- 时钟生成器
 - 10 kHz 内部低速RC震荡时钟 (LIRC)
- 32.768 kHz外部低速晶振时钟(LXT)(如果PD_32K = 1 以及XTLCLK_EN[1:0] = 10)
- 外设时钟(采用10 kHz内部低速RC震荡时钟为时钟源)
 - Watchdog Clock看门狗时钟
 - Timer 0/1 Clock时钟

5.5 内存控制器 (FMC)

5.5.1 概述

NuMicro® NUC029系列具有64K/32K/16K字节的片上FLASH (APROM)，用于存储应用程序，可以通过ISP处理更新。系统内编程 (ISP)允许用户更新焊接在PCB板上的芯片中的程序。上电后，通过设置CONFIG0的启动选择位（CBS）决定Cortex®-M0 CPU从APROM还是LDROM读取代码。

此外，NuMicro® NUC029为用户提供额外的4k字节的数据FLASH，以供用户在系统掉电之前存储数据。NUC029xAN 提供额外的4K字节的数据FLASH，而NUC029FAE提供的DATAFLASH是与APROM共享空间，它的起始地址可由用户在CONFIG1中配置。

5.5.2 特性

- 高达50MHz的零等待连续地址读访问
- 64/32/16KB 应用程序存储空间(APROM)
- 4KB 系统内编程 (ISP) 空间(LDROM)
- NUC029xAN，固定的4kB数据FLASH
- NUC029FAE，数据FLASH大小及其起始地址可配置
- 所有内部Flash页擦除单位为512字
- 支持应用内编程(IAP)，可在APROM和LDROM间切换程序且无须重启
- 支持系统内编程(ISP)，可更新片上FLASH

5.6 外部总线接口(EBI) (NUC029LAN/NUC029NAN)

5.6.1 概述

NuMicro® NUC029LAN/NUC029NAN配备一个外部总线接口 (EBI)，用来访问外部设备。为节省外部设备与芯片的连接引脚数，EBI支持地址总线与数据总线复用模式，地址锁存使能 (ALE)信号用于区分地址与数据周期。

5.6.2 特性

- 支持外部设备最大64K字节 (8位数据宽度)/128K字节(16位数据宽度)
- 基于HCLK的外部总线基时钟(MCLK)频率可调
- 支持8位或 16 位数据宽度
- 数据访问时间 (tACC), 地址锁存使能时间(tALE) 和地址保持时间(tAHD) 可调
- 支持地址总线和数据总线复用以节省地址管脚
- 空闲周期可配置用于不同的访问条件：写命令结束(W2X), 连续读(R2R)
- 读/写操作支持0访问保持时间，写操作有写缓冲以增强读/写效率

5.7 通用 I/O (GPIO)

5.7.1 概述

NuMicro® NUC029 最多有40个通用I/O引脚，这些引脚和其它功能共享。40个引脚分为6个端口，分别命名为P0, P1, P2, P3, P4和P5，每个端口最多有8个引脚。每个引脚都是独立的，都有相应的寄存器来控制引脚工作模式与数据。

每个引脚的I/O类型可由软件独立地配置为输入，输出，开漏或准双向模式。每个I/O引脚配有一个非常弱的独立的上拉电阻，VDD从5.0V 到 2.5V时，内部弱上拉电阻阻值大约为110KΩ~300KΩ。

5.7.2 特性

- 4 种 I/O 模式:
 - 准双向
 - 推挽输出
 - 开漏输出
 - 输入模式带高阻
- 触发输入模式由Px_MFP[23:16]中的Px_TYPE[15:0]选择
- 每个I/O 引脚都可以作为中断源，支持边沿/电平触发
- 所有I/O引脚复位后的默认模式由CIOINI(CONFIG[10])决定
 - NUC029xAN:
 - 如果 CIOINI 为 0，所有GPIO引脚在芯片复位后为输入三态模式
 - 如果 CIOINI 为 1，所有GPIO引脚在芯片复位后为准双向模式(默认)
 在复位后，所有引脚的I/O模式都保持为准双向模式，且每个端口数据寄存器Px_DOUT[7:0]的值复位为0x000_00FF。
 - NUC029FAE:
 - 如果 CIOINI 为 0，所有GPIO引脚在芯片复位后为准双向模式
 - 如果 CIOINI 为 1，所有GPIO引脚在芯片复位后为输入三态模式(默认)
- 仅在准双向模式下，I/O引脚内部上拉电阻被使能
- 引脚中断功能使能后，引脚的唤醒功能也将被使能

5.8 定时器控制器 (TIMER)

5.8.1 概述

定时器控制器包括4组32位的定时器，TIMER0~TIMER3，方便用户实现定时控制应用。定时器模块可支持例如频率测量，时间延迟，时钟产生，外部输入引脚的事件计数和外部捕捉引脚的间隔测量等功能。

5.8.2 特性

- 4 组 32-位定时器，带24位向上计数器和一个8位的预分频计数器
- 每个定时器都有独立的时钟源
- 4种计数模式：单脉冲模式(one-shot)，周期模式(periodic)，反转输出模式(toggle)和连续计数(continuous counting)模式
- 超时周期 = (定时器输入时钟源的周期) * (8-bit 预分频 + 1) * (24-bit TCMP)
- 最大计数周期 = $(1 / T \text{ MHz}) * (2^8) * (2^{24})$, T 是定时器时钟源的周期
- 24位上数计数器的值，可通过TDR（定时器数据寄存器）读取
- 支持事件计数功能，可以对外部输入信号的事件计数(T0~T3)
- 24位捕获值可以通过TCAP(定时器捕获数据寄存器)读取
- 支持外部捕获引脚(T0EX~T3EX)用于间隔测量
- 支持外部捕获引脚(T0EX~T3EX)用于复位24位上数计数器
- 定时器中断支持将芯片从空闲/睡眠模式唤醒
- 当内部ACMP输出信号发生改变时可以触发定时器内部捕获(仅NUC029xAN支持)
- 支持Inter-Timer触发模式(仅NUC029xAN支持)
- 支持内部信号(CPO0, CPO1) 用于间隔测量(仅NUC029FAE支持)

5.9 PWM 发生器和捕捉定时器 (PWM) (NUC029xAN)

5.9.1 概述

NuMicro® NUC029xAN系列有2个PWM单元，共有4组PWM发生器，可配置成8个独立的PWM输出，PWM0~PWM7，或者4个互补的PWM对，(PWM0, PWM1), (PWM2, PWM3), (PWM4, PWM5) 和 (PWM6, PWM7)，带4个可编程的死区发生器

每组PWM发生器带有8位预分频器，一个时钟分频器提供5种分频(1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16)，两个PWM定时器包括2个时钟选择器，两个16位PWM计数器用于PWM周期控制，两个16位比较器用于PWM占空比控制以及一个死区发生器。4组PWM发生器提供8个独立的PWM中断标志，当相应的PWM周期向下计数器达到零时这些中断标志由硬件置位。每个PWM中断源和它相应的中断使能位可以导致PWM发生中断。PWM发生器可以配置为单触发模式产生(仅一个PWM周期)或自动重载模式(连续输出PWM波形)。

当DZEN01(PC[4])置位，PWM0 与 PWM1实现互补的PWM对功能，这一对PWM的周期，占空比和死区时间由PWM0定时器和死区发生器0决定。同样，PWM互补对(PWM2, PWM3)，(PWM4, PWM5) 与 (PWM6, PWM7) 分别由 PWM2，PWM4 与 PWM6 的定时器和死区发生器2，4，6控制，PWM定时器架构请参考下图。

为防止PWM输出不稳定波形，16位向下计数器和16位比较器采用双缓存。当用户向计数器/比较器寄存器写入值的时候，只有当向下计数器的值达到0时，被更新的值才会被装载到16位计数器/比较器。该双缓冲特性避免PWM输出波形上产生毛刺。

当16位向下计数器达到0时，中断请求产生。如果PWM定时器被配置为自动重载模式，当向下计数器达到0时，会自动重新装载PWM计数器寄存器(CNRx)的值，并开始递减计数，如此连续重复。如果定时器设为单触发模式，当向下计数器达到0时，向下计数器停止计数，并产生一个中断请求。

PWM计数器比较器的值(CMRx)用于高电平脉冲宽度调制，当向下计数器的值与比较寄存器的值相同时，计数器控制逻辑反转输出为高电平。

PWM定时器可复用为数字输入捕捉功能。如果捕捉功能使能，PWM的输出引脚将被切换至捕捉输入模式。捕捉器0和PWM0使用同一个定时器，捕捉器1和PWM1使用另一组定时器，以此类推。因此在使用捕捉功能之前，用户必须预先配置PWM定时器。捕捉功能使能后，捕捉器在输入通道有上升沿跳变时，将PWM计数器的值锁存至捕捉上升沿锁存寄存器(CRLR)，在输入通道有下降沿跳变时将PWM计数器值锁存至捕捉下降沿锁存寄存器(CFLR)。捕捉通道0的中断是可编程的，通过设定 CRL_IE0 (CCR0 [1]) (上升沿锁存中断使能)和CFL_IE0(CCR0[2]) (下降沿锁存中断使能) 来决定中断发生的条件。通过设置 CRL_IE1(CCR0 [17])和 CFL_IE1(CCR0[18])，捕捉通道1有同样的特性。通过设置CCR2中的相应的控制位，每组的通道2到通道3有同样的特性。对于每一组，不管捕捉何时产生中断0/1/2/3，PWM计数器0/1/2/3都将在该时刻重载。

最大的捕捉频率受捕捉中断延迟限制。捕捉中断发生时，软件至少要执行三个步骤：读PIIR 以得到中断源，读CRLRx/CFLRx(x=0~3) 以得到捕捉值，最后写1清PIIR为0。如果中断延迟要花时间T0完成，在这段时间内(T0)，捕捉信号一定不能翻转。在这种情况下，最大的捕捉频率将是1/T0。

5.9.2 特性

5.9.2.1 PWM 功能:

- 2个PWM组 (PWMA/PWMB)，支持8个PWM通道或者4个互补的PWM通道
- 每组PWM有2个PWM发生器，每个PWM发生器支持一个8位的预分频器，一个时钟分频器，两个PWM定时器，一个死区发生器和两路PWM输出
- 最高16位分辨率
- 单触发模式或自动重载模式
- 支持边沿对齐或者中心对齐
- PWM触发ADC启动转换

5.9.2.2 捕捉功能:

- 与PWM发生器共享时序控制逻辑
- 8路捕捉输入通道与8个PWM输出通道复用
- 每个通道支持一个上升沿锁存寄存器(CRLRx)，一个下降沿锁存寄存器(CFLRx)和捕捉中断标志(CAPIFx)

5.10 增强型PWM 发生器(NUC029FAE)

5.10.1 概述

NuMicro® NUC029FAE微控制器PWM支持6路PWM发生器，可以配置为相互独立的3路PWM输出PWM2, PWM3和PWM5，或配置成3对分别带有可编程死区发生器的互补PWM，通道(PWM0, PWM1), (PWM2, PWM3) 和 (PWM4, PWM5)。

每对PWM共用一个8位预分频器。每个PWM通道又自带一个时钟分频器可以提供5种分频系数(1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16)。每路PWM输出有一个独立的16位计数器用以PWM周期控制，和一个16位的比较器用以调节占空比。6组发生器提供12路独立PWM中断标志，相关PWM通道的周期和占空比如果与计数器相符，PWM中断将会被硬件置1。每一路PWM中断各有中断使能位。每个PWM发生器可以配置成单次模式（产生一个PWM信号周期）或者循环模式（连续输出PWM波形）

为了防止PWM输出引脚输出不稳定波形，16位周期向下计数器和比较器带有双缓冲区。当用户向计数器和比较器寄存器写数据时，所写数据会在下一个周期加载。这种双缓存的特质保证了PWM稳定平滑的输出。

除了PWM，电机控制还需要Timer、ACMP和ADC共同工作。为了更精确的控制电机，我们提供一些寄存器，不仅可以配置PWM同时也可以配置Timer、ADC和ACMP。这样做，可以节省更多的CPU时间且便于控制电机，尤其是在直流无刷电机中。

5.10.2 特性

PWM 有以下特性:

- 6个独立的16位PWM占空比控制单元控制最多6个PWM输出:
 - 3路独立的输出—PWM2, PWM3 和 PWM5
 - 三组互补 PWM 对,每组 PWM 对的一根引脚与另外一根引脚互补，且可以插入可编程的死区时间— (PWM0, PWM1), (PWM2, PWM3) 和 (PWM4, PWM5)
- 支持组控制位— PWM2 和 PWM4 与PWM0, PWM3输出同步，PWM5与PWM1输出同步
- PWM有单次模式（只支持边沿对齐类型）或者自动装载模式
- 16位分辨率
- 支持边沿对齐，中心对齐三种模式
- 一对PWM中，支持可编程死区插入
- PWM0到PWM5每路PWM有独立的极性控制
- 硬件故障刹车保护
 - 两种中断类型:
 - 向下计数器比较匹配（边沿对齐和中心对齐）或者下溢（边沿对齐模式）的时候，提出同步中断请求。

■ 发生外部故障刹车请求条件

◆ BKP0: EINT0 或 CPO1

- PWM信号缺省状态下为正逻辑，之后的PWM口的有效状态由极性控制寄存器来控制
- 支持每个通道独立触发ADC中断，包括：上升CMR比较（中心对齐模式），CNR比较（中心对齐模式），下降CMR比较，周期值比较，。
- 定时器比较事件可以触发PWM，实现直流无刷电机相切换
- 支持ACMP输出事件触发PWM强制输出最长一个周期的低电平，该特性可用于步进电机驱动
- 支持中断累计功能

5.11 看门狗定时器(WDT)

5.11.1 概述

设计看门狗定时器的目的是，当系统运行到一个未知状态时，通过它来使系统复位。这种做法可以预防系统进入到无限期的死循环。此外，看门狗定时器还支持系统从空闲/掉电模式唤醒功能。

5.11.2 特性

- 18位的自由向上计数的看门狗定时器，可用来满足用户溢出时间间隔要求
- 溢出时间间隔($2^4 \sim 2^{18}$)个WDT_CLK时钟周期可选，如果WDT_CLK = 10 kHz，那么溢出时间间隔是104ms ~ 26.3168
- 系统复位保持时间($1 / \text{WDT_CLK}$) * 63
- 支持看门狗定时器复位延时时间可选(仅NUC029xAN)
 - 支持可选择的WDT复位延时周期，包括(1026、130、18 或3) * WDT_CLK个WDT_CLK周期
- 配置CWDTEN (CONFIG0[31] 看门狗使能)位为0(仅NUC029xAN)，可以使芯片上电或复位条件下看门狗强制打开。
- 如果WDT的时钟源选择为内部10 kHz时钟，支持看门狗定时器溢出唤醒功能

5.12 窗口式看门狗定时器 (WWDT) (NUC029xAN)

5.12.1 概述

NuMicro® NUC029xAN支持窗口看门狗定时器(WWDT)用于在一个特定窗口时间内执行系统复位，以防止程序在不可预知条件下跑到一个不可控的状态

5.12.2 特性

- 6位向下计数值WWDTCVAL (WWDTVAL[5:0]) 和6位比较窗口值WINCMP (WWDTCCR[21:16])，使得窗口周期更加灵活
- 支持4-位值(PSCSEL)选择窗口看门狗预分频值，预分频计数器（WWDT）最大可达11位

5.13 UART 接口控制器 (UART)

5.13.1 概述

NuMicro® NUC029 提供2个通用异步收/发器 (UART) 通道，UART支持普通速度UART，并支持流控制。UART控制器对从外设收到的数据执行串到并的转换，对来自CPU的数据执行并到串的转换。UART控制器同时支持 IrDA SIR 功能和 RS-485 功能。NUC029xAN 还支持LIN主/从功能。每个UART控制器支持 6 种类型的中断。NUC029xAN 还拥有第七种中断，LIN 接收 break 域检测中断(LIN_RX_BREAK_INT)。

5.13.2 特性

- 全双工，异步通信
- 独立的各 16 字节的接收/发送 FIFO 供用户装载数据
- 支持硬件自动流控/流控制功能(CTS, RTS)和可编程的RTS流控制触发电平
- 可编程的接收缓冲触发级别
- 每个通道都支持独立的可编程的波特率发生器
- 支持CTS 唤醒功能
- 支持8位接收缓冲超时侦测功能
- 通过设置DLY (UA_TOR [15:8]) 寄存器可以编程在上一个停止位与下一个开始位之间传输数据的延迟时间
- 支持break错误，帧错误，奇偶校验错误和接收/发送缓冲溢出检测功能
- 完全可编程的串行接口特性
 - 拥有可将数据长度编程为5位，6位，7位，8位的特性
 - 可编程的奇偶校验位，偶校验、奇校验和无校验或 Stick 校验位的产生和检测
 - 可编程的停止位长度，1、1.5 或 2 停止位的产生
- 支持 IrDA SIR 功能模式
 - 普通模式下支持 3/16位持续时间
- 支持 RS-485 功能模式
 - 支持 RS-485 9-位模式
 - 支持硬件或软件编程 RTS 引脚控制收发器的传输方向
- 支持 LIN 功能模式 (仅限 NUC029xA)
 - 支持LIN主/从模式
 - 支持发送端可编程的break产生功能
 - 支持接收端break检测功能

5.14 I²C 串行接口控制器 (I²C)

5.14.1 概述

I²C是一种双线双向串行总线，为设备之间的数据交换提供了一种简单有效的方法。标准 I²C 是多主机总线，包含冲突检测和仲裁机制，以防止在两个或多个主机试图同时控制总线时发生数据冲突。

5.14.2 特性

I²C使用两根线（SDA和SCL）让连接在总线上的不同设备实现传输数据，总线的主要特征包括：

- 支持两个 I²C 接口
- 支持主机/从机模式
- 主从机之间双向数据传送
- 多主机主线（无中心主机）
- 多主机间同时传输数据仲裁，避免总线上串行数据损坏
- 总线采用串行同步时钟，可实现设备之间以不同的速率传输
- 串行同步时钟可以被用来作为握手机制实现挂起和恢复串行传输
- 内建14位溢出定时器，当I²C总线中止且定时器溢出，产生I²C中断
- 可编程的时钟可以用于多种速率控制
- 支持7位从地址模式
- 支持多地址识别（4组从机地址带mask选项）
- 支持唤醒模式
- 支持 FIFO 功能（仅限 NUC029FAE）

5.15 串行外设接口 (SPI)

5.15.1 概述

串行外设接口(SPI)是一个工作于全双工模式下的同步串行数据通讯协议。设备通过4线双向接口工作于主机/从机模式进行通讯。NuMicro® NUC029系列包括最多2组SPI控制器，将从外设接收到的数据进行串并转换, 或将要发送到外设的数据进行并串转换。每组SPI控制器都可被设置成主机；也可设置为被片外主机设备控制的从机。

5.15.2 特性

- 多达两组SPI控制器
- 支持主机/从机模式
- 传输字长度可配置为8到32位
- 提供独立的4阶深度的发送和接收FIFO缓冲
- 支持MSB优先或LSB优先的传输顺序
- 支持字节重排序功能
- 支持字节或字休眠模式
- 支持从机3线模式
- 支持PLL时钟源(只有NUC029xAN)

5.16 模数转换器(ADC)

5.16.1 概述

NuMicro® NUC029xAN 包含一个12位逐次逼近型模数转换器(SAR A/D转换器)，包含8个输入通道；NuMicro® NUC029FAE 包含一个10位逐次逼近型模数转换器(SAR A/D转换器)，包含8个通道。

NUC029xAN 的A/D转换器支持四种操作模式：单次模式、Burst 模式、单周期扫描模式和连续扫描模式；NUC029FAE 只支持单次模式。

A/D转换器可以通过软件、PWM或外部STADC引脚触发转换。

5.16.2 特性

- 模拟输入电压范围: $0 \sim AV_{DD}$
- 12位分辨率和10位精度保证(NUC029xAN)
- 10位分辨率和8位精度保证(NUC029FAE)
- 多达8路单端模拟输入通道
 - 或4组互补模拟输入通道 (NUC029xAN)
- 高达760 kSPS采样率 (NUC029xAN)
- 300 KSPS ($V_{DD} 4.5V - 5.5V$)、200 KSPS ($V_{DD} 2.5V - 5.5V$)转换率 (NUC029FAE)
- 四种操作模式 (NUC029FAE只支持单次模式)
 - 单次模式: A/D在指定通道完成一次转换
 - Burst模式: A/D转换器采样和转换指定单个通道，并将结果循序的储存在FIFO中
 - 单周期扫描模式: A/D按顺序从编号最小的通道到编号最大的通道转换一次所有选定的通道。
 - 连续扫描模式: A/D转换器连续执行单周期扫描模式直到软件停止A/D转换。
- A/D转换可以开始于:
 - 通过软件写1到ADST位(ADCR[11])
 - PWM触发，可选择延时多少周期开始转换
 - 外部STADC引脚
- 每个通道的转换结果存储在相应数据寄存器内，并带有有效和溢出标志
- 每个通道拥有独立的数据寄存器(NUC029xAN)
- 转换结果可以和指定的值相比较，当转换结果和比较寄存器的设定值相匹配时，用户可设定是否产生中断请求。
- 通道 7 支持 3 个输入源:
 - 外部模拟电压
 - 内部 Band-gap 电压
 - 内部温度传感器输出(NUC029xAN)

5.17 模拟比较器 (ACMP)

5.17.1 概述

NuMicro® NUC029系列包含多达4个比较器，可以在不同配置下使用。当正输入电压大于负输入电压，比较器输出逻辑1，否则输出逻辑0。每个比较器可以配置为当比较器输出值改变时产生中断请求。

5.17.2 特性

- 多达四个比较器模拟模块
- 模拟输入电压范围: 0~ V_{DD}
- 支持迟滞功能
- 每个比较器的负输入可选择内部参考电压源
- 四个模拟比较器拥有两个中断向量
- 负节点可选择外部输入或内部band-gap 电压
- 比较结果改变中断
- 掉电唤醒

5.18 硬件除法器 (HDIV) (NUC029xAN)

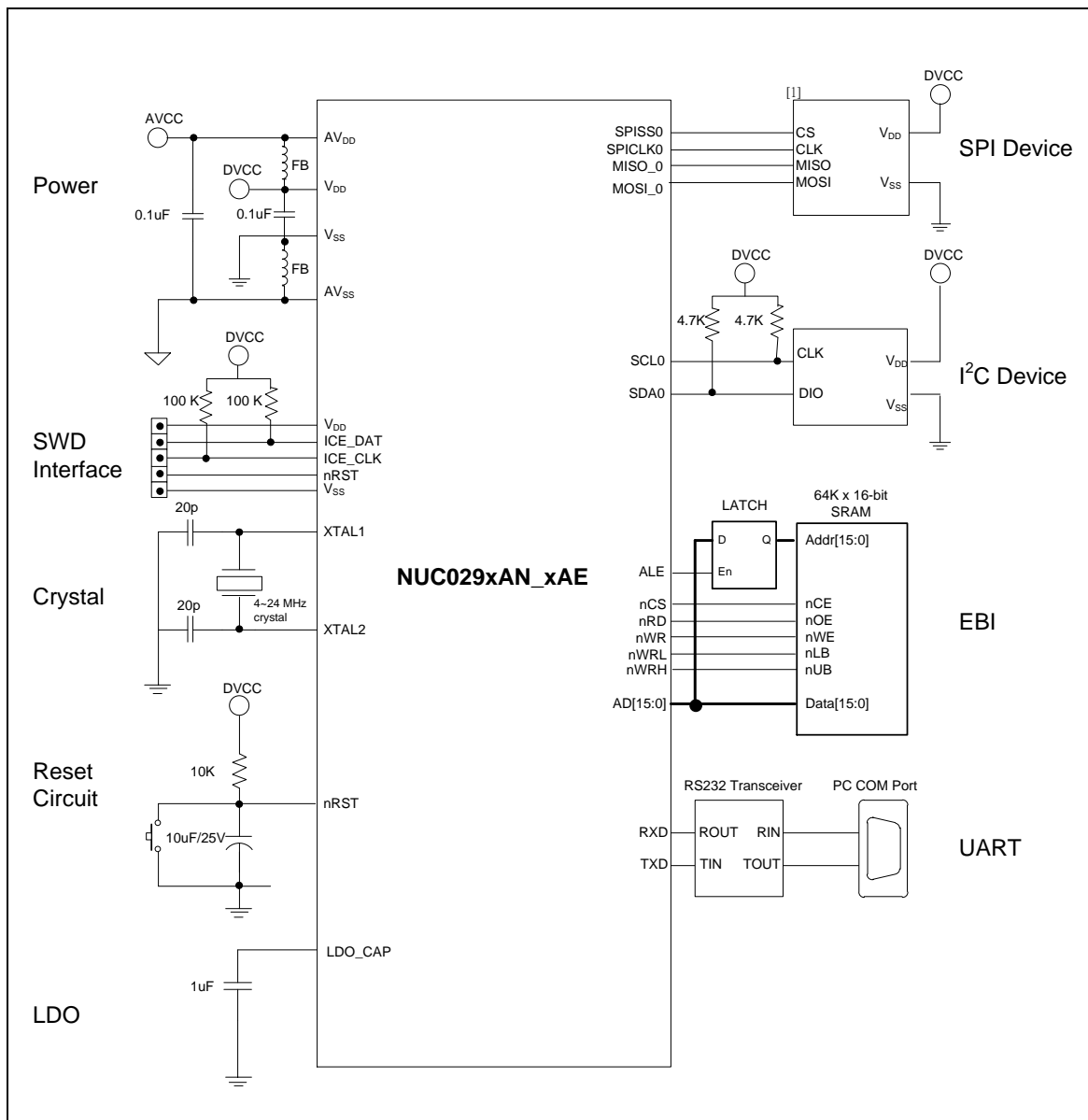
5.18.1 概述

NuMicro® NUC029xAN 有硬件除法器 (HDIV). HDIV在高性能应用场合很有用。该硬件除法器是一个有符号的整数除法器，能输出商和余数。

5.18.2 特性

- 有符号（2的补码）整数计算
- 32位被除数，16位除数计算能力
- 32位商和32位余数输出（16位余数加上符号扩展到32位）
- 除0警告标志
- 一次计算花费6个HCLK时钟
- 写除数触发计算
- 当读商和余数时将自动等待计算完成

6 应用线路



注1: 建议于 nRESET 管脚上加入10 kΩ 的上拉电阻与10 uF的对地电容

注2: 建议于 ICE_DAT 与 ICE_CLK 管脚上加入100 kΩ 的上拉电阻

7 NUC029XAN电气特性

7.1 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。

7.1.1 绝对最大额定特性

参数	符号	最小值	最大值	单位
直流电源电压	$V_{DD}-V_{SS}$	-0.3	+7.0	V
输入电压	V_{IN}	$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
晶振频率	$1/t_{CLCL}$	4	24	MHz
工作温度	T_A	-40	+85	°C
贮存温度	T_{ST}	-55	+150	°C
V_{DD} 最大流入电流	I_{DD}	-	120	mA
V_{SS} 最大流出电流	I_{SS}	-	120	mA
单一管脚最大灌电流	I_{IO}	-	35	mA
单一管脚最大输出电流		-	35	mA
所有管脚最大灌电流总和		-	100	mA
所有管脚最大输出电流总和		-	100	mA

注: 如果芯片工作条件超过上表所列最大极限值,可能会对芯片负载能力和稳定性造成伤害.

表 7.1-1绝对最大额定特性

7.1.2 温度特性

平均结温计算公式如下:

T_J = T_A + (P_D × θ_{JA})

- T_A = 环境温度 (°C)
- θ_{JA} = 环境热阻(°C/Watt)
- P_D =内部和I/O功耗的总和

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T _A	环境温度	-40	-	85	°C
T _J	结温度	-40	-	105	
T _{ST}	存储温度	-55	-	150	
θ _{JA} [°1]	热阻 20-pin TSSOP(4.4x6.5 mm)	-	38	-	°C/Watt
	热阻 28-pin TSSOP(4.4x9.7 mm)	-	30	-	°C/Watt
	热阻 33-pin QFN(4x4 mm)	-	28	-	°C/Watt
	热阻 48-pin LQFP(7x7 mm)	-	60	-	°C/Watt
	热阻 64-pin LQFP(7x7 mm)	-	58	-	°C/Watt
	热阻 128-pin LQFP(14x14 mm)	-	38.5	-	°C/Watt
注: 1. 根据JESD51-2集成电路热测试方法确定环境条件					

表 7.1-2 温度特性

7.1.3 EMC 特性

7.1.3.1 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。

7.1.3.2 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

7.1.3.3 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	-8000	-	+8000	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]	-400	-	+400	mA
V _{EFT} ^{[4][5]}	快速瞬变电压脉冲	-4.4	-	+4.4	kV
Note: 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. 演示科是4A级					

表 7.1-3 EMC 特性

7.1.4 包装湿度敏感性(MSL)

所有的Nuvoton表面贴装芯片都有一个湿度等级分类。信息也显示在包装袋上。

封装	MSL
48-pin LQFP(7x7x1.4 mm) ^[*1]	MSL 3
48-pin LQFP(7x7x0.8 mm) ^[*1]	MSL 3
33-pin LQFP(5x5x0.8 mm) ^[*1]	MSL 3
33-pin LQFP(4x4x0.8 mm) ^[*1]	MSL 3
注: 1. 根据IPC/JEDEC J-STD-020确定	

表 7.1-4 包装湿度敏感性(MSL)

7.1.5 焊接概要

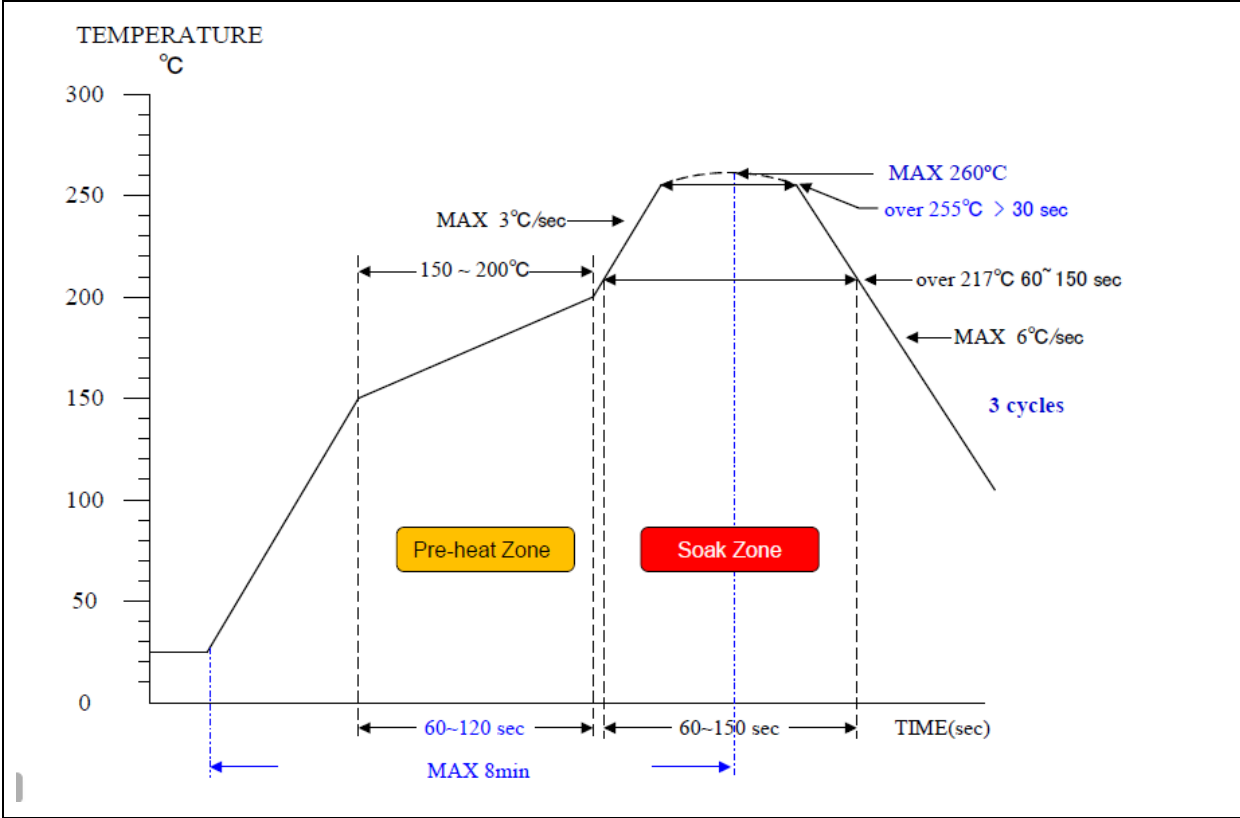


图 7.1-1 焊接概要文件来自于 J-STD-020C

特性	Pb Free 包装
平均加速率 (217°C to peak)	3°C/sec. max
预热温度 150°C ~200°C	60 sec. to 120 sec.
温度保持在 217°C	60 sec. to 150 sec.
5°C温度峰值的时间	> 30 sec.
峰值温度范围	260°C
缓降率	6°C/sec ax.
25°C温度峰值的时间	8 min. max
注: 1. 根据J-STD-020C确定	

表 7.1-5 焊接概要

7.2 DC电气特性

(如无特殊说明，测试环境为：V_{DD}-V_{SS}=5.5 V, T_A = 25°C)

参数	符号	规格				测试条件				
		最小值	典型值	最大值	单位					
工作电压	V _{DD}	2.5	-	5.5	V	V _{DD} = 2.5V ~ 5.5V 最高可达 50 MHz				
电源地	V _{SS} AV _{SS}	-0.3	-	-	V	-				
LDO输出电压	V _{LDO}	1.62	1.8	1.98	V	V _{DD} > 2.5V				
带隙电压	V _{BG}	1.16	1.20	1.24	V	V _{DD} = 2.5 V ~ 5.5 V, T _A = 25°C				
		1.14	1.20	1.24	V	V _{DD} = 2.5 V ~ 5.5 V, T _A = -40°C ~ 85°C				
V _{DD} 与 AV _{DD} 間的允许压差	V _{DD} -AV _{DD}	-0.3	0	0.3	V					
工作电流 正常运行模式 工作频率为50 MHz 在flash中执行while(1){} V _{LDO} =1.8 V	I _{DD1}	-	21	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	PLL	所有数字模块
		-	21	-		5.5V	12 MHz	X	V	V
		-	15	-		5.5V	12 MHz	X	V	X
		-	20	-		3.3V	12 MHz	X	V	V
工作电流 正常运行模式 工作频率为22.1184 MHz 在flash中执行while(1){} V _{LDO} =1.8 V	I _{DD2}	-	13	-	mA	3.3V	12 MHz	X	V	X
		-	6.6	-		V _{DD}	HXT	HIRC	PLL	所有数字模块
		-	6.6	-		5.5V	X	V	X	V
		-	3.7	-		5.5V	X	V	X	X
工作电流 正常运行模式 工作频率为12 MHz 在flash中执行while(1){} V _{LDO} =1.8 V	I _{DD3}	-	6.4	-	mA	3.3V	X	V	X	V
		-	3.6	-		3.3V	X	V	X	X
		-	5.4	-		V _{DD}	HXT	HIRC	PLL	所有数字模块
		-	5.4	-		5.5V	12 MHz	X	X	V
工作电流 正常运行模式 工作频率为4MHz	I _{DD4}	-	3.6	-	mA	5.5V	12 MHz	X	X	X
		-	4.0	-		3.3V	12 MHz	X	X	V
		-	2.3	-		3.3V	12 MHz	X	X	X
		-	3.3	-		V _{DD}	HXT	HIRC	PLL	所有数字模块
	I _{DD5}	-	3.3	-	mA	5.5V	4 MHz	X	X	V
		-	2.5	-		5.5V	4 MHz	X	X	X

参数	符号	规格				测试条件					
		最小值	典型值	最大值	单位						
在flash中执行while(1){ V _{LDO} = 1.8 V	I _{DD15}	-	2.0	-	mA	3.3V	4 MHz	X	X	V	
	I _{DD16}	-	1.3	-	mA	3.3V	4 MHz	X	X	X	
工作电流 正常运行模式 工作频率为10kHz 在flash中执行while(1){ V _{LDO} = 1.8 V	I _{DD17}	-	110	-	μA	V _{DD}	HXT	HIRC	LIRC	PLL	所有数字模块
						5.5V	X	X	V	X	V ^[4]
	I _{DD18}	-	105	-	μA	5.5V	X	X	V	X	X
	I _{DD19}	-	92	-	μA	3.3V	X	X	V	X	V ^[4]
	I _{DD20}	-	90	-	μA	3.3V	X	X	V	X	X
工作电流 空闲模式 工作频率为50MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE1}	-	17	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	PLL		所有数字模块
						5.5V	12 MHz	X	V	V	
	I _{IDLE2}	-	10	-	mA	5.5V	12 MHz	X	V	X	
	I _{IDLE3}	-	15	-	mA	3.3V	12 MHz	X	V	V	
	I _{IDLE4}	-	8	-	mA	3.3V	12 MHz	X	V	X	
工作电流 空闲模式 工作频率为 22.1184 MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE5}	-	4.5	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	PLL		所有数字模块
						5.5V	X	V	X	V	
	I _{IDLE6}	-	1.6	-	mA	5.5V	X	V	X	X	
	I _{IDLE7}	-	4.4	-	mA	3.3V	X	V	X	V	
	I _{IDLE8}	-	1.6	-	mA	3.3V	X	V	X	X	
工作电流 空闲模式 工作频率为12MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE9}	-	4.1	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	PLL		所有数字模块
						5.5V	12 MHz	X	X	V	
	I _{IDLE10}	-	2.4	-	mA	5.5V	12 MHz	X	X	X	
	I _{IDLE11}	-	2.8	-	mA	3.3V	12 MHz	X	X	V	
	I _{IDLE12}	-	1.2	-	mA	3.3V	12 MHz	X	X	X	
工作电流 空闲模式 工作频率为4MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE13}	-	2.9	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	PLL		所有数字模块
						5.5V	4 MHz	X	X	V	
	I _{IDLE14}	-	2.1	-	mA	5.5V	4 MHz	X	X	X	
	I _{IDLE15}	-	1.6	-	mA	3.3V	4 MHz	X	X	V	
	I _{IDLE16}	-	0.9	-	mA	3.3V	4 MHz	X	X	X	
工作电流 空闲模式 工作频率为10kHz	I _{IDLE17}	-	106	-	μA	V _{DD}	HXT	HIRC	LIRC	PLL	所有数字模块
						5.5V	X	X	V	X	V ^[4]
	I _{IDLE18}	-	104	-	μA	5.5V	X	X	V	X	X
	I _{IDLE19}	-	90	-	μA	3.3V	X	X	V	X	V ^[4]

参数	符号	规格				测试条件					
		最小值	典型值	最大值	单位						
	I_{IDLE20}	-	89	-	μA	3.3V	X	X	V	X	X
待机电流	I_{PWD1}	-	10	-	μA	$V_{DD} = 5.5V$, 关闭所有晶振与模拟模块					
掉电模式 (深度睡眠模式) $V_{LDO} = 1.6V$	I_{PWD2}	-	8	-	μA	$V_{DD} = 3.3V$, 关闭所有晶振与模拟模块					
P0/1/2/3/4 (准双向模式)输入电流	I_{IL}	-	-65	-75	μA	$V_{DD} = 5.5V$, $V_{IN} = 0V$					
P0/1/2/3/4 (准双向模式)从逻辑 1 转变为0 时电流	$I_{TL}^{[3]}$	-	-690	-750	μA	$V_{DD} = 5.5V$, $V_{IN} = 2.0V$					
P0/1/2/3/4输入漏电流	I_{LK}	-1	-	+1	μA	$V_{DD} = 5.5V$, $0 < V_{IN} < V_{DD}$ 仅在开漏模式或输入模式。					
P0/1/2/3/4 (TTL 输入)低电压输入	V_{IL1}	-0.3	-	0.8	V	$V_{DD} = 4.5V$					
		-0.3	-	0.6		$V_{DD} = 2.5V$					
P0/1/2/3/4 (TTL 输入)高电压输入	V_{IH1}	2.0	-	$V_{DD} + 0.3$	V	$V_{DD} = 5.5V$					
		1.5	-	$V_{DD} + 0.3$		$V_{DD} = 3.0V$					
XTAL1 ^[2] 低电压输入	V_{IL3}	0	-	0.8	V	$V_{DD} = 4.5V$					
		0	-	0.4		$V_{DD} = 2.5V$					
XTAL1 ^[2] 高电压输入	V_{IH3}	3.5	-	$V_{DD} + 0.3$	V	$V_{DD} = 5.5V$					
		2.4	-	$V_{DD} + 0.3$		$V_{DD} = 3.0V$					
nRESET脚负向电压阈值 (施密特输入),	V_{ILS}	-0.3	-	$0.2 V_{DD}$	V	-					
nRESET脚正向电压阈值 (施密特输入),	V_{IHS}	$0.7 V_{DD}$	-	$V_{DD} + 0.3$	V	-					
nRESET脚内部上拉电阻	R_{RST}	40		150	k Ω	-					
负向电压阈值(施密特输入),	V_{ILS}	-0.3	-	$0.3 V_{DD}$	V	-					
正向电压阈值(施密特输入),	V_{IHS}	$0.7 V_{DD}$	-	$V_{DD} + 0.3$	V	-					
P0/1/2/3/4 (准双向模式)拉电流	I_{SR11}	-300	-420	-	μA	$V_{DD} = 4.5V$, $V_S = 2.4V$					
	I_{SR12}	-50	-75	-	μA	$V_{DD} = 2.7V$, $V_S = 2.2V$					
	I_{SR12}	-40	-67	-	μA	$V_{DD} = 2.5V$, $V_S = 2.0V$					
P0/1/2/3/4 (推挽模式)拉电流	I_{SR21}	-20	-26	-	mA	$V_{DD} = 4.5V$, $V_S = 2.4V$					
	I_{SR22}	-3	-5	-	mA	$V_{DD} = 2.7V$, $V_S = 2.2V$					
	I_{SR22}	-2.5	-4.2	-	mA	$V_{DD} = 2.5V$, $V_S = 2.0V$					
P0/1/2/3/4 (准双向模式和推挽模式)灌电流	I_{SK11}	10	16	-	mA	$V_{DD} = 4.5V$, $V_S = 0.45V$					
	I_{SK12}	6	9	-	mA	$V_{DD} = 2.7V$, $V_S = 0.45V$					
	I_{SK13}	5	8	-	mA	$V_{DD} = 2.5V$, $V_S = 0.45V$					

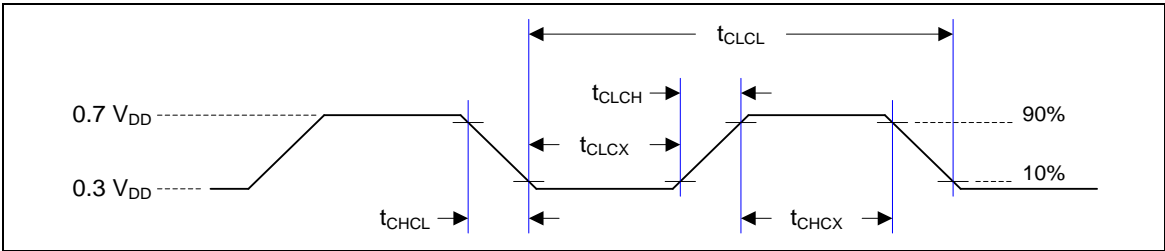
Note 1: nRESET 脚为施密特触发输入

Note 2: 晶振为CMOS输入

Note 3: P0, P1, P2, P3 和 P4管脚被外部由1驱动到0时，可作来输出电流的源端，在V_{DD}=5.5V时, 当V_{in} 接近2V时，输出电流达到最大值

7.3 AC电气特性

7.3.1 外部输入频率



注:占空比为50%.

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{CHCX}	时钟高电平时间	-	10	-	-	ns
t_{CLCX}	时钟高低平时间	-	10	-	-	ns
t_{CLCH}	时钟上升沿时间	-	2	-	15	ns
t_{CHCL}	时钟下降沿时间	-	2	-	15	ns

7.3.2 外部 4~24 MHz 高速晶振(HXT)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{HXT}	工作电压 V_{DD}	-	2.5	-	5.5	V
T_A	温度	-	-40	-	85	°C
I_{HXT}	工作电流	12 MHz at $V_{DD} = 5V$	-	2	-	mA
		12 MHz at $V_{DD} = 3.3V$	-	0.8	-	mA
f_{HXT}	时钟频率	外部晶振	4	-	24	MHz

7.3.2.1 外部晶振的典型应用电路

CRYSTAL	C1	C2
4 MHz ~ 24 MHz	10~20pF	10~20pF

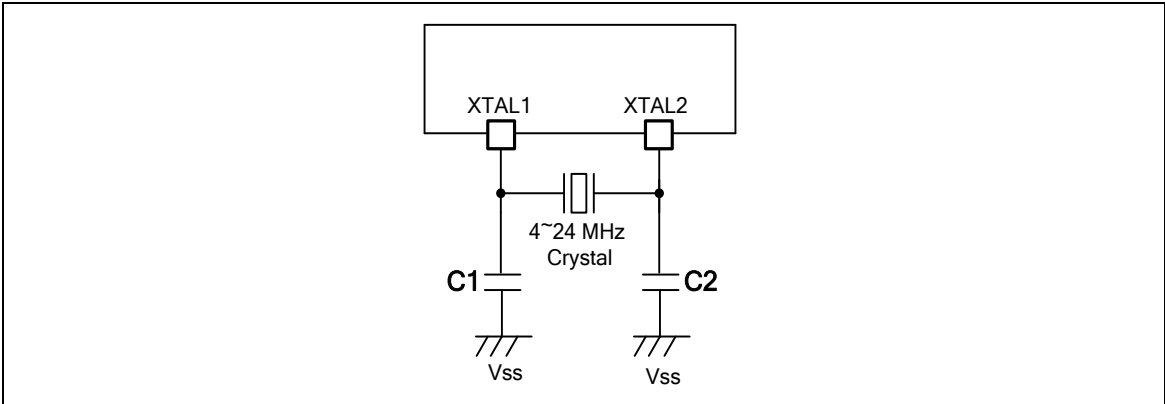


Figure 7-2 NUC029xAN典型晶振应用电路

7.3.3 内部 22.1184 MHz 高速晶振(HIRC)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{HRC}^{[1]}$	工作电压 V_{DD}	-	1.62	1.8	1.98	V
f_{HRC}	中心频率	-	-	22.1184	-	MHz
	校准后内部晶振频率	$T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{ V}$	-1	-	+1	%
		$T_A = -40 \sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$	-3	-	+3	%
I_{HRC}	工作电流	$T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{ V}$	-	800	-	μA

注: 操作电压由内部LDO提供

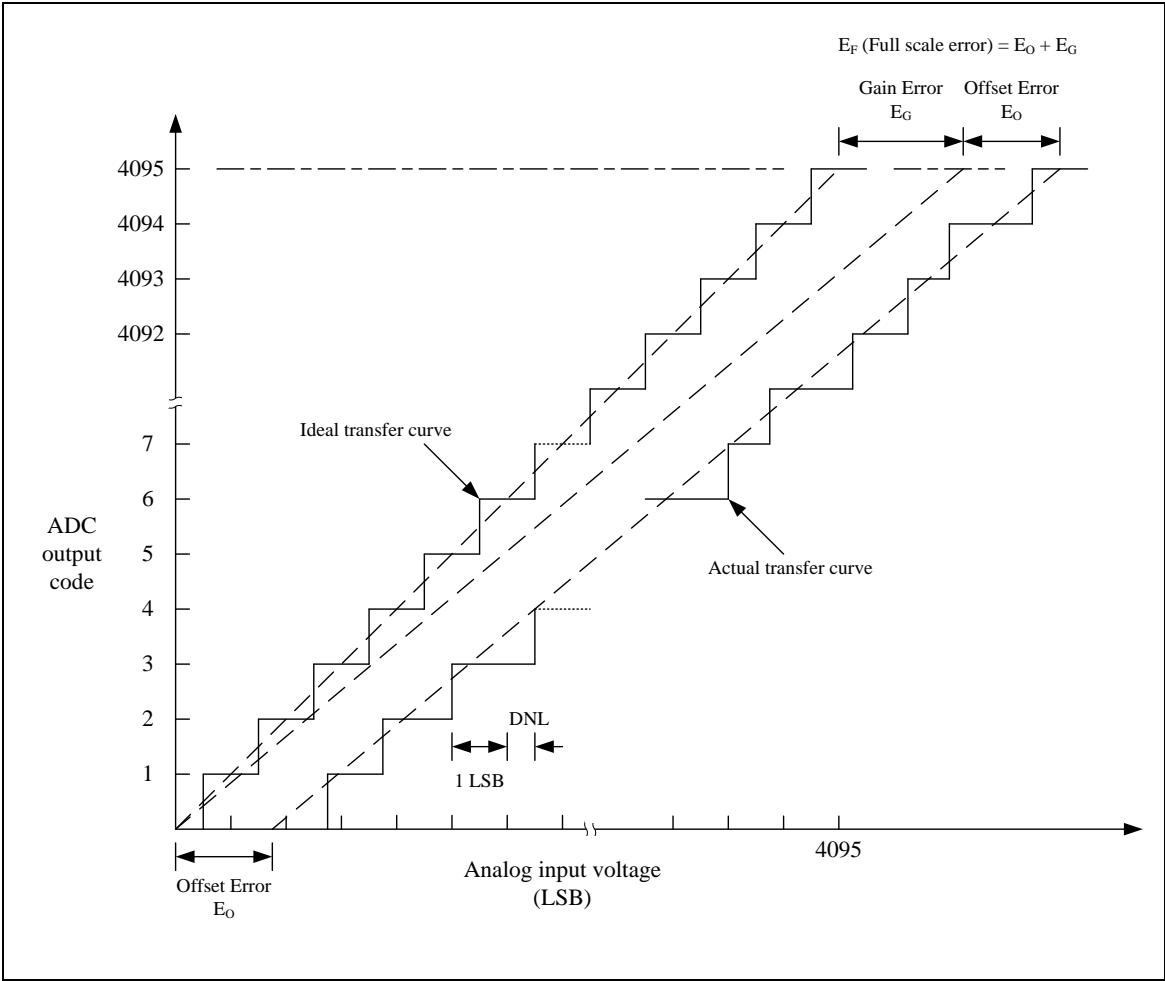
7.3.4 内部 10 kHz 低速晶振(LIRC)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{LRC}	工作电压 V_{DD}	-	2.5	-	5.5	V
f_{LRC}	中心频率	-	-	10	-	kHz
	校准后内部晶振频率	$T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$	-10	-	+10	%
		$T_A = -40 \sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$	-40	-	+40	%

7.4 模拟特性

7.4.1 12-bit SAR ADC规格

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
-	分辨率	-	-	12	Bit
DNL	非线性差分误差	-	±1	-1~4	LSB
INL	非线性整型误差	-	±2	±4	LSB
E _O	偏移误差	-	2	4	LSB
E _G	增益误差 (传输增益)	-	-2	-4	LSB
E _A	绝对误差	-	3	4	LSB
-	一致性	保证			
F _{ADC}	ADC 时钟频率 (AV _{DD} = 4.5V~5.5V)	-	-	16	MHz
	ADC 时钟频率 (AV _{DD} = 2.5V ~ 5.5V)	-	-	8	MHz
F _S	采样率(F _{ADC} /T _{CONV}) (AV _{DD} = 4.5V ~ 5.5V)	-	-	800	kSPS
	采样率(F _{ADC} /T _{CONV}) (AV _{DD} = 2.5V ~ 5.5V)	-	-	400	kSPS
T _{ACQ}	采集时间 (采样阶段)	7			1/ F _{ADC}
T _{CONV}	总共转换时间	20			1/ F _{ADC}
AV _{DD}	工作电压	2.5	-	5.5	V
I _{DDA}	工作电流 (平均.)	-	2.9	-	mA
V _{IN}	输入电压	0	-	AV _{DD}	V
C _{IN}	输入电容	-	3.2	-	pF
R _{IN}	输入负载	-	6	-	kΩ



Note: INL是校准后的转移曲线与理想转移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。

7.4.2 LDO 和电源管理规格

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
V _{DD}	输入电压 V _{DD}	-	2.5		5.5	V
V _{LDO}	输出电压	-	1.62	1.8	1.98	V
T _A	工作温度	-	-40	25	85	°C
C _{LDO}	LDO电容	R _{ESR} = 1 Ω		-	1	μF

注1: 建议在设备的V_{DD}和与之最近的V_{SS}管脚间接一颗0.1μF的旁路电容

注2: 为保证电压稳定，必需在LDO_CAP 与最近V_{SS}之间接一颗1μF 电容

7.4.3 低压复位规格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
AV_{DD}	工作电压	-	0	-	5.5	V
T_A	工作温度	-	-40	25	85	°C
I_{LVR}	静态电流	$AV_{DD} = 5.5\text{ V}$	-	1	5	μA
V_{LVR}	阈值电压	$T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	1.90	2.00	2.20	V
		$T_A = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$	2.00	2.10	2.40	V
		$T_A = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$	1.70	1.90	2.10	V

7.4.4 欠压检测规格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
AV_{DD}	工作电压	-	0	-	5.5	V
T_A	温度	-	-40	25	85	°C
I_{BOD}	静态电流	$AV_{DD} = 5.5\text{ V}$	-	-	140	μA
V_{BOD}	欠压电压(下降沿)	$BOD_VL[1:0]=11$	4.2	4.38	4.55	V
		$BOD_VL[1:0]=10$	3.5	3.68	3.85	V
		$BOD_VL[1:0]=01$	2.5	2.68	2.85	V
		$BOD_VL[1:0]=00$	2.0	2.18	2.35	V
V_{BOD}	欠压电压(上升沿)	$BOD_VL[1:0]=11$	4.3	4.52	4.75	V
		$BOD_VL[1:0]=10$	3.5	3.8	4.05	V
		$BOD_VL[1:0]=01$	2.5	2.77	3.05	V
		$BOD_VL[1:0]=00$	2.0	2.25	2.55	V

7.4.5 上电复位规格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_A	工作电压	-	-40	25	85	°C
V_{POR}	复位电压	V+	-	2	-	V
V_{POR}	确保上电复位时 V_{DD} 启动电压	-	-	-	100	mV
RR_{VDD}	确保上电复位时 V_{DD} 上升率	-	0.025	-	-	V/ms
t_{POR}	确保上电复位时 V_{DD} 固定在 V_{POR} 的最短时间	-	0.5	-	-	ms

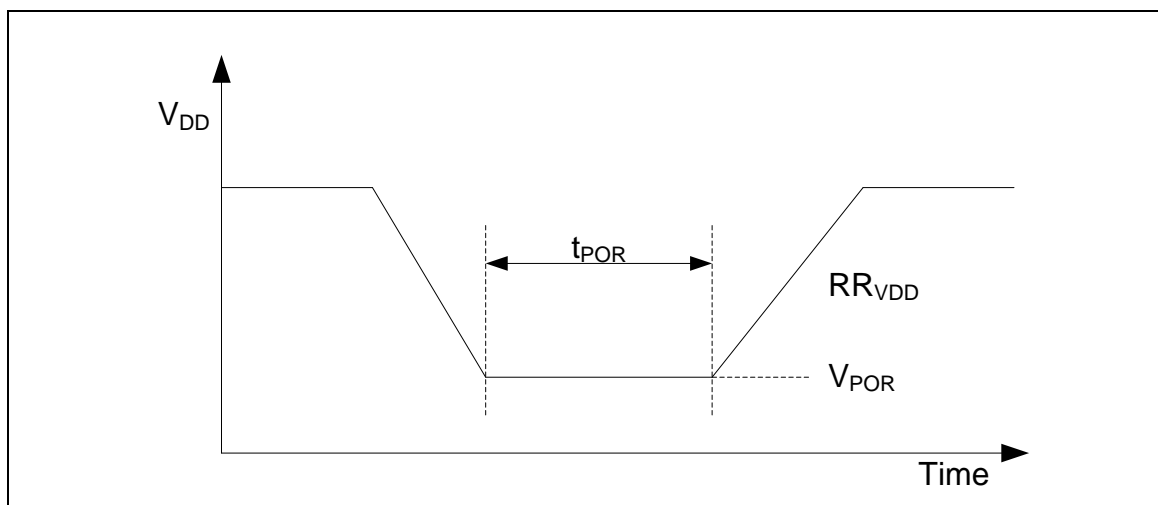


Figure 7-3 NUC029xAN上电条件

7.4.6 溫度傳感器規格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{TEMP}^{[1]}$	操作电压	-	1.62	1.8	1.98	V
T_A	操作温度	-	-40	25	85	°C
I_{TEMP}	电流消耗	-	-	16	-	μA
-	增益	-	-1.65	-1.75	-1.85	mV/°C
-	偏移量	$T_A = 0\text{ °C}$	714	724	734	mV

注1: 操作电压源自芯片内部的LDO输出电压

注2: 温度传感器函数为 $V_{temp} (mV) = \text{Gain} (mV/°C) \times \text{Temperature} (°C) + \text{Offset} (mV)$

7.4.7 比較器規格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CMP}	操作电压 AV_{DD}	-	2.5	-	5.5	V
T_A	操作温度	-	-40	25	85	°C
I_{CMP}	操作电流	$AV_{DD} = 5\text{ V}$	-	50	100	μA
V_{OFF}	输入电压偏移量	-	-	10	20	mV
V_{SW}	输出摆幅	-	0.1	-	$AV_{DD}-0.1$	V
V_{COM}	共模输入范围	-	0.1	-	$AV_{DD}-0.1$	V
-	直流增益	-	40	70	-	dB
T_{PGD}	传递延迟时间	$V_{COM} = 1.2\text{ V},$ $V_{DIFF} = 0.1\text{ V}$	-	200	-	ns
V_{HYS}	迟滞电压	-	-	±20	±30	mV
T_{STB}	稳定时间	-	-	-	1	μs

7.5 闪存 DC 电气特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{FLA}^{(1)}$	工作电压	-	1.62	1.8	1.98	V
T_{RET}	数据保持	$T_A = 25^{\circ}C$	10	-	-	年
T_{ERASE}	页擦除时间	-	-	3	-	ms
T_{PROG}	写入时间	-	-	40	-	μs
I_{DD1}	读取电流	-	-	0.25	-	mA
I_{DD2}	写入电流	-	-	7	-	mA
I_{DD3}	擦除电流	-	-	20	-	mA

注1: 操作电压源自芯片内部的LDO输出电压

注2: 此表为设计的数据，并不是产品测试的数据

8 NUC029FAE电气特性

8.1 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。

8.1.1 绝对最大额定特性

参数	符号	最小值	最大值	单位
直流电源电压	$V_{DD}-V_{SS}$	-0.3	+7.0	V
输入电压	V_{IN}	$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
晶振频率	$1/t_{CLCL}$	4	24	MHz
工作温度	T_A	-40	+105	°C
贮存温度	T_{ST}	-55	+150	°C
V_{DD} 最大流入电流	I_{DD}	-	120	mA
V_{SS} 最大流出电流	I_{SS}	-	120	mA
单一管脚最大灌电流	I_{IO}	-	35	mA
单一管脚最大输出电流		-	35	mA
所有管脚最大灌电流总和		-	100	mA
所有管脚最大输出电流总和		-	100	mA

注: 如果芯片工作条件超过上表所列最大极限值,可能会对芯片负载能力和稳定性造成伤害

表 8.1-1绝对最大额定特性

8.1.2 温度特性

平均结温计算公式如下：

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

- T_A = 环境温度 (°C)
- θ_{JA} = 环境热阻(°C/Watt)
- P_D =内部和I/O功耗的总和

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T_A	环境温度	-40	-	105	°C
T_J	结温度	-40	-	125	
T_{ST}	存储温度	-55	-	150	
$\theta_{JA} [^{\circ}C/W]$	热阻 20-pin TSSOP(4.4x6.5 mm)	-	38	-	°C/Watt
	热阻 28-pin TSSOP(4.4x9.7 mm)	-	30	-	°C/Watt
	热阻 33-pin QFN(4x4 mm)	-	28	-	°C/Watt
	热阻 48-pin LQFP(7x7 mm)	-	60	-	°C/Watt
	热阻 64-pin LQFP(7x7 mm)	-	58	-	°C/Watt
	热阻 128-pin LQFP(14x14 mm)	-	38.5	-	°C/Watt
注:					
1. 根据JESD51-2集成电路热测试方法确定环境条件					

表 8.1-2 温度特性

8.1.3 EMC 特性

8.1.3.1 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。

8.1.3.2 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

8.1.3.3 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	-8000	-	+8000	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
Note: 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. 演示科是4A级					

表 8.1-3 EMC 特性

8.1.4 包装湿度敏感性(MSL)

所有的Nuvoton表面贴装芯片都有一个湿度等级分类。信息也显示在包装袋上。

封装	MSL
20-pin LQFP(6.5x4.4x1.2 mm) ^[1]	MSL 3
注:	
1. 根据IPC/JEDEC J-STD-020确定	

表 8.1-4 包装湿度敏感性(MSL)

8.1.5 焊接概要

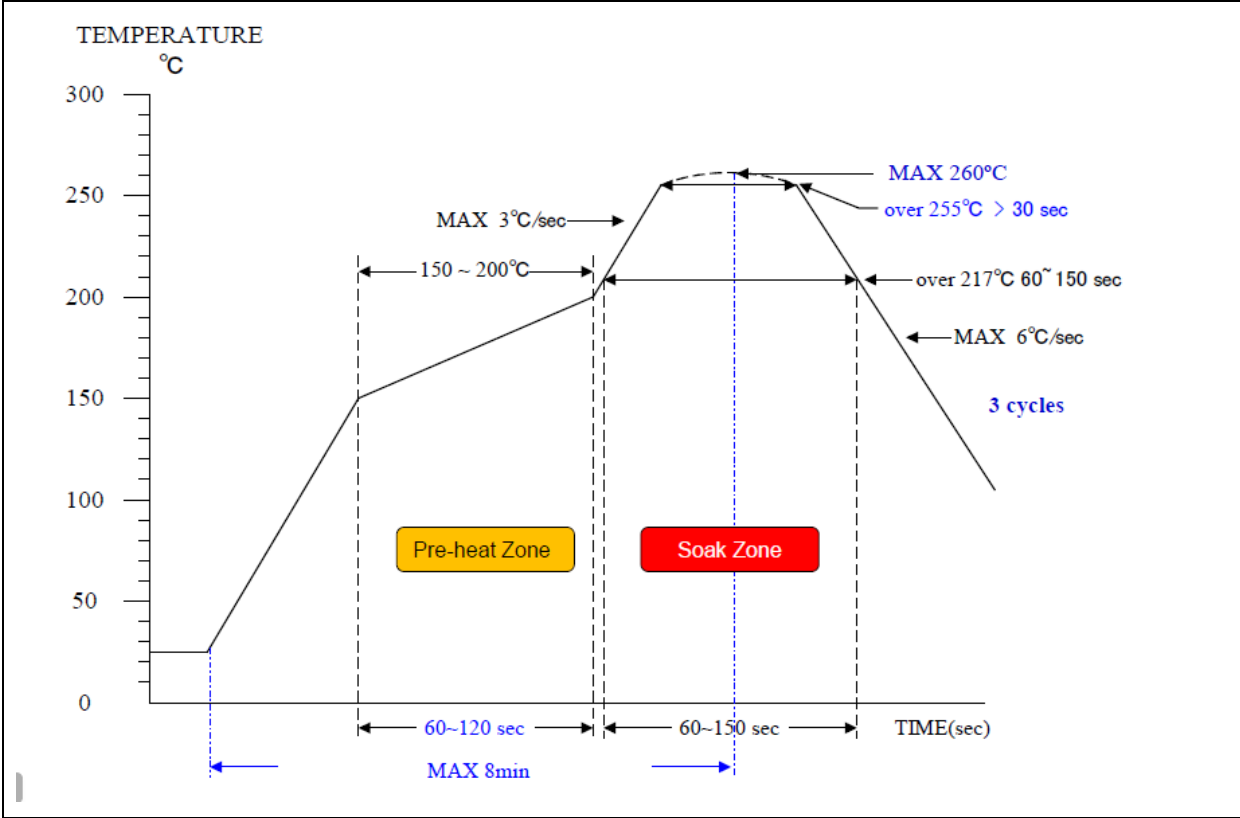


图 8.1-1 焊接概要文件来自于 J-STD-020C

特性	Pb Free 包装
平均加速率 (217°C to peak)	3°C/sec. max
预热温度 150°C ~200°C	60 sec. to 120 sec.
温度保持在 217°C	60 sec. to 150 sec.
5°C温度峰值的时间	> 30 sec.
峰值温度范围	260°C
缓降率	6°C/sec ax.
25°C温度峰值的时间	8 min. max
注:	
1. 根据J-STD-020C确定	

表 8.1-5 焊接概要

8.2 DC电气特性

($V_{DD}-V_{SS} = 5.5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

参数	符号	规格				测试条件				
		最小值	典型值	最大值	单位					
工作电压	V _{DD}	2.5	-	5.5	V	V _{DD} = 2.5V ~ 5.5V, 最高可达24 MHz				
电源地	V _{SS} AV _{SS}	-0.3	-	-	V	-				
LDO输出电压	V _{LDO}	1.62	1.8	1.98	V	V _{DD} ≥ 2.5V				
带隙电压	V _{BG}	1.20	1.24	1.28	V	V _{DD} = 2.5 V ~ 5.5 V, T _A = 25°C				
		1.18	1.24	1.32	V	V _{DD} = 2.5 V ~ 5.5 V, T _A = -40°C ~ 105°C				
V _{DD} 与 AV _{DD} 間的允许压差	V _{DD} - AV _{DD}	-0.3	0	0.3	V	-				
工作电流 正常运行模式 工作频率为50 MHz 在flash中执行while(1){} V _{LDO} ≈1.8 V	I _{DD1}	-	9.2	-	mA	V _{DD} 5.5V	HXT 24 MHz	HIRC X	所有数字模块 V	
		-	7.0	-	mA	5.5V	24 MHz	X	X	
		-	7.1	-	mA	3.3V	24 MHz	X	V	
		-	5.0	-	mA	3.3V	24 MHz	X	X	
工作电流 正常运行模式 工作频率为22.1184 MHz 在flash中执行while(1){} V _{LDO} ≈1.8 V	I _{DD5}	-	6.1	-	mA	V _{DD} 5.5V	HXT X	HIRC V	所有数字模块 V	
		-	3.9	-	mA	5.5V	X	V	X	
		-	6.0	-	mA	3.3V	X	V	V	
		-	3.9	-	mA	3.3V	X	V	X	
工作电流 正常运行模式 工作频率为12 MHz 在flash中执行while(1){} V _{LDO} ≈1.8 V	I _{DD9}	-	5.5	-	mA	V _{DD} 5.5V	HXT 12 MHz	HIRC X	所有数字模块 V	
		-	4.3	-	mA	5.5V	12 MHz	X	X	
		-	3.9	-	mA	3.3V	12 MHz	X	V	
		-	2.8	-	mA	3.3V	12 MHz	X	X	
工作电流 正常运行模式 工作频率为4MHz 在flash中执行while(1){} V _{LDO} ≈1.8 V	I _{DD13}	-	3.2	-	mA	V _{DD} 5.5V	HXT 4 MHz	HIRC X	所有数字模块 V	
		-	2.8	-	mA	5.5V	4 MHz	X	X	
		-	1.8	-	mA	3.3V	4 MHz	X	V	
		-	1.4	-	mA	3.3V	4 MHz	X	X	
工作电流	I _{DD17}	-	225	-	μA	V _{DD}	HXT	HIRC	LIRC	所有数字模块

参数	符号	规格				测试条件				
		最小值	典型值	最大值	单位					
正常运行模式						5.5V	X	X	V	V ^[4]
工作频率为10kHz	I _{DD18}	-	225	-	μA	5.5V	X	X	V	X
在flash中执行while(1){}	I _{DD19}	-	200	-	μA	3.3V	X	X	V	V ^[4]
V _{LDO} = 1.8 V	I _{DD20}	-	200	-	μA	3.3V	X	X	V	X
工作电流 空闲模式 工作频率为24MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE1}	-	7.1	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	所有数字模块	
						5.5V	24 MHz	X	V	
	I _{IDLE2}	-	4.9	-	mA	5.5V	24MHz	X	X	
	I _{IDLE3}	-	5.1	-	mA	3.3V	24 MHz	X	V	
工作电流 空闲模式 工作频率为 22.1184 MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE5}	-	4.1	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	所有数字模块	
						5.5V	X	V	V	
	I _{IDLE6}	-	2.0	-	mA	5.5V	X	V	X	
	I _{IDLE7}	-	4.1	-	mA	3.3V	X	V	V	
工作电流 空闲模式 工作频率为12MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE9}	-	4.4	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	所有数字模块	
						5.5V	12 MHz	X	V	
	I _{IDLE10}	-	3.3	-	mA	5.5V	12 MHz	X	X	
	I _{IDLE11}	-	2.9	-	mA	3.3V	12 MHz	X	V	
工作电流 空闲模式 工作频率为4MHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE13}	-	2.9	-	mA	V _{DD}	HXT	HIRC	所有数字模块	
						5.5V	4 MHz	X	V	
	I _{IDLE14}	-	2.5	-	mA	5.5V	4 MHz	X	X	
	I _{IDLE15}	-	1.5	-	mA	3.3V	4 MHz	X	V	
工作电流 空闲模式 工作频率为10kHz V _{LDO} = 1.8 V	I _{IDLE17}	-	225	-	μA	V _{DD}	HXT	HIRC	LIRC	所有数字模块
						5.5V	X	X	V	V ^[4]
	I _{IDLE18}	-	225	-	μA	5.5V	X	X	V	X
	I _{IDLE19}	-	200	-	μA	3.3V	X	X	V	V ^[4]
待机电流 掉电模式 (深度睡眠模式)	I _{PWD1}	-	10	-	μA	V _{DD} = 5.5V, 关闭所有晶振与模拟模块				
	I _{PWD2}	-	9	-	μA	V _{DD} = 3.3V, 关闭所有晶振与模拟模块				
P0/1/2/3/4 (准双向模式)输入电流	I _{IL}	-	-70	-75	μA	V _{DD} = 5.5V, V _{IN} = 0V				

参数	符号	规格				测试条件
		最小值	典型值	最大值	单位	
P0/1/2/3/4 (准双向模式)从逻辑 1 转变为0 时电流	$I_{TL}^{[3]}$	-	-690	-750	μA	$V_{DD} = 5.5V, V_{IN} = 2.0V$
P0/1/2/3/4输入漏电流	I_{LK}	-1	-	+1	μA	$V_{DD} = 5.5V, 0 < V_{IN} < V_{DD}$ 仅在开漏模式或输入模式。
P0/1/2/3/4 (TTL 输入)低电压输入	V_{IL1}	-0.3	-	0.8	V	$V_{DD} = 4.5V$
		-0.3	-	0.6		$V_{DD} = 2.5V$
P0/1/2/3/4 (TTL 输入)高电压输入	V_{IH1}	2.0	-	$V_{DD} + 0.3$	V	$V_{DD} = 5.5V$
		1.5	-	$V_{DD} + 0.3$		$V_{DD} = 3.0V$
XTAL1 ^[2] 低电压输入	V_{IL3}	0	-	0.8	V	$V_{DD} = 4.5V$
		0	-	0.4		$V_{DD} = 2.5V$
XTAL1 ^[2] 高电压输入	V_{IH3}	3.5	-	$V_{DD} + 0.3$	V	$V_{DD} = 5.5V$
		2.4	-	$V_{DD} + 0.3$		$V_{DD} = 3.0V$
nRESET脚负向电压阈值(施密特输入),	V_{ILS}	-0.3	-	$0.2 V_{DD}$	V	-
nRESET脚正向电压阈值(施密特输入),	V_{IHS}	$0.7 V_{DD}$	-	$V_{DD} + 0.3$	V	-
nRESET脚内部上拉电阻	R_{RST}	40		150	$k\Omega$	$V_{DD} = 2.5V \sim 5.5V$
负向电压阈值(施密特输入),	V_{ILS}	-0.3	-	$0.3 V_{DD}$	V	-
正向电压阈值(施密特输入),	V_{IHS}	$0.7 V_{DD}$	-	$V_{DD} + 0.3$	V	-
P0/1/2/3/4 (准双向模式)拉电流	I_{SR11}	-300	-400	-	μA	$V_{DD} = 4.5V, V_S = 2.4V$
	I_{SR12}	-50	-80	-	μA	$V_{DD} = 2.7V, V_S = 2.2V$
	I_{SR12}	-40	-73	-	μA	$V_{DD} = 2.5V, V_S = 2.0V$
P0/1/2/3/4 (推挽模式)拉电流	I_{SR21}	-20	-26	-	mA	$V_{DD} = 4.5V, V_S = 2.4V$
	I_{SR22}	-3	-5	-	mA	$V_{DD} = 2.7V, V_S = 2.2V$
	I_{SR22}	-2.5	-5	-	mA	$V_{DD} = 2.5V, V_S = 2.0V$
P0/1/2/3/4 (准双向模式和推挽模式)灌电流	I_{SK11}	10	15	-	mA	$V_{DD} = 4.5V, V_S = 0.45V$
	I_{SK12}	6	9	-	mA	$V_{DD} = 2.7V, V_S = 0.45V$
	I_{SK13}	5	8	-	mA	$V_{DD} = 2.5V, V_S = 0.45V$

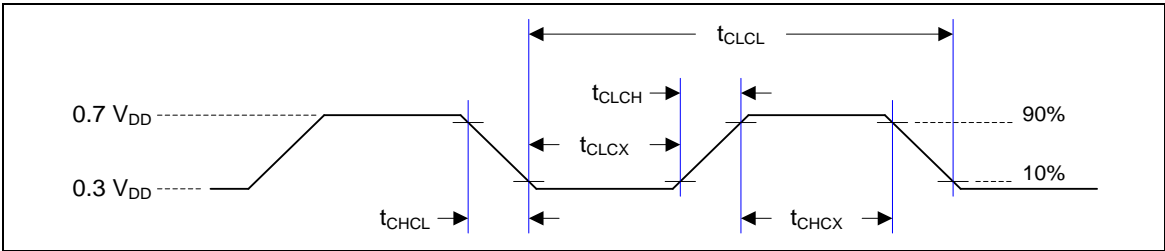
Note 1: nRESET 脚为施密特触发输入

Note 2: 晶振为CMOS输入

Note 3: P0, P1, P2, P3 和 P4管脚被外部由1驱动到0时，可作来输出电流的源端，在 $V_{DD}=5.5V$ 时, 当 V_{IN} 接近2V时，输出电流达到最大值

8.3 AC电气特性

8.3.1 外部输入频率



注:占空比为50%.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
t_{CHCX}	时钟高电平时间	-	10	-	-	ns
t_{CLCX}	时钟高低平时间	-	10	-	-	ns
t_{CLCH}	时钟上升沿时间	-	2	-	15	ns
t_{CHCL}	时钟下降沿时间	-	2	-	15	ns

8.3.2 外部 4~24 MHz 高速晶振(HXT)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{HXT}	工作电压 V_{DD}	-	2.5	-	5.5	V
T_A	温度	-	-40	-	105	℃
I_{HXT}	工作电流	12 MHz at $V_{DD} = 5V$	-	2.5	-	mA
		12 MHz at $V_{DD} = 3.3V$	-	1.0	-	mA
f_{HXT}	时钟频率	外部晶振	4	-	24	MHz

8.3.2.1 外部晶振的典型应用电路

CRYSTAL	C1	C2
4 MHz ~ 24 MHz	10~20pF	10~20pF

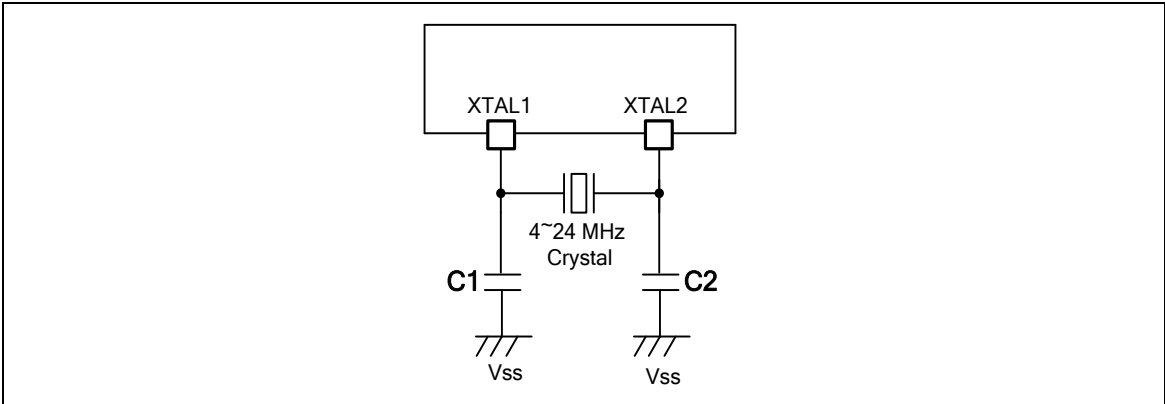
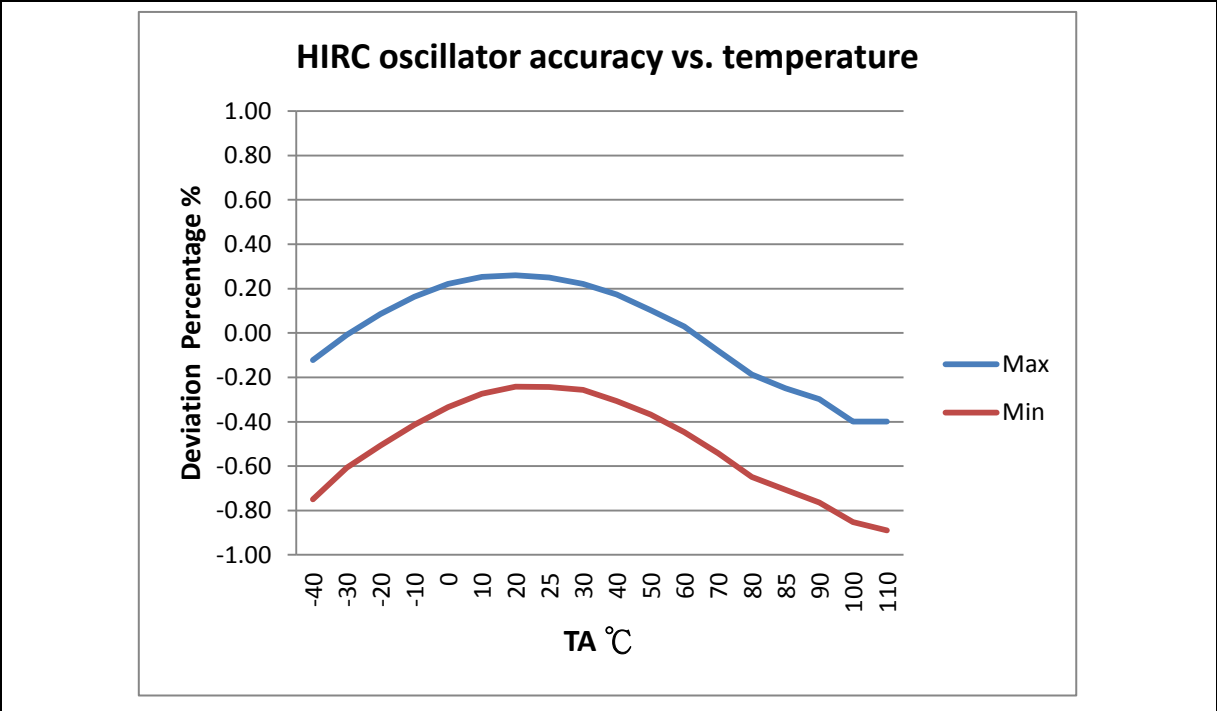


Figure 8-2 NUC029FAE 典型晶振应用电路

8.3.3 内部 22.1184 MHz 高速晶振(HIRC)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{HRC}^{[1]}$	工作电压 V_{DD}	-	1.62	1.8	1.98	V
f_{HRC}	中心频率	-	-	22.1184	-	MHz
	校准后内部晶振频率	$T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{ V}$	-1	-	+1	%
		$T_A = -40 \sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$	-2	-	+2	%
I_{HRC}	工作电流	$T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{ V}$	-	700	-	μA

注: 操作电压由内部LDO提供



8.3.4 内部 10 kHz 低速晶振(LIRC)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{LRC}	工作电压 V_{DD}	-	2.5	-	5.5	V
f_{LRC}	中心频率	-	-	10	-	kHz
	校准后内部晶振频率	$T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$	-10	-	+10	%
		$T_A = -40 \sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$	-40	-	+40	%

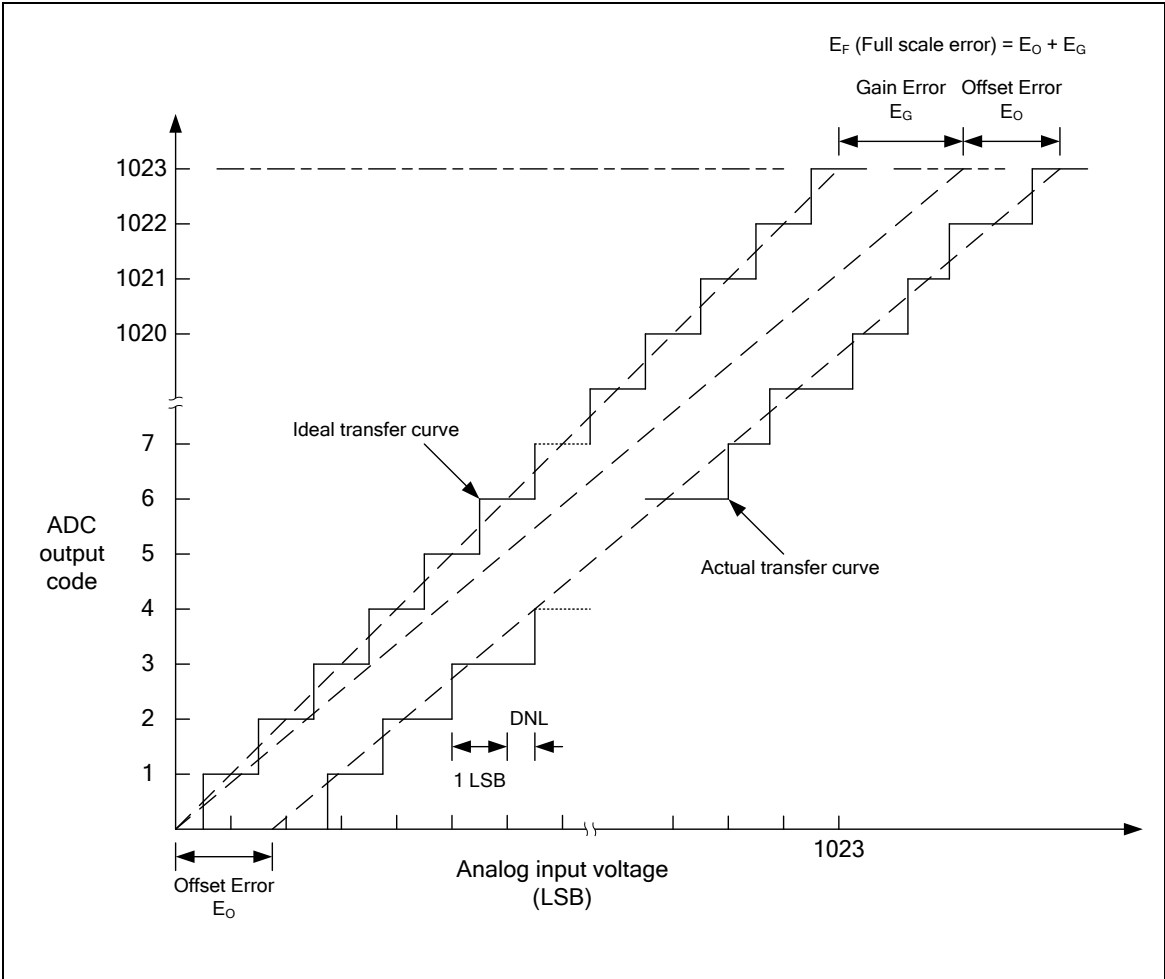
8.4 模拟特性

8.4.1 10-bit SAR ADC 规格

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
-	分辨率	-	-	10	Bit
DNL	非线性差分误差	-	-1~1.5	-1~2.5	LSB
INL	非线性整型误差	-	±1	±2	LSB
E _O	偏移误差	-	1	2	LSB
E _G	增益误差 (传输增益)	-	-1	-3	LSB
E _A	绝对误差	-	3	4	LSB
-	一致性	Guaranteed			
F _{ADC}	ADC 时钟频率 (AV _{DD} = 4.5V~5.5V)	-	-	4.2	MHz
	ADC 时钟频率 (AV _{DD} = 2.5V ~ 5.5V)	-	-	2.8	MHz
F _S	采样率(F _{ADC} /T _{CONV}) (AV _{DD} = 4.5V ~ 5.5V)	-	-	300	kSPS
	采样率(F _{ADC} /T _{CONV}) (AV _{DD} = 2.5V ~ 5.5V)	-	-	200	kSPS
T _{ACQ}	采集时间 (采样阶段)	N+1 ^[2]			1/ F _{ADC}
T _{CONV}	总共转换时间	N+14 ^[2]			1/ F _{ADC}
AV _{DD}	工作电压	2.5	-	5.5	V
I _{DDA}	工作电流 (平均.)	-	600	-	μA
V _{IN}	输入电压	0	-	AV _{DD}	V
C _{IN}	输入电容	-	3.2	-	pF
R _{IN}	输入负载	-	6	-	kΩ

Note 1: ADC 参考电压与 AV_{DD} 相同

Note 2: N 为采样次数, N=0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 4, 128, 256, 1024.



Note: INL是校准后的转移曲线与理想转移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。

8.4.2 LDO 和电源管理规格

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
V _{DD}	输入电压 V _{DD}	-	2.5		5.5	V
V _{LDO}	输出电压	-	1.62	1.8	1.98	V
T _A	工作温度	-	-40	25	105	°C

Note: 建议在设备的V_{DD}和与之最近的V_{SS}管脚间接一颗0.1μF的旁路电容

8.4.3 低压复位规格

SYMBOL	PARAMETER	CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
AV _{DD}	工作电压	-	2.5	-	5.5	V
T _A	工作温度	-	-40	25	105	°C
I _{LVR}	静态电流	AV _{DD} = 5.5 V	-	1	5	μA
V _{LVR}	阈值电压	T _A = 25 °C	1.90	2.00	2.10	V
		T _A = -40 °C	1.70	1.90	2.05	V
		T _A = 105 °C	2.00	2.20	2.45	V

8.4.4 欠压检测规格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
AV _{DD}	工作电压	-	2.5	-	5.5	V
T _A	温度	-	-40	25	105	°C
I _{BOD}	静态电流	AV _{DD} = 5.5 V	-	-	140	μA
V _{BOD}	欠压电压(下降沿)	BOD_VL[1:0]=11	4.2	4.38	4.55	V
		BOD_VL [1:0]=10	3.5	3.68	3.85	V
		BOD_VL [1:0]=01	2.5	2.68	2.85	V
		BOD_VL [1:0]=00	2.0	2.18	2.35	V
V _{BOD}	欠压电压(上升沿)	BOD_VL[1:0]=11	4.3	4.52	4.75	V
		BOD_VL [1:0]=10	3.5	3.8	4.05	V
		BOD_VL [1:0]=01	2.5	2.77	3.05	V
		BOD_VL [1:0]=00	2.0	2.25	2.55	V

8.4.5 上电复位规格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T _A	工作电压	-	-40	25	85	°C
V _{POR}	复位电压	V+	1.6	2	2.4	V
V _{POR}	确保上电复位时V _{DD} 启动电压	-	-	-	100	mV
RR _{VDD}	确保上电复位时V _{DD} 上升率	-	0.025	-	-	V/ms
t _{POR}	确保上电复位时 V _{DD} 固定在VPOR的最小时间	-	0.5	-	-	ms

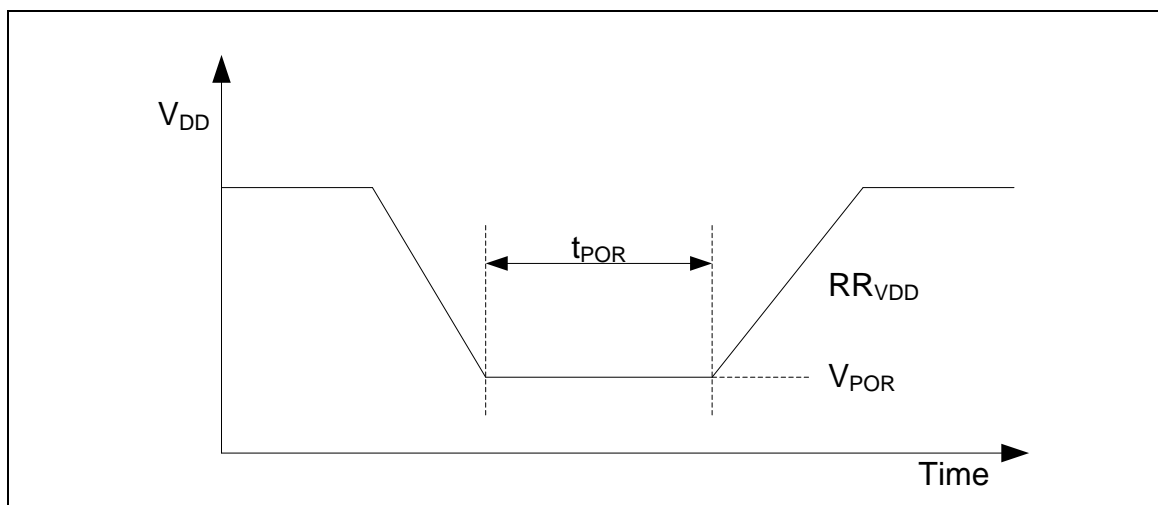


Figure 8-3 NUC029xAN 上电条件

8.4.6 比較器規格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CMP}	操作电压 AV_{DD}	-	2.5	-	5.5	V
T_A	操作温度	-	-40	25	105	°C
I_{CMP}	操作电流	$AV_{DD} = 5\text{ V}$	-	40	80	μA
V_{OFF}	输入电压偏移量	-	-	10	20	mV
V_{SW}	输出摆幅	-	0.1	-	$AV_{DD}-0.1$	V
V_{COM}	共模输入范围	-	0.1	-	$AV_{DD}-0.1$	V
-	直流增益	-	40	70	-	dB
T_{PGD}	传递延迟时间	$V_{COM} = 1.2\text{ V}$, $V_{DIFF} = 0.1\text{ V}$	-	200	-	ns
V_{HYS}	迟滞电压	$V_{COM} = 1.2\text{ V}$	-	±30	±60	mV
T_{STB}	稳定时间	-	-	-	1	μs

8.5 闪存 DC 电气特性

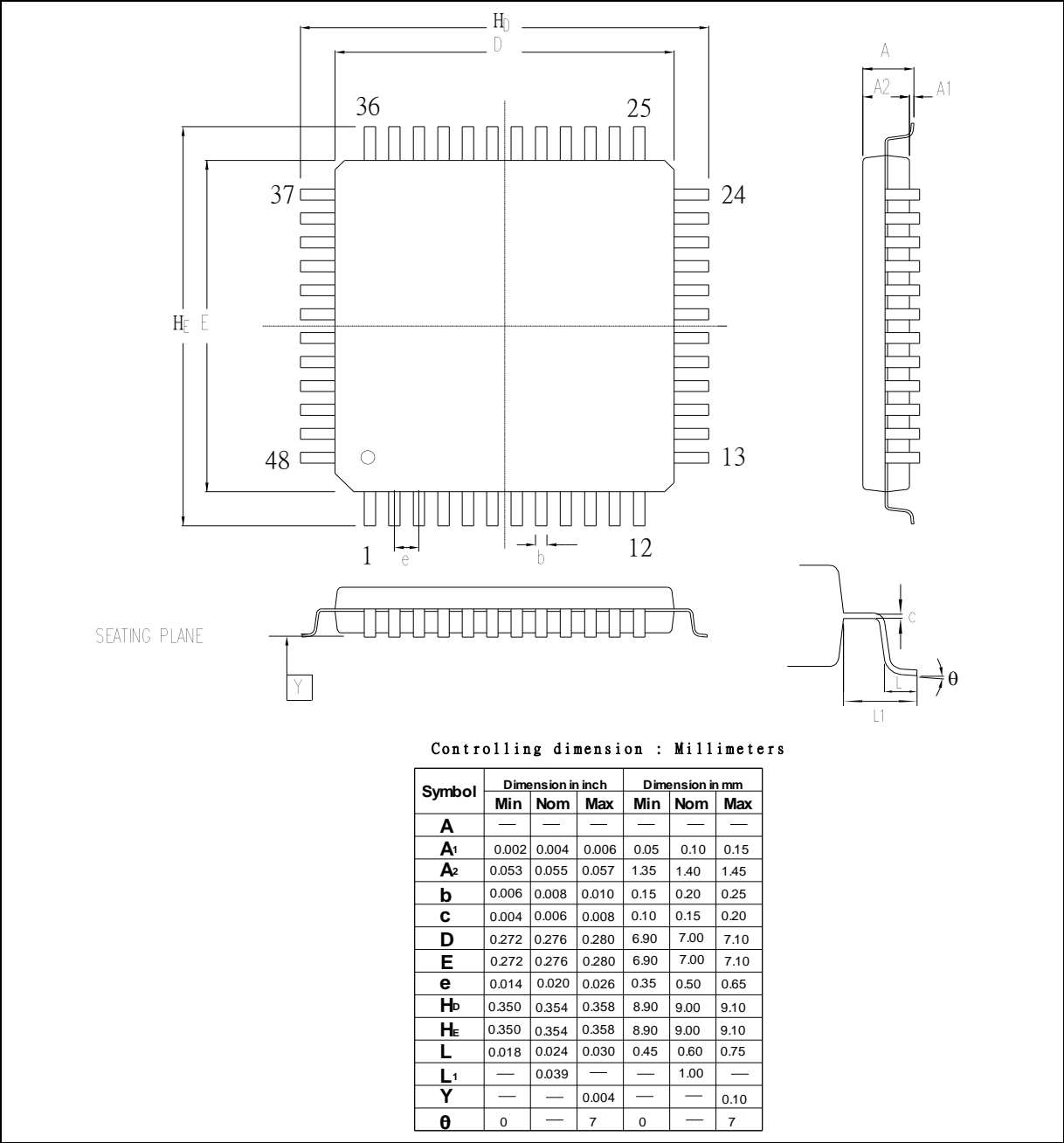
符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{FLA}^{[1]}$	工作电压	-	1.62	1.8	1.98	V
N_{ENDUR}	抹除次数	-	20,000	-	-	cycles ^[2]
T_{RET}	数据保持	$T_A = 25^{\circ}C$	10	-	-	year
T_{ERASE}	页擦除时间	-	-	20	-	ms
T_{PROG}	写入时间	-	-	60	-	μs
I_{DD1}	读取电流	-	-	6	-	mA
I_{DD2}	写入电流	-	-	8	-	mA
I_{DD3}	擦除电流	-	-	12	-	mA

注1: 操作电压源自芯片内部的LDO输出电压

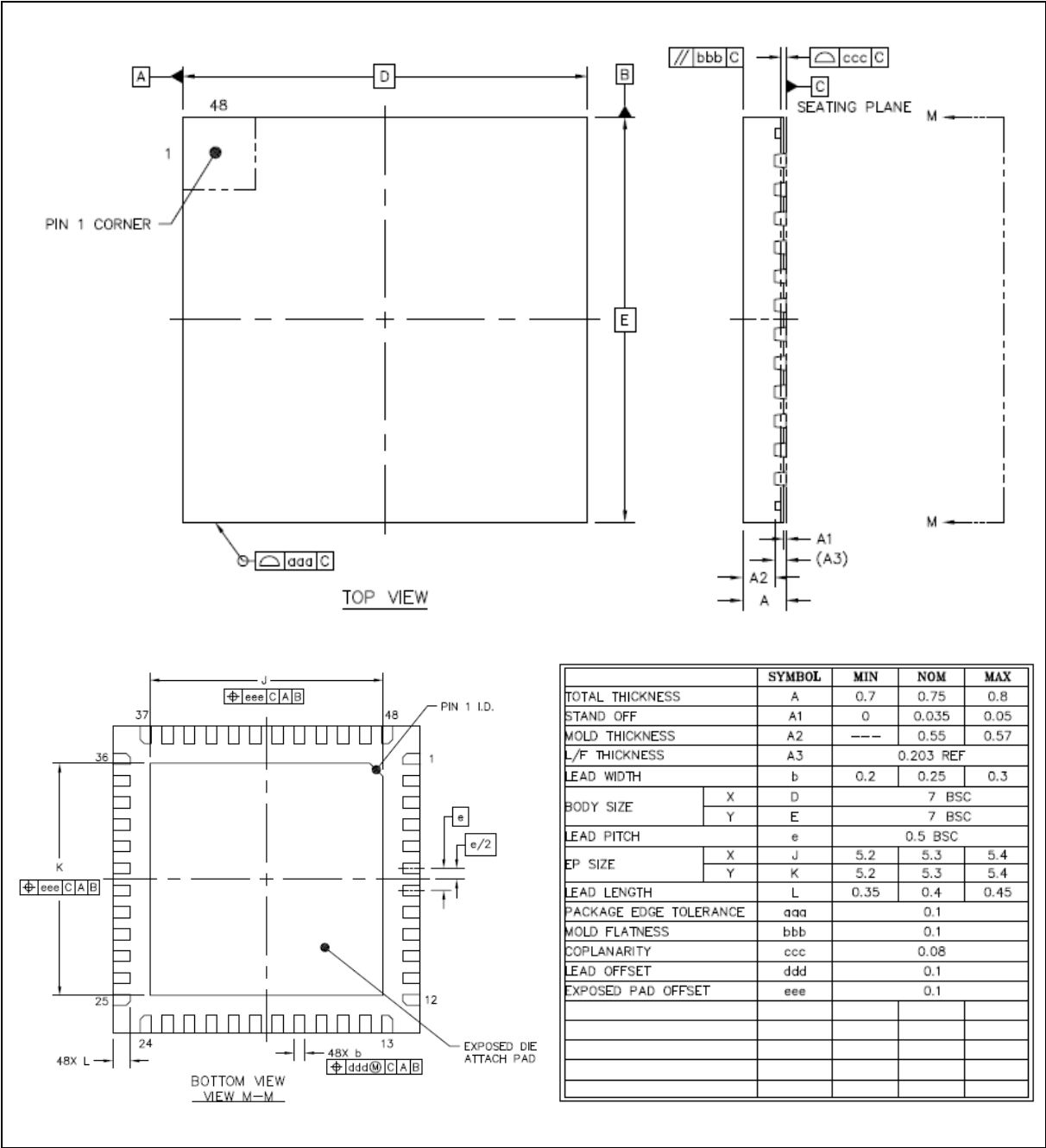
注2: 此表为设计的数据，并不是产品测试的数据

9 封装尺寸

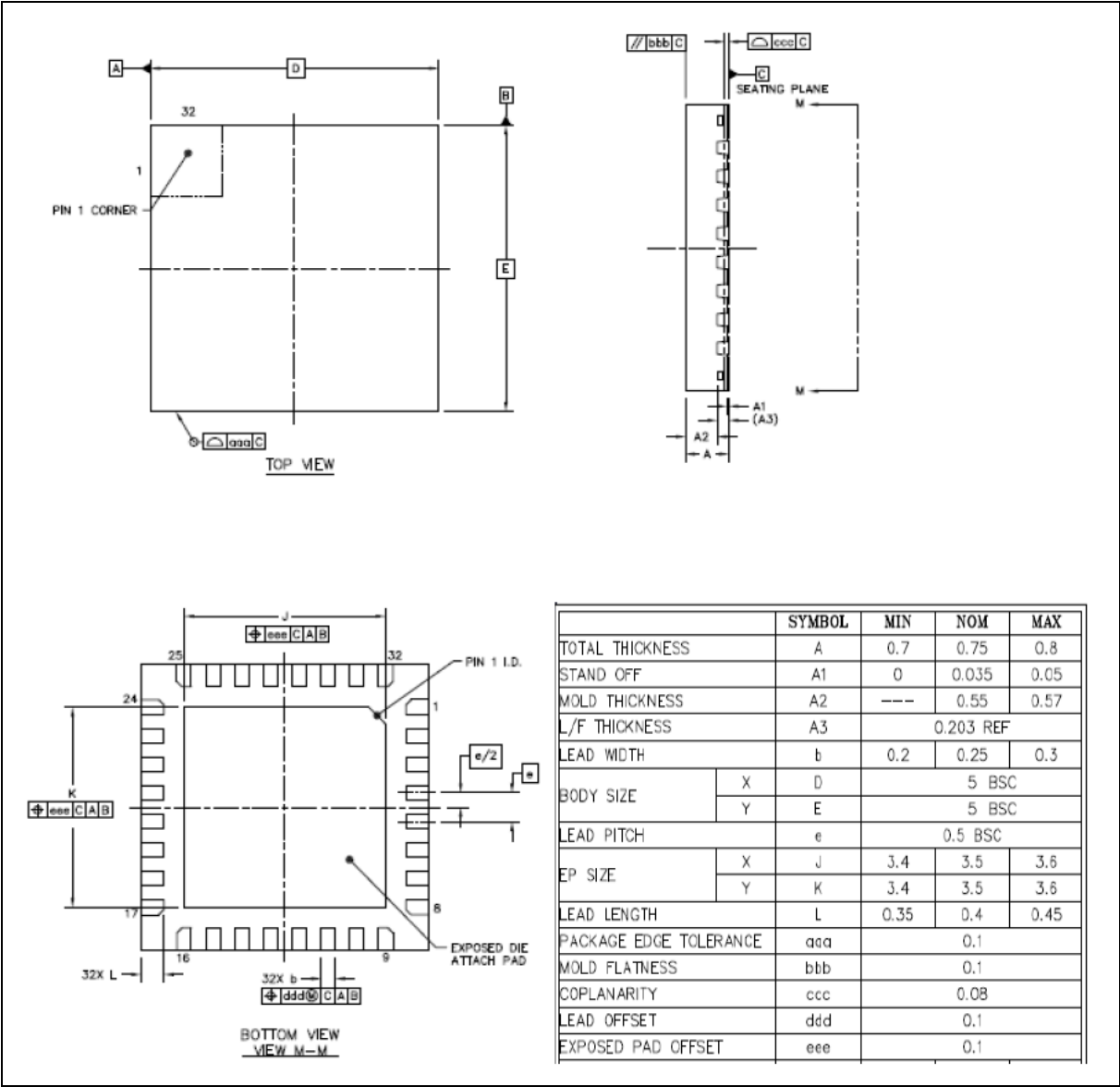
9.1 48-pin LQFP (7x7x1.4 mm)



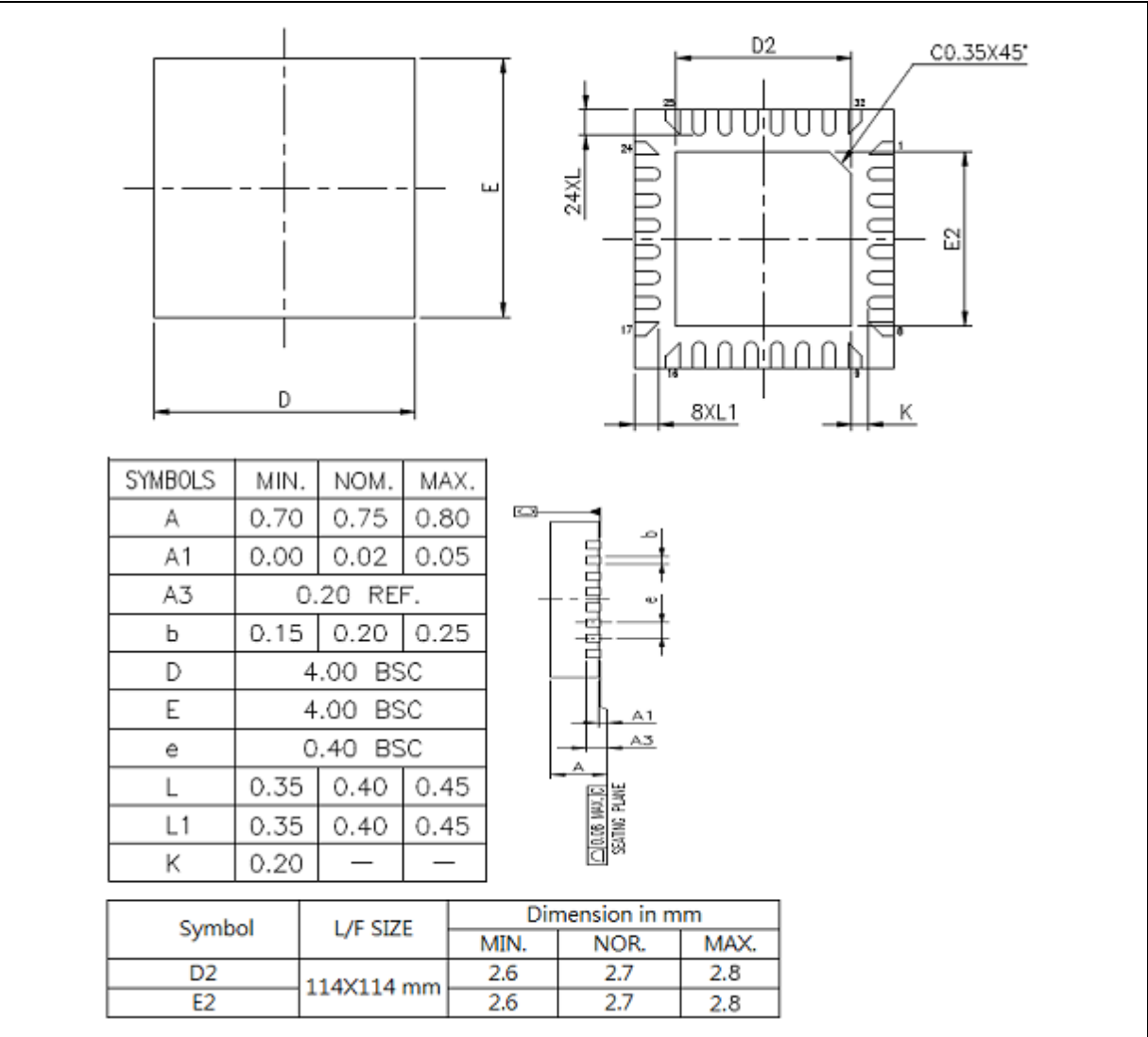
9.2 48-pin QFN (7x7x0.8 mm)



9.3 33-pin QFN (5x5x0.8 mm)

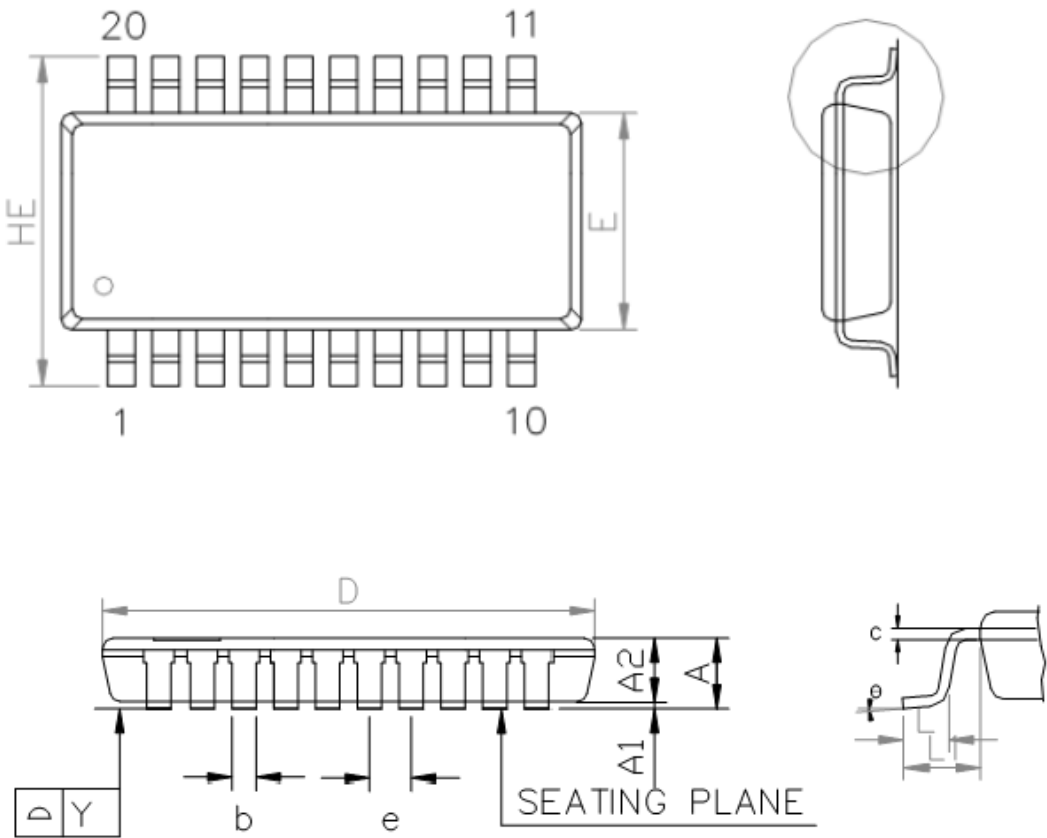


9.4 33-pin QFN (4x4x0.8 mm)



注: QFN33 4*4 lead length 0.4mm is only for NUC029xAN, not for NUC029xAE

9.5 20-pin TSSOP (6.5x4.4x1.2 mm)



SYMBOL	DIMENSION (MM)			DIMENSION (INCH)		
	MIN.	NDM.	MAX.	MIN.	NDM.	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		

10 修订历史

日期	版本	描述
2019.05.06	1.00	1. Initial version.
2019.08.28	1.01	1. 修正图 4-3 中, Pin 30 ~ 34 的错误叙述 2. 修正图 5-4中的错误叙述, WDT与WWDT位置应交换
2019.10.25	1.02	1. 章节7.1与8.1中增加「绝对最大额定特性」、「温度特性」、「EMC特性」、「包装湿度敏感性」与「焊接概要」小节
2020.01.31	1.03	1. 修正错误, 5.16 模数转换器(ADC)章节中, NUC029FAE只支持单次模式
2020.04.09	1.04	1. 於4.3.1小節與第6章增加ICE_DAT, ICE_CLK與nRST管腳的外部建議電路說明

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.