

# Netforward

## MC32 系列 NF3228

### 数据手册

文档版本: V0.3

发布日期: 2021-05-18

版权所有 © 深圳市楠菲微电子有限公司。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式或任何方式传播。

## 商标声明

**Netforward**、**楠菲微电子**和其他楠菲标志均为深圳市楠菲微电子有限公司的商标。楠菲所有产品的标志均为深圳市楠菲微电子有限公司商标或注册商标。未经楠菲书面授权或允许，任何单位和个人不可使用这些标志。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

## 注意

您购买的产品、服务或特性等应受深圳市楠菲微电子有限公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，楠菲公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

## 深圳市楠菲微电子有限公司

地址：深圳市南山区粤海街道科技园社区科苑路 8 号讯美科技广场 1 号楼 610

电话：0755-26409812

网址：<http://www.netforward-tech.com>

邮箱：[support@netforward-tech.com](mailto:support@netforward-tech.com)

# 目录

目录 .....	3
1 芯片综述 .....	5
2 芯片规格 .....	6
3 芯片功能描述 .....	7
<b>3.1 Cortex-M0</b> .....	7
<b>3.2 MAU</b> .....	7
<b>3.3 QSPI Flash</b> .....	7
<b>3.4 DMAC</b> .....	8
<b>3.5 Watchdog</b> .....	8
<b>3.6 GPIO</b> .....	8
<b>3.7 UART</b> .....	9
<b>3.8 I2C</b> .....	9
<b>3.9 RTC</b> .....	9
<b>3.10 Timer/PWM</b> .....	10
<b>3.11 CRC</b> .....	10
<b>3.12 ADC</b> .....	10
<b>3.13 RESET</b> .....	10
4 引脚定义 .....	12
5 封装参数 .....	13
6 订购信息 .....	15

## 修订记录

修订日期	修订版本	修改描述
2021-05-06	V0.1	初始版本
2021-05-13	V0.2	修订芯片综述章节； 修订 MAU 章节； 增加 QSPI 章节；
2021-05-18	V0.3	首次发布版本

# 1 芯片综述

MC32 芯片系列使用高性能的 ARM® Cortex™-M0 32 位的 RISC 内核，工作频率最高可达 32MHz，内置高速存储器，丰富的增强 I/O 端口和连接到 APB 总线的外设。所有型号的器件都包含 ADC、定时器，还包含标准的通信接口，如 IIC、SPI、UART 等，系统框图如下：

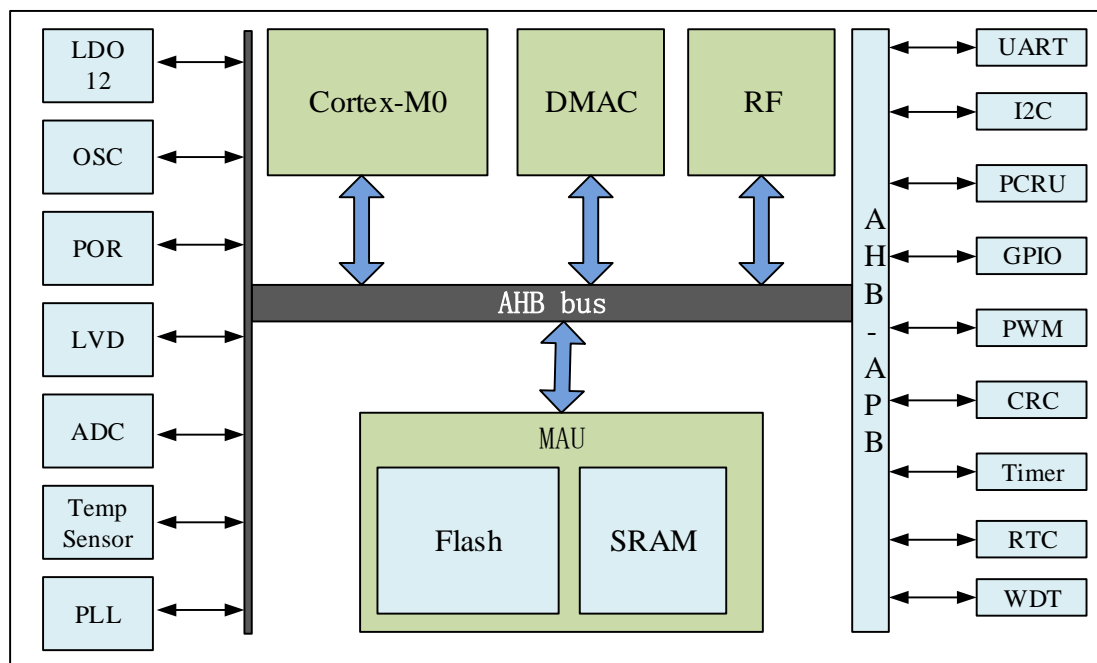


图 1-1 系统框图

MC32 芯片中集成一个 Cortex-M0 控制器，该控制器通过 AHB-lite 接口连接到 AHB bus 上。该 AHB bus 支持 32bit 的位宽，由于连接的都是 AHB-lite 的模块，所以支持点到点的连接。该 AHB bus 上还连接了一个 AHB master 设备，即 DMAC。DMAC 用于进行 DMA 操作，可以实现芯片内任意地址空间之间的数据搬移，地址变化可以采用递增、递减或固定三种方式。AHB bus 上连接了两个 AHB slave 设备，分别是 Memory Access Unit (MAU) 和 AHB-APB 桥。MAU 模块内部包含了 20KB 的 SRAM。其他所有的模块都是 APB 接口，通过 AHB-APB 桥接到 AHB bus 上。根据不同的封装形式，器件中的外配置不尽相同。

MC32 芯片系列工作于  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$  的温度范围，供电电压 2.0V 至 3.6V，支持省电模式，满足低功耗应用的要求，可作为通用型 MCU 使用，也可用于智慧仓储、电子标签、智能家居、无人超市等 IoT 领域。以全面开源（软件和硬件）为基础，大大节约开发成本和周期，实现终端产品的快速集成。

## 2 芯片规格

表 2-1 NF3228 规格列表

规格		
<b>MCU</b>	封装	QFN28
	内核	ARM 32-bit Cortex-M0
	缓存	4KB lcache
	体系结构	基于 ARM-v6M 体系结构，采用 thumb 指令集
	上电自复位	支持
	工作温度	-40°C~+85°C
	主频	1MHz~32MHz 可配置
	电压范围	2.0V~3.6V
	功耗	最大功耗 <=20mA
	EFT	≥4kV
	ESD	HBM:4kV、MM:400V
	HIS	±1.5%@-40~85°C
	HSI	支持
	HSE	支持
	LSI	支持
	Flash	2Mbit
	SRAM	20KB
	sysTick	1
	Timers	4 个，共支持 9 路（支持 PWM）
	RTC Timer	支持
	UART	2 个，全双工，波特率 4800-115200
	I2C	支持
	ADC	采样率>100K/s，6 通道输入，自校准
	GPIO	13
	外部中断	支持外部引脚上升沿，下降沿，上/下降沿同时，高电平，低电平中断
	Watchdog	1
硬件 LVD	检测到低电压后触发复位或报告中断	
CRC	支持	
DMA	UART、I2C、SPI、Mem2Mem、ADC	
SWD	用于调试及 ICP 编程	
<b>RF</b>	支持协议	自有协议(MacBee)/BLE4.0/ BLE4.1/BLE4.2/BLE5.0
	速率	125kbps/250kbps/1Mbps/2Mbps
	调制方式	GFSK
	发射功率调节	-30dBm~10dBm 连续可调，支持外接 PA，可以到 20 dBm @ 75 mA 或者 21 dBm @ 120 mA

最大接收灵敏度	97dBm@250kbps BER < 0.1% 94dBm@1Mbps BER < 0.1% 92dBm@2Mbps BER < 0.1%
---------	--

## 3 芯片功能描述

### 3.1 Cortex-M0

芯片采用 Cortex-M0 内核，其基本特性如下：

- 基于 ARM-v6M 体系结构，采用 thumb 指令集
- 3 段流水，无 cache
- 采用 Serial Wire 作为调试接口
- 集成 32 位单周期快速乘法器
- 集成 SysTick Timer
- 支持 32 个可屏蔽的中断，支持 level sensitive 和 pulse sensitive。多次的中断 pulse 可使中断在 active 的同时又拥有 pending 状态
- 支持 4 级中断优先级控制

### 3.2 MAU

MAU (Memory Access Unit) 负责全芯片的 Flash (低 128KB 空间) 和 SRAM 空间访问，MAU 基本特性如下：

- 访问 Flash 大小为 128KB (Mainflash+Configuration)，其中 Flash 的地址范围为 0x0000 0000-0x0001 FFF4，Configuration 空间的地址范围为 0x0001 FFF8-0x0001 FFFC，Configuration 空间用于存放模拟 IP 的配置
- SRAM 大小为 20KB，32 位数据接口。其中最高 4KB 可作为 ICache 使用，另外低 16KB 固定作为主内存使用
- ICache 采用的 CacheLine 大小为 32B，两路组相联，TAG 共有 32 组 (每组 2 项)

### 3.3 QSPI Flash

芯片内部集成了一个 QSPI Flash 控制器，用于访问 Flash 高 128KB 地址。QSPI 控制器连接 APB 总线和 QSPI 总线，完成两者之间的协议转换，并将 Flash 空间地址直接映射为访存地址，使 CPU 能够通过 APB 总线直接访问 QSPI 接口的 Flash 存储器。其中 QSPI Flash 的地址范围为 0x0002 0000-0x0003 FFFF

## 3.4 DMAC

DMAC 模块可实现芯片内任意地址间的数据搬移，主要特征如下：

- 有 4 个通道，可同时进行 4 路 DMA，每个通道可以独立配置 DMA 源地址、目的地址、搬移字节数、地址变化模式等，4 个通道采用轮转优先级共享一个 AHB 接口
- 地址变化模式可以为递增、递减或固定
- 每个通道都可以配置为直接传输模式或触发传输模式
  - 直接传输模式由软件配置并触发 DMA 传输，一般用于 Flash 或 SRAM 空间之间的数据 DMA
  - 触发传输模式一般用于有 RX FIFO 或 TX FIFO 的 IO 部件（如 I2C、UART、SPI、Timer 等）与 Flash 或 SRAM 空间之间的 DMA 操作。这些 IO 部件会向 DMAC 模块发起 req 请求，一次 req 请求下，DMAC 将完成一定字节的数据 DMA，然后回复 ack。当 IO 部件的 RX FIFO 有空或 TX FIFO 有数据时，将再次发起 req 请求，触发一定字节的数据 DMA。芯片有 1 个 I2C、2 个 SPI、2 个 UART 和 5 个 Timer，每个 IO 有各自的 TX FIFO 和 RX FIFO。所以共计有 20 个 DMA 请求应答通道

## 3.5 Watchdog

芯片设计了 1 个 watchdog (IWDG)，从最大值递减，在计数值达到 0 时触发系统中断或者系统复位。IWDG 采用一个专门的 32K 低速时钟进行驱动，当处理器主时钟关掉以后，该时钟仍正常翻转。

IWDG 的结构特点如下：

- 计算器的宽度支持 23b
- counter 值可预先配置，计数器从配置的值一直递减到 0，支持 16 种配置值： $2^n-1$  ( $n=8\sim 23$ )
- 当 timeout 时，wdt 的操作方式有：
  - 产生一个系统复位
  - 产生一个中断，当下一次 timeout 的时候，如果这个中断没有被中断服务程序清除，则会产生一个系统复位
- 系统复位以后，IWDG 处于 disable 状态，需要通过配置寄存器启动
- 采用独立 32K 时钟驱动

## 3.6 GPIO

芯片设计了 2 个 GPIO 接口模块，每个支持 16b，共计 32b，每 8b 为一组，以组为单位控制输入输出方向。GPIO 可以控制外部 IO pad 的输入/输出方向，当 IO pad 为输入时，pad 上的数据被锁存到内部寄存器，其中 8b 接口支持作为外部中断信号使用。当 IO pad 为输出时，内部寄存器中的数据输出到片外。

GPIO 的结构特点如下：

- 共计 32 个 GPIO
- 每 8 个 GPIO 为一组，其输入/输出属性一致
- 输出状态：push-pull or open drain + pull-up/down
- 输入状态：floating, pull-up/down, analog



- 有 8b 接口可作为外部中断引脚

注：QFN28 封装支持 13 路 GPIO。

## 3.7 UART

UART 为微控制器与外部设备之间提供了一种灵活的全双工数据交换方式。芯片集成了两个 UART 接口，其中一个支持 RS232 与 IrDA 两种功能，另一个只支持 RS232。

UART 的结构特点如下：

- 全双工异步通信方式
- Oversampling 可配置为 16 或 8
- 可配置的发送/接收波特率，最高可达 4Mbit/s（32MHz+oversampling 8 拍）
- 支持自动流控
- 支持红外模式（IrDA SIR Mode）（Infrared Data Association (IrDA) 1.0 Serial Infrared (SIR) mode），要使用此模式，需片外提供独立的 1.8432MHz 时钟
- 支持 DMA 传输
- 可编程的数据宽度（5-8，可选择的奇偶校验位）

## 3.8 I2C

芯片设计了 1 个 I2C 接口，提供了芯片微控制器与串行 I2C 总线之间的连接。I2C 总线支持多个 master 与多个 slave 设备通信。其通信速度分支持 Standard-mode (Sm)、Fast-mode (Fm)和 Fast-mode Plus (Fm+)三种。支持与 DMA 连接，以降低 CPU 的开销。

I2C 的结构特点如下：

- 支持 slave 与 master 两种模式
- 支持多个 master 连接
- 支持三种速率
  - Standard-mode: 数据传输速率达到 100 Kb/s
  - Fast-mode (Fm): 数据传输速率达到 400 Kb/s
  - Fast-mode Plus (Fm+): 数据传输速率达到 3.4 Mb/s
- Transmit and receive 缓存支持 DMA 传输
- 支持 7-bit or 10-bit 地址，但连续的读写必须采用同一种地址模式
- 支持 combined format transfers，即读写操作可以交叉
- SDA hold 时间可配置

## 3.9 RTC

RTC (real-time clock) 是一个独立计数的计数器，用于记录系统的时间，并且支持闹钟功能。

RTC 的结构特点如下：

- 计算器宽度是 48b
- 要实现精确计时，须由片外 32.768KHz 时钟驱动
- 递增计数，且支持计数 match 时产生中断

### 3.10 Timer/PWM

芯片设计了 5 个 Timer 模块。支持典型的 Timer 和 Counter 功能，包括 input capture、output compare 和 PWM 功能。每个 timer 有 3 个独立的 capture-or-compare 通道，每个通道使用 1 个 IO 管脚。

Timer 主要特性如下：

- 每个 timer 有 3 个独立的 capture-or-compare 通道
- 上升、下降边沿输入捕获
- 设置、清除或翻转的 output compare 功能
- free-running、modulo 或 up and down 计数模式
- 时钟预分频器，分频 1/8/32/128
- 支持每次 capture、compare 和计数终点时的中断
- DMA 触发功能
- 其中一个 timer 支持复用为 watchdog
- PWM 200Hz~20KHz
- 参考 STM32，预分频更灵活

注：QFN28 封装未全部封出，只支持部分 timer 通道。

### 3.11 CRC

芯片集成了一个 CRC 模块，主要特性如下：

- 支持 512 位数据计算 16 位 CRC 校验值
- 支持 CRC 编码生成或校验
- 支持 BISYNC ( $x^{16}+x^{15}+x^2+1$ ) 或 X.25 CCITT ( $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ ) 两种生成多项式
- 初始值可自定义

### 3.12 ADC

芯片集成了一个 10bit 精度的 ADC，支持 6 通道模拟信号输入，其中通道 0 固定接温度传感器。通道 1 到通道 6 可以选择片外模拟信号输入。通道 10 接片内 1.2V 参考电压。

ADC 模块连接到 AHB-APB 桥上，实现对 ADC 的控制及采样，支持单次采样模式和连续采样模式。在连续采样模式下，支持 DMA 传输，可以通过 req 信号请求 DMAC 进行触发模式 DMA，也可以由软件轮询采样结果。

### 3.13 RESET

芯片的复位源及复位范围见下表：

表 3-1 芯片复位模式

复位	复位源	复位范围
POR 复位	POR 模块触发，上电时复位一次	全片复位
硬件复位	Rst_n 引脚触发	全片复位

PDR 复位	PDR 模块触发, 电压低时保持复位状态	全片复位
调试复位	JTAG 写寄存器触发	除 CRU、RTC 外所有模块
WDT 复位	Watch Dog 超时复位	除 CRU、RTC、WDT 外所有模块

模拟 IP 相关的系统上电结构如下图所示:

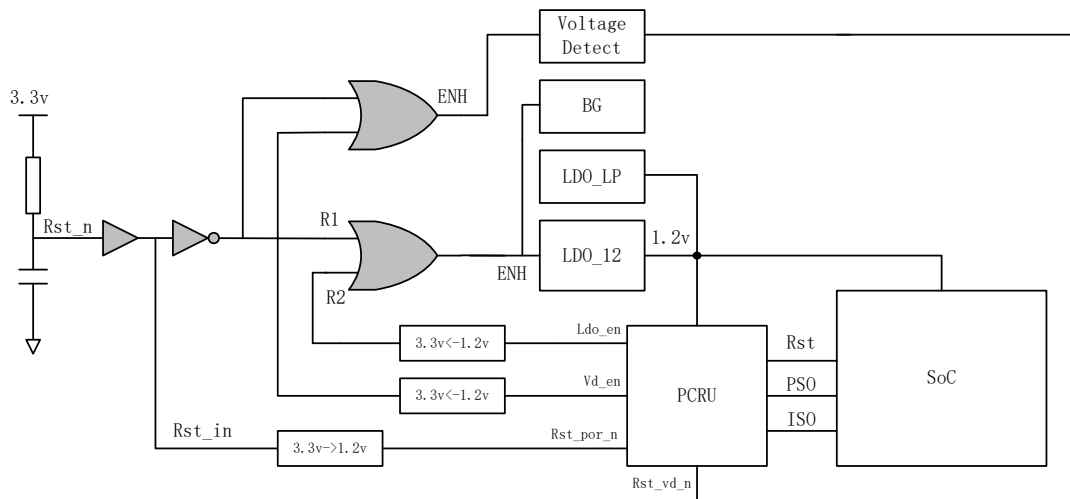


图 3-1 芯片上电电路

电路产生的复位波形如下图所示:

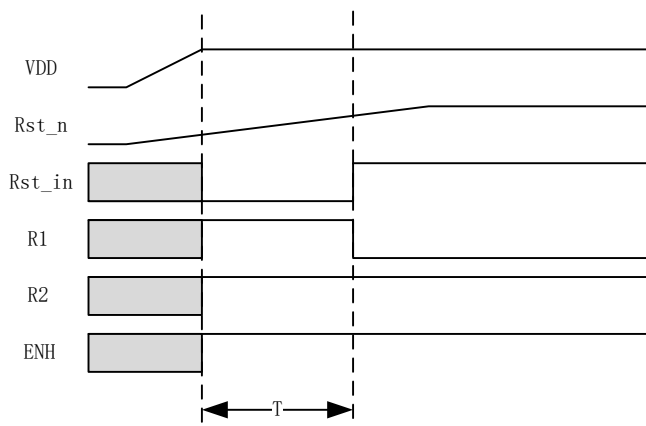


图 3-2 复位电路时序

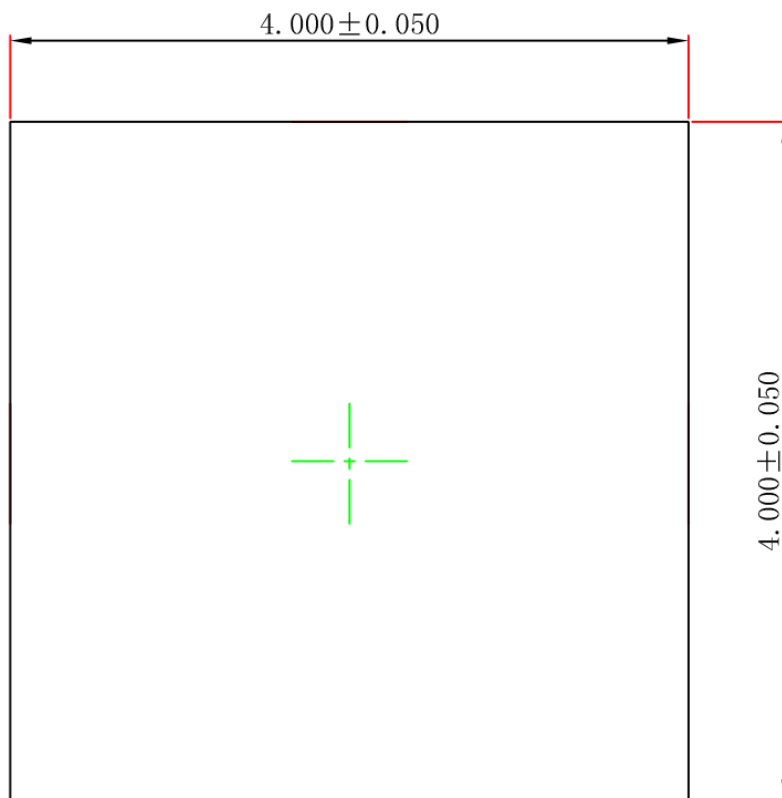
在上图中,RC 电路放在片外,Rst\_n 信号通过直通 IO 连接到片内的 3.3v->1.2v Buf 进行整形。根据片外的 RC 配置, T 可做到几十到几百 ms, 在 T 时间内, 所有模拟 IP 都必须启动, 达到稳定工作状态。T 时间以后, 模拟 IP 的控制由逻辑产生的 Ldo\_en 及 Vd\_en 信号接管。

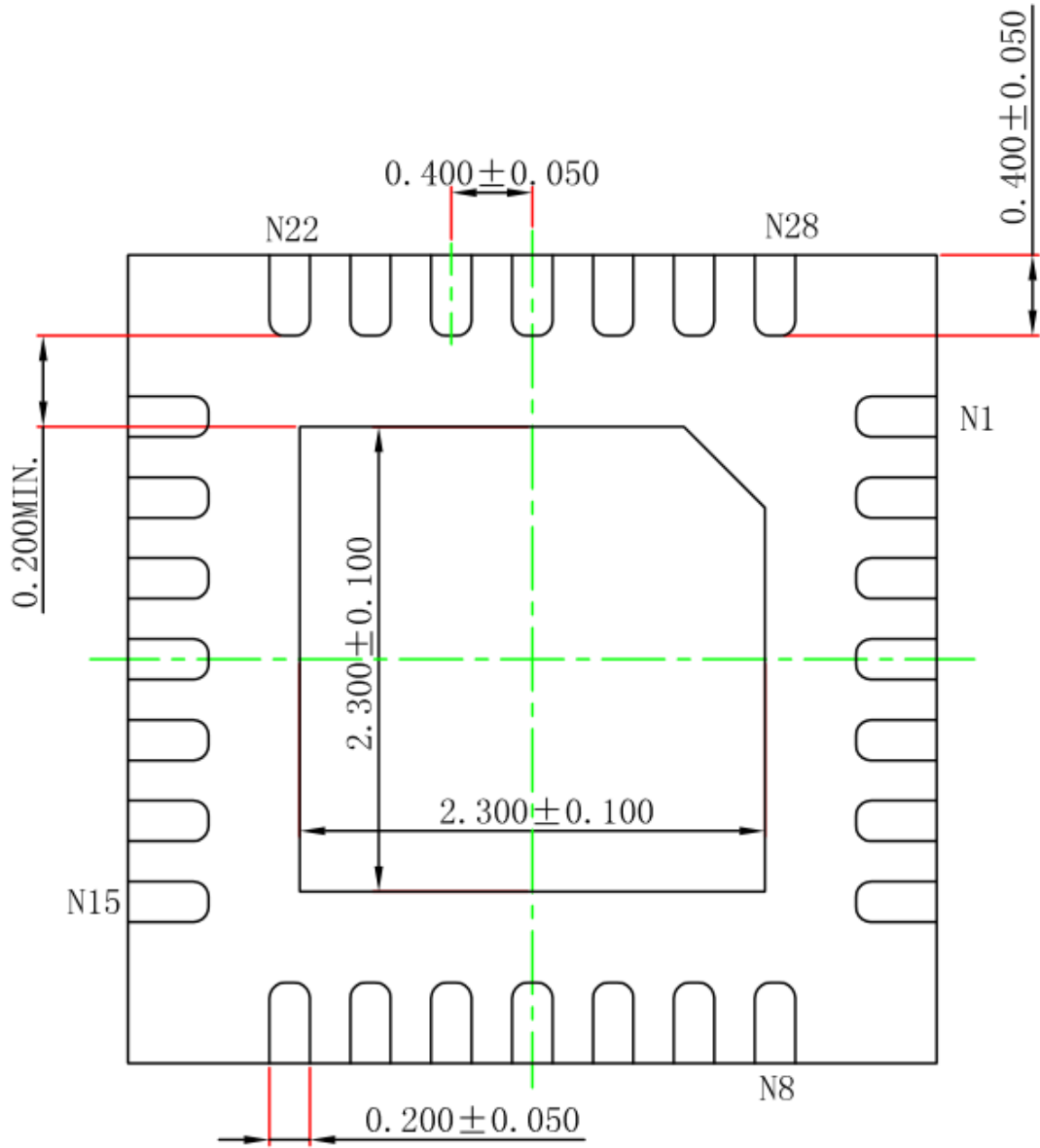
## 4 引脚定义

管脚编号	管脚类型	功能 0	功能 1	功能 2	功能 3 (数字/模拟)
1	P	电源			
2	I/O	GPIO1_9	timer4_c2	digit_seg_9	ana_seg_9
3	I/O	GPIO1_13	timer2_c0	digit_seg_13	ana_seg_13
4	I/O	GPIO1_8	timer4_c1	digit_seg_8	ana_seg_8
5	I/O	复位			
6	P	电源			
7	P	电源			
8	I/O	GPIO0_6	timer3_c2	spim_txd	AIN[8]
9	I/O	GPIO0_5	timer3_c1	spim_ssn0	AIN[7]
10	I/O	GPIO0_3	UART1_SOUT	rf_int	AIN[5]
11	I/O	GPIO0_4	timer3_c0	spim_clk	AIN[6]
12	I/O	GPIO0_2	UART1_SIN	rf_ce	AIN[4]
13	I/O	GPIO0_14	timer4_c1	GPIO1_0	AIN[2]
14	P	电源			
15	P	电源			
16	I/O	V25_PA			
17	I/O	RFN			
18	I/O	RFP			
19	I/O	SWCLK	GPIO0_0	clk_irda	I2C_SCL
20	I/O	GPIO0_1	UART0_SOUT	irda0_sir_out_n	timer1_c1
21	I/O	GPIO0_0	UART0_SIN	irda0_sir_in	timer1_c0
22	P	电源			
23	I/O	SWIO	GPIO0_1	spi_flash_csn_3	I2C_SDA
24	I/O	XTAL_I_16M			
25	I/O	XTAL_O_16M			
26	P	电源			
27	I/O	GPIO1_1	timer3_c2	digit_seg_1	ana_seg_1
28	I/O	GPIO1_7	timer4_c0	digit_seg_7	ana_seg_7

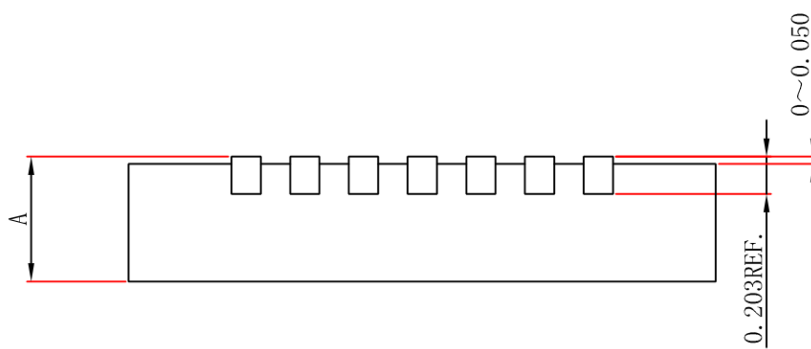
## 5 封装参数

QFN28

**TOP VIEW**



**BOTTOM VIEW**



**SIDE VIEW**

	MIN.	NORM.	MAX.
A	0.700	0.750	0.800
	0.800	0.850	0.900

## 6 订购信息

表 6-1 订购信息

Part Number	Package	Ambient Temperature
NF3228-CI	4mm x 4mm QFN28-EPAD (Pb-Free)	-40°C~+85°C (Industrial)