



复旦微电子

# ***FM11NC08***

## ***NFC 通道芯片***

技术手册

---

**2019. 10**



本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。

在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。

采购方对于选择与使用本文描述的复旦微电子的产品和服务全权负责，复旦微电子不承担采购方选择与使用本文描述的产品和服务的责任。除非以书面形式明确地认可，复旦微电子的产品不推荐、不授权、不担保用于包括军事、航空、航天、救生及生命维持系统在内的，由于失效或故障可能导致人身伤亡、严重的财产或环境损失的产品或系统中。

未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsh.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

## 商 标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。

# 章节列表

|  |    |
|--|----|
| 章节列表 .....                               | 3  |
| 表目录 .....                                | 5  |
| 图目录 .....                                | 6  |
| 1 说明 .....                               | 7  |
| 2 产品综述 .....                             | 8  |
| 2.1 产品简介 .....                           | 8  |
| 2.2 产品特点 .....                           | 8  |
| 2.3 结构框图 .....                           | 9  |
| 2.4 引脚说明 .....                           | 9  |
| 2.4.1 SPI 接口版本 .....                     | 9  |
| 2.4.2 I2C 接口版本 .....                     | 10 |
| 3 功能描述 .....                             | 11 |
| 3.1 总体描述 .....                           | 11 |
| 3.2 存储器 .....                            | 11 |
| 3.2.1 概述 .....                           | 11 |
| 3.2.2 组织结构 .....                         | 11 |
| 3.2.3 UID/Serial Number .....            | 13 |
| 3.2.4 接触端锁定位 .....                       | 13 |
| 3.2.5 双界面访问权限仲裁 .....                    | 14 |
| 3.3 寄存器 .....                            | 15 |
| 3.3.1 概述 .....                           | 15 |
| 3.3.2 系统寄存器列表 .....                      | 15 |
| 3.3.3 系统寄存器详细定义 .....                    | 15 |
| 3.4 电源管理 .....                           | 21 |
| 3.4.1 概述 .....                           | 21 |
| 3.4.2 电源方案 .....                         | 21 |
| 3.4.3 上电流程 .....                         | 22 |
| 4 应用指南 .....                             | 23 |
| 4.1 总体描述 .....                           | 23 |
| 4.2 I <sup>2</sup> C .....               | 23 |
| 4.2.1 概述 .....                           | 23 |
| 4.2.2 I2C 接口上电唤醒 .....                   | 23 |
| 4.2.3 接口时序 .....                         | 23 |
| 4.2.4 I <sup>2</sup> C 接口工作流程 .....      | 25 |
| 4.2.5 I <sup>2</sup> C 接口对片内存储器的访问 ..... | 27 |
| 4.3 SPI .....                            | 28 |
| 4.3.1 概述 .....                           | 28 |
| 4.3.2 命令编码 .....                         | 28 |
| 4.3.3 SPI 接口上电唤醒 .....                   | 28 |
| 4.3.4 通过 SPI 接口与主控 MCU 的连接方式 .....       | 28 |
| 4.3.5 接口时序 .....                         | 29 |
| 4.3.6 SPI 对片内存储器的访问 .....                | 29 |
| 4.4 NFC 数据交换 .....                       | 31 |
| 4.4.1 概述 .....                           | 31 |
| 4.4.2 ISO14443-3 模式 (Level-3) .....      | 31 |
| 4.4.3 ISO14443-4 模式 (Level-4) .....      | 32 |



|       |                                |    |
|-------|--------------------------------|----|
| 4.4.4 | AFE 透明传输模式 (Transparent) ..... | 33 |
| 4.4.5 | 通过 FIFO 进行 NFC 通信操作说明 .....    | 34 |
| 4.5   | 中断系统 .....                     | 34 |
| 4.6   | 非接触端口访问 EEPROM .....           | 34 |
| 4.6.1 | 概述 .....                       | 34 |
| 4.6.2 | 私有指令操作流程 .....                 | 35 |
| 4.6.3 | 私有指令列表 .....                   | 36 |
| 4.7   | 场能量对外供电 .....                  | 37 |
| 4.7.1 | 概述 .....                       | 37 |
| 4.7.2 | 应用配置 .....                     | 37 |
| 4.7.3 | 推荐使用流程 .....                   | 38 |
| 4.8   | 典型应用电路 .....                   | 38 |
| 4.8.1 | 非对外供电应用 .....                  | 38 |
| 4.8.2 | 对外供电应用 .....                   | 39 |
| 5     | 电气参数 .....                     | 41 |
| 5.1   | 极限额定参数 .....                   | 41 |
| 5.2   | 推荐工作条件 .....                   | 41 |
| 5.3   | 电参数 .....                      | 41 |
| 5.3.1 | 管脚电参数 .....                    | 41 |
| 5.3.2 | 芯片电参数 .....                    | 42 |
| 5.3.3 | SPI 接口交流参数 .....               | 42 |
| 5.3.4 | I2C 接口交流参数 .....               | 43 |
| 5.4   | 存储器参数 .....                    | 44 |
| 6     | 订货信息 .....                     | 45 |
| 7     | 封装信息 .....                     | 46 |
| 7.1   | DFN10 封装 .....                 | 46 |
|       | 版本信息 .....                     | 47 |
|       | 上海复旦微电子集团股份有限公司销售及网点 .....     | 48 |



# 表目录

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 表 2-1 FM11NC08S DFN10 封装引脚列表 .....   | 10 |
| 表 2-2 FM11NC08I DFN10 封装引脚列表 .....   | 10 |
| 表 3-1 系统寄存器 .....                    | 15 |
| 表 4-1 I2C 接口访问模式 .....               | 25 |
| 表 4-2 SPI 接口命令编码 .....               | 28 |
| 表 4-3 NFC 相关 EEPROM 配置项 .....        | 32 |
| 表 4-4 NFC 配置项详细说明 .....              | 32 |
| 表 4-5 私有指令和 ISO14443-4 数据帧格式区分 ..... | 35 |
| 表 4-6 私有指令定义列表 .....                 | 37 |
| 表 4-7 场能量对外供电配置项 .....               | 37 |
| 表 4-8 可配置 LDO 建立时间 .....             | 38 |
| 表 5-1 FM11NC08 极限额定参数【1】 .....       | 41 |
| 表 5-2 FM11NC08 推荐工作条件 .....          | 41 |
| 表 5-3 管脚电参数 .....                    | 41 |
| 表 5-4 芯片电参数 .....                    | 42 |
| 表 5-5 SPI 接口交流参数 .....               | 42 |
| 表 5-6 I2C 接口交流参数 .....               | 43 |
| 表 5-7 存储器参数 .....                    | 44 |

# 图目录

|  |    |
|--|----|
| 图 2-1 FM11NC08 结构框图 .....              | 9  |
| 图 2-2 FM11NC08S DFN10 封装图 .....        | 9  |
| 图 2-3 FM11NC08I DFN10 封装图 .....        | 10 |
| 图 3-1 EEPROM 存储空间分配 .....              | 12 |
| 图 3-2 UID/SERIAL NUMBER .....          | 13 |
| 图 3-3 接触端锁定位定义 .....                   | 14 |
| 图 3-4 芯片电源方案 .....                     | 21 |
| 图 4-1 I2C 总线时序 .....                   | 23 |
| 图 4-2 数据有效时序 .....                     | 24 |
| 图 4-3 起始 (START) 与停止 (STOP) 命令定义 ..... | 24 |
| 图 4-4 输出应答 (ACK) .....                 | 24 |
| 图 4-5 典型的主机向从机发送数据流图 .....             | 25 |
| 图 4-6 典型的主机从从机读取数据流图 .....             | 26 |
| 图 4-7 典型的双向数据读写流图 .....                | 26 |
| 图 4-8 FM11NC08S 通过 SPI 与 MCU 互联 .....  | 29 |
| 图 4-9 SPI 数据/时钟时序图 (CPHA=1) .....      | 29 |
| 图 4-10 SPI 向 FM11NC08S 写入单字节 .....     | 29 |
| 图 4-11 SPI 向 FM11NC08S 写入多字节 .....     | 30 |
| 图 4-12 SPI 从 FM11NC08S 读出单字节 .....     | 30 |
| 图 4-13 SPI 启动 EEPROM 擦写 .....          | 30 |
| 图 4-14 ISO14443-3 模式通信示意图 .....        | 31 |
| 图 4-15 ISO14443-4 模式通信示意图 .....        | 33 |
| 图 4-16 私有指令访问 EEPROM 操作流程 .....        | 36 |
| 图 7-1 DFN10 封装尺寸图 .....                | 46 |



# 1 说明

本文档为 FM11NC08 芯片技术手册。FM11NC08 是复旦微电子公司开发的符合 ISO/IEC14443—A 协议的 NFC 通道芯片。FM11NC08 分为两种子类型：FM11NC08S 和 FM11NC08I。请联系复旦微电子公司提供更多相关文档支持详细设计开发。

## 2 产品综述

### 2.1 产品简介

FM11NC08 是复旦微电子公司开发的符合 ISO/IEC14443—A 协议的 NFC 通道芯片。FM11NC08 分为两种子类型：FM11NC08S 和 FM11NC08I，FM11NC08S 可完成 SPI 接口和 NFC 非接触接口之间的数据交互，FM11NC08I 可完成 I2C 接口和 NFC 非接触接口之间的数据交互。

- FM11NC08 可以为只有接触接口的通用 MCU 提供一个非接触通道，使通用 MCU 可以和读卡器或 NFC 手机进行实时的数据交互。非接触端口数据传输速率可达到 848Kbps。
- FM11NC08 内置 8Kbit EEPROM，可用于通用 MCU 和 NFC 手机之间的非实时的数据交互，比如：由 NFC 手机向 EEPROM 中写入配置信息，通用 MCU 空闲时再进行读取；或者设备运行的 LOG 文件定时写入 EEPROM 中，NFC 手机可以在设备不上电的情况下读取 LOG 文件。
- FM11NC08 配合外部主控 MCU，作为 NFC FORUM Type2 Tag 使用的过程中会有手机兼容性问题，因为芯片收到 HALT 指令之后，这条指令芯片不能自动跳回 HALT 状态，会将指令收进芯片 FIFO，所以在一些无法兼容非准卡的 NFC 手机上会出现兼容性问题。对有些做了非标准卡兼容功能的 NFC 手机使用没有问题。
- FM11NC08 配合外部主控 MCU，可以作为 NFC FORUM Type4 Tag 使用。

### 2.2 产品特点

- 通讯协议：ISO/IEC 14443—A
- 工作频率：13.56MHz
- 内置 8k bits EEPROM（用户区 7200 bit）
- 三种通道工作模式可选择：ISO14443-3 模式、ISO14443-4 模式、AFE 透明传输模式
- 非接触端具有防冲突功能
- 非接触数据传输速率：106、212、424、848Kbps
- 非接触端采用 16bit CRC 保证数据完整性
- 非接触端 7 bytes UID，两重防冲突
- 非接触端内置 50pF 谐振电容
- 接触端口零待机功耗
- 接触端口宽工作电压范围
- 接触接口协议支持 I2C 或者 SPI
- I2C 最大时钟频率：1M bps
- SPI 最大时钟频率：10M bps
- 灵活可配置的中断输出
- 双界面共享的 32 字节数据缓存 FIFO
- 场能量对外供电功能，输出电压可配置





## 2.3 结构框图

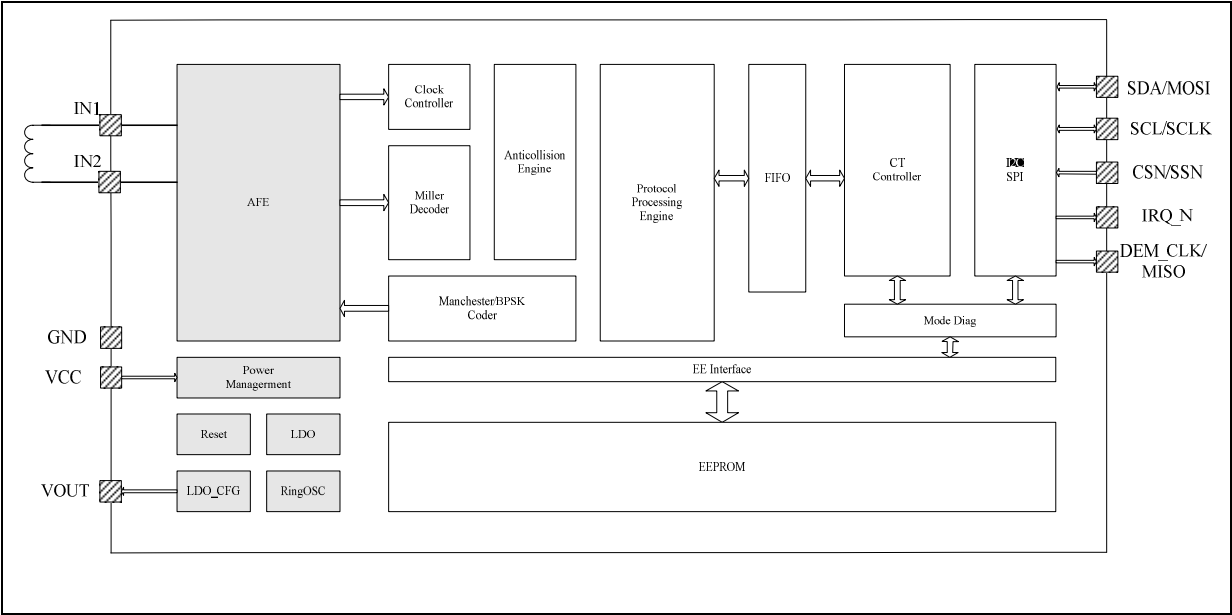


图 2-1 FM11NC08 结构框图

## 2.4 引脚说明

### 2.4.1 SPI 接口版本

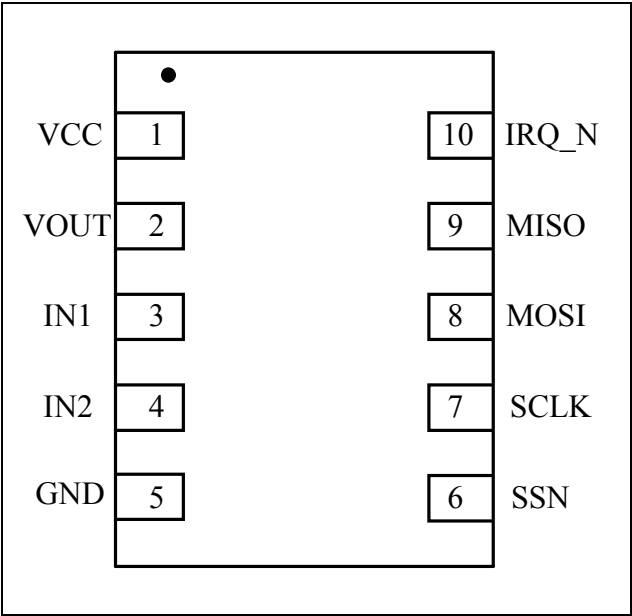


图 2-2 FM11NC08S DFN10 封装图

| 编号 | 管脚名称 | 管脚类型  | 说明         |
|----|------|-------|------------|
| 1  | VCC  | 电源    | 接触界面的电源    |
| 2  | VOUT | 模拟输出  | 场能量整流稳压后输出 |
| 3  | IN1  | 模拟 IO | 射频天线引脚     |

| 编号 | 管脚名称  | 管脚类型      | 说明                            |
|----|-------|-----------|-------------------------------|
| 4  | IN2   | 模拟 IO     | 射频天线引脚                        |
| 5  | GND   | 地         | 芯片地                           |
| 6  | SSN   | 数字输入      | SPI 接口片选使能信号（低有效）             |
| 7  | SCLK  | 数字输入      | SPI 时钟输入                      |
| 8  | MOSI  | 数字输入/开漏输出 | SPI 数据输入，AFE 透传模式下为回发信号输入。    |
| 9  | MISO  | 数字输出      | SPI 数据输出，AFE 透传模式下输出场恢复时钟信号。  |
| 10 | IRQ_N | 开漏输出      | 中断信号输出（低有效），AFE 透传模式下输出解调的数据。 |

表 2-1 FM11NC08S DFN10 封装引脚列表

## 2.4.2 I2C 接口版本

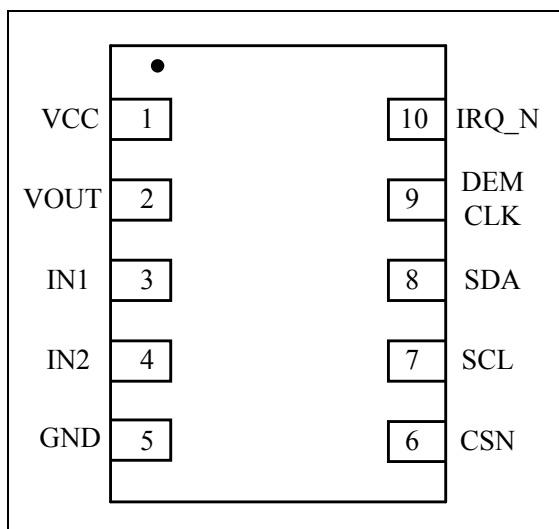


图 2-3 FM11NC08I DFN10 封装图

| 编号 | 管脚名称    | 管脚类型      | 说明  |
|----|---------|-----------|---|
| 1  | VCC     | 电源        | 接触界面的电源   |
| 2  | VOUT    | 模拟输出      | 场能量整流稳压后输出                                      |
| 3  | IN1     | 模拟 IO     | 射频天线引脚  |
| 4  | IN2     | 模拟 IO     | 射频天线引脚  |
| 5  | GND     | 地         | 芯片地   |
| 6  | CSN     | 数字输入      | 接触端电源开关使能信号（低有效）                                |
| 7  | SCL     | 数字输入      | I2C 时钟信号端口                                      |
| 8  | SDA     | 数字输入/开漏输出 | I2C 数据信号输出端口，AFE 透传模式下为回发信号输入。                  |
| 9  | DEM_CLK | 数字输出      | AFE（Analog Front End）透传模式下输出场恢复时钟信号，其他模式下为三态输出。 |
| 10 | IRQ_N   | 开漏输出      | 中断信号输出（低有效，开漏），AFE 透传模式下输出解调的数据。                |

表 2-2 FM11NC08I DFN10 封装引脚列表

## 3 功能描述

### 3.1 总体描述

FM11NC08 芯片由三部分构成：

- 射频模拟前端电路
- 数字逻辑电路
- 非易失性存储器（EEPROM）

射频模拟前端电路完成非接触端数据的解调和回发，为整个芯片提供稳定的时钟，完成双界面电源管理，完成接触界面的数据输入和输出。

数字逻辑电路完成非接触协议的处理，FIFO 的控制和双界面数据的交互，并控制 EEPROM 的读写操作。

EEPROM 提供高可靠的数据存储。

### 3.2 存储器

#### 3.2.1 概述

FM11NC08 内置 8Kbit 的 EEPROM 存储器，存储空间可由非接触和接触两个界面分别访问。

#### 3.2.2 组织结构

##### 3.2.2.1 非接触界面

在非接触界面下，FM11NC08 的 EEPROM 以 4 字节为 1 个 page 来组织，扣除制造商信息区和配置信息区后，用户可以使用的数据空间为 page 03h~E3h，总计 225pages，即 900 字节。E4h~F3h 为芯片配置信息，F4h~FFh 为制造商保留信息，整体空间划分示意图如下：

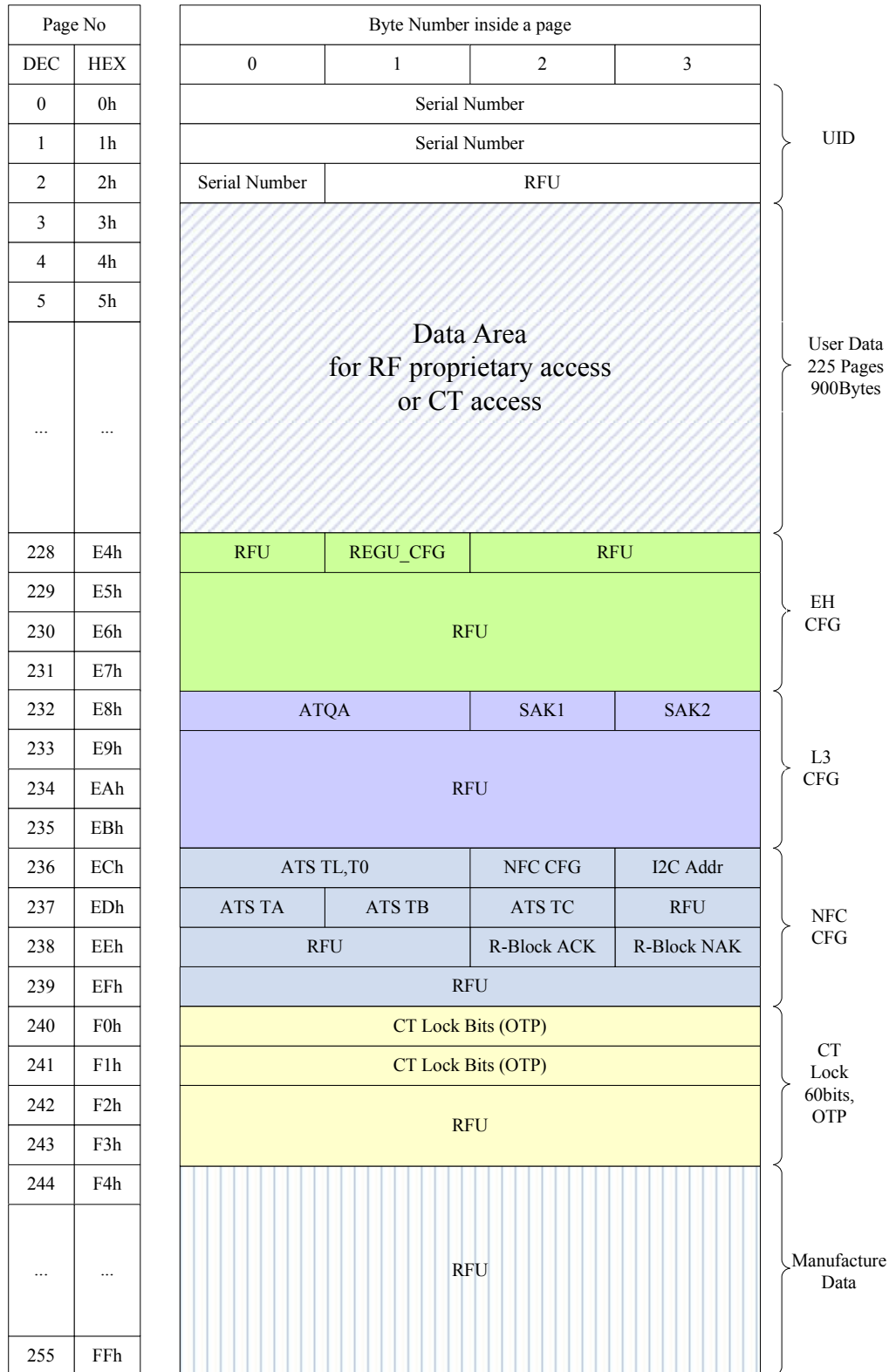


图 3-1 EEPROM 存储空间分配

上图中各区域的详细访问权限和说明参见下表：

| 存储区域 | 地址范围 (Byte) | CT 访问 | RF 访问 | 功能说明          |
|------|-------------|-------|-------|---------------|
| UID  | 0000h~000Bh | F     | F     | ISO14443A UID |
| Data | 000Ch~038Fh | RWL   | RW    | 用户数据          |

| 存储区域    | 地址范围 (Byte) | CT 访问 | RF 访问 | 功能说明                           |
|---------|-------------|-------|-------|--------------------------------|
| EH CFG  | 0390h~039Fh | RWL   | F     | 场能量对外供电 (Energy Harvesting) 配置 |
| L3 CFG  | 03A0h~03AFh | RWL   | F     | ISO14443A-3 配置                 |
| NFC CFG | 03B0h~03BFh | RWL   | F     | NFC 配置                         |
| CT Lock | 03C0h~03CFh | RWL   | F     | 接触端写 EE 的 Lock 位               |

说明:

F – Forbidden

R – Read

W – Write

L – Writing can be Locked

### 3.2.2.2 接触界面

在接触界面下, FM11NC08 的 EEPROM 以 16 字节为 1 个 page 来组织。配置信息和用户数据空间所在的字节地址是与非接触界面完全一样的, 只是接触接口可以一次向 EEPROM 写入 1~16 字节数据 (最多写满一页, 页内地址 0x0~0xF)。

接触接口写 EEPROM 时采用页内地址绕回策略, 一次写操作无法跨越单页范围, 当写入地址达到页边界时, 后续写入将绕回到页起始地址。假设接触口写 EEPROM 起始地址位于页内地址 0xF, 连续写入 2 字节, 实际 EEPROM 被依次写入的是当前页的 0xF 和 0x0 地址。

### 3.2.3 UID/Serial Number

每颗芯片独有的 7 字节序列号 (UID) 及其 2 字节校验码存放在 EEPROM 的最低地址, 包括 Block0、Block1 和 Block2 的第一字节。UID 在出厂时写入, 用户不能改写。

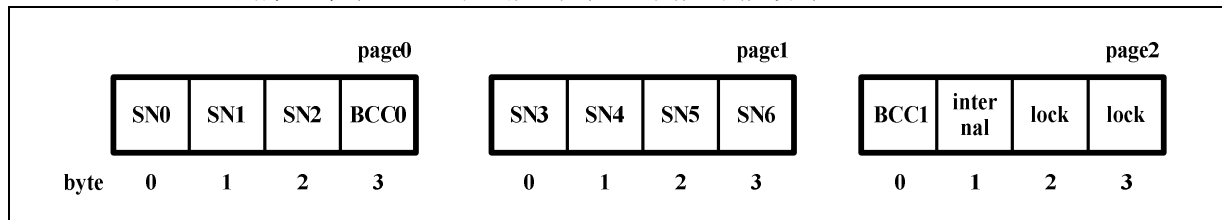


图 3-2 UID/Serial Number

根据 ISO14443-3 校验字节 BCC0 定义为  $CT \oplus SN0 \oplus SN1 \oplus SN2$ , 而 BCC1 定义为  $SN3 \oplus SN4 \oplus SN5 \oplus SN6$ 。

SN0 保存复旦微电子公司的制造商代码。

### 3.2.4 接触端锁定位

为了避免接触端对 EEPROM 内容的误改写, 可以通过 CT Lock Bits 将特定地址的 EEPROM 置于写保护的状态下, 相应的 EEPROM 存储单元一旦被写保护就不能再被擦写。CT Lock Bits 位于 EEPROM 特定位置 (参见上节), 且实现为 OTP (One-Time-Programmable), 因此 CT Lock Bits 中的位一旦被改写为 1, 将不能再改写成 0, 也即 EEPROM 对应地址空间一旦被锁定将不能再解锁。

CT Lock Bits 固定位于 EEPROM 的第 F0h 和 F1h 页 (4Bytes per Page), 每 Bit 用来锁定一个 Block (16Bytes per Block), Lock Bits 的分配关系如下图所示:

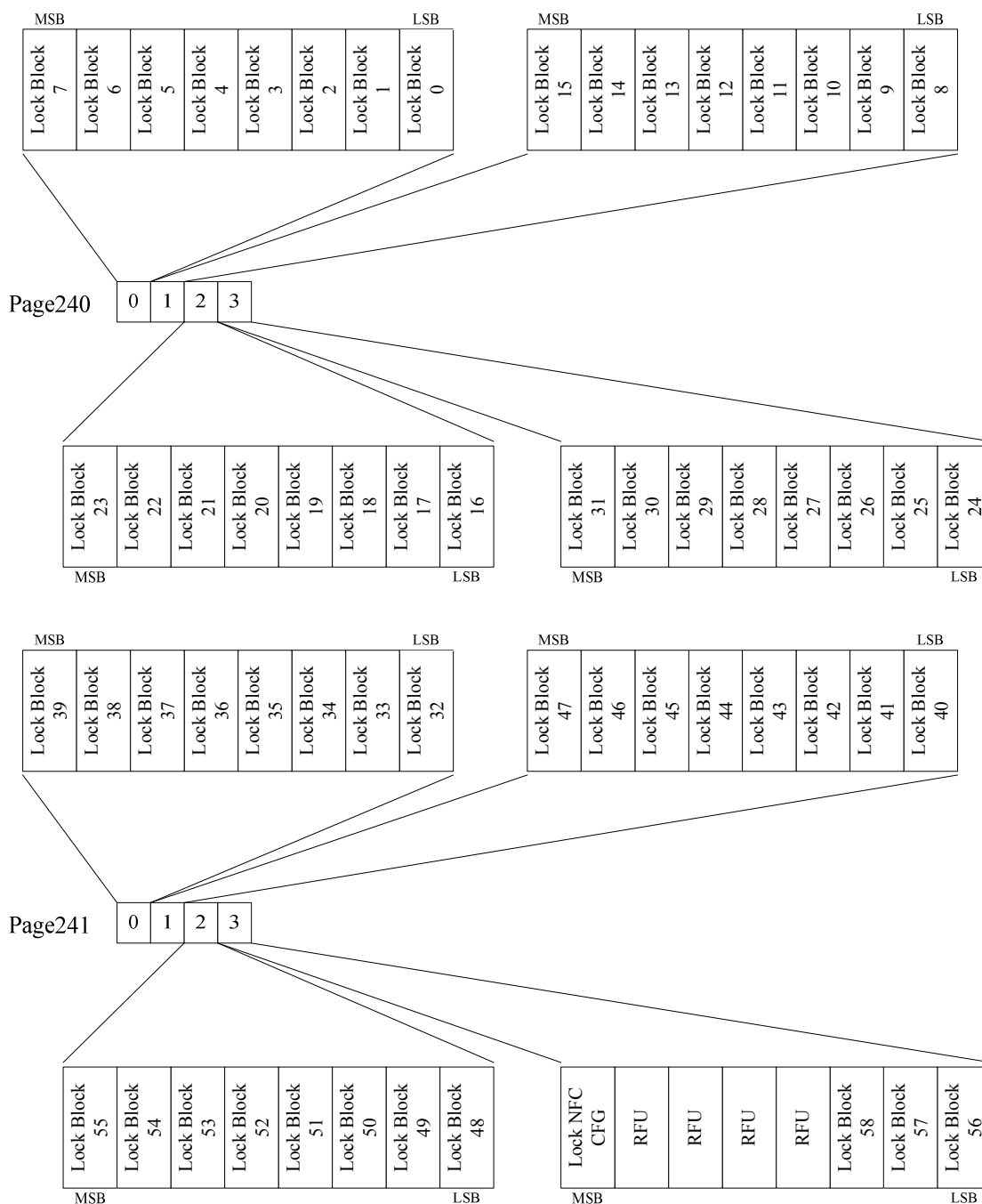


图 3-3 接触端锁定位定义

关于接触端锁定位需要注意以下几点：

- FM11NC08 的 EEPROM 共包含 64Blocks（256Pages），其中 Block61~63 用户无法改写
- Block60 为 CT Lock Bits 所在 Block，OTP 属性
- Block0~59 的接触端写权限由 CT Lock Bits 控制，每 bit 对应一个 Block
- Block59 为 NFC CFG Block，其锁定位位于 Lock Bits 的最高位
- CT Lock Bits 本身只能由接触端改写，非接端无法改写
- CT Lock Bits 的写保护功能只对接触端访问有效

### 3.2.5 双界面访问权限仲裁

由于 FM11NC08 的接触口和 RF 非接口都可以读写 EEPROM，存在双界面同时访问 EEPROM 导致冲突的可能性，因此有以下仲裁机制：

- 仲裁仅在双界面同时访问 EEPROM 时发生，FIFO 本身就允许双界面同时访问
- 仲裁基本原则是接触优先，EEPROM 擦写优先
- 只要非接端不在擦写 EEPROM，接触口激活后立即接管 EEPROM 访问权限
- 如果非接端正在擦写 EEPROM，则接触口无法打断非接端的擦写操作，需等待擦写完成后才能接管访问权限。

## 3.3 寄存器

### 3.3.1 概述

FM11NC08 的寄存器是指接触端可以直接访问的控制和配置寄存器。

### 3.3.2 系统寄存器列表

系统寄存器的地址空间是 FFF0H~FFFEH，地址分配如表 3-1 所示。各寄存器的具体定义参见相关功能模块章节。

| I2C 地址  | SPI 地址 | 名称            | 功能                                     |
|---------|--------|---------------|--|
| 0xFFFF0 | 0000   | FIFO_ACCESS   | MCU 读写 FIFO 的入口地址, SPI 读写 FIFO 使用专用指令码 |
| 0xFFFF1 | 0001   | FIFO_FLUSH    | 供 MCU 清空 FIFO 内容                       |
| 0xFFFF2 | 0010   | FIFO_WORDCNT  | 供 MCU 查询 FIFO 剩余字节                     |
| 0xFFFF3 | 0011   | RF_STATUS     | 非接触口工作状态                               |
| 0xFFFF4 | 0100   | RF_TXEN       | 非接触口回发使能                               |
| 0xFFFF5 | 0101   | RF_BAUD       | 非接触口通信波特率选择                            |
| 0xFFFF6 | 0110   | RF_RATS       | 非接触口通信收到的 RATS 数据                      |
| 0xFFFF7 | 0111   | MAIN_IRQ      | 主要中断标志寄存器                              |
| 0xFFFF8 | 1000   | FIFO_IRQ      | FIFO 中断标志寄存器                           |
| 0xFFFF9 | 1001   | AUX_IRQ       | 辅助中断标志寄存器                              |
| 0xFFFFA | 1010   | MAIN_IRQ_MASK | 主中断屏蔽寄存器                               |
| 0xFFFFB | 1011   | FIFO_IRQ_MASK | FIFO 中断屏蔽寄存器                           |
| 0xFFFFC | 1100   | AUX_IRQ_MASK  | 辅助中断屏蔽寄存器                              |
| 0xFFFFD | 1101   | NFC_CFG       | NFC 配置寄存器                              |
| 0xFFFFE | 1110   | REGU_CFG      | LDO_CFG 配置寄存器                          |

表 3-1 系统寄存器

### 3.3.3 系统寄存器详细定义

#### 3.3.3.1 符号与规则

|             |   |                       |
|-------------|---|-----------------------|
| Name        | : | 寄存器名称                 |
| Address     | : | 寄存器地址（I2C 和 SPI 地址不同） |
| Field       | : | 位域                    |
| Description | : | 功能描述                  |
| Reset       | : | 复位值                   |
| Access      | : | 接触口访问权限               |
| R           | : | 可读                    |
| W           | : | 可写                    |
| RW          | : | 可读可写                  |
| Dy          | : | 硬件动态置位                |
| RC          | : | 总线读清零                 |





|      |   |   |
|------|---|---|
| PCD  | : | 非接触读卡设备 (proximity coupling device)                                       |
| MCU  | : | 与本芯片接触接口相连的外部主控 MCU   |
| PPS  | : | 协议参数选择 (Protocol and Parameter Selection)<br>详见 ISO/IEC 14443-4 协议        |
| FSDI | : | Frame Size for proximity coupling Device Integer<br>详见 ISO/IEC 14443-4 协议 |
| RATS | : | Request for Answer To Select<br>详见 ISO/IEC 14443-4 协议                     |

### 3.3.3.2 FIFO\_ACCESS

| Name: FIFO 访问寄存器            |   |       |        |
|-----------------------------|---|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF0/0000 |   |       |        |
| Field                       | Description   | Reset | Access |
| 7:0                         | fifo_data<br>主控 MCU 向此地址写数据时硬件 push<br>FIFO, 读此地址时硬件 pop FIFO | 8'h0  | RW     |

### 3.3.3.3 FIFO\_FLUSH

| Name: FIFO 清零寄存器            |  |       |        |
|-----------------------------|--|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF1/0001 |  |       |        |
| Field                       | Description  | Reset | Access |
| 7:0                         | fifo_flush<br>向此地址写任意数据时硬件自动刷新 FIFO,<br>复位读写指针并清除所有标志; 读出无意义 | 8'h0  | W      |

### 3.3.3.4 FIFO\_WORDCNT

| Name: FIFO 水平线寄存器           |   |       |        |
|-----------------------------|---|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF2/0010 |   |       |        |
| Field                       | Description                             | Reset | Access |
| 7:6                         | Not Implemented                         |       |        |
| 5:0                         | fifo_wordcnt<br>FIFO 中剩余的字节数, 取值范围 0~32 | 6'h0  | R      |

### 3.3.3.5 RF\_STATUS

| Name: 非接触口工作状态寄存器           |   |       |        |
|-----------------------------|---|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF3/0011 |   |       |        |
| Field                       | Description   | Reset | Access |
| 7:5                         | RF_STATE<br>显示非接触端内部状态<br>000: IDLE<br>001: READY<br>010: ACTIVE<br>011: AUTHENTICATED<br>100: HALT<br>101: L4<br>Others: RFU | 2'h0  | R      |
| 4:3                         | Not Implemented   |       |        |



|   |  |      |   |
|---|--|------|---|
| 2 | NFC_DIR<br>通信方向,<br>1: PCD->MCU, 0: MCU->PCD | 1'b1 | R |
| 1 | RF_RX<br>非接触口接收数据标志位, 1 表示正在接收               | 1'b0 | R |
| 0 | RF_TX<br>非接触口回发标志位, 1 表示正在回发                 | 1'b0 | R |

### 3.3.3.6 RF\_TXEN

| Name: 非接回发使能                |   |       |        |
|-----------------------------|---|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF4/0100 |   |       |        |
| Field                       | Description   | Reset | Access |
| 7:0                         | rf_txen<br>主控 MCU 向此地址写 0x55 时触发非接触口回发数据。MCU 先向 FIFO 写入数据, 然后通过此寄存器使能 RF 回发, 硬件会自动回发直到 FIFO 空, 在回发过程中 MCU 可以不断向 FIFO 填入新的数据, 以延长回发数据长度。 | 8'h0  | W      |

### 3.3.3.7 RF\_BAUD

| Name: 非接触端口波特率选择            |  |       |        |
|-----------------------------|--|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF5/0101 |  |       |        |
| Field                       | Description  | Reset | Access |
| 7:4                         | RFUI   | 4'h0  | RW     |
| 3:2                         | rftx_baud<br>发送波特率选择<br>00: 106K<br>01: 212K<br>10: 424K<br>11: 848K<br>ISO14443-4 协议模式下波特率由读卡器通过 PPS 配置, 接触端口只可读不可改写; ISO14443-3 协议模式和透传模式下可以由接触端口改写。 | 4'h0  | RW     |
| 1:0                         | rfrx_baud<br>接收波特率选择<br>00: 106K<br>01: 212K<br>10: 424K<br>11: 848K<br>ISO14443-4 协议模式下波特率由读卡器通过 PPS 配置, 接触端口只可读不可改写; ISO14443-3 协议模式和透传模式下可以由接触端口改写。 | 4'h0  | RW     |

### 3.3.3.8 RF\_RATS

| Name: 非接触端口回发使能             |             |       |        |
|-----------------------------|-------------|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF6/0110 |             |       |        |
| Field                       | Description | Reset | Access |

|     |   |      |   |
|-----|---|------|---|
| 7:4 | FSDI<br>PCD 发送的 RATS 中的 FSDI 信息, 指定 PCD 能够接收的最大帧长 | 4'h0 | R |
| 3:0 | CID<br>PCD 发送的 RATS 中的 Card ID 码                  | 4'h0 | R |

### 3.3.3.9 MAIN\_IRQ

| Name: 主中断标志寄存器              |  |       |        |
|-----------------------------|--|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF7/0111 |  |       |        |
| Field                       | Description  | Reset | Access |
| 7                           | rf_pwon<br>射频上电中断标志, 芯片进场后置位   | 1'b0  | Dy/RC  |
| 6                           | active_flag<br>ISO14443-3 选卡 (Select) 完成中断标志   | 1'b0  | Dy/RC  |
| 5                           | rx_start<br>ISO14443-3 选卡 (Select) 完成后开始接收数据, FIFO 从空到不空                             | 1'b0  | Dy/RC  |
| 4                           | rx_done<br>当前数据帧接收完成   | 1'b0  | Dy/RC  |
| 3                           | tx_done<br>当前数据帧回发完成   | 1'b0  | Dy/RC  |
| 2                           | arbit_flag<br>仲裁冲突中断, 当非接触口访问 EEPROM 时, 如果接触口试图访问 EEPROM 则触发中断                       | 1'b0  | Dy/RC  |
| 1                           | fifo_flag<br>FIFO 中断标志, 此位置“1”表示有 FIFO 中断产生, MCU 应去查询 FIFO 中断标志寄存器                   | 1'b0  | Dy/R   |
| 0                           | aux_flag<br>辅助中断标志, 此位置“1”表示有辅助中断产生, MCU 应去查询辅助中断标志寄存器<br>此位表示 AUX_IRQ 各 bit 的或逻辑结果。 | 1'b0  | Dy/R   |

### 3.3.3.10 FIFO\_IRQ

| Name: FIFO 中断标志寄存器          |   |       |        |
|-----------------------------|---|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF8/1000 |   |       |        |
| Field                       | Description   | Reset | Access |
| 7:4                         | Not Implemented   |       |        |
| 3                           | fifo_wl<br>FIFO 水平线中断: 接收时当 FIFO 内数据增加到 24 字节时触发中断 (渐满); 发送时当 FIFO 数据减少到 8 字节时触发中断 (渐空) | 1'b0  | Dy/RC  |
| 2                           | fifo_ovflow<br>FIFO 溢出标志 (包含上溢出和下溢出)  | 1'b0  | Dy/RC  |
| 1                           | fifo_full<br>FIFO 满中断   | 1'b0  | Dy/RC  |
| 0                           | fifo_empty<br>FIFO 空中断<br>注意: 系统刚上电时就会产生 FIFO 空中断, 用户可以先读此寄存器清除空中断或直接 mask              | 1'b0  | Dy/RC  |

## 3.3.3.11 AUX\_IRQ

| Name: 辅助中断标志寄存器             |  |       |        |
|-----------------------------|--|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFF9/1001 |  |       |        |
| Field                       | Description  | Reset | Access |
| 7                           | ee_prog_done<br>EEPROM 编程完成中断                        | 1'b0  | Dy/RC  |
| 6                           | ee_prog_error<br>EEPROM 编程错误中断（权限错误）                 | 1'b0  | Dy/RC  |
| 5                           | parity_error<br>非接触端接收到的数据奇偶校验错误，仅在通过 FIFO 进行数据交互时有效 | 1'b0  | Dy/RC  |
| 4                           | crc_error<br>RF 接收到的 CRC 校验错误，仅在通过 FIFO 进行数据交互时有效    | 1'b0  | Dy/RC  |
| 3                           | framing_error<br>RF 接收出现帧格式错误，仅在通过 FIFO 进行数据交互时有效    | 1'b0  | Dy/RC  |
| 2:0                         | RFU  |       |        |

## 3.3.3.12 MAIN\_IRQ\_MASK

| Name: 主中断标志屏蔽寄存器            |  |       |        |
|-----------------------------|--|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFFA/1010 |  |       |        |
| Field                       | Description  | Reset | Access |
| 7                           | pwon_mask<br>上电时从 EEPROM 中读取，接触接口可以改写                      | 1'b0  | RW     |
| 6                           | l4_active_mask<br>上电时从 EEPROM 中读取，接触接口可以改写                 | 1'b0  | RW     |
| 5                           | rx_start_mask<br>1: 屏蔽接收开始中断                               | 1'b0  | RW     |
| 4                           | rx_done_mask<br>1: 屏蔽接收结束中断                                | 1'b0  | RW     |
| 3                           | tx_done_mask<br>1: 屏蔽发送结束中断                                | 1'b0  | RW     |
| 2                           | arbit_mask<br>1: 屏蔽双界面访问仲裁中断                               | 1'b0  | RW     |
| 1                           | fifo_mask<br>1: 屏蔽 FIFO 相关中断<br>上电默认屏蔽 FIFO 中断，避免一上电就发出空中断 | 1'b1  | RW     |
| 0                           | aux_mask<br>1: 屏蔽辅助中断                                      | 1'b0  | RW     |

## 3.3.3.13 FIFO\_IRQ\_MASK

| Name: FIFO 中断标志屏蔽寄存器        |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|
| Address(I2C/SPI): FFFB/1011 |  |  |  |

| Field | Description        | Reset | Access |
|-------|--------------------|-------|--------|
| 7:4   | Not Implemented    |       |        |
| 3     | fifo_wl_mask       | 1'b0  | RW     |
| 2     | fifo_overflow_mask | 1'b0  | RW     |
| 1     | fifo_full_mask     | 1'b0  | RW     |
| 0     | fifo_empty_mask    | 1'b0  | RW     |

### 3.3.3.14 AUX\_IRQ\_MASK

| Name: 辅助中断标志屏蔽寄存器           |                    |       |        |
|-----------------------------|--------------------|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFFC/1100 |                    |       |        |
| Field                       | Description        | Reset | Access |
| 7:5                         | Not Implemented    |       |        |
| 4                           | ee_prog_done_mask  | 1'b0  | RW     |
| 3                           | ee_prog_error_mask | 1'b0  | RW     |
| 2                           | parity_error_mask  | 1'b0  | RW     |
| 1                           | crc_error_mask     | 1'b0  | RW     |
| 0                           | framing_error_mask | 1'b0  | RW     |

注:

以上寄存器写“1”屏蔽相应中断，此结果反映在 MAIN\_IRQ.aux\_flag 中

### 3.3.3.15 NFC\_CFG

| Name: NFC Config            |  |         |        |
|-----------------------------|--|---------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFFD/1101 |  |         |        |
| Field                       | Description  | Default | Access |
| 7                           | Not Implemented  |         |        |
| 6                           | Not Implemented  |         |        |
| 5:4                         | Not Implemented  |         |        |
| 3:2                         | NFC_MODE<br>定义通道工作模式<br>00/11: ISO14443-4 协议模式<br>01: ISO14443-3 协议模式<br>10: AFE 透明传输模式            | 2'b00   | RW     |
| 1                           | IRQ_PWON_MASK<br>是否给出进场上电中断<br>0: RFON 进场上电时给出中断<br>1: 屏蔽进场中断                                      | 1'b0    | RW     |
| 0                           | IRQ_L4_MASK<br>是否在完成 ISO14443-3 选卡并进入 ACTIVE 后给出中断<br>0: 收到 SELECT 回发 SAK 后给出中断<br>1: 屏蔽 ACTIVE 中断 | 1'b0    | RW     |

### 3.3.3.16 REGU\_CFG

| Name: REGU_CFG              |             |       |        |
|-----------------------------|-------------|-------|--------|
| Address(I2C/SPI): FFFE/1110 |             |       |        |
| Field                       | Description | Reset | Access |

|     |  |       |    |
|-----|--|-------|----|
| 7   | RFU  | 1'b0  | RW |
| 6   | RFU  | 1'b0  | RW |
| 5:4 | lim_cfg[1:0]<br>VOUT 输出最大电流限制<br>00: 0.5mA<br>01: 1mA<br>10: 2mA<br>11: No Limit | 2'b00 | RW |
| 3:2 | rreg_cfg<br>LDO_CFG 输出电阻配置   | 2'b00 | RW |
| 1:0 | vreg_cfg<br>LDO_CFG 输出电压配置<br>00: 1.5V<br>01: 1.8V<br>10: 2.5V<br>11: 3.3V       | 2'b00 | RW |

## 3.4 电源管理

### 3.4.1 概述

FM11NC08 电源管理方案的主要特点:

- 双界面电源自动切换，内核单电源工作。
- 可利用 RF 场对片外进行供电，输出电压和输出电流可配置。

### 3.4.2 电源方案

下图是 FM11NC08 芯片的电源方案。VCC 为接触端口电源，通过开关 Switch 与非接触端的整流输出合并为内核主电源，再经过 LDO 稳压后产生内核电源，经过 LDO\_CFG 产生对外供电的电源。

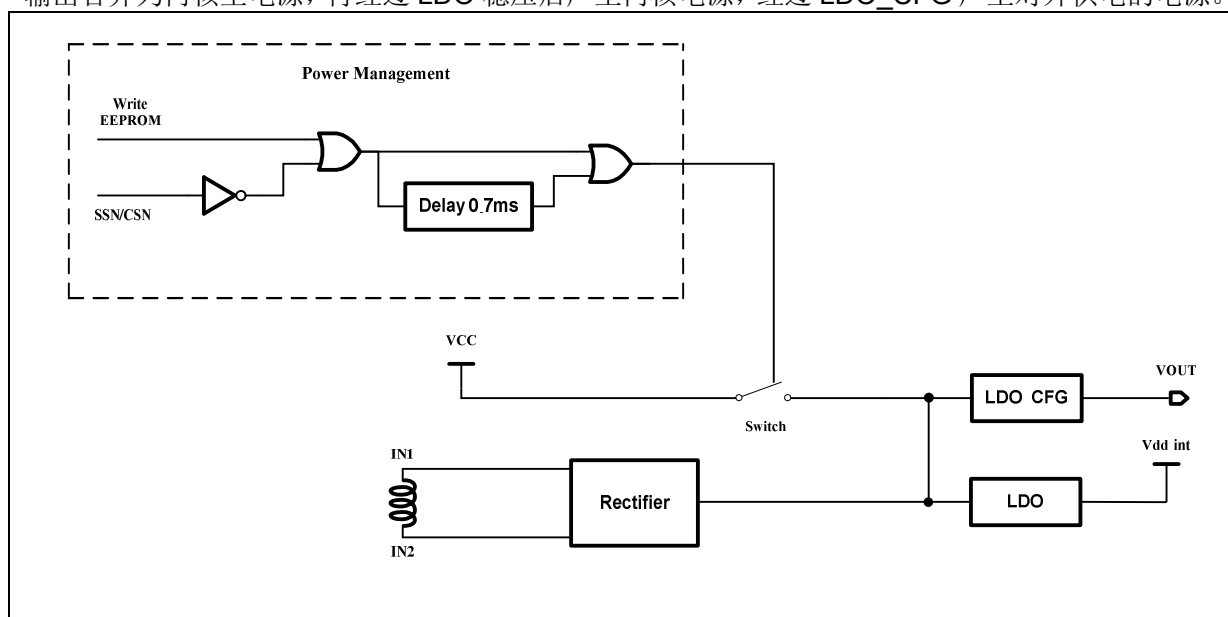


图 3-4 芯片电源方案

在接触端有数据通讯时，接触端电源通过开关给芯片供电，当接触端无数据通讯时，接触端开关关闭，使接触端实现零功耗待机模式。

#### 1. 电源开关判别逻辑:

在 CSN/SSN 选中情况下打开电源开关, 如果是接触端启动对 EEPROM 的擦写操作, 则 Write EEPROM 信号变高, 使此过程中开关保持在闭合状态, 用 delay 单元保证开关的打开和闭合之间有至少 0.7ms 的延迟, 避免单接触界面 (芯片不在 RF 场中) 操作 EEPROM 时, 指令结束和擦写 EEPROM 启动之间芯片下电。

单接触界面操作芯片时, CSN/SSN 需提前至少 100us 使能有效, 以保证芯片上电完成。

#### 2. 接触端零功耗待机:

VCC 下的电路在开关关闭的情况下无直流通路, 实现了零功耗待机模式。

#### 3. 接触端宽电压范围:

单接触界面情况下, 接触端 VCC 的工作电压范围为 1.8V~5.5V。

双界面情况下, 接触端 VCC 的工作电压范围为 1.62V~5.5V

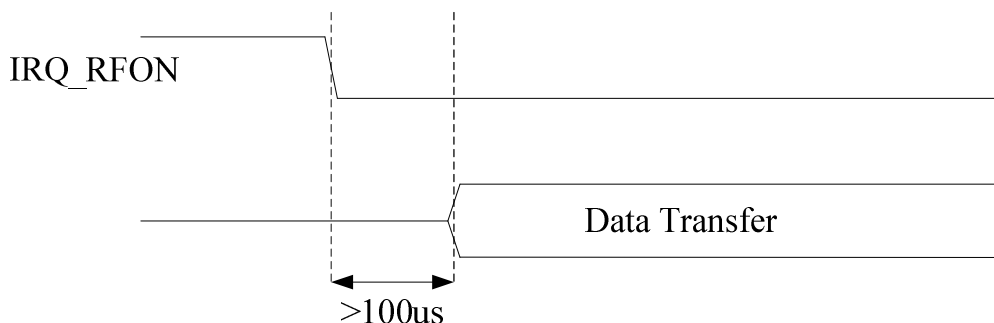
#### 4. 可配置的对外供电能力

芯片支持将场能量输出为外部其他芯片供电, 最大电流输出能力为 5mA, 输出电压 4 档可配置: 3.3V、2.5V、1.8V、1.5V, 以满足不同的 MCU 对供电的要求。供电电流大小可配置。具体参见应用指南章节。

### 3.4.3 上电流程

#### 3.4.3.1 RF 进场上电

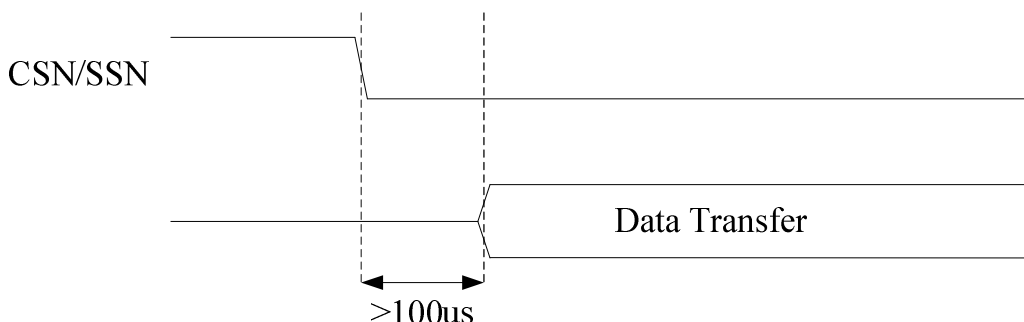
如果 EEPROM 配置中使能了 RFON 中断, 那么芯片会在进场上电时在 IRQ 管脚输出 RFON 中断, MCU 接收到此中断后, 在访问芯片前需等待上电初始化完成, 此时间需大于 100us。



除 RFON 之外的其他类型中断, 只有在芯片完成初始化之后才会产生, 因此 MCU 在响应非 RFON 类型中断并发起访问前不需要任何等待时间。

#### 3.4.3.2 接触端单独上电

场供电优先级高于接触界面供电, 在非进场状态下, FM11NC08 内核电源处于下电状态, 外部主控 MCU 需要通过拉低 CSN/SSN 来使 FM11NC08 上电。由于内核电源上电需要建立时间, 因此要求外部主控 MCU 在发起通信前必须使能 CSN/SSN 至少 100us, 以确保 FM11NC08 内核电源的稳定建立:



## 4 应用指南

### 4.1 总体描述

本章节对接触接口和非接触接口的访问、双界面之间的数据交互以及对外供电功能进行详细描述。

### 4.2 I<sup>2</sup>C

#### 4.2.1 概述

I<sup>2</sup>C 模块实现 FM11NC08I 与外部带有 I<sup>2</sup>C 接口的主控 MCU 之间的同步通信，硬件自动实现数据收发和命令解析与处理。通过 I<sup>2</sup>C 接口，外部主控 MCU 可以直接操作 FM11NC08I 的片内 EEPROM；主控 MCU 还可以通过 I<sup>2</sup>C 访问片内寄存器和 FIFO。由于 I<sup>2</sup>C 总线本身的速率限制，MCU 在通过 FIFO 与 NFC 设备进行数据交换时，非接触端的推荐波特率为 106Kbps。

特点：

- I<sup>2</sup>C 从机模式
- 7 位从机地址
- 传输速度支持 Standard-mode(100Kbps)、Fast-mode (400Kbps) 和 Fast-mode Plus(1Mbps)
- 通信前需要拉低 CSN 引脚使芯片上电

#### 4.2.2 I<sup>2</sup>C 接口上电唤醒

外部主控 MCU 在 FM11NC08I 没有进场的情况下主动发起访问时（读写寄存器或者 EEPROM），此时 FM11NC08I 处于下电状态，主控 MCU 需要先拉低 CSN 引脚触发 FM11NC08I 的主电源上电，然后再发起 I<sup>2</sup>C 通信。这种情况下 FM11NC08I 的上电准备时间小于 100us。

在 FM11NC08I 进场的情况下，用 FIFO 进行双向数据传输时，需将 CSN 引脚置高或悬空。

#### 4.2.3 接口时序

##### 4.2.3.1 接口时序图

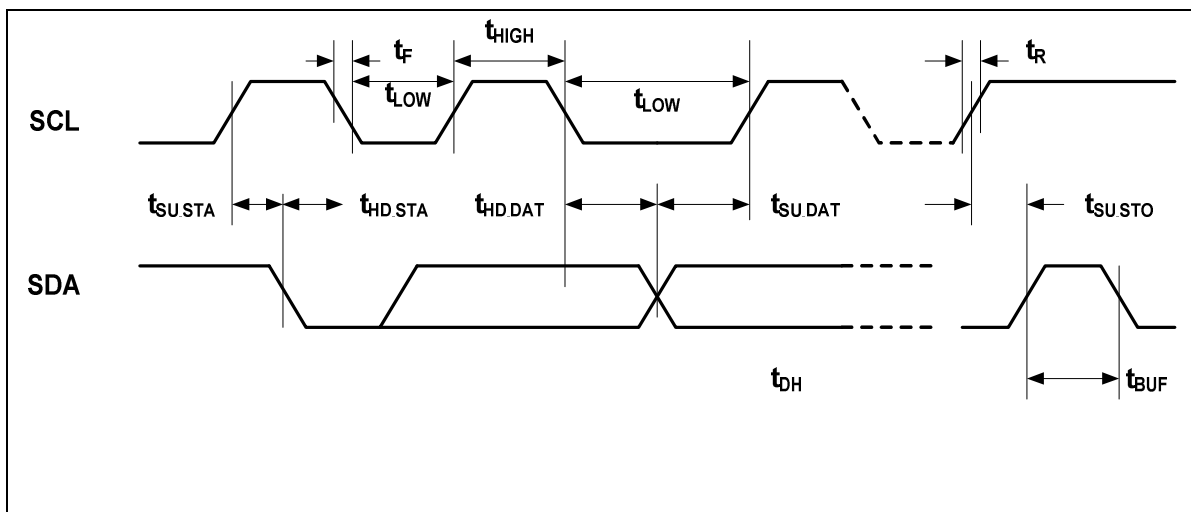


图 4-1 I<sup>2</sup>C 总线时序



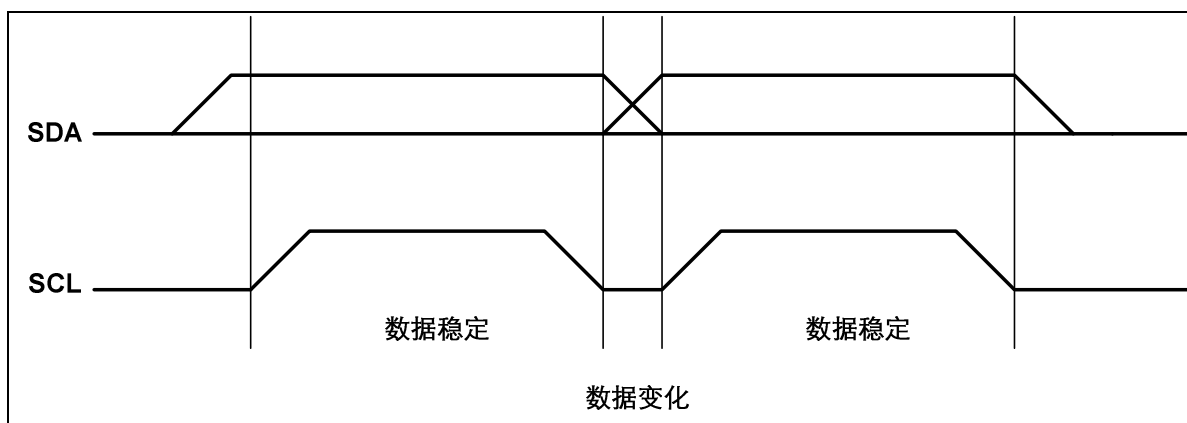


图 4-2 数据有效时序

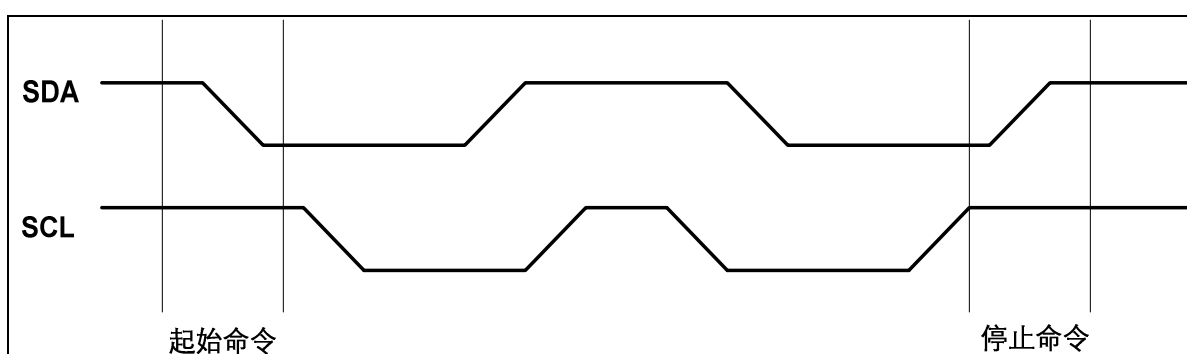


图 4-3 起始 (Start) 与停止(Stop)命令定义

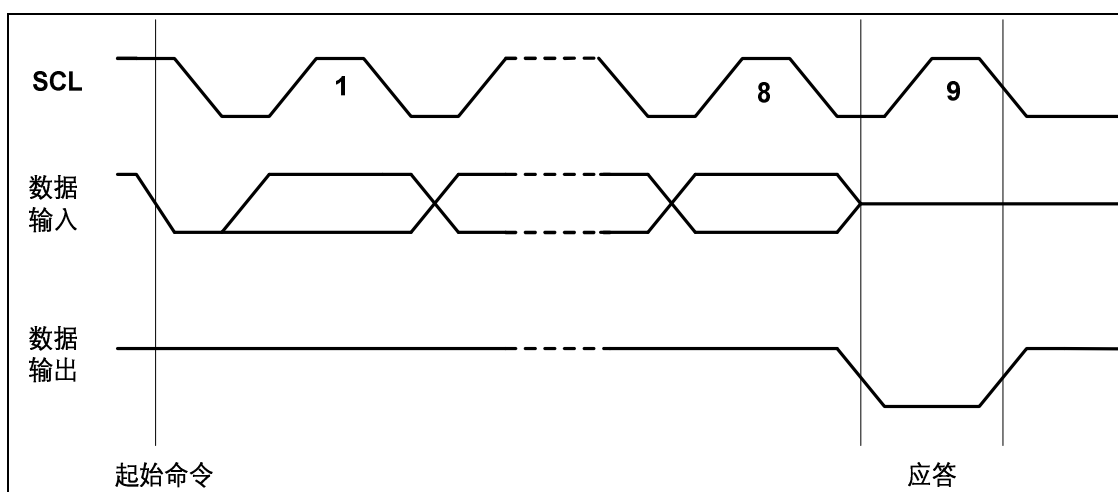


图 4-4 输出应答(ACK)

#### 4.2.3.2 接口时序描述

**时钟有效时序:** SDA 引脚通常被外围器件拉高。SDA 引脚的数据应在 SCL 为低时变化(参见图 4-2); 当数据在 SCL 为高时变化, 将视为下文所述的一个起始或停止命令。

**起始命令:** 当 SCL 为高, SDA 由高到低的变化被视为起始命令, 必须以起始命令作为任何一次读/写操作命令的开始(参见图 4-3)。

**停止命令:** 当 SCL 为高, SDA 由低到高的变化被视为停止命令, 在一个读操作后, 停止命令会使 EEPROM 进入等待(参见图 4-3)。



**输出应答：** SDA 上的数据都是以 8 位为一组串行输入和输出的，MSB 先发，接收方在收完每个字节后应当在第 9 个周期回发一个回应 acknowledge 位（以下简称 ack），ack 的时钟由主机提供。发送方在 ack 期间悬空 SDA，接收方须将 SDA 拉低，确保 ack 时钟高电平期间 SDA 为低，形成有效的 ack 信号(参见图 4-4)。

## 4.2.4 I<sup>2</sup>C 接口工作流程

### 4.2.4.1 设备选中（Device Select）

I2C Master 通过 7bit addressing 选中 Slave 设备，FM11NC08I 定义的 I2C Slave Device Select Code 如下：

| I2C 通信首字节          | Device Type Identifier |    |    |    | Chip Enable Address |    |    | $\overline{RW}$ |
|--------------------|------------------------|----|----|----|---------------------|----|----|-----------------|
|                    | b7                     | b6 | b5 | b4 | b3                  | b2 | b1 | b0              |
| Device Select Code | 可配置，默认 7'b1010_111     |    |    |    |                     |    |    | $\overline{RW}$ |

在发送 Start condition 后，主控 MCU 应通过发送 Device Select Code 选中 FM11NC08I，使 FM11NC08I 的 I2C 控制电路处于激活状态，以响应进一步的命令和数据。从器件地址默认为 7'b1010\_111，用户可根据实际情况，自行更改 I2C 器件地址，或提出器件地址的更改需求。

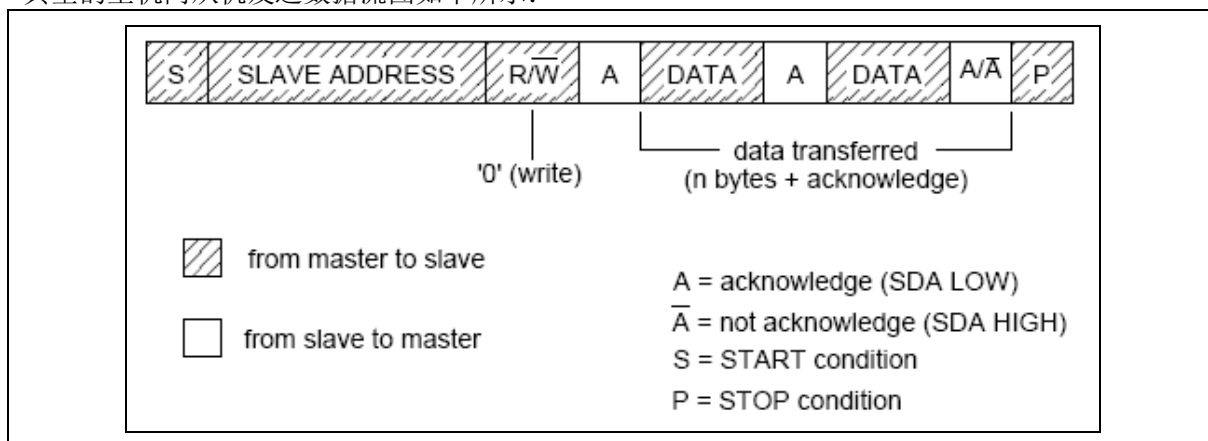
### 4.2.4.2 访问模式

| 模式    | $\overline{RW}$ | 字节数       | 初始化序列  |
|-------|-----------------|-----------|--|
| 当前地址读 | 1               | 1         | start condition, device select, $\overline{RW}=1$        |
| 随机地址读 | 0               | 1         | start condition, device select, $\overline{RW}=0$ , 写入地址 |
|       | 1               |           | start repeat, device select, $\overline{RW}=1$           |
| 顺序读   | 1               | $\geq 1$  | 类似当前地址读和随机地址读  |
| 字节写   | 0               | 1         | start condition, device select, $\overline{RW}=0$        |
| 页写    | 0               | $\leq 16$ | start condition, device select, $\overline{RW}=0$        |

表 4-1 I2C 接口访问模式

### 4.2.4.3 主机向从机发送数据

典型的主机向从机发送数据流程图如下所示：



1. 主机发起 START 时序
  2. 主机发送从机地址，从机地址包含 7 位从机地址和 1 位 R/W 标志位，发送数据时 R/W 位为 0。
  3. 主机发送第一帧 8 位数据。
  4. 主机在每次发送完 8 位数据后，会在第 9 个 clock 判断是否检测到有效的 ack，如果主机检测到 ack 成功后，会继续输出下一组 8 位的数据。
  5. 若从机无法响应 ack，主机检测到 ack 失败后应发送 STOP 时序终止发送。
- 注：从机地址包含 7 位从机地址和 1 位 R/W 标志位

#### 4.2.4.4 主机从从机读取数据

典型的主机从从机读取数据流程图如下所示：

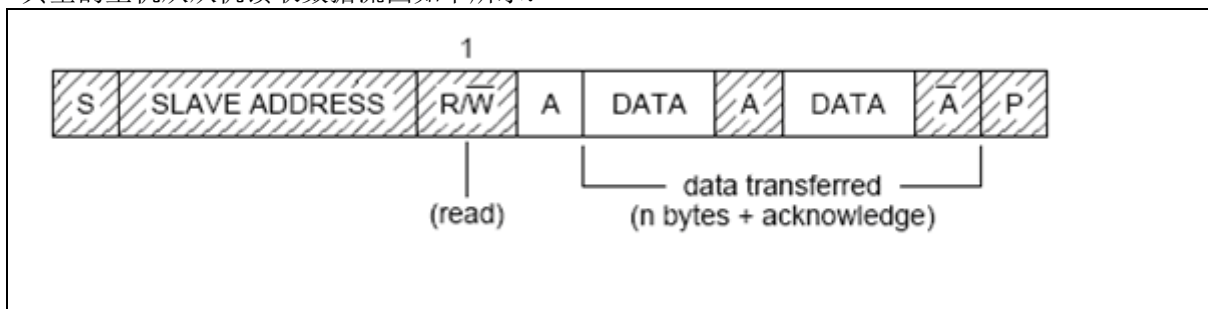


图 4-6 典型的主机从从机读取数据流程图

1. 主机发起 START 时序
2. 主机发送从机地址，从机地址包含 7 位从机地址和 1 位 R/W 标志位，数据读取时 R/W 位为 1。
3. 此时设置 SSPCON.RCEN 为 1，主机自动转为接受状态
4. 主机开始接收第一帧 8 位数据，并在第 9 个 clock 向从机发送有效 ack,从而继续读取下一帧 8 位数据。
5. 主机读取结束后，发送 STOP 时序终止读取。

#### 4.2.4.5 双向数据读写流程

典型的双向数据读写流程图如下图所示，在主机发送或读取数据过程中，主机可以通过发送 Repeated Start 时序来重新启动一次新的发送或读取通信，所以主机在一次流程中，即可以有数据发送也可以有数据读取。

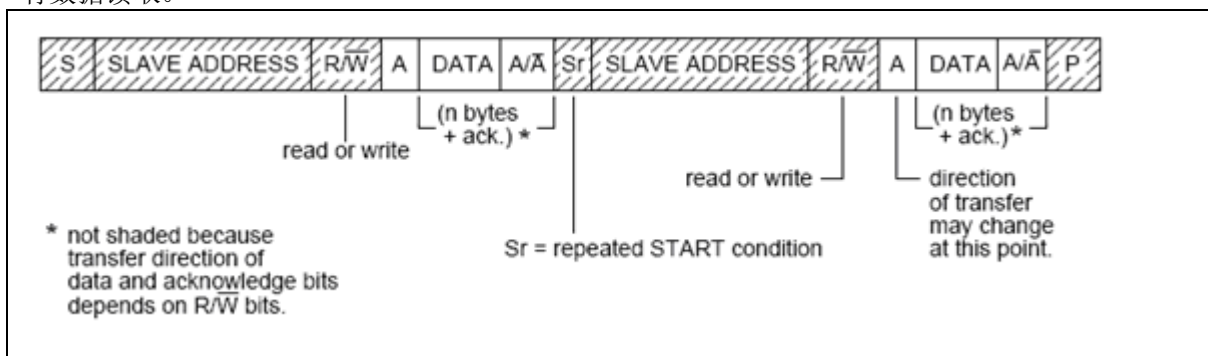
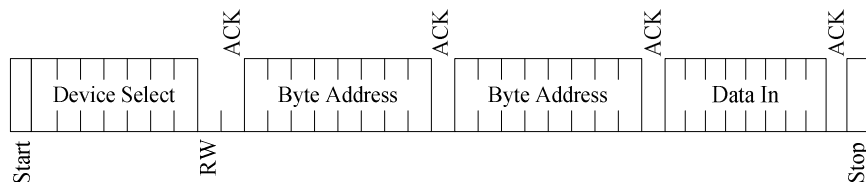


图 4-7 典型的双向数据读写流程图

## 4.2.5 I<sup>2</sup>C 接口对片内存储器的访问

### 4.2.5.1 写 EEPROM 操作

#### 4.2.5.1.1 字节写

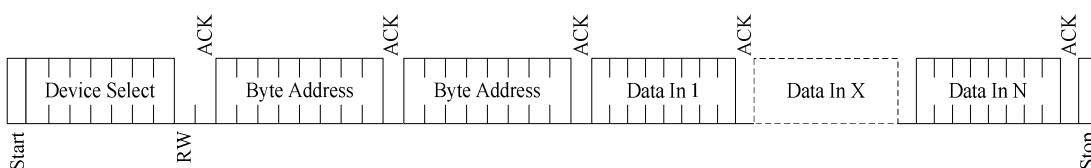


I<sup>2</sup>C 的字节写的操作序列如上图所示。主控 MCU 先向 FM11NC08 写入 2 字节目标地址，紧接着发送写入数据，由于总线传输方向没有改变，FM11NC08I 在更新地址指针后维持写状态，将后续字节写入地址指针指向的位置。

Master 先给出 2 字节 EEPROM 字节地址，寻址范围 0x0000~03FF（1K 字节），如果字节地址指向的 EEPROM 的 page 处于被 Lock 的状态，则 FM11NC08I 回发 NACK。

如果目标地址没有被 Lock，当 Master 发送 STOP 后，FM11NC08I 启动内部擦写 EEPROM 序列，此时擦写 EEPROM 标志置起，保证芯片在擦写过程中持续供电。此过程中芯片 CSN 管脚需要保持低电平 10ms，使芯片内部 EEPROM 完成对输入数据的擦写。

#### 4.2.5.1.2 页写

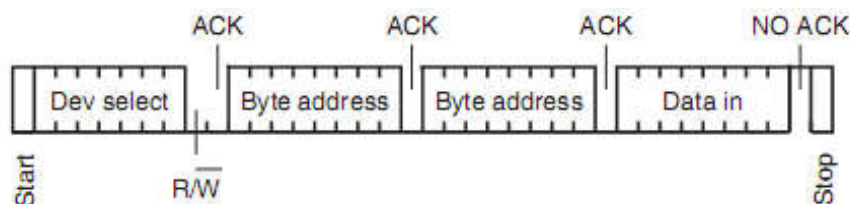


I<sup>2</sup>C 的页写的操作序列如上图所示。操作方式与字节写相同，MCU 可以连续给出 N 个字节的数据（N≤16）。

Master 先给出 2 字节 EEPROM 字节地址，寻址范围 0x0000~03FF（1K 字节），如果字节地址指向的 page 处于被 Lock 的状态，则 FM11NC08I 回发 NACK。

如果目标地址没有被 Lock，当 Master 发送 STOP 后，FM11NC08I 启动内部擦写 EE 序列，此时擦写 EEPROM 标志置起，保证芯片在擦写过程中持续供电。此过程中芯片 CSN 管脚需要保持低电平 10ms，使芯片内部 EEPROM 完成对输入数据的擦写。

#### 4.2.5.1.3 写被 Lock 的地址



如果 I<sup>2</sup>C 试图向被 Lock 的地址写入数据，则 FM11NC08I 在收到数据后回发 NACK。

#### 4.2.5.1.4 I<sup>2</sup>C 写 EEPROM 地址范围

按照 EEPROM 的 16 字节物理页划分，8Kbits 共计 64 页，I<sup>2</sup>C 总线可以擦写的页地址范围是

00h-3Ch。

#### 4.2.5.2 读写 FIFO 操作

读写 FIFO 与读写寄存器或者读写 EE 操作方式不同，当 I2C 目标地址指向 FIFO 时，后续连续的读写都不会导致地址递增，而是始终指向 FIFO 地址，这样可以实现对 FIFO 的连续 PUSH 和 POP。

I2C 总线读写 FIFO 是通过读写 0xFFF0 这个系统寄存器地址来实现的。

注意：在 FM11NC08I 进场的情况下，用 FIFO 进行双向数据传输时，需将 CSN 引脚置高或悬空。

## 4.3 SPI

### 4.3.1 概述

串行外设接口（Serial Peripheral Interface, SPI）是外部设备通过 4 线交换 8 位数据的串行同步通讯手段。FM11NC08S 芯片提供了一个 SPI 接口模块，作为从设备实现与外部 SPI 总线的通信。

特点：

- 半双工4线串行同步收发
- MSB先发
- 从模式
- 访问寄存器和FIFO时最高频率10MHz
- 访问EEPROM时最高频率5MHz

### 4.3.2 命令编码

规定 SSN 拉低后外部主控 MCU 发送的第一个字节为命令字，其编码如下，x 表示无关位，应用中建议置 0：

| Operation | MODE Pattern |    |    |             |          |    |              |    | Data         |             |
|-----------|--------------|----|----|-------------|----------|----|--------------|----|--------------|-------------|
|           | MODE         |    |    | Information |          |    |              |    |              |             |
|           | M2           | M1 | M0 | C4          | C3       | C2 | C1           | C0 |              |             |
| 写寄存器      | 0            | 0  | 0  | x           | 4 位寄存器地址 |    |              |    | 一个或多个字节数据    |             |
| 读寄存器      | 0            | 0  | 1  | x           | 4 位寄存器地址 |    |              |    | 一个或多个字节数据    |             |
| 写 EE      | 0            | 1  | 0  | x           | x        | x  | 2bit EE addr |    | 8bit EE addr | <=16byte 数据 |
| 读 EE      | 0            | 1  | 1  | x           | x        | x  | 2bit EE addr |    | 8bit EE addr | N 字节数据      |
| 写 FIFO    | 1            | 0  | 0  | x           | x        | x  | x            | x  | 一个或多个字节数据    |             |
| 读 FIFO    | 1            | 0  | 1  | x           | x        | x  | x            | x  | 一个或多个字节数据    |             |

表 4-2 SPI 接口命令编码

MCU 应按照上表所列的命令格式发起通信，错误的命令将不被 FM11NC08S 接收处理。

### 4.3.3 SPI 接口上电唤醒

外部主控 MCU 有可能在 FM11NC08S 没有进场的情况下主动发起访问（读写寄存器或者 EEPROM），此时 FM11NC08S 处于下电状态，主控 MCU 需要先拉低 SSN 引脚触发 FM11NC08S 的主电源上电，然后再发起 SPI 通信。上电准备时间需至少为 100us。

### 4.3.4 通过 SPI 接口与主控 MCU 的连接方式

SPI 的数据输出线 MISO 采用三态输出设计，因此 FM11NC08S 使用 SPI 与外部 MCU 互联时可以选择如下两种系统方案：

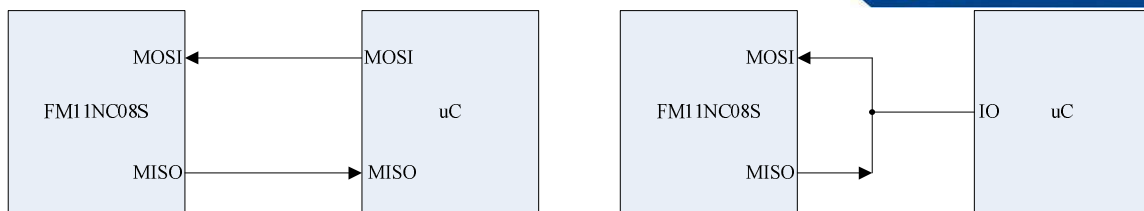


图 4-8 FM11NC08S 通过 SPI 与 MCU 互联

### 4.3.5 接口时序

FM11NC08S 的 SPI 从机支持 Mode1 或 Mode3 接口时序。芯片出厂配置为 Mode1。

Mode1 (CPOL=0,CPHA=1) 时序下, SPI 时钟默认态为 0, FM11NC08S 在 SCLK 下降沿采样 MOSI, 在 SCLK 上升沿将发送数据驱动到 MISO。而 Mode3 (CPOL=1,CPHA=1) 时序下, SPI 时钟默认态为 1, FM11NC08S 在 SCLK 上升沿采样 MOSI, 在 SCLK 下降沿将发送数据驱动到 MISO。

时序示意图:

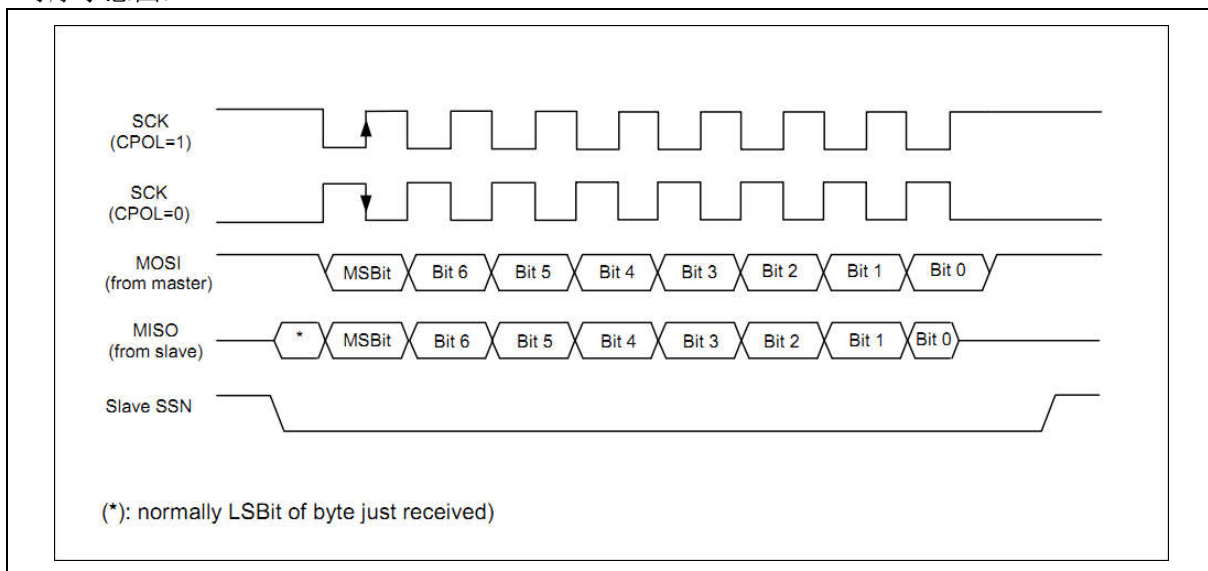


图 4-9 SPI 数据/时钟时序图 (CPHA=1)

### 4.3.6 SPI 对片内存储器的访问

#### 4.3.6.1 寄存器

MCU 可以通过 SPI 写一个字节寄存器或者从某个地址开始连续写多字节寄存器, 在多字节写的过程中 FM11NC08S 内部地址指针会实现自加。SPI 使能后的第一个字节给出 3bit 操作指令编码和 5bit 寄存器地址。

##### 1. SPI 写单字节:

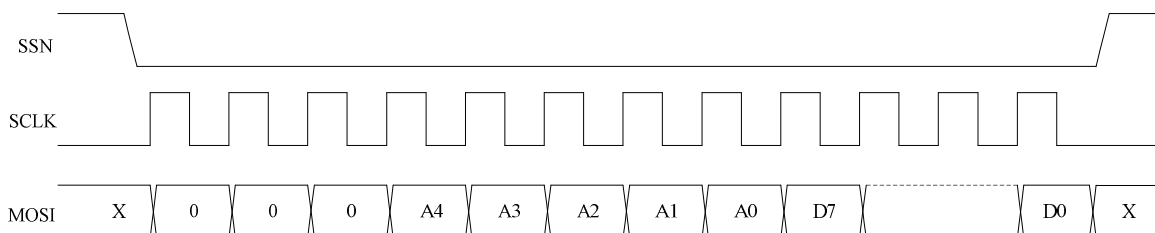


图 4-10 SPI 向 FM11NC08S 写入单字节

## 2. SPI 连续写多字节:

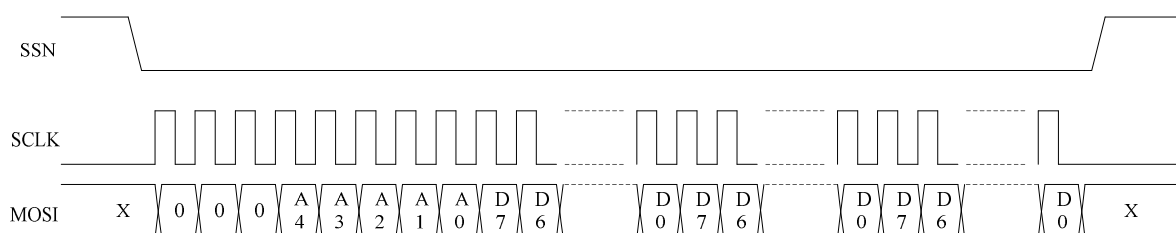


图 4-11 SPI 向 FM11NC08S 写入多字节

## 3. SPI 读单字节:

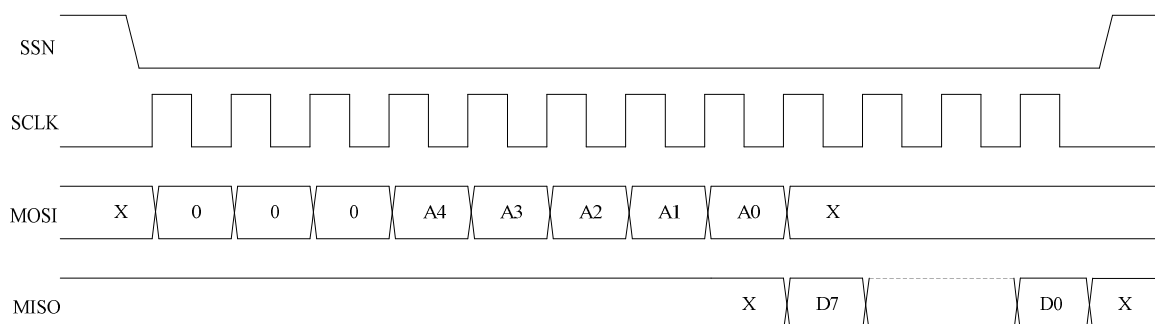


图 4-12 SPI 从 FM11NC08S 读出单字节

## 4. SPI 读多字节类似。

## 4.3.6.2 读写 EEPROM

SPI 读 EEPROM 时第一个字节必须为 8'b011\_000xx, 后续一个字节为读 EEPROM 的低 8 位地址。在连续模式下 FM11NC08S 内部地址指针自动递增, 可以连续读取多个字节。

SPI 写 EEPROM 时第一个字节必须为 8'b010\_000xx, 后续一个字节为写 EEPROM 的低 8 位地址, 后面跟随 1~16 字节数据, 当 SSN 撤销后硬件自动启动擦写。

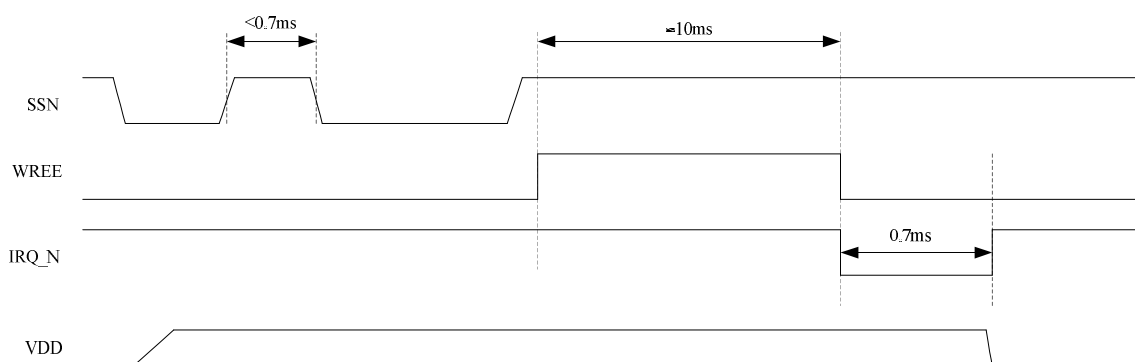


图 4-13 SPI 启动 EEPROM 擦写

为了避免系统干扰导致的 SPI 写 EEPROM 误操作, 在写 EEPROM 前必须先执行写使能操作。写使能操作方法是发送写使能序列, 随后拉高 SSN; 在完成上述操作后, 内部 EEPROM 写使能保护打开, SPI 后续操作可以进行写 EEPROM, 芯片内部擦写 EEPROM 过程中需要保持 SSN 为高电平, 此过程 (内部信号 WREE 为高) 约为 10ms, 擦写完成后会产生中断信号。注意芯片下电后使能状态不会保持。

写 EEPROM 使能方式:



发送特殊指令 110,x1110,0101,0101

主控 MCU 在通过 SPI 接口擦写 FM11NC08S 的 EEPROM 时，必须先发送写使能序列，随后紧接着发送写 EEPROM 指令。写 EEPROM 指令应保证在芯片掉电前发送（芯片会保持上电约 0.7ms），如果写使能操作后写指令间隔太久，则由于芯片已经下电，原先的写使能操作无效。

在写使能无效的情况下，SPI 接口不能擦写 EEPROM。

#### 4.3.6.3 读写 FIFO

SPI 读写 FIFO 都是在 FM11NC08S 已经进场的情况下发生，因此不需要在拉低 SSN 之后等待 100us 的芯片上电时间。

SPI 读 FIFO 时第一个字节为 8'b101\_00000，其余与读寄存器类似。

SPI 写 FIFO 时第一个字节为 8'b100\_00000，其余与写寄存器类似。

## 4.4 NFC 数据交换

### 4.4.1 概述

通过 FM11NC08 芯片的转接，片外 MCU 可以扩展出 NFC 功能，实现与系统外部 PCD 进行非接触数据通信，相当于 FM11NC08 为 MCU 提供了 NFC Emulation 能力。

NFC 数据交换的主要特点：

- 支持 ISO14443-3 模式（Level-3 模式），此模式下不建议模拟 NFC FROUM TYPE2 标签使用
- 支持 ISO14443-4 模式（Level-4 模式）
- 支持 AFE 透明传输模式
- 32 字节 FIFO 实现数据缓存
- 配合相应的中断系统能够实现大于 32 字节数据的连续传输
- 非接通信速率支持 106、212、424、848Kbps

### 4.4.2 ISO14443-3 模式（Level-3）

#### 4.4.2.1 概述

外部主控 MCU 可以通过配置 EEPROM 或者写配置寄存器使 FM11NC08 进入 ISO14443-3 模式。此模式下 FM11NC08 只负责 ISO14443-3 协议的处理，当完成选卡流程并进入 SELECTED 状态后，后续接收到的数据全部写入 FIFO，MCU 可以通过 I2C 或 SPI 总线读取 FIFO 中的数据，后续的协议和数据处理由 MCU 自行完成。在回发流程中，MCU 将回发数据写入 FIFO，FM11NC08 自动从 FIFO 读取数据并发送，直到 FIFO 空，并在数据回发结束后自动加上 2 字节 CRC。

#### 4.4.2.2 通信流程示意图

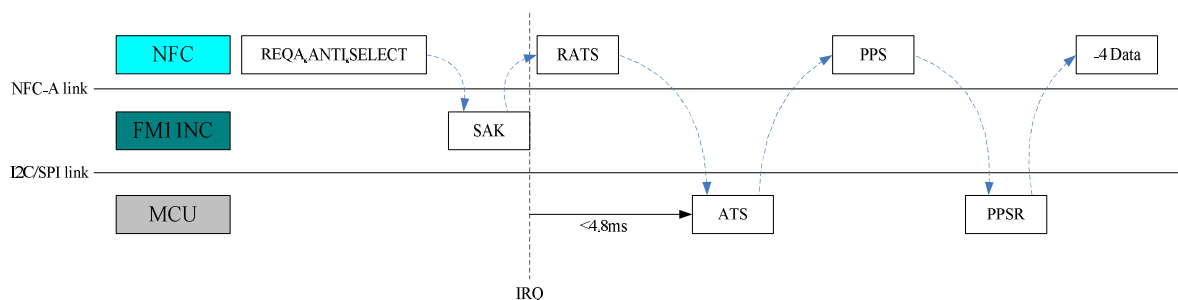


图 4-14 ISO14443-3 模式通信示意图

### 4.4.2.3 EEPROM 配置信息

在使用 FM11NC08 的 ISO14443-3 模式进行通信前,需要正确的配置 EEPROM 中的相关配置信息。

| Page Address | Byte No.  |    |             |             |
|--------------|-----------|----|-------------|-------------|
|              | 0         | 1  | 2           | 3           |
| 0xEC         | ATS TL T0 |    | NFC         | I2C Address |
| 0xED         | ATS TA    | TB | TC          |             |
| 0xEE         |           |    | R-Block ACK | R-Block NAK |

表 4-3 NFC 相关 EEPROM 配置项

在字节地址 0x3B0、0x3B1 以及 0x3B4、0x3B5、0x3B6,保存 5 字节的 ATS 信息,这是 PICC 对 RATS 指令的回发内容,仅在 ISO14443-4 模式下有用,在 Level-3 模式下为无关数据。

在字节地址 0x3B2 保存了 NFC 配置信息:

| Name: NFC Config           |   |         |          |
|----------------------------|---|---------|----------|
| EEPROM Byte Address: 0x3B2 |   |         |          |
| Field                      | Description   | Default | Access   |
| 7                          | RFU   |         |          |
| 6                          | RFU   |         |          |
| 5:4                        | RFU   |         |          |
| 3:2                        | NFC_MODE<br>00: ISO14443-4 协议模式<br>01: ISO14443-3 协议模式<br>10: Transparent 模式<br>11: RFU | 2'b00   | 接触端口: RW |
| 1                          | IRQ_PWON_MASK<br>进场上电时是否给出中断<br>0: 进场上电时给出中断<br>1: 屏蔽进场中断                               | 1'b0    | 接触端口:RW  |
| 0                          | IRQ_L4_MASK<br>是否在完成 ISO14443-3 选卡后给出中断<br>0: 收到 SELECT 回发 SAK 后给出中断<br>1: 屏蔽选卡中断       | 1'b0    | 接触端口:RW  |

表 4-4 NFC 配置项详细说明

为了让 FM11NC08 进场后自动进入 ISO14443-3 模式,需要将上表中的 NFC\_MODE 配置成 2'b01。另外用户可以自行决定是否需要 FM11NC08 进场时或者完成选卡流程后给出中断,如果不需要相应中断,则可以将 IRQ\_PWON\_MASK 或 IRQ\_L4\_MASK 置 1。

### 4.4.2.4 寄存器配置

FM11NC08 芯片上电后会自动从 EEPROM 中读取 NFC 配置信息并写入 NFC\_CFG 寄存器中,寄存器地址和详细说明请参见 3.3 章节。芯片上电后 MCU 也可以通过接触口直接修改 NFC\_CFG 寄存器,以覆盖 EEPROM 中下载的初始值,但是要注意寄存器中的配置信息在下电后无法保存,因此 MCU 如果希望写入寄存器中的配置值保持有效,需保证 FM11NC08 处于上电状态。在有非接触场的情况下,芯片自动处于上电状态;在没有非接触场的情况下,需保持 SSN/CSN 管脚为低。

## 4.4.3 ISO14443-4 模式 (Level-4)

### 4.4.3.1 概述

外部主控 MCU 可以通过配置 EEPROM 或者写配置寄存器使 FM11NC08 进入 ISO14443-4 模式。此模式下 FM11NC08 除了自动处理 ISO14443-3 协议外,还会自动处理 RATS、PPS 和 DESELECT 命令。当芯片完成 RATS 和 PPS 流程后,后续数据帧的接收和回发都通过 FIFO 由 MCU 处理。



#### 4.4.3.2 通信流程图

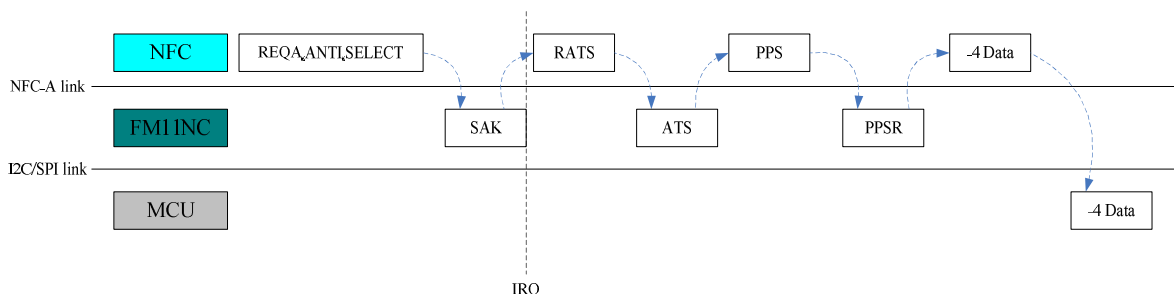


图 4-15 ISO14443-4 模式通信示意图

#### 4.4.3.3 EEPROM 配置信息

为了让 FM11NC08 在进场后自动进入 ISO14443-4 模式，需要将表 4-4 中的 NFC\_MODE 配置成 2'b00。另外用户可以自行决定是否需要在进场时或者完成选卡流程后给出中断，如果不需要相应中断，则可以将 IRQ\_PWON\_MASK 或 IRQ\_L4\_MASK 置 1。

#### 4.4.3.4 寄存器配置

FM11NC08 芯片上电后会自动从 EEPROM 中读取 NFC 配置信息并写入 NFC\_CFG 寄存器中。芯片上电后 MCU 也可以通过接触口直接修改 NFC\_CFG 寄存器，以覆盖 EEPROM 中下载的初始值，但是要注意寄存器中的配置信息在下电后无法保存，因此 MCU 如果希望写入寄存器中的配置值保持有效，需保证 FM11NC08 处于上电状态。在有非接触场的情况下，芯片自动处于上电状态；在没有非接触场的情况下，需保持 SSN/CSN 管脚为低。

#### 4.4.4 AFE 透明传输模式（Transparent）

##### 4.4.4.1 概述

FM11NC08 还支持透明传输模式，此模式下芯片行为相当于一个射频模拟前端，完成非接触界面的解调和时钟恢复，并将解调后的 miller 码和恢复出来的 13.56MHz 载波时钟通过引脚 PIN10 和 PIN9 直接输出，因此在使用透明模式时，外部主控 MCU 可以自行进行数据解码。此外，回发给 PCD 的数据也是从引脚 PIN8 直接输入到 FM11NC08，相应的回发数据编码由外部主控 MCU 自行产生。

##### 4.4.4.2 EEPROM 配置信息

为了让 FM11NC08 在进场后自动进入透明传输模式，需要将表 4-4 中的 NFC\_MODE 配置成 2'b10。另外用户可以自行决定是否需要在进场时或者完成选卡流程后给出中断，如果不需要相应中断，则可以将 IRQ\_PWON\_MASK 或 IRQ\_L4\_MASK 置 1。

##### 4.4.4.3 寄存器配置

FM11NC08 芯片上电后会自动从 EEPROM 中读取 NFC 配置信息并写入 NFC\_CFG 寄存器中，寄存器地址和详细说明请参见 3.3 章节。芯片上电后 MCU 也可以通过接触口直接修改 NFC\_CFG 寄存器，以覆盖 EEPROM 中下载的初始值，但是要注意寄存器中的配置信息在下电后无法保存，因此 MCU 如果希望写入寄存器中的配置值保持有效，需保证 FM11NC08 处于上电状态。在有非接触场的情况下，芯片自动处于上电状态；在没有非接触场的情况下，需保持 SSN/CSN 管脚为低。

##### 4.4.4.4 引脚分配

透明传输模式下，解调数据通过 PIN10 输出，此引脚为开漏输出，需外接 10K 上拉电阻。恢复的 13.56M 时钟信号通过 PIN9 输出，MCU 回发数据通过 PIN8 输入。

详情请参考 2.4 引脚说明章节。

## 4.4.5 通过 FIFO 进行 NFC 通信操作说明

### 4.4.5.1 短数据帧（不超过 32 字节）

FM11NC08 的 FIFO 大小为 32 字节,当 NFC 通信的数据帧长度不超过 32 字节时,可以不使用 FIFO 中断（芯片默认已屏蔽 FIFO 相关中断），利用 rx\_start, rx\_done 和 tx\_done 三个中断来完成与 RF 数据传输。

### 4.4.5.2 长数据帧（大于 32 字节）

当数据帧长度大于 32 字节时，操作流程说明如下：

#### 1、初始化：

利用进场中断初始化寄存器，根据需要屏蔽不使用的中断；

main\_irq\_mask 寄存器配置为 0x44（屏蔽 I4\_active，打开 FIFO 中断）；

fifo\_irq\_mask 寄存器配置为 0xF3（屏蔽 FIFO 空满中断）；

MCU 刷新 FIFO；

#### 2、MCU 接收 RF 数据（假设数据帧长度 40 字节）：

FM11NC08 依次产生 rx\_start, water\_level（24 字节）和 rx\_done 三个中断；

MCU 响应 Water level 中断，从 FIFO 读取 24 字节；

FM11NC08 产生 rx\_done 中断，MCU 读 FIFO wordcnt 寄存器获得 FIFO 中数据长度，然后读取 FIFO 中剩余数据（16 字节）；

MCU 根据相关标志位判断是否产生错误（奇偶校验，CRC 等）；

#### 3、MCU 写 FIFO 向 RF 回发数据（以回发 40 字节为例）：

MCU 向 FIFO 中写入 32 字节数据；

MCU 置位发送使能寄存器，FM11NC08 开始回发；

FM11NC08 产生 water level 中断（FIFO 中数据长度<=8）；

MCU 向 FIFO 写入剩余数据（8 字节）；

FM11NC08 产生 water level 中断（FIFO 中数据长度<=8），回发数据已写完，MCU 可不处理本次中断；

FM11NC08 产生 tx\_done 中断，表示 NFC 回发完成；

MCU 刷新 FIFO；

## 4.5 中断系统

FM11NC08 的中断系统包含了 2 个层级，最高层为主中断，下层为 FIFO 中断和辅助中断，底层的 FIFO 中断和辅助中断会汇总到主中断中显示，同时每个中断标志位都可以单独屏蔽。

中断标志寄存器和中断屏蔽寄存器的详细说明请参考 3.3.3.9~3.3.3.14 章节。

## 4.6 非接触端口访问 EEPROM

### 4.6.1 概述

FM11NC08 提供给用户可用的 EEPROM 空间大小为 900 字节,此数据空间除了可以被接触口访问外，也可以被 NFC 设备通过非接触指令访问。FM11NC08 提供了专门的私有指令来实现非接的 EEPROM 读写。私有指令必须在 FM11NC08 激活 ISO14443-4 协议后才能使用，相应的命令封装在 ISO14443-3 数据帧格式中，以 PCB 最高 2bit 编码来和 I-Block、R-Block、S-Block 相区分。

| PCB最高2bit | Block Type | Notes   |
|-----------|------------|---|
| 00        | I-Block    | 信息帧，用于数据交换                                    |
| 10        | R-Block    | 响应帧，表示ACK或NAK                                 |
| 11        | S-Block    | 控制帧，其中DESELECT帧由FM11NC08自行处理，其他写入FIFO         |
| 01        | 私有化命令      | 仅有0x51和0x54两种合法命令；其他一律视为错误帧，FM11NC08自动回发R-NAK |

表 4-5 私有指令和 ISO14443-4 数据帧格式区分

#### 4.6.2 私有指令操作流程

私有指令访问 EEPROM 的操作流程如下图所示。

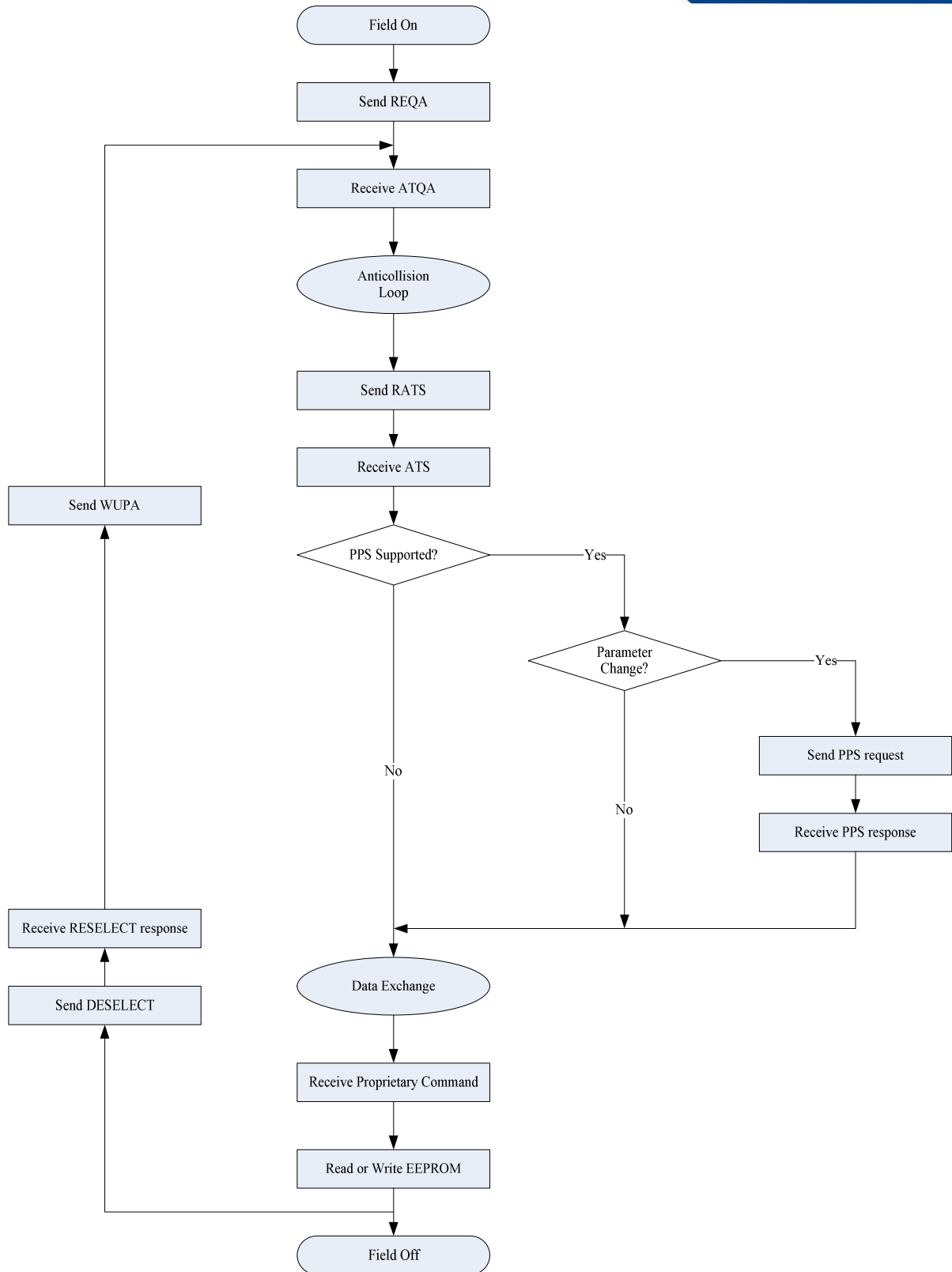


图 4-16 私有指令访问 EEPROM 操作流程

4.6.3 私有指令列表

| PCB             | INF                | Operations                               |
|-----------------|--------------------|--|
| 0101_0001(0x51) | 1Byte Page Address | 根据目标页地址自动回发16字节数据<br>没有权限控制，可以任意读取8K空间地址 |

| PCB                      | INF                              | Operations   |
|--------------------------|----------------------------------|--|
| 0101_0100(0x54)          | 1Byte Page Address + 4Bytes Data | 4字节数据写入目标页地址<br>只能接受目标地址03h~E7h，超出此范围视为命令错误，回发R-NAK，不退出ISO14443-4。 |
| 01xx_xxxx<br>(不同于上述两种命令) | 任意长度的无关数据                        | 私有化命令错误，在接收完成后自动回发R-NAK (3字节，首字节来自EE，后续2字节CRC)，不退出ISO14443-4。      |

表 4-6 私有指令定义列表

## 4.7 场能量对外供电

### 4.7.1 概述

FM11NC08 支持利用射频场能量对外供电的功能。FM11NC08 内部带有一个可配置的 LDO，可以灵活配置供电电压和最大驱动电流，并通过 VOUT 引脚对外供电。为了稳定供电，建议在 VOUT 管脚外接 1uF 的稳压电容。此功能可通过配置进行使能或禁止。在使能的情况下，FM11NC08 会在完成 ATS 回发后使能可配置 LDO，利用 ATS 中定义的 SFGT 时间（请参考 IEC/ISO14443-4 协议标准）来完成对片外稳压电容的充电过程。

### 4.7.2 应用配置

用户需要通过 EEPROM 中写入的配置字选择输出电压和充电限流值，为了避免充电电流太大导致 FM11NC08 内核电压跌落，需要合理的选择充电限流。

配置信息位于 EEPROM 的字节地址 0x391，内容如下：

| REGU_CFG |   |       |        |
|----------|---|-------|--------|
| Field    | Description   | Reset | Access |
| 7        | RFU   | 1'b0  | RW     |
| 6        | RFU   | 1'b0  | RW     |
| 5:4      | ilim_cfg[1:0]<br>VOUT 输出最大电流限制<br>00: 0.5mA<br>01: 1mA<br>10: 2mA<br>11: No Limit             | 2'b00 | RW     |
| 3:2      | rreg_cfg<br>LDO_CFG 输出电阻配置<br>00: 0, 关闭 LDO_CFG<br>01: 4 (此数字只代表输出电阻的比例)<br>10: 50<br>11: 200 | 2'b00 | RW     |
| 1:0      | vreg_cfg<br>LDO_CFG 输出电压配置<br>00: 1.5V<br>01: 1.8V<br>10: 2.5V<br>11: 3.3V                    | 2'b00 | RW     |

表 4-7 场能量对外供电配置项

以上信息上电后自动加载到寄存器，并且寄存器可以被接触接口改写。要使能对外供电功能，rreg\_cfg 参数不能为 00，非接端电路在完成 ATS 回发后开启 LDO\_CFG 开始对外部电容充电，此

时如果 `rreg_cfg` 为 00，则 LDO\_CFG 不会启动。

寄存器地址请参见 3.3.3.16 章节。

由于供电能力与场强大小、天线尺寸、卡和读写器之间的距离等多个因素有关，此处只给出 NFC 手机作为读写器，典型天线尺寸，卡天线紧贴 NFC 手机天线，VOUT 管脚外挂 1uF 电容时，输出电压的建立时间的典型测试值，如下表所示。`llim_cfg=11` 不推荐在对外接电容充电过程中使用，可在充电完成后再切换至此配置。

| 输出电阻配置<br>Rreg_cfg | 限流配置<br>llim_cfg | 充电时间 (ms) |       |       |       |
|--------------------|------------------|-----------|-------|-------|-------|
|                    |                  | 1.5V      | 1.8V  | 2.5V  | 3.3V  |
| 11                 | 00 (0.5mA)       | 3.1ms     | 3.3ms | 4.4ms | 5.4ms |
|                    | 01 (1mA)         | 1.9ms     | 2.1ms | 2.8ms | 3.3ms |
|                    | 10 (2mA)         | 1.0ms     | 1.4ms | 1.6ms | 2.1ms |
|                    | 11 (充电过程中不推荐使用)  | -         | -     | -     | -     |

表 4-8 可配置 LDO 建立时间

用户应根据上述时间配置 ATS 中的 SFGT，确保 PCD 在收到 ATS 后留出足够长的时间对片外电容充电，充电过程中推荐使用最小限流配置，充电完成后再改为其他限流配置。

### 4.7.3 推荐使用流程

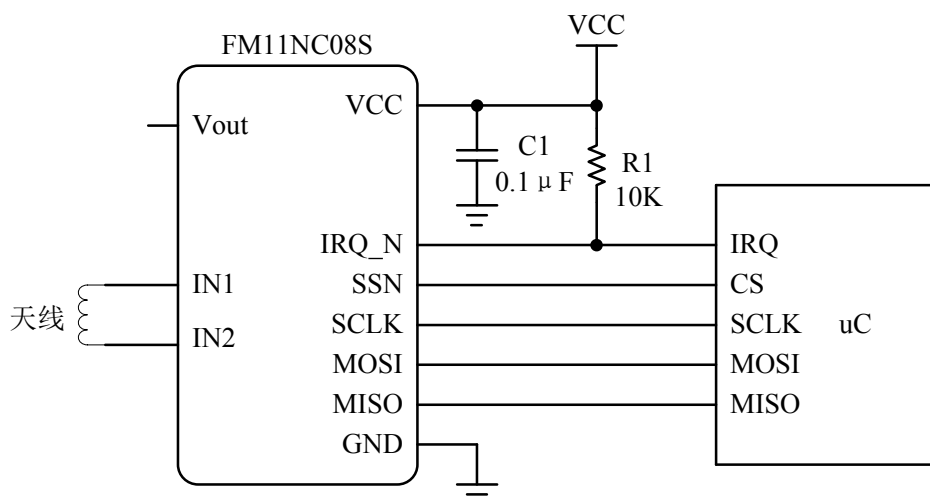
VOUT 管脚外挂 1uF 电容时，为防止对电容充电会影响芯片的正常工作，推荐采用以下两个步骤：

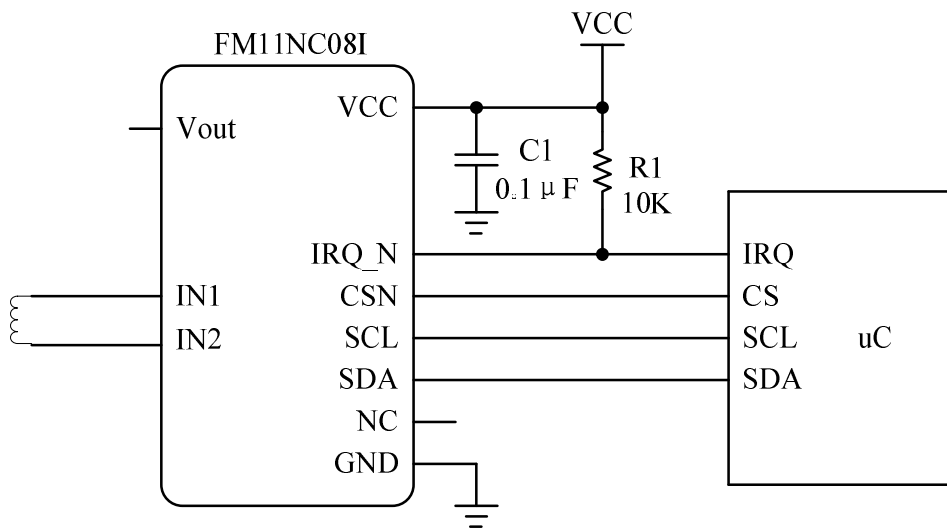
- 1) 首先配置位于 EEPROM 的字节地址 0x0391 的 REGU\_CFG，其中 `lim_cfg=2b'11`，`rreg_cfg=2b'01`，`vreg_cfg` 根据用户需求自行配置（若需要输出 3.3V，则 `vreg_cfg=2b'11`）；
- 2) 待外挂电容上的电压达到预设正常值以后，再配置系统寄存器 REGU\_CFG，其中 `lim_cfg=2b'11`，`rreg_cfg=2b'11`，`vreg_cfg` 值与 EEPROM 中 REGU\_CFG 的 `vreg_cfg` 相同。

需要特别注意的是，步骤 2 更改的是寄存器的值，而不是 EEPROM 的值，下电后会配置的值会丢失，因此要实现对外供电功能，则在系统每次上电之后都需要重新配置系统寄存器 REGU\_CFG。

## 4.8 典型应用电路

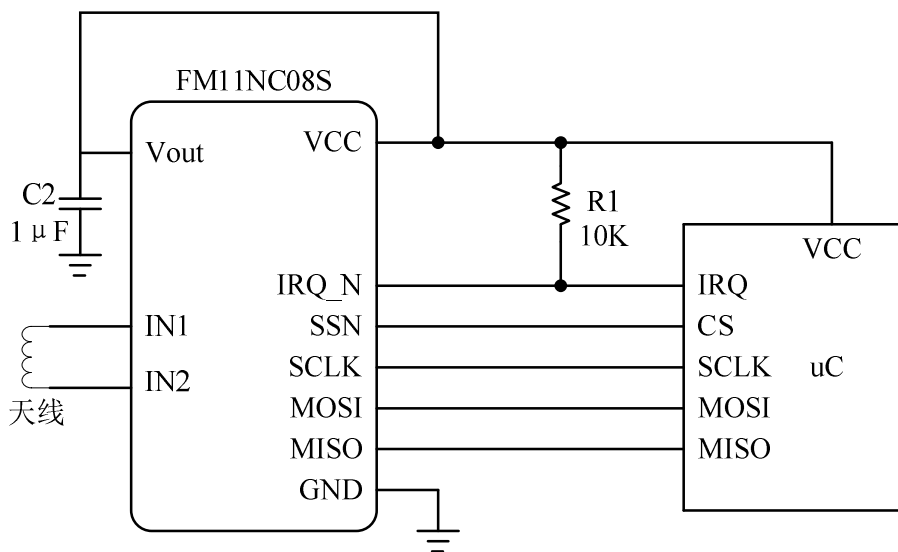
### 4.8.1 非对外供电应用



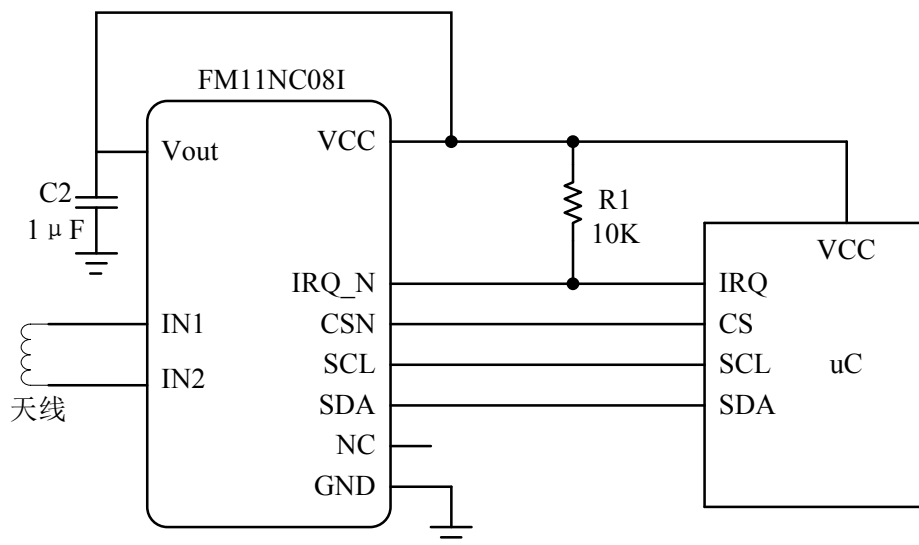


非对外供电应用中，FM11NC08 可直接接入系统主电源，对外供电引脚 Vout 悬空；如果 MCU 的中断输入引脚内建上拉电阻，则不需要 R1；如果 MCU 的 SCL 和 SDA 接口没有内建上拉电阻，则需要系统在系统上加入上拉电阻，阻值可参考 I2C 总线协议规范。

#### 4.8.2 对外供电应用







在对外供电应用中，外部 MCU 的电源可由 FM11NC08 提供，Vout 引脚接  $1\mu\text{F}$ （典型值）电容；如果 MCU 的中断输入引脚内建上拉电阻，则不需要 R1；如果 MCU 的 SCL 和 SDA 接口没有内建上拉电阻，则需要在系统上加入上拉电阻，阻值可参考 I2C 总线协议规范。



## 5 电气参数

### 5.1 极限额定参数

| 参数                     | 最小值 | 最大值  | 单位 |
|------------------------|-----|------|----|
| 存储温度                   | -55 | +125 | °C |
| 最大输入电流 (IN1 对 IN2; 峰值) | -   | ±30  | mA |
| ESD (HBM) 【2】          | -   | ±2   | KV |

表 5-1 FM11NC08 极限额定参数【1】

\*注【1】：如果外加条件超过“极限额定参数”的额定值，将会对芯片造成永久性的破坏。

\*注【2】：MIL 883 E HBM。

### 5.2 推荐工作条件

| 符号    | 参数         | 条件     | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|-------|------------|--------|------|-----|-----|-----|
| $T_A$ | 工作温度       |        | -25  | +25 | +85 | °C  |
| $H_A$ | 天线场强       |        | 1.5  |     | 7.5 | A/M |
| VCC   | VCC 电源电压范围 | 有非接触界面 | 1.62 | 3.3 | 5.5 | V   |
|       |            | 单接触界面  | 1.8  | 3.3 | 5.5 | V   |

表 5-2 FM11NC08 推荐工作条件

### 5.3 电参数

#### 5.3.1 管脚电参数

| 符号                  | 参数        | 条件                  | 最小值     | 典型值   | 最大值     | 单位  |
|---------------------|-----------|---------------------|---------|-------|---------|-----|
| $f_i$               | 非接触界面输入频率 | 【1】                 | 13.553  | 13.56 | 13.567  | MHz |
| $C_i$               | 输入谐振电容    | IN1 和 IN2 之间        |         | 50    |         | pF  |
| 数字输入管脚 (PIN6、7、8)   |           |                     |         |       |         |     |
| $V_{IL}$            | 输入低电平     |                     | 0       |       | 0.3Vcc  | V   |
| $V_{IH}$            | 输入高电平     |                     | 0.7Vcc  |       | Vcc     | V   |
| $I_{leak}$          | 输入漏电流     |                     |         |       | 1       | uA  |
| 数字输出管脚 (PIN9)       |           |                     |         |       |         |     |
| VOH                 | 输出高电平     | Vcc=3.3V, $I_O=4mA$ | 0.7 Vcc |       | Vcc     | V   |
| VOL                 | 输出低电平     | Vcc=3.3V, $I_O=4mA$ | 0       |       | 0.3 Vcc |     |
| 开漏输出管脚 (PIN8、PIN10) |           |                     |         |       |         |     |
| VOL                 | 输出低电平     | Vcc=3.3V, $I_O=4mA$ | 0       |       | 0.3 Vcc |     |

表 5-3 管脚电参数

注【1】：频宽依据 ISM 频段规定

### 5.3.2 芯片电参数

| 符号           | 参数                | 条件                                 | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位 |
|--------------|-------------------|------------------------------------|------|-----|------|----|
| $I_{SB1}$    | 接触端待机电流           | 25°, VCC=3.3V, SSN/CSN 管脚为高        |      | 0   | 1    | uA |
| $I_{SB2}$    | 接触端静态电流           | 25°, VCC=3.3V, SSN/CSN 管脚为低, 无通信数据 |      | 35  |      | uA |
| $I_{EE\_WR}$ | 接触端擦写 EEPROM 工作电流 | 25°, VCC=3.3V, I2C 接口时钟 400KHz     |      | 150 |      | uA |
| $V_{out}$    | VOUT 管脚输出电压范围     | -25~85° 输出电压设定为 1.8V               | 1.62 | 1.8 | 1.98 | V  |

表 5-4 芯片电参数

### 5.3.3 SPI 接口交流参数

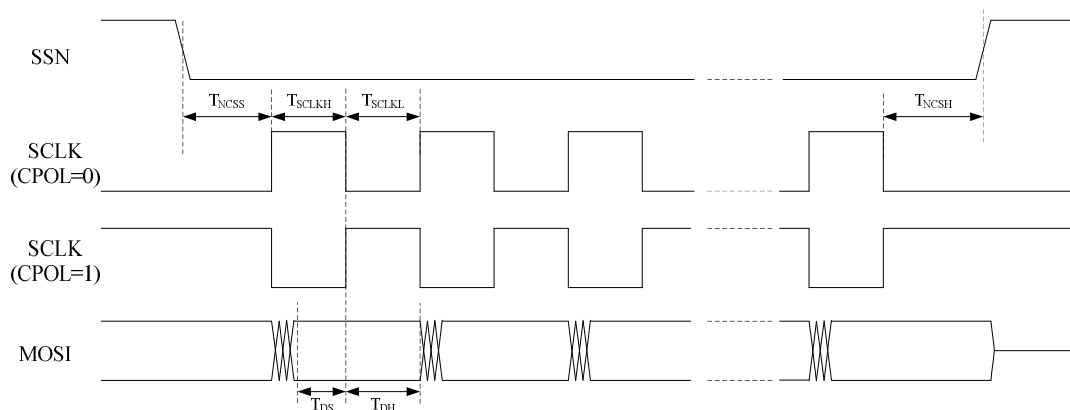
| 符号     | 参数                     | Standard(5MHz) |     |     | Fast(10MHz) |     |     | 单位 |
|--------|------------------------|----------------|-----|-----|-------------|-----|-----|----|
|        |                        | Min            | Typ | Max | Min         | Typ | Max |    |
| TSCLK  | SCLK 周期                |                | 200 |     |             | 100 |     | ns |
| TSCLKL | SCLK 低电平时间             | 80             |     |     | 40          |     |     | ns |
| TSCLH  | SCLK 高电平时间             | 80             |     |     | 40          |     |     | ns |
| TSSH   | SPI 复位时间[1]            | 50             |     |     | 50          |     |     | ns |
| TNCSS  | SSN 下降沿到第一个 SCLK 翻转    | 25             |     |     | 25          |     |     | ns |
| TNCSH  | SCLK 最后一个翻转到 SSN 上升沿间隔 | 80             |     |     | 80          |     |     | ns |
| TDS    | 数据建立时间                 | 10             |     |     | 10          |     |     | ns |
| TDH    | 数据保持时间                 | 10             |     |     | 10          |     |     | ns |
| TOD    | 数据输出延迟                 |                | 28  |     |             | 28  |     | ns |

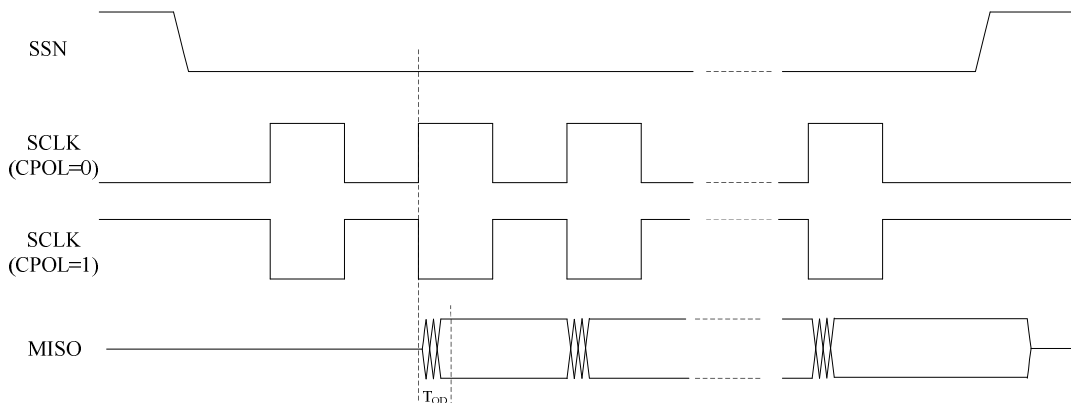
表 5-5 SPI 接口交流参数

注:

【1】SSN 高电平需保持  $T_{SSH}$  时间, 以确保 SPI 接口的有效复位

时序图:





### 5.3.4 I2C 接口交流参数

推荐参数的适用工作条件:  $T_{BA B} = -25^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{BCCB} = +1.8\text{V} \sim +5.5\text{V}$ ,  $CL = 100\text{ pF}$  (除非另有说明)。测试条件参见“注 2”。

| 符号             | 参数           | Standard(400kHz) |     |     | Fast(1MHz) |     |      | 单位 |
|----------------|--------------|------------------|-----|-----|------------|-----|------|----|
|                |              | Min              | Typ | Max | Min        | Typ | Max  |    |
| $t_{BLOWB}$    | 时钟脉宽低电平时间    | 1.3              |     |     | 0.5        |     |      | us |
| $t_{BHIGHB}$   | 时钟脉宽高电平时间    | 0.6              |     |     | 0.32       |     |      | us |
| $t_{BI B 1}$   | 噪声抑制时间       |                  |     | 80  |            |     | 80   | ns |
| $t_{BAAB}$     | 时钟低至数据有效时间   | 0.1              |     | 0.9 |            |     | 0.45 | us |
| $t_{BBUF B 1}$ | 两次指令间的总线空闲时间 | 1.3              |     |     | 0.5        |     |      | us |
| $t_{BHD.STAB}$ | 起始条件保持时间     | 0.6              |     |     | 0.25       |     |      | us |
| $t_{BSU.STAB}$ | 起始条件建立时间     | 0.6              |     |     | 0.25       |     |      | us |
| $t_{HD.DATB}$  | 数据保持时间       | 0                |     |     | 0          |     |      | ns |
| $t_{BSU.DATB}$ | 数据建立时间       | 100              |     |     | 50         |     |      | ns |
| $t_{BRB}$      | 输入上升时间       |                  |     | 300 |            |     | 120  | ns |
| $t_{BFB}$      | 输入下降时间       |                  |     | 300 |            |     | 120  | ns |
| $t_{BSU.STOB}$ | 停止条件建立时间     | 0.6              |     |     | 0.25       |     |      | us |
| $t_{BDHB}$     | 数据输出保持时间     | 100              |     |     | 100        |     |      | ns |
| $t_{BWRB}$     | 写时间          |                  |     | 10  |            |     | 10   | ms |

表 5-6 I2C 接口交流参数

注:

【1】 该参数由特性测试确定, 产品未经 100%测试。

【2】 交流参数测试条件:

RL (接至 VCC): 1.3 k $\Omega$

输入脉冲电压: 0.3 VCC ~ 0.7 VCC

输入上升/下降时间:  $\leq 50\text{ ns}$

输入/输出时序参考电压: 0.5 VCC

## 5.4 存储器参数

| 符号                   | 参数     | 条件        | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|--------|-----------|-----|-----|-----|----|
| $t_{\text{ret}}$     | 数据保存时间 | 环境温度 55 度 | 50  |     |     | 年  |
| $N_{\text{endu(W)}}$ | 擦写次数   | 环境温度 25 度 | 20  |     |     | 万次 |

表 5-7 存储器参数

## 6 订货信息

| 器件代号             | 封装形式     | 包装方式 |
|------------------|----------|------|
| FM11NC08S-DN-T-G | DFN10 塑封 | 卷带包装 |
| FM11NC08I-DN-T-G | DFN10 塑封 | 卷带包装 |

|        | FM                 | 11NC                                | 08                 | S                    | -XXX     | -C                          | -H  |
|--------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|----------|-----------------------------|---|
| 公司名前缀  | FM=上海复旦微电子集团股份有限公司 |                                     |                    |                      |          |                             |   |
| 产品族    |                    | 11NC=符合 ISO/IEC14443-A 协议的 NFC 通道产品 |                    |                      |          |                             |   |
| 产品容量   |                    |                                     | 08=约 8k bit EEPROM |                      |          |                             |   |
| 产品版本   |                    |                                     |                    | S=SPI 接口<br>I=I2C 接口 |          |                             |   |
| 封装形式   |                    |                                     |                    |                      | DN=DFN10 |                             |   |
| 产品载体   |                    |                                     |                    |                      |          | T= Tape and Reel<br>U= Tube |   |
| HSF 代码 |                    |                                     |                    |                      |          |                             | G=ROHS Compliant, Halogen-free, Antimony-free |

## 7 封装信息

### 7.1 DFN10 封装

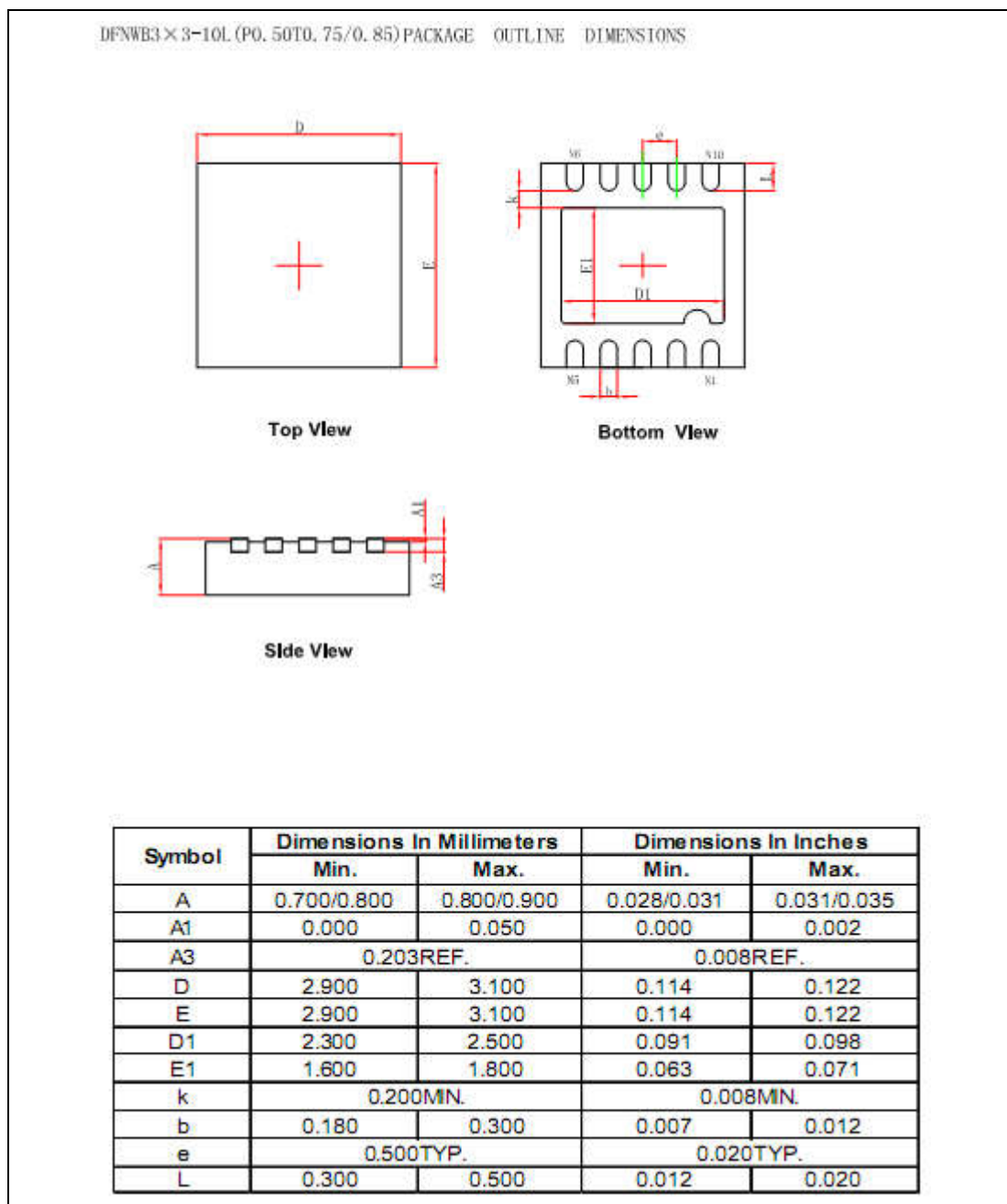


图 7-1 DFN10 封装尺寸图



## 版本信息

| 版本号 | 发布日期    | 页数 | 章节或图表 | 更改说明  |
|-----|---------|----|-------|---|
| 1.0 | 2014.12 | 48 |       | 初稿  |
| 1.1 | 2019.08 | 48 |       | 修改 IIC 电气参数,EEPROM 寿命, 增加 IIC 接口订货信息            |
| 1.2 | 2019.10 | 48 |       | 对芯片在 14443-3 模式下模拟 NFC FROUM TYPE 2 标签的兼容性做了描述。 |
|     |         |    |       |   |
|     |         |    |       |   |



# 上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服 务网 点

## 上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

## 上海复旦微电子（香港）股份有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

## 北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608

传真：(86-10) 8418 6211

## 深圳办事处

地址：深圳市华强北路 4002 号圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

电话：(86-0755) 8335 0911 8335 1011 8335 2011 8335 0611

传真：(86-0755) 8335 9011

## 台湾办事处

地址：台北市 114 内湖区内湖路一段 252 号 12 楼 1225 室

电话：(886-2) 7721 1889

传真：(886-2) 7722 3888

## 新加坡办事处

地址：237, Alexandra Road, #07-01, The Alexcior, Singapore 159929

电话：(65) 6472 3688

传真：(65) 6472 3669

## 北美办事处

地址：2490 W. Ray Road Suite#2 Chandler, AZ 85224 USA

电话：(480) 857-6500 ext 18

公司网址：<http://www.fmsh.com/>