

带I²C接口的14443A NFC标签及通道芯片

FX669

技术手册

V1.0

目录

1	说明.....	3
2	产品综述.....	4
2.1	产品简介.....	4
2.2	产品特点.....	4
2.2.1	非接触接口.....	4
2.2.2	接触接口.....	4
2.2.3	双界面.....	5
2.2.4	EEPROM.....	5
2.2.5	安全特性.....	5
2.3	结构框图.....	5
2.4	引脚说明.....	6
2.4.1	DFN8.....	6
2.4.2	SOP8.....	7
3	功能描述.....	8
3.1	总体描述.....	8
3.2	存储器.....	8
3.2.1	概述.....	8
3.2.2	组织结构.....	8
3.2.4	CL Static Lock Bytes.....	12
3.2.5	CL Dynamic Lock Bytes.....	13
3.2.6	CT Lock Bits.....	13
3.2.7	AUTH KEY.....	15
3.2.8	AUTH0.....	15
3.2.9	USER CFG.....	15
3.2.10	Capability Container.....	15
3.2.11	CC 区出厂初始化.....	16
3.2.12	双界面访问权限仲裁.....	16
3.3	寄存器.....	17
3.3.1	概述.....	17
3.3.2	系统寄存器列表.....	17
3.3.3	系统寄存器详细定义.....	17
3.4	电源管理.....	30
3.4.1	概述.....	30
3.4.2	电源方案.....	30
3.5	安全认证.....	32
3.5.1	安全算法.....	32
3.5.2	下行安全认证.....	32
3.5.3	上行安全认证.....	33
3.6	非接触接口.....	33
3.6.1	概述.....	33
3.6.2	指令格怯及简要说明.....	34
3.7	接触接口.....	39
3.7.1	概述.....	39
3.7.2	I2C 接口上电唤醒.....	39
3.7.3	40
3.7.4	I ² C 接口工作流程.....	41
3.7.5	I2C 接口对片内存储器的访问.....	43

	3.7.6	I2C Timeout	44
4		应用指南	45
	4.1	总体描述	45
	4.2	非接触接口通信原理	45
	4.3	标签模式和通道模式的切换	46
	4.4	NFC TAG 模拟功能	46
	4.4.1	概述	46
	4.4.2	ISO14443-3 模式 (Level-3)	47
	4.4.3	ISO14443-4 模式 (Level-4)	48
	4.4.4	通过 FIFO 进行 NFC 通信操作说明	48
	4.5	中断系统	49
	4.6	场能量对外供电	49
	4.6.1	概述	49
	4.6.2	供电能力	49
	4.6.3	开关配置	49
	4.7	典型应用电路	50
	4.7.1	非对外供电应用	50
	4.7.2	对外供电应用	50
5		电气参数	52
	5.1	极限额定参数	52
	5.2	推荐工作条件	52
	5.3	电参数	52
	5.3.1	管脚电参数	52
	5.3.2	芯片电参数	53
	5.3.3	I2C 接口交流参数	53
	5.4	存储器参数	54
6		封装信息	55
	6.1	DFN8 封装	55
	6.2	SOP8 封装	56
7		订货信息	57

1 说明

FX669 是福芯微开发的符合 ISO/IEC14443—A 协议的 NFC 双界面标签及通道芯片。请联系福芯微提供更多相关文档支持详细设计开发。

Forsinve 福芯微

2 产品综述

2.1 产品简介

FX669是福芯微开发的符合 ISO/IEC14443—A 协议的 NFC 双界面标签及通道芯片。FX669 的非接触接口具有双向安全认证功能，下行认证方式为读写器对标签的认证，可用于电子产品的防伪及原厂验证，以及区域销售管理；上行认证方式为标签对读写器的认证，可用于个别功能的使能及存储空间权限的访问控制等。

支持非接触场能量收集及对外供电功能，配合低功耗 MCU，可应用于一些便携式 NFC 应用。

FX669 集成了场强测量功能，借助该功能，配合一定的操作流程，可以完成 NFC 手机和标签之间的精准对位。

2.2 产品特点

2.2.1 非接触接口

- 通讯协议：ISO/IEC 14443—A
- 工作频率：13.56MHz
- 两种通道工作模式可选择：ISO14443-3 模式、ISO14443-4 模式
- 数据传输速率：106 Kbps
- 采用 16bit CRC 保证数据完整性
- 支持 7 bytes UID，两重防冲突
- 支持快速数据初始化功能
- 场能量收集及对外供电功能
- 场强测量功能

2.2.2 接触接口

- 零待机功耗
- 多种上电唤醒方式
- 工作电压范围：2.2V~5V

- I2C 最高数据传输速率：1M bps
- 支持寄存器软复位功能

2.2.3 双界面

- 双界面共享的 32 字节数据缓存 FIFO
- 双界面访问权限：可配置为先到先得，或接触界面优先，或非接触界面优先
- 在双界面标签模式（NT）下，可通过更改寄存器 OP_MODE_SELECT，暂时进入通道模式（NC），进行即时的大数据量数据传输
- 可通过接触接口或非接触接口更改 EEPROM 中的配置字，在双界面标签模式（NT）和通道模式（NC）之间进行切换

2.2.4 EEPROM

- 总容量：1K Bytes
- 用户区容量：888 Bytes
- 最大擦写次数：100 万次
- 数据保存时间：20 年

2.2.5 安全特性

- 每颗芯片拥有独立 7 byte UID，UID 不可改写
- CC 区有 OTP 功能，只支持一次数据写入，写入后数据不可逆
- 存储区具有只读锁定功能
- 基于算法的双向安全认证
- 场内隐身功能
- 用户安全数据区大小可调节，对安全数据区的访问权限受算法控制

2.3 结构框图

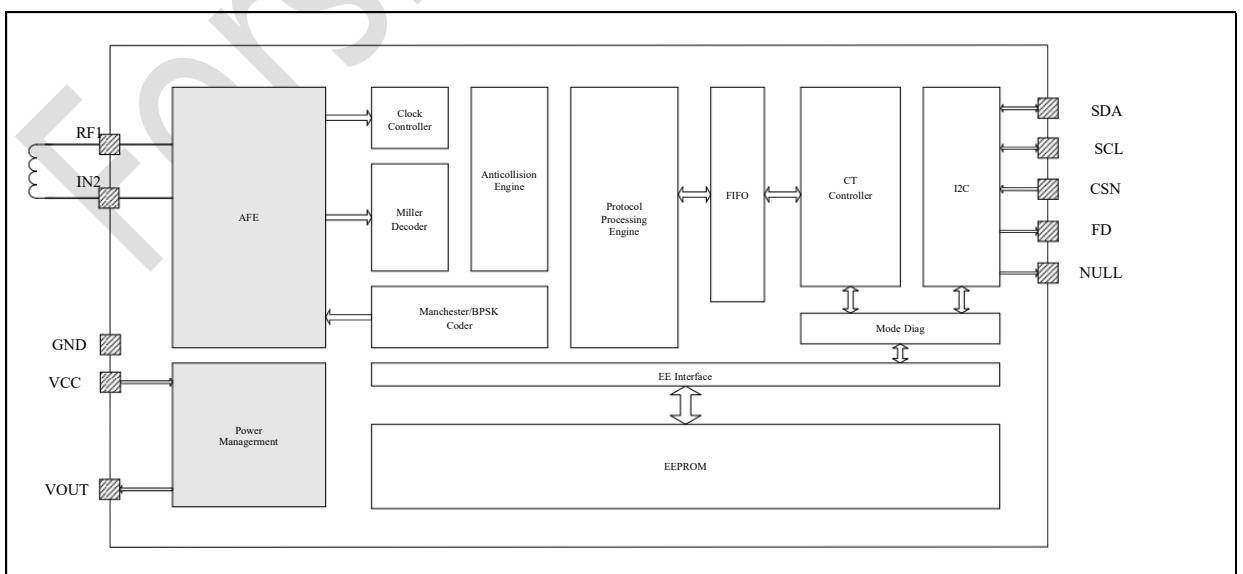


图 2-1 FX669 结构框图

2.4 引脚说明

2.4.1 DFN8

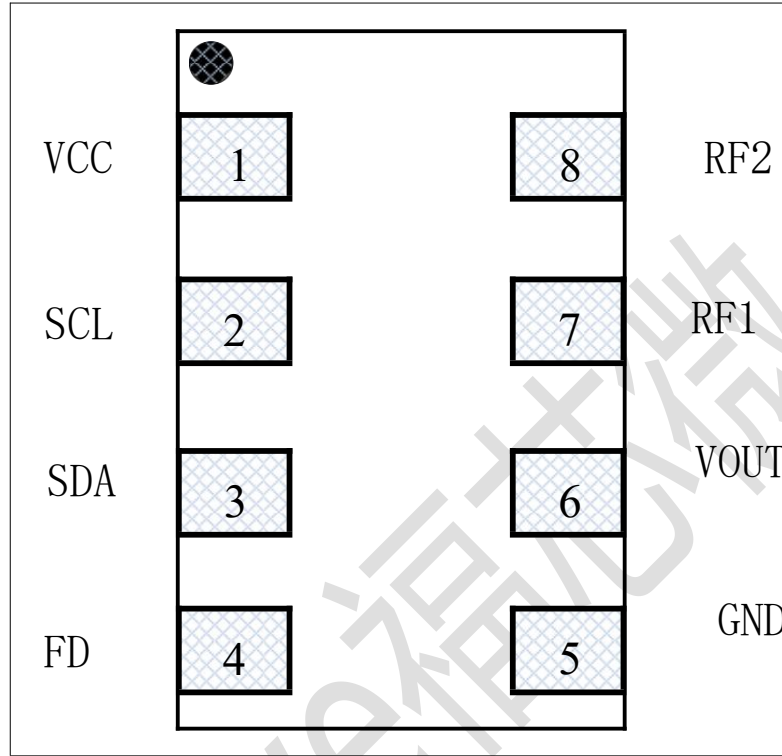
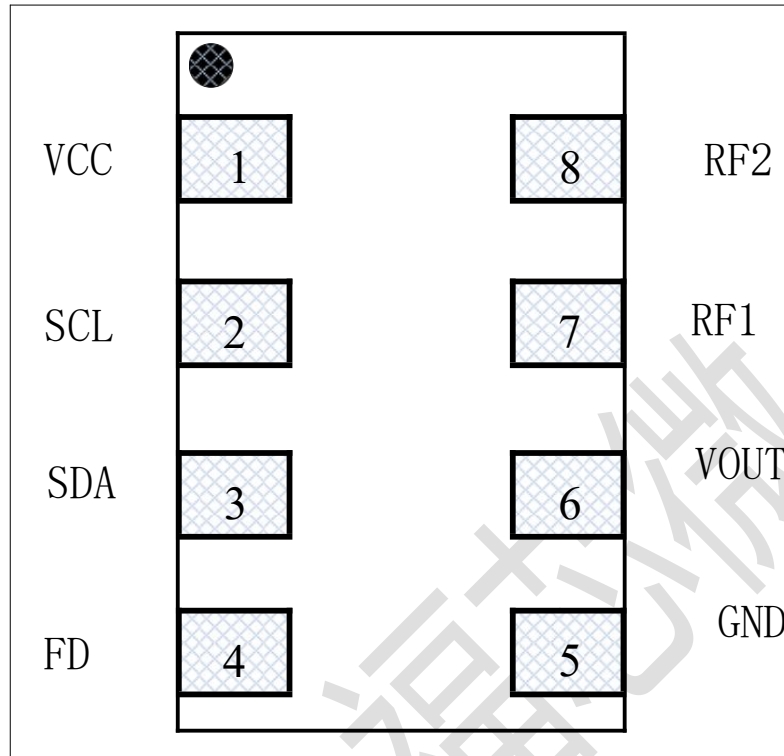


图 2-2 DFN8 引脚说明图

编号	管脚名称	管脚类型	说明
1	VCC	电源	接触界面的电源
2	SCL	数字输入	I2C 时钟信号端口
3	SDA	开漏输出	I2C 数据信号端口
4	FD	数字输出	中断信号输出，可配置为推挽高有效或开漏低有效
5	GND	地	芯片地
6	VOUT	模拟输出	场能量整流稳压后输出
7	RF1	模拟输入	射频天线引脚
8	RF2	模拟输入	射频天线引脚

表 2-1 DFN8 封装引脚列表

2.4.2 SOP8

图 2-3 SOP8 引脚说明图

编号	管脚名称	管脚类型	说明
1	VCC	电源	接触界面的电源
2	SCL	数字输入	I2C 时钟信号端口
3	SDA	开漏输出	I2C 数据信号端口
4	FD	数字输出	中断信号输出，可配置为推挽高有效或开漏低有效
5	GND	地	芯片地
6	VOUT	模拟输出	场能量整流稳压后输出
7	RF1	模拟输入	射频天线引脚
8	RF2	模拟输入	射频天线引脚

表 2-2 SOP8 封装引脚列表

3 功能描述

3.1 总体描述

芯片由三部分构成：

- 模拟前端电路
- 数字逻辑电路
- 非易失性存储器（EEPROM）

模拟前端电路完成非接触接口数据的解调和回发，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

芯片内置 8Kbits 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

FX669 在 NT 模式下，可通过非接触界面访问芯片内部的 EEPROM 存储器；在 NC 模式下，不支持通过非接触界面访问芯片内部的 EEPROM 存储器。

EEPROM 以 4 字节为 1 个 Block 来组织，READ 和 WRITE 均以 Block 地址作为最小寻址单位，READ 指令中的地址为读取的起始地址，依次读出 4 个 Block 的数据。WRITE 指令每次写入当前地址对应的 Block。

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 Block 04h~E1h，总计 222 Blocks，即 888 字节。E2h 存储 Dynamic Lock Bytes。E3h~FBh 为芯片配置信息区，FCh~FFh 为制造商信息区。

用户数据区可分为普通数据区和安全数据区，由 AUTH0 指定的地址进行划分。

整体空间划分示意图如下：

RF Block Num		Byte Number			
DEC	HEX	+0	+1	+2	+3
0	00h	Serial Number			
1	01h	Serial Number			
2	02h	Serial Number	internal	RF Lock Byte(part1)	
3	03h	Capability Container(CC)			
4	04h	Normal User Data Area			
5	05h				
...	...				
AUTH0	AUTH0	Secure User Data Area			
...	...				
224	E0h				
225	E1h	RF Lock Bytes(part2)			
226	E2h				
227	E3h	RFU			AUTH0
228	E4h	USER_CFG0	USER_CFG1	USER_CFG2	USER CFG CHK WORD
229	E5h	RFU			
230	E6h				
231	E7h				
232	E8h	AUTH PICC KEY byte0~byte3			
233	E9h	AUTH PICC KEY byte4~byte7			
234	EAh	AUTH PICC KEY byte8~byte9		RFU	
235	EBh	RFU			
236	ECh				
237	EDh				
...	...	Manul INFO			
251	FBh				
252	FCh				
253	FDh				
254	FEh				
255	FFh				

图 3-1 非接触接口 EEPROM 存储空间分配

3.2.2.2 接触界面

FX669 在 NT 模式或 NC 模式下，都可通过接触接口（I2C）访问芯片内置的 EEPROM 存储器。

接触接口对 EEPROM 的访问以 16byte 为 1 个 Page 来组织。用户数据区、配置数据区和制造商数据区所在的字节地址与非接触界面完全一样，只是接触接口可以一次向 EEPROM 写入一个 Page（16Byte）数据（最多写满一页，页内地址 0x0~0xF）。

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

接触接口可以访问大部分 EEPROM 空间，权限受 CT Lock Bits 控制。

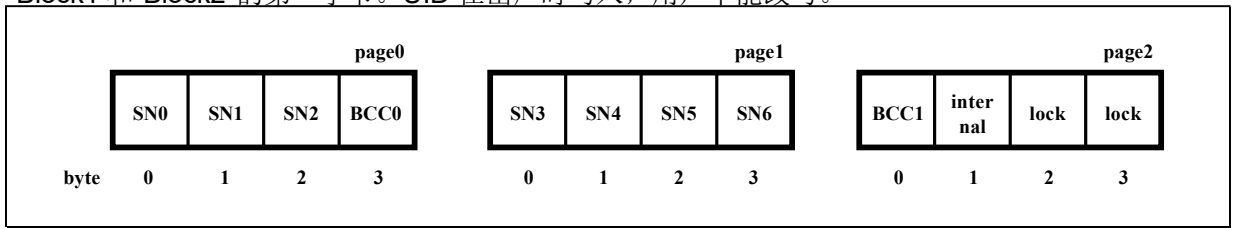
Forsinve 福芯微

EE Page Num	EE Byte Num	I2C Start Addr	Byte Number							
			+0	+1	+2	+3				
DEC	HEX	HEX								
0	0h	000h	Serial Number							
	4h	004h	Serial Number							
	8h	008h	Serial Number	internal	RF Lock Byte(part1)					
	Ch	00Ch	Capability Container(CC)							
1~57	10h	010h	User Data Area (222 Blocks 888Bytes)							
	14h	014h								
								
	384h	384h	RFU							
	388h	388h								
	38Ch	38Ch	RFU							
	390h	390h					USER_CFG0	USER_CFG1	USER_CFG2	USER_CFG_CHK WORD
	394h	394h								
	398h	398h								
39Ch	39Ch	RFU								
58	3A0h	3A0h	AUTH PICC KEY byte0~byte3							
	3A4h	3A4h	AUTH PICC KEY byte4~byte7							
	3A8h	3A8h	AUTH PICC KEY byte8~byte9		RFU					
	3ACh	3ACh	RFU							
59	3B0h	3B0h	ATS TL,T0		VOUT_RES_CFG	I2C Addr				
	3B4h	3B4h	ATS TA	ATS TB	ATS TC	DEMO_PAD_CFG				
	3B8h	3B8h	USER_CFG0/1/2_DEFAULT			chk_crc8				
	3BCh	3BCh	ATQA		SAK1	SAK2				
60	3C0h	3C0h	CT Lock Bytes							
	3C4h	3C4h	CT Lock Bytes							
	3C8h	3C8h	RF Dynamic Lock Bytes		RFU					
	3CCh	3CCh	RFU			AUTH0				
61~62	3D0h	3D0h	RFU							
	3D4h	3D4h								
								
	3ECh	3ECh								
63	3F0h	3F0h	Manufacture DATA							
	3F4h	3F4h								
	3F8h	3F8h								
	3FCh	3FCh								

图 3-2 接触接口 EEPROM 存储空间分配

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。



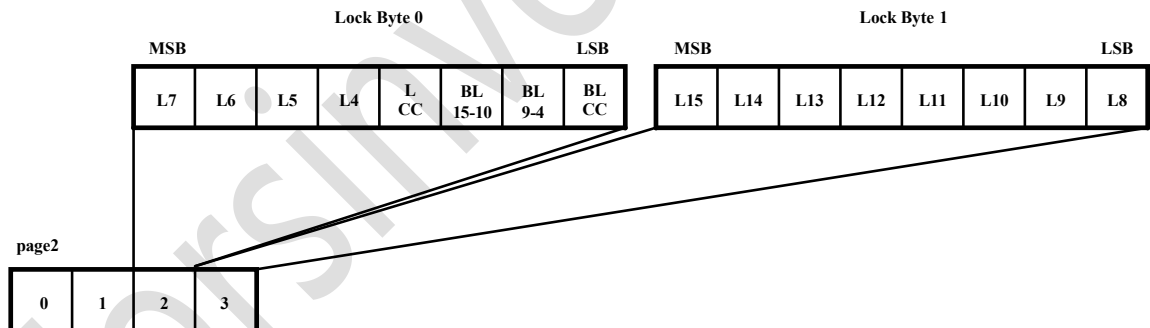
根据 ISO14443-3 校验字节 BCC0 定义为 $CT \oplus SN0 \oplus SN1 \oplus SN2$, 而 BCC1 定义为 $SN3 \oplus SN4 \oplus SN5 \oplus SN6$ 。

SN0 保存福芯微的制造商代码 1D。

3.2.4 CL Static Lock Bytes

在 NT 模式下, Block2 的 byte2 和 byte3 为 static lock bytes, 可用于锁定 static data area 中的 12 页和 CC 页的写权限。Static lock bits 为 OTP 属性, 用户一旦将其改写为 1, 便无法再改写为 0, 同时对应 Bit7~Bit4 变为只读属性, 无法改写。

Lock byte0 的 Bit7~Bit4 和 lock byte1 的 Bit7~Bit0 分别对应锁定 12 个 static data page, lock byte0 的 Bit3 对应 CC 页, lock byte0 的 Bit2~Bit0 则为 Block-Locking Bits (BL), BL 位一旦置为 1, 则对应的 lock 位不能再改写。



上图中, Lx 表示用于锁定 Page x 的写权限, BLx 表示阻止改写 memory area x 的 BL 位。

例如, 若 BL15-10 被置位成 1, 则 L15~L10 (lock byte1 的 Bit[7:2]) 将不能再被改写。所有的 Lx 和 BLx 都是 OTP, 用户可以用 WRITE 命令进行改写, 一旦写为 1, 不能再改写为 0, 且具有抗撕裂能力。

对于 NTCI 产品子型号, 出厂时 Static Lock bytes 的默认值为 FFFFh。

对于 NTCZ 产品子型号, 出厂时 Static Lock bytes 的默认值为 0000h, 如需锁定, 用户需从非接触端将 Lock Bytes 更改为 FFFFh。

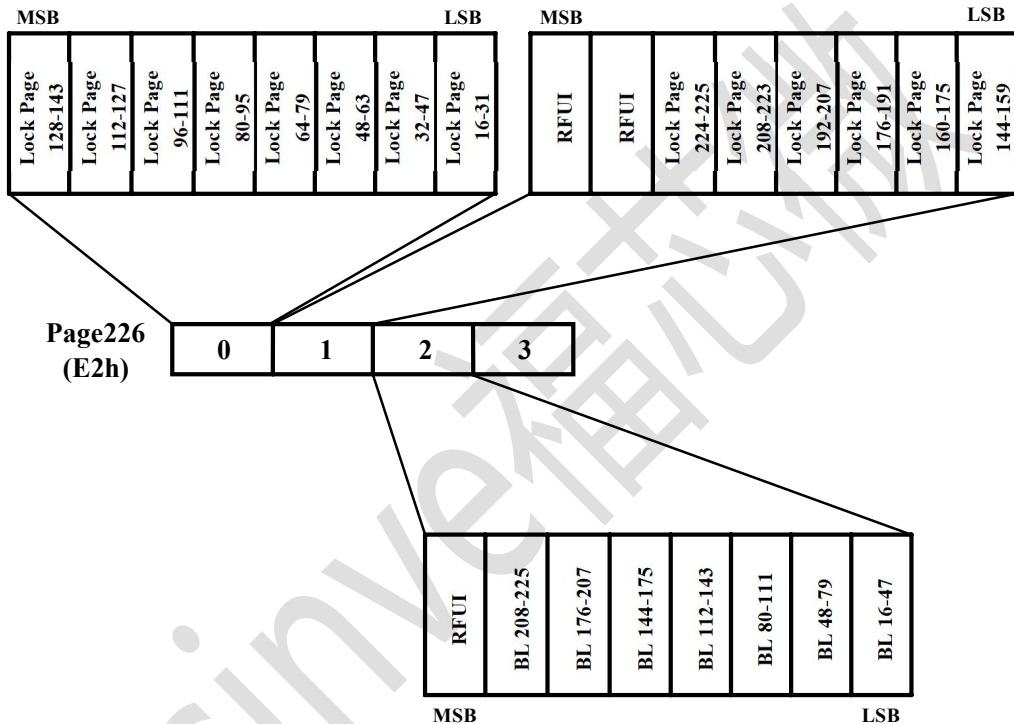
3.2.5 CL Dynamic Lock Bytes

在 NT 模式下，根据 NFC FORUM T2TOP 规范，Dynamic lock bytes 用来锁定从 Page 10h 开始的用户存储器区域。

Dynamic Lock Bytes 页地址	页锁定范围
E2h	16~225

Dynamic Lock bytes 同样具有 OTP 属性，一旦被置为 1，不能再被改写为 0

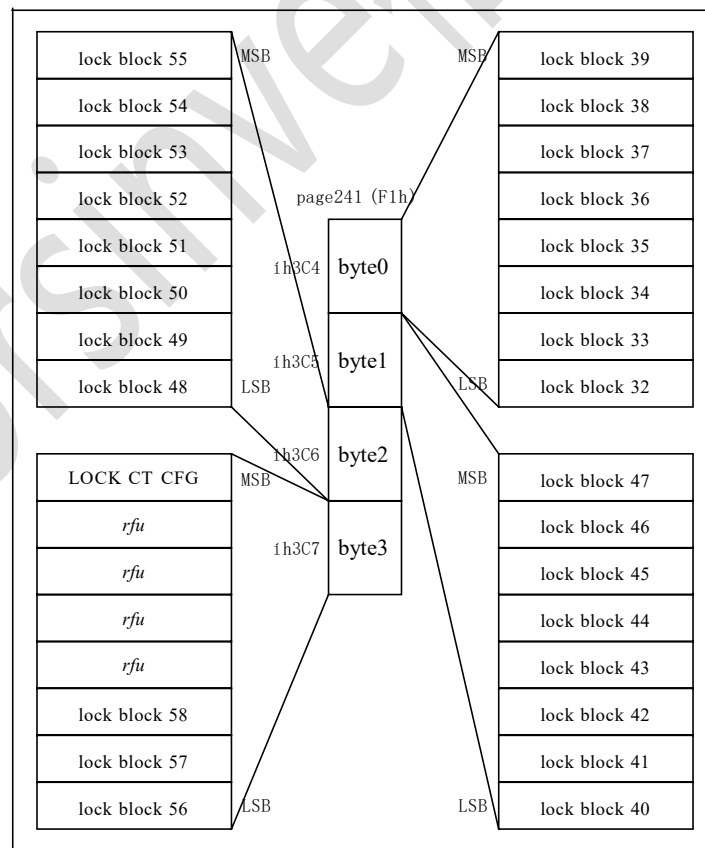
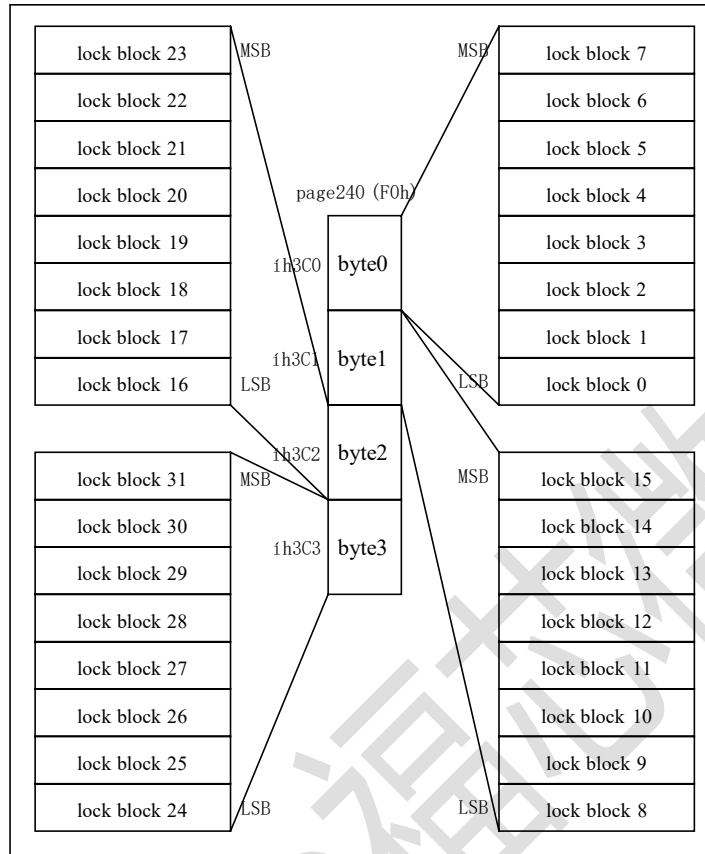
。 Dynamic Lock bytes 定义：



3.2.6 CT Lock Bits

在 NT 或 NC 模式下，为了避免接触接口对 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改写。CT Lock Bits 位于 EEPROM 特定位置，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 Block (4Bytes per Block)，每 Bit 用来锁定一个 Page (16Bytes per Page)，Lock Bits 的分配关系如下图所示：



关于接触接口锁定位需要注意以下几点:

- 芯片的 EEPROM 共包含 64 Pages
- Page 0~59 受 lock bites 控制，每 bit 控制 16byte 写权限
- Page 61~62 为 RFU，接触接口可直接读写，Page63 为制造商信息区，用户无法改写
- Page 60 为 CT Lock Bits 所在 Page，OTP 属性
- CT Lock Bits 只能由接触接口改写，非接触接口无法改写
- CT Lock Bits 的写保护功能只对接触接口访问有效

3.2.7 AUTH KEY

在 NT 模式下，芯片与读写器间进行安全认证所需要的密钥，位于 E8h/E9h/EAh 三个 page 中，共10byte。接触接口不可修改，非接触接口认证通过后可修改。

3.2.8 AUTH0

在 NT 模式下，AUTH0 位于 page E1h byte3。且有 OTP 属性。用于定义需要密码算法保护的的安全数据区的起始页地址。

AUTH0 定义了用户数据区内安全数据区的起始地址。用户数据区范围为 Block 0x00~Block 0xE1。其中：

- Block 0x00~Block 0x03 不受 AUTH0 地址保护。
- 从 AUTH0 定义的 Block 开始到 Block 0xE1，受到算法认证保护，为安全数据区。
- 如果 AUTH0 = 0x00 或者 AUTH0 > 0xE1，那么全部用户数据区不受算法保护。
- 如果 AUTH0 < 0x04，那么受保护起始地址为 0x04。

AUTH0 在全0时可写，一旦非 0 就不能再修改。用户需要谨慎修改。

3.2.9 USER CFG

在 NT 或 NC 模式下，Block E4h 存储用户的配置数据。其中 byte0~2 为具体配置，byte3 为校验位。当 $\text{byte3} = \sim(\text{byte2} \wedge \text{byte1} \wedge \text{byte0})$ 时，相关配置有效，否则芯片使用默认配置。

USER CFG 的详细配置说明见对应寄存器。

需要特别注意的是，配置中的 RFU 位必须为 0，否则会影响校验结果。

3.2.10 Capability Container

在 NT 模式下，Capability Container 根据 NFC Forum Type2 Tag 规范生成。CC 页内容的详细定义可以参考 NFC Forum T2TOP1.1。CC 字节的内容可以通过 WRITE 指令改写，CC 具有 OTP 属性，一旦置为 1，不能再改写为 0。

为了保证对 NFC T2TOP 的兼容性，不建议用户修改 CC 的内容。

CC 的详细定义如下：

- Byte0: 必须为 E1h 以符合 NFC Forum 要求
- Byte1: 代表芯片支持的 NFCT2T OP 版本号，比如 10h 表示 version1.0
- Byte2: 此字节×8 代表 data area 大小，比如 06h 表示 Tag 数据区为 48 字节
- Byte3: 高 4bit 表示 CC 和 data area 的读权限，默认 0h，8h-Eh 为私有化数据，1h-7h 和 Fh

为 RFU；低 4bit 表示 CC 和 data area 的写权限，默认 0h，Fh 表示禁止写权限

3.2.11 CC 区出厂初始化

在 NT 模式下，CC Block (03h) 在芯片出厂时已经根据 NFC Forum T2TOP 规范预先进行数据初始化。04h 以后的用户区初始化数据为全“00h”。

所有用户区对应的 LOCK 位在出厂时为“0”状态，意味着所有的页都处于未锁定状态。

页地址	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3
03h	E1h	10h	6Dh	00h

3.2.12 双界面访问权限仲裁

在 NT 模式下，芯片具有 I2C 接口，可与外部 MCU 进行通讯。

若接触接口 (I2C) 和非接触接口 (NFC) 都有效，则存在资源冲突的可能性，芯片提供以下仲裁机制：

- 先到先得
 - 一个接口收到有效指令，正在工作时，另外一个接口需等待，此时另一接口被复位。
- 接触接口优先
 - 接触接口可打断非接触接口正在进行的除擦写 EEPROM 以外的任意操作。
 - 如非接触接口正在擦写 EEPROM，接触接口发来的任意有效指令都会使仲裁冲突标志 arbitration_flag 置位。
 - 非接触接口正在做除擦写 EEPROM 以外的操作时，接触接口发来的任意有效指令都会强行复位非接触接口。
- 非接触接口优先
 - 非接触接口可打断接触接口正在进行的除擦写 EEPROM 以外的任意操作。
 - 非接触接口工作时，会复位接触接口。
- 无优先级
 - 一个接口工作时，另一个接口不会复位，因此在此模式下，EEPROM 可作为数据缓存使用，完成两个接口之间的实时的数据交互，详见相关应用文档。
 - 如果两个接口同时读 EEPROM 或读写寄存器，会存在地址冲突，此种情况需通过协调双界面操作进行规避；
 - 如果一个接口正在擦写 EEPROM，则另一接口无法读或写 EEPROM，需等待擦写完成。
 - 如非接触接口正在擦写 EEPROM，接触接口发来的任意有效指令都会使仲裁冲突标志 arbitration_flag 置位。

3.3 寄存器

3.3.1 概述

芯片的寄存器是指非接触、接触接口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 FFE0h~FFFFh，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。

CL 地址	I2C 地址	名称	功能
0xE0	0xFFE0	USER_CFG0	用户功能配置寄存器
0xE1	0xFFE1	USER_CFG1	用户功能配置寄存器
0xE2	0xFFE2	USER_CFG2	用户功能配置寄存器
0xE6	0xFFE6	RESET_SILENCE	复位和静默寄存器
0xE7	0xFFE7	STATUS	芯片状态标志寄存器
0xE9	0xFFE9	VOUT_EN_CFG	场能量对外供电使能寄存器
0xEA	0xFFEA	VOUT_RES_CFG	对外供电内阻配置寄存器
0xF0	0xFFF0	FIFO_ACCESS	MCU 读写 FIFO 的入口地址
0xF1	0xFFF1	FIFO_CLEAR	供 MCU 清空 FIFO 内容
0xF2	0xFFF2	FIFO_WORDCNT	供 MCU 查询 FIFO 剩余字节
0xF3	0xFFF3	RF_STATUS	非接触口工作状态
0xF4	0xFFF4	RF_TXEN	非接触口回发使能
0xF5	0xFFF5	RF_CFG	非接接口配置寄存器
0xF6	0xFFF6	RF_RATS	非接通信收到的 RATS 数据
0xF7	0xFFF7	MAIN_FD	主要中断标志寄存器
0xF8	0xFFF8	FIFO_FD	FIFO 中断标志寄存器
0xF9	0xFFF9	AUX_FD	辅助中断标志寄存器
0xFA	0xFFFA	MAIN_FD_MASK	主中断屏蔽寄存器
0xFB	0xFFFB	FIFO_FD_MASK	FIFO 中断屏蔽寄存器
0xFC	0xFFFC	AUX_FD_MASK	辅助中断屏蔽寄存器

表 3-1 非接/接触接口寄存器地址

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（分别列出 CL、I2C 地址）
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

W _{AUTH}	:	认证后可写
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) 详见 ISO/IEC 14443-4 协议
FSDI	:	Frame Size for proximity coupling Device Integer 详见 ISO/IEC 14443-4 协议
RATS	:	Request for Answer To Select 详见 ISO/IEC 14443-4 协
议CT	:	接触接口
NFC	:	非接触 NFC 接口
REG	:	register, 寄存器

3.3.3.2 USER_CFG0

用户配置寄存器			
Applicable Interface: CL/I2C			
Applicable Mode: NT/NC			
REG Address: E0/FFE0			
EEPROM Block Address: E4			
Default: 8'h90			
Field	Description	Default	Access
7:6	Vout_mode 配置 VOUT 引脚对外供电的工作模式 0x: VOUT 不对外供电 10: 上电即开始对外供电 11: 是否对外供电受寄存器 VOUT_EN_CFG 控制	2'b10	RW
5	demodu_enhancement 解调增强功能, 用于大功率读写器 0: 不开启解调增强功能 1: 开启解调增强功能	1'b0	RW
4	FD_mode FD 输出有效电平选择 0: 输出高电平表示中断(推挽) 1: 输出低电平表示中断(开漏)	1'b1	RW

3	RFU	1'b0	RW
2	RFU	1'b0	RW
1	RFU	1'b0	RW
0	<p>OP_MODE_SELECT</p> <p>用于选择芯片工作在 NC 模式还是 NT 模式，此寄存器在芯片上电时从 EEPROM 中读取默认值到此寄存器中。</p> <p>在 NT 模式下，芯片支持临时切换到 NC 模式的功能，通过算法权限认证以后，对此寄存器写 1，暂时切换至 NC 模式，用于快速传输数据，芯片重新上电后，此寄存器清零，自动切换回 NT 模式。</p> <p>0：NT（双界面标签模式）</p> <p>1：NC（通道模式）</p>	1'b0	RW _{AUTH}

3.3.3.3 USER_CFG1

用户配置寄存器			
Applicable Interface: CL/I2C			
Applicable Mode: NT/NC			
REG Address: E1/FFE1			
EEPROM Block Address: E4			
Default: 8'h84			
Field	Description	Default	Access
7	<p>rf_inventory_en</p> <p>0：非接触接口不支持快速防冲突功能</p> <p>1：非接触接口支持快速防冲突功能</p>	1'b1	RW
6	<p>fdt_comp_en</p> <p>0：FDT 补偿功能关闭</p> <p>1：FDT 补偿功能开启</p>	1'b0	RW
5:4	<p>fdel，FDT 补偿选择</p> <p>00：2/fc</p> <p>01：4/fc</p> <p>10：6/fc</p> <p>11：8/fc</p>	2'b00	RW

3:2	NFC_MODE 定义通道工作模式 00: ISO14443-4 协议模式 01: ISO14443-3 协议模式 10/11: RFU	2'b01	RW
1	RFU	1'b0	RW
0	RFU	1'b0	RW

3.3.3.4 USER_CFG2

用户配置寄存器			
Applicable Interface: CL/I2C			
Applicable Mode: NT/NC			
REG Address: E2/FFE2			
EEPROM Block Address: E4h byte2			
Default: 8'h21			
Field	Description	Default	Access
7:6	RFU	2'b00	RW
5:4	arbitration_cfg 仲裁模式选择 00: 无优先级 01: 先到先得 10: CT (接触端) 优先 11: CL (非接触端) 优先	2'b10	RW
3:0	ct_sleep_cfg[3:0] 配置 CT 接口空闲后多久时间进 sleep 状态 4'h0: 0.5ms 4'h1: 1ms 4'h2: 2ms 4'h3: 4ms 4'h4: 8ms 4'h5: 16ms 4'h6: 32ms	4'h1	RW

4'h7: 64ms		
4'h8~f: 持续上电，芯片不进入 sleep 状态		

3.3.3.5 RESET_SILENCE

软件复位寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NT/NC			
REG Address: FFE6			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:2	RFU	-	-
1	soft_rst 向此寄存器写 8'h55，芯片回发结束后，触发芯片复位。复位完成后此寄存器自动清零	1'b0	W
0	NFC_silence 1：向此寄存器写 8'h33，NFC_silence 置 1，非接触接口复位，芯片进入非接触接口静默状态 0：向此寄存器写 8'hCC，NFC_silence 清 0，非接触接口复位放开，芯片脱离静默状态	1'b0	RW

3.3.3.6 STATUS

系统状态标志寄存器			
Applicable Interface: CL/I2C			
Applicable Mode: NT/NC			
REG Address: E7/FFE7			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:1	RFU	-	-
0	user_cfg_chk_flag EEPROM 的 E4h block 中存储了芯片的重要配置信息，在芯片上电是读出到寄存器中，并自动进行校验，此寄存器表征校验成功还是失败。 0：校验成功，芯片使用当前读出值； 1：校验失败，芯片使用 default 值；	1'b0	R

3.3.3.7 VOUT_EN_CFG

场能量对外供电使能			
Applicable Interface: CL/I2C			
Applicable Mode: NT/NC			
REG Address: E9/FFE9			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7	vout_en_CFG 当寄存器 USER_CFG0.vout_mode=2'b11 时，芯片是否对外供电受本寄存器控制，否则本寄存器无效 0: 关闭对外供电 1: 开启对外供电	1'b0	RW
6:0	RFU	-	-

3.3.3.8 VOUT_RES_CFG

模拟配置寄存器			
Applicable Interface: CL/I2C			
Applicable Mode: NT/NC			
REG Address: EA/FFEA			
EEPROM Block Address: ECh byte2			
Default: 8'h80			
Field	Description	Default	Access
7:4	vout_res_cfg 配置对外供电时限流电阻阻抗	4'b1000	RW
3:0	RFU	4'b0000	-

3.3.3.9 FIFO_ACCESS

FIFO 访问寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF0			

Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:0	FIFO_access 主控 MCU 向此地址写数据时执行 push FIFO，读此地址时执行 pop FIFO	8'h0	R/W

3.3.3.10 FIFO_CLEAR

FIFO 清零寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF1			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:0	FIFO_clear 向此地址写任意数据时自动刷新 FIFO，复位读写指针并清除所有标志；读出无意义	8'h0	W

3.3.3.11 FIFO_WORDCNT

FIFO 水平线寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF2			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:6	RFU		
5:0	FIFO_wordcnt FIFO 中剩余的字节数，取值范围 0~32	6'h0	R

3.3.3.12 NFC_STATUS

非接触口工作状态寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			

REG Address: FFF3			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:4	NFC_STATE 显示 CL 端的内部状态 0000: IDLE 0001: READY1, after REQA or WUPA 0010: READY2 0011: IDLE(In Inventory Processing) 0100: HALT 0111: QUIET(In Inventory Processing) 1000: 处于通道模式的 ISO14443-3, 或通道模式的 ISO14443-4 的 RATS 前 1001: 处于通道模式的 ISO14443-4 的 RATS 后, PPS 前 1010: 处于通道模式的 ISO14443-4 的 PPS 后 1100: 未经算法认证的状态 1101: 经算法认证过的状态	4'h0	R
4:3	RFU		
2	NFC_DIR 通道模式的通信方向 0: MCU->PCD 1: PCD->MCU	1'b1	R
1	NFC_RX 非接触端口接收数据的标志位 0: 未处于接收状态 1: 处于接收状态	1'b0	R
0	NFC_TX 非接触端口回发数据的标志位 0: 未处于回发状态 1: 处于回发状态	1'b0	R

3.3.3.13 NFC_TXEN

非接触端口回发使能			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF4			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:0	<p>NFC_txen</p> <p>主控 MCU 向此地址写入:</p> <p>0x55: 触发非接触接口回发数据。MCU 先向 FIFO 写入数据, 然后通过写此寄存器启动 CL 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, 以增加回发数据长度;</p> <p>0xAA: 启动非接触接口回发数据, 并且 CL 只回 4bit 数据, 数据依然来自 FIFO;</p> <p>0x88: 非接触接口立刻切换到接收状态;</p> <p>0x77: 非接触接口立刻切换到接收状态, 状态机回到 IDLE</p>	8'h00	W

3.3.3.14 NFC_CFG

非接触端口配置寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF5			
Default: 8'h01			
Field	Description	Default	Access
7:2	RFU	-	-
1	<p>soft_halt</p> <p>此位置 1, 控制非接触接口进 halt 状态</p> <p>注: halt_mode=0 时此位有效</p>	1'b0	RW
0	<p>halt_mode</p> <p>定义非接触接口收到 halt 指令后的处理方式</p> <p>0: 指令数据直接进 FIFO, 由 MCU 写 soft_halt 寄存器控制非接触接口进 halt 状态</p> <p>1: 非接触接口自动进 halt 状态, 只产生中断标志通知 MCU。</p>	1'b1	RW

3.3.3.15 NFC_RATS

RATS 参数寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF6			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:4	FSDI: 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: PCD 发送的 RATS 中的 Card ID 码	4'h0	R

3.3.3.16 MAIN_FD

主中断标志寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF7			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7	Poweron_flag 芯片上电中断标志, 芯片上电后置位, 仅在通道模式下有效	1'b0	Dy/RC
6	active_flag ISO14443-3 完成中断标志, 仅在通道模式下有效	1'b0	Dy/RC
5	rx_start 走完 ISO14443-3 流程后开始接收数据, FIFO 从空到不空	1'b0	Dy/RC
4	rx_done 当前数据帧接收完成	1'b0	Dy/RC
3	tx_done 当前数据帧回发完成	1'b0	Dy/RC
2	arbitration_flag 在 NT 模式下的擦写 EEPROM 仲裁冲突中断,	1'b0	Dy/RC

	当非接触接口（CL）的指令正在擦写 EEPROM 时，如果接触接口（CT）发来任何地址匹配的指令，都将产生该中断标志		
1	FIFO_flag 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 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	1'b0	Dy/R

注：RC 表示 Read Clear，读清零。

3.3.3.17 FIFO_FD

FIFO 中断标志寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF8			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:4	RFU	-	-
3	FIFO_water level 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_overflow FIFO 溢出标志（包含上溢出和下溢出）	1'b0	Dy/RC
1	FIFO_full FIFO 满中断	1'b0	Dy/RC
0	FIFO_empty FIFO 空中断 <i>注：通道模式下，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</i>	1'b0	Dy/RC

3.3.3.18 AUX_FD

辅助中断标志寄存器	
Applicable Interface: I2C	

Applicable Mode: NC			
REG Address: FFF9			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7	ee_write_done EEPROM 擦写完成中断	1'b0	Dy/RC
6	ee_write_error EEPROM 擦写错误中断（表征没有擦写权限）	1'b0	Dy/RC
5	parity_error NFC 端接收到的数据的奇偶校验出现错误，仅 NC 模式下通过 FIFO 进行数据交互时有效	1'b0	Dy/RC
4	crc_error NFC 接收到的CRC 校验错误，仅 NC 模式下通过 FIFO 进行数据交互时有效	1'b0	Dy/RC
3	frame_error NFC 接收出现帧格式错误，仅 NC 模式下通过 FIFO 进行数据交互时有效	1'b0	Dy/RC
2	halt_flag NFC 端收到 halt、deselect 指令会进入到 halt 状态。产生此中断标志	1'b0	Dy/RC
1:0	RFU		

3.3.3.19 MAIN_FD_MASK

主中断标志屏蔽寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFFA			
Default: 8'h02			
Field	Description	Default	Access
7	RFU	1'b0	R/W
6	RFU	1'b0	R/W
5	rx_start_mask 1: 屏蔽接收开始中断	1'b0	R/W
4	rx_done_mask	1'b0	R/W

	1: 屏蔽接收结束中断		
3	tx_done_mask 1: 屏蔽发送结束中断	1'b0	R/W
2	arbit_mask 1: 屏蔽双界面访问仲裁中断	1'b0	R/W
1	FIFO_mask 1: 屏蔽 FIFO 相关中断 上电默认屏蔽 FIFO 中断，避免一上电就发出空中断	1'b1	R/W
0	aux_mask 1: 屏蔽辅助中断	1'b0	R/W

3.3.3.20 FIFO_FD_MASK

FIFO 中断标志屏蔽寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			
REG Address: FFFB			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:4	RFU	-	-
3	FIFO_water level_mask FIFO water level 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
2	FIFO_overflow_mask FIFO_water level 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
1	FIFO_full_mask FIFO_full 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
0	FIFO_empty_mask FIFO_empty 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W

3.3.3.21 AUX_FD_MASK

辅助中断标志屏蔽寄存器			
Applicable Interface: I2C			
Applicable Mode: NC			

REG Address: FFFC			
Default: 8'h00			
Field	Description	Default	Access
7:6	-	-	-
5	halt_flag_mask halt_flag 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
4	EE_write_done_mask EE_write_done 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
3	EE_write_error_mask ee_write_error 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
2	parity_error_mask parity_error 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
1	crc_error_mask crc_error 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W
0	frame_error_mask frame_error 中断标志屏蔽位，高有效	1'b0	R/W

3.4 电源管理

3.4.1 概述

芯片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。
- 可收集射频场能量对片外进行供电。
- 多种电源开关的控制方式

3.4.2 电源方案

下图是芯片的电源方案。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，并输出到片外。

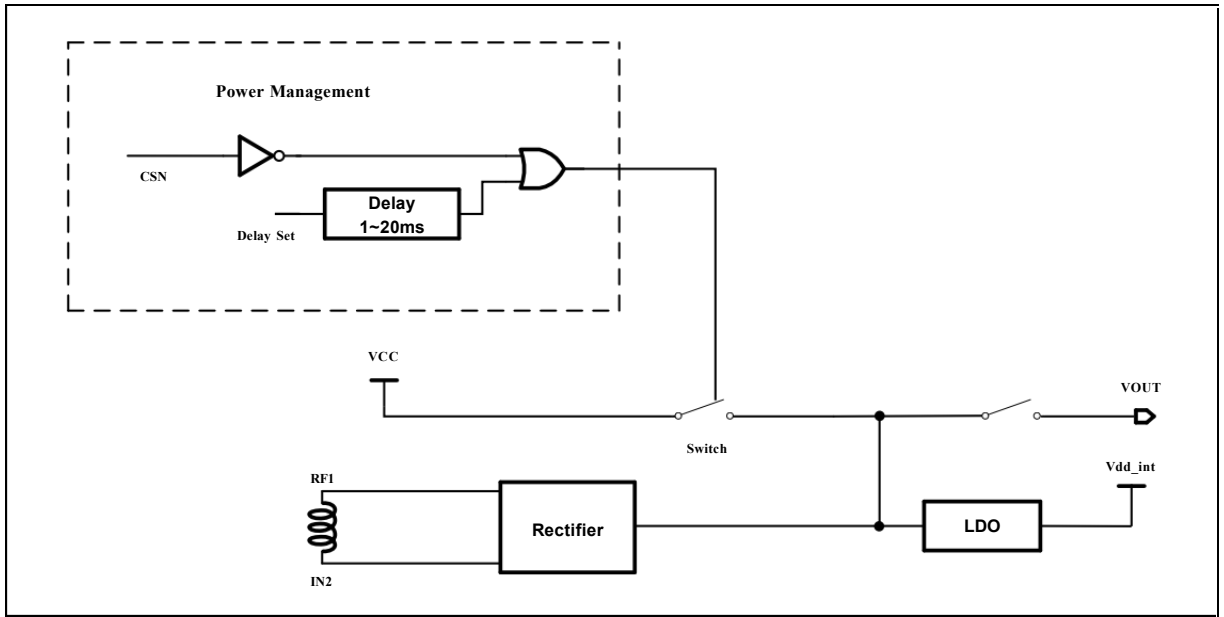
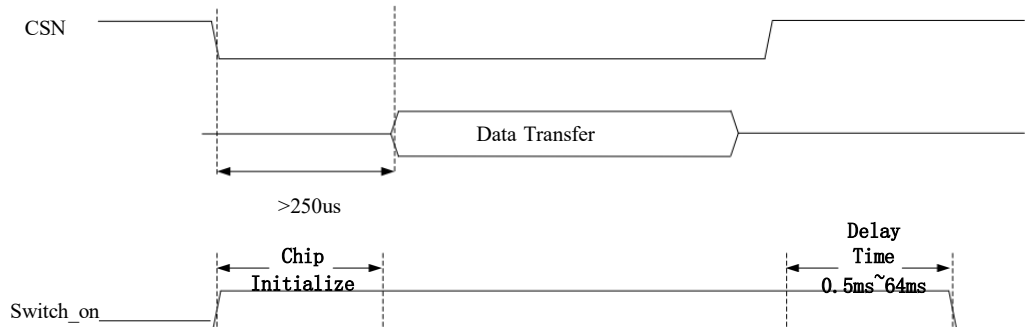


图 3-3 芯片电源方案

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，接触端开关断开，使接触端实现零功耗待机模式。

1. 电源开关操作方式：

(1) MCU 在发送数据前，将 CSN 管脚信号拉低，需要延迟 250us，CSN 管脚拉高以后，延迟 Delay Time 时间后，开关关闭。Delay Time 时间长度可在 USER_CFG2 中的 ct_sleep_cfg[3:0] 中配置，范围为 0.5ms~64ms，或配置为永久上电。



(2) 配置延迟时间的长度，取决于 MCU 发出的两条 I2C 指令之间的最大间隔。如果芯片接收到的是擦写 EEPROM 的指令，在擦写期间，电源开关自动处于打开状态，擦写结束以后，芯片再延迟 Delay Time 后关闭电源开关。Delay Time 的定时从擦写 EEPROM 结束后开始计算。

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. 场能量对外供电

芯片支持将场能量整流稳压后通过 VOUT 管脚输出，为外部其他电路供电，具体描述参见 4.6 场能量对外供电章节。

3.5 安全认证

3.5.1 安全算法

在 NT 模式下，芯片支持采用安全算法进行权限校验的功能。

关于算法的使用说明、算法的实现细节及相关程序，请咨询福芯微电子，获取更多的资料。

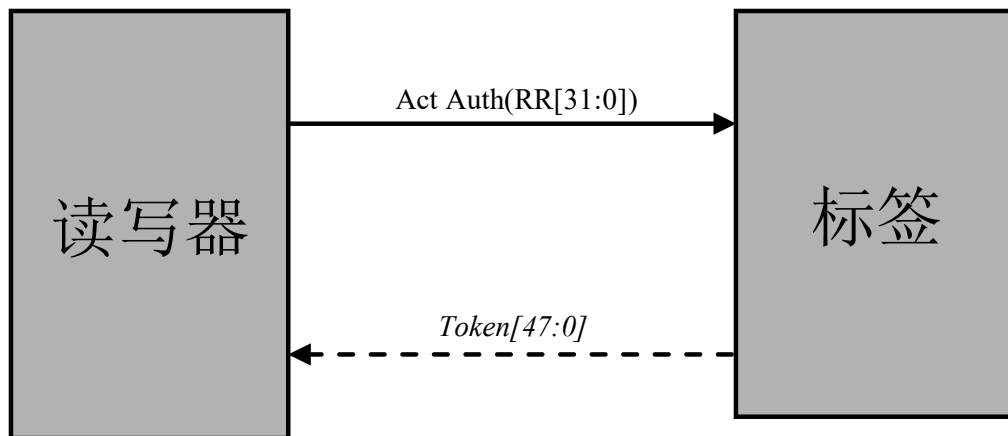
芯片的算法认证功能应用于以下场景：

1. 用于控制通过非接触接口改写寄存器的方式将芯片从 NT 模式临时切换至 NC 模式的权限，即改写 USER_CFG0 中的 OP_MODE_SELECT；
2. 用于控制通过非接触接口访问 EEPROM 中的安全数据区的权限；
3. 用于控制通过非接触接口改写 USER_CFG（EEPROM 中的 Block E4h）的权限；

3.5.2 下行安全认证

在 NT 模式下，芯片内置安全算法，可使用 ACT_AUTH 指令完成读写器对标签芯片的单向认证，用以验证芯片的真伪，从而完成芯片所附属的电子产品的原厂溯源认证。

下行认证流程如下：



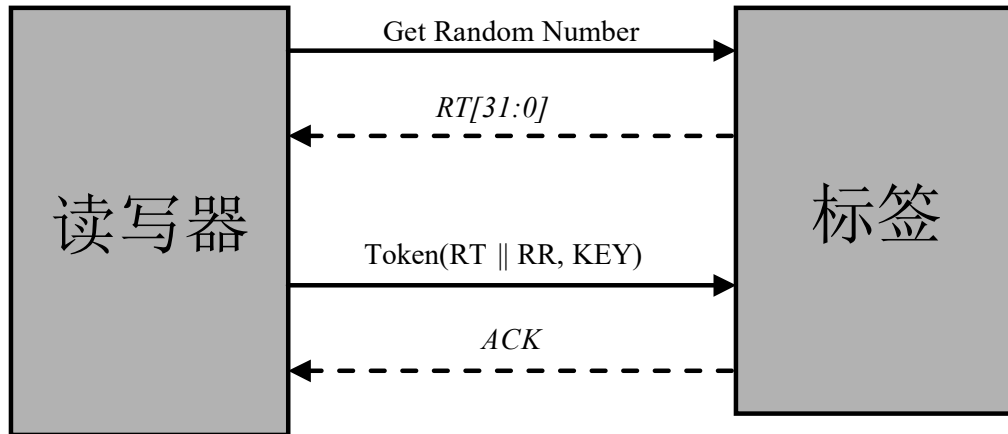
其中：Token = Enc(RT || RR, KEY)

1. 读写器生成一个 32bits 随机数 RR，然后向标签发送 Act Auth 指令，发起读写器对标签的单向认证申请。32bits 随机数 RR 作为 Act Auth 指令的参数下发给标签。
2. 标签收到 Act Auth 指令后，内部生成一个 16bits 随机数 RT。标签使用事先和读写器约定好的认证密钥（Key）对数据 RT || RR 加密，得到 48bits 密文 Token= Enc(RT || RR, KEY)。标签将 Token 返回给读写器。
3. 读写器收到标签返回的 Token 后，根据加密算法逆向算出(RT || RR')。比较 RR'与 RR 是否相同。如果相同，则读写器认为标签身份合法。如果不同，则读写器认为标签身份非法。通常读写器或手机只作为通道，运算和确认过程在云端进行。

3.5.3 上行安全认证

在 NT 模式下，上行安全认证是标签对读写器的认证，认证完成后，可赋予改写某些寄存器或访问某些 EEPROM 存储区的权限，通过改写寄存器，可以实现一些权限的解除锁定或一些管脚的翻转动作；某些 EEPROM 存储区内可存储敏感数据，通过对这些存储区的访问权限控制，可实现敏感数据的读取保护。

上行认证流程如下：



其中：Token = Enc(RT || RR, KEY)

1. 读写器发送获取随机数指令 REQ AUTH，标签生成一个 32bits 随机数 RT，回发给读写器。
2. 读写器收到标签的随机数 RT 后，内部生成一个 16bits 随机数 RR，并使用事先和标签约定好的认证密钥（Key）对数据 RT || RR 加密，得到 48bits 密文 Token= Enc(RT || RR, KEY)。读写器用 AUTH 指令将加密结果 Token 发给标签。
3. 标签收到读写器发来的 Token 后，根据加密算法逆向算出(RT' || RR)。比较 RT'与 RT 是否相同。如果相同，则标签认为读写器身份合法。如果不同，则标签认为读写器身份非法。

3.6 非接触接口

3.6.1 概述

芯片支持的指令集如下表所示，表中指明了双界面和通道两种模式下的指令支持情况。

Command	Code	Dual-int erface	Chann el	Description
Request	26h	Y	Y	
WakeUp	52h	Y	Y	
Anticollision CL1	93h 20h	Y	Y	
Select CL1	93h 70h	Y	Y	
Anticollision CL2	95h 20h	Y	Y	
Select CL2	95h 70h	Y	Y	
Halt	50h 00h	Y	Y	
READ	30h	Y	N	读 EEPROM
WRITE	A2h	Y	N	写 EEPROM

Command	Code	Dual-interface	Channel	Description
READ_REG	1Ch	Y	N	读寄存器
WRITE_REG	1Dh	Y	N	写寄存器
REQ_AUTH	B0h	Y	N	从芯片获取 32bit 随机数
AUTH	B1h	Y	N	用于芯片对读写器认证
ACT_AUTH	B2h	Y	N	用于读写器对芯片认证

NC 模式定义了4bit 的 ACK 和 NAK，其编码和含义如下：

Code	ACK/NAK
4'hA	Acknowledge
4'h0	NAK，命令参数错误
4'h1	NAK，校验位或 CRC 错

NC 模式定义的 ATQA 和SAK 如下：

Response	Hex	Bit
ATQA	00 44	0000_0000_0100_0100
SAK_T2T	00	0000_0000
SAK_T4T	20	0010_0000

3.6.2 指令格式及简要说明

3.6.2.1 REQA

指令格式如下：

SOF	CMD	EOF
	7bits	
	0x26	

回发如下：

SOF	ATQA	EOF
	2bytes	
	0044	

3.6.2.2 WUPA

指令格式如下：

SOF	CMD	EOF
	7bits	
	0x52	

回发如下：

SOF	ATQA	EOF

	2bytes	
	0044	

3.6.2.3 ANTICOLLISION

指令格式如下:

SOF	CMD	NVB	UID	EOF
	1byte	1byte	N bits	
	0x93 0x95		具体 UID 的 bit 数由 NVB 数值决定	

回发如下:

SOF	UID	EOF
	40-n bits	

3.6.2.4 SELECT

指令格式如下:

SOF	CMD	NVB	UID	CRC16	EOF
	1byte	1byte	5bytes	2bytes	
	0x93 0x95	0x70			

回发如下:

SOF	SAK	CRC16	EOF
	1byte	2bytes	

3.6.2.5 HLTA

指令格式如下:

SOF	CMD	PARA	CRC16	EOF
	1byte	1byte	2bytes	
	0x50	0x00		

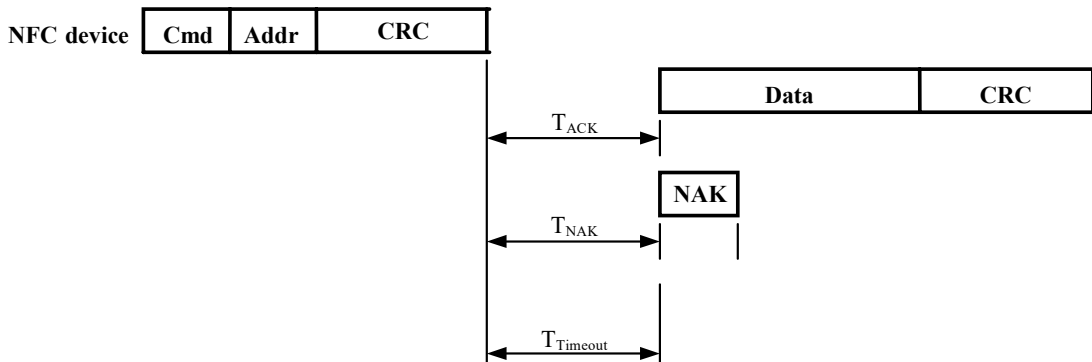
此指令无回发。

3.6.2.6 READ

READ 命令只有一个字节的参数——读地址(Page Address), 最多寻址 256 页, 每页占 4 字节, 共计 1KB。

双界面模式在收到 READ 命令后, 在规定时间内回发页地址参数指定页开始的 16 个字节 (固定回

发 4 页），或者回发 NAK 响应。



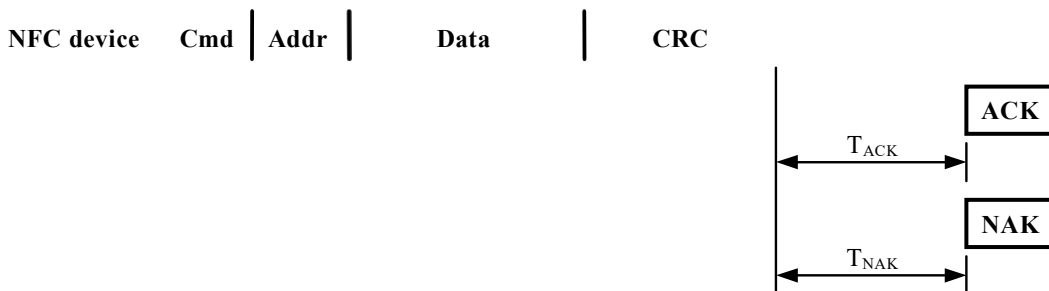
内容	编码	描述	长度
Cmd	30h	READ 命令编码	1byte
Addr	-	读取页起始地址	1byte
CRC	-	CRC 校验码	2bytes
Data	-	NT 回发的数据	16bytes
NAK			4bits

比如如果 Addr=03h，则 NT 回发 Block 03、04、05、06 的数据。如果 Addr 位于 EE 可访问空间之外，NT 回发 NAK。如果 Addr 临近可访问 EE 的边界，则 NT 采用 roll-over 策略。比如：若 Addr=F9h，则 NT 回发 PageF9、FA、FB、00 的数据；若 Addr>FBh，NT 回发 NAK。

通信的时序特征符合 ISO14443-3 标准。

3.6.2.7 WRITE

WRITE 命令有 2 个参数：写地址（block Address）和待写入的数据，写地址的功能与 READ 命令相同，写入数据固定为 4 字节（一个 block），LSB 在先。该指令只在 NT 模式下有效，擦写成功后回发 ACK，否则回发 NAK。



内容	编码	描述	长度
Cmd	A2h	WRITE 命令编码	1byte
Addr	-	写入页地址	1byte
CRC	-	CRC 校验码	2bytes
Data	-	NT 收到的数据	4bytes
ACK/NAK			4bits

NT 的 WRITE 命令地址有效范围为 00h~FBh，写地址超出地址有效范围将回发 NAK:

3.6.2.8 READ REG

指令格式如下:

SOF	CMD	ADDR	CRC16	EOF
	1byte	1byte	2bytes	
	0x3F			

回发如下:

SOF	DATA	CRC16	EOF
	16bytes	2bytes	

READ REGS 命令用于 RF 非接触接口口读取寄存器。ADDR 为起始寄存器地址。

RF 接收到 READ REGS 命令后，在规定时间内回发 ADDR 地址开始的 16 个字节数据。READ REGS 命令不会回发 NAK。

如果寄存器地址不存在，或寄存器不可读，则回发数据被强制设置为全 0。

3.6.2.9 WRITE REG

指令格式如下:

SOF	CMD	ADDR	LEN	DATA	CRC16	EOF
	1byte	1byte	1byte	N bytes	2bytes	
	0xAF			N = LEN		

回发如下:

SOF	ACK	CRC16	EOF
	2bytes	2bytes	
	0xAAAA		

WRITE REG 命令用于 RF 非接触接口口写寄存器，有 3 个参数:

- a) ADDR 为目标寄存器地址。
- b) LEN 为以 Byte 为单位的写数据长度。
- c) DATA 为写入数据。DATA 部分长度由 LEN 参数决定，最大支持 16 字节。如果 LEN 为 0，或者大于 16 个字节，那么回发 NAK。Tag 从 ACTIVE 状态跳转到 IDLE 或 HALT 状态。

如果指令参数正确，WRITE REG 命令会执行写寄存器操作。但是 WRITE REG 命令不会回发 NAK，只会返回 ACK 标志。是否真正写入成功，依赖于此寄存器是否可写。

3.6.2.10 REQ AUTH

指令格式如下:

SOF	CMD	CRC16	EOF
	1byte	2bytes	
	0xB0		

回发如下:

SOF	RT32	CRC16	EOF
	4bytes	2bytes	

REQ_AUTH 命令用于读写器向标签申请一个 32bits 随机数 RT32。RT32 主要用于标签对读写器的认证。

读写器收到 RT32 后, 自己产生一个 16bits 随机数 RR16。然后将 RT32 和 RR16 拼成一个48bits 数据, 加密后作为 AUTH 指令的 TOKEN 数据发送给标签。

标签接收到 AUTH 指令后, 会解密 48bits 数据, 并比较解密得到的 RT32'与 RT32 是否一致。如果一致, 则标签对读写器的认证通过。否则, 标签对读写器的认证失败, 并回发 NAK, 状态从 ACTIVE 状态跳转到 IDLE 或 HALT 状态。

3.6.2.11 AUTH

指令格式如下:

SOF	CMD	TOKEN	CRC16	EOF
	1byte	6bytes	2bytes	
	0xB1			

回发如下:

SOF	ACK/NAK	CRC16	EOF
	2bytes	2bytes	
	ACK: 0xAAAA NAK: 0x0000		

AUTH 命令用于标签对读写器进行身份认证。AUTH 命令只有一个指令参数 TOKEN, 长度为 48bits。标签接收到 AUTH 指令后, 对 TOKEN 进行解密, 并比较解密得到的 RT32'与 REQ_AUTH 指令回发的 RT32 是否一致。如果一致, 则标签对读写器的认证通过。否则, 标签对读写器的认证失败, 并回发 NAK, 状态从 ACTIVE 状态跳转到 IDLE 或 HALT 状态。

AUTH 指令必须与 REQ_AUTH 指令配对使用:

- a) AUTH 指令前必须是一条有效的 REQ_AUTH 指令。只有这样, AUTH 指令才会正确执行认证功能, 认证通过后返回 ACK。
- b) 如果 AUTH 指令前不是有效的 REQ_AUTH 指令。那么, 标签接收到 AUTH 指令后回发 NAK, 状态从 ACTIVE 状态跳转到 IDLE 或 HALT 状态。

AUTH 指令认证通过后, 读写器才能访问由 AUTH0 地址保护的数据区。

3.6.2.12 ACT AUTH

指令格式如下:

SOF	CMD	RR32	CRC16	EOF
	1byte	4bytes	2bytes	
	0xB2			

回发如下:

SOF	TOKEN	CRC16	EOF
	6bytes	2bytes	

ACT AUTH 命令用于读写器对标签进行身份认证。ACT AUTH 命令带有一个参数 RR32，为读写器下发的一个 32bits 随机数。

标签接收到 ACT AUTH 指令后，自己产生一个 16bits 随机数 RT16。然后将 RR32 和 RT16 拼成一个 48bits 数据，加密后作为 ACT AUTH 指令的回发 TOKEN 数据返回给读写器。

读写器接收到 TOKEN 后，解密并比较 32bits 随机数 RR32' 是否与 RR32 一致。如果一致，则读写器对标签的认证通过。否则，读写器对标签的认证失败。

3.7 接触接口

3.7.1 概述

I2C 模块实现芯片与外部带有 I2C 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 I2C 接口，外部主控 MCU 可以直接操作芯片的片内 EEPROM；主控 MCU 还可以通过 I2C 访问片内寄存器。

特点:

- I2C 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)
- 读速度受 EEPROM 读出速度限制，建议传输速度采用400Kbps

3.7.2 I2C 接口上电唤醒

外部主控 MCU 在芯片没有进场的情况下主动发起访问时（读写寄存器或者 EEPROM），此时芯片处于下电状态，有三种方式可以使芯片上电工作，具体见 3.4.2 章节。

3.7.3 接口时序

3.7.3.1 接口时序图

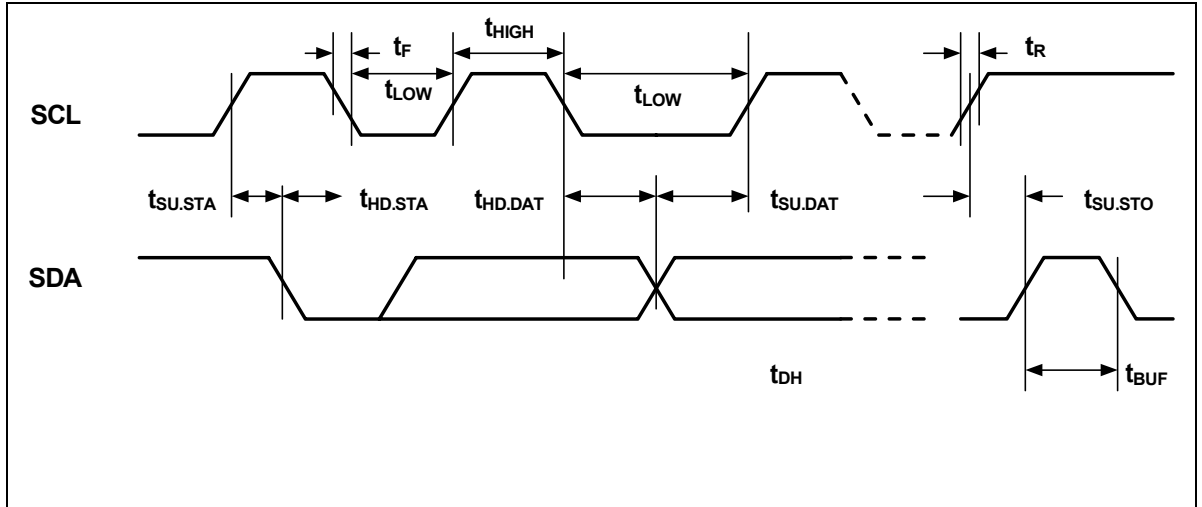


图 3-4 I2C 总线时序

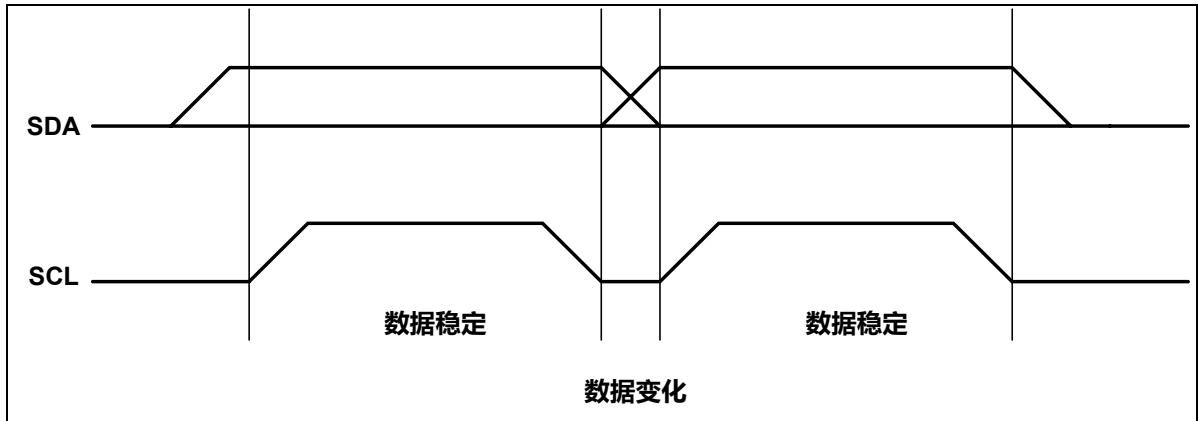


图 3-5 数据有效时序

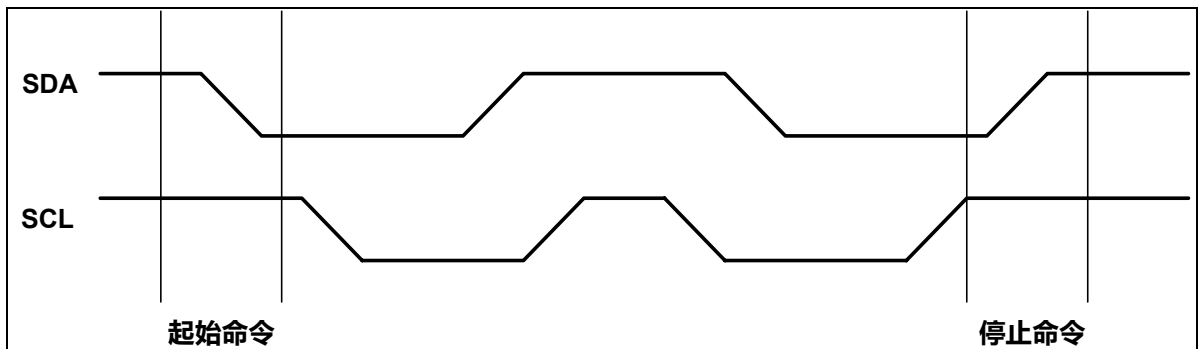


图 3-6 起始 (Start) 与停止(Stop)命令定义

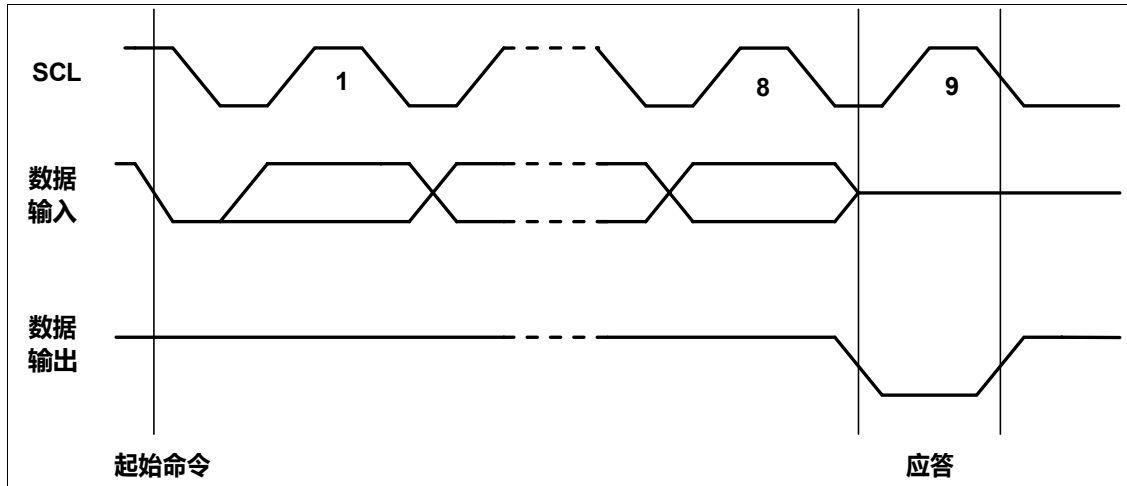


图 3-7 输出应答(ACK)

3.7.3.2 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3-4）；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3-5）。

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 3-6）。

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 3-7)。

3.7.4 I2C 接口工作流程

3.7.4.1 设备选中（Device Select）

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

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

在发送 Start condition 后，主控 MCU 应通过发送 Device Select Code 选中芯片，使芯片的 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。

3.7.4.2 访问模式

模式	$R\bar{W}$	字节数	初始化序列
----	------------	-----	-------

当前地址读	1	1	start condition, device select, $R\bar{W} = 1$
随机地址读	0	1	start condition, device select, $R\bar{W} = 0$, 写入地址
	1		start repeat, device select, $R\bar{W} = 1$
顺序读	1	≥ 1	类似当前地址读和随机地址读
字节写	0	1	start condition, device select, $R\bar{W} = 0$
页写	0	≤ 16	start condition, device select, $R\bar{W} = 0$

表 3-2 I2C 接口访问模式

3.7.4.3 主机向从机发送数据

典型的主机向从机发送数据流图如下所示：

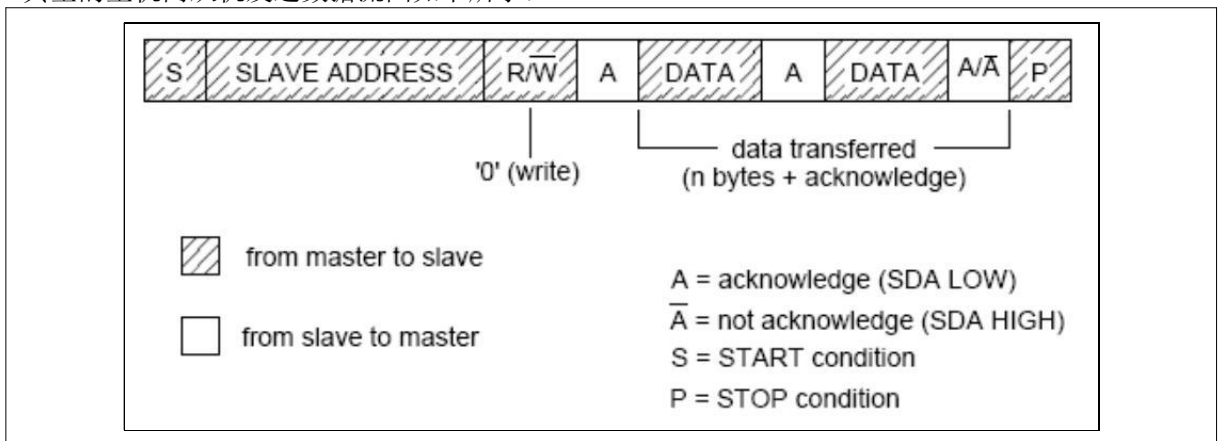


图 3-8 典型的主机向从机发送数据流图

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，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

3.7.4.4 主机从从机读取数据

典型的主机从从机读取数据流图如下所示：

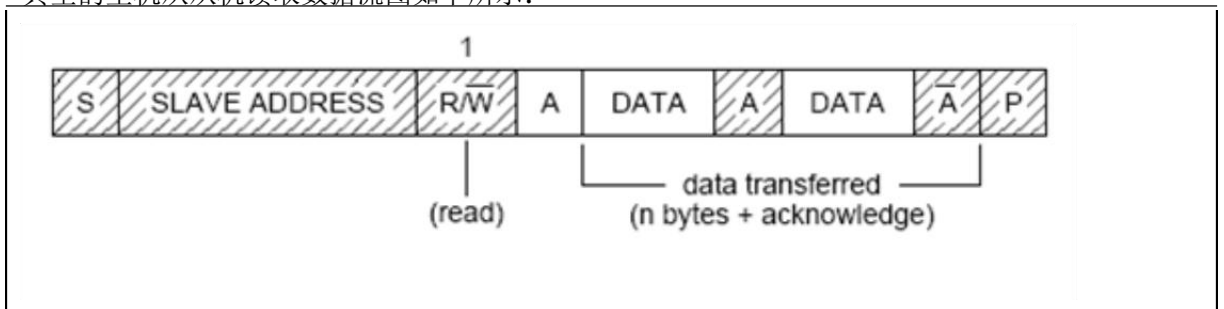


图 3-9 典型的主机从从机读取数据流图

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。

3.7.4.5 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。

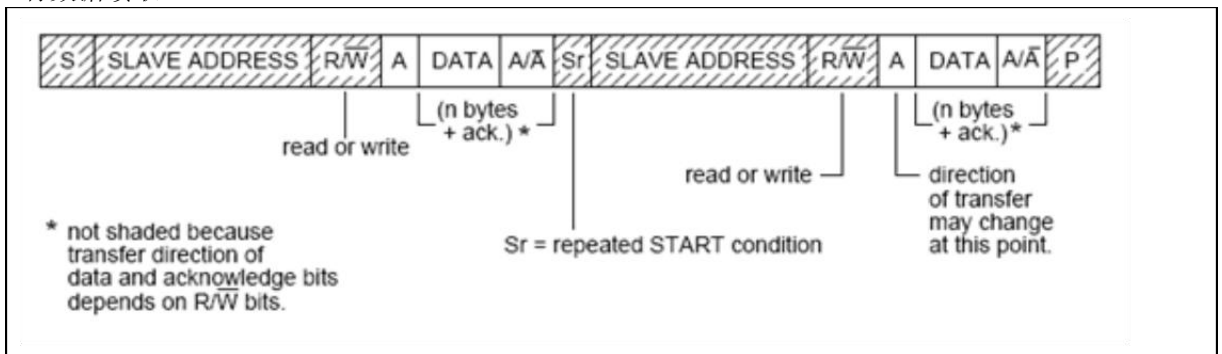
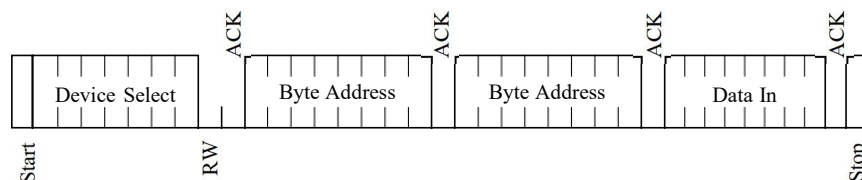


图 3-10 典型的双向数据读写流程图

3.7.5 I2C 接口对片内存储器的访问

3.7.5.1 写 EEPROM 操作

3.7.5.1.1 字节写

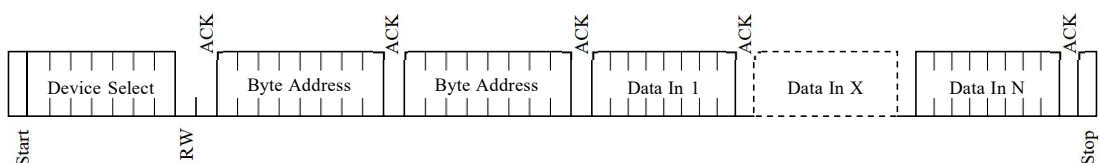


I2C 的字节写的操作序列如上图所示。主控 MCU 先向芯片写入 2 字节目标地址，紧接着发送写入数据，由于总线传输方向没有改变，芯片在更新地址指针后维持写状态，将后续字节写入地址指针指向的位置。

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，则芯片回发 NACK。

如果目标地址没有被 Lock，当 Master 发送 STOP 后，芯片启动内部擦写 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。

3.7.5.1.2 页写

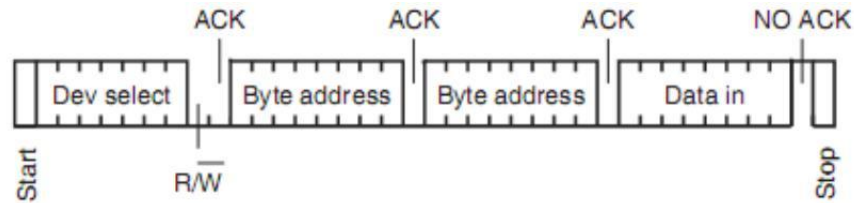


I2C 的页写的操作序列如上图所示。操作方式与字节写相同，MCU 可以连续给出 N 个字节的数据（ $N \leq 16$ ）。

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，则芯片回发 NACK。

如果目标地址没有被 Lock，当 Master 发送 STOP 后，芯片启动内部擦写 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。

3.7.5.1.3 写被 Lock 的地址



如果 I2C 试图向被 Lock 的地址写入数据，则芯片在收到数据后回发 NACK。

3.7.5.1.4 I2C 写 EEPROM 地址范围

按照 EEPROM 的 16 字节物理页划分，8Kbits 共计 64 页，I2C 总线可以擦写的页地址范围是 00h-3Ch。

3.7.5.2 读写 FIFO 操作

读写 FIFO 与读写寄存器或者读写 EEPROM 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 0xFFFF0 这个系统寄存器地址来实现的。

3.7.6 I2C Timeout

在双界面应用下，当芯片的仲裁机制配置为接触端优先或先到先得时，由于 I2C 激活时禁止非接触端访问 EEPROM，为了避免 I2C 总线死机导致非接触端长时间无法工作，芯片的 I2C 接口实现了 timeout 功能。内部使用一个低频时钟工作的计数器，在 I2C 的 START 和 STOP 之间启动计数，并不断检测 SCL 的翻转，一旦检测到 SCL 翻转，就清零计数器，如果超过 20ms 还是没有检测到翻转，则产生复位信号复位整个 I2C 接口电路、接触端口控制电路，并清零仲裁标志位。

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场能量收集及对外供电功能进行详细描述。

4.2 非接触接口通信原理

具体通信协议和时序定义等请用户自行参考 ISO/IEC 14443A 协议。

NT 模式芯片在非接触接口的工作流程如下图所示：

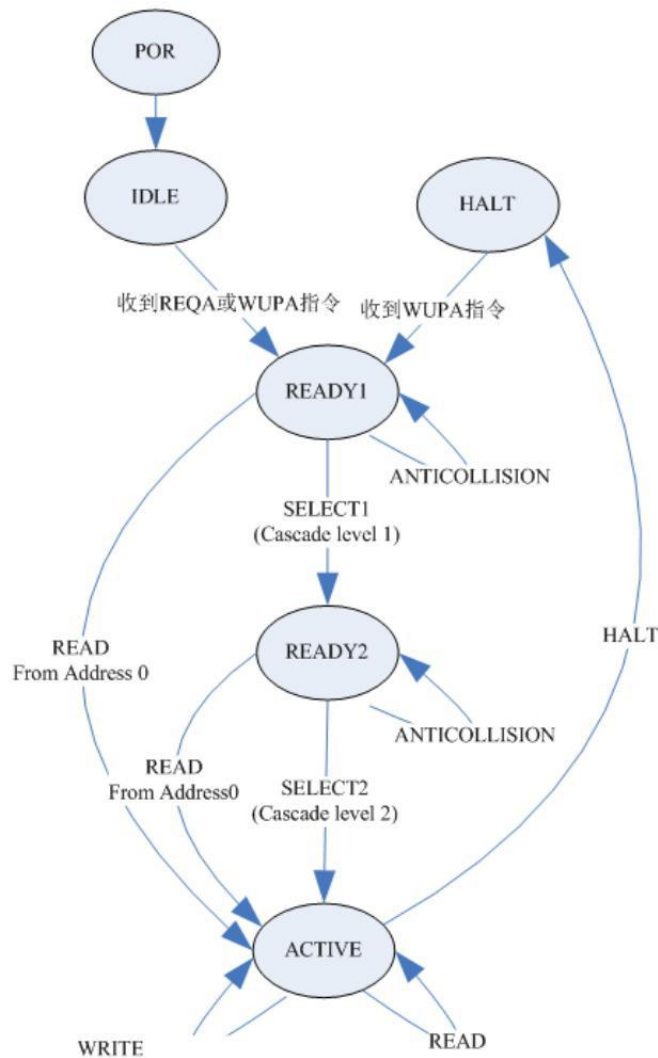


图 4-1 非接触工作流程

4.3 标签模式和通道模式的切换

芯片可以在 NT 和 NC 模式之间进行切换。可通过更改 EEPROM 的配置信息区中的 USER_CFG 中的配置字，实现永久切换；也可通过更改寄存器 USER_CFG0.OP_MODE_SELECT，实现临时切换。

1. 模式配置字：

配置字位于 EEPROM 配置信息区的 USER_CFG 中，分为默认配置和实际配置两个配置字，分别处于 EEPROM 的不同页中，通常情况下，默认配置字和实际配置字相同。当实际配置字的正反码校验不通过时，采用默认配置字，这样做的目的是防止非接触接口在更改实际配置字的过程中下电，导致实际配置字无效的情况。

默认配置字只能通过接触接口进行更改，实际配置字可以通过非接触接口和接触接口进行更改。

配置字更改以后下电，重新上电后生效。

2. 模式临时切换功能：

如果芯片处于双界面标签的模式下，可以使用 WRITE_REG 指令改写模式配置寄存器位 USER_CFG0 中的 OP_MODE_SELECT，使芯片暂时进入 ISO14443-3 通道模式，接下来可以使用 FIFO 实现大数据量的快速传输，比如 MCU 的 Firmware 的更新。传输完成后，芯片下电，再次上电，芯片将返回到双界面标签模式，此时可作为标准 Type2 标签使用，比如通过 NDEF 网址，自动打开网页链接等。

应用场景示例：

普通访问者用带 NFC 功能的手机触碰标签，无需打开 APP，就能自动启动浏览器打开特定网页，获取信息；

专业访问者使用 NFC 手机端的专用 APP，使用定制指令，经过算法控制的访问权限校验以后，进入通道模式，对 NFC 标签进行一些特殊操作，比如 MCU 中的数据更新等，完成后标签离场，自动切换回双界面标签模式。

标签进入通道模式前，会发出中断通知 MCU。

3. NC 模拟 NT 功能：

芯片在 ISO14443-3 通道模式下，MCU 可通过 FIFO，模拟 Type2 标签的功能，相比采用 EEPROM 存储器实现的标准 T2T 标签，MCU 模拟的标签具有更大的灵活性。

芯片在 ISO14443-4 通道模式下，MCU 可通过 FIFO，模拟 Type4 标签的功能，芯片中实现了部分 ISO14443-4 协议指令。

4. EEPROM 的访问：

在通道模式下，芯片将接收的指令通过 FIFO 传给 MCU，此时不支持非接触接口直接访问 EEPROM，如果要读写 EEPROM 中的数据，需要 MCU 通过接触接口进行。

4.4 NFC TAG 模拟功能

4.4.1 概述

通过 NC 模式芯片的转接，片外 MCU 可以扩展出 NFC 功能，实现与读写器或 NFC 手机进行非接

触数据通信，相当于芯片为 MCU 提供了 NFC TAG Emulation 的能力。

主要特点：

- 支持 ISO14443-3 模式（Level-3 模式）
- 支持 ISO14443-4 模式（Level-4 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
- 非接触端最大通信速率：106Kbps

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芯片进入 ISO14443-3 模式。此模式下芯片只负责 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 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，芯片自动从 FIFO 读取数据并发送给读写器，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

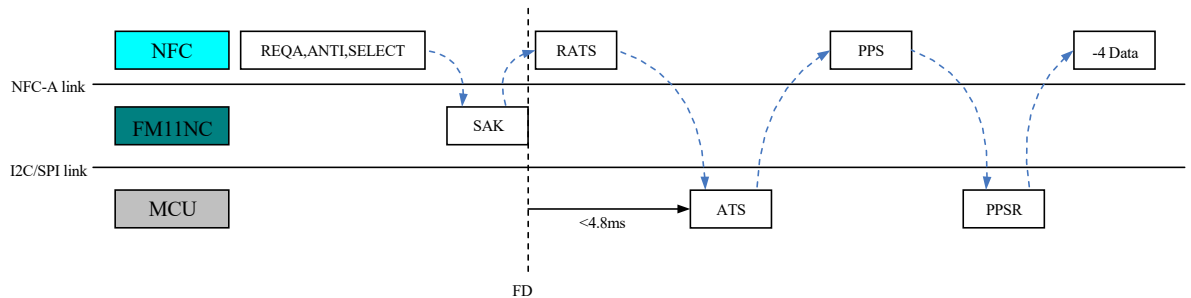


图 4-2 ISO14443-3 模式通信示意图

4.4.2.3 EEPROM 配置信息

在使用芯片的 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。

Block Address	Byte No.			
	0	1	2	3
0xEC	ATS TL T0			I2C Address
0xED	ATS TA	TB	TC	
0xEE				

表 4-1 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。

4.4.2.4 寄存器配置

芯片在 NC 模式下使用时还有部分配置信息，详细描述见相关寄存器。例如通过配置 USER_CFG1.nfc_mode，可选择支持 ISO14443-3 或 ISO14443-4。

芯片上电后会自动从 EEPROM 中读取相关配置并写入寄存器中，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，需保证芯片处于上电状态。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，需采用其他方式保证芯片上电，具体参见 3.4.2。

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芯片进入 ISO14443-4 模式。此模式下芯片除了处理 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 通信流程示意图

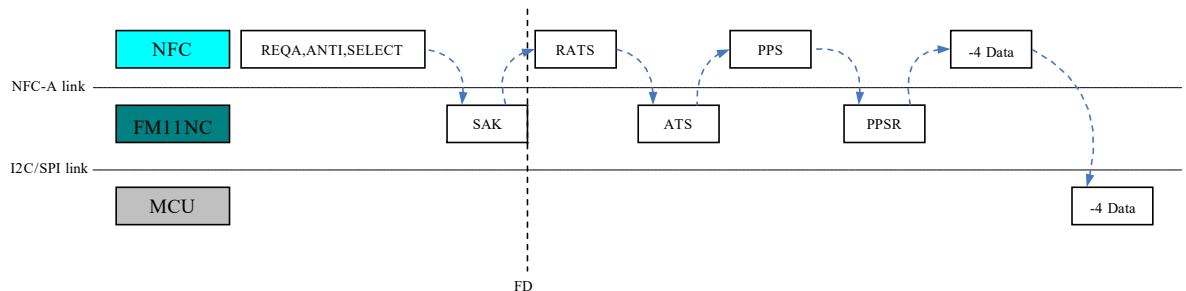


图 4-3 ISO14443-4 模式通信示意图

4.4.3.3 EEPROM 配置信息

为了让芯片在进场后自动进入 ISO14443-4 模式，需要将寄存器 USER_CFG1.nfc_mode 配置成 2'b00。

4.4.3.4 寄存器配置

芯片上电后会自动从 EEPROM 中读取相关配置信息并写入寄存器中。芯片上电后 MCU 也可以通过接触口直接修改寄存器，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，需保证芯片处于上电状态。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，需采用其他方式保证芯片上电，具体参见 3.4.2。

4.4.4 通过 FIFO 进行 NFC 通信操作说明

4.4.4.1 短数据帧（不超过 32 字节）

NC 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。

4.4.4.2 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：

- 根据需要屏蔽不使用的中断；

- `main_FD_mask` 寄存器配置为 `0x44`（屏蔽 `I4_active`，打开 FIFO 中断）；
 - `fifo_FD_mask` 寄存器配置为 `0xF3`（屏蔽 FIFO 空满中断）；
 - MCU 刷新 FIFO；
- 2、MCU 接收来自读写器的数据（假设数据帧长度 40 字节）：
- 芯片依次产生 `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；
 - 芯片产生 `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，芯片开始回发；
 - 芯片产生 `water level` 中断（FIFO 中数据长度 ≤ 8 ）；
 - MCU 向 FIFO 写入剩余数据（8 字节）；
 - 芯片产生 `water level` 中断（FIFO 中数据长度 ≤ 8 ），如果回发数据已写完，MCU 可不处理本次中断；
 - 芯片产生 `tx_done` 中断，表示 NFC 回发完成；
 - MCU 刷新 FIFO；

4.5 中断系统

芯片的中断系统包含了 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 3.3.3.16~3.3.3.21 章节。

4.6 场能量对外供电

4.6.1 概述

NT 模式和 NC 模式下，均支持利用射频场能量对外供电的功能。为了稳定供电，建议在 `VOUT` 管脚外接 1 μ F 以上的稳压电容。

4.6.2 供电能力

供电能力与读写器或手机发出的场强大小、读写器和标签的天线尺寸、标签和读写器之间的距离等多个因素有关，一般情况下，手机发出的场的最大供电能力约为 10mA 左右。

输出电压默认最高 3.6V，随着芯片接收到的场强变弱，或者 `VOUT` 的负载变大，`VOUT` 的电压会降低。

4.6.3 开关配置

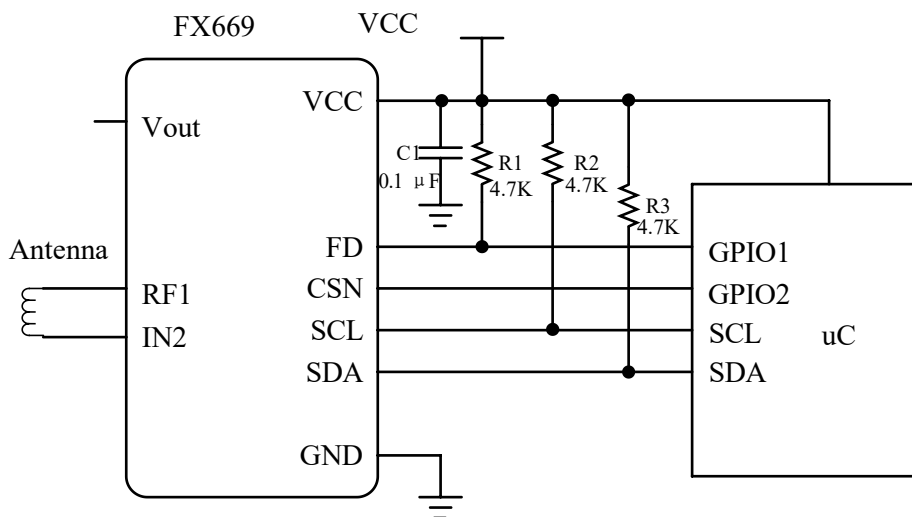
为保持供电稳定性，通常 `VOUT` 管脚需要外接较大的稳压电容，比如 1 μ F。按照 NFC 规定，手机从开场到发出第一条寻卡指令的时间不能小于 6ms，利用这段时间，足够把 1 μ F 电容充满，因此可选择上电即开启对外供电开关的方式，通过配置 `USER_CFG0` 的 `Vout_mode` 为 10 可实现该功能。

如果外接的电容比较大，比如 10uF 以上，仅靠 6ms 时间难以将电容充满。由于给电容充电的电流较大，会影响手机和标签之间的正常通信，因此建议采用指令开启 Vout_Switch 的方式，通过配置 USER_CFG0 的 Vout_mode 为 11 可实现该功能。开启 Vout_Switch 以后，通过手机端 APP 里面的 READER_PRESENCE_CHECK_DELAY 配置足够的充电时间。

芯片的场供电输出的内阻可以通过 VOUT_RES_CFG 进行配置，在开启 Vout_Switch 之前，先配置合适的内阻，以保证对稳压电容充电期间不会影响芯片的正常工作。电容充电完成后，芯片自动切换到最小内阻状态。

4.7 典型应用电路

4.7.1 非对外供电应用



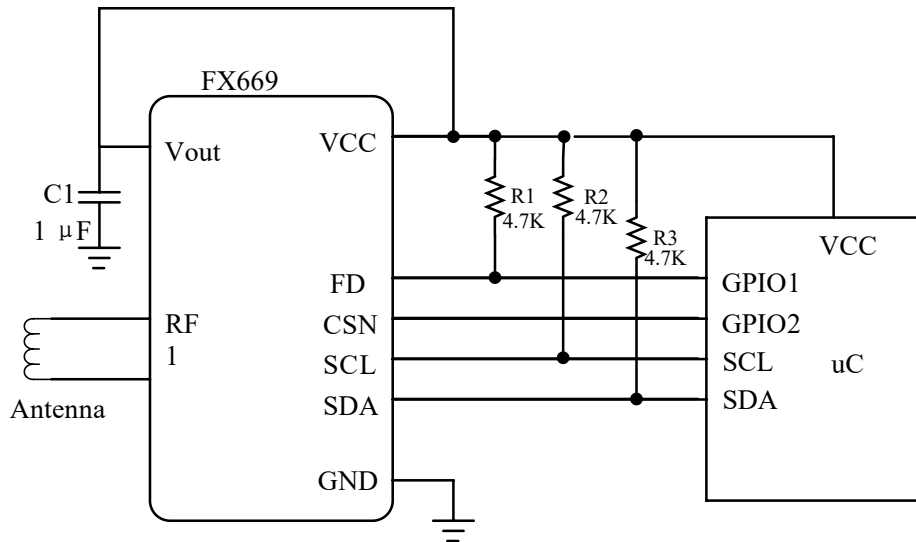
非对外供电应用中，芯片由于零待机功耗，可直接接入系统主电源。

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，则需要在系统上加入上拉电阻，上拉至 VCC，阻值可参考 I2C 总线协议规范。

IRQ 管脚可以通过配置 USER_CFG0 中的 FD_mode，选择是推挽输出还是开漏输出，在推挽输出的情况下，可以输出高中断；在开漏输出的情况下，只能输出低中断，芯片外部需要弱上拉至 VCC。

4.7.2 对外供电应用



在对外供电应用中，外部低功耗 MCU 的电源可由芯片的场能量整流后提供，Vout 引脚接 1uF（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。

FD 管脚可以通过配置 USER_CFG0 中的 FD_mode，选择是推挽输出还是开漏输出，在推挽输出的情况下，可以输出高中断；在开漏输出的情况下，只能输出低中断，芯片外部需要弱上拉至 VCC。

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 (RF1对 RF2; 峰值)	-	±30	mA
ESD (HBM) 【2】	-	±2000	V
ESD (CDM)	-	±1000	V

表 5-1 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		-40	+25	+85	°C
H _A	天线场强		1.5		7.5	A/M
VCC	VCC 电源电压范围	有射频场	1.62	3.3	5.5	V
		无射频场	2.2	3.3	5.5	V

表 5-2 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	RF1 和 RF2 之间		50		pF
数字输入管脚 (PIN6、7、8)						
V _{IL}	输入低电平		0		0.3V _{CC}	V
V _{IH}	输入高电平		0.7V _{CC}		V _{CC}	V
I _{leak}	输入漏电流				1	uA
数字输出管脚 (PIN9、PRF10)						
VOH	输出高电平	V _{CC} =3.3V, I _O =4mA	0.7 V _{CC}		V _{CC}	V
VOL	输出低电平	V _{CC} =3.3V, I _O =4mA	0		0.3 V _{CC}	
开漏输出管脚 (PIN8、PRF10)						
VOL	输出低电平	V _{CC} =3.3V, I _O =4mA	0		0.3 V _{CC}	

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}	接触接口待机电流	25°，VCC=3.3V，SSN/CSN 管脚为高			100	nA
I _{SB2}	接触接口静态电流	25°，VCC=3.3V，SSN/CSN 管脚为低，无通信数据		35		uA
I _{EE_WR}	接触接口擦写 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	-40~85°	1.5【1】	3.3	3.6	V
I _{out}	VOUT 管脚最大输出电流	-40~85°		10【2】		mA

表 5-4 芯片电参数

注【1】：VOUT 管脚输出的是非接触场整流的电压，受标签与读写器天线的相对位置影响较大。注【2】：VOUT 管脚最大输出电流与读写器发出的场强、标签的天线尺寸、标签和读写器天线的相对位置关系很大，对于NFC 手机，场整流电流一般最大10mA 左右。

5.3.3 I2C 接口交流参数

推荐参数的适用工作条件：T_{BA B} = -40°C ~ +85°C，V_{BCCB} = +2.2V ~ +3.6V，CL = 100 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	0.4			0.4			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 5-5 I2C 接口交流参数 【1】 【2】

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 kΩ

输入脉冲电压: 0.3 VCC ~ 0.7 VCC

输入上升/下降时间: ≤ 50 ns

输入/输出时序参考电压: 0.5 VCC

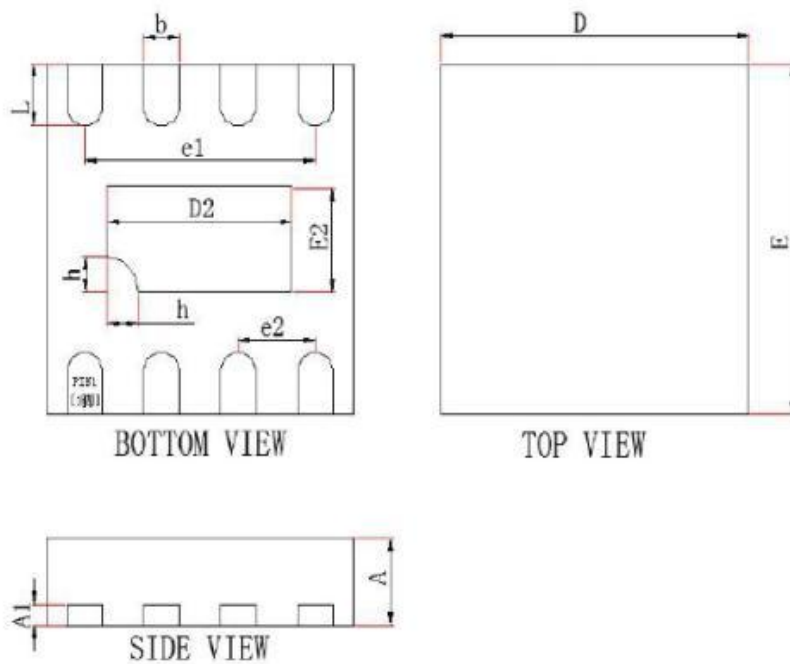
5.4 存储器参数

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{ret}	数据保存时间	环境温度 55 度	20			年
$N_{endu(W)}$	擦写次数	环境温度 25 度	100			万次

表 5-6 存储器参数

6 封装信息

6.1 DFN8 封装



Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max
A	0.500	0.600
A1	0.100	0.150
b	0.200	0.300
D	1.900	2.100
D2	1.100	1.300
E	1.900	2.100
E2	0.500	0.700
e1	1.400	1.600
e2	0.400	0.600
h	0.100	0.300
L	0.300	0.400

图 6-1 DFN8 封装尺寸图

注：本产品的封装厚度是 0.75mm。

6.2 SOP8 封装

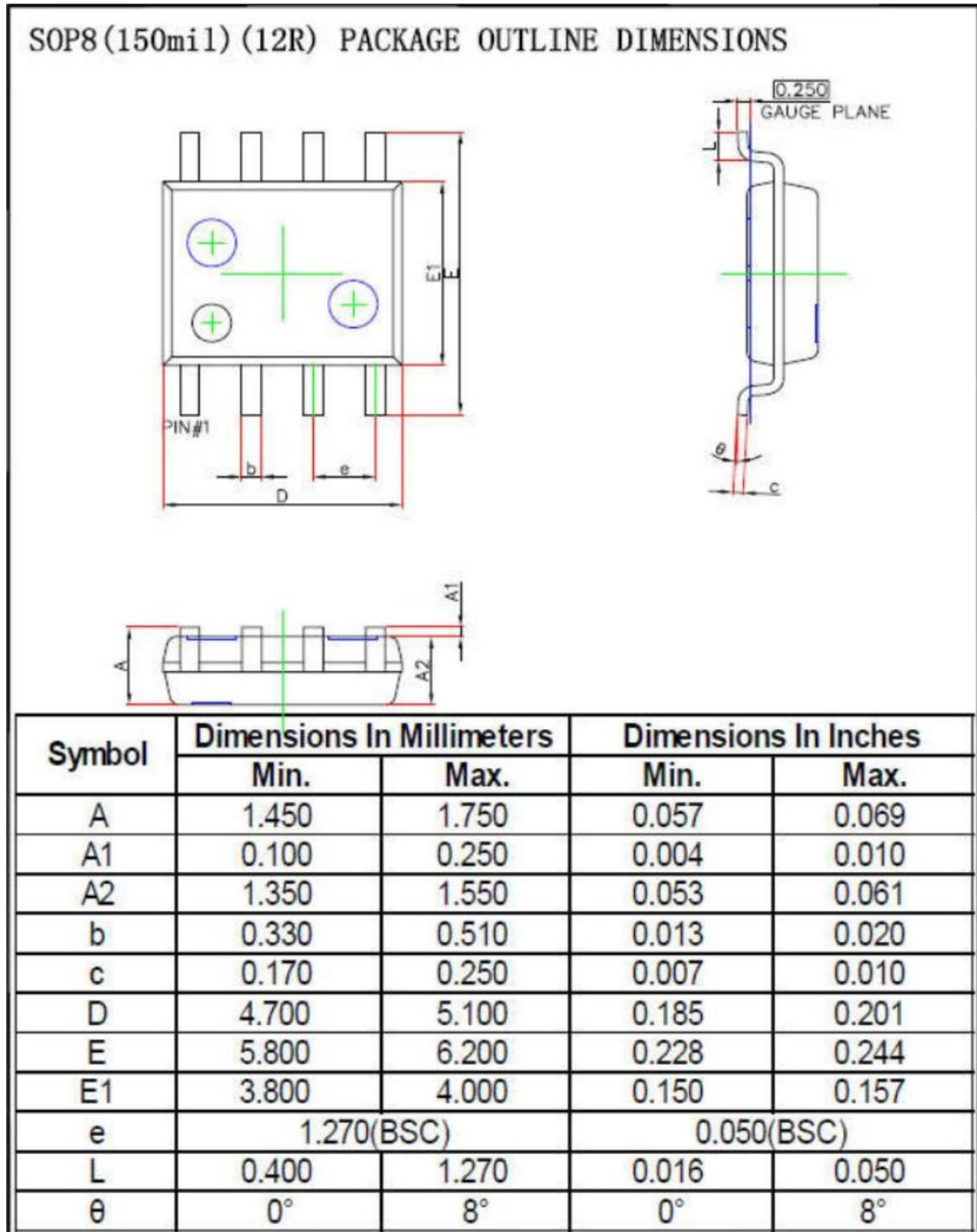


图 6-2 SOP8 封装尺寸图

7 订货信息

器件代号	封装形式	包装方式
FX669-DFN-R	DFN8	Tape and Reel
FX669-SOP-R	SOP8	Tape and Reel