

THR1064

标签卡用户手册

2005-3-18

Ver 1.0



联系方式:

公司名称: 北京清华同方微电子有限公司

办公地点: 北京市海淀区知春路 27 号大运村量子芯座 11 层

邮 编: 100083

电 话: +86-10-82351818

传 真: +86-10-82357168

电 子 邮 件: support@tsinghuaic.com

网 址: www.tsinghuaic.com

目录

图例索引目录	iii
关键词	v
1. 概述	1
1.1. 产品特性	1
1.2. 结构简介	2
2. 通信协议	3
2.1. 射频信号接口	3
2.2. 数据信号协议	4
2.2.1. 帧结构和帧分隔符	4
2.2.2. 帧头结构	4
2.2.3. 帧尾结构	4
2.2.4. 字符结构和字符间隔	5
2.2.5. 卡片至读卡机具的副载波启动时序	5
2.2.6. 卡片至读卡机具的副载波关闭时序	6
2.3. CRC 校验	6
3. 工作流程	8
3.1. 防碰撞原理	8
3.2. 工作状态介绍	10
3.2.1. 状态转换流程图	10
3.2.2. 工作状态一般性描述	11
3.2.3. 下电状态（Power Off）	11
3.2.4. 空闲状态（Idle）	11
3.2.5. 等待被邀请状态（Ready Requested）	11
3.2.6. 等待被激活状态（Ready Declared）	12
3.2.7. 激活状态（Active）	12
3.2.8. 休眠状态（Halt）	12
4. 指令集	13
4.1. 指令列表	13
4.2. 指令及其应答	14
4.2.1. 邀请指令、唤醒指令、轮询指令以及 ATQB 应答	14
4.2.2. 激活指令及其应答	16
4.2.3. 禁止指令及其应答	17
4.2.4. 去选指令及其应答	18
4.2.5. 读指令及其应答	19
4.2.6. 写指令、认证指令及其应答	20
4.3. 指令响应时间	23

5.	存储区结构	24
5.1.	EEPROM 使用分配.....	24
5.2.	Attribute 格式.....	24
5.3.	存储区权限控制.....	25
6.	典型应用	27
6.1.	卡片发行	27
6.2.	卡片使用	28
6.3.	防冲撞流程	29
附录	CRC 算法的 C 代码.....	31

图例索引目录

图 1.1 THR1064 基本结构.....	2
图 2.1 卡片与读卡机具工作示意图.....	3
图 2.2 非归零(NRZ)的键移幅度(ASK)调制示意图.....	3
图 2.3 非归零(NRZ)的二进制键控相移(BPSK)调制示意图.....	4
图 2.4 帧结构.....	4
图 2.5 帧头结构.....	4
图 2.6 帧尾结构.....	4
图 2.7 字符结构.....	5
图 2.8 额外保护时间 (EGT)	5
图 2.9 卡片副载波开启时序.....	5
图 2.10 TR0 与指令的关系.....	6
图 2.11 卡片副载波关闭时序.....	6
图 2.12 CRC 计算公式.....	6
图 3.1 卡片的工作状态转换流程图.....	10
图 4.1 指令集列表.....	13
图 4.2 邀请指令、唤醒指令格式.....	14
图 4.4 Parameter 编码格式.....	14
图 4.5 时间槽总数 N 的编码格式.....	15
图 4.6 轮询指令格式.....	15
图 4.7 槽标识号 nnnn 编码格式.....	15
图 4.8 ATQB 应答格式.....	16
图 4.9 协议信息格式.....	16
图 4.10 激活指令格式.....	17
图 4.11 激活指令的应答格式.....	17
图 4.12 禁止指令格式.....	18
图 4.13 禁止指令的应答格式.....	18
图 4.14 去选指令格式.....	18
图 4.15 去选指令的应答格式.....	19
图 4.16 读指令格式.....	19
图 4.17 读成功的应答格式.....	20
图 4.18 读失败以及指令 CRC 错误的应答格式.....	20
图 4.19 写指令格式.....	21
图 4.20 认证指令格式.....	21
图 4.21 写指令及认证指令的应答格式.....	22
图 5.1 存储区结构.....	24
图 5.2 Attribute 格式	24

图 5.3 存储区权限控制.....	25
图 6.1 卡片发行图例.....	28
图 6.2 卡片使用图例.....	29

关键词

AFI	应用类别标识符 (Application Family Identifier)，卡片预选应用标准。
ASK	键移幅度调制 (Amplitude Shift Keying)。
ATQB	邀请指令的应答 (Answer To Request)。
ATTRIB	卡片激活指令 (PICC selection command)。
BPSK	二进制键控相移调制 (Binary Phase Shift Keying)。
CID	卡片标识符 (Card Identifier)。
CRC_B	循环冗余校验码B (Cyclic Redundancy Check error detection code B)。
EGT	额外保护时间 (Extra Guard Time)。
EOF	帧尾 (End Of Frame)。
ETU	基本时间单位 (Elementary time unit)。
fc	载波频率 (Carrier frequency)。
fs	副载波频率 (Subcarrier frequency)。
HLTB	禁止指令 (Halt Command)。
N	防冲撞时间槽总数 (Number of anticollision slots)。
NRZ	非归零 (Non-Return to Zero)。
PCD	读卡机具 (Picinity Coupling Device)。
PICC	卡片 (Proximity Card)。
PUPI	伪唯一卡片标识符 (Pseudo-Unique PICC Identifier)。
REQB	邀请指令 (Request Command)。
SOF	帧头 (Start Of Frame)。
THR1064	清华同方微电子有限公司的非接触式标签卡
TR0	保护时间 (Guard Time)。
TR1	同步时间 (Synchronization Time)。
WUPB	唤醒指令 (Wake-UP Command)。

1. 概述

THR1064为北京清华同方微电子有限公司推出的非接触式标签卡。THR1064兼容ISO/IEC14443 Type B标准，以非接触方式工作。

本手册将全面介绍THR1064的结构、功能、性能、指令集以及基本使用方法。本章将列举THR1064的基本结构、功能和关键特性；第2章将详细说明THR1064所采用的通信协议和数据格式；第3章将对THR1064的工作流程，包括工作状态以及状态转换做深入解释；第4章包括了THR1064所支持的指令列表，及各条指令的详细使用说明；第5章介绍THR1064的存储区配置方案及访问权限控制；最后一章将给出一些典型应用的参考设计；附录是THR1064所采用的CRC算法的C程序代码例程。

1.1. 产品特性

THR1064 的通信特性：

- 兼容 ISO/IEC 14443 -1/2/3 Type-B 标准，支持符合此标准的读卡设备；
- 通信速率 106 Kbps；
- 典型工作距离(9v)：0~11cm 连续工作；
- 支持标准的防碰撞流程，最多可以同时访问 15 张标签卡；

THR1064 的基本配置：

- 含 64 字节 EEPROM，作为用户数据区；
- 内含产品唯一序列号；

THR1064 的安全特性：

- 用户区可以按 PAGE 设置读、写权限，并支持 8 字节密钥认证机制；
- 包含高、低电压检测电路；

THR1064 的性能指标：

- EEPROM 数据保存时间 10 年，擦写寿命 10 万次；
- EDS> 4000V；
- 低功耗 CMOS 工艺设计和制造；

1.2. 结构简介

THR1064 按照功能主要分为射频接口、接收发送模块、CRC 模块、主控模块、EEPROM 接口和 EEPROM。基本结构如图 1.1 所示。

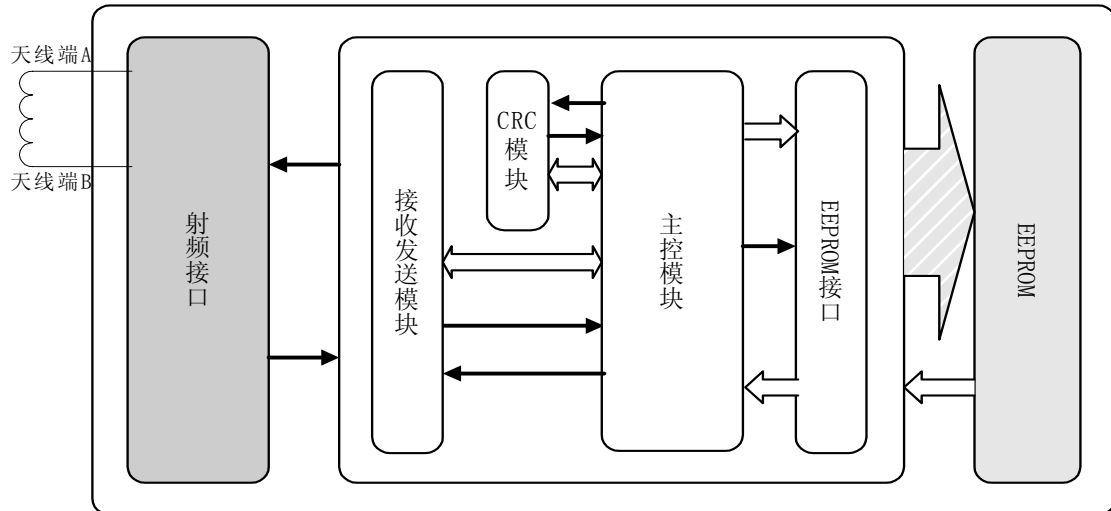


图1.1 THR1064基本结构

- **射频接口**：通过天线感应无线接收和发送数据，完成解调和调制，并提供电路工作所需的系统电源和系统时钟，同时提供高低电压保护。
- **接收发送模块**：负责对射频接口解调出的数据进行同步、检测，并将接收到的串行数据转换为按字节并行输出到主控模块，将待发送的并行数据转换成串行数据传输给射频接口进行调制输出。
- **CRC 模块**：根据 ISO/IEC3309 标准，对接收到的数据帧作 CRC 校验，为待发送的数据帧计算 CRC 校验和。
- **主控模块**：负责控制整个卡片的工作流程，进行命令解析，控制接收发送模块和 CRC 模块的工作，提供控制信号，控制接收/发送缓冲区的工作，控制 EEPROM 的访问，发出访问请求。
- **EEPROM 接口模块**：根据主控模块发出的读写指令，生成符合要求的读写时序以控制 EEPROM 的动作。
- **EEPROM**：THR1064 拥有 64 字节的 EEPROM 用于长久保存用户数据。

2. 通信协议

THR1064兼容ISO/IEC14443 Type B标准，可与兼容此标准的读卡机具建立通信链接。，读卡机具以ASK调制方式通过13.56 Mhz的载波向卡片发送数据，载波同时被卡片用于能量和时钟的恢复。在卡片在根据机具指令完成操作后，数据经BPSK调制后通过天线发送。机具与卡片的通信为异步半双工方式，数据传输波特率为106 Kbps。图2.1显示了读卡机具与卡片的工作方式。

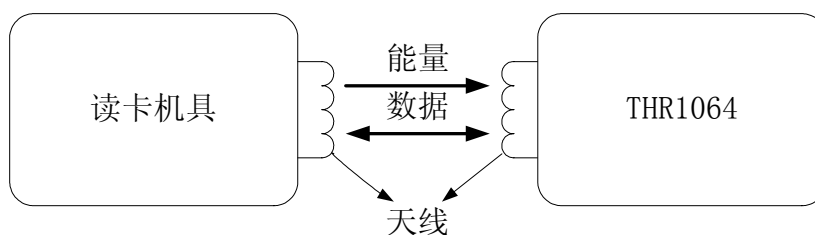


图2.1 卡片与读卡机具工作示意图

2.1. 射频信号接口

读卡机具向卡片传输数据时采用非归零(NRZ)的键移幅度(ASK)调制，调制深度为10%，如图2.2所示。

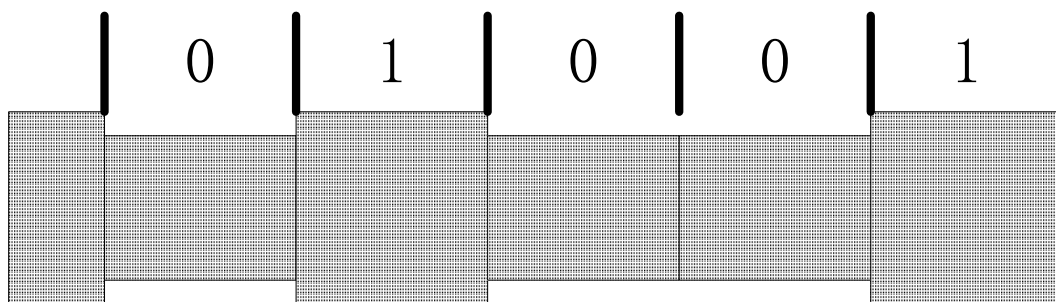


图2.2 非归零(NRZ)的键移幅度(ASK)调制示意图

卡片向读卡机具传输数据时采用非归零(NRZ)的二进制键控相移(BPSK)调制，副载波频率为847 KHz，如图2.3所示。

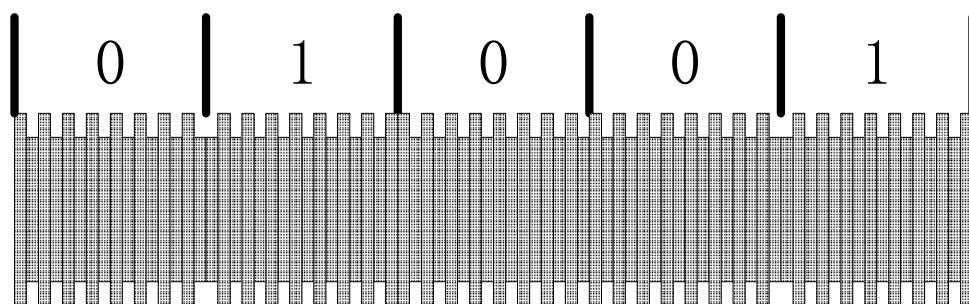


图2.3 非归零(NRZ)的二进制键控相移(BPSK)调制示意图

2.2. 数据信号协议

数据在载波中以帧为单位传输。以下将详细介绍THR1064所采用的数据传输格式。

2.2.1. 帧结构和帧分隔符

图 2.4 显示了帧的基本结构。每一帧数据以帧头（SOF）开始，以帧尾（EOF）结束，中间是需要传输的数据以及 CRC 校验和。数据以及 CRC 校验和都是以字符的形式传输的。具体的字符构成方式将在 2.2.4 节详细说明。



图2.4 帧结构

读卡机具向卡片发送数据时以帧头（SOF）开始，以帧尾（EOF）结束。而卡片向读卡机具发送数据时区别在于副载波的出现。

2.2.2. 帧头结构

帧头的结构如图 2.5 所示，它包括：

- 1 个下降沿；
- 其后紧跟 10 个 etu 的逻辑 ‘0’；
- 其后紧跟 1 个 etu 时间内任意位置发生的上升沿；
- 其后紧跟 2 个 etu (不超过 3 个 etu)的逻辑 ‘1’；

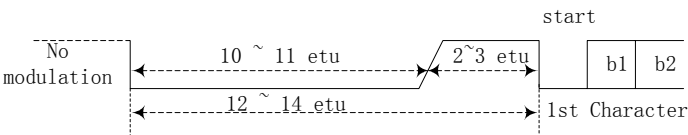


图2.5 帧头结构

2.2.3. 帧尾结构

帧尾的结构如图 2.6 所示，它包括：

- 1 个下降沿；
- 其后紧跟 10 个 etu 的逻辑 ‘0’；
- 其后紧跟 1 个 etu 时间内任意位置发生的上升沿；



图2.6 帧尾结构

2.2.4. 字符结构和字符间隔

字符的结构如图 2.7 所示，它包括：

- 1 个 etu 的逻辑'0'为起始位；
- 8 个 etu 数据位,低位在前；
- 1 个 etu 的逻辑'1'为停止位；

因此传送一个字符需要 10etu。每个数据位的边界位于 $(n \pm 0.125)$ etu 范围内($1 \leq n \leq 9$)。

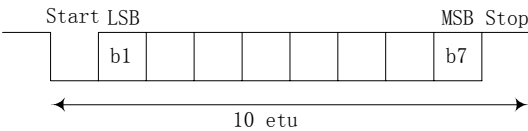


图2.7 字符结构

字符之间的间隔由额外保护时间（EGT）实现。如图 2.8 所示。

在由读卡机具发送给卡片的两个连续字符之间的 EGT 值在 0~57us（0~6etu）之间。

在由卡片发送给读卡机具的两个连续字符之间的 EGT 值为 0。

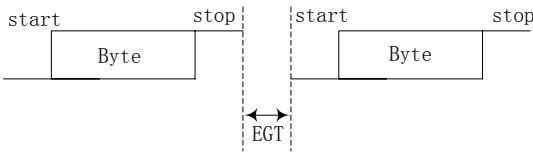


图2.8 额外保护时间（EGT）

2.2.5. 卡片至读卡机具的副载波启动时序

卡片接收完读卡机具发送的命令之后开始应答，卡片将按照图 2.9 所示时序开启副载波，并发送应答帧。

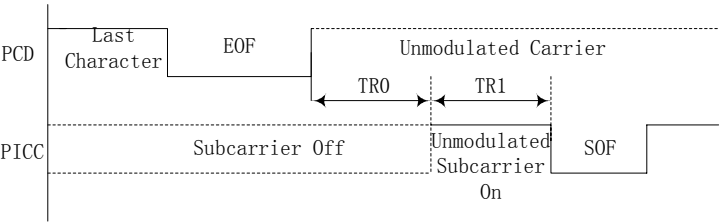


图2.9 卡片副载波开启时序

卡片将在读卡机具发送的帧尾之后 TR0 时间后开启副载波，经过 TR1 时间之后开始发送应答帧的帧头。

图 2.9 中 TR0 的值与读卡机具发送的命令有关，具体数值如图 2.10 所示。

命令	成功（ETU）	失败（ETU）
邀请（REQB/WUPB）	20	无响应
轮询（SLOT MARKER）	20	无响应
激活（ATTRIB）	22	无响应
去选（DESELECT）	20	无响应
禁止（HLTB）	20	无响应
读取（READ）	28	20
写入（WRITE）	2526	20
认证（COMPARE）	36	22

图2.10 TR0与指令的关系

图 2.9 中 TR1 的值固定为 11 个 ETU。

2.2.6. 卡片至读卡机具的副载波关闭时序

卡片在发送完应答帧之后，需要关闭副载波，然后读卡机具再发送下一条命令，这一切必须遵循图 2.11 所示时序。

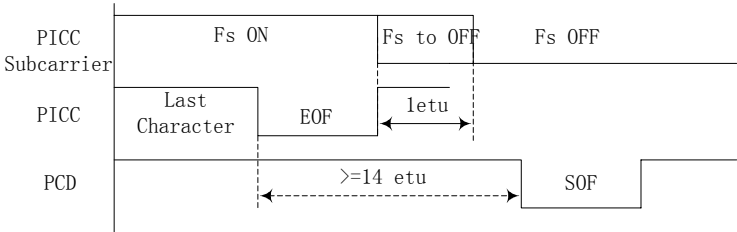


图2.11 卡片副载波关闭时序

卡片发送响应结束后，继续保持副载波 1 个 ETU，然后才关闭副载波。再经过 3 个 ETU 之后，读卡机具才能开始发送下一条命令。也就是说，从卡片发送响应结束（帧尾的上升沿）到副载波关闭有 1 个 ETU 时间，从卡片发送响应帧的帧尾开始（帧尾的上升沿）到读卡机具开始发送下一条命令之间至少要有 14 个 ETU 时间。

2.3. CRC校验

为了使数据通讯高度可靠，采用 ISO/IEC3309 标准的 16bit CRC 校验。
按照 ISO3309，CRC 计算式如下：

$$L(x) = \frac{x^{16}S(x) + x^n(x^{16} + x^{15} \dots + x + 1)}{x^{16} + x^{12} + x^5 + 1}$$
$$S(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} \dots a_nx^0$$

图2.12 CRC计算公式

图 2.12 中，a 的下标表示时间的先后。寄存器初始值为“FFFF”。

举例说明：如果要发送邀请指令（REQB）“0x050000”，按照每个字节低位在前的原则，发送的顺序将是“10100000—00000000—00000000”，CRC 计算结果为“0x71FF”。

注：这里 CRC 只对数据字节计算，结果为两个字节。

3. 工作流程

本章详细介绍 THR1064 的工作流程。

THR1064 支持 “ISO/IEC 14443-3” 标准中定义的防碰撞工作流程，下面首先简单介绍防碰撞原理，并详细解释其工作流程。

3.1. 防碰撞原理

什么是碰撞？当读卡机具发送命令后，有不只一张卡片同时发回响应，导致读卡机具不能收到正确响应，这就是碰撞。

发生碰撞时读卡机具怎么处理呢？这时就要进行防碰撞流程。其原理如下：

读卡机具通过发送一系列命令进行防碰撞流程。作为主控制器，读卡机具发送邀请（REQB）指令提示卡片应答（ATQB），启动通讯。完成防碰撞后，卡片的通讯将完全受控于读卡机具，在任意一个时间内，读卡机具只允许与一张卡片对话。

在防碰撞流程中，主要有以下参数起作用：AFI、N、CID、PUPI和Application Data。其中AFI、N、CID是由读卡机具指定的，PUPI和Application Data则是卡片内已有数据。

- AFI用于与卡片内已定的AFI（存储区第0页第4个字节）比较，进行卡片预选，它能够将不同的应用卡片迅速区别开，以加速防碰撞流程。
- N用于指定时间槽总数，应该根据具体应用选择合适的数值。
- CID用于给选择出来的卡片分配通道号，应用中读卡机具可以分配最多15个通道号，也就是说，读卡机具可以与最多15张卡片同时建立通讯。
- PUPI是卡片序列号的低4个字节，它可以认为是唯一的卡片标识符。
- Application Data是卡片发行商预先写入卡片的应用数据，读卡机具可以利用该数据来区分不同应用的卡片。

防碰撞方案的基础是时间槽，读卡机具发送的邀请（REQB）命令的参数指定了时间槽的数量（具体数值参见图4.5 “时间槽总数N的编码格式”），卡片随机选定一个时间槽并准备应答。在防碰撞过程中卡片只会应答一次。基于时间槽的标识号，读卡机具能够与选定该时间槽的卡片建立一个通讯通道，完成防碰撞流程。

根据具体应用，读卡机具可以采用不同的防碰撞策略。常见的防碰撞策略有：

- 只采用第一个时间槽的方式：

读卡机具不停地发送邀请（REQB）命令（N 不为 1），卡片将会随机选择时间槽，只有选择第一个时间槽的卡片会应答（ATQB）。如果某一次邀请只有一张卡片应答时，读卡机具就能将它筛选出来。如此进行下去，直到所有卡片都被选出为止。由于这种方法跟卡片选择第一个时间槽的概率有关，防碰撞的效率比较低，可能需要很长时间。在卡片较多时不宜采用。

- 采用最多时间槽的方式：

首先，读卡机具发送邀请（N 不为 1，具体选择应该根据具体应用情况而定），再顺序启动所有时间槽，使所有的卡片都进行一次应答，只要有落单的卡片即可选出。如此进行下去，直到所有卡片都被选出为止。在卡片比较多时，这种方法会有较高的效率，能够加速防碰撞流程。

3.2. 工作状态介绍

3.2.1. 状态转换流程图

卡片的状态转换流程图如下所示。

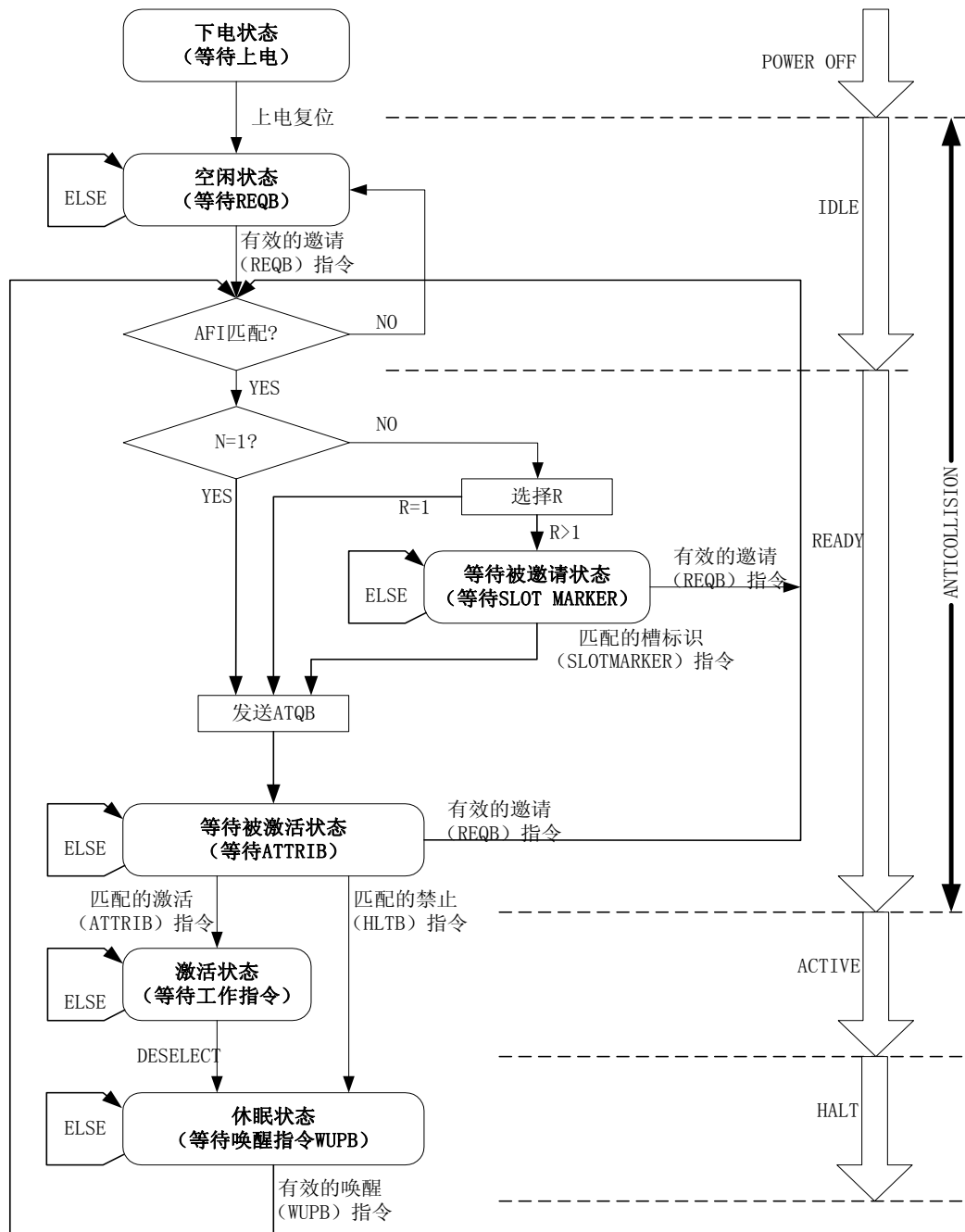


图3.1 卡片的工作状态转换流程图

3.2.2. 工作状态一般性描述

- 在任何状态下，当卡片离开读卡机具的电场之后，卡片将进入下电状态（POWER OFF）。
- 卡片在并且仅在发送响应的时候才开启副载波。
- 当卡片上电且正确复位后，即可接收来自读卡机具的各种命令。
- 如果读卡机具发送的命令是有效的（循环冗余码校验CRC正确），卡片将执行读卡机具所要求的动作并依据它的状态响应。
- 卡片仅对接收到的有效的命令响应（当检测到通讯错误时不响应）。

3.2.3. 下电状态（Power Off）

- 描述：

在下电状态下，由于没有电场或者电场能量不足，卡片不做任何操作。
- 状态退出条件以及状态转移：

如果卡片所处电场的能量处于标准（ISO/IEC 14443-2）所规定的范围内（范围是 1.5 – 7.5 A/m rms），卡片将进入空闲状态。

3.2.4. 空闲状态（Idle）

- 描述：

在空闲状态下，卡片已经完成上电复位，等待读卡机具发送的命令并且识别邀请指令（REQB）。
- 状态退出条件以及状态转移：

当卡片接收到有效的邀请指令（REQB），卡片将选定一个时间槽用于发送响应（ATQB）。（这里有效的邀请指令是指“REQB 指令+匹配的 AFI”组成的有效命令帧）。
如果卡片选定的时间槽是第一个，则卡片立即发送响应帧（ATQB），并且转入等待被激活状态；如果卡片选定的时间槽不是第一个，则卡片转入等待被邀请状态。

3.2.5. 等待被邀请状态（Ready Requested）

- 描述：

在等待被邀请状态下，卡片已上电，并且已经选定一个固定的时间槽用于发送响应帧（ATQB）。

卡片等待命令并且识别邀请指令（REQB）和轮询指令（SLOT MARKER）。
- 状态退出条件以及状态转移：

当卡片接收到有效的轮询指令（SLOT MARKER）后，如果该标识与卡片已选定的时间槽一致的话，则卡片发送响应帧（ATQB），并且转入等待被激活状态；当该标识与卡片已选定的时间槽不一致的话，卡片保持在等待被邀请状态。

当接收到有效的邀请指令（REQB），卡片将同处在空闲状态接收到有效的邀请指令（REQB）一样进入相同的状态和转换。

3.2.6. 等待被激活状态（Ready Declared）

- 描述：

在等待被激活状态下，卡片已上电，等待接收激活指令（ATTRIB）。卡片亦可识别邀请指令（REQB）和禁止指令（HLTB）。
- 状态退出条件以及状态转移：

当卡片接收到有效的激活指令（ATTRIB），如果指令中的PUPID与卡片的PUPID一致的话，卡片将发送激活指令（ATTRIB）的响应并且转入激活状态；如果指令中的PUPID与卡片的PUPID不一致的话，卡片将保持在等待被激活状态。

当卡片接收到有效的禁止指令（HLTB），如果指令中的PUPID与卡片的PUPID一致的话，卡片将发送禁止指令的响应并且转入休眠状态；如果指令中的PUPID与卡片的PUPID不一致的话，卡片将保持在等待被激活状态。

当接收到有效的邀请指令（REQB），卡片将同处在空闲状态接收到有效的邀请指令（REQB）一样进入相同的状态和转换。

3.2.7. 激活状态（Active）

- 描述：

在激活状态下，卡片已经上电，并且获得了通道号，进入了应用模式。

卡片等待接收有效的应用指令（匹配的通道号以及正确的CRC），进行相应的操作并且发送相应的应答，不改变状态。如果通道号不匹配或者指令帧错误卡片将不予理睬。

操作指令包括：读指令（READ）、写指令（WRITE）以及认证指令（COMPARE）。
- 状态退出条件以及状态转移：

当接收到有效的去选指令（DESELECT），卡片将发送去选指令的应答，并且转入休眠状态。

在激活状态下，卡片将不响应邀请指令、轮询指令、激活指令以及禁止指令。

3.2.8. 休眠状态（Halt）

- 描述：

在休眠状态下，卡片仍处于上电中，不响应除唤醒指令之外的其他任何指令。
- 状态退出条件以及状态转移：

当收到有效的唤醒指令（WUPB），卡片将同处在空闲状态接收到有效的邀请指令（REQB）一样进入相同的状态和转换。

4. 指令集

THR1064 总共支持 9 条指令，包括：邀请（REQB）、唤醒（WUPB）、轮询（SLOT MARKER）、激活（ATTRIB）、禁止（HLTB）、去选（DESELECT）、读（READ）、写（WRITE）、认证（COMPARE）。

其中，邀请（REQB）、唤醒（WUPB）、轮询（SLOT MARKER）、激活（ATTRIB）、禁止（HLTB）、去选（DESELECT）用于防碰撞流程，读（READ）、写（WRITE）、认证（COMPARE）作为正常操作指令。

4.1. 指令列表

如图 4.1 所示，我们可以得到以下结论：

- 邀请指令与唤醒指令的区别只在于指令参数不同，命令字完全一样。
- 轮询指令中，‘nnnn’是指时间槽号码，‘1~15’一一对应与时间槽 2 到 16，‘0’不存在。
- 去选指令、读指令、写指令以及认证指令中，‘nnnn’是指通道号，每个处于激活状态下的卡片拥有唯一的通道号，它的取值范围为‘0~14’，‘15’保留。
- 读指令与写指令中，‘xx’是指存储区页号，取值范围为‘0~3’。
- 认证指令从属于写指令，当存储区第 2 页定义为密钥区时，写指令自动变为认证指令。

指令名	命令字	指令参数	指令长度
邀请（REQB）	‘0000 – 0101’b	2 字节参数+2 字节 CRC	5 字节
唤醒（WUPB）	‘0000 – 0101’b	2 字节参数+2 字节 CRC	5 字节
轮询（SLOT MARKER）	‘nnnn – 0101’b	2 字节 CRC	3 字节
激活（ATTRIB）	‘0001 – 1101’b	9 字节参数+2 字节 CRC	12 字节
禁止（HLTB）	‘0101 – 0000’b	4 字节参数+2 字节 CRC	7 字节
去选（DESELECT）	‘nnnn – 1000’b	2 字节 CRC	3 字节
读（READ）	‘nnnn – xx10’b	1 字节参数+2 字节 CRC	3 字节
写（WRITE）	‘nnnn – xx11’b	1 字节参数+8 字节数据+2 字节 CRC	11 字节
认证 （AUTHENTICATION）	‘nnnn – 1011’b	1 字节参数+8 字节数据+2 字节 CRC	11 字节

图4.1 指令集列表

4.2. 指令及其应答

本节将详细介绍各条指令的含义、用处、编码格式以及相应的应答格式。

4.2.1. 邀请指令、唤醒指令、轮询指令以及ATQB应答

读卡机具通过邀请指令查询入场区内的卡片。对于不处于激活状态及休眠状态的卡片都将接受这一指令，并且根据指令选择时间槽，返回 ATQB 响应。

读卡机具通过唤醒指令唤醒并查询入场区内的卡片。对于不处于激活状态的卡片都将接受这一指令，并且根据指令选择时间槽，返回 ATQB 响应。

4.2.1.1.邀请指令、唤醒指令格式

指令发送者为读卡机具，指令长度为 5 个字节，格式如图 4.2 所示。

1 st byte	2 nd byte	3 rd byte	4 th , 5 th bytes
‘0000, 0101’b	AFI	Parameter	CRC_B

图4.2邀请指令、唤醒指令格式

- AFI 编码：
AFI 代表读卡机具指定的使用类型，用于预选卡片，只有卡片的应用为指定的 AFI 时，卡片才会应答这条指令。卡片的 AFI 可定制。
当 AFI 为 ‘00’ 时，所有卡片都会应答（不预选）。

- Parameter 编码：
Parameter 编码格式如图 4.4 所示。

b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1
保留				邀请/唤醒	N（时间槽总数）		

图4.4 Parameter编码格式

注：图 4.4 中，所有的保留位都应该设置为 0。

b4 = 0 代表邀请指令：处于空闲、等待被邀请、等待被激活等状态的卡片将处理该指令。

b4 = 1 代表唤醒指令：处于空闲、等待被邀请、等待被激活以及休眠状态的卡片将处理该指令。

如图 4.5 所示，b3、b2 和 b1 用于对时间槽总数 N 进行编码。

b3	b2	b1	N
0	0	0	$1 = 2^0$
0	0	1	$2 = 2^1$
0	1	0	$4 = 2^2$
0	1	1	$8 = 2^3$
1	0	0	$16 = 2^4$

1	0	1	保留
1	1	x	保留

图4.5 时间槽总数N的编码格式

注：对于每一张卡片来说，在第一个时间槽应答（ATQB）的可能性为 1/N。

- CRC_B：
卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.1.2.轮询指令格式

在发送了邀请指令或者唤醒指令之后，读卡机具可以发送最多（N-1）个轮询指令，用来定义每一个时间槽的开始。

轮询指令可以在下面两种情况之下发送：

1. 在读卡机具接收到 ATQB 应答之后，标志下一个时间槽的开始。
2. 或者在更早时间，如果没有接收到 ATQB 应答。（如果该时间槽已知为空闲，就没有必要等到该时间槽结束）。

注：连续的邀请指令与轮询指令之间的最小延迟时间由 ATQB 最大应答延迟时间决定。

指令发送者为读卡机具，指令长度为 3 个字节，格式如图 4.6 所示。

1 st byte	2 nd , 3 rd bytes
‘nnnn, 0101’b	CRC_B

图4.6 轮询指令格式

这里‘nnnn’是槽标识号，它的编码方式如图 4.7 所示。

nnnn	槽标识号
0001	2
0010	3
0011	4
.....	
1110	15
1111	16

图4.7 槽标识号nnnn编码格式

注：轮询指令不一定要按照槽标识号连续加 1 的序列发送。

- CRC_B：
卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.1.3.ATQB应答帧格式

对于邀请指令、唤醒指令和轮询指令，卡片的响应都是 ATQB 应答。

ATQB 应答的发送者为卡片，指令长度为 14 个字节，格式如图 4.8 所示。

1 st byte	2 nd ~ 5 th bytes	6 th ~ 9 th bytes	10 th ~ 12 th bytes	13 th , 14 th bytes
‘0101, 0000’b	PUPI	Application Data	Protocol Info	CRC_B

图4.8 ATQB应答格式

- 标识符（PUPI）（4 个字节）：卡片的唯一序列号的低 4 个字节。
- 应用数据（Application Data）（4 个字节）：发行商可定义的卡片专用标识，位于存储区第 0 页的高 4 个字节。

卡片的这个数据信息用于告诉读卡机具卡片的具体应用，使读卡机具在发现多张卡片时可以选择需要的卡片。

- 协议信息（Protocol Info）（3 个字节）：卡片支持的协议信息，如图 4.9 所示。

1 st byte	2 nd byte		3 rd byte		
波特率	最大帧长度	协议类型	帧等待时间	应用数据编码	可选项
8 比特	4 比特	4 比特	4 比特	2 比特	2 比特

图4.9 协议信息格式

1. 卡片支持的波特率固定为 106Kbps，所以波特率编码固定为 ‘0000—0000’。
 2. 卡片支持的最大帧长度为 16 字节，编码固定为 ‘0000’。
 3. 卡片不支持标准 ISO/IEC 14443-4，所以协议类型编码固定为 ‘0000’。
卡片的帧等待时间编码为 ‘0111’，表示最长帧等待时间为 39ms。
 4. 卡片的应用数据为专用标识，所以应用数据编码为 ‘00’。
 5. 卡片的帧可选项为 ‘01’，表示卡片支持卡片标识符（CID）。
- CRC_B（2 个字节）：
读卡机具通过 CRC_B 字节是否有效来判断卡片的应答是否有效。

4.2.2. 激活指令及其应答

读卡机具通过发送激活指令，以激活一张选定的卡片。

处于等待被激活状态的卡片，如果接收到一个正确的含有它的标识符的激活指令，则选定指定的通道号，发送应答，转移到激活状态。

卡片被激活后，将不再响应除含有它的通道号的应用指令之外的其他任何指令。

4.2.2.1.激活指令格式

激活指令的发送者为读卡机具，指令帧长度为 12 个字节，格式如图 4.10 所示。

1 st byte	2 nd ~ 5 th bytes	6 th ~ 9 th bytes	10 th byte	11 th , 12 th bytes
‘1D’	标识符	参数	保留	CRC_B
1 个字节	4 个字节	4 个字节	1 个字节	2 个字节

图4.10 激活指令格式

- 激活指令的命令字为 ‘1D’。
- 这里的标识符就是卡片在 ATQB 应答中发送的 PUPI。
- 激活指令的 4 字节参数只有最后半个字节作为通道号被卡片识别，其它部分都将被卡片忽略。
- CRC_B：
卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.2.2.激活指令的应答格式

处于等待被激活状态的卡片将应答正确（PUPI 一致）及有效（CRC 正确）的激活指令。
激活指令的应答的发送者为卡片，指令长度为 12 个字节，格式如图 4.11 所示。

1 st byte	2 nd byte	3 rd ~ 10 th bytes	11 th , 12 th bytes
‘0000, nnnn’ b	‘02’	卡片序列号	CRC_B
1 个字节	1 个字节	8 个字节	2 个字节

图4.11 激活指令的应答格式

- 应答的第 1 个字节的高 4 个比特固定为 ‘0000’，低 4 个比特为读卡机具在激活指令中为卡片指定的通道号：‘nnnn’ = ‘CID’。
- 应答的第 2 个字节固定为 ‘02’。
- CRC_B（2 个字节）：
读卡机具通过 CRC_B 字节是否有效来判断卡片的应答是否有效。

4.2.3. 禁止指令及其应答

读卡机具通过发送禁止指令，将一张选定的卡片转入休眠状态。
处于等待被激活状态的卡片，如果接收到一个正确的含有它的标识符的禁止指令，则发送应答并且转移到休眠状态。
卡片转移到休眠状态后，将不再响应除唤醒指令之外的其他任何指令。

4.2.3.1.禁止指令格式

禁止指令的发送者为读卡机具，指令帧长度为 7 个字节，格式如图 4.12 所示。

1 st byte	2 nd ~ 5 th bytes	6 th , 7 th bytes
‘50’	标识符	CRC_B

1 个字节	4 个字节	2 个字节
-------	-------	-------

图4.12 禁止指令格式

- 禁止指令的命令字为 ‘50’。
- 这里的标识符就是卡片在 ATQB 应答中发送的 PUPI。
- CRC_B:
卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.3.2.禁止指令的应答格式

处于等待被激活状态的卡片将应答正确（PUPI 一致）及有效（CRC 正确）的禁止指令。

禁止指令的应答的发送者为卡片，指令长度为 3 个字节，格式如图 4.13 所示。

1 st byte	2 nd , 3 rd bytes
‘00’	CRC_B
1 个字节	2 个字节

图4.13 禁止指令的应答格式

- 应答的第 1 个字节固定为 ‘00’。
- CRC_B（2 个字节）：
读卡机具通过 CRC_B 字节是否有效来判断卡片的应答是否有效。

4.2.4. 去选指令及其应答

读卡机具通过发送去选指令，将一张处于激活状态的卡片转入休眠状态。

处于激活状态的卡片，如果接收到一个正确的含有它的通道号的去选指令，则发送应答并且转移到休眠状态。

卡片转移到休眠状态后，将不再响应除唤醒指令之外的其他任何指令。

4.2.4.1.去选指令格式

去选指令的发送者为读卡机具，指令帧长度为 3 个字节，格式如图 4.14 所示。

1 st byte	2 nd , 3 rd bytes
‘nnnn, 1000’b (‘nnnn’ = CID)	CRC_B
1 个字节	2 个字节

图4.14 去选指令格式

- 去选指令的命令字由两部分构成：高 4 比特为通道号，低 4 比特固定为 ‘1000’。
- CRC_B：卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.4.2.去选指令的应答格式

处于激活状态的卡片将应答正确（通道号一致）及有效（CRC 正确）的去选指令。

去选指令的应答的发送者为卡片，指令长度为 3 个字节，格式如图 4.15 所示。

1 st byte	2 nd , 3 rd bytes
‘nnnn, 0000’b (‘nnnn’ = CID)	CRC_B
1 个字节	2 个字节

图4.15 去选指令的应答格式

- 应答的第 1 个字节由两部分构成：高 4 比特为通道号，低 4 比特固定为 ‘0000’。
- CRC_B (2 个字节)：读卡机具通过 CRC_B 字节是否有效来判断卡片的应答是否有效。

4.2.5. 读指令及其应答

读卡机具通过发送读指令，读取处于激活状态的卡片的信息。

处于激活状态的卡片，如果接收到一个正确的含有它的通道号的读指令，则进行读操作并且发送应答，状态不进行转换。

4.2.5.1.读指令格式

读指令的发送者为读卡机具，指令帧长度为 3 个字节，格式如图 4.16 所示。

1 st byte	2 nd byte	3 rd , 4 th bytes
‘nnnn, xx10’b (‘nnnn’ = CID, xx = page number)	Address	CRC_B
1 个字节	1 个字节	2 个字节

图4.16 读指令格式

- 读指令的命令字由 3 部分构成。
 - ‘nnnn’：4 比特，代表通道号；
 - ‘xx’：2 比特，代表存储区页号；
 - ‘10’：2 比特，代表读操作。
- Address：页内地址
- CRC_B：卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.5.2.读指令的应答

处于激活状态的卡片将应答正确（通道号一致）的读指令。

读指令的应答有 3 种情况：读成功、读失败、指令 CRC 错误。

1. 读成功的应答：指令长度为 11 个字节，格式如图 4.17 所示。

1 st byte	2 nd ~ 9 th bytes	10 th , 11 th bytes
'nnnn, 0000'b ('nnnn' = CID)	数据(8B)	CRC_B
1 个字节	8 个字节	2 个字节

图4.17 读成功的应答格式

- 应答的第 1 个字节由两部分构成：高 4 比特为通道号，低 4 比特固定为 '0000'。
- 中间 8 个字节为读出的数据。
- CRC_B (2 个字节)：读卡机具通过 CRC_B 字节是否有效来判断卡片的应答是否有效。

2. 读失败以及指令 CRC 错误的应答：指令长度为 3 个字节，格式如图 4.18 所示。

1 st byte	2 nd , 3 rd bytes
'nnnn, 0001'b ('nnnn' = CID) “失败”	CRC_B
'nnnn, 0010'b ('nnnn' = CID) “CRC 错误”	CRC_B
1 个字节	2 个字节

图4.18读失败以及指令CRC错误的应答格式

- 应答的第 1 个字节由两部分构成：
 - 高 4 比特为通道号；
 - 低 4 比特固定，'0001' 代表读失败，'0010' 代表指令 CRC 错误。
- CRC_B (2 个字节)：读卡机具通过 CRC_B 字节是否有效来判断卡片的应答是否有效。

4.2.6. 写指令、认证指令及其应答

读卡机具通过发送写指令，改写处于激活状态的卡片的信息。

处于激活状态的卡片，如果接收到一个正确的含有它的通道号的写指令，则进行写操作并且发送应答，状态不进行转换。

读卡机具通过发送认证指令，以获得访问处于激活状态的卡片的信息的权限。

处于激活状态的卡片，如果接收到一个正确的含有它的通道号的认证指令，则进行认证操作并且改变权限，发送应答，状态不进行转换。

4.2.6.1. 写指令格式

写指令的发送者为读卡机具，指令帧长度为 11 个字节，格式如图 4.19 所示。

1 st byte	2 nd byte	3 th ~ 10 th bytes	11 th , 12 th bytes
----------------------	----------------------	--	---

‘nnnn, xx11’b (‘nnnn’ = CID, xx = page number)	Address	DATA(8B)	CRC_B
1 个字节	1个字节	8个字节	2 个字节

图4.19 写指令格式

- 写指令的命令字由 3 部分构成。
 - ‘nnnn’：4 比特，代表通道号；
 - ‘xx’：2 比特，代表存储区页号；
 - ‘11’：2 比特，代表写操作。
- Address：页内地址
- DATA：8 个字节为要写入的数据。
- CRC_B：卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.6.2.认证指令格式

当存储区 2 被设置为密钥区时，对于它的写操作则变为认证指令。

认证指令的发送者为读卡机具，指令帧长度为 11 个字节，格式如图 4.20 所示。

1 st byte	2 nd byte	2 nd ~ 9 th bytes	10 th , 11 th bytes
‘nnnn, 1011’b (‘nnnn’ = CID)	Address	KEY (8B)	CRC_B
1 个字节	1个字节	8个字节	2 个字节

图4.20 认证指令格式

- 认证指令的命令字由 2 部分构成。
 - ‘nnnn’：4 比特，代表通道号；
 - ‘1011’：4 比特，代表认证操作。
- Address：0x00
- KEY：8 个字节为要准备认证的密钥。
- CRC_B：卡片通过 CRC_B 字节是否有效来判断指令是否有效。

4.2.6.3.写指令及认证指令的应答

处于激活状态的卡片将应答正确（通道号一致）的写指令或认证指令。

与读指令的应答类似，写指令及认证指令的应答也有 3 种情况：成功、失败、指令 CRC 错误。

应答的指令帧长度为 3 个字节，格式如图 4.21 所示。

1 st byte	2 nd , 3 rd bytes
‘nnnn, 0000’b (‘nnnn’ = CID) “成功”	CRC_B
‘nnnn, 0001’b (‘nnnn’ = CID) “失败”	CRC_B

'nnnn, 0010'b ('nnnn' = CID) “CRC 错误”	CRC_B
---	-------

图4.21写指令及认证指令的应答格式

- 应答的第 1 个字节由两部分构成：
 高 4 比特为通道号；
 低 4 比特固定：‘0000’ 代表成功，‘0001’ 代表失败，‘0010’ 代表 CRC 错误。
- CRC_B (2 个字节)：读卡机具通过 CRC_B 字节是否有效来判断卡片的应答是否有效。

注 1：写操作支持回读验证。

注 2：写第 0 页时，卡片不检查 Attribute 的一致性，直接写。卡片在每次上电复位时或者进入休眠状态时检查 Attribute，如果不一致，则逐比特检验并且生成有效属性，但不进行自动修复。

注 3：写第 2 页时，如果 C4=1（第 2 页被设置成密钥区），则进行密钥认证（AUTHENTICATION）。卡片在进入和离开激活状态时，所有权限都重新复位，复位后处于认证失败状态。

4.3. 指令响应时间

各条指令的响应时间列表如图 4.22 所示。

卡片状态	指令及应答	TR0 (ETU)	TR1 (ETU)	备注
空闲状态	REQB/WUPB 到 ATQB	17.5	11	(N=1 或 R=1)
等待被邀请状态	REQB/WUPB 到 ATQB	20	11	(N=1 或 R=1)
	SLOTMARKER 到 ATQB	20	11	
等待被激活状态	REQB/WUPB 到 ATQB	20	11	(N=1 或 R=1)
	HLTB 到 RES_HALT	20	11	
	ATTRIB 到 RES_ATTRIB	22	11	
激活状态	READ 到 RES_OK	28	11	
	READ 到 RES_FAIL	20	11	无权限
	READ 到 RES_CRCERR	20	11	
	WRITE 到 RES_OK	2526	11	
	WRITE 到 RES_FAIL	2526	11	失败
	WRITE 到 RES_FAIL	20	11	无权限
	WRITE 到 RES_CRCERR	20	11	
	DESELECT 到 RES_OK	20	11	
休眠状态	WUPB 到 ATQB	20	11	(N=1 或 R=1)

5. 存储区结构

THR1064 内嵌 EEPROM 存储区的总容量为 64 字节，作为用户使用区域，它们被分成 4 页（page），第 0、2、3 页 8 个字节，第一页为 40 个字节。对存储区的访问以页为单位。THR1064 出厂时，EEPROM 存储区的用户使用区域为空，也就是说用户区的数据为全 0。

5.1. EEPROM使用分配

EEPROM 使用分配如图 5.1 所示。

	7	6	5	4	3	2	1	0
Page0	Application Data				AFI	Attribute		
Page1	User area							
	User area							
	User area							
	User area							
	User area							
Page2	User area							
Page3	User area							

图5.1 存储区结构

注 1：应用数据（Application Data）（4 个字节）为发行商可定义的卡片专用标识。

注 2：AFI 参见 4.2.1.1。

注 3：Attribute 用于标识 Page0~3 的属性。

5.2. Attribute格式

Attribute 共占用 3 字节，第一字节的 8bit 定义如图 5.2 所示，第二字节的内容是第一字节的逐位取反，第三字节的内容是第一字节的逐位复制。系统能够自动检查这三个字节的一致性，逐比特检验并且生成有效属性，但不进行错误恢复。

7	6	5	4	3	2	1	0
保留		C5	C4	C3	C2	C1	C0

图5.2 Attribute格式

5.3. 存储区权限控制

Page0~3 的属性定义如图 5.3 所示。

C5	C4	C3	C2	C1	C0	Page3	Page2	Page1	Page0
X	X	X	X	X	0				RW
X	X	X	X	X	1				R
X	X	X	X	0	X			RW	
X	X	X	X	1	X			R	
X	0	X	0	X	X		RW		
X	0	X	1	X	X		R		
X	0	0	X	X	X	RW			
X	0	1	X	X	X	R			
0	1	0	0	X	X	R@RW	Password		
X	1	0	1	X	X	R	Password		
0	1	1	0	X	X	@RW	Password		
X	1	1	1	X	X	@R	Password		
1	1	0	0	X	X	R@RW*	Password		
1	1	1	0	X	X	@RW*	Password		

图5.3存储区权限控制

注 1: RW 表示此页可读写。

注 2: R 表示此页只读。

注 3: Password 表示此页为密钥区，不可读写，只用于密钥认证。

注 4: R@RW 表示此页未通过密钥认证时只读，通过密钥认证后可以读写。

注 5: @RW 表示此页不通过密钥认证时不可访问，通过密钥认证后可以读写。

注 6: @R 表示此页不通过密钥认证时不可访问，通过密钥认证后只读。

注 7: R@RW*表示此页未通过密钥认证时只读，通过密钥认证后可读、可做只减计数器，将数据由 1 写为 0。

注 8: @RW*表示此页未通过密钥认证时不可访问，通过密钥认证后可读、可做只减计数器，将数据由 1 写为 0。

1. Page0 的权限由 C0 控制: C0 = 0 时可以读写; C0 = 1 时只读。
2. Page 1 的权限由 C1 控制: C1 = 0 时可以读写; C1 = 1 时只读。
3. Page 2 的权限由 C4 和 C2 控制:
 - C4 = 0、C2 = 0 时可以读写;
 - C4 = 0、C2 = 1 时只读;
 - C4 = 1 时为密钥区，不可以读写。
4. Page 3 的权限由 C5、C4、C3 及 C2 控制:
 - C4 = 0、C3 = 0 时可以读写;

C4 = 0、C3 = 1 时只读；

C5 = 0、C4 = 1、C3 = 0、C2 = 0 时未通过密钥认证时只读，通过密钥认证后可以读写；

C4 = 1、C3 = 0、C2 = 1 时只读；

C5 = 0、C4 = 1、C3 = 1、C2 = 0 时未通过密钥认证时不可访问，通过密钥认证后可以读写；

C4 = 1、C3 = 1、C2 = 1 时未通过密钥认证时不可访问，通过密钥认证后只读。

C5 = 1、C4 = 1、C3 = 0、C2 = 0 时未通过密钥认证时只读，通过密钥认证后可读、可作只减计数器；

C5 = 1、C4 = 1、C3 = 1、C2 = 0 时未通过密钥认证时不可访问，通过密钥认证后可读、可作只减计数器；

6. 典型应用

本章将通过一些应用的例子来说明 THR1064 的使用方法。（所有例子仅供参考）

6.1. 卡片发行

THR1064 出厂时,EEPROM 存储区的用户使用区域为空,也就是说用户区的数据为全 0。

卡片发行商必需先进行卡片发行操作, 设置好卡片的应用数据。

假设我们要发行一张零售卡, 我们需要做些什么呢?

假设零售卡的 AFI 为 ‘21’, Application data 为 ‘01—02—03—04’, 我们要将这些信息写入卡片中, 另外设置一个用户标识符 ‘01—02—03—04—05—06—07—08’, 为用户设置一个 8 字节的密钥 ‘08—07—06—05—04—03—02—01’, 最后还要为用户存入一定钱数 ‘00—01—02—03—04—05—06—07’。

好了, 下面可以开始发行了。

序号	读卡机具	卡片
1	邀请指令 ‘05-00-00-CRC’	
2		ATQB ‘50-PUPI-00-00-00-00-00-00-71-CRC’
3	激活指令 ‘1D-PUPI-00-00-00-01-00-CRC’	
4		激活指令的应答 ‘01-02-OTP-CRC’
5	写用户标识符 ‘17-00-01-02-03-04-05-06-07-08-CRC’	
6		写成功应答 ‘10-CRC’
7	读用户标识符 ‘16-00-CRC’	
8		读成功应答 ‘10-01-02-03-04-05-06-07-08-CRC’
9	写用户密钥 ‘1B-00-08-07-06-05-04-03-02-01-CRC’	
10		写成功应答 ‘10-CRC’
11	读用户密钥 ‘1A-00-CRC’	
12		读成功应答 ‘10-08-07-06-05-04-03-02-01-CRC’
13	写用户存款 ‘1F-00-00-01-02-03-04-05-06-07-CRC’	
14		写成功应答 ‘10-CRC’
15	读用户存款 ‘1E-00-CRC’	
16		读成功应答 ‘10-00-01-02-03-04-05-06-07-CRC’
17	写基本信息及权限控制 ‘13-00-01-02-03-04-21-1B-E4-1B-CRC’	
18		写成功应答 ‘10-CRC’

19	读基本信息及权限控制 ‘12-00-CRC’	
20		读成功应答 ‘10-01-02-03-04-21-1B-E4-1B-CRC’
21	去选指令 ‘18-CRC’	
22		去选成功应答 ‘10-CRC’

图6.1 卡片发行图例

如图 9.1 所示，卡片发行就完成了。

注：图中 PUPI 为卡片唯一的序列号的低 4 个字节。

6.2. 卡片使用

下面举例说明 THR1064 的使用方法。

在 9.1 中，我们已经发行了一张零售卡，下面就用这张卡片进行一次购物操作。

假设我们要购买价值 ‘00—00—00—03—00—00—00—00’ 的商品。

具体操作如图 9.2 所示。

序号	读卡机具	卡片
1	邀请指令 ‘05-21-00-CRC’	
2		ATQB ‘50-PUPI-01-02-03-04-00-00-71-CRC’
3	激活指令 ‘1D-PUPI-00-00-00-02-00-CRC’	
4		激活指令的应答 ‘02-02-OTP-CRC’
5	读用户标识符 ‘26-00-CRC’	
6		读成功应答 ‘20-01-02-03-04-05-06-07-08-CRC’
7	用户密钥认证 ‘2B-00-08-07-06-05-04-03-02-01-CRC’	
8		认证成功应答 ‘20-CRC’
9	读用户存款 ‘2E-00-CRC’	
10		读成功应答 ‘20-00-01-02-03-04-05-06-07-CRC’
11	减去商品价钱 ‘00-00-00-03-00-00-00-00’	
12	得到当前存款数 ‘00-01-02-00-04-05-06-07’	
13	写用户存款 ‘2F-00-00-01-02-00-04-05-06-07-CRC’	
14		写成功应答 ‘20-CRC’
15	读用户存款 ‘2E-00-CRC’	
16		读成功应答 ‘20-00-01-02-00-04-05-06-07-CRC’
21	去选指令 ‘28-CRC’	

22	去选成功应答 ‘20-CRC’
----	-----------------

图6.2 卡片使用图例

6.3. 防冲撞流程

现在举一个简单的例子以介绍防冲撞流程。

假设现在读卡机具的场区内有以下 8 张卡片。

卡片 1 (AFI= ‘21’), 卡片 2 (AFI= ‘21’), 卡片 3 (AFI= ‘21’), 卡片 4 (AFI= ‘21’), 卡片 5 (AFI= ‘21’), 卡片 6 (AFI= ‘21’), 卡片 7 (AFI= ‘21’), 卡片 8 (AFI= ‘22’).

现在我们准备对卡片一进行操作。具体流程如下：

1. 读卡机具发送邀请指令 (AFI= ‘21’, N=1)。
2. 卡片 1 到 7 的 AFI 匹配并且 N=1, 发送 ATQB 应答, 冲撞发生。卡片 8 的 AFI 不匹配, 不发送 ATQB 应答, 等待下一条邀请/唤醒指令, 已经被排除。
3. 读卡机具发送邀请指令 (AFI= ‘21’, N=8), 启动防冲撞流程。
4. 卡片 1 的 AFI 匹配, 选择时间槽 3, 不发送 ATQB 应答, 等待时间槽 3 的轮询指令。
卡片 2 的 AFI 匹配, 选择时间槽 5, 不发送 ATQB 应答, 等待时间槽 5 的轮询指令。
卡片 3 的 AFI 匹配, 选择时间槽 8, 不发送 ATQB 应答, 等待时间槽 8 的轮询指令。
卡片 4 的 AFI 匹配, 选择时间槽 3, 不发送 ATQB 应答, 等待时间槽 3 的轮询指令。
卡片 5 的 AFI 匹配, 选择时间槽 2, 不发送 ATQB 应答, 等待时间槽 2 的轮询指令。
卡片 6 的 AFI 匹配, 选择时间槽 9, 不发送 ATQB 应答, 等待时间槽 6 的轮询指令。
卡片 7 的 AFI 匹配, 选择时间槽 1, 发送 ATQB 应答。
5. 读卡机具发送禁止指令, 将卡片 7 转入休眠状态。
6. 卡片 1 等待时间槽 3 的轮询指令。卡片 2 等待时间槽 5 的轮询指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待时间槽 3 的轮询指令。卡片 5 等待时间槽 2 的轮询指令。卡片 6 等待时间槽 6 的轮询指令。卡片 7 应答禁止指令, 转入休眠状态, 等待下一条唤醒指令, 已经被排除。
7. 读卡机具发送时间槽 2 的轮询指令。
8. 卡片 1 等待时间槽 3 的轮询指令。卡片 2 等待时间槽 5 的轮询指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待时间槽 3 的轮询指令。卡片 5 发送 ATQB 应答。卡片 6 等待时间槽 6 的轮询指令。
9. 读卡机具发送禁止指令, 将卡片 5 转入休眠状态。
10. 卡片 1 等待时间槽 3 的轮询指令。卡片 2 等待时间槽 5 的轮询指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待时间槽 3 的轮询指令。卡片 5 应答禁止指令, 转入休眠状态, 等待下一条唤醒指令, 已经被排除。卡片 6 等待时间槽 6 的轮询指令。
11. 读卡机具发送时间槽 3 的轮询指令。
12. 卡片 1 发送 ATQB 应答。卡片 2 等待时间槽 5 的轮询指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 发送 ATQB 应答。卡片 6 等待时间槽 6 的轮询指令。冲撞发生。
13. 读卡机具发送时间槽 4 的轮询指令。

14. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 2 等待时间槽 5 的轮询指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 6 等待时间槽 6 的轮询指令。没有应答。
15. 读卡机具发送时间槽 5 的轮询指令。
16. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 2 发送 ATQB 应答。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 6 等待时间槽 6 的轮询指令。
17. 读卡机具发送禁止指令，将卡片 2 转入休眠状态。
18. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 2 应答禁止指令，转入休眠状态，等待下一条唤醒指令，已经被排除。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 6 等待时间槽 6 的轮询指令。
19. 读卡机具发送时间槽 6 的轮询指令。
20. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 6 发送 ATQB 应答。
21. 读卡机具发送禁止指令，将卡片 6 转入休眠状态。
22. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 6 应答禁止指令，转入休眠状态，等待下一条唤醒指令，已经被排除。
23. 读卡机具发送时间槽 7 的轮询指令。
24. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 3 等待时间槽 8 的轮询指令。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。没有应答。
25. 读卡机具发送时间槽 8 的轮询指令。
26. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 3 发送 ATQB 应答。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。
27. 读卡机具发送禁止指令，将卡片 3 转入休眠状态。
28. 卡片 1 等待下一条邀请/唤醒指令。卡片 3 应答禁止指令，转入休眠状态，等待下一条唤醒指令，已经被排除。卡片 4 等待下一条邀请/唤醒指令。
29. 读卡机具发送邀请指令（AFI= ‘21’，N=2），继续防冲撞流程。
30. 卡片 1 的 AFI 匹配，选择时间槽 2，不发送 ATQB 应答，等待时间槽 2 的轮询指令。卡片 4 的 AFI 匹配，选择时间槽 1，发送 ATQB 应答。
31. 读卡机具发送禁止指令，将卡片 4 转入休眠状态。
32. 卡片 1 等待时间槽 2 的轮询指令。卡片 4 应答禁止指令，转入休眠状态，等待下一条唤醒指令，已经被排除。只剩下卡片 1。
33. 读卡机具发送时间槽 2 的轮询指令。
34. 卡片 1 发送 ATQB 应答。
35. 读卡机具发送激活指令（CID=2），将卡片 1 转入激活状态。
36. 卡片 1 应答激活指令，转入激活状态，通讯已经建立，等待应用指令。
37. 防冲撞流程结束。

附录 CRC算法的C代码

下面是CRC算法的C程序代码。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <ctype.h>
#define CRC_A 1
#define CRC_B 2
#define BYTE unsigned char

unsigned short UpdateCrc(unsigned char ch, unsigned short *lpwCrc)
{
    ch = (ch^(unsigned char)((*lpwCrc) & 0x00FF));
    ch = (ch^(ch<<4));
    *lpwCrc = (*lpwCrc >> 8)^((unsigned short)ch << 8)^((unsigned short)ch<<3)^((unsigned short)ch>>4);
    return(*lpwCrc);
}

void ComputeCrc(int CRCType, char *Data, int Length,
    BYTE *TransmitFirst, BYTE *TransmitSecond)
{
    unsigned char chBlock;
    unsigned short wCrc;

    switch(CRCType) {
        case CRC_A:
            wCrc = 0x6363; /* ITU-V.41 */
            break;
        case CRC_B:
            wCrc = 0xFFFF; /* ISO/IEC 13239 (formerly ISO/IEC 3309) */
            break;
        default:
            return;
    }

    do {
        chBlock = *Data++;
        UpdateCrc(chBlock, &wCrc);
    } while (--Length);
}
```

```
if (CRCType == CRC_B)
wCrc = ~wCrc; /* ISO/IEC 13239 (formerly ISO/IEC 3309) */
*TransmitFirst = (BYTE) (wCrc & 0xFF);
*TransmitSecond = (BYTE) ((wCrc >> 8) & 0xFF);
return;
}
```

```
BYTE BuffCRC_A[10] = {0x12, 0x34};
BYTE BuffCRC_B[10] = {0x0A, 0x12, 0x34, 0x56};
unsigned short Crc;
BYTE First, Second;
FILE *OutFd;
int i;
```

```
int main(void)
{
printf("CRC-16 reference results ISO/IEC 14443-3\n");
printf("Crc-16 G(x) = x^16 + x^12 + x^5 + 1\n\n");
printf("CRC_A of [ ");
for(i=0; i<2; i++) printf("%02X ",BuffCRC_A[i]);
ComputeCrc(CRC_A, BuffCRC_A, 2, &First, &Second);
printf("] Transmitted: %02X then %02X.\n", First, Second);
printf("CRC_B of [ ");
for(i=0; i<4; i++) printf("%02X ",BuffCRC_B[i]);
ComputeCrc(CRC_B, BuffCRC_B, 4, &First, &Second);
printf("] Transmitted: %02X then %02X.\n", First, Second);
return(0);
}
```