

# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 978.5—2015

## 城市公共交通 IC 卡技术规范 第 5 部分：非接触接口通信

Technical specification on IC card for urban public transport—  
Part 5 :Contactless communication interface

2015-05-21 发布

2015-07-15 实施

目 次

前言..... 314

1 范围 ..... 315

2 规范性引用文件 ..... 315

3 术语和定义 ..... 315

4 符号和缩略语 ..... 316

5 与非接触接口通信相关的物理特性 ..... 319

    5.1 一般特性 ..... 319

    5.2 附加特性 ..... 319

6 射频功率和信号接口 ..... 320

    6.1 PICC 的初始对话 ..... 320

    6.2 功率传送 ..... 320

    6.3 信号接口 ..... 320

    6.4 Type A 通信信号接口 ..... 321

    6.5 Type B 通信信号接口 ..... 322

7 初始化和防冲突 ..... 323

    7.1 轮询 ..... 323

    7.2 Type A 的初始化和防冲突 ..... 323

    7.3 Type B 的初始化和防冲突 ..... 328

8 传输协议 ..... 331

    8.1 Type A PICC 的协议激活 ..... 331

    8.2 Type B PICC 的协议激活 ..... 331

    8.3 半双工块传输协议 ..... 331

    8.4 Type A 和 Type B PICC 的协议停活 ..... 331

附录 A （资料性附录） Type B——防冲突序列举例..... 333

附录 B （资料性附录） CRC\_A 和 CRC\_B 的编码 ..... 335

附录 C （资料性附录） Type A 的通信举例 ..... 337

## 前 言

JT/T 978《城市公共交通 IC 卡技术规范》由 7 部分组成:

- 第 1 部分:总则;
- 第 2 部分:卡片;
- 第 3 部分:读写终端;
- 第 4 部分:信息接口;
- 第 5 部分:非接触接口通信;
- 第 6 部分:安全;
- 第 7 部分:检测项目。

本部分为 JT/T 978 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中华人民共和国交通运输部运输服务司提出。

本部分由全国城市客运标准化技术委员会(SAC/TC 529)归口。

本部分起草单位:中国交通通信信息中心、交通运输部公路科学研究院、交通运输部科学研究院,南京市市民卡有限公司、武汉城市一卡通有限公司、广东岭南通股份有限公司、银行卡检测中心、中国道路运输协会城市客运分会、上海华虹集成电路有限公司、北京同方微电子有限公司、大唐微电子技术有限公司、上海复旦微电子集团股份有限公司、中钞信用卡产业发展有限公司、北京华大智宝电子系统有限公司、恩智浦(中国)管理有限公司、捷德(中国)信息科技有限公司、中卡盈通科技(北京)有限公司、北京握奇数据系统有限公司。

本部分主要起草人:汪宏宇、唐猛、邢国敬、沈伟彬、杨蕴、王刚、谷云辉、张永军、肖震宇、熊剑、徐锋、张永峰、陈宇、雷雨、夏成君、孟庆云、程跃、陈安新、高峰、陈跃、畅江、丁晓明、康雪。

# 城市公共交通 IC 卡技术规范

## 第 5 部分：非接触接口通信

### 1 范围

JT/T 978 的本部分规定了城市公共交通 IC 卡非接触接口通信相关的物理特性、射频功率和信号接口、初始化和防冲突及传输协议。

本部分适用于城市公共交通 IC 卡卡片与读写终端间通信传输协议的设计与开发。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 7421 信息技术 系统间远程通信和信息交换 高级数据链路控制(HDLC)规程

GB/T 14916 识别卡 物理特性

GB/T 16649.1 识别卡 带触点的集成电路卡 第 1 部分:物理特性

GB/T 16649.3 识别卡 带触点的集成电路卡 第 3 部分:电信号和传输协议

GB/T 16649.5 识别卡 带触点的集成电路卡 第 5 部分:应用标识符的国家编号体系和注册规程

GB/T 16649.6 识别卡 带触点的集成电路卡 第 6 部分:行业间数据元

GB/T 17554.1 识别卡 测试方法 第 1 部分:一般特性测试

JR/T 0025.8 中国金融集成电路(IC)卡规范 第 8 部分:与应用无关的非接触式规范

JT/T 978.1 城市公共交通 IC 卡技术规范 第 1 部分:总则

### 3 术语和定义

JT/T 978.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**非接触** **contactless**

采用不直接接触的方式传送功率和信号。

#### 3.2

**接近式 IC 卡** **proximity card(PICC)**

非接触集成电路卡,其供电和通信是通过与接近式耦合设备的电感耦合完成的。

#### 3.3

**接近式耦合设备** **proximity coupling device(PCD)**

用电感耦合向 PICC 提供能量并控制与 PICC 交换数据的读/写设备。

#### 3.4

**位持续时间** **bit duration**

确定一逻辑状态的时间,在这段时间结束时,一个新的位将开始。

### 3.5

#### 二进制移相键控 **binary phase shift keying**

移相为  $180^\circ$  的移相键控,从而导致两个可能的相位状态。

### 3.6

#### 调制系数 **modulation index**

定义为  $[a - b] / [a + b]$ , 其中,  $a$ 、 $b$  分别是信号幅度的峰值和最小值。

### 3.7

#### 不归零电平 **non-return to zero (NRZ-L)**

位编码的方式,位持续期间的物理状态不用回归到零电平。

### 3.8

#### 副载波 **subcarrier**

以频率  $f_s$  对频率为  $f_c$  的载波进行调制而产生的调制信号。

### 3.9

#### 冲突 **collision**

在同一 PCD 的工作场中,两张或两张以上的 PICC 同时传输数据时,PCD 无法辨别数据是从哪一张 PICC 发出的。

### 3.10

#### 防冲突环 **anticollision loop**

在 PCD 工作场中,PCD 准备与几张 PICC 中的一张或多张进行通信所使用的算法。

### 3.11

#### 位冲突检测协议 **bit collision detection protocol**

检测冲突所发生的位置的防冲突方法,PCD 使用该方法可识别出所有 PICC 的 UID。

### 3.12

#### 基本时间单元 **elementary time unit (etu)**

一个时间常数。

注:  $1 \text{ etu} = 128 / f_c$ , 其中,  $f_c$  为 PCD 工作场的载波频率。

### 3.13

#### 帧 **frame**

一序列数据位和可选差错检测位的组合,在开始和结束处有定界符。

### 3.14

#### 时间槽协议 **time slot protocol**

PCD 与一张或多张 PICC 建立逻辑通道时,对于 PICC 响应使用时间槽定位的一种协议。

### 3.15

#### 唯一识别符 **unique identifier (UID)**

Type A 抗冲突算法所需的一个编号。

### 3.16

#### 块 **block**

包含有效协议数据格式的一种特殊类型的帧。

## 4 符号和缩略语

下列符号和缩略语表示适用于本文件。

ACK——肯定确认 (positive Acknowledgement)

ADC——Type B 的应用数据编码 (Application Data Coding, Type B)  
 AFI——Type B 的应用族识别符 (Application Family Identifier, Type B)  
 APf——在 REQb/WUPb 中使用的防冲突前缀 f (Type B)  
 APn——在 Slot-MARKER 命令中使用的防冲突前缀 n (Type B)  
 ASK——移幅键控 (Amplitude Shift Keying)  
 ATQ——请求应答 (Answer to Request)  
 ATQA——Type A 的请求应答 (Answer to request, Type A)  
 ATQB——Type B 的请求应答 (Answer to request, Type B)  
 ATS——选择应答 (Answer To Select)  
 ATTRIB——Type B 的 PICC 选择命令 (PICC Selection Command, Type B)  
 BPSK——二进制移相键控 (Binary Phase Shift Keying)  
 CID——卡标识符 (Card Identifier)  
 CLn——Type A 的串联级  $n, 3 \geq n \geq 1$  (Cascade Level  $n$ , Type A)  
 CRC——循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check)  
 CRC\_A——Type A 的循环冗余校验差错检测码 (Cyclic Redundancy Check Error Detection Code A)  
 CRC\_B——Type B 的循环冗余校验差错检测码 (Cyclic Redundancy Check Error Detection Code B)  
 CT——Type A 的串联标记 (Cascade Tag, Type A)  
 D——除数 (Divisor)  
 DR——接收的除数 (PCD 到 PICC) [ Divisor Receive (PCD to PICC) ]  
 DRI——接收的除数整数 (PCD 到 PICC) [ Divisor Receive Integer (PCD to PICC) ]  
 DS——发送的除数 (PICC 到 PCD) [ Divisor Send (PICC to PCD) ]  
 DSI——发送的除数整数 (PICC 到 PCD) [ Divisor Send Integer (PICC to PCD) ]  
 E——Type A 的通信结束 (End of Communication, Type A)  
 EDC——差错检测码 (Error Detection Code)  
 EGT——Type B 的额外保护时间 (Extra Guard Time, Type B)  
 EOF——帧结束 (End of Frame)  
 etu——基本时间单元  
 $f_c$ ——载波频率 (工作场的频率)  
 FDT——帧延迟时间 (Frame Delay Time)  
 $f_s$ ——副载波调制频率  
 FSC——接近式 IC 卡帧长度 (Frame Size for proximity Card)  
 FSCI——接近式 IC 卡帧长度整数 (Frame Size for Proximity Card Integer)  
 FSD——接近式耦合设备帧长度 (Frame Size for Proximity Coupling Device)  
 FSDI——接近式耦合设备帧长度整数 (Frame Size for Proximity Coupling Device Integer)  
 FWI——帧等待时间整数 (Frame Waiting Time Integer)  
 FWT——帧等待时间 (Frame Waiting Time)  
 FWT<sub>TEMP</sub>——临时帧等待时间 (Temporary Frame Waiting Time)  
 HLTA——Type A PICC 暂停命令 (HLTA Command, Type A)  
 HLTB——Type B PICC 暂停命令 (HLTA Command, Type B)  
 ID——标识号 (Identification Number)  
 INF——信息域 (Information Field)  
 LSB——最低有效位 (Least Significant Bit)  
 max——最大值 (Index to Define a Maximum Value)

- ul style="list-style-type: none; padding-left: 0;">
- min——最小值(Index to Define a Minimum Value)
- MSB——最高有效位(Most Significant Bit)
- N——Type B 防冲突槽的数目或每个槽内 PICC 响应的概率
- NAD——结点地址(Node Address)
- NAK——否定确认(Negative Acknowledgement)
- NRZ-L——不归零电平(L 为电平)[Non-Return to Zero, (L for level)]
- NVB——Type A 的有效位的数目(Number of Valid Bits, Type A)
- OOK——开/关键控
- OSI——开放系统互连(Open System Interconnection)
- P——Type A 的奇校验位(Odd Parity Bit, Type A)
- PARAM——属性格式中的参数(Parameter)
- PCB——协议控制字节(Protocol Control Byte)
- PCD——接近式耦合设备(读写器)(Proximity Coupling Device)
- PICC——接近式 IC 卡(Proximity Card)
- PPS——协议和参数选择(Protocol and Parameter Selection)
- PPS0——协议和参数选择参数 0(Protocol and Parameter Selection Parameter 0)
- PPS1——协议和参数选择参数 1(Protocol and Parameter Selection Parameter 1)
- PPSS——协议和参数选择开始(Protocol and Parameter Selection Start)
- PUPI——Type B 的伪唯一 PICC 标识符(Pseudo-Unique PICC Identifier, Type B)
- R——Type B 的防冲突序列期间 PICC 所选定的槽号(Slot Number Chosen by the PICC During the Anticollision Sequence, Type B)
- R(ACK)——包含肯定确认的 R-块(R-block Containing a Positive Acknowledge)
- R(NAK)——包含否定确认的 R-块(R-block Containing a Negative Acknowledge)
- RATS——Type A 的选择应答请求(Request for Answer to Select, Type A)
- REQA——Type A 的请求命令(Request Command, Type A)
- REQB——Type B 的请求命令(Request Command, Type B)
- RF——射频(Radio Frequency)
- RFU——预留(Reserved for Future Use)
- S——Type A 的通信开始(Start of Communication, Type A)
- SAK——Type A 的选择确认(Select Acknowledge, Type A)
- SEL——Type A 的选择码(Select Code, Type A)
- SFGI——启动帧保护时间整数(Start-up Frame Guard Time Integer)
- SFGT——启动帧保护时间(Start-up Frame Guard Time)
- SOF——帧开始(Start of Frame)
- TR0——Type B 的 PCD off 和 PICC on 之间静默的最小延迟(Guard Time, Type B)
- TR1——Type B 的 PICC 数据传输之前最小副载波的持续期(Synchronization Time, Type B)
- TR2——Type B 的 PICC 到 PCD 的帧延迟时间(Frame Delay Time PICC to PCD, Type B)
- UID——Type A 的唯一标识符(Unique Identifier, Type A)
- WTX——等待时间延迟(Waiting Time eXtension)
- WTXM——等待时间延迟乘数(Waiting Time Extension Multiplier)
- WUPA——Type A 的 PICC 唤醒命令(Wake-UP Command, Type A)
- WUPB——Type B 的 PICC 唤醒命令(Wake-UP Command, Type B)

5 与非接触接口通信相关的物理特性

5.1 一般特性

PICC 应具有 GB/T 14916 中规定的物理特性。

5.2 附加特性

5.2.1 紫外线

紫外线强度符合 GB/T 16649.1 的要求。

5.2.2 X-射线

PICC 的任何一面暴露于 70keV ~ 140keV 的中等能量 X-射线(每年 0.1Gy 的累积剂量)后,PICC 应能继续正常工作。

5.2.3 动态弯曲应力

按照 GB/T 17554.1 中规定的测试方法,选择短边最大偏移量为  $h_{wB} = 10\text{ mm}$  和长边最大偏移为  $h_{wA} = 20\text{ mm}$  进行测试后,PICC 应能继续正常工作。

5.2.4 动态扭曲应力

按照 GB/T 17554.1 中规定的测试方法,选择最大扭转角度  $\alpha$  等于  $15^\circ$  进行测试后,PICC 应能继续正常工作。

5.2.5 交变磁场

在表1 平均磁场强度的磁场内,在任意方向上暴露后,PICC 应能继续正常工作。平均时间为6min,磁场的最大有效值被限制在平均有效值的 33 倍以内。

表1 磁 场 强 度

频率范围 (MHz)	平均磁场强度有效值 (A/m)	平均时间 (min)
0.3 ~ 3.0	1.63	6
3.0 ~ 30	$4.89/f$	6
30 ~ 300	0.163	6

在平均有效值为 10A/m、13.56MHz 频率的磁场中持续暴露后,PICC 应能继续正常工作。平均时间为 30s,磁场的最大有效值被限制在 12A/m。

5.2.6 交变电场

在表2 平均电场强度的电场内,在任意方向上暴露后,PICC 应能继续正常工作。平均时间为6min,电场的最大有效值被限制在平均有效值的 33 倍以内。



表2 电 场 强 度

频率范围 (MHz)	平均电场强度有效值 (V/m)	平均时间 (min)
0.3 ~ 3.0	614	6
3.0 ~ 30	1 842/ <i>f</i>	6
30 ~ 300	61.4	6

5.2.7 静电

按照 GB/T 17554.1 中规定的测试方法,使用 6kV 电压进行测试后,PICC 应能继续正常工作。

5.2.8 静态磁场

在 640kA/m 的静态磁场内暴露后,PICC 应能继续正常工作。

5.2.9 工作温度

在 -35℃ ~ 70℃ 的环境温度范围内,PICC 应能正常工作。

6 射频功率和信号接口

6.1 PICC 的初始对话

PCD 和 PICC 之间的初始对话操作应使用 6.2 和 6.3 中规定的功率传送和信号接口,并按照下列顺序连续操作:

- a) PCD 的 RF 工作场激活 PICC;
- b) PICC 静待来自 PCD 的命令;
- c) PCD 传输命令;
- d) PICC 传输响应。

6.2 功率传送

6.2.1 频率

RF 场的频率( $f_c$ )应为  $13.56\text{MHz} \pm 7\text{kHz}$ ,该 RF 场与 PICC 进行耦合实现传送功率。

6.2.2 工作场

PCD 应产生给予能量的 RF 场,PICC 应能按预期在以下规定的最小未调制工作场( $H_{\min}$ )和最大未调制工作场( $H_{\max}$ )之间持续工作:

- a) 最小未调制工作场( $H_{\min}$ ),有效值为  $1.5\text{A/m}$ ;
- b) 最大未调制工作场( $H_{\max}$ ),有效值为  $7.5\text{A/m}$ 。

PCD 工作场的测试方法符合 GB/T 17554.1。

6.3 信号接口

通信信号符合 JR/T 0025.8 的规定,接口类型包括:Type A 和 Type B 两种类型。

## 6.4 Type A 通信信号接口

### 6.4.1 PCD 到 PICC 的通信

#### 6.4.1.1 数据速率

在初始化和防冲突期间,传输的数据位速率应为  $f_c/128$  (约 106bit/s)。

#### 6.4.1.2 调制

PCD 和 PICC 间的通信调制,符合 JR/T 0025.8 的规定。

#### 6.4.1.3 数据位编码规则

##### 6.4.1.3.1 序列

数据位编码使用到如下序列:

- a) 序列 X:在半个位持续时间之后,出现“暂停(pause)”;
- b) 序列 Y:在整个位持续时间,不出现“暂停(pause)”;
- c) 序列 Z:在位持续时间开始时,出现“暂停(pause)”。

##### 6.4.1.3.2 数据位编码

数据位编码应使用 6.4.1.3.1 中的序列,数据位编码规则如下:

- a) 逻辑‘1’:序列 X;
- b) 逻辑‘0’:除下面两种情况,使用序列 Y:
  - 1) 若有两个或两个以上的连续‘0’,则从第二个‘0’处开始应使用序列 Z;
  - 2) 若起始位之后的第一位值为‘0’,则采用序列 Z。
- c) 通信开始:序列 Z;
- d) 通信结束:逻辑‘0’,后面跟随着序列 Y;
- e) 没有信息:至少两个序列 Y。

### 6.4.2 PICC 到 PCD 的通信

#### 6.4.2.1 数据速率

在初始化和防冲突期间,传输的数据位速率应为  $f_c/128$  (约 106bit/s)。

#### 6.4.2.2 负载调制

PICC 应经由电感耦合区域与 PCD 通信,在该区域中,所加载的载波能产生频率为  $f_c$  的副载波。该副载波由切换 PICC 中的负载来产生。在按 GB/T 17554.1 规定的方法测试时,负载调制幅度应至少为  $22/H^{0.5}$  mV,其中,  $H$  是磁场强度的有效值,单位为安培每米 (A/m)。

#### 6.4.2.3 副载波

副载波负载调制的频率  $f_s$  应为  $f_c/16$  (约 847kHz),在初始化和防冲突期间,一个位持续时间等于 8 个副载波周期。

#### 6.4.2.4 副载波调制

每一个位持续时间均以 7.2.2.3 规定的与副载波相关的相位开始。位周期以已加载的副载波状态开始,副载波使用 OOK 调制,调制序列按 6.4.2.5 的规定。

#### 6.4.2.5 数据位编码规则

##### 6.4.2.5.1 序列

数据位编码下列序列:

- a) 序列 D:对于位持续时间的第 1 个 1/2(50%),载波应以副载波来调制;
- b) 序列 E:对于位持续时间的第 2 个 1/2(50%),载波应以副载波来调制;
- c) 序列 F:对于 1 个位持续时间,载波不以副载波来调制。

#### 6.4.2.5.2 数据位编码

数据位编码应使用 6.4.2.5.1 中的序列,数据位编码规则如下:

- a) 逻辑‘1’:序列 D;
- b) 逻辑‘0’:序列 E;
- c) 通信开始:序列 D;
- d) 通信结束:序列 F;
- e) 没有信息:没有副载波。

### 6.5 Type B 通信信号接口

#### 6.5.1 PCD 到 PICC 的通信

##### 6.5.1.1 数据速率

在初始化和防冲突期间,传输的数据位速率应为  $f_c/128$  (约 106bit/s);容差和位边界在 7.3.1.2 中规定。

##### 6.5.1.2 调制

PCD 和 PICC 间的通信调制,符合 JR/T 0025.8 的规定。

##### 6.5.1.3 数据位编码规则

数据位编码格式是带有的逻辑电平的 NRZ-L,编码方法如下:

- a) 逻辑‘1’:载波场高幅度(没有使用调制);
- b) 逻辑‘0’:载波场低幅度。

#### 6.5.2 PICC 到 PCD 的通信

##### 6.5.2.1 数据速率

在初始化和防冲突期间,传输的数据位速率应为  $f_c/128$  (约 106bit/s)。

##### 6.5.2.2 负载调制

PICC 应能经由电感耦合区域与 PCD 通信,在该区域中,所加载的载波频率能产生频率为  $f_c$  的副载波,该副载波由切换 PICC 中的负载来产生。在按照 GB/T 17554.1 规定的方法测试时,负载调制幅度应至少为  $22/H^{1.2}$  mV,其中,  $H$  是磁场强度的有效值,单位为安培每米(A/m)。

##### 6.5.2.3 副载波

副载波负载调制的频率  $f_s$  应为  $f_c/16$  (约 847kHz),在初始化和防冲突期间,一个位持续时间等于 8 个副载波周期。

仅当 PICC 需要发送数据时才产生副载波。

##### 6.5.2.4 副载波调制

副载波采用 BPSK 方式调制,符合 JR/T 0025.8—2013 的规定。

##### 6.5.2.5 数据位编码规则

数据位采用 NRZ-L 编码方式,逻辑状态的改变通过副载波的移相( $180^\circ$ )来表示。

在 PICC 帧的开始处, NRZ-L 的初始逻辑电平是通过下面的序列建立:

- a) 在来自 PCD 的任何命令之后,在保护时间  $TR0$  (应大于  $64/f_s$ ) 内, PICC 不应生成副载波;
- b) 在延迟  $TR1$  (应大于  $80/f_s$ ) 之前, PICC 应生成没有相位跃变的副载波,建立副载波相位基准  $\Phi_0$ ;
- c) 副载波的初始相位状态  $\Phi_0$  应定义为逻辑‘1’,从而第一个相位跃变表示从逻辑‘1’到逻辑‘0’的跃变;
- d) 随后逻辑状态根据副载波相位基准来定义;

- 1)  $\Phi 0$ ——逻辑状态‘1’;
- 2)  $\Phi 0 + 180^\circ$ ——逻辑状态‘0’。

## 7 初始化和防冲突

### 7.1 轮询

PCD 应反复发送请求命令来检测工作场内的 PICC。PCD 应能以任意序列发送 REQA 和 REQB 命令,也可发送其他命令,参见附录 A,要求如下:

- a) 当 PICC 暴露于未调制的工作场内(见 6.2.2),它应在 5ms 内接受一个请求;
- b) 当 Type A PICC 接收到任何 Type B 命令时,它应在 5ms 内接受一个未调制工作场的 REQA;
- c) 当 Type B PICC 接收到任何 Type A 命令时,它应在 5ms 内接受一个未调制工作场的 REQB。

### 7.2 Type A 的初始化和防冲突

#### 7.2.1 概述

两张及两张以上的 Type A PICC 同时在一个或多个比特位置上传送互补的位模式时,PCD 会检测到冲突。在这种情况下,位模式合并,并且在整个(100%)位持续时间内载波以副载波进行调制,见 6.4。

#### 7.2.2 帧格式和时序

##### 7.2.2.1 一般要求

帧应成对传送,即 PCD 传送命令帧到 PICC 后 PICC 应传送响应帧到 PCD,通信初始化和防冲突期间使用的帧结构和时序如下:

- a) PCD 帧:
  - 1) PCD 通信开始;
  - 2) 信息及可选的差错检测位;
  - 3) PCD 通信结束。
- b) PCD 到 PICC 的帧延迟时间;
- c) PICC 帧:
  - 1) PICC 通信开始;
  - 2) 信息及可选的差错检测位;
  - 3) PICC 通信结束。
- d) PICC 到 PCD 的帧延迟时间:PCD 到 PICC 的帧延迟时间(FDT)与 PCD 通信结束重送。

##### 7.2.2.2 帧延迟时间(FDT)

在相反方向上所发送的两个帧之间的时间差。

##### 7.2.2.3 PCD 到 PICC 的帧延迟时间

PCD 所发送的最后一个“暂停”的结束与 PICC 所发送的第一个调制边沿之间的时间差;PCD 到 PICC 的帧延迟时间,符合 JR/T 0025.8 的规定。

##### 7.2.2.4 PICC 到 PCD 的帧延迟时间

PICC 所发送的最后一个调制边沿与 PCD 所发送的第一个“暂停”之间的时间,它应至少为  $1\ 172/f_c$ 。

##### 7.2.2.5 请求保护时间

两个连续请求命令的起始位之间的最小时间,其值为  $7\ 000/f_c$ 。

#### 7.2.2.6 帧格式

帧格式的类型如下:

- a) 短帧;
- b) 标准帧;
- c) 面向位的防冲突帧。

#### 7.2.2.7 短帧

短帧用于初始化通信,短帧结构符合 JR/T 0025.8 的规定。

#### 7.2.2.8 标准帧

标准帧用于数据交换,标准帧结构符合 JR/T 0025.8 的规定。

#### 7.2.2.9 面向位的防冲突帧

两张及以上的 PICC 发送不同位模式到 PCD 时,可检测到冲突;面向位的防冲突帧的位组织结构和传输,符合 JR/T 0025.8 的规定。

#### 7.2.2.10 CRC\_A

CRC\_A 帧符合 GB/T 7421 的规定,编码规则参见附录 B。

### 7.2.3 PICC 状态

位冲突检测协议的 Type A 的 PICC 状态,符合 JR/T 0025.8 的规定。

### 7.2.4 命令集

#### 7.2.4.1 概述

PCD 使用以下命令集来管理与 PICC 的通信:

- a) REQA;
- b) WUPA;
- c) ANTICOLLISION;
- d) SELECT;
- e) HLTA。

#### 7.2.4.2 REQA 和 WUPA 命令

REQA 和 WUPA 命令由 PCD 发出,以探测工作场中的 Type A PICC。REQA 和 WUPA 命令,符合 JR/T 0025.8 的规定。

#### 7.2.4.3 ANTICOLLISION 命令和 SELECT 命令

ANTICOLLISION 和 SELECT 命令在防冲突环期间使用。ANTICOLLISION 和 SELECT 命令,符合 JR/T 0025.8 的规定。

#### 7.2.4.4 HLTA 命令

HLTA 命令用于将 PICC 设置为 HALT 状态。HLTA 命令,符合 JR/T 0025.8 的规定。

### 7.2.5 选择序列

#### 7.2.5.1 概述

选择序列的目的是获得来自 PICC 的 UID 以及选择该 PICC 以便进一步通信。

#### 7.2.5.2 选择序列流程

选择序列流程见图 1。

#### 7.2.5.3 ATQA——请求应答

##### 7.2.5.3.1 概述

在 PCD 发送 REQA 命令之后,所有 IDLE 状态的 PICC 应使用 ATQA 对该命令进行同步响应;在

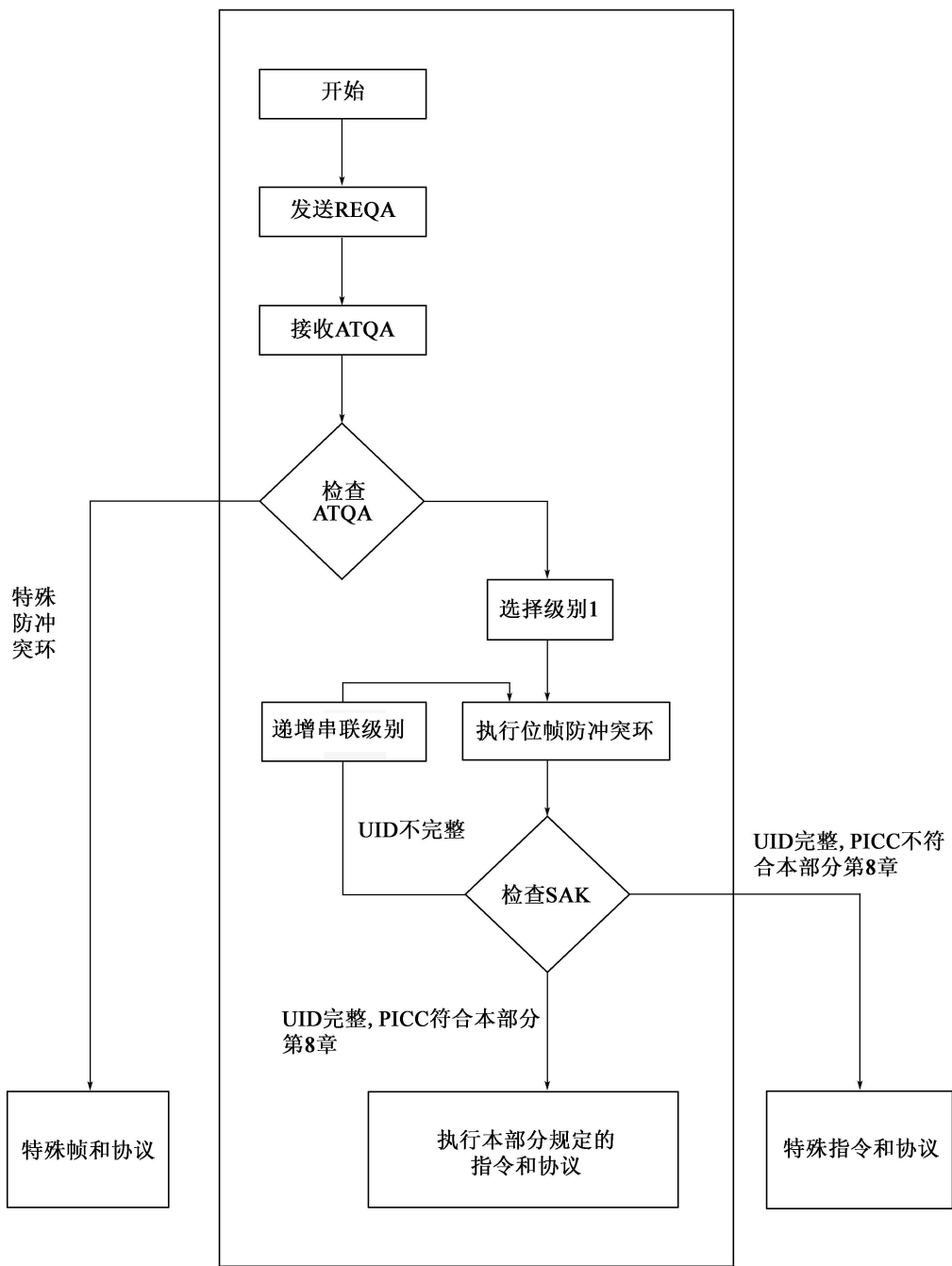


图1 选择序列流程

PCD 发送 WUPA 命令之后,所有 IDLE 状态或 HALT 状态的 PICC 应使用 ATQA 对该命令进行同步响应;当多个 PICC 响应发生时,PCD 应能检测到任何冲突。示例参见附录 C。

7.2.5.3.2 ATQA 编码

ATQA 编码见表 3。

表 3 ATQA 编码

b16	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1
RFU				专有				UID 长度位帧		RFU	位帧防冲突				

7.2.5.3.3 位帧防冲突的编码规则

规则 1:b7 和 b8 确定了 UID 防冲突的长度为:一级、二级或三级,见表 4。

规则 2:b1、b2、b3、b4 或 b5 中的一个位置为(1)b 以指出位帧防冲突,见表 5。

注:位 b9 到 b12 指出了附加的和专有的方法。

表 4 位帧防冲突用的 b7 和 b8 的编码

b8	b7	说 明
0	0	UID 长度:一级
0	1	UID 长度:二级
1	0	UID 长度:三级
1	1	RFU

表 5 位帧防冲突用的 b1 ~ b5 的编码

b5	b4	b3	b2	b1	说 明
1	0	0	0	0	位帧防冲突
0	1	0	0	0	位帧防冲突
0	0	1	0	0	位帧防冲突
0	0	0	1	0	位帧防冲突
0	0	0	0	1	位帧防冲突
所有其他	RFU				

7.2.5.4 防冲突和选择

每个串联级别范围内的防冲突环步骤,符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.2.5.4.1 SEL 编码(选择代码)

SEL 编码见表 6,其长度和可能值为:

- a) 长度:1 字节;
- b) 可能值:‘93’、‘95’、‘97’。

表 6 SEL 编码

b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	说 明
1	0	0	1	0	0	1	1	‘93’:选择串联级别 1
1	0	0	1	0	1	0	1	‘95’:选择串联级别 2
1	0	0	1	0	1	1	1	‘97’:选择串联级别 3
1	0	0	1	所有其他	RFU			

7.2.5.4.2 NVB 编码(有效位的数)

NVB 编码见表 7,其长度为 1 字节,其中:

- a) 高 4 位称为字节计数:其最小值为 2 而最大值为 7,规定所有被 8 整除的有效数据位的数量,包括 PCD 发送的 NVB 和 SEL ;
- b) 低 4 位称为位计数:规定由 PCD 发送的模 8 所有有效数据位的数量。

表 7 NVB 编 码

b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	说 明
0	0	1	0	x	x	x	x	字节计数 = 2
0	0	1	1	x	x	x	x	字节计数 = 3
0	1	0	0	x	x	x	x	字节计数 = 4
0	1	0	1	x	x	x	x	字节计数 = 5
0	1	1	0	x	x	x	x	字节计数 = 6
0	1	1	1	x	x	x	x	字节计数 = 7
x	x	x	x	0	0	0	0	位计数 = 0
x	x	x	x	0	0	0	1	位计数 = 1
x	x	x	x	0	0	1	0	位计数 = 2
x	x	x	x	0	0	1	1	位计数 = 3
x	x	x	x	0	1	0	0	位计数 = 4
x	x	x	x	0	1	0	1	位计数 = 5
x	x	x	x	0	1	1	0	位计数 = 6
x	x	x	x	0	1	1	1	位计数 = 7

7.2.5.4.3 SAK 编码(选择确认)

当 NVB 规定了 40 个有效位且所有数据位与 UID CL<sub>n</sub> 相配时,PICC 应发送 SAK。选择确认(SAK)见表 8 中第一字节,SAK 编码见表 9,由位 b3(串联位)和 b6 给出。

表 8 选择确认(SAK)

第 1 字节	第 2 字节、第 3 字节
SAK(1 字节)	CRC_A(2 字节)

表 9 SAK 编 码

b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	说 明
x	x	x	x	x	1	x	x	串联位设置;UID 不完整
x	x	1	x	x	0	x	x	UID 完整,PICC 遵循本部分
x	x	0	x	x	0	x	x	UID 完整,PICC 不遵循本部分

7.2.5.5 UID 内容和串联级别

UID 可由 4、7 或 10 个 UID 字节组成。PICC 最多处理 3 个串联级别,以得到所有 UID 字节。在每



个串联级别内,由 5 个数据字节组成的 UID 的一部分应被发送到 PCD。最大串联级别的三个类型的 UID 长度应与表 10 一致。UID 格式,符合 JR/T 0025.8 的规定。

表 10 UID 长 度

最大串联级别	UID 长 度	UID 字 节 数
1	一级	4
2	二级	7
3	三级	10

7.3 Type B 的初始化和防冲突

7.3.1 位、字节和帧的时序

Type B PICC 防冲突和通信初始化期间使用的字节、帧和命令的时序,符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.2 CRC\_B

CRC\_B 应符合 GB/T 7421 的规定,编码规则参见附录 B。

7.3.3 防冲突序列

PCD 通过命令集对防冲突序列进行管理,符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.4 PICC 状态描述

PICC 状态符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.5 命令集合

用来管理多结点通信信道的命令集合如下:

- a) REQB/WUPB;
- b) Slot-MARKER;
- c) ATTRIB;
- d) HLTB。

上述四个命令应使用本标准规定的字节、帧格式和时序。

所收到的带有错误格式的帧(错误的帧标识符或无效的 CRC\_B)应忽略。

7.3.6 防冲突响应规则

在 READY-EQUESTED 子状态中的 PICC,在接收到有效的 REQB/WUPB 命令(要求 AFI = 0 或 AFI 与内部请求匹配)后,应根据下列规则响应(其中参数  $N$  在 REQB/WUPB 命令中给出)。

- a)  $N = 1$  时, PICC 应发送 ATQB 并进入 READY-ECLARED 子状态;
- b)  $N > 1$  时, PICC 应内部产生一个在 1 到  $N$  之间均匀分布的随机数  $R$ ;
- c)  $R = 1$  时, PICC 应发送 ATQB 并进入 READY-ECLARED 子状态;
- d)  $R > 1$  时:
  - 1) 采用概率路径的 PICC 应返回到 IDLE 状态;
  - 2) 在发送 ATQB 并进入 READY-DECLARED 子状态前,采用时间槽路径的 PICC 应等待至收到一带有匹配时间槽号(编号 =  $R$ )的 Slot-MARKER 命令。

7.3.7 REQB/WUPB 命令

REQB 和 WUPB 命令由 PCD 发出,以探测工作场中的 Type B PICC。REQB 和 WUPB 命令,符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.8 Slot-MARKER 命令

在 REQB/WUPB 命令之后,PCD 可发送至多 $(N-1)$ 个时间槽标记来定义每个时间槽的开始, Slot-MARKER 命令,符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.9 ATQB( Type B 的请求应答) 响应

对 REQB 和 Slot-MARKER 命令的响应都被称作 ATQB( 请求应答)。  
ATQB 有固定长度(14 个字节)和限定的持续时间,ATQB 响应的格式,符合 JR/T 0025.8 的规定。  
注:对于 ATQB 定义的 TR0 应不大于  $256/f_s$ 。

7.3.9.1 PUPI( 伪唯一 ICC 标识符)

伪唯一 ICC 标识符(PUPI)可用来区分防冲突期间的不同 PICC。这 4 字节数可是 PICC 动态产生的一个数或一个多样化的固定数。

7.3.9.2 应用数据

7.3.9.2.1 概述

应用数据的字段用来通知 PCD 在 PICC 上当前安装了哪些应用。这个信息使得在有多个 PICC 存在时,PCD 能选择想要的 PICC。应用数据的字段根据协议信息(见 7.3.9.4)中的 ADC(应用数据编码)定义,确定采用 CRC\_B 压缩方法或专有编码。

当使用 CRC\_B 压缩方法时,应用数据格式,符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.9.2.2 AFI

- AFI 的应用族分为以下两种情况:
- a) 对单应用 PICC,AFI 给出了应用族。
  - b) 对多应用 PICC,AFI 给出了 CRC\_B(AID)中描述的应用族。

7.3.9.2.3 CRC\_B(AID)

CRC\_B(AID)是 PICC 中应用的 AID 根据 GB/T 16649.5 的 CRC\_B 计算方法计算得到的结果,该 AID 与 REQB/WUPB 命令中给出的 AFI 匹配。

7.3.9.2.4 应用的编号

- 指出了 PICC 中的其他应用,包括以下两种情况:
- a) 最高有效半字节值给出应用的编号,与应用数据中给出的 AFI 相一致,‘0’表示没有应用,‘F’表示有不少于 15 个应用。
  - b) 最低有效半字节值给出 PICC 中应用的所有编号,‘0’表示没有应用,‘F’有不少于 15 个应用。

7.3.9.3 协议信息

7.3.9.3.1 概述

该字段指示了卡所支持的参数,具体格式见表 11。

表 11 协议信息格式

1 <sup>st</sup> 字节	2 <sup>nd</sup> 字节		3 <sup>rd</sup> 字节		
位速率能力 (8 位)	最大帧长度 (4 位)	协议类型 (4 位)	FWI (4 位)	ADC (2 位)	FO (2 位)

7.3.9.3.2 帧选项

PICC 支持的帧选项定义见表 12。

表 12 PICC 支持的帧选项定义

b2	b1	说 明
1	x	PICC 支持 NAD
x	1	PICC 支持 CID

7.3.9.3.3 ADC

PICC 支持的应用数据编码定义见表 13。

表 13 PICC 支持的应用数据编码定义

b4	b3	说 明
0	0	应用是专有的
0	1	应用按 7.3.9.2 中编码
其他值		RFU

7.3.9.3.4 FWT

FWT 是 FWI 编码的一整数；FWT 是 PCD 帧结束后 PICC 开始响应的最大时间；FWT 根据下面的公式计算：

$$FWT = (256 \times 16 / f_c) \times 2^{FWI}$$

FWI 的值在 0 到 14 之间。其中：

- a) FWI = 0, FWT 为最小(约 302μs)；
- b) FWI = 14, FWT 为最大(约 4 949ms)。

7.3.9.3.5 协议类型

PICC 支持的协议类型见表 14。

表 14 PICC 支持的协议类型

b4	b3	b2	b1	说 明
0	0	0	1	PICC 支持本部分
0	0	0	0	PICC 不支持本部分
其他值				RFU

7.3.9.3.6 最大帧长度

ATQB 中的最大帧长度代码见表 15。

表 15 ATQB 中的最大帧长度代码

ATQB 中的最大帧长度代码	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9—F
最大帧长度(字节)	16	24	32	40	48	64	96	128	256	RFU > 256

7.3.9.3.7 位速率能力

PICC 支持的位速率见表 16。

表 16 PICC 支持的位速率

b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	说 明
0	0	0	0	0	0	0	0	在两个方向上 PICC 仅支持 106kbit/s
1	x	x	x	0	x	x	x	从 PCD 到 PICC 和从 PICC 到 PCD 强制相同的位速率
x	x	x	1	0	x	x	x	PICC 到 PCD, $1\text{etu} = 64/f_c$ , 支持的位速率为 212kbit/s
x	x	1	x	0	x	x	x	PICC 到 PCD, $1\text{etu} = 32/f_c$ , 支持的位速率为 424kbit/s
x	1	x	x	0	x	x	x	PICC 到 PCD, $1\text{etu} = 16/f_c$ , 支持的位速率为 847kbit/s
x	x	x	x	0	x	x	1	PCD 到 PICC, $1\text{etu} = 64/f_c$ , 支持的位速率为 212kbit/s
x	x	x	x	0	x	1	x	PCD 到 PICC, $1\text{etu} = 32/f_c$ , 支持的位速率为 424kbit/s
x	x	x	x	0	1	x	x	PCD 到 PICC, $1\text{etu} = 16/f_c$ , 支持的位速率为 847kbit/s
其他值(b4 = 1)为 RFU								

7.3.10 ATTRIB 命令

ATTRIB 命令符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.11 对 ATTRIB 命令的应答

PICC 应对有效的 ATTRIB 命令(正确的 PUPI 和有效的 CRC\_B)进行应答,应答格式应符合 JR/T 0025.8 的规定。

7.3.12 HLTB 命令及应答

用于将 PICC 置为 HLAT 状态,因而对正常 REQB 无更多的响应。对该命令应答后,PICC 仅对 WUPB 命令应答。HLAT 命令的格式,符合 JR/T 0025.8 的规定。

8 传输协议

8.1 Type A PICC 的协议激活

Type A PICC 的激活序列,符合 JR/T 0025.8 的规定。

8.2 Type B PICC 的协议激活

Type B PICC 的激活序列,符合 JR/T 0025.8 的规定。

8.3 半双工块传输协议

半双工块传输协议,符合 JR/T 0025.8 的规定。

8.4 Type A 和 Type B PICC 的协议停活

8.4.1 概述

PCD 和 PICC 间的交易完成之后,PICC 应被置为 HALT 状态。PCD 使用 DESELECT 命令停活 PICC。DESELECT 命令由 PCD 发送的 S(DESELECT)请求和 PICC 发送的 S(DESELECT)响应组成。

#### 8.4.2 停活帧等待时间

停活帧等待时间是从 PCD 发送 S(DESELECT) 请求帧结束到 PICC 开始发送 S(DESELECT) 响应的最大时间,其值为  $65\,536/f_c$  (约  $4\,833\mu\text{s}$ )。

#### 8.4.3 差错检测和恢复

当 PCD 发送了 S(DESELECT) 请求并接收到了 S(DESELECT) 响应,则 PICC 已被成功地置为了 HALT 状态并且分配给它的 CID 也被释放。当 PCD 没有接收到 S(DESELECT) 响应,则 PCD 可以重新进行停活序列。

附 录 A  
( 资料性附录 )  
Type B——防冲突序列举例

Type B 防冲突采用灵活的指令集,使得应用层可选择适合的防冲突策略,Type B 防冲突序列举例见图 A. 1。

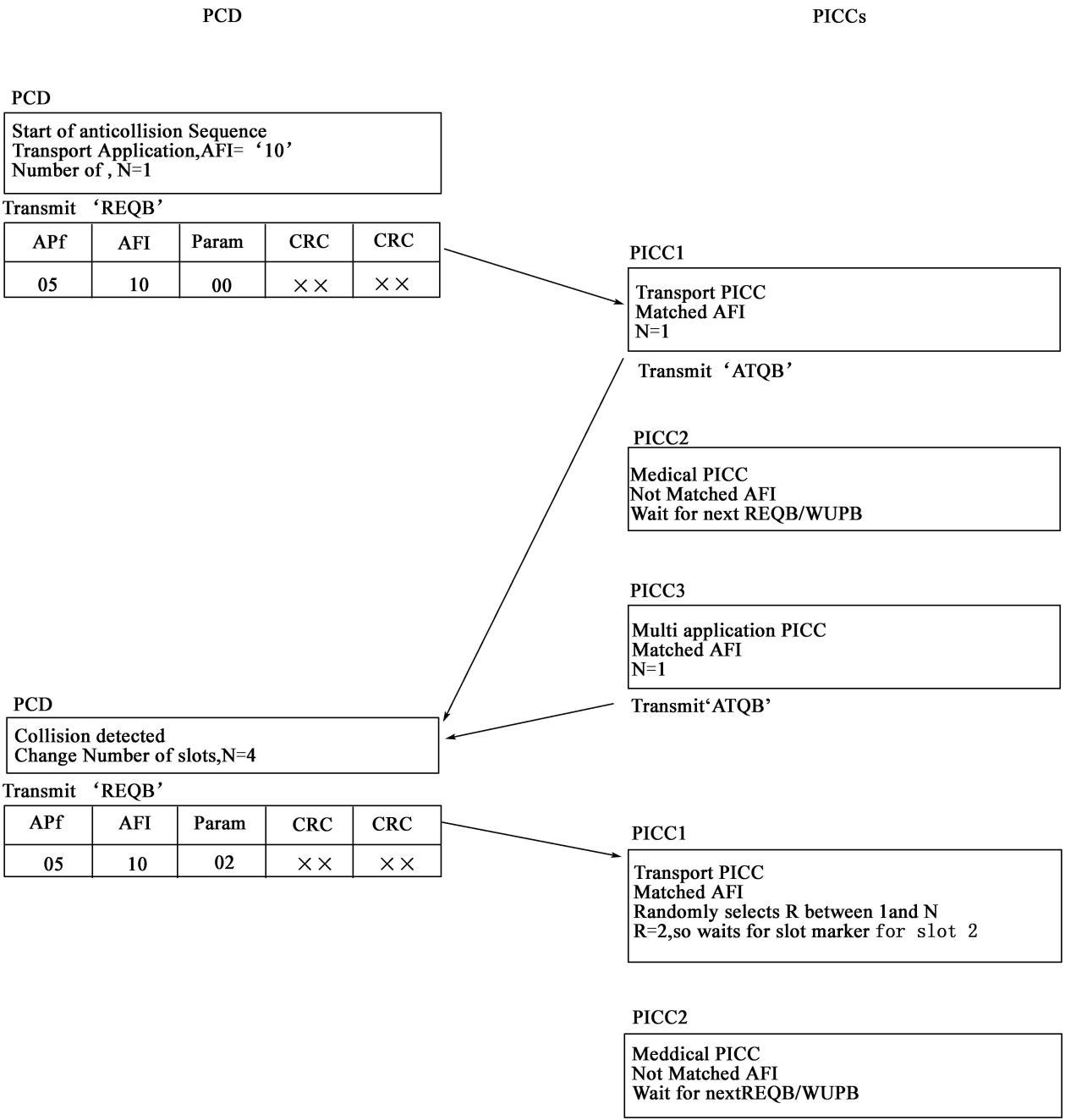


图 A.1 Type B 防冲突序列举例

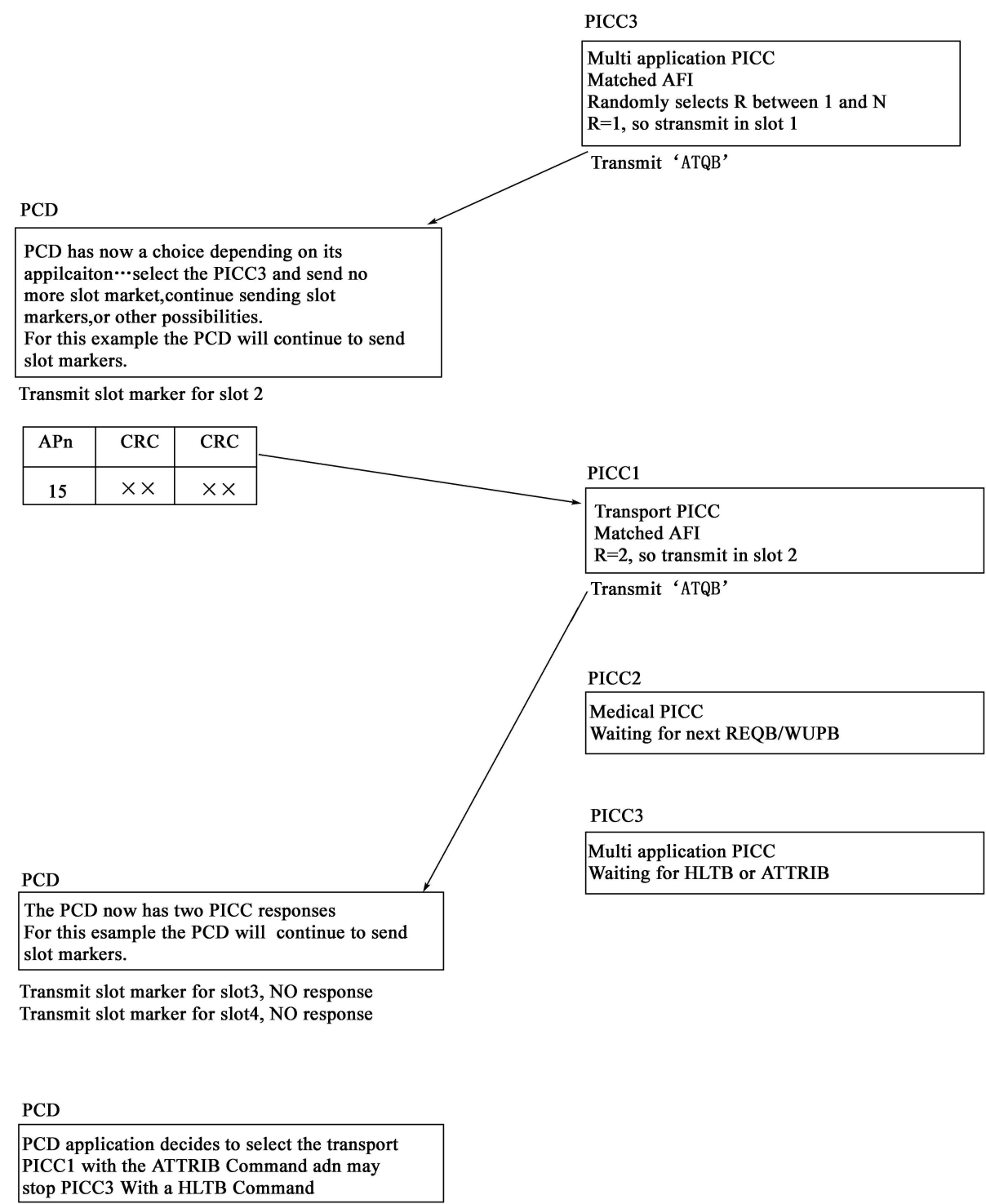


图 A.1 （续）

附 录 B  
( 规范性附录)  
CRC\_A 和 CRC\_B 的编码

B.1 CRC\_A 编码

用于解释说明,同时表示了存在于物理层的位模式。编码和解码的过程可由带有合适的反馈门 16 级循环移位寄存器方便地完成。寄存器的触发器应编号为 FF0 ~ FF15。FF0 是最左边的触发器,数据从 FF0 移入。FF15 是最右边的触发器,数据从 FF15 移出。寄存器的初始内容见表 B.1。

表 B.1 初始值为“6363”的 16 位移位寄存器的初始内容

FF0	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
注:FF0 对应于最高有效位,FF15 对应于最低有效位。															

B.2 通过标准帧发送的位模式 1 示例

B.2.1 示例 1

数据的传输,第 1 个字节 = ‘00’,第 2 个字节 = ‘00’,附加的 CRC\_A 编码示例 1 见表 B.2。  
计算出的 CRC\_A = “1EA0”,见表 B.3。

表 B.2 附加的 CRC\_A 编码示例 1

S	0000 0000	1	0000 0000	1	0000 0101	1	01111 1000	1	E
	‘00’	P	‘00’	P	‘A0’	P	‘1E’	P	

表 B.3 值为“1EA0”的 16 位移位寄存器的内容

FF0	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0

B.2.2 示例 2

数据块的传输,第 1 个字节 = ‘12’,第 2 个字节 = ‘34’,附加的 CRC\_A 编码示例 2 见表 B.4。  
计算出的 CRC\_A = “CF26”,见表 B.5。

表 B.4 附加的 CRC\_A 编码示例 2

S	0100 1000	1	0010 1100	0	0110 0100	0	11111 0011	1	E
	‘12’	P	‘34’	P	‘26’	P	‘CF’	P	



表 B.5 值为“CF26”的 16 位移位寄存器的内容

FF0	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0

B.3 CRC\_B 编码

CRC\_B 编码,符合 GB/T 7421 的规定,初始值 = ‘FFFF’。

B.4 通过标准帧传送的位模式 2 示例

B.4.1 示例 1

数据的传输,第 1 个数据字节 = ‘00’,第 2 个数据字节 = ‘00’,第 3 个数据字节 = ‘00’,附加的 CRC\_B 编码示例 1 见表 B.6。  
计算出的 CRC\_B = “C6CC”。

表 B.6 附加的 CRC\_B 编码示例 1

		第 1 个数据字节	第 2 个数据字节	第 3 个数据字节	CRC_B		
帧 =	SOF	‘00’	‘00’	‘00’	‘CC’	‘C6’	EOF

B.4.2 示例 2

数据的传输,第 1 个数据字节 = ‘0F’,第 2 个数据字节 = ‘AA’,第 3 个数据字节 = ‘FF’,附加的 CRC\_B 编码示例 2 见表 B.7。  
计算出的 CRC\_B = “D1FC”。

表 B.7 附加的 CRC\_B 编码示例 2

		第 1 个数据字节	第 2 个数据字节	第 3 个数据字节	CRC_B		
帧 =	SOF	‘0F’	‘AA’	‘FF’	‘FC’	‘D1’	EOF

B.4.3 示例 3

数据的传输,第 1 个数据字节 = ‘0A’,第 2 个数据字节 = ‘12’,第 3 个数据字节 = ‘34’,第 4 个数据字节 = ‘56’,附加的 CRC\_B 编码示例 3 见表 B.8。  
计算出的 CRC\_B = “F62C”。

表 B.8 附加的 CRC\_B 编码示例 3

		第 1 个数据字节	第 2 个数据字节	第 3 个数据字节	第 4 个数据字节	CRC_B		
帧 =	SOF	‘0A’	‘12’	‘34’	‘56’	‘2C’	‘F6’	EOF

附 录 C  
( 资料性附录 )  
Type A 的通信举例

Type A 通信位帧防冲突的选择序列示例见图 C.1,本示例假设 PCD 工作场内有如下两张 PICC：

a) PICC#1 的 UID 长度为一级,uid0 的值为‘10’；

b) PICC#2 的 UID 长度为二级。

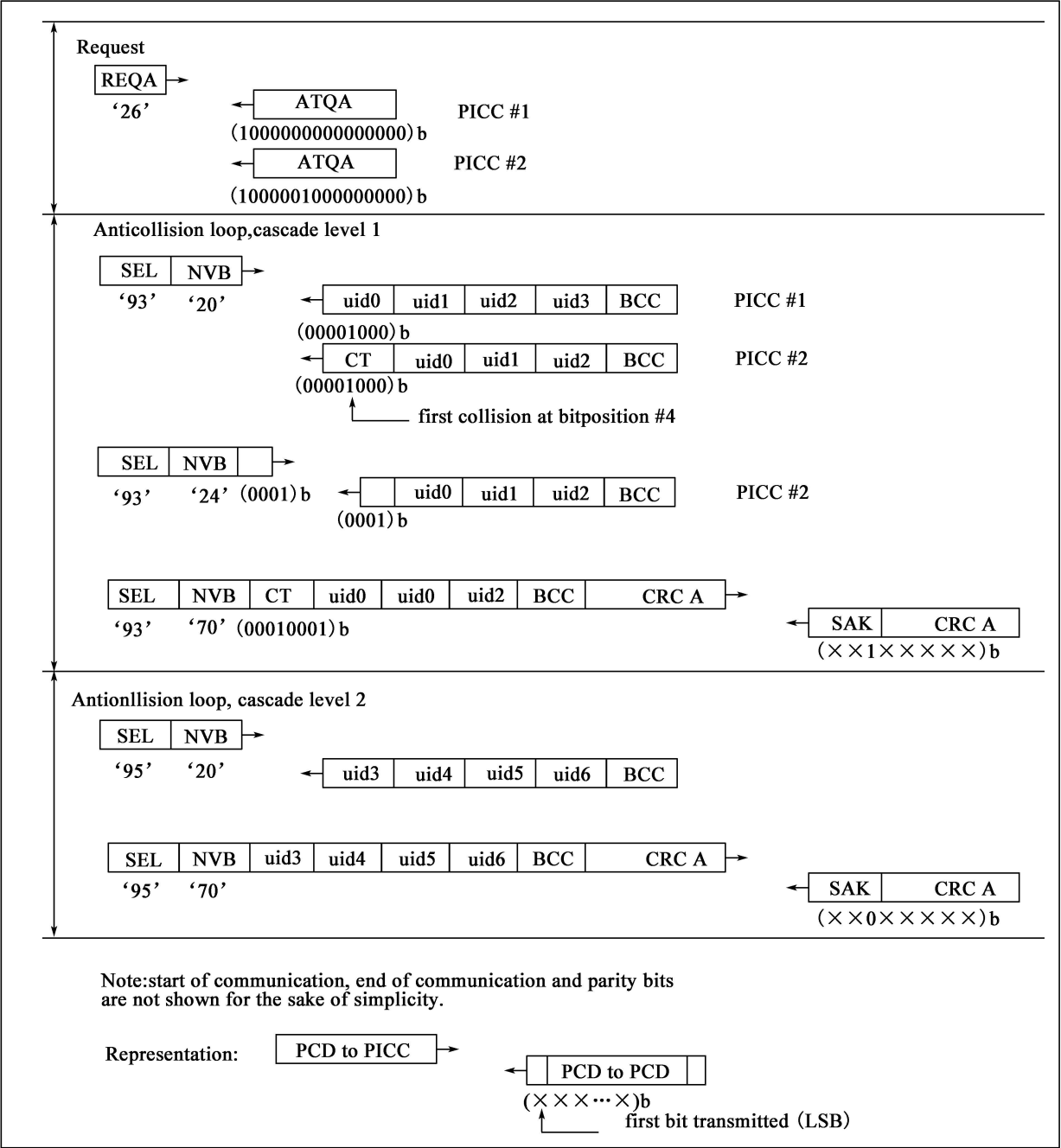


图 C.1 位帧防冲突的选择序列示例