

ISO/IEC 18000-6(CD)研究综述

An Introduction to ISO/IEC 18000-6 Standard

复旦大学专用集成电路与系统国家重点实验室 张纲 杨庆森 程君侠 俞军

摘要 介绍了射频识别技术(RFID)在UHF频段的ISO/IEC 18000-6(CD)的标准草案及其主要内容、特点和发展前景,对标准中两种类型的技术作了分析和对比,并结合未来的发展趋势指出了现有标准中有待改进的方面。

关键词 RFID ISO/IEC 18000 防冲突机制 OOK FM0 ASK Backscatter

Abstract: This paper introduces RFID based on ISO/IEC 18000 standard, including its background, concept, attribute and its technological details. It also narrates in detail the anti-collision algorithms and analyzes its performance. Several key techniques used in ISO/IEC 18000-6 are discussed in this paper too.

Keywords: RFID; ISO/IEC 18000; anti-collision; OOK; FM0; ASK; Backscatter

1 背景介绍

射频识别技术(RFID)是利用射频方式进行远距离的通信以达到物品识别的目的,可用来追踪和管理几乎所有物理对象,在工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理、防伪等众多领域,甚至军事用途具有广泛的应用前景,目前已引起了广泛的关注。

RFID系统一般包括阅读器和应答器(或称电子标签)两个部分。应答器由RFID芯片和天线组成,按供电的方式可以分为无源和有源的两种。无源的应答器从读写器发出的射频波中获取工作所需能量,有源应答器本身带有电池,不需要射频供电。另外,按照阅读器发射频率的不同,RFID系统还可分为低频(135kHz以下)、高频(13.56MHz)、超高频UHF(860~960MHz)和微波(2.4GHz以上)频段等几大类。

目前大多数应用中的RFID系统使用的是低频和高频的标签,但研究发现,更适合未来、特别是商业供应链中应用的是UHF频段标签。现在,沃尔玛、吉列等跨国大公司甚至美国军方已经开始了UHF频段RFID的应用测试。随着美国、欧洲、日本陆续确定和开放UHF频段给RFID,一个用UHF频段的电子标签追踪商品的全球系统正逐步形成。可以说,未来大多数RFID的应用将会集中在超高频的

UHF 频段。

ISO/IEC 18000是基于物品管理的射频识别(RFID)的国际标准,按工作频率的不同分为7部分,第1部分:全球接受频率;第2部分:低于135kHz的频率;第3部分:频率为13.56MHz;第4部分:频率为2.45GHz;第5部分:频率为5.8GHz;第6部分:频率为860~930MHz;第7部分:频率为433MHz。其中,第6部分规定的UHF频段因为适合远距离识别并且对环境影响较小而成为目前国际上RFID产品发展的热点,相应亦成为人们关注的焦点。

以下介绍ISO/IEC 18000-6《信息技术——针对物品管理的射频识别(RFID)——第6部分:针对频率为860~930MHz无接触通信空气接口参数》的阅读器与应答器之间的物理接口、协议和命令以及防冲突判断机制,分析两种协议类型技术上的差别和性能上的表现,最后对以上的论述作出总结。

2 物理接口

ISO 18000-6标准定义了两种类型的协议:Type A和Type B。标准规定,阅读器需要同时支持两种类型,它能够在这两种类型之间切换。应答器需要至少支持一种类型。

2.1 Type A协议的物理接口

Type A协议的通讯机制是基于一种“阅读器先发言”的,即基于阅读器的命令与应答器的回答之间交替发送的机制。整个通讯中的数据信号定义为以下四种:“0”、“1”,“SOF”和“EOF”。

通讯中的数据信号的编码和调制方法定义为:

(1) 阅读器到应答器之间的通讯传输

阅读器发送的数据采用ASK(调制载波幅度)进行调制,调制深度是30%(误差不超过3%)。

数据编码采用脉冲宽度编码(PIE)来编码数据。即通过定义下降沿之间的不同宽度来表示不同数据信号。

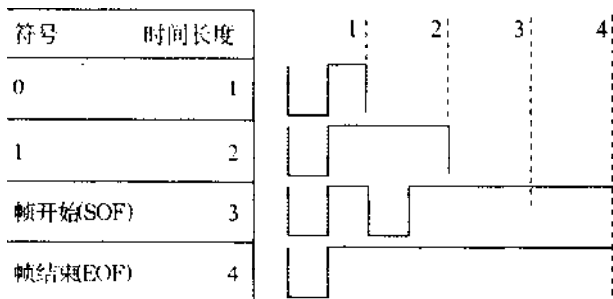


图1 脉冲宽度编码(PIE)

(2) 应答器到阅读器之间的传输连接

应答器通过反向散射给阅读器来传输信息,数据速率是40kbps。数据采用FM0编码。FM0编码又叫双相间隔码编码(Bi-phase space),是在一个位窗内采用电平变化来表示逻辑,如果电平从位窗的起始处翻转则表示逻辑“1”;如果电平除了在位窗的起始处翻转,还在位窗的中间翻转则表示为逻辑“0”。

2.2 Type B协议的物理接口

Type B的传输机制也是基于“阅读器先发言”的,即基于阅读器的命令与应答器的回答之间交换的机制。

(1) 阅读器到应答器之间的数据传输

采用ASK调制,调制深度是11%或99%,位速率规定为10kbps或40kbps,曼彻斯特(Manchester)编码来完成。具体来说就是一种on-off key格式,射频场存在代表1,射频场不存在代表0。Manchester编码是在一个位窗内采用电平变化来表示逻辑“1”(下降沿)和逻辑“0”(上升沿)的。

(2) 应答器到阅读器之间的数据传输

同Type A一样,通过调制入射并反向散射给阅读器来传输信息。数据速率是40kbps。同Type A一样采用FM0编码。

3 协议和命令

3.1 Type A协议和命令

3.1.1 命令格式

由阅读器发送给应答器的数据按下图的帧格式组成:

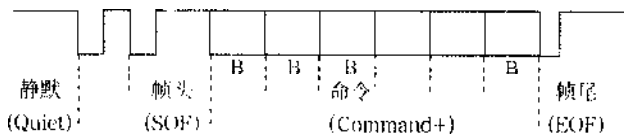


图2 帧格式

开始的静默(Quiet)是一段持续时间至少300微秒的无调制载波。SOF是帧开始标志。在发送完EOF结束标志之后,阅读器必需继续维持一段时间的稳定载波来提供应答器回答的能量。

命令包含下列各部分区域(见表1):

表1 Type A阅读器命令格式

保留 (RFU Flag)	命令码	命令标志	参数	数据区	CRC16 或 CRC5
---------------	-----	------	----	-----	--------------

RFU 位, 保留作为协议的扩展; 命令码的长度是 6 比特; 命令标志的长度是 4 比特; 使用 CRC16 或者 CRC5 取决于命令的位数, 可在不同长度的命令中分别采用不同位数的 CRC 编码。

应答器的回答格式如表 2, 回答包含下列区域: 帧头、标志位; 一个或更多的参数区; 数据; 采用 16 位的 CRC 编码。

表2 Type A 应答器回答格式

帧头	标志 (Flags)	参数 (Parameters)	数据	CRC
----	------------	-----------------	----	-----

3.1.2 数据和参数

在 Type A 协议的通讯种可能用到以下的数据内容和参数信号:

命令标志段: 一个 4 比特的数据用来规定应答器的工作

和数据段的有效性。其中 1 比特的标志定义命令是否使用在下面的防冲突过程中 其他三位根据具体情况有不同的定义。

数据段: 数据段中定义了应答器的识别码和数据结构,

另外为了加快识别过程, 还定义了一个较短的识别码。

表3 数据段说明

数据段	说 明
UID	应答器 64 位的唯一标识符, 具体分配: 高 8 位定义为“E0”, 接着是 8 位的 IC 制造商码和 48 位的唯一序列号 (只有 Get_system_information 命令才返回完整 UID)。
SUID	作为 UID 的子集, 被用在冲突识别过程中的绝大部分命令和回答。它是一个 40 位的识别符: 8 位 IC 制造商码和 UID 序列号的低 32 位。
AFI	1 字节编码, 定义了所有的应用类及其子类。该标志符被用来指定应答器的目标应用类型, 可以被编辑或锁定。
DSFID	1 字节编码, 定义了应答器存储器中的数据结构。可以被编辑或锁定。

3.1.3 存储器寻址

Type A 可以寻址最多可达 256 个 blocks, 每个 blocks 最多可包含 256 比特的容量。所以整个应答器的存储容量最长达 64k 比特。

3.1.4 通讯中的一些时序规定

应答器应该在无电或电源不足的情况下保持它的状态至少 300 微秒, 特别当应答器处于静默状态时, 应答器必须保持该状态至少 2 秒, 可以用复位 (Reset_to_ready) 命令退出该状态。

应答器从阅读器接收到一个帧结束 (EOF) 后, 需要等待从帧结束 (EOF) 的下降沿开始计时的一段时间后才开始回发, 等待的时间根据时隙延迟标志确定, 一般在 150 微秒以上。

阅读器对于特定的一个应答器的回答必须在一个特定的时间窗口里发送, 这个时间从应答器最后一个传输位结束后的第 2 和第 3 位时的边界开始, 持续 2.75 个应答器的比特。

阅读器在发送命令前至少 3 个比特时内不得调制载波。

阅读器在应答器最后一个传输位结束后的第 4 个位时内发送命令帧的第一个下降沿。

3.2 Type B 协议和命令

3.2.1 命令格式

表4 Type B阅读器命令格式

帧头探测段	帧头	分割符	命令	参数	数据	CRC
-------	----	-----	----	----	----	-----

帧头探测段是一个至少持续 400 微秒的稳定无调制载波 (相当于 16 位数据的传输);

帧头是 9 位的 manchester “0”, NRZ 格式就是 0101010101010101;

分割符是用来区分帧头和有效数据的, 共定义了五种, 经常采用第一种 5 位的分割符 (11 00 11 10 10);

命令和参数段未作明确定义。

CRC 采用 16 位的 CRC 编码。

表5 Type B 应答器的回答格式

静默 (Quiet)	返回帧头	数据	CRC
------------	------	----	-----

静默是应答器持续2字节的无反向散射(40kbps的速率下相当于400微秒的持续时间);

返回帧头是一个16位数据“00 00 01 01 01 01 01 01 01 01 00 01 10 11 00 01”;

CRC 采用 16 位的数据编码。

3.2.2 数据和参数

在 Type B 协议的通讯种可能用到以下的数据内容和参数信号:

应答器包含一个唯一独立的UID号,包含一个8位的标志段(低四位分别代表4个标志:DE_SB, Write_ok, Battery_powered, Battery_ok, 高四位保留(RFU),通常为0。

64位UID包含50位的独立的串号,12位的Foundry code 和一个两位的校验和。

3.2.3 存储器寻址

应答器通过一个8位的地址区来寻址,因此它共可以寻址256个存储器块,每个block包含1字节数据,整个存储器将可以最多保存2k比特个数据。

存储器的0块到17块被保留用作存储系统信息。18块以上的存储器用作应答器中普通的应用数据存储区。

每个数据字节包含响应的锁定位,可以通过Lock命令将该锁定位锁定。可以通过Query_lock(查询锁定)命令读取锁定位的状态,应答器的锁定位不允许被复位。

3.2.4 通讯中的一些时序规定

在应答器向存储器写操作的等待阶段,阅读器需要向应答器提供至少15毫秒的稳定无调制载波。在写操作结束后,阅读器需要发送10个“01”信号。同时在阅读器的命令之间发生频率跳变,或者阅读器的命令和应答器的回答之间发生跳变时,在跳变结束后也需要阅读器发送10个“01”信号。

应答器将使用反向调制技术回发数据给阅读器,这就需要在整个回发过程中阅读器必需向应答器提供稳定的能量,同时检测应答器的回答。

在应答器发送完回答后,至少需要等待400微秒才能再次接收阅读器的命令。

4 防冲突机制

4.1 Type A防冲突机制

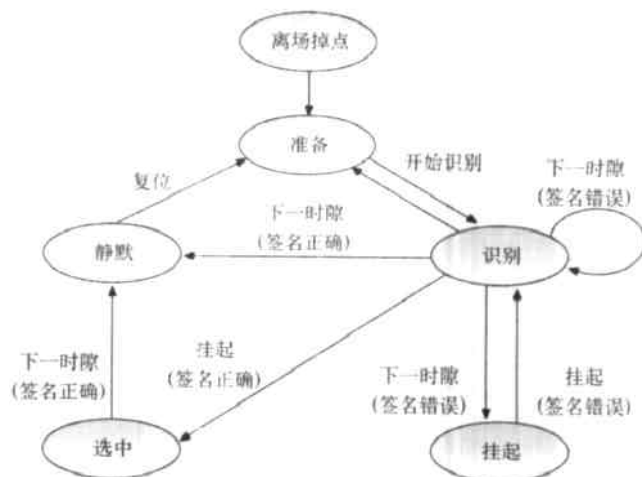
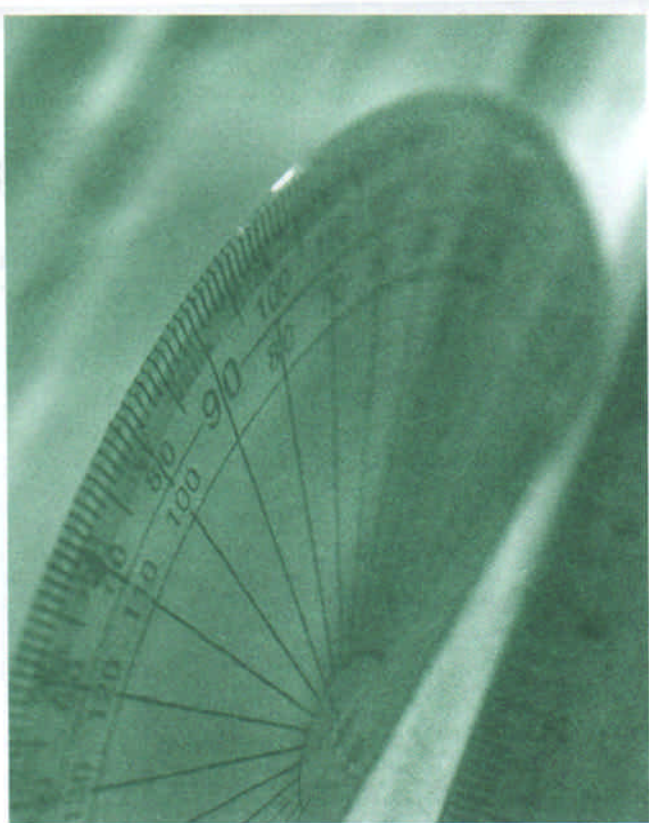


图3 Type A 状态转换图

(1) 应答器进入阅读器的工作范围后,从离场掉电状态进入准备状态。

(2) 处于准备状态的应答器接收阅读器的开始识别命令后进入识别状态 在开始识别命令中包含初始的时隙数。

(3) 进入识别状态的应答器随机选择一个时隙(内部伪随机数发生器产生)同时将自己的时隙计数器复位为1,不立即回发。



(4) 当应答器随机选择的时隙数等于时隙计数器时 如果时隙延迟标志为“0”，应答器开始回发；如果时隙延迟标志为“1”，应答器将随机延迟一段时间才开始回发，在它的回答中包含签名；如果应答器的时隙数不等于时隙计数器，它将保留自己的时隙数并等待下一个命令。

接着可能出现下列不同的情况：

(5) 当阅读器发送完开始识别命令后 如果没有检测到应答器的回答，将发送结束时隙命令。处于识别状态而没有回发的应答器接收到命令后将把自己的时隙计数器加1，然后重复步骤4(可能性1)；

(6) 当阅读器检测到多个应答器的回发冲突或CRC码错误时，阅读器将在确认没有应答器继续回发后，发送结束时隙命令。处于识别状态的应答器接收到命令后将把自己的时隙计数器加1，然后重复步骤4(可能性2)；

(7) 当应答器接收到一个正确的应答器的回发时，阅读器将发送下一时隙命令，该命令包含刚读到的应答器的签名。处于识别状态的所有应答器的时隙计数器都加1，刚回发过的应答器确认命令中的签名与自己发送是否一致后进入 Quiet 状态，否则应答器将继续停留在识别状态，跳到步骤4继续循环下去(可能性3)；

(8) 当阅读器检测到时隙数量等于命令中规定的循环长度时，本次循环将结束。阅读器可以通过发送开始识别命令或新识别命令跳到步骤2开始新的循环，新的循环长度是阅读器根据前一次循环中的冲突数量动态优化调整后产生的；

(9) 在一次循环中，阅读器可以通过发送挂起命令将本次循环挂起，应答器执行本命令的过程与下一时隙命令相类似，不同的是：如果确认条件满足，被确认的应答器将进入选中状态执行阅读器发出的其他扩展命令；如果条件不满足，应答器将进入挂起状态，在下一个命令后才将本次循环继续下去。

从上面的描述可以看出，这是一种动态时隙ALOHA法的防冲突机制，应答器内需有随机数发生器和比较器，设计相对简单。ALOHA法本质上是基于概率的，在确定时间内依靠一定的概率分辨出所有在阅读范围之内的应答器，如果在识别区内的应答器数目相对开始识别命令中制定的初始时隙数较多时，防冲突的过程就会比较长。这是Type A防冲突机制的不足之处。

4.2 Type B防冲突机制

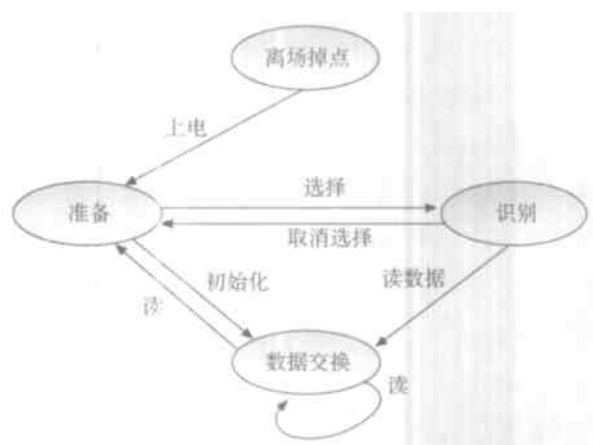


图4 Type B状态转换图

首先，应答器进入阅读器的工作范围，从高场掉电状态进入准备状态。

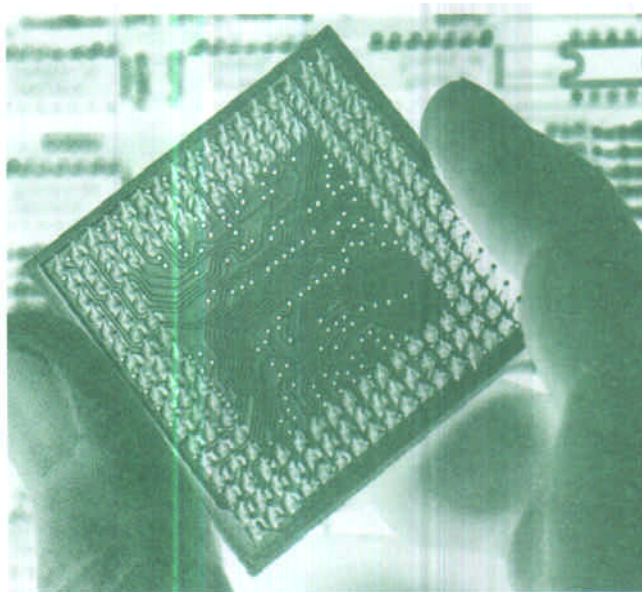
阅读器可以通过组选择和取消选择命令让阅读器工作范围内处于准备状态的所有的或部分的应答器参与冲突判决过程。

针对冲突判决算法，应答器应该具有下面两种硬件电路：

- (1) 一个8位的计数器
- (2) 一个0或1的随机数发生器

应答器进入识别(ID)状态的同时把它们内部的计数器清零“0”。它们中的一部分可以通过接收取消选择命令重新回到准备状态，其他处在识别状态的应答器就进入了冲突判断流程中。被选中的应答器开始进行下面的循环：

- (1) 所有处于识别状态并且内部计数器为0的应答器将发送它们的识别码。



(2) 如果当有一个以上的应答器发送时,阅读器将接收到错误的回答而发送失败命令。

(3) 当所有接收到失败命令并且内部计数器不等于0的应答器将把自己的计数器加1。所有接收到失败命令并且内部计数器等于0的应答器(那些刚刚发送过回答的应答器)将产生一个“1”或“0”的随机数,如果是“1”,它将把自己的计数器加1;如果是“0”,将保持计数器为0并且再次发送它们的识别码。

下面将出现四种可能:

(4) 如果有一个以上的应答器发送,将重复第2部操作(可能性1);

(5) 如果所有应答器都随机选择了“1”,阅读器就接收不到任何回答,它将发送成功命令,所有应答器的计数器减1,然后计数器等于0的应答器开始发送,接着重复第2步操作(可能性2);

(6) 如果只有一个应答器发送并且它的识别码被正确接收,阅读器将发送包含识别码的数据读命令,应答器正确接收该条命令后将进入数据交换状态,接着将发送它的数据。阅读器将发送成功命令,使处于识别状态的应答器的计数器减1;

(7) 如果只有一个应答器的计数器等于1并且返回回

答,重复第5和第6步操作;如果有一个以上的应答器返回回答,重复第2部操作(可能性3);

(8) 如果只有一个应答器返回回答,并且它的识别码没有被正确接收,阅读器将发送一个重发命令。如果识别码被正确接收,重复第5步操作。如果识别码被重复几次的接收(这个次数可以基于系统所希望的错误处理标准来设定),就假定有一个以上的应答器在回答,重复第2步操作(可能性4)。

Type B 应用的防冲突机制要较 Type A 的更有效一些,它利用随机产生的0、1信号达到了二进制树形搜索的效果,并且设定了成功命令进一步提高了搜索的效率,可以说这是一种二进制树形的防冲突算法。但从根本上说,Type B 的防冲突机制仍然是基于概率的,每次识别一定数量的应答器的时间是不能保证一致的,这和真正的二进制搜索算法是不同的,防冲突的效率会随应答器的数量增多而下降。

5 总结

作为 RFID 产品在 UHF 频段上的标准,遵循 Type A 和 Type B 协议的产品都能很好的实现远距离自动识别的应用。从技术上说,这两个标准的差别并不大,对于阅读器的设计来说比较容易实现同时支持两种协议,达到兼容。

具体比较两个协议,Type A 相对来说支持的存储容量大、抗冲突能力较弱、数据结构较复杂、指令类型多;Type B 相对来说支持的存储容量较小、抗冲突能力较强、数据结构和指令简单。

从技术的角度和 RFID 应用的角度来说,目前的 Type A 和 Type B 仍存在着一些不足,如防冲突机制的识别效率还有待提高;防冲突机制不能适应同时识别很大数量应答器的应用;数据、指令和识别过程比较复杂,不适应一些需要高速识别的应用;对一些社会问题如个人隐私保护等考虑不周等等,这些都有待进一步改进。

RFID 正在快速发展,各种新技术仍在不断的推出,ISO/IEC 18000-6 的标准仍处于草案阶段,仍未正式完成。相信在未来随着技术和应用的发展也存在出现 ISO/IEC 18000-6 Type C、Type D 协议的可能性。ISO/IEC 18000-6 标准具有广阔的发展前景,它必将对未来的自动识别技术的发展起到积极的推动作用。

