

基于 RFID 的包装生产线检验系统的设计与研究

姜克森¹, 陈赞赞², 郭宇红¹, 王博¹

(1.河南中烟工业有限责任公司, 郑州 450000; 2.浙江中烟工业有限责任公司宁波卷烟厂, 宁波 315000)

摘要: **目的** 为了提高包装生产线上的产品检验效率, 保证检验过程的正确率。**方法** 在充分研究 RFID 射频技术、防伪算法与防碰撞算法的基础上, 借助于 RFID 读写功能设计一套用于识别包装生产线上产品的检验系统, 来对生产线上输送的出厂物品进行检测和管理。**结果** 在设计包装生产线整体硬件结构的基础上, 结合 RFID 硬件处理模块和 PC 人机交互界面, 对包装生产线上 300 个贴有电子标签的产品进行了检验实验, 该系统能够自动完成检验, 并且用时较少, 检验过程中正确率较高。**结论** 该设计的检验系统能够提高包装生产线的检验效率, 具有较高的市场应用价值。

关键词: RFID; 包装; 检验; 防伪; 防碰撞

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)13-0151-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.13.025

Design and Research of Inspection System of Packaging Production Line Based on RFID

JIANG Ke-sen¹, CHEN Zan-zan², GUO Yu-hong¹, WANG Bo¹

(1.China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China; 2.China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Ningbo Cigarette Factory, Ningbo 315000, China)

ABSTRACT: The work aims to improve the inspection efficiency of products on the packaging production line and ensure the correctness of the inspection process. Based on the research of the RFID technology, anti-counterfeiting algorithm and anti-collision algorithm, a set of inspection system for the identification of products on the packaging production line was designed by means of RFID read-write functions to test and manage the ex-factory items delivered by the production line. On the basis of the overall hardware structure of the packaging production line, the RFID hardware processing module and the PC interactive interface were combined to inspect and test three hundred products with electronic labels on the packaging production line. The system was able to complete the test automatically in a shorter time, and the accuracy during the test was higher. The designed test system can improve the inspection efficiency of packaging production line and has higher market application value.

KEY WORDS: RFID; packaging; inspection; anti-counterfeiting; anti-collision

产品包装对于整个工业生产过程是必不可少并且也是非常重要的一个环节, 而包装生产线上出厂产品的生产日期、生产订单号、生产数量等一些重要信息的检验更是包装生产线的一大重要任务。工业自动化的飞速发展, 机械化代替人工作业必定是历史的潮流和趋势, 也是提高生产生活水平的一个重要手段。

射频识别 (RFID) 是借助射频信号在空间耦合

来进行空间信息传递以及识别的技术, 这是在无线电技术方面的一个巨大发展^[1-6]。RFID 技术的应用十分广泛, 在超市、医院等各个场所都具有很好的应用, 它具有识别速度快、通信速度快、读取距离较远且无需直接接触、自动化和智能化水平高等诸多优势。

文中在对 RFID 技术进行深入研究的基础上, 在结合防伪和防碰撞算法的优势, 设计一种基于 RFID

收稿日期: 2018-03-12

作者简介: 姜克森 (1980—), 男, 硕士, 河南中烟工业有限责任公司工程师, 主要研究方向为烟机设备、通用设备技术、烟草包装。

技术的生产线检验系统,并且设计 RFID 系统的硬件,在 PC 机上利用 VB.net 语言编程设计了人机交互界面,在整个 RFID 射频读写模块的基础上进行出厂产品包装箱的检验和管理,从期提高包装生产线的检验效率。

1 系统整体功能

文中研究的智能包装生产线检验系统主要应用了无线电空间耦合射频信号的 RFID 射频技术来进行生产线上包装产品的检验,并将 RFID 智能防伪算法以及识别过程的自动防撞算法和自动分拣算法应用与控制系统的的设计当中,结合了目前比较流行的上

位机开发软件 VS 开发环境,利用 VB.net 开发语言设计人机交互界面,进行包装生产线上产品自动检测,从而提高产品标签检验的效率和正确率。每个包装箱上均贴有标签,运输在流水线上时,利用 RFID 技术进行扫描检测,并且将信息传递给上位机,利用 VB.net 调用数据库信息进行比对,当检测到的包装箱信息与数据库中的信息一致时则认为该包装箱合格,否则,就想该包装箱的信息插入到剔除数据库进行后期剔除工作。其中,包装生产线检验系统的主要功能(见图1)包括根据 RFID 信息查询包装箱状态、包装箱分拣使用、包装箱出库和不合格包装箱筛选等。

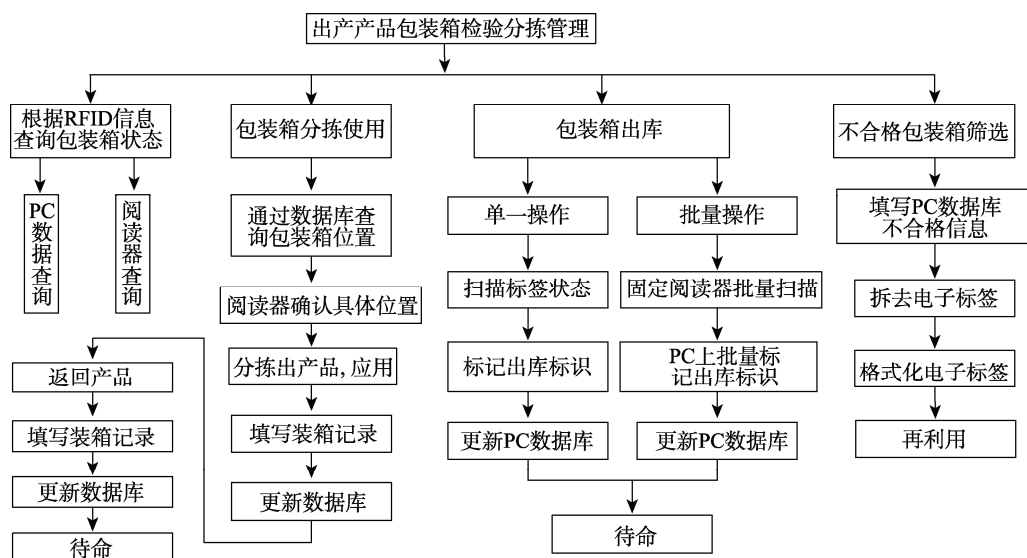


图1 包装生产线检验系统的总体功能

Fig.1 The overall function of inspection system of packaging production line

在识别包装箱信息方面采用 RFID 技术,一套完整的 RFID 系统见图2。

1) 标签,也就是应答器,它是由耦合元件加上微芯片构成,并且其电子编码具有唯一性,附着在生产线上包装箱上,它可以承载信息。

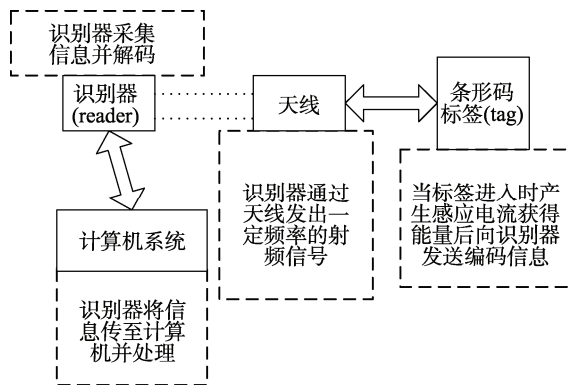


图2 RFID系统的组成部分

Fig.2 Components of RFID system

2) 阅读器一般由耦合模块、收发模块、控制模块组成,是读取或写入信息的设备。

3) 天线是在标签和读取器之间进行射频信号的传递。

4) 计算机系统用于处理阅读器采集的数据,然后将读取的信息存储在数据库中。

2 系统硬件组成与人机交互

2.1 硬件组成

基于 RFID 的生产线检验系统包括 RFID 读写模块、PC 端人机交互、通信模块和数据库管理几个部分见图3。RFID 读写模块包括无 RFID 电子标签和读写器^[7-9],主要进行产品标签识别。通信模块负责 RFID 读写器和 PC 机间进行 RS232 全双工的数据通信^[10-11]。PC 机人机交互主要进行用户和系统信息交互,采用 VB.net 语言进行开发设计,并利用 ODBC 进行数据库的连接。

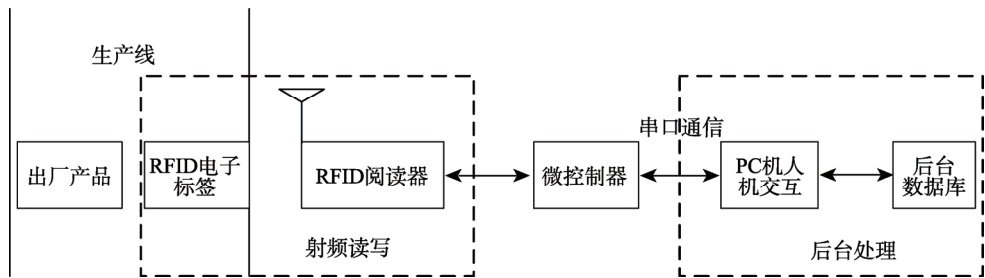


图 3 包装生产线检验系统整体构成

Fig.3 Overall composition of inspection system of packaging production line

2.2 人机交互

人机交互界面的功能见图 4。功能主要包括校验、统计和测试模式。检验模式主要包括通讯设置、读写器显示、校验员管理、电源管理、产品型号管理以及流水号管理等。统计模式主要是来统计某个型号的产品数量以及不合格产品数量等。测试模式是 PC 机向 RFID 读写器设置查询命令然后进行查询，最后返回标签的 UID 和 DSFID。

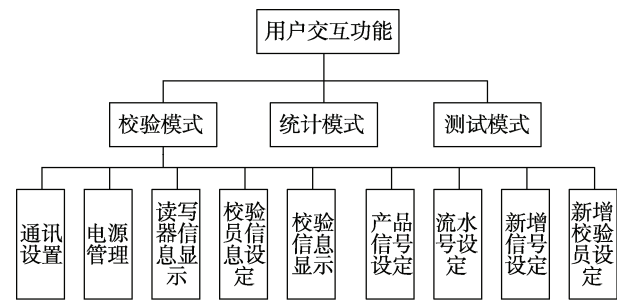


图 4 人机交互

Fig.4 Man-machine interaction

3 关键算法研究

3.1 RFID 射频读写模块

射频读写过程见图 5。RFID 读写模块主要完成电子标签数据的读出和写入，设计软件程序进行阅读器对电子标签的检测、读出、写入和信息转发等控制功能。初始化阶段主要完成端口的打开、射频感应的打开、读写器详细信息的获取以及天线状态的设置与检测。正确返回后，对读写器进行实时扫描轮询查找标签，如果在规定时间内读写器没有得到电子标签对其进行的响应，则判断为感应场内没有电子标签，若获得响应，则控制器此时认为有电子标签。最后，进入标签读入阶段，主要是完成电子标签详细信息的获取，然后开始判断卡片信息。

3.2 分拣过程

在包装生产线上，对包装箱进行分拣是十分重要的，包括拣选、贴标签、堆码集合至托盘上，见图 6。

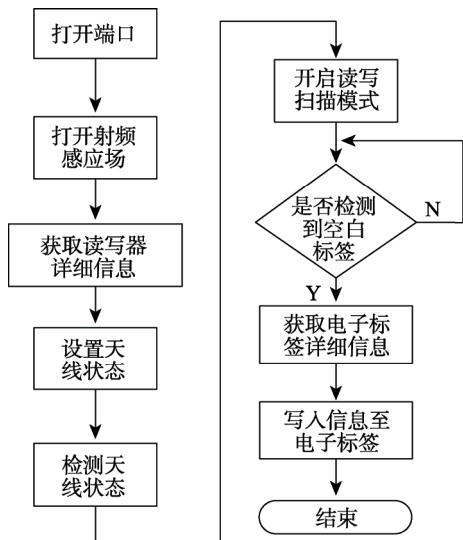


图 5 射频读写算法

Fig.5 RFID reading and writing algorithm

在这个过程中，使用 RFID 标签的包装箱可以使拣选过程效率和准确率更高^[12]。此时包装箱上不用人工贴标签，这样可以更加高效地进行包装，并且能够尽可能地避免出现标签贴错的情况，提高效率 and 正确率。检验活动在使用 RFID 标签时，可自动检验包装箱，从而能够排除与拣选过程中产生的错误。

3.3 标签防伪算法

防伪系统原理机制^[13]见图 7。首先，向防伪芯片写入初始密钥，并且在鉴定防伪端读取芯片进行鉴定，然后进行后台数据库表格，并且将芯片的序列号、鉴定次数等信息写入芯片和后台数据库表格，并且写入芯片和数据库表格中的内容需要一致。需要进行鉴定时，将读取的芯片信息和从数据库获取的信息进行对比，若是一致，则表示鉴定通过，同时，把芯片的序列号、鉴定次数及相关的日期时间等信息由控制器生成新密钥并且记录下来；若不一致，则表示这个防伪芯片是非法。

3.4 防碰撞算法

在生产线上时，阅读器旁存在多个标签时同时想其发送信息时就产生冲突。这时候，防碰撞算法显得

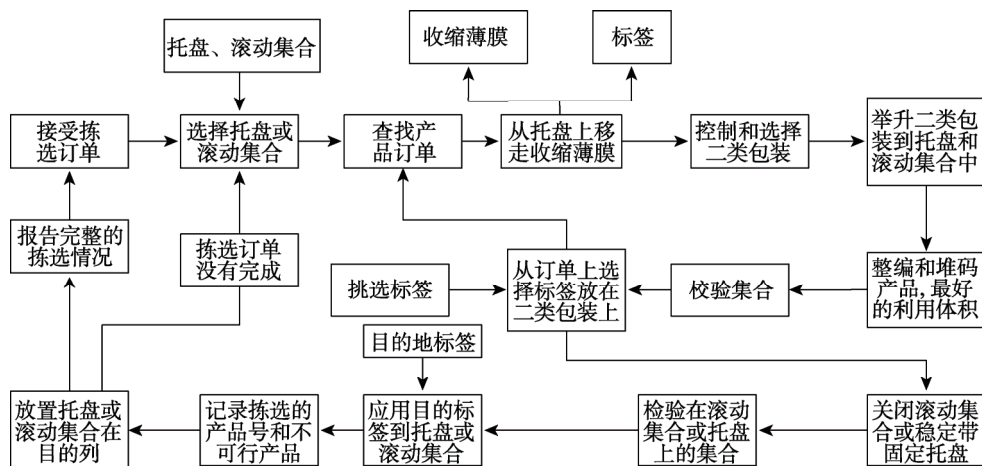


图6 分拣功能算法

Fig.6 Sorting function algorithm

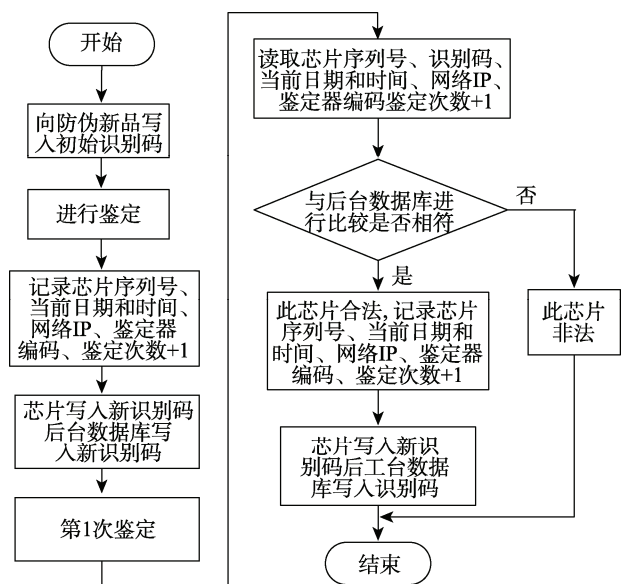


图7 防伪算法

Fig.7 Anti-counterfeiting algorithm

尤为重要^[14—16]。BLBO 防碰撞算法流程（见图8）包括3个方面：阅读器发送 REQUEST 且标签无碰撞；有碰撞发生时“0”分支部分；有碰撞发生时“1”分支部分。主要过程如下所述

1) 阅读器发送 REQUEST (1111...1111)，ID 不大于 (1111...1111) 的标签进行应答，并将其自己的 ID 发送出去。

2) 阅读器如果没有检测到信号，则表明周围无电子标签，会调整到步骤 1)，如果不是，则跳至步骤 3)。

3) 阅读器译码应答信号，若判断有碰撞，将会发送 SELECT 和 READDATE 指令，并对标签读写，而且会发出 UNSELECT 指令，命令该标签无声；如果没有碰撞的情况，则跳至步骤 4)。

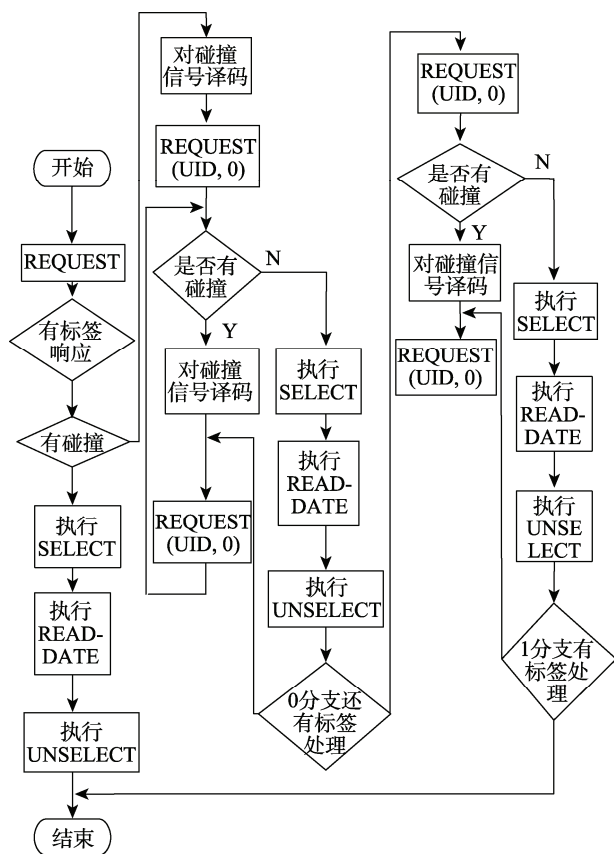


图8 防碰撞法示意

Fig.8 Schematic diagram of anti-collision algorithm

4) 阅读器根据 3) 中结果，将碰撞的比特置“1”，之后发送 REQUEST，标签收到此命令后将 UID 与 ID 比较，锁住碰撞比特，这时最高比特为“0”的标签进行应答，将锁住比特中其他比特发给阅读器。阅读器判断若有碰撞，阅读器对信号再译码，判断出碰撞准确比特。每次读取某标签后，采取后退策略，回到上次碰撞点，识别此点另一分支，不断重复，至所有标签识别后，跳至步骤 5)。

5) 阅读器传出 REQUEST (a) 指令, 并将最高比特是“1”的标签记录下来做出回答, 将其他比特传输至阅读器。这个时候阅读器判断若有碰撞, 阅读器对接收的信号再译码, 辨别出发生碰撞的准确比特。不断重复, 至最高比特为“1”的分支碰撞标签识别完后, 跳至步骤 6)。

6) 当所有的电子标签都全被识别时, 整个程序结束。

4 实验结果分析

4.1 上位机监控界面软件

上位机主要是在 VS2015 开发环境下, 利用 VB.net 语言进行开发。开发界面见图 9。

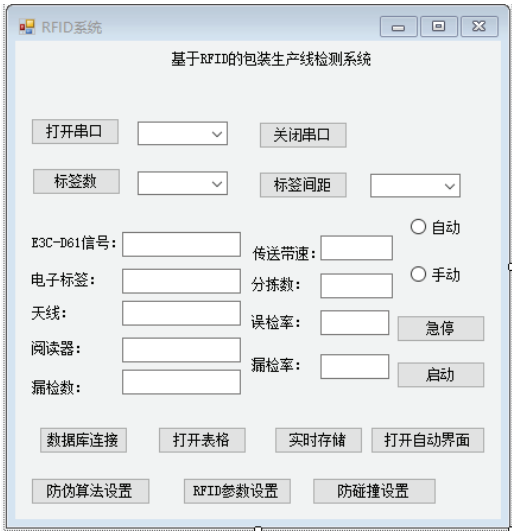


图 9 VB.net 界面
Fig.9 VB.net interface

4.2 包装检测实验

针对某企业包装生产线的具体规定: 包装箱实际尺寸大小为 45 cm×45 cm, 包装箱初始时位于贴签生产线上, 当贴好标签之后, 通过转角运输线运送到检测生产线。实验时, 在包装生产线上将包装箱上贴好电子标签, 然后将电子标签和读写器距离设置为 40 cm, 总共设置 300 张空白电子标签。实验运行结果见表 1。

表 1 实验数据
Tab.1 Experimental data

组次	RFID 读写 误差	分拣 误差	冲突 次数	成功 次数	平均用 时/s
1	1	0	1	298	0.31
2	1	0	0	299	0.40
3	2	0	1	297	0.45
4	0	0	1	299	0.38
5	0	1	1	298	0.40

分析以上实验结果, 包装箱上标签贴装位置误差导致了 RFID 的读写误差和分拣误差的出现, 而冲突现象的原因是生产线上包装箱在输送过程中可能速度过快导致 RFID 阅读器连续检测多个标签以及上位机软件在调用数据库时存在时间差导致的, 但是, 整体处理检测时间以及准确率满足该企业生产线的要求, 后期需要对标签贴装位置以及 RFID 的检测精度进行改进, 提高正确率。

5 结语

在研究 RFID 射频技术、防伪技术和防碰撞算法的基础上, 设计了一种用于包装生产线的检验系统, 从而利用 RFID 进行高效的包装产品检验。经实验验证, 文中所设计的检验系统运行稳定可靠, 检验效率高, 市场应用前景广阔。

参考文献:

[1] BRCHAN L, ZHAO L, WU J, et al. A Real-time RFID Localization Experiment Using Propagation Models [C]// Proceedings of IEEE RFID, 2012: 141—148.

[2] 周程, 李辉. RFID 技术简介与发展综述[J]. 中国西部科技, 2015, 8(3): 4—5.

ZHOU Cheng, LI Hui. Introduction and Development of RFID Technology[J]. Science and Technology of West China, 2015, 8(3): 4—5.

[3] 何彤. RFID 在零售业的应用[J]. 铁路采购与物流, 2008, 3(9): 25—26.

HE Tong. Application of RFID in Retail Industry[J]. Journal of Railway Procurement and Logistics, 2008, 3(9): 25—26.

[4] 贺彩玲, 殷锋社. RFID 技术在仓储物流行业中的应用研究[J]. 电子设计工程, 2013, 21(14): 12—14.

HE Cai-ling, YIN Feng-she. Research on the Application of RFID Technology in Warehouse Logistics Industry[J]. Electronic Design Engineering, 2013, 21(14): 12—14.

[5] TOUGAS I M, GREGORY J. Thin Film Platinum-palladium Thermocouples for Gas Turbine Engine Applications[J]. Thin Solid Films, 2013, 539(5): 345—349.

[6] 高飞, 薛艳明, 王爱华. 物联网核心技术: RFID 原理与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.

GAO Fei, XUE Yan-ming, WANG Ai-hua. The Core Technology of the Internet of Things: RFID Principle and Application[M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Publishing House, 2010.

[7] ZHENG Y, LI M. Fast Tag Searching Protocol for Large-scale RFID Systems[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2013, 21(3): 924—934.

- [8] GAMA K, TOUSEAU L, DONSEZ D. Combining Heterogeneous Service Technologies for Building an Internet of Things Middleware[J]. Computer Communications, 2012, 35(4): 405—417.
- [9] PENG Q S, ZHANG M, WU W M. Variant Enhanced Dynamic Framed Slotted ALOHA Algorithm for Fast Object Identification in RFID System[C]// Anti-Counterfeiting, Security, Identification, 2007 IEEE International Workshop, 2007: 88—91.
- [10] 潘方. RS232 串口通信在 PC 机与单片机通信中的应用[J]. 现代电子技术, 2012, 35(13): 69—71.
PAN Fang. Application of RS232 Serial Port in Communication Between PC and MCU[J]. Modern Electronics Technique, 2012, 35(13): 69—71.
- [11] 张成俊, 张李超, 史玉升. 以太网转 RS232 转换器设计[J]. 仪表技术与传感器, 2013(6): 35—36.
ZHANG Cheng-jun, ZHANG Li-chao, SHI Yu-sheng. Design of the Ethernet to RS232 Converter[J]. Instrument Technique and Sensor, 2013(6): 35—36.
- [12] HO Y C, LIAO T W. Zone Design and Control for Vehicle Collision Prevention and Load Balancing in a Zone Control AGV System[J]. Computers & Industrial Engineering, 2009, 56: 417—432.
- [13] 焦亚冰. 基于 RFID 的产品信息追溯防伪策略[J]. 包装工程, 2012, 33(1): 119—121.
- JIAO Ya-bing. Security Policy of Product Information Retrospecting Based on RFID Technology[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(1): 119—121.
- [14] 单建锋, 陈明, 谢建兵. 基于 ALOHA 算法的 RFID 防碰撞研究[J]. 南京邮电大学学报(自然科学报), 2013, 33(1): 56—61.
SHAN Jian-feng, CHEN Ming, XIE Jian-bing. Research on RFID Anti-collision Technology Based on Aloha Algorithm[J]. Journal of Nanjing University of Posts and Telecommunications(Natural Science Edition), 2013, 33(1): 56—61.
- [15] 舒远仲, 田蕾, 张丽. 基于排队理论的时隙 ALOHA 防碰撞算法[J]. 计算机工程与设计, 2013, 34(7): 2632—2636.
SHU Yuan-zhong, TIAN Lei, ZHANG Li. Timeslots ALOHA Anti-collision Algorithm Based on Queuing Theory[J]. Computer Engineering and Design, 2013, 34(7): 2632—2636.
- [16] 王勇, 李婷. 改进的基于 ALOHA 的 RFID 防碰撞算法[J]. 电信科学, 2016, 32(8): 77—81.
WANG Yong, LI Ting. Improved RFID Anti-collision Algorithm Based on ALOHA[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(8): 77—81.