

9-2008

# Research on Application of RFID in Smart Gate of Container Terminal

JiYing Song

George Fox University, [jsong@georgefox.edu](mailto:jsong@georgefox.edu)

Follow this and additional works at: [https://digitalcommons.georgefox.edu/dps\\_fac](https://digitalcommons.georgefox.edu/dps_fac)



Part of the [Infrastructure Commons](#), [Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Transportation Commons](#)

---

## Recommended Citation

Song, JiYing, "Research on Application of RFID in Smart Gate of Container Terminal" (2008). *Faculty Publications - Department of Professional Studies*. 13.

[https://digitalcommons.georgefox.edu/dps\\_fac/13](https://digitalcommons.georgefox.edu/dps_fac/13)

This Dissertation is brought to you for free and open access by the Department of Professional Studies at Digital Commons @ George Fox University. It has been accepted for inclusion in Faculty Publications - Department of Professional Studies by an authorized administrator of Digital Commons @ George Fox University. For more information, please contact [arolfe@georgefox.edu](mailto:arolfe@georgefox.edu).

**Research on Application of RFID in Smart Gate of Container  
Terminal**

**A thesis Submitted to**

**Dalian Maritime University**

**In partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Master of Engineering**

**by**

**Jiying Song**

**(Transportation Planning and Management)**

**Thesis Supervisor: Associate Professor Li Xiangwen**

**September 2008**



分 类 号 \_\_\_\_\_

密 级 \_\_\_\_\_

U D C \_\_\_\_\_

单位代码 10151

# RFID 在集装箱码头智能大门的应用研究

宋 继 颖

指导教师 李向文 职称 副教授

学位授予单位 大 连 海 事 大 学

申请学位级别 硕士 学科与专业 交通运输规划与管理

论文完成日期 2008 年 9 月 论文答辩日期 2008 年 11 月

答辩委员会主席 \_\_\_\_\_



# 大连海事大学学位论文原创性声明和使用授权说明

## 原创性声明

本人郑重声明：本论文是在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，撰写成硕士学位论文“RFID 在集装箱码头智能大门的应用研究”。除论文中已经注明引用的内容外，对论文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本论文中不包含任何未加明确注明的其他个人或集体已经公开发表或未公开发表的成果。

本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名： 年 月 日

# 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者及指导教师完全了解“大连海事大学研究生学位论文提交、版权使用管理办法”，同意大连海事大学保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权大连海事大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，也可采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编学位论文。

保密□，在 年解密后适用本授权书。

本学位论文属于： 保密 ☐

不保密 ☐ (请在以上方框内打“√”)

论文作者签名: 导师签名:

日期:            年    月    日



## 摘 要

物流行业的飞速发展，使得物流企业的业务和管理变得更加复杂多变，在此背景下，物流企业如何建设高效信息系统，推广应用信息化技术，如何进行全程跟踪、如何提高信息的搜集、处理和服务能力，缩短信息交换与作业时间，已经成为决策者急需解决的问题。随着国内以及国内与国际间贸易量的急速增长，集装箱船队的快速发展，使得集装箱各对外口岸均相继出现了进出港车辆堵塞的现象，表明传统手工方式已经不能满足国内港口快速发展的需要，因此公路和水运管理中的自动化进程变得尤为重要。这方面技术的研究和应用将有利于公路的现代化管理，同时也将推动集装箱码头的快速发展，因此在国内外都将 RFID 技术引入到物流行业信息化系统中。

在关港联动方面，采用 RFID 技术来实现的电子车牌管理系统能有效改善通关及货物的流转环境。通过对往来的车辆统一管理登记、发放车载电子标签，并在关键的出入监控点安放 RFID 识读设备，可以使安装电子车牌的监管车辆在通过监控通道时，可以被识别系统准确及时的识别，以完成车辆数据采集的要求。同时将采集到的车辆信息提交管理系统，来完成车辆身份的确认、以及查询和统计，调度等功能。应用海关码头车辆自动核放系统可以有效提高海关车辆通行能力，实时统计监测车辆信息，防止误检、漏检，提高通关效率，同时可以阻止组织偷窃、打击走私等行为。

本文根据 RFID 射频识别技术在集装箱码头的应用情况，结合海关监管要求，提出 RFID 在集装箱码头大门的深入应用方案。

**关键词：RFID；港口物流；智能大门；关港联动**





## Research on Application of RFID in Smart Gate of Container Terminal

### **Abstract**

With the rapid development of logistics, the operation and management of logistics enterprise becomes more complex and changeable. Under the background, it has become the urgent problem for the policy-maker to resolve that how to construct the highly effective information system, how to apply the information technology, how to carry on the all-the-way tracking, how to enhance the collection, processing and serviceability of information and how to shorten the exchange of information and the operation time. Along with the rapidly growth of domestic as well as domestic and international volume of trade and the fast development of container fleet, that caused more and more phenomena of traffic jam in the gate of container terminal. It indicated that the traditional manual way could no longer satisfy the need of domestic port to develop rapidly, therefore the automated advancement of management of the road and the water transport became especially important. This aspect technology research and application will be advantageous to the road modern management, simultaneously will also impel the fast development of container terminal, therefore in domestic and foreign all will introduce the RFID technology to the information system of the logistics profession.

At the linkage between customs and ports, the electronic vehicle number management system based on RFID could improve effectively the environment of going through customs and cargo circulation. Through the unification management on the intercourse vehicles, providing the electronic vehicle tag, and equipping RFID reader in the key monitoring point, may collect the vehicle data by accurate prompt recognition of the supervising vehicle with the electronic vehicle tag. Simultaneously the information of vehicle will be submitted management system to complete the confirmation, inquiry, statistic and dispatch of the vehicle's status. Using the automatic check system of customs and ports may sharpen the customs vehicles traveling capability effectively, be possible to the real-time statistical monitor vehicles information, prevent the wrong or

lost examines, enhance the efficiency of going through customs, simultaneously may prevent organization larceny and attack smuggling.

According to the application of RFID in container terminal and the customs' supervising and managing request, this article proposes the thorough application plan in the gate of container terminal based on RFID.

**Key words: RFID; Port Logistics; Smart Gate; Linkage between Customs and Ports**

## 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
1.1 研究背景和意义 .....	1
1.2 研究文献综述 .....	2
1.2.1 国外研究现状 .....	2
1.2.2 国内研究现状 .....	3
1.3 主要研究内容 .....	5
第 2 章 RFID 射频技术概述 .....	7
2.1 RFID 基本原理 .....	7
2.1.1 基本原理 .....	7
2.1.2 系统构成 .....	7
2.1.3 系统参数 .....	9
2.2 RFID 技术要点 .....	9
2.2.1 技术特点及发展历程 .....	9
2.2.2 技术比较 .....	10
2.2.3 频率规划 .....	11
2.3 RFID 应用领域 .....	13
2.3.1 RFID 工作频段特性及应用领域 .....	13
2.3.2 RFID 在物流领域的应用 .....	15
第 3 章 RFID 射频识别技术在集装箱码头大门的应用 .....	17
3.1 应用 RFID 技术的电子车牌识别系统 .....	17
3.1.1 系统构成 .....	17
3.1.2 电子车牌识别系统操作流程 .....	19
3.1.3 码头业务操作流程 .....	20
3.2 应用 RFID 技术的智能大门系统 .....	21
3.2.1 系统架构 .....	21
3.2.2 硬件实现方案 .....	22
3.2.3 控制系统主要功能 .....	24
3.2.4 码头业务操作流程 .....	25
第 4 章 基于 RFID 技术的集装箱码头大门深入解决方案 .....	27
4.1 海关对集装箱码头的监管要求 .....	27
4.1.1 硬件要求 .....	27

4.1.2 软件要求 .....	30
4.2 如何应用 RFID 技术满足海关监管要求 .....	32
4.3 RFID 在集装箱码头大门深入应用的技术方案 .....	33
4.3.1 技术革新 .....	33
4.3.2 安装方案 .....	35
第 5 章 实际应用案例 .....	36
5.1 案例背景 .....	36
5.2 案例分析 .....	36
5.2.1 系统设计原则 .....	36
5.2.2 系统结构和功能 .....	37
5.2.3 案例问题分析 .....	42
5.3 应用效果评价 .....	43
第 6 章 结论与展望 .....	45
6.1 研究结论 .....	45
6.2 未来展望 .....	45
参考文献 .....	47
攻读学位期间公开发表论文 .....	49
致    谢 .....	50
研究生履历 .....	51

## 第 1 章 绪论

### 1.1 研究背景和意义

在经济全球化和信息化的推动下，现代物流业已经从为社会提供传统的运输服务，发展成为以现代科技、管理和信息技术为支撑的综合物流服务。以物流企业为主体、由运输和信息两大平台构成，涉及生产、流通和消费过程的现代物流系统，已发展成为适应当今世界经济最新发展趋势的重要基础产业。在21世纪，物流业将为国民经济在高起点上持续发展提供了基础动力，对全球经济体系产生革命性影响，越来越受到世界各国的重视和关注。

物流行业的飞速发展，使得物流企业的业务和管理变得更加复杂多变，在此背景下，物流企业如何建设高效信息系统，推广应用信息化技术，如何进行全程跟踪、如何提高信息的搜集、处理和服务能力，缩短信息交换与作业时间，已经成为决策者急需解决的问题。随着国内以及国内与国际间贸易量的急速增长，集装箱船队的快速发展，使得集装箱各对外口岸均相继出现了进出港车辆堵塞的现象，表明传统手工方式已经不能满足国内港口快速发展的需要，因此公路和水运管理中的自动化进程变得尤为重要。这方面技术的研究和应用将有利于公路的现代化管理，同时也将推动集装箱码头的快速发展，因此在国内外都将 RFID 技术引入到物流行业信息化系统中。

近年来，采用 RFID 技术的集装箱电子标签成为物流行业信息采集技术的新亮点。2006 年 5 月，在第 105 届巴黎国际发明展览会上，上海国际港务集团副总裁包起帆带去的“集装箱电子标签装置”项目获得发明金奖。2008 年 3 月 10 日，世界上首条投入商业运营的集装箱 RFID 电子标签航线在上海港正式开航。上海港来往萨瓦纳港的所有集装箱将被挂上电子标签，工作人员在装箱点对标签内容进行首次读取后，该集装箱的所有信息，就能通过无线局域网或 GPRS/CDMA 公网上传至互联网。此后，带有电子标签的集装箱经过码头道口或由桥吊起吊装船时，固定读写器都会读取最新数据，并第一时间上传互联网，直至集装箱抵达目的地港口，货物移交到货主手里。在这一过程中，船公司、箱主、货主、港口、海关、商检等服务对象都可以在网上查询集装箱的实时状态。

在关港联动方面,采用 **RFID** 技术来实现的电子车牌管理系统能有效改善通关及货物的流转环境。通过对往来的车辆统一管理登记、发放车载电子标签,并在关键的出入监控点安放 **RFID** 识读设备,可以使安装电子车牌的监管车辆在通过监控通道时,可以被识别系统准确及时的识别,以完成车辆数据采集的要求。同时将采集到的车辆信息提交管理系统,来完成车辆身份的确认、以及查询和统计,调度等功能。应用海关码头车辆自动核放系统可以有效提高海关车辆通行能力,实时统计监测车辆信息,防止误检、漏检,提高通关效率,同时可以阻止组织偷窃、打击走私等行为。

**RFID** 技术在集装箱码头智能大门的应用有很多好处,主要表现在:

- (1) 自动识别集装箱箱号以及箱信息,自动识别拖车车号以及车信息,大大提高集装箱码头大门的通过效率,降低总体投入成本;
- (2) 解决传统集装箱大门手工作业数据准确性差的问题;
- (3) 避免人工作业引起的走私、箱货丢失等现象;
- (4) 实现集装箱大门全自动化管理,改善用户服务品质,提高供应链整体效率和管理水平;
- (5) 实时采集并交互信息,实现整个运输过程的全程实时监控以及关港联动。

## 1.2 研究文献综述

### 1.2.1 国外研究现状

**RFID** 技术作为一种非接触式的自动识别技术越来越受到人们的关注,被视为 21 世纪的重大技术之一,上世纪 90 年代初就研制出了电子车牌识别设备,主要应用公路、矿山、运输工业等方面;现已被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域;汽车、火车等交通监控;高速公路自动收费系统;停车场管理系统;流水线生产自动化;安全出入检查;仓储管理;动物管理;车辆防盗等等<sup>[1][2][3]</sup>。**Karen Coyle** 研究了在图书馆使用 **RFID** 管理的必要性、作用及存在的问题<sup>[4]</sup>。美国匹兹堡和香港的三位研究人员研究设计了基于 **RFID** 的仓库资源管理系统<sup>[5]</sup>。据统计,目前全世界已安装了约 5000 个 **RFID** 系统,实际年销售额约为 9.64 亿美元。

在集装箱运输方面，美国海运业已使用全球集装箱运输跟踪服务系统，主要面向的对象是海洋运输者以及货物运输者，提高集装箱运输的安全性能和便于信息追踪，加强对运输中进出港口货物的监控力度。美国第四大港口，位于 Charleston 的南卡罗莱纳州港务局(SCSPA)于 2007 年 3 月应用 RFID 追踪管理集装箱，这是美国最后一个开始使用 SaviTrak RFID 系统的港口，可以使货主追踪集装箱在港口的输入和输出<sup>[6]</sup>。

加州集装箱制造商 Container Technology 与他们的客户联手测试无源 RFID 标签在可再用的液体装载箱和圆桶上的应用，以便客户在供应链上实现对它们的追踪和定位，并逐渐在他们生产线上安装读写器，这样就可以在包装流程中追踪集装箱，防止包装出错，并在供应链上实现对集装箱的追踪<sup>[7]</sup>。

美国军需司令部应用 EPC Gen2 标签追踪集装箱<sup>[8]</sup>。韩国釜山港也于 2007 年 1 月开始使用 Savi 网络公司的基于 RFID 的服务 SaviTrak 用于集装箱和货物的安全与管理<sup>[9]</sup>。奥地利第三方物流提供商 Jobstl 将应用 RFID 技术追踪集装箱，使集装箱的追踪有了很大的简化和改进，有望解决集装箱丢失的问题<sup>[10]</sup>。

新加坡控股的美国 APL 公司、丹麦的马斯克集团和日本邮船公司，这三家国际大型海运商为了提高运输效率，共同推出了通用电子标签，并试图使其成为国际上的通用标准。全球 EPC 标准化会议已决定在货运中采用这种通用电子标签<sup>[11]</sup>。电子标签在集装箱运输中有着巨大作用和市场，国际众多知名大公司，也纷纷研究适用于集装箱运输的电子标签技术。

### 1.2.2 国内研究现状

对射频识别技术的研究，中国物品编码中心早在 1996 年就开始了。1999 年，中国物品编码中心完成了原国家技术监督局的科研项目《新兴射频识别技术研究》，制定了射频识别技术规范。2002 年中国物品编码中心开始积极跟踪国际 EPC 的发展动态，2003 年完成了《EPC 产品电子代码》课题的研究，出版了《条码与射频标签应用指南》一书<sup>[12]</sup>。国家和地方对 RFID 产业均给予了高度重视。2006 年 6 月，科技部会同 16 部委联合发布了《中国射频识别技术政策白皮书》，为我国未来 RFID 技术的发展指明了方向。同年 9 月，国家 863 计划发布了十一五“射频识别（RFID）技术与应用项目指南”，从 RFID 技术研究、产业应用、标准制



定等多方面给予了资金引导与扶持。我国政府在 1993 年制定的金卡工程实施计划及全国范围的金融卡网络系统的 10 年规划，是一个旨在加速推动我国国民经济信息化进程的重大国家级工程。现在，电子标签射频识别技术很快将在中国普及。

电子标签在集装箱物流中主要应用在设备（如起重机、集卡等）和集装箱信息的自动识别与管理、堆场仓储管理等方面，以实现对运输过程中的集装箱实行货物形态和运输信息方面的有效监控和实时管理<sup>[13][14][15][16]</sup>。

在集装箱运输方面，中国香港和深圳的港口已配置了 Savi 科技公司的 SaviTrak RFID 无线射频识别追踪设备正式投入商业运行，主要应用在货物海洋运输管理方面，使无线射频识别封装的集装箱和其中的货物的可见度自动化，从而为码头运营商及其客户提供了实时的位置和状况信息、自动化预警以及分析，以实时跟踪、管理及保障全球集装箱装运业务<sup>[17]</sup>。中国国际港务集团带头研发了具有国际前沿水平的、工作频段为 ISM 2.4GHZ、具有世界领先技术的集装箱电子标签，并开辟了“两港一航”集装箱电子标签应用示范线，开了国内集装箱电子标签应用的第一河<sup>[18][19][20]</sup>。中国国际海运集装箱（集团）股份有限公司于 2006 年底进行了 RFID 系统试验，对在工厂及堆场间的集装箱进行跟踪管理，采用 902~928MHZ 的工作频率<sup>[21]</sup>。中国海关总署也在 2006 年 12 月启动智能集装箱研究工作<sup>[22]</sup>。

彭传圣认为目前集装箱运输信息化的成果主要表现在两个方面，一是自动化完成以前需要由人工完成的工作，如电子数据交换技术、自动冷藏箱控制技术和定位系统技术；二是提供了能够提高人的劳动生产率的工具，如进门车道大门处理技术、图形化船舶和堆场计划技术和无线数据终端技术<sup>[23]</sup>。

随着我国物流进一步向国际化发展，越来越多的学者开始将 RFID 应用于国际物流的各个环节，其中又以在集装箱中的应用研究居多。为何众多学者将研究目光投向 RFID 在集装箱中的应用呢？从技术层面讲，集装箱的应用环境多变，适用于集装箱的电子标签必然经历了风霜雨水、高温、高湿等恶劣环境的考验，因而研究适用于集装箱的电子标签具有典型的示范意义，另外 RFID 在集装箱层面的应用是 RFID 在供应链环节应用的最基础的环节，只有解决好 RFID 在集装箱层面的应用问题，才能更好的研制其在托盘层面、货物层面应用的问题<sup>[24][25]</sup>。从集装箱自身存在的问题来讲，RFID 的应用能解决集装箱的识别问题、集装箱堆场管理的

问题，集装箱运输中的安全问题和物流顺畅问题。Frank Arendt 和 ABIresearch 机构<sup>[26][27]</sup>就分析了 RFID 在集装箱运输中存在许多应用机会，市场潜力巨大，其应用既有助于缓解集装箱运输安全问题，也适用于集装箱物流方向。

那么什么样的 RFID 标签才适用于集装箱呢？彭大明、姚振强、谢云和包起帆<sup>[28][29]</sup>都给出了自己的见解，归纳总结了用于集装箱物流的电子标签应具备动态、远距离、高可靠读写与耐高温、抗盐雾腐蚀、抗冲击、高密封性能与数字安全性等主要性能。由包起帆主持研制的集装箱电子标签、集装箱电子标签读写器、集装箱电子封条等多项技术更是引起了业内广泛关注，并已申请 5 项专利。关于 RFID 在海关监管工作和检疫领域中的应用，孔祥文<sup>[30]</sup>提出了应用 RFID 技术实现“电子海关”、“电子口岸”的设想，以此改进通关效率与监管力度，同时加大了对农产品和高风险、高敏感商品的监督和追溯。金楠和万晓霞<sup>[31]</sup>对电子标签在集装箱中的应用做出了进一步研究，提出了一种电子标签的循环使用模式。

### 1.3 主要研究内容

首先，大量阅读国内外研究文献并进行综述；其次根据在集装箱码头的实际实施案例对 RFID 在集装箱码头的应用情况进行分析；然后根据集装箱码头智能大门的发展情况并结合海关监管要求，提出 RFID 在集装箱码头智能大门的深入应用技术方案。

第 1 章主要对研究背景和意义进行说明，同时对研究文献进行综述；

第 2 章对 RFID 射频识别技术的基本原理、技术要点和应用领域进行介绍；

第 3 章以大连港最初引入的电子车牌识别系统为例，分析集装箱码头引入基于 RFID 技术的电子车牌识别系统对业务的改善情况，然后在应用 RFID 技术的电子车牌识别系统基础上，架构集装箱码头智能大门系统；

第 4 章结合海关对集装箱码头的监管要求，论证如何采用基于 RFID 技术的集装箱码头智能大门系统满足海关监管要求，同时论证如何在集装箱码头大门采用基于 RFID 技术的集装箱箱号识别系统；

第 5 章主要以某码头智能大门控制系统为例进行实际应用案例分析和说明；

第 6 章对于 RFID 技术用于集装箱码头智能大门的好处和存在问题进行总结，并对 RFID 技术在集装箱多式联运、供应链管理方面的应用前景进行展望。

## 第 2 章 RFID 射频技术概述

RFID 射频识别技术是一种新兴的自动识别技术，正以其独有的优势向我们走来。本章简单介绍了射频识别技术，分析了在物流中应用 RFID 技术会极大提高物流的效率，指出了它是现代物流信息化建设中基础数据获取的重要手段。

### 2.1 RFID 基本原理

#### 2.1.1 基本原理

无线射频识别技术（Radio Frequency Identification, RFID）是一种非接触的自动识别技术，其基本原理是利用射频信号和空间耦合（电感或电磁耦合）或雷达反射的传输特性，实现对被识别物体的自动识别。

射频识别系统工作原理如图 2.1 所示。

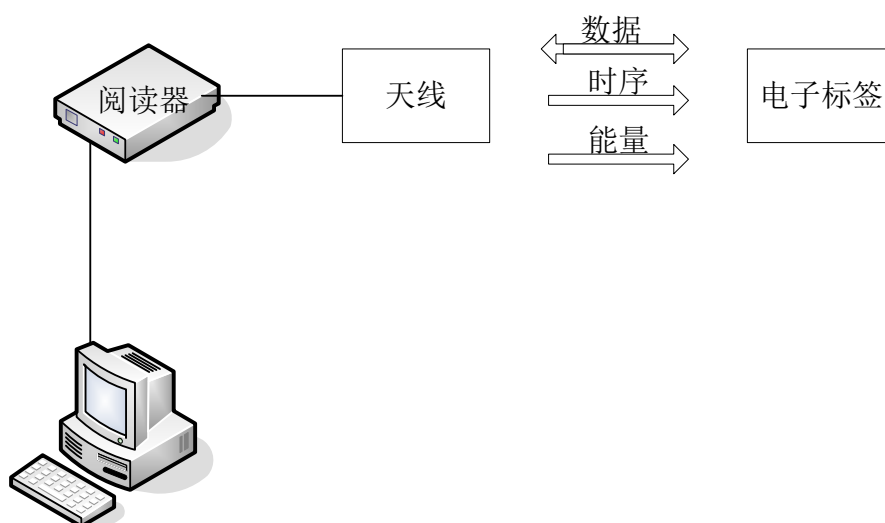


图 2.1 射频识别系统工作原理

Fig. 2.1 Principle of RFID system

#### 2.1.2 系统构成

射频识别系统一般由以下三部分组成：

##### (1) 电子标签(Tag)

电子标签又称为射频标签、应答器、数据载体。由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象。

依据电子标签供电方式的不同,电子标签可以分为有源电子标签(Active tag)、无源电子标签(Passive tag)和半无源电子标签(Semi—passive tag)。有源电子标签内装有电池,无源射频标签没有内装电池,半无源电子标签(Semi—passive tag)部分依靠电池工作。

依据频率的不同可分为低频电子标签、高频电子标签、超高频电子标签和微波电子标签。依据封装形式的不同可分为信用卡标签、线形标签、纸状标签、玻璃管标签、圆形标签及特殊用途的异形标签等。

### (2) 阅读器(Reader)

阅读器又称为读出装置、扫描器、通讯器、读写器(取决于电子标签是否可以无线改写数据),是用于读取(有时还可以写入)电子标签信息的设备。

一台典型的阅读器包含有调频模块(发送器和接收器)、控制单元以及与电子标签连接的耦合元件。此外,许多阅读器还都有附加的接口以便将所获得的数据进一步传输给另外的系统(个人计算机、机器人控制装置等)。阅读器可以设计为手持式或固定式。

### (3) 天线(Antenna)

天线是电子标签和阅读器的耦合元件,用于在电子标签和阅读器间传递射频信号。

电子标签与阅读器之间通过耦合元件实现射频信号的空间(无接触)耦合,在耦合通道内,根据时序关系,实现能量的传递、数据的交换。

发生在阅读器和电子标签之间的射频信号的耦合类型有两种:

①电感耦合:变压器模型,通过空间高频交变磁场实现耦合,依据的是电磁感应定律。电感耦合方式一般适合于中、低频工作的近距离射频识别系统。典型的工作频率有:125kHz、225kHz 和 13.56MHz。识别作用距离小于 1m,典型作用距离为 10~20cm。

②电磁反向散射耦合:雷达原理模型,发射出去的电磁波,碰到目标后反射,同时携带回目标信息,依据的是电磁波的空间传播规律。电磁反向散射耦合方式一般适合于高频、微波工作的远距离射频识别系统。典型的工作频率有:433MHz、915MHz、2.45GHz、5.8GHz。识别作用距离大于 1m,典型作用距离为 3~10m。

### 2.1.3 系统参数

可以用来衡量无线射频识别技术的技术参数比较多，包括使用的频率、读头的发射功率、识别距离的远近、执行的协议标准、识别速度、数据传输速率、芯片内存大小，标签封装标准、识别速率、可同时识别的标签数、防冲撞性及其他一些非量化性能如可读写性能、接口形式等。

(1) 针对标签的技术参数：标签的数据安全性等。

(2) 针对读头的技术参数：读头的工作频率以及是否可调、读头的输出功率、读头的数据传输速率、读头的输出端口形式等。

(3) 针对系统的技术参数：系统的识读距离、数据的传输速率、系统和后台的协议标准等。

## 2.2 RFID 技术要点

### 2.2.1 技术特点及发展历程

无线射频识别技术（RFID）是自动识别技术的一种高级形式。RFID 最大的优点是在于非接触读取数据，解决了基础数据录入最后 0~10 米的数据问题，数据的自动采集（识别）完成了系统数据的采集工作，解决了人工数据输入的速度慢、误码率高、营运强度大、工作简单重复性高等问题，为计算机信息处理提供了快速、准确地进行数据采集输入的有效手段。射频系统还具有许多其他优点，如可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便，而且射频标签防水、防磁、耐高温、使用寿命长、读取距离大、标签上数据可以加密、存储数据容量更大、存储信息更改自如、难以伪造、不怕油渍、灰尘污染等恶劣的环境等。

该技术正越来越被人们所认识和接受。物流信息化建设的基础之一是基础数据采集问题，基础数据的完备和真实与否，直接关系到物流信息化建设的成功与否。射频识别技术的出现可以很好解决信息化建设中的底层数据采集的“瓶颈”难题，它将大大提高物流活动各环节的自动化处理水平，提高物流效率，降低物流成本。RFID 技术的发展可按 10 年期划分如下：

表 2.1 RFID 技术发展历程

Tab. 2.1 Progress course of RFID

时间	RFID 技术发展
1941~1950 年	雷达的改进和应用催生了 RFID 技术，1948 年奠定了 RFID 技术的理论基础
1951—1960 年	早期 RFID 技术的探索阶段，主要处于实验室实验研究
1961—1970 年	RFID 技术的理论得到了发展，开始了一些应用尝试
1971—1980 年	RFID 技术与产品研发处于一个大发展时期，各种 RFID 技术测试得到加速。 出现了一些最早的 RFID 应用
1981~1990 年	RFID 技术及产品进入商业应用阶段，各种规模应用开始出现
1991~2000 年	RFID 技术标准化问题日趋得到重视，RFID 产品得到广泛采用
2001 至今	标准化问题日趋为人们所重视，RFID 产品种类更加丰富，电子标签成本不断降低，规模应用行业扩大

### 2.2.2 技术比较

射频识别技术改变了条形码技术依靠“有形”的一维或二维几何图案来提供信息的方式，通过芯片来提供存储在其中的数量更大的“无形”信息。它最早出现在 20 世纪 80 年代，最初应用在一些无法使用条码跟踪技术的特殊工业场合，例如在一些行业和公司中，这种技术被用于目标定位、身份确认及跟踪库存产品等。射频识别技术起步较晚，至今没有制订出统一的国际标准，但是射频识别技术的推出绝不仅仅是信息容量的提升，它对于计算机自动识别技术来讲是一场革命，它所具有的强大优势会大大提高信息的处理效率和准确度。

与条形码识别系统相比，无线射频识别技术具有很多优势：通过射频信号自动识别目标对象，无需可见光源；具有穿透性，可以透过外部材料直接读取数据，保护外部包装，节省开箱时间；射频产品可以在恶劣环境下工作，对环境要求低；读取距离远，无需与目标接触就可以得到数据；支持写入数据，无需重新制作新

的标签；使用防冲突技术，能够同时处理多个射频标签，适用于批量识别场合；可以对 RFID 标签所附着的物体进行追踪定位，提供位置信息。

由于 RFID 产品的优点，无线射频识别技术在国外发展得很快，它已被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域，例如汽车或火车等的交通监控系统、高速公路自动收费系统、物品管理、流水线生产自化、门禁系统、金融交易、仓储管理、畜牧管理、车辆防盗等。时至今日，射频识别技术的新应用仍然层出不穷。

由于 RFID 芯片的小型化和高性能芯片的实用化，射频识别标签不仅帮助不同领域的管理者追踪物品的位置和搬运情况，还可以实时报告标签上附带的其他信息，比如温度、重量和压力等。射频标签是通过连接到数据网络上的读写器来提供此类信息的，迄今为止射频识别标签主要作为条码的延伸而应用于工厂自动化或者库存管理等领域，但最终说来，尺寸更小的射频识别标签将应用于更先进的领域内。

### 2.2.3 频率规划

随着经济社会的发展和技术的进步，RFID 在当今社会生活的各个方面已经或即将扮演重要的角色，将对物品流通等领域带来深层次的变革，进而对社会经济、产业发展以及市场运行等造成深远影响。我国无线电管理部门历来十分重视 RFID 等无线感知技术的发展，在频率规划方面给予此类技术大力的支持。信息产业部于 2007 年发布了《关于发布 800/900MHz 频段射频识别（RFID）技术应用试行规定的通知》。至此，我国已基本完成了低频（LH）、高频（HF）、特高频（UHF）及超高频（SHF）频段的 RFID 技术的频率规划，为 RFID 技术在我国的应用和发展提供了无线电频谱资源保证。

该规定主要内容如下：

- (1) 800/900MHz 频段 RFID 技术的具体使用频率为 840-845MHz 和 920-925MHz。
- (2) 该频段 RFID 技术无线电发射设备射频指标：
  - ① 载波频率容限： $20 \times 10^{-6}$ ；
  - ② 信道带宽及信道占用带宽（99%能量）：250kHz；



③ 信道中心频率：

$$f_c \text{ (MHz)} = 840.125 + N \times 0.25 \quad \text{和}$$

$$f_c \text{ (MHz)} = 920.125 + M \times 0.25 \quad (N、M \text{ 为整数，取值为 } 0-19)；$$

④ 邻道功率泄漏比：40dB（第一邻道），60dB（第二邻道）；

⑤ 发射功率：

表 2.2 发射功率

Tab. 2.2 Transmit power

频率范围(MHz)	发射功率(ERP)
840.5-844.5； 920.5-924.5	2W
840-845； 920-925	100mW

⑥ 工作模式为跳频扩频方式，每跳频信道最大驻留时间 2 秒；

⑦ 杂散发射限值（在两频段的中间载波频率 $\pm 1\text{MHz}$  范围以外）：略；

⑧ 电源端口和电信端口的传导骚扰发射应满足国标 GB9254-1998 中 B 类设备的限值要求；

⑨ 在制造商声明的极限工作电压、极限温度条件下，设备的发射功率和频率容限应满足相应技术指标。

(3) 该频段的 **RFID** 技术无线电发射设备按微功率（短距离）无线电设备管理。设备投入使用前，须获得信息产业部核发的无线电发射设备型号核准证<sup>[32]</sup>。

基于 **RFID** 的技术特点和潜在的应用空间，国际相关无线电管理机构已经开始进行频率规划工作，并制定了相应的管理政策，具体情况如表 2.5 所示<sup>[33]</sup>：

表 2.5 世界各国 RFID 频率规划概况

Tab. 2.5 World general frequency layout of RFID

国家/地区	UHF 频段 RFID 的频率应用情况	最大功率限值(ERP)
美国	902—928MHz	4W(EIRP)
欧盟	868—870MHz	500mW
澳大利亚	918—926MHz	1W(EIRP)
文莱	866—869MHz; 923—925MHz	500mW; 2W
新加坡	866—869MHz; 923—925MHz	500mW; 2W
印尼	866—869MHz; 923—925MHz (提议)	500mW; 2W
中国香港	865—868MHz; 920—925MHz	2W; 4W
韩国	908.5—914MHz (提议)	——
日本	952—954MHz (提议)	——
马来西亚	868.1MHz; 919—923MHz	50mW; 50mW

频率规划标准化、国际化是 RFID 广泛应用的前提条件，是推动产品广泛获得市场接受的必要措施。目前射频识别技术的阅读器和电子标签虽然存在着一些标准一致性的问题，如频率不同，封包格式不一，标签上的芯片性能、存储器存储协议与天线设计约定等没有统一标准，频率干扰等。但是我们可以看出，国际频率规划的主流趋势还是一致的，标准化工作正在逐步推进和完善。

## 2.3 RFID 应用领域

### 2.3.1 RFID 工作频段特性及应用领域

RFID 技术的应用领域与其所采用工作频段的特性关系密切。比如，对于低频段，读写距离短，速率较低，就不能应用在货物流通领域。RFID 工作频段特性及应用领域具体如表 2.6<sup>[34]</sup>。

表 2.6 RFID 工作频段特性及应用领域

Tab. 2.6 Frequency band trait and apply domain of RFID

频率	典型读写距离	空间耦合方式	特点及问题	典型应用领域	标签读取速度	金属和液体穿透率	标签尺寸
低频 LF: 125/134KHz	<0.5m	电感耦合 (近场)	工作距离十分小, 速度低	接入控制、动物标签	低 ↑ ↓ 高	高 ↑ ↓ 低	大 ↑ ↓ 小
高频 HF: 13.56MHz 左右	1m		天线易受环境影响而失谐, 速率较低, 不适合长距离使用	智能卡、接入控制、交通运输			
超高频 UHF: 800/900MHz 频段	4m~8m	反向散射耦合 (远场)	最大工作距离可达 8 米, 天线尺寸适中, 射频标签易于实现, 货物流通领域最合适频段, 需要考虑兼容性问题	物流、电子收费			
微波: 2.4/5.8GHz 频段	1m		视距传播, 工作范围小, 制造成本大, 干扰问题突出	智能卡、电子收费、接入控制			

从 RFID 的价值、标签的数量、正在实施中的 RFID 案例的数量来讲, 北美洲都是迄今为止规模最大的 RFID 市场。各大洲之间主要 RFID 应用有极大不同之处, 如表 2.7 所示<sup>[35]</sup>。然而, 各大洲都是在金融、安全领域占据主导地位, 并主要以卡和类似于卡的结构形式如证章和密钥卡出现。

表 2.7 不同行业 RFID 应用案例数排名

Tab. 2.7 Application case number place of RFID in vary profession

地区	零售业 消费品	金融 安防	地面及海运物流业 邮政业	运输业 汽车业	动物农场	书店、图书馆 文档管理
北美	1	2				
东亚		1		2		
欧洲		1	2			
澳大利亚					2	1

RFID 技术在各大洲所采用的频段也各不相同,如表 2.8<sup>[36]</sup>。这主要是由于 RFID 工作频段特性的限制,这种频段的使用与应用领域是相互对应的,因此在任何领域采用 RFID 技术的时候,都需要考虑其频段特性。

表 2.8 RFID 使用频段排名

Tab. 2.8 Frequency band palce of RFID

地区	高频 HF	超高频 UHF	低频 LF
北美	2	1	
东亚	1	2	
欧洲	1	2	
澳大利亚	1		2

目前在集装箱码头应用的 RFID 技术主要集中于超高频频段,因为其读写距离大,天线尺寸适中,是在全球货物流通领域大规模使用 RFID 技术的最合适频段。

### 2.3.2 RFID 在物流领域的应用

RFID 在物流中的主要应用之一是对物流的跟踪。RFID 主要完成的任务是通过自动化提高生产力并限制人工干涉,避免人为错误;取得即时的供应链动态资料,实现供应链完全可视化,加速物流的运送并改善对运送的掌握;减少多余的资料录入并且提高资料的正确性。应用该技术,可以实现如下目标:

(1) 缩短作业时间:对于配送中心,出入库在平时作业中占很大的比例,将托盘和包装箱贴上 RFID 标签,在配送中心出入库口处安装阅读器,可以实现无需停止进行扫描,并且可以远距离动态一次性识别多个标签,大大节省了出入库的作业时间。

(2) 改善盘点作业质量:由于每个包装箱和托盘上都贴有 RFID 标签,进行盘点作业时,只需要利用手持式 RFID 阅读器扫描所有货架,阅读器就自动获取所有标签上的信息,这将大大减少传统盘点作业中所出现的遗漏等差错,增强了信息的准确性。

(3) 增大配送中心吞吐量：当配送中心的主要作业——出入库作业效率提高以后，配送中心对货物的处理能力将大大提高，这样就可以增加配送中心每日的货物吞吐量，取得更大的经济效益。

(4) 降低运转费用：由于 RFID 技术可以动态识别多个数据且识别距离较大，在出入库作业过程中，验收和出入库几乎同时完成，无需再将货物堆放在收货区等待和扫描，而直接可以接货后验货入库和拣货后验货出库，这样大大减少了货物在配送中心内的搬运次数，降低了搬运所带来的设备费用和人工费用。

(5) 实现物流跟踪：利用 RFID 技术可以实现整个供应链的物流跟踪和供应链的自动化管理，增加供应链管理的透明化程度。

(6) 信息传送更加迅速、准确：由于远距离动态的自动识别、一次识别多个标签等优势，RFID 技术将使信息的传递更加迅速和准确，大大减少了错误和遗漏的发生。

由此可见，RFID 技术在物流领域的应用将大大降低整体供应链的运作成本，提高供应链整体运作效率。所谓供应链，是指围绕核心企业，通过对信息流、物流、资金流的控制，产品生产和流通过程中所涉及的原材料供应商、生产商、批发商、零售商以及最终消费者组成的供需网络，即由物料获取、物料加工、并将成品送到用户手中这一过程所涉及的企业和企业部门组成的一个网络。它是一个范围更广的企业结构模式，包含所有加盟的节点企业，从原材料的供应开始，经过链中不同企业的制造加工、组装、分销等过程直到最终客户。它不仅是一条连接供应商到客户的物料链、信息链、资金链，而且是一条增值链。我们可以看出，信息流对于供应链管理十分重要。RFID 的潜在价值在于横跨产品价值链——即从制造商到顾客。

### 第 3 章 RFID 射频识别技术在集装箱码头大门的应用

鉴于 RFID 技术本身的特性和在物流领域应用的优势，大连港在 2000 年就引入了应用 RFID 技术的电子车牌识别系统，较早地将 RFID 射频识别技术引入到集装箱码头大门的应用领域。

#### 3.1 应用 RFID 技术的电子车牌识别系统

下面以大连港最初引入的电子车牌识别系统为例，分析集装箱码头引入基于 RFID 技术的电子车牌识别系统对业务的改善情况。

##### 3.1.1 系统构成

大连港集装箱码头大门共有 16 条通道陆续安装实施了电子车牌识别系统，系统结构示意图如图 3.1。

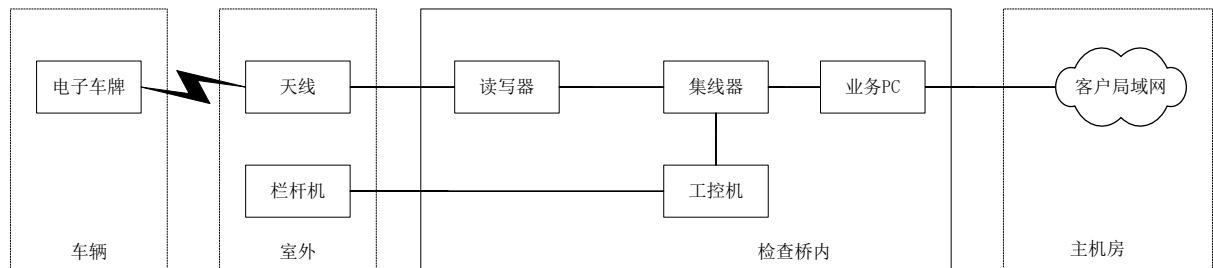


图 3.1 电子车牌识别系统结构图

Fig. 3.1 Framework of electronic vehicle recognise system

##### (1) 电子车牌

电子车牌即电子标签，固定在车辆前挡风玻璃的内侧，为确保“一车一卡”的严格对应关系，电子车牌按一次性安装原则设计，不能自行取下，如强行取下则损坏。电子车牌记载相应的车辆信息，如车辆车牌号、车辆自重、车型等信息。电子车牌随车通过大门车道时，通过侧装天线与读写器、工控机完成数据信息交换。

##### (2) 天线

天线为定向线极化天线，采用侧装平板天线，完成信号的发射和接收。

##### (3) 读写器

读写器即阅读器，它与安装在车辆上的电子车牌构成本系统的信息传输核心。读写器在接收工控机的读写指令后，向电子车牌发出微波调制信号（又称询问信

号），电子车牌在收到信号后将存储在卡内的数据信息对收到的询问信号进行调制。此调制信号（又称应答信号）通过电子车牌的微带天线向侧装天线方向辐射。读写器通过侧装天线收到电子车牌的应答信号后，经解调后得到相应的数据信息，并传送给工控机，由工控机进行处理、判断，从而完成与电子车牌的数据交换过程。读写器通过低损耗电缆与天线相连，通过网络遵循 TCP/IP 协议与工控机进行数据交换。其特点为：

- ① 通信：采用防冲突通信协议，有效的二进制树型防冲突机制，可同时识别多达 50 个标签；
- ② 软件：完全符合“ANSNCITS256-1999”对目的物管理设备的相关规定；
- ③ 读写速率：从单个标签上识别 8 个 Byte 耗时不超过 12ms；在单个标签写入 1 个 Byte 耗时不超过 25ms；
- ④ 多元访问：采用多单元访问指令可从大量的标签中快捷的选出用户所指定的其专有应用系统的标签，并进行识读及写操作。

#### (4) 工控机

工控机既有计算机的信息处理功能，又有控制外设功能。工控机是系统数据处理和判断中心，它通过网络与读写器相连，完成对读写器的操作，并接收读写器识别到的车辆信息；同时，工控机通过网络与业务 PC 相连，把读写器识别的车辆信息上传到业务系统，同时接收业务系统的控制信息，对车辆进行相应处理（抬栏杆放行、下栏杆、报警等）。

#### (5) 栏杆机和地感线圈

栏杆机安装于通道末端，实现对通道车辆的拦截或是放行。同时有地感线圈埋设于栏杆下，用于感知车辆是否离开车道，进而控制栏杆的自动落下。地感线圈就是一个振荡电路，在地面上先造出一个圆形的沟槽，再在这个沟槽中埋入导线，就构成了一个埋于地表的电感线圈，这个线圈是一个振荡电路的一部分，由它和电容组成振荡电路，其原则是振荡稳定可靠，这个振荡信号通过车辆检测器连入控制服务器，当有大的金属物如汽车经过时，由于空间介质发生变化引起了振荡频率的变化（有金属物体时振荡频率升高），这个变化就作为汽车经过地感线圈的证实信号。

#### (6) 系统软件

系统软件主要由读写模块、控制模块、通信模块组成。读写模块负责系统与电子车牌之间的数据交换；控制模块负责逻辑控制和外部设备控制；通信模块负责系统与业务系统的数据交换。

### 3.1.2 电子车牌识别系统操作流程

系统采用循环读卡方式，即读写器一旦工作，就连续不断的读卡，自动识别进入车道的车辆，具体系统操作流程如图 3.2。

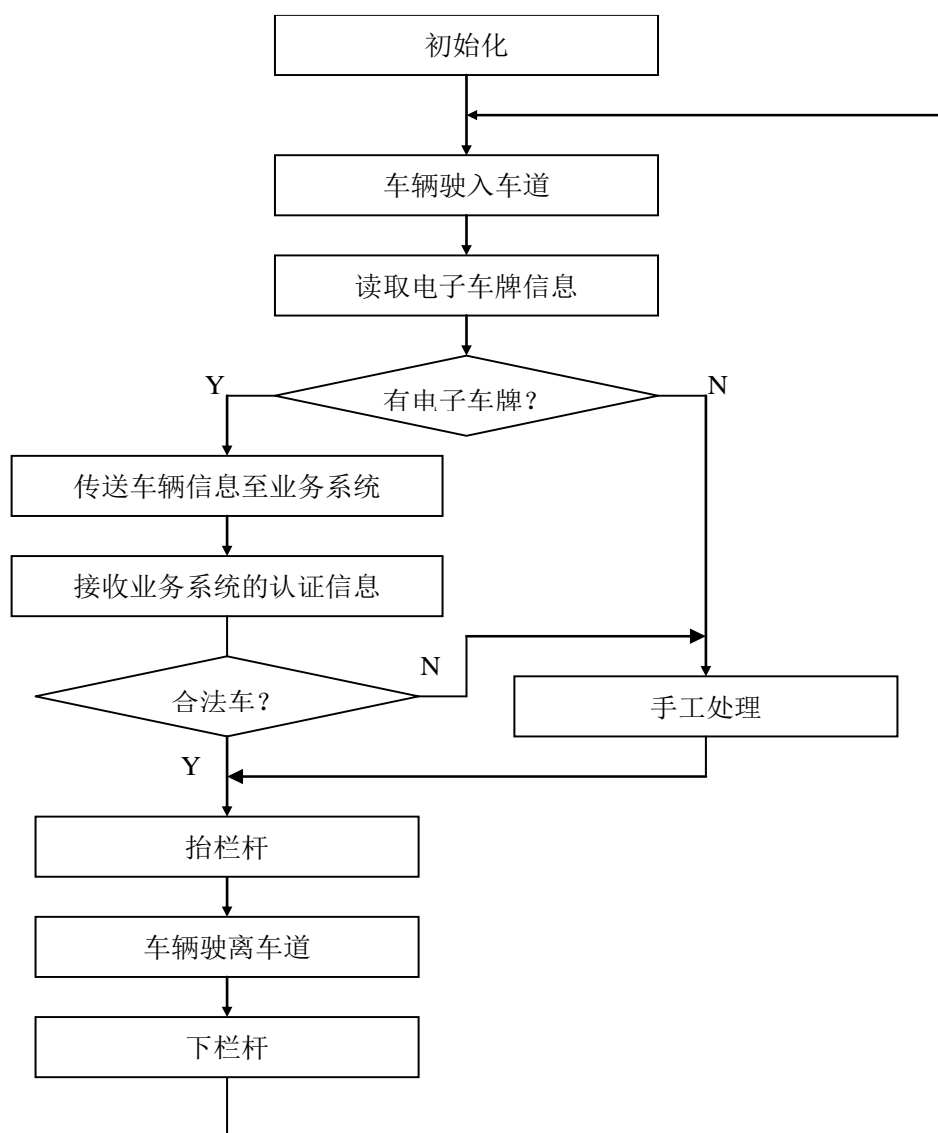


图 3.2 电子车牌识别系统操作流程

Fig. 3.2 Flowchart of electronic vehicle recognise system



当车辆进入车道后，读写器通过侧装天线获取到车辆电子车牌的信息，并将该信息送至工控机。工控机把获取到的电子车牌信息打包，通过网络传至业务系统对车辆的合法性进行验证，并等待业务系统返回认证信息。工控机接收到的信息如为合法车辆，工控机发出指令，开启栏杆自动放行；如为异常车辆，工控机保持栏杆闭合，并给出报警信号，等待操作员手工处理。操作员处理完后，由业务系统向工控机发出升栏杆指令，工控机开启栏杆放行。当车辆驶离车道，栏杆关闭，系统进行下一车辆的处理。

### 3.1.3 码头业务操作流程

电子车牌识别系统是集装箱码头大门业务操作的一个部分，现在以出口市入流程为例说明相关业务操作流程，具体业务操作流程如图 3.3。

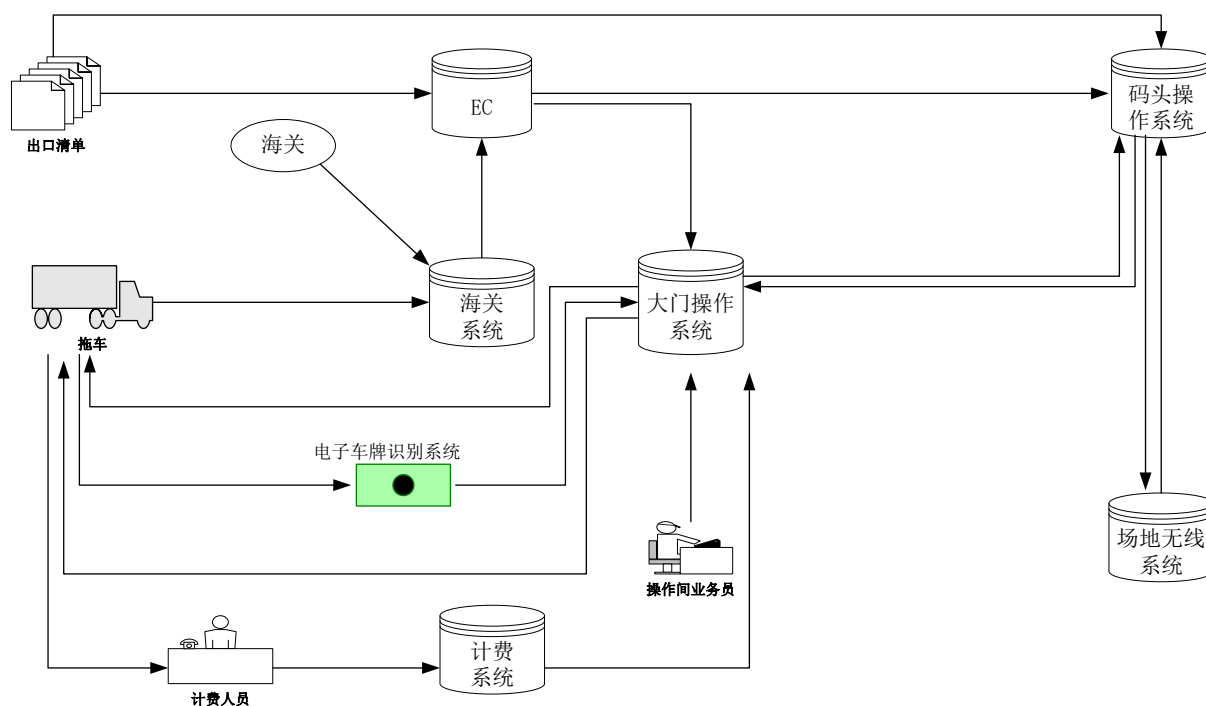


图 3.3 电子车牌市入业务操作流程

Fig. 3.3 Flowchart of in-gate operation used electronic vehicle number

在车至码头大门之前，出口清单通过 EDI 方式进入码头操作系统中。车至海关通道经海关审核放行后，至码头大门，同时海关将相关信息传至码头操作系统，这些信息将保存在大门操作系统中。车至码头大门后，通过电子车牌识别系统识

别出车牌号，通过在海关传至码头操作系统中的箱号与车号对应关系及识别出的车号，在码头操作系统中提取箱号，通过海关传至码头操作系统的信息获得放行信息，由大门操作间业务员手工核对系统箱号和实际箱号，由通道业务员进行验残和铅封查看，全部确认无误后，由大门操作系统将箱号、车号、车队代码传至码头操作系统，经过码头操作系统处理后，传回箱位信息至大门操作系统，由大门操作系统打印出收箱操作条，拖车司机拿操作条进港。

### 3.2 应用 RFID 技术的智能大门系统

由于电子车牌识别系统单纯是对进出集装箱码头大门的车牌信息进行自动识别，还没有实现其他必备业务数据的自动获取，因此无法实现无人大门的构想。在应用 RFID 技术的电子车牌识别系统基础上，如果将 RFID、OCR、DVR、Internet 和实时控制等先进技术与集装箱运输业务有机集成，以新技术改造传统的交通管理及监控方式，实现自动采集通过大门的集装箱车辆的车号信息、箱号信息、箱体残损信息，并将信息实时与企业内部的物流操作系统进行交互，自动生成业务指令和相关信息发送给运输车辆，实现多个设备和系统的工作时序的自动控制，从而建立智能化的道口监控及管理系统，实现集装箱大门的无人管理。

#### 3.2.1 系统架构

智能大门系统架构如图 3.4。

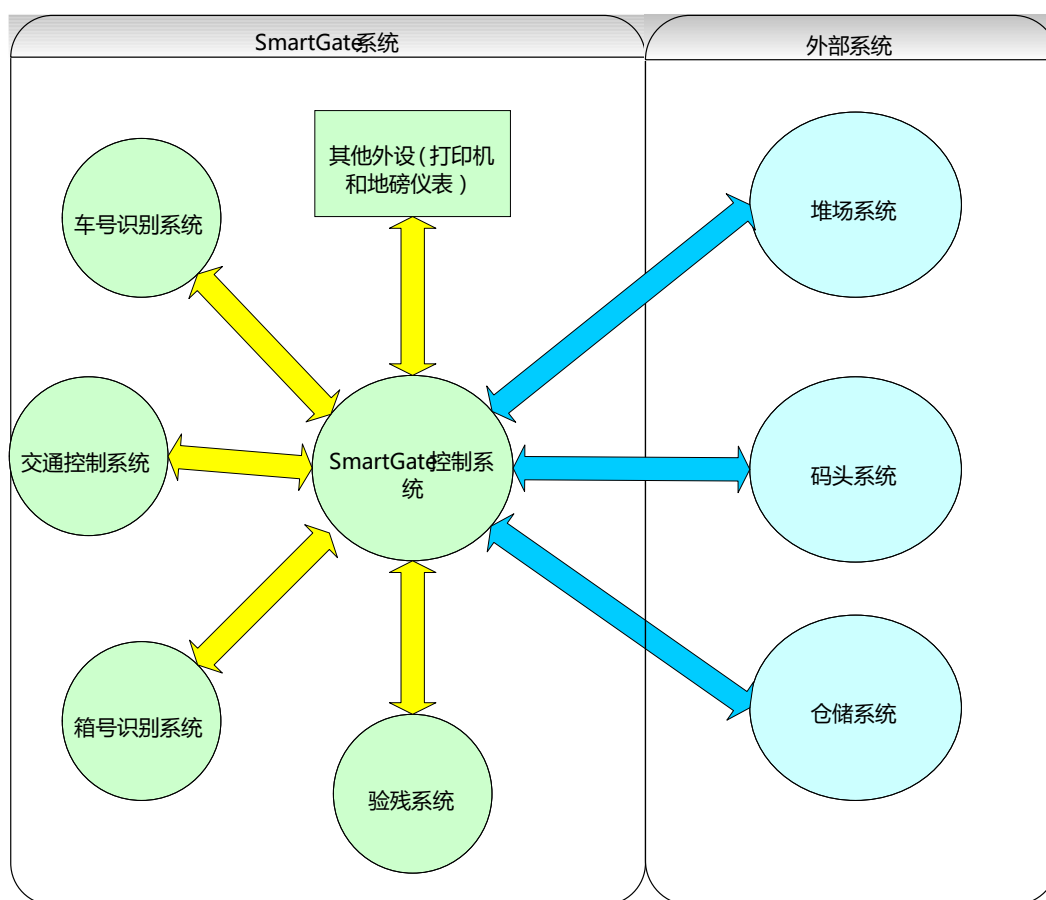


图 3.4 智能大门系统架构图

Fig. 3.4 Framework of smart gate

该系统主要由 SmartGate 控制系统、智能设备和辅助识别软件构成，从功能方面主要包括通道交通控制、箱号识别、车号识别、通道监控、辅助验残、铅封查看、通道对讲等，这些系统和功能可以根据客户的需求进行调整和组合。

### 3.2.2 硬件实现方案

智能大门系统中的车号识别系统采用的是 RFID 射频识别技术，属于非接触式的自动识别技术，在国内外均有大量成功应用案例。智能大门系统中的箱号识别、通道监控、验残等技术方案所用的摄像系统是采用微机技术、多媒体技术的新一代综合性摄像装备，该摄像系统在系统可靠性设计方面和新技术、新功能方面跟

踪国际同类产品，采用世界上最新的集成电路技术，是目前国际上功能较强、可靠性较好、性能价格比最高的图像采集系统。

为了实现 SmartGate 的目标，满足大门的业务需求，SmartGate 需要一些智能设备和辅助软件系统，具体如下：

### (1) 交通控制系统

每条通道的交通控制由通道 LED 指示灯、车辆检测器和道闸、地感、控制服务器及控制软件共同组成。

### (2) 箱号识别系统

集装箱箱号识别采用光学识别技术，全自动拍摄设置，可根据天气与环境的不同变化，自动选用合适的光学参数，能够识别符合标准或不符合标准的集装箱号码。可以一车一箱，也可以一车两箱。系统能自动识别出车辆装载的集装箱个数和箱型，并识别出各自的集装箱号码。

### (3) 车号识别系统

与电子车牌识别系统构成基本一致，同样是基于 RFID 技术，但是与其他系统有资源共用以及软件接口。比电子车牌识别系统改进的地方是电子车牌统一贴在车辆驾驶室前挡风玻璃中间上部，因此相对应所有的车号识别系统天线均由侧装改为顶装，这样很大程度上提高了车号识别率，有效避免了侧装天线引起的邻道干扰问题，天线安装如图 3.5。

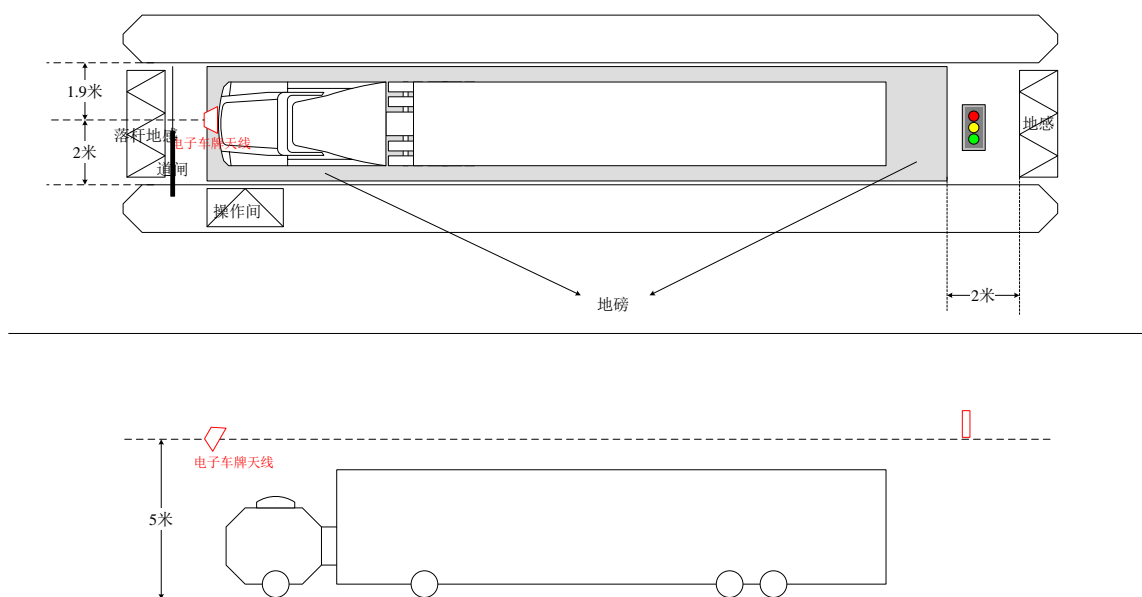


图 3.5 车号识别系统天线安装示意图

Fig. 3.5 Sketch map of antenna installation with vehicle number recognise system

#### (4) 通道 CCTV 监控

用来观察车辆在通道内的处理情况，如是否停在指定位置、是否倒车，系统处理后是否打印出操作条，查看车头顶部的车号，指导拖车司机进行相关操作等。

#### (5) 通道对讲

当系统处理出现异常时，室内操作人员可以通过双向对讲与通道内的拖车司机进行沟通，指导司机完成正确的操作。

#### (6) 验残系统

满足用户远程对集装箱箱体残损检验的要求，信息可通过网络传送给相关计算机，供检验人员调用和查看，验残信息可以长期保存并可随时查询。

#### (7) 铅封查看系统

满足用户远程对集装箱铅封检验的要求，通过通道中安装的两部高清摄像机获取集装箱箱门部分的图像，自动抓拍后将图片通过网络传送给相关计算机，供检验人员调用和查看，铅封检验结果可以长期保存并可随时查询。

### 3.2.3 控制系统主要功能

SmartGate 控制系统主要功能如下：

(1) 智能通道监控：实现对智能通道操作监控的启用和停止，并对某些异常情况在通道内进行修改和解决。

(2) 违规车辆管理：实现对所有违规车辆的查询、增加、修改和删除。

(3) 系统统计

① 流量监控：监视当前在场车辆情况、重车单小时通过情况、空车单小时通过情况。

② 异常分析：监视当前时间内的异常情况的内容。

③ 通道流量查询：通过时间段查询各通道车流量和箱流量等信息。

④ 通道识别率查询：通过时间段查询各通道的各项识别率。

### 3.2.4 码头业务操作流程

现仍以出口市入流程为例说明相关业务操作流程，具体业务操作流程如图 3.12。

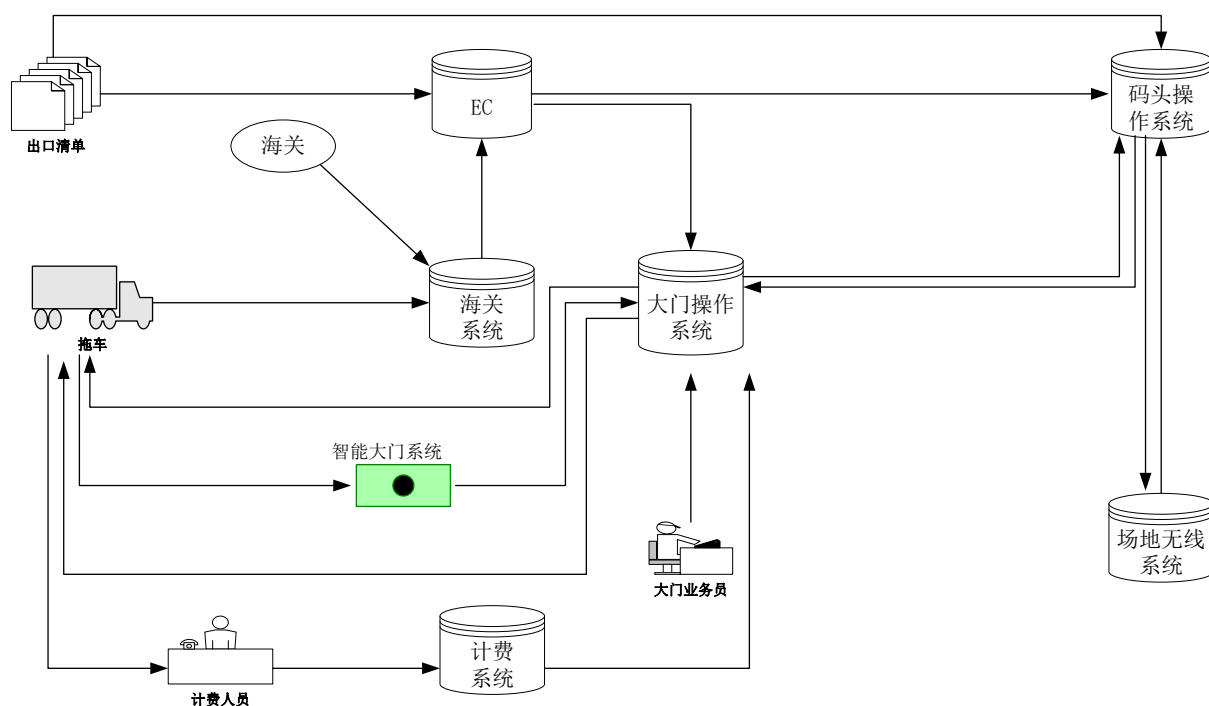


图 3.6 智能大门市入业务操作流程图

Fig. 3.6 Flowchart of in-gate operation in smart gate

在车至码头大门之前，出口清单通过 EDI 方式进入码头操作系统中。车至海关通道经海关审核放行后，至码头大门，同时海关将相关信息传至码头操作系统，

这些信息将保存在大门操作系统中。车至码头大门后，通过电子车牌识别系统识别出车牌号，通过在海关传至码头操作系统中的箱号与车号对应关系及识别出的车号，在码头操作系统中提取箱号，通过海关传至码头操作系统的信息获得放行信息，通过箱号识别系统获取箱号并与系统提取的箱号进行自动核对，由大门业务员远程查验箱体残损和铅封情况并返回系统，全部确认无误后，由大门操作系统将箱号、车号、车队代码传至码头操作系统，经过码头操作系统处理后，传回箱位信息至大门操作系统，由大门操作系统打印出收箱操作条，拖车司机拿操作条进港。

由此可见，智能大门系统的引入取消了通道业务员和操作间业务员，在集装箱码头大门不需要设置操作间，将智能设备分布在通道内的室外机柜中，后台设备以及输出显示集中到后端机房，由少量大门业务员兼顾全部通道，大大节省人工成本，同时增加系统自动核对、记录和备查，提高了全过程监控透明度和可靠性。

## 第 4 章 基于 RFID 技术的集装箱码头大门深入解决方案

RFID 技术在集装箱码头大门的应用不限于码头自身的使用，这些年来，全国各地海关和保税港也陆续采用了基于 RFID 技术的卡口系统。由于海关和码头采用相同的技术标准，所以关港信息联动方面得到良好发展。

### 4.1 海关对集装箱码头的监管要求

为规范海关对监管场所的管理，促进口岸经济又好又快的发展，《中华人民共和国海关监管场所管理办法》已于 2008 年 1 月 4 日经海关总署署务会议审议通过，自 2008 年 3 月 1 日起施行，大连海关结合海关总署 171 号令的要求，具体明确了港口发展的目标和改造的要求。

#### 4.1.1 硬件要求

##### (1) 电子地磅子系统

具有防尘、防污、防滑功能，整个设备具有防电击功能；

外形美观、结构合理、方便维修；

表面涂漆光滑，不能有杂质和砂粒，也不能有凹凸不平；

达到抗过载、耐冲击、防腐蚀、耐磨损、防潮湿等指标要求；

秤台有足够的刚度和强度，保证使用寿命在 10 年以上，钢结构件制造要符合 GB50505-95 国家标准；

称体所用钢材在组焊接前必须进行除锈处理去氧化皮、灰尘、油污渍；

结构组焊、主承载焊缝必须采用连续焊缝无气孔；

结构件上的孔，螺孔要求光整，无毛刺和棱边，不得用气割方式成形；

所用联结螺栓、螺母、垫圈、销子一定要符合国际规格；

##### (2) 集装箱号自动识别子系统

自动识别单个 20 呎、45 呎或一车两个 20 呎的正常箱体和超高箱体，根据要求也能识别 10 呎箱体；

保证能在白天强阳光直射、黑夜弱光条件下保持正常的识别率；

环境适应能力强，室外设备要有加热、散热、去雾、防雷等功能；



1000 标箱连续识别率应大于 95%；

识别速度小于 10 秒。

### (3) 电子车牌识别子系统

工作频率要符合国家无线电管理委员会的规定，并得到当地无线电管理部门的许可；

读写器无线电发射功率不能对周围其他通信设备产生干扰，不能对操作使用人员造成健康损害；

系统要有超强的抗干扰能力，不能出现邻道干扰；

识别卡无源使用。具有不可更改的唯一代码，一次性安装、防伪、防拆卸；

识别卡可开辟永久锁闭专用字区，也可自定义读写标准；

1000 辆车连续识别率大于 99%；

读写器：距离大于 7m，单卡识读 8Byte 时间小于 12ms，无线功率峰值功率小于 1w，平均功率 20-30mv；

识别卡：内存大于 1128Byte，擦写次数大于 100000 次，自由读写区 96Byte，寿命 10 年；

天线抗风压：145Km/H；

应与海关已运行设备及监管平台兼容。

### (4) 电子关锁子系统

物理锁/信息锁双重锁闭；

内置唯一 ID；

卡口联动控制；

异常开锁/破坏存储报警；

锁杆剪断报警（厢式货车电子锁）；

锁绳剪断报警（集装箱电子锁）；

手持机施/解封存储；

锁内数据存储读取；

长效大容量电池；

应与海关已运行设备及监管平台兼容。

#### (5) 电子闸门栏杆子系统

栏杆要有醒目示警颜色，并可根据需要选择适用的防撞安全装置，要有适应大流量车安全快速通行的多重自动保护功能；

能与红绿灯交通灯及声光报警器联动；

机座稳固、连接可靠；

起落时间：0.8-1.8 秒；

使用寿命：10 年。

#### (6) 卡口视频监控系统

系统图像：图像质量按五级损伤标准评定不低于四级，水平清晰度不低于 480 线，灰度不低于 8 级，信号电平值为  $1V \pm 3db$ ，信噪比不小于 40db，无故障工作时间大于 30000 小时；

室外摄像机：全天候 24 小时监控，水平分辨率彩色模式 480 线，黑白模式 570 线，自总追踪/自动白平衡控制/手动 R/B 增益控制，48 分贝信噪比，可以自动或手动切换彩色模式或黑白模式，F1.4 时彩色模式 0.14Lux，黑白模式 0.01Lux；

视频矩阵管理主机：以太网和 RS232 可选，8 个 RS232 端口可扩展至 32 个，紧凑的模块结构可随时升级，自动报警调用，基于 Windows 的多媒体管理软件；

数字硬盘录像主机：多画面显示，可作单/四/九/十六/大小画面分割显示，手动/自动轮巡，现场抓拍、多种录像方式选择，压缩码率可根据现场状态自动调节，保证画面清晰度，杜绝马赛克现象，能保持长的记录时间，在检索录像、抓拍图片、系统日志和报警日志时刻随时进行备份处理，报警技术处理采用移动侦测技术，可以动态调整其分析精度，可根据连接的不同客户端带宽动态改变网络传输时的码流。

#### (7) IC 卡门禁系统

符合 ISO14443 标准，支持 Type A/Type B 以及 Type A /B 协议，符合 ISO7816 标准和《中国金融集成电路（IC）卡规范》；

支持单张卡实现多种应用，每种应用的密钥相互独立，具有完备的加密与安全机制支持多种安全访问方式和权限；

数据完整性保证，通讯过程异常中断时，卡片内容可自动恢复，支持防冲突机制，非接触界面允许多张卡片同时进入；

适于恶劣工作环境，抗破坏和抗干扰能力强；

应与海关已运行设备及监管平台兼容。

#### 4.1.2 软件要求

##### (1) 联网方式

通过大连电子口岸通用数据传输平台与海关进行联网数据传输。该平台以通过网站直接访问或安装客户端两种不同的模式实现企业通过互联网向大连海关申报数据的功能。此项目的两种模式分别适用不同类型的企业，具体如下：

##### ① 通过网站直接访问（手动导入模式）

该模式下企业通过互联网访问大连电子口岸网站，使用大连电子口岸用户认证登陆大连电子口岸通用数据传输平台，按照海关规定格式申报数据报文，操作方式为用户手工选取报文逐个申报，用户可通过网站查询本企业用户的所有历史记录等相关信息。此模式适合报文数量不多的中小型企业。

##### ② 通过安装客户端访问（自动导入模式）

该模式下企业需要在本企业电脑中安装大连电子口岸提供的客户端软件，使用大连电子口岸用户认证登陆软件，按照海关规定格式申报数据报文，操作方式为将报文存放在指定目录下，由该软件自动传输到海关。此模式适合报文数量较大的大型企业。

##### (2) 数据传输要求

##### ① 报文格式约定

大连海关物流监控系统同外部系统的数据交换采用传输 XML 文件的方式进行。

##### ② 交互内容

集装箱码头应建立信息化管理系统，向海关提供码头作业信息、船舶动态信息、卡口集装箱采集信息、出口装船理货信息等，接收海关提供的进口允许提箱指令，电子放行（查验）指令、扣货指令、出口允许装船指令、允许出港指令，与海关物流系统的业务环节交互如下：

向海关实时传输出口货物及运输工具的作业情况(包括货物的堆存、位移、短倒、流转, 运输工具的靠泊、移泊、装船、离境等);

进口: 海关向港务部门发送允许提箱指令, 港务据此计费;

出口: 海关向卡口发送“电子放行或查验信息”, 港务部门凭以生成“预配船图”。货到卡口时港务部门凭海关信息入港, 卡口设备采集相关数据自动生成“卡口集装箱信息”, 与“电子放行或查验信息”核碰(海关提供核碰的业务逻辑规则或相关程序), 指示货物流向。同时“采集信息”反馈至海关物流平台, 与对应放行信息核碰后向港务部门发送“允许装船”指令。港务部门凭海关的“允许装船”电子指令自动生成“正式船图”, 组织相关作业;

理货公司在船舶离境后 6 小时内向海关发送理船信息。

### ③ 文件命名规则

文件名(46 位): 报文类型标识-进出口标志-GUID

扩展名(3 位): XML; 报文类型标识:

表 4.1 报文类型标识

Tab. 4.1 Tag of message type

序号	报文类型标识	报文类型描述	发送源	目的地
1	EIS	出口允许装船指令	海关	码头
2	GFI	卡口放行指令	海关	码头
3	DET	扣货指令	海关	码头
4	AOP	允许出港指令	海关	码头
5	PCP	码头集装箱作业信息	码头	海关
6	PSP	码头船舶动态信息	码头	海关
7	ELC	出口装船理货数据	理货公司	海关
8	GGC	卡口集装箱采集信息	码头	海关
9	REL	进口允许提箱指令	海关	码头

进出口标志:

表 4.2 进出口标志

Tab. 4.2 Tag of import and export

标志	描述
I	进口
E	出口
O	不能确定
R	报文回执

GUID 编码规则：

GUID 是一个 128 位长（16 字节）的数，形如 xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxxx。其中前 4 字节为随机数；5-8 字节为时间戳，记录了从 1490 年开始到该 GUID 的生成时间（低 16 位字在前，以分钟为单位），从而保证了时间上的唯一；9-10 字节与机器重启次数有关；最后 6 字节一般为该机器的网卡地址（如果这台机器没有网卡，则使用另一常数），从而保证了空间上的唯一。

约定 GUID 编码规则：采用全局 GUID 号编码规则，长度为 36 位长度，中间以中横线“-”分开，格式：xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxxx。

如：00F702EE-A196-47f8-A1E0-ACEB8F1E1321

4138D0FA-8B12-418e-9A90-7725D9C8A333

报文名示例：EIS-I-9ECBA3D8-CE84-449e-B620-4AA581248531.XML

#### ④ 报文格式说明

报文中的标签一律大写；

报文编码格式采用 UTF-8。

#### ⑤ 报文详细定义（略）<sup>[37][38]</sup>

## 4.2 如何应用 RFID 技术满足海关监管要求

根据海关 171 号令和具体监管要求，集装箱码头在采用智能大门系统的基础上，还需要实现与海关信息的互动，现仍以出口市入流程为例说明相关业务操作流程，具体业务操作流程如图 4.1。

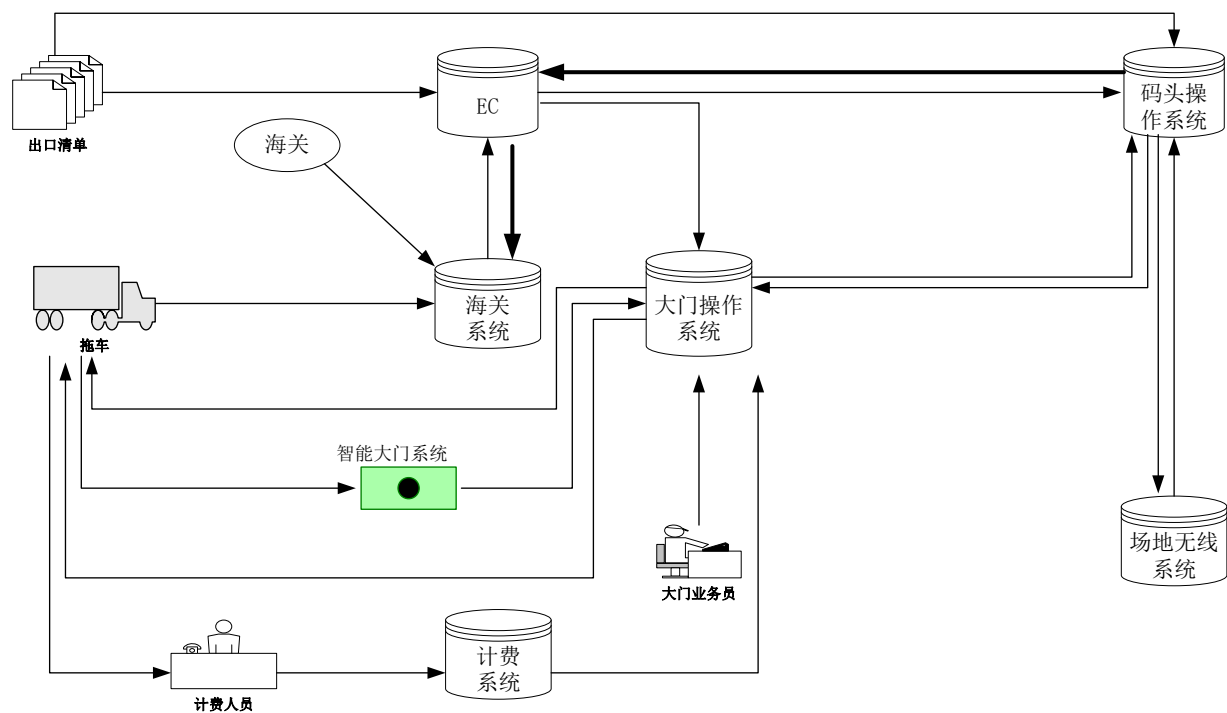


图 4.1 海关监管市入业务操作流程图

Fig. 4.1 Flowchart of in-gate operation with customs supervise

由上图可以看出，在正常业务流程基础上，增加了向海关返回信息的流程。具体流程为：海关向集装箱码头大门发送“电子放行或查验信息”，集装箱码头凭以生成“预配船图”。集装箱到大门时码头凭海关信息入港，大门设备采集相关数据自动生成“卡口集装箱信息”，与“电子放行或查验信息”进行比对校验，指示货物流向。同时“采集信息”反馈至海关物流平台，与对应放行信息核对后向集装箱码头发送“允许装船”指令，集装箱码头凭海关的“允许装船”电子指令自动生成“正式船图”，组织相关作业。

### 4.3 RFID 在集装箱码头大门深入应用的技术方案

#### 4.3.1 技术革新

无论是智能大门系统，还是根据海关要求实现的电子卡口系统，车号识别都是基于 RFID 技术，而箱号自动识别目前都是依靠光学识别技术。光学识别技术目前虽然可以达到 95% 以上的识别率，但是这个识别率提升空间很小，而且光学识

别配套设备投入相对 RFID 识别设备投入要高很多，因此如何改善集装箱码头大门的箱号识别技术日益引起关注。

2006 年 5 月，在第 105 届巴黎国际发明展览会上，上海国际港务集团副总裁包起帆带去的“集装箱电子标签装置”项目获得发明金奖。法国评委会主席预言，这项发明“将引发一场改变人类运输方式的革命”。

2008 年 3 月 10 日，世界上首条投入商业运营的集装箱电子标签航线在上海港正式开航，目的地是美国第四大集装箱港——萨瓦纳港，世界物流业的在线时代的革命将由此启航。

集装箱电子标签的芯片中几乎储存着集装箱的所有信息：货物名称、件数、起运港、目的港、船公司、货主等。安上电子标签的集装箱，好比有了“电子身份证”，港区的主控电脑也能清楚显示其来龙去脉，这样不仅能实现港区内信息快速传递，还能对物流全过程进行实时在线监控。工作人员在装箱点对标签内容进行首次读取后，该集装箱的所有信息，就能通过无线局域网或 GPRS/CDMA 公网上传至互联网。此后，带有电子标签的集装箱经过码头大门或由桥吊起吊装船时，固定读写器都会读取最新数据，并第一时间上传互联网，直至集装箱抵达目的地港口，货物移交到货主手里。在这一过程中，船公司、箱主、货主、港口、海关、商检等服务对象都可以在网上查询集装箱的实时状态。

集装箱电子标签的应用，对于集装箱码头大门而言，车号识别和箱号识别都可以通过采用相同技术和相同标准的射频识别技术实现。涉及两种标签如下：

(1) 集装箱电子标签：根据集装箱的寿命和工作环境要求，采用超高频无源 RFID 技术制造，放置在集装箱表面上，其标签工作时信号反射介质是金属，通常又称之为“金属标签”。

(2) 电子车牌：根据其工作的环境和使用要求，采用超高频无源 RFID 和陶瓷封装等技术制造，放置在车辆前挡风玻璃上，其信号反射介质是玻璃，该种标签所使用的是陶瓷材料，通常又称之为“陶瓷标签”。

这两种标签都采用符合 ISO 18000-6B 标准的芯片，读写器设备可共用，以建设减少成本，降低系统复杂度。

#### 4.3.2 安装方案

集装箱电子标签在集装箱上安装的位置非常重要，既要考虑不同大型集装箱起重机械对集装箱进行作业时，集装箱上的标签不被其它箱或吊具撞坏，又要考虑读写器天线的读取范围，还要考虑集装箱码头作业现场环境，兼顾各作业点（大门、堆场、岸桥、堆高机等）采集 RFID 标签数据的可靠性，以及 RFID 技术频段特性，因此一种方案是将集装箱电子标签安装在箱门的门楣中间位置。

为了在集装箱码头大门采用 RFID 技术同时实现车号识别和箱号识别，需要对天线安装方式进行详细测试。遵循在智能大门系统里的改进方案，天线仍然采用顶装的方式，可以有效避免邻道干扰。同时为了车辆通过大门通道时，能同时采集到集卡车电子车牌标签及单箱、双箱电子箱号标签的信息，前后设置两个顶装天线，两个天线间隔 14m 左右，使集卡车停止在地磅上时，正好离前后箱门水平方向约 1m 左右。



## 第 5 章 实际应用案例

前面主要阐述了 RFID 技术在集装箱码头大门的应用分析,主要有电子车牌识别、智能大门控制、关港联动和集装箱电子标签识别。下面以某码头智能大门控制系统为例进行实际应用案例分析和说明。

### 5.1 案例背景

码头初期投产 4 个泊位,设 1 个集装箱大门,大门集装箱车道数为 15 道。投产初期,大门进出港按 8 道进行装备,8 个通道分成 4 个进港通道和 4 个出港通道,另加 2 个大件通道。其后,视吞吐量增长情况决定其它通道的装备时间。到目前为止,15 个通道已全部投入使用。

### 5.2 案例分析

#### 5.2.1 系统设计原则

##### (1) 阶段性

由于码头生产管理涉众较广,资讯系统的建设是一个系统工程,在资讯系统规划、设计阶段应全面分析、总体考虑,实施时分阶段、分步骤进行。

##### (2) 安全性

保证系统数据处理的一致性,保证业务和数据不被非法侵用和修改伪造,保证数据不因意外情况丢失和损坏,提供多种安全检查审计手段。

##### (3) 准确性

通过周密的系统调研和分析,确保对业务要求的正确理解;通过规范的项目管理和严密的系统测试,保证系统业务处理的准确性。

##### (4) 可靠性

采用多种高可靠、高可用性技术以使系统能够保证高可靠性,尤其是保证关键业务的连续不间断运作和对非正常情况的可靠处理。

##### (5) 可扩展性

采用模块化的设计,保证今后码头业务拓展时,新增的应用系统或扩展的功能对现有系统影响最小。

(6) 实时性

保证实时完成大容量数据处理的时效性和系统的高性能，对业务提供并发处理支持。

(7) 易用性

系统应具有一致的、友好的客户化界面，易于使用和推广，并具有实际可操作性，使用户能够快速掌握系统的使用。

(8) 先进性

所选择的软硬件平台和整体方案必须是业界的优秀产品，并符合信息技术发展的趋势。先进性包括业务流程的先进性、技术的先进性、结构的先进性和设备的先进性。

(9) 适用性

整个 IT 系统的建设需求充分适应了该集装箱码头整体建设规模，并与港区内部管理需求和外部环境条件相适应。

(10) 开放性

系统具有开放性的体系结构，采用符合国际标准的技术和协议，系统可以灵活的升级和扩充。

### 5.2.2 系统结构和功能

该系统具体结构如图 5.1。

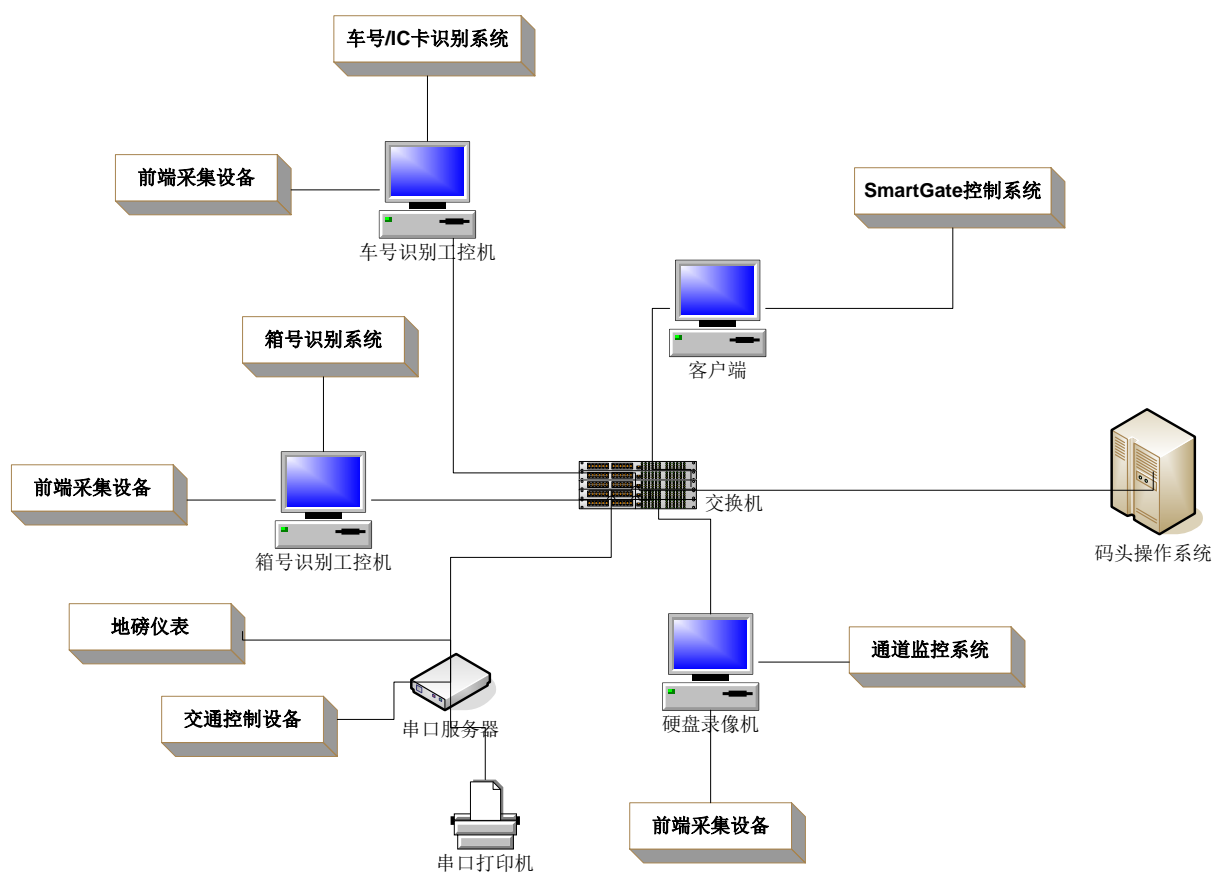


图 5.1 系统结构图

Fig. 5.1 Framework

该系统主要功能及界面如下：

(1) 智能通道监控：如图 5.2。

通道二 002

通道二—002—入港

停止监控

拖车号：

☒ 重车 ☐ 空车

车自重：

20000

kg

称重：

20000

kg

箱重：

0

kg

前箱号：

后箱号：

前箱型：

后箱型：

前箱残损：

NN

后箱残损：

NN

确定

关闭

图 5.2 智能通道监控

Fig. 5.2 Smart gate control

(2) 违规车辆管理：如图 5.3。

SmartGate控制系统 - [违规车辆列表]

权限信息管理 系统配置管理 业务配置管理 特殊通道处理 正常通道处理 停车场处理 系统统计 系统操作 窗口

增加

删除

修改

查看

删除

拖车号：

违规时间：

2005-10-27

Drag a column header here to group by that column

拖车号	违规时间	违规原因	违规描述	禁止入门时间开始	禁止入门时间结束
-----	------	------	------	----------	----------

图 5.3 违规车辆管理

Fig. 5.3 Management of vehicle got out of line

(3) 系统统计

① 流量监控：如图 5.4。



图 5.4 流量监控

Fig. 5.4 Monitor of output

② 异常分析：如图 5.5。

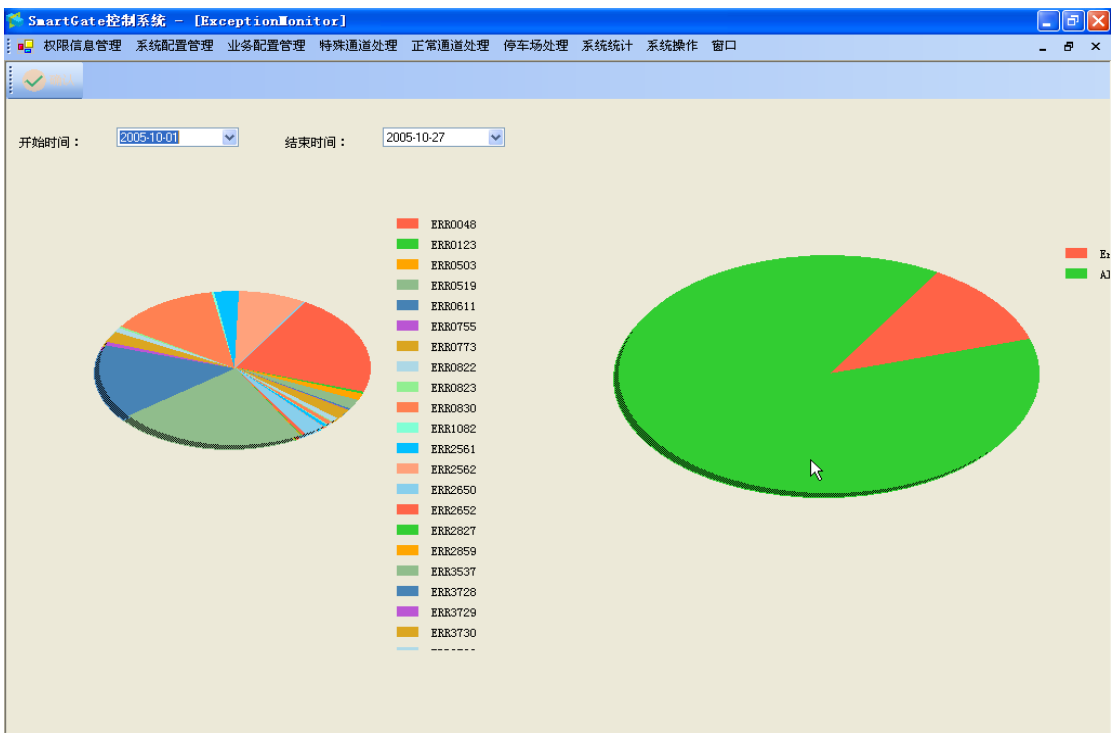


图 5.5 异常分析

Fig. 5.5 Analyse of abnormality

③ 通道流量查询: 如图 5.6。

SmartGate控制系统 - [通道流量查询]

权限信息管理 系统配置管理 业务配置管理 特殊通道处理 正常通道处理 停车场处理 系统统计 系统操作 窗口

开始时间: 2005-10-27 00:00:00 结束时间: 2005-10-28 00:00:00 箱尺寸: ALL 进出口: ALL

Drag a column header here to group by that column

通道类型	通道号	重车	空车	车总计	20箱	40箱	45箱	箱总计	TEU总计
IN	001	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	002	12	10	22	2	10	0	12	22
IN	003	8	9	17	0	8	0	8	16
IN	004	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	005	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	006	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	007	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	008	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	009	0	0	0	0	0	0	0	0
OUT	010	0	0	0	0	0	0	0	0
OUT	011	2	5	7	0	2	0	2	4
OUT	012	0	0	0	0	0	0	0	0
OUT	013	6	2	8	0	6	0	6	12
OUT	014	3	8	11	0	3	0	3	6
OUT	015	4	5	9	1	3	0	4	7
OUT	016	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	99	1	0	1	0	1	0	1	2
OUT	99	0	0	0	0	0	0	0	0

图 5.6 流量查询

Fig. 5.6 Query of output

④ 通道识别率查询：如图 5.7。



图 5.7 通道识别率查询

Fig. 5.7 Query of recognise ratio

### 5.2.3 案例问题分析

系统设计和实施过程中遇到一些关键问题，在逐一进行解决后，也积累了相应的经验，下面就三个主要问题进行详细分析。

#### (1) 拖车头部高度不同的问题

由于在本案例中使用的射频识别天线是定向天线，因此天线角度的调试十分重要。在方案实施过程中，一直借用拖车进行反复测试和调试，但是试运行时时仍是出现车号识别率较低的问题，经分析主要原因为码头自有拖车和外部拖车的拖车头部高度不同，之前测试一直使用的是码头自有拖车，因此造成天线角度对外部拖车覆盖有偏差。由于外部拖车高度也是不一，所以反复进行了多轮调试，最终调整到最优角度，使得识别率可以达到 99% 以上。

#### (2) 冬季低温的问题

由于本案例在大连，冬季最低温度有时 would 达到零下 30 度，而该案例中采用的方案是集装箱码头大门没有操作间，部分前端设备放置在通道安全岛上的室外机柜内。虽然对机柜采取了恒温措施，但是对于北方冬季的低温情况仍存在估计不足的问题，致使刚入冬的时候大门智能设备的整体稳定性有所下降。经过对机柜以及恒温装置的调整，该问题很快得到解决。

### (3) 自动抬落杆的问题

在系统投入稳定运行后曾出现因通道土建问题进行改造的情况，改造后的通道频繁出现自动抬落杆的问题。虽多次对地感线圈进行调整，但是均未能解决这个问题。最后判断为通道改造时地下埋有钢筋，这种金属物体对地感线圈产生了干扰，导致抬落杆信号不稳定。后对地下钢筋进行处理，彻底解决了该问题。

## 5.3 应用效果评价

该系统正式投入运行至今已经三年，系统运行平稳，应用该系统后达到如下效果：

- (1) 解决了传统集装箱大门手工作业通过效率低、数据准确性差的问题；
- (2) 实时查控、拦截非法车辆，避免人工作业引起的走私、箱货丢失等现象；
- (3) 实现集装箱大门全自动化管理，改善用户服务品质；
- (4) 实时采集并交互信息，真正实现数据实时刷新和关港联动；
- (5) 为实现整个运输过程的全程监控提供完整、实时的信息；
- (6) 自动实时记录通过大门的车、箱信息并长期保存，便于监管和查询；
- (7) 遵循了系统设计原则并达到了系统设计目标。

下面以其中五条通道的抽样数据为例说明系统运行情况：

8、9 号通道为空车入港通道，10、11、12 号通道为重车出港通道。通过对上述通道连续一周的识别率、通过时间进行统计，车号识别率平均值在 99% 以上，箱号识别率平均值在 96% 以上，空车入港通道平均通过时间有 95% 以上在 30 秒以内，超过 30 秒的大部分为码头操作系统返回信息时间过长，重车出港通道平均通过时间有 95% 以上在 30 秒以内，详见图 5.8。



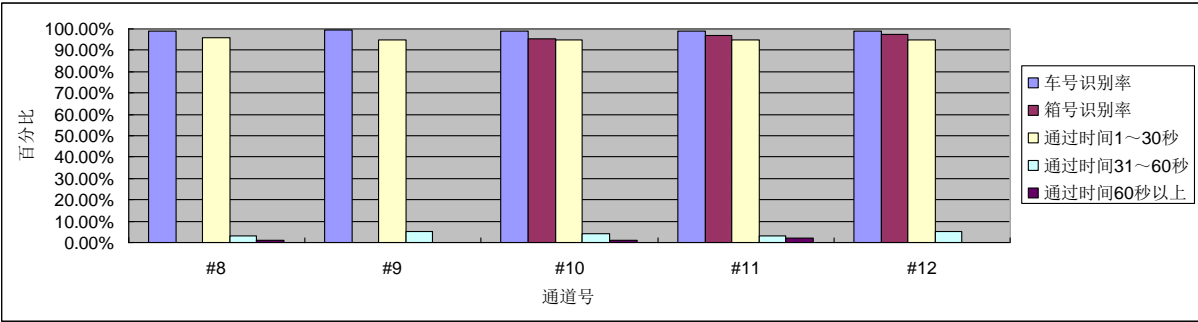


图 5.8 运行情况统计

Fig. 5.8 Stat. of function

同时智能大门系统应用可以大大提高大门通过效率，具体性能比对如表 5.1。

表 5.1 智能大门与传统大门性能比对

Tab. 5.1 Smart gate vs. tradition gate

性能比对	传统大门	智能大门
正常情况下系统处理性能	重车入港：90~180 秒/车 空车入港：90~300 秒/车 重车出港：60 秒/车 空车出港：30 秒/车	重车入港：60 秒/车 空车入港：30 秒/车 重车出港：30 秒/车 空车出港：15 秒/车
识别速度	车号识别：人工录入 箱号识别：人工录入	车号识别：<0.5秒 箱号识别：<5 秒

由此可见，RFID 技术在集装箱码头大门的应用可以大大提高码头大门通过效率，实现多个设备和系统的工作时序的自动控制，实现港口作业过程自动核对，实现港区内信息快速传递，节省人工，降低总体投入成本，提高了全过程监控透明度和可靠性，从而实现了智能化的大门监控及管理。

## 第 6 章 结论与展望

通过对 RFID 技术在集装箱码头大门的深入应用分析，我们可以看到 RFID 技术与物流行业结合十分紧密，发展前景十分广阔，但也存在着技术和标准等方面的发展瓶颈。

### 6.1 研究结论

RFID 技术在集装箱码头智能大门的应用有很多好处，但是推广应用中也遇到了不少挑战，主要表现在成本、标准、精确度与应用模式等方面。主要表现在下面几个方面：

(1) 标准化问题：虽然国际频率规划的主流趋势还是一致的，标准化工作正在逐步推进和完善，但是目前标准化问题仍然制约着 RFID 技术的发展；

(2) 价格问题：RFID 系统不论是标签、阅读器和天线，其价格都比较昂贵。在新的制造工艺没有普及推广之前，高成本的 RFID 标签只能用于一些本身价值较高的产品；

(3) 技术制约问题：特殊物体的标签无法正常工作，可靠性有待提高，识别率无法达到 100%；

(4) 人员失业和信息安全问题：企业采用射频识别系统后，原来由手工完成的工作将有很多被该系统取代，其衍生而来的问题就是将有许多劳工面临失去工作的危机。同时 RFID 的大规模应用还会涉及到隐私保护以及安全问题，目前的 RFID 技术要想在对信息有保密要求的领域展开应用还存在着障碍。

### 6.2 未来展望

虽然在 RFID 应用推广进程中存在诸多问题，但是这项技术还是被广泛地采用并不断地完善，其潜在的商用价值将逐渐发挥出来，尤其是其在供应链管理上的潜在价值被越来越多的人所认识。

随着集装箱运输的快速发展和“安全贸易计划”（包括集装箱安全计划、海关贸易伙伴反恐方案、商业营运安全计划、货物 24 小时提前申报、智能性安全贸易

通道等)工程的逐步实施, RFID 系统会在各个国家和地区的口岸、港口逐渐建立起来, RFID 技术将给集装箱运输带来新的亮点。

由于基于 RFID 技术的电子标签能改变过去集装箱运输中通用的手写填单方式, 对于国际上广泛发展的集装箱多式联运而言, 如果在铁路、公路、水运各个环节都合理设置阅读器, 将实现对集装箱和车辆信息的实时采集, 从而使集装箱的运输追踪成为可能。

同时如果采用基于 RFID 技术的集装箱电子封条, 将能够实现对运输过程中集装箱货物状态和运输信息的有效监控和实时管理, 船公司、箱主、货主、港口、海关、商检等服务对象都可以在网上查询集装箱的实时状态, 真正实现全程透明管理。

由此可见, 随着 RFID 技术的推广应用, 将大大提高供应链信息流的透明度和实时性, 从而提高整体供应链管理水平, 做到整个供应链的高效、增值、低成本。

更为重要的是, 它给企业带来的不仅仅是一种新的技术, 而是业务模式的变革, 在每个变革后面都存在着很多机会和挑战。

## 参考文献

- [1]Goodrum. Paul M. , McLaren. Matt A. , Durfee. Adam. The application of active radio frequency identification technology for tool tracking on construction job sites. Automation in Construction. 2006, 15(3): 292-302.
- [2]Thevissen. Patrick W. Implantation of an RFID. tag into human molars to reduce hard forensic identification labor. Forensic Science International. 2006, 159(5): S33-S39.
- [3]L. Frisk, J. Jarvinen, R. Ristolainen. Chip on flex attachment with thermoplastic ACF for RFID applications. Zoology. 2003. 106(3): 169-171.
- [4]Coyle , Karen . Management of RFID in Libraries . The journal of Academic Librarianship. 2005, 31(5): 486-489.
- [5]Harry K. H Chow, King Lun Choy, W. B. Lee, K. C. Lau. Design of a RFID case-based resource management system for warehouse operations. 2006, 30(4): 561-576.
- [6][http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4445\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4445_1.html)
- [7][http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4627\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4627_1.html)
- [8][http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4001\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4001_1.html)
- [9][http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4273\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n4273_1.html)
- [10][http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n3642\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n3642_1.html)
- [11]计仕. EPC 在货运中采用通用电子标签. 世界标准信息, 2006, 7: 119
- [12]土忠敏. EPC 技术基础教程. 北京: 中国标准出版社. 2004.
- [13]赵虎. 电子标签: 中国集装箱物流的“点金石”. 金卡工程. 2006, (3): 41.
- [14]秦固, 贾传炎. RFID 在集装箱运输中使用的关键问题. 世界海运 2005, 28(6): 24-26.
- [15]Chen Jie. China Containerization Development---Container Lines Transport. CONTAINERIZATION, 2005(11): 10-16.
- [16]Chen Jie . China Containerization Development — — Port Service. CONTAINERIZATION. 2005(12): 23-26.
- [17]李晓光. 萨维网络开发集装箱 RFID. 集装箱化. 2006, (4): 8.
- [18]包起帆. “两港一航”集装箱电子标签系统的应用示范研究. 集装箱化. 2006, (2): 1-10.
- [19]包起帆. “两港一航”集装箱电子标签系统的应用示范研究. 集装箱化. 2006, (3): 1-9.
- [20]包起帆. “两港一航”集装箱电子标签系统的应用示范研究. 集装箱化. 2006, (4): 1-8.
- [21]<http://rfidinfo.tom.cn/case/asset/200612/6043.asp>

- [22][http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n407\\_1\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n407_1_1.html)
- [23]彭传圣. 信息技术在集装箱码头上的应用. 集装箱化, 2005, (11):21-23
- [24]Strassner, M., Fleisch, E. The potential impact of RFID on Supply-Chain-Management. Wirtschaftsinformatik, 2005, 1(47):45-54
- [25]包起帆. 集装箱电子标签应用. 上海海事大学学报, 2006, (4):62-67
- [26]Frank Arendt. The potentials of RFIDs in container transport. ISL Institute of Shipping Economics and Logistics, 2006, 5
- [27]ABIresearch. Electronic Container Tracking White Paper. 2004, [www.abiresearch.com](http://www.abiresearch.com)
- [28]彭大明, 姚振强, 谢云. 电子标签与集装箱物流信息化. 机械设计与研究, 2005, 21(2):32-34
- [29]包起帆, 李建华, 张文渊. 国内外港口集装箱智能标签技术的发展和现状. 起重运输机械, 2005, (12):1-5
- [30]孔祥文. RFID 在海关监管工作和检验检疫领域中的应用. 金卡工程, 2006, (2):25-26
- [31]金楠, 万晓霞, 柯贤文. 电子标签在集装箱循环使用中的应用. 包装工程, 2006, (4):146-148
- [32]信息产业部. 关于发布 800/900MHz 频段射频识别 (RFID) 技术应用试行规定的通知. 2007
- [33]宋起柱. RFID 技术及电磁兼容研究. <http://www.rfidworld.com.cn>
- [34]中国信息产业部无线电管理局. 中国自动识别技术. 2007-8-30
- [35]IDtechEX
- [36]IDtechEX
- [37]中华人民共和国海关总署 171 号令. 中华人民共和国海关监管场所管理办法. 2008
- [38]大连海关. 在大连海关监管工作会议上的讲话. 2008

## 攻读学位期间公开发表论文

[1] 宋继颖, 范海燕, 庞德群, 张燕. RFID 技术在集装箱码头大门关港联动的解决方案, 《RFID 技术与应用》, 2008 年第 10 月号。

## 致 谢

在研究生学习期间，导师李向文副教授从学习及科研等方面给予了我很大的帮助与启迪，并在论文立题、研究及完成中给予了我悉心的指导。导师渊博的学识使我受益匪浅，严谨的治学态度、一丝不苟的钻研精神和宽以待人的品格给我留下了极为深刻的印象，谨此对敬爱的导师表示深切而诚挚的谢意！

学习期间，同窗好友范海燕、庞德群、张燕等也给予了我无私的帮助，我们共同进行技术交流和探讨，学习上得到了你们许多的帮助，在此表示衷心的感谢！

感谢我的同事王强、朱志刚、石永传、史学涛、刘艳、曹阳，是你们给了我许多技术上的指导和帮助，为我论文的撰写提供了很多中肯的建议和有益的帮助，在此表示衷心的感谢！

我要向我的父母致以深深的谢意，还要感谢所有帮助过我的朋友。这些年的求学历程，都是在你们的关爱下度过的，是你们的关心、理解和支持使我满怀信心地度过了研究生生活。

最后，问候百忙之中抽出时间评阅的老师 and 参加论文答辩的老师，并向你们表示深深的谢意！

## 研究生履历

姓 名	宋继颖
性 别	女
出生日期	1976 年 7 月 3 日
获学士学位专业及门类	工学
获学士学位单位	大连海事大学
获硕士学位专业及门类	工学
获硕士学位单位	大连海事大学
通信地址	大连市中山区港湾街 7 号时代大厦 801 室
邮政编码	116001
电子邮箱	songjy@plt.net.cn