

基于 RFID 的集装箱追溯管理方案

1. 系统概述

1.1. 系统背景

随着经济全球化的步伐进一步加快，国际贸易快速发展，集装箱运输以其高效、便捷、安全的特点成为交通运输现代化的重要形式。根据海关的统计，世界上 90% 的货物由集装箱运输，在美国，差不多一半的进口货物（按价值计算）是使用集装箱船运抵的。每年约有 700 万 TEU 的集装箱货物在美国各港口卸货。但是，随着世界海运的发展，对货物运输的实时性、可控性和安全性的要求越来越高，现在集装箱运输系统存在的缺陷，如无法实现实时作业、无法随时获知货物的情况、无法实时确定集装箱在整条供应链中所处的位置等，也越来越多地制约了世界海运的蓬勃发展。



图 1 港口集装箱

1.2. 现状及分析

传统的集装箱管理主要依赖人工管理，集装箱的运输过程仅依靠一些人工、半人工的记录方式进行跟踪，集装箱当前所处的地点、状态、以及到达的时间等信息都不透明，集装箱丢失、非法开启、货物丢失、延误等情况时有发生，给货主和物流企业带来的巨大的损失，也成为了集装箱物流发展的瓶颈。

基于 RFID 的集装箱追溯系统，可以实时记录集装箱运输中的箱、货、流信息，以及监控相关的安全信息，并结合全球网络环境实现集装箱物流的全程实时在线监控，以提高集装箱物流整个过程的安全度和透明度，提高集装箱物流的生产效率和安全，从而提升集装箱物流的整体水平。

2. 系统介绍

2.1. 系统原理

在集装箱箱体外部和内部货物均加装多个有源 RFID 标签，工作可靠性高，信号传送距离远，结合 GPS 技术后，能在集装箱状态发生变化时实时将状态变化发生的时间、地点以及周围的环境信息上传到货主或管理人员的管理系统上，实现集装箱的实时跟踪。

I 标签分类

RFID 标签分为集装箱标签和和货物标签，其作用分别如下：

集装箱标签采用具有 RFID 铅封作用的标签，其安装在集装箱的门上，当集装箱打开时，RFID 的标签状态将发生变化，并即时将状态信息发送给读写器进行报警通知。

货物标签贴附在集装箱内的货物上，作为货物的 ID 标识。

集装箱和货物与电子标签进行 ID 标识，将标签数据信息录入数据中心，对集装箱和货物实行全程实时在线监控，集装箱物流链的所有节点可随时在系统中查询物流信息，合法和非法开箱的时间和地点均能准确记录并在系统中实时显示，包括集装箱信息、货物信息、装/卸车信息、箱运的信息、查验信息、开/关箱门的时间、地

理位置、状态、物流信息都能即时查询，且能实时地传给远在千里之外的后台管理系统。发货人通过后台管理系统，就可以实现集装箱和货物的追踪，了解集装箱和货物的及时方位、状态和安全状况。

2.2. 系统结构

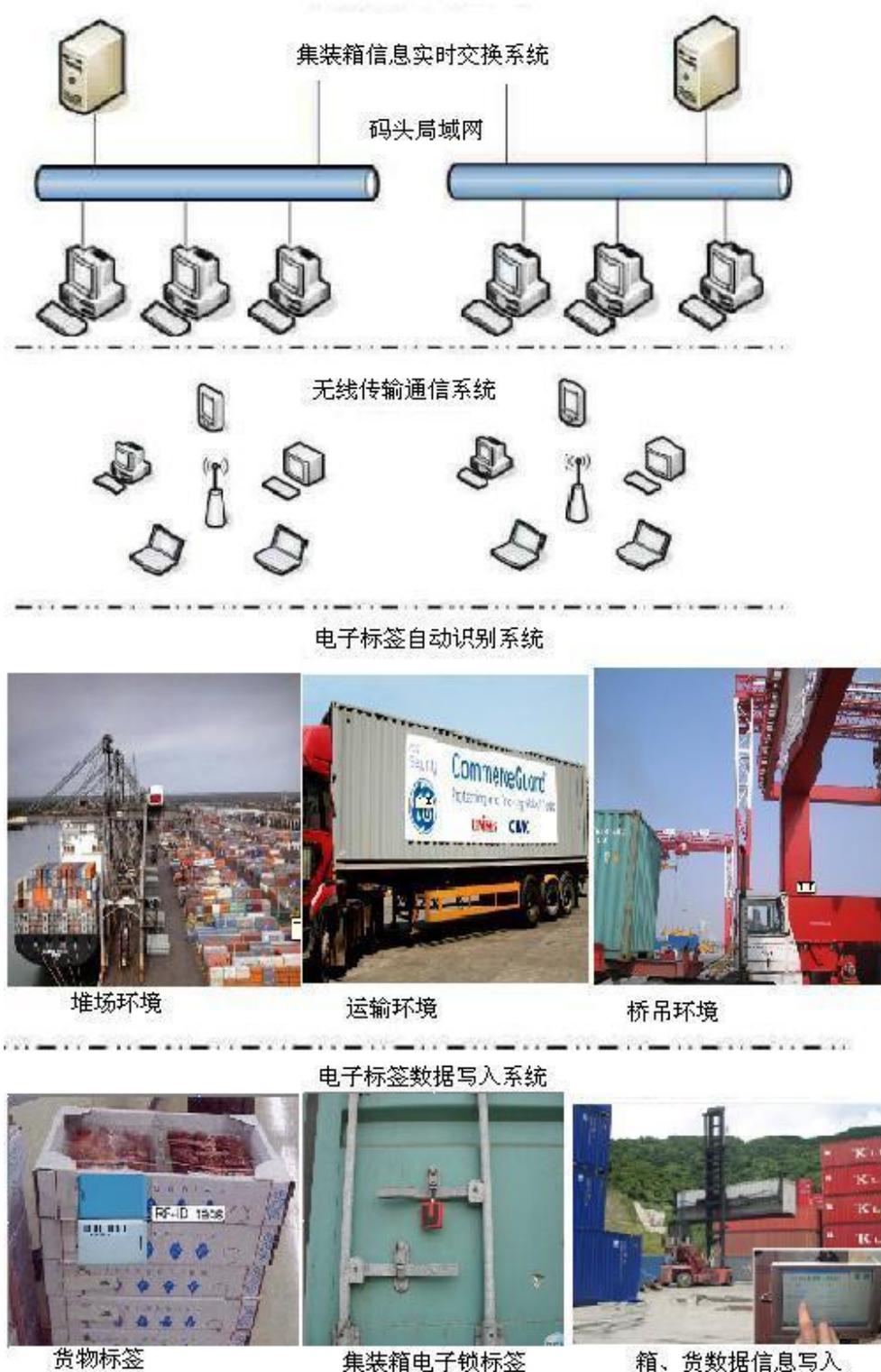


图 2 系统结构图

本系统主要有四个部分组成，首先在装拆箱的各个点将集装箱信息、货物信息等数据与电子标签进行 ID 标识并录入系统数据中心，然后在集装箱经过的场所(车船、桥吊、堆场、道口)通过固定或手持的 RFID 读写器进行读写，然后通过无线通讯系统进行信息传输，最后经过信息实时交换系统进行数据处理和交换，同时通过管理系统提供给用户进行查询监控。

2.2.1. 电子标签数据写入系统

电子标签数据写入系统是整个系统的第一步操作，在装箱点将各货物进行贴标 ID 标识，并将集装箱号、货物名称和数量等货物信息与电子标签一一对应，信息录入系统。货物装箱完毕后，将集装箱号、货物信息等与集装箱标签相对应，集装箱挂电子封条标签。结合 GPS 技术，可将 GPS 地理信息也录入系统。

电子标签数据写入系统的基本配置为：集装箱电子标签、货物标签、集装箱电子封条、电子标签读写器、电子标签信息录入设备等。

2.2.2. 电子标签自动识别系统

电子标签识别系统是整個应用系统的基础，主要完成集装箱、货物信息的实时采集和自动识别。分布在集装箱运输经过的各个关键环节和运输车辆上的 RFID 识别系统，通过识别和采集将集装箱的位置和状态信息、货物信息实时发送给信息实时交换系统。

电子标签自动识别系统的基本配置为天线和读写设备，天线和读写设备可安装在通道口、堆场等场所、运输车辆上和桥吊、门机等设备上，读写器可以实时采集集装箱电子标签和货物标签在车辆运输中的信息，并通过数据接口用有线或无线的传输方式与集装箱管理系统进行数据交换，实现集装箱和货物的自动识别和实时管理。

2.2.3. 无线传输通信系统

无线传输通信系统是连接上级和下级的中间桥梁，它主要负责将前端 RFID 系统采集到的集装箱和货物数据信息无线传输并无缝接入到后端集装箱信息实时交换系统中，进行数据的交换和处理，并及时将后台处理结果及指示传递给前台进行操作和执行。

RFID 系统将采集到的集装箱和货物信息可以通过港口无线局域网将数据上传到后台系统服务器，在运输过程中，结合 GPRS 技术对集装箱和货物实行全程实时在线监控，合法和非法开箱的时间和地点均能准确记录并实时上传给系统服务器，包括集装箱信息、货物信息、查验信息、开/关箱门的时间、地理位置、状态等。

2.2.4. 集装箱信息实时交换系统

集装箱信息实时交换系统主要完成后端对集装箱信息的实时处理和管理，并进行数据和因特网数据的交换，实现起运点到目的点之间的集装箱信息和货物信息的实时交换以及相关的电子数据交换。

2.3. 系统工作流程

针对集装箱从堆场运输到港口的特点，从集装箱装箱点、装车、运输、拆箱检查点、卸车到港口，确定应用集装箱工作流程。主要反映的是集装箱在空间上的转移，空集装箱最初存放在空箱堆场，由拖车运到货主仓库装箱，装货物后，载货箱由运输卡车运到始发港，到港前可能需要拆箱检查。

2.3.1. 装箱点

读写器对集装箱和货物进行标签 ID 标识，将标签号、集装箱号、货物名称和数量等数据信息录入系统服务器数据中心，选择 GPS 地理位置。对装完货物的集装箱关上箱门并挂上电子封条标签，读写器识别标签并将状态信息上传至服务器。



2.3.2. 运输过程

当挂有电子封条标签的集装箱装满贴有标签的货物后，运输卡车在运往集装箱港口的过程中，安装在卡车上的读写器自动读取集装箱电子封条标签和货物标签。运输过程中主要实现以下功能：

- 1) 识别货车内的货物标签，统计货物标签的数量，当货物标签减少或丢失时，读写器将自动报警；
- 2) 识别集装箱电子封条标签，当运输过程中集装箱门异常打开或电子封条异常打开时，集装箱电子封条发送打开状态信息，读写器自动报警。



图 4 运输过程集装箱、货物状态信息实时上传

2.3.3. 拆箱查验

在拆箱查验点，查验者确认集装箱的安全状态后，授权打开标签，拔出标签上的钢栓开箱门，读写器自动

识别标签并将开箱门的时间和地理位置（结合 GPS 定位器）等动态信息主动上传至服务器，物流信息显示在网页上，查验结束后关上箱门，在授权状态下将钢栓插入标签完成挂标签。

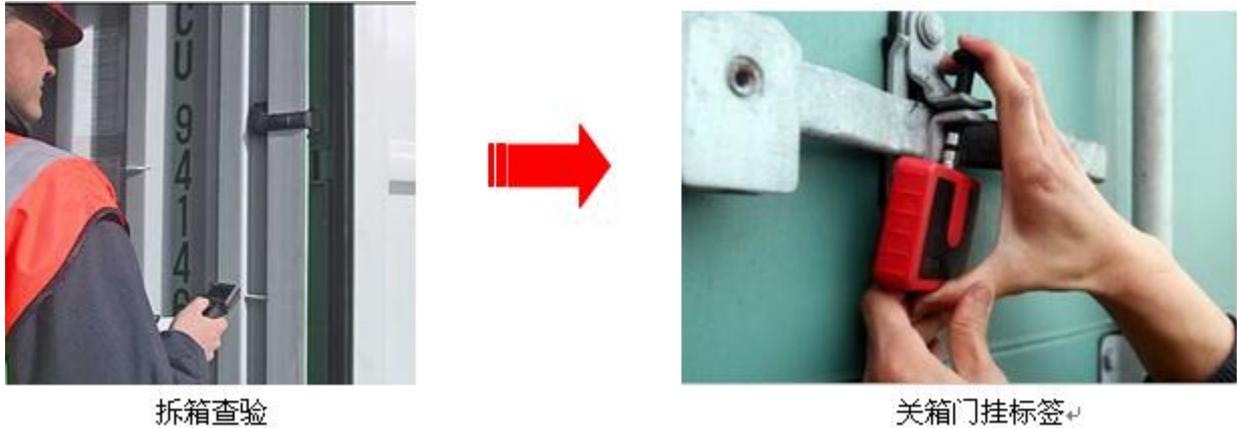


图 5 拆箱查验

2.3.4. 到达港口卸车

当装有电子标签的集装箱卸车时，安装在卡车上的固定式读写器自动读取集装箱标签和货物标签信息，并将集装箱的安全状态和货物的动态信息上传至服务器。若卸货完时还能识别货物标签则表示货物未卸完毕，读写器通知系统持续卸货。

2.4. 系统功能

该系统功能主要有集装箱物流信息实时传递和集装箱安全信息实时传递两部分。

2.4.1. 集装箱物流信息实时传递

I 集装箱信息

集装箱标签可以实时发送集装箱状态、装卸车信息和箱运信息等动态信息给读写器，读写器上传数据信息至服务器，实现集装箱信息的实时传递。

I 货物信息

货物标签实时发送货物状态信息给读写器，当出现货物丢失和货物不匹配时，读写器自动进行报警通知，整个运输过程中货物信息实时传递。

I 运输信息

结合 GPS，可实现集装箱物流链中箱、货和物流整个运输信息的实时传递。

2.4.2. 集装箱安全信息

I 开关箱时间

集装箱标签采用 RFID 铅封技术，当集装箱打开和关闭时，RFID 的标签状态发生变化，并即时将状态信息发送给读写器进行报警通知，系统可实时获取开关箱时间。

I GPS 定位信息

结合 GPS 定位器，可将开关集装箱操作时的地理位置实时上传至后台系统，便于管理人员监控和查询。

I 箱的温度、湿度等物理信息

集装箱标签可设计温度传感器，实时发送箱体内的温度信息，便于管理者监控和查询。

2.5. 系统特点

基于 RFID 的集装箱追溯系统具有如下特点：

- l 系统自动监控集装箱门的开关状态，实现集装箱的自动化监控及防盗；
- l 系统自动跟踪货物信息，跟踪货物状态，避免货物丢失、遗漏或错误；
- l 系统具有识别距离远、可靠性高，适用各恶劣工作环境；
- l 系统实现集装箱方位、状态和安全状况实时跟踪；
- l 系统可大大提高集装箱物流的生产效率和安全性。

2.6. 其他应用领域

- l 仓储物流管理；
- l 烟草物流仓储管理
- l 零售业库存配送管理
- l 大型企业物料成品仓库管理
- l 机场托运货物分类和配送管理
- l 港口、码头集装箱货物管理等相关类型应用

3. 硬件设备选型

产品图片	型号	性能	用途
	有源标签 NFC-2433 NFC-4332	<ul style="list-style-type: none"> l 频率： 2400MHz~2483MHz 391MHz~464MHz l 超低功耗、使用寿命长 l 空中防冲突性能好，可同时存在500 张以上标签 l IP68防护等级 	货物标签
	RFID 电子封条	<ul style="list-style-type: none"> l 频率： 2400MHz~2483MHz 391MHz~464MHz l 超低功耗、使用寿命长 l 具有防拆报警特性 	集装箱标签
	有源 RFID 读写器 NFC-2412 NFC-4311	<ul style="list-style-type: none"> l 频率： 2400MHz~2483MHz 391MHz~464MHz l 小巧美观便于安装 l 可实现全方向读取标签 l 优秀的防冲突性能 l 通信距离远，接收灵敏度高 l 优越的距离可控性 l 标配多种通信接口，用户可自由选择 	识别 RFID 标签

	<p>吸盘天线</p>	<ul style="list-style-type: none"> 频率范围: 2400MHz~2483MHz 增益: 2dBi IP65防护等级 采用强力磁铁吸附 	<p>连接读写器</p>
	<p>吸盘天线</p>	<ul style="list-style-type: none"> 频率范围: 391MHz~464MHz 增益: 3dBi IP65防护等级 采用强力磁铁吸附 	<p>连接读写器</p>
	<p>有源定向读写器 NFC-2421 NFC-4321</p>	<ul style="list-style-type: none"> 频率: 2400MHz~2483MHz 391MHz~464MHz; 一体化封装便于安装 优秀的防冲突性能 定向实现远距离读取标签通信距离远, 接收灵敏度高 优越的距离可控性 标配多种通信接口, 用户可自由选择 	<p>识别 RFID 标签</p>
	<p>手持机</p>	<ul style="list-style-type: none"> 频率范围: 2400MHz~2483MHz 391MHz~464MHz; WinCE6.0 操作系统 4400mAh 电池容量 RFID 或 WSN 模块: 可内嵌所有 RFID 和 WSN 模块 选配: 可根据应用需要选配 WIFI、蓝牙、GPRS 等通信模块、可选配 GPS 模块和摄像头 	<p>移动式识别和盘点</p>