

基于电子铅封的石油运输车辆监控系统^①

张 霁^{1,2}, 巴继东², 熊 伟^{2,3}

¹(武汉邮电科学研究院, 武汉 430070)

²(武汉长江通信智联技术有限公司, 武汉 430070)

³(武汉理工大学 自动化学院自动化系, 武汉 430070)

摘 要: 通过对电子铅封的功能特点和石油运输车辆在运输任务过程中相关需求的分析, 设计了一个基于电子铅封的石油运输车辆监控系统. 本系统可以改变石油运输企业对油罐车监控系统的监管与追溯功能单一、防偷换油效果不佳、行业通用性差的现状, 实现了石油运输的数质量安全, 从而提高了石油运输行业的车辆管理水平, 促进行业的快速健康发展.

关键词: RFID; 电子铅封; 石油运输; 车辆监控; 数据同步

Transport Vehicle Monitoring System Based on Electronic Seal

ZHANG Ji^{1,2}, BA Ji-Dong², XIONG Wei^{2,3}

¹(Wuhan Institute of Posts and Telecommunications Science, Wuhan 430070, China)

²(Wuhan YCIG iLink Technology Co.,Ltd, Wuhan 430070, China)

³(School of Automation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: Through the analysis of the functional characteristics of the electronic seal and the petro transportation vehicles related requirements in the process of transportation task, we designed a petro transport vehicle monitoring system based on electronic seal. This system can change the present situation of oil transportation enterprises with the poor performance of system regulation and traces effects, hard preventing to steal oil and poor universality. This system has implemented the safety of quality and quantity according to petro transport, thus improving the vehicle management level of the petro industry and also promoting the healthy and rapid development of industry.

Key words: RFID; electronic seal; petrol transportation; vehicle monitoring; data synchronization

油气是国民经济的重要能源, 实现油气运输过程的科学管理, 是油气资源有效利用的重要手段之一^[1]. 目前我国的石油运输行业很大一部分业务集中在路面运输, 而路面运输存在不确定性大、移动性强、危险性高的特点, 甚至, 在油品运输过程中, 经常有油品盗窃、更换等违法犯罪行为的发生. 因此, 石油运输行业对整个配送油品的过程监管难度较大. 针对现状, 有关人员设计了相关石油运输车辆的监控系统, 但是仍存在以下不足: (1)现有的系统仅实现了车辆定位, 视频监控等基本功能, 并没有对油罐车阀门状态监测做进一步的研究. (2)没有深度结合石油运输行业的通

用业务, 不能很好的满足客户的需求. (3)电子铅封装置仍采用有线方式控制, 一旦电线被恶意切断则不能达到实际效果. 因此, 建设一套基于 RFID 电子铅封的车辆监控系统, 实现对油罐车进行远程监控、安全运转、防偷换油, 保证油品运输过程安全、规范驾驶员行为是当前业内亟待解决的问题.

本文以石油运输行业的特殊背景需求为基础, 在硬件上, 选择基于 RFID 的电子铅封, 实现无线电子铅封, 增强铅封使用效果; 软件上, 依照相关运输车辆监控平台标准, 对石油运输行业的通用业务进行分析设计, 在对车辆进行车辆定位的同时, 结合油罐车配

^① 基金项目: 交通运输重大科技专项(2011318220490)

收稿时间: 2015-05-27; 收到修改稿时间: 2015-07-14

送运单信息,实时监测铅封阀门状态,出现异常则在平台提示报警信息,从而实现对油罐车在加油站、油库、运输途中的油品进行全过程监控,保障了油品运输的数质量安全,杜绝了油罐车在路途中偷盗、换油等违法行为。

1 基于RFID的电子铅封

1.1 基于RFID的电子铅封概述

RFID(Radio Frequency Identification) 射频识别又称为电子标签,是一种非接触式的自动识别技术,可通过无线射频方式自动识别目标对象并获取相关数据^[2]。射频识别一般由应答器与阅读器两部分组成,应答器主要是由标签构成,且标签具有唯一性,它的作用是来识别标志的对象;阅读器,顾名思义为读取应答器中标签的设备,且在工作范围内只有对号码相同的标签作出相应。将RFID芯片及相关天线植入铅封中,便构成了电子铅封,电子铅封既有RFID技术的信息存储与读写特点^[2],也具备抗震、耐磨、耐腐蚀的特点。最重要的是由于其标签全球唯一性,所以具备无法复制的优点。因此其广泛应用于防盗、追溯等领域。

1.2 电子铅封的组成及工作原理

电子铅封主体主要由电子铅封主机、显示器、油阀铅封单元、电源盒四部分组成,如图1所示。

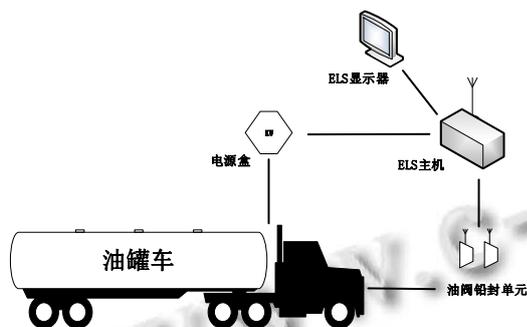


图1 电子铅封组成

其中油阀铅封单元主要由电控开关锁模块、无线收发模块、无线控制器三部分组成;其通过无线收发模块与铅封主机通信,铅封主机则通过库站无线网络与监控中心服务器进行通讯。同时铅封主机通过无线(WiFi/GPRS/CDMA)接收到主机射频刷卡(施、解封)信息或监控中心的命令后,通过无线网络与油阀铅封单元通讯,从而进行控制电控开关锁的开启和锁闭的操作。

2 系统概述

2.1 需求分析

石油运输行业的主体为油罐车,而油罐车作为运输油品的载体具有危险性高,不确定性强、在途运输状态难以把握等特性。根据存在的问题和对石油运输行业的深度业务分析,从以下几个方面总结出系统需求。

2.2 远程监控需求

为了有效地监控车辆运输全过程,系统需要能采集到前端油罐车各装卸油口的开启状态、车辆定位信息、车辆行驶轨迹等数据,并上传至监控系统进行查看。

2.3 异常报警

当车辆出现装卸油口开关异常时,需立即产生报警信息,并将报警信息上传至监控平台,提醒监控人员进行处理,同时能够自动保存报警信息以使用户进行查看。

2.4 数据同步

由于本系统中的运单信息都来自于ERP系统,因此当ERP端运单数据发生变化时,必须将最新数据同步至本系统,生成新的车辆配送信息。

2.5 数据查询

相关部门需要及时查阅刷卡记录信息、铅封状态信息、报警信息等各种历史数据并提供各种管理报表,以减少管理漏洞,提高经济效益。

2.6 远程解锁

当运输车辆特殊的地理位置没有铅封卡等特殊的情况下需要施解封操作时,司乘人员可与平台监控人员进行联系,监控人员可在平台远程施解封界面点击施、解封按钮进行远程操作。

3 系统组成设计

监控系统的组成如图2所示,电子铅封主机设备通过卫星定位车载装置上的通讯模块,使用WiFi/GPRS/CDMA网络实现将电控锁采集器采集的油口状态信息与GPS/北斗定位设备获取的油罐车位置实时上传到监控平台,监控平台实时显示油罐车在各油站的进、出油口施、解封状态,并对一些违规操作进行相应报警。

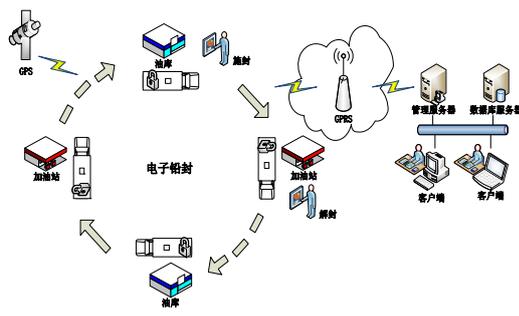


图 2 监控系统组成

4 系统逻辑架构

本系统首先遵循系统整体架构的分层设计，主要由支撑层、服务层、业务层三个层次组成层，如图 3 所示。在设计上采用分层架构模式与 MVC 架构模式结合使用，其视图(View)、控制器 (Controller)对应业务层，业务模型 (Model)对应服务。业务层功能实现主要依赖应用数据引擎、应用组件来实现，本系统通过调用日志组件、系统鉴权组件、异常分析组件等与数据同步服务、数据推送服务和数据分析服务进行交互，实现电子铅封报警、处理等功能的集成，系统逻辑架构如图 4 所示。此外，系统中各功能与服务通过中间组件或缓存机制进行隔离，充分降低模块与服务之间的耦合性。

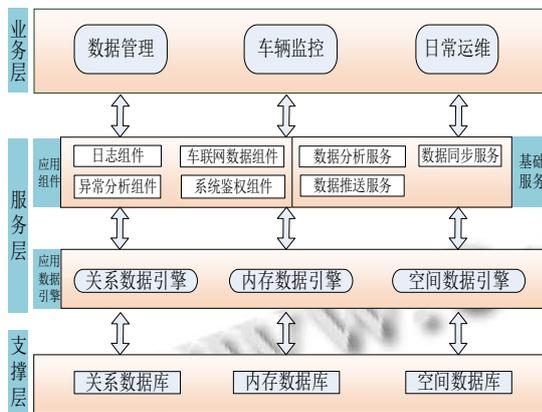


图 3 系统架构模式

5 系统功能结构

该监控系统的设计目的是对石油运输车辆实时位置及电子铅封的施解封状态进行有效监控，及时对违规操作进行报警并采取相应措施，全方位实时掌控电子铅封状态信息，有效防止盗油等事件发生，保障油品运输的数质量安全。因此，通过对石油运输行业深度的业务需求分析，并对分析结果进行归总分类，现

将本监控系统分为数据管理、车辆监控、日常运维三大功能项，详细划分如图 5 所示。

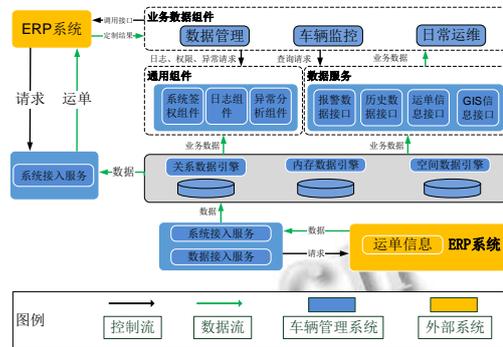


图 4 系统逻辑架构

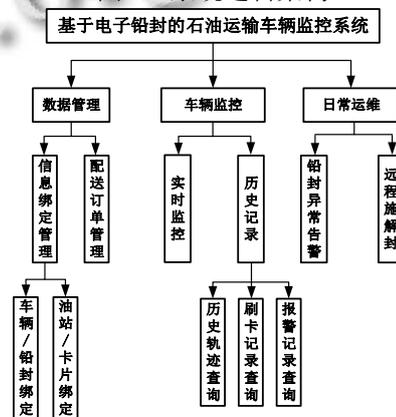


图 5 系统功能结构

6 关键技术实现

6.1 Spring MVC、Spring 和 Hibernate 整合技术

首先，需要在在 web 应用配置文件中说明 Spring MVC、Spring 配置文件。相关代码如下：

```

<!--在 web 应用中启动 Spring 容器-->
<listener>
<listener-class>com.cnpc.els.component.exception.Conte
xtLoadListener</listener-class>
</listener>
<!--指明 Spring 配置文件 elsActionContext.xml-->
<context-param>
<param-name>contextConfigLocation</param-name>
<param-value>classpath:elsApplicationContext.xml</par
am-value>
</context-param>
<!--指明 Spring mvc 配置文件 spring-servlet.xml-->
<servlet>
<servlet-name>spring</servlet-name>

```

```

<servlet-class>org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet</servlet-class>
    <init-param>
    <param-name>contextConfigLocation</param-name>
    <param-value>classpath:elsSpring-servlet.xml</param-value>
    </init-param>
    <load-on-startup>1</load-on-startup>
</servlet>

```

然后,需要在 Spring 配置文件中设置各种 Spring 容器信息. 即在 elsApplication-Context.xml 中配置数据源和定义 JPA 的实体管理器工厂以及 Hibernate 的配置文件. 配置事务管理器, 启用 annotation 事务注解配置, 配置 Spring Data JPA 扫描目录扫描所有的数据操作类, 同时引入工作流配置文件 elsApplicationContext-activiti.xml, 设置工作流服务类.

最后,在 Spring MVC 配置中定义前置过滤器类, 配置注解映射类, 配置视图解析器类和拦截器.

6.2 Activiti 技术

Activiti 是遵从 Apache 许可的工作流和业务流程管理开源平台, 它具有面向流程服务的可嵌入性和可扩展性, 它的核心是基于 Java BPMN 2.0 的流程引擎. Activiti 具有良好的用户体验性, 不仅是因为其扩展性能强大, 更因为其直接面向业务人员. 因此本系统采用可视化图形方式定义工作流模板, 关联业务模块流程根据模板定义展开流程.

6.3 Web Service 数据同步技术

由于车辆运单源数据均来自于 ERP 系统, 因此, 当 ERP 系统中运单发生变化时, 系统通过 Web Service 接口实时同步新的运单数据.

Web Service 是基于网络的、分布式的模块化组件, 它采用标准化的 XML 消息传递机制实现与其兼容的组件进行互操作^[3,4], 而 XML 作为一种可扩展标记语言, 具有结构规范、语法简明和应用灵活等优点^[3,5]. 因此, 在本系统与 ERP 系统之间进行数据同步(运单同步)时采用 Web Service 技术. 在系统检测到运单信息发生变化时, 通过调用相应的数据同步接口将需要同步的数据进行封装打包, 供 ERP 系统端进行调用并同步. 根据 Web Service 开发规范要求, 在进行开发前需要对开发接口进行规范化确定, 系统开发双方应该确定待传输的同步数据的格式、返回结果与格式、描述等信

息.

从系统可延性的角度上分析, 采用 Web Service 技术开发, 由于其具有通用的数据集成接口, 从而在很多时候系统与系统之间需要相互集成时可以很方便地实现异构数据源的集成, 达到数据同步的效果. 因此, 从系统设计的层面来看, 本监控系统具有良好的兼容性和扩展性.

7 系统主要功能说明

7.1 数据管理

数据管理主要是对系统中的基础数据以及从外部系统同步的数据进行维护和信息的绑定, 本系统中的基础数据主要包括车辆信息、油站信息、铅封主机信息、施解封卡片信息、司乘人员信息等; 从外部系统同步的信息主要有运单信息等. 因此, 可将数据管理分为两个功能项: 信息绑定管理与配送订单管理.

7.1.1 信息绑定管理

在使用系统前, 为了使得车辆与铅封主机、油站与施解封卡片有一一对应的原则, 需要将这些信息进行绑定. 例如, 油站与施解封卡片的绑定, 正常操作时在每个加油站、油库配发一张施封卡和一张解封卡, 并将卡片与对应油站进行绑定(由于一般的石油运输公司车辆数量庞大, 因此, 类似功能都支持批量导入, 本文就不再赘述), 当车辆进行装卸油时使用卡片对铅封进行施解封操作. 绑定界面如图 6 所示.



图 6 绑定界面

7.1.2 配送订单管理

由于运单源信息都在 ERP 系统, 且数据量巨大, 因此本系统后台需要通过 Web Service 技术通过接口实时同步运单信息, 并通过运单的内容自动提取车辆、任务目的油站、运输油品种类等信息形成运输车辆配送订单并以列表方式在前台进行展示, 本系统只允许配送订单中的规定车辆在对应的任务目的油站的

有效范围内才能进行施解封操作(默认有效半径为 100m, 如需修改, 可到油站/卡片绑定界面进行修改), 因此, 配送订单作为本监控系统对油罐车在加油站、油库和运输途中进行全程监控的重要判断依据.

7.2 车辆监控

车辆监控模块可实现对电子铅封、GPS/北斗等车载终端上传的定位信息和铅封状态信息进行解析并处理, 通过电子地图、监控列表等形式进行直观展示, 实时反映车辆位置和铅封状态信息的变化, 同时对历史车辆行驶轨迹进行回放. 本模块由实时监控与历史记录两个功能点组成.

7.2.1 实时监控

实时监控是通过 GPS/北斗定位技术、移动通信技术实现系统与电子铅封等车载终端的通信交互, 接收车辆上传的位置和状态信息, 实现对车辆行驶过程中位置及铅封状态的实时监控, 实时监控功能的时序图如图 7 所示.

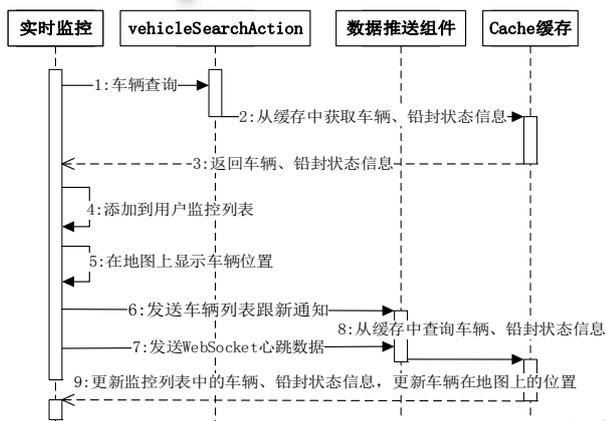


图 7 实时监控时序图

7.2.2 历史记录

为了达到事件追溯的目的, 对系统产生的铅封异常报警信息、施解封刷卡信息、车辆历史轨迹进行统计归类以列表或播放动画等形式进行展示, 以便于监控人员或用户在需要的时候进行查询, 因此历史记录必不可少. 历史记录可分为三个功能点: 历史轨迹查询、刷卡信息查询、报警信息查询. 例如历史轨迹查询, 用户可以在历史轨迹回放页面搜索并查看特定车辆在某一时间段内的历史行车轨迹回放, 轨迹的起始点和终点用不同图标进行标识, 进出油库或加油站有颜色标识并显示信息. 其流程图如图 8 所示.

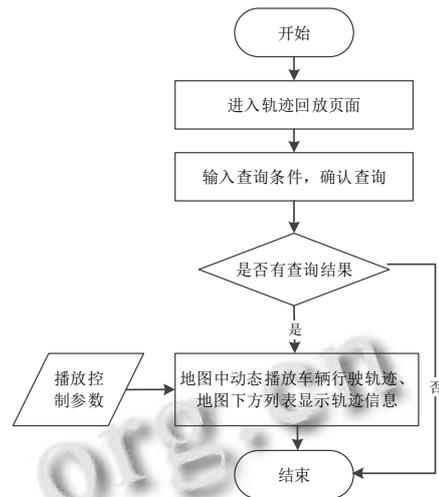


图 8 历史记录流程图

7.3 日常运维

日常运维主要是针对系统在运行时发生的异常告警与在特殊情况下的施解封操作, 分为两大功能点: 铅封异常告警与远程施解封.

7.3.1 铅封异常告警

报警信息是最直接展现给用户表示车辆运行操作、设备异常的直接信息, 为了方便定位问题, 报警信息主要有以下 5 种类型:

- ① 在途解封报警: 不在加油站、油库的有效范围内将锁打开就会报警.
- ② 网络超时连接报警: 车辆 5 分钟没有往上位机发送任何数据就会报警.
- ③ 断电报警: 电子铅封设备主电源被切断就会产生报警信息.
- ④ 电路板过热报警: 下位机主板温度过高就会报警.
- ⑤ 主板盖被非法开启报警: 下位机的主机盖被打开就会报警(以防外人破坏下位机).

当产生以上报警时, 监管平台主界面弹出报警信息并发出报警声, 并将相应报警信息存入数据库, 以使用户在报警记录界面进行相关查询.

远程施解封控制功能点主要是为了防止在铅封设备通信网络良好时, 油站的施/解封卡片丢失或临时调配去其他加油站需要紧急开锁的情况, 这时需要司乘人员联系监控员在平台中进入远程施解封界面, 搜索并选中车辆, 点击“解封”“施封”按钮进行远程开关电

7.3.2 远程施解封

远程施解封控制功能点主要是为了防止在铅封设备通信网络良好时, 油站的施/解封卡片丢失或临时调配去其他加油站需要紧急开锁的情况, 这时需要司乘人员联系监控员在平台中进入远程施解封界面, 搜索并选中车辆, 点击“解封”“施封”按钮进行远程开关电

子锁,达到紧急解锁的目的.远程施解封界面如图9所示.



图9 远程施解封界面

8 系统运行与测试

本系统采用的开发平台为 Eclipse 4.3.0, 数据库为 Oracle12c 关系数据库与 Coherence 12c 内存数据库, 应用服务器为 Weblogic12c 应用服务器, 项目组对基于电子铅封的石油运输车辆监控系统进行了针对性开发, 本系统设计最大的亮点是采用了 SpringMVC 框架, 实现了控制器、验证器、处理器映射、视图解析器、分发器等角色的清晰划分, 使得系统具有视图解析可制定、标记灵活性、业务代码重用性高、平台兼容性好等优点.

当平台开发搭建完成后, 在主页面进行车辆查询并随机选择一辆车辆进行定位, 该车辆出现在地图图层上, 如图10所示:



图10 车辆定位界面

使用模拟终端推送电子铅封在途解封报警数据给一辆指定车辆, 经后台处理后监管平台主界面立即弹出报警信息并发出报警声, 提示监控人员进行相关处理, 同时将此报警信息存入数据库, 以使用户进行历

史查询, 报警界面如图11所示. 经测试, 本系统车辆定位准确, 报警回传时延小, 用户体验良好, 能满足石油运输公司的实际需求.



图11 铅封异常报警界面

9 结语

本系统在设计上充分考虑了石油运输行业的特点, 科学评价了方案实现的可行性. 通过利用最新的物联网技术, 在车体安装 GPS/北斗和电子铅封设备, 实时监控车辆的行驶状态和油口施解封状态, 不仅可以防止偷盗油环节, 更重要的是可以对石油运输车辆在整个配送环节和运输过程环节对车辆进行全程监管, 最终达到了施解封控制、车辆管理、人员监控、防偷油及相关数据统计分析的目的. 目前该系统已在中国石油天然气运输公司试运行, 经过评审达到了监控管理石油运输安全的创新型的要求, 取得了良好的市场效果.

参考文献

- 1 钱建华.论油气储运设施安全的重要性.油气储运,2012,31(6):422-426,488.
- 2 王梦.基于 RFID 电子铅封的油罐车运输监管系统.系统工程,2014(8):1603.
- 3 张宇,蒋东兴,刘启新.基于元数据的异构数据集整合方案.清华大学学报(自然科学版),2009,49(7):1037-1040.
- 4 李焕勤.用 XML 在 Word 文档表格中转换非结构化数据.计算机与应用化学,2010,27(9):1297-1299.
- 5 帅训波,关新,卢明,李家庆,吴兵,周相广.基于 WEB 的中石油项目管理系统的研发.天然气技术,2008,2(1):84-87.