

基于物联网的油库安全管理信息系统研究

杜治高¹, 王玉斌², 冒亚明¹, 董金国²

(1. 中国石油安全环保技术研究院, 北京 100191;

2. 中国石油天然气股份公司东北销售分公司, 辽宁 沈阳110013)

摘要: 针对油库业务特点以及油库安全事故致因的分析, 引入防爆 PDA、3G 通信、RFID 等物联网和移动计算最新信息技术, 构建了一个油库安全管理信息系统, 实现了对油库相关业务开展过程的监控与跟踪。目前该系统已经在两家油库运行了 8 个月, 对油库安全管理提供了良好的支撑。

关键词: 油库; 安全管理; 物联网; 信息系统

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)22-0007-03

Research on oil depot safety management system based on Internet of Things

Du Zhigao¹, Wang Yubin², Mo Yaming¹, Dong Jinguo²

(1. CNPC Research Institute of Safety and Environment Technology, Beijing 102206, China;

2. PetroChina Northeast Marketing Company, Shenyang 110013, China)

Abstract: Considering the characteristics of the works in oil depots and the causes of accidents in oil depots, an safety management information system based internet of things is constructed. This information system could be used to real-time monitor the process of works in the oil depot. The information system has been used in two oil depots for 8 months, and provided firm supports for safety management.

Key words: oil depot; safety management; Internet of Things; information system

油库是用来存储油料的工业设施, 由于石油易燃、易爆、易挥发的特点, 油库很容易发生火灾爆炸等安全事故, 从而给人民生活、社会财产造成巨大损失。据统计, 近 20 年间, 我国销售系统成品油库共发生较大事故 600 次, 致使 310 人死亡、630 人伤残, 损失油品近 5 万吨, 直接经济损失达 2 500 万元^[1]。

大量统计资料表明, 在各行业安全事故中, 由于人的行为失误而导致事故占主导地位(94%), 而物的不安全条件占次要地位(6%)^[2]。经过对大量油库事故的研究发现, 影响油库安全的因素有人的行为、物的状态、环境、管理状况等 4 大因素, 其中人的行为占支配地位^[3]。研究表明, 在油库的各项业务活动中都存在人的不安全行为, 例如: 员工在收发油过程中不遵循操作卡要求执行作业, 管理人员在作业许可的现场审批环节不到施工现场审核, 基层员工不到现场巡检并且随意编造巡检结果。这些违规行为对油库安全生产造成了严重威胁, 但传统管理手段又无法对比进行监督, 因而成为了管理上的难题。

物联网技术是近年来广受关注的一项新的信息技术,

它的目标是通过无线通信等技术手段实现物与物、物与人的互联互通。物联网技术延伸了人对现实世界的感知和控制能力, 能够在油库安全管理中发挥重要的辅助作用。

1 物联网技术

2005 年 ITU 发布报告^[4], 指出信息与通信技术的目标已经从满足人与人之间的沟通发展到实现人与物、物与物之间的连接。物联网使人们在信息与通信技术的世界上获得一个新的沟通维度, 将任何时间、任何地点连接任何人, 扩展到连接任何物品, 万物的连接就形成了物联网。

由于大大扩展了现有网络的联通范围和能力, 物联网技术具有广阔的应用前景。将物联网技术引入产品管理^[5], 覆盖了从产品设计、原材料采购、生产、库存、运输、销售到售后处理等各个环节, 使得产品的整个生命周期都可追踪和可监控, 大大增强了对产品的管理控制能力。物联网技术在医疗健康、智能家居、智能博物馆等许多领域^[6]都取得了较好的应用效果。

2 系统概述

根据前文所述, 油库安全事故最大的诱因是人的不

安全行为。要分析油库中人的不安全行为,首先要理解油库涉及的业务活动。根据在中国石油东北销售分公司南京三江口油库、宁波北仑油库的调研,油库涉及到的作业可以分为常规作业和非常规作业两类。常规作业即日常的油库生产业务,主要包括收油作业、发油作业、倒罐作业。非常规作业主要是指高风险作业,包括动火、临时用电等作业。

基于对油库安全事故致因和油库日常业务的分析,本系统从作业许可管理、常规作业运行操作管理以及巡检管理三个方面来加强油库安全管理。

2.1 常规作业操作监控

常规作业是油库最常见的业务,通常每个油库每天都要执行多次常规作业,因此常规作业是安全管理的主要内容。一个常规作业通常包括调度员、储运、司泵、计量、化验等岗位,其中调度员负责制定作业计划,储运负责与来船(车)沟通,司泵负责输油管线的检查、打开和关闭,计量负责测量来油(付油)数量,化验岗负责检测来油质量。

按照油库管理规定,开展一次作业之前,调度员首先制定作业计划,并报油库领导审批。审批通过之后,作业计划下发到参与该作业的各岗位人员。为了加强安全管理,油库针对不同作业为各岗位人员制定了相应的操作卡,规定了各项业务中各岗位人员的作业操作步骤和注意事项。作业开始之后,各岗位人员按照纸质操作卡规定逐步操作,并在操作卡上逐项确认操作结果。

但在实际业务开展中,员工往往无视操作卡规定,按照个人意愿随意操作,并在事后编造合规的操作记录。针对这种情况,本系统引入了防爆 PDA。在作业开展过程中,各岗位人员携带防爆 PDA 到现场,通过 3G 通信信道下载本岗位对应的操作卡;然后按照操作卡逐项作业,并在 PDA 上逐步确认;PDA 将确认结果通过 3G 通信信道即时传送到系统的后台服务器;服务器将记录各岗位人员每一步操作的时间和结果。因此处于中控室的调度员和办公室的领导能够通过系统对作业开展过程进行实时监控,确保各岗位人员严格按照操作卡实施作业。

2.2 作业许可管理

虽然油库中的非常规作业不像常规作业那样频繁,但是非常规作业都是高风险作业,极易引发安全事故,也是安全管理工作的重点。

按照安全管理规定,油库非常规作业执行作业许可制度。非常规作业开展之前首先要提交关于作业风险点及对应的防控措施等内容的书面分析材料,进行作业许可申请;安全管理人员对书面材料进行审查,通过之后作业负责人进行作业准备。具备作业条件之后,安全管理人员需要到作业现场,对照之前通过审查的书面材料,逐项确认风险防控措施已经落实就位,进行现场审批。现场审批通过之后,才可以开展作业。

在实际工作过程中,存在安全管理人员在现场审批环节偷懒、直接在办公室审批作业许可的现象。因为现场审批是作业许可管理最关键的一环,这种违规行为严重削弱了安全管理的效果。为了杜绝这种现象,在本系统中进行作业许可现场核查时,审批人携带 PDA 到审批现场,先通过 3G 信道下载待审批作业的书面材料详细信息;然后通过 PDA 内置的 RFID 读卡器读固定安装在作业现场的 RFID 标签,在 PDA 上对作业条件进行逐项确认,并最终审批作业许可。PDA 读取的 RFID 标签 ID 信息和审批人的逐项确认结果都会被即时发送到后台服务器,这些信息以及每次操作对应的时间戳都将会被保存在服务器上。因此,作业许可审批的整理过程在系统中都是可追踪的。

2.3 巡检管理

巡检管理是油库发现储罐、管线等关键设备设施状态异常的主要手段,是油库安全管理的重要一环。根据安全管理规定,油库需要执行班组日巡检、油库周检查和公司月检查。但在实际工作中,巡检人员有时偷懒不到现场巡检并编造巡检结果。

为了封堵管理漏洞,首先在油库的各巡检点固定部署 RFID 标签;员工每次巡检时,携带 PDA 读巡检点的 RFID 标签,然后在 PDA 上填写巡检状态;PDA 通过 3G 通信信道即时将标签 ID 和巡检结果上传到后台服务器,这些信息和对应的操作时间戳都将被保存在服务器上。因此,每次巡检过程在系统中都是可追溯的。

3 系统实现

3.1 体系架构

基于物联网的油库安全管理信息系统的体系架构可以分为 3 个层次:感知延伸层、通信层、应用层,如图 1 所示。

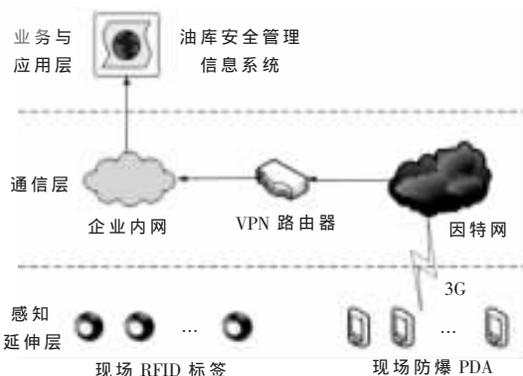


图 1 基于物联网的油库安全管理信息系统体系架构

感知延伸层包括部署在油库各非常规作业场所的 RFID 标签、部署在各巡检点的 RFID 标签,以及用户作业时携带的防爆 PDA。RFID 标签和 PDA 标识了作业场所和巡检设备这些“物”。

通信层的作用是连接作业现场的“物”与系统用户。现场收集的数据通过 3G 通信信道即时发送到因特网,然后 VPN 路由器将数据转发到位于企业内网上的系统

《微型机与应用》2012 年 第 31 卷 第 22 期

后台服务器。

系统采用了北京旋极信息技术有限公司的 HR-7000 防爆 PDA, 这款 PDA 搭载了 Intel XScale 270 处理器, 内置 64 MB Flash, 128 MB DRAM, 支持 WCDMA 通信协议。HR-7000 内置了 1 个 RFID 读卡芯片, 其工作频率为 13.56 MHz, 支持 ISO14443A/B 和 ISO 15693 标准。HR-7000 通过了石油和化学工业防爆电器产品质量监督检验中心的认证, 防爆标志 Exib II BT3, 能够在防爆 1 区使用。由于油库内仅储罐内部为防爆 0 区, 因此 HR-7000 几乎能在油库所有区域使用。HR-7000 运行 Windows CE 5.0 操作系统, 并安装了笔者开发的业务管理程序。

系统采用了北京兰德华电子技术有限公司的 EM RFID 标签。该款标签工作频率为 13.56 MHz, 符合 ISO 15693 标准, 能够防水、防震、防金属、防高温, 且能够长时间在户外工作, 适合油库管理需求。

3.2 软件架构

基于物联网的油库安全管理信息系统软件采取了 SOA 架构, 从下至上分为 4 层: 数据层、服务层、业务层、展示层, 如图 2 所示。其中数据层包括数据库系统和文件系统, 用来存储系统业务和配置相关的数据。系统中的业务数据存储在 Oracle 关系型数据库中, 而支撑系统运行的配置数据, 因为语义性较强, 采取了 XML 格式存储。



图 2 基于物联网的油库安全管理信息系统软件架构

服务层提供公用的服务, 用以支撑其上的业务层, 包括报表工具、组织机构、系统菜单、用户管理和日志等模块。这些模块以 Web 服务的形式对业务层模块提供服务, 保证了模块之间的松耦合和软件的高重用性。其中, 报表工作模块提供了业务数据统计分析和可视化功能; 组织机构模块负责对使用系统的各级单位进行增删改查; 系统菜单包括对系统功能菜单和其他系统运行参数的配置功能; 用户管理负责系统用户认证和权限控制; 日志模块则实现了支持在线配置的分级的日志功能。

业务层实现了作业许可、常规作业运行操作管理和巡检管理三项系统的主体功能, 相关内容已经在第 2 节进行了详细介绍。

展示层提供系统的用户接口, 包括主体功能界面、考核统计界面和 PDA 展示接口等模块。展示层通过统

计报表、可视化等技术提供了简洁优雅的操作接口。

4 应用效果

本设计的基于物联网的油库安全管理信息系统已经在中国石油东北销售分公司的南京三江口油库和宁波北仑油库上线运行了 8 个月, 共使用了 24 台防爆 PDA 和大约 100 个 RFID 标签, 目前已积累了 20 条作业许可数据、472 条常规作业记录。本系统运行稳定, 对油库安全管理提供了良好的支撑。中国石油东北销售分公司已经决定在公司其他油库推广本系统。

目前国内企业和政府共有油库数千座, 本系统对这些油库的安全管理能够起到相同的支撑作用, 因此具有广阔的应用前景。

本文介绍了一个基于物联网的油库安全管理信息系统, 该系统通过引入防爆 PDA、3G 通信、RFID 等物联网和移动计算最新信息技术, 实现了对油库相关业务过程的实时监控。该系统具备以下特点: (1) 利用 RFID 标签和防爆 PDA 等设备, 杜绝以往在办公室进行许可现场审批的违规行为; (2) 利用物联网和移动通信技术确保油库常规作业严格按照操作卡规定开展; (3) 通过物联网技术的应用确保巡检任务按时在现场执行。

基于本系统的成功经验, 下一步将探索在更复杂的石油石化环境(例如在油田和炼化企业的安全生产管理)中使用物联网技术支持安全管理的方式。

参考文献

- [1] 曹泽煜, 耿光辉, 宋生奎. 论油库事故的调查方法[J]. 石油库与加油站, 2007, 16(1): 36-38.
- [2] 万玺, 雍岐东. 企业安全评价的现状、问题及对策[J]. 西华师范大学学报(哲社版), 2004, (增刊): 60-62.
- [3] 雍岐东, 李少鸣, 李永德, 等. 油库安全事故致因机理及安全评价方法研究[J]. 后勤工程学院学报, 2005, 21(2): 12-15.
- [4] International telecommunication union, internet reports, 2005: the internet of things[R]. Geneva: ITU, 2005.
- [5] KARPISCHEK S, MICHAHELLES F, RESATSCH F, et al. Mobile sales assistantan NFC-based product information system for retailers[C]. Proceedings of the First International Workshop on Near Field Communications 2009, Hagenberg, Austria, February 2009.
- [6] ATZORI L, IERA A, MORABITO G. The internet of things: a survey[J]. Computer Networks, 2010, 54(15): 2787-2085. (收稿日期: 2012-08-16)

作者简介:

杜治高, 男, 1981 年生, 博士, 工程师, 主要研究方向: 物联网, 无线传感器网络, 企业信息化建设。

冒亚明, 男, 1972 年生, 博士, 主要研究方向: GIS, 健康安全环保管理, 企业信息化建设。

董金国, 男, 1979 年生, 研究生, 主要研究方向: 安全管理, 油库存管理。