

doi:10.3969/j.issn.2095-0411.2019.04.002

以危险化学品重大危险源为重点监控对象的 安全环保监管平台建设研究

孙 俭, 刘 聪, 陈 涛, 袁宏永

(清华大学 公共安全研究院, 北京 100084)

摘要:为充分发挥信息化系统对危险化学品企业生产安全和环境安全的动态监控能力,开发以重大危险源为重点监控对象的安全生产监管平台,并在我国山东省化工园区进行应用实践。重点开发日常安全生产管理、重大危险源运行监控、事故后果分析和应急辅助决策等功能。信息化监管平台的成功开发和有效运行,能够帮助应急管理部门实现日常安全管理由静态到动态转变,事故处置由主观判断到科学决策的转变。

关键词:危险化学品;重大危险源;监管平台;数据采集;功能设计

中图分类号:X 924.3

文献标志码:A

文章编号:2095-0411(2019)04-0009-07

Study on Construction of Work Safety Supervision Platform with Major Hazard Installations as Key Monitoring Object

SUN Jian, LIU Cong, CHEN Tao, YUAN Hongyong

(Institute of Public Safety Research, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: To make the biggest advantage of information system on dynamical monitoring of hazardous chemical enterprises, a work safety supervision platform with major hazard installation as the key monitoring objects is developed in Shandong province. The functions of platform cover work safety supervision, dynamical monitoring of major hazard installation, accident consequence analysis, decision-making for emergency plan. The successful construction and effective operation of the platform can help the emergency management agency not only reach the transformation of work safety supervision from static management to dynamic management, but also realize emergency rescue from subjective judgement to scientific decision.

Key words: hazardous chemical; major hazard installation; monitoring platform; data collection; function design

收稿日期:2019-05-13。

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2017YFC0803300,2017YFC0803308)。

作者简介:孙俭(1984—),男,辽宁沈阳人,博士,助理研究员。E-mail:sunjiansafety@qq.com

引用本文:孙俭,刘聪,陈涛,等.以危险化学品重大危险源为重点监控对象的安全环保监管平台建设研究[J].常州大学学报(自然科学版),2019,31(4):9-15.

《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218—2014)将重大危险源界定为长期地或临时地生产、加工、使用或储存危险化学品数量等于或超过临界量的单元。危险化学品重大危险源动态监控是化工园区避免生产安全事故和环境污染事故的重要技术保障。近年来,针对化工园区和危险化学品重大危险源监管,我国相继制定了《国务院安委会办公室关于进一步加强化工园区安全管理的指导意见》(安委办2012第37号)、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(原国家安全生产监督管理总局令第40号)等管理要求,原国家安全生产监督管理总局发布《危险化学品重大危险源(储罐区、库区)在线监控及事故预警系统数据采集准则》(试行)、《危险化学品重大危险源在线监控及事故预警系统建设指南》(试行)等技术规范强化重大危险源监管。

针对危险化学品重大危险源的动态运行监测,许多学者提出了建设方案和案例^[1-3],原国家安全生产监督管理总局提出建设“国家一省一市一县一企业”五级重大危险源在线监控及事故预警体制,许多地区也相应建立了重大危险源运行监控中心。但综合分析,我国重大危险源监测监控系统建设处于初级阶段,存在系统建设成功案例少、监控预警信息化水平低、事故状态下无法及时获取有关信息等问题^[4-6]。

面对这些问题,本文重点研究以重大危险源作为重点监控对象的区县(园区)级安全环保监管平台的建设方案,区县(园区)级平台是全国重大危险源在线监控预警工程的基本组成,平台的成功开发和有效运行有助于推动全国性的重大危险源监控平台建设。本文尝试从平台的逻辑架构、安全环保监管数据采集方式、平台功能设计等几方面,结合2018年以来在山东省莒南县、沂水县、东明县等七县区化工园区安全环保监管平台建设的实际经验,提供平台建设整体解决方案和应用报告。

1 平台架构和数据采集

1.1 平台逻辑架构

以重大危险源为重点监控对象的安全环保监管平台需采集企业重大危险源的安全运行数据,可燃气体泄露报警数据,火灾报警信息、环境监测信息和视频监控图像等,并利用园区专网、4G网络、互联网VPN等方式实现数据远程传输,通过建立地理信息数据库、重大危险源数据库、危化品性质数据库、保护对象数据库、应急信息数据库、运行监测数据库使各类数据能够有效保存和应用,从而支持业务应用系统的开发和使用,从保证常态安全生产监管和利于非常态下应急处置的角度出发,系统应用可以划分为日常生产安全监管、重大危险源运行监控、事故后果分析预测、预警信息发布和应急辅助决策等几个功能模块。

平台基于企业级技术架构进行开发,采用B/S应用模式进行构建,由下到上分为5层:数据采集层、数据传输层、数据管理层、技术应用层和系统应用层。安全环保监管平台的逻辑架构如图1所示。

1.2 监管数据采集

监管数据包括重大危险源运行数据,安全管理数据和环境监测数据,安全环保监管数据采集网络拓扑图如图2所示。

重大危险源运行数据:通过在生产企业配置物联网监控主机的方式,依据OPC协议^[7](或MODBUS协议^[8]),通过OPC服务器对接企业DCS系统采集重大危险源运行数据,采集的数据包括储罐的液位、压力、温度、可燃气体泄露数据、消防报警数据等。

安全管理数据:平台对接门禁管理PC和视频管理平台获得园区门禁管理数据和企业、道路视频监控图像。

环境监测数据:通过互联网获取当地环保部门发布的环境监测数据和工业废水废气排口监测数据。

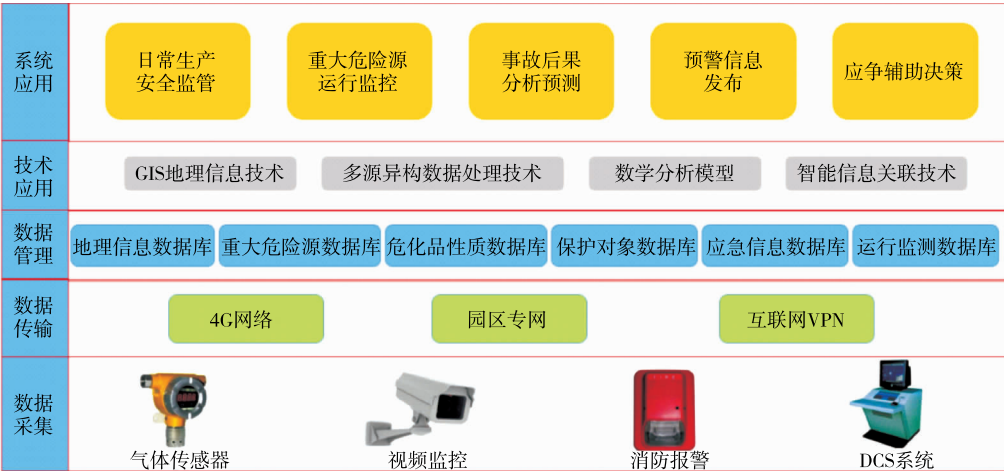


图 1 安全环保监管平台逻辑架构

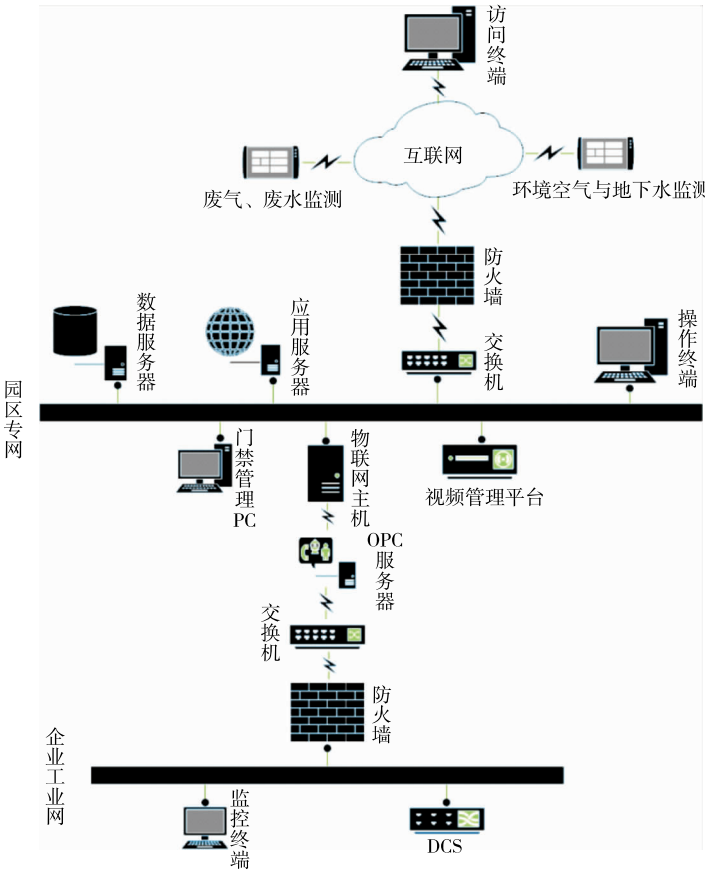


图 2 监管数据采集网络拓扑图

在采集数据的同时,必须保证企业生产系统和安全环保监管平台的网络安全,在平台建设过程中,采用布置物理防火墙的方式实现这一目的。如图 2 所示,在企业的 DCS 系统与 OPC 服务器之间配置第一道防火墙,隔离园区专网和企业工业网;在平台交换机与互联网之间配置第二道防火墙,隔离园区专网和外部互联网。

2 数据库搭建

化工园区安全环保监管平台的建设需要围绕重点监控的重大危险源进行相关数据的存储和应用。从数据内容上划分,应建设包括地理信息数据库、重大危险源数据库、危化品性质数据库、保护对象数据库、应急信息数据库和运行监测数据库。数据库的存储内容见表 1。

表 1 数据库存储内容

序号	数据库	存储内容
1	地理信息数据库	地理信息数据库用于组织和存储重点建筑、生产装置、重大危险源、保护目标、应急物资和园区道路的地理位置、地理分布和尺寸信息等。地理信息数据库可由多个图层组成,存储 WebGIS 地图所有地理信息数据。
2	重大危险源数据库	重大危险源数据包括化工园区重大危险源的基本信息、位置信息、日常监管信息等。这些数据信息对应地理信息数据库图层中的地理实体,并与危化品性质数据相关联。
3	危化品性质数据库	危化品性质数据主要是存储危险化学品的中(英)文名称、分子式、熔点、沸点、毒性等基本信息,也包括危化品的应急处置方法、防范措施、环境影响等信息。
4	保护对象数据库	保护对象指以园区为中心一定范围内存在的国家法律、法规、行政规章及规划确定或县级以上人民政府批注的需特殊保护的地区、生态敏感与脆弱区、社会关注区等。
5	应急信息数据库	应急信息数据库主要存储应急管理的常态和非常态业务数据。主要包括应急资源、应急知识库、应急预案、应急培训演练等常态业务数据,以及事故应急救援处置过程中产生的值守接报信息、救援信息以及事后处理信息等。
6	运行监测数据库	运行监测数据库主要存储园区各重大危险源实时监测数据,包括安全运行数据、可燃气体泄露数据、视频监控图像和报警数据,接引当地的环境空气质量监测数据、水环境质量监测数据、气象数据等。

3 功能设计与实现

从业务角度出发,以重大危险源为重点监控对象的化工园区安全环保监管平台的设计原则是“平战结合”。平时用于化工园区安全监管类信息查看、管理、审批以及对企业重大危险源运行状况进行动态监控,提供运行参数查看、视频监控和异常预警等功能;战时用于分析事故灾难后果,查找周边应急资源和保护目标,发送预警信息和提供应急辅助决策方案等。

山东省莒南县、东明县、沂水县等地化工园区建成面积在 $3\sim 4\text{ km}^2$,入驻大中型化工企业 $15\sim 25$ 家,各园区具有良好的基础网络设施,并设有基层安全、环保监督管理部门和专职人员,具备建设信息化监管平台的软硬件环境。根据园区的实际状况,系统功能设计主要涵盖日常安全生产监管、重大危险源运行监控、事故后果分析预测、预警信息发布和应急辅助决策等 5 大功能模块。

3.1 日常安全生产监管

日常安全生产监管模块满足动态、交互式、规范化管理的需要。根据公共安全科技的“三角形”框架^[14]设计所要申报和管理的信息资料包括风险源、安全状态、防护措施、敏感目标等 4 方面。图 3 为应急救援队伍管理系统的操作界面。

风险源:重大危险源类型、规模、存储物质、责任主体和周围环境。

安全状态:生产设施基本信息,风险分级管控信息、隐患排查治理信息。

防护措施:环境风险防范与减缓措施、生产安全事故应急处置措施、区域应急救援物资储备、社会救援力量、医疗资源等方面的信息。

敏感目标:园区周边人口密集区、引用水水源地、自然保护区等信息。



图 3 救援队伍管理

3.2 重大危险源运行监控

重大危险源运行监控模块实现企业重大危险源(储罐)液位、温度、压力和有毒有害(可燃)气体泄露的在线监测及异常报警。系统基于地理信息系统支撑,将化工园区的地理信息和重大危险源数据信息电子化,为管理人员提供重大危险源运行信息的直观展示。如图 4 所示,系统结合园区 GIS 地图,在地图上标注所有接入系统的监控资源点(摄像机、传感器),并直观展示每个企业全部监测监控数据信息。

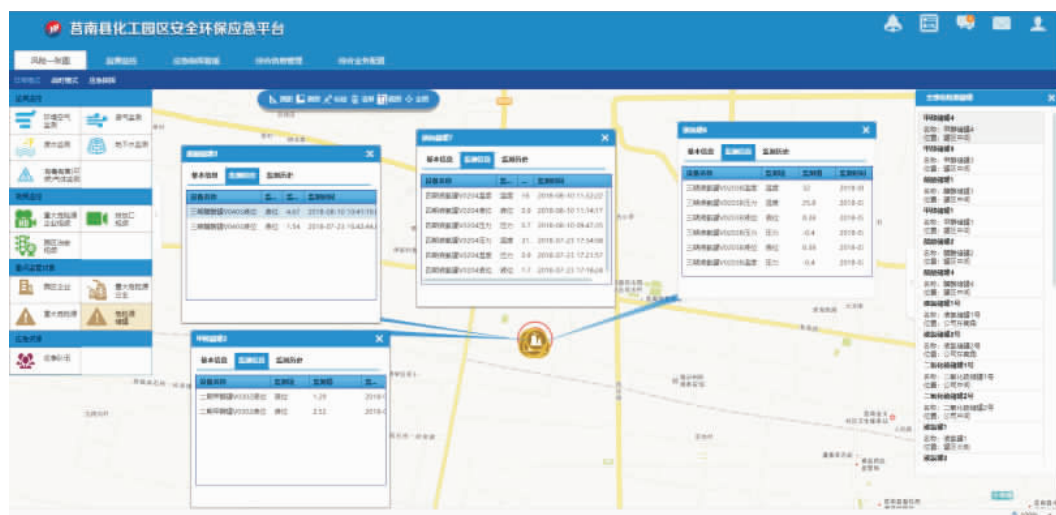


图 4 基于 GIS 地图重大危险源运行监控数据展示

3.3 事故后果分析预测

事故后果分析预测模块提供火灾事故模型和危化品泄露扩散分析模型,为化工园区易发事故可能造成的人员伤害、影响范围和经济损失提供科学的计算工具。

火灾事故模型包括池火灾事故模型、喷射火灾事故模型、固体火灾事故模型,以上 3 种事故类型为

储罐区易发生的主要火灾类型。火灾事故模型结合重大危险源位置信息,周边环境信息,人员和设备等信息,模拟有风情况下火灾的事故后果,得到上下风向火灾热通量关系图,伤害/破坏半径以及多米诺二次事故概率。

危化品泄露蒸发(闪蒸)是储罐区易发生的事故灾害类型,根据泄露源位置和特性,危化品泄露扩散分析模型提供烟羽模型(连续泄露)和烟团模型(瞬时泄露)2种模型来进行计算。

3.4 预警短信发送

考虑到区县级平台的监管范围和主要对象,利用短信渠道进行预警信息发布具有很高的时效性和经济性。安全环保监管平台利用运营商的短信服务号码实现预警短信的快捷发送。如图5所示,系统提供通信录分组和短信发布模板功能。



图5 预警短信发送

3.5 应急辅助决策

系统基于园区安全生产事故与应急资源相匹配的关联关系,在应急响应与处置模式下,针对一个事故位置进行事故周边救援队、装备、专家等资源智能匹配,以快速了解事故周边可调配的资源分布情况和应急处置知识,为应急指挥人员提供应急辅助决策。如图6所示,系统基于GIS地图进行事故周边应急队伍查询,系统能够将查询资源信息一键导出,能够将应急资源分布图生成专题制图。

4 结 论

考虑区县安全环保监管部门的监管范围,结合国家应急管理部和生态环境部改革对于安全生产监管和环境保护的新要求,通过多项技术整合,实现安全环保监管数据的采集、存储、展示和关联,完成信息化安全环保监管平台的建设,并在山东等地化工园区进行了应用实践。建设内容的核心项包括以下几方面:

- 1)通过在企业中控室配置物联网主机的方式,采集企业重大危险源安全运行数据和各项监测报警数据,设置两道物理防火墙,保证企业工业网、管委会专网和外部互联网之间的隔离。
- 2)围绕重点监控的重大危险源进行相关数据的收集和数据库搭建,并重点建设地理信息数据库,实

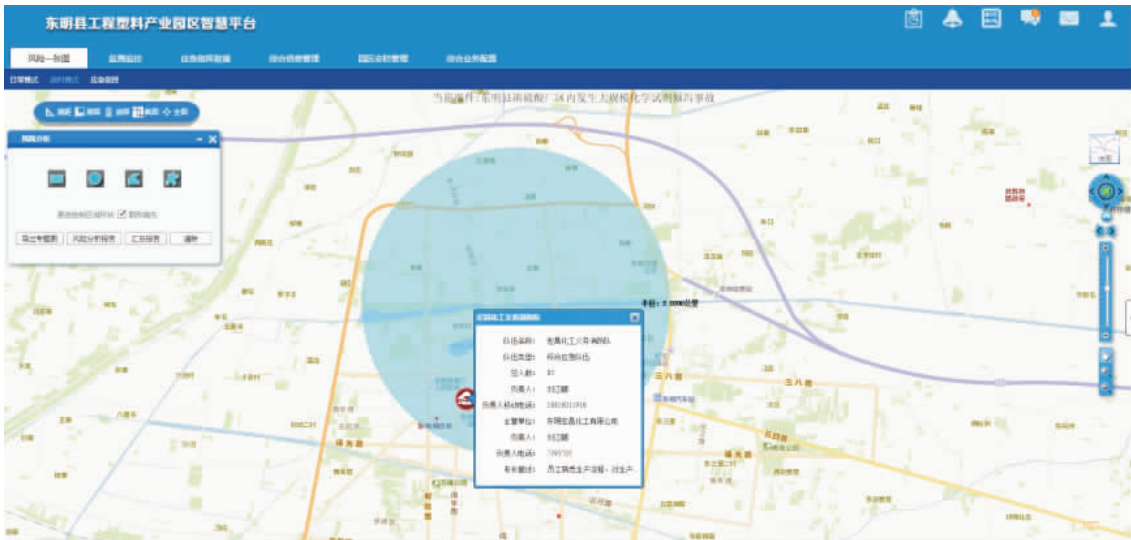


图 6 事故周边应急队伍查询

现园区各类静态数据和动态数据基于 GIS 系统的展示。

3)科学合理建设业务应用系统,兼顾经济性、常态监管需要和非常态应急需要。

参考文献:

[1]贾颖,张启波,董华,等. 基于 GIS 的多模式重大危险源监控系统的研究[J]. 中国安全科学学报,2006(9): 139-145.
[2]康荣学. 基于 GIS 的重大危险源安全监测预警系统研究与开发[J]. 中国安全生产科学技术,2010(3): 110-115.
[3]曾胜. 重大危险源动态智能监测监控大数据平台框架设计[J]. 中国安全科学学报,2014(11): 166-171.
[4]康荣学,刘骥,吴宗之,等. 重大危险源监控系统发展历程[J]. 中国安全生产科学技术,2006(6): 78-82.
[5]WANG L, GUO Y. The research of major hazard source emergency rescue command information system[C]. Piscataway: IEEE,2012: 504-506.
[6]陈万金,钱剑安,王明贤. 基于 GIS 工业危险源和隐患控制及应急调控技术的应用研究[J]. 中国安全科学学报,2003(4): 28-31.
[7]QIAO J X. Application research on enterprise integrated automation based on OPC and OPC XML[J]. Industrial Control Computer, 2006(2): 24.
[8]吕亚锋,郭利进,成立存. 基于 MODBUS 及 OPC 技术的发电机组网络监控系统[J]. 工业控制计算机,2014(8): 82-83.
[9]范维澄,刘奕,翁文国. 公共安全科技的“三角形”框架与“4+1”方法学[J]. 科技导报,2009,6(27): 3.

(责任编辑:殷丽莉)