

基于物联网的石化工业监控预警与安全应急系统

查俊^{1*}, 吕运容¹, 朱建新¹, 马波², 张明²

(1. 合肥通用机械研究院, 安徽合肥 230031;
2. 北京化工大学诊断与自愈工程研究中心, 北京 100029)

摘要:针对当前石化企业监控不全面、事故预警不及时、应急救援效率低以及多元监控系统、数据源不兼容等问题,设计了一套基于物联网的石化工业监控预警与安全应急系统,实现对动静设备生产运行参数的实时监控、危险源自动识别和自动风险分析,事故的及时预警和应急救援智能决策和调度,解决多元监控系统和数据库的兼容性和共享问题,提高石化企业安全生产管理和应急指挥调度自动化和智能化水平。

关键词:物联网;石化工业;危险源;监控预警;风险分析;数据共享

中图分类号:TP29

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)07-0178-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2016.07.044

Monitoring-forewarning and safety emergency system for petrochemical industry based on internet of things

ZHA Jun^{1*}, LV Yun-rong¹, ZHU Jian-xin¹, MA Bo², ZHANG Ming²

(1. Hefei General Machinery Research Institute, Hefei 230031, China; 2. Engineering Research Center of Chemical Safety Ministry of Education, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: According to the problems of petrochemical enterprises such as uncomprehensive monitoring, delayed accident forewarning, low efficiency of emergency rescue and incompatibility between different monitoring systems and data sources, a monitoring-forewarning and safety emergency system is designed. With this system, the equipment could be monitored in real time. The hazard and risk of equipment could also be automatically analyzed. The system helps the petrochemical enterprise to realize timely accident forewarning, the intelligent decision and dispatch of the emergency rescue. Besides that, it also solves the problem of incompatibility between different monitoring systems and data sources and improves the level of automation and intelligence of the safety production management and emergency command scheduling for the petrochemical enterprise.

Key words: internet of things; petrochemical industry; hazard; monitoring-forewarning; risk analysis; data sharing

随着石化工厂的数量与规模不断增加,涉及石油化工的重大危险源数量不断增长且其分布范围也在不断扩大。近年来,由于对石油化工危险源监测不全面、故障预防预警不及时和应急救援效率低等问题导致的重大事故时有发生,给危化品生产企业及社会公共安全带来严重威胁。针对上述问题,近年来国内研究人员开展了一些基于物联网技术的自动、实时监控系统的研发工作,并取得了一定的成果^[1-9]。如在化工物流领域,通过建立涵盖物流运作、物流监管与物流决策3个层面的物联网系统,加强对产品和运输工具的管控,实现了物流管理的初步智能化^[5-6]。青岛石化应用了基于物联网的转动设备状态监测与预警系统,可以实时监测分析振动、

速度/加速度和温度等转动设备的状态数据,实现对设备异常状态的智能预警与状态维修^[7]。广东茂名石化建立基于物联网的石化厂区环境在线监测系统,对厂区温度、湿度、可燃/有毒气体浓度等参数实时监测预警,使企业管理人员能够及时掌握可燃/有毒气体的实时动态信息,及时排除可能引发危险事故的因素^[8-9]。

上述应用在石化企业的物联网系统在一定程度上提高了企业生产运营管理的自动化水平和管理效率,不过这些物联网系统存在功能单一有限,且与石化企业其他监控系统存在兼容性以及数据共享等问题,不便于企业统一规划管理。针对该问题,本文中介绍了一种基于物联网技术的石化

装置监控预警与安全应急系统,在石化企业建立具备设备状态监控、数据互联互通和自动分析、事故快速预警以及安全应急智能决策等一系列功能的物联网系统。

1 系统设计功能

如图1所示,基于物联网的监控预警与安全应急系统具备4大功能模块。

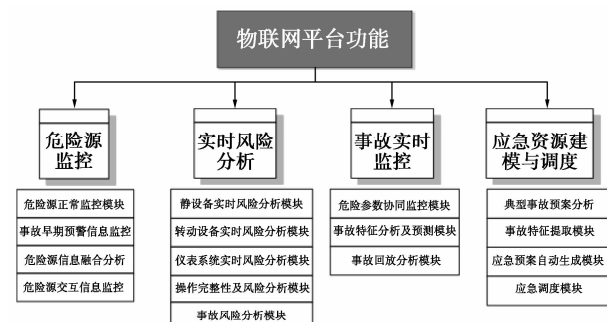


图1 系统功能框图

(1)危险源监控模块,包括危险源正常监控模块、事故早期预警监控模块、危险源交互信息监控模块以及危险源信息融合分析模块。系统监控预警对象一般涵盖石化企业生产、储运场所的动设备(离心式/往复式压缩机组、机泵群组等)以及储罐、塔器、换热器等压力容器和压力管道等设备。

(2)实时风险分析模块,主要依据危险源实时监控数据,结合 Hazop 分析方法、基于风险的检验

(RBI)和信号分析技术进行动静设备的在线风险评估,并建立相应的风险分级机制与标准,实现危险源装置的实时风险分级,指导危险源装置的风险管理。该功能模块包括静设备实时风险分析模块、转动设备实时风险分析模块、仪表系统实时风险分析模块、操作完整性及风险分析模块和事故风险分析模块。

(3)事故实时监控模块,主要用于事故状态下的危险源信息监控,为应急指挥决策提供数据支持,包括危险参数协同监控模块、事故特征分析及预测模块、事故回放分析模块。

(4)应急资源建模与调度模块,为企业建立信息化危险介质信息库、应急资源数据库、应急预案库和应急指挥调度平台,依据危险源所涉及的事故的类型、影响范围和严重程度,自动生成相应的应急救援方案、应急资源需求分配信息以及应急指挥调度方案。该模块包括典型事故预案分析模块、事故特征提取模块、应急预案自动生成模块、应急调度模块。

2 系统组成和网络架构

2.1 系统组成

该物联网系统整体采用浏览器/服务器(Browser/Services)架构,使石化企业管理人员能通过远程终端访问服务器,可以随时随地进行查询、浏览等业务流程。系统由3个层面组成:基础数据层、数据分析

CFD for performance enhancement in direct contact membrane distillation[J]. Journal of Membrane Science, 2012, 405/406: 38 - 47.

[9] Li W, Wang H, Li B, *et al.* Novel design of liquid distributors for VMD performance improvement based on cross-flow membrane module[J]. Desalination, 2014, 336(3): 80 - 86.

[10] Tang N, Zhang H, Wang W. Computational fluid dynamics numerical simulation of vacuum membrane distillation for aqueous NaCl solution[J]. Desalination, 2011, 274(1): 120 - 129.

[11] Shirazi M M A, Kargari A, Ismail A F, *et al.* Computational fluid dynamic (CFD) opportunities applied to the membrane distillation process; State-of-the-art and perspectives[J]. Desalination, 2016, 377: 73 - 90.

[12] Versteeg H K, Malalasekera W. An introduction to computational fluid dynamics-The finite volume method [J]. Epl, 1995, 20 (5): 400.

[13] Shih T H, Liou W W, Shabbir A, *et al.* A new k- ϵ eddy viscosity model for high Reynolds number turbulent flows[J]. Computers & Fluids, 1995, 24(3): 227 - 238.

[14] 许兆广. 气隙式膜蒸馏氯化钠水溶液的研究[D]. 大连:大连理工大学, 2009. ■

(上接第177页)

[2] Yao M, Yun C W, Tijging L D, *et al.* Effect of heat-press conditions on electrospun membranes for desalination by direct contact membrane distillation[J]. Desalination, 2016, 378: 80 - 91.

[3] Abu-Zeid E R, Zhang Y, Hang D, *et al.* A comprehensive review of vacuum membrane distillation technique [J]. Desalination, 2015, 356: 1 - 14.

[4] Hou D, Dai G, Fan H, *et al.* An ultrasonic assisted direct contact membrane distillation hybrid process for desalination[J]. Journal of Membrane Science, 2015, 476: 59 - 67.

[5] Guan G, Yang X, Wang R, *et al.* Evaluation of heat utilization in membrane distillation desalination system integrated with heat recovery[J]. Desalination, 2015, 366: 80 - 93.

[6] Shirazian S, Ashrafizadeh S N. 3D modeling and simulation of mass transfer in vapor transport through porous membranes[J]. Chemical Engineering & Technology, 2013, 36(1): 177 - 185.

[7] Yu H, Yang X, Wang R, *et al.* Numerical simulation of heat and mass transfer in direct membrane distillation in a hollow fiber module with laminar flow[J]. Journal of Membrane Science, 2011, 384 (s1/2): 107 - 116.

[8] Yu H, Yang X, Wang R, *et al.* Analysis of heat and mass transfer by

处理层以及客户应用层,如图 2 所示。

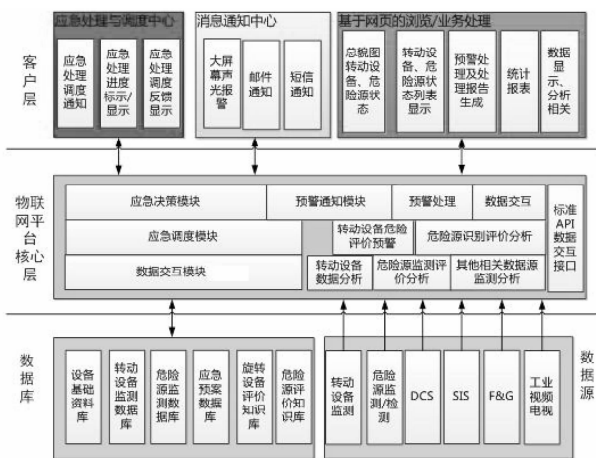


图 2 系统组成示意图

基础数据层提供了系统进行业务处理所需的基础数据,其来源包括企业数据库和设备状态监测数据,前者包括企业设备基础资料库、危险源监测数据库、应急资源数据库和应急预案资料库、旋转设备评价以及危险源评价知识库等;后者包括动静设备、危险源监测/检测参数、DCS、SIS、F&G 以及工业视频电视数据等。

数据分析处理层主要功能是将基础数据层上传而来的数据按照相应的算法进行自动分析处理,并将相关结果推送给客户应用层。该层包括动静设备的数据分析和风险评价预警、危险源自动识别分析、事故预警以及应急决策与调度分析、各个数据库和功能模块之间的数据交互等功能。

客户通过浏览器可以实时查看各设备状态的监控数据、相关风险分析结果以及统计报表信息。发生设备异常报警或事故时,相关报警信息会以邮件或短信的方式推送给相关工作人员,应急处理与调度中心通过调用事故后果分析结果和应急预案库做出相应的应急决策,再将应急指令推送给应急人员,并能实时查看应急处理和调度的进程信息。

2.2 系统网络架构

图 3 所示为该物联网系统的网络架构,通过建立石化企业网络平台来实现多元数据源的互联互通和业务处理。在装置区通过布设传感器网络采集装置,诸如温度、压力、液位、振动和流量等参数,并通过网关将数据上传至企业网络平台;根据企业其他数据库(如设备资料库、应急预案库、危险源评价知识库等)、DCS 系统、SIS 系统和工业视频系统等数据库所支持的标准通讯协议,如 OPC 协议、Modbus

协议或 ODBC 协议等,开发相应的数据通讯接口程序,将这些数据库接入企业网络平台;物联网数据业务平台对这些数据进行分析处理,并将结果反馈给企业网络平台;企业管理人员则可以通过远程终端或移动终端对企业生产运行信息进行实时查看和决策。

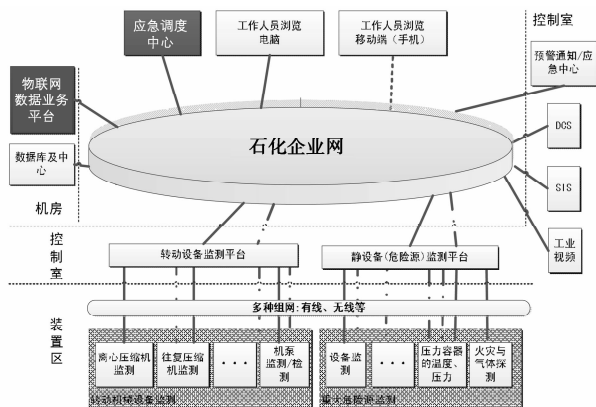


图 3 系统网络架构图

3 结语

建立基于物联网的石化工业监控预警与安全应急系统,石化企业可以对动静设备生产运行参数进行远程实时监控和快速决策。该系统能对设备状态参数进行自动分析处理,实现危险源装置自动识别和风险评价,以及对事故及时预警和快速应急指挥决策,并帮助企业解决多元监控系统和数据源的兼容性和数据共享问题,提高企业安全生产管理和事故应急救援指挥的自动化、智能化水平。

参考文献

- [1] 王华. 物联网在石油石化行业的应用初探[J]. 石油规划设计, 2011, 22(6): 1-4.
- [2] 梁福波. 基于物联网技术下的数字化油气田设计与实现[J]. 自动化与仪器仪表, 2014, (1): 155-157.
- [3] 周敏, 张耀亨, 刘双明. 炼化企业物联网建设方案探讨[J]. 现代化工, 2014, 34(2): 9-13.
- [4] 李颖. 视频监控系统的用于油田生产物联网的建设[J]. 油气田地面工程, 2014, 33(7): 73-74.
- [5] 李富芳. 物联网技术在化工物流的应用分析及展望[J]. 当代石油石化, 2011, 19(10): 26-29.
- [6] 孟庆峰. 物联网技术在石化行业的应用[J]. 中国信息界, 2012, (6): 55-57.
- [7] 范明新. 基于物联网技术的旋转设备状态监测与预警系统[J]. 化工自动化及仪表, 2013, 40(6): 746-748.
- [8] 张锋, 李凯亮, 曾俊林. 基于物联网技术的石化厂区有毒气体泄漏在线监测系统[J]. 仪表技术与传感器, 2015, (6): 95-98.
- [9] 张锋, 李凯亮, 曾俊林. 基于物联网技术的石化厂区环境在线监测系统[J]. 化工自动化及仪表, 2015, 42(3): 267-271.