

FGS 系统在盐化工装置中的应用前景分析

黄仲伟¹ 杨 玄² 李 杰² 刘 彬² 郑春红² 王琼霞² 徐何军²

1. 中国石化江汉油田分公司盐化工总厂, 湖北 潜江 433121;
2. 中国石化江汉油田分公司江汉采油厂, 湖北 黄冈 438011

摘 要: 为了探究盐化工装置安全生产要点, 论证火气系统(FGS 系统)应用可行性, 为 FGS 系统提供盐化工装置安全性做前景性分析。通过对 FGS 系统的研究, 结合某公司 FGS 系统的实际应用情况, 对比盐化工装置安全特点, 充分评估可行性。研究结果说明: 盐化工装置工艺流程复杂, 产品危险性大, 必须依靠智能化先进方案进行软硬件结合形成立体化防护网, 达到自动预警、消防联动、智能指挥、实操演练等目的; 采用全新设计理念 and 技术的 FGS 系统与传统的 DCS、SIS 系统配伍协调性使用, 实现了流程工业生产管理上的检测、传输、显示与报警等安全方面功能, 极大提高了装置安全性。可为盐化工装置方面的实践提供借鉴。

关键词: 盐化工; 装置; 安全; FGS 系统

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2018.05.020

Analysis of Application Prospect of FGS System in Salt Chemical Plant

Huang Zhongwei¹, Yang Xuan², Li Jie², Liu Bin², Zheng Chunhong², Wang Qiongxia², Xu Hejun²

1. The General Salt and Chemical Plant of Jiangnan Oilfield Branch, Sinopec, Qianjiang, Hubei, 433121, China;
2. Jiangnan Oil Production Plant of Jiangnan Oilfield Branch, Sinopec, Huanggang, Hubei, 438011, China

Abstract: In order to explore the safety production of the salt chemical plant, the feasibility of FGS system was proved, and the prospect of the safety of the salt chemical plant was analyzed. Based on the research on FGS system and combined with the application of FGS system in certain company, the safety features of salt chemical industry plant were compared and feasibility was fully evaluated. The results show that the process of salt chemical plant is complex with huge product risk. It is necessary to rely on advanced intelligent solutions for hardware and software combination to form a three-dimensional protection for automatic alarming, fire control linkage, intelligent command and field drilling. New technology and design concepts with traditional DCS, SIS system are adopted to realize production management, transmission, display and alarm and other security functions, which greatly improves the safety of devices. It can be put into operation for salt chemical plant.

Keywords: Salt chemical industry; Installations; Safety; FGS system

收稿日期: 2017-11-30

基金项目: 国家高技术发展计划(863)(SS 2012 AA 060704)

作者简介: 黄仲伟(1970-), 男, 湖北潜江人, 工程师, 主要从事盐化工装置供热锅炉运行管理工作。

0 前言

随着经济发展与社会进步,中国盐化工行业在全球占据了较大份额。盐化工行业已经从传统的“三酸两碱”中的烧碱、纯碱和盐酸,逐步发展成向着众多的精细专用化学品延伸的综合型基础原材料行业链,PVC、甲烷氯化物、环氧丙烷、TDI/MDI等多种基础性化工原料就是盐化工企业的产物。随着产品的不断丰富,盐化工行业的安全环保要求也不断提高,提出工业4.0背景下的智能化工厂展望,所以必须依靠智能化系统全面保障盐化工企业安全环保运行^[1]。

在石油化工领域,智能化生产已初见成效。国内,西北石油局建成并投运了智能化油田调度系统,解决了油田单井点多面广巡检不利的局面,极大节约了人力资源,提高了油田整体生产效率^[2-3]。国外,相关的化工企业设计并运用了数字化工厂SIS系统,优化了化工装置调控响应时间,综合提高了化工企业生产平稳率,极大降低了事故发生概率。

表1 盐化工装置常见安全隐患

设备及装置	安全隐患	发生概率/(%)
反应釜及反应器	1)减速机异响、漏油、塑料风叶热融变形;2)机封、减速机缺油;3)垫圈老化、物料泄漏;4)爆破片失效、压力表失效、阀门内漏;5)温度偏高、搅拌终端且存在异常升压或冲料;6)反应釜酸性腐蚀、搪瓷内胆腐蚀且物料易燃易爆具有腐蚀性,系统及附件老化;7)缺少备用机或备用机年久失修	21
贮槽、罐区、槽车	1)液位计模糊或损坏、堵塞;2)高位贮槽未能有效固定;3)常压贮槽带压使用;5)贮罐频繁受真空、氮气交变载荷,且出现裂缝;6)低沸点溶剂或液化气贮槽受阳光直射;7)室外贮罐等存在运输车辆等撞击危险;8)危险品罐区围堰孔洞未封堵,防护堤封堵不严密,任意开设排水孔	18
冷凝器、再沸器	1)任何情况引起的腐蚀与泄漏;2)冷凝后物料温度过高;3)换热介质层被淤泥、微生物堵塞	19
管道及附件	1)可燃或腐蚀性物料出口管线,其支架未设置吊式压式弹簧补偿措施,或直接采用挠性连接短管;2)保温保冷层破损;3)腐蚀、色标不清;4)液位计及相关仪表未设置防护	28
机泵	1)泄漏、异响、防护罩缺失;2)泵进口管径小或管路长或拐弯多,泵出口未装压力表或止回阀;3)长期停用时,未放净泵和管道中液体,造成腐蚀或冻结	14

盐是化学工业的重要原料,具有通用性与延伸性。当前以盐为原料的盐化工种类繁多,工艺流程复杂,进行不同装置的互助生产可以运用单一盐化工装置制成氯气、金属钠、纯碱、烧碱和盐酸等种类繁多的产品,但装置反应复杂,产品危险性大,其中纯碱和氯碱等延伸产品具有较大毒性需要最高等级安全防护。所以相应盐化工企业生产与产品储存安全任务重、环保压力大。当前相关企业建立有保障工厂正常运行的DCS控制系统,而个别工厂因为建设年份久远,成本压力大等原因,未设立智能化安全防护系统。所以在发生泄漏、火灾等重大事故时,保障工程最后关口的防护措施至关重要。

2 FGS系统概述

火气系统全称为火灾报警和气体检测系统(Fire

Alarm and Gas Detector System,FGS),为专用独立的安全预警性火气系统,符合中国消防安全资格认证(CCCF认证),在国际上常与SIS系统配合使用,保障工厂生产安全。目前,FGS系统在中国新一代化工厂和相关油气储运工程中运用,但尚未全面普及,也没有相应法律法规和明确行业标准进行FGS系统的强制性或建议性运用^[11]。

1 盐化工装置安全特点

精细化工是盐化工的下一步发展方向,但由于中国盐化工起步较早,相应企业厂房设施及工艺设备存在装置老化、生产现场作业环境差等问题。鉴于成本考量,精细化工发展上往往会在传统盐化工厂房及设备基础上进行改造^[7]。老旧工厂的建设年份、设备运行情况及当时建设的国标等因素都为改造后的后续生产带来较多安全隐患,生产形势严峻。但鉴于工程预算,又不能大规模进行基础设施建设和设备更新换代,只能在大修和改造的基础上缓步推进盐化工装置的发展^[8-10]。盐化工装置常见安全隐患见表1。

Alarm and Gas Detector System,FGS),为专用独立的安全预警性火气系统,符合中国消防安全资格认证(CCCF认证),在国际上常与SIS系统配合使用,保障工厂生产安全。目前,FGS系统在中国新一代化工厂和相关油气储运工程中运用,但尚未全面普及,也没有相应法律法规和明确行业标准进行FGS系统的强制性或建议性运用^[11]。

FGS系统主要针对火源和气体进行有效探测,并实施报警响应。FGS系统原理逻辑见图1,其主要工作原理为:首先通过火焰、可燃气体、烟感、温感等探头进行现场实时采集;然后进行数据分析和信息传递,经过软件逻辑触发中控和现场报警,并在电脑上显示报警位置和实时参数;最后进行自动或半自动遥控消防炮、雨淋阀、泡沫阀以及空调系统的自动化响应,实现应急处理,最终达到保障安全目的^[12-14]。

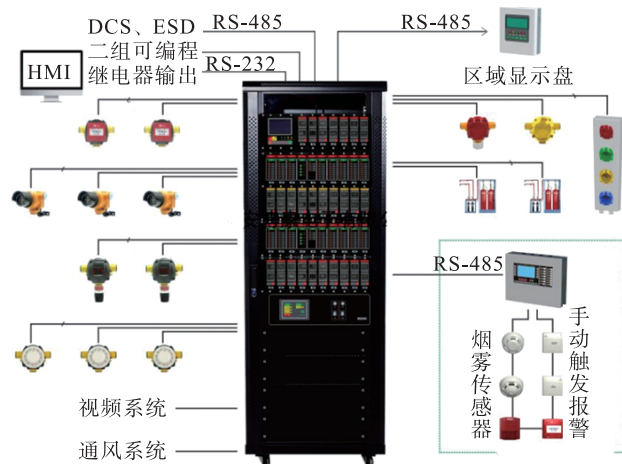


图 1 FGS 系统原理逻辑

FGS 系统主要由现场检测元件、逻辑控制器、执行元件、模拟报警盘及不间断电源组成,且包括办公区火灾报警和空调控制系统,见图 2。FGS 系统采用冗余结构,具有较强可靠性和可用性。现场每个装置区域的 FGS 系统互为独立,且与 DCS 保持冗余串行通讯,保证单一故障不影响系统全局正常运行^[15]。其中每套 FGS 系统均配置冗余的以太网接口,通过光纤连接至冗余的 FGS 系统中央交换机。中控室控制面板与消防支队的 HMI 上位机可通过以太网进行各个 FGS 系统数据共享并保持实时通讯畅通,确保现场探头和系统报警状态实时受控,全面提高应急响应速度和人员处置效率^[16]。

FGS 系统具备故障自检和恢复功能。在系统设置之初,若系统发生供电故障、功能紊乱、检测回路不畅等多种情况时,会触发报警提示并且锁死检测报警和消防阀。所以 FGS 系统中的全面装置只默认非故障安全模式,能在及时发生潜在故障并且自动或半自动恢复,充分确保系统稳定性与易用性^[17-19]。

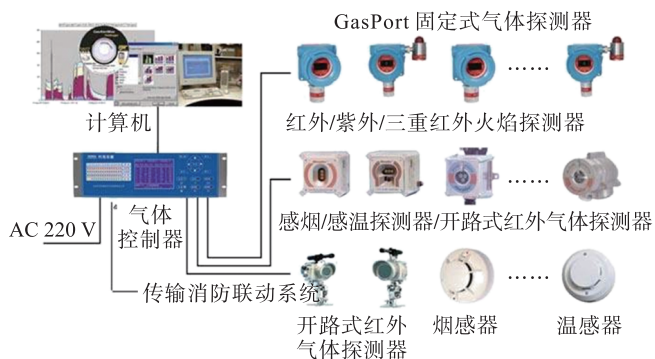


图 2 FGS 系统组成

3 FGS 系统应用前景

盐化工装置设计紧凑,存在交叉性反应和物料互窜等风险。加上精细化工发展方向上的传统盐化工厂工

艺设备改造,使原有的安全问题更严峻。单纯依靠传统人工巡检难以达到安全生产的标准,迫切需要类似 FGS 系统的智能化安全防护系统进行全方位检测预警^[20]。

某公司安装有燕山石化国外引进并自主创新后 FGS 系统,该系统基于工程工艺流程,首先进行了现场探头安装位置标注,确保中控人员随时监控各测点数据情况,及时发现报警点位置。

然后通过硬件将冗余可编程序控制器和火灾报警控制器融为一体。HMI 上位机部分采用组态软件完成,使整个系统具备人性化操作界面,确保具备事前预防、事中处理、事后查询分析的功能。具体运行规程为可编程序控制器冗余系统与上位机通过以太网 TCP/IP 协议通讯,将现场通讯数据进行中控面板显示,若现场传感器检测到异常,信息会通过 RS 485 总线经火灾报警控制器链入冗余可编程序控制系统,触发声光报警并在中控面板显示出报警位置及报警情况,以列表形式提示工作人员。FGS 系统还能根据可燃气体泄漏量及相应探头数据变化情况进行智能判断并进行预警等级限定,防止出现误报或消防设备触发等较为敏感问题^[21]。

综上所述,FGS 系统具有先进性与可靠性,能根据工艺装置特点进行现场探头的自由搭配,在全面兼容的系统框架下进行包括报警灯、报警喇叭、电磁阀、消防设施等设备的灵活优选联动优选;极大提高系统可用程度,充分节约人力资源,避免人员伤亡,保障装置设备安全。盐化工装置可根据工艺设备情况进行包括手动报警、烟感、温感、压力开关、流量开关等基础 DCS 联锁设置,然后通过 FGS 系统进行自动预警,智能响应地全方位安全防护。由此可见,盐化工装置投用 FGS 系统方案可行。

4 结论

盐化工装置工艺流程复杂,产品危险性大,具有互助反应等行业特点。所以安全工作不仅要依靠体系文件和加强培训等工作来加强,还必须依靠智能化先进方案进行软硬件结合,形成具备自动预警、智能指挥、实操演练等多项功能的立体化防护网。

采用全新设计理念和技术的 FGS 系统与传统的 DCS、SIS 系统配伍协调性使用,实现流程工业生产管理上的检测、传输、显示与报警等安全方面功能,极大提高了装置安全性。达到第一时间应急处置,极大降低事故危害。在管理上真正做到检测、传输、显示、报警、应急启动几乎在同一时间完成。

FGS 结构简单,维护性良好。在极大兼容现场已有设施前提下做到成本可控,经济性最优。FGS 系统自带的故障检测功能齐全,具有较好的故障定位和修复能力,系统维护效率较高。毫秒级 SOE 功能(事故顺序

记录)的实现,极大地方便了用户的事事故数据采集,该功能弥补了民用普通火灾报警器在这一功能上的缺陷。

参考文献:

- [1] 陈仲波. 我国盐化工行业发展与环境保护的关系[J]. 中国高新技术企业, 2011, 16(1): 12-13.
Chen Zhongbo. The Relationship Between Salt Chemical Industry's Development and Environmental Protection in China [J]. China High-Tech Enterprises, 2011, 16 (1): 12-13.
- [2] 王建成. 淮安市盐化工新材料行业发展与推进策略研究[J]. 现代商贸工业, 2010, 22(22): 131-132.
Wang Jiancheng. Research on the Development and Advance Strategy of New Material in Salt Chemical Industry in Huaian City [J]. Modern Business Trade Industry, 2010, 22 (22): 131-132.
- [3] 杨 勇. FGS 系统的开发与实现[J]. 新疆石油天然气, 1993, 14(7): 84-86.
Yang Yong. Development and Implementation of FGS System [J]. Xinjiang Oil & Gas, 1993, 14 (7): 84-86.
- [4] 赵 霄. 现代化乙烯工厂火灾及气体检测系统(FGS)的设计探讨[J]. 石油化工自动化, 2005, 32(5): 10-14.
Zhao Xiao. Fire and Gas Detection System Design for Modernized Ethylene Plant [J]. Automation in Petro-Chemical Industry, 2005, 32 (5): 10-14.
- [5] 李素香. 火灾和气体报警系统(FGS)在化工装置中的应用[J]. 化工与医药工程, 2005, 26(4): 28-31.
Li Suxiang. Application of Fire and Gas Alarm System(FGS) in Chemical Equipment [J]. Chemical and Pharmaceutical Engineering, 2005, 26 (4): 28-31.
- [6] 陈宗宇, 侯 山, 蒋昌星, 等. 天然气处理厂火气报警系统的应用[J]. 化工自动化及仪表, 2015, 42(4): 468-472.
Chen Zongyu, Hou Shan, Jiang Changxing, et al. Research and Application of FGS System in Gas-processing Plant [J]. Control and Instrument in Chemical Industry, 2015, 42 (4): 468-472.
- [7] 余 昱. 双相钢及双相钢复合板在江汉盐化工盐硝装置中的应用[J]. 中国井矿盐, 1993, 8(6): 32-34.
Yu Yu. Application of Dual-Phase Steel and Dual-Phase Steel Composite Plates in Salt and Nitrate Devices in Jianghan Salt Chemical Industry [J]. China Well and Rock Salt, 1993, 8 (6): 32-34.
- [8] 王俊祁, 张伟东. 基于盐化工自动包装系统的缝包机刹车装置设计[J]. 中国井矿盐, 2016, 47(5): 31-33.
Wang Junqi, Zhang Weidong. A Sack Closer Brake Device Design Based on the Salt and Chemical Automatic Packaging System [J]. China Well and Rock Salt, 2016, 47 (5): 31-33.
- [9] 武平丽, 高国光. 国产大型 DCS MACS_V 在盐化工流程控制中的应用[J]. 自动化仪表, 2008, 29(9): 22-26.
Wu Pingli, Gao Guoguang. Application of Domestic Large-scale DCS MACS_V in Salt Chemical Engineering Process Control [J]. Process Automation Instrumentation, 2008, 29 (9): 22-26.
- [10] 孙继峰. 循环回收化学清洗方式在整流装置中的应用[J]. 江汉石油科技, 2016, 24(3): 80-83.
Sun Jifeng. Application of Recycling Chemical Cleaning Methods in Rectifying Devices [J]. Jianghan Petroleum Technology, 2016, 24 (3): 80-83.
- [11] 邹 洁. FGS 火灾、可燃及有毒气体检测系统设计[J]. 华东科技: 学术版, 2014, (7): 495-495.
Zou Jie. Design of FGS Fire, Combustible and Toxic Gas Detection System [J]. East China Science and Technology: Academic Edition, 2014, (7): 495-495.
- [12] 冯省利. 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范的应用体会[J]. 石油化工自动化, 2012, 48(3): 16-20.
Feng Shengli. Application Experiences on Specification for Design of Combustible Gas and Toxic Gas Detection and Alarm for Petrochemical Industry [J]. Automation in Petro-chemical Industry, 2012, 48 (3): 16-20.
- [13] 叶威威. FGS 在煤气化项目中的应用[J]. 石油化工自动化, 2007, 26(5): 59-62.
Ye Weiwei. The Application of FGS in a Coal Gasification Project [J]. Automation in Petro-chemical Industry, 2007, 26 (5): 59-62.
- [14] 赵春丽, 唐宇荣. TRICON 系统在二化 PLC 改造中的应用[J]. 仪器仪表用户, 2014, 21(4): 49-51.
Zhao Chunli, Tang Yurong. Application of TRICON System in Second Fertilizer's PLC Transform [J]. Instrument Customer, 2014, 21 (4): 49-51.
- [15] 张亦林. 火气系统在石化装置中的应用[J]. 石油化工自动化, 2012, 48(2): 11-15.
Zhang Yilin. Fire & Gas System Application in Petrochemical Unit [J]. Automation in Petro-chemical Industry, 2012, 48 (2): 11-15.
- [16] 赵 霄. 石油化工装置气体检测系统配置方案的设计探讨[J]. 石油化工自动化, 2016, 52(5): 7-11.
Zhao Xiao. Discussion on Design of Gas Detection System Configuration Scheme for Petrochemical Plant [J]. Automation in Petro-Chemical Industry, 2016, 52 (5): 7-11.
- [17] 吴 洋. 火气系统在天然气装置中的应用[J]. 油气田地面工程, 2013, 32(9): 153-155.
Wu Yang. Application of FGS in Natural Gas Installations [J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2013, 32 (9): 153-155.

- [18] 杨广才,张 丹.组态软件在 PLC 实验系统中的应用[J]. 苏盐科技,2006,15(4):17-19.
Yang Guangcai, Zhang Dan. Application of Configuration Software in PLC Experiment System [J]. Jiangsu Salt Science and Technology, 2006, 15 (4): 17-19.
- [19] 张 达.石油化工装置 HAZOP 分析方法和重点及应采取的措施[J]. 科协论坛,2013,(9):62-63.
Zhang Da. HAZOP Analysis Methods and Emphases Applied in Petrochemical Installations and Its Countermeasures [J]. Science & Technology Association Forum, 2013, (9): 62-63.
- [20] 马宇宁. PLC 技术在机械电气控制装置中的应用思路探究[J]. 现代盐化工,2016,43(6):44-45.
Ma Yuning. Research on the Application of PLC Technology in Mechanical and Electrical Control Device [J]. Modern Salt Chemical Industry, 2016, 43 (6): 44-45.
- [21] 齐 敏,周立志.计算机及 PLC 技术在整流系统中的应用[J]. 氯碱工业,2005,(10):8-9.
Qi Min, Zhou Lizhi. Application of Computer and PLC Technology in Rectifying System [J]. Chlor-Alkali Industry, 2005, (10): 8-9.

页岩革命助推我国能源结构转型

2017 年,全球石油产量 43.87×10^8 t,其中非常规石油产量占 11%;全球天然气产量 3.69×10^{12} m³,其中非常规气产量占 23%。

页岩气是全球天然气产量增长的主体。全球页岩气资源丰富,美国、中国、加拿大、阿根廷 4 个国家实现商业开发。美国继续领跑全球页岩气商业开发,年均增长 21%。

美国页岩革命的经验是:提出连续型聚集理论、创新水平井体积压裂技术、长期国家政策扶持。

全球页岩气可采资源量 221×10^{12} m³,我国排第一位。自然资源部公布我国页岩气技术可采资源量为 21.81×10^{12} m³。

2017 年,我国页岩气产量 90.25×10^8 m³,成为全球第二大页岩气生产国。

四川盆地是我国唯一实现页岩气开采的区域,实现 3 500 m 以浅资源成功开发。近期,渝西区块深层页岩气勘探获重大突破,足 202-H1 井垂直深度超过 3 900 m,水平段长超过 1 500 m,测试日产量超过 45×10^4 m³。

页岩革命的内涵包括理论革命、技术革命、管理革命和战略革命。

常规油气是传统技术可开采的圈闭型油气藏,要具备“生储盖圈运保”条件;而非常规油气则是传统技术不能开采的连续型“甜点区”。

传统理论认为页岩只能用来生成油气,且无孔隙,是“铁板一块”,只能作为常规油气的隔盖层。常规砂岩孔隙直径是致密砂岩的 10 倍、页岩的 1 060 倍。因此,在传统认识中,致密砂岩、黑色页岩是油气的勘探禁区。

但在新的理论中,页岩可以生油气、储油气、产油气。四川盆地奥陶系五峰组-志留系龙马溪组页岩气高产“甜点段”长达 20~40 m。

页岩气采用水平井平台开采,目前水力压裂裂缝横向延伸可达 100~150 m,纵向扩展高度达 15~20 m。

蜀南页岩气工业化高产的经验是:选准“甜点区”,打进“甜点段”,压好“甜点体”。

页岩革命是油价断崖式下跌的直接推手,也将帮助美国于 2026 年实现能源独立。

页岩革命助推世界石油工业可再发展 150 年以上;助推世界天然气发展步入鼎盛期,本世纪中叶将进入天然气时代。

页岩革命有利于我国能源结构转型。据规划,我国 2030 年页岩气产量将达到 $800 \times 10^8 \sim 1\,000 \times 10^8$ m³。

(曾 妍 摘自中国石油网)