

关于长输天然气管道数字化无人值守站场建设的探索

周 巍, 缪全诚

中海广东天然气有限责任公司, 广东 珠海
Email: miuqch@cnooc.com.cn

收稿日期: 2021年5月22日; 录用日期: 2021年6月6日; 发布日期: 2021年6月21日

摘 要

随着国内天然气管线建设的快速发展及管网的形成、工业自动化水平的逐步提升, 通过技术与管理手段提高管道系统安全运行效率的需求也越发迫切。目前国内绝大多数的天然气输气站场为24小时有人值守, 随着自动化技术和设备可靠性的提升, 可降低操作人员安全风险和运营成本的无人值守站场成为未来主流趋势。文中借鉴国内外长输天然气管道公司无人值守站场建设案例, 结合某长输天然气管道公司以“无人值守、远程监护、区域管理、运检维一体化”为目标的数字化无人值守试点建设, 对数字化无人值守站场建设成功的做法及良好的实践进行研究, 具有借鉴意义。

关键词

长输天然气管道, 无人值守站场, 自动化控制, HAZOP分析, SIL定级

Exploration on Construction of Digital Unattended Station for Long Distance Natural Gas Pipeline

Wei Zhou, Quancheng Miao

CNOOC Guangdong Natural Gas Co., Ltd., Zhuhai Guangdong
Email: miuqch@cnooc.com.cn

Received: May 22nd, 2021; accepted: Jun. 6th, 2021; published: Jun. 21st, 2021

Abstract

With the rapid development of domestic natural gas pipeline construction and the formation of pipeline network, the gradual improvement of industrial automation level, through technology

and management means to improve the safe operation efficiency of the pipeline system is also increasingly urgent. At present, most of the natural gas transmission stations in China are manned 24 hours a day. With the improvement of automation technology and equipment reliability, unattended stations which can reduce the safety risk and operating cost of operators will become the mainstream trend in the future. This paper draws lessons from the construction cases of unattended stations of domestic foreign gas pipeline company combined with a long-distance natural gas pipeline company to “unattended, remote monitoring, regional management, transportation, inspection and maintenance integration” as the goal of digital unattended pilot construction. The successful practice and good practice of digital unattended station construction are studied. It has reference significance.

Keywords

Long Distance Natural Gas Pipeline, Unattended Station, Automatic Control, HAZOP Analysis, SIL Grading

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 公司概况

某长输天然气管道公司地处于珠三角地区, 现有在编员工 279 人, 管理运营 351 公里天然气管道、30 座输气站(含计量站)、14 座阀室和 16 座阀井, 有四个气源, 供应链辐射广州、珠海、澳门、中山、江门等粤港澳大湾区城市, 为珠江西岸民生及工业用气、燃气发电提供的有力保障。到目前累计向粤港澳大湾区输气 320 亿方, 安全供气十五年。

2. 开展数字化无人值守场站建设的背景

为了进一步优化管道运行管理体制, 建立国际先进水平管输公司, 某输气公司根据集团部署, 开展长输天然气管道数字化无人值守站场探索研究及建设工作, 采用“由点带面”的方式推动整体数字化转型, 促进公司管理变革, 实现降本增效, 为企业高质量发展提供重要支撑。

3. 无人值守站场建设调研情况

目前, 国内无人值守场站正处于起步阶段, 由于缺少相应的国家标准、行业标准作为无人站建设的依据, 无人站的设计及建设成为了巨大的挑战, 为了解行业内已建设无人值守站场公司的建设情况、运维模式、设计原则、管道制度等内容, 2019 年 4 月广东管道相关人员组成调研小组。赴中石油某输气公司、北京天然气某管道公司进行无人化站场建设现场调研并查阅国外数字化无人值守场站建设相关资料。

中石油某输气公司目前共计管辖 178 座站场, 其中实施数字化无人站场 22 座。其数字化站场为阀室改扩建而成[1]。由于受限于征地困难等因素, 无法按照标准分输站进行设计、改造, 通过使用橇装化设备, 在原有阀室征地的基础上将阀室改造成数字化站场, 实施无人值守, 有人看护, 区域化巡检。

北京天然气某管道公司目前总里程 5307 公里, 站场 80 座, 阀室 220 座, 实施无人化站场 20 座。其无人化站场输气工艺流程一般较为简单, 且进行了相应优化, 多数均为进出站、越站、过滤、计量, 而调压流程及装置多数由下游用户自行建设。无人值守站场建设位置, 一般与下游用户接气站场之间存在一定距离。若站场系统故障中断供气, 从分输站到用户站场管线储气可进行一定时间的保供。

国外天然气行业自动化及区域化管理起步较早, 在站场设计之初, 便引入无人值守站场的概念。国

外石油和天然气公司大多采用集中调控管理, 自动化水平高, 管道公司配置的机构及人员比较精简, 人员素质高。由于国外劳动力价格普遍较高, 管道巡线工数量较少, 一般采用无人机巡线、直升机巡线、卫星扫描等方法加强管道安全监控, 也在一定程度上推动高科技手段的广泛应用。

4. 长输天然气管道数字化无人值守试点站建设实践

某长输天然气管道公司结合国内外无人值守站建设调研及自身场站建设实际情况, 以“无人值守、远程监控、区域化管理、运检维一体化”为建设目标, 采用先易后难, 逐步推进的建设方式, 完成了数字化无人值守试点站建设工作, 并开展试点运行工作。

4.1. 试点站概况

该试点站于 2005 年建成并投产使用, 建有 SCADA 数据采集与监视控制系统及 ESD 紧急停车系统, 场站所有生产数据已上传 SCADA 系统, 并通过生产专用网络将生产数据传输至调度中心, 当发生事故、火灾或爆炸等其他紧急情况时, 站场及调度中心均能实现快速停站操作, 可避免对人员及设备造成更大的伤害。另外, 场站还建设有视频监控、火灾报警、门禁控制及周界报警等安防控制系统, 除火灾报警系统外, 其他安防系统均已实现调度中心远程控制功能。

场站原设计为“有人值守、无人操作”, 目前运维管理为有人值守、有人操作、区域化管理, 设备检修及维护工作由公司专业维修组织开展并负责具体实施工作。

4.2. 工作流程

结合试点站无人值守的建设要求、结合场站已有设备设施、控制系统及生产运营等实际情况, 制定了数字化无人值守试点站工作流程, 见图 1:

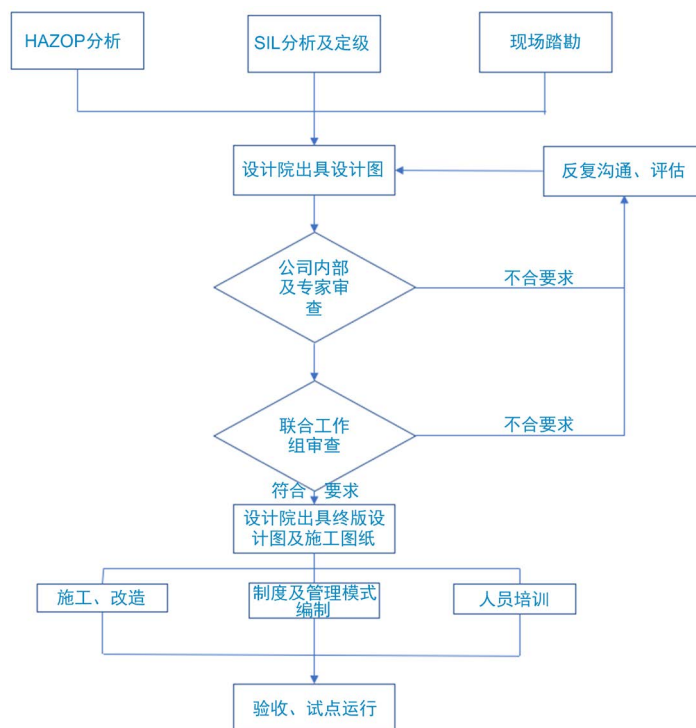


Figure 1. Construction work flow chart
图 1. 建设工作流程图

4.3. HAZOP 分析、SIL 分析及定级

4.3.1. HAZOP 分析及 SIL 定级

结合试点站生产实际情况,开展数字化无人值守试点站 HAZOP 分析,并开展 SIL 分析及定级工作。针对试点站相关气量分输流程进行了简单梳理,并给出 HAZOP 分析建议,结合数字化无人值守试点站 HAZOP 分析报告、试点站工艺流程 PID 图、试点站站场控制系统配置框图及 ESD 连锁因果图/逻辑图,对数字化无人值守场站建设试点站识别出来的 SIF 回路进行了逐项分析和讨论,通过对数字化无人值守建设试点站识别出来的 SIF 回路进行逐项分析和讨论,得出站场 ESD、站场放空 SIF 功能回路所需的 SIL 等级。

4.3.2. 分析定级结论

经过 HAZOP 分析及 SIL 分析及定级确认:

1) 试点站上游连接为海气终端,下流连接为天然气输送主管道,无大型电厂及其他大气量用户;工艺生产流程较为简单,场站设置两路计量、两路过滤分离,无调压设备,现有安全仪表系统满足数字化无人值守场站建设要求。

2) 通过 HAZOP 分析得出,开展数字化无人值守建设,需对场站原有的通讯、仪表、安防及工艺设备进行升级改造,扩大气体检测的范围,提升调控中心对现场的感知能力,实现数据的智能处理,降低风险,同时需进一步提升设备运行的可靠性。

4.4. 主要建设成果

结合 HAZOP 分析及 SIL 定级结论,为提高调控中心对现场的感知能力、提升站场自动化控制水平,实现场站的无人值守运行,结合现场实际改造需求,邀请有资质设计院完成数字化无人值守试点站相关设计工作,根据设计图完成试点站仪表、电气、工艺、通讯、暖通、自控及总图共计 7 个专业改造工作。

通过改造,数字化无人值守试点站实现了全区域 PPM 级可燃气体的实时监测、电力系统实时监测及远程控制、安全阀起跳的远程监视及站场的远程放空、全区域、全天候视频监控及远程控制喊话、空调远程开关及温度控制等功能,提升了站场的整体感知和控制能力。

4.5. 无人值守场站试点运行

4.5.1. 运检维一体化

打破传统的天然气场站有人值守的传统运行、维修各自分离、独立的模式,充分利用鲜有人力资源,优化场站运行、维检管理模式,将维修及运行人员进行再培训并重组成为运检维人员,在完成辖区内站场巡检工作的同时,承担所辖区域内场站内设备的的日常维护及检修工作,实现区域内运检维一体化作业方式,提升作业效率。

4.5.2. 集中监视

通过将场站工艺设备及生产辅助设备数据采集上传至调度中心,将原由场站负责本站的数据监视、设备操作转变为由调度中心负责全线站场生产数据的集中监视及设备操作,原场站人员集中至中心场站,负责所辖区域内场站的集中巡检、集中维护、异常确认及应急处置[1]。

4.5.3. 区域化管理

在运检维一体化、集中监视的基础上,对车程在 30 分钟以内的相邻的场站按照作业区域进行人员及业务的整合,按照“运检维”一体化的作业方式,对生产运行,设备维护、管道管理等实行统一的集中管理[2]。

5. 数字化无人值守场站建设的经验总结

5.1. 无人值守站场的先进性

无人值守站场运行模式由分散巡检模式改变为“运检维”一体化巡检模式,集中调控、集中监视、集中巡检可以减少人员在危险区域(输气站场)的停留时间和活动人数,降低人员安全风险;有效提高巡检广度、深度和频次,及时发现系统运行隐患,提高设备本安性;减少因人员培训不到位或操作人员业务不熟练等人为因素导致误操作,提高人行为的本安性[3];减少站场办公和生活相关的建筑设施、场站辅助人和运行操作人员数量,在一定程度上减少投资和运行成本;升级改造原有系统存在品牌多和老旧的问题,提升系统运行稳定度。

5.2. 无人值守站场的局限性

无人值守站场也存在一定的局限性,其对设备自动化、信息化要求较高,对设备的可靠性要求较高,前期改造的成本加大。控制逻辑难度大,存在联调联试不充分,遗留隐患的风险。系统容错性要求高,且缺少实际运行经验,风险考虑不全面。大多数无人值守站场都是将已建成的天然气输气站场改造成为无人值守站场,原站场为设计有人员编制的情况下开展的安全条件审查、设施设计审查及验收,均需征得原审批部门的同意,存在审批风险。

6. 无人值守站场建设的意义

建设无人值守站场是输气站场智能化、数字化的重要举措,无人值守站场的出现是天然气行业生产自动化、科学管理发展的重要标志。试点运行后,场站的运维模式由“有人值守、有人操作”逐步向“无人值守、远程操作、区域化管理、运检维一体化”转变,实现了建成已投产长输天然气管道由有人模式向无人模式的转变,为中国海长输天然气管道无人值守建设迈出坚实的一步,同时也为国内其他建成已投产长输天然气管道无人值守建设提供经验借鉴。

参考文献

- [1] 曹永乐,姚红亮. 基于西气东输中卫压气站集中监视模式的实现与分析[J]. 石油规划设计, 2017, 28(4): 38-40.
- [2] 李毅,王磊,周代军,贾彦杰,舒浩纹,廉明明. 输油气站场区域化创新管理模式探讨[J]. 油气田地面工程, 2019, 38(11): 85-89.
- [3] 张世梅,张永兴. 天然气长输管道无人站及区域化管理模式[J]. 石油天然气学报, 2019, 41(6): 139-144.