

天然气站场无人化技术发展现状及优化分析

杜 伟 王红彬 李 鑫（国家管网集团西气东输公司郑州输气分公司，河南 郑州 450000）

摘 要：天然气站场采用无人化技术可以有效减少管线总能耗的 3%，从而节省管线的输气费用。目前，国内天然气无人站多为“有人值守，无人值班”的半无人管理模式，其运行环境受到周边交通条件、设备、通信、智能运行等因素的制约。随着国内科技和设备的不断进步，5 G 自动控制与信息化技术的广泛发展与运用，使得国内的天然气站场逐渐达到了“无人值守，无人操作”的无人管理模式。

关键词：天然气站场；无人化技术；现状；优化

0 引言

2022 年，国家发改委、能源局联合印发的《中长期油气管网规划》明确提出：“目前，国内石油天然气管线已运行 12×10^4 千米，预计到 2025 年可达 24×10^4 千米。”因此，对长输管线公司的关键生产单位和劳务组织进行优化，采用无人化的经营方式来降低公司的运行费用，并且利用行业的科技进步来推动天然气管输设备的国产化，从而降低设备购置等费用，对于节约天然气的建设成本来说是非常必要的。

1 天然气站场及其无人值守概述

目前，我国对原油的依赖程度超过 50%，为进一步优化我国的能源进口结构，加大对天然气的进口，提出“节能和替代原油”的新战略。在交通领域中推广应用新能源天然气，可以有效地降低交通领域的能耗，减轻我国的原油供给不足，降低国内汽车尾气排放，改善交通企业的经济效益和运营效率。同时，由于全球油价持续走高，国产石油的油价也在持续走高。与常规燃油比较，天然气具有较高的热值和较低的开采成本，并且其价格较为平稳。

天然气作为石油的一种替代能源，其经济性都得到了很好地体现。因此，天然气作为一种清洁、安全、经济的新型能源，建立天然气站场，对推动我国天然气车辆的发展，对改善城市环境，提升城市品位，都有着重要的作用。

天然气站场无人值守按照运行方式可以划分为两种主要类型：“有人值守，无人值班”和“无人值守，无人操作”。前一种是工作人员在现场办公，不需要在后台进行任何处理，如果出现问题，可以第一时间通知技术人员进行处理；而后者是在没有人工介入的情况下进行远程监测。

在目前阶段，最好的运行模式应该是：在运行后，取消站点的岗位职责，改为依赖于调度中心的遥控，

并以分区为基础进行集中监视；基于这一点，采用分区管理系统对设施进行不间断的维修维护，对出现的问题进行适时的正确处置，并进行经常性的巡检，实现了无人值班的目标。

目前，我国大部分地区的 CNG 站都已达到了遥控和无人值班两种模式。尽管目前国内大部分输气站都安装了 SCADA，但对其运行状态的监控仍然是必不可少的。

目前存在的问题是：现场没有明确的电气防爆标志，没有明显的防火间距，给作业者带来了很大的安全隐患。一旦发生重大的突发事件，将会带来巨大的生命财产损失，而且这种损失是不可预估的。因此，在国内建立无人场站是为了保障人们的生命安全，尽可能地减少人为错误造成的不利后果，并推进完全的自动化和智能化。

2 我国无人站发展现状

我国现有的天然气无人站多为“有人值守，无人值班”的半无人管理模式，对应的无人站管理方式通常是以调控中心、地区管理处和操作处为中心的三层管理方式来实现。整个天然气输送与监测由调度中心进行，管辖范围内的管理由地区管理处和各作业区承担，其中，地区管理处的人员配备一般由管理、维护、巡检、看护人员组成。一般情况下，一个管理处下设 3 至 4 个作业区。作业区管理中心设于中心站，管辖半径为 80—100 公里（1—2 小时即可抵达），管辖单位为 4—10 个。按照传统的设计思路，“有人值守、应急值班”的中心站，通常由 12 名每日值班工作人员负责。在正常运行过程中，作业区会对其进行定期检查和例行保养，大型突发事件则需要建立专门的抢修团队（抢修中心）或第三方服务机构。这种模型平均每人可管理 1 千至 5 千米。

自 20 世纪 90 年代以来，以北美等地为主要代表

的海外油气管线及站场经营企业,已逐渐对“无人值守,无人操作”的无人经营方式进行了探索与推广。管线在运营过程中,主要依赖于调度中心及分区维修队伍,通常有6个班组,每个班组2~4名员工,其自动化程度高,平均每人管理里程10 km。

平时维修采取地区维修中心的方式进行,通常一个地区维修中心要对400公里以内的管线和输气站进行维修,配备10~20名维修人员,这种方式可以大大节省人力和物力。与此形成鲜明对比的是,由于管理思想、自动化程度以及设备可靠性等因素,目前我国的天然气站和管道运营与维修还没有实现真正意义上的分离。

3 天然气站场无人化技术要点分析

3.1 设计变更与评估

在新建或管理天然气站场时,应由有经验的设计队伍负责编制详细实施计划;此外,设备、人员配置以及维修操作模式也需要进行综合、深入的危险性和可行性分析,并进行安全性评定。另外,结合运营要求,现有的工作流程、巡检制度和维修方式,以及突发事件的应对措施,都要求严格、科学地进行安全评价和应急处理能力评价。

3.2 功能规划与改造

对天然气站场进行无人值班技术改造,需要根据具体需要,对其进行功能的设计和更新,并采用现代的信息获取和感知技术、设备故障诊断和维修技术以及安全监测等方法,提高无人值班的天然气站场计划的成效。

3.2.1 资料的获取和感知

在主动推动无人值班的初期,要把重点放在提升输气站的自动化运行水平和安全上,比如对调度中心和控制室的SCADA进行升级,从而对整个天然气生产流程中的工艺参数、仪器设备、网络通信、供电、通风等各个方面的详细情况都有一个完整的认识,达到数据的精细分类、分级预警管理、综合集中监控和自动输送等关键的作用。

3.2.2 装置的故障诊断和维修

在对天然气站场实施无人管理初期,必须对关键设备进行远程诊断和维修。这些装置包括供电、过滤、计量、调压系统,可编程控制器/远程终端装置和网络装置,通过这些装置和技术,可以对各种参数以及变化趋势进行远程实时监测,从而增强了装置的可靠性,降低了发生故障的概率。

3.2.3 安全性检查和管控

在实施“无人值班”策略之前,必须在原地安装一套监控设备,以达到遥控调节和自我调节的作用。如:对各生产区域(如机柜间、配电室、发电机房等)配置温度、湿度和高清晰度的视频监控设备;还可以在生产设备的范围内,加装检漏警报和消防探测设备等,实现对生产过程的科学监测。

3.2.4 环保监测和安全

在实施该计划之前,需要对现有的保护制度进行深入改善,其中主要有:工业电视监控、外围防卫、扩音设备和出入控制等;同时,输气站的远程监控和预警水平应该得到改善,在诸如工艺设备区、生产辅助设施和墙壁等重要部位都要安装一种环境监测和预警系统,从而保证对输气站的运行参数进行全方位的监测、预警机制和应急信息的自动化处理。

3.2.5 仿真模拟系统

未来正常运营背景下,天然气站场的无人值班化技术升级,需要在原有的工作环境中加入仿真模型,加深对未来发展趋势的预测试验,从而实现对输气管线实际工作环境的更深层次的模拟,提升其稳定预报能力,并为工程管理人员的作业监督和管理工作提供更全面、更详细的数据支撑。在该控制核心区域,SCADA系统需要与环境监测预警、关键设备远程诊断和维修、应急响应等各个方面无缝对接,从而形成一个高效率、协作的无人值班体系,使整个天然气站的智慧控制和维修工作得到更好的提升。

3.3 管理模式与体系

为了满足天然气站场无人化技术的要求,要根据具体状况进行技术革新,有关部门要将重点放在以技术革新为前提,对其管理方式和系统进行进一步的优化,重点关注传统的调度、维护、操作、巡线四大功能。其主要思路是:第一,在系统中增加一些诸如遥控等新的功能;第二,将维护运行和巡线两个主要部分有机地结合起来,建立运检维一体化的管理模型。第三,通过对管理工作区内部的人员和装备进行集中管理,使其从“分布式”走向“整合”,从“独立运行”到“密切协同”,全面推行“集中监控”“集中巡视”和“集中维修”的策略,提高整体的“安全”和“监控”能力。第四,为与新的经营方式相匹配,也要对原来的体系进行修改,加入运检维一体化操作规范;实行全面的运检维一体化模式。该体系还包含了各种标准规范、程序文件、操作规程、作业指导书等文件,使之符合

现代化的生产需要,并保证整个系统的稳定与安全。

4 天然气站场实现无人化的优化措施

4.1 全面利用自控逻辑代替人工操作

第一,构建智能监测报警系统。利用智能探测装置对站场的运营状况和周围的环境状况进行在线监测,构建站场的智能化监控系统,并配合机器人等其他智能装备进行外围巡检,达到对站场进行24小时的巡检、监控和动态识别、报警和记录,减少人员的巡检时间。同时,所有的关键阀门都要安装SIS,所有干线及进出站阀门都要安装气液联动执行机构,这样就可以减少在异常情况下造成的意外。

第二,构建远程诊断维护系统。在无人值守系统中,远程故障诊断和维修是最薄弱的一环。利用物联网建立远程诊断维修系统,对站场工艺装置、系统进行远程诊断与维修,利用智能机器人等作业方式,对站场工艺装置和系统进行远程诊断与维修,尤其是对站场中的重要装置进行监测,将其应用到站场中,将其工作异常的风险降到最低。

4.2 采用可靠的数据传输设备

针对无人工作站中的驱动器以及关键元件,提出了SIL2规范的建议。为了保证工业控制网络的数据传送,工业控制网络中的信号和安全信号分别采用独立的光纤进行传送,从而保证了网络的通信速率和稳定性。为保证SCADA与ESD之间的安全、有效地通信,在工业控制系统中引入了双纤环形结构。

通过5G网络与调度中心建立通信网络,实现对天然气站场各类生产信息的实时收集,建立工况诊断、生产趋势预测、生产参数最优等模式,监测并传送在线压力变送器、温度变送器、流量计、摄像头、可燃气体检测仪等物联网终端装置的状况及工作状况信息。建设与调度中心实现低延迟、高品质的信息系统的无缝对接。

4.3 采用多重安防保障

第一,搭建站场数字化安防系统。建立区域治安、消防等多个部门之间的联动机制,当输气站和场区周围发生紧急事件时,可以通过政企互动的方式,将事故发生的情况与政府部门的公共安全体系连接起来,从而保证输气站及周围的安全。

第二,定期开展危险与可操作性(HAZOP)分析。通过对输气站、管线现场及周围的环境影响因素进行风险评估,制订可行、高效的事故处理方案。确保在突发事件中,输气站及周围的环境得以迅速、高效地

专业处理。

4.4 培养专业技能型人才

第一,建立专业技术人员培训标准。通过制定完善的员工培养和资格证制度,提升员工的业务素质。其次,应突破天然气站场各岗位之间的壁垒,以维修、维护为基础,开展以维修、维护为基础的综合人才训练,培育综合型的技术人才,削弱其工作岗位的不可替代性,真正实现谁在岗位,谁处理。

第二,引进专业管理人员并建立考核机制。引入专业人才作为领导,引领队伍走向专业化,调动队伍的创造力与应变处理的技能,让整体队伍在一个比较融洽的氛围中得以发展。在此基础上,建立一种能够使职工满足的薪酬及业绩考核制度,充分调动各专业、技能人才的工作热情,提高企业的总体经营水平。

5 结束语

综上所述,目前新建输天然气管道采用了“无人值班、无人操作”的无人调度方式。针对既有管线,在保证安全性的基础上,提出了“无人化”的原则。对无人值守的输气站进行管理,已经不仅仅是一种技术性的问题,而更多地受到了管理理念、社会环境、设备可靠性等诸多方面的制约。在充分运用自动控制逻辑取代手工作业的基础上,运用可靠的数据传输设备、多种安全保障措施以及培训专门的技能人才,对管理架构进行进一步的调整,从而达到了对油气网络进行平衡分配,减少管输系统的总能量消耗,从而达到对天然气站场及管线管理整体效益的目标,从而实现管网布局的优化。

参考文献:

- [1] 周巍, 缪全诚. 关于长输天然气管道数字化无人值守站场建设的探索[J]. 管理科学与工程, 2021(02):106-107.
- [2] 李思国. 天然气无人值守场站发展现状与探索[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 工程技术, 2022(06):184-185.
- [3] 牟文昌加, 孟帅, 张天航. 天然气站场无人化技术发展现状及优化分析[J]. 石化技术, 2021(10):229-230.
- [4] 李海林, 王自龙, 王宏力, 等. 试析无人值守的天然气井站监控系统的分析与设计[J]. 化工管理, 2023(04):120-121.
- [5] 梁怿, 彭太肿, 李明耀. 输气站场无人化自动分输技术在西气东输工程的实现[J]. 天然气工业, 2022(08):191-192.