

天然气无人值守站场安全运行研究

曲 洋 (广东中油粤运天然气有限公司, 广东 广州 513000)

修成琳 (清远中石油昆仑燃气有限公司, 广东 清远 511500)

程新求 (中石油昆仑燃气有限公司广东分公司, 广东 广州 513000)

摘 要: 随着天然气行业的快速成长, 管道运行公司控制成本的压力愈来愈大。随着自动化应用技术及设备可靠性的提高, 无人值守场站成为可能。本文着重介绍了无人值守场站安全运行模式。

关键词: SCADA 系统; 自动化技术; 天然气管道; 无人值守

1 无人值守站场概念

天然气无人值守输气站大体可分为两种方式。一种是有人值守、无人操作。站场配备人员留守, 但正常运行时无需站场人员操作, 主要由调控中心远程控制, 异常情况由运维检人员维修。第二种是无人值守、无人操作。目前理想的运营模式: 投产运行后站场不设置值班岗位, 实行调度中心远程控制、区域中心远程集中监控的模式; 实行区域化管理, 以集中管理、定期巡检的方式进行维护保养和事故处置。目前输气站均可实现远程自动控制、现场无人值守。

具体运营方式及管理包括以下几个方面: ①监控模式: 就地控制、场站控制、中心站控制三级控制; ②区域化管理: 运维检中心(调度), 配置场站管理人员、运行维护人员、巡检人员及看护人员; 中心通常设置在其中一个站场; ③其他辅助设施: 集中监控中心, 通常设置在省公司。管理范围: 100km 以内(1~2h 内人员借助交通工具可以抵达), 10 个以内站场。

2 无人值守场站建设情况

潮州管道项目于 2019 年建设, 2022 年建成投产。共计建设高压管道 90km, 设 4 座无人值守场站、8 座阀室, 设计压力为 6.4MPa, 项目前期开展了无人值守概念的研究设计, 建设期间严格按照无人值守场站的要求进行设计和建设, 通过工程一体化管控平台 PCM 系统对工程进行管控, 同步完成工程建设期间的数据采集、审核、入库, 实现了完工后向昆仑能源有限公司生产管理系统的数字化移交, 无缝衔接。建成了周界报警、ESD 紧急切断、超压自动放散、气体泄漏监测、管道振动光纤监测及图像实时监控等关键技术, 具备了“关键运行参数实时监测及报警、网络视频监视及报警、远程紧急切

断、供配电自动切换、外界入侵周界报警、远程放散、报表生成”等八大功能, 实现了输气站关键设施设备的压力、温度和流量等运行参数的高低限报警, 低低限、高高限远程连锁控制, 以及紧急情况下自动放空, 天然气浓度超出 20% LEL 自动报警等。为确保无人值守场站能有效落地, 成立“调控中心”和“运维检中心”, 采用“调控中心远程控制, 运维检中心集中运行维护”的管理模式, 由单站场分散管理向区域化集中管理转变, 实现了运维检一体化, 达到了“电子化、智能化替人, 自动化、集中化减人”的运营管理目标。配备一支高素质、高水平的调控人员队伍, 由工艺、自控、仪表、电气等专业工程师组成的调控队伍, 是调控专业管理的技术支撑, 能够在发现异常情况时及时分析出原因并给出解决措施。

3 无人值守场站风险分析

3.1 燃气泄漏、火灾爆炸风险

天然气无人值守场站主要输送的介质为天然气, 天然气的主要成分为甲烷, 属于易燃易爆气体, 如果阀门、法兰维护保养不当或者人员误操作, 可能引发燃气泄漏, 遇静电释放、雷电、火花或者明火可能发生燃烧、爆炸, 给生产经营和人员生命造成伤害。

3.2 人员及动物入侵风险

无人值守场站一般不设置人员看护, 可能存在外来人员或者动物入侵的可能, 一旦对场站阀门或者 ESD 误操作, 将可能对输气系统构成威胁。

3.3 管道第三方破坏风险

长输管道经过的区域较多, 处于的环境较为复杂, 且随着城市的不断扩张, 存在交叉施工, 如果监护不当, 将可能对管道造成破坏或者直接挖断管道, 如果周边存在高后果区, 将可能造成很大的人

人员伤亡和社会影响。

3.4 断电风险

无人值守场站很多功能的实现均需要通过通讯、光纤、视频等技术，这些设备和系统需要持续的供电保证，如果遇外电停电或者其他因素造成的停电，将造成无法对无人值守场站进行监控监视，如果紧急情况下，可能引发场站事故。

3.5 阀门异常关断风险

无人值守场站有很多自动控制的阀门，如气液联动阀、紧急切断阀以及其他功能的阀门，如这些阀门的控制逻辑存在错误、长期维护保养不当或者人为误操作，将可能造成关键阀门异常关断，需要很大的人力和物力进行恢复，存在断供风险，影响公司的正常生产运营。

4 无人值守场站安全风险防控措施

4.1 开展 HAZOP 分析

开展 HAZOP（危险和可操作性）分析，对发现的问题进行分析，找准问题症结，在投产前进行整改。系统维护过程中应针对控制逻辑定期测试、不断完善；通过设备冗余、信道冗余等方式提高站场运行的容错率。

4.2 泄漏及火灾爆炸管控

无人值守场站投用了远程紧急切断系统、可燃气体报警系统、视频监控系统、SCADA 系统对现场进行全天候、全方位、全过程自动监视监控，调度人员 24h 在岗监控，运行人员每天开展一次巡检，能够确保异常紧急情况快速进行处置。在每座无人值守场站各设置 1 套站控系统，其中 PLC 系统采用冗余型控制器（1 用 1 备冗余配置），保证系统的稳定性，并设计了自动连锁逻辑，以便于调控中心操作员远程操控。

4.3 人员及物体入侵风险管控

采取语音系统、周界报警系统、通讯系统、视频监控系统等对现场进行监视，发现入侵情况及时进行报警、语音警告，人员及时赶到现场处置。

4.4 阀门异常关断风险管控措施

设计设置高压报警及高高报警切断功能，分输压力超过高设定值，进行报警，超过高高设定值，执行关闭分输出站阀的连锁程序，给问题分析及紧急处置预留时间。投产前对关键阀门进行了调式和状态确认，定期开展维护保养，确保处于完好状态。切断系统采取三选二的双保险控制模式，即三块压力表中 2 块达到设定值，执行报警及关断功能，从本质上保障了场站的安全运行及下游管道的安全，

确保连锁准确可靠。

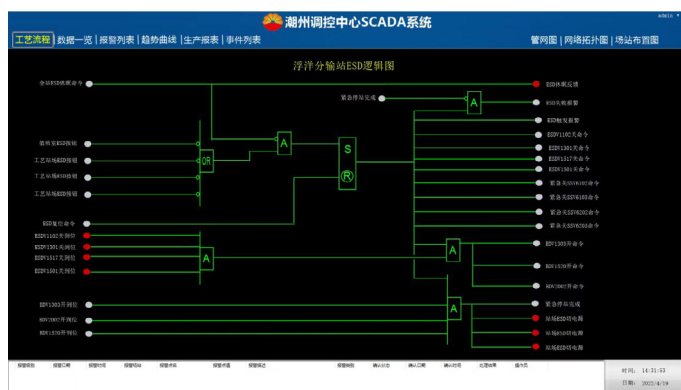


图 1 ESD 控制逻辑图

4.5 外电断电风险管控措施

场站现场采用 UPS 系统及柴油发电机自动切换等系统，确保外电断电时能够及时启用备用电源。发电机采用自动控制系统，可以实现自动启停，故障自动报警、自动控制等。发电机始终处于准备起动状态，主电源中断时，发电机立即启动，并在规定的时间内投入运行；机组与外电源连锁，当外电恢复时，机组自动推出运行。维护人员应定期对发电机电瓶电压、热力系统、燃料系统、润滑系统、冷却水以及室内环境温度进行巡检维护，保证机组随时启动，不受工作电源停电的影响。

4.6 天然气管道风险管控

建立完整的管道完整性管理体系，对管道开展风险评价，设置强制电流阴极保护装置，合理控制管道腐蚀。对关键的地质灾害点进行识别治理，确保不发生管道被挤压、悬空、水毁或者断管事件。识别高后果区、高风险区，采取视频监控、泄漏监测及加密巡检对双高地区进行重点管控；采取振动光纤技术对管道泄漏、第三方施工等情况进行监视，签订维抢修保驾协议，一旦发生泄漏等异常情况及时进行处理。



图 2 振动光纤监测技术

5 无人值守站场优缺点

5.1 无人值守站场优点

正常运行的无人值守站,能提升远程监视管理的可靠性,降低人为因素产生的不安全情况,大幅提高天然气管道运行效率,有效减少管线的运营成本,同时利用新技术可以实现生产现场与管理系统的有效衔接,能够及时为生产经营决策提供一手的资料。

5.2 无人值守站场风险及缺点

对设备自动化、通讯及信息化要求高,前期投资成本大;控制逻辑较为复杂,实现难度较高,前期维护调试不充分的情况下可能会留下隐患。

6 后期技术升级思路

6.1 增加门禁系统

曾经发生过内蒙古某输气站人员顶岗造成 ESD 按钮误操作引发阀门误动作的生产安全事件,建议在无人值守场站增加门禁系统,引入人脸识别功能,人员进入场站必须人脸比对成功后方可进入,本质上实现了防止人员误进入的风险。

6.2 增加 AR 辅助巡检

采用 AR 可视化眼镜及 AR 移动终端设备构成提供巡检效率和水平。巡检人员在后台设置好巡检任务后戴上 AR 智能眼镜到现场巡检,眼镜自动识别设备状态(包括指针、数字、开关阀门等),并将识别结果展现在视野中。将识别状态与后台预制数据进行对比,自动判定巡检结果是否正常。

6.3 引入动态侦查技术实现站区预警及管理升级

现有的视频监控摄像头前端已经具备了高清采集功能,但是仅仅具备数据的抓取功能,动态侦查技术主要通过数学模型及部分图像处理技术解析人像或设定的物体,借助数据库中建立或自学获得的人或物的各种姿态或状态模型,分析视频监控图像中的各种物体的状态,并针对每路摄像头设置异常状态报告规则。若在监视画面中出现与规则相符的场景,系统即报警并发出声、光报警,并且在主屏上弹出相应的监控画面并录下图像备查。

6.4 利用生产管理平台系统

利用生产管理系统实现无人值守场站巡检、维护、检修、管道数字化管理、危险作业及应急管理的综合管理。生产管理系统通过集成无人值守站场工艺运行数据、工艺视频数据、物联网表数据、设备远程诊断数据、周界安防数据等终端设备数据对生产运行进行远程监视,并对设备诊断数据和周界安防数据进行统计分析,加强无人值守站场管理的

数字化、信息化、智能化,实现安全受控、管理提升和科学决策。

6.5 应用复合式固定翼无人机智能巡检系统

复合式固定翼无人机智能巡检系统可及时发现管线沿线的火情和地质灾害,具有以下特点:①性价比较高;②巡航速度较快;③智能化程度高;④全天候飞行能力,具备防雨防风(六级以下)功能,夜间红外识别;⑤极高的应急防灾潜力。该系统在无人值守场站及管线上充分应用,减少人员投入降低劳动强度,提高山区段管道保护、人为破坏、外界入侵等风险预警和防控能力,提升无人值守场站本质安全水平。两地共用一机巡检,实现管道项目技防联动,减少运维成本。

6.6 安装虫洞型智能测试桩

安装虫洞型智能测试桩,利用电脑及智能手机对各预设测试桩数据进行远程实时采集、历史数据存储等,通过对历史数据的比对分析,判断管道的防腐及阴极保护状态,从而保障了钢质管道本体的运营安全。

7 结语

无人值守场站在节约人力及运营成本上起到了很大的作用,可以提高场站数字化管理水平,实现实时监控、异常报警、应急切断等诸多功能,在后期运行中应利用新的技术对无人值守场站进行进一步升级改造,进一步提升本质安全水平。

参考文献:

- [1] 姜连田.浅谈天然气无人值守场站发展及探索[J].石油石化物资采购,2019(3):2.
- [2] 何爱赞.如何加强天然气场站电气自动化设备的可靠性[J].中国石油和化工标准与质量,2013(7).
- [3] 高皋.天然气无人值守站场管理方式研究[J].化工管理,2017(2).
- [4] 周巍,等.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,2021,10(2):5.
- [5] 崔勋杰.天然气无人值守站场建设模式探索[J].辽宁化工,2020,49(6):3.
- [6] 田璐.无人值守天然气站场工艺技术研究[D].大庆:东北石油大学,2015.
- [7] 段崇伟.关于天然气站场实施无人管理模式的探索[J].黑龙江科技信息,2019(20):26-27.

作者简介:

曲洋(1988-),男,汉族,黑龙江大庆人,工学学士,毕业于东北石油大学,工程师,研究方向:油气储运、安全环保、自动化技术研究与管理。