

天然气场站无人值守运行管理模式推广探讨

候智强（贵州燃气集团股份有限公司，贵州 贵阳 550001）

摘要：天然气市场不断扩大，输气站建设数量增多，燃气经营企业生产运行及管理成本逐渐增加。同时，输气站生产运行安全性也备受各界关注。本文通过对输气站工艺流程、主要设备及功能、控制管理模式等方面进行分析，以及从生产运行安全性和运营成本控制两方面对有人值守站和无人值守站进行比较，提出输气站实施无人值守运行管理模式的可行性和必要性。

关键词：无人值守站；运行管理模式；自动化控制

近几年，随着燃气行业科学技术快速发展，利用先进技术提升生产运行安全、提高作业效率及实现生产降本增效成为整个行业关注焦点，正在推动燃气行业朝着新型工业化、信息化方向不断前进。管道天然气输气站运行方面正在从有人值守向“少人化、无人化”模式转变，无人值守站的实施对提高生产运行安全性、降低操作人员在危险环境中的活动风险、人为因素失误风险及降低生产运行人力成本意义重大。无人值守站与常规有人值守站在运行管理方面区别为现场是否安排有 24h 值守的操作和管理人员，其最基本的标准是场站隐患发现的及时性和应急响应速度，当彻底解决关键监测技术难以完全替代人、管理理念认识差异等因素的制约时，无人值守站将在燃气行业得到全面推广。

1 管道天然气场站现状

1.1 工艺流程

输气站根据进站压力、进站流量、下游接口及接口压力不同，设备选型略有差异，但工艺流程基本一致。输气主要工艺流程为：输气站从高压长输管道或高压城市外环管道接口，经进站管道及阀门进入站内，输送至过滤区除去天然气中掺杂的杂质，通过工艺管道输往计量区进行天然气贸易交接计量，再通过加臭、加热和调压区进行天然气加臭、升温和压力调解，将天然气压力降为下游接口压力后，通过出站管和出站总阀输往城镇管网接气管道。此外，还有排污、放散、自动化、暖通与热工等辅助系统工艺流程。

1.2 功能及主要设备

输气站主要功能为：从高压输气管道接口，经过滤、计量、加臭、加热、调压后向城镇燃气管网分输天然气；输气首站、末站还需设置清管功能，实现不停气清管操作；具备事故状态及维修时进行放空和排污功能；站内配备值班人员和操作人员的输气站，一

般还具备站内生活用气供气功能。

输气站内设施一般由各个功能单元小橇组成的一座成套大橇，主体设备均设置主用和备用，如：过滤器、流量计、换热器、调压器等，设置结构为“一用一备”、“两用一备”或更多套设备配对组成。

1.3 控制管理模式

输气站通过自动控制系统监控站内主输气及辅助生产工艺，实现场站生产运行安全平稳。一般控制系统分为两级或三级操作模式：就地操作级，在现场对各种设备控制操作；站控制级，站内操作人员通过工作站发布指令，由站控制系统自动完成操作，可独立工作；调控中心级，主要用于区域管道及多个场站集中调控管理。正常情况下，由调控中心对输气站进行运行调度和管理。当调控中心控制系统或通信系统故障时，由站控制系统接管控制权进行工艺系统控制。当站控制系统故障时，需操作人员就地完成设备操作。

目前，国内输气站基本采取的有人值守管理模式，一座场站最少配备工作人员 10 名，包括：站长 1 名，安全员 1 名，操作员 8 名。安排作业人员 24h 在线值守，操作员分 4 个班组，每个组上一休三轮岗值守，负责场站生产操作和日常运行管理。站内虽设置了站控系统、电动设备等自动化设施，但多数设备操作、巡检监测等作业需要有人现场执行，处于半自动化状态，无法完全脱离操作人员现场作业。另外，按省、市划区域设专门的维抢修队伍，负责管线、场站的维护检修、抢修抢险。

2 无人值守站发展状况

输气站无人值守管理模式分两种：一是有人值守、无人操作。这是在输气站传统运行管理模式基础上优化改进的管理模式，场站配备专人值守解决场站出现的异常情况，正常运行由调控中心远程监控。二是无人值守、无人操作。这是纯粹的无人值守运营管理模

式,场站不安排值守人员,正常运行由调控中心远程监控,辅以人员周期巡检,区域化管理维护保养和应急处理。

国内外输气站运行管理模式差异较大,国内输气站对无人值守管理模式实施十分谨慎,推广过程较为曲折。输气站虽设有 SCADA 等控制系统,且控制系统技术已达到先进水平,完全可实现无人值守,但仍以人工操作为主,站内 24h 安排人员值守。欧美地区输气站生产运行管理以无人值守为主,普遍采用场站自动控制和调控中心远程监控模式,管道沿线按区域设置运行维护机构及少量维护人员,主要负责所辖区域内场站、管线的现场维护管理。管道维抢修、大型设备维抢修、专业化维抢修等依托第三方服务商。

3 无人值守站建设分析

3.1 综合性分析

有人值守输气站运行、操作管理以操作人员为主,人本身具有较大的可塑性和不确定性。受疏忽、遗忘、规则性错误、知识性错误、经常性违规、情形违规、特殊情况等因素制约,人作业存在失误风险,且随着环境条件的改变、操作难度的增加、心理压力的变化等,人的操作不确定性所带来的操作失误率将会逐渐增大。而无人值守站采用先进的科学技术替代操作人员自动作业,完全避免了人员失误风险,同时提升作业效率和整个场站生产运行的安全性。另外,从经济角度而论,无人值守站建设期投资较大,但其后期生产运行过程中大幅缩减人力投入,有很高的经济性。

3.2 可操作性分析

根据国内无人值守站推进状况,考虑运行管理经验不足和正常安全平稳运行,需从输气站位置及集中程度、建设规模及工艺流程、下游用气特点等多角度分析并筛选现阶段具备无人值守建设条件的场站,配备相应的设施设备进行无人值守管理。目前比较适合进行无人值守管理模式的场站特点主要包括:地点偏远及出行不便的输气站、工艺流程简单的小型输气站、短时中断供气对下游用户影响不大及供气稳定性要求不高的输气站、多座输气站分布相对集中且可进行区域集中管理的输气站。相对而言,下游用户对用气连续性要求高、不可接受中断供气的场站,暂不适合无人值守运行管理模式。

3.3 运行配置分析

输气站采用无人值守模式进行运行控制管理,除了就地、场站、中心控制的三级控制管理模式外,主

要采用区域化管理模式。区域化管理需设置一座中心管理站,集中管理周边多座无人值守站。管理站配备相应的车辆、维护设施、监控值班及巡检、维护人员,实现运、检、维一体化管理。区域化管理范围划分需从以下几个方面分析确定:一是管理站至管辖场站应急响应时间,一般为 1~2h 为宜;二是行政区域划分情况,考虑企地协调顺畅及联动高效,快速调配使用应急资源,尽量按同一行政区域划分;三是管理站管辖线路和场站数量合理性,避免劳逸不均,一般管辖管线不超过 200km,管辖输气站 2~4 座,管辖阀室 3~6 座。

管理站是应急响应和日常检维修的中坚力量。根据一个区域内场站建设规模和数量,1 个管理站应由 2~3 名管理人员和 6~10 名操作人员组成,设置工艺、设备、计量等专业岗位。无人值守站的日常巡检维护、运行监控由管理站负责完成。无人值守站中专业性较强、操作难度较大的设备维护检修工作由公司级检修中心或外委单位负责。无人值守站流量、压力和天然气泄露等重要参数监控由公司级调控中心和管理站控制。

4 无人值守站自动化功能分析

4.1 SCADA 控制系统

SCADA 系统是无人值守站设备运行监控的核心,具备站内运行参数监视、运行过程控制、报警响应、应急安全保护控制、数据处理与存储、运行工况模拟及预测、输差平衡与负荷预测等功能。其远控模式主要有两种:一是场站自动逻辑控制的远程控制模式,调控中心调度员只对场站宏观功能进行远程操作控制,操作强度低,适用于规模较大、工艺流程复杂场站运行的远控。二是人工远程操作控制的远程控制模式,调控中心调度员可对场站单体设备进行远程操作控制,操作强度大,适用于工艺流程简单场站运行的远控。通过 SCADA 系统远程自动控制功能,可有效提高远程监控管理的有效性和可靠性,提升无人值守站运行的安全性。

4.2 安防控制系统

安防控制系统是及时有效发现无人值守站受外部因素干扰的基础,通过视频监控的报警录像系统或周界光纤预警与视频联动系统监控场站运行安全。目前无人值守站安防系统主要有:门禁系统,监控人员入场站报警功能;视频监控系统,实现大门及工艺区等区域图像监视、视频回放、本地及远程控制、移动

侦测等功能;周界安防系统,在围墙增加铁蒺藜的基础上增加周界安防,与视频监控系统实现报警联动功能;防爆对讲系统,通过通讯设备,确保调度中心与场站内实时对讲功能,实现远程调度指挥。

4.3 消防联动控制系统

消防报警信号经综合智能控制模块接入站控系统,警情发生时,控制中心监控端实时声光告警,同时联动视频监控系统和门禁控制系统。视频监控系统对现场进行监控、录像,并输出报警信号、现场图像至调控中心,门禁系统根据设置逻辑远程遥控打开紧急逃生门,通过防爆对讲系统实现远程应急指挥处置。

4.4 其他工艺系统

输气站实施无人值守运行管理模式,除了设置上述控制系统外,还需包含以下功能:场站 ESD 系统远程关断功能;场站过滤、调压、计量管路自动切换功能;场站压力、流量、日指定分输目标控制功能;场站视频监控云台远程控制功能;场站可燃气体区域检测控制功能;场站自控通信系统冗余自动切换功能;场站阴保站恒电位仪远程控制功能。

4.5 自动化控制需求

无人值守站对站内工艺自动控制要求高,一是过滤器主备路应根据液位高低和差压高低信号自动切换;流量计主备路应根据流速大小和故障信号自动切换;调压设备可根据流量、压力和故障信号自动切换和控制。主、备路的切换和控制应按站控系统 PLC 预设逻辑控制自动执行机构驱动阀门实现,调控中心仅需下达分输支路出口压力或流量的宏观命令即可实现远程控制。二是计量与调压系统的联动,实现启动输气、停止输气的远程控制和自动停输。输气压力\流量控制及对应的高低流量\压力保护;日指定数值的接收与计算反馈;适应不同用户用气规律的日指定分输自动控制。三是生产辅助设施的远程控制,如爆管、火灾、可燃气体连锁 ESD 系统安全保护;站控、中控控制权无扰动切换;与调度中心通讯状态检测;场站过程控制系统、安全仪表系统运行状态监测及报警;场站供电系统状态监测及报警,阴保系统状态监测及报警;周界监测及报警等。

5 无人值守站优缺点分析

无人值守站,通过有效性和可靠性的远程监控系统降低人为原因产生的不确定性或不安全因素,提高场站的运行效率和可靠性。同时,避免操作人员长时间处在高风险作业环境当中,提高了人的安全性。

另外,建设和运营费用的总和相比有人值守站减少 10%~30%,具有较高的经济性。

无人值守站对设备自动化、信息化要求较高,初始投资较高。其控制系统逻辑较复杂,容错性要求高,测试不充分可能会留下隐患。日常管理以管理站的常规巡检、维护保养和应急处置为主,对管理站操作人员综合能力要求较高。

6 结语

综上所述,国内管道天然气输气站从技术上已具备无人值守的条件,并且随着科学技术水平不断发展,无人值守是输气站生产运行管理的趋势。加之天然气市场不断向县镇普及,输气站数量将大幅增加,若均采用有人值守场站,人的安全风险不可避免,同时人力成本将成为很大的支出。因此,通过先进的科学技术手段,克服传统的管理理念,逐步推广输气站进行无人值守管理模式势在必行。

参考文献:

- [1] 高皋,唐晓雪.天然气无人值守站场管理方式研究[J]. 化工管理,2017(07):152.
- [2] 张鹏.长输管道中外技术标准差异分析研讨会论文集[M].北京:石油工业出版社,2016.
- [3] 梁凯.天然气长输管道集中监视管理运行探索[J]. 中国石油和化工标准与质量,2022,42(03):81-82.
- [4] 王玲.天然气无人值守站设计缺陷及对策探析[J]. 中国石油和化工标准与质量,2021,41(05):119-120+124.
- [5] 顾为.关于天然气站场实施无人管理模式的探索[J]. 商品与质量,2019(11).
- [6] 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.
- [7] 张玉恒,范振业,林长波.油气田站场无人值守探索及展望[J]. 仪器仪表用户,2020,27(2):5.
- [8] 高津汉.天然气管道无人化站场的理念及设计要点[J]. 石化技术,2019,26(1):2.
- [9] 刁洪涛.天然气管道压气站的技术现状及运行优化分析[J]. 中国石油和化工标准与质量,2016(17):2.
- [10] 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.
- [11] 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,2021,28(7):2.

作者简介:

侯智强,本科,工程师,从事燃气技术管理工作。