

CNG加气母站调压计量设备日常维保与精度校准研究

李泽旭

伊犁新捷天然气有限公司 新疆 伊宁 835000

摘要: 调压计量设备是CNG加气母站的核心关键设备,其运行稳定性与计量精度直接关乎场站安全生产、供气质量与计量公平。本文剖析该类设备的核心结构、工作原理及运行影响因素,构建分级常态化日常维保体系,梳理标准化维保流程与专项技术要点,排查维保常见隐患并制定防控方案。同时深入研究设备精度校准技术,优化校准流程、误差控制方案与周期管理制度,可为母站设备高效运维、精准计量提供技术参考。

关键词: CNG加气母站;调压计量设备;日常维保;精度校准

引言: 随着天然气能源普及,CNG加气母站运维负荷持续提升,调压计量设备长期处于高压、大流量、工况波动频繁的运行环境,易出现部件损耗、精度偏移等问题,诱发安全隐患与计量偏差。当前部分场站维保流程不规范、校准技术不完善、管控机制不健全,制约场站安全合规运行。基于行业标准与现场工况,本文系统开展设备维保与精度校准研究,旨在解决现场运维痛点,保障设备稳定高精度运行。

1 CNG 加气母站调压计量设备核心结构与工作原理

1.1 调压计量系统整体组成与布局

(1) 系统架构与特点: 该系统是CNG加气母站核心工艺,采用集成化模块布局,串联于进气与加气工序间。适配高压、大流量、连续作业,具备稳压、精准计量、洁净供气、负荷适应性强及安全联锁功能。(2) 核心设备组成: 包括调压装置(气压调控)、计量装置(流量统计)、过滤装置(净化杂质)及辅助监控装置(数据采集与联动调控),协同构成完整工艺体系。(3) 联动逻辑与适配要求: 遵循“先过滤、后调压、再计量、实时监控”逻辑。天然气经过滤后调压稳压,再计量流量,全程监控。工艺需适配母站高压进气、间歇性大流量出气,确保压力与流量动态匹配。

1.2 核心设备工作原理

(1) 调压设备。活塞式调压器依托活塞受力平衡调节开度,适配高压大流量工况,调压稳定性强;薄膜式调压器通过薄膜感应压力变化驱动阀芯调节,调压精度高、响应灵敏,适配中小流量精准稳压场景,两类设备均可实现压力动态平衡。(2) 计量设备。涡轮流量计依托气流驱动涡轮旋转,通过转速换算流量,适配大流量、洁净气源工况;罗茨流量计依靠转子容积式转动计量,抗压力波动能力强,适配流量波动较大的工况,是母站精准计量的核心设备^[1]。(3) 辅助设备。过滤器通

过多级滤网截留天然气中粉尘、油垢等杂质,保护核心设备;压力、温度传感器实时采集工况参数,将模拟信号转化为数字信号,为系统调控提供数据支撑,保障设备安全稳定运行。

1.3 设备运行影响因素分析

(1) 环境因素。温度异常会影响设备密封性能与传感器精度,高湿度易引发设备锈蚀、电路受潮故障,粉尘堆积会堵塞滤网、磨损机芯,降低设备运行效率与稳定性。(2) 介质因素。天然气残留杂质会磨损流量计、调压器内部构件,造成计量偏差;管网压力频繁波动会加大调压设备负荷,破坏稳压精度,直接影响计量数据准确性。(3) 人为因素。不规范操作易引发压力骤变、设备过载运行;维保频次不足会导致杂质堆积、部件老化失效,加速设备损耗,大幅降低设备运行精度与使用寿命。

2 CNG 加气母站调压计量设备日常维护保养体系构建

2.1 日常维保依据与规范标准

(1) 国家及行业维保、检定相关规范与标准要求。CNG母站设备维保工作需严格遵循国家燃气设备安全、计量检定及压力管道相关标准,涵盖天然气场站设备运维、压力设备定期校验、流量计量器具强制检定等规范。相关标准明确了设备维保周期、检测项目、安全阈值及计量精度标准,是保障设备合规运行、规避安全风险、保证计量数据合法有效的核心依据。(2) 设备厂家运维技术要求与母站现场适配准则。各调压、计量设备厂家针对设备结构、材质及运行特性,制定了专属运维技术规范,明确部件保养方式、易损件更换周期、设备调试参数。结合加气母站大流量、高负荷、连续作业的现场工况,需对厂家标准进行适配优化,调整维保频次和检测重点,适配现场压力波动、高频启停等实际工况^[2]。(3) 母站安全生产管理制度下的维保管控要求。

依据场站安全生产管理制度,维保工作需落实安全管控、责任划分、隐患闭环管理要求。所有维保作业需遵守动火、高空、设备启停等安全操作规程,建立维保责任制度,明确岗位人员维保职责,将设备维保、隐患排查、安全整改纳入场站日常安全管控体系,保障作业全程安全合规。

2.2 分级常态化维保流程设计

(1) 日常巡检维保。日常巡检是设备稳定运行的基础,主要包含外观检查、泄漏检测、参数监控与工况记录。工作人员每日检查设备壳体、管路有无破损、锈蚀,采用检测仪排查接口、阀门天然气泄漏问题,实时监控进出口压力、温度、流量等运行参数,精准记录设备工况数据,及时发现设备轻微异常,实现隐患早发现、早处置。(2) 季度专项维保。季度维保为阶段性深度养护,核心内容包括滤芯更换、部件清洁、阀门校验、线路检测。定期更换过滤器滤芯,彻底清理设备表面积尘、油污,对调压阀、控制阀进行启闭校验,检查阀门密封性与灵活性,同时检测设备电气线路、传感线路的完好性,排查线路老化、接触不良等隐患,保障设备工况稳定。(3) 年度深度维保。年度维保为全维度检修作业,主要开展易损件更换、设备解体检查、整体工况调试。全面更换老化的密封件、弹性部件等易损配件,对调压器、流量计核心结构解体检查,排查内部磨损、积垢、腐蚀问题,检修完成后对设备整体工况进行调试校准,匹配母站运行工艺,恢复设备最佳运行性能^[3]。

2.3 核心部件专项维保技术要点

(1) 调压设备维保。重点针对膜片、弹簧、阀座、阀芯开展养护与损耗管控,定期检查膜片完整性,杜绝老化、破损、形变问题,检测弹簧弹性性能,避免疲劳失效。清理阀座、阀芯表面杂质与磨损痕迹,打磨修复轻微损耗部件,严格管控部件磨损量,超出标准参数及时更换,保障调压精度与密封性。(2) 计量设备维保。聚焦流量计探头、计数模块、数据传输部件养护,定期清洁探头表面积尘、油污,避免杂质影响感应精度。检查计数模块运行状态,校准计量参数,排查模块卡顿、数据偏差问题。检测数据传输线路与接口,保障信号传输稳定,杜绝数据丢失、延迟,确保计量数据精准、可追溯^[4]。(3) 辅助系统维保。针对密封件、过滤系统、安装置开展专项养护,定期检查管路、阀门密封件的密封性能,及时更换老化渗漏配件。定期清理、更换过滤系统滤芯,疏通过滤通道。校验压力报警、紧急切断等安装置,确保装置触发灵敏、动作可靠,筑牢设备安全运行防线。

2.4 维保常见问题与防控措施

(1) 日常维保漏检、不规范操作问题及整改方案。日常维保中易出现巡检点位遗漏、操作流程简化、参数记录敷衍等问题,易导致隐性隐患积累。需制定标准化巡检清单,落实定岗定责制度,规范维保操作流程,对漏检、不规范操作问题溯源追责,组织专项技能培训,同时增设现场监督检查机制,及时整改违规维保问题。(2) 易损件老化、部件腐蚀等常见隐患防控策略。设备长期运行易出现密封件老化、金属部件腐蚀、机芯磨损等隐患,受介质杂质、环境湿度影响较大。需建立易损件台账,按照标准周期提前更换,定期对设备金属部件做防腐养护,加强前端气源过滤净化,减少杂质磨损与腐蚀,从源头降低设备故障概率。(3) 维保记录不完整、台账混乱的标准化管控措施。部分场站存在维保记录缺失、数据涂改、台账分类混乱等问题,不利于设备运维追溯。需统一维保台账格式,规范记录内容、填写标准,要求每次维保、检修、校准工作实时登记,安排专人负责台账整理归档,定期核查台账完整性,实现维保工作全流程标准化、可追溯管控。

3 CNG 加气母站调压计量设备精度校准技术研究

3.1 精度校准基础理论与校准指标

(1) 计量精度误差分类、产生机理与允许偏差范围。CNG调压计量设备运行误差主要分为系统误差、随机误差和粗大误差三类。系统误差多由设备结构缺陷、参数偏移引发,稳定性强;随机误差源于工况瞬时波动,无固定规律;粗大误差主要由违规操作、设备故障导致。依据行业规范,场站调压计量设备需严格遵循既定允许偏差标准,将误差控制在合规区间,保障供气计量公平性与设备运行稳定性。(2) 调压设备压力精度、稳压精度核心校准指标。压力精度指设备实际输出压力与标准压力的偏差值,是基础校准核心指标;稳压精度为设备在负荷波动工况下的压力稳定能力,反映调压系统抗干扰性能。两项指标直接决定母站供气压力的均匀性,可有效避免压力过高损伤设备、压力过低影响加气效率的问题,是调压设备性能校验的关键依据。(3) 计量设备流量精度、重复性、线性度校准评价指标。流量精度为实际计量流量与标准流量的吻合程度,是计量合规的核心指标;重复性指相同工况下多次计量数据的一致性,体现设备运行稳定性;线性度表征不同流量区间内设备计量精度的均衡性,避免高低负荷工况下出现计量偏差,三项指标共同构成计量设备精度的完整评价体系。

3.2 常规精度校准流程与方法

(1) 校准前期准备:设备停机、泄压、隔离、环境

调试。校准作业前需规范完成前期准备工作,依次执行设备停机操作,缓慢释放管路残余压力,关闭上下游阀门实现设备工艺隔离,杜绝介质串入干扰校准过程。同时调试现场环境温度、湿度,清理设备周边杂物,保障校准工况稳定,为精准校准提供基础条件。(2)调压设备压力参数校准、稳压性能校验方法。采用标准压力校验仪对接调压设备检测接口,逐级设定标准压力参数,对比设备显示压力与标准压力差值,完成参数校准。随后模拟母站负荷波动工况,持续监测设备出口压力变化,记录压力波动范围,校验设备稳压性能,对超出偏差范围的参数进行微调修正。(3)计量设备流量校准、数据修正与误差调试流程。依托标准流量校准装置,在不同流量负荷下开展多点检测,采集流量计实时计量数据,与标准流量数据对比分析误差。针对不同工况下的计量偏差,录入系统完成数据修正,反复调试校准参数,确保设备在全流量区间内计量精度、重复性均符合行业规范要求^[5]。

3.3 校准误差影响因素与优化方案

(1)工况波动:压力、温度变化对校准精度的干扰及应对。现场压力、温度瞬时波动会改变天然气介质密度,直接干扰压力与流量计量校准结果。对此,校准需避开工况高峰期,保持工况稳定,同时采用温压补偿算法,实时修正环境与介质参数带来的误差,提升校准精准度。(2)设备老化:部件磨损、密封失效导致的校准偏差优化。调压器阀芯、流量计探头磨损及密封件老化失效,会造成设备参数偏移、精度下降。校准前需全面检查核心部件状态,及时更换老化易损件,修复磨损部件,完成设备工况修复后再开展校准,从硬件层面消除校准偏差隐患。(3)人为操作:校准流程不规范引发误差的防控措施。校准点位选取不当、操作节奏过快、数据记录滞后等不规范操作,易产生人为误差。需统一标准化校准操作流程,强化操作人员专业培训,严格执行多点重复校准制度,降低人为操作带来的校准偏差。

3.4 校准周期优化与封印管理制度

(1)强制检定与自主校准周期的差异化设定标准。

依据国家计量检定规范,设备需定期开展强制检定,保障计量合规。同时结合母站设备负荷、运行年限,设定差异化自主校准周期,高负荷、老旧设备缩短校准周期,工况稳定设备按常规周期执行,兼顾校准效率与精准度。(2)设备维修、参数调整后的重新校准与封印流程。设备故障维修、参数调试、部件更换后,原有校准参数易失效,需立即开展全方位精度校准,校验合格后按照规范对计量、调压核心部件进行封印处理,防止私自改动参数,保障设备运行参数唯一性与合规性。(3)校准数据存档、溯源与动态管控机制。建立校准数据专项台账,完整记录校准时间、工况、参数、误差、操作人员等信息,实现数据全程溯源。搭建动态管控机制,定期梳理校准数据变化规律,预判设备精度衰减趋势,提前开展维护校准,保障设备长期高精度稳定运行。

结束语

本文完整梳理了CNG加气母站调压计量设备的运维与校准体系,明确了分级维保流程、核心部件养护要点及精度校准关键技术,有效解决了设备运维不规范、精度误差难管控等现场问题。通过优化误差防控、校准周期及台账管控机制,可显著提升设备运行稳定性与计量精准度,降低设备故障风险。研究成果可为CNG母站安全生产、标准化运维与精准计量提供实践支撑。

参考文献

- [1]陈曦.CNG加气母站调压设备故障分析与预防性维保技术[J].城市燃气,2024,12(9):45-49.
- [2]李海军.基于现场校准的天然气流量计计量准确性提升研究[J].石油与天然气计量,2023,9(1):34-38.
- [3]刘辉,王川洪.标准孔板流量计上下游测量管维护方法研究[J].矿山工程,2024,12(3):636-643.
- [4]王志强.天然气计量误差分析与控制对策研究[J].计量技术,2022,22(6):52-55.
- [5]潘旭东,赵伟国,章圣意.基于高精度时差法的气体超声流量计精度校准技术研究[J].传感技术学报,2023,36(8):112-116.