

天然气调压站设备故障处理及维护保养

王庆文

哈密新捷燃气有限责任公司 新疆哈密 839000

摘要: 天然气作为一种清洁、高效的能源,广泛应用于工业、交通、家庭等各个领域,已成为全球能源消费结构中不可或缺的重要组成部分。天然气的输送过程中,天然气调压站作为关键设施之一,负责对天然气压力进行调节,确保天然气安全、稳定、经济地输送至各使用终端。调压站的正常运行对于保障能源供应、维护社会经济的持续发展至关重要。然而,调压站设备在长时间的运行过程中,由于多种因素的影响,容易出现设备故障、压力波动等问题,从而影响天然气的稳定供应和使用安全。本研究将探讨天然气调压站设备故障的常见原因与诊断方法,分析设备维护保养的现状与难点,并提出相应的优化策略和解决方案。

关键词: 天然气调压站;设备故障;故障处理;维护保养

引言

随着全球能源需求的日益增长,天然气作为一种清洁、环保的能源逐渐得到广泛应用。我国作为世界上最大的能源消费国之一,天然气的需求量逐年增长,尤其在城市建设、工业生产、交通运输等领域的应用日益增加。为了满足日益增长的天然气需求,我国加大了对天然气基础设施的建设投资,其中,天然气调压站作为保障天然气运输与使用的重要环节,肩负着对天然气流量和压力的精确调控任务。

一、天然气调压站设备的组成与工作原理

天然气调压站是天然气输送系统中的重要环节,主要负责将天然气从高压输气管道调节至适宜的低压,以满足各类终端用户的使用需求。调压站的核心设备包括调压阀、过滤器、流量计、压力表和自动化控制系统等。调压阀是调节天然气压力的关键部件,它根据输入的高压天然气流量和出口设定的压力值,通过自动调节阀门的开合度,确保气体输出压力稳定在预定范围内。过滤器则用于去除天然气中的杂质,防止这些杂质堵塞调压阀和管道,保障系统的正常运行。流量计用于实时监测气体流量,并将数据传输至控制系统,以便对气流量进行动态调节和优化。压力表则用于检测天然气的输入和输出压力,确保调压站运行过程中各项参数处于安全范围内。自动化控制系统通过集成的传感器、PLC(可编程逻辑控制器)等技术,实现对调压站的实时监控与自动化管理,不仅提高了运行效率,还能在出现异常情况

时及时报警和启动应急处理程序。调压站的工作原理是通过不断调节调压阀的开启程度,使天然气在稳定流量下保持恒定的输出压力,确保输送过程中的安全性、稳定性和经济性。

二、天然气调压站设备故障分析

(一) 常见设备故障类型

天然气调压站设备在长期运行过程中,可能会出现多种故障类型,这些故障不仅会影响设备的正常运行,还可能带来安全隐患。常见的设备故障之一是调压阀故障,调压阀作为调节天然气压力的核心部件,在长期使用过程中可能由于阀座磨损、密封不良或操作不当导致调节不精确,出现过压或欠压现象,从而影响整个系统的稳定性。过滤器故障也是调压站中常见的问题,过滤器的主要作用是清除天然气中的固体杂质,如尘土、油污等,如果过滤器堵塞或失效,杂质可能进入调压阀和管道,导致设备磨损或堵塞,影响天然气流动与压力调节。流量计故障也是一种常见的设备问题,流量计在测量天然气流量时可能出现显示不准确或失灵的情况,这通常是由于传感器故障或积碳造成的,若未及时维修,可能导致输送量计算错误,影响气源分配。另一个常见故障类型是自动化控制系统的故障,自动化系统中的传感器或PLC控制器出现故障时,可能导致无法及时监测和调节调压站的运行状态,从而出现故障无法报警或错误的操作指令。以上故障类型都需要及时的故障诊断与处理,以确保调压站设备的长期安全稳定运行。

（二）故障产生的原因分析

天然气调压站设备故障的产生往往与多种因素密切相关，其中环境因素是导致设备故障的重要原因之一。温度变化、湿度过高、尘土等环境因素会直接影响设备的性能。例如，极端天气条件下，低温可能导致阀门密封材料老化或冻住，湿气则可能导致电气设备短路或腐蚀。设备老化与磨损是另一个常见的故障原因，调压站设备在长时间运行过程中，机械部件如阀门、管道和滤网会发生自然磨损，导致其性能下降，出现泄漏、压力失控或流量不准确等问题。操作失误也常常是设备故障的诱因，工作人员在操作调压站设备时，若未按照规程进行检查和调整，或者在高压系统中进行不当操作，可能导致阀门调节不当、压力设定错误等故障。此外，设计与制造缺陷也是导致故障的原因之一，若设备在设计阶段未能充分考虑使用环境或工作负荷，或者制造过程中存在质量缺陷，也容易在使用过程中出现故障。例如，某些阀门设计不合理，可能导致气流不畅，造成设备运行不稳定。总的来说，天然气调压站设备故障的原因复杂多样，涉及环境、操作、设备本身等多个方面，需要在日常运行中加强管理与维护，以减少故障的发生。

（三）故障的影响分析

天然气调压站设备故障的发生会对整个天然气输送系统产生深远的影响，尤其是在压力调节和气体流量控制方面的异常，可能直接导致天然气供应中断，影响下游用户的正常使用。调压阀失灵或调节不当会导致出口压力过高或过低，过高的压力可能引发管道泄漏或爆炸等安全事故，而过低的压力则会导致供气不足，影响工业生产和居民生活，甚至可能对环境造成污染。此外，设备故障还可能导致天然气输送量的误差，流量计故障会导致气量监测不准确，影响能源分配和计费，严重时可能导致资源浪费或引发经济损失。过滤器的堵塞则会导致杂质进入管道系统，加速设备的磨损和腐蚀，增加维修成本，且长期不清理的过滤器可能引发更严重的设备故障，甚至停产。自动化控制系统的故障会导致无法及时监控和调整系统状态，延迟故障响应和应急处理时间，增加事故发生的风险。故障不仅会影响设备的运行效率，还可能因设备停机或修复而增加运营成本，延误能源供应，进而影响企业生产效率和社会经济活动。因此，及时诊断和处理调压站设备故障对于保障天然气供应的安全性和稳定性至关重要。

三、天然气调压站设备故障的诊断与处理方法

（一）故障诊断技术

天然气调压站设备的故障诊断技术在保障设备稳定运行中起着至关重要的作用。传统的故障诊断方法主要依靠人工巡检与设备状态监测，通过定期检查调压阀、过滤器、流量计等关键设备的运行状态，发现潜在问题。然而，人工检查往往存在盲点，难以及时发现设备潜在的故障风险，尤其是在高负荷、复杂环境下，故障早期症状不明显，人工判断容易出现误差。随着技术的进步，基于传感器的数据采集与分析技术逐渐成为故障诊断的主流手段。通过安装温度传感器、压力传感器、流量传感器等设备，调压站可以实时监控各项运行参数，并将数据传输至控制系统，利用数据分析技术进行实时评估，识别出设备运行中的异常波动。数据采集与分析技术不仅能够实时反馈设备状态，还能通过算法模型进行趋势预测，对可能发生的故障进行预警，极大提高了故障诊断的精度和响应速度。此外，振动分析技术也是故障诊断的重要手段，通过监测设备的振动频率和幅度，能够判断设备是否存在机械故障或磨损，尤其在调压阀和泵类设备中，振动特征常常是故障的预警信号。红外热成像技术也被广泛应用于故障诊断，能够通过温差变化判断电气设备、管道或阀门是否出现过热现象，从而提前发现故障点。现代故障诊断技术通过融合多种手段，如人工智能、机器学习、物联网技术，能够大大提高诊断的准确性和及时性，确保天然气调压站设备的高效、安全运行。

（二）故障处理的应急措施

在天然气调压站设备发生故障时，及时采取应急措施是确保系统稳定和安全的關鍵。面对设备故障，调压站操作人员需迅速评估故障类型与程度，采取相应的应急处理措施，以最小化故障对供应系统的影响。在故障初期，若故障点能够明确，操作人员应立即关闭受影响的设备或区段，确保故障不会扩展到其他部分。例如，调压阀出现异常时，可以通过调节旁通阀或临时调节备用阀门来保持系统的压力稳定，同时避免因过压或欠压引起安全问题。如果是流量计故障，操作人员可以根据历史数据或现场实时反馈，暂时通过手动控制或备用流量计来确保天然气流量不受影响。对于电气设备或自动化系统的故障，人员需要通过检查电源、控制电路或信号传输线路，定位故障点并进行修复，避免控制系统的失灵影响整体运行。对于过滤器的堵塞或失效，应尽早

切换至备用过滤系统或直接进行清理，以免杂质进入设备内部，造成更严重的损坏。在设备故障难以快速恢复时，调压站应启动备用设备或采取临时供气措施，保障用户正常供气。同时，在应急过程中，应加强与上级监控中心的联系，及时报告故障情况与处理进展，确保信息流畅与决策的及时性。故障修复后，应对相关设备进行详细检查，确保恢复后的设备符合安全运行要求，防止类似问题的再次发生。通过科学的应急响应机制与设备备份系统，能够有效减少天然气调压站设备故障对供气稳定性的影响，并确保应急处理的高效性和安全性。

四、天然气调压站设备的维护保养

(一) 设备维护保养的内容

天然气调压站设备的维护保养是确保其长期安全与高效运行的重要措施，涉及多个方面的内容。日常检查与清洁是基础工作，包括定期对调压阀、流量计、过滤器等关键设备进行外观检查，清除表面灰尘和杂物，确保设备不受污染。此外，操作人员须定期检查设备的运行参数，如压力、流量和温度等，确保各项指标在安全范围内，对异常数据应及时记录并分析。定期维护是设备保养的重要环节，涉及对设备内部的润滑、清理及校准工作，尤其是调压阀和过滤器，需要按规定周期进行拆卸清洗和更换密封件，以保障其正常功能。故障预防性维护措施也十分关键，通过对设备进行全面的监测和健康评估，可以在故障发生前进行必要的调整与更换，降低故障率。对自动化控制系统的维护同样不可忽视，需定期检验控制器、传感器和通讯线路的正常运行，确保系统具备实时监控与安全预警能力。同时，对维护保养人员的培训同样重要，通过提高技术水平和应急处理能力，能更好地应对设备突发故障。在进行设备维护保养时，需要建立详细的记录与报告制度，确保每次维护过程及其结果有据可查，为后续的维护提供依据。通过系统化的设备维护保养，能够有效延长设备的使用寿命，提升调压站的运行可靠性与安全性。

(二) 设备维护保养的标准与方法

设备维护保养的标准与方法是确保天然气调压站设备高效、安全稳定运行的关键。在维护保养标准方面，国家及行业有关规定为设备维护提供了基本框架，这些标准包括定期检查、测试以及校准等要求，并明确了各

类设备的维护周期。例如，调压阀的维护保养通常要求每六个月进行一次全面检查，而流量计和过滤器可能需要更为频繁的检查，以适应其工作负荷和环境影响。在维护方法上，实施定期的状态监测和预防性维护是关键手段，通过实时监测设备运行参数，能够及时发现潜在故障。此外，针对设备的不同部件，需采用相应的维护技术，例如对调压阀可进行润滑与密封性能检查，确保其调节功能正常，对过滤器则进行定期的清洁与更换，以保证气体流通不受阻碍。另一种重要的维护方法是故障分析与总结，针对每次设备故障或维护事件，记录和分析故障原因，进而优化维护保养方案，这不仅能提高日常维护的针对性，还能促进设备技术的改进与升级。与此同时，维护记录的建立与更新也是不可或缺的环节，通过详细的维护日志，能够有效跟踪设备的运行状态与历史维护情况，为后续的维护决策提供参考。

结束语

在天然气调压站设备的运行管理中，故障处理与维护保养是确保设备稳定、安全、高效运作的关键环节。通过深入分析设备故障的常见类型、产生原因及其影响，能够更加清晰地认识到设备管理的重要性和复杂性。采用先进的故障诊断技术及科学的应急处理措施，能够及时识别和解决潜在问题，降低故障发生的概率，保障天然气的安全供应。同时，系统化的设备维护保养标准与方法不仅延长了设备的使用寿命，也提升了整个调压站的运行效率与可靠性。

参考文献

- [1] 董伟. 天然气调压站设备故障处理及维护保养[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [2] 张泽国, 陶加银, 张怀韬, 等. 天然气调压站差压液化系统研究[J]. 低温与超导, 2023, 51(10): 88-92.
- [3] 冯鹏飞. 浅析某燃气电厂天然气调压站气动阀控制回路优化与改造[J]. 中国设备工程, 2024(15): 92-94.
- [4] 胡晓明, 吴方明. 探研燃气轮机电厂天然气调压站的安全管理[J]. 电气技术与经济, 2023(2): 178-179.
- [5] 张帅旗, 孔军. 当前我国天然气余压发电技术的应用和前景[C]//2021第五届燃气安全交流研讨会论文集(上册). 2023.