

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2026.06.009

燃气厂站老旧设备隐患排查及预防策略研究

史效通¹, 伏柯宇², 程新求³

1.韶关始兴昆仑燃气有限公司; 2.东莞中石油昆仑燃气有限公司; 3.中石油昆仑燃气有限公司广东分公司

摘要: 针对广东地区燃气厂站老旧设备使用现状,总结了老旧设备应关注的隐患,结合设备管理的特点和前沿技术,提出了老旧设备预防性维修的方法以及不具备维修价值的老旧设备改造应关注的要点,以减少故障发生的概率,规避由此引发的各类事故,从而提升老旧设备的可靠性和安全性,确保燃气厂站安全平稳运行。

关键词: 天然气; 老旧设备; 隐患; 预防

Study on Risk Analysis and Maintenance Strategy for Aging Equipment in Natural Gas Stations

SHI Xiaotong¹, FU Keyu², CHENG Xinqiu³1. Shaoguan Shixing Kunlun Gas Co., Ltd.; 2. Dongguan PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd.;
3. Guangdong Branch of PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd.

Abstract: In view of the problems faced in the use of aging equipment in natural gas stations in the Guangdong region, this paper analyzed the risks of aging equipment. By combining the characteristics of equipment management and frontier technologies, this paper proposed the preventive maintenance methods for aging equipment and the key points for the transformation of aging equipment without maintenance value, so as to reduce the probability of failures, avoid various resulting accidents, improve the reliability and safety of aging equipment, and ensure the safe and stable operation of natural gas stations.

Keywords: natural gas; aging equipment; hidden dangers; prevention

1 引言

通过对广东地区天然气运行单位历年发现的问题进行统计分析,发现各单位普遍存在设备运行年限较长,维护保养不及时的情况,导致厂站出现设备运行性能下降、电气仪表传输偏差大、电气设备防爆性能下降、调压器皮膜老化无法正常调压及埋地管道阴极保护失效等隐患问题。个别单位甚至发生了管道腐蚀穿孔的事件,极大影响了厂站设备的安全运行,如果不采取有效措施,极易导致事故发生。

2 燃气厂站老旧设备主要隐患

2.1 仪表传输性能下降

通过查询SCADA系统及仪表现场显示盘,发现运行时间超过10年的厂站压力、温度等变送器传输不稳定,示值与现场一次仪表的数值偏差较大,超过了规定的精度范围。尽管燃气厂站控制精度要求不高,但是一些关键阀门(如ESD)的自动切断需要压力信号进行控制,如果压力等参数误差较大,将导致阀门误动作,进而产生断供的风险。

[第一作者简介] 史效通,厂站站长,从事燃气生产运行管理工作。

2.2 防雷设施失效不动作

2024年，广东某天然气公司厂站发生了雷击损坏PLC设备事件。通过分析电涌保护器静态参数发现，主要原因是电涌保护器使用年限较长，处于老化、失效状态，无法对线路上的感应电通过电压进行泄放，从而导致了雷击损坏设备事件的发生。防雷设施作为天然气运行的安全附属设施，对设备运行和人员安全起到了保护的作用，但是一旦出现防雷设施年久失修、接地点连接不可靠的情况，防雷设施的防雷能力将大大下降，给生产运行造成较大的风险。

2.3 电气防爆密封效果不佳

由于电气设备施工质量控制不严，且验收环节“三查四定”（查设计漏项、查施工质量、查未完工项目；定任务、定人员、定措施、定时间）不到位，现场防爆电气产品等级与防爆场所环境不匹配，防爆合格证与现场电气设备型号不符^[1]，防爆挠性管与设备接头处未使用格兰头穿线等问题十分突出。广东地区汛期和雨季时间较长，尽管现场电气设备防护等级为IP55以上，但电气设备长期暴露在潮湿的环境中，防爆穿线管接头处普遍存在破裂、松动、密封不严等现象，存在防爆失效的风险，一旦发生天然气泄漏，气体通过电气穿线管进入中控室和站房，遇电气火花可能引发火灾爆炸事故。

2.4 调压设备无法正常调压

调压设备是燃气厂站的关键设备，对于保障下游管网安全运行起着至关重要的作用。但是由于天然气公司不可中断用气用户数量较多，厂站需连续运转，难以按照保养周期开展设备维护保养，调压设备不能正常工作的问题无法通过定期维护发现。长期运行的调压设备的主要风险在于本体主弹簧疲劳、阀筒卡阻、皮膜老化失去张力，切断阀执行机构卡组，调压、切断功能失效，极易引发下游管线超压运行，甚至导致下游用户低压天然气设备密封失效泄漏。

2.5 埋地管道腐蚀穿孔

虽然天然气钢制管道均采取了阴极保护措施，但是阴极保护系统年久失修，阳极床长期未更换，保护电位达不到要求，且埋地管道长期在高地下水环境中运行，可能出现防腐层破损的情况，从而

加剧了电化学腐蚀的速度。尽管管道正常开展了年度检查和定期检验，但是管道阴极保护失效和防腐层破损的问题往往被运行单位忽略，2023年，某天然气公司进站天然气管道发生过管道防腐层破损导致小孔泄漏的情况，处置过程历时8h，造成了较大的经济损失。

3 基于预防性维修的老旧设备保养策略

3.1 落实常态化设备维护保养周期

随着运行年限的增加，老旧设备性能会逐渐下降，预防维修的周期应随着使用年限的增加而相应缩短，要落实好入夏前、入冬前的春季和秋季全面维护保养，对关键的调压设备、防雷防静电设备、安全附件、仪器仪表、SCADA系统、安全仪表系统、电气设备、防爆电气设备开展系统功能测试和易损件的维修更换。落实设备维护保养计划，可通过建立设备故障数据库、运行保养周期计划表等手段推进设备定期保养工作，周期性维护保养在很大程度上可以规避设备长期运行导致的易损件损坏、动设备振动疲劳以及动静密封点密封失效泄漏等风险。落实好各项周期性专项检测，如电气预防性试验，防爆电气检测，防雷防静电接地检测，压力容器、压力管道等特种设备的定期检验^[2]，及时解决定期检验中发现的问题隐患，对于埋地管道要针对疑似防腐层破损点开展开挖验证^[3]。阴极保护系统要每月开展电位、电流检测，针对不合格情况进行分析，找出不合格的原因，采取措施进行整改，确保阴极保护参数符合要求。上述措施能够确保老旧设备性能维持稳定，避免因设备老化造成无法挽回的损失。

3.2 重视动态故障诊断技术的运用

目前，燃气厂站均上线了各类管理系统，如SCADA系统、天然气泄漏检测系统、管道完整性管理系统、动设备振动分析系统及智能阴保系统等。这些系统通过压力、温度、流量等重要数据的变化自动分析出设备可能存在的故障，帮助生产运行人员、维护检修人员及时发现设备运行中的问题，进而快速找出故障点并开展维修、检修，显著提高设备故障诊断的效率和准确性。一些天然气公

司通过在SCADA系统中部署SVM（支持向量机）模型，实现调压器关闭压力高、喘振等故障的智能识别，大大提高了诊断的准确率。在天然气调压站部署IoT（物联网）监测技术，通过物联网实现数据的实时传输，结合SCADA系统开展分析计算，可进行异常预警，及时发现问题。管道智能阴保系统可以实时监测管道沿线电位变化，一旦发现电位超出保护范围，就能迅速发出警报，避免管道因腐蚀而发生泄漏事件。

3.3 强化设备专业管理人员的培养

过去，天然气企业过分依赖厂家技术人员的技术支持，忽视了专业技术人才的培养，导致本单位专业技术人员匮乏，一些基本的日常设备保养工作都无法完成。这不仅增加了维修成本，也大大延长了应急处置时间。为此，加强本单位运行和维护保养人才培养是至关重要的。可以在现有员工编制的基础上，通过与劳务派遣机构合作，建立一支适合本单位运行特点的维抢修队伍，储备一批专业的仪表工、调控人员、维修工、焊工等专业人员，建立基层岗位HSE培训矩阵，利用师带徒、主题班会、交接班、岗位练兵、技能比武、实战演练等多种形式开展针对性的培训。通过反复培训，确保员工技能得到持续提升。随着专业维抢修队伍的建立，一些常规的维护甚至有检修规程的复杂维修均能够由本单位承担，在节约维护保养成本的同时，提升设备故障应急处置能力，缩短应急处置时间，降低事故风险和损失。

4 老旧设备的改造路径

4.1 强制报废超期服役以及不符合法律法规要求的设备

老旧设备故障率高、维修周期短，且维修后的效果并不理想，漏油漏水漏气的问题难以得到根本解决，及时淘汰更新一批能耗高、维修成本高的设备可以有效提升设备运行的可靠性和经济性。如某2005年投产的燃气厂站，空压机（仪表风系统动力用）频频出现故障，经常无法启动，且空压机电动机属于国家淘汰目录的设备。2024年该厂站及时完成了更换改造，改造后仪表风系统运行平稳，未

出现故障。某燃气厂站过滤器运行时间已超过设备使用说明书规定的运行时间，压力容器定期检验报告也建议进行更换。该厂站及时委托重新设计，对设备进行了更新，保证了压力容器运行安全。

4.2 引入新技术、新工艺推进设备安全和智能化升级

新技术、新工艺的应用可以提升数智化水平和安全性，从而提升设备本质安全水平。针对处于雷暴频繁的厂站，可以引入雷电预警系统，该系统提前60min发出雷电预警，使操作人员有足够时间采取防范措施，如暂停作业、疏散人员及断开设备电源等，全面降低雷击对电气设备的风险；采用耐腐蚀、高强度的PE天然气管替换老旧的铸铁管，既能提升埋地管道的使用寿命，又能降低运行维护成本；在SCADA系统中引入物联网、边缘计算，从而构建更智能的监控系统，可以提升设备实时数据的监控，并且自动形成性能曲线，从而为预防性维修提供更强大的数据支撑。

5 结语

本文总结了燃气厂站老旧设备存在的主要问题隐患，结合老旧厂站的运行经验，提出了燃气厂站老旧设备的保养策略。通过常态化开展维护保养，采用故障诊断和寿命评估等技术手段，并开展专业人才队伍培训，可以大幅提升预防性维修的效果，从而提升设备运行的可靠性。针对运行较久，不具备维修价值的老旧设备，可以通过新技术、新工艺的运用，提升厂站设备的数智化水平，提升设备运行的本质安全水平，从而减少故障发生的概率，提升现场应急处置水平。

参考文献

- [1] 李林江. 石油化工行业防爆电气设备安装质量控制探讨[J]. 建筑·建材·装饰, 2022(10): 103-105, 63.
- [2] 丁浩. A市天然气管网风险分析与评价[D]. 西安建筑科技大学, 2018.
- [3] 广州天然气集团有限公司. 钢质管道防腐层检测装置及检测方法: CN202110300374.5[P]. 2021-06-01.