

油气储运设备的寿命预测与维护策略优化

李乐

国家管网集团甘肃公司天水输油气分公司, 甘肃 天水 741020

摘要： 油气储运设备在油气行业中起着至关重要的作用，其稳定运行直接关系到生产效率和安全性，对油气储运设备进行准确的寿命预测和有效的维护策略优化显得尤为重要。本文深入探讨了无损检测、腐蚀评估和疲劳评估等多种寿命预测方法，为预测设备寿命提供了科学依据，同时，根据油气储运设备的特点，本文还提出了相应的维护策略优化建议，旨在通过科学的维护管理，延长设备的使用寿命，减少停机时间，从而提高整体生产效率和安全性。

关键词： 油气储运设备；特点；寿命预测；维护策略

Life Prediction and Maintenance Strategy Optimization of Oil And Gas Storage and Transportation Equipment

Li Le

Tianshui Oil and Gas Transportation Branch of National Pipeline Network Group Gansu Company, Tianshui, Gansu 741020

Abstract： Oil and gas storage and transportation equipment plays a crucial role in the oil and gas industry, and its stable operation directly affects production efficiency and safety. Accurate life prediction and effective maintenance strategy optimization of oil and gas storage and transportation equipment are particularly important. This article deeply explores various life prediction methods such as non-destructive testing, corrosion assessment, and fatigue assessment, providing scientific basis for predicting equipment life. At the same time, based on the characteristics of oil and gas storage and transportation equipment, this article also proposes corresponding maintenance strategy optimization suggestions, aiming to extend the service life of equipment, reduce downtime, and improve overall production efficiency and safety through scientific maintenance management.

Keywords： oil and gas storage and transportation equipment; characteristic; life prediction; maintenance strategy

引言

随着全球石油需求的不断增加，油气储运设备的安全性和可靠性变得尤为重要，油气储运设备一旦发生故障，不仅会导致生产中断，还会造成严重事故和环境污染。因此，油气储运设备的寿命预测和维护策略优化成为保证油气储运系统稳定运行的关键。

一、油气储运设备的特点

（一）复杂性和多样性

油气储运设备的设计、制造和运行都体现了其高度的复杂性和多样性，从设备类型来看，油气储运系统涵盖储罐、管道、泵站、压气站、阀门、仪表和各种安全装置，每类设备都有其独特的工作原理、结构特点和运行环境要求，这种复杂性不仅体现在设备本身，还体现在设备之间的关联和配合上，任何一个环节出现故障，都可能对整个系统造成严重影响。^[1]此外，油气储运设备的多样性也极为显著，不同地区的油气资源特点、气候条件、地质条件、运输距离等都会直接影响设备的设计和选型。比如在寒冷地区，要特别考虑设备的防冻措施；在沙漠或海洋等极端环境

下，对设备的耐腐蚀性和耐高温性提出了更高的要求，这种多样性要求我们在制定设备寿命预测和维护策略时，充分考虑具体的环境条件，采取有针对性的措施。^[2]

（二）高风险和安全性

油气储运设备在运行时，往往伴随着易燃、易爆、高压高温、有毒有害等高危因素，对设备的安全性提出了很高的要求，一方面，设备本身必须具有良好的密封性能、防爆性能和耐腐蚀性能，以保证在极端工况下稳定运行，防止泄漏、爆炸等安全事故的发生；另一方面，设备安装、调试、运行、维护各环节必须严格遵守相关安全规范和技术标准，确保人员安全和生产安全。^[3]此外，油气储运设备的安全性还体现在对潜在风险的防范和应对能力上，通过安装监控设备、建立预警系统、制定应急预案等措

施，及时发现和处理设备运行中的异常情况，有效预防事故或减轻事故后果，这种高风险与安全性的并存，要求我们在预测设备使用寿命和优化维护策略时，充分考虑安全因素，以确保设备在整个生命周期内都能保持最佳的安全状态。

（三）长期性和持续性

油气储运设备通常有较长的使用寿命和连续运行的要求，一旦投入使用，往往需要连续运行几年甚至几十年，这就要求设备在设计、制造和维护上具有很高的可靠性和耐久性。从设计上看，设备必须能够承受长期运行带来的磨损、腐蚀、疲劳等负面影响；从制造角度看，必须采用优质材料和先进制造技术，保证设备的性能和质量；从维护的角度来说，要建立完善的维护管理制度，定期对设备进行检查、维护和维修，及时发现和处理潜在的问题。^[4] 油气储运设备的长期性和可持续性还体现在其对社会经济的重要性上，作为能源供应链的关键环节，油气储运设备的稳定运行直接关系到国家能源安全 and 经济发展，在设备寿命预测和维护策略优化过程中，必须充分考虑设备的社会经济价值和长期影响，确保设备在整个生命周期内保持高效、稳定、安全的运行状态。

二、油气储运设备存在的问题

（一）环境适应性挑战

当油气储运设备面临复杂多变的自然环境时，其适应性成为一个重要问题，气候条件的差异对设备的运行维护提出了严峻的挑战，例如：在极冷或极热的地区，设备可能会因温度突然变化而退化或损坏，此外，湿度、沙尘暴、雨雪等自然因素也可能对设备的电气系统、机械部件和密封性能产生不利影响。^[5] 从更广阔的角度来看，油气储运设备也需要适应不同地质条件的变化，例如，在地震多发地区，设备必须能够承受地震引起的强烈振动和位移，否则可能导致泄漏或损坏。在软土地基或沼泽地区，设备基础的稳定性和沉降也需要特别注意，这些环境适应性挑战要求在设计和维护设备时，充分考虑当地的气候和地质条件，有针对性地采取措施，提高设备的适应性和耐久性。

（二）技术更新和兼容性问题

随着科学技术的不断发展，油气储运设备的技术水平也在不断提高，然而，这一技术更新也带来了一系列的兼容性问题。一方面，新设备往往采用更先进的技术和材料，比旧设备具有更高的性能和效率。但是，新设备和旧设备之间的接口和通信协议可能不兼容，这将导致无法顺利接入现有系统；另一方面，技术更新也可能带来运维方面的挑战。新设备可能采用更复杂的控制系统和自动化技术，这就要求操作人员具有更高的技术水平和专业知识，新设备的维护方法和工具可能与旧设备不同，因此需要建立新的维护流程和培训体系，这些兼容性问题不仅增加了设备更新的难度和成本，还可能对生产效率和安全生产产生负面影响。^[6]

（三）能效和环保压力

在能源效率和环保要求日益提高的背景下，油气储运设备面临着巨大的压力，一方面，设备在运行过程中会消耗大量能源，

不仅增加了运行成本，还可能对环境产生不利影响，比如泵站、压气站在运行过程中会产生大量的热量和噪声，干扰周围环境和居民生活；另一方面，随着全球对温室气体排放的日益关注，油气储运设备也需要承担更多的环保责任，例如，在设备设计和维护过程中，需要采取一系列措施来减少泄漏和排放，减少对环境的影响。^[7] 同时，要积极探索和应用节能新技术、新材料，提高设备能效，这些环境压力要求我们在预测设备使用寿命和优化维护策略时，充分考虑能效和环保因素，以确保设备既能满足生产要求，又符合环保标准。

（四）信息安全和数据保护问题

油气储运设备越来越依赖于计算机系统和网络技术，但是，这也使得设备面临着信息安全和数据保护的问题，设备中的控制系统和数据采集系统可能受到黑客或病毒的攻击，导致设备故障或数据丢失，这不仅会影响设备的正常运行，还会对生产安全造成威胁。设备会产生大量的敏感数据，如生产数据和设备状态数据，一旦这些数据被泄露或滥用，可能会损害企业的商业利益和声誉，在设计和维护设备时，我们必须充分考虑信息安全和数据保护问题，并采取一系列措施来确保数据的安全性和完整性，例如，建立严格的数据访问控制机制，加强数据加密和备份等措施，这些信息安全和数据保护问题要求我们在预测设备使用寿命和优化维护策略时，充分考虑数字化和智能化带来的新挑战和新要求。^[8]

三、油气储运设备的寿命预测方法

（一）无损检测方法

无损检测技术在油气储运设备寿命预测领域的应用，不仅体现了科技进步对工业安全的贡献，也凸显了绿色、可持续发展的理念，超声波检测作为无损检测领域的佼佼者，它基于超声波在固体材料中的传播特性，能够准确识别材料内部缺陷，如裂纹、夹杂物等。随着技术的不断迭代和三维超声成像技术的出现，检测精度提高到了一个新的高度，使得复杂结构设备的检测成为可能。X射线检测利用X射线或 γ 射线的穿透性，通过捕捉透射强度的变化来揭示材料内部的缺陷结构，特别适用于检测焊缝质量。^[9] 值得注意的是，随着数字技术的发展，射线检测逐渐实现了自动化和智能化，大大提高了检测效率和精度，红外热像检测是利用物体表面温度分布的差异，通过红外热像仪进行捕捉和显示，在检测设备热损伤和绝缘损伤，特别是在监测设备运行状态和预防火灾风险方面具有独特的优势。

（二）腐蚀评估方法

腐蚀作为缩短油气储运设备寿命的“头号杀手”，其评价方法的改进和创新直接关系到设备的安全运行和长期效益，失重法作为最传统的腐蚀评价方法，通过测量腐蚀前后样品的质量变化，可以直接计算出腐蚀速率。该方法虽然简单，但能直接反映腐蚀过程的严重性，为制定防腐策略提供基础数据。电化学法，通过测量腐蚀电位、极化电阻等电化学参数，深入探索材料的腐蚀机理，评价材料的耐腐蚀性能，为材料选择和防腐设计提供科

学依据。随着电化学阻抗谱技术的引入,电化学方法在腐蚀监测和预测中的应用更加广泛,可以实现对腐蚀过程的实时跟踪和动态评价。超声波法利用超声波在材料中的传播速度和衰减特性,间接反映材料的腐蚀程度,特别适用于检测厚壁设备的内部腐蚀,为设备维护和更换提供及时的信息支持。

(三) 疲劳评估方法

油气储运设备在运行过程中,在长时间交变载荷的作用下,容易产生疲劳损伤,从而导致安全事故,疲劳评估方法的准确性和可靠性直接关系到设备的安全运行和人民的生命财产安全。应变测量法,通过在设备关键部位安装应变片,实时监测应力应变关系,结合材料的力学性能评估设备的疲劳损伤程度。随着光纤传感技术的兴起和光纤应变测量系统的应用,对设备疲劳状态的监测更加准确和高效,疲劳寿命试验方法是通过模拟设备的实际工作条件,进行加速疲劳试验,直接测量设备的疲劳寿命。随着计算机技术的发展,有限元分析方法在疲劳寿命预测中的应用日益广泛,通过对设备结构的精细建模和疲劳累积损伤理论,实现了对设备疲劳寿命的准确预测,这不仅为设备的维护和更换提供了科学依据,也为设备的优化设计提供了技术支持。

四、油气储运设备的维护优化策略

(一) 引进绿色和可持续维护的理念

在油气储运设备的维护和优化中,绿色、可持续维护的理念正逐渐成为共识,传统的维护方式往往忽略了维护过程中的环境影响和资源消耗,导致资源浪费和环境污染,绿色可持续维护理念强调在维护过程中减少资源消耗和环境污染,同时提高设备的能效和环保性能。为了实现绿色可持续维护,企业需要采取一系列措施,应优先选用环保节能的维护材料和工具,减少维护过程中的废物产生和能源消耗,其次,要优化维护流程,减少不必要的维护工作和资源浪费。同时,也要加强设备能效管理,通过提高设备能效水平,降低能耗和碳排放,此外,企业应积极推广绿色维护技术和方法,如绿色清洗、绿色润滑、绿色包装等,以减少维护过程中的环境污染,还应加强对员工的环保教育和培训,

增强员工的环保意识和技能水平,促进绿色维护理念在企业内部的深入实施。^[10]绿色和可持续维护的理念不仅有助于降低企业的运营成本和环境风险,还有助于提升企业的社会责任感和品牌形象,这一理念的实施要求企业加强技术创新和管理创新,构建完善的绿色维护体系,实现绿色、可持续、高效的设备维护。

(二) 构建合作共享的维护模式

协同共享维护模式正逐渐成为一种趋势,传统的维护模式往往基于单个企业,缺乏跨企业、跨行业的协作与配合,协同共享维护模式强调通过跨企业、跨行业的协作与合作,实现资源的优化配置和共享,提高维护效率和质量。企业需要加强与其他企业和行业的合作与交流,可以建立跨企业的维护联盟或合作平台,共享维护经验和资源,提高维护水平。可以促进设备的标准化和模块化设计,实现设备的互换性和通用性,降低维护成本和难度,还可以利用云计算、物联网等信息技术手段,搭建设备维护云平台或大数据中心,实现设备维护信息的共享和协同处理。此外,企业还可以积极探索设备维护的外包服务或第三方维护服务,将部分或全部维护任务交给专业的维护机构或团队来完成,这种模式不仅可以降低企业的维护成本和管理风险,还可以提高维护效率和质量。协同共享维护模式有助于实现资源的优化配置和共享,提高设备维护的效率和质量,该模式的实施需要企业加强合作与沟通,构建完善的协同维护体系,实现协同、共享、高效的设备维护,也需要政府和相关机构的支持和引导,促进跨企业、跨行业的合作交流,共同推动油气储运设备维护的优化和发展。

五、结语

油气储运设备管理与维护影响油气储运的整个过程,如何延长设备的使用寿命、降低维护成本、提升安全性需要相关人员重视整个储运过程的实施,确保油气储运的安全、稳定和高效才能提升油气储运的经济效益,挣钱管理与维护的有效性,应用科学的措施是根本。

参考文献

- [1] 杨盟. 油气储运设备的管理、维护举措分析[J]. 科技风, 2021(2):2.
- [2] 晋伟. 关于油气储运工程中应用的技术的分析与研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(11):2.
- [3] 张洪奇, 赵世朋. 油气储运设备的维护分析[J]. 工业, 2020(23):00118-00118.
- [4] 刘兵, 王立鹏, 陈磊. 浅谈如何做好油气储运设备管理与维护工作[J]. 科技创新与应用, 2015(12).
- [5] 李乐, 易大卫, 姜维庆. 浅谈油气储运安全问题以及设备维护保养[J]. 化工设计通讯, 2016(02).
- [6] 杨洪钦, 覃家春, 黎熹. 油气储运设备的管理与维护[J]. 大众科技, 2013(04).
- [7] 鲁杰, 李菊生. 探析油气储运工程中安全环保管理工作[J]. 甘肃科技纵横, 2019, 48(02):37-39.
- [8] 李明, 王志文. 石油储运设备故障分析及维护策略优化[J]. 石油机械, 2018, 46(10): 89-93.
- [9] 张伟, 刘强. 基于数据驱动的故障预测技术研究进展[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(6): 1333-1345.
- [10] 王晓红, 陈华. 石油储运设备维护策略优化研究[J]. 石油化工设备技术, 2020, 41(2): 52-56.