

# 油气管道项目建设过程中大数据技术的应用及展望

郑维军 (广西广投玉北燃气有限公司, 广西 北流 537400)

**摘要:** 随着我国能源战略布局持续优化, 油气管道作为重要的能源输送基础设施, 其建设规模不断扩大。与此同时, 大数据技术已上升为国家战略并在各行各业广泛应用。本文系统分析了当前油气管道建设过程中面临的规划效率低、施工数据价值挖掘不足、运行监管手段单一、维护管理智能化水平不高等关键问题, 深入探讨了大数据技术在油气管道规划设计、施工建设、运行监管及维护管理各环节的具体应用场景和实施办法。研究表明, 大数据技术能有效提升油气管道建设全生命周期管理水平, 优化资源配置, 提高建设质量, 降低运营风险。未来应加强大数据技术与油气管道建设的深度融合, 完善数据采集和管理体系, 强化分析模型研究, 促进行业数字化转型升级。

**关键词:** 大数据技术; 油气管道建设; 全生命周期管理; 智能化应用

**中图分类号:** TE832      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1674-5167 (2025) 020-0007-03

## Application and Prospect of Big Data Technology in the Construction Process of Oil and Gas Pipeline Projects

Zheng Weijun (Guangxi Guangtou Yubei Gas Co., Ltd., Beiliu Guangxi 537400, China)

**Abstract:** With the continuous optimization of China's energy strategy layout, the construction scale of oil and gas pipelines, as important energy transmission infrastructure, continues to expand. At the same time, big data technology has risen to become a national strategy and is widely applied in various industries. This article systematically analyzes the key issues faced in the current process of oil and gas pipeline construction, such as low planning efficiency, insufficient value mining of construction data, single means of operation supervision, and low level of intelligent maintenance management. It deeply explores the specific application scenarios and implementation methods of big data technology in oil and gas pipeline planning and design, construction, operation supervision, and maintenance management. Research has shown that big data technology can effectively improve the management level of the entire lifecycle of oil and gas pipeline construction, optimize resource allocation, improve construction quality, and reduce operational risks. In the future, we should strengthen the deep integration of big data technology and oil and gas pipeline construction, improve the data collection and management system, strengthen the research on analysis models, and promote the digital transformation and upgrading of the industry.

**Keywords:** big data technology; Construction of oil and gas pipelines; Full lifecycle management; Intelligent application

伴随我国经济高质量发展和能源消费结构持续优化, 油气在能源消费中的比重不断提高, 油气管道作为能源输送的关键通道, 其建设规模持续扩大、技术要求不断提高<sup>[1]</sup>。目前, 我国已建成覆盖全国、连通海外的油气管网体系, 但在管道建设过程中仍存在规划设计依赖经验、施工数据难以充分利用、运行监管手段相对单一、维护决策支持不足等诸多问题<sup>[2]</sup>。与此同时, 以海量性、高速性、多样性和价值性为特征的大数据技术正引领新一轮技术变革, 为传统油气管道建设提供了全新的技术手段和发展路径。将大数据技术应用于油气管道全生命周期管理, 对提升工程质量、优化资源配置、保障安全运行具有重要意义<sup>[3-4]</sup>。本文将探讨大数据技术在油气管道各建设环节的应用, 为推动行业数字化转型提供参考。

### 1 当前油气管道建设现状和问题分析

油气管道作为重要的能源输送基础设施, 在国民经济发展中扮演着不可替代的角色。为此本文将从规

划设计、施工建设、运行监管和维护管理四个方面系统分析当前油气管道建设面临的主要问题, 为后续探讨大数据技术的应用奠定基础。通过识别关键痛点, 可更有针对性地研究大数据技术的实施路径和应用价值<sup>[5]</sup>。

#### 1.1 油气管道建设规模持续扩大但规划设计效率有待提高

近年来, 我国油气管道建设规模持续扩大, 截至 2023 年底, 全国油气长输管道总里程已超过 15 万 km, 初步形成了覆盖全国、连通海外的油气管网体系。然而, 当前油气管道规划设计仍主要依靠传统经验方法, 设计人员在线路选择、管径确定、站场布置等环节依赖经验判断, 难以充分利用历史数据和相关信息进行科学决策。规划设计方案往往需要多次修改和完善, 导致前期规划周期较长, 效率不高。

此外, 油气管道规划设计涉及地形地貌、土壤地质、气象水文、环境保护等多方面因素, 如果仅靠传

统人工方式收集和处理这些信息,难以实现全面精确的分析评估,容易导致规划设计不够合理,影响工程质量和安全。大数据技术的应用,可以通过整合历史工程数据、地理信息、气象水文等多源信息,为规划设计提供更为科学的决策支持。

### 1.2 施工建设过程数据价值挖掘不足

油气管道在施工建设过程中会产生大量的数据信息,包括材料验收、焊接质量、防腐检测、压力试验等各类施工数据。传统施工管理模式下,这些数据往往以纸质文件形式存在,或分散存储在不同系统中,难以进行统一管理和深度挖掘。施工完成后,这些宝贵的数据资源难以得到有效保存和再利用,无法为后续工程提供参考和指导。

同时,由于缺乏对历史施工数据的分析利用,新建管道项目在施工过程中往往难以准确预判可能出现的问题和难点,导致施工方案不够完善,资源配置不够合理,增加了工程风险和成本。此外,施工过程中的质量控制主要依靠人工检查和抽样检测,难以实现全面、实时的监控,容易出现质量隐患。大数据技术的应用,可以实现施工数据的系统化收集、存储和分析,提高施工管理效率和质量控制水平。

### 1.3 运行监管手段相对单一且效率较低

油气管道建成投产后,需要进行长期的运行监管,确保输送安全和高效。当前,油气管道运行监管主要依靠定期巡检、检测评估等传统手段,监管覆盖范围有限,实时性不强。特别是对于跨越复杂地形、长距离输送的管道,传统监管方式难以实现全面、及时的监控。

同时,由于缺乏对运行数据的系统分析和利用,管道运行状态评估和预警预测能力不足,难以提前发现和处理潜在风险。此外,油气管道运行过程中产生的压力、流量、温度等参数数据往往分散存储在不同系统中,难以实现信息共享和综合分析,影响运行决策的科学性和及时性。大数据技术的应用,可以整合各类监测数据,建立全面的运行监管体系,提高风险识别和处置能力。

### 1.4 维护管理信息化水平不高且决策支持不足

油气管道维护管理环节是保障管道安全稳定运行的关键。目前,管道维护管理仍以经验为主导,缺乏科学的决策支持系统。维护计划制定往往依据固定周期或简单规则,难以根据管道实际状况进行精准维护,容易导致维护资源浪费或维护不及时。同时,管道故障诊断和处理主要依靠维护人员经验判断,缺乏系统的分析支持,影响故障处理的准确性和效率。

此外,维护管理信息化水平不高,各环节数据难

以有效整合和利用,无法形成闭环管理,影响维护质量和效果。大数据技术的应用,可以通过分析历史维护数据和运行状态数据,建立科学的维护决策模型,实现精准维护和主动预防。

## 2 大数据技术在油气管道建设中的应用

针对以上分析的油气管道建设过程中存在的问题,大数据技术凭借其海量性、高速性、多样性和价值性等特点,为解决这些问题提供了全新的技术手段和解决方案。本文将系统探讨大数据技术在油气管道规划设计、施工建设、运行监管和维护管理四个关键环节的具体应用,展示其在提升工程质量、提高管理效率和保障安全运行方面的重要价值。

### 2.1 大数据技术在油气管道规划设计中的应用

大数据技术在油气管道规划设计中展现出显著的应用价值,为复杂工程的科学决策提供了有力支撑。在规划设计初期,通过整合地形地貌、土壤地质、气象水文及环境保护等多源异构数据,可构建综合性的信息数据库,为线路选型与方案优化奠定数据基础。借助空间分析技术,能够高效评估沿线环境敏感性,精准识别生态保护区、地质灾害频发区等潜在风险点,从而规避环境约束,优化管道布局。例如,基于历史工程数据的挖掘分析,可总结不同地质条件下管道的建设经验与失效案例,为新建项目提供技术参考。通过对比分析不同地区管道的材料适应性、施工工艺稳定性等数据,设计团队可针对性优化材料选型与施工方案,降低工程风险。此外,大数据技术还能从海量历史数据中提取规律,预测新建管道在复杂环境中的长期运行表现,为设计阶段的耐久性评估提供科学依据。

在技术参数优化与设计协同方面,大数据技术进一步提升了管道的经济性与设计效率。通过对管道输送能力、能耗指标、建设成本等关键参数进行多维度建模与仿真分析,可快速对比不同管径、压力等级、输送工艺等方案的优劣,从而确定最优技术参数组合。例如,结合实时气象数据与流量需求预测模型,可动态优化管道的输送压力与能耗配置,实现全生命周期成本的最小化。

同时,基于数字化设计平台的应用,如建筑信息模型(BIM)技术,能够实现管道设计的三维可视化与全流程信息集成,促进地质、结构、环保等多专业协同设计。这种集成化设计模式不仅减少了图纸冲突与返工,还可通过模拟施工场景提前发现潜在问题,显著提升设计质量与效率。

### 2.2 大数据技术在油气管道施工建设中的应用

大数据技术在油气管道施工建设阶段具有重要应



用价值。首先,通过建立统一的数据采集和管理系统,实现施工全过程数据的系统化收集和存储,包括材料采购、验收、焊接质量、防腐检测、压力试验等各环节数据。这些数据不仅可以支持当前项目管理,还可以为后续项目提供宝贵的经验参考。

其次,利用大数据分析技术,可以对历史施工数据进行挖掘分析,找出影响施工质量和效率的关键因素,优化施工方案和资源配置。例如,通过分析历史焊接数据,可以识别不同环境条件下影响焊接质量的因素,制定针对性的焊接工艺参数和质量控制措施。

再次,利用物联网技术和大数据平台,可以实现施工现场的实时监控和质量管理。例如,通过在关键设备和材料上安装传感器,收集实时数据,结合大数据分析技术,可以实现对施工质量的全面监控和及时预警。

最后,通过建立施工管理信息系统,实现施工计划、进度、质量、安全等多维度管理,提高施工管理效率和水平。例如,利用大数据技术,可以对施工进度和质量数据进行关联分析,及时发现潜在问题,采取针对性措施,确保工程质量和进度。

### 2.3 大数据技术在油气管道运行监管中的应用

大数据技术在油气管道运行监管方面具有广阔的应用空间。首先,通过整合 SCADA 系统、GIS 系统、视频监控系统等多源数据,建立统一的运行监管平台,实现对管道运行状态的全面监控和管理。利用物联网技术和传感器网络,可以扩大监测覆盖范围,提高监测精度和实时性,实现管道关键参数的实时采集和传输。

其次,利用大数据分析技术,可以对运行参数进行深度挖掘和分析,建立管道运行状态评估模型,实现对管道健康状况的科学评估和预测。例如,通过分析压力、流量、温度等参数的变化规律,可以识别异常运行状态,预判潜在故障风险。

再次,利用机器学习和人工智能技术,可以建立管道泄漏检测和预警模型,提高泄漏识别的准确性和及时性,降低安全风险。例如,通过对历史泄漏事件和相关运行参数的学习分析,建立泄漏特征模型,实现对泄漏的智能识别和预警。

最后,通过建立全面的风险管理系统,实现对管道沿线环境、第三方活动等风险因素的监控和管理,提高风险防控能力。例如,利用遥感技术和大数据分析,可以监测管道沿线的植被变化、地形变化和人类活动,及时发现潜在威胁。

### 2.4 大数据技术在油气管道维护管理中的应用

大数据技术在油气管道维护管理方面有着重要应用。首先,通过建立完善的管道资产信息管理系统,

实现对管道设备、材料、施工、运行等全生命周期数据的统一管理和利用,为维护决策提供全面的信息支持。其次,利用大数据分析技术,可以对历史维护数据和故障数据进行挖掘分析,找出影响管道可靠性的关键因素,建立科学的维护决策模型。例如,通过分析不同类型管道设备的故障规律和影响因素,可以制定针对性的维护策略,实现从被动维修向主动预防的转变。第三,利用大数据技术,可以建立基于状态的维护管理系统,根据管道实际运行状况和健康评估结果,优化维护计划和资源配置,提高维护效率和效果。例如,通过分析腐蚀检测数据和环境因素,可以预测管道腐蚀速率,确定最佳的检测周期和维护时机。最后,通过建立知识管理系统,实现维护经验和知识沉淀和共享,提高维护人员的技术水平和决策能力。例如,利用大数据技术,可以从历史维护记录中提取有价值的经验和知识,形成标准化的操作指南和决策支持工具,辅助维护人员进行故障诊断和处理。

### 3 结论

大数据技术作为信息时代的重要技术手段,在油气管道项目建设过程中具有广阔的应用前景和重要的实践价值。通过本文的研究分析,可以得出以下结论:大数据技术在油气管道规划设计阶段,能够整合多源信息,为线路选择和参数优化提供科学依据,提高设计效率和质量;在施工建设阶段,能够实现施工全过程数据的系统化管理和分析利用,为质量控制和资源优化提供支持;在运行监管阶段,能够建立全面的监控体系,提高风险识别和预警能力,保障输送安全;在维护管理阶段,能够支持科学决策,实现精准维护和主动预防,提高管理效率和水平。

### 参考文献:

- [1] 尚舵,郁振其,卢春雨,等.新型工业化背景下油气管道项目建设数字技术应用和展望[J].数字化转型,2025,2(03):54-61+80.
- [2] 宫彦双,李刚,崔永兴,等.西部某油田管道数据集成及可视化应用研究[J].油气田地面工程,2025,44(02):74-81.
- [3] 李荣光,金龙,孙伶,等.时间序列统计法预测中国石油石化领域大数据算法发展趋势[J].石油钻采工艺,2024,46(05):525-548.
- [4] 安超,王飞跃,刘鹏程,等.油气管道数据集成及可视化发展现状分析[J].现代化工,2024,44(S2):19-23+28.
- [5] 王春妮,李健,白真权,等.油气输送管道失效分析技术现状及研究进展[J].石油管材与仪器,2024,10(01):1-8.