

# 石油天然气管道工程管理信息化智能化改造研究

田呈亮

北京石大东方工程设计有限公司 山东 东营 257000

**摘要：**石油天然气管道传统管理模式存在数据偏差、信息传递不畅等问题，难以适配现代管理需求。本文阐述信息化智能化改造的必要性，从物联网、大数据、云计算、人工智能等关键技术入手，分析改造实施路径，涵盖系统架构、数据治理、平台建设及人员培训等方面，并探讨改造中的技术、数据安全与运营风险，为石油天然气管道工程管理提供全面参考。

**关键词：**石油天然气管道；工程管理；信息化智能化；关键技术；风险管理

引言：石油天然气管道作为能源运输关键通道，其管理质量关乎能源安全与行业稳定。传统管理模式依赖人工操作与纸质记录，在数据精度、信息传递及资源配置等方面存在诸多局限，难以应对复杂多变的工程环境与行业高质量发展要求。在此背景下，信息化智能化改造成为提升管道工程管理效能的必然选择，对保障管道安全运行、优化资源配置具有关键意义。

## 1 石油天然气管道工程管理现状分析

### 1.1 传统管理模式的特点与问题

人工操作与纸质记录是传统管道工程管理的主要方式，受人为操作精度与记录规范性限制，易出现数据记录偏差、信息遗漏等问题，且纸质记录存储不便、检索困难，难以实现数据的高效复用与长期留存，适配不了现代管道工程规模化、精细化的管理需求<sup>[1]</sup>。信息传递不畅与决策滞后源于传统管理模式缺乏高效的信息传递渠道，信息多依靠层级传递，易出现传递延迟、信息失真等情况，导致管理决策缺乏及时、准确的数据支撑，无法快速响应管道运行过程中的各类变化，影响管理效能提升。资源分配不合理与成本高昂体现在传统管理模式中，资源调配依赖经验判断，易出现部分环节资源冗余、部分关键环节资源短缺的现象，同时人工巡检、纸质记录等方式增加人力与物料投入，进一步推高管理成本，不符合行业精益管理的发展导向。

### 1.2 信息化智能化改造的必要性

应对复杂多变的工程环境是推进改造的重要前提，石油天然气管道多穿越山区、水域、荒漠等复杂地质与自然环境，传统管理模式受技术手段限制，难以实现管道全线路、全方位、全天候的精准监测与有效管控。信息化智能化改造依托先进技术手段突破地理环境与自然条件制约，提升管道管理的环境适应性与运行可靠性，契合油气管道安全管理基本要求。提高管理透明度与可

追溯性需借助信息化智能化技术赋能，通过构建规范化的数据采集、存储与管理体系统，实现管道工程规划、建设、运维全流程数据可追溯、可查询，清晰呈现各环节管理行为与数据流向，消除管理模糊地带，保障管理工作规范化开展。优化资源配置与降低成本是改造的核心目标，通过信息化智能化技术实现管道管理各环节资源需求的精准预判与动态调配，减少资源闲置与浪费，同时以技术手段替代部分重复性人工操作，降低人力与物料投入成本，推动管道工程管理向精益化、低成本、高效能方向发展，契合油气行业高质量发展核心需求。

## 2 信息化智能化改造的关键技术

### 2.1 物联网技术

传感器网络是管道监测的核心技术支撑，可整合分布式光纤振动传感、阴极保护监测、压力温度传感等多种感知设备，实现管道沿线环境状态、运行参数及结构完整性的全面覆盖式监测，适配油气管道天空地一体化保护的行业技术需求<sup>[2]</sup>。实时数据采集与传输机制依托边缘网关设备完成本地数据预处理，过滤冗余数据、优化数据格式，通过卫星通信与专用工业网络结合的传输模式，规避复杂地质与自然环境下的通信中断问题，保障数据传输的时效性与稳定性。物联网平台的建设与管理需构建统一的数据接入标准与规范，整合多源感知数据资源，采用分层架构设计实现设备管理、数据汇聚、指令下发与状态反馈的协同运转，为管道管理各环节提供全面、精准的基础数据支撑，契合油气管道信息化改造的技术导向。

### 2.2 大数据分析技术

数据挖掘与模式识别技术可深度挖掘管道运行过程中产生的多源异构数据，涵盖实时监测数据、设备运维记录、环境影响数据及历史故障数据，提炼管道故障与运行异常的隐藏关联规律，为管道健康状态管理提供

可靠的数据支撑。预测性维护与故障预警系统基于历史数据与实时数据的融合分析,构建管道健康状态演化模型,精准捕捉管道腐蚀、老化、泄漏等潜在隐患,实现管道运维从被动维修向主动预防的转型,契合油气管道精细化管理的发展趋势。大数据驱动的决策支持系统整合管道全生命周期各环节数据,通过多维度、多场景的数据分析优化管理策略,提升管道管理的精细化与科学化水平,为管道工程规划、运维调度等核心工作提供科学的数据支撑。

### 2.3 云计算技术

云平台凭借分布式架构与高效运算能力,可实现管道工程管理多环节数据的集中存储与协同运算,打破传统管理模式下的部门数据孤岛,提升管理资源的利用效率,适配现代大型油气管道工程跨区域、多环节的管理需求。弹性计算与存储资源的动态分配可根据管道管理的实际负荷变化,灵活调整计算与存储资源配置,既满足峰值时段的数据处理与分析需求,又避免资源闲置造成的浪费,充分发挥云原生架构的核心优势。云安全与数据保护策略通过权限分级管理、数据加密传输、安全审计及本地缓存备份等多重技术手段,防范数据泄露、网络攻击与数据篡改等风险,保障管道管理核心数据的安全性与完整性,为信息化改造工作提供坚实的安全保障。

### 2.4 人工智能与机器学习

智能算法可广泛应用于管道缺陷检测领域,结合计算机视觉与深度学习技术,对管道内外部影像、监测数据进行精准分析,高效识别管道泄漏、裂纹、变形等各类缺陷,提升缺陷检测的精度与效率,弥补传统人工巡检的局限性与滞后性。传统人工巡检容易受到人为因素和环境因素的影响,而智能算法能够提高缺陷检测的准确性和及时性。自主学习与优化调度系统能够通过持续学习管道运行数据与工况变化规律,动态优化管道输送参数与运维调度方案,适配管道运行工况的动态变化,提升管道运行的稳定性与经济性。人工智能辅助的决策制定过程整合多源数据与智能分析结果,简化复杂决策流程,规避经验决策的局限性,为管道管理的各类核心决策提供科学依据,推动管道管理模式从经验驱动向数据驱动、智能驱动转型。

## 3 信息化智能化改造的实施路径

### 3.1 系统架构设计

整体架构的规划与布局需立足管道工程管理全生命周期各环节需求,结合物联网、大数据、云计算及人工智能等关键技术的应用特性,构建分层递进、权责清晰的架构体系,全面覆盖感知层、网络层、平台层与应用

层,实现技术应用与管理需求的深度融合<sup>[3]</sup>。各子系统间的集成与协同需打破传统管理模式下的系统壁垒,采用标准化接口设计与协议适配,实现不同子系统的数据互通与功能联动,确保感知、分析、决策、执行各环节高效衔接,提升管理流程的顺畅性与协同效能。开放性与可扩展性考虑需紧跟油气管道行业技术发展潮流,预留充足的技术升级与功能拓展接口,适配未来技术迭代节奏与管理需求升级方向,保障架构长期稳定运行,契合油气管道信息化智能化改造的可持续发展导向。

### 3.2 数据治理与标准化

数据采集、存储与处理的规范需明确多源异构数据的采集范围、格式要求与采集频率,建立统一、规范的数据采集流程,采用分布式存储与边缘计算相结合的技术模式,适配海量管道管理数据的存储需求,通过数据清洗、转换、脱敏等处理手段,提升数据可用性与精准度。数据质量与一致性的保障措施需建立全流程数据质量管控体系,通过数据校验、异常排查、实时纠错等技术手段,规避数据缺失、错误、冗余等问题,确保数据在采集、存储、处理、应用全生命周期内的准确性与统一性。数据共享与交换的标准制定需参考油气行业现有数据标准规范,结合管道工程管理实际需求,明确数据共享的范围、权限划分与流转流程,建立标准化的数据交换协议与接口规范,打破部门间的数据孤岛,为跨环节、跨部门的数据协同应用提供坚实支撑。

### 3.3 信息化智能化平台建设

平台功能模块的设计与开发需围绕管道工程管理核心业务需求,科学划分监测预警、运维管理、决策支持、数据管理等核心功能模块,结合模块化开发理念与敏捷开发模式,实现功能模块的灵活组合与个性化适配,满足不同管理场景与岗位的差异化需求。用户界面与交互体验的优化需遵循人性化设计与易用性原则,简化操作流程、优化界面布局、完善操作指引,降低员工操作门槛,提升平台操作的便捷性与流畅度,保障平台高效落地应用。平台测试与上线部署流程需严格遵循软件工程规范,全面开展单元测试、集成测试与系统测试,细致排查系统漏洞、性能瓶颈与适配问题,制定分阶段、分区域的上线部署方案,配合试运行期间的调试优化,确保平台稳定上线并顺利投入实际管理应用。

### 3.4 人员培训与组织变革

员工信息化技能的提升路径需结合不同岗位的职责需求,制定分层分类的培训方案,涵盖信息化技术理论、平台操作技能、数据应用能力等核心培训内容,采用线上授课、线下实操、师徒带教相结合的培训模式,

配套完善的考核评价机制，确保培训效果落地，切实提升员工对信息化智能化技术与平台的应用能力。不同岗位对信息化技能的要求不同，分层分类的培训方案能够提高培训的针对性和有效性。组织结构与流程的适应性调整需优化原有管理架构，梳理现有管理流程并精简冗余环节、整合交叉职能，建立适配信息化智能化管理模式的扁平化组织架构与高效流程体系，提升管理响应速度与执行效率<sup>[4]</sup>。企业文化与信息化智能化改造的融合需强化全员信息化意识培育，倡导数据驱动、协同高效、创新进取的管理理念，引导员工主动适应改造带来的变化，主动学习相关技术与技能，为信息化智能化改造工作的顺利推进提供坚实的文化支撑。

#### 4 信息化智能化改造中的风险管理

##### 4.1 技术风险

新技术应用的成熟度与稳定性直接关系改造工作推进成效，油气管道管理领域引入的物联网、人工智能等新技术，部分仍处于行业应用探索阶段，尚未形成完善的应用体系，易出现技术运行不稳定、功能适配不足等问题，影响改造工作有序推进。技术更新换代的快速性带来显著挑战，油气管道改造周期相对较长，改造过程中可能出现原有技术被迭代、相关设备与软件面临淘汰的情况，增加改造成本与技术调整难度。技术兼容性与集成难度主要体现在原有传统管理系统与新增信息化智能化系统之间，因技术标准、架构设计存在差异，易出现接口不兼容、数据无法顺畅互通等问题，需通过专业技术适配与优化，化解集成过程中的各类阻碍，保障系统整体运行效能。

##### 4.2 数据安全风险

数据泄露与非法访问是改造过程中需重点防范的风险，管道工程管理数据包含管道位置、运行参数、运维记录等核心信息，一旦出现泄露或非法访问，可能影响管道运行安全，甚至造成行业信息泄露隐患。数据加密与访问控制策略是防范数据安全风险的核心手段，需采用符合油气行业安全标准的加密技术，对数据采集、传输、存储全流程进行加密处理，同时划分清晰的访问权限，规范数据访问行为，从源头遏制非法访问风险。数据备份与恢复机制的建立需结合管道管理数据特性，采

用本地备份与异地备份相结合的模式，明确备份频率与备份流程，完善数据恢复预案，确保数据在遭遇突发故障、自然灾害等意外情况时，能够快速恢复，保障数据完整性与业务连续性。

##### 4.3 运营风险

系统故障对业务连续性的影响不容忽视，信息化智能化系统一旦出现硬件故障、软件崩溃或网络中断等问题，会直接导致管道监测、运维调度等核心业务无法正常开展，可能引发管道运行安全隐患。人员操作失误与培训不足易加剧运营风险，部分员工对信息化智能化系统操作不熟练、对风险防控意识薄弱，易出现操作失误，引发系统故障或数据错误，需通过系统培训提升员工操作能力与风险防控水平<sup>[5]</sup>。外部依赖与供应链中断的风险主要源于系统硬件、软件及核心技术对外部供应商的依赖，若供应商出现产能不足、技术停滞或合作终止等情况，会影响改造进度与系统长期运维，需提前建立多元供应渠道，降低外部依赖带来的运营风险。

##### 结束语

石油天然气管道工程管理信息化智能化改造是一项系统性工程，涉及关键技术应用、实施路径规划及风险管理等多个层面。在合理运用物联网、大数据等技术，优化系统架构与数据治理，加强人员培训与组织变革的同时，必须同步做好技术、数据安全与运营风险的有效防控工作，如此才能推动管道管理模式向智能化、精细化转型，为石油天然气行业的持续发展提供有力支撑。

##### 参考文献

- [1]于浩.石油天然气管道工程HSE信息化管理的实践[J].化工管理,2021(8):186-187.
- [2]刘洋.天然气管道工程监督智能化研究与探索[J].工程质量,2023,41(z1):197-200.
- [3]姜宇星.天然气管道工程建设数字化管理实践研究[J].中国化工贸易,2025(8):76-78.
- [4]钟林雄,金哲,刘新宇,等.天然气长输管道施工建设中的安全管理研究[J].中国化工贸易,2025(21):91-93.
- [5]张庆杰.石油天然气工程地面管道的铺设技术分析[J].石油石化物资采购,2025(21):103-105.