

数字化技术在油气管道第三方施工管控中的应用

周宣泽 (国家管网集团华南公司湛江作业区, 广东 湛江 524000)

摘要: 油气管道建设第三方施工管理存有弊病, 波及管道运行安全与工程效能, 弊病涵盖监管离散、信息迟滞和风险辨识欠缺, 数字技术为工程建造全生命周期供给精确管控办法, 前期能够开展风险排查与审批备案, 施工期间能够实时监测并预警风险, 后期还能够开展验收和资料存档工作, 构建管理架构, 此架构达成闭环管控。此文依托油气管道施工特性分析数字化技术契合度, 更进一步探究其于第三方施工管控的应用途径, 而后给出实施保障举措, 为管控增效与施工安全提供实践参照。

关键词: 油气管道; 第三方施工; 数字化管控; 风险预警

中图分类号: TE973.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 009-0151-03

Application of digital technology in third-party construction control of oil and gas pipelines

Zhou Xuanze (Zhanjiang Operation Area, South China Company of National Pipeline Network Group, Zhanjiang Guangdong 524000, China)

Abstract: There are drawbacks in third-party construction management of oil and gas pipeline construction, which affect pipeline operation safety and engineering efficiency. The drawbacks include scattered supervision, delayed information, and lack of risk identification. Digital technology provides precise control methods for the entire life cycle of engineering construction. In the early stage, risk investigation and approval filing can be carried out, risks can be monitored and warned in real time during construction, and acceptance and data archiving work can be carried out in the later stage. A management framework is constructed to achieve closed-loop control. This article analyzes the compatibility of digital technology based on the construction characteristics of oil and gas pipelines, further explores its application in third-party construction control, and then provides implementation guarantee measures to provide practical reference for improving control efficiency and construction safety.

Keywords: oil and gas pipelines; Third party construction; Digital control; Risk Warning

油气管道建设规模拓展, 第三方施工方式广泛采用, 这造成施工阶段安全隐患增多, 且管理繁杂度明显上扬。常规油气管道管理依靠人工巡查和纸质呈报, 存在信息延迟等缺陷, 难以契合现代管控需求, 数字化技术为第三方施工管控手段, 可达成施工信息收集等, 从而实现施工全流程智能管控。此文以油气管道第三方施工作为研究目标, 探究数字化技术运用途径与实施保障, 给管控模式更新提供技术支持, 对施工管控里数字化技术应用开展研究。

1 油气管道第三方施工管控核心需求与数字化技术适配性

1.1 第三方施工管控的核心痛点与管控要求

油气管道第三方工程作业管控难点多, 涵盖工程作业安全隐患大, 还存有信息隔阂与监管延迟问题, 且工程作业品质难统一把控、履约审查要求严苛, 施工隐患易诱发安全灾祸, 管道破损、设备冲撞等隐忧存在于施工进度, 作业不合规情形同样会致使灾祸酿成; 常规纸质申报与人工巡查难以达成信息即时共享, 这致使管理部门难以即刻知悉施工状况; 众多施工单位作业致使质量标准难以划一, 多道环节作业更进一

步加剧了执行难度; 监督管理部门存有审计与合规方面的需求, 需要完备且能追溯源头的施工记录来契合这一需求。第三方施工管控关键需求达成全生命周期直观化管理, 进而做到即时风险告警与数据闭环可追踪, 还依靠数字化办法助力决策确保施工安全, 增进管理效能推动发展, 更进一步保障施工合乎规范。

1.2 适配施工管控的数字化技术类型与特征

适配油气管道第三方施工管控的数字化手段包含多种类别, 有建筑信息模型 (BIM) 与地理信息系统 (GIS)、物联网传感装置, 进一步拓展至无人飞行器监控、海量数据与人工智能分析, 而且还涵盖综合数字化管理平台, 各项技术互为补充。BIM 与 GIS 可达成管道和施工区域的三维可视呈现, 从而助力前期风险筛查, 亦能开展布控改良; 物联网传感器给施工监控与风险预警供给凭据, 由于它可即时收集管道应力以及焊缝温度等数据; 无人机可高频率巡查施工现场, 从而监测施工质量和进度; 海量数据与人工智能能够分析施工数据, 进而预估风险, 还能够助力决策; 数字管理平台集成各类数据, 从而达成闭环式管理, 包含报备、监测、验收以及资料存档。

1.3 数字化技术在管控环节的应用适配原则

油气管道第三方施工管控里数字化技术运用需遵循准则, 这些准则包含精确匹配与即时可追溯, 而且要达成系统整合与安稳可靠, 工程建设需依据不同阶段和节点挑选技术手段, 在工程前期运用建筑信息模型 (BIM) 与地理信息系统 (GIS) 开展三维布局规划和隐患排查, 施工过程中采用物联网传感装置、无人机监测与大数据分析能够收集实时状态还能预警隐患, 施工后期数字化核验与资料整理可保障数据闭环和可回溯性。各项适配应用技术均需于统一数字化平台整合, 达成信息交互以规避数据孤立, 同时保证数据传输、存储与处理稳妥可信, 契合高风险环境稳定运作要求; 各项实际应用技术整合可以推动信息交互, 规避数据孤立; 能够保障数据稳妥可信, 契合稳定运作要求。

2 数字化技术在油气管道第三方施工管控中的具体应用

2.1 施工前期的数字化排查与报备管理

油气管道第三方施工前期治理是施工管控的根基, 数字化技术的关键作用是精确辨识施工区域等并排查隐患。依托 BIM 与 GIS 技术搭建的三维可视化平台可精准构建施工前管线及其周边环境的模型, 生成可视化的施工图层, 从而自动判别施工或许会产生影响的区域, 这些系统可生成布控区域的界限, 从而依照布控准则划分安全界限, 给施工单位提供精确的定位参照。远距离并行施工能够借助数字化平台对布控方案的覆盖成效进行模拟, 以此评估施工的风险与可行性, 从而科学地制定布控方案, 保障施工前期的风险降至最低。

数字平台于报备管理阶段能够上传施工规划等资讯, 从而达成施工方、监管方和业主方三方线上审批的闭环流程, 平台可自动生成布控任务列表, 这些列表所要求的安全举措包含彩钢板围挡之类的设置 (如图 1), 亦包括三角彩旗和长方形旗帜布控, 临时警示标识布控同样存在规定, 长方形旗帜与临时警示标识要依照对应规定布控。系统可整合过往施工数据给出评分, 该评分能够量化施工作业难点, 从而给审批工作提供数据支撑, 数字式报备允许移动端作业, 让现场施工单位能够即刻提交计划变更, 管理部门可马

上在线核查, 不但使前期管理效能提升 30%–40%, 还为施工进度实时监控和后期查验奠定稳固数据根基。

2.2 施工过程的数字化监控与风险预警

施工作业流程是油气管道第三方施工管控的关键所在, 此阶段风险最大, 并且技术标准最为严苛, 数字技术对施工现场开展监测, 保证施工安全和质量, 它还全面保障施工有条不紊地推进。施工场地应设定布控边界, 布控边界划分为一级到三级, 并且搭配三角旗等多层面安全告知手段, 物联网传感器能够完成施工状态的量化监测, 它安设在关键管道节点、焊缝以及支架处, 可实时收集压力、振动、倾斜角和温度的数据。无人机能够高频次对施工区域展开航空拍摄, 进而完成三维重建, 还可实现布控边界、施工设备、作业人员以及施工进度的全景可视化呈现。

数字平台可开展智能分析所采集的数据, 进而借助异常甄别和风险运算法则达成风险示警, 还能够给予即时提示, 系统在施工人员靠近一级布控区域边缘之际, 能够自动传送预警消息到管理人员的手机, 进而当施工人员触动断线报警器时, 还可激发现场自动语音提示设备播发警示讯息, 防止施工发生违规行为, 进而杜绝违规现象蔓延, 从而保障施工顺利进行。平台实时监控布控设施的破损与劣化状况以及施工环境的变动, 生成改进提示, 并且保障在 24h 之内完成调整修缮, 大数据分析能够预估施工异样趋向, 给管理人员供给决策凭据, 进而削减事故发生率并提升施工效能 20%–25%。数字化监测提升安全防护精准度, 从而推动风险管理朝着数据驱动转变, 最终达成施工全流程智能化管控。

2.3 施工后期的数字化验收与资料归档

施工完毕后的查验与资料存档是数字化管控闭环的关键部分, 保证施工品质, 进而保障可追溯性与合规性, 数字化技术可查验施工完结状况, 依托无人机影像、BIM 模型更新, 并且凭借 IoT 传感器数据开展全方位查验。检测涉及管道支架设置合规状况、焊缝品质安全状况、回填夯实程度达标情形以及附件 7 布控准则执行情形, 例如彩钢板布控状况、护栏网设置是否妥当, 关系到防护成效, 警示带布置是否周全影

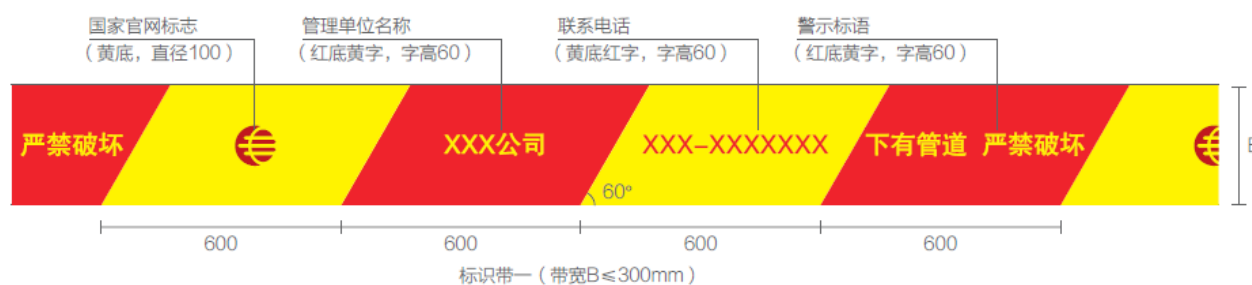


图 1 警示带布控

响警示功效，三角旗、矩形旗布置得当可提升视觉警示效果，临时警示牌设置到位方可确保及时提示。平台能够自行对照施工规划与实际完成数据，从而产出精准验收报告，还允许远程核准与多方协作认定。

数字平台集中存蓄施工报备、监控记载、验收文书及整改记载，达成资料归档的结构化以及数据可检索可回溯，布控现场的照片之类的资料能够成为数字化档案的一部分，方便后续审计，从而有益于施工复盘以及运维管理。平台能够针对长期开展的施工项目生成布控达标的核查表以及风险整改的记录，从而确保施工现场的信息完备且透明，与此同时，还能针对高风险区域进行相同的操作，数字式验收和资料存档增强数据可信度，从而缩减资料整理与审核的时长，给油气管道第三方施工全生命周期管理体系提供实证支持。

3 油气管道第三方施工数字化管控的实施保障

3.1 数字化管控体系的搭建要点

数字化管控体系构建需协同谋划，包括技术构架、数据治理和业务规程三个层面；协同谋划能够达成油气管道第三方施工全生命周期可视化管理；可视化管理还能够更进一步实现智能化管理。技术框架宜运用组合范式，此范式确保施工现场数据处置，亦支撑设备统一接入，数据管理要构建统一规范接口，从而达到多类数据融会共享，最终保障信息完备可溯源，业务流程需纳入闭环管控，包含施工报备等步骤，进而结合布控级别等改进流程，搭建数字化管控系统为工程施工给予保障，此系统合理且具备可操作性，还能够持续运转，从而确保施工安全与管理效能。

3.2 管控人员的数字化技能培养

在数字化管控体系下，管控人员的技能直接影响施工管理效果，因此需要系统化培训以提升 BIM/GIS 建模、传感器操作、无人机巡检、监控平台管理及大数据分析能力。培训应结合理论讲解与现场实操，针对不同岗位设计分级课程，确保施工现场管理人员、数据分析人员和技术支持人员都能掌握各自职责所需的数字化技能，同时建立考核与认证机制以验证培训效果和持续提升能力。表 1 展示了典型数字化技能培训内容及方法，便于直观理解和执行。

通过系统培训与表格化考核，管控人员能够在不同施工阶段快速判断现场风险、执行预警和整改措施，从而保障数字化管控体系的高效运行与施工安全。

表 1 数字化管控人员技能培训内容及考核安排

培训内容	目标岗位	培训方式	考核方式
BIM/GIS 建模与布控规划	施工管理人员	模拟施工场景 + 软件操作演练	完成布控方案设计并审核
物联网传感器操作与数据读取	现场技术员	现场设备布设 + 数据采集演练	传感器布设准确率与数据完整性考核
无人机巡检与影像采集	巡检与监控人员	无人机飞行模拟 + 现场巡检	巡检报告完整性与识别率考核
大数据分析 with 风险预警	后台数据分析人员	系统操作 + 异常分析案例演练	异常预测准确率与预警响应能力考核
监控平台操作与资料归档	施工管理及后台人员	平台操作实训 + 数据归档演练	平台操作熟练度及归档完整性考核

3.3 数字化管控的运行维护管理

核心节点数字把控油气管道保养管理保障第三方施工安稳高效，要从装置维护、资料管理、系统改良三方面开展，三方面需配合推进，要确保数据收集精准即时，需定时对现场传感器等装置巡查校正检测，从而适时更替破损陈旧装置，需规避硬件毛病，进而杜绝风险监控失灵。平台方需构建统一的数据管控备份体制，该体制可保证施工报备、布控实施等资料完备结构化且具备可追溯性，同时借助权限管控和日志管理维护数据安全，管理控制体系需融合过往施工数据与运营分析，不断完善数字化管理控制流程以及预警算法，进而定时更新布控策略与风险评估模型，在长时间运行里维持高效可信智能化给施工安全予以支撑，从而给管理决策不断助力。

4 结束语

数字化技术对于油气管道第三方施工管控存有长处，惠及安全维度，促进效率与数据治理领域，动工前开展数字化筛查，动工期间进行实时监测与危险预警，动工结束后施行数字化核验与资料存档，从而搭建全生命周期的闭环管控体系。施行保障体系为数字化管控运转给予基础支持，人员技能增进进一步夯实，该支持推动持续运转，将来人工智能等技术的演进让油气管道施工的数字化管控愈发聪慧高效，这般的智能化与高效管控为施工给予稳固支持，助力安全绿色高效施工得以达成。

参考文献：

- [1] 刘剑,蔡巍,郭飞.第三方施工对长输管道安全的动态监测与管理[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(22):78-80.
- [2] 王璐.长输天然气管道第三方破坏风险分析与防控策略[J].模型世界,2025(31):237-239.
- [3] 张贵赞,史宁岗,等.无人机油气管道巡线应用可行性研究[J].化工管理,2017(06):185-186.
- [4] 张连志.远程智能监控系统在长输管道巡线中的应用探讨[J].中国设备工程,2025(8):39-41.
- [5] 王杰.基于移动GIS的智能巡线系统在原油长输管道中的应用[J].广东蚕业,2018(10):15-16.

作者简介：

周宣泽(1997.05—)，男，汉族，广东雷州人，本科，助理工程师，研究方向：长输石油天然气管道保护。