

长输管道施工建设项目群工程化管理模式探究

王学志（山东省天然气管道有限责任公司，山东 济南 250000）

摘要：随着国家能源战略布局的深入推进，长输管道建设正朝着大规模、网络化方向发展，传统单项目管理模式已难以适应项目群协同建设的需求。研究覆盖规划、设计、施工、运营全链条的工程化管理模式，通过资源整合、流程优化和技术创新提升项目群整体实施效率，对保障国家能源动脉高效建设、降低全生命周期成本具有重要战略意义。

关键词：长输管道；施工建设项目群；工程化管理模式

中图分类号：TE832 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)024-0082-03

Study on engineering management mode of long distance pipeline construction project cluster

Wang Xuezhi (Shandong Natural Gas Pipeline Co., Ltd., Jinan Shandong 250000, China)

Abstract: As the national energy strategy advances, long-distance pipeline construction is moving towards large-scale and networked development. The traditional single-project management model can no longer meet the needs of collaborative project group construction. Researching an engineering management model that covers the entire chain from planning, design, construction to operation, and improving the overall implementation efficiency of project groups through resource integration, process optimization, and technological innovation, is of great strategic significance for ensuring the efficient construction of the national energy artery and reducing lifecycle costs.

Key words: long distance pipeline; construction project cluster; engineering management mode

长输管道项目群管理面临地理跨度大、界面复杂、资源配置难等系统性挑战，亟需构建标准化、模块化的工程管控体系。通过建立项目群协同管理平台，实施设计施工一体化策略，优化资源配置与进度联动机制，可有效解决传统管理模式下的资源浪费与效率低下问题，为大型管道项目群建设提供创新管理范式。

1 研究背景与意义

在全球能源结构调整与低碳转型背景下，长输管道作为油气资源高效输送的核心基础设施，其建设规模与复杂度显著提升。当前我国管道建设已进入“全国一张网”的发展阶段，多项目并行、多区域协同的工程特征日益凸显。传统分散式管理模式在资源配置、进度协调等方面面临严峻挑战，易导致建设标准不统一、界面管理低效等问题。开展项目群工程化管理模式研究，通过构建标准化、模块化的管控体系，实现设计、采购、施工等环节的深度协同，对提升大型管道项目群建设效率、降低工程全生命周期成本具有重要实践价值。该研究不仅可填补管道工程集约化管理的方法空白，更能为新型能源基础设施建设提供可复制的管理模式创新方案。

2 理论框架与文献综述

2.1 工程化管理模式概述

工程化管理模式是一种系统化、标准化的管理方法论，其核心在于通过流程再造、资源整合和技术创

新，实现复杂工程项目的全生命周期高效管控。该模式强调从单一项目管理向项目群协同管理的范式转变，通过建立统一的管理标准和信息平台，实现设计、采购、施工等环节的无缝衔接。在长输管道建设项目中，工程化管理能够有效解决跨区域、多标段协同难题，提升资源配置效率和风险控制能力，为大型基础设施建设提供可复制、可推广的管理范式。

2.2 项目群管理理论

项目群管理理论聚焦于多项目协同实施中的战略目标实现和资源优化配置。区别于传统项目管理，项目群管理更强调项目间的关联性与整体效益最大化，通过建立动态调整机制和风险预警系统，实现进度、成本、质量的综合平衡。在长输管道施工中，项目群管理理论的应用可解决地理分散性带来的协调难题，通过模块化分解和标准化施工，降低管理复杂度，提升整体建设效率。该理论为管道项目群的工程化管理提供了重要的方法论支撑。

2.3 长输管道施工管理研究现状

当前国内外关于长输管道施工管理的研究主要集中在智能施工技术、BIM 应用和风险管理等领域，但对项目群层面的工程化管理模式探讨相对不足。现有研究多聚焦单一项目的优化，缺乏对多项目协同机制的系统性分析。随着数字化技术的发展，部分学者开始探索基于大数据的项目群决策支持系统，但在标准

体系构建和组织模式创新方面仍存在研究空白。未来研究需进一步结合工程实践，探索适应大规模管道网络建设的工程化管理理论框架和实施路径。

3 长输管道施工特点与现状分析

3.1 长输管道施工特点

长输管道施工具有典型的线性工程特征，其核心特点体现在三个方面：一是地理跨度大，施工环境复杂多变，需穿越多种地形地貌和生态敏感区；二是技术集成度高，涉及焊接、防腐、穿越等多个专业技术领域的协同作业；三是界面管理复杂，存在大量与站场、阀室等配套设施的衔接工作。同时，管道施工还具有明显的季节性特征，受气候条件和外部环境制约较大。这些特点决定了长输管道建设项目必须采用差异化的施工组织和特殊的技术方案，对项目管理提出了更高要求。

3.2 现有管理模式分析

当前长输管道施工主要采用“业主+监理+承包商”的传统管理模式，在具体实施中存在三种典型形态：一是分段承包模式，将长线路划分为若干标段分别发包；二是EPC总承包模式，由总承包商负责设计、采购和施工全过程；三是代建制模式，委托专业公司进行全过程管理。这些模式在单一项目管理中具有一定优势，但在面对大规模项目群建设时，普遍存在资源配置效率低、标准执行不统一、信息共享不畅等问题，难以实现项目群整体效益最大化。

3.3 存在问题与改进方向

现有管理模式主要存在四个方面的突出问题：一是项目群协同机制缺失，各标段间缺乏有效配合；二是标准化程度不足，导致施工质量和效率参差不齐；三是动态调整能力弱，难以及时应对环境变化；四是数字化应用水平低，管理决策缺乏数据支撑。改进方向应聚焦于：构建项目群协同管理平台，建立统一的技术标准体系，完善动态调整机制，推进数字化、智能化技术应用。通过工程化管理模式的创新，实现从传统分段管理向项目群整体管控的转变。

4 长输管道施工建设项目群工程化管理模式优化策略

4.1 协同管理机制设计

构建多层次、多维度的协同管理机制是提升项目群整体效能的核心基础。该机制应当包含战略层、战术层和执行层三个管理维度：战略层由业主单位牵头，建立跨区域的项目群管理委员会，负责重大事项决策和资源统筹调配；战术层设置专业协调小组，针对设计、采购、施工等关键环节建立专项协调机制；执行层推行项目经理负责制，强化现场实施过程中的

横向协同。重点建立“三会一报”制度（即月度协调会、季度评估会、年度总结会和异常事项日报），确保信息传递的及时性和准确性。同时引入冲突仲裁机制，通过第三方专家评估及时化解项目群实施过程中的重大分歧。这种立体化的协同管理架构能够有效打破传统管理模式下的信息孤岛现象，实现项目群各参与方的高效联动。

4.2 标准化流程构建

系统化的标准流程体系是确保项目群工程化管理落地实施的关键支撑，该体系应当覆盖项目全生命周期的各个关键环节：在设计阶段推行标准化设计模块，建立典型地形、特殊区段的标准化设计方案库；在采购环节实施集中采购与区域配送相结合的物资管理模式，制定统一的供应商评价标准；在施工阶段编制标准作业指导书，针对焊接、防腐、试压等关键工序制定详细的工艺控制标准。同时建立标准化的文档管理体系，规范各类技术文件、过程记录的格式和流转程序。通过构建PDCA循环改进机制，定期收集标准执行过程中的反馈意见，持续优化标准内容。这种全方位的标准化建设能够显著提升项目群管理的规范性和可复制性，降低因人员流动带来的管理风险。

4.3 数字化工具应用

数字化转型是提升项目群管理效能的技术保障，重点建设三大数字化平台：工程协同管理平台集成进度、质量、安全等核心管理功能，实现项目群数据的实时采集与共享；BIM+CIS技术平台构建三维数字化管道模型，支持设计优化和施工模拟；智能监控平台通过物联网设备采集施工现场施工数据，实现关键工序的远程监控。在技术应用层面，开发基于机器学习的进度预测算法，辅助管理人员识别潜在延误风险；运用大数据分析技术，建立材料消耗、机械效率等关键指标的动态预警模型；探索区块链技术在工程变更和结算审计中的应用，提高过程透明度。这些数字化工具的应用将大幅提升管理决策的科学性和时效性，为项目群精细化管理提供有力支撑。

4.4 绩效管理与持续改进

科学的绩效管理机制是确保工程化管理模式持续优化的动力源泉，建立包含效率、质量、安全、成本四个维度的综合评价体系，设置差异化的考核指标：对设计单位重点考核标准化应用率和设计变更率；对施工单位侧重考核工效指标和质量合格率；对采购单位主要考核设备材料到场及时率。实施“月度监测、季度评估、年度考核”的三级考评制度，将考核结果与工程款支付、评优评先直接挂钩。同时建立知识管理系统，系统梳理项目群实施过程中的最佳实践和教

训经验，形成可复制的管理知识库。通过定期的管理评审会议，识别体系运行中的改进机会，制定针对性的优化措施。这种闭环式的绩效管理机制能够持续推动管理水平的提升，实现项目群管理从规范化到精细化的跨越发展。

4.5 风险管理与应急响应体系构建

建立系统化、智能化的风险管理体系是保障项目群顺利实施的重要支撑，该体系应当包含风险识别、评估、应对和监控四个关键环节：在风险识别阶段，采用 WBS-RBS（工作分解结构 – 风险分解结构）耦合分析方法，全面梳理项目群各阶段、各专业的潜在风险因素；在风险评估环节，运用模糊综合评价法，从发生概率和影响程度两个维度量化风险等级；在风险应对方面，制定差异化的防控策略，对重大风险实施专项预案管理；在风险监控环节，建立动态预警机制，通过风险仪表盘实时展示关键风险指标状态。重点完善应急响应机制，针对自然灾害、质量事故等突发事件编制分级响应预案，定期组织多部门联合演练。同时构建风险知识库，积累历史项目风险案例和处置经验，为后续项目提供参考。

4.6 资源整合与供应链优化

创新资源配置模式是提升项目群整体效益的关键路径，建立“集中管控、区域调配”的资源管理体系：在人力资源方面，组建专业化的项目群管理团队，实施关键岗位人员备案制，建立覆盖设计、施工、检测等各专业的专家库；在设备资源方面，推行大型设备区域共享机制，通过信息化平台实现设备资源的动态调配；在材料供应方面，建立集中采购平台，实施供应商分级管理，确保关键材料的质量和供应稳定性。重点优化供应链管理体系，应用物联网技术实现重要物资的全流程追踪，建立基于历史数据的材料需求预测模型，合理设置区域仓储中心。同时探索与当地企业的战略合作模式，充分利用属地化资源降低运输和管理成本。

5 长输管道施工建设项目群工程化管理未来研究方向

5.1 智能化与数字孪生技术深度融合

未来研究应重点关注数字孪生技术在项目群全生命周期管理中的深度应用。探索建立基于 BIM+GIS+IOT 的数字孪生平台，实现物理施工与虚拟模型的实时交互与同步优化。研究机器学习算法在进度预测、资源优化配置等方面的应用，开发具有自主决策能力的智能管理系统。同时，应加强区块链技术在工程变更、质量追溯等关键环节的应用研究，构建可信、透明的项目群数据管理体系。这些技术的

深度融合将推动工程化管理向智能化、自主化方向发展。

5.2 可持续发展与低碳建造模式创新

在“双碳”目标背景下，研究长输管道项目群的绿色建造与可持续发展模式具有重要意义。重点探索低碳施工工艺、清洁能源应用、生态保护修复等技术路径，建立项目群全生命周期的碳足迹核算与减排评估体系。研究基于循环经济的资源利用模式，开发可回收、可降解的新型工程材料。同时，应关注项目群建设对沿线生态环境的影响，构建生态敏感区的环境友好型施工技术体系。这些研究将推动管道建设向绿色化、可持续化方向转型。

5.3 复杂环境下的韧性管理体系建设

针对气候变化加剧、地缘政治动荡等不确定性因素，研究项目群的韧性管理策略至关重要。重点开展极端气候条件下的施工技术储备与应急预案研究，建立基于情景分析的抗风险能力评估模型。探索分布式项目管理模式，提高项目群对局部突发事件的应对弹性。同时，应研究供应链多元化策略，构建关键设备材料的替代供应体系。这些研究将增强项目群在复杂环境下的适应能力和恢复能力，保障国家能源动脉的安全稳定。

6 结语

综上所述，长输管道项目群工程化管理需要持续完善标准体系和技术手段。未来应着力推进数字化协同平台建设，强化项目群风险预警机制，培育复合型管理人才。通过管理模式创新与技术创新深度融合，必将提升管道建设项目群的整体实施效能，为国家能源基础设施建设提供更高效、更经济的解决方案。

参考文献：

- [1] 白宇博,蔚鹏飞.长输管道施工建设项目群的工程化管理模式探究[J].石化技术,2024,31(12):351-353.
- [2] 耿峰峰.天然气长输管道施工建设中的安全管理研究[J].石化技术,2024,31(12):359-361.
- [3] 周万悦.天然气长输管道施工关键技术分析[J].石化技术,2024,31(10):154-155+112.
- [4] 张旭东.油田地面建设集输管道施工技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(13):196-198.
- [5] 曲萍萍.油田地面建设设备安装与集输管道施工技术[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(03):96-98.
- [6] 张天楼.油气长输管道施工安全管理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(23):60-62.
- [7] 孔丹丹.浅谈天然气长输管网安全运营中存在的问题及对策措施[J].石化技术,2023,30(12):109-111+100.