

低碳环保背景下油气管道工程的创新路径与发展策略

李 瑞（山东莱克工程设计有限公司，山东 东营 257000）

摘要：本文立足于低碳环保发展背景，系统研究了油气管道工程在能源消耗、碳排放和生态保护等方面面临的关键问题。研究结合“双碳”战略目标，从技术创新、管理优化和产业协同三个维度，深入探讨了高效节能输送技术研发、智能化监测运维体系建设、全生命周期低碳管理等创新路径，并提出了包含政策支持、技术推广、人才培养等在内的系统化发展策略。研究成果为促进油气管道工程绿色低碳转型提供了理论依据和实践指导，对推动行业可持续发展具有重要意义。

关键词：低碳环保；油气管道工程；创新路径；发展策略

中图分类号：TE832 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)024-0076-03

Innovative Path and Development Strategy of Oil and Gas Pipeline Engineering under the Background of Low Carbon Environmental Protection

Li Rui (Shandong Laike Engineering Design Co., Ltd., Dongying Shandong 257000, China)

Abstract: Based on the background of low-carbon and environmental protection development, this article systematically studies the key issues faced by oil and gas pipeline engineering in energy consumption, carbon emissions, and ecological protection. Based on the “dual carbon” strategic goals, this study explores in depth the innovative paths of efficient and energy-saving transportation technology research and development, intelligent monitoring and operation system construction, and low-carbon management throughout the entire life cycle from three dimensions: technological innovation, management optimization, and industrial synergy. A systematic development strategy including policy support, technology promotion, and talent cultivation is proposed. The research results provide theoretical basis and practical guidance for promoting the green and low-carbon transformation of oil and gas pipeline engineering, which is of great significance for promoting the sustainable development of the industry.

Keywords: low-carbon and environmental protection; Oil and gas pipeline engineering; Innovation path; development strategy

我国全力推动“双碳”目标达成大环境下，各个行业都在加快朝着低碳环保的方向去发展前进。油气管道工程，是能源输送方面极为重要的基础设施，在建设环节以及运营阶段，明显存在着能源消耗方面的情况以及碳排放方面的一些问题，且对生态环境也产生了一定影响。就当下而言，油气管道工程在低碳技术的实际应用以及环保管理模式存在着一些不足之处。所以说，细致且全面地去研究它的创新路径以及发展策略，对于推动整个行业朝着绿色方向去发展，对于助力“双碳”目标的实现，有着十分重要的意义。

1 低碳环保背景下油气管道工程发展现状

1.1 能源消耗与碳排放现状

油气管道工程的能源消耗在运行阶段中，压缩机、泵这类动力设备堪称能源消耗的关键所在。以我国某条长距离的天然气管道为例，依据实际的数据统计情况来看，每输送 1000m^3 的天然气，压缩机所消耗的能量大概在 $30\text{--}50\text{m}^3$ 天然气。随着管道运行年限不断地增加，设备会逐渐出现老化的情况，而这就致使其效率地降低，进而能源浪费的情况变得更为严重，使得碳排放呈现出不断增加的态势。在整个管道系统里

面，因为热量出现散失的状况，再加上管道内壁摩擦阻力有所增大等一系列因素的影响，同样也会引发额外的能源损耗问题。

当下，油气管道工程在低碳环保技术应用中，整体上处在相对滞后的状态中。多数管道依旧沿用着传统的输送工艺，这些传统工艺在能源利用效率方面明显是存在不足之处，且缺乏先进高效节能技术以及相关的设备。

1.2 取得的成果

近年来，油气管道工程在低碳环保方面已取得一定进展。设备升级改造方面，部分企业采用高效节能的压缩机和泵，降低管道输送过程中的能耗。例如，某油气管道企业引入新型离心式压缩机，相比传统设备，能源效率提高 $15\%\text{--}20\%$ 。施工技术创新方面，非开挖施工技术更广泛应用。定向钻穿越、顶管施工等技术减少了对地表的破坏，降低了施工的生态影响，同时缩短了施工周期，减少了施工阶段的能源消耗和碳排放。此外，在运营管理方面，部分企业运用数字化监测技术，实时监控管道运行状态，及时发现并处理泄漏等问题，减少了油气损耗和环境污染风险。

1.3 存在的问题

油气管道工程尽管有一定成果，但是在低碳环保方面仍面临诸多挑战。从能源消耗角度看，部分老旧管道设备老化、效率低下，导致能源浪费严重。据统计，一些运行超过 20 年的油气管道，其压缩机能耗比新型管道高出 30% 以上。在碳排放方面，管道运输过程中天然气的逃逸性排放、油品的挥发等问题尚未解决。施工过程中，土方开挖、建材运输、机械使用等产生大量碳排放，且施工废弃物处理不当，容易环境污染。同时，在技术应用上，虽然部分企业引入新技术，但行业整体技术创新能力不足，先进的低碳环保技术推广缓慢。此外，管理模式相对滞后，缺乏统一的低碳环保管理标准和规范，各企业在节能减排措施的执行存在差异，难以形成行业合力。

2 低碳环保背景下油气管道工程的创新路径

2.1 技术创新路径

①高效节能输送技术研发与应用。研发新型且高效能的压缩机以及节能型泵等设备，促使动力系统在能源利用方面的效率提升。举例来讲，运用变频调速相关技术，依照实际的输送方面的需求来调节对设备的功率，使能耗降低。推广诸如等温输送以及密闭输送等先进工艺，使油气损耗以及能源消耗减少。这些工艺的应用，不仅能显著提升油气管道运输的效率，还能大幅度降低对环境的负面影响。同时，加大对新型材料的研发力度，利用这些高性能材料来制造管道及其相关设备，以减少能量损失和环境污染。此外，积极引进和研发先进的控制系统，实现管道运输的自动化和智能化，进一步提高能源利用效率，确保油气管道工程在低碳环保的道路上持续前行。对超临界二氧化碳输送技术展开探索，借助它良好的流动性以及传热性能，来降低输送过程中的能耗。②智能化监测与运维技术升级。借助物联网、大数据以及人工智能等技术，着手构建智能化监测运维体系。具体而言，在管道沿线大量布置传感器，这些传感器能实时对管道压力、温度、流量以及是否存在泄漏等方面的数据加以采集，随后借助 5G 网络把采集到的数据传输至监控中心。接着运用人工智能算法针对这些数据进行分析处理，达成对管道故障的预警目的，并能实现精准定位，提升运维方面的效率，促使事故发生率得以降低。

2.2 管理创新路径

①构建全生命周期低碳管理体系。构建起囊括规划设计环节、施工建设阶段以及运营维护时期等各阶段在内的全生命周期低碳管理体系。在规划设计中，要周全考量地形状况、气候条件等诸多因素，对管道

走向及布局优化处理，以此降低施工环节与运营过程中的能耗情况；而施工阶段，需采用低碳特性的施工工艺以及相关材料，同时强化施工过程对碳排放的管理；至于运营阶段，则要制定出严格的能源消耗及碳排放相关的考核指标，并定期开展能效方面的评估以及碳足迹的核算事宜。②强化多方协同管理机制。设立由政府部门、管道企业、科研机构以及环保组织等多方共同参与的协同管理体系。政府部门着重强化政策方面的引导以及监管力度，进而拟定出低碳环保的标准规范；管道企业身为具体实施主体，积极运用新技术以及新管理模式；科研机构则给予技术层面支持并提出创新方案；环保组织充分发挥其监督职能，各方齐心协力推动油气管道工程朝着低碳环保的方向发展。

2.3 产业协同创新路径与新能源产业协同发展

推动油气管道工程同太阳能、风能、氢能等新能源产业协同发展。在管道沿线建设分布式光伏发电项目以及风力发电项目，借助新能源给管道设备供电，减少对传统能源的依靠。探索把油气管道改为氢能输送管道的方式，推动氢能产业向前发展，达成能源结构得以优化升级的目标。同环保产业紧密合作，引入先进生态修复技术及相关设备。管道施工完毕后，运用植被恢复、土壤改良等技术，尽快恢复生态环境。对于管道泄漏等污染方面，着力研发高效能的油污清理、土壤修复技术，以此来削减环境污染风险。

3 低碳环保背景下油气管道工程的发展策略

3.1 政策支持与标准引领策略

政府需切实发挥政策的引导效能，出台诸多支持油气管道工程朝着低碳环保发展的政策举措。专门设立财政补贴资金，针对采用低碳环保新技术以及新工艺的企业给予资金支持，以此缓解企业在技术升级成本方面的压力；实施税收优惠政策，对契合低碳环保标准的油气管道工程企业，减免其企业所得税、增值税等，进而提升企业开展低碳环保工作的积极性；给予绿色信贷支持，鼓动金融机构为油气管道工程中低碳环保项目提供利率较低的贷款，以此化解企业的资金短缺难题。与此同时，制定既严格又完备的行业低碳环保标准，涵盖能源消耗限额、碳排放强度标准以及生态保护规范等，强化对工程建设以及运营过程的监管力度，对那些不符合标准的企业予以严格惩处，从而反向推动企业强化低碳环保工作。除此之外，构建碳排放交易机制，把油气管道企业归入碳市场，借助市场手段来推动企业开展节能减排工作，促使企业踊跃采取各类措施以降低碳排放，提升企业自身的碳资产管理能力。

3.2 技术研发与推广策略

加大在低碳环保技术研发的投入规模，积极鼓励企业、高校以及科研机构携手开展的技术攻关工作。专门设立科研基金，用以对高效节能输送技术、管道泄漏检测及修复技术、生态保护与修复技术等展开研究；搭建产学研用协同创新的平台，强化各方面的交流协作，促使科研成果能更快实现转化应用；例如，凭借产学研的合作模式，某所高校研发出的新型管道泄漏检测技术，已经成功在实际工程中应用，而且其检测的准确率又提升 20%；构建技术推广平台，定期组织召开技术交流会、成果发布会，以便及时把研究成果在行业内部进行推广，推动整个行业在技术层面取得进步。强化国际间的合作交流活动，主动引进吸收国外先进的低碳环保技术以及管理方面的经验，结合我国的实际状况加以消化、吸收再创新，提升我国油气管道工程在低碳环保技术层面水平。

3.3 人才培养与引进策略

强化油气管道工程在低碳环保方面领域的人才培育工作。高校及职业院校需依据行业发展的实际状况，开设与之相关课程，例如低碳能源工程方面的课程、生态环境保护与修复方面的课程等，培育既具备低碳环保理念又掌握专业技能的复合型人才。课程的设置要着重关注理论和实践结合，适当增多实践教学的具体环节，以此提升学生进行实际操作能力。企业方面则进一步完善内部培训体系，定期组织企业员工开展有关低碳环保知识及技术方面的培训，并邀请行业内专家进行授课讲解，进而提升员工自身专业素养以及业务方面的能力。与此同时，积极主动地引进国内外优秀低碳环保领域的人才，为整个行业的发展注入全新活力。制定优惠政策，来吸引高端人才加入，比如提供较为优厚的薪酬待遇、营造良好的科研氛围及提供广阔的发展空间等，进而为油气管道工程的创新发展给予强大的智力层面的支持。

3.4 公众参与与宣传策略

强化针对油气管道工程低碳环保发展的宣传，借助电视、报纸以及网络等多媒体渠道，全面且广泛地宣传低碳环保技术及相关措施在油气管道工程呈现出的应用成效，充分展示企业于节能减排、生态保护等方面的努力以及收获成果，以此提升公众对环保方面的意识及认知程度。积极开展形式丰富的科普活动，比如举办关于环保知识讲座，组织公众参观低碳环保方面的示范工程等，促使公众透彻地了解油气管道工程低碳环保发展的重要意义。大力鼓励公众参与监督工作，构建并完善公众投诉以及反馈相关机制，专门设立投诉热线及网络平台，及时有效地处理公众反映

的问题。对那些积极踊跃参与监督且能够提供有效线索的公众给予其适当奖励，进而营造出全社会一同推动油气管道工程低碳环保发展的优良氛围。

3.5 风险防控与应急管理策略

制定完善的低碳环保风险防控体系，对油气管道工程而言极为重要。要对该工程可能出现的诸多风险，像管道泄漏情况、能源浪费情况以及生态环境破坏等风险，做到全面细致地识别，用科学合理的方式评估，并能及时给出预警。接着建立风险预警指标体系，借助大数据分析以及人工智能，针对风险因素实施实时监测与分析。一旦察觉到风险出现，要及时发出预警信号。还需建立应急管理机制，当面对突发环境污染事件时，要制定详尽应急预案，明确各部门以及人员的职责分工，同时配备好应急设备与物资，诸如油污清理设备、应急救援车辆、防护用品等。

4 结论

在低碳环保背景下，油气管道工程的发展面临诸多难题，比如能源消耗处于较高水平、碳排放量颇为可观、对生态环境产生的影响较为严重等。不过，也迎来了极为重要的机遇，比如技术方面的创新以及产业层面的升级等。要是从技术创新、管理优化以及产业协同等不同维度去探寻创新路径，并且落实像政策支持、推动技术研发与推广、进行人才培养等科学合理的发展策略，就能显著降低油气管道工程所消耗的能源以及其碳排放量，还能有效削减对生态环境的破坏。未来，油气管道工程行业必须持续不断地深化创新，紧紧跟随低碳环保的发展趋向，持续不断地完善相关技术以及管理体系，进一步强化各方之间的协同合作，如此一来，方能实现整个行业的可持续发展，进而为我国“双碳”目标能顺利达成贡献出重要力量。

参考文献：

- [1] 陈思. 油气储运工程中安全环保精细化管理 [J]. 化工设计通讯, 2023, 49(09): 8-10+13.
- [2] 聂肖虎, 刘新, 郑云梅. 环保型缓蚀剂在油气管道腐蚀防护中的应用 [J]. 当代化工, 2023, 52(08): 1819-1822+1826.
- [3] 辛向彬. 绿色环保下的油气管道施工技术分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(14): 218-219.
- [4] 郭霄杰. 油气储运工程中安全环保管理工作探析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(13): 78-79.
- [5] 黄宇岳. 油气储运工程中的安全环保管理工作 [J]. 化工设计通讯, 2020, 46(05): 31+83.

作者简介：

李瑞（1991-），男，山东临邑人，工程师，研究方向：长输油气管道。