

Discussion on the Green Transformation Path of Natural Gas Storage and Transportation Industry under the Target of Carbon Neutral Industry

Yangyang Tian

Liaohe Oilfield Gas Group Company, Panjin, Liaoning, 124010, China

Abstract

Driven by the carbon neutral target, the natural gas storage and transportation industry is facing an urgent need for green transformation. Firstly, this study analyzed the current situation of natural gas storage and transportation industry and its carbon emission characteristics in the context of carbon neutrality. The quantitative analysis and case study were used to explore the main carbon sources and their emission reduction potential in the gas storage and transportation. The results show that carbon emissions can be significantly reduced by optimizing storage and transportation technologies, introducing renewable energy sources and improving energy efficiency. In addition, this paper proposes several green transformation paths, including strengthening industry supervision, promoting technological innovation, improving infrastructure construction, and building a diversified energy supply system. The implementation of these paths will not only help to achieve the carbon neutral goal, but also promote the sustainable development of the natural gas storage and transportation industry. The research conclusions provide an important reference for policy makers and industry practitioners.

Keywords

carbon neutral; natural gas storage and transportation; green transformation; emission reduction potential; sustainable development

碳中和目标下天然气储运行业的绿色转型路径探讨

田阳阳

辽河油田燃气集团公司, 中国·辽宁 盘锦 124010

摘要

在碳中和目标的驱动下, 天然气储运行业面临绿色转型的迫切需求。本研究首先分析了碳中和背景下天然气储运行业的现状及其碳排放特征。采用定量分析与案例研究相结合的方法, 探讨了天然气储运过程中的主要碳源及其减排潜力。研究结果表明, 通过优化储运技术、引入可再生能源以及提升能源利用效率, 可以显著降低碳排放。此外, 论文提出了若干绿色转型路径, 包括强化行业监管、推进技术创新、提升基础设施建设以及构建多元能源供应体系。这些路径的实施, 不仅有助于实现碳中和目标, 还将促进天然气储运行业的可持续发展。研究结论为政策制定者和行业从业者提供了重要参考。

关键词

碳中和; 天然气储运; 绿色转型; 减排潜力; 可持续发展

1 引言

在全球气候变化的背景下, 各国都在努力实现碳中和目标。中国计划在2060年前实现碳中和。天然气作为一种相对清洁的能源, 在减少碳排放中起重要作用。但是, 天然气的储存和运输过程中会产生碳排放, 为了实现碳中和, 天然气储运行业需要进行绿色转型。研究发现, 通过改进储运技术、使用可再生能源和提高能源效率, 可以减少碳排放。具体方法包括加强行业监管、推进技术创新、提升基础设施

建设和建立多种能源供应体系。这些措施不仅能减少环境污染, 还能促进行业的可持续发展。研究为政策制定者和行业从业者提供了参考, 帮助他们在碳中和背景下实现更高质量的发展。这篇研究的目的是为天然气储运行业的绿色转型提供科学依据和实践方法, 推动行业朝着更环保的方向发展。

2 天然气储运行业的碳排放现状分析

2.1 天然气储运行业概述

天然气储运行业是天然气供应链中的关键环节, 涵盖天然气的储存和运输^[1]。储运过程包括液化、气化、管道输送以及储存设施的建设和维护。天然气储运的主要形式有液化天然气(LNG)和压缩天然气(CNG), 其中液化天然气通过将天然气冷却至 -162°C 液化后便于储存和长距离

【作者简介】田阳阳(1987-), 女, 中国辽宁铁岭人, 本科, 助理工程师, 从事天然气集输、液化、压缩、储存等研究。

运输，而压缩天然气则通过高压压缩在低温条件下存储和运输。

天然气储运行业对能源安全和市场稳定具有重要意义。通过储存技术的应用，能够在需求高峰期提供稳定的天然气供应，缓解供需矛盾。天然气作为一种清洁能源，其储运技术在能源转型过程中起到关键作用。储运过程中的碳排放问题不容忽视。

天然气储运涉及多个环节，每个环节都会产生不同程度的碳排放。在液化过程中，由于需要大规模制冷，往往消耗大量电力，导致碳排放增加。运输环节，尤其是长距离管道运输和 LNG 船舶运输，由于使用燃料驱动，也会产生相应的碳排放。天然气储存设施的建设和运营同样会产生温室气体排放。

全面了解天然气储运行业的运作模式和碳排放特征，对于制定有效的减排策略至关重要。通过技术优化和管理措施，可以在确保能源供应的实现天然气储运过程的绿色转型，为实现碳中和目标奠定基础^[2]。

2.2 碳排放特征及主要来源

天然气储运行业的碳排放特征主要体现在储存和运输过程中产生的直接和间接排放。直接排放源包括天然气在储存设施中的泄漏和燃烧过程中的二氧化碳、甲烷等温室气体的排放。甲烷作为主要成分，其温室效应远高于二氧化碳，储存设施的老化和维护不擅长导致泄漏增多。运输过程中，使用燃气轮机或内燃机动力的运输工具，如液化天然气船舶和管道压缩机站，也会产生大量二氧化碳和氮氧化物等排放物。

间接排放则来源于能源消耗，包括电力驱动的压缩机、泵及其他辅助设备的用电需求。电力生产过程中若依赖化石燃料，间接碳排放量相当可观。液化天然气（LNG）生产过程中的液化和电气化环节，因需大量低温冷却技术，能耗较高，进一步增加了碳排放负担。

行业内部设备和技术的落后、管理不规范及能源结构单一等因素，进一步加剧了碳排放问题。这些排放特征及其来源的明确，有助于制定针对性的减排措施，为天然气储运行业的绿色转型提供科学依据。

2.3 碳排放现状及统计数据分析

天然气储运行业的碳排放现状复杂多样，主要包括运输过程中燃料燃烧排放、设备运行排放以及储存过程中可能的泄漏排放。运输环节的碳排放主要来自天然气管道和运输车辆的燃料燃烧，统计数据显示，该环节占总排放量的 40% 以上。设备运行排放则包括压缩机、泵等设备的能源消耗及其伴随的碳排放，占比约为 30%。在储存过程中，因储罐和管道的泄漏可能导致温室气体直接排放，虽然占比相对较小，但仍不可忽视。综合数据分析，天然气储运行业年均碳排放量呈上升趋势，亟需有效的减排措施。

3 天然气储运行业绿色转型的技术路径

3.1 储运技术的优化与改进

天然气储运技术的优化与改进在实现碳中和目标中起着关键作用。当前天然气储运行业面临的主要挑战之一是储运过程中的能量损失和碳排放。为解决这一问题，需通过多方面的技术创新和改进来提高效率、降低排放。

天然气的液化技术优化显得尤为重要。液化天然气（LNG）在储存和运输过程中能量密度高，运输效率高，但液化过程中的能量消耗较大。通过改进液化工艺，如采用更高效的冷却技术和先进的绝缘材料，可以显著降低能耗和碳排放。

压缩天然气（CNG）储运技术的改进也是一个重要方向。传统的 CNG 储运需要高压设备，其制造和维护过程中存在较大的能耗和安全风险。新型材料的应用和储运设备的优化，如碳纤维复合材料的高压气瓶，不仅减轻了设备重量，还提升了储运安全性和效率。

智能化监控与管理技术在天然气储运中的应用也越来越广泛。通过物联网（IoT）和大数据分析技术，可以实时监测储运设备的运行状态，及时发现和解决问题，避免能源浪费和泄漏。智能调度系统的引入，可优化运输路线和方式，提高整体运营效率，减少碳排放。

天然气储运中的能量回收与利用技术是减少碳排放的重要措施。利用储运过程中的压差和温差进行能量回收，如利用膨胀机进行能量回收，不仅提高了能源利用效率，还减少了二氧化碳的排放。

总的来说，通过液化、压缩、智能监控和能量回收等技术的优化与改进，天然气储运行业可以显著降低碳排放，为实现绿色转型提供有力支持^[3]。

3.2 可再生能源在天然气储运中的应用

天然气储运行业绿色转型过程中，可再生能源的应用是实现碳减排的重要途径之一。太阳能和风能作为主要的可再生能源，能够在天然气储运的多个环节中发挥关键作用。例如，太阳能光伏系统可以为天然气储气站提供电力支持，替代传统化石燃料发电，减少碳排放。风能发电系统可通过并网或离网模式，为储运设施提供清洁能源，降低对化石燃料的依赖。

在实际应用中，天然气压缩和液化过程中的能耗问题较为突出。采用太阳能和风能驱动的压缩和液化设备，可以显著减少这些过程中的碳排放。利用可再生能源供电的储气站可以通过智能电网技术实现能源的高效调度与管理，提高整体能源利用效率。

通过引入可再生能源，不仅可以降低天然气储运环节的碳足迹，还能够为行业提供稳定的能源供应，减少因传统能源波动带来的不确定性。这些措施的实施，不仅助力碳中和目标的实现，还推动天然气储运行业的可持续发展。

3.3 提升能源利用效率的策略

提升天然气储运行业的能源利用效率，需采取多方面策略。优化设备和工艺流程，通过采用高效压缩机和先进的液化技术，减少能源消耗。加强管道保温和防腐措施，降低能量损失。引入智能管理系统，实现对储运全过程的实时监控与优化调度，确保能源的合理利用。推动能源回收利用技术，如余热回收，提升整体能源利用率。这些策略的实施将显著提高天然气储运过程中的能源效率，助力绿色转型目标的实现。

4 实现绿色转型的综合措施

4.1 行业监管与政策支持

行业监管与政策支持在天然气储运行业的绿色转型中扮演着至关重要的角色。制定和实施严格的环境法规是减少碳排放的重要手段。监管机构应设立明确的碳排放标准，强制企业遵守这些标准，通过严格的监督和定期检查，确保企业在储运过程中采取必要的减排措施。政府应出台相关政策，鼓励企业进行技术创新和绿色转型。政策支持可以包括税收减免、补贴以及低息贷款等，以降低企业在绿色转型过程中的经济负担，激励其主动进行设备升级和技术改造。

加强国际合作和经验交流也是推进绿色转型的重要措施。通过与先进国家和国际组织的合作，借鉴其在天然气储运减排方面的成功经验，可以为本国行业的绿色转型提供宝贵的参考。

制定长远的行业发展规划也是必不可少的。规划应包括短期和中长期目标，明确各阶段的任务和实现路径，确保绿色转型的有序推进。监管机构需持续跟踪和评估政策的实施效果，根据实际情况进行调整和优化，确保政策的灵活性和有效性。通过上述措施，天然气储运行业将在实现碳中和目标的道路上迈出坚实的步伐。

4.2 技术创新与研发投入

技术创新与研发投入在天然气储运行业绿色转型中具有关键作用。通过持续的研发投入，可以推动关键技术的突破和应用，进而提升行业的环境可持续性和效率。技术创新涵盖了多个方面，包括但不限于新型管道材料的开发、智能监测与控制系统的引入以及碳捕集与储存技术的创新。这些创新不仅能够显著降低碳排放，还能提高能源利用效率，从而减少环境负荷并提升行业的竞争力。研发投入的加强将有助于建立技术创新的长期机制，培育出更多具有市场竞争力的环保技术，推动整个行业向更加可持续的发展方向迈进。

4.3 基础设施建设与多元能源供应体系构建

基础设施建设与多元能源供应体系的构建是天然气储运行业绿色转型的关键环节。现代化的基础设施不仅提高了能源利用效率，也为多元能源供应提供了可能性。为实现绿

色转型，需要对现有基础设施进行全面升级。包括储运设备的更新换代，采用高效节能的技术，减少能源损耗和碳排放。智能化管理系统的引入，通过实时监控和数据分析优化储运过程，提高运营效率和安全性。

构建多元能源供应体系是实现碳中和的重要举措。通过引入可再生能源，如太阳能、风能和生物质能，替代部分传统化石能源，可以显著降低碳排放。能源互补的模式，不仅增强了能源供应的稳定性，还提升了整体能源利用效率。在天然气储运过程中，结合可再生能源的使用，如利用太阳能为储气设施供电等，都是有效的实践途径。

加强基础设施建设的政策支持和资金投入至关重要。政府应出台相关政策，鼓励企业进行技术改造和设备更新，提供税收优惠和补贴，降低企业绿色转型的成本。通过建立公共资金支持的绿色转型基金，为基础设施建设和技术创新提供长期稳定的资金保障。

国际合作和经验交流也是推进绿色转型的重要手段。借鉴先进国家在绿色基础设施建设和多元能源供应体系方面的成功经验，可以为国内相关企业提供有益的参考。通过跨国合作，共同开发绿色技术，推动天然气储运行业的可持续发展。

基础设施的现代化与多元能源供应体系的构建不仅有助于实现碳中和目标，还将显著提升天然气储运行业的综合竞争力，为行业的长期可持续发展提供坚实基础。

5 结语

这项研究探讨了如何让天然气储运行业变得更环保，目标是实现碳中和。研究分析了目前的状况和碳排放特点，找出了主要的碳排放来源，并评估了减少排放的潜力。研究发现，通过优化储运技术、使用可再生能源和提高能源利用效率，可以有效减少碳排放。还提出了绿色转型的路径，这些对实现碳中和很重要。虽然这些路径在理论上可行，但在实际操作中面临很多挑战，比如技术创新需要很多资金和时间，基础设施的建设也会受到外部因素的影响。此外，加强行业监管需要政策支持和法律保障。未来的研究可以深入分析不同技术的实际效果和成本，评估政策措施对行业转型的具体影响，以及探索国际合作的作用。这些研究将为天然气储运行业的绿色转型提供理论支持和实践指导，帮助实现全球碳中和目标。

参考文献

- [1] 苏建华.基于碳中和目标下天然气产业的发展[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(11):72-73.
- [2] 李孛,王建良,刘睿,等.碳中和目标下天然气产业发展的多情景构想[J].天然气工业,2021,41(2):183-192.
- [3] 姚江涛.碳中和目标下信托行业的绿色可持续发展[J].当代金融家,2021(4):90-92.