

# 油气管道及储运设施安全保障技术发展现状及展望

朱 喆（国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司，广东 广州 510000）

**摘要：**随着社会经济的飞速发展，人们对油气能源的需求持续增长，油气管道及储运设施的安全性就显得尤为重要。本文深入探讨了研究油气管道及储运设施安全保障技术应用现状及未来发展的必要性，阐述了国内油气管道及储运设施安全保障技术的发展现状，提出了可提高油气管道及储运设施安全保障技术水平的有效措施，并基于当前时代背景、科技水平背景，对该技术日后发展做出了展望，旨在进一步提升油气回收安全，为行业的可持续发展赋能。

**关键词：**油气管道；储运设施；安全保障技术；未来展望

中图分类号：TE88 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)033-0151-03

## Current Status and Future Prospects of Safety Assurance Technologies for Oil and Gas Pipeline and Storage Transportation Facilities

Zhu Zhe (South China Branch of China National Petroleum Corporation, Guangzhou Guangdong 510000, China)

**Abstract:** With the rapid development of the social economy, the demand for oil and gas energy continues to grow, making the safety of oil and gas pipeline and storage transportation facilities particularly crucial. This paper thoroughly explores the current application status and future necessity of safety assurance technologies for oil and gas pipeline and storage transportation facilities. It elaborates on the development status of domestic safety assurance technologies for such facilities, proposes effective measures to enhance the technical level of safety assurance, and presents future prospects for technological development based on contemporary context and technological advancements. The aim is to further improve the safety of oil and gas storage and transportation, thereby empowering the sustainable development of the industry.

**Keywords:** oil and gas pipeline; storage transportation facilities; safety assurance technology; future prospects

油气管道及储运设施主要负责运输、储存石油、天然气等能源，为社会经济、工业生产的发展提供能源支撑。我国地大物博、幅员辽阔，油气管道里程数已跃居世界前列。但目前，传统的油气管道及储运设施已经表现出管道老化、材料受腐，以及因第三方施工破坏、地质灾害、人为误操作等因素引发的安全隐患，这些隐患可能引发泄漏、爆炸等重大安全事故，造成巨大的经济损失、能源浪费，因此，探讨油气管道及储运设施的安全保障技术的发展现状，分析技术应用弊端、薄弱点，并探讨其未来发展方向、趋势有着重大的现实意义与战略价值。

### 1 研究油气管道及储运设施安全保障技术的必要性

在工业化深度发展的大背景下，油气能源的供应稳定性尤为关键。而油气储运的安全性也将决定着社会的安宁、祥和与人们的人身财产安全。如今，油气管网建设已覆盖至全国各个地区，成为系统性的大型管网，能够满足各区域人们的生活、生产需求。然而，部分油气管道及储运设施已投入使用许久，存在一定程度的老化、破损、腐蚀等问题，安全性能大幅度下降，难以保障油气回收安全。此时，积极开发并创新油气管道及储运设施的安全保障技术，可以使油气资源在安全环境下的畅通运输，有效避免了突发性的供应中断导致区域性能源短缺的问题。同时，解决了传统油

气管网在大规模扩张、长期运行过程中生成的各类风险源，能进一步提高油气回收行业安全，将油气回收、爆燃等安全事故发生的风险降至最低，防止油气回收对土壤地下水体与周边自然生态造成的破坏。

### 2 油气管道及储运设施安全保障技术发展现状

油气管道及储运设施正常运行时，存在一系列的安全风险，其中以石油天然气在运输期间的损耗、泄漏这两个问题最为严重。油气储运期间的安全保障技术，是防范此类油气回收风险的关键技术，是保障油气回收管道及相关设施使用安全、油气回收过程安全的必要支撑。但现阶段，安全保障技术的应用及发展现状不容乐观。具体来说，油气回收过程流程复杂，易受外界因素影响，安全保障和技术应覆盖油气回收全程。然而，想要真正覆盖储运全程是极其困难的。储运期间难免会出现跑漏或其他安全问题，使得油气回收大量损耗并引发泄漏、燃爆与环境污染等事故。除此以外，安全保障技术老旧落后，安全维护不严谨，难以落地，缺失对油气管道与储运设施基础安全的管理内容，安全管理机制不健全等问题，也大大影响了安全保障技术的实用效果。还存在部分工作人员安全意识不足，无法按需展开安全管理工作，或技术操作不当导致技术失效的问题<sup>[1]</sup>。针对以上现状，探究可提高油气管道及储运设施安全保障技术水平的有效措施

是极有必要的。

### 3 提高油气管道及储运设施安全保障技术水平的有效措施

#### 3.1 开发并优化新型安全保障技术

为了妥善解决当前油气管道及储运设施安全保障技术应用中出现的各式问题，应加大投入，积极开发并优化新型安全保障技术，提高油气储运过程中的安全系数，使其满足油气储运行业的可持续发展需求。

第一，冷热原油交替技术。该技术通过协调冷、热油品的交替输送顺序，实施针对油气管道及储运设施内部的流体与热传导控制。目前，已经有相关领域的专家针对冷热原油交替技术在实践中的应用建立起非稳定热传数学模型，用于探究油气储运中的热传问题与流动问题，通过对该技术的进一步开发优化，探索油气储运时，冷原油与外界环境、土壤间的关系，达到提高油气储运安全系数的目的<sup>[2]</sup>。

第二，多项混合输送技术。该技术能妥善解决传统油气储运过程中，不同型号、规格原油共用输油管线时形成的混合油问题。不同油气管道材质的混油量各不相同，易导致成品油品质下降，多项混合输送技术通过研究油气管线变直径、切口工艺的创新与升级策略，改善成品油与天然气品质，可为油气储运行业争取更大的经济效益。

第三，防腐控制技术。通过对防腐控制技术的研发升级，提高油气管道及储运设施的抗腐蚀性等，可显著提高油气储运的安全保障水平。目前，该技术已在实践中取得了一定的成绩，但仍有显著发展空间，应继续大力探索升级与改进策略，强化其使用效能。

第四，流量自动控制技术。该技术通过控制管道内油气传输流量的方法，既能保障油气的输送效率，又能实施对管内压力的自动化调控，可以更好地保护管道防控风险，提高油气储运的安全水平。应用流量自动控制技术时，要通过调节管内温度的方法控制石油粘度，达到调节管内油气流动量、流动速度的目标。在实践中，该技术表现出自动化科技化特征，能够大幅度改善传统油气储运工作的控制效率与控制安全性，是未来油气管道及储运设施安全保障技术的重点发展方向之一。

#### 3.2 促使安全维护作业落地

一方面，企业应成立专项工作组，展开对油气管道及储运设施运行安全的每日巡检，加大维护力度，以便及时查出管线设施的老化故障异常等问题，并做出科学有效的处理，以防泄漏事故发生。针对此类有问题的管线与设施，应制定针对性的安全保护措施。条件允许时及时更换问题部件，条件不允许时，应采

取特殊处理，降低泄漏与冒滴等现象的发生频率，确保本次工作安全妥善完成。针对已查出原因的安全问题，制定具有针对性的安全保障技术处理方案并快速落实，加强安全防护力度，切实提高油气储运管道的密闭性、安全性<sup>[3]</sup>。

另一方面，加强对油气管道及储运设施本质安全的保障力度，做好油气储运设施运营期间的安全追溯与安全监控，将储运设施故障及其引发的安全事故，给企业发展、社会安定造成的影响降至最低。同时，规范企业监督部门工作内容和工作机制，基于实际情况，为针对油气管道及储运设施的安全保障技术，建立智能化、信息化、自动化的综合管理平台，实施对油气储运设施运行期间各数据参数的监督管理。通过分析各管道油品流量、流速的实时变化状态，预判当前油品储运设施中存在的安全隐患、实施风险等级评估与事前防控，以保障其运行本质安全。与此同时，在油气管道及储运设施周边架设围挡，根据周边环境特征与实际情况，科学调节围挡高度，确保油气储运作业区与外界环境的充分隔离，防止第三方施工对油气管道及储运设施造成破坏。此外，做好基础安全管理，如在围挡上张贴、喷涂安全警示标语，说明此处为油气输送作业区，禁止出现明火，外来无关人员禁止入内等信息，确保油气管道及储运设施处于安全的运行环境。

#### 3.3 建设健全的安全管理机制

健全的安全管理机制是安全保障技术应用时效性的先决条件。企业务必提高针对油气管道及储运设施安全管理工作的重视程度。基于工作实践，设立健全的安全管理制度，并在工作中贯彻落实。一方面，要积极开展企业范围内的安全培训教育工作，全面提高内部工作人员的安全意识与安全能力，使其具备及时发现油气管道与储运设施安全隐患的能力与敏锐度，以保障安全生产。另一方面，要进一步完善企业内部安全管理、追责、考核与奖惩等制度的细化与落实，夯实工作人员的安全责任感、使命感，利用奖惩机制调动其工作积极性，约束其不当行为，使安全保障工作精准落实<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 支持油气储运设施改造

随着我国工业生产的加速，油气储运行业迎来了崭新的发展机遇与新时代带来的挑战。目前，已有许多企业正大力开发直径超过90cm的大型油气储运设施，结合工业发展趋势做进一步分析，不难看出，大型油气储运设施已成为未来油气储运行业的主要发展方向之一。此时，加大力度支持油气储运设施改造、升级，使其更好地满足新时期油气储运安全管理规范

是可行且有必要的。企业应加大对油气储运设施改造的投入，使其表现出更强劲的安全性能。

以油罐改造为例，通过对油罐功能作用的深度分析，确认其作为关键连接位置的易泄漏属性，再结合油罐在油气储运中的关联设施，逐一确定该环节薄弱点，如T型连接处、开口处等。根据油罐厚度与油罐侧壁构成材料的厚度变化，实施对油气储运过程中的应力分析，即可通过对应力分布的科学调节，提高油气储运设施底部的稳定性及其整体抗震性能，使其更加安全。针对大型油气储运设施的安全防护，还要考虑到油罐底板处的沉降控制效果，此时，可以根据大型设施的结构特征展开技术性改造。在油罐底部集成一个可以实时监测油罐应力分布状况的高性能绝缘芯片，以其监督油气储运设施运行期间的安全性、可靠性。近些年来，浮顶结构的油罐越来越多，焊接此类油罐时，对其整体结构的变形情况与残余应力展开深度分析，可以看出此类油罐处于风载作用下受力变化表现出较为明显的受力变化。为解决此类问题，提高其稳定性，应在油罐的原有结构基础上，尝试引进新材料，并采用新技术实施油罐改造，通过变形热处理技术，代替传统的油气储运设施改造与优化设计技术，使用具有更高性能、高强度的焊丝、焊条，取代原有普通规格或性能稍差的材料，使油气储运设施保持较高的整体性能与较强的承载能力，为油气储运安全提供保障。

## 4 关于油气管道及储运设施安全保障技术水平的展望

### 4.1 智能化发展

在信息化手段与智能科技飞速发展的今天，油气管道及储运设施的安全保障技术也将迎来智能化发展的新机遇。日后，基于物联网、人工智能的智慧安全防控中心，将为更高效、便捷的安全控制保障工作提供强有力的技术支撑。未来，油气储运领域将建立起基于深度学习的风险预测模型，搭载自适应、自进化程序，与电气自动控制技术相结合，实现对油气储运设施的自动、智能化巡检，以此控制人工管控巡检成本，并降低巡检风险。

### 4.2 集成化创新

引入现代化信息化技术后，油气储运设施的安全保障工作将在一体化安全保障系统的支撑下，表现出集成化特征。系统将以高度集成化的有机整体形式呈现，实现对油气管道及储运设施各环节、各点位的统整性监管。同时，系统将并入数字孪生、气象监测等功能模块，共建出一个更完整、更全面、更宏大的安全管理体，实现对油气储运设施安全管理策略的智

能调控<sup>[5]</sup>。

### 4.3 主动化预警

为了进一步提高油气储运设施安全保障技术应用水准，应将安全管理工作与安全保障措施由被动防护转移至主动预警。以物联网、大数据、人工智能等核心技术，创设风险预警机制，利用风险预测模型，评估风险等级及其可能造成的负面影响，制定出针对性防控措施，实施精准的事前防控，即可将风险隐患等危害造成的影响降至最低。同时，积极开发可用于油气管道及储运设施制造行业的新技术、新材料，如研究自修复型复合材料或智能防腐涂层的应用，使管道表现出自愈性能并提高其耐久性。

### 4.4 绿色化进步

在双碳大背景下，未来国内油气储运行业的发展，必将与绿色环保协同。相应的，油气储运期间使用的安全保障技术，也应体现出绿色化特性。有关部门应加大科研力度，与科研机构或各大高校合作，携手攻克氢脆、纯二氧化碳等环保能源对管道与设施的腐蚀难题，开发更适用于氢能储运的检测、监测和应急技术，在保障油气储运安全，防范事故发生的同时，为国家能源结构转型战略的顺利实施提供有力支撑。

## 5 结束语

如今，油气管道及储运设施安全保障技术的应用，仍存在些许问题亟待整改，企业及相关部门应加大力度开发并优化新型安全保障技术，使安全维护工作落地，设立健全的安全管理机制，并支持油气储运设施改造，为提高安全保障技术的应用效能夯实基础。未来，油气储运行业将在物联网、人工智能、新材料、新能源等现代化科技浪潮的推动下，朝向更智能、集成、主动、绿色的方向稳步发展，以坚实可行的安全保障技术，为油气安全保驾护航。

### 参考文献：

- [1] 王永超.油气储运中的设施安全问题及解决措施[J].石化技术,2022,29(11):164-166.
- [2] 向洪诚,江嘉勇.油气储运中的设施安全问题及解决措施[J].化工设计通讯,2022,48(04):31-33.
- [3] 谭亮.油气管道及储运设施安全保障技术发展现状及展望[J].化学工程与装备,2021(07):198-199.
- [4] 董琴.油气储运设施安全的重要性探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(21):80-82.
- [5] 虞一洋.油气管道安全管理及相关技术现状[J].中阿科技论坛(中英阿文),2020,(03):44-45.

### 作者简介：

朱喆(1982-)，男，汉族，湖北监利人，本科，中级工程师，研究方向：石油管道安全。