

# 油气储运技术的创新研究

闫 豪

中石化中原油建工程有限公司 河南 濮阳 457000

**摘要：**油气储运技术是能源产业链的关键环节，涉及管道运输、油罐车与油轮运输等方式。当前，管道运输面临腐蚀老化、地理限制等问题，油罐车与油轮运输则存在运输量小、易挥发泄漏等不足。为此，技术创新成为关键，包括研发高强度耐腐蚀管材、构建智能管道监测系统、开发高效清管技术，以及优化大型油罐设计、探索地下储库与浮动式储存装置。同时，信息化管理技术创新如大数据、云计算、虚拟仿真及自动化控制技术的应用，也显著提升了油气储运的效率和安全性。

**关键词：**油气储运；技术创新；研究

引言：油气储运技术作为能源产业链的核心组成部分，其发展水平直接关系到国家能源安全与经济社会的稳定发展。当前，油气储运技术面临着复杂多变的挑战，包括管道腐蚀老化、地理条件限制、运输量不足、环境污染及安全风险等问题。为解决这些难题，油气储运技术的创新与发展显得尤为重要。本文将从管道输送技术创新、储存设备创新及信息化管理技术创新三个方面，深入探讨油气储运技术的最新进展。通过分析新型管材研发、智能管道监测系统、高效清管技术、大型高效油罐设计、地下储库技术、浮动式储存装置以及大数据、云计算、虚拟仿真和自动化控制等技术的应用，本文旨在为油气储运技术的未来发展提供理论参考与实践指导。

## 1 油气储运技术现状概述

油气储运技术作为能源产业链中的关键环节，直接关系到国家能源安全与经济社会的稳定发展。当前，油气储运技术主要依赖于管道运输、油罐车运输以及油轮运输等多种方式，每种方式都有其独特的优势与局限性，共同构成了复杂而庞大的油气储运体系。（1）管道运输作为陆地油气储运的主力军，凭借其高效、连续、低成本的特点，在油气资源分配与输送中发挥着不可替代的作用。管道运输能够大幅度降低运输过程中的能耗与成本，同时减少了对环境的污染，是实现绿色、低碳能源运输的重要途径。特别是在长距离、大规模的油气输送中，管道运输的优势尤为突出。然而，管道运输也面临着一些挑战。一方面，管道易受腐蚀与老化问题的影响，这不仅会降低管道的输送效率，还可能引发安全事故，对人员与环境构成威胁。因此，加强管道的维护与保养，采用先进的防腐材料与技术，成为提升管道运输安全性的关键。另一方面，管道运输受地理条件限制

较大，如地形复杂、地质不稳定等因素都可能影响管道的铺设与维护，增加了工程难度与成本。（2）与管道运输相比，油罐车与油轮运输在灵活性方面具有显著优势。油罐车能够灵活穿梭于城市与乡村之间，满足不同地区、不同规模的油气需求。而油轮则能够跨越海洋，实现跨国、跨洲的油气运输，对于保障全球能源市场的稳定具有重要意义。然而，这两种运输方式也存在一些不足。首先，油罐车与油轮的运输量相对较小，难以满足大规模、长距离的油气输送需求。其次，在运输过程中，油气易挥发、泄漏，不仅造成了资源浪费，还可能对环境造成污染。此外，油罐车与油轮运输还存在一定的安全风险，如交通事故、火灾、爆炸等，对人员生命财产安全构成威胁。（3）针对上述问题，油气储运技术的创新与发展显得尤为重要。一方面，应加强对管道运输技术的研发，提高管道的耐腐蚀性与抗老化能力，优化管道设计与铺设技术，降低地理条件对管道运输的限制。另一方面，应积极探索新型油气储运方式，如液化天然气（LNG）运输、压缩天然气（CNG）运输等，以弥补传统运输方式的不足。同时，还应加强油气储运过程中的安全管理，建立健全的安全监管体系，提高应急处理能力，确保油气储运的安全与稳定<sup>[1]</sup>。

## 2 管道输送技术创新

### 2.1 新型管材研发

在管道输送技术中，管材的性能直接关系到管道的输送能力、使用寿命以及维护成本。传统管材，如碳钢、合金钢等，虽然在一定程度上满足了油气输送的基本需求，但在面对复杂多变的输送环境和日益增长的输送压力时，其局限性日益凸显。因此，研发高强度、耐腐蚀、抗疲劳的新型管材成为管道输送技术创新的重要方向。（1）纳米复合材料的出现为管材研发提供了新的思路。通过将纳

米粒子均匀分散于基体材料中,可以显著提高材料的力学性能、耐腐蚀性以及抗疲劳性能。例如,采用纳米复合材料增强的钢材,其强度较传统钢材可提高数倍,同时展现出优异的耐酸碱腐蚀性能。这种新型管材不仅能够有效延长管道的使用寿命,降低因腐蚀、老化导致的维护成本,还能在极端环境下保持稳定的输送性能,为油气资源的远距离、高效率输送提供有力保障。(2)针对特定输送介质(如高含硫原油、液化天然气等),还需研发具有特殊性能的管材。如针对高含硫原油输送,可开发具有优异耐硫腐蚀性能的管材;针对液化天然气输送,则需研发具有极低温度脆性、高绝热性能的管材。这些专用管材的研发与应用,将进一步拓宽管道输送技术的应用范围,提升输送效率与安全性。

## 2.2 智能管道监测系统

随着物联网、传感器、大数据等信息技术的快速发展,智能管道监测系统的构建成为可能。该系统通过在管道沿线布置大量传感器,实时监测管道内压力、温度、流量等关键参数,以及管道本体的应力、变形等状态信息。一旦监测到异常数据,系统能立即发出警报,并精确定位故障位置,为及时维修提供科学依据。智能管道监测系统的应用,不仅极大地提高了管道运行的安全性和可靠性,还降低了因故障导致的经济损失和环境风险。通过大数据分析,系统还能对管道的运行状态进行预测性维护,即在故障发生前采取预防措施,避免或减少故障的发生。此外,智能管道监测系统还能为管道的优化设计、运行调度提供数据支持,实现管道输送的智能化、精细化管理<sup>[2]</sup>。

## 2.3 高效清管技术

清管作业是管道输送过程中不可或缺的一环。传统清管器虽在一定程度上满足了管道清洁的需求,但在面对复杂多变的管道内部环境时,其清管效率和效果往往受到限制。因此,开发高效、智能的清管技术成为提升管道输送效率的关键。(1)新型清管器,如具有自适应能力的智能清管器,能够根据管道内部情况自动调整清管策略。它不仅能够有效清除管道内的污垢、蜡质和杂质,保持管道的清洁畅通,还能在清管过程中对管道进行无损检测,如壁厚测量、裂纹检测等。这种集清洁与检测于一体的智能清管器,不仅提高了清管作业的效率 and 效果,还为管道的维护与管理提供了更为全面、准确的数据支持。(2)随着自动化技术的不断进步,未来清管作业有望实现远程监控和自动化控制。通过远程控制中心,操作人员可以实时监控清管器的运行状态和清管效果,及时调整清管策略,确保清管作业的顺利进行。

这种远程监控和自动化控制的清管方式,将进一步降低清管作业的人力成本和安全风险,提升管道输送的整体效率。

## 3 储存设备创新

### 3.1 大型高效油罐设计

大型高效油罐作为油气储存的主要设施,其设计优化对于提高储存容量、增强结构稳定性、降低蒸发损耗具有重要意义。传统油罐设计往往侧重于满足基本的储存需求,而在几何形状、支撑结构以及隔热密封技术方面存在较大的改进空间。(1)近年来,通过改进油罐的几何形状,如采用变壁厚设计、优化罐顶结构等,有效提高了油罐的承载能力和稳定性,同时减少了占地面积,降低了建设成本。此外,采用先进的隔热材料,如真空绝热板、气凝胶等,以及高效的密封技术,如双重密封、弹性密封等,显著降低了油品在储存过程中的蒸发损耗,节约了能源,减少了环境污染。(2)在油罐的安全管理方面,通过集成传感器网络、远程监控系统等智能技术,实现了对油罐内部压力、温度、液位等关键参数的实时监测与预警,提高了油罐运行的安全性和可靠性。同时,利用大数据分析技术,对油罐的运行数据进行深度挖掘与分析,为油罐的维护与管理提供了科学依据,延长了油罐的使用寿命<sup>[3]</sup>。

### 3.2 地下储库技术

地下储库技术,特别是地下盐穴储库和岩洞储库,作为油气储存的一种创新方式,具有安全性高、占地面积小、受外界环境影响小等优点,逐渐成为油气储存领域的研究热点。(1)地下盐穴储库利用地下盐层的天然特性,通过水力压裂等技术形成密闭的储存空间,适用于储存高压、大容量的油气资源。岩洞储库则利用地质稳定的岩层,通过人工开挖形成储存空间,适用于储存液态或气态油气。通过精确的地质勘探和工程设计,确保地下储库的密封性和稳定性,实现了油气的长期安全储存。(2)在地下储库的建设与运营过程中,采用先进的勘探技术、施工技术以及监测技术,确保储库的安全性和可靠性。同时,通过优化储库的布局与设计,提高了储库的储存容量和运营效率,降低了储存成本。此外,地下储库还具有一定的环境适应性,能够在极端气候条件下保持稳定的储存性能,为油气的安全储存提供了有力保障。

### 3.3 浮动式储存装置

浮动式储存装置,特别是浮动式生产储卸油装置(FPSO),作为海上油气田开发的重要设施,集生产、储存、外输等功能于一体,具有部署灵活、适应性强、

作业效率高等优点。(1) FPSO通过搭载先进的生产处理系统、储存系统以及外输系统,实现了海上油气资源的就地加工、储存与输送。其灵活的部署能力使得FPSO能够适应不同海域、不同水深、不同油气田的开发需求。同时, FPSO还具备较高的作业效率,能够在恶劣海况下保持稳定的运行状态,提高了海上油气资源的开发利用效率。(2) 在FPSO的设计与建造过程中,采用先进的工程技术、材料科学以及自动化技术,确保了FPSO的安全性、可靠性和经济性。通过集成智能监控系统、远程操控系统等先进技术,实现了对FPSO运行状态的实时监测与远程控制,提高了作业的安全性和效率。此外, FPSO还具备一定的环保性能,通过采用先进的废气处理、废水处理等技术,减少了对海洋环境的污染。

#### 4 信息化管理技术创新

##### 4.1 大数据与云计算应用

随着油气储运过程中产生的数据量呈爆炸式增长,大数据技术成为了挖掘这些数据价值的关键。通过大数据分析,企业能够深入挖掘运输路线、设备状态、能耗等多维度数据中的潜在规律,为优化运输路径、预测设备故障、制定精准维护计划提供强有力的数据支持。这不仅提高了运营效率,更在预防事故、减少停机时间、优化资源配置等方面发挥了重要作用。云计算技术的引入,则为大数据处理提供了强大的计算能力。通过云计算平台,企业可以轻松实现数据的集中存储、快速访问和跨地域共享,打破了传统数据处理的瓶颈。云计算的弹性扩展能力确保了系统在数据量激增时能够迅速响应,满足实时数据处理的需求。同时,云计算还降低了IT基础设施的建设和维护成本,为企业提供了更加灵活、高效的数据管理解决方案<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 虚拟仿真技术

虚拟仿真技术在油气储运领域的应用,为系统设计和操作流程的优化提供了全新的视角。通过构建油气储运系统的虚拟模型,企业可以模拟不同工况下的运行情况,提前发现潜在问题,从而避免实际运行中的风险和成本。在系统设计阶段,虚拟仿真技术能够评估不同设计方案的效果,帮助工程师优化系统设计,确保系统在

各种工况下都能稳定运行。在运营阶段,虚拟仿真技术还可以用于培训操作人员,提高他们的应急处置能力,降低操作风险。

##### 4.3 自动化控制技术

自动化控制技术的发展,使得油气储运过程的全自动化控制成为可能。通过可编程逻辑控制器(PLC)、分布式控制系统(DCS)等自动化设备,企业可以实现对泵、阀门、压缩机等关键设备的远程监控和操作。这不仅提高了操作的准确性和及时性,还减少了人为因素带来的失误,提升了整体运营效率。自动化控制技术的应用,还使得企业能够实时掌握设备状态和运行参数,及时发现并处理异常情况,有效预防事故的发生<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

综上所述,油气储运技术在保障国家能源安全与经济社会稳定发展中扮演着至关重要的角色。面对日益增长的能源需求和复杂多变的储运环境,技术创新成为推动油气储运行业持续发展的关键动力。从新型管材研发、智能管道监测系统构建,到大型高效油罐设计、地下储库及浮动式储存装置的应用,再到大数据与云计算、虚拟仿真、自动化控制等信息化管理技术的融合,每一项创新都在不断提升油气储运的效率、安全性和可持续性。未来,随着技术的不断进步和应用的深化,油气储运技术将持续革新,为构建更加安全、高效、绿色的能源储运体系奠定坚实基础。

#### 参考文献

- [1]黄毅,黄晓.管道泄漏与油气储运技术探究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(13):203-204.
- [2]张志光.油气储运技术及安全管理探究[J].云南化工,2020,47(05):150-151.
- [3]王学科.油气储运中油气回收技术的具体运用[J].化工管理,2020(08):126-127.
- [4]王帅玲,魏鹏飞,谭晓春,等.油气储运工程现状及其关键技术[J].化工管理,2021(08):184-185.
- [5]杜赢.石油化工企业油气储运工程安全性研究[J].居业,2021(02):133-134.