

油气储运相关技术分析

孙天贺（中海石油（中国）有限公司天津分公司，天津 300450）

摘要：油气储运质效关乎能源安全，因此备受关注。如今，持续提升油气储运水平十分必要。这一视域下，合理选用油气储运的关键技术，成为夯实油气安全、高效储运技术基础的关键。鉴于此，本文围绕油气储运的相关技术展开研究，以促进油气储运提质增效为目标，探讨这一领域的实用技术。文章立足现实，不仅从储存和运输两个维度探讨相关技术，还从节能和质控两个角度出发论述油气储运相关技术，总结技术类型与实施要点，以供参考。

关键词：油气储运；关键技术；油气回收；智能化

中图分类号：TE89

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）029-0106-03

Analysis of Technologies Related to Oil and Gas Storage and Transportation

Sun Tianhe (Tianjin Branch of CNOOC (China) Co., Ltd., Tianjin 300450, China)

Abstract: The quality and efficiency of oil and gas storage and transportation are closely related to energy security, and therefore have attracted much attention. Nowadays, it is necessary to continuously improve the level of oil and gas storage and transportation. From this perspective, the rational selection of key technologies for oil and gas storage and transportation has become the key to consolidating the foundation of safe and efficient oil and gas storage and transportation technologies. In view of this, this article focuses on the relevant technologies of oil and gas storage and transportation, with the goal of promoting the improvement of oil and gas storage and transportation quality and efficiency, and exploring practical technologies in this field. The article is based on reality, not only exploring relevant technologies from the dimensions of storage and transportation, but also discussing oil and gas storage and transportation related technologies from the perspectives of energy conservation and quality control, summarizing the types of technologies and implementation points for reference.

Keywords: oil and gas storage and transportation; Key technologies; Oil and gas recovery; intelligentization

油气资源的开发、储存、运输都是支撑石油天然气行业发展的关键环节，储运在油气产销领域发挥纽带作用，是影响能源供应稳定与经济发展的核心因素。近年来，石油天然气需求持续增加，油气储运面临更高要求，提升油气储运能力迫在眉睫。为实现该目标，必须深化油气储运相关技术的开发和利用，以先进技术为高效储运保驾护航。由此可见，做好油气储运相关技术研究极具必要性。高质量开展这一工作，可以加强油气储运技术保障，不仅有利于油气储运降本、提质、增效，更能为油气资源利用以及经济社会的可持续发展提供有力支持。

1 油气储存相关技术及其应用要点

油气储运主要解决的是石油和天然气的储存运输问题，缓解运输过程中或者生产过程中的不均衡性，及部分储存问题^[1]。随着能源结构转型加速，石油和天然气这两种代表性能源的使用需求不断变化，储运工作面临新的要求。从当前情况来看，合理运用储存技术是实现油气资源高质量储存的关键。实践工作中，可运用的油气储存相关技术如下：

1.1 石油储存技术

石油是现代社会中最为重要的不可再生资源，在石油开采后将其安全、高效地运输至油库、油田、炼

油厂极为关键。妥善储存是能源运输和使用的前提，所以储油问题一直颇受关注，储油方式不断朝着多样化方向发展。目前来看，油罐储油是最普遍的方式，除此之外还有海上储油、地下储油等新兴石油储存方式也被陆续推广使用。

①储罐技术。储罐技术是油气储运领域最为常见的技术类型，为原油以及成品油储存和运输提供巨大帮助。储油罐类型众多，从材质角度划分有金属罐与非金属罐之分。若从罐顶类型层面划分，可将储油罐划分为浮顶罐和拱顶罐。实际应用环节，浮顶罐与金属罐最为常用。前者能够有效减少油品蒸发，后者则具有施工简便易于检修的优势。使用储罐技术储存石油时，不仅需要结合安装位置合理选择储罐的结构形式与材料，还要运用防渗漏技术、防火防爆技术、压力温度控制技术以及检修维护技术，为油储罐的使用安全提供保障。

②海上储油技术。随着科学技术进步，海上油田的开发利用不再是难题。在海上油田的远距离以及深水特性影响下，油气储运需要使用特殊方法。为应对深海与远洋挑战，海上储油技术应运而生，主要依托专门的海上储油设施满足实际应用需要。浮式生产储卸油装置（FPSO）和浮式储油装置（FSO）是最主要

的海上储油设施；前者在深海油田与边际油田应用广泛，后者在临时储油中转的区域使用频率较高。在浅海油田，还可使用固定平台搭配储油设施储存石油。海上储油装置的整体结构追求抗风浪设计，装置整体的防腐性能极高，且配备系泊系统、动态定位系统、外输系统，使用中还搭配防渗漏检测与防火防爆技术，可切实满足安全储运要求。

③地下储油技术。地下储油技术是近年来较受关注的新兴储油技术，主要分为地下水封洞库储油技术和地下盐穴库储油技术两种类型。地下水封洞库储油技术具有成本低、便捷性高的特点，基于油水的不相容性特点，用密度大于油的地下水封存石油。具体操作中，在地下水位稳定的区域遵循就近原则选址建设油库，建成后地下水自然流入并注入石油，基于地下水打造密闭空间安全储油。使用地下盐穴库储油技术时，主要利用盐岩的独特性质达到储油目的。地下盐岩油库与地下水封油库的储油原理极为相似，盐岩与油品同样不相溶所以能够安全储油。

1.2 天然气储存技术

天然气是全球能源结构转型期间最受关注的能源种类，天然气储运作为支撑天然气产业发展的基础性、战略性、保障性工作，其高质量发展是实现能源转型顺利进行的重要内容和推动力量^[2]。天然气易挥发且存在易燃易爆特性，所以在储存期间必须高度重视密封，以免发生安全事故。随着时间推移，天然气储存技术也得到了长足发展。依据储存状态划分，可将天然气储存技术分为两种：

①气态储存技术。在常温或中低压条件下，利用密封容器、空间储存气态形式的天然气，是储气环节常用的方法。气态储存技术在天然气储运领域的中短途运输配套使用，在保障天然气稳定供应方面发挥突出作用。气态储存技术主要包括以下几种：第一，吸附储气技术。将天然气储存在地下十分可行，可依托吸附储气技术实现这一目标。具体操作中，可利用天然气储罐以及专用的天然气吸附剂实现高效储气。第二，地下储气库。近年来，油气的地下储存技术得到迅速发展。建立地下储气库，依托地下岩层或盐穴实现天然气的长期储存十分可行。在地下储气方面，可将储气库建在已经枯竭的油气田、含水多孔地层以及盐矿层当中。第三，密封储气技术。利用高压或低压储气罐同样可以储存气态天然气，使用中需要结合天然气储运需求，科学选择罐体结构以及压力条件。在密封储气方面，还可以使用高压管道储存天然气，基于管道的束状结构进行储存。

②液态储存技术。为满足天然气大规模储存或长

距离运输需求，往往会使用液态储存技术对天然气进行储存。这一期间，最为常用的储气装置便是液化天然气储罐。气态天然气在经过压缩、冷凝后成为气体，存储温度约 -162℃，被封存在储气罐当中。液化天然气储罐是液化天然气储藏系统中最为关键的一类设备，该设备是否能在建成及后续使用中保持完整，是液化天然气储藏站的安全和常态化运行的决定性因素^[3]。液化天然气罐设有双层或多层绝热结构，内层储存液化天然气外层提供支撑和保温。

天然气的液态储存技术还包括天然气水合物储气技术，这种新兴技术在天然气储运领域都拥有极高的应用价值。天然气水合物储气技术具有成本低、安全性高、环保性强的特点，运用天然气水合物（NGH）储运技术时，主要依托特定工艺将天然气制作成固态水合物进行储气^[4]。使用该技术时，可添加促进剂提高水合物生成速度以及储气效率。当固态水合物被运输到储气站后，会再次分解成天然气，供天然气用户使用。

2 油气运输相关技术及其应用要点

运输是油气储运的关键环节，运输技术应用水平直接影响油气储运的安全性与经济性。油气储运强调技术适配，各种运输技术的特点优势以及适用场景并不相同。实际作业环节，以保证油气运输安全、高效、环保、经济为目标，在多种关键技术中作出合理选择尤为关键。

2.1 管道运输技术

在油气运输领域，管道运输技术是最具实用性和广泛性的关键技术。在陆地上，管道运输技术可用于支撑油气长距离运输。在海上，铺设海底管道也能够为油气运输提供有力支持。总体来看，管道运输技术具有运输量大的核心优势。使用该技术运输油气，不仅损耗低且能耗小，还不易受天气影响。不过，油气运输管道的布设线路相对固定且需要铺设的范围相对较大，所以，这种运输方式的投资成本普遍较高、灵活性不足。

2.2 水路运输技术

油气储运环节，水路运输技术同样十分常用。既可利用游轮进行海洋运输，也可以基于船舶实现沿海或内河短途运输。海运环节，可基于超级游轮实现原油大规模运输，打造拥有双层壳体结构的货舱，避免油品泄漏或环境污染；也可以使用 LNG 船运输液化天然气，依托特殊储罐以及保温系统保障安全稳定运输。

2.3 陆路运输技术

油气储运的陆路运输技术有铁路运输和公路运输两种类型。铁路运输主要使用专用的铁路罐车储运油

气，公路运输则使用配备储罐的汽车储运油气。铁路运输技术在中短途运输以及应急运输领域较为常用，可为油气管网网络覆盖不足的区域提供支持。与之相比，公路运输更适用于短途配送，可直达终端。

2.4 油气混输技术

液化天然气储运、天然气水合物防治及利用、油气田地面集输系统节能降耗及油气水多相混输都是油气储运技术创新发展的重要方向^[5]。在油气储运领域油气混输技术拥有十分广阔的发展空间，能够在边际油田、海上油田以及偏远油气田的能源储运中发挥关键作用。与传统的“先分离，后分输”方式相比，油气混输技术直接将油、气、水、杂质组成的混合物输送至集输总站或处理厂，能够利用单一管道实现多相流体的连续稳定输送。整体来看，这一技术的初期投资低，使用过程的灵活性高且系统布局较为简单，能够适应复杂环境。

3 油气储运节能与质控技术及其应用要点

石油和天然气储运行业的能源消耗和排放问题已成为全球能源需求日益增长的迫切挑战，推动油气储运过程中节能减排技术和新能源替代方案的应用，可为实现油气储运技术可持续发展提供有力支持。而且，油气储运正不断朝着信息化、智慧化方向转型，以先进技术赋能的方式，提高油气储运过程控制水平，促进油气储运提质增效尤为必要。这一视域下，依托油气回收技术和智能化技术支撑油气储运优化升级极具可行性和必要性。

3.1 油气回收技术

油气资源自身的挥发性高，在储运环节会不可避免地出现损耗。蒸发、泄漏以及操作过程中的损耗，都是油气储运环节最为常见的油气损失，这些问题不仅会导致资源浪费还容易加剧空气污染，所以在油气储运环节需要合理利用油气回收技术降低储运风险。油气回收技术在油气储运领域的高效运用可分为三种形式：①一次油气回收：旨在回收油罐车卸油时产生的逃逸蒸汽；可利用冷凝技术进行油气回收，通过物理手段实现油气组分的分离，减少油气损失。②二次油气回收：旨在回收油气储运加油环节的逃逸油气，可利用吸附技术实现回收，依托选择性吸附达到回收与分离目的。③油气三次回收：旨在回收一次与二次回收中收集的油气，可利用膜分离技术达到回收目的。

3.2 智能监控预警技术

从本质上讲，智能化技术在油气储运领域的有效运用能够为实现实时化、动态化状态监测提供支持，可基于数据采集与利用实现精准决策。这一视域下，油气储运决策的针对性、前瞻性必将得到大幅提升。

在油气储运领域，机器视觉技术拥有极高应用价值，可为储运安全监管、油气泄漏检测、基础设施运维保护提供有力支持。同时，大数据技术、人工智能技术、传感器技术、物联网技术也都在油气储运的智能化发展中得到广泛运用。以油气管道储运的智能化技术应用为例，可利用传感器与物联网实现管道监测，通过对管道运行数据的实时采集，准确了解管道运行状况。还可以引入机器人技术，基于智能检修机器人实现管道远程巡检与维护，减轻对人力的依赖。这一期间，也可以借助人工智能技术打造预测、预警模型，为及时发现和处理油气储运管道的运行问题提供保障。此外，油气储运的智能化技术应用环节也十分注重储运装备维护检修创新。这一期间，可利用数据分析技术、虚拟现实技术支撑模拟检修，提高运维实效。

4 结束语

综上所述，油气储运作为油气资源开发利用领域不可或缺的环节，拥有十分特殊的地位，一直追求高质量、可持续发展。油气储运相关技术的研发和创新，一直都以实现石油天然气的安全储运为核心目的。随着时间推移，油气储运技术类型不断丰富，资源的储存和运输方式持续更新，不仅涌现出多种新型工具，油气储运技术还朝着绿色化、信息化方向转型升级。在未来，能源结构调整与应用需求变化，必将会让油气储运面临新的机遇与挑战。为提高油气储运质效，与时俱进地调整储运技术方案，持续不断地探索新技术、新方法尤为关键。

参考文献：

- [1] 唐大麟.新时期油气储运行业发展与挑战——访中国工程院院士、油气储运专家黄维和[J].中国石油企业,2023,(03):22-27+127.
- [2] 余晓钟,杜全燕,章阐引,等.能源转型背景下天然气储运高质量发展路径[J].天然气技术与经济,2024,18(06):1-6.
- [3] 孙博,张云卫,崔强,等.液化天然气(LNG)储罐外罐完整性检测及监测技术研究现状[J].工程质量,2025,43(S1):158-162.
- [4] 岳懋滔,李筱茜.天然气水合物(NGH)储运天然气技术与常规储运技术的对比分析[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(02):182-184.
- [5] 李明丽.拓展油气储运技术发展新方向——记中国石油大学(华东)气体储运与安全技术研究中心团队[J].科学中国人,2022,(22):53-55.

作者简介：

孙天贺(1990-)，男，汉族，黑龙江哈尔滨人，大学本科，工程师，研究方向石油开采处理及运输。