

油气增产区域石油仓储布局优化与物流配送体系研究

吴金龙 (中海油服, 油田生产事业部, 天津 300457)

摘要: 随着我国大力实施油气勘探开发, 新疆、鄂尔多斯及海上等新区块产能快速释放, 已成为国内油气增储上产的主力阵地。然而, 这些区域多位于地理偏远、环境复杂, 现有仓储节点分布不够合理、物流配送效率低下, 不仅制约了增产潜力的充分释放, 也增加了运行成本与安全风险。基于此, 本文将系统梳理增产区域石油仓储布局的现存问题与物流痛点, 提出优化策略, 以期望为国内油气增产区的石油储运基础设施建设与物流管理提供参考。

关键词: 油气增产区域; 石油仓储; 布局优化; 管网协同

中图分类号: TE88 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 006-0127-03

Research on oil storage layout optimization and logistics distribution system in oil and gas production increasing region

Wu Jinlong (COOEC, Oilfield Production Department, Tianjin 300457, China)

Abstract: with the vigorous implementation of oil and gas exploration and development in our country, the rapid release of production capacity in new blocks such as Xinjiang, Ordos and offshore has become the main position of domestic oil and gas reserves and production. However, most of these areas are located in remote areas with complex environments, and the existing storage nodes are not reasonably distributed and the logistics distribution efficiency is low, which not only restricts the full release of production potential, but also restricts the development of the logistics industry, it also increases operating costs and security risks. Based on this, this paper will systematically sort out the existing problems and logistics pain points of oil storage layout in the production-increasing region, and put forward optimization strategies, it is expected to provide reference for the construction of oil storage and transportation infrastructure and logistics management in domestic oil and gas production areas.

Key words: Oil and gas production area; oil storage; layout optimization; pipe network coordination

石油与天然气的稳定可靠的供应是国家能源安全与经济可持续发展的基石, 近年来, 为提升我国能源自给能力, 国家实施了大力度的油气勘探开发战略, 新疆准噶尔盆地、塔里木盆地、鄂尔多斯盆地、四川盆地富含页岩油气资源的地区产能建设步伐明显加快。然而, 这些新兴的油气增产区域所处地理位置大多在内陆腹地, 自然环境恶劣, 油气开采、仓储和运输的基础设施需进一步完善; 且普遍远离东部发达地区的核心量化中心和消费市场。与此同时, 非常规油气的开发具有初期产量峰值高、随后的产量递减较快、开发周期内产量波动比较剧烈的特点, 要求仓储物流体系既要能承载短期内快速上量的压力, 又要适应中期产量峰谷变化, 还需要具备应对复杂地形、极端气候等环境条件的能力。因此, 立足油气增产区域的客观现实与发展需求, 优化其石油仓储设施的总体布局策略, 构建一套安全可靠、经济高的石油物流配送体系具有迫切的现实意义。

1 油气增产区域石油仓储与物流配送问题分析

1.1 当前石油仓储布局的现存问题

油气增产区域, 石油的仓储规划与实际存在明显脱节, 主要表现在空间布局不均衡、设施功能老

化滞后两方面。随着页岩油、致密气等非常规油气资源的开采区域不断扩大, 生产重心也逐步向偏远地区转移, 原有的主要仓储节点多是基于历史产区和传统运输网络建设的, 分布于工业基础较好、交通相对便利的核心区域, 这就导致新投产的高产井口距离现有的大型仓储节点普遍较远, 企业不得不投入大量的罐车进行接力运输以及长途运输, 大幅抬高了初步集输的成本^[1]。

另一方面, 由于老油田产量递减, 出现了仓储能力大量闲置局面; 而一些增产迅猛的新区即使现有仓储设施满负荷运转, 仍然难以满足短期内激增的原油储存和中转需求, 表现出明显的仓储能力紧张和短缺。这种“新区不够用, 老区用不满”的失衡状态削弱了整体供应链的效率。在设施功能方面, 许多老旧的储罐在设计建造之初只针对特定性质的原油, 其材质、内涂层、加热保温系统、搅拌设施等并非都能安全有效地兼容当前开采出的复杂油品混合物, 进行混储易引发油品变质、损耗增加, 引发安全和环保风险。且设施的智能化水平普遍偏低, 很多仓库缺乏自动化的阀门控制和输转调度系统, 油品进出库的效率不高, 油品库存盘点耗时长, 应急处置响应缓慢。

1.2 物流配送体系与油气增产需求的适配性不足

油气资源的增产最终需要安全、高效、经济地将产品送达用户或炼厂，完善高效的物流配送体系是实现增产价值的关键环节。然而，审视我国当前的石油物流配送体系，其能力与调整响应的速度明显不足，体现在：

一是物流配送体系过度依赖公路运输，汽车罐车运输方式占据了极高的比例。单个罐车的运输效率很低，载重量有限，大规模增产的原油需要配置极其庞大数量的罐车，产生巨额的车辆购置、租赁费用，侵蚀了油气生产企业的利润空间。

二是公路运输的时效性难以保证，高速公路拥堵、国道省道维修限行、恶劣天气造成高速关闭、矿区道路崎岖泥泞等众多因素都会导致配送时间难以准确掌控，这不仅给要求稳定供给需求的炼厂带来了困扰，也增加了生产计划的不确定性和供应链中断的风险。

从管道运输角度分析，管道运输的高效性和经济性显著，但我国现有石油输送管道网络的密集区域主要还是围绕着大庆、胜利、长庆等早期开发的大型油气田，对于近期快速增产的区域，需要新建或延长管道支线。管道的规划和建设涉及巨额投资、复杂行政审批，使得新增管道的速度远落后于不断变化的增产步伐和开发布局调整节奏^[2]。这不仅极大地限制了增产油气的市场化外送能力，也进一步加剧了对公路运输的依赖程度。

2 油气增产区域石油仓储布局的优化策略

2.1 基于产量预测优化仓储节点选址

在油气增产区域，仓储布局的优化需要综合考虑产量预估、市场销量与总成本这三方面因素。对于产量预估，要对每个油区的地质勘察和开采计划，新的钻机项目的时间表和预期产能，以及石油企业的中长期战略规划有所了解。同时，地质家和开发计划组需要紧密协作，通过过去的生产记录和最新的地质模型，计算每个区块在不同开采方案下的产能趋势变化，这些数据将作为后续仓库优化布局的重要参考依据。根据清晰的产品产量预测，通过地理信息系统(GIS)处理了钻孔位置、现有道路等级、地形和地貌、关键交通枢纽、可用土地和现有管线布局，从而确定能显著降低总运输时间的“最优覆盖位置”。然后，对多个候选选址方案进行对比选出，选出最具经济效益且运营风险最可控的仓储节点位置，从而实现物流成本的最大压缩。

2.2 动态优化仓储设施的功能与容量

新开发的区块，如页岩油、致密油、超稠油与常规原油理化特性差异显著，仓储设施的改造以及新建

必须根据其长期服务区块的主力油品及其混合物的理化特性进行功能分区。对于强腐蚀性的酸性油品，储罐内壁需采用高等级合金钢内衬；高粘稠油品要配置高效的罐内加热系统，以防止凝堵。不同特性的油品应配备相应的独立储罐、专线阀门组，在仓储节点就近对产出液进行初步稳定化处理，降低运输和环境风险。

针对容量问题，在主体固定储罐群外围预留充足的开放场地，部署软体油囊、预制罐组模块以应对短期内增产带来的仓储压力，需求回落即可撤除，避免永久性设施的长期低效占用^[3]。

同时，利用数字化平台实时监测辖区内所有仓储点，若某一热点增产区域库位吃紧，协调中心可迅速调动地理位置相对接近且有富余库存能力的非峰值作业区，暂时接收并安全保管一部分油品，待其高峰期过后或有足够空位时再行调回，最大限度提升整体库容利用率。

2.3 协同优化仓储布局与区域能源管网

油气增产区域常出现产量不稳定、流量尚未达到大管径干线的经济输量的情况，此时，在增产区域的集输网与主干输油管网之间布局适度规模的仓储中转节点就能发挥出巨大的缓冲调度作用。具体在上游增产区块单井分散、产量不稳定且无法满足稳定进干线的要求时，建设靠近产区的初级集输仓储点，收集、短期缓冲并汇集中小型油田或多口单井的产量；在通往干线的主通道上或干线自身的重要阀室附近，建设带有适度库容的中转站吸纳富余的原油暂存；而当上游供量不足时，中转站又可稳定输出库存油品，确保主干管网系统整体的平稳高效运行^[4]。

新的仓储节点选址应尽可能靠近已建或在建的主干线，并在建设阶段就同步规划和预留好与干线的物理接口。在空间规划上，应将具备周转能力的仓储设施布置在大型炼油化工综合体集群的邻近区域以及主要油品销售市场的物流地带，从而缩短从上游油气资源经过仓储中转到达最终用户的路线，既降低总运输成本，又显著提升供应链的响应速度和效率。

3 油气增产区域石油物流配送体系的构建与实践

3.1 多式联运物流网络的规划与整合

对于深居内陆、远离主要消费市场和港口的新增油气产区，发展主干输油管道作为长途外输的核心通道，评估现有铁路货运站场的油品装卸能力与罐车保有量，若不足则进行扩建以保证能提供大规模、稳定的铁路槽车运输服务。对于靠近海岸线的增产区域，充分发挥沿海地理优势，采用管道+海运的组合：陆上增产区块的原油通过短途集输管道至临港储运基

地，然后直接装入大型油轮进行远距离、大批量的海运；公路运输则负责“最后一公里”运输。

在此基础上，建立统一、规范化的衔接点，即在铁路装车栈桥和汽车装车场安装带自动定量控制的智能装车系统，提高装车速度和精度；在港口泊位配备大流量油泵和高效装船设备。并开发并使用统一的电子交接凭证系统，实现车辆预约进站、油品转移指令、交接单据生成等环节的线上流转，从而大幅压缩车辆在交接点的等待时间和操作复杂性^[5]。

3.2 物流配送的智能化调度与监控体系

在油气增产区域，为了实现高效的物流运输，需要借助物联网(IoT)和大数据等技术构建贯穿全供应链环节的实时监控系统和智能调度算法模型。建设实时监控系统中，所有货车要配备集成GPS、行车记录、车辆姿态、轮胎胎压的车体物联网装置；在重点管道路段安装远传压力、流量实时监测传感器和泄漏检测设备；在储油罐中安装高精度液位仪表、多点温湿度传感器采集运行状态数据。

该系统通过GIS电子地图整合显示所有在行车辆、管线运行及油罐库情况最新的动向，便于调度中心、管网管理者、仓储管理者掌握运输进程。智能调度算法模型能实现油气物流配送决策的动态优化，该模型可以快速模拟不同运输方案的运作成本、时间、合规性差异，选出最合适的一种方案，不仅能显著提高运输效率，还能降低运输成本。

3.3 物流配送体系的安全与应急保障机制

油气运输车辆是移动风险源是重中之重，因此，所有参与油品公路运输的罐车的罐体材质与壁厚必须符合装运特定等级油品的耐压和抗腐蚀要求；卡车底盘制动系统应满足重载坡道控制要求，并配备GPS定位和紧急切断阀自动启闭装置。同时，加强仓储与装卸环节的消防部署，库区布局必须保证足够消防间距，设置清晰的防火堤；油品装卸场设标准接地装置确保静电导除。具体操作时，操作人员应使用指定材质工具进行输油臂拆装、严格执行车辆停车熄火、搭接好接地线后才能进行加注作业，从而确保运输与装卸安全^[6]。

在应急保障方面，油气最常见的一种应急情况是产量突发性剧烈波动，包括新井集中投产导致的提产远超预期，现有库容无法应对；环境突发事件，洪水冲毁矿区道路，强降雪/冻雨导致大面积交通瘫痪；以及设备失效，关键的长输管道因腐蚀、泄漏紧急停用。为有效应对上述问题，预案需确定应急指挥组织架构与通讯联络表，提前甄别并备案若干具备资质、地理位置适中的可紧急租用库储点作为“共享缓冲

点”，同时，建立简化、快速的应急调用审批流程，优先启用管道末端库、铁路集运站边罐或离热点近的油库富余能力；并签署备用运力方名单及到位时间承诺。

在管道中断的场景下，预案还应包含陆运集输就近送到替代铁路站点的实施方案：一是评估受损路段的长度和泄露风险高低，启动应急指挥中心统一运输，附近的油气储罐迅速进行接力，采用分批装载方式将原油、天然气液化后装入专用罐车，沿标准公路路线送往预设的替代铁路站点；二是启动应急通道审批，运输车辆可优先通行，交警部门实施道路封闭和交通疏导，运输车辆在此过程中要及时上报油气运输的进度以及安全状态。上述这些措施的实施将能够保障管道中断期间油气供应链的连续性。

4 结语

综上，在我国持续推动油气增产的战略背景下，优化增产区域的石油仓储布局并构建高效物流配送体系需要基于产量预测与GIS技术的仓储选址，仓储节点要与主干管网、炼化终端的空间协同，同时进行“管道+铁路+公路+海运”的多式联运网络规划，应用智能化全程监控调度系统，辅之以严格的安全标准和实用的应急机制，方可实现油气仓储与物流的协同优化。未来，可进一步探索推动区域仓储资源与国家级战略储备的联动机制建设，并深化绿色低碳技术在仓储物流环节的集成应用，从而构建更安全、高效、可持续发展的现代化油气供应链体系。

参考文献：

- [1] 袁雷.石油企业现代物流配送分析[J].中国航务周刊,2025,(04):85-87.
- [2] 李锦博.中国石油化销产品物流成本控制与政策研究[J].中国航务周刊,2024,(33):69-71.
- [3] 刘乔瑞.X公司冷链物流配送中心仓储布局的优化研究[D].西南石油大学,2024.
- [4] 王亮,焦中良,朱锋,等.油气“全国一张网”构建所存在问题及方法论探讨[J].油气储运,2022,41(11):1260-1268.
- [5] 任海朝.基于双层规划的鱼骨型仓储货位分配-拣选路径研究[D].中国石油大学(华东),2022.
- [6] 杨森,郭福利,王建民,等.石油化工工程工艺管道施工过程物流一体化研究[J].物流技术,2020,39(03):44-47+66.

作者简介：

吴金龙(1979.10-)男,汉族,天津滨海新区人,本科,工程师,研究方向:海上油田增产技术。