

石油化工储运现状与发展趋势分析

李洪斗（弘润石化（潍坊）有限责任公司，山东 潍坊 261108）

摘要：在全球化背景下，能源的作用更加突出，石油是重要的能源物资，而石油化工储运作为石油物资的运输及化工过程，一直受到高度重视。我国石化储运工作经过多年的发展已经逐渐走向成熟，但也面临一系列挑战。本文深入剖析我国石油化工储运在设施、技术、安全管理等方面的现状，揭示存在的设施老化、自动化程度低、安全风险等问题，并结合行业发展趋势，探讨智能化、绿色化、一体化等发展方向，旨在为提升我国石油化工储运水平、保障能源安全提供理论参考与实践指导。

关键词：石油化工；储运现状；发展趋势；智能化；绿色化工

中图分类号：TE8

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）024-0007-03

Analysis of the Current Status and Development Trends of Petrochemical Storage and Transportation

Li Hongdou (Hongrun Petrochemical (Weifang) Co., Ltd., Weifang Shandong 261108, China)

Abstract: In the context of globalization, the role of energy is more prominent. Petroleum is an important energy material, and petrochemical storage and transportation, as the transportation and chemical process of petroleum materials, have always been highly valued. After years of development, China's petrochemical storage and transportation work has gradually matured, but it also faces a series of challenges. This article provides an in-depth analysis of the current situation of facilities, technology, and safety management in China's petrochemical storage and transportation industry. It reveals problems such as aging facilities, low automation levels, and safety risks, and combines industry development trends to explore development directions such as intelligence, greenness, and integration. The aim is to provide theoretical reference and practical guidance for improving China's petrochemical storage and transportation level and ensuring energy security.

Keywords: Petrochemical industry; Current status of storage and transportation; Development trend; Intelligentization; Green Chemical Industry

油化工储运作为连接石油生产与消费的关键环节，它的高效且安全运行直接影响整个石油化工产业链的稳定与发展。伴随我国经济持续不断地增长，对石油化工产品的需求在持续不断攀升，与此同时环保要求变得日益严格且能源结构也在加速调整，这都给石油化工储运提出了更高层次的要求，深入开展对石油化工储运现状与发展趋势的研究，对于优化储运体系并提高能源利用效率、降低安全风险进而实现可持续发展有着重要意义。

1 石油化工储运行业概述

1.1 行业发展历程

20 世纪 50 年代，我国石油化工事业开始发展，石油化工储运行业也逐步开始缓慢发展，主要是依靠储罐和简单的短运能力，随着我国石油资源勘探开发事业的不断推进，我国国家加大投资进行石油化工储运设施建设，为储运行业带来发展契机。改革开放之后，大量先进的储运设备、管理理念被广泛引进我国，在许多地区，例如大连、青岛等地还建设了大型原油储运库，储运效率和安全性得到大大提高。随着社会经济进入 21 世纪，世界能源结构变革和环保压力均促使我国石油化工储运行业要逐步进行转型升

级，节能减排、绿色发展等成为当前储运行业发展的主旋律，技术升级力度也越来越大^[1]。

1.2 行业规模及结构

我国石油化工储运行业涉及原油、成品油、化工原料和化工产品等物资的储存运输，现有石油储备库总容量逾 1 亿吨，原油和成品油石油储备库分散布局于沿海、沿江、内陆等大中城市，化工产品储运设施日益完善，形成了较为完善的储运体系。从储运行业结构来看，主要包括储运企业、炼化企业和终端用户三个方面。其中，储运企业主要负责石油产品的储存、运输和调拨；炼化企业主要进行相关生产，将产品销售给储运企业；终端用户主要是石油化工、电力、钢铁等终端用户，是石油产品的最终消费者。近年来，行业规模不断扩大，呈现出储运企业结构多元化、专业化的趋势，大中储运企业通过兼并重组，中小企业提供多元化、个性化服务的特征^[2]。

2 石油化工储运现状分析

2.1 储运设施现状

当前，我国已建成较为完善的石油化工储运设施，包括原油油气库、成品油油气库、石油化工产品储运罐群以及输油管道、输气管线等，形成了较为完善的

储运网络。但总体而言,这些设施分布较为分散,沿海地区和大城市分布较多,内陆地区及偏远地区则较少。在技术方面,虽然已经引进和开发了一些比较先进的设备设施,如自动化控制系统、大型储运罐、超高压输油管道等;但部分老旧的设备设施亟待升级改造,设施的安全、环保等性能难以满足当前需求。在智能化方面,部分储运企业通过应用物联网、大数据、云计算等技术,实现了设施的远程监控、智能控制、优化配置,但总体而言,这些储运设施的智能化水平尚不高,数据共享互通互联不足。

2.2 储运技术现状

我国石油化工储运技术进步,涉及储运设施的设计、建造、运营与维护等各个环节。在储罐技术上向大容量、高压、低温储存等方向改进,提高储罐的安全适用性;在管道运输上向高压、大口径、远距离输油输气管线为主的运输方向改进,提高管道运输的效率和安全性。在自动化控制技术上快速进步,广泛应用 PLC、DCS 等自动化控制技术,实现储运设施的远程监控、自动调节和故障诊断,提高作业效率和安全性。在信息化技术的应用上广泛深入,利用 ERP、MES 等技术实现生产、仓储、运输等环节的信息集成和共享。在新能源和环保技术的应用上积极探索,如使用太阳能、风能为储运设施提供能量,使用环保材料和包装材料进行化工产品的运输等。

2.3 储运安全现状

我国在石油化工储运方面安全管理制度体系已经趋于完善,从国家到地方,制定了大量石油化工储运管理法律法规和相关标准,严格要求石油化工储运设施设计、建设、运行和维护,但是因为石油化工行业储存设备多的特点,导致部分企业的安全意识薄弱,实际运行中仍存在事故隐患。火灾、爆炸、泄漏等事故层出不穷,不仅会造成人身伤亡和财产损失,还会污染周边环境。随着我国石油化工技术的进步,在技术和管理方面都取得较大进步,事故发生率在逐年减少,但安全隐患依然存在。我国在石油化工储运方面大力推行先进的安全技术和设备,如安装火灾报警装置、泄漏检测仪、安全阀等,在员工中加强安全常识和安全意识的宣传,加强防火救灾等事故应急演练;同时,我国正努力提高石油化工储存的安全标准,在加强横向、纵向安全互联上寻求突破。

3 石油化工储运存在的问题

3.1 设施老化与落后

石油化工储运设施设备老化,技术落后。在上世纪五六十年代建设的一些设施,经过多年运行,其强度或性能衰减严重。如耐压力强度低,难以承受新的

储运压力;耐腐蚀性差,使得设备加速老化;密封不严,增加介质外漏风险,遇热、静电产生火花,威胁储运安全。重新改造难度大。一些老的储运设施由于地理位置较深或偏远,施工困难,运输量大,对地质条件要求高,物资、设备运输困难,导致项目重新改造的工期过长。重新改造的费用高。重新改造费用巨大。购进新设备、新技术的成本以及施工费用、设备调试费用使企业不堪重负。先进技术和设备的应用需要企业具备较高的研发条件和高级技术人员,技术难题成为瓶颈。

3.2 自动化与信息化水平不足

石油化工储运行业自动化、信息化水平不一。除部分领先企业外的众多企业还是以人工操作为主,效率低下,而且由于体力、注意力等原因易出现失误,无法满足大需求大效率的储运工作。企业和地区之间的信息化水平参差不齐,信息系统的种类、架构不一,兼容性差,数据也无法互通,无法形成共享,容易形成信息孤岛,影响各企业之间的协同工作。缺乏信息管理平台,无法实时监控储运设备、物资的运转、流动情况,无法动态调度,优化管理,影响石油化工行业的整体效率和资源、物力配置。

3.3 安全管理存在漏洞

石油化工储运企业虽然制定了相关安全管理制度,但是部分企业制度执行不到位,在安全检查方面流于形式,对隐患排查不彻底,不能够及时发现隐患;安全投入方面,为了节约成本,在安全设施配备和维修方面能缩就缩,安全技术和设备更新换代跟不上,不能满足安全需求。安全知识培训方面,在安全意识和安全管理方面落实不到位,造成对安全操作规程和知识掌握不熟练,违规操作现象比较普遍。

3.4 环保压力增大

石油化工储运涉及的污染物有废水、废气、废渣等,且伴随着储运过程的进行而不可避免产生。对环保提上的新要求,导致石油化工行业环保压力持续加大。加上部分企业意识淡薄,环保设施缺乏或即使有也处于低效运行状态,造成污染物不达标排放。而老设施由于当初建设时未考虑环保问题,改造需要打破原有结构和工艺,进行大量调整,技术和成本难度较大。旧设施难以满足现有环保要求,超标排放的污染物不仅会造成周边生态环境破坏,损害周边居民的生命健康,更会面临环保合规问题和舆论压力^[3]。

4 石油化工储运发展趋势

4.1 智能化发展方向

人工智能、物联网、大数据等技术将使得石油化工储运系统从人工操作迈向智能自动化运行。未来大

量智能传感器分布于储运系统的各个部位,包括储罐、管道、车辆等,温度、压力、流量、液位、压力等数据通过物联网传送至中控室内,通过大数据分析等技术,就可以判断机器运行的状态,预测可能的故障,提前安排机器检修,避免由于机器故障造成生产中断或其他安全事故,提高设备的可靠性和稳定性。自动智能调度系统是石油化工储运系统优化管理的关键。自动智能调度系统通过智能获取市场需求、运力、储存能力等各类信息资源,采用智能计算的方式,合理优化运输和储存方案。根据不同货物的特点和运输要求安排运输工具和储存空间分配,消除迂回运输与无效仓储,提升储运效率的同时降低运营成本。同时,虚拟现实与增强现实等技术将深度参与操作与培训环节,操作人员可利用虚拟场景进行模拟操作,提前熟悉复杂的工艺流程与应急处理流程,减少真实操作时的失误,提高工作效率和准确性^[4]。

4.2 绿色化发展趋势

在全球环保意识持续增强且环保法规日益严格的大背景之下,绿色化已然成为石油化工储运发展的关键重要方向。积极推广清洁能源的应用是达成绿色化目标的一项重要举措。太阳能、风能、氢能等清洁能源会逐步取代传统的化石能源,从而为储运设施提供可靠的电力支持。通过建设太阳能光伏电站、风力发电场以及采用氢能燃料电池车辆等方式,能够减少储运过程中的碳排放并降低对不可再生能源的依赖。环保型储运设备与材料的研发和应用同样是绿色化发展的关键重点。新型环保型涂料、密封材料能够有效减少污染物的泄漏与挥发情况,具备高效隔热、防腐性能的新型储罐与管道材料可降低能源损耗与设备腐蚀的风险。对现有的储运工艺进行优化升级,通过改进装卸流程、优化储罐呼吸阀设计等相关措施,能够减少能源消耗与污染物排放并提高资源利用效率,实现储运过程的低碳化、清洁化发展以满足日益严苛的环保要求,进而减少对生态环境所造成的不良影响^[5]。

4.3 一体化发展格局

为了提高行业整体效益和市场竞争能力,石油化工储运服务一体化会是未来发展方向。要提高一体化水平就得加强产业链里上下游企业的整合,强化生产、储存、运输、销售企业之间的联系,达成信息共享进而实现资源优化配置,达到生产具有计划性并调整仓储和运输能力,避免资源出现浪费和闲置以提高资源配置效率,最终实现降低全产业链成本的目标。建设综合储运基地是达成一体化的有效途径,综合性储运基地会把管道运输、铁路运输、公路运输、水路运输等多种运输方式整合在一起,构建起多式联运的储运

模式让各种运输方式相互配合与转换。建设配套的装卸、仓储、中转等设施能够提高整体物流运行效率,缩短货物周转时间并降低成本。推进区域一体化发展要破除地域界限,建立区域内统一的储运管理平台,实现区域内储运资源协同管理与共享,打造布局合理、功能完备、高效便捷的区域储运网络,形成区域整体竞争优势。

4.4 技术创新驱动发展

新材料技术创新能研发出高质量、具耐腐蚀性且适用于更高温度条件的新型材料用于储罐和管道建设,让储运设备变得更安全耐用并降低维修成本,新能源技术创新可利用新能源为储运行业提供创新能源。新储能技术应用能使能源更高效存储和利用以满足储运行业设施能源需求,智能制造技术创新能够实现储运设备升级,3D打印技术可依据零件复杂程度快速生产零部件来减少设备维修时间并让设备维修更易实现,要加强产学研之间的合作以及高校和科研机构与企业之间的技术交流和成果转化,形成以企业为主体、以市场为导向的产学研结合技术创新体系,培养高质量创新人才这一技术创新源头,研发出高质量低成本且高效能的储运设备和技术推动石油化工储运技术朝更新方向迈进。

5 结语

石油化工储运行业整体发展水平在我国油气能源保障、经济结构调整和转型升级方面处于关键地位。从未来石油化工储运行业发展趋势来看,随着现代社会不断发展,智能化、绿色化、一体化进程持续推进,以及技术创新不断推动,石油化工储运行业将迎来新的发展机遇,通过加大技术创新力度、加强安全管理、树立环保意识、深化产业一体化,逐步实现高效、安全、绿色、智能的可持续发展,为我国经济社会发展提供稳定可靠的油气能源保障。

参考文献:

- [1] 尚建龙. 石油化工储运的现状分析及发展方向[J]. 石化技术, 2023, 30(04): 271-272+184.
- [2] 吴海燕, 庞立新, 朱小平. 石油化工工艺设备现状及发展趋势分析[J]. 中小企业管理与科技, 2019, (07): 173-174.
- [3] 史锋锋. 探讨石油化工储运的现状分析及发展方向[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(10): 101-103.
- [4] 刘春艳. 探讨石油化工储运的现状分析及发展方向[J]. 中国设备工程, 2022(14): 220-222.
- [5] 郑东振. 石油化工废气处理技术的发展现状及趋势分析[J]. 石化技术, 2022, 29(01): 202-203.