

成品油管道输送技术发展现状与工程应用研究

刘鹏飞 张博 (国家管网集团北方管道有限责任公司郑州输油气分公司, 河南 郑州 450002)

摘要:近年来,我国对成品油管道技术给予了更多的关注。若未能对该技术进行全面深入的研究,将可能引发安全风险的攀升,经济效益的下滑,以及环境与社会责任的缺失等问题。基于此,本文旨在系统阐述成品油管道技术现状,深入剖析成品油管道技术面临的挑战,探讨成品油管道技术的发展趋势,以期为成品油管道技术创新优化提供有力的支持。

关键词:成品油;管道技术;资源供应;发展趋势

中图分类号: TE973

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 029-0019-03

Research on the Development Status and Engineering Applications of Refined Oil Pipeline Transportation Technology

Liu Pengfei, Zhang Bo (Zhengzhou Oil & Gas Transmission Sub-company, PipeChina North Pipeline Company, Zhengzhou Henan 450002, China)

Abstract: In recent years, China has placed increasing emphasis on refined oil pipeline technology. Failure to conduct comprehensive and in-depth research on this technology may lead to heightened safety risks, declining economic benefits, and shortcomings in environmental and social responsibilities. Based on this, this paper systematically elaborates on the current status of refined oil pipeline technology, thoroughly analyzes the challenges it faces, and explores its development trends, aiming to provide robust support for the innovation and optimization of refined oil pipeline technology.

Keywords: refined oil; pipeline technology; resource supply; development trends

本文深入剖析了成品油管道技术的现状与发展趋势,明确指出了其对促进技术创新、提升行业竞争力、保障能源安全、推动绿色发展、优化市场需求预测、投资决策、提高环保标准、推动绿色生产以及增强政策响应和市场适应性的关键作用。因此,本文针对成品油管道技术现状及发展趋势的探讨,具有重要的实践与理论价值。

1 阐述成品油管道技术现状

1.1 管道设计与施工技术

常见的管材材料包括钢管和复合管。在管道设计和建造领域,每一种材质都有它的得天独厚的优越性和局限性。如由于钢管在高强度及良好的承压条件下应用广泛,在耐腐蚀性比较弱的高压高温环境下,钢管可能还要额外做防腐处理。复合管结构通过材料组合实现了性能优化,显著提升了耐腐蚀性。然而,其制造成本通常比同规格碳钢管要高,这在一定程度上限制了其在长距离干线管道上的大规模应用,目前更常见于关键穿越段或腐蚀高风险区域。

应以能源消耗最小化、物料流动效率最优化和便于维护和检修等一系列原则来设计管道布局与走向。在部署时,通过先进建模分析工具的优化,减少弯头及不必要的长度,从而降低成本,提高整体效率,需要考虑地形地貌、土壤条件、环境敏感性和今后的扩建可能性。

重点技术覆盖焊接,防腐加工,无损伤检测及安装智能监视系统,要求各负其责、各得其所。质量控制标准的涉及材料检验和建造过程的监视以及产品的最终性能测试及接收。焊接缺陷(如未熔合、气孔)和防腐层破损(如机械损伤、剥离)是管道施工中的常见质量风险点。

为有效管控这些风险,需制定包含严格的无损检测(如全自动超声波检测 AUT、射线检测 RT)规程、防腐层电火花检漏以及配套的快速修复预案(如使用认证的冷焊材料、热缩套),并明确各环节责任主体,确保缺陷能被及时发现和可靠修复,保障管道整体质量。

总而言之,管道设计建造技术是在材料科学、工程力学以及环境科学以及信息技术的集成综合性领域中进行的,它要求将施工设计及材料选择以及建造过程以及质量控制各个方面的详细规划及管理。

1.2 输送控制与调节技术

在燃油生产工艺领域,成品油管道主要输送方式主要集中在高效手段上,像闭合输送和顺序输送就是如此。密闭式输送技术在输送时,能有效减少油品挥发、渗漏,靠维持管道系统的封闭性来提升输送效率。顺序式输送把多个油品依照特定顺序在同一个管道里输送,能大幅削减施工成本,还能明显提升管道利用率。

管道调控系统发挥着关键作用，确保了各类输送方式的平稳运行。又有多个主要子系统，像泵站控制、阀门控制之类的，它们共同承担着监控管道运行状态的关键功能，像调节流量、压力之类的。现代的调控系统（像以 SCADA 或者 DCS 架构为基础的那种）把高精度压力/流量/温度传感器以及高速通信网络（像工业光纤、5G 专网之类的）都整合进去了，这样就能实时采集管道运行的数据。系统一般会按照预设的优化算法或者操作员指令，自动调节泵站机组转速、调节阀开度之类的，让管道在设定的最优工况下运行，不过，其效果很大程度上和模型的准确性、数据的可靠性有关。

在流量与压力管理这一块，要想让管道输送时能稳定地开展，需保证能耗与损失降下来，运用先进技术。需靠精确计算与模拟分析，制定出合理的流量与压力控制方案，利用调控系统的自动调节功能，持续优化管道运行。这些举措不光把输油的效率给提上了，还切实降低了运营的成本，给成品油管道的长期稳定运行打下了坚实根基。

1.3 智能化与自动化技术应用

管线运输管理工作迈入新发展阶段，这一视角是基于智能监控系统的导入。该系统对管道运行状态予以全天候、全方位的监控，同时集成远程监视与高层资料分析功能，融为一体。智能监视系统依靠云计算和大数据处理技术，对管道资料加以实时分析，对潜在隐患做出预警，让管道运输安全性和效益大幅提高，给决策者提供及时、可靠的信息支持。在管道运输智能化进程中，自动化控制系统的应用进一步得到促进。PLCSCADA 系统是自动控制系统的核心部件，它能对泵站、阀门等重点装备进行精密控制，而且通过算法有效降低能源消耗，让管道运输自动化水平有了新提升。

1.4 安全监测与防护策略

在管线运输这一领域，安全监视与防御战术是重点防线，要保证安全且平稳运行。其中，作为本防线核心组成部分的网路监视系统，通过多种高精度传感器和智能分析算法的高集成度，实现了对管道运行的实时、全方位监控，该系统在监控体系里具有很强针对性，能快速抓捕和定位油品泄漏事件，还能搭载先进的腐蚀监测模块，有效降低环境污染经济损失，为管道内外壁腐蚀程度进行科学评估，给防因腐蚀安全事故的预防和发展提供有力资料与支持。

需构建智能预警体系，依靠大数据分析与机器人学习技术，来进一步提升管道运行的安全性。该系统要达成系统运行安全性的目标，需设置科学合理预警

指标，这些指标要能精准识别潜在安全隐患，还能自动触发应急处理程序。一旦收到预警信号，有关部门马上启动应急预案，快速组织专业人员高效处置，确保管线能连续安全、平稳运行，还能对管线运行提供有效服务。

在保护手段方面，采用多种前瞻性的措施加以实施。例如：能形成对外部环境有阻隔作用的致密膜，使管材表面的防腐涂料得以保护。对外部环境的侵蚀起到有效的隔绝作用。采用电化学原理的阴极保护工艺，让管材有连续极化、电极流的作用，从而使腐蚀性反应有效加以抑制作用。广泛运用这些超前的保护手段。不但让管路的使用年限明显增长，而且让维护费用大幅降低，为管道输送安全与可持续发展的基础打下了坚实基础。

2 剖析成品油管道技术面临的挑战

2.1 地质与环境考量

在管道设计和施工的时候，地震活动区、软土地基、岩石层变化以及地下水文环境等，对管道的稳定性、材料选择还有施工技术都要求很严。为应对这些挑战，工程师需仔细勘探地质，用先进的数值模拟办法来预估地质活动给管道带来怎样的影响，然后据此设计出合理的设计走向、支护结构和材料规格，好让管道在复杂地质条件下长期安全地运行。

全球对环境保护意识不断增强，法律法规对管道项目环境影响评估、生态保护措施以及污染防控机制的要求也更高了。这一要求使管道设计得考虑经济效益和运营效率，还得把生态平衡与可持续发展都顾上，像优化线路布局、采用环保型材料和施工工艺，建立严格的泄漏监测与应急响应机制这些，这样一来，能减轻管道运营对环境可能有的负面影响，也切实践行习近平主席对管道运营管理提出的“平安、绿色、发展、友谊”这一指示要求。

2.2 设备更新与技术进步

在管道运输系统持续运行时，有些设备长期使用，常磨损变大、性能变差，故障也频繁，这不但会增加维修成本，还可能引发安全事故，严重威胁管道稳定运行。所以，设备的更新对提高管道的安全性能与作业效率来说，是个迫切的需求。

新的技术引入得克服像技术兼容性、系统集成度以及成本效益这些方面的挑战，要能让新技术跟现有系统能够无缝对接，而且实现经济效益的最大化。新技术的推广与应用，得克服人员培训、标准制定、政策环境这些障碍才行，这样才能让技术革新顺利转化为实际生产力，推动管道运输行业的转型升级。所以，在设备和技术更新的时候，得综合考虑安全、效率、

成本和可持续性等多方面因素，制定科学合理的更新策略，来应对设备老化和技术革新的双重挑战。

2.3 安全环保的双重挑战

安全风险的预防和管控以及对管道的设计与运行提出了较为苛刻的标准，在管道运输领域中构成双重严峻挑战。管道系统面临着自然灾害、人为损伤、设备老化等多重潜在威胁，为了保证管道长期安全运行，在复杂多变的环境下，如何进行准确识别，有效应对，是防控这些风险的关键所在。这就要求依靠先进的技术手段实施实时监视和预警，加强应急响应能力的建立也少不了一套完善的风险管理制度的。

同时，从选址、选材到施工运行，从管线各个环节都要做到严把环保标准，尽量最大限度地减少对自然环境的破坏。管道设计需要兼顾经济效益和运输效率，通过运用环境保护材料、优化施工工艺、加强泄漏监测防治等措施，将生态平衡与可持续发展的理念更加深度融合，切实减轻对环境的消极影响。

3 探讨成品油管技术的发展趋势

3.1 智能化与自动化的深度融合

智能化、自动化技术随着科学技术日新月异的发展，在管道运输领域的应用正逐步加深，给行业带来空前变化。可以通过智能算法对管道运行状态进行实时监控，并对潜在风险进行预测。通过智能算法优化运输策略，实现资源的高效配置，人工智能与大数据技术的融合应用为管道运输提供了强有力的数据处理和分析能力。物联网技术的深化应用，通过实现设备间的互联互通，构建全面的信息感知交互网络，使管线运行透明度和响应速度明显提高，进一步促进了管线运输系统的智能化升级。通过先进控制算法的介绍以及通讯技术的发展，使泵站和阀门的重点设备得到了自动化控制系统的精确控制，从而有效地减少了能源消耗，提高了运输的稳定性。

3.2 可持续发展与环保规范

面对世界各国持续不断更新的可持续发展和不断提高的环境保护要求，管道运输业正在积极谋求一条新的绿色转型之路。行业发展重点已集中于绿色节能技术的应用和推广，以大规模削减管道运输的碳足迹为目的，包括采用低能耗设备、优化运输流程、实施余热回收等战略，能源利用效率显著提高。

同时为管道运输开辟了一个新的增长点的循环经济模式的深入练习。产业通过对资源的回收再利用和废弃物无害化处理来有效缓解环境污染的同时，也使资源的利用效益有了很大提高，为企业的可持续发展埋下了牢固的伏笔。环境保护法规和标准的日渐健全形成管道运输强有力的规范和指导性作用。为了确保

管道运输活动的合法性，严格的环境保护促使企业增加对环境的投资，加快技术上的革新；同时为激励企业采用更多环境友好型技术和工艺而采用更加环保的工业的发展指明了方向，并且加快朝着绿色低碳发展的脚步。

3.3 技术革新与研发的进展情况

在新型管道材料、高效传输技术以及智能检测技术持续发展的进程里，技术创新和研发正持续深刻地改变管道运输行业样子。新型管材性能优异，像高强度、耐腐蚀、材料轻量化之类的，正逐步在管材运输里被应用，这让管材的耐久性和安全性得以更好提升，这表明今后一段时间里，管材建设会更环保、高效。高效输送技术的研发，就是想通过优化管路设计、改进流体动力学特性，进一步巩固在能源物流里的核心地位，从而减少能源消耗，提升运输效率与稳定性，有望给管路运输带来革命性的变革。迅速发展的智能检测技术可以实现实时监控，还能精确定位管道状况，在这种情况下，管道维护的时效性和精准性得以更大提高，而且对管道运输安全管理也有了很强的技术保障。这些技术创新以及研发成果，共同促使管道运输这一行业朝着更智能、更绿色、更高效的方向发展。

4 结束语

总的来讲，本文深入探究了成品油管道技术的现状和发展走向，目的是提高行业标准和监管要求，开拓国际合作与市场机会，从而推动行业全面健康发展。成品油管道行业不断进行技术创新与优化，这会让其长期投资回报更高，风险管理与多元化投资策略也会有很大成效。

参考文献：

- [1] 欧阳海涛.成品油管道技术现状及发展趋势研究[J].石化技术,2024,31(02):233-235.
- [2] 陈萌.成品油管道泄漏监测技术应用现状与发展趋势[J].科技创新与应用,2023,13(25):182-185.
- [3] 卢绪涛.成品油管道技术现状及发展趋势[J].化学工程与装备,2018(04):245-246.
- [4] 吴玉国,田壘.成品油管道技术发展现状与趋势[J].现代化工,2014,34(05):4-8.
- [5] 袁方.成品油管道技术现状及发展趋势[J].石油化工技术经济,2006(04):29-32.
- [6] 王功礼,王莉.油气管道技术现状与发展趋势[J].石油规划设计,2004(04):1-7+48.

作者简介：

刘鹏飞（1989-），男，汉族，河南洛阳人，大学本科，中级职称，研究方向：石油与天然气管道安全管理。