

美国成品油管道及运营业务模式介绍

乔 星 (中国国际石油化工联合有限责任公司, 北京 100728)

摘要: 美国作为全球较大的成品油消费国之一, 其国内供需情况对全球成品油市场具有一定的影响。考虑到国内的成品油市场存在明显的区域失衡, 并影响了价格和市场稳定性, 美国建立了比较庞大的管道网络, 在平衡供给、保障油品供应方面具有重要意义。本文将主要介绍美国 5 个石油战略区供需现状、成品油管道网络及运营, 详细分析科洛尼尔管道的运营模式、物流调度和多油种输送机制, 探讨其在美国成品油国内外市场中的作用。

关键词: 成品油管道; 供需; 运营模式

中图分类号: TE832

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 016-0001-03

Analysis of U.S. Refined Products Pipelines and Introduction to the Operational Business Models

Qiao Xing (China International United Petroleum & Chemicals Co., Ltd. Beijing 100728, China)

Abstract: As one of the largest consumers of refined oil products globally, the domestic supply and demand have a significant impact on the global refined oil product market. Given the evident regional imbalance in the domestic refined oil market, which affects both prices and market stability, the U.S. has established an extensive pipeline network that plays a crucial role in balancing supply and ensuring stable oil product delivery. This article focuses on analyzing the supply and demand situation across the five U.S. Petroleum Administration for Defense Districts (PADDs), the refined oil pipeline network and its operations. It will provide a detailed analysis of the operation, scheduling, and multi-product transportation mechanism of the Colonial Pipeline, exploring its role in both the domestic and international U.S. refined oil product markets.

Keywords: products pipeline supply and demand operation mode

1 美国成品油供需现状

美国成品油供需总体均衡, 但地区间存在差异。结合不同地区的炼油产能、消费量和基础设施等, 美国国防区域石油管理局 (Petroleum Administration for Defense Districts, 简称 PADD) 将全国划分为 5 个石油战略区, 即 PADD1-5, 以便更加有效的管理石油生产、炼制、储运和分配, 降低运输成本和供应链风险。

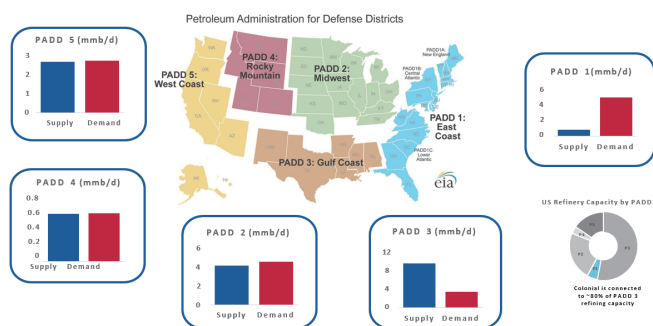
PADD1 (东海岸) 地区主要依赖外部输入, 日均消费量约 500 万桶, 然而该地区炼厂产能有限, 炼油产量不足 100 万桶/日, 80% 以上成品油需通过管道从墨西哥湾输送或海运从欧洲和加拿大进口。

PADD2 (中西部) 地区基本实现自给自足, 日均消费量约 450 万桶/日, 炼油产能约 400 万桶/日, 其余通过管道从墨西哥湾供应。

PADD3 (墨西哥湾沿岸) 地区供给远超本地需求, 主导全球出口市场, 日均消费量约 300 万桶。该地区作为全美最大的炼油中心, 炼厂整合度高、出口设施完善, 炼油产量约 900 万桶/日, 主要用于出口, 同时通过科洛尼尔等管道向东部和中部输送。

PADD4 (落基山脉) 地区供需勉强平衡, 日均消费量和炼油产能约 60 万桶/日, 主要供应本地需求, 依赖少量铁路或管道外部输入。

PADD5 (西海岸) 地区环保要求较高且相对独立, 日均消费量和炼油产能相对持平, 约为 250 万桶/日, 该地区实施严格的低碳燃料标准, 炼厂需生产特殊配方的汽油和柴油, 部分成品油需从亚洲和其他地区进口。



数据来源: EIA

2 美国成品油管道网络建设

美国成品油管线是全球最发达的能源运输系统之一, 总长度超过 20 万英里, 形成以墨西哥湾为核心、辐射全国的“蛛网式”运输体系。主要承担汽油、柴油、航空煤油等精炼石油产品的跨区域输送, 作为连接炼厂、消费市场和出口枢纽的核心基础设施, 在平衡区域供需、保障能源安全等方面发挥了不可替代的作用。

2.1 成品油管道网络的作用

美国炼厂集中在墨西哥湾沿岸，而主要消费市场在东海岸，通过管道将富产区与高需求区连接，缓解区域性供需失衡。相比于铁路和卡车运输，管道运输更为经济高效，约为铁路运输成本的 1/3。极端天气或市场危机时，成品油管道可以提供稳定的供应保障，确保全国能源供应的稳定性。

2.2 美国主要成品油管道

① Colonial Pipeline: 从德克萨斯州休斯顿到纽约港，长度约 5,500 英里，每日可运输超过 250 万桶汽油、柴油、航煤、燃料油等。

② Magellan Midstream Partners: 遍布美国中部和西南部，长度约 9,000 英里，每日可运输约 70 万桶汽油、柴油等。

③ Kinder Morgan Pipeline: 主要服务于美国西南部和东南部，长度约 9,500 英里，每日可运输约 240 万桶汽油、柴油、航煤等。

④ Buckeye Partners: 主要覆盖美东、中西部地区，长度超 5,000 英里，每日可运输超过 100 万桶汽油、柴油、航煤、燃料油等。

2.3 成品油管道与进出口市场联系

美国成品油市场一方面依靠国内自主生产并通过管道网络和库存平衡需求，另一方面还与全球市场紧密相连，通过港口系统形成相对完善的海运供应链，进一步稳定国内的供需和市场价格。东海岸市场较大的产能和需求差异，为成品油进口创造了市场机遇，来自加拿大和欧洲的成品油，通过海运至港口、储罐优化、管道及陆路配送分销至终端消费市场。西海岸市场炼油产能有限且环保要求较高，主要依赖亚太地区和中东市场的成品油海运进口，并通过内陆管道输送至终端需求。墨西哥湾沿岸炼油工业布局相对集中且规模较大，是美国成品油出口的核心地区，主要供应墨西哥、南美洲、欧洲和非洲等地区，约占美国成品油总出口量的 70% 以上。

3 科洛尼尔管道运营模式

作为美国乃至全球规模最大的成品油管道系统，科洛尼尔管道运营模式兼具效率与复杂性，是美国能源基础设施的标杆案例，供应了美国东海岸 45% 的燃料需求，不断将墨西哥湾沿岸炼油厂生产的石油产品，输送到美国东南部和东部市场。主要包括两条并行的运输管线，即汽油管线（1 号管线），专门输送汽油，输送能力约为每日 120 万桶；馏分油管线（2 号管线），主要输送柴油、航空燃油和取暖油，每日输送能力约为 130 万桶，另外包括多条支线，连接主干管道与各地的分销终端。

3.1 多油种管输

成品油多油种输送工艺，一方面要求科学地按油品性质进行排序，使油品在顺序输送过程中将混油量降到最低，另一方面要使产生的混油易于处理并能恢复其使用价值。科洛尼尔通过精细的顺序输送策略、实时界面管理和强大的基础设施网络，实现多油品的高效共线运输，通过灵活的批次调度适应市场需求变化。

3.1.1 种类与特性

主要产品：普通无铅汽油、高级无铅汽油、超低硫柴油（ULSD）、家用取暖油、航空燃油（Jet Fuel）等。不同油品的辛烷值、闪点、硫含量、密度、雷朋蒸汽压等关键指标差异显著，需避免混合污染。

3.1.2 批次运输

将同类油品合并为统一标准的批次，允许不同供应商的同质产品在管道中混合运输，简化库存管理，减少分批次运输成本，提高管道利用率。

3.1.3 顺序输送技术

按照兼容性优先的原则，将特性相近的油品种类相邻排列，减少界面混油。同时通过密度梯度管理，按密度从低到高排列，利用重力差异降低混油量。典型运输序列：高级汽油→普通汽油→家用取暖油→航空燃油→柴油。

3.1.4 界面分离与质量控制

通过使用实时传感器监控管道内油品颜色、密度、体积计量、质量分析等，识别并跟踪油品类型和质量，当目标油品到达分离界面时，切换控制阀门并将其导出管线，分流至储罐或管道支线，同时识别并单独收集两个相邻批次间的混合油，以便进一步分馏或调至低品质油种使用。如在运输优质汽油时，精准识别分离点并提前进行切换（避免普通汽油污染高级汽油品种），确保少量高级汽油混入普通汽油。

3.1.5 季节性需求变化

汽油需求呈现夏强冬弱的季节性特点，并且冬季和夏季汽油指标（辛烷值和雷朋蒸汽压）差异明显，此外，冬季暖油需求显著提升。因此，管道方通过夏季提升汽油批次，冬季增加取暖油运输比例，结合沿线储罐罐容平衡运输压力。

3.2 交易对手管理

科洛尼尔管道公司对托运人的信用要求旨在确保其运输服务的财务安全性。申请成为托运人的贸易商/供应商需提供财务报表或其他财务证明、联邦雇主识别号、关联公司声明、联邦及州注册文件。如其判定托运人信用不足或信用恶化，需提供保证金、信用证或母公司担保。

新托运人：新托运人需在1号管线和2号管线每周期平均运输达18,750桶，其他管线每周期平均运输达3,750桶，方可转为常规托运人，但若12个月内未在管线内运输将失去资格，需重新申请。

常规托运人：已在科洛尼尔系统上建立稳定运输记录的实体，基准期内1号管线和2号管线每周期平均运输达15,000桶，其他管线每周期平均运输达3,000桶。常规托运人具有容量分配优先权，同时若未达最低运输量，计算周期历史分配归零，需申请恢复为新托运人。

3.3 提名运输与物流调度

科洛尼尔将每5天定义为一个完整的运输周期，72个周期对应全年365天的持续运营。每个周期中，成品油按批次注入管道，并在沿线的多个泵站和卸载终端进行分配，每个周期遵循严格的排程，以最大限度提高运输效率和产品交付的准确性。托运人结合该周期安排、产品种类等在管道运输系统中提交运输申请、安排批次、确认物流安排，并最终完成产品输送的全过程。

①提名运输：托运人通过指定平台在规定时间内提交运输申请，包括产品类型、批次数量、起点及目的地等，按照批次代码格式SSS-PP-CCD（托运人代码-产品代码-周期编号+批次字母）予以提交。

②批准与调度：科洛尼尔管道收到托运人提名后，按照每日最大输送能力，综合考虑管道容量、现有库存水平和泵站压力等对提名运输予以确认，并根据不同产品的兼容性，合理安排批次顺序，尽量减少交叉污染。

③注入：获得批准后的托运人将进入实际的物流执行阶段，科洛尼尔管线在验证产品质量（API密度、硫含量等）、核对数量和批次安排后，协同托运人委托的储罐方或炼厂将对应数量的产品注入管道。

④输送及卸载：管道按照既定的输送速度，从德克萨斯州休斯顿沿管道一直将产品输送到新泽西州纽约港，到达目的地后通过卡车配送、海运出口或分销、储存当地储罐等满足市场需求。

3.4 所有权转移

成品油运输过程中，货物的所有权涉及到托运人、接收方和管道方之间的关系。考虑到管道方本身不拥有运输的货物，仅为托运人提供运输和物流服务。因此，货物所有权的归属和转移涉及到以下几个主要方面：①货物所有权的基本原则：运输途中，货物所有权仍然属于托运人；收货方在指定终端完成提货手续、付款或其他条件等转移物权；货物所有权的具体转移方式通常在买卖合同或运输合同中明确规定，起点或

终点完成所有权转移、费用及风险承担等。②运输中的所有权状态：托运人负责注入管道前产品数量质量，并承担注入管道损耗和泄露风险，管输中由托运人支付运输费用，承担货物损耗责任，所有权在交付完成后转移给收货方，收货方承担库存、存储和销售责任。③货物混合与交叉污染：科洛尼尔采用批次运输，存在不同批次产品在管道中交错或接触的可能性，从而出现一定程度的产品混合。轻微混合或因管道压力等设备问题引发污染，管道方按照约定标准赔偿或调整数量；托运人产品质量问题引发污染，需自行承担损失或被罚款。

4 结论及相关建议

4.1 成品油供需区域差异

美国成品油的需求和生产存在显著的区域差异。东海岸和西海岸依赖进口，墨西哥湾沿岸则是美国成品油的生产和出口中心。成品油进口主要通过港口接收，而出口则通过墨西哥湾沿岸的港口和管道进行。美国通过其强大的管道网络与全球供应链的连接，确保了国内市场的稳定供应，并为其他国家提供成品油。

4.2 成品油管道网络的复杂性与高效性

美国的成品油管道网络建设涵盖了管道、储罐、港口等基础设施建设，通过高效的物流调度，实现成品油储存、生产、供应终端消费的实时供应，其主要特点体现在相对完善的运输周期管理、科学合理的油品分离以及灵活的批次运输等，通过优化管道运输排程和配送效率，保障管输能力和质量。

4.3 进出口市场与全球供应链的联系

国内市场供需区域性失衡叠加地理位置的特点，为联动国际市场创造了一定的条件和机会，全球成品油供需及价格涨跌、海运市场的起伏，直接影响进出口贸易。跨国公司参与美国成品油业务，可结合自身条件分析，逐步参与到美国本土市场供应，并进一步发展进出口业务。

参考文献：

- [1] 梁翥章. 国外成品油管道运行与管理 [M]. 石油工业出版社, 2009.
- [2] 吴玉国. 成品油管道技术发展现状与趋势 [J]. 现代化工, 2014(5):4-8.
- [3] 王大鹏. 科洛尼尔管道油品质量管理经验与启示 [J]. 油气储运, 2018(37):291-293.
- [4] 王果涛, 廖绮, 梁永图, 等. 美国成品油管道管输能力分配机制及其启示 [J]. 国际石油经济, 2022, 30(1): 85-93.
- [5] 仲鸿生, 杨士辉. 国外油气长输管道自动化与远动化发展概况 [J]. 国外自动化, 1982(03):61-63.