

液化天然气供应链管理及优化策略研究

张晓辉（中海石油气电集团有限责任公司西南分公司，广西 北海 536000）

摘要：本文针对液化天然气（LNG）供应链面临的主要问题探讨，并提出相应的优化策略。为应对这些挑战，从供应链网络设计、运输方式选择以及库存管理三个方面对供应链进行优化。在此基础上进行理论分析，以期提高液化天然气供应链管理的效率，促进能源工业的可持续发展。

关键词：液化天然气；供应链管理；优化策略

1 引言

随着能源需求的增加，液化天然气（LNG）作为一种重要的清洁能源，在世界能源市场上扮演着越来越重要的角色。然而，液化天然气供应链管理涉及多个环节，面临着运输风险、仓储安全、配送波动等多个方面的挑战已成为制约我国液化天然气供应链稳定运行与效率提升的重要因素。因此，本文以液化天然气供应链为研究对象，研究 LNG 供应链管理与优化策略，以提升 LNG 供应链管理与运作效率，促进我国能源安全与可持续发展。

2 液化天然气供应链概述

2.1 液化天然气的定义与特点

液化天然气（简称 LNG）是一种将天然气冷却至其沸点以下而液化的清洁能源。其主要成分是甲烷，是地球上最干净的化石能源之一。LNG 在液态状态下无色、无味、无毒且无腐蚀性，相比同量的气态天然气，其体积约为 1/625，质量仅为同体积水的 45% 左右。这使得 LNG 在储运过程中能够大幅减小体积，从而便于长距离运输和储存。制造 LNG 的过程通常包括将气田生产的天然气进行净化处理，然后通过一系列的超低温液化工艺，将其冷却至其沸点以下，最终形成液态。液化天然气运输一般通过专门设计的 LNG 船舶或油罐车进行。在使用时，液化天然气需要重新气化，以便于输送到各个终端用户。液化天然气在燃烧过程中对空气污染较小，同时释放的热量较大，因此被认为是一种相对先进的清洁能源。其储存一般在低温储存罐内进行，温度约为 -161.5 摄氏度，压力约为 0.1MPa 左右。

2.2 液化天然气市场现状分析

根据 QYResearch 最新调研报告显示，中国液化天然气市场在 2023 年呈现出强劲的增长态势。数据显示，该年度中国液化天然气进口量达到 7132 万吨，同比增长 12.6%，突显出市场需求的旺盛程度。进入 2024 年，1-2 月的数据更是令人瞩目，液化天然气进

口量达到 1320 万吨，同比增长 19.3%，再次证明了市场需求的持续增长趋势。这一增长背后反映了多方面的因素。首先，随着中国经济的持续增长和工业化进程的加速，对能源的需求量不断攀升，而液化天然气作为一种清洁、高效的能源形式，受到了政府和企业青睐。其次，环保意识的提升也促使了能源结构的调整，越来越多的企业和个人选择采用液化天然气作为替代能源，以降低碳排放和环境污染。然而，尽管市场需求强劲，但液化天然气进口金额在 2024 年 1-2 月同比下降 11.1%，进口金额为 7915.4 百万美元。这一下降可能受到国际市场价格波动、贸易条件变化以及汇率等多种因素的影响。尽管如此，中国液化天然气市场的整体发展趋势依然向好，市场潜力巨大，仍然吸引着国内外企业的积极参与和投资。

3 液化天然气供应链挑战分析

3.1 运输挑战

跨海运输是液化天然气的主要运输方式之一，但也面临着诸多风险。首先，天气因素可能导致运输延误或事故。强风、大浪、恶劣天气等不可预测的自然因素可能对船舶造成影响，进而影响液化天然气的安全运输。其次，海盗袭击是另一个潜在的风险，特别是在一些海域安全较为脆弱的地区，船舶可能会受到袭击，从而造成货物损失和人员伤亡。除此之外，政治因素也可能影响跨海运输的稳定性，例如海域的主权争端、国际关系紧张等都可能对航运造成影响。

3.2 储存挑战

LNG 储存容器设计与安全性挑战涉及确保其具备足够的容纳量和保温性能，以防止长期储存期间的泄漏或挥发。然而，设计大容量的储存容器面临着结构强度、安全性和可靠性等挑战，尤其是在极端气候和地质条件下。LNG 储存安全与环境风险是行业不容忽视的挑战，其低温高压特性使得泄漏或事故可能导致严重安全事故和环境污染，因此有效管理安全风险至

关重要，以保障储存设施的安全性和环保性^[1]。同时，LNG 储存设施的规范与标准也是重要挑战，需要严格遵循国际标准和规范，但不同国家和地区对其规范存在差异，因此如何统一各方标准、确保设施的安全性和可靠性也是当前亟待解决的问题。

3.3 分销挑战

液化天然气（LNG）目的地市场需求的波动是供应链管理中的一重要挑战。这种波动可能受多种因素影响，包括全球经济变化、能源政策调整、地缘政治紧张局势、气候变化和自然灾害等。其中，全球经济状况的波动是最为显著和普遍的影响因素之一。当全球经济增长放缓或衰退时，LNG 的需求往往受到抑制，导致目的地市场需求下降。能源政策的变化也是影响目的地市场需求波动的关键因素。政府的能源政策可能包括对清洁能源的鼓励、对化石燃料的限制或补贴政策等，这些政策的调整都会直接影响到 LNG 的市场需求。例如，一些国家可能会采取措施鼓励使用天然气作为清洁能源的替代品，从而促进 LNG 的需求增长；而另一些国家可能会采取限制化石燃料使用的政策，导致 LNG 需求减少。

4 液化天然气供应链优化策略

4.1 供应链网络设计

4.1.1 基于地理位置的网络优化

在供应链网络设计中，地理位置是一个非常重要的因素。通过对生产、仓储、运输和配送设施的合理利用，降低物流成本，缩短交货时间，增强供应链的柔性和快速反应能力。在 LNG 工业中，由于其特殊的运输模式及储存要求，选择合适的地理位置显得尤为重要。生产设施选址应综合考虑多种因素，如原料供应、能源、环境、市场需求。如液化天然气产地的选择，应充分考虑邻近地区的天然气储量，便于运输，以及环保法规。在选择仓储设施和配送中心时，还应考虑地理位置及目标市场的需求。通常，选择离目标市场越近的仓储设施或配送中心越近，就越能减少运输费用，缩短运输时间，提高供应链的反应速度。因此，提出了一种基于物流网络的物流网络优化方法。运用先进的物流技术与智能物流管理系统，能够实时监控与调度物流过程，使物流成本与风险降至最低。

4.1.2 多元化供应链网络建设

构建多元化供应链网络是企业应对市场风险与不确定性的一种重要策略。通过构建多货源、多运输线路、多分销渠道，降低单点失效给供应链带来的风险，

增强供应链的韧性和抵御风险的能力。首先，可通过与多家液化天然气生产企业签订长期合同，或建立多个生产基地等方式实现多元化供应^[3]。这将减少单一供应商波动带来的冲击，保证供应稳定可靠。其次，可采用多种运输方式，如与多个运输企业进行合作，或自行建设运输设施。这将减少单条运输线所带来的冲击，提升供应链的弹性与应变能力。多渠道分销渠道的建立，主要有多个分销商，代理商等。这样既能减少单一分销渠道所带来的影响，又能扩大市场覆盖面，增强供应链在市场上的竞争能力。

4.2 运输模式选择

4.2.1 多式联运策略

多模式联运是解决液化天然气储运问题的一个重要途径。综合运用多种运输方式（如管道、海运、铁路等），提高运输效率，降低运输成本，降低安全风险，降低环境污染。这就要求建立良好的物流网络，保证液化天然气从生产基地到仓储设施之间的无缝衔接与高效运转。在此过程中，需要综合考虑不同运输方式间的转运设施构建、运输节点的优化布局以及信息技术的应用，实现对运输过程的有效管理与控制。不同的交通方式有其特定的技术需求与设施规范，在实施过程中应考虑不同交通方式间的兼容与互操作问题。其中涉及技术标准的统一，设备的更新改造，人员的培训，以保证不同的运输方式之间的协作与协调^[4]。不同运输方式间的安全风险及环境影响也不尽相同，在制定多模式运输模式时，应综合考虑各运输方式的安全性及环境保护指标，并采取相应措施加以保障。要实现多模式运输过程的安全可控，必须建立安全管理体系，制定应急预案，并对环境进行监测保护。

4.2.2 运输技术创新应用

运输技术创新应用在 LNG 运输和储存领域具有重要意义，可以提升运输效率、降低成本、增强安全性，并减少环境影响。首先，运输技术创新应用涉及到 LNG 运输船舶的设计和制造。随着船舶工程技术的不断发展，新型的 LNG 运输船舶不断涌现，如 LNG 液化天然气船（LNG Carrier）和 LNG 运输罐车（LNG ISO Tank）。这些船舶在设计上采用了先进的船体结构和液化气体储存技术，能够提高载货量、减少能耗、增强安全性，并降低对环境的影响。其次，运输技术创新应用还包括 LNG 管道运输技术的改进。传统的 LNG 管道运输存在着能量损耗大、安全隐患多等问题，而新型的 LNG 管道技术则采用了高效的绝缘材料和先

进的管道布局设计,能够降低能量损耗、提高输送效率,并增强管道的安全性和可靠性。此外,运输技术创新应用还涉及到智能化技术在 LNG 运输和储存中的应用^[4]。通过引入先进的传感器技术、数据分析算法和远程监控系统,可以实现对 LNG 运输和储存过程的实时监测和管理,及时发现和处理潜在的安全隐患,提高运输效率 and 安全性。最后,运输技术创新应用还包括环保技术在 LNG 运输和储存中的应用。例如,采用 LNG 作为替代燃料的交通工具,如 LNG 动力船舶和 LNG 动力火车,可以减少对传统燃料的依赖,降低排放物的排放,减少环境污染。

4.3 库存管理

4.3.1 安全库存设置

在 LNG 运输和储存领域,安全库存的设置是至关重要的一环,它旨在确保在突发情况下的供应稳定性和安全性。安全库存的合理设置需要综合考虑多种因素,包括市场需求、供应链可靠性、储存设施容量等。首先,通过对市场需求的调研和分析,可以预测未来一段时间内的 LNG 需求量,并据此确定合理的安全库存水平。同时,还需要考虑供应链中各个环节的可靠性,包括生产、运输、储存等环节,以确保在供应链出现故障或中断时,安全库存能够及时发挥作用,保障供应的连续性和稳定性。其次,在选择储存设施时,需要确保其能够满足安全库存的容量需求,并具备良好的安全性能和操作可靠性。此外,还需要考虑储存设施的地理位置和布局,以便在紧急情况下能够快速响应和调配。另外,在确定安全库存水平时,需要考虑各种可能的安全风险,包括事故、恶劣天气等因素,并采取相应的措施加以防范和化解。同时,还需要考虑安全库存对环境的影响,采取措施减少对环境的不良影响,促进可持续发展。

4.3.2 JIT(即时制造)管理模式应用

在 LNG 运输和储存领域,JIT(即时制造)管理模式的应用具有重要意义,它可以帮助企业实现生产、运输和储存的精益化管理,提高资源利用效率,降低成本,增强市场竞争力。首先,JIT 管理模式的应用可以优化生产计划和生产过程,减少库存积压和资源浪费。通过精准的市场需求预测和订单管理,企业可以根据实际需求及时调整生产计划,避免因过度生产而导致的库存积压和资金占用。同时,JIT 管理模式还可以优化生产过程,减少生产周期和生产成本,提高生产效率和产品质量。其次,JIT 管理模式的应用可以优

化运输和物流管理,提高运输效率和服务水平^[5]。通过与供应商和物流公司的紧密合作,企业可以实现物流信息共享和协同配送,减少运输时间和运输成本,提高货物的及时性和可靠性。同时,JIT 管理模式还可以优化仓储管理,减少仓储成本和库存风险,提高仓储效率和服务水平。另外,JIT 管理模式的应用可以优化供应链管理,实现供应链的整体优化和协同发展。通过建立稳定、可靠的供应链合作关系,企业可以实现供需双方信息的实时共享和交流,及时响应市场变化,提高供应链的灵活性和响应能力。同时,JIT 管理模式还可以优化供应链中各个环节的流程和操作,减少不必要的中间环节和环节,提高供应链的整体效率和效益。最后,通过不断优化和调整 JIT 管理模式,企业可以发现问题、解决问题,实现持续改进和创新,提高企业的竞争力和盈利能力。同时,JIT 管理模式还可以促进企业的组织学习和知识共享,提升员工的综合素质和创新能力,为企业的可持续发展打下良好的基础。

5 总结

本文系统探讨了液化天然气(LNG)供应链管理的挑战和优化策略。通过对运输、储存、分销等方面的分析,提出了一系列解决方案,包括供应链网络设计、运输模式选择和库存管理的改进措施。尤其值得注意的是 JIT 管理模式的应用,可提高效率降低成本。这些策略不仅对 LNG 供应链实践具有指导意义,也为未来研究方向提供了启示。随着能源需求增长,LNG 供应链管理将面临新挑战,期待进一步完善理论框架,推动行业持续发展与创新。

参考文献:

- [1] 康立成.源自核心出口国的全球天然气供应中断风险测度与分析[D].大连海事大学,2023.
- [2] 黄瀚.价格波动影响下的北京天然气供应链网络均衡研究[D].华北电力大学(北京),2021.
- [3] 曹家宝.柔性视角下天然气供应链网络布局优化[D].华北电力大学(北京),2023.
- [4] 诸艺璇.新发展格局下天然气供应安全保障机制研究[D].浙江大学,2023.
- [5] 贺向宇.基于复杂网络理论的我国天然气进口风险评估与防范[D].重庆工商大学,2023.

作者简介:

张晓辉(1978-),男,汉,陕西省西安市,本科,中级工程师,研究方向:天然气销售、(管道、加气站、燃气电厂等)终端建设管理。