

LNG 接收站绿色低碳发展策略研究

嵇俊（中海油江苏天然气有限责任公司，江苏 盐城 224500）

摘要：面对世界科技革命和产业变革潮流，我国经济由高速增长阶段转向中低速发展新常态、社会主要矛盾发生变化之际，我国提出了高质量发展的理念。面对能源转型的历史性机遇，LNG 接收站正通过升级传统能源产业，深度布局战新产业，推动 LNG 行业向绿色、低碳方向加速转型。文章从绿色低碳发展背景与国家发展政策出发，提出绿色低碳发展目标及发展策略，并对未来发展趋势进行展望。

关键词：LNG 接收站；绿色低碳；产业协同；可持续发展

0 引言

绿色低碳发展是高质量发展的鲜明特征，是高质量发展的必然要求，是我国积极参与全球气候治理的具体行动。传统 LNG 接收站行业要坚持结构调整推动绿色低碳发展，结合国家发展鼓励政策，积极开展核心技术攻关，优化工艺操作，推动产业链升级，实现企业可持续发展。

1 绿色低碳发展背景

1.1 全球气候变化

根据世界气象组织报告、国际能源署(IEA)报告，2024 年是自 1850 年以来最热的一年，全球平均温度较工业化前水平偏暖 1.45℃。1993—2024 年，全球平均海平面上升 10.2cm，每年上升 3.4mm。在亚洲高山地区观测的 22 个冰川中，有 20 个冰川显示出持续的质量损失。平均每年约 2310 万人因恶劣天气事件流离失所，气候变化是人们陷入贫困的重要因素。2024 年全球二氧化碳排放量达到创纪录的 374 亿吨，较上一年增加 4.1 亿吨。

1.2 全球环境污染

工厂大量污染物排放在大气中，其辐射效应对太阳与地球之间的热平衡造成干扰，引起大气异常升温，影响降雨天气和全球水循环。全球约有 30% 的河流、湖泊和地下水受到不同程度的污染，主要污染源包括工业废水、农业污染和生活污水。此外土壤污染来源包括工业和采矿活动、城市和工业垃圾、石油开采和加工、不可持续的农业实践以及交通运输。

1.3 公众环保意识

生态环境部环境与经济政策研究中心《公民生态环境行为调查报告（2023）》显示，我国公众普遍具备较强环境行为意愿。其中，行为表现较好的领域是“呵护自然生态”“关注生态环境”“减少污染产生”“节约能源资源”“选择低碳出行”和“分类投放垃圾”。

1.4 市场竞争愈加激烈

截至 2024 年 9 月，全国共建成投产 LNG 接收站 34 座。其中国家管网 8 座、中国海油 5 座、中国石油 3 座、中国石化 2 座，按照地域划分，东北地区 1 座、华北地区 5 座、华东地区 12 座、华南地区 13 座、港澳台地区 3 座。



图 1 全国 LNG 接收站（已建、在建、规划）分布

2 国家有关绿色低碳发展政策

2.1 碳达峰碳中和

2021 年，国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，是我国落实双碳目标的纲领性文件。文件要求：2025 年，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%；非化石能源比重达 20% 左右；森林覆盖率达到 24.1%。2030 年，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%；非化石能源比重达 25% 左右；森林覆盖率达到 25%。2060 年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立；非化石能源比重达 80% 左右。

推动达成双碳目标的重点措施包括：推进经济社会发展全面绿色转型；深度调整产业结构；加快构建清洁低碳安全高效能源体系；加快推进低碳交通运输体系建设；提升城乡建设绿色低碳发展质量；加强绿色低碳重大科技攻关和推广应用；持续巩固提升碳汇能力；提高对外开放绿色低碳发展水平。

2.2 长江经济带、长三角一体化高质量发展

国家发展改革委 2019 年 11 月 19 日发布《长三角生态绿色一体化发展示范区总体方案》。中共中央政治局 2023 年 11 月 27 日召开会议，审议《关于进一步推动长江经济带高质量发展若干政策措施的意见》。

《长三角生态绿色一体化发展示范区总体方案》提出：推行绿色生产生活方式，实施机电、印染、化纤等传统产业绿色化智能化改造，加快信息服务业绿色转型，建设一批高性能绿色数据中心。发展绿色低碳产业，鼓励有条件的地区加快氢能产业园建设，加快构建全过程低碳建设体系，打造一批近零碳社区。

《进一步推动长江经济带高质量发展若干政策措施》提出：要毫不动摇坚持共抓大保护、不搞大开发，在高水平保护上下更大功夫，守住管住生态红线，协同推进降碳、减污、扩绿、增长。要坚持把科技创新作为主力，积极开辟发展新领域新赛道，加强区域创新链融合，大力推动产业链供应链现代化。

2.3 新质生产力

2023 年 9 月，习近平总书记在黑龙江考察调研期间首次提到“新质生产力”。2024 年 1 月 31 日，习近平在中共中央政治局第十一次集体学习时强调，加快发展新质生产力，扎实推进高质量发展。

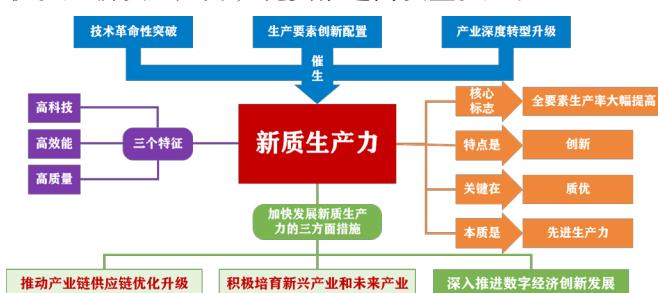


图 2 新质生产力关键特征与保障措施

3 绿色低碳发展目标

3.1 核心技术攻关，降低碳排放量，助力双碳目标

2021 年 6 月 3 日，中国石油发布《2020 年环境保护公报》，围绕“双碳”目标，中国石油首次将绿色低碳纳入公司发展战略，明确清洁替代、战略接替和绿色转型“三步走”战略部署。2022 年 6 月，中国海油正式发布《中国海油“碳达峰、碳中和”行动方

案》，力争—2028 年实现碳达峰、2050 年实现碳中和，成为实现我国“双碳”目标和保障国家能源安全的中坚力量。2022 年 7 月，中国石化发布《中国石化绿色洁净发展战略》，全面优化调整产业和能源结构，持续推进能效提升计划、绿色企业行动，加大推进碳减排力度，强化碳资产管理，进一步提升了公司绿色低碳发展水平^[1]。

3.2 优化工艺操作，降低运行成本，实现节能低碳

接收站应该以气态外输单位电耗 · kWh/t 与液态外输单位电耗 · kWh/t 为指标，优化低压泵、高压泵、气化器等气态外输线设备，以及低压泵、槽车装车撬、返装船泵等液态外输线设备，降低运行成本。

3.3 推动产业链升级，提高能源利用率

接收站可 LNG 产业立体规划，聚焦发展“LNG 接收储运”、“天然气综合利用”及“冷能综合利用”，提高能源利用率。天然气综合利用包括：天然气发电、天然气制氢及综合能源站。冷能利用的主要方式包括：冷能发电、空气分离、冷能交换、冷库存储、轻烃分离等。

3.4 精益管理、降本增效，实现企业可持续发展

接收站可在生产操作、办公耗材、设备维修、水电燃气、智能监控、员工习惯等方面着手精益管理，降本增效。

4 绿色低碳发展策略

结合发展目标，绿色低碳发展策略可分为：供气能力建设、能效综合提升、产业协同升级及科技创新驱动等四大方向。

4.1 供气能力建设

LNG 作为清洁能源，对降低碳排放量具有显著效果。当接收站全年外输规模达 280 万吨时，相比煤炭、石油等传统能源，可实现二氧化碳减排 1300 万吨。接收站处理能力主要取决于码头接卸能力、储罐周转能力与外输设施能力。供气能力建设重点围绕以上三个能力提升开展，从而提高清洁能源比例，实现绿色低碳。

可通过开辟 LNG 专用航道、减少辅助作业时间、开展夜间船舶作业、建设“背靠背”泊位等途径提升码头接卸能力；通过大容积储罐建造技术（22、27 万方）、船期调度与外输调度匹配等途径提升储罐周转能力；通过开展返装船作业、规划槽车扩建项目、开发 BOG 直供用户等途径提升外输设施能力。

4.2 能效综合提升

接收站可以三基管理与降本增效为抓手，牢固树立成本意识、效益意识，积极探索绿建节能点与操作

优化点，降低运行成本，提升运行能效。

4.2.1 基层班组建设

指制定基层班组手册及岗位工作流程，降低操作安全风险与安全成本。“基础工作”指制定操作、巡检、交接班、作业许可等标准化管理，提升本质安全水平。

“基本功训练”指通过操作技能提升、专业能力培养及考核上岗机制，确保人员基本功。

4.2.2 在接收站推行绿建节能

厂前区采用太阳能热水供应系统、光伏发电系统；厂前区采用直燃机溴化锂机组空调，利用 BOG 实现集中供温；厂区采用生活污水处理系统，处理水质满足标准后，用于厂区绿植浇灌。

4.2.3 建立设备状态监测系统

研究罐群液位、工艺操作、外部环境等因素对 BOG 产生量的影响，间歇运行 BOG 压缩机。有效利用平谷电价，“峰停平谷启、峰降平谷升”，调整生产节奏。建立设备状态监测系统，推行“配件国产化”、“修旧利废”，降低备件采购成本。

4.3 产业协同升级

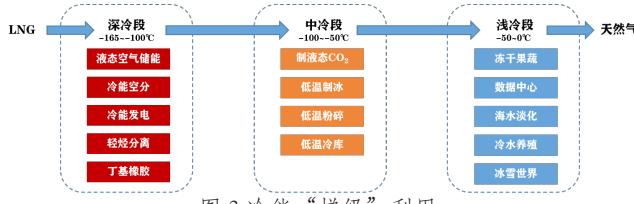
接收站可结合地方政府产业发展规划，打造天然气利用、冷能利用、绿电应用产业链。

4.3.1 天然气利用

积极探索地方天然气发电、天然气制氢、制甲醇产业布局，打造氢、油、气、电、服“五位一体”综合能源站，提升天然气利用业务范围。

4.3.2 冷能利用

因地制宜发展冷能产业，在冷能发电、冷能空分、冷水养殖、换冷站、冻干果蔬、制冰供冷等项目，选择有培育前景、落地可行的项目。



4.3.3 绿电应用

依托绿色电能建设绿色工厂，开展绿电生产、绿电制氢、绿电储能、绿电数据中心等应用。

4.4 科技创新驱动

联合设计院、厂商开展卸料臂、低压泵、高压泵、气化器、压缩机、装车撬等核心设备国产化研究，打破了国外产品垄断和技术封锁。依托公司科技创新平台，鼓励开展绿色低碳技术攻关。

5 绿色低碳未来展望

5.1 氢能产业发展

根据国家《氢能产业发展中长期规划》(2021—2035 年)，到 2025 年，我国燃料电池车辆保有量约 5 万辆，部署建设一批加氢站，实现二氧化碳减排 100 万吨至 200 万吨/年。到 2035 年，形成氢能产业体系，构建涵盖交通、储能、发电、工业等领域的多元氢能应用生态^[2]。

5.2 CCUS 技术

CCUS 技术是减缓气候变化的关键技术之一，通过捕获、利用和储存二氧化碳，能够有效降低温室气体排放。目前该技术在商业化方面仍面临一些挑战，如高昂的成本和地质储存风险等。随着技术的不断发展和完善，其商业化应用将得到进一步推动，在实现碳达峰、碳中和的过程中，CCUS 技术将具有广阔的应用前景。

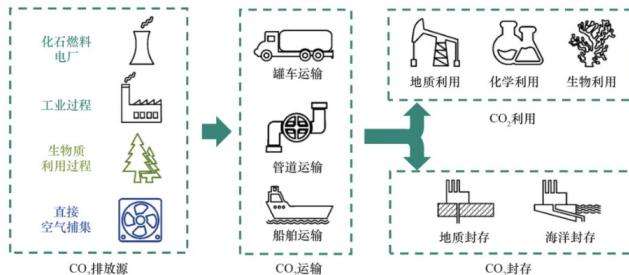


图 4 CCUS 产业链

5.3 相变储能技术

相变储能技术是一种新型的节能技术，该技术的核心是相变材料，它可以在温度变化时吸收或释放大量的热量，从而实现热量的储存和释放。相变储能材料在物相变化过程中，可以与外界环境进行能量交换，从而达到控制环境温度和利用能量的目的。相变材料吸收热量从固态变为液态，当释放热量时，由液变为固态。相变材料在熔化或凝固过程中虽然温度不变，但吸收或释放的潜热却相当大。

5.4 液化空气储能技术

液化空气储能技术是实现风、光、冷能等新能源深度消纳并网、合理吸收电网低谷电，并在需求时稳定输出电能的新型储能方法，具有大规模长时储能、清洁低碳、安全和不受地理条件的突出优点，应用场景广泛。

参考文献：

- [1] 王永健. 中国石化的绿色低碳发展实践 [J]. 石油石化绿色低碳, 2016, 45(6):17-19.
- [2] 吕建忠, 毕研涛, 余本善, 杨虹. 传统能源企业转型和清洁化发展路径选择——以国内外大型石油公司的转型发展为例 [J]. 国际石油经济, 2017, 22(8):7-12.