

中国氯碱工业“十四五”期间发展回顾与“十五五”前景展望

李婷婷 (山西阳煤化工机械(集团)有限公司, 山西 太原 030000)

李帅恒 (华阳集团(山西)碳基合成新材料有限责任公司, 山西 太原 030032)

摘要: “十四五”时期, 中国氯碱工业以技术创新为核心, 聚焦节能降耗与产业结构优化, 实现质量效益与绿色转型协同进阶。本文梳理该时期氯碱工业在工艺升级、能效提升、布局优化领域的技术突破与实践成果, 剖析发展挑战与机遇, 重点展望“十五五”以技术迭代、低碳转型、产业协同为核心的路径。氯碱工业通过核心技术自主化、生产流程集约化、资源利用高效化, 逐步构建绿色低碳现代化产业体系, 为化工行业高质量发展提供支撑。

关键词: 氯碱工业; 绿色低碳; 产业升级; “十五五”前景

中图分类号: TQ114 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 035-0001-03

Review of the Development of China's Chlor Alkali Industry during the 14th Five Year Plan Period and Prospects for the 15th Five Year Plan

Li Tingting (Shanxi Yangmei Chemical Machinery (Group) Co., Ltd., Taiyuan Shanxi 030000, China)

Li Shuaiheng (Huayang Group (Shanxi) Carbon based Synthetic New Materials Co., Ltd., Taiyuan Shanxi 030032, China)

Abstract: During the 14th Five Year Plan period, China's chlor alkali industry focused on technological innovation, energy conservation and consumption reduction, and industrial structure optimization, achieving coordinated advancement of quality and efficiency with green transformation. This article summarizes the technological breakthroughs and practical achievements of the chlor alkali industry in the fields of process upgrading, energy efficiency improvement, and layout optimization during this period, analyzes the development challenges and opportunities, and focuses on the path of technological iteration, low-carbon transformation, and industrial synergy as the core of the “15th Five Year Plan”. The chlor alkali industry is gradually building a green, low-carbon and modern industrial system through the self-reliance of core technologies, intensive production processes, and efficient resource utilization, providing support for the high-quality development of the chemical industry.

Keywords: Chlor alkali industry; Green and low-carbon; Industrial upgrading; Prospects for the 15th Five Year Plan

氯碱工业是基础化工核心产业, 产品广泛应用于能源、材料等领域, 支撑国民经济发展。“十四五”期间, 行业以技术创新为驱动, 在节能降耗、结构优化、低碳转型上取得突破。本文基于行业实践, 回顾该时期技术成果与产业变革, 分析机遇挑战, 展望“十五五”技术方向, 为行业可持续发展提供参考。

1 “十四五”期间氯碱工业发展回顾

1.1 节能降耗技术实现深度突破

“十四五”期间, 氯碱工业以能效提升为核心目标, 推动节能技术从单点应用向全流程覆盖升级, 形成节能技术体系。烧碱生产作为氯碱工业的核心环节, 技术迭代成效尤为显著。离子膜法工艺已成为行业主流生产技术, 截至“十四五”末期, 国内氯碱企业近99.4%的生产装置采用离子膜法, 剩余少量隔膜法装置仅作为高盐废水处理的环保配套设施, 且按规划逐

步退出。膜极距电解槽技术的规模化推广是节能降耗的关键突破, 该技术通过优化电极结构与膜组件配置, 大幅降低电解过程中的槽电压损耗, 生产每吨烧碱可节电70-100kWh。经过十年推广, 截至“十四五”末, 国内90%以上的离子膜电解槽完成膜极距技术改造^[1]。针对蒸发、固碱加工等占总能耗近90%的高耗能环节, 行业开展精准化技术改造。传统三效顺流与逆流工艺逐步被四效逆流工艺替代, 通过强化热量回收利用, 显著降低蒸汽消耗。

1.2 产业结构与布局持续优化

“十四五”期间, 氯碱工业以供给侧结构性改革为主线, 推动产业结构从规模扩张向质量提升转型。产能调控方面, 通过实施产能置换政策, 有效遏制盲目扩张, 2021年国内烧碱总产能达4507万t, 占全球总产能的45%, 行业平均开工率提升至86%, 实现了

产能与需求的动态平衡。落后产能加速退出，隔膜法等低效工艺逐步被淘汰，技术水平与能效基准不符的产能得到有序清理，产业整体素质显著提升。氯碱工业产能布局受资源禀赋影响深远，华北、西北、华东三大区域产能占全国总量的81%(详见表1、图1)。西部地区凭借丰富的煤炭与煤电资源，成为产能增长的核心区域，近十年实现快速发展。东部地区受政策调控与煤炭运输成本制约，部分自备热电厂关停，企业转而采用网电供应，部分企业通过错峰生产平衡能源需求，形成了与资源分布相适配的区域发展格局。

表 1: 2021 年中国烧碱产能区域分布及核心特征

| 区域 | 烧碱产能 (万吨) | 占全国总产能比例 | 核心资源支撑 | 代表性企业 |
|-------|-----------|----------|-------------|--------------|
| 华北 | 1622 | 36.00% | 煤炭、盐矿资源富集 | 海湾化学、中策橡胶 |
| 西北 | 1127 | 25.00% | 煤电供应充足 | 新疆天业、新疆中泰 |
| 华东 | 1127 | 25.00% | 消费市场集中、海运便利 | 上海华谊、浙江巨化 |
| 华南 | 315 | 7.00% | 港口优势突出 | 广东产业云硫集团有限公司 |
| 东北及其他 | 316 | 7.00% | 传统产业基础扎实 | 辽宁氯碱化工股份有限公司 |
| 合计 | 4507 | 100% | - | - |

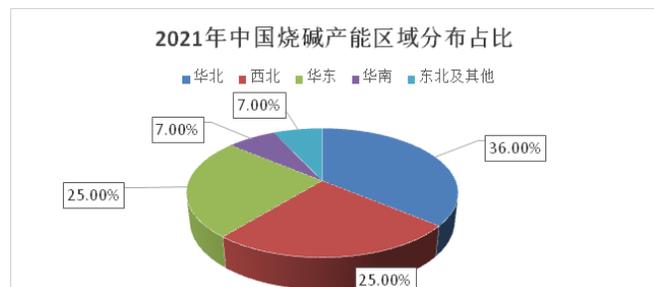


图 1: 2021 年中国烧碱产能区域分布占比 (饼图)

企业主体结构更趋多元，形成了央企、地方国企、民营企业协同发展的竞争格局。龙头企业持续领跑，民营骨干企业快速崛起，行业集中度稳步提升。同时，氯碱企业逐步向园区化集聚，通过原料就地转化、公用工程共享、污染物集中处理，实现了资源集约利用与产业链协同增效，产业抗风险能力显著增强^[2]。

1.3 绿色低碳转型取得实质进展

“十四五”期间，氯碱工业积极响应“双碳”目标要求，构建全流程绿色低碳发展体系。碳排放管控方面，行业明确生产过程碳排放核算边界，建立科学的碳排放在线监测体系，为碳达峰目标实现奠定数据基础。CO₂减排技术研发与应用多点突破，在炼油、煤化工等关联环节推广CO₂分离、捕集与封存技术，通过工艺优化降低生产过程碳排放强度。氯碱工业副产品综合利用能力显著增强，氢气、氯气等联产产品的资源利用率不断提高。其中，氢气作为重要的清洁能源载体，其高值化利用成为行业低碳转型的重要方向。氯碱企业在电解过程中联产的氢气，除83%用于苯胺、双氧水等耗氢产品生产外，逐步向能源化利用拓展。

行业加大先进实用技术研发力度，在试点示范企业推广塑料回收利用工艺，形成了从回收、降解到再生利用的闭环体系。部分省市开展区域推广试点，总结形成可复制、可推广的塑料污染防治方案，为全国范围推广奠定基础，推动氯碱工业与环保产业深度融合^[3]。

2 “十四五”期间面临的挑战与机遇

2.1 面临的挑战

尽管“十四五”期间氯碱工业成效显著，但仍面临多重技术与产业挑战。能效提升进入瓶颈期，国内氯碱工业能效水平已处于国际领先地位，进一步提升的技术空间受限，需突破现有技术天花板。氯碱工业作为高耗能行业，生产过程涉及煤炭、电力等能源消耗，碳排放总量较大，在碳达峰、碳中和目标下，需进一步降低单位产品碳排放强度，而CO₂资源化利用、氢能储能等关键技术仍需持续攻关，技术产业化成本较高^[4]。国内产能规模持续扩大，区域布局不均衡导致部分地区供需矛盾突出，同时国际市场环境复杂多变，国际贸易摩擦对氯碱产品出口造成一定影响。中小企业在技术研发、资金投入等方面处于劣势，面临被市场淘汰的风险，行业洗牌重组压力加剧。

2.2 面临的机遇

“双碳”目标为氯碱工业绿色转型提供了广阔空间，国家出台《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南》等政策文件，明确氯碱行业节能降碳的技术方向与目标，为行业技术研发、项目建设提供政策支持。绿色低碳技术产品需求持续增长，环保型烧碱、高纯度氯气等产品市场空间不断扩大，推动行业向高质量发展转型。氢能产业快速发展催生对工业副产氢的巨大需求，氯碱工业联产氢气的资源优势逐步凸显，氢燃料电池发电、氢能储运等技术的成熟应用，将推动氢气从化工原料向清洁能源转型，形成“氯碱-氢能”协同发展的产业生态。绿电产业的发展为氯碱工业提供了清洁低碳的能源供给，“绿电+氯碱”生产模式可显著降低碳排放，提升产品市场竞争力。国内氯碱企业与科研院所、高校建立深度合作机制，构建产学研用协同创新平台，核心技术自主化水平不断提高。关键装备国产化替代进程加快，为技术创新奠定基础。同时，数字化、智能化技术与氯碱工业深度融合，为生产流程优化、能效提升、安全管控提供了新的技术路径。

3 “十五五”前景展望

3.1 技术创新引领产业高质量升级

“十五五”期间，技术创新将成为氯碱工业突破发展瓶颈、实现产业升级的核心驱动力，聚焦关键技术自主化、生产流程智能化、资源利用高效化三大方

向。核心工艺技术将持续迭代，离子膜法工艺向高电流密度、长膜寿命方向升级，通过优化膜结构与电极材料，进一步降低电解能耗。CO₂资源化利用技术将实现重大突破，开发CO₂与氢气合成甲醇、尿素等化学品的高效催化体系，推动碳排放从末端治理向源头减排、资源转化转型。

氯碱企业将构建“数据+平台+服务”的智能化生产体系，通过物联网技术实现生产设备状态实时监测，运用大数据分析优化工艺参数，借助人工智能技术提升生产调度与质量管控水平。智能工厂建设将实现全覆盖，通过生产过程可视化、管理控制一体化，大幅提升生产效率与产品质量稳定性，降低人力成本与资源消耗。

重点突破高性能离子膜、大型膜极距电解槽、高效蒸发装置等核心装备的设计与制造技术，提高装备运行稳定性与能效水平。重庆博张、南通星球石墨等装备企业将持续开展技术创新，开发适配氯碱工业节能降碳需求的专用装备，形成从技术研发、装备制造到工程应用的完整产业链，增强行业核心竞争力。

3.2 绿色低碳成为产业发展主流

“十五五”期间，氯碱工业将全面践行绿色发展理念，构建全生命周期低碳发展模式。碳排放管控将实现精准化、系统化，建立覆盖生产、储运、消费全链条的碳足迹核算体系，制定科学的碳达峰实施方案。通过优化能源结构，扩大绿电、绿氢在生产中的应用比例，推动氯碱生产从“高碳能源依赖”向“低碳能源驱动”转型，力争实现单位产品碳排放强度较“十四五”末期下降15%以上。

依托氯碱工业副产氢资源优势，构建“制氢-储氢-运氢-用氢”一体化产业链。扩大氢燃料电池在工业发电、交通运输等领域的应用，探索氯碱企业自用绿电与氢能储能相结合的能源供应模式，降低对传统电网的依赖。同时，开发高效氢气提纯与储运技术，提升氢气资源利用率，打造氯碱工业新的利润增长点。

推进氯碱生产过程中盐泥、废碱等固体废弃物的资源化利用，开发盐泥制备建筑材料、废碱回收再利用等技术，实现废弃物减量化、无害化、资源化。深化塑料循环利用技术研发，推广化学回收、物理回收相结合的处理工艺，提高废旧塑料再生利用率，构建“产品生产-消费-回收-再生”的闭环体系，助力“无废城市”建设。

3.3 产业结构实现高端化协同发展

“十五五”期间，氯碱工业将持续优化产业结构，推动产业向高端化、集群化、国际化方向发展。产能布局将进一步优化，向资源能源富集区与消费市场集

中区双向集聚，形成“西部原料基地+东部加工基地”的空间布局格局，降低物流成本与能源消耗。落后产能将加速退出，通过产能置换、兼并重组等方式，提高行业集中度，培育一批具有国际竞争力的龙头企业与专精特新中小企业^[5]。

依托技术创新，扩大高纯度烧碱、特种氯气、高性能聚氯乙烯等高端产品产能，满足新能源、新材料、高端制造等领域的差异化需求。延伸产业链条，发展烧碱-聚氯乙烯-塑料加工、氯气-环氧丙烷-聚氨酯等一体化产业集群，提高产品附加值，降低市场波动风险。

氯碱企业将加强与上下游产业的合作，构建跨界融合的产业生态。与新能源企业合作开发绿电供应项目，与氢能企业共建氢能储运与应用网络，与环保企业联合开展污染物治理技术研发，形成多产业协同、资源共享、优势互补的发展格局。同时，积极参与国际合作与竞争，推广国内先进技术与装备，拓展海外市场，提升中国氯碱工业的国际话语权与影响力。

4 结论

“十四五”期间，中国氯碱工业以技术创新为核心，在节能降耗、产业结构优化、绿色低碳转型上成效显著，离子膜法工艺普及等为发展奠定基础，同时面临能效提升瓶颈、低碳转型成本等挑战与政策、技术、市场机遇。“十五五”需深耕技术创新突破瓶颈，聚焦绿色低碳构建全流程体系，优化产业结构实现布局合理与产品高端，逐步建成技术先进、绿色高效的产业体系，为化工行业高质量发展提供示范。

参考文献：

- [1] 赵晓飞, 刘雅文. 烧碱行业节能降耗能否“好上加好”? ——访中国氯碱工业协会副理事长张鑫 [J]. 中国石油和化工, 2022, (06): 28-29.
- [2] 中国氯碱工业协会参加工信部规划司组织的疫情防控重点物资生产企业复工复产情况跟踪座谈会 [J]. 中国氯碱, 2020, (02): 47.
- [3] 李寿生: “十四五”石化工业高质量发展五大战略任务 [J]. 上海化工, 2021, 46(03): 1-2.
- [4] 费华伟, 高振宇. 中国炼油工业“十三五”回顾及“十四五”展望 [J]. 国际石油经济, 2021, 29(05): 39-46.
- [5] 乞孟迪, 张硕, 柯晓明, 等. 我国炼油工业“十三五”回顾与“十四五”发展趋势展望 [J]. 当代石油石化, 2021, 29(03): 12-20.

作者简介：

李婷婷(1984-), 女, 山西文水人, 本科, 中级工程师, 山西阳煤化工机械(集团)有限公司健康安全环保部副部长, 研究方向为化工工程、化工机械及化工安全。