

# 循环经济赋能化工行业绿色低碳转型的思考

吴定锴 (中国石化集团重庆川维化工有限公司, 重庆 401254)

**摘要:** 为了助力化工行业破解资源过度消耗、碳排放居高不下的难题, 推动其绿色低碳转型以契合“双碳”目标与绿色发展战略, 本文分析了循环经济赋能该行业转型的作用机理、现实挑战及实践路径。分析认为, 循环经济能提升资源配置效率、降低碳排放强度、推动绿色价值重构, 但转型面临技术研发与产业化脱节、成本压力大且市场激励不足、跨主体协同机制缺失的问题。应该构建多层次技术创新体系突破技术瓶颈, 培育绿色市场机制与商业模式激发内生动力, 推动产业链协同与跨领域合作打造循环经济生态。

**关键词:** 循环经济; 化工行业; 绿色低碳转型; 资源配置; 产业链协同

**中图分类号:** TQ-9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 006-0019-03

## Thoughts on Empowering the Green and Low Carbon Transformation of the Chemical Industry with Circular Economy

Wu Ding kai (Chongqing Chuanwei Chemical Co., Ltd., Sinopec Group, Chongqing 401254, China)

**Abstract:** In order to help the chemical industry solve the problems of excessive resource consumption and high carbon emissions, and promote its green and low-carbon transformation in line with the “dual carbon” goal and green development strategy, this article analyzes the mechanism, practical challenges, and practical paths of circular economy empowering the industry’s transformation. Analysis suggests that circular economy can improve resource allocation efficiency, reduce carbon emission intensity, and promote green value reconstruction. However, the transformation faces problems such as a disconnect between technology research and industrialization, high cost pressure, insufficient market incentives, and a lack of cross subject collaboration mechanisms. We should build a multi-level technological innovation system to break through technological bottlenecks, cultivate green market mechanisms and business models to stimulate endogenous power, promote industrial chain collaboration and cross disciplinary cooperation to create a circular economy ecosystem.

**Keywords:** circular economy; Chemical industry; Green and low-carbon transformation; Resource allocation; Industrial chain collaboration

化工行业是国民经济的基础性产业, 支撑着能源、材料、医药等关键领域的运转, 对工业体系稳定意义重大。但长期以来, 该行业遵循“资源-产品-废弃物”的线性发展模式, 不仅造成不可再生资源过度消耗, 还产生大量工业污染物, 导致碳排放强度始终处于高位, 与绿色发展方向及“双碳”目标存在明显冲突。循环经济以减量化、再利用、资源化为核心原则, 通过构建“资源-产品-废弃物-再生资源”的闭环系统, 可从源头减少资源投入、过程控制污染排放、末端实现废弃物资源化, 完全适配化工行业“降碳、减污、扩绿、增长”的转型需求。本文将围绕循环经济的作用机理、转型面临的现实挑战、可行的实践路径展开分析, 形成逻辑连贯的研究脉络。

### 1 循环经济赋能化工行业绿色低碳转型的作用机理

#### 1.1 提升化工行业资源配置效率

循环经济通过重构化工行业资源流动逻辑, 从原料利用与废弃物处置两个关键环节优化资源配置的深度与广度。针对化工生产过程中产生的废催化剂、精馏残液等中间副产物, 循环经济模式下可通过预处理

工艺分离其中的有效成分, 直接作为下游精细化工产品生产原料, 避免这类具有再利用价值的物质被当作废弃物处置。同时, 对于化工生产末端产生的废渣、废液、废气, 循环经济依托提纯、裂解、合成等专项技术将其转化为再生资源, 重新回输至生产体系形成闭环。例如化工园区内的乙烯装置产生的裂解焦油, 经深加工可转化为芳烃类原料供苯乙烯装置使用, 而苯乙烯生产过程中产生的聚合母液又能提炼出可再聚合的单体。这种资源流动逻辑的重构, 不仅减少了化工行业对不可再生原生资源的依赖, 还降低了资源开采、运输及初加工环节的能源损耗与环境扰动, 从全生命周期维度提升了资源利用效率, 缓解了化工行业长期面临的资源供给紧张压力。

#### 1.2 降低化工行业碳排放强度

循环经济从“源头减量-过程控碳-末端替代”全链条构建化工行业碳减排路径, 直接降低碳排放强度。在生产源头环节, 循环经济通过引导化工企业优化原料结构, 用生物基原料替代传统化石基原料, 减少原料开采与初加工阶段的碳排放, 比如用生物柴油替代矿物柴油作为化工反应的燃料或溶剂。进入生产

过程后,循环经济推动企业采用余热余压回收技术,将反应过程中产生的多余热量转化为蒸汽或电力供生产自用,同时通过能源梯级利用模式,将高品位能源用于核心反应环节,低品位能源用于物料预热、车间供暖等辅助环节,减少化石能源的直接消耗<sup>[1]</sup>。在末端处置环节,循环经济通过废弃物资源化替代原生资源,比如将废塑料通过化学回收技术转化为烯烃原料,替代传统石脑油裂解制烯烃的工艺,规避原生资源产业链中的高碳排放,同时减少废弃物填埋、焚烧过程中产生的甲烷、二氧化碳等温室气体排放,形成全流程的碳减排效应。

### 1.3 推动化工行业绿色价值重构

循环经济突破化工行业传统“规模导向”的单一价值逻辑,推动价值维度向“经济-产业-生态”多元延伸。从经济价值维度看,循环经济通过资源循环利用直接降低化工企业的原料采购成本与废弃物处置费用,同时推动企业开发再生资源衍生产品、低毒低害绿色化工产品,契合市场绿色消费需求,这类产品往往能获得更高的市场溢价,为企业创造新的利润增长点。从产业价值维度看,循环经济催生“化工生产+资源回收”“绿色技术研发+产业化应用”等新产业环节,延伸化工产业链条,比如围绕化工废弃物回收形成的专业预处理、资源化利用企业集群,以及为循环经济配套的高效分离技术研发机构,这些新环节不仅丰富了化工产业生态,还带动上下游关联产业发展,形成产业协同效应。从生态价值维度看,循环经济减少化工污染物排放,改善区域生态环境质量,同时提升企业环境形象与社会认同感,帮助企业获得政府环保政策支持与社会公众信任,这种生态价值的提升又能反哺经济价值与产业价值,形成三者协同提升的绿色价值体系,推动化工行业从“高消耗高排放”向“绿色可持续”转型。

## 2 循环经济赋能化工行业绿色低碳转型的现实挑战

### 2.1 循环经济相关技术研发滞后且产业化应用不足

化工行业循环经济的推进高度依赖针对性技术支撑,诸如化工废弃物高效裂解、高盐废水资源化处理、废催化剂活性组分再生等关键技术,当前研发进程远不能满足行业转型需求。多数化工企业受短期效益导向影响,将资金优先投入传统产能扩充与常规工艺的边际优化,对循环经济技术的研发投入占比长期处于低位,导致技术创新缺乏稳定资金流支撑,难以突破核心技术瓶颈。同时,产学研协同机制存在结构性缺陷,高校与科研机构的技术研发多聚焦理论层面的可行性验证,忽视企业生产中的实际工况差异,例如未充分考虑化工原料中的杂质成分、反应系统的温度压

力波动对技术应用的影响,使得实验室阶段的技术成果与工业化生产需求脱节。即便部分技术完成实验室验证,产业化应用仍面临多重阻碍:这类技术往往需要配套专用设备与定制化生产流程,不仅初始投资规模大,还需对现有生产线进行大规模改造,且运行过程中对操作精度与原料稳定性要求极高,规模化生产时易出现产品质量波动或设备故障,最终形成“研发-中试-产业化”的断层,无法为循环经济赋能转型提供有效技术保障。

### 2.2 绿色低碳转型成本压力大与市场激励机制缺失

化工企业开展循环经济实践需承担高额转型成本,从生产设备更新到工艺流程改造,再到废弃物回收体系建设,每一项都需要大量初始资金投入。这些投入的回报周期通常较长,且收益多以间接形式体现,短期内难以覆盖成本,尤其对资金实力较弱的中小企业而言,这种成本压力更为突出,甚至可能影响企业正常生产经营<sup>[2]</sup>。与高成本形成反差的是市场激励机制的明显缺失。

现有绿色补贴政策多向大型龙头企业倾斜,中小企业难以获得政策红利;绿色信贷、绿色债券等金融产品申请门槛较高,审批流程复杂,无法快速满足企业转型的资金需求;碳市场对化工行业的覆盖范围有限,碳价形成机制不完善,碳资产的收益性与流动性不足,难以有效对冲企业转型成本,导致企业缺乏主动参与循环经济的动力。

### 2.3 跨主体协同参与循环经济的联动机制尚未健全

循环经济在化工行业的落地需要企业内部、产业链上下游、跨领域多主体的协同配合,但当前各层面的联动机制均存在明显漏洞。企业内部层面,各部门因职能划分形成“信息孤岛”:生产部门以产量指标为核心,忽视生产过程中可循环资源的产生与分类;研发部门聚焦传统工艺的效率提升,未将资源循环利用纳入技术研发方向;回收部门仅负责末端废弃物的清运处置,缺乏与生产部门的实时沟通;采购部门按传统标准选择原料,未考虑原料对后续循环利用的适配性,导致生产环节产生的可循环资源难以高效对接回收与再利用环节。

产业链上下游层面,缺乏稳定的合作契约与统一的资源循环标准:上游原料供应商不愿共享原料的成分特性数据,导致下游回收企业难以制定精准的废弃物处理方案;中游生产企业与下游回收企业之间未建立合理的利益分配机制,回收企业因处理成本高、收益低而减少合作意愿,中游企业则因废弃物处置需求无法满足而被迫增加填埋或焚烧成本,最终导致产业链内资源循环链条断裂。

### 3 循环经济赋能化工行业绿色低碳转型的实践路径

#### 3.1 构建多层次技术创新体系, 突破循环经济关键技术瓶颈

循环经济关键技术的短缺是制约化工行业转型的核心障碍, 唯有搭建覆盖“研发-中试-产业化”的多层次创新体系, 才能系统性突破技术瓶颈。首先, 政府需设立专项研发基金并细化资金投向, 除重点支持化工废弃物裂解、高盐废水处理、废催化剂再生等技术外, 还可划分精细化工、大宗化工等子领域专项, 针对不同细分行业的技术痛点定向扶持, 同时简化基金申报流程, 允许中小企业联合科研团队共同申报, 降低单个主体的申报门槛<sup>[3]</sup>。其次, 推动龙头企业牵头组建产学研协同平台, 平台内明确企业提供生产工况数据、中试场地, 高校与科研机构聚焦技术原理突破与工艺优化, 建立“技术需求-研发攻关-成果反馈”的闭环机制, 例如针对化工园区多企业废弃物协同处理难题, 联合开展跨企业资源循环技术研发。此外, 建设区域性中试基地并配套服务, 基地需配备符合工业化标准的试验设备, 同时引入技术咨询团队, 为企业提供技术适配性评估、试产流程优化等服务, 还可设立技术成果转化补贴, 对成功落地的技术项目给予后期运营补贴, 进一步降低企业引入新技术的风险与成本。

#### 3.2 培育绿色市场机制与商业模式, 激发企业转型内生动力

企业参与循环经济的内生动力不足, 根源在于转型成本与收益的长期失衡, 需通过市场机制优化与商业模式创新实现成本对冲、收益提升。首先, 优化绿色补贴政策并扩大覆盖范围, 将补贴对象从大型龙头企业延伸至中小企业, 补贴标准细化为资源循环利用率、废弃物减量率、绿色产品占比等可量化指标, 同时简化补贴申请与发放流程, 采用“企业自主申报-第三方机构审核-资金直达账户”模式, 避免政策执行中的繁琐环节。其次, 创新适配的绿色金融产品, 鼓励银行推出循环经济专项信贷, 适当降低抵押担保要求, 可根据企业转型进度调整还款周期, 还可联合碳交易所开展碳配额质押融资, 由交易所提供碳配额估值服务, 帮助企业将碳资产转化为转型资金。

此外, 推广化工园区集中化商业模式, 由园区统一规划建设废弃物集中处理中心、余热回收管网、中水回用系统, 企业按实际使用量缴纳费用, 无需单独投入设施建设, 同时搭建园区内资源交易平台, 推动企业间“废料-原料”对接交易, 引入第三方机构监督交易过程, 确保资源流转的公平与高效, 降低单个企业的运营成本<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 推动产业链协同与跨领域合作, 打造循环经济产业生态

循环经济的闭环特性要求多主体协同参与, 仅靠单一企业难以构建完整生态, 需强化产业链与跨领域联动。首先, 搭建化工行业产业链循环经济信息平台, 整合上游原料供应商的成分数据、中游生产企业的废弃物产出数据、下游回收企业的处理能力数据, 实现资源供需精准匹配, 同时制定平台数据共享规范, 保障企业信息安全<sup>[5]</sup>。其次, 健全产业链利益分配机制, 由行业协会牵头制定废弃物回收定价标准, 明确上游企业因提供原料数据获得的收益分成比例, 下游企业因处理废弃物获得的补贴额度, 平衡各主体利益。此外, 推动化工企业与环保、能源机构组建跨领域合作联盟, 环保企业为化工企业提供定制化废弃物处理方案, 能源企业为化工生产匹配绿电供应时段, 科研机构提供技术咨询与人才培养, 形成“化工生产-资源回收-清洁能源-技术支撑”的协同生态。

### 4 结语

综上所述, 化工行业绿色低碳转型是推动我国工业高质量发展、确保“双碳”目标实现的关键环节, 循环经济凭借重构资源配置、碳排放控制、产业价值的核心支撑。循环经济可通过原材料梯次利用与废弃物资源化提升资源效率, 从全链条降低碳排放强度, 还能推动行业价值向多元维度延伸, 但转型仍需应对技术、成本激励、协同机制方面的难题。通过构建技术创新体系、培育绿色市场模式、推动跨主体合作, 可有效破解这些难题, 助力化工行业实现经济、生态、社会效益的统一, 为工业绿色可持续发展奠定坚实基础。

#### 参考文献:

- [1]陈万源, 刘冬霞, 张征贵, 等. 循环经济引导化工行业绿色低碳转型[J]. 现代工业经济和信  
息化, 2025,15(03):186-187+191.
- [2]吴莎. 化工企业节能减排与发展循环经济探讨——评《化工行业循环经济》[J]. 材料保护, 2020,53(03):171.
- [3]王本建, 闫永, 赵昌永. 化工行业绿色低碳发展关键技术研究与应用[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2025,(05):132-134.
- [4]马永帅, 陈科. 基于循环经济的化工企业节能减排分析[J]. 化工管理, 2022,(18):46-49.
- [5]熊磊, 张明, 曾宪军, 等. 新形势下传统能源化工的循环经济产业链模式[J]. 氯碱工业, 2020,56(07):1-3+19.

#### 作者简介:

吴定锴(1986,10-)男, 汉族, 重庆人, 学士, 化工工程师、经济师, 中国石化集团重庆川维化工有限公司发展规划部, 研究方向: 化工生产经营计划优化。