

园区如何做好减污降碳协同增效？

——黄河流域能源化工园区减污降碳协同的经验、挑战与建议

□ 闫盛华 蔡辰 黄翔峰

黄河流域横跨青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东九省（自治区），是我国重要的能源与化工产业基地，贡献了全国约 25% 的 GDP 和 35% 的 CO₂ 排放。为推动黄河流域绿色低碳转型，2025 年 1 月，中共中央政治局审议了《关于全面推动黄河流域生态保护和高质量发展的意见》。国家领导人也多次强调黄河流域要坚定走绿色低碳发展道路，实现产业结构和布局优化升级。黄河流域的能源化工产业多集中于工业园区，并且以煤化工、石油化工等传统重工业为主，呈现出明显的“三高—低”（高能耗、高排放、高风险、低产出）特征，严重制约了黄河流域的生态环境质量提升和高质量发展。因此，生态环境部等多部委联合印发了《减污降碳协同增效实施方案》，明确将产业园区作为重点领域开展协同治理。当前，多地正在加快绿色技术应用和管理创新，探索污染物与碳排放“双控”一体化路径。研究指出，工业园区是减污降碳同步

推进的重要阵地，其协同治理成效对我国实现“双碳”目标具有示范意义。在此背景下，本文对黄河流域典型能源化工园区的减污降碳协同实践进行调研，总结经验、发现问题并提出对策建议，以期为区域绿色发展提供参考。

一、协同经验：哪些做法值得学习？

典型园区在减污降碳协同方面采取了具有示范意义的做法和路径，以下结合宁夏宁东、内蒙古苏里格、山西清徐等地园区经验加以阐述。

（一）宁夏宁东能源化工基地

宁夏宁东能源化工基地（简称宁东）是国家级能源化工产业示范区，也是现代煤化工与新能源融合的先锋。园区依托丰富的煤炭资源，大力发展煤化工与“西电东送”火电双基地产业。目前，宁东正积极开展碳中和技术示范：在煤化工装置中应用光伏、风电和生物质等清洁能源，通过绿电电解矿井水制氢（2.21 万吨/年），并以煤化工尾气中的 CO₂ 为原

料合成甲醇。同时，基地建成了 300 万吨/年的 CO₂ 捕集、利用与封存（CCUS）示范项目一期工程，将煤化工产生的大量高纯度 CO₂ 捕集后循环利用。此外，宁东大规模部署光伏发电（新增发电规模 203 万千瓦）和水电等新能源，2023 年新能源发电量同比增长 46.7%。上述综合措施推动宁东形成了“绿电+绿氢+煤化工”的耦合发展模式，提高了能源利用清洁度和循环水平，同时降低了园区碳排放强度。

（二）内蒙古鄂尔多斯苏里格经济开发区

内蒙古鄂尔多斯苏里格经济开发区（简称苏里格）通过梯级利用余压、余热等能源促进节能降碳。主要技术包括：变换及热回收洗氨塔含氨凝液余压利用（节省折标准煤 1547 吨/年），低温甲醇洗高压区富硫，富碳甲醇余压利用（节省折标准煤 11840 吨/年），合成高压甲醇余压利用（节省折标准煤 4431 吨/年），气化低压闪蒸罐闪蒸气余热回收（节省折标准煤 23261 吨/年），变换及

热回收气水冷器变换气余热回收（节省折标准煤 51527 吨/年）。此外，苏里格还积极推进节能减煤加氢，利用可再生能源、矿井水及 CO₂ 尾气制甲醇，利用光伏、风能和生物质等新能源电力电解矿井水制备氢气，采用 CCUS 技术捕集煤化工行业产生的高浓度的 CO₂ 用以合成甲醇。

（三）山西清徐经济开发区精细化工循环产业园

山西清徐经济开发区精细化工循环产业园推进建设焦化废水零排放项目，以协同推进减污与降碳。污水处理厂首次将磁悬浮风机、深床反硝化滤池、活性炭再生及纳滤分盐等先进工艺和设备应用于焦化废水处理行业，废水处理能力达 30000 米³/天，主要处理工艺为“预处理+生化处理+深度处理+中水处理（膜预处理+膜处理）+蒸发提盐组合工艺”。蒸发提盐系统处理规模达 4200 米³/天，硫酸钠纯度可达 92% 以上、氯化钠纯度均值为 98.5%。结晶分盐环节，通过“浓盐水高倍回用+高浓盐水高效提纯+高盐水蒸发结晶分盐”的组合工艺，实现了废水零排放，结晶分盐环节达到工业盐标准资源化利用的目标。每月可生产氯化钠和硫酸钠超过 2000 吨。处理后的氯化钠达到工业干盐一级品标准，硫酸钠达到 A 类一等品标准。

二、主要挑战：协同还存在哪些问题？

调研中发现，黄河流域能源化工园区在推进减污降碳协同过程中还存在以下突出问题。

第一，碳排放摸底工作存在短板。一是目前尚未发布工业园区碳排放核算的统一标准，这就导致两方面的问题：一方面部分园区不知道如何核算碳排放；另一方面，部分园区或企业依据主观理解开展碳排放摸底工作，核算结果相差甚远，无法评判。二是园区和企业对“双碳”工作的认识相对有限，不知道可以从哪些方面着手，也不知道可以采取什么措施，未来还有进步和深化的空间。

第二，减污降碳协同技术开发待深入。减污降碳协同技术由于要求较高，往往伴随着高额的技术研发和设备更新投入，如 CO₂ 捕集与储存、能源优化等技术。然而，一方面，许多企业因资金压力而难以承担这些高成本，导致新技术开发进展缓慢。此外，大多数减污降碳协同技术的投资回报周期较长，收益也往往低于传统化石能源依赖型发展模式，企业为了追求短期利益，往往对开发减污降碳协同技术重视不足。另一方面，虽然绿色转型已经得到了一些政策支持，但大多数地方政府和园区依然面临财政支出

紧张的局面，特别是在经济下行和资源有限的压力下，地方政府和园区对减污降碳协同技术的资金政策倾斜力度较为有限。

第三，产业共生有进一步优化潜力。由于工业园区的规模不同，园区的产业共生程度也不相同，但均有进一步优化的潜力。具体来说，大型工业园区多聚焦集团企业内部的子企业、工序间的产业共生（小循环），如水资源回用，但是园区内的企业与企业之间尚未建立共生关系。小型工业园区的部分企业间形成了产业共生关系（中循环），但往往涉及的企业数量较少，且形成的产业链较短，全产业链建设仍有待完善。综上所述，总体上仍缺乏工业园区和社会之间的产业共生（大循环）。

第四，减污降碳协同监管能力待加强。一是园区的数据管理能力较弱。造成这一问题的主要原因是跨部门获取数据存在法律和制度障碍，而且部分园区未系统性开展减污降碳相关的数据收集与管理工作。二是园区减污降碳协同评价标准缺乏，导致各地区、各部门在执行过程中标准不一，难以形成高效的监管体系。三是减污降碳协同评估工作未系统性开展。由于存在上述问题，且园区的认知相对有限，园区尚未对自身及园区内的企业开展系

统性评估。

三、政策建议：如何解决现存问题？

针对上述问题，提出以下三方面具有可操作性的政策措施。

第一，建立统一的碳排放核算体系。一是明确核算边界。核算边界包括园区的地理边界和数据统计边界。因此，在开展工业园区温室气体排放核算工作时，应对园区实际管辖范围、数据统计边界、温室气体核算边界等进行明确与统一，使核算结果对园区减碳工作更具现实指导意义。二是明确核算内容。核算时应根据园区情况实行“一园一策”，涉及大量园区时可选取具备代表性与共性的部分进行计算，如固体废物委外处理、能源和大宗原料生产运输等。三是确立核算方法。工业园区 CO₂ 排放总量等于核算边界内化石燃料燃烧排放量、过程排放量及调入的电力、热力对应的 CO₂ 排放量之和扣除调出电力、热力对应的 CO₂ 排放量。

第二，鼓励开发减污降碳协同技术。一是建议有关部门牵头设立“黄河绿色发展基金”，为园区企业提供技术创新、产业升级和环境治理等方面的资金保障，推动企业开发减污降碳协同技术。二是开发的减污降碳协同新技术经认证后，可作为示范技术在全

国范围内推广，通过展示示范技术的成功案例，将有形的成果呈现给其他企业，激发更多企业的转型意愿和实践动力。下一步，还可以建立全国范围内的减污降碳协同技术分享平台，使企业能够互相交流技术难题和解决方案。这不仅能激发更多企业的转型动力，还有助于管理者了解现实情况。

第三，积极促进产业共生。一是当地政府要加强区域层面的产业共生规划，做好工业园区和社会之间的大循环。二是工业园区要立足实际，基于生态工业的发展理念，以延链、补链为原则，而非一味开拓新链，系统规划园区下一步的产业链建设工作，制定严格的企业入园条件，明确招商方向，力争形成涵盖上下游的全产业链建设形势，做好企业间的中循环。三是加强各企业、各工序间的产业共生，减少或避免资源浪费，做好小循环。

第四，持续加强减污降碳协同监管。一是建议有关部门联合研究解决破除数据获取的障碍，出台工业园区减污降碳协同评价标准。二是建立园区数据监测管理机制。建议园区成立数据统计工作小组，负责搭建数据监测体系，完善数据填报流程，建立有效的碳污数据管理机制。三是建议园区和企业参考学术界已经建

立的减污降碳协同评价方法，尝试开展减污降碳协同评估工作，为减污降碳协同监管提供技术支撑。

黄河流域能源化工园区绿色转型的关键在于构建减污降碳协同的系统路径。本文通过对宁东、苏里格、清徐等园区实践的综合分析，揭示了当前园区在碳核算、减污降碳协同技术、产业共生、协同监管方面的主要障碍，并提出了一系列针对性举措，如建立统一的园区碳排放核算体系，鼓励开发减污降碳协同技术，大力发展产业共生，持续加强减污降碳协同监管。这些措施着眼于从根本上破解园区转型瓶颈，具有较强的可操作性。实践表明，在典型园区推广应用清洁能源、循环利用技术和智能化技术，可以实现碳排放与污染“双减”，提升生态效益。未来，亟须在黄河流域继续总结示范经验，完善配套政策机制，加快形成可复制的协同治理模式，为流域生态保护和高质量发展作出示范。基于以上综合路径，黄河流域能源化工园区有望在“双碳”目标和环保要求的双重驱动下，实现高质量、可持续发展。^[2]

（作者单位：同济大学。黄翔峰为本文通讯作者。本文为中国生态文明研究与促进会工业企业减污降碳专题研究与促进工作组的阶段性成果）