

碳达峰约束下减污降碳的协同增效及其路径

王新智¹ 何亮¹ 陈朝辉¹ 梁金凤² 陈新超³

1. 四川省生态环境科学研究院 四川成都 610046

2. 四川川大生态环境技术有限公司 四川成都 610065

3. 四川省环境政策研究与规划院 四川成都 610093

摘要: 为推动碳排放尽快达峰并降低峰值, 中国实施积极应对气候变化的国家战略, 加速推进碳达峰行动。已有研究均证实了以低碳化、零碳化为目标的一系列碳达峰行动举措发挥了显著的碳减排效应。探究碳达峰对协同治理的影响机理, 揭示中国在行业、区域、政策、技术层面的突出问题。进而从产业结构优化、能源清洁化、技术创新、政策协同等路径提出破解之道, 旨在为实现减污降碳目标提供理论与实践参考, 推动可持续发展。

关键词: 碳达峰; 减污降碳; 协同增效

在全球气候变暖与环境污染双重挑战下, 碳达峰目标为减污降碳协同治理带来新契机。二者具有内在耦合性, 协同增效是实现环境质量改善与碳减排目标的关键。但当前面临诸多困境, 探索碳达峰约束下的协同路径, 对推动经济社会绿色转型、提升生态环境治理效能具有重要意义。

一、减污降碳协同增效的理论基础

(一) 碳排放与污染物排放的耦合机制

碳排放与污染物排放之间存在着复杂且紧密的耦合关系。从源头上看, 传统能源的消耗是碳排放和污染物排放的共同根源。例如, 化石燃料的燃烧不仅释放大量的二氧化碳, 还会产生二氧化硫、氮氧化物等污染物。在生产环节, 工业生产过程中的高能耗设备和工艺, 既因消耗能源导致碳排放增加, 又因原材料转化不完全或化学反应副产物带来污染物。这种耦合性使得减污与降碳无法割裂处理, 单一治理某一问题可能加剧另一问题。

(二) 协同效应的经济学理论支撑

协同治理减污降碳具有深厚的经济学逻辑。从成本效益角度看, 协同治理能够通过资源共享和路径整合, 降低整体治理成本。例如, 推广清洁能源既能减少碳排放, 又能避免因化石燃料燃烧产生的污染物。同时, 协同效应符合边际效益递减规律, 即单独推进某一项治理措施的效果会逐渐减弱, 而两者协同则能突破单一措施的瓶颈, 实现效益最大化。此外, 协同治理还能通过市

场机制激发企业创新活力, 例如碳交易市场与排污权交易的结合, 能够引导企业主动优化生产流程, 实现经济与环境效益的双重目标。

二、碳达峰约束对协同治理的影响机理

(一) 目标导向重塑

碳达峰约束通过设定明确的碳排放控制目标, 重构了减污降碳协同治理的方向与优先级。传统治理模式中, 环境治理与气候行动常被视为独立目标, 而碳达峰目标的强制性要求, 促使地方政府和企业将碳排放管控纳入核心决策框架。这种目标导向的重塑, 使得减污降碳从“选择性议题”升级为“刚性约束”, 推动二者在政策制定、资金分配和项目实施中实现深度整合。例如, 地方政府在制定产业转型计划时, 不仅需考虑污染物减排指标, 还需兼顾碳排放强度下降的要求, 从而倒逼企业通过技术升级或工艺改造实现双重效益。此外, 碳达峰目标还通过强化考核问责机制, 改变主体行为动机, 使减污降碳从被动应对转向主动谋划, 形成目标统领下的协同治理新格局。

(二) 技术路径约束

碳达峰约束对技术路径的选择产生显著限制, 倒逼减污降碳技术向低碳化、清洁化方向转型。传统末端治理技术, 如污染物处理设施, 往往依赖高能耗运行, 虽能减少污染物排放, 却可能增加碳排放。而碳达峰目标要求技术路径必须兼顾碳减排与污染控制的双重目标, 淘汰高碳技术选项。例如, 钢铁行业若延续传统高炉炼铁工艺, 不仅碳排放难以达标, 且伴随大量颗粒物与废气排放。而采用氢冶金等低碳技术, 则能在降低碳排放的同时减少污染物排放。这种技术路径约束, 推动行业从单一污染物治理转向全链条低碳技术集成, 如能源结

第一作者简介: 王新智(1990-), 男, 汉族, 河南息县, 工程师, 硕士研究生, 主要从事清洁生产、环境影响评价、环境规划与管理等政策研究和技术咨询工作。

构清洁化、生产过程密闭化、废弃物资源化等技术的协同应用，形成技术层面的减污降碳耦合效应。

（三）资源调配调整

碳达峰约束通过改变资源分配格局，重塑减污降碳协同治理的资源基础。一方面，碳达峰目标推动资金、技术、土地等要素向低碳领域倾斜，例如绿色金融政策优先支持清洁能源项目，间接压缩高碳高污染产业的资源配置。另一方面，环境治理资源与气候行动资源的统筹使用成为必然，如环保专项资金被要求兼顾碳减排效益，排污许可制度与碳排放配额管理逐步衔接。此外，碳达峰目标还加速了国际技术合作与资源流入，例如碳捕集与封存（CCUS）技术的资金支持，既服务于碳减排，又可减少工业废气排放。这种资源调配的调整，打破了传统环境治理与气候行动的资源分割状态，推动两类治理资源的高效整合与协同利用。

（四）政策协同强化

碳达峰约束要求提升政策间协同力度，将减污降碳自上而下的分散治理模式转变为自下而上的系统协同模式，打破环境政策与气候政策目标上的两难与过程上的共振。原政策框架内，环境政策聚焦于末端污染治理，而气候政策注重于源头端能源结构优化调整。碳达峰背景下，系统化协同共治成为刚性要求。一方面，在环境监管过程中嵌入碳足迹要求，气候政策嵌入污染控制等治理环节。另一方面，“一体双控”理念下，生态环境部与发改委等针对不同行业发展设置污染物和碳排放门槛限制。碳达峰同时以整合协调部门力量、创新使用政策组合的形式，有效发挥“一体双控”的引导和调控作用，比如通过将绿色电力调度及排污权交易的匹配利用等方式，有效发挥政策协同对减污降碳工作的作用。

三、中国减污降碳协同的突出问题

（一）能源-工业-交通部门的三重锁定效应

中国在行业层面实施减污降碳存在能源、工业和交通三大部门的“锁定效应”，即能源部门受制于煤炭等化石能源为主体、短期内难以发生根本转变的能源结构，煤炭占比较高的直接结果是碳排放量大、二氧化硫、氮氧化物等污染物直接排放量大。工业部门中以钢铁、水泥为代表的高耗能行业，由于其技术改造周期长、资金投入多等原因，长久锁定在高碳高强的行业发展路径中，在其生产过程中会产生大量的废水、废气等污染，从而带来叠加式的污染与碳排放。交通部门则受限当前我国燃油车数量较大，新能源车配套设施短缺的现象，会造成传统的燃油汽车排放带来的二氧化碳以及尾气排放等不能够同步降低的情况。以上三种“锁定效应”会导

致各部门之间的减污降碳缺少协同性，单个部门难以突破自身系统瓶颈，需要跨行业的技术联动及从结构上做出相应调整来实现突围。

（二）东西部协同治理能力失衡

区域发展不平衡造成了中国减污降碳协同治理能力存在明显的东、西部差异。东部地区经济发展水平高、技术研发力量强大，具有更强的低碳转型、污染治理能力。比如，可以利用产业结构升级置换落后产能。也可以借助财政资金的发展促进清洁能源项目建设等。而西部地区由于经济欠发达、技术人才缺失、缺乏资金，目前主要还是靠传统的末端治理手段降污减排，没有形成系统的减污降碳方案，区域间的生态补偿机制也没有健全，东部地区向西部地区大量掠夺性开发资源，但是却忽视自身环境的问题，相反地，一些中西部地区因为要担负保护生态环境的任务，大大减少了发展机会。这样，就会出现不同区域的协同能力较低的现象，不但会对全国的整体目标产生影响，甚至还会因为产业转移带来污染、碳排放的转移。

（三）环境与气候政策的交叉重叠

环境政策与气候政策的交叠堵住了中国减污降碳协同进展的通路。从目标看，污染防治更注重本地化、短时性的环境保护成效。碳达峰着眼于全球化的、长时间跨度的碳排放控制目标，两个目标之间的时空维度差异，在政策方面引起了交错的竞争。在政策层面上，排污权交易和碳排放权交易作为不同市场的规制方式存在割裂的现象，并且在配额分配上缺少衔接，在配额量化计算上也难以互相关联，导致企业面临的成本负担增加。在执行过程上，环保部门和发改委、能源局等主体存在部分职能的交叉重合现象，可能会导致出现监管的重复或者是监管推诿的现象。比如说工业企业既要达到《中华人民共和国大气污染防治法》规定的排放标准，又要达到《碳排放权交易管理办法》规定的标准，但是这两者却没有相关的协同设计，这就降低了协同性。

（四）末端治理与源头控制的矛盾

从技术路径选择角度看，末端治理与源头控制的不平衡影响减污降碳协同。当前环境治理主要采用末端的技术手段，比如烟气脱硫脱硝、污水等，但这些措施只能达到削减污染的效果，没有从源头去减少生产制造过程碳的排放量，有的甚至会造成本身用电量增大而导致碳排放量增加的情况。前端控制措施，比如清洁能源替换、生产工艺流程改造等可以同时起到减碳和治污的作用，但是由于前端改造的技术推广门槛较高、改造的成本较大，因此无法很快将碳减排与污染防控的目

的一起达到。对于传统行业来讲，如果不能及时替代目前的旧设备，会对后端设备的管控形成制约，造成不同环节间脱节，丧失协同效应。

四、碳达峰约束下减污降碳协同增效的路径

(一) 产业结构优化与低碳转型

产业结构优化是碳达峰约束下减污降碳协同增效的关键路径，长期以来我国产业体系以高耗能、高排放的重工业为主导，其生产方式带来的碳排放和污染物大量直排成为不可忽视的问题。要加快推动产业结构低碳化、高端化发展，通过控制“两高”行业盲目扩大、淘汰落后产能等途径缩减传统产业规模占比较高的现状，并着力培育风能、光伏制造、节能环保服务等行业，不断壮大绿色低碳产业占比。其次要加快产业循环化改造，把产业生产过程变成一个个循环链，做到“资源—产品—废弃物—再生资源”闭环，避免因直接加工原生矿产原料而产生过大的浪费，从源头来促进资源节约型社会的构建。通过产业结构调整实现经济发展、碳排放、污染物排放“脱钩”，为协同治理奠定结构基础。

(二) 能源结构调整与清洁化利用

能源结构调整和清洁化利用是破除减污降碳矛盾的关键一招。我国以煤为主的能源结构既是碳排放的主要来源，也是大气污染物的重要来源。推动能源结构由以煤为主的能源结构向主要以可再生能源为主体的能源结构转变，必须大幅提升开发占比高、安全性能好的风能、太阳能以及水能、核能等绿色低碳能源。不断强化煤炭清洁高效利用，加大煤炭超临界发电、煤化工耦合CCUS（碳捕集与封存）、煤炭洁净燃烧等技术推广力度，减少燃煤过程中产生的污染物及二氧化碳排放。与此同时，从终端用能角度加大对工业、交通、建筑等领域以电代煤、以电代油、大力发展新能源汽车等新能源使用的技术支撑，借助于智能电网做好电力调度工作。能源结构的清洁化转型可以减少碳排放，又可以通过减少化石燃料燃烧而大幅度减少二氧化硫、氮氧化物等污染物排放。

(三) 技术创新驱动与绿色技术推广

技术创新是推动减污降碳协同增效的根本驱动力。传统上的污染治理大多是以单个目标为导向的，比如末端污染治理设备无法做到低碳、低碳技术也不注重污染物的控制等。要想彻底打破这种技术孤立的状态，则需要对减污降碳的技术开展集成创新，如开发兼有碳减排和污染物控制功能的工艺技术等，或者借助数字化技术提高能源使用的效率等。此外，还需要积极开展绿色技术推广工作，建设一批具有技术和产业导向性的技术示范应用基地，比如大力推广氢冶金、低碳水泥等一系列

颠覆性技术，并给予政策支持为企业转型降本增效。最后还要注重促进科技的跨领域融合发展，比如将人工智能用于污染监测以及碳排放的核算，利用生物技术将废弃物转变成为一种有用的资源等等，以此使得协同治理能够拥有更加低廉、高效的解决方式，并由此让减污降碳的工作从“被动合规”转变为“主动优化”。

(四) 政策协同与市场激励机制优化

需要建立协同政策体系，在将碳达峰纳入生态环境治理范畴后，对生态环境政策进行增补。同时进一步完善市场激励制度，一方面可以通过将碳排放权交易纳入排污权交易市场的方式使二者进行对接。另一方面则是针对“碳—污”复合配额制定方案并推行“碳—污”双控制度，使企业在接受碳交易双指标规制的同时，可以将污染治理作为突破口，将自身向产业结构优化升级的方向发展。此外还要健全生态补偿制度，在解决区域间协同共治能力失衡问题上，东部地区的资金和技术可在一定程度上反哺西部地区。政策、市场共同优化的路径可修正“政策各自为战、市场激励不足”弊端，有助于形成政府引导、市场驱动、企业参与的协同治理的局面，从根本上对减污降碳目标提供长效制度保障。

结束语

碳达峰约束下，减污降碳协同增效是实现可持续发展的关键。通过剖析理论与影响机理，认清突出问题，再从产业结构、能源结构、技术创新及政策协同等路径推进，才能打破困境。未来需持续深化协同治理，完善制度与技术体系，加强区域行业联动，方能让减污降碳协同增效真正落地，助力碳达峰目标达成与环境质量提升。

参考文献

- [1] 宋德勇, 陈梁, 王班班. 环境权益交易如何实现减污降碳协同增效: 理论与经验证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(2): 171-192.
- [2] 刘超. “双碳”目标下减污降碳协同增效在生态环境法典中的立法表达[J]. 政法论丛, 2024(2): 40-50.
- [3] 冯钦忠, 杨世童, 刘俐媛, 等. “双碳”目标下工业园区减污降碳协同增效路径分析与技术要求[J]. 环境保护科学, 2023, 49(3): 1-7.
- [4] 李云燕, 崔华, 苏仙红. “双碳”目标下京津冀减污降碳协同增效机制与路径研究[C]. 中国环境科学学会2023年科学技术年会. 北京工业大学经济与管理学院2023.
- [5] 王敏, 李丽平. 城市减污降碳协同增效内涵特征, 实践困囿与创新建议[J]. 环境保护, 2024, 52(7): 13-16.