

Research on China's industrial carbon emission reduction strategy under the background of global carbon neutrality

Yang Gao

Hebei University of Economics and Business, Shijiazhuang, Hebei, 050062, China

Abstract

As the main source of carbon emissions, the industrial sector is under great pressure to reduce emissions, driven by the global carbon neutrality target. As the world's largest carbon emitter, China's industrial carbon emission reduction work is crucial to achieving its global climate targets. Based on the global carbon neutral background, combining technology, policy and market mechanism, this paper analyzes the current situation and challenges of carbon emission in China's industrial field, and discusses the carbon emission reduction strategy for sustainable development. China's industrial sector is expected to achieve high-quality carbon emission reduction and make positive contributions to achieving global carbon neutrality by promoting technological innovation, optimizing the energy mix, improving policy support and strengthening international cooperation, the study showed.

Keywords

carbon neutral; industrial carbon emission reduction; technological innovation; energy structure; policy support

全球碳中和背景下中国工业碳减排策略研究

高扬

河北经贸大学, 中国·河北 石家庄 050062

摘要

作为碳排放主要来源的工业领域,在全球碳中和目标的驱动下,面临着巨大的减排压力。中国作为全球最大的碳排放国,其工业碳减排工作对全球气候目标的实现至关重要。本文从全球碳中和背景出发,结合技术、政策和市场机制,分析我国工业领域碳排放现状和面临的挑战,探讨可持续发展的碳减排策略。研究显示,中国工业部门有望通过促进技术创新、优化能源结构、完善政策支持和加强国际合作等措施,实现高质量的碳减排,为碳中和全球目标的实现作出积极贡献。

关键词

碳中和; 工业碳减排; 技术创新; 能源结构; 政策支持

1 引言

全球气候变化已成为威胁人类社会发展的重大挑战,碳中和作为解决气候问题的核心目标,在国际社会中得到了广泛共识。近年来,越来越多的国家承诺实现碳中和目标,中国在2020年明确提出将力争于2030年前实现碳达峰,并在2060年前实现碳中和。这一目标的实现对中国经济社会发展提出了全新的要求,而工业部门作为碳排放的主要来源,在这一转型过程中面临着巨大的挑战和机遇。中国工业领域长期以来以高碳排放的传统模式为主,其能源消耗占全国总能源消耗的65%以上,碳排放量超过全国总量的70%。尽管近年来通过技术升级和能源结构优化,工业碳排放强度有所下降,但总量控制仍然是一个难点。当前,如何在保障经济增长的同时,实现工业部门的绿色低碳转型,已

成为中国碳减排工作中的核心议题。本文旨在从全球碳中和的背景出发,分析中国工业碳排放的现状与挑战,并提出适应碳中和目标的减排策略,为推动工业绿色发展提供理论和实践参考。

2 中国工业碳排放现状与挑战

2.1 工业碳排放的现状

中国工业部门是全球最大的碳排放源之一,其能源消耗和排放量在全国碳排放总量中占据主导地位。根据统计,2020年中国工业碳排放约占全国碳排放总量的60%以上,其中以钢铁、化工、水泥等高耗能行业为主。工业能源结构以煤炭为主,占比一度超60%,清洁能源占比偏低,2012年清洁能源消费占能源消费总量的比重仅为14.5%左右,导致碳排放强度居高不下。高碳能源结构与高耗能产业模式相结合,使工业碳排放总量持续高位运行。此外,能耗呈刚性趋势,因工业产品需求增加,使得碳排放压力进一步加剧。虽然单位工业产值碳排放强度近年来通过技术升级、提高能

【作者简介】高扬(1998-),男,中国黑龙江佳木斯人,在读硕士,从事大数据管理与应用研究。

效等措施有所降低,但由于工业设备更新换代周期长、新技术普及缓慢等原因,造成减排成效未能充分显现。

2.2 碳减排面临的挑战

2.2.1 高耗能行业减排难度大

在现代工业体系中,钢铁、水泥、化工等行业展现出极为显著的能源密集型特征。以钢铁行业为例,从铁矿石的冶炼,到钢材的轧制,各个环节都需要消耗大量的热能,其高炉炼铁过程对煤炭等化石燃料有着极高的依赖性;水泥行业同样如此,石灰石的煅烧环节,需要在高温环境下持续作业,现阶段主要依靠燃烧煤炭来满足热量需求;化工行业的生产流程更是复杂多样,众多化学反应过程不仅要求精准的温度、压力控制,而且大多以化石燃料作为基础能源供应。然而,这些行业的核心生产过程由于受到现有技术瓶颈、工艺特性以及成本效益等多方面因素的制约,在短期内难以寻觅到能够完全替代化石燃料的可行方案,这就使得它们在碳减排之路上步履维艰,相较于一些新兴的绿色产业,其碳减排潜力着实有限。

2.2.2 技术创新不足

当前,低碳技术研发与应用迟缓,碳捕集、利用与封存(CCUS)技术困境尤甚。研发上,其涉及多学科知识,复合型人才稀缺,拖慢技术突破;且基础研究资金长期不足,如废气二氧化碳高效捕集、封存后防泄漏等难题难以攻克。应用中,成本居高不下,中等规模碳捕集装置前期投入达数千万元,后续设备更新、能耗补给花费巨大;二氧化碳转化产品尚处小规模试验,效率低、成本高;封存环节因地质条件严苛,勘察、准备、监测流程繁杂致单位成本飙升。受研发与应用阻碍,CCUS技术产业化不足,全球仅少数试点项目靠政府补贴艰难运营,未形成成熟产业链,企业谨慎观望,制约低碳转型。

2.2.3 政策与市场机制不完善

尽管中国已建立起全国碳排放权交易市场,这一举措在推动碳减排进程中有着标志性意义,然而就当前实际运行状况而言,仍存在诸多问题。其中较为突出的是碳定价水平相对较低,出现这一现象有以下几种原因。一方面,当前市场参与者对碳排放权价值的认知尚浅,部分企业仍将其单纯视作一种合规成本,而非蕴含经济与环境双重效益的稀缺资源,致使在交易环节出价较为保守;另一方面,市场交易活跃度不足,大量碳排放配额未能得到充分流通,使得价格难以精准反映真实的减排成本与市场供需关系。如此一来,该市场机制在现阶段尚未能充分施展其本应具备的减排潜能,无法有效促使企业出于经济利益考量,主动投入更多资源用于低碳技术研发与节能减排实践。

2.2.4 国际压力与竞争

我国工业部门在国际市场上面临的低碳竞争压力随着全球碳中和进程的加快而明显上升。发达国家将中国工业品的国际竞争力通过碳边界调控机制等政策限制高碳产品。以

欧盟为例,其拟对我国相关出口企业的成本和利润产生直接影响影响的钢铁、水泥等高碳产品征收碳关税。此外,随着绿色供应链的兴起,也对我国工业提出了更高的减排要求。例如,跨国企业对其碳足迹的选择越来越重视,要求下游企业在供应链上推行低碳改造。如果中国工业企业不能尽快适应这一变化,那么极有可能会在全球竞争中失去市场份额。与此同时,随着气候目标日益受到国际社会的关注,也使得我国需要在履行对总体碳减排工作提出更高要求的国际承诺与国内经济增长之间寻找一个平衡点。中国工业部门需要进一步加快技术升级和模式转型,以提升在低碳经济中的国际竞争力,通过积极应对国际竞争和合作需求。

3 技术驱动的碳减排路径

3.1 绿色技术的研发与应用

技术革新是实现工业碳减排的主要途径。例如,钢铁行业作为高碳排放量行业之一,其传统高炉冶炼工艺以焦炭作为还原剂,是钢铁行业主要的碳排放源之一。而氢冶金技术,可以使用氢气作为还原剂来当作焦炭的替代品,不仅可以大幅减少二氧化碳的排放,还可以提高工艺效率和产品质量。此外,水泥行业的新型低碳胶凝材料,如贝利特水泥、碳化反应水泥等,贝利特水泥的生产过程中需要的温度相比传统水泥更低,是从源头减少熟料烧成过程中的碳排放强度。碳化反应水泥则是一种利用二氧化碳与水泥基材料发生碳化反应特性制成的新型水泥,他可以将二氧化碳固定在水泥内部,对碳减排有非凡的意义。同时,化工行业也为了实现低碳甚至零碳排放而探索利用生物基原料替代石化原材料。随着大数据科学与技术的发展,数字化技术在推动碳减排方面也逐渐发挥着重要的作用。借助工业互联网、大数据以及人工智能这些前沿技术手段,企业得以对生产调度进行优化,对能源消耗展开全方位监控,精准确定高能耗环节。在未来的发展中,技术研发不仅要关注单个工艺或设备的改进,还应从全产业链的视角出发,整合多领域技术,形成协同减排的综合解决方案。

3.2 碳捕集、利用与封存技术

Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) 技术是解决工业减排难题的重要手段。通过在高排放设备中安装碳捕集装置,从源头捕获排放的二氧化碳,收集并存储或转化为甲醇、碳酸盐等有用的化学物质,实现二氧化碳的二次利用。目前CCUS技术已在石化和化工行业获得初步应用。例如,有的企业为了提高采收率(EOR),将收集到的二氧化碳注入油田。然而,CCUS技术仍然面临着包括提高捕集效率、保证封存安全性以及技术成本高昂在内的诸多挑战。为加速其推广应用,政府和企业应共同努力,例如,通过财政补贴和碳市场机制为CCUS技术提供经济激励,同时通过国际合作共享技术经验和最佳实践。未来,随着技术的不断进步和成本的降低,CCUS技术有望在更多工业领域实现

规模化应用,为实现全球碳中和目标做出巨大贡献。

4 能源结构优化与资源利用效率提升

4.1 推动能源结构低碳化

实现碳减排的重要途径是优化以煤炭为主的工业部门的能源结构。电力供给由化石燃料逐步向风能、太阳能和核能等转移,通过加快替代清洁能源的进程,工业生产中的碳排放强度可得到明显降低。以风能和太阳能为代表的可再生能源不仅具有清洁性和可持续性,还能通过分布式发电方式降低能源传输损耗。此外,作为稳定高效的能源形式,核能尤其适用于对能源稳定性和持续性有需求的规模工业生产。余热余能回收利用技术在传统能源使用过程中也是十分重要的。例如,工业生产过程中产生的废热通过高效余热回收设备转化为蒸汽或用于再生产用电,能明显提高能源利用效率,降低化石燃料需求。实施这些技术路径,需要政府政策的引导和企业的积极参与。例如,通过制定清洁能源配额制度或给予税收优惠,推动工业企业逐步转向低碳能源供应体系。

4.2 提升资源利用效率

推行循环经济理念,为工业碳减排开辟了一条行之有效的路径。在生产过程中实现废弃物的资源再利用,既减少碳排放,又降低原料需求。以钢铁行业为例,可以加强余热余能回收,在钢铁冶炼的各个过程都会有大量的热量释放,通过安装余热发电装置,将多余的热能转变为电能用于钢铁的冶炼,减少对外购电的需求,从而减少碳排放。此外,化工行业还能将副产品或废料回收利用,用于其他生产环节,提高资源利用率。将化工过程中的废气或废液转化为新的化学原料,不仅降低废弃物处理成本,同时也实现了资源的可循环利用。在水泥行业中,使用粉煤灰等工业废渣代替黏土等传统原料,可以减少传统水泥原料的需求,降低生产过程中的碳排放。通过资源利用效率的提高,既可以减轻工业生产对环境的负担,又可以为企业创造良好的条件,从而实现经济的绿色低碳发展。

5 政策支持与市场机制的完善

5.1 加强政策引导

政府应进一步完善碳减排政策体系,为工业低碳转型提供强有力的支持。首先是低碳技术的研发与应用,可以通过财政补贴、税收折扣等激励性手段予以支持。此外,促进高耗能企业转型升级的一项重要措施就是制定较为苛刻的能效标准和行业排放限额等指标。通过强制性政策要求企业提高设备能效、优化生产工艺等一系列措施,将传统高碳行业逐步转型为绿色低碳产业。政府还应对中小企业提供有针对性的扶持政策,帮助中小企业克服减排过程中所面临的资金、技术上的困难,提高企业低息贷款的额度、技术咨询等

技术服务水平,以帮助企业更好地实现绿色转型。区域间政策协同也是实现碳减排目标的重要一环。通过建立区域间减排合作机制,有效协调地方政府利益关系,促进碳中和进程。

5.2 完善碳市场机制

全国碳排放权交易市场的建立,成功地将工业碳减排市场化。然而,目前市场面临着碳定价层次低、市场活跃度不够等诸多方面的问题,这就制约了其发挥减排潜力。要想改变这个现状,应通过科学分配碳排放配额,保证资源配置的公平合理,来提高市场效率。例如,配额的分配方案可以根据行业的碳排放强度和发展需求进行动态调整,在避免配额过剩造成碳价下跌的同时,也可以避免由于配额不足而导致某些行业陷入发展困境。信息化透明化建设也是促进市场信任度、活跃度的关键所在。通过建立公开透明的碳排放配额交易平台,在降低信息不对称导致交易成本的同时,保证市场参与者能够实时获取交易数据及政策信息。

6 结语

中国的工业领域碳减排任务艰巨但意义重大。作为碳排放大国,中国工业领域的低碳转型进程,紧密关联着国家可持续发展大局,同时对全球气候目标的实现起着重要的作用。技术创新成为驱动工业低碳发展的关键力量。现阶段,我国工业部门应将中心放在绿色生产技术和低碳技术的研发上,突破传统发展模式在过往较长时间内对工业可持续发展的制约。同时,能源结构的优化也势在必行。如果想从源头上大幅削减工业碳排放,关键在于加快清洁能源对传统能源的替代步伐,大幅提升风、光、核能等清洁能源在能源结构中的占比。通过优化能源供应体系,降低对煤炭等传统化石能源的依赖,切实减少工业生产中的碳排放强度。此外,政府要制定清晰的政策,为企业指明减碳方向。同时,采取税收减免、专项补贴等经济激励措施,使积极减碳的企业获得资金回馈,缓解转型压力,激发创新活力。未来,我国工业部门减碳将随着国际合作的加强和绿色金融的蓬勃发展迎来更多机遇。

参考文献

- [1] 肖兰兰,李阳兮.全球气候变化背景下能源安全的“绿化”与中国的战略选择[J].中国石油大学学报(社会科学版),2024,40(06):69-79.DOI:10.13216/j.cnki.upcjess.2024.06.0008.
- [2] 郭佳淇.绿色金融对高碳企业融资约束的影响研究[D].山西财经大学,2024.DOI:10.27283/d.cnki.gsxcc.2024.000850.
- [3] 李晨阳.环境规制和技术创新对建筑业碳排放效率的影响研究[D].云南财经大学,2024.DOI:10.27455/d.cnki.gycmc.2024.000017.
- [4] 李瑾.双碳背景下碳减排国际合作法律问题研究[D].大连海洋大学,2024.DOI:10.27821/d.cnki.gdlhy.2024.000061.