

碳达峰碳中和目标约束下重点行业的煤炭消费总量控制路线图研究 执行摘要



生态环境部环境规划院
Chinese Academy of Environmental Planning



自然资源保护协会
NATURAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL

中国煤炭消费总量控制方案和政策研究 (煤控研究项目)

中国是世界煤炭生产和消费第一大国。以煤炭为主的能源结构支撑了中国经济的高速发展，但也对生态环境造成了严重的破坏。为了应对气候变化、保护环境和减少空气污染，国际环保组织自然资源保护协会 (NRDC) 作为课题协调单位，与政府智库、科研院所和行业协会等 20 多家有影响力的单位合作，于 2013 年 10 月共同启动了“中国煤炭消费总量控制方案和政策研究”项目（即“煤控研究项目”），为设定全国煤炭消费总量控制目标、实施路线图和行动计划提供政策建议和可操作措施，助力中国实现资源节约、环境保护、气候变化与经济可持续发展的多重目标。请访问网站了解更多详情 <http://coalcap.nrdc.cn/>



自然资源保护协会 (NRDC) 是一家国际公益环保组织，成立于 1970 年。NRDC 拥有 600 多名员工，以科学、法律、政策方面的专家为主力。NRDC 自上个世纪九十年代中起在中国开展环保工作，中国项目现有成员 30 多名。NRDC 主要通过开展政策研究，介绍和展示最佳实践，以及提供专业支持等方式，促进中国的绿色发展、循环发展和低碳发展。请访问网站了解更多详情 <http://www.nrdc.cn/>



生态环境部环境规划院 (CAEP) 成立于 2001 年，主要开展国家生态文明、绿色发展、环境经济等发展战略研究，承担国家和地方中长期环境战略规划与年度计划、污染防治和生态保护规划、流域区域和城市环境保护规划等理论方法研究、模拟预测分析、规划研究编制、实施评估考核等技术工作；承担中央财政专项资金项目技术咨询、技术服务和绩效评估等工作。规划院面向“双碳”的重大决策服务有扎实的研究基础与丰富的实践经验。依托于国家环境规划与政策模拟重点实验室与碳达峰碳中和研究中心，建有中国生态环境大数据共享平台，研发有中国高空间分辨率 (1km) 排放网格数据库 (CHRED)，中国城市二氧化碳排放数据集 (长时间序列)，碳排放 - 能源集成模型 (iCEM) 等成果，长期参与 IPCC 各类指南撰写工作，在国家 and 地方“双碳”决策中发挥重要作用。

封面图片: Image from Pxhere

煤控研究报告

《碳达峰碳中和目标约束下重点行业的煤炭消费总量控制路线图研究执行摘要》

《碳达峰碳中和目标约束下水泥行业的煤炭消费总量控制路线图研究》

《碳达峰碳中和目标约束下电力行业的煤炭消费总量控制路线图研究》

《碳达峰碳中和目标约束下钢铁行业的煤炭消费总量控制路线图研究》

《碳达峰碳中和目标约束下煤化工行业煤炭消费总量控制路线图研究》

《山西省“十四五”煤炭消费总量控制政策研究》

《“十四五”电力行业煤炭消费控制政策研究》

《新冠疫情后的中国电力战略路径抉择：煤电还是电力新基建》

《中国散煤综合治理研究报告 2020》

《“十三五”时期重点部门煤控中期评估及后期展望》

《“十三五”电力煤控中期评估与后期展望》

《中国煤控项目“十三五”中期评估与后期展望研究报告》

《中国实现全球 1.5°C 目标下的能源排放情景研究》

《持续推进电力改革 提高可再生能源消纳执行报告》

《2012 煤炭的真实成本》

请访问网站了解更多详情 <http://www.nrdc.cn/>

煤控研究项目系列报告

碳达峰碳中和目标约束下重点行业的 煤炭消费总量控制路线图研究

执行摘要

报告编写人员

项目负责人：

曹 东 首席专家 / 研究员 生态环境部环境规划院

课题负责人：

电 力	张 静 博士	生态环境部环境规划院
钢 铁	薛英岚 博士	生态环境部环境规划院 中国科学院科技战略咨询研究院
水 泥	赵 静 博士	生态环境部环境规划院
煤化工	张鸿宇 博士	生态环境部环境规划院

课题研究人员：

蒋洪强	副总工 / 研究员	生态环境部环境规划院
张 伟	副研究员	生态环境部环境规划院
龙 凤	副研究员	生态环境部环境规划院
杜 唯	项目官员	自然资源保护协会
王 杨	项目官员	自然资源保护协会
王丽娟	副研究员	生态环境部环境规划院
毕粉粉	助理研究员	生态环境部环境规划院
李 勃	助理研究员	生态环境部环境规划院
胡 溪	高级工程师	生态环境部环境规划院

执行摘要

2019 年我国火电、钢铁、水泥、煤化工四个重点行业煤炭消费总量为 24.1 亿吨标煤，占全国煤炭消费总量 86%，其中，电力行业煤炭消费占比最大，达到 54%，其次是钢铁、煤化工和水泥行业¹，占比分别达到 17%、9% 和 6%。

2019 年四个行业二氧化碳排放 77.6 亿吨（含过程排放），约占全国二氧化碳排放总量（含过程排放）的 72%，其中，电力、钢铁、水泥和煤化工行业占比分别为 42%、14%、12% 和 4%。加上净购入电力的间接排放，钢铁、水泥和煤化工行业碳排放量占全国二氧化碳排放总量比分别为 15%、12% 和 5%。

因此，开展控碳背景下的重点行业煤炭控制策略研究，对于推进实现国家碳达峰碳中和目标、推动行业生产方式与能源结构绿色转型具有重要意义。本研究采用自主开发的碳排放－能源集成模型（Integrated Carbon and Energy Model, iCEM），在“双碳”目标约束下，考虑控煤降碳措施力度不同，从小到大依次设置基准、政策、强化三个情景，提出了电力、钢铁、水泥和煤化工四大重点耗煤行业的控煤降碳目标及不同阶段路线图，开展了控煤降碳的社会、经济 and 环境影响分析。

一、电力、钢铁、水泥和煤化工四个重点行业煤炭消费总体将于 2025 年达峰，峰值 24.9 亿吨标煤

综合考虑目标可达性、措施可行性和投入经济性，报告采用政策情景作为推荐情景。推荐情景下，四个重点行业总体的煤炭消费量将在 2025 年达到峰值，峰值 24.9 亿吨标煤，达峰前后有 5-6 年的平台期；碳排放将于同年达峰，峰值 80.1 亿吨。

具体到分行业层面，钢铁行业煤炭消费量极有可能已于 2020 年达峰，水泥行业将于 2021 年达峰，煤化工行业将于 2024 年达峰，而受电力需求增长驱动，电力行业将在 2028 年达峰。钢铁、煤化工行业碳排放与煤炭消费量同年达峰，电力、水泥碳排放分别于 2029 年和 2022 年达峰。

¹ 报告在重点行业整体分析中考虑了行业之间的耦合关系，包括钢铁行业用焦耗煤已从煤化工炼焦耗煤中剔除，钢铁、水泥、煤化工行业的电力使用所带来碳排放算在电力行业并从其他行业剔除。在分行业的达峰分析中，不考虑上述行业间耦合的扣除，以充分体现行业自身的情况。

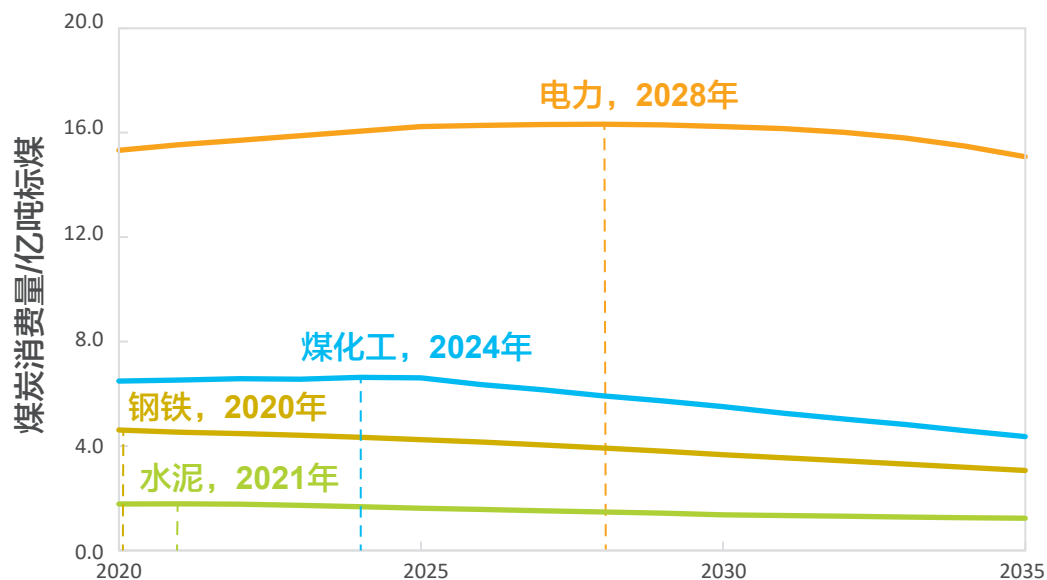


图 1 分行业的煤炭消费量

二、四个重点行业实现煤炭消费达峰需要从能源结构调整、产业结构优化、节能技术改造和资源循环利用四类措施入手，在推荐情景下，需相应投入资金 19.6 万亿元，年均可带动 GDP 增长 3627 亿元，并实现大气污染物的协同减排

大力推进清洁能源使用、加强行业产能调控与结构调整、推广能效提升技术和加快循环体系构建是四大行业减少煤炭消费量的有效措施。相较基准情景，政策情景在 2021-2035 年减少煤炭消费 9.2%，其中，产品产量减少带动煤炭消费减少约占 17%，能源结构调整、产业结构优化、节能技术改造、资源循环利用四项措施带来的减煤贡献分别为 54%、13%、10%、6%；分行业贡献来看，电力、钢铁、水泥、煤化工减煤贡献分别为 50%、33%、3%、14%。

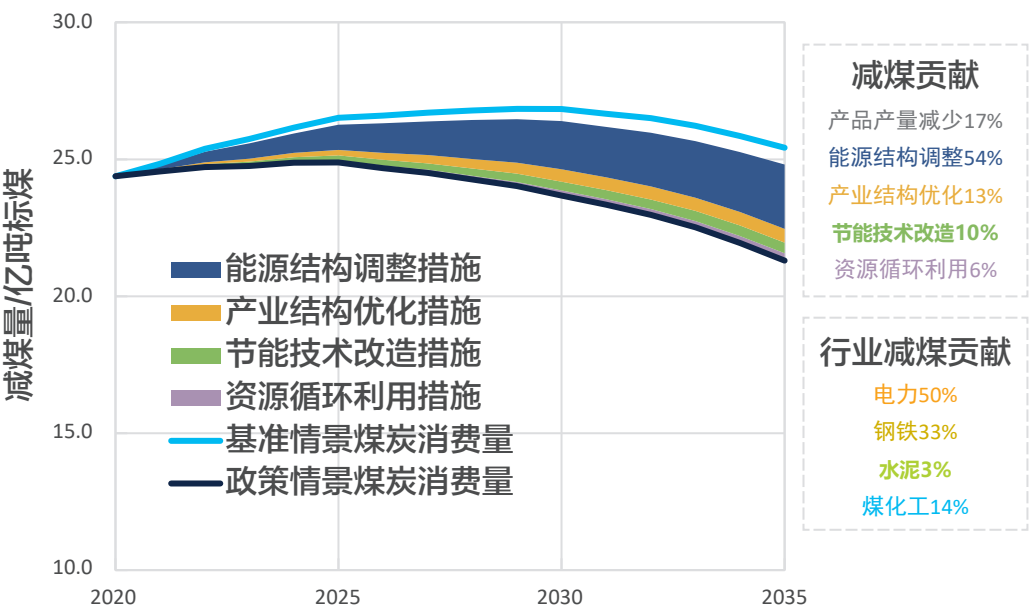


图 2 四个重点行业政策情景较基准情景的减煤量

为了推动四大行业煤炭消费尽早达峰，累计需要在 2021-2035 年投资 19.6 万亿，年均投资约 1.3 万亿元，其中 90% 以上为电力行业的投资。投资将刺激经济高质量增长，带动 GDP 年均增长 3627 亿元。

四大行业煤炭消费控制还将带来显著的环境效益，二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM）等大气污染物年均协同减排 29 万吨 / 年、65 万吨 / 年和 10 万吨 / 年。分行业来看，钢铁和电力为协同减排量最多的行业，尤其是钢铁行业对 NO_x 和 PM 的协同减排。



随着经济结构调整，电力需求增速趋缓，未来工业部门、居民生活、5G 基站和大数据中心等将是我国电力增长的主要推动因素。基于电力需求预测，综合考虑电源结构优化和技术进步等措施，以及发电标准煤耗的变化、热电联产供热增加的耗煤量，我国电力行业煤炭消费量将于 2028 年达峰，峰值 16.3 亿吨标煤（24.6 亿吨煤）。由于天然气发电还有一定增长，电力行业碳排放将于 2029 年达峰，峰值 50.0 亿吨。

4

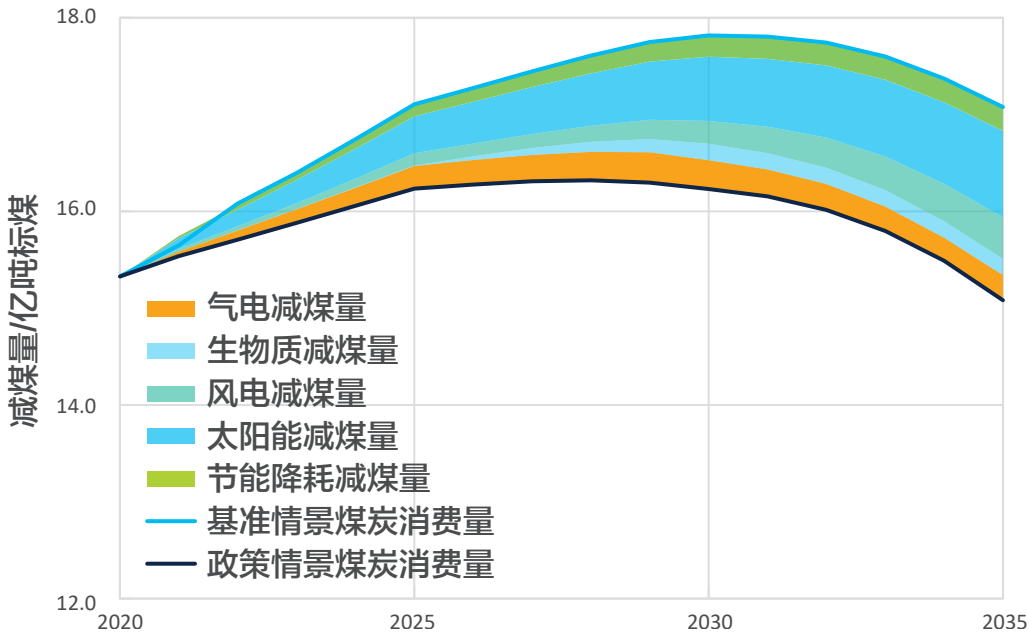


图 4 电力行业各措施减煤量

四、钢铁行业煤炭消费受产量影响巨大，如未来严格控制粗钢产量，行业煤炭消费极有可能已于 2020 年达峰，峰值约为 4.6 亿吨标煤；推进全废钢电炉短流程是钢铁行业减少煤炭消费最有效的措施

随着我国工业化和城镇化达到发达国家水平，结合国家对粗钢产量的管控政策导向，粗钢产量将在近年达到峰值，并在中远期呈下降趋势。综合考虑产量控制政策及推进短流程炼钢和加大废钢利用等措施，我国钢铁行业煤炭消费量极有可能已于 2020 年达峰，峰值约 4.6 亿吨标煤（含焦炭）；碳排放于同年达峰，峰值 16.4 亿吨。

政策情景相较基准情景在 2021-2035 年累计减煤 16.8%，其中，粗钢产量变动、推进全废钢电炉短流程、加大废钢利用、高炉炉料结构优化和节能技术改造的累计减煤贡献分别为 48%、26%、17%、4% 和 5%。

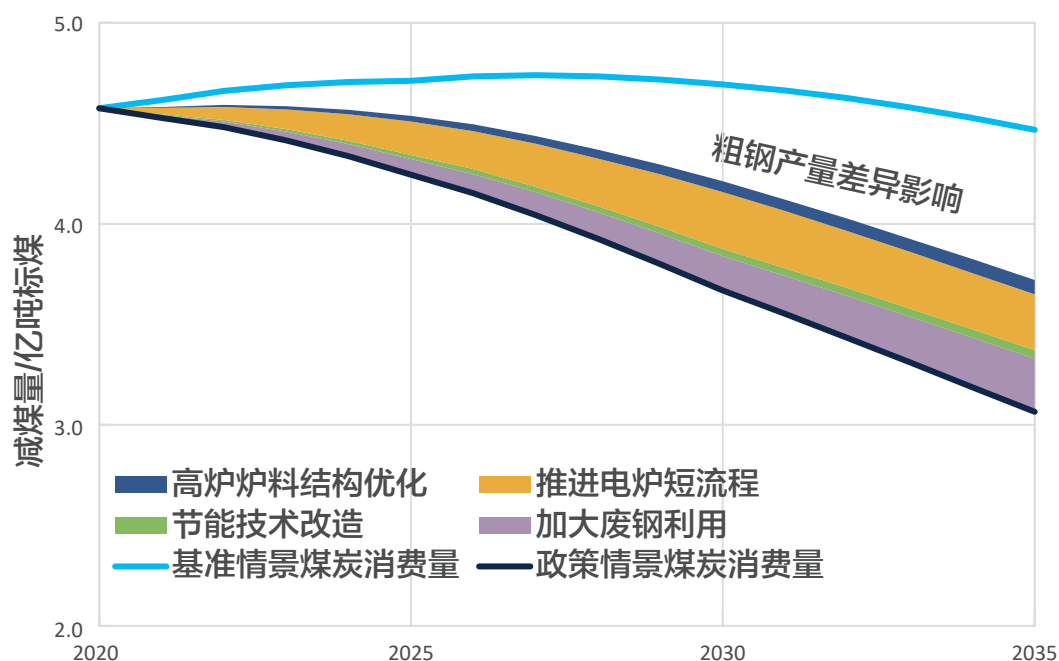


图 5 钢铁行业各措施减煤量²

五、水泥行业煤炭消费将在 2021 达峰，峰值 1.8 亿吨标煤；能源结构调整是水泥行业控煤降碳的有效措施，需要积极推广水泥窑协同处置生活垃圾的应用

我国已经进入典型的水泥消费峰值平台区，水泥熟料产量将在“十四五”期间将达到消费和产量峰值。综合考虑水泥的需求变化、水泥窑协同处置生活垃圾、淘汰落后产能、产能置换、先进烧成技术改造、钢渣替代石灰石和二氧化碳捕获、利用与封存技术，水泥行业煤炭消费将在 2021 年达到峰值，峰值 1.8 亿吨标煤，碳排放在 2022 年达峰，峰值为 13.7 亿吨。

相较基准情景，政策情景在 2021-2035 年累计减煤 5.2%，其中，产量减少、淘汰落后产能和产能置换、水泥窑协同处置生活垃圾、水泥窑节能技术改造和钢渣替代石灰石的减煤量分别占比约 81%、8%、4%、4% 和 3%。

2 加大废钢利用：对应废钢用于长流程炼钢的减煤效益，不包括废钢用于电炉短流程带来的减煤

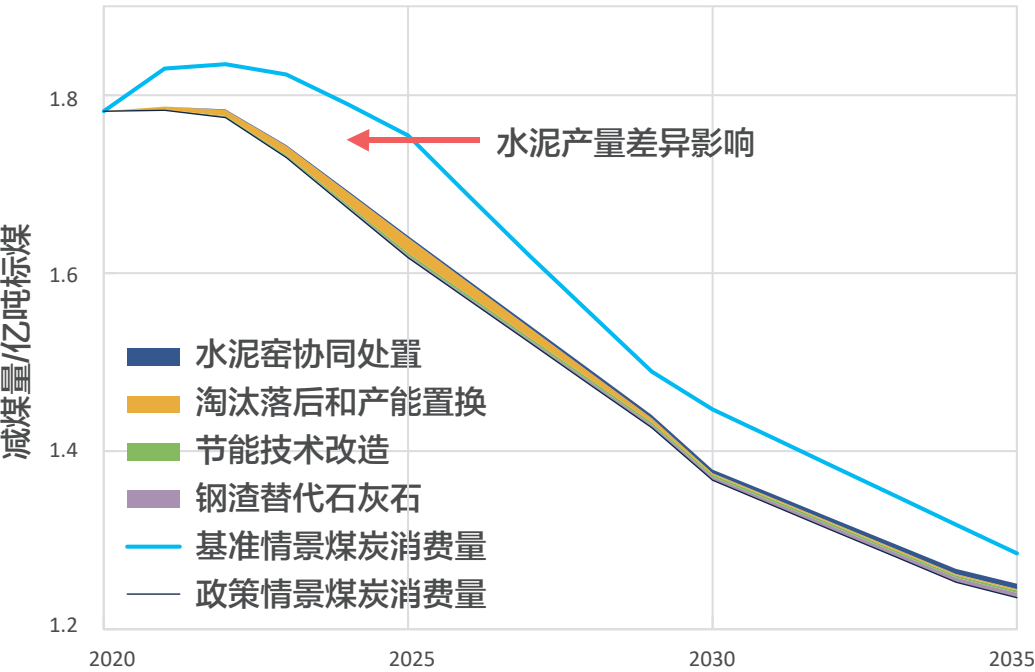


图 6 水泥行业各措施减煤量

六、煤化工行业煤炭消费将在 2024 年达峰，峰值 6.6 亿吨标准煤（含煤焦化），控制新型煤化工项目建设规模、挖掘原料替代的空间以及节能技术改造是减少煤化工行业煤炭消费的重要手段

未来传统煤化工行业煤制焦炭随着粗钢产量下降需求逐渐下降，煤制甲醇随着下游烯烃需求的增长而增长，煤制合成氨产量稳中有降；现代煤化工行业除煤制烯烃有较快发展外，煤制油、煤制天然气、煤制乙二醇增长缓慢。基于煤化工子产品需求变化，结合控煤降碳措施应用，煤化工行业煤炭消费量将于 2024 年达峰，达峰量为 6.6 亿吨标准煤（9.3 亿吨煤）；碳排放将在 2024 年达峰，达峰量为 5.7 亿吨。

相较基准情景，政策情景在 2021-2035 年累计减煤 5.9%，其中原料结构调整、产业结构调整、节能技术改造和燃料结构调整等措施减煤量分别占总减煤量 54%、25%、13% 和 8%。

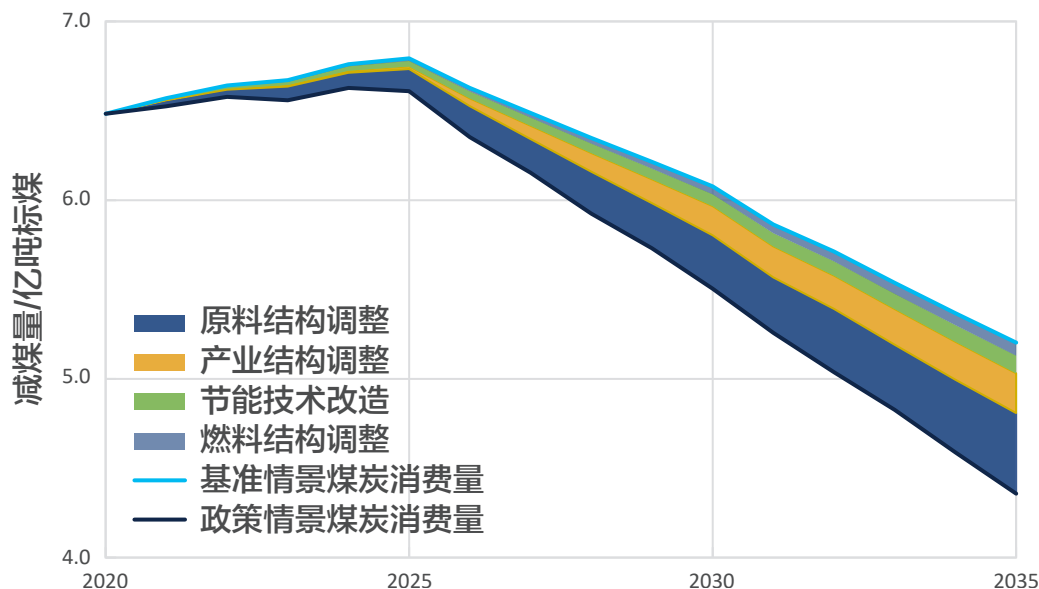


图 7 煤化工各措施减煤量

七、为有效推动重点行业煤控路径关键举措的顺利落地，应采取积极有效的措施，全面加大政策创新，逐步形成系统完善的碳交易市场机制、绿色低碳标准体系、行业准入政策、价格财税及投融资机制等

一是坚持节能优先战略，大力推广能效提升技术。加大现有机组的节能改造，积极推进高效、清洁火电技术研发，持续降低发电煤耗。加快重点行业节能改造，加大节能低碳技术的应用与创新，加快构建循环工业体系。

二是大力推进清洁能源使用，统筹优化煤电布局，合理配置调峰机组，提高电力平衡支撑能力。优化钢铁、水泥、煤化工行业原燃料结构，研究建立基于企业低碳绩效水平的差别化电价机制，要求自备电厂全面承担公用电厂义务。

三是强化源头降碳，深入推进钢铁行业供给侧结构性改革，提高水泥行业熟料落后产能和过剩产能淘汰标准，划定煤化工行业高碳 / 低碳产业或产品，并将高碳产业或产品纳入限制类和淘汰类名录，严格行业准入。

四是全面强化物料循环回收利用体系建设，推动废钢资源回收利用，提高炼钢废钢比，综合利用钢渣、粉煤灰等固体废物开展水泥原料替代，利用生活垃圾等替代水泥窑燃料。

五是加大政策创新，完善产业结构调整政策、短流程置换长流程政策、水泥窑协同处置废弃物的保障政策，健全企业节能降耗奖惩机制，完善煤电退出和调峰的市场机制，推动建立碳达峰碳中和目标约束下的总量－交易市场，完善重点工业行业低碳标准体系，价格财税及投融资机制等。



图 8 双碳约束下重点行业煤炭控制总量控制路线图

联系我们

地址：中国北京市朝阳区东三环北路 38 号泰康金融大厦 1706
邮编：100026
电话：+86 (10) 5927-0688
传真：+86 (10) 5927-0699

 再生纸印刷