

2023年7月

# 汾渭平原深入打好污染防治攻坚战

## 煤炭总量控制

## 研究报告



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 700 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 40 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。NRDC 在北京市公安局注册并设立北京代表处，业务主管部门为国家林业和草原局。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: Photo by Adrienguh on Unsplash

## 研究报告

- 《碳中和目标下山西省煤电产业转型发展和定位研究》
- 《碳中和目标下山西省焦化产业转型发展和定位研究》
- 《汾渭平原深入打好污染防治攻坚战煤炭总量控制研究报告》
- 《面向碳中和的氢冶金发展战略研究》执行摘要
- 《碳中和目标下中国火电上市公司低碳转型绩效评价报告 2022》简版
- 《山东省“十四五”重点耗煤行业减煤路径研究》
- 《双碳目标下的五大发电集团发电业务低碳转型研究》
- 《“双碳”与空气质量改善双目标下的安阳市中长期控煤路径研究》
- 《“双碳”背景下河南省电力行业中长期控煤路径研究报告》
- 《碳达峰与碳中和背景下山东电力行业低碳转型路径研究》执行摘要
- 《内蒙古煤炭生产和消费绿色转型研究》摘要报告
- 《霍林郭勒产业园绿色低碳发展研究》(简本)
- 《内蒙古典型城市煤炭消费与大气质量的关联分析及政策建议》
- 《内蒙古采煤沉陷区生态修复与可再生能源利用研究》
- 《“十四五”山西省非煤经济发展研究》
- 《碳达峰碳中和背景下山西煤电行业转型发展研究》
- 《碳达峰碳中和背景下山西焦化行业转型发展研究》
- 《中国典型省份煤电转型优化潜力研究》
- 《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》
- 《中国典型省份煤电转型优化潜力研究执行摘要》
- 《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/>

# 汾渭平原深入打好污染防治攻坚战 煤炭总量控制 研究报告

## 报告编写人员

曹 东	研究员	生态环境部环境规划院
张 静	副研究员	生态环境部环境规划院
薛英岚	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
赵 静	助理研究员	生态环境部环境规划院
蒋洪强	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
钟灵佳	实习研究员	生态环境部环境规划院
奚若航	项目经理	自然资源保护协会
王 佳	项目经理	自然资源保护协会
陈吟颖	高级顾问	自然资源保护协会

生态环境部环境规划院

自然资源保护协会

2023年7月

---

# 执行摘要

---

汾渭平原是我国重要的能源和重工业基地，其原煤产量占全国五分之一，煤炭消费量约占全国煤炭消费量的十分之一，也是全国大气污染防治重点区域之一。近年来，汾渭平原各城市加快产业结构和布局调整、强化能耗双控、加强能源清洁化利用、加大节能改造力度、创新能源管理制度、深化大气污染防治等措施，区域空气质量显著改善。2016年以来，汾渭平原空气质量显著改善，2021年PM<sub>2.5</sub>浓度下降到41μg/m<sup>3</sup>，较2016年下降了37.7%，下降幅度远超全国平均。但整体来说，汾渭平原地区产业结构仍旧偏重，煤炭在能源消费中的占比接近80%。

2021年11月，中共中央、国务院印发《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》提出，“十四五”时期，汾渭平原煤炭消费量实现负增长。本报告聚焦电力、工业和生活等重点煤炭消费部门，深入分析各领域控煤降碳现状，预测未来汾渭平原减煤降碳潜力，形成“十四五”汾渭平原煤炭消费量负增长的实施路径。

## 一、汾渭平原区域城市分类

---

按照对资源（煤炭）和产业（电力、焦化、钢铁等耗煤行业）的依赖程度，以资源依赖30%、产业依赖20%为临界点，将汾渭平原各城市分为4类，针对不同类型应实施区域差异化煤炭消费管控：

**煤炭资源和产业强依赖型城市：**以晋城、吕梁、临汾三市为代表，特征为煤炭生产、高耗煤行业对城市经济的贡献度均较高，应注重统筹资源能源开发与保护，提升能源利用水平。

**煤炭产业强依赖型城市：**以三门峡、洛阳、太原、运城、渭南、咸阳和铜川七市为代表，高耗煤行业对城市经济的贡献度相对较高，应注重实施煤炭消费总量控制，推进控煤减污降碳协同增效。

煤炭资源强依赖型城市：晋中、阳泉和长治三市，煤炭生产对城市经济的贡献度较高，应注重加强就地转化能力建设，加快形成绿色生产方式。

煤炭资源和产业弱依赖型城市：西安、宝鸡两市和杨凌示范区，经济对煤炭生产、煤炭消耗产业依赖度低的低碳发展型城市，应注重加快构建现代产业体系，推动经济高质量发展。

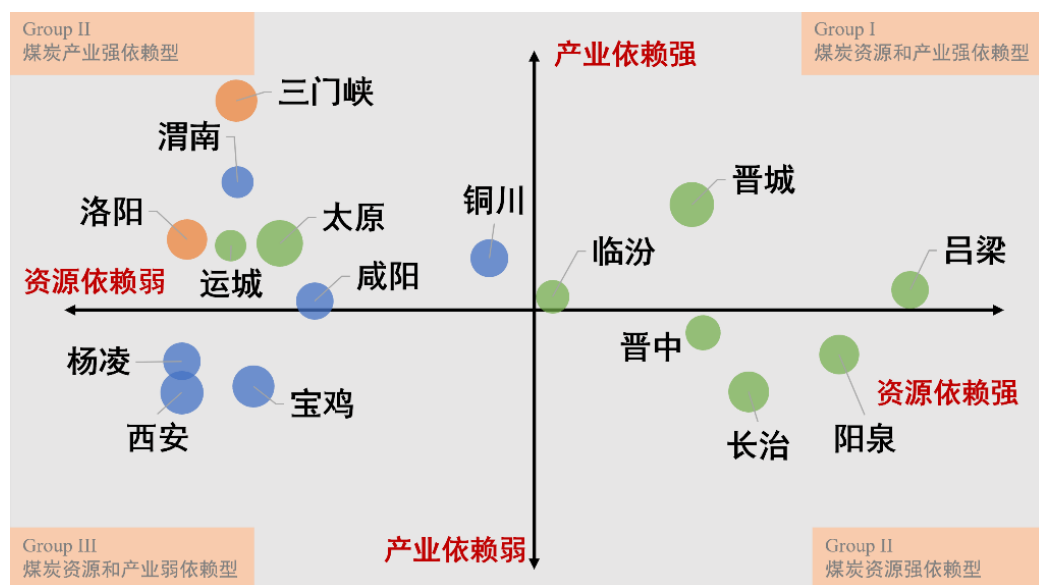


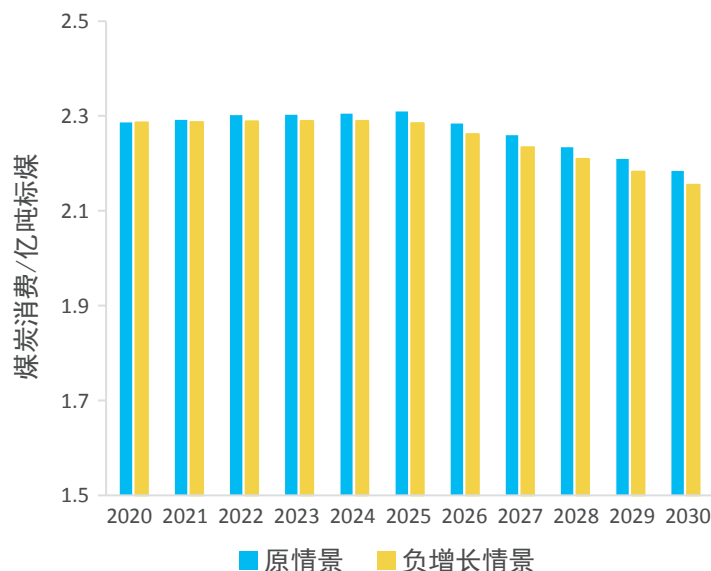
图 1：汾渭平原区域各城市资源依赖和产业依赖情况

(圆圈大小表示人均 GDP)

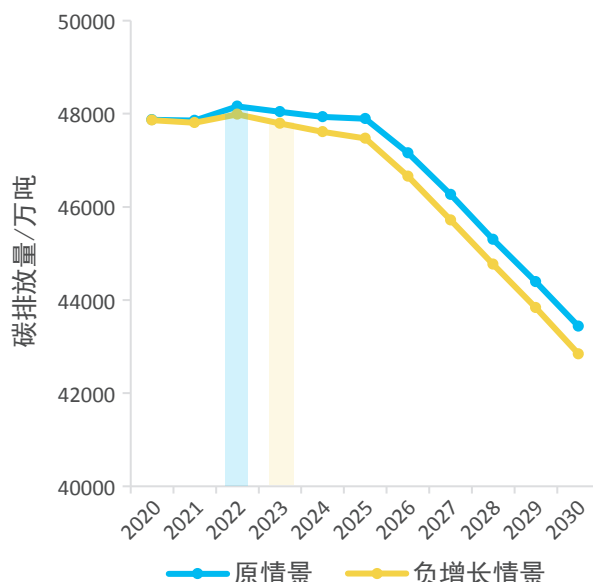
## 二、汾渭平原区域煤炭消费和碳排放量分析

未来 5-10 年，是汾渭平原区域基本实现现代化关键阶段，工业化、城镇化、信息化等多重发展带来煤炭消耗与碳排放增长的刚性压力。若按照现有规划目标、规划措施力度，汾渭平原电力、工业、生活三领域煤炭消费总量到 2025 年将达 2.31 亿吨标煤，较 2020 年增加 231 万吨标煤（1%），不能实现负增长。

若进一步加快清洁能源发电发展、降低发电煤耗，减少煤电发电小时数，同时提高工业电气化程度、优化原燃料结构、降低单位产品煤耗，加快散煤治理力度，到 2025 年，汾渭平原的煤炭消费量约为 2.28 亿吨标煤，较 2020 年减少 14 万吨标煤，可实现汾渭平原煤炭消费总量“十四五”负增长。“十五五”时期煤炭消费总量下降幅度增大，到 2030 年煤炭消费量 2.15 亿吨标煤。分城市看，煤炭资源和产业强依赖型城市吕梁、临汾，和煤炭资源强依赖型城市长治煤炭消费量较高，均在 2500 万吨标煤以上。碳排放方面，汾渭平原将于“十四五”中期实现碳达峰，早于煤炭消费达峰 2-3 年，各城市碳排放均将于“十四五”期间出现峰值。



(1) 煤炭消费总量



(2) 碳排放量

图 2：两种情景下的汾渭平原区域煤炭消费总量与碳排放量

### 三、汾渭平原区域控煤降碳路线图

“十四五”阶段：煤电仍会有一定增长，煤电装机将在 2025 年达到峰值，峰值为 8635 万千瓦。应加大推进现役机组节能升级改造、灵活性改造，持续降低发电煤耗。加强对吕梁、太原、阳泉、晋城等新增煤电城市的煤炭消耗管控。非化石能源发电加速发展，风电和光伏发电装机总容量将达到 7897 万千瓦，新能源装机占比提升至 45%。全力推进全废钢电炉短流程，严格执行水泥熟料产能减量置换，提高太原、运城、临汾等钢铁行业重点区域转炉废钢利用水平。煤化工行业推广先进煤气化技术、自动化智能化改造，稳步推进燃料结构调整。钢铁、水泥、煤化工煤炭消耗达峰。优先发展可再生能源供暖，促进取暖电气化发展，因地制宜开展散煤替代模式创新和试点示范。

“十五五”阶段：汾渭平原区域煤电装机和煤炭消费量缓慢下降，2030 年前对存量煤电机组大力实施灵活性改造，非化石能源持续加速替代，风光装机年均新增 1000 万千瓦以上。加大废钢利用，废钢成为钢铁行业铁素原料的主要替代，工业行业持续推进余热发电技术改造，鼓励水泥原料替代。严控现代煤化工发展速度。将清洁的可再生能源电力供热作为主要的热源，实现清洁取暖的商业化。

汾渭平原区域煤控路线图

2025年

2030年

战略举措 控制目标

煤炭消费量

8590万吨标煤

8135万吨标煤

战略举措		控制目标	2025年	2030年	
电力	能源结构调整	煤电装机规模	8635万kw, 占比49%	8348万kw, 占比37%	
		风光装机规模	7897万kw, 占比45%	13289万kw, 占比58%	
		非化石能源发电	32%	45%	
		气电装机规模	420万kw	431万kw	
		其他装机规模	水电45万kw, 生物质160万kw	水电451万kw, 生物质229万kw	
		其他清洁能源	推进瓦斯气、煤层气、余热、余压等资源综合利用机组发电		
		抽水蓄能规模	790万kw	1300万kw	
		新型储能规模	540万kw	1080万kw	
		储能等配套技术发展	“风光火储一体化”；“源网荷储一体化”；分布式储能；智慧供热和储热技术；适用于电动汽车的储电及储氢技术；先进电网技术		
	灵活性改造	加快火电机组热电联产灵活性改造			
	技术工艺升级	常规电源低碳	火电低排放技术	上大压小、超低排放改造、超高效火电技术、整体煤气化联合循环发电技术、低能耗碳减排和硫捕集封存利用技术	
		节能技术改造	发电煤耗	295 gce/kwh	293 gce/kwh
			煤电节能降耗	煤电节能改造	低热值、亚临界机组升级改造、掺烧非煤燃料、系统优化等提高发电效率
	末端捕集封存	CCUS技术	CCUS发展	煤电CCUS试点示范	煤电CCUS试点示范
		需求侧节能增效	需求侧灵活性	需求响应	推动需求侧管理变革, 建立分层分区负荷资源池, 引导用户参与供需平衡
提高效率			用电技术	用能设备能效提升、电照明技术、电采暖、工业电锅炉、农业电排灌、信息用电技术更加节能、高效、智能、可控	
工业	钢铁	推进电炉短流程	电炉钢占比	新建电炉钢产能, 基于地区资源禀赋提高电炉钢占比	进一步提高电炉钢占比, 到2030年提升至国家工业碳达峰要求
		资源循环利用	电炉钢废钢比	降低电炉中铁水原料比例	逐步提升全废钢电炉比例
			社会废钢收得率	新建废钢回收产能, 保证电炉钢和重点钢企的废钢资源供给	提高社会废钢回收力度, 大幅提高全行业炼钢废钢比
	原燃料结构调整	高炉球团矿配比	新建球团产能, 逐步降低高炉烧结用量, 提高球团用量	提高行业平均球团矿配比, 到2030年提升至国内先进水平	
		燃料替代	积极引入生活垃圾等循环利用燃料替代煤炭燃料		
	水泥	产业结构调整	产能减量置换	严格执行《水泥玻璃行业产能置换实施办法》(工信部原〔2021〕80号), 产能置换比例不低于2:1	
		节能技术改造	水泥行业节能技术改造	逐步提高先进烧成技术、高效粉磨技术、高效保温技术等先进节能降耗技术在水泥行业应用比例	
		资源循环利用	水泥原料替代	提高水泥原料中废渣、粉煤灰等回收废物的利用比例	提高水泥行业整体原料替代比例, 降低石灰等高碳原料用量
	煤化工	原料结构调整	煤制合成氨占比	根据资源禀赋逐步降低煤制合成氨的占比, 提高化肥施用效率	
		燃料结构调整	电气化改造比例	提高煤化工行业电气化改造比例, 力争到2030年提升至30%以上	
节能技术改造		低温余热发电	逐步提高低温余热发电、先进煤气化技术等节能降耗技术在煤化工行业应用比例, 提高煤化工行业自动化生产比例		
生活	建筑能效提升	新建、改扩建农村建筑建设标准	标准“用起来”, 建设“管起来”	完善农村住宅建设管理体系	
		改善、修葺已有农房改善	因地制宜分层次推进	加强建筑能效技术支撑	
	可再生能源供暖	集中供暖	城镇	工业余热、热电联产、地热等	智能电表、新型技术
		农村	分布式采暖	分散式光伏	
	煤改电	山区、偏远区域	探索洁净煤炉具, 鼓励生物质供暖、分散式生物质成型燃料+专用环保炉具、“太阳能+”、水源热泵等		
		新型电力系统	分散式电供暖	利用好电网峰谷差	“电+太阳能”等联合互补方式
	清洁炉具	好煤配好炉	分散用户炊事取暖, 发挥兜底保障作用	多能互补, 开展模式创新和试点示范	

图 3：汾渭平原区域控煤降碳路线图



## 四、路径的协同减排效益

“十四五”期间，汾渭平原区域通过能源结构调整、能源效率提升、散煤清洁替代等措施带来污染物协同减少，预计2025年煤炭消耗减少14万吨标煤，带来CO<sub>2</sub>和主要大气污染物的减少，其中CO<sub>2</sub>相对于2020年减少389万吨，SO<sub>2</sub>减排1.4万吨，NO<sub>x</sub>减排0.8万吨，PM减排3.2万吨。

2030年汾渭平原区域煤炭消耗较2020年下降1314万吨标煤，CO<sub>2</sub>减排5018万吨，SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM分别减排3.9万吨、3.2万吨、7.1万吨。其中，工业领域煤炭控制的协同减排效益最高。散煤燃烧碳排放量在区域碳排放总量中占比相对较小，但散煤消费每削减一吨，带来的大气污染物减排和二氧化碳减排的协同效益相对较高。2025年民用散煤相对于2020的减少量是工业的9%，但二氧化硫减少量是工业的35%。

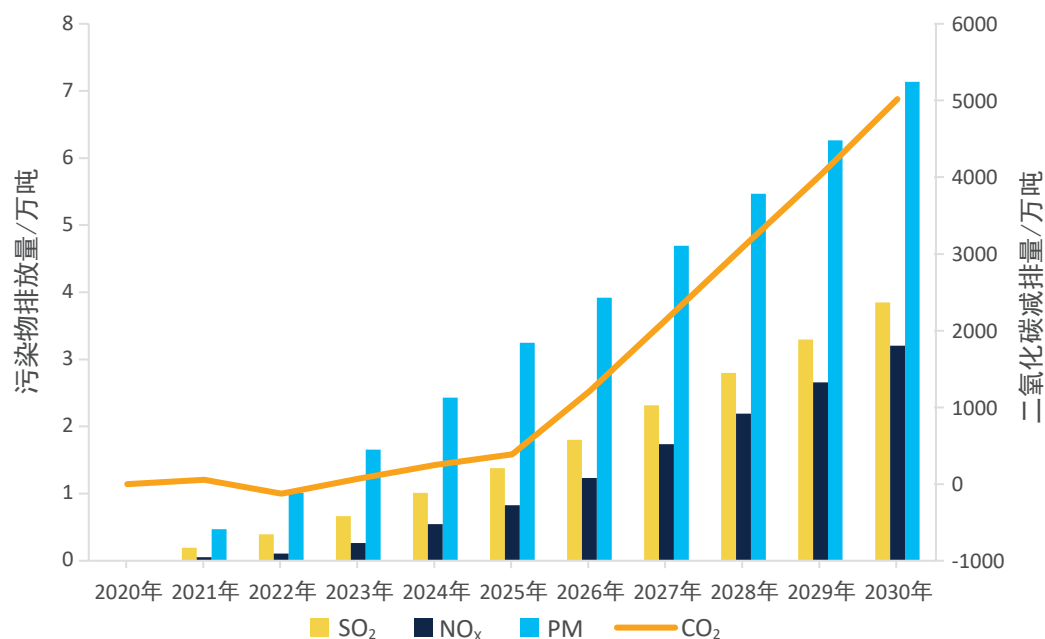


图 4：汾渭平原区域二氧化碳及大气污染物协同减排量



## 五、政策建议

---

一是充分考虑经济发展新常态的要求和国内外经济形势的影响，适时调整能源电力结构；加强对新能源产业、技术的扶持和引进，进一步规范分布式光伏发电管理，持续推进电力体制改革。

二是优化工业产业结构，鼓励科技含量高的绿色工业发展，引导新兴产业落地，构建清晰的循环经济产业链；推广先进适用的节能低碳技术，推广全生命周期绿色产品，推进资源回收体系建设。

三是积极依托物联网、大数据与“互联网+”技术等建设清洁取暖工作流程服务、监控平台；充分结合乡村旅游、示范工程提升能源基础设施建设，提高居民生活水平；利用秸秆打捆直燃技术等提高能源商品化程度，加强对清洁取暖改造效果跟踪监督和评估。

四是推进实施区域差异化煤炭消费管控，建立区域协调机制；进一步加强部门协同，环境质量、污染控制、煤炭消费与温室气体减排的目标协同；完善能源消费统计制度体系，健全“用煤权”交易体制。

## 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