

# “双碳”与空气质量改善双目标下的 的安阳市中长期控煤路径研究



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: Stephan Hösli from Pixabay

## 煤控研究报告

《“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/>

煤控研究项目系列报告

# “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

## 报告编写人员

### 项目负责人：

张 伟 副研究员 生态环境部环境规划院

### 课题负责人：

李 勃 助理研究员 生态环境部环境规划院

### 课题研究人员：

曹 东 研究员 生态环境部环境规划院

卢亚灵 副研究员 生态环境部环境规划院

陈 鸣 项目官员 自然资源保护协会

赵 静 助理研究员 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

张鸿宇 助理研究员 生态环境部环境规划院

王琰玮 实习研究员 生态环境部环境规划院

生态环境部环境规划院

自然资源保护协会

2022年9月



---

# 目录

---

执行摘要	v
1. 安阳社会经济发展、煤耗及碳排放现状	1
1.1 社会经济发展现状	
1.2 煤耗和碳排放现状	
1.3 大气环境质量现状	
1.4 未来控煤面临的挑战	
2. 技术路线	6
3. “双碳”与空气质量双目标下控煤情景分析	8
3.1 碳达峰碳中和约束下的控制目标	
3.2 空气质量改善约束下的控制目标	
3.3 情景设置	
3.4 情景优选	
4. “双碳”与空气质量双目标下控煤路径	17
4.1 “十四五”阶段	
4.2 “十五五”阶段	

4.3 面向2035年空气质量达标

4.4 面向2060年碳中和展望

## 5. 政策建议

25

5.1 优化产业结构, 稳步推动传统产业绿色化转型

5.2 调整能源结构, 做大做强“豫北新能源高地”品牌

5.3 制订行动计划, 明确“美丽安阳”建设路线图

5.4 创新工作机制, 推动向控煤减污降碳协同增效转变

5.5 强化技术攻关, 推动先进技术研究试点与产业转化

## 参考文献

29



---

# 图表目录

---

图 1-1 2020 年安阳分行业煤炭消费量	2
图 1-2 2020 年安阳重点行业污染物排放量占比分布	4
图 2-1 技术路线	7
图 3-1 “双碳” 目标下能源消耗	10
图 3-2 “双碳” 目标下分部门二氧化碳排放	10
图 3-3 “双碳” 目标下分行业二氧化碳排放	11
图 3-4 空气质量目标下能源消耗	12
图 3-5 空气质量目标下分部门二氧化碳排放	12
图 3-6 空气质量目标下分行业二氧化碳排放	13
表 3-1 情景设置	14
图 3-7 不同情景下煤炭消费总量控制目标	16
图 3-8 不同情景下二氧化碳排放量	16
图 4-1 “双碳” 与空气质量双目标下安阳市中长期控煤路径	18
图 4-2 “十四五” 阶段煤炭消费总量控制路线	19
图 4-3 “十五五” 阶段煤炭消费总量控制路线	21

# 执行摘要

安阳是一个“煤为主、产业重、转型慢、改善难”的典型北方传统工业城市。2020年安阳煤炭消费总量约2100万吨，占河南省煤炭消费总量10%以上。其中，焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业煤炭消费占全市煤炭消费总量97%左右。焦化行业煤炭消费占比最高，达40.8%，其次是钢铁、煤电、合成氨和水泥行业，占比分别为28.7%、15.9%、7.0%和5.1%。煤炭消费总量控制是安阳调整能源结构和产业结构、推动空气质量持续改善向好、实现全市经济高质量发展的关键所在。其中长期控煤减排降碳路径对我国典型工业城市转型具有重要参考意义与示范作用。

本研究在“双碳”目标和空气质量改善约束下探讨安阳市煤炭消费总量控制的目标，考虑不同力度控煤降碳措施，依次设置基准、控煤和强化三个情景，面向“十四五”、“十五五”、“2035年美丽安阳建设”、“2060年碳中和”等重要战略节点与城市发展阶段提出“双碳”与空气质量改善双目标下的安阳中长期控煤路径。

## 一、主要发现和结论

经过“十三五”期间多项政策的实施，安阳煤炭消费总量下降趋势明显，全市用煤结构进一步优化，煤炭消费占比下降至70%左右。但进入到“十四五”阶段，过往易操作、代价小、效果好的控煤措施边际效用递减，煤控工作进入深水区，面向国家“双碳”战略目标和空气质量改善目标的控煤工作面临诸多挑战。经研究判断，2035年是全市中长期控煤路径最重要的时间节点，安阳控煤路径可分为2035年以前和2035年以后两个阶段。

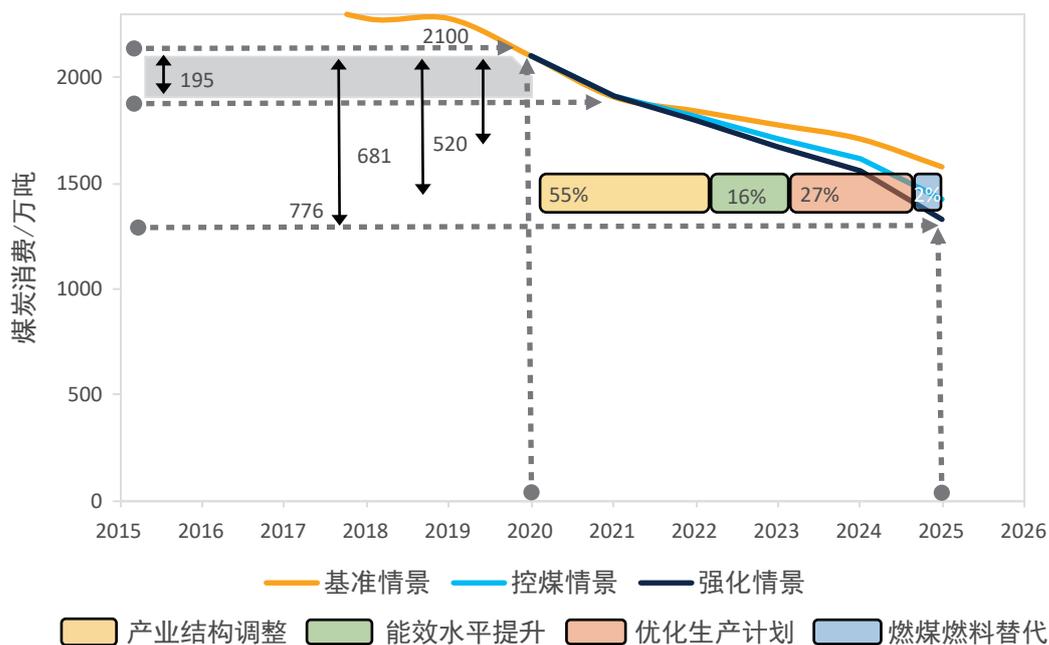
安阳市控煤路线图		2025年	2030年	2035年	2060年	
煤炭消费量, 万吨		2100	1400	1000	900	200-300
碳排放量, 万吨		6223	4922	4082	3449	1000
空气质量, 微克/立方米		62	45	39	35	20
路径措施						根据市场、供需等合理规划生铁产能
产业结构调整	压减产能	生铁产能控制在1400万吨以内	生铁产能控制在1000万吨以内	生铁产能控制在800万吨以内		
	以钢定焦	焦钢比0.4左右	严格达到0.4	焦钢比<0.4	钢铁企业去焦炭, 焦钢比不作为参考	
	大力发展氢能产业	殷都区焦化行业氢能综合开发利用项目殷都区焦化行业氢能综合开发利用项目	推动建设氢能与储能技术研发和应用试验区	绿氢制取、储运和应用技术成熟, 形成规模		
能效水平提升	焦化	52%产能达到标杆水平	60%产能达到标杆水平	65%产能达到标杆水平	80%产能达到标杆水平	
	钢铁	40%产能达到标杆水平	45%产能达到标杆水平	50%产能达到标杆水平	70%产能达到标杆水平	
	合成氨	保持100%产能达到标杆水平				
	水泥	40%产能达到标杆水平	50%产能达到标杆水平	60%产能达到标杆水平	70%产能达到标杆水平	
	煤电	煤电企业达到并稳定在全省平均水平			煤电企业稳定在全省平均水平以上	
优化生产计划	焦化	焦炭年均产量稳定在760万吨以内	焦炭年均产量稳定在600万吨以内	焦炭年均产量稳定在500万吨以内	转型为现代煤化工企业, 焦炭不再作为主要产品	
	合成氨	年均产量稳定在40万吨左右, 积极推动原料用煤不纳入煤炭消费总量控制考核				
燃料原料替代	水泥	湖波、中联两家孰料企业30%产能实现燃料替代	40%产能实现燃料替代	50%产能实现燃料替代	100%产能采用燃料替代技术	
	合成氨	探索安化集团6台燃煤锅炉淘汰与退出可行性	形成安化集团6台燃煤锅炉淘汰与退出方案	推动安化集团6台燃煤锅炉淘汰与退出	优化原料结构, 增加绿氢比例	
先进技术推广	涉煤重点行业	高效煤气化炉、烟气循环利用、水泥窑协同处置、二氧化碳气提尿素工艺、全封闭型电炉、短流程铜锌冶炼等成熟先进适用技术逐步得到大面积推广与普及			富氢冶炼、熔融还原、氢冶炼等前沿低碳技术成熟广泛运用在各领域	
末端补集封存利用	涉煤重点行业	推动国内首套CO <sub>2</sub> 加氢制甲醇联产LNG项目落地推广	推广CO <sub>2</sub> 加氢制甲醇联产LNG项目, 并探索CCUS、BECCS、DACCS等技术可行性		CCUS等技术消纳约500万吨碳排放	

安阳“双碳”与空气质量双目标下的中长期控煤路径

1、在“双碳”与空气质量双目标下，2035年前全市控煤路径以结构调整和压减产能为主

2035年以前，即“十四五”、“十五五”和“十六五”阶段，需要实现煤炭消费总量快速下降、落后产能快速淘汰、空气质量大幅度改善等目标，需要产业结构调整、能效水平提升、优化生产计划和燃煤燃料替代等路径措施共同发力。其中，主要贡献来自于焦化和钢铁行业落后产能淘汰和产业结构调整。

“十四五”阶段以完成河南省下达的煤控目标为主，将煤炭消费总量控制在1400万吨左右。产能压减是产业结构调整的重要手段之一，其中焦化行业需推动5.5m焦炉在2023年底前全部淘汰，可贡献控煤潜力约170万吨；钢铁行业需通过控制“焦钢比<sup>1</sup>”等指标，推动全市钢铁企业尽快完成优化整合，预计可贡献煤控潜力约206万吨。另外，优化生产计划、能效水平提升和燃煤燃料替代也是“十四五”阶段控煤的重要补充，三者相加可贡献约45%的煤控潜力。但需要考虑的是以上三个路径措施需要时间、政策、技术和资金的累积投入，在“十四五”阶段并不作为最主要的控煤路径。

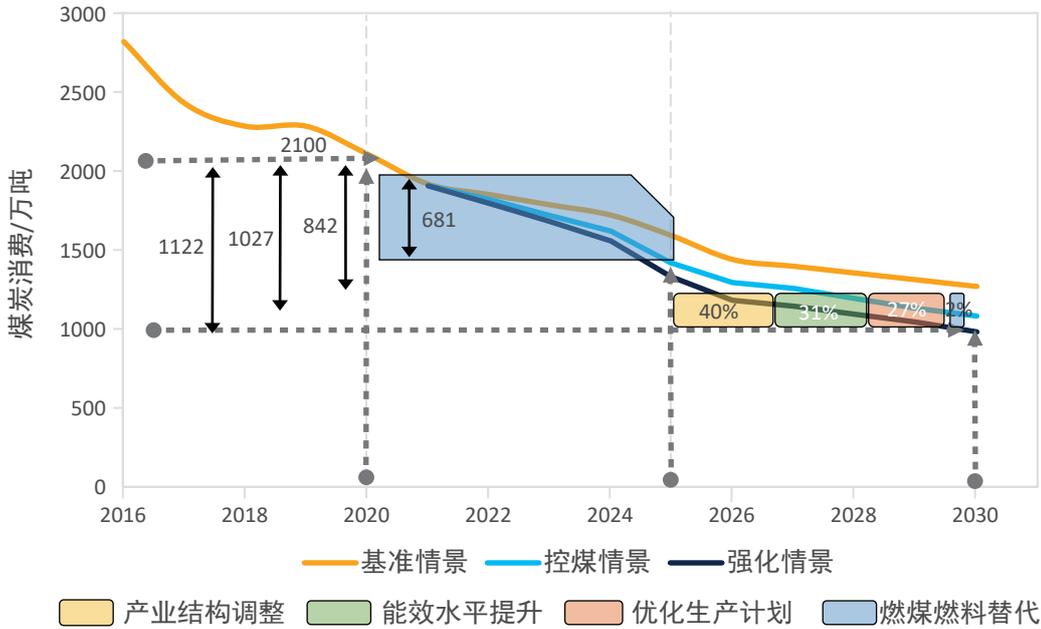


“十四五”阶段煤炭消费总量控制路线

“十五五”阶段是“十四五”阶段控煤路径的深化与延续。“十四五”阶段主要控

1 根据《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，重点区域加大独立焦化企业淘汰力度，京津冀及周边地区实施“以钢定焦”，力争2020年炼焦产能与钢铁产能比达到0.4左右。焦钢比为炼焦产能与钢铁产能比缩写。

煤潜力来自于压减产能，“十五五”阶段通过压减和淘汰落后产能控煤潜力逐步减小，能效水平提升控煤贡献占比逐步上升，占比从“十四五”阶段的16%提升到“十五五”阶段31%，煤炭消费总量下降至1100万吨左右，同时需要继续实施优化生产计划和燃煤燃料替代等路径措施。



### “十五五”阶段煤炭消费总量控制路线

面向2035年，“十六五”阶段在空气质量达标的约束下，煤炭消费总量下降至900万吨左右。考虑到焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业现有技术路线和生产实践与煤炭消费挂钩，且技术更迭需要一定时间和资源的积累，研究提出，利用2035年前15年左右的时间，逐步探索、研究和确定五大重点行业发展路径，对于无法实现转型的行业逐步引导退出，对于可以实现煤炭消费减量、替代和退出的行业逐步引导其转型升级，走向与煤炭消费脱钩的新型技术路线与生产方式。

### 2、在“双碳”与空气质量双目标下，2060年全市煤炭消费总量需要在2020年的基础上减少85%以上

综合“2035年空气质量达标”和“2060年城市碳中和”两个约束条件，倒推安阳各个时间节点的煤炭消费总量，经过40年压减产能、提升能效、优化生产和替代原料等路径，共同推动全市煤炭消费总量下降至200-300万吨左右。

到2060年煤炭消费所带来的二氧化碳排放主要来自两部分，一部分是作为应急电

源或调节电源保障的燃煤公用统调机组，一部分是水泥生产、合成氨及其他化学原料制造、现代煤化工和工业过程、山区地区的生活用能等当前技术水平下“不得不排放”的领域。2035年以后煤炭消费下降速度逐步放缓、落后产能基本完全淘汰、空气质量改善速度放缓，这个阶段的控煤逐步转向依靠技术升级和提升能效水平。到2060年，非电行业除原料煤外实现退煤，地方经济发展与高耗煤行业脱钩，空气质量向世界卫生组织IT-2、IT-3目标值靠近。

先进低碳技术大面积推广与应用是2060年全市实现控煤退煤的最主要路径。其中，氢能的发展利用在安阳具有广阔的前景。焦化行业中焦炉煤气有富氢特性，焦炉煤气及氢气可以作为钢铁行业直接还原铁的还原剂，也可作为优化合成氨原料结构配比的重要原料气。发展好绿氢能源，可以有效降低焦化、钢铁和合成氨行业的煤炭消费和二氧化碳排放。此外，针对碳中和愿景下对负碳技术的需求，在中长期可以开展点源碳捕集、利用和封存（CCUS）技术和二氧化碳制绿色低碳甲醇技术的实践与应用。

### 3、控煤减污降碳协同增效是安阳中长期煤炭消费总量控制的重要方向

煤炭消费涉及到能源消费、二氧化碳排放和污染物排放等多方面。面向国家“双碳”战略和“美丽中国”目标，从控煤减污降碳协同增效的角度开展工作将是未来煤炭消费总量控制工作的必经之路。一是推动全市能源结构不断优化，降低煤炭占全市能源消费的比例，提升风电、光伏发电装机量和消纳比例；二是推动全市产业结构不断优化，特别是推动焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业逐步与煤炭消费脱钩；三是以控煤为抓手推动全市空气质量改善，强化控煤减污降碳在目标、区域、领域、任务、政策和监管方面协同增效。在保障经济平稳发展和传统行业平稳转型的前提下，实现煤炭消费控制、二氧化碳排放降低、污染物减排、空气质量改善等多目标协同效益。

## 二、政策建议

安阳经济发展的三分之一由传统耗煤行业直接驱动，一条推动传统行业平稳转型和保障全市经济平稳有序发展的中长期煤炭消费总量控制路径对全市未来发展至关重要。根据本研究对全市煤炭消费现状分析，统筹“双碳”与空气质量两个目标，针对全市中长期控煤的路径与方向，特别是“十四五”和“十五五”阶段，提出以下政策建议：

一是优化产业结构，稳步推动传统产业绿色化转型。深入推进绩效分级行动，提升企业能效水平，鼓励“两高”企业清洁生产达到国内乃至国际先进水平，在完善统筹好民生电力热力保障的基础上推动煤电企业开展性能试验、技术改造和燃烧优化调整，推动焦化和钢铁转型整合方案尽快落地实施，形成以安钢、沙钢等为主的四个产业完备、节能高效的钢铁产业基地，着手研究安化园区燃煤锅炉的退出与替代方案。

二是调整能源结构，做大做强“豫北新能源高地”品牌。继续大力发展风光发电，着力推动整县屋顶光伏、分布式光伏和光伏建筑一体化工程，促进风电产业向高端化发展。



做好工业副产氢的回收利用，着手对全市风、光等资源汇聚区域开展可再生能源制氢可行性与试点研究，开展可再生能源制氢试点示范。

三是制订行动计划，明确“美丽安阳”建设路线图。积极学习生态文明建设先行地区的优秀经验与做法，开展2035年“美丽安阳”建设战略研究，编制《“美丽安阳”建设规划纲要（2022-2030年）》和《加快生态文明示范创建深化“美丽安阳”建设行动方案》。适时启动研究编制《安阳温室气体与大气污染物排放融合清单》，提出面向2035年的全市空气质量达标路线图，制订空气质量改善行动计划，明确空气质量达标路径与污染防治重点任务。

四是创新工作机制，推动向控煤减污降碳协同增效转变。尽快出台《安阳关于统筹控煤减污降碳的工作方案》，成立“控煤减污降碳协同增效工作领导小组”，从全市层面统筹控煤减污降碳工作，在控制煤炭消费的同时，确保传统行业平稳转型，推动污染治理水平持续提高，空气质量持续改善。

五是强化技术攻关，推动先进技术研究试点与产业转化。推动焦化企业与相关高校、研究所深度合作，提升工业副氢产品的回收利用技术能力水平和积极探索参与电解水制氢和可再生能源制氢技术的研发与应用。适时试点绿氢冶炼，丰富化产综合利用产品线，提升焦化、制氢和合成氨产业联动效应。重点推动利用二氧化碳制绿色低碳甲醇联产液化天然气项目落地。



# 安阳社会经济发展、 煤耗及碳排放现状

## 1.1 社会经济发展现状

2020 年安阳完成生产总值 2300.5 亿元，比上年增长 3.3%。分产业看，第一产业增加值 239.3 亿元，增长 1.9%；第二产业增加值 1008.3 亿元，增长 4%；第三产业增加值 1052.9 亿元，增长 2.8%，三次产业结构为 9.7：43.7：46.6。当前安阳第二产业和第三产业占比相当，旅游业、服务业等第三产业发展迅速，但同时焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业在全市产业结构中仍占有重要地位。

## 1.2 煤耗和碳排放现状

2020 年安阳煤炭消费总量约 2100 万吨，其中，按照国民经济行业分类来看，排名前五的耗煤行业分别是石油、煤炭及其他燃料加工业<sup>2</sup>、黑色金属冶炼和压延加工业、电力、热力生产和供应业、化学原料和化学制品制造业、非金属矿物制品业，合计占全市煤炭消费总量的比重超过 97%。

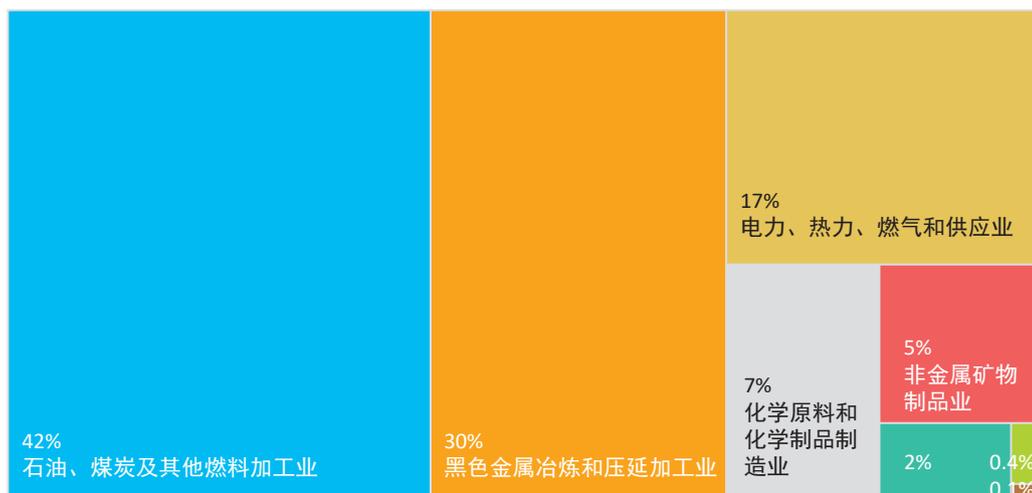


图 1-1 2020 年安阳分行业煤炭消费量

<sup>2</sup> 根据安阳市煤炭消费数据，此处使用石油、煤炭及其他燃料加工业等国民经济行业分类分析煤炭消费现状，对于本研究报告其他地方使用焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥泛指石油、煤炭及其他燃料加工业、黑色金属冶炼和压延加工业、电力、热力生产和供应业、化学原料和化学制品制造业和非金属矿物制品业。

2020年安阳二氧化碳排放6368万吨<sup>3</sup>，在全省排名第二，人均排放9.16吨/人，单位GDP二氧化碳排放强度2.18吨/千元，均在全省位居前列，高于全省（人均排放8.14吨/人，单位总GDP二氧化碳排放强度1.33吨/千元）平均水平。其中，工业领域二氧化碳排放5286万吨，占比达83%。

## 1.3 大气环境质量现状

2020年，安阳PM<sub>2.5</sub>年均浓度62微克/立方米，PM<sub>10</sub>年均浓度104微克/立方米，同比分别下降9.6%和12.7%，空气质量优良天数181天，在全国重点城市排名靠后<sup>[1-3]</sup>，空气质量改善形势严峻。

根据安阳排放清单数据，2020年安阳排放二氧化硫1.6万吨、氮氧化物5.9万吨、颗粒物8.7万吨、挥发性有机物4.3万吨。其中，二氧化硫排放量居于前两位的行业分别是冶金和建材<sup>4</sup>，合计占全市二氧化硫排放量的85%；氮氧化物排放量居于前三位的行业分别是电力、冶金和建材，合计占全市氮氧化物排放量的48%；颗粒物排放量居于前三位的行业分别是建材、焦化和冶金，合计占全市颗粒物排放量的31%；挥发性有机物排放量居于前三位的行业分别是建材、焦化和冶金，合计占全市挥发性有机物排放量的31%。

<sup>3</sup> 数据来源：中国城市二氧化碳排放数据集（2020），生态环境部环境规划院，2020。

<sup>4</sup> 根据安阳市排放清单数据，此处使用冶金、建材、焦化和其他工业等行业代称。

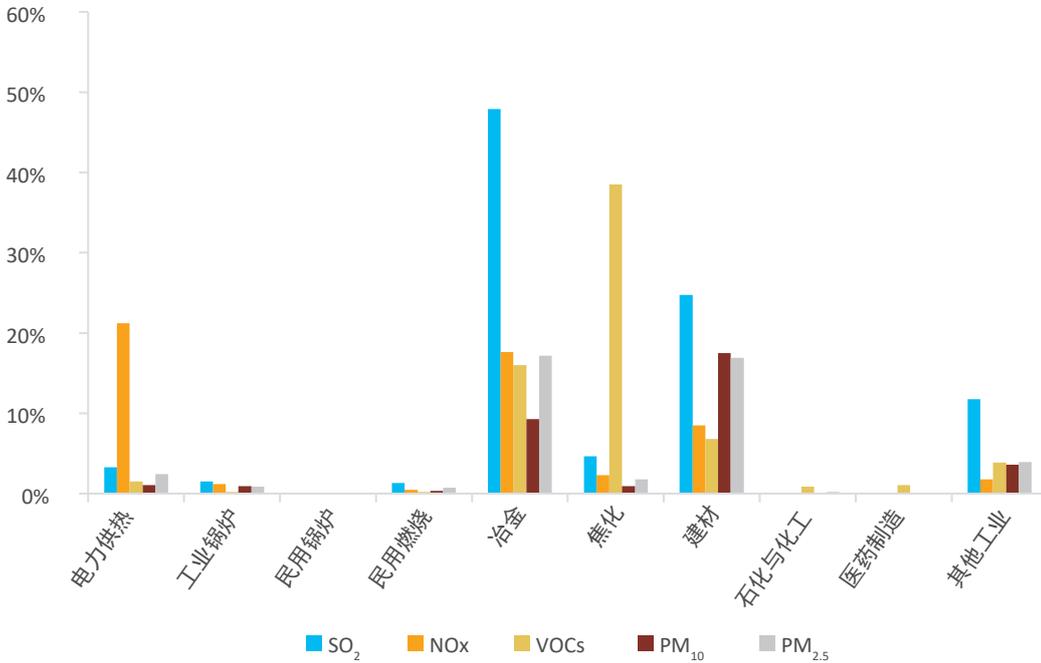


图 1-2 2020 年安阳重点行业污染物排放量占比分布

## 1.4 未来控煤面临的挑战

“十三五”期间，安阳主要从两方面开展控煤工作，一是大力推动焦炭、合成氨、水泥、炼铁、炼钢、煤电等行业落后产能淘汰，二是实现全市平原地区散煤动态清零，“双替代”（用电能、天然气来代替传统的燃煤、烧炭、烧柴进行做饭和取暖）<sup>[4]</sup>工作取得显著成效。经过“十三五”期间多项政策实施，安阳煤炭消费总量下降趋势明显，全市用煤结构进一步优化，煤炭消费占比从 2016 年的 84% 下降至 2020 年的 70% 左右。但全市能源结构以煤为主、产业结构偏重、污染物排放量大、空气质量一般的现状没有得到根本转变，进一步控煤面临严峻挑战。

煤控工作进入深水区。经过“十三五”期间多项政策的实施，工作取得显著成效。但进入到“十四五”阶段，过往易操作、代价小、效果好的控煤措施边际效用递减，煤控工作进入深水区，面向国家“双碳”战略目标和空气质量达标目标的中长期控煤路径不清晰。

非电行业<sup>5</sup>能效水平亟待提升。现阶段全市非电行业与国家相关文件要求的行业能效标杆水平还存在差距，部分行业企业能效水平偏低，其中高炉工序和转炉工序均未达到相关要求的基准水平，焦化、合成氨和水泥等距离标杆水平还有较大差距，随着煤控工作的深入，能效水平亟待提升。

经济发展与煤炭消费深度挂钩。全市与煤炭消费相关的焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业贡献了全市工业增加值的 80% 以上、生产总值的 35% 以上，三分之一经济增长由煤炭驱动。短期大量压减产能可能对地方经济发展带来一定负面冲击，如何合理开展煤控工作缺少相关研究支撑。

---

<sup>5</sup> 因河南省燃煤统调公用机组的煤炭消耗均由省级层面统一管理调配，结合调研，针对安阳市煤电行业本研究仅就其未来发展方向进行讨论。

# 2

## 技术路线

本研究选取安阳这一典型北方工业城市作为研究对象，以城市煤炭消费总量控制为落脚点，以“碳达峰碳中和”和“空气质量改善”为约束条件。研判安阳在“十四五”、“十五五”“2030年碳达峰”、“2035年实现美丽安阳”和“2060年碳中和”等重要时间节点下煤炭消费、碳排放与空气质量改善变化趋势，梳理焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业节能减排核心措施，探索城市中长期控煤路径。

本研究技术路线主要分为四个部分，现状分析、目标与情景分析、路径分析和政策建议。其中现状分析包括安阳社会经济、碳排放、污染物排放、环境空气质量现状和煤炭消费现状分析。目标与情景分析包括双目标下煤炭消费总量控制目标的探讨，基于目标分析进行情景设置、情景分析、情景比对和情景优选。在情景分析的基础上，按照“十四五”、“十五五”、2035年和2060年等时间节点分析其控煤路径与方向，进而提出政策建议。

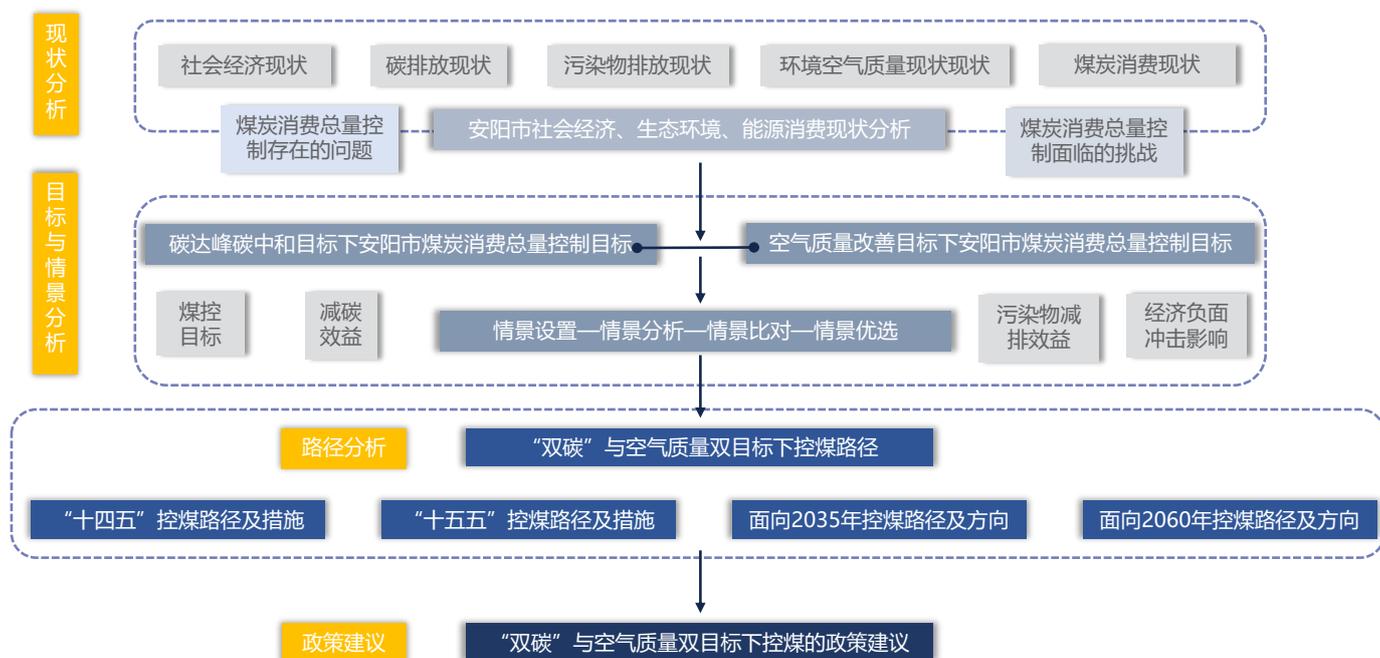


图 2-1 技术路线

# 3

“双碳”与空气质量  
双目标下控煤情景分析

## 3.1 碳达峰碳中和约束下的控制目标

对于碳达峰目标而言，本研究认为安阳二氧化碳排放已经不具备大幅度上升的空间，可能已经处于达峰的平台期，随着煤炭消费的下降，安阳二氧化碳排放呈下降的趋势。本研究研判，在 2020 年的基础上，碳达峰碳中和目标推动“十四五”阶段二氧化碳排放下降约 16% 左右，煤炭消费总量下降约 28% 左右；“十五五”阶段二氧化碳排放下降约 23% 左右，煤炭消费总量下降约 38% 左右；“十六五”阶段二氧化碳排放下降约 36% 左右，煤炭消费总量下降约 53% 左右；2060 年二氧化碳排放进一步下降至 2020 年的 15% 左右，煤炭消费总量下降 85% 以上。

对于碳中和目标而言，本研究认为城市层面的碳中和对于安阳有一定难度，到 2060 年煤炭消费所排放的二氧化碳主要来自两部分，一部分是作为应急电源或调节电源保障的燃煤公用统调机组，一部分是水泥生产、合成氨及其他化学原料制造、现代煤化工和工业过程、山区生活用能等当前技术水平下“不得不排放”的领域。本研究基于以下几点原因做出研判，一是目前我国碳中和框架路线图主要聚焦于国家层面，对于城市层面碳中和工作的方向和路径还不清晰，我国城市类型众多，碳汇禀赋差异较大，所有城市均实现碳中和难度较大；二是安阳目前森林覆盖率 25%，森林蓄积量 760 万立方米，森林资源禀赋并不突出，经粗略核算全市每年自然过程和生态系统可吸收约 100~500 万吨左右，扣除自然过程和生态系统二氧化碳吸收量后仍有至少 500 万吨的缺口需要通过人为方式捕集、利用和封存。三是实现碳中和目标需要全市工业行业深度降碳，包括焦化行业完全退出或实现现代煤化工转型、钢铁行业实现以短流程—废钢利用—氢冶炼为主的技术路线、水泥行业实现全生产线燃料替代、合成氨及其他化学原料制造实现深度电气化改造，实现以上目标需要大量技术、人才和资金的储备与投入，还存在较大的不确定性。

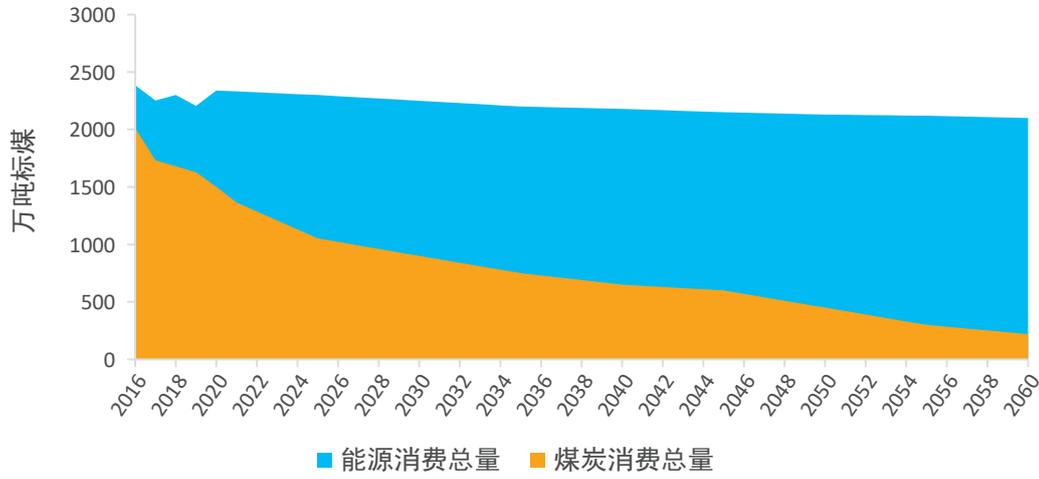


图 3-1 “双碳”目标下能源消耗

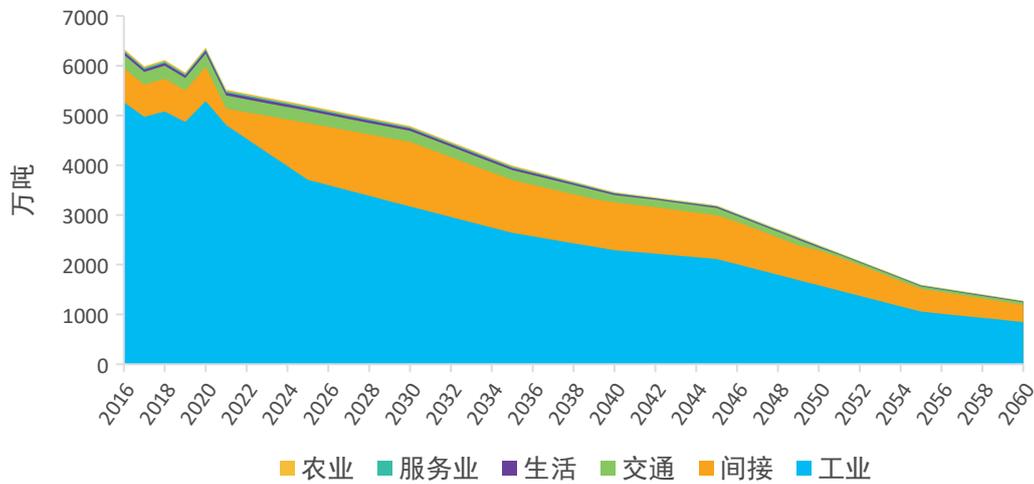


图 3-2 “双碳”目标下分部门二氧化碳排放

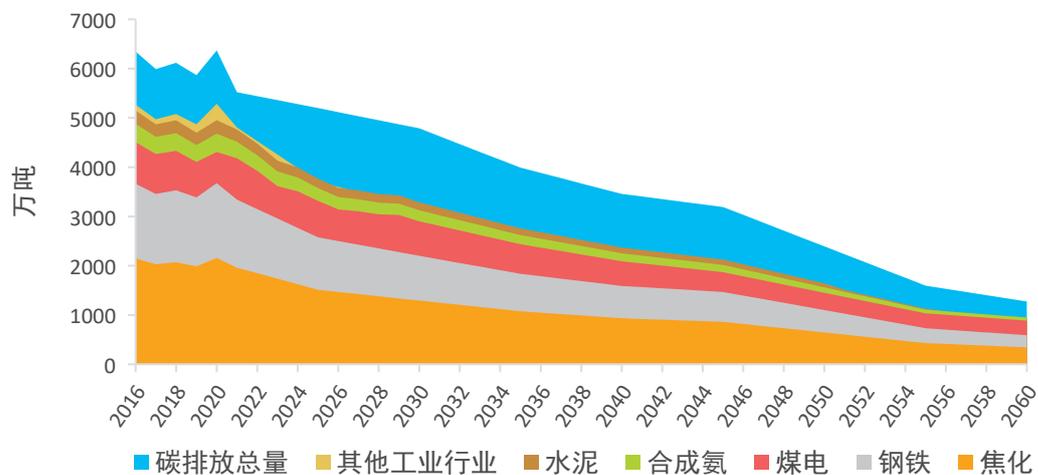


图 3-3 “双碳”目标下分行业二氧化碳排放

## 3.2 空气质量改善约束下的控制目标

对空气质量目标而言，“十四五”阶段全市  $PM_{2.5}$  浓度下降至 45 微克/立方米<sup>6</sup>，推动煤炭消费总量下降约 38% 左右；“十五五”阶段全市  $PM_{2.5}$  浓度下降至 39 微克/立方米，推动煤炭消费总量下降约 48% 左右；“十五五”阶段全市  $PM_{2.5}$  浓度进一步下降至 35 微克/立方米以下，达到国家二级标准，煤炭消费总量下降约 57% 左右；2035 年以后全市空气质量进一步提升的难度加大，削减煤炭消费所带来的空气质量改善效应边际递减， $PM_{2.5}$  浓度下降幅度保持在 6% 左右，2050、2055 和 2060 年分别下降至 25、20 和 18 微克/立方米并保持持续改善。需要说明的是，空气质量的改善需从燃煤、工业、交通、扬尘和其他等多个领域共同发力，多措并举明确空气质量达标路线图才能顺利达标，本研究控制目标预设污染防治有序推动且末端治理设施运行到位<sup>[5-7]</sup>。

<sup>6</sup> 本研究对于空气质量改善目标的讨论仅限于细颗粒物 ( $PM_{2.5}$ )，文中空气质量改善和下降等也均指细颗粒物 ( $PM_{2.5}$ ) 浓度的变化。

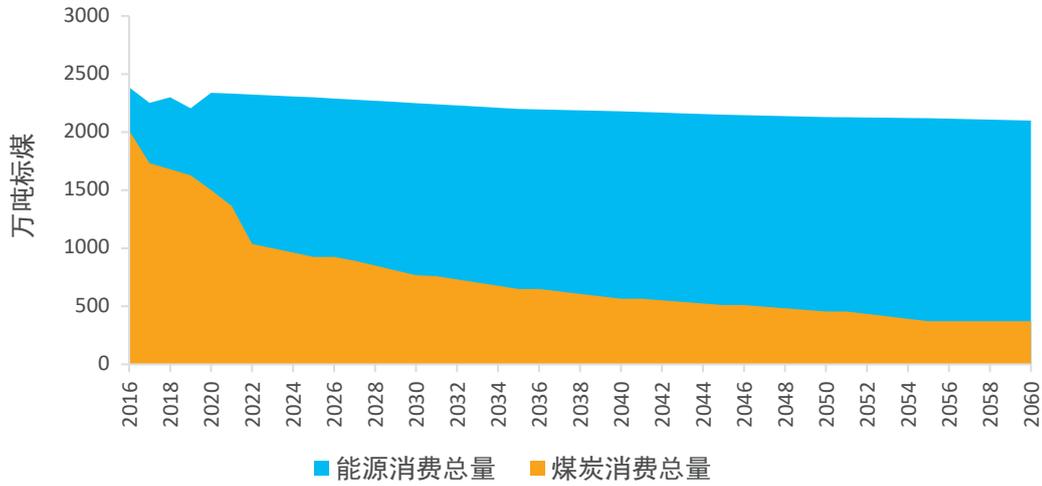


图 3-4 空气质量目标下能源消耗

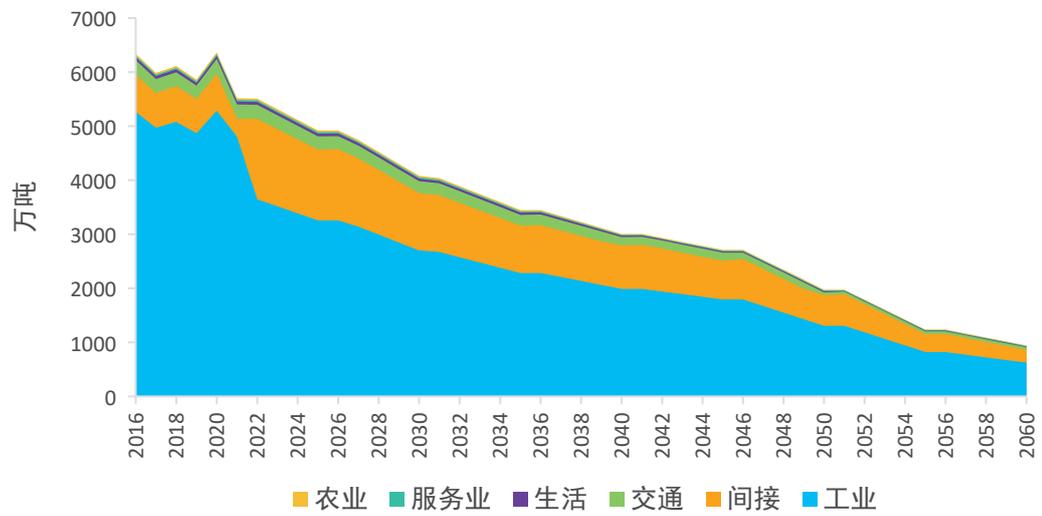


图 3-5 空气质量目标下分部门二氧化碳排放

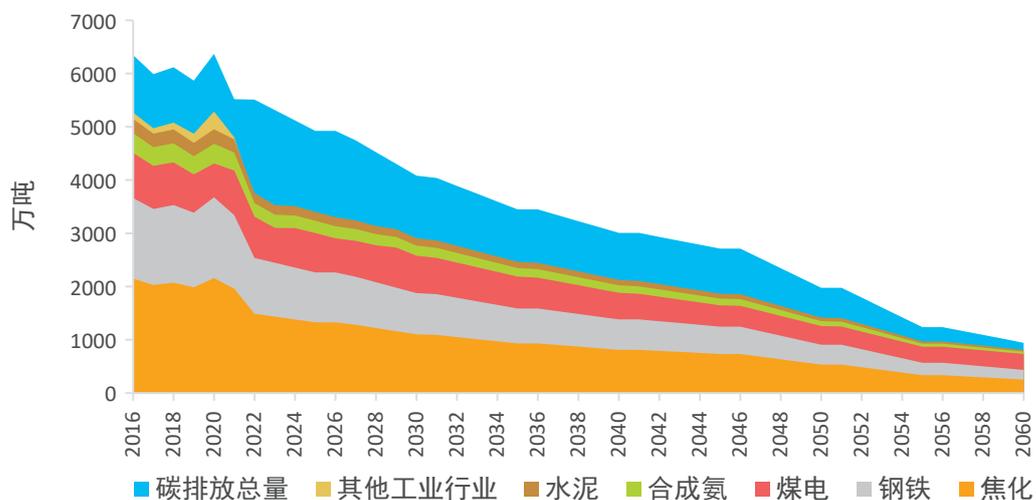


图 3-6 空气质量目标下分行业二氧化碳排放

### 3.3 情景设置

本研究根据安阳社会经济发展与生态环境现状，梳理了河南省和安阳市的重点耗能行业政策中煤炭消费的控制要求，结合安阳未来低碳发展需求，从空气质量改善、碳中和目标、结构优化、技术升级等四个维度设置情景。

表 3-1 情景设置

设定参数			2020	2025	2030	2035	2060
基准 情景	空气质量改善	PM <sub>2.5</sub> 浓度（微克 / 立方米）	62	45 <sup>7</sup>	持续改善		
	碳中和目标	人为固碳缺口（万吨）	固碳缺口 1000 万吨以上				
	结构优化	焦钢比	0.63 <sup>8</sup>	0.53	0.5	0.4	进一步降低
		煤炭消费比重（%）	70% <sup>9</sup>	60%	53%	46%	13%
技术升级	达到标杆水平产能比例（%）	≤30%	30%	进一步提高			
控煤 情景	空气质量改善	PM <sub>2.5</sub> 浓度（微克 / 立方米）	62	45	39	35	20
	碳中和目标	人为固碳缺口（万吨）	固碳缺口约 500 万吨				
	结构优化	焦钢比	0.63	0.4 左右	0.4	<0.4	进一步降低
		煤炭消费比重（%）	70%	55%	47%	40%	10%
	技术升级	达到标杆水平产能比例（%）	≤30%	≥30%	≥35%	≥40%	≥70%
强化 情景	空气质量改善	PM <sub>2.5</sub> 浓度（微克 / 立方米）	62	42	37	33	15
	碳中和目标	人为固碳缺口（万吨）	固碳缺口约 200 万吨				
	结构优化	焦钢比	0.63	0.4	<0.4	进一步降低	进一步降低
		煤炭消费比重（%）	70%	50%	42%	35%	9%
	技术升级	达到标杆水平产能比例（%）	≤30%	≥30%	≥40%	≥50%	≥80%

7 安阳“十四五”生态环境保护规划。

8 根据《安阳市“十四五”生态环境保护和生态经济发展规划》，2025 年城市细颗粒物浓度达到 45 微克 / 立方米。

9 根据《新中国成立 70 周年成就系列报告 | 能源生产谱新篇 节能降耗见成效》，2017 年为 77%，根据《安阳“十四五”生态环境保护规划》煤炭占一次能源消费总量比重高出全省平均水平 3 个百分点，预计为 70% 左右。

## 3.4 情景优选

为达成“2035年空气质量达标”和“2060年城市碳中和”两个研究目标，同时顺利完成“十四五”阶段省下煤控目标，通过基准、控煤和强化三个情景的比对：

从总体目标看，面向“2035年空气质量达标”和“2060年城市碳中和”两个目标，倒推安阳各个时间节点煤炭消费总量，基准、控煤和强化情景下2060年煤炭消费总量分别约400、300和200万吨，二氧化碳排放分别约1500、1000和600万吨，较2020年分别下降76%、84%和90%。

从目标来看，基准情景下“十四五”阶段煤控潜力约520万吨，全市煤炭消费比重下降至60%左右，焦钢比下降至0.53左右，全市能效水平达到标杆水平的占比为30%，2060年扣除碳汇资源后还有约1000万吨的二氧化碳排放需要利用负碳和固碳技术进行捕集、利用和封存。在控煤情景下，“十四五”阶段煤控潜力约681万吨，全市煤炭消费比重下降至55%左右，焦钢比下降至0.4左右，全市能效水平达到标杆水平的占比大于等于30%，2060年人为负碳和固碳缺口约500万吨左右。在强化情景下，“十四五”阶段煤控潜力约776万吨，全市煤炭消费比重下降至50%左右，焦钢比下降至0.4，全市能效水平达到标杆水平的占比大于等于30%，需要通过人为负碳和固碳的缺口约200万吨左右。

从目标可达性来看，基准情景下无法保证完成“十四五”省下煤控目标，2035年 $PM_{2.5}$ 年均浓度可以下降至39微克/立方米左右，距离国家二级标准（35微克/立方米）还有10%左右的距离。按照控煤情景，一方面可以保障《安阳“十四五”生态环境保护规划》、《安阳钢铁行业“十四五”转型升级工作方案》、《安阳进一步优化焦化行业资源整合推进方案》、《河南省钢铁行业“十四五”转型升级实施方案》、《河南省“十四五”现代能源体系和碳达峰碳中和规划》等规划与方案关于2025年和2030年目标完成，另一方面可以有效推动2035年全市 $PM_{2.5}$ 年均浓度下降至35微克/立方米。在控煤情景的基础上，强化情景空气质量改善幅度更大，2035年全市 $PM_{2.5}$ 年均浓度下降至33微克/立方米左右，2060年下降至15微克/立方米左右，达到世界卫生组织IT-3目标值（AQG2021版），同时煤炭消费占比下降至10%以内。

从减污降碳效益来看，“十四五”、“十五五”和“十六五”阶段控煤力度较大，二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机物减排效益明显，2035年后随着煤控潜力逐步降低，控煤直接带来的减污降碳效益有所放缓，但控煤所推动能源结构、产业结构、交通结构的调整转型和升级优化所带来的间接减污降碳效益不容忽视。

从经济负面冲击来看，控煤对传统行业和经济的负面冲击效应随着时间推移而递减，“十四五”和“十五五”阶段每年工业增加值损失较高。若采用控煤情景，“十四五”阶段每年平均损失工业增加值约41亿元，较强化情景“十四五”阶段总共减少工业增加值



值损失 20 亿元。

综上所述,在经济冲击较小的情况下完成“十四五”煤控目标与2035年空气质量达标,逐步推动城市能源和产业结构的转型,推荐选择控煤情景。

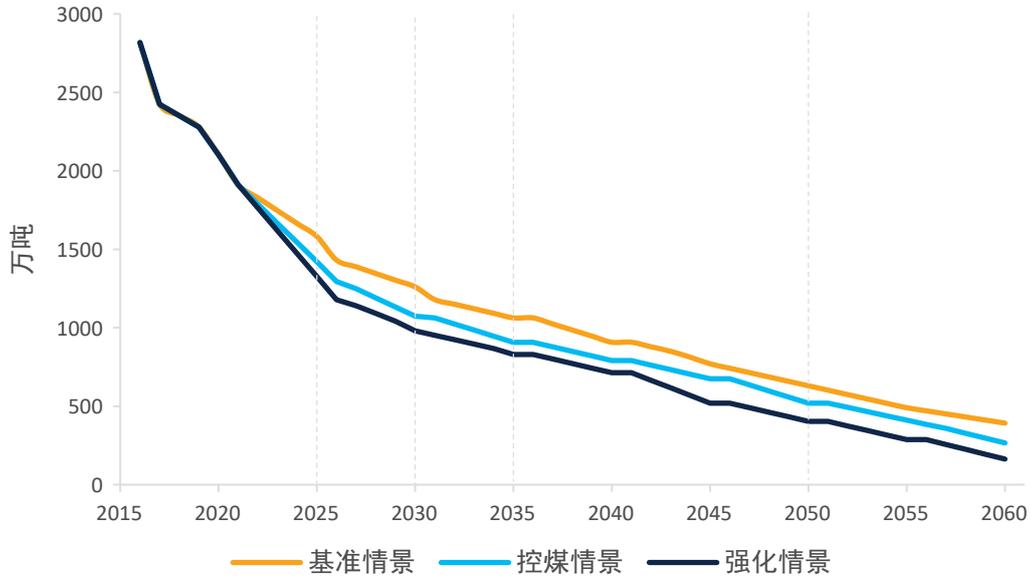


图 3-7 不同情景下煤炭消费总量控制目标

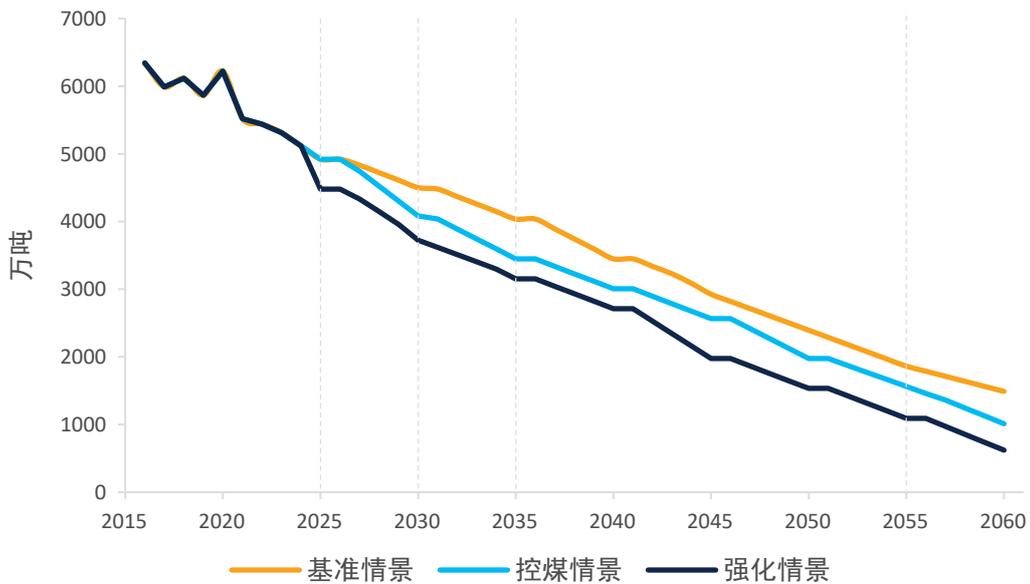


图 3-8 不同情景下二氧化碳排放量

# 4

“双碳”与空气质量  
双目标下控煤路径

总体趋势：综合判断安阳控煤路径可分为 2035 年以前和 2035 年以后两个阶段。其中 2035 年以前“十四五”、“十五五”和“十六五”阶段煤炭消费快速下降、落后产能快速淘汰、空气质量大幅度改善，这个阶段控煤的主要贡献来自于焦化和钢铁行业落后产能淘汰和压减。2035 年以后煤炭消费下降速度逐步放缓、落后产能基本淘汰、空气质量改善速度放缓，这个阶段控煤的主要贡献逐步转向以技术升级为驱动的能效水平提升为主。到 2060 年非电行业除原料煤外实现退煤，地方经济发展与高耗煤行业脱钩，空气质量向世界卫生组织 IT-2（25 微克/立方米）、IT-3（15 微克/立方米）目标值靠近，全市煤炭消费总量下降至 200-300 万吨左右，并依托 CCUS 等固碳和负碳技术实现城市碳中和。

安阳市控煤路线图		2025年	2030年	2035年	2060年	
煤炭消费量, 万吨		2100	1400	1000	900	200-300
碳排放量, 万吨		6223	4922	4082	3449	1000
空气质量, 微克/立方米		62	45	39	35	20
路径措施						根据市场、供需等合理规划生铁产能
产业结构调整	压减产能	生铁产能控制在1400万吨以内	生铁产能控制在1000万吨以内	生铁产能控制在800万吨以内		
	以钢定焦	焦钢比0.4左右	严格达到0.4	焦钢比<0.4	钢铁企业去焦炭, 焦钢比不作为参考	
	大力发展氢能产业	殷都区焦化行业氢能综合开发利用项目殷都区焦化行业氢能综合开发利用项目		推动建设氢能与储能技术研发和应用试验区	绿氢制取、储运和应用技术成熟, 形成规模	
能效水平提升	焦化	52%产能达到标杆水平	60%产能达到标杆水平	65%产能达到标杆水平	80%产能达到标杆水平	
	钢铁	40%产能达到标杆水平	45%产能达到标杆水平	50%产能达到标杆水平	70%产能达到标杆水平	
	合成氨	保持100%产能达到标杆水平				
	水泥	40%产能达到标杆水平	50%产能达到标杆水平	60%产能达到标杆水平	70%产能达到标杆水平	
	煤电	煤电企业达到并稳定在全省平均水平			煤电企业稳定在全省平均水平以上	
优化生产计划	焦化	焦炭年均产量稳定在760万吨以内	焦炭年均产量稳定在600万吨以内	焦炭年均产量稳定在500万吨以内	转型为现代煤化工企业, 焦炭不再作为主要产品	
	合成氨	年均产量稳定在40万吨左右, 积极推动原料用煤不纳入煤炭消费总量控制考核				
燃料原料替代	水泥	湖波、中联两家孰料企业30%产能实现燃料替代	40%产能实现燃料替代	50%产能实现燃料替代	100%产能采用燃料替代技术	
	合成氨	探索安化集团6台燃煤锅炉淘汰与退出可行性	形成安化集团6台燃煤锅炉淘汰与退出方案	推动安化集团6台燃煤锅炉淘汰与退出	优化原料结构, 增加绿氢比例	
先进技术推广	涉煤重点行业	高效煤气化炉、烟气循环利用、水泥窑协同处置、二氧化碳气提尿素工艺、全封闭型电炉、短流程铜锌冶炼等成熟先进适用技术逐步得到大面积推广与普及				富氢冶炼、熔融还原、氢冶炼等前沿低碳技术成熟广泛运用在各领域
末端补集封存利用	涉煤重点行业	推动国内首套CO <sub>2</sub> 加氢制甲醇联产LNG项目落地推广	推广CO <sub>2</sub> 加氢制甲醇联产LNG项目, 并探索CCUS、BECCS、DACCS等技术可行性		CCUS等技术消纳约500万吨碳排放	

图 4-1 “双碳”与空气质量双目标下安阳市中长期控煤路径

## 4.1 “十四五”阶段

“十四五”阶段，全市控煤路径与措施以完成省下达控煤任务为主，经研究控煤情景下全市煤控潜力约 681 万吨，较省下达控煤任务有 8% 左右的富余空间，主要是考虑复杂多变的国内外形势下各项路径措施的实施时间、范围和效果可能会不达预期，留有一定富余空间为政府管理和目标完成留有缓冲余地。综合全市煤炭消费现状、产业发展规划、能源结构规划等提出安阳“十四五”阶段控煤路径如下。

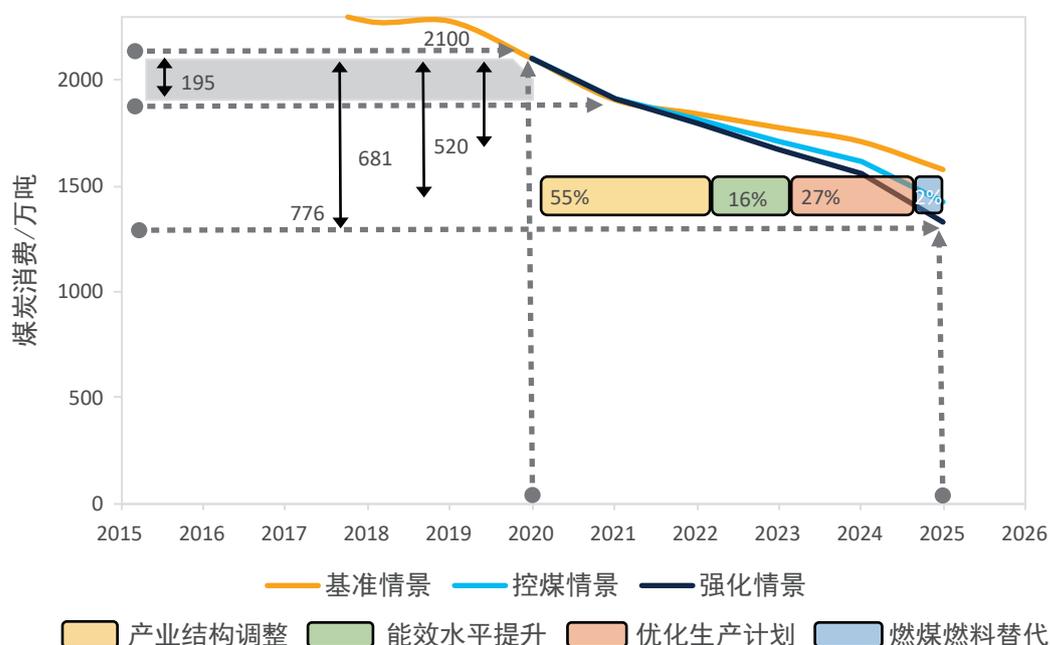


图 4-2 “十四五”阶段煤炭消费总量控制路线

一、“十四五”阶段控煤主要依靠压减产能。“十四五”阶段产能压减主要针对焦化和钢铁行业，焦化行业“十三五”期间淘汰了所有 4.3m 焦炉，但安阳焦化行业发展历史久远，现存产能依旧过剩，“十四五”阶段需推动 5.5m 焦炉在 2023 年底前全部淘汰，煤控潜力约 170 万吨；钢铁行业根据《安阳钢铁行业“十四五”转型升级工作方案》和《河南省钢铁行业“十四五”转型升级实施方案》设置了 1400 万吨生铁和 1500 万吨粗钢产能的上限，结合“以钢定焦”和“焦钢比”等指标分析目前全市钢铁行业产能依旧过剩，正在实施的钢铁转型升级方案将推动全市 11 家钢铁企业整合形成 4 个钢铁生产基地，整合后可减少煤炭消费需求约 206 万吨。综上所述，焦化和钢铁行业产能压控煤控潜力约 376 万吨，是“十四五”阶段控制煤炭消费的主要途径。



方面协同增效。在保障经济平稳发展和传统行业平稳转型的前提下，实现煤炭消费控制、二氧化碳排放降低、污染物减排、空气质量改善等多目标协同效益。

## 4.2 “十五五”阶段

“十五五”阶段，全市控煤在“十四五”的基础上进一步深化调整产业结构、持续提升能效水平、完善优化生产计划和加大燃料燃煤替代力度等路径，其具体控煤路径如下。

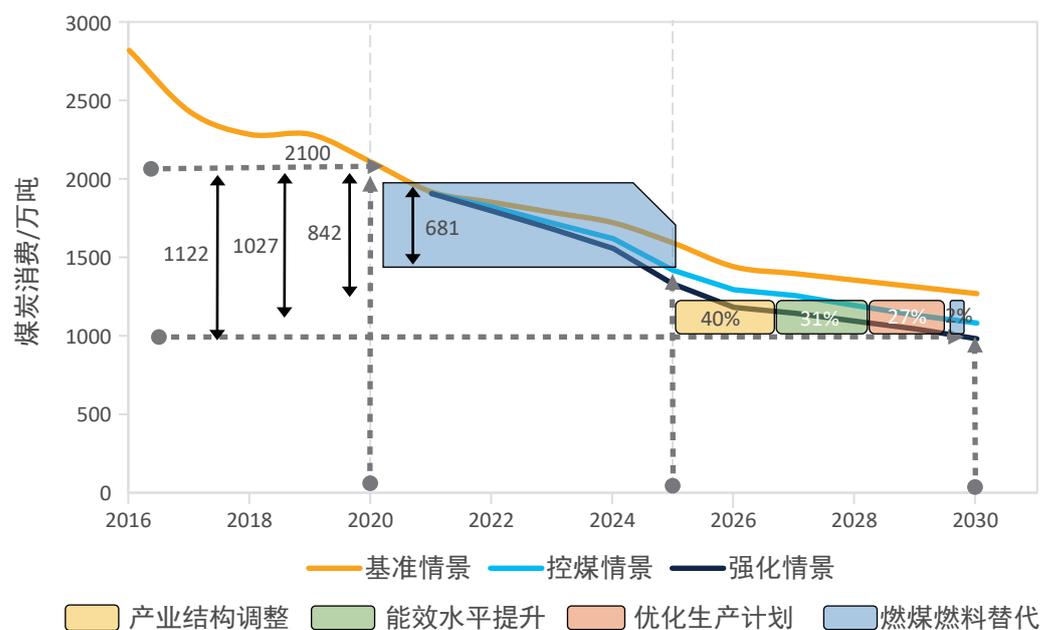


图 4-3 “十五五”阶段煤炭消费总量控制路线

一、“十五五”阶段提升能效水平贡献占比逐步上升。“十五五”阶段通过提升能效水平路径煤控潜力约 73 万吨，占比从“十四五”阶段的 16% 提升到 31%。在控煤情景下，此阶段全市产业达到标杆水平的产能比例也提升到 30% 以上，其中焦化、钢铁和水泥约 50% 产能需逐步达到标杆水平。针对高耗煤行业大力研发、推广和使用先进节能低碳技术：焦化行业重点推广全干法熄焦和焦炉余热循环使用技术；钢铁企业重点推广高炉煤气回收和烧结烟气循环技术，重点推动各类低温烟气、冲渣水和循环冷却水等低品位余热回收，研究探索钢铁基地余温余热利用替代大唐发电厂供热能力的可行性；水泥企业重点推广低碳混凝土和垃圾燃料替代技术；合成氨企业重点优化原料结构和推广气化炉工艺设计；煤电企业重点推广煤炭清洁转化高效利用技术和灵活性改造。

二、“十五五”阶段压减产能、优化生产和燃料替代依旧是控煤主要路径。“十五五”阶段产能压减和优化生产分别可以贡献煤控潜力 100 和 64 万吨，分别占“十五五”阶段煤控潜力的 40% 和 27%。产能压减主要考虑全市 2 座 55 孔 6m 焦炉的退出，在压减产能的基础上，正式把“量煤优产”措施纳入政策库作为优化全市重要工业产品生产的政策工具。“十五五”阶段水泥行业燃煤替代比例逐步提高，生物燃料、垃圾衍生燃料在湖波和中联两家孰料制造企业占据一定比例，合成氨园区 6 台大型燃煤锅炉在“十五五”阶段得到解决，原料煤不再纳入煤炭消费总量控制体系，合成氨行业在这个阶段实现煤炭消费显著下降。另一方面创新传统产业转型融资渠道、推动降低传统产业企业融资成本、助推优质传统产业资产兼并重组上市，为传统产业转型提供持续的资金、资本和资源支持。

三、控煤减污降碳协同增效的必要性逐步凸显。产业结构调整、优化生产计划、能效水平提升和燃料燃煤替代等路径的贡献比例差异逐步变小，全市控煤逐步转向由提升能效和技术水平来主导。这个阶段焦化、钢铁两个最重要的传统行业需进一步探索和确定整合、兼并与重组方向，着手解决传统产业产城高度混杂融合、产业细分程度不够、高耗能高耗煤产能重叠等问题，但“十五五”阶段对于政策、技术、工程和管理等积累还不够，传统行业转型处于启动期，为未来传统产业逐步退出奠定基础是该阶段的重要任务之一。

## 4.3 面向 2035 年空气质量达标

“十六五”阶段是面向 2035 年安阳煤炭消费控制的最后一个五年计划，在 2035 年全市  $PM_{2.5}$  年均浓度达到国家二级标准（35 微克 / 立方米）约束下，此阶段空气质量改善目标是煤炭消费总量控制的第一驱动力，其具体控煤路径如下。

一、继续推动重点行业能效水平提升是 2035 年控煤的关键所在。“十六五”阶段全市焦化落后产能基本完全淘汰，全市焦炉均在 6.25m 以上，产能压减至 600 万吨以内，焦化和钢铁产能相匹配，焦钢比维持在 0.4 以内，通过压减产能继续控煤潜力已经很小，此阶段控煤的主要路径转向提升重点行业能效水平，经过“十四五”和“十五五”阶段的资金、技术、政策和市场条件的积累，“十六五”阶段焦化、钢铁、合成氨和水泥等重点行业能效水平达到国家标杆水平的产能比例超过 50%，部分行业超过 60%。高效煤气化炉、烟气循环利用、水泥窑协同处置、二氧化碳气提尿素工艺、全封闭型电炉等先进适用技术在全市广泛推广使用。

二、灵活运用多种政策工具组合是确保 2035 年空气质量达标的重要途径。“十六五”阶段焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业低碳化转型与改造取得初步成效，但涉及到富氢冶炼、熔融还原、绿氢制备等前沿低碳技术还停留在小规模试点的阶段，控煤情景下能源结构中煤炭消费依旧占据 40% 左右的比例，灵活运用“量煤优产”等多种政策工具组合也是确保传统行业平稳转型、保障空气质量达标的重要途径。

三、2035 年是全市重点行业转型的最重要节点，技术进步是传统行业根本转型的必经之路。安阳中长期控煤的重点和难点都集中在焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业。现阶段以上几个重点行业的技术路线与生产实践与煤炭消费挂钩，焦化行业以煤炭为原料加工转换为焦炭为主、钢铁行业炼铁还原剂以焦炭为主、水泥行业熟料生产燃料以煤炭为主、合成氨园区的动力蒸汽来源依赖于燃煤锅炉。在保障经济平稳运行的前提下，现阶段最主要的控煤路径集中在淘汰或优化与煤炭消费深度挂钩的生产方式与技术路线，短时期内推动重点行业技术路线的根本转型与深度去煤难度较大且不符合实际，利用“十四五”到“十六五”15 年左右的时间，逐步探索、研究和确定焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业的发展路径，对于无法实现转型的行业逐步引导退出，对于可以实现煤炭消费减量、替代和退出的行业逐步引导其转型升级，走向与煤炭消费脱钩的新型技术路线与生产方式，并利用 2035 年后 15 年左右时间，到 2050 年基本完成转型和初具规模，到 2060 年形成成熟的与煤炭消费脱钩的技术路线与生产方式。

## 4.4 面向 2060 年碳中和展望

对于碳中和目标而言，本研究认为城市层面的碳中和对于安阳有一定难度。综合安阳产业结构、能源结构与碳汇资源现状与发展趋势，面向 2060 年城市碳中和路径展望如下。

一、经过 40 年压减产能、优化生产、提升能效、替代原料等路径共同推动全市煤炭

消费总量下降至 200-300 万吨左右。到 2060 年煤炭消费所带来的二氧化碳排放主要来自两部分，一部分是作为应急电源或一部分调节电源保障的燃煤公用统调机组，一部分是水泥生产、合成氨及其他化学原料制造、现代煤化工和工业过程、山区地区的生活用能等当前技术水平下“不得不排放”的领域。在 2020 年的基础上削减煤炭 85% 以上，其中 2035 年以前控煤主要依靠压减焦化、钢铁产能和水泥生产燃煤燃料替代等路径措施，2035 年以后主要依靠提升重点行业能效水平和技术升级等路径措施。

二、先进低碳技术大面积推广与应用是 2060 年全市非电行业退煤的最主要路径。氢能的发展利用在安阳具有广阔的前景。焦化行业中焦炉煤气有富氢特性，焦炉煤气及氢气可以作为钢铁行业直接还原铁的还原剂，也可作为优化合成氨原料结构配比的重要原料气。发展好绿氢能源，可以有效降低焦化、钢铁和合成氨行业的煤炭消费和二氧化碳排放。此外，针对碳中和愿景下对负碳技术的需求，在中长期可以开展点源碳捕集、利用和封存（CCUS）技术和二氧化碳制绿色低碳甲醇技术的实践与应用。

# 5

政策建议

安阳经济发展的三分之一由传统耗煤行业直接驱动，一条推动传统行业平稳转型和保障全市经济平稳有序发展的中长期煤炭消费总量控制路径对全市未来发展至关重要。根据本研究对全市煤炭消费现状分析，统筹“双碳”与空气质量两个目标，针对全市中长期控煤的路径与方向，特别是“十四五”和“十五五”阶段，提出以下政策建议。

## 5.1 优化产业结构，稳步推动传统产业绿色化转型

---

安阳产业结构中传统产业比重大、存量多、结构重，全市经济发展的三分之一由传统耗煤行业直接驱动，如何推动焦化、钢铁、煤电、合成氨和水泥五大重点行业整合转型是全市传统产业中长期控煤的症结所在。一是建议深入推进绩效分级行动，继续推动重点企业特别是“两高”企业清洁生产审核工作。二是建议完善统筹好民生电力热力保障，持续监控煤耗不达标的企业，推动煤电企业开展性能试验、技术改造和燃烧优化调整。三是建议充分发挥政府协调统筹的功能与作用，推动焦化和钢铁转型升级方案尽快实施落地。四是建议着手研究安化园区燃煤锅炉的退出与替代方案，从资金、政策、技术、管理等多方面给予倾斜，推动富余供热能力利用，解决燃煤锅炉退出后园区蒸汽供应空缺的问题。

## 5.2 调整能源结构，做大做强“豫北新能源高地”品牌

---

可再生能源的利用是安阳能源结构调整的一张名片，“十四五”阶段新能源装机仍将保持高速增长，大力发展可再生能源既可以推动煤炭消费降低，也可以作为电解水制氢技术的重要能源实现成本低、品质高、取材近的绿氢，对安阳中长期实现深度控煤意义重大。一是建议着力推动已入选河南省整县(市)区屋顶分布式光伏开发试点的区县大力推广整县屋顶光伏、分布式光伏。二是建议以金风科技、中复联众、中车永电等龙头企业支撑，推动风电产业向高端化发展，以盛达光伏、安彩光伏为重点推广光伏建筑一

体化工程。三是建议尽快推动滑县、林州市、内黄县等垃圾发电站早日投产，形成可再生能源利用“风—光—废”多方发力、全面开花的局面。四是建议着手对全市风、光等资源汇聚区域开展可再生能源制氢可行性与试点研究，结合电解水制氢技术的突破开发离网光伏制氢、压差发电制氢等应用场景，解决制氢和用氢时间和空间错位性、尚未形成完善的氢气存储和输运网络渠道的问题，开展可再生能源制氢试点示范。

## 5.3 制订行动计划，明确“美丽安阳”建设路线图

安阳是“煤为主、产业重、转型慢、改善难”等一类典型工业城市的代表，其中长期发展路径对我国工业城市转型具有重要参考意义与示范作用。一是建议对标“美丽中国”建设战略，积极学习“美丽宁波”、“美丽杭州”等生态文明建设先行地区的优秀经验与做法，开展2035年“美丽安阳”建设战略研究，编制《“美丽安阳”建设实施纲要（2022-2030年）》和《加快生态文明示范创建深化“美丽安阳”建设行动方案》，争做典型工业城市转型的标杆与模板。空气质量是制约“美丽安阳”建设的关键所在，区域性污染问题严重。二是适时启动研究编制《安阳温室气体与大气污染物排放融合清单》，提出面向2035年的全市空气质量达标路线图，制订空气质量改善行动计划，明确空气质量达标路径与污染防治重点任务。

## 5.4 创新工作机制，推动向控煤减污降碳协同增效转变

从控煤减污降碳协同增效多角度同时切入，在保障经济平稳发展和传统行业平稳转型的前提下，以控煤实现二氧化碳排放降低、污染物减排、空气质量改善等多目标改善效益。一是建议尽快出台《安阳关于统筹控煤减污降碳的工作方案》，建议成立“控煤减污降碳协同增效工作领导小组”，从全市层面统筹控煤减污降碳工作，在控制煤炭消费的同时，确保传统行业平稳转型，推动污染治理水平持续提高，空气质量持续改善。



二是建议精准实施控煤减污降碳相关政策，积极率先推动企业做好原料煤与燃料煤基础数据统计工作，自下而上做好能源统计系统优化工作。

## 5.5 强化技术攻关，推动先进技术研究试点与产业转化

---

安阳传统产业基础深厚，应用场景丰富，氢能的制备与利用在安阳有广阔的前景，也对技术攻关与产业转化提出了较高要求。建议短期开展工业废氢回收利用，中长期研究论证绿氢为主产业发展路径的可行性，主要从几下方面推动技术攻关<sup>[8-10]</sup>：一是建议推动焦化企业与相关高校、研究所深度合作，提升工业副氢产品的回收利用技术能力水平，另一方面推动焦化企业积极探索参与电解水制氢和可再生能源制氢技术的研发与应用，降低电价、降低成本，逐步提升氢能行业供给，重点推动落实顺成可再生能源发电储能及余电电解水制氢项目。二是建议有序发展短流程炼钢，加大废钢资源利用，推动超低排放改造和绿氢冶炼试点，发展全流程智能制造，打造新一代绿色化、智能化和低碳化精品钢铁基地。三是建议推动合成氨及其他化学原料制造等企业丰富化产综合利用产品线，提升焦化产业、制氢产业和合成氨产业联动效应，重点推动利用二氧化碳制绿色低碳甲醇联产液化天然气项目落地。

## 参考文献

- [1] 刘洋, 王明娅, 宁鹏等. 安阳市冬季观测期间 PM2.5 污染特征及来源解析 [J]. 中国环境监测.
- [2] 杜小申. 安阳市典型工业源大气污染物排放清单及减排潜力估算 [D]. 郑州大学, 2019.
- [3] Tian, Dayong. Fan, Junhui. Jin, Hangbiao. Mao, Haichen. Geng, Dan. Hou, Shaogang. Zhang, Peng. Zhang, Yifeng. Characteristic and Spatiotemporal Variation of Air Pollution in Northern China Based on Correlation Analysis and Clustering Analysis of Five Air Pollutants. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2020 (125): e2019JD031931.
- [4] 韩亮. 关于进一步做好 " 双替代 " 工作的思考 -- 以河南省安阳市为例 [J]. 农村农业农民, 2022(2):2.
- [5] 陈旭华, 杨玉军, 袁福等. 安阳市大气 PM2.5 中无机元素污染特征分析及来源解析 [J]. 绿色科技, 2021.
- [6] 常艳文, 赵海丽, 唐敏等. 安阳市工业源 VOCs 行业排放情况及分布特征 [J]. 绿色科技, 2021.
- [7] 邹才能, 李建明, 张茜, 金旭等. 氢能工业现状、技术进展、挑战及前景 [J]. 天然气工业, 2022, 42(04): 1-20.
- [8] Valera-Medina A, Xiao H, Owen-Jones M, et al. Ammonia for power[J]. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2018, 69: 63-102.
- [9] Rollinson A N, Jones J, Dupont V, et al. Urea as a hydrogen carrier: A perspective on its potential for safe, sustainable, and long-term energy supply[J]. *Energy & Environmental Science*, 2011, 4(4): 1216-1224.
- [10] 许毛, 张贤, 樊静丽, 等. 我国煤制氢与 CCUS 技术集成应用的现状, 机遇与挑战 [J]. 矿业科学学报, 2021, 6(6):8.

## 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