

山西省发展和改革委员会
山西省科学技术厅
山西省能源局文件
山西省工业和信息化厅
山西省生态环境厅

晋发改资环发〔2023〕198号

关于印发《关于推动煤炭产业和降碳技术
一体化发展的指导意见》的通知

各市发展改革委、科技局、能源局、工信局、生态环境局，省直各相关部门，各相关省属企业：

为深入贯彻落实党中央、国务院及省委、省政府关于碳达

峰碳中和的决策部署，以煤炭产业和降碳技术一体化发展支撑能源领域“五个一体化”融合发展，省发展改革委会同省科技厅、省能源局、省工信厅、省生态环境厅等编制了《关于推动煤炭产业和降碳技术一体化发展的指导意见》。现印发你们，请结合实际，积极推进落实。



(此文主动公开)

关于推动煤炭产业和降碳技术一体化发展的指导意见

为深入贯彻落实党中央、国务院及省委、省政府关于碳达峰碳中和决策部署，聚力攻坚降碳关键核心技术，加快成熟降碳技术产业化步伐，率先在煤炭产业形成降碳技术优势，以煤炭产业和降碳技术一体化发展支撑能源领域“五个一体化”融合发展，制定本意见。

一、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，深入贯彻习近平生态文明思想和习近平总书记考察调研山西重要讲话重要指示精神，主动应对未来挑战，以实现能源科技自立自强为目标，以煤炭产业和降碳技术一体化推进为主要途径，聚焦国家和我省煤炭科技创新重点，实施基础研究、应用研发、成果转化一体化设计，推动前瞻性、颠覆性技术创新，着力突破一批占据国际前沿的降碳技术，转化一批支撑煤炭产业高质量发展的降碳技术，为全省实现碳达峰碳中和目标夯实基础。

（二）基本原则

系统谋划，重点推进。积极衔接能源、科技等各类专项规划，重点推动降碳技术贯穿于煤炭绿色开采、燃煤发电、煤化工等煤炭开发、转化、利用全链条，贯穿于二氧化碳捕集利用

与封存（CCUS）全流程，切实减少碳排放。

着眼长远，试点先行。立足碳达峰碳中和需求，推进前瞻性前沿降碳技术研究和产业迭代升级，抢占降碳技术制高点，依托重大工程推进科技创新成果示范应用，加快推动科技成果转化为现实生产力。

统筹联动，形成合力。统筹经济发展、能源安全、居民生活等方面要求，围绕资金、人才、创新平台、科技合作等要素保障和资源配置，持续完善政策支撑体系，多方式推动煤炭产业和降碳技术一体化发展。

二、工作目标

“十四五”期间，降碳技术领域实施重大科技项目、重点研发项目、应用基础研究重点项目共 60 项以上，科技成果转化项目、示范项目共 20 项左右，研究与试验发展（R&D）经费投入增速高于全社会平均水平，初步建立较完善的煤炭产业和降碳技术一体化发展体系，探索煤炭全产业链耦合降碳技术新生态。“十五五”期间，推广应用一批前瞻性前沿降碳技术，建成一批具有显著影响力的降碳技术解决方案和综合示范工程，构建更加完善的煤炭产业绿色低碳科技创新及产业体系，为实现碳达峰碳中和目标奠定坚实基础。

三、重点任务

聚焦煤炭产业全领域、全方位减少碳排放，加快煤炭资源绿色低碳技术应用，发展煤炭清洁转化为电力、热力、燃气、

液体燃料和化学品的增值提效降碳技术，提高煤炭清洁高效绿色利用水平，延长产业链、延伸技术链、提升价值链，加快突破 CCUS 等前沿技术和关键核心技术，支撑煤炭产业可持续、高质量发展。

（一）大力推动煤炭绿色开发，实现源头降碳

围绕煤炭绿色开发领域碳排放控制，加强前沿理论研究和装备、工艺、材料技术攻关，积极开展煤炭绿色开采试点示范和井下选煤示范工程，推进高效节能洗选技术和煤矿瓦斯利用技术研发与推广应用。到 2025 年，煤矿瓦斯抽采利用率力争达到 50%，创建 5 个左右零碳矿山，突破关键核心技术 10 项，全省矿井吨原煤生产综合碳排放量较 2020 年下降 5% 左右。

1. 推动煤炭绿色开采技术创新与应用。开展充填开采、保水开采、煤与瓦斯共采等绿色开采关键核心技术研发、装备制造攻关和工艺管理创新，积极开展绿色开采技术试点示范、推动传统煤炭开采方式变革，协同发展矸石治理与利用、矿区生态增汇、煤水资源一体化利用技术，推进煤炭开采行业节能减碳增汇。（省科技厅、省能源局牵头，省发展改革委、省工信厅、省生态环境厅、省水利厅等部门配合）

2. 推进高效节能洗选技术研发与应用。围绕煤炭洗选可靠性、精细化、智能化和绿色化装备及工艺攻关，开展智能排矸技术、高效重介分选技术、高精度煤质在线检测技术、智能控制技术以及高效节能设备的推广应用，推动煤炭洗选企业向节能

型、精益化、信息化、智能化方向发展，促进洗选行业产业升级。（省科技厅、省能源局牵头，省发展改革委等部门配合）

3.构建瓦斯梯级利用综合体系。推广煤与瓦斯共采技术，探索试点煤炭地下气化示范项目。推动高浓度瓦斯在发电、供热、锅炉燃料、居民生活等领域多元化应用，到2025年实现能用尽用。重点突破低浓度瓦斯（含乏风瓦斯）综合利用技术，开展低浓度瓦斯利用试点示范，到2030年力争实现“有序排放”。（省应急厅、省科技厅、省能源局、省发展改革委等部门按职责分工负责）

专栏 1：煤炭开发领域降碳技术

〔集中攻关〕研发立体交叉钻孔布孔增透技术、水力导喷增流提透技术、底抽巷密集钻孔立体式抽采技术、重载、大功率煤炭开采装备高能效驱动/传动技术及能量回收技术。研发煤炭开采甲烷原位检测技术、地面直井穿越采空区快速钻进高效成孔技术、瓦斯提浓吸附剂及工艺系统、井下矿尘与碳排放控制技术、低浓瓦斯富集-发电集成技术、低浓瓦斯提浓-氧化偶联制烯烃技术、煤矿瓦斯抽采源头提质、安全智能集输与梯级经济利用技术等。

〔示范试验〕研发煤矸石、煤泥、粉煤灰高效利用技术，开展矿区典型大宗固废资源化利用示范，建设煤矿地下水、井下废热等低位热能利用技术示范工程等。

〔应用推广〕推广高位裂隙带大直径钻孔定向抽采技术、煤矿乏风蓄热氧化技术等。

（二）强化煤电全流程技术升级，实现重点降碳

聚焦煤炭清洁高效低碳燃烧发电，加强燃煤发电机组高效

燃烧、燃煤耦合生物质发电、烟气超低排放、余热利用等关键核心技术攻关，开发高效粉煤锅炉、循环流化床锅炉、热电解耦技术新装备，加强新增煤电项目煤耗水平管控，推进煤电机组深度治理，持续提升煤电机组用煤效率，新建机组能耗和排放水平达到全国领先水平，进一步减少煤电机组碳排放量。到2025年，力争突破关键核心技术10项，全省煤电机组平均每千瓦小时碳排放量较2020年下降3%-4%。

4.开展锅炉高效燃烧及调峰技术优化攻关与应用。聚焦燃煤发电锅炉清洁高效低碳燃烧工艺及材料技术攻关，重点开展煤粉锅炉超低负荷稳燃、循环流化床锅炉调峰、电站锅炉高效低污染燃烧和大比例掺烧、煤粉快速燃烧技术攻关以及高温材料、高温部件等研发，协同开展燃煤锅炉高效运行技术攻关与推广应用，打造全国百万千瓦煤电机组标杆项目。（省科技厅、省能源局、省发展改革委、省生态环境厅等按职责分工负责）

5.推动清洁高效燃煤发电关键技术与装备发展。聚焦燃煤发电清洁、低碳、灵活、高效的重大技术需求，重点开展超高参数超超临界发电、高效燃煤发电、清洁低碳燃煤发电、超临界二氧化碳燃煤发电关键技术和装备以及可再生能源-燃煤集成互补发电技术研究，探索核心技术、装备与系统自主研发与应用推广。（省科技厅牵头，省发展改革委、省能源局等部门配合）

6.开展电厂余热深度利用技术优化攻关与应用。聚焦煤电机组冷端优化和烟气余热深度利用技术，提高机组运行真空，推

动煤电机组节能提效升级，重点开展汽轮机低真空运行供热技术、乏汽余热回收利用技术、电厂循环水余热利用技术等优化攻关与推广应用，结合实际情况对锅炉尾部烟气余热利用系统与锅炉本体烟风系统、汽机热力系统等进行综合集成优化改造。（省科技厅、省能源局、省发展改革委等按职责分工负责）

专栏 2：燃煤发电领域降碳技术

〔集中攻关〕依托国家和省煤电领域重点研发计划，研发 650℃ 及 700℃ 等级超超临界燃煤发电技术、超临界 CO₂ (S-CO₂) 发电技术，研发新型高效燃煤发电系统、超高参数高效燃煤发电技术、煤炭灵活智能发电技术，研发入厂及入炉煤智能分析计量技术、燃煤机组第三代低能耗紧凑型燃烧后 CO₂ 捕集技术等。

〔示范试验〕依托国家和省煤电领域重点研发计划，开展 650℃ 等级超超临界燃煤发电机组工程示范，研制 S-CO₂ (闭式) 燃煤锅炉、透平、压缩机、高效换热器等关键设备，开展 10~50MW 级 S-CO₂ 发电工程示范及验证。开展 50~100kW 等级以上煤气化燃料电池发电技术 (IGFC) 研发与工业示范等。

〔应用推广〕因地制宜推广低压缸零出力、加装蓄热装置、火-储联合调频、煤电机组高背压等火电灵活性提升改造技术等。

（三）加快煤炭梯级高值利用，实现多元降碳

围绕煤炭分级分质利用与高值转化，强化低阶煤中低温热解转化、先进煤气化、智慧焦化、焦炉副产品高值利用、煤基精细化学品合成、煤基功能碳材料、煤化工“三废”近零排放与资源化利用等关键领域的技术攻关和应用，开展二氧化碳高效合成含氢燃料关键技术及工程示范，全面建设国家绿色焦化

产业基地。到 2025 年，力争突破关键核心技术 15 项，相关行业单位产品平均碳排放量比 2020 年下降 10%左右。

7.推动煤化工低碳工业流程重塑。面向煤化工产业发展需求，加快清洁高效大型煤气化技术及装备、煤炭分质分级利用、富甲烷气体生产乙炔、能源化工耦合等共性关键工艺技术研究，推动煤原料耦合气化、合成气联产联供、高效合成气净化等技术和重大节能装备应用，助推低碳工业流程再造。（省工信厅、省科技厅、省发展改革委等按职责分工负责）

8.推进绿色焦化技术发展。聚焦全面建设国家绿色焦化产业基地目标，推动干熄焦、余热余压利用、智能炼焦等节能技术改造、超低排放改造和安全生产标准化改造。推进焦炉煤气、煤焦油、粗苯等焦化副产品深加工技术研发和应用，推动焦炉煤气制氢、制甲醇和化工产品，煤焦油制备高端炭素产品以及粗苯深加工生产新材料技术研发和应用。（省工信厅、省科技厅、省发展改革委等按职责分工负责）

9.推动煤炭分质分级梯级利用。聚焦晋北低阶煤资源富集区域煤种特点，推动适合我省煤种特点的清洁高效热解技术、热解产品高质化利用、“三废”治理等关键工艺技术研发应用，推进系统优化和集成，加快热解与锅炉燃烧的技术耦合，开展煤化电热多联产的低阶煤分质利用工业示范，探索“分质分级、能化结合、集成联产”的新型煤炭梯级利用方式。（省工信厅、省科技厅、省发展改革委等按职责分工负责）

10.大力推进煤基新材料研发应用。聚焦高端炭材料和碳基合成新材料发展目标，坚持高端化、低碳化，加快碳纤维、石墨烯、电容炭、碳化硅、煤层气合成金刚石、全合成润滑油、费托合成蜡等高端碳基新材料开发，加快煤炭由燃料向原料、材料、终端产品转变，推动煤炭向高端固碳产品发展。（省工信厅、省科技厅、省发展改革委等按职责分工负责）

专栏 3：煤化工领域降碳技术

〔集中攻关〕研发百万吨级煤油共加氢制芳烃、航空燃料等高品质特种燃料油成套技术，研发中低温煤焦油制取高端碳材料技术、活化半焦协同处理烧结烟气污染物技术、以煤热解为基础的分级转化梯级利用技术、煤炭分质利用制芳烃技术等降碳技术和固碳技术。

〔示范试验〕开展百万吨级低阶煤热解及产品深加工、万吨级粉煤热解与气化耦合一体化等技术装备工程示范，推进低阶煤分质利用，积极争取百万吨级煤制芳烃的产业化示范，推进 R-Gas 超高温煤气化技术工业示范等。

〔应用推广〕推广气化-低阶煤热解一体化技术、低阶粉煤气固热载体双循环快速热解技术、煤气热载体分层低阶煤热解成套工业化技术、输送床粉煤快速热解技术、粉煤热解-气化一体化技术（CCSI）、丙烯腈制己二腈技术等。

（四）力争突破 CCUS 核心技术，实现规模降碳

聚焦碳捕集与利用，推动攻克二氧化碳捕集、压缩与运输、转化利用、地质利用与封存等关键技术，突破低能耗、大规模二氧化碳吸附捕集技术瓶颈，开展二氧化碳矿化利用、合成液体燃料及聚合物、重整制合成气、光热光电催化还原、生物固

碳等转化利用技术攻关，前瞻布局空气直接捕集、CCUS与新能源耦合等颠覆性技术研发，探索开展万吨级以上CCUS全流程技术示范。CCUS各环节技术和项目列入省级战略性新兴产业目录，争取列入国家重大项目能耗单列范围、项目碳排放不纳入碳配额清缴范围，优先配置新能源及碳利用产品产能指标。到2025年，力争突破关键核心技术5项，建成项目力争实现碳捕集率和转化率达到30%左右。

11. 开展二氧化碳捕集技术研发与示范应用。聚焦碳捕集全生命周期能效提升和成本降低，攻关新一代大规模、低能耗、低成本二氧化碳捕集技术，重点突破烟气二氧化碳捕集，积极推动火电、煤化工、焦化等行业碳捕集技术应用示范，推动捕集能效大幅提升、成本大幅下降。（省发展改革委、省科技厅、省能源局、省工信厅等按职责分工负责）

12. 推动二氧化碳封存技术研发与示范应用。聚焦矿化封存和陆上地质封存领域，充分发挥我省鄂尔多斯盆地、沁水盆地区域地质封存优势，开展二氧化碳封存地质条件和源汇匹配，评估区域封存潜力，重点攻关二氧化碳驱替煤层气强化开采技术、地下咸水层二氧化碳地质封存等技术，突破地质封存安全性监测、低渗透软煤增注等关键技术，探索开发矿化、地质封存能力。（省科技厅、省发展改革委等按职责分工负责）

13. 推进二氧化碳利用技术研发与示范应用。聚焦二氧化碳高值化利用，重点攻关基于生物制造的二氧化碳转化、直接高

万吨二氧化碳矿化转化联产绿色建筑材料技术示范等。

（四）强化人才支撑。创新煤炭产业降碳技术人才培养模式，加速技术研发、技术管理、成果转化等方面的中青年骨干人才培养，培育一批引领降碳技术前沿、支撑绿色低碳工程建设的技术带头人和一批懂科技、精管理的复合型人才。鼓励国有企业的煤炭产业降碳技术重大项目及创新项目团队同等享受其职称评定加分、工资总额单列等创新激励政策。

（五）培育创新平台。充分利用怀柔实验室山西基地、中科院山西煤化所等国家平台引领作用，加强领军企业、省重点实验室、省级技术创新中心、山西大学、太原理工大学、中国科学院大学太原能源材料学院等单位横向联系和联合攻关，打造煤炭产业和降碳技术一体化创新战略科技力量，构建布局合理、梯次衔接的创新基地体系。支持社会各界建立绿色技术创新孵化器、技术转移转化中心、产业技术联盟等，探索建立适应颠覆式创新的研发组织模式。

