

山西省科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022-2030年）

为深入贯彻党中央、国务院关于碳达峰碳中和重大战略决策，认真落实《科技部等九部门关于印发<科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022-2030年）>的通知》和《中共山西省委山西省人民政府关于完整准确全面贯彻新发展理念切实做好碳达峰碳中和工作的实施意见》《山西省人民政府印发山西省碳达峰实施方案的通知》等文件要求，充分发挥科技创新对我省实现碳达峰碳中和目标的关键支撑作用，制定本方案。

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，立足新发展阶段，完整准确全面贯彻新发展理念，服务和融入新发展格局，以能源绿色低碳发展为核心抓手，立足我省能源资源禀赋，突破绿色低碳关键技术，提升碳达峰、碳中和科技创新能力，服务我省国家资源型经济转型发展示范区、全国能源革命综合改革试点先行区、黄河流域生态保护和高质量发展重要实验区建设，为我省高质量发展提供坚强科技支撑，助力我省实现碳达峰目标。

（二）主要目标

到 2025 年，以“高效、绿色、低碳”为研发主线，在采煤、煤电和煤化工等领域着力突破煤炭绿色智慧开采、低浓度煤层气综合利用、燃煤机组锅炉深度调峰、煤基高值化学品制备等关键技术；在可再生能源和氢能开发利用领域，重点研制新一代高效太阳能电池，研发智慧风电关键技术与装备，推进深层地热能等可再生能源利用，加速发展绿氢制取、储运、应用技术与装备；开展“可再生能源+储能”试点，建成省域能源互联网重大科技基础设施；在重点行业节能减碳领域，形成“三废”近零排放与资源化利用关键技术，明显提升节能减污降碳技术水平，试点氢冶金等革新技术，形成先进氢燃料电池汽车制造、智慧交通等核心技术；开展碳捕集、利用与封存全流程技术示范，突破新型吸附材料捕碳、二氧化碳规模化转化利用及封存等关键技术。推动煤转化、煤与煤层气共采、矿山装备及智能制造等国家重点实验室提质增效，在碳达峰、碳中和领域新建 20 家以上重点实验室、技术创新中心等省级创新平台，承担或参与 10 项以上国家科技计划重点项目任务，支持企业、科研院所、新型研发机构等创新主体开展联合攻关，碳达峰碳中和技术创新体系初现雏形。

到 2030 年，在煤炭、非常规天然气、氢能、可再生能源开发利用、能源互联网、先进储能、重点行业节能减碳、二氧化碳捕集封存利用等多领域，突破一批基础前沿难题，攻克一批低碳、零碳、负碳关键共性技术，新建 50 家以上重点实验室、技术创新中心、中试基地、新型研

发机构等省级创新平台，培育规模以上高新技术企业，重点领域低碳技术水平大幅提升，重点行业能源利用率显著增加，构建支撑产业结构优化升级和能源结构调整的低碳零碳负碳技术体系，我省科技创新能力大幅提升，企业创新主体地位不断增强，为我国如期实现碳达峰目标贡献山西科技力量。

二、重点领域科技创新行动

（一）开展煤炭清洁高效低碳利用技术攻关示范行动

以推进煤炭和煤电、煤电和新能源、煤炭和煤化工、煤炭产业和数字技术、煤炭产业和降碳技术“五个一体化”为主攻方向，努力探索煤炭清洁高效低碳利用技术发展新路径。

围绕煤炭绿色开发碳排放控制，重点研发井下采选充一体化、充填开采、煤与瓦斯共采、保水开采、无煤柱开采等绿色开采技术，开展原位改性流体化采矿技术在深部煤炭资源开发等方面的研究。开发智能变频永磁驱动电机装备等节能开采装备，提升煤炭开采智能化水平。

聚焦煤炭清洁高效低碳燃烧发电，重点研发燃煤发电机组高效燃烧技术、基于煤气化耦合煤粉锅炉超低负荷稳燃技术、燃煤耦合生物质发电技术、智能发电与智慧电厂技术等关键技术，攻关电厂废水近零排放、

烟气超低排放节能降耗、固废处置与综合利用技术，开发高效粉煤锅炉、循环流化床锅炉与热电解耦技术新装备，提升余热深度回收技术水平。

围绕煤炭分级分质利用与高值转化，研究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等技术，研发高效催化剂体系和先进反应设备。重点突破煤基可降解塑料、煤基功能碳材料（碳纤维、电容炭、超导石墨、超级活性炭等）、煤化工“三废”近零排放与资源化利用、减污降碳协同治理等关键技术，加强煤化工与可再生能源耦合集成的基础研究与工程应用。开展煤炭分质分级梯级利用试点，推动新型气化技术工业应用及示范，开展煤基芳烃、煤基 α -烯烃等关键技术攻关与示范。（省科技厅、省发展改革委、省能源局、省工信厅、省生态环境厅等按职责分工负责）

（二）开展可再生能源关键技术攻关示范行动

大力发展光伏光热关键核心技术，开发新一代异质结、PERC、TOPCon 等高效硅基光伏电池、钙钛矿/晶硅叠层电池、大面积柔性钙钛矿电池、低成本高效率柔性聚合物电池、高效低成本集热、大规模储热、相变储热、多能互补供暖等技术与装备，加快高效光伏技术、新型光热发电与储能技术、太阳能电站智能运维技术等新技术转化。

大力发展风电关键核心技术，开展超高塔筒、风电场智能控制技术等研究，研发大功率风电机组及轴承、变流器、控制系统、传动系统等

关键部件制造技术，实现风电机组关键软件和主控程序国产化，开发智慧风电感知、故障诊断、智能运维、基于智能化的风热机组等关键技术与集成装备，构建基于大数据和云计算的风电场集群运控并网系统，开展低成本大功率风电机组、智慧风电感知与控制技术、基于智能化风热机组的分布式综合能源系统的应用示范，支撑晋北千万千瓦大型风电基地建设。

强化生物质能源技术研发，开展生物质燃料、生物基化学品等技术攻关，支撑先进生物化工产业发展。加强地热能开发利用，重点攻关研发深部地热资源高效规模化开发、尾水完全回灌与规模供暖技术，突破深层干热岩地热开发关键技术，支撑兆瓦级地热发电和地热综合梯级利用示范。（省科技厅、省发展改革委、省能源局、省工信厅等按职责分工负责）

（三）开展非常规天然气和氢能开发利用技术攻关示范行动

围绕非常规天然气增储上产，深入开展深部煤层气勘查开发、煤层气致密气页岩气“三气”综合开发、地下储气库建设与运维等技术攻关，重点研发非常规天然气尤其是煤矿区煤层气（煤矿瓦斯）开发利用关键技术及国产化装备，开展煤炭采空区（废弃矿井）煤层气开发技术攻关和工程示范，开展非常规天然气安全管输与智能监测等技术示范，研发低浓度煤层气高效利用技术和设备，攻克矿井乏风甲烷供热等关键技术，构建煤层气梯级利用技术体系。

围绕氢能开发利用技术攻关，重点突破长寿命大规模低成本制氢、长距离大规模输氢等核心技术。攻关大容量储氢材料与容器、氢气纯化与检测设备、高性能低成本核心材料与零部件制造等关键技术。开展焦炉煤气制高纯氢、工业尾气制氢、电解水制氢、甲烷裂解制氢、甲醇重整制氢、天然气管网掺氢、高浓度氢运输、氢冶金等技术应用示范。（省科技厅、省发展改革委、省能源局、省工信厅等按职责分工负责）

（四）开展能源互联网与先进储能技术攻关示范行动

突破新能源比例逐渐提高的新型电力系统和能源互联网的关键核心技术，攻克高比例可再生能源消纳并网、分布式能源、交直流混联电网安全高效运行、多能互补耦合应用、电能路由器、柔性多状态开关技术、能源大数据集成与安全管控等核心技术与装备，开展基于数字孪生技术的新型电力系统应用示范，支撑能源互联网建设试点。

研发应用安全高效低成本储能技术，开展抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能、锂离子电池储能、高比能锂硫电池储能、钠离子电池储能、钒液流电池储能、高能量密度储热系统、废旧储能材料回收利用等技术攻关，突破面向可再生能源并网的大规模储能技术，实现分布式能源系统、车网互动、吉瓦级电化学储能等技术应用，部署大规模综合储氢-储热-储电的应用与运维技术，支撑“新能源+储能”试点示范。（省科技厅、省发展改革委、省能源局、省工信厅、国网山西省电力公司等按职责分工负责）

（五）开展重点行业领域节能减碳技术攻关示范行动

围绕钢铁、化工、水泥、有色冶金等重点耗能行业，开展钢铁短流程和氢冶金等流程再造技术研发与示范，提升燃料原料的低碳化替代，提高生产过程的智能化水平，加大工业过程余热、余压、废水、废渣等能量、物质回收利用；加强煤矸石、粉煤灰等大宗工业固废资源利用，推进碳减排与水、气、固废协同治理，全面提高资源循环利用水平；开展全产业链低碳技术集成与示范，推动重点行业间耦合发展；研发绿色包装材料、工艺装备、仓储配送技术，发展绿色物流技术。（省科技厅、省发展改革委、省能源局、省工信厅、省生态环境厅等按职责分工负责）

聚焦建筑领域绿色低碳发展，在装配式、超低能耗、建筑用电设备智能群控等绿色低碳技术方面进行研发和应用，推动绿色低碳技术试点示范。（省科技厅、省住建厅等按职责分工负责）

聚焦新能源汽车领域绿色低碳发展，突破动力电池、燃料电池、高效发动机等关键零部件技术，开展新能源客车、物流车、重卡等整车关键技术攻关，推动汽车、能源、交通技术融合，提升汽车领域新能源替代和智能化水平。（省科技厅、省发展改革委、省工信厅、省交通运输厅等按职责分工负责）

推动传统产业数字化、网络化、智能化技术发展，促进 5G、大数据、人工智能、区块链、物联网等新一代信息技术与工业深度融合，提升工

业全过程能源消费及碳排放的精准监测技术，以低碳技术驱动生产过程减排，以数字创新赋能工业低碳发展。（省科技厅、省发展改革委、省工信厅、省能源局、省生态环境厅等按职责分工负责）

（六）开展碳捕集、利用与封存及碳汇技术攻关示范行动

大力发展碳捕集、利用与封存技术，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、碳捕集、利用与封存与新能源耦合等颠覆性技术研发。重点攻克基于多行业深度耦合的大规模、高效率、低能耗碳捕集、利用与封存技术，并开展万吨级以上碳捕集、利用与封存全流程技术示范，促进碳捕集、利用与封存产业集群化发展，实现二氧化碳大规模转化利用。研发高效固碳植物新品种、生物固氮增汇肥料、生物炭土壤固碳技术等新型碳汇技术，提升森林、草原、湿地等生态系统固碳增汇能力。（省科技厅、省发展改革委、省工信厅、省能源局、省生态环境厅等按职责分工负责）

（七）开展科技创新平台基地提升行动

加强全省碳达峰碳中和领域重大创新平台基地顶层设计，构建布局合理、梯次衔接的创新基地体系。打造战略科技力量，举全省之力谋划

建设碳中和领域重大创新平台，加大碳达峰碳中和领域重点实验室、技术创新中心、中试基地、新型研发机构等创新平台建设，促进科学研究、技术创新和研发服务一体化新型研发机构建设，为我省实现碳达峰碳中和目标提供平台支撑。（省科技厅、省发展改革委、省工信厅、省生态环境厅等按职责分工负责）

（八）开展高新技术企业培育行动

建立以企业为主体，市场为导向，产学研深度融合的碳达峰碳中和技术创新体系，加大企业创新普惠性政策供给，引导企业加大研发投入，支持企业建设重点实验室、技术创新中心等创新载体，加快推进装备首台套、材料首批次、软件首版次的推广与示范应用，鼓励产学研合作协同创新，在省级创新平台建设、领军人才引进、牵头承担重大项目等方面给予重点支持，培育壮大碳达峰碳中和领域高新技术企业，提升企业创新能力。围绕碳达峰碳中和领域企业技术创新和公共科技服务需求，做大做强研发设计服务、软件与信息服务、科技金融服务、实验检测服务、创新创业服务、科技咨询、科普教育等科技服务业，发展科技企业孵化器、大学科技园、众创空间、投资基金等服务机构，加快培育壮大新业态新模式。（省科技厅、省发展改革委、省工信厅等按职责分工负责）

（九）开展对外科技合作交流行动

加大国际科技合作交流，积极开展全方位、多层次、高水平的国际科技合作，充分利用国际国内技术资源，支持省内单位与国外高科技企业、高校院所联合开展合作研发、共建国际科技合作基地，大力推进与“一带一路”沿线国家的科技合作，积极融入全球创新网络。积极开展国内区域创新合作，鼓励省外高校、科研机构在我省设立新型绿色低碳研发机构，支持区域一体化科技交流合作，集聚“京津冀”、“长三角”、粤港澳大湾区、沿黄省份等优势科技资源，推动先进技术、成果和产品在我省落地转化。（省科技厅、省发展改革委、省工信厅、省能源局、省生态环境厅等按职责分工负责）

三、保障措施

（一）加强组织领导

以支撑国家和全省碳达峰碳中和重大战略部署为目标，在省推进碳达峰碳中和工作领导小组领导下，积极融入国家战略，统筹各类资源，促进多方联动，组织和协调碳达峰碳中和科技专项行动落实，实现关键技术攻关、重点创新平台建设、高科技企业培育等一体化推进，加强绿色低碳科技创新。

（二）加大政策保障

深入贯彻落实国家碳达峰碳中和创新政策，营造一流创新生态，深化省科技体制改革，健全创新激励机制，加大碳达峰碳中和领域科技创新支持力度，探索建立适应颠覆式创新的研发组织模式，支持企业、高校、科研机构等建立绿色技术创新孵化器、创新创业基地等，加速科技成果转化。

（三）强化评估考核

建立健全动态评估机制，强化目标责任考核，开展跟踪监测、科学评估和督促检查，加强评估考核结果运用，保证实施方案各项任务可操作、可监控、可评估。

（四）做好风险防范

围绕碳达峰碳中和关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术攻关，加强技术风险评估，做好风险管理并完善防范措施，防范化解重大风险，推动实现科技自立自强。