

辽宁省科技支撑碳达峰碳中和实施方案 (2023—2030年)

为深入贯彻落实党中央、国务院和省委、省政府关于碳达峰碳中和的决策部署，切实发挥科技创新的支撑引领作用，加快推动中国式现代化新辽宁绿色低碳转型发展，依据《辽宁省碳达峰实施方案》、科技部等九部门《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》，特制定本方案。

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关于东北、辽宁振兴发展的重要讲话和指示批示精神，认真落实省委、省政府决策部署，以维护国家“五大安全”为核心，以做好结构调整“三篇大文章”为主线，深入实施科教兴省战略、人才强省战略、创新驱动发展战略，坚持创新链、产业链、人才链一体部署，加快构建市场导向的绿色低碳技术创新体系，着力推进经济社会绿色低碳高质量发展，为辽宁加快取得全面振兴新突破提供强有力的科技引领，为国家碳达峰碳中和目标如期实现贡献

辽宁科技力量。

（二）基本原则。

——统筹推进。坚持系统观念，正确处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标的关系，分阶段、分重点推进碳达峰碳中和科技创新工作，构建经济发展和绿色低碳良性互动的长效机制。

——重点突破。瞄准辽宁能源、工业、建筑、交通、碳汇等重点行业领域节能降碳增汇技术需求，集中优势创新资源突破“卡脖子”关键核心技术，强化科技创新供给，不断塑造绿色低碳发展新动能新优势。

——协同创新。坚持政府和市场两手发力，强化企业科技创新主体地位，促进产学研协同创新。坚持科技创新和制度创新“双轮驱动”，推动数字化、绿色化深度融合，赋能辽宁经济社会低碳转型。

——引领示范。加强基础研究和前沿颠覆性创新技术研发部署，前瞻引领绿色低碳科技发展。开展先进适用绿色低碳技术集成和多场景示范应用，打造辽宁绿色低碳高质量发展样板。

（三）主要目标。

——到 2025 年，绿色低碳技术创新体系逐步形成，在重点行业领域突破 100 项绿色低碳关键核心技术，建成 10 个降碳效

果突出、带动性强的重大科技示范工程，建设 20 个碳中和相关领域重点实验室和绿色技术创新中心，培育和引进 20 个左右高层次科技人才团队，新增 100 家绿色低碳领域高新技术企业，绿色低碳科技创新生态全面优化，显著提升三个万亿级产业基地和 22 个产业集群的科技含量、绿色含量，有力支撑辽宁非化石能源消费比重达到 13.7%左右，单位地区生产总值能源消耗比 2020 年下降 14.5%，单位地区生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降率完成国家下达指标。

——到 2030 年，绿色低碳科技创新体系更加完善，绿色低碳基础理论和前沿颠覆性技术取得重大突破，低碳零碳负碳关键核心技术攻关能力大幅跃升，科技人才创新活力充分释放，形成 20 个以上具有显著影响力的低碳零碳技术解决方案和综合示范工程，建立 2 个以上国家级绿色低碳创新平台，绿色低碳领域高新技术企业数量实现倍增，为碳中和目标提供技术储备和路径指引，确保辽宁非化石能源消费比重达到 20%左右，单位地区生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降率达到国家要求，高质量支撑辽宁 2030 年实现碳达峰目标。

二、重点任务

（一）超前部署碳中和前沿颠覆性技术。面向国家碳达峰碳中和目标和辽宁能源、装备、冶金、石化等主导产业绿色发展

需求，构建绿色低碳基础研究体系，加强基础性、前沿性、颠覆性技术创新。发挥全省高端科技智库优势，建立前沿颠覆性技术的预测、发现和评估机制，定期更新碳中和前沿颠覆性技术研究部署。围绕零碳能源、前沿储能、碳捕获与转化、固碳增汇等重点方向，依托能源催化转化全国重点实验室等创新资源，开展超高效光伏电池、新型制氢技术、新一代储能技术、人工光合成、碳直接空气捕集、碳基资源高效催化转化等基础前沿理论研究，加强学科交叉融合，催生颠覆性技术，促进关键核心技术创新能力提升，引领实现产业和经济发展方式的迭代升级。

专栏一 碳中和前沿颠覆性技术
<p>新型太阳能发电技术：探索太阳能光电转换的新机理、新方法，研究可突破单节光伏电池理论效率极限的新型高效光伏技术、超临界二氧化碳太阳能热发电技术、太阳能光催化技术，研发太阳能电池新型结构和捕光新材料等。</p> <p>新型核能发电技术：研究四代堆、核聚变反应堆等新型核能发电技术。</p> <p>新型绿色氢能技术：研究基于合成生物学、甲烷直接裂解、海水直接制氢、太阳能光解水、热化学循环分解水等新型制氢技术。</p> <p>新型储能技术：研究新材料超级电容器、金属空气电池、固态电池、水系有机液流电池、二次水系离子电池、相变储热等新一代储能技术。</p> <p>新型负碳技术：研究 CO₂ 直接空气捕集、CO₂ 捕集转化一体化、CO₂ 合成制备高性能碳材料等新型 CCUS 技术；揭示海洋和陆地碳汇格局、过程机制、固碳功效、增汇潜力机制机理。</p>

（二）强化能源低碳/零碳多能融合技术创新。立足辽宁能源结构调整迫切需求和创新优势，围绕多能融合战略技术路线，加快可再生能源和核能发电、新型储能、氢能及燃料电池、能源互联网、化石能源清洁高效利用、先进节能等关键核心技术突破，推进关键材料、设备的自主研发与国产化替代，加大新型电力系

统关键技术与推广应用，提升可再生能源消纳和存储能力，着力构建清洁低碳、安全高效的新型能源系统，为辽宁电力装备、氢能等产业集群发展提供科技支撑。依托全省风电、光伏、核电、生物质能等重大能源工程，开展海上风电、光伏治沙、渔光互补、生物质发电、核能海水淡化的技术与配套装备创新，培育新能源发展新模式、新业态。到 2030 年，我省新能源技术创新能力大幅跃升，带动化石能源有序替代。

专栏二 能源低碳/零碳多能融合技术

可再生能源技术：研发风机叶片、电机、轴承、智能传感及控制技术，海上风电汇集、输电及稳定运行控制技术，高效光伏电池技术等，开展海洋能、地热能、生物质能综合利用技术研究，构建多能互补综合能源利用技术方案。

先进储能技术：研发高功率密度全钒液流电池、锌基液流电池、铅炭电池、钠离子电池、锂离子电池、硫基电池等化学储能技术，飞轮储能、压缩空气储能等物理储能技术等。

氢能技术：研发高效低成本碱性电解水制氢、固体氧化物电解制氢等新型制氢技术，开发大规模物理储氢、化学储氢技术，管道输氢技术，研制氢燃料电池关键技术设备。

新型电力系统：开发大规模可再生能源并网及电网安全高效运维技术、韧性电网技术、规模化源网荷储调控技术等，研制基于宽禁带半导体材料的核心电力器件和装备。

核能技术：攻克高安全性多用途小型模块化反应堆、快堆和超高温气冷堆等技术，开发变频器、核环吊、关联系统等核心功能部件，研制大型核电主泵、核电四代主循环泵等整机装备。

化石能源清洁高效利用与节能增效技术：研发超低氮循环流化床燃烧技术，掺氢天然气、掺烧生物质等高效低碳工业锅炉技术，研制重型燃气轮机和高效燃气发动机等关键装备；开发工业余热余压余能深度利用技术、基于先进功率半导体材料与器件的高效电能转换及能效提升技术，发展数据中心、5G 通信基站等数字基础设施节能技术。

（三）加快重点行业绿色低碳转型技术突破。围绕重点行业节能降碳和转型升级需求，加快突破低碳零碳工业流程再造、城乡绿色发展、绿色智慧交通等关键技术。

1.工业领域：围绕精细化工、高品质钢铁材料、先进有色金属材料、菱镁精深加工等产业集群结构优化、产品升级和绿色发

展需求，以原料燃料替代、短流程制造和低碳技术集成耦合优化为核心，着力攻克一步法制烯烃、炼油结构转型、新一代低碳高炉、绿色冶金、钢化一体化联产、富氧燃烧碳捕获等关键技术工艺，加大高品质绿色产品研发供给，促进跨行业、跨领域低碳零碳融合创新。强化科技支撑保障资源安全，开展战略性矿产资源绿色开采、低品质资源高效提质与综合利用、废弃物综合利用等关键技术研发，探索新兴固废综合利用技术路径。加快人工智能、软件、工业互联网等产业集群技术创新与工业行业绿色低碳技术融合发展，引领高碳工业流程的零碳低碳再造和数字化转型。到2030年，重点工业领域实现低碳工艺革新和数字化转型，形成一批生产工艺深度脱碳、工业流程再造、资源循环利用等绿色低碳系统解决方案。

2.城乡建设领域：围绕城乡绿色发展目标，以脱碳减排和节能增效为重点，大力推进低碳零碳技术研发和示范应用。加快突破建筑高效节能、光伏建筑一体化、建筑热电协同、光储直柔、多能耦合清洁供暖、智能建造等关键技术，促进建筑全生命周期能效水平提升和用能结构优化，推动互联网、大数据、人工智能、先进制造与城乡建设的深度融合，培育建筑节能、绿色建筑、装配式建筑产业链。加快建筑垃圾、生活垃圾等源头减量、资源化利用、无害化处置技术研发和推广应用，推进城市全面绿色转型。到2030年，全省建筑节能减碳技术取得重大突破，科技支撑实

现新建建筑碳排放量大幅降低，城镇建筑可再生能源替代率明显提升。

3.交通领域：围绕新能源汽车、航空装备、船舶与海工装备、轨道交通装备等产业集群创新发展，加快新能源载运装备、氢燃料动力车辆及船舶、LNG 和生物质燃料船舶等应用研究，攻克新能源汽车性能监控与保障、装备部件轻量化、交通基础设施生态优化等关键技术，研发推广公路路面材料等交通资源循环再生利用技术，加速 5G、大数据、智能制造等技术与交通运输深度融合，促进交通领域绿色化、电气化和智能化。到 2030 年，科技支撑形成绿色低碳交通运输方式，确保交通运输领域碳排放增长保持在合理区间。

专栏三 重点行业绿色低碳转型技术

精细化工产业集群：研发原油、石脑油直接制化学品技术，合成气一步法制烯烃、芳烃、含氧化合物、特种油品技术，多能耦合技术，绿色生物化工技术等，推广智能化低碳升级改造技术。

高品质钢铁材料产业集群：研发新一代低碳高炉炼铁技术、全废钢电炉流程集成优化技术，氢基流化床、氢基竖炉等绿色冶金技术，复杂难选铁矿石悬浮磁化焙烧技术等，开展钢铁-化工一体化联产技术集成应用。

先进有色金属材料产业集群：研发湿法冶金新流程技术、有色金属短流程规模化制备技术、新型火法炼锌技术，连续铜冶炼技术、有色金属回收与循环利用技术、氧化铝高效提取技术、电解铝低碳节能技术等。

菱镁精深加工产业集群：开发基于富氧燃烧的菱镁矿煅烧技术、高功率节能型空心电极技术，集成热回收利用的闪速轻烧成套技术、低品位菱镁矿综合利用技术等。

水泥行业：研发水泥窑燃料替代技术、水泥窑协同处置固废技术，非碳酸盐钙质原料替代技术，水泥窑炉富氧燃烧关键技术等，制备新型固碳胶凝材料等。

资源高效开发和循环利用技术：研究铁、硼、金等辽宁优势战略性矿产资源勘探、开发、利用技术，开发大宗工业固废综合利用关键技术，再生资源高质循环利用技术，新能源汽车动力电池、废旧光伏组件、退役风电叶片等新兴固废综合利用技术等。

低碳零碳城乡建设：研究低碳零碳建筑规划、设计、运行技术，开发建筑机器人、3D 打印

等智能建造技术，超低能耗建筑、装配式建筑建造技术等，研制天然固碳建材、建材循环利用技术及设备；研发建筑高效电气化技术、光储直柔供配电关键设备与柔性化技术、能源智慧管理与多能协同技术等。

新能源汽车、航空装备、船舶与海工装备、轨道交通装备等产业集群：研发高性能电动、氢燃料动力车辆，醇类燃料、油电混合动力车辆，船舶清洁能源动力、航空器非碳基能源动力等低碳能源驱动载运技术装备，开发汽车整车模块化、车身轻量化设计技术等。

绿色智慧交通建设：研发交通能源自洽及多能变换技术，智慧铁路、智慧公路、智慧航空、智慧港口、数字航道、智慧城市轨道交通等技术。

（四）加强固碳增汇技术创新。聚焦碳捕集利用与封存（CCUS）技术的全生命周期能效提升和成本降低，重点突破低成本低能耗二氧化碳捕集的吸收剂/吸附剂、二氧化碳高效催化转化，以及二氧化碳化学利用、驱油、地质封存等核心关键技术，开展 CCUS 与工业过程的全流程深度耦合技术研发。坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，协同推动适应气候变化与生态保护修复，重点开展辽东山区森林、辽西北沙化草地、辽河口滨海湿地和海洋等生态系统的固碳增汇机制研究和保护修复技术攻关，有力支撑辽河口国家公园建设。推进黑土地保护与利用、农林废弃物低碳高效资源化、生物炭土壤固碳等技术研发应用，形成适合辽宁实际的农业农村减排固碳综合技术体系。加强碳汇监测与核算技术方法研究，深挖我省各类生态系统碳汇潜力。

专栏四 负碳及非二氧化碳温室气体减排技术

碳捕集、利用与封存（CCUS）技术：研发低能耗低成本碳捕集技术、与生物质结合的负碳技术（BECCS）、CO₂管道运输技术、CO₂驱油增产技术、CO₂地质封存技术，CO₂加氢制烷烃、芳烃及醇类技术，CO₂光电催化转化技术等，开发绿色低能耗吸收溶液、高容量性能稳定吸附材料等；在辽河油田、大连长兴岛等工业园区建设 CCUS 示范工程。

生态系统固碳增汇技术：研究森林、草地、湿地、海洋等生态系统固碳增汇技术，开展沙化草地、废弃矿山、河口湿地等脆弱生态保护与修复技术研究，揭示生态系统碳库动态变化和碳汇功能的形成和维持机制。

农业农村减排固碳技术：研发黑土地保护与利用技术、生物炭土壤固碳技术、渔业碳汇技术、农林废弃物低碳高效资源化利用技术等，构建农业绿色生产技术体系。

非二氧化碳温室气体减排与替代技术：研发工业氧化亚氮及含氟气体的替代、减量和回收技术，反刍动物低甲烷排放调控技术，煤矿瓦斯蓄热及分布式热电联供技术，能源及废弃物甲烷回收利用技术等。

（五）开展绿色低碳技术成果转化和示范推广。高标准建设洁净能源与精细化工、绿色冶金、矿产资源清洁利用、减污降碳协同治理等中试基地，促进中试基地资源共享，吸引省内外高水平科技成果中试熟化验证。加强科技成果转化服务体系建设，大力发展东北科技大市场等专业化科技服务机构，建立绿色低碳科技成果技术库。针对全省不同区域对绿色低碳技术的差异化需求，因地制宜开展低碳零碳技术跨行业跨领域耦合优化与综合集成，推进低碳技术创新综合区域示范。

专栏五 绿色低碳技术成果转化和示范应用

科技成果中试基地：建设洁净能源和精细化工、钢铁冶金长流程碳中和关键技术、绿色冶金-零碳钢铁冶金短流程、铁矿资源高效利用、菱镁资源高效利用、减污降碳协同治理、海洋能开发等中试基地，实施碱性电解水制氢、CO₂加氢制甲醇汽油等高值化利用、甲醇-石脑油融合技术等中试项目。

科技成果转移转化：组织开展“科技成果直通车”、“创新挑战赛”、“专家团队企业行”、“企业高校院所行”等活动；搭建碳中和技术成果数据库，充分利用国家绿色技术推广目录和国家绿色技术交易中心等，加快绿色低碳技术、工艺、装备的大规模推广应用。

低碳零碳科技示范工程：在大连、营口、阜新、盘锦等地区，建设大规模高效光伏电站、漂浮式海上风电、风光互补、渔光互补、以光锁沙、源网荷储、大规模液流电池储能等新能源科技示范工程，核电余热水热同输供热、钢铁-化工一体化联产等跨领域科技示范工程，智慧道路/航道/港口/枢纽示范工程。

低碳技术创新示范区：支持沈阳建设机器人及智能制造集群，推进沈阳全国智能建造试点城市建设；支持大连市争创国家燃料电池汽车示范试点城市群，打造先进储能装备研制基地、中国氢能产业创新策源地和高端装备制造基地；支持沈阳、大连、盘锦开展国家“无废城市”建设试点；支持阜新建设大规模可再生能源消纳基地；推进沈阳、营口、阜新、盘锦市国家清洁取暖试点城市建设；推进本溪、铁岭等5个国家大宗固废综合利用示范基地建设，支持沈阳、大连等建设废旧物资循环利用体系示范城市。

（六）推动绿色低碳科技创新平台提质增效。聚焦国家碳达峰碳中和战略目标，主动融入新型举国体制，推进辽宁实验室建设发展，在化工减碳、森林生态、深部工程等优势领域争创国家技术创新中心、全国重点实验室，加快培育辽宁的碳中和国家战略科技力量。支持中科院洁净能源创新研究院建设，打造高水平科技智库，开展战略性、前瞻性基础研究和应用基础研究。持续优化省级创新平台布局，在新能源、低碳工业、智能制造、碳捕集、生态碳汇等优势领域培育建设一批省重点实验室，支持实验室凝练科学研究方向、孕育重大原始创新。以行业骨干企业为主体建设一批绿色低碳专业技术创新中心，打造攻克关键核心技术、产出重大科技成果、引领产业绿色低碳发展的高水平科技创新平台。大力发展碳中和技术研究院等新型研发机构，扩大绿色低碳技术供给，促进科技成果转移转化，激发全社会创新活力。加快推进“基于高亮度极紫外自由电子激光的前沿科技研究设施”、“超大型深部工程灾害物理模拟设施”、“海洋工程环境实验与模拟设施”等重大科技基础设施建设，吸引全球科技创新资源向辽宁集聚。

（七）培育壮大绿色低碳科技企业群体。着力发展节能环保新兴产业集群，建立科技型中小企业、高新技术企业、雏鹰瞪羚独角兽企业培育体系，完善“众创空间—孵化器—加速器—产业园”创业孵化体系，遴选和支持一批绿色低碳科技型企业。深化

央地科技创新合作，支持行业骨干企业牵头组建产学研联盟，联合上下游企业、行业间企业、高校院所开展减污降碳协同创新，构建首尾相连、互为供需、互联互通的产业绿色创新链条。支持科技型企业承担国家和省级重大科技项目，加快提升企业绿色技术创新能力。加强科技企业服务，开展项目路演、金融对接、技术培训等活动，促进技术、金融等要素市场对接。落实研发费用加计扣除、高新技术企业所得税减免、基础研究投入税收优惠等政策，推动企业成为绿色技术创新主体。贯彻落实国家绿色技术知识产权保护制度，强化绿色技术研发、示范、推广、产业化各环节知识产权保护，培育建设专利导航服务基地，建立产业知识产权运营中心，搭建绿色低碳技术专利专题数据库。建立低碳技术验证服务平台，为企业开展绿色低碳技术创新提供服务和支撑。以沈大国家自主创新示范区等区域为重点，加快打造绿色低碳发展高地，支持各级高新技术产业开发区、经济技术开发区创建国家生态文明建设示范区，支持浑南科技城市建设“近零碳”示范园区，推动绿色低碳产业、先进制造业聚集，加强园区产业协同创新，率先实现绿色低碳转型。

（八）加强绿色低碳人才引育和服务保障。面向碳达峰碳中和目标需求，深入实施科技创新人才培养工程，打造绿色低碳基础研究、技术研发、工程应用和市场服务全链条人才体系。充分发挥在辽院士专家的科研影响力，开展院士辽宁行、碳中和高峰

论坛等活动，推动绿色低碳技术交流合作，吸引一批顶尖人才团队来辽发展。实施“兴辽英才计划”，培养绿色低碳领域战略科学家、一流科技领军人才和创新团队、青年科技人才和卓越工程师。持续推进“带土移植”行动，完善“平台+人才+机制”的工作模式，引进域外创新创业团队。加大对青年科技人才的支持力度，在省科技计划中扩大青年科学家项目范围，支持青年人才承担科研任务，挑大梁、当主角。着力发挥辽宁高校资源优势，构建新能源、储能、氢能、碳减排、碳汇、碳排放权交易等涉碳学科专业体系，优化相关专业课程设置，培养高层次、急需紧缺和骨干专业技术人才，促进教育链、人才链和产业链的有机衔接和深度融合。

（九）深化绿色低碳科技交流合作。围绕实现全球碳中和愿景与共识，发挥辽宁地缘区位优势，加快构建开放合作协同的创新格局，积极融入国家碳达峰碳中和创新体系布局，深度参与京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区发展等国家重大区域发展战略，与江苏、广东、北京、上海等先进省市开展绿色低碳科技交流合作，积极参与绿色低碳技术分工合作。深化国际科技交流合作，主动参与国际大科学计划和大科学工程，在储能、生态碳汇、矿产资源等优势领域共建国际科技合作基地、联合实验室，实施国家科技合作项目，定期举办大连海外学子创业周等国际科技活动，吸引海内外人才、技术、资金等创新资源集聚辽

宁。主动融入“一带一路”科技创新网络，培育“一带一路”联合实验室或研发中心，深化与日本、韩国、俄罗斯等“一带一路”沿线国家在绿色低碳领域的科技交流合作，推进人员交流、培养与引进，开展技术引进和输出活动。加强科技创新对碳排放监测、计量、核查、核算、认证、评估、监管以及碳汇的技术体系和标准体系建设的支撑保障，为我省碳达峰碳中和工作提供决策支撑。

三、保障措施

（一）加强组织领导。各相关部门加强协同配合，统筹推进碳达峰碳中和科技创新工作。充分发挥高校院所、创新型企业、科技人员等各方作用，积极引导全社会力量参与绿色低碳科技创新，共同推进碳中和技术攻关、推广示范、基地建设、产业发展、人才培养和科技合作等各项工作任务。

（二）引导多元投入。充分利用辽宁产业投资基金，统筹科技专项资金，综合运用税收优惠、财政奖补等方式，引导各类创新主体和地方各级政府持续加大绿色低碳技术研发投入，积极对接国家、行业各类科技创新引导基金，形成多元化科技投入体系。

（三）强化任务落实。加强与我省重点行业领域碳达峰实施方案的紧密衔接、统筹协调，形成目标一致、协作配合的政策合力。建立科学合理的监测评估指标体系，结合任务实施成效、技术发展新趋势等建立动态调整机制，扎实推进碳达峰碳中和相关

科技创新工作。各地区、各部门强化属地和领域主体责任，清单化、项目化、工程化推进落实。

（四）营造创新生态。做好宣传引导，及时总结推广科技支撑碳达峰碳中和先进技术、示范应用等典型经验。开展全民碳中和科学普及活动，积极拓展宣传渠道，提高公众对碳达峰碳中和的科学认知，形成简约适度、绿色低碳的生活方式。