

煤炭工业“十四五”科技发展指导意见

“十四五”时期是我国全面建成小康社会、乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年，是深入贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，着力构建清洁低碳、安全高效现代化能源体系的攻坚期，也是煤炭工业应对新一轮工业革命的机遇和挑战、实现高质量发展的关键时期。科技创新是煤炭工业高质量发展的根本动力，是构建煤炭产业新格局的核心支撑。煤炭科技发展必须准确把握世界科技发展新趋势，主动适应我国能源革命新要求，充分考虑我国煤炭资源分布特点，以支撑引领煤炭工业高质量发展为目标，大力推动煤炭从传统能源向清洁能源转变。为推动煤炭科技创新发展，特制定本指导意见。

一、发展环境

新世纪以来，全球新一轮科技革命和产业变革孕育兴起，科技创新呈现出新的发展态势和特征。学科交叉融合加速，新兴学科不断涌现，前沿领域不断延伸，技术迭代不断加快，科技创新逐步演化为创新体系之间的竞争。新一代人工智能取得突破性进展，成为新一轮科技革命和产业变革的核心驱动力。我国科技发展正进入由量的增长向质的提升的跃升期，

科技创新从外源性向内生性转变。

“十三五”以来，煤炭行业健全完善以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的科技创新体系，国家、省部和行业级研发机构达 170 余家，形成一批从事知识产权、检验检测认证等专业化服务的科技服务机构，培育了开放共享、创新活跃的行业“双创”新模式新业态，涌现出一批科技创新领军人才和优秀青年人才，培养了一支高技能人才队伍。

“十三五”以来，我国煤炭行业自主创新能力大幅提升，实现了从跟踪、模仿到部分领域并跑、领跑的转变。全行业获得国家科技奖励 22 项、中国专利奖 51 项。大型矿井建设、特厚煤层综放开采、煤与瓦斯共采、燃煤超低排放发电、高效煤粉型和水煤浆浆体化工业锅炉、现代煤化工技术达到国际领先水平，主要煤机装备和大型粉煤气化技术实现了国产化，煤机装备制造水平位于世界前列，引领了国际煤炭智能化开采和清洁高效转化的发展方向。

“十三五”以来，煤炭地质勘查与建井理论体系不断完善，关键技术取得突破。完善了具有中国特色的煤炭地质学新理论，建立了煤系多能源、多资源的综合勘查技术体系；丰富了以冻结、钻井、注浆为主的建井理论与技术体系，研制出超大直径深立井建井技术和大型成套装备。

“十三五”以来，煤炭绿色安全智能开采格局初步形成，煤炭绿色开发与智能精准开采技术体系逐步建立。提出了采

煤区地质环境保护新理念以及不同分区保护水位开采新方法。矿井复杂地质构造与灾害源探测、深部开采突水动力灾害防治、大空间采空区防灭火、井下瓦斯高效抽采等技术取得突破，井下定向钻进最大成孔深度达 3353m。全国已建成 500 个左右智能化采掘工作面，大断面快速掘锚系统、岩巷全断面掘进装备、大倾角矿用盾构机等在井下试验应用，8.8m 一次采全高、7.0m 超大采高智能综放、纯水液压支架等系列成套装备研制成功。

“十三五”以来，煤炭清洁利用技术体系逐步完善。千万吨级湿法全重介选煤、大型干法选煤技术成功应用。高效煤粉工业锅炉、水煤浆浆体化 CFB 供热供暖锅炉、民用新型燃煤炉具、低阶煤热解分质分级利用等技术取得突破。燃煤电厂超低排放和节能改造 9.5 亿千瓦，占全国燃煤电厂总装机的 76% 左右。现代煤化工产业关键技术和核心装备自主化取得重大突破，煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制甲醇制汽油等示范项目取得成功，污废水实现循环利用和“近零”排放。

“十三五”以来，建立了煤矿区生态修复与水资源保护技术体系。研发推广了矿区土地生态环境损害监测与构造土壤介质和恢复植被相结合的综合复垦技术，中东部煤矿井下煤矸石固废充填开采减沉置换技术，地面沉陷区水域景观、养殖、果蔬、旅游、光伏立体生态复垦技术，西部煤矿区采

煤塌陷地和矸石山的微生物修复植被绿化技术，以“导储用”为特征的地下水库技术，矿区生态环境取得明显改善。

然而，煤炭科技创新支撑我国煤炭工业高质量发展的能力依然不足。行业基础理论研究相对薄弱，关键技术原创性突破、颠覆性创新仍然较少，高端装备未能完全满足应用需求，科技创新领军人才和高技能人才不足，研发经费投入强度低于全社会平均水平，知识产权保护运用和标准引领滞后。煤炭行业必须主动适应新一轮科技革命与产业变革的发展趋势，加快构建现代化煤炭安全绿色智能化开发和清洁高效低碳化利用技术体系，增强科技创新支撑能力，引领煤炭行业高质量发展。

二、指导思想、原则和主要目标

（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，贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻创新驱动发展战略和能源安全新战略，践行新发展理念，加强科技自立自强，大力提升自主创新能力，强化煤炭基础理论研究，加快新一代信息技术与煤炭开发利用深度融合，聚焦“31110”科技创新重点任务，突破煤炭安全绿色智能化开发和清洁高效低碳化利用关键核心技术，强化重大技术创新示范引领，推广先进适用技术，

培养科技创新人才队伍，构建开放合作创新生态，支撑煤炭工业高质量发展。

（二）基本原则

1、坚持自主创新、安全可控。坚持自主创新支撑引领行业发展，加大煤炭基础理论研究，聚焦完善现代化煤炭开发利用技术体系，在重点领域开展核心技术攻关，突破带动作用强的关键技术，实现关键技术与装备的安全可控。

2、坚持企业主体、开放合作。坚持企业为技术创新主体，联合科研院所和高等院校，完善产学研深度融合和协同创新机制，构建开放合作的创新生态，集聚各类创新要素和社会资源，形成合力推动行业科技创新。

3、坚持立足当前、着眼长远。加快新一代信息技术与煤炭开发利用深度融合，开展重大技术创新示范，持续提升煤炭产业基础能力，遵循能源发展规律，探索煤炭资源绿色低碳循环发展新路径，顺应全球能源低碳发展新趋势。

4、坚持健全机制、人才保障。创新行业科技管理与服务模式，积极培育新技术、新工艺、新装备、新材料，引导企业加快科技成果规模化推广应用，完善人才培育机制，优化科技人才结构，加强人才队伍建设，提升人才效能。

（三）主要目标

到 2025 年，行业自主创新能力大幅提升，煤炭产业重点领域关键技术装备实现自主可控，现代化煤炭开发利用理论

与技术体系明显完善，科技人才队伍建设取得显著成效，建成特色鲜明、产学研深度融合的行业科技创新体系，推动一批煤炭企业成为高新技术企业，支撑行业转型升级和高质量发展。

——行业科技贡献率达到 65%左右，规模以上企业研究与试验发展（R&D）经费支出占主营收入比重达到 2.5%；积极培育建设国家实验室，优化科研平台和技术创新基地布局，开展行业联合重点实验室建设，形成开放合作创新生态。

——煤炭绿色智能开采、煤矿重大灾害防控、煤炭清洁高效转化基础理论研究取得突破，完善形成安全绿色开采技术体系、煤矿智能化技术体系、煤炭清洁高效转化技术体系、节能减排与低碳利用技术体系、矿区生态建设技术体系。

——煤矿智能化与机器人关键技术取得突破，因地制宜、有序推进智能化煤矿建设。大型煤矿和灾害严重煤矿基本实现智能化，实现井下重点岗位机器人作业，露天煤矿智能连续作业和无人化运输；建立煤矿智能化技术规范与标准体系。

——煤矿安全管理和技术装备水平大幅提高。顶板、火灾、冲击地压、水害、煤与瓦斯突出等灾害防治能力进一步提升，煤矿作业人员安全防护与职业健康保障更加完备，矿山应急救援体系与技术更加完善。

——大型煤机装备、露天开采装备、煤炭洗选装备与煤化工装备的智能化和可靠性水平大幅提升，关键零部件、核

心元器件、控制系统与工业软件实现自主化。

——现代煤化工实现高效、环保、低耗发展。突破煤油共转化制清洁燃料与化学品、煤制芳烃、煤制乙醇等关键工艺技术；煤转化有机固废和污废水、矿井水低成本资源化利用技术，千万吨级煤炭分质分级利用技术取得积极进展。

——矿区生态环境显著改善。采煤沉陷区土体整治与生态修复技术不断完善，矿区大宗固废资源利用取得明显成效。

——节能减排与低碳利用格局形成。深地或关闭矿井的碳封存、全产业链节能、氢能制备、煤基功能材料、煤炭与新能源耦合、现代煤化工碳中和等技术取得重大进展，进一步拓展煤炭作为原料的消费利用空间。

三、重点任务

组织开展“31110”科技创新主要任务，包括三大基础理论研究，十大重点领域核心技术攻关，十项重大技术创新示范和百项先进适用技术推广应用。

（四）煤炭基础理论研究

在煤炭绿色智能开采、煤矿重大灾害防控、煤炭清洁高效转化等领域开展基础理论研究，为我国煤炭资源的安全绿色智能化开发和清洁高效低碳化利用提供基础支撑。

1、煤炭绿色智能开采。重点研究煤系矿产资源精细勘查与生态地质理论，时空变化条件下的矿井地质精准探测及

建模理论，面向矿井复杂环境的自适应感知理论，矿山多源异构数据融合及信息动态关联理论，复杂条件下采掘设备群的协同控制理论，面向复杂矿井环境的动态协同控制与数据驱动决策理论，黄河流域等重点区域煤炭开发生态大尺度演变规律与生态修复方法等；探索深部原位流态化开采的采动岩体力学理论和采矿方法。

2、煤矿重大灾害防控。重点研究深部矿井多灾种一体化智能防控理论，煤岩瓦斯复合动力灾害发生机制，煤矿冲击地压主控地质因素及发生机理，冲击地压风险判识理论与防控方法，复杂地质条件下顶板水害形成机理，大采深矿井煤层底板岩溶发育规律，高地应力及高水压条件下深部煤层底板突水机理，采空区遗煤自燃引爆机理，露天开采与生态环境动态响应耦合机理，露天矿滑坡灾害精准化预警理论，矿井粉尘产生机理，风流—水雾—粉尘多相流多场耦合机理，职业危害接触限值与致病机制等。

3、煤炭清洁高效转化。重点研究原煤多尺度精细化深度分离与高效提质基础理论，微细粒难选煤分选过程强化基础理论，煤系稀贵矿产和关键元素、有毒有害物质资源高效分选加工理论，煤炭智能分选加工基础理论，煤基原料协同制备功能化材料基础理论，煤制大宗清洁燃料与化学品新工艺及催化基础理论，煤炭气化、液化在原料、工艺过程匹配

和产品灵活性调控理论，煤炭利用多点源、多污染物协同控制理论与方法等；探索煤制氢理论与方法。

(五) 重点领域核心技术攻关

开展煤炭资源勘查与地质保障、大型现代化矿井建设、煤炭与共伴生资源协调开采、煤矿灾害防治、煤矿智能化与机器人、煤炭清洁高效加工、煤炭低碳转化利用、煤矿职业健康保障、煤矿应急救援、矿区资源利用与生态保护 10 个重点领域的核心技术攻关。

1、煤炭资源勘查与地质保障。研究煤系资源与生态环境的空天地一体化协同勘查方法，侏罗纪煤田地层沉积相与构造控水机理，华北型煤田深部煤层底板岩溶水精准探查与防控方法，西南地区岩溶复杂地形条件下高分辨率地球物理探测方法等；研发全数字高密度三维三分量地震技术、矿区地质灾害精准监测预警技术、水文地质三维高精度动态表征技术，采掘工作面地质异常体高精度超前探查技术等。

2、大型现代化矿井建设。研发千米深井地层冻结及地面预注浆改性技术，大型矿井井巷工程机械破岩全断面钻进技术，超长定向钻孔为基础的斜井沿轴线冻结技术，复杂地层大断面斜井盾构机掘进技术，韧性为基础材料的地层加固和薄喷支护技术等；研制千米竖井掘进机、千米反井钻机、变径巷道全断面掘进机及掘进机机器人；构建矿井构筑物智能建设及全生命周期智能检测控制体系。

3、煤炭与伴生资源协调开采。深入研究充填开采、无煤柱开采、保水开采、采动围岩大范围超前控制等绿色安全开采技术；研发遗留煤炭资源安全复采技术，复杂难采煤层高效综采技术，煤炭地下气化开采技术，大型露天煤矿强化内排开采技术，煤与油、气、稀贵关键元素等伴生资源协调开采技术，碎软低渗煤层区地质条件和产能预测评价方法，地面水平井工厂化抽采技术，复杂储层煤层气高效立体抽采技术，深部煤系气一体化共采技术。

4、煤矿灾害防治。研发矿井通风系统灾变状态识别及控制技术，突出矿井分级预警及高效防控减灾技术，高瓦斯矿井低透气性煤层瓦斯高效抽采技术，采空区自燃诱发瓦斯爆炸灾害预测预警预控技术，近距离煤层群防灭火技术，矿井爆炸灾区残存火源、顶板垮塌或突出瓦斯逆流等继发性灾害特征识别技术，火区惰化短期有效性判别技术，火灾、突出、冒顶、冲击地压、瓦斯（煤尘）爆炸等多灾害协同防治技术，冲击地压智能预警与共性关键因素防控技术，采掘工作面顶板水害精细控制疏水治理技术，全空间水情水害智能精准监测预警技术，烧变岩区等特殊区域水害防治技术，滑坡灾害智能感知与早期识别技术等。

5、煤矿智能化与机器人。研发煤矿工业互联网与大数据技术，复杂地质条件的工作面智能开采技术，4D-GIS透明地质技术，煤矿大容量高速融合通信技术，井下视频高效处

理及 AR/VR 技术，井下精确定位与设备导航技术，辅助运输系统连续化和无人化技术，智能化无人快速掘进技术，重大危险源智能感知与预警预报技术，煤矿机器人长时供电与协同作业技术，露天开采无人化连续作业技术，煤炭智能化采样检测技术，矿井机电设备在线监测与诊断维护技术，矿井新型双动力机车等高可靠性装备。

6、煤炭清洁高效加工。研发高硫、高氯、高氟煤分选新技术与新工艺，湿法全重介选煤设备智能控制技术，干法选煤智能化工工艺技术，微细粒难选煤泥强化重力场高效分级分选技术，煤岩深度解离与高效富集技术装备，煤矿井下大型智能分选排矸装备，大型智能选煤厂关键传感、闭环控制和辅助决策技术与系统等。

7、煤炭低碳转化利用。研发低阶煤大型分质分级转化技术及装备，超临界煤气化、加氢煤气化、催化气化等新型煤气化技术，煤炭温和加氢直接液化和间接液化耦合新工艺及催化剂技术，煤炭液化制取特种油品、富氧油品添加剂技术，高可靠性余热回收技术，高温煤气深度除尘净化技术，液化残渣综合利用技术，煤耦合甲烷等离子体合成乙烯、乙炔技术，高效高选择性乙烯丙烯灵活调控的甲醇制烯烃催化剂、反应器及工艺，多污染物联合精确控制和脱除技术，煤基功能材料制备技术，氢能高效制备技术，低能耗 CO₂ 捕集、封存及碳循环利用技术。

8、煤矿职业健康保障。研发粉尘在线高精度感知技术，高通量气水两相流云雾产生与喷嘴布控技术，采掘工作面产尘源有效控制技术，矿井高温热害高性价比防治技术，健康监测单兵装备，作业现场噪声消除技术，职业危害研判与快速筛查技术，职业危害分级防护技术，职业病危害数字化监管云平台技术等。

9、煤矿应急救援。研发矿山灾害救援数字化技术与智能决策系统，矿山应急救援通讯技术装备，灾后救援快速自组网技术装备，矿灾应急救援智能专业服务机器人，复杂环境水陆两栖侦检机器人，灾后多维度生命保障技术装备，井下坍塌松散体快速构建救援通道技术，地面快速构建救援通道技术，矿山应急救援综合培训演练系统等。

10、矿区资源利用与生态保护。研发矿区水环境保护与水资源一体化利用技术，高矿化度矿井水净化和利用技术，矿区煤矸石等固废资源化利用与污染防治技术，矸石山综合治理技术，采煤沉陷区治理及土地利用技术，矿区土壤改良技术，低浓度瓦斯高效提浓技术，超低浓度乏风瓦斯销毁和余热利用技术，闭坑矿井地下空间资源开发与维护技术，共伴生矿产资源和稀贵关键元素无害化利用技术，矿区生态环境数字化管理技术等。

(六) 重大技术创新示范

积极培育技术创新示范企业，重点推进煤矿井巷全断面快速掘进、复杂地质条件煤层智能综采、智能化煤矿建设、智能精细高效洗选、煤炭分质利用、煤炭液化及高端化工品制备、废弃矿井地下空间资源综合利用、矿区大宗固废资源利用、大型矿区生态修复、煤炭产品质量精准调控等 10 项重大技术创新示范。

1、煤矿井巷全断面快速掘进示范。针对特大型矿井竖井、斜井和巷道的快速非爆破建设，研制煤矿防爆型竖井掘进机、竖井钻机、全断面岩巷掘进机与后配套运输及支护装备，形成井巷结构设计方法和技术标准体系，开发远程可视化掘锚支监控平台，满足掘进直径 5.0~10.0m 竖井、斜井、巷道需求，综合掘进速度达到 200~300m/月、作业人员减少 40% 的目标，构建煤矿硬岩井巷智能快速掘进示范工程。

2、复杂地质条件煤层智能综采示范。针对复杂地质条件煤层（大倾角、薄煤层、高瓦斯、多构造），因地制宜研发配套智能综采技术及成套装备，建设智能综采示范工程；针对西部矿区特厚硬煤层资源不宜采用放顶煤开采方式，研发特厚煤层一次采全高智能化综采技术与成套装备，设计生产能力 5000t/h，倾角 $\leq 15^\circ$ ，年产能力 10Mt。

3、智能化煤矿建设示范。建设以采掘生产为核心，融人员、设备、环境为一体的智能化井工煤矿，实现不同地质条件的智能综采和快速掘进、智能主运输和连续化辅助运输、

智能供配电、安全生产监测监控、矿井综合管控和大数据分析等；建设高效开采智能化露天煤矿，研制大运量带式输送机、自移式破碎站、自动穿孔爆破设备、大容量轮斗挖掘机、柴油发动机重型运输卡车、矿用卡车无人驾驶系统和智能生产调度系统等。

4、智能精细高效洗选示范。研制千万吨级特大型湿法智能选煤厂的关键设备和在线检测仪器，包括大型破碎机、跳汰机、旋流器、振动筛、浮选机、渣浆泵和高效脱介、脱水设备，原煤和产品质量在线检测仪器等；研发重介、浮选分选过程大数据平台，建立煤炭洗选工艺智能化控制平台；研制千万吨级干法分选智能化装备，研究干湿混合流程新工艺，建立千万吨级智能选煤厂示范工程。

5、煤炭分质利用技术示范。研发单炉 50 万 t 级块煤热解新技术，完善中/低温煤焦油全馏分加氢多产中间馏分油（FTH）、中低温煤焦油制取轻质化燃料工艺，以及煤气无变换提浓制氢、煤化工多联产废水分质利用处理、煤焦油加氢废气回收利用等关键技术，建成 200 万 t 级兰炭示范厂和千万吨级粉煤热解低阶煤（富油长焰煤）煤炭分质利用工业化示范工程。

6、煤炭液化及高端化工品制备示范。完善日投煤量 3000~4000t/d 的大型高效气化炉和大型高效空分装置、大型甲醇合成塔、甲烷化反应器、大型高压压缩机等关键技术装

备，建立百万吨级及以上煤炭间接液化及高端化工产品（如 α -烯烃、高档润滑油、茂金属聚乙烯等）工业化生产示范工程。

7、废弃矿井地下空间资源综合利用示范。系统评价井工煤矿地下空间开展地质存储的适应性和可改造性，开展关闭矿井地下空间资源定量评估；选择地热资源丰富的废弃矿井，研究地热资源反季节循环利用技术和关键装备、设计智能监控系统，实现地热资源利用；推进废弃矿井地下仓储、煤层气抽采等其它综合利用技术的应用，建设废弃矿井地下空间资源利用示范工程。

8、矿区大宗固废资源利用示范。以煤矸石、尾煤、粉煤灰等大宗固废资源多元化利用为对象，建设矿区固废资源利用示范工程。主要研究矿区大宗固废资源化及协同处置技术，高效低成本煤矸石充填置换技术，高渗量高强度粉煤灰水泥制备技术，煤矸石和粉煤灰制备陶粒、加气混凝土技术，粉煤灰中有价元素提取技术等，推动建筑垃圾、尾矿等大宗固废与矿井充填协同处置技术发展，扩大矿井充填材料来源，拓宽其它大宗固废的处置途径。

9、大型矿区生态修复示范。以华北、华东、西北等大型矿区采煤沉陷区土地损毁与生态修复为主，创建大型矿区生态修复示范工程。研究应用采煤沉陷区建筑群建设技术，复垦土壤重构与区域农业、景观、林果、养殖、光伏协同技

术，人工湿地构建及城市功能开发技术等，形成东部矿区以土地复垦、沉陷地建筑利用和人工湿地构建为主，西部生态环境薄弱矿区以水资源保护、植被恢复、绿化固沙抑尘、特色无公害绿色林果产业和荒漠化治理为主的生态修复模式。

10、煤炭产品质量精准调控示范。以满足动力煤、化工用煤、炼焦煤等消费端不同用户的定制需求为主，创建生产端的煤炭产品质量精准调控示范工程。研究用户需求驱动的煤炭定制生产技术，包括精益生产、精准配煤以及数据分析平台，贯通生产端和消费端的数据链条，推动煤炭生产过程的智能调控和节能，通过精准供给为生产端低碳化提供更有力的支撑。

（七）先进适用技术推广

“十四五”期间，大力加强先进适用技术推广，促进科技成果规模化转化应用。

1、煤矿地质保障方面。重点推广高精度高密度全数字三维地震勘探、复杂地质构造槽波地震探测、地理信息系统与遥感遥测资源勘测、掘进巷道超前定向长钻孔探查等先进适用技术。

2、现代化矿井建设方面。重点推广“一扩成井”软岩地层钻井法凿井、导井竖井掘进机凿井、定向控斜大直径反井钻井凿井、多圈孔深厚冲积层控制冻结等先进适用技术。

3、煤炭绿色高效开采方面。重点推广掘支运一体化全断

面岩巷掘进、无煤柱自成巷 110/N00 工法、直角拐弯大功率重型刮板输送机、矿用新能源防爆无轨胶轮辅助运输等先进适用技术。

4、**煤层气开发利用方面**。重点推广煤层气抽采地面远距离自动控制钻进、煤矿井下大功率定向钻进、煤矿井下水力压裂增透、低浓度瓦斯发电等先进适用技术。

5、**煤矿安全方面**。重点推广煤矿水害区域治理地面超前注浆加固、矿井通风智能决策与远程控制、煤层可变径造穴卸压增透一体化、露天煤矿边坡合成孔径雷达监测预警等先进适用技术。

6、**煤炭加工与清洁利用方面**。重点推广干法矿物高效分离、高硫煤矸石高密度重介分选硫精砂、煤泥循环流化床洁净燃烧利用、工业和民用兰炭清洁替代等先进适用技术。

7、**资源综合利用与生态保护方面**。重点推广采煤沉陷区土地复垦与农业生态再塑、西部干旱半干旱煤矿区土地微生物修复、煤矿矿井水深度处理、矿井乏风源和矿井水源余热综合利用等先进适用技术。

8、**煤矿智能化与机器人方面**。重点推广智能无人综采工作面、井下智能巡检机器人、智能煤矸分选机器人、基于 UWB 的井下精确定位等先进适用技术。

四、保障措施

(八) **完善科技创新体系**。强化企业创新主体地位，持续推动煤炭企业科技创新机制改革，推进创新攻关的“揭榜挂帅”，优化行业技术创新基地和科研设施布局；积极推进具有国际竞争力的创新型领军企业建设，发展面向市场的多模式新型研发机构，构建专业化和网络化的技术创新服务平台；引导大中型企业增加研发投入，拓宽科技投入渠道，利用好国家和政府专项资金，用足创新优惠政策。

(九) **强化标准规范引领**。推进煤炭领域新型标准体系建设，加快煤矿智能化、生态矿山、碳减排增汇等重点领域关键标准研制，强化基础性、关键技术标准和管理标准的制修订，推动行业优势技术与标准转化为国际标准；积极推进煤炭领域团体标准制定，快速满足市场需求和创新需要，增加标准有效供给；建立煤炭标准一致性、符合性检测体系和行业标准资源服务平台，形成标准制修订、宣贯应用、咨询服务和执行监督的闭环管理体系。

(十) **加强科技创新服务**。推进创业孵化、知识产权服务、第三方检验检测认证等科技专业化服务，引导行业科技中介机构向服务专业化、组织网络化、运行规范化方向发展；积极推广新型研发组织模式和创业创新模式，加快发展“互联网+”创业网络体系；搭建煤矿总工程师论坛等技术交流平台，组织新兴技术行业应用论坛，促进技术转化应用落地。

（十一）加强知识产权保护。健全行业知识转移和技术扩散机制，推动建立行业知识产权信息共享平台，培育行业技术交易市场；加强行业知识产权专业服务机构能力建设，加快知识产权示范企业和领军人才培养，定期发布行业知识产权发展报告；鼓励和支持企业运用知识产权参与市场竞争，培育一批具备知识产权优势的煤炭企业。

（十二）健全人才发展机制。继续实施行业高素质人才培养工程，推进战略科技人才、科技创新领军人才和高技能人才队伍建设，加强一线创新人才和青年科技人才的培养；推动高校和企业合作创新人才培养模式，共建新工科示范基地和实习实践基地，面向产业急需共建现代产业学院；积极开展在职人员培训，优化知识型、技能型、管理型人才发展体系；建立以能力和贡献为导向的人才评价和激励机制，推动科技人员分类评价。

（十三）营造良好创新环境。加强煤炭工业技术委员会建设，组织开展技术咨询，加大新技术、新工艺、新材料、新装备的推广应用；建立行业科技创新调查机制，完善科技创新综合评价体系，定期开展行业科技创新评估；大力弘扬科学家精神，宣传行业科技创新进展成效和先进经验，形成崇尚创新、尊重知识的创新文化，营造有利于科技创新的良好氛围。

附录：

煤炭工业“十四五”先进适用技术推广目录

领域	序号	先进适用技术名称
煤矿地质保障	1	煤矿高精度高密度全数字三维地震勘探技术
	2	煤矿地理信息系统与遥感遥测资源勘测技术
	3	煤矿复杂地质构造槽波地震探测技术
	4	煤矿掘进巷道超前定向长钻孔探查技术
现代化矿井建设	5	“一扩成井”软岩地层钻井法凿井技术
	6	导井竖井掘进机凿井技术
	7	定向控斜大直径反井钻井凿井技术
	8	深厚复杂岩土斜井冻结法凿井关键技术
	9	井巷地面预注浆堵水加固技术
	10	千米深井特殊地层注浆材料及注浆工艺
	11	多圈孔深厚冲积层控制冻结技术
	12	千米深井基岩快速掘砌技术及装备
	13	煤矿大直径反井施工技术与装备
	14	巷道远距离湿式喷浆技术及装备
煤炭绿色高效开采	15	掘支运一体化全断面岩巷掘进技术
	16	智能综采工作面超前支护装备
	17	煤矿复杂围岩巷道高预应力锚杆支护技术
	18	无煤柱自成巷 110/N00 工法
	19	井工矿坚硬顶煤顶板水力致裂控制技术
	20	松软易膨胀岩层巷道变形与底鼓控制技术
	21	大型煤矿露井联合开采技术
	22	中西部地层保水采煤技术
	23	千米深井柔模沿空留巷无煤柱开采技术
	24	高水膨胀材料充填采煤技术
	25	直角拐弯大功率重型刮板输送机

	26	高速重载智能化永磁耦合传动技术
	27	超大功率提升机全系列变频智能控制技术
	28	矿用新能源防爆无轨胶轮辅助运输技术
	29	矿用大功率单轨吊辅助运输技术
煤层气开发 利用	30	煤层气抽采地面远距离自动控制钻进技术
	31	煤矿井下大功率定向钻进技术与装备
	32	煤矿井下水力压裂控制技术与装备
	33	低浓度煤层气发电技术
	34	低浓度煤层气浓缩利用技术
煤矿安全	35	煤矿水害区域治理地面超前注浆加固技术
	36	井下预裂增透抽采技术与装备
	37	矿井通风智能决策与远程控制系统
	38	瓦斯抽采钻机智能化远程操控技术
	39	煤层可变径造穴卸压增透一体化装备技术
	40	煤岩层定向长钻孔区域瓦斯治理技术
	41	采场围岩破裂三维应力动态监测与智能预警技术
	42	深部矿井地应力主导型动力灾害声发射监测预警技术
	43	吸能液压支架防治巷道冲击地压技术
	44	自震式微震监测技术
	45	液态二氧化碳转换控制与安全释放防灭火技术
	46	煤矿综掘面智能化、模块化除尘技术
	47	高温矿井采区大焓差集中降温技术
	48	露天煤矿边坡合成孔径雷达监测预警技术
	49	煤矿“一张图”安全生产智能管控平台
	50	矿山应急救援指挥管理数字化平台
	51	基于无线通信的矿用救灾监测系统
煤炭加工 与 清洁利用	52	大型模块化重介选煤厂关键技术及装备
	53	高硫煤矸石高密度重介分选硫精砂技术
	54	复合式干法选煤技术与工艺

	55	煤泥循环流化床高效燃烧技术
	56	煤泥高效干化技术
	57	超低灰纯煤生产技术与工艺
	58	百万吨级粉煤低阶煤高效提质技术
	59	高浓度水煤浆制备技术
	60	工业和民用兰炭清洁化替代技术
	61	贫煤和贫瘦煤高炉喷吹技术
	62	高效低排放煤粉工业锅炉技术
	63	水煤浆浆态化 CFB 工业锅炉技术
	64	CFB 发电锅炉大比例煤泥掺烧技术
	65	百万吨级及以上煤炭间接液化及高端化工产品生产技术
	66	油母页岩、铝土矿、高岭土等共伴生资源综合利用技术
资源综合利用与生态保护	67	采煤沉陷区土地复垦与农业生态再塑技术
	68	矿区沉陷区煤矸石充填复垦技术
	69	高强度开采矿区环境损伤形成机理及预测技术
	70	西部干旱半干旱煤矿区土地微生物修复技术
	71	矿区自燃煤矸石山原位治理与生态修复技术
	72	矿区“四废”综合利用和无害化处理技术
	73	矿井乏风源和矿井水源余热综合利用技术
	74	低浓度瓦斯蓄热氧化井筒加热技术
	75	矿井高效节能降温供热一体化技术
	76	煤矿矿井水深度处理技术及成套设备
	77	气化用煤配煤工艺及技术
	78	气化废渣综合利用技术
煤矿智能化与机器人	79	智能无人综采工作面技术
	80	特厚煤层智能综放技术
	81	基于机器视觉的带式输送机安全节能控制技术
	82	煤矿井下智能化视频识别技术
	83	井下硐室巡检机器人

84	煤矿采空区三维激光扫描技术
85	智能煤矸分选机器人
86	全方位作业智能防突钻机
87	智能柔性车皮清扫机器人
88	机器人全智能制样技术
89	基于 UWB 的井下精确定位技术
90	煤矿智能供电分布式网络保护防越级跳闸技术
91	空压机群远程智能监测平台与无人巡检系统
92	基于云平台的矿井综合智能管控技术
93	煤矿机电设备全生命周期管理信息系统
94	煤矿物联网单兵智能装备
95	露天矿无人机航测技术
96	智能化无人装车系统
97	地面煤场无人机盘煤技术
98	封闭式储煤设施智能管理技术

