

关于发布“非常规天然气高效抽采与利用” 等3个山西省科技重大专项2026年度项目 申报指南的通知

省直有关部门、各市科技局，各有关单位：

为深入学习贯彻习近平总书记对山西工作的重要讲话重要指示精神，全面落实省委、省政府决策部署，以科技创新推进能源转型、产业升级和适度多元发展，根据《山西省科技计划管理办法》（晋政办发〔2026〕2号）、《省科技攻关计划项目管理办法（试行）》（晋科发〔2026〕10号）有关规定和相关重大专项实施方案要求，山西省科技厅凝练形成了“非常规天然气高效抽采与利用”“固废资源循环利用与生态回归”和“量子精密测量”3个省科技重大专项2026年度项目申报指南，现予以公布，请根据指南要求组织项目申报工作。有关事项通知如下。

一、项目情况

1. “非常规天然气高效抽采与利用”重大专项2026年度申报指南发布项目10项，包含基础研究类项目1项（青年科学家项目）、技术攻关类项目3项、应用示范类项目6项。

2. “固废资源循环利用与生态回归”重大专项2026年度项目申报指南发布项目5项，包含基础研究类项目1项（青年科学家项目）、应用示范类项目4项。

3. “量子精密测量”重大专项 2026 年度项目申报指南发布项目 6 项，包含基础研究类项目 2 项（含青年科学家项目 1 项）、技术攻关类项目 1 项、应用示范类项目 3 项。

具体项目情况见附件申报指南。

二、申报要求

1.项目申报单位应为具有独立法人资格的企事业单位，牵头申报单位应为山西省行政区域内注册、具有独立法人资格的企事业单位（包括中央驻晋企事业单位）。鼓励产学研合作组建创新联合体申报。鼓励符合条件的民营企业积极申报。

2.项目申报单位是项目执行的责任主体，应切实履行项目组织实施和监督管理的责任，有稳定、高素质的研究和管理团队，具有较强的创新能力、技术基础和设备条件，有配套资金保障和良好的信誉。

3.项目负责人为项目的第一责任人，须是项目申报单位的在职、在岗或在聘人员，应能在法定退休年龄前完成项目实施，具有完成项目所需的组织管理和协调能力，具有组织科技计划的成功经验，能将主要精力用于项目组织、协调与研究，并对申报材料的真实性、有效性、合法性负责。

4.设立青年科学家项目，鼓励青年科学家大胆探索更具创新性的技术，更加服务于专项总体目标的实现。青年科学家项目负责人及其他参与人员年龄均须在 40 周岁以内（截至本指南发布之日）。

5.项目申报单位、项目负责人及项目申报团队应科研信

用记录良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

6.项目应整体申报，申报时需覆盖全部研究内容；技术指标不能减少且不得低于通知要求，鼓励高于现有指标。

7.项目配套资金应不低于指南规定的最低比例要求，应出具资金配套承诺书和自筹能力相关材料。项目立项后，财政支持资金实际额度未达到申请额度的，差额部分由项目申请单位自筹配套解决。

8.同一单位只能通过一个项目组织单位进行申报，已获得其他财政支持的项目、同一单位研究内容相同或相近的项目不得重复、多头申报。项目受理后，原则上不能更改项目申报单位和项目负责人。

9.项目负责人同一年度内限主持申报1项山西省科技计划项目（含中央引导地方科技发展资金项目；平台类、奖补类除外），如申报的计划项目未能立项时，方可再次申报。

10.项目负责人主持在研和申报山西省科技计划项目（平台类、奖补类除外）总数不得超过2项。已主持山西省科技重大专项、重点研发计划、关键核心技术和共性技术研发攻关专项等在研项目的，不得申报。不得因申报新项目而退出在研项目。退出后在原项目执行期内，原则上不得作为项目负责人申报新的计划项目。

11.具体申报要求详见申报指南，有特殊规定的，从其规定。

三、申报材料

- 1.《山西省科技重大专项项目申报书》;
- 2.包含但不限于以下附件材料:
 - (1)营业执照或组织机构代码证;
 - (2)项目负责人职称证明;
 - (3)项目负责人在职、在岗或在聘证明(在聘证明需明确受聘期限);
 - (4)项目申请单位既往业绩证明;
 - (5)与申报项目相关且具有法律效力的合作协议(须含知识产权约定),协议有效期限能满足项目实施;
 - (6)项目申请单位上年度财务报表(高等院校或特殊类型单位除外);
 - (7)配套资金承诺书;
 - (8)配套资金证明材料;
 - (9)科技查新报告(半年内有效);
 - (10)其它相关证明材料或文件。

四、申报方式及时间

1.申报流程

本次项目申报采取网络申报与书面申报并行的方式,实行归口管理、逐级申报。

网络申报相关事项请参考网络申报系统使用说明。项目申报材料经项目组织单位网上确认提交后,一律不予退回重报。

网络申报成功后,申报单位将申报系统生成的书面申报材料用 A4 纸双面打印,按顺序将申报材料和附件简装成册

一式七份，按要求签字盖章后报送至项目组织单位，由项目组织单位签字盖章后集中报送至业务受理单位。

申报网址：山西科技计划管理信息平台
(<https://kjjh.kj15331.cn>)

2.申报时限及要求

网络申报受理时间：2026年8月5日8:30至2026年9月11日17:30。

纸质材料受理时间：2026年9月14日8:30至2026年9月18日17:30。

五、业务受理单位及联系方式

1.业务咨询及纸质材料受理

(1)“非常规天然气高效抽采与利用”重大专项

联系人：能源与节能环保科技处韩雨贞

联系电话：0351-3809091

联系地址：太原市滨河西路南段129号双创基地A座
1210 办公室

电子邮箱：sxskjtnyc@163.com

(2)“固废资源循环利用与生态回归”重大专项

联系人：能源与节能环保科技处 张杰

联系电话：0351-3809092

联系地址：太原市滨河西路南段129号双创基地A座
1211 办公室

电子邮箱：sxskjtnyc@163.com

(3)“量子精密测量”重大专项

联系人：信创和大数据科技处陈慧峰

联系电话：0351-3809083

联系地址：太原市滨河西路南段 129 号双创基地 A 座
1120 办公室

电子邮箱：kjtxcc01@126.com

（二）网络申报技术支持

山西省信息产业技术研究院有限公司

联系人：王志文

联系电话：0351-8065503、0351-7199808

附件：

1. “非常规天然气高效抽采与利用”重大专项 2026 年度申报指南
2. “固废资源循环利用与生态回归”重大专项 2026 年度申报指南
3. “量子精密测量”省科技重大专项 2026 年度申报指南

山西省科学技术厅

2026 年 7 月 27 日

附件 1

“非常规天然气高效抽采与利用”重大专项 2026 年度项目申报指南

“非常规天然气高效抽采与利用”重大专项围绕深部非常规天然气增储上产、老采区煤层气保产稳产、碎软煤层高效抽采、全浓度瓦斯利用、智能化装备研发、天然气综合储运等方向，一体部署基础研究、技术攻关、应用示范三类项目开展链式攻关，加大科技成果转化，为实现到 2030 年全省非常规天然气产量达到 300 亿立方米、打造千亿级产业链提供科技支撑。2026 年度部署项目 10 项，其中青年科学家项目 1 项。

1.深部非常规天然气勘探开发

1.1 鄂尔多斯盆地东缘深部煤层气提高采收率关键技术研发与示范(应用示范类)

研究内容: 围绕深部高煤阶煤层气提高采收率关键核心技术，系统开展地质-工程-排采多维度高产主控因素量化研究，明确高产稳产核心要素；研究深部煤层气井全生命周期分阶段控压生产制度，形成标准化排采方法；研究

二氧化碳、水蒸气等不同介质注能驱替增产机理，形成相关增产提采试验技术；研究低产低效井成因机制，研发化学解堵剂配方，优化二次压裂裂缝扩展控制工艺技术，构建“成因诊断-分类施策-效果评价”一体化提产技术体系。

考核指标：建立深部煤层气井全生命周期控压排采方法，指导排采制度优化，单井千米最终可采储量（EUR）提高 10%以上（ ≥ 4400 万立方米；开展二氧化碳、水蒸气等不同介质注能驱替增产现场试验（ ≥ 2 井次），形成相关适配性工艺技术；研发化学解堵技术，开展现场试验（ ≥ 5 井次，解堵成功率 $\geq 80\%$ ）；形成二次压裂优化设计技术，单井产量提升 $\geq 30\%$ ；集成上述技术开展现场应用，实现区块采收率提升 5%以上。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

1.2 沁水盆地晋中区块深部多薄煤层气高效勘探开发关键技术研发与示范（应用示范类）

研究内容：开展晋中区块深部多薄煤层精细描述与甜点识别研究，构建适用于该区的开发层系优选与井位部署方法；研发适用于多薄煤层的精准穿层与轨迹控制

钻井技术，开展多薄煤层分层压裂与体积改造工艺技术研究，形成深部多薄煤层气高效钻完井与压裂技术体系；研究不同开发方式（直井、水平井、U型井、井组）下的产能预测与动态调控方法，提出适用于该区的开发模式、井网部署与排采制度，形成技术经济一体化开发模式。

考核指标：提交新增煤层气探明地质储量 100 亿立方米以上；优选 2-3 个开发有利区；形成区内钻完井、压裂、排采等配套工艺技术系列，实现定向井日产突破 5000 方，水平井日产突破 10000 立方米；晋中深部多薄煤层气年产量突破 3500 万立方米。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

2.老采区剩余资源评价与增产改造

2.1 井上下联合注热排采强化煤层气抽采关键技术与验证（技术攻关类）

研究内容：研究热膨胀与煤层气解吸收缩耦合作用下，煤体变形及煤层气解吸与运移之间相互制约机理与规律；建立注热开采煤层气工程的渗流、传热、变形、煤层气解吸与运移的多场耦合数学模型，开发相关工程

模拟软件；研究断层影响的注热开采煤层气热-流-固耦合作用规律，确定断层特征与尺度影响的评价因子，提出规避影响的技术方法；通过理论与工业试验研究，提出煤层井上下联合注热排采强化煤层气抽采的技术方案及工艺参数。

考核指标：研制井上下注过热水加热煤层新型装备 1 套，煤层气（瓦斯）抽采率达到 70%以上。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 200 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

2.2 沁水盆地南部老采区煤层气增产关键技术与示范（应用示范类）

研究内容：针对煤层气老采区进入生产后期，产量衰减严重的实际情况，动态更新三维地质模型和数学模型，进行储层二次评价，研究区块剩余资源空间分布；研究地质及工艺因素对煤层气产量的影响，揭示不同类型低产井的成因机制，进行低产井区井网调整及立体开发；针对不同低产成因，研究试验相应改造技术工艺，提高区块剩余资源采收率；开发老井复用工艺及配套装备，开展相关工程示范。

考核指标：建立高产老区剩余资源评价方法，完成两个典型区块剩余资源评价；形成低产井判别方法及二次压裂、化学洗井等 3 项差异化增产技术体系；形成预抽井保全工艺，实施措施井数不少于 40 口，老井措施见效率 80% 以上，单井平均日增量 800 方；开发调整水平井日产量达到 8000 方以上，达产率 90% 以上。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 600 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

2.3 煤层气 L 型水平井远端解吸排采动态调控技术与装备研发（技术攻关类）

研究内容：开展区域煤层岩心试验，分析 L 型水平井远端储层渗透率、孔隙度等参数分布特征，揭示远端煤层气解吸、渗流规律，建立储层动态模型；研发 L 型水平井井下多参数监测传感器（压力、流量、温度），构建井下-地面无线数据传输网络，实现远端储层和排采参数的实时、精准监测；开发井下小型化、耐高压、耐腐蚀的排采调控执行装置，设计地面智能调控终端，实现装备的远程控制、参数设置和数据可视化。

考核指标：远端解吸效率： $\geq 60\%$ （较当前国内行业

平均水平提升 ≥ 10 个百分点)；晋城区域有效排采段长： $\geq 1000\text{m}$ （较晋城区域现有水平提升 $\geq 20\%$ ）；排采参数调控精度：压力调控误差 $\leq \pm 0.1\text{MPa}$ ，流量调控误差 $\leq \pm 1.0\text{m}^3/\text{min}$ ；试验井单井日增产能 $\geq 20\%$ ，稳产期延长 ≥ 6 个月。

有关说明：本项目为厅市联合资助项目，牵头申报单位须为晋城市内注册，具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过100万元，晋城市财政与省财政按照1:1配套支持。承担单位配套经费与财政经费比例不低于3:1。

3.碎软煤层煤矿区煤层气高效抽采

3.1 碎软低渗煤层井地联合分段压裂抽采技术研发与示范（应用示范类）

研究内容：基于煤岩成孔性、可压性、渗透性及煤层瓦斯解吸性评价，研究井地联合压裂裂缝穿层及其扩展特征，揭示压裂过程中支撑剂在裂缝中的运移、沉降及铺置机制，研究孔间距、段间距、裂缝参数对井地联合压裂瓦斯抽采的影响规律；研发贯通井精准透巷及完井、井下近煤层地质导向钻孔轨迹控制、长钻孔套管固井、井地联合大排量精准分段压裂、井地通讯与压裂协同控制、压裂钻

孔保压-放喷-抽采等关键工艺；构建基于地面泵注的 1 口贯通井服务 N 个定向长钻孔 N 段压裂的“1+N+N”瓦斯区域超前治理模式；结合微地震监测、压裂工程、抽采参数评价治理效果。

考核指标：形成煤矿井下硬岩钻孔优快钻进技术，实现煤层顶板定向长钻孔压裂钻孔长度 ≥ 500 米，下套管及固孔长度 ≥ 500 米。形成井地联合精准分段压裂技术，压裂成功率 $\geq 85\%$ 。形成压裂钻孔保压-放喷-抽采技术，单孔瓦斯钻孔日抽采量较压裂前提升至 300%以上，且不低于 500 方。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

4.全浓度瓦斯（煤层气）规模化利用

4.1 煤矿乏风和低浓度瓦斯高效梯级提质利用技术研发与示范（应用示范类）

研究内容：针对煤矿乏风和低浓度瓦斯，研发具有甲烷高选择性及大吸附量的吸附剂，开发吸附剂成型规模化技术，制备抗压强度高、循环稳定性好的吨级成型吸附剂；研发具备安全联锁功能的吸附提浓装置，开发

适应含尘、含水低浓度瓦斯富集的新型吸附提浓工艺，构建应对原料气浓度和风量波动的智能调控系统；开展乏风和低浓度瓦斯梯级提质利用工程示范。

考核指标：（1）实现成型颗粒吸附剂吨级制备，吸附剂的甲烷吸附容量 ≥ 30 升/千克，甲烷/氮气选择性为4.0以上。（2）建成单套处理量 ≥ 10000 方/小时的乏风提浓工程示范装置，原料甲烷浓度 $\leq 0.3\%$ ，提浓后甲烷浓度 $\geq 1.2\%$ ，甲烷回收率 $\geq 60\%$ ，运行电耗费用 ≤ 0.2 度电/方产品气，提浓产品气可用于后续氧化装置。连续运行时间不低于1000小时。（3）建成单套处理量 ≥ 2000 方/小时的低浓度瓦斯提浓制备管输瓦斯的工程示范装置，原料气甲烷浓度 $\leq 15\%$ ，提浓后甲烷浓度 $\geq 30\%$ ，甲烷回收率 $\geq 90\%$ ，运行电耗 ≤ 0.2 度电/方产品气，提浓产品气直接并入燃气管网。抽采瓦斯利用率提高3-5个百分点。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过600万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于5:1。

4.2 煤层气裂解制备高导热C/C复合材料关键技术研发与示范（应用示范类）

研究内容: 研发低损伤中间相沥青基碳纤维预制体的设计制备; 煤层气裂解制备 C/C 复合材料结构控制及增密工艺; 高导热沥青基 C/C 复合材料结构-力学-导热多性能协同优化等关键技术; 建立具有自主知识产权的煤层气裂解 C/C 复合材料制备技术体系, 建成 50 吨/年高导热 C/C 复合材料产业化示范。

考核指标: (1) 材料性能指标: 复合材料体积密度 $\geq 1.85 \text{ g/cm}^3$, 单向高导热 C/C 复合材料 0° 向热导率 $\geq 600 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, 三向高导热 C/C 复合材料 0° 向热导率 $\geq 300 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, 弯曲强度 $\geq 150 \text{ MPa}$ 。(2) 工程化能力指标: 建成 50 吨/年高导热 C/C 复合材料产业化示范平台。

有关说明: 本项目为厅市联合资助项目, 牵头申报单位须为晋城市内注册, 具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元, 晋城市财政与省财政按照 1:1 配套支持。承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

5.非常规天然气智能化装备研发

5.1 油电双驱大排量非常规天然气智能压裂成套装备研制(技术攻关类)

研究内容: 研究重载柴油机-永磁发电机耦合增程器

总成，开发高能量密度电池组及电网-增程-电池母线拓扑，集成高防护冗余逆变器、绝缘散热抗振直驱永磁电机和控制器；研究升压速率、排量切换幅度与变化梯度、支撑剂浓度及分级加注等关键工艺参数可智能调控的混砂压裂工艺技术；研究高强耐磨基材，优化热处理工艺与表面强化技术，研发超高压耐磨阀箱、陶瓷-金属复合泵阀及组合式高压密封件、泵头体等耐磨组件；研究基于云边端架构的“一键压裂”控制技术；构建“控制-监测-诊断”多维立体感知在线监测体系，开展现场应用。

考核指标：研制非常规天然气油电双驱增程压裂装备基础样机1套，包含增程式电驱压裂车（可纯电）、增程式电驱混砂车（可纯电）、仪表车1套。（1）增程式电驱压裂车指标：整车功率3000马力，最高工作压力140兆帕，排量 ≥ 2.9 立方米/分钟，核心零部件100%国产化，无故障运行时间 ≥ 1000 小时。（2）增程式电驱混砂车指标：排量 ≥ 20 立方米/分钟，额定工作压力 ≥ 0.48 兆帕。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过500万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于3:1。

6. 天然气智慧集输与储运

6.1 山西省富氮煤系气藏氮气富集机理研究（基础研究类，青年科学家项目）

研究内容：通过山西省沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘重点煤层气区块样品测试，研究氮气含量、组分与同位素组成特征；通过对煤层气氮气壳源、幔源及壳幔混合成因的分析，明确山西省氮资源成因类型；研究煤系气储层物性参数，开展氮气与甲烷在储层中的吸附、解吸、扩散、渗流特性研究，阐明与载体气的相互作用机制；揭示煤系气中氮气富集的控制机理，构建氮气来源-运移-富集模型。

考核指标：采集山西省 3 个以上气区的样品，每个气区样品数不小于 3 个，分析并提出山西潜在氮气富集区。

有关说明：本项目为青年科学家项目，项目申请财政资金资助额度不超过 50 万元，项目负责人及其他参与人员年龄均须在 40 周岁以内（截至本指南发布日期）。

附件 2

“固废资源循环利用与生态回归”重大专项 2026 年度项目申报指南

“固废资源循环利用与生态回归”重大专项围绕大宗固废规模化利用与生态回归、含钙/钠固废绿色材料化及高值转化利用、含碳固废低碳能源化与高值材料化利用、含铝固废多元素梯级提取与高值利用等方向，一体部署基础研究、技术攻关、应用示范三类项目开展链式攻关，加大科技成果转化，助推全省固废大宗消纳与经济社会绿色转型发展。2026 年度部署项目 5 项，其中青年科学家项目 1 项。

1. 大宗固废规模化利用与生态回归

1.1 煤矸石回填利用过程的风险防控技术及多场景工程示范(应用示范类)

研究内容：研究多源煤矸石矿物化学组成、关键有害元素赋存特征及多场景生态利用适宜性评价方法；研究低活性煤矸石基胶凝材料多固废协同激发机理及矿井水离子调控机制，揭示高浓度料浆流变与早强规律，研发矿井

水调制的自流平早强充填材料，优化制浆与长距离泵送工艺，开发复杂裂隙密实充填技术；研发多源固废协同、微生物或风化等快速成土关键技术，开发生态有机土的制备工艺，构建一体化生境重构技术体系；研究煤矸石典型有害元素多相迁移转化与环境风险演化机制，开发固废基自修复防渗和风险阻隔关键技术，构建“源头控制-过程阻隔-动态监测”的煤矸石回填一体化防控体系；开发集成物联网、多参数协同监测与环境风险预警的固废全生命周期管控平台，集成全链条核心技术建设井下充填、地面回填等多场景规模化消纳煤矸石的工程示范。

考核指标：建立典型煤矸石适用性多维度评价体系；研发的充填材料，固废总掺量 $\geq 80\%$ ，浆体流动度不低于 200 mm，泌水率不大于 5%，初凝时间大于 6 小时，3 天抗压强度 ≥ 1.0 MPa，28 天抗压强度 ≥ 3.0 MPa；形成煤矸石成土工艺配方，重构土壤有机质含量 ≥ 20 g/kg，一体化生境重构试验区植被覆盖度 $\geq 85\%$ ；研发固废基自修复防渗材料，渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-8}$ cm/s；基于典型煤矸石适用性多维度评价，构建煤矸石充填回填利用区一体化防控体系，按照相关标准要求，在下游汇流区及下风向区域布设不少于 4 个土壤采样监测点、在流场上下游及扩散影

响区至少各布设 1 个地下水在线监测点，运行期每季度、封场后每半年开展监测，开发固废全生命周期管控与风险预警平台 1 套，实现特征污染物达到风险阈值 1.2 倍时 24h 自动预警；集成核心技术建设废弃矿井充填、在役矿井充填、地面回填等多场景规模化消纳煤矸石的工程示范，回填规模不少于 200 万吨/年。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

1.2 大宗固废道路工程规模化消纳技术研发与示范 (应用示范类)

研究内容：研究煤矸石等典型颗粒状固废复合预处理及其再生骨料分级技术，探明固废在预处理过程中理化及力学特性演变规律，形成颗粒状固废制备骨料关键技术；研究粉煤灰、脱硫石膏、赤泥等粉状固废的协同水化机理和工作性能，开发固废基复合胶凝材料制备技术；基于固废基骨料和复合胶凝材料，研发固废路基填料、半刚性基层材料和固废骨料沥青混合料，形成适用于不同等级公路的材料组成设计方法。多尺度评价废旧沥青路面材料理化性质变化规律，研究油石分离机理和分离程度评价方法；

研发油石精细分离装备和富油细料制浆设备；评价大掺量再生混合料的路用性能及和易性，研制靶向提升再生性能的专用添加剂。开展多固废复合镁质胶凝体系水化动力学与界面相容机制研究，开发粉煤灰基多固废镁质声屏障材料制备关键技术。基于上述研究成果，铺设试验路段，开展长期智能监测，与普通道路进行性能与成本的对比评价，建立适用于固废基道路工程的质量控制体系。

考核指标：固废基骨料压碎值 $\leq 26\%$ ，针片状颗粒含量 $\leq 15\%$ 。固废复合胶凝材料中固废掺量不低于 80% ， 28 d 抗压强度 $\geq 42.5\text{ MPa}$ ；固废稳定基层材料 7 d 无侧限抗压强度达到 $3.5\text{--}5.0\text{ MPa}$ ，冻融强度比不低于 80% ；固废骨料沥青混合料天然集料替代率不低于 30% ，动稳定度、水稳定性、低温抗裂性能满足现行公路沥青路面技术规范要求；预处理后粗料油石比 $\leq 2.5\%$ ，结团程度降低率 $\geq 20\%$ ，再生沥青混合料掺量 $\geq 40\%$ ，再生砂浆中沥青融合度 100% ，AC、SMA级配再生沥青混合料掺量分别 $\geq 60\%$ 、 $\geq 40\%$ ，较行业常规水平提升1倍以上，拓展再生沥青混合料应用的特种再生混合料类型 ≥ 2 种，研发 100 t/h 油石分离、 60 t/h 富油细料制浆设备；形成粉煤灰基多固废镁质声屏障材料产品，固废占比 $\geq 50\%$ ，声屏障材料降噪

系数 ≥ 0.7 ，抗压强度 ≥ 1.5 MPa，建成千吨级声屏障材料工程示范生产线，实现稳定运行；制定相关标准 2 项，建成不少于 1 条 20 万吨/年以上固废基道路工程材料中试或示范生产线，铺设 5 公里以上的示范路段。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

2. 含钙/钠固废绿色材料化及高值转化利用

2.1 煤基固废矿化固碳充填关键技术与装备集成示范(应用示范类)

研究内容：围绕煤炭绿色开采、煤基固废消纳与 CO₂ 矿化封存协同需求，以煤矸石、粉煤灰、脱硫石膏、赤泥、电石渣等固废为原料，研究固废组成与烟气条件对矿化充填材料制备及性能调控的影响，揭示充填材料内 CO₂ 迁移-扩散-矿化规律及长期稳定封存机制，阐明材料固碳机理及其与充填体的协同增强机制。研发固废配伍优化、活性调控、矿化强化与性能协同提升技术，开发高固废掺量、高固碳能力和良好工程性能的矿化充填材料；在此基础上，开展 CO₂ 矿化充填反应装置的设计与集成研究，研制一套模块化、自动化的矿化充填材料制备关键装置，具备

充填材料制备、CO₂矿化反应、运行参数监测与控制等功能。开发高效矿化充填集成工艺，建成年处理四十万吨级固废矿化充填工程示范。

考核指标：（1）研制 2 种以上固废矿化固碳充填材料，离层注浆有效充填率 $\geq 85\%$ ，充填体饱和压实密度 $\geq 1.5 \text{ g/cm}^3$ ，抗压强度 $\geq 2.0 \text{ MPa}$ ；膏体充填材料 28 d 抗压强度 $\geq 5 \text{ MPa}$ ，可泵时间 $\geq 6 \text{ h}$ ，泌水率 $\leq 2\%$ ，充填材料矿化效率 $\geq 50\%$ ，煤矸石和粉煤灰掺量 $\geq 70\%$ 。（2）研发模块化、自动化的矿化固碳充填材料制备关键装置，开发矿化充填一体化工艺，固废处理量达到 25 t/h 以上。（3）建成 20 万吨/年固废矿化离层注浆充填示范工程 1 项，完成 72 h 连续运行验证；建成 20 万吨/年固废矿化膏体充填示范工程 1 项，完成 72 h 性能考核试验；完成充填过程全生命周期评价。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

2.2 化工废盐资源化制备高值产品关键技术研发与示范(应用示范类)

研究内容：系统调研山西省化工废盐、硫泡沫等化工

废渣来源、产出特征与资源属性，全面解析生产工艺对化工废渣中无机组分、有机组分及重金属杂质的赋存形态的影响机制；开发化工废渣高效除杂及分离提纯技术，实现有机物、重金属等杂质深度去除及有价值组分高效分离；研发规模化钠盐、硫酸盐提纯分盐技术及装备，获得高纯度氯化钠、硫酸盐等中间产品；研发硫酸钠、氯化钠制备硫酸钾、碳酸氢钠等高值产品反应结晶技术及配套关键装备，获得高附加值产品；集成预处理-分离-提纯-资源化全流程技术，优化工艺衔接与能耗控制，构建化工废渣资源化利用技术体系，建成万吨级工程示范。

考核指标：开发化工废渣除杂、分离、精制等关键技术，获得纯度 $\geq 90\%$ 的硫酸钠、氯化钠等中间产品；研发氯化钠、硫酸钠、氯化钾制备硫酸钾、碳酸氢钠技术及配套装备，建成100吨/年化工废盐除杂、分盐、转化制硫酸钾中试示范，硫酸钾产品纯度 $\geq 95\%$ ；建成10000吨/年化工废盐制备碳酸氢钠示范工程，碳酸氢钠产品纯度 $\geq 98\%$ ，执行期内碳酸氢钠产量不低于10000吨；建成年处理规模 ≥ 5000 吨含硫废渣示范工程，实现硫资源回收率 $\geq 90\%$ ，处理成本较传统方法降低30%，稳定运行3个月以上，执行期内硫资源产量不小于3000吨。

有关说明:项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元,承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

2.3 钢渣组分定向调控制备功能材料研究(基础研究类, 青年科学家项目)

研究内容:以钢渣为原料,通过选择性提取、组分调控与结构重构,制备具有丰富氧空位和良好催化氧化性能的钙基材料,考察材料对焦化废水特征污染物的去除效果,解析材料活化过硫酸盐的关键活性位点,揭示氧空位介导的电子转移机制,明确非自由基的生成路径与焦化废水污染物降解动力学特性,从分子水平阐释氧空位对非自由基生成的调控机制,精准调控反应过程。利用钢渣与烟气 CO_2 协同制备高性能固碳建材,研究钢渣碳酸化的反应历程及产品力学性能的发展规律,探明烟气 CO_2 浓度、温度、含水量等多重因素交互影响下碳酸化产物在试块孔隙内的生长规律,阐明碳酸化产物生成对材料孔隙结构和综合性能的影响,提出碳酸化过程产物特性定向调控与 CO_2 扩散强化机制,建立碳酸化反应程度与材料综合性能的关联,获得钢渣基高固碳量、高强度和高耐久性建材的制备方法。

考核指标: 获得钢渣钙基废水处理材料的制备方法及构效关系,揭示钙基材料对焦化废水特征污染物的去除机制。实现对典型焦化难降解有机物的去除率达到 95%以上,非均相催化贡献率 $>80\%$; COD、氨氮的去除率 $\geq 85\%$;材料循环使用 10 个周期后, COD 的去除率 $\geq 70\%$ 。深化对钢渣碳酸化反应历程及反应产物碳酸钙晶体形成机理的科学认识,提出钢渣基建材固碳效率与综合性能的协同优化方法,形成钢渣基高性能固碳建材制备与性能调控关键技术,实现每吨钢渣基建材制品固定 $\text{CO}_2 \geq 200 \text{ kg}$, 固体原料中钢渣掺量 $\geq 90\%$, 7 天抗压强度 $\geq 80 \text{ MPa}$, 50 次冻融循环后制品的质量变化率 $\leq 5\%$, 强度损失率 $\leq 10\%$ 。

有关说明: 本项目为青年科学家项目,项目申请省财政资金资助额度不超过 50 万元,项目负责人及其他参与人员年龄均须在 40 周岁以内(截至本指南发布日期)。

附件 3

“量子精密测量”重大专项 2026 年度项目 申报指南

“量子精密测量”重大专项聚焦量子精密测量领域前沿科学与工程关键技术难题，开展核心机理研究、关键装备研发、工程示范验证链式攻关，加快量子精密测量技术成果在能源、环境、高端制造等领域转化落地。2026 年度部署项目 6 项，其中青年科学家项目 1 项。

1. 应用示范类

1.1 基于量子光谱的煤炭在线智能质检监测系统集成与应用示范

研究内容：面向煤炭行业煤质检测精度不足、数据孤岛、结算偏差大、核心装备依赖进口行业痛点，研发量子增强煤质在线监测软硬件一体化集成技术。研究高粉尘、高湿度条件下光谱信号传输衰减与稳定测量机理，开发多源异构数据融合与质量追溯模块，构建煤质参数、设备状态、生产过程数据的实时关联与深度挖掘模型，研究时序对齐、异常检测与特征提取算法，实现质量全流程可追溯

与异常溯源；研究多光谱模块与数据采集单元的硬件接口适配及通信协议统一方法，开发标准化中间件，实现检测装备与管控平台间低延迟、高可靠无缝对接；构建多设备协同调度与远程运维平台，建立设备间协同运行机制与远程运维体系，开发基于任务优先级的协同控制策略及远程诊断、预测性维护功能，支撑入厂煤验收、入炉煤掺配、洗选过程控制等典型场景的协同运行。

考核指标：集成量子增强光学感知煤质在线分析、监测成套系统 2 套以上，累计稳定运行时间 ≥ 8000 小时，关键设备平均无故障时间 ≥ 2000 小时；完成 2 个及以上典型场景（入厂煤验收、入炉煤掺配或洗选过程控制）的示范应用与工程验证，形成应用示范报告 1 份与标准化接口规范 1 套。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 1.2:1。

1.2 深紫外激光诱导量子发光检测系统集成与示范应用

研究内容：发展深紫外激光诱导量子发光检测技术，利用深紫外激光激发半导体晶圆中的量子缺陷中心，诱发

特征量子发光光谱，解析深紫外激光诱导量子发光波长、强度及偏振特性，获取晶格畸变、杂质聚集、表面颗粒、划痕等纳米至微米级缺陷信息，实现高灵敏度缺陷检测和定位；开发模块化光机集成架构，攻克深紫外光源与高数值孔径光致发光信号采集物镜、高灵敏度探测器之间的光路耦合与振动隔离技术；研发软硬件协同控制平台，开发基于深度学习的缺陷智能识别算法；建立涵盖光源功率稳定性、波长漂移、信噪比、重复测量精度等关键指标的整机测试规范。

考核指标: 建立深紫外激光诱导量子发光光谱分析模型，发展半导体材料光致发光缺陷成像和识别方案；开发深紫外激光诱导量子发光智能化缺陷检测系统，深紫外照明光功率 $\geq 50\text{mW}$ ；缺陷灵敏度 $\geq 60\text{nm}$ ，空间分辨率 $\leq 1\ \mu\text{m}$ ，检测产率达到 5WPH（Wafer per hour），整机零部件国产化率 $>60\%$ ；完成宽禁带半导体晶圆在衬底加工、薄膜沉积等关键环节的检测应用示范。

有关说明: 项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 1.2:1。

1.3 多参量分布式光纤量子感知关键技术体系构建

与工程示范应用

研究内容：面向能源、交通设施灾毁预警场景，开展散射信号量子测量增强与分布式光纤传感融合技术研究，发展量子增强瑞利、拉曼、布里渊散射融合探测的多参量分布式光纤传感系统一体化设计方案；研制强关联高熵值混沌激光信号源，攻关量子增强微弱信号放大、高信噪比光纤传感解调、复杂背景噪声抑制及多参量特征识别等技术；开发面向煤层气井筒完整性监测、压裂动态评价与泄漏预警及公路结构灾毁监测、风险识别与联动预警的量子增强多参量分布式光纤传感系统。

考核指标：研制量子增强多参量分布式光纤传感仪 1 套，实现振动、温度、应变同步监测，连续监测距离 $\geq 50\text{km}$ ，空间分辨率 $\leq 0.1\text{m}$ ，应变测量精度优于 $\pm 1\ \mu\epsilon$ ，温度测量精度优于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ，微弱振动事件识别信噪比提升 $\geq 20\text{dB}$ ，复杂井下环境异常事件识别率 $\geq 95\%$ ；构建智慧监测与预警平台，在能源或交通基础设施典型路段完成 1 个大型示范应用工程。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 1.2:1。

2. 技术攻关类

2.1 远程单光子级信号与本地本振光高精度干涉测量技术

研究内容: 建立本地本振架构下量子信号干涉测量模型, 研究独立激光源相位噪声, 光纤信道环境扰动导致的偏振和相位随机变化; 发展高速偏振跟踪与自适应补偿技术, 研究自适应数字偏振补偿算法, 探索误差调控的自适应步长优化; 研究导频辅助频偏和相位补偿方案, 通过导频实现频偏和相位的精确估计, 对量子信号频率和相位进行纠正; 研究高精度干涉测量系统控制, 构建多环节协同闭环控制方法, 发展高增益大带宽伺服控制、人工智能赋能的自适应锁定技术, 实现系统各工作点的智能识别与精确控制; 搭建高精度干涉测量系统, 在外场长距离单模光纤中进行高精度干涉测量的性能测试验证。

考核指标: 系统平均额外噪声 ≤ 0.05 散粒噪声水平, 成码率不低于 100kbps (35 公里外场光纤, 损耗不大于 10dB); 腔长锁定抖动 $\leq 5\text{mrad}$, 相对相位抖动 $\leq 10\text{mrad}$ 。

有关说明: 项目申请财政资金资助额度不超过 400 万元, 承担单位配套经费与财政经费比例不低于 0.8:1。

3. 基础研究类

3.1 原子关键基础参数高精度测量研究（重大项目）

研究内容：构建面向超冷 ^{40}K 原子基态超精细结构常数测量的高稳定实验系统，实现 ^{40}K 简并气体稳定制备与表征，获得高密度超冷原子样品；研究超冷原子双磁不敏感钟跃迁的高精度测量方法，发展不依赖高精度磁场绝对校准的 ^{40}K 原子基态超精细结构常数测量技术；建立系统误差分析平台，开展高分辨微波谱和 Ramsey 干涉测量技术，实现钟跃迁清晰分辨、窄线宽谱测量和长相干时间干涉读出；分析并评估二阶 Zeeman 效应、光学偶极阱 AC Stark 频移、原子数和密度效应等系统效应，实现 ^{40}K 原子超精细结构常数的高精度测量。

考核指标：实现超冷 ^{40}K 简并费米气体稳定制备，原子数达到 10^6 量级、温度优于 $0.3T_F$ ， ^{40}K 原子基态磁不敏感钟跃迁谱线分辨宽度优于 100Hz，跃迁频率测量分辨率达到 10Hz 量级，Ramsey 干涉相干时间达到 450ms 以上， ^{40}K 原子基态超精细结构常数测量绝对不确定度提升至 10Hz 以内、相对精度达到 10^{-8} 量级。

有关说明：项目申请财政资金资助额度不超过 400 万元。

3.2 面向激光干涉精密测量的频率依赖量子光源研

制（青年科学家项目）

研究内容: 研究量子增强精密测量中的频率依赖噪声耦合传递与深度抑制机理; 研究多物理量联合测量信号的低噪声高增益提取方案和高精度评估技术; 发展技术噪声提取与反馈、量子边模识别与滤波、宽频段光场位相操控、量子关联相干调控技术; 突破量子光源高效制备、传输和耦合技术, 研制量子增强变分输出核心关键器件。

考核指标: 信号耦合效率 $\geq 95\%$, 相干探测效率 $\geq 90\%$, 探测带宽覆盖 1kHz-1MHz, 量子增益 $\geq 10\text{dB}$, 连续稳定工作时间 ≥ 4 小时。

有关说明: 项目申请财政资金资助额度不超过 80 万元, 本项目为青年科学家项目, 项目负责人及其他参与人员年龄均须在 40 周岁以内(截至本指南发布日期)。