

附件 1:

## 煤炭重大专项 2025 年度公开项目申报指南

本重大专项立足以煤为主的基本国情，突破与可再生能源耦合的煤炭清洁高效开发利用关键核心技术，推进煤炭绿色智能开发、煤炭灵活高效发电、低碳高效煤制油气、碳捕集利用与封存技术创新与进步，全面推动煤炭与可再生能源的相互融合、共同发展，增强可再生能源的大规模消纳能力和基础能源保供能力，加快培育和发展新质生产力，为保障我国能源安全稳定供应和低碳转型提供科技支撑。

煤炭重大专项 2025 年度通过公开竞争方式部署 9 个项目和 1 个青年科学家项目。项目统一按指南二级标题(如 1.1)的研究方向申报。原则上每个指南方向拟支持项目数 1 项，申报项目的研究内容必须涵盖指南所列的全部研究内容和考核指标。应用示范类项目配套经费与中央财政经费比例不低于 4:1。基础研究和技术开发类项目实施周期原则上不超过 4 年，下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家；应用示范类项目实施周期原则上不超过 5 年，下设课题数不超过 6 个，项目参与单位总数不超过 20 家。项目应整体申报，项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人，项目负责人可担任其中 1 个课题的负责人。项目负责人及课题负责人原则上应为 1965 年 1 月 1 日以后出生。

青年科学家项目安排国拨经费 300 万元，项目不再下设

课题。项目参与单位总数不超过3家。青年科学家项目设1名项目负责人，项目负责人应为1985年1月1日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

## 1. 煤炭绿色智能开发

### 1.1 深部巷道智能掘进与支护关键技术及装备（应用示范类）

**研究内容:**研发掘前超前围岩评估与治理技术，提出围岩改性与应力调控理论及技术；开发深部高强度开采大断面巷道围岩控制技术，研发锚杆锚索精准定位与快速预应力锚杆锚索自动施工技术与装备；研发深部岩巷敞开式全断面一次成巷智能掘进与支护装备；研发深部煤巷掘-锚-喷智能掘进与支护及连续运输装备群组；构建掘进工作面矿压-装备-环境全过程监测系统，开发自主决策智能掘进控制系统，建立巷道全生命周期大数据系统；开展深部巷道智能快速掘进工程示范。

**考核指标:**深部煤巷掘进工作面超前治理距离 $\geq 500$  m；实现锚杆锚索自动施工，煤巷单根锚杆从钻孔到预紧全流程施工时间 $\leq 2.5$  min，锚杆锚索定位误差 $\leq 5\%$ ；岩巷敞开式全断面掘进机实现一次成巷；掘-锚-喷智能掘进与支护装备最大破岩能力达到f8，具备自适应截割、掘-锚-喷平行作业功能；实现巷道掘进与支护自主决策与随掘过程截割、支护的动态调整，自主决策掘进率 $\geq 80\%$ ，实现巷道掘-钻-锚-喷涂-运-通-测装备系统全周期健康运维；建成深部巷道智能快速掘进与支护示范工程，同等工况地质条件下掘进速度提升

30%，支护速度提升 40%，深部煤巷及半煤岩巷月进尺达到 500 m、岩巷月进尺达到 400 m（巷道断面按 20 m<sup>2</sup> 测算），作业人员减少 30%，掘进效率提高 50%以上。

**关键词:**深部巷道，智能掘进，智能支护，自主决策

## 1.2 透明矿井构建关键技术与装备（应用示范类）

**研究内容:**研发煤矿随钻多场原位一体化动态测量和巷道远距离智能超前探测技术与装备；研发工作面煤岩结构及分界面智能动态融合识别技术与装备；研发煤矿高分辨率三维地震等多波场协同高精度地质探测与关键地质要素精准识别技术；研发煤矿地质环境及开采环境动态模型构建、数字孪生和全息显示技术与装备；构建全域感知、数据驱动、边云协同和智能决策的透明矿井地质云平台；开展透明矿井构建关键技术与装备工程示范。

**考核指标:**井下随钻多场原位动态测量探测半径  $\geq 15$  m，巷道前方 200 m 范围内煤岩层含水性识别准确率  $\geq 85\%$ ；工作面煤岩界面识别位置与地质测量误差  $\leq 20$  cm；高精度地质探测关键地质要素分辨率  $\leq 3$  m；煤矿地质环境及开采环境数字孪生模型定位精度  $\leq 20$  cm；构建多源信息融合的智能透明矿井地质云平台，可同步处理分析地质数据规模不低于 TB 级别，API 的正常运行时间占比达到 99.9%，页面平均响应时间  $< 3$  s，数据查询响应时间平均  $< 5$  s，API 调用响应时间平均  $< 3$  s；示范矿井不少于 2 处，探测区不少于 2 个，透明矿井地质云平台在现场应用时间  $\geq 1000$  小时。

**关键词:**透明矿井，高精度地质探测，多源信息融合，智

能决策，地质云平台

### 1.3 煤矿井下高精度感通一体化技术（应用示范类）

**研究内容:**研发矿井开采空间煤岩地质状态与岩体变异感通一体化技术与装备；研发井下环境多物理场感通一体化技术与装备；研发多模态空间位置感知的井下目标关键特征精准检测技术与装备；研发井下远距离无线通信及高精度时钟授时技术与装备；研发广域通感算全息实景数智化技术；开展井下高精度感知、定位、导航与授时通信等关键技术集成及工业化示范。

**考核指标:**实现煤岩地质状态和岩体变异同步授时空间位置感知  $\geq 80$  m；风流、气体浓度等环境参数多物理场检测装备实现 20 m 可视化半径内空间网格分辨率  $\leq 200$  mm；实现坐标、姿态、测距、测速、成像等传感类型监测，井下导航定位精度  $< 0.1$  m；构建井下感通一体化智能网络系统，500 m 无线传输距离传输带宽  $\geq 60$  Mbps，协同联动控制设备间授时同步误差  $< 100$  ns；全息数智化系统可实现模型与实际场景的匹配精度  $< 0.1$  m；示范矿井数量  $\geq 2$  处，测点数量  $\geq 2000$  个，实现环境参数等传感类型监测不少于 10 种，感知时延  $< 5$  ms。

**关键词:**感通一体化，同步授时，大容量并发通信，高精度感知，井下导航

### 1.4 矿井数字岩石力学关键技术与装备（技术开发类）

**研究内容:**构建采动岩体结构-应力耦合演化的透明分析方法及理论；研发煤炭地下开采煤岩层数字化表征技术与

多源动态监测移动数据中心；开发深部原位岩石动力学测试技术及智能分析系统；研发采动应力场全时空连续测量技术与装备；开发多维数据驱动的数字岩石力学求解器与共享中台，并进行现场应用。

**考核指标:**采动岩体结构-应力耦合演化数字透明分析精度 $\leq 100\ \mu\text{m}$ ；形成巷道围岩结构表征关键技术，围岩空间探测范围 $\geq 20\ \text{m}$ ，500 m埋深范围内岩层结构表征分辨率 $\leq 2\ \text{m}$ ，工作面区域岩层数字化建模时间 $\leq 3\ \text{h}$ ；三维岩石动力学原位测试装备多向同步可控加载精度 $\geq 98\%$ ；采动应力测量范围 $\geq 300\ \text{m}$ ，误差 $\leq 10\%$ ；求解器在单元数2000万条件下，求解时间 $\leq 20\ \text{min}$ ，共享中台新增数据标准化处理时间 $\leq 5\ \text{h/TB}$ 。上述关键技术指标在现场实现200小时工业应用。

**关键词:**数字岩石力学，围岩结构表征，原位测试，采动应力，多源动态监测

### 1.5 煤矿低浓度瓦斯高效利用及近零排放关键技术与装备（应用示范类）

**研究内容:**研发乏风瓦斯氧化销毁新工艺；研发低成本催化剂构筑方法及乏风瓦斯蓄热催化氧化稳定增效技术；研发低浓度瓦斯大通量运输与稳定燃烧技术及装备；研发低浓度瓦斯高效吸附提浓技术与装备；构建煤矿生产全流程的甲烷排放与利用精准监测核算体系；研究煤矿低浓度瓦斯利用技术工艺全效评价方法及煤矿瓦斯全浓度综合利用技术方案，建设煤矿低浓度瓦斯利用示范矿井，实现低浓度瓦斯高效利用、乏风瓦斯近零排放。

**考核指标:**形成单台处理能力 $\geq 10$ 万 $\text{m}^3/\text{h}$ 乏风瓦斯(甲烷浓度 $< 0.2\%$ )氧化技术和装备,氧化率 $\geq 95\%$ ;形成最大处理能力 $\geq 10$ 万 $\text{m}^3/\text{h}$ 乏风瓦斯(甲烷浓度 $0.2\% \sim 0.4\%$ )低成本蓄热催化氧化技术和装备,氧化率 $\geq 95\%$ ;形成低浓度瓦斯(甲烷浓度 $3\% \sim 8\%$ )安全稳燃装置,热能利用效率 $\geq 90\%$ ;形成单台处理能力 $\geq 1$ 万 $\text{m}^3/\text{h}$ 的低浓度瓦斯(甲烷浓度 $3\% \sim 8\%$ )分离提浓装置,甲烷回收率 $> 90\%$ ;形成空地甲烷浓度监测仪器设备,地面精度优于 $1 \text{ ppb}$ ;形成甲烷浓度 $8\%$ 及以下瓦斯利用技术,建成抽采瓦斯利用率 $> 90\%$ 、乏风瓦斯近零排放的示范矿井,制定煤矿瓦斯全浓度综合利用技术方案,支撑全国抽采瓦斯利用率 $\geq 55\%$ 。

**关键词:**催化氧化,安全稳燃,高效提浓,精准监测

## **2. 煤炭灵活高效发电**

### **2.1 全程自动化智能发电控制技术与装备(技术开发类)**

**研究内容:**研究可信级自主安全的智能发电控制系统体系架构,研究工控系统的泛在感知、软件定义、云化控制、人工智能等技术,开发新一代智能发电运行控制平台;研究基于数据驱动的燃煤机组动态特性建模方法,开发基于数字孪生的自动控制技术;研究基于大模型技术的状态监测、故障预警和诊断方法,开发灵活性煤电智能运维技术;研究深度调峰、快速变负荷的全程控制策略,开发基于人工智能的煤电机组自治运行关键技术;基于新一代智能发电运行控制平台,开展自动控制、智能运维、自治运行集成技术研究,研制可信级自主安全主辅一体化控制系统,在 $600 \text{ MW}$ 级及

以上煤电机组开展技术验证。

**考核指标：**建成新一代智能发电运行控制平台，I/O 总线速率支持 100 Mbps，系统感知终端设备可信状态变化时间  $\leq 5$  s，系统响应时间  $\leq 1$  s，系统可利用率  $\geq 99.9\%$ ；自学习、自寻优、自整定类等智能算法  $\geq 15$  种，研制的数字孪生模型，静态误差不超过  $\pm 2\%$ ，动态误差不超过  $\pm 10\%$ ；掌握灵活性煤电智能运维技术，故障诊断准确度  $\geq 90\%$ ；可信级自主安全主辅一体化控制系统在 600 MW 级及以上煤电机组实现技术验证，实现单人值守，连续一周内日均操作次数  $\leq 200$  次。

**关键词：**智能控制，数字孪生，智能运维，自治运行，主辅一体化

## 2.2 燃煤机组大比例掺烧清洁燃料发电技术及验证（技术开发类）

**研究内容：**研究氢、氨、甲醇以及多源零碳固体燃料等清洁燃料安全稳定可靠储输技术；研究大比例掺烧清洁燃料锅炉的能质分配规律，开发锅炉大比例掺烧清洁燃料低负荷稳燃、快速启停技术，研发大比例掺烧条件下复杂燃料安全高效清洁燃烧装备；研发适应大比例掺烧清洁燃料深度调峰的污染物控制技术与装备；开发基于大比例掺烧清洁燃料的机组灵活调节运行控制技术；掌握燃煤机组大比例掺烧清洁燃料的适配性，完成系统集成优化、工业验证及绿氢、绿氨、绿醇等清洁燃料掺烧技术经济性研究。

**考核指标：**形成面向不同清洁燃料的储存和入炉相关技术规范；掺烧清洁燃料条件下，锅炉最低稳燃负荷  $\leq 20\%$ ，

额定负荷工况下锅炉效率下降值 $\leq 0.5\%$ ；形成针对煤和单一/多种类清洁燃料掺烧燃煤锅炉设计导则；在20%~100%负荷变化范围内实现颗粒物/SO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>超低排放，SCR脱硝装置出口氨逃逸 $\leq 3$  ppm；掌握掺烧清洁燃料的锅炉快速启停技术，建立机组灵活运行协同控制策略，支持机组灵活高效运行；在300 MW级及以上等级锅炉上完成工业验证，实现锅炉额定负荷工况下清洁燃料掺烧比例（热量比） $\geq 50\%$ ，实现掺烧比例0~50%连续可调，实现清洁燃料掺烧比例 $\geq 50\%$ 工况连续稳定运行168小时；完成绿氢、绿氨、绿醇等清洁燃料掺烧的技术经济性研究报告。

**关键词：**清洁燃料，大比例掺烧，安全高效，灵活调节

### 3. 低碳高效煤制油气

#### 3.1 典型煤制油气过程催化剂智能设计和高通量制备方法研究（技术开发类）

**研究内容：**聚焦煤直接转化、煤间接转化、费托油蜡加氢异构和加氢裂化等典型过程高效催化剂的研发设计，开展量子化学计算、分子力学和分子动力学模拟普适性方法研究；结合原位表征及实验，开展电子-分子水平多尺度效应、活性物种动态演变和多功能协同催化作用研究，开展碳-碳键活化及偶联的选择性调控研究，形成多相催化体系构筑策略；开发具有自动化功能的高通量催化材料制备、表征、评价一体化智能研发装置，构建理论和数据双驱动的“理论预测-高通量实验-智能反馈优化”高效闭环迭代的全流程智能研发平台；开展典型煤制油气过程催化剂智能研发并进行工况条件应

用验证。

**考核指标：**完成金属、金属氧（硫）化物、复合结构催化剂（分子筛和类水滑石等）三类催化剂设计的理论方法构建，建设10万条目量级的催化剂数据库体系；建成理论和数据双驱动的高效闭环迭代的全流程自动化智能研发平台，实现催化剂高通量全天候连续并发制备、表征和评价，完成5种以上典型煤制油气过程催化剂智能化研发；研发的新型催化剂体系，催化剂活性、产物选择性在典型工况条件下比现有主流工业催化剂提高5%~10%。

**关键词：**煤制油气，催化剂设计，智能研发设计

#### **4. 碳捕集利用与封存**

##### **4.1 基于生物制造的 CO<sub>2</sub> 转化利用技术（应用示范类、青年科学家项目）**

**研究内容：**开发全原子蛋白质生成模型，建立自动化基因合成体系、功能酶高通量检测体系；开发适合工业环境应用的 CO<sub>2</sub> 还原、缩合、转化以及碳氮平衡、能量代谢等工程化蛋白元件；开发生物电催化、细胞内外感应、生物系统智能化精准控制等技术，创建人工固定 CO<sub>2</sub> 合成淀粉、蛋白、六碳糖、纤维素、氨基酸等产品的人工途径与细胞工厂；建立整套的固碳生物合成产品的发酵、分离及后处理工艺包，开展 CO<sub>2</sub> 人工合成淀粉的千吨级示范；进行技术经济分析。

**考核指标：**蛋白质功能设计准确率达 80%以上、基因合成通量达 100 个基因/天、蛋白酶功能检测通量达到 15000 个样品/天；获得工业环境适用的工程化蛋白元件 50 个以上；

建成以 CO<sub>2</sub> 为原料合成人工淀粉、饲料蛋白、六碳糖、纤维素、氨基酸等产品的人工途径与细胞工厂，CO<sub>2</sub> 到产品的转化率达到 0.5 g/g；建成千吨级 CO<sub>2</sub> 人工合成淀粉工程示范，CO<sub>2</sub> 固定的平均速率达到 3 t/d，淀粉生产强度 ≥ 1 t/d；形成技术经济分析报告。

**关键词：**CO<sub>2</sub> 生物转化，蛋白元件设计，人工合成淀粉  
**拟支持 1 项青年科学家项目，项目要求如下：**

**研究内容：**研究碳素生物催化反应机理，构建多模态全原子蛋白质生成大模型，建立蛋白智能设计改造体系，建立适应高温、高盐等工业环境的 CO<sub>2</sub> 还原、缩合、聚合的高稳定性蛋白元件制备方法并在百升级反应体系中稳定运行。

**考核指标：**完成 CO<sub>2</sub> 生物催化元件的全原子蛋白质生成模型，生成的结构与预测结构的一致性 ≥ 80%，蛋白元件温度耐受性 ≥ 100 °C，高盐耐受性 ≥ 5%，CO<sub>2</sub> 人工生物转化系统稳定运行 ≥ 100 h，在百升级反应体系中 CO<sub>2</sub> 固定的平均速率达到 30 kg/d。