

国家重点研发计划“战略性矿产资源开发利用”

重点专项 2022 年度项目申报指南

(征求意见稿)

“战略性矿产资源开发利用”重点专项围绕国家资源保障和战略需求,瞄准战略性矿产资源勘查开发利用的重大科学问题与技术难题,在矿产资源精细勘查、绿色开发、高值化利用、智能融合等方面取得理论突破,攻克一批重大核心共性关键技术与装备,形成若干战略性矿产资源开发利用示范基地,为构建高质量资源保障体系提供科技支撑,培养并形成一支高水平的研究队伍。

2022 年,本重点专项主要聚焦于大宗紧缺矿产资源,兼顾少量 2021 年未部署的稀有及稀散矿产资源,拟优先支持 22 个研究方向,同一指南方向下,原则上只支持 1 项(青年科学家项目除外),仅在申报项目评审结果相近、技术路线明显不同时,可同时支持 2 项,并建立动态调整机制,根据中期评估结果,再择优继续支持。

本重点专项所有项目均应整体申报,须覆盖全部研究内容和考核指标(青年科学家项目除外)。项目实施周期 3-4 年。一般项目下设课题数不超过 5 个,项目参与单位总数不超过 10 家,项目设 1 名负责人,每个课题设 1 名负责人;青年科学家项目不

再下设课题,项目参与单位总数不超过3家,项目设1名负责人,项目负责人年龄要求,男性应为1984年1月1日以后出生,女性应为1982年1月1日以后出生。

本专项鼓励产学研用联合申报,项目承担单位需推动研究成果转化应用和支持专项数据共享。

任务1. 战略性矿产资源分布与成矿规律研究

1.1 西部地区铜金多金属成矿作用及找矿模型

研究内容:我国西部地区多期构造岩浆演化与成矿响应;西部地区主要铜金多金属成矿系统形成的关键地质因素;俯冲环境主要铜金等成矿系统形成机制及成矿模式;大陆碰撞环境主要铜金等成矿系统的发育机制及成矿模型;西部地区铜金多金属矿床勘查模型及勘查示范。

考核指标:厘定原、古、新特提斯构造演化与铜金成矿的响应过程;查明控制西部地区主要铜金多金属成矿系统发育的关键机制;建立俯冲及碰撞环境下铜金多金属矿床3-5套勘查模型,形成1-2个勘查示范基地。

1.2 锰矿和铝土矿形成过程及找矿模型

研究内容:我国碳酸盐岩容矿的锰矿和铝土矿层序结构和成矿规律;成矿物质短时大规模富集机制与主要控制条件;碳酸盐岩容矿锰矿和铝土矿的高效勘查技术方法和找矿模型;重点成矿区带成矿预测和找矿勘查示范。

考核指标：查明碳酸盐岩容矿的锰矿和铝土矿成矿规律和富集机制；建立碳酸盐岩容矿富锰矿、低品位碳酸锰矿、孤立台地喀斯特型铝土矿、内陆盆地喀斯特型铝土矿等成矿模式和找矿模型；提供 6-8 个可供勘查的找矿新靶区，形成 2-3 个勘查示范基地。

1.3 战略性关键矿产成矿潜力评价技术与战略新区预测示范

研究内容：铌、钽、锆、铍、镓、铟、锗、镓等战略性关键矿产的资源潜力评价方法、找矿信息快速提取技术、找矿预测技术；重点成矿区带的资源潜力评价与找矿新区预测；关键矿产找矿勘查示范。

考核指标：建立铌、钽、锆、铍、镓、铟、锗、镓等战略性关键矿产找矿信息快速提取和评价预测指标体系；自主创新研发适合于关键矿产资源潜力评价的软件平台；定量评价我国 10-15 个重点成矿区带关键矿产的资源潜力，圈定 20 个可供勘查的找矿新靶区，形成 2-3 个找矿勘查示范基地。

1.4 钴-镍成矿规律与高效勘查技术

研究内容：沉积岩及变沉积岩容矿钴发育特征及成矿潜力；红土型钴-镍发育特征及成矿潜力；铜镍硫化物矿床和钒钛磁铁矿中钴的赋存状态、富集成矿机制及成矿潜力；各种类型钴-镍矿床的成矿模型及高效勘查技术方法；重点成矿区带成矿预测和勘查示范。

考核指标：建立 4 种类型钴（-镍）矿床成矿模型；定量评估我国主要钴-镍矿带的成矿潜力；建立不同矿床类型找矿勘查技术体系；预测 4-5 个找矿新靶区，形成 2 个找矿勘查示范基地。

任务 2. 战略性矿产勘查技术与增储示范

2.1 中东部地区金和铜矿床三维探测技术与增储示范

研究内容：我国中、东部重要金、铜成矿区带主要成矿系统发育模式及向深部延伸特征；重要成矿区带金、铜矿床找矿模型与成矿预测；覆盖区金、铜矿床三维建模与矿体三维探测技术；金、铜矿床勘查增储示范。

考核指标：建立 2-3 套不同类型金、铜矿床成矿模式与成矿系统向深部延伸标志；形成 2-3 种金、铜矿床类型三维勘查技术体系；提供 6-8 处可供勘查的找矿新靶区，实现新增金资源量 100 吨、铜资源量 100 万吨。

2.2 东部地区富铁矿床矿体定位技术与增储示范

研究内容：我国东部地区富铁矿成矿区带地质特征；3 种主要类型富铁矿床（沉积变质型、矽卡岩型、火山岩型）的发育特征与成矿机理；主要成矿区带富铁矿床的成矿潜力；低缓磁异常示矿信息评价方法；富铁矿矿体的精确定位技术；富铁矿勘查增储示范。

考核指标：建立东部地区 3 种主要类型富铁矿床的成矿模式，定量评价主要成矿区带铁矿成矿潜力；建立 1 套低缓磁异常

综合示矿信息指标体系；建成全息电磁勘探技术装备和软件系统平台，形成 1 套基于先验信息及大深度高效率综合地球物理探测的地质-地球物理技术体系；提供 3-4 处可供勘查的找矿新靶区，新增 1 处亿吨级富铁矿床。

任务 3. 战略性矿产智能绿色开采技术及装备

3.1 薄矿脉高效绿色连续开采技术与装备

研究内容：薄矿脉开采矿石贫化损失控制技术；薄矿脉无矿柱连续开采技术；薄矿脉尾废协同充填智能化调控技术；薄矿脉集群开采地压协同调控理论与技术；狭窄空间智能化微型采矿设备。

考核指标：形成薄矿脉高效绿色开采技术 3-4 项；建立稀有、稀贵金属矿床薄矿脉开采典型工程示范区 1-2 个；采场生产能力提高 1 倍以上；矿石损失率降低 15%以上，矿石贫化率降低 20%以上；微型凿岩台车整机宽度 $\leq 1.2\text{m}$ ，凿岩深度 $\geq 15\text{m}$ ；微型铲运机整机宽度 $\leq 0.8\text{m}$ ，斗容 $\geq 0.5\text{m}^3$ ；申请发明专利 10 件以上，形成标准及规范征求意见稿 2 项以上。

3.2 高寒及生态脆弱区大型矿山绿色开采技术

研究内容：高寒地区露天矿边坡岩体冻融失稳机制及其灾害预警与控制技术；高寒地区露天矿边坡岩体结构超视距识别与联合加固技术；高寒地区冻胀能利用等低扰动绿色开采技术；高寒地区露天矿高效抑尘技术；高寒及生态脆弱地区露天矿生态化优

化设计与低碳开采一体化技术；高寒及生态脆弱矿区地下水系统稳定性控制理论与保水开采技术。

考核指标：滑坡灾害预警成功率 $\geq 85\%$ ；降低吨矿/岩炸药单耗 20%以上；降低露天矿道路粉尘浓度 50%以上且控制在标准范围内；降低矿区开采碳排放 20%以上、减少生态成本 25%以上；建立生态脆弱矿区绿色开采综合整治示范区 1 个，高寒地区露天矿季节性采排与边坡控制示范区 1 个；申请发明专利 15 件以上，形成标准及规范征求意见稿 2 项以上。

3.3 固体钾盐矿安全开采与绿色加工技术

研究内容：多盘区协同连续开采工艺与采场安全监控预警技术；多盘区协同智能按需通风技术；低成本镁基膏体制备与智能连续充填技术；低品位含钾盐矿氯化钾高效浮选与超宽粒径原矿冷分解结晶大型化技术；伴生溴资源新型分离材料与提取技术。

考核指标：形成多盘区协同作业连续开采理论和技术体系，建立多盘区协同作业连续采矿示范工程 1 个，盘区生产能力提高 15%以上，回采率 $\geq 55\%$ ，能耗降低 30%以上，充填率 $\geq 90\%$ ；建成十万吨级固体钾盐矿氯化钾生产线，钾资源回收率 $\geq 82\%$ ，产品纯度 $\geq 95\%$ ；建成溴资源提取示范装置，溴整体回收率 $\geq 85\%$ ，纯度 $\geq 99\%$ ；申请专利 10 件以上，形成标准及规范征求意见稿 2 项以上。

3.4 超大型深井矿山高效绿色开采技术与智能装备

研究内容：深井大规模开采岩体力学理论与动力灾害防治技术；深部厚大矿体大参数高效开采技术；深部厚大矿体大参数高效连续开采技术；深井采选固废高效利用技术与大能力充填装备研发；深井智能节能通风与热害防治技术；盘区智能化回采作业链高效协同技术与装备。

考核指标：盘区生产能力大于 2500t/d，矿石损失率贫化率均不超过 8%；单套充填系统能力不低于 200m³/h，充填成本比原成本降低 20%；深井开采通风能耗降低 20%以上；开发一套井下回采作业智能控制系统，可支持 15 台以上回采作业装备的协同化作业；建立千米以深 1000 万 t/a 超大型绿色开采示范矿山。申请发明专利 10 项以上，形成标准及规范征求意见稿 2 项以上。

任务 4. 战略性关键矿产绿色选冶技术

4.1 复杂锑金多金属矿产资源绿色选冶关键技术

研究内容：针对锑金多金属复杂资源，研究选冶过程多组元迁移演变规律和分配特性，研究锑砷绿色分选及锑金高效富集技术，研究锑金精矿强化挥发及锑、金、砷、硫定向分离调控技术，研究锑氧低碳还原及深度除杂技术，研究复杂含金资源高效捕集与分离技术。形成集成创新技术及装备，实现工程应用。

考核指标：形成 3-4 套锑金复杂资源绿色分选、锑金精矿强化挥发、锑氧低碳精炼及金高效捕集与分离技术。选矿锑捕收率 > 92%，金捕收率 > 90%，精矿砷锑比 < 2%；锑金精矿强化挥发

过程锑回收率 > 98%，烟气硫回收率 ≥ 98.5%；吨锑能耗降低 40% 以上；捕集熔炼装备床能率 > 70t/m²·d，金捕集率 ≥ 98%。形成锑金低碳绿色冶炼智能成套装备 2 套；建成万吨级/年锑金复杂资源绿色选冶工程示范、十万吨级/年复杂含金资源高效捕集与分离工程示范各 1 项；建立覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请技术发明专利 10 件以上，形成国家、行业或团体标准及规范征求意见稿 3 项以上）。

4.2 盐湖锂镁资源高效开采与绿色加工技术

研究内容：研发盐湖复杂赋存特征的卤水锂资源高效开采技术；研发提锂高性能膜分离材料、膜分离过程强化及污染膜功能修复新方法；研发新一代高性能锂吸附剂制备技术与连续吸附装置；构建协同萃取反应体系，开发高性能萃取装备；研发低能耗金属锂电解关键技术与全自动大型电解槽；形成不同卤水原料锂分离提取新工艺技术并开展示范，探索盐湖镁资源综合利用的新途径。

考核指标：突破盐湖难利用、低渗透层卤水锂开采的关键技术及装备，获得可采氯化锂资源量 10-20 万吨，建设百吨级氯化锂高效开采示范工程；形成 2-3 种吸附剂，工作吸附容量超过 3mg 锂/g，建立千吨级吸附提锂和电池级氢氧化锂示范，建立锂盐协同提取示范工程，锂回收率 ≥ 80%；电解槽电流强度 60kA，电流效率达到 90%，电解直流能耗低于 35kWh/kg-Li。形成盐湖锂

资源高效开采与绿色提取全套工程技术体系。申请专利 10 件以上，技术规范征求意见稿 3 项。

任务 5. 战略性紧缺矿产高效开发与资源保障

5.1 高铁高硫等复杂铝土矿提质高效利用技术

研究内容：高铁高硫铝土矿关键矿物赋存状态、分布规律与选冶过程铝和铁硅钠等杂质迁移、富集、分离调控机制；复杂铝土矿脱硫/脱硅专属药剂与选矿技术；高硫铝土矿循环流态化脱硫技术与装备；高铁高硫铝土矿溶出过程铁硫抑制与净化分离技术；基于源头阻断的高铁高硫铝土矿多元素梯级利用与稀散金属高效回收关键技术与装备。

考核指标：构建关键元素迁移转化模型；开发 3 种以上专属浮选药剂，形成铝土矿浮选提质降杂、循环流态化焙烧脱硫等技术 3-4 项；铝土矿精矿产品 $S \leq 0.5\%$ ，铝硅比 ≥ 7 ，铝回收率 $\geq 75\%$ ；循环流态化焙烧硫氧化率大于 90%，焙砂 S^{2-} 含量 $\leq 0.1\%$ ，St 含量 $\leq 0.4\%$ ，研制 $3m^2$ 循环流态化床，床能率达到 100t/md；铁利用率高于 95%；稀散金属镓回收率高于 40%；智能化集成主要工序和示范工程智能管理覆盖率 $\geq 90\%$ ；建成 10 万吨/年高铁高硫铝土矿高效利用工程示范 1 项；申请专利 10 件以上。

5.2 铜钼钴多金属资源高通量规模化开发利用关键技术与装备

研究内容：针对典型复杂铜钼、铜钴等资源基地，研究主要

组分赋存状态、分布规律以及分离提取过程调控机制；开发高海拔特大型铜钼资源碎磨耦合协同-高效浮选技术与装备、铜钼和微细粒锌资源分离药剂、钼铍精矿全湿法清洁提取技术与装备；开发硫氧混合铜钴资源高效富集和梯级分离关键技术与装备；开发微细粒锌高效浮选及共伴生稀贵金属高效综合利用关键技术。

考核指标：形成复杂铜钼、铜钴高效选冶技术 5 项以上，开发 5 种以上新型清洁选冶药剂和 3 种以上新型选冶装备；选矿过程铜、钼、钴浮选回收率均提高 2 个百分点以上；钼精矿冶炼过程铜、钼、铍回收率分别达到 90%、95%和 80%；铜钴精矿冶炼过程铜、钴回收率分别达到 92%和 80%；分别开展铜钼矿年产铜钼精矿含铜 ≥ 30 万吨金属、铜钴矿年产铜钴精矿含铜+钴 $\geq 20+2$ 万吨金属、锌矿年产锌铅精矿含锌铅 ≥ 20 万吨金属的工程示范，申请发明专利 15 件以上。

5.3 磷资源绿色高效利用及耦合制备高质化工产品技术

研究内容：中低品位硅钙质胶磷矿主要矿物赋存状态、分布规律与利用过程中杂质迁移的调控机制；中低品位硅钙质胶磷矿硅钙杂质梯级浮选脱除与尾矿全量化利用等关键技术；湿法磷酸制备过程杂质元素的高效分离及综合利用技术；氟、钙、稀土元素等共伴生资源的高效回收技术；磷资源加工协同 CO_2 矿化及高端芯片用电子级磷酸制备技术。

考核指标：构建关键元素迁移转化模型；研发 3 种以上高选

择性磷矿浮选药剂，硅钙质中低品位磷矿选矿过程 P_2O_5 回收率 $\geq 80\%$ ，磷精矿 P_2O_5 品位 $\geq 30\%$ 、 MgO 含量 $\leq 0.8\%$ 、 Al_2O_3 含量 $\leq 1.8\%$ ；研发磷尾矿生产的 2-3 种高效绿色磷肥产品，有效磷钙镁硅活性 $\geq 80\%$ ；湿法磷酸生产中 P_2O_5 综合回收率 $\geq 95\%$ ，氟回收率 $\geq 70\%$ 、稀土元素总回收率 $\geq 60\%$ 。建成年处理量超过百万吨级中低品位硅钙质胶磷矿选矿、十万吨级湿法磷酸、万吨级磷尾矿 CO_2 矿化制备磷肥、千吨级高端芯片用电子级磷酸示范生产线 4 条以上，实现经济稳定运行，申请国家发明专利 15 项以上，形成标准或规范 2 项以上。

任务 6. 战略性矿产高质化利用技术

6.1 面向高端应用的萤石和铝系矿物高效提纯与材料制备技术

研究内容： 研究萤石和铝系矿物强化富集、杂质迁移转化、功能精准设计和组构调控机制；研究萤石深度提纯制备无水氢氟酸、半导体用高纯氢氟酸技术与装备；研究铝系矿物精深提纯、功能调控制备医用、航空航天等高端应用材料技术；建成相应示范工程。

考核指标： 形成萤石和铝系矿物精深提纯及功能设计理论体系 1-2 个；形成萤石除钙、硅和铝系矿物除铁、钛等杂质技术 3-4 项；形成半导体用氢氟酸制备及运输装备 2-3 台/套；建成万吨级半导体用高纯氢氟酸生产示范线 1 条，单金属含量 $\leq 1.0 \times 10^{-12}$ 、

砷含量 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ ；建成百吨级铝系矿物制备高端医药、航空航天等材料生产示范线 1 条。申请国家发明专利 15 件以上；形成标准及规范征求意见稿 3 项以上。

6.2 6N 级以上超高纯稀有稀散金属制备技术

研究内容：研究稀有稀散金属与杂质金属的分配差异特征及调控方法；杂质元素在固/液、液/气、固/气等多相之间的分配迁移规律与深度脱除技术；电解精炼、区熔、结晶、蒸馏、定向凝固等耦合分离方法及其核心装备；突破 6N 级以上钨、铈、铋、镓、锗、铟、硒、碲等 8 种战略性金属的高纯化制备技术与装备，建成生产示范线。

考核指标：形成 6N 级以上超高纯稀有稀散金属制备技术 6-8 项，开发出钨、铈、铋、镓、锗、铟、硒、碲等 8 种产品，实现批量生产，高纯钨含钼低于 0.1ppm，高纯铈、铋含砷低于 0.1ppm，高纯镓锗铟含铝、锡、铅小于 0.1ppm；研制区域熔炼、真空蒸馏等核心装备 2-3 套，单台套处理能力达到 15kg 以上，成品率提高 20% 以上；建立百吨级 6N 级以上钨、铈、铋生产线 3 条，年产 50 吨 6N 级以上镓、锗生产线 2 条，年产 10 吨 6N 级以上铟、碲生产线 2 条，以及批量生产 6N 级以上 Se 生产线 1 条，构建涵盖研究内容的技术专利 10 件以上。

6.3 稀土高质化基础材料制备与高丰度稀土元素平衡应用

研究内容：稀土分离提纯新理论、新方法和新技术；高丰度

稀土元素基础物性及新应用；高纯及特殊物性稀土化合物材料制备关键技术与装备；高纯稀土金属短流程、规模化制备及应用技术；镧、铈、钇等高丰度稀土元素在铁、镁、铝基金属等方面规模化应用技术。

考核指标：形成高纯和特殊物性稀土制备、高丰度稀土元素平衡应用等技术 3-4 项；制备出 2-3 种 5N-6N 级高纯稀土氧化物和物性可控稀土化合物，制备出 2-3 种特殊需求的 4N-5N 级高纯稀土金属，单次提纯量达到 30kg 以上；开发出 3-5 种高丰度稀土元素的高值化产品并获得规模应用；建立 1-2 个工程示范，实现连续稳定运行；形成涵盖研究内容的技术专利、标准或规范体系，包括申请发明专利 10 件以上，形成标准及规范征求意见稿 2 项以上。

任务 8：前沿探索与集成与示范

8.1 战略性矿产勘探开发利用基础研究与前沿技术探索（青年科学家项目）

研究内容：战略性矿产成矿、勘查、开采、冶金、分离提纯新理论、新方法、新技术及新装备。

有关说明：该任务每个方向仅部署 1-2 项青年科学家项目。

8.2 青藏高原大型战略性矿产资源基地绿色勘查与开发示范

研究内容：青藏高原铜钨金、锂、铬等重要资源基地的成矿规律与矿床勘查模型研究；重要资源基地勘查关键技术方法研

发；重要资源基地的铜钼金、锂、铬资源增储示范；特殊生态区条件下的绿色开采与选冶关键技术；重要资源基地的绿色勘查和开发利用示范。

考核指标：在青藏高原形成 2-3 处铜钼金、锂、铬资源绿色勘查和开发利用示范基地；实现新增铜资源量（推断资源量类别以上（原 333 类别以上）100 万吨、氧化锂资源量 50 万吨、铬铁矿资源量 20 万吨；建立青藏高原特殊生态区铜、锂、铬绿色勘查和开采技术方法体系；研发 1 套铜钼、钼铯分离关键选冶技术体系。

8.3 南岭钨锡钼铋基地资源综合开发与精深加工利用集成示范

研究内容：钨锡钼铋多金属成矿系统多尺度三维探测技术；地下露天过渡新模式及露天台阶与井下盘区并行开采关键技术；构建钨多金属矿基因矿物学特性及可选性评价体系，碎磨短流程及精确分级与预先抛废成套关键技术与装备；新型高效环保浮选药剂的设计与开发与难选钨多金属矿物的强化浮选关键技术与装备，选矿废水分质处理与循环利用技术；混合精矿协同清洁高效冶炼提取与钨冶炼渣资源化利用关键技术；钨多金属矿伴生铋资源高值化利用技术。

考核指标：形成多要素约束的三维地质-地球物理建模技术、找矿预测技术、5km 深度三维地质模型各 1 个，预测找矿靶区

5-8 个，新增钨资源量 50 万吨、锡资源量 30 万吨；开发低品位多金属资源协同高效开采新技术 2 项，矿山采矿生产能力实现翻番；开发高质量破碎、预先抛废技术与装备 2-3 套，选矿能源单耗下降 10%以上；开发 5 种基于新型药剂的选冶新技术，钨、钼、铋、锡选矿回收率分别 $\geq 73\%$ 、 $\geq 80\%$ 、 $\geq 70\%$ 、 $\geq 12\%$ ，选矿生产废水重复利用利用率 $> 80\%$ ；黑白钨混合精矿钨冶炼渣中 WO_3 含量 $\leq 0.9\%$ ，锡的富集比不低于 3 倍、钨冶炼渣资源化利用率 $\geq 30\%$ ；开发 2 种高附加值铋产品；建成百万吨级复杂低品位多金属资源协同高效开采、万吨级钨锡选-冶联合回收等工程示范线 4 条；申请发明专利 15 件以上。

8.4 白云鄂博多金属资源绿色高效开发利用集成示范

研究内容：稀土、铈、萤石、钽等关键矿物赋存状态、分布规律及分异富集机制；多种伴生铈矿物的共存机制、物理强化分选机理以及高效非常规同步预富集技术；稀土、钙、钡、硅等杂质深度脱除与萤石精深提质强适应性新技术；稀土精矿高效分解及焙烧烟气治理技术与装备；稀土浸出液无铵沉淀转型及废水循环利用技术；白云鄂博稀土多金属矿产资源绿色开发工程示范建设。

考核指标：形成白云鄂博稀土多金属矿绿色选冶技术 3-4 项，研制装备 3-5 台套。稀土精矿 REO $\geq 60\%$ ，回收率提高 5%；萤石精矿 CaF_2 品位 $\geq 95\%$ ；钽铈回收率达到 50%，精矿 Nb_2O_5 品

位>5%；铁精矿 TFe 品位 \geq 65%，回收率达到 70%；稀土冶炼回收率大于 90%，回收硫酸浓度大于 90%，氢氟酸和硅氟酸混酸浓度不低于 20%；沉淀转型过程物料循环利用率大于 50%，水循环利用率大于 85%；建立白云鄂博稀土多金属矿万吨级/年规模工程示范，申请发明专利 10 件以上，形成标准及规范 2 项以上。