**附件1：**

自治区绿色矿业领域重大科技专项、重点研发任务专项项目申报指南

## 一、重大科技专项

### **（一）新疆铝土矿成矿规律与资源潜力评价**

**主要研究内容：**

以发现新疆大型-超大型铝土矿床为目标，阐明铝土成矿地质背景条件，揭示构造演化与成矿耦合机制，恢复重建重要成矿带的古地理与古气候格局；解剖典型铝土矿床，开展地层学、岩石学、矿物学、矿床地球化学和年代学研究，查明铝土矿赋存层位、岩相、矿层结构和成矿物质来源；解析铝土矿风化淋滤富集过程、揭示共伴生元素赋存状态和富集规律，建立铝土矿成矿模型；建立新疆铝土矿找矿标志体系，总结成矿规律，明确找矿方向，圈定找矿远景区和找矿靶区；集成适宜新疆铝土矿的高效勘查技术方法组合，科学评价铝土矿资源潜力，结合勘查工程验证，实现新疆铝土矿找矿突破。

**关键指标：**

查明新疆铝土矿风化淋滤过程、矿层结构、分布规律和共伴生Li等元素富集规律及赋存状态；编制1:20万新疆重点区域铝土矿成矿预测图1套；查明新疆铝土矿成因类型，建立新疆地区铝土矿成矿模型1-2个；集成适宜新疆铝土矿高效勘查技术方法1套；圈定找矿远景区7-10处，找矿靶区2-3处；科学评价新疆铝土矿资源潜力，预测铝土矿潜在资源5000万吨，提交铝土矿推断资源量1000万吨；发表学术论文10-15篇，出版学术专著1部；培养硕博研究生8-10人，晋升副高级职称5-6人。

### **（二）新疆东天山钒钛磁铁矿勘查示范与高值化利用关键技术研发**

**主要研究内容：**

针对制约新疆钒钛磁铁矿高效勘查、开发与高值化利用的关键科学问题和技术瓶颈，开展地-勘-采-选-冶全链条研究，阐明新疆东天山钒钛磁铁矿成矿构造背景、动力学机制以及区域成矿规律，创新重大岩浆-构造事件与大规模钒钛磁铁矿成矿耦合作用的理论；开展东天山浅覆盖区钒钛磁铁矿勘查技术方法应用研究，提取关键控矿因素，建立地质找矿模型，开展靶区优选及增储示范；开展钒钛磁铁矿工艺矿物学特性研究，揭示沸腾氯化杂质元素迁移与筛板阻塞机理研究；研发集成钒钛磁铁矿高效加工与碎磨、矿岩块度控制及精准爆破和分级技术，研究新疆低品位高钙镁钛原料沸腾氯化法制备四氯化钛大型装备及工艺技术，研制节能高效21吨/炉大型还原蒸馏联合炉制备高品质海绵钛装备；开展地质矿产勘查与钛资源高值化利用工程示范，建成单线产能大、国际先进的具有自主知识产权的海绵钛生产系统。

**关键指标：**

集成浅覆盖区钒钛磁铁矿勘查技术方法组合1套，建立钒钛磁铁矿成矿和勘查模型1套；提交找矿靶区2-3处，产学研用结合工程验证1-2处，新增资源量铁矿石6亿吨、TiO2氧化物量2400万吨、V2O5氧化物量60万吨，支撑形成大型资源基地1处；开发新疆钒钛磁铁矿精准爆破关键技术1套；开发新疆低品位钒钛磁铁矿低碳高效精细磨选关键技术1套，开发微细粒钛铁矿绿色高效回收技术1套，铁精矿TFe品位大于60%、铁精矿中钒对原矿回收率大于50%、钛精矿TiO2品位大于47%、钛精矿中TiO2对原矿回收率大于40%；形成可适应新疆钛矿特性的沸腾氯化处理装备及技术1套，沸腾氯化杂质元素控制与改善流化状态技术1套，21吨/炉海绵钛超大型还原蒸馏联合炉技术及装备1套；超大型海绵钛反应器全生命周期模拟监测技术1套；沸腾氯化工艺可使用新疆低品位高钙镁钛渣，氯化系统钛回收率≥90%；精TiCl4符合YS/T655-2016标准，达到TiCl4-01标准的产品占比≥90%；单炉海绵钛产量≥21吨，吨钛生产周期<20h；海绵钛0级品产率≥75%，产品疏松度≤1.4g/cm3；海绵钛生产综合电耗下降至4500kWh/t；发表论文不少于20篇，授权发明专利3-4项、实用新型专利4-5项，培养硕博研究生5-7人。

### **（三）西南天山锆（铪）砂矿成矿规律及潜力评价**

**主要研究内容：**

围绕新疆西南天山重点锆（铪）矿，以“物质来源-沉积过程-富集机制-保存条件”为核心，揭示锆（铪）矿的成矿时代、物质来源、沉积体系与富集动力学及保存机制，查明成矿期大地构造背景及古气候特征，总结不同类型锆（铪）矿成矿规律；开展重点工作区地物化遥方法试验，集成高效适宜勘查技术方法组合，建立成矿模式和找矿预测模型，圈定成矿远景区和找矿靶区，科学评估锆（铪）矿资源潜力，实施工程验证，实现资源增储；开展锆（铪）工艺矿物学和综合利用关键技术研究，优选适宜选矿工艺流程，研发尾矿建材及生态化利用关键技术研究，加快推进资源综合开发利用。

**关键指标：**

构建西南天山地区锆（铪）矿成矿模式及找矿预测模型1-3套；集成高效适宜的勘查技术方法组合1套；圈定锆（铪）矿找矿靶区2-4处；科学评估锆（铪）矿资源潜力，提交锆（铪）推断资源量200万吨以上；研发新疆波孜果尔南锆砂矿资源综合利用关键技术1项，锆精矿ZrO2≥60%，锆选矿回收率＞60%，建成中试示范线1条。综合回收钛、稀土，钛精矿TiO2≥46%，稀土精矿TREO≥40%；尾矿建材及生态化利用关键技术2项，研发锆砂尾矿制备工程建材产品配方3种，经专业机构鉴定；授权发明专利2项以上；发表学术论文（SCI/EI/中文核心）10-15篇，培养硕博研究生6-8人。

**（四）新疆特提斯演化与斑岩-矽卡岩-浅成低温热液型铜多金属矿成矿潜力评价**

**主要研究内容：**

聚焦新疆特提斯成矿域（西昆仑-阿尔金成矿带），查明“地层-构造-岩浆岩-变质岩”时空分布格架与地质构造演化过程；开展典型矿床解剖，揭示成矿时代、成矿过程、定位机制、保存条件及与重大地质事件耦合关系，总结成矿规律，建立成矿模式；开展含矿斑岩体识别技术与矿化蚀变中心定位技术研发，集成“天-空-地-井”一体化高效勘查评价方法技术体系，建立适宜综合勘查模型；系统整合不同比例尺多元异构数据，构建知识图谱与地质大数据双驱动的智能找矿预测模型，刻画地质找矿大数据与矿床间的复杂非线性映射关系，开展区域智能找矿预测与资源潜力评价，圈定找矿远景区与找矿靶区，开展勘查增储示范。

**关键指标：**

查明新疆特提斯成矿域重大地质事件与斑岩-矽卡岩-浅成低温热液型铜多金属成矿响应，总结成矿规律，建立成矿模式3-4套；建立新疆特提斯斑岩-矽卡岩-浅成低温热液型铜多金属矿高效勘查技术方法体系和找矿预测方法体系3-4套、智能找矿预测模型3-4个，实现成果转化，推动找矿突破；科学评价资源潜力，圈定找矿远景区8-10处和找矿靶区4-6处；预测潜在资源量铜100万吨、金50吨，提交推断资源量铜20万吨、金8-10吨；发表高水平学术论文10-15篇，授权发明专利2-3项、登记软件著作权2-3项；培养硕博研究生10-15人，形成一支智能找矿预测与勘查创新团队。

**（五）新疆伊犁盆地超深砂岩铀矿高效地浸开采关键技术与终采区环境治理研究**

**主要研究内容：**

以伊犁盆地超深矿体为研究对象，通过开展超深砂岩铀矿浸出模拟控制技术、低渗透性砂岩铀矿储层改造技术、超深砂岩铀矿高效地浸开采技术研究，研发超深砂岩铀矿地浸流场与水化学场调控方法、地浸工艺井钻成井工艺、铀储层增渗技术、高效强氧化浸出技术等一批核心关键技术，形成完整的超深砂岩铀矿的高效地浸采铀新技术体系；通过现场试验验证，获取高效地浸采铀最佳工艺参数；针对地浸采铀终采区浸出组分赋存与迁移过程复杂、地下水污染协同防治难度大等技术问题，开展终采区地下水中污染物精准识别与精细刻画，突破污染传输扩散通量数值模拟与风险预警、终采区地下水环境演化与污染原位修复等关键技术，形成多技术原位协同防治技术体系，建成典型终采区地下水污染协同治理工程示范，为我国天然铀采冶终采区地下水环境综合治理和产业可持续发展提供科学技术支撑。

**关键指标：**

编制超深地浸工艺钻孔钻成井工艺技术规范（征求意见稿）1项；建立地质/水文地质结构空间模型、地浸水动力模拟与流场控制模型、超深矿体地浸水化学模拟与水化学场控制模型等3套；形成污染清单数据库1套和特征污染物迁移转化关键要素信息图谱1套；特征污染物时空分布刻画精度比现有水平提高50%以上，特征污染物传输扩散通量模拟误差<30%；研发终采区特征污染物传输扩散多过程多场耦合数值模型与风险预警系统平台，建成终采区工程示范不少于1个；授权发明专利5项以上，发表论文8-10篇；培养硕博研究生6-8人。

### **（六）新疆重要交通廊带战略性矿产资源潜力评价与地质安全风险评价**

**主要研究内容：**

开展新疆重要廊带(G219、G0711、G577、G315及新藏铁路、中吉乌铁路等)典型矿床研究，查明沿线战略性矿产成矿地质条件、控矿因素、时空分布，编制区域成矿规律和找矿预测图，总结成矿规律；针对新疆重要廊带沿线近交通、易开发的矿产资源与地质安全协同需求，开展高精度地球物理勘查与多源遥感数据融合分析，构建矿产深部智能预测模型；结合人工智能技术，评价沿线矿产资源潜力，圈定找矿靶区，产学研用结合，实施工程验证，实现资源增储；开展新疆重要廊带沿线活动断裂与强震、冰川-地质灾害、冻土融沉、区域地壳稳定性及探、采活动影响的岩土体变形破坏趋势评价，构建基于多源动态数据驱动的交通廊带地质安全风险评价方法体系，建立地质安全风险动态评价模型，圈定重大地质安全高风险区域，形成新疆线性工程地质安全风险防范示范区；研制智能预测评价与安全决策软件系统，形成全数据、全要素、全知识的智能预测、地质安全决策新范式。

**关键指标：**

建立新疆重要廊带沿线锂、金、铅锌等成矿模式3-5个；建立新疆重要交通廊道战略性矿产资源大数据库1个；建立基于多源动态数据驱动的交通廊带地质安全风险评价方法1套；建立地质构造复杂区地质安全风险评价模型1套，编绘沿线地质安全风险评价图1套，建立新疆关键交通廊道战略性矿产资源预测与安全决策系统1套；建立找矿预测模型3-5个，圈定找矿预测靶区6-8处，预测潜在资源锂200万吨、铅锌500万吨、金60吨，提交推断资源量氧化锂50万吨、铅锌200万吨、金30吨；圈定重大地质安全高风险区域，形成工程地质安全风险防范示范区2处；授权发明专利4-6项、登记软件著作权3-4项；发表论文10-15篇，培养硕博研究生10-15人。

## 二、重点研发任务专项

### **（一）西天山（境内外）铜金多金属成矿系统对比研究与成矿预测**

**主要研究内容：**

聚焦西天山（境内外）铜金矿“大矿不过国界”的关键科学和找矿问题，通过西天山（境内外）铜金成矿系统的大陆动力学背景、铜金成矿系统富集成矿机理、保存条件和定位规律、成矿规律和成矿预测对比研究，揭示区域成矿和保存规律，建立区域构造演化和成矿模型，阐明西天山（境内外）铜金矿“大矿不过国界”的地质原因，科学评价我国西天山铜金矿成矿条件和找矿潜力；厘定重要铜金成矿系统/成矿带分布规律，建立综合找矿模型；开展天-地-空一体化高效勘查勘查技术研究和实验，集成高山-草原-森林景观区高效勘查勘查方法技术组合；通过多元数据信息提取和成矿预测研究，圈定找矿靶区，科学评估西天山（境内外）铜金矿资源潜力，预测潜在资源量；产学研用工程验证，提交推断资源量，实现西天山（境内外）铜金矿增储。

**关键指标：**

编制1:50万西天山（境内外）铜金矿成矿规律图；建立西天山（境内外）铜金矿的成矿模式和综合找矿模型各1套；集成不同景观区高效勘查勘查方法技术组合1套，研发基于大数据的成矿预测技术平台1套；圈定找矿靶区5-8处，预测潜在资源量铜50万吨以上和金10-20吨，提交推断资源量铜10万吨和金2-3吨；开展学术报告和科普活动10场以上，发表高水平论文20篇以上，授权发明专利3-4项；培养硕博研究生12-15人，晋升副高级职称3-5人。

### **（二）新疆北部岩浆-热液型钴矿富集机理、评价技术与资源预测**

**主要研究内容：**

针对新疆北部镁铁-超镁铁质岩体、中-基性火山岩有关富钴矿床“富集机理不清，成矿潜力不明”等关键科学问题，查明新疆北部重点成矿带钴在不同成因矿床中的赋存状态、分布规律，限定成矿物质和成矿流体来源，约束不同阶段热液流体钴活化-迁移-富集过程，阐明钴矿区域成矿规律；发展野外手持快速评价技术、室内EPMA、LA-ICP-MS微区原位微量元素分析和成像技术，揭示岩浆过程钴运移沉淀机理；集成岩浆型、热液型钴矿快速评价技术方法组合，建立钴矿床的找矿标志与评价准则，优选找矿靶区并开展工程验证，实现钴资源增储。

**关键指标：**

建立岩浆型和热液型富钴矿床钴赋存状态数据集1套；查明岩浆型和热液型富钴矿床多样性的关键控制因素，建立成矿模式和找矿预测模型2套；构建野外半定量+室内可视化定量快速评价技术方法组合1套；编制新疆北部重要成矿带富钴矿床分布图、成矿规律和成矿预测图（1∶50万）1套；综合评价北疆地区钴矿资源潜力，提交钴矿远景区3-4处，找矿靶区2-3处，预测潜在矿产资源钴2万吨，新增推断资源量钴5000吨；发表论文10-12篇，授权发明专利1-2项、登记软件著作权1-2项；培养硕博研究生4-6人，晋升副高级职称2-3人。

### **（三）新疆铟镉等伴生关键金属富集机制及综合利用**

**主要研究内容：**

聚焦新疆铜铅锌成矿带中伴生铟、镉等关键金属资源，开展新疆重点成矿带开展区域成矿地质背景对比分析，明确铜铅锌矿床中铟、镉等伴生资源的富集主控因素（如岩浆活动、构造演化、围岩性质等）；系统查明铟、镉等关键金属在铜铅锌主矿体中的赋存形式、空间分布规律及迁移-沉淀动力学过程；揭示铟镉元素在特定成矿环境中的超常富集机制，构建“主金属-伴生关键金属”协同成矿模型和资源潜力定量评价模型，科学预测新疆铟镉超常富集区资源储量；研发高效分离与绿色提取技术，突破低品位伴生资源回收率低、污染高的技术瓶颈；在重点矿区开展“采矿-选矿-冶金-产品化”全流程示范，实现产品级铟镉金属（≥99.99%）及其化合物（如氧化铟锡靶材）产出；构建铟镉“勘查-开采-冶炼-深加工”一体化产业链，助力新疆战略性新兴产业集群发展。

**关键指标：**

建立新疆铟、镉资源基础数据库1个；研发新疆铟、镉成矿模型各1套；提交1:150万新疆铟、镉成矿规律与成矿预测图1套；开发铟镉绿色选冶新工艺1项（铟镉综合回收率：铟≥85%，镉≥90%）；提交铟、镉找矿靶区3-5处，预测潜在资源量铟≥100吨、资源量镉≥1000吨，提交推断资源量铟≥10吨、镉≥100吨；开展铟镉等勘查-选冶工程示范，实现高端新材料铟镉产品（99.99%）；授权发明专利2-3项，培养硕博研究生6-8人，发表论文20篇。

### **（四）战略性非金属矿产硼、沸石等资源高效勘查与高值化利用示范**

**主要研究内容：**

开展新疆重要成矿区带战略非金属硼、沸石矿床解剖，研究构造、物源、以及后期改造作用对矿床形成的关键控制作用；揭示火山岩型硼矿中富硼流体形成条件与控制因素、硼沉淀物理化学条件与快速卸载机制，阐明成因关系和关键控制因素，建立成矿模式；研究沸石与火山活动、沉积环境、变质作用及流体化学条件之间的关系；研究硅硼钙石赋存状态，开展不同资源禀赋硼矿高效经济提取；研发磁总场及梯度场结合的硼矿示矿磁异常提取技术，解决火山岩型硼矿找矿靶区快速圈定难题；开发强切割地形下战略非金属矿的高分辨无人机探测和矿体智能识别系统，构建适用于古代盐湖卤水型硼矿地-井电阻率精细成像技术，集成隐伏战略非金属矿矿体的精确定位技术；建立找矿标志体系和找矿预测模型，圈定找矿靶区，实施钻探验证，开展硼、沸石矿及共伴生矿产增储示范。

**关键指标：**

揭示不同矿床类型硼、沸石矿成因机理；建立硼、沸石矿床资源评价技术体系2-3套，构建基于地球物理技术的高效勘查方法组合2-3套；提交硼矿找矿靶区1-2处、沸石矿找矿靶区1-2处，提交可供进一步勘查的硼、沸石勘查区2-3处；评价主要成矿区带硼、沸石矿成矿潜力，预测硼矿潜在资源50万吨、沸石矿潜在资源5000万吨；实施验证钻探工程累计进尺5000m，提交推断资源量硼矿10万吨、沸石1000万吨；研发针对不同资源禀赋的硼矿的提取技术体系，实现B2O3回收率≥90%；发表学术论文20篇，授权发明专利5项、登记软件著作权2个；培养硕博研究生10-15人。

### **（五）新疆铜镍多金属矿时间域航空电磁/磁快速勘查关键技术研究与应用示范**

**主要研究内容：**

聚焦新疆特殊地形地貌区实用化时间域航空电磁一体化勘查技术装备研发与应用不足，研制直升机/无人机时间域航空电磁/磁综合测量系统工程样机，攻关大磁矩快关断梯形波脉冲发射、轻量化高动态稳定性软吊挂、电磁/磁信号高速同步采集等关键技术；优选铜镍多金属矿成矿有利区带，开展直升机/无人机时间域航空电磁/磁一体化勘查技术应用示范；攻关航空电磁数据去噪与校正、矿致异常识别、多源数据融合等关键技术，编制空-地-井电磁测量方法技术指南，建立空-地-井地球物理（重磁电震）多参数找矿标志；开展重磁电震数据联合解释，优选找矿有利区；提取铜镍矿重要成矿区带关键控矿要素，分析铜镍矿地球物理矿致异常成因机制，探索建立铜镍多金属矿成矿模式。通过“科技研发-应用示范-找矿突破”结合，为国家能源资源安全保障提供科技支撑。

**关键指标：**

研制实用化直升机/无人机时间域航空电磁/磁综合测量系统1套，峰值发射磁矩≥65万A·m2，峰值发射电流≥500A，接收带宽≥50kHz，发射电流、电磁三分量全波形数据采集分辨率24bit，采样率200kHz；高原型软吊挂装置总重量≤400kg；系统单架次续航时间≥3小时；开发时间域航空电磁数据去噪与校正、矿致异常信息提取、多源数据融合等数据处理软件模块不少于6个；示范区不少于2处，飞行测量工作量不少于1000km，航空电磁数据动态噪声水平优于±0.5nT/s，航磁数据动态噪声水平80pT以下数据占90%以上；编制直升机时间域航空电磁/磁综合测量方法技术指南1份；建立新疆铜镍多金属矿空-地-井地球物理找矿标志1套；提交找矿有利区2-3处；建立新疆铜镍多金属矿典型矿床物性数据库不少于2个；建立典型矿床地质模型不少于2个；建立铜镍多金属矿成矿模式1套；授权发明专利2-3项、登记软件著作权2-3项。

### **（六）新疆玻陶级锂辉石绿色工艺关键技术研发与应用示范**

**主要研究内容：**

以新疆和田县大红柳滩花岗伟晶岩型锂辉石矿为研究对象，围绕"资源特性解析—关键技术创新—产业化应用"三大主线，开展矿物赋存机理与工艺矿物学特征研究，构建三维矿物嵌布模型，深度表征矿石物理化学性质，揭示锂元素迁移富集规律和结晶演化机制；通过多尺度、多元力场磨前抛废预富集试验研究，开发基于深度学习的三维矿石块度识别算法，实现10-300mm粒级矿石精准分选，构建矿石光电特性数据库，建立"密度-成分-光谱"多维分选模型，控制产品粒度P80≤6mm；开发高通量、高富集比重介质选别锂辉石技术，悬浮液稳定性提升至8小时以上；研发±0.05g/cm3动态调控精度多力场协同分选关键技术，构建多级联动破碎回路，提升锂辉石单体解离度75%以上；集成开发"电磁场-流体力场-界面化学场-机械力场"多场耦合杂质深度分离技术，建成新疆首条玻陶级锂辉石绿色智能生产线示范工程，推动锂辉石提纯从"粗放式全流程处理"向"精准化靶向提纯"转型升级，树立绿色矿山技术新标杆。

**关键指标：**

开发花岗伟晶岩型锂资源高通量、高富集比新型锂辉石重介质选别技术，实现锂金属富集比达3.5以上；开发花岗伟晶岩型锂资源短流程高效率制备玻陶级锂辉石的多场协同分选技术1套，获得锂辉石粗精矿品位在6%以上；开发多元杂质深度分离与玻陶级锂辉石产品制备关键技术1套，进一步提升锂辉石精矿品位，降低锂辉石精矿杂质含量，其中Fe2O3含量≤0.6%，Na2O+K2O含量≤1.8%，P2O5含量≤0.5%，MnO≤0.25%；建设玻陶级锂辉石智能化示范生产线1-2条，形成年产10万吨以上玻陶级锂精矿产能体系；发表论文5-8篇，授权发明专利4-6项；培养硕博研究生4-6人，晋升副高级职称2-3人。

### **（七）新疆复杂贵金属资源富氧顶吹造锍捕金绿色智能冶炼关键技术及示范**

**主要研究内容：**

针对复杂贵金属资源矿石具有高砷、多金属共生、成分波动大和入炉物料稳定性差、贵金属回收率低等关键科学技术难题，建立矿物基因库的热力学仿真模型、研发多元素协同优化算法及动态自适应配矿技术，构建造锍捕金协同冶炼过程智能配矿及工艺决策系统；构建多尺度耦合数字孪生模型，揭示贵金属捕集机制与设备损耗规律，优化氧枪结构、喷吹参数及炉体砌筑工艺，开发基于关键场耦合仿真的顶吹炉造锍捕金强化熔炼及喷枪延寿技术；开展污酸硫化脱砷技术，研制污酸高效硫化深度脱砷技术及装备解决含砷污酸处理存在的共性难题，建成年处理5万吨富氧顶吹造锍捕金绿色智能冶炼技术工程示范，解决黄金行业产生含氰废水、氰化尾渣等危废难题，实现新增产值上十亿元。

**关键指标：**

顶吹熔炼炉实现金精矿处理量≥5万吨/年，金回收率达到95%；顶吹喷枪寿命延长至≥25天，单位产品能耗降低5%；研发含砷污酸高效短流程脱砷装备1套，污酸砷综合脱除率≥99%；形成适配新疆高砷多金属矿的智能配矿软件系统1套；开发顶吹熔炼炉多场耦合仿真模型及预测软件系统1套，模型预测误差≤5%；建成年处理5万吨富氧顶吹造锍捕金绿色智能冶炼技术工程示范1个；授权发明专利3-5项、登记软件著作权3-5项；培养硕博研究生8-10人。

### **（八）氦-3超低温提取关键技术研究及示范**

**主要研究内容：**

围绕氦-3富集、浓缩技术及装备关键科学技术问题，开展基于超低温方法的氦-3分离纯化的可行性研究，建立氦-3超低温分离纯化中的基础物性数据库，阐明氦-3超低温分离纯化中传热、传质、相变机理；构建超流氦富集和低温精馏的氦-3分离纯化系统，集成温度传感器极低温关键核心技术，研发基于极低温用NTC温度传感器，研制极低温NTC温度传感器和超流氦持续发生、富集、精馏装置并系统集成；建设氦-3提取工程示范，探索系统的最佳操作参数，实现自动控制，持续实现氦-3的10000倍以上的氦-3浓度富集。

**关键指标：**

建立氦-3超低温分离纯化中的基础物性数据库1个；构建超流氦富集和低温精馏的氦-3分离纯化系统1个；研制应用于氦-3提取的极低温NTC温度传感器1套；研制超低温法氦-3提取原理性装备1套，最低工作温度≤2K（-271.15℃）；建设氦-3提取工程示范1个，实现输出氦气中氦-3浓度/输入氦气中氦-3浓度≥10000，且氦气总处理量≥1万立方米；发表论文8-10篇，授权发明专利5项；培养硕博研究生6-8人。

### **（九）有机硅废触体高价值组分铜、硅等循环回收利用关键技术研究与应用示范**

**主要研究内容：**

针对废触体铜硅含量高、难处理、传统回收分离工艺复杂且成本高等现状，开发温和的物理氧化辅助化学氧化酸浸新工艺，提升反应装置抗蚀性和废料中金属转化效率；构建多级电解装置，开发高效、抗氯、高选择性铜沉积工艺，集成氧化-电沉积耦合法提取有机硅废触体中高价值铜关键技术；开发常温常压的新型等离子体辅助低浓度酸碱耦合活化工艺，优化硅渣表面有机改性技术，制备纳米级硅基材料，开发高附加值硅基精细化学品材料，研发硅废渣定向制备高值硅基产品关键技术；构建动态调控和优化成套工艺体系，建立1000吨级/年有机硅废触体资源化利用成套工艺及资源化回收绿色示范生产工线，实现高纯度铜回收，电解液良性循环利用，实现废液近零排放。

**关键指标：**

建立针对有机硅废触体成分波动性监测的在线检测体系，构建快速调控工艺参数的数据库1个，成分分析准确率达到90%以上；开发物理氧化辅助化学氧化的新工艺1个，减少浓酸使用量10-15%；制备铱低负载量的钛基电极板，降低原有贵金属使用量30%，电解槽电压衰变率≤10mV/h，实现该类电极板从800cm2到6000cm2的宏量制备中试实验；开发有机硅废触体“氧化-电沉积”提纯铜的工艺包1个；开发2-3种高附加值硅基材料；建立1000吨级/年有机硅废触体资源化利用成套工艺及资源化回收绿色示范生产工线，实现有机硅废触体中铜元素浸提率≥90%，产品铜纯度达到≥95%，电解装置电流效率≥90%，电解液循环使用，实现废液近零排放；授权发明专利2-4项，制定相关技术企业标准1项；发表论文5-8篇，培养硕博研究生2-4人，晋升副高级职称4-6人。

### **（十）新疆拜城黑英山霞石正长岩资源梯级高效高值利用关键技术研究**

**主要研究内容：**

聚焦拜城黑英山霞石正长岩选冶梯级高效高值开发利用过程中的核心问题，查明新疆拜城黑英山霞石正长岩资源禀赋特征，构建矿物颗粒界面及结构精准调控方法，揭示特定环境组份迁移规律，开展矿产资源的选冶梯级利用研究，研发适合拜城黑英山霞石正长岩替代铝土矿资源成套绿色高效利用关键技术，建立霞石正长岩资源梯级高效高值利用示范线，研发玻陶级霞石制品，开展详细烧结法Al2O3的可溶性研究，研发制备氧化铝及锂电池涂覆（勃姆石）产品，为霞石正长岩梯级提质及高效高值利用提供支撑。

**关键指标：**

研发霞石正长岩资源梯级高效高值利用关键技术2项；建立吨级/天霞石正长岩资源梯级高效高值利用中试示范线1个，连续运行≥48h，玻陶级霞石制品Fe2O3+TiO2≤0.6%。建立100kg/炉次冶金中试示范线1个，每天运行≥3炉次，霞石精矿氧化铝溶出率≥80%，制备出氧化铝产品Al2O3≥99%；锂电池涂覆产品勃姆石含量≥99%。发表学术论文6-8篇，授权发明专利2-4项；培养硕博研究生3-5人。

### **（十一）电解铝废弃物提锂及铝灰高值化绿色回收技术与工程示范**

**主要研究内容：**

针对新疆地区电解铝废弃物利用过程中存在锂氟铝元素协同提取率低、α-氧化铝晶型稳定回收难、释放有毒有害气体处置难、环境污染严重等问题，以电解铝废弃物有价元素全组分利用为总体目标，研究电解铝废弃物中锂氟铝钠多元素多尺度物相赋存规律与嵌布特征，研发有机质与无机质的精深解离分选技术，揭示电解铝废弃物在温和溶液化学环境中的矿相转变机制，开发有价元素选择性溶出工艺；阐明电解铝废弃物湿法冶金过程有毒有害易燃易爆气体的释放规律与调控方法，研制微负压反应体系与微纳米气泡强化气体吸收设备，开发反应气体安全释放高效捕集工艺；揭示氧化铝稳态晶型向非稳态晶型的转化机制，开发α-氧化铝选择性中低温浸出、浸出液循环复用工艺、梯级除杂提纯工艺，研制基于二氧化碳微纳米气泡调节溶液化学环境设备，建成万吨级电解铝废弃物制备高价值产品示范工程和吨级/天铝灰有价元素提取制备氧化铝和冰晶石的示范验证线，实现资源高价值绿色回收利用。

**关键指标：**

研发电解铝废弃物中有机质与无机质精深分离技术1套，其中有机质中灰分不高于8%；研发电解铝废弃物反应气体安全释放高效捕集的成套工艺1项，开发不同类型气体微纳米气泡发生器的技术原型1套；开发电解铝废弃物中α-氧化铝在低温环境下晶型转变方法，其中α-氧化铝回收温度不高于300℃，α-氧化铝回收率不低于90%；研发电解铝废弃物有价元素“高效浸出-选择性分离-梯级除杂”的工艺路径，制备出符合国家标准的碳酸锂、冰晶石、氟化铝、氧化铝等高价值产品，有价元素综合回收率不低于80%；建成处理量为10万吨/年电解铝废弃物提取碳酸锂示范工程1个，建设处理量为吨级/天铝灰有价元素提取制备氧化铝和冰晶石的示范验证线1个；发表论文8-10篇，授权发明专利1-2项；培养硕博研究生3-5人。

### **（十二）铜镍钴金等战略性矿产资源绿色生物提取关键技术与应用**

**主要研究内容：**

聚焦生物冶金过程中涉及的共性关键科学问题和关键技术难题开展研究，主要针对生物冶金高效菌种资源匮乏、适应性差、酸耗大、非常规浸出机制不明、浸出效率低等瓶颈问题，构建高效冶金专属微生物菌群，揭示非常规体系微生物-矿物表界面反应机制，提升生物-矿物浸出效率；开发铜/镍/钴/铀/金等资源非常规生物浸出新工艺新技术，开展多场协同数值模拟及全过程精细化调控过程强化研究，研发生物堆浸与原位浸提工程技术；研制智能化和低能耗及高效率一体化生物冶金反应器；构建生物冶金绿色制造新技术体系，形成相应的生物冶金技术产业化工程示范。

**关键指标：**

选育驯化耐受重金属/辐射的高效冶金微生物菌种50株以上，建立用于战略资源绿色生物提取微生物菌种库1个；揭示完善微生物/代谢产物介导矿物氧化分解机制；研发铜/镍/钴/铀/金等金属矿开发用于其金属矿的非常规生物浸出新技术2-3项；研制智能化、低能耗的高效生物冶金反应器1套；开展多场协同全过程精细化调控过程强化研究，研发生物堆浸与原位浸出提取工程技术1套，建立战略金属矿产资源绿色生物提取工程示范1-2项；典型战略矿产金属入选品位降低15%以上，可利用资源量增加15%以上；发表论文15-18篇，授权发明专利8-10项；培养硕博研究生5-7人。

### **（十三）大型金属矿山破碎矿体非爆连续开采及绿色充填关键技术研究**

**主要研究内容：**

聚焦大型金属矿山破碎矿体非爆连续开采及绿色充填关键科学技术难题，研究复杂地质条件下金属矿机械高频冲击破岩机制，构建金属矿硬岩冲击破岩能效评价体系；研发机械化高频冲击破岩装备及后配套设施，建立安全高效的机械化连续充填采矿方法，构建破碎围岩失稳灾害在线预警信息系统，构建机械破岩关键因素指标集和机械开采可掘性分级体系，研发分区分级支护技术；研究连续低频机械开挖过程周边充填体劣化机制，建立机械连续集中开采的充填体强度需求模型，研发机械连续高强度开采膏体充填技术；采用大语言模型技术，进行充填全流程多工序智能管控系统研发，建立充填全流程智能控制与监测体系，开展非爆连续开采与绿色充填协同应用示范，建立安全高效、绿色集约的大型金属矿山破碎矿体非爆连续开采及绿色膏体充填示范工程。

**关键指标：**

构建金属矿硬岩冲击破岩能效评价体系1套；构建破碎围岩失稳灾害在线预警信息系统1个；构建硬岩机械破岩关键因素指标集和机械开采可掘性分级体系1套；研发与机械连续掘进扰动和复杂岩性相适应的分区分级支护技术1套；研发连续低频机械扰动环境膏体充填关键技术，充填能力大于100m3/h，建立充填全流程智能控制与监测体系1套；研发硬岩高频冲击机械连续破岩装备1套；建成安全高效、绿色集约的大型金属矿山破碎矿体非爆连续开采及绿色膏体充填示范工程1个；编制行业技术标准2项，发表论文20篇，授权发明专利4-5项；培养硕博研究生6-8人，晋升副高级职称4-6人。

### **（十四）铜镍钴绿色智能综合利用关键技术研发与示范**

**主要研究内容：**

研发适应于多装备时空协同的深部复杂形态矿体集群化采场再造标准，开展集群化采场多工序智能装备配套作业优化研究，实现集群化采场“钻-装-掘-采-运-破”多工序复杂非线性特征的协同一致；开展矿废微波诱导分选系统创新设计，构建微波时空协同参数-矿废红外热图像信息-矿石品位耦合模型，降低集群化采场的废石运输量；基于矿物基因属性和配位场理论，多种自变量融合、不同因变量耦合协同研究有价元素梯次富集分离过程，研发调控矿物表面组分含量及活性选矿药剂，开发复杂难选铜镍钴多金属矿溶氧铁硫剥离-铜镍高效分离技术，达到提质降尾、综合回收铜、镍、钴及伴生稀贵金属元素的目的。

**关键指标：**

形成基于多工序多装备智能协同作业模式的采矿工艺技术体系1套；研发基于微波诱导的矿石智能预选抛废系统与装备1套，实现矿石处理能力60-80吨/小时，抛废粒径区间15-200mm，抛废率≥20%，抛废金属损失率≤8%，减少废石运输50%以上，降低充填成本20%；选矿回收率铜≥92%、镍≥80%，伴生金银钴综合回收率≥65%；研发梯次富集分离、溶氧铁硫剥离及铜镍高效分离技术2-3项；形成复杂难选铜镍钴多金属矿产资源提质高效综合回收关键技术，开发新型选矿药剂2种以上；发表论文6-8篇，授权发明专利2项。