

## 附件 5

### **“稀土新材料”重点专项 2023 年度项目申报指南**

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“稀土新材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向事关国计民生的新一代信息技术、先进轨道交通、节能与新能源汽车、生态环境、高端医疗器械与健康、先进制造等领域对稀土新材料的迫切需求，发展具有我国资源特色和技术急需的稀土新材料，加强稀土新材料前沿技术基础、工程化与应用技术创新，提升稀土新材料原始创新能力、产业核心竞争力和高端应用水平。

“稀土新材料”重点专项 2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕稀土永磁材料强基及变革性技术、新型高效稀土光功能材料及应用技术、高效低成本稀土催化材料及应用技术、稀土材料绿色智能制备和高纯化技术、稀土物化功能材料及应用技术、稀土新材料及材料基因工程等新技术应用、特种稀土功能材料及专材专用技术 7 个技术方向进行部署。按照基础研究类、共性关键技术类、应用示范类三个层面，拟启动 23 项指南任务，安排国拨经费 2.22 亿元。其中，拟部署 11 个青年科学家项目，

安排国拨经费 3300 万元，每个项目 300 万元。应用示范类项目应由企业牵头，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性关键技术类和应用示范类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 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

青年科学家不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家负责人年龄要求，男性应为 1985 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1983 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。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

## **1. 稀土永磁材料强基及变革性技术**

### **1.1 重载汽车轮毂电机磁体制备及应用技术（共性关键技术类，定向择优）**

研究内容：针对空天发射装备运输和重载汽车轮毂电机的结

构紧凑、工况复杂、多物理场深度耦合的特点，研究新型重载汽车轮毂电机钕铁硼磁体综合性能的优化以及在永磁轮毂电机中的应用技术，通过轮毂电机控制精度、温度适应性、工况适应性的试验，进一步优化电机设计和磁体应用技术。

考核指标：磁合金最高工作温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ ；最高功率密度 $\geq 5.5\text{kW/kg}$ 的内转子轮毂电机用磁合金的最大磁能积 $\geq 390\text{ kJ/m}^3$ 。最高转矩密度 $\geq 24\text{ N}\cdot\text{m/kg}$ 的外轮毂电机用磁合金的温度系数 $|\alpha_{\text{Br}}| \leq 0.11\%/^{\circ}\text{C}$ 。磁合金在轮毂电机中得到应用，围绕内转子、外转子轮毂电机的驱动轮多物理场耦合设计建立 $\geq 2$ 个模型，驱动轮的最高效率 $\geq 92\%$ ，在空天发射装备运输或重载汽车上示范应用。申请发明专利 $\geq 5$ 项。

关键词：永磁体，轮毂电机，转矩密度

有关说明：由北京市科委、黑龙江省科技厅、浙江省科技厅作为推荐单位组织申报。

## 1.2 稀土永磁产业流程关键环节磁特性和缺陷检测技术（共性关键技术类）

研究内容：针对新能源汽车、5G 通信等高精尖应用领域对高品质稀土永磁材料的迫切需求，重点解决各关键生产环节保障稀土永磁高品质的磁特性测量重复性差、物理缺陷漏检率高的难题，研发大幅度提高产品合格率的关键技术，实现磁体检测过程关键节点的自动化和智能化。

考核指标：最大磁能积波动在 $\pm 1.6\text{ kJ/m}^3$ 以内的产品实现测量

重复性和全程测量自动化，误差范围：剩磁在 $\pm 1.5$  mT 以内，内禀矫顽力在 $\pm 2.4$  kA/m，不确定度达到：剩磁 0.5% ( $k=2$ )，内禀矫顽力 0.5% ( $k=2$ )，最大磁能积 1.5% ( $k=2$ )。内部无损快速检测精度 0.1mm 以内；产品外观缺陷漏检率  $< 1 \times 10^{-5}$ 。申请发明专利  $\geq 5$  项。

关键词：永磁体，测量重复性、无损快速检测

## 2. 新型高效稀土光功能材料及应用技术

### 2.1 超高色域激光显示用新型稀土发光材料及应用技术（共性关键技术类）

研究内容：针对新一代超高色域激光显示技术的发展趋势，研究高功率密度蓝光（440~460nm）光源激发下发光材料的光致饱和规律，设计开发耐辐照的新结构/新组分/新形态的红色和绿色稀土发光材料；探索有效调控光谱特性和提升发光效率的理论依据及关键技术手段，研制高色纯度新型高光效稀土发光材料；开发基于块体/粉体等新型稀土发光材料的多组态新型 LD 封装器件，以及激光用超高色域显示的应用技术。

考核指标：研制出  $\geq 4$  种激光显示用新型稀土发光材料，入射蓝光激光功率密度  $20 \text{ W/mm}^2$  时，绿色稀土发光材料的色品坐标  $y \geq 0.64$ ，至少 1 种色品坐标  $y \geq 0.67$ ，红色稀土发光材料的色品坐标  $x \geq 0.64$ ，至少 1 种色品坐标  $x \geq 0.68$ ；老化 1000 小时，效率下降不超过 10%。采用其制成的 LD 激光封装器件（10W）的显示色域  $\geq 110\%$  NTSC、光效  $\geq 100 \text{ lm/W}$ 。申请发明专利  $\geq 10$  项。

关键词：激光显示，发光效率，激光封装器件

### 3. 稀土材料绿色智能制备和高纯化技术

#### 3.1 高中子吸收与慢化用稀土材料及制备技术（共性关键技术类）

研究内容：面向乏燃料后处理重大工程和小型移动堆大功率、长寿命等应用需求，研制核用高纯稀土金属原料；开发型材加工用超长、高密度、低缺陷稀土金属及合金锭坯真空熔铸技术；开发核用稀土金属及合金棒材、板材等加工成型技术；开发大尺寸多孔异性结构稀土基合金的氢化物制备技术，建立其元素成分—氢含量—组织—性能之间的内禀关系。

考核指标：中子吸收材料的吸收截面 $\geq 44000$  靶恩、缺陷率 $< 0.5\%$ 、致密度 $\geq 99.5\%$ ，Al、Mg、Ti 等杂质总含量 $< 200\text{ppm}$ ，氧杂质含量 $< 500\text{ppm}$ 。中子慢化材料用稀土金属纯度 $\geq 4\text{N}5$ （不含气体杂质），其中 B、Cr、Fe、Ni 等均 $< 10\text{ppm}$ ；中子慢化材料稀土氢化物型材中氢与稀土摩尔比例 $\geq 1.75$ ，外径 $\geq 180\text{ mm}$ 、高度 $\geq 70\text{ mm}$ 、均布孔数量 $\geq 18$  个，耐受温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$ ，寿命 $\geq 2000\text{h}$ 。

关键词：乏燃料，中子吸收与慢化

#### 3.2 高品质铈镨钕合金智能化制备关键技术（应用示范类，定向择优）

研究内容：通过大型电解槽温度场、流场、电场、浓度场等多物理场与化学场的模拟，开展大型绿色高效熔盐电解槽及其配

套装备设计开发，研究基于物联网的稀土合金冶炼数字化关键技术与智能装备集成技术。研究熔盐电解产品在线高效检测技术。实现白云鄂博矿的高品质、低偏析铈镨钕合金稳定制备，形成产业示范。

考核指标：形成一套高品质铈镨钕合金高效制备一体化集成技术；电流效率 $\geq 83\%$ ，吨稀土金属能耗 $<7.8 \times 10^3$  kWh（@7kA $\leq$ 电解槽电流 $<20$ kA）；进出料过程实现自动化，生产工艺条件实现智能控制，电解电源整流效率 $\geq 95\%$ ，在线测量温度精度 $<5.5\%$ ；高品质铈镨钕合金中铈含量 $\geq 50\%$ ，合金中主成份偏析 $\pm 1.5\text{wt.}\%$ ，C $<0.03\text{wt.}\%$ ，Fe $<0.15\text{wt.}\%$ ；建成年产高品质铈基稀土合金生产能力 2000 吨示范线 1 条。

关键词：铈镨钕合金，熔盐电解

有关说明：由内蒙古自治区科技厅、北京市科委、辽宁省科技厅、甘肃省科技厅作为推荐单位组织申报。

#### **4. 稀土物化功能材料及应用技术**

##### **4.1 稀土放射性核素标记及医用（基础研究类）**

研究内容：创制稀土放射性核素在水系中快速高效的标记方法，揭示稀土放射性核素标记的规律和构效关系；开发与稀土放射性核素强螯合的新型小分子多齿配体及大环衍生物类配体；构建分子、超分子组装及纳米尺度的新型稀土放射性核素标记材料；开发基于稀土放射性核素标记的大环衍生物类化合物以及微球、凝胶等功能复合材料，研究稀土核素标记材料在活体内的解离与

代谢行为，发展放射性成像示踪和治疗等生物医学应用新技术。

考核指标：创制 $\geq 5$ 种新型稀土放射性核素材料；建立水系中快速高效的稀土材料放射性标记方法，2 min 内标记效率 $>90\%$ ，制备过程不超过 15 min；开发 $\geq 3$ 种不同组成的稀土放射性核素纳米材料，其尺寸在 5—100 nm 可调，小尺寸分布为  $5 \pm 1$  nm，尺寸大于 15 nm 的分布标准差 $<10\%$ ；开发 $\geq 4$ 种与稀土放射性核素强螯合的新型小分子多齿配体及大环衍生物类化合物，活体内稀土配合物的解离比例不超过 5%；开发 $\geq 5$ 类基于稀土放射性核素的特征功能复合材料及大环类化合物，活体内稀土放射性核素脱落比例 $<0.5\%$ ；针对生物成像、传感和治疗等生物医学应用新技术，开发 $\geq 5$ 种放射性稀土核素。申请发明专利 $\geq 5$ 项。

关键词：稀土放射性核素，核医学，介入治疗

#### 4.2 医用影像与康复装置用新型强磁材料及应用技术（共性关键技术类）

研究内容：针对低场磁共振成像（MRI）早期影像诊断、磁性医疗机器人治疗、磁场康复理疗等特殊需求，开展极低频磁场发生专用新型强磁材料与磁路研究；探讨未来可应用于微纳米磁性机器人的稀土永磁磁体的制备与加工技术；探究极低频交变磁场（双极峰值交变频率不超过 30Hz，单极峰值变化频率不超过 20Hz）发生专用新型强磁材料的性能测试方法；发展交变磁场施磁参数标准确立和技术实现工艺；开发基于 MRI 诊断、磁性医疗机器人治疗和磁场康复理疗的一体化生命健康应用的医疗原型设备。

考核指标：便携式 MRI 样机 1 套，其中样机磁场  $\geq 0.07\text{ T}$ 、梯度磁场强度  $\geq 20\text{ mT/m}$ ，边界处磁场不均匀性  $< 1000\text{ ppm}$ （@直径  $\Phi \geq 200\text{ mm}$  球体空间），便携式 MRI 样机磁体重量减轻 64%，体积减少 20%。开发出磁粉体积分分数  $\leq 20\%$ 、厚度  $\leq 400\text{ }\mu\text{m}$  的软体磁材，其中软体磁材的剩磁  $\geq 0.15\text{ T}$ ，矫顽力  $\geq 720\text{ kA/m}$ （@弯曲模量  $\geq 18\text{ N/m}^2$ ）。动态磁场治疗样机  $\geq 1$  套；单频交变磁场绝对磁通变化率  $Q \geq 1.8 \times 10^4\text{ Mx/s}$ ，动态磁通有效距离  $L \geq 30\text{ mm}$ （@ $Q > 6000\text{ Mx/s}$ ）。

关键词：稀土强磁材料，磁路设计，医疗原型设备

#### 4.3 集成电路制造用纳米稀土抛光材料制备基础研究（基础研究类）

研究内容：针对集成电路超精密抛光特殊需求，开展纳米氧化铈抛光材料制备及其抛光机制基础研究。重点研究纳米氧化铈合成过程中形貌、粒径、晶体结构衍化规律和调控机制；研究设计高悬浮稳定性、高抛光速率纳米氧化铈抛光液配方，探索研磨颗粒粉体与分散介质匹配规律及其对抛光性能的影响规律。

考核指标：建立纳米氧化铈形貌、物相、表面结构与抛光性能的关联机制；细颗粒纳米高纯氧化铈粒径  $D_{50}\ 20 \sim 60\text{ nm}$ ，粒度分布  $(D_{90}-D_{10}) / (2D_{50}) < 0.7$ ，中颗粒纳米高纯氧化铈粒径  $D_{50}\ 60 \sim 120\text{ nm}$ ，粒度分布  $(D_{90}-D_{10}) / (2D_{50}) < 0.8$ ，粗颗粒纳米高纯氧化铈粒径  $D_{50}\ 120 \sim 200\text{ nm}$ ，粒度分布  $(D_{90}-D_{10}) / (2D_{50}) < 1.0$ ；纳米氧化铈纯度  $\geq 99.99\%$ ；抛光速率  $\geq 300$

nm/min,  $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$  选择去除比  $\geq 30$ 。申请发明专利  $\geq 5$  项。

关键词：稀土抛光材料，高纯氧化铈，集成电路

## 5. 稀土新材料及材料基因工程等新技术应用

### 5.1 电子陶瓷基板及所需钇氧化物产业化关键技术（应用示范类）

研究内容：重点研究重稀土氧化物前驱体可控合成技术，前驱体剪裁和组装技术，颗粒形貌保持的煅烧机制。研究重稀土烧结剂品种、纯度、粒度、形貌与电子陶瓷导热性及电学性质的关联关系；研究 RE-AlN 和 RE- $\text{Si}_3\text{N}_4$  电子陶瓷基板材料（RE 代表 Y, Lu 等）典型应用及 RE-AlN 陶瓷基板烧结剂制备技术。建立百吨级重稀土生产线应用示范。

考核指标：重稀土氧化物粉体产品 D50 在  $0.5\ \mu\text{m}\sim 1.0\ \mu\text{m}$  可控,最大粒径不超过  $1.2\ \mu\text{m}$ ,  $\text{Cl}<5\text{ppm}$ , 产品纯度  $>99.99\%$ 。实现 RE-AlN 电子陶瓷基板相对致密度  $>99\%$ （@重稀土离子含量在  $3\text{wt.}\%\sim 20\text{wt.}\%$ ）、导热率  $>170\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；承载电子器件大功率密度  $\geq 20\text{kW}/\text{cm}^2$ 、高电压  $\geq 800\text{V}$ 。建设百吨级重稀土-AlN 陶瓷基板烧结剂示范生产线一条。

关键词：氧化物粉体，基板相对致密度

### 5.2 智能电网等微纳电流芯片用稀土铁性膜制备技术（共性关键技术类）

研究内容：鉴于国家电网以及智能传感器、微型电机和物联网等用微纳敏感芯片对特殊稀土铁性材料高磁性能的需求，研究

包括高丰度稀土的各类微米级稀土铁性薄膜材料的高磁性能与高附着、低应力生长技术、工程制备和微纳加工产业技术。研究基于谐振结构的新型高灵敏电流传感理论模型；研制应用于国家电网等领域的集成高性能稀土铁性膜和微米级磁体的微纳芯片级电流传感器新型器件。

考核指标：电流检测精度 $\leq 1\%$ （@范围：0~10 A）的膜材料器件，面外垂直各向异性高性能薄膜厚度 $\geq 20\mu\text{m}$ ，表面磁场 $\geq 200\text{ Oe}$ （@距离薄膜表面 $\geq 0.1\text{mm}$ ）；体积尺寸 $\leq 1\times 3\times 5\text{ mm}^3$ （@电流检测精度 $\leq 2\%$ 、范围：0~30 A）的器件用微米级体材料：表面磁场 $\geq 3\text{ kOe}$ ；应用于2种电流传感器原型器件。提供电流传感芯片 $\geq 2000$ 片，形成电流传感芯片2万/年的微纳制造能力。

关键词：微米级永磁材料，表面磁场，微纳敏感芯片

## **6. 特种稀土功能材料及专材专用技术**

### **6.1 新型中红外稀土激光/磁光晶体及制备技术（共性关键技术类）**

研究内容：针对激光加工、大气监测等领域对大功率中红外激光器的迫切需求，研发新型中红外波段稀土激光晶体，厘清中红外稀土激光晶体中稀土离子团簇结构的演变规律，建立稀土离子团簇与激光性能之间的构效关系；研究晶体生长过程中微观尺度上固液界面结晶形态和凝固机制，突破大尺寸激光晶体生长技术，加工出高质量晶体元件，实现中红外波段大功率激光输出。研发高性能稀土磁光晶体材料，实现高性能磁光晶体的制备并设

计开发相应磁光隔离器件。

考核指标：中红外稀土激光晶体：氟化物最大晶坯尺寸 $\geq \Phi 100\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，氧化物最大晶坯尺寸 $\geq \Phi 80\text{mm} \times 120\text{mm}$ ，散射损耗 $\leq 1.5 \times 10^{-3}/\text{cm}$ ，光学均匀性优于 $10^{-6}$ 量级， $2.7 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 波段连续激光功率 $\geq 20\text{W}$ ，脉冲激光平均功率 $\geq 30\text{W}$ ，调Q激光峰值功率 $\geq 1\text{MW}$ 。磁光晶体的体吸收 $\leq 1800 \text{ ppm}/\text{cm}@1064\text{nm}$ ，Verdet常数 $\geq 150 \text{ rad}/(\text{T} \cdot \text{m})@532\text{nm}$ ，磁光隔离器隔离度 $\geq 33\text{dB}$ ；新型磁光晶体的中红外波段透过率 $\geq 80\%$ 。申请发明专利 $\geq 15$ 项。

关键词：稀土激光晶体，磁光晶体，磁光隔离器件

## **6.2 时速大于 400 公里高铁牵引电机用钕合金与应用技术 (共性关键技术类)**

研究内容：针对时速大于 400 公里高铁牵引电机实际试验情况，以及对高性能钕合金的磁、力等物理性能提出了新的要求，研究钕合金的宏观磁性、力学特性等与微观结构的关联关系；研究强磁钕合金性能调控及提升技术，搭建钕磁体牵引电机研究与试验平台。完成时速大于 400 公里高速列车用稀土牵引电机研制及集成技术开发，建立相关钕磁体的技术和标准体系。

考核指标：强磁钕合金最高工作温度 $\geq 300^\circ\text{C}$ ；磁通不可逆损失 $< 1\%$ （@  $200^\circ\text{C} \times 2\text{h}$  老化处理）；最大磁能积 $\geq 266 \text{ kJ}/\text{m}^3$ 的钕合金能耐 75g 冲击（@频率 10~2000Hz、最大位移 0.75 mm 的高频振动试验）。钕磁体在稀土电机中的应用，功率密度提升 $\geq 10\%$ （@同等电机重量下（700kg），钕磁体电机转子减重 $\geq 20\%$ ）。

申请发明专利 $\geq 5$ 项。

关键词：强磁钕合金，钕磁体牵引电机

### **6.3 空天 / 临空高功率密度电机用软硬磁稀土组件材料（共性关键技术类，定向择优）**

研究内容：针对航空 / 航天 / 临空驱动电机所需的高功率密度电机对稀土合金的需求，开展新型稀土软硬磁合金及组件研究；开发高强度、低损耗软磁材料。研发高强度、高磁感软磁合金及其相匹配的高剩磁高稳定性稀土永磁材料制备技术；研究材料和组件在空天 / 临空高功率密度电机应用新技术。

考核指标：开发出厚度 $\leq 0.2\text{mm}$ 、宽度 $\geq 250\text{mm}$ 的高强度高磁感软磁材料， $B_{800} \geq 1.8\text{T}$ ， $B_{8000} \geq 2.25\text{T}$ ， $H_c \leq 400\text{A/m}$ ， $R_{p0.2} \geq 650\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 15\%$ ；开发出厚度 $\leq 0.5\text{mm}$ 的高强度低损耗软磁材料， $B_{5000} \geq 1.59\text{T}$ ， $P_{1.0/400} \leq 40\text{W/kg}$ ，屈服强度 $\geq 750\text{MPa}$ ；永磁材料剩磁 $\geq 1.45\text{T}$ （@温度系数 $|\alpha_{Br}| \leq 0.11\%/^{\circ}\text{C}$ ），获得应用组件。申请发明专利 $\geq 4$ 项。

关键词：软硬磁合金，高饱和磁感，绝缘涂层

有关说明：由北京市科委、贵州省科技厅、浙江省科技厅、江西省科技厅作为推荐单位组织申报。

## **7. 青年科学家项目**

### **7.1 稀土-DNA 协同多进制超高密度信息存储技术开发（青年科学家）**

研究内容：针对海量数据储存对新型超高密度存储介质的迫

切需求，开发具有高效协同信息存储特性的稀土-DNA 二元信息储存体系。探索 DNA 分子诱导稀土单原子制造的高效合成及精确组装技术；研究稀土单原子、DNA 分子存储基元在原子/分子多级水平的存储特性；基于稀土单原子自身磁场极性 & DNA 纳米技术创制同时具有碱基信息存储和稀土磁性存储特性的二元信息存储新材料；实现稀土-DNA 二元体系在同一空间信息的双重高效存储。

考核指标：建立稀土-DNA 二元协同信息存储体系理性设计和制备技术路线，实现一维/二维/三维稀土-DNA 二元存储材料的制备，实现数据信息到稀土-DNA 稀土体系的高密度存储，稀土原子空间存储密度  $\geq 100 \text{ bit}/\mu\text{m}^2$ ，DNA 存储密度  $\geq 2 \text{ bit/base}$ 。

关键词：双重高效存储，编码效率

## 7.2 高性能磁栅合金器件及其应用研究（青年科学家）

研究内容：研究稀土磁栅合金材料的晶粒细化调控原理；开展晶界工程调控磁畴尺度规律研究；开发稀土磁栅合金材料的信号密度提升技术；研究高密度磁栅峰谷均匀性调控和角位移磁栅传感器输出波形信号之间的数学关联模型；研究稀土磁栅合金及角位移磁栅传感器在数控机床高速电主轴应用下的服役行为。

考核指标：开发出高密度稀土磁栅合金，用于高速电主轴的角位移磁栅传感器，外径  $\leq 65 \text{ mm}$ ，磁信号衰减  $< 1\%$ （@ $2 \times 10^4 \text{ r/min}$ ）；输出原始弦波信号误差  $\leq 3\%$ （@磁极数目  $\geq 512/\text{圆周}$ ，磁极间距  $\leq 0.95 \text{ mm}$ ）；磁栅合金表面磁场强度峰谷差（相邻极值

差异)  $\geq 400$  mT; 角位移磁栅传感器精度优于 10 角秒。申请发明专利  $\geq 5$  项。

关键词: 磁栅合金, 传感器

### **7.3 近红外发光稀土闪烁晶体新材料研制及应用探索 (青年科学家)**

研究内容: 针对国际近红外发光闪烁材料及探测器件发展趋势, 开展近红外发光稀土闪烁晶体新材料设计、制备与应用技术研究。研究高效近红外闪烁机理及其实现机制, 探索材料设计与性能调控核心规律, 开发适用于近红外波段闪烁材料的有效表征检测技术和评价方法; 开展新型近红外稀土闪烁晶体的高通量制备与筛选, 开发与近红外发光相匹配的光电探测器件耦合技术, 研制基于近红外稀土闪烁晶体的新型辐射探测器件。

考核指标: 开发出  $\geq 2$  种以稀土作为发光中心或基质材料的近红外稀土闪烁晶体新材料, 晶体尺寸  $\geq \Phi 25\text{mm} \times 25\text{mm}$ , 能量分辨率  $\leq 2\%$  (@662keV); 研制出  $\geq 1$  款基于新型近红外稀土闪烁晶体的高性能核素识别仪, 能量分辨率  $\leq 2.5\%$  (@662keV)。申请发明专利  $\geq 5$  项。

关键词: 稀土闪烁材料, 能量分辨率

### **7.4 C1-C4 烷烃高效利用稀土催化剂研究 (青年科学家)**

研究内容: 针对 C1-C4 烷烃高效利用的需求, 开展甲烷裂解制高品质碳催化剂、甲烷氧化偶联催化剂、丙烷脱氢制烯烃催化剂、丙烷芳构化催化剂及高效聚合催化剂的研究, 探究稀土元素

对催化剂结构的调控规律及其协同催化作用，明晰催化剂表面与碳中间体的协同演变规律，开发 C1-C4 烷烃高效利用稀土催化剂。

考核指标：甲烷裂解制催化剂碳材料收率  $\geq 80\%$ ；甲烷氧化偶联催化剂烯烃收率  $\geq 30\%$ ；非铬丙烷脱氢催化剂烯烃收率  $\geq 32\%$ ；稀土强化聚合催化剂聚合物分子量  $\geq 500$  万；低碳烷烃芳构化催化剂芳烃收率  $\geq 50\%$ 。

关键词：碳产品，低碳烃裂解

### 7.5 核用新型高性能稀土合金构效关系与设计研究（青年科学家）

研究内容：针对第四代反应堆堆芯结构，研发兼具更好高温力学和耐辐照肿胀性能的稀土合金。在原子层面澄清高性能稀土合金中稀土元素的存在形式，揭示高性能稀土合金原子尺度微观结构与服役性能间的构效关系；研究稀土元素添加对合金高温强化效果的影响机制；阐明稀土元素添加促进辐照空位和间隙原子的湮灭机理。开发出关键指标、关键性能优异的核用新型高性能稀土合金。

考核指标：核用新型高性能稀土合金的单锭重量不低于 150kg；700°C 的屈服强度  $\geq 300\text{MPa}$ 、断后延伸率  $\geq 20\%$ ；475°C 下离子辐照 200dpa 时，肿胀率  $\leq 0.05\%$ 。

关键词：核用稀土合金，高温力学，耐辐照肿胀性能

### 7.6 BiREO<sub>3</sub> 基 (RE=Sc, Yb 等) 稀土高温压电陶瓷及制备技术（青年科学家）

研究内容：研究稀土 Sc 离子对压电陶瓷高居里温度和高压

电常数的关键调控技术，研究 BiREO<sub>3</sub> 基稀土高温压电陶瓷形成镶嵌式复相结构的技术方法，研究耐高温、耐高压、低介电损耗及抗热震的结构功能一体化高温压电陶瓷制备关键技术。

考核指标：高居里温度和大压电系数的稀土高温压电陶瓷：使用温度  $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ，居里温度  $> 400^{\circ}\text{C}$ ，高温压电常数  $> 400 \text{ pC/N}$ ，介电损耗  $< 0.02$ ，机电耦合系数  $Q_m > 200$ ，抗热震强度  $> 100 \text{ MPa}$ ，获得量产制备技术。

关键词：BiREO<sub>3</sub> 基，高温压电陶瓷，压电常数

## 7.7 多功能传感用稀土发光纳米材料和器件关键制备技术 (青年科学家)

研究内容：针对环境污染监测对低浓度有害物质的快速精准检出的重大需求，开发以我国白云鄂博稀土特色轻稀土矿生产低成本镧、钆氧化物等为主要原料的稀土发光纳米新材料，研发基于等离子激元增强稀土发光机理的分子检测新技术，研发基于纳米磁靶向效应的分子选择性磁筛分—富集新技术，开发同时具备等离子激元增强发光和分子磁筛分—富集特性的多功能分子传感器件。

考核指标：研制出一系列等离子激元增强型稀土纳米发光新材料（@其中  $\geq 1$  种发光材料原料为白云鄂博提供的 6N 高纯度稀土氧化物）；开发多功能分子传感器件实现对复杂样品中多氯联苯等有机污染物的快速富集检测（@待测分子筛分检测耗时  $< 30 \text{ min}$ ）。

关键词：发光新材料，磁筛分—富集，检测灵敏度

## 7.8 耐辐照高性能稀土磁功能材料（青年科学家）

研究内容：针对外太空等领域的应用需求，设计耐低温、耐辐照和高力学特性等特殊物理属性的稀土强磁新材料。研究磁体被中子等辐照后对磁性和结构的影响规律，通过元素替代改善材料的相结构、内禀磁性以及耐低温、耐辐照、抗弯强度等宏观特性，突破磁体稳定性技术。

考核指标：高磁性能、高力学特性稀土钴永磁材料室温剩磁  $\geq 12.5$  kGs，变温 100 °C 时，剩磁变化率  $< 6\%$ ，抗弯强度  $\geq 220$  MPa。耐超低温钕铁硼磁体在 50 K 时，剩磁  $\geq 15.2$  kGs，内禀矫顽力  $\geq 72$  kOe。高强韧钕铁硼的抗弯强度  $> 400$  MPa。磁性能衰减  $< 1\%$ （@中子辐照总剂量不低于  $1.0 \times 10^{12}$  n/cm<sup>2</sup>； $\gamma$ 射线辐照总剂量不低于 100.0Mrad）。

关键词：耐低温，耐辐照，稀土强磁合金

## 7.9 注射成形技术制备复杂结构烧结稀土铁基合金（青年科学家）

研究内容：研发出适用于金属注射成形（MIM）的烧结稀土铁基合金磁粉。研究脱脂粉体后续烧结和热处理过程中去除碳、氢、氧等有害元素技术。研究钕磁粉或钐磁粉或稀土铁氮磁粉等不同稀土铁基磁粉表面改性和 MIM 工艺全过程关键参数对磁体化学成分、显微组织和磁性能的影响。

考核指标：粉末粒度  $D_{50} < 5\mu\text{m}$ ，磁粉在空气中 250°C-2h 氧化增重  $\leq 0.2\%$ ，磁粉的碳含量  $\leq 500\text{ppm}$ ，注射成型工艺制备烧结

磁体剩磁  $\geq 1.2\text{T}$ ，矫顽力  $\geq 960\text{ kA/m}$ 。磁体有效工作温区 100—400 K。磁体后续机加工减重比  $\leq 10\%$ 。

关键词：稀土铁基合金粉，注射成形，致密烧结技术

### **7.10 原创性稀土新功能材料研发和稀土减量应用技术（青年科学家项目）**

研究内容：研究稀土含量  $\geq 10\text{ wt.}\%$  的关键材料中稀土的优质、减量利用技术。探索、研发稀土元素起核心作用，且具有原创性和实用性的新型稀土功能材料，其性能不低于当下同型号产品水平，研究其关键制备技术。

考核指标：

方向 1. 稀土减量利用技术：稀土减量  $\geq 5\%$ （@稀土用量占比  $\geq 10\text{ wt.}\%$  的稀土基材料），且具有国家测试标准的  $\geq 2$  个材料关键技术（如磁致伸缩、永磁、磁制冷或发光等功能材料）指标不低于原来水平。

方向 2. 稀土新材料：开发具有原创性和实用意义且稀土起核心作用的功能材料，且  $\geq 2$  个关键技术指标为国际领先水平，实现技术成熟度  $\geq 5$  级。

关键词：颠覆性功能材料，稀土核心作用，稀土减量

有关说明：在上述要求下自选研究方向、自选或补充研究内容和考核指标，重点关注基础性、前瞻性和颠覆性稀土新功能材料及制备技术，共拟择优支持 2 个项目。