

附件 1

“开放创新”类项目榜单任务指南

项目 1 基于多相复合强化的新体系高比强轻质合金设计与制备

需求背景: 面向航空航天、国防工业、交通运输等领域高端装备进一步轻量化对新型高比强度轻质合金的创新需求,开展基于轻质元素的新体系高比强轻质合金设计与制备方法研究,基于传统铝合金、镁合金等轻质合金,探明新型强化相强化机制、形成条件及在新型合金制备加工过程中的演变规律,探究多相复合强化的可能性,并开展与之匹配的微观组织调控等制备工艺研究,获得区别于传统轻质合金的新体系高比强轻质合金及其制备工艺,为具备工程化应用价值的新体系轻质合金材料设计与制备指明方向,拓展装备结构轻量化设计空间。

拟解决的关键科学问题: (1) 新体系高比强轻质合金新型强化相设计与调控; (2) 新体系高比强轻合金多尺度组织与性能调控。

具体考核指标: (1) 形成多相复合强化新体系轻质合金设计方法及强化机制研究报告; (2) 以铝、镁轻合金为研究目标,开发 1~2 种强化相或强化机制区别于现有高强轻合金的新体系高比强轻质合金; 要求密度不高于基体金属,比强度不低于 $220\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$,具备综合性能匹配优化潜力,其中断后伸长率 $\geq 10\%$,腐蚀性能与同类合金相当; (3) 合作发表论文 (SCI 收录) 2 篇以上、申请专利 1 项以上、培养研究生或技术人员 1 名

以上。

需求方：有色金属材料制备加工国家重点实验室

联系人：闫宏伟，18614088273，yanhongwei@grinm.com

项目 2 空间极端环境下微尺度铜导体材料 组织性能演变机理研究

需求背景：微尺度铜导体材料以其高强度、高导电、柔、韧、重量轻、尺寸小、体积小等综合性能成为制备航空航天传输线缆的关键原材料。针对铜导体材料在空间条件使用时面临大温域下的温度循环、热真空等复杂环境，各项性能指标会发生变化，制约了我国高端航空航天用超细导体材料实际应用的问题。开展空间条件下微尺度铜导体外部几何尺寸和内部微观结构对力学和电学性能影响的研究，获得复杂空间环境下微尺度铜材高强度和高导电的边界条件，为微尺度铜导体材料的发展和性能优化提供理论指导。

拟解决的关键科学问题：探明微尺度铜导体材料在高低温、辐照、湿热等空间条件下的微观组织和性能演变规律。

具体考核指标：以线径 $\Phi 0.03-0.5\text{mm}$ 铜导体线材（抗拉强度 $\geq 480\text{MPa}$ ，导电率 $\geq 100\% \text{IACS}$ ）为研究对象。开展下述空间条件下的实验：

①高温老化： $125^{\circ}\text{C}/1000\text{h}$

②温度冲击：低温 $-55\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，高温 $125\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，高低温转换时间 $< 10\text{s}$ ，高温样品到温后保持 5min ，循环次数 100 次

③湿热试验： $(70\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、 $(95\pm 5)\text{RH}$ 条件下放置 360h

④耐极限低温：-196°C液氮中浸泡 24h

⑤耐辐照：采用 60Co- γ 射线进行辐照，辐照总剂量 $5 \times 10^8 \text{rad}$
(Si)

获得微尺度铜导体材料在上述空间环境下微观组织和力学/电学性能演变图谱。

需求方：雁栖湖特种有色金属材料创新中心

联系人：张文婧，18911970343，zhangwenjing@grinm.com

项目 3 多碱阴极侧窗型光电倍增管仿真设计与光电阴极工作机理研究

需求背景：侧窗型光电倍增管是在光学测量和光谱分析仪器中将微弱光信号转换为电信号并实现倍增放大功能的关键部件。目前高性能多碱阴极侧窗型光电倍增管的生产技术和产品供应被外国企业全面垄断，严重制约了我国先进科学仪器的研发和产业化发展。针对当前国产光电倍增管电子收集效率低、电子渡越时间分散大、光电阴极灵敏度低的问题，围绕侧窗型光电倍增管的基本工作原理，开展整管和光电阴极结构的仿真优化设计方法探索，以及管型精细结构对电子收集效率和电子渡越时间分散指标的影响规律、光电阴极的结构和成分对阴极灵敏度的影响机制研究工作，进而实现指导高性能侧窗型光电倍增管产品质量的改进提升和产线建设、支撑国内先进科学仪器产业发展的目标。

拟解决的关键科学问题：（1）侧窗型光电倍增管精细结构对电子收集效率以及电子渡越时间分散指标的影响规律；（2）反射式多碱光电阴极的结构和成分对阴极灵敏度的影响机制。

具体考核指标：（1）形成完善的多碱阴极侧窗型光电倍增管理论设计方法（包括但不限于理论模型建立、关键参数优化等）；（2）按甲方提出指标要求（增益 $\geq 1 \times 10^7$ ；上升时间 $< 2.2\text{ns}$ ；渡越时间分散 $< 1.2\text{ns}$ ）完成侧窗型光电倍增管整管仿真设计并输出方案图纸 1 套（包括但不限于关键参数、方案图纸）；（3）完成反射式多碱光电阴极结构设计，要求阴极灵敏度设计指标 $> 250 \mu\text{A/lm}$ ，并形成可以指导优化阴极制备工艺的实施方案。（4）完成设计报告 1 份，申请专利 1 件，软件著作权 1 件。

需求方：国家有色金属及电子材料分析测试中心

联系人：卓军，18618349505，zhuojun@gbtcgroup.com

赵羽，13581618330，zhaoyu@gbtcgroup.com

项目 4 热失控安全监测 MEMS 传感器件及其预警机制研究

需求背景：随着电池能量密度的日益提高，热失控风险呈现上升趋势，发展锂离子动力电池的热失控预警技术日益迫切。目前，现有的基于模组层级的传感技术通常附着于电池表面，仅能测得电池表面的信息，且受制于梯度效应，局部效应，已不能完全满足有效预警的需求。研究表明，针对三元电池使用加热片进行热失控激发，测试发现从泄压阀开阀排气到最终热失

控时间约 25min，产气成分传感器可以用于热失控过程的早期报警。因此针对电池热失控安全监控预警需要，开展构建基于电池安全基于气体、压力等多物理量的传感模型构建及预警机制研究，围绕未来电池植入式传感器及相关技术需求，提出针对锂离子电池热失控的多元感知方案和薄膜性 MEMS 传感器的集成模型及技术方案。

拟解决的关键科学问题：（1）热失控场景下基于薄膜传感技术的多元气体感知及其快速响应影响机制；（2）热失控场景下的基于微纳压力、气体等多感知量的协同感知预警模型。

具体考核指标：（1）基于典型气体、压力传感器件单元，构建形成面向锂电池热失控场景的感知预警模型；（2）氢气、一氧化碳满足 0-500ppm 的检测，灵敏度优于 5ppm，响应时间（传感器信号到达稳定值的 90% 所用的时间）小于 30s；压力检测满足 50-200KPa 的检测，灵敏度优于 5KPa，响应时间小于 1s；（3）发表高水平研究论文 1-2 篇。

需求方：智能传感功能材料国家重点实验室

联系人：李港荣，18867383563，ligangrong@grinm.com

项目 5 高钙镁低品位硫化镍钴铜矿非常规生物浸出基础研究

需求背景：含钙镁高碱性低品位硫化矿因有价金属品位及过高的钙镁脉石含量使得采用传统选冶工艺处理该类资源难以产生经济价值。与选矿工艺相比，生物堆浸工艺具有工艺流程短、绿色低碳、清洁高效等优势，但针对此类资源存在硫酸消耗量大、浸堆堆体渗透性持续恶化、有价矿物浸出界面钝化以及

浸出液钙镁含量过高等工程技术难题。因此，针对高钙镁低品位硫化镍钴铜矿，应开展有别于传统生物浸出体系的新型非常规生物浸出基础研究：(1) 构建新型非常规生物浸出体系，在近自然环境 pH 条件下 ($5 \leq \text{pH} \leq 9$) 选育获得新型非常规生物浸出体系的专属浸矿菌种；(2) 研究新型非常规生物浸出体系下含钙镁高碱性脉石矿物硫化矿生物浸出过程浸矿微生物菌群演替规律及种间互作机制；(3) 研究典型含镍/钴/铜等矿物生物氧化溶解机理及浸矿微生物-代谢产物-关键矿物间特异性吸附等相互作用机制；(4) 针对给定矿石样品开展非常规体系下生物浸出试验研究，优化浸出体系工艺参数及条件，实现有价金属与钙镁杂质元素的选择性分离。

拟解决的关键科学问题：(1) 非常规生物浸出体系近自然 pH 条件下含钙镁高碱性低品位硫化矿石高效浸矿微生物选育驯化机制。(2) 高效浸矿微生物-代谢产物-目的硫化矿物吸附、生物氧化、生物浸取等相互作用机制及固液菌反应界面物质转化途径。

具体考核指标：(1) 针对典型钙镁低品位硫化镍钴铜矿，选育获得适用于近自然 pH 条件 ($5 \leq \text{pH} \leq 9$) 下新型非常规生物浸出体系的专属浸矿菌种 3~5 株；(2) 构建新型非常规生物浸出体系，形成含钙镁高碱性脉石矿物硫化矿石新型非常规生物浸出技术原型；(3) 针对给定矿石样品开展非常规体系下生物浸出试验研究，有价金属镍、钴、铜等浸出率 $\geq 70\%$ ，钙、镁等杂质溶出率 $\leq 30\%$ ；(4) 发表中科院分区 Q1、Q2 区 SCI 论文各 1 篇以上，申请发明专利 1 件以上。

需求方：高品质有色金属绿色特种冶金国家工程研究中心

联系人：陈勃伟，13552605439，chenbowei@grinm.com

项目 6 富锂体系高稳定性固化界面构筑机理研究

需求背景：高克容量富锂材料被认为是潜在的正极材料之一，原位固态化技术则是目前公认的解决电池安全问题的重要手段，二者结合是开发高安全高比能动力电池技术的重要切入点。现阶段，固化电解质技术多基于成熟材料体系，难以匹配富锂材料的高电压、高氧活性特性，诱发的副反应无法发挥该体系电池的安全性和电性能水平。针对上述技术问题，开展基于富锂体系的固化界面构筑机制研究，阐明富锂材料高电压、高氧化活性对固化界面结构功能特性的影响规律，设计具备高热稳定性、耐高压、低阻抗、原位固化界面，全面提升富锂体系高比能电池的综合性能水平，实现动力电池领域的核心技术突破。

拟解决的关键科学问题：(1) 富锂材料/固化电解质界面的热分解特征规律。(2) 富锂材料高电压和高氧活性特征对固化电解质锂离子动力学过程的影响机制。

具体考核指标：(1) 安全性能：100%SOC、含电解质条件下，正极热分解 DSC 起峰温度较液态条件提高 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ；基于富锂材料的原位固化 350 Wh/kg 体系电池，容量 $\geq 1\text{ Ah}$ ，通过《GB31485-2015》针刺测试；(2) 电性能：固化后电解质电导率 $\geq 5\text{ mS}$ ，分解电位 $\geq 4.7\text{V}$ (vs. Li)，相较液态体系对材料容量发挥的负影响率 $\leq 3\%$ ；基于富锂材料的原位固化 350 Wh/kg 体

系电池, 倍率性能 3C 容量保持率 $\geq 75\%$, -20°C 低温放电容量保持率 $\geq 60\%$ 。

需求方: 国家动力电池创新中心

联系人: 权威, 15201127767, quanwei@glabat.com