

钒钛资源综合利用产业技术创新战略联盟

2022 年度协同研发项目申报通知

为持续推进钒钛资源综合利用产业技术创新战略联盟（以下简称“联盟”）产学研用长效合作机制，推动联盟创新资源共享和研发项目合作，加快钒钛产业关键共性技术研发和产业化转化，结合联盟 2022 年度研发需求，根据《钒钛资源综合利用产业技术创新战略联盟协同项目管理办法》，发布联盟 2022 年度协同研发项目申报指南。

通知如下：

一、支持项目清单

序号	项目名称	产业领域
1	轻质耐高温 TiAl 合金制备技术研究	金属钛材
2	重度脊柱矫形固定手术用相关医用钛合金产品研制	金属钛材
3	多元钒合金在超强韧钛合金飞机结构件中的应用开发	金属钛材
4	电子束冷床炉熔炼大规格钛及钛合金扁锭的冶金缺陷控制机制	金属钛材
5	高钛马氏体时效高强不锈钢腐蚀疲劳性能预测模型与优化研究	特钢
6	起落架用超高强钢环境断裂机理研究	特钢
7	基于再结晶演化数值仿真的超高强钢热锻工艺优化研究	特钢
8	铅冷快堆用铁素体/马氏体耐热钢影响服役性能的相关机理研究	特钢
9	钛铝复合微合金化高强钢组织性能精细化调控技术研究	机械用钢
10	铁水间接氧化提钒新技术研究	钒冶金
11	大型倾翻电炉冶炼钒铁长寿化技术研究	钒冶金
12	复杂氯化物熔盐体系的物性及结构研究	钛化工
13	三相交流电炉使用中空电极冶炼钛渣模拟研究	钛原料

注：具体见附件 1。

二、申报原则

优先支持联盟成员单位申报，鼓励各联盟成员单位联合申报。

三、申报方式

申请人填写“钒钛资源综合利用产业技术创新战略联盟-协同项目申报表”（附件 2），并将申报表提交至钒钛联盟秘书处，需提交 word 版和包括单位意见及领导签字盖章的 pdf 版。

四、时间要求

截止日期：2022 年 6 月 25 日。

五、其它事项

申报过程中申请人可与项目联系人沟通交流。

六、联系方式

弓丽霞：0812-3380936；18982340891；glxcqu@163.com

附件 1：2022 年度协同研发项目申报指南

附件 2：2022 年度协同研发项目申报表

钒钛资源综合利用产业技术创新战略联盟

二〇二二年五月十三日

附件 1:

2022 年协同研发项目申报指南

1、轻质耐高温 TiAl 合金制备技术研究

◆ 研究内容

针对 TiAl 合金本征脆性导致的难加工问题，研究大尺寸高温 TiAl 合金板材高效制备加工技术，研究高温 TiAl 合金增压器涡轮增压材制造技术，研究 TiAl 合金板材和增压器涡轮的成形性能，探索 TiAl 合金板材与增压器涡轮的应用。

◆ 研究目标

突破轧制和增材制造过程中板材和涡轮的开裂问题，建立成形制备过程中 TiAl 合金显微组织与力学性能的对应关系，研制出航空航天和车辆工程用 TiAl 合金复杂整体构件和增压器涡轮典型样件，并对增压器涡轮进行初步应用测试，促进 TiAl 合金的实际应用。申请专利 ≥ 2 件，发表论文 ≥ 2 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇）。

项目联系人：卢东；联系方式：13568842316

2、重度脊柱矫形固定手术用相关医用钛合金产品研制

◆ 研究内容

研究开发重度脊柱后凸畸形或脊柱角状后凸畸形矫形术后满足支撑力学适配性、脊柱力学环境重建及调控骨再生能力的个性化钛合金垫块，开发脊柱后路稳定三维固定的新式手术连接模式及配套钉-棒-板固定系统。

◆ 研究目标

建立脊柱个性化垫块的快速建模、生物力学分析和骨再生快速评价方法。设计和制备 3 种以上具有良好支撑结构、机械强度和骨整合

能力的钛合金脊柱垫块，经大型动物实验达到脊柱力学重建及骨再生要求，并达到《YY/T 0640-2016 无源外科植入物通用要求》、《YY 0341.2-2020 无源外科植入物 骨接合与脊柱植入物 第2部分：脊柱植入物特殊要求》等相关标准的要求。开发脊柱后路稳定三维固定的新式手术连接模式及设备，满足脊柱长期固定的生物力学要求。设计和制备基于新式手术连接模式的钉-棒-板钛合金内固定系列产品，达到《YY/T 0640-2016 无源外科植入物通用要求》、《GB/T 12417.1-2008 无源外科植入物骨接合植入物特殊要求》等相关标准的要求。建立钛合金脊柱垫块和配套钉-棒-板固定系统的服役安全性评价方法。申请专利 ≥ 2 项，发表论文 ≥ 3 篇（其中 EI 检索至少 2 篇，在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇）。

项目联系人：唐新新；联系方式：15681281583

3、多元钒合金在高强高韧钛合金飞机结构件中的应用开发

◆ 研究内容

研究高强高韧钛合金熔炼用多元钒合金（V-Mo-Cr-Fe-Al）的成分设计、多元钒合金冶炼、多元钒合金的成品处理及检测技术；开展添加多元钒合金后高强韧钛合金棒材及锻件的热加工、热处理工艺、关键服役性能研究及相关测试。

◆ 研究目标

制备出满足用户要求的多元含钒系高强高韧钛合金。

合金材料端：制取的 V-Mo-Cr-Fe-Al 合金成分要求：V 31-35%、Mo 31-35%、Cr 5-8%、Fe 5-8%、Si $\leq 0.35\%$ 、C $\leq 0.1\%$ 、O $\leq 0.2\%$ 、N $\leq 0.08\%$ ；冶炼 V 回收率 $\geq 92\%$ ，Mo 回收率 $\geq 91\%$ ；制备的多元钒合金与基体海绵钛的熔点、粒度接近，范围不超过 $\pm 15\%$ 。

钛合金棒材/锻件：添加多元钒合金后，制备的棒材/锻件综合力学性能优异，满足相关承力结构件的要求；TC18：规格 $\phi 400 \times L$ mm，

力学性能 R_m : 1130-1300MPa, $A \geq 8\%$, $Z \geq 20\%$; 批次稳定性指标: 三炉十批次材料力学性能 CV 值 $\leq 5\%$; 锻件单体质量 $\geq 200\text{kg}$ 。

专利论文: 申请专利 ≥ 2 项, 发表论文 ≥ 2 篇 (在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇)。

项目联系人: 王永钢; 联系方式: 13320719139

4、电子束冷床炉熔炼大规格钛及钛合金扁锭的冶金缺陷控制机制

◆ 研究内容

针对在 EB 炉生产扁锭过程中, 表面裂纹、冷隔、瘤疤、折层等冶金缺陷问题, 研究精细化电子束扫描加热均温技术、凝固工艺参数对扁锭质量影响规律、凝固过程凝固组织演变规律以及 EB 炉生产过程中高、低密度夹杂物行程轨迹及去除机理。

◆ 研究目标

实现电子束扫描条件下的精确控温, 熔池表面温度梯度控制在 200K 以内; 减少非稳态区长度, 锭头切除长度在 2022 年的基础上缩减 20%; 提高夹杂物去除率, 在 2022 年的基础上重金属夹杂物中的主要杂质元素 Mo、W、Nb、Ta 去除效率提高 15%, 轻金属夹杂物中的主要杂质元素 N、O、C 去除效率提高 10%; 发表论文 ≥ 2 篇 (在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇)。

项目联系人: 李阳; 联系方式: 15680355507

5、高钛马氏体时效高强不锈钢腐蚀疲劳性能预测模型与优化研究

◆ 研究内容

针对高钛马氏体时效不锈钢中因含有不同尺度的含钛第二相对该类不锈钢疲劳性能的显著影响, 研究高钛马氏体时效高强不锈钢的组织结构、强韧性能、腐蚀疲劳强度及疲劳裂纹扩展速率及相关机制, 建立健全适用于 Custom 465 高强不锈钢的腐蚀疲劳强度预测模型、腐

蚀疲劳裂纹扩展速率预测模型并进行验证，开展腐蚀疲劳性能最优化设计与验证。

◆ 研究目标

通过研究 Custom 465 高强不锈钢的高周腐蚀疲劳行为，揭示其腐蚀疲劳变形及损伤机制，建立腐蚀疲劳强度与基本力学性能之间的关系，发展适用于 Custom 465 高强不锈钢的腐蚀疲劳强度预测模型。通过研究 Custom 465 高强不锈钢的腐蚀疲劳裂纹扩展行为，揭示其腐蚀疲劳裂纹扩展机制，建立腐蚀疲劳裂纹扩展寿命与强韧性之间的关系，发展适用于 Custom 465 高强不锈钢的腐蚀疲劳裂纹扩展速率预测模型。合作发表学术论文 2-4 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇），申请专利 2 件。

项目联系人：郑淮北；联系方式：13668164369

6、起落架用超高强钢环境断裂机理研究

◆ 研究内容

针对飞机结构开裂失效问题，研究超高强钢的微观组织对应力腐蚀性能（KISCC）的影响，研究应力腐蚀 SCC 微观损伤行为及机理，研究环境（SCC）对裂纹扩展及失稳行为的影响机理，研究环境对超高强度钢的疲劳寿命的影响及其机理。

◆ 研究目标

阐明起落架用超高强度钢微观组织与应力腐蚀性能（KISCC）的关系，阐明环境对超高强钢裂纹扩展及裂纹失稳行为的影响机制，揭示应力腐蚀 SCC 对起落架用超高强度钢的微观损伤行为并阐明机理，揭示环境对超高强度钢的疲劳寿命的影响并阐明其作用机理，发表论文≥2 篇（在钢铁钒钛期刊上至少发表论文 1 篇）。

项目联系人：王洪利；联系方式：15882440686

7、基于再结晶演化数值仿真的超高强钢热锻工艺优化研究

◆ 研究内容

开展超高强钢的高温热变形流变应力本构方程、高温热加工图研究，研究热变形及道次间歇中奥氏体再结晶（动态再结晶、静态再结晶、亚动态再结晶）及晶粒长大演化行为、热锻全流程温度场-应力场-微观组织多场耦合有限元计算建模。

◆ 研究目标

获得超高强钢高温塑性变形材料本构模型，明确超高强钢的合理热加工窗口及潜在塑性失稳危险区，获得超高强钢热变形过程奥氏体晶粒演化动态/静态/亚动态再结晶及晶粒长大的物理冶金模型，创建出热加工微观组织演化材料数据库。获得完整的超高强钢热锻再结晶组织演化数值建模方法，实现与工艺轨迹相关联的时变工况下微观组织演化预测，快速、低成本热锻加工工艺。发表论文 ≥ 2 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文1篇）。

项目联系人：盛振东；联系方式：13811916364

8、铅冷快堆用铁素体/马氏体耐热钢影响服役性能的相关机理研究

◆ 研究内容

研究稀土氧化物冶金强化机制，分析 9~12 (wt%) Cr 铁素体/马氏体钢热老化过程中 Y、La、Si、Al 等元素对机械性能的影响；研究分析单一、复合稀土元素对 9~12 (wt%) Cr 铁素体/马氏体钢的氧化膜结构、致密度以及氧化膜与基体之间结合韧度影响；研究高均匀性与高性能快堆用钢的组织与性能调控技术；研究 550℃ 液态铅铋环境中的动/静态腐蚀动力学过程及液态金属脆化机制。

◆ 研究目标

获得铅冷快堆结构钢的稀土氧化物冶金强化机制，及形变热处理工艺方案。获得最佳稀土元素添加量范围，及液态金属脆化机制。获

得高性能快堆用钢，在 650℃热老化 5000 h 后平均维氏硬度大于 205 kg/mm²，力学性能降幅≤5%。获得在 550℃，2000h 液态铅铋合金中腐蚀渗透层小于 30μm 的高性能快堆用钢。发表论文≥2 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇）。

项目联系人：曾泽瑶；联系方式：15650176090

9、钛锆复合微合金化高强度组织性能精细化调控技术研究

◆ 研究内容

针对钛微合金化钢析出相不稳定、液析 TiN 难控制、易出现混晶的问题，开展 Ti 微合金化钢中夹杂物精细化控制技术、轧制阶段奥氏体组织超细化和均匀化控制技术、纳米析出相稳定析出控制技术以及析出相、组织亚结构与强韧性的关系研究，建立 Ti-Zr 复合微合金化低碳钢的强韧化机制。

◆ 研究目标

获得 Ti 微合金钢中夹杂物精细控制关键技术，减少液析 TiN 含量。实现轧制阶段奥氏体组织超细化（细化到 10μm 以下）和均匀化控制。获得 800MPa 级高强度高韧性 Ti-Zr 微合金化低碳钢原型及其关键生产技术。发表论文≥2 篇（在钢铁钒钛期刊上至少发表论文 1 篇），申请专利≥2 件。

项目联系人：熊雪刚；联系方式：18782306732

10、铁水间接氧化提钒新技术研究

◆ 研究内容

开发一种铁水提钒新工艺，研究提钒添加剂与铁水中各元素氧化基础热力学。研究不同添加剂配比对钒、碳、磷等元素氧化的影响规律。开展新提钒工艺不同搅拌工艺条件下铁水流场变化及氧化动力学、钒渣形成机理及渣金间元素迁移规律、物质及能量平衡规律等研究。

◆ 研究目标

通过提钒添加剂结构与配比优化实现铁水包提钒率 $>90\%$ 、碳烧损率 $<10\%$ 。通过添加剂调控在提钒基础上实现铁水中 20% 以上的脱磷率。掌握新提钒工艺的钒渣成分与结构精准调控方法；明确新工艺条件下钒渣物相结构的变化规律，开发或改进对应的提钒方法。发表论文 ≥ 2 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文1篇），申报专利 ≥ 2 件。

项目联系人：陈炼；联系方式：13550900533

11、大型倾翻电炉冶炼钒铁长寿化技术研究

◆ 研究内容

针对大型倾翻电炉冶炼钒铁电炉炉体侵蚀严重、冶炼过程存在漏炉风险、炉龄较短、冶炼收率偏低、生产成本偏高等突出问题，通过在现有倾翻电炉的基础上改良炉砖材质、优化炉砖结构、优化在线补炉炉料、增加在线补炉设施等研究，实现多炉连续冶炼、提高生产效率、提高炉龄等目的。

◆ 研究目标

单炉连续冶炼 ≥ 6 炉/天；炉龄 ≥ 60 炉/次；发表论文 ≥ 2 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文1篇），申报专利 ≥ 2 件。

◆ 研究说明

1、单炉氧化钒投入量：10t 氧化钒【单炉 FeV50 饼重 $\geq 11\text{t}/\text{炉}$ （FeV80 饼重 $\geq 7\text{t}/\text{炉}$ ）】。

2、单炉冶炼通电时间：150-180min。

3、冶炼过程渣中 TV $\leq 0.6\%$ 。

项目联系人：杨雄；联系方式：15183431320

12、复杂氯化物熔盐体系的物性及结构研究

◆ 研究内容

研究 $\text{NaCl-MgCl}_2\text{-CaCl}_2\text{-FeCl}_2\text{-MCl}_y$ ($\text{M}=\text{Fe}^{3+}$ 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+}) 等多元复杂熔盐体系下物相组成、微观结构、密度、表面张力和粘度等熔盐物性。研究 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 等固体杂质在该类多元熔盐体系中溶解度特性，固体杂质对熔盐体系流动性能影响与表征方法。研究 $\text{NaCl-MgCl}_2\text{-CaCl}_2\text{-FeCl}_2\text{-MCl}_y$ ($\text{M}=\text{Fe}^{3+}$ 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+}) 等多元复杂熔盐体系在 $700\sim 800^\circ\text{C}$ 下熔盐物性与氯化物熔盐及固相杂质组成、结构的关联机制。

◆ 研究目标

确立 $\text{NaCl-MgCl}_2\text{-CaCl}_2\text{-FeCl}_2\text{-MCl}_y$ ($\text{M}=\text{Fe}^{3+}$ 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+}) 等多元复杂熔盐体系的熔盐物性、流动性参数与表征方法。确立 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 等固体杂质在熔盐体系中溶解度及对熔盐流动性影响规律。明确 $700\sim 800^\circ\text{C}$ 条件下熔盐物性与氯化物熔盐及固相杂质组成、结构的关联机制。发表论文 ≥ 2 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇）。

项目联系人：朱福兴；联系方式：15881293957

13、三相交流电炉使用中空电极冶炼钛渣模拟研究

◆ 研究内容

以钛冶炼厂现有 25.5MW 钛渣电炉为基础，开展以下研究：模拟交流电炉使用三相中空电极熔池温度场、流场、电磁场等分布特性，并与实心自焙电极形成对比；研究交流电炉使用三相中空电极对自焙电极焙烧质量的影响，并与实心自焙电极形成对比；模拟交流电炉使用三相中空电极下料及冶炼过程；对比分析中空电极在交流、直流钛渣电炉应用特性。

◆ 研究目标

确立钛渣冶炼交流电炉使用三相中空电极熔池温度场、流场、电磁场规律，掌握三相交流电炉使用中空电极冶炼钛渣时的熔池特性、冶炼特性、加料特性及对电极焙烧的影响，为后续装备技术升级提供

理论支撑。明确中空电极在交流、直流钛渣电炉应用特性差异。发表论文 ≥ 2 篇（在《钢铁钒钛》期刊上至少发表论文 1 篇）。

项目联系人：肖军；联系方式：15983551936

