

关于 2025 年度四川省科学技术奖拟提名项目的公示

项目名称：高品质钒铁合金高效制备关键技术与应用

提名者：四川省金属学会

提名意见：该项目针对传统铝热还原钒铁合金制备过程的系列共性技术难题，开展了影响铝热还原极限、渣金分离效率以及产品质量控制等关键热动力学和工艺技术研究，创新性重塑工艺流程，开发了多期热电耦合高效制备高品质钒铁合金关键技术与装备。研究成果已实现产业化应用，社会经济效益显著。项目实施期间获发明专利 23 件，实用新型专利 5 件，发表论文 12 篇，创新性显著。提名该项目为 2025 年度四川省科学技术进步奖。

提名奖项：四川省科学技术进步奖

完成人：余彬，杨雄，叶明峰，豆志河，赖梅祥，王宁，王进，石俊杰，黄云，张林，洪全村，周开著，伍金树，尹富东

完成单位：攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司，攀钢集团钒钛资源股份有限公司，东北大学，成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司，攀钢集团西昌钒制品科技有限公司

项目简介：

项目针对传统铝热还原钒铁合金制备过程面临的还原剂添加量与还原极限之间的矛盾、大渣量熔体渣金分离困难以及产品质量不可控等制约钒铁合金综合收率和产品质量提升的共性技术难题，开展了

影响铝热还原极限、渣金分离效率以及产品质量控制等关键热动力学和工艺技术研究，开发了多期热电耦合高效制备高品质钒铁合金关键技术装备。形成创新成果如下：

创新点 1：构建了 V-Al-Fe-O 熔体质量作用浓度计算模型，确定了铝热还原冶金熔体的结构单元及其质量作用浓度和钒氧化物理论还原极限。形成了基于“期内递增、期间递减”的钒铁合金多期双梯度配铝以及冶炼终点复合精炼等工艺技术，实现了钒铁合金制备向倾翻炉多期法的技术迭代以及钒氧化物的强化还原，解决了还原剂添加量与冶炼收率之间的矛盾。

创新点 2：构建了适用于铝热还原体系不同流体类型的无限大流体自沉降模型，确定了影响大渣量钒铁合金制备过程渣金分离的主要因素。形成了基于浇铸特性、熔渣特性和沉降特性调控的钒铁合金浇铸强混及渣金分离控制技术，实现了铝热还原体系浇铸渣中钒的二次深度还原以及反应产物的高效分离，改善了渣中裹金以及合金夹渣的技术难题。

创新点 3：构建了钒铁合金冶炼过程原料杂质成分控制标准及合金成分精准预测控制模型，确定了铝热反应前后典型杂质元素的迁移规律。形成了基于原料组成和产品质量适配的钒铁合金低成本原料替代及含钒二次资源在线循环技术，实现了全流程二次资源的综合利用及产品质量的稳定控制。

创新点 4：自主设计开发了全球最大的钒铁合金热电耦合高效制

备专用倾翻电炉及配套装备，掌握了铝热还原体系超高温分段配电规律。形成了基于多源原辅料超高温熔炼体系的电炉及组件设计技术，实现了钒铁合金多炉次长周期连续冶炼以及炉龄长寿化。

项目研究成果整体技术达到国际先进水平，其中弃渣 T.V 含量和单位铝耗控制水平国际领先。授权发明/实用新型专利 30 件（国际发明专利 2 件），牵头起草、修订国际/国家标准 4 项，发表核心期刊论文 12 篇。项目成果自 2020 年在攀钢集团钒钛资源股份有限公司、攀钢集团西昌钒制品科技有限公司全面推广应用，累计生产销售钒铁合金 10 万余吨，全国市占率达到 60%以上，产品获工信部“单项冠军产品”、四川省“天府名品”等荣誉称号。

主要知识产权和标准规范目录

序号	知识产权 (标准)类别	知识产权(标准)具体名称	授权号 (标准编号)	授权(标 准 发布)日 期	权利人 (标准起草单位)	发明人 (标准起草人)
1	发明专利	钒铁合金的制备方法	ZL202210049530.X	2023.07.21	攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司	余彬, 景涵, 陈海军, 师启 华
2	发明专利	钒铁合金的制备方法(俄罗斯)	2022116145	2024.08.14	攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司	余彬, 景涵, 陈海军, 师启 华
3	发明专利	一种钒铁合金的制备方法	ZL201810107567.7	2020.07.07	攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司	余彬, 潘成, 唐红建, 景涵
4	发明专利	大型倾翻炉冶炼 FeV80 的保温方 法	ZL201910716220.7	2021.08.20	攀钢集团钒钛资源股份有限公司	杨雄, 张巍, 杨志, 洪全村
5	发明专利	高品质 FeV50 合金的制备方法	ZL201910355285.3	2021.04.27	攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司	尹丹凤, 景涵, 余彬, 叶明 峰
6	发明专利	一种钒铁合金冶炼炉炉衬及其制备 方法	ZL202110424891.3	2022.05.24	攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司	叶明峰, 黄云, 余彬, 景涵
7	论文、专著	Preparation of high-quality FeV50 alloy by an improved SHS-EAH	--	2023.05.15	中南大学, 攀钢集团攀枝花钢铁研究 院有限公司, 东北大学	余彬, 袁铁锤*, 石俊杰*, 邱玉超, 蒋成龙, 吴小平, 肖代

		multi-stage process				红, 李瑞迪, 景涵, 叶明峰
8	论文、专著	Evaluation of a green-sustainable industrialized cleaner production for FeV50 and FeV80 alloys from vanadium slag	--	2021.09.15	攀钢集团钒钛资源股份有限公司, 四川大学	王进, 张攀, 王绍东, 杨林*, 罗建洪*, 何文艺, 杜光超, 王辛龙, 张志业, 杨秀山
9	论文、专著	Phase equilibria of MgO-Al ₂ O ₃ -TiO ₂ system at 1600°C in air: Emphasis on pseudobrookite and spinel solid solution phase	--	2022.06.11	东北大学, 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司, 六盘水师范学院	邱玉超, 石俊杰, 余彬, 侯长乐, 董静静, 李松, 翟予未, 李建中, 刘常升
10	标准	钒铁 规格和交货条件	ISO 5451:2022	2022.12.09	攀钢集团	周开著, 王永刚, 尤本银, 余彬, 周芳