

《高强铝合金材料与铝合金轮毂锻造关键技术及应用》项目信息

一、项目简介：

该成果针对锻造轮毂用高强铝合金成分精准设计、优质锭坯制备及高强超轻轮毂锻造一体化成形技术的难题，自主开发了高强 6xxx 铝合金材料，突破成分优化、负压铸造装备升级、轮毂拓扑设计及锻造成形协同优化等核心技术，创新 3 项关键技术：

1. 高强 6xxx 系铝合金数字化成分设计与超纯净熔体调控技术

面向交通结构件用高强铝合金需求，融合 Thermo-Calc、JMatPro 等 CALPHAD 工具与密度泛函理论，开展热力学、动力学多尺度计算，构建合金性能数据库；通过成分—组织—性能耦合机制研究，实现高强 6xxx 系铝合金成分精准设计，克服传统“试错式”研发周期长、随机性大的短板。同步开发熔体在线碱金属脱除、精炼净化、在线除气成套工艺，稳定制备高洁净度铝合金熔体，为高性能铝棒工业化生产提供技术支撑。

2. 高强 6xxx 系铝合金优质锭坯制备集成技术与显微组织精准调控技术

依托油气滑铸造装备自主研发基础，优化结晶器石墨环材质，引入高温胶密封工艺，解决润滑油外溢问题；优化冷却水出水结构，提高换热效率，提升铸棒内部组织与表面质

量。创新提出“非平衡析出一短程溶质重配—亚晶协同演变”双级短时高效均质化热处理理论，以溶质短程局域重配消解枝晶偏析，压缩保温周期，解决大规格铸棒边—心部溶质场及组织性能不均难题；开发匹配旋压、锻造工况的多级变温热处理工艺，实现高均匀性细晶铝棒坯规模化稳定制备。

3.高强 6xxx 系铝合金产品开发及产业化应用研究

开发适配锻造工况的高强 6xxx 系铝合金材料，采用锻造仿真模拟优化轮毂结构轻量化设计，完成 22.5 寸高强超轻锻造轮毂实物试制，并开展全方位性能试验与评估，推动产品产业化应用。

技术成果在云铝泽鑫、云铝海鑫、云铝润鑫、江苏珀然 4 家企业应用，经济和社会效益显著。

该项目申报中国有色金属工业协会科技进步奖一等奖。

二、主要知识产权和标准规范等目录

通过本项目实施，获得授权专利 23 件，其中发明专利 23 件；发表学术论文 6 篇。

表 1 专利情况

序号	专利名称	专利号	类别	状态
1	一种 6 系铝镁硅合金的棒材生产的铸造工艺	ZL202210269893.4	发明	授权
2	一种两端冷却的铝合金试样的制备装置及方法	ZL202511658748.5	发明	授权
3	一种连续梯度铝合金变形材料及其制备方法	ZL202111256350.0	发明	授权
4	一种用于搬运车轮原料的机器人工作手臂及使用方法	ZL202410375496.4	发明	授权
5	一种车轮毂自动化铣削加工设备	CN202511449842.X	发明	授权
6	一种车轮的自动转运码垛设备	CN202511856456.2	发明	授权

7	一种汽车轮毂生产用打孔装置	CN202510210110.9	发明	授权
8	一种锻造铝合金商用车轮扫面抛光表面处理工艺	CN202310873854.X	发明	授权
9	一种用于轮毂表面梯度涂层的球磨逐层黏附镀膜方法	CN202211662007.X	发明	授权
10	一种铝合金车轮装饰环装配设备	CN202411574731.7	发明	授权
11	一种铝合金车轮用高稳环保锻造润滑剂及其制备方法	CN202411142871.7	发明	授权
12	用于智能车轮异常状态监测的系统和方法	CN202410649232.3	发明	授权
13	一种铝合金车轮毛坯热处理淬水循环冷却装置	CN202410745269.6	发明	授权
14	一种高强度铝合金车轮锻造模具	CN202311699014.2	发明	授权
15	一种铝合金车轮的锻造装置与成型方法	CN202410479226.8	发明	授权
16	一种铝合金车轮锻造用顶出装置	CN202310104944.2	发明	授权
17	一种商用车车轮锻造装置	CN202310235662.6	发明	授权
18	一种商用车车轮成型工艺	CN202310399115.1	发明	授权
19	两片组装式商用车用锻造铝合金车轮及其制备方法	CN201811401895.4	发明	授权
20	一种汽车轮毂表面梯度涂层的制备工艺	CN202210313247.3	发明	授权
21	一种轨道交通车轮轮毂热处理设备	CN202310054257.4	发明	授权
22	一种快速调节式铝轮毂加工用冲孔装置	CN202211253882.3	发明	授权
23	铝合金铸造结晶器用石墨环、其制备方法及其 6 系铝合金棒坯的油气滑铸造方法	CN202411565545.7	发明	授权

表 2 论文情况

序号	论文名称	备注
1	均匀化对锻造车轮用 6061 铝合金铸棒组织和性能的影响	特种铸造及有色合金
2	均匀化处理对 6061 铝合金棒材显微组织影响研究	铸造技术
3	高温预时效对 6061 铝合金第二相粒子与力学性能的影响	金属热处理
4	显微组织对 6061 锻造轮毂表面切削性能的影响	金属热处理

5	6082 铝合金挤压棒边部亮圈产生原因	理化检验-物理分册
6	铝合金圆棒常见质量缺陷及预防措施	云南冶金

三、主要完成人

序号	姓 名	职称	学历	工 作 单 位
1	尹剑	高级工程师	本科	云南云铝泽鑫铝业有限公司
2	王征	工程师	本科	云南云铝泽鑫铝业有限公司
3	王向杰	研究员	博士	东北大学
4	谭国寅	正高级工程师	硕士	昆明冶金研究院有限公司
5	薛冠霞	高级工程师	硕士	中铝材料应用研究院有限公司
6	董琦	高级工程师	本科	江苏珀然股份有限公司
7	顾宏吕	工程师	本科	云南云铝泽鑫铝业有限公司
8	何立子	教授	博士	东北大学
9	李恒	高级工程师	硕士	昆明冶金研究院有限公司
10	杨荣东	高级工程师	本科	中铝材料应用研究院有限公司
11	孙啸飞	高级工程师	本科	云南云铝泽鑫铝业有限公司
12	张海涛	副教授	博士	东北大学
13	黎太亚	工程师	本科	云南云铝泽鑫铝业有限公司
14	陈建伟	/	硕士	云南云铝泽鑫铝业有限公司
15	万金华	工程师	本科	江苏珀然股份有限公司
16	茶旺华	工程师	硕士	昆明冶金研究院有限公司

五、主要完成单位

云南云铝泽鑫铝业有限公司；中铝材料应用研究院有限公司；昆明冶金研究院有限公司；东北大学；江苏珀然股份有限公司