

项目名称	大型飞机用中高强钛合金复杂构件锻造成形关键技术及应用
主要完成单位	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司
主要完成人	罗恒军、张海成、向伟、曾德涛、邓浩、吕孝根、谢静、尹慧、谢小川、翟瑞志
提名意见	<p>经审查，该项目申报材料填写规范、资料完整、数据真实可信且经公示无异议，符合四川省科学技术进步奖提名要求。——项目组为满足国产大飞机钛合金关键承力构件装机应用急需，在国防科工局大飞机材料专项等国家重点研发项目的支持下，攻克了“C919大飞机钛合金关键承力模锻件国产化”等重大技术难题，突破了大飞机钛合金关键承力模锻件组织性能调控技术、复杂构件低应力渐进成形技术和低成本快速稳定制造技术等关键技术，研制出国内最大的民用飞机钛合金缘条锻件（最大外轮廓尺寸：长3170mm，宽685mm，高245mm，投影面积达2m²以上，重达870kg）等一系列产品，打破国外技术封锁，实现国产大飞机100余项关键承力锻件的国产化，填补国内空白。——项目组突破的关键技术已在我国多个重点型号飞机上得到推广应用，累计交付数千件装机产品，为公司创造数十亿新增产值，为我国大型航空模锻件关键重要材料国产化和大型航空模锻件自主研发创新发展做出了积极贡献。提名该项目为2023年度四川省科学技术进步奖。</p>
项目简介	<p>研发新一代高含钛量国产大型飞机是《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006-2020)》确定的16个重大专项之一。航空中高强钛合金模锻件主要用于制造大型飞机机身关键承力构件，总重量约占飞机机身结构重量的15%-40%，而大尺寸复杂钛合金模锻件的可靠成形必须攻克“大尺寸件性能一致性控制、变截面件形变均匀性控制、长流程热加工稳定性控制”三大难题。在多个国家大飞机专项计划支持下，项目针对大型飞机自主研发制造国家战略，立足中高强钛合金飞机结构件的自主化制造，开发了大尺寸复杂钛合金部件的高性能调控、均匀性渐进成形及全过程稳定性保障成套技术，实现了中高强钛合金大型复杂结构件全面自主化、稳定化制造，突破了航空制造业“卡脖子”技术难题。——创新点一：建立了大型复杂锻件高性能的调控方法，攻克了“大型锻件性能一致性控制”难题。中高强钛合金大型锻件热加工过程中的参数（温度、变形量、应变速率）响应与反馈调控是关键技术关键。项目揭示了大型锻件在热加工过程中应变场、温度场与显微组织力学性能匹配关系，开发了过程参数动态关联控制技术，解决了热加工过程中参数响应难题；开发了中高强钛合金模锻件网篮组织分布预测技术，实现了局部组织精准调控，平均拉伸强度提升20~50MPa，解决了热加工过程中组织性能反馈控制难题。——创新点二：开发了大型复杂钛合金结构件均匀性渐进成形技术，攻克了“变截面件形变均匀性控制”难题。复杂构件不同截面成形载荷控制及形变量控制是关键技术关键。项目研发了兼具保温和润滑作用的新型玻璃石墨涂层复合纤维布产品，作为大型复杂中高强钛合金锻造缓冲隔层，可降低锻造成形载荷20%，解决了模锻成形载荷控制难题；开发了从简单到复杂逐步稳定过渡锻造专用工装，实现了不同截面变形量的可控性和一致性，抗拉强度力学性能变异系数(Cv)不超过2.5%，解决了形变量控制难题。——创新点三：建立了金属流动量化体积分配方法及高精度模具锻造成形全过程稳定性保障技术，攻克了“长流程热加工稳定性控制”难题。中高强钛合金大尺寸复杂锻件量化金属流动填充及高精度热脱模是技术关键。项目开发了大型复杂钛合金模锻件的量化、高精度体积分配技术，实现了逐级变形精确控制，解决了量化金属流动填充难题；</p>

发明了适用于复杂钛合金部件的热模锻顶出技术，克服了钛合金粘性大、流动性差问题，解决了复杂钛合金构件高精度热脱模难题。项目成果形成专利 20 余项，其中已授权发明专利 7 项，发表高水平论文 10 余篇，其中 SCI 论文 4 篇。基于上述技术，研制了多种类型的 Ti-6Al-4V、TC18 等中高强钛合金大型模锻件，与国外同类产品相比，锻件力学性能优异，性能稳定性与一致性处于国际先进水平。在 C919 大型客机、大型运输机和 AG600 大型水陆两栖飞机等重大工程和型号中获得工程应用，近五年已累计形成直接销售 10.51 亿元，经济社会效益显著。——王华明院士为组长，雷家峰研究员为副组长的四川工信科技技术评估有限责任公司产品鉴定结论为“核心技术自主可控，总体技术达到国际先进水平”。

主要知识产权和标准规范目录

知识产权(标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家(地区)	授权号(标准编号)	授权(标准发布)日期	证书编号(标准批准发布部门)	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)	发明专利(标准)有效状态
发明专利	针对钛合金模锻件网篮组织分布的预测方法	中国	ZL201810846209.8	2020-05-05	3784325	燕山大学, 中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	陈雷, 郭晓敏, 向伟, 张启飞, 金淼, 谢静	有效
发明专利	一种近 α 型钛合金航空模锻件微观组织变化的预测方法	中国	ZL202110622623.2	2022-03-15	4994709	燕山大学, 中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	陈雷, 张启飞, 杨帅, 金淼, 贾伟, 谢静, 孙朝远, 莫安军, 崔明亮	有效
发明专利	一种变形短T型坯件的锻造方法	中国	ZL201910433606.7	2020-11-13	4090397	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	罗恒军, 曾德涛, 张海成, 谢静	有效
发明专利	具有保温和润滑作用的锻造用布及其应用方法	中国	ZL201711352339.8	2019-12-17	3635780	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	罗恒军, 曾德涛, 谢静	有效
发明专利	预成形模锻模具	中国	ZL202010728419.4	2022-03-29	5029667	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	孟斌, 罗恒军, 张海成, 吕孝根, 谢小川, 张富淇	有效
发明专利	快速稳定水切割锻件毛边的方法	中国	ZL201910546244.2	2021-10-26	4756503	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	吕孝根, 罗恒军, 张海成, 曾德涛, 刘帅, 唐庆	有效
发明专利	便于锻件顶出的镶芯模具	中国	ZL201710112102	2018-11-27	3162656	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	张睿, 罗恒军, 莫安军	有效
实用新型专利	十字型锻件的制坯工具	中国	ZL201621455811.1	2018-02-02	6932951	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	罗恒军, 张海成	有效
实用新型专利	锻件残余毛边的快速测量装置	中国	ZL201921696699.4	2020-05-22	10581359	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	谢小川, 刘帅, 曾德涛, 沈文涛, 张海成, 罗恒军	有效
实用新型专利	双金属梯度功能料盘或料架	中国	ZL202120432375.0	2021-10-22	14447933	中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司	张海成, 罗恒军, 孟斌, 曾德涛, 吕孝根, 张富淇	有效

序号	论文(专著)名称/刊名/作者	年卷页码(xx年xx卷xx页)	发表时间(年月日)	通讯作者(含共同)	第一作者(含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	论文是否包含国外单位
1	High-Cycle Fatigue Behavior and Corresponding Microscale Deformation Mechanisms of Metastable Ti55511 Alloy with A Basket-Weave Microstructure / Materilas / 罗恒军,袁武华,向伟,邓浩,尹慧,陈龙庆,曹晨	2022年15卷7144页	2022-10-13	袁武华	罗恒军	罗恒军,袁武华,向伟,邓浩,尹慧,陈龙庆,曹晨	1	SCI-E	否
2	Effect of Heat Treatment on the Microstructure and Mechanical Properties of Selective Laser-Melted Ti64 and Ti55511 / Metals / 白红杰,邓浩,陈龙庆,刘显波,秦小荣,张定国,刘彤,崔旭东	2021年11卷534页	2021-03-25	崔旭东	白红杰	白红杰,邓浩,陈龙庆,刘显波,秦小荣,张定国,刘彤,崔旭东	14	SCI-E	否
3	Microstructure and Mechanical Properties of Electron Beam Melted Ti55511 Alloy / Advanced Engineering Materials / 曹志强,邓浩,白红杰,王辉,邱文彬,陈龙庆,吴代建	2022年24卷2101766页	2021-01-07	邓浩	曹志强	曹志强,邓浩,白红杰,王辉,邱文彬,陈龙庆,吴代建	0	SCI-E	否
4	Impact Toughness of As-Built and Heat-Treated Near-βTi55531 Alloys Fabricated by Selective Laser Melting and Electron Beam Melting / Advanced Engineering Materials / 曹志强,邓浩,邱文彬,陈龙庆,吴代建	2022年24卷7144页	2018-11-30	邓浩	曹志强	曹志强,邓浩,邱文彬,陈龙庆,吴代建	2	SCI-E	否
5	一种钛合金模锻件局部圆角微成形控制技术 / 锻造与冲压 / 罗恒军,曾德涛,张海成,孟斌,谢小川,张富淇	2022年第1期第57页	2022-01-01	罗恒军	罗恒军	罗恒军,曾德涛,张海成,孟斌,谢小川,张富淇	0	CNKI	否

论文专著
目录