**科学技术进步奖公示内容**

1. 项目名称：三维编织复合材料参数化设计、性能分析及其应用
2. 提名者及提名意见（包含提名等级）：

该项目系统地研究了三维编织复合材料单胞模型、复合材料齿轮间接触、摩擦机理分析及应用技术，构建了三维编织复合材料单胞参数化模型及设计系统，揭示了编织参数对复合材料力学特性影响机理，提出了复合材料构件间接触、磨损及形态重构方法，有效抑制了构件间接触、碰撞、摩擦等对机械系统动态特性输出精度、可靠性及寿命的影响，为提高机电副翼执行系统动态输出精度等提供理论基础和技术支撑。研究理论及技术成果先后应用于民用航空、航天及其他机械装备领域、多个科研院所和企事业单位，取得显著效益。

经陕西省教育厅组织提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

1. 项目简介：

该项目属于三维编织复合材料性能分析及工程应用技术领域，涉及机构运动学、系统动力学、计算机仿真学、应用数学等多个交叉学科。本项目以军事、航天及其他机械装备领域复合材料传动系统为研究对象，建立了三种不同编织方式复合材料的单胞模型、复合材料参数化齿轮以及复合材料齿轮减速器传动系统动力学模型，通过数值模拟和实验验证相结合的方式，开展了单胞物理和力学特性的机理、复合材料齿轮的弯曲和接触应力分析、复合材料两级齿轮减速器动态特性等方面影响规律的研究，有效解决了执行机构碰撞-摩擦-磨损多工况耦合下动态输出振荡、可靠性低等相关技术难题，对有效抑制民用航空、航天及其他机械装备领域含间隙铰链执行机构间隙铰链碰撞、摩擦及磨损，提高系统动态输出精度，提升系统寿命和安全性等提供了理论基础和技术支撑。

1. 客观评价：

国家一级科技查新咨询单位“陕西省科学技术情报研究院”检索了国内 16个数据库，筛选出与该项目密切相关的文献 18 篇，通过对比分析，结论为“相关文献未见明确述本研究创新点”。

本项目在国家自然科学基金、陕西省自然科学基金、陕西省教育厅自然科学专项、科研院所委托技术攻关等项目支撑下，累计发表学术论文 68 篇，共被引 429 次，其中 SCI 收录 27 篇，已获授权发明专利 12 项，培养博士和硕士研究生 20 余名。相关研究成果发表在Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers、Part H: Journal of Engineering in Medicine、Journal of Inequalities and Applications、Journal of Mechanical Science and Technology等期刊，评审专家认为研究成果具有较强的创新性，获得了国内外学者大量引用，评审专家一致认为该研究成果具有较大的创新性和应用价值。

1. 应用情况：

本项目航空、航天领域编织复合材料执行机构的研制要求出发，开展了单胞参数化模型及设计系统开发、力学特性预测、材料构件间接触、磨损及形态重构等系列研究。以期为复合材料在执行机构的应用、性能优化、可靠性分析及寿命评估等提供理论基础和技术支撑。项目理论及技术成果先后应用于航空、航天领域多个科研院所和企事业单位，效益显著，项目研究成果具有广阔的推广和应用前景。

1. 主要知识产权和标准规范等目录：（**限10条，****所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论填写论文专著时请注意按原文中英文填写文发表日期应在2024年12月31日之前。填写论文专著时请注意按原文中英文填写**）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类 别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 |
| 1 | 论文 | Nanoscale Reciprocating Sliding Contacts of Textured Surfaces: Influence of StructureParameters andIndentation Depth | 中国 | 31(62):1-14 | 2018-12-01 | Chinese Journal of Mechanical Engineering | 西北工业大学 | Rui-Ting TongGeng Liu |
| 2 | 论文 | Numerical andexperimental investigation on electromechanical aileron actuation system with joint clearance | 中国 | 33(2):525-535 | 2019-02-01 | Journal ofMechanical Science and Technology | 西北工业大学 | Qi WanGeng LiuYong ZhouShangjun MaRuiting Tong |
| 3 | 论文 | Parametric characteristics analysis of three cells in 3D andfive-directional annular braided composites | 中国 | 16(8):1-18 | 2021-04-01 | Plos One | 西安理工大学 | Weiliang ZhangXupeng WangXiaomin Ji Xinyao TangFengfeng LiuShuwei Liu |
| 4 | 论文 | 一种基于变恢复系数的接触碰撞力模型 | 中国 | 38(05):198-202 | 2019-03-01 | 振动与冲击 | 西安理工大学 | 王旭鹏张 艳吉晓民马尚君佟瑞庭 |
| 5 | 论文 | Study on the dynamic interaction of multiple clearance joints for flap actuation system with a modified contact force model | 中国 | 34(7):2701-2713 | 2020-07-08 | Journal of Mechanical Science and Technology | 西北工业大学 | Qi WanGeng LiuChunyu SongYong ZhouShangjun MaRuiting Tong |
| 6 | 论文 | Responseanalysis of 3D braidedtwo-stage gear system excited by different frequency signals | 中国 | 13(3):1-11 | 2020-03-01 | Advancesin Mechanical Engineering | 西安理工大学 | Weiliang ZhangXupeng WangXiaomin Ji Xinyao TangFengfeng LiuShuwei LiuTengyuan Xue |
| 7 | 论文 | Research on Dynamic Characteristics of Flap Actuation System Considering Joint Clearance and Flexibility | 中国 | 10(11):1098 | 2022-11-20 | Machines | 西北工业大学 | Qi WanGeng LiuQi LiuRuiting TongShangjun Ma |
| 8 | 发明专利 | 一种用于多型号的行星滚柱丝杠副装配夹具 | 中国 | ZL201910177724.6 | 2020-08-07 | 3927723 | 西北工业大学 | 佟瑞庭韩 宾刘 更乔 冠马尚君权泽芬万 琦 |
| 9 | 发明专利 | 一种膝关节运动能量收集及利用装置 | 中国 | ZL202110658324.4 | 2022-07-22 | 5331863 | 西安理工大学 | 王旭鹏陈文会余隋怀 |
| 10 | 发明专利 | 一种2.5D编织复合材料单胞模型的建模方法 | 中国 | ZL202110461275.5 | 2023-06-27 | 6090473 | 西安理工大学 | 王旭鹏刘舒伟刘峰峰 |
| 承诺：上述知识产权无争议且为本项目独有，未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年其他省部级（政府）科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖提名项目中作为支撑材料出现。用于提名陕西省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的权利人（专利指发明人）的同意，有关知情证明材料均存档备查。 |

1. 主要完成人情况：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排名 | 姓名 | 技术职称 | 行政职务 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目的贡献 |
| 1 | 王旭鹏 | 教授 | 副院长 | 西安理工大学 | 西安理工大学 | 负责项目整体研究方案的创新构想与实施，建立了三维编织复合材料单胞参数化模型及设计系统。 |
| 2 | 佟瑞庭 | 教授 | 无 | 西北工业大学 | 西北工业大学 | 提出单胞模型中纱线与局部极坐标系之间的角度计算公式，力学性能数值预测模型。 |
| 3 | 万琦 | 讲师 | 无 | 西北工业大学 | 西安理工大学 | 利用本模型充分研究多种编织参数对复合材料力学性能的影响。 |
| 4 | 张卫亮 | 讲师 | 无 | 宝鸡文理学院 | 宝鸡文理学院 | 提出了材料纹理等参数对平均磨损和磨合阶段的影响规律，实现了接触磨损特性建模及数值模拟。 |
| 5 | 杜永峰 | 研究员级高工 | 无 | 庆安集团有限公司 | 庆安集团有限公司 | 研究材料多项因素对磨合阶段的影响以及对箱体编织模型的分类。 |
| 6 | 唐欣尧 | 讲师 | 无 | 西安理工大学 | 西安理工大学 | 分析了激励基频、输入信号波动频率和时变刚度基频，对复合材料齿轮动态特性影响。 |
| 7 | 陈文会 | 无 | 无 | 西安理工大学 | 西安理工大学 | 分析了构件间隙对机电副翼执行系统动态响应规律，建立了复合材料机电副翼执行系统闭环耦合模型。 |

1. 主要完成单位及创新推广贡献：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排 名 | 完成单位 | 创新推广贡献 |
| 1 | 西安理工大学 | 构建了三维编织复合材料单胞参数化模型及设计系统；提出了复合材料构件间接触、磨损及形态重构方法；建立了复合材料机电副翼驱动系统闭环耦合模型，研究了间隙大小对机电副翼作动系统动力学行为的影响。 |
| 2 | 西北工业大学 | 在航空航天领域的执行机构上，研究了材料纹理压痕深度、织构形状、织构间距和针尖半径对平均摩擦力和磨合阶段的影响。 |
| 3 | 宝鸡文理学院 | 分析复合材料齿轮啮合过程中接触应力与弯曲应力的分布情况对于预防齿轮疲劳失效的影响。 |
| 4 | 庆安集团有限公司 | 分析应用非线性接触力模型和修正的库仑摩擦模型，研究间隙大小对机电副翼作动系统动力学行为影响。 |

1. 完成人合作关系说明：（**合作方式**包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者/项目排名 | 合作起始时间 | 合作完成时间 | 合作成果名称 |
| 1 | 论文合著 | 万 琦/3佟瑞庭/2 | 2017年3月 | 2019年2月 | Numerical and experimental investigation on electromechanical aileron actuation system with joint clearance |
| 2 | 论文合著 | 王旭鹏/1佟瑞庭/2 | 2016年10月 | 2019年3月 | 一种基于变恢复系数的接触碰撞力模型 |
| 3 | 论文合著 | 张卫亮/4王旭鹏/1唐欣尧/6 | 2018年12月 | 2021年3月 | Response analysis of 3D braided two-stage gear system excited by different frequency signals |
| 4 | 共同知识产权 | 王旭鹏/1陈文会/7 | 2019年11月 | 2022年7月 | 一种膝关节运动能量收集及利用装置 |
| 5 | 共同立项 | 王旭鹏/1杜永峰/5唐欣尧/6陈文会/7 | 2019年1月 | 2021年3月 | 挂架与弹射机构委托开发 |

**注意：**专家提名项目还应公示提名专家的姓名、工作单位、职称和学科专业。

**完成人合作关系说明**

西安理工大学王旭鹏（第1完成人）、万琦（第3完成人）与宝鸡文理学院张卫亮（第4完成人）、庆安集团有限公司杜永峰（第5完成人）共同合作提出了复合材料构件间接触、磨损及形态重构方法，获得了复合材料在抑制机械系统振动、冲击及摩擦等方面的规律，其研究成果发表了多项发明专利与论文并获奖。

西安理工大学王旭鹏（第1完成人）、唐欣尧（第6完成人）、陈文会（第7完成人）与西北工业大学佟瑞庭（第2完成人），通过科研项目合作的方式，进行了长期紧密合作，开展了三维编织复合材料参数化设计、性能分析及其应用研究，建立了三维编织复合材料单胞参数化模型及设计系统，揭示了编织参数对复合材料力学特性影响机理，以科研项目团队的形式进行合作研发，长期保持紧密的合作关系。