

科学技术进步奖公示内容

一、 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

二、 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接触、磨损及形态重构方法，有效抑制了构件间接接触、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。

三、 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。

四、 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基金专项、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。

五、 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

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。

六、 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 Structure Parameters and Indentation Depth	中国	31(62): 1-14	2018-12-01	Chinese Journal of Mechanical Engineering	西北工业大学	Rui-Ting Tong Geng Liu
2	论文	Numerical and experimental investigation on electromechanical aileron actuation system with joint clearance	中国	33(2): 525-535	2019-02-01	Journal of Mechanical Science and Technology	西北工业大学	Qi Wan Geng Liu Yong Zhou Shangjun Ma Ruiting Tong
3	论文	Parametric characteristics analysis of three cells in 3D and five-directional annular braided composites	中国	16(8): 1-18	2021-04-01	Plos One	西安理工大学	Weiliang Zhang Xupeng Wang Xiaomin Ji Xinyao Tang Fengfeng Liu Shuwei 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 Wan Geng Liu Chunyu Song Yong Zhou Shangjun Ma Ruiting Tong
6	论文	Response analysis of 3D braided two-stage gear	中国	13(3): 1-11	2020-03-01	Advances in Mechanical Engineering	西安理工大学	Weiliang Zhang Xupeng Wang Xiaomin Ji

		system excited by different frequency signals						Xinyao Tang Fengfeng Liu Shuwei Liu Tengyuan 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 Wan Geng Liu Qi Liu Ruiting Tong Shangjun 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。								

七、 主要完成人情况：

主要完成人：王旭鹏、佟瑞庭、万琦、张卫亮、杜永峰、唐欣尧、陈文会

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	西安理工大学	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。

八、 主要完成单位及创新推广贡献：

主要完成单位：西安理工大学、西北工业大学、宝鸡文理学院、庆安集团有限公司

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。

九、 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。