

附件 3

2020 年度国家自然科学奖提名公示信息

项目名称	冲击过载性骨损伤与防护的生物力学研究
提各单位	教育部
提名意见	<p>按照要求，我单位和项目完成单位都已对该项目的拟提名情况进行了公示，目前无异议。</p> <p>该项目主要探索了骨过载性损伤机理，进而开展损伤与防护的生物力学研究，在过载性冲击伤防护的啄木鸟仿生机制、冲击过载性骨肌损伤的生物力学测试与分析技术创新、航空冲击载荷下人体损伤规律及防护新方法等方面取得了重要成果，特别在啄木鸟头部抗冲击机制、舰载机着陆、紧急弹射状态下头颈部运动学和动力学响应、高过载下视网膜脱离的生物力学机制等方面取得了重要突破。成果被国际学术界高度关注，抗冲击机理方面研究结果被著名刊物 J.Exp. Biol. “突出成果”专栏等专文介绍，相关理论方法和结果得到了美国、英国、中国等碰撞生物力学、材料学、临床医学领域的著名学者广泛引用和正面评价，研究结果还被应用于我国舰载机着陆、紧急弹射、伞兵着陆等过程飞行员损伤防护训练方法改进、防护装备设计。</p> <p>第一完成人是国家自然科学基金杰出青年基金获得者、教育部“长江学者”特聘教授、国家自然科学基金创新群体负责人和科技部创新团队负责人，2016 年获教育部自然科学奖一等奖，2017 年获黄家驷生物医学工程一等奖(中国生物医学工程界最高奖)。</p> <p>对照国家自然科学奖授奖条件，决定提名该项目为 2020 年度国家自然科学奖二等奖。</p>
项目简介	<p>该项目属于生物力学领域。冲击过载损伤常发生于弹射救生、跳伞着陆、体育运动、交通事故、骨质疏松者日常活动等，具有损伤频率高、防护难度大、愈后疗效低的特点，且往往伤情重、死亡率高。例如，即使是最优秀的飞行员在低空弹射、跳伞中都常常会骨折 10 余处。上述问题已成为制约提升战机、伞兵作战能力、运动防护乃至老年人骨折防护等共性科学难题，但由于问题的高度复杂性，目前针对冲击过载性骨损伤与防护的机理尚缺乏系统深入的认识。在国家自然科学基金创新群体、重大国际合作、国防基础、杰青等项目支持下，完成人之间长期合作，在冲击过载性骨损伤机理与防护方法等方面取得了重大突破。</p> <p>一、骨过载性冲击伤防护的啄木鸟仿生机制</p> <p>揭示了啄木鸟舌骨安全带式防护机制和上下喙不等长的双重减震机制；突破了传统观点与认识，阐明了板状松质骨非均匀分布的抗冲击伤机理，发现了啄木鸟头部线性与旋转并存的复杂运动学规律，为探索人体冲击过载性损伤和防护机制提供了重要理论基础。受到国际碰撞力学、材料学领域的知名学者们高度评价，著名刊物 J. Exp. Biol. 在其“突出成果”专栏撰文长篇介绍，被录入运动损伤、仿生生物力学专著及美国生物系本科教材。还受到国防军事及运动医学领域高度重视和关注，已成功用于冲击性损伤防护装备设计。</p> <p>二、冲击过载性骨肌损伤的生物力学测试与分析方法</p> <p>建立了多刚体动力学和有限元仿真耦合、足踝关节与下肢骨肌及护具协同的生物力学建模分析新方法，提出了基于临床影像指标预测股骨强度的非线性有限元分析方法和骨折风险评价的独立参数集，已用于临床骨折风险早期诊断和预测。成果</p>

		<p>被工程领域最古老的著名期刊 Proceeding of the IEEE 重点评述、被录入美国足部运动医学学会主席 M. B. Werd 教授撰写的热销学术著作。成果被领域内著名期刊如 Curr Opin Pharmacol 等综述论文大篇幅介绍并特别推荐。</p> <p>三、航空冲击载荷下人体损伤规律及防护新方法</p> <p>发现了冲击导致的眼部高压引起视网膜脱离的机制、舰载机着陆拦阻过程持续过载下飞行员头颈部运动学和动力学响应规律，提出了舰载机着陆及紧急弹射环境下飞行员座椅及背带约束系统的设计参数及训练防护方法、飞行员弹射跳伞着陆过程下肢瞬态稳定性概念和评价方法，揭示了骨与软组织在人体损伤与防护中的协同作用机制，为我国飞行员训练、运动伤防护提供了重要依据。成果被国际医学和生物工程学会 Fellow、欧洲医学生物学联盟前任主席 Gefen 教授大篇幅引用并肯定评述该项目提出的视网膜损伤阈值贡献。成果已用于我国舰载机着陆、紧急弹射、伞兵着陆等过程飞行员损伤防护训练方法改进、防护装备设计。</p> <p>该项目 8 篇代表性论文被引 443 次。获教育部自然科学奖一等奖(2016)、中国生物医学工程界最高奖“黄家驷生物医学工程一等奖”(2017)。应 CRC 和 Springer 等多家出版社(专业教材和参考书出版先锋)邀请主编中英文专著 5 部。授权发明专利 11 项，软件著作权 8 项，应用 8 项，并取得良好的军事、社会经济效益。第一完成人为杰青、长江学者、美国生物与医学工程院会士，所带领团队已成为国家自然科学基金创新群体(2015)和科技部重点领域创新团队(2014)，主办世界医学物理与医学工程大会(生物医学工程领域最大的系列会议)等 8 次。</p>							
主要完成人 (完成单位)		樊瑜波(北京航空航天大学), 张明(香港理工大学), 宫赫(北京航空航天大学), 王丽珍(北京航空航天大学), 刘笑宇(北京航空航天大学)							
代表性论文(专著)目录									
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	论文署名单位是否包含国外单位
1	Why do woodpeckers resist head impact injury: A biomechanical investigation/ Plos one/Lizhen Wang, Jason Tak-Man Cheung, Fang Pu, Deyu Li, Ming Zhang*, Yubo Fan*	2011 年 6 卷 e26490 页	2011 年 10 月 26 日	Ming Zhang, Yubo Fan	Lizhen Wang	王丽珍, 张德文, 蒲放, 李德玉, 张明, 樊瑜波	48	Web of Science	否
2	A comparative study on dynamic stiffness in typical finite element model and multi-body model of C6-C7 cervical spine segment/ International journal for numerical methods in biomedical engineering/ Yawei Wang, Lizhen Wang, Chengfei Du,	2016 年 32 卷 e02750 页	2016 年 06 月 01 日	Yubo Fan	Yawei Wang	王亚伟, 王丽珍, 都承斐, 莫中军, 樊瑜波	2	Web of Science	否

	Zhongjun Mo, Yubo Fan*								
3	Three-dimensional finite element analysis of the foot during standing—a material sensitivity study/Journal of biomechanics/Jason Tak-Man Cheung, Ming Zhang*, Aaron Kam-Lun Leung, Yu-Bo Fan	2005年38卷1045-1054页	2005年05月01日	Ming Zhang	Jason Tak-Man Cheung	张德文, 张明, 梁锦伦, 樊瑜波	227	Web of Science	否
4	A 3-dimensional finite element model of the human foot and ankle for insole design/ Archives of physical medicine and rehabilitation/ Jason Tak-Man Cheung, Ming Zhang*	2005年86卷353-358页	2005年02月01日	Ming Zhang	Jason Tak-Man Cheung	张德文, 张明	75	Web of Science	否
5	Relationships between femoral strength evaluated by nonlinear finite element analysis and BMD, material distribution and geometric morphology/Annals of biomedical engineering/He Gong, Ming Zhang*, Yubo Fan, Wai Leung Kwok, Ping Chung Leung	2012年40卷1575-1585页	2012年07月01日	Ming Zhang	He Gong	宫赫, 张明, 樊瑜波, 郭慧良, 梁秉中	18	Web of Science	否
6	Mechanism of traumatic retinal detachment in blunt impact: a finite element study/Journal of Biomechanics/Xiaoyu Liu#, Lizhen Wang#, Chao Wang, Ganyun Sun, Songyang Liu, Yubo Fan*	2013年46卷1321-1327页	2013年04月26日	Yubo Fan	Xiaoyu Liu, Lizhen Wang	刘笑宇, 王丽珍, 王超, 孙淦云, 柳松杨, 樊瑜波	19	Web of Science	否
7	Biomechanical investigation of thoracolumbar spine in different postures during ejection using a combined	2014年30卷1121-1131页	2014年11月01日	Yubo Fan	Chengfei Du	都承斐, 莫中军, 田山, 王丽珍, 范杰, 柳松杨, 樊瑜	15	Web of Science	否

	finite element and multi-body approach/ International journal for numerical methods in biomedical engineering /Chengfei Du, Zhongjun Mo, Shan Tian, Lizhen Wang, Jie Fan, Songyang Liu, Yubo Fan*					波			
8	Kinematics, kinetics, and electromyogram of ankle during drop landing: A comparison between dominant and non-dominant limb/Human movement science/ Wenxin Niu, Yang Wang, Yan He, Yubo Fan*, Qiping Zhao*	2011年30卷614-623页	2011年06月01日	Yubo Fan, Qiping Zhao	Wenxin Niu	牛文鑫, 王阳, 何艳, 樊瑜波, 赵沁平	39	Web of Science	否
合 计							443		