2024年度湖北省科学技术奖公示表（自然科学）

项目名称、提名者及提名意见、项目简介、代表性论文专著目录、主要完成人（完成单位）

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 宽光谱光热精准调控织物器件的跨尺度结构构筑理论与方法 |
| 提名单位 | 华中科技大学 |
| 提名意见 | 我单位确认该项目全部材料真实有效，填写均符合要求。  该项目针对光热织物在微纳米尺度下光、热等物理场调控难的重大瓶颈，在基金委国家自然科学基金等项目的支持下，在宽光谱光热精准调控织物器件的跨尺度结构设计、规模化制备和织物光-热物理场精准耦合调控方面取得了一系列具有国际影响力的创新成果。发现跨尺度结构构筑对宽光谱光热精准耦合调控的规律，阐明热动力学、固体力学、流体力学等多外场耦合作用下光热调控织物的结构-光响应界面设计和结构精准构筑机理，实现了具有跨尺度光热超构织物的规模化制备及多场景应用。该研究项目特色明显，成果显著，创新性强，已在光学和材料领域国际顶级刊物发表系列重要论文，研究成果受到国际同行的广泛关注和高度评价。该项目的完成，推动了宽光谱光热精准调控织物技术和应用的发展，提升了我国在宽光谱光热精准调控织物领域的国际学术影响力。相关研究成果入选了2021年度“中国科学十大进展”的候选进展，以及2021中国光学十大进展及2021中国光学领域十大社会影响力事件。  项目第一完成人陶光明教授以第一/通讯作者身份先后在*Science, Sci. Robot., Natl. Sci. Rev.*等学术期刊发表SCI论文110余篇。项目第二完成人马耀光研究员获国家自然科学基金优秀青年科学基金、海外高层次青年人才项目资助。  该项目不仅在学术上具有深远的影响，且在推动可持续发展和应对全球变暖方面具有重要的社会价值。鉴于该项目在科学发现和实际应用方面的卓越表现，并不存在侵犯他人知识产权的问题，符合我省自然科学奖励条件。  提名该项目为2024年度湖北省自然科学奖 一 等奖 |
| 项目简介 | 太阳短波照射（0.2-2.5 μm）和目标表面红外辐射（9-10 μm）共同决定人体温度。极端的体温变化可能引发热射病和低温症等具有极高致死率的疾病。人体作为热源，其辐射强度通常显著高于周围环境，导致红外伪装技术也面临重大挑战。因此，通过调控织物的光辐射特性来控制人体温度是多场景重大共性需求。自1980年美国科学家在*Nature*上撰文“为什么贝都因人在炎热的沙漠里穿黑色长袍？”以来，光热调控机理及织物器件引发了科学家们40多年的广泛研究。然而，尚未实现对宽光谱（0.2-10 μm）精准调控，这导致现有织物器件的反射率通常约为60%，无法满足多场景的应用需求。为此，项目团队提出跨尺度结构的宽光谱光热精准调控机理，构建“设计-制造-器件”的系统构筑理论，制备出宽光谱光热精准调控织物器件。主要科学发现如下：  （1）发现宽光谱光热精准调控织物器件的跨尺度结构-光的响应规律。发现了“强散射-高反射”的跨尺度结构理论模型对光-热物理量精准耦合调控的规律，阐明了跨尺度微纳米结构对宽波段光波散射/反射调控的科学理论，实现了92.4%的太阳光反射率、 94.5%的人体红外发射率。美国国家工程院院士范汕洄教授、美国能源部高级研究计划局局长、美国艺术与科学院院士、美国科学促进会院士Evelyn Wang教授高度肯定了工作的宽光谱调控性能“在热辐射波段和在太阳辐射波段分别具有非常强烈辐射和反射性”、“分级结构具有理想的宽带光谱响应”、“推动了辐射降温领域的快速发展” 。  （2）揭示热动力学、固体力学、流体力学等多外场耦合作用下光热织物的跨尺度分级结构构筑理论。发现了织造过程中跨尺度分级结构的界面控制规律，阐明了纤维宏观尺寸与微结构特征尺寸之间的参数映射关系，实现了多外场协同耦合作用下具有纤维轴向纳米级-织物纵向百微米级光热调控织物的规模化制备。中国科学院院士、国家知识产权局局长申长雨教授评价“为织物商业化生产提供了可能性”、纤维材料领域专家朱美芳院士高度肯定：“巨大的商业潜力”、*Science*期刊高级编辑Brent Grocholski博士评价“可规模化制造”。  （3）阐明多场景下光热精准调控织物器件的光热物理场耦合调控机制。发现了光热精准调控织物对人体微环境的光-热响应规律，阐明了高太阳辐照环境下织物器件对光热物理场精准调控机制，实现了高太阳辐照环境下人体皮肤表面有效降温约5 ℃。中国科学院院士彭慧胜教授和英国科学杂志New Scientist等高度肯定了工作对辐射制冷领域的推动，“在个人热管理领域取得的重要进展”、“绝对令人印象深刻”。  该项目5篇代表作发表于*Science, Nano Energy, Adv. Fiber Mater., Compos. Part B Eng.*,《东华大学学报》等国内外权威期刊，其中ESI高被引论文1篇，总他引461次，单篇最高他引356次。项目成果入选2021年度“中国科学十大进展”的候选进展，以及2021中国光学十大进展及2021中国光学领域十大社会影响力事件。  理论成果实现了工程转化应用：1）针对现有光热材料难以满足单兵红外隐身织物的全天候自适应热场匹配的迫切需求，研发了宽光谱光热精准调控织物，被中国兵器工业第五九研究所评价为：“颠覆性红外隐身技术”；2）针对人体低温环境难以兼容高效面部保暖与呼吸的问题，研发了无源保暖护脸装备，服务于第 24 届冬季奥林匹克运动会，国家体育总局评价：“勇于担当、尽职尽责、倾力相助”；3）针对室外恶劣环境中公安干警等人员的高温威胁和低温面部防护问题，相关成果承担了《湖北省科技兴警三年行动攻坚团队实施方案》中的可穿戴智能警用装备技术重点研究，湖北省公安厅评价：“大大提高公安民警在户外极热环境下的热舒适性”。  项目第一完成人陶光明教授在*Science, Sci. Robot., Natl. Sci. Rev.*等学术期刊发表论文110余篇；担任*Adv. Fiber Mater.*期刊创刊副主编，*Natl. Sci. Open*期刊(工程)副主编等；中国材料研究学会超材料分会理事会常务理事、中国材料研究学会纤维材料改性与复合技术分会理事会副主任、2024全国超材料优秀青年科学家。项目第二完成人马耀光研究员获国家自然科学基金优秀青年科学基金、海外高层次青年人才项目资助。 |
| 主要完成人  （完成单位） | 1、姓名：陶光明  排名：第一  行政职务：无  技术职称：教授  工作单位：华中科技大学  完成项目时所在单位：华中科技大学  对本项目贡献：项目负责人，提出了项目学术思想，组织了项目实施，全面参与了项目实验与理论分析工作，围绕宽光谱光热精准调控织物器件的跨尺度结构构筑理论与方法开展研究，对《重要科学发现》中科学发现1、2、3均做出了创造性贡献，是第1、2、3、5篇代表性论文的通讯/共同通讯作者。  2、姓名：马耀光  排名：第二  行政职务：光电学院副院长  技术职称：研究员  工作单位：浙江大学  完成项目时所在单位：浙江大学  对本项目贡献：项目主要完成人，揭示了宽光谱光热精准调控织物器件的跨尺度结构构筑理论，为跨尺度结构设计提供理论支持，对《重要科学发现》中科学发现1做出突出贡献，是第1篇代表性论文的共同通讯作者。  3、姓名：田明伟  排名：第三  行政职务：纺织服装学院副院长  技术职称：教授  工作单位：青岛大学  完成项目时所在单位：青岛大学  对本项目贡献：项目主要完成人，发现了宽光谱光热精准调控织物器件对人体皮肤微环境系统进行高效热调控的规律，阐明了高太阳辐照环境下织物器件对光热物理场精准调控机制，对《重要科学发现》中科学发现2和3做出重要贡献，是第3、4、5篇代表性论文的共同通讯作者。  4、姓名：吴嘉威  排名：第四  行政职务：无  技术职称：无  工作单位：华中科技大学  完成项目时所在单位：华中科技大学  对本项目贡献：项目主要完成人，发现了织造过程中跨尺度分级结构的界面控制规律，阐明了纤维宏观尺寸与微结构特征尺寸之间的参数映射关系，对《重要科学发现》中科学发现1做出重要贡献，是第1、5篇代表性论文的共同作者。  5、姓名：付驰宇  排名：第五  行政职务：无  技术职称：讲师  工作单位：武汉纺织大学  完成项目时所在单位：武汉纺织大学  对本项目贡献：项目主要完成人，发现了跨尺度界面调控对光热调控织物的宽光谱光热精准调控的影响及其对光热物理量响应的规律，对《重要科学发现》中科学发现2做出重要贡献，是第2篇代表性论文的共同作者。 |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年、卷、页码 | 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 | | 1 | Hierarchical-morphology metafabric for scalable passive daytime radiative cooling/Science/Shaoning Zeng, Sijie Pian, Minyu Su, Zhuning Wang, Maoqi Wu, Xinhang Liu,Mingyue Chen, Yuanzhuo Xiang, Jiawei Wu, Manni Zhang, Qingqing Cen, Yuwei Tang,Xianheng Zhou, Zhiheng Huang, Rui Wang, Alitenai Tunuhe, Xiyu Sun, Zhigang Xia,Mingwei Tian, Min Chen, Xiao Ma, Lvyun Yang, Jun Zhou, Huamin Zhou,Qing Yang, Xin Li, Yaoguang Ma, Guangming Tao | 2021, 37, 692-696 | 2021年8月6日 | Guangming Tao，Yaoguang Ma | Shaoning Zeng, Sijie Pian | 曾少宁，片思杰，苏敏钰，王铸宁，吴茂琪，刘鑫航，陈明月，向远卓，吴嘉威，张曼妮，岑青青，唐雨薇，周咸亨，黄治恒，王蕊，阿丽特乃·吐努何，孙希聿，夏治刚，田明伟，陈敏，马肖，杨旅云，周军，周华民，杨青，李鑫，马耀光，陶光明 | | 2 | High-resilience cotton base yarn for anti-wrinkle and durable heat-insulation fabric /Composites Part B: Engineering /Kai Wang, Chiyu Fu, Rui Wang, Gangming Tao, Zhigang Xia | 2021, 212, 108663 | 2021年2月12日 | Guangming Tao, Zhigang Xia | Kai Wang | 王凯, 付驰宇  , 王蕊, 陶光明, 夏治刚 | | 3 | Flexible all-textile dual tactile-tension sensors for monitoring athletic motion during Taekwondo/Nano Energy/Yulong Ma, Jingyu Ouyang, Tahir Raza, Pan Li, Aijia Jian, Zengqing Li, Hong Liu, Min Chen, Xueji Zhang, Lijun Qu, Mingwei Tian, Guangming Tao | 2021, 85, 105941 | 2021年3月10日 | Lijun Qu, Mingwei Tian, Guangming Tao | Y. Ma, J. Ouyang | 马玉龙，欧阳静宇，李攀，简艾嘉，李增庆，刘红，陈敏，张学记，曲丽君，田明伟，陶光明 | | 4 | Numerical Estimation of the Thermal Response of Thermal Protective Clothing-AirGap-Human Skin Micro-system/东华大学学报/田明伟，王祯，刘康炜，胡馨之，朱士风，曲丽君，陈韶娟，周泉 | 2016, 33, 569-573 | 2016年8月31日 | 田明伟 | 田明伟 | 田明伟，王祯，刘康炜，胡馨之，朱士风，曲丽君，陈韶娟，周泉 | | 5 | Superabsorbent fibers for comfortable disposable medical protective clothing/ Advanced Fiber Materials/Lin Yang, Hong Liu, Shuai Ding, Jiawei Wu, Yan Zhang, Zhongzhen Wang, Lili Wei, Mingwei Tian, Guangming Tao | 2020, 2, 140-149 | 2020年6月25日 | Zhongzhen Wang, Lili Wei, Mingwei Tian, Guangming Tao | Lin Yang | 杨琳, 刘红, 丁帅, 吴嘉威, 张妍, 王中珍，魏丽丽，田明伟，陶光明 | | |