**附件1：**

2022年度江苏省行业领域（基础研究领域）

十大科技进展

1. **高效稳定低成本丝网印刷钙钛矿太阳能电池**

**提名单位：**南京工业大学科学技术协会

**完成单位：**南京工业大学、西北工业大学

**主要完成人：** 陈永华、陈畅顺、晁凌锋、韩虎忱、陈健鑫、夏英东、

黄维

首次开发了基于离子液体的丝网印刷钙钛矿光伏的制备技术，实现了全丝网印刷钙钛矿光伏器件的高效制备。针对传统钙钛矿光伏器件制备过程中的工艺复杂、成本高、稳定性差等问题，该团队开发出粘度可控、组分可调、空气稳定的离子液体钙钛矿印刷油墨，通过丝网印刷薄膜的动力学调控和器件结构优化，制备出全丝网印刷钙钛矿光伏器件，实现一台设备解决全部功能层制备。这项研究明晰了离子液体溶剂与钙钛矿印刷油墨的作用关系，解决了丝网印刷用钙钛矿油墨可控制备的关键问题，揭示了油墨特性和印刷参量对钙钛矿晶体演变的影响机制，制备出具有商业化前景的钙钛矿光伏器件。相关的科研成果发表在 Nature、 Science 等国际顶级期，并授权多项国家发明专利。同时，该团队的科研成果受到新华社、中国青年报等国内外主流媒体的多方面报道，展示了丝网印刷钙钛矿光伏技术的优势与潜力。目前钙钛矿光伏的基础研发阶段工作已接近完成，处于向商业化转变的关键时期。这项研究成果基于一体化、全自动的丝网印刷技术，能够充分挖掘并释放印刷型钙钛矿光伏的产业化优势，实现最低成本的钙钛矿组件规模化生产。此外，该团队正在积极进行中试量产的工作，相关的研究成果可改变国家的能源发展布局，带动数万亿的应用投资。

1. **复杂介质波动力学理论及高性能算法研究**

**提名单位：**江苏省力学学会

**完成单位：**河海大学

**主要完成人：** 傅卓佳、习强、陈林、田霞

复杂介质波动力学研究对材料定量无损检测、雷达、水下声纳以及工程结构抗震等许多工程技术的应用和发展具有重要意义。现有传统数值方法计算此类问题时常遇到计算复杂度随波数增加呈指数增长、奇异与近奇异积分计算复杂和病态稠密矩阵计算不稳定等瓶颈。针对这些计算瓶颈，建立了一套新型半解析配点理论体系，将计算结果达到工程精度时每个维度方向上一个波长内所需布置的节点/单元数由传统数值方法的 10 个降低至 3-5个；并基于开源国产工业软件集成开发平台形成相应的计算力学方法软件，为各类复杂介质波动力学行为的精细化定量分析提供了统一、高效与精确的手段，进而探明声波在垂向分层海洋环境中的传播规律。在计算理论原始创新上做出了具有实质性进展的成功尝试，得到多位中外院士及期刊主编等国内外学者的高度评价，并已有近 10 个国家和地区的 30 余位研究学者正在开展我们所提算法的理论与应用研究。 2022 年发表相关学术论文 8篇，包括邀稿综述论文 3 篇，授权发明专利 3 项，软件著作权 2 项，获得首届工程计算软件优秀青年奖，主持国家自然科学基金优青项目 1 项和船舶总体性能创新研究开放基金项目 1 项。

1. **小鼠跨模态全脑一致性配准方法研究**

**提名单位：**东南大学科学技术协会

**完成单位：**东南大学、安徽大学、上海大学

**主要完成人：** 彭汉川、屈磊、刘力娟、李园园、熊峰、王宜敏

针对跨模态神经数据空间标准化这一难点问题，提出了新方案，实现了跨模态图像精确配准。引入了基于深度脑区分割模型，通过成对脑区之间的匹配约束，大幅提高了跨模态配准精度。构建了首个专用模态的小鼠脑图谱，大幅提升了常用图像配准精度（提升了37.5%）。为单神经元重建（Nature， 2021），大规模自动重建（Nature Methods, 2023）和人脑神经元重建（Science Advances，2023）提供了基础。支持多种主流成像模态的配准，使得不同数据来源的数据可以在同一个坐标空间下比较。实现了单细胞分辨率下的丘脑神经元投射的拓扑分析，对理解丘脑-皮层神经环路具有重大影响。广泛应用于包括中国、美国和欧洲在内的多国脑计划项目，以及哈佛大学、美国冷泉港实验室和美国艾伦研究中心等相关研究项目，具有非常高的科技贡献率。

1. **“羲和号”实现高精度太阳Hα光谱成像空间探测**

**提名单位：**江苏省天文学会

**完成单位：**南京大学、中国航天科技集团有限公司第八研究院、

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

**主要完成人：**李川、李臻、丁明德、方成 、尤伟、袁渊、刘强

我国首颗探日卫星“羲和号”实现了国际首次太阳 Hα波段光谱成像的空间观测，数据质量达到国际最佳水平，可以在 46 秒完成扫描全日面，像元光谱分辨率达到 0.0024 纳米，空间分辨率达到1.2角秒。2022年8月“羲和号” 发布首批成果，创下5个国际首次。“羲和号”成功研发和在轨应用打破了我国没有第一手太阳空间探测数据，严重依赖国外卫星的被动局面，是习近平总书记提出的“四个面向”中“面向世界科技前沿，面向国家重大需求”的具体实践，对探索空间科学前沿、推进航天强国建设意义深远。

1. **证实的长伽马射线暴GRB 211211A与千新星成协并提出其物理起源新模型**

**提名单位：**江苏省天文学会

**完成单位：**南京大学、内华达大学拉斯维加斯分校、

中国科学院紫金山天文台、广西大学

**主要完成人：**张彬彬、杨俊、张冰、李晔、吕候军

发现了一例特殊的长伽马射线暴 GRB 211211A,指出这一长暴与千新星成协，原创性地提出了这一事件的特殊物理起源, 即中子星-白矮星的并合过程，取得多个重大突破性进展，包括确认与长暴GRB211211A 成协的千新星，首次提出白矮星-中子星并合系统来解释该伽马暴。在国际学术界引起了广泛关注，已被引用 60 余次。著名天体物理学家 Luigi Piro 在同期《自然》期刊的《News & Views》中使用大段文字肯定了该团队提出的白矮星-中子星前身星系统的理论。也受到了国内外媒体的广泛报道，包括《Science News》杂志、美国有线电视新闻网、央视新闻等多家媒体，具备广泛社会影响力。成果的理论和技术为伽马暴多波段观测数据提供了指导作用。长暴与千新星成协的确认拓展了伽马暴前身星系统和中心引擎模型。提出了白矮星-中子星并合这一新的前身星模型用以解释长暴 GRB211211A 的观测特征，为伽马暴的物理起源提供了新的理论框架，丰富了伽马暴物理起源的多样性。该成果对天体物理学领域的研究具有重要的科技贡献，将推动相关研究领域的进一步发展。

1. **“夸父一号”卫星成功发射并公布首批科学图像**

**提名单位：**江苏省天文学会

**完成单位：**中国科学院紫金山天文台、

中国科学院南京天文光学技术研究所

**主要完成人：**甘为群、张哲、章海鹰、黎辉、黄宇、苏杨、封莉

夸父一号”卫星是我国首颗综合性太阳专用卫星，其成功发射实现了我国空间太阳探测卫星的跨越式突破。卫星的主要创新点是：国际上首次以“一磁两暴”作为卫星的科学目标并且配置相应的载荷组合；国际上首次在一颗近地卫星平台上，对全日面矢量磁场、太阳耀斑非热辐射成像、日冕物质抛射的日面形成和近日冕传播同时进行观测；国际上首次在莱曼阿尔法谱线波段实现全日面和近日冕无缝同时成像观测。三台载荷既各有特色也具有组合优势，全日面矢量磁像仪能够观测太阳的全日面矢量磁像数据，其观测灵敏度和时间分辨率在国际同类探测器中处于领先水平；莱曼阿尔法太阳望远镜将带来全新的太阳物理信息；而太阳硬 X 射线成像仪则能够对 30 至 200keV 能段的 X 射线进行成像，其傅里叶分量在同类型设备中最高。“夸父一号”卫星的成功发射和首批科学图像的公布引起了国内外的广泛关注，先后入选了《中央电视台 2022 年度国内十大科技新闻》、《科技日报 2022 年国内十大科技新闻》、《两院院士评选“2022 年中国/世界十大科技进展新闻》、《2022 年中国航天十大新闻》、首届《知乎科技榜》。

1. **近地小行星撞击过程的研究**

**提名单位：**江苏省天文学会

**完成单位：**中国科学院紫金山天文台

**主要完成人：**李晔、李彬、徐伟彪、廖世勇、赵玉晖、赵海斌

目前国外已针对近地小行星撞击地球范围和轨迹动力学过程这一关键科学技术采用多学科交叉研究方式，将陨石物化特性、进入大气层动力学轨迹计算以及撞击灾害评估进行系统性的研究，已经构建了较为完善的研究体系。然而，相关领域国内研究极为薄弱，且已有的工作无法突破学科的壁垒，仅简单的进行模拟计算或者陨石成分分析。该成果不仅揭示了全球目前已知最长的阿勒泰陨落带的形成之迷，创新性提出小行星低仰角撞击的“打水漂”式轨道陨落机制，且建立了近地小行星进入地球大气层的动力学轨道演化模型，为近地小行星撞击危险走廊的高精度判别构建了新的方法，为理解近地小行星撞击地球的范围和如何应对小行星撞击风险提供了新的思路。该项工作在国际学术期刊《Science Advances》上发表。同日出版的《Nature》杂志在其“研究亮点”栏目中，以“一块太空岩石的诡异跳跃导致了地球上最大的陨石散落场”为题报道了这一研究成果。《Nature》报道最后称“了解小行星可能撞击的范围可以帮助人类为宇宙碰撞的风险做好准备”。该成果同时被央视新闻、中国科学报、美国月球与行星研究所等多家国内外媒体或机构报道。

1. **二维材料/二维电子气范德华异质结中实现光诱发的巨大正负磁电阻共存**

**提名单位：**苏州科技大学

**完成单位：**苏州科技大学

**主要完成人：**姜昱丞、张金磊、赵润、刘国珍、高炬

团队利用首创的氩离子束辅助轰击工艺方法构建新型的二维硒化钨/二维电子气（WSe2/Q2DEG）范德华异质结，并首次观察到了光诱发的巨大正负磁电阻共存现象，即 Giant bipolar unidirectionalphotomagnetoresistance, GBU-PhMR。基于实验和理论研究，得出GBU-PhMR 效应源于面外自旋劈裂、磁场增强光载流子的复合和塞曼效应的共同作用。该研究成果发表于四大名刊之一、国际顶级期刊《美国国家科学院院刊》（Proceedings of the National Academy of Sciences of theUnited States of America, PNAS)。此研究工作是继本团队在该异质结体系中发现可充电式光电导新效应[发表于 Phys. Rev. Lett. 127(21), 217401.(2021)]之后又一突破性成果。基于相关异质结的设计，在相同的器件体系中实现了4,900,000%正磁电阻和-99.8%负磁电阻，两者都达到了当前领域内的最高水平。通过构建理论模型，阐明了该现象产生的基本原理，为领域内探索新的光磁输运现象提供了新方向。该工作还提出了光调谐自旋电子器件的新体系和新理论，在光磁传感、智能存储、磁成像等领域具有广泛的应用前景。

1. **被动式柔性预储能混杂多孔复合材料防护结构设计理论与技术**

**提名单位：**江苏省力学学会

**完成单位：**南京航空航天大学、中国人民解放军92942部队、

武汉纺织大学

**主要完成人：**卢天健、巨圆圆、邓健、杜志鹏、张瑞、高金翎、魏健

水面舰艇抗击反舰导弹毁伤防护以及岸上机库抗击巡航导弹打击，一直是我军的技术瓶颈。传统的防护理论和技术主要采用设置多层隔舱和硬质装甲，受总体尺寸、重量、经费等多方面约束导致防护效果有限，如按照传统思路设计的莫斯科号巡洋舰，防护能力有限，受导弹打击后弹药舱爆炸，导致沉没。此外，舰船的每个要害增强 1%的防护能力，整船就需耗费 10%的排水量，因此，亟需开拓新思路并发展新型防护结构轻量化技术。南京航空航天大学卢天健教授等基于预应力弦振动和应力波传导理论，结合预储能柔性混杂多孔结构的能量平衡、转化与吸收机制，优化设计孔形貌及复合结构，形成了一种被动式柔性预储能混杂多孔复合材料防护结构设计理论与技术，该结构构思新颖，设计紧凑，集成度高，快速响应，具有原创性和颠覆性，能够有效提升应用部位的抗毁伤能力，有望突破抗击反舰导弹和巡航导弹毁伤的技术瓶颈。该技术参加“创新杯”国防科技创新大赛名列前茅、获优胜奖，并获得后续立项支持，已成我军大型水面舰艇防护结构以及机库防御的推荐备选方案，具有的显著的军事和经济效益。基于以上工作，研究团队发表了 20 余篇高质量论文，形成了强非线性约束下多功能一体化材料与结构跨尺度设计理论。

1. **转录中介因子TIF1γ抑制肺腺癌转移的分子机理研究**

**提名单位：**江苏省遗传学会

**完成单位：**苏州大学

**主要完成人：** 张洪涛、苏志越、汪龙强、童新、雷哲、刘霞

肺癌作为恶性肿瘤，严重威胁着人民群众的生命与健康。近年来，我国肺癌的发病率与死亡率高居首位，其中非小细胞肺癌（NSCLC）患者约占85%，包括肺腺癌、肺鳞癌以及大细胞癌，肺腺癌在 NSCLC 中占比约 45%。癌细胞转移是引起肿瘤患者死亡的主要原因，研究肺腺癌转移的背后机制尤为重要。该科技进展以此研究领域为切入点，深入系统地研究了转录中介因子 TIF1γ抑制肺腺癌转移的分子机理，研究成果相继发表于国际著名学术期刊 Oncogene（Nature 旗下的权威期刊，IF: 8.756）、Molecular Cancer（IF: 41.444）和 Cell Reports（Cell 子刊，IF: 9.995），三篇论文被国际同行专家引用 271 次,受到了国内外同行的正面评价。该科技进展填补了国内 TIF1γ在抑制肺腺癌转移的作用机制研究方面的空白。值得一提的是，首次阐明了 TIF1γ还具有非依赖 TGF-β信号通路发挥抑制肺腺癌细胞发生 EMT 和侵袭转移的调控机制。这一系列有关 TIF1γ的研究为肺腺癌转移的临床治疗提供了潜在的分子靶标。