

江苏省力学学会拟推荐 2017 年度“江苏省科学技术奖” 候选项目公示

根据江苏省科学技术厅《关于 2017 年度江苏省科学技术奖推荐工作的通知》（苏科成发〔2017〕85 号）及江苏省科协《关于申报 2017 年度江苏省科学技术奖的通知》（苏科协发〔2017〕63 号）文件精神，江苏省力学学会经组织申报、评审，常务理事会审议通过，拟推荐“平原河流水沙运动模拟测控成套技术与应用”、“点阵复合材料轻量化理论”为候选项目。请常务理事审议。

“平原河流水沙运动模拟测控成套技术与应用”

主要完成人：唐洪武、肖 洋、李丹勋、夏云峰、唐立模、陈 红、陈 诚
闫 静、袁赛瑜、李志伟、刘全帅

完成单位：河海大学

项目及成果简介：模型试验是揭示水沙运动规律和解决水利工程规划、设计和运行中重大科学技术问题的主要手段之一，而水沙运动测控技术是保障模型试验数据可靠性、准确性的关键。多年来，团队陆续主持了南水北调、杭州湾大桥、港珠澳大桥等重大项目论证，兴建了一批平原河流大型物理模型。但这些平原河流水流往复、流动复杂，流速变幅大，精度灵敏度要求高；泥沙颗粒细、河床冲淤变化频繁；工程众多、河流边界多，物理模型试验中水沙运动测控难度很大。传统的水沙模拟测控技术在水沙测量和系统集成等方面，均难以满足平原河流研究与工程规划论证的需求。因此，研发平原河流水沙运动模拟测控成套技术，成为平原河流综合治理中一个亟待解决的关键技术难题。项目组历经 20 余年，在国家自然科学基金、国家重大科研仪器专项、国家自然科学基金委仪器专项、江苏省优势学科平台建设项目等课题的支持下，开展产、学、研、用协同攻关，在平原河流水沙测控和系统集成等方面取得了突破性进展，形成主要创新成果如下：
1、针对平原河网潮流模型大范围流场与工程局部流场同步测量需求，研发了“场诊断-点测量”流速测量技术，实现了大尺度全流场、局部精细场和垂线关键点流速流向的同步测量；发明了摄像机阵列法流场测量技术，大幅度提升了常规

PIV 采样频率和分析精度，将常规 PIV 采样频率从 15Hz 提高至 200Hz 以上，实现了涉河建筑物附近强紊动水流结构的高频测量；针对平原河流物理模型多台常规水位仪标定累积误差大、受表面张力影响测量误差大的难题，发明了红外光水位仪，实现了水位仪的自动标定、水位实时测量和无线传输。为平原河流模型实验提供了全套的流速场和水位场的测量技术。

2、针对平原河流模型实验中含沙量变幅大、真实床面跟踪与建筑物附近地形变化测量困难的问题，发明了融合光学散射和透射同步信号的激光测沙仪，含沙量的测量范围扩展到 $0-70\text{kg}/\text{m}^3$ ；发明了光电反射式地形测量仪，实现推移质运动层干扰下真实床面的自动识别；发明了桥墩附近河床动态超声测量方法，实现了涉水建筑物附近地形动态变化过程的捕捉。为平原河流模型实验提供了精确可靠的含沙量和河床冲淤量的测量技术。

3、针对平原河流大型物理模型范围大、边界复杂、测控参量多的高精度测控需求，提出了自设计、自实验、自处理为一体的实验新模式，创建了包括手机、远程服务器、现场电脑等多终端智能化测控系统，实现了数据的自校验、复杂边界的精确控制、多参量的标准化无线交互。显著提高了模型试验的标准化自动化程度、水沙测控精度和数十倍的工作效率，大大缩短了工程研究周期。

本项目共申请了专利 26 项，其中授权发明专利 11 项，授权实用新型专利 12 项。获软件著作权 3 项。主办了第 15、16 届全国水利量测技术综合学术研讨会。部分技术被列入水利部《水利先进实用技术重点推广指导目录》；培养了硕博士 10 余名，发表论文 30 余篇，其中发表的 17 篇学术论文被引用高达 228 次。主持编写两部行业标准《模型水沙试验仪器数据交互通用规约》和《光学含沙量仪标定规范》。

成果已应用到水文水资源与水利工程科学国家重点实验室、浙江河口研究院等 20 余家科研院所承担的平原河流模型试验中，保障了相关课题顺利开展，为工程规划论证提供了最优化技术方案，课题直接研究经费超亿元，研究成果为工程投资节省数亿元，效益显著。部分技术已由南京水利水文自动化研究所、宁波弘泰水利信息科技有限公司、北京尚水信息技术股份有限公司、南京昊控软件技术有限公司转换为产品，销售收入 2000 余万元，培训相关技术人员近 1000 名。

“点阵复合材料轻量化理论”

主要完成人：范华林、孙方方、陈海龙、郑青、赵龙

完成单位：南京航空航天大学

项目及成果简介：随着我国在航空航天飞行器结构、现代舰船结构、高铁结构、现代防护结构等领域技术的发展，结构面临大型化、高承载力、高机动性、高速化、多任务等要求，对关键材料与结构提出了轻质高强及多功能一体化等要求。基于此目标，在国家自然科学基金、863 新材料技术、教育部新世纪优秀人才支持计划以及其他课题的资助下，项目展开了点阵复合材料结构轻量化理论研究。从点阵结构等效力学理论、结构轻量化设计理论、结构多功能一体化设计理论、结构制备、结构性能表征、工程结构开发与应用等多方面多角度展开了系统研究，解决了点阵结构轻量化设计理论，制备了多种新型轻质多功能复合材料结构，利用结构轻量化理论攻克了全复合材料承力筒及高铁导流罩等结构的设计制备等具体工程问题。成果主要发现点如下：

发现点 1：轻质点阵结构力学理论。提出了轻质高强碳纤维点阵复合材料概念，建立了系统的点阵结构力学理论，包括点阵结构均质等效理论、点阵结构局部屈曲分析理论、点阵结构的塑性屈服理论、点阵结构非增量弹塑性分析理论、点阵结构多模式破坏理论等。

发现点 2：承力筒结构轻量化理论与碳纤维点阵夹层承力筒结构。

发现点 3：多级点阵结构。提出了超轻质多级点阵结构概念，建立了多级点阵结构力学，设计制造了新型多级蜂窝复合材料结构与多级格栅点阵结构。

发现点 4：结构隐身点阵复合材料。。基于承载-隐身-抗冲击一体化思想提出了结构隐身点阵复合材料概念，设计制备了结构隐身点阵复合材料，建立了结构隐身复合材料承载-隐身-抗冲击设计方法。

发现点 5：纺织点阵复合材料轻量化理论。系统研究了纺织点阵夹层结构的力学性能，建立了纺织点阵复合材料结构等刚度和等强度轻量化设计理论。

本成果发表 SCI 论文 33 篇（见检索报告），SCI 他引共计 408 篇次。其中 10 篇主要代表性论文 SCI 他引共计 217 篇次，单篇最高 SCI 他引 56 篇次。研究成果主要发表于复合材料领域四大顶级杂志《Composites Science and Technology》(IF:3.897)、《Composite Structures》(IF:3.853)、《Composites Part A》

(IF:3.719)、《Composites Part B》(IF:3.850),先后被《Science》(IF:33.61)、《Physical Review Letter》(IF:7.512)、《Chemical Communications》(IF:6.834)、《Materials Science & Engineering R》(IF:15.5)、《Carbon》(IF:6.196)引用评述。研究成果被国际复合材料权威俄罗斯院士 V. V. Vasiliev 在其综述论文中引用评述,被国际上其它 2 大课题组意大利 Totaro 和澳大利亚 Morozov 多次引用评述。研究成果多次被国内其它从事点阵结构研究的哈工大吴林志教授课题组及北航江雷院士课题组引用评述。

点阵复合材料及轻量化设计方法已应用于工程实践。为航天一院设计制造了某型号全碳纤维点阵夹层复合材料承力筒,为中车青岛四方机车车辆股份有限公司和唐山机车车辆有限公司设计了轻量化高铁导流罩结构,为中车株洲电力机车厂设计制造全碳纤维复合材料磁悬浮架结构,设计制造了全复合材料防护门结构。

公示期为 2017 年 5 月 9 日至 5 月 12 日。在公示期内,如对候选人有异议,请向江苏省力学学会秘书处反映。联系人:邬萱,地址:南京西康路 1 号,邮编:210098;电话:025-83786951;电子信箱:jslxxh@163.com。公示期后,不再受理。

