



胡新华课题组持续十年研究,给出新的结构体系 提升经典理论中的水波波速上限



▲ 乔治·艾里爵士1875年的画像

■ 乔治·艾里爵士(George. B. Airy 1801-1892)是剑桥大学的卢卡斯教授,1835年至1881年之间担任皇家天文学家。他于1841年给出了水波在自由水域中的波速公式和波速上限。2021年,复旦科学家用一种新结构提升了这个沿用180年的波速上限。

复旦大学材料科学系胡新华教授课题组的最新研究提升了经典理论中的水波波速上限,该成果以《静止表面圆盘阵列中的快速水波》(Fast Water Waves in Stationary Surface Disk Arrays)12月15日发表在国际物理旗舰期刊《物理评论快报》(Physical Review Letters)上。

“渔人探捕,必依止宿,每有风浪,辄居宅侧,恬静无它。”成书于梁天监七年(509)之前的《益州记》这样描述风浪。风浪是在风直接作用下产生的水面波动,而水波是一种生活中常见的机械波,它广泛地存在于各种水域的表面,比如湖面的涟漪、海上的风浪、破坏力巨大的海啸,都属于水波。因为与人类生活关系密切,水波一直是科学家研究的重点。

风在水面吹起波浪,波浪出现后又改变波面附近气流的流场,因此风浪是风和水面相互作用的过程。在19世纪中期和后期,物理学家开尔文和H.von 亥姆霍兹,利用平行气流和气-水界面的不稳定性解释风浪发生的原因。而把水波引入现代科学体系的是英国第七任皇家天文学家乔治·艾里(G.B.Airy),他提出的微幅波理论是一种应用速度势函数研究波浪运动的线性理论,作为波浪理论中最基本和最重要的内容,在近海工程中得到最广泛的应用。

1841年,艾里给出水波在自由水域中的波速公式和波速上限。胡新华教授课题组持续水波研究十年,给出一种新的结构体系,其中的水波速度超过了艾里发现的水波波速上限,突破了艾里180年前的经典理论。

观察水波,有一个重要的现象是:当水深增大时,水波的速度将增大。1841年,艾里对这一现象进行总结性研究。他由水波的色散关系发现:由于水波是一种表面波,水深的增加并不能无限地增加水波的波速;水波速度存在一个上限,该上限由重力加速

度决定($g_0 \approx 9.8\text{m/s}^2$)。如果要获得更大的波速,则必须增加重力加速度,而这对于生活在地球上的人类来说是极为困难的。

20世纪初,物理学家H.杰弗里斯指出,在风作用下波峰两侧的压力不对称,并依此计算了风浪的成长。直到40年代初,海洋学家H.U.斯韦尔德鲁普和W.H.蒙克将经典液体波动理论和观测资料结合起来,通过能量平衡计算出风浪的成长。1957年,O.M.菲利普斯和J.W.迈尔斯分别提出各自的模型,以较严格的力学方法处理风浪的生成和成长的问题。

近年来,受到超材料研究的启发,人们开始研究水波与人工周期结构的相互作用。虽然许多新奇的现象得以发现,但是水波在结构水体中的速度,特别是群速度,仍然低于自由水体中速度。已研究的体系包括波浪形海底结构、周期柱子阵列和共振器阵列。在这些障碍物阵列结构中,人们只能观察到慢速水波效应。

胡新华课题组创造性地研究了一种新的周期结构体系,即在水体表面覆盖一个类似于睡莲、但是固定不动的周期圆盘阵列。在这种周期结构中,低频水波(即最低频带的水波)将感受到增大的等效重力加速度和等效水深。通过构建相应的水波棱镜,课题组观测到了奇特的水波折射和单向透射现象,由此证实圆盘阵列中的快波效应。在圆盘阵列中,水波的相速度和群速度均可达到空旷水域中波速的1.8倍以上,大幅提升传统理论中的水波速度上限。理论和实验结果相互印证吻合。

该工作为调控水波传播、海岸保护和海浪能利用提供了一个新的平台和方向。博士研究生赵铎宇为该论文的第一作者,胡新华教授为该论文的通讯作者。

文章链接: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.254501>
文/刘妍琳

数字文化保护与旅游数据智能计算 文化和旅游部重点实验室成立

复旦大学数字文化保护与旅游数据智能计算文化和旅游部重点实验室12月19日成立,第一次学术委员会会议召开。这是一个新工科与新文科交叉融合的省部级重点实验室。副校长汪源源表示学校一定会做好支撑和保障工作,推动实验室快速发展。

文化产品数字化与旅游资

源网络化是文旅产业的发展趋势,文旅智能计算实验室在前期工作中积累了丰富的研究成果和应用案例,前期成果已转化为国内外文化应用,文化和旅游部将该实验室认定为重点实验室,表明国家对这一交叉融合新方向的重视与肯定。

上海市将为重点实验室的发展提供大力支持,期望实验室

能够紧密围绕上海城市数字化转型战略开展研究,在顶层设计、核心技术、应用创新等方面发挥重要作用,助力上海文旅建设与数字化转型升级。

实验室将借助人工智能、大数据、网络空间安全等技术,研究文旅信息智能计算的基础理论与核心技术,为构建秩序规范、方向正确、传播有效、服务精准的文旅产业新格局贡献力量。

学术委员会主席杨小康主持第一次学术委员会会议,实验室主任张新鹏汇报发展规划。

来源:计算机学院 文/徐敬楠

复旦牵头首获国家重点研发计划文保专题立项

复旦牵头主持的“砂岩质石窟岩体裂隙渗流精细探测与防治关键保护技术研究”近日获国家重点研发计划立项。这是复旦大学作为首席科学家单位首次获得的(文化遗产保护利用专题任务)国家重点研发计划项目

重点专项支持,将提高我国石窟寺保护科学水平。

本项目由文物与博物馆学系教授王金华负责,团队具有多学科融合创新,理论与保护实践相结合,产学研用一体化,示范应用与科学成果推广应用相结

合的优势。

项目将在石窟岩体裂隙渗流网络地球物理理论、石窟岩体裂隙网络探测方法、石窟岩体裂隙精细探测技术、推广应用等方面取得创新成果。

来源:文物与博物馆学系

上海市生态环境治理政策模拟与评估重点实验室揭牌 首届复旦城市环境治理学术论坛举行

为更好发挥学科优势、人才优势、智库优势,聚焦并服务长三角绿色一体化发展的国家和区域战略,复旦大学与上海市生态环境局共同批准,依托环境科学与工程系,联合复旦规划院生态与环境规划设计院和上海环科院共建成立了上海市生态环境治理政策模拟与评估重点实验室(以下简称“实验室”)。12月26日,实验室成立仪式暨首届复旦城市环境治理学术论坛举行。

校局合作共建美丽上海

当前环境治理已不仅是单纯的环境科学与工程领域的问题,也涉及经济学、法学、社会学、公共管理等多个领域的跨学科问题。复旦要充分发挥综合性学科优势,推进环境治理的系

统研究。实验室将凝练核心研究问题,完善技术路线,规划好学术和智库成果;深化校局战略合作,推动优势互补,从更高的层次、更宽的视野、更新的角度推动学术研究成果转化为管理政策和制度,同步推进复旦大学“双一流”和上海市人民之城、生态之城的建设。

陈志敏宣布实验室成立,上海市生态环境局党组书记、局长程鹏与张人禾共同为实验室揭牌。

联袂揭牌展望未来

包存宽介绍了实验室的三大研究方向:国家重大环境治理政策“落地”及上海生态文明、环境治理理论和政策创新研究;上海市环境治理的绩效评估与政

策决策机制优化研究;三是以特定生态环境问题(如雾霾、细颗粒物与臭氧复合污染、水源地保护、生态环境风险等)为导向的多部门、多主体治理协同,多要素、多污染物协同管控与治理政策研究。实验室将在生态环境治理的制度设计、政策评价、管理优化、智库建设等方面做出努力。

首届复旦城市环境治理学术论坛围绕“城市环境治理”主题,结合时下热议的“碳中和”目标,从污染治理、资源利用、环境风险、城市管理等多个专业角度开展了讨论。

实验室学术委员会召开第一次会议,讨论实验室发展方向和明年的工作计划。

来源:环境科学与工程系

郑正教授团队项目获2021年度“发明创业奖创新奖”一等奖

中国发明协会2021年度“发明创业奖创新奖”12月12日颁发。环境科学与工程系郑正教授团队牵头的《基于生态位竞争的重污染水体修复技术发明与工程应用》项目成果获环境水利领域一等奖。

该项目发明了针对重污染水体治理修复的一系列技术并实施示范工程应用,包括分散式农村生活污水处理技术,出水水质稳定达标,可达地表水IV类标准;生

态清淤及淤泥快速脱水技术,可实现低扰动生态清淤,淤泥扩散范围小于5m,出泥含固率大于60%;水体“生态时空构建”关键技术,解决重污染水体难以恢复植物群落的难题,支撑滇池等重要湖泊部分重污染水体的修复,取得了重大生态效益。三个创新发明耦合联动,以建设利于沉水植物成活的“生态窗口”为突破口,引发拉动连锁反应和协同效应,通过生态位竞争实现重污染水体

的修复。示范工程区水体透明度由10cm提高至近80cm,蓝藻细胞数量下降近90%。

相关技术拥有国内外授权发明专利36项,2021年获日内瓦国际发明专利金奖2项,银奖1项。已在我国长三角、云贵、河南、四川等地建立了200多个示范工程。提供技术支持的中国黄(渤)海候鸟栖息地湿地项目被列入世界遗产名录。

来源:环境科学与工程系