

等待 10 年,“冷门”终成“热门”

■本报见习记者 江庆龄 记者 孙滔

重要成果 10 多年无人问津,上海交通大学自然科学研究院院长、数学科学学院讲席教授金石却可以坦然面对。

1999 年,在美国佐治亚理工学院工作期间,金石在《科学计算期刊》发表论文,首次提出“渐近保持格式”的科学术语及时间空间双依赖问题的计算框架。这是一种多尺度计算的重要方法,为跨越多尺度计算建起一座桥梁。但直到 2010 年前后,这种计算方法才开始被学界所接受。

近年来,渐近保持格式被广泛应用于航空航天、等量子体、量子力学和分子动力学计算、人工智能(AI)辅助药物和新材料设计等领域。《数值杂志》邀请金石撰写综述,总结渐近保持格式在 20 余年间的发展和应。在今年 7 月举行的 2025 国际基础科学大会上,金石因这篇写于 2022 年的论文获“前沿科学奖”。

“如果一个问题很重要,即便短期内不被关注,未来也会受重视。”金石感慨。

一座桥梁

1900 年,著名数学家希尔伯特在国际数学家大会上提出第 6 问题——使用数学公理化概念将物理学“公理化”,实现从微观尺度到宏观尺度的物理方程转换的数学严格论证。

学术界将物理世界分为量子、微观、介观和宏观 4 个尺度,对应的基本方程分别为量子力学的薛定谔方程、经典力学的牛顿方程、统计力学的玻尔兹曼方程和流体力学的欧拉与 Navier-Stokes 方程。在很长时间里,科学家“各自为政”,在单一尺度范围内进行计算、分析,寻觅新问题。

20 世纪 90 年代初,金石在其博士生导师 David Levermore 的建议下,开始探索一种方法,能帮助科学家和工程师跨越玻尔兹曼受到流体方程的计算鸿沟,实现在计算多尺度问题时“无缝切换”。

“真实的物理世界并非同一颗粒度或不同颗粒度的积木,而是多尺度混合的。”金石解释道,以高速公路为例,有些路段车辆稀少,有些路段则拥堵不堪,若要全面研究和

《医疗机构科技成果评估指南》团体标准发布

本报讯(见习记者江庆龄)9 月 22 日,在于上海召开的“浦江创新论坛”上,《医疗机构科技成果评估指南》团体标准正式发布。

该标准由科技部科技评估中心牵头,联合北京五洲融合创新产业战略研究院、北京科智医健科技成果转化有限公司、国家卫生健康委医药卫生科技发展研究中心、北京市医药卫生科技促进中心等 25 家机构共同起草。

据介绍,标准的编写主要基于 3 个原则:以科技成果评估规范及国家标准为编制基准;在国际基础上进行深化、细化,能够体现医疗机构科技成果特色;聚焦行业转化的科技成果,助力医疗机构科技成果转化过程中的成果识别和价值判断。

该标准确立了以转化推广为目的的医疗机构科技成果评估原则和评估指标体系,同时针对评估内容和流程提供指导和建议。在科技成果评估规范国际中科学价值、技术价值等基本硬性指标的基础上,新标准针对医疗机构科技成果的行业特点增加了技术安全性、技术有效性、临床需求度、科技伦理风险等细分指标,提高了评估指标的行业适用性。

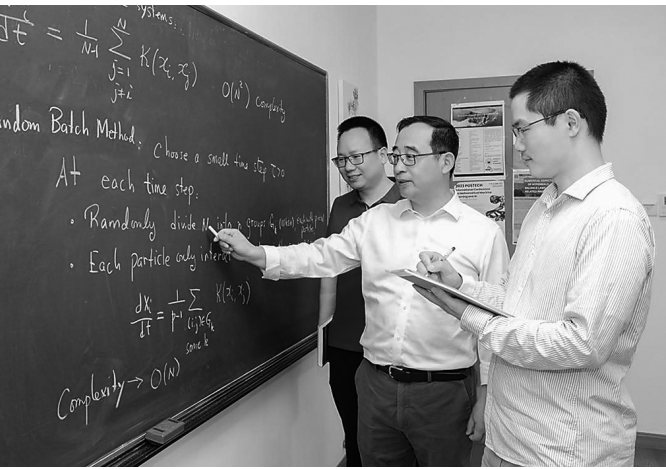
同济医院联合国际知名专家打造世界罕见病筛查平台

■本报记者 廖洋 通讯员 邓宇 邓国欢 李韵熙

9 月 19 日,在以“汉卫罕见 共筑希望”为主题的第十四届中国罕见病高峰论坛上,华中科技大学同济医学院附属同济医院宣布成立世界罕见病筛查研究平台。该平台由德国海德堡大学新生儿筛查中心与同济儿童医院携手共建,双方将围绕罕见病诊治和防控中的机制、新生儿筛查、分子遗传学、早期诊断、社会认知和治疗管理开展广泛研究合作。

本次高峰论坛为期 3 天,汇聚了来自全球各地的 200 余位罕见病领域的专家学者、患者代表及患者组织成员,围绕行业发展、科研进展、医疗政策、诊疗技术、产业推动、医保政策、国际交流等多个关键领域议题展开深入探讨。论坛共设置 18 场分论坛、7 场卫星会与专题会,并举办 6 场医患交流活动,为多方对话与合作提供高质量平台。

9 月 17 日,作为本届论坛的受邀嘉宾之一,德国国家科学院院士、海德堡大学儿童医院院长 Georg Hoffmann 受聘为华中科技大



金石(中)指导学生。

受访者供图

计算整条高速公路的车流动态,就必须同时考虑微观的粒子系统模型和宏观的连续介质方程,但这两者的耦合计算极为复杂,给解决实际问题带来不小的挑战。

当时,学术界对此问题的计算方法大多集中在单一尺度,很少用到跨尺度计算方法。而在工业界,一些工程师则有了初步解决思路,将其用于与时间无关的多尺度线性输运方程求解。Levermore 意识到,这是一个重要问题。

金石敏锐察觉到,时间相关的动态难题是攻克多尺度问题的关键所在。他很快找到一种巧妙的方法——通过数学方法将以玻尔兹曼方程为代表的动理学(Kinetic)方程和以流体力学为代表的连续介质方程在时空离散空间连接起来。渐近保持格式的概念由此产生。该方法可适用于小尺度和大尺度同时存在的多尺度问题,并在计算参数远大于物理小尺度的情形下,仍能获得正确的宏观物理解。

后来,金石和同行又将此计算框架用于解决量子动力学和分子动力学等其他基本的跨尺度物理问题,这对应于希尔伯特第 6 问题在数值离散空间的实现。

目前,该方法已广泛应用于诸多领域,如航天飞行器返回地面的气动力学模拟、聚变问题的等量子体模拟、AI 辅助药物设计及新材料设计等。

在金石看来,数学是一个重要研究工具,可以应用于几乎所有领域。他将数学方法和应用形容为“锤子”和“钉子”。尽管一个锤子可以敲打不同的钉子,但近年来,金石开始转换思路——通过上海国家应用数学中心、上海交通大学重庆人工智能研究院等平台,加强与企业的交流合作,先找到“钉子”,再去锻造最合适的“锤子”。

目前,金石与上海交通大学教授徐振礼带领团队完成的高性能分子动力学模拟器“微著·NanoTitan”项目,已获得中国工业与应用数学学会应用数学落地成果认证。此外,他还与上海交通大学自然科学研究院的研究人员合作,提出偏微分方程量子计算的“薛定谔化”算法。该方法能够在高一维空间将所有线性偏微分方程转变为薛定谔类型的方程,从而适用于量子计算,扩展了其求解科学与工程问题的计算边界。该工作也被国家自然科学基金委“2024 年度报告”选为年度唯一数学巡礼成果。

“企业中的工程师未必会意识到某个问题是数学问题,而数学家则不清楚研究潜在的应用场景,只有通过沟通交流,才能真正解决他们的痛点。”金石说。

10 年等待

2022 年,金石受邀为《数值杂志》撰写综述,系统总结渐近保持格式在过去 20 多年

的发展和应用。

“这相当于一篇命题作文。”金石说,“受到邀约,说明这个领域很重要。”

但这样一个“热门”方向,在最初问世的 10 年间却并未引起广泛关注。金石 1999 年在《科学计算期刊》发表的论文,引用数很“惨淡”。

直到 2010 年前后,法国著名应用数学家 Pierre Degond 开始把渐近保持格式用到国际热核聚变实验堆(ITER)计划的等量子体模拟中,它的价值才逐渐体现出来。论文引用数由此大幅提升,至今依然在增长。

10 年沉寂期,金石之所以能坦然面对,有两方面原因。

一方面,Levermore 在课题开展期间就作过判断,随着计算机性能的持续提升,多尺度计算预计在 10 年后迎来爆发式增长,实现从“冷门”到“热门”的转变。这也和金石的科研理念不谋而合。

另一方面,金石在博士后期间就因与美国纽约大学库朗研究所教授辛周平有关双曲型方程设计的“松弛模型和松弛格式”工作受到广泛关注,他还同步开展其他课题。近年来,金石的研究领域更是涵盖了计算流体力学、动理学方程、机器学习和量子计算等多个方向

“东方不亮西方亮。”金石解释了当时为何不焦虑。

“在科学史上,类似例子有很多。如获 2023 年诺贝尔奖的 mRNA 疫苗研究曾在上世纪 90 年代遇冷,又如 AI 在上世纪 70 年代经历过寒冬。”金石强调,只要一个问题是重要的,就值得去探索,即便当下无人关注,迟早也会被认可。

他说,与之相对应的是需要建立多元的评价体系,既要鼓励“把论文写在祖国大地上”,以应用为导向的探索,也要给甘坐冷板凳、致力于解决世界最前沿科学问题或者兴趣驱动的科学家足够的发展空间和时间。

“给予科研人员稳定的职位和长期的支持非常重要,这样他们才能静下心来思考一些重大的问题。”金石表示,“虽然未必每个人都能做出大成果,但只要其中冒出几个人,科学就会发展得很快。”

2 万余名观众参与中国科技馆“科学之夜”活动

本报讯(记者高雅丽)作为 2025 年全国科普月北京主场活动的重头戏,中国科技馆近日举办“科学之夜”大型科普活动。2 万余名观众在沉浸式互动中感受科技魅力,在趣味体验中激发科学梦想。

“科学之夜”大型活动由 10 多个板块组成,包括“广场大舞台”科学表演展演活动、“皮皮的火星梦Ⅱ——星际破界计划”展厅互动剧本杀、“华夏之光——文明的烛火”游园剧和舞台剧、“深蓝色的密语”展厅互动导览剧、“海迹寻踪”海洋主题沉浸式解谜活动、“科学 N 次方”科学小推车教育活动、“科创筑基 科普惠民”创新成果展、“读科普”科普读书展等诸多内容。

在“科创筑基 科普惠民”展区,观众可亲手操作最新科技成果转化的科普展品:通过虚拟现实设备“漫游”空间站、用脑机接口操控机械臂、体验 3D 打印月球基地模型。这一展区集中展示了我国在人工智能、航空航天、新能源等领域科技创新的突破性进展。

“广场大舞台”板块面向全国科技馆开放征集优秀科学表演项目。全国 20 余家省市级科技馆积极参与,百余名科技辅导员同台竞技,充分展现了近年来我国科技馆教育的创新发展与最新成果。比如,由北京



“广场大舞台”科学表演展演活动现场。

中国科技馆供图

科学中心精心打造的《南极磷虾求生记》,依托科技馆展品定制开发,将科学搭载于戏剧、木偶、魔术等艺术形式之中,充分体现了科学、文化、艺术的融合。

很多参演科技辅导员表示:“这是科学

教育的创新示范,更是全国科技馆人的一次‘智慧派对’。”这场“文商旅科体”跨界融合的科学文化盛宴,不仅是一次科普形式的创新突破,更展现了我国全民科学素质建设的生动实践。

发现·进展

中国科学院大连化学物理研究所等

新策略可清除水中全氟化合物

本报讯(记者孙丹宁)近日,中国科学院大连化学物理研究所研究员王峰、副研究员贾秀全团队与中国科学院院士、中国科学院生态环境研究中心研究员江桂斌团队合作,利用微液滴在气-液-固三相界面的接触起电现象,开发出一种在水相温和条件下高效矿化全氟辛酸的新策略,可有效避免二次污染物的生成。相关成果发表于《美国化学会志》。

全氟化合物(PFAS)广泛应用于泡沫灭火剂、涂料、防污涂层等,具有难降解、可长距离迁移、易生物累积以及具有潜在健康风险等特性,已成为我国污染防治攻坚战的重点与难点。现有 PFAS 降解技术通常需在苛刻条件下运行,且存在降解不彻底、生成短链 PFAS 副产物等局限性。

王峰团队前期通过超声驱动水在微液滴、水汽及体相之间的快速转化,制备出具有交流电压的“人造云”,并基于此开展了多项带电微液滴氧化还原反应的研究。此次工作中,该团队在“人造云”中进一步引入硅酸钙,利用微液滴在气-液-固三相界面的接触电致化学反应,实现了全氟辛酸的高效矿化及氟离子的固定。

团队首先通过云水中的电压测试及暗室发光实验,证实了微液滴在气-液-固三相界面因接触起电所导致的静电击穿,并通过电子顺磁共振确认了以上起电-放电过程中的电子转移导致水分解产生氢自由基和羟基自由基。理论计算结合高分辨质谱表征证实,微液滴界面产生的水合电子和自由基可以导致全氟烷基链深度脱氟加氢。该脱氟加氢路径先于全氟烷基链的 C-C 键裂解路径发生,从而抑制了短链 PFAS 的生成。

团队进一步通过核磁共振波谱、离子色谱、气相色谱等表征对全氟辛酸的转化与产物进行定量分析,结果表明,反应 6 小时后,全氟辛酸接近完全矿化,生成氢碳比在 0.5 至 1 范围内可控的合成气,矿收率大于 98%。继续反应 24 小时后,水中全氟羧酸浓度达到美国环保署和欧盟《饮用水指令》针对饮用水中 PFAS 浓度的最新要求。在此基础上,团队验证了微液滴连续反应装置的可操作性:连续反应 500 小时,全氟辛酸降解率稳定保持在 90%左右,同时体系中氟离子残留量在 1ppm(百万分之一)上下波动,符合地表水环境质量标准。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1021/jacs.5c06438>

中国农业科学院兰州兽医研究所

找到牛结节性皮肤病“推手”

本报讯(记者叶满山 通讯员杨钰林)近日,中国农业科学院兰州兽医研究所动物免疫与代谢创新团队研究鉴定出牛结节性皮肤病病毒里一个“关键捣蛋分子”LSDV001 蛋白,并确定了该蛋白的致病机制。相关研究成果发表于《细胞分子生物学》。

牛结节性皮肤病是一种由牛结节性皮肤病病毒引起的新发传染病,近年来已给多个国家的养殖业造成严重损失,并给兽医公共卫生带来威胁。然而,该病毒致病原因尚不清楚,这也制约了有效防控措施的制定。

该研究发现,牛感染这种病毒后,身体会出现“过度发炎”的情况,而 LSDV001 蛋白在其中起到“推波助澜”的作用。该蛋白在病毒刚感染牛时就呈“活跃”状态,促使体内和炎症相关的信号分子聚集在一起,并相互作用,让炎症反应变得越来越强烈。动物实验进一步证实,去掉 LSDV001 蛋白的病毒在感染动物后,引起的炎症反应明显减弱,皮肤结节症状也减轻很多。这一研究明确了 LSDV001 蛋白在病毒致病过程中的关键作用,为后续研发更有效的牛结节性皮肤病疫苗提供了科学依据。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1128/mbio.01677-25>

中国热带农业科学院橡胶研究所

新技术让橡胶树少开花多产胶

本报讯(记者李晨 通讯员赵慧阳)近日,中国热带农业科学院橡胶研究所排胶机理与调控课题组初步阐明外源赤毒素及其抑制剂通过减少橡胶树花期养分消耗,从而促进天然橡胶生物合成的分子机制。相关研究成果发表于《经济作物和产品》。

橡胶树每年多次开花过程会消耗大量氮、磷、钾及镁离子等关键养分,导致树体养分欠缺,进而影响胶乳产量与品质。为解决“生殖生长-产胶代谢”之间的矛盾,研究人员通过激素调控手段,有效抑制了橡胶树的成花与坐果,减少了花期对关键养分的过度消耗。

赤毒素作为一种关键的植物激素,在植物生长和开花调控中发挥重要作用。研究证实,外源施用赤毒素及赤毒素生物合成抑制剂氯化胆碱均抑制了橡胶树的开花,并减少了花序和叶片中的养分积累。

进一步转录组分析表明,赤毒素和氯化胆碱处理影响了脱落酸、乙烯、赤毒素、生长素及水杨酸等激素信号传导途径相关的基因表达。此外,与天然橡胶生物合成相关的基因在花序中的表达显著下调。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.jindcrop.2025.121697>



橡胶树的花。

中国热带农业科学院供图