在稳定支持下，一群年轻人挑战百年难题

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/41186.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

在稳定支持下，一群年轻人挑战百年难题。



王士召（右四）团队。受访者供图

■本报见习记者 赵婉婷

为减小阻力，高铁、飞机常常被设计为流线型。但高速下，流体经过表面时会产生复杂湍流，衍生诸多工程难题。湍流机理复杂，被诺贝尔物理学奖得主理查德·费曼称为“经典物理学的最后未解难题”。

在中国科学院力学研究所（以下简称力学所），研究员王士召带领一支平均年龄39岁的团队向百年难题发起挑战。他们针对工程难题背后的基础科学问题和关键核心技术，以涡环的时空演化为切入点，发展了复杂边界压力场的计算和测量方法。

这支团队取得成功的背后有一套机制密码——中国科学院与财政部联合启动的“稳定支持基础研究领域青年团队计划”（以下简称“青年团队计划”）。

瞄准湍流百年难题

当我们稍稍拧开水龙头时，流出的液体平缓而清澈，这是有序稳定的层流；而河流从崖顶快速倾

泻而下时，就形成了翻涌飞溅、浑浊泛白的瀑布。流体力学家将瀑布这样“不规则”的高速流动定义为湍流。

湍流由大小不一的涡旋构成，涡旋随时间和空间不断变化，涉及旋转、变形、重联等过程。这些变化会直接改变接触边界上的力、热量等物理量，引发边界压力脉动、流动阻力激增等问题，这也是各类高速装备噪声、能耗的核心诱因。然而，长期以来，科学界难以全面揭示湍流的时空演化规律，将其称为“百年难题”。

王士召自2006年读博以来，就一直探索涡旋与力的关系。此前，他与团队发展了基于涡旋形心的升力公式，系统揭示了扑翼推进中的涡旋结构与力作用机理，并受邀在流体力学旗舰期刊《流体力学年鉴》和航空航天领域顶级期刊《航空航天科学进展》上撰写综述文章。

2021年起，中国科学院与财政部联合启动“青年团队计划”，这是中国科学院根据基础研究创新人才成长发展的特点和要求施行的新举措。2023年，在该计划发布的重大科学问题清单中，王士召看到了“湍流时空结构的起源与演化”项目。这是“青年团队计划”中第一个基础力学研究领域的项目。从国家战略需求与工程需要出发，他决定申请该项目。

“湍流是大飞机、高端机械等装备研发的核心技术瓶颈。”王士召说，目前，工程界在尝试改造设备外形以降低湍流带来的影响，但缺少明确的方法论。从源头摸清湍流的运动机制，一步步揭示涡旋结构与力的机理，才能为工程设计提供精准的改进方案。

经过多轮遴选，他们成功“揭榜挂帅”，入选2023年“青年团队计划”。在中国科学院的统筹支持下，该项目由力学所牵头，以王士召为团队负责人，联合中国科学技术大学、中国科学院数学与系统科学研究院、中国科学院大学共同承担。

这支团队聚焦湍流时空变化的核心原理，目标是建立湍流时空结构起源与演化的新模型，提出湍流模拟的新方法，为工程设计提供指导。

分工明确，优势互补

在“青年团队计划”的支持下，来自不同机构、不同专业背景的年轻人得以将各自的特长聚焦在同一个重要问题上。

团队分工明确，中国科学技术大学教授司廷负责湍流起源研究及相关实验，中国科学院数学与系统科学研究院副研究员王旭承担数学建模和数值方法相关工作，中国科学院大学副教授陈隆主导多物理场耦合模拟实验，王士召带领力学所的“小分队”主攻湍流演化中的理论研究。

此外，团队内部的年轻人还能优势互补。

团队中的“85后”、力学所副研究员刘毅此前常常奔波于行业项目对接，在一心投入“青年团队计划”后，他自主开发了一个复杂的流体力学数值模拟计算程序。

“在流体力学领域写程序是一项投入产出比相对较低的工作，底层算法设计和程序重构都需要反复探索、不断推翻和迭代，前期需要投入大量的时间和精力。”刘毅说，“现在，得益于‘青年团队计划’长周期评价、宽容失败、鼓励原创的理念，我能够沉下心来，集中精力解决超大规模数值模拟中的计算性能瓶颈问题。”

王士召感慨：“‘青年团队计划’让年轻人可以安心地深耕极具挑战性但具有长期价值的问题，也能激发年轻人持续攻关的科研定力。”

刘毅的投入，为研究湍流结构提供了重要工具。团队的“90后”、力学所副研究员张鑫磊利用机器学习将刘毅程序的计算结果，和团队成员、力学所研究员徐多负责的流体力学实验结果关联起来；反过来，机器学习又能指导实验测量传感器的优化布置，以及湍流模型的参数调整。

团队的每位成员发挥所长，得到了综合训练。他们之中，有的获得了中国科学院院长特别奖，有的拿到力学所“力星计划”的人才支持项目。在王士召看来，青年的快速成长与发展，也是交给“青年团队计划”的“答卷”。

“给了我们探索的空间和时间”

王士召感慨，在推动组建跨界团队的同时，“青年团队计划”的稳定支持“给了我们探索的空间和时间”。

近3年来，在“青年团队计划”的支持下，团队取得一系列成果。

他们完善了复杂边界流动大规模并行计算方法，实现了大规模的湍流大涡模拟。此外，他们开发了基于机器学习的曲面动边界压力场重构技术。这些方法与机理研究是工程改进的重要参考。

涡环的相互作用是研究湍流问题的经典途径，此前研究仅关注涡旋的变形或重联单一因素，而未明确旋转的角色。“我们想设计一个非常干净的模型，让两个涡环斜着碰撞，看看旋转和变形是如何发生的。”王士召解释道。

团队通过模拟涡环运动发现，在旋转与变形同时发生时两种状态产生的压力可以相互抵消。在进一步分离并量化旋转与变形的影响后，团队提出通过改变设备外形以调整涡旋的旋转方式的可行性。

他们凝练出一张清晰简洁的涡环示意图，其背后是复杂的数学模型简化工作。为精准复刻真实流体的复杂流动结构，完整捕捉涡旋旋转、变形、拉伸的核心特征，他们开展了大量试算与迭代。只有在不断摸索与验证中，才能拼凑出完整的图景。

王士召坦言，湍流问题是长周期难题，在获得“青年团队计划”的稳定支持前，团队需要分散精力申请各类项目，“现在，我们没有年度硬性考核，开展研究就不会太保守，我们也无需频繁调整方向应对经费压力，研究的连续性得到了保障”。

谈及基础研究中的长线探索，王士召笃定地说：“我们这些做流体力学，特别是偏基础研究的人，一开始就想好了，这个问题肯定要研究一辈子。”

如今，在“青年团队计划”的支持下，团队正在拆解更为复杂的涡环运动，并尝试在模型上设计凸起和弯曲以改变湍流流动形态，继续解决国家重大技术需求背后的科学问题。

《中国科学报》(2026-07-29 第1版 要闻)
作者：赵婉婷 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发