



听《中国科学报》

《中国科学报》官微

科学网 App

科学网官微

### 科学人生·光耀百年

# 谷超豪:做学问就像下棋,要有大眼界

■本报见习记者 赵婉婷

5月15日,适逢已故中国科学院院士、数学家谷超豪百岁诞辰。

“做学问就像下棋,要有大眼界。只经营一小块地盘,容易失去大局。”谷超豪曾这样勉励青年学子。

从微分几何转向偏微分方程,再转向数学物理研究,谷超豪一生的研究方向是多变的,但每次都从国家科学发展的需要作为探索的出发点。这或许就是因为他拥有大眼界。

而他在一个领域取得突破后,会让学生深入下去,自己则去蹚新路。谷超豪直接指导的研究生中,有4名当选为中国科学院院士。

### 落子国之所需

1943年,17岁的谷超豪考入浙江大学,后师从苏步青和陈建功两位数学大家。毕业后,他进入复旦大学从事教学科研工作。1957年,谷超豪前往苏联莫斯科大学进修,深耕微分几何研究。

这正是国家百废待兴、全面谋划科技发展与学科建设的关键阶段。1956年,国家制定“十二年科技规划”,谷超豪注意到其中强调我国数学学科发展不平衡的现象,在计算数学、概率论、偏微分方程方面较为薄弱。1957年,苏联成功发射第一颗人造卫星。国际进展与国家建设需求让他意识到,偏微分方程是数学和物理科学、工程科学沟通的桥梁,是国防建设的重要组成部分。

在莫斯科大学完成微分几何课题之余,谷超豪专门自学了流体力学和空气动力学。1959年,谷超豪取得博士学位并回国。他响应国家“两弹一星”战略的发展需要,在复旦大学带领学生投入以空气动力学为背景的偏微分方程研究,并主持开设“双曲守恒律讨论班”和“空气动力学讨论班”。

“我当时也就是自觉地要担负这样的使命,开始开拓偏微分方程这块园地。”谷超豪日后在接受一次采访时这样说道。他以超音速流问题作为模型,先后在拟线性双曲型方程组、正对称偏微分方程组及多元混合型方程等方面取得开拓性成果。

20世纪七八十年代,谷超豪又一



复旦大学供图

次转向了。70年代初,远程导弹的弹头受烧蚀影响,面临飞行稳定性问题。他领导了复旦大学弹头物体超音速绕流问题的计算工作,并最早提供了成功的计算方法,为我国远程导弹的定型设计作出了重要贡献。

1974年,著名物理学家杨振宁访问复旦大学时作了一场报告并提出一系列问题。作为一名具有较深厚物理素养的数学家,谷超豪不仅从数学角度与他交流,还于第二日给出了“规范场中环路位相因子”问题的初步解答。这让二人找到了共同语言。

紧接着,他们合作开展规范场理论、纤维丛、闭回路位相因子方面的研究。1975年,两人联合署名发表《规范场理论的若干问题》等一系列成果,被誉为“卓有成效”的合作。杨振宁评价谷超豪是“站在高山上往下看,看到了全局”。

作为谷超豪的博士生,中国科学院院士洪家兴记忆深刻的是,谷超豪多次在参与制定国家科学发展规划时强调,必须对现代物理的最新进展给予充分重视,因为物理学是数学发展的源泉。“他在临别前的最后一次谈话中也强调了这一点,这是他的一贯思想。”

1980年,谷超豪当选中国科学院

学部委员(院士);此后,他还获得2009年度国家最高科学技术奖。

谷超豪多次转变研究方向,但一直将国家需求摆在首位。在获得上海市科技功臣奖时,他说:“把自己的研究作为一项事业来做,这事业就是国家建设的宏伟大业的一个部分。”

### 布下教育“棋阵”

谷超豪的研究工作一直与实际应用接轨。对于数学学科发展,他高瞻远瞩提出数学“应作为一项技术直接参与经济运行”。

1960年,谷超豪作为负责人之一参与复旦大学数学专业课程革新。同年,他在全国家教先进工作者大会上发言指出,应在数学教育中增加反映现代科学成就的新材料,将数学、力学、计算数学等专业与工程和生产实际相结合,删减合并数学、物理基础课的内容等。2000年,谷超豪向科技部建议在“973”计划中列入“非线性科学”和“核心数学”两个项目。

此外,谷超豪会在各类讲话中“劝”年轻人学好数学,但并非要求人人都去攻数学。“数学能够把各种复杂的现象都描述得非常好。年轻人都应该学点数学,即使本科学数学,以后转到别的领域去也没有关系。因为数学总是能够在各行各业都发挥一点作用。”

谷超豪晚年时提议建设上海数学中心。他曾在一篇题为《上海需要数学》的文章中举例道,医药工业是上海的支柱产业之一,其发展涉及应用统计学知识;上海也是全国的金融中心,将数学用于金融是国际热点。“基础数学发展的水平,也是科学发展水平的重要标志。上海要建设成为国际一流的大都市,也必须有自己的数学研究高度。”

2012年初,谷超豪在病床上得知上海数学中心获批的好消息,那时他已因中风丧失了语言表达能力,但脸上仍写满了激动。

谷超豪为数学学科建设与教育发展建言献策,还缘于他的许多行政职务。

1999年起,73岁的谷超豪担任温州大学校长。温州是他的家乡,那时的

温州大学还是一所专科学校,谷超豪上任不久就提出了“专升本”,组建温州大学。

“温州经济如果要得到很好的发展,必须有高级的工程技术人员和管理人才,此外温州经济的发展必须有理论,需要综合性大学来作为思想库。”他在一次回答学生提问时表示。2006年,温州大学的建设获批。

此外,谷超豪36岁担任复旦大学数学研究所副所长,56岁担任复旦大学副校长,60岁担任复旦大学数学研究所所长,62岁担任中国科学技术大学校长,还担任过三届全国政协委员。

有人问谷超豪:如果全身心投入科研而不担任行政职务,会不会有更大的学术成就?

“谷先生承认,全身心投入科研一定会比现在取得更高的成就,但是他绝不后悔,因为自己完成了历史赋予他的责任。”洪家兴告诉《中国科学报》。

2012年,谷超豪因病逝世。他对青年人才培养与高等教育发展的“布阵”,对于推动我国数学学科建设起到了关键作用。

### 棋局之外

谷超豪曾出席许多活动并发表讲话,但在与他共事的人眼中,谷超豪话很少,基本不谈工作以外的事,待人温和又严肃,毕竟数学家做的都是理性的研究。然而在工作之外,他却有一个感性的精神世界。

曾任谷超豪秘书、现为复旦大学数学科学学院党政办副主任的虞彬告诉《中国科学报》,厚厚的《唐诗鉴赏辞典》与《宋词鉴赏辞典》是谷超豪手边的必备读物。

数学与诗歌的相似之处吸引着谷超豪:“中国古典诗词能用简洁的语言来表达丰富的意思,在某种程度上它与数学有相通的地方。数学中的好成果也往往是简洁而具有精深内容的东西。另外一点,中国诗词中都有对仗,数学上也注重对称化。”于他而言,文学和写作一方面能够丰富生活,另一方面有益于数理思维的发展。

(下转第2版)

# 解开牛羊打嗝致暖之谜

■本报记者 李思辉 通讯员 孙慧

牛羊打嗝、排放甲烷、全球气候变暖,这3个在有些人看来关联不大的事物,被一项科学发现紧紧绑在了一起。

中国科学院水生生物研究所(以下简称水生所)研究员缪炜团队联合南京农业大学、江汉大学、北京大学、西北工业大学等多家单位,在反刍动物瘤胃里找到了驱动甲烷排放的“幕后主角”——瘤胃原生动物纤毛虫,并首次发现一种全新的产氢细胞器“氢小体”。

这项近日发表于《科学》的研究,不仅揭示了纤毛虫与甲烷排放的关系,而且为全球畜牧业减排提供了一条全新思路。

从对一个科学猜想感兴趣,到四处采集“有味儿”的牛羊瘤胃液,再到获得改写教科书的科学发现,这背后是一群科研人员6年如一日的坚守,也是一次被审稿人“逼”出来的科学突破。

### 地球变暖的“隐形推手”

甲烷是仅次于二氧化碳的第二大温室气体,对全球变暖的贡献约占30%。在人为活动产生的甲烷中,牛羊等反刍动物养殖占比超过30%,是当之无愧的甲烷排放“大户”。

据估算,全球约有15亿头牛、12亿只绵羊、10亿只山羊以及其他反刍动物。两头牛一年排放甲烷造成的温室效应,约等于一辆家用小汽车全年排放造成的温室效应。数十亿只牛羊,如同一个个移动的“甲烷发生器”,持续影响着地球气候。

为什么牛羊会源源不断产生甲烷?答案就藏在它们独特的消化系统里。缪炜介绍,反刍动物有4个胃,第一个胃叫瘤胃,相当于一个恒温、密闭、持续发酵的“生物反应器”。瘤胃中生活着海量微生物,包括原核的细菌和产甲烷菌,以及真核的纤毛虫和真菌等。这些不同的微生物协同工作,分解草料中的纤维素,最终生成甲烷。

长期以来,科学界把目光锁定在产甲烷菌上,因为它是甲烷的直接生产者。但一个关键事实一直被忽略:瘤胃纤毛虫的生物量最多,占瘤胃微生物总量的一半以上。多年前有实验发现,移除瘤胃纤毛虫,甲烷排放可减少35%。但纤毛虫影响甲烷产生的机制始终是一个谜。

缪炜团队的猜想是,产甲烷菌只是“执行者”,而纤毛虫才是重要的“调控者”。解开纤毛虫的秘密,可能给畜牧业甲烷减排开辟新方向。

### 在瘤胃里捕捉看不见的“小虫”

一项研究牛羊的课题,为何由水生所牵头破题?

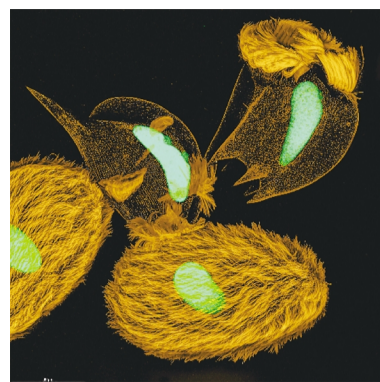
水生所是中国原生动物的发源地之一。几代学者的积累与传承,使水生所团队在原生动物研究方面形成了国际领先的实力,特别是在纤毛虫研究方面。

2020年,在南京农业大学教授毛胜勇和西北工业大学教授邱强等专家的建议下,缪炜团队开启了瘤胃纤毛虫与甲烷调控机制的研究。

采样是第一道难关。瘤胃纤毛虫只有几十到100多微米,比头发丝还纤细。研究对样品的鲜活度和活性要求极高。团队主要采用活体无创采样方法:在养牛场中,首先对牛进行固定与安抚处理,随后将柔软的采样管经口腔缓慢送入瘤胃,类似胃镜操作,并通过虹吸方式抽取瘤胃内容物。每次采样通常需要获取3至5升瘤胃液。

另一部分样本来自屠宰场。团队成员常常凌晨一两点趁夜色出发,在屠宰后迅速采集牛瘤胃液。无论寒冬酷暑、刮风下雨,采样工作从未中断。面对刺鼻的发酵胃液,大家必须强忍不适,第一时间完成样品的妥善保存与处理。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1126/science.adv4244>



瘤胃原生动物纤毛虫。水生所供图

冯金梅、姜传奇、谢斐和熊杰等青年学者,累计完成牛羊等动物采样上千次。

比采样更难的是分离与培养。在此之前,全球实验室几乎都无法稳定、纯培养瘤胃纤毛虫,只能混合培养,实验结果并不精准。团队在显微镜下“针尖绣花”,用微吸管挑取单个细胞,再自主搭建厌氧培养体系,突破了多种瘤胃纤毛虫的体外培养难关。

最终,团队完成450个瘤胃纤毛虫基因组测序,72%为全球首次发现,构建起全球最大、最干净的瘤胃纤毛虫基因组资源库,为这项科学发现奠定了坚实基础。

### 单层膜氢小体改写教科书

2025年,团队将研究成果投给《科学》。审稿人高度赞赏,并提出一个极为重要的问题:纤毛虫的关键结构到底是单层膜还是双层膜?如果是单层膜,就可以确定研究者发现了一个新细胞器,意义重大。

论文共同通讯作者、水生所研究员熊杰告诉《中国科学报》,正是这个非常有建设性的审稿意见,让研究团队开启了更加细致的观察和研究。

在此之前,生物学教科书明确写道:所有产氢细胞器都由线粒体衍生而来,是双层膜结构。

团队利用七八个月的时间重新采样、优化实验,并借助水生所和北京大学的电镜平台进行高精度观测。

当电镜图像清晰呈现时,所有人都为之震撼:在纤毛虫的细胞膜下方、纤毛之间,整齐分布着一个个微小的细胞结构,它们都只有一层膜。中国科学院院士赵进东为这个全新的细胞器起了个新名字——“氢小体”。

这一发现打破了几十年的普遍认知,产氢细胞器不一定有线粒体,单层膜的内膜系统也能形成产氢细胞器。有评论指出:“这一结论改写了生物学教科书。”

随着氢小体的发现,纤毛虫调控甲烷的完整机制也被彻底破译。氢小体与纤毛相伴而生,多毛型纤毛虫的氢小体数量最多可达多毛型的60倍以上。

缪炜介绍,氢小体一方面用独特氢酶产氢,为产甲烷菌提供“食物”;另一方面用独特氢还原酶快速除氧,为产甲烷菌创造“最舒适”的厌氧环境。简单说,纤毛虫细胞表面纤毛覆盖区域越大,氢小体含量就越多,产甲烷菌产生的甲烷也就越多。

这一发现提出了一条新的畜牧业减排路径。通过调控瘤胃内多毛型纤毛虫的比例,或靶向抑制氢小体相关的氢酶、氧酶,就可能在不影响牛羊健康与消化的前提下,显著降低甲烷排放,同时减少饲料能量损失。

从恶臭瘤胃里寻宝到取得开创性成果,从微观细胞器到全球气候治理,科学家完成了一次“从0到1”的原创突破,为全球应对气候变化、发展绿色畜牧业贡献了中国智慧。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1126/science.adv4244>

# 研究揭示复合事件与碳排放的响应规律

本报讯(记者朱汉斌)华南理工大学未来水利交叉团队与北京大学研究员张尧团队等合作,创新提出“复合事件对累积碳排放的瞬时响应(TCoRE)”指标,系统揭示了极端降水-高温等复合极端气候事件与碳排放的响应规律,填补了联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化与碳排放评估体系中未纳入复合事件的研究空白。相关成果5月13日发表于《自然》。

论文第一作者、华南理工大学副教授李军介绍,长期以来,科学界主要依赖“累积碳排放-全球平均气温响应(TCRE)”指标评估气候变化。研究团队指出,气候风险更多源于极端气候事件,尤其是多种极端事件同时发生的“复合事件”。这类事件对生态系统和经济社会发展造成的影响往往比单一极端事件更为严重。

研究团队提出的TCoRE指标,用

于量化碳排放与复合事件频率的关系。他们通过深入分析获得以下关键发现:强度较低的复合事件发生频次随累积碳排放增加呈线性增长;而强度更高的复合事件频次呈非线性增加。这表明,罕见且严重的复合事件对碳排放的响应更为敏感。此外,经观测数据约束的TCoRE比地球系统模式集合平均值偏高37%-75%,意味着未来复合事件的发生频次高于现有模式预估水平。

基于TCoRE指标,研究团队重新评估了全球剩余允许碳预算。结果显示,纳入复合事件后,实现全球温控目标所允许的碳排放量大幅减少。若在气候评估中忽略复合事件影响,可能会高估全球剩余碳预算,从而低估未来气候风险。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10544-1>

# 欧洲最大研究资助机构撤销争议性新规



寰球眼

本报讯据《科学》报道,近日,在科学家的强烈抗议下,欧洲最大的研究资助机构——欧洲研究委员会(ERC)放弃了一项旨在遏制申请数量激增的新政策。

该政策要求未获ERC资助的申请者,必须额外多等待一年才能再次申请,这遭到了许多研究人员的抨击。一

些人数月来精心准备申请材料,却因为这一政策无法提交。在研究人员的抗议下,ERC发布声明,表示关于申请限制的新规将被撤销。

“这就是科学界团结起来产生的影响。”以色列特拉维夫大学的Oded Rechavi说。Rechavi是敦促ERC重新考虑新政策的公开信的编写者之一。

此次事件的起因是ERC主席Maria Leptin于4月19日发表的一封信宣布,将限制未获ERC资助的申请者再次申请的时间,从原来的两年延长至三年;进入后续审批流程但最终未获资助的禁止申请期限,从一年延长至两年。

上述政策变化适用于ERC针对早期研究人员的知名科学家以及合作项目的资助计划,并将于7月生效。

这一新规引发了科学界的不满。4月25日,Rechavi与7位在欧洲各机构工作的研究人员联名撰写了公开信,称这些变化“可能有损ERC的使命,将创新科学家拒之门外,并削弱欧洲在基础研究领域的全球竞争力”。他们尤其担心,这会对早期研究人员和那

些资源匮乏机构的科研人员造成打击。几天内,公开信就获得了1000多名科学家的签名。

最终,在研究人员的“明确要求”下,ERC重新考虑并取消了大多数资助计划中延长再次申报期限的规定。Leptin表示,ERC感谢研究人员提出的“有益且有趣的建议”,并将认真对其进行评估。

面对将出现的申请潮,ERC如何应对目前尚不清楚。但Leptin表示,他们将采取额外措施,“尝试进一步简化同行评审流程”。

(徐锐)



5月14日,第十一届中国(北京)军事智能技术装备博览会在北京开幕。以“无人具身智能引领指挥控制体系赋能”为主题的第十四届中国指挥控制大会同步举行。本届军博会围绕军事智能化发展的前沿趋势,聚焦科技创新与产业创新的紧密结合,规划了人工智能与大模型、智能指挥控制系统、无人系统与反制技术等十大主题展区,展示了3000余项尖端科技成果与一体化解决方案。

图为观众在展会上参观。本报记者赵广立报道 图片来源:视觉中国