

黄炳荣：数学真的很“漂亮”

■本报记者 廖洋 实习生 王冰倩



哥伦比亚大学教授 Dorian Goldfeld (左) 与中国科学院院士席南华 (右) 为黄炳荣颁发首届陈景润奖。

福建省龙岩市长汀县有一个名为“台湾府”的小村庄，与宝岛台湾隔海相望。山东大学数据科学研究院教授黄炳荣的家乡正位于此。

2008年，黄炳荣考上与家乡相隔1500公里的山东大学，在数学学院攻读数学与应用数学专业。“高考完填报志愿时，没有想过专业和就业的关系，只是因为对数学感兴趣，所以全部志愿都填了数学。”黄炳荣对《中国科学报》说。

此后的11年里，从闽西山区来到济南的黄炳荣，又去往美国纽约、以色列特拉维夫。当年那个18岁的少年，从没想过有一天会走那么远。但他最后横跨数万里再次回到济南。

近日，凭借“L-函数的矩及其在Rankin-Selberg问题和算术量子混沌中的应用”，这位“90后”教授被国际行业专家提名，获得首届陈景润奖。

“这是从毫无头绪到思路清晰的过程，我很珍惜这种感受。”黄炳荣说。

其实，这并不是黄炳荣第一次与数论碰撞出如此美妙的“火花”。

“大学前，我唯一一次走出县城是高二时参加数学竞赛。当时，老师只给了我一本书自学，并没有经过专业训练。”黄炳荣说。真正学习数论后，他才意识到，当初自学的那本书里，最感兴趣的数列部分就属于数论。

直到大三那年，黄炳荣才第一次正式接触数论基础课程。本科毕业前，因为山东大学是“解析数论”领域最重要的研究中心，所以他放弃了保送其他院校的机会，选择在本校继续硕博“攻关”。

回顾黄炳荣的研究历程，似乎总有一种缘分引导着他向数论这个数学理论中最严格、最精确的领域走去。

“夜空中最亮的星”

2016年，是黄炳荣跟随美国哥伦比亚大学教授张伟做联合培养博士研究生的第二年。

一个秋日的深夜，结束了一天“烧脑”工作的黄炳荣，一边往住处走，一边思索如何继续推导一个困扰他许久的问题。

各种数据与理论不断在他脑海中涌现。突然，一个解题思路如夜空中最亮的星，在不经意间闪现眼前。

“当时，我正在研究L-函数在三角形区域内的性质。那一瞬间，我突然意识到，既然矩形的方法无法推广到三角形，那能不能用无穷多个矩形去盖住三角形？”黄炳荣说。

其实，这个灵感来之不易。

此前几个月，黄炳荣初到哥伦比亚大学时，研究并不顺利。于是，张伟鼓励黄炳荣多与该校教授Dorian Goldfeld交流，因为Goldfeld的研究偏向解析数论，与黄炳荣的研究方向更为契合。

“那时候，我每隔一两周就会找Goldfeld聊思路和进展，在迷茫中探索前行。第一年，我逐步解锁了许多新的研究方向，但知道的越多，越意识到自己的不足。”黄炳荣对记者说。

2016年上半年，Goldfeld提出“是否可以在无假设条件下证明存在无穷多L-函数满足超正性”。此后的几个月，二人对此一直埋头钻研。

同年6月，黄炳荣回国与其导师、山东大学教授刘建亚针对上述问题进行了

理论都非常奇妙，有很多深刻的东西值得探索，就像欣赏有吸引力的作品一样。”

交流。刘建亚第一时间帮助黄炳荣联系并访问了美国普林斯顿高等研究院教授Peter Samak。

中美两位顶尖教授联手，给黄炳荣指出了可行的思路。下一步，就是研究如何将思路走通，而关键的灵感在那个深夜里产生了。

“这是从毫无头绪到思路清晰的过程，我很珍惜这种感受。”黄炳荣说。

其实，这并不是黄炳荣第一次与数论碰撞出如此美妙的“火花”。

“大学前，我唯一一次走出县城是高二时参加数学竞赛。当时，老师只给了我一本书自学，并没有经过专业训练。”黄炳荣说。真正学习数论后，他才意识到，当初自学的那本书里，最感兴趣的数列部分就属于数论。

直到大三那年，黄炳荣才第一次正式接触数论基础课程。本科毕业前，因为山东大学是“解析数论”领域最重要的研究中心，所以他放弃了保送其他院校的机会，选择在本校继续硕博“攻关”。

回顾黄炳荣的研究历程，似乎总有一种缘分引导着他向数论这个数学理论中最严格、最精确的领域走去。

“食脑虫”感染缘何如此致命

■王月丹

日前，我国台湾地区的疾控部门在《新发传染病》发表了一例罕见的“食脑虫”感染——原发性阿米巴脑膜脑炎病例报告。报告提到，一位年仅30岁的女性在室内水上乐园游玩5天后，出现头痛和颈项僵硬等神经系统症状，之后又出现发热和全身强直阵挛发作，就诊3天后去世。当地疾控部门在水上乐园环境样本中发现了被称为“食脑虫”的自由生活阿米巴原虫。

“食脑虫”感染非常致命，致死率超过95%。我国文献报道过的“食脑虫”感染患者全部死亡。

“食脑虫”的感染途径有哪些？该如何预防？目前有无有效的治疗手段和疫苗？

比狂犬病更可怕 自由生活阿米巴原虫

提起最致命的感染性疾病，人们通常会想起由狂犬病毒引起的狂犬病，其发病后的死亡率几乎为百分之百。但是，自然界中还有一种隐藏在天然淡水中的致命杀手，感染后的患者几乎全部在短时间内死亡，这就是“食脑虫”——自由生活阿米巴原虫。

流行病学研究表明，“食脑虫”感染遍布全球各地，在中国、澳大利亚、美国、英国、比利时、捷克、泰国以及南美洲、非洲等地均有报道，即使在具有良好医疗条件的医院，患者采取了积极救治措施，病死率也高达97%以上。

因此，“食脑虫”感染是与狂犬病相当的致命杀手，而至今仍无有效疫苗。人们还没有找到类似狂犬病疫苗接种的方法来有效预防“食脑虫”感染。从这个角度来看，“食脑虫”感染比狂犬病更加危险和致命。

多种人类寄生虫，如广州管圆线虫、猪带绦虫、曼氏裂头蚴、肺吸虫、弓形虫以及阿米巴原虫等，均可以引起中枢神经系统感染，甚至破坏脑组织。其中，阿米巴原虫是感染人体的重要寄生虫。根据生活环境的不同，阿米巴原虫可分为内阿米巴原虫和自由生活阿米巴原虫。现已知内阿米巴原虫的溶组织内阿米巴原虫可寄生在人体或犬、猫、鼠等动物的肠道等组织中，感染者的粪便含有阿米巴原虫滋养体和包囊，可污染食物或水源，并通过粪-口途径传播。

溶组织内阿米巴原虫一般不会引起人体发生感染症状，约90%的感染者无明显症状，只有不到1%的感染者会出现阿米巴痢疾和肝脓肿等疾病，偶尔出现脑脓肿和脑膜脑炎等脑部疾病，如果不能有效救治，可危及生命。

但上述寄生虫感染的症状、病死率以及疾病进展速度，无法与自由生活阿米巴原虫感染相提并论。因此，一般认为，“食脑虫”感染特指自由生活阿米巴原虫感染，特别是福氏耐格里阿米巴原虫感染引起的原发性脑膜脑炎。

多发生在青年和儿童中

自由生活阿米巴原虫主要生活在自然界的水和土壤中，以细菌、藻类、真菌等为食。其偶尔会感染人体，导致皮肤、口腔、角膜等感染以及脑膜脑炎。引起人类发生脑膜脑炎的“食脑虫”主要包括3种自由生活阿米巴原虫——福氏耐格里阿米巴原虫、棘阿米巴原虫和哈氏阿米巴原虫。其中，福氏耐格里阿米巴原虫是报道最多的“食脑虫”感染病原体，其主要存在于温暖的湖泊、河流、温泉、池塘、核电站冷却水以及氯消毒不完全的游泳池水中。

在发现“食脑虫”感染病例之前，人们一直认为，福氏耐格里阿米巴原虫是人类口腔和咽喉共生的微生物，只会对老鼠和猴子具有致病性。1965年，澳大利亚首先报道了一例“食脑虫”感染病例。该患者为急性起病，开始时表现为嗜睡、情感淡漠等精神不振的症状，第二天开始出现发热、咽喉疼痛、鼻塞和头痛等症状，第三天出现呕吐和意识障碍，到第四天就昏迷死亡。

尸体解剖检查结果表明，该患者的嗅球和额叶组织遭严重破坏，其中含有大量

阿米巴原虫滋养体，脑组织就像被寄生虫吃掉了一样，这也是“食脑虫”名字的由来。随后，世界各地相继发现了数百例“食脑虫”感染病例，其中美国佛罗里达州是报道病例最多的地方。

“食脑虫”感染者脑组织照片。图片来源：Science Photo Library

发现·进展

河北农业大学

研究揭示现代大豆品种重要性状结构变异

本报讯(记者李晨)近日，河北农业大学张彩英团队率先组装出高产优质抗病现代品种“农大豆2号”高质量基因组，并在基因组水平挖掘现代大豆育成品种特有结构变异及其作用，揭示了影响黄淮海地区大豆群体重要产量和品质性状的结构变异与基因，为大豆遗传改良提供新的理论依据和基因组资源。相关研究成果在线发表于《自然-遗传学》。

大豆是重要的粮食和油料作物，提供人类50%以上食用油和25%以上植物蛋白。高质量参考基因组对作物性状遗传基础解析及分子遗传改良意义重大。然而结构变异在大豆重要性状遗传改良中的作用尚不清楚。

该研究首次组装了现代品种“农大豆2号”高质量基因组，预测到58899个蛋白编码基因(PCG)，其中98.73%的PCG被验证，56958个具有功能注释；鉴定到1404个现代大豆育成品种新基因，48个位于已发表大豆基因组的Gap区，17个新基因被转录组数据或已知功能数据库验证，随机选取的8个新基因被PCG和Sanger一代测序验证。

该研究还挖掘出上万个基于



农大豆2号。河北农业大学供图

而第三篇文章里自守形式的三阶矩问题，则是随机波动猜想的一个重要情形。则是从2018年开始研究，直到2022年才真正将其破解。

一棒接一棒的传承

著名数学家潘承洞的重要成果之一是关于线性素变数三角和在小区间的估计，非线性的情况更为困难。刘建亚的博士学位论文正是对此难题的研究。潘承洞曾在刘建亚作博士论文答辩时说：“这个问题很难，我跟陈景润年轻时都没做出来，你做出来是很好的。”

而在刘建亚的指导下，黄炳荣研究生期间的第一个课题，便是小区间上素变数三角和估计，对刘建亚的博士学位论文结果进行改进。

2014年，刘建亚获得一项在中国数论界前所未有的成果——将高维自守形式应用到素数分布。时隔32年后，继1982年数学家陈景润、王元、潘承洞获国家自然科学奖后，刘建亚再次为数论领域摘得桂冠。

同年底，刘建亚在听完黄炳荣的论文思路后，专门将各地的师兄师弟组织起来，由黄炳荣汇报论文主要思想，让大家把关。

两年后，黄炳荣终于独立完成了第一篇自守形式和L-函数领域的论文，这也是他的博士学位论文。

这就是一棒接一棒的传承。如今，黄炳荣也像导师一样，将自己所学传授给学生。

“学术环境在变，一定要学会独立找到合适且有意义的问题，掌握方法，多做学术交流。”黄炳荣常对学生说，他的科研之路并不具有普适性，每个人一定要掌握独立思考的能力。

获得陈景润奖后，中国科学院院士张平向黄炳荣表示祝贺：“希望你继续努力，为推动中国数学事业的发展贡献更多的力量。”

面对这项成绩，黄炳荣说：“我没有‘非我第一’的心，对取得的成果非常知足。要继续坚持做，只有做得多了，才会慢慢有突破。”

黄炳荣记住了师爷潘承洞的“敢于挑战大问题”，记住了导师刘建亚的“大胆去学，不要拘泥”，而他的学生也同样记住了他的“大胆假设，小心验证”。

所谓传承，就是独立思考、不断体会、不断更新。黄炳荣说，自己始终走在感兴趣的专业道路上，他虽不是天才，但通过后天努力，也能创造一定的价值。

中国科学院南京地理与湖泊研究所等

发现中国湖泊有机碳总储量大幅增加

本报讯(记者冯丽妃)近日，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员施坤、段洪涛和副研究员刘东与自然资源部第二海洋研究所、香港大学、英国斯特林大学等单位学者合作，揭示了1984年至2023年中国湖泊有机碳浓度时空分异格局和储量显著增加的规律。相关研究发表于《自然-通讯》。

湖泊是全球碳循环和气候的调节器，此前研究通常假设湖泊总有机碳储量不变。利用大量野外调查数据和卫星监测技术，新研究发现1984年至2023年中国24366个湖泊有机碳浓度和储量的明显时空变化，指出了已有假设缺陷。类似情况可能也在全球湖泊中发生，这表明湖泊水体在固碳方面的作用越来越重要。该研究对于理解湖泊碳循环过程机制具有重要意义。

该研究发现，中国湖泊溶解性有机碳(DOC)西北高、东南低，颗粒性有机碳(POC)则呈现相反格局，有机碳总储量显著增加。其中，西北内蒙古-新疆和青

藏高原区的平均DOC浓度是东南部云贵高原和东部平原湖区的2.5倍。研究进一步发现，中国湖泊总DOC储量为39.43Tg C，其中83.2%储存在青藏高原。中国湖泊POC总储量为2.14Tg C，其中绝大多数存储在东南部湖泊。储水量仅为29.3%的东部湖泊存储了中国55.2%的POC。虽然青藏高原湖泊水储量占全国的55.3%，但POC储量仅占25.6%。

该研究发现，1984年至2023年中国湖泊DOC和POC储量分别增加了44.6%和33.5%。研究最后量化了不同因子对中国湖泊DOC和POC浓度时空变化的相对贡献。结果表明，人类活动对DOC浓度空间变化的贡献为50.2%，气候因子对POC浓度空间变化的贡献为75.9%。研究确定了流域人类活动、湖泊水量或气候等是中国湖泊有机碳储量增加的主要驱动因素。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-52387-2>

中国科学院大连化学物理研究所

鲍鱼壳为真随机数生成器带来灵感

本报讯(记者孙丹宁)中国科学院大连化学物理研究所研究员胡翌、郭敬为、谭彦楠等人提出了一种基于随机激光实现真随机数生成的新方法。该方法利用仿生随机激光相干模式作为物理熵源，实现了单通道随机数瞬时速率初步达到40Gbps，为真随机数的生成提供了新思路。近日，相关成果发表于《光学快报》。

真随机数生成器在信息安全领域具有广泛的应用前景。而光学真随机数生成器利用高速光源产生真随机数，具有信号加载速率快、抗干扰能力强等特点。

近十几年来，以混沌半导体激光器为典型熵源的光学真随机数生成器发展较快。然而，受光源带宽和空间通道数目的限制，混沌激光随机数生成速率遇到瓶颈，寻找新体制的光学真随机数生成器成为当前的研究热点。随机激光的输出模式具有随机性，

是一种潜在的优质随机数物理熵源，然而，基于随机激光生成真随机数的研究尚处于起步阶段。

该团队提出一种基于随机激光相干模式的随机数生成新方法，将复刻有鲍鱼壳内表面类光栅槽结构的聚二甲基硅氧烷作为散射衬底，结合罗丹明640染料作为增益介质，实现了单通道前向和后向相干随机激光的同时输出，并且在光谱和时序上表现出激烈的模式竞争，具备较强的随机性。

团队对随机激光的时序变化进行采样，经过三阶差分计算、异或逻辑运算等后处理过程，生成随机数序列，瞬时速率初步达到40Gbps。研究发现，随机比特满足随机分布、独立性、无偏差等要求，证实了随机数序列具有较高质量。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1364/OL.533214>