



# 半夜灵机一动，他获得一个神奇“工具”

■本报记者 李思辉 实习生 毕若雪

“2021 年暑假的一个凌晨，我突然灵机一动，思考很久的一个模型瞬间清晰起来。我立即从床上跳起来，用了 5 分钟时间，把它清楚地画在纸上画了出来！”谈及最近发表于《细胞》的研究成果，武汉大学教授殷昊觉得有些不可思议。

殷昊团队的这项成果是一种名为 Amplification Editing (AE) 的基因编辑工具。该工具是目前为止第一个真正意义上高效、精准的基因组结构变异或染色体编辑工具，能够有效解决以往大片段复制或结构改变时精准性和效率低、操作复杂的问题。

《细胞》审稿人评论称：“AE 标志着基因组精准编辑的重大飞跃——从仅针对特定基因扩展到修改整个染色体区域。”

## 一个重要的基因组研究工具

基因组结构变异可导致自闭症、智力低下、面部发育畸形等遗传疾病。但结构变异非常复杂，长期以来缺乏有效的研究工具。针对这一难题，殷昊团队历时 4 年，成功研发出 AE 工具。

殷昊介绍，AE 是一种高效、精确的基因组结构编辑工具，它以可编程的方式精确、高效地复制从小片段到染色体级别的基因组序列，将精准复制的范围从单个基因位点扩展到染色体层面。

他打了一个形象的比喻：“传统的基因编辑工具只能修补屋檐和墙壁上的洞，而 AE 能改变和重构房子的结构，并按照图纸迅速而精确地建造出来。”

“研发这一工具的目的是帮助建立遗传病模型和癌症细胞动物模型，在药物选择和疾病

治疗方面起到基础性作用。”殷昊解释说。

实验室研究显示，科研人员在使用 AE 工具时，可以在细胞中精确地复制长达 100 Mb 的 DNA 片段，这对于研究大型基因序列或染色体结构的变化至关重要。

## 转入“人迹罕至的森林”

实际上，AE 工具的研发建立在殷昊此前研究的基础上。2016 年，殷昊从美国麻省理工学院博士后出站，2018 年回国。在此之前，他一直从事基因编辑方面的研究工作。

2014 年，他与合作者在《自然-生物技术》发表相关研究论文，这是全球首个证明 CRISPR (原核生物基因组内的一段重复序列) 可以治疗遗传病的研究。当时，该研究在业内引起较大反响，美国多家媒体对他进行了专访。

之后，他与合作者又一起研发了 CRISPR 体内递送方案，用于基因编辑的体内疗法。目前，这一基因编辑的体内疗法已经进入了三期临床试验。

2016 年博士后出站后，殷昊在美国一家大型药企工作了一年半，专注基因编辑的临床转化。2018 年，他感觉“自己应该回国做一些工作了”。在家人的支持下，他向国内一些高校递交了资料。武汉大学认真研究了殷昊的申请后，决定聘任其为教授，并提供良好的科研条件，让他可以心无旁骛地搞研究。这坚定了殷昊回国的决心。

回国后，首先要确定研究方向。殷昊告诉记者，他之前主要是利用基因编辑手段做由单个基因突变导致的遗传病治疗方面的研究。但当他

在这方面的研究有一些起色后，国际上很多研究者都涌入这个领域。于是他反复思考——既然回国重新开始，能不能开辟一个新的研究方向，转入“人迹罕至的森林”？

他决定从新的角度着手，聚焦于那些由基因组结构变异而非单个基因突变导致的疾病。因为近一半的人类致病性遗传突变是结构变异。这方面的研究虽然比较难做，但很有意义。

但该领域面临的一个瓶颈问题就是缺乏好用的遗传工具。于是，殷昊试图开发一套针对基因组结构变异的编辑工具，做一些“前所未有的工作”。AE 研发的计划应运而生。

殷昊告诉《中国科学报》，这项研究的难点有两个，一是获得结构变异编辑工具的基础模型，二是对模型进行扩展。

2021 年的整个夏天，殷昊每晚入睡前都至少花一个小时思考构建模型的问题，却一直百思不得其解。不可思议的是，一天凌晨，躺在床上，他脑海里突然蹦出一个清晰的模型，他立即将其画了下来。

“我当时特别兴奋，但孩子还在身边熟睡，不能发出太大声音。”第二天，殷昊将模型拿给团队成员进一步验证，实验结果表明，模型十分精准。

获得基础模型后，完成模型的拓展和构建成关键。“AE 工具的研发最初并不顺利，团队成员经历了多次失败，但屡败屡战。”殷昊告诉记者，关键在于找到一套稳定、可靠的测量方法，保证工具的可靠性、有效性。如果实验数据和模型之间不能在各方面自洽，工具就无法做成。经过多次“头脑风暴”及多轮实验验证，课题组终于解决了这一问题。

(下转第 2 版)

# 深切悼念周光召同志

■白春礼

8 月 17 日深夜，惊悉周光召同志不幸去世的噩耗，顿时我心中的悲痛阵阵袭来，眼泪如同当夜的雨水长流而下，不能自己。我心潮起伏，思绪跌宕，与他相处的情景仿佛就在眼前。

光召同志于 1987 年 1 月出任中国科学院院长，可以说是临危受命。当时中国科学院正处在改革与发展的低谷甚至是泥潭之中，经费短缺，人才断层，条件简陋，设备落后。中国科学院何去何从？院内外、上上下下的思想也不统一。光召上任后高瞻远瞩、深谋远虑、驾驭全局、推陈出新，制定中国科学院的发展战略、规划、方针、政策，带领中国科学院爬坡过坎，走出了低谷。

特别是在人才队伍建设方面，光召制定了一系列的政策措施，既运筹帷幄、统揽全局，又以身作则、呕心沥血、亲力亲为，中国科学院因此吸引和聚集了国内外一大批优秀的中青年科学家。1987 年，当时全院职工 8 万余人，其中各类专业技术人员 5 万余人，行政人员 7000 人，工人 2.3 万余人。各类专业技术人员中的正高级专业技术人员仅 1000 余人，其中绝大多数都已年过 50 岁。由于“十年动乱”对科技事业发展的影响，中国科学院人才队伍结构不合理的状况已十分突出，年轻科研人员的缺乏已造成科技队伍的人才断层。为了尽快改变人员固化、论资排辈的不利局面，为青年科技人才脱颖而出创造条件，光召提出了设立院长基金、职称破格和特批晋升等举措。这些举措的出台为弥补人才断层、为青年人才成长创造了重要条件，也极大提高了当时科教界对青年人才培养工作的重视程度。我本人就是这两项举措的直接受益者。

1987 年，我从美国加州理工学院完成学业后回国到中国科学院化学研究所工作。回国前，我与用人单位从未谈起工作条件和待遇等问题，只想回国后立即开展科研。当时，化学研究所科研经费非常拮据，只能借给我 12 万元作为课题费，在地下室辟出一个地方作为我的实验室。1987 年底，光召院长召开了一次科技体制改革座谈会，我在会上介绍了自己所从事的扫描隧道显微镜研究工作的前沿与进展，并汇报了当时科研经费短缺和条件简陋的情况。光召当即对我说：“你马上写个报告给我。”他后来派计划局的局长和处长等到我的实验室，听取科研工作汇报及下一步工作的设想。不到一个月，30 万元的院长特别基金就拨到了我的课题组，这无疑是雪中送炭。这是我回国后开展科研事业的一个起点。如果没有当时院领导对科技前沿敏锐的洞察力，没有院里

针对青年人才培养设立的院长基金，也许我的科研工作将会徘徊相当长的一段时间。1988 年 4 月，我们的研究工作正在紧张地进行。一天，我接到光召的电话，他要来实验室看看我们的工作进展。院领导在百忙之中，还在关注一个课题组的科研状况，怎能不让一名普通的科研人员感动？激动之余，我说马上通知研究所领导。光召说他今天还要出国访问，不必惊动研究所领导。光召到了我的课题组，到当时我们工作的地下室里，看到了我的工作紧张有序，他非常满意，并嘱咐我们要爱惜身体。就在光召视察的当天晚上，我们研制的扫描隧道显微镜的计算机屏幕上，显示出清晰的原子图像，我们的仪器提前研制成功了。这是一种机缘，抑或是一种巧合。

为了使一批年轻有为的优秀人才能够晋升高级职称，1987 年中国科学院在全国率先实行 45 岁以下中青年科技人员专业技术职务的“特批”制度，即 45 岁以下科技人员晋升研究员、35 岁以下科技人员晋升副高职务，只要通过所在单位职称评审委员会的答辩，其名额可不受单位指标限制，由中国科学院在院层面的指标内“特批”。作为中国科学院第一批“特批”的 22 人之一，我于 1987 年晋升为副研究员，时年 34 岁。这个年龄做副研究员当时在社会上引起了不小的轰动。《科学报》(《中国科学报》前身)在一篇介绍我工作的报道时，特意以《一个 34 岁的副研的故事》为题，以此强调我作为副研的年龄较轻。两年后的 1989 年，我又被特批为研究员。在当时，这样的年龄被聘为研究员非常不易，可谓开了先河。

光召关心我的成长，尤其当我在工作上碰到一些困难和不顺心的时候。有一次开会之余他见到我，拉着我的手在院子里散步，走了一圈又一圈。他宽厚的手掌里传递着爱意和温暖，给了我力量，这个情景我一直铭刻于心。

光召非常注重与青年科学家的交流。在 1991 年 6 月中国科学院科技政策局战略远景处组织的“纳米科技青年科学家研讨会”上，光召倡议成立青年科学家创新联谊会(后支持为青年创新联合会，是中国科学院青联的前身)。他说，青年时期是一个创新能力最为旺盛的时期，而科技充满艰难，需要志同道合的青年科学家相互启发、相互激励、相互支持，联合起来克服困难，创新联谊会将作为他联系青年科学家的重要途径。我作为创新联合会的会长和学术委员会主任委员，深切地感受到他对年轻科学家的赤诚关爱和精心呵护。

(下转第 2 版)

# 首例光谱认证的重复性黑洞潮汐撕裂恒星事件获发现

本报讯(记者王敏)近日，中国科学技术大学天文学系副研究员蒋凝、教授王挺俊、孔旭等组成的研究团队通过观测发现，黑洞潮汐撕裂恒星事件(TDE)AT2022dbl的再次爆发，极有可能源于超大质量黑洞重复潮汐撕裂同一颗恒星，且每次行为特征与一般典型的 TDE 完全不同。这是首个获得光谱认证，也是迄今证据最为确凿的重复性部分撕裂恒星事件，对研究 TDE 族群和物理有重要意义。相关成果发表于《天体物理学杂志快报》。

TDE 是指一颗“倒霉”的恒星在靠近星系中心的大质量黑洞时，被黑洞潮汐撕裂并吸积，产生的强烈电磁辐射。该耀发通常在数十天内快速增亮至峰值，随后数月乃至数年缓慢变暗。研究人员发现，近年来有几例 TDE(候选体)在数年后又开始重新爆发，它们被认为是重复性 TDE 候选体，黑洞每次仅仅撕裂和吸积部分恒星物质。然而，这些候选体缺乏光变曲线之外的其他强有力观测证据，因此未被同行广泛认可。

基于 TDE 重复性爆发的不断发现，研究团队开始关注并定期更新已知 TDE 后续光变曲线，以期尽早发现新的类似事件，并及时开展后

随观测。研究团队今年 1 月发现 TDE AT 2022dbl 再次变亮之后，立即触发了美国雨燕卫星和全球望远镜网络的多波段测光监测，并利用美国帕洛玛天文台的海耳望远镜拍摄了一条高质量的早期光谱，最终证实了这次爆发起源于 TDE。有意思的是，本次耀发的光谱与第一次耀发的光谱具有极其相似的指示恒星内部核合成元素超丰的发射线特征，这表明两次耀发的吸积物质很有可能来源于同一颗恒星，从而给出重复性撕裂 TDE 的关键证据。

基于以上观测事实，研究团队推测，这颗“最倒霉”的恒星可能是被黑洞从双星系统中拽出，束缚在一个偏心率极高的椭圆轨道上，并在靠近黑洞时被多次潮汐撕裂并“吸食”。当前光学 TDE 的研究基本都忽略了重复性部分撕裂 TDE，然而此次研究暗示此类事件概率可能并不低，而且常规 TDE 中有些是部分撕裂事件，因此对于重新认识光学 TDE 的族群统计和物理过程具有重要意义。同时，此次研究也揭示了 TDE 长期高频监测的重要性。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ad638e>

# 科学家发现蜘蛛操纵萤火虫诱捕同类

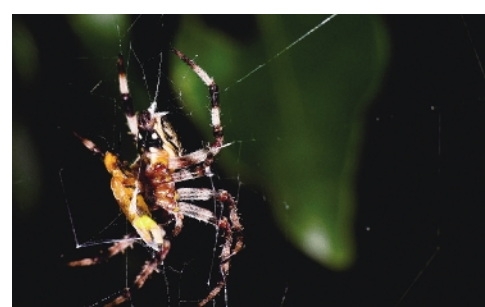
本报讯(记者甘晓)华中农业大学教授付新华团队与湖北大学教授李代芹、副教授张士昶团队发现，某些蜘蛛能够操纵萤火虫，并让它们诱捕同类。8 月 19 日，相关论文发表于《当代生物学》。

他们发现，常见的结网型蜘蛛——大腹园蛛，会操纵蜘蛛的雄性边褐端黑萤，通过缠绕和注射微量毒素使其发生变化。被操纵的边褐端黑萤原本用两节发光器在空中飞行时发出多脉冲雄性展示求偶信号，但在蜘蛛的操纵下，它们只用一节发光器闪光，模拟雌性求偶的单脉冲信号，从而吸引更多雄性前来求偶交配，最终“自投罗网”。

早在 20 年前，付新华就注意到，许多蜘蛛网中的萤火虫都是雄萤，没有雌萤。他进一步发现，多种结网蜘蛛都有类似行为，因此这是一种普遍的新型捕猎策略。经过多年野外实验，付新华团队联合世界知名蜘蛛行为学专家李代芹和张士昶团队证实了这种行为的存在。

研究团队发现，当在蜘蛛网上放置标记的雄性边褐端黑萤时，大腹园蛛会进行典型的操纵行为，并长时间等待；而当发光器涂黑的雄性边褐端黑萤被放置在网上时，大腹园蛛则直接取食，不进行操纵。被操纵的萤火虫明显比其他组别的雄萤吸引更多雄萤触网。

研究团队推测，尽管结网型蜘蛛的视力较差，但它们能够感知萤火虫的闪光信号，并采取不同的操纵/捕食策略。他们还推测，蜘蛛的毒素可能会影响萤火虫控制闪光信号的中枢神经系统，使信号发生改变。这种蜘蛛操纵萤火虫



大腹园蛛向雄性边褐端黑萤注射毒液。付新华/摄

虫的行为可能是通过进化形成的，蜘蛛通过操控蜘蛛网的雄萤并注射毒液，使其闪光信号变得类似雌性，从而获得更多猎物。这一行为的遗传和保留仍需进一步研究。

这项研究不仅展示了动物如何使用间接的动态信号来精准定位猎物，也为自然界中可能存在的其他模仿操纵行为提供了新视角。研究人员指出，捕食者可能通过模仿声音、信息素或其他交流信号来操纵猎物行为，这一策略在自然界中可能比我们所知的更为普遍。

《科学》对此项研究发表评论称：“这是科学家首次在蜘蛛身上观察到这种‘操纵’行为。”接下来，研究团队将继续探究蜘蛛毒素如何影响萤火虫的闪光信号控制机制，以揭示萤火虫闪光信号控制的奥秘。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.07.011>

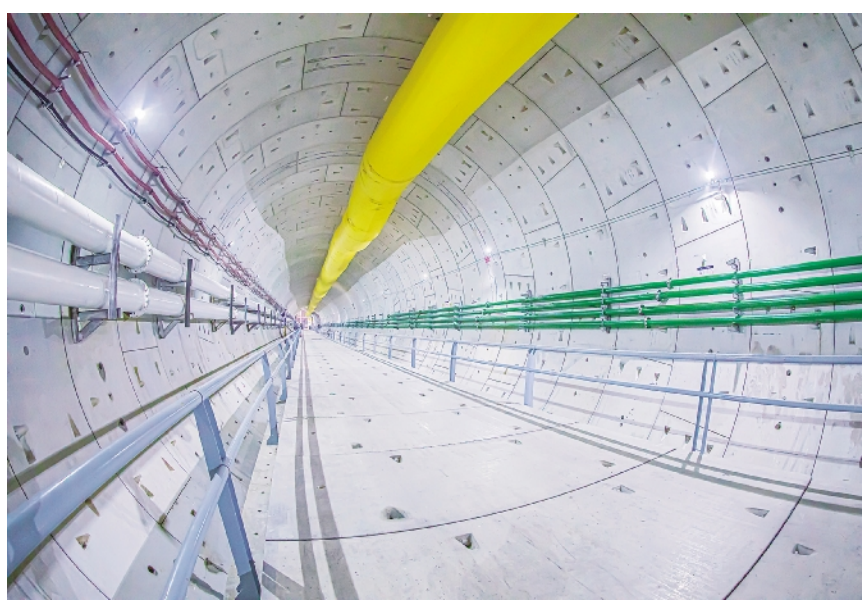
# 106 米！我国大盾构水下掘进深度创纪录

本报讯(记者朱汉斌 通讯员苗蕾)8 月 19 日，我国自主研发的海底隧道盾构机“深江 1 号”完成 3590 米既定掘进任务，顺利抵达珠江口水域海平面下 106 米，创下中国大盾构水下掘进最深纪录，也是世界高铁盾构隧道掘进的最深海底纪录。

全长 13.69 公里的珠江口隧道是深江铁路重点控制工程，采用矿山法+盾构法组合施工。其中，中铁十四局采用一台开挖直径 13.42 米的“深江 1 号”盾构机，从东莞虎门向广州南沙方向掘进 3590 米。掘进过程中，盾构机下穿多条主航道，先后穿越 13 种地层、5 种复合地质，全断面硬岩掘进长达 2.75 公里，花岗岩强度最高达 124.6 兆帕，还连续穿越 17 条断裂带及分支。区间工程复杂的水文及地质条件，为工程带来了极大的难度。

据介绍，隧道盾构段最低点位于珠江口水面下 106 米，“深江 1 号”盾构机最大承受水压力达 10.6 巴，相当于指甲盖大小的面积上承受 10.6 公斤的压力，在国内尚无同等条件的工程经验和设计标准可供参考。

针对施工难题，“深江 1 号”盾构机配置了常-带压重型复合刀盘、可伸缩主驱动、双层壳体，同时集成了高精度大流量环流、高效重载物料运输、主驱动密封自动加压、盾尾间隙测量、管片自动选型及浮动检测、隧道通风制冷等一系列智能化系统，确保盾构机在超高压水、超深埋深、裂隙发育的不良地质段连续、稳定、安全掘进。



成型隧道。刘福昌/摄

# 美国著名粒子物理实验室纠纷愈演愈烈



本报讯 美国粒子物理实验室——费米国家加速器实验室(以下简称费米实验室)的纠纷愈演愈烈。据《科学》近日报道，由于预算问题，该实验室将在 8 月最后一周让大多数员工休假。与此同时，员工对实验室的不满情绪也在增加，还有员工匿名发表文章，对实验室管理层进行长篇控诉。

费米实验室曾是世界上最大的原子加速器所在地，但近年来，其多次绩效评估都未通过。美国能源部(DOE)准备选择一家承包商在未来 5 年运营该实验室。目前的承包商是由美国芝加哥大学领导的费米研究联盟(FRA)，该联盟自 2007 年以来一直管理费米实验室。

在费米实验室发布的声明中，没有具体说明员工休假的原因。但多个消息来源称，实验室工作人员的增加是主要原因。仅 2022 年至 2023 年，该实验室就增加了 176 名员工，总人数达到 2160 人，增幅为 9%。

7 月 18 日，一位举报者在预印本平台 arXiv 上公布了一篇长达 125 页的文章，其中“汇编了关于实验室问题的一系列事件的证词，以提供建

设性的批评意见和可能的解决方案”。这篇文章太疯狂了。”曾在费米实验室做研究的芝加哥大学物理学家 Juan Collar 说，“这就好像给费米实验室里任何有不满情绪的人一个开放的麦克风。”

文章还指出，该实验室在与供应商签订合同和按时付款等基本业务功能方面遇到困难。一位曾在费米实验室工作的物理学家说，最近几年，费米实验室受到了三重打击。首先，该实验室正在加紧进行一个耗资 33 亿美元的新实验——从位于美国伊利诺伊州的实验室向位于南达科他州的地下探测器发射中微子。其次，DOE 开始增加新的官僚程序。最后，新冠疫情后，费米实验室的许多业务人员都离开了，以寻找薪水更高的工作。

该文章还指出，许多实验室工作人员认为，FRA 试图保护自己的利益，而不是员工的利益，并引用了管理层对性行为不端指控的回应。2018 年 5 月，当时在美国印第安纳大学从事博士后研究的 Erica Smith 是费米实验室中微子实验 NOvA 的合作成员之一，她在一次会议期间指控另一所大学的 NOvA 合作者在实验室附近的一家酒店性侵犯自己。费米实验室的官员对此展开了调查。

然而，4 个月后，该实验室拒绝采取任何行动。在与 FRA 总法律顾问的会面中，Smith 收到

了一封信，信中有写道：“FRA 无法得出费米实验室社区或场地存在违规或威胁的结论。”

费米实验室是如何陷入如此明显的混乱的，目前尚不清楚。一位资深科学管理人员表示，有三方负有责任——实验室的领导人、“根本不知道在做什么”的 FRA 以及把实验室束缚在官僚主义中的 DOE 现场办公室。该消息人士称：“有很多责任要追究，不能只怪承包商。”

很多人担心，内斗和所谓的举报可能会危及这个脆弱实验室的命运。但不管怎样，下一个承包商将继承一个不断变化的实验室。DOE 拒绝透露有多少家机构参与了新合同的竞标，但最终决定将于 9 月作出。

(文乐乐)



在经济繁荣时期，费米国家加速器实验室是世界顶级粒子物理实验室。图片来源：DAN SVOBODA