

这对跨国“师徒”敲响地下水洪水警钟

■本报记者 王昊昊

向《科学》投稿两个多月了,Hamid M. Behzad 仍没有收到任何消息。正当他几乎要放弃时,一天,其博士后合作导师、中国科学院亚热带农业生态研究所(以下简称亚热带生态所)研究员聂云鹏跑到办公室,带给他文章被接收的喜悦。

“我起初还不太相信。”这位来自伊朗的“80后”,只比聂云鹏小一岁。为了这篇评述文章,他们两人忙活了近一年。

近日,该评述文章在 Letter 栏目以封面文章形式发表,Hamid 为第一作者,聂云鹏为通讯作者。这是《科学》第三次发表与中国西南喀斯特生态环境有关的内容。

文章中指出,地下水洪水隐蔽、破坏力大且长期被忽视,其风险远未引起公众、学术界以及相关部门的足够重视。这篇文章译成中文虽然只有 800 多字,却为全球范围内广泛存在但常被忽视的地下水泛滥风险敲响了警钟。



聂云鹏(左)和Hamid合影。受访者供图

一封来自伊朗的长邮件

Hamid 和聂云鹏在地下水研究方面结缘,还要从一封长邮件说起。

那是 2023 年 1 月 9 日,正在浏览喀斯特领域最新研究论文的聂云鹏,收到一封来自伊朗的博士后申请邮件。但让他顾虑的是,伊朗的官方语言不是英语,万一申请者英语不好,沟通起来会不会很困难?更何况申请者的年龄只比 1984 年出生的他小一岁。

聂云鹏说,Hamid 的第一封邮件并不长,但写得足够诚恳,他便复信让其补充工作内容以便深入了解。

聂云鹏当年计划招 3 名博士后,已有几名满意的申请者。“起初我没对 Hamid 抱太大希望,因为他的研究内容和我的太相似,我担心很难碰撞出新东西,而其他几位申请者的研究方向较为不同,反而更容易拓展出新成果。”聂云鹏说。

第二封邮件很快发来了。与上次不同的是,这封邮件足足有 6000 多个英文单词。邮件中,Hamid 通过五六十个附件介绍了他的研究工作、成果和未来计划。他还对聂云鹏的研究工作如数家珍,甚至具体到一篇论文的方法、观点、结论等,这让聂云鹏印象十分深刻。“关键是他之前引用了我们团队的很多成果,同时还延伸出不少新的成果。”聂云鹏说。

申请者对导师的研究内容、科研成果等如此熟悉,无疑会让导师动心。但真正让聂云鹏决定接收 Hamid 的是共情。

“我有太多发邮件的经历。”聂云鹏回忆

说,此前,他的导师、亚热带生态所研究员陈洪松承担国际项目时想邀请一位国际知名学者,聂云鹏负责撰写邀请邮件。“那封邮件我写得很有诚意,既有目的地的美景、美食、文化等内容,又有翔实的附件参考。后来那位科学家告诉我,就是这封用心写的邮件,让他决定再次来中国做学术访问。”

“或许我收到 Hamid 的邮件和外国专家收到我的邮件时的心情是一样的。”聂云鹏说,即使可能会遇到语言不通等问题,他还是决定把 Hamid 招过来。

从特殊洪水中获重要线索

Hamid 一直从事喀斯特相关研究,在伊朗攻读了喀斯特水文地质专业的硕士和博士学位。在这个过程中,他被中国的喀斯特研究深深吸引。

喀斯特就是岩溶,是水对可溶性岩石进行以化学溶蚀作用为主,以流水的冲蚀、潜蚀和崩塌等机械作用为辅的地质作用,以及由这些作用产生的现象总称。

喀斯特地貌在全球范围内广泛分布,约占陆地总面积的 15%。在中国,喀斯特地貌约占全国陆地总面积的三分之一,集中分布于广西、云南、贵州等地,形成世界上连片出露面积最大的喀斯特区。

“我们有很多国外没有的喀斯特地貌形态,并且我国喀斯特地区人口密集,国外则人口稀少。”亚热带生态所研究员、中国科学院环江喀斯特生态系统观测研究站站王克林表示,中国有着全球最复杂的喀斯特地貌,我国

科学家围绕喀斯特做了大量研究,走在国际前列。

2023 年 6 月,《科学》发表了一篇关于南美平原过去几十年因农业扩张导致地下水洪水增加的文章。“我当时拿着这篇文章和 Hamid 交流,闲聊中我第一次了解到伊朗有特殊的洪水,即地下水洪水,破坏力很大。”Hamid 展示的几张照片给聂云鹏留下深刻印象。

所谓地下水洪水,就是由地下而非地表水文过程主导的洪水。

中国有没有类似的地下水洪水?“其实我国喀斯特地区的地下水洪水和伊朗的类似,只是成因不同。”聂云鹏说,我国喀斯特地区一直饱受洪水困扰,多为极其隐蔽的地下水洪水,只是业界一直没有明确它的概念,往往认为是地表水渗漏所致,地下水泛滥风险远未引起重视。

聂云鹏表示,喀斯特区地下形态多为雨水沿着可溶性岩石的层面、节理或断层进行溶蚀而形成的地下孔道,即常见的落水洞、洞穴等。落水洞一般被认为是其所在小流域地表、地下径流的排泄口。然而,落水洞往往不是孤立存在的,而是通过地下管道与其他小流域的落水洞连接。因此,相对高海拔落水洞排泄的径流,往往会通过低海拔落水洞反涌,严重时甚至会形成地下水洪水。

伊朗国土绝大部分在伊朗高原上,是高原国家。“伊朗水资源分布不均匀,耕地资源丰富的农区需要调用大量水源进行浇灌,而不合理的灌溉会导致多余水分进入地下,并形成农区下游的地下水洪水。”Hamid 说。

通过交流后,二人形成共鸣,并确定以被忽视的地下水洪水主题为喀斯特发声。

他们在大量调研后发现,喀斯特地区地下水泛滥通常在强烈、短时间的降雨后立即发生,因此常被误认为是地表洪水。与强降雨、融雪或河流溢流引发的常规洪水不同,当地地下水渗入地下室等地下结构时,地下水洪水便会逐渐发生。

与常规洪水不同,地下水洪水可持续数月或数年。过去 10 年,英格兰地下水洪水造成的经济损失是常规洪水的 2.5 倍。“城市的一些地下水基础设施是在工业时代建的,当时地下水位处于历史最低水平,未预见到未来地下水位上升的可能性。”Hamid 表示。

而地下水泛滥规模巨大,难以准确评估其社会损失,深入研究则耗资巨大。

聂云鹏表示,由于地下水洪水与常规洪水的形成机制有明显差异,传统防洪堤坝等措施

几乎无益于地下水洪水防范。地下水洪水过程监测也极度匮乏,限制了基于翔实数据的预测模型构建和人工智能技术在无资料区洪水预报中的应用。

为 800 字的“豆腐块”,值吗?

当记者问及为了 800 字的“豆腐块”忙活近一年是否值得时,聂云鹏毫不犹豫地说“值”。

“全社会对喀斯特的关注度太低了。”聂云鹏说,喀斯特的最大特色和最大贡献就是水,以占全球陆地仅 15% 的面积为全球 1/4 的人口提供了淡水资源,公众和学界对该类型区的关注度与其贡献远不匹配。

过去几十年里,包括亚热带生态所等的科研团队持续开展喀斯特相关研究。2021 年,亚热带生态所牵头,联合中国科学院、中国地质调查局、教育部、国家林业和草原局等单位所属的 13 个喀斯特生态系统野外观测研究站,成立中国喀斯特生态系统野外观测研究站联盟,合力开展联网研究。

同时,王克林、陈洪松等牵头研发的喀斯特石漠化综合治理与生态服务功能提升技术研究示范成果,作为重点研发计划生态类项目代表性成果参加国家“十三五”科技创新成就展。相关成果获广西科学技术进步奖一等奖。

“这还不够。”聂云鹏表示,在全球范围内,喀斯特研究仍然不足,且很多并未从喀斯特角度出发开展系统研究,只是作为附加话题提及或隐藏在材料方法部分。“一旦有与喀斯特相关的任何成果,我都会第一时间分享给团队,充分借鉴。”

除了邀请外国专家来中国考察交流、争取国家重点研发计划政府间(中美)国际科技创新合作项目等,聂云鹏还有个坚持很久的习惯,就是在发表论文时保留“karst”(喀斯特)字眼。“一些期刊的审稿专家曾建议我删掉‘karst’,但我还是会极力解释一番保留的必要性,争取让喀斯特研究成果多得到一些关注。”

聂云鹏表示,未来团队将基于此次发表的评述文章,积极开展喀斯特地下水洪水相关研究。他还建议政府等部门积极实施专门针对地下水管理战略,包括开发和升级先进的地下水监测系统、执行针对水敏感设计的建筑法规、限制人工地下水补给、实施适当的土地利用规划、制订协调地表水和地下水资源可持续利用的综合管理计划等。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.ado6820>

亚洲首艘圆筒型“海上油气加工厂”建造完工

本报讯(记者廖洋 通讯员张进刚)近日,由我国自主设计建造的亚洲首艘圆筒型浮式生产储卸油装置(FPSO)——“海葵一号”在青岛完工交付,标志着我国深水油气装备自主设计建造关键技术取得重大突破。

这座“海上油气加工厂”由船体和上部功能模块组成,最大直径约 90 米,高度接近 30 层楼,总重约 3.7 万吨。它由近 60 万个零部件组成,设计排水量 10 万吨,最大储油量达 6 万吨,设计寿命 30 年,可连续在海上运行 15 年不回坞。作为全球深水海洋油气开发的主流生产装置,FPSO 是集原油生产、存储、外输等功能于一体的高端海洋工程装备。相较于常规船型结构,

圆筒型 FPSO 体形更小、空间更紧凑、储油效率更高,具有钢材用量少、稳定性好、抵御恶劣海况能力强等优点,可有效降低油田开发与运营成本。

据了解,“海葵一号”每天可处理原油约 5600 吨,交付后将拖航至水深达 324 米的深海进行回接,与亚洲第一深水导管架平台“海基二号”共同服役于我国第一个深水油田——流花 11-1 油田,形成国内首个“深水导管架平台+圆筒型 FPSO”开发模式,为我国深水油气田高效开发提供新方案。

“海葵一号”在青岛完工交付。张进刚/摄



从“水果”到“原石”,探讨科技成果价值评估

■本报记者 沈春蕾

一项科技成果好不容易问世后,到底值不值得落地转化推向市场呢?

近日,在北京召开的中关村科技成果转化 50 人论坛上,围绕如何开展科技成果转化价值评估,相关领域的专业人士从科技成果价值的发现、转化模式的选择、技术定价、评估体系设计等方面寻找答案。

科技成果像一块原石

“技术像水果一样,有保鲜时间,搁置久了就没有公开价值了。”中国科学院深圳先进技术研究院副院长樊建平如此比喻实验室里的技术。

谈及科技成果转化价值评估,樊建平又打了一个比方:“一块原石能卖多少钱,一刀切下去就知道是赚了还是亏了。价值的过程是在成果慢慢转化过程中不断修正的,最后让投资者和技术所有人都不吃亏,得到应有的回报。”

首都医科大学科技成果转化部技术转移办公室主任邵文从医学成果角度介绍说,一项很前沿的技术,不见得能满足临床需求。“我们建立的医学科技成果转化评价的标准首先是其临床需求度,然后才考虑先进性、创新性、成

熟度和预期的经济价值。”

那么,技术到底能不能从实验室走向市场?“这需要经历一个概念验证的过程。”北京航空航天大学技术转移中心执行主任汤鹏翔对概念验证的理解是,由投资人开展相应的评审工作,在此基础上由技术经理人联合技术完成人开展商业模式的策划,进而筛选出可以落地转化的技术成果。

选择成果转化模式

“在科技成果转化实现的过程中,存在技术许可、技术转让和作价入股 3 种不同的方式,那么该选择哪种方式呢?”国科创业投资管理公司副总经理、北京创投协会会长刘克峰表示,3 种方式的选择要从研究院所的管理制度、科研团队的意愿和市场合作方的配合等不同角度综合考虑。

“从技术拥有方角度考虑,如果选择技术许可,那么技术所有权仍归原单位;如果选择技术转让,则意味着把所有权卖出去;如果选择作价入股,就是你有我,我中有你,价值利益是绑定的。”刘克峰说,“这 3 种方式对应的产权形态决定了各自价值的大小。”

他接着分析说,从 3 种方式的价值载体来看,技术许可的价值载体是技术本身,其价值大小主要与许可的方式相关联;如果选择技术转让,其价值载体来自技术形成的产品,转让定价与产品收入分成挂钩;而作价入股的价值载体则是公司股权,作价入股的价值取决于公司股权的估值。

作为一名投资人,刘克峰认为,投资机构在成果市场化全链条过程中扮演着价值发现和实现的角色,作价入股的模式不仅包含了从技术孵化到产品成型的直接价值,更涵盖了公司运营管理带来的增值,体现的是企业整体发展过程中所累积的品牌价值及未来发展预期的综合价值。

“我之前做科研时对科技成果的评估不断发挥想象力,很难考虑到创业过程中的风险和真正会遇到的困难。”已经投身科技成果转化多年的中科创业联合创始人米磊表示,对技术的定价是一个比较复杂的问题,科学家对技术的定价往往会高于投资人的评估。

米磊认为,科技成果评估的核心需要根据技术、市场和社会的价值综合考虑,参考历史上同类公司的发展路径,综合得出一个相对合

理的定价,才能推动成果转化。

建立科技成果评估机制

“科技成果评估主要看未来的价值,而不是现在的价值。”北京清华工业开发研究院院长金勤献认为,可以参与转化的技术不仅需要具备良好的前瞻性,还应具有平台性,一旦实现突破就可以带来一系列突破,因此需要寻找可靠的战略合作伙伴共同完成。

北京市科学技术研究院院长伍建民借用人生三大灵魂拷问“你从哪里来”“你来干什么”“你到哪里去”分析了从科技创新到产业转化的 3 个链条,分别是实验室阶段、工程化阶段、产业化阶段,各个阶段参与的主体会发生变化,科技研发和成果转化要坚持需求导向、目标导向、问题导向和应用导向,才能实现创新价值。

“随着成果转化越来越向创新链条的前端转移,从价值评估角度来说,需要校准评价导向,开展多维度、市场化和第三方评价。”伍建民认为,科技成果转化评估要把技术经理人、孵化机构、金融机构、投资机构、第三方评价机构纳入其中,让科研人员心无旁骛、没有后顾之忧地实施科技成果转化。

发现·进展

中国科学院深圳先进技术研究院

“生物 3D 打印+”实现难愈合骨缺损治疗

本报讯(记者刁雯蕙)近日,中国科学院深圳先进技术研究院研究员阮长顺团队受心脏搏动泵血启发,提出了一种力学辅助的“生物 3D 打印+”新策略。最新研究成果发表于《自然-通讯》。

该团队结合 3D 打印技术构建了具有力学响应、大尺寸复杂结构的中空纤维凝胶支架(HHS),然后利用支架力学响应性能实现细胞快速、均匀、精准及友好加载。基于该策略获得的细胞负载支架,有效促进了难愈合骨缺损的修复与功能重建。

该策略有效解决了当前挤出式生物 3D 打印过程中如何平衡细胞活性和支架力学稳定性方面的难题,既可保证 3D 打印技术的精准度,又能维持负载细胞的高存活率,为组织工程与再生医学等领域提供了新思路。

研究中,团队采用同轴针头且在无支撑条件下,以“一步法”3D 打印技术成功构建了结构高度可调的中空水凝胶支架。该支架在压缩应变达 80% 的情况下仍可快速恢复,并且压缩循环 1 万次后仍能保持完整的结构。

据介绍,该支架具有力学响应性,通过压缩应变、循环次数可以实现对其响应行为的调控。HHS 在力学刺激下可实现细胞的快速、精准和分区负载。与静态条件下相比,HHS 负载细胞数量提高了 13 倍。作为概念验证,负载细胞的 HHS 在修复大鼠节段性和骨质疏松骨缺损方面显示出增强的再生能力,有望为组织再生领域和细胞治疗提供新途径。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41467-024-48023-8>

华东师范大学

实现废弃聚乙烯和二氧化碳耦合转化再利用

本报讯(见习记者江庆龄)近日,华东师范大学化学与分子工程学院教授赵晨团队,构建了沸石-金属氧化物多相催化体系,通过芳构化-氢捕获机制耦合转化废弃聚乙烯与二氧化碳(CO₂)为芳烃和一氧化碳(CO),并综合多种原位表征、同位素标记、模型物的验证等手段,阐释了芳构化-氢捕获的反应机理。相关研究发表于《科学进展》。

废弃的聚乙烯(PE)碳氢含量高,被视为潜在的碳氢载体,而 CO₂ 是一种可用的废弃碳源,转化过程通常需要大量氢气。芳香烃是制造燃料添加剂、合成聚合物和表面活性剂的关键中间体,其传统生产途径依赖于石油的重整过程。

能否将 CO₂ 的转化与 PE 的芳构化过程有效耦合,以减少氢气消耗并提高芳烃产品的产率?研究团队实验验证发现,CO₂ 能够原位消耗 PE 芳构化过程中产生的活性氢物种,从而有效提高芳烃产率。

此外,研究团队阐明了该催化体系的构效关系,即 HZSM-5 分子筛充当“储氢池”,CuZnZrO_x 充当“CO₂ 加氢池”。在芳香化-氢捕获的耦合过程中,HZSM-5 酸位点的 PE 发生芳构化反应,产生的氢迁移到邻近的 CuZnZrO_x 氢受体池中,使 CO₂ 发生还原反应生成 CO。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adn0252>

中国科学院华南植物园等

绘制出燕麦野生种基因密码图谱

本报讯(记者朱汉斌)近日,中国科学院华南植物园副研究员刘青团队与英国莱斯特大学教授 John Seymour Heslop Harrison 合作,采用基因组学技术组装燕麦野生种基因组密码图谱,开展比较基因组学研究,绘制出燕麦野生种基因组密码图谱。相关研究成果发表于《科学数据》和《BMC 植物生物学》。

燕麦曾是土耳其安纳托利亚地区小麦田中的杂草,在 3000 多年前被驯化,其基因组遗传多样性丰富,表现为基因组较大,具有类似马麦的染色体镶嵌结构,使得科学家对燕麦染色体结构变异的进化事件知之甚少,而其二倍体野生种基因数量相似,是燕麦抗逆、适应性状的基因宝库。

该研究通过基因组测序和组装,获得高质量的长链燕麦基因组 3.85Gb,注释 40845 个蛋白质编码基因,并获得耐盐的转录组数据,为燕麦耐盐基因的开发带来新启示。

比较基因组学研究发现,燕麦属野生种——长颖燕麦和异颖燕麦的共线性区域高度保守;二倍体野生种染色体易位发生在近端粒 50Mb 的区域,六倍体燕麦也存在类似的基因组间易位;确定燕麦属发生过 post-rh 全基因组复制事件。

该研究重构禾本科早熟禾亚科的进化史,为燕麦基因组辅助育种奠定了重要的理论基础,将推动燕麦野生种资源应用。其研究结果加深了人们对燕麦基因组起源的认识。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41597-024-03248-6>

<https://doi.org/10.1186/s12870-023-04644-7>