

一路“追雨”未果，却意外发现防洪“样板”

■本报记者 王昊昊 通讯员 王振亚

暴雨山洪来临，别人都避之不及，杨波却是追赶暴雨山洪的逆行者。

“我们都是追着暴雨洪水跑。”杨波不是救援人员，而是一位科研人员。作为河流防洪等领域的研究者，杨波需要在第一时间知道，暴雨洪水来临后究竟发生了什么，以便寻找极端天气情境下提高河流防洪能力的更优策略。

杨波向《中国科学报》展示了诸多他逆行的照片。2024年7月在甘肃、青海等地的经历，让这个“追雨人”灵感实现，提出一种新的生态防洪体系。随后，他用4个多月时间在《科学》的 Letters(学术快报)版块发表文章。

通常，Letters 文章篇幅较短，主要围绕一个特定的主题进行讨论，便于读者快速了解研究的主要发现和意义。

“我们忽略了小型湿地在河流防洪中的重要作用。”该文章中，杨波等提出应系统地规划和构建覆盖全流域、基于小型湿地群落的生态防洪体系，为全球气候变化条件下可持续发展的河流防洪管理提供了新方案。

研究电的怎么“转战”洪水了？

在长沙学院官网搜索杨波，关于他的介绍是，该校教授、电气学科带头人，长期从事大电网安全稳定问题的理论研究和工程应用工作。

2024年9月，杨波团队在《自然》发表文章，揭示过度储能给电力系统安全带来的潜在威胁，颠覆了人们对储能技术的传统认知。因此他关于洪水的文章在《科学》发表后，不少朋友都疑惑地表示：一直研究电气的杨波怎么“转战”洪水了？

“其实我们一直在跟水打交道，水电站发电调度、流域水风光储一体化开发等都必须掌握水的规律。”杨波表示，水电工程的运行与气象服务密不可分，水电要发挥最大潜能，首要的就是关注气象，解决防洪问题。

三峡水电站是世界上规模最大的水电站。杨波以该水电站为例解释，三峡水电站有发电、航运、灌溉等10多种功能，但其最重要的功能之一是防洪。研究者要根据气象信息预测水电站的入库洪水量做好防洪调控，同时测定其发电量等。

近年来，极端天气事件频发，暴雨洪涝干旱等灾害的突发性、极端性、反常性越来越明显。

我国是世界上河流最多的国家之一，其中流域面积100平方公里以上的有5万多条。“这警示我们，任何一个流域、一条河流，都有可能发生极端洪涝灾害。”在持续关注洪水的过程中，杨波开始思考为什么洪水难防以及有没有更好的防洪模式。

2023年，水利部印发《中小河流治理建设管理办法》，明确了对我国流域面积200平方公里至3000平方公里的11169条中小河流治理目标、治理标准等，包括堤防加固、护岸、渠化工程、疏浚等提升流域整体防洪减灾能力的措施。

这些年，杨波的足迹遍布湖北、河南、青海、甘肃等地，先后实地考察了黄河、长江等我国大小河流以及三峡、葛洲坝等水电站和当地的大小湿地。他还曾赴南美洲考察亚马孙河、巴拉那河、伊瓜苏河、伊泰普水电站，了解当地防洪管理方法。直到2024年7月，探索研究防洪新思路多年的他，在一次考察中豁然开朗。

没等到洪水，却收获了灵感

2024年7月22日至24日，甘肃省出现1961年以来最强区域性暴雨。在此期间，青海



▲冰沟河两岸的湿地。

▲杨波在冰沟河考察调研。受访者供图

省迎来该年度入汛以来最强降水。

杨波此前到过西北地区的几个城市，但对当地的河流等进行系统考察。关注到未来一周甘肃、青海等地将出现大暴雨，他决定和团队用一周时间实地考察，观察暴雨后的洪水演变过程。“我们当然不希望暴雨、洪灾发生，但大暴雨导致洪灾的试验和测试环境是可遇不可求的。”

“西北地区大部分处于干旱、半干旱地区，土质松软，生态环境脆弱，一旦有强降雨，引发山洪的可能性更大，山洪暴发速度也更快。”2024年7月15日，杨波带着两位团队成员赶到兰州。然而，他们在兰州等待了两天，大暴雨没有出现。

“兰州没有下雨，我们便沿着黄河沿线进行了考察。”当时天气预报显示兰州周边多地有暴雨，杨波团队便决定到武威和张掖看看。

武威冰沟河是祁连山独特的地理奇迹，因祁连山冰川融化形成的河流而得名。这是一处以雪山、天池、瀑布、森林、草原、河流等自然风光为主的生态旅游区。抵达武威后，杨波团队赶往冰沟河。

当前我国的防洪手段主要采取护岸固堤等技术手段，杨波一直在思考如何将技术手段和河流的周边生态结合起来，做到技术防洪和

生态防洪的有机结合。

眼前的冰沟河，让杨波灵感突现。“那就是我苦寻的技术和生态防洪样板。”杨波说，沿着冰沟河绕过几道弯，一片开阔的湿地映入眼帘。

“河两岸是小山，两山之间形成一片湿地。我当时构想，下暴雨时湿地应该会被淹没变成小湖，而雨水退后又会变回湿地，这里也几乎不用修水库和防洪设施来调节河流水量。如果每条河流都有多个这样的湿地，那洪水来后，这些湿地可以成为理想的泄洪区，技术防洪的压力就会小很多。”杨波想在冰沟河验证他的想法，观察暴雨后河流走势和水量等，可那几天没有下雨。

除了考察冰沟河，杨波团队还到附近的村庄考察。他们对小湿地规模大小、流域合理布局、农村湿地形态及河流走势等和防洪管理之间的有机衔接有了更新的认识。

随后，杨波团队又“追雨”来到张掖，考察了流经当地的黑河，却依然没有遇上天气预报中的暴雨。2024年7月21日，青海发布地质灾害红色预警，提示该省的门源县、大通县等地将有大雨、局地暴雨，他们又决定赶往西宁市。

其实，预警发布后当地已不建议民众前往

预警区域了，但杨波一心想验证自己在冰沟河的想法。

“从张掖到西宁约340公里，一般开车4个多小时即可抵达。我们一早出发，一路上雨时下时停，一些路被冲毁正紧急抢修，加上车多路窄，我们用了足足10个小时，直到天黑才赶到。”杨波说，这趟行程中，他见到了更多类似冰沟河的河流—湿地布局，对生态防洪的构想更有信心了。

既要“技术派”，又要打好“生态牌”

2024年7月25日，杨波正式结束西北考察。“没有暴雨、洪水是好事。”虽然一路上他们未能与暴雨相遇，但杨波因考察冰沟河而灵感突现。回长沙后，他立即整理思绪，完成了文章的写作。2024年8月4日投稿，不到4个月就正式发表。

“科研中的灵感确实很重要，但离不开此前多年的研究积累。”文章中，杨波针对河流防洪管理难题，提出系统地规划和构建覆盖全流域的、基于小型湿地群落的生态防洪体系，并与河流的堤防加固、导流工程、水库群调度等技术干预措施协同，有效提升极端情境下河流防御洪水的能力。

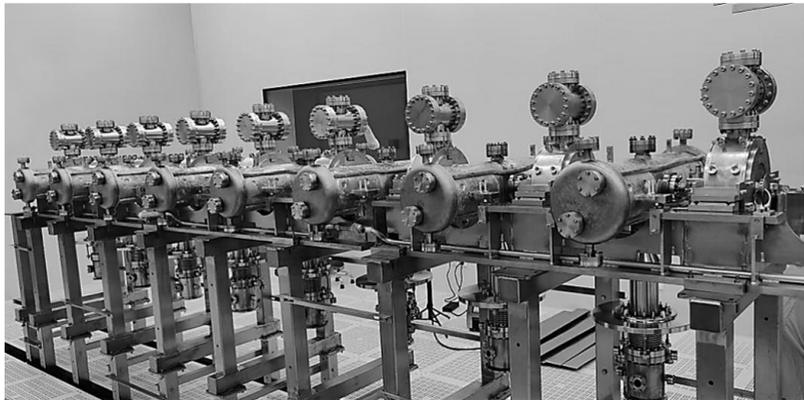
小湿地真能在防洪中发挥巨大作用吗？“从原理上说，合理规划小湿地规模与布局可以改变强降雨后水量的时空分布。若与传统的技术干预措施协同工作，将会形成一个流域的综合防洪体系，提升洪水应对能力，达到‘1+1>2’的效果。”杨波说，湿地在调节水资源、保护生物多样性方面起着不可或缺的作用，该防洪方案在保证防洪安全的同时，也为湿地的可持续发展提供了动力。

未来，该如何利用生态防洪体系有效防洪？对此，杨波表示，以前防洪是“技术派”，未来则要在在此基础上打好“生态牌”，既要做好技术防洪措施、建好防洪基础设施，又要把生态防洪和技术防洪深度融合起来。

湿地是城市可持续发展的重要生态基础设施，而农村则有池塘、沟渠、运河、水坝、小溪流等湿地资源。杨波建议，农村应借助这些资源创造小湿地与农村河流无缝衔接的闭环。城市规划人工湿地时，地方政府应根据本地年雨量和河流的洪水承载力，确保人工湿地有效分布，将湿地和流经城市的河流无缝衔接，形成河流—湿地集成生态系统，增强暴雨期间河流的雨水承载能力，提高防洪效率。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.ads2055>



近日，由中国科学院近代物理研究所自主研制的我国首套铜铌复合腔高稳定超导加速器单元通过各项测试。这标志着我国面向高可靠应用的铜铌复合超导腔技术研究取得了突破性进展。这一成果将有力提升我国在超导加速器领域的技术水平，为基于射电超导加速器的重大科学装置建设提供高性价比、高可靠性的技术方案。

图为铜铌复合腔高稳定超导加速器单元串集成。

本报记者叶满山报道
中国科学院近代物理研究所供图

重在价值挖掘与传承传播——

清华简整理研究工作迈入新阶段

■程浩

近日，《清华大学藏战国竹简（拾肆）》暨校释、英译系列成果发布会在清华大学举行，集中发布围绕清华简整理研究工作推出的系列成果。

此次发布的第十四辑整理报告，包含了3篇前所未见的先秦文献。其中以夏朝高、启之间君位传承为故事背景的《两中》，以及以周成王、周昭王为中心人物的《成后》《昭后》，为我们重新认识夏朝与西周的历史以及先秦时期思想观念的发展，提供了新的佐证材料。

比如《两中》明确提到，当夏禹去世之时，夏朝的政治中心位于“有河”，及至3年后夏启即位，才迁徙至“有夏”。这就提示我们，当下对于夏文化的探索，重心放在豫西的伊洛族群“有夏”的同时，不应忽视晋南的河汾族群“有河”。

另外关于夏启获得君位的形式，简文有很长篇幅的细致描写。不同于以往文献中各执一词的“禅让”与“篡夺”两说，本篇提出夏启得位是基于天神的共同推选，提供了一种崭新的视角。这种说法或许在一定程度上体现了远古时代曾经实行的君位推选制，更可以看作是战国时期盛行的“尚贤”思想的写照。

这些新发布的珍贵资料，以及此前已经公布的《尹至》《尹语》《厚父》《三不韦》等与夏代有关的清华简篇目，通过世界的深入阐释，可以为实证中国5000多年文明史、回应部分学者对夏朝

的质疑提供坚实支撑。

2008年7月，清华大学从境外抢救入藏了一批战国时期竹简，学界称之为“清华简”。清华简的内容多为早期的经史类典籍，其中除了可与《尚书》等传世古书对照的篇目外，更多的则是已失传2000年之久的前所未见的佚篇，对于准确认识先秦古籍的原貌、重建中国早期历史均有重要学术价值。清华简的整理与研究工作开展已有10余年，经由李学勤、黄德宽两位学者先后领衔，整理团队夙夜不懈、接续努力，以及学界共同研究、深入阐释，已经成为举世公认的中华史实文物佐证。

清华简中有不少以历史记载为主要目的的篇目，如《系年》《楚居》等，其中涉及先秦时期的重大历史事件对证史、补史均有重要价值。例如“文武受命”“周公居东”“平王东迁”“秦人起源”等对历史进程有重大影响的历史事件，在清华简中都可以获得新的认识。把这些历史事件挖掘出来并放在历史进程中详加论述，对于理解中国古代文明的演进过程极具价值，也是“讲好中国故事”的绝佳素材。

历史人物在历史进程中往往起到至关重要的作用，评价历史人物不仅对于研究历史的演进具有重要意义，也是大众津津乐道的文化素材。清华简中发现了不少与商汤、伊

尹、武王、周公以及晋文公、郑庄公、武姜等著名历史人物相关的史料。在这些竹书中，他们语言丰富、形象鲜活，通过竹简材料可以丰富传世文献记载，使人们对这些著名历史人物有更加清晰完整的认识，从而更好地展现中国传统文化的吸引力。

清华简年代大约在公元前300年左右，而这个时代就是明末清初思想家方以智所讲的“三子会宗”的时代，战国时期的著名思想家孟子、庄子和屈原都活跃在这个时期。清华简中除了经史类典籍等“公共知识”外，还有不少极具思想性的文献，记载了古代先贤“究天人之际，通古今之变”所得出的治国之策、选贤之法、修身之道，其丰富的思想内涵具有超越时空的价值。其中体现儒家思想的篇目最多，如记载鲁哀公与孔子对谈的《邦家之政》，以及宣扬德政、仁义的《邦家处位》《治邦之道》《治政之道》《心是谓中》《虞夏殷周之治》等。

有一些篇目较多地体现了墨家思想，例如“尚贤”，清华简中有一篇《良臣》列数历代贤能之臣，《邦家处位》篇专论如何选贤任能；又如“尚同”，《尹语》开篇便强调“惟尹既及汤咸一德”；又如“非攻”，《天下之道》亦主张以天下之道取代攻守之器；再如“节用”“节葬”，《邦家之政》《治邦之道》等篇中也反复强调了此类观念。

发现·进展

中国科学技术大学等

新研究实现亿原子级拉曼光谱量子力学模拟

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学教授红慧、杨金龙团队与中国科学院计算技术研究所高级工程师刘颖、华东师范大学教授何晓等团队合作，实现了亿原子级拉曼光谱量子力学模拟。该成果成功入围2024年“戈登贝尔奖”。

“戈登贝尔奖”是国际高性能计算应用领域最高奖，由美国计算机协会颁发，旨在表彰世界范围内高性能计算的杰出成就，尤其是高性能计算应用于科学、工程和大规模数据分析领域的创新工作。

拉曼光谱是研究分子结构的重要工具，被广泛应用于药物开发、疾病诊断等领域，然而拉曼光谱量子模拟计算量巨大。此前的拉曼光谱量子模拟仅能处理数千原子的小体系。

在上述研究中，联合团队在算法设计和工程技术方面进行了多项创新，开发了一款QF-RAMAN程序，首次实现了包含1亿多原子的新冠病毒刺突蛋白在水溶液中的拉曼光谱量子模拟，与以往工作相比实现了4至5个数量级的提升。此外，QF-RAMAN程序设计了弹性任务卸载技术，通过小规模运算的灵活聚合，大幅提高异构加速器的硬件利用率。同时，该程序采用OpenCL通用异构并行计算框架，能在不同硬件架构的超级计算机上，借助OpenCL编译工具链实现跨平台运行。在此基础上，团队提出了适用于亿级原子体系的矩阵方程求解拉曼光谱的新算法，有效解决了大规模量子力学拉曼模拟中的关键技术难题。

该研究表明，量子力学模拟可以扩展到前所未有的规模，为高性能计算与科学研究的深度融合奠定了坚实的技术基础，推动量子分子高能量子力学物理性质模拟研究进入新阶段，为理解复杂生物系统开辟了新途径。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1109/SC41406.2024.00011>

高分辨率海洋大模型“琅琊”发布

本报讯(记者廖洋 通讯员王敏)2024年12月28日，中国科学院海洋研究所自主研发的全球高分辨率海洋大模型“琅琊”1.0版本在青岛正式发布。该模型可一次性预报未来1至7天的温度、盐度、海流等全球海洋状态变量，空间分辨率为1/12°、时间分辨率为24小时，显著提升了全球海洋预报的准确性与可靠性。

当天，2024海洋人工智能大模型琅琊论坛在中国科学院海洋研究所召开。据介绍，“琅琊”海洋大模型是面向海洋状态变量预报研发的新一代人工智能大模型，是中国科学院海洋研究所近年来在人工智能与海洋科学交叉领域取得的重要成果。

“琅琊”一词出自《辞海》，意指质地细腻、晶莹剔透如玉石般的珍贵宝物，象征着海洋大模型的珍贵。历史上，论坛所在地南侧的琅琊台承担了观测星象、历象日月星辰等预报职责。

研发团队表示，琅琊系列大模型将在实际应用场景中不断迭代，2.0版本将引入对台风、降水、海浪、海冰等海洋现象的预报，进一步提升对海洋灾害等复杂海洋现象的预报能力，为海洋环境安全保障、全球气候变化应对、海洋资源开发及海洋防灾减灾等提供更强支撑。

论坛上，“羲和”“伏羲”“凤鸟”“波塞冬”等多个大模型研发团队分享了各自的最新成果，并围绕海洋大模型的开发和应用进行了深入讨论。

翻译成通俗易懂的白话文，向广大读者进行普及推广。《校释》计划出版十八卷，由商务印书馆出版，2024年已经推出了第一辑（一至四卷）四种，并作为“商务印书馆2024年度学术类十大好书”进行推介。

除了以通俗化的形式呈现竹简文本，进一步扩大清华简的学术影响力外，我们还会尝试推进清华简在国际社会的传播。与夏含夷团队合作编纂的《清华大学藏战国竹简》研究与英译系列丛书（18卷）的第1卷已于2023年4月由清华大学出版社出版发行。

该丛书的第2、3、6卷也在2024年与读者见面。清华大学教授刘国忠撰写的《走近清华简（增补版）》英文版，由清华大学出版社与泰勒·弗朗西斯出版集团联合出版，已在第76届法兰克福国际书展上发布。2025年4月，清华简还将赴奥地利维也纳联合国总部参加联合国中文日的展览。2025年的日本大阪世博会上，清华简《五纪》篇将在中国馆专题展出。

先秦时期的相关发现，是推动中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展的无尽宝藏，是推动中国史学研究、古代文明研究、古文字学研究知识创新、理论创新、方法创新的智慧源泉。我们最开始读清华简，都惊叹于它的经典化程度之高，被其中与《诗》《书》《礼》《易》《春秋》等传统五经有关的内容所吸引。随着整理工作的不断深入，我们又流连于它的涵盖面之广，天文、数学、医学、方技以及诸子思想无不兼容并包。

清华简内容的丰富多元，正是先秦时期文化兴盛、思想昌明的缩影，经过不断研究与深入挖掘，一定会在构建中国哲学社会科学自主知识体系中充分发挥其历史影响和重要作用。

(作者系清华大学出土文献研究与保护中心特聘副教授)