

这是学科交叉的胜利

他们重现远古社会排水系统

■本报记者 孙滔

一边是距今4000多年的史前城址，一边是山东农村常见的房屋排水沟，看似风马牛不相及的事物，却碰撞出一篇《自然》子刊论文。论文的通讯作者，还是两位文科学者。

对于北京大学考古文博学院副教授张海来说，作为文科学者，在自然科学领域的杂志上发表文章要经历一个漫长且痛苦的过程，因为要学用其他学科思维方式思考本学科的问题，而只有这样才能催生真正的交叉。

“其实这个过程也是突破自己的认知和能力边界，扩大知识结构的过程。”张海补充说。

日前，这项研究发表于《自然-水》，通讯作者是张海和英国伦敦大学学院考古系副教授庄奕杰。这项研究复原了平粮台遗址的排水系统，并提供了认识远古社会水管理的新视角。

重新认识远古社会

2014年，河南省文物考古研究院同北京大学考古文博学院联合重启了平粮台遗址的考古工作。该遗址位于河南省周口市淮阳区，于上世纪80年代被发现和确认。

在这个面积约3.4公顷、仅数百人口的古城中，城外有环壕，南北向中轴道路连通南北城门，道路两边是多排东西向布局、结构完整的高台式排房。分布在房屋南北的室外沟状堆积引起了张海的注意，这些沟与房屋走向一致，且有在同一位置反复挖掘的现象。

它们究竟有何用途？这个问题在张海脑海中萦绕了好久，直到他猛然想起山东老家的排水沟，顿时豁然开朗——平粮台排房的沟，加上南城门外附近揭露的三组陶排水管道，不就是一套排水系统吗？

古人无比重视抗洪。就像大禹治水的传说那样，对抗洪水是平粮台先民的集体使命。

美国德裔历史学家卡尔·魏特夫的观点盛行已久，即治水社会必然催生强大的中央集权政府，自上而下的组织由此而生。平粮台的研究则给出了另一种看法——它的排水体系并非自上而下，但也不是简单的自下而上，而是家户自治和社群合作治理的结合。

平粮台先民在建房时需要垫高地面，还需要在房屋周边挖排水沟。他们的排水系统由排水沟和排水管道构成。排水沟主要分布在房前屋后和路旁，每家每户负责建设和维护；排水管道主要铺设在重要公共设施处，以南



平粮台遗址发掘工地。

受访者供图

门附近发现最多；显而易见，陶排水管道制作、使用和维护需要社群层次的合作。同时，整个聚落整齐有序的空间规划也是管理组织存在的明证。

这种集体合作的出现与当时的气候、地貌、水文密不可分。平粮台地处东亚季风区，夏季的集中降水会对人类社会造成极大威胁；平坦的地貌更加加剧了洪涝的风险。因此，建设和维护排水系统，并进行有效的水管理，关系到社群中每个人的安危。

共同的危机促成了集体的协作，从而生发了集体权力。这是中原地区新石器时代晚期社会发展一个长期被忽视的途径。

同时，平粮台遗址的房屋朝向相同、大小相仿，建筑技术也类似，加之墓葬未表现出明确的大小差别，看不出贵族阶级的存在，这说明平粮台的集体合作是一种无明显等级分化的社会合作。

学科交叉的胜利

《自然-水》是创刊于2023年的一份新刊，主要关注水和社会之间的关系。而这篇考古研究在诸多纯自然科学论文中显得尤为另类。

在这篇论文中，研究人员使用了大量自然科学手段以重建当时的气候、地貌和水文

环境。

平粮台位于黄泛区，历史上黄河改道泛滥带来深厚的泥沙淤积，掩埋了过去的地表。为复原史前时期的地貌环境，研究团队在淮阳区内开展了大规模的地质勘探，共布设8米深的探孔147个，并对典型剖面进行了光释光测年(OSL)、粒度分析和土壤微形态观察。

他们在田野考古发掘所获资料进行数字化处理和定量分析。2014年至2019年发掘的所有遗迹都被绘制在基于地理信息系统的地图中，以分析遗迹遗物的空间位置关系。这些方法将考古数据蕴含的现象更为直观地展示出来。

这些手段的介入与张海的学术经历密切相关。他的本科、硕士和博士都在北京大学考古专业就读，在国外做博士后研究期间又接触到了地理信息系统，回国后则更关注环境生态的自然科学研究和考古学的应用。

在以自然科学研究为主的期刊上发表论文，让张海有了许多不一样的认识。考古学的问题属于历史学范畴，比如社会是怎么组织的、社会权力是如何分配的，但它的技术手段却是自然科学的。从这个意义上说，考古学天然地适合人文和自然学科的交叉。

如今有越来越多的技术手段被用于解决考古学问题。考古学家往往通过墓葬、房屋的相对空间位置等间接推测当时的社会组织结

深理工(筹)开启“中国芯”训练营

本报讯(记者刁雯蕙 通讯员孟倩羽)近日，深圳理工大学(以下简称深理工)(筹)联合多个行业龙头企业开启“中国芯”训练营，面向全国电子类相关专业的在读硕士生、博士生，或具有本科及以上学历的毕业生进行择优招募。首期课程训练计划于2024年1月在深理工(筹)明珠校区开启。

“中国芯”训练营采用了“学院+研究院+技术平台+产业联盟+孵化器+产业基金”全人才培养体系，邀请中国科学院计算技术研究所主任研究员唐志敏、中国科学院计算技术研究所副所长、中国科学院大学计算机学院院长包云岗、中国科学院深圳先进技术研究院研究员李慧云等3位专家担任营长，并联合海光、朗科、寒武纪、象帝先等多家企业开展共建课程。

包云岗表示，此次训练营将为学生提供工业级芯片设计平台，以及硬件仿真器、SoC核心IP等七大实操课程，以“软硬件系统能力”和“全链条芯片设计能力”帮助学生进行行业探索、难题突破、技术变革中挑大梁，为国家芯片研发储备人才、积蓄力量。

瞄准世界能源变革 携手20年再出发

■本报见习记者 孙丹宁

近日，中国科学院大连化学物理研究所(以下简称大连化物所)与英国bp公司携手庆祝双方合作20周年，并在大连举行了“bp-DICP合作20周年庆典暨绿色低碳研讨会”。

这场合作，有成就、有奖项、有过往、有未来，而其缘起还要追溯到2000年左右。

20年的合作历程

2000年7月，中国科学院时任院长路甬祥访问英国，当时bp首席科学家Bulkin Bernard J.博士向他提出了一个意向——bp与中国科学院合作设立一个bp-China研究中心。

这个提议并非空穴来风。作为老牌大型石油公司，bp面临着向化石能源清洁化转型的挑战。该公司计划在天然气和氢能利用方面拓展市场，而中国科学院强有力的基础研究吸引了他们的注意。

2002年，中国科学院与bp签署了一份10年期限的项目合作协议，项目资金总额逾千万美元，用于清洁能源的战略研究和关键技术问题的解决。这成为当时中国科学院最大规模的国际合作项目之一。

“bp-CAS面向未来清洁能源研究中心”，这是当时亚洲首个、世界第4个bp研究中心，也是中英两国在能源领域合作的一次重要尝试。

大连化物所在能源领域的催化化学领域研究方面颇有建树，一直关注清洁能源的发展和国际环境变化，双方目标的一致性让合作进展十分迅速。依托该中心，双方展开了为期10年的清洁能源领域基础研究合作，并陆续签署了“氢分离膜及其应用”“醇水分离膜的应用开发”“分子筛催化光谱表征”“合成气转化制液体燃料”等项目的合作协议，共同应对清洁能源领域的挑战。

在此基础上，双方又深化了对应用技术开发及技术推广的合作，试图从基础研究向产业化应用转变，特别是开展能源创新方面的探索。为此，双方又于2007年成立了“DICP-bp能源创新实验室(EIL)”，并签署了20年的合作协议。

“从研究中心到能源创新实验室，我们的合作开始涉足新能源领域，探索新的能源技术，并为可持续发展未来的发展探索道路。”bp应用物理科学中国区负责人刘雪斌介绍说。

2011年EIL正式启动，由中国科学院院士、大连化物所研究员李灿担任实验室中方主任，bp也相应组建了第一个研

发团队。

随后，双方围绕国际能源热点领域，特别是绿色低碳能源，如氢能、生物航煤、生物基聚合物单体、高效催化材料、先进原位表征技术、电化学及电催化等方面展开合作，前后启动了50余项技术攻关课题。

合作共赢

双方的成功合作，得到了国家的重视及奖励。2007年，时任bp中国首席科学家Martin Atkins博士荣获中华人民共和国国际科学技术合作奖，这是中国设立的五大科技奖项中唯一一个授予外国人或外国组织的奖项。

Atkins表示，合作之前，bp和大连化物所分别在乙醇脱水技术领域获得了截然不同而又互补的科技成果。在合作之后，bp帮助大连化物所及时申请了两项国家专利的国际专利保护，并将有效期延至2011年。经过几年的合作研发，双方在2007年建立一个试点项目，通过沸石分子筛膜蒸汽渗透技术，以更低的能耗和成本生产更高纯度的生物乙醇。

2007年10月，双方又与新加坡凯发集团签订了联合开发利用沸石膜脱水技术生产生物燃料的框架协议。

逛展“神器”让观众省时省力



“导路者”智能导览系统。

同济大学供图

本报讯(记者张双虎)在偌大的展馆内收不到卫星信号，如何省时省力地快速找到心仪的展位，并有效保护个人隐私？在近日召开的第六届中国国际进口博览会(以下简称进博会)上，同济大学自主研发的高科技逛展“神器”——官方数字智能导览系统“导路者”，为参观者提供精准定位与快速导航指引，以及隐私安全的信息保护。

同济大学定位导航实验室主任、电子与信息工程学院教授刘兀兀团队研发的具有自主知识产权的动态加权进化的路径追踪(DWELT)融合定位导航框架，通过对无线、磁场、视觉、传感器等信号进行环境自适应的多源智能融合，克服了单一定位导航技术的缺点。

基于DWELT技术，团队研发出全球首例特大型场馆智能导航系统——“导路者”。这一系统经过持续升级，已连续5年为进博会提供数字导览服务和可靠的技术保障。

构，如一个墓群可能对应一个家族。

而古DNA技术能获知墓主人之间的亲缘关系，这是最为直接的证据。比如古DNA分析证实了平粮台龙山社会的最小家户单元是扩大家庭，即大家庭，而不是研究者普遍推测的小家庭。

严谨与浪漫：考古学的两面

接受《中国科学报》采访时，张海正在平粮台忙着做出土文物的整理工作，一同工作的还有两名研究生和4名本科生。

自2014年重启平粮台考古以来，张海每年有两三个月时间到平粮台工作，而他的研究生除了上课就基本上留在平粮台遗址进行整理。也有一些本科生在暑假参与其中，以熟悉工作流程、培养兴趣为主。

真实的考古工作可能与公众丰富的想象相去甚远。无论是田野发掘还是室内整理，都有严格的操作流程。在发掘时，每挖一个遗迹、一层堆积都要进行详细的文字、绘图及照片记录。

据张海介绍，发掘所获遗物要经过清洗，进行拼对、统计，然后挑选标本、描述、绘图。这些耗费大量时间、人力的基础性工作是一切考古学研究的基础，也是考古学作为一门科学的根本。

日常工作中的平凡琐碎常有发现的惊喜。虽然对于平粮台存在一个完备的排水系统早有推想，但直到2019年12月，位于一处房屋室外且与道路旁水沟相连的排水管的出现，才真正坐实了排水沟、排水管相互连通构成一个完备的系统。

此时已是当年田野发掘的尾声，这个期望已久的发现一扫团队数月的疲惫。这是属于考古人的浪漫时刻。

无论是风吹日晒的田野发掘，还是充斥着尘土的室内整理，对人类社会的的好奇驱使着考古工作者扎根田野，吃苦而不以为苦。张海团队所驻扎的豫东考古工作站就在平粮台遗址的对面，吃住都有，只是没有城镇生活那么热闹。

张海还告诉记者，目前考古专业的学生就业比较乐观。现在考古行业人才非常紧缺，从国家级或省市级文物考古研究所、研究院，到博物馆、展览馆以及其他文博行业部门，“找到一份稳定的工作是不难的”。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s44221-023-00114-4>

发现·进展

中国科学院声学研究所

实现跨介质水-气声通信

本报讯(记者刘如楠)近日，中国科学院声学研究所(以下简称声学所)博士生周萍，研究员杨军、贾晗等首次将空气中的超材料和水中的空心构型声学超材料结合，实现了从水到空气的阻抗匹配，并设计出宽频水-气阻抗匹配层，通过仿真和实验验证了匹配层在宽频范围内的声透射增强效果，实现了跨介质的水-气声通信。该研究在线发表于《应用物理快报》。

由于声波在水和空气中均能远距离传播，因此被认为是实现水-气跨介质通信最可行的载体。然而，由于水和空气之间存在巨大的阻抗差异，当声波直接入射到水-气界面时，仅有0.1%的声能量能透过界面传播，这给基于声波的水-气通信带来巨大挑战。

为此，研究人员首先通过协同调节梯度匹配层中的速度和厚度，将每一层的声学参数调节到一个可实现的范围，并利用空气中的超材料和水中的空心构型超材料实现了指数分布的水-气梯度阻抗匹配层。

他们还制作了匹配层样品，在水槽中分别测试了有无匹配层的能量透射，结果表明所设计的匹配层能在880Hz到1760Hz范围内实现平均16.7dB的声能量透射增强。

“我们进一步将声学所所徽图案，通过频分复用的方式编码在匹配层的透射频带内进行传输，图案以13个通道进行并行传输，准确率达到了99.95%，实现了水和空气间的高容量精确通信。”周萍说，基于宽带阻抗匹配的水-气声通信在海洋勘探、海洋生物成像以及海洋网络构建等领域具有广阔应用前景。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1063/5.0168562>

广东省农业科学院动物卫生研究所

新布尼亚病毒组装和入侵机制研究获进展

本报讯(记者朱汉斌)近日，广东省农业科学院动物卫生研究所作为第一单位在发热伴血小板减少综合征病毒(以下简称新布尼亚病毒)组装和入侵机制研究方面取得新进展，成功解析了新布尼亚病毒粒子的近原子分辨率三维结构。相关成果发表于《自然-通讯》。

发热伴血小板减少综合征是在中国首次报道的一种新发急性传染性出血热，其病原是新布尼亚病毒。目前对新布尼亚病毒的研究还处于初级阶段，尚无特效临床治疗药物和疫苗。由于该病毒常年散发流行，病情严重，病死率较高，急需开展病原相关研究，从而为疫苗或药物研发提供靶点。

新布尼亚病毒属于布尼亚病毒目、白纤病毒科，是一种带囊膜的分节段RNA病毒。新布尼亚病毒基因组中一个片段M编码一个多聚蛋白前体，随后通过宿主细胞的蛋白酶裂解成N段和C段两个片段，形成其病毒粒子表面的两个刺突糖蛋白Gn和Gc。此前研究虽然报道了Gn和Gc部分结构域的原子结构，但是解析其完整蛋白结构，尤其是病毒粒子表面的原位结构，一直面临着巨大挑战。

研究人员通过优化病毒纯化制备策略，获得了高纯度且相对稳定的病毒样品用于结构研究。他们结合冷冻电镜断层和单颗粒三维重构技术进行结构解析，并通过局部重构进一步提升分辨率。基于大批量的图像数据采集和深度分类，他们最终获得了4-5Å(埃)局部分辨率的重构密度图，并成功搭建了Gn/Gc囊膜蛋白的完整结构模型。

该研究报道了迄今为止最高分辨率的新布尼亚病毒粒子结构，并提供了前所未有的关于病毒组装的原子细节。这些发现极大促进了我们对于新布尼亚病毒组装和入侵机制的理解，也为疫苗和药物设计奠定了重要基础。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-41804-7>

上海海洋大学

发现环状RNA疗法治疗鱼类弧菌感染机制

本报讯(记者张双虎)近日，上海海洋大学教授徐田军团队在环状RNA(circRNA)疗法治疗鱼类弧菌感染研究方面取得新进展。相关成果发表于《细胞通讯》。

与传统疫苗不同的是，mRNA疫苗首次采用递送RNA的方式在体内实现了高效的免疫效果。因此，mRNA技术会在肿瘤疫苗、传染病疫苗、蛋白质替换疗法、免疫疗法及罕见病治疗中展现出巨大潜力。

相较于mRNA，全新的circRNA具有高度稳定性和低免疫原性，并且不需要额外大量的修饰，因此被称为mRNA技术2.0版。

暴发性弧菌病是水产养殖中危害最严重的疾病之一，会导致被感染的鱼虾贝类大量死亡，每年给水产养殖业带来巨大的损失。但迄今为止，除了抗生素外，还没有很有效的防治策略。

在该论文中，研究团队发现了一种名为Rnf03的蛋白在鱼类的鳃弧菌免疫逃逸中扮演了关键角色，还发现了一种名为circRnf03的circRNA分子，能有效抑制鳃弧菌的免疫逃逸。

基于这些发现，该团队利用circRNA疫苗技术开发了一款circRnf03核酸分子，这种基于circRnf03核酸分子的circRNA疗法能有效治疗鳃弧菌感染并缓解多种脏器的损伤。该研究阐明了circRNA在提高鱼类天然免疫能力中的分子机制，并展示了以circRNA疗法为途径的RNA免疫疗法在鱼类疾病防控中的广阔应用前景。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2023.113314>