

蜗牛用壳记住了那场暴雨

中青报·中青网记者 郭玉洁

几十万只蜗牛化石，存放在中国科学院地质与地球物理研究所（以下简称“中科院地质地球所”——编者注）的样品库、实验室、办公室里。它们多来自黄土高原地区，被科学家从甘肃、陕西、新疆等地挖出、带回。

在国内，系统的蜗牛化石采样工作持续了约20年。中科院地质地球所保留了一支完整、延续的蜗牛研究脉络。约10年来，亦有来自中国科学院地球与环境研究所（以下简称“中科院地球环境所”——编者注）、南京大学、兰州大学的年轻研究者涉足蜗牛研究，各有侧重。

采集蜗牛时，有当地人会问，“你们是来挖古墓的吗”。有研究者回忆，经常遇到村民围观，没有人相信他来挖蜗牛，问他“干嘛，有啥用”。

蜗牛，这种常见的、并不醒目的、以爬得慢著称的低等生物，在某种意义上，正因其普遍且渺小而成为中国北方灵敏可靠的气候变化记录者。在没有人类的时代，至少几百万年前，蜗牛就在用身体记录历史了。

这是一项小众的研究，但它也拥有振奋人心的时刻——2022年，在郑州“7·20”特大暴雨地区采集的4只蜗牛，向中科院地球环境所的研究者证明了自己的潜力：极端降雨可以被记录在蜗牛壳里，几只蜗牛壳的氧同位素在2021年夏天时段表现出了显著的信号。

看到数据，中科院地球环境所副研究员董吉宝很兴奋。做地质研究以来，他偶尔会迟疑，研究这些几百万年、几千万年前的事，究竟有什么意义。生物记录特定信息的方式是恒定的，如果蜗牛可以记录极端降雨信息，精确到天，那就意味着，蜗牛化石或许可以帮助人类发现有气象记录以前极端降雨的频率与强度，进而帮助预测未来的极端天气。

蜗牛渺小而脆弱，但它保存的秘密不止于此。

在地球生命的切片中寻宝

蜗牛告诉人们，一旦时间足够长，强和弱可能不再是一对反义词。

这种生物爬得慢，一生中大多在十几平方米内活动；它低等，适应气候的能力差；它没有血液，没有自我调节温度功能。在气候面前，蜗牛可以说相当被动。“它不像人，能适应环境……这里不适合我们就换一个地方。”中科院地质地球所副研究员董亚杰对记者说。

拉长时间的尺度看，蜗牛早于人类几亿年存在。它的分布很广，数量很多。在中国的黄土高原地区，西北部有沙漠，南部、东部有山，土壤能在一个很长的年代稳定沉降，一层一层，堆积成地球历史的一个切片。黄土中的蜗牛很多，它们不会走远，能用身体较准确地记录当地的气候信息。

董吉宝介绍，蜗牛可以通过两种方式记录气候变化。第一是看蜗牛种属、数量，反推适宜这个种类生存的气候；第二是分析蜗牛的壳。

蜗牛壳主要成分是碳酸钙。它吃一些植物，植物中的碳进入体内，记录在壳体上。植物的一些特性与降水密切相关，由此，蜗牛壳的成分便可以与降水建立关系。此外，蜗牛用腹足爬行，柔软的身体直接接触地面，和环境中的水实现交换，水的化学信息也被记录在壳体上。

大约20年前，中科院地质地球所的团队计划，要完成约200万年的完整蜗牛化石序列采集，形成研究黄土高原地区第四纪（指一个距离人类历史最近的地质时期——记者注）古气候的较完整资料。

这是一项需要长期积累的工作，数据的产生极慢。近几年，该所的研究者们才从甘肃西峰（庆阳）150米–200米深的沟谷中，带回最后一批样本。十几年前董亚杰刚到所里读研究生，这项工作在上进行到一半，也到了最难的阶段。黄土一直在沉积，越古老的蜗牛化石埋藏越深，土壤越硬。

10厘米厚的土代表一千年的沉积——研究者要以10厘米为间隔，从数百米厚的黄土高原地层中掏出古土壤样本，从里



王蜜所在团队养蜗牛的装置和她用指甲油给蜗牛壳做的标记（首次发表，非授权禁止转载）。

面淘洗出蜗牛化石。研究它们常用的时间尺度包括：轨道尺度、千年尺度、百年尺度、年际、季节、月、周、天。

在科学界，蜗牛曾带来很多发现：黄土层发现大量蜗牛，没有贝壳、螺。这证明了——在青藏高原还没隆起的久远年代，如今的黄土高原，黄土是风吹过来的，不是水冲击沉降来的。轨道尺度上的蜗牛研究，可以看出太阳辐射、地球上冰量如何变化。1988年，有国外学者利用蜗牛，发现一片沙漠在某一时期，一类灌木的分布界限较现代向南移动了20千米–30千米，意味着气候更湿润。

董亚杰所在团队从事的主要是蜗牛的种属研究。他们发现，某地的气温升高，有时会带来生物多样性的增长，有时维持不变——在整个生物链上，蜗牛的种类、数量可以反应生物群落的变化。

董亚杰回忆，读研究生时，主要是在“干活”。在野外，黄土坡面没有路，要挖蜗牛还得先要修出路。筛蜗牛也是体力活，把土放到水里筛选，土和水混在一起，很重。董亚杰记得，第一次干这个活，肩膀疼得晚上睡不着觉。一个两三百米的黄土层剖面，可以采好几千个土壤样品，每个样品大约15公斤土，筛出许多蜗牛壳体。带着化石回到北京后，研究者又要在实验室里，在仪器下一个个记录、辨别。“有时做梦全都是蜗牛”，董亚杰说。

在中科院地球环境所，参与蜗牛研究的宗秀兰过去会保存一些漂亮的化石。大部分蜗牛化石是灰白色的，距今较近的地层中，有的化石还留着棕色痕迹，这是壳里的有机质，还未被完全分解。

她说，古土壤的手感和普通黄土不同，细腻、黏性大。在野外，宗秀兰有时穿速干裤，土会渗过布料，黏到腿上。站在地层的剖面前，她可以清楚看到冰期和间冰期的交替——土壤颜色深了，发红，说明这个时期温暖湿润，是间冰期，蜗牛

种类多；发黄，说明这时气候偏向冷干，蜗牛种类少。宗秀兰的博士论文研究涵盖1个冰期、2个间冰期——事实上，人类文明的所有历史，只是在最新的一个间冰期上。

董亚杰解释，回答地球当下温暖湿润的间冰期还能持续多久的问题，地质学家要从历史中找参考。地球气候和地球在太阳系中的轨道运行方式有关，他们会去寻找过去与现在相似的阶段，进而预测未来。

董亚杰说，在野外有时会意识到，“我现在走在几万年之前地球的土壤上，我在感受着这个时代，地球的轨道是更斜的、更歪的、更圆的还是更扁的……”他记得，当地球从冰期向暖期转变时，一个土壤样本里的蜗牛数量，能从几十个变成上百个，种类也大变，反应出生物群落的活跃。那一瞬间他也会有种奇妙的感觉：“他们的那种活跃的生活突然被我挖出来了。”

蜗牛用壳记下，它们经历的世界

化石的年代久远，但它最终要解答的问题是现代的。

董吉宝说，对当下的气候变化，我们总是“身在庐山，不识庐山真面目”。

他举例说，近几年，人们感知到北方强降水变多，“几天把一年的雨都下了”“百年一遇”的情形越来越多，然而，人类系统性地、高质量地记录气象变化的历史不过一百多年。这使我们无法判断，如今极端天气的增加意味着什么，未来会如何变化。因此要向更久远的历史寻找参考。

理解蜗牛化石的方法，又要从现代来。这需要研究者利用现代蜗牛，研究各种属蜗牛的特性，以及与气候指标的关系，进行“现代校准”。

十几年中，中科院地质地球所积累了

全国400多个点位的现代蜗牛标本。研究者根据大的气候梯度，从南到北，依次采样，建立序列。然后，他们将蜗牛信息和气象记录建立对照关系，形成一个方程，推算古气候的参数，例如气温、降雨。这个方程极其复杂。

建立函数后要做的是“重建”。把蜗牛化石数据代入其中，解方程。

在现代蜗牛和古蜗牛大量数据积累基础上，2022年，董亚杰及同事的研究成果发表在《自然》杂志子刊，尝试解答古气候研究界的“全新世温度变化之谜”，证明4000年以来自然气候变化趋势一直是降温的。此前这一问题在学术界长期争论，尽管古气候模拟学家有不同的方法与结论，但他们提供了地质学家的答案。

在中科院地球环境所，针对蜗牛壳体季节尺度研究，副所长晏宏提出的理念是，用空间换时间。

人类并未经历过过去的历史时期，不知道在更炎热或寒冷的时候，蜗牛会怎么样，那就要靠空间，从海南、东北、山东……采集现代蜗牛，建立这些蜗牛在特定气象条件下的坐标系，给百万年、千万年前的地质时期借鉴。

该所的宗秀兰对那个跑遍全国的采样过程印象深刻。在四川的山区，她采集蜗牛时遇到暴雨。雨后蜗牛会出来活动，是绝佳机会，大家想等雨小了继续采。但村里、镇里接连发出撤离预警，他们纠结了很久，还是走了。

这位女士记得，车总是在路上，一天跑上几百公里，很多地方都去过，“又好像没去过”，因为很少停留。蜗牛有的在草丛里，有的在树上，要去“人迹罕至”的地方找，避开人类活动影响。

董亚杰在采集现代蜗牛过程中，经常感到“走到没路的地方”“可能一辈子再也不来”。他回忆，有一次去新疆采样，走着走着，一群人差点出境了。

兰州大学的博士王蜜2018年开始养蜗牛。她选择古地层中会出现的蜗牛种

类，到野外抓相应幼年蜗牛，在甘肃、河南、西安等地的野外环境养殖。她介绍，国内对蜗牛的生物学研究是薄弱的。蜗牛有上万种，每种蜗牛的习性都不同，需要详细观测。

这是为了破解一个问题——不同种类的蜗牛，每个季节，在不同的地点，生长速率差别有多大。她刚开始用记号笔做的生长标记，容易被雨水冲刷掉，后来她用指甲油。这项工作出现成果后，可以判断，在给蜗牛化石做季节研究时，怎么从壳体上分出季节的生长线。研究的最终目标可能是，“去看看那会儿（如13万年前）旱季有多少天，比我们现在更早吗？还是比我们现在更潮湿？”

从研究生入学开始，王蜜在多地做野外饲养观测，前3年都在经历失败。有的点位蜗牛“集体越狱”，装上防护网，又发现死掉了很多，装了摄像头才发现，是蜗牛软体被萤火虫幼虫吃了。有的地方天气热，她在那儿养了两年的蜗牛都没有活过夏天。读到博士，她终于有了初步发现，记录下一些蜗牛的生长速率特性。

现在她所在团队感兴趣的下一个问题是，用蜗牛壳体研究“过去冰期–间冰期的夏天最高几度”。这能给农业模型一个“历史标尺”，告诉人们在没有人为灌溉、化肥的情况下，粮食系统能承受的上限在哪里。“再热多少度，就种不出玉米了。”

在国内，2000年后一直有对蜗牛壳体进行同位素组成分析的研究，但分辨率并不高。2022年，晏宏研究一种海洋生物发现，砗磲的壳能记录热带地区台风寒潮事件，分辨率甚至能精确到小时。砗磲和蜗牛一样是软体动物，壳体成分一致。在一次聊天中，几位研究者聊到，能不能试试蜗牛。

董吉宝所在的团队曾在郑州“7·20”特大暴雨地区采集过现代蜗牛，他们拿进实验室里。

结论令人惊喜。强降水持续只有3

天，但他们在蜗牛壳上发现了显著的同位素变化，“变化了十几个单位”。

但董吉宝介绍，研究存在一个缺憾，暴雨过后，未能找到当时的雨水样本，也就无法测量水的氧同位素信息，无法建立准确的对应关系。他们只能找间接证据，比如2013年北京发生极端暴雨时，曾有研究测量了降水的同位素，也有非常显著的变化。

2023年北京经历夏季暴雨后，董吉宝在门头沟区采集了蜗牛，但也没有采到水样，且水的保存也是个问题。

现代蜗牛表现出这种潜力，意味着蜗牛化石的壳体也可以，也就是说，未来可以通过蜗牛化石壳体分析，重建几万年前某一年的“天气”。

慢一点，可以抬头看看天

相对更容易获取数据的其他学科，在过去很多年中，蜗牛研究进展较为缓慢。

数据采集慢、分析实验慢、观测慢。一位研究者做蜗牛壳化学分析，要在1厘米直径的蜗牛壳上，打170多个采样点，用显微镜放大10倍。背样品的过程也缓慢，一个研究者可能一天要背十几袋土回去，再花一天时间筛选。

挖蜗牛曾闹出不少麻烦事，有村民等采集者干完活围上来，表示挖了土要交钱。一位研究者遇到过，他和3个同伴把兜里的现金都掏了出来。

大约10年前，董吉宝博士毕业后，为了做古气候的温度定量重建，开始研究蜗牛。其间他花3年多时间在实验室里养蜗牛，为了搞清楚一件事：蜗牛能不能记录环境温度。

此前，加州理工大学研究团队发表过否定的结论，看到这个结果，董吉宝一度想，自己的研究可能没办法再继续下去。

他在实验室里控制温度，从蜗牛产卵、幼年养到成年，至少养了几十只。“折腾了几年”，结果是，至少证明它跟环境温度有关。

一位90后研究者王国桢觉得人们对蜗牛的研究还是太少。在农业上，蜗牛是害虫，“大家想的是怎么除蜗牛”。研究者用的蜗牛基础参考书，有的出版于20世纪70年代，没有更新过。

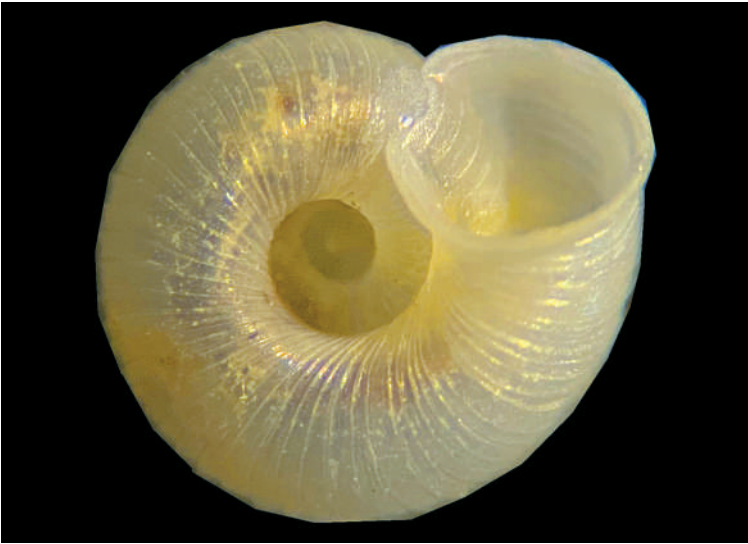
在古气候研究领域，土壤、树木年轮都有很成熟的方法，树木年轮的研究甚至能影响国家决策，而蜗牛研究较少，“能参考的东西就比较少”。

宗秀兰说，她对这一领域很有好奇心，唯一的焦虑感来自现实，一篇文章从开始做到发出，最少得3年，一站博士后最多也就3年聘期，“不接着你博士的东西做，很难在3年内出一篇完成考核的”。

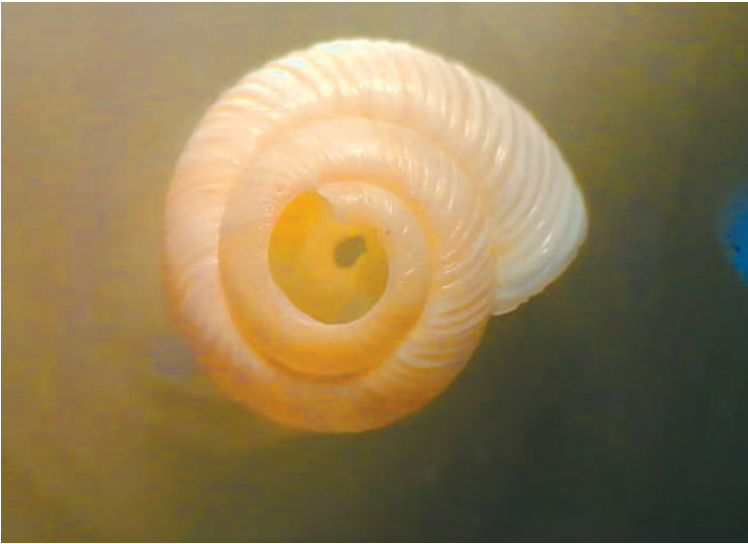
王蜜很享受采集现代蜗牛的过程，一般是在夜晚，打着手电筒去找蜗牛，还有一次村里大人小孩一起找。她说，下雨天常有蜗牛活动，他们也雨后出来，“泥浆是底色，星空是高光”。

找蜗牛时，有人碰到过颜色翠绿的毒蛇，也误入过杂草环绕的坟包。有人说地层里很多硬土块，有时需要用手捏碎，有次回去后手在发抖。董亚杰说，黄土剖面上草深，有时不知道下面是实是虚，有一次他踩空，从两三米高处掉下来。有位师姐，走在高处时腿脚发软，从坡上滚下来，落到沟底，昏迷了，幸而没有大伤。

董亚杰记得，10年前，野外工作条件较差，他们不住酒店，总是住在村民家。秋天凉爽时是采蜗牛的季节，这时候，黄土高原上的苹果正好收获。他说，那时生活很安静，星星很多，工作之余，“村里面走一走，吃个苹果，然后看看天”。



实验室里的现代蜗牛壳体。



显微镜下，约3.5万年前的蜗牛化石。



2015年10月，甘肃平凉，中国科学院地质与地球物理研究所的团队完成蜗牛采样后合影。 本文图片均由受访者提供

“叫我主理人”，装吗



7月16日，归国华侨王雪(左)在广州市锦纶会馆和同事分享一款香云纱围巾的搭配技巧。作为某服饰品牌主理人，王雪以香云纱为纽带，将承载广东丝织业300多年历史的锦纶会馆打造为文化传播平台，通过举办非遗展览、时装秀等活动，展现香云纱这一东方“软黄金”的魅力。

陈楚红/摄 视觉中国供图

□ 王钟的

“别叫我老板，叫我主理人！”不知从什么时候开始，“主理人”一词流行起来，代替了很多行业原有的称呼，甚至成

为年轻经营者之间的“身份暗号”。不管是路边随处可见的咖啡店、奶茶店，还是文创街区的潮牌店、小酒馆，抑或小剧场、民宿等文旅业态，其经营者、管理者乃至普通员工，都有可能成为“主理人”。这股风潮的流行，折射的是青年一代日益高涨的主体意识。年轻人不再安于“打一份工”的循规蹈矩，他们渴望突破传统雇佣关系的框架，期待从工作中找到“独立、创新与自我价值”的交集。通过打造新的商业模式，他们也将对生活的热爱，具象化为可供他人体验、分享的独特消费场景。

在“主理人”们的奇思妙想驱动下，原本寻常的街边“小店”焕发出新的生

机，多业态融合成为可能——民宿不仅是游客晚上睡觉的地方，还能体验种植、学习茶艺；咖啡店不仅供应各色饮品，还提供咖啡烘焙、制作等学习课程；还有人玩起“日咖夜酒+小剧场”的组合——白天是飘着咖啡香的休闲空间，晚上切换成有脱口秀、即兴戏剧演出的小酒馆，一个商业空间，可以有多种定义。

“主理人”从名称流行到群体兴起，也标志着年轻人对“行行出状元”的价值认同。有分析指出，赋予年轻人“主理人”的角色认知，能有效激发其内在的发展欲望，加深与所创品牌的深度绑定。在一些创业者眼里，成为“主理人”更像是一条“靠能力实现自我”的上升通道：无

需过分依赖传统意义上的资源与人脉，只要怀揣创意并勇于实践，就能在自己的一方天地成为“主角”。

值得关注的是，这些从业者还搭建起基于趣缘社交的青年社群。不同于传统商业“商家与消费者”的交易关系，主理人更擅长用“同频理念”聚拢人群。正如一位唱片店主理人所言：“主理人商业不仅仅是商家与消费者之间的交易关系，更是一种文化表达和生活方式的传递。”当消费者因认同理念而聚集，从单纯的购买者转变为积极的参与者、共建者时，具有黏性的青年社群便能自然形成。

然而，热潮之下，“主理人”的身份光环也开始被注水稀释。有网友调侃称：

夜市里卖烤串的，贴上“酱香炭火设计主理人”的标签，就能坐地起价；小区门口卖牛肉面的，改称“碳水重构分子料理主理人”，碗里的牛肉反而少了。在现实中，有些小老板摆出“手作茶饮主理人”的概念，就敢把普通奶茶卖到几十元一杯，说明这种批评并非凭空而来。

此外，“主理人”的身份认知，也让一些年轻的经营者在面对顾客的态度上出现了偏差。对于部分小店主理人“只接待朋友，不服务上帝”的宣言，有高赞网友点评说道：“你可以不把顾客当上帝，但你不能把顾客当抖M。”这些“伪主理人”的共同点是：只有时髦的身份标签，没有与之匹配的产品品质和理念——他们

既欠缺品牌规划意识，也不理解“用心经营”的创业核心价值，只是把“主理人”当成满足虚荣心、收割流量的捷径。

对创业者来说，相比语言概念的包装，更重要的是产品与服务是否真正满足消费者的期待。一个真诚的经营者的，即使只称“老板”或“摊主”，也能凭借实实在在的品质和用心赢得尊重；反之，若是徒有“主理人”的华丽名头，服务却辜负消费者的期待，再好的包装也将门庭冷落。

随着“主理人”被编入各类讽刺段子，一些年轻创业者反其道而行之，转而上用“朴实无华枯燥”的称呼。有咖啡店主理人开始自称“洗杯子的”，有犬舍主理人声称自己是“养狗的”。他们通过调侃、自嘲降低表达姿态，把注意力回归到产品本身，实质上也是为了赢得消费者的信任。

“叫我主理人”，装吗？似乎固然映射着社会心态与商业形态的变迁，但商业世界的底层逻辑始终如一。只有坚持精益求精的服务态度、待人以诚的品牌理念，始终用产品实力说话，才能长久“理”好顾客的心。