环境论文既要引领也要写在大地上

■本报见习记者 卜叶 记者 沈春蕾

“在相关环境问题的研究上，无论是科研成果的数量还是质量，我们团队都做到了领先，这也让科研人员拥有了更多与国际同行平等对话的底气。”4 月 12 日，中国科学院生态环境研究中心研究员、发展中国家科学院院士吕永龙在接受《中国科学报》采访时如是说。

日前，吕永龙受国际科联之邀担任“未来地球”重大科学计划的 8 位国际评估专家之一，2018 年底还受邀在联合国《2019 年可持续发展报告》研讨会上作城市系统转型问题的主旨报告……近年来，吕永龙率团队在可持续生态学领域的研究受到了国内外同行的关注和认可。不仅如此，他们还将科学研究投入应用，以解决地方需求。

“就应该做国际水平的研究”

“中国 3 年消耗的水泥量比美国整个 20 世纪的使用量还要多。”2017 年，联合国环境署国际资源委员会发布的全球城市化报告的一组数字之所以深深地刺痛了吕永龙，并非因为中国是资源消耗大国，而是“我们缺乏足够的科学数据予以回应，这也说明我国在环境资源领域的研究还不够全面”。

随着中国经济的快速发展，国际社会对中国的关注越来越多。吕永龙表示，谈国际环境问题必谈中国问题、中国如何治理环境问题中国消耗的资源量等，但关键问题是我们对此开展的研究还不够深入。

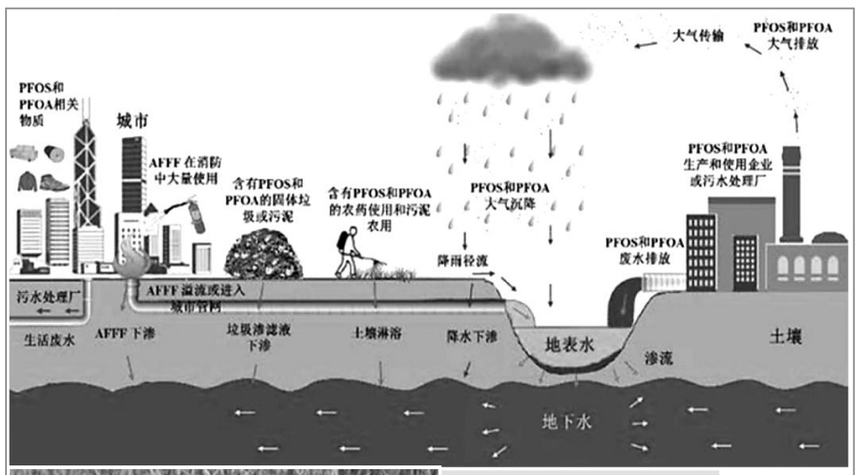
“只有对中国的生态环境与可持续发展问题开展深入调查和研究，用科学的数据说话，才能破除一些国际专家对中国的刻板印象，这也是中国环境与可持续发展领域科研人员的立身之本。中国科学院作为国立科研机构，我们不做国际水平的研究，还能做什么？”

吕永龙介绍，西方发达国家有近百年的治污历史，治理技术和方法相对完善，但我国面临着比西方国家更为复杂的复合污染难题，污染物的种类、污染程度与其他国家不同，西方国家使用的治理技术可能不符合中国的实际需要。另外，科研合作建立在对等基础上，自身实力过硬才能公平地吸引国际合作者参与我国环境问题的研究。

已有 30 余年科研经验的吕永龙对自己课题组的管理非常严格，他要求课题组成员不仅要做好研究工作，还要关注国际社会对环境问题的研究。“以欧洲和美国为例，它们对环境的研究比我们早，有很多成熟的经验可以供我们借鉴。但是，治理技术上的‘拿来主义’是不现实的。”

因为有这样的认识，近年来，吕永龙研究团队成果频出，基于解决区域生态环境问题的需要，团队深入研究了典型污染物的排放过程、时空格局及其驱动机制，构建了区域环境信息管理系统，编制了系列环境风险图谱，提供了识别环境问题、调整产业结构的基础数据和决策依据，累计发表论文 320 多篇。

问及团队成果高产的原因，吕永龙表示，这源自数据系统采集、经验积累、团队协作等多方面因素。他要求每个团队成员都独立牵头做课题，通过与世界一流科研团队的合作来拓宽自身的研究视野。



▲区域尺度多介质城乡逸度模型中典型污染物的迁移过程。
◀野外生态调查与样品采集。
吕永龙供图

> “只有对中国的生态环境与可持续发展问题开展深入调查和研究，用科学的数据说话，才能破除一些国际专家对中国的刻板印象，这也是中国环境与可持续发展领域科研人员的立身之本。中国科学院作为国立科研机构，我们不做国际水平的研究，还能做什么？”

可持续发展研究引联合国关注

在中国环境问题的研究中，确定污染物的来源与去向一直是困扰科研工作者多年的难点。吕永龙团队针对一些地区快速城市化和工业化而产生的环境问题，深入研究了典型污染物的排放过程、时空格局及其驱动机制，并要求团队成员定期前往相关地区采集样本。

“受污染的水体在颜色、气味，以及微生物等方面的差异，是我们仅仅靠阅读文献无法了解的。”中国科学院生态环境研究中心助理研究员王佩告诉《中国科学报》，“我们不仅在指定区域开展定期取样，还需要记录当地的环境变化情况，比如周边是否有污染源的搬迁。”

吕永龙团队在可持续发展领域的研究吸引了联合国的注意。2014 年，国际科学理事会（ICSU）邀请吕永龙参与联合国可持续发展目标的科学评估工作。吕永龙提出了国际科技界为实施联合国可持续发展目标(UN SDGs)的 5 项优先工作，即设计权值、建立监测机制、评估实施进展，加强观测设施建设和完善“未来地球”等国际科学计划，加强数据的标准化和验证。2015 年，相关成果在《自然》《科学—进展》上发表。

2016 年，为推进 2030 全球可持续发展目标，联合国可持续发展高层政治论坛召开，吕永龙受邀作《如何在国家层面实施可持续发展目标》的主旨报告，让世界看到中国可持续发展力量，该报告被纳入全球可持续发展报告。吕永龙认为，实施可持续发展目标不仅要关注陆地，还要关注海洋资源，科学度量海洋产品总量。相关观点再次刊发于《自然》。

“可以说，目前团队对推进实施联合国的可持续发展目标的研究已具有一定引领作用。”吕永龙自豪地说。

应用是永恒不变的主题

在产出国际一流科研成果的同时，吕永龙团队长期在做的另一件事情就是“应用”，这也是采访过程中吕永龙反复强调的。“科研应用不仅可以解决实际存在的环境问题，还可以为解决环境争端提供参考数据。”

吕永龙团队的科研成果引发全国多个地方政府的关注。中科院生态环境研究中心副研究员宋帅介绍，通过在指定区域的长期取样，他们与当地政府和民众都建立了良好的联系。

不少地方在遇到环境问题时，会第一时间找到吕永龙团队咨询解决。2009 年，河北某地农民在使用受到污染的地表水灌溉农田后，土壤受到污染，作物大面积死亡，当地相关部门找到吕永龙团队。

“当地村民并不知晓污染物的来源，他们希望我们可以给他们一个科学的回答。”王佩说。吕永龙研究团队没有辜负期望，他们不仅找到了污染物来源，还为环境问题的解决提供了科学依据。

近年来，随着我们新兴产业的发展，一些新型的污染物排放带来的环境问题也随之产生。吕永龙以氟化工产业为例，“全氟化合物就是一类新型的有机污染物，已经有部分国家和地区将一些全氟有机化合物列入禁止或限制使用名单。面对这类新型污染物，最关键的还是要找到污染源头，列出污染物排放清单，做进一步重点排查。”

当前，仍有诸多技术解决不了的环境难题。宋帅指出：“工厂污染物的偷排滴漏难以监测，防火剂、抗生素药物使用不当造成新型污染物污染，旅游景点的生活源垃圾处理等人为因素增加了科研难度。”

“科学研究的目的在于辨识环境问题、分析其起因、评价其影响、研发防控技术、提出对策建议，而如何解决环境问题才是关键所在。这也是科研团队在发表论文之外，需要肩负的社会责任和使命。”吕永龙说。

从环境中揪出人体疾病的“祸首”

■本报记者 王方

“环境科学一个非常重要的发展方向是人体健康，主要是为纠正传统环境科学的控制措施跟保护人体健康的目标之间出现的偏差。”北京大学环境科学与工程学院研究员邱兴华日前接受《中国科学报》采访时说。

污染物有毒，却不一定对人体健康产生危害。人体产生疾病，也不一定是由环境暴露引起的。建立污染物与健康效应的联系，并探讨可能的分子机制，将给人们带来全新的科学认识。

污染物一定有害健康？

有害污染物繁多且复杂，其中有机污染物尤为复杂。

“从污染物种类上来说，有机污染物说不清楚有多少种，不过大体上分为两类：一类是人类有目的合成出来的，一旦进入环境就变成了污染物；另一类是没有目的、非故意生产的，人类本身生产生活会产生这些污染物。”邱兴华介绍。

就拿公众关心的空气污染物 PM2.5 或 PM10 来说，其实它们是非常复杂的混合物。邱兴华表示：“以目前的技术，我们可以测出其中几千种有机物，但这几千种也不是全部，只要分析检测的方法足够灵敏，上万种都有可能。”

不过，公众大可不必闻之色变。“有人可能混淆两个概念，一是污染物的毒性，一是污染物的健康危害。”邱兴华认为，有的物质毒性很强，但能否产生健康危害却不一定，还与人体暴露水平等其他因素相关。

那么，人体的疾病有多少是由环境影响贡献的？这是个未知数。

“环境暴露既包括空气、水的外环境，也有内暴露，即吃的食物或药物进入体内以后还存在与否、在人体中怎么反应、怎么对基因产生影响等。”安捷伦科技祝立群博士告诉《中国科学报》。

祝立群表示，环境暴露与某些疾病之间的关系到底如何，是目前研究的一个热门方向。

研究思路的新转变

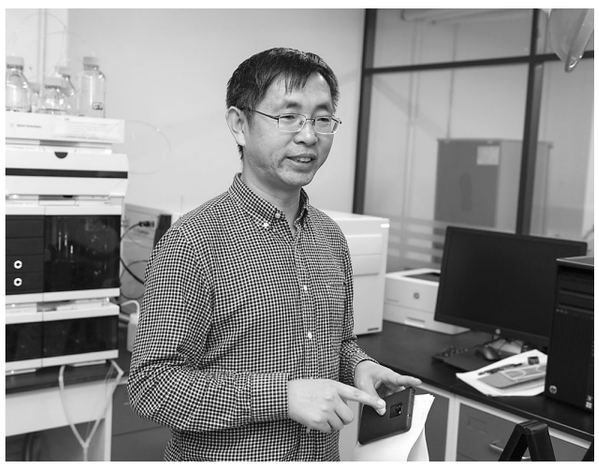
“环境科学之所以会发展，主要是因为其针对各种各样危害人体健康的环境问题，根本任务就是要把环境污染物控制下来，让它不再对人体健康产生危害。”邱兴华说，这使环境科学研究也面临着新挑战。

他举例道，过去的研究中，若一个科学家认为某种污染物，如二噁英，可能重要就去研究它。但最大的问题是虽然它的毒性很强，却不一定能达到危害人体健康的水平。研究了半天，最后才发现我们关注某一种疾病，有可能并非由二噁英导致。此时，这个研究可能就显得没有意义。

再以 PM2.5 为例，如果基于环境科学的结果，控制 PM2.5 污染最简单的做法就是控制其质量浓度，而控制 PM2.5 的质量浓度最容易实现的就是控制颗粒物里的大量组分，如硫酸盐、硝酸盐等。

问题来了，控制硫酸盐或硝酸盐，能否保护人体健康？“大家知道环境浓度水平的纯粹硫酸盐、硝酸盐不会对人体产生太大的危害。”邱兴华说。

“假如从环境健康角度出发去控制污染物，我们必然会优先控制对人体健康危害最大的污染物，而不是控制硫酸盐、硝酸盐等大量组分。”在他看来，控制污染物本身是需要投入巨大成本的，在目前投入成本有限的情况下，希望把好钢用在刀刃上，重点控制危害人体健康组分。



邱兴华在实验室

> “环境科学之所以会发展，主要是因为其针对各种各样危害人体健康的环境问题，根本任务就是要把环境污染物控制下来，让它不再对人体健康产生危害。”邱兴华说，这使环境科学研究也面临着新挑战。

环境科学 + 人体健康

“以前搞分析化学或环境分析研究的人，只关注污染物、化合物的毒性怎么样；搞遗传学研究的人只关心生物指标、遗传过程怎么样。现在要考虑环境对人体疾病的影响，就得把两方面得到的信息关联起来。”祝立群表示。

关联，在分析技术上就比较有挑战性。

其中一个难题是“找”。假如某人的体重是 80.000 千克，另一人体重是 80.001 千克。差了 0.001 千克，就是不同的两个人，但用普通的体重秤去称，又看不出来有什么差别。这时用非常精密的天平称，才能区分开来。

“质谱相当于称分子的质量，只要分子质量有一点点细微的差异，我们用安捷伦高分辨率质谱就能把它‘找’到，之后用标准样品进一步把分子结构或同分异构体确定出来。”邱兴华说。

全污染物分析测出海量数据，但哪个才是对疾病产生影响的？要知道，全健康效应指标分析出来的数据同样如此之多。祝立群说，“关联数据靠人本身去做非常困难，安捷伦一些软件可以提供帮助。”

首先把找出来的特征物定量，再用通用计算的方式把代谢通路算出来，最终目的就是找到环境的某些化合物跟疾病造成的影响或基因突变现象是如何结合的。“就是说污染物暴露之后，它是通过什么样的途径和机制来危害人体健康的。”邱兴华说。

了解环境暴露对人体危害性如何，从而了解怎么去预防，这不仅是环境科学的发展新思路，也是健康领域研究的共同需求。

视点

应注重生态政策对沙漠化正逆过程的影响

■周立华

党的十九大报告提出要加快生态文明体制改革，建设美丽中国，推进绿色发展。土地沙漠化作为生态环境和社会经济领域的重大问题，日益引起国际社会的广泛关注。我国是世界上受沙漠化危害最严重的国家之一。土地沙漠化是我国当前面临的最严重的生态问题之一，是造成沙尘暴等沙害频发及荒漠地区人民贫困的主要根源，对我国的经济发展及 2020 年全面建成小康社会的目标实现构成严重阻碍。沙漠化地区的生态治理是我国生态建设的重点和脱贫攻坚的难点，已经成为我国推进生态文明建设一项十分艰巨的任务。第五次《中国荒漠化和沙化状况公报》数据显示，截至 2014 年底，全国沙漠化土地面积为 172.12 万平方公里，占国土总面积的 17.93%。我国著名沙漠学家朱震达先生明确指出，沙漠化是干旱、半干旱以及部分半湿润地区，由于过度人为活动与资源环境不相协调所产生的一种以风沙活动为主要标志的土地退化过程。因此，可以说沙漠化是自然生态系统和社会经济系统相互作用的结果。

我国的沙漠化主要发生在北方干旱、半干旱以及部分半湿润地区，属于生态环境脆弱区，该类型区的人类活动主要是农牧业经济活动。农户（包括牧户）是农牧业生产中最基本的决策单元，是农牧业经济活动的微观行为主体。因此，农户经济行为是沙漠化过程中最主要的人为因素。根据朱震达对我国北方地区沙漠化成因的研究，94.5%的沙漠化面积是由于不合理的人类活动造成的，其中 93.8%的沙漠化面积就不合理农户经济行为所导致的。而这些人类活动往往会受到当时主流政策的支配或者干扰。历史时期的沙漠化是伴随着大规模垦荒而发生和发展的，例如，1858 年清政府实施的“移民充边、开垦荒地”政策，以及 1950 年以后，面对急剧增长的人口压力和迅猛发展的农牧业生产，特别是在“大跃进”和“以粮为纲”政策影响下，大面积的草原和林地被开垦为农田，加速了沙漠化的发展过程。我国于 2002 年实施了《中华人民共和国防沙治沙法》，加强了对沙漠化土地的防治力度。近十几年来，国家和地方政府实施了一系列生态保护政策，如“退耕还林还草”“禁牧政策”等已显示出明显效果，特别是北方农牧交错区的沙漠化已呈现出明显的逆转趋势。

我国著名地理学家吴传均院士反复强调，地理学要“着重研究人地系统人与自然的相互影响与反馈作用”。前任 IGU 主席 Messerli 教授也提出，“地理学的研究对象已经由自然引起的环境变化转变为由人类引起的环境变化”。事实上，人地关系的协调过程自古至今一直是地理学和其他相关学科重点研究的综合课题。随着社会经济的快速发展，人类活动对环境的影响越来越强烈。既然沙漠化是由于人地关系不相协调所造成的土地退化过程，那么沙漠化的研究也应当以人地关系及其相互作用为主线，不仅要研究人类不合理经济活动对沙漠化发展过程的影响规律，更要研究人类理性的生态保护措施对沙漠化逆转过程的作用机制。

回顾沙漠化的研究历程，早在 20 世纪初期，国际上关于沙漠化的防治和研究工作就已出现，美国针对中西部地区频繁发生的沙尘暴和土壤风蚀问题，于 20 世纪 30 年代开始了沙漠化治理研究。1949 年法国科学家 Aubreville 正式提出了沙漠化的概念。到 20 世纪 70 年代初期，沙漠化问题开始引起全球性的关注，1977 年联合国召开第一次世界沙漠化大会之后，正式将沙漠化及其防治作为一个科学问题开展研究。1992 年由各国首脑参加的“联合国环境与发展大会(UNCED)”把沙漠化作为影响人类社会可持续发展的重要问题列入“21 世纪议程”，并于 1994 年签署了联合国防治荒漠化公约，把每年的 6 月 17 日定位为“联合国防治荒漠化和干旱日”。联合国将 2006 年定为荒漠与荒漠化年，显示了世界范围内对沙漠化问题的重视。之后，沙漠化逐渐为众多学科相互交叉的研究领域，大多数学者主要从自然与人文相结合的角度研究沙漠化问题。当前国际上沙漠化研究的总趋势是：把沙漠化看作一个严重的环境与社会经济问题，从自然、社会、经济方面进行全方位综合研究。

我国的沙漠化研究始于 20 世纪 50 年代，中国的沙漠化研究取得了举世瞩目的成果。特别是 1977 年联合国沙漠化大会之后，关于沙漠化过程的研究，一直是我国沙漠化研究的一个重要领域。国内学者对沙漠化过程的自然因素、人为因素，以及综合因素的研究成果层出不穷。沙漠化研究所涉及的学科领域和研究方法也在不断扩展，除地学与生物学以外，遥感与 GIS、景观生态学、生态经济学、环境伦理学等不同学科以及多学科交叉的研究方法，不断被应用到沙漠化问题的研究中，显示出学术界对沙漠化问题研究的高度热情。

沙漠化具有发展和逆转两个相反作用的转化过程，应全面系统地进行其全过程研究。从文献检索来看，目前对沙漠化发展过程的研究成果非常之多，但对沙漠化逆转过程的研究成果则相对较少。崔旺诚应用耗散结构理论研究了沙漠化逆转过程的时间序列和空间结构，从理论上对沙漠化的逆转过程进行了阐述。赵哈林等在对科尔沁沙地多年实地调查和定位研究的基础上，提出了沙漠化正逆发展过程的地面判别方法，并建立了沙漠化正逆过程的定性判断指标体系。徐丽恒、靳虎甲、王继和等分别对腾格里沙漠南缘、沙漠化逆转过程中的土壤物理和化学性质变化特征，进行了实验研究。

对于沙漠化逆转的原因，大多数学者认为，主要与土地利用方式的改变和近几年生态保护措施导致的人类活动干扰强度的减轻有关。但也有学者认为，“现代沙漠化的正逆过程主要受气候变化所制约，此外或多或少受到人类活动的影响。”然而，从土地沙漠化防治角度而言，由于气候变化具有复杂性和难以调控性，人类活动变化才是土地沙漠化逆转调控的重点。

(作者系中国科学院科技战略咨询研究院研究员)