



■ 本报记者 林晓晖

天山南坡,塔克拉玛干沙漠腹地。一场沙暴刚刚过去,空气中仍悬浮着极细的沙尘,天地间是一片混沌的昏黄。

61岁的浙江大学地球科学学院教授杨小平走在队伍最前,耳边只有风声与重重的呼吸。他的脚步每一次抬起、落下,都在沙地上留下一个个深坑。身后5名学生的脚步跟随,蜿蜒成一条穿过沙海的线。

这是他们为期一个月沙漠科考中的寻常一日,也是杨小平“追沙”生涯的缩影。

30余年来,杨小平的足迹遍布中国北方约60万平方公里的沙漠与沙地,首次系统性阐明塔克拉玛干沙漠腹地曾存在古河流与大型湖泊。团队在专著《中国沙漠与环境演变》中,整合数十年观测数据与地层剖面研究成果,为这片广阔区域近十万年来的环境巨变,建起清晰的科学框架——沙漠演化、气候变迁乃至环境可持续发展,都与这些研究密切相关。

一切宏大的变迁始于最微小的单元。他们从一粒沙、一块岩石出发,去探究地球的奥秘。

沙漠里的“寻求与偶遇”

塔克拉玛干,在维吾尔语里,意为“进去出不来的地方”。

杨小平第一次听到这个解释,是在1986年。还是学生的他跟随导师来到这里,骑着骆驼,沿着被流沙吞噬的古河道,走向沙漠深处。

“历史上的塔克拉玛干到底经历过什么?”他想,这里曾有过楼兰、米兰、且末古城,驼铃声声,人烟繁盛。如今,只剩风与沙。那些消失的文明背后,一定藏着气候的巨变,他要找到地质学的证据。

但这里超过85%的区域被流动沙丘覆盖,荒漠地区风蚀强烈,经过数万年的风力改造,古环境的沉积记录早已所剩无几。

杨小平形容,这工作“就像侦探一样寻找蛛丝马迹”。他们需要徒步穿越沙漠,有时在陡坡手脚并用地爬行。十余公斤的背包勒在肩头,装着钢管、样品袋、地质锤、水和馕,喜欢摄影的杨小平还会多背一台相机。

最艰难的数据获取,是在松动的碎石堆上,冒着落石的风险,将钢管用锤子一寸寸砸进岩层,获取那些承载着古老信息的沉积序列。

风餐露宿、车陷泥地、偶遇野兽、山洪塌方……这些常人眼中的艰苦,在杨小平看来都是工作的一部分。“有一次车开着开着,感觉拖地了。哎,不对劲,一看,后轮已经没了。”杨小平笑得爽朗,仿佛在讲述别人的趣事。

团队对塔克拉玛干沙漠中西部南北大断面,开展了广泛的遥感调查和地貌学考察,最终,在尼雅河流域等地找到印证塔克拉玛干腹地曾存在河流与湖泊的确定性证据——“研究剖面中河流和湖相沉积,形成于尼雅河流域地质历史上的水量丰沛时期,彼时地表径流能够深入沙漠腹地,留下痕迹。”杨小平说。

测年数据印证了这一结论:这片“死亡之海”在距今7万~5万年前、1.7万~1.1万年前和5000~2000年前,经历过三个较典型的湿润时段,这彻底重塑了人们对塔克拉玛干远古历史的认知。

杨小平有着独特的野外习惯。学生茹淳淋告诉记者,他的野外笔记图文并茂,不仅记数据,还画下沿途地貌的细微变化,学生们常借他的笔记补充,“杨老师常叮嘱大家看车窗外面,观察沿途地理现象的变化,在车上的时候,大家都自觉,就杨老师不睡。”

一次在浑善达克沙地考察,大家昏昏欲睡,杨小平则盯着窗外,“看那条河沟,下切太深,不对劲。”在干旱地区,河

流通常不会如此剧烈地切割大地。

车停了,杨小平走到河沟边,蹲下身,在沙土里摸索。“你们看!”那是一枚留有工打磨痕迹的石器,极有可能来自新石器时代晚期,沙地上还散落着不少类似的石器。这竟意外搭建起了地理环境与古人类活动的关联。

为了更深入理解沙漠水循环的源头,近几年,杨小平把目光和脚步投向了更高、更冷的地方——沙漠河流源头的冰川区。

最近一次科考,团队来到天山最高峰托木尔峰地区,沿着冰川融水形成的河流下行,行至台兰河怪石滩时,偶遇了一处奇特的地理现象。

海拔仅约两千米的平整地面上,突兀地隆起一座散布花岗岩石块的小山丘。大家围着兴奋讨论:“按常规,这么低的海拔不会出现冰碛物……”“但从岩石类型和状态看,这分明是冰川带来的漂砾!”

这是一次偶然却意义重大的发现。低海拔的冰川遗迹暗示着,过去某个时期,这里的气候比现在寒冷湿润得多。当时气候环境与现今差异巨大,这一发现也为研究气候变暖提供了地质参考。

“地质研究,就像一场‘寻求与偶遇’。”杨小平说,野外考察永远无法准确预判结果,始终走在路上,认真看着脚下,大地会给我们意想不到的“礼物”。

了解人类赖以生存的星球

从塔克拉玛干一袋袋背回的沙样,在千里之外,开启了另一场更为精细的探索。

浙江省地学大数据与地球深部资源重点实验室里,浙大地球科学学院特聘副研究员梁鹏正小心处理着这些来自沙漠腹地的珍贵样品——它们经过编码、过筛、加工成细腻的粉末。显微镜下,他用极细的镊子,将比头发丝还细的矿物颗粒,一粒一粒装入微孔。一批样品,这样的动作要重复上百次。

“每个颗粒被掩埋前的‘经历’都不一样。”梁鹏解释道。团队运用“光释光测年”技术,测量这些矿物晶体最后一次暴露于阳光后所储存的微弱能量,以此反推它被风沙掩埋的年代。

这是一项极度考验耐心的工作,枯燥、漫长。常常耗费数月,得到的却是一组无效的数据。

杨小平理解这种“徒劳”。“干这行,就是周期长,见效慢,得学会接受‘靠天吃饭’。”他说,“但我们脚下的土地经历过什么,以后可能会怎样,总得有人去弄清楚,给出基于证据的解释。”

这不只是个科学问题,更像一种责任。过去十余年里,杨小平和团队跑遍中国北方的沙漠和沙地,像采集指纹一样系统地收集、分析沙样,构建了一份详尽的“粉尘指纹”数据库,记录不同区域沙尘的微量元素与同位素组成。这一看似笨拙的积累,在关键时刻,成为辨析真相的密码。

2021年春天,我国北方地区频频受到沙尘天气袭扰。一天晚上,梁鹏

沙漠也是美丽的,我不期待地球没有沙漠。了解沙漠,可以更了解我们赖以生存的这个星球。——杨小平

人物名片

杨小平,宁夏固原人。浙江省地理学会理事长、浙江大学地球科学学院地理科学系主任、博士生导师、美国地质学会会士。主要从事沙漠地貌、干旱地区环境及其演化、荒漠化及风沙灾害防治等方面的研究。先后在《科学通报》《中国科学》《第四纪研究》《PNAS》等期刊发表论文约百篇。获黄汲清青年地质科技奖、法卢特·勒巴茨沙漠研究奖、洪堡研究奖等,近年研究成果分别入选中国地理学会“2021年度中国地理科学十大研究进展”、中国地质学会“2023年度地质科技十大进展”、浙江大学“2024年度十大学术进展”。



杨小平(右三)带领团队在野外科考。



1986年,杨小平(右)跟随导师朱震达先生进沙漠。本版图片除署名外均由受访者供图

看到新闻,明天可能会有一场很大的沙尘暴。杨小平和他一拍即合,决定立刻展开沙尘追踪。

团队组织了从嘉峪关到通辽、跨越1600多公里的同步监测。成员们在窗户上、车辆的挡风玻璃上,用毛笔和软刷小心收集降尘。

就在沙尘暴发生的第二天,国际知名科研机构根据卫星影像称,本次沙尘暴起源于中国西部的塔克拉玛干沙漠并自西向东传播,扩散到整个东亚地区。

消息一出,争议接踵而至:“是不是说明中国的生态环境在恶化?”“东亚都被沙尘暴影响了,源头真的在中国吗?”

但杨小平心里有底。他们结合高分辨率的气象和遥感数据,对照“基因库”分析采集的样品。最终在知名期刊Science Bulletin(《科学通报》)上发表论文,系统阐明:这场沙尘暴的主要尘源并非塔克拉玛干,而是来自蒙古国中南部戈壁荒漠,随后向中国境

内辐射传播。

这项研究及时提供了扎实的自然科学证据,也为我国精准开展跨境沙尘防治提供了关键依据。

从探究显微镜下一粒沙的身世,到一场横跨大陆的尘埃追踪,所有对风沙的追问,或许都始于一场更久远的风。

1983年春天的一个下午,古都西安突然被沙尘笼罩,天昏地暗,杨小平的家乡固原也经历了同样的天气现象,他站在突然降临的昏黄里,第一次真切地被自然的暴烈所震慑。正因此,他报考了中国科学院兰州沙漠研究所朱震达研究员的研究生。从此将脚步与志向,都交付给了浩瀚的沙漠。

如今,随着“山水林田湖草沙”一体化治理理念的推进,“沙”作为关键一环被置于更系统的视角下。杨小平坚信,只有真正懂得风沙因何而起、如何运动,才能更好地保护与之唇齿相依的森林、田野、湖泊与草原。

沙语者的传承与坚守

站在一道巨大的沙梁上,杨小平有时驻足片刻。风卷着沙粒,从脚下滚向远方。这一刻,他仿佛能感受到,沙海之下,不仅埋藏着古河流的痕迹,也重叠着几代地质人深浅不一的足迹。

20世纪50年代,面对风沙威胁,时任中国科学院副院长、浙大老校长竺可桢先生发出“向沙漠进军”的号召。在此倡导下,新中国第一支新疆沙漠考察队成立了,年轻的朱震达担任队长,骑着骆驼,怀揣一腔孤勇进入茫茫大漠。

那是一个拓荒的年代。在地质科学领域,先驱者们点亮了各自的荒原。“‘黄土之父’刘东生,从深厚的黄土中解读东亚古气候的编年史;‘冰川之父’施雅风组织开展了中国第一次大规模的冰川考察;还有构造地质学家黄汲清……”杨小平如数家珍,“现在重新读他们的文章,仍觉具体、精当。”

说着,杨小平小心翼翼地找出一卷卷泛黄的图纸。他把先辈们早年绘制的地图在地上摊开,图纸边缘已有些破损,但上面的铅笔线条和标注依然清晰。

“你看这里。”他用手指着一条弯曲的线,“这是先生当年推断的古河道。没有GPS的年代,全靠双脚和罗盘。”

杨小平和学生们反复提到这些名字。“地质科学,需要时间和积累。”他常说,“我们今天所有的工作,都站在先辈的肩膀上。”

他的学生吴吉威记得,杨老师对论文中文献引用的要求极为严格。“必须清楚梳理学术脉络,哪一位前人的重要贡献都不能遗漏。”

杨小平的办公桌上,常年放着《新华字典》和《朗文当代英语词典》。遇到不确定的用词,他会立刻戴上老花镜,翻开词典,仔细辨析每一个字词的语义与微妙差别。

如今,技术为地学研究打开了全新视界:高分辨率卫星遥感、无人机航测,还有更多元的测年方法。而杨小平始终坚守一些看似古老的准则。“地质研究的根基依然是‘实地去看’。”他提醒学生,“前辈们用最传统的测量方法,一点点积累起学科的基础。如果现在所有人都转向大数据和AI,那第一手数据谁来收集呢?”

杨小平想起,朱震达先生晚年时,他去医院探望,谈起即将启程的巴丹吉林沙漠考察。卧病在床的老先生眼睛忽然亮了,握紧他的手:“等我出院了,我们一起再去巴丹吉林!”

他知道老师心里对沙漠化做更深入研究的未竟之愿。接续这样的坚守,杨小平继续带领团队,深入探究近三万年来塔克拉玛干沙漠与绿洲的演变及其驱动机制。

大地以亿万年的尺度,静默地改变着自身的形态。一代代地质科学工作者,也用一个人能给出的最漫长的时间,作出自己的回答。

相关阅读

《中国沙漠与环境演变》 杨小平等 著

本书是对中国沙漠/沙地自然环境现状和晚更新世以来环境演变研究的阶段性系统梳理。以中国北方八大沙漠、四大沙地为核心研究区,通过分析近数十年来的各类观测数据,详细阐述沙区的自然环境特征,编绘12幅新的风沙地貌类型图,并据此分析风沙地貌的空间分布格局。本书不仅提供了反映中国沙区晚更新世以来环境演变过程的百余个新增剖面的详细信息,还编编了已发表的典型地层资料以供对比。

书中全面展示了我国北方沙漠、沙地所保留的晚更新世以来的较湿润时期的地层证据,立体呈现了我国沙区环境之巨变,可供地理学、地质学、地貌学、年代学、考古学、全球变化和环境演变等诸领域的科研人员 and 高校师生,以及防风治沙规划和实践部门使用和参考。

记者手记

一粒复杂的沙

■ 林晓晖

一粒沙,远比我想象的要复杂。在采访杨小平之前,我对于沙漠的认知,和大多数人一样,停留在“死亡之海”的荒芜与威胁上。

采访之后,我对这片土地充满了新的好奇。我看了一系列纪录片,第一次从更宏大的视角理解它:沙漠是地球陆地生态系统独特而必要的一部分,它塑造气候,为海洋提供养分,维持着全球性的某种脆弱平衡……

杨小平很少接受采访,他对宣传个人成就并不感兴趣。但听说我们的报道可以面向公众科普地质学科,他欣然同意。

这次采访,过程更像一次授课。他在办公室的地上摊满了老地图,提到某位地质先辈时,能准确地从书架上抽出经典论著。他还收藏了无数沙漠里的老照片,不仅是地貌,还有大量人文风景。“你看,这是我当时的向导小王,现在也成老王了。”

能在这个追求速效的时代,静心接受研究周期以年甚至十年计的现实,并乐在其中,是一种难能可贵的天真与专注。

谈到治沙,杨小平首先厘清了一个关键认识:我国北方许多沙漠化土地,主要是历史上不合理的人类活动,破坏了本就脆弱的生态平衡所导致的。因此,治理的核心在于尊重并恢复规律。他提到了朱震达先生领导下建立起的包兰铁路沙坡头治沙体系。科研人员通过“以固为主,固阻结合”等科学方法,最终建成了世界上迄今为止穿越沙漠大流沙区域第一条成功的铁路干线——包兰铁路。

就像草方格这样看似简单却极富智慧的技术——将麦草露出沙面约15~20厘米、形成1米见方的网格,固沙效果最佳。这个数字背后,是气象、地理、植物等多学科前辈数十年甚至数十年的观测与论证。它让我明白,对抗风沙没有灵光一现的“奇迹”,只有尊重规律、一步步踏实的科学。

这也解释了他们为何要走向更艰险的冰川,那里是沙漠河流的源头。之前科学界对冰川研究不多,原因很直接:道路不通畅,或者说,根本就没有路。而他们所做的,正是用自己的脚步,在无路之处留下探索的脚步。

瞬息间,风又会改变沙丘的形状,抹去今天的脚印。但有些东西抹不去——岩石里的记忆,沉积层里的年轮,以及人类试图理解这片大地的、固执而谦卑的努力。



塔克拉玛干沙漠。

图源视觉中国