

旷野中最亮的星——野外台站巡礼

铁轨穿沙而过，这里藏着一群人“向沙漠要绿洲”

■本报记者 叶满山 倪思洁

宁夏中卫，距离市区15公里处，沙山连绵起伏，绿洲点缀其间，一条蜿蜒的铁轨穿沙而过。这便是见证了我国治沙奇迹的包兰铁路。

在铁路南侧有一座安静的院落，这里是中国科学院西北生态环境资源研究院宁夏沙坡头沙漠生态系统国家野外科学观测研究站(以下简称沙坡头站)。

“这里为何有一个科研站?它与旁边的铁路有关吗?”初见此景的人常心生疑问。今年10月,《中国科学报》记者走进这座历经70年风雪的野外台站,随着采访的深入,沙海中的历史故事也逐渐清晰丰满。

从民房到台站:在沙山里拓荒

走进沙坡头站,最先看到的是一栋两层的小楼,沙坡头站站长张志山就住在楼里。他的房间有里外两间,外间是办公室,里间是他的卧室,家具不多,甚至略显简陋。每次有来访者感叹站上生活条件有限时,他总会笑着说:“这可是20世纪70年代末给外国专家盖的‘洋楼’。”

谈起沙坡头站的建站历史,张志山总会从1955年说起:那时,还没有沙坡头站,寸草不生的沙山上也没有景区、游客和娱乐设施。

1955年,中国第一条沙漠铁路——包兰铁路正在建设中。建设团队发现,频繁、强烈、多变的沙害,让铁路随时会被风沙掩埋。为此,铁道科学研究院、铁道部西北设计分院(现为中铁第一勘察设计院集团有限公司)、中国科学院林业土壤研究所(中国科学院沈阳应用生态研究所前身)的相关研究团队,共同组建了铁路防沙研究工作站。

为更贴近沙山开展研究,研究人员最初都选择住在沙山下一个名叫童家园子的村子,村子里只有零星的几户人家。他们租下一间夯土房作为伙房,这里便成了沙坡头站最早的站址。

伙房门前有一棵大梨树,就是在这棵梨树下,研究人员讨论认为,应当集中力量,先探讨铁路两侧采用植物固沙的可行性。1955年,为探索铁路防沙治沙的技术、措施和模式,研究人员在铁路两侧成立了我国首个荒漠生态系统综合观测场。

1958年,随着包兰铁路顺利通车,铁路防沙研究站也相应撤销。但是,为了更好地持续开展沙漠生态、防沙治沙等方面的研究工作,中国科学院林业土壤研究所的研究人员选择留下来,继续在沙坡头站坚守。

1960年,中国科学院决定加强沙坡头站的建设,次年提供基建费用,在童家园子的空地上盖了砖房,研究人员结束了多年的寄居生活。1964年,沙坡头站上第一批实验室和新盖住房建成并开始供电。那时,刘慎谔、李鸣凤、刘斌等沙漠植物学家都曾在站里工作和生活过。

慢慢地,他们在固沙植物物种选择、配置、栽培技术,以及人工植被演替、沙生植物的生物学和生态学等方面,总结出了一套行之有效的植物治沙规律和经验。

在1977年举办的联合国全球沙漠化会议上,中国治沙成效引起了国际关注。次年,联合国环境规划署委托中国主办国际治沙讲习班,地址就选在沙坡头站。为了接待远客,沙坡头站建起了钢筋混凝土房子,里面有软床、写字台、大衣橱,室内还有盥洗池,这便是后来张志山住的那栋小楼。

21世纪以来,根据科学研究的需要,研究人员又在原有的荒漠生态系统综合观测场的基础上,在站址周边新增了多块研究“样地”。

如今,沙坡头站拥有实验室、样品室、标本室等共计22间,各类仪器300多台(套)。

从手动到“神器”:数据支撑治理

在这里工作的研究人员最主要的任务就是去样地里采集样本、记录数据。数据,是沙坡头站的生命。

在大多数日子里,张志山每天早晨6点起床吃早饭,7点左右去样地。他主要采集沙漠的水分数据,而这是沙区植被恢复、生态重建等决策过程中最重要的依据之一。

张志山的样地在离院落1公里左右的地方。样地里,有36个直径2.28米的圆柱形容器,半埋在地里,里面种着他从全国各地的沙漠带回来的植物。

这是目前规模最大的中国北方沙区水量平衡自动模拟监测系统——沙坡头蒸渗仪群,2019年建成,集成了降水和地下水模拟、根系动态测量和土壤溶质提取等系统,配置了不同生物气候带沙区的土壤和典型固沙灌木,开发了数据管理信息系统。

中国科学院院士刘昌明曾评价沙坡头蒸渗仪群“是科学认知沙区植被—土壤系统生态水文机制、研究沙化治理与生态恢复的重要利器”。

秋季的沙漠十分干燥,正午的阳光依然炙热,但这样的工作条件对张志山来说,已经很舒适了。他记得,从沙坡头站建站开始,沙漠里含多少水、能种哪些植物等问题,一直是老一辈科学家们想解决的问题。当时,这里没有先进的仪器,他们扛着几十斤重的铁杆,背着上百个铝制样盒和足够三个人吃一天的干粮和水,步行去样地。

打钻取湿沙样旋转钻柄时,手脚要轻,动作要利落。若是一时心急,钻得太猛,摩擦生热,沙里那少得可怜的水分便会蒸发。每一次,他们都要取足300个沙样,在天黑前匆匆赶回驻地。称完湿沙的重量后,还要烘沙。那时候也没有烘箱,他们就把样盒放在大锅里烘。一份沙样至少得称两遍,要是重量相符,才能说明水分完全烘干了,如果不符,还得接着烘第二次、第三次、第四次……

“如今我们有了‘神器’,再也不用跑到各处的沙地进行水分蒸发测量了。”张志山指着身后的蒸渗仪说。

通过人工取样和先进传感器测量,这些年,沙坡头站积累了大量关于水分、土壤、气象和生物体的连续监测数据。这些数据让沙坡头站成为国内外沙漠环境研究者青睐的“资料库”。

据统计,沙坡头站数据服务平台累计访问量达3500万余次。“就像一个热闹的交流大厅,每天都有来自五湖四海的人到这儿‘淘’

路两侧采用植物固沙的可行性。1955年,为探索铁路防沙治沙的技术、措施和模式,研究人员在铁路两侧成立了我国首个荒漠生态系统综合观测场。

1958年,随着包兰铁路顺利通车,铁路防沙研究站也相应撤销。但是,为了更好地持续开展沙漠生态、防沙治沙等方面的研究工作,中国科学院林业土壤研究所的研究人员选择留下来,继续在沙坡头站坚守。

1960年,中国科学院决定加强沙坡头站的建设,次年提供基建费用,在童家园子的空地上盖了砖房,研究人员结束了多年的寄居生活。1964年,沙坡头站上第一批实验室和新盖住房建成并开始供电。那时,刘慎谔、李鸣凤、刘斌等沙漠植物学家都曾在站里工作和生活过。

慢慢地,他们在固沙植物物种选择、配置、栽培技术,以及人工植被演替、沙生植物的生物学和生态学等方面,总结出了一套行之有效的植物治沙规律和经验。

在1977年举办的联合国全球沙漠化会议上,中国治沙成效引起了国际关注。次年,联合国环境规划署委托中国主办国际治沙讲习班,地址就选在沙坡头站。为了接待远客,沙坡头站建起了钢筋混凝土房子,里面有软床、写字台、大衣橱,室内还有盥洗池,这便是后来张志山住的那栋小楼。

21世纪以来,根据科学研究的需要,研究人员又在原有的荒漠生态系统综合观测场的基础上,在站址周边新增了多块研究“样地”。

如今,沙坡头站拥有实验室、样品室、标本室等共计22间,各类仪器300多台(套)。

从手动到“神器”:数据支撑治理

在这里工作的研究人员最主要的任务就是去样地里采集样本、记录数据。数据,是沙坡头站的生命。

在大多数日子里,张志山每天早晨6点起床吃早饭,7点左右去样地。他主要采集沙漠的水分数据,而这是沙区植被恢复、生态重建等决策过程中最重要的依据之一。

张志山的样地在离院落1公里左右的地方。样地里,有36个直径2.28米的圆柱形容器,半埋在地里,里面种着他从全国各地的沙漠带回来的植物。

这是目前规模最大的中国北方沙区水量平衡自动模拟监测系统——沙坡头蒸渗仪群,2019年建成,集成了降水和地下水模拟、根系动态测量和土壤溶质提取等系统,配置了不同生物气候带沙区的土壤和典型固沙灌木,开发了数据管理信息系统。

中国科学院院士刘昌明曾评价沙坡头蒸渗仪群“是科学认知沙区植被—土壤系统生态水文机制、研究沙化治理与生态恢复的重要利器”。

秋季的沙漠十分干燥,正午的阳光依然炙热,但这样的工作条件对张志山来说,已经很舒适了。他记得,从沙坡头站建站开始,沙漠里含多少水、能种哪些植物等问题,一直是老一辈科学家们想解决的问题。当时,这里没有先进的仪器,他们扛着几十斤重的铁杆,背着上百个铝制样盒和足够三个人吃一天的干粮和水,步行去样地。

打钻取湿沙样旋转钻柄时,手脚要轻,动作要利落。若是一时心急,钻得太猛,摩擦生热,沙里那少得可怜的水分便会蒸发。每一次,他们都要取足300个沙样,在天黑前匆匆赶回驻地。称完湿沙的重量后,还要烘沙。那时候也没有烘箱,他们就把样盒放在大锅里烘。一份沙样至少得称两遍,要是重量相符,才能说明水分完全烘干了,如果不符,还得接着烘第二次、第三次、第四次……

“如今我们有了‘神器’,再也不用跑到各处的沙地进行水分蒸发测量了。”张志山指着身后的蒸渗仪说。

通过人工取样和先进传感器测量,这些年,沙坡头站积累了大量关于水分、土壤、气象和生物体的连续监测数据。这些数据让沙坡头站成为国内外沙漠环境研究者青睐的“资料库”。

据统计,沙坡头站数据服务平台累计访问量达3500万余次。“就像一个热闹的交流大厅,每天都有来自五湖四海的人到这儿‘淘’



▲沙坡头站荒漠生态系统综合观测场。 李子锋/摄
▲张志山(右)与同事在沙坡头蒸渗仪群前观察数据。 叶满山/摄

宝”,找需要的数据,这些人都是国内外的专家学者。”张志山说。

更重要的是,这些数据为当地管理部门提供了治沙依据。数十年来,沙坡头站以“三北”防护林工程为依托,精准治理腾格里沙漠150万亩沙地,实现了从“沙进人退”到“绿进沙退”的历史转变。

从沙漠到绿洲:这里不只有沙

在沙坡头站生态恢复区,张志山俯下身,拧开手里的水瓶,往一处黑色硬块上到了一点水。不一会儿,硬块就呈现出绿色。“这就是生物土壤结皮,你们要跳过来,不要踩到地面。”张志山对记者说。

生物土壤结皮,也叫“结皮”或“沙结皮”,主要由藻类、地衣、苔藓和微生物组成。它像皮肤一样附着在沙漠表面,时间一长,沙面就能被固定住,慢慢变成土质沙,再变成沙质土,等腐殖质增厚,藜科、禾本科植物便可以陆续在此扎根。

自然状态下,沙漠生物土壤结皮形成需要十多年,过程极其艰难,也正因此如此,每次经过有结皮的地方,张志山总会特别小心地跳过去。

“我们现在‘跳’着走,是为了保护结皮。过去,老科学家也曾曾在沙面上‘跳’着走过,不过,那是被恶劣环境逼的。”看着从结皮上跳过去的记者,张志山讲述了一段故事。

1957年,一位新来的研究人员为了不耽误科研时间,穿着拖鞋就往沙山上爬。到了中午,阳光把沙面晒得滚烫,根本没法下脚。情急之下,他拿起铁锹,先挖个坑,然后跳进去,再往前挖,接着再跳,就像袋鼠一样,一步一步艰难地跳回沙坡头站。

张志山指着远处的植被说:“自1956年起,每一代科研人员都将自己的智慧与汗水留在了

这片广袤的沙漠上。”

20世纪60年代起,中国科学院的科学家们将固沙植物精心栽种在草方格之中,创新了“草方格治沙法”,构建起防火隔离带、灌溉造林带、沙障植物带、前沿阻沙带、封沙育草带“五带一体”防护体系,形成铁路沿线立体防线,保障包兰铁路的安全运行至今。

基于这一经验,沙坡头站的研究人员在后续构建整条防护带时,采用了乔、灌、草三种植物交互混种的先进模式。他们精心挑选了十几种能在沙区顽强生长的植物进行组合搭配,让这些植物相互协作,形成一道坚不可摧的生态屏障。各类干旱沙漠地区植被建设关键技术,不仅让沙坡头有了绿意,也为“三北”防护林工程、西部生态环境建设、退耕还林还草工程等提供了技术支持。

随着生态系统变得日益多元,1984年,在沙坡头站的站址上,宁夏沙坡头自然保护区成立。1987年,沙坡头旅游景区正式对外经营。

经过一代代科研工作者的不懈努力,沙坡头站已成为国内外知名的沙漠生态系统研究基地,研究人员在荒漠生态系统可持续发展等领域不断取得突破。如今的沙坡头站已成为集科研、科普、国际交流于一体的荒漠治理标杆。从此,沙坡头不再只有沙。它不仅成为游客避暑的宝藏地,也成为治沙研究者的宝藏地。

每年夏天,一批又一批小客人会来到沙坡头站研学。沙坡头站的研究人员在这里向公众科普“麦草方格”“生物土壤结皮”等治沙技术,“以固为主”“以水定植”等核心原理,宣扬“不为名利、忍耐寂寞、勇于创新、宽容失败、勇战沙魔”的“沙坡头精神”。作为科普教育基地,沙坡头站近3年接待超万人次,其中大中小学学生占七成,年均接待5000余人次。

2000年以来,沙坡头站累计举办了荒漠化防治培训班30余场次,为1000余名技术人员传授了最前沿的治沙理念与技术。每年,它还会举办“中国沙漠治理技术和荒漠化防治国际培训班”以及“阿拉伯国家防沙治沙技术培训班”,为50多个发展中国家的1000多名学员提供专业培训。

如今,沙坡头站的科学家们依然在寻找更高效的治沙治理办法。他们打造出了机织沙障与人工结皮协同增效固沙技术体系,即“沙坡头模式2.0版”。“这就给沙漠穿上了一层坚固的铠甲,机织沙障先挡住风沙,再配合人工结皮,让沙子乖乖地待在原地。”张志山笑着说。

展望未来,张志山表示,沙坡头站将持续推进理论研究、技术创新和前瞻性技术应用。在荒漠生态系统可持续发展、恢复生态学、生物多样性保育和绿色产业发展等领域,沙坡头站将继续为干旱区生态修复提供创新的解决方案,引领沙害治理走向更加科学、高效的未来。



张志山(左)与同事在草方格观测植物。 叶满山/摄

记者手记

揭开“草方格”诞生的尘封往事

采访接近尾声时,我们不经意间留意到沙坡头站站长张志山的书架上摆放着几卷略显陈旧的图纸。“你们可以打开看看。”经张志山的允许,我们吹掉图纸的浮灰,打开发现居然是测绘图纸。

图纸已微微泛黄,摸起来有些发硬,许是沙漠干燥气候所致。图纸上工整记录着“沙障效益观测平面图”相关数据,包含坡向、坡度、材料、面积等信息,还描绘着不同沙障的排布形状,只是没有署名。

“完整的档案资料已经存放在档案馆了,这些没有署名的图纸本可以清理掉,但我舍不得。”张志山说。

我们在张志山的办公桌上小心地铺开一张绘于1959年9月的图纸。图纸左侧的沙障用麦秆制成,按照弧线排布,右侧的沙障用沙蒿制成,按照2米×3米大小排成“方格状”……

“方格状是草方格吗?”我们惊讶地问。

张志山点点头,微笑着看着图纸。原来,这些图纸是20世纪50年代的研究人员在研究不同类型沙障的固沙效果时留下的。当时,他们花了10年时间,明确了“草方格”的固沙原理,并发现1米×1米的“草方格”在固沙效果和可操作性上整体效果最优。之后,沙坡头成为我国最早使用1米见方的“草方格”成功治沙的地方。在1977年联合国全球沙漠化会议上,中国代表被请上讲坛,介绍“草方格”固沙法。目前,这种方法依然在世界各地广泛应用。

“草方格”火了之后,社会上关于“草方格”到底是谁发明的”问题曾有过一段争议,有人说是中国科学家发明的,有人说是苏联科学家发明的,也有人说是当地农民发明的。作为“草方格”诞生历程的亲历者,沙坡头站的老一辈科学家和张志山等人很少为此争辩。

这些图是谁画的已经难以考证了。几年前,沙坡头站腾挪办公室时,张志山意外发现这些图纸,觉得上面有数据,就挪进了书房。对于研究人员来说,名与利都在其次,能积累充分、精准的考考数据,真正把沙害控制住,才是最重要的。

这或许就是沙坡头站一代代研究人员共有的理念——“不为名利、忍耐寂寞、勇于创新、宽容失败、勇战沙魔”的“沙坡头精神”。

赵洋与他的“蓝精灵”

■本报记者 叶满山 倪思洁

化为乌有。

“那段时间特别焦虑。”赵洋说,尝试了很多种方法,野外的人工结皮培养仍然没有很好的效果。

2016年的一个深夜,他独自坐在试验田边,迷茫地望着试验区。突然,一阵急雨落下,雨水在沙面上砸出无数小坑,蓝藻随着泥浆渗入沙层。这个瞬间,他感觉大自然在给他上课,这场雨让他萌生出一个想法:“蓝藻能在沙地里扎根,是不是因为雨水把它们打进了小坑?如果自然降雨能让蓝藻扎根,那我们能不能模拟这个过程?”

破局:“人工结皮活了”

有了模拟自然降雨的想法之后,没过几天,一大早,赵洋就带着改装好的水泵来到试验田。随着“咣”的一声,混合着蓝藻的水雾呈扇形射向沙地。

“我们发现,适当的压力能让蓝藻溶液更好地渗透到沙子中,形成结皮。”赵洋说。经过反复测试,他们终于找到了最优的压力值,将喷洒次数从三四次减少到了一次。

这个发现,让赵洋和团队兴奋不已。加压喷洒的成功,不仅提高了效率,还大大降低了成本。

喷洒后的三天,赵洋每天都要来这片区域看一看。眼前的景象,让他的心跳越来越快:跟以往沙面慢慢变黄不一样,这次,沙面上覆盖着一层墨绿色的薄膜,手指轻触竟有弹性——人工结皮活了!

“就像发现了新大陆。”赵洋兴奋地描述当时的场景。通过加压喷洒,蓝藻被“打”进沙粒间隙,既避免了阳光直射导致的脱水,又利用了沙层本身的保水性。这项技术将结皮形成时间从自然状态下的15年缩短至一两年,成活率60%以上。

然而,他们并没有满足于于此,因为还有一个更大的挑战在等着他们——如何将这项技术推广到更广阔的沙漠地区,实现规模化应用。

推广:“成活率非常高”

2019—2021年,当团队尝试在500亩荒漠中推广时,发现加压设备依赖电力和道路,偏远地区根本无法实施。“比如有些地方没有路,车进不去,喷洒法就无法实施。”赵洋说。

为了解决这个问题,赵洋开始思考:“能不能将蓝藻结皮制成一种固态的‘种子’,以便运输和撒播?”这个想法源于他对生物土壤结皮成分的深入理解。

“生物土壤结皮是由蓝藻、苔藓、地衣和土壤细颗粒物组成的复合体,我们能不能通过人工方法将这些成分组合在一起?”赵洋想。

一个午后,赵洋在田间巡视时,被一块自然形成的结皮块吸引。他捡起这块硬邦邦的“土疙瘩”,感觉大自然又给他上了一课,他突然想到:“能否把蓝藻和有机质混合成‘种子’,直接撒播呢?”

于是,赵洋和团队开始了新的试验。他们尝试将蓝藻溶液与有机质、细颗粒物按一定比例混合,制成一种糊状的“接种体”。“这个过程就像拌水泥一样,需要找到最优的比例和搅拌方法。”赵洋说。

经过多次试验,他们终于成功制成了固态的蓝藻接种体。“这种接种体不仅便于运输,而且成活率非常高。”赵洋兴奋地说。他们将接种体撒播在草方格中,经过雨水的滋润,蓝藻迅速生长,形成了稳定的生物土壤结皮。

这项创新性的成果,让赵洋和团队在沙漠治理领域取得了重大突破。“固态接种体的成功,不仅克服了喷洒法的局限性,还大大提高了大面积推广的可能性。”赵洋说。

坚守:“它比我更懂生存之道”

如今,站在沙坡头站远眺,赵洋的目光穿过一片片由蓝藻结皮固定的沙地,最终落在远处正在施工的规模化培养池。这里每年可生产5吨干藻粉,能治理约0.5万至0.7万亩沙土地。

更让他骄傲的是,团队研发的固态接种体



赵洋在观测样地。 叶满山/摄

技术已被纳入新“三北”工程黄河“几字弯”攻坚战(宁夏境内)的核心方案,预计未来5年可治理沙漠8万至10万亩。

“科研就像种树,得耐得住寂寞。”赵洋抚摸着培养池边的护栏说道。他的办公室里,珍藏着三件“宝贝”:2010年第一份蓝藻样本的显微照片,2018年加压喷洒成功的试验记录,2023年固态接种体的专利证书。这些泛黄的纸张和照片,记录着一个科研工作者的青涩到成熟的蜕变。

当被问及与蓝藻相伴15年的感受时,赵洋望向窗外:“它比我更懂生存之道。35亿年前,蓝藻创造了地球的氧气;今天,我们借助它的力量修复生态。这种跨越时空的对话,让我觉得自己在做一件特别有意义的事。”

清晨,培养池中的蓝藻泛起粼粼波光。这位42岁的副站长,15年来一直保持着每天巡视培养池的习惯。

在他的带领下,沙坡头站的科研团队正朝着更宏大的目标迈进——让蓝藻结皮技术走出宁夏,为全球沙漠化治理提供中国方案。

在赵洋看来,蓝藻这个“蓝精灵”不仅是科学研究的对象,更是他与沙漠之间的特殊情感纽带。“15年来,我每天都与蓝藻打交道,这是我生命中不可或缺的一部分。”赵洋感慨道。