

从首批试点站设立,到167个野外站联网,国家野外站由点连成片、由片连成网,“全国一盘棋”正在这张大网日益完善的过程中成为可能。



刘家峡主动源实验场。兰州站供图

**深瞳工作室出品**  
采写:实习记者 沈唯  
本报记者 刘垠 陆成宽  
策划:刘莉 李坤

7月29日下午2点,瓢泼大雨中,河南封丘农田生态系统国家野外科学观测研究站(以下简称封丘站)的数据观测人员李小丽,顺着熟悉的小路走进气象观测场,顶着拍在脸上的雨水,打开百叶箱,记录下温度计上的数字。随着记录完成,她也淋透了今天的第二套衣服。

作为国家野外科学观测研究站(以下简称国家野外站),封丘站开展的农田生态系统水、土、气等生态要素的长期定位观测工作几十年来从未间断,一年365天,风雨无阻。

国家野外站是国家创新体系的重要组成部分,通过长期野外定位观测获取科学数据,开展野外科学试验研究,为科技创新提供基础支撑和条件保障。科技部基础研究司副司长黄灿宏的办公室里,一张中国地图上,167个国家野外站如同一颗颗闪亮的星星,分布在中国大地各个角落:

- 在北端,黑龙江漠河地球物理国家野外站在零下50多摄氏度的极寒天气中开展地磁场绝对观测;
- 在南端,海南西沙海洋环境国家野外站长期观测水深在1500米以上的水文信息;
- 在西部,新疆塔克拉玛干沙漠气象国家野外站深入沙漠腹地200公里监测气象变化;
- 在东部,山东长岛近海渔业资源国家野外站守着海防要塞保存了各类渔业生物样本2万余份……

多年来,167个国家野外站连成一张大网,源源不断产出第一手观测数据的同时取得了一批原创科研成果,为保障国家粮食安全、生态文明建设和重大工程建设等提供着强劲科技支撑。

### 长年观测,因国家需求而诞生

拨开茂密的玉米叶,中国科学院南京土壤研究所研究员、封丘站站长朱安宁带着记者穿梭在一块块试验田里。

“这一块试验小区是不施氮肥的,那一块是不施钾肥的。”尽管地上的标识已被磨得几乎看不见,朱安宁依然对每一块试验小区土壤的长期演变规律了然于心。

这是封丘站始于1989年的长期施肥定位试验,是封丘站现存时间最长的长期观测项目之一,旨在阐明长期不同外源养分投入对农田生态系统生产力可持续和稳定性的影响及其环境效应。

封丘站目前共建立了38个长期观测与试验研究样地,多块样地建立至今已超过30年。“你看这块地里,仅施有机肥的试验小区玉米经过15年左右才赶上施化肥的试验小区玉米的产量,小麦耗时更长,但施有机肥的土壤会肥沃很多。”朱安宁介绍道。

有机质含量是评估一块土地肥沃程度的核心指标之一,朱安宁告诉记者,30多年过去,现在仅施有机肥的地里,土壤有机质含量几乎是同时期仅施化肥土壤的两倍。“在当前国家粮食安全刚性需求条件下,有机肥的施用要有科学适宜的替代化肥比例,以实现土壤地力与粮食产能的协同提升。这是长期试验观测才能得到的结果,也是为国家‘藏粮于地、藏粮于技’战略提供数据支撑。”

“国家必须在野外建设一批长期进行数据调查和分析工作的实验站。”负责野外站建设工作几十年的中国科学院院士、国家自然科学基金

基金委员会原主任陈宜瑜告诉科技日报记者,根据统一的监测指标、标准、规范,进行长期、连续定位观测,才能揭示短时间尺度不可能确定的科学规律。

其实,建立野外站是国际科学界通行做法。始建于1843年的英国洛桑试验站,迄今已有180年历史,那里保存着距今近200年的土壤、植物和肥料样品。“用这些土壤和现在的土壤作对比,就能知道土壤在百年间发生了哪些变化,这就能看出长期观测的重要性。”陈宜瑜一语道破关键。

回顾国家野外站的建设发展历程和关键节点,黄灿宏介绍道,1999年,为了加强野外站的宏观管理和顶层设计,统筹解决重大科学问题和国家战略需求,充分发挥野外站在基础研究中的支撑保障作用,在孙鸿烈、陈宜瑜等27名院士和研究员的共同建议下,科技部将野外站试验站工作纳入国家“十五”科技发展计划,并从当时各部门已有野外试验站中,择优遴选出35个站作为“国家野外站试点站”给予支持。此后,科技部相继批准建设了一批国家野外站,到2007年共正式批准建设国家野外站105个,经调整和补充目前增至167个。

封丘站是最初的35个国家试点站之一。20世纪60年代,中国科学院院士、著名土壤学家熊毅曾在这里带领几十位科学家,找到了以“井灌井排”为核心的治理盐碱综合技术,使当地的粮食产量大幅提升;20世纪80年代,针对中低产田治理的“黄淮海战役”打响,封丘站等依靠长期研究的成果积累,为黄淮海地区乃至全国的粮食增产作出了卓越贡献。

“为了治理黄淮海地区的盐碱地,我们有了封丘站等一批农田生态系统野外站;为了建设中国第一条沙漠铁路包兰铁路,我们有了宁夏沙坡头沙漠生态系统国家野外站(以下简称沙坡头站)。”在中国科学院院士、国家生态系统观测研究网络(CNERN)综合研究中心主任于贵瑞看来,这些野外站因国家需求而诞生,历史悠久、发展成熟,为国家野外站的建设奠定了扎实的基础。

如今,沙坡头站积累了50多年的土壤—水分监测数据,将沙漠变为绿洲;封丘站积累了30多年的土壤—肥料控制性试验数据,为“中原粮仓”持续稳产提供科技支撑……

今年,封丘站迎来建站40周年。40年间,试验田里的小麦和玉米一年年地收获又种下,希望在这里不断延展。

长期野外科研工作贵在坚持,贵在传承。在于贵瑞看来,这也是国家野外站科研工作者身上最重要的精神品质之一。“我们这一代人做的工作,自己可能并不是受益者,而是为后人积累。我们现在获得的数据也许看不出什么成果,但30年甚至更久之后,一定会发挥巨大的能量。”

### 地处偏远,也要做好一流科研

七月的大西北骄阳如炽,下午6点的太阳仍

# 国家野外站:编织一张观测研究大网

## 从荒漠边陲到高原腹地

好像到处都在喊渴。”

经过考察,康绍忠发现,石羊河上中游灌溉面积无序扩大和不科学的农业用水浪费了大量水资源,导致下游水资源匮乏,“农业科学用水在这里太重要了”。

要想用好水,就得知道各种作物到底需要多少水,长期野外定位科学观测的重要性由此凸显。在当地政府和水务部门的支持下,中国农业大学石羊河流域农业与生态节水实验站于2004年正式揭牌。从此,带着干粮和一壶开水在沙漠边缘的农田里一跑就是一整天成了野外站研究人员的工作常态。

中国农业大学教授、武威站副站长佟玲仍记得2002年来青土湖做土壤入渗实验的场景。

由于砂层太厚,土钻经常取空;水入渗很快,研究人员只好不停去远处提水。除了五六十摄氏度高温的炙烤,让人头疼的还有风沙侵袭。“当时马氏瓶的橡皮塞掉到沙子里,瞬时被风沙掩埋,我们只好用宽胶带封住,继续做实验。”佟玲说到这里,眼睛眯咪哈哈一笑,“那时我们中午经常吃传说中的西瓜泡馍,你不知道吧!就是西瓜一切两半,干馍泡在里面当饭吃。”

从甘肃民勤小坝口实验站、薛百农技中心,到凉州沙生植物园,再到中国农业大学石羊河实验站,武威站的站址换了一次又一次,但上百亿组珍贵的基础科学实验数据始终被完整保存。

“我们基于数据发现,在作物生长的某些特殊阶段,使作物经受一定的干旱胁迫锻炼,即适量亏水反倒会促进作物更好地生长,并能改善作物品质。”康绍忠说。这一发现打破了灌水越多越高产的传统观念。

长期、繁杂而细微的观测、试验、研究,不仅兑现了野外站人用科学向旱区要水的承诺,也化为科研人员丰厚的成果产出。“我们身在中国西北腹地,也要做世界一流的科研。”这是康绍忠常对学生说的话。

像武威站这样地处偏远但成果颇丰的国家野外站不在少数。“很多站都是在极为艰苦的条件下起步,甚至没有吃的、没有住的地方。”陈宜瑜回忆起多年前第一次到黑龙江海伦农田生态系统国家野外站(以下简称海伦站)的情景十分感慨,“车开不进去,电话打不进去,楼都快塌了。”

为什么很多野外站要建在人迹罕至的地方?陈宜瑜解释说,野外站的选址取决于区域布局,很多站地处偏远、条件艰苦,但对于国家野外站整个网络来说缺了它就不行。正如地处黑龙江的海伦站,是中国目前唯一专门从事黑土农田生态系统长期定位监测、研究与示范的国家野外站,对守护“黑土粮仓”意义重大。

如今,偏居西北的武威站吸引了美国、英国、法国、澳大利亚等30多个国家的节水专家学者参观考察,多次举办发展中国家节水技术培训,向外输出中国的节水技术;远在东北的海伦站为东北黑土地保护利用、区域轮作休耕和农业可持续发展提供理论与技术支撑,与美国、加拿大、德国等国家的知名高校和科研机构建立合作关系。

国家野外站在无人知晓的角落坚守使命,释放出让世界瞩目的强大科研力量。

### 服务大局,支撑国家重大战略

网状的金属片吊在半空微微摇晃,饱经风吹日晒的洗礼;一个个正方体的深灰色混凝土块排得密密麻麻,长期浸泡在海水中被侵蚀。

这里是位于港珠澳大桥西人工岛的大桥暴露试验站,眼前斑驳的金属挂片和混凝土试块,关系着港珠澳大桥120年的稳定和安全。

港珠澳大桥地处伶仃洋海域,常年平均气温高、空气湿度大、紫外线辐射强,且处在热带气旋路径上,受台风影响频繁。如此严苛的服役环境,给港珠澳大桥的安全带来巨大挑战。

“这些钢挂片和混凝土暴露试件,是为了获取海洋环境下工程材料的长期腐蚀数据设计的。有了这些数据,就能总结出大桥结构耐久性的变化规律,分析不同因素对大桥构件的影响,帮助我们提出更完善的维护策略,满足港珠澳大桥120年设计使用寿命的要求。”广东港珠澳大桥材料腐蚀与工程安全国家野外站(以下简称港珠澳大桥站)站长王彦林介绍。

2021年,为完善国家野外站野外科学观测研究的网络体系,进一步实现薄弱学科领域和地区全覆盖,科技部批准新建了港珠澳大桥站等69个野外站为国家野外站。黄灿宏表示,诸如研究港珠澳大桥等重大基础设施与生态环境的相互作用和影响,也是开展野外科技工作的一个重要方面。“新建的69个国家野外站,不仅在原有野外站网络体系基础上完善了空间布局,同时对新兴学科和领域进行补充,极大增强了国家野外站对野外科技工作的支撑能力。”

而今,国家野外站已基本形成覆盖全国国土空间,包括五大领域共167个国家野外站在内的网络体系。港珠澳大桥站等一批年轻的国家野外站,在众多重大科技成果和国家重大工程中,

正默默发挥着底层支撑作用。

在青藏高原腹地,青海北麓河高原冻土工程安全国家野外站创建了独一无二的高海拔多年冻土区公路建设养护技术体系,引领国际冻土区高等级公路建设技术,同时承担着青藏铁路、青藏公路、国家电网拉多多年冻土区地温、沉降变形监测等多项长期任务。

“国家野外站的定位强调观测、研究、示范和服务四位一体,形成完整的研究链条和研究范式。我们的国家野外站要在每个领域做好系统性长期观测和基础性科学研究,更能为国家服务。”于贵瑞说。

### 规划长远,引领国际科学前沿

跟随辽宁清原森林生态系统国家野外站(以下简称清原站)站长、中国科学院沈阳生态研究所所长朱教君的脚步,穿过狭窄的小路,来到鲜有人至的密林深处,一座50米高的次生林观测塔矗立眼前。

“对面的林子是蒙古栎次生林,翻过山脊是落叶松人工林,我们身边是阔叶混交次生林。”站在塔顶,中国科学院沈阳生态研究所研究员高添指着不同的方向,向记者介绍不同森林类型的分布情况。连绵青山中还耸立着两座高塔,它们和这座观测塔“连成”一个三角形,构成用于观测森林生态系统碳通量的“科尔塔群”。

以往森林生态系统碳通量的海量数据传输和运算困难,人工测量和收集数据的传统科研方式无法满足新时代碳汇监测和研究的需求。如今清原站采用物联网、人工智能和大数据等新一代信息技术,打造了数据获取、传输、存储、计算、分析和可视化的全链条信息化平台,发展了森林碳通量计量与信息化手段融合的技术方法,探索了森林碳通量观测与研究的新途径。

“现在的国家野外站没有停留在过去传统的建设模式当中,我们投入了很多新的仪器设备用于观测。”一直关注着国家野外站发展的陈宜瑜说。

在距离甘肃省兰州市70多公里的刘家峡水库,记者感受了一次甘肃主动源重复探测系统制造的人工地震。尽管做好了准备,但当4支气枪同时从水下18米击发,脚下钢板传来的冲击力还是直接“打”在了脊椎。在震源感受0.7级地震比想象中更厉害。

“借助气枪定时激发实验研究可以产生大量观测数据,布设在周边的地震台会接收到一次次的地震波,通过处理分析地震波的走时变化,能帮我们给地球内部持续做‘CT’。”甘肃省地震局副局长、甘肃兰州地球物理国家野外站(以下简称兰州站)站长张元生说。

祁连山主动源实验场和刘家峡主动源实验场都是兰州站的实验基地,两个探测系统构成的联合观测系统实现了“兰州—西宁城市群”强震危险区波速变化连续监测,提升了区域综合防震减灾能力。

更先进的设备和技术,让国家野外站拥有更大的底气和空间。张元生告诉记者,未来兰州站将充分利用现有成果,为中欧班列、西气东输、“一带一路”工程等地震安全保障提供强有力的技术支持。

今年6月,第一届地球物理国家野外站联合学术研讨会在中国科学技术大学召开,包括兰州站在内的13个地球物理国家野外站成立联盟,拓展了地球物理领域国家野外站之间开展科研合作、资源共享的新通道,对提升我国地球物理领域国家野外站的整体观测和研究实力意义重大。

作为国家野外站最初建设的发起人之一,陈宜瑜院士对国家野外站未来的发展有着更长远的设想,“未来希望国家野外站能够做出更多引领国际科学前沿的工作。我们不仅要建立更高水平的单一野外站,更要建设好这个大的网络体系,做好联网研究”。

于贵瑞告诉记者,目前,科技部正在组织制定统一的观测技术规范,该规范的推出对提升国家野外站的联网能力将产生重要作用。部分领域国家野外站已在联网研究上取得了相关成果。

科技部印发的《国家野外科学观测研究站建设发展方案(2019—2025)》提出,积极推动国家野外站加强合作。共同建设野外联网研究平台,共同承担国家重大科学研究计划,开展学术交流活动,共同提升野外站的研究水平与国际地位。黄灿宏表示,科技部的统一指导和一体化管理模式,让国家野外站建设、运行和发展的长期性、持续性得到了充分保障。

从首批试点站设立,到167个野外站联网,国家野外站在科技部的整合引领下,由点连成片、由片连成网,“全国一盘棋”正在这张大网日益完善的过程中成为可能。

在封丘站的试验田里捧起一杯潮土,老一辈科学家扎根当地、艰苦建站的场景犹在眼前;从清原站50米高的观测塔上望去,仿佛能看到国家野外站在大江南北服务国家建设的未来。



封丘站科学试验区。封丘站供图