

北麓河冻土工程观测研究站简介

青藏高原多年冻土区面积超过100万平方千米,是我国范围最大的多年冻土区,在该区域建设有青藏铁路、青藏公路等多个重大冻土工程。随着工程运营时间的增加和多年冻土退化的加剧,冻土工程病害频发。在全球气候、生态环境快速变化的背景下,冻土、气候、生态和工程的耦合作用更加复杂,室内试验由于周期短、考虑因素单一等问题,已难以支撑对冻土工程安全相关问题的深入研究,迫切需要开展野外长期定位观测和试验研究。中国科学院西北生态环境资源研究院(以下简称西北研究院)青海北麓河高原冻土工程安全国家野外科学观测研究站(以下简称北麓河站)应青藏铁路、青藏公路等冻土工程建设和运行维护以及冻土科学研究的需要而建,围绕冻土工程服役性能与安全的科学和技术问题,长期开展观测、试验、研究及技术示范,为我国重大冻土工程、“一带一路”倡议等国家战略中冻土地区基础设施建设及安全运营相关方面提供科技支撑。

1 历史沿革

北麓河站位于青藏高原可可西里腹地,海拔4 628 m。北麓河站的科研工作始于1960年的青藏公路沿线冻土考察,半定位监测工作始于1979年,长期定位监测工作始于1995年。2002年,冻土工程国家重点实验室青藏高原研究基地建成。在中国科学院寒区旱区环境与工程研究所(现中国科学院西北生态环境资源研究院)领导和有关部门的支持下,青藏高原北麓河冻土工程与环境综合观测研究站于2008年1月正式挂牌成立,并于2021年10月纳入科技部国家野外科学观测研究站建设序列。2023年9月,西北研究院与中国铁路青藏集团有限公司签约共建北麓河站,为北麓河站深度参与青藏铁路等冻土工程运维提供保障。

2 基础条件

北麓河站现有科研用地近2 000亩,场地内发育高寒草原、草甸和沼泽化草甸,高低温冻土均有分布,覆盖少冰、多冰、富冰、饱冰和含土冰层等全部冻土含冰类型。另外,在北麓河站周边发育有大量热喀斯特湖等冰缘现象,可为冻土、工程、气象、水文、生态研究提供多样化的试验观测场地。

北麓河站的仪器设备包括:地温监测系统、

活动层观测系统、机器人全站仪、气象设备、涡动通量系统、大口径闪烁仪、多参数水文断面监测仪、直剪仪等设备400余台套,可开展冻土水热、变形、气象、大气水-热-碳通量、水文、常规土工参数等方面的观测、调查和试验工作。

在野外监测基础设施方面,北麓河站有青藏铁路北麓河厚层地下冰试验段等大型试验、示范工程3处,青藏铁路、公路等实体工程监测剖面200余处,综合气象站、活动层、生态、水文等冻土工程环境观测场地40余个,全面构建了气候-冻土-工程-水文-生态系统监测网,是我国青藏高原腹地唯一涵盖铁路、公路、电网、房屋等多个不同类型重大冻土工程和寒区环境的观测、试验、研究、示范基地。依托上述监测设施创建了25个冻土工程与环境方面的数据集,是青藏高原地区冻土钻孔最深、工程类型最全的冻土数据集。

北麓河站拥有较为完善的后勤保障条件和常规土工试验条件。现有科研和生活用房2 000余平方米,包括1个常规土工实验室,并有会议室、多功能活动室、厨房、餐厅等。另有客房17间,可以接待客座人员近50人。北麓河站水、电、暖、电视、电话、网络齐全,备有制氧机10台及工作用车4台。北麓河站毗邻青藏公路,交通条件较为便利。

3 科研工作

长期以来,北麓河站主动融入国家战略,服务地方建设,积极承担国家、部门和地方科学研究任务,为攻克青藏铁路建设中三大难题之一的“冻土路基问题”发挥了不可替代的作用,有力支撑了青藏铁路等多项重大冻土工程的建设与维护,先后获得1项国家科技进步奖特等奖、2项国家科技进步奖一等奖以及其他国家和省部级奖励20余项。

2008—2022年,北麓河站累计承担国家重点研发计划、国家自然科学基金等各项研究任务212项,参与GTN-P国际科学监测计划2项;累计发表论文623篇,其中SCI、EI论文407篇;授权发明专利21项、软件著作权10项;培养硕士研究生47名,博士研究生97名,出站博士后10名。

4 开放合作

在场地、设备共享合作方面,近5年来北麓河站先后与清华大学、兰州大学、四川大学、俄罗斯梅尔

尼科夫冻土研究所、中国地质调查局军民地质调查中心、中国地震局、中国科学院成都山地灾害与环境研究所、青海师范大学、中国铁路青藏集团有限公司等单位合作共建野外观测场地 20 余处。在科学数据共享方面,北麓河站建立了数据管理与开放平台以及科学数据共享制度,并将相关数据提交至国家冰川冻土沙漠科学数据中心、国家青藏高原科学数据中心等科学数据管理平台予以发布。此外,还借助网站(<http://www.beiluhe.ac.cn/>)和微信公众号等新媒体手段,有力拓展了北麓河站对外开放合作的途径。

5 发展规划

为促进研究站的长期健康发展,北麓河站成立了以赖远明院士为主任委员、冯起院士为副主任委员的学术委员会,并于 2023 年 9 月在青海省格尔木市召开了第一届学术委员会第一次会议。会上,包括各位委员在内的近百名与会听取了工作报告,讨论、完善了北麓河站的发展规划。

未来,北麓河站将在现有工作基础上,重点开展以下几个方面的工作:

(1)显著增强观测能力,完善观测体系、更新老旧设备、维护已有场地、研发新型设备,大力推进观测工作的标准化和规范化,提高观测技术的信息化程度,拓展冻土变化的观测内容,实现冻土工程与环境的多源综合观测。

(2)大力改善平台条件,包括重大科研设施、后勤保障条件,如北麓河站格尔木试验基地、中国科学院野外站重点科技基础设施项目“高原多年冻土区长期荷载试验基桩群”等。

(3)努力加强人才引进和培养,提升研究水平,增强承担国家任务、服务国家需求的能力,为青藏公路提质改造、青藏铁路应对气候变暖挑战提供理论支撑和技术储备。

(4)进一步扩大开放合作,积极吸引国内外优秀团队和专家来站开展工作,增加共享数据的种类和数量,共同促进高原冻土研究,为青藏高原生态保护、国防交通安全等国家需求提供科技支撑。

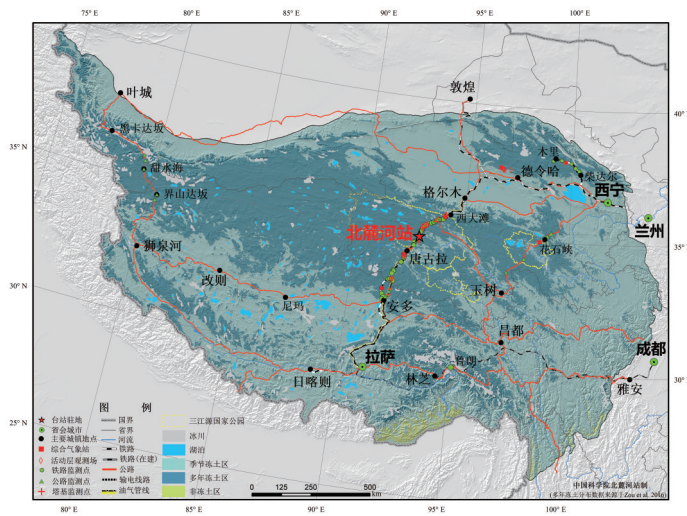


图 1 北麓河站观测网络



图 2 北麓河站第一届学术委员会野外考察合影

(供稿:陈继,赵静毅,吴青柏)