

中国科学院天山冰川观测试验站

中国科学院西北生态环境资源研究院 兰州 730000

中国科学院天山冰川观测试验站（以下简称“天山冰川站”）是我国历史最长的专门以冰川为主要观测、研究对象的野外台站，现隶属于中国科学院西北生态环境资源研究院。该站的基本站地处中国天山中段北麓，新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市境内。天山冰川站于1959年由已故知名冰川学家施雅风院士创建，1982年进入世界冰川监测中心（WGMS），1988年成为中国科学院首批对外开放台站，1999年经科技部遴选，成为首批国家级重点野外试点站，2006年经认证后进入大气本底与特殊功能国家野外科学观测研究站系列，在国家站系列中的名称为“新疆天山冰川国家野外科学观测研究站”，是2013年世界气象组织（WMO）创建的全球冰冻圈监测网络（GCW）的首批站点。

1 定位与学科方向

冰川系地球寒冷地区由降雪和其他固态降水积累、演化形成的处于流动状态的巨大冰体。根据天山冰川站发展历史和学科优势，定位于冰川和冰川作用区的基础观测研究，以冰川为主要研究对象，在以下两个方向开展研究。

（1）**冰川过程和机理**。通过对冰川的物理、化学、生物过程和生物地球化学循环的研究，揭示冰川演化过程和变化规律，预测其未来变化。研究内容包括冰川观测监测、冰川变化过程、机理和模拟、冰川气候环境记录等。

（2）**冰川与其他圈层的相互作用**。研究冰川与大气圈、水圈、岩石圈、生物圈的相互作用，分析冰川变化的各种影响，为制定冰川变化的适应对策提供科技支撑。研究内容包括冰川及冰冻圈的水资源和生态效应、冰川灾害、冰冻圈变化的适应对策等。

2 研究成果与科学贡献

天山冰川站建立于中国冰川学开创之初的1959年，标志着中国冰川学研究从无到有，从野外考察走向定位观测试验。围绕乌鲁木齐河源1号冰川（以下简称“1号冰川”）的研究，对中国冰川科学理论的形成和发展起着关键性作用。国际上，经典的冰川学理论以海洋性冰川和冰盖的研究为基础。天山冰川站的观测研究，填补了大陆性和干旱区冰川研究的诸多空白，是对国际冰川学的重要发展和贡献。WGMS将1号冰川列为全球10条重点观测研究的参照冰川之一，即中国和中亚干旱区的参照冰川，其长期、系统的观测研究成为许多国家冰川学研究的参照和典范。天山冰川站所处的中国西北内陆和亚洲中部干旱区，水资源是制约社会经济发展的瓶颈和维系生态环境的命脉，而山区则是水资源的形成区，天山冰川站开创以乌鲁木齐河山区流域综合观测试验为基础的水文学研究，奠定了我国内陆流域水文研究基础。其围绕干旱区冰川水资源的时空变化及其对水文、水资源影响的研究成果，为国家重大决策、西北

地区水资源管理与高效利用、区域经济社会可持续发展战略规划提供了重要的科学依据。60年来,天山冰川站面向大陆性冰川和中亚干旱区冰川,围绕国际冰川学学科发展趋势和冰雪水资源领域国家重大科技需求,在冰川学、第四纪冰川、冰川水文学、冰缘植被与生态方面取得了一批系统性原创成果。共发表专著20余部,学术论文1300余篇,包括国际冰川学主流杂志 *Journal of Glaciology* 50余篇。先后获得国家及省部级奖10余项,其中国家自然科学奖二等奖1项;国家科学技术进步奖二等奖1项;省部级自然科学奖一等奖2项,二等奖5项;科学技术进步奖一等奖2项,二等奖1项。2次荣获“中国科学院野外先进集体”称号。主要研究成果包括:

(1) 开启了中国冰川物理学研究先河。提出了中国冰川带划分理论;揭示了冰川存在冰川冰变形、冰床变形、剪断和底部滑动4种运动机理;建立了冰川温度分布变化模型。

(2) 以乌鲁木齐河山区流域综合观测试验为基础的水文学研究,形成了冰冻圈流域水文和气象过程观测试验研究的基本框架,奠定了我国内陆河流域水文研究基础。

(3) 通过长序列冰川物质平衡观测资料,发现山地冰川在过去50年内经历了两次加速消融过程,揭示了正积温升高、冰川冰体温度升高、冰川表面反照率降低和冰川的破碎化是造成冰川加速消融的四大关键因素。

(4) 建立TGS冰川模型,对未来冰川变化进行模拟预估,首次揭示出中国冰川未来变化过程、消亡时间及控制因素,为冰川变化影响评估、冰川保护等提供了科学依据。

(5) 历时8年,首次观测到大气—积雪—冰川冰演化的物理、化学完整过程,为国际同行瞩目。

(6) 在乌鲁木齐河流域建立了中国最为详尽的第四纪冰川与环境演化序列,被广泛使用。

(7) 开拓和发展了冰缘植被与生态学研究。

(8) 作为冰川与冰冻圈科学技术研发和高新技术试验基地,研制出具有自主知识产权的冰川蒸汽(热水)钻、便携式冰芯钻、石英冰川钻孔温度探头、测冰雷达、冰川监测塔等;开展差分GPS、地基三维激光扫描等技术设备在冰川监测中试验等。

3 科研能力与支撑平台

天山冰川站观测研究的参照冰川最初只有1号冰川,研究区域也主要是乌鲁木齐河流域。随着冰川及其水资源研究需求的不断增长,天山冰川的观测研究范围在1998年之后快速扩大,形成了目前包括4个主站区、8条参照冰川定位观测站和若干半定位冰川观测点,以及1个雪冰化学实验室在内的冰川监测网络平台,很好地覆盖了中国西北干旱区各个冰川区。

4个主站区包括坐落于天山乌鲁木齐河流域的基本站和高山站,位于新疆喀纳斯景区的阿尔泰山站—喀纳斯站和新疆吉木乃县的阿尔泰山站—吉木乃站。8条参照冰川分别为天山地区的1号冰川、托木尔青冰滩72号冰川、奎屯河哈希勒根51号冰川和哈密庙尔沟冰帽,阿尔泰山地区的喀纳斯冰川和木斯岛冰川,以及祁连山地区的十一冰川和八一冰川。另外,天山冰川站于2014年承担了中国北极黄河站附近的Austre Lovénbreen冰川和Pedersenbreen冰川的观测工作,并与吉尔吉斯斯坦天山站合作开展境外西天山冰川的观测研究。半定位观测的冰川包括天山博格达峰的扇形冰川、四工河4号冰川和奎屯河哈希勒根48号冰川、阿尔泰山的拉斯特河冰川和西昆仑山的公格尔九别峰克拉亚依拉克冰川等。

天山冰川站的观测数据在多个国内专业平台公布,包括《天山冰川站年报》、寒旱区科学数据中心、冰冻圈科学数据平台等。在国际上的发布按照WGMS和GCW规范执行,定期发布于由国际科学理事会(ICSU)、国际大地测量学与地球物理学联合会(IUGG)、联合国环境规划署(UNEP)、联合国教科

文组织（UNESCO）和世界气象组织（WMO）联合出版的资料集 *Glacier Mass Balance Bulletin*、*Fluctuations of Glaciers* 和 *Global Glacier Change Bulletin*，以及 GCW 网站；并被联合国环境规划署（UNEP）的 Environmental Data Report 数据集和 Geo Data Portal 等知名数据库，以及《中国气候变化蓝皮书》等收录，被广泛推介于冰川与全球变化研究中。天山冰川站这一冰川监测网络及数据平台，为大陆性和干旱区冰川、中国西北地区冰川与水文水资源、生态环境保护等研究提供了必要的后勤支撑，奠定了坚实的数据基础。

4 人才培养与队伍建设

天山冰川站被称作“孕育中国冰川人精神的摇篮，培养冰川学人才的基地”。为我国冰冻圈科学事业和西部地理科学领域培养了大批领军人才。以施雅风院士为代表的老一辈冰川人，为天山冰川站的创建和发展倾注了大量心血，甚至献出了毕生精力。在天山冰川站完成硕士论文的秦大河院士和完成博士论文的姚檀栋院士更是传承和发扬光大了中国冰川人不畏高寒缺氧，开拓进取和无私奉献的精神。在当今的中国冰川学与冰冻圈科学界，无论是老一辈的冰川学家，还是活跃在一线的中青年骨干，大都有在天山冰川站学习、工作和生活的经历，与之结下不解之缘。60年来，在天山冰川站完成的硕士、博士论文超过150篇。天山冰川站还联合西部多所高校创办了“天山杯青年学术讨论报告会”，目前已经成功举办了9届。通过这一活动，汇集、发现和培养了一批以博士和硕士研究生为主的青年后备人才。天山冰川站还是西部多所高校地理环境资源院系本科生教育实习基地，每年有30名左右的本科生来站进行为期1个月的专业学习。

天山冰川站承担着研究、观测和提供科研保障三重任务。人员结构按其功能进行设置。现有固定人员30名，包括研究员4人、副研究员2人、高级工程师2人、助研5人、工程师2人、合同制工人15名。另外，拥有

在站研究生25名，客座研究员20名。目前，天山冰川站已成为我国山地冰川科学最大的研究基地。

5 国内外合作研究

尽管中国是一个中纬度冰川大国，但冰川学研究却仅有60年历史。天山冰川站的发展，离不开与国内外广泛的交流与合作。事实上，天山冰川站自建站以来，一直承担着我国面向国际冰川学界交流窗口、国内外冰川学观测研究基地的重任。许多外国专家学者，正是通过天山冰川站和1号冰川开始了解中国的冰川学工作的。

现阶段天山冰川站的国际合作在两个层面上进行。

（1）与国际冰川监测机构的长期合作并实现观测内容、方法及数据的对接。天山冰川站不仅是 WGMS 和 GCW 的网络台站，而且通过国际任职，起着组织和领导作用，例如李忠勤研究员长期担任 WGMS 中国国家通讯员（Chinese National Correspondent）一职，参与国际冰川监测规范、研究方法和重点研究领域的制定，并负责中国地区冰川观测和数据上报工作。王飞腾博士担任 WMO-GCW 专家组成员，负责中国地区冰冻圈观测和数据上报等工作。李慧林博士在 WMO 全球气候观测系统（GCOS）中，担任陆地观测组（TOPC, Terrestrial Observation Panel for Climate）冰川要素负责人，同时她还是国际冰冻圈科学学会（IACS）冰川厚度评估工作组联合主席，在国际冰川监测和数据管理方面占有重要的一席之地。

（2）在研究项目和科学问题层面上，开展以我为主的合作研究。2013年以来，通过中国科学院外籍研究员引进项目，天山冰川站先后引进了英国南极局 Hilmar Gudmundsson 教授、澳大利亚科廷大学 Ross Edwards 研究员和日本千叶大学 Nozomu Takeuchi 教授合作开展冰川动力学模型、中亚雪冰碳质气溶胶的特征及历史记录和冰面微生物对冰川反照率影响方面的专项研究。通过国家自然科学基金国际合作项目，引入德国洪堡大学 Christoph Schneider 教授团队，开展冰川 COSIMA 能量/

物质平衡模型合作研究。另外，通过互派人员等形式，长期保持与荷兰乌得勒支大学 Oerlemans Johannes 教授和冰岛大学 Guofinna Adalgeirdóttir 教授在冰川动力学模型方面的合作研究；定期邀请瑞士积雪与雪崩研究所专家 Mathias Bavay 博士来站进行乌鲁木齐河源积雪与冰川消融模拟的合作研究。在国内，天山冰川站与几乎所有从事冰冻圈、寒区旱区水文与水资源、高寒植被与生态的研究单位建立了合作关系，并从中聘请了 20 余名一线科

学家作为客座研究员，在站发展其研究学科，建设观测基地、培养研究生，培育和申请科研项目，开展基地和项目方面的长期合作。例如，在冰缘地貌和第四纪冰川研究方面，与北京大学崔之久教授团队的合作可以追溯到建站伊始；而与兰州大学安黎哲教授团队、新疆农业大学谭敦炎教授团队在冰缘植被与生态研究方面的合作也超过了 20 年。

（相关图片请见彩插一）

■ 责任编辑：刘天星