



辉煌与影响

中国科学院天山冰川观测试验站 创新发展简介

主编 李忠勤

辉煌与影响

中国科学院天山冰川观测试验站创新发展简介

HUIHUANG YU YINGXIANG ZHONGGUO KEXUEYUAN TIANSHAN BINGCHUAN GUANCE SHIYANZHAN CHUANGXIN FAZHAN JIANJIE

主编 李忠勤

内容简介

本书简要介绍了中国科学院天山冰川观测试验站概况、主要科研成果和国内外专家对该站的评价。1959年成立天山冰川站,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。天山冰川站围绕乌鲁木齐河源1号冰川的研究,对中国冰川学理论的形成和发展起到了关键作用,填补了国际大陆性冰川研究的诸多空白。半个多世纪以来,天山冰川站不断拓展其观测研究范围,保持着冰川学研究和观测技术上的领先和示范性,取得了令人瞩目的创新发展。本书可供从事冰冻圈科学和气候变化领域研究的教学、科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

辉煌与影响:中国科学院天山冰川观测试验站创新发展简介/李忠勤主编.
—北京:气象出版社,2016.9
ISBN 978-7-5029-6430-6
I.①辉… II.①李… III.①冰川—水文观测—试验基地—概况—中国
IV.①P343.6-242

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第230608号

辉煌与影响 中国科学院天山冰川观测试验站创新发展简介

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街46号

邮政编码:100081

电 话:010-68407112(总编室) 010-68409198(发行部)

网 址:<http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑:李太宇

终 审:邵俊年

责任校对:王丽梅

责任技编:赵相宁

封面设计:符 赋

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:8.25

字 数:130千字

版 次:2017年1月第1版

印 次:2017年1月第1次印刷

定 价:50.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

1959 年建立于中国冰川学开创之初的中国科学院天山冰川观测试验站（简称天山冰川站），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 号冰川的研究，对中国冰川学理论的形成和发展起到了关键性作用。国际上经典的冰川学理论以海洋型冰川和冰盖研究为基础，缺乏对大陆性冰川的观测研究。天山冰川站的观测研究，填补了大陆性冰川研究的诸多空白，是对国际冰川学的重要发展和贡献。

半个多世纪以来，作为中国冰川学观测、试验、研究和人才培养的基地、对外开放的窗口，天山冰川站为中国的冰川学事业作出了巨大贡献。世界冰川监测服务中心（WGMS）将天山乌鲁木齐河源 1 号冰川列为全球十条重点观测研究的参照冰川之一，因此，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。

编写出版本书，旨在简要介绍天山冰川站及其主要成果和影响。感谢天山冰川站王飞腾、李慧林、周平、王璞玉、张晓宇等科研人员和研究生在材料收集、文字核校等方面的协助。天山冰川站 50 多年的科研工作和成果广博而厚重，本书不妥与遗漏之处在所难免，敬请批评指正。

李忠勤

2016 年 7 月 18 日

前言

1	天山冰川站概况	1
1.1	定位与学科方向	1
1.2	研究区域与基础设施	2
1.3	文章、著作、数据集	15
1.4	获奖成果简介	15
1.5	国内外交流与合作	18
1.6	人才培养	20
2	主要科研工作和成果	22
2.1	科研工作回顾	22
2.2	近期科研进展	27
2.3	未来工作展望	46
3	影响与评价	48
3.1	科研贡献	48
3.2	国际影响和评述	49
3.3	国内影响和评述	87
3.4	书评	101
	参考文献	109

1 天山冰川站概况

1.1 定位与学科方向

中国科学院天山冰川观测试验站（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。该站在已故著名冰川学家施雅风院士倡议并组织下于 1959 年创建，1981 年进入世界冰川监测网络 (WGMS)，1988 年成为中国科学院首批对外开放台站，1999 年成为首批国家重点野外试点站，2006 年成为国家重点站。

冰川是指地球上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，是冰冻圈的主要构成要素之一。根据天山冰川站的发展历史和学科优势，该站定位于对冰川和冰川作用区进行基础观测研究，以冰川为主要研究对象，在以下两个方向开展研究。一是冰川过程和机理：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。其主要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；二是冰川与其他圈层相互作用：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。其主要研究内容包括冰冻圈的水资源和生态效应、冰川灾害、冰川变化的适应对策等。

1.2 研究区域与基础设施

天山冰川站观测研究的参照冰川起初只有天山乌鲁木齐河源 1 号冰川（以下简称乌源 1 号冰川或 1 号冰川），研究工作也局限于乌鲁木齐河流域。1998 年开始拓展观测研究范围。如今，天山冰川站监测的冰川不仅涵盖了整个中国境内的天山，而且向北扩展到阿尔泰山，向东延伸到祁连山。另外，还承担了中国北极黄河站的冰川观测工作，完善了我国的冰川观测体系（图 1.1）。“一站四部”的园区建设初具规模，涉及冰冻圈多要素、多学科的观测，内容日趋完善。

1.2.1 乌鲁木齐河流域

乌鲁木齐河位于天山山脉的东段，欧亚大陆腹地，北临准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠，南俯塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠，处在温带干旱荒漠—沙漠环境。而相对湿润和寒冷的天山山区是天山南北新疆各族人民赖以存在和发展的水资源形成区。天山冰川站的高山站（图 1.2）海拔高度 3545 m，位于乌鲁木齐河源区，天山中段天格尔 II 峰（4484 m）北坡，为高寒草甸和裸露基岩环绕。研究区包含冰冻圈诸多组分，如冰川、积雪、冻土、冰川地貌、冰缘植被等，年平均气温在 $-5 \sim -7^{\circ}\text{C}$ 之间，最低气温在 -35°C 以下，具有“一日有四季，七月飘雪花”的独特气候特征。

天山冰川站的基本站（图 1.3）海拔高度 2130 m，坐落于乌鲁木齐河上游高山峡谷间，与高山站相距 35 km。站区四周雪岭云杉林和高山草场环绕，夏季气候宜人，牛羊成群，雪峰、森林与草原、河流交相辉映，景色秀美。

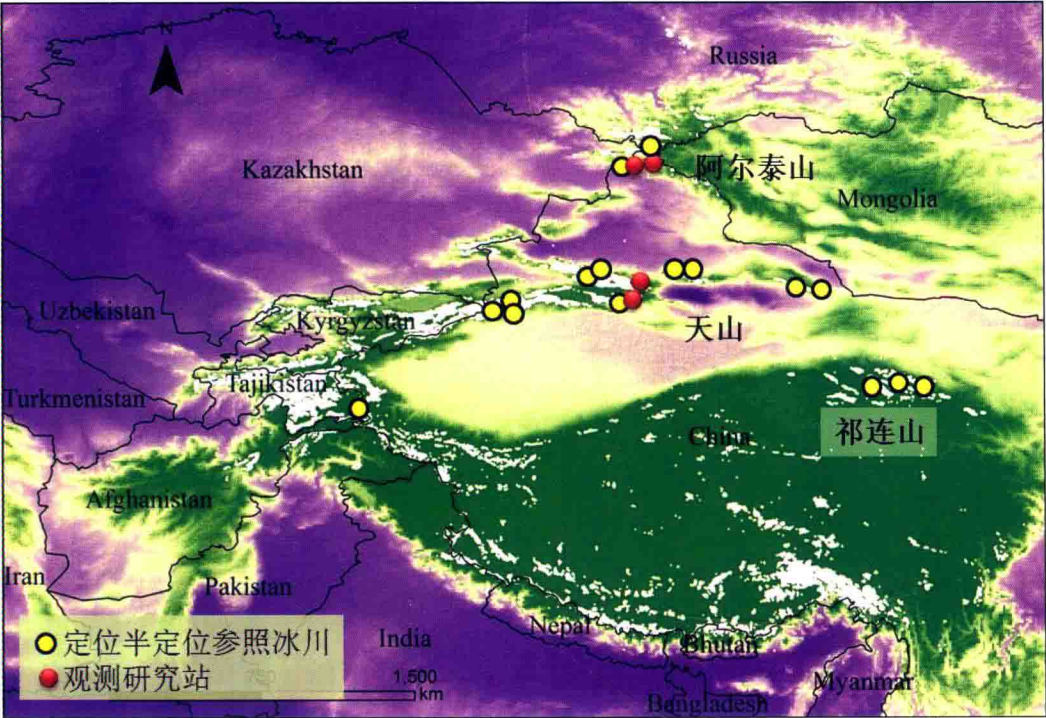


图1.1 天山站冰川监测网络图



图1.2 天山冰川站高山站



图1.3 天山冰川站基本站

天山冰川站长期监测的天山乌鲁木齐河源1号冰川（图1.4）是乌鲁木齐河源区面积最大的一条山谷冰川（ 1.65 km^2 ）。作为我国监测时间最长、资料最为系统的冰川，1号冰川是WGMS网络中唯一的中国参照冰川，跻身全球重点观测的十条冰川之列，也是世界上观测时间超过50年的少数几条冰川之一。半个多世纪以来，围绕该冰川及乌鲁木齐河源区的观测研究，为揭示山地冰川及冰冻圈其他要素普遍规律，中国西北乃至亚洲中部干旱区山区水资源形成、演化起到了重要作用，成为国内外其他地区冰川学研究的良好参照和典范。其研究成果对我国冰川学的发展起到了关键作用，并填补了国际冰川学对于大陆型冰川研究的诸多空白（图1.5）。



图1.4 乌鲁木齐河源1号冰川

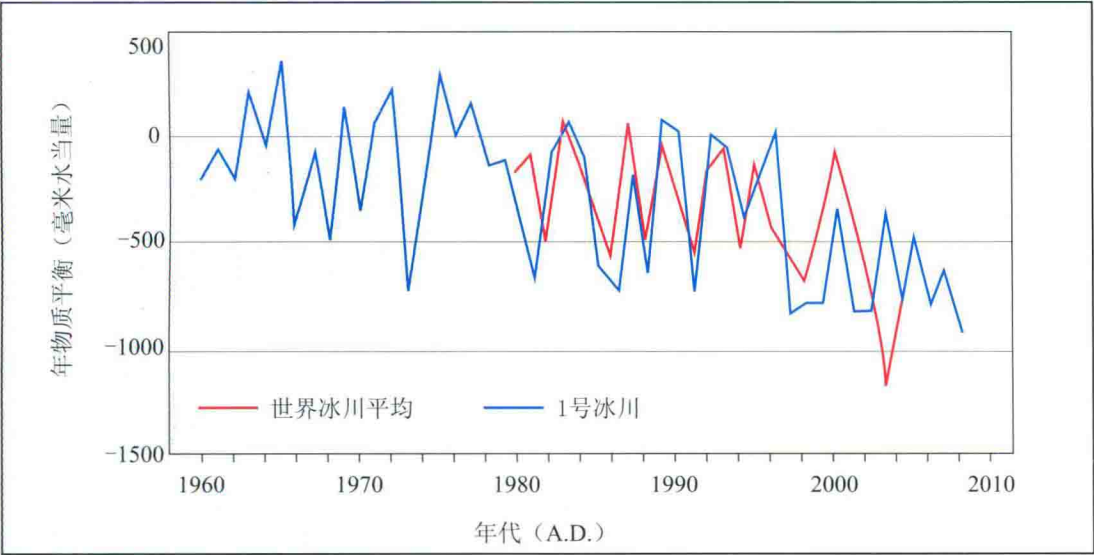


图1.5 1号冰川50年物质平衡观测曲线。其中红线为根据全球30条冰川资料绘制的世界冰川物质平衡标准曲线。1号冰川物质平衡与世界标准曲线有较为一致的变化规律，表明通过1号冰川的研究，可以了解世界冰川的平均消融状况

1.2.2 天山地区

除乌鲁木齐河源 1 号冰川之外，沿天山山脉设立的另外 3 条定位观测的参照冰川分别为托木尔青冰滩 72 号冰川（神奇峰冰川）、奎屯河哈希勒根 51 号冰川和哈密庙尔沟冰帽（图 1.6），其分布范围从天山最西端至最东端，跨越 1700 km,形成了中国境内天山较为完整的参照冰川网络。为获取更多观测资料，天山冰川站还在关键地区建立半定位观测点，涉及的参照冰川为天山博格达峰的扇形冰川、四工河 4 号冰川，奎屯河哈希勒根 48 号冰川，以及玛纳斯河上游的鹿角湾冰川等。

奎屯哈希勒根 51 号冰川（图 1.6a）位于天山依连哈比尔尕山北坡，艾比湖流域奎屯河上游哈希勒根河源区，在中国境内属于天山山脉的中部地区，是研究天山北麓及艾比湖周围山区冰川的良好参照冰川。该冰川的观测始于 1998 年，包括冰川物质平衡、末端变化、运动速度、冰川温度、冰川厚度、冰川区气象、冰川区气溶胶和雪冰物理化学过程等，并钻取了大量浅冰芯。该冰川在

物质平衡、冰川运动、末端退缩、冰川温度等方面与 1 号冰川有较大可比性，但所含的各种化学成分的浓度相对较低。



图1.6 天山山脉的几种参照冰川

哈密庙尔沟冰帽（图 1.6c）位于哈密北部的哈尔里克山，天山山脉最东段的极干旱区，是研究冰川对水资源影响和沙尘暴记录的良好参照冰川。该冰川的观测始于 2004 年，包括冰川物质平衡、冰川厚度、温度、面积和运动速度等。2005 年在冰川顶部钻取 2 支 60 m 透底冰芯。该冰帽面积和末端退缩小于 1 号冰川变化幅度，且冰川温度较低。冰帽中的各种离子浓度高于 1 号冰川，尤其是盐湖蒸发盐类衍生的化学成分含量较高。

托木尔峰青冰滩 72 号冰川（图 1.6b）位于中国境内天山山脉的最西端。该区为亚洲内陆最大的冰川作用区，冰川融水占河川径流的比率很高，平均在 40% 以上，是塔里木河主要的水源地。2007 年开始对该冰川进行考察观测，到目前开展的观测包括物质平衡、冰川面积和末端变化、冰川运动速度、冰川

能量平衡、冰川温度、冰川高程变化、冰川厚度、冰川表碛与消融、冰川水文气象、雪冰及气溶胶化学等。该冰川为具有表碛覆盖的托木尔型冰川，与1号冰川相比，退缩和消融速度快，但整个冰川运动补给强烈，动力学作用不可忽视。冰川山谷部分主流线厚度相对较薄，冰川温度高，抵御未来升温能力较弱。

1.2.3 中国阿尔泰山地区

新疆喀纳斯地区具有我国纬度最高、末端海拔最低的冰川作用区，终年受西风气流影响，冬季积雪充沛，冰川积雪径流是额尔齐斯河的主要水资源。2007年天山冰川站开始与喀纳斯景区合作开展冰川学观测研究，2009年联合开展友谊峰地区的冰川学基础考察。2011年与喀纳斯景区达成协议建立“阿尔泰山冰川积雪与环境观测研究站”（以下简称“阿尔泰山站-喀纳斯站”，图1.7）。



图1.7 位于喀纳斯景区的“阿尔泰山冰川积雪与环境观测研究站”

阿勒泰地区的吉木乃县，地处阿尔泰山脉南麓，北邻额尔齐斯河，在国家丝绸之路经济带战略中，依托吉木乃口岸区位优势，向西联通哈萨克斯坦，向北辐射俄罗斯，以境内外能源资源开发为驱动力，肩负丝绸之路经济带核心区和北通道重要使命，具有重要经济和政治地位。吉木乃地区拥有中国西北典型

特殊地理单元，包含冰川、积雪、冻土等冰冻圈要素和绿洲、湿地、荒漠、沙漠等，同时受北半球中高纬度西风环流控制，是开展寒区旱区各种科学研究、促进学科综合交叉发展的天然试验区。为加强我国在阿尔泰山地区的综合观测研究，有效服务于地方和丝绸之路经济带建设，中国科学院寒区与旱区工程研究所与吉木乃县政府合作，于2015年5月正式成立“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站”（以下简称“阿尔泰山站-吉木乃站”，图1.8）。目前该站已开始运行。并选取喀纳斯冰川和木斯岛冰川(图1.9)作为参照冰川。



图1.8 位于吉木乃县的“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站”



图1.9 阿尔泰山参照冰川

1.2.4 祁连山地区

在国家自然科学基金委员会重大研究计划“黑河流域生态-水文过程集成研究”支持下,天山冰川站于2010年10月,开展了旨在调查黑河流域上游冰川状况和建立参照冰川监测系统野外考察工作,将葫芦沟小流域最大的冰川(0.54 km^2)确立为参照冰川。由于考察队员是在“十一”国庆节期间登上该冰川的,因此将其命名为“十一冰川”。过去5年来,天山冰川站对十一冰川开展了系统的考察研究,内容包括物质平衡、冰川表面运动速度、冰川厚度、冰川变化、RTK-GPS 测绘制图等(图1.10)。为获得祁连山冰川系统资料,天山站对北大河上游七一冰川、黑河流域的八一冰川进行了考察和定位观测,在七一冰川末端安装了T-200B自动雨雪量计,在八一冰川布设了花杆网阵。



图1.10 祁连山参照冰川

1.2.5 北极地区斯瓦尔巴群岛

斯瓦尔巴群岛是北极最大的冰川区域之一。2004 年我国在该群岛的新奥尔松 (Ny-Alesund) 建立黄河站之后, 选择了 Austre Lovénbreen (奥斯塔洛文伯林) 冰川 (6.2 km^2) 和 Pedersenbreen (彼得森伯林) 冰川 (5.6 km^2) 作为监测对象。自 2014 年起, 天山冰川站承担了上述冰川物质平衡等观测任务 (图 1.11)。



图1.11 北极斯瓦尔巴群岛新奥尔松地区冰川学考察

1.2.6 天山冰川站基础设施

站区：天山冰川站目前包括 4 个站区，即基本站、高山站、阿尔泰山站 - 喀纳斯站和阿尔泰山站 - 吉木乃站。

实验室：为满足天山冰川站雪冰化学方向的需求，2003 年建立了天山冰川站雪冰化学分析实验室，配置了两台离子色谱仪、微粒粒径分析仪、液态水同位素分析仪、选择离子流动管质谱仪、单颗粒黑碳光度计分析测试系统、含水率计、超纯水机和各种雪冰物理、化学分析仪器。

观测场和水文断面：天山冰川站在天山、阿尔泰山和祁连山设有气象、水文、冻土、积雪、气溶胶等各类观测场 25 个，开展冰冻圈各种要素及其与其他圈层相互作用系统观测 (图 1.12 ~ 图 1.16)。



图1.12 乌鲁木齐河源区观测场



图1.13 天山托木尔峰地区青冰滩72号冰川观测系统



图1.14 乌鲁木齐河源1号冰川观测塔和综合观测场