

天山冰川观测试验站回顾和展望

Review and Prospect of Tianshan Glaciological Station

康尔泗

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

天山冰川站是我国唯一的一个以冰川为主要研究内容的高山综合科学试验站,其建设和发展,对于促进我国冰川学的发展起了重要的作用。在我国开展冰雪科学研究的三十年中,天山冰川站经历了60年代初期的发展阶段和80年代以来的恢复重建和走向世界先进水平阶段;而展望未来,天山站有着广阔的前景。为纪念我国开展冰雪科学研究事业三十周年,总结经验教训,以便在改革和开放的形势下把天山冰川站办得更好。本文就天山冰川站所走过的路程和观测研究工作作一回顾和展望。

一、站史回顾

1958年,由我国著名地理学家和冰川学家施雅风教授倡导和组织,在中国科学院党政领导的关怀和支持下,为开发祖国大西北,成立了中国科学院冰雪利用研究队,开创了我国冰雪和冻土科学的考察和研究。经过大量的野外考察工作,认为我们必须要建立高山冰川定位观测研究站,以便在继续进行野外考察研究的同时,进行长期定位观测试验以积累资料,从而对在野外考察中遇到的各种现象进行深入的观测研究,提高研究水平,发展和完善我国的冰雪科学理论体系。1959年,中国科学院高山冰雪利用研究队在新疆水利厅的支持下,在新疆维吾尔自治区境内天山中段喀拉乌成山主峰——天格尔Ⅱ峰(海拔4477.4m)北坡的乌鲁木齐河源建立了天山冰川站,对河源区的1号冰川进行了冰川学、水文学和气象学的观测研究。当时苏联专家Л.Д.道尔古辛(Л.Д.Долгушин)对站址的选择和观测项目曾进行过指导。1962年,高山冰雪利用研究队改名为兰州冰川冻土室,天山冰川站在当时的室主任施雅风教授的组织领导下,由谢自楚等负责进行了冰川和水文的系统观测研究工作。

60年代初期,天山冰川站成立不久,其观测研究工作便进入了一个繁荣时期。当时,我们国家处于经济困难时期,在高寒区进行冰川观测研究,条件很差,十分艰苦。但当时我们的一批年轻科学工作者,爬冰卧雪,在高寒缺氧的条件下连续工作了几年,取得了非常宝贵的我国高山冰川区多学科定位观测资料,使我国冰川学研究在刚开始不久即形成了面上野外考察和定位观测试验研究相结合的格局。当时经过几年的艰苦奋斗,天山站获得了丰硕的科研成果,编写和出版了研究论文集《天山乌鲁木齐河冰川与水文研究》(1965)。该论文集对乌鲁木齐河源1号冰川的成冰作用、物质平衡、冰川温度、冰结构、冰川运动、冰川辐射平衡、热量平衡、冰雪面蒸发、冰川形态和历史演

变、冰川水文等方面进行了较为深入的研究。这批研究成果,在一定程度上反映了当时我国冰川学的学术水平,标志着我国冰川学的研究初步进入了定量化和加强物理观念的阶段。

正当天山冰川站的工作孕育着新的发展的时候,“十年动乱”开始了,从1967年起该站的工作不幸全部停止,本节“站史回顾”在这里也得中断长达12年的时期。

1979年,兰州冰川冻土所重新恢复天山冰川站的观测工作。天山站的恢复重建,面临着我们国家的改革开放和世界科学技术飞速发展的形势。60年代以来,国外冰雪科学的研究进入了定量阶段,理论水平迅速提高。由于西方发达国家和苏联加强了野外定位观测和试验研究,野外观测仪器的遥测自记和数据采集系统、遥感方法以及电子计算机的广泛应用,从而应用物理定律和数学方法,把冰冻圈作为重要的地球物理过程来研究,对成冰作用、物质平衡、冰川运动、冰川温度等冰川物理学和动力学的研究以及冰川水文和气候数学模型的研究,取得了一大批高水平的成果。这突出反映在国际冰川学杂志和其他有关出版物里,如佩特森(W. S. B. Paterson)的《冰川物理学》一书,概要总结了冰川学研究的新发展,标志着冰川学的研究进入了物理学的范畴。另外,冰川学的发展还分出了纯数学物理的方向(K.胡特,《理论冰川学》)。

为了使恢复重建后的天山冰川站迅速赶上世界冰川学发展的步伐,冰川冻土所投入了大量的人力物力进行冰川站的建设,加强了国际合作和学术交流,面向世界先进水平。在观测仪器和手段方面,着手研制天山站的野外电子遥测自记和数据采集系统。为保证科研和观测工作的发展,1980年开始修建了通往1号冰川的观测专用简易公路,在海拔2130m修建了研究基地建筑群。几年来,在中国科学院的大力支持下,在基本建设、观测研究、实验室建设、人员培训、开展国内国际合作研究等方面均发展较快。已建成一个固定的野外观测、试验和研究基地,为进一步的发展打下了良好的基础。

二、80年代以来科研工作的新进展

天山冰川站1979年恢复重建以来,作为我国冰川学提高研究水平的观测试验基地,新技术和方法均在这里首先应用,在国内处于领先地位。自1980年以来,除将基本的观测研究整编资料以“天山冰川站年报”的形式出版外,还发表了各种研究论文和报告百余篇,研究专辑一集(1981),其中国外已发表七篇。由冰川所科技人员利用本站条件从事的研究工作中,共获得中国科学院各类成果奖五项。获奖的项目中,QZ型蒸汽钻的设计和研制获1982年院重大成果四等奖;B-I型雷达测厚仪的研制获1982年院重大成果三等奖;冰川热水钻的研制,获1983年院重大成果三等奖;天山乌鲁木齐河源1号冰川的冰川物理学研究,获1984年院重大成果二等奖;高寒区冰川气象遥测系统获1985年院科技进步二等奖。现将在天山冰川站80年代以来所进行科研工作的新进展概述如下。

1. 现代冰川与冰川物理

我国是世界中纬度大陆型高山冰川最多的国家,但对其研究在世界冰川学中尚属薄

弱环节,本站的工作对深入认识大陆型高山冰川作出了一定贡献。在成冰作用研究方面,首先在此分析了极大陆型冰川的成冰过程并划分了成冰带谱。在物质平衡研究方面,本站1号冰川的观测资料序列最长,对我国大陆型冰川的物质平衡特征、雪线变化及其与气候要素的关系进行了详细的讨论(谢自楚,1982;张金华,1981;Kang Ersi,1986)。在1号冰川,利用本所自制的B-I型雷达和热水钻对冰川厚度进行了全面测量,热水钻打穿冰川到底部,其结果和雷达测厚数据相吻合,证明了冰川雷达测厚是可信的(张祥松等,1985)。此外,还进行了冰川重力和地震勘探。根据本站大量冰温观测资料,对大陆型冰川温度的时空分布进行了分析,为国外同行所注目(Huang Maohuan et al.,1982)。此外,对冰川运动特征(孙作哲等,1985)、同位素地球化学研究(Wang Ping,1985)和冰川地形图地面立体摄影测量等方面也取得了新进展。

本站1980—1984年的冰川人工冰洞观测研究,在我国是第一次,大大促进了我国冰川物理的研究,积累了大量冰川动力学观测资料,提高了研究水平。研究结果表明,1号冰川具有较高的应变率,求出了格林定律的应变特征值,取得了冰川底部滑动的数值,并从底部温冰层的存在对冰川滑动的原因作了解释,同时还发现了冰川底碛层中存在的塑性变形和基底滑动现象,丰富了对冰川运动的认识(黄茂桓等,1985;王仲祥,1985;韩健康等,1985;K. Eschelmeyer et al.,1987)。此外,还应用数学物理方法对冰川动力过程进行了模拟研究。

2. 冰川水文气象与水资源研究

对冰川水文特征(李念杰,1985)、径流形成、高山流域水文过程、冰川消融和融水对河流的补给作用进行了全面和深入的论述;对冰川流域的水量平衡、热量平衡进行了观测研究;还研究了冰川小气候特征,开展了树木年轮气候学的研究,冰川、水文和气候变化以及冰雪水化学研究。

本站承担了乌鲁木齐水资源研究课题中的冰雪径流研究部分。开展了高山区降水和分布特征的研究,对国内外不同降水观测器和雨量计观测精度及部分影响因子进行了对比试验分析,此项研究在我国还是第一次。高山区冰雪面蒸发及地面蒸发、径流过程和河冰的观测研究取得了新的进展。通过阶段总结,已得出乌鲁木齐河流域降水观测系统误差改正值,并得出高山带的降水量多于中山带的结论。用水量平衡法对1号冰川物质平衡进行了估算,得出了和冰川表面观测值相一致的结果,还对冰川径流初步进行了物理模拟计算。在冰川热量平衡研究(Bai Zhongyuan et al.,1985)和径流研究中,继中日乌鲁木齐河源太阳辐射和热量平衡合作研究之后,又和瑞士联邦理工学院合作,引进了较先进的仪器设备,进行了较长期的系统观测,初步证实了划分冰川为两等消融区界线附近热状况对冰川的代表性和我国大陆型冰川潜热交换量较大的特点。在径流测验方面成功地进行了盐溶液法测流的实验,这对我国高山带径流测验实用意义很大。目前,正开展高山区径流数学模型的研究。

3. 冰川地貌与沉积研究

研究了冰川侵蚀地貌与槽谷演化过程,冰川沉积类型及物理分析,冰碛、冰水及冲

积砾石的岩性和形态特征, 风化过程, 冰碛物形成的力学分析, 冰期沉积环境和过程, 由《冰川冻土》杂志出版了“冰川地貌与沉积专辑”。

4. 第四纪冰川作用和环境研究

研究了乌鲁木齐河源冰川的历史演变, 第四纪与冰后期气候波动。第四纪沉积物孢粉分析, 古冰川作用, 地衣测量, 不同冰期冰川堆积的分析等方面。

5. 冻土及冰缘过程研究

研究了多年冻土的分布, 确定了多年冻土下界及类型, 对若干主要的冰缘作用的产物进行了解剖, 并初步研究了其动态。

6. 仪器研制

开展了冰川气温、热流、太阳辐射、冰雪层温度及风速的遥测试验, 研制了冰川降水遥测传感器, 电子自记水位计、雨量计及相应的数据采集系统, 石英晶体温度计、电子温度计、冰川热水钻、蒸汽钻和雷达测厚仪。

上述研究成果, 标志着我国冰川学的定位观测研究和世界先进水平的差距在迅速缩小。

本站自1980年以来, 接待国外来访科学家和访问学者超过100人。来自欧美和日本学者对本站的工作给予了较高的评价并表现出浓厚的兴趣, 认为本研究站的工作是出色的, 在中纬度大陆型高山冰川区是独特的, 在高山科学研究中具有很大意义, 希望加强和我们的合作和学术交流。在广泛开展国际学术交流活动的同时, 本站分别和英国、日本、美国、瑞士等国进行了六项合作研究。范围涉及冰川沉积学、现代冰川学、物理冰川学、冰川水化学、热量平衡、高山区降水分布等各个方面。合作研究的广泛开展, 使我国冰川工作者的视野开阔了。先进仪器设备和研究方法的引进, 大大提高了我国冰川学的研究水平, 同时也使我们对国际冰川学的研究有了新的认识, 既肯定了自己的长处, 也认识到存在的缺点和不足, 使目标更加明确, 信心更加坚定。

天山冰川站自恢复重建后, 将人材的培养也列为站上的主要任务。在培养研究生的过程中, 将硕士论文和博士论文与本站的科研计划紧密结合起来, 目前已完成硕士论文七篇, 博士论文两篇。其中“乌鲁木齐河源1号冰川渗浸带消融期雪层内部水热输送的模式计算”(硕士论文)已在海外高水平的刊物上发表(Cai Baolin et al., 1986)。博士论文“乌鲁木齐河冰川、水文和气候变化”, 第一次对本区冰川、水文和气候变化进行了系统分析。硕士论文“乌鲁木齐河源冰川物质平衡若干问题的研究”, 应用了国外的一些新理论和方法, 加强了数理分析, 对进一步提高物质平衡研究水平具有较好的参考价值。硕士论文“乌鲁木齐河源高山草甸区蒸发研究”, 应用了蒸发渗漏器称重法、空气动力学法和热量平衡法, 第一次对高山带地面蒸发进行了一个夏季的系统研究, 取得了一批宝贵的观测计算数据, 达到了一定的学术水平。在降水观测系统误差对比试验研究中, 列入了博士学位论文的研究课题, 已取得初步成果, 引起了国内外的重视。硕士论文“天山乌鲁木齐河源区石冰川及其它块体运动形成与机制”, 也取得了优秀成绩。另

外, 本站还接收国内外研究生和实习生来站工作, 也派出人员到国外学习进修。

1987年9月22—26日, 中国科学院资源环境局召开了天山冰川站开放论证会, 会议通过天山站为中国科学院开放站。这标志着天山冰川站面临新的转折点, 进入了一个进一步走向世界的新的发展时期, 这将有力地促进我国冰川和高山科学研究事业的发展。

三、总结和展望

天山冰川站长期以来取得了多方面的成果, 积累了丰富的资料, 基本上跟上了国际冰川学发展的趋势, 这是院和所领导的重视, 新疆分院和有关兄弟单位的大力支持和所有到站工作人员长期艰苦奋斗的结果。从本站恢复重建以来, 先后有本所和有关科研教学单位的上百名科研技术人员, 数十名行政管理人员, 数十名工人到站上工作, 他们都为本站的建设做出了贡献。

回顾天山站的建站史, 十余年的工作中断时期是我们的沉痛教训。正在这个时期, 使我们和世界先进水平的差距拉大了。在党的改革、开放政策的指引下, 天山站的工作面向世界先进水平, 加强国际合作和人材培养, 又大大缩短了和世界先进水平的差距, 并且进入了新的发展时期。

天山冰川站已形成了独具特色的研究方向和任务。它研究中纬度大陆型高山冰川形成、运动和变化机制; 冰川和周围环境的能、水、质交换过程; 冰川对气候变化的响应; 冰川、季节积雪和冻土在山区水资源形成中的作用以及高山径流的形成过程; 并研究山区冰川、气候、水文、冰缘和地貌综合自然过程及其与生态环境和第四纪冰川演变的关系; 积累科学观测试验资料, 以促进建立我国高山区以冰川为中心的学科体系, 为西北山区开发、水资源利用和环境变化预测提供依据。天山冰川站的工作侧重于高山科学研究的基础性和综合性。

天山冰川站正在形成以站为基地, 冰川为重点, 流域为研究对象的高山综合观测研究系统。在这个系统中, 包括三个平衡, 七个过程。其中三个平衡为能量平衡、水量平衡和物质平衡, 它们是高山自然过程的物理基础。七个过程为冰川过程、气候过程、水文过程、冰缘过程、地貌过程、第四纪冰川演变过程和环境生态过程, 其中冰川过程被视为联系各高山自然过程的纽带。在分别观测研究各种平衡关系和自然过程的同时, 以能、水、质综合平衡为基础, 进而研究山区综合自然过程, 探讨预测气候、水资源和环境变化的方法。

天山站的开放, 既是机会又是挑战。我们要乘此时机, 尽快实现观测试验手段现代化, 建立电子计算机资料处理系统, 按国际规范整编资料和建立数据库, 广泛开展国际合作研究, 同国际冰川学会和著名高山站建立资料 and 人员交换关系, 进一步提高近期拟完成科研工作的学术水平, 加速管理现代化, 提高人员素质和业务水平, 并将下一步的研究工作重点放在冰川和高山自然过程的物理机制; 冰川、气候和水文过程的数学模拟; 第四纪冰川演变和气候环境的研究方面。我们相信, 天山冰川站一定能在本世纪末建成为具有国际第一流水平的高山观测试验站, 加入世界飞速发展的科学技术行列。

致谢: 本文承蒙张祥松同志提出修改意见, 特此致谢。

参 考 文 献

- 天山乌鲁木齐河源冰川沉积研究队(1981): 天山乌鲁木齐河源冰川地貌与冰川沉积研究专辑. 冰川冻土, 3(增刊).
- 王仲祥 (1985): 天山乌鲁木齐河源1号冰川冰体流变的现场观测与试验研究. 冰川冻土, 7 (2).
- 中国科学院地理研究所冰川冻土研究室 (1965): 天山乌鲁木齐河冰川与水文研究 (论文集). 北京: 科学出版社.
- 孙作哲等 (1985): 天山乌鲁木齐河源1号冰川的运动特征. 冰川冻土, 7 (1).
- 李念杰 (1985): 天山乌鲁木齐河源1号冰川区径流特征. 冰川冻土, 7 (2).
- 张金华 (1981): 天山乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡研究. 冰川冻土, 3 (2).
- 张祥松等 (1985): 天山乌鲁木齐河源1号冰川雷达测厚. 冰川冻土, 7 (2).
- 黄茂桓等 (1985): 天山乌鲁木齐河源1号冰川底部应变和应力的观测研究. 冰川冻土, 7 (4).
- 谢自楚 (1982): 冰川稳定性系数的初步研究. 中国地理学会冰川冻土学术会议论文集. 北京: 科学出版社.
- 韩建康等 (1985): 天山乌鲁木齐河源1号冰川表面应变的初步研究. 冰川冻土, 7 (1).
- Cai Baolin, Xie Zichu and Huang Maohuan(1986): Mathematical Models of the Temperature and Water-Heat Transfer in the Percolation Zone of a Glacier. Cold Regions Science and Technology, 12.
- Energy Exchange and its Influence Factors on Mountain Glaciers in West China. Annals of Glaciology 6. International Glaciology Society.
- Huang Maohuan and Wang Zhongxiang(1987): Research on the Tunnel Excavated in Urumqi Glacier No. 1, Tianshan Glaciological Station, China. Journal of Glaciology, 33(113).
- Kang Ersi(1986): A Preliminary Glacio-hydrological Comparison Between Some Glaciers in the Swiss Alps and the Chinese Tianshan. Data of Glaciological Studies. Academy of Sciences of the U. S. S. R. Soviet Geophysical Committee. Moscow.
- Keith Echelmeyer and Wang Zhongxiang(1987): Direct Observation of Basal Sliding and Deformation of Basal Drift at Sub-Freezing Temperatures. Journal of Glaciology, 33(113).
- Wang Ping (1985): Applications of Isotope Geochemistry to Research on Chinese Glaciers. Annals of Glaciology 7. International Glaciological Society.