

中国地理学会 冰川冻土学术会议论文选集

(冰 川 学)

中国科学院兰州冰川冻土研究所编辑

科学出版社

785

中国地理学会 冰川冻土学术会议论文选集 (冰川学)

中国科学院兰州冰川冻土研究所编辑

科学出版社

1982

内 容 简 介

本书系中国地理学会 1978 年冰川冻土学术会议论文选集之冰川学部分,共辑论文和论文摘要 32 篇。主要内容包括:现代冰川、中国西部和东部第四纪冰川、积雪、雪崩、河冰等方面的理论及应用研究,以及冰雪研究中的实验方法。其中有青藏高原、喀喇昆仑山、天山托木尔峰及祁连山冰川研究的最新结果,提出了一些有关冰川特征、变化规律的新观点;对青藏高原第四纪冰期的划分,中国东部、东北地区古冰川作用,冰碛物的岩性特征及其与类冰碛的异同,以及冰川冰缘地貌特征等方面也进行了较深入的讨论。本书涉及到冰川研究领域的各个方面和我国冰川分布的主要地区,特别是理论与应用研究的结合,中国西部和东部第四纪冰川研究的交流,内容比较新颖,综合性强。它标志着我国冰川理论研究日趋成熟,同时也反映了应用研究的进展,对基础理论及工程建设均有积极作用。

本论文选集可供冰川学、气象学、水文学、地貌学、自然地理学和第四纪地质学等方面的科研、教学人员,以及交通、水利和地质勘探设计人员参考。

中 国 地 理 学 会 冰川冻土学术会议论文选集

(冰川学)

中国科学院兰州冰川冻土研究所编辑

责任编辑 严梵琰

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1982 年 6 月第一次印刷 印张:101/2 插页:3

印数:0001—2,350 数字:237,000

统一书号:13031·1900

本社书号:2577·13—13

定 价: 2.30 元

前 言

中国地理学会于1978年11月27日至12月3日在兰州举行了冰川冻土学术会议。参加这次会议的,有来自全国七十二个单位的一百二十五名代表,显示了我国冰川冻土的科技队伍已经初具规模。大会共收到一百七十八篇论文(会上宣读了一百一十五篇)和二十二种资料。这些论文和资料,涉及到了冰川冻土学科各个领域和我国冰川冻土分布的各个地区,内容之丰富,范围之广泛是前所未有的。反映了粉碎“四人帮”以后,在党中央领导下,科学事业兴旺发达的景象。

召开这样较大规模的全国性的专门学术会议,在我国还是第一次。它标志着我国冰川冻土科学研究工作,在新长征途中跨进了一段新的里程。这是值得庆贺的。

冰川学与冻土学作为两门互相连系的独立学科,近年来在国际上有很大进展。它们既是综合性的边缘基础学科,与地质、地理、地球物理、生物等学科有着密切联系;又和建筑、铁道、公路、水工等技术学科相关。研究冰川冻土,对开发广大寒冷地区的矿藏、森林资源,保持工矿交通等工程建筑物的稳定和正常使用,发展农牧业生产和巩固国防,都有着很重要的意义。研究我国独具特色的中纬度极高山冰川和青藏高原冻土,对国际冰川学与冻土学的发展也会有较大的贡献。

我国冰川、冻土幅员广大。北起阿尔泰山,南到玉龙雪山,西自帕米尔,东抵贡嘎山,都有现代冰川分布。冰川总面积约为五万七千多平方公里,占亚洲冰川总面积的一半,是世界上山岳冰川最发达的国家。我国多年冻土的总面积粗略估计为二百万平方公里,约占全国领土的五分之一左右,主要分布在青藏高原、东北大小兴安岭和西部高山地区。此外,还有大面积的季节性冻土、雪盖、结冰和古代冰川作用地区。如此辽阔的冰雪、冻土区域,对人民生产和生活以重大影响。这就要求我们尽快地发展冰川冻土科学,以适应祖国四个现代化建设的需求。

我国冰川冻土研究,在党的关怀下,经过广大科学工作者的努力,近二十年来有了长足的进展。

在冰川学研究方面,已从高山冰川扩展到中山带积雪和我国北方河流的河冰,特别是对青藏高原、喀喇昆仑山现代及古代冰川的研究,填补了许多空白,天山、祁连山冰川研究进一步深入,并开展了冰川水文和冰川泥石流以及天山地区雪崩和风吹雪防治及黄河冰盖、冰强度的研究,积累了若干冰川分布、变化的新资料,提出了一些有关冰川特征、变化的新观点。对青藏高原太阳辐射的研究证明,太阳辐射对我国多数冰川活动有重要影响。此外,在冰川研究手段上已有了可喜的开端。在青藏高原第四纪冰期的划分,中国东部、东北地区古冰川作用,冰碛物的岩性特征及其与类冰碛的异同,以及冰川冰缘地貌特征等方面,也进行了深入讨论。冰川制图学的工作亦取得了较大进展。

在冻土学研究方面,广泛开展了区域冻土,冻土热物理,历史冻土,以及冻土的地球物理勘探研究。对融区分类、地下冰和冻土现象的分布规律、动态和形成机制进行了分析,积累了一批冻土地区地温和厚度的资料,总结了青藏高原冻土的基本特征,对高原冻土的形

成和发育历史进行了初步探讨。同时,在工程冻土方面,初步提出了一套冻土力学参数。对于冻土融化压缩、冻结力、承载力、冻土的流变性、冻土地基应力分布、冻胀的中断压力研究,各种冻土工程,包括路基、房建、隧道、给排水管道、水利、矿山开采的研究,以及季节冻土冻胀分类和多年冻土地基工程分类等方面的研究,都有相当进展。

反映上述众多研究方面的论文,标志着我国冰川冻土的理论研究日趋成熟和应用研究的迅速发展。但是,应当看到,和先进国家已有百余年发展历史的冰川学与冻土学相比,我国还有很大的差距。国际冰川学研究在基础理论,特别是物理冰川学和应用研究方面进展很快;在现代及古代冰川研究中广泛应用了新技术。而我们还没有建立起自己完整的理论冰川学。冻土学研究在深度上和广度上都不够。测试手段比较落后。我们要正视这些差距,迎头赶上去,在建设社会主义现代化强国中,使冰川冻土科学发挥更大的作用。

会议推定李吉均、周幼吾、谢自楚、崔之久、张祥松、吴锡浩、王朱贵、童伯良、吴紫汪、丁德文、周长庆、袁远荣、施雅风等同志组成论文组,负责论文的审查评选工作,最后由中国科学院兰州冰川冻土研究所袁远荣同志编辑,分冰川学和冻土学二册出版,以飨读者。

施雅风

目 录

前言	施雅风(v)
中国冰川的分布、特征及变化	谢自楚 郑本兴 李吉均 施雅风(1)
青藏高原现代冰川的基本特征	李吉均 郑本兴(14)
羌塘高原北部现代冰川概况(摘要)	李炳元(18)
西藏古乡海洋性冰川的基本特征(摘要)	袁建模 王中隆 邓养鑫 康志成(21)
托木尔峰地区冰川的新近研究	苏 珍 王立伦 王志超 张文敬(23)
我国阿尔泰山现代冰川概述	任炳辉(30)
巴托拉冰川变化预报的验证	巴托拉冰川考察组(33)
冰川稳定性系数的初步研究	谢自楚(37)
青藏高原的辐射气候	青藏高原辐射研究组(46)
冰川融水径流与河流 C_d 值的关系	周伯诚(52)
河西地区内陆河流径流量的时空分布(摘要)	赖祖铭(58)
我国东部地区大理冰期冰缘与冰川关系的讨论	吴锡浩 浦庆余 钱 方(61)
中国东北晚更新世冰期与古气候的探讨	
..... 袁善文 李风华 夏玉梅 汪佩芳 姜 鹏 杨大山 魏正一(68)	
长白山冰缘地貌组合	肖荣寰 胡俊彬(78)
太白山第四纪冰川遗迹(摘要)	田泽生(82)
青藏高原第四纪冰期的划分与对比问题(摘要)	郑本兴 牟昀智 李吉均(84)
青藏高原及其邻近山地冰碛地貌的发育特征	崔之久(86)
青藏高原羌塘组的研究(摘要)	钱 方 刘兰锁 吴锡浩 浦庆余(98)
阿里地区上新世以来的植物群发展和气候变迁的初步探讨	
..... 王 睿 孔昭宸 杜乃秋(101)	
我国西部冰川沉积物特征简述	马正海(107)
泥石流堆积的特征及其与冰碛的某些异同(摘要)	李鸿琰 邓养鑫(116)
试论中国积雪的分布规律(摘要)	胡汝骥(119)
风雪流地区的道路选线与路基设计	王中隆 潘遐华(121)
天山一起典型的暖季高山带雪崩	仇家琪(126)
中国天山地区雪崩危害指标分析(摘要)	王彦龙(128)
雪崩地区道路选线和路基设计的初步探讨(摘要)	张志忠(131)
西藏古乡地区的雪崩(摘要)	邓养鑫(133)
黄河上游冰盖的若干基本物理性质	黄茂桓(135)
黄河上游冰盖温度状况的研究	黄茂桓 马富荣 谢应钦(140)
黄河上游冰强度试验研究	黄茂桓 刘宗香(146)

水库冰盖层静冰压力计算方法的探讨(摘要)	徐伯孟(152)
蒸汽钻的设计、加工和试验(摘要)	张金华 钱嵩林(157)

PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON GLACIOLOGY AND CRYOPEDOLOGY HELD BY GEOGRAPHICAL SOCIETY OF CHINA

(GLACIOLOGY)

Edited by Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology, Academia Sinica

CONTENTS

Preface	Shi Yafeng (v)
Distribution, Features and Variations of Glaciers in China	
..... Xie Zichu Zheng Benxing Li Jijun Shi Yafeng (1)	
Basic Features of Existing Glaciers in Qinghai-Xizang Plateau	
..... Li Jijun Zheng Benxing (14)	
General Description on the Existing Glacier of the Northern Part of Qiangtang Plateau, Northern Xizang (Abstract)	Li Bingyuan (18)
Basic Features of the Maritime-type Glaciers of the Guxiang Region in Xizang Autonomous Region, China (Abstract)	
..... Yuan Jianmu Wang Zhonglong Deng Yangxing Kang Zhicheng (21)	
Recent Study of Glaciers in Tomuer Mt. Region, Tianshan Mts. of China	
..... Su Zhen Wang Lilun Wang Zhichao Zhang Wenjing (23)	
General Description on Existing Glaciers in Altay Mts. China	Ren Binghui (30)
The Identification on the Predication of the Changes of Batura Glacier Examination Batura Glacier Investigation Group of Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology, Academia Sinica (33)	
Primary Researches on Coefficient of Stability of Glaciers	Xie Zichu (37)
Climate of Radiation in Qinghai-Xizang Plateau Investigation Group of Radiation to Qinghai-Xizang Plateau	(46)
The Relation between the C_v Value of the Runoff of Melting Water from Glaciers and that of Runoff of Rivers	Zhou Bocheng (52)
Temporal and Spatial Distribution of the Runoff of the Inland Rivers in Hexi Region, Gansu (Abstract)	Lai Zuming (58)
Discussions on the Relations between Periglacial and Glacial Phenomena during the Dali Glaciation in Eastern China	Wu Xihao Pu Qingyu Qian Fang (61)
Discussion on the Paleoclimatology and the Glacial Stage of Late Pleistocene in Northeast, China	Qiu Shanwen Li Fenghua Xia Yumei Wang Peifang Jiang Peng Yang Dashan Wei Zhengyi (68)

The Combination of the Periglacial Landforms in Changbai Mt.	Xiao Ronghian Hu Jianbin (78)
Remnants of Quaternary Glaciation on the Taibai Mt. (Abstract)	Tian Zesheng (82)
Division and Correlation of Quaternary Glaciations in Qinghai-Xizang Plateau (Abstract)	Zheng Benxing Mu Yunzhi Li Jijun (84)
The Features of Morphology of Glacial Deposits in Qinghai-Xizang Plateau and its Adjacent Region	Cui Zhijiu (86)
Preliminary Researches of the Qiangtang (Formation) in Qinghai-Xizang Plateau (Abstract).....	Qian Fang Liu Lansuo Wu Xihao Pu Qingyu (98)
Primary Research of Plant Succession and Climatic Changes during Pliocene- Pleistocene Epoch in Ali Region, Xizang-Autonomous Region, China	Wang Rui Kong Zhaochen Du Naiqiu (101)
General Description of the Features of Glacial Deposits in the Western Part of China	Ma Zhenghai (107)
The Characteristics of the Mud-Rock Flow Sediments and Its Differences from Glacial Deposits (Abstract).....	Li Honglian Deng Yangxin (116)
Preliminary Discussion on the Distribution of Snow Cover in China (Abstract)	Hu Ruji (119)
The Road Choice and Road Foundation Design in the Snowdrift Areas	Wang Zhonglong Pan Xiahua (121)
One Typical Avalanche Occurring in Warm Season in the High Mountain Zone, Tianshan Mts. China	Qiu Jiaqi (126)
Analysis of the Avalanche Damage Indices in Tianshan Mts., China (Abstract)	Wang Yanlong (128)
Preliminary Discussion of Road Choice and Road Foundation Design in Avalanche Areas (Abstract)	Zhang Zhizhong (131)
The Avalanches of the Guxiang Region, Xizang Autonomous Region	Deng Yangxin (133)
Some Basic Physical Properties of Ice Cover in the Upper Reaches of Huanghe River.....	Huang Maohuan (135)
The Researches on the Temperature Regime of the Ice Cover in the Upper Reaches of Huanghe River	Huang Maohuan Ma Furong Xie Yingqin (140)
A Test Study of the Ice Strength in the Upper Reaches of Huanghe River	Huang Maohuan Liu Zongxiang (146)
Method for Calculating Static Ice Pressure of Reservoir Ice Cover (Abstract)	Xu Baimeng (152)
Design and Making of the Steam Drill and Its Test (Abstract)	Zhang Jinhua Qian Songlin (157)

中国冰川的分布、特征及变化

谢自楚 郑本兴 李吉均 施雅风

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

(兰州大学) (中国科学院兰州冰川冻土研究所)

1964 年我们曾据当时的资料对中国冰川的基本特征作过综合论述^[1]。十五年来,由于青藏高原科学考察和西北高山冰川研究的深入,积累了许多新的冰川学资料,因此,有必要对这个课题作新的补充和进一步研究。

一、中国冰川的数量及分布

我们曾粗略估计我国现代冰川面积共 44000 平方公里,储水量约 23000 亿立方米^[1]。近几年来,按照新编绘的大比例尺地形图(1:5 万及 1:10 万)对中国冰川进行详细的统计和初步编目工作,发现过去做过统计工作的有些山区的冰川数量,因资料不全,有不少遗漏。如过去统计的中国天山冰川和永久积雪面积约 4865 平方公里^[1],而 1975 年新统计数字为 9436 平方公里;祁连山冰川过去统计共 1619 条,面积 1316 平方公里^[1],而 1978 年重新统计的结果为 3306 条,面积 2063 平方公里。由于统计工作目前还在进行,中国冰川总数还不确切。现统计到的若干山区冰川共 17496 条,面积 22803 平方公里(表 1)。

表 1 中国部分山区冰川数量统计

山 脉 名 称	条 数	面积(平方公里)	统计者及统计时间(年)
中国天山	6896	9548	任炳辉等, 1975
中国阿尔泰山	457	271	任炳辉, 1978
萨吾尔山	13	16	费金深, 1978
祁连山	3306	2063	费金深, 1977
横断山脉*	386	750	费金深, 1978
珠穆朗玛峰北坡*	217	772	王立伦, 1975
西昆仑山(叶尔羌河以东至东经 80°30')	3180	4331	伊正福等, 1978
念青唐古拉山东段*	2756	4880	张凡等, 1978
阿尼玛卿山	50	139	康宁, 1978
拉莎南山	248	161	李文越, 1978
总 计	17509	22931	

* 不完全统计。

中国西部山区雪线的分布,除受纬度控制外,与水汽来源关系也很密切。等雪线大致呈不规则的同心圆状分布(图 1)。这个现象前人曾有过报道^[2,3],但同心圆的中心不是在西藏南部雅鲁藏布江河谷附近,而是在西藏西南部的阿里地区,那里雪线高达海拔 6200 米以上。

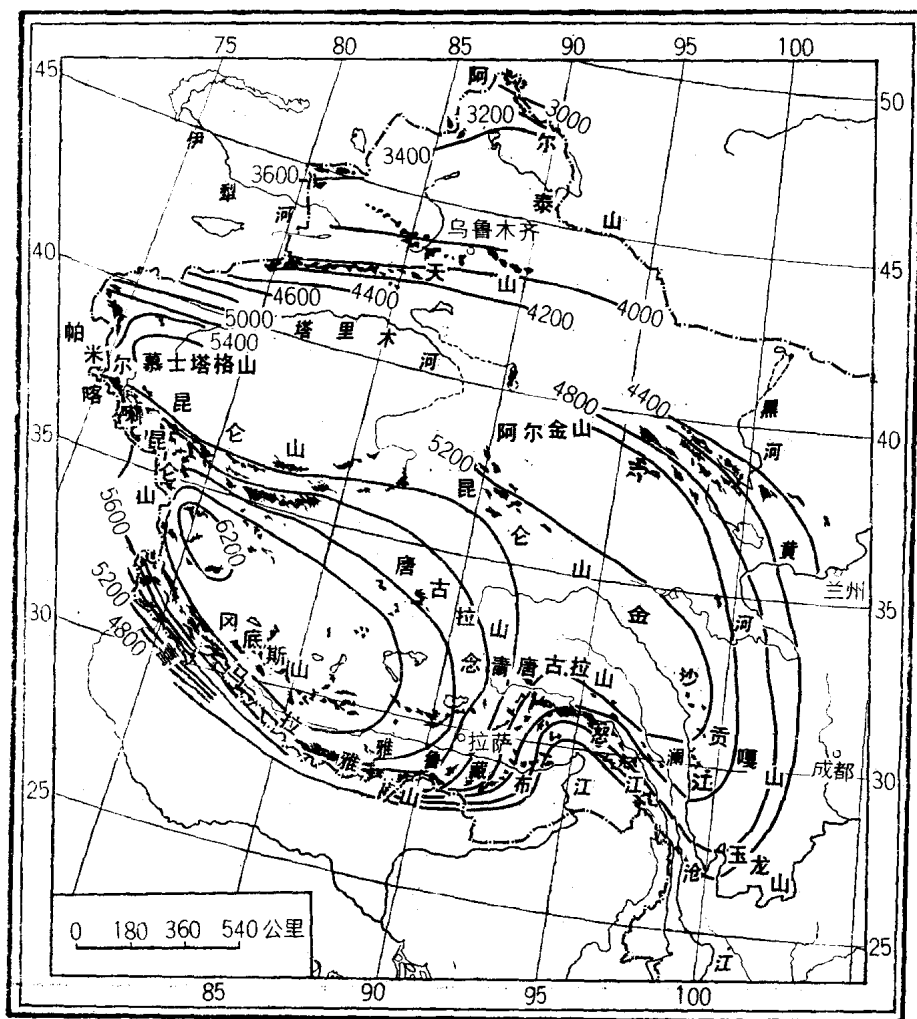


图1 中国西部冰川及等雪线分布图

中国西部大部分山区的冰川受大西洋西风环流的补给，青藏高原南部受印度洋西南季风影响强烈，突出地表现在喜马拉雅山区雪线向南急剧降低及在雅鲁藏布江大拐弯处等雪线向西北方向急剧升高；太平洋的东南季风可以补给祁连山东部和横断山脉东部的冰川。此外，由北冰洋来的水汽可以影响阿尔泰山和天山北坡。除上述主要水汽来源外，山区内部地方性循环天气对冰川的补给作用也是不可忽视的。特别对处于高原内陆湖盆周围的冰川，这种内循环的补给在很大程度上弥补了系统性天气降水的不足，是最干燥的高山冰川发育的重要条件。例如，在冰川区降水量平均只有 400—600 毫米的祁连山西部，疏勒南山的南坡因靠近哈拉湖，冰川补给区的年降水量可达 750—850 毫米^[4]，致使粒雪线下降到与山脉北坡冰川相近的高度。

近几年在祁连山和天山冰川区的研究表明，冰川补给区的降水量比以往的估计^[4] 为多，祁连山约多 100—200 毫米，天山托木尔峰南坡西琼台兰冰川粒雪盆中的年降水量，据粒雪年层剖面分析为 800—1500 毫米^[5]，亦多于以往的估计^[4]。

受坡面辐射、地方性气候和山势地形的影响，雪线高度在局部地区的变化是很大的。

在祁连山和天山,南北坡雪线一般相差 200—400 米,而在喜马拉雅山区,由于西南季风的影响,南坡雪线高度反而低于北坡,在珠穆朗玛峰地区,南北坡雪线最大高差可达 700 米^[6]。

中国冰川主要分布于补给丰富及山势高大的边缘山区,许多大的复式山谷冰川集中在高峰和山汇附近,连同许多较小的山谷冰川、冰斗冰川和悬冰川,组成数百乃至数千平方公里的冰川作用中心。天山西部托木尔峰(海拔 7435 米)—汗腾格里峰(海拔 6995 米)山汇的我国一侧共有冰川 421 条,冰川面积 2804 平方公里¹⁾,占中国天山冰川总面积的 29%,是我国目前已知的最大的冰川作用区。长度超过 20 公里、拥有众多支流、冰舌满布表碛的“土耳其斯坦型”山谷冰川即有 7 条之多,其中最大的是长 59.5 公里的南依诺勒切克冰川,其下游伸入苏联境内;次为南坡的托木尔苏冰川,长 36.7 公里,面积 293.4 平方公里。喀喇昆仑山拥有广阔的集雪面积,又受西风及印度洋季风的双重补给,为世界上中纬高山冰川最发达的地区。世界第二高峰乔戈里峰(海拔 8611 米)北坡的音苏盖堤冰川,长 42 公里,是目前已知的我国最长的冰川。一些大的山谷冰川前进会在叶尔羌河上游形成堵塞湖,后者的突然溃决是酿成叶尔羌河下游特大洪水的重要原因。昆仑山的冰川主要集中在西部,玉龙喀什河源头的玉龙冰川,长 30 公里;中段新疆青海边境上的莫诺马哈峰(海拔 6860 米)发育了规模较大的冰帽,若干冰舌伸到山麓,形成宽尾冰川,其中最长者达 24 公里,末端降至高原面上。喜马拉雅山中段的珠穆朗玛峰(海拔 8848 米)、希夏邦马峰(海拔 8012 米)地区是我国另一个大的冰川作用区。高角度的强烈的太阳直接辐射与干燥空气引起的大量蒸发相配合,使这里冰舌上普遍发育着大规模的奇异而美丽的冰塔地形,在我国各个冰川区中独具特色。念青唐古拉山东段由于受到沿雅鲁藏布江河谷侵入的潮湿的印度洋季风的影响,冰川的补给十分丰沛,年降水量达 2000—3000 毫米,形成我国最大的海洋性冰川作用区,最长的卡钦冰川长 35 公里。贡嘎山(海拔 7590 米)是我国最东的现代冰川作用区,因受太平洋东南季风影响,雪线下降到 4600—5000 米,比 A. 海姆(Heim) 早先估计的并被长期引用的 5200—5400 米的数字为低^[7]。

青藏高原内部冰川的分布较边缘山区要稀少得多,这也是目前研究程度最差的地区。现在已知长江河源的姜根迪如峰(海拔 6548 米)有长 12.3 公里的山谷冰川,唐古拉山其他几座海拔 6000 米以上的高峰附近分别集中了上百平方公里的冰川。这里以及昆仑山中段和东段广泛发育着粒雪盆广阔、冰舌短小、冰面洁净的大冰斗冰川,以及覆盖在古夷平面上的平顶冰川^[8]。

二、中国冰川的主要物理特征

六十年代,我们曾按中国冰川发育的水热条件、成冰作用、冰层温度、冰川运动、以及消融等物理特征,将中国冰川划分为大陆性冰川和海洋性冰川两大类型,前者又分为极大大陆性冰川和亚大陆性冰川^[4]。近十几年来的冰川研究,证实这种划分是符合实际情况的,并且充实了这两类冰川的物理特征,还发现发育于较低纬度和极高山地区的冰川具有一些不同于中纬大陆性冰川的新特征。

1) 新疆维吾尔自治区科学技术委员会,《中国天山现代冰川目录》,1975。

1. 水热条件

冰川粒雪线附近的气温和降水集中地反映了冰川发育的水热条件,并深刻影响着冰川的一系列物理特征。我们将进行过定位或半定位观测的若干条冰川多年平均粒雪线附近推导出的年平均气温和年降水量进行对比,发现随着年平均气温的升高,年降水量有规律地增大(图2)。在温度很低的大陆性冰川上,粒雪线附近全部为固态降水,降水量随温度升高的增长率不大;在海洋性冰川上,液态降水比重很大,使这个增长率急剧增大。

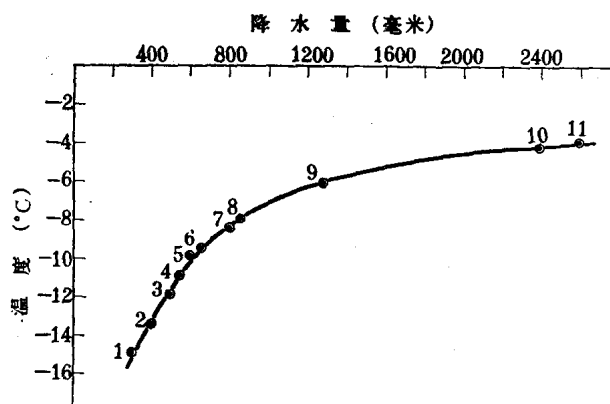


图2 中国及邻近地区冰川粒雪线附近年平均气温与年降水量的关系

1. 慕士塔格山切干布拉克冰川; 2. 祁连山老虎沟冰川; 3. 祁连山“七一”冰川; 4. 祁连山羊龙河5号冰川; 5. 天山乌鲁木齐河1号冰川; 6. 希夏邦马峰野博康加勒冰川; 7. 珠穆朗玛峰绒布冰川; 8. 祁连山水管河4号冰川; 9. 喀喇昆仑山巴托拉冰川(巴基斯坦境内); 10. 念青唐古拉山东段珠西沟冰川(北坡); 11. 古乡冰川(南坡)

2. 成冰作用

中国大陆性冰川上的特征成冰带——渗浸-冻结成冰带的分布,我们比以前所了解的要广泛得多。在珠穆朗玛峰北坡,它可以从补给区下部连续分布至顶峰,垂直分布高差可达3000米^[9],许多平顶冰川的补给区几乎全属冰补给。附加冰的厚度最大可达80—100厘米,亦比从前所了解的厚得多。在祁连山羊龙河5号冰川上的观测还表明,按冰川活动层冷储量变化所计算出的夏季成冰量大于所观测到的渗浸-冻结冰量^[10],这是由于冰面反复融冻作用之故。在海拔较高、昼夜温差大的地方(如东绒布冰川补给区的中、上部),融水可以完全在粒雪层中或附近的裂隙中冻结成冰,而不产生径流^[9],因此,认为渗浸-冻结带为不完全的补给带的观点^[11]应予修正。

渗浸带的分布范围也很广。祁连山大部分冰川的积累区上部均为渗浸带,只有海拔高度超过5200米的高峰上部才过渡到冷渗浸带。因此,关于渗浸带只是一种过渡类型的成冰带的观点^[12]也应修正。

相反,冷渗浸带的分布并没有以前认为的那样广泛^[1],它主要分布在海拔较高及吹雪补给量很大的地方,是许多大型山谷冰川的主要补给带。

五十年代,П. А. 苏姆斯基(Шумский)及Г. А. 阿夫修克(Абсюк)等提出,在中、低纬度最高山峰上可能存在雪面终年不融化的重结晶带^[11,13]。最近,苏联冰川学者声

称,在帕米尔的共产主义峰(海拔7495米)上部发现其特征与南极冰盖中央典型的重结晶带有别的高山重结晶带^[14]。法国冰川学家 L. 李巴特利(Lliboutry)等不久前也报道,在阿尔卑斯山的最高峰——蒙勃朗峰(海拔4807米)上部存在着类似南极冰盖中央的重结晶带^[15]。但是,我们于六十年代对喜马拉雅山的两座高峰——希夏邦马峰和珠穆朗玛峰的考察证明,直至峰顶,融化现象仍然存在,而不存在重结晶带^[16]。至于我国其他高峰上是否能找到这个带,还有待今后更多的研究。

中国海洋性冰川补给区广泛分布着暖渗浸带。在西藏东南部波密南山阿扎冰川粒雪盆边缘,具有超过10米的受融水渗浸作用影响的粒雪层;在易贡地区若果冰川粒雪盆下部海拔4630米处,1972—1975年粒雪层的平均年层厚3米以上,折合水层2085毫米,这都是暖渗浸带的明显标志。据观察,在念青唐古拉山东段的海洋性冰川上,融水的渗浸活动可以上升到海拔6000米的高峰。像珠穆朗玛峰北坡所见到的那样,单调的成冰作用带谱可能是低纬地区冰川的一个重要特点。

3. 冰层温度

根据实测和计算^[17],我国大陆性冰川活动层的厚度为16—18米。夏季温度能上升到零度的消融壳的厚度大多不超过0.5米。在属于亚大陆性的台兰冰川上测到消融壳的最大厚度为1.0米^[3],与苏联天山冰川相近^[13]。

在冰川消融区,10米以下冰层的温度随着海拔高度的升高而降低,在物质零平衡线附近达到最低值;但在积累区下部,由于渗浸冻结作用耗热而使冰层温度升高。在冰舌下降很低的大山谷冰川的下部,活动层的冰温可以上升到压融点(0℃)。

海洋性冰川活动层底部的温度终年保持在压融点,而接近表面的冰层温度,在少雪的冬季可以下降到零度以下,这可由在西藏东南部海洋性冰川上所发现的脉冰和深霜晶体

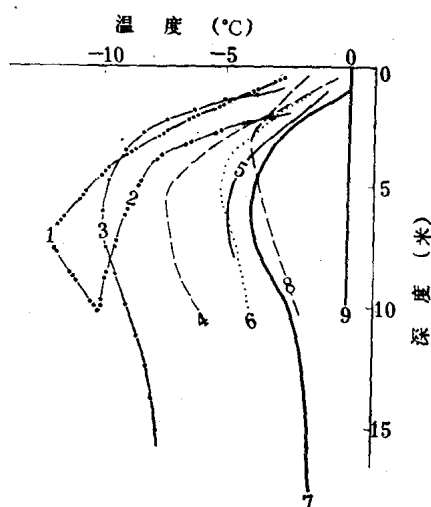


图3 中国冰川活动层冰温剖面

1. 祁连山老虎沟冰川(1976.7.3.); 2. 祁连山“七一”冰川(1975.7.18.); 3. 祁连山羊龙河5号冰川(1977.7.19.); 4. 天山乌鲁木齐河1号冰川(1965.7.19., 据张金华); 5. 祁连山水管河4号冰川(1963.8.10., 据曹梅盛); 6. 喜马拉雅山野博康加勒冰川(1964.5.4., 据黄茂桓); 7. 喜马拉雅山绒布冰川(1966.5.29., 据谢自楚、王宗太); 8. 天山西琼台兰冰川(1978.6.30., 据王立伦); 9. 念青唐古拉山古乡冰川(1965.6—8, 据袁建模等)

得到证明。这是以夏季补给为主的季风型海洋性冰川不同于以冬季补给为主的西风型海洋性冰川的特点之一。

对比中国各处冰川消融区中、上部 10 米以内及活动层的冰层温度(图 3)可以发现,随着冰川粒雪线附近气温的下降和降水的减少冰层温度呈有规律地降低。在祁连山西部,冰层温度降到 -10°C 以下,堪与极地冰川相比。由此可见,冰川活动层的温度综合反映了冰川发育的水热条件及物理特征,是进行冰川物理分类及自然区划的理想指标。由图 3 还可见,处于边缘山区冰川消融区中、上部 10 米深处的冰温均在 -5°C 以上,它可以作为划分极大陆性冰川与亚大陆性冰川的主要标志。

4. 冰川运动

中国大陆性冰川的运动速度是比较缓慢的。长度超过 20 公里的大山谷冰川最大年流速可以超过 100 米,长数公里的冰斗冰川及冰斗山谷冰川只有数米;而海洋性冰川的运动速度比相同规模的大陆性冰川大得多(表 2)。

表 2 中国冰川运动观测的某些实际资料

山 区	冰 川 名 称	冰川形态类型	长度(公里)	观测部位	运动速度 (米/年)	观测年代(年)
天 山	西台兰冰川 ^[4]	山谷冰川	25.0	冰舌上部	47.9	1978
				冰舌中部	34.8	1978
				冰舌下部	8.1	1978
祁连山	乌鲁木齐河 1 号冰川 ^[8]	冰斗山谷冰川	2.4	冰舌上部	22.2	1959—1962
				冰舌中部	11.4	1959—1962
				冰舌下部	7.1	1959—1962
	老虎沟冰川 ^[2]	山谷冰川	10.0	冰舌上部	36.0	1960—1961
				冰舌中部	35.9	1960—1961
				冰舌下部	14.9	1960—1961
	“七一”冰川 ^[2]	冰斗山谷冰川	3.5	冰舌中部	5.7	1975—1977
				冰舌下部	2.4	1975—1977
	羊龙河 5 号冰川 ^[2]	山谷冰川	2.7	积 累 区	6.1	1977
				零平衡线	10.3	1977
				冰舌下部	4.4	1977
	水管河 4 号冰川 ^[3]	冰斗冰川	2.1	积 累 区	2.1	1963
冰瀑布下				18.7	1963	
冰舌下部				2.0	1963	
喜马拉雅山	绒布冰川 ^[1,2]	山谷冰川	22.2	冰舌中部	101.0	1966—1968
念青唐古拉山	古乡 3 号冰川 ^[4]	冰斗冰川	1.7	冰舌下部	27.2	1966—1968
				冰舌上部	27.2	1964—1965
				冰舌下部	27.2	1964—1965
波密南山	阿扎冰川 ^[5]	山谷冰川	20.0	冰舌中部	438.0	1973
				冰舌中、下部	276.0	1973

1) 据任炳辉:祁连山现代冰川的运动;

2) 据中国科学院兰州冰川冻土研究所祁连山冰雪利用研究队资料;

3) 据王文颖测量;

4) 据陈建明、孙作哲测量;

5) 据中国科学院西藏综合科学考察队资料。

暖季冰川流速因融水润滑冰床,故大于冷季。天山乌鲁木齐河 1 号冰川暖季(5—9

月)与冷季(10—4月)平均流速之比值为1.05—1.90^[48],祁连山老虎沟冰川粒雪线附近7月与1月冰川流速之比值为1.9,5月的流速接近全年平均值²⁾。

在青藏高原东南部一些大的海洋性山谷冰川的冰瀑布以下,发育着有规律的弧拱构造,据孢粉分析结果,波状弧拱具有季节性变化的韵律。

由于气候的波动,冰川流速的年际变化很大。绒布冰川1966—1968年的平均流速比1959—1960年相同部位的大1.3—2.4倍^[49]。“七一”冰川1975—1977年平均流速在冰舌中部比1958—1959年的减小一倍,老虎沟冰川冰舌中部流速1962—1976年平均比1960—1961年的减少19%²⁾。

除上述常态运动的冰川外,在西昆仑山和西藏东南部还发现冰川跃动的迹象。

5. 冰川的消融

中国大陆性冰川的年消融深度一般平均不超过1000毫米。托木尔峰地区末端下降很低的大山谷冰川平均消融深度可以超过1500毫米,而海洋性冰川可达3000毫米或更多(表3)。

表3 中国若干冰川的年平均消融量

山 区	冰 川 名 称	平均年消融深度(毫米)
天 山	卡拉格玉勒冰川 ¹⁾	1660
	乌鲁木齐河1号冰川 ^[22]	750
祁 连 山	老虎沟冰川 ²⁾	600
	“七一”冰川 ²⁾	700
	羊龙河5号冰川 ²⁾	800
	水管河4号冰川 ²⁾	990
珠穆朗玛峰	绒布冰川 ³⁾	660
念青唐古拉山	古乡冰川 ⁴⁾	2890
	珠西沟冰川 ⁵⁾	3600

1) 据袁建模:汗腾格里山区土耳其斯坦型冰川的积累、消融和径流特征;

2) 据祁连山冰雪利用研究队资料计算;

3) 据1959—1960年绒布寺水文断面以上冰川径流资料计算;

4) 据兰州冰川冻土研究所古乡泥石流队资料计算;

5) 据西藏综合考察队资料。

在中国西北干旱地区,冰川是农业发展的重要水源,特别是在天山南坡、祁连山北坡的西部和昆仑山北坡,冰川融水在河流迳流量中占有很高的比例。由于冰川消融强弱与夏季气温高低有关,而后者又受夏季降水天气影响,因此,冰川融水对河流迳流的调节作用很大;使受冰川及雨水混合补给的河流迳流量的年际变化很小^[20,21]。

根据六十年代对中国不同地区冰川热量平衡的研究及近几年对青藏高原辐射的研究^[23,24],表明我国冰川消融的热量主要来自太阳辐射热,该值在大陆性冰川上可达80—90%或更多。在消融耗热中,蒸发耗热也占有相当大的比重。这样热量收支的构成对冰川的发育有很大影响:总辐射及辐射平衡在青藏高原上的分布与雪线分布有某些共同特征,最高值都出现在高原的南部和西南部,向东急剧减少;西北高山冰川在南北坡的分布状况

1) 任炳辉,祁连山现代冰川的运动,1963。

2) 据中国科学院兰州冰川冻土研究所祁连山冰雪利用研究队资料,1977年。

与坡面辐射的分布状况正好相反¹⁾;随高度升高、纬度降低及干燥程度增大而增大的太阳直接辐射,是喜马拉雅山北坡冰川上冰塔地形广泛分布和渗浸-冻结作用特别发育的重要原因。

通过近十几年的研究,使我们对我国大陆性冰川和海洋性冰川的特征有了更深入的了解。这两种类型的冰川分布界限在西藏,大致自唐古拉山东段的碑加雪山,经嘉黎、工布江达至措美一线。这使我们有可能对中国冰川进行系统的区划。

三、中国冰川的变化

1. 冰川末端的进退变化

二十年来,通过重复的固定标志测量、地面立体摄影测量、航空照片的野外判读、地植物标志以及访问等方法,获得了一批中国冰川的进退变化资料(表4)。资料表明,我国已观测的大多数冰川在近数十年内均处于退缩状态,但不同地区冰川退缩的幅度很不一致。西藏东南部及祁连山东部受季风影响较大的冰川退缩幅度较大,西部边缘山区及青藏高原内部的冰川退缩幅度较小,部分冰川处于稳定状态,并且已发现近年来许多地区的冰川退缩幅度有减缓的迹象。例如,祁连山水管河4号冰川,1956—1976年平均退缩16米,1976年为9米,1977年为6米,1978年减为3米。值得注意的是,天山西部和东帕米尔、西昆仑山以至青海、新疆边境的中昆仑山已有一批冰川前进。托木尔峰的科契卡尔冰川的冰舌缓慢地爬上已长草的冰碛丘陵。在西昆仑山,除表4中所列的外,还有不少冰川表现出明显的前进迹象。根据1968年所摄航空照片可以看出,玉龙喀什河源的几条长20公里的大山谷冰川冰舌已突破老冰碛堤,有的冰川的中碛发生扭曲,冰舌中、下部出现破碎带,具有周期性快速前进的跃动冰川的形态标志。据美国地质局提供的1976年所摄1:50万彩色合成卫星照片与我国1969—1971年所摄1:5万航空照片比较,在莫诺马哈峰附近31条冰川中,有14条处于前进状态,其变化幅度为90—420米;11条在退缩,幅度100—250米;7条处于稳定状态(变化幅度小于80米)。祁连山西南部土尔根大坂山及疏勒南山22条山谷冰川中,有8条冰川从1966年至1973年及1976年前进200—400米,2条1966—1973年退缩200米,12条变化幅度不足100米,处于稳定状态。

在西藏南部和东部大陆性冰川与海洋性冰川的过渡地区,不少冰川的冰舌有突然滑塌的现象。属于藏南分水岭卡惹拉山南坡的一条悬冰川,于1963年7月和1975年9月两次滑塌,堵塞公路;喜马拉雅山北坡的取比下马冰川及年楚河上游桑旺湖的两条悬冰川,分别于1940年7月及1954年7月突然滑塌,使满载融水的冰碛湖溃决,造成威胁亚东城及江孜城的大洪水。这些突然滑塌的冰川,它们的冰舌多较陡峻,滑塌时间多在夏秋连续几天高温之后,可能是冰床融水的润滑作用增大之故。它们是否属于跃动冰川,还有待进一步观测研究。上述天山西部及西昆仑山冰川的前进现象,与中亚山区六十年代以来冰川退缩减缓,某些冰川开始新的前进^[26],以及喀喇昆仑山巴托拉冰川从1966年以来表现前进^[27]是否有成因上的联系,是很值得注意的问题。

1) 谢维荣、寇有观、曾群柱、肖铤,不同坡向热量状况对我国西北高山冰川积累、消融的关系,1978。