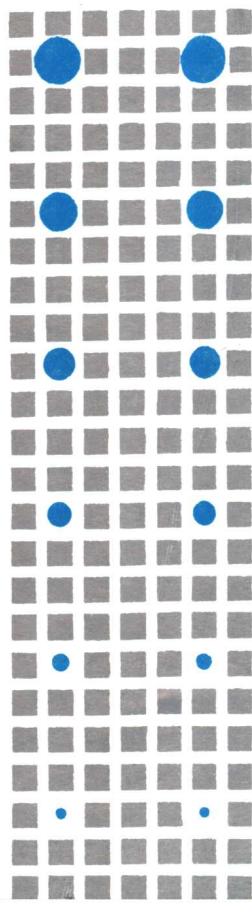


名家科普丛书

中国冰川学的成长

施雅风著

科学技术文献出版社



名家科普丛书

中国冰川学的成长

施雅风 著

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书作者施雅风是中国科学院院士、冰川学家,中国现代冰川研究的创始人。他结合自己的经历,论述了我国冰川学的成长过程,生动地介绍了我国冰川工作者披荆斩棘,艰苦奋斗的故事和业绩。全书分三部分。第一部分扼要地介绍了冰川和冰川学的基本知识;第二部分通过作者和其他冰川学专家学者的经历,论述了我国冰川学的成长过程;第三部分叙述了作者离开领导工作岗位后,继续从事冰川研究的情况。本书是我国老一辈科学家为普及科学知识而撰写的一部优秀科普著作,也是一份难得的重要科学研究史料。可供科研院所的科研人员和大专院校的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国冰川学的成长/施雅风著. —北京:科学技术文献出版社,1995.8

(名家科普丛书)

ISBN 7-5023-2529-8

I. 中… I. 施… III. 冰川学-中国-普及读物 IV. P343.6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 04627 号

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

北京国马印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 32 开本 3.125 印张 58 千字

科技新书目:357—190 印数:1—1000 册

定价:6.70 元

写在前面

中国是世界中、低纬度山岳冰川最发达的国家,除了南极大陆和格陵兰两大冰盖外,中国冰川的数量仅次于加拿大和美国,在亚洲遥居首位。冰川既是宝贵的淡水资源,又是在一些地区造成自然灾害的祸首。研究冰川,兴利除害,已越来越受到全国人民的关注,成为具有共同兴趣的话题。

中国现代冰川的研究,已经有 30 多年的历史。开创和领导冰川研究的同志,现在都已年逾花甲,寿超古稀。当时刚出校门,踊跃参加冰川工作的青年人,目前也都五六十岁了。科学技术文献出版社的同志最近约我撰写一本关于冰川的科普小书,让青年人和其他有兴趣的读者了解一些有关冰川的知识,知道一点中国冰川学的发展史,以及我国冰川研究工作者为祖国冰川事业的繁荣发展,披荆斩棘,艰苦奋斗的故事,这无疑是一件很有意义的工作。

我国冰川学的成长和发展,是新中国成立后的产物,是在中国共产党和国家的培养和扶植下,在一批立志献身祖国冰川事业的学者和工作人员奋力拼搏下取得的硕果。我今年已经 75 岁,离开具体的领导工作岗位,也已经 10 年了。作为一个冰川工作的老兵,我在回顾这一创业维艰的历史过程中,心中充满着对党,对国家和人民的感激之情,充满着对同我一道在艰苦的征途上奋斗多年的同行们的亲切

怀念之情，充满着对迅速成长起来的年轻接班人的热爱期待之情。

世界现代冰川学，是十八世纪中叶，在欧洲阿尔卑斯山麓首先发端的，距今已有 200 多年的历史了。但是，解放前的旧中国，基本上没有系统的现代冰川学研究。尽管在我国古代文献资料中，对冰川的引人入胜的记载和描述，比国外要早上千年，然而千百年来，我国壮丽河山上千万条闪闪发光的冰龙银蛇，却在寂寞地沉睡，无人问津。

如果说，1958 年我国第一支冰川考察队登上了祁连山的“七一”冰川，在建党 37 周年前夕向中国科学院发出的喜报，是我国现代冰川研究萌芽发轫的话，那末，我国广大的冰川研究工作者经过 30 多年艰苦卓绝的努力，发扬中华民族的优秀传统文化和聪明才智，现在已经把中国冰川学培养成生机勃勃的树木，并正在迅速成长。中国冰川学从无到有，现在已经在世界冰川学之林占有一席之地，在某些方面，还获得了国际先进冰川学界的公认和赞扬。

我党的改革开放政策，为中国冰川研究开拓了更加宽广的道路，预示了更加美好的前景。我寄希望于年轻一代的接班人，他们定能胸怀大志，发扬优秀传统文化，创造出比我们老一辈更大的成就，为发展祖国的冰川事业作出贡献。

本书分三部分：第一部分，扼要地介绍冰川和冰川学的基本知识；第二部分，通过我们的经历，论述我国冰川学的成长过程；第三部分，叙述我离开具体工作岗位后，继续从事冰川研究工作的情况。

本书在写作过程中，参阅了《中国冰川概论》、《中国的

冰川》、《凝固的水库——冰川资源》、《冰川的故事》等书，一
并在此向那些著作的作者致谢。

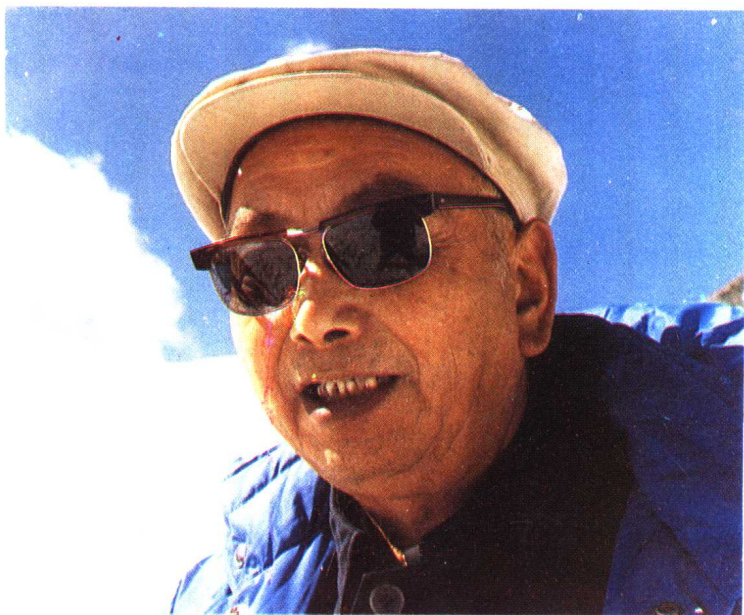
本书是我和我的同学好友吴士宣的弟弟吴士嘉合作写成的。吴士嘉是新华社高级记者，现已离休。他在炎热的1994年夏天酷暑时不辞辛苦地撰写了书稿全文，我只在不多几处有所改动。我深深地敬佩他的思想和文学水平，书稿由他写比由我自己写强多了。书中插图请冰川冻土研究所纪炳辉研究员增补。在此致以深切的感谢。

我们在写作过程中，注重其科学性的同时，也着重于它的知识性和通俗性，希望能兼顾普及和提高的目的。

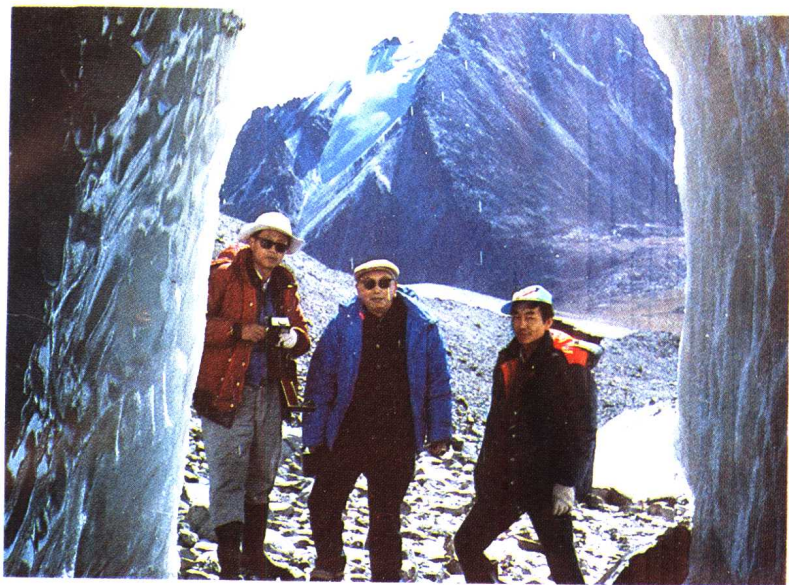
本书的撰写只是一个尝试，不当之处，请读者不吝指正。

施雅风

1994年11月



施雅风院士 1984 年 9 月在天山站 1 号冰川上。



施雅风院士在天山冰川站 1 号冰川的工人冰洞口处。



南极长城站标志巨石。

目 录

写在前面

一、关于冰川和冰川学的基本知识 (1)

1. 什么是冰川 (1)
2. 冰川是怎样形成的 (2)
3. 冰川的基本特征 (5)
4. 冰川的分类 (10)
5. 冰川的融水 (13)
6. 冰川区的动植物 (15)
7. 冰川的进退 (17)
8. 现代冰川的数量和分布 (19)
9. 冰川与人类的关系 (20)
10. 冰川学 (26)

二、中国冰川学的成长 (39)

1. 献身冰川事业的“契机” (39)
2. “七一”冰川报喜 (42)
3. 中国第一部冰川考察报告 (43)
4. 迎着困难上 (46)
5. 考察巴基斯坦巴托拉冰川 (50)
6. 险象环生 (59)
7. 苦尽甘来 (63)
8. 五件大事 (64)

三、人离心不离	(79)
1. 编写《中国冰川概论》	(79)
2. 第四纪冰川问题	(81)
3. 全球气候变化对我国的影响问题	(83)
4. 乌鲁木齐河水资源问题	(85)
5. 批驳青藏高原大冰盖谬论	(86)
6. 结束语	(88)

一、关于冰川和冰川学的基本知识

1. 什么是冰川

冰川是一种由多年降雪不断积累变质形成的,具有一定形状和运动着的,较长时期存在于地球寒冷地区的天然冰体。它不同于一般天然或人工冻结的冰。河水结冰,不属于冰川的范畴。但河冰与积雪,同属于广义的冰川学研究领域。

冰川有 4 个特点:(1)冰川的发育与存在有长期性。冰川是一种在若干年内较长时期存在的冰雪体。它的形成和积累,需要数十年,数百年,甚至更长的时间。它不会因气候的短暂波动而消亡。(2)冰川有运动性。这一点是冰川区别于其他任何自然冰体的最显著的特点。冰川的运动,是由于冰川冰的粘塑性决定的。任何不能运动的,或被搬运的冰的堆积体,都不属于冰川范畴。(3)冰川是大气降落的

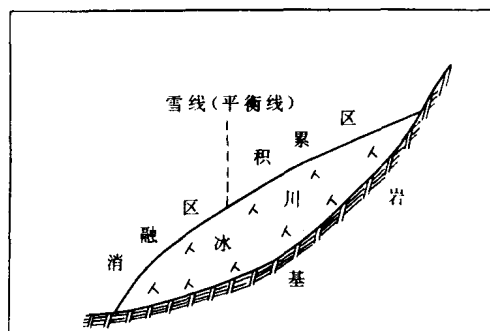


图 1 冰川是由上部的积累区和下部的消融区构成的

川区别于其他任何自然冰体的最显著的特点。冰川的运动,是由于冰川冰的粘塑性决定的。任何不能运动的,或被搬运的冰的堆积体,都不属于冰川范畴。(3)冰川是大气降落的

积雪,经过一系列的物理过程演变而成的。冰川冰是一种特殊的变质冰。冰川的这个特点,使许多普通积雪和冰体不能列入冰川之列。例如多年冻土地区的地下冰也可以长期存在,但因为它不是积雪变成的,就不能称为冰川冰。地球南北两极的海面上,飘浮着许多冰块,其中一部分是海水冻结形成的,它们在结构和成分上与冰川冰有很大的不同,也不能称作冰川的一部分。一部分冰山是由流入海中的冰川分裂飘浮在海面所成。(4)冰川是在大陆上形成,具有一定形态和一定规模的冰体。它的形态因地域不同而异,有呈带状的,如山谷冰川,有呈片状或不规则的圆形的,如冰帽或平顶冰川。冰川的冰体必须有一定的厚度和相当的规模。冰川规模的悬殊性很大,国际上通常把面积至少超过 0.1 平方公里的冰川才列入统计对象。

冰川是自然界中具有很强的生命力的物体。它在一定的条件下形成,在一定的自然环境中发展、运动、变化。同时,它也给自然环境以深刻的影响。

2. 冰川是怎样形成的

冰川的形成和发育,与气候因素有密切关系。冰川是在一系列外部条件和内部因素的作用下,经过长时间的过程才形成的。外部条件有三:较低的气温、丰富的固体降水、一定地形与地势;内部因素有二:雪的变质(粒雪化)、成冰过程。

较低的气温 气温低能使冰雪的消融量减少或停止,又能使固体降水量在总降水量中所占的比例增大。雪线是大气固体降水量的年收入和年支出相平衡的界线。雪线附

近的年平均气温越低,则为冰川发育提供的冷储备就越充足。因此,雪线附近气温低,是冰川形成和发育最重要的条件。

丰富的固体降水 形成冰川的物质基础,是一定数量的固体降水,其中包括雪、雾、雹等。没有足够的固体降水作“原料”,就等于“无米之炊”,根本谈不上形成冰川,即使有极低的气温,也无济于事。高山区的降水量,一般随海拔的升高而增加,而且在总降水量中固体降水量的比例也相应增大。这样,在海拔较高的雪线以上的粒雪线中,丰富的固体降水量就为冰川的形成和发育提供必要的物质条件。固体降水量的丰富程度,对形成冰川规模的大小,具有相应的决定性作用。

一定地形与地势 地形条件,是冰川形成和发育的条件之一,但不是决定性的条件。例如南北极区陆地不高,接近海平面,但由于长年低温和固体降水量的积累,也可以形成冰川。不过,在大多数地方,特别是对于山岳冰川来说,地形与地势,仍是影响冰川的形成、发育、形态、规模和性质的重要条件。如果山地的海拔较低,低于雪线,就不能形成冰川。如果山地的海拔高出雪线以上,但山势过分陡峻,冰雪无法停积,也不能产生冰川。必须地形和地势两个条件都具备,即山地海拔高出雪线以上,山上又有足够使冰雪停积的场地,才能形成冰川。冰川的形态如何,则取决于雪线以上的山地形状和山势。如果雪线以上的山地为一平缓的山顶面,则可能形成平顶冰川或冰帽,如果山脊高出雪线 300 至 500 米,则可能形成冰斗冰川或悬冰川,如果山脊高出雪

线千米以上,则可能形成大型山谷冰川。此外,山地或谷地的走向和坡向,也会影响冰川的形成和它们的形态。

雪的变质(粒雪化) 新降的呈六角形的雪花,是一种极不稳定的固体降水形态。雪花一旦降落地面,随着时间和外界条件的变化,雪花的晶体的形态和大小也逐渐改变。经过等温变质作用、温度梯度变质作用、消融冻结变质作用,雪晶变成了完全丧失晶体特征的圆球状雪粒。这就是形成冰川的基本“原料”,称为粒雪。这个过程称为粒雪化。粒雪化的过程需要相当长的时间才能完成。它是冰川形成的前奏,此后就进入冰川的成冰过程。

成冰过程 从粒雪变成冰川冰的过程,就是成冰过程。积雪变成粒雪后,随着时间的进程,粒雪的硬度和它们之间的紧密度也不断增加,大大小小的粒雪互相挤压,紧密地镶嵌在一起,其间的孔隙逐渐减小,以致消失,雪层的亮度和透光度逐渐减弱,于是冰川冰就形成了。一些空气被封闭在冰层中,形成许多微小的气泡。因此,最初形成的冰川冰呈乳白色。再经过漫长的岁月,“新”冰川冰变得更致密坚硬,气泡逐渐减少,就慢慢变成了晶莹透彻,像水晶一样的“老”冰川冰。

粒雪的成冰过程,有两种大同小异的方式,一种是没有冰雪融水参与的冷型变质成冰过程;另一种是有冰雪融水参与的暖型(或称湿型)变质成冰过程。成冰过程的时间长短不一。这与温度条件和粒雪层的厚薄有关。一般需要 20 年至 30 年。山岳冰川一般从源头粒雪往下降至冰舌末端,高差往往达几百米至几千米。因此,冰川各地区的成冰过程

各不相同，在冰川上相应地形成明显的垂直分带性。

3. 冰川的基本特征

(1) 冰川的积累、消融、物质平衡

冰川的积累、消融、物质平衡，对冰川的形成、运动、温度、进退，以及冰川的水文和雪线位置等，影响重大。可以说，冰川的积累、消融、物质平衡是冰川的生命。

什么是冰川的积累？各种相态的降水在冰川上的堆积，即冰川上的冰雪等物质的收入部分，称为冰川的积累。大气的固体降水是冰川积累的主要来源。此外，由于高山上的雪崩、冰崩、风吹雪等现象而降落到冰川上的冰雪，也属于冰川积累的重要来源。

冰川的消融，是指冰川上的雪、粒雪、冰川冰等，由于温度上升而融化、蒸发所造成的冰川物质的支出过程，也就是冰川上的冰雪物质以各种方式脱离冰川的过程。例如冰川融水流出冰川体外等。

冰川消融，可分为冰下消融、冰间消融和冰面消融三种。其中以冰面消融为主要形式。冰川的冰面消融，往往可以形成许多特殊的消融形态。例如，由于阳光照射的角度和时间不同而产生的差别消融，往往在一些大冰川上形成大范围的冰塔、冰丘、冰林、冰蜂窝等景象，其中以冰塔林最奇特，是冰川的一大景观。我在野外考察时，曾在喜马拉雅山区多次见过美丽奇异的冰塔林。在宽广的冰川冰面上，千姿百态的冰塔，一座接着一座，有的高达几十米，它们仿佛是用汉白玉和水晶雕塑出来的，有的洁净如洗，透明碧纯，光

泽闪耀,彩影变幻;有的如乳似胶,奇丽神秘。冰塔之间还错落着明镜般的冰湖,贯穿着曲折的冰河和幽深的冰洞。走进冰塔林真像走进了水晶宫一样。叹为观止。

不同类型冰川的消融期,各不相同。大陆型冰川的消融期较短,每年只有暖季的3至5个月,海洋型冰川的消融期长,每年可长达10个月。

冰川的物质平衡,是指冰川上各种相态降水的收入和各种消融的支出之间的数量关系。如果在一个较长的时间内,支出大于收入,“入不敷出”,就要导致冰川退缩,冰川的冰层变薄。反之,则冰川前进,冰层变厚。

(2)冰川的运动

作为区别于其他冰体主要特征之一的冰川的运动,把冰川积累区的冰雪,输送到消融区,而消融区的消耗,又通过冰川运动获得补给,使冰川保持生命力。

冰川为什么能运动呢?这是因为冰川冰是水的固体形态,但不是刚体,也不是完全的塑性体,而是一种粘塑性体。由于重力作用,冰川冰发生粘塑性变形,或称蠕变,于是冰川就慢慢地向下流动。这是冰川产生运动的原因之一。还有一种方式是冰川的冰体在重力作用下产生的滑动。这种滑动又包括冰层滑动和基层滑动两种。冰层滑动产生于冰川各冰层之间,基层滑动则产生于冰川底冰和山体岩床之间。冰川在重力作用下发生的蠕动和滑动,使它沿着山体斜坡岩床缓慢地向下运动,如果冰川的底冰与岩床冻结在一起,则冰川冰面的运动速度超过底冰,将使冰川产生差别运动。

影响冰川运动的重要因素有三:山体岩床的坡度、冰川

的温度、冰川的厚度。具有一定厚度的冰川在重力作用下，山体岩床的坡度越大，冰川的运动速度也就相应增加。如果岩床的坡度相同，则大冰川的运动速度比小冰川快得多。在一般情况下，如果冰川的厚度从中间某处向末端逐渐变薄，则冰川的运动速度也从源头向末端逐渐变慢，如果冰流速度迅速衰退，则在末端甚至可以形成不流动的冰，称为“死冰”。至于冰川温度的高低影响冰川运动的快慢，这个道理是不言自明的。

冰川在整个运动过程中，它的各个地段的运动速度也是不一样的。在冰川的纵剖面上，冰川运动速度最快的部分在雪线附近；在冰川的横剖面上，冰川运动最快的地方在冰川的中心线附近，从中心线向左右两侧速度相对地逐渐变慢（图2）；在冰川的垂直剖面上，冰川运动最快的地方在冰川上层，随着冰川深度的增加，它的流速也逐渐变慢。

冰川的运动速度，还随着每年的暖季与冷季，每天的白昼与黑夜而改变。冰川运动速度的年际变化，则主要与冰川的积累、消融的数量和速率、气候波动等因素有关。大陆型冰川的运动速度，明显地低于海洋型冰川。

冰盖的运动情况和山岳冰川不同。冰盖的运动速度，一般比山岳冰川为慢。冰盖的运动，是由冰雪自身的重量所造成的差异运动，以及由地热和摩擦热而产生的冰体沿底床的滑动来实现的，其中以沿底床滑动的原因为主。冰盖运动的速度变化，一般是从它们的中心部位向边缘递增。

（3）冰川的温度

冰川温度，是冰川物理性质的基本标志之一。它反映冰