



The Answer
to Secret of Glacier

揭开冰川
的面纱



编著 叶建荣 李忠勤

四川出版集团
四川科学技术出版社



The Answer
to Secret of Glacier

揭开冰川 的面纱

编著 叶建荣 李忠勤

四川出版集团
四川科学技术出版社

图书在版编目 (CIP)数据

揭开冰川的面纱 / 叶建荣, 李忠勤编著. - 成都: 四川科学技术出版社, 2009.1

ISBN 978 - 7 - 5364 - 6427-8

I . 揭... II . ①叶... ②李... III . 冰川-基本知识 IV . P343.

6

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第007536号

揭开冰川的面纱

编 著 叶建荣 李忠勤
责任编辑 李 珉 张德昌
封面设计 林裕玉
版式设计 丁 慧 刘忠彬
责任出版 邓一羽
出版发行 四川出版集团·四川科学技术出版社
成都市三洞桥路12号 邮政编码610031
成品尺寸 185mm×246mm
印 张 5.375 字数100千
印 刷 慈溪市月洲包装印刷有限公司
版 次 2009年1月成都第一版
印 次 2009年1月浙江第一次印刷
定 价 36.00元

ISBN 978 - 7 - 5364 - 6427-8

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前言»

很多年前，我从研究饮用水那天起，就开始关注冰川水了。在很多不是广为人知的信息中，都显示出欧洲和日本皇室一直在使用冰川水。冰川水可能就是我一直在寻找的世界上最好的水。近年来，随着收集的资料逐步增多，加上亲身对我国西部及国外一些冰川的考察，我对这个想法越来越坚信。在冰川周围居住的居民，要比其他地方的人长寿很多，并且很少有疾病，这是我们见到的普遍现象。有些朋友认为，那是因为冰川周围人口少、环境污染少。但我们在同样气温、环境，同样人口较少，但没有冰川的其他地方，发现的情况就完全没有那样好了。许多国家的科学家已经对常喝冰川水有利于提高人类体质、减少疾病、延长寿命等现象进行了系列性研究，并且发现了许多重要证据。这些科学证据是值得我们信任的。比如冰川水低氘的特点：分布于高纬度或高海拔的冰川具有较低的氘（重氢）含量，这是由于水蒸气在由赤道向两极传输过程中的同位素分馏造成的。一般形成在低纬度或低海拔的

液态水不具备这种特点，这已被科学所证实。而低氘水恰恰就是我们所寻找的健康活性水。

我们探讨冰川水，不仅在于它可贵的品质，而且还在于它是我们人类所拥有的最宝贵和最丰富的淡水资源。地球上的冰川蕴藏了所有淡水资源的97.8%，这是一个我们大多数人没有意识到的答案。如何珍惜和利用冰川及冰川水，是一个非常值得我们认真探讨的课题。

在冰川水的研究过程中，我有幸遇到了中国科学院天山冰川站的李忠勤教授，正是在李教授和他的同事们的全力合作下，才使该书编写得比较完整。同时，我也感谢我的同事陈骏、吴志华、朱建禹等先生，他们完成了很多我无法完成的考察工作。

叶建荣

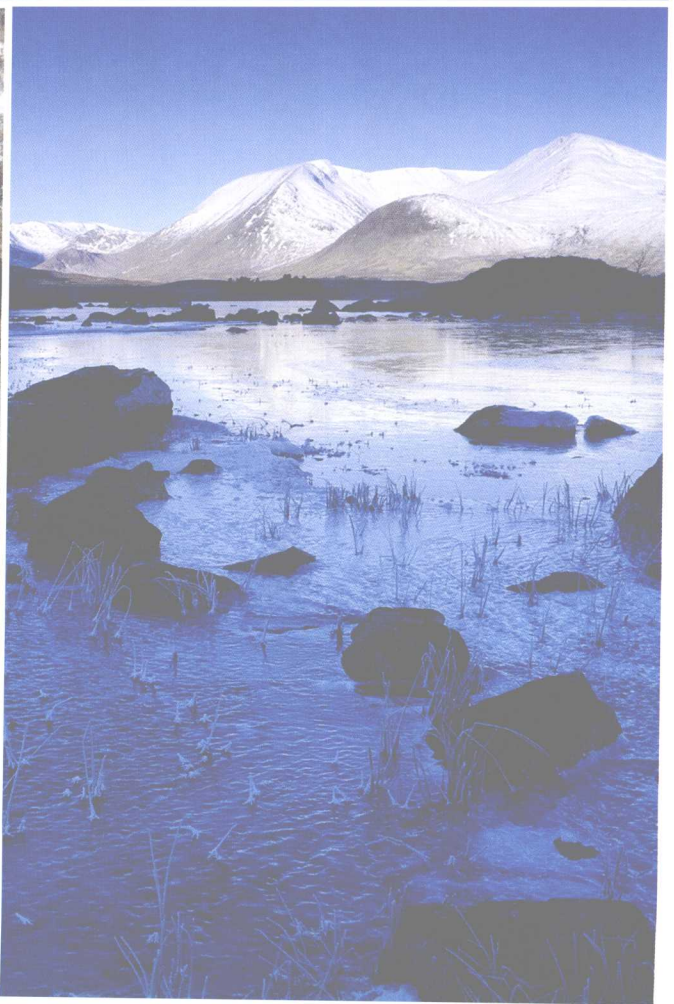
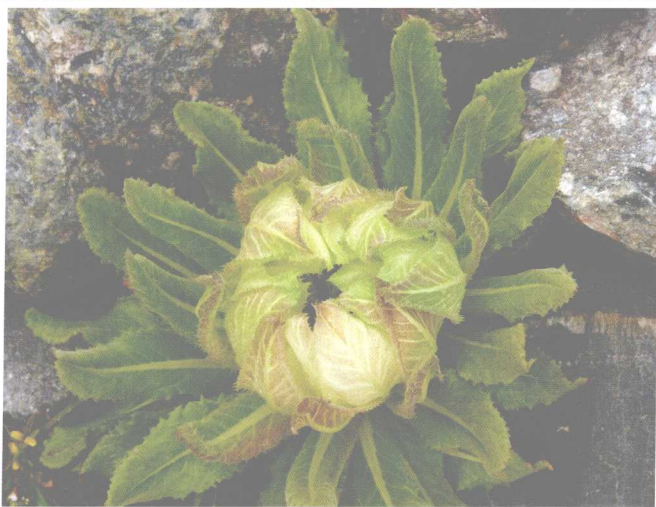


以人为本 发展水业

周光召



二〇〇八年十二月





什么是冰川？

冰川是一种巨大的流动固态水，是在高寒地区由雪再结晶聚积而成的巨大冰体，在重力这一主要因素作用下使冰体流动，成为冰川。若将冰川的体积换成水量，则除海水之外，占地球上所有水量的97.8%。

天山冰川形成年代

中国一号冰川位于乌鲁木齐南山地区天山中段喀拉乌城山王峰，天格尔峰分水岭北侧，距乌鲁木齐118千米。该冰川形成于第三冰川纪，距今已有400万年历史。冰川形状为双支冰山冰川，长2.4千米，平均宽度500米，面积1.85平方千米，最大厚度140米，年均运动速度约5米，底部海拔高度为3740米。1959年中国科学院建成中国一号冰川观测点，是世界上最完整的冰川追踪研究点。由于其独特的交通与环境条件，是我国目前唯一能进行商业开发的冰川。

冰川融水对河流的补给作用

冰川具有多年调节河川径流量的作用。在低温湿润年份，热量不足，冰川消融较弱，冰川积累量增加；在干旱少雨年份，晴朗天气增多，冰川消融强烈，释放出大量冰川融水，可以弥补因降水减少而造成的河流水量不足。因此，我国西部山区冰川融水补给量较大的河流，干旱年份不缺水，多雨年份融水量减少，缓和了河流年水量丰枯水变化的幅度，对我国西部干旱地区农业稳定和持续发展起着重要作用。



目录 Contents

揭开冰川的面纱 >>

第一章 冰川概论

The conspectus of glaciers

冰川是一种巨大的流动固态水,是在高寒地区由雪再结晶聚积而成的巨大冰体,在重力这一主要因素作用下使冰体流动,成为冰川。若将冰川的体积换成水量,则除海水之外,占地球上所有水量的97.8%。

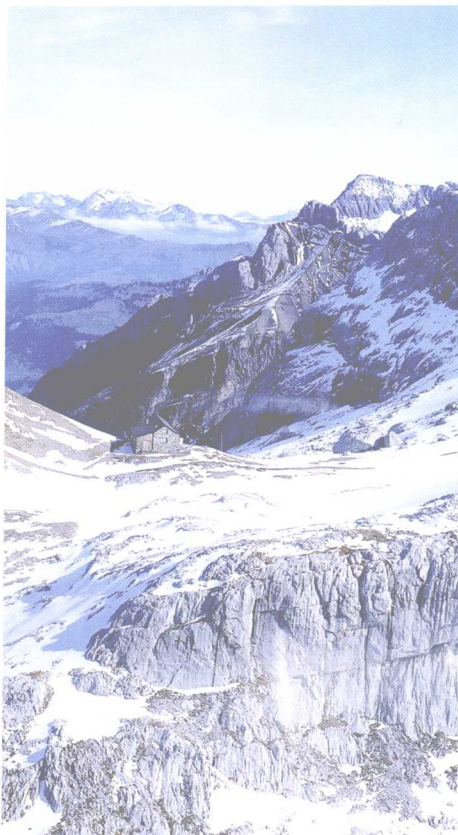
第一节 冰川的形成	6
第二节 冰川的分类	8
第三节 世界冰川分布及基本特征	10
第四节 中国冰川分布及基本特征	11
第五节 天山冰川概况	12

第二章 冰川年代问题

Glacier's age issue

中国一号冰川形成于第三冰川纪,距今已有400万年历史。冰川形状为双支冰山冰川,长2.4千米,平均宽度500米,面积1.85平方千米,最大厚度140米,年均运动速度约5米,底部海拔高度为3740米。1959年中国科学院建成中国一号冰川观测点,是世界上最完整的冰川追踪研究点。

第一节 冰川的形成年代	18
第二节 冰川的冰龄	22



第三章 冰川基本特征

The basic characteristics of glaciers

中国冰川融水资源在空间上分布很不均匀,而且与冰川面积的分布存在着不一致性,即冰川面积大,冰川融水资源量不一定大,如昆仑山冰川在我国各山系中面积最大,但其冰川融水资源只居第四位;念青唐古拉山冰川面积居第四位,冰川融水资源却居第一位。

第一节 冰川的成冰带	26
第二节 冰川运动	27
第三节 冰川地貌	29
第四节 冰川消融	33

目录 Contents

揭开冰川的面纱 >>

第四章 冰川水的特征

The features of glacier water

低同位素是冰川水产生活性的主要原因。以氘为例，占氢原子浓度0.015%的氘能对生物体的生命产生什么样的作用呢？我们不妨进一步从生物体物质组成和蛋白质分子结构来阐明这一问题。地球上生物重量的2/3是由水构成的，人体内有63%的原子数是氢，构成蛋白质的成分也有一半是氢。氢是所有元素中质量最轻，结构最简单的元素，也是在生命体中运动最频繁活跃的元素，重氢（氘）的存在会严重影响氢的活性，因此，氘在各种动、植物体中的含量是不可忽视的。

第一节 冰川水的化学特征 ----- 38

第二节 冰川水的同位素特征 ----- 39

第五章 冰川水的生物效应研究

The study of glacier water's biological effect

1965年，苏联科学家用自来水与含氧量较正常值低25%的冰雪融水同时喂养小动物，一段时间后比较两组动物的生理差异，发现用冰雪水喂养的动物明显较另一组生长更迅速，生命力更旺盛，这些结论在之后40多年中得到各国科学家的证实。

第一节 冰川水的动物学效应研究 ----- 44

第二节 冰川水在农业、林业上的应用 ----- 44

第三节 低氘水在医学上的应用 ----- 44

第四节 冰川水部分研究成果 ----- 45

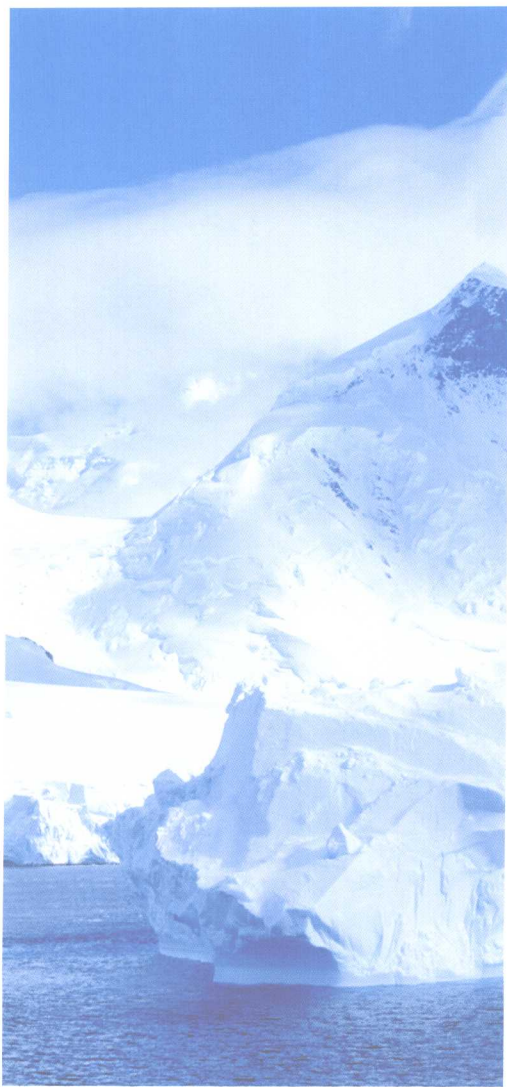
第六章 天赐好水—冰川水

The heaven-sent and good glacier water

绵延千里的天山天格尔峰，分布着天山1号至6号共六条远古冰川，它们是世界上离海洋最远的冰川系，是罕见的高原山地冰川。其中天山中国1号冰川海拔4480米，长2.4千米，最大厚度140米，冰体晶莹剔透，是世界最绚丽的五彩冰川，冰川融水水温常年保持在3℃左右。经中国科学院天山冰川研究所测定，该水是自然界冰龄最长的原生态水，属于从未受过污染、未退化的天然小分子团、低氘、富氧、弱碱性的冰川水。其多项水质指标优于法国阿尔卑斯山冰川、美国阿拉斯加冰川、加拿大沃德·亨特冰川，属于世界上最珍惜的冰川水源之一。新疆维吾尔自治区为保护天山中国1号冰川水源，已将这里列为永久水源地保护区。

第一节 什么才是好水 ----- 48

第二节 水中极品—天山冰川水 ----- 48





札记：木扎尔特冰川探索

55

Notes: The exploration of Muzhaerte glacier

木扎尔特冰川位于新疆南疆的阿克苏托木尔峰脚下，是托木尔峰地区冰川的主要组成部分，又称木素尔岭达坂，蒙古语的意思是“白冰川”。《西域见闻录》曾描述曰：“层峦叠嶂，千仞攒空，如崧者皆冰也，裂隙处下视正黑，不见其底，水流之声澎湃如雷鸣。人聚驼马之骨，横布其上”。托峰地区是我国最大的现代冰川作用区之一，共有冰川829条，其中发育在我国境内的509条，冰川总面积达2746平方千米，冰雪储量3500亿立方米，是中国冰川之最，比祁连山和珠穆朗玛峰地区冰雪储量的总和还大得多。





第一章 冰川概论》

THE CONSPECTUS OF GLACIERS

冰川是一种巨大的流动固态水，是在高寒地区由雪再结晶聚积而成的巨大冰体，在重力这一主要因素作用下使冰体流动，成为冰川。若将冰川的体积换成水量，则除海水之外，占地球上所有水量的97.8%。





(我国的冰川都属于山岳冰川)

第一节 冰川的形成

冰川是一种巨大的流动固态水，是在高寒地区由雪再结晶聚积而成的巨大冰体，在重力这一主要因素作用下使冰体流动，成为冰川。若将冰川的体积换成水量，则除海水之外，占地球上所有水量的97.8%。

世界上的冰川分为两类：一类是大陆冰盖，一类是山岳冰川。大陆冰盖主要分布在南极和格陵兰岛上，因为这类冰川是发育在一片大陆上的，所以称之为大陆冰川。山岳冰川则分布在中低纬度的一些高山上，所以称这种冰川为山岳冰川。

全世界冰川面积共有1500多万平方千米，其中南极和格陵兰的大陆冰盖就占1465万平方千米，占世界冰川总量的97.7%。因此，极地之外的山岳冰川仅仅占到地球冰川总量的2.3%，而人类能够开发利用的山岳冰川更是极其稀少。

在南极和格陵兰岛巨大的大陆冰盖上，漫无边际的冰流会把高山、深谷都掩盖起来，只有极少数高峰在冰面上冒了一个尖。辽阔的南极冰盖，过去一直是个谜，深厚的冰层掩盖了南极大陆的真面目。科学家们用地球物理勘探的方法发现，南极冰盖下面有许多小湖泊，而且这些湖泊里还有生命存在。

山岳冰川分布在高山上，冰川能够发育，除了要求有一定的海拔外，所在高山还不能过于陡峭。如果山峰过于陡峭，降落的雪就会顺坡而下，形不成积雪，也就谈不上形成冰川。

我国的冰川都属于山岳冰川。在第四纪冰川最盛的冰河时代，冰川规模大大扩张，但没有发育为大陆冰盖。以前有很多国内外专家认为，青藏高原在第四纪的时候曾经被一个大的冰盖所覆盖。但是经过考察和论证，我国的冰川学者基本上否定了这种观点。

那么冰川究竟是怎样形成的？其实冰川的形成，是一个非常漫长而复杂的过程。

1. 雪花、粒雪和粒雪冰

在高寒、高海拔的地区，雪花一落到地上就会发生一系列复杂的变化。随着外界条件和时间的变化，雪花会变成完全丧失晶体特征的圆球状雪，称之为粒雪，这种粒雪就是冰川的“原料”。冰川是水的一种存在形式，是雪经过一系列变化转变而来的。要形成冰川首先要有一定数量的固态降水，其中包括雪、霰、雹等。没有足够的固态降水作“原料”，就等于“无米之炊”，根本形不成冰川。

冰川存在于极寒之地。地球上南极和北极是终年严寒的，在其他地区只有高海拔的山上才能形成冰川。我们知道越往高处温度越低，当海拔超过一定高度，温度就会降到0℃以下，降落的固态降水才能常年存在。这一海拔高度冰川学家称之为雪线。

2. 冰川流出粒雪盆

积雪变成粒雪后，随着时间的推移，粒雪的硬度和它们之间的紧密度不断增加，大大小小的粒雪相互挤压，紧密地镶嵌在一起，其间的孔隙不断缩小，以致消失，雪层的亮度和透明度逐渐减弱，一些空气也被封闭在里面，这样就形成了冰川冰。冰川冰最初形成时是乳白色的，经过漫长的岁月，冰川冰变得更加致密坚硬，里面的气泡也逐渐减少，

+ Continental ice sheet

全世界冰川面积共有1500多万平方千米，南极和格陵兰的大陆冰盖就占去1465万平方千米，占世界冰川总量的97.7%

+ Mountain glacier

极地之外的山岳冰川仅仅占到地球冰川总量的2.3%



(世界冰川分配示意图)

慢慢地变成晶莹透彻，带有蓝色水晶一样的老冰川冰。

冰川冰大都在雪线以上，这些地区积雪越厚，下层的积雪所受的压力就越大，变得越密实。上层受太阳辐射，融化后雪水向下渗透，过冷时又冻结起来。天长日久，下层积雪在压力和冻结双重作用下，形成巨大冰体，受地球吸引力的作用，沿坡向下移动。延伸，形成固体冰河，冰川冰在重力作用下，沿着山坡慢慢流下（当然流的速度很慢），就形成了冰川。

我国是世界上山岳冰川最发达的地区之一，面积将近6万平方千米，占亚洲冰川一半，是我国十分宝贵的淡水资源。长江、黄河、雅鲁藏布江都发源于冰川区。

(长江、黄河、雅鲁藏布江都发源于冰川区)





(大陆冰川)

第二节 冰川的分类

冰川是一种移动的大冰块。它是怎么分类的呢？

按冰川的形态和运动特征可将冰川分为两类：大陆冰盖和山岳冰川。

1. 大陆冰盖

大陆冰盖又称为“冰坡”或“冰原”，是覆盖着整个岛屿与大陆的巨大冰体。中央部位较高，为积累区，冰川自中央向周围任何方向移动，中部边缘为消融区。冰川向四周辐射状挤压流动，至海岸或冰川边缘往往伸出巨大的冰舌，冰舌断裂后不经融化而直接入海，成为巨大的海洋漂浮冰山。因其覆盖整个陆地，再由陆地边缘直接入海，故称大陆冰盖。它的特点是面积大，有的达百万平方千米以上；厚度大，通常厚度可以达到3000米，约呈圆形或椭圆形。有的达几千米，中央部分冰层最厚，外形呈盾状或表面有较大起伏的饼状覆盖。大陆冰盖主要分布在高纬度地区，如格陵兰和南极大陆冰盖是世界上最大的两个大陆冰盖。

2. 山岳冰川

山岳冰川又称为“高山冰川”，发育于山地，并受地形的影响比较大，根据冰川的形态和分布可分为悬挂冰川、冰斗冰川、山谷冰川、平顶冰川、山麓冰川等。全世界冰川面积共有1500多万平方千米，其中南极和格陵兰的大陆冰盖就占去1465万平方千米。因此，与大陆冰盖相比，山岳冰川的规模很小。中国的冰川，都属于山岳冰川。

(1) **悬挂冰川**，通常发育在山坡地形相对低凹的地方，冰体呈盾牌形状，悬挂在陡坡上而不下降到山麓。其面积和体积较小，很少有超过1平方千米的悬挂冰川。

(2) **冰斗冰川**，发育在冰斗凹地内，由冰斗内长期积雪而成。冰斗冰川没有形成显著冰舌流出凹地。形状近似于椭圆形或三角形。其面积一般在几个平方千米。

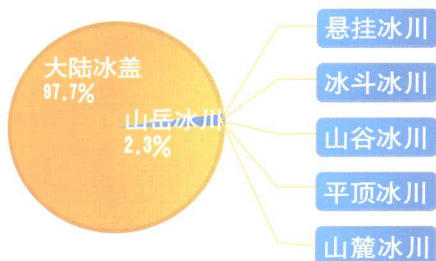
(3) **山谷冰川**，又称谷地冰川(谷冰川)、冰河。指冰舌沿着山谷运动一直伸入到山谷底部的冰川，发生于高山或雪线以上的雪原中，由冰川主流和它的分支流组成整个高山冰川系统。当冰层沿山谷向下移动，过雪线继续向下移，其流动情形与河流相似，称为山谷冰川。山谷冰川以雪线为界，有明显的冰雪

累积区和冰雪消融区。山谷冰川有的长达数千千米至数十千米，厚达数百米。如果单独存在的一条山谷冰川，叫单式山谷冰川；由几条冰川汇合而成的叫复合式山谷冰川。

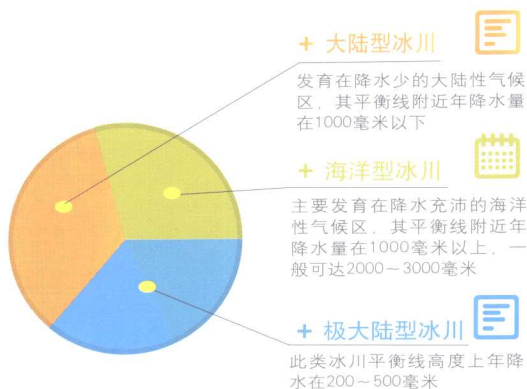
(4) **平顶冰川**，在一些高山顶上，有时出现比较平坦的山巅。由于地壳运动，当这种平顶山巅隆升到雪线以上的高度之后，冰雪就在上面积累起来，成为平顶冰川。平顶冰川的数量很少。我国最大的平顶冰川是祁连山的依克夏哈楞郭勒冰川，面积为55.5平方千米。

(5) **山麓冰川**，山麓冰川介于山岳冰川和大陆冰盖之间的一种类型。往往由多条山谷冰川从山地流出谷口抵达平坦地区，冰向平面展开，在山麓地带扩展或汇合成一片宽阔的冰原。其面积一般较大，流动速度很慢，称为山麓冰川。最著名的阿拉斯加马拉斯平冰川由12条山谷冰川汇集而成，山麓部分的面积达2682平方千米，最厚处达615米。我国现在没有山麓冰川，但在第四纪冰期中曾在西部山区有发育。

以上各种不同类型的冰川是可以互相转换的，当雪线降低，山谷冰川逐渐扩大并向山麓延伸，就成为山麓冰川。当气候不断变湿变冷，积雪增加，范围扩大，山麓冰川则不断向平原扩大，同时由于冰雪加厚而掩埋山地形成大陆冰盖。



(按冰川的形态和运动特征分类)



(按冰川的物理性质及发育条件分类)

按冰川的物理性质及发育条件可将冰川分为三类：**海洋型冰川**、**大陆型冰川**、**极大大陆型冰川**。

1. 海洋型冰川

主要发育在降水充沛的海洋性气候区，其平衡线附近年降水量在1000毫米以上，一般可达2000~3000毫米。冰川的主体温度在 $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$ 之间，由于冰温较高，冰川运动速度较快，年运动幅度可达到100米或更大。雪线位置低，可达森林带中。冰面消融强度大，每年可达10米以上，而且冰川进退变化幅度也大，冰蚀作用明显。

2. 大陆型冰川

发育在降水少的大陆性气候区，其平衡线附近年降水量在1000毫米以下。夏季，冰川上部活动层的温度可达 0°C ，冰川主体的温度保持在 $-10\sim -5^{\circ}\text{C}$ 。由于大陆型冰川冰温低，补给少，冰川运动速度缓慢，每年约为30~50米。冰川作用较弱，冰川地貌发育不及海洋型冰川典型。雪线位置较高。

3. 极大大陆型冰川

此类冰川平衡线高度上年降水在200~500毫米，年均温度低于 -10°C ，夏季冰面气温低于 -1°C 。在极其寒冷干燥的环境下，冰面蒸发耗热较大，抑制了融化。