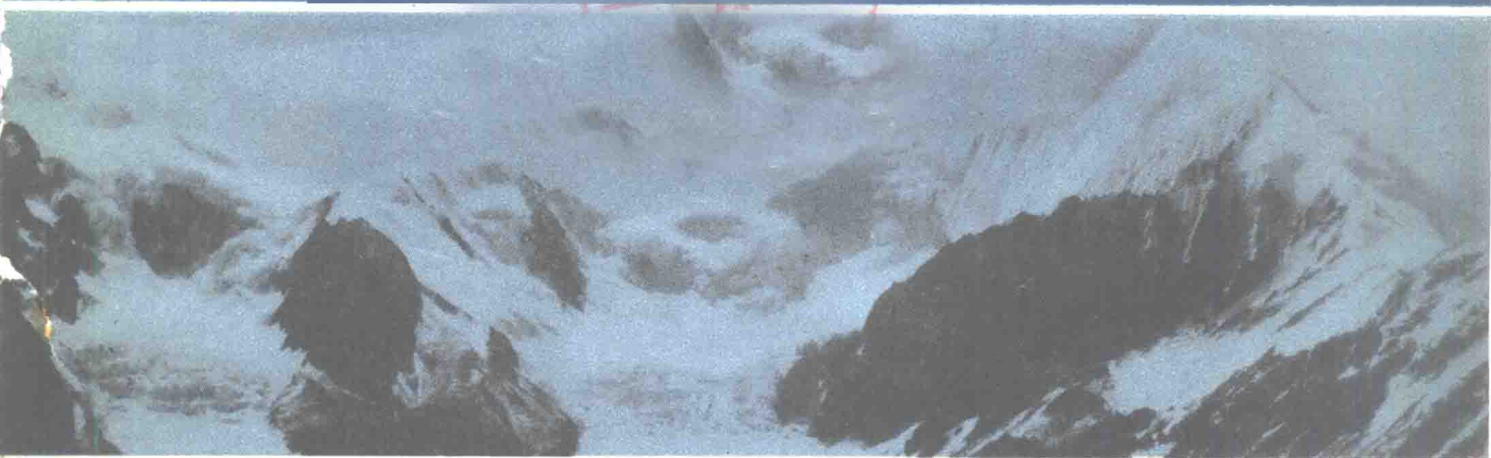


# 中国第四纪冰川与冰期问题

南京大学地理系地貌学教研室



科学出版社

61  
882

# 中国新闻业现状与未来发展

中国新闻业现状与未来发展



中国新闻业现状与未来发展



# 中国第四纪冰川与冰期问题

南京大学地理系地貌学教研室

科学出版社

1974

## 内 容 简 介

第四纪冰川作用是近二百万年以来地球发展史上具有普遍性影响的重要事件。第四纪冰川和冰期的研究早已引起国内外的重视，也是争论已久的重大学术问题。

本书对我国第四纪冰川遗迹作了比较系统的介绍，并对各地区的冰期进行了对比，探讨了冰期划分的理论问题。

本书第一章阐述了西北、青藏、西南及东部地区的第四纪冰川作用的性质、分布、冰川地貌；第二章论述第四纪各时期在不同的气候条件和不同性质的构造运动作用下，上述各地区的冰期和冰期对比问题；第三章讨论冰期划分的理论根据，并展望我国第四纪冰川研究的前景。

本书可供第四纪地质学、地貌学、冰川学工作者以及有关高等院校师生参考。

## 中国第四纪冰川与冰期问题

南京大学地理系地貌学教研室

\*

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

\*

1974年7月第一版 开本：787×1092 1/16  
1974年7月第一次印刷 印张：10 图版：9  
印数：0001—3,810 字数：227,000

统一书号：13031·242

本社书号：393·13—18

定价：1.40元

## 前 言

第四纪冰川作用是近二百万年以来地球发展史上的重要事件。在第四纪时期中，气候寒暖、干湿的波动，海面升降、岸线进退的变化，地壳的运动，水系的变迁，第四纪地层的相变，某些砂矿的富集，生物的迁移，土壤的发育等等自然现象都与第四纪冰期和间冰期的发展有密切的关系。因此，自第四纪冰期的理论建立以来，第四纪冰川作用和冰期问题已引起国内外的重视，并进行了较深入的调查、研究和探讨。

关于我国的冰川作用和冰期问题，早在三十年代已由我国地质学家李四光提出。解放以来，由于生产建设和理论研究的需要，有关单位对我国第四纪冰川作用和冰期问题展开了广泛而深入的调查研究工作。南京大学地理系师生，在党的领导和关怀下，多年来结合教学实践和有关科学研究工作，对我国东部地区、西南地区及西北地区的第四纪冰川作用作了不同程度的调查研究。调查的地区包括：我国东部地区的庐山、黄山、九华山、天目山、大别山、鄂西山地及东北大兴安岭诺敏河等地区；西南地区的川西雅安、杂谷河和滇西玉龙山等地区。我系教师还参加了科研单位组织的西北地区天山、祁连山和西藏珠穆朗玛峰等地区的冰川考察。

本书整理分析了历年来我系师生的工作成果，并参阅有关单位的资料，对上述各地区的第四纪冰川作用作了比较系统的介绍，并对各地区的冰期进行了对比，探讨了有关冰期划分的理论问题。本书是集体研究的成果，由我室部分同志分章分节执笔写成。

本书涉及的地区比较广泛，而我们对上述各地区的第四纪冰川的调查研究工作，主要是结合某些生产任务或教学工作进行的，而且各地区的工作精度不同。在时间上一部分为近年的工作成果，大部分为十多年前的工作成果。最近虽加以补充，但有些地区近年的科研成果还未能一一收集。

无产阶级文化大革命以来，我国有关第四纪学科的研究工作发展很快，而我们所掌握的资料有一定的局限性，因此，本书在内容上还不够完整，分析推论也难免有欠妥或不足之处。为了促进第四纪冰川作用与冰期问题的研究，更好地交流这方面的研究成果，主要根据我们调查区域的资料作一初步总结，恳切希望同志们提出宝贵意见。我们相信，在中国共产党的领导下，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国的第四纪冰川研究工作将会更广泛更深入地向前发展，并将出现能充分反映我国第四纪冰川研究全貌的专著。

最后，借此机会，谨向积极帮助和热忱鼓励我们开展第四纪冰川研究工作的兄弟单位致以深切的感谢。

# 目 录

## 前 言

<b>第一章 中国各地区的第四纪冰川作用</b> .....	1
<b>第一节 西北高山地区的第四纪冰川作用</b> .....	1
一、天山腾格里-木扎尔特的第四纪冰川作用 .....	1
二、祁连山的第四纪冰川作用 .....	9
三、西北高山地区第四纪冰川作用的性质与冰期问题 .....	28
<b>第二节 珠穆朗玛峰地区及青藏公路沿线的第四纪冰川作用</b> .....	30
一、珠穆朗玛峰地区第四纪冰川作用 .....	30
二、青藏公路沿线第四纪冰川遗迹概述 .....	45
三、关于藏北高原第四纪冰川作用性质的一点认识 .....	47
四、现代冰川发育的基本特征 .....	49
<b>第三节 川西、滇北地区第四纪冰川作用</b> .....	50
一、丽江玉龙山冰川地貌 .....	51
二、贡嘎山现代冰川和冰川地貌 .....	56
三、横断山脉中段的现代冰川 .....	59
四、川西山原现代冰川和第四纪冰川作用 .....	60
五、岷江上游第四纪冰川遗迹 .....	68
六、安宁河流域及其附近地区第四纪冰川遗迹 .....	71
七、对川西、滇北一带现代冰川和第四纪冰川作用的一些认识 .....	73
<b>第四节 东部地区的第四纪冰川作用</b> .....	76
一、东北地区大兴安岭东部的第四纪冰川作用 .....	77
二、天目山第四纪冰川作用 .....	85
三、黄山第四纪冰川遗迹 .....	93
四、大别山第四纪冰川遗迹 .....	98
五、庐山的第四纪冰川作用 .....	104
六、其他山区第四纪冰川遗迹 .....	111
<b>参考文献</b> .....	114
<b>第二章 中国第四纪冰期问题</b> .....	115
<b>第一节 第四纪冰期研究概况</b> .....	115
<b>第二节 山地冰期的划分与对比问题</b> .....	117
一、各地冰期是否可以对比 .....	117
二、山地冰川发展具有明显的差异性 .....	119
三、各地冰期次数不同的原因 .....	121
<b>第三节 划分与对比中国第四纪冰期的依据</b> .....	123
<b>第四节 中国各地区第四纪冰期对比</b> .....	125
一、珠穆朗玛峰、汗腾格里峰、团结峰第四纪冰川发展的比较 .....	125

二、三个高峰所在山地第四纪冰期与间冰期发展的特点 .....	127
三、中国西部地区第四纪冰期对比 .....	130
四、中国东部与西部地区第四纪冰期对比 .....	133
<b>第五节 中国第四纪冰期的时代与冰川类型问题 .....</b>	<b>136</b>
一、冰期时代问题 .....	136
二、第四纪冰期次数与冰川类型问题 .....	139
<b>参考文献.....</b>	<b>143</b>
<b>第三章 冰期划分的理论基础与中国第四纪冰川研究方向.....</b>	<b>144</b>

# 第一章 中国各地区的第四纪冰川作用

第四纪冰川作用的遗迹在我国分布相当广泛。根据多年来的调查结果,我国南从北纬 $22^{\circ}$ 左右北到黑龙江,东由台湾玉山西到新疆、西藏,许多山地都还保留着第四纪冰川作用的遗迹。我国西部高山地区现在仍有冰川广泛分布。

我国第四纪冰川分布虽广,但由于我国地理位置、自然条件的影响,虽在第四纪有冰期的气候变化,但不足以形成大陆冰川,而发育的冰川主要为山谷冰川和山麓冰川。

现将我国第四纪冰川作用分区介绍如下。

## 第一节 西北高山地区的第四纪冰川作用

我国西北高山地区第四纪冰川作用遗留下的冰川地貌和冰川堆积物,虽在冰期后受到破坏或被新堆积物覆盖,分布已不完整,但仍有普遍的保存,而且在某些地区还保存得相当完整,很容易辨认和分析。

在我国西北高山地区进行地质、地理调查的工作者曾对第四纪冰川作用遗迹加以注意和论述。中国科学院冰川冻土沙漠研究所和中国科学院新疆综合考察队作了很多调查研究工作,使我们对该区第四纪冰川作用有了较多的了解和认识。

我们先后参加过中国科学院高山冰雪利用研究队的调查研究工作,对天山和祁连山某些地区的第四纪冰川作用进行过观察,获得一定的成果。本节主要是介绍这方面的考察研究成果,并参阅前人的工作,讨论该区的第四纪冰川作用与冰期问题。

### 一、天山腾格里-木扎尔特区的第四纪冰川作用

#### (一) 现代冰川发育情况

天山是亚洲大陆中部的大山系之一。天山山脉东起甘新边界,横贯新疆中部,向西延伸到苏联境内。东西长约2,500公里左右,南北宽约250到350公里。

天山山脉由几条近于平行的复背斜组成,大致呈东西走向。

天山的海拔高度一般都在4,000—5,000米左右,个别山峰可达7,000米左右,如汗腾格里峰高达6,995米。

天山的降水主要是由西北来的潮湿气流带来的。因此,降水西部多于东部,北坡多于南坡。同时由于地形的抬升作用,使山地的降水多于平原地区。西部高山地区的年降水量约在1,000毫米左右,中部山地约600—700毫米,东段山地降水较少。年降水的季节分配并不平均,降水主要集中在5—8月。山地的降水形态随高度而有变化。固体降水和液体降水的分界线(5—8月份)北坡约在3,000米左右。在3,000米以上多固体降水,有



时也有液体降水。在3,000米以下为液体降水。但在4,000米以上则全为固体降水。南坡的降水形态分界线高于北坡,约在4,000米左右。

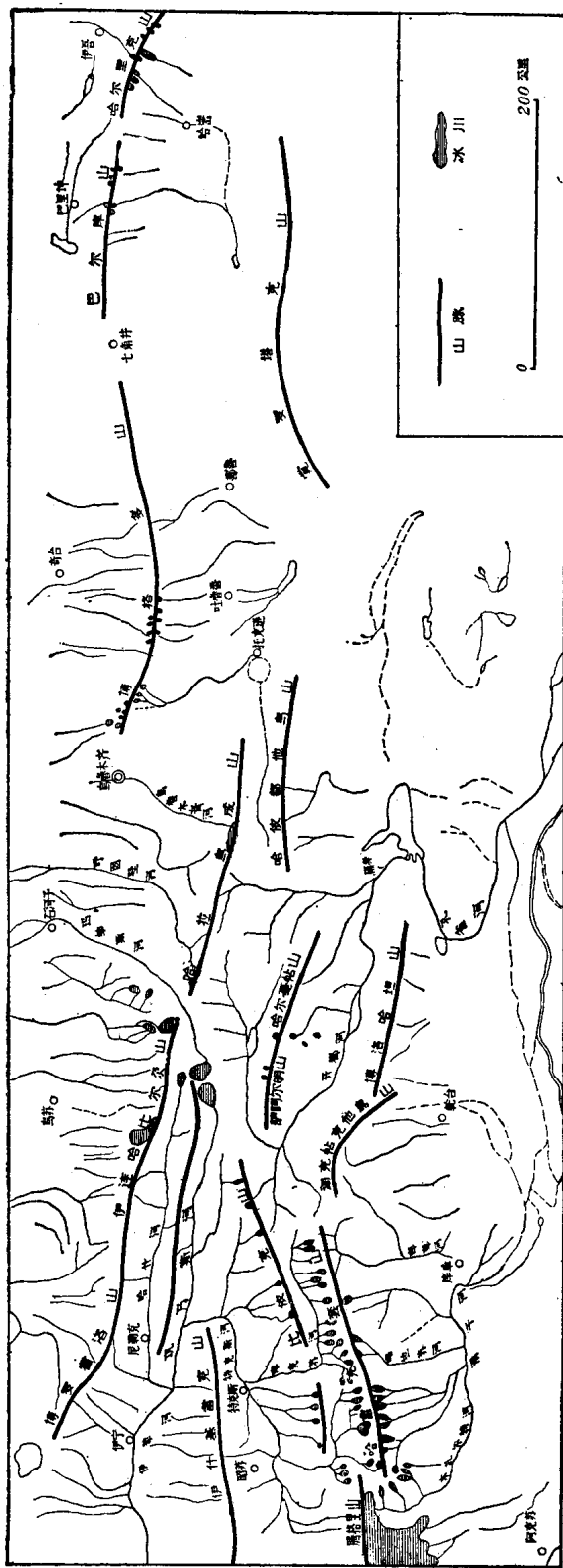


图1 天山现代冰川分布示意图

天山是世界大冰川作用区之一。加上苏联境内的西天山，天山就成为世界上冰川分布的中心之一。由于降水和温度的影响，天山的粒雪线北坡低于南坡。北坡的粒雪线西段低于东段，而南坡的粒雪线东西变化不大(表 I-1)。

表 I-1 天山各段的粒雪线高度

地 区	腾格里山	哈雷克套山	开都河区	玛纳斯区	博格多山	哈尔里克山
北坡粒雪线海拔高度(米)	3,500—3,600	3,750—3,900	3,800—3,900	3,900—4,000	3,900—4,000	3,900
南坡粒雪线海拔高度(米)	4,100—4,250	4,100—4,250		4,100—4,200	4,200	4,000

腾格里山是天山(中国部分)最高的山区，山高谷深，首当冷湿气流入侵的地位，降水较丰沛。由于具有这些冰川发育的有利条件，所以就集中发育了巨大的现代冰川，冰储量约占天山冰储量的三分之一以上。

这个地区的现代冰川是以高峰为中心呈星状分布。冰川类型以土耳其斯坦式山谷冰川为主，其次还有类土耳其斯坦冰川、山谷冰川、冰斗-山谷冰川、悬谷冰川、冰斗冰川和悬冰川等类型。大小冰川的储冰量折合储水量约为 381 亿公方(不完全统计)。

本区最大的冰川是土耳其斯坦式山谷冰川。它的长度一般都在10公里以上。如阿克苏北面的铁米尔苏冰川长 28 公里，宽 1—3 公里，面积 62 平方公里，冰量折合储水量约 26 亿公方；木扎尔特冰川长 29 公里，宽 1—2 公里，面积 41 平方公里，冰量折合储水量约 42 亿公方；卡拉格玉勒冰川长达 35 公里，宽 1—2 公里，面积约 66 平方公里，冰量折合储水量约 61.7 亿公方。这些大冰川都是本区主要河流的发源地。如铁米尔苏河(阿克苏河支流)发源于铁米尔苏冰川；穹特连河发源于穹特连冰川和沙衣平苏冰川；以土格别里齐冰川、卡拉格玉勒冰川和木扎尔特冰川为主形成了木扎尔特河(图 2)。

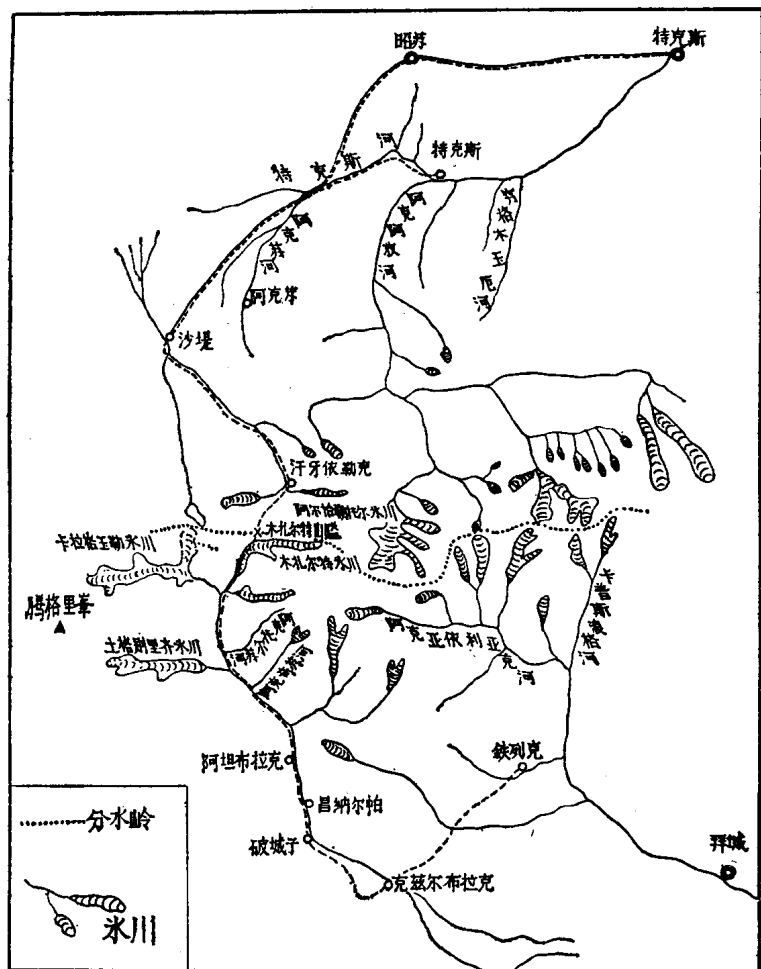


图 2 木扎尔特冰川位置图

这类冰川有长大的冰舌伸展于深大的谷地中,分布位置比较低。但无明显的粒雪盆,或粒雪盆已经衰退。极度发育的表碛已经占去了部分或全部粒雪盆。现代侧碛也伸入粒雪盆。在过去的粒雪盆口,冰层产生了大量重力断裂。这种断裂促进了冰川的消融。在粒雪盆的周围山坡上,很少季节性积雪和常年积雪,只在山坡的一些沟槽中堆积有一些季节性积雪或常年积雪。在斜坡的上部分布有规模不大的冰斗-山谷冰川、冰斗冰川或悬冰川。这些冰川往往以冰崩的形式对大冰川进行补给。此外,对冰川的补给还有固体降水和不大的雪崩锥。这些补给对于巨大的冰川来说,实际上的意义是不大的。粒雪盆附近还普遍发育现代冲积洪积扇。高山草甸也伸展到粒雪盆附近。因此,粒雪盆已逐渐失去补给作用。现在雪线高度不断上移,致使整个冰川处于衰退状态(照片1,2)。

土耳其斯坦式山谷冰川的冰底河流是很发育的。冰底河流的水源来自冰面河流、冰层中的消融水、支冰川的融解水和支谷流水等,因而规模大,水量大。在每条冰川舌末端都有一个或二个冰洞,冰底河流从洞中流出。例如,木扎尔特冰川的冰底河流从冰舌西侧冰下流出,流量在七月上旬一般达到23公方/秒左右;卡拉格玉勒冰川七月份流量日平均为24.8秒公方,最大流量曾达48.6公方/秒;克齐他木塔什冰川冰底河流的出口高2—3米,宽7米。冰底河流对于冰层消融,特别对于冰下消融是有一定影响的。冰底河流水温高于冰层温度,流水中的潜在热能,在流经冰层的过程中,被冰层吸收,促进了冰川消融。带有大量砾石泥沙的流水对冰层进行机械破坏作用,将破坏的冰块和冰碛物带走,不但增加了消融,而且使冰川底部逐渐掏空,达到一定程度,能使上部冰层塌落下来,加速了冰层消融。冰底河流在冰舌上段即开始出现,支冰川融解水和支流流水都在汇流处从现代侧碛下或冰洞流入冰下汇成冰底河流,如木扎尔特冰川二十多条支流流水都汇入冰下。

在冰川消融退缩过程中,由于支冰川的冰量小而且薄,所以支冰川的退缩比主冰川快得多。因此,支冰川与主冰川脱节是本区冰川退缩的特征之一(照片1,2)。由于支冰川的退缩,支冰川的冰舌高悬在半山坡上或处在悬谷中。支冰川的融水由陡坡或悬谷中流下往往形成小瀑布。流水汇入主冰川,促进了主冰川的消融。有时水流流到侧碛外侧的沟槽中,带来冰碛物、砾石和泥沙充填沟槽,使沟槽底部成为很平坦的冲积地。

由于现代冰川的强烈后退,冰舌前端在每一处停留时间很短,冰舌前端又有大的径流,冰川消融丢下的冰碛石多被流水搬动,在冰舌以下形成冰水砾石河漫滩。流水带不走的冰碛石成底碛式堆积。因此,一般没有现代终碛发育。这也是本区现代冰川发育的一个特点。

本区现代冰川的侧碛很发育,呈多列式。因为冰川愈退缩,冰层愈减薄,冰舌就愈上缩。因此,多列式侧碛一般最外一列最高大,分布位置较低,愈向内侧的侧碛愈低矮,分布位置愈高。现代侧碛由冰舌前端一直延伸到粒雪盆口,而且还继续向粒雪盆发展。但如果冰川的补给区不是冰斗而位于平顶山顶,两侧没有山坡崩落或冰碛石块供给,冰舌消融虽然强烈也不能形成侧碛。如阿尔恰勒托尔冰川向西的一支,在3,400—3,750米之间是强烈消融区,但无侧碛发育。因为接近山顶,没有陡峻的粒雪盆后壁和山坡供给石块。而向南的一支有明显的粒雪盆和高峻的后壁,有石块落入或被带到冰层,侧碛一直伸到粒雪线。因此,侧碛的形成不但决定于冰川的消融,还决定于冰川补给区的情况。

必须指出,在土耳其斯坦式山谷冰川上,由于冰融水量较大,无论在冰面河道或冰底河道里都有磨圆的砾石和沙土堆积,在冰碛里也会发现层状砾石或黄土状沉积,冰面上还

有局部湖相沉积,侧碛外侧的边缘沟槽里流水堆积物是普遍分布的。由此可见,对于巨大冰川,特别是强烈消融退缩的冰川,冰融水对冰碛石的搬运和堆积都起了一定作用。

从现代冰川类型、补给与消融,现代冰碛的发育,特别是表碛和多列式侧碛的发育,终碛的不能形成,粒雪盆衰退,冰层断裂严重,支冰川脱离主冰川,高山草甸和云杉林带的迅速上移,土耳其斯坦式山谷冰川的普遍分布等等现象,都充分说明了雪线的不断上移和冰川的强烈退缩。

1959年7月12日我们访问了住在木扎尔特冰川上3,250米冰蚀平台看守冰大坂六年的维吾尔族特尔瓦尔特阿兴,据他说,有许多维吾尔、哈萨克族老乡在这一路赶了几十年的驴子,他们都说五十年前木扎尔特冰舌前端在塔木格塔什岩洞处。经测量这里的海拔高度是2,740米。现在冰舌前端在2,770米,两点之间的距离为750米,即冰舌前端平均每年向后退缩15米,上升0.6米。当时的侧碛约高出现代冰面25米,即冰层平均每年消融减薄0.5米。计算结果,木扎尔特冰川五十年来约消融冰体10.25亿公方,折合水量9.23亿公方,即平均每年消融冰体0.2亿公方,折合水量0.18亿公方。根据计算,克齐他木塔什冰川冰舌前端平均每年约后退16.7米,冰舌消融减薄0.7米,五十年消融冰体约2.35亿公方,折合水量2.12亿公方,即平均每年消融冰体0.047亿公方,折合水量0.042亿公方。

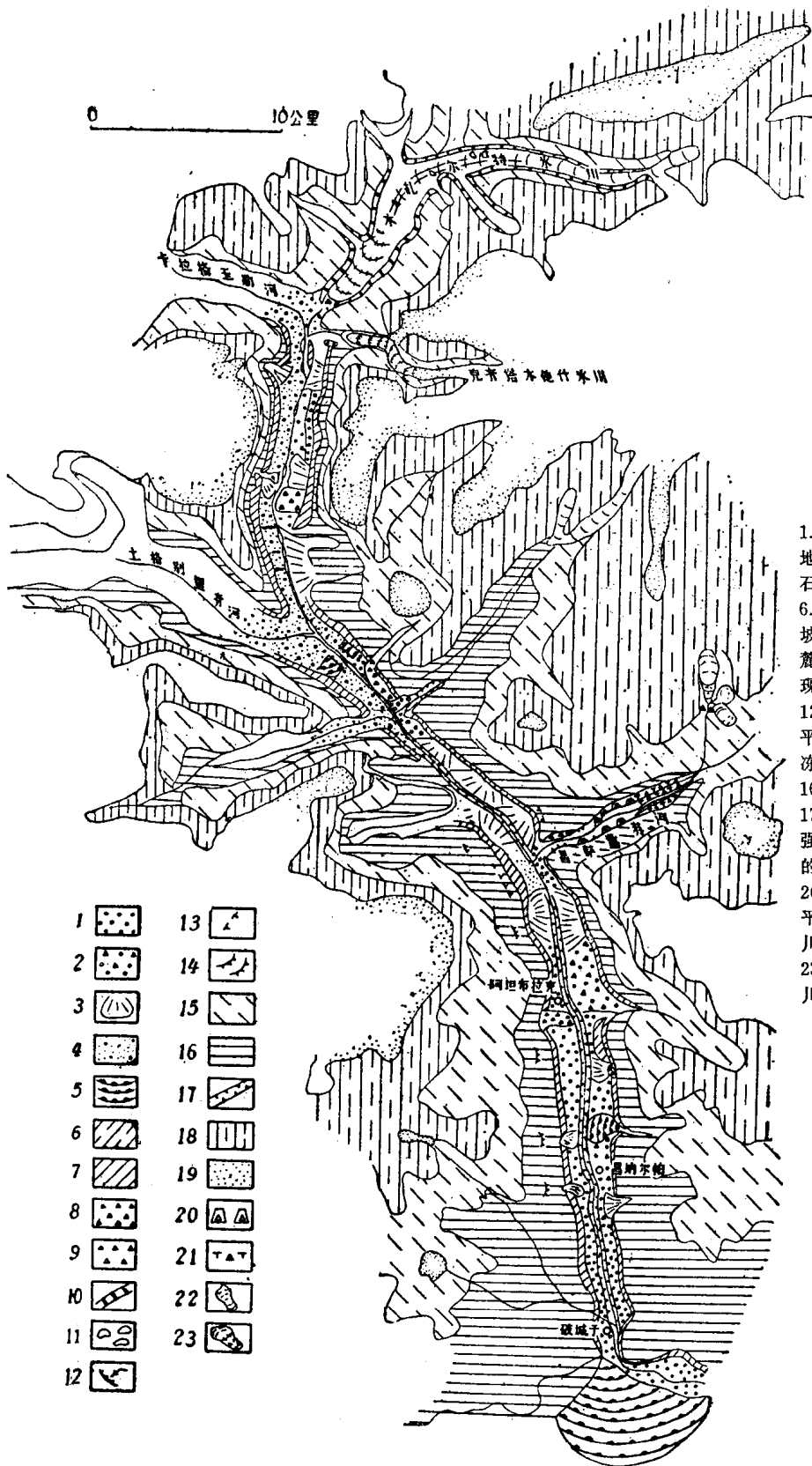
观测结果证明,土耳其斯坦式山谷冰川近期消融退缩是很快的。其他类型的冰川退缩减弱也是较快的,但较前者缓慢。

## (二) 第四纪冰川作用

当第四纪冰川发展时期,整个木扎尔特谷地及其支谷是一条巨大的山谷冰川。最大一次冰川作用时期,冰川曾伸展到山麓平原地区,冰川长达百数十公里,厚在300米以上,大的支冰川长度也在30—50公里之间。后来一次冰川作用时期,冰川也呈宽尾冰川伸到山口,长达96公里左右,厚达200米以上。这些冰川作用及以后冰川作用的遗迹,在木扎尔特谷地到处都可清晰地看到(图3)。

1. 在木扎尔特谷口外海拔1,900—2,000米上下,分布着8排以谷口为中心的弧形终碛堤,每一排又可分成几小排。8排终碛堤分布宽度约6公里余,最外一排比较整齐,内侧7排呈小丘状排列。这终碛堤就是在20万分之一地形图上也表现得很清楚。木扎尔特河出谷口受冰碛影响,作直角转弯,由终碛堤东侧流入平原。终碛堤组成物质以砾岩、花岗岩、大理岩和变质石灰岩石块为主。冰碛石一般直径大1—2米,最大的可达十余米,中间也夹有1米以下的漂砾和小的岩屑和砂粒,比较松散,胶结不紧。这些终碛,现在还保存很完整、很典型。

2. 在上述终碛堤外侧是广阔的倾斜平原。倾斜平原表面很平缓,倾角约为2—3°,表面曾被剥蚀削平,覆盖薄层砂土、粉砂土或黄土状物质,而组成倾斜平原的物质却是厚层冰碛层,冰碛层中的漂砾一般长达数米,最大的长达十余米,其中也有小块岩石碎屑、砂子、粘土和黄土状物质,混杂堆积,毫无层次,是典型的冰川堆积物,而无流水作用,显然不是冰碛物经流水搬运堆积的。冰碛物岩石成分复杂,与上述冰碛物近似,但中生代砾岩石块较多(中生代砾岩分布在谷口附近),胶结较紧,近表层的漂砾深风化。这一冰碛层与上



1. 阶地
2. 冰碛洪积阶地
3. 洪积冲积扇
4. 砾石河漫滩
5. 古终碛堤
6. 古侧碛堤
7. 倒石堆坡积物
8. 底碛
9. 山麓冰碛及坡积物
10. 现代侧碛
11. 冰面湖
12. 冰面水道
13. 冰蚀平台
14. 悬谷
15. 寒冻风化较强烈的山地
16. 有植被覆盖的山坡
17. 现代下切河谷
18. 强烈寒冻风化夏季积雪的山地
19. 常年积雪地
20. 倒石堆
21. 古冰碛平台
22. 现代山谷冰川或冰斗山谷冰川
23. 现代土耳其斯坦冰川

图3 木扎尔特谷地貌图

述冰碛层的关系在木扎尔特河切穿冰碛的地方(下切达70—80米)可以看到,最下层基岩为第三纪红色砾岩,砾岩之上为较老的冰碛层,再上为较新的冰碛层,冰碛层之间与砾岩之间有流水相砾岩层沉积。

3. 在木扎尔特谷地土格别里齐河汇入木扎尔特河河口的下游约1公里、海拔2,480米处,有一列保存很完整的终碛堤,长达2公里多,高约65—75米,木扎尔特河切穿一个狭窄的缺口流过终碛堤。终碛堤由大理岩、片麻岩、片岩、火成岩等成分的漂砾、碎石与细粒物质组成。

4. 在上述终碛堤以上至木扎尔特冰舌之间约19公里的距离内,还有四排终碛堤,它们一般都较低矮,不很典型,组成物质与上述终碛堤相似。除终碛堤外,河谷地形在终碛堤上下没有差异。它们分布的高度分别为海拔2,540、2,580、2,600、2,640米。与木扎尔特谷地这四列终碛堤相适应的,在右岸土格别里齐谷地也有四列终碛。

5. 木扎尔特谷地是一典型的冰槽谷,谷肩明显,高约200—250米,谷肩以下山坡陡峻而较平直,谷宽约2公里左右,谷底为大块冰碛和冰水沉积物充填,在冰碛上形成15米阶地,宽达500米以上,最宽达900米左右,阶地靠河岸都成陡坎。阶地多分布在木扎尔特谷口至昌纳尔帕下游地带,在昌纳尔帕以上,阶地都为现代冲积洪积扇所代替。

6. 木扎尔特冰槽谷谷壁上有过去冰川流过的遗迹,在谷坡高180—220米处普遍分布有冰碛平台,平台虽小,但很清楚。在平台以下残留有冰碛物。在岩石山坡上常嵌入冰碛石,如在破城子附近侏罗纪砾岩山坡上嵌有大块变质石灰岩,在昌萨雷苏河对岸片麻岩山坡上嵌入许多大理岩漂砾。

7. 木扎尔特谷内古冰川地形很明显,除冰槽谷、底碛、冰碛平台、终碛堤外,在昌萨雷苏河口以南约5公里处,还保留高约100米左右的古侧碛。在山坡上与古冰碛平台同高的地方,普遍分布着槽形悬谷,悬谷内也有古侧碛发育。有的悬谷口已被流水切割,成为谷中谷的形式。例如,阿坦布拉克南有一高约200米的悬谷,谷中保存有长满云杉的侧碛。

8. 在谷地南段,有许多支谷的古冰碛伸入主谷,覆盖在主谷老底碛阶地的上面。由支谷伸出的古冰碛,还保存着原来的形状,例如,在昌纳尔帕北海拔2,300米处,左岸有一支谷伸出巨大的终碛,高约70—80米,由粗粒花岗岩冰碛组成,迫使木扎尔特河靠右岸流过,终碛两侧的侧碛和现代冰川的侧碛完全相似。再向北有一较小谷口也有冰舌状冰碛伸出谷口,高约15—20米。在阿坦布拉克南海拔2,350米右岸有一支谷的冰碛伸入主谷,一直由西岸伸到东岸,高约110米,现在木扎尔特河切穿冰碛而过,在河谷露出很有意义的剖面:剖面下部为古冰碛物、冰水沉积物和流水沉积物,由大理岩、花岗岩和片麻岩冰碛石组成,呈灰白色,最下部有大漂砾,上部石块大小均匀,以直径4—15厘米的为最多,夹有大理石卵石层。剖面上部为支谷冰碛物,由花岗岩和片麻岩冰碛组成,冰碛石直径以2米左右的最多,大的可达8米。此外,在破城子附近也有支谷冰碛伸入主谷。

### (三) 冰 期 问 题

本区的古冰川侵蚀地形和堆积地形保存得相当完整而典型,这就可能根据冰川地形,特别是堆积地形的特征,堆积物的层位关系、胶结情况和风化程度,来讨论本区的冰期

问题。

分布在木扎尔特谷口外倾斜平原下部的是最老一次冰期的冰川堆积物，它绝不是冰水或流水再搬运的堆积物，因为它保存着典型冰碛物的特征：大小漂砾、岩石碎屑、砂子、粘土和黄土状物质混杂堆积，毫无层次，直径达十余米的漂砾很多，这种巨大的漂砾流水是搬运不动的。同时它和后一个冰期的冰川堆积物（木扎尔特谷口八排终碛）是有显著差别的：第一，在地形形态上，后一冰期堆积物还保存了完整而典型的终碛堤，而这一冰碛的原来地形形态已全部破坏，被削平成倾斜平原，表面漂砾有深度风化被剥蚀削平现象；第二，在胶结程度上，后一冰期堆积物较松散，而这一冰碛胶结较紧；第三，在风化程度上，后一冰期堆积物表面风化现象不明显，而这一冰碛表面已深度风化；第四，冰碛物成分有一定差异；第五，两层冰碛物的层位关系在木扎尔特河切穿冰碛物的地方可以看到，下部是老冰碛物，上部是较新的冰碛物，中间夹有流水相砾石层。老冰碛以下为第三纪砾岩，也夹有砾石层。因此，分布在倾斜平原下部的老冰碛可视为本区古老冰期的冰川堆积物。根据冰碛物的分布情况，这一时期是本区最大的一次冰川作用时期，木扎尔特谷地被冰川覆盖，估计当时冰川舌伸到木扎尔特谷口外海拔 1,750—1,800 米左右，冰川长 110 公里左右，冰川厚约 250—300 米左右，我们叫它木扎尔特冰期。

后一个冰期所留的冰川地形典型而完整，在木扎尔特谷口形成八排以谷口为中心的弧形终碛堤，这八排终碛堤除木扎尔特河由东侧切穿流过外，还保存很完整。根据古冰碛的分布特征，可以确定古冰川舌在谷口外停留了一段较长的时间。同时冰槽谷中的冰蚀地形和冰碛地形也保存很好，当时冰川舌伸到谷口外海拔 1,900—2,000 米，冰川长 96 公里左右，冰川厚 200—250 米以上，雪线约在 3,500 米左右。这次冰川作用在山口形成终碛堤的现象，在西北山区是普遍的。例如，在祁连山冷龙岭北坡岗石尕山口形成 3 公里宽的多列式终碛堤，除河流切穿一缺口外，也保存很完整，与本区情况完全相似。因此，这一冰期和所形成的地形，可以视为西北山区的普遍现象。经过这一次冰川作用，把九十多公里长的木扎尔特谷地刨蚀成深达二百多米的典型冰槽谷，冰槽谷之上的山坡上高悬两排槽形悬谷和残留的冰碛平台，谷底为冰碛物充填，最上层是冰川沉积物和流水沉积物。我们叫它破城子冰期。

这次冰川作用以后，河流普遍强烈下切，在木扎尔特谷地被冰碛充填的谷底上，由于河流下切，形成 15—20 米阶地。支谷昌萨雷苏河上游岩石冰槽谷底被切割成深 10—20 米、宽 6—9 米的峡谷。支谷克齐他木塔什谷口也被切割成深峡谷。这种谷中谷的现象，所有谷地都有，但上游地区谷中谷被后来的冰碛物所覆盖。

在以后，还有一次冰川作用时期。这次主谷冰川未达到山口，只达到木扎尔特谷地中段海拔 2,480 米处，在这里堆积了长 2 公里多、高 65—75 米的终碛堤，当时冰川长约 49 公里，厚约百多米。这时支冰川又重新发育，下达主谷内，占据了主谷地的一部分，支冰川的冰碛物堆积在古冰碛阶地之上，支冰川冰碛物到现在还保存着原来冰舌的形状，一点没有被破坏，而且冰舌形状和现在冰川很相似。当时木扎尔特谷地主冰川规模不大，只占据了上游一部分谷地，所以重新发展的支冰川，才能直接覆盖在中下游古冰碛阶地上。这一种堆积关系充分证明是一种冰川前进发展的堆积物，而绝不是冰川退缩过程中堆积的。因为当主冰川退缩的时候，两侧支冰川冰量小而薄，首先退缩脱离主冰川，这与现代木扎尔特支冰川都脱离主冰川是一样的。只有在冰川前进过程中，支冰川才能占据主谷的一部

分。因此,这是一次冰川前进,是一个明显的冰川作用时期。我们用 2,480 米终碛附近的土格别里齐谷地的名字命名,称为土格别里齐冰期。下列现象也可说明这代表一个冰川作用时期。

1. 在木扎尔特谷地 2,480 米处形成一排横拦整个谷地、高 65—75 米的典型终碛堤,木扎尔特河切穿终碛而过。

2. 木扎尔特谷 2,480 米终碛堤以下谷中谷和古冰碛阶地还保存良好;在 2,480 米以上除狭窄的近期超河漫滩低阶地外,没有谷中谷和阶地,它们都被这次冰川作用破坏,或被新冰碛所覆盖,形成宽阔的砾石河漫滩。

3. 木扎尔特谷地 2,480 米终碛堤以下,有支冰川冰碛物堆积在古冰碛阶地之上;但在 2,480 米以上,谷地几全为砾石河漫滩,没有支冰川冰碛物的分布。

4. 木扎尔特谷地 2,480 米终碛堤以下,两侧山坡上高约 200 米左右的谷肩、槽形悬谷和古冰碛平台保存很好;而在 2,480 米以上,山坡陡峭,没有这些冰川地形,有些小型悬谷,都在山坡 300—400 米以上。

5. 木扎尔特谷地 2,480 米以下,山麓冲积洪积扇已相当发育,而且几乎互相连接;但在 2,480 米以上,山麓冲积洪积扇很少发育。

这次冰川作用时期当在更新世晚期或更新世至全新世之间。谷地中现代木扎尔特冰川前端在 2,770 米,与 2,480 米终碛,高度相差 290 米。

最后四排不典型的终碛,是最后一次冰川作用时期、冰川后退过程中停留堆积的。因为这些终碛呈不整齐的围堤式终碛,比较零散、低矮,这是冰川退缩堆积的特征;终碛上下地形没有变化,都是砾石河漫滩,山坡上也没有变化;高差很小,所以,它们不能代表一个或几个冰期,而是土格别里齐冰期冰川退缩中几次停顿。而更新世晚期的两个冰期所形成的地形和堆积物,在天山其他地区也很明显。如在乌鲁木齐河上游,更新世中期冰期所形成的冰川地形多已破坏不太明显外,在海拔 3,000 米以上谷地中,更新世晚期两次冰期所形成的地形和木扎尔特谷地一样明显,谷地呈典型的冰槽谷,谷肩明显,在斜坡相对高度 160 米处有槽形悬谷和冰碛平台。在这个槽形谷中,又留有后一冰期高 50—60 米的冰碛平台,而且在海拔 3,050 米公路旁清楚地看到,老冰碛物被后来冰川推动所形成的高达 15 米的推掩断层。就在木扎尔特谷地中游昌萨雷苏河支谷中,也有相对高度达 110 米和 75 米的两级冰碛平台。

根据上述情况,本区很明显地可以划分出三次冰川作用时期,其中最晚的一期还可划分为两个副冰期。

## 二、祁连山的第四纪冰川作用

### (一) 现代冰川分布情况

#### 1. 自然条件

祁连山位于甘肃、青海两省之间,由一系列北西西走向的高山与相对下降的山间平原交替排列组成。山系长 800 公里,宽 200 公里(东段武威至贵德)到 400 公里(西段安西至大柴旦)。山脉分布由西往东逐渐收敛,条数减少,高度降低。海拔 5,000 米左右或 5,000



