

文章编号:1000-0240(2001)03-0231-07

中国冰川分布的地理特征

王宗太, 刘潮海

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 中国冰川分布, 在西北形成了冰水绿洲景观, 在塔里木盆地和雅鲁藏布江周围形成5个巨大的冰川集结中心。用“冰川覆盖度”评价, 干旱山区的高山有较大的冰川发育能力。“冰川中值”标志的冰川分布高程, 向青藏高原内部逐渐抬升。冰川的进退幅度, 向低能量冰川区减小。冰川形态类型因地而异, 分化成“高山型”和“高原型”两大类型组合。

关键词: 冰川分布; 冰水绿洲景观; 冰川覆盖度; 冰川中值; 有效冰川作用正差

中图分类号: P343.6 **文献标识码:** A

中国冰川编目最新统计^[1], 我国共有冰川46 298条, 面积59 406.15 km², 冰储量5 589.7566 km³, 是全球中低纬度带山岳冰川最多、规模最大的国家。这些冰川分布在迥然不同的3种类型地区: 干旱荒漠的周边、暖湿谷地的两侧和寒旱的高原上。本文以景观结构、空间布局、发育规模、冰川的稳定性等方面为切入点, 讨论中国冰川的分布特征。

1 环绕荒漠组成冰水绿洲景观

青藏高原隆升在28°~40°N之间, 造成西北大片荒漠, 尤以塔里木盆地最具代表性。盆地面积53×10⁴ km², 盆地中的塔克拉玛干沙漠面积32.7×10⁴ km², 在34个世界著名的大沙漠中名列第11位^[2]。矗立盆地周边的天山、帕米尔、喀喇昆仑山、昆仑山和阿尔金山等极高山, 零温线以上宽阔的低温空间, 发育和集中了大规模的冰川, 中国境内共有11 711条, 面积19 888.81 km², 冰储量2 313.30 km³, 占中国冰川面积的33.5%。这些冰川夏季融化, 每年向盆地输送137.7×10⁸ m³左右的优质淡水, 在大沙漠的边沿浇灌出数十座绿洲, 有些已发展成著名的城市, 如库车、阿克苏、喀什、和田等。世界上的荒漠众多, 然而只有中国的塔克拉玛干沙漠被大量冰川环绕, 互惠共存。荒漠受到冰川融水的润泽, 冰川则从荒漠的蒸发中获得部分水汽的偿

还^[3], 构成准平衡的生态系统。其间, 冰川融水扮演着纽带的角色, 将寒区、旱区有机的连结在一起, 组成特殊的自然地理综合体——冰水绿洲景观, 形成荒漠的经济中心——绿洲经济, 成为中国冰川分布的显著特征。

2 冰川的空间分布集中于两大地区

中国冰川最集中的两大地区为塔里木盆地周围和雅鲁藏布江两岸高山, 分别占全国冰川面积的43%和35%。在这两大地区, 冰川又集中于5个最大的集结中心(表1), 两条冰川最多的水系和两座冰川最多的山区(表2)。

5个最大的冰川集结中心是: 易贡-帕隆山地、乔戈里峰、昆仑峰、公格尔峰和汗腾格里峰(表1)。5个中心的冰川面积占全国的33.8%; 在全国的33条大于100 km²的大型冰川中(表3), 占27条。5个中心中最大者为易贡-帕隆山地, 占5个中心冰川面积的36%, 位于易贡藏布和帕隆藏布两岸的山地上。这里海拔不高, 低于7 000 m, 零平衡线高度处年气温-4℃, 年降水2 500~3 000 mm。显见, 冰川发育主要是受惠于丰沛的降水量^[4]。

中国冰川数量最多规模最大的水系是塔里木河。塔里木河水系环绕于塔克拉玛干大沙漠的四周, 由20多条支流组成, 哺育大量的绿洲。周围高山冰川面积占全国的33.5%(表2)。5个最大的冰

收稿日期: 2000-09-29; 修订日期: 2001-01-15

基金项目: 中国科学院特别经费支持项目\冰冻圈动态变化基础研究(三期)资助

作者简介: 王宗太(1934—), 男, 河南嵩县人, 研究员, 1957年毕业于北京大学地质地理系, 一直从事现代冰川研究。

表 1 中国最大冰川集结中心

Table 1 The five maximum glacierized centers in China

名 称	山 区	冰川面积/ km ²	> 100 km ² 冰川条数	冰川覆盖度/ %	占全国冰川/ %
易贡—帕隆山地	念青唐古拉山东段	7 300	4	31.47	12.3
昆仑峰	西昆仑主峰区	5 600	10	45.16	9.4
汗腾格里峰	中国天山主峰区	2 800	6	37.66	4.7
乔戈里峰	喀喇昆仑主峰区	2 300	5	39.51	3.9
公格尔峰	中国帕米尔主峰区	2 100	2	20.29	3.5
合计		20 100	27	36.10	33.8

表 2 冰川最多的山区和河系

Table 2 The mountain and river basins where glaciers largely concentrate

山系、河系	冰川条数	冰川面积/ km ²	冰储量/ km ³	> 100 km ² 冰川/ 条数	占全国冰川面积/ %
昆仑山	7 465	12 082.95	1 273.7820	10	20.4
念青唐古拉	7 173	10 818.46	1 008.8540	4	18.2
塔里木	11 711	19 888.81	2 313.3016	19	33.5
雅鲁藏布江	9 254	12 461.20	1 125.5404	4	21.0

川中心中，有 4 个集中在这里(表 1)。著名的天山、帕米尔、喀喇昆仑山、昆仑山及阿尔金山等，环绕四周，其中尤以昆仑山最著名。

雅鲁藏布江是外流水系，冰川数量仅次于塔里木，占全国冰川面积的 21 %(表 2)。冰川主要集中在林芝以下的下游段，占全水系的 78 %，从而在那里形成中国最大的易贡—帕隆山地冰川中心(表 1)。雅鲁藏布江的水能资源，占全国的 1/5 左右，将在中国未来西部水能开发中发挥重大作用。

昆仑山是中国冰川面积最多的山区，占全国的 20.3 %，集中了 10 条面积大于 100 km²的大冰川(表 2)，并拥有昆仑峰冰川集结中心(表 1)。昆仑山冰川的 98.5 %供给内流河，是内流水系中冰川最集中的山区，其中，7 807 km²属于塔里木水系，占塔里木冰川的 39 %。昆仑山区纬向延伸2 500 km 左右，是西北干旱内陆水系同西南外流水系的分界线。该山区年降水量 300 ~ 900 mm^[5]，显然不足以发育大规模的冰川。但山区的年均零温线高程只有海拔5 000 ~ 5 400 m，有宽阔的低温空间，成为发育大规模冰川的主导因素。

念青唐古拉山位于青藏高原的东南部，也包括其南端邻接的岗日嘎布，冰川数量占全国的 18 % (表 2)，仅次于昆仑山。其中 98 %冰川融水供给外流河，是外流河水系中冰川最集中的山区。念青唐古拉山区全长 740 km，主峰(海拔7 162 m)在西段，而冰川却集中在东段。东段各高峰只有 6 100 ~ 6 700 m，山不大，峰不高，但却正好位于西南暖湿气流北上的通道上，零温线海拔4 200 m 一带年降

水量2 500 ~ 3 000 mm^[4]，是中国冰川主要受益于丰沛降水的典型代表地区。

3 西北干旱山区具有更强的冰川发育能力

本文引用“冰川覆盖度”，作为各山区冰川发育规模的定量评价指标，以 C_g (%)表示。在 C_g 值的计算中，对山地面积的量算提出如下限定：对山体轮廓清晰的单列山区，量算坡脚线以上面积；对多列组合山区，从外侧山的外侧坡脚线量起；对于高原，量算高原面以上的全部面积。 C_g 值的具体计算已有另文讨论^[6]，不赘述，各山区 C_g 值列入表 4。从整体来看，西北干旱山区的 C_g 平均值(3.69)大于西南寒旱高原和暖湿谷地两侧山地(1.94)约 1.9 倍，其中喀喇昆仑的和帕米尔的 C_g 值最高，分别达 18.41 和 11.97，成为中国冰川发育能力和规模最大的两个山区。但这两个山区的冰川数量并不多，只有昆仑山和念青唐古拉山冰川面积的 23 % ~ 45 %(表 4)。从而表明，冰川发育能力和规模，与冰川集结数量并不具有相关性和对应关系，而是两个从不同角度表述冰川分布特征的概念。

关于冰川发育的研究，一般多采用主导因素法定性的表述。因为冰川发育是降水、气温、山势、高程、及冰雪效应等组成的多元函数，解析非常困难，只能弃繁就简。笔者曾提出“有效冰川作用正差”的概念^[5]，作为降水、气温等多种因素综合的标志，用于讨论各山区冰川发育能力和规模的差异性。

Калесник在《Общая Гляциология》(1934)一书

表 3 中国大于 100 km²冰川统计

Table 3 The glaciers with an area more than 100 km² in China

序号	冰川名称	山脉	主峰 海拔/ m	长度 / km	面积 / km ²	雪线 / m	末端 / m	形态类型
1	托木尔	天山(南)	托木尔(7 434)	41.5	337.85	4 350	2 780	土耳其斯坦型山谷冰川
2	穹特连	天山(南)	托木尔(7 434)	23.8	165.38	4 300	3 038	土耳其斯坦型山谷冰川
3	土格别里齐	天山(南)	托木尔(7 434)	36.1	313.69	4 200	2 680	土耳其斯坦型山谷冰川
4	乌库尔	天山(南)	汉腾格里(6 995)	32.4	184.95	4 240	2 790	土耳其斯坦型山谷冰川
5	木扎尔特	天山(南)	雪莲峰(6 627)	33.0	137.70	4 220	2 950	土耳其斯坦型山谷冰川
6	英尼尔切克	天山(南)	汉腾格里(6 995)	63.5	392.84 *		2 900	土耳其斯坦型山谷冰川
7	克拉牙衣拉克	帕米尔(东)	公格尔(7 719)	16.5	128.15	4 190	2 980	山谷冰川
8	切未尔干	帕米尔(东)	公格尔(7 719)	19.9	103.71	4 420	3 140	山谷冰川
9	音苏盖堤	喀喇昆仑(北)	克朗峰(7 295)	42.0	379.97	5 420	4 000	树枝状山谷冰川
10	木斯塔	喀喇昆仑(北)	无名峰(7 410)	29.4	196.76	5 230	4 100	土耳其斯坦型山谷冰川
11	特拉木坎力	喀喇昆仑(北)	特拉木坎力(7 441)	28.0	124.53	53.90	4 520	土耳其斯坦型山谷冰川
12	尔舍罗鲁姆	喀喇昆仑(北)	布罗德(8 051)	26.0	119.80	5 540	4 250	土耳其斯坦型山谷冰川
13	克亚吉尔	喀喇昆仑(北)	阿普萨拉塞斯(7 243)	20.8	105.60	5 420	4 760	土耳其斯坦型山谷冰川
14	西昆仑	昆仑山(北)	昆仑峰(7 167)	18.5	131.78	5 900	5 120	山谷冰川
15	西玉龙	昆仑山(北)	昆仑峰(7 167)	21.9	125.86	5 900	5 140	山谷冰川
16	昆仑	昆仑山(北)	昆仑峰(7 167)	23.6	200.02	5 920	4 882	山谷冰川
17	多峰	昆仑山(北)	昆仑峰(7 167)	31.0	251.70	5 760	4 590	树枝状山谷冰川
18	玉龙	昆仑山(北)	昆仑峰(7 167)	30.9	137.07	6 020	5 140	山谷冰川
19	鱼鳞	昆仑山(北)	木孜塔格(6 925)	14.0	103.53	5 640	5 160	山谷冰川
20	克里雅	昆仑山(南)	昆仑峰(7 167)	12.4	119.33	6 100	5 500	平顶冰川
21	中峰	昆仑山(南)	昆仑峰(7 167)	23.4	241.00	5 965	5 400	高原型山谷冰川
22	弓形	昆仑山(南)	昆仑峰(7 167)	20.5	113.80	5 940	5 360	高原型山谷冰川
23	崇侧	昆仑山(南)	昆仑峰(7 167)	28.7	163.06	6 120	5 320	宽尾冰川
24	普若岗日	羌塘高原	普若岗日(6 482)	30.0	237.05	5 660 ~ 5 820	5 300 ~ 5 800	小冰帽
25	藏色岗日	羌塘高原	藏色岗日(6 508)	29.0	191.60	5 740 ~ 5 940	5 260 ~ 5 930	小冰帽
26	土则岗日	羌塘高原	土则岗日(6 356)	21.0	127.20	5 740 ~ 5 940	5 380 ~ 5 950	小冰帽
27	金阳岗日	羌塘高原	金阳岗(6 136)	12.0	105.30	5 340 ~ 5 540	5 120 ~ 5 950	小冰帽
28	马兰	可可西里	马兰峰(6 056)	25.0	172.80	5 340 ~ 5 630	4 971 ~ 5 204	小冰帽
29	唐古拉	唐古拉	唐古拉(6 099)	17.0	188.00	5 720 ~ 5 740	5 380 ~ 5 420	冰帽 - 山谷冰川
30	夏曲	念青唐古拉(东)	6 692	21.0	163.60	4 800	3 160	山谷冰川
31	恰青	念青唐古拉(东)	6 356	35.3	206.70	4 890	2 900	山谷冰川
32	那龙	念青唐古拉(东)	6 204	19.0	117.80	4 890	3 498	山谷冰川
33	雅弄	念青唐古拉(东)	6 606	32.5	191.45		3 960	山谷冰川

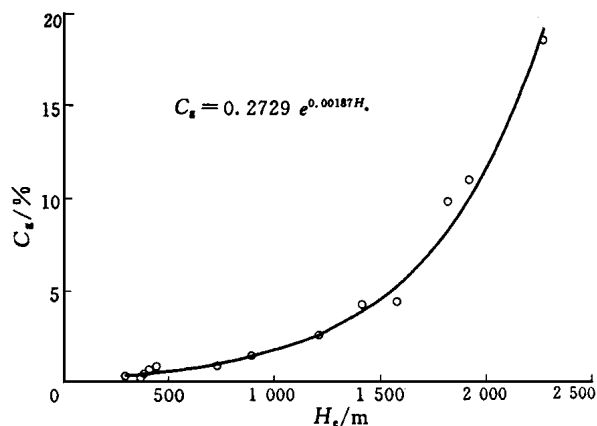
注：* 只是中国境内部分。

表 4 中国各山区 C_g 与 H_e

Table 4 C_g and H_e of various mountains in China

山区	冰川面积 / km ²	占全国 / %	C_g / %	H_e / m
阿尔泰	279.91	0.47	0.97	416
萨吾尔	16.84	0.03	0.38	300
天山	9 235.96	15.55	4.36	1 637
帕米尔	2 849.36	4.80	11.97	1 920
喀喇昆仑	4 897.37	8.24	18.41	2 270
昆仑山	12 082.95	20.34	2.53	1 200
阿尔金	275.00	0.46	0.49	384
祁连山	1 930.49	3.25	1.46	897
羌塘高原	3 355.34	5.65	0.76	422
唐古拉	2 217.23	3.73	1.57	900
冈底斯	1 572.82	2.65	0.99	735
念青唐古拉	10 818.46	18.21	9.78	1 820
喜马拉雅	8 411.96	14.16	4.15	1 410
横断山	1 462.46	2.46	0.41	380
西北干旱区	28 105.30	47.31	3.69	
寒旱、暖湿区	31 300.85	52.69	1.94	
全国	59 406.15	100.00	2.50	

中，将雪线与峰顶之间的高程差命名为“冰川作用正差”，以 $H(m)$ 表示，用于衡量冰川的补给能力和解释冰川的发育规模。但我们发现，冰川作用正差只适用于环境条件相同的小范围，而对环境条件不同的各大山区则适用性极差。因为 H 值是由两部份组成，即 $H = H_0 + H_e$ ，我们称 H_0 为“基本冰川作用正差”，是冰川发育最基本的条件；称 H_e 为“有效冰川作用正差”^[6]，是 H 值中直接影响冰川发育规模的部分。 H_e 的计算已在另文讨论^[6]。各山区的 H_e 值列入表 4，并据此绘出图 1。图 1 显示 C_g 与 H_e 呈良好的指数相关，表明“冰川覆盖度”是决定于“有效冰川作用正差”。正是由于这个原因，使喀喇昆仑和帕米尔成为全国冰川发育能力和规模最大的山区(表 4)。而阿尔泰山、念青唐古拉山和喜马拉雅山等，虽有某一方面的优势因素，但其冰川发育能力却因 H_e 值太小而受到制约(表 4)。

图1 C_g 与 H_e 相关曲线图Fig. 1 Correlative curve of C_g and H_e

4 冰川分布高程向青藏高原内部抬升

世界冰川目录编纂,不使用“雪线”概念,因其内容含糊,年际变化量大,测算方法多而精度较差,而是采用“冰川中值”表示冰川的高程.其含义为,将冰川面积二等分的等高线,又称“中值线”.中值线年际变化量很小,反映的是较长时期的气候变化信息,又可依据冰川地形图直接量取,方法简便精度高.根据中国冰川目录的数据,绘出中国冰川中值等值线图2,从图2可以看出,中国冰川中值等高线分布有如下特征:

(1) 以中值等高线5 100 m为分界,将中国冰川高程的分布分成南北两半(图2).海拔5 100 m的中值线西起帕米尔南部,沿昆仑山东延至雪宝顶

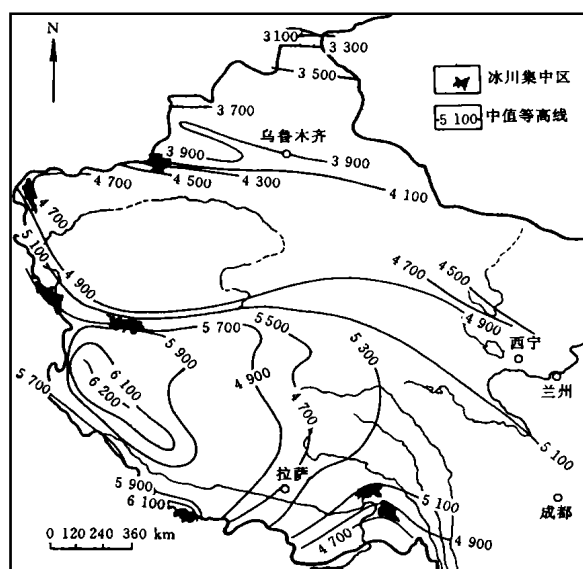


图2 中国冰川中值等高线分布图

Fig. 2 Map showing the distribution of the median contour of glaciers in China

山一带(32°N , 104°E) (图2). 此线以北,中值线皆沿纬向山体东西向延伸,最低值是阿尔泰山的3 100 m. 阿尔泰山向南,每移距1 km中值线升高1.6 m,主要是受气温纬向变化的影响.

(2) 5 100 m中值线以南,又被5 500 m中值线分成东西两半(图2). 5 500 m中值线正好是羌塘高原与唐古拉-念青唐古拉山的分界. 东半部基本上是以喜马拉雅山东段的康格多峰(28°N , $92^{\circ}30'\text{E}$)为轴心成扇形分布,最低值4 700 m出现在察隅河一带(28°N , $96^{\circ}\sim 98^{\circ}\text{E}$). 是西南暖湿气流北上时,以察隅为中心区向其它方向逐渐减弱的反映. 西半部的中值线成偏心椭圆形分布,最高值6 200 m,位于泽错-昂拉仁错($30^{\circ}56'\sim 34^{\circ}20'\text{N}$, $79^{\circ}50'\sim 83^{\circ}30'\text{E}$),是中国冰川分布的最高区(图2). 青藏高原对大气环流的扰动,周围高山的屏障作用,以及高原效应等的综合影响,使泽错-昂拉仁错一带暖而少雨,提高了冰川的发育高程. 例如近地面层7月均温正距平达4℃以上,而降水量只有166~300 mm^[7]. 南半部冰川分布,是从东南向西北升高,每1 km升高1.3 m,主要是受降水量向高原内部减少的影响.

(3) 中值线5 100 m和5 500 m,将中国冰川的分布划分成3部分,并与3类自然环境相对应. 5 100 m以北是西北干旱地区,受西风气流控制,干旱荒漠,隶属于西北内陆水系. 5 500 m以东为青藏高原东部,受高原季风^[7]和南亚季风的影响,高寒草甸-暖湿灌木^[8],隶属于太平洋和印度洋的外流水系. 5 500 m以西为青藏高原内陆,位于高原季风的西部,冬季笼罩于西风气流冷高压,夏季受地方性局部环流影响,高寒荒漠草原^[8],属羌塘内陆水系. 相应于上述3类环境发育的冰川,各有不同的物理性质和水资源特征. 从而表明,中值线的分布特征并不单是高程问题,而是环境分异的表征.

5 冰川后退幅度向羌塘高原减小

表5列出了各山区末次冰期(LGM)以来冰川进退变化幅度. 可以看出,羌塘高原是历次冰川进退幅度最小的山区. LGM以来的冰川长度缩短了7%~27%,新冰期以来缩短了2%~7%,小冰期以来的面积减少8%,1956—1984年间冰川进退接近于零. 而西北地区和青藏高原外围山地的冰川,同期的进退变化却比其大2~5倍(表5).

对于上述问题,学术界曾提出如下解释:羌塘

表 5 各山区冰川的进退幅度

Table 5 The extreat extent of glaciers in various mountains of China

山 脉	L GM 以来长 度缩短/ %	新冰期以来 长度缩短/ %	小冰期以来 面积减少/ %	1956—1984 年平均 缩短/ (m a ⁻¹)	资料来源
阿尔泰	86	73	35	2~20	文献 [9, 10]
天山	60~80	45~54	25	0~18	文献 [10, 11]
喀喇昆仑	50~70		11	2~55	文献 [4, 10, 12]
祁连山(东、中)		43~46	40	0~23	文献 [10, 13]
昆仑(北坡)	35~70	8~27	11	0~55	文献 [4, 14]
念青唐古拉(东)	40~85	24~65	28	5~65	文献 [4, 7, 14]
横断山	68~84	30	30	0~74	文献 [15]
喜马拉雅(东、中)	45~80	19~50	25	0~23	文献 [4, 7]
唐古拉(东)	29~73	9~35	13	0~22	文献 [4, 14, 16]
冈底斯(西)	50~60	10~25	20	0~16	文献 [4, 7]
羌塘高原(北部)	19~27	6~7	8	-0	文献 [4, 17]
羌塘高原(南部)	7~18	2~7	8		文献 [4, 7]

高原内部干旱、少雨的特点，可以部分地抵消降温引起的雪线降低，加之，青藏高原的隆升，对冰期雪线也有一定的抬高。因此，冰期雪线并未太大降低，冰期后的冰川后退相随也较微弱。

本文对上述问题，提出了“冰川能量”的解释。根据热力学关于内能的理论，王宗太在另文中对世界上的山岳冰川进行了能量计算^[18]，并根据能量的大小，将山岳冰川划分为低能量和高能量两大类和相应的 6 个亚类，羌塘高原的冰川属于低能量冰川中的第 2 亚类^[18]。在气候波动中，冰川能量也相应的变化。气温对低能量冰川的能量变化的贡献为 0.07%，对高能量冰川为 0.51%；降水的贡献则相反，分别为 1.18% 和 0.12%^[18]。也就是说，气温对低能量冰川后退的影响小，对高能量冰川大。根据古植物、古湖泊和古冰川的资料^[19]，推算羌塘高原末次冰期以来零平衡线处的降水量增加了 50%，但夏季气温却升高 3℃，说明羌塘高原的气候波动主要是气温升高。气温波动对低能量冰川的能量变化影响小，故而羌塘高原冰川后退幅度亦相对较小。

6 高山和高原各有特定的冰川类型组合

西北地区 and 青藏高原的外围山地，高峰林立，多数达海拔 7 000~8 000 m，相对高差 2 000~4 000 m，广泛分布着山谷冰川、冰斗冰川、悬冰川，以及特殊地段的平顶冰川、坡面冰川和狭谷冰川等。从形态看，以高差大、海拔低、谷壁陡为特

征，称为高山型冰川组合，占中国冰川面积的 94%，是中国冰川的主体。其中最具有代表性的是普苏盖提冰川和托木尔冰川(表 3)。

羌塘高原海拔 4 000~6 500 m，相对高差 500~1 000 m。山顶低矮圆浑，山坡平缓舒展，河谷湖盆宽浅。这里的冰川主要是高原型小冰帽、平顶冰川、宽尾冰川、高原型山谷冰川及盆地冰川等。它们海拔高、但高差小、谷壁缓，称为高原型冰川组合。该类组合数量不多，只占全国冰川面积的 6%，但却扩大了中国冰川形态类型的系列，使中国成为中低纬带冰川形态类型最齐全的地区。高原型组合中最具代表性的冰川，是普若岗日高原小冰帽。普若岗日为双峰穹状断块山，山峰海拔 6 482 m 和 6 283 m。普若岗日小冰帽“最早见于 1986 年出版的《西藏冰川》一书中^[3]，继后在 1988 年的《中国冰川目录》() 中，详细地记录了普若岗日一带 74 条冰川的面积，总计 438.83 km²。但这些小冰川直接源出于普若岗日两高峰区，但复合组成普若岗日小冰帽的只有 10 条冰川，总面积 240.86 km²，最低末端海拔 5 300 m。组成小冰帽的各冰川之间的界限极不明显，冰面洁净少冰碛物质，雪层很厚。1990 年出版的《凝固的水库——冰川资源》一书中，普若岗日冰川被定型为“高原型小冰帽”，以区别于面积达 8 538 km² 的冰岛型大冰帽 Ватнайёкюдль 和斯匹次别尔根 2 880 km² 的 Запад大冰原^[20]。

两类冰川组合的物理性质也差别显著。高山型的冰温较高，流速大，侵蚀力强，进退变化幅度大，

冰水资源丰富,但有较严重的冰川洪水和泥石流灾害.高原型则完全相反,两者形成鲜明的对照.

致谢:《中国冰川编目》是一项历时 20 a 的集体成果,本文引用其数据,特此致谢.

参考文献(References):

- [1] Liu Chaohai, Shi Yafeng, Wang Zongtai, *et al.* Glacier resources and their distributive characteristics in China—A review on Chinese Glacier Inventory [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2000, 22(2): 106 - 112. [刘潮海,施雅风,王宗太,等. 中国冰川资源及其分布特征——中国冰川目录编制完成[J]. 冰川冻土, 2000, 22(2): 106 - 112.]
- [2] Liu Kang, Mao Hanying, Wang Shouchun. *The Handbook of Physiography in World* [M]. Beijing: Knowledge Press, 1984. 107 - 109, 114 - 119. [刘亢,毛汉英,王守春. 世界自然地理手册[S]. 北京:知识出版社, 1984. 107 - 109, 114 - 119.]
- [3] Wang Zongtai, Han Yuanjie. Preliminary discussion on influence of Tarim Basin upon the glacier development in southern Tian Shan Mountains [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1984, 6(1): 61 - 70. [王宗太,韩元杰. 塔里木盆地对南天山冰川发育影响的初步讨论[J]. 冰川冻土, 1984, 6(1): 61 - 70.]
- [4] Li Jijun, Zheng Benxing, Yang Xijin, *et al.* Glaciers of Xizang (Tibet) [M]. Beijing: Science Press, 1986. 20 - 32, 140 - 148, 156, 194 - 257. [李吉均,郑本兴,杨锡金,等. 西藏冰川[M]. 北京:科学出版社, 1986. 20 - 32, 140 - 148, 156, 194 - 257.]
- [5] Su Zhen. *Glaciers and Environment of the Karakorum - Kunlun Mountains* [M]. Beijing: Science Press, 1988. 1 - 9. [苏珍. 喀喇昆仑-昆仑山地区冰川与环境[M]. 北京:科学出版社, 1988. 1 - 9.]
- [6] Wang Zongtai. Glacier dimension in China and its analysis method [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 1992, 6(4): 1 - 10. [王宗太. 中国冰川的规模及其评价方法探讨[J]. 干旱区资源与环境, 1992, 6(4): 1 - 10.]
- [7] Tang Maocang, Cheng Guodong, Lin Zhenyao, *et al.* *Contemporary Climatic Variations over Qinghai - Xizang (Tibetan) Plateau and Their Influences on Environments* [M]. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 1998. 163 - 183, 225 - 236. [汤懋苍,程国栋,林振耀,等. 青藏高原近代气候变化及对环境的影响[M]. 广州:广东科技出版社, 1998. 163 - 183, 225 - 236.]
- [8] Wu Guanghe, Zhang Lingyuan, Hu Shuangxi, *et al.* *Regional Division of Integrated Physical Geography in Qinghai Province* [M]. Lanzhou: Lanzhou University Press, 1989. 47 - 92. [伍光合,张林源,胡双熙,等. 青海省综合自然区划[M]. 兰州:兰州大学出版社, 1989. 47 - 92.]
- [9] Cui Jizhi, Yi Zhaolu, Yin Jingfu, *et al.* Quaternary glaciations in the Halasi River catchment and its surroundings in the Altai Mountains in Xinjiang, China [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1992, 14(4): 342 - 351. [崔之久,易朝路,尹竞浮,等. 新疆阿尔泰山哈纳斯河流域及其邻域第四纪冰川作用[J]. 冰川冻土, 1992, 14(4): 342 - 351.]
- [10] Wang Zongtai. The glacier variation and influence since Little Ice Age and future trends in Northwest Region, China [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1993, 13(2): 97 - 103. [王宗太. 中国西北区小冰期以来冰川变化及其影响和未来动态[J]. 地理科学, 1993, 13(2): 97 - 103.]
- [11] Wang Zongtai, Zhang Jinhua, Shao Wenzhang. Basic characteristics and use of the glaciers on the south slope of the Bogda - Peak Region [A]. *Water Resources and Environment in Chaiwopu - Dabancheng Region* [C]. Beijing: Science Press, 1989. 40 - 57. [王宗太,张金华,邵文章. 博格达峰南坡冰川基本特征及其利用[A]. 柴窝堡-达坂城地区水资源与环境[C]. 北京:科学出版社, 1989. 40 - 57.]
- [12] Zhang Xiangsong, Shi Yafeng. Quaternary ice ages of the Karakorum Mountains [A]. *Glaciers and Environment of the Yarkant River, Karakorum Mountains* [C]. Beijing: Science Press, 1991. 68 - 77. [张祥松,施雅风. 喀喇昆仑山的第四纪冰期[A]. 喀喇昆仑山叶尔羌河冰川与环境[C]. 北京:科学出版社, 1991. 68 - 77.]
- [13] Wang Zongtai, Liu Chaohai. Development conditions, distribution features and regional divisions of present glaciers in Qilian Shan [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1983, 38(2): 141 - 153. [王宗太,刘潮海. 祁连山区现代冰川发育条件、分布特征及区划[J]. 地理学报, 1983, 38(2): 141 - 153.]
- [14] Jiao Keqin, Shuji Iwata. Glacial changes of since the Last Glaciation in Kunlun Pass, Tanggula Pass and Southeast Xizang (Tibet) [A]. *Glaciological Climate and Environment on Qing - Zang Plateau* [C]. Beijing: Science Press, 1993. 120 - 129. [焦克勤,岩田修二. 昆仑山山亚口、唐古拉山山亚口和藏东南地区末次冰期以来的冰川变化[A]. 青藏高原冰川气候与环境[C]. 北京:科学出版社, 1993. 120 - 129.]
- [15] Su Zhen. Advance and retreat of glaciers and prospect of fluctuation tendency [A]. *Glaciers in the Hengduan Mountains* [C]. Beijing: Science Press, 1996. 125 - 130, 157 - 176. [苏珍. 冰川的进退变化及趋势预测[A]. 横断山冰川[R]. 北京:科学出版社, 1996. 125 - 130, 157 - 176.]
- [16] Deng Xiaofeng, Zhang Wenjing. Evolution of Quaternary glaciers and environment on the eastern side of the Geladandong Peak [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1992, 14(2): 153 - 160. [邓晓峰,张文敬. 唐古拉山各拉丹东峰东坡第四纪冰川与环境演变[J]. 冰川冻土, 1992, 14(2): 153 - 160.]
- [17] Li Shijie, Li Shude. Quaternary glacial and environmental changes in the region of Hoh Xil, Qinghai [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1992, 14(4): 316 - 323. [李世杰,李树德. 青海可可西里地区第四纪冰川与环境演化[J]. 冰川冻土, 1992, 14(4): 316 - 323.]
- [18] Wang Zongtai. Classification of mountain glacier energy in accordance with low temperature [A]. *Proceedings of the Fifth Chinese Conference on Glaciology and Geocryology (Volume 2)* [C]. Lanzhou: Gansu Culture Press, 1996. 1 029 - 1 040. [王宗太. 山岳冰川低温能量分类[A]. 第五届全国冰川冻土学大会论文集(下)[C]. 兰州:甘肃文化出版社, 1996. 1 029 - 1 040.]
- [19] Shi Yafeng, Li Jijun, Li Bingyuan, *et al.* Uplift and Environmental Changes of Qinghai - Xizang (Tibetan) Plateau in the Late Cenozoic [M]. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 1998. 299 - 363. [施雅风,李吉均,李炳元,等. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化[M]. 广州:广东科技出版社, 1998. 299 - 363.]
- [20] Dolgushin L D, Osipova G B. Glacier [M]. Moscow 《Мысль》, 1989. 197 - 204. [Долгушин Л Д, Осипова Г В. Ледники[M]. МОСКВА《Мысль》, 1989. 197 - 204.]

Geographical Characteristics of the Distribution of Glaciers in China

WANG Zong-tai, LIU Chao-hai

(Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: The geographical characteristics of the distribution of glaciers in China are analyzed with a new viewpoint. Based on the viewpoint, Tarim Basin is surrounded by enormous sums of glaciers, which form a special glaciofluvial landscape in the world. Glacier Inventory of China shows that the distribution of glaciers exhibits the behaviour of disequilibrium. There are five maximum glacierized centers in the two large river basins in the west of China. The glacier extent can be assessed by glacier coverage, an intensity parameter. Glacier coverage in the arid mountains

of Northwest China is larger than that in the wet mountains of Southeast China. The altitudinal characteristics of the distribution of glaciers can be assessed by the median contour of glacier, which rises towards the inside of the Tibetan Plateau. The range of glacier variation can be assessed by glacial energy, which decreases from the glaciated areas with high energy to the glaciated areas with low energy. According to their behaviour, the glaciers in China can be classified into mountain type and plateau type.

Key words: glaciofluvial landscape; glacier distribution; glacier coverage; median contour of glacier; effective positive difference of glaciation

冰川资源与环境在西部大开发中的作用

冰川是重要的水资源，是大江河的发源地。在高山流域，冰川积雪及其融水径流对于维持江河源区的水量稳定，高山脆弱的生态环境都有具有重要的作用。

1. 冰川资源与环境在西部经济和生态系统中的作用

1.1 冰川是西部干旱区重要的水资源，对维系本区脆弱的生态平衡具有重要的意义；

1.2 冰川是本区气候和环境变化的预警和记录器；

1.3 冰川作为固体水库对下游的水资源的平衡和分配起调节作用；

1.4 冰川作为特殊的自然景观是重要的旅游资源。

2. 与冰川有关的自然灾害和环境问题对西部的社会经济发展具有重要的影响

2.1 春季融雪和河冰融化引起的洪水；

2.2 夏季高温引起的冰川洪水；

2.3 冰川和冰积阻塞湖的溃决突发洪水；

2.4 冰川泥石流灾害；

2.5 风吹雪灾害。

我国是世界上冰川洪水和冰湖突发洪水灾害发生频繁的国家之一，尤其在我国的西北和西藏地区。随着国民经济的发展和气候变化以及人类活动加剧冰川突发洪水的危害越来越严重，严重的威胁着公路、桥梁、水电、水库及工农业发展，也越受到国家和当地政府的重视。

3. 冰川资源与环境在西部大开发中的作用

3.1 提供冰川资源现状和变化报告；

3.2 监测冰川资源变化及预报未来变化趋势；

3.3 研究与冰川有关的灾害成因及机理；

3.4 建立冰川自然灾害的预警决策系统；

3.5 提供冰川水资源的现状及未来变化报告；

3.6 研究和解决与冰川有关的灾害及环境问题。

(沈永平 供稿)