

天山冰雪圈地貌过程和自然灾害

刘耕年 崔之久

(北京大学城市与环境学系,北京 100871)

熊黑钢

(新疆大学地理系,乌鲁木齐 830046)

摘要

天山山地地貌过程受水热分布和地形的影响具有明显的水平和垂直分异性。因此,由地貌过程引起的自然灾害也具有区域分异和垂直分异性。天山冰雪圈指的是冰缘和冰川地貌景观带,其中的过程与自然灾害同样具有区域性和垂直性的分异。目前发生在天山冰雪圈的主要灾害为雪崩、泥石流、洪水和崩塌。本文主要讨论它们的形成条件、过程特征和成灾规律,并提出减灾的初步措施。

关键词: 天山 冰雪圈 地貌 灾害

中国图书分类号: X43

1 冰雪圈环境与地貌过程

冰雪圈过程是高山环境中主要成灾因子。因此,认识与掌握冰雪圈地貌过程的形成条件、分布规律以及成灾机制是开发利用山区环境资源、减轻自然灾害迫切需要解决的问题。天山冰雪圈是指以雪冰作用和冻融作用为主的高寒山区,包括冰缘(永久冻土)和冰川环境。研究冰雪圈自然灾害及其对全球变化的反应是国际上的热点之一^[1]。

天山走向东西,在中国境内延伸 1700 km。天山降水由西向东减少,由北向南减少;最大降水带位于依连哈比尔尕山的西坡,高山带的年降水达 1000 mm。降水垂向分异明显,由山麓向上降水逐渐增加,在海拔 2500 m 附近达到最大,再向上缓慢减少。1 月份相对湿度随海拔升高而降低,7 月份相反。冬季积雪厚度随海拔升高而增加。气温随海拔升高而下降^[2]。

受水热分布和地形的影响,天山冰雪圈环境和地貌过程具有明显的垂直分异性,按海拔分为三个带:(1)下冰缘带,位于海拔 2600~3000 m,分布着岛状多年冻土,年均气温 0~ -2.5°C,年均降水 400~500 mm,高山草甸景观。冻融作用、暂时性流水作用和重力作用是主导过程组合;(2)上冰缘带,位于海拔 3000~4000 m,分布大片多年冻土,年均气温 -2.5~ -8.0°C,年均降水东天山 380~420 mm,西天山 500~600 mm,高山草甸景观和高山砾漠景观。冻融作用、雪水作用、融雪冰流水作用和重力作用是主导过程组合;(3)冰川带,位于海拔 4000 m 以上,有些冰舌可伸到 3700 m 以下,该带的无冰区属大片多年冻土。冰川带年均气温低于 -8.0°C,年降水少于 400~500 mm,为高山雪冰砾漠景观。据观测,在雪线(3900~4000 m)附近

国家自然科学基金资助,编号 49671075

刘耕年:副教授

收稿日期:1996-03-16(因第一次来稿在火灾中焚毁,故迟发)

有一降水增值带。冰川作用、寒冻风化作用、雪崩和雪蚀作用是其主导过程组合。

2 冰雪圈自然灾害

自然灾害是自然变异使人类社会受损的一种现象^[3]。天山冰雪圈过程与自然灾害除表现为水平与垂直的分异之外,坡向的差异也很明显,同一现象南坡比北坡高约 200 m(图 1)。

天山冰雪圈主要自然灾变有:冰崩、雪崩、岩崩(山崩)、风化碎屑崩(岩落)、冰川洪水、融雪洪水、冰雪水泥石流、风吹雪、热融沉陷、热融滑塌、松散沉积物崩塌、滑坡、暴雨洪水、暴雨泥石流、冰湖溃决等,此外,还有地震及其触发的灾变(图 1)。本文只讨论外动力过程引起的自然灾害。地震是天山很重要的致灾内动力,除地震波形成的直接灾害外,还触发其它灾变,如山崩、冰崩、雪崩、滑坡、泥石流等。

由于野外工作和收集资料限制,本文仅重点讨论雪害、泥石流、洪水和崩塌四种最严重的灾变^[4]。

2.1 雪害

天山雪害由雪崩和风吹雪造成。雪崩分为高山夏季雪崩带和中山冬季雪崩,前者位于海拔 300 m 以下^[5]。沿山坡和沟谷急速下滑的雪极具破坏力,可以打翻车辆、切断电讯杆、堵塞交通、摧毁建筑物。中山冬季雪崩(包括春季雪崩)对公路交通的危害很大,是雪害的主要因素。横跨天山的独库公路沿线以及巴仑台至新源公路沿线的中高山区每年都有雪害发生,特别是哈希勒根达坂、玉希莫勒盖达坂、拉尔敦达坂、铁力买提达坂以及巩乃斯河谷是最严重的雪害区。高山区强烈而持续的降雪是形成雪崩的重要原因,如中天山科克铁克山铁力买提达坂在 1970 年 7 月 20 日至 2 日和 1990 年 9 月 21 日降大雪分别形成灾害性雪崩,使 3 人死亡,临时工棚被埋。在喀什河和巩乃斯河上游冬季雪崩最强烈,常造成长时间的交通中断。

据不完全统计,自 1960 年至 1990 年,雪害导致的人员伤亡数已达 49 人,伤亡牲畜 2000 头以上;经常造成交通中断、毁坏车辆和交通设施,毁坏电讯杆、气象站和水文站等(表 1)。

风吹雪主要发生在中山森林带海拔 2000~ 3000 m 的冬季。天山中高山区冬季降雪可达 300 mm,积雪厚 60 cm 以上,个别地区达 145 cm。风吹雪流在背风处停积下来,形成巨厚的雪层,埋没公路,中断交通。独库公路沿线的拉尔敦达坂和艾肯达坂为最严重的风吹雪雪害区,经常造成数月的交通中断(表 1)。

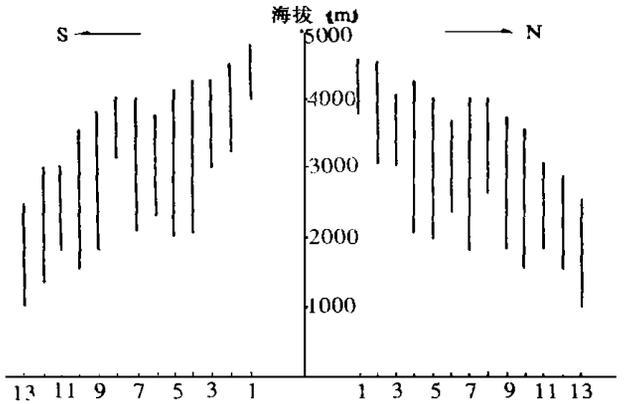


图 1 天山冰雪圈自然灾害的垂直分布
1 冰崩 2 冰川洪水 3 岩崩 4 岩落 5 雪崩 6 冰川泥石流
7 风吹雪 8 热融沉陷 9 融雪洪水 10 松散沉积物崩塌
11 滑坡 12 暴雨泥石流 13 暴雨洪水

表 1 天山雪崩灾害损失和伤亡情况 (1944~ 1990年, 不完全统计)

时 间	地 点	受 损 情 况	伤亡人数
1944- 01- 02	玛纳斯, 清水河	牲畜采食困难	
1946- 春	科古琴山, 库松木切克河	军营被埋	驻军死伤严重
1955- 03- 04	喀拉乌成山, 黑湾子	公路被埋, 中断交通	
1965- 01- 02	喀拉铁克山, 乌宗图什河	一水文站被毁	
1966- 12- 21日	巩乃斯河上游	中断交通 6个月, 毁林 4760 m ²	死 5人
1969- 01	察汗乌逊山, 果子沟	中断交通 15天, 通讯线被破坏	死 5人
1969- 01- 03	巩乃斯河上游	中断交通多日, 通讯线被破坏	
1969- 02	科古琴山, 吉尔格浪沟		死多人
1970- 07- 22- 26	科克铁克山, 小木孜力克		死 5人
1971- 08- 15	喀拉铁克山, 乌宗图什河	损失 400只山羊	
1972- 03	巴尔库山		人员伤亡
1974- 春	巩留, 莫合林场		死 6人
1974- 春	察汗乌逊山, 别珍套山	毁林 20000m ²	
1974- 06	汗腾格里, 兰台河	牲畜伤亡	死 1人
1975- 春	博格达山, 大东沟	毁林木 200m ³	
1976- 04	玉希莫勒盖达坂	中断交通 6个月, 毁一台推土机	
1976- 06	丰羊城, 阿勒吞库什苏河		死 2人
1976- 06- 17	黑尔塔格山, 马坦达坂	中断交通	人员伤亡
1977- 03- 05	博格达山, 新卢河		死 3人
1977- 04- 13	哈希勒根达坂	中断交通	
1978- 03- 04	阿拉奇, 托什干河谷	中断交通	
1978- 03	黑尔塔格山, 马坦达坂	中断交通	人员伤亡
1978- 02	依格奇艾肯河上游	损失数百匹马	
1978- 03	汗腾格里峰南坡	损失牦牛 60多头	
1979- 04- 10	玉希莫勒盖, 巩乃斯, 拉尔敦	损失 6辆汽车, 一辆推土机	死 7人
1980- 04- 11	玉希莫勒盖	毁房 11间, 水泥柱 2根, 中断交通 40天	
1980- 02- 01	巩乃斯	一气象站被毁	
1984- 春	巩乃斯	中断交通	
1985- 02- 17	巩乃斯, 洪家里克沟	毁墙 25m	死 1人
1986- 04	玉希莫勒盖		死 7人
1987- 04- 20	巩乃斯	毁林	
1988- 春	那拉提	中断交通 6个月	
1990- 09- 21	铁力买提达坂		死 3人
1990- 夏	托木尔峰		死 3人

2.2 泥石流

天山泥石流按成因分为两类, 一类由高温天气冰雪强烈消融出现的洪水引发, 固体碎屑主要来自冰碛物和寒冻风化碎屑, 其形成区一般位于现代冰川分布区, 称之为冰川泥石流。另一类由暴雨洪水引发, 多形成于中山带和部分高山带, 固体物质可以是各种松散沉积物^[8]。独库公路北段的哈希勒根一带为冰川泥石流的多发区 (表 2), 阿拉沟为暴雨泥石流多发区 (表 3)。

表 2 哈希勒根 85k+ 600 三岔河道班沟泥石流的统计 (1984~ 1993)

日期	泥石流总量 m ³	路面泥石流 堆积量 m ³	泥石流触 发因素
1984- 06- 01 17- 19	-	3500	暴雨
1984- 06- 24 18- 21	-	2500	高温
1984- 06- 25 16- 26 02	110000	3200	高温
1984- 06- 26 16- 27 02	10000	1000	高温
1984- 07- 13 18- 24	50000	1000	高温
1985- 06- 13 17- 20	10000	1500	高温
1985- 07- 01 18- 22	-	2000	高温
1985- 07- 02 17- 22	-	4000	高温
1986- 07- 13 20- 21	-	500	高温
1987- 07- 11 16- 22	30000	2500	高温
1991- 06- 23 下午	-	-	暴雨
1992- 07- 15 下午	8000	-	高温
1993- 06- 28 19 23- 22 25	39000	500	高温
1993- 06- 29 17 21- 21 40	26000	300	高温
1993- 07- 01 19 23- 21 45	6000	300	高温

表 3 阿拉沟泥石流灾害 (1959~ 1990, 据《干旱区地理》, 1991, 14 卷增刊)^[8]

时间	物质损失	损失价值 (元)	伤亡人数
1959 夏	毁农房、葡萄园、高粱地	3000~ 5000 元	-
1969- 06- 25	毁公路	?	-
1973 夏	毁房屋	?	-
1975- 06	毁房屋	?	-
1976- 07- 18 15: 30	毁公路、房屋 4 栋、篮球场一个	31. 2 万元	死 6, 伤 7
1987- 07- 28	毁工厂一个	140 万元	-
1988- 06- 24	毁工厂一个	60 万元	-
1988- 07- 13	毁厂房、设备、汽车、公路	?	死 7 人
1989- 10	毁公路	?	-
1990- 07- 09	毁公路	?	-

独库公路全长 523 km, 北起独山子市南达库车市。公路开通后一直受泥石流的危害。泥石流频繁出现的路段有 26~ 27 km, 85k+ 600m, 96km 等地, 尤以 85k+ 600m 的三岔河最严重 (表 2)。泥石流发育区分水岭海拔 4000~ 4500 m, 现代冰川分布在 3250~ 3350 m 以上, 雪线在 3900~ 4000 m。现代冰川为冰斗冰川和小型冰舌冰川。海拔 3600 m 以上的阴坡在每年的夏季仍有大片雪斑。夏季 6 月和 7 月持续的高温天气易形成冰川泥石流, 海拔 2300 m 的三岔河沟口气温达到 25℃, 冰雪融水区 (3700 m) 气温达 4~ 8℃ 的日均气温为泥石流暴发的临界点。小冰

期冰碛、新冰期冰碛和寒冻风化碎屑是泥石流形成的物质条件。冰川作用形成的陡峻地形为泥石流形成提供了坡度,发生区的坡度变化在 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$,泥石流流通区的坡度变化在 $16^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 。自1984至1999年,共暴发1次泥石流,其中13次由高温引起,2次由暴雨引起(表2)

吐鲁番西北的阿拉沟常暴发暴雨泥石流,对沟内十余家工厂、交通设施、人民生命构成极大危害^[8]。每年的6月至8月是这里暴雨出现的季节,特大暴雨导致的泥石流多见于6月至8月。该区在50年代出现过一次泥石流活动高潮,60~70年代相对平静,自80年代中期后泥石流又重新活跃。泥石流的形成区在海拔2000~3000 m,成灾区在海拔700~3000 m。固体物质的来源较复杂,有古冰碛、冲积、构造破碎物、干剥蚀碎屑等。据不完全统计,自50年代末以来因泥石流引起的人员伤亡达13人,财产损失超过1000万元。

2.3 洪水

天山冰雪圈冰雪消融洪水、暴雨洪水和特殊的垮坝洪水都可致灾。融冰雪洪水主要出现在山区积雪地带,春夏强烈的消融期出现得最多。它们对公路直接造成破坏。如独库公路北段30 km的积雪路段每年都有冰雪融水破坏路面数百米。据不完全统计,独库公路1978~1986年水毁工程达40000 m³,耗费资金195万元。再如宁家沟1985年春季融雪洪水使乌伊公路中断3天,阻塞4天,毁农田187 hm²,毁坏水渠15966 m,房屋6154 m²,水井1眼,死3人。仅一四三团的经济损失就达136万元。

特殊的冰坝堰塞湖决堤洪水在乌苏四棵树河常给下游带来许多麻烦。据1970~1987年的统计,共发生14次冰坝溃决洪水,出现的时间从1月底至次年的1月底^[9]。

此外,天山冰雪圈还有暴雨洪水灾害、冰川堰塞湖释水洪灾等。山区洪水的形成区(汇集区)和灾害发生区常有一定的距离。很多的洪水形成在山区,但成灾则在山麓、大河谷地和盆地,这是山区洪水的一大特点。

2.4 崩塌

崩塌作用主要对公路造成危害,类型有:①基岩上边坡由于寒冻作用发生崩塌;②基岩山崩;③松散沉积物崩塌。寒冻风化碎屑对公路危害发生在3000 m以上,松散沉积物崩塌对公路的危害主要出现在海拔2000~3000 m。

野外观测表明,天山乌库公路冰达坂基岩受寒冻风化作用碎屑的产出率为0.00013~0.00024 m³/m²·年;独库公路玉希莫勒盖达坂寒冻风化碎屑产出率为0.0077~0.0125 m³/m²·年,哈希勒根达坂为0.0013~0.002 m³/m²·年。它表明上述三个地点在宽1 m,长200 m的基岩山坡向坡下提供风化碎屑分别为0.026~0.048 m³/年,1.54~5.5 m³/年和0.26~0.4 m³/年。在岩性、地形、构造特殊地带风化碎屑的产出率更高,足以对公路造成危害^[10]。

天山冰雪圈主要沉积物为冰碛、冲积、坡积和风化壳。其中风化壳厚度不大,很少对公路造成危害;冲积物边坡较稳定,很少发生崩塌;冰碛物的稳定性较差,特别是冰上融出碛常出现崩塌;最不稳定的是坡积物,其基部在修路时被开挖故崩塌严重。开春解冻时有一崩塌高峰,盛夏暴雨季节有一峰值,说明水分条件对形成松散沉积崩塌起重要作用。

独库公路北段奎屯河上游海拔1500~3000 m分布着大量末次冰期形成的倒石堆。修筑独库公路时许多倒石堆的坡脚被开挖,留下60°以上的不稳定面。自80年代以来每年都有大量碎屑崩塌在路面上,严重影响交通。为了维护交通,8年起不断在被开挖的倒石堆坡脚修筑上挡

墙以稳定倒石堆。据统计,独库公路北段 110 km 处已修了长达 5000 m 平均高度 2 m 的上挡墙。由于寒冻作用,许多修筑的挡墙已变形和倒塌,工程问题至今仍十分严重。

3 结语

天山冰雪圈地貌过程引发的自然灾变对山区交通、牧业、林业、矿业、工程建设、旅游探险等造成很大危害。因此,对各种地貌灾害的形成条件、成灾过程、分布规律、减灾防灾措施的研究十分重要。目前的研究表明天山冰雪圈主要自然灾变为雪崩、泥石流、洪水和崩塌。此外,热融沉陷、滑坡也常造成灾害。

就天山冰冻圈而言,减轻自然灾害的主要措施应包括:(1)识别灾害的类型和发生地点;(2)危险区测量与制图和合理的用地规划;(3)详细调查灾害的形成条件,包括气象、水文、地质背景等;(4)在重要地段建立灾害预报和警报系统;(5)采取合理的工程措施保护那些易受侵害的设施;(6)建立灾后自救和救助计划,把损失降到最小。

参 考 文 献

- 1 IPCC. Impact Assessments Report Chapter II A6 The Cryosphere, 1994
- 2 李江风.新疆气候.北京:气象出版社,1991,9~ 68
- 3 White G. Natural Hazards, Oxford University Press, 1974, 1~ 12
- 4 Gardner J.S.. Mountain hazards in CANADA'S COLD ENVIRIONMENTS eds. French and Slaymaker, McGill Queen's University Press, 1993, 247~ 267
- 5 胡汝骥,姜逢清.中国天山雪崩与治理.北京:人民交通出版社,1989,60~ 84
- 6 仇家琪.天山雪崩灾害综述.干旱区地理,1993,16(1): 16~ 21
- 7 邓养鑫.天山独库公路北段泥石流研究.干旱区地理,1994,17(1): 30~ 38
- 8 天山阿拉沟泥石流科学考察专辑(1990~ 1991).干旱区地理,1991,14卷增刊
- 9 陈亚宁,王志超.天山北坡四棵河突发性洪水特点及成因分析.干旱区地理,1990,13(2): 27~ 32
- 10 刘耕年,熊黑钢.中国天山高山冰缘环境中的寒冻风化剥蚀作用及影响因素.冰川冻土,1992,14(4)

(英文摘要转 73 页下部)

MODEL FOR DROUGHT AND FLOOD TREND PREDICTION USING PROJECTION PURSUIT REGRESSION

Li Zuoyong Deng Xinmin Xin Yiqing

(Chengdu Institute of Meteorology, Chengdu)

ABSTRACT

A fundamental idea and implement algorithm of projection pursuit regression (PPR) are introduced. The trend prediction model for drought and flood in the middle and lower reaches of the Yangtze River is developed with the average numbers of sunspots yearly and the transfer probability of drought and flood types as the factors. The comparisons of the prediction results between the PPR model and the B-P neural network model are performed using the same data.

KEY WORDS Drought and flood disaster Projection pursuit regression Prediction model

(上接第 60 页)

GEOMORPHOLOGICAL PROCESS AND NATURAL HAZARDS IN THE CRYOSPHERE OF TIANSHAN MOUNTAINS

Liu Gengnian Cui Zhijiu

(Department of Geography, Peking University, Beijing)

Xiong Heigang

(Department of Geography, Xinjiang University, Urumqi)

ABSTRACT

Influenced by hydrothermal distribution and landforms, the geomorphological process and therefore the natural hazards caused by the process appears remarkably horizontal and vertical variation in Tianshan Mountains. The cryosphere of Tianshan Mountains refers to periglacial and glacial environment, where the processes and natural hazards show also regional and vertical difference. The main hazards in the cryosphere of Tianshan Mountains include snow avalanche, debris flow, flood and collapse. This paper discusses mainly the forming conditions, process and disastrous influence of the hazards, meanwhile offers the principle approaches for mitigating disasters.

KEY WORDS Tianshan Mountains Cryosphere Landform Hazard