

雪崩学

XUE BENG XUE

仇家琪等 编著

新疆科学技术出版社

雪崩学

仇家琪等 编著

新疆科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

雪崩学/仇家琪等编著. —乌鲁木齐:新疆科学技术出版社,
2004. 11
ISBN 7-80693-753-6

I. 雪... II. 仇... III. 雪崩-研究 IV. P426.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 115114 号

出版发行	新疆科学技术出版社
地 址	乌鲁木齐市延安路 21 号 邮政编码 830001
电 话	(0991)2887449 2870049 2866319(Fax)
E-mail	xk@xjkjcb.com.cn
印 刷	新疆地理研究所公共事业服务公司
版 次	2005 年 5 月第 1 版
印 次	2005 年 5 月第 1 次印刷
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	15.75
插 页	4
字 数	396 千字
印 数	1~1 000 册
定 价	38.60 元

版权所有,侵权必究

如有印装质量问题,请与本社发行科联系调换

仇家琪

男，1937年3月出生，江苏扬州市人。1961年毕业于华东师范大学地理系自然地理专业。中国科学院新疆生态与地理研究所研究员。曾任新疆地理研究所积雪室主任，天山积雪崩雪研究站站长，中国地理学会冰川土分会理事、新疆气象学会理事，中国科学院冰冻圈基础研究专家委员会委员。长期从事新疆的冰川、积雪研究，发表论著50多篇（部）。

内容简介

《雪崩学》一书是著者根据多年雪崩研究成果、雪崩野外工作经验、国内和国外大量雪崩文献编著而成。这是我国第一部普通雪崩学专著。全书共分十八章，全面、系统、深刻地论述了雪崩的问题，并以较大篇幅涉及雪崩成因、类型、分布和特征等雪崩理论问题，着重阐明了雪崩灾害、安全、营救、环境、生态以及雪崩灾害治理和其他减灾措施等雪崩实际问题。本书图文并茂、资料丰富、针对性广、可读性强。

本书可作为大专院校有关专业的教材，也可供雪崩、山地积雪、冰川、水文、气象、自然地理、地貌、环境和生态等方面的人员和师生参考。对从事雪崩地区交通运输、道路养护、输电、通讯、水电、采矿、牧业、林业和雪崩治理、安全、营救以及山地滑雪、旅游、登山、科考的人员具有应用价值。此外，还可供负责山地利用规划、设计和建设的部门使用。

前 言

我国雪崩主要分布在甘肃、青海、四川、云南、西藏和新疆等多雪山区。雪崩是一种普遍的自然现象,但在一定条件下也会造成灾害,从而受到政府机关、科研单位、专业人员和一般公众的普遍关注。20世纪60年代中期,新疆天山西部山区发生多起雪崩,不但造成人员伤亡和财产损失,而且严重阻碍了山区公路交通运输的发展。由于当时的经济建设、尤其是国防建设的迫切需要,该处雪崩研究首先提上日程。应新疆维吾尔自治区交通厅公路局要求,1967年9月成立0503线(新疆伊宁—焉耆公路)雪害防治工作队,同年12月在伊犁河上游巩乃斯沟谷地建立中国科学院天山积雪雪崩研究站,标志着我国开始进行系统的雪崩研究。20世纪六七十年代,我国雪崩研究主要侧重天山地区,而且基本上围绕山区公路的雪崩灾害及其治理。80年代以后,天山地区继续开展雪崩研究。除此之外,我国雪崩研究还扩展到四川、云南和西藏地区。30年来,随着研究地区的日益拓宽,研究工作的逐步深入,我国雪崩科学相继取得了不少资料 and 成果。

雪崩科学具有丰富的内涵,涉及诸多方面。和世界上发达国家相比,我国雪崩科学显得非常年轻。除了个别领域能和先进国家并驾齐驱之外,其他方面仍然存在一定差距。最明显的是,雪崩学科系统没有完全建立,许多雪崩问题尚未提及。原因在于,我国雪崩研究起步较晚,加之经历坎坷。因此,今后仍然需要进行大量、长期和细致的工作,构筑我国雪崩科学。百尺竿头,更进一步。作为一名雪崩研究人员和我国雪崩科学发展的见证人,编著《雪崩学》一书是义无反顾的初衷,也是义不容辞的责任。

本书着重阐明了雪崩的形成、分布、特征、灾害、安全、治理等若干方面的普遍规律和基本问题。著者长期从事雪崩研究,本书在多年雪崩工作实践的基础

上参考大量国内、国外文献编著而成。一方面旨在进一步明确雪崩科学内涵、全面阐明雪崩研究成果;另一方面便于拓宽我国雪崩研究,并且在此基础上能和世界接轨。

本书不仅丰富了我国雪崩学、山地灾害学、山地生态学的内容,而且可以作为雪崩教材及其工作手册,这对于开展雪崩教育、拓宽研究领域和规范雪崩工作都有积极意义。随着西部开发政策的实施、山区开发步伐加快,进入山区的人数和开发项目将会增多,暴露于雪崩危险的机会也会相应增加。从增强雪崩安全意识来看,很多机构、组织和公众直接或间接需要掌握一些有关雪崩知识。本书详尽论述了山区道路、输电和通讯线路、房屋建筑的雪崩灾害治理问题,而且全面阐述了雪崩安全和营救问题。有关安全和营救的章节具有明显的科普特征,将会引起山区旅游、滑雪、登山、科考和探险人员的兴趣。

本书第六章和第八章由姜逢清执笔,其余各章由仇家琪执笔,并且负责全书的统稿和定稿。由于才疏力薄、水平有限,疏漏和错误在所难免,恳请读者惠予指正。

编著过程中,引用了世界冰川资料中心—A 以及日本、美国、加拿大、英国、瑞士和苏联学者的文献。其中,瑞士 R·多尔赛兹、E·温吉、M·德夸文和日本阿部 修、庄田等提供多幅珍贵照片。范书才先生提供本书封面照片,程瑜雯女士和徐俊荣先生清绘和处理书中的插图,在此一并深表谢意。

仇家琪

中国科学院新疆生态与地理研究所

2002 年 8 月 18 日

目 录

前 言

1 雪崩学基本概念

1.1 雪崩学简介	1
1.2 雪崩学发展简史	2

2 雪崩灾害

2.1 雪崩灾害概述	9
2.2 雪崩灾害类型	12
2.3 典型雪崩灾害	13

3 雪崩地形

3.1 雪崩地形	16
3.2 雪崩路径	19
3.3 雪崩流域	22
3.4 雪崩危险地区	23

4 降雪和雪晶

4.1 降 雪	24
4.2 雪 晶	25
4.3 固态降水和雪晶分类	29
4.4 降雪观测	33

5 积 雪

5.1 积雪分布	36
5.2 积雪特性影响因素	40
5.3 积雪常规观测	45
5.4 积雪特征参数表达举例	49

6 雪的力学特性

6.1 山坡积雪概述	50
6.2 几种与雪力学有关的假设与简化	51
6.3 雪的力学性质	52
6.4 坡面积雪平面应变方程	58
6.5 坡面积雪断裂和屈服	61

7 雪崩分类

7.1 雪崩形成	64
7.2 雪崩分类概述	66
7.3 雪崩形态—成因分类	66
7.4 国际雪崩分类	68
7.5 雪崩成因分类	75
7.6 雪崩危害分类	76
7.7 雪崩数值分类	77

8 雪崩动力学

8.1 雪崩动力学概述	80
8.2 雪崩现象与运动分类	82
8.3 雪崩动力学的理论研究	83
8.4 雪崩速度	94
8.5 雪崩冲击力	96
8.6 雪崩最大崩出距离	100

9 雪崩特征

9.1 松雪雪崩和雪板雪崩	102
9.2 表层雪崩和全层雪崩	105
9.3 干雪雪崩和湿雪雪崩	105
9.4 坡面雪崩和沟槽雪崩	107
9.5 粉状雪崩和流动雪崩	108
9.6 雪泥雪崩	110
9.7 雪崩气浪	111

10 雪崩治理

10.1 雪崩地区辨认	114
-------------------	-----

10.2	雪崩治理概述	117
10.3	雪崩工程治理	120
10.4	雪崩人工治理	134
10.5	雪崩生物治理	140
10.6	吹雪工程治理	143
10.7	雪崩治理系统规划步骤	145
10.8	雪崩治理环境生态问题	145
11	雪崩地区公路管理	
11.1	雪崩应急措施	149
11.2	道路交通雪崩信息系统	152
11.3	公路局部改线	153
11.4	雪崩研究和咨询	153
11.5	雪崩人员培训	154
11.6	雪崩治理规划	154
12	雪崩安全	
12.1	雪崩安全须知	156
12.2	雪崩伤亡原因	160
12.3	雪崩遇难者搜索	162
12.4	雪崩遇难者营救	167
13	雪崩危险评估	
13.1	雪崩特征参数雪崩危险评估	169
13.2	积雪稳定程度雪崩危险评估	178
13.3	雪崩危险程度等级分类	179
13.4	雪崩危险程度地区分类	180
14	雪崩制图	
14.1	雪崩空间分布	182
14.2	雪崩制图类型	184
14.3	雪崩制图方法	186
15	雪崩区划	
15.1	雪崩区划类型	194

15.2 雪崩地区土地利用管理 198

16 雪崩预报

16.1 雪崩预报内容和机制 202

16.2 雪崩预报方式和方法 205

16.3 雪崩预报 208

16.4 雪崩警报 215

16.5 雪崩预报精度评估 216

17 雪崩作用环境生态意义

17.1 雪崩作用影响因素 217

17.2 雪崩作用环境生态意义 218

18 雪崩观测及其事件报告

18.1 雪崩观测 229

18.2 雪崩事件报告 231

参考文献 236

附录:雪崩学有关照片

1 雪崩学基本概念

随着各种现代化媒体的传播,雪崩现象已经被越来越多的人知晓。自古以来,多雪山区的公众一直受到雪崩的困扰。与此同时,通过长期的实践和认识,在雪崩方面积累了丰富的知识和经验、雪崩现象及其本质,以及与其有关的灾害,也逐渐得到揭示。在这一领域,许多国家的雪崩学家做了长期不懈的努力,取得大量研究成果。这样一来,既丰富了雪崩学的内容,又奠定了雪崩学的基础。由于科学和实践的需要,雪崩科学应运而生,并且日臻成熟。总的来说,雪崩学是一门新型科学。

1.1 雪崩学简介

1.1.1 研究对象

雪崩学是一门独立科学,特定的研究对象确定了雪崩学总的含义。众所周知,地球表面不同地区主要外营力不同,其中有些地区雪崩现象成为主要外营力或者主要外营力之一。这里雪崩现象频繁发生,对所在地区乃至毗连地区的自然环境起着重要作用,产生明显影响。雪崩学就是一门研究雪崩现象在其中起着主要作用、产生明显影响的自然系统的科学。换句话说,雪崩学是一门研究与雪崩现象和雪崩作用有关的自然综合体的科学。

如上所述,雪崩学的研究对象是一个特定的自然系统,而这个系统由下列两个重要部分构成:

1.1.1.1 雪崩路径

雪崩形成雪崩路径、运动和堆积波及的空间,其中包括雪崩气浪传波的大气下层。雪崩路径在这个自然系统中的意义不但在于它有一定的坡度和高差,成为雪崩现象发生和波及的空间,而且还在于雪崩路径所在山坡的地形和植被特征,诸如山文、海拔、坡向、坡度、森林、灌丛和草被等,都会影响积雪的数量、分布及其断裂,以及雪崩的释放、速度、抛程、冲击力等动力学特征。

1.1.1.2 山坡积雪

雪崩物质基础。积雪多寡、时空分布、变质作用类型及其程度、物理力学特性等积雪状况,在一定程度上决定雪崩频数、规模、时空分布、动力学特征。雪崩是雪崩路径中的一种特定的积雪运动形式,成为这个自然系统的重要组成部分和雪崩学研究的主要对象。

1.1.2 研究方法

雪崩学是地学范畴内的一个独立分支学科,并与其他分支学科密切联系。首先,雪崩学与冰川学、尤其是积雪学密切相关,其次还和地貌学、气象学、水文学、地植物学等紧密相关。

雪崩学是一门理论性强、应用价值十分明显的学科,而且位于许多学科的边缘。因此,广泛应用上述学科的研究方法和手段,解决雪崩的理论和实际问题。首先,用广义的物理学方法和手段来观测、实验和研究自然状态和样品条件下的积雪和雪崩。例如,声学仪器是用来监测雪崩形成地区山坡积雪断裂发生的振动,而地震学的拾震方法是用来监测积雪释放、测量雪崩速度(Izumi, K. 1986)。在雪崩路径中的不同地点设置测力传感器,测量雪崩撞击压力,而且不少力学仪器用来测量积雪硬度、强度等力学参数。其次,普遍采用数理统计方法模拟雪崩运动状态,评估山坡积雪稳定程度。第三,地理学方法在雪崩学中同样得到最广泛的应用。沉积和层结方法用来确定雪崩堆积物的层次、性质和数量,进而探讨雪崩次数、规模和范围,而地貌和地植物学方法用于雪崩地点识别和雪崩灾害治理。为了雪崩安全,普遍采用地形图上的参数计算雪崩抛程,采用制图和区划方法表达不同雪崩危险程度地区,进而采取相应的土地利用管理措施。此外,地理学方法通常用来研究雪崩作用的一般规律,探讨雪崩现象和周围环境因素之间的相互作用和影响。近些年来,遥感技术用于雪崩监测,计算机在雪崩模拟和预报中得到应用。

雪崩学具有广泛的研究领域。按照研究对象的差异,雪崩学一般分为应用雪崩学和理论雪崩学两类。应用雪崩学探讨雪崩的益处、利用和灾害治理方面的原则、方法和措施。理论雪崩学根据观测、实验和模拟,研究雪崩的成因机制、影响因素、雪崩特征,探讨雪崩参数的计算方法和雪崩时间、地点、规模的预报方法,以及在上述成果的基础上奠定雪崩治理的理论基础(А. Н. Божинский, 1987)。

1.1.3 研究意义

雪崩学的特点在于理论性和实用性都比较强。雪崩是雪崩学主要研究对象,而雪崩本身是中、高纬度多雪山区广泛分布的自然现象和物质运动形式。它的发生、运动和堆积具有一定规律,而且参与地表物质输送和地貌、水文等过程。同时,雪崩时常引起各式各样的自然灾害,对周围的自然环境和人类社会产生不同程度影响。另外,从事山区开发和自然资源利用的各个部门,都或多或少地需要雪崩及其灾害方面的资料,以便用于工程设施的设计、施工和经营、山区开发总体规划、水源管理和水文预报,以及山地环境和生态研究等。总之,雪崩学研究领域涉及地学中的一些基本问题,其中有些问题和人民生活、经济建设、社会发展,以及山地环境、山地生态和地学研究息息相关。古代和现代无一例外,尤其是现代。现代人类活动遍及广大山区,加之随着现代科技水平的不断提高,山地资源开发、利用的深度和广度与日俱增,上述关系更加密切。因此,无论是探讨雪崩的成因、类型、分布、特征、环境和生态影响,还是研究雪崩预报、采取雪崩治理措施,都具有重要的理论和实际意义。

1.2 雪崩学发展简史

1.2.1 欧洲雪崩研究

欧洲尤其是西欧为世界上最早研究雪崩的地区,因为这里的阿尔卑斯山、斯堪的那维亚山等山地国家,诸如法国、瑞士、奥地利、意大利、保加利亚和挪威等,很早以前就已遭到雪崩困扰。例如,早在三、四世纪的罗马帝国时代,阿尔卑斯山的山隘已经成为北欧、中欧和南欧

之间的通商要道,朝圣者往返的必经之地。当时,雪崩已经引起人员伤亡、财产损失。欧洲雪崩学原理和防治方法研究,始于19世纪中叶,当时的研究与旅游、登山密切相关,并且具有定性描述和利用目测的特征。减轻、消除雪崩灾害的实际需要,提出许多有待解决的理论和工程问题,推动这些国家较早着手雪崩及其灾害治理研究,并为学科发展和建立作出了很大贡献。其中,瑞士可以作为这些国家的代表。

1.2.1.1 瑞士雪崩研究

1872年,J·科尔兹开始编制第一张雪崩图,并在1910年发表的《瑞士阿尔卑斯山雪崩统计与工程治理》中刊登了瑞士雪崩图,比例尺1:100 000。此前,1881年他已发表了《瑞士阿尔卑斯山雪崩》。这是第一部整个涉及雪崩的专著,阐述雪崩学原理和治理方法,书中还首次提出瑞士雪崩地籍。

瑞士联邦雪和雪崩研究委员会于1931年成立,并于1934~1935年冬季进行积雪结构及其特性研究,完成山坡积雪稳定性和雪崩治理课题。1939年发表《雪及其变质作用》,阐述了雪崩学的基本理论问题,包括积雪变质作用、积雪力学和山坡积雪稳定性等。这些成果成为设计雪崩治理工程的依据和标准。当年冬季,在阿尔卑斯山区首次利用75mm口径大炮进行雪崩人工释放。

1942年,瑞士联邦雪和雪崩研究所创立。该所成为瑞士和世界著名的雪和雪崩研究机构,它有力地促进了雪崩学的发展。第二次世界大战后,山区旅游和冬季滑雪运动迅速发展,导致山地大规模开发和地皮价格暴涨。这种社会经济形势推动了雪崩研究。加之1951年1月和1954年1月先后发生两起严重雪崩灾害,进一步推动了雪崩研究的深入发展。首先,广泛利用航片资料和档案记录编制雪崩地图及其灾害地籍。其次,雪崩预测预报系统应运而生。

该所尽可能详细地整编了1936~1937年冬季以来所有造成伤亡的雪崩事件,也整编了1951年以来引起重大财产损失的全部雪崩事件。

为了满足工程设计需要,了解雪崩动力学特征,A·菲米尔和B·查里先后研究了雪崩运动模型,提出了雪崩对障碍物压力的计算公式。研究中广泛采用了实验方法,包括在该所实验槽内所做的雪崩运动试验、自然条件下利用传感器所做的雪崩压力试验等。

第二次世界大战后,雪崩人工释放方面除了利用81mm迫击炮炮击以外,还采用炸药爆破和近些年来刚刚投入使用的火箭轰击。

在寻找、营救雪崩遇难者的研究方面,涉及制定战术、研制装备、培训雪崩犬、设计专用仪器,以便寻找被埋人员。此外,组织营救机构,提供技术和运输保证,瑞士被誉为世界雪崩研究先锋,其研究和欧洲、美洲某些国家的研究相互联系(H. Frutiger, 1977)。

1.2.1.2 冰岛和苏格兰

冰岛和苏格兰史料记载最早的雪崩灾害分别发生于1118和1800年,它们和上述诸国都是欧洲雪崩研究开展较早、成果丰硕的国家(Bjornsson, 1977, 1980; Ward, R. G. W. 1980)。

1.2.2 美洲雪崩研究

北美的加拿大、美国和南美的秘鲁等国的许多山地,其中包括海岸山脉、落基山脉和安第斯山脉,都是雪崩及其灾害多发地区。因此,这些国家具有较长的雪崩研究历史,取得了不少成果。

1.2.2.1 美国雪崩研究

美国自从西部早期拓居以来,小规模的地雪崩灾害和大规模的严重雪崩灾害,已经先后发生多起。盐湖城乌蒙教堂记事中,记有美国国内战争之前雪崩伤亡报导。事实上,这时已经知道美国东北部也有雪崩及其灾害。1860~1910年,为落基山脉淘金的狂热时期,雪崩灾害屡屡发生。这个时期雪崩研究偶尔进行,参加的人数不多。同时,研究成果均为定性描述的综合报告,大都未予发表。

20世纪20年代以后,西部生产蓬勃发展,要求修筑横贯大陆的公路,以及复兴山区矿山开采和兴办木材加工,建筑河流上游水源涵养和防洪工程,架设山区输电、通讯线路,铺设各种管道,都迫切需要进行雪崩和雪崩灾害防治研究。二次大战以前,美国开始发展山地滑雪运动,出现第一批滑雪中心。二次大战以后,滑雪运动发展势头有增无减,并且出现许多疗养胜地。因此,山区兴建大量商业设施、饭店旅馆、私人别墅,导致交通运输成倍增长。这种形势产生的实际需要,更加促进了雪崩研究和学科发展。

1937~1938年冬季,林业局在阿尔塔成立第一支雪崩研究队,美国雪崩研究从此拉开序幕。当时,研究重点在于调查在气候和地形条件方面适合发展滑雪事业的地区,保障滑雪和疗养人员安全。具体方法包括采取雪崩治理措施和控制同时进入各个山区的安全人数。该队研究指出,大部分雪崩和降雪量、降雪时的气象条件有关。1948年,林业局出版了《阿尔塔雪崩研究》一书,总结了减少雪崩危险和治理雪崩灾害方面的经验。1949年,阿尔塔雪崩站开始创办雪崩学校,培养雪崩人才。

为了探讨减少不同气候条件下的雪崩危险措施,林业局先后于1950年和1951年,在科罗拉多州别尔他乌特和华盛顿州第文斯山隘建立另外两座雪崩站。1952年,出版了第一本《森林雪崩服务手册》,本书是雪崩研究人员经验总结,也是他们的最新工作细则。该书正文涉及雪崩治理和雪崩预报方法,而其附录论及雪崩研究方法和雪崩考察大纲。

1950年以前,研究雪崩的目的在于确保人员安全,当时侧重天气条件和雪崩之间关系分析;1950年以后,重视积雪内部结构变化和雪崩之间关系研究。1955年,林业局在阿尔塔编辑雪崩目录,建立专门图书馆。此后,阿尔塔雪崩站开始仪器研制、雪崩人工释放、雪崩报导和文献评述,以及外文刊物翻译。

20世纪60年代后,美国雪崩研究进入活跃时期。理论和应用研究平行发展,产生许多涉及各个方面的成果。1961年,农业部林业局出版了《雪崩预报、治理措施手册》,该书总结了采用临界形势雪层诊断方法预报雪崩危险期时间、释放人工雪崩、寻找和营救遇难者等方面的经验。1964年,林业局落基山森林和山地实验站与瑞士专家一道研究了科罗拉多山区公路雪崩,其中着重探讨雪崩分类和分区、工程治理总体规划,并且采用地图、表格和斜摄照片表达雪崩路径及其雪崩。60年代末70年代初,开始有关地区雪崩危险程度定量评估,并将降水强度、风、气温、沉陷作用、应力/强度比值作为衡量山坡积雪稳定程度的标准。此间,西部诸州42个山地台站组成庞大网络,进行天气、积雪和雪崩预报辅助研究。同时,专题探讨公路沿线雪崩炮术治理,提出炮术治理的标准、规划和程序等。

1974年,科罗拉多州议会通过决议,要求各县编制遭受雪崩等自然灾害地区地图,促进雪崩灾害制图及其区划研究。1975年,林业局出版了新的《雪崩指南》。1977年,科罗拉多大学极地高山所和俄垒县一道,编制了该县公路沿线雪崩图集。1979年,该所对科罗拉多州有关地区雪崩进行调查,并且提出雪崩灾害区划。阿拉斯加州根据地形和气候资料、积雪

状况、典型雪崩作用,划分主要雪崩危险区。20 世纪 70 年代末期,落基山森林和山地试验站进行下列研究:山坡积雪稳定性评估、雪崩形成区积雪声学监测、雪崩参数(包括雪崩抛程和压力)预报技术改进等。

20 世纪 70 年代,雪崩预报方法研究取得长足进步。首先,根据地形、积雪的气候、层结、特性和雪崩之间关系,研究雪崩起动、探讨雪崩预报方法。然后,根据判别函数分析,建立统计预报模型或计算机预报辅助系统,并且按照逐日积雪稳定性评估发布雪崩预报(Perla, R. I. 1978; USDA Forest Service, 1961; Ives, J. D. 1980)。

1.2.2.2 加拿大

加拿大也是北美研究雪崩较早的国家之一。加拿大西部山区人烟稀少,雪崩主要对铁路、公路、输电线路、矿区、休闲区和旅游者构成威胁。加拿大国家研究委员会于 1957 年开始实施雪崩研究计划。首先归因于修筑横加公路。该条公路在不列颠·哥伦比亚翻越罗杰斯山隘,这里 30km 路段约有 100 条雪崩路径,雪崩灾害频繁。当时,建设研究部承担雪崩调查,目的在于确定雪崩危险评估方法、雪崩地点特征和雪崩特性,这些都是雪崩防治系统规划、建设和运作所必要的。公路建成以后,此处着手雪崩研究,并且成为加拿大雪崩研究中心。研究涉及雪崩灾害治理和预报(Gold, L. W. 1985)。

1.2.3 苏联雪崩研究

苏联境内最早的雪崩报导出现在纪元初的帝国史料中,而雪崩研究始于 19 世纪。1852 年,高加索日历印有格鲁吉亚国防公路雪崩及其产生的气象条件资料。这是第一份雪崩地籍,该处较早地编制了雪崩分布图和建筑了雪崩治理工程。雪崩研究的新阶段始于 1940 年。此后雪崩研究,可以分为 4 个阶段:

1.2.3.1 第一阶段(1930~1940 年)

1932 年,第比利斯建筑研究所开始大高加索山隘雪崩考察,旨在探讨修筑跨越山隘铁路的可能性。在研究中,利用力学传感器测定雪崩对障碍物的压力,提出计算雪崩速度和压力图解。这在世界上尚属首次。《雪和雪崩》是其研究成果,1936 年出版。该书是苏联第一本雪崩指南。1933 年,苏联在希宾成立第一个磷灰石矿区雪崩局,其研究重点开始转移到希宾北部吉罗夫斯克地区,并在尤克斯波尔山建立苏联第一座雪崩站。这和该处大量开采与加工磷灰石有关。此间的成果涉及雪崩预报、雪崩压力确定、积雪力学特征参数测定、炮术在人工雪崩释放中的应用,以及许多建筑雪崩治理工程。这个阶段的主要成果是 1938 年出版的《希宾雪和雪崩》。

1.2.3.2 第二阶段(1950~1960 年)

卫国战争结束以后,雪崩研究机构和研究地区基本上和第一阶段相同,但是研究规模扩大,成果增多。1949 年,Г·К·杜兴斯基出版《雪崩及其产生和防治》一书,论及高加索地区雪崩。此书成为雪崩研究人员主要手册。在有关人员广泛研究的基础上,确立了山坡积雪稳定性理论,并且更加完善地提出了有关确定雪崩抛程、和吹雪有关的雪崩预报、雪崩发生学分类、人工雪崩释放等的方法。中亚山区由于开采铀矿,苏联水文气象局首次介入雪崩研究,并且建立野外台站开展矿区和道路雪崩服务。塔什干中亚水文气象研究所为雪崩站与设计单位提供气象服务。

1.2.3.3 第三阶段(1960~1965年)

研究兴趣由开始开发高山地区而大大增加。当时,在西伯利亚、远东和中亚矿区的广大山区,兴建公路和铁路,以及在中高加索和西高加索地区建立一批滑雪场。1961年,在纳尔契克成立涉及雪崩研究的高山地球物理研究所,并在塔斯科尔建立一座山地研究站。1963年,K·罗赛夫的《苏联雪崩》一书问世,其中考察了苏联雪崩危险地区范围。首次提出根据雪崩形成要素编制的山区分区略图和雪崩分析预报方法。1964年,国立莫斯科大学地理系建立雪崩问题实验室,并在高加索和希宾地区建立山地研究站。1965年,在诺沃西比尔斯克成立研究雪崩的铁路工程研究所,并且调查西伯利亚、远东和库页岛雪崩,开发治理铁路雪崩的工程方法,建立雪崩冲击力模型。

1.2.3.4 第四阶段(1965年至今)

1965年,国立莫斯科大学力学所成立研究小组,使得雪崩理论研究更有起色,并且成为苏联雪崩力学研究的起点。20世纪70年代,苏联约有200名雪崩研究人员。由Г·К·杜兴斯基等牵头,1967年编制了苏联雪崩图集,比例尺1:7 500 000。这个阶段,广泛采用详细的地理学调查方法。例如,利用土壤层结学现代技术确定雪崩最大抛程和雪崩频率。1965~1973年期间,发表650部、篇专著和论文(Misha Plam, 1977)。

20世纪80年代出版许多专著,其中包括И·В·谢维尔斯基的《山区雪崩危险评价》,А·Н·波林斯基的《雪崩学原理》。前者阐述的问题涉及雪崩危险特征值计算方法和制图,并且着重讨论不同比例尺及其图例的雪崩危险图编制。后者根据雪崩领域研究的最新成果,阐述雪崩学基本理论问题。同时,探讨雪崩形成、运动、撞击过程、气浪形成的数学模拟原理和方法、雪崩灾害制图方法,并且讨论雪崩在山地环境演化方面的重要作用(И·В·Северский, 1983; А. Н. Божинский, 1987)。

1.2.4 亚洲雪崩研究

中国、日本、印度是亚洲雪崩研究的主要国家。在这些国家的作家和旅行家20世纪初期的作品中,已经提及有关地区雪崩地点及其灾害。但是,这里的雪崩研究主要始于二次大战以后。

1.2.4.1 中国雪崩研究

早在唐代,我国著名佛教家、旅行家玄奘在其撰写的《大唐西域记》中,就论述了我国天山托木尔峰地区雪崩现象及其灾害。“凌峰摧落,横路侧者,或高百尺,或广数丈”、“遇者丧没,难以全生”。简洁、贴切地阐述了这里雪崩释放、路边雪崩雪堆及其规模,以及雪崩遇难者的埋没和伤亡遭遇。这是我国最早涉及雪崩的文献。

我国雪崩研究开始稍晚,和其他国家相同的是,生产实际需要对这门学科的产生起着催生和促进作用。20世纪50年代开始,我国西南和西北山区已经着手雪崩治理。川藏公路四川境内横断山区某些遭受雪崩灾害路段,修筑了防雪崩棚。这是我国首次采用的雪崩治理工程。此外,国道312线(即原来称谓的新疆乌伊公路)的果子沟沿线山坡修建了防雪崩栅栏。1958年,北京地质学院登山科考察队做了祁连山主峰地区雪崩考察。1960年,青海第一区域地质测量队考察了巴颜喀拉山地区雪崩。同时,中国科学院新疆高山冰雪利用研究队在新疆考察期间,部分地涉及了有关山区的雪崩问题。

1966年12月,天山西部发生大范围雪崩。这起雪崩成为契机,促进了我国雪崩研究和