

新疆伊犁谷地 地质灾害成因及评价研究

弓小平 王正刚 马宏兵 王建设
何鹏辉 李潇林斌 谢巍然 等著



地质出版社

国家自然
山 西

1462004)
限 公 司 资助

新疆伊犁谷地地质灾害 成因及评价研究

弓小平 王正刚 马宏兵 王建设 等著
何鹏辉 李潇林斌 谢巍然

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书围绕地质灾害成因类型和地质灾害防治手段,以新疆伊犁谷地地质灾害为主要研究对象,全面总结分析新疆伊犁谷地地质灾害的类型、分布、规模、特征以及形成条件、影响因素,对地质灾害易发程度、危险性分区、防治分区进行定性定量相结合的评价,获得评价结果,制定防灾规划,对指导该区地质灾害防治和危险性评估具有十分重要的理论和实际意义。

本书读者对象主要为国土资源部门从事地质灾害研究的人员及地质院校师生。

图书在版编目(CIP)数据

新疆伊犁谷地地质灾害成因及评价研究 / 弓小平等

著. —北京:地质出版社, 2018. 2

ISBN 978-7-116-10592-8

I. ①新… II. ①弓… III. ①谷-地质灾害-成因-研究-伊犁地区 IV. ①P694

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 247567 号

Xinjiang Yili Gudi Dizhi Zaihai Chengyin ji Pingjia Yanjiu

责任编辑:李惠娣

责任校对:王洪强

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号, 100083

咨询电话:(010)66554642(邮购部);(010)66554579(编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)66554582

印 刷:固安华明印业有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9

字 数:219千字

版 次:2018年2月北京第1版

印 次:2018年2月河北第1次印刷

审图号:新S(2017)065号

地图审核:新疆维吾尔自治区测绘地理信息局

定 价:56.00元

书 号:ISBN 978-7-116-10592-8

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

序

伊犁谷地地处塔里木板块和准噶尔板块碰撞结合地带，复杂的地质作用和多山地的地貌特征使其成为新疆地质灾害发生的重点地区之一，降雨、融雪、地震等成为其主要的诱发因素。以 1998 年伊犁哈萨克自治州新源县吐尔根乡发生滑坡造成 8 人死亡事件为标志，伊犁谷地地区地质灾害防治工作进入更加艰巨的时期。如何减轻地质灾害对经济建设的影响，是地质灾害研究的重点和难点。

本专著主要分析了伊犁谷地地质灾害的类型、发育特征、分布规律、规模、造成危害、形成条件、影响因素以及防护措施，并结合著者大量的野外实地调查成果，仔细研究了伊犁谷地地质灾害成因。对伊犁谷地地质灾害易发程度、危险性分区、防治分区进行了定性与定量相结合的评价，获得的评价结果为制定当地防灾规划等提供科学依据。

本专著特色之处在于将滑坡理论与 ArcGIS 平台在基本知识和理论方法上相统一，利用 ArcGIS 软件，通过空间统计方法进行地质灾害易发性定量评价，用空间统计方法度量影响因子和响应因子之间的空间关系，给出影响因子综合作用结果，得到伊犁河谷地区地质灾害易发性评价结果，在易发性评价结果基础上，结合专家知识、野外调查结果以及人类活动情况进行修正，最后通过分析研究得到定性—定量—定性的伊犁谷地地区地质灾害易发性评价结果。

本专著是一部全面研究地质灾害易发程度、危险性分区、防治分区综合评价的综合性及为制定防灾规划提供科学依据的专著。著作资料翔实，内容丰富，思路清晰，图文并茂，是一份资料最新、最系统全面的地质灾害防治成果。

中国地质灾害研究分会主任



2017 年 7 月 1 日

前 言

新疆伊犁谷地为新疆地质灾害高易发区，地质灾害及隐患点占全疆的三分之一，地质灾害事件频发且规模较大，始终是影响人民生命财产安全的主要因素之一，地质灾害的发生给人民的生命安全造成了极大危害，也对国家和人民财产造成了巨大损失。随着社会经济的发展，伊犁谷地的经济建设飞速发展，如何减轻地质灾害对经济建设的影响，预防地质危害成了当前伊犁谷地地质灾害防治的重点。

地质灾害成因及评价研究是水工环领域的重要研究方向之一，如何减轻地质灾害对人民生命财产的损失是当今地质灾害研究课题的重点和难点，对地质灾害防治和危险性评估工作具有十分重要的理论和实际意义，从而可有效减轻地质灾害对人类造成的损失。

伊犁谷地指伊犁州州直属行政区域内除奎屯市外的8县1市，即：伊宁市和伊宁县、察布查尔锡伯自治县、霍城县、新源县、昭苏县、巩留县、特克斯县、尼勒克县，总面积57344.68 km²。地理坐标：东经80°10′~84°58′，北纬42°20′~44°49′，分别与阿克苏地区、巴音郭楞蒙古自治州、博尔塔拉蒙古自治州和塔城地区接壤，向西与哈萨克斯坦毗邻。

作为新疆地质灾害高发区之一，自正式记录1998年新源县吐尔根沟发生滑坡造成8人死亡事件以来，到2013年底，伊犁谷地统计地质灾害及隐患点共计2692处，主要类型为滑坡和崩塌，泥石流和地面塌陷次之，因此尽快对地质灾害开展成因及评价研究十分重要。

本次研究在全面总结分析新疆伊犁谷地地质灾害的类型、分布、规模、特征以及形成条件、影响因素形成条件基础上，结合大量的野外实地调查成果，研究伊犁谷地地质灾害成因，对地质灾害易发程度、危险性分区、防治分区进行定性定量相结合的评价，获得评价结果，为制定防灾规划提供科学依据。

本书共分七章，简述如下：

第1章 绪论。主要介绍了伊犁谷地的自然地理、经济地理，重点总结了水文地质环境和灾害概况以及在该区的地质调查工作，为本次研究提供研究基础。本章由马宏兵、弓小平等执笔。

第2章 区域地质环境条件。对伊犁谷地的区域地质环境条件进行了整体的概括

描述,主要包括地形地貌、气象水文及土壤植被特征、地层岩性、构造与新构造运动、水文地质条件、工程地质条件、人类工程活动对地质环境的影响,对伊犁谷地的地质环境进行了总体评价和概述,为灾情评估提供参考。本章由王正刚、王建设等执笔。

第3章 地质灾害发育及分布特征。对伊犁谷地地质灾害类型、发育特征进行了分述。同时对地质灾害造成的危害、分布规律进行了总结。本章由李潇林斌、弓小平等执笔。

第4章 地质灾害形成条件及影响因素。对地质灾害与地形地貌、地层岩性、岩土体、地质构造、水、植被、人类工程活动影响关系进行了叙述,分析地质灾害形成条件及影响因素。本章由何鹏辉、王正刚等执笔。

第5章 典型黄土滑坡灾害发育特征与形成机理。通过对伊犁谷地典型黄土滑坡进行地质环境条件、滑坡发育特征研究,分析滑坡形成机制与影响因素,并对滑坡稳定性、危险性进行评价,提出滑坡防治措施,初步揭示了典型滑坡地质灾害发育特征与形成机理。本章由弓小平、谢巍然等执笔。

第6章 地质灾害易发程度与危险性分区及评价。根据地质灾害体的稳定状态、危害对象和危害程度等进行地质灾害易发程度分区,并根据危险性分区原则进行危险性分区,并进行评价。本章由王正刚、李潇林斌等执笔。

第7章 结论及建议。总结了获得的主要成果、伊犁谷地地质灾害成因、地质灾害易发程度与危险性分区、评价结论及存在的问题,提出了今后地质灾害工作防治的具体建议。本章由弓小平、马宏兵等执笔。

此外,李晓光、韩琼、凤骏、苏虎、潘展超、欧阳承钊、刘洋洋、王毅、俞帅一参与了后期的统稿、参考文献的整理以及图版的编辑工作。

在编写本书过程中,受到新疆地质环境监测院、伊犁州国土资源局、伊犁州州直属各县(市)国土资源局等相关单位、部门领导、专家和技术人员的大力支持,在此表示最诚挚的谢意。

本书利用的一些技术手段和方法仍处于探索、实践阶段,需要在实际工作中不断完善,主要受地质灾害数据获取能力、研究程度和精度的影响,尤其在大区域的地质灾害危险性评价方面,理论与实践还存在一定的差距。恳请广大地质专家和同仁批评指正。

著 者

2017年6月于乌鲁木齐

目 录

序

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 自然地理及社会经济	(1)
1.1.1 研究区自然地理条件	(1)
1.1.2 研究区经济地理条件	(3)
1.2 研究程度及以往工作程度	(3)
1.2.1 区域地质研究程度	(3)
1.2.2 水文地质研究程度	(3)
1.2.3 地质灾害研究程度	(4)
第2章 区域地质环境条件	(6)
2.1 地形地貌	(6)
2.2 气象、水文及土壤植被	(10)
2.2.1 气象	(10)
2.2.2 水文	(15)
2.2.3 土壤植被	(18)
2.3 地层岩性	(20)
2.3.1 地层	(20)
2.3.2 前第四纪地层	(21)
2.3.3 第四纪地层	(22)
2.3.4 黄土	(22)
2.3.5 侵入岩	(24)
2.4 构造与新构造运动	(24)
2.4.1 构造	(24)
2.4.2 新构造运动与地震	(26)
2.5 水文地质条件	(28)
2.5.1 基岩山区	(28)
2.5.2 平原区	(29)
2.6 工程地质条件	(29)
2.6.1 岩土体工程地质特征	(29)

2.7 人类工程活动对地质环境的影响	(32)
2.7.1 山区人类工程经济活动特征	(33)
2.7.2 平原区人类工程经济活动特征	(33)
第3章 地质灾害发育及分布特征	(35)
3.1 地质灾害类型	(35)
3.2 地质灾害发育特征	(36)
3.2.1 滑坡的发育特征	(36)
3.2.2 崩塌的发育特征	(41)
3.2.3 泥石流的发育特征	(45)
3.2.4 地面塌陷发育特征	(48)
3.2.5 地裂缝发育特征	(50)
3.3 地质灾害造成的危害	(50)
3.3.1 造成人员伤亡,财产损失	(50)
3.3.2 破坏公路,威胁交通安全	(51)
3.3.3 破坏水利工程,冲毁农田	(52)
3.3.4 破坏生态环境,造成大量水土流失	(52)
3.3.5 影响资源开发,阻碍山区经济发展	(52)
3.4 地质灾害分布规律	(53)
3.4.1 地质灾害的成灾时间规律	(53)
3.4.2 地质灾害的成灾空间规律	(54)
第4章 地质灾害形成条件及影响因素	(58)
4.1 地形地貌与地质灾害	(58)
4.1.1 地形地貌对滑坡(潜在滑坡)的影响	(58)
4.1.2 地形地貌对崩塌(潜在崩塌)的影响	(61)
4.1.3 地形地貌对泥石流的影响	(62)
4.2 地层岩性、岩土体与地质灾害	(64)
4.2.1 地层岩性与地质灾害	(64)
4.2.2 岩土体与地质灾害	(67)
4.3 地质构造与地质灾害	(72)
4.3.1 构造及新构造运动	(72)
4.3.2 地震	(75)
4.4 水与地质灾害	(75)
4.4.1 降水(降雨及融雪水)	(75)
4.4.2 地表水	(76)
4.4.3 地下水	(77)
4.5 植被与地质灾害	(79)
4.6 人类工程活动与地质灾害	(79)

第5章 典型黄土滑坡灾害发育特征与形成机理 (83)

5.1 滑坡勘查分布及特征 (83)

5.2 地质环境条件 (86)

5.2.1 地形地貌 (86)

5.2.2 地层岩性 (87)

5.2.3 工程地质条件 (90)

5.2.4 水文地质条件 (91)

5.2.5 人类工程活动 (94)

5.3 滑坡发育特征 (96)

5.4 滑坡形成机制与影响因素 (101)

5.4.1 滑坡变形破坏模式 (101)

5.4.2 黄土滑坡形成机制 (102)

5.4.3 影响因素 (102)

5.5 滑坡潜在危害 (103)

5.6 滑坡稳定性评价 (105)

5.6.1 定性评价 (105)

5.6.2 定量评价 (105)

5.7 滑坡危险性评价 (109)

5.7.1 现状评价 (109)

5.7.2 预测评价 (110)

5.8 滑坡防治措施 (111)

5.9 典型滑坡灾害发育特征、形成机理及稳定性评价 (112)

5.9.1 则克台镇则克台沟加朗普特滑坡 (112)

5.9.2 巩留县莫乎尔乡莫乎尔沟滑坡 (115)

第6章 地质灾害易发程度与危险性分区及评价 (118)

6.1 地质灾害易发程度分区原则与方法 (118)

6.1.1 分区目的及原则 (118)

6.1.2 易发程度判别方法 (119)

6.2 地质灾害易发分区评价 (120)

6.2.1 地质灾害高易发区 (A) (120)

6.2.2 地质灾害中易发区 (B) (120)

6.2.3 地质灾害低易发区 (C) (122)

6.2.4 地质灾害不易发区 (D) (122)

6.3 地质灾害危险性分区原则与方法 (122)

6.3.1 分区原则 (122)

6.3.2 评价方法 (123)

6.3.3 地质灾害危险性综合评价 (124)

6.4 地质灾害危险性分区评价 (124)

6.4.1 地质灾害高危险区 (A) (124)

6.4.2 地质灾害中危险区 (B) (130)

6.4.3 地质灾害低危险区 (C) (130)

第7章 结论及建议 (131)

7.1 结论 (131)

7.2 建议 (132)

主要参考文献和资料 (134)

第1章 绪 论

1.1 自然地理及社会经济

1.1.1 研究区自然地理条件

研究区范围为伊犁谷地,指伊犁州州直属行政区域内除奎屯市外的8县1市,即伊宁市和伊宁县、察布查尔锡伯自治县、霍城县、新源县、昭苏县、巩留县、特克斯县、尼勒克县所辖区域(2014年国务院下发通知,批复新疆维吾尔自治区设立县级霍尔果斯市,霍尔果斯市由伊犁哈萨克自治州管辖。为叙述方便,本次仍沿用旧称),总面积55375.29km²(根据第二次全国土地调查成果县市界线进行划分和计算)。地理坐标:东经80°10′~84°58′,北纬42°20′~44°49′。南与阿克苏地区、东与巴音郭楞蒙古自治州、北与博尔塔拉蒙古自治州和塔城地区接壤,西与哈萨克斯坦毗邻。

伊犁谷地交通十分方便,有公路、铁路、航空等交通方式与外界相连。以伊宁市为中心,交通四通八达。从伊宁市向西北经国道312穿越果子沟可达精河、乌苏和乌鲁木齐等地,是伊犁谷地通向外界最主要的交通干线;向东沿国道218与省道315、国道217相接可达独山子、库车、库尔勒等地;向西由霍尔果斯边境口岸通往哈萨克斯坦等西部周边国家。各县、乡和各兵团团场之间也有县乡公路相连。精伊霍铁路于2009年12月竣工通车,由精河县经尼勒克至伊宁市,并于2013年延伸至霍尔果斯口岸,每天6~7列次对发,目前成为伊犁谷地出行的一种重要交通方式。伊犁谷地内有伊宁市机场和新源县那拉提机场,伊宁市机场始建于1936年,目前每天有十余次班机;新源县那拉提机场以全国AAAAA级景区那拉提草原为依托,于2006年建成,主要为旅游业服务,旅游旺季每天多班次,冬季每天1班次或间隔出航。伊犁谷地交通位置如图1.1所示。

伊犁谷地位于我国境内天山山脉的西段,西起中哈边界,东到依连哈比尔尕山西侧,南自哈尔克山—那拉提山的分水岭,北抵博罗科努山,地形条件十分复杂,由一系列近东西走向的山地和谷地大致平行相间分布组成。总体地势形成东高西低,东窄西宽,由北、东、南三面高山环绕,西部开口的喇叭状伊犁谷地。

由依连哈比尔尕山向西有两条近东西走向的支脉向西延伸,一条支脉为阿吾拉勒山,由东向西延伸,至喀什河大桥处尖灭,该山脉把伊犁谷地东端分隔成巩乃斯谷地和喀什河谷地。另一条支脉为那拉提山向西延伸至依什基里克山,该山脉把伊犁谷地的南侧又分隔出昭苏—特克斯盆地。

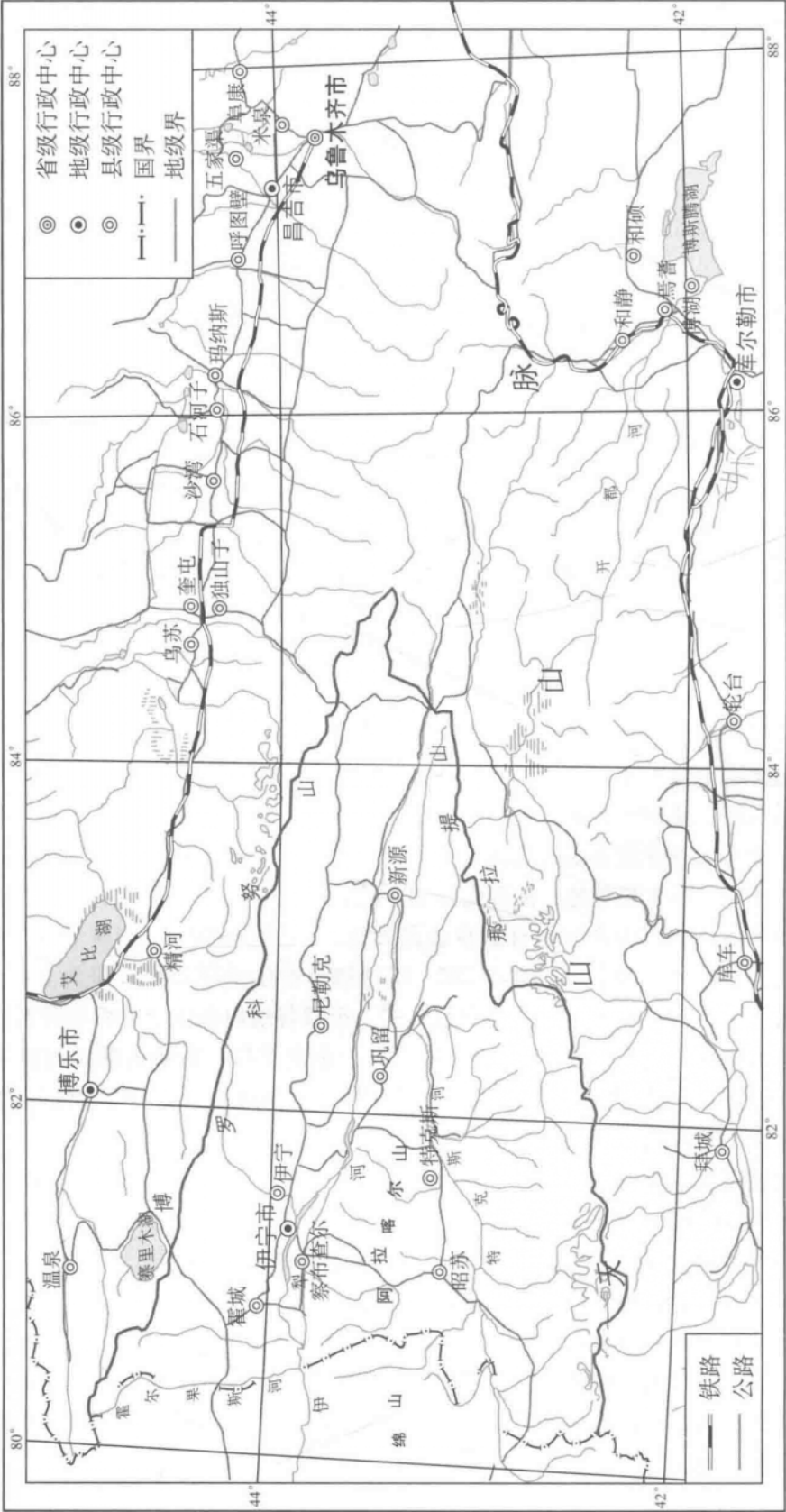


图 1.1 伊犁谷地交通位置图

1.1.2 研究区经济地理条件

伊犁谷地位于新疆西部,素有“塞外江南”和“瓜果之乡”的美称。伊宁市是伊犁谷地政治、经济、科技、教育、文化的中心,也是伊犁哈萨克自治州的首府。伊犁谷地所辖8县1市,总人口261.28万人,有汉族、哈萨克族、维吾尔族、回族、蒙古族、锡伯族、俄罗斯族等13个民族。

区内气候温和、物产富饶、水土光热资源充足,伊犁谷地充分依托地缘和资源优势发展工、农、畜牧等产业,已成为国家、自治区重要的粮、油、糖、畜、麻、果品生产基地。

在伊犁谷地,伊宁、霍城和察布查尔三个县(市)以农业为主,牧业次之;特克斯、昭苏、尼勒克三个县以牧业为主,农业次之;巩留和新源两个县则农牧业并重,共同发展,全区耕地面积429.87万亩^①,林地面积325.65万亩。伊犁谷地群山环绕,山清水秀,动植物种类繁多,有60余种野生动物和58种植物,其中有20多种药用植物。旅游资源得天独厚,有众多的自然和人文景观。

伊犁谷地工业生产发展迅速,形成了以采矿、煤化工、炼钢、纺织、制糖、食品、酿酒、建材、皮革、造纸等具有区域特色的支柱产业和重点行业的多种经济成分共同发展的工业体系。主要矿产资源有煤、铁、铜、金、铀、锰、石灰石等,全区已开发利用矿产有17种,已建各类矿山企业359个,年产矿石 $604.66 \times 10^4 \text{t}$,已成为地区经济发展的增长点之一。

1.2 研究程度及以往工作程度

自20世纪50年代起,先后有原地质部631队、原新疆地质局662队、664队和711队以及伊犁地质大队、新疆煤炭管理局160队等单位对伊犁谷地开展过不同比例尺的地质路线调查和单矿种的普查勘探,这些工作大都是为找矿目的而进行的,未进行过专门的地质灾害调查研究工作。区内地质灾害统计资料不完全,地质灾害事件记载很少,至2000年后,研究区内地质灾害研究工作才不断开展。

1.2.1 区域地质研究程度

1970~1978年,原新疆地质局区域地质调查大队先后对新源幅、巩留幅、莫乎尔幅等国际图幅所在区域进行了正规的1:20万区域地质调查,这些区调工作成果对研究区的地质、构造、岩性特征进行了较为系统的划分和确定。

1.2.2 水文地质研究程度

1979~1984年,新疆地矿局第一水文地质工程地质大队在伊犁谷地开展了1:20万至

① 1亩 $\approx 666.6 \text{m}^2$ 。

1:50 万区域水文地质普查和勘探工作。该项成果较全面、系统地反映了区域水文地质规律,着重论述了第四纪地质及第四纪冰川作用,并对环境水文地质及区域工程地质进行了较全面的概略论述和初步评价。

1.2.3 地质灾害研究程度

(1) 1999 年,新疆地质环境监测总站根据新疆地质矿产勘查开发局的《关于下达新疆伊犁谷地地质灾害勘查设计任务书的通知》(新地勘[1998]252号),于2000年组织完成了新疆伊犁谷地地质灾害调查(1:25万)项目,提交了《新疆维吾尔自治区伊犁谷地地质灾害调查报告》(1:25万)。该项目是新疆首次进行的区域性地质灾害专项调查工作。调查报告全面分析了伊犁谷地地质灾害发育分布规律、形成条件、成灾特点;评价了地质灾害危险性、易损性、破坏损失程度;提出了地质灾害防治规划。新疆维吾尔自治区国土资源厅对该报告的审查意见是:“调查成果可以作为伊犁谷地地质灾害防治规划的依据,对伊犁谷地地质灾害防治具有直接的指导作用。”

(2) 2001 年,新疆地质环境监测院根据中国地质环境监测院《关于下达新疆 2001 年县(市)地质灾害调查与区划项目任务的通知》(中地环发[2001]44号),按照《〈县(市)地质灾害调查与区划基本要求〉实施细则》以及《空间数据库系统建设技术要求》,于2002年分别完成了新疆新源县、巩留县地质灾害调查与区划项目,并分别提交了《新疆维吾尔自治区新源县地质灾害调查与区划报告》和《新疆维吾尔自治区巩留县地质灾害调查与区划报告》;2003年又分别完成了新疆尼勒克县、特克斯县地质灾害调查与区划项目,分别提交了《新疆维吾尔自治区尼勒克县地质灾害调查与区划报告》和《新疆维吾尔自治区特克斯县地质灾害调查与区划报告》。县(市)地质灾害调查与区划项目是在县(市)地质灾害调查的基础上,以县(市)为单元划分地质灾害易发区,建立地质灾害群测群防网络,建立地质灾害信息系统,为有计划地开展地质灾害防治工作提供依据。

(3) 2003 年 7 月至 2004 年 3 月,新疆地质环境监测院完成了“新疆伊犁谷地地质灾害应急调查与处置项目”,该项目是由中国地质环境监测院以“中地环函[2003]16号文”下达给新疆地质环境监测院的国土资源大调查项目(项目编号:200216000064)。该项目通过对新疆伊犁谷地地质灾害应急调查,查明了崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等各类重要地质灾害隐患点的分布情况,对伊犁谷地地质灾害易发程度进行区划,制定了地质灾害防灾预案,对重大地质灾害隐患点提出处置建议,编制伊犁谷地地质灾害防治规划,建立了重要地质灾害隐患点群测群防网络和地质灾害信息系统。

(4) 2004~2005 年和 2008 年,新疆地质环境监测院开展了新疆新源县、巩留县、尼勒克县地质灾害危险性评估项目,对村镇、牧道、风景名胜区、大中型矿山企业、重要交通干线、重点水利电力工程等基础设施遭受地质灾害的危险性进行了评估,提出了有针对性的地质灾害防治措施;对受地质灾害威胁的农牧民定居点按照搬迁避让、就近安置的原则,划定了安全区域,提出了搬迁安置方案。

(5) 2010~2011 年,新疆地质矿产开发局第三地质大队完成了《新疆维吾尔自治区尼勒克县地质灾害补充调查报告》,以前期地质灾害调查成果为依据和基础,结合 2010 年尼勒克县地质灾害灾情报告,补充调查了尼勒克县行政辖区内新增地质灾害及隐患的种

类、数量、规模、发育和分布特征、危害程度，对尼勒克行政区域内的地质灾害情况有了更加详细全面的认识。

(6) 2006~2012年，新疆地质环境监测院完成了新疆伊犁州直属8县1市地质灾害详细调查。详查报告对滑坡等地质灾害发育特征、形成条件及影响因素、典型地质灾害形成机理进行了分析，同时对各县（市）地质灾害易发程度与危险性进行了分区及评价，提出了相应的防治建议。伊犁谷地8县1市地质灾害详细调查成果为开展本次伊犁谷地地质灾害成灾规律研究奠定了基础。

(7) 在伊犁谷地开展的地质灾害详查中对15处典型滑坡进行了勘查工作，另外在2006~2013年由新疆维吾尔自治区和国家投资对8处滑坡灾害点进行了勘查，为典型滑坡成灾机理的研究提供了依据。

(8) 由新疆地质环境监测院于2013年度完成的《伊犁哈萨克自治州地质灾害防治规划》为本书第7章地质灾害防治分区编制提供了依据和参考。

第2章 区域地质环境条件

2.1 地形地貌

伊犁谷地地处我国新疆天山山脉西段，区内地形地貌形态较复杂，总体呈“三山夹两谷地一盆地”的格局。伊犁谷地北部自西向东分布着走向 NW—SE 的科古琴山、博罗科努山和依连哈比尔尕山等北天山支脉。依连哈比尔尕山平均海拔在 3600m 以上，最高峰海拔 5500m，博罗科努山海拔 4000 ~ 4500m。南部自西向东分布着走向 NEE—SWW 的哈尔克他乌山、那拉提山等南天山支脉，平均海拔 3500 ~ 4000m，昭苏西南的汗腾格里山最高海拔在 6000m 以上。铁木里克山、乌孙山、伊什基里克山、阿吾拉勒山等山脉自西向东横亘在伊犁谷地的中部。三列山系向东复合于依连哈比尔尕山东端形成依连哈比尔尕山山结。三列山系之间为喀什河谷地、伊犁—巩乃斯谷地、特克斯—昭苏盆地。山区面积占全区面积的 70% 以上。

各种内外营力不断对原地貌进行改造，区内地形多样，黄土主要广布于中低山和丘陵区，地形地貌有利于地质灾害的产生。垄岗状低山丘陵多为浑圆状的低山丘陵。海拔 1500 ~ 2000m，相对高度 100 ~ 300m，在地形上属山前转折带，植被较发育。山前黄土丘陵分布于山前地带，海拔 900 ~ 1600m，相对高度 50 ~ 100m。丘陵呈带状展布，系受新构造运动影响被抬升而形成。中生界常被砾石和黄土覆盖，植被较茂盛，局部低地有泉水出露，易产生滑坡。根据内外营力作用及地貌特征、地形的绝对和相对高度，将伊犁谷地的地貌类型划分为侵蚀褶皱断块山、剥蚀堆积块状隆起山和堆积平原 3 个一级地貌单元和 11 个二级地貌单元，分别为：冰川发育的极高山（ I_1 ）、侵蚀作用强烈的高山（ I_2 ）、深切切割的尖顶中高山（ I_3 ）、浅切割的缓顶中山（ I_4 ），圆顶低山（ II_1 ）、垄岗状低山丘陵（ II_2 ）、山前黄土丘陵（ II_3 ）和强倾斜的砾质平原（ III_1 ）、缓倾斜含砾细土平原（ III_2 ）、冲洪积细土平原（ III_3 ）、风成沙丘（ III_4 ），各地貌单元的分布范围和主要特征见表 2.1，地貌类型及分布图如图 2.1 至图 2.12 所示。

表 2.1 伊犁谷地地貌分区表

代号	一级地貌单元	代号	二级地貌单元	分布范围和主要特征
I	侵蚀褶皱断块山	I_1	冰川发育的极高山	呈条带状分布于伊犁谷地南部哈尔克他乌山、那拉提北缘以及伊犁谷地东段依连哈比尔尕山，沿山脊呈带状展布。海拔 4500m 以上，相对高度约 2000m。现代冰川发育，形成典型的冰川雪被地貌特征，植被稀少

续表

代号	一级地貌单元	代号	二级地貌单元	分布范围和主要特征
I	侵蚀褶皱断块山	I ₂	侵蚀作用强烈的高山	呈条带状分布于伊犁谷地南部哈尔克他乌山和伊犁谷地东北部沿博罗科努山到依连哈比尔尕山展布，以及伊犁谷地西北段。海拔 3500 ~ 4500m，相对高度 1500 ~ 1800m，山体陡峻，冰蚀地貌广泛分布，由岩石崩解而成的岩块在谷坡上堆积形成倒石堆，往往产生泥石流现象
		I ₃	深切割的尖顶中高山	呈条带状自西向东哈尔克他乌山北部一直延伸到那拉提山极高山带以下地区、阿吾拉勒山西部、博罗科努山南坡高山带以下地区分布。海拔 2800 ~ 3500m，相对高度 1000 ~ 1500m，物理风化作用强烈，山体挺拔，沟谷险峻。在阿吾拉勒山和那拉提山的东段残留古夷平面，其上黄土植被较发育，为良好的夏季牧场
		I ₄	浅切割的缓顶中山	呈条带状自西向东哈尔克他乌山北部中高山带以下地区、喀什河南部、伊什格里克山、阿吾拉勒山以及沿科古琴山等地分布，为形态各异的缓顶山，海拔 1800 ~ 2800m，相对高度 600 ~ 1000m
II	剥蚀堆积块状隆起山	II ₁	圆顶低山	分布于伊犁谷地西北部科古琴山中山山前地带以及伊犁谷地东南部乌勒肯吉尔河南北部，为矮小脊线不明显的浑圆山体，山坡缓，冲沟密布。海拔 1700 ~ 2600m，相对高度 300 ~ 800m。由古生界和中生界组成，表土为含砾黄土，厚度几米至几十米不等，植被发育
		II ₂	垄岗状低山丘陵	呈条带状分布于伊犁谷地伊犁盆地、昭苏 - 特克斯盆地北缘和伊犁谷地东南部乌勒肯吉尔河南北部低山带以下地区及喀什河南部狭长带，为浑圆状的低山丘陵。海拔 1500 ~ 2000m，相对高度 100 ~ 300m。在地形上属山前转折带，植被较发育
		II ₃	山前黄土丘陵	呈条带状自西向东伊犁谷地北部山前以下地带以及伊犁谷地西南部特克斯 - 昭苏盆地山前地带与堆积平原之间分布。海拔 900 ~ 1600m，相对高度 50 ~ 100m。丘陵呈带状展布，系受新构造运动影响被抬升而形成。在中新生界常覆盖砾石和黄土，植被较茂盛，局部低地有泉水出露，易产生滑坡
III	堆积平原	III ₁	强倾斜的砾质平原	呈条带状分布于伊犁谷地伊什基里克山和哈尔克他乌山的北麓，上部为砂砾石组成。海拔 800 ~ 1500m，地面坡降 8° ~ 15°。多受洪流冲蚀分割，形成地面崎岖的梳状垄岗地形，植被生长稀少
		III ₂	缓倾斜含砾细土平原	呈带状沿特克斯河谷中上游以及伊犁河中下游两侧展布，为盆地平原中广泛分布的一种地貌类型，也是强倾斜砾质平原的延续部分，由次圆状松散砂砾石组成。海拔 1300 ~ 1400m，地面坡降 3° ~ 5°，为农耕地
		III ₃	冲洪积细土平原	呈带状沿伊犁河—巩乃斯河顺河延伸分布。由亚砂土、亚黏土等组成河谷低阶地。地势平坦、土质肥沃，水资源丰富，为农牧业基地
		III ₄	风成沙丘	仅分布在伊犁谷地西部伊犁河下游北岸霍尔果斯至清水河一带，一般为固定或非固定沙丘复合堤，多呈浑圆状，高 5 ~ 15m