

气象灾害丛书

DIZHI QIXIANG ZAIHAI

地质气象 灾害

马 力 崔 鹏 周国兵 高克昌 主编



气象灾害丛书

地质气象 灾害



马 力 崔 鹏 周国兵 高克昌 主编

 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书介绍了地质气象灾害的基本概念、时间和空间分布规律、运动特征等,以及地质气象灾害的监测技术、减灾的工程和非工程措施及综合治理实例、地质气象灾害预报分类、预报业务系统建设和预报产品发布及其在减灾中的应用等,重点是强降水诱发的地质灾害的分布、监测、预报、防治等内容,特别注重地质灾害与气象学跨学科领域方面的问题。

图书在版编目(CIP)数据

地质气象灾害/马力等主编. —北京:气象出版社,2009. 6

(气象灾害丛书)

ISBN 978-7-5029-4718-7

I. 地… II. 马… III. 地质灾害:气象灾害 IV. P694

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 042204 号

Dizhi Qixiang Zaihai

地质气象灾害

马 力 崔 鹏 周国兵 高克昌 主编

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

总 策 划:陈云峰 成秀虎

责任编辑:张 斌

封面设计:燕彤

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:700 mm×1000 mm 1/16

字 数:194 千字

版 次:2009 年 6 月第 1 版

印 数:1~6000

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:毛耀顺

责任技编:吴庭芳

印 张:10.5

印 次:2009 年 6 月第 1 次印刷

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

丛书编辑委员会成员

主 任：秦大河

副 主 任：许小峰 丁一汇

成 员（按姓氏笔画排列）：

马克平 马宗晋 王昂生 王绍武 卢乃锰 卢耀如
刘燕辉 宋连春 张人禾 李文华 陈志恺 陈联寿
林而达 黄荣辉 董文杰 端义宏

编写组长：丁一汇

副 组 长：宋连春 矫梅燕

评审专家组成员（按姓氏笔画排列）

丁一汇 马宗晋 毛节泰 王昂生 王绍武 王春乙 王根绪
王锦贵 王馥棠 卢乃锰 任阵海 任国玉 伍光和 刘燕辉
吴 兑 宋连春 张小曳 张庆红 张纪淮 张建云 张 强
李吉顺 李维京 杜榕桓 杨修群 言穆弘 陆均天 陈志恺
林而达 周广胜 周自江 徐文耀 陶诗言 梁建茵 黄荣辉
琚建华 廉 毅 端义宏

丛书编委会办公室成员

主 任：董文杰

副 主 任：翟盘茂 陈云峰

成 员：周朝东 张淑月 成秀虎 顾万龙 张 锦
王遵娅 宋亚芳

序

据 世界气象组织统计,全球气象灾害占自然灾害的86%。我国幅员辽阔,东部位于东亚季风区,西部地处内陆,地形地貌多样,加之青藏高原大地形作用,影响我国的天气和气候系统复杂,我国成为世界上受气象灾害影响最为严重的国家之一。我国气象灾害具有灾害种类多,影响范围广,发生频率高,持续时间长,且时空分布不均匀等特点,平均每年造成的经济损失占全部自然灾害损失的70%以上。随着全球气候变暖,一些极端天气气候事件发生的频率越来越高,强度越来越大,对经济社会发展和人民福祉安康的威胁也日益加剧。近十几年来,我国每年受台风、暴雨、冰雹、寒潮、大风、暴风雪、沙尘暴、雷暴、浓雾、干旱、洪涝、高温等气象灾害和森林草原火灾、山体滑坡、泥石流、山洪、病虫害等气象次生和衍生灾害影响的人口达4亿人次,造成的经济损失平均达2000多亿元。2008年,我国南方出现的历史罕见低温雨雪冰冻灾害,以及“5·12”汶川大地震发生后气象衍生灾害给地震灾区造成的严重人员伤亡和财产损失,都说明进一步加强气象防灾减灾工作的极端重要性和紧迫性。

党中央国务院和地方各级党委政府对气象防灾减灾工作高度重视。“强化防灾减灾”和“加强应对气候变化能力建设”首次写入党的十七大报告。胡锦涛总书记在2008年“两院”院士大会上强调,“我们必须把自然灾害预报、防灾减灾工作作为事关经济社会发展全局的一项重大工作进一步抓紧抓好”。在中央政治局第六次集体学习时,胡锦涛总书记再次强调,“要提高应对极端气象灾害综合监测预警能力、抵御能力和减灾能力”。国务院已经分别就加强气象灾害防御、应对气候变化工作做出重大部署。在2008年全国重大气象服务总结表彰大会上,回良玉副总理指出,“强化防灾减灾工作,是党的十七大的战略部署。气象防灾减灾,关系千家万户安康,关系社会和谐稳定,关系经济发展全局。气象工作从来没有像今天这样受到各级党政领导的高度重视,

从来没有像今天这样受到社会各界的高度关切，从来没有像今天这样受到广大人民群众的高度关心，从来没有像今天这样受到国际社会的高度关注。这既给气象工作带来很大的机遇，也带来很大的挑战；既面临很大压力，也赋予很大动力，应该说为提高气象工作水平创造了良好条件”。

我们一定要十分珍惜当前气象事业发展的好环境，紧紧抓住气象事业发展的难得机遇，深入贯彻落实科学发展观，牢固树立“公共气象、安全气象、资源气象”的发展理念，始终把防御和减轻气象灾害、切实提高灾害性天气预报预测准确率作为提升气象服务水平的首要任务。面对国家和经济社会发展对加强气象防灾减灾工作的迫切需求，推进防灾减灾工作快速发展，做到“预防为主，防治结合”，很有必要编写一套《气象灾害丛书》，从不同视角吸收科学、社会以及管理各方面的研究成果，就气象灾害的发生、发展、监测、预报和预防措施，普及防灾减灾知识，提高防灾减灾的效益，为我国防灾减灾事业、构建社会主义和谐社会做出贡献。

2003年中国气象局组织编写出版了《全球变化热门话题丛书》，主要立足宣传和普及天气、气候与气候变化所带来的各方面影响以及适应、减缓和应对的措施。这套书的出版引起了很大反响，拥有广大的读者群。《气象灾害丛书》是继《全球变化热门话题丛书》之后，中国气象局组织了有关部委、中科院和高校的气象业务科研人员及相关行业领域的灾害研究专家，编写的又一套全面阐述当今国内外气象灾害监测、预警与防御方面最新技术成果、最新发展动态的科学普及读物。《气象灾害丛书》分21分册，在内容上开放地吸收了不同部门、不同地区和不同行业在气象灾害和防御方面的研究成果，体现了丛书的系统性、多学科交叉性和新颖性。这对于进一步提高社会公众对气象灾害的科学认识，进一步强化减灾防灾意识，指导各级部门和人民群众提高防灾减灾能力、有效地为各行业从业人员和防灾减灾决策者提供参考和建议都具有重要意义。同时，根据我国和全球安全减灾应急体系建设这一大学科的要求，“安全减灾应急体系”共有100多部应写作的书籍，《气象灾害丛书》的出版为逐步完善这一科学体系做出了贡献。

在本套丛书即将出版之际，谨向来自气象、农业、生态、水文、地质、城乡建设、交通、空间物理等多方面的作者、专家以及工作人员表示诚挚的感谢！感谢他们参与科学普及工作的高度热忱以及辛勤工作。

郑国光

编著者的话

通过两年的努力,《气象灾害丛书》终于编写完毕。丛书由 21 册组成,每一册主要介绍一个重要的灾种,整个丛书基本上将绝大部分气象以及相关的衍生灾害都作了介绍,因而是一套关于气象灾害的系统性丛书。参加此丛书编写的专家有 200 位左右,他们来自中国气象局、中国科学院、林业部和有关高等院校等部门。他们在所编写的领域中不但具有丰硕的研究成果,而且也具有丰富的实践经验,因而,丛书无论是从内容的选材,还是从描述和写作方式等方面都能保证其准确性和适用性。编写组在编写过程中先后召开了六次编写工作会议,各分册主编和撰稿人以高度负责的态度和使命感热烈研讨,认真听取意见和修改,使各册编写水平不断提高,从而保证了丛书的质量。另外,值得提及的是,丛书交稿之前,又请了 46 位国内著名的院士、专家和学者进行了评审。专家们一致认为,《气象灾害丛书》是一套十分有用、有益和十分必要的防灾减灾丛书。它的出版有助于政府、社会各部门和人民群众对气象灾害有一个全面、深入的了解与认识,必将大大提高全民的防灾减灾意识。丛书的内容丰富、全面、系统、新颖,基本上反映了国内外气象灾害的监测、预警和防御方面的最新研究成果和发展动态,可以作为各有关部门指导防灾减灾工作的科学依据。

在丛书包括的 21 个灾种中,除干旱、暴雨洪涝、台风、寒潮、低温冷害、冰雪等过去常见的气象灾害外,丛书还包括了近一二十年新出现的或日益受到重视的新灾种,如霾、生态气象灾害、城市气象灾害、交通气象灾害、大气成分灾害、山地灾害、空间气象灾害等。这些灾害对于我国迅速发展的国民经济已越来越显示出它的重大影响。把这些灾害包括在丛书中不但是必要的,而且也是迫切的。另外,通过编写这些书,对这些灾种作系统性总结,对今后的研究进展也有推动作用。

为了让读者对每一种灾害都获得系统而正确的科学知识以及了解目前最

新的防灾减灾技术、能力和水平,编写组要求每一册书都要做到:(1)对灾害的观测事实要做全面、正确和实事求是的介绍,主要依据近 50 年的观测结果。在此基础上概括出该灾种的主要特征和演变过程;(2)对灾害的成因,要根据大多数研究成果做科学的说明和解释,在表达上要深入浅出,文字浅显易懂,避免太过专业化的用语和用词;(3)对于灾害影响的评估要客观,尽可能有代表性与量化;(4)灾害的监测和预警部分在内容上要反映目前的水平和能力,以及新的成就。同时要加强实用性,使防灾减灾部门和人员读后真正有所受益和启发;(5)对每一灾种,都编写出近 50 年(有些近百年)国内重大灾害事件的年表,简略描述出所选重大灾害事件发生的时间、地点、影响程度和可能原因。这个重大灾害年表对实际工作会有重要参考价值。

在丛书编写过程中,所有编写者亲历了 1 月发生在我国南方罕见的低温雨雪冰冻灾害和“5·12”汶川大地震。在全国可歌可泣的抗灾救灾精神的感召下,全体编写人员激发了更高的热情,从防大灾、防巨灾的观念重新审视了原来的编写内容,充分认识到防灾减灾任务的重要性、迫切性和复杂性。并谨以此丛书作为对我国防灾减灾事业的微薄贡献。

丛书编写办公室与编写组专家密切配合,从多方面保证了编写组工作的顺利完成,在此也表示衷心感谢。另外,由于这是一套科普丛书,受篇幅所限,各册文中所引文献未全部列入主要参考文献表中,敬请相关作者谅解。

编写组长 丁一江

2008 年 10 月 21 日于北京

前言

山体滑坡和泥石流灾害都属于地质灾害，它们是由地形地貌、地层岩性、植被覆盖、人类活动、地震、冰雪消融、强降水等诸多内因和外因共同作用而产生的。由于上述因素在地球上存在的普遍性，使得山体滑坡和泥石流灾害的分布也十分广泛，并且常带来严重的人员伤亡和财产损失，因此受到许多国家的特别重视，被列入国际减轻自然灾害活动中主要的突发性自然灾害灾种。经过对大量有关资料统计，有 90% 以上的山体滑坡和泥石流灾害是由强降水诱发产生的，本书主要是围绕这类地质灾害而编写的，并冠之以名——地质气象灾害。

本书编写重点是强降水诱发的地质灾害的分布、监测、预报、防治等内容，特别注重地质灾害与气象学跨学科领域方面的问题。全书共分 8 章，第 1 章概述，介绍了地质气象灾害的基本概念，较全面叙述了我国和世界地质气象灾害的分布、危害情况、人们对这种灾害的认识以及强降水诱发地质气象灾害的基本原理等。第 2 章根据我国降水的时空分布状况和形成地质气象灾害的其他因素，介绍了地质气象灾害的时间和空间分布规律及其对各方面的危害。第 3 章介绍了地质气象灾害的形成和运动特征，包括地质气象灾害形成的基本条件、规模、运动特征、多种诱发因素等，其中有许多问题是以重庆市为例加以描述的。第 4 章介绍了为能够较好地预报地质气象灾害发生，必须采用多种先进的大气探测技术和降水预报技术进行降水的精细监测和预报问题。第 5 章重点介绍了地质气象灾害减灾的工程和非工程措施及综合治理实例。第 6 章介绍了地质气象灾害的多种监测技术，包括地面探测和卫星探测技术等，并举出了由上述先进技术、传统技术和土办法结合的泥石流和山体滑坡监测系统建设案例。第 7 章先介绍了地质气象灾害预报分类，包括按时间尺度分类、按宏观与单点预报分类、按预报内容分类、按预报方法分类等；然后针对各种类型的预报介绍了其预报方法，以及预报业务系统建设

和预报产品发布及其在减灾中的应用,最后介绍了地质气象灾害信息传递与恢复重建相关内容。在附录中例举了国内外 15 条地质气象灾害重大灾例,列出了 450 多条 20 世纪 60 年代以来国内重大地质气象灾害事件表供查询。

由于此书所编写的内容涉及地质、气象等多学科领域,具有跨学科的特点,为了适应多专业学科人员的阅读需要,既要做到通俗易懂,又要具有一定的科技水平,因此,本书的读者面比较广,例如对从事地质气象灾害监测预报和防灾减灾工作的专业科学技术和管理人员、有关部门及政府官员、大学教师和学生等都有参考价值。

本书是由马力、崔鹏、周国兵、高克昌共同编写完成的,崔鹏、高克昌负责泥石流相关内容的编写,马力、周国兵负责山体滑坡部分的编写,张亚平、唐云辉等参加了部分编写工作。

目 录

序

编著者的话

前 言

第 1 章 概 论	1
1.1 地质气象灾害的基本概念	4
1.2 强降水诱发地质气象灾害的基本原理	10
第 2 章 我国地质气象灾害的活动与危害	15
2.1 我国地质气象灾害的分布	15
2.2 我国地质气象灾害的活动特点	18
2.3 我国地质气象灾害的危害	22
第 3 章 地质气象灾害的形成和运动特征	28
3.1 泥石流的形成	28
3.2 山体滑坡的形成	34
3.3 地质气象灾害的运动特征	41
第 4 章 强降水诱发地质灾害中的气象问题	44
4.1 精细的降水监测问题	44
4.2 精细的降水预报问题	47
第 5 章 地质气象灾害防治	49
5.1 地质气象灾害风险分析	49

5.2	地质气象灾害灾情评估	52
5.3	地质气象灾害防治的非工程措施	61
5.4	地质气象灾害防治的工程措施	71
5.5	地质气象灾害综合治理实例	76
第6章	地质气象灾害监测	79
6.1	地质气象灾害监测技术	79
6.2	地质气象灾害监测系统构成和典型实例	85
第7章	地质气象灾害预报和预报产品发布及应用	91
7.1	地质气象灾害预报方法概述	91
7.2	地质灾害气象预报产品发布及应用	102
7.3	地质气象灾害信息传递与恢复重建	107
附录	地质气象灾害重大灾例	110
1	重大山体滑坡灾例	110
2	重大泥石流灾例	120
3	中国重大山体滑坡事件表	132
4	中国重大泥石流事件表	145
主要参考文献		155

第1章

概 论

地质气象灾害与其他自然灾害一样是与地球及其自然环境的发展变化相伴随的,是岩石圈、水圈、大气圈、生物圈等各圈层能量、物质和信息交换的一种外在表现和相互作用的产物。其作为一种与地质环境或地质体变化有关的灾害种类,在某些自然或人为的地质活动以及气象要素的共同作用下,地质环境或地质体发生了量或质的变化,当这种变化达到一定程度并对人身、财产、环境等造成危害的时候,我们将其称为地质气象灾害,如崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面沉降、地面塌陷、黄土湿陷、岩土膨胀、砂土液化、冻融侵蚀、水土流失、土地荒漠化及沼泽化。本书只讨论气象原因引起的山体崩塌、山体滑坡、泥石流灾害。

从世界范围来看,受到不同程度滑坡、泥石流威胁和危害的国家达 70 多个,主要沿阿尔卑斯—喜马拉雅山系、环太平洋山系、欧亚大陆内部的一些褶皱山脉以及斯堪的纳维亚山脉所在的国家分布。地质气象灾害最为严重的国家主要有前苏联、日本、中国、美国、奥地利、瑞士、印度尼西亚、意大利、新西兰等。

广布的滑坡和泥石流给包括我国在内的世界各国造成了严重的经济损失,制约了社会经济的发展。从世界范围来看,1921 年哈萨克斯坦的阿拉木图发生泥石流,造成 500 多人丧生,财产损失 500 万卢布;2004 年 3 月 14 日阿拉木图再次发生重大泥石流事故,近 30 人死亡,其中有 9 名中国公民;1985 年 11 月 13 日哥伦比亚 Nevado del Ruiz 发生火山泥石流,造成 2.5 万人死亡;2005 年 10 月,哥伦比亚北部安蒂奥基亚省的贝约镇发生泥石流,又造成至少 26 人死亡,30 多人失踪;1967—1980 年间日本有 1700 多人死于泥石流灾害;1998 年 5 月,意大利南部那不勒斯等地发生罕见泥石流,造成 100 多人死亡、2000 多人无家可归;1999 年 12 月中旬委内瑞拉首都加拉加斯附近数十条沟谷暴发泥石流,造成 3 万余人死亡,33.7 万人受灾(韦方强等,2000);2005 年 10 月危地马拉泥石流,约 1400 多人被埋于泥石流之下;2004 年 11 月菲律

宾奎松省发生洪涝和泥石流, 300 多人死亡, 150 多人失踪; 2008 年 2 月菲律宾莱特省发生大规模滑坡、泥石流灾害, 近 2000 人死亡……

在我国, 每年因崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害死亡人数, 占各类自然灾害死亡人数的 1/4。崩塌、滑坡和泥石流的分布范围约占国土面积的 44.8%。据统计, 全国 34 个省、市、自治区、特别行政区中有 20 个行政区分布着受泥石流危害的城镇, 占省级行政区划的 58.84%, 其中仅县级及其以上政府驻地城镇就达 150 多个(谢洪等, 2006)。交通运输、工矿企业及农村均受其害。云南东川铁路支线就因泥石流频繁暴发和危害而报废。西南各铁路沿线受崩塌、滑坡和泥石流灾害的有近万千米, 占全国铁路总长近 20%, 每年致使铁路运输中断 1000~2000 小时, 直接经济损失 1.7 亿元, 整治费用 1.5 亿元。近年来, 我国部分山区铁路整治崩塌、滑坡和泥石流等灾害的费用已超过 10 亿元。川藏公路每年因泥石流阻断通车 4~6 个月, 1985 年培龙沟泥石流, 导致 80 余辆汽车被埋; 2004 年 7 月云南省德宏州先后两次发生特大泥石流灾害, 共造成 48 人死亡, 85 人失踪, 直接经济损失 10 亿多人民币。全国每年因泥石流造成的经济损失在 15 亿~20 亿元以上, 死亡百余人(崔鹏等, 2000)。滑坡危害巨大, 1982 年 7 月 17 日重庆市云阳县城东鸡扒子大滑坡, 面积达 0.77 km², 1500 万 m³ 土石坠入长江, 1700 间房屋毁于一旦; 1985 年 6 月 12 日湖北省秭归县新滩发生大滑坡, 新滩这个千年古镇顷刻滑入长江, 激起江中涌浪达几十米, 江中 96 条船被倾覆, 造成了长江上游的断航和巨大的人员财产损失。

从“成灾”的角度看, 中国地质灾害的区域变化具有比较明显的方向性, 即从西向东、从北向南、从内陆到沿海地质灾害趋于严重。这是因为虽然不同类型、不同规模的地质灾害几乎覆盖了中国大陆的所有区域, 但由于人类活动和社会经济条件的差异, 使不同地区地质灾害的发育程度和破坏程度显著不同。东部和南部地区人类活动频繁而剧烈, 区内人口稠密, 城镇及大型工矿企业、骨干工程密布, 因此一旦发生地质灾害则损失惨重, 另一方面, 人类经济工程活动加剧了地质灾害的发生与发展。而西部和北部地区虽然地质灾害分布十分广泛, 但大部分地区人口密度和经济发展程度低, 所以危害和破坏程度相对较低。

20 世纪 80 年代末起, 随着联合国“国际减轻自然灾害十年 (IDNDR)”计划的启动, 包括滑坡、泥石流在内的自然灾害引起了国际社会的空前重视, 许多国际和区域性自然灾害合作研究计划相继实施, 极大地推动了全球范围内自然灾害预测预报研究。1995 年, 在“国际减灾十年”行动中期, 联合国会员大会要求国际减灾十年秘书处分析全球及各国对包括滑坡、泥石流在内的各类自然灾害的早期预警能力, 提出开展相关国际合作研究的建议与计划,

进而促进、提高全球对自然灾害的预测预报能力和研究水平。为此,国际减灾十年秘书处成立了包括地质灾害在内的6个专家工作小组。1997年专家工作组提交了“国家及局部地区灾害早期预警能力评述报告”,提出了建立国家和局部地区不同层次上有效的早期预警系统的指导原则。1998年,国际减灾十年秘书处在德国波茨坦专门召开以“减轻自然灾害的早期预警系统”为主题的会员国大会。在会后的波茨坦宣言中强调“早期预警应该是各国和全球21世纪减灾战略中的关键措施之一”。1999年,联合国会员大会决定在“国际减灾十年”计划结束后,继续实施“国际减灾战略(ISDR)”,成立国际减灾战略秘书处。该秘书处随后成立了跨国际组织的特别工作小组。2000年,特别工作小组在瑞士日内瓦召开第一次工作会议,决定将推动灾害早期预警列为工作时间表上的首要任务,并将着重致力于协调全球的早期预警实践、促进和推广将早期预警作为减灾的主要对策之一。因此,当前国际社会对于包括泥石流、滑坡在内的灾害预测预报问题非常关注,目前已经有相当数量的国家和地区开展了地质气象灾害预报工作,并向公众发布。其中预报精细程度和水平比较高的国家和地区有:欧盟(1988年开始)、香港(1984年开始)、美国(1987年开始)、日本(1985年开始)、巴西(1998年开始)、委内瑞拉(2001年开始)、波多黎各(1993年开始)。

我国对于地质灾害的防治非常重视,2003年国务院总理温家宝签署国务院394号令,公布《地质灾害防治条例》,并从2004年3月1日起施行。条例规定了包括将地质灾害防治工作纳入国民经济和社会发展规划、国家实行地质灾害调查制度、建立健全国家地质灾害监测网络和预警信息系统、地质灾害易发区实行工程建设项目地质灾害危险性评估、国家对从事地质灾害危险性评估的单位实行资质管理制度等在内的一系列内容,从而将我国的地质灾害管理纳入了法治化的管理轨道。同年,国土资源部和中国气象局联合开展了全国汛期地质灾害气象预报预警工作,并于当年的6月1日正式在中央电视台发布地质灾害预报预警信息。上述措施对减少地质灾害财产损失和人员伤亡起到了积极的作用。

然而,由于我国地质气象灾害形成的多因素复杂性,地质气象灾害防治能力和水平仍然处于较低水平,与发达国家相比还存在着很大的差距,主要表现为:监测设备比较落后,先进的技术和设备只能在较小的范围内使用;开展预测预报时间短,预报准确率较低;防灾减灾能力差,地质气象灾害主要还是依靠群测群防;与之相应的制度和措施不够完善。为此,今后要开展以下几方面的工作:

(1) 开展细致的地质气象灾害普查,并在所获取的大量地质气象灾害发生历史状况、地质地貌状况、强降水发生状况等资料的基础上,制作出详细

的地质气象灾害区划,并划分出地质气象灾害防治等级,为地质气象灾害防治打下基础;

(2) 全面规划和建立依靠气象卫星、天气雷达、密集的雨量遥测站网、3S技术、卫星遥感遥测技术、电子技术、民间简易观测技术等多种手段的地质气象灾害监测网和相应的数据快速收集、处理、存储系统;

(3) 研究建立在精细降水监测预报基础上的具有多种时空尺度的地质气象灾害预测预报模型,开发建立相应的预报业务系统,完善其预报业务体系;

(4) 开展适应多种状况的地质气象灾害治理技术研究;

(5) 建立和完善政府指导下的、具有全社会参与的地质气象防灾减灾体系,包括政策法规、管理职责、应急抢险等。开发相应的政府减灾防灾辅助决策支持系统。

1.1 地质气象灾害的基本概念

本书所指的地质气象灾害特指在常规的地质灾害类型中,那些主要由典型气象事件(如降雨)作为触发因子而引发的地质灾害,例如滑坡、泥石流、崩塌、地面沉降、水土流失、土壤盐碱化等。这类灾害因其与气象事件紧密相关,在研究和防范的时候都有与其他类型地质灾害不同的研究方法和防灾减灾思路。根据地质气象灾害形成的时间尺度,又可以将地质气象灾害分为突发性地质气象灾害和缓变性地质气象灾害。突发性地质气象灾害包括崩塌、滑坡、泥石流等,这类地质气象灾害成灾过程短暂,治理和防范难度都较大,并且也是我国目前造成重大经济损失、产生重大社会负面影响的主要地质气象灾害类型。缓变性地质气象灾害如地面沉降、水土流失、土壤盐碱化等,成灾过程往往较长,其控制因素也往往是一些中长期的气象要素,相对与突发性地质气象灾害而言,其造成的社会经济损失和社会影响要小得多。本书仅限于讨论突发性地质气象灾害,并且以崩塌、滑坡和泥石流灾害为主,这也是目前我国每年造成重大经济损失和社会影响的主要地质灾害灾种。

1.1.1 泥石流的基本概念

1.1.1.1 泥石流的定义

泥石流是由于降水(暴雨、融雪)而形成的一种挟带大量泥砂、石块等固体物质的固液两相流体,呈黏性层流或稀性紊流等运动状态,是高浓度固体和液体的混合颗粒流。典型的泥石流由悬浮着粗大固体碎屑物并富含粉砂及黏土的黏稠泥浆组成。在适当的地形条件下,大量的水体浸透山坡或沟床

中的固体堆积物质,使其稳定性降低,饱含水分的固体堆积物质在自身重力作用下发生运动,就形成了泥石流。它暴发突然、历时短暂、来势凶猛,具有极强的破坏力,是一种灾害性的地质现象。

对于泥石流的科学定义,目前学术界尚有不同意见。前苏联的弗莱施曼认为泥石流是指固体物质含量高、泥位剧增的暂时性山地河床洪流,并将泥石流现象分为三个阶段:酝酿阶段、运动阶段和堆积阶段。日本砂防学会定义为:泥石流并非水搬运泥沙物质,而是含水的粥状泥沙在其重力作用下产生的运动现象。高桥堡又补充认为,泥石流是泥沙、石块等固体物质与水的混合物在重力作用下而发生运动的连续体,在其运动中,内部一面产生连续变形,一面又以相当的速度移动,水在泥石流体中起着非常重要的作用(商向朝,郝勇 1986)。英国地质学会工程组认为,泥石流是介于水流和滑坡之间的一系列过程,因而包括重力作用下的松散物质、水体和空气构成的块体运动(康志成等,2004)。美国学者 Johnson 认为泥石流是一种混有少量水和空气的粒状固体在缓坡上迅速流动的过程(李德基 1997)。国内,唐邦兴等(1980)认为泥石流是产生在沟谷中或坡地上的一种饱含大量泥沙石块和巨砾的固液两相流体,它介于块体运动和水力运动之间,呈稀性紊流、黏性层流或塑性蠕流等状态运动,是各种自然因素和人类活动综合作用的产物。陈光曦等(1983)认为泥石流是含有大量固体物质(泥、砂、石)的山洪。关君蔚、王礼先等(1984)认为泥石流是指在山区发生、固体径流物质处于超饱和状态的急流。钱宁、王兆印(1984)则定义泥石流为发生在沟谷和坡地上的饱含小至黏土、大至巨砾的固液两相流,液相是水和细颗粒泥沙掺混而成的匀质浆液,固相是较粗的颗粒。康志成等(2004)认为泥石流是一种介于滑坡和水流之间的含泥、沙和石块的固液两相流体,具有暴发突然、运动快速、历时短暂等活动特点,呈紊流或层流等运动状态。

普通民众由于对泥石流缺乏科学的认识,面对凶猛的泥石流现象惊恐万分,把泥石流暴发称为“走蛟”、“出龙”,在四川西部山区称之为“母猪龙”,云南称为“蛟龙”,并建庙宇或立碑祭祀,给它蒙上了一层神秘的色彩。实际上,泥石流的发生受多种自然因素的控制,如地质、地貌、水文、气象、土壤、植被覆盖等,同时人为因素也在一定程度上加速或延缓了泥石流的发生。在地形有利、固体松散物质来源丰富的前提下,暴雨、冰雪融化、冰川、水体溃决等均可激发泥石流。暴发时,混浊的泥石流体沿着陡峻的山沟,前推后拥,奔腾咆哮而下,地面为之震动,山谷有如雷鸣;冲出山口之后,在宽阔的堆积区横冲直撞,漫流遍地。由于泥石流暴发突然,运动很快,能量巨大,来势凶猛,破坏性非常强,常给山区城镇、乡村人民生命财产和工农业生产、基础建设等造成极大危害。