

普通高等教育规划教材

地质灾害及其防治

Geological Hazard and Control

▶▶ 简文彬 吴振祥 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

普通高等教育规划教材

地质灾害及其防治

简文彬 吴振祥 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书系统介绍了滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等常见的地质灾害的概念、成因、类型、调查及分析评价方法、防治技术措施;斜坡变形破坏可形成崩塌滑坡,因此,本书对不稳定斜坡及其处置也作了系统的介绍。全书共分8章,内容包括地质灾害概念及其分类、不稳定斜坡及其处置、滑坡及其防治、崩塌及其防治、泥石流及其防治、地面塌陷及其防治、地面沉降及其防治、地裂缝及其防治。

本书可作为高等学校地质工程、岩土工程、环境地质、土木工程、水利工程、安全工程、防灾减灾工程、勘查技术与工程等专业的教材,以及高等院校开设公共选修课的教材或教学参考书,也可供土建、交通、铁道、水利水电、城乡建设、国土资源等相关部门从事地质灾害防灾减灾、边坡工程等专业技术人员、管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

地质灾害及其防治 / 简文彬, 吴振祥编著. — 北京 : 人民交通出版社股份有限公司, 2015. 8

ISBN 978-7-114-12224-8

I. ①地… II. ①简… ②吴… III. ①地质 - 自然灾害 - 灾害防治 IV. ①P694

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 093728 号

普通高等教育规划教材

书 名: 地质灾害及其防治

著 者: 简文彬 吴振祥

责任编辑: 郑蕉林

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 12.75

字 数: 286 千

版 次: 2015 年 8 月 第 1 版

印 次: 2015 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12224-8

定 价: 28.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

地质灾害,包括自然因素或者人为活动引发的危害人民生命和财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。近年来,各种地质灾害对人类危害程度日益加重,地质灾害造成的损失逐年增加,造成人员伤亡和巨大的经济损失。地质灾害严重制约着山地丘陵地区经济社会发展,是我国防灾减灾工作中亟待解决的突出问题之一。地质灾害由于其成因复杂、影响因素多、分布广、地域性强、致灾大多突发性、破坏力强、治理造价高、技术难度大等特点,得到广大学术界、工程界的关注。

迄今为止,与地质灾害有关的论著大多针对其中的某一个灾种(如滑坡、泥石流等)或者针对广义的地质灾害(如地震、火山喷发、水土流失等)。而根据2004年国务院颁布的《地质灾害防治条例》所称,地质灾害主要有滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等。目前尚未有一本全面论述这些地质灾害的适合高等院校相关专业或全校性选修课的教材。

本教材在前人已有研究成果的基础上,结合作者的科研、生产实践及教学,对常见的滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等地质灾害及其防治技术进行系统的归纳和总结,为学生提供一本适用的教材。希望对推动地质灾害及其防治的深入发展,对交流与普及地质灾害防灾减灾知识、推动地质灾害的减灾防灾,对高等学校地质工程、岩土工程、防灾减灾工程、勘查技术与工程等专业学生综合素质的培养起到积极的作用。福州大学多年来开设了“地质灾害及其防治”专业课及全校性选修课,编著者编写过一些讲义,取得了良好的教学效果,本书就是在这些讲义的基础上,结合编著者的科研、生产实践、教学及前人已有研究成果编写而成的。

本教材编写从各灾种的基本概念入手,由浅入深逐步介绍各灾害的成因、影响因素、灾害调查、预测预报、治理措施等,教材构成体系合理、层次清晰、深入浅出、内容全面、实用性强。全书共分8章:第1章为绪论,介绍地质灾害的基本概念及其分类;第2章为不稳定斜坡及其处治,介绍斜坡(边坡)失稳与滑坡、斜坡变形破坏的方式及类型、斜坡变形破坏的影响因素、斜坡稳定性评价与预测、斜坡变形破坏的处治;第3章为滑坡及其防治,介绍滑坡的基本概念、滑坡成因、滑坡类型、滑坡调查、滑坡勘查、滑坡预测预报、滑坡防治技术;第4章为崩塌及其防治,介绍崩塌基本概念、崩塌产生的基本条件、崩塌类型、崩塌与滑坡的区别、危岩与崩塌的勘查、崩塌防治;第5章为泥石流及其防治,介绍泥石流基本概念、泥石流形成条件、泥石流类型、泥石流危险性分级、泥石流调查、泥石流防治、泥石流监测;第6章为地面塌陷及其防治,介绍地面塌陷成因、地面塌陷分类、地面塌陷的调查、地面塌陷预测预防、地面塌陷的防治;第7章为地面沉降及其防治,介绍地面沉降的概念、地面沉降分布、地面沉降危害、地面沉降成因、地面沉降类型、地面沉降调查、地面沉降监测及防治;第8章为地裂缝及其防治,介绍地裂缝分类、地裂缝危害、地裂缝的调查、地裂缝预测预防、地裂缝防治。

作者长期从事边坡工程、地质灾害防治的教学、科研和技术服务工作,本书的编写力图在前人研究工作的基础上对常见的地质灾害及其防治技术进行归纳和总结。

本教材的编写得到国家自然科学基金、国土资源部丘陵山地地质灾害防治重点实验室(福建省地质灾害重点实验室)开放基金、福建省高等学校特色专业建设点基金、福州大学教材出版基金的资助;福州大学岩土工程专业研究生林威、张登、叶琪、郑晔、黄家富等参与了文字编辑、图件清绘、校对等工作,在此表示衷心的感谢。本书编写过程中参考了大量的相关著作、教材、手册、期刊论文、技术资料等,未能一一列出,对相关作者表示衷心的感谢。由于水平有限,时间仓促,书中错漏不足在所难免,敬请读者批评指正。

作者单位:福州大学岩土工程与工程地质研究所,国土资源部丘陵山地地质灾害防治重点实验室,350108,邮箱:jwb@fzu.edu.cn。

作者

二〇一四年十二月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 灾害与地质灾害的基本概念	1
1.2 地质灾害分类	2
1.3 地质灾害分级	4
1.4 我国地质灾害的发育特点	5
1.5 地质灾害成因	9
1.6 地质灾害的危害	9
1.7 我国面临的地质灾害防灾减灾形势	12
思考题	13
第2章 不稳定斜坡及其处置	14
2.1 斜坡失稳与滑坡	14
2.2 斜坡形态与分类	15
2.3 斜坡变形破坏的方式及类型	18
2.4 斜坡变形破坏的影响因素	19
2.5 斜坡工程地质勘察	26
2.6 斜坡稳定性分析	30
2.7 斜坡稳定性评价	45
2.8 斜坡加固工程技术	46
2.9 已有斜坡的调查评估与安全维护	61
思考题	65
第3章 滑坡及其防治	66
3.1 滑坡基本概念	66
3.2 滑坡成因	70
3.3 滑坡类型	72
3.4 滑坡调查	73
3.5 滑坡工程地质勘察	75
3.6 滑带土抗剪强度参数的测试和选择	81
3.7 滑坡稳定性分析与评价	88
3.8 滑坡预测预报	94
3.9 滑坡防治	97
思考题	102

第4章 崩塌及其防治	103
4.1 崩塌基本概念	103
4.2 崩塌产生的基本条件	103
4.3 崩塌类型	106
4.4 崩塌与滑坡的区别	107
4.5 崩塌的勘察	108
4.6 崩塌防治	110
思考题	114
第5章 泥石流及其防治	115
5.1 泥石流的基本概念	115
5.2 泥石流形成条件	115
5.3 泥石流类型	118
5.4 泥石流危险性分级	122
5.5 泥石流识别与调查	122
5.6 泥石流监测	124
5.7 泥石流活动预测预报	126
5.8 泥石流防治	129
思考题	133
第6章 地面塌陷及其防治	134
6.1 地面塌陷的基本概念	134
6.2 地面塌陷成因	134
6.3 地面塌陷分类	136
6.4 岩溶塌陷勘察、评价及防治措施	138
6.5 土洞塌陷勘察、评价及防治措施	143
6.6 采空区塌陷	147
6.7 地面塌陷的监测	152
6.8 防治地面塌陷的应急措施	153
思考题	153
第7章 地面沉降及其防治	154
7.1 地面沉降的含义	154
7.2 地面沉降分布	155
7.3 地面沉降危害	157
7.4 地面沉降成因	158
7.5 地面沉降类型	161
7.6 地面沉降勘察	161
7.7 地面沉降监测及防治	164
思考题	167
第8章 地裂缝及其防治	168
8.1 地裂缝的基本概念	168
8.2 地裂缝分类与活动规律	169

8.3 中国典型地裂缝	170
8.4 地裂缝的调查与勘察	173
8.5 地裂缝防治	175
思考题	176
附录	177
参考文献	191

第1章 绪 论

1.1 灾害与地质灾害的基本概念

灾害是指那些由于自然的、人为的或人与自然综合的原因,对人类生存和社会发展具有危害后果的各种事件与现象。自古以来,灾害就与人类共存,灾害给人类带来了巨大的损失,人类也为了防止灾害和减轻灾害做出了很大的努力。“灾害”是从人类的角度来定义的,体现的是“以人为本”的理念,灾害必须以造成人类生命、财产损失的后果为前提。如果山体滑坡发生在荒无人烟的冰雪深山,并无人员伤亡,甚至无人知晓,则不会称作灾害;但是如果山体滑坡发生在人员聚居的城镇及乡村,导致人员伤亡、房屋倒塌、农田被掩埋、水利设施被冲毁等,就属于灾害事件。

随着人类生产建设的发展和科学技术水平的提高,再加上人口的过快增长和城镇化的发展,人类日益开发更多的天然资源,打破了自然界中的生态平衡和地质作用平衡。由于人类活动所引起的灾害日趋增加,各种自然因素所造成灾害的危害性日趋严重,因而,人们越来越关注各种灾害对于人类的生命财产和工业、农业及民用建筑所造成的危害。深入研究各种灾害发生的原因机制,研究灾害的分类,以及开展对这类灾害的评价、监测和防治,已经逐渐形成了独立的学科。

灾害的种类繁多,分类方法也不同。灾害的分类,按照起因有人为灾害或自然灾害;根据原因、发生部位和发生机理划分为地质灾害、天气灾害、环境灾害、生化灾害和海洋灾害等。自然灾害是人类依赖的自然界中所发生的异常现象,自然灾害对人类社会所造成的危害往往是触目惊心的。自然灾害和环境破坏之间又有着复杂的相互联系。人类要从科学的意义上认识这些灾害的发生、发展以及尽可能减小它们所造成的危害,已是国际社会的一个共同主题。地球上的自然变异,包括人类活动诱发的自然变异,无时无刻不在发生,当这种变异给人类社会带来危害时,即构成自然灾害。灾害都是消极的或破坏的作用。自然灾害是人与自然矛盾的一种表现形式,具有自然和社会两重属性,是人类过去、现在、将来所面对的最严峻的挑战之一。世界范围内重大的突发性自然灾害包括:旱灾、洪涝、台风、风暴潮、冻害、雹灾、海啸、地震、火山、滑坡、崩塌、泥石流、森林火灾、农林病虫害等。

我国是世界上自然灾害种类最多的国家之一,其中对我国影响最大的自然灾害有七大类,包括:气象灾害、海洋灾害、洪水灾害、地震灾害、地质灾害、农作物生物灾害、森林生物灾害。

地质灾害属于由地球内力或外力作用(含人类活动的营力作用)产生的不良地质作用引发的一类灾害,属于自然灾害的一种重要类型。

地质灾害是指在自然或者人为因素的作用下形成的,对人类生命财产、环境造成破坏和损失的地质作用(现象),如滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、岩爆、坑道突水、突泥、突瓦斯、煤层自燃、黄土湿陷、岩土膨胀、砂土液化、软土震陷、土地冻融、水土流失、土地沙漠化及沼泽化、土壤盐碱化,以及地震、火山、地热害等,一般称为广义地质灾害。

根据2004年国务院颁发的《地质灾害防治条例》规定,地质灾害包括自然因素或者人为活动引发的危害人民生命和财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害,这六种与地质作用有关的灾害一般称为狭义地质灾害。

此外,对可能危害人民生命和财产安全的不稳定斜坡、潜在滑坡、潜在崩塌、潜在泥石流和潜在地面塌陷,以及已经发生但目前还不稳定的滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等,称为地质灾害隐患。

1.2 地质灾害分类

从广义的地质灾害来说,其种类繁多,分类方法也不同。依据地质灾害的概念和含义,凡是与内动力地质作用、外动力地质作用、人类工程动力作用有关的地质灾害,以岩石圈自然地质作用为主导因素形成的自然灾害都归入地质灾害类型。一般可按致灾地质作用的性质和发生处所、成灾过程的快慢、地质灾害发生区的地理或地貌特征进行划分。

1) 按致灾地质作用的性质和发生处所划分

可划分为地球内动力活动灾害类、边坡岩土体运动(变形破坏)灾害类、地面变形破裂灾害类、矿山与地下工程灾害类、河湖水库灾害类、海洋及海岸带灾害类、特殊岩土灾害类、土地退化灾害类共八类地质灾害。致灾地质作用都是在一定的动力诱发(破坏)下发生的,诱发动力有的是天然的,有的是人为的。据此,地质灾害也可按动力成因分为自然地质灾害和人为地质灾害两大类。自然地质灾害发生的时间、地点、规模和频度,受自然地质条件控制,不以人类历史的发展为转移;人为地质灾害受人类工程开发活动制约,常随社会经济发展而日益增多,所以防止人为地质灾害的发生已成为地质灾害防治的一个重要方面。

2) 按成灾过程的快慢划分

就地质环境或地质体变化的速度而言,地质灾害的发生、发展进程,有的是逐渐完成的,有的则具有很强的突然性。据此,可将地质灾害概分为突变型地质灾害和缓变型地质灾害两大类。突然发生的,并在较短时间内完成灾害活动过程的地质灾害为突变型地质灾害;发生、发展过程缓慢,随时间延续累进发展的地质灾害为缓变型地质灾害。

(1) 突变型地质灾害包括:地震灾害、火山灾害、崩塌灾害、滑坡灾害、泥石流灾害、地面塌陷灾害、地裂缝灾害、矿井突水灾害、冲击地压灾害、瓦斯突出灾害、围岩岩爆及大变形灾害、河岸坍塌灾害、管涌灾害、河堤溃决灾害、海啸灾害、风暴潮灾害、海面异常升降灾害、黄土湿陷灾害、砂土液化灾害共19个灾种。突变型地质灾害发生突然,可预见性差,其防治工作常是被动式的应急进行。其成灾后果,不仅是经济损失,也常造成人员伤亡,因此是地质灾害防治的重点对象。

(2)缓变型地质灾害包括:地面沉降灾害、煤层自燃灾害、矿井热害、河湖港口淤积灾害、水质恶化灾害、海水入侵灾害、海岸侵蚀灾害、海岸淤进灾害、软土触变灾害、膨胀土胀缩灾害、冻土冻融灾害、土地沙漠化灾害、土地盐渍化灾害、土地沼泽化灾害、水土流失灾害共 15 个灾种。缓变型地质灾害常有明显前兆,对其防治有较从容的时间,可有预见地进行,其成灾后果一般只造成经济损失,不易出现人员伤亡。

3)根据地质灾害发生区的地理或地貌特征划分

可分山地地质灾害,如崩塌、滑坡、泥石流等;以及平原地质灾害,如地面沉降等。

中华人民共和国地质矿产行业标准《地质灾害分类分级(试行)》(DZ 0238—2004)根据灾类、灾型、灾种确定地质灾害分类体系,按表 1-1 确定。

地质灾害分类体系

表 1-1

灾 类	灾 型	灾 种
地球内动力活动灾害类	突变型	地震灾害(原生灾害、次生灾害)、火山灾害
	缓变型	—
斜坡岩土体运动(变形破坏)灾害类	突变型	崩塌灾害(危岩、高边坡)、滑坡灾害(土体滑坡、岩体滑坡)、泥石流灾害(泥流、泥石流、水石流)
	缓变型	—
地面变形破裂灾害类	突变型	地面塌陷灾害(岩溶塌陷、采空塌陷)、地裂缝灾害(构造地裂缝、非构造地裂缝)
	缓变型	地面沉降灾害
矿山与地下工程灾害类	突变型	矿井突水灾害、冲击地压灾害、瓦斯突出灾害、围岩岩爆及大变形灾害
	缓变型	煤层自燃灾害、矿井热害
河湖水库灾害类	突变型	河岸坍塌灾害、管涌灾害、河堤溃决灾害
	缓变型	河湖港口淤积灾害、水质恶化灾害
海洋及海岸带灾害类	突变型	海啸灾害、风暴潮灾害、海面异常升降灾害
	缓变型	海水入侵灾害、海岸侵蚀灾害、海岸淤进灾害
特殊岩土灾害类	突变型	黄土湿陷灾害、砂土液化灾害
	缓变型	软土触变灾害、膨胀土胀缩灾害、冻土冻融灾害
土地退化灾害类	突变型	—
	缓变型	土地沙漠化灾害、土地盐渍化灾害、土地沼泽化灾害、水土流失灾害

按照 2004 年国务院颁发的《地质灾害防治条例》规定,所称地质灾害包括自然因素或者人为活动引发的危害人民生命和财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。本书重点论述滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等狭义地质灾害。如图 1-1 所示。

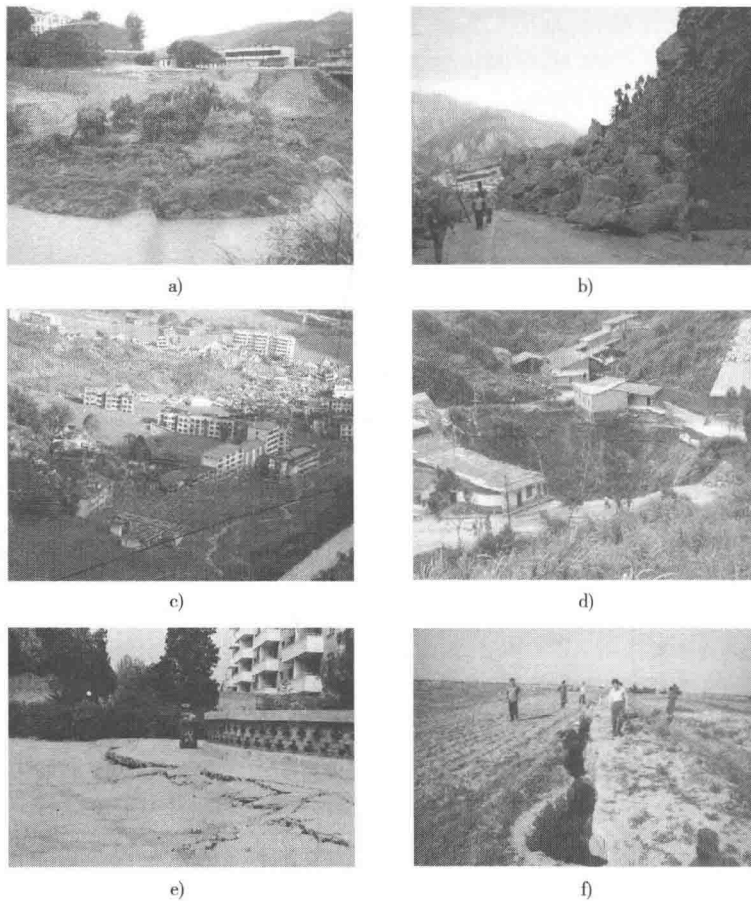


图 1-1 地质灾害主要类型

a) 滑坡; b) 崩塌; c) 泥石流; d) 地面塌陷; e) 地面沉降; f) 地裂缝

1.3 地质灾害分级

根据《地质灾害分类分级(试行)》(DZ 0238—2004)的地质灾害分级标准,以一次灾害事件造成的伤亡人数和直接经济损失两项指标把地质灾害灾度等级划分为特大灾害、大灾害、中灾害、小灾害 4 级,按表 1-2 确定。潜在地质灾害根据直接威胁人数和灾害期望损失值亦划分为相应的 4 级灾害。

地质灾害灾度等级分级

表 1-2

指 标		特大灾害 (Ⅰ级灾害)	大灾害 (Ⅱ级灾害)	中灾害 (Ⅲ级灾害)	小灾害 (Ⅳ级灾害)
伤亡人数	死亡(人)	> 100	100 ~ 10	10 ~ 1	0
	重伤(人)	> 150	150 ~ 20	20 ~ 5	< 5
直接经济损失	(万元)	> 1 000	1 000 ~ 500	500 ~ 50	< 50
直接威胁人数	(人)	> 500	500 ~ 100	100 ~ 10	< 10
灾害期望损失(万元/a)		> 5 000	5 000 ~ 1 000	1 000 ~ 100	< 100

注:经济损失值为 90 年不变价格。

常见地质灾害灾变等级分级按表 1-3 确定;地质灾害与地震、洪水等成灾等级划分对比按表 1-4 确定。

常见地质灾害灾变等级分级

表 1-3

指标 灾种		灾害等级			
		特大型	大型	中型	小型
崩塌(危岩)	体积(10^4 m^3)	>100	100~10	10~1	<1
滑坡	体积(10^4 m^3)	>1 000	1 000~100	100~10	<10
泥石流	堆积物体积(10^4 m^3)	>100	100~10	10~1	<1
岩溶塌陷	影响范围(km^2)	>20	20~10	10~1	<1
地裂缝	影响范围(km^2)	>10	10~5	5~1	<1
地面沉降	沉降面积(km^2)	>500	500~100	100~10	<10
	最大累计沉降量(m)	2.0~1.0	1.0~0.5	0.5~0.1	<0.1

地质灾害与地震、洪水等成灾等级划分对比

表 1-4

灾害种类		成灾等级划分					
地质灾害	灾度等级	特大灾害	大灾害	中灾害	小灾害		
	划分 指标	死亡	>100 人	100~10 人	10~1 人	0 人	
		损失	>1 000 万元	1 000 万~500 万元	500 万~50 万元	<50 万元	
地震灾害	灾度等级	特大破坏性地震	严重破坏性地震	中等破坏性地震	一般破坏性地震		
	划分 指标	死亡	万人以上	数百到数千人	数十到数百人	数人到数十人	
		损失	>30 亿元以上	5 亿~30 亿元	1 亿~5 亿元	1 亿元以下	
洪水灾害	成灾等级	巨灾	重灾	中灾	轻灾	弱灾	
	划分 指标	死亡	>1 万人	1 万~1 千人	1 000~100 人	100~10 人	<10 人
		损失	>10 亿元	10 亿~1 亿元	1 亿~1 000 万元	1 000 万~100 万元	<100 万元
风暴潮 灾害	成灾等级	特大潮灾	较大潮灾	一般潮灾	轻度潮灾		
	划分 指标	死亡	千人以上	数百人	数十人	少量	
		损失	数亿元	1 亿~0.2 亿元	千万元	数百万以下	
森林火灾	灾度等级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅰ级		
	划分 指标	损失	100 万元以上	100 万~50 万元	50 万~10 万元	10 万元以下	

地质灾害分级的应用原则是:就高不就低,灾变界限值只要达到上一档次的下限即定为上一档次灾害;灾害界限值中伤亡人数或直接经济损失,只要一项指标达到高档次,则按高档次定名灾害的级别。

1.4 我国地质灾害的发育特点

地质灾害的发育分布及其危害程度与地质环境背景条件(包括岩土体工程地质类型、地质构造格局、地形地貌、水文地质条件和新构造运动的强度与方式等)、气象水文及植被条

件、人类工程活动及其强度等有着极为密切的关系。

中国地处环太平洋构造带和喜马拉雅构造带汇聚部位,太平洋板块的俯冲和印度板块向北对亚洲板块的碰撞使中国大陆承受着最主要的地球动力作用。在印度板块与亚洲板块的碰撞边界上产生了世界上最高的喜马拉雅山脉,并使青藏高原受压隆起;东部因太平洋板块俯冲造成了我国华北、东北地壳向东拉张,形成华北和松辽沉降大平原。这两种活动构造带汇聚和西升东降的地势反差,不仅形成了中国大地构造和地形的基本轮廓,同时也是形成我国地质灾害种类繁多的根本原因。

东西向构造与北北东向构造的交叉,使中国在大地构造和地形(主要表现在山脉和盆地的走向上)上形成近东西向和近南北向的分区特点,从而使我国地质灾害的区域空间分布同样具有东西分区、南北分带、亚带成网的特点。

从西向东,大体可以以贺兰山—六盘山—龙门山—哀牢山、大兴安岭—太行山—武陵山—雪峰山为界分为三大区。西区为高原山地,海拔高,切割深度大,地壳变动强烈,构造、地层复杂,气候干燥,风化强烈,岩石破碎,因而主要发育有地震、冻融、泥石流、沙漠化等地质灾害。中区为高原、平原过渡地带,地形陡峻,切割剧烈(相对切割深度巨大),地层复杂,风化严重,活动断裂发育,因而主要发育有地震、崩塌、泥石流、滑坡、水土流失、土地沙化、地面变形、黄土湿陷、矿井灾害等地质灾害。东区为平原及海岸和大陆架,地形起伏不大,气候潮湿且降雨量丰富,主要发育有地震、地面变形、崩塌、滑坡、泥石流、河湖灾害、海岸灾害、盐碱(渍)化等地质灾害。

从北向南,阴山—天山、昆仑—秦岭、南岭等巨大山系横贯中国大陆,沿这些山系,崩塌、滑坡、泥石流、水土流失等地质灾害严重。它们的相间地带(大河流域),土地沙化、盐碱化、黄土湿陷及水土流失、地面变形及崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷等地质灾害严重。

在新构造运动相对活跃的东南、西南及青藏高原地区,地震以及与之相关的地质灾害较为明显。

中国位于亚洲大陆东部,濒临太平洋,季风气候显著,具有较明显的纬度和经度分带特征,加上疆域辽阔、地形复杂,具有多种多样的气候类型,因此暴雨、洪水、干旱、冰雹、霜冻及温差等许多不良气候因素常常成为多种多样的地质灾害的诱发因素。在西北、华北和东北部分地区,气候干旱少雨,年内温差悬殊,风蚀作用剧烈,土地沙漠化、风沙化、冻融等灾害发育严重。而在温暖湿润的东部、南部地区,尤其在西南山区,降雨多且集中,崩塌、滑坡、泥石流灾害频繁发生。在东部平原地区,土地盐渍化、沼泽化等地质灾害广泛分布。

中国是世界上人口最多的国家,几千年来的人文活动,特别是近几十年来经济的高速发展和人口的增长,对自然的索取也不断加重,对自然环境的干扰也越来越强烈。不合理的人类经济工程活动使得地质灾害的发育日趋加剧。在东部、中部地区,由于大量抽取地下水和大规模开采矿产资源(包括油气资源),导致地下水资源平衡条件破坏和岩土构造应力状态发生变化,诱发并加剧了地面沉降、地面塌陷、地裂缝、土地盐渍化、沼泽化、崩塌、滑坡、泥石流、矿山灾害等地质灾害的发育和危害。在西部地区,由于超量开发土地、草原、森林和水资源,加速了水土流失、土地沙化等灾害的发展,崩塌、滑坡、泥石流等灾害也随之增多。

在所有的地质灾害中,除地震灾害外,崩塌、滑坡、泥石流灾害最为严重,其以分布广、多发性和破坏性强,具有隐蔽性及容易链状成灾为特点,每年都造成巨大的经济损失和人员伤亡。另外,土地沙漠化、地面沉降和水土流失等缓变型地质灾害发展迅速,危害越来越大,成为令人担忧的地质灾害。

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,人类工程活动频繁而又剧烈,区内人口稠密,城镇及大型工矿企业、骨干工程密布。因而,一方面,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、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。调查表明:凡是人口密集、工业发达地区在人类活动的影响下,地质灾害正由自然动力型向人为动力型发展,由点状向带状、树枝状、片状发展。

据不完全统计,各种地质灾害对我国危害程度日益加重,地质灾害造成的损失逐年增加。近年来由于崩塌、滑坡、泥石流灾害每年造成的损失上百亿元;水土流失、土地沙漠化、盐碱化、潜育化造成的损失每年达 200 亿元;岩溶塌陷和地下采空造成的损失超过 5 亿元;抽取地下水引起的地面沉降已在全国平原区的 46 个城市发生,造成巨大的经济损失。

值得提出的是,我国的经济建设活动正在由东向西、由南向北、由沿海向内地深入展开。大规模经济开发也必然会出现严重的地质灾害威胁,必须引起高度重视,也就是要处理好“发展经济与保护地质环境”的关系。

总而言之,由于自然地理、地质环境和人类活动的差异,不同地区地质灾害的类型、组合特征和发育、危害程度各不相同,具有较明显的地域特征和区域变化规律。今后随着全球环境的变化和我国经济建设的大规模发展,我国大部分地区地质灾害的发育程度和破坏程度可能将不断增强。因此,地质灾害的勘查、研究以及防治工作对我国有着特别重大的意义。

我国在区域气候格局上主要处于东亚季风区,山地丘陵区局地暴雨频发,地形地质条件非常复杂,叠加人类工程经济活动的影响,造就了地质灾害频繁发生的复杂时期。地质灾害不仅对山地丘陵区的基础设施造成毁灭性破坏,更对人民群众的生命安全构成极大的损害和威胁。特别是近年来,我国在全球气候变暖的背景下极端天气气候事件频发,突发性、局地性极端强降雨引发的地质灾害导致的群死群伤事件时有发生,地质灾害造成的人员伤亡占我国自然灾害死亡总人数的比例呈上升趋势。地质灾害是我国防灾减灾工作中亟待解决的突出问题之一。

我国是地质灾害种类繁多、灾情严重、分布面积广的国家。随着经济建设的不断发展,灾害的频度和规模有逐年增加的趋势。

以 2008 ~ 2013 年我国发生的地质灾害为例进行分析。

1) 基本情况

2008 ~ 2013 年全国发生各类地质灾害、造成人员伤亡和直接经济损失见表 1-5。

2008 ~ 2013 年各类地质灾害基本情况

表 1-5

年份 各类地质灾害	2008	2009	2010	2011	2012	2013	合计
滑坡(次)	13 450	6 657	22 329	11 490	10 888	9 849	74 663
崩塌(次)	8 080	2 309	5 575	2 319	2 088	3 313	23 684
泥石流(次)	443	1 426	1 988	1 380	922	1 541	7 700
地面塌陷(次)	451	316	499	360	347	371	2 344

续上表

年份 各类地质灾害	2008	2009	2010	2011	2012	2013	合计
地裂缝(次)	—	115	238	86	55	301	795
地面沉降(次)	—	17	41	29	22	28	137
伤亡(人)	1 598	331	2 246	277	375	481	5 308
直接经济损失(亿元)	32.7	17.65	63.9	40.1	52.8	102	309.15

2) 区域分布

2008~2013年地质灾害发生在我国28个省(自治区、直辖市)境内,以华东、中南、西南以及西北的部分地区最为集中。发生次数居于前三位的依次是江西、湖南和福建;因灾死亡、失踪人数居于前三位的依次是甘肃、陕西和云南;因灾直接经济损失居于前三位的依次是陕西、四川和吉林。

3) 重大地质灾害

以2010年为例,因灾死亡30人以上或者直接经济损失1000万元以上的特大型地质灾害有34起;因灾死亡10人以上30人以下或者直接经济损失500万元以上1000万元以下的大型地质灾害有60起,其中死亡、失踪10人以上的19起。2010年全国死亡、失踪10人以上的重大地质灾害事件见表1-6。

2010年全国死亡失踪10人以上的重大地质灾害事件

表1-6

序号	发生时间	省份	地点	灾害类型	死亡、失踪(人)	诱发因素
1	3月10日	陕西	陕西榆林市子洲县双湖峪镇双湖峪村	崩塌	27	冰雪冻融
2	5月23日	江西	东乡县孝岗镇何坊村沪昆铁路何坊段	滑坡	19	强降雨
3	6月2日	广西	玉林市容县六王镇陈村	滑坡	12	降雨
4	6月14日	四川	康定县捧塔乡双基沟	滑坡	23	降雨
5	6月14日	福建	南平市延平区县道延塔线11公里处	滑坡	24	强降雨
6	6月28日	贵州	安顺市关岭县岗乌镇大寨村	滑坡	99	降雨
7	7月18日	陕西	安康市岚皋县四季乡木竹村	滑坡	20	强降雨
8	7月18日	陕西	安康市汉滨区大竹园镇七堰村	滑坡	29	强降雨
9	7月20日	四川	凉山州冕宁县棉沙湾乡许家坪村2组	滑坡	13	降雨
10	7月24日	陕西	山阳县高坝镇桥耳沟村五组	滑坡	24	强降雨
11	7月24日	甘肃	华亭县东华镇前岭社区殿沟村村民小组	崩塌	13	强降雨
12	7月26日	云南	怒江州贡山县普拉底乡咪各村米谷电站	泥石流	11	降雨
13	7月27日	四川	雅安市汉源县万工乡双合村一组	滑坡	20	强降雨
14	7月29日	甘肃	肃南县祁丰乡关山村观山脑	泥石流	10	降雨
15	8月8日	甘肃	甘肃舟曲县泥石流	泥石流	1 765	强降雨
16	8月13日	四川	绵竹市清平乡盐井村6组文家沟	泥石流	12	降雨
17	8月18日	云南	贡山县普拉底乡东月谷村东月谷河	泥石流	92	降雨
18	9月1日	云南	保山市隆阳区瓦马乡河东村大石房小组	滑坡	48	降雨
19	9月21日	广东	高州市、信宜市交界地区	群发滑坡、崩塌	33	强降雨

地质灾害具有多发性、突发性和范围广的特征,所造成的人员伤亡多,破坏严重,在自然界的灾害中占有突出的位置。人类对自然界的改造越来越广泛和深入,人类不适当的生产和建设活动所引起的地质灾害也越来越频繁,越来越广泛,对于人类的影响也越来越大。各种地质灾害的防范和治理,包括人为地质灾害的防治,已经成为保护和改善人类生存环境的一项重要课题。

1.5 地质灾害成因

地质灾害的致灾因素具有自然孕育和人类活动引发的双重属性,具体表现为它的形成与发展主要受地形地貌、岩土地质条件、水文地质条件、区域气候和人类工程经济活动等多方面的影响。地质环境复杂,地层软弱,结构不均匀,区域断裂活动和地震作用的长期影响是重要背景因素。区域气候因素是引发地质灾害的直接因素和激发条件,崩塌、滑坡、泥石流灾害的发生与区域冻融、大气降雨量、降雨强度和降雨历时关系密切。地形地质因素是发生地质灾害的物质基础和潜在条件,影响着地质灾害的性质和规模。

随着人类经济活动逐步向广度和深度发展,工程活动在山地丘陵区进行森林集中砍伐、陡坡垦殖、开挖爆破、弃石废渣、过度放牧和城镇及新农村建设“向山要地”、“进沟发展”等都加速改变了地质历史过程中长期形成的原有地表地质的稳定结构,进一步加剧了地质灾害的发生。

地质灾害除了自然因素本身引发外,更多的是由于违反自然规律、不合理的人类工程活动诱发的。

主要的人类工程活动有以下几种方式:

- (1) 开挖坡脚:修建公路、铁路、依山建房等。
- (2) 蓄水排水:水渠和水池的漫溢和漏水,工业生产用水和废水的排放,农业灌溉等。
- (3) 堆填加载:在斜坡上大量兴建楼房,大量堆填土石、矿渣等。
- (4) 劈山开矿的爆破、山坡上乱砍滥伐等,也容易诱发地质灾害。

1.6 地质灾害的危害

地质灾害给人类造成人员伤亡和巨大的经济损失,破坏环境资源,影响城乡可持续发展。我国地质灾害的活动强度、暴发规模、经济损失和人员伤亡等方面均居世界前列。特别是山地丘陵区突发性的滑坡、泥石流等常常摧毁淤埋城镇,危害村寨,冲毁道路桥梁,破坏水电工程和通信设施,淹没农田,堵塞江河,劣化生态环境,危及自然保护区和风景名胜区,严重制约我国山地丘陵区社会经济的发展。

据统计,1995年至2010年(2010年统计数据至10月)的16年中,平均每年因突发性地质灾害死亡和失踪约1101人。因地质灾害造成的直接财产损失年均100亿~150亿元。特别是2010年,全国因地质灾害造成2246人死亡、669人失踪、534人受伤,其中仅舟曲“8·7”特大山洪泥石流灾害就造成1501人死亡、264人失踪。随着我国山地丘陵区经济的发展、人口的不断增长,区域经济存量、人口密度、社会财富将大幅度增长,地质灾害的风险程度和危害次数也将显著增加。

据10年来的概略调查,全国除上海市外,各省(自治区、直辖市)均存在滑坡、崩塌、泥石