



高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材



山地灾害防治工程学

MOUNTAINOUS HAZARDS PREVENTION AND
CONTROLLING ENGINEERING

杨海龙 主编

中国林业出版社

策划编辑 / 高红岩

责任编辑 / 张东晓 高红岩

封面设计 / M 美光设计

- 水文与水资源学 (第2版)
- 土壤侵蚀原理 (第2版)
- 水土保持植物
- 土地资源学
- “3S”技术在水土保持中的应用
- 水土保持规划学
- 荒漠化防治工程学 (第2版)
- 水土保持工程学 (第2版)
- 林业生态工程学 (第3版)
- 小城镇规划
- 水土保持与荒漠化防治实验教程
- 农田防护林学 (第2版)
- 农林复合技术与经营管理
- 水土保持与荒漠化防治监测
- 开发建设项目水土保持
- 水土保持工程材料与施工
- 水土保持工程概预算
- 水土保持项目管理
- 水土保持工程监理
- 风沙物理学 (第2版)
- 水土保持执法与监督
- 山地灾害防治工程学

欢迎关注中国林业出版社官方微信及天猫旗舰店



中国林业出版社官方微信

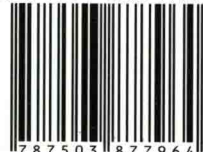


中国林业出版社天猫旗舰店



中国林业出版社教育出版分社

ISBN 978-7-5038-7796-4



9 787503 877964 >

定价: 38.00元

高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材

山地灾害防治工程学

杨海龙 主编

中国林业出版社

内容简介

本书根据我国高等学校水土保持与荒漠化防治专业的课程要求,以及当前山地灾害防治现实需求为主要依据编写。全书共分为8章,第1章绪论介绍山地灾害的基本概念、内涵及分类,山地灾害的区域分布、特征和危害,山地灾害防治工程学研究的主要内容和方法;第2~5章分别介绍崩塌、滑坡、山洪、泥石流的分类、防治技术、监测、预报和预警;第6章介绍山地灾害风险评估的原理和方法;第7章介绍山地灾害防治的规划方法和内容;第8章介绍国内外山地灾害管理。

本书不仅可作为全国高等院校水土保持与荒漠化防治专业教学的专业教材,也可作为从事水土保持与荒漠化防治、地质灾害防治、林业生态、水利工程、土地利用、环境保护、国土资源等工程实践技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

山地灾害防治工程学/杨海龙主编. —北京:中国林业出版社, 2014. 12

高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材

ISBN 978-7-5038-7796-4

I. ①山… II. ①杨… III. ①山地灾害—灾害防治—高等学校—教材 IV. ①P694

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第304324号

中国林业出版社·教育出版分社

策划编辑:高红岩

电话:83143560 83143554

责任编辑:张东晓 高红岩

传真:83143561

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail:jiaocaipublic@163.com 电话:(010)83143500

<http://lycb.forestry.gov.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 2014年12月第1版

印 次 2014年12月第1次

开 本 850mm×1168mm 1/16

印 张 19

字 数 451千字

定 价 38.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《山地灾害防治工程学》编写人员

主 编 杨海龙

副主编 程金花 信忠保

编 委 (以姓氏笔画为序)

马 岚 马 超 王志刚 史常青

朱小乐 杜 庆 杨海龙 肖辉杰

张 梦 张 嫱 赵云杰 信忠保

高春泥 韩玉国 程金花

主 审 王玉杰

山地灾害防治是一个遍及全球的共同性课题，尤其在当前人口膨胀、资源短缺、环境恶化的情况下，更引起各国政府、专家学者、工程技术人员的高度重视。我国国土辽阔，山地约占全国总面积的70%，崩塌、滑坡、山洪、泥石流等山地灾害频繁发生，给当地的工农业生产和人民生命财产安全造成巨大损失。

山地灾害受地貌、地质构造运动、气候、植被以及社会经济活动影响，其分布极不均衡。研究崩塌、滑坡、山洪、泥石流等山地灾害的形成机理、防治技术、监测内容和方法、预测和预报、规划和风险评估，为科学地采取防灾、减灾、救灾和恢复重建措施奠定了基础。

随着山地灾害防治相关法律、法规的颁布和完善，生产实践对山地灾害防治工程的专业知识性人才需求大增。在《水土保持原理》《水土保持工程学》《流域管理学》等课程中也涉及山地灾害防治工程的部分内容。2009年，按照北京林业大学水土保持与荒漠化防治专业的教学计划要求，开设“山地灾害防治工程”课程，2014年，《山地灾害防治工程学》教材列入北京林业大学教材编写计划。在本教材编写过程中，立足国内外从事山地灾害防治工程各方面专家、学者和工程技术人员的研究成果，结合国家行业技术标准，将理论和实践有机结合进行编写。本教材由北京林业大学杨海龙任主编，程金花、信忠保任副主编。各编委分工如下：第1章由杨海龙、杜庆编写，第2章由韩玉国、张梦编写，第3章由肖辉杰、赵云杰编写，第4章由程金花、张婧编写，第5章由马超、高春泥编写，第6章由信忠保、王志刚编写，第7章由马岚、史常青编写，第8章由杨海龙、朱小乐编写，全书由杨海龙、程金花、信忠保统稿，并经北京林业大学王玉杰教授主审。

在本教材编写过程中，北京林业大学赵廷宁教授、高甲荣教授、齐实教授、张建军教授、王云琦副教授，日本大学阿部和时教授，中国台湾屏东科技大学李锦育教授对本书的编写提出了宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢。教材中引用了科技成果、论文、专著和相关教材，因篇幅有限未能一一列出，敬请谅解，谨向文献的作者们致以深切的谢意。中国林业出版社为本书的出版给予了大力的支持，编辑人员为此付出了辛勤的劳动，在此表示诚挚的感谢。

限于编者知识水平和实践经验有限，书中难免有不当之处，热切希望读者提出批评意见，以便今后进一步充实提高。

编者

2014年10月

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 山地灾害的基本概念及分类	(1)
1.1.1 山地灾害的定义	(1)
1.1.2 山地灾害的种类	(1)
1.2 山地灾害的区域分布、特征和危害	(2)
1.2.1 山地灾害的区域分布	(2)
1.2.2 山地灾害的特征	(3)
1.2.3 山地灾害的危害	(6)
1.2.4 山地灾害及防治现状	(7)
1.3 山地灾害防治工程学的主要内容和方法	(8)
1.3.1 山地灾害防治工程学的主要内容	(8)
1.3.2 山地灾害防治工程学的研究方法	(9)
1.3.3 山地灾害防治工程学与相关学科的关系	(9)
1.4 前景展望	(10)
第2章 崩 塌	(12)
2.1 崩塌的分类及形成机理	(12)
2.1.1 崩塌的作用方式	(12)
2.1.2 崩塌的分类	(12)
2.1.3 崩塌的形成机理	(14)
2.1.4 崩塌的形成条件	(15)
2.2 崩塌防治技术	(16)
2.2.1 崩塌防治原则	(16)
2.2.2 崩塌防治措施体系	(18)
2.2.3 崩塌防治工程设计	(19)
2.3 崩塌灾害主要监测内容、方法	(38)
2.3.1 崩塌监测的目的	(38)
2.3.2 监测内容	(39)

2.3.3	监测项目和方法	(40)
2.3.4	崩塌监测网点的布设	(45)
2.4	崩塌的预测和预报	(48)
2.4.1	崩塌的预测、预报	(48)
2.4.2	崩塌危险性分析与灾情评估	(51)
第3章	滑 坡	(54)
3.1	滑坡的分类及形成机理	(54)
3.1.1	滑坡的分类和特征	(54)
3.1.2	滑坡的形成机理	(59)
3.2	滑坡防治技术	(70)
3.2.1	滑坡防治原则	(70)
3.2.2	滑坡防治措施体系	(72)
3.2.3	滑坡防治工程设计	(73)
3.3	滑坡灾害主要监测内容、方法	(84)
3.3.1	滑坡监测的目的	(84)
3.3.2	监测内容	(84)
3.3.3	监测技术方法	(84)
3.4	滑坡的预测和预报	(95)
3.4.1	滑坡的预测	(95)
3.4.2	滑坡预报	(97)
3.4.3	滑坡的临报和警报	(100)
第4章	山 洪	(101)
4.1	山洪的分类及影响因素	(101)
4.1.1	山洪的分类和特征	(101)
4.1.2	山洪的影响因素	(102)
4.2	山洪防治技术	(103)
4.2.1	山洪防治原则	(103)
4.2.2	山洪防治措施体系	(103)
4.2.3	山洪防治工程设计	(109)
4.3	山洪灾害主要监测内容、方法	(130)
4.3.1	监测内容	(130)
4.3.2	监测方法	(131)
4.4	山洪的预警预报	(136)
4.4.1	山洪的预测	(136)
4.4.2	山洪的预报	(137)

4.4.3	山洪临报	(138)
4.4.4	山洪预警	(138)
4.4.5	山洪灾害通信系统	(143)
第5章	泥石流	(146)
5.1	我国泥石流的分布和规律	(146)
5.1.1	地形地貌宏观格局	(147)
5.1.2	地质构造控制	(147)
5.1.3	地层、岩性控制	(148)
5.1.4	气候条件控制	(149)
5.1.5	非地带性规律	(150)
5.2	泥石流的分类、特征及形成机理	(150)
5.2.1	泥石流的分类和成因	(150)
5.2.2	泥石流活动特征及其灾害	(157)
5.2.3	泥石流形成机理	(160)
5.3	泥石流防治技术	(167)
5.3.1	泥石流防治原则	(167)
5.3.2	泥石流防治措施体系	(168)
5.3.3	泥石流防治工程设计	(170)
5.4	泥石流灾害主要监测内容、方法	(184)
5.4.1	形成条件监测	(184)
5.4.2	泥石流运动特征监测	(185)
5.5	泥石流预测预报	(186)
5.5.1	泥石流预测	(186)
5.5.2	泥石流预报	(190)
5.5.3	泥石流临报	(192)
5.5.4	泥石流警报	(193)
第6章	山地灾害风险评估	(197)
6.1	山地灾害风险评估体系	(198)
6.1.1	山地灾害过程和灾情构成	(198)
6.1.2	山地灾害灾情基本要素	(199)
6.1.3	山地灾害风险评估的主要任务	(200)
6.1.4	山地灾害风险评估类型	(201)
6.1.5	山地灾害风险评估模型和方法	(202)
6.2	山地灾害危险性评估	(204)
6.2.1	山地灾害危险性评估指标体系	(204)

6.2.2	山地灾害危险性评估方法	(206)
6.3	山地灾害易损性评价	(211)
6.3.1	易损性构成分析及评价内容	(211)
6.3.2	山地灾害承灾体类型划分	(212)
6.3.3	山地灾害承灾体价值分析	(213)
6.4	山地灾害破坏损失评价	(217)
6.4.1	山地灾害破坏损失构成	(217)
6.4.2	山地灾害破坏损失评价方法	(217)
6.4.3	历史灾害破坏损失评价	(220)
6.4.4	山地灾害期望损失评价	(220)
6.5	山地灾害防治工程效益评价	(220)
6.5.1	山地灾害防治工程效益评价的基本目的与内容	(220)
6.5.2	山地灾害防治工程的技术评价与经济评价	(221)
第7章	山地灾害防治规划	(225)
7.1	规划的任务	(225)
7.1.1	规划原则	(225)
7.1.2	规划依据	(226)
7.1.3	规划任务	(226)
7.1.4	规划要求	(227)
7.2	规划的目标	(227)
7.3	规划的内容	(228)
7.3.1	山洪防治规划	(228)
7.3.2	滑坡防治规划	(246)
7.3.3	泥石流防治规划	(249)
7.4	典型区域防治规划	(251)
7.4.1	基本要求	(251)
7.4.2	典型区域山洪防治规划	(251)
7.4.3	典型区域滑坡防治规划	(252)
7.4.4	典型区域泥石流防治规划	(254)
第8章	山地灾害管理	(257)
8.1	国外山地灾害管理	(257)
8.1.1	美国	(258)
8.1.2	欧洲阿尔卑斯山区国家	(261)
8.1.3	日本	(265)

8.2 中国山地灾害管理	(267)
8.2.1 大陆地区	(268)
8.2.2 香港特别行政区	(282)
8.2.3 中国台湾地区	(285)
8.3 山地灾害管理展望	(288)

我国是一个多山国家,包括高原和丘陵在内,约有山地面积 $666 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占国土面积的 69.4%, 山区人口占全国总人口的 1/3 以上。复杂的地质条件、特有的地貌特征、多样的气候因素、密集的人口分布和人类活动的影响,导致崩塌、滑坡、山洪、泥石流等突发性灾害频繁暴发,水土流失发育广泛,我国是世界上山地灾害最严重的国家之一。山地灾害的发生发展,危及到山区群众生命财产安全,阻碍社会的健康发展,因此研究山地灾害的孕灾环境、致灾因子、防治技术、风险评估及防灾减灾管理规律,对开展我国山区山地灾害防治具有重要的现实意义。

1.1 山地灾害的基本概念及分类

1.1.1 山地灾害的定义

1994 年 5 月,在日本横滨召开的减灾大会上,将致灾因子定义为可能引起人民生命伤亡及财产损失和资源破坏的各种自然与人文因素。灾害是因致灾因子所造成的人员伤亡、财产损失和资源破坏的情况。防灾减灾就是防治和减少灾害发生发展的频度、程度和强度的全部过程。

灾害分为自然灾害与人为灾害。自然灾害中包括天文灾害(如超新星爆发、陨石冲击、太阳辐射异常、电磁异暴、宇宙射线等)、地质灾害(如火山爆发、地震、崩塌、地陷、雪崩、海啸、滑坡、泥石流等)、气象水文灾害(如风灾、水灾、旱灾、雪灾、雹灾、雷电、寒潮、霜冻、风暴潮、海岸侵蚀、海水倒灌、热浪、局部强气候异常、厄尔尼诺现象等)、土壤生物灾害(如荒漠化、盐渍化、尘暴、森林火灾、病虫害、水土流失、物种灭绝等)。

山地灾害特指只在山区发生的自然灾害,是山区自然环境发展演化与人类经济活动共同作用的产物。

1.1.2 山地灾害的种类

山地灾害种类有崩塌、滑坡、山洪、泥石流、冰崩、雪崩、水土流失 7 种,前 6 种为突发性山地灾害,水土流失为渐进性山地灾害,也称为缓发性山地灾害。

崩塌、滑坡、山洪、泥石流是我国主要的山地灾害类型。崩塌(林学、土壤: collapse; 地质: rock fall, avalanche, fall)是斜坡上的岩土块体在长期重力作用下向坡下

弯曲，最终发生断裂倾倒的块体运动现象。滑坡(landslide, landslip, slope slide, hill creep)是斜坡上的部分岩、土质，在重力作用下，沿着斜坡内的一个或多个软弱面产生整体向下滑移的现象。山洪(flood, torrent)是发生在山区历时较短，暴涨暴落的洪水。泥石流(debris flow, mud and rock flow, earth flow)是山区由泥沙、石块等松散固体物质和水混合组成的一种特殊两相流体。冰崩(ice-fall)指冰川上冰体崩落的现象。雪崩(snow slide)是当山坡积雪内部的内聚力小于它所受到的重力拉引时，便向下滑动，引起大量雪体崩塌的自然现象。水土流失(water and soil loss)是指在水力、重力、风力等外营力作用下，水土资源和土地生产力的破坏和损失，包括土地表层侵蚀和水土损失，亦称水土损失(《中国水利百科全书·第一卷》《中国大百科全书·水利卷》)。冰崩、雪崩主要发生在冰雪发育完善的高寒山区，分布并不广泛。水土流失规律及防治研究起步较早，已经形成较为完整的系统的科学体系。因此，本书重点阐述崩塌、滑坡、山洪、泥石流4种山地灾害。

1.2 山地灾害的区域分布、特征和危害

1.2.1 山地灾害的区域分布

1.2.1.1 国外山地灾害分布

第二次世界大战以后，随着各国经济的复苏和发展，加大了山区资源开发的力度，尤其公路、铁路等交通设施在山区逐步建立和完善，推动山区矿山、工厂的兴起。不合理的开发建设活动，致使崩塌、泥石流、滑坡等山地灾害危害日益突出。

世界山地灾害存在两个灾害带，一是环太平洋自然灾害带，这里是地壳板块交界处，地震、火山、台风、海啸多发，同时区域人口集中、经济发达，也是自然灾害损失最为集中的地带；二是北半球中纬度自然灾害带，尤其以横亘在欧亚腹地阿尔卑斯-喜马拉雅山系及其周边区域最为集中，这一地带地势高差大，干旱、台风、洪涝等多种灾害类型并存，是世界山地灾害多发地带。世界主要灾害带见表1-1所列。

从各大洲来看，其主要自然灾害存在差别，均具有各自特点，见表1-2所列。亚洲是自然灾害多发区域，各种自然灾害齐全，另外人口密度高、社会经济发展程度不高，常造成严重的人员伤亡和经济损失；欧洲以雪灾为主要自然灾害；非洲长期遭受干旱灾害；北美以飓风、洪涝灾害为主；地震、山洪、泥石流是南美最为主要的自然灾害；气象灾害、火山、地震是大洋洲主要自然灾害。

表 1-1 世界主要灾害带

灾害带	主要的自然灾害	致灾因子	受灾体特性
环太平洋沿岸几百千米宽的自然灾害带	火山、地震、台风、海啸、风暴潮	板块交界处→多火山、地震→多海啸； 热带、副热带海域→台风→风暴潮	人口集中、经济发达地区
北纬 20° ~ 50° 之间的环球自然灾害带	水旱、风暴潮、台风、山地地质灾害	不同气候带的边缘→水旱灾害； 近热带、副热带海洋→台风→风暴潮； 地势高差大，地形复杂→山地地质灾害	位于中低纬度地带，人口稠密，经济密度大

表 1-2 世界各大洲灾害的特点

大洲名称	自然灾害特点
亚洲	自然灾害类型齐全，主要有地震、干旱、洪涝、台风、热浪、寒潮、沙漠化、水土流失等；灾害分布广泛，灾害损失巨大；其中，中国、日本、印度、孟加拉国、印度尼西亚等国灾害频繁
欧洲	自然灾害类型较少，低温灾害特别是雪灾比较严重
非洲	自然灾害类型较少，以旱灾为主，旱灾引发蝗虫灾害；由于人口压力过大，引起严重的土地退化、沙漠化现象；旱灾主要分布于热带草原地区
北美洲	自然灾害类型齐全，地震、龙卷风、飓风、洪涝灾害突出，损失严重；西海岸主要为地震，火山灾害，东、南部龙卷风、飓风灾害突出；中、南部洪涝灾害严重
南美洲	自然灾害类型较少，以地震、火山喷发、泥石流灾害为主，集中分布在太平洋沿岸的智利、哥伦比亚、秘鲁等国
大洋洲	大陆内部气象灾害较多，火山、地震灾害

1.2.1.2 国内山地灾害分布

我国有灾害性泥石流沟一万多条，滑坡数万处，崩塌数十万处，广泛分布在高原、山地和丘陵地区，主要分布在川滇山地、秦岭、云贵高原、黄土高原、燕山、太行山、长白山、天山和青藏高原等地区。山洪分布更为广泛，除上海市以外，各省、市、自治区的山区都可能发生山洪灾害。

山地灾害的发生发展与我国山地的地理分布、构造运动、岩性等密不可分。我国山地的地理分布以大兴安岭—燕山—太行山—武陵山—雪峰山一线为界划分为东西两个区，东部区为我国最低一级地貌阶梯，以丘陵、平原地形为主，其次为低山地形。山地灾害除东南山地较密集外，其余地区较稀少；西部地区为我国一、二两级地貌阶梯，以广阔的高原和深切割的高山、中山地形为主，其次为河谷阶地和山间小盆地地形。山地灾害在高原的边缘和中、高山区密集分布。

山地灾害分布受大江、大河的控制。黄河中上游，长江上游的金沙江，西藏东部的澜沧江、怒江等流域是崩塌、滑坡、山洪、泥石流等山地灾害频发区域。

山地灾害的分布受大地构造和新构造运动的影响，常在不同构造体系的结合部和断裂带上密集分布。前者如西北的祁连山山字型构造体系、西南地区的横断山褶皱带、川东北的大巴山弧形构造带等；后者如安宁河断裂带、小江断裂带等都有许多崩塌、滑坡、山洪、泥石流等山地灾害分布。

山地灾害的分布还受地层岩性的控制，如新生代的半成岩地层和第四系松散堆积的碎石土；中生代以前的砂、泥、页岩地层以及它们的变质岩类；强风化的花岗岩地层等。上述地层分布的山区山地灾害常集中分布。

1.2.2 山地灾害的特征

山地灾害既是一种自然现象，又是一种社会经济现象，具有自然和社会经济两重属性。自然属性是指围绕山地灾害的动力过程表现出的各种自然特征，如山地灾害的

规模、强度、频次以及灾害活动的孕育条件、变化规律等。社会经济属性主要是指与成灾过程密切相关的人类社会经济特征,如人口、财产、工程建设活动、资源开发、经济发展水平、防灾能力等。山地灾害的自然属性和社会经济属性表现为山地灾害的特征如下所述。

(1) 山地灾害的形成具有同一性

各种山地灾害均发生在唯一特定的环境,即山地环境内,因此它们之间存在着密不可分的联系。各种山地灾害在形成上的联系,主要表现为形成的同一性。动力条件:各种山地灾害的形成必然具备一定的地形高差、陡峻的山坡、深切的河谷等。物质条件:各种山地灾害的形成还要具备多变的岩性,复杂的地质构造,活跃的新构造运动,频繁的地震和强烈的不合理的人类经济活动在山区形成的巨大数量的松散碎屑物质。激发条件(触发条件):暴雨和地震是激发山地灾害的主要条件,加之与巨大的地形高差与陡峻的山坡或沟床相结合,就会导致各种山地灾害的形成。

(2) 山地灾害形成的互动性

由于山地灾害的形成具有同一性,因此各种山地灾害可能在大体一致的空间和时间内发生,因此在适宜的条件下,只要一种山地灾害先发生,就可能引起另一种或另外数种山地灾害相继发生,形成灾害链。

(3) 山地灾害的必然性和可防御性

山地灾害是地球运动的产物。它是出于地壳能量不均衡,导致能量转移或地壳物质运动而引起的。从地球形成以来,这种运动一直持续进行。从灾害事件的动力过程看,在灾害发生后,能量和物质得到调整,达到了平衡,但是这种平衡是暂时的、相对的,在实现平衡过程中,新的不平衡又在同时产生,新的灾害又开始孕育发展,因此,山地灾害具有必然性。

山地灾害都是在一定条件下形成发展的,所以研究山地灾害的形成条件和活动规律,通过监测、预报和采取防治措施,可以在一定程度上控制灾害活动,保护受灾体,减少和避免灾害造成的破坏损失,因此山地灾害具有可预防性。例如,我国成功地预报了新滩滑坡,从而大大地减轻了灾害破坏损失。在一些城镇和交通干线修建了防治滑坡、岩崩、泥石流等工程设施,有效地防止了这些灾害的发生,从而保护了工程设施的安全。随着社会经济发展和科学技术水平的提高,灾害的可防御性不断提高。

(4) 山地灾害的随机性和准周期性

山地灾害活动是在多种条件作用下形成的,它既受地球动力活动控制,又受地壳物质性质、结构和地壳表面形态等因素影响,同时又受人类活动影响。因此,山地灾害活动的时间、地点、强度等具有很大的不确定性和随机性。随着科学技术的发展,人类对自然的认识水平不断提高,可以揭示更多自然现象的规律,降低随机事件的不确定性程度。山地灾害在具有随机性的同时,还有周期性特点。这种特性既可以由一个具体的灾害体活动得到反映,也可以由地区或区域灾害活动得到反映。例如,滑坡、泥石流灾害具有一年到几百年的不同时间尺度的周期性活动规律,因此形成波浪起伏的灾害时间序列。

(5) 山地灾害突发性和渐变性

山地灾害的突发性表现为灾害一旦发生,来势凶猛,历时短,直接危害人类生命安全,同时造成重大经济损失。崩塌、滑坡、山洪、泥石流等山地灾害都具有突发性特点,因此,提高对山地自然灾害的监测、预报能力,增强对受灾体的工程防护,是降低山地灾害损失的重要手段。山地灾害的渐变性表现为灾害的发生往往有一个长期的不断累进过程,即环境恶化到一定程度后逐渐转化为灾害,因此其主要是造成经济损失。例如,水土流失其危害范围一般较大,且持久性强,所以灾害一旦发生,治理难度较大,投入高,见效慢。

(6) 山地灾害与社会的同步性

人类社会的早期,人口稀少,生产能力低下,缺乏改造自然的能力,主要是顺乎自然以求生存,对自然界改造与破坏的程度不大。但随着人口的增多,科学的进步,生产力水平不断提高,特别是社会组织功能的提高,人类改造自然的能力越来越大,在满足人口增长和社会经济发展需求的同时,经济活动也带来对自然环境的改造和破坏,使地球生态日益恶化,这是山地灾害丛生的重要原因。因此,要抑制社会与自然向恶性循环方向发展,就必须强化对灾害与社会同步性的认识,依靠社会的共同努力,从自然与社会两大方面,制定相应的人口政策、资源政策、环境政策、减灾政策,使资源、环境、人口与经济协调稳定健康发展。

(7) 山地灾害的破坏性与建设性

山地灾害的破坏性表现为造成人员伤亡、财产损失和资源破坏等多种形式。在它们产生破坏的同时,往往也会抑制其他一些灾害对人类的威胁,创造某些有益的发展机会,表现出其建设性的一面。例如,洪水泛滥在威胁人民生命财产、破坏耕地的同时,通过引洪漫灌又提供了新的肥沃土地资源。滑坡常常堵塞沟谷,形成“堰塞湖”,经过加固和改造,形成具有蓄水拦沙功能的天然水利设施,对于有效地利用天然水资源和水土保持具有积极作用。流域水土流失给河流带来大量泥沙,成为河口三角洲形成发育的重要物质基础,如黄河、长江、珠江等流域的水土流失,致使大量泥沙被河流泄到入海口沉积,形成黄河三角洲、长江三角洲、珠江三角洲。根据地质灾害破坏性与建设性共存的特点,在灾害防治中,应力求控制其破坏性,发挥其建设性,趋利避害,尽可能变害为利,或变大害为小害,因势利导,取得最大的减灾效益。

(8) 山地灾害防治的社会性

在我国,严重的山地灾害如崩塌、滑坡、山洪、泥石流等主要分布在山区,那里自然条件差,交通闭塞,经济基础薄弱,至今许多地区仍属于贫困地区。在这种情况下,严重的山地灾害进一步阻碍了这些地区的资源开发和工程建设活动,阻碍经济发展的步伐,扩大了和其他较发达地区的差距,影响全国经济发展宏伟目标。因此,有效地防治山地灾害不但对保护受害区人民生命财产安全具有重要的现实意义,而且对于促进这些地区经济和全国经济发展具有重要意义。防治山地灾害是一项全民性的社会公益事业和产业活动,不仅需要政府的领导和政策支持,而且需要企业、民众、团体的广泛参与,才能取得明显的减灾效果。

(9) 山地灾害防治工程的时效性和风险性

实施必要的工程措施是有效防治山地灾害的重要途径。但是防灾工程不同于其他工程的一个重要特点是,工程设计是建立在一定时段内,以一定保证程度(如抗御若干年一遇的灾害)为依据的。防灾工程方案一经确定,必须保证及时付诸实施,工程不得偷工减料,不得半途而废。实施的工程如未达到设计要求可能前功尽弃,甚至进一步加重灾害活动;如未按设计时间要求进行,可能造成费工费力,甚至达不到工程效果。

由于山地灾害是一种随机事件,虽然灾害活动有一定的规律性,但灾害发生的时间、强度、危害范围、破坏程度等都具有很大的不确定性,因此地质灾害防治工程具有不同程度的风险性。因此,深入分析地质灾害的活动规律,研究承灾体的易损性,核算灾害的期望损失,综合评价灾害风险程度,在此基础上规划和设计防治工程,可以最大限度地降低防治工程造价,保障以较小的减灾投入取得较好的减灾效益。

1.2.3 山地灾害的危害

中国是世界上受山地灾害危害最严重和暴发最频繁的国家之一,山地灾害常造成重大人员伤亡,毁坏城镇、村庄、农田,破坏工厂、矿山、交通、通信、电力、水利和国防等各种设施,破坏生态环境。山地灾害每年造成的损失约占各类自然灾害造成总损失的1/4。近年来,全国平均每年因山地灾害造成的经济损失达10亿元,死亡和失踪人数达1500人,占自然灾害死亡人数的1/2以上。

山地灾害的主要危害表现为:

(1) 泥沙淤积,加剧洪涝灾害,影响防洪安全

山地灾害对水利水电工程的影响和危害很大。龚咀水电站是大渡河上一个以发电为主的综合利用大型工程,因上游百余处泥石流、滑坡将大量的泥沙石块输入大渡河,使电站运行仅15年,淤积库容就达49%。三门峡电站运行仅1年,由于库区黄土塌滑湿陷和严重的水土流失造成泥沙淤满库容。各大流域梯级开发的水利水电工程,都不同程度地受到泥沙淤积的威胁,缩短工程使用寿命,影响防洪安全。

(2) 崩塌、滑坡、泥石流严重,危及生命安全

据不完全统计,在1949—1979年的30年中,崩塌、滑坡、泥石流灾害至少造成9680人死亡,其中滑坡、崩塌灾害致死3635人,泥石流灾害致死6045人。30年中,平均每年死亡人数为231人,其中崩塌、滑坡灾害致死87人/年,泥石流灾害致死144人/年。20世纪80年代以来,崩塌、滑坡、泥石流造成的经济损失超过30亿元。全国共发育有较大型崩塌3000多处、滑坡2000多处、泥石流2000多处,中小规模的崩塌、滑坡、泥石流则多达数十万处。全国有上百座城市,350多个县的上万个村庄、100余座大型工厂、55座大型矿山、3000多千米铁路线受山地灾害的威胁和危害,较为典型的有重庆(市区内滑坡129处,崩塌58处)、攀枝花(市区内滑坡50余处)、兰州(市区内有泥石流沟55条,至少造成了322人死亡和数千万元经济损失)。

(3) 毁坏耕地,影响粮食安全

我国人多地少,特别是山区,耕地不足,良田更为缺乏,而山地灾害每年毁坏坡