

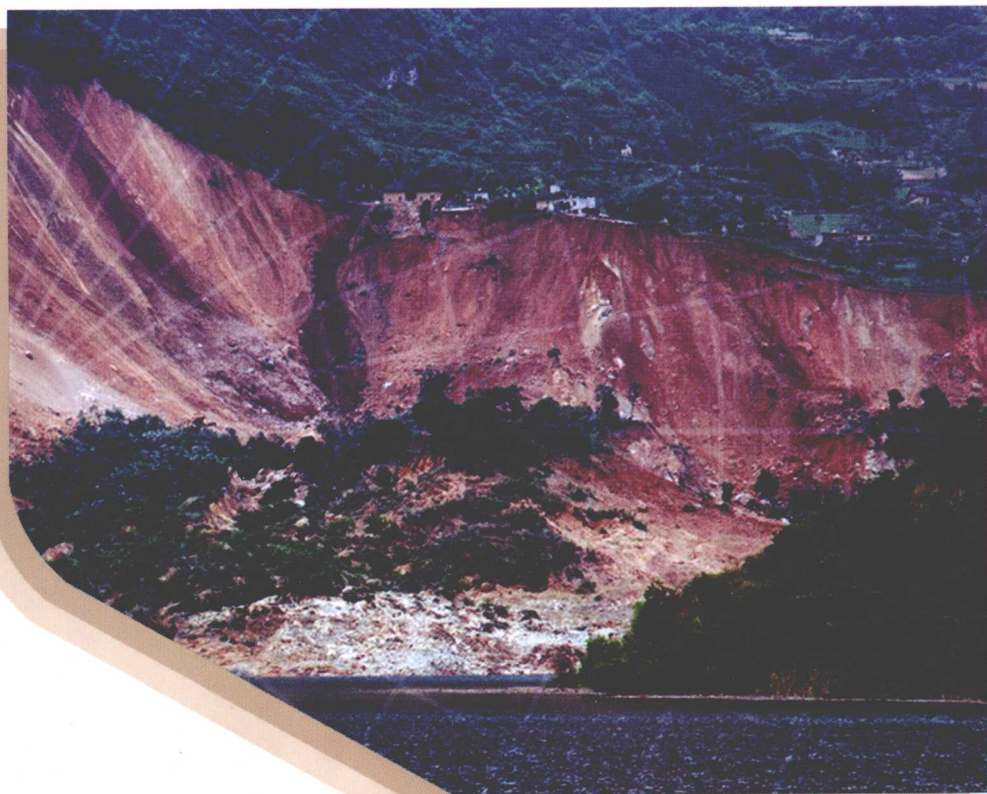


教育部高职高专资源勘查类专业教学指导委员会审查通过
高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

主 编：刘伦华 王明伟 张金英

地质灾害防治技术

DIZHI ZAIHAI FANGZHI JISHU



地 质 出 版 社



教育部高职高专资源勘查类专业教学指导委员会审查通过
高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

地质灾害防治技术

主编：刘伦华 王明伟 张金英

主审：徐耀鉴

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本教材是教育部高等学校高职高专资源勘查类专业应用型规划教材,内容涉及地质灾害防治的设计、施工、质量检验等专业知识。全书共分五章:绪论、崩塌与滑坡防治工程、泥石流防治工程、其他地质灾害防治技术、地质灾害防治技术实践教学。在编写方式上采用了章前有内容介绍和学习目的,使学生学习目的明确;章后有小结和复习思考题,便于学生复习和掌握重点。

本教材可作为地质工程、土木工程、市政工程、环境工程、水利水电工程等专业高职高专学生的教学用书,还可供从事道路、桥梁、市政、建筑等行业的广大工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地质灾害防治技术/刘伦华等主编. —北京:地质出版社, 2009. 8

·(高职高专院校资源勘查类专业系列教材)

ISBN 978-7-116-06150-7

I. 地… II. 刘… III. 地质灾害-防治-高等学校:技术学校-教材 IV. P694

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第160060号

策划编辑:王章俊 魏智如

责任编辑:王春庆 李惠娣

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京地质印刷厂

开 本:787 mm×1092 mm¹/₁₆

印 张:12.75

字 数:310千字

印 数:1—3000册

版 次:2009年8月北京第1版·第1次印刷

定 价:19.80元

书 号:ISBN 978-7-116-06150-7

(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)

高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

编 委 会

主 任：桂和荣

副主任：王章俊

委 员（以姓氏笔画为序）：

马艳平	马锁柱	刘 瑞	李立志	李 华
李军凯	陈洪冶	罗 刚	肖 松	辛国良
范吉钰	郝志贤	殷 瑛	徐汉南	徐耀鉴
夏敏全	韩运宴	靳宗菊	魏智如	

编写院校

安徽工业经济职业技术学院

长春工程学院

重庆科技学院

东北大学

甘肃工业职业技术学院

湖北国土资源职业学院

湖南工程职业技术学院

河北地质职工大学

江西应用技术职业学院

吉林大学

辽宁地质工程职业学院

南京大学

徐州建筑职业技术学院

云南国土资源职业学院

郑州工业贸易学校（郑州地校）

中国地质大学（北京）

主审院校

安徽理工大学

安徽工业经济职业技术学院

北方机电工业学校

长春工程学院

河南理工大学

湖北国土资源职业学院

湖南工程职业技术学院

淮南职业技术学院

吉林大学

江西理工大学

江西应用技术职业学院

昆明理工大学

昆明冶金高等专科学校

克拉玛依职业技术学院

宿州学院

山东胜利职业学院

石家庄职业技术学院

太原理工大学

徐州建筑职业技术学院

云南国土资源职业学院

郑州工业贸易学校（郑州地校）

中国地质大学（北京）

中国地质大学（武汉）

编写说明

随着我国社会经济的快速发展,对高技能应用型人才的需求不断增大,我国政府逐年加大了对职业教育的投入。在这一背景下,地学职业教育也取得了长足进展。但是,由于历史原因,我国的地学职业教育起步较晚,基础相对薄弱,一直没有一套比较系统的专业教材。组织编写一套能够满足各校教学需要,特色鲜明的地学类高等职业教育教材成为教育管理部门和广大师生的强烈愿望和迫切要求。

经过深入调研和精心准备,教育部高等学校高职高专资源勘查类专业教学指导委员会(以下简称“教指委”)会同地质出版社,于2006年7月初组织全国分属地矿、冶金、有色、石油、核工业等部门的10所高职高专院校的一线教师,在河南郑州召开了教材编写研讨会。会议决定,先期编写23种急需的资源勘查类、地质工程与技术类专业高职高专教材,以满足各校教学之需。首批编写的教材包括《普通地质学》、《矿物学基础》、《岩石学》、《地球化学找矿方法》、《岩土工程勘察》等,并分别于2007年8月、2008年1月出版。

2008年5月,教指委在湖南长沙组织召开了“全国高等学校高职高专资源勘查类专业教学改革与教材建设研讨会”。会议决定,继续组织编写第二批资源勘查类专业高职高专层次的专业教材。第二批列选的教材共20种,包括:《普通化学》、《晶体光学及光性矿物学》、《区域地质调查工作方法》、《矿山地质学》、《基础工程施工技术》等,分别于2009年8月、2010年1月出版。

本套教材的编写紧扣高等职业教育的培养目标,努力彰显下列特点:

1. 坚持理论够用,注重实践的编写原则。高职高专教育既是我国高等教育又是职业教育的组成部分,并以培养高技能应用型人才为目标。因此,教材内容不仅要具备高等教育的知识内涵,同时还要兼具职业能力与技术培养的要求,以满足学生综合素养和职业素质两方面能力的提升。

2. 教材内容紧跟形势,体现出与时俱进的科学发展观。最近10年来,地学基础研究领域的新理论、新发现、新成果层出不穷,地学应用领域的新技术、新标准、新方法日新月异。将这些最新成果融入教材,使学生所学知识与行业需求紧密结合是教材编写的基本要求之一。

3. 体现系列教材的特点,内容避免重复。由于各校教学大纲及课程设置上的差异,对教材编写立项和取材造成了困难。本套教材以各校教学大纲为参考,内容安排和课时设计遵循从众原则,最大限度地避免了不同教材之间的内容重复。

4. 教材篇幅与课时设计紧密挂钩,内容力求简明精炼。本套教材编写以各校的教学大纲为基础,以专业规范为标准,努力控制篇幅,突出重点。

5. 充分考虑职业教育的特点,编写体例有所创新,便于教、学双方使用。为培养学生的实际动手能力和实践认知能力,多数教材附有实习(实验)指导书,或以附录的形式附于书末。此外,每章开篇增加了内容简介、学习目的等导读性内容;结尾总结本章应掌握的重点、难点等总结性内容;最后,针对本章重点列出本章的复习思考题。

本套教材的编写组织严密,管理到位。教材编写从立项伊始就成立了以教指委主任桂和荣教授为主任委员、以地质出版社副社长王章俊编审为副主任委员的教材编写委员会。编委会积极开展工作,充分发挥参编院校、教指委、出版社的不同职能,保证了教材编写、评审、出版过程的有序进行。为保证教材质量,教指委承担了绝大多数教材的审稿任务,并分别于2007年4月、2009年5月两次主持召开教材评审会,对每种教材进行严格的质量评审。

本套教材的编写与出版还得到了中国地质学会教育研究分会的支持和帮助。教材编写过程中,分会领导提出了许多指导性意见和建议,并积极推荐知名专家参与教材的审稿把关工作。

这套教材的出版,从品种上构建了我国资源勘查类专业高等职业教育教材建设的体系和框架,极大地缓解了这一专业层次教材的短缺和不足。精品教材的诞生有一个反复锤炼的过程,本套教材的编写虽经多方努力,问题和不足仍在所难免,恳请各校师生及广大读者提出宝贵意见,以便修订时更改和完善。

教材编写委员会

2009年6月

前 言

资源与环境是人类社会发展的两大主题，是制约经济社会可持续发展的关键性因素，环境问题已经成为世界性问题。随着人类对自然资源的过度开发利用，地质灾害越来越普遍，已成为自然灾害中给人类社会造成重大影响的灾种。我国政府十分重视地质灾害的防治工作，将其作为各级国土资源部门的一项重要政府职能。最大限度地减轻地质灾害造成的损失已经成为全社会的共识。

国内外防治地质灾害的方法日益增多，手段日益先进，装备日益精良。除了人力不可抗拒的地质灾害不易预测和防治外，大部分可以随着科学技术的不断发展而得到有效的防治。地质灾害防治是地质工程学科的一个重要领域，是一门实践性很强的科学技术，涉及工程地质、水文地质、钻探工程、材料力学、结构设计、水文与水力学等诸多学科。最近几年，有关专业院校先后开设了地质灾害防治专业，以满足这一领域的人才需求。

2008年5月，教育部高等学校高职高专资源勘查类专业教学指导委员会、地质出版社在湖南长沙主持召开了“全国高等院校高职高专资源勘查类专业教学改革及教材建设研讨会”。会议决定，立项编写高职高专层次的《地质灾害防治技术》；教材内容按70学时安排；以“理论够用，注重实践，工学结合”为原则，兼顾到学生的基本素质以及社会需要对教材内容的要求；特别注重学生实践能力的培养和锻炼。

本教材由江西应用技术职业学院刘伦华、云南国土资源职业学院王明伟、辽宁地质工程职业学院张金英共同编写。具体分工为：刘伦华编写第一章、第二章和第五章；王明伟编写第三章、第四章第四节、第五章；张金英编写第四章第一节和第五节；河北地质职工大学李明辉编写第四章第二节和第三节。全书由刘伦华统编并定稿。

编者在国内没有同类教材可供参考的情况下，认真调研，多方征求意见，最终完成了编写工作。初稿完成后，湖南工程职业技术学院的徐耀鉴主任作为本书主审，认真通读了书稿，提出了许多宝贵中肯的修改意见。编者根据

审稿意见作了认真的修改和补充完善。教材的编写，还得到了江西应用技术职业学院、云南国土资源职业学院、辽宁地质工程职业学院、河北地质职工大学等学校的大力支持，是集体智慧的结晶。书中引用了大量前人的工作成果和现行的相关标准规范，引用了部分参考书及学术论文。编者向上述为教材出版作出贡献的领导、同行表示衷心的感谢！

本教材的编写具有探索性质。虽然编者竭尽全力，但限于能力和水平，疏漏或错误仍在所难免。恳请广大师生多提宝贵意见，以便修订时完善。

编 者

2009年6月于赣州

目 次

前 言

第一章 绪论	(1)
第一节 地质灾害的分类与分级	(1)
一、地质灾害的分类	(1)
二、地质灾害的分级	(2)
第二节 地质灾害防治的基本原则与工作步骤	(3)
一、地质灾害防治的基本原则	(3)
二、地质灾害防治的工作步骤	(5)
第三节 我国地质灾害的发育特征与防治工作现状	(6)
一、我国地质灾害的发育及危害特征	(6)
二、我国地质灾害的防治工作现状	(7)
第二章 崩塌与滑坡防治工程	(9)
第一节 概述	(9)
一、崩塌或危岩体治理工程	(9)
二、滑坡治理工程	(10)
第二节 排水工程	(11)
一、排水工程设计	(11)
二、排水工程施工	(20)
三、地下排水效果的监测	(21)
四、排水工程质量检验	(22)
第三节 抗滑挡土墙	(23)
一、抗滑挡土墙的特点	(23)
二、抗滑挡土墙的类型和布设	(24)
三、重力式挡土墙的构造	(24)
四、重力式挡土墙的稳定性与强度验算	(27)
五、重力式挡土墙的施工要求	(30)
六、重力式挡土墙的质量检验	(31)
第四节 锚杆与锚索加固	(32)
一、锚杆与锚索	(32)
二、预应力锚索加固	(37)
第五节 抗滑桩加固	(48)
一、抗滑桩的设计	(49)

二、抗滑桩的构造	(53)
三、抗滑桩的施工	(54)
四、质量检验	(56)
第六节 其他防治工程	(57)
一、滑带岩土改良	(57)
二、削方减载和回填压脚工程	(59)
三、植物防护工程	(61)
第三章 泥石流防治工程	(67)
第一节 概述	(67)
一、泥石流防治的历史和现状	(67)
二、泥石流防治措施	(68)
第二节 治水工程	(69)
一、拦沙坝的作用与类型	(69)
二、拦沙坝的布置及荷载	(70)
三、拦沙坝的结构设计与计算	(73)
四、拦沙坝消能防冲工程	(77)
第三节 治土工程	(79)
一、拦渣坝类型和功能	(79)
二、拦渣坝设计技术条件	(79)
三、重力式拦渣坝	(85)
第四节 排导工程	(91)
一、排导工程应具备的地形条件	(91)
二、排导工程的类型与功能	(92)
三、排导槽工程	(93)
四、渡槽工程	(102)
五、明碛工程	(108)
第五节 停淤工程	(109)
一、停淤场的类型与布置	(110)
二、停淤场的工程结构物	(112)
三、泥石流沟坡整治工程	(113)
第六节 生物措施	(114)
一、林业工程	(114)
二、农业工程	(115)
第四章 其他地质灾害防治技术	(118)
第一节 岩溶塌陷防治技术	(118)
一、概述	(118)
二、强夯加固	(120)
三、灌注填充法	(123)
四、桩基工程	(126)

第二节 地面沉降防治技术	(130)
一、地面沉降的防治措施	(130)
二、人工回灌	(131)
三、防洪排涝工程	(136)
第三节 地裂缝防治处理技术	(137)
一、地裂缝的防治措施	(138)
二、地裂缝防治工程的设计和施工	(139)
第四节 矿山与地下工程地质灾害防治技术	(143)
一、采空塌陷的防治	(144)
二、矿井突水的防治	(147)
三、瓦斯爆炸与岩爆的防治	(155)
第五节 特殊土地基加固技术	(157)
一、湿陷性黄土处理技术	(157)
二、软土处理技术	(160)
三、膨胀土处理技术	(165)
四、盐渍土处理技术	(168)
五、红粘土处理技术	(172)
六、冻土处理技术	(173)
第五章 地质灾害防治技术实践教学	(178)
第一节 实践教学内容及灾害治理设计	(178)
一、地质灾害治理设计内容	(178)
二、设计前的准备工作	(179)
三、地质灾害防治工程设计提纲	(181)
第二节 滑坡治理工程设计	(182)
一、江西省信丰县铁石口中学滑坡案例	(182)
二、江西省信丰县铁石口中学滑坡灾害治理工程设计	(183)
第三节 泥石流工程治理设计	(185)
一、云南省昆明市东川区老干沟泥石流实例	(185)
二、老干沟泥石流治理设计	(187)
参考文献	(189)

第一章 绪 论

内容介绍与学习目的

本章主要介绍地质灾害的概念、分类与分级，地质灾害防治的基本原则和工作步骤，以及我国地质灾害的发育特征与防治工作现状。要求学生掌握地质灾害防治的原则和工作步骤，熟悉地质灾害的基本知识，了解我国地质灾害发育与防治工作现状，为今后从事地质灾害防治工作打下坚实的基础。

地质灾害是指地球在内动力、外动力或人类工程动力作用下，发生的危害人类生命财产、生产生活活动或破坏人类赖以生存和发展的资源与环境的不幸地质事件。地质灾害主要包括地震、火山、崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降；其次包括煤田自燃、矿井突水、冲击地压（围岩岩爆及大变形）、瓦斯突出、矿井热害、海水入侵、特殊岩土灾害、水土流失、土地沙漠化、土地沼泽化、土地盐渍化、水质恶化等。

第一节 地质灾害的分类与分级

一、地质灾害的分类

地质灾害的分类方法较多，我国多采用《地质灾害分类分级（试行）》（DZ 0238—2004）的分类体系。该分类体系是根据地质灾害的成因和特征划分不同的地质灾害类型，把地质灾害按照灾类、灾型、灾种三级层次进行划分或归类，即灾类为第一层次，灾型为第二层次，灾种为第三层次，见表 1-1。

1. 按致灾地质作用的性质和发生处所划分灾类

地质灾害分为地球内动力活动灾害类、斜坡岩土体运动（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、特殊土灾害类、土地退化灾害类共 8 类。

2. 按成灾过程的快慢划分灾型

从灾害发生的过程来看，对人类影响最严重的是灾害的活动过程。根据活动过程把地质灾害划分为突变型和缓变形。突然发生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形地质灾害。

3. 根据地质灾害的特征划分灾种

1) 突变型地质灾害包括 19 个灾种：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、沙土液化灾害。

表 1-1 地质灾害分类体系

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

2) 缓变型地质灾害包括 15 个灾种：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。

二、地质灾害的分级

地质灾害分级是以等级的方式划分一次地质灾害事件的活动程度或破坏损失程度。根据灾害活动的强度、规模、速度等指标反映地质灾害的活动程度称为灾变分级（表 1-2）；根据地质灾害造成的人员伤亡、直接经济损失等指标反映地质灾害破坏损失程度称为灾度分级（表 1-3）；在灾害活动概率分析基础上，核算出来的期望损失级别划分，称为风险分级（表 1-4）。

表 1-2 常见地质灾害灾变分级

灾 种		特大型	大 型	中 型	小 型
崩塌（危岩）	体积/ 10^4m^3	>100	100~10	10~1	<1
滑坡	体积/ 10^4m^3	>1000	1000~100	100~10	<10
泥石流	堆积物体积/ 10^4m^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

续表

灾种		特大型	大型	中型	小型
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
海水入侵	入侵范围/km ²	>500	500~100	100~10	<10
	地下水氯离子最高含量/mg·L ⁻¹	>1000	1000~800	800~500	500~50

表 1-3 地质灾害灾度分级

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		>1000	1000~500	500~50	<50
直接威胁人数/人		>500	500~100	100~10	<10
灾害期望损失/万元·年 ⁻¹		>5000	5000~1000	1000~100	<100

表 1-4 地质灾害风险分级

风险等级		高度风险	中度风险	轻度风险	微度风险(零风险)
期望	年均死亡人数/人	>10	10~1	0	0
损失	直接经济损失/万元·年 ⁻¹	>100	100~10	10~1	<1

第二节 地质灾害防治的基本原则与工作步骤

一、地质灾害防治的基本原则

1. 正确认识地质灾害的原则

正确认识地质灾害的性质、类型、范围、规模、机理、运动特征、稳定性和正确预测其发展趋势是防治工作的基础。只要认真细致地勘查,地质灾害是可以认识清楚的,也是可以预防和治理的。反之,忽视或削弱了对地质灾害的地质勘查,预防和治理的失误就在所难免。

2. 预防为主的原则

地质灾害危害严重,治理费用高,因此在工程建设选址时应充分重视地质勘查,尽量避开大型地质灾害地段以及工程建设后可能产生地质灾害的地段。但是,有些工程建设,如公路、铁路建设,考虑到技术和经济上的合理性,要避开所有的地质灾害或可能产生地质灾害的地段是不可能的。此时,可以在详细的地质勘查基础上,尽量少破坏其稳定性,必要时采取一定的预防加固措施,提高其稳定程度。

3. 一次性根治的原则

对于一些规模较大、危害较严重的地质灾害,应做到一次性根治,不留后患。所采取

的治理措施尽量严格，即使将来出现不利因素，也能保持其稳定。在这个问题上，以往曾出现不少失误的案例，或者因为对其性质认识不准，或者因为经济条件限制，经 2~3 次治理的地质灾害仍然不稳定，仍在继续发展，也导致治理工程不断遭受破坏，结果是多次治理费用总和远大于一次性根治的投资，而且多次治理的间接损失更大。

4. 全面规划、分期治理的原则

对于规模巨大、地质条件复杂的地质灾害，短期内不易查明其性质，治理费用特别大，且短期内不可能产生灾害的，可以进行全面规划、分期治理。随着勘查工作的深入，逐步设计和治理。原则上是先做应急工程，防止其进一步发展，再做永久性工程。应急工程和永久性工程应互相衔接、互为补充，形成统一的整体。

5. 综合治理的原则

地质灾害常常是在多种因素共同作用下发生的，而且不同的地质灾害，主要影响因素和诱发因素可能有一定的差异，有时主要因素存在一定的不确定性，或者随着时间的推移和外界条件的改变，主要因素可能发生变化。因此，在治理地质灾害时，应针对主要因素，采取主要工程措施以消除或控制其影响，并辅以其他措施进行综合治理，以限制其他因素的作用。地质灾害的治理有时还应考虑环境保护和绿化、美化等因素。

6. 治早治小的原则

地质灾害的发生与发展是一个由小到大逐渐变化的过程，治早的原则就是要把它消灭在初始阶段或萌芽状态。如滑坡处在蠕变阶段时，虽然其后缘拉张裂缝已贯通或有错落，但整个滑动面尚未贯通，抗滑段还有较大的抗力，滑带土强度也未达到残余强度，整体稳定系数仍然大于 1，若在此阶段治理滑坡，则可以充分利用土体自身强度，治理工程的工作量小，节约投资。

有些地质灾害（如滑坡）具有牵引扩大的性质，若能稳定前一级灾体，则后一级就不能再发展、扩大。因为前一级灾体范围小、治理投资也少，否则等到地质灾害扩大后再治理，难度和工程量均大大增加，这就是治小的原则。

7. 技术可行、经济合理的原则

地质灾害治理工程要求在能达到预防和治理目的的前提下，尽量节约投资。对于任何地质灾害，可用于预防和治理的方案有多种，因此，在方案比选时，对于技术可行的方案，要考虑其经济合理性。如滑坡，当有条件在滑坡体上减重、下部压脚时，应优先采用，因为这是比较经济有效的。当无减重、压脚条件时，只能采用支挡工程，但其费用高，这时应对其中的多方案进行比选，包括支挡工程的位置、排数、结构类型等。对一般中小型滑坡可用抗滑挡墙或结合支撑盲沟，对大型滑坡则一般采用抗滑桩和预应力锚索抗滑桩。

8. 动态设计、动态施工的原则

地质灾害是较复杂的地质现象，尤其是复杂的大型地质灾害，由于各方面条件的限制，有时仅仅通过勘查很难摸清其真实情况，而通过施工开挖，可能会发现与此前所掌握的资料有一定偏差的情况，则应根据实际情况调整或变更设计，这就是动态设计。比如在滑坡治理中，抗滑挡墙和抗滑桩的施工，当第一批基坑开挖所揭露的滑动面上的滑动擦痕方向与桩、墙的方向出入较大时，就应调整设计的受力方向或后几批桩的方向，施工也应作相应的变化。截水隧洞的施工应先开挖检查井，以便依据实际的滑面位置和地下水分

布，调整洞的埋深和纵向坡度，以达到最佳排水效果。有时动态施工还需根据滑坡的动态，调整施工顺序和方法，如雨季滑动较剧烈时，抗滑工程基坑应少开挖，而在旱季滑坡相对稳定时可多开挖一些。

9. 地质灾害防治工作需要专业队伍与当地群众相结合、技术业务与行政措施并重的原则

地质灾害防治是技术性很强的工作，防治工程必须完成很多具体技术工作才能获得预期效果，预防、躲避、撤离等非工程措施的采取，也都要在通过科学调查、研究，形成正确的预防办法、准确地判断险情及合理地划分危险区的基础上进行。所以必须有足够数量和水平的专业队伍从事技术业务工作。另一方面，地质灾害发生的初步征兆或发展变化常被当地群众首先目睹，受灾对象也多为当地群众。在地质灾害多发区，广大群众对灾害险情常有很高的警觉，有的群众还有一定的防治经验。所以，也可以依靠和发动群众，经常注意发现、上报地质灾害险情。同时，地质灾害的预防和治理措施，特别是区域性防治工作，很多也要通过群众贯彻实施。只有让有关群众掌握相应的灾害防治知识并积极参与，才能保证防治工作的顺利完成。此外，从事地质灾害防治管理工作的地方基层干部、有关领导，一定要对有关的地质灾害防治工作有比较深刻的认识，才能保证组织管理工作的正确、有力，减少决策失误。

地质灾害防治工作很多属于公益性质，常涉及各方面的利害关系，需要有相应的政策、法规去加以协调；依赖群众去实施的地质灾害防治措施，也需要有相应的政策、法规去推动、管理；地质灾害防治工作的管理要依靠各级政府，并涉及很多有关行业，需要明确各自的职责关系和工作制度。因此，必须建立、健全地质灾害防治工作的管理体系和规章制度，并制定、完善有关的政策、法规，以便通过行政手段进行动员，保证防治工作的顺利实施。

二、地质灾害防治的工作步骤

1. 查明地质灾害的特征及致灾的地质环境条件

地质灾害防治工程不同于一般建筑工程，它是控制地质作用和改造地质体的特殊工程。工程措施的选择、工程布置、结构设计和施工要求等都要以地质灾害的发育情况及其防治要求为依据，所以必须做好勘查工作，准确查明地质灾害的特征及致灾的地质环境条件，包括致灾地质作用的性质、原因、变形机制、边界、规模、活动状态、稳定状况、危险程度，以及所处的地质环境条件（如岩土体特性、地下水及降雨情况、地震情况等），并预测评价可能造成的危害（包括可能受灾的人、物或设施的位置、数量、规模、价值及可迁移程度等）。

2. 确定地质灾害防治目标

地质灾害防治目标包括形象目标和安全目标。形象目标是指防治对象的部位、范围；安全目标是指经过工程防治所应达到的安全标准。明确防治目标是地质灾害防治工作的重要环节。

确定防治对象的范围，一般应以致灾地质作用的活动单元为界，作整体考虑，不宜随便切割取舍。但在总体范围内，则应视地质灾害险情的轻重缓急划分出重点与一般，或主要与次要的不同部位，并加以区别对待。

对于防治工程应达到的安全标准，应根据所欲保护的受灾对象的重要性及可撤离程度，国家的财力水平和有关的工程规范合理确定。关键是适度，既不能标准过低、治而无