

地质灾害勘查

指

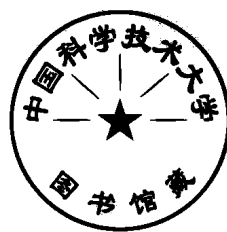
南

刘传正

主编

地质出版社

地质灾害勘查指南



地质出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是一部带有技术要求性质的勘查指南,全书分为两大部分,共15章,约70万字。第一部分主要包括总论、崩塌(含危岩体)、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷、地裂缝和海水入侵等七章、六种地质灾害的勘查指南,是本书的主体部分。本部分的最基本宗旨是要求完成的地质灾害勘查成果能够满足编制地质灾害防治工程可行性研究对地质资料的需求。第二部分介绍用于地质灾害勘查的地球物理和地球化学勘探方法,内容包括地质雷达、钻孔电磁波法、电法、浅层地震、面波技术、声波检测、测汞技术和测氧技术等八章,主要介绍它们的应用经验与技巧,寻求以最少的工作量和最低的投资,获取最佳的勘查效果。本书是我国在此方面的第一部工具性的著作,是数年来我国地质灾害勘查工作经验的提炼与总结。本书可供从事地质灾害防治和复杂地质环境开发保护的勘查、科研和教学工作者使用,也可供有关的政府官员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地质灾害勘查指南/刘传正主编. —北京:地质出版社,2000.8

ISBN 7-116-03041-7

I. 地… II. 刘… III. 地质-灾害-地质勘探-指南 IV. P694-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第40313号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:屠涌泉

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:28.75 字数:700千字

2000年8月北京第一版·2000年8月北京第一次印刷

印数:1—1000册 定价:72.00元.

ISBN 7-116-03041-7

P·2104

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,
本社发行处负责调换)

《地质灾害勘查指南》撰写人员

主 编 刘传正

编写人员 (按姓氏笔划为序)

王振东	刘传正	连 克	朱炳球	吴庆曾	吴 春
张加桂	张明霞	罗元华	易永森	金仰芬	孟 晖
钟立勋	柳 源	项式均	赵松江	胡树娥	唐大荣
徐开祥	崔英山	楚占昌	廖春林	蔡 彬	魏伦武

前 言

自1991年以来,我国已开展了多项涉及重要城市、交通要道和重要经济区的地质灾害专项勘查工作,在此过程中,遇到了许多带有共性的问题,迫切需要研究编制一部指导勘查,使地质灾害防治工作规范化的工具书。本指南就是应此客观要求而编写的。

本书是一部带有技术要求性质的勘查指南,分为两大部分。第一部分主要包括崩塌(含危岩体)、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷、地裂缝和海水入侵等六种地质灾害的勘查要求或指南,是主体部分,其最基本的宗旨是要求勘查成果能够满足编制地质灾害防治工程可行性研究对地质资料的需求。第二部分主要介绍地质灾害勘查的地球物理和地球化学勘探方法,寻求以最少的工作量、最低的投资,获得最佳的勘查效果。

编写《地质灾害勘查指南》的目的,一是配合《地质灾害勘查规范》的推行,作为从事地质灾害勘查工作的参考依据;二是作为政府管理部门规范地质灾害勘查工作的参考依据;三是为地质灾害勘查成果的信息化、数字化和标准化奠定基础;四是通过一系列地质灾害实例的勘查解剖,逐步深化认识,为渐进地提高社会各个阶层的防灾减灾意识,主动自觉地保护地质生态环境服务。

刘传正负责本书编写的全面工作,主要是制定工作大纲,统编、修改、补充和校核全稿,并编写前言、第0章(总论)、第5章(地裂缝)的第三稿和第7章(地质雷达)的实例7;罗元华和柳源参与了编写大纲的讨论;楚占昌组织了地球物理化学勘探方法应用部分的编写;徐开祥编写第1章(崩塌);钟立勋编写第2章(滑坡);赵松江、魏伦武、崔英山、吴春和蔡彬编写第3章(泥石流);项式均编写第4章(岩溶地面塌陷);张加桂编写第5章(地裂缝)的第一稿,钟立勋编写第二稿;孟晖编写第6章(海水入侵);廖春林编写第7章(地质雷达);易永森编写第8章(钻孔电磁波法);连克编写第9章(电法);唐大荣编写第10章(浅层地震);王振东编写第11章(面波技术);吴庆曾编写第12章(声波检测);金仰芬编写第13章(测汞的应用);朱炳球编写第14章(测氡的应用)。张明霞承担了部分文字公式的录入和大量校对排版工作;胡树娥清绘了全书的插图。考虑到崩塌、滑坡和泥石流三个灾种有一定的相关性,故把前者写得较详细,后者较简略,以免重复;岩溶地面塌陷有着相对独立的特点,也尽可能详尽,以便应用。

本项工作始终得到了国土资源部地质环境司李烈荣司长(原地质矿产部地质环境管理司司长)和陈小宁处长(原国家计委国土地区司资源地质处处长)的大力支持与热情鼓励。在编写过程和成稿后,分别得到孙广忠、常士骠、**胡海涛**、王恭先、谭炳炎、许兵、岑嘉法和孙培善等诸位先生,以及王思敬、卢耀如与刘广润等三位中国工程院院士的鼎力指导,在此特别致谢!

刘传正

2000年1月1日

目 录

第一部分 地质灾害勘查指南

第 0 章 总论	(3)
0.1 地质灾害与地质环境灾害	(3)
0.2 地质灾害勘查	(4)
0.3 地质灾害监测	(7)
0.4 地质灾害防治工程理论	(8)
0.5 防治工程技术与实施工艺.....	(14)
0.6 减轻地质灾害的公共政策.....	(14)
参考文献	(15)
第 1 章 崩塌-危岩体灾害	(17)
1.1 总则.....	(17)
1.2 工作方法和基本要求.....	(18)
1.3 勘查技术要求.....	(24)
1.4 试验要求.....	(41)
1.5 动态监测.....	(46)
1.6 稳定性评价.....	(55)
1.7 危险性分析及灾情预评估.....	(61)
1.8 防治工程论证.....	(63)
1.9 资料整理与报告编写.....	(72)
参考文献	(75)
附录 1—1 崩塌分类说明表	(75)
附录 1—2 崩塌的基本模式	(76)
附录 1—3 各类崩塌体稳定性检算方法	(78)
附录 1—4 室、内外试验	(80)
第 2 章 滑坡灾害	(100)
2.1 总则	(100)
2.2 勘查工作程度要求	(101)
2.3 勘查技术要求	(102)
2.4 岩、土、水样试验	(110)
2.5 动态观测预测	(111)
2.6 稳定性评价	(116)
2.7 防治工程论证	(119)

2.8 资料整理与报告编写	(120)
参考文献	(122)
附录 2—1 概念及名词术语	(123)
附录 2—2 滑坡要素及其涵义表	(124)
附录 2—3 斜坡和滑坡的名词术语	(125)
附录 2—4 滑坡分类及危害分级	(127)
附录 2—5 《岩石物理力学性质试验规程》(DY-94) 中的有关要求及名词 术语	(129)
附录 2—6 航空照片判译标志	(134)
第 3 章 泥石流灾害	(137)
3.1 总则	(137)
3.2 勘查内容及要求	(140)
3.3 勘查技术要求	(149)
3.4 岩、土、水样测试要求	(155)
3.5 监测预警	(156)
3.6 泥石流特征值的确定	(157)
3.7 未来危害评估	(162)
3.8 防治方案及减灾措施	(164)
3.9 勘查成果编制要求	(166)
参考文献	(169)
第 4 章 岩溶地面塌陷	(170)
4.1 总则	(170)
4.2 勘查内容及要求	(177)
4.3 勘探技术要求	(189)
4.4 野外测试	(196)
4.5 室内试验	(209)
4.6 长期观测及监测预警	(217)
4.7 岩溶塌陷的评价预测	(221)
4.8 岩溶塌陷的防治	(232)
4.9 勘查成果编制	(236)
参考文献	(238)
第 5 章 地裂缝灾害	(240)
5.1 总则	(240)
5.2 勘查工作程度要求	(242)
5.3 勘查技术要求	(242)
5.4 岩、土、水样测试	(246)
5.5 动态观测	(247)
5.6 工程地质分析	(249)
5.7 危害性评估	(253)

5.8 防治或避让对策	(255)
5.9 报告编写	(258)
参考文献	(260)
附录 5—1 国外地裂缝部分资料	(260)
附录 5—2 国内地裂缝部分资料	(260)
附录 5—3 几种特殊岩土作用引起的地裂缝	(261)
第 6 章 海水入侵	(262)
6.1 总则	(262)
6.2 勘查工作程度要求	(264)
6.3 勘查技术要求	(268)
6.4 动态观测	(270)
6.5 发展趋势预测	(273)
6.6 防治方案与治理措施	(276)
6.7 资料整理与报告编写	(278)
参考文献	(280)

第二部分 地质灾害的地球物理化学勘探方法

第 7 章 地质雷达探测	(283)
7.1 概述	(283)
7.2 地质雷达系统	(284)
7.3 探测方法	(290)
7.4 数据处理及实例	(297)
第 8 章 钻孔电磁波法	(304)
8.1 概述	(304)
8.2 技术方法	(305)
8.3 解释方法	(317)
8.4 应用实例	(323)
参考文献	(332)
第 9 章 电法勘探	(333)
9.1 概述	(333)
9.2 直流电阻率法	(333)
9.3 交变电磁法	(347)
参考文献	(357)
第 10 章 浅层地震勘探	(358)
10.1 概述	(358)
10.2 基本原理	(359)
10.3 勘探仪器和装备	(363)
10.4 野外工作方法	(367)

10.5	数据处理	(369)
10.6	应用实例	(370)
10.7	进一步应用研究目标	(378)
	参考文献	(379)
第 11 章	面波勘探技术	(380)
11.1	概述	(380)
11.2	基本原理	(382)
11.3	仪器装备	(385)
11.4	测试方法	(387)
11.5	数据处理及实例	(389)
11.6	有关物理参数及公式	(396)
	参考文献	(403)
第 12 章	声波检测技术	(404)
12.1	概述	(404)
12.2	基本原理	(405)
12.3	仪器技术性能	(409)
12.4	测试方法	(414)
12.5	工程检测实例	(419)
	参考文献	(423)
第 13 章	测汞在地质灾害勘查中的应用	(425)
13.1	概述	(425)
13.2	技术方法	(427)
13.3	资料整理	(432)
13.4	测汞在地质灾害勘查中的应用	(434)
	参考文献	(438)
第 14 章	测氮在地质灾害勘查中的应用	(439)
14.1	概述	(439)
14.2	技术方法	(440)
14.3	数据采集、处理和推断解释	(445)
14.4	测氮在地质灾害勘查中的应用	(447)
	参考文献	(448)

第一部分

地质灾害勘查指南

第 0 章 总 论

据国际滑坡委员会报告,早在公元前 186 年,中国人就已经能够识别和查明滑坡类型了,先后提出了“地滑”、“走山”和“垮山”等名词。但真正从理性上研究滑坡等现象的物理实质,开展特定地区滑坡等地表斜坡块体移动的系统调查和科学研究则是本世纪才逐渐发展起来的。“地质灾害”作为一个概括性的专门名词更是近 20 年的事。

地质灾害勘查工作经验的理论总结来源于实践,又反过来指导实践,并期望在继续实践中得到逐步完善。地质灾害问题的特殊性决定了其技术要求、规范或指南的不同形式,而要突出强调的是地质观念要贯穿始终。

0.1 地质灾害与地质环境灾害

地质灾害是指由于自然或人为作用,多数情况下是二者协同作用引起的,在地球表层比较强烈地破坏人类生命财产和生存环境的岩土体移动事件。地质灾害在成因上具备自然演化和人为诱发的双重性,它既是自然灾害的组成部分,同时又属于人为灾害的范畴。在某种意义上,地质灾害已经是一个具有社会属性的问题,已经成为制约社会经济发展和人民安居的重要因素。因此,地质灾害防治就不仅是指预防、躲避和工程治理,在高层次的社会意识上更表现为努力提高人类自身的素质,通过制定公共政策或政府立法约束公众的行为,自觉地保护地质环境,从而达到避免或减少地质灾害的目的。

地质灾害主要是指崩塌(含危岩体)、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷和地裂缝等,它们是比较公认的因地壳表层地质结构的剧烈变化而产生的,且通常被认为是突发性的。

地质环境灾害是指区域性地质生态环境变异引起的危害,如区域性地面沉降、海水入侵、干旱半干旱地区的荒漠化、石山地区的水土流失、石漠化和区域性地质构造沉降背景下平原或盆地地区的频繁洪灾等,这些问题通常都是由多种因素引起且缓慢发生的,地质界常称其为缓变性地质灾害。

当然,不能简单地把洪水归类于地质灾害。但长时期、大范围且爆发频繁的洪灾是与地质环境密切相关的,是人类社会工程经济活动或防洪治水方略与地质环境演变方向比较长期的不相适应的结果。利用考古资料恢复长江荆江河段近 5000 a 来洪水位的上升过程,发现近 2000 a 来是荆江洪水位相对荆北平原上升的主要时期,累计上升 13.6 m,特别是近 500 a 来的洪水位上升的平均视速率达 20~27 mm/a。近 500 a 来的荆江大堤及其堤基的决口破坏历史研究表明,在两岸干堤地基的渗漏、管涌、溃决、软土地基变形和崩岸等工程地质问题中,洪水期以北岸的管涌和溃决占绝对优势,干旱期则以南岸的崩岸引人注目,这反映了荆江高水位与其地质环境已不相适应的关系。

从地球表层环境变化而言,地震灾害属于地质环境灾害范畴。因其发生的特殊性和危害巨大,地震灾害研究已自成一个体系。

0.2 地质灾害勘查

地质灾害勘查科学优化研究,包括勘察工作布置的优化要求、最佳勘察工作量的确定原则、现场调整依据、勘查施工工艺、野外编录要求、资料的最佳整理方法以及地质灾害体运动学与动力学模式、灾害发生机制和监测判据等。

0.2.1 目的任务

地质灾害的勘查不同于一般工程地基的工程地质条件勘察或岩土工程的基坑支护勘察,它的最大特点是把对地质灾害体发育过程及其稳定性的认识置于首要地位,而不过分强调勘察工作量。

地质灾害勘查的目的是为了科学地确定地质体的特征、稳定状态和发展趋势,为分析地质灾害发生的危险性,论证地质灾害防治的可行性和比选防治工程方案,最终确定是否需要治理、采取躲避方案或实施防治工程等不同对策提供依据。勘查成果一是为建立我国的“地质灾害勘查规范”奠定理论基础和提供实践检验依据;二是作为政府管理部门规范地质灾害勘查工作的参考依据;三是为地质灾害勘查成果的信息化、数字化和标准化奠定基础;四是通过一些地质灾害勘查实例的引介,逐步深化认识,为渐进地提高社会各个阶层的防灾减灾意识,主动自觉地为保护地质生态环境服务。

地质灾害勘查的最终成果要能够满足编制地质灾害防治工程可行性研究报告对地质资料的需求。

0.2.1.1 地质灾害勘查的基本任务

(1) 查明地质灾害体的特征及其形成的地质环境、自然演化过程或人为诱发因素,即查明勘查的对象是什么(What)的问题:

(2) 分析研究地质灾害体的成因机制,建立其地质概念模型和地质力学模型,即解决为什么(Why)的问题。

(3) 预测地质灾害体的发展趋势,评价其对人类社会生存与发展的危险性,即回答未来怎么样(How)的问题。

0.2.1.2 勘查内容

(1) 灾情调查。主要是查明已经造成的危害,如人员伤亡、直接经济损失、间接经济损失和生态环境破坏状况及其特点。

(2) 区域调查。主要是调查地质灾害形成的区域地形地貌环境和地质环境,特别是新构造期以来的地球表层动力学作用。

(3) 具体地质灾害体的勘查。采用工程手段和简易监测方法,勘查地质灾害体的形态、结构和主要作用因素及其变化等,采用地质历史分析法综合评价其稳定性。

(4) 室内外试验。根据稳定性评价的需要,有目的地在适当位置开展现场原位试验,采取样品进行室内试验。

(5) 成因机制分析、研究模拟和稳定性评价。综合上述几方面的资料,分析地质体破坏的成因机制,抽象提取正确的地质模型,开展物理模拟和数学模拟,最后进行定性分析和定量评价。

(6) 进行防治工程可行性论证,提出防治工程规划方案。根据灾情调查和勘查评价结

论, 作出未来灾害危险性预测, 初步提出并论证不需治理、需要治理和必须搬迁躲避或综合方案的依据、布置与工程概算。

在以上几个方面中, 勘查阶段的工作重点是 (3)、(4) 和 (5) 等三个部分。

0.2.2 地质灾害勘查的特点

地质灾害勘查不同于一般建筑地基的岩土工程勘察, 其特点至少包括如下几方面。

(1) 重视区域地质环境条件的调查, 并从区域因素中寻找地质灾害体的形成演化过程和主要作用因素。

(2) 充分认识灾害体的地质结构, 从其结构出发研究其稳定性。

(3) 重视变形原因的分析, 并把它与外界诱发因素相联系, 研究主要诱发因素的作用特点与强度 (灵敏度)。

(4) 稳定性评价和防治工程设计参数有较大的不唯一性, 常表现为较强的离散性, 应根据灾害个体的特点与作用因素综合确定, 进行多状态的模拟计算。

(5) 目前尚未研究出具有普适性的稳定性计算方法 (也许并不存在), 现有的方法都有较多的假定条件。

(6) 勘查阶段结束不等于勘查工作结束, 后续的工作如监测或施工开挖常常能补充、修改勘查阶段的认识, 甚至完全改变以前的结论。因此, 地质灾害的勘查有着延续性特点, 即使是非常认真详细的工作, 也不能过于希望毕其功于一役。

(7) 地质灾害勘查方法选择是强调应用经验与技巧, 寻求以最少的工作量和最低的投资, 获得最佳的勘查效果。

(8) 勘查工作量确定的最基本原则是能够查明地质体的形态结构特征和变形破坏的作用因素, 满足稳定性评价对有关参数的需求, 而不拘于一般的勘察规程。在此前提下, 勘查工作量越少越好, 使用的勘查方法越少越好, 勘查设备越简单越好, 勘查周期越短越好。一般而言, 勘查工作量依据地质灾害体的规模、复杂程度和勘查技术方法的效果综合确定。

(9) 勘查队伍是实现勘查目标、选择合理勘查方法和优化勘查工作量的关键。从事地质灾害勘查的工作实体应在地质技术人才、勘查设备和室内分析试验等方面具备条件, 并拥有相应的资质证书。

地质灾害勘查工程现场是一个“大试验室”, 某种意义上也是一个“原型试验场”。我国多年来多个勘查实例的经验证明, 一个优秀的主任地质师会取得事半功倍的成效。地质人员在地学方面的较高造诣和丰富的勘查经验可以实现最佳工作部署和勘查方法的最佳配置, 使工作不走或少走弯路。物探、钻探等技术人员的良好素养和技能, 可以使勘探工程取得更多更好的实效, 不致漏掉, 甚至破坏掉关键证据。

实例 0—1 链子崖危岩体防治工程的重点问题

一个工程例证是长江三峡链子崖危岩体 (体积 $250 \times 10^4 \text{m}^3$) 的防治工程论证。在相当长的一个时期内, 一部分专家认为仅锚固好链子崖临江的“五万方”危岩体 (实际体积约 $9 \times 10^4 \text{m}^3$) 就可以了, 那里是链子崖危岩体防治工程的“重中之重”, 而对其底部煤层采空区的作用却缺乏认识, 当然, 也不去论证链子崖底部煤层采空区混凝土承重阻滑工程会以较少的投资取得整体的治理效果。那么, 又是依据什么不惜在“五万方”上实施数量众多、造价高昂的锚索工程呢?

勘查阶段认定“五万方”危险的证据有两条, 一是其外貌上的呲牙裂嘴, 二是在其顶

部 G_{\pm} 点的监测曲线。反复分析核实几十年的监测资料及其背景因素，发现 G_{\pm} 点在 1982 年以前的急剧变化原来是地质勘探开挖造成的，排除人为干扰，它反映的动态与整个链子崖危岩体的形变速率 (B_{\pm} 、 F_{\pm} 、 F_{\mp} 和 I_{\pm} 监测点) 是基本一致的，并无量级的区别。

1995 年 7 月，煤层采空区的工程施工揭示出“五万方”的后界 T_{11} 缝延伸到煤层采空区，“五万方”的实际体积达 $26 \times 10^4 \text{m}^3$ 。同时，施工期间的动态监测也证明，“五万方”对施工扰动的反应不明显，说明其稳定储备并不象前期研究认为的那么低，而链子崖底部煤层采空区的施工，不但使整个危岩体 ($250 \times 10^4 \text{m}^3$) 的变形和地压急剧增大，而且使山顶的主裂缝出现宏观拉裂，说明整体的稳定储备也并不是前期研究提出的那么高。

经过艰苦的施工勘查，反复的论证，数年的监测检验，各方对“五万方”的认识逐渐符合实际，证明链子崖底部煤层采空区治理工程是关系其整体 ($250 \times 10^4 \text{m}^3$) 稳定的关键，临江的“五万方”锚固工程是重要的辅助工程。由于指出问题及时，在施工过程中对“五万方”工程单元进行了较大的设计变更，如在原设计工程量中减少锚索 22 束，另有 68 束锚索改为锚向稳定山体核桃背，从而既增加了链子崖防治工程的整体效果，又降低了工程投资。

这个实例的教训是，勘查分析问题不深入，混淆了局部与整体的关系。没有认识到链子崖防治工程现场是一个“原型试验场”，某种意义上也是一个“大试验室”。这个实例也充分说明地质灾害勘查的特殊性。

0.2.3 勘查方法

0.2.3.1 选择原则

勘查方法选择的基本原则是以较低的勘查工作投入，取得较多的有用且好用的资料，实现最好的减灾效益。实际工作中考虑以下原则：

(1) 针对性。根据现场踏勘和前人资料，初步判定地质灾害的性质，有针对性地选用适宜的勘探方法，避免盲目地上手段取得大批无用资料，而需要的资料却很缺乏；

(2) 实用性。力求以最简单的方法去解决最复杂的问题，避免刻意追求新奇的技术；

(3) 简便高效。尽可能使用操作简便、易于搬运，在地形地质和气象等方面环境适应性强的设备；

(4) 经济合理。在能够满足勘查质量要求的前提下，尽可能降低勘探工作量。

实践证明，勘查方法未必越先进（相应的花费越高）越好。如果地质测绘工作较细致深入，轻型山地工程配合得当，物化探工作针对性强，就可以大大降低钻探工程量，不用或少用重型山地工程等。

0.2.3.2 勘查方法的配置

1. 基本原则

根据勘查工作的阶段性、各勘查方法的实用性和在本区条件下的适宜性，方法之间的互补性、互验性，勘查技术和经费的可行性等进行选择配置。优先选用基本的、主要的、简便易行的、覆盖面大的和经济上节省的勘查方法，如遥感解译、地面测绘和物探。按点——线——面的顺序展开工作，以求得对勘查对象逐步深入地认识，并据此推测地下和山体内部的情况，用以指导钻探和山地工程布置。

2. 勘探方法配置

钻探和山地工程对物（化）探有很强的互补性和互验性。首先用钻探对地面物（化）探

结果进行验证，提高其成果的准确性和应用推广价值。随后进行测井和跨孔探测，拓宽物探的勘测范围，以取得更好的成效。钻探应尽量投入到关键部位。每个孔都应综合测井，力求每个孔都具备较多的功能，包括利用钻孔进行变形监测等。对于由主裂缝或隐伏裂缝构成的危岩体或滑坡边界，应钻探勘查并进行跨孔探测，以准确确定边界条件、裂缝的发育深度等重要资料。

不同的勘查阶段，决定了不同的勘查任务和选择不同的勘查方法。初勘，应以航片解译、地面测绘、物（化）探等轻型勘查手段为主，配置少量剥土、槽探及钻探。详勘，应加大钻探工作量，以求得到详细的地质资料。可行性及设计阶段勘查，需要大比例尺的（1：2000~1：100）、定量的资料，应考虑投入重型山地工程，相反，物探则退居辅助地位。

试验工作应结合勘查工作统一部署。试验用于查明灾害体的地质材料特性和赋存环境，提供岩土体物理力学参数和水文地质参数。对于复杂的地质问题，在暂时不能从理论上解决的情况下，试验工作就成了解决这些问题的有效途径。

3. 勘查实施条件

充分考虑勘查供应条件及经济因素，选择适当的勘查方法。交通运输条件影响到机械的搬运、材料的供应及成本的提高，供水条件影响到钻探，支护木料影响到硐探和竖井的支护等。

应考虑地质灾害体的稳定储备，选择扰动较小的勘查方法，尽量减少爆破施工，高陡地形条件下应减少硐探工程，保证扰动作用控制在勘查对象的稳定储备之内。

0.3 地质灾害监测

0.3.1 监测目的

(1) 监测为校核、评价地质灾害体的活动性或稳定性提供依据。

(2) 动态监测可以提供变形块体的运动学与动力学（破坏机制）特征，为建立地质力学模型，正确进行稳定性评价和防治工程设计提供依据。

(3) 动态监测可为勘查施工安全提供预警预报，及时反馈勘探施工如重型山地工程的扰动作用，为确定合理的勘查施工部位和施工强度服务。

(4) 勘查期的动态监测可为治理工程施工监测和竣工后长期的工程效果监测奠定基础（如充分利用勘查工程的钻孔和平斜硐布设监测点等）。

0.3.2 监测内容与方法

0.3.2.1 内容

(1) 绝对位移监测是首选项目，一般利用勘查时投入的测量仪器进行大地测量法监测。

(2) 相对位移监测应与绝对位移监测一同展开。当勘查后即建立长期监测站时，应根据建站要求，及时投入其他监测（如电测）项目。

(3) 宏观地质调查简便易行，应确定相对固定的调查线路，定期进行。

0.3.2.2 方法

(1) 在勘查阶段，一般以简易监测或观测为主。如设立跨裂缝或变形带的标志点或连续的有色标志，定期用钢尺、经纬仪或全站仪进行测量。

(2) 对于位置重要，危害较大，必须开展治理工程的地质灾害体，除在勘查阶段布置

简易观测外，还应相继投入高、精、尖的监测方法和多种相互补充的监测方法，为可行性研究、工程设计和施工提供充分可靠的动态资料。

(3) 根据技术和经济的可行性，应及时开展 GPS 监测和数据实时处理研究。

(4) 利用勘探工程（如钻孔、平斜洞等）进行岩土体深部位移监测，如钻孔倾斜仪监测。

(5) 监测技术选择应考虑其工作环境，如通视条件、地形条件、气候条件、洞内湿度和化学腐蚀性等。

(6) 电测与机测相结合，以便互相校核，互相补充，提高监测成果的可靠度，尤其要保证监测不中断，取得连续数据。

(7) 监测周期——勘查阶段的监测至少应有一个年度的连续资料；治理工程监测应起到控制施工强度和保证施工安全的作用；治理工程效果的判定应具备整个工程竣工后 1~3 年的完整监测资料。

0.4 地质灾害防治工程理论

地质灾害防治工程是一个系统的相互反馈、相互印证体系。详实的勘查资料和正确的勘查结论是后续工作顺利开展的基本前提，同时，后续的每个工作阶段又不断补充完善并深化前期工作的认识，即表现为对地质体的多次再认识，这是地质灾害防治工作的特殊之处（表 0—1）。

表 0—1 地质灾害防治工作阶段划分

1. 地质灾害勘查或治理前期勘查阶段	全过程的地质再认识 全过程的监测反馈 全过程的效果检验 全过程的监理 全过程的管理
2. 防治工程方案研究与设计阶段	
2.1 可行性研究——方案比选亚阶段 2.2 方案优化——初步设计亚阶段 2.3 施工图设计亚阶段	
3. 防治工程施工阶段 (施工工艺创新与设计调整)	

地质灾害防治工程的基本理论体现为两个观点的最佳结合，一是地质观点，二是工程观点。前者保证对灾害特征、成因和发展趋势的分析正确无误，后者保证优化比选出能够达到防治工程目标，而工程投资又最低的最佳方案。

地质灾害防治工程理论研究的指导思想是：“立足我国国情，防患于未然，推动社会进步”。要明确避免或减少重复性“开拓”或模仿式的“创新”，保证集中有限财力建立适合我国地质灾害形势和国民经济实际情况的科学技术体系。

0.4.1 地质理论分析

地质理论用于分析研究地质灾害体的成分、结构或构造、成因过程、目前状态、主要作用因素和发展趋势，它来源于理论地质学（由矿物学、岩石学、地层学、构造地质学和地貌第四纪地质学等构成）、应用地质学（由土体力学、岩体力学、工程地质学和水文地质