

ICS07.040

P 13

备案号:

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1524—2018

地质灾害治理工程实施技术规范

Technical Specification for Implementation of Geohazard Controlling
Project

2018-04-10 发布

2018-10-

北京市规划和国土资源管理委员会
北京市质量技术监督局 联合发布

目 次

前言	IV
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
4 基本规定	3
5 工程勘查	4
5.1 基本要求	4
5.2 地形测量和工程地质测绘	4
5.3 崩塌勘查	5
5.4 滑坡勘查	8
5.5 泥石流勘查	11
5.6 不稳定斜坡勘查	13
5.7 岩溶塌陷勘查	15
5.8 采空塌陷勘查	17
5.9 勘查成果	19
6 工程设计	19
6.1 基本要求	19
6.2 设计原则	19
6.3 挡墙	20
6.4 格构锚固	21
6.5 锚索（杆）	21
6.6 抗滑桩	22
6.7 拦挡坝	22
6.8 排导槽	23
6.9 防护堤	24
6.10 柔性防护网	24
6.11 充填	25
6.12 支撑嵌补	25
6.13 截排水	25
6.14 植物防护	26
6.15 工程监测设计	26
6.16 设计文件编制深度	26
7 工程施工	27
7.1 基本要求	27
7.2 挡墙	27

7.3	格构锚固.....	30
7.4	锚索（杆）.....	30
7.5	抗滑桩.....	33
7.6	拦挡坝.....	35
7.7	柔性防护网.....	35
7.8	充填.....	37
7.9	支撑嵌补.....	39
7.10	截排水.....	39
7.11	植物防护.....	40
7.12	通用制作与安装工程.....	41
7.13	施工质量验收.....	44
附录 A（资料性附录）	崩塌滑坡分类.....	46
附录 B（资料性附录）	泥石流分类.....	48
附录 C（资料性附录）	岩溶塌陷分类.....	51
附录 D（资料性附录）	勘查报告正文编写大纲.....	53
附录 E（规范性附录）	治理工程设计及校核安全系数.....	60
附录 F（资料性附录）	拦挡坝库容计算方法.....	61
附录 G（资料性附录）	设计文件内容及格式.....	63
附录 H（资料性附录）	施工组织设计方案及竣工图的主要内容.....	65

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由北京市规划和国土资源管理委员会提出并归口。

本标准由北京市规划和国土资源管理委员会组织实施。

本标准起草单位：中航勘察设计研究院有限公司、北京市勘察设计研究院有限公司、建设综合勘察设计研究院有限公司、北京市地质研究所、北京中城建建设监理有限公司。

本标准主要起草人：张建青、张会昌、李建光、陈昌彦、孙毅、张长敏、唐德平、于秀治、公庆联、贾三满、涂晓方。

引 言

北京市地方标准《地质灾害治理工程实施技术规范》（以下简称“本标准”）是根据《北京市质量技术监督局关于印发2015年北京市地方标准制修订项目计划的通知》（京质监发[2015]22号）文件要求，项目编号20152001，由北京市规划和国土资源管理委员会组织编写。

编制组根据北京市1:5万突发地质灾害详细调查结果，对北京市已实施地质灾害治理工程的工程勘查、工程设计和工程施工等进行了广泛的调查研究，同时借鉴了国内其他省、市和自治区等地质灾害治理工程实施经验、相关规定和资料，总结了北京市地质灾害治理工程实施技术实践经验。主要以现行国家标准、行业标准为依据，积极采纳了地质灾害治理工程实施工程勘查、工程设计和工程施工等相关单位的意见。对地质灾害治理工程实施技术涉及的工程勘查、工程设计和工程施工等方面实施技术进行了规范、提出了要求，体现了地方特色，具有较好的针对性、可实施性和可操作性。本标准的实施有利于北京市加强对地质灾害治理工程的监管，更好地做好北京市地质灾害治理工作，保障广大人民群众的生命与财产安全，对北京市的防灾减灾具有现实的指导意义。

地质灾害治理工程实施技术规范

1 范围

本标准规定了地质灾害治理工程的勘查、设计和施工等技术要求。

本标准适用于北京地区的崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡、岩溶塌陷和采空塌陷等六类地质灾害治理工程。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 706 热轧工字钢
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- GB/T 20257.11: 500 1: 1000 1: 2000地形图图式
- GB 50003 砌体结构设计规范
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50026 工程测量规范
- GB 50290 土工合成材料应用技术规范
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 706 热轧工字钢
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- GB/T 20257.11: 500 1: 1000 1: 2000地形图图式
- DZ/T0219 滑坡防治工程设计与施工技术规范
- DZ/T0220 泥石流灾害防治工程勘查规范
- JT/T 528 公路边坡柔性防护系统构件
- JT/T D33 公路排水设计规范
- TB/T 3089 铁路沿线斜坡柔性安全防护网
- YB/T 5294 一般用途低碳钢丝
- DB11/T 969 城镇雨水系统规划设计暴雨径流计算标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地质灾害 geological hazard

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地面沉降、活动断裂、地裂缝、砂土液化、崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡、采空塌陷和岩溶塌陷等与地质作用有关的灾害。

3.2

崩塌 rock(soil) fall

岩（土）体离开母体崩落的现象。

3.3

滑坡 landslide

斜坡（含边坡）上的土体和岩体沿某个面发生剪切破坏向坡下运动的现象。

3.4

泥石流 debris flow

大量泥沙、石块和水的混合体流动的现象。

3.5

不稳定斜坡 unstable slope

具有蠕滑、溃曲、倾倒或侧向拉裂等变形特征或破坏趋势的斜坡。

3.6

岩溶塌陷 karst collapse

岩溶地区由于下部岩体中的空穴扩大，导致顶部岩体塌落的现象。

3.7

采空塌陷 mining collapse

地下采矿活动引起的地面形变现象。

3.8

危岩体 dangerous rockbody

被多组不连续结构面切割分离，稳定性差，可能以倾倒、坠落或塌滑等形式崩塌的地质体。

4 基本规定

4.1 地质灾害治理工程应结合北京地区已有地质灾害治理工程经验，做到技术可靠、因地制宜、安全适用、确保质量、经济合理、保护环境和治理有效。

4.2 地质灾害治理工程等级应根据致灾地质体对危害对象造成或可能造成的灾害程度及工程投资等按表1确定。

表1 治理工程等级

治理工程等级		I	II	III
灾情	人员伤亡情况	有人员死亡	有伤害发生	无
	直接经济损失 (万元)	>1000	00~1000	<500
险情	受威胁人数(人)	>500	30~500	<30
	灾害潜在损失 (万元)	>10000	3000~10000	<3000
工程投资(万元)		>1000	100~1000	<100
注：治理工程等级按就高原则确定。				

4.3 治理工程勘查设计暴雨强度取值应依据治理工程等级按表2采用，当治理区降雨强度极值大于设计降雨强度时，按降雨强度极值计算。

表2 暴雨强度重现期标准

治理工程等级	暴雨强度重现期 年			
	崩塌、滑坡、不稳定斜坡		泥石流	
	设计	校核	设计	校核
I	50	100	100	100
II	20	50	50	50
III	10	20	30	30

4.4 工程勘查应根据地质环境条件和灾害特征，确定勘查工作部署，查明地质灾害的孕灾、成灾条件及治理工程的地质条件，评价稳定状态，预测发展趋势，提供地质灾害治理工程设计参数及防治措施建议。

4.5 工程设计应在勘查工作的基础上，采用定性和定量分析方法进行稳定性评价，并结合场地条件和环境因素等确定治理方案，进行工程设计。

4.6 工程施工应依据工程设计文件合理组织实施，严格过程控制，做好质量验收。

4.7 地质灾害治理工程鼓励积极采用新技术、新方法。

4.8 治理工程实施过程除应符合本标准要求的有关规定外，尚应符合国家现行有关地质灾害治理法规和有关规范的管理或技术规定。

5 工程勘查

5.1 基本要求

5.1.1 地质灾害勘查应根据地质灾害特征，搜集和分析区域相关资料，进行现场踏勘，编制勘查大纲，确定勘查手段，实施勘查，提交勘查成果。

5.1.2 勘查大纲应在开展勘查工作之前编制。I级工程勘查大纲应经外部专家评审通过后实施，II、III级工程勘查大纲应经内部审核后实施。

5.1.3 勘查宜采用工程地质调查与测绘、遥感调查、工程物探、勘探（钻探、槽探或井探）、测试和试验等方法手段。

5.1.4 实施勘探和原位测试不应影响地质灾害体稳定性。

5.1.5 对于复杂地质灾害体可在勘查阶段布设监测网（点），监测其变形特征和变化趋势。

5.1.6 勘查报告应资料完整、真实可靠、分析有据、评价合理、结论正确和建议可行。

5.1.7 勘查工作应包含下列内容：

- a) 查明治理工程地质灾害体特征及孕灾和控灾因素，提供地质灾害治理工程设计所需的岩土物理力学参数；
- b) 地质环境条件复杂时，宜采用多种方法评价地质灾害体在不同工况下的稳定性；
- c) 提出治理方案建议，并查明拟设计治理工程和重点部位的工程地质条件；
- d) 在施工阶段当勘查成果重大结论发生变化、不能满足工程设计施工需要或有特殊要求时，宜进行补充勘查。

5.2 地形测量和工程地质测绘

5.2.1 地形测量

5.2.1.1 应搜集反映现状地形地物的相应比例地形图，如没有或不能满足勘查工作要求的地形图，应开展相应比例的地形图测绘工作。

5.2.1.2 地形图测绘除按 GB 50026 及 GB/T 20257.1 要求执行外，尚应符合下列规定：

- a) 地形图坐标宜为北京坐标系，高程宜为北京高程；
- b) 在地形测绘区内埋设稳定的坐标和高程控制点，并附有详细的点之记；
- c) 地形测绘中应详细测量水沟、水坑、水塘、泉水、裂缝、陡坎、陡坡和塌陷坑等与地质灾害有关的水文点与微地貌，并标注在地形图上；
- d) 测量剖面两端点、剖面控制点应埋石。

5.2.2 工程地质测绘

5.2.2.1 工程地质测绘范围应根据不同地质灾害类型确定，包括灾害体及其影响区、主控因素影响区和工程治理区等。

5.2.2.2 工程地质测绘除按照相关地质调查规范执行外，尚应满足下列规定：

- a) 工程地质测绘平面图上，应突出标注致灾地质体的基本要素及变形迹象，图上宽度大于 2mm 的地质现象必须描绘到地质图上，对于重要地质灾害现象宜扩大比例尺表示，线状要素可扩大到 1mm 宽度表示，等轴状时可扩大到 2mm² 表示，并标注实际数据；
- b) 地质界线图上误差不应超过 2mm；

- c) 工程地质测绘地质点、线不应均布，以控制致灾地质体基本要素及变形特征为原则，图面上每 0.01m^2 范围内地质点数量不宜少于 5 个~10 个，治理工程为 I 级或地质环境复杂时取较大值，治理工程为 III 级且地质环境简单时取较小值；
- d) 每个地质点均应做好原始记录，典型地质点应有观测点的平、剖面素描示意图和照片等。代表性地质点还应采集相应的岩石标本。

5.3 崩塌勘查

5.3.1 一般规定

- 5.3.1.1 崩塌勘查应查明危岩体、崩塌堆积体的发育特征及影响因素，评价其稳定状态及发展趋势，预测危害范围，提出治理方案建议和提供相关岩土层物理力学参数。
- 5.3.1.2 勘查范围包括危岩带和相邻地段，坡顶到达卸荷带之外不小于 20m，坡底应到达崩塌堆积区外不小于 50m。如存在对危岩起控制作用的区域性结构面时，应适当扩大勘查范围。
- 5.3.1.3 崩塌勘查应以地质测绘与调查为主，以勘探为辅，亦可采用三维激光扫描、摄影测量和工程物探等方法。
- 5.3.1.4 危岩体勘查应查明危岩的分布、成因、规模、类型和危害范围等，分析评价其稳定性与发展趋势。
- 5.3.1.5 崩塌堆积体勘查应查明崩塌堆积体的分布、组成、结构和规模特征，评价其稳定状态和发展趋势。以地质调查与测绘为主，当宏观判定稳定性较差时应按滑坡勘查的要求进行。
- 5.3.1.6 在拟设计治理工程部位应采集试验样品和测试。
- 5.3.1.7 崩塌根据物质组成、破坏模式和规模等参照附录表 A.1 进行分类。
- 5.3.1.8 地质调查与测绘工作内容应符合下列要求：
 - a) 调查崩塌发生的地质环境，包括地层岩性、地形地貌、地质构造、水文地质和外动力地质现象等，重点调查崩塌所处地貌部位、形态特征、陡坎坡度与高度、坎面形态特征、坡顶和坡脚形态等，危岩所在斜坡的岩土体组成、组合、分布及产状特征等；
 - b) 调查崩塌发育史，通过查阅地方志和走访以及现场填图，调查历史上该危岩体发生崩塌的时间、规模、气象条件、发生原因、发生次数和运行路线等；
 - c) 危岩体形态特征及边界条件，包括位置、形态、分布高程、几何尺寸、规模、边界、临空面、剪出口或断裂面等；
 - d) 危岩体地质结构，包括岩土物质组成及结构构造、变形破坏特征、控制崩塌的岩体结构面特征及主控结构面分布等；
 - e) 危岩体的变形形迹特征，包括危岩体裂缝形态、分布组合和延伸等，裂缝充填和充水情况等；
 - f) 危岩体基座或下卧软弱层的岩性和分布等，危岩体下部洞穴（溶洞等）或矿产开采及采空区情况，危岩体斜坡坡脚受天然河水冲刷、掏蚀或人为破坏情况；
 - g) 调查非地质孕灾因素（如库水位、降雨、冲蚀和人工作用等）对危岩体稳定性的影响；
 - h) 危岩体水文地质条件和地下水特征，降雨、地表水与危岩体裂缝的充水关系等；
 - i) 评价和预测崩塌灾害的成灾范围及可能次生灾害的范围；
 - j) 崩塌堆积体的形态特征、边界条件、物质组成与结构、坡度、崩塌运移轨迹和变形破坏特征等及转为滑坡、泥石流等次生灾害的可能性；
 - k) 调查灾害影响范围内人口及实物指标；
 - l) 根据危岩体规模和治理工程需要调查天然建筑材料等。

5.3.1.9 勘探工作内容应符合下列要求：

- a) 查明卸荷带特征、控制性裂隙分布及充填情况等；
- b) 查明软弱基座、控制性结构面的分布、产状和组合等特征；
- c) 拟采取支撑方式部位应在危岩软弱基座处布置钻孔或探井（槽）查明基座母岩的风化特征及岩体结构等。

5.3.2 工程地质调查与测绘

5.3.2.1 应搜集已有地形图、遥感图像、地震、气象、水文、植被、人类工程活动及崩塌史等资料，开展访问调查。

5.3.2.2 地质调查与测绘采用的比例尺和精度应符合下列规定：

- a) 测绘精度应符合表 3 要求，宜能够清楚表达危岩的形态特征、结构面特征等；
- b) 重要观测点的定位应采用仪器测量，一般观测点采用半仪器定位。

表3 崩塌地质调查与测绘比例尺

勘查内容	比例尺
地质环境调查与测绘	1: 1000~1: 500
平面地质调查与测绘	1: 1000~1: 200
剖面地质调查与测绘	1: 1000~1: 100

5.3.2.3 调查与测绘成果包括：野外测绘实际材料图、野外地质草图、实测地质剖面图、各类观测点的记录卡片和地质照片集等。

5.3.3 危岩体勘探

5.3.3.1 勘探方法可选择钻探、槽探、井探和工程物探等。

5.3.3.2 宜采用槽探或物探查明卸荷带特征、控制性裂隙分布及充填情况等；宜采用槽探和井探查明软弱基座分布范围；宜采用水平或倾斜钻孔查明控制性结构面深部的特征。

5.3.3.3 勘探线的布置应符合下列要求：

- a) 控制性勘探线应垂直于危岩体临空面整体展布方向布置，宜通过危岩体重心，纵贯整个危岩体；一般性勘探线宜平行于控制性勘探线布设在危岩代表性部位且通过危岩重心，勘探线长度应能通过危岩形态、母岩及基座为原则，纵贯危岩体；
- b) 勘探线应在拟设治理工程轴线部位布置。

5.3.3.4 勘探点布设应符合下列要求：

- a) 勘探点应能控制危岩体的主控结构面，揭露同一主控结构面的勘探点不宜少于 3 个；
- b) 当危岩体被裂缝切割时，被裂缝切割后形成的规模较大岩体（岩块）上宜设钻孔；危岩体后缘外稳定岩体内宜设控制性钻孔；
- c) 当危岩体后缘边界主控节理发育时，应查明主控节理的宽度、长度、深度及充填情况等。在其两侧一定范围内宜布置 2 个勘探点，分别查明稳定岩（土）体和危岩体的岩性及结构特征；可采用跨孔物探技术探测主控性结构面的发育特征；
- d) 对于形态近似的密集危岩，勘探点可适当减少，每个陡崖边坡的勘探点不宜少于 1 个。

5.3.3.5 勘探线与勘探点间距应根据各阶段勘查目的和具体的地质条件布设并符合表4的规定。危岩体地质条件复杂或危岩体（崩塌）规模小取小值，否则取大值；当查明重大地质问题时应针对具体问题加密勘探点或进行专项勘探。

表4 崩塌勘探线点间距布置要求

勘查间距	线点间距 m
勘探线间距	15~30
勘探点间距	10~20

5.3.3.6 勘探点应穿过控制性结构面，且不应小于可能的卸荷带最大宽度和结构面最大间距。勘探深度应满足下列规定：

- a) 拟设治理工程部位的勘探点深度应满足治理工程设计要求；
- b) 控制性勘探点：
 - 1) 控制性勘探点应查明危岩体基座和周边可能作为治理工程持力层的岩（土）体地质情况，进入稳定岩土体（危岩体基座内）6m~8m。
 - 2) 平（斜）洞在垂向上应穿过最底层崩滑带进入稳定岩土体，水平方向应查明危岩体后缘边界外侧的稳定岩土体地质条件，穿过危岩体后缘裂缝（或卸荷带）进入稳定岩土体内6m~8m。
 - 3) 危岩体底部存在溶洞或采空区，控制性勘探点应穿过并进入稳定基岩内6m~8m。
- c) 一般性勘探点：
 - 1) 垂直（倾斜）勘探点的深度应穿过最底层危岩体崩滑面（带），进入稳定岩土体（危岩体基座内）3m~5m。水平（倾斜）勘探点应穿过危岩体后缘裂缝（或卸荷带）进入稳定岩土体内3m~5m；
 - 2) 危岩体底部存在溶洞或采空区，一般性勘探点应穿过并进入稳定基岩内3m~5m。

5.3.4 崩塌堆积体勘探

5.3.4.1 无变形的崩塌堆积体，可采用地质调查与测绘方式查明其特征。

5.3.4.2 有变形且构成危害的崩塌堆积体，宜采用工程物探结合钻探查明其规模、厚度、周界和底面等，必要时采取其他勘探方法查明其变形破坏类型，评价其发展趋势。

5.3.5 试验与测试

5.3.5.1 危岩体试验测试对象主要为控制崩塌的软弱夹层、破碎带或主控结构面、母岩与基座岩体、地下水和有关地表水。

5.3.5.2 测试母岩与基座岩体的力学参数。测试项目根据岩体的变形受力特点确定，受抗拉强度控制的危岩应做作抗拉强度试验；受抗剪或抗压强度控制的危岩应分别做室内抗剪强度和抗压强度试验，必要时应进行现场抗剪强度试验。

5.3.5.3 同一层位的岩土体试验测试数据不宜少于 6 组。

5.3.5.4 进行水质分析试验的地下水和地表水取样不应少于 3 组。

5.3.6 分析与评价

5.3.6.1 采用定性、定量计算方法评价和验算崩塌（危岩体）的稳定性，确定崩塌（危岩体）的稳定状态及发展趋势，为防治设计提供依据。

5.3.6.2 根据危岩体的岩体结构、不稳定结构面特征及客观地质条件，采用工程类比法或地质图解法定性评价稳定状态及其发展趋势。

5.3.6.3 根据危岩体的破坏机制，采用定量方法计算危岩稳定性，评价稳定状况及发展趋势。当危岩破坏模式难以确定时，应进行各种可能破坏模式的危岩稳定性计算，取最不利结果。

5.3.6.4 危岩稳定性计算工况及稳定状态应符合下列规定：

- a) 计算工况可分为现状工况、暴雨工况和地震工况：
 - 1) 现状工况（工况 1），指勘查期间的工况，作用荷载为自重+地面荷载；
 - 2) 暴雨工况（工况 2），指强度重现期为 n 年一遇暴雨作用工况，荷载为自重+地面荷载+暴雨（n 年一遇）；
 - 3) 地震工况（工况 3），指地震作用条件下的工况，荷载为自重+地面荷载+地震。
- b) 危岩稳定状态按表 5 确定。当某一工况条件下危岩稳定系数大于或等于危岩稳定性安全系数时，危岩稳定性可视为满足安全稳定要求。
- c) 稳定性安全系数 Ft 应根据危岩崩塌治理工程等级和危岩失稳类型按表 6 确定。

表5 危岩稳定状态

危岩破坏模式	危岩稳定状态			
	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定
滑移式危岩	$F < 1.0$	$1.00 \leq F < 1.15$	$1.15 \leq F < F_t$	$F \geq F_t$
倾倒式危岩	$F < 1.0$	$1.00 \leq F < 1.25$	$1.25 \leq F < F_t$	$F \geq F_t$
坠落式危岩	$F < 1.0$	$1.00 \leq F < 1.35$	$1.35 \leq F < F_t$	$F \geq F_t$

注：F—危岩稳定性系数

表6 危岩稳定性安全系数

危岩破坏机制	危岩崩塌治理工程等级					
	I 级		II 级		III 级	
	工况 1、工况 2	工况 3	工况 1、工况 2	工况 3	工况 1、工况 2	工况 3
滑移式危岩	1.40	1.15	1.30	1.10	1.20	1.05
倾倒式危岩	1.50	1.20	1.40	1.15	1.30	1.10
坠落式危岩	1.60	1.25	1.50	1.20	1.40	1.15

5.4 滑坡勘查

5.4.1 一般规定

5.4.1.1 滑坡勘查应查明滑坡区的地质环境，以及滑坡的性质、成因、变形机制、边界、规模和水文地质条件等，分析变形阶段、稳定状况及发展趋势；预测成灾危害情况；提出与治理工程设计有关的岩土物理力学参数及地下水参数；阐明滑坡治理的必要性。

5.4.1.2 勘查范围应包括滑坡灾害区、派生灾害的成灾范围及邻近稳定地段，一般控制在滑坡边界外50m~100m。通常包括：滑坡后壁以上一定范围的稳定斜坡或汇水洼地，剪出口以下的稳定地段，滑体两侧以外一定距离或邻近沟谷，涉水滑坡河（库）中心或对岸。

5.4.1.3 勘查工作可采用资料搜集、工程地质调查与测绘、勘探、试验与测试。

5.4.1.4 滑坡参照附录表 A.2、表 A.3 进行分类。

5.4.1.5 根据稳定性评价及监测结果，提出滑坡地质灾害治理方案建议和提供治理工程设计所需相关岩土物理力学参数。

5.4.2 勘查内容

5.4.2.1 资料搜集应包括区域地质环境、地形地质、滑坡活动史、水文气象、土壤植被、人类工程活动和已有治理经验等资料。

5.4.2.2 地质调查与测绘应查明滑坡区的自然地理条件、地质环境、滑坡各种要素特征和滑坡的变形破坏历史及现状，分析滑坡成因、性质和稳定性等。

5.4.2.3 勘探应查明滑体范围、厚度、物质组成和滑面（带）特征、滑带厚度及物质组成；查明滑床体的物质组成及结构特征；查明滑体内含水层的层数、分布和地下水的流向、水力坡度、水位及动态变化等。

5.4.2.4 查明拟治理工程区域的工程地质和水文地质条件。

5.4.3 工程地质调查和测绘

5.4.3.1 地质测绘平面图比例尺宜采用 1:500~1:2000。当滑坡治理工程等级为 I 级或滑坡地质环境复杂时宜取 1:500，当滑坡面积较小时，可采用更大比例尺。剖面图比例尺宜采用 1:100~1:500。

5.4.3.2 裂缝、鼓丘、滑坡平台、滑坡边界和剪出口等地质现象应标注于测绘平面图上，当图上宽度不足 2mm 时，应扩大比例尺表示，并标注实际数据。

5.4.3.3 地质点的布置应根据调查目的和地质环境的复杂性确定，图面上地质点的间距一般为 2cm~5cm。滑坡边界点、地质构造点、滑坡裂缝和泉水等重要地质现象均应布置地质点。

5.4.4 勘探

5.4.4.1 勘探方法可选择钻探、井探、槽探或工程物探等。

5.4.4.2 勘探线及勘探点间距根据地质环境复杂程度和滑坡体规模确定，勘探点间距应符合下列规定：

- a) 控制勘探线应纵贯整个滑坡体，宜与初步认定的滑动方向平行，其起点应在滑坡后缘以上稳定岩（土）体范围内 20m~50m；
- b) 当滑坡有多个次级滑体时，应平行各次级滑体的主滑方向分别布置勘探线；
- c) 应确认主滑方向及主轴，在控制性勘探线两侧增设一般性勘探线，勘探线间距宜为 20m~40m；控制性勘探线勘探点间距 15m~30m，一般性勘探线勘探点间距 20m~40m；
- d) 每条勘探线上的勘探点不宜少于 3 个，剪出口难以确定或勘探线为拟设治理工程结构控制线时，应适当加密勘探点。

5.4.4.3 勘探点的布设应符合下列规定：

- a) 勘探点应布设在重点勘查区段和拟设治理工程部位，兼顾采样、现场试验和监测；对预设地下排水、地表排水及可能采取治理工程支挡结构的地段，尚应按相应结构的要求增设勘探点；
- b) 勘探点的布设应限制在勘探线两侧 10m 范围之内。对于重大地质问题可增设勘探点。
- c) 控制性勘探点的数量不小于总勘探点数量的 1/2。

5.4.4.4 勘探点深度应符合下列规定：

- a) 控制性勘探点应进入滑床一定深度，宜为勘探点处滑体厚度的 1/3~1/2 且不小于 5m；
- b) 一般性勘探点深度应满足治理工程设计需要，拟设置抗滑桩地段的勘探点进入滑床的深度宜为滑体厚度的 1/3~1/2，且不小于预估抗滑桩桩端下 3m；
- c) 探槽或探井深度应穿过最低滑面（带）并进入稳定岩土体，满足取样、现场原位试验、地下水观测和变形监测的要求。

5.4.4.5 钻探应满足下列规定：

- a) 钻探应全孔取芯，终孔直径不应小于 110mm；
- b) 土质滑坡滑体土的岩芯采取率不应小于 75%，岩质滑坡滑体的岩芯采取率不应小于 85%，滑带土不应小于 85%，滑床不应小于 85%；接近滑面（带）时，钻探回次进尺不应大于 0.3m；
- c) 描述滑带土和滑动面的物质组成、变形特征；
- d) 采集相关样品或作相应试验；
- e) 钻孔除用于监测外，均应填充封闭。

5.4.5 试验与测试

5.4.5.1 通过与滑动受力条件相似的试验方法，测试滑坡体和软弱结构面的物理力学指标，对软弱结构面（滑带土）可作重塑土或原状土的多次剪试验，获取多次剪和残余剪的抗剪强度。

5.4.5.2 岩样采集位置根据滑坡体地质特征或拟设治理工程确定。每类岩性抗压强度试验、抗剪强度试验的岩样均不应少于 6 组。

5.4.5.3 土样采集位置宜布置在滑坡控制性勘探线上。滑带和滑体取样数量均不宜少于 6 组。

5.4.5.4 滑面（带）的抗剪强度指标宜根据岩土性状、滑坡变形特征和饱和程度等因素，采用试验值、反算值或经验值（工程类比）法分析后综合确定。

5.4.5.5 采用折线滑动法确定滑动面的抗剪强度指标应符合下列要求：

- a) 采用实测的 2 个或 2 个以上滑动面进行计算；
- b) 计算抗剪强度指标时，可给定粘聚力或内摩擦角，根据反演法反求另一值；
- c) 对正在滑动的滑坡，稳定系数 F_s 可取 0.90~1.00；对处于暂时稳定的滑坡，稳定系数 F_s 可取 1.00~1.05；
- d) 大型滑坡或起控制作用的软弱面，宜进行现场原位剪切试验，必要时可进行孔隙水压力测定等。

5.4.6 分析与评价

5.4.6.1 根据滑坡类型和破坏形式，滑坡稳定性验算的方法可采用圆弧滑动法、平面滑动法和折线滑动法，验算与评价应符合下列规定：

- a) 堆积层滑坡和较大规模碎裂结构（风化厚度较大、岩质较软或岩体整体极破碎）的岩质滑坡宜采用圆弧滑动法计算；
- b) 顺层滑坡和已经发生平面滑动的土层滑坡宜采用平面滑动法进行计算；
- c) 除圆弧滑动和平面滑动以外的较为复杂的滑坡，可采用折线滑动法计算。

5.4.6.2 稳定性验算的代表性剖面不宜少于 3 条，其中一条应是主滑断面。

5.4.6.3 滑体中存在局部滑动或具有多层滑面时，除验算整体稳定外，尚应验算局部稳定及各层滑动面的稳定。

5.4.6.4 如滑坡发生与地下水和地表水直接相关，在进行滑坡稳定性验算时，应考虑渗流压力对滑坡体稳定性的影响。

5.4.6.5 稳定性验算工况根据不同的荷载组合确定：

- a) 自然工况：指勘查期间的工况，荷载为滑坡体自重+地面荷载；
- b) 地表水、地下水工况：指暴雨（n 年一遇）条件及河流条件下的工况，荷载为滑坡体自重+地面荷载+地下水静水压力或渗流压力；
- c) 地震工况：指地震作用条件下的工况，荷载为滑坡体自重+地面荷载+地震力。

5.4.6.6 稳定状态按稳定性系数分为不稳定、欠稳定、基本稳定和稳定等四级，按表 7 规定确定。不同灾害等级滑坡稳定性安全系数 F_{st} 根据稳定性计算方法、计算工况和治理工程等级按照表 8 规定确定。当某一工况条件下滑坡稳定系数大于或等于滑坡稳定性安全系数时，滑坡稳定性可视为满足安全稳定要求。

表7 滑坡稳定状态分级

滑坡稳定性系数	$F_s < 1.00$	$1.00 < F_s \leq 1.05$	$1.05 < F_s \leq F_{st}$	$F_s \geq F_{st}$
稳定状态	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定
注： F_{st} 为滑坡稳定性安全系数。				

表8 滑坡稳定性安全系数 F_{st}

计算方法	治理工程等级		
	I 级	II 级	III 级
平面滑动法	1.35	1.30	1.25
折线滑动法			
圆弧滑动法	1.30	1.25	1.20

5.4.6.7 根据灾害区的规模、滑动前兆、主导因素、滑坡区的工程地质和水文地质条件，以及稳定性计算结果开展滑坡灾害区稳定性的综合评价，并结合发展趋势和危害程度，提出治理方案的建议。

5.5 泥石流勘查

5.5.1 一般规定

5.5.1.1 泥石流勘查应查明泥石流的形成条件和基本特征，评价泥石流灾害危险性和易发性，提出治理方案建议，提供治理工程设计所需的岩土物理力学参数。

5.5.1.2 泥石流勘查范围应为形成泥石流的整个流域，包括泥石流形成区、流通区、堆积区和泥石流影响区。

5.5.1.3 泥石流勘查宜采用遥感、地质调查和测绘、工程物探、勘探（槽探、井探和钻探）等手段。

5.5.1.4 泥石流勘查区内存在其他地质灾害类型时，应按相关地质灾害类型的规定进行勘查。

5.5.1.5 泥石流可根据水源类型、流域形态、物质组成、固体物质提供方式、流体性质、发育阶段、爆发频率和堆积物体积等按照附录 B 进行分类。

5.5.2 勘查内容

5.5.2.1 资料搜集应包括遥感影像、水文气象、土壤植被、地形地质、泥石流活动史、人类工程活动和已有治理工程经验等资料。

5.5.2.2 遥感解译应包括地质环境、植被分布和地面水系特征；汇水区范围和面积；岩土分布特征；泥石流沟谷形态、规模、切割深度和弯曲状况；形成区、流通区和堆积区范围及其相互关系。

5.5.2.3 泥石流勘查内容应符合下列要求：

- a) 形成区应查明包括水源类型、汇水区面积和流量；地形和地质条件；松散堆积层的分布、厚度、成因、重量、稳定性和植被情况；
- b) 流通区应查明沟床纵横坡度及其变化特征、沟谷形态、粗糙程度、泥痕特征、沟床冲淤变化情况、跌水及急湾、两侧山坡坡度、松散物质分布、坡体稳定状况及已向泥石流供给固态物质的滑塌范围和变化状况、已有的泥石流残体特征。当有地下水出水点时，尚应调查其流量及与泥石流补给关系；
- c) 堆积区应查明堆积扇的地形特征、地面沟道位置、变迁和冲淤情况；堆积物的体积、组成成份和堆积旋回的结构、次数及厚度，一般粒径、最大粒径的分布规律及堆积历史；地下水含水层数、水位、水量及其动态变化；泥石流堆积体中溢出的地下水水质和流量；遭受泥石流危害的范围和程度；对粘性泥石流，尚应调查堆积体上的裂缝分布状况，测量泥石流前峰端与前方重要构筑物的距离；
- d) 拟设治理工程的部位应查明岩土体的工程地质特征和物理力学性质等。

5.5.3 工程地质调查与测绘

泥石流工程地质调查与测绘应满足下列要求：

- a) 泥石流工程地质调查与测绘比例尺应符合表 9 要求。
- b) 填图单元在图上最小标注尺寸为 2mm，对于小于 2mm 的重要单元可采用扩大比例尺或符号的方法表示。

表9 泥石流工程地质调查与测绘比例尺

按泥石流的规模	勘查区	治理工程布置区
小型	1: 2000~1: 5000	1: 200~1: 500
中型	1: 5000~1: 10000	1: 200~1: 500
大型	1: 10000~1: 25000	1: 200~1: 500

5.5.4 勘探

勘探工作量布置应符合下列规定：

- a) 勘探线应采用纵向控制性勘探线和横向一般性勘探线相结合方式布置；
- b) 控制性勘探线应沿泥石流主流线布置，贯穿形成区、流通区和堆积区；在形成区和堆积区，一般性勘探线应不少于 1 条；在流通区，小型泥石流一般性勘探线不少于 1 条，中型及大型泥石流一般性勘探线不少于 2 条~3 条；一般性勘探线位置宜选择在泥石流物源或泥石流体较厚、较宽的地带，且间距宜为 20m~50m；

- c) 勘探线上的勘探点不少于 3 个，间距一般为 20m~50m；
- d) 查明物源特征的勘探孔应穿透松散堆积物；治理工程部位的勘探孔应满足治理工程设计的要求。

5.5.5 试验与测试

5.5.5.1 应进行泥石流流体重度测定试验。

5.5.5.2 布置适量的标准贯入、动力触探和波速测试等原位测试以查明岩土的工程性能；对坝高超过 10m 以上的拦挡工程宜进行抽水或注水试验；水样可做筒分析，必要时查明地下水对治理工程材料的腐蚀性。

5.5.5.3 堆积物的颗粒分析样品应考虑大颗粒物影响，每件样品重量不小于 500kg；对于粒径 $\geq 20\text{mm}$ 颗粒宜在现场进行筛分，粒径 $< 20\text{mm}$ 颗粒送实验室进行颗粒分析试验。

5.5.5.4 泥石流区相同地质单元同一层位岩土测试数据数量不应少于 6 组；岩土测试数据采样点布置应满足治理工程设计要求。

5.5.6 分析与评价

5.5.6.1 应按 DZ/T 0220 分析计算泥石流的重度、流量、流速、一次泥石流过流总量、一次泥石流固体冲出物、冲击力、爬高、最大冲起高度和弯道超高等基本特征值。

5.5.6.2 应评价泥石流的易发性和危害程度，预测发展趋势。提出泥石流治理方案建议，提供治理工程设计所需的相关岩土物理力学参数。

5.6 不稳定斜坡勘查

5.6.1 一般规定

5.6.1.1 有下列组构特征之斜坡，视为潜在失稳危险的不稳定斜坡：

- a) 由各种类型崩塌体组成的斜坡；
- b) 岩体中有倾向坡外、倾角小于坡角的结构面存在的斜坡；
- c) 坡体被两组以上结构面切割，结构面交线倾向坡外，且倾角小于坡角的斜坡；
- d) 坡体后缘已产生拉裂缝的斜坡；
- e) 顺坡向卸荷裂隙发育的高陡斜坡；
- f) 根据地形地貌、地质特征分析或图解分析，有可能失稳的斜坡。

5.6.1.2 不稳定斜坡勘查应采用搜集和分析资料、工程地质调查与测绘、勘探和工程物探等手段查明边坡体的工程地质、水文地质特征、稳定状态和发展趋势。

5.6.1.3 不稳定斜坡勘查应根据斜坡的类型、规模、复杂程度及治理工程等级等确定工作内容，布置勘查工作量。

5.6.1.4 采用定性与定量方法分析、评价和预测斜坡稳定性，提出治理方案和提供相关建议。

5.6.2 勘查内容

5.6.2.1 资料搜集应包括区域地质环境、地形地质、滑坡活动史、水文气象、土壤植被、人类工程活动和已有治理工程经验等资料。

5.6.2.2 工程地质调查与测绘应符合下列要求：

- a) 调查斜坡所处的地貌部位，沟谷发育情况，河岸冲刷、堆积物和地表水的汇集等；
- b) 查明斜坡及其外围的地层岩性及组成结构，重点查明基岩内软弱夹层的分布及其物理力学性质；
- c) 调查斜坡特征及其岩体结构和控制性结构面发育特征，分析对斜坡稳定性的影响等；
- d) 调查斜坡地段地下水的补给、径流、排泄条件、地下水或泉水的出露位置和动态变化；
- e) 查明斜坡变形范围与特点，分析斜坡稳定现状、变形破坏机制和发展趋势。

5.6.2.3 勘探应查明坡体物质组成、岩体结构特征以及软弱结构面的分布等；查明坡体内含水层的层数、分布和地下水的流向、水力坡度、水位及动态变化等。

5.6.2.4 查明拟设治理工程区的工程地质和水文地质条件。

5.6.3 工程地质调查与测绘

5.6.3.1 工程地质调查与测绘范围应包括斜坡及其邻近能反映生成环境、可能对斜坡稳定性产生影响及受斜坡影响的所有区域。

5.6.3.2 测绘比例尺根据工程特点宜采用 1:100~1:2000。

5.6.4 勘探

5.6.4.1 勘探范围应包括坡面区域和坡面外围一定区域，并符合下列规定：

- a) 对于无外倾结构面控制的岩质斜坡，坡顶水平距离一般不应小于边坡高度；
- b) 受外倾结构面控制的岩质斜坡应根据斜坡的岩土体性质及可能的破坏模式确定，并应查明控制性结构面的分布和组合特征；
- c) 对于圆弧形破坏的岩土体斜坡，勘探范围不应小于 1.5 倍坡高；
- d) 对可能沿岩土界面滑动的土质边坡，后缘应大于可能的变形边界，前缘应大于可能的剪出口位置。

5.6.4.2 勘探点、线的布置应根据斜坡岩土特征，控制性结构面的分布状态、斜坡变形特点及水文地质条件等确定，并符合下列规定：

- a) 勘探线应以垂直斜坡走向或平行可能的的主滑方向布置为主，在拟设工程位置应布置平行和垂直的勘探线；
- b) 勘探线沿坡面方向布置不少于 3 条，线间距一般在 20m~30m，不宜大于 50m；勘探线长度应超过斜坡外缘不少于 30m，并控制到潜在滑动面以外；
- c) 每条勘探线上的勘探孔不少于 3 个，孔间距一般应为 15m~20m；
- d) 勘探点的布置应充分结合测试和治理工程的需要，其中控制性勘探点不少于总勘探点的 1/2；
- e) 对拟布置挡墙、抗滑桩等治理工程部位尚应布置与治理工程走向基本一致的勘探线，勘探孔的间距宜为 10m~20m。

5.6.4.3 控制性勘探孔深度应穿过最底层不稳定结构面底面不少于 5m，一般性勘探孔深度应穿过最底层不稳定结构面底面不少于 3m，并满足测试和拟治理工程设计的要求。

5.6.5 试验与测试

5.6.5.1 应采取岩土试样进行岩土体的抗剪强度和软弱面的抗剪强度（峰值强度与残余强度）试验。

5.6.5.2 对斜坡稳定起控制作用的软弱面可布置适量的原位剪切试验。

5.6.5.3 各岩土单元测试数量不少于 6 组。

5.6.5.4 工程需要时可进行水文地质试验及其它原位测试。

5.6.5.5 根据斜坡受力条件确定测试方法。

5.6.6 分析与评价

5.6.6.1 稳定性分析评价应根据地质条件和可能的破坏模式采用定性和定量计算分析评价。

5.6.6.2 对可能存在多个不稳定面的斜坡，应分别计算和评价斜坡整体和局部的稳定性、发展趋势及可能造成的危害。

5.6.6.3 稳定性计算应符合下列规定：

- a) 滑坡类斜坡按滑坡稳定性评价方法进行计算评价稳定状态，崩塌类斜坡按崩塌稳定性评价方法进行计算评价稳定状态，坡面泥石流型斜坡按照坡面泥石流评价方法进行计算评价稳定状态；
- b) 对存在多个不稳定结构面的斜坡，应分别计算各种可能的滑动面及其组合的稳定性，取最小稳定系数作为斜坡稳定性系数。

5.6.6.4 稳定性计算应根据斜坡类型和可能的破坏形式选择计算方法。

- a) 土质斜坡和较大规模的碎裂结构岩质边坡宜采用圆弧滑动法；
- b) 对可能产生折线滑动的斜坡宜采用折线滑动法；
- c) 对可能产生平面滑动的斜坡宜采用平面滑动法；
- d) 对结构复杂的岩质斜坡，可采用赤平极射投影法和实体比例投影法；
- e) 若斜坡变形破坏机制复杂时，宜结合数值分析法。

5.6.6.5 崩塌型不稳定斜坡的稳定性按表 5、表 6 评价，滑坡型不稳定斜坡的稳定性按表 7、表 8 评价。

5.7 岩溶塌陷勘查

5.7.1 一般规定

5.7.1.1 岩溶塌陷勘查应查明岩溶塌陷的成因、范围、地质环境、引发因素和岩溶发育程度及分布规律，评价其危害程度和发展趋势，为治理工程设计提供依据。

5.7.1.2 勘查范围应包括岩溶塌陷分布以及塌陷发生的动力因素影响的全部区域。

5.7.1.3 勘查宜采用遥感解译、地质调查与测绘、勘探（钻探、井探和槽探）、工程物探等手段。

5.7.1.4 岩溶塌陷可参照附录表 C.1 进行分类。

5.7.2 勘查内容

5.7.2.1 区域地质环境条件应查明下列内容：

- a) 地貌类型与形态组合特征，微地貌形态、分布、组成物质和形成时代；地形切割起伏特征；阶地形态特征和结构类型，古河床的分布特征；
- b) 可溶岩区岩溶形态（岩溶洼地、竖井、漏斗、落水洞和出水洞等），所处地貌单元及形态组合类型；
- c) 可溶岩地层岩性成分、结构构造、层组组合及岩溶发育特征；非可溶岩地层岩性成分、结构构造与分布；
- d) 区域构造格架与构造线方向，主要构造形态特征、产状、性质、规模与密度分布；断裂构造的规模、产状、力学性质、组合与交切关系，以及破碎带的性状与特征；裂隙密集带在不同构造部位、不同岩性中的发育特征与发育方向；新构造运动的性质与特征及地震活动情况；

- e) 调查第四系松散堆积物的成因类型、颗粒组成、土层结构及其厚度与分布；第四系底部土层的类型和性质；
- f) 岩溶堆积物成因类型、成分与结构、分布与产状。

5.7.2.2 岩溶塌陷动力条件应查明下列内容：

- a) 地表水分布与岩溶发育特征的关系，地表水汇流面积、径流特征、地表水与岩溶地下水之间的转化关系；
- b) 岩溶含水层组层位、岩性、含水介质类型、富水性及水化学特征，埋藏和分布状况，岩溶含水层组间的水力联系与第四系孔隙水和地表水体的关系；
- c) 岩溶泉和地下河发育的基础地质条件，位置、规模、流量、补给和开发利用状况；
- d) 第四系含水层的分布与富水性，可溶岩上覆地层的透水性；
- e) 岩溶地下水流场特征和水位埋深与基岩面的关系及其动态变化，岩溶地下水主径流带的分布与水动力特征；近河（湖）地段岩溶地下水、上覆土层孔隙水与地表水之间的补排关系，洪水涨落过程所引起的水位差及水力坡度的变化，以及洪水排灌的影响范围；
- f) 地下水开采井井深、结构、开采量、开采层位、抽水时长及水位变化等；
- g) 地下矿山工程的性质、规模、矿界、开采方式、地下水疏干情况及水位变化等；
- h) 可能对岩溶地下水造成强烈影响的基础工程施工情况及水库、水渠等水利工程运行情况，隧道及矿坑突水突泥事件发生情况；
- i) 附近居民生活用水性质、排放方式、排水量与地下水的补排关系等。

5.7.2.3 岩溶塌陷现状基本特征、演化过程与成因及其危害与防治应查明下列内容：

- a) 现状基本特征：
 - 1) 塌陷的地理位置、发生与持续时间；塌陷坑数量、影响范围、灾情与处置情况；
 - 2) 塌陷坑的平面形态、剖面形态、规模、空间位置、展布方向及内部特征；
 - 3) 塌陷坑周边地裂缝的位置、长度、宽度、深度、数量、组合特征、延伸范围和展布方向等；
 - 4) 塌陷坑群单坑数量、成生关系、展布方向、延展范围，以及单坑之间的相对位置。
- b) 演化过程与成因：
 - 1) 发生过程中的异常现象、水井水位和水浑浊度变化、隧道与坑道出水特征、地表水体漏失情况、喷水冒砂与地面裂缝情况、地下振动与异常响动情况；
 - 2) 诱发因素、旱涝交替、暴雨、地震等自然因素，爆破、工程施工、采矿排水、地下水抽采等人类工程活动。
- c) 危害与防治：
 - 1) 直接损失，地面工程设施、耕地的破坏和人员伤亡情况；
 - 2) 间接损失，塌陷坑影响范围内停工停产、人员财物转移等情况；
 - 3) 对地质环境，特别是对含水层的影响，是否成为污水入渗渠道；
 - 4) 灾害监测、工程治理等防治现状。

5.7.3 工程地质调查与测绘

5.7.3.1 野外工作地形图宜采用 1:2000~1:10000 比例尺；塌陷坑(群)集中分布区应采用 1:500~1:1000 比例尺的地形图。

5.7.3.2 地质点应重点布设在岩溶塌陷点、地貌分界线、地层界线、构造线、标志层、岩性岩相变化带、井泉、地表水体和重要工程活动点及其他典型露头。

5.7.3.3 实测地质体最小宽度一般应为相应比例尺图上的 1mm。对于重要地质现象可放大或用符号表示。各种界线应实地勾绘，其误差在图上不应大于 1mm。

5.7.4 勘探

5.7.4.1 勘探工作布设应符合下列规定：

- a) 地质环境条件勘探线宜垂直于地貌或构造线方向，并能控制不同的地貌单元，岩土体类型和岩溶发育区；
- b) 岩溶塌陷勘探线不少于 3 条，且宜纵横交叉布设；
- c) 对主要塌陷点或密集塌陷地段，应沿塌陷的扩展方向布置勘探线；
- d) 勘探点间距应根据地质条件复杂程度确定，宜为 15m~20m。

5.7.4.2 勘探点位置布置应符合下列要求：

- a) 土层较薄，土中裂隙及其下岩溶洞隙强发育的部位；
- b) 岩面坡度陡，张开裂隙发育，石芽或外露岩体与土体接触部位；
- c) 断裂构造或构造裂隙交汇处和宽大裂隙带；
- d) 隐伏于软弱土层下面的溶沟、溶槽、漏斗等负岩面分布地段；
- e) 地下水强烈活动于岩土界面的地段和大幅度人工降水地段；
- f) 低洼地段和地表水体近旁地带；
- g) 地形坡度由陡变缓和斜坡与平地的交接变化地带；
- h) 岩溶地层与非岩溶地层和强溶蚀地层与微溶蚀地层接触地带。

5.7.4.3 勘探点数量和深度应符合下列要求：

- a) 控制性勘探点不少于勘探孔总数的 1/2，且深度应进入现状岩溶塌陷底板下不少于 5m；
- b) 一般性勘探点应进入现状岩溶塌陷底板下不少于 3m。

5.7.5 试验与测试

5.7.5.1 原位测试

可采用静力触探、动力触探和标准贯入等试验方法查明土体的工程地质特性，每一主要土层测试数据不应少于 6 组。

5.7.5.2 示踪试验

可布置示踪试验，常用的方法有化学示踪法、染色示踪法、同位素示踪法等。

5.7.5.3 抽水试验

可进行地下水抽水试验，以查明含水层的渗透性和富水性等水文地质参数。

5.7.5.4 现场取样及室内试验

- a) 土工试验：
 - 1) 取样孔应占总孔数 1/2 以上，分层采取，每一主要土层取样数量不应小于 6 组；
 - 2) 常规物理力学参数按 GB 50021 相关要求进行了。
- b) 渗透变形试验：

- 1) 测定土体在地下水作用下发生渗透变形(潜蚀)的临界水力坡度,确定地下水作用下岩溶塌陷发育判据;
 - 2) 典型调查区每个钻孔都应对第四系底部土层取样,每孔取样个数不少于3组。
- c) 岩石试验:
- 1) 碳酸盐岩等可溶岩应作化学分析,进行比溶解度、比溶蚀度试验;
 - 2) 取样孔应占总孔数1/2以上,每种主要岩石类型取样数量不应小于6组;
 - 3) 常规物理力学参数按GB50021相关要求进行。
- d) 水化学分析:
- 1) 应进行水质简分析,测定岩溶地下水的水化学性质、水类型及其溶蚀能力;
 - 2) 取样数量不应少于3组。

5.7.6 分析与评价

- 5.7.6.1 评价岩溶区场地的稳定性、岩溶塌陷的影响及危害程度,预测岩溶塌陷变形发展趋势。
- 5.7.6.2 提出岩溶塌陷治理方案建议,提供治理工程设计所需的相关岩土物理力学参数。

5.8 采空塌陷勘查

5.8.1 一般规定

- 5.8.1.1 采空塌陷勘查应查明采空区塌陷的成因、范围及相关地质背景,采用定性定量评价相结合的方法,评价采空区场地的稳定性及其发展趋势,分析采空区的影响及危害程度,综合评价采空区场地工程建设的适宜性,提出治理方案和相关建议。
- 5.8.1.2 采空塌陷勘查宜采用遥感、工程地质调查与测绘、工程物探、勘探和测试等手段。
- 5.8.1.3 采空塌陷勘查范围应超过采空区地表移动变形影响范围以外50m或超过最大疏干排水降落漏斗边界以外20m。
- 5.8.1.4 采空塌陷可按塌陷埋深分为浅部塌陷(埋深小于100m)和深部塌陷(埋深大于100m)。采空塌陷的规模分类可参照附录表C.2执行。采空塌陷的形态分类可参照附录表C.3执行。

5.8.2 勘查内容

- 5.8.2.1 工程地质调查与测绘应满足下列要求:
 - a) 调查地形地貌、地质构造、地层岩性及其厚度及产状分布,矿层的分布、层数、厚度、埋藏特征和上覆岩层岩层特征;
 - b) 调查地表水及其下渗情况,地下水的类型、补给来源、埋藏条件、动态变化及不同含水层间的水力联系、透水层和隔水层分布组合情况及其与采空区分布的关系,水质污染情况及其与地表水体的关系;
 - c) 调查场地内及周边矿区的开采起始时间、开采方式、规模、开采矿层、产状、采深采厚比、回采率、顶板管理方式、煤柱留设情况和盘区划分等,搜集矿区井上、下对照图、采掘工程平面图、煤层底板等值线图或与开采有关的图件;
 - d) 调查与测绘采空区地表移动范围、破坏现状、发展轨迹及其与地质结构、采矿方式的关系,确定移动盆地中间区、内边缘区和外边缘区;
 - e) 调查已有建(构)筑物的类型、基础形式、变形破坏情况及其原因;
 - f) 调查矿区突水、冒顶和有害气体等赋存和发生情况;
 - g) 调查滑坡、崩塌、陷坑、裂缝、煤矸石渣堆和泥石流等不良地质体(现象)的类型、成因、分布范围、基本特征和发育规律及其与采空区地表变形的相互关系。

5.8.2.2 勘探应满足下列要求:

- a) 查明采空区的位置、规模和埋深;
- b) 查明采空区垮落带、断裂带及弯曲带高度、采空区充填情况及密实度。

5.8.3 工程地质调查与测绘

5.8.3.1 工程地质调查与测绘地形图比例尺不小于 1:1000; 采空区分布复杂地段或为解决某一特殊地质问题时, 比例尺可适当放大。

5.8.3.2 地质点应具有代表性, 每个地质单元体均应有地质调查点, 宜布置在移动盆地中间区、内边缘区、外边缘区、地质构造线、不同地层接触线、岩性分界线、地下水和地表水体、地貌变化处及不良地质现象等分布区。

5.8.4 勘探

5.8.4.1 勘探线应平行或垂直采空区及其主要巷道布置, 数量不少于 2 条, 线间距宜为 20m~50m。

5.8.4.2 勘探点宜布设在勘探线上, 且每条勘探线的勘探点数量不少于 3 个。

5.8.4.3 勘探点深度应满足下列规定:

- a) 控制性勘探点深度应达到工程影响深度范围内最下一层采空区底面下不少于 10m;
- b) 一般性勘探点深度: 对单层采空区应进入采空底面下不小于 5m, 对于存在多层采空区应进入最下一层采空区底面下不少于 3m;
- c) 进行测试的勘探点深度应满足测试要求。

5.8.4.4 测试与试验应符合下列要求:

- a) 应进行主要岩土体物性参数测试, 为物探成果解译提供依据;
- b) 应进行岩土体物理力学指标测试, 确定岩土体的物理力学参数;
- c) 存在地下水或地表水时, 应采集水样进行腐蚀性分析测试, 以确定水体对建筑材料的腐蚀性;
- d) 可在勘探孔内进行波速测试、摄像等, 以判断采空区及其分带范围和岩体裂隙发育程度等。

5.8.5 分析与评价

5.8.5.1 评价采空区场地的稳定性、采空区的影响及危害程度, 预测采空变形发展趋势。

5.8.5.2 提出采空塌陷治理方案建议, 提供治理工程设计所需的相关岩土物理力学参数。

5.9 勘查成果

5.9.1 应在搜集已有资料、工程地质调查与测绘、勘探、测试和室内试验成果基础上, 进行成果资料的整理、统计计算、综合分析与评价, 编制勘查报告。

5.9.2 勘查报告包括文字、附图及附表。

5.9.3 勘查报告正文编制大纲参见附录 D。

5.9.4 勘查报告成果附图应包括下列图件:

- a) 勘查实际材料图 (1:200~1:10000);
- b) 地质环境现状图 (1:200~1:10000);
- c) 勘探线地质剖面图(1:200~1:1000);
- d) 钻孔柱状图 (1:100) 和坑槽探及竖井展示图(1:50);
- e) 必要时, 可附综合物探成果图 (1:200~1:10000) 和遥感解译图 (1:200~1:10000) 等;
- f) 图件内容、图式和图例应符合相关标准的规定。

5.9.5 勘查报告成果附表应包括测试和试验成果表、地质灾害典型特征表等。

6 工程设计

6.1 基本要求

6.1.1 工程设计应依据勘查成果、环境和施工条件等因素因地制宜确定治理设计方案，选择适宜治理工程措施。

6.1.2 工程设计的荷载组合、强度标准和安全系数宜根据确定的治理工程等级见附录 E 选取。地震荷载依据 GB 50011 取值。

6.1.3 岩土参数选择应与设计工况相适应。

6.1.4 稳定性计算应考虑主体结构基础、地基内软弱夹层和缓倾角结构面等不利界面，选取最不利条件作为控制设计条件。

6.1.5 主体结构与基础在设计荷载下应具有足够的强度和抗变形能力，结构或基础的最大压应力不超过建筑材料的允许值和地基的承载力，最小压应力不应出现负值。

6.1.6 工程设计应明确质量检测的项目、数量及执行的标准或规范。其中混凝土结构设计应符合 GB 50010 的要求，砌体结构设计应符合 GB 50003 的要求，土工合成材料设计应符合 GB 50290 的要求，地基基础设计应符合 GB 50007 的要求。

6.1.7 采用新工艺、新技术和新材料的工程措施应进行现场试验验证。

6.2 设计原则

6.2.1 崩塌治理设计原则

崩塌治理设计应遵循以下原则：

- a) 崩塌治理工程设计应根据崩塌类型、规模、范围、崩塌体的大小和崩塌方向、水的活动规律等因素，针对其危害程度和保护对象采取相应工程措施，进行综合治理；
- b) 崩塌治理的主要工程措施包括清除危岩（土）体、柔性防护网、支挡、支撑及嵌补、锚固及灌浆、截排水等，应根据实际情况进行组合选择；
- c) 崩塌治理宜以清除危岩（土）体为主，不具备清除条件的采取其他工程措施。

6.2.2 滑坡治理设计原则

滑坡治理设计应遵循以下原则：

- a) 滑坡治理工程设计应根据滑坡体特征、影响范围内的地质环境条件、气象条件，综合分析其发展趋势、危害程度和保护对象采取相应措施，进行综合治理；
- b) 滑坡治理的主要工程措施包括截排水、挡墙、抗滑桩、削方减载、锚索（杆）、格构和植被防护等，应根据实际情况进行组合选择；
- c) 滑坡治理宜以截排水和支挡措施为主，辅以其他工程措施。

6.2.3 泥石流治理设计原则

泥石流治理设计应遵循以下原则：

- a) 泥石流治理工程设计应根据泥石流发育特征和降水条件，针对其危害程度和保护对象采取相应工程措施，进行综合治理；
- b) 形成区应以稳固物源为主，主要治理工程措施包括拦挡坝、护岸、护底和恢复植被等；

- c) 流通区应采用排导和拦挡进行综合治理，主要治理工程措施包括排导槽、拦挡坝、沟道清理、防护堤和护底等；
- d) 堆积区宜采取排导、防护和停淤等综合治理措施。

6.2.4 不稳定斜坡治理设计原则

按照不稳定斜坡的破坏模式，参照崩塌或滑坡确定治理设计方案，进行工程措施设计。

6.2.5 岩溶塌陷治理设计原则

岩溶塌陷治理设计应遵循以下原则：

- a) 岩溶塌陷治理工程设计应根据岩溶发育程度、上覆岩土体特征和地下水赋存条件等，针对其危害程度和保护对象采取相应工程措施，进行综合治理；
- b) 岩溶塌陷治理应以填充和注浆为主，辅以地下水和地表水控制。

6.2.6 采空塌陷治理设计原则

采空塌陷治理设计应遵循以下原则：

- a) 采空塌陷治理工程设计应根据开采方式、开采历史、上覆岩土体性质及变形特征等，针对其危害程度和保护对象采取相应工程措施，进行综合治理；
- b) 采空塌陷的主要治理工程措施包括充填、注浆和地表裂缝封堵等。

6.3 挡墙

6.3.1 荷载与计算

挡墙的荷载与计算应符合下列要求：

- a) 挡墙所受压力可采用滑坡推力和土压力公式计算，取其最大值，宜按规范 DZ/T 0219 计算；
- b) 挡墙应进行抗滑稳定性验算和抗倾覆稳定性验算；
- c) 挡墙应进行基底压力验算；
- d) 挡墙应进行偏心受压和受剪验算。

6.3.2 结构构造

挡墙可采用仰斜式、直立式、俯斜式和扶壁式等形式，其构造应符合下列要求：

- a) 墙背侧应设置 200mm~400mm 厚的反滤层，泄水孔附近 1m 范围内应加厚至 400mm~600mm；
- b) 泄水孔间距宜小于 3m，泄水孔倾角不小于 5%，泄水孔孔径不小于 100mm。转折部位或易积水处应设泄水孔；
- c) 变形缝间距宜小于 20m，宜用沥青麻绳或防腐板等填充材料；
- d) 当挡墙高出地面 3m，且连续长度大于 10m 时，在人流较多的地段，墙顶宜设置安全防护栏杆。

6.4 格构锚固

6.4.1 荷载与计算

格构锚固的荷载与计算应符合下列要求：

- a) 格构宜采用简支梁、多跨连续梁或倒梁法计算格构内力；
- b) 格构弯矩设计值应按典型剖面承受的土压力和锚杆设计锚固力计算；
- c) 格构截面应进行强度验算；

d) 锚杆按第 6.5 节进行设计。

6.4.2 结构构造

格构可采用方形、菱形、弧形和人字形等形式，其构造应符合下列要求：

- a) 格构框间距宜小于 4.5m；
- b) 当坡高大于 8m 时，宜考虑分级设置；
- c) 格构框内宜采取充填措施。

6.5 锚索（杆）

6.5.1 荷载与计算

锚索（杆）的荷载与计算应符合下列要求：

- a) 预应力锚索设计锚固力宜按规范 DZ/T 0219 计算；
- b) 内锚固段长度可根据理论计算、工程类比和抗拔试验确定，且不宜大于 10m。内锚固段长度理论计算如下：
 - 1) 锚体从胶结体中拔出时，按式（1）计算锚固长度：

$$L_{m1} = \frac{KT}{\pi n d C_1} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- L_{m1} ——按锚体从胶结体中拔出时，锚固计算长度(m)；
- T ——设计锚固力(kN)；
- K ——安全系数，取值2.0~4.0；
- n ——当采用预应力锚杆时， $n=1$ ；当采用预应力锚索时， n =钢绞线根数；
- d ——钢绞线（钢筋）直径（mm）；
- π ——圆周率；
- C_1 ——砂浆与钢绞线（钢筋）允许粘结强度（MPa）。

- 2) 胶结体与锚体一起沿孔壁滑移时，按式（2）计算锚固长度：

$$L_{m2} = \frac{KT}{\pi D C_2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- L_{m2} ——按胶结体与锚体一起沿孔壁滑移时，锚固计算长度(m)；
- T ——设计锚固力(kN)；
- K ——安全系数，取值2.0~4.0；
- π ——圆周率；
- D ——孔径（mm）；
- C_2 ——砂浆与岩土胶结系数（MPa），为砂浆强度的1/10除以安全系数1.75~3.0。

6.5.2 结构构造

锚索（杆）构造应符合下列要求：

- a) 自由段应穿过滑动面或潜在滑动面不小于 1m；
- b) 锚固段长度应满足治理工程设计抗拔力的要求；

c) 张拉段长度应根据张拉机具决定。

6.6 抗滑桩

6.6.1 荷载与计算

抗滑桩的荷载与计算应符合下列要求：

- a) 滑坡推力宜按规范 DZ/T 0219 计算；
- b) 若被动土压力小于滑坡剩余抗滑力时，桩的阻滑力按被动土压力计算；
- c) 滑动面以上的桩身内力应根据滑坡推力和阻力计算，嵌固段桩身内力根据滑面处的弯矩和剪力按地基弹性的抗力系数计算；
- d) 抗滑桩锚固深度应根据地基的横向容许承载力确定；
- e) 当需要控制桩顶位移时，应考虑最大变位不超过容许值；
- f) 抗滑桩的混凝土结构应 GB 50010 进行计算。

6.6.2 结构构造

抗滑桩的构造应符合下列要求：

- a) 桩身宜采用封闭式箍筋。桩的两侧及受压侧，应适当配置纵向构造钢筋；
- b) 纵向受拉钢筋的截断应满足相关规范。

6.7 拦挡坝

6.7.1 荷载与计算

拦挡坝的荷载与计算应符合下列要求：

- a) 拦挡坝静荷载包括坝体自重、土压力、水压力；动荷载包括冲击力、渗透水压力及地震荷载等；
- b) 拦挡坝应验算抗滑移、抗倾覆、地基承载力和坝体强度等；
- c) 拦挡坝库容计算可采用等高线法、横断面法、经验公式法，参见附录 F；
- d) 宜验算坝下冲刷深度和渗透变形。

6.7.2 结构构造

拦挡坝分为重力式拦挡坝和格栅式拦挡坝，其构造应符合下列要求：

- a) 重力式拦挡坝构造：
 - 1) 坝体横断面可采用梯形或复式梯形等形式；
 - 2) 溢流口过流面应考虑抗磨蚀；
 - 3) 坝下宜设置消能措施；
 - 4) 泄流坝段应布置泄水孔，且交错排列；
 - 5) 荷载差别大、地基软硬突变等部位应设置变形缝。
- b) 格栅式拦挡坝：
 - 1) 格栅坝可采用缝隙坝、梁式坝和网格坝等型式；
 - 2) 设置多道格栅坝时，上游至下游格栅缝隙宜依次减小；
 - 3) 坝下宜设置护坦；
 - 4) 荷载差别大、地基软硬突变等部位应设置变形缝。

6.8 排导槽

6.8.1 荷载与计算

排导槽的荷载与计算应符合下列要求：

- a) 排导槽横断面应根据泥石流排泄的设计流量和流速计算；
- b) 排导槽槽宽上限值参照流通段的平均宽度确定，适当压缩排导槽宽度、加大槽深，可按式（3）确定：

$$B_{\max} = \xi (I_l / I_p)^2 \times B_l \dots\dots\dots (3)$$

式中：

B_{\max} ——排导槽宽度上限（m）；

I_l ——流通段纵比降（‰）；

I_p ——排导槽纵比降（‰）；

B_l ——流通段宽度（m）。

- c) 排导槽宽度下限值依据排泄泥石流的最大颗粒来确定，可按式（4）确定：

$$B > (2.0 - 2.5) D_a \dots\dots\dots (4)$$

式中：

B ——平均底宽（m）；

D_a ——容许通过排导槽的沟床物质最大粒径（m）。

- d) 排导槽槽深可按式（5）、式（6）确定：

$$H_p = H_c + H_s + Dh_s \dots\dots\dots (5)$$

式中：

H_p ——排导槽槽深（m）；

H_c ——设计最大泥深（m）；

H_s ——常年淤积厚度（m）；

Dh_s ——安全超高，一般取0.5~1.0m。

$$H_c = 1.2 D_a \dots\dots\dots (6)$$

式中：

H_c ——设计最大泥深（m）；

D_a ——沟床物质最大粒径（m）。

- e) 当排导槽设置有弯道时，弯道超高可按式（7）确定：

$$DH = B_c V_c^2 / 2gR_c \dots\dots\dots (7)$$

式中：

DH ——弯道超高（m）；

B_c ——泥面宽度（m）；

V_c ——泥石流速度（m/s）；

g ——重力加速度（m/s²）；

R_c ——弯曲半径（m）。

f) 排导槽弯道的过渡段长度可按式(8)确定:

$$L_w = (0.5 \sim 1.0) \times L_b \dots\dots\dots (8)$$

式中:

L_w ——进出弯道的长度(m);

L_b ——弯道长(m)。

6.8.2 结构构造

排导槽的构造应符合下列要求:

- a) 排导槽结构可采用整体式框架结构、分离式挡墙—护底组合结构、全断面护砌结构等型式;
- b) 排导槽断面可采用U形、梯形和V形等形式;
- c) 荷载差别大、地基软硬突变等部位应设置变形缝,变形缝间距宜小于20m;
- d) 排导槽进出口段宜为喇叭口型;
- e) 必要时,宜设置消能设施。

6.9 防护堤

6.9.1 防护堤可按重力式挡墙设计。

6.9.2 防护堤高度应大于最高泥位,基础埋深应大于冲刷深度,结构满足抗冲刷和抗冲击要求。

6.10 柔性防护网

6.10.1 荷载与计算

6.10.1.1 边坡柔性防护系统可分为主动防护系统和被动防护系统。主动防护系统的设计主要包括以下内容:

- a) 选择合适的锚杆,通过计算确定锚杆长度和布置方式;
- b) 确定支撑绳及缝合绳的直径、长度及其固定方式;
- c) 选用钢丝绳网的规格,确定其层数;
- d) 确定格栅规格及其联结方式。

6.10.1.2 被动防护系统的设计主要包括以下内容:

- a) 根据落石的动能,选择防护系统型号;
- b) 根据落石的弹跳高度,确定防护系统的高度;
- c) 根据能有效而经济地拦截落石的原则,确定防护系统设置的位置;
- d) 确定防护系统的布置方式,确定防护系统的长度与系统走向;
- e) 选择合适的钢柱、柔性锚杆、基座、连接件等构件,计算确定钢柱间距;
- f) 通过分析确定基座及系统的铅直方位;必要时应采用防倾倒螺杆;
- g) 拉锚系统的设计;
- h) 选择和确定合适的支撑绳、减压环、钢丝绳网、缝合绳、格栅等相应配套设施的型号及规格。

6.10.2 结构构造

边坡柔性防护系统的结构构造详见JT/T 528和TB/T 3089。

6.11 充填

6.11.1 岩溶塌陷和采空塌陷治理工程中充填措施根据塌陷的平面分布、深度和地下水等条件，确定充填范围和深度。

6.11.2 充填材料根据治理工程需要进行选择，必要时充填块石。

6.11.3 充填材料需进行适当的压实处理。

6.11.4 如采用注浆充填，依据地层合理选择注浆材料，注浆压力应依据现场试验确定。

6.12 支撑嵌补

6.12.1 崩塌治理工程应根据崩塌体的破坏模式采取支撑嵌补措施，确定支撑嵌补的位置。

6.12.2 根据崩塌体支撑嵌补位置的力学分析，确定支撑嵌补的形式和材料。

6.13 截排水

6.13.1 荷载与计算

截排水的计算应符合下列要求：

a) 根据降雨强度和汇水面积分别计算汇流量和输水量，确定排水沟过水断面。降雨强度可参考 DB11/T 969 进行计算。

b) 地表排水工程地表水汇流量可按式（9）计算：

$$Q_s = \Psi q F \dots\dots\dots (9)$$

式中：

Q_s ——地表水汇流量（L/s）；

q ——设计降雨强度 [L/（s·hm²）]；

Ψ ——径流系数；

F ——汇水面积（hm²）。

c) 排水沟流速和过水断面可按 JTG D33 计算；

d) 排水沟弯曲段的弯曲半径，不应小于最小容许半径及沟底宽度的 5 倍。最小容许半径可按式（10）计算：

$$R_{min} = 1.1v^2/A^{1/2} + 12 \dots\dots\dots (10)$$

式中：

R_{min} ——最小容许半径（m）；

v ——沟道中水流流速（m/s）；

A ——沟道过水断面面积（m²）。

6.13.2 结构构造

截排水结构构造要求如下：

a) 截排水沟可分为混凝土截排水沟和浆砌石排水沟，其构造宜符合下列要求：

- 1) 排水沟断面可采用梯形或 U 形等形状；
- 2) 排水沟进出口采用喇叭口或八字形导流翼墙；
- 3) 排水沟断面变化时，采用渐变段衔接；
- 4) 必要时布置消能设施。

b) 排水沟应设变形缝，缝间距宜为 10m~15m，并采取防渗措施。

6.14 植物防护

6.14.1 植物防护设计应符合下列要求：

- a) 草种应根据防护目的、气候、土质、施工季节等确定，宜采用易成活、生长快、根系发达、茎叶矮或有匍匐茎的多年生草种；
- b) 草种的配合、播种量等的设计应根据选用植物的生长特点、防护地点及施工方法确定；
- c) 铺草皮适用于需要快速绿化，且坡率缓于 1:1 的土质边坡和严重风化的软质岩石边坡。草皮应选择根系发达、茎矮叶茂耐旱草种；
- d) 植树适用于坡率缓于 1:1.5 的边坡。树种应选用能迅速生长且根深枝密的低矮灌木类。

6.14.2 三维植被网适用于砂性土、土夹石及风化岩石，且坡率缓于 1:0.75 的斜坡防护。三维植被网中的回填土采用客土或土、肥料及含腐殖质土的混合物。

6.14.3 湿法喷播适用于土质、土夹石、严重风化岩石且坡率缓于 1:0.5 的斜坡。

6.14.4 客土喷播适用于风化岩石、土壤较少的软质岩石、养分较少的土壤、硬质土壤、植物立地条件差的高大陡坡面和受侵蚀显著的坡面。当坡率陡于 1:1 时，宜设置挂网或混凝土框架。

6.15 工程监测设计

6.15.1 监测布置原则与监测项目应符合下列要求：

- a) 应根据治理工程等级、地质灾害特征和具体治理工程措施等因素布置治理工程监测内容、方法、频率、周期和控制标准；
- b) 监测项目包括施工安全监测和治理效果监测，主要包括地表变形监测、地表裂缝监测、深部位移监测、建（构）筑物变形监测、锚索（杆）拉力监测、地下水监测、孔隙水压力监测等。

6.15.2 监测成果应包括下列内容：

- a) 监测系统布置；
- b) 监测成果图表；
- c) 监测成果分析。

6.16 设计文件编制深度

6.16.1 地质灾害治理工程设计文件应包括设计方案文字部分、设计图件和设计计算书等。

6.16.2 设计文件的内容及格式可参照附录 G 编制。

6.16.3 治理工程平面布置图应包括下列内容：

- a) 治理工程措施布置位置、名称和控制坐标或高程；
- b) 保留的地形和地物；
- c) 测量坐标网、坐标值；
- d) 场地四界的测量坐标（或定位尺寸），治理范围红线或用地界线的位置；
- e) 场地四邻原有道路的位置（主要坐标或定位尺寸），以及主要建筑物的位置、名称；
- f) 原有排水沟、挡墙、护坡的定位（坐标或相互关系）尺寸；
- g) 指北针；
- h) 注明坐标及高程系统、补充图例等；
- i) 图纸名称、比例尺。

6.16.4 治理工程剖面图应包括下列内容：

- a) 工程措施的轴线和轴线编号；
- b) 剖切到或可见的主要结构和建构物；
- c) 结构及排水沟等尺寸、标高；

- d) 地质信息;
- e) 节点构造详图索引号;
- f) 图纸名称、比例尺等。

6.16.5 治理工程立面图应包括下列内容:

- a) 两端轴线编号, 展开立面转角处的轴线编号;
- b) 立面外轮廓及主要结构和建筑构造部件的位置;
- c) 结构、排水沟的起点、变坡点、转折点和终点的设计标高和坐标;
- d) 挡墙、抗滑桩及坡体顶部和底部的主要设计标高和坡度;
- e) 平、剖面未能表示出来的标高或高度;
- f) 图纸名称、尺寸单位、比例尺、补充图例。

6.16.6 必要时应绘制治理工程设计结构详图。

6.16.7 设计计算书应完整、正确。

7 工程施工

7.1 基本要求

7.1.1 地质灾害防治工程施工实行项目经理负责制。

7.1.2 开工前施工单位应完成下列事项:

- a) 编制施工组织设计, 报总监理工程师审批后实施;
- b) 图纸会审、设计交底和监理交底;
- c) 技术、安全和环境交底;
- d) 人员、原材料、构配件和施工设备进场前报验检验;
- e) 测量放线验线。

7.1.3 应按图组织施工, 做好施工监测和地质编录, 施工洽商和设计变更应符合相关规定。

7.1.4 做好施工安全、质量、进度、成本控制和环境保护。

7.1.5 施工记录、试验检验应与施工进度同步。

7.1.6 做好自检互检、隐蔽工程和分部分项工程的验收。

7.1.7 施工组织设计方案及竣工图的主要内容参见附录 H。

7.2 挡墙

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 应按照规定设计的挡墙基础的各部尺寸、形状以及埋置深度, 进行基础施工。

7.2.1.2 挡墙应分段开挖、分段砌筑, 确保边坡稳定。

7.2.1.3 地基开挖后应验槽, 其承载力须满足设计要求, 达不到设计要求时应及时办理施工洽商申请。

7.2.1.4 砌筑石料规格、砂浆配合比和强度应符合设计要求。

7.2.1.5 砂浆的配合比应根据设计要求, 通过试验确定, 施工用砂浆宜用机械搅拌。

7.2.1.6 砌石分层错缝。浆砌时坐浆挤紧, 嵌填饱满密实, 不应有空洞。

7.2.1.7 变形缝、泄水孔、反滤层的位置规格数量应符合设计要求。

7.2.1.8 墙后回填应选择透水性较强的填料，分层夯实，压实度符合设计要求，禁止采用淤泥、耕植土、膨胀土等软弱有害的土体作为填料。

7.2.1.9 挡墙上方有可能造成渗水的设施时，必须做好防渗处理，防止渗水对挡墙的破坏。

7.2.2 浆砌石挡墙

7.2.2.1 具有抗滑功能的挡墙其基槽开挖应分段跳槽开挖。

7.2.2.2 基槽开挖前要提前做好地面排水，保持基槽干燥，基槽开挖后，基槽内不应积水，验槽后应及时进行基础施工。

7.2.2.3 挡墙下有连沟时，应与挡墙同步施工同步砌筑。

7.2.2.4 砌筑坐浆法，块石应大面朝下，错缝搭砌，不应形成通缝，砂浆填塞应饱满，不应有空洞孔眼。

7.2.2.5 浆砌块石应符合设计要求，块石上下面尽量平整，挡墙应分层错缝砌筑，墙体砌筑时不应有垂直通缝；外露面应砂浆勾缝。

7.2.2.6 砌筑时应先砌筑外层，再砌筑里层，外层砌块应与里层砌块交错连层一体，上层砌筑时应避免振动或扰动砌体。

7.2.2.7 砂浆初凝后，不应再移动或碰撞已砌筑的墙体。

7.2.2.8 挡墙砌筑过程中需见证取样留置砂浆试块送检，每班组不少于 1 组。

7.2.2.9 挡墙外露面采用水泥砂浆勾缝或抹面，在砌筑外层时应预留 20mm 空缝。

7.2.2.10 墙后填土应分层夯实，选料及其密度均应满足设计要求，填料回填应在砌体强度达到设计强度 75% 以上后进行。

7.2.3 混凝土挡墙

7.2.3.1 施工工序包括测量放线、基槽开挖、基槽检验、钢筋绑扎、模板安装与固定、浇筑混凝土、设置泄水孔及反滤层和墙后回填。

7.2.3.2 施工时应做好排水系统，基坑开挖后应及时封闭。

7.2.3.3 混凝土挡墙宜分段开挖、分段施工，分段长度应根据混凝土挡墙伸缩缝、边坡的整体稳定性、临近建筑物的影响和施工队伍的施工能力确定。

7.2.3.4 墙身混凝土强度达到设计强度 70% 以上方可填土，分层夯实，选料及其密度均应满足设计要求。

7.2.3.5 当挡墙墙后表面的横坡坡度大于 1:6 时应在进行表面粗糙处理后再填土。

7.2.4 加筋土挡墙

7.2.4.1 混凝土预制面板的强度和质量，应符合设计要求，预制面板应有结构性能试验报告，经检验合格后方可安装。

7.2.4.2 拉筋强度和规格等应符合设计要求；拉筋与面板、拉筋与接筋应牢固连接，连接部分应有施工隐蔽记录。

7.2.4.3 当拉筋带含有金属时，或使用钢拉筋时，应进行防腐防锈处理。

7.2.4.4 填料的性能、规格和压实度，必须符合设计要求。

7.2.5 浆砌石与混凝土挡墙实测项目

浆砌石与混凝土挡墙实测项目详见表10。

表10 浆砌石与混凝土挡墙实测项目表

序号	实测项目		规定值或允许值	实测方法和频率
1	平面位置, mm		±50	用经纬仪测, 每长 20m 测 3 处, 且不少于 3 处
2	顶面高程, mm		±20	用水准仪测, 每长 20m 测 3 处, 且不少于 3 处
3	底面(基面)高程, mm		±50	用水准仪测, 每长 20m 测 3 处, 且不少于 3 处
4	断面尺寸, mm		不小于设计	用尺量, 每长 20m 量 3 处, 且不少于 3 处
5	墙面坡度, %		0.5	用坡度尺或垂线量, 每长 20m 量 3 处, 且不少于 3 处
6	表面平整度, mm	干砌石	30	用直尺量, 每长 20m 量 3 处, 且不少于 3 处
		混凝土	10	

7.2.6 浆砌石与混凝土挡墙外观质量评定

- 7.2.6.1 砌体坚实牢固, 勾缝平顺, 无脱落现象。
- 7.2.6.2 混凝土表面的蜂窝麻面不应超过该面积的 0.5%, 深度不超过 10mm。
- 7.2.6.3 排水孔坡度向外, 无堵塞现象。
- 7.2.6.4 伸缩缝符合设计要求, 整齐垂直, 上下贯通。

7.2.7 加筋土挡墙实测项目

加筋土挡墙实测项目, 详见表11。

表11 加筋土挡墙实测项目

序号	实测项目	规定值或允许值	实测方法和频率
1	拉筋带长度, %	不小于设计	检查记录
2	平面位置, mm	±50	用经纬仪测, 每长 20m 测 3 点, 且不少于 3 点
3	墙顶高程, mm	±50	用水准仪测, 每长 20m 测 3 点, 且不少于 3 点
4	墙面垂直度或坡度, %	0, -0.5	用吊垂线或坡度板量, 每长 20m 量 3 处, 且不少于 3 处
5	面板缝宽, mm	10	用尺量, 每长 20m 至少量 5 条, 且不少于 5 条
6	墙面平整度, mm	15	用直尺量, 每长 20m 量 3 处, 且不少于 3 处

注: 垂直度“+”指向外, “-”指向内。

7.2.8 加筋土挡墙外观质量评定

- 7.2.8.1 墙面板光洁无破损, 板缝顺直均匀。
- 7.2.8.2 墙面直顺, 线形顺适。
- 7.2.8.3 沉降缝贯通、顺直。
- 7.2.8.4 排导槽、防护堤施工要求按挡墙施工要求执行。

7.3 格构锚固

7.3.1 一般规定

7.3.1.1 砌石或钢筋混凝土格构的原材料和砂浆、混凝土的配合比与强度应符合设计要求。

7.3.1.2 锚杆的原材料规格、质量和锚孔孔径、孔深与锚固段长度等必须符合设计要求。

7.3.1.3 现浇钢筋混凝土格构尺寸应符合设计要求。

7.3.1.4 预制钢筋混凝土格构件应符合设计要求。

7.3.1.5 锚杆承载力、抗拔力应符合设计要求。应随机抽取各类型锚杆总根数 5%~10%且均不少于 5 根的抗拔力检测，同时提供抗拔力检测成果汇总表和检测点位分布图。

7.3.1.6 砌石或混凝土格构应密实，坚固。

7.3.2 实测项目

格构锚固实测项目详见表12。

表12 格构锚固实测项目表

序号	实 测 项 目		规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	格构轴线位置, mm	混凝土	±30	用经纬仪测, 每长 20m 测 3 点, 且不少于 3
2	格构断面尺寸, mm	混凝土	±20	用水准仪, 每长 20m 测 1 点, 且不少于 3 点
3	格构坡度, °		±0.5	用铅锤线, 每长 20m 测 3 处, 且不少于 3 处
4	格构表面平整度(凹凸差), mm	混凝土	±10	用直尺量, 每长 20m 量 3 处, 且不少于 3 处
5	锚孔孔位, mm		±50	用经纬仪、钢尺, 全部
6	锚杆(管)长度, mm		±50	用尺量, 全部
7	锚固角度, °		±1	用钻孔测斜仪, 全部

7.3.3 外观质量评定

7.3.3.1 砌石表面要平整，整体坡度平顺。

7.3.3.2 混凝土要内实外光，蜂窝麻面面积不应超过外露面积的 0.5%。

7.3.3.3 锚头混凝土应密实平整。

7.4 锚索(杆)

7.4.1 一般规定

7.4.1.1 预应力锚索(杆)的施工工序包括测量定位、清理危岩、场地平整、成孔、锚索(杆)制作、安装、灌浆、张拉锁定及封锚等。

7.4.1.2 高边坡锚固时应搭设脚手架，搭设脚手架前需清理边坡表层危岩。脚手架高度超过(含)8m，应进行稳定性验算。

7.4.1.3 锚索(杆)钻机的选型应考虑岩土类型、成孔难度、锚固类型、钻孔长度、施工条件、地形条件、经济性和施工效率等因素。

7.4.1.4 复杂的或重要的锚杆施工应先进行施工试验，以确定钻机类型、成孔工艺、注浆设备、锚索（杆）的制作和张拉锁定等。

7.4.1.5 选择代表性地层及场地进行锚索（杆）施工试验，每种锚索（杆）极限抗拔试验一般不少于3根。

7.4.1.6 在不稳定地层中或地层受扰动导致水土流失会危及邻近建筑物或公用设施时，应采用跟管钻孔或干钻。

7.4.1.7 按照先上部后下部，先稳定性较差段后稳定性较好段的顺序组织锚索（杆）施工。

7.4.1.8 锚头承压板梁应符合设计要求，具有足够的承载性能，保证张拉时不发生变形失稳。

7.4.1.9 应采取有效的防腐措施，确保索（杆）体的耐久性。

7.4.2 成孔

7.4.2.1 锚索（杆）成孔钻机基座应保持稳定，承重排架应稳定可靠。

7.4.2.2 开钻前确定孔位，固定钻机，调整钻机方位角及倾角，校核钻孔位置，然后将所有紧固件拧紧，就绪后即可开钻作业，相邻钻孔不宜同时施工。

7.4.2.3 根据地质环境条件、岩土层特性、预应力锚索（杆）设计参数和施工工艺要求，选用技术先进、整机性能稳定可靠、安装定位方便、能适用复杂地质条件的锚索工程钻机。

7.4.2.4 钻进中应记录钻进地层的特征和钻进特征，并与设计的地层进行对比，出现异常应及时反馈设计。

7.4.2.5 对于节理裂隙发育，岩体破碎，以及构造破碎带等极易塌孔的复杂岩层，宜采用跟管钻进成孔。

7.4.2.6 终孔深度宜大于设计孔深0.1m~0.5m，终孔孔径不应小于设计孔径。

7.4.2.7 锚孔应进行清孔并验收合格后及时安装锚索。

7.4.3 锚索（杆）制作与安装

7.4.3.1 锚索制作的场地应平整并硬化处理，场地长度应大于最深的锚索长度。

7.4.3.2 锚索的规格、长度应符合设计要求，钢绞线应采用切割机切断。

7.4.3.3 收缩环及扩张环的直径及间距应满足设计要求，注浆管应固定在索体中并至锚索端部。

7.4.3.4 锚索制作完成后应尽早使用，不应露天存放，避免机械损伤或油渍溅落。

7.4.3.5 锚索（杆）体在入孔前应清洁、除锈、除油，平直。

7.4.3.6 采用人工运输锚索至孔口，应均衡抬放及运输，不应扭转及拉压锚索。

7.4.3.7 下锚索时应保持平顺，均匀入孔下送直至孔底，锚索外露段长度应满足张拉锁定要求。

7.4.3.8 锚具及其使用应满足下列要求：

- a) 锚具由锚环、夹片和承压板等组成，应具有补偿张拉和松弛的功能，其性能符合设计要求；
- b) 预应力锚具和连接锚索的部件承载力应不低于索体极限承载力的95%；
- c) 锚具、夹具和连接器的性能均应符合GB/T 14370的规定。

7.4.3.9 锚头承压板及其安装应符合下列要求：

- a) 承压板应安装平整、牢固，承压板面应与锚孔轴线垂直；
- b) 承压板底部的混凝土应填充密实并满足局部抗压强度要求。

7.4.4 注浆

- 7.4.4.1 注浆材料、外加剂等符合设计要求，并进行配比试验，浆液的固结强度应满足设计要求。
- 7.4.4.2 灌浆前应清孔，排放孔内积水，浆液自下向上连续灌注；必要时，应在孔口设置密封装置。
- 7.4.4.3 孔口溢出浆液或排气管停止排气并满足注浆要求时可停止注浆。
- 7.4.4.4 注浆泵宜采用高压低流量注浆泵。注浆泵压力表须经校验合格，其量程应与设计最大灌浆压力相适应。注浆管应采用耐压管，直径应为 30mm，接头连接可靠。
- 7.4.4.5 注浆量、注浆压力以及注浆流量等符合设计要求，并做好施工记录，单孔注浆量不应小于锚孔体积，应确保浆体灌注密实。
- 7.4.4.6 浆液应搅拌均匀，随拌随用。
- 7.4.4.7 浆体强度检验用试块的数量每 30 根锚杆不应少于一组，每组试块应不少于 6 个。
- 7.4.4.8 必要时应对锚索孔口进行补注浆。

7.4.5 张拉锁定及封锚

- 7.4.5.1 锚索张拉宜在锚固体强度大于 20MPa 或达到设计强度的 80%后进行，混凝土台座的强度应满足锁定要求。
- 7.4.5.2 锚杆张拉顺序应避免相近锚杆相互影响。
- 7.4.5.3 张拉设备及仪表经标定校正后方可使用，张拉和锁定荷载应符合设计要求。
- 7.4.5.4 锚杆张拉控制应力不宜超过 0.65 倍钢筋或钢绞线的强度标准值。
- 7.4.5.5 锚杆进行正式张拉之前，应取 0.10 倍~0.20 倍锚杆轴向拉力值，对锚杆或每索预张拉 1 次~2 次，使其各部位的接触紧密和杆体完全平直，然后进行集中张拉，张拉荷载一般为设计荷载的 105%~110%，预应力保留值应满足设计要求。
- 7.4.5.6 张拉后出现锚索松弛现象时，应对锚索再次张拉锁定。
- 7.4.5.7 应记录张拉荷载、锁定荷载、张拉时间、位移量等。
- 7.4.5.8 张拉后 48h 内，若发现锚索预应力低于设计锁定锚固力的 90%，应进行补偿张拉。
- 7.4.5.9 锚索锁定力满足设计要求后，封孔切除锚定板梁外的多余钢绞线，对外露的锚定板、钢绞线清洗干净，浇筑锚头混凝土。

7.4.6 实测项目

锚索(杆)实测项目详见表13。

表13 锚索(杆)实测项目表

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	锚孔深度	超过设计长度不小于 0.5m	实测，全部
2	锚孔孔径	符合设计要求	查施工、监理记录
3	锚孔孔位与高程，mm	±100	用经纬仪、水准仪测，查施工、监理记录，全部
4	锚孔斜倾度，%	±1	用钻孔测斜仪量，全部
5	锚孔方位角	符合设计要求	实测，全部
6	内锚段长度	不小于设计	查施工、理记录

7.4.7 外观质量评定

外锚墩混凝土密实，表面平整，规格一致。

7.5 抗滑桩

7.5.1 一般规定

7.5.1.1 按设计桩位坐标放线，并符合设计要求。

7.5.1.2 在场地条件许可时，抗滑桩成孔尽可能采取机械施工。如采用人工挖孔，但邻近地表水体的抗滑桩不宜在地表水面以下人工挖孔。

7.5.1.3 抗滑桩应采用间隔跳挖法施工，相邻抗滑桩孔不应同时开挖。如滑坡稳定性较差，应采取二桩跳挖或多桩跳挖，在桩身混凝土强度达到 70%后方可开挖相邻抗滑桩。

7.5.1.4 抗滑桩的施工顺序应根据滑坡的稳定性确定，一般可采取先两侧后中部、先浅桩后深桩的开挖顺序。

7.5.1.5 挖孔施工中应进行地质编录和检验，记录滑动面的地质特征，提供地质结构柱状图。

7.5.1.6 桩孔断面尺寸必须符合设计要求，桩孔深度在达到设计后宜进行封底处理。

7.5.1.7 钢筋规格、数量和钢筋笼的绑扎等应符合设计要求。

7.5.1.8 原材料和混凝土强度等应符合设计要求，桩身混凝土应连续灌注，振捣密实。

7.5.1.9 监测应与施工同步进行，处于变形阶段的滑坡不应施工抗滑桩。

7.5.1.10 采用人工挖孔方法施工时，应编制人工挖孔桩专项安全施工方案，并办理相关手续。

7.5.1.11 桩身质量完整性检测应符合以下规定：

- a) 设计横断面面积大于 2m^2 的桩，以及对质量有怀疑的桩，均应全部检测。其他桩的检测数量不应少于总桩数的 30%且不少于 10 根。
- b) 当检测出有缺陷的桩数大于被检测桩数的 30%时，应全部检测。
- c) 检测方法应采用无损检测法。
- d) 对有缺陷的或有其他问题的桩身应钻取芯样检测，并取样做抗压、抗剪试验。

7.5.2 桩孔开挖

7.5.2.1 开挖前应平整施工场地，沿桩线修建临时施工道路。施工场地应设临时截排水沟，地表水不应冲刷施工场地，不应流入桩孔之内。

7.5.2.2 桩孔锁口梁高出地面应不少于 200mm，宽度不小于 400mm。

7.5.2.3 孔口应设置围栏，严格控制非施工人员进入现场，人员上下可用卷扬机和吊斗等升降设施，并应预备软梯和安全绳。孔内有重物起吊时，应有联系信号，统一指挥，升降设备应由专人操作。

7.5.2.4 采用专用提升设备，并配备自动卡紧保险装置，机械的提升能力应与提升吊斗配套，吊斗的活门应设防开装置。

7.5.2.5 井下照明应采用 36V 安全电压，进入井内的电气设备应接零接地，并装设漏电保护装置。

7.5.2.6 桩孔土层采用人工开挖，开挖面应保持均衡，开挖土方应及时提升至孔外并运走。孔口周边 2m 范围内不应堆土，孔内有作业时，3m 范围内不应机动车辆行驶或停放。

- 7.5.2.7 采用护壁开挖桩孔的每步开挖深度应根据岩土体自稳能力确定，通常每步开挖深度为 1.0m~1.2m。
- 7.5.2.8 护壁模板定位应准确，支撑系统应牢固，不应因浇筑护壁砼产生模板失稳变形。
- 7.5.2.9 护壁混凝土应振捣密实并与围岩接触良好，井壁光滑平整。
- 7.5.2.10 护壁后的桩径净断面不小于桩身设计断面尺寸。桩孔应保持垂直，其竖向垂直度允许偏差不大于 0.5%。
- 7.5.2.11 在流砂、淤泥、膨胀岩土、松散回填土等软土及特殊性土层中进行挖孔时，应采取专项安全措施。
- 7.5.2.12 每次施工前应对桩孔有毒气体进行检测，并采取必要的通风措施。
- 7.5.2.13 邻近桩孔的已有建构筑物应采取专项安全措施，并对建构筑物进行变形监测。

7.5.3 钢筋制作安装

- 7.5.3.1 钢筋规格及质量应符合设计要求。进场钢筋均应检查产品合格证或出厂检验报告，并按规范要求进行现场见证取样送检，复检合格才能使用。
- 7.5.3.2 钢筋的表面应洁净、无损伤，使用前应将表面的油渍、漆皮、鳞锈等清除干净，带有颗粒状或片状老锈的钢筋不应使用。
- 7.5.3.3 孔内钢筋宜采用直螺纹套筒连接，接头点应按规范要求错开，连接接头应按要求抽样送检，不合格的一律禁止使用。
- 7.5.3.4 竖筋安装前应对滑带及岩土界面位置进行确认，竖筋的搭接处不应放在岩土界面和滑动面处。
- 7.5.3.5 受力主筋的布置应注意滑坡的方向，悬臂抗滑桩受力主筋应布置在抗滑桩承受滑坡推力面侧，锚拉桩受力主筋应根据受力特点按设计要求布置。
- 7.5.3.6 钢筋应力计、声测管及锚索预留孔等预埋件应按设计要求同步安装。

7.5.4 混凝土浇筑

- 7.5.4.1 根据桩身混凝土强度要求，应进行配合比试验，配合比试验原材料应现场取样，混凝土强度及塌落度应达到设计要求。
- 7.5.4.2 混凝土须连续浇筑，并及时振捣密实，每连续浇筑 0.5m~0.7m，应插入振动棒捣一次，振捣范围应覆盖桩孔全截面，混凝土保护层不应漏振。
- 7.5.4.3 桩身混凝土灌注前应进行混凝土塌落度检测，并取样做混凝土试块。混凝土试块取样数量应满足每班、每百立方米或每搅拌百盘不少于 1 组，不足百立方米时，每班都应取样。单桩试块不少于 1 组。
- 7.5.4.4 对抗滑桩桩头应及时用麻袋、草帘等加以覆盖并浇水养护，冬季施工应按冬季施工方案实施，确保混凝土不受冻。
- 7.5.4.5 大截面抗滑桩混凝土量较大时，应按照大体积混凝土的施工技术要求执行。

7.5.5 桩间挡土板施工

- 7.5.5.1 现浇混凝土挡土板施工工序包括：基槽开挖、钢筋制作与安装、模板支撑、混凝土浇筑及养护、回填土等。
- 7.5.5.2 挡土板地基承载力应满足设计要求。挡土板板底不应置于软塑粘性土或松散砂层中。

7.5.5.3 挡土板钢筋制作与安装、模板支撑、混凝土浇筑与养护等应满足钢筋混凝土施工技术规范要求。并按设计要求设置排水孔及反滤层。

7.5.5.4 挡土板钢筋与桩的连接应符合设计要求，保证挡土板与桩可靠连接。

7.5.5.5 挡土板强度达到设计要求后进行板前板后土体回填，回填土应分层夯实，选料及其密实度均应满足设计要求。

7.5.6 实测项目

混凝土灌注抗滑桩实测项目详见表14。

7.5.7 外观质量评定

桩顶、桩身外露面应平顺、美观，不应有明显缺陷。

表14 混凝土灌注抗滑桩实测项目表

序号	实测项目		规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	桩位, mm		±100	用经纬仪测, 全部
2	桩的方位角		±5°	用经纬仪测, 全部
3	桩的横断面尺寸, mm		不小于设计尺寸	地面用尺量, 中、下部查灌注前记录, 全部
4	桩身倾斜度, %	挖孔桩	<0.5	用吊线量, 查灌注前记录, 全部
		钻孔桩	<1.0	
5	桩底高程, mm		±50	实测, 查灌注前记录, 全部
6	桩顶高程, mm		±50	用水准仪测, 全部

7.6 拦挡坝

7.6.1 一般要求

7.6.1.1 根据平面图上的控制坐标及剖面图的设计线等进行放线定位，并核实验线。

7.6.1.2 施工前应做好临时排水，避免水流沿斜面排泄，基础施工完后应及时回填，并预设不小于5%的向外流水坡，以免积水软化地基。

7.6.1.3 坑槽开挖揭露地层如与设计存在差异，应及时通知设计、监理及业主代表进行坑槽现场查验并处理。

7.6.1.4 遇有坑槽积聚地下水时，应采用降水措施，确保基础工程质量和结构整体安全。

7.6.1.5 拦挡坝坝基要求分段跳槽开挖，每段长度不宜大于10m，并及时砌筑，严禁大拉槽开挖后长期暴露。开挖必须严格按照从两侧到中间的顺序逐段施工，减少扰动的影响。

7.6.1.6 浆砌石体砌筑，应先铺砂浆后砌筑，砌筑要求平整、稳定、密实、错缝。

7.6.1.7 溢流坝面的头部曲线及反弧段，宜用异形石及高标号砂浆砌筑。

7.6.1.8 拱坝、连拱坝的内外弧面石，可采用粗面石，调整竖缝宽度砌成弧形。

7.6.1.9 坝身强度达到70%时进行坝后回填，并逐层填筑，逐层夯实。

7.6.2 实测项目

拦挡坝实测项目参照挡墙。

7.6.3 外观质量评定

拦挡坝外观质量评定参照挡墙。

7.7 柔性防护网

7.7.1 一般要求

7.7.1.1 选购符合设计和国家相关标准要求的产品，选择具有资质的产品生产和供应企业。

7.7.1.2 编网、支撑绳及拉锚系统所用钢丝绳应符合 GB/T 8918 的规定，其钢丝强度不应低于 1770MPa，热镀锌等级不低于 AB 级。

7.7.1.3 钢丝格栅编织用钢丝应符合 YB/T 5294 的规定，热镀锌等级不低于 AB 级。其中高强度钢丝格栅可采用质量不低于 150g/m²的镀锌铝合金镀层处理。环形网用钢丝应符合 YB/T 5294 的规定，其钢丝强度不应低于 1770MPa，热镀锌等级不低于 AB 级或采用质量不低下的镀锌铝合金镀层处理。

7.7.1.4 钢柱构件钢材应符合 GB/T 700 的规定，并进行防腐处理。

7.7.1.5 热轧工字钢应符合 GB/T 700 和 GB/T 706 的规定，并进行防腐处理。

7.7.2 主动防护网

主动防护网施工应符合下列要求：

- a) 编网用两根钢丝绳交叉联结点处的固定件采用钢质卡扣，其厚度不小于 2mm，并经电镀锌处理，镀锌层厚度不小于 8 μm；
- b) 编网用铝质接头套管长度不小于 50mm，外径不大于 30mm，壁厚不小于 3mm，其连接能力不低于所连接钢丝绳的最小破断拉力；
- c) 交叉结点处均使用卡扣固定，接头处用铝质接头套管闭合压接，不应出现遗漏。卡扣和套管表面不应有破裂和明显损伤；
- d) 钢丝绳交叉结点处的抗错动拉力不应小于 5kN，错动后残余抗破断拉力不应小于原最小抗破断拉力的 90%。钢丝绳交叉结点处的抗脱落拉力不应小于 10kN；
- e) 高强度钢丝格栅端头应至少扭结 1 次，扭结处不应有裂纹；
- f) 钢丝绳锚杆应为直径不小于 16mm 的单根钢丝绳弯折后用绳卡或铝合金紧固套管固定而成，并在固定后的环套内嵌套鸡心环；
- g) 拉锚绳应在一端用相应规格的绳卡或铝合金紧固套管固定并制作挂环；。
- h) 主动网支撑绳和缝合绳不应预先切断，须根据总长度现场配置；
- i) 与锚垫板配套的钢筋锚杆采用精轧螺纹钢，也可采用普通螺纹钢在一端加工不短于 150mm 的螺纹段，螺纹规格应能承受不小于 30kN 的紧固力；
- j) 主动防护网主要施工工序包括清表、锚杆定位及施工、支撑绳安装、格栅网铺设及缝合等；
- k) 施工前应清除浮土及浮石，对不利于施工安装和影响防护功能发挥的局部地形进行适当修整或加固处理；
- l) 放线测量确定锚杆孔位，锚杆孔位尽可能选择在低凹处，对于起加固作用的主动防护系统，当不具备天然低凹条件时，需在孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套或锚垫板的凹坑，一般口径 200mm，深 150mm；

- m) 按设计深度钻凿锚孔并清孔，孔深应比设计锚杆长度长 50mm 以上，孔径不小于 $\phi 42\text{mm}$ 。当受凿岩设备限制时，构成每根锚杆的两股钢绳可分别锚入两个孔径不小于 $\phi 35\text{mm}$ 的锚孔内，形成人字形锚杆，两股钢绳间夹角为 $15^\circ \sim 30^\circ$ ，以达到同样的锚固效果；
- n) 注浆并插入锚杆，采用不低于 M20 水泥砂浆，孔内应确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于 3 天；
- o) 安装纵横向支撑绳，张拉紧后两端用绳卡与锚杆外露环套固定连接；
- p) 从上向下铺挂格栅网，格栅网间重叠宽度不小于 50mm，格栅网间的缝合以及格栅网与支撑绳间采用 $\phi 1.5\text{mm}$ 铁丝，扎结间距 1m；
- q) 格栅网铺设的同时，对钢丝绳网系统从上向下铺挂钢丝绳网并缝合，通过拧紧螺母来对锚杆施加预应力并张紧格栅。

7.7.3 被动防护网

被动防护网施工应符合下列要求：

- a) 被动防护网主要施工工序包括清坡、放线、基础施工、基座及锚杆安装、钢柱及拉锚绳的安装和调试、支撑绳的安装和调试、柔性网的铺挂和缝合、格栅铺挂等；
- b) 对于坡面上的浮土或浮石，若因施工活动可能引起崩塌、滚落而威胁施工安全的，宜予清除或就地临时处理。对于坡面上崩塌可能性很大的孤危石，若其崩落可能带来防护网大量维护工作，或超过防护网的防护能力，则宜进行清除或加固处理；
- c) 施工前按设计要求并结合现场地形对钢柱和锚杆基础进行测量定位，现场放线长度应比设计系统长度增加 3%~8%。防护系统的横向位置和纵坡位置一般不应随意改变，钢柱的设计柱间距通常可以在 20%范围内调整；
- d) 对基岩或坚硬岩土基础可直接在锚孔位置钻凿杆孔，对不能直接成孔的松散岩土体位置，应进行基坑开挖，采用混凝土浇筑基础；
- e) 对直接成孔的锚杆，采用灌注砂浆方式安装，对采用混凝土基础的锚杆，宜在浇筑基础混凝土时直接埋设；
- f) 钢柱宜与拉锚绳同时安装，安装后通过拉锚绳张拉段的长度改变调整钢柱安装倾角至符合设计。钢柱及拉锚绳应在锚杆砂浆凝固 3 天后进行；
- g) 上支撑绳应在柔性网铺挂前安装，下支撑绳的安装可根据需要自行选择。支撑绳的安装应严格满足其位置要求，将减压环调整到正确位置。支撑绳安装就位后，应予以张紧；
- h) 柔性网的缝合绳不应与钢柱、基座、拉锚绳连接，只能在网与支撑绳或不同网块间连接。对支撑绳上带有减压环的系统，缝合绳不应连接在带减压环的支撑绳上；
- i) 格栅与柔性网间须用铁丝扎结，并宜翻越网顶上沿适当宽度。格栅下部宜留有一定富余，使其自然平铺在网后地面上。

7.7.4 实测项目

柔性防护网实测项目详见表15。

表15 柔性防护网实测项目表

序号	实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	下层平整度、拱度，mm	≤ 10	用尺量
2	单层搭接宽度，mm	0, +30	用尺量
3	绑扎间距，mm	≤ 5	用尺量

4	固定钉间距, mm	±100	用尺量
---	-----------	------	-----

7.7.5 外观质量评定

柔性防护网外观平顺、整齐。

7.8 充填

7.8.1 一般规定

- 7.8.1.1 注浆充填材料符合设计要求, 质量合格。
- 7.8.1.2 注浆范围(平面的、垂向的)、注浆钻孔位置、孔径、孔深和偏斜率等应符合设计要求。
- 7.8.1.3 根据钻孔深度、注浆参数和地层条件等选用钻具及注浆设备。
- 7.8.1.4 制浆和注浆设备的布置, 应考虑泵量、扬程和输浆距离等。
- 7.8.1.5 应确保注浆所用动力电源, 必要时应配备备用电源。
- 7.8.1.6 选取钻孔注浆试验段, 以确定注浆压力、注浆量、配比、扩散半径和外加剂掺入量等参数。
- 7.8.1.7 按照先下游, 后上游, 先围幕孔, 再内部的注浆顺序。
- 7.8.1.8 注浆加固后岩土体质量检测孔(点)数为注浆孔总数的5%~10%, 且不少于5孔(点)。检测方法用取芯法或其他有效的方法。
- 7.8.1.9 如采用回填, 回填材料符合设计要求, 压实系数满足设计要求。

7.8.2 注浆

- 7.8.2.1 注浆加固的主要施工工序包括测量放线、钻机定位、钻孔、清孔、下入注浆设备、制浆和注浆等。
- 7.8.2.2 根据地层情况选择回转或潜孔锤成孔工艺, 记录掉钻、漏浆和卡钻等信息。
- 7.8.2.3 充填注浆孔应根据空洞和坑道的空间位置布置, 注浆孔应钻至采空区, 注浆管置于被充填的空洞及坑道中下部。
- 7.8.2.4 当存在多层采空区或坑道时, 应采取由下至上逐层注浆充填, 并应保证各层采空区及坑道充填密实。
- 7.8.2.5 加固注浆孔间距、花管安设位置应符合设计要求, 孔内注浆由下至上进行。
- 7.8.2.6 防渗帷幕注浆孔间距符合设计要求, 分序次注浆, 注浆孔一般1~3排分布。
- 7.8.2.7 灌浆时浆液一般应先稀后浓, 空洞和裂隙发育连通性好时采用浓浆, 并做好注浆记录。
- 7.8.2.8 可采用双管法注浆, 浆液从内管压入, 外管返浆。
- 7.8.2.9 注浆结束后, 应及时进行封孔。

7.8.3 回填

- 7.8.3.1 采用分层回填, 应依据回填材料粒径确定回填厚度。
- 7.8.3.2 应依据回填的密实度要求选择碾压、夯实等压实方式。

7.8.4 实测项目

充填实测项目详见表16。

表16 充填实测项目表

序号	实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	注浆压力	符合设计要求	查施工、监理记录
2	孔位, mm	±100	用经纬仪测, 抽查 2%
3	孔深, mm	±200	查施工、监理记录
4	钻孔偏斜率, %	≤3	查施工、监理记录
5	注浆材料用量	大于设计(试验)用量	查材料进场记录、监理记录
6	回填材料	符合设计要求	取样检查或直观鉴别
7	分层厚度及含水率	符合设计要求	水准仪及抽样检查
8	分层压实系数	符合设计要求	按规定方法

7.8.5 外观质量评定

加固范围内, 注浆孔口部回填, 处理效果好。

7.9 支撑嵌补

7.9.1 一般规定

浆砌石、混凝土支撑墩(柱)同浆砌石和混凝土挡墙。墩(柱)基础应稳定、牢固, 墩(柱)顶与上覆危岩的接触应紧密, 不应浮塞。加筋墩(柱)的钢筋配置符合设计要求。

7.9.2 实测项目

支撑嵌补实测项目详见表 17。

表17 支撑嵌补实测项目表

序号	实测项目		规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	平面位置, mm		±30	用经纬仪测量
2	断面尺寸, mm		不小于设计	用尺量, 不少于 3 点
3	墩(柱)高度, mm		不小于设计	用尺量, 不少于 3 点
4	表面平整度, mm	砌石	15	用直尺量、不少于 3 点
		混凝土	10	

7.9.3 外观质量评定

支撑嵌补参见浆砌石和混凝土挡墙。

7.10 截排水

7.10.1 一般规定

7.10.1.1 截排水沟要平顺, 转弯处宜为弧形, 各节点坐标及位置应符合设计要求。

- 7.10.1.2 基槽开挖宜根据岩土结构放坡。
- 7.10.1.3 截排水沟地基承载力、截面尺寸以及坡降比等应符合设计要求。
- 7.10.1.4 砌体所用原材料（片石或块石等）的质量、规格和砂浆配合比、砂浆强度等应符合设计要求。
- 7.10.1.5 排水沟体片石或块石砌筑采用铺浆法，砌缝内砂浆均匀饱满，勾缝密实。
- 7.10.1.6 应采用纵横错缝法砌筑，每层横缝厚度保持均匀，未凝固的砌石层避免移动或振动。
- 7.10.1.7 勾缝的砌石面，在砂浆初凝后，应将灰缝抠深 20mm~30mm，清浄湿润后填浆勾阴缝。
- 7.10.1.8 变形缝与排水孔应符合设计要求，并进行防渗处理。
- 7.10.1.9 截排水沟两侧填土应夯实处理，其压实度应满足设计要求。
- 7.10.1.10 砌体抹面应平整、直顺，不应有裂缝、空鼓现象。

7.10.2 实测项目

浆砌排（截）水沟实测项目详见表18。

表18 浆砌排（截）水沟实测项目表

序号	实 测 项 目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	水平位置, mm	±50	用经纬仪测, 每长 20m 测 3 点, 且不少于 3 点
2	长 度, mm	-500	用尺量, 全部
3	断面尺寸, mm	±30	用尺量, 每长 10m 量 1 点, 且不少于 3 点
4	沟底纵坡度, %	±1	用水准仪测, 每长 10m 测 1 点, 且不少于 3 点
5	沟底高程, mm	±50	用经纬仪测, 每长 10m 测 1 点, 且不少于 3 点
6	铺砌厚度, mm	不小于设计	用尺量, 每长 10m 量 1 点, 且不少于 3 点
7	表面平整度, mm	20	用直尺量, 每长 20m 量 3 点, 且不少于 3 点

注：平面位置“+”指向外，“-”指向内；表面平整度即凹凸差。

7.10.3 外观质量评定

- 7.10.3.1 沟体及沟底应平顺，水流通畅。
- 7.10.3.2 进、出水口应排水通畅，排水孔的高程一致，沟底不应有杂物。
- 7.10.3.3 沟壁砌体顶面不高于地面。

7.11 植物防护

7.11.1 一般规定

- 7.11.1.1 草籽应撒布均匀，同时做好保护措施。

7.11.1.2 灌木、树木应在适当季节栽植。

7.11.1.3 客土喷播施工所喷播植草混合料中植生土、土壤稳定剂、水泥、肥料、混合草籽和水等的配合比应根据边坡坡率、地质情况和当地气候条件确定。

7.11.1.4 种植后应进行洒水、施肥等养护管理，植物成活率达到设计要求，养护用水不应含油、酸、碱、盐等有碍草本生长的成分。

7.11.2 实测项目

植被护坡实测项目详见表19。

表19 植被护坡实测项目表

实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
植物成活率，%	<10，90%以上应成活	草皮：丈量，计面积 植株：点数，统计计算每100m ² 范围内3条带

7.11.3 外观质量评定

植被防护应整齐、美观。

7.12 通用制作与安装工程

7.12.1 钢筋加工和安装

7.12.1.1 一般规定

钢筋加工和安装应符合下列要求：

- 钢筋、焊条品种、规格和技术性能应符合国家现行标准规定和设计要求；
- 冷拉钢筋的机械性能必须符合规范要求，钢筋平直，表面不应有裂皮和油污；
- 受力钢筋同一截面的接头数量、搭接长度和焊接、机械接头质量应符合规范要求；
- 加工好的钢筋构件安装前不应有任何变形、锈蚀。

7.12.1.2 实测项目

钢筋加工和安装实测项目详见表20，钢筋网实测项目详见表21。

表20 钢筋加工和安装实测项目表

序号	实测项目		规定值或允许偏差	实测方法和频率	
1	受力钢筋间距，mm	两排以上排距		±5	用尺量，每构件检查2个断面
		同排	梁板、拱肋	±10	
			基础、锚碇、墩台、柱	±20	
		灌注桩		±20	
2	箍筋、横向水平钢筋、螺旋筋间距，mm		+0，-20	每构件检查5个~10个间距	

3	钢筋骨架尺寸, mm	长	±10	按骨架总数 30%抽查
		宽、高或直径	±5	
4	弯起钢筋位置 (mm)		±20	每骨架抽查 30%
5	保护层厚度, mm	桩、柱、梁、拱肋	±5	每构件沿模板周边检查 8 处
		基础、锚碇、墩台	±10	
		板	±3	
注: 不设弯起钢筋时, 可按括弧内规定分评定。				

表21 钢筋网实测项目表

序号	实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	网的长、宽, mm	±10	用尺量
2	网眼尺寸, mm	±10	用尺量, 抽查 3 个网眼
3	对角线差, mm	10	用尺量, 抽查 3 个网眼对角线

7.12.1.3 外观质量评定

外观质量评定标准如下:

- a) 钢筋表面无铁锈及焊渣;
- b) 多层钢筋网有足够的钢筋支撑, 保证骨架的施工刚度。

7.12.2 锚索(杆)加工与张拉

7.12.2.1 一般规定

锚索(杆)加工与张拉应符合下列规定:

- a) 锚索(杆)的各项技术指标、性能必须符合国家现行标准和设计要求;
- b) 钢绞线应顺直, 不应有缠绞;
- c) 单根钢绞线不允许断丝;
- d) 同一截面预应力钢筋接头面积不应超过预应力钢筋总面积的 25%, 接头质量应满足施工规范的要求;
- e) 加工好的锚索(杆)要做好现场防护, 不应有任何变形、锈蚀;
- f) 孔管道安装应牢固, 接头应密合, 弯曲圆顺。锚垫板平面应与孔道轴线垂直;
- g) 张拉设备及仪器(表)经检定校正后才能使用;
- h) 锚具经检验合格后方可使用;
- i) 压浆工作在 5℃以下进行时, 应采取防冻或保温措施;
- j) 孔道压浆的水泥浆强度必须符合设计要求, 压浆时出浆管应有水泥浓浆溢出。

7.12.2.2 实测项目

锚索张拉实测项目详见表22。

表22 锚索张拉实测项目表

序号	实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	单根预紧力	符合规范要求	查张拉记录
2	张拉力	符合设计要求	查张拉记录
3	张拉锁定力	符合设计要求	查张拉记录
4	张拉伸张率	10%, -5%	查张拉记录
5	锚墩位移量, mm	<2	查张拉记录
6	微缩值, mm	<6	查张拉记录

7.12.2.3 外观质量评定

钢绞线采取了防锈和防腐处理。锚固段锚索清污除锈,张拉段锚索涂防腐剂或外套 Φ 22mm聚乙烯塑料套管隔离防护,锚索件有临时防护,不变形。

7.12.3 混凝土构件预制

7.12.3.1 一般规定

混凝土构件预制应符合下列规定:

- 混凝土所用原材料的品种、规格、强度等应符合设计要求;
- 钢筋混凝土构件所用钢筋应符合设计要求,钢筋制作与安装按 7.12.1 检查评定;
- 预制构件模板应牢固,严禁跑模;
- 混凝土浇注应振捣密实,不应出现露筋和空间,混凝土配合比和强度应符合设计要求;
- 混凝土构件应平整,不应有断裂、破损。

7.12.3.2 实测项目

预制桩(柱)实测项目详见表23,预制加筋土面板实测项目详见表24,混凝土预制块实测项目详见表25。

表23 预制桩(柱)实测项目表

序号	实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	长度, mm	± 50	用尺量
2	横截面尺寸, mm	± 5	检查 3 个断面(每批检查 10%)
3	桩尖对桩的纵轴线, mm	10	抽查 10%
4	桩纵轴线弯曲矢高, mm	0.1%桩长, 且不大于 20	沿桩长拉线量, 取最大矢高
5	桩顶面与桩纵轴线倾斜偏差, mm	1%桩径或边长, 且不大于 3	用垂线测量, 抽检 10%

表24 预制加筋土面板实测项目表

序号	实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	边长, mm	± 5 或 0.5%边长	用尺量, 长、宽各量 1 次, 每批抽查 10%
2	两对角线差, mm	10 或 0.7%最大对角线	用尺量, 每批抽查 10%

3	厚度, mm	+5, -3	用尺量, 量 2 次, 每批抽查 10%
4	表面平整度, mm	4 或 0.3%边长	用直尺量, 长、宽各量 1 次, 每批抽查 10%
5	预埋件位置, mm	5	用尺量, 每批抽查 10%

表25 混凝土预制块实测项目表

序号	实测项目	规定值或允许偏差	实测方法和频率
1	边长, mm	±5 或 0.5%边长	用尺量, 长、宽各量 1 次, 每批抽
2	厚度, mm	+5, -3	用尺量, 量 2 次, 每批抽查 10%
3	两对角线差, mm	10 或 0.7%最大对角线	用尺量, 每批抽查 10%
4	表面平整度, mm	4 或 0.3%边长	用尺量, 长、宽各量 1 次, 每批抽

7.12.3.3 外观质量评定

外观质量评定标准如下:

- a) 混凝土表面平整, 蜂窝麻面面积不超过受检面积的 0.5%, 深度不超过 10mm;
- b) 混凝土表面出现非受力裂缝缝宽大于 0.15mm 的必须处理;
- c) 构件外形轮廓清楚, 线条顺直, 不应翘曲。严重的要整修。

7.13 施工质量验收

7.13.1 治理措施质量验收单元划分按表 26 确定。表 26 内项目全面满足要求, 判定为合格; 有一项不满足要求, 判定为不合格。

表26 治理措施质量验收单元划分表

分部工程		分项工程
挡墙		(1) 一道墙为一个分项 (2) 高度≥4m、长度≥50m 挡墙可按桩号划分出若干个分项 (3) 若只有一道墙, 小型墙只有一个分项, 大型墙按 (2) 划分分项
格构 锚固	格构	(1) 一根 (束) 锚 (杆) 为一个分项 (2) 当同格构组成一个整体时可按施工作业面来划分
	锚钉 (杆)	(1) 宽度≤50m 的锚固可只有一个分项 (2) 宽度>50m 的锚固可按区段划
锚索 (杆)		一根 (束) 锚 (杆) 为一个分项
抗滑桩		(1) 一根桩和其上锚索 (杆) 为一个分项 (2) 若有联系梁、档土板, 两根桩间梁、板为一个分项, 或分组划分出若干个分项
拦挡坝		(1) 一道坝为一个分项 (2) 高度≥4m、长度≥50m 拦挡坝可按桩号划分出若干个分项 (3) 若只有一道坝, 小型的只有一个分项, 大型的按 (2) 划分分项
排导槽		(1) 一个排导槽为一个分项

		(2) 高度 $\geq 4\text{m}$ 、长度 $\geq 50\text{m}$ 排导槽可按桩号划分出若干个分项 (3) 若只有一道槽, 小型的只有一个分项, 大型的按(2)划分分项
防护堤		(1) 一个防护堤为一个分项 (2) 高度 $\geq 4\text{m}$ 、长度 $\geq 50\text{m}$ 防护堤可按桩号划分出若干个分项 (3) 若只有一道防护堤, 小型的只有一个分项, 大型的按(2)划分分项
柔性防护网		(1) 宽度 $\leq 50\text{m}$ 的护坡可只有一个分项 (2) 宽度 $> 50\text{m}$ 的护坡可按区段划分出若干个分项
充填	回填	(1) 面积 $\leq 100\text{m}^2$ 的回填可只有一个分项 (2) 面积 $> 100\text{m}^2$ 的回填可按区段划分出若干个分项
	注浆	(1) 注浆孔 ≤ 3 排的注浆可只有一个分项 (2) 注浆孔 > 3 排的注浆可按区段划分出若干个分项
支撑嵌补		(1) 一个墩(柱)为一个分项 (2) 一处嵌补为一个分项
截排水		(1) 一条沟为一个分项 (2) 长度 $> 100\text{m}$ 的沟可按桩号划分出若干个分项, 或按缓坡段、陡坡段、跌水等划分分项 (3) 若只有一条沟, 短沟只有一个分项, 长沟按(2)划分分项
植被防护		(1) 宽度 $\leq 50\text{m}$ 的护坡可只有一个分项 (2) 宽度 $> 50\text{m}$ 的护坡可按区段划分出若干个分项

7.13.2 施工单位应在每道工序或分项工程完成后进行自检互检, 进行工程质量检查评定, 做好验收记录, 不合格时严禁下道工序施工。

7.13.3 分部分项工程按一般规定、实测项目、外观评定和质量保证资料进行评定, 提交真实、完整的验收资料。

7.13.4 对于抗滑桩、锚索(杆)和注浆等分部工程的质量验收, 建设单位应委托具有相应资质的第三方检测机构对工程质量进行检测。

附 录 A
(资料性附录)
崩塌滑坡分类

A.1 崩塌划分

崩塌划分详见表A.1。

表A.1 崩塌分类

分类依据	崩塌分类	特征
物质组成	岩质崩塌	
	土质崩塌	
破坏模式	滑移式	危岩沿软弱面滑移，于陡崖（坡）处塌落 土体沿坡顶最大张应力处张裂，于坡体处剪出塌落
	倾倒式	危岩转动倾倒塌落
	坠落式	悬空或悬挑式岩（土）块拉断塌落
规模，m ³	小型危岩	$V \leq 500$
	中型危岩	$500 < V \leq 5000$
	大型危岩	$V > 5000$

A.2 滑坡按其物质组成和结构的主要因素分类

滑坡按其物质组成和结构的主要因素分类详见表A.2。

表A.2 滑坡按其物质组成和结构的主要因素分类表

类型	亚类	特征描述
土质滑坡	滑坡堆积体滑坡	由滑坡等形成的块碎石堆积体，沿下伏基岩表面或堆积体内软弱面滑动
	崩塌堆积体滑坡	由崩塌等形成的块碎石堆积体，沿下伏基岩表面或堆积体内软弱面滑动
	黄土滑坡	由黄土构成，大多发生在黄土体中
	粘性土滑坡	由各种成因的粘性土组成为主
	残坡积土滑坡	由花岗岩风化壳、沉积岩残破积土等构成，浅表层滑动
	人工堆填土滑坡	由人工填筑的堤坝和场地以及弃渣堆场等物质为主要形成滑坡
岩质滑坡	顺层滑坡	由基岩构成，沿顺坡岩层或裂隙面滑动
	切层滑坡	由基岩构成，滑动面与岩层层面相切，常沿倾向坡外的一组软弱结构面滑动
	近水平层状滑坡	由基岩构成，沿缓倾岩层或裂隙滑动，滑动面倾角 $\leq 10^\circ$
	破碎岩石滑坡	由基岩构成，但滑体内构造发育，岩石破碎松散，呈碎裂结构

表 A.2 滑坡按其物质组成和结构的主要因素分类表（续）

类型	亚类	特征描述
变形体	危岩体	由基岩构成，岩体受多组软弱结构面控制，存在潜在滑坡
	堆积层变形体	由堆积体构成，以蠕滑变形为主，滑动面不明显

A.3 滑坡其它因素分类详见表A.3。

滑坡其它因素分类详见表A.3。

表A.3 滑坡其它因素分类表

分类因素	类型名称	特征说明
滑体厚度	浅层滑坡	滑坡体厚度 $\leq 10\text{m}$
	中层滑坡	$10\text{m} < \text{滑坡体厚度} \leq 25\text{m}$
	深层滑坡	$25\text{m} < \text{滑坡体厚度} \leq 50\text{m}$
	超深层滑坡	滑坡体厚度 $> 50\text{m}$
滑体体积 (V)	小型滑坡	$V \leq 10 \times 10^4 \text{m}^3$
	中型滑坡	$10 \times 10^4 \text{m}^3 < V \leq 100 \times 10^4 \text{m}^3$
	大型滑坡	$100 \times 10^4 \text{m}^3 < V \leq 1000 \times 10^4 \text{m}^3$
	特大型滑坡	$V > 1000 \times 10^4 \text{m}^3$
始滑部位及 运移形式	推移式滑坡	斜坡上部先滑，挤压下部产生变形，一般滑动速度较快，滑体表面波状起伏，多见于有堆积物分布的斜坡地段
	牵引式滑坡	斜坡下部先滑，使上部失去支撑而变形滑动。一般滑动速度较慢，多具上小下大的塔式外貌，横向张性裂隙发育，表面多呈阶梯状或陡坎状
	混合滑坡	始滑部位前后缘结合、共同作用
稳定程度	活滑坡	目前仍在继续活动（包括迅速、缓慢和间歇），后壁及两侧常有新鲜擦痕，滑坡体上有开裂、鼓起或前缘有挤出等变形迹象
	死滑坡	目前已停止活动，滑坡体上植被较盛，常有居民点
诱发因素	工程滑坡	在滑坡或潜在滑坡体上及边缘附近进行的工程建设活动引起的滑坡。可细分为：工程新滑坡和工程复活古滑坡
	非工程滑坡	以非工程建设活动的人为因素诱发的滑坡
	自然滑坡	由地震、暴雨、久雨、侵蚀、潜蚀、崩坡积加载等自然作用产生的滑坡

附 录 B
(资料性附录)
泥石流分类

B.1 泥石流分类划分

泥石流分类划分表详见表B.1。

表B.1 泥石流分类划分表

分类指标	分类	特征
水源类型	暴雨型泥石流	由暴雨因素激发形成的泥石流
	溃决型泥石流	由水库、湖泊、尾矿库等溃决因素激发形成的泥石流
流域形态	沟谷型泥石流	流域呈扇形或狭长条形，沟谷地形，沟长坡缓，规模大
	山坡型泥石流	流域呈斗状，无明显流通区，形成区与堆积区直接相连，沟短
物质组成	泥流	由细粒径土组成，偶夹砂砾，粘度大，颗粒均匀
	泥石流	由土、砂、石混杂组成，颗粒差异较大
	水石流	由砂、石组成，粒径大，堆积物分选性强
固体物质提供方式	崩塌泥石流	固体物质主要由崩塌堆积物组成
	滑坡泥石流	固体物质主要由滑坡堆积物组成
	沟床侵蚀泥石流	固体物质主要由沟床堆积物侵蚀提供
	坡面侵蚀泥石流	固体物质主要由坡面或冲沟侵蚀提供
流体性质	粘性泥石流	层流，有阵流，浓度大，破坏力强，堆积物分选性差
	稀性泥石流	紊流，散流，浓度小，破坏力较弱，堆积物分选性强
发育阶段	发育期泥石流	山体破碎不稳，日益发展，淤积速度递增，规模小
	旺盛期泥石流	沟坡极不稳定，淤积速度稳定，规模大
	衰败期泥石流	沟坡趋于稳定，以河床侵蚀为主，有淤有冲，由淤转冲
	停歇期泥石流	沟坡稳定，植被恢复，冲刷为主，沟槽稳定
暴发频率 (n)	高频泥石流	$1\text{次/年} \leq n < 10\text{次/年}$
	中频泥石流	$0.1\text{次/年} \leq n < 1\text{次/年}$
	低频泥石流	$0.01\text{次/年} \leq n < 0.1\text{次/年}$
	间歇性泥石流	$0.001\text{次/年} \leq n < 0.01\text{次/年}$
堆积物体积 (v)	巨型泥石流	$v \geq 50 \times 10^4 \text{m}^3$
	大型泥石流	$20 \times 10^4 \text{m}^3 \leq v \leq 50 \times 10^4 \text{m}^3$
	中型泥石流	$2 \times 10^4 \text{m}^3 \leq v < 20 \times 10^4 \text{m}^3$
	小型泥石流	$v < 2 \times 10^4 \text{m}^3$

B.2 沟谷型和坡面型泥石流野外判别

沟谷型和坡面型泥石流可按照表B.2进行野外判别。

表B.2 沟谷型和坡面型划分表

特征	沟谷型泥石流	坡面型泥石流
流域特征	沟谷明显，流域可呈长条形、葫芦形或树枝形等。分形成区、流通区和堆积区。形成区内有坍滑体，大型沟谷的支流、卡口较多，呈束放相间河段。常沿断裂或软弱面发育，堆积区呈扇形或带状	沟浅、坡陡、流短，沟坡与山坡基本一致，无明显流通区和堆积区，面蚀、沟蚀严重，堆积区呈锥形
堆积物特征	磨圆度较好，棱角不明显	磨圆度差，棱角明显，粗大颗粒多搬运在锥体下部
灾害特征	规模大、来势猛、过程长、强度大，大型沟谷的沉积物有分段搬运现象	规模小、来势快、过程短、冲击力大，堆积物多为一次搬运

B.3 粘性泥石流和稀性泥石流划分

粘性泥石流和稀性泥石流可依据流体性质按表B.3的规定进行划分。

表B.3 粘性泥石流和稀性泥石流划分表

特征	粘性泥石流	稀性泥石流
重度， kN/m^3	16~23	13~18
固体物质含量， kg/m^3	960~2000	300~1300
粘度， $\text{Pa}\cdot\text{S}$	≥ 0.3	< 0.3
物质组成	以粘土、粉土为主，以及部分砾石、块石等组成，有相应的土及易风化的松软岩层供给	以碎块石、砂为主，含少量粘性土，有相应的土及不易风化的坚硬岩层供给
沉积物特征	呈舌状，起伏不平，保持流动结构特征，剖面中一次沉积物的层次不明显，间有“泥球”，但各次沉积物之间层次分明，洪水后不易干枯	呈垄岗状或扇状，洪水后即可通行，干后层次不明显，呈层状，具有分选性
流态特征	层流状，固、液两相物质成整体运动，无垂直交换，浆体浓稠，承浮和悬托力大，石块呈悬移状，有时滚动，流体阵性明显，直进性强，转向性弱，弯道爬高明显，沿程渗漏不明显	紊流状，固、液两相做不等速运动，有垂直交换，石块流速慢于浆体，呈滚动或跃移状，泥浆体混浊，阵性不明显，但有股流和散流现象，水与浆体沿程易渗漏
危害作用	来势凶猛，冲击力大，磨蚀力强，直进性强，爬越高，推动力大，一次性破坏作用大	冲击力较小，磨蚀力较强，一次性破坏作用较大

B.4 泥流、泥石流和水石流划分

泥流、泥石流和水石流可依据泥石流的物质组成和重度按表B.4的规定进行划分。

表B.4 泥石流、泥石流和水石流划分表

特征	泥石流	泥石流	水石流
重度, kN/m^3	16~23	13~23	13~18
物质组成	由粘粒和粉粒组成, 偶夹砂和砾石	由粘粒、粉粒、砂粒、砾石、碎块石等大小不等粒径混杂组成, 偶夹砂和砾石	由砾石、碎块石及砂粒组成, 夹少量粘粒和粉粒

B.5 泥石流发育期野外判别

泥石流发育期野外判别按表B.5。

表B.5 泥石流灾害发育期判别表

发育阶段	发展期	旺盛期	衰退期	停歇期
形态特征	山坡以凸型为主, 形成区分散, 并见逐步扩大, 流通区较短, 扇面新鲜, 淤积较快	山坡从凸型坡转为凹形坡, 沟槽堆积和堵塞现象严重, 形成区扩大, 流通区向上延伸, 扇面新鲜, 漫流现象严重	山坡以凹型为主, 形成区减少, 流通区向上延伸, 沟槽逐渐下切, 扇面陈旧, 生长植物, 植被较好	全沟下切, 沟槽稳定, 形成区基本消失, 逐渐变为普通洪流, 植被良好
山坡块体运动	发展明显, 多见新生沟谷, 有少量滑坡、崩塌等	严重发育, 供给物主要来自崩塌、滑坡、错落等, 片蚀、侧蚀也很发育	明显衰退, 坍塌渐趋稳定, 以沟槽搬运及侧蚀供给为主	山坡块体运动基本消失
塌方面积率, %	1~10	≥ 10	10~1	< 1
单位面积固体物质储量, $\text{万m}^3/\text{km}^2$	1~10	≥ 10	10~1	< 1
充淤性质与趋势	以淤为主, 淤积速度增快	以淤为主, 淤积值大	有冲有淤, 淤积速度减小	冲刷下切
危害程度	较大	最大	较大	小

附 录 C
(资料性附录)
岩溶塌陷分类

C.1 岩溶塌陷分类

根据岩溶塌陷的形成时期、可溶岩类型、岩溶塌陷诱发（触发因素）以及塌陷体岩性岩溶塌陷类型见表C.1。

表C.1 岩溶塌陷综合分类表

分类标志	按形成时期	按可溶岩类型	按成因（诱发因素）类型		塌陷体岩性
			自然塌陷	人为塌陷	
类型	新塌陷（现代） 老塌陷（第四纪） 古塌陷（第四纪以前）	碳酸盐岩岩溶塌陷 石膏岩溶塌陷 盐岩岩溶塌陷 红层岩溶塌陷	暴雨塌陷 干旱塌陷 地震塌陷 重力塌陷	矿山岩溶塌陷 抽水岩溶塌陷 蓄水岩溶塌陷 渗漏岩溶塌陷 振动岩溶塌陷 荷载岩溶塌陷	土层塌陷 基岩塌陷

C.2 岩溶塌陷规模分级

根据单一塌陷坑的大小、塌陷群包含塌陷坑数量、岩溶塌陷的影响范围，可按表C.2进行岩溶塌陷规模分级。

表C.2 岩溶塌陷规模分级

分类指标	类型		
	大型	中型	小型
塌陷坑直径, m	>50	10~50	<10
塌陷坑数量, 个	>20	5~20	<50
影响范围, hm ²	>10	1~10	<1

注：规模分级按就高原则进行。

C.3 岩溶塌陷形态分类

可按表C.3对岩溶塌陷的形态特征进行分类。

表C.3 岩溶塌陷形态分类

形态	特 征
平面形态	圆形或似圆形、椭圆形、长条形、不规则形。其中不规则形，一般由多个塌陷坑组合形成
剖面形态	坛状：口小肚大，塌陷坑壁呈反坡状 圆柱状：塌陷坑壁陡立，呈直筒状 碟状：塌陷坑呈平缓凹陷，面积大，深度小，呈碟形 漏斗状：口大底小，塌陷坑壁呈斜坡状，状如漏斗 复合状：老塌陷复活，新塌陷在同一地点重复出现，新老塌陷叠加复合而成

附 录 D
(资料性附录)
勘查报告正文编写大纲

D.1 崩塌勘查报告

崩塌勘查报告正文编写大纲如下:

- 0 前言
- 0.1 任务由来
- 0.2 地质灾害概况及危害情况
- 0.3 勘查目的、任务
- 0.4 勘查工作评述
- 1 勘查区自然条件及地质环境条件
 - 1.1 自然条件
 - 1.2 地质环境
 - a) 地形地貌
 - b) 地层岩性
 - c) 地质构造与地震
 - d) 水文地质条件
 - e) 人类工程活动
- 2 崩塌(危岩)带工程地质条件
 - 2.1 地形地貌
 - 2.2 地层岩性与岩体工程地质结构特征
 - 2.3 地质构造
 - 2.4 水文地质条件
 - 2.5 不良地质现象
 - 2.6 岩土体物理力学性质
- 3 崩塌(危岩)特征及稳定性评价
 - 3.1 范围、规模及形态
 - 3.2 结构特征
 - 3.3 破坏方式及主要影响因素
 - 3.4 稳定性评价
 - a) 稳定性宏观分析
 - b) 计算参数确定
 - c) 计算分析
 - d) 稳定性综合评价
- 4 崩塌(危岩)发展变化趋势及危害性预测
 - 4.1 发展变化趋势
 - 4.2 危害性预测
- 5 天然建筑材料(任务需要则列此章)
- 6 治理方案评价及建议

- 6.1 既有治理工程评价（如有则列此章）
- 6.2 治理方案建议
- 6.3 防治工程设计参数
- 6.4 拟治理工程区的地质条件分析
- 7 环境影响评价
 - 7.1 对周边环境的影响
 - 7.2 交通影响
 - 7.3 综合评价和结论
- 8 地质灾害防治效益评估
 - 8.1 经济效益评估
 - 8.2 社会效益评估
 - 8.3 环境效益评估
 - 8.4 减灾效益评估
- 9 结论与建议

D.2 滑坡（不稳定斜坡）勘查报告

滑坡（不稳定斜坡）勘查报告正文编写大纲如下：

- 0 前言
 - 0.1 任务由来
 - 0.2 地质灾害概况
 - 0.3 勘查目的、任务
 - 0.4 勘查工作评述
- 1 勘查区地形地质
 - 1.1 自然条件
 - 1.2 地质环境
 - a) 地形地貌
 - b) 地层岩性
 - c) 地质构造与地震
 - d) 水文地质条件
 - e) 人类工程活动
- 2 滑坡基本特征
 - 2.1 滑坡地形地貌
 - 2.2 滑坡空间形态
 - 2.3 滑坡变形特征
 - 2.4 滑坡物质组成及结构特征
 - 2.5 滑坡水文地质
 - 2.6 滑坡岩土体物理力学性质
 - 2.6.1 滑体岩土体物理力学性质
 - 2.6.2 滑带土岩土体物理力学性质
 - 2.6.3 滑床岩土物理力学性质
 - 2.6.4 滑坡岩土物理力学参数建议值
- 3 滑坡稳定性分析评价

- 3.1 滑坡变形宏观分析
- 3.2 滑坡稳定性极限平衡法分析
- 3.3 滑坡稳定性敏感因素分析
- 3.4 数值模拟分析（根据任务需要做）
- 3.5 稳定性综合评价
- 4 滑坡发展变化趋势及危害性预测
 - 4.1 发展变化趋势
 - 4.2 危害性预测
- 5 天然建筑材料（任务需要则列此章）
- 6 治理方案评价及建议
 - 6.1 既有治理工程评价（如有则列此章）
 - 6.2 治理方案建议
 - 6.3 防治工程设计参数
 - 6.4 拟治理工程区的地质条件分析
- 7 环境影响评价
 - 7.1 对周边环境的影响
 - 7.2 交通影响
 - 7.3 综合评价和结论
- 8 地质灾害防治效益评估
 - 8.1 经济效益评估
 - 8.2 社会效益评估
 - 8.3 环境效益评估
 - 8.4 减灾效益评估
- 9 结论与建议

D.3 泥石流勘查报告：

泥石流勘查报告正文编写大纲如下：

- 0 前言
 - 0.1 任务由来
 - 0.2 地质灾害的危害程度
 - 0.3 工作目的与任务
 - 0.4 前人地质工作研究程度
 - 0.5 勘查工作的依据
 - 0.6 勘查工作概况及工作质量评述
- 1 勘查区自然地理条件
 - 1.1 位置与交通
 - 1.2 气象、水文
- 2 区域地质环境条件
 - 2.1 地形地貌
 - 2.2 地层岩性
 - 2.3 地质构造与地震
 - a) 地质构造

- b) 新构造运动;
- c) 地震。
- 2.4 水文地质条件
- 2.5 人类工程活动
- 3 泥石流形成条件分析
- 3.1 地形地貌及沟道条件
 - a) 形成区（清水区）地形地貌条件
 - b) 形成区（物源区）地形地貌条件
 - c) 流通堆积区地形地貌条件
- 3.2 物源条件
 - a) 崩滑堆积物源
 - b) 沟道堆积物源
 - c) 坡面侵蚀物源
 - d) 滑坡堆积物源
 - e) 泥石流物源的转化关系
- 3.3 水源条件
- 4 泥石流基本特征
- 4.1 泥石流灾害史及灾情、危害性分析
 - a) 泥石流灾害史及灾情
 - b) 泥石流危险区范围及险情
 - c) 泥石流堵溃下游河道的可能性分析
- 4.2 泥石流各区段冲淤特征
 - a) 形成区（清水区）冲淤特征
 - b) 形成区（物源区）冲淤特征
 - c) 流通堆积区冲淤特征
- 4.3 泥石流堆积物特征
 - a) 泥石流堆积物颗粒特征
 - b) 泥石流堆积物叠置关系及成因分析
- 4.4 泥石流发生频率和规模
- 4.5 泥石流的成因机制和引发因素
- 5 泥石流基本特征值的计算
- 5.1 泥石流流体重度
 - a) 现场配浆法
 - b) 查表法
 - c) 综合取值
- 5.2 泥石流流量
 - a) 雨洪法
 - b) 形态调查法
 - c) 综合取值
- 5.3 泥石流流速计算
- 5.4 一次泥石流过流总量
- 5.5 一次泥石流固体冲出物
- 5.6 泥石流整体冲压力

- 5.7 泥石流爬高和最大冲起高度
- 5.8 泥石流弯道超高
- 6 泥石流发展趋势分析
 - 6.1 泥石流易发程度分析与评价
 - 6.2 泥石流的发生频率和发展阶段
 - 6.3 泥石流发展趋势预测
- 7 既有防治工程评述及泥石流防治方案建议
 - 7.1 既有防治工程评述（如有则描述）
 - 7.2 防治工程方案布置原则
 - 7.3 防治工程设计参数建议
 - 7.4 防治方案建议
 - 7.5 拟防治工程区的地质条件分析
- 8 建筑材料分析与评价（如需要则描述）
- 9 环境影响评价
 - 9.1 对周边环境的影响
 - 9.2 交通影响
 - 9.3 综合评价和结论
- 10 地质灾害防治效益评估
 - 10.1 经济效益评估
 - 10.2 社会效益评估
 - 10.3 环境效益评估
 - 10.4 减灾效益评估
- 11 结论与建议

D.4 岩溶塌陷勘察报告

岩溶塌陷勘察报告正文编写大纲如下：

- 0 前言
 - 0.1 任务由来
 - 0.2 地质灾害概况
 - 0.3 前人工作程度
 - 0.4 勘察目的、任务
 - 0.5 勘察工作评述
- 1 勘察区地质环境条件
 - 1.1 气象、水文
 - 1.2 地质环境
 - a) 地形地貌
 - b) 地层岩性
 - c) 地质构造与地震
 - d) 水文地质条件
 - e) 人类工程活动
- 2 岩溶塌陷灾害现状及成因分析
 - 2.1 地面塌陷灾害发育现状；

- a) 岩溶塌陷坑
- b) 房屋及地面裂缝
- 2.2 岩溶塌陷灾害成因分析
 - a) 可溶性岩层条件
 - b) 岩溶洞隙条件
 - c) 上覆岩土体条件
 - d) 水文地质条件
 - e) 地质构造条件
 - f) 气候降水条件
 - g) 人类工程活动条件
 - h) 其他条件
- 3 稳定性和危害性分区评价
 - 3.1 评价标准
 - 3.2 地下空洞稳定性分区评价
 - 3.3 岩溶塌陷的危害性分区评价
- 4 岩溶塌陷发展变化趋势及危害性预测
 - 4.1 发展变化趋势
 - 4.2 危害性预测
- 5 防治方案建议
 - 5.1 防治方案建议
 - 5.2 防治工程设计参数
 - 5.3 防治工程区段的地质条件
- 6 环境影响评价
 - 6.1 对周边环境的影响
 - 6.2 交通影响
 - 6.3 综合评价和结论
- 7 地质灾害防治效益评估
 - 7.1 经济效益评估
 - 7.2 社会效益评估
 - 7.3 环境效益评估
 - 7.4 减灾效益评估
- 8 结论与建议

D.5 采空塌陷勘查报告

采空塌陷勘查报告正文编写大纲如下：

- 0 前言
 - 0.1 任务由来
 - 0.2 地质灾害概况
 - 0.3 前人工作程度
 - 0.4 勘查目的、任务
 - 0.5 勘查工作评述
- 1 勘查区地质环境条件

- 1.1 气象、水文
- 1.2 地质环境
 - a) 地形地貌
 - b) 地层岩性
 - c) 地质构造与地震
 - d) 水文地质条件
 - e) 采矿历史
- 2 采空塌陷灾害现状及成因分析
 - 2.1 采空塌陷灾害发育现状
 - a) 采空塌陷坑
 - b) 房屋及地面裂缝
 - 2.2 采空塌陷灾害成因分析
 - a) 煤系地层条件
 - b) 采空塌陷工程地质条件（包括采空塌陷覆岩结构、采矿方式、“三带”发育特征、岩（土）体物理力学参数等）
 - c) 水文地质条件
 - d) 地质构造条件
 - e) 气候降水条件
 - f) 其他条件
- 3 稳定性和危害性分区评价
 - 3.1 评价标准
 - 3.2 采空区稳定性分区评价
 - 3.3 采空塌陷的危险性分区评价
- 4 采空塌陷发展变化趋势及危害性预测
 - 4.1 发展变化趋势
 - 4.2 危害性预测
- 5 防治方案建议
 - 5.1 防治方案建议
 - 5.2 防治工程设计参数
 - 5.3 防治工程区段的地质条件
- 6 环境影响评价
 - 6.1 对周边环境的影响
 - 6.2 交通影响
 - 6.3 综合评价和结论
- 7 地质灾害防治效益评估
 - 7.1 经济效益评估
 - 7.2 社会效益评估
 - 7.3 环境效益评估
 - 7.4 减灾效益评估
- 8 结论与建议

附 录 E
(规范性附录)
治理工程设计及校核安全系数

E.1 崩塌和滑坡治理工程设计及校核安全系数

E.1.1 崩塌和滑坡治理工程设计及校核安全系数应根据其工程级别确定，即 I 级治理工程的安全系数取高值，III 级治理工程的安全系数取低值。

E.1.2 崩塌和滑坡治理工程设计及校核安全系数宜按表 E.1 采用。

表 E.1 崩塌和滑坡治理工程设计安全系数

安全系数类型	工程级别与工况											
	I 级治理工程				II 级治理工程				III 级治理工程			
	设计		校核		设计		校核		设计		校核	
	工况 I	工况 II	工况 III	工况 IV	工况 I	工况 II	工况 III	工况 IV	工况 I	工况 II	工况 III	工况 IV
抗滑动	1.3~ 1.4	1.2~ 1.3	1.10~ 1.15	1.10~ 1.15	1.25~ 1.30	1.15~ 1.30	1.05~ 1.10	1.05~ 1.10	1.15~ 1.20	1.10~ 1.20	1.02~ 1.05	1.02~ 1.05
抗倾倒	1.7~ 2.0	1.5~ 1.7	1.30~ 1.50	1.30~ 1.50	1.6~ 1.9	1.4~ 1.6	1.20~ 1.40	1.20~ 1.40	1.5~ 1.8	1.3~ 1.5	1.10~ 1.30	1.10~ 1.30
抗剪断	2.2~ 2.5	1.9~ 2.2	1.40~ 1.50	1.40~ 1.50	2.1~ 2.4	1.8~ 2.1	1.30~ 1.40	1.30~ 1.40	2.0~ 2.3	1.7~ 2.0	1.20~ 1.30	1.20~ 1.30

注：工况 I—自重；工况 II—自重+地下水；工况 III—自重+暴雨+地下水；工况 IV—自重+地震+地下水

E.2 泥石流治理工程设计及校核安全系数

泥石流治理工程的设计及校核安全系数宜按表 E.2 采用。

表 E.2 泥石流治理工程设计安全系数

治理工程安全等级	抗滑安全系数		抗倾覆安全系数	
	设计	校核	设计	校核
I 级	1.35	1.20	1.60	1.50
II 级	1.30	1.15	1.55	1.45
III 级	1.25	1.10	1.50	1.40

附录 F
(资料性附录)
拦挡坝库容计算方法

F.1 等高线法

用等高线法确定拦挡坝库容可按下列步骤计算：

- a) 在地形图上确定坝址位置，截取天然沟道的纵断面；
- b) 根据沟道地形与泥石流性质确定泥石流回淤的设计纵坡，画出拦挡坝回淤线；
- c) 在平面图上找出相应的拉砂坝回淤线；
- d) 用分层累加法求体积，公式见 F.1：

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} h_i (S_{i-1} + S_i) \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

H_i ——分层高度，单位为米 (m)；

S_i 、 S_{i-1} ——分层上、下层面的面积，单位为平方米 (m²)。

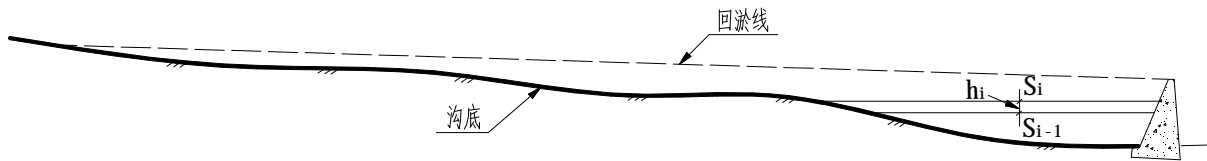


图 F.1 用等高线法计算拦挡坝库容纵断面图

F.2 横断面法

用横断面法确定拦挡坝库容可按下列步骤计算：

- a) 在地形图上确定坝址位置，截取天然沟道的纵断面；
- b) 自坝址处测量天然沟道的纵断面，测绘出坝和各计算横断面位置与数目；
- c) 测量并绘出各计算横断面；
- d) 在沟道纵断面图上绘出拦挡坝回淤线；
- e) 找出各淤积横断面，计算断面积和间距；
- f) 用逐段累加法求体积，公式见 F.2：

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} l_i (P_{i-1} + P_i) \dots\dots\dots (F.2)$$

式中：

l_i ——分段长，单位为米 (m)；

P_i 、 P_{i-1} ——分段两端的横断面面积，单位为平方米 (m²)。

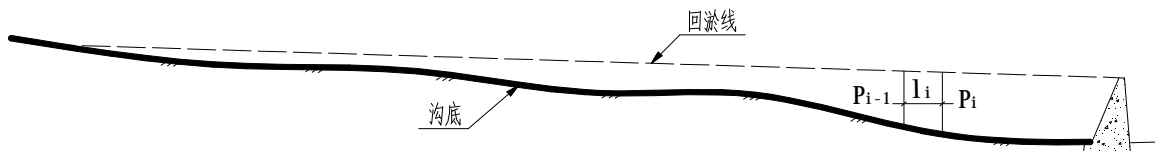


图 F.2 用横断面法计算拦挡坝库容示意图

F.3 经验公式法

可采用经验公式F.3对拦挡坝库容进行估算：

$$V = kIA \dots\dots\dots (F.3)$$

式中：

A ——坝址处坝库淤满后沟道的横断面面积，单位为平方米（ m^2 ）；

l ——回淤长度，单位为米（ m ）；

k ——经验系数，取值一般为0.3~0.5。

附 录 G
(资料性附录)
设计文件内容及格式

G.1 设计方案文字部分

设计方案文字部分包括以下内容：

1 概述

1.1 任务由来

1.2 项目地理位置、行政区划

1.3 前期设计方案

1.4 设计依据

1.5 工程等级、工况及安全系数的确定

2 工程地质条件与地质灾害特征

2.1 地理环境

2.1.1 地理环境

2.1.2 气象水文

2.1.3 社会经济状况及交通条件

2.2 地质环境

2.2.1 地形地貌

2.2.2 地层岩性

2.2.3 地质构造

2.2.4 水文地质

2.2.5 地震参数

2.3 地质灾害基本特点

2.3.1 地质灾害类型、位置、分布范围、规模等

2.3.2 地质灾害空间形态

2.3.3 地质灾害体现的物质组成与结构

2.3.4 各类岩土体的物理力学性质

2.3.5 水文地质特征

2.3.6 变形破坏及危害特征

3 治理工程设计

3.1 治理工程的目的与任务

3.2 设计原则与依据

3.3 工程布置

3.4 分项工程设计

3.5 分项工程量

4 工程监测设计

4.1 监测工程的目的与任务

4.2 监测工程设计原则与依据

- 4.3 监测工程布置
- 4.4 监测工程设计
- 4.5 监测工程量
- 5 施工组织设计
- 6 安全与环境保护
- 7 工程施工与工程运营期间注意事项

G.2 设计图件

设计图件包括以下内容：

- a) 治理工程总平面布置图（1：500~1：1000）；
- b) 总剖面图（1：500~1：1000）；
- c) 分项工程平面布置图（1：100~1：500）；
- d) 分项工程剖面图（1：100~1：200）；
- e) 重点项目、部位细部大样图（1：50~1：100）；
- f) 新工艺、新方法实施说明及大样图；
- g) 工程监测布置图。

G.3 设计计算书

设计计算书包括以下内容：

- a) 设计依据
- b) 工程等级、工况及安全系数的确定
- c) 计算剖面的确定
- d) 地勘报告推荐的参数
- e) 参数选取
- f) 分项工程设计计算

附录 H

(资料性附录)

施工组织设计方案及竣工图的主要内容

H.1 治理工程施工组织方案

治理工程施工组织方案编制主要内容:

- 1 施工总说明
 - 1.1 编制说明
 - 1.2 编制依据
 - 1.2.1 主要规范、规程、标准
 - 1.2.2 主要法规
 - 1.3 施工总目标
- 2 工程概况
 - 2.1 工程概况简述
 - 2.1.1 地理位置
 - 2.1.2 治理区地质灾害特点
 - 2.1.3 气象
 - 2.1.4 水文条件
 - 2.1.5 工程地质
 - 2.1.6 地质构造
 - 2.2 工程设计要求
- 3 工程总体部署
 - 3.1 工程管理目标
 - 3.2 施工部署
 - 3.2.1 施工总体部署
 - 3.2.2 项目组织机构
 - 3.2.3 主要工程量统计
 - 3.2.4 拟投入的主要机械设备
 - 3.2.5 劳动力计划
 - 3.2.6 主要建筑材料的使用计划
 - 3.3 组织准备
 - 3.3.1 组织准备
 - 3.3.2 场地准备
 - 3.3.3 材料准备
 - 3.3.4 技术准备
- 4 工程施工测量
 - 4.1 施工测量的要求
 - 4.2 平面控制测量
 - 4.3 高程控制测量
 - 4.4 主要测量仪器设备

- 4.5 测量质量保证措施
- 4 工程重点难点分析
- 5.1 工程特点及招标文件要求
- 5.2 本工程重点难点分析
- 6 工程施工进度计划及工期保证措施
- 6.1 施工进度计划
- 6.2 工期保证措施
- 7 工程平面布置
- 7.1 施工总平面布置说明
- 7.2 临时性生产、生活设施布置
- 7.3 施工场地供水、供电
- 7.4 施工场地临时排水
- 7.5 施工照明
- 8 工程施工方案及技术措施
- 9 工程施工监测
- 9.1 概述
- 9.2 监测项目
- 9.3 监测系统
- 9.4 监测技术要求
- 9.5 监测方法
- 9.6 信息化施工要求
- 9.7 监测预警警戒值
- 10 工程质量保证措施
- 10.1 质量保证目标
- 10.2 质量保证体系
- 10.3 质量管理机构及职责
- 10.4 施工环节质量控制措施
- 10.5 质量管理制度
- 10.6 工程质量奖罚办法
- 11 成品保护和保修措施
- 12 季节性施工措施
- 12.1 概述
- 12.2 雨季施工措施
- 12.2.1 材料物资准备
- 12.2.2 人员部署
- 12.2.3 施工现场部署
- 12.3 冬季施工措施
- 13 安全和绿色施工保障措施
- 13.1 安全和绿色施工保障措施
- 13.2 施工中的危险、危害因素分析及对策
- 13.3 高处坠落及物体打击
- 13.4 其他伤害
- 13.5 安全目标及安全管理

- 13.6 场地污水、废气环保措施
- 13.7 防尘措施
- 13.8 场地弃土环保措施
- 13.9 施工降噪
- 13.10 其它环保措施
- 14 紧急情况处理措施及预案措施
- 15 文明施工措施
 - 15.1 文明施工目标
 - 15.2 文明施工管理组织机构
 - 15.3 文明施工措施
 - 15.4 文明施工奖罚办法
- 16 施工配合措施
 - 16.1 施工配合措施
 - 16.2 与业主指定的其他单位的配合
 - 16.3 与业主、设计、监理单位的配合

H.2 竣工图

竣工图的主要包括以下内容：

- a) 竣工总平面图（1：500~1：1000）
 - b) 代表性剖面图（1：500~1：1000）
 - c) 重点项目、部位细部大样图（1：50~1：100）
-