



中华人民共和国国家标准

GB/T 40112—2021

地质灾害危险性评估规范

Specifications for risk assessment of geological hazard

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IN
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
4.1 工作内容	2
4.2 工作方法	2
4.3 工作要求	2
4.4 工作程序	3
4.5 评估区范围	3
4.6 评估工作级别	3
4.7 评估指标分级	4
4.8 不同级别评估的技术要求	11
5 地质环境条件调查	12
5.1 一般规定	12
5.2 区域地质背景	12
5.3 气象水文	12
5.4 地形地貌	12
5.5 地质构造	13
5.6 地层岩性	13
5.7 工程地质条件	13
5.8 水文地质条件	13
5.9 特殊工程地质问题	13
5.10 人类工程活动对地质环境的影响	13
6 地质灾害调查	14
6.1 一般规定	14
6.2 滑坡	14
6.3 崩塌	14
6.4 泥石流	14
6.5 岩溶塌陷	15
6.6 采空塌陷	15
6.7 地裂缝	15
6.8 地面沉降	15
6.9 不稳定斜坡	16
7 地质灾害危险性现状评估	16
7.1 一般规定	16

7.2	滑坡	16
7.3	崩塌	16
7.4	泥石流	17
7.5	岩溶塌陷	17
7.6	采空塌陷	17
7.7	地裂缝	17
7.8	地面沉降	17
7.9	不稳定斜坡	17
8	工程建设中、建成后引发地质灾害危险性预测评估	17
8.1	一般规定	17
8.2	滑坡	18
8.3	崩塌	18
8.4	泥石流	19
8.5	岩溶塌陷	19
8.6	采空塌陷	20
8.7	地裂缝	20
8.8	地面沉降	21
8.9	不稳定斜坡	22
9	建设工程遭受地质灾害危险性预测评估	23
9.1	一般规定	23
9.2	工业与民用建筑工程	23
9.3	道路交通工程	24
9.4	油气管道工程	25
9.5	水利水电工程	26
9.6	港口码头工程	27
9.7	城市总体规划、村庄和集镇规划区	28
10	地质灾害危险性综合评估及建设用地适宜性评价	28
10.1	一般规定	28
10.2	地质灾害危险性综合评估	28
10.3	建设用地适宜性评价	29
10.4	地质灾害防治措施建议	29
11	成果提交	29
11.1	一般规定	29
11.2	报告	29
11.3	附图	29
11.4	附件	30
附录 A	(资料性附录)地质灾害危险性评估技术工作程序框图	31
附录 B	(资料性附录)地质灾害评估调查表	32
附录 C	(资料性附录)地质灾害防治措施建议表	33
附录 D	(规范性附录)地质灾害危险性评估成果	36

前 言

本标准按照GB/T1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本标准起草单位：中国地质环境监测院、北京中地华安地质勘查有限公司、中国地质大学(北京)、山西省第三地质工程勘察院、北京市地质研究所。

本标准主要起草人：殷跃平、颜宇森、高姣姣、周永昌、慎乃齐、韦京莲、肖秋平、尚掩库、韩超、朱杰、李艳军、宗乐斌、任路滨、胡耀锋、周华、刘志伟、袁昕、董巧妹、曾秋雨、刘文波。

引 言

依据《地质灾害防治条例》(国务院[2003]394号令)、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》(国发[2011]20号),为规范地质灾害易发区内工程建设与规划的地质灾害危险性评估工作,制定本标准。

地质灾害危险性评估规范

1 范围

本标准规定了地质环境条件调查，地质灾害调查，地质灾害危险性现状评估、预测评估、综合评估及建设用地适宜性评价、成果提交的内容、方法和要求等。

本标准适用于在地质灾害易发区内进行各类工程建设和规划可行性研究阶段的滑坡、崩塌、泥石流、岩溶塌陷、采空塌陷、地裂缝、地面沉降、不稳定斜坡等地质灾害危险性评估。

2 规范性引用文件

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

GB/T 12328—1990 综合工程地质图图例及色标

GB 50021 岩土工程勘察规范

DZ/T 0179—1997 地质图用色标准及用色原则(1:50000)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

岩溶塌陷 karst collapse

岩溶洞隙上方的岩土体在自然或人为因素作用下发生变形破坏，并在地面形成塌陷的地质现象。

3.2

采空塌陷 mine-out area breakdown

地下矿体采空后，矿层上部及周边的岩层失去支撑，平衡条件被破坏，随之产生弯曲、塌落，以致形成的地表下沉变形和塌陷的地质现象。

3.3

地裂缝 ground fissure

地表岩层、土体在自然因素或人为因素作用下产生开裂，并形成具有一定长度、宽度和深度裂缝地表破坏的地质现象。

3.4

地质环境条件 geological environmental conditions

与人类生存、生活和工程设施依存有关的地质要素。

注：地质环境条件包括地形地貌、水文气象、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质以及人类活动影响等。

3.5

地质灾害易发区 geological hazard-prone area

具有发生地质灾害的地质环境条件、容易发生地质灾害的区域。

3.6

评估区 assessment area

地质灾害危险性评估的范围。由建设工程用地及规划区范围、地质环境条件、地质灾害类型及其影响范围确定。

3.7

地质灾害危险性 geological hazard risk

一定发育程度的地质体在天然或人为因素作用下可能造成的危害。

注：地质灾害危险性根据发育程度、危害程度和诱发因素三个指标确定。

3.8

地质灾害发育程度 geological hazard development degree

地质体在天然或人为因素作用下形成的变形和破坏特征。

3.9

地质灾害危害程度 geological hazard harm degree

地质灾害造成或可能造成人员伤亡、经济损失与生态环境破坏的水平。

3.10

地质灾害诱发因素 geological hazard inducing factors

引起地质体发生变化的自然和人为活动要素。

3.11

地质灾害危险性评估 risk assessment of geological hazard

对工程建设诱发和建设工程遭受地质灾害的危险性做出评估，并对建设用地适宜性做出评价，提出地质灾害防治措施建议的技术工作。

4 基本规定

4.1 工作内容

4.1.1 收集评估区工程建设规划、设计等相关文件，以及环境地质条件和前期地质灾害调查等相关成果。

4.1.2 调查评估区地质环境条件和基本特征。

4.1.3 调查分析评估区各类地质灾害的发育程度、危害程度和诱发因素。

4.1.4 对评估区各类地质灾害危险性进行现状评估、预测评估和综合评估。

4.1.5 对建设场地的适宜性进行评价。

4.1.6 提出地质灾害防治措施建议。

4.2 工作方法

4.2.1 采用调查测量、工程地质类比、成因历史分析、层次分析、数学统计法等方法进行。

4.2.2 对影响地质灾害体稳定的隐伏结构面、采空区、特殊岩土体等宜适当进行物探、坑槽探、采样测试和钻探工作。

4.2.3 对岩土工程地质、水文地质等评价中的参数宜参考当地勘察工作的经验值。

4.3 工作要求

4.3.1 评估工作结束后两年工程建设仍未进行、建设规划或有关规定发生变化时，应重新进行评估

工作。

4.3.2 评估工作结束后评估区地质环境条件发生重大变化或工程建设方案变化大时，应根据建设工程特点重新进行评估工作。

4.4 工作程序

4.4.1 接受评估工作任务后，应根据建设工程的类型和特点，收集有关资料和现场踏勘，对评估区地质环境条件和地质灾害类型进行初步分析。

4.4.2 根据地质环境条件和地质灾害类型确定评估区面积、划分评估级别、编制评估工作大纲。

4.4.3 调查区域和评估区地质环境条件，分析与地质灾害形成的关系。

4.4.4 调查评估区地质灾害特征，对地质灾害危险性进行评估。

4.4.5 根据评估区地质灾害的危险性，结合建设工程特点对建设用地适宜性做出评价。

4.4.6 提交地质灾害危险性评估报告。

4.4.7 地质灾害危险性评估技术工作程序框图参见附录 A 的图 A.1。

4.5 评估区范围

4.5.1 应根据建设工程用地及规划区范围、地质环境条件、地质灾害类型及其影响范围确定。

4.5.2 线状工程评估区由线路中心向两侧宜大于500 m，具体应根据地质灾害类型和工程特点扩展到地质灾害体的影响范围。

4.5.3 滑坡、崩塌、不稳定斜坡评估区应包括地质灾害体的影响范围。

4.5.4 泥石流评估区应包括所在的河、沟以上至地表分水岭及泥石流的影响范围。

4.5.5 岩溶塌陷评估区应根据所在的岩溶水文地质单元划分，结合可溶岩的埋深和分布特征、地下水的变化特点综合确定。评估区为隐伏岩溶时应通过搜集资料或物探验证分析确定。

4.5.6 采空塌陷评估区应通过搜集矿山开采历史、规划和设计等资料，通过地面调查分析确定。有古采空不易查明时，宜通过物探、钻探等方法确定。

4.5.7 地裂缝评估区应划至纵向延展与横向错动的影响边界。有全新世活动断裂或发震断裂分布时，应将其影响范围划入评估区。

4.5.8 地面沉降评估区应以地下水降落漏斗(或沉降盆地)的影响边界和地下水开采规划综合确定。

4.6 评估工作级别

4.6.1 根据地质环境条件复杂程度与建设工程重要性，将地质灾害危险性评估划分为一级评估、二级评估和三级评估三级，见表1。

表 1 地质灾害危险性评估分级表

建设工程重要性	地质环境条件复杂程度		
	复杂	中等	简单
重要	一级	一级	二级
较重要	一级	二级	三级
一般	二级	三级	三级

4.6.2 地质环境条件复杂程度根据区域地质背景、地形地貌、地层岩性和岩土工程地质性质、地质构造、水文地质条件、地质灾害及不良地质现象、人类活动对地质环境的影响划分为复杂、中等和简单三类，见表2。

表 2 地质环境条件复杂程度分类表

地质环境条件	复杂程度		
	复 杂	中 等	简 单
区域地质背景	区域地质构造条件复杂, 建设场地有全新世活动断裂, 地震基本烈度>III度, 地震动峰值加速度>0.20 g	区域地质构造条件较复杂, 建设场地附近有全新世活动断裂, 地震基本烈度VII~VIII度, 地震动峰值加速度0.10 g~0.20 g	区域地质构造条件简单, 建设场地附近无全新世活动断裂, 地震基本烈度≤VI度, 地震动峰值加速度<0.10 g
地形地貌	地形复杂, 相对高差>200 m, 地面坡度以>25° 为主, 地貌类型多样	地形较简单, 相对高差50 m~200 m, 地面坡度以8°~25° 的为主, 地貌类型较单一	地形简单, 相对高差<50 m, 地面坡度<8°, 地貌类型单一
地层岩性和岩土工程地质性质	岩性岩相复杂多样, 岩土体结构复杂, 工程地质性质差	岩性岩相变化较大, 岩土体结构较复杂, 工程地质性质较差	岩性岩相变化小, 岩土体结构较简单, 工程地质性质良好
地质构造	地质构造复杂, 褶皱断裂发育, 岩体破碎	地质构造较复杂, 有褶皱、断裂分布, 岩体较破碎	地质构造较简单, 无褶皱、断裂, 裂隙发育
水文地质条件	具三层以上含水层, 水位年际变化>20 m, 水文地质条件不良	有二至三层含水层, 水位年际变化5m~20 m, 水文地质条件较差	单层含水层, 水位年际变化<5 m, 水文地质条件良好
地质灾害及不良地质现象	发育强烈, 危害较大	发育中等, 危害中等	发育弱或不发育, 危害小
人类活动对地质环境的影响	人类活动强烈, 对地质环境的影响、破坏严重	人类活动较强烈, 对地质环境的影响、破坏较严重	人类活动一般, 对地质环境的影响、破坏小

4.6.3 建设工程重要性根据工程类别划分为重要、较重要和一般三类, 见表3。

表 3 建设工程重要性分类表

建设工程重要性	工 程 类 别
重要	城市总体规划区、村庄集镇规划区、放射性设施、军事和防空设施、核电、高速铁路、二级(含)以上公路、铁路、城市轨道交通、机场, 大型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度>30 m或高度>50 m的建设工程、垃圾处理场、水处理厂、油气管道工程、储油气库、学校、医院、剧院、体育场馆、娱乐场所等
较重要	新建村庄集镇、三级(含)以下公路, 中型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度>24 m~30 m或高度>24 m~50 m的建设工程、垃圾处理场、水处理厂等
一般	小型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度≤24 m或高度≤24 m的建设工程、垃圾处理场、水处理厂等

4.7 评估指标分级

4.7.1 地质灾害危险性根据发育程度、危害程度和诱发因素三个指标确定。

4.7.2 地质灾害发育程度根据地质体的变形和破坏特征确定, 分为强发育、中等发育和弱发育三级:

a) 滑坡发育程度分级根据表4和表5确定。

表 4 滑坡发育程度分级表

发育程度	发育特征	稳定系数F。
强发育	a) 滑坡前缘临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水； b) 滑体平均坡度 $>40^\circ$ ，坡面上有多条新发展的滑坡裂缝，其上建筑物、植被有新的变形迹象； c) 后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象，后缘有裂缝发育	不稳定 $F \leq 1.00$
中等发育	a) 滑坡前缘临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，斜坡坡度为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ； b) 滑体平均坡度为 $25^\circ \sim 40^\circ$ ，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被有新的变形迹象； c) 后缘壁上有不明显变形迹象；后缘有断续的小裂缝发育	欠稳定 $1.00 < F \leq F_c$ 。
弱发育	a) 滑坡前缘斜坡较缓，临空高差小，无地表径流流经和继续变形的迹象，岩土体干燥； b) 滑体平均坡度 $<25^\circ$ ，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被未有新的变形迹象； c) 后缘壁上无擦痕和明显位移迹象，原有裂缝已被充填	稳定 $F > F_c$ 。

注：F为滑坡稳定安全系数，根据滑坡防治工程等级及其对工程的影响综合确定。可参考当地经验值。

表 5 滑坡变形阶段及特征表

变形阶段	滑动带(面)	滑坡前缘	滑坡后缘	滑坡两侧	滑坡体
弱变形阶段	主滑段滑动带(面)在蠕动变形，但滑体尚未沿滑动带位移	无明显变化，未发现新的泉点	地表建设工程出现一条或数条与地形等高线大体平行的拉张裂缝，裂缝断续分布	无明显裂缝，边界不明显	无明显异常，偶见“醉树”
强变形阶段	主滑段滑动带(面)已大部分形成，部分探井及钻孔发现滑带有镜面、擦痕及搓揉现象，滑体局部沿滑动带位移	常有隆起，发育放射状裂缝或大体垂直等高线的压张裂缝，有时有局部坍塌现象或出现湿地或泉水溢出	地表或建设工程拉张裂缝多而宽且贯通，外侧下错	出现雁行羽状剪裂缝	有裂缝及少量沉降等异常现象，可见“醉汉林”
滑动阶段	滑动带(面)已部分形成，滑带土特征明显且新鲜，绝大多数探井及钻孔发现滑带有镜面，擦痕及搓揉现象，滑带土含水量常较高	出现明显的剪出口并经常错出。剪出口附近湿地明显，有一个或多个泉点，有时形成了滑坡舌，鼓张及放射状裂缝加剧并常伴有坍塌	张裂缝与滑坡两侧羽状裂缝连通，常出现多个阶坎或地堑式沉陷带。滑坡壁常较明显	羽状裂缝与滑坡后缘张裂缝连通，滑坡周界明显	有差异运动形成的纵向裂缝；中、后部有水塘，不少树木成“醉汉林”。滑坡体整体位移

表 5 (续)

变形阶段	滑动带(面)	滑坡前缘	滑坡后缘	滑坡两侧	滑坡体
停滑阶段	滑体不再沿滑动带位移,滑带土含水量降低,进入固结阶段	滑坡舌伸出,覆盖于原地表上或到达前方阻挡体而壅高,前缘湿地明显,鼓丘不再发展	裂缝不再增多,不再扩大,滑坡壁明显	羽状裂缝不再扩大,不再增多甚至闭合	滑体变形不再发展,原始地形总体坡度显著变小,裂缝不再扩大增多甚至闭合

b) 崩塌发育程度分级根据表6确定。

表 6 崩塌发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	崩塌处于欠稳定~不稳定状态,评估区或周边同类崩塌分布多,大多已发生;崩塌体上方发育多条平行沟谷的张性裂隙,主控裂隙面上宽下窄,且下部向外倾,裂隙内近期有碎石土流出或掉块,底部岩(土)体有压碎或压裂状;崩塌体上方平行沟谷的新生裂隙明显
中等发育	崩塌处于欠稳定状态,评估区或周边同类崩塌分布较少,有个别发生;危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄,上部充填杂土生长灌木杂草,裂面内近期有碎石土流出或掉块现象;崩塌上方有新生的细小裂隙分布
弱发育	崩塌处于稳定状态,评估区或周边同类崩塌分布但均无发生;危岩体破裂面直立,上部充填杂土,灌木年久茂盛,多年来裂面内无掉块现象;崩塌上方无新裂隙分布

c) 泥石流发育程度分级根据表7、表8和表9确定。

表 7 泥石流发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	评估区位于泥石流冲淤范围内的沟中和沟口,中上游主沟和主要支沟纵坡大,松散物源丰富,有堵塞成堰塞湖(水库)或水流不畅通,区域降雨强度大
中等发育	评估区局部位于泥石流冲淤范围内的沟上方两侧或距沟口较远的堆积区中下部,中上游主沟和主要支沟纵坡较大,松散物源较丰富,水流基本通畅,区域降雨强度中等
弱发育	评估区位于泥石流冲淤范围外历史最高泥位以上的沟上方两侧高处和距沟口较远的堆积区边部,中上游主沟和支沟纵坡小,松散物源少,水流通畅,区域降雨强度小

表 8 泥石流发育程度量化评分及评判等级标准

序号	影响因素	量级划分							
		强发育(A)	得分	中等发育(B)	得分	弱发育(C)	得分	不发育(D)	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失(自然和人为活动的)严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重,多层滑坡和大型崩塌,表土疏松,冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育,多层滑坡和中小型崩塌,有零星植被覆盖,冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1

表 8 (续)

序号	影响因素	量级划分							
		强发育(A)	得分	中等发育(B)	得分	弱发育(C)	得分	不发育(D)	得分
2	泥砂沿程补给长度比/%	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞,主流受挤压偏移	14	主河河形无较大变化,仅主流受迫偏移	11	主河形无变化,主流在高水位时偏,低水位时不偏	7	主河无河形变化,主流不偏	1
4	河沟纵坡/%	>12°	12	12°~6°	9	6°~3°	6	<3°	1
5	区域构造影响程度	强抬升区,6级以上地震区,断层破碎带	9	抬升区,4~6级地震区,有中小支断层	7	相对稳定区,4级以下地震区,有小断层	5	沉降区,构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率/%	<10	9	10~30	7	30~60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅/m	>2	8	2~1	6	1~0.2	4	<0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量/(10 ⁴ m ³ /km ²)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度%	>32 >62.5	6	32~25 62.5~46.6	5	25~15 46.6~26.8	4	<15 <26.8	1
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、U型谷、谷中谷	5	宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度/m	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积/km ²	0.2~5	5	5~10	4	10~100	3	>100	1
14	流域相对高差/m	>500	4	500~300	3	300~100	2	<100	
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
评判等级标准		综合得分		116~130		87~115		<86	
		发育程度等级		强发育		中等发育		弱发育	

表 9 泥石流堵塞程度分级表

堵塞程度	特 征
严重	河槽弯曲,河段宽窄不均,卡口、陡坎多。大部分支沟交汇角度大,形成区集中。物质组成黏性大,稠度高,沟槽堵塞严重,阵流间隔时间长
中等	沟槽较顺直,沟段宽窄较均匀,陡坎、卡口不多。主支沟交角多小于60°,形成区不太集中。河床堵塞情况一般,流体多呈稠浆一稀粥状
轻微	沟槽顺直均匀,主支沟交汇角小,基本无卡口、陡坎,形成区分散。物质组成黏度小,阵流的间隔时间短而少

d) 岩溶塌陷发育程度分级根据表10确定。

表 10 岩溶塌陷发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	a) 以纯厚层灰岩为主，地下存在溶洞、土洞或有地下暗河通过； b) 地面多处下陷、开裂，塌陷严重； c) 地表建设工程变形开裂明显； d) 上覆松散层厚度<30 m； e) 地下水位变幅大，水位在基岩面上下波动
中等发育	a) 以次纯灰岩为主，地下存在溶洞裂隙、土洞等； b) 地面塌陷、开裂明显； c) 地表建设工程变形有开裂现象； d) 上覆松散层厚度30 m~80 m； e) 地下水位变幅不大，水位在基岩面以下
弱发育	a) 灰岩质地不纯，地下存在溶蚀裂隙，土洞等不发育； b) 地面塌陷、开裂不明显； c) 地表建设工程无变形、开裂现象； d) 上覆松散层厚度>80 m； e) 地下水位变幅小，水位在基岩面以上

e) 采空塌陷发育程度分级根据表11确定。

表 11 采空塌陷发育程度分级表

发育程度	发育特征	参考指标						
		地表移动变形值				开采深厚比	采空区及其影响带占建设场地面积 %	治理工程面积占建设场地面积 %
		下沉量 mm/a	倾斜 mm/m	水平变形 mm/m	地形曲率 mm/m ²			
强发育	地表存在塌陷和裂缝；地表建设工程变形开裂明显	>60	>6	>4	>0.3	<80	>10	>10
中等发育	地表存在变形及地裂缝；地表建设工程有开裂现象	20~60	3~6	2~4	0.2~0.3	80~120	3~10	3~10
弱发育	地表无变形及地裂缝；地表建设工程无开裂现象	<20	<3	<2	<0.2	>120	<3	<3

f) 地裂缝发育程度分级根据表12确定。

表12 地裂缝发育程度分级表

发育程度	发育特征	参考指标	
		平均活动速率v mm/a	地震震级 M
强发育	评估区有活动断裂通过，中或晚更新世以来有活动，全新世以来活动强烈，地面地裂缝发育并通过建设用地地区。地表开裂明显；可见陡坎、斜坡、微缓坡、陷坑等微地貌现象；房屋裂缝明显	v>1	M≥7
中等发育	评估区有活动断裂通过，中或晚更新世以来有活动，全新世以来活动较强烈，地面地裂缝中等发育，并从建设用地地区附近通过。地表有开裂现象；无微地貌显示；房屋有裂缝现象	1≥v≥0.1	7>M≥6
弱发育	评估区有活动断裂通过，全新世以来有微弱活动，地面地裂缝不发育或距建设用地地区较远。地表有零星小裂缝，不明显；房屋未见裂缝	v<0.1	M<6

g) 地面沉降发育程度分级表根据表13确定。

表13 地面沉降发育程度分级表

发育程度	发育特征	
	近5年平均沉降速率 mm/a	累计沉降量 mm
强发育	≥30	≥800
中等发育	10~30	300~800
弱发育	≤10	≤300

注：上述二项因素满足一项即可，并按照强至弱顺序确定。

h) 不稳定斜坡地质灾害发育程度分级根据表14确定。

表14 不稳定斜坡地质灾害发育程度分级表

岩土体类型	发育程度	发育特征				
		堆积成因类型	地下水特征	坡高 m	流土或掉块	坡面变形
土体	强发育	滨海堆积、湖沼沉积	有地下水	>4	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			2~4	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<2	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育		无地下水	>5	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			3~5	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<3	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育	大陆流水堆积、风积、坡积、残积、人工堆积	有地下水	>10	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			5~10	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<5	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育		无地下水	>20	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			10~20	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<10	无流土无掉块	无坡面变形

表14 (续)

岩土体类型	发育程度	发育特征						
		岩体类型	地下水特征和岩层倾角(或结构面)	岩层面(或结构面)与坡向关系	坡高 ^m	流土或掉块	坡面变形	
岩体	强发育	风化带、构造破碎带、成岩程度较差的泥岩	有地下水	>15°	相同	>10	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			8°~15°	相同、斜交	5~10	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<8°	相同、相反、斜交	<5	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育		无地下水	>15°	相同	>15	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			10°~15°	相同、斜交	10~15	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<10°	相反、斜交	<10	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育	层状岩体	有地下水	>12°	相同	>15	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			8°~12°	相同、斜交	8~15	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<8°	相反、斜交	<8	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育		无地下水	>18°	相同	>20	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			12°~18°	相同、斜交	15~20	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<12°	相反、斜交	<15	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育	均质较坚硬的碎屑岩和碳酸岩类	有地下水	>18°	相同	>20	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			12°~18°	相同、斜交	10~20	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<12°	相反、斜交	<10	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育		无地下水	>20°	相同	>30	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			15°~20°	相同、斜交	15~30	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<15°	相反、斜交	<15	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育	较完整坚硬的变质岩和岩浆岩类	有地下水	>20°	相同	>25	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			15°~20°	相同、斜交	15~25	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<15°	相反、斜交	<15	无流土无掉块	无坡面变形
	强发育		无地下水	>20°	相同	>40	有流土有掉块	中下部有轻微变形
	中等发育			15°~20°	相同、斜交	20~40	有流土	上部有轻微变形
	弱发育			<15°	相反、斜交	<20	无流土无掉块	无坡面变形

4.7.3 地质灾害危害程度根据灾情和险情分为危害大、危害中等和危害小三级，见表15。

表15 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数 (人)	直接经济损失 (万元)	受威胁人数 (人)	可能直接经济损失 (万元)
危害大	>10	>500	>100	>500
危害中等	3~10	100~500	10~100	100~500
危害小	<3	<100	<10	<100

危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价时，满足一项即应定级。

注1:灾情指已发生的地质灾害，采用“死亡人数”、“直接经济损失”指标评价。

注2:险情指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”、“可能直接经济损失”指标评价。

4.7.4 地质灾害诱发因素根据成因分为自然和人为因素两类，见表16。

表16 地质灾害诱发因素分类表

分类	滑坡	崩塌	泥石流	岩溶塌陷	采空塌陷	地裂缝	地面沉降
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈	降水、融雪、融冰、堰塞湖溢流、地震	地下水位变化、地震、降水	地下水位变化、地震	地震、新构造运动	新构造运动
人为因素	开挖扰动、爆破、采矿、加载、抽排水、沟渠溢流或渗水	开挖扰动、爆破、机械震动、抽排水、加载、沟渠溢流或渗水	水库溢流或垮坝、沟渠溢流、弃渣加载、植被破坏	抽排水、开挖扰动、采矿、机械震动、加载	采矿、抽排水、开挖扰动、震动、加载	抽排水	抽排水、油气开采

4.7.5 地质灾害危险性根据地质灾害发育程度、危害程度和诱发因素分为危险性大、危险性中等和危险性小三级，见表17。

表17 地质灾害危险性分级表

发育程度			危害程度	诱发因素
强发育	中等发育	弱发育		
危险性大	危险性大	危险性中等	危害大	自然、人为 (见表16)
危险性大	危险性中等	危险性中等	危害中等	
危险性中等	危险性小	危险性小	危害小	

4.8 不同级别评估的技术要求

4.8.1 一级评估应有充足的基础资料，进行充分论证。内容包括：

- a) 应对评估区内分布的各类地质灾害体的发育程度、危害程度、诱发因素和危险性逐一进行现状评估；

- b) 对评估区内工程建设可能引发和建设工程遭受各类地质灾害的危险性分别进行预测评估；
 - c) 根据现状评估和预测评估的结果，进行评估区内地质灾害危险性综合评估，分区段划分危险性等级，说明各区段地质灾害的种类和危险性，对建设用地区和规划用地适宜性做出评估结论，并提出防治地质灾害措施建议。
- 4.8.2 二级评估应有充足的基础资料，进行综合分析。内容包括：
- a) 应对评估区内分布的各类地质灾害体的发育程度、危害程度、诱发因素和危险性逐一进行初步现状评估；
 - b) 对评估区内工程建设可能引发和建设工程遭受各类地质灾害的危险性分别进行初步预测评估；
 - c) 根据现状评估和预测评估的结果，进行建设用地区和规划区地质灾害危险性综合评估，分区段划分出危险性等级，说明各区段地质灾害的种类和危险性，对建设用地区和规划用地适宜性做出评估结论，并提出防治地质灾害的措施建议。
- 4.8.3 三级评估应有必要的基础资料进行分析，参照二级评估要求的内容，做出评估。

5 地质环境条件调查

5.1 一般规定

- 5.1.1 在收集和分析评估区已有地质环境资料的基础上，对评估区地质环境条件进行调查。
- 5.1.2 调查用图应能反映评估区地质环境条件和灾害体的影响范围，比例尺不应小于1:50000。
- 5.1.3 在图幅面积10 cm×10 cm的范围内，调查点不应少于8个。对影响地质灾害体稳定的结构面、微地貌、特殊岩土、构造破碎带、地下水点、地表水体等重点地段，应加密调查点。
- 5.1.4 调查地质环境条件对地质灾害形成、分布和发育的影响作用。
- 5.1.5 通过综合分析，确定地质环境条件复杂程度。

5.2 区域地质背景

- 5.2.1 收集区域地质及构造背景资料，分析判断在其背景下可能发育的地质灾害及与评估区的关系。
- 5.2.2 收集区域及评估区活动断裂资料，分析判断对评估区的影响。
- 5.2.3 收集区域地震历史资料，分析判断地震活动对评估区的影响及地壳稳定性。
- 5.2.4 收集区域及评估区地应力场分布特征，确定评估区主应力方向，分析判断地应力对评估区影响程度。

5.3 气象水文

- 5.3.1 收集评估区气候类型和气象要素，气象要素包括降水、气温、蒸发、湿度、冻土深度等，分析气象要素对评估区地质灾害体的影响。
- 5.3.2 收集评估区地表水水文要素，包括流域特征、流量、水位、含沙量、历史洪水及洪涝灾情等，分析水文要素对评估区及周边地质灾害体的影响程度。

5.4 地形地貌

- 5.4.1 收集评估区地形地貌资料，确定评估区地形地貌类型。
- 5.4.2 调查评估区地形地貌特征，包括海拔高度、相对高差、岩土体组成和成因、特征、微地貌类型、形态特征。
- 5.4.3 重点调查与地质灾害相关的地形地貌特征，主要包括以下内容：
 - a) 自然斜坡的形态、类型、结构、坡度、高度、宽度和面积；

- b) 人工边坡的形态、类型、结构、坡度、高度、宽度、面积、台阶留设高度和宽度、防护措施、排水系统；
- c) 河、沟等流域面积、长度、宽度、坡比、断面特征、岩土体组成与风化程度、植被覆盖程度、堵塞程度、防洪堤坝等稳定程度与蓄排水情况等；
- d) 河漫滩、阶地、冲洪积扇等分布特征，微地貌组合特征、相对地质时代及其演化历史；
- e) 采矿弃渣场的分布位置、形态、规模、对地貌的改变、处治及稳定性。

5.5 地质构造

- 5.5.1 调查评估区地质构造的分布位置、产状、性质、组合关系、破碎带或影响带宽度，分析地质构造对评估区的影响。
- 5.5.2 调查评估区节理和裂隙(或卸荷裂隙)的分布位置、产状、性质、密度、充填物特征和胶结程度、组合关系，分析对地质体和灾害体的影响程度。

5.6 地层岩性

- 5.6.1 收集评估区地层分布与地层岩性资料，确定评估区与周边地层的变化关系。
- 5.6.2 调查评估区地层的地质年代、成因、岩性、产状、厚度、分布及接触关系等。
- 5.6.3 调查评估区对地质灾害体有控制作用的泥岩、页岩、泥质层面、岩土接触面、不整合面等。
- 5.6.4 调查评估区松散层的分布范围、规模及特征，分析其在工程建设中形成灾害体的可能性。

5.7 工程地质条件

- 5.7.1 根据评估区地层调查资料，按 GB50021 规定划分岩土类型。阐明各岩土体的工程地质特征。
- 5.7.2 通过收集、调查或采样测试，阐明各岩土体工程地质特征与物理力学性质，结合工程建设的特点进行工程地质评价。

5.8 水文地质条件

- 5.8.1 调查评估区含水层的分布、类型、富水性、透水性，隔水层的岩性、厚度和分布。
- 5.8.2 调查地下水类型及水位、水量、水质、水温等动态特征。
- 5.8.3 分析地下水对评估区岩土体稳定性影响及与地质灾害的关系。

5.9 特殊工程地质问题

- 5.9.1 对特殊工程地质问题不作为地质灾害评估内容，应在工程地质条件中进行论述，分析在工程建设中与建设工程运营期间对地质体稳定性影响或形成次生灾害的可能性，并在评估报告中建议开展专项评价。主要特殊工程地质问题有：
 - a) 区域地壳稳定性、建(构)筑物地基稳定性；
 - b) 隧道开挖过程中的工程地质问题；
 - c) 地下开挖过程中突水、岩爆、塌方、软岩变形、瓦斯突出等；
 - d) 矿山生产中排土场、矸石山、矿渣堆、尾矿库发生的各种灾害和问题等。
- 5.9.2 分析在工程建设中与建设工程运营期间对地质体稳定性影响或形成次生灾害的可能性。
- 5.9.3 对评估区影响大时，应在评估报告中建议开展专项评价。

5.10 人类工程活动对地质环境的影响

- 5.10.1 调查评估区人类工程活动的位置、类型、强度、规模及对地质环境条件的影响。
- 5.10.2 调查评估区人类工程活动引发地质灾害的可能性。

5.10.3 分析评估区人类工程活动对建设工程的影响。

6 地质灾害调查

6.1 一般规定

- 6.1.1 调查地质灾害体及其影响范围内建筑物的基本特征，进行记录、绘图、素描、拍照或录像。
- 6.1.2 调查评估区地质灾害类型、形成条件、分布特征、规模、结构、发育程度、危害程度和诱发因素。
- 6.1.3 收集和调查评估区地质灾害防治工程的类型、效果和经验。
- 6.1.4 调查时应现场填写地质灾害调查表，见附录 B 的表 B.1。

6.2 滑坡

- 6.2.1 调查滑坡体的影响范围、分析确定滑动面的空间分布特征，初步估算滑坡体体积。
- 6.2.2 根据评估区地层出露和分布判断滑坡体结构组合特征。
- 6.2.3 调查滑坡前缘挤压变形、地鼓、水体、湿地分布及变迁情况，分析判断剪出口埋深和位置。
- 6.2.4 调查滑坡后缘拉张裂缝带宽度和后期充填现状、滑坡体两侧岩土体错裂位移情况，分析判断滑坡体位移量和发育程度。
- 6.2.5 调查滑坡体前部、中部、后部裂缝空间分布特征、力学属性、密度，分析确定滑坡的抗滑段、主滑段、张拉段和主滑方向。
- 6.2.6 调查滑坡灾情和险情，确定现状条件下的危害程度。
- 6.2.7 根据滑坡的发育程度和危害程度，结合评估区地质环境条件，分析滑坡的成因，确定滑坡的诱发因素。
- 6.2.8 根据调查、勘查、测试或经验值初步确定岩土体物理力学参数，初步分析滑坡的稳定性。

6.3 崩塌

- 6.3.1 调查崩塌体的影响和分布范围，确定主控结构面延展贯穿和分布高度，估算崩塌体体积。
- 6.3.2 根据评估区地层出露和分布确定崩塌体结构组合特征。
- 6.3.3 根据调查、测试或经验值确定岩土体比重，估算崩塌体总重量。
- 6.3.4 调查崩塌体坡面产状和各剖面岩土体形态变化特征。
- 6.3.5 调查崩塌体上方裂缝开裂、自然或人为充填、灌木杂草生长、降水或地表水下渗等；调查崩塌体下方主控结构面变化与坡面的位置关系、岩土体压裂状态、流土和掉块情况，分析判断崩塌体活动历史与发育程度。
- 6.3.6 调查崩塌的灾情和险情，确定现状条件下的危害程度。
- 6.3.7 根据崩塌的发育程度和危害程度，结合评估区地质环境条件，分析崩塌成因，确定崩塌的诱发因素。
- 6.3.8 根据崩塌体的规模、掉块和崩塌方式、诱发因素，分析崩塌体的崩落方向和影响范围。

6.4 泥石流

- 6.4.1 调查范围应包括评估区所在的河、沟以上至地表分水岭及泥石流影响地段。
- 6.4.2 调查泥石流的汇水面积、纵坡比、岩土体组合及植被发育特征。
- 6.4.3 调查泥石流河、沟汇水范围内岩土体风化剥落、滑坡、崩塌对河、沟的堵塞程度。
- 6.4.4 收集评估区气象资料，分析多年平均降水量、最大降水量、最小降水量、小时降水强度等与泥石流的关系。
- 6.4.5 收集泥石流区气象水文条件，分析水源类型、多年平均流量、最大洪峰流量、最小流量、积水与泥

石流的关系。

6.4.6 调查泥石流的发生时间、频率、规模、泥位、形成过程、延续时间、流体性质、降水与河水条件、已造成和潜在的危害，确定泥石流发育程度和危害程度。

6.4.7 根据泥石流堆积区的影响范围、表面形态、纵坡、植被、沟道变迁和冲淤情况、历次堆积物质组成和厚度，结合对应历史降水强度，分析泥石流成因，确定泥石流的诱发因素。

6.5 岩溶塌陷

6.5.1 调查评估区可溶岩分布范围、岩溶发育程度和空间位置、上覆松散层厚度与岩性特征。

6.5.2 调查地表水与地下水的水力联系及其动态变化、地下水开采(疏排)情况，分析与岩溶塌陷的关系。

6.5.3 调查岩溶塌陷的形态特征、规模、已造成和潜在的危害，确定岩溶塌陷发育程度和危害程度。

6.5.4 根据岩溶塌陷发生的时间规律，结合地质环境条件分析岩溶塌陷成因，确定岩溶塌陷的诱发因素。

6.6 采空塌陷

6.6.1 调查矿山开采历史与现状、规划设计，调查采掘工作面的布置、采深、采厚、开采方式、开采强度、顶板管理方式、与周边开采和工程活动的关系。

6.6.2 调查矿层的种类、分布、层数、单层厚度和总厚度、埋藏深度。

6.6.3 调查开采层顶底板和上覆松散层岩性、厚度及工程地质特征。

6.6.4 调查矿区地表水文与地下水文地质条件，确定地下水位埋深，分析地表水、地下水和开采层的水力联系。

6.6.5 调查采空区的总面积、空间展布、冒落、积水、抽排水情况。

6.6.6 调查地面塌陷对地面破坏影响总面积、已造成和潜在的危害，确定地面塌陷发育程度和危害程度。

6.6.7 调查地面塌陷特征，结合地质环境条件分析地面塌陷成因和变形特征，确定地面塌陷的诱发因素。

6.6.8 根据地面塌陷形成过程和特点，分析地面塌陷所处阶段和发展趋势。

6.7 地裂缝

6.7.1 调查地裂缝所处的地质构造位置和地震区划烈度，分析地裂缝与地质构造和地震活动的关系。

6.7.2 调查地层的沉积类型、地貌特征、地层厚度和岩性特征。

6.7.3 调查地裂缝发育区周边松散层孔隙水开采强度和降落漏斗的分布范围，确定地裂缝与降落漏斗的关系，分析地裂缝成因和诱发因素。

6.7.4 调查地裂缝宽度、长度、深度、产状和密度，分析确定地裂缝发育程度。

6.7.5 调查地裂缝对地面的破坏特征、影响范围、已造成和潜在的危害，确定地裂缝发育程度和危害程度。

6.7.6 搜集和调查地裂缝出现的时间、历史出现的时间间隔，分析地裂缝的发展趋势和活跃程度。

6.8 地面沉降

6.8.1 调查地面沉降所处的地形地貌和地质构造位置。

6.8.2 调查松散层沉积类型、地貌特征、地层厚度和岩性特征。

6.8.3 调查压缩层的厚度、岩性特征、埋藏深度和分布条件。

6.8.4 调查松散层水文地质条件，确定含水层厚度、岩性特征、埋藏深度和分布条件。

6.8.5 收集地下水开采历史、开采量、地下水位动态，绘制地下水位等值线图。

6.8.6 收集地面沉降观测、构筑物变形破坏等资料，绘制地面沉降等值线图。结合地质环境条件，确定地面沉降的发生时间、范围、累计沉降量和沉降速率、已造成和潜在的危害，确定地面沉降发育程度和危害程度。

6.8.7 分析地面沉降与地下水开采强度的关系，确定地面沉降的成因和诱发因素。

6.9 不稳定斜坡

6.9.1 调查评估区内自然斜坡或人工边坡分布范围和规模。

6.9.2 调查斜坡坡度、坡向、地层倾向、结构面与斜坡坡向的组合关系。

6.9.3 调查坡体地层分布、厚度、岩性特征、风化层或松散层厚度。

6.9.4 调查坡体含水层与隔水层分布、出水或渗水点位置、地下水对岩土体的软化程度。

6.9.5 调查坡体上方裂缝发育程度、坡面掉块流土现象、坡脚挤压变形特征、潜在的危害，确定斜坡的发育程度和危害程度。

6.9.6 根据坡体及周边人类工程活动、河岸侵蚀、降水对坡体的影响程度等，确定不稳定斜坡变形的诱发因素。

6.9.7 有下列情况之一者，应确定为不稳定斜坡：

- a) 斜坡岩体中有倾向坡外、倾角小于坡角的结构面存在；
- b) 斜坡被两组或两组以上结构面切割，形成不稳定棱体，其底棱线倾向坡外，且倾角小于斜坡坡角；
- c) 斜坡后缘已产生拉裂缝；
- d) 顺坡向卸荷裂隙发育的高陡斜坡；
- e) 岸边裂隙发育、表层岩体已发生蠕动或变形的斜坡；
- f) 坡足或坡基存在缓倾的软弱层；
- g) 位于库岸或河岸水位变动带，渠道沿线或地下水溢出带附近，工程建成后可能经常处于浸湿状态的软质岩石或第四系沉积物组成的斜坡。

7 地质灾害危险性现状评估

7.1 一般规定

7.1.1 在地质灾害调查的基础上，应对滑坡、崩塌、泥石流、岩溶塌陷、采空塌陷、地裂缝、地面沉降、不稳定斜坡等地质灾害的发育程度、危害程度、诱发因素进行现状评估。

7.1.2 根据地质灾害体的发育程度、危害程度和诱发因素，结合地质环境条件，进行地质灾害危险性现状评估。

7.2 滑坡

7.2.1 根据滑坡的调查资料，按表4和表5确定滑坡的发育程度；按表15确定滑坡的危害程度；按表16确定滑坡的诱发因素。

7.2.2 根据滑坡的发育程度、危害程度和诱发因素，结合地质环境条件，按表17进行滑坡地质灾害危险性现状评估。

7.3 崩塌

7.3.1 根据崩塌的调查资料，按表6确定崩塌的发育程度；按表15确定崩塌的危害程度；按表16确定崩塌的诱发因素。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/216041124045010110>