

DB4201

武 汉 市 地 方 标 准

DB4201/T 504—2024

代替 DB4201/T 504—2017

地质灾害危险性评估规程

Assessment code of practice for geological hazard

2024-12-26 发布

2025-01-26 实施

武汉市市场监督管理局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	3
5 总体要求	3
6 基本规定	3
6.1 工作内容	3
6.2 工作方法	4
6.3 工作要求	4
6.4 工作程序	4
6.5 评估范围	4
6.6 评估级别	5
6.7 评估指标分级	5
6.8 不同评估级别的技术要求	11
7 地质环境条件调查	12
7.1 一般规定	12
7.2 区域地质背景	12
7.3 气象水文	12
7.4 地形地貌	13
7.5 地层岩性	13
7.6 地质构造	13
7.7 岩土工程特性	13
7.8 水文地质条件	13
7.9 特殊工程地质问题	13
7.10 人类工程活动对地质环境的影响	14
8 地质灾害调查	14
8.1 一般规定	14
8.2 滑坡	14
8.3 崩塌	15
8.4 泥石流	15
8.5 岩溶地面塌陷	15
8.6 地面沉降	15
8.7 不稳定斜坡	16
9 地质灾害危险性现状评估	16
9.1 一般规定	16
9.2 滑坡	16
9.3 崩塌	16
9.4 泥石流	16

9.5 岩溶地面塌陷	17
9.6 地面沉降	17
9.7 不稳定斜坡	17
10 建设项目地质灾害危险性预测评估	17
10.1 一般规定	17
10.2 工程建设中、建成后引发地质灾害危险性预测评估	17
10.3 建设工程遭受地质灾害危险性预测评估	21
11 建设项目地质灾害危险性综合评估与建设用地适宜性评价	26
11.1 一般规定	26
11.2 地质灾害危险性综合评估	26
11.3 建设用地适宜性评价	26
11.4 地质灾害防治措施建议	27
12 地质灾害危险性区域评估	27
12.1 一般规定	27
12.2 规划用地地质灾害危险性评估	27
12.3 建设项目地质灾害危险性评估	28
13 成果编制与提交	29
13.1 一般规定	29
13.2 评估报告	29
13.3 成果图件	29
13.4 附件	29
附录 A (规范性) 区域评估不适用建设项目	30
附录 B (资料性) 地质灾害危险性评估工作程序	31
附录 C (规范性) 建设项目重要性分类	32
附录 D (规范性) 致灾地质体稳定性计算	34
附录 E (资料性) 地质灾害评估调查表	36
附录 F (资料性) 主要地质灾害识别	37
附录 G (规范性) 建设用地适宜性计算	40
附录 H (资料性) 地质灾害防治措施建议表	43
附录 I (规范性) 地质灾害易发程度指数计算	45
附录 J (规范性) 地质灾害危险性评估成果	47

前　　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 DB4201/T 504—2017《武汉市地质灾害危险性评估技术规程》，与 DB4201/T 504—2017相比，主要技术变化如下：

- a) 扩大了本文件适用范围（见第1章）；
- b) 修订了术语和定义、符号（见第3章和第4章）；
- c) 增加了基本规定中的工作内容、工作要求、工作程序、不同评估级别的技术要求。修改了评估级别，以及滑坡、岩溶地面塌陷发育程度分级（见第6章）；
- d) 增加了地质环境条件调查一章（见第7章）；
- e) 将地质灾害调查与地质灾害危险性现状评估单独成章（见第8章和第9章）；
- f) 修订了预测评估内容（见第10章）；
- g) 增加了地质灾害危险性区域评估一章（见第12章）；
- h) 增加了成果编制与提交的附件要求（见第13章）；
- i) 根据自然资源部令第8号有关规定，删除了三级评估内容；
- j) 附录部分增加了区域评估不适用建设项目（见附录A）；
- k) 附录部分修订了建设项目重要性分类（见附录C）；
- l) 附录部分增加了致灾地质体稳定性计算（见附录D）；
- m) 附录部分增加了崩塌、泥石流、地面沉降灾害识别（见附录F）；
- n) 附录部分改进了建设用地适宜性计算标准（见附录G）；
- o) 附录部分增加了地质灾害防治措施建议表（见附录H）；
- p) 附录部分改进了地质灾害易发程度指数计算标准，更新了降水量统计表（见附录I）；
- q) 附录部分修订了地质灾害危险性评估成果内容（见附录J）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉市勘察设计有限公司提出。

本文件由武汉市自然资源和城乡建设局归口。

本文件主要起草单位：武汉市勘察设计有限公司、武汉市测绘研究院、湖北省地质环境总站。

本文件主要起草人：官善友、庞设典、万能、陶良、熊启华等。

本文件历次发布版本情况：DB4201/T 504—2017。

本文件实施应用中的疑问，可咨询武汉市自然资源和城乡建设局，电话：027-82700372，邮箱：whzgjzbs@126.com。对本文件的有关修改意见建议可反馈至武汉市勘察设计有限公司，电话027-85776580，邮箱172162017@qq.com，以供今后修订时参考。

地质灾害危险性评估规程

1 范围

本文件规定了武汉市地质灾害危险性评估的基本规定、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、建设项目地质灾害危险性预测评估、建设项目地质灾害危险性综合评估与建设用地适宜性评价、地质灾害危险性区域评估、成果编制与提交等内容。

本文件适用于武汉市域建设项目地质灾害危险性评估和地质灾害危险性区域评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款,其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 综合工程地质图图例及色标
- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- CJJ 57 城乡规划工程地质勘察规范
- DZ/T 0179 地质图用色标准及用色原则
- DZ/T 0261 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50000)
- DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范
- DZ/T 0447 岩溶塌陷调查规范(1:50000)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 评估区 assessment area

地质灾害危险性评估的范围。

注: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。

3.2 地质环境条件 geoenvironmental conditions

与地质灾害形成和发展有关的所有地质要素和相关圈层要素的综合。

注:具体包括气象、水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、岩土类型及其工程性质以及人类活动。

3.3 地质灾害 geological hazard(geohazard), geological disaster(geodisaster)

由于自然产生和人为诱发的对人类生命和财产安全造成危害的地质现象。

注:包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等。

3.4 地质灾害易发区 susceptible area of geohazard

具备地质灾害发生的地质条件和气候条件, 容易或者可能发生地质灾害的区域。

3.5

地质灾害危险性 risk of geohazard

某一区域特定时间内发生地质灾害的可能性和造成损失的可能性。

3.6

地质灾害危险性评估 risk assessment of geohazard

对建设工程诱发或者加剧地质灾害的可能性和建设工程遭受地质灾害的可能性作出评价, 提出防治措施建议, 编制评估报告的技术活动。

3.7

滑坡 landslide

斜坡上的岩土体, 在重力等因素作用下, 沿一定软弱面或者软弱带, 产生以水平方向为主的顺坡运动的过程或现象。

3.8

崩塌 avalanche, fall, rockfall

陡峻斜坡上的岩土体, 在重力等因素作用下突然脱离母体, 发生以坠落、跳跃、翻滚等为主要方式的运动过程与现象。

3.9

泥石流 debris flow

山区沟谷或坡面上的松散土体, 受暴雨、冰雪融化等水源激发, 形成的含有大量泥沙石块的流体, 在重力作用下沿沟谷或坡面流动的过程或现象。

3.10

地面沉降 land subsidence

因自然因素或人为活动引发松散地层压缩所导致的地面高程降低的地质现象。

3.11

岩溶地面塌陷 karst ground 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, 并在地面形成陷坑的一种岩溶地质作用和现象。

3.12

不稳定斜坡 unstable slope

在自然或人为因素影响下, 可能引发滑坡、崩塌等潜在地质灾害隐患的斜坡。

3.13

地质灾害危险性现状评估 present situation assessment of geohazard

对地质灾害现状及其危害范围与程度做出分析评价的工作。

3.14

地质灾害危险性预测评估 prediction assessment of geohazard

工程建设可能引发或加剧地质灾害, 工程建设本身也可能遭受已存在地质灾害的危害, 对这些地质灾害发生的可能性和危害程度进行预测分析与评价的工作。

3.15

地质灾害危险性综合评估 comprehensive assessment of geohazard

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果, 充分考虑评估区的地质环境条件的差异和潜在的地质灾害隐患点的分布、危险程度, 进行地质灾害危险性等级分区, 对建设用地适宜性作出评估, 提出防治地质灾害的措施和建议等工作的总称。

3.16

建设用地适宜性评价 *construction land suitability assessment*

通过地质灾害综合分析,对建设用地是否适宜某种用途以及适宜的程度所进行的评价。

3.17

地质灾害危险性区域评估 *assessment of geohazard risk areas*

针对特定规划用地开展的地质灾害危险性评估。

注:包括地质灾害易发区内各类规划区、开发区、工业园区等区域性的地质灾害危险性评估。

4 符号

下列符号适用于本文件。

4.1 技术参数

D—地质环境条件复杂程度指数;

K—岩溶地面塌陷稳定性指数;

P—建设项目用地综合定量分值;

R—降水量指数;

S—最终沉降量;

Y—地质灾害易发程度指数。

4.2 分区

I—建设用地适宜区;

II—建设用地基本适宜区;

III—建设用地适宜性差区。

5 总体要求

5.1 编制涉及地质灾害易发区的国土空间规划,应对规划区进行地质灾害危险性评估。

5.2 在地质灾害易发区进行工程建设,应进行地质灾害危险性评估。附录A规定的区域评估不适用建设项目应单独开展地质灾害危险性评估,其他建设项目实行地质灾害危险性区域评估,建设单位可不再单独进行地质灾害危险性评估,按照区域评估结论落实地质灾害防治措施。

5.3 地质灾害危险性评估工作应充分收集、分析、利用已有资料,针对规划、建设项目和地质环境条件等特点,做到精心策划、科学评估,提出资料齐全、科学合理的报告。

5.4 地质灾害危险性评估除应符合本文件外,尚应符合国家、行业、湖北省现行有关技术标准要求。

6 基本规定

6.1 工作内容

6.1.1 收集评估区规划、设计等相关文件,以及区域地质、工程地质、水文地质、环境地质、地震地质、地质灾害调查(勘查)、地质灾害监测、地质灾害防治经验等相关资料和成果。

6.1.2 调查评估区地质环境条件和地质灾害基本特征。

6.1.3 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。

6.1.4 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。

6.1.5 对建设用地的适宜性进行评价。

6.1.6 提出地质灾害防治措施建议。

6.2 工作方法

6.2.1 采用地质调绘、工程地质类比、成因历史分析、层次分析、数学统计等方法进行。

6.2.2 对影响地质灾害体稳定的隐伏结构面、特殊性岩土、地下水等宜适当进行物探、坑（槽）探、钻探和采样测试工作。

6.2.3 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。

6.2.4 一级评估应采用定性与半定量评价相结合的方法开展评价，二级评估宜采用定性或定性与半定量评价相结合的方法开展评价。

6.3 工作要求

6.3.1 建设项目评估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。

6.3.2 建设项目评估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。

6.3.3 地质灾害危险性区域评估成果每五年进行更新，特定区域地质环境发生变化或规划有重大调整的，应及时开展补充评估。

6.4 工作程序

6.4.1 接受评估工作任务后，应根据建设工程或规划特点，在收集分析有关资料和现场踏勘基础上，对评估区地质环境条件和地质灾害类型进行初步分析。

6.4.2 应根据地质环境条件、地质灾害类型、建设工程或规划特点，确定评估区面积，划分评估级别，编制评估工作大纲。

6.4.3 应调查评估区地质环境条件，分析其与地质灾害形成的关系。

6.4.4 应调查评估区地质灾害特征，对地质灾害危险性进行评估。

6.4.5 应根据评估区地质灾害的危险性，结合建设工程或规划特点对建设用地适宜性做出评价。

6.4.6 应提交地质灾害危险性评估报告。

6.4.7 地质灾害危险性评估技术工作程序框图参见附录 B。

6.5 评估范围

6.5.1 评估范围应根据建设项目用地及规划区范围、地质环境条件、地质灾害类型及其影响范围综合确定。

6.5.2 地质灾害易发区范围内的地质灾害危险性区域评估，应根据《武汉市地质灾害防治规划》划定的易发区范围，划分为若干个评估单元，针对各评估单元开展地质灾害危险性评估。

6.5.3 线状工程评估范围应由线路中心向两侧扩大，宜不小于 500m，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。

6.5.4 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。

6.5.5 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。

6.5.6 岩溶地面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收集资料或物探、钻探验证分析确定。

6.5.7 地面沉降评估区应以地下水降落漏斗的影响边界或欠固结土分布埋藏条件确定。

6.6 评估级别

6.6.1 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 1。

表 1 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, 建设场地有活动断裂	区域地质构造条件较复杂, 建设场地附近有活动断裂, 地震基本烈度 7 度, 地震动峰值加速度 0.10g	区域地质构造条件简单, 建设场地附近无活动断裂, 地震基本烈度小于或等于 6 度, 地震动峰值加速度小于 0.10g
地形地貌	地形复杂, 相对高差 > 200m, 地面坡度以 >25° 为主, 地貌类型多样	地形较简单, 相对高差 50m~200m, 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 <50m, 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; 一级阶地填土、软土及含软黏性土互层土总厚度大于等于 8m	岩性岩相变化较大, 岩土体结构较复杂, 工程地质性质较差; 一级阶地填土、软土及含软黏性土互层土总厚度小于 8m, 高阶地上述土层总厚度大于 5m	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, 水位年变幅 >20m, 水文地质条件不良	有二至三层含水层, 水位年变幅 5m~20m, 水文地质条件较差	单层含水层, 水位年变幅 <5m, 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

注: 每类条件中, 地质环境条件复杂程度按“就高不就低”的原则, 有一条符合条件者即为该类复杂类型。

6.6.2 建设项目重要性分类可按本文件附录 C 确定, 临建、改扩建工程参照执行。

6.6.3 根据地质环境条件复杂程度与建设项目重要性, 将建设项目地质灾害危险性评估划分为一级评估和二级评估, 见表 2。区域评估均为一级评估。

表 2 地质灾害危险性评估分级表

建设项目重要性	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	一级	二级
一般	一级	二级	二级

6.7 评估指标分级

6.7.1 地质灾害危险性应根据地质灾害发育程度、危害程度和诱发因素三个指标确定。

6.7.2 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3和表4确定。

表 3 滑坡发育程度分级表

发育程度	发 育 特 征
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
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、植被无新的变形迹象； c) 后缘壁上有不明显变形迹象；后缘有断续的小裂缝发育
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

表 4 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	有裂缝及少量沉陷等异常现象，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动带有镜面，擦痕及搓揉现象，滑带土含水量常较高	出现明显的前出口并经常错出。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
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5确定。

表 5 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~基本稳定状态,评估区或周边同类崩塌分布较少,有个别发生;崩塌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6、表7和表8确定。

表 6 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)或水流不通畅,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 7 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)
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
2	泥砂沿程补给长度比/%	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10
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
4	河沟纵坡/%	>12°	12	12° ~6°	9	6° ~3°	6	<3

表 7 泥石流发育程度量化评分及评判等级标准 (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
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	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	1
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 8 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—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) 岩溶地面塌陷发育程度定性分级根据表9确定, 也可按附录D计算岩溶地面塌陷稳定性指数K, 按表10半定量确定岩溶地面塌陷稳定性和发育程度。当两种方法结果不一致时, 应分析原因后综合确定。

表 9 岩溶地面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, 岩溶强发育, 地下存在土洞或有地下暗河通过; b) 上覆松散层厚度<30m, 地下水位变幅大, 水位在基岩面上下波动; c) 地面多处下陷、开裂, 塌陷严重; d) 建(构)筑物变形、开裂明显
中等发育	a) 以次纯灰岩为主, 岩溶中等发育; b) 上覆松散层厚度30m~50m, 地下水位变幅不大, 水位在基岩面以下; c) 地面塌陷、开裂明显; d) 建(构)筑物有变形、开裂现象
弱发育	a) 灰岩质地不纯, 岩溶弱发育; b) 上覆松散层厚度>50m, 地下水位变幅小, 水位在基岩面以上; c) 地面塌陷、开裂不明显; d) 建(构)筑物无变形、开裂现象

注: 上述各发育特征因素满足2项即可, 并按照强至弱顺序确定。

表 10 岩溶地面塌陷稳定性和发育程度分级表

岩溶地面塌陷稳定性指数 K	稳定性等级	发育程度
$K \geq 4$	不稳定	强发育
$2 < K < 4$	基本稳定~欠稳定	中等发育
$K \leq 2$	稳定	弱发育

e) 地面沉降发育程度分级根据表11确定。

表 11 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。

f) 不稳定斜坡地质灾害发育程度分级根据表12、表13确定。

表 12 土质不稳定斜坡地质灾害发育程度分级表

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
强发育	湖沼沉积	有地下水	>4	有流土有掉块	中下部有轻微变形

表 12 土质不稳定斜坡地质灾害发育程度分级表 (续)

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
中等发育	湖沼沉积	有地下水	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	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 13 岩质不稳定斜坡地质灾害发育程度分级表

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	
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	泥页岩、炭质 页岩、顺层剪 切带等软弱 夹层	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

表 13 岩质不稳定斜坡地质灾害发育程度分级表（续）

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
强发育	较完整坚硬的变质岩和岩浆岩类	无地下水	>20°	相同	>40	有流土有掉块
中等发育			15° ~ 20°	相同、斜交	20~40	有流土
弱发育			<15°	相反、斜交	<20	无流土无掉块

6.7.3 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 14。

表 14 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

注 1：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 2：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 3：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。

6.7.4 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 15。

表 15 地质灾害诱发因素分类表

分类	滑坡	崩塌	泥石流	岩溶地面塌陷	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	新构造运动
人为因素	开挖扰动、爆破、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、机械震动、加载	抽排水、油气开采

6.7.5 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 16。

表 16 地质灾害危险性分级表

危害程度	发 育 程 度			诱发因素
	强发育	中等发育	弱发育	
危害大	危险性大	危险性大	危险性中等	根据诱发因素对地质环境破坏程度适当提高危险性等级
危害中等	危险性大	危险性中等	危险性中等	
危害小	危险性中等	危险性小	危险性小	

6.8 不同评估级别的技术要求

6.8.1 地质灾害危险性评估应有充足的基础资料, 进行充分论证。内容包括:

- a) 应取得建设工程或规划用地范围、用地面积、用地性质、地形图等资料。建设工程尚应取得拟建物平面布置及整平高程的大比例尺地形图;
- b) 野外工作应在充分收集地质资料的基础上进行, 以查明评估区地质环境条件和地质灾害特征为原则。应以地质调绘为主, 当地质调绘难以满足要求时, 应辅以适当的物探、坑(槽)探、钻探和采样测试等工作;
- c) 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;
- d) 应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;
- e) 根据现状评估和预测评估的结果, 进行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, 对建设用地或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。

6.8.2 一级评估技术要求包括:

- a) 建设项目评估区调查精度不宜小于1:1000, 线状工程评估区调查精度可适当降低, 但不宜小于1:10000;
- b) 在图幅面积10cm×10cm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;
- c) 区域评估调查精度不宜小于1:25000。在图幅面积10cm×10cm的范围内, 调点不应少于5个, 重点地段加密。

6.8.3 二级评估技术要求包括:

- a) 建设项目评估区调查精度不宜小于1:2000, 线状工程评估区调查精度可适当降低, 但不宜小于1:25000;
- b) 在图幅面积10cm×10cm的范围内, 调查点不应少于5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。

7 地质环境条件调查

7.1 一般规定

7.1.1 应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。

7.1.2 调查用图应便于使用和阅读, 能反映评估区地质环境条件和灾害体的影响范围, 且调查所用图件比例尺不应小于成图比例尺。

7.1.3 应调查地质环境条件对地质灾害形成、分布和发育的影响与作用。

7.1.4 通过综合分析, 确定地质环境条件复杂程度。

7.2 区域地质背景

7.2.1 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。

7.2.2 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。

7.2.3 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。

7.2.4 评估区场地稳定性评价可参照《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ57执行。

7.3 气象水文

7.3.1 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、湿度等, 分析气象要素对

评估区地质灾害体的影响。

7.3.2 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。

7.4 地形地貌

7.4.1 收集评估区地形地貌资料,确定评估区地形地貌类型。

7.4.2 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。

7.4.3 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) 弃渣场的分布位置、形态、规模、对地貌的改变、处治及稳定性。

7.5 地层岩性

7.5.1 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。

7.5.2 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。

7.5.3 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。

7.5.4 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。

7.6 地质构造

7.6.1 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。

7.6.2 调查评估区节理裂隙分布位置、产状、性质、密度、充填物特征和胶结程度、交切组合关系等,分析其对地质体和灾害体的影响。

7.7 岩土工程特性

7.7.1 根据评估区地层调查资料,按《岩土工程勘察规范》GB50021 规定划分岩土类型。阐明各岩土体的工程地质特征。

7.7.2 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特性,结合工程建设的特点进行工程地质评价。

7.8 水文地质条件

7.8.1 收集评估区水文地质资料,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、厚度和分布等。

7.8.2 调查地下水类型及水位、水量、水质、水温,以及补给、径流、排泄等动态特征。

7.8.3 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。

7.9 特殊工程地质问题

7.9.1 对特殊工程地质问题不作为地质灾害评估内容时,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) 基坑开挖过程中的管涌、涌水、涌砂等；
- c) 隧道开挖过程中的其它工程地质问题；
- d) 地下开挖过程中突水、突泥、塌方、软岩变形、瓦斯突出等；
- e) 可根据调查场地实际情况增加膨胀土、软土等的工程地质问题调查，并参照《岩土工程勘察规范》GB50021、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50 000）》DZ/T 0261、《地面沉降调查与监测规范》DZ/T 0283、《岩溶塌陷调查规范（1:50000）》DZ/T 0447 等相关规定执行。

7.9.2 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。

7.9.3 对评估区影响大时，应在评估报告中建议开展专项评价。

7.10 人类工程活动对地质环境的影响

7.10.1 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。

7.10.2 调查评估区人类工程活动引发或加剧地质灾害的可能性。

7.10.3 分析评估区人类工程活动对建设工程的影响。

8 地质灾害调查

8.1 一般规定

- 8.1.1 武汉市地质灾害类型主要有滑坡、崩塌、泥石流、岩溶地面塌陷、地面沉降、不稳定斜坡等。
- 8.1.2 收集评估区气象、地质、岩土工程勘察、历史地质灾害及其防治工程的类型、效果和经验等。
- 8.1.3 调查地质灾害类型、形成条件、破坏特征、活动规模、发育程度、危害程度和诱发因素等。
- 8.1.4 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。
- 8.1.5 调查时应现场填写地质灾害调查表，见附录E。对同一类型地质灾害，不论其规模大小、单体或群体都应一点一表；同一地点存在几种地质灾害或其它环境地质问题时，应分别记录。主要灾害识别可按附录F执行。

8.2 滑坡

8.2.1 调查滑坡地理位置、地形地貌、地层岩性、地质构造、斜坡形态、斜坡坡度、相对高度、坡体结构、植被等情况。

8.2.2 调查滑坡微地貌形态，包括滑坡周界、滑坡壁、滑坡平台、滑坡舌、滑坡裂缝、滑坡鼓丘等。

8.2.3 调查裂缝的位置、方向、深度、宽度、产生时间、切割关系和力学属性，分析滑坡的抗滑段、主滑段、张拉段和主滑方向。

8.2.4 对于岩质滑坡，应重点调查缓倾角的层理面、层间错动面（带）、不整合面、断层面（带）、节理面等。对于土质滑坡，应重点调查土层与岩层的接触面，以及土体内部岩性差异界面。

8.2.5 调查滑坡体地下水、泉水出露地点及流量、地表水体、湿地分布及变迁情况。

8.2.6 调查滑坡体内外建筑物、树木等的变形、位移及其破坏特征。

8.2.7 分析滑坡体空间分布特征、影响范围，估算滑坡体体积，判断其发育程度。

8.2.8 调查滑坡灾情和险情，确定现状条件下的危害程度。

8.2.9 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，分析滑坡成因，确定滑坡的诱发因素。

8.2.10 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。

8.3 崩塌

8.3.1 调查崩塌体及周边的地形地貌、地层岩性、地质构造、斜坡结构类型和水文地质条件以及构造结构面、原生结构面和风化、卸荷结构面的产状、形态、规模、性质、密度及其交切组合关系。

8.3.2 调查崩塌体变形破坏发育史，包括崩塌体形成的时间、崩塌发生次数、发生时间、崩塌前兆特征、崩塌方向、崩塌运动距离、堆积场所、崩塌规模、变形破坏特征、已经造成的损失。

8.3.3 分析崩塌体主控结构面与坡面的位置关系，估算崩塌体体积，判断其发育程度。

8.3.4 调查崩塌灾情和险情，确定现状条件下的危害程度。

8.3.5 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。

8.3.6 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。

8.4 泥石流

8.4.1 根据气象资料，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。

8.4.2 调查泥石流沟谷的发育程度、汇水面积和条件、纵坡比、岩土体组合及植被发育特征，划分泥石流沟谷的形成区、流通区和堆积区。调查范围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。

8.4.3 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、沟的堵塞情况。

8.4.4 调查弃土弃渣、修路切坡、砍伐树林、陡坡开荒及过度放牧等人类活动情况。

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

8.4.6 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。

8.5 岩溶地面塌陷

8.5.1 调查评估区所属地貌单元、地质时代、地层岩性及组合特征。

8.5.2 调查评估区内可溶岩的分布、时代、岩性及构造特点。调查岩溶类型、规模、充填情况、发育程度、岩溶水特征等。

8.5.3 调查二元结构地层组合下部砂类土的饱和含水状况及其与岩溶水的水力联系，全新统地层之下有无更新统老黏性土、白垩至古近系砂、砾、泥岩覆盖在可溶岩之上。

8.5.4 调查高级阶地、山前坡地、山间盆地的老黏性土特征。重点调查有无土洞，土洞的深度、高度及洞顶以上土层的厚度和强度，是否存在深大溶沟、溶槽和软塑~流塑状红黏土等。

8.5.5 调查以岩溶水为水源的抽水井（群）特征，调查岩溶分布区基坑影响范围内的第四系松散层的分布、厚度及地质时代，以及抽水井、观测井的水位、降深、降速及影响半径。

8.5.6 调查地下水与地表水的水力联系及其动态变化特征。

8.5.7 根据岩溶地面塌陷的形态特征、规模、已造成和潜在的危害，确定岩溶地面塌陷发育程度和危害程度。

8.5.8 根据岩溶地面塌陷发生的时间规律，结合地质环境条件分析岩溶地面塌陷成因，确定岩溶地面塌陷诱发因素。

8.6 地面沉降

- 8.6.1 调查地形地貌及第四纪地质特征。重点调查冲积、洪积和湖积平原或盆地、古河道、洼地、河间地块等微地貌的分布及特征，第四系地层岩性、时代、厚度及组合特征。
- 8.6.2 调查第四系含水层水文地质特征、埋藏条件、水力联系，以及地下水补给、径流、排泄特征。收集地下水开采、地下水动态监测、地下水位等值线图等资料。
- 8.6.3 调查大面积填土、软土等欠固结土的分布埋藏特点及其物理力学性质特征。
- 8.6.4 调查建筑物变形破坏情况和地下工程施工抽排水情况。
- 8.6.5 根据地面沉降观测资料、建筑物变形破坏资料、已造成和潜在的危害，结合地质环境条件，圈定地面沉降范围，估算累计沉降量和沉降速率，确定地面沉降发育程度和危害程度。
- 8.6.6 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。

8.7 不稳定斜坡

- 8.7.1 调查评估区内自然斜坡或人工边坡分布范围和规模。
- 8.7.2 调查斜坡坡度、坡向、地层产状、结构面与斜坡坡向的组合关系。
- 8.7.3 调查坡体地层分布、厚度、岩性特征、风化分带和岩性特征。
- 8.7.4 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。
- 8.7.5 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，确定不稳定斜坡的发育程度和危害程度。
- 8.7.6 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。

9 地质灾害危险性现状评估

9.1 一般规定

- 9.1.1 在地质灾害调查的基础上，应对滑坡、崩塌、泥石流、岩溶地面塌陷、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。
- 9.1.2 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。
- 9.1.3 地质灾害危险性现状评估可采用工程地质类比法、成因历史分析法、赤平极射投影法等定性、半定量的评估方法进行。

9.2 滑坡

- 9.2.1 根据滑坡的调查资料，按表3和表4确定滑坡的发育程度；按表14确定滑坡的危害程度；按表15确定滑坡的诱发因素。
- 9.2.2 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16进行滑坡地质灾害危险性现状评估。

9.3 崩塌

- 9.3.1 根据崩塌的调查资料，按表5确定崩塌的发育程度；按表14确定崩塌的危害程度；按表15确定崩塌的诱发因素。
- 9.3.2 根据崩塌的发育程度、危害程度和诱发因素，结合地质环境条件，按表16进行崩塌地质灾害危险性现状评估。

9.4 泥石流

9.4.1 根据泥石流的调查资料,按表6、表7和表8确定泥石流的发育程度;按表14确定泥石流的危害程度;按表15确定泥石流的诱发因素。

9.4.2 根据泥石流的发育程度、危害程度和诱发因素,结合地质环境条件,按表16进行泥石流地质灾害危险性现状评估。

9.5 岩溶地面塌陷

9.5.1 根据岩溶地面塌陷的调查资料,按表9和表10综合确定岩溶地面塌陷的发育程度;按表14确定岩溶地面塌陷的危害程度;按表15确定岩溶地面塌陷的诱发因素。

9.5.2 根据岩溶地面塌陷的发育程度、危害程度和诱发因素,结合地质环境条件,按表16进行岩溶地面塌陷地质灾害危险性现状评估。

9.6 地面沉降

9.6.1 根据地面沉降的调查资料,按表11确定地面沉降的发育程度;按表14确定地面沉降的危害程度;按表15确定地面沉降的诱发因素。

9.6.2 根据地面沉降的发育程度、危害程度和诱发因素,结合地质环境条件,按表16进行地面沉降地质灾害危险性现状评估。

9.7 不稳定斜坡

9.7.1 根据不稳定斜坡的调查资料,按表12和表13确定不稳定斜坡的发育程度;按表14确定不稳定斜坡的危害程度;按表15确定不稳定斜坡的诱发因素。

9.7.2 根据不稳定斜坡的发育程度、危害程度和诱发因素,结合地质环境条件,按表16进行不稳定斜坡地质灾害危险性现状评估。

10 建设项目地质灾害危险性预测评估

10.1 一般规定

10.1.1 在地质灾害调查及现状评估的基础上,根据评估区地质环境条件、地质灾害特征、建设工程的类型和工程建设特点进行预测评估。

10.1.2 对工程建设中、建成后可能引发或加剧滑坡、崩塌、泥石流、岩溶地面塌陷、地面沉降等发生的可能性和危险性做出预测评估。

10.1.3 对建设工程自身可能遭受已存在的滑坡、崩塌、泥石流、岩溶地面塌陷、地面沉降等的可能性和危险性做出预测评估。

10.1.4 地质灾害危险性预测评估可采用工程地质类比法、成因历史分析法、赤平极射投影法、层次分析法、数学统计法等定性、半定量的评估方法。

10.2 工程建设中、建成后引发地质灾害危险性预测评估

10.2.1 滑坡

10.2.1.1 确定工程建设与滑坡的位置关系,分析工程建设引发或加剧滑坡发生的可能性。

10.2.1.2 按表3、表4确定滑坡发育程度,按表14确定滑坡的危害程度,按表15确定滑坡的诱发因素。

10.2.1.3 结合现状评估,按表17进行工程建设中、建成后引发滑坡地质灾害危险性预测评估。

表 17 工程建设中、建成后引发滑坡地质灾害危险性预测评估分级表

工程建设与滑坡的位置关系	工程建设中、建成后引发滑坡的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于滑坡的影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近滑坡影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于滑坡影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

10.2.2 崩塌

10.2.2.1 确定工程建设与崩塌的位置关系，分析工程建设引发或加剧崩塌发生的可能性。

10.2.2.2 按表 5 确定崩塌的发育程度，按表 14 确定崩塌的危害程度，按表 15 确定崩塌的诱发因素。

10.2.2.3 结合现状评估，按表 18 进行工程建设中、建成后引发崩塌地质灾害危险性预测评估。

表 18 工程建设中、建成后引发崩塌地质灾害危险性预测评估分级表

工程建设与崩塌的位置关系	工程建设中、建成后引发崩塌的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于崩塌影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近崩塌影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于崩塌影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

10.2.3 泥石流

10.2.3.1 确定工程建设与泥石流的位置关系，分析工程建设引发或加剧泥石流发生的可能性。

10.2.3.2 按表 6、表 7、表 8 确定泥石流发育程度，按表 14 确定泥石流的危害程度，按表 15 确定泥石流的诱发因素。

10.2.3.3 结合现状评估，按表 19 进行工程建设中、建成后引发泥石流地质灾害危险性预测评估。

表 19 工程建设中、建成后引发泥石流地质灾害危险性预测评估分级表

工程建设与泥石流的位置关系	工程建设中建成后引发泥石流的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于泥石流影响范围内, 弃渣量大, 堵塞沟道, 水源丰富	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近泥石流影响范围内, 弃渣量小, 沟道基本通畅, 水源较丰富	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小
位于泥石流影响范围外, 无弃渣, 沟道通畅, 水源较少	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

10.2.4 岩溶地面塌陷

10.2.4.1 确定工程建设与岩溶地面塌陷的位置关系, 分析工程建设中、建成后引发岩溶地面塌陷的可能性。

10.2.4.2 按表 9 和表 10 综合确定岩溶地面塌陷的发育程度, 按表 14 确定岩溶地面塌陷的危害程度, 按表 15 确定岩溶地面塌陷的诱发因素。结合现状评估, 按表 20 进行工程建设中、建成后引发岩溶地面塌陷地质灾害危险性预测评估。对面积较大的建设用地进行岩溶地面塌陷危险性预测评估时, 可采用网格法评价, 计算每个单元的岩溶地面塌陷稳定性指数, 按分级标准圈定各级危险区的范围。网格单元面积不宜超过 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$, 线状工程可分段评估。

表 20 工程建设中、建成后引发岩溶地面塌陷地质灾害危险性预测评估分级表

工程建设与岩溶地面塌陷的关系	工程建设中、建成后引发岩溶地面塌陷的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于岩溶地面塌陷影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近岩溶地面塌陷影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小
位于岩溶地面塌陷影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

10.2.5 地面沉降

10.2.5.1 分析工程建设中和建成后引发或加剧地面沉降的可能性。

10.2.5.2 结合拟建工程特点, 预测由于拟建工程的建设和运营影响区域地下水水位变化, 进而引发或加剧区域地面沉降的可能性。

10.2.5.3 由于多种原因引发的地面沉降应进行叠加考虑, 综合分析其引发或加剧地面沉降的危害程度

和危险性。

10.2.5.4 条件具备时, 可根据确定的评估区地层概化模型, 采用分层总合法按附录 D 估算地面沉降量。

10.2.5.5 按表 11 确定地面沉降发育程度, 按表 14 确定地面沉降危害程度, 按表 15 确定地面沉降的诱发因素。

10.2.5.6 结合现状评估, 按表 21 进行工程建设中、建成后引发地面沉降地质灾害危险性预测评估。

表 21 工程建设中、建成后引发地面沉降地质灾害危险性预测评估分级表

工程建设与地面沉降的关系	工程建设中、建成后引发地面沉降的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地面沉降影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近地面沉降影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于地面沉降影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

10.2.6 不稳定斜坡

10.2.6.1 确定工程建设与不稳定斜坡的位置关系, 分析工程建设中、建成后引发不稳定斜坡发生变形的可能性。

10.2.6.2 按表 12、表 13 确定不稳定斜坡发育程度, 按表 14 确定不稳定斜坡危害程度, 按表 15 确定不稳定斜坡的诱发因素。

10.2.6.3 结合现状评估, 按表 22 进行工程建设中、建成后引发不稳定斜坡地质灾害危险性预测评估。

表 22 工程建设中、建成后引发不稳定斜坡地质灾害危险性预测评估分级表

岩土体类型		坡高 (m)		发育程度	危害程度	危险性等级
土体	湖相沉积	有地 下水	>4	强发育	危害大	危险性大
			2~4	中等发育	危害中等	危险性中等
			<2	弱发育	危害小	危险性小
		无地 下水	>5	强发育	危害大	危险性大
			3~5	中等发育	危害中等	危险性中等
			<3	弱发育	危害小	危险性小
	河流冲积、风积、坡积、残积、 人工堆积	有地 下水	>10	强发育	危害大	危险性大
			5~10	中等发育	危害中等	危险性中等
		无地 下水	<5	弱发育	危害小	危险性小
			>20	强发育	危害大	危险性大
			10~20	中等发育	危害中等	危险性中等
			<10	弱发育	危害小	危险性小

表 22 工程建设中、建成后引发不稳定斜坡地质灾害危险性预测评估分级表（续）

岩土体类型		坡高 (m)		发育程度	危害程度	危险性等级
岩体	风化带、构造破碎带、成岩程度较差的泥岩	有地下水	>10	强发育	危害大	危险性大
			5~10	中等发育	危害中等	危险性中等
			<5	弱发育	危害小	危险性小
		无地下水	>15	强发育	危害大	危险性大
			10~15	中等发育	危害中等	危险性中等
			<10	弱发育	危害小	危险性小
	泥页岩、炭质页岩、顺层剪切带等软弱夹层	有地下水	>15	强发育	危害大	危险性大
			8~15	中等发育	危害中等	危险性中等
			<8	弱发育	危害小	危险性小
		无地下水	>20	强发育	危害大	危险性大
			15~20	中等发育	危害中等	危险性中等
			<15	弱发育	危害小	危险性小
	均质较坚硬的碎屑岩和碳酸盐岩	有地下水	>20	强发育	危害大	危险性大
			10~20	中等发育	危害中等	危险性中等
			<10	弱发育	危害小	危险性小
		无地下水	>30	强发育	危害大	危险性大
			15~30	中等发育	危害中等	危险性中等
			<15	弱发育	危害小	危险性小
	较完整坚硬的变质岩和火成岩	有地下水	>25	强发育	危害大	危险性大
			15~25	中等发育	危害中等	危险性中等
			<15	弱发育	危害小	危险性小
		无地下水	>40	强发育	危害大	危险性大
			20~40	中等发育	危害中等	危险性中等
			<20	弱发育	危害小	危险性小

10.3 建设工程遭受地质灾害危险性预测评估

10.3.1 一般规定

10.3.1.1 分析建设工程竣工后在运营期间对地质环境条件改变可能引发的地质灾害，结合建设工程类型和建设工程运营特点进行地质灾害危险性预测评估。

10.3.1.2 建设工程运营期间为设计使用寿命期，受灾对象为可能遭受灾害影响的人员与财产。

10.3.1.3 应对建设工程遭受地质灾害的危险性进行预测评估。

10.3.1.4 应对提出的工程建设中地质灾害防治措施建议的可行性进行分析评估。

10.3.2 工业与民用建筑工程

10.3.2.1 工业与民用建筑工程主要包括房屋建筑和构筑物。

10.3.2.2 工业与民用建筑按表 23 进行地质灾害危险性预测评估。

表 23 工业与民用建筑工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

10.3.3 道路交通工程

10.3.3.1 道路交通工程包括公路和铁路，以及其隧道进出口、桥梁基础、路基、服务管理站场、高边坡、高填方和深挖路堑等。

10.3.3.2 公路和铁路工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 24 进行。

10.3.3.3 隧道进出口工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 25 进行。

10.3.3.4 桥梁基础工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 26 进行。

10.3.3.5 路基工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 27 进行。

10.3.3.6 服务管理站场工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 23 进行。

10.3.3.7 高边坡、高填方和深挖路堑工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 22 进行。

表 24 公路和铁路工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性大
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

表 25 隧道进出口工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等

表 25 隧道进出口工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表（续）

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

表 26 桥梁基础工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性大
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

表 27 路基工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

10.3.4 油气管道工程

10.3.4.1 油气管道工程主要包括输油气管道、阀室场站和储油（气）库等。

10.3.4.2 输油（气）管道工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 28 进行。

10.3.4.3 阀室场站和储油（气）库等工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 29 进行。

表 28 输油气管道工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性大
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

表 29 阀室场站和储油气库等工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性大
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

10.3.5 水利水电工程

- 10.3.5.1 水利水电工程主要包括：坝址枢纽、新建公路、水库区、引（输）水线路、移民搬迁新址区。
- 10.3.5.2 坝址枢纽工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 30 进行。
- 10.3.5.3 水库区遭受地质灾害的危险性预测评估按表 31 进行。
- 10.3.5.4 引（输）水线路工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 32 进行。
- 10.3.5.5 移民搬迁新址区工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 23 进行。
- 10.3.5.6 新建公路工程遭受地质灾害危险性预测评估按表 24 进行。

表 30 坝址枢纽工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等

表 30 坝址枢纽工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表（续）

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

表 31 水库区遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

表 32 引（输）水线路工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性小
		弱发育		危险性小

10.3.6 港口码头工程

- 10.3.6.1 港口码头工程主要包括：码头和船坞、护岸和内河航道、船闸和陆地构筑物。
- 10.3.6.2 码头和船坞工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 33 进行。
- 10.3.6.3 护岸和内河航道、陆地建筑物工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 23 进行。
- 10.3.6.4 船闸工程遭受地质灾害的危险性预测评估按表 30 进行。

表 33 码头和船坞工程遭受地质灾害危险性预测评估分级表

建设工程与地质灾害体的位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于地质灾害体影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性大
邻近地质灾害体影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于地质灾害体影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

11 建设项目地质灾害危险性综合评估与建设用地适宜性评价

11.1 一般规定

11.1.1 根据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果,充分考虑评估区地质环境条件的差异和潜在地质灾害隐患点的分布、发育程度、危害程度和诱发因素,确定判别区段危险性的量化指标。

11.1.2 根据“区内相似,区际相异”的原则,采用定性、半定量分析法,进行评估区地质灾害危险性等级分区(段)。

11.1.3 根据地质灾害危险性、防治难度和防治效益,对评估区建设场地的适宜性做出评估,提出防治地质灾害的措施建议。

11.2 地质灾害危险性综合评估

11.2.1 地质灾害危险性综合评估,危险性等级划分为大、中等、小三级。

11.2.2 地质灾害危险性综合评估,应根据各区(段)存在的和可能引发的灾种多少、规模、发育程度、危害程度等,按“就高不就低”的原则综合判定评估区地质灾害危险性的等级区(段)。

11.2.3 分区(段)评估结果,应列表说明各区(段)的地质环境条件,存在和可能诱发的地质灾害类型、规模、发育程度、危害程度、诱发因素、危险性级别和分区(段)面积(长度)、防治措施建议。

11.3 建设用地适宜性评价

11.3.1 建设用地适宜性评价应根据地质灾害危险性评估等级,采用定性评价或定性评价与半定量评价相结合的方法。

11.3.2 建设用地适宜性定性评价由地质环境条件复杂程度、工程建设引发和建设工程遭受地质灾害的危险性、地质灾害防治难度三方面确定,按表 34 划分为三级。

表 34 建设用地适宜性分级表

级别	分级说明	分区代号
适宜	地质环境条件复杂程度简单,工程建设引发地质灾害的可能性小,建设工程遭受地质灾害的可能性小,危险性小,易于处理,治理费用低(占比低于建设工程总投资的 10%)	I

表 34 建设用地适宜性分级表（续）

级别	分级说明	分区代号
基本 适宜	地质环境条件复杂程度中等，地质灾害中等发育，地质构造、地层岩性变化较大，工程建设引发地质灾害的可能性中等，建设工程遭受地质灾害的可能性中等，危险性中等，可采取措施予以治理，治理费用较高（占比相当于建设工程总投资的 10%~30%）	II
适宜 性差	地质环境条件复杂程度复杂，地质灾害发育强烈，地质构造复杂，软弱结构面发育区，工程建设引发地质灾害危害的可能性大，建设工程遭受地质灾害的可能性大，危险性大，防治难度大，治理费用高（占比高于建设工程总投资的 30%）	III

11.3.3 建设用地适宜性半定量评价应在定性评价基础上进行。半定量评价方法可采用多因子分级加权指数法和法，按附录 G 执行。当有成熟经验时，可采用模糊综合评价等其他方法。当采用定性和半定量评价方法分别确定的建设用地适宜性级别不一致时，应分析原因后综合评判。

11.4 地质灾害防治措施建议

11.4.1 按“安全可靠、技术可行，经济合理，保护环境”的原则针对性选用防治措施。

11.4.2 地质灾害防治措施建议可按工业与民用建筑、道路交通、油气管道、水利水电、港口码头等建设工程类型、规划特点等提出。

11.4.3 地质灾害防治措施建议可按附录 H 执行。

12 地质灾害危险性区域评估

12.1 一般规定

12.1.1 地质灾害危险性区域评估范围包括地质灾害易发区，涉及地质灾害易发区的各类规划区、开发区、工业园区等。

12.1.2 按照第 7 章、第 8 章和第 9 章要求开展规划用地地质环境条件调查、地质灾害调查和地质灾害危险性现状评估。

12.1.3 地质灾害危险性区域评估应按照规划用地地质灾害危险性评估和建设项目地质灾害危险性评估开展。

12.1.4 规划用地地质灾害危险性评估应按照地质灾害发育程度分区、地质灾害危害程度分区、地质灾害危险性综合分区三个环节开展评估，提出针对规划的地质灾害防治措施建议。

12.1.5 因具体的建设项目类型不明确，建设项目地质灾害危险性评估，可按照采用浅基础的建设工程、采用桩基础的建设工程、基坑工程等三类开展评估，分别提出地质灾害防治措施建议。

12.2 规划用地地质灾害危险性评估

12.2.1 规划用地地质灾害发育程度分区应符合下列要求：

- 在地质环境调查和地质灾害现状调查基础上，开展规划用地地质灾害发育程度分区，编制地质灾害易发程度分区图。
- 地质灾害易发程度分区应根据地质环境复杂程度、地质灾害发育程度和降水量进行。可分为地质灾害高易发区、地质灾害中易发区、地质灾害低易发区和地质灾害不易发区。
- 在宏观划分地质环境复杂程度小区的基础上，按照附录 I 分别计算各小区的易发程度指数判定地质灾害易发程度。条件具备时，也可采用信息量法、逻辑回归法、证据权法、层次分析法、综合指数法等评价方法，开展基于 GIS 的地质灾害易发性评价。

12.2.2 规划用地地质灾害危害程度分区应符合下列要求：

- a) 规划用地类型决定了人类工程活动的强弱和对地质环境破坏程度的大小，同时也决定了受威胁人数的多少和资产的大小。地质灾害危害程度可按规划用地类型划分为三个等级。
- b) 1级，主要包括公园与绿地、灌木林地、乔木林地、广场用地、湖泊水面、河流水面、水田、旱地等，工程活动强度弱，对地质环境破坏小，危害程度小。
- c) 2级，主要包括农村住宅用地、工业用地、物流仓储用地、交通服务场站用地、沟渠等，工程活动强度中等，对地质环境破坏中等，危害程度中等。
- d) 3级，主要包括城镇住宅用地、商业服务业设施用地、城镇道路用地、农村道路用地、科教文卫用地、铁路用地、机关团体及新闻出版用地等，工程活动强度大，对地质环境破坏大，危害程度大。

12.2.3 规划用地地质灾害危险性预测评估应符合下列要求：

根据地质灾害发育程度分区、地质灾害危害程度分区结果，按照表35确定规划用地地质灾害危险性预测评估等级，编制地质灾害危险性预测评估图。

表 35 规划用地地质灾害危险性预测评估分级表

地质灾害易发程度			地质灾害危害程度
高易发区	中易发区	低易发区	
危险性大	危险性大	危险性中等	危害大
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

12.2.4 规划用地地质灾害危险性综合评估应符合下列要求：

- a) 利用历史地质灾害及隐患点对预测评估结果进行局部修正，开展规划用地地质灾害危险性综合评估，编制规划用地地质灾害危险性综合分区评估图。
- b) 采用定性和半定量评价相结合的方法综合确定规划用地适宜性。定性评价按照表 34 进行，半定量评价按附录 G 进行。
- c) 提出针对规划的地质灾害防治措施建议。

12.3 建设项目地质灾害危险性评估

12.3.1 采用浅基础的建设工程地质灾害危险性评估应符合下列要求：

- a) 参照第10 章要求开展采用浅基础的建设工程地质灾害危险性预测评估。
- b) 参照第11 章要求开展采用浅基础的建设工程地质灾害危险性综合评估和建设用地适宜性评价。提出地质灾害防治措施建议。

12.3.2 采用桩基础的建设工程地质灾害危险性评估应符合下列要求：

- a) 参照第10 章要求开展采用桩基础的建设工程地质灾害危险性预测评估。
- b) 参照第11 章要求开展采用桩基础的建设工程地质灾害危险性综合评估和建设用地适宜性评价。提出地质灾害防治措施建议。

12.3.3 基坑工程地质灾害危险性评估应符合下列要求：

- a) 基坑工程地质灾害危险性评估可按照基坑类型、基坑开挖深度开展。

- b) 参照第10章要求开展基坑工程地质灾害危险性预测评估。
- c) 参照第11章要求开展基坑工程地质灾害危险性综合评估和建设用地适宜性评价。提出地质灾害防治措施建议。

13 成果编制与提交

13.1 一般规定

- 13.1.1 地质灾害危险性评估成果包括：评估报告、附图和附件。
- 13.1.2 评估报告应文字简明扼要、重点突出、依据充分、措施有效、结论明确。
- 13.1.3 附图应图面布置合理、图层规范清晰、便于阅读。
- 13.1.4 附件应真实可靠、选点典型、数值有据、内容丰富、清晰美观。

13.2 评估报告

- 13.2.1 评估报告应在现场调查和综合分析研究的基础上编写。
- 13.2.2 评估报告章节应符合附录J要求。

13.3 成果图件

- 13.3.1 成果图件主要包括地质灾害分布图、地质灾害危险性综合分区评估图，以及地质剖面图、钻孔柱状图等其他需要的专项图件。当评估区地质环境条件复杂程度简单～中等时，可将地质灾害分布图、地质灾害危险性综合评估图合并。
- 13.3.2 图件比例尺以便于阅读，使用方便为宜。
- 13.3.3 图件编制按附录J进行。

13.4 附件

- 附件主要包括以下内容：
- a) 地质灾害危险性评估防灾避灾措施告知书；
 - b) 地质灾害危险性评估报告专家评审意见；
 - c) 地质灾害防治单位资质证书；
 - d) 地质灾害调查表；
 - e) 收集的地质环境资料统计表；
 - f) 勘查成果统计表，主要包括：
 - 1) 钻探成果；
 - 2) 坑槽探等成果；
 - 3) 物探成果；
 - 4) 各类素描图；
 - 5) 外业典型照片和录像等。

附录 A
(规范性)
区域评估不适用建设项目

区域评估成果不适用于下列建设项目，应单独开展地质灾害危险性评估。

- a) 高度 ≥ 150 m的各类建(构)筑物工程；
- b) 开挖深度 ≥ 15 m的基坑工程；
- c) 机场、学校、医院、剧院、体育场馆等工程；
- d) 轨道交通、铁路、磁浮交通、隧道、高速公路(不包括已建高速公路单独新设匝道)、高架车行道路(不包括已建高架道路单独新设匝道)、跨江、湖桥梁等市政工程；
- e) 采用盾构式掘进施工的给排水、电力、燃气管道、综合管廊等工程；
- f) 对环境有较大影响的重化工项目、垃圾填埋场工程、污水处理工程、液(气)罐站场工程等；
- g) 易遭受、引发或加剧地质灾害，经市自然资源主管部门组织专家论证，认为需要单独进行评估的其他建设项目。

附录 B
(资料性)
地质灾害危险性评估工作程序

地质灾害危险性评估工作程序参见图B.1。

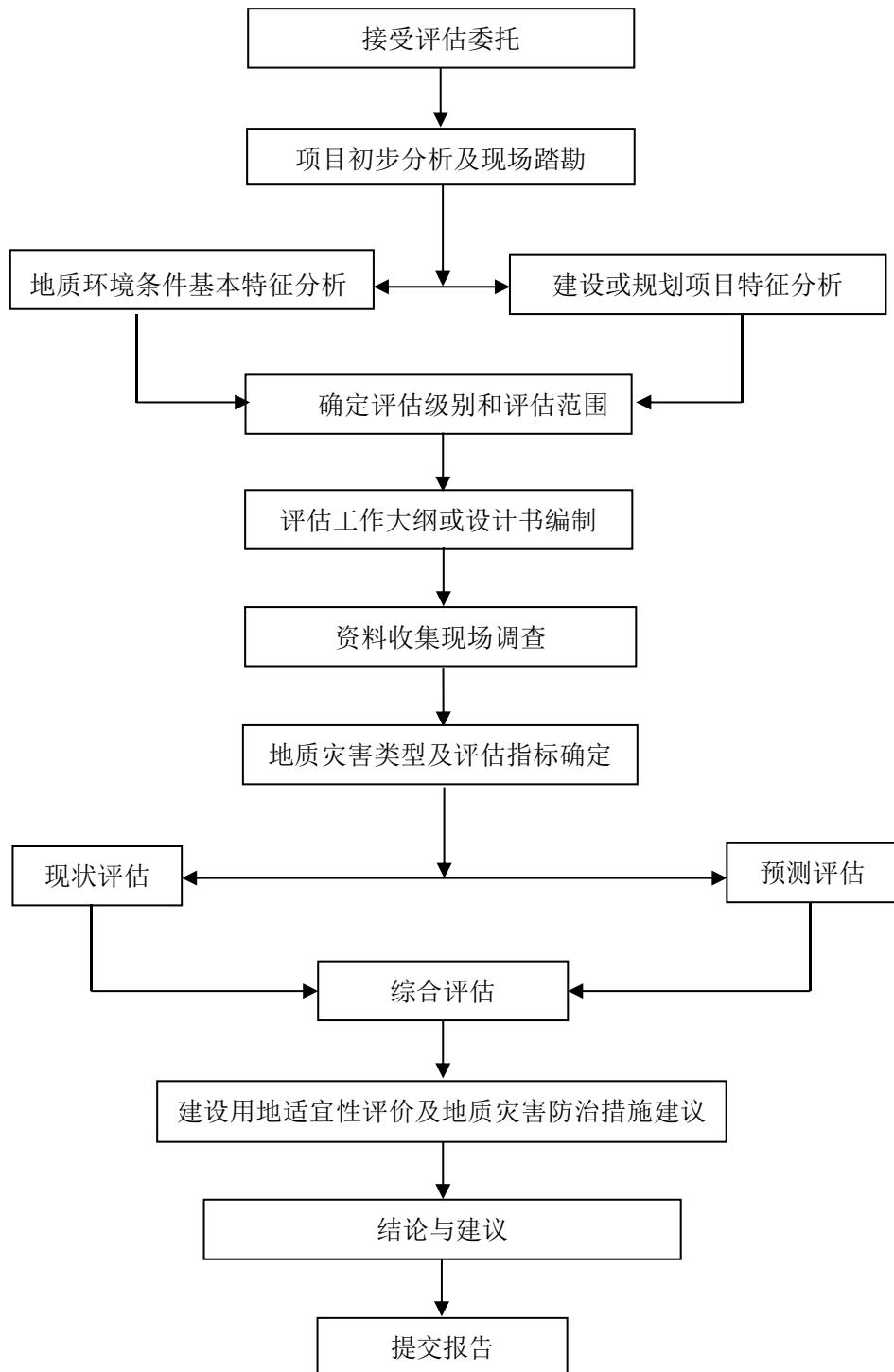


图 B.1 地质灾害危险性评估工作程序

附录 C

(规范性)

建设项目重要性分类

建设项目重要性分类见表C.1。

表 C.1 建设项目重要性分类

建设项目 重要性类别	代 表 性 项 目
重要 建设 项目	<p>国土空间总体规划和专项规划区、军事和防空设施，人防指挥中心，应急指挥中心、应急避难场所，国家电力调度中心，国家级自然、文化遗产。</p> <p>高速公路，二级及以上公路，城市快速路和主干道，铁路，城市轨道交通，高度大于 15m 的土质边坡工程，高度大于 30m 的岩质边坡工程，长度大于或等于 50km 的输油气管道。</p> <p>互通式立交桥，总长大于等于 100m 或单孔跨径大于等于 40m 的桥梁；暗挖市政隧道，长度大于等于 1km 的其他隧道。</p> <p>放射性设施，核电站，机场，库容大于或等于 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的水库，坝高大于或等于 60m 的大坝，单机容量大于或等于 120MW 的火力发电厂，装机容量大于或等于 300MW 的水电厂，电压大于或等于 330kV 的变电站或送电工程，日供水量大于或等于 20 万 m^3 的供水厂，面积大于或等于 1000 万 m^2 的垃圾填埋场，日处理能力大于或等于 10 万 m^3 的污水处理厂，供气规模大于或等于 15 万 m^3/d 的供气工程，中压及以上燃气管道、调压站。</p> <p>高度大于 50m 的民用建筑，高度大于 120m 的高耸构筑物，座位大于等于 1500 个的大型影剧院（礼堂），座位大于等于 5000 个的体育场馆，建筑面积大于等于 5000 m^2 的商场或市场，床位大于等于 300 个的医院（疗养院），吊车吨位大于 30t 或跨度大于 24m 的单层工业厂房，跨度大于 12m 的多层工业厂房，在校人数大于等于 2000 人的学校，中小学、幼儿园的教学楼、食堂、宿舍。</p>
较重 要建 设项 目	<p>省级自然、文化遗产、电力调度中心。</p> <p>城市次干道、三级及以下公路，高度 8m~15m 的土质边坡工程，高度 15m~30m 的岩质边坡工程，长度小于 50km 的输油气管道。</p> <p>总长小于 100m 或单孔跨径小于 40m 的桥梁；明挖市政隧道，长度小于 1km 的其他隧道。</p> <p>库容（0.1~1）$\times 10^8 \text{ m}^3$ 的水库，坝高 30m~60m 的大坝，单机容量 30~120MW 的火力发电厂，装机容量 50MW~300MW 的水电厂，220 kV~330kV 的变电站或送电工程，日供水量 5~20 万 m^3 的供水厂，面积 500~1000 万 m^2 的垃圾填埋场，日处理能力 5~10 万 m^3 的污水处理厂，供气规模 5~15 万 m^3/d 的供气工程，中压以下燃气管道、调压站。</p> <p>高度 24~50m 的民用建筑，高度 70m~120m 的高耸构筑物，座位 500 个~1500 个的影剧院（礼堂），座位 2000 个~5000 个的体育场馆，建筑面积 1000 m^2~5000 m^2 的商场或市场，床位 100 个~300 个的医院（疗养院），吊车吨位 15t~30t 或跨度 18m~24m 的单层工业厂房，跨度小于等于 12m 的多层工业厂房，在校人数小于 2000 人的学校（不含中小学、幼儿园）。</p>

表 C.1 建设项目重要性分类 (续)

建设项目 重要性类别	代 表 性 项 目
一般 建设 项目	<p>高度小于 8m 的土质边坡工程, 高度小于 15m 的岩质边坡工程。</p> <p>库容小于 $0.1 \times 10^8 \text{m}^3$ 的水库, 坝高小于 30m 的大坝, 单机容量小于 30MW 的火力发电厂, 装机容量小于 50MW 的水电厂, 小于 220kV 的变电站或送电工程, 日供水量小于 5 万 m^3 的供水厂, 面积小于 500 万 m^2 的垃圾填埋场, 日处理能力小于 5 万 m^3 的污水处理厂, 供气规模小于 5 万 m^3/d 的供气工程。</p> <p>高度小于等于 24m 的民用建筑, 高度小于 70m 的高耸构筑物, 座位小于 500 个的影剧院 (礼堂), 座位小于 2000 个的体育场馆, 建筑面积小于 1000 m^2 的商场或市场, 床位小于 100 个的医院 (疗养院), 吊车吨位小于 15t 或跨度小于 18m 的单层工业厂房。</p>
注: 表中未涉及的建设项目按照相关行业标准确定重要性等级。	

附录 D (规范性) 致灾地质体稳定性计算

D. 1 岩溶地面塌陷稳定程度, 可采用计算岩溶地面塌陷稳定性指数, 按表 10 进行判别。稳定性指数可按式 D. 1 估算:

$$K = \sum_{i=1}^{12} \theta_i \eta_i \dots \quad (D.1)$$

式中：

K —岩溶地面塌陷稳定性指数

θ_i 、 η_i —分别为控制岩溶地面塌陷危险程度的i类因子分值和因素权重，可按表D.1取值，其中岩溶发育程度可按表9确定。

表 D. 1 岩溶地面塌陷稳定性评判因子等级划分表

评估因素				分级和取值 (因子分值 θ_i)		
条件	序号 (i)	指标	权重 η_i	稳定级	基本稳定~欠稳定级	不稳定级
				1	3	5
岩溶 (0.40)	1	岩溶发育程度	0.37	弱发育	中等发育	强发育
	2	地层岩性	0.03	泥灰岩为主	白云岩为主	灰岩为主
覆盖层 (0.15)	3	上覆松散层厚度 (m)	0.05	>50	30~50	<30
	4	底部土层岩性	0.08	老黏性土 (Qp)、砂质黏土、红层	一般黏性土 (Qh)	砂土
	5	上覆土层结构	0.02	多层及其它	双层 (二元结构、Qp)	双层 (二元结构、Qh)
地貌与地质构造 (0.05)	6	距断层、接触带或褶皱轴的距离 (m)	0.02	>1000	500~1000	<500
	7	地貌单元	0.03	岗地	二级阶地	一级阶地
水文 (0.30)	8	地下水位与基岩面关系	0.25	高于基岩面	低于基岩面	在基岩面上下波动
	9	地下水位变幅 (m)	0.03	<5	5~10	>10
	10	距河流距离 (m)	0.02	>2000	500~2000	<500

表 D. 1 岩溶地面塌陷稳定性评判因子等级划分表 (续)

评估因素				分级和取值 (因子分值 θ_i)		
条件	序号 (i)	指标	权重 η_i	稳定级	基本稳定~欠稳定 级	不稳定级
				1	3	5
变形迹象 (0.10)	1	地面变形	0.07	塌陷开裂不明显	塌陷开裂明显	塌陷开裂严重
	2	建设工程变形	0.03	无变形开裂现象	有变形开裂现象	变形开裂明显

D. 2 可通过计算总沉降量, 按表 11 判定地面沉降发育程度。沉降量可按下列分层总和法进行估算:

a) 黏性土及粉土层按式 D. 2 计算:

$$S = \frac{a_v}{1 + e_0} \Delta p \cdot H \quad (D.2)$$

b) 砂土层及卵石层按式 D. 3 计算:

$$S = \frac{\Delta p \cdot H}{E} \quad (D.3)$$

式中:

S — 最终沉降量 (m);

a_v — 黏土层、粉土层压缩系数;

e_0 — 黏土层、粉土层原始孔隙比;

H — 计算土层的厚度 (mm);

Δp — 由于地下水位变化施加于土层上的平均荷载 (kPa);

E — 砂土的弹性模量, 回弹时为 E_c (MPa), 压缩时为 E_s (MPa)。

c) 总沉降量等于各土层沉降量的总和。

附录 E
(资料性)
地质灾害评估调查表

地质灾害评估调查表宜按表E. 1进行。

表 E.1 地质灾害评估调查表

编号		灾害(隐患) 名称			位置	
地质 环境 要素						
地表 变形 破坏 特征						
结构 特征						
发育 程度		危害 程度		诱发 因素		
危险性						
防治 建议						
平面和剖 面示意图 (或照片)						
调查负责人		填表人		审核人		填表日期

附录 F
(资料性)
主要地质灾害识别

F. 1 滑坡识别标志

- a) 宏观形态：圈椅状地形，双沟同源，坡体后缘出现洼地，与外围不连续的大平台地形（非河阶地、非构造平台或风化差异平台），不正常河流弯道等；
- b) 微观形态：反倾向台面地形，小台阶与平台相间，马刀树，坡体前方、侧边出现非构造因素的擦痕面、镜面，浅部表面坍塌广泛等；
- c) 老地层变动：明显的地层产状变动、架空、松弛、破碎，大段孤立岩体掩覆在新地层之上，大段变形岩体位于土状堆积物之上等；
- d) 新地层变动：变形、变位地层被新地层掩覆，山体后部洼地内局部堆积湖相地层，变形、变位岩体上掩覆湖相地层；
- e) 其它：古墓、古建筑变形，构成坡体的岩土结构零乱、强度低、开挖后易坍塌，斜坡前部地下水呈线状出露，古树被掩埋等。

F. 2 崩塌识别标志

- a) 易崩塌体：坡度大于 45° 的破碎山体斜坡，或孤立状山嘴、陡崖及方山边缘，“U”形谷两岸等地带；背斜核部、背斜向斜急剧转折带及活动断裂等构造部位；具有上硬下软、软弱夹层、软硬相间或互层等地质结构，且产状近水平的岩质陡坡，断层、节理、裂隙等结构面发育的岩质陡坡；土石混合体陡坡表明的漂石、斜坡差异风化形成的孤立岩块、高阶地临空面中夹杂的漂砾等孤立块石。
- b) 变形破坏迹象：岩体出现新的裂缝；岩体裂隙、裂缝持续扩展、增宽、加深，或裂缝两侧岩土体出现明显差异沉降；岩体出现明显的临空方向位移，且速率持续加大；岩体底部出现压裂、鼓胀或压剪裂缝。
- c) 崩塌前兆：山体顶部裂缝呈弧形或“U”字形贯通，临空面裂缝出现持续流土、流砂等；临空面出现落石掉块等现象且短时间内频率增大；岩体底部压裂、鼓胀状态加剧，外侧岩土体出现溜滑等；出现地声异常、动植物异常、地下水异常等情况。

F. 3 泥石流识别标志

- a) 易发泥石流沟谷：易发泥石流沟谷需要满足一定的纵坡降、充足的物源和丰富的水源 3 个条件；典型泥石流流域形态常为峡谷地形，地表切割强烈，中上游多陡坎或跌水，下游沟道多有大冲大淤的痕迹，沟口附近常见堆积扇；易发泥石流的沟域面积一般小于 200km^2 ，主沟道平均纵比降一般大于 5%，流域高差与面积平方根之比一般大于 0.2。经当地居民反映或历史资料记载，确认曾发生过泥石流的，可识别为泥石流隐患。
- b) 堆积区识别：沟口对岸有不整合接触土石堆积体，或者主河道中有非河流沉积物时，可初判为泥石流；若沟口处主河道出现异常拐弯、河道变窄、水流流速变大等现象，应进一步识别是否为泥石流；当具有以下任意 2 项特征时，基本可以判定为泥石流：
 - 1) 保存完好的堆积区呈扇形或锥形，像一条散开的鱼尾巴；
 - 2) 堆积扇中混杂大小石块，石块一般磨圆度差；
 - 3) 堆积扇表面呈垄岗状，或者陡缓起伏、坎坷不平，或者局部有石丘；
 - 4) 堆积扇上建（构）筑物被石块撞坏，或者有明显的泥痕；

- 5) 堆积扇上的植被较新, 或者树干有明显的撞击痕迹或泥痕。
- c) 流通区识别: 对长期经水流改造、植被遮蔽、流通痕迹不明显的低频泥石流沟, 需进一步结合物源条件识别。调查发现沟谷中下游存在以下任意 2 项痕迹时, 基本可以识别为泥石流沟:
- 1) 沟道内有类似于“脚趾相连”连成一片的堆积物;
 - 2) 沟道内堆积体有舌状堆积形态, 表面堆有大石块;
 - 3) 弯道岸坡处植被有明显的泥痕, 在沟道转弯(凹岸)处有明显超高或爬高的泥痕;
 - 4) 现有沟道两岸堆积剖面中大小石块混杂, 石块间填充细颗粒沙土等;
 - 5) 沟岸两侧可见泥球, 或者黏有泥浆的石块。
- d) 物源条件识别: 当调查发现沟谷物源区存在以下任意 2 项标志时, 基本可以识别为泥石流沟:
- 1) 沟道两侧滑坡或崩塌等不良地质体发育;
 - 2) 物源区有深厚的土层覆盖, 细沟、切沟和冲沟发育;
 - 3) 中上游沟道锥状或者裙状坡积物冲刷强烈, 坡脚暴露;
 - 4) 沟道内有滑坡或崩塌等形成的土石坝, 坝体有强烈水流侵蚀的痕迹;
 - 5) 软弱岩层大面积出露, 积累有大量破碎松散的风化和剥落岩土体。

F. 4 岩溶地面塌陷识别标志

具备下列条件之一, 可定性划分为易产生岩溶地面塌陷的地段:

- a) 河流的河床、漫滩及一级阶地的全新统 (Qh) 饱和砂砾层下岩溶发育地段, 易发生渗流潜蚀、管涌、液化, 易发生漏失型塌陷;
- b) 山前坡地或山间盆地(洼地)的更新统 (Qp2、Qp3) 老黏性土厚度不大, 基岩面起伏变化较大, 且在土、岩接合面附近有土洞存在的地段, 易发生潜蚀土洞型塌陷;
- c) 以岩溶水为水源的供水井(群)影响半径范围内, 覆盖土层为全新统 (Qh) 软土或砂砾层地段(河流或堰塘), 或更新统 (Qp2、Qp3) 老黏性土中有土洞存在的地段, 抽水井中水位下降至可溶岩中一定深度时, 易发生真空吸蚀型塌陷;
- d) 地下工程施工过程中大量排水或基坑、隧道突水, 引起可溶岩中的岩溶水水位大幅下降, 其上方的第四系覆盖土层, 以及岩溶水补给区的河床、漫滩、一级阶地, 可溶岩与非可溶岩的接触带、断层破碎带之上的第四系覆盖土层, 易发生真空吸蚀型塌陷。

F. 5 地面沉降识别标志

具备下列条件之一, 可定性划分为易产生地面沉降的地段:

- a) 长江、汉江一级阶地, 填土、软土及含软黏性土互层土总厚度大于等于 8m 的场地;
- b) 高阶地湖积区上述土层总厚度大于等于 5m 的场地。

F. 6 不稳定斜坡识别标志

具备下列条件之一, 可定性确定为不稳定斜坡:

- 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顺向软弱层;

- 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。

附录 G
(规范性)
建设用地适宜性计算

G.1 当采用多因子分级加权指数和法计算建设用地适宜性时, 应符合下列规定:

- a) 评价指标体系由一级指标层和二级指标层组成。一级指标层包括: 地形地貌、水文、工程地质、水文地质、地质灾害、活动断裂和地震效应等; 二级指标层为反映各一级指标主要特征的具体指标。评价指标体系定量标准可按表G.1确定。

表 G.1 评价指标的定量标准

序号	一级指标	二级指标	定量标准			
			所属分级 ($1 \leq X_j < 3$ 分)	所属分级 ($3 \leq X_j < 6$ 分)	所属分级 ($6 \leq X_j < 8$ 分)	所属分级 ($8 \leq X_j \leq 10$ 分)
1	地形地貌	地形形态	地形破碎, 分割严重, 非常复杂	地形分割较严重, 复杂	地形变化较大, 较完整	地形简单, 完整
2		地面坡度 i	$\geq 50\%$	$25\% \sim 50\%$	$10\% \sim 25\%$	$\leq 10\%$
3	水文	洪水淹没可能	洪水淹没深度或用地标高低于设防洪水位超过 1.0m	洪水淹没深度或用地标高低于设防洪水位 $0.5 \sim 1.0\text{m}$	洪水淹没深度或用地标高低于设防洪水位 $< 0.5\text{m}$	无洪水淹没, 或用地标高高于设防标高
4		水系水域	跨区域防洪标准行洪、泄洪的水系水域	区域防洪标准蓄滞洪的水系水域; 城乡防洪标准行洪、泄洪的水系水域	城乡防洪标准蓄滞洪的水系水域	防洪保护区
5	工程地质	岩土特征	岩土种类多, 分布不均匀, 工程性质差; 分布严重湿陷、膨胀、欠固结、污染的特殊性岩土, 且其他情况复杂, 需作专门处理的岩土		岩土种类较多, 分布较不均匀, 工程性质一般; 分布中等~轻微湿陷、膨胀、欠固结、污染的特殊性岩土	岩土种类单一, 分布均匀, 工程性质良好; 无特殊性岩土分布
6		地基承载力 f_{ak}	$< 80\text{kPa}$	$80\text{kPa} \sim 150\text{kPa}$	$150\text{kPa} \sim 200\text{kPa}$	$\geq 200\text{kPa}$
7		桩端持力层埋深 d	$> 50\text{m}$	$30\text{m} \sim 50\text{m}$	$5\text{m} \sim 30\text{m}$	$< 5\text{m}$
8	水文地质	地下水埋深	$< 1.0\text{m}$	$1.0\text{m} \sim 3.0\text{m}$	$3.0\text{m} \sim 6.0\text{m}$	$> 6.0\text{m}$
9		土-水腐蚀性	强腐蚀	中等腐蚀	弱腐蚀	微腐蚀
10		土-水污染	严重、不可修复	中度、可修复	轻微, 可不作处理	无污染
11	地质灾害	崩塌	强发育	中等发育	弱发育	不发育
12		滑坡				
13		泥石流				
14		地面塌陷				
15		地面沉降				
16		不稳定斜坡				
17	活动断裂和地震效应	地震液化	严重液化		中等、轻微液化	不液化
18		活动断裂	发震断裂	全新活动断裂	非全新活动断裂	无活动断裂
19		抗震设防烈度	—	—	VII度区	VI度区

表 G.1 评价指标的定量标准 (续)

序号	一级指标	二级指标	定量标准			
			所属分级 (1≤X _j <3分)	所属分级 (3≤X _j <6分)	所属分级 (6≤X _j <8分)	所属分级 (8≤X _j ≤10分)
注1: X _j 为评价指标的计算分值; 注2: 表中数值型指标, 可以内插确定其分值; 注3: 表中未列入而确需列入的指标, 在不影响评价因子系统性的前提下可建立相应的评价指标体系, 相应评价指标体系定量标准可根据有关国家和行业标准及地区经验确定。						

b) 定量评价按以下步骤进行计算:

- 1) 按照表 G.1 选定一级指标、二级指标;
- 2) 二级指标的具体定量分值 (X_j), 按照表 G.1 规定确定;
- 3) 按照式 G.1 计算建设项目用地综合定量分值 (P), 并根据第 G.3 条规定的标准判定建设用地适宜性分级。

$$P = \sum_{i=1}^n \omega_i \left(\sum_{j=1}^m \omega_{ij}'' \cdot X_j \right) \quad (G.1)$$

式中:

n — 参评一级指标总数;

m — 隶属于第 i 项一级指标的参评二级指标总数;

ω_i — 第 i 项一级指标权重, 按第 G.2 条规定取值;

ω_{ij}'' — 隶属于第 i 项一级指标下的第 j 项二级指标的权重, 按第 G.2 条规定取值。

G. 2 多因子分级加权指数法的一级、二级指标权重确定应符合下列规定:

- a) 根据各级指标对建设用地适宜性的影响程度, 将其划分为主控因素、次要因素或一般因素;
- b) 确定一级指标权重 (ω_i)、二级指标权重 (ω_{ij}'') 时应满足下列要求:

- 1) $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$, n 为参评一级指标总数;
- 2) $\sum_{j=1}^m \omega_{ij}'' = 10$, m 为隶属于第 i 项一级指标的参评二级指标总数。

- c) 一级、二级指标的权重宜根据对其划分的类别, 按表 G.2 取值。

表 G.2 指标权重取值

指标类别	一级指标权重 (ω_i')	二级指标权重 (ω_{ij}'')
主控因素	$\omega_i' \geq 0.50$	$\omega_{ij}'' \geq 5.00$
次要因素	$0.20 \leq \omega_i' < 0.50$	$2.00 \leq \omega_{ij}'' < 5.00$
一般因素	$\omega_i' < 0.20$	$\omega_{ij}'' < 2.00$

注: 指标权重可根据专家会议法、德尔菲法 (Delphi) 或地区经验综合确定。

G. 3 建设用地适宜性可通过按公式 G.1 定量计算得到的综合定量分值, 按表 G.3 判定。

表 G.3 建设用地适宜性判定标准

建设项目用地综合定量计算分值 (分)	建设用地适宜性分级	分区代号
$P \geq 70$	适宜	I
$45 \leq P < 70$	基本适宜	II
$P < 45$	适宜性差	III

附录 H
(资料性)
地质灾害防治措施建议表

地质灾害防治措施建议宜按表 H. 1 执行。

表 H. 1 地质灾害防治措施建议表

工程类型		地质灾害类型				
		滑坡	崩塌	泥石流	岩溶地面塌陷	地面沉降
工业与民用建筑	房屋建筑和构筑物	卸载、挡墙、抗滑桩、改址	清除、锚固、挡墙、改址	护堤、改河(沟)道引流、改址	改址、注浆	地基处理、桩基、设置沉降缝、后浇带
道路交通工程	隧道进出口	卸载、改为路堑、注浆、锚固、抗滑桩	清除、锚固、挡墙	改河(沟)道引流	注浆	地基处理
	桥梁基础	卸载、桩加长	清除、锚固、挡墙	留足桥梁净空、桥桩加固	注浆	地基处理、桩基
	路基	卸载、挡墙、抗滑桩	清除、锚固、挡墙	护堤、改河(沟)道引流、改为涵洞或桥梁	固体物充填、注浆	地基处理
	高边坡	卸载、挡墙、抗滑桩	护坡、清除、锚固、挡墙	护坡、清除、锚固、挡墙	固体物充填、注浆护坡、挡墙、锚固	地基处理、锚固、护坡、清除、挡墙
	高填方	砂石换层压实、卸载、挡墙、抗滑桩	护坡、清除、锚固、挡墙	改河(沟)道引流、改为涵洞或桥梁	固体物充填、注浆护坡	地基处理、护坡、挡墙
	深挖路堑	卸载、护坡、挡墙、抗滑桩	护坡、清除、锚固、挡墙	改河(沟)道引流	固体物充填、注浆护坡、挡墙、锚固	地基处理、护坡、挡墙
	服务管理站场	改址、清除、卸载、挡墙、抗滑桩	改址、护坡、清除、锚固、挡墙	改址、改河(沟)道引流	改址、固体物充填、注浆	地基处理、改址
油气管道工程	输油气管道	改线、清除、卸载、挡墙、抗滑桩	改线、清除、护坡、挡墙、锚固	改线、管道深埋、改河(沟)道引流、改涵洞	改线、固体物充填	改线、地基处理
	阀室场站和储油气库	改址、卸载、挡墙、抗滑桩	改址、清除、护坡、挡墙、锚固	改址、改河(沟)道引流	改址、固体物充填、注浆	改址、地基处理

表 H. 1 地质灾害防治措施建议表 (续)

工程类型		地质灾害类型				
		滑坡	崩塌	泥石流	岩溶地面塌陷	地面沉降
水利水电工程	坝址枢纽	改址、清除	改址、清除、锚固	清除	改址、注浆	改址、地基处理
	水库区	清除、卸载、挡墙、抗滑桩	清除、护坡、挡墙、锚固	清除	防渗、固体物充填、注浆	防渗、地基处理
	引(输)水线路	改线、清除、卸载、挡墙、抗滑桩	改线、清除、护坡、挡墙、锚固	改线、管道深埋、改为涵洞、改河(沟)道引流	固体物充填、注浆、改线	地基处理
港口码头工程	码头和船坞	改址、清除、卸载、挡墙、抗滑桩	改址、清除、护坡、挡墙、锚固	改址、改为涵洞、改河(沟)道引流、清除	固体物充填、注浆、改址	地基处理
	护岸和内河道	清除、卸载、挡墙、抗滑桩	清除、护坡、挡墙、锚固	护岸、改河(沟)道引流、清除	固体物充填、注浆、改址	地基处理
	陆地构筑物	改址、清除、卸载、挡墙、抗滑桩	改址、清除、护坡、挡墙、锚固	改址、改河(沟)道引流	改址、固体物充填、注浆	地基处理
规划区		清除、卸载、挡墙、抗滑桩、改址	清除、护坡、挡墙、锚固、改址	改址、改河(沟)道引流	改址、固体物充填、注浆	地基处理

注: 按顺序, 第一为首选措施, 以后为单项或组合措施。临建、改扩建工程可参照使用。

附录 I
(规范性)
地质灾害易发程度指数计算

I.1 地质灾害易发程度分区可通过计算地质灾害易发程度指数, 按表I.1确定。

表 I.1 地质灾害易发程度分区

地质灾害易发程度指数 (Y)	地质灾害易发程度分区	分区代号
$Y \geq 0.90$	地质灾害高易发区	A
$0.9 > Y \geq 0.75$	地质灾害中易发区	B
$0.75 > Y \geq 0.6$	地质灾害低易发区	C
$Y < 0.6$	地质灾害不易发区	D

G.2 地质灾害易发程度指数以根据地质环境复杂程度宏观判定的各小区(或规并后的小区)为基础, 按式I.1计算。

$$Y=0.62D+0.38R \dots \dots \dots \text{ (I.1)}$$

式中:

Y —地质灾害易发程度指数;

D —地质环境条件复杂程度指数, 其值为基本分值 a_1 和附加分值 a_2 之和。基本分值 a_1 在地质环境复杂时取0.75; 在地质环境中等复杂时取0.50; 在地质环境简单时取0.25。附加分值 a_2 由表I.2确定;

R —降水量指数, 根据多年平均最大日降水量和多年年平均降水量按表I.3确定。

表 I.2 地质环境条件复杂程度指数附加分值表

地质环境复杂时各个达到复杂或中等复杂标准因素的附加分值 a_2		地质环境中等复杂时各个达到中等复杂标准因素的附加分值 a_2
达到复杂标准的因素	达到中等复杂标准的因素	达到中等复杂标准的因素
0.04~0.06	0.01~0.03	0.01~0.03
注1: 表中地质环境条件复杂程度判定因素系指表1中的各判定因素;		
注2: 附加分值 a_2 应是表内相应复杂程度各因素附加分值的总和, 按各因素对地质灾害的影响程度选取。		

表 I.3 降水量指数取值表

多年平均最大日降水量 (mm)	多年年平均降水量(mm)			
	≥ 1500	1000	700	≤ 400
≥ 120	1.00	0.90	0.85	0.80
95	0.90	0.85	0.80	0.70
70	0.85	0.80	0.70	0.60
≤ 45	0.80	0.70	0.60	0.50

注1: 多年平均最大日降水量超过120 mm 时按120 mm计, 低于45 mm 时按45 mm计;

注2: 多年年平均降水量超过1500 mm 时按1500 mm计, 低于400 mm 时按400 mm计;

注3: 武汉市降水量可按表I.4取值。

表 1.4 武汉市降水量统计表

行政区域	多年平均最大日降水量 (mm)	多年年平均降水量(mm)
江岸区	317.4	1309.3
江汉区	317.4	1309.3
硚口区	317.4	1309.3
武昌区	317.4	1309.3
洪山区	317.4	1309.3
青山区	317.4	1309.3
化工区	317.4	1309.3
东湖生态旅游风景区	317.4	1309.3
汉阳区	317.4	1309.3
武汉经济技术开发区（汉南区）	317.4	1309.3
东湖新技术开发区	317.4	1309.3
东西湖区	317.4	1309.3
黄陂区	285.2	1228.0
新洲区	241.7	1275.1
江夏区	254.7	1389.0
蔡甸区	264.7	1295.3
注1：本表数据来源于武汉市气象局；		
注2：统计数据为 2013~2023 年。		

附录 J
(规范性)
地质灾害危险性评估成果

J. 1 地质灾害危险性评估报告章节

J. 1.1 建设项目地质灾害危险性评估报告章节见图J. 1。

前言	说明评估任务由来, 评估工作的依据, 主要任务和要求
第一章 评估述工作概	<ul style="list-style-type: none"> 一、工程和规划概况与征地范围 二、以往工作程度 三、评估范围与级别的确定 四、评估的地质灾害类型 五、工作方法及完成工作量
第二章 地质环境条件	<ul style="list-style-type: none"> 一、区域地质背景 二、气象水文 三、地形地貌 四、地层岩性 五、地质构造 六、水文地质条件 七、工程地质条件 八、人类工程活动对地质环境的影响
第三章 地质灾害危险性现状评估	<ul style="list-style-type: none"> 一、地质灾害类型特征 二、地质灾害危险性现状 三、现状评估结论
第四章 地质灾害危险性预测评估	<ul style="list-style-type: none"> 一、工程建设引发地质灾害危险性预测评估 二、建设工程遭受地质灾害危险性预测评估 三、预测评估结论
第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	<ul style="list-style-type: none"> 一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定 二、地质灾害危险性综合分区评估 三、建设用地适宜性分区评估 四、防治措施建议
第六章 结论与建议	<ul style="list-style-type: none"> 一、结论 二、建议

图 J. 1 地质灾害危险性单独评估报告章节

J. 1.2 地质灾害危险性区域评估报告章节见图J. 2。

前言

说明评估任务由来,评估工作的依据,主要任务和要求

第一章 评估工作概述

- 一、工程和规划概况与征地范围
- 二、以往工作程度
- 三、评估范围与级别的确定
- 四、评估的地质灾害类型
- 五、工作方法及完成工作量

第二章 地质环境条件

- 一、区域地质背景
- 二、气象水文
- 三、地形地貌
- 四、地层岩性
- 五、地质构造
- 六、水文地质条件
- 七、工程地质条件
- 八、人类工程活动对地质环境的影响

第三章 地质灾害危险性现状评估

- 一、地质灾害类型特征
- 二、地质灾害危险性现状
- 三、现状评估结论

第四章 规划用地地质灾害危险性评估

- 一、规划用地地质灾害危害程度及诱发因素分区
- 二、规划用地地质灾害危险性预测评估
- 三、规划用地地质灾害危险性综合评估

第五章 建设项目地质灾害危险性评估

- 一、采用浅基础的建设工程
- 二、采用桩基础的建设工程
- 三、基坑工程
- 四、防治措施建议

第六章 结论与建议

- 一、结论
- 二、建议

图 J. 2 地质灾害危险性区域评估报告章节

J. 2 附图编绘及内容

J. 2. 1 地理底图应按《综合工程地质图图例及色标》GB/T 12328 及《地质图用色标准及用色原则》DZ/T 0179 规定编绘。编绘应符合以下要求：

- a) 地理地质底图线画色调：等高线用浅棕色，高程和地理注记用深棕色；地质界线和地质代号、地名和行政要素用钢灰色；地质构造用红色；水系和注记用蓝色；
- b) 工程地质岩组普染色色调：火成岩和岩浆岩类用红色，变质岩类用浅红色；碳酸盐岩类用绿色；碎屑岩类用粉色；松散岩类用黄色；
- c) 地质灾害和注记用红色调：地质灾害影响范围用红实线；预测地质灾害影响范围用红虚线；地质灾害点的符号可根据规模夸大表示；
- d) 钻孔、探槽、探坑、试坑等勘察工程和剖面线用黑色，水文地质要素和注记、地下水等水位线用蓝色；
- e) 剖面图色调：工程地质岩组界线用黑色；水文地质要素和注记、地下水等水位线用蓝色；
- f) 地质灾害危险性综合分区：危险性大、中、小按红、黄、绿色调。分区代号用黑色；
- g) 平面图和剖面图分别作图例。

J. 2. 2 地质灾害分布图：应以评估区内地质灾害形成发育的地质环境条件为背景，主要反映地质灾害调查点、类型、规模和分布规律：

- a) 平面图内容应表示各类地质灾害点的位置、类型、成因、规模、稳定性、危险性等；
- b) 可附镶图与剖面图：
 - 1) 对于有特殊意义的影响因素，可在平面图上附全区或局部地区的专门性镶图。如降水等值线图、全新活动断裂与地震震中分布图等；
 - 2) 区域控制性地质地貌剖面图。
- c) 大型、典型地质灾害说明表：用表的形式辅助说明平面图的有关内容。表的内容包括地质灾害点编号、地理位置、类型、规模、形成条件与成因、危险性与危害程度、发展趋势等。

J. 2. 3 地质灾害危险性综合分区评估图：应主要反映地质灾害危险性综合分区评估结果和防治措施，要求如下：

- a) 平面图应表示以下内容：
 - 1) 按规定的素色表示简化的地理、地形、地质、行政区划要素；
 - 2) 采用不同颜色的点状、线状符号分门别类的表示建设项目工程部署和已建的重要工程；
 - 3) 采用面状普染颜色表示地质灾害危险性三级综合分区；
 - 4) 采用点状符号表示地质灾害点（段）防治措施，一般可分为：避让措施、生物措施、工程措施、监测预警措施。
- b) 综合分区（段）说明表应包括以下内容：
 - 1) 区（段）编号；
 - 2) 地质环境条件；
 - 3) 地质灾害类型与特征；
 - 4) 地质灾害发育程度；
 - 5) 地质灾害危害程度和诱发因素；
 - 6) 地质灾害危险性级别与分区长度；
 - 7) 地质灾害防治措施建议。
- c) 综合评估图成图比例尺，对面状工程宜采用1: 1000~1: 10000，一般线状工程宜采用1:10000~1:50000，地质灾害危险性区域评估的综合评估图成图比例尺不宜低于1:50000。

J. 2. 4 地质剖面图：应以反映评估区地质条件的空间特征为原则，要求如下：

- a) 地质剖面图应反映以下内容:
- 1) 岩土体的岩性和结构特征;
 - 2) 构造断裂;
 - 3) 特殊土、风化壳和岩溶等深度范围;
 - 4) 取样、测试试验位置及取得的试验参数;
 - 5) 地下水水位;
 - 6) 地层力学参数。
- b) 地质剖面图的比例尺与平面图相同, 垂直比例尺宜采用1: 200~1: 500; 对规模较大的规划区或线状工程比例尺可适当缩小, 并应满足阅读和使用要求。

J. 2.5 钻孔柱状图应包括钻孔坐标、高程、岩性图例、岩性描述、取样和原位测试位置及数值等, 比例尺宜采用1: 200~1: 500。

J. 2.6 地质灾害危险性综合评估图主要图例见表J. 1。

表 J. 1 地质灾害危险性评估主要图例表

名 称	单色图例	彩色图例
地质灾害危险性小、建设项目用地适宜 (或规划区地质灾害低易发)		(浅绿色)
地质灾害危险性中等、建设项目用地基 本适宜 (或规划区地质灾害中易发)		(橘黄色)
地质灾害危险性大、建设用地适宜性差 (或规划区地质灾害高易发)		(红色)
评估范围界线		
用地范围界线		
建成区界线		