

地质灾害危险性评估规范

Code for risk assessment of geological disaster

2012 - 12 - 28 发布

2012 - 01 - 28 实施

浙江省质量技术监督局 发布

前 言

本规范依据 GB/T 1.1-2009 给出的规则进行起草。

本规范由浙江省国土资源厅提出并归口。

本规范起草单位：浙江省工程勘察院、浙江省地质环境监测院、浙江省第十一地质大队、浙江华东建设工程有限公司、浙江省交通规划设计研究院。

本规范主要起草人：蒋建良 张上麟（以下按姓氏笔划）

李 炜 吕永进 孙乐玲 邵再良 郑束宁 赵建康 龚新法 崔锦梅
蒋欢明

引 言

浙江省地处我国东南沿海，人口密度大，社会经济发达，地质环境条件复杂，常受台风暴雨侵袭，地质灾害频发，经济损失巨大，地质灾害防治任务十分艰巨。为加强地质灾害防治工作，提高防灾减灾能力，贯彻落实《地质灾害防治条例》（国务院第394号令）和《浙江省地质灾害防治条例》（浙江省人民代表大会常务委员会公告第18号），规范全省建设工程和规划区地质灾害危险性评估工作，切实保障工程建设和人民生命财产安全，制定本规范。

本规范是在贯彻国土资源部《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》，总结浙江省十多年来地质灾害危险性评估工作经验，紧密结合浙江地质环境特点和地质灾害发育规律的基础上编制完成。

地质灾害危险性评估规范

1 范围

本规范规定了地质灾害危险性评估中地质环境和地质灾害调查、地质灾害危险性现状评估、地质灾害危险性预测评估、地质灾害危险性综合评估的技术要求和方法，并规定了评估成果的内容。

本规范适用于浙江省内从事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，仅所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 50021 岩土工程勘察规范

GB 12328-90 综合工程地质图图例及色标

DZ/T 0218-2006 滑坡防治工程勘查规范

DZ/T 0220-2006 泥石流灾害防治工程勘查规范

JTG D30-2004 公路路基设计规范

JTG D70-2004 公路隧道设计规范

DB33/T 1065-2009 工程建设岩土工程勘察规范

全国民用建筑工程设计技术措施/规划·建筑·景观（2009版）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

地质灾害 geological disaster

包括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崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。

3.2

崩塌 fall

地质体在重力作用下，从高陡坡突然加速崩落或滚落（跳跃）。具有明显的拉断和倾覆现象。

注：本规范的崩塌包括了危岩和崩塌堆积体。

3.3

滑坡 landslide

地质体沿地质弱面向下滑动的重力破坏。滑坡通常具有双重含义，可指一种重力地质作用的过程，

也可指一种重力地质作用的结果。

3.4

泥石流 debris flow

由于降水在沟谷或山坡上产生的一种挟带大量泥砂、石块和巨砾等固体物质的特殊洪流。其汇水、汇砂过程十分复杂，是各种自然和（或）人为因素综合作用的产物。

3.5

地面塌陷 ground collapse

地表岩、土体在自然或人为因素作用下，向下陷落，并在地面形成塌陷坑（洞）的一种地质现象，包括岩溶地面塌陷和采空地面塌陷。

3.6

地面沉降 regional land subsidence

由于抽汲地下水引起水位下降而造成的一定范围内地面高程降低的现象。

3.7

地质灾害易发区 geological disaster prone areas

具备地质灾害发生的地质构造、地形地貌和气候条件，容易发生地质灾害的区域。

3.8

地质灾害危险区 geological disaster hazardous areas

已经出现地质灾害迹象，明显可能发生地质灾害且将可能造成较多人员伤亡和严重经济损失的区域或者地段。

3.9

地质灾害危害程度 hazard levels of geological disasters

地质灾害造成的人员伤亡、经济损失与生态环境破坏的程度。

3.10

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

工程建设中或建成后可能引发（包括加剧）地质灾害的趋势及建设工程本身可能遭受地质灾害的可能性和危害程度的估量。

3.11

场地适宜性 feasibility of proposed field

从场地地质灾害危害程度和防治难易程度的角度考虑拟建场地用于建设的适宜程度。

3.12

地质灾害危险性 risk of geological disaster

地质灾害在一定时期内发生的可能性及危害程度。根据其危险性程度分为大、中、小三级。

4 总则

- 4.1 为避免或减少地质灾害的发生，规范浙江省建设工程和规划区地质灾害危险性评估工作，制定本规范。
- 4.2 地质灾害危险性评估应阐明建设场地或规划区的地质环境基本特征，对各种地质灾害的危险性进行现状评估、预测评估和综合评估，提出地质灾害防治措施和建议，并作出场地适宜性的评价结论。
- 4.3 本规范所指的地质灾害危险性评估不替代规划各阶段及工程建设过程的地质灾害勘查、工程地质勘察、岩土工程等有关的分析和评价工作。
- 4.4 浙江省地质灾害危险性评估，除执行本规范规定外，尚应符合国家和省现行有关标准、规范的规定。

5 基本规定

5.1 评估程序

地质灾害危险性评估程序应按框图1执行。

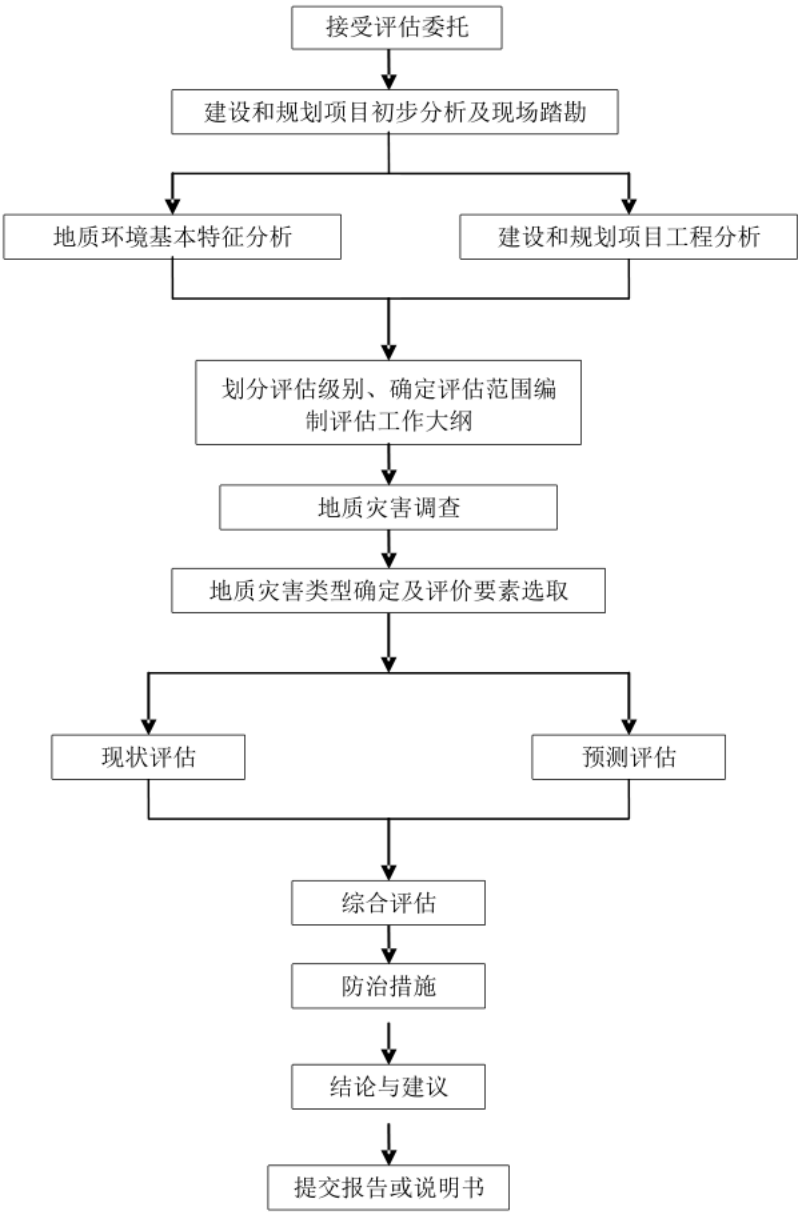


图1 工作程序框图

5.2 评估范围

地质灾害危险性评估区范围，应根据建设工程或规划项目特点、地质环境条件和地质灾害种类按下列要求确定：

- 危险性仅限于用地范围的，则以用地范围为界；
- 重要的线状建设工程，以线路两侧扩展 500m~1 000m 为限；
- 在山区和丘陵地段，以第一斜坡带为限；
- 有地质灾害或可能引发地质灾害的，除地面沉降外应包括地质灾害发生、发展和可能影响的整个范围。

5.3 评估级别

5.3.1 根据地质环境条件复杂程度和项目重要性，将地质灾害危险性评估级别划分为三个等级，见表 1。

表1 地质灾害危险性评估分级表

项目重要性	地质环境条件复杂程度		
	复 杂	中 等	简 单
重要项目	一 级	一 级	二 级
较重要项目	一 级	二 级	三 级
一般项目	二 级	三 级	三 级

5.3.2 评估区地质环境条件复杂程度分级，按表 2 确定。

表2 地质环境条件复杂程度分级表

判别因素	地质环境复杂程度		
	复 杂	中 等	简 单
地质灾害	地质灾害强烈发育，现状地质灾害两种以上且规模为中等及以上；或单种地质灾害规模大型的，危害大	地质灾害中等发育，现状地质灾害两种以下或规模为小型的；单种地质灾害规模中型及以下的，危害中等	地质灾害不发育，一般无现状地质灾害或个别小型地质灾害，危害小
地形地貌	地形复杂，地貌类型多样，场地地形坡度大于 25° 为主，相对高差大于 500 m	地形较简单，地貌类型少，地形坡度以 15° ~25° 的为主，区内相对高差 50~500m	地形简单，地貌类型单一，地形坡度小于 15°，区内相对高差小于 50 m
地质构造	地质构造复杂，位于区域性断裂带上或多组断层交错；节理发育，具一定规模的节理 4 组以上，其间距一般<0.2 m	地质构造较复杂，具一般性断层；节理较发育，有 2~4 组，间距 0.2 m~0.4 m	地质构造简单，一般无断层；节理不发育，有 1~2 组，间距一般>0.4 m
岩土性质	岩性岩相变化大，岩体以碎裂、散体结构为主，或岩溶发育；有多层土体性质或厚度差异巨大；有特殊土（软土除外）	岩性岩相有变化，岩体以薄层~厚层状为主，岩溶不发育；多层土体性质和厚度变化较大，有软土分布	岩性单一，岩体以厚层~整体块状为主；土层简单，无软土
水文地质条件	地下水对岩土体性质或工程影响大	地下水对岩土体性质或工程影响较小	地下水对岩土体性质或工程基本无影响
人类工程活动	改造地质环境的人类工程活动强烈，有不稳定边坡且影响大；有浅埋洞室；地下采空区规模较大	改造地质环境的人类工程活动较强烈，有稳定性较差的边坡；有地下洞室；地下采空区规模小	改造地质环境的人类工程活动一般，无不稳定边坡；无地下洞室；无地下采空区
注：地质环境复杂程度由复杂向简单推定，地质灾害和人类工程活动两项中任一项首先满足某较高等级者即为该等级。其余四项中有任二项先满足较高等级者即为该等级。			

5.3.3 依据国家有关规定并结合浙江省实际,地质灾害危险性评估项目重要性分类应符合附录 A 的规定。

5.4 技术要求

5.4.1 地质灾害危险性评估应编制评估工作大纲。大纲在收集与建设场地、规划区有关地质环境条件、现状地质灾害及与工程建设有关资料,并在现场踏勘的基础上编制。地质灾害危险性评估工作大纲可按附录 B 的要求编制。

5.4.2 地质灾害危险性评估应充分收集现有各类资料,通过地质调查,基本查明场地地质环境条件和各种现状地质灾害特征,进行综合分析,评估各项地质灾害的危险性并提出相应防治措施和建议,作出场地适宜性评价结论。

5.4.3 地质灾害危险性一级评估,应包括下列内容:

- a) 按相应精度要求进行地质调查,查明评估区内存在的地质灾害类型及其基本特征;
- b) 对评估区内分布的各类地质灾害的危险性逐一进行现状评估;
- c) 对建设场地和规划区范围内,工程建设引发的及工程本身遭受地质灾害的可能性和危险性应分别进行预测评估;
- d) 依据现状评估和预测评估结果,综合评估建设场地和规划区地质灾害危险性,分区段划分出危险性等级,说明各区段主要地质灾害种类和危害程度,对建设场地适宜性作出评价,并提出防治地质灾害的措施和建议;
- e) 评估分析以定性、半定量为主,对大型地质灾害宜采用定量方法。

5.4.4 地质灾害危险性二级评估,应包括下列内容:

- a) 按相关要求进行地质调查,基本查明评估区内存在的地质灾害类型及其基本特征;
- b) 对评估区内分布的各类地质灾害的危险性进行现状评估;
- c) 对建设场地范围和规划区内,工程建设引发的和工程本身遭受地质灾害的可能性和危害程度应分别进行初步预测评估;
- d) 在上述评估的基础上,综合评估其建设场地和规划区地质灾害危险性,分区段划分出危险性等级,说明各区段主要地质灾害种类和危害程度,对建设场地适宜性作出评价,并提出防治地质灾害措施与建议。
- e) 评估分析以定性为主,半定量为辅。

5.4.5 地质灾害危险性三级评估可参照二级评估要求的内容适当从简。

5.5 地质灾害危险性等级划分

5.5.1 地质灾害的稳定状态,可分为稳定性较好、稳定性较差和稳定性差三类。

5.5.2 地质灾害的危害程度,可从因灾死亡人数、受威胁人数及直接经济损失三个方面,划分为大、中、小三个等级,见表 3。

表3 地质灾害危害程度分级标准

危害程度分级	死亡人数	受威胁人数(人)	直接经济损失(万元)
大	>10	>100	>500
中	3~10	10~100	100~500
小	<3	<10	<100
注:已发生的地质灾害采用死亡人数或直接经济损失;隐患点地质灾害采用受威胁人数或直接经济损失(预估)。			

5.5.3 地质灾害危险性等级应根据地质灾害稳定状态及其危害程度，按表 4 确定。

表4 地质灾害危险性分级表

稳定状态	危害程度		
	大	中	小
稳定性较好	中	中	小
稳定性较差	大	中	中
稳定性差	大	大	中

6 地质环境和地质灾害调查

6.1 基本要求

6.1.1 地质环境和地质灾害调查应以地质调查为主，必要时结合钻探、井槽探、物探、室内试验及原位测试等方法。

6.1.2 调查前应收集评估区现有相关资料，并分析其可利用程度和存在的问题。

6.1.3 依据评估级别结合评估范围选用合适的地质调查精度。平面图比例尺宜为 1:500~1:5000，应有能反映微地貌和岩土体结构特征的剖面图，其比例尺宜采用 1:100~1:2000。规划区和线状工程比例尺可适当放宽。

6.1.4 地质调查点的布设应满足下列要求：

- 布置在地质构造线、地层接触线、岩性分界线、不同地貌单元及微地貌单元的分界线、地下水露头以及各种不良地质现象分布的地段；
- 布置在需进行预测评估的各类工程建设工点位置；
- 应充分利用天然和已有的人工露头，当露头少时，可根据具体情况布置一定数量的探坑或探槽；
- 点的密度可根据评估区的地质和地貌条件、成图比例尺及工程特点等确定。

6.1.5 地质调查的记录应准确可靠、条理清晰、文图相符。重要的、有代表性的调查点，应附素描图或照片。

6.2 地质环境

6.2.1 气象水文

调查和收集资料包括下述内容：

- 气候特征值，包括多年平均和年最大降水量，评估区位于丘陵山区时，尚应收集最大日降水量、最大过程降水量，一次降雨过程中连续大雨、暴雨天数及其年内时段分布等气象特征；
- 水系分布、流域范围，河湖（塘）水深及河（沟）床形态特征。评估区位于海岸带时，应收集当地的最高（低）潮位和多年平均高（低）潮位。

6.2.2 地形地貌

调查和收集资料包括下述内容：

- 调查地貌形态及其对工程的影响。地貌类型根据成因加形态组合方法宜按附录 C 表 C.1 确定；
- 在各类平原（斜地）区段，收集并标注一定数量的代表性高程数据；
- 在海岸带，收集沿岸水下地形图或海图；按附录 C 表 C.2，划分海岸、潮间带及水下岸坡地貌类型，并调查其形态特征及物质组成。

6.2.3 地质构造与区域地壳稳定性

调查和收集资料包括下述内容：

- a) 区域构造部位、褶皱、断裂与裂隙发育特征；对于需要进行预测评估的工点应进行裂隙统计，并实地鉴定优势结构面的特点及其产状；
- b) 地震动峰值加速度，并确定评估区归属地壳稳定或基本稳定的类型。

6.2.4 地层岩性

调查和收集资料包括下述内容：

- a) 各类地层和岩浆岩的时代、岩性、产状及其分布特征；
- b) 岩石地层宜按附录 D 表 D.1 划分，山区第四纪地层宜按附录 D 表 D.2 划分，沿海平原区第四纪地层宜按附录 D 表 D.3 划分；
- c) 量测各地层代表性产状；
- d) 山区第四系调查应搜寻天然或人工露头，进行定名和颜色、岩性、结构构造等特征描述，同时调查其与地貌部位的对应关系，厘定时代和成因；
- e) 在沿海平原区应在评估区或其附近位于同一个工程地质单元内收集并编制不少于 3 个工程地质孔的第四系工程地质剖面图，并据此剖面结合水文地质剖面，编制评估区附近第四纪地层简表。

6.2.5 岩土体工程地质

调查和收集资料包括下述内容：

- a) 按地貌类型进行工程地质分区，当评估区范围较大且地质条件较复杂时，宜按岩组类型进一步划分；
- b) 山区工程地质岩组的划分和命名应符合附录 E 的规定；
- c) 山区第四系工程地质层（组）按土层性质及其组合特征结合地貌部位进行划分；土层命名应在岩性前冠以时代成因；
- d) 沿海平原区第四系工程地质层（组）的划分应按浙江省地方标准 DB33/T 1065-2009 的规定执行，并编制工程地质层（组）划分表和土层物理力学性质统计表。

6.2.6 水文地质

调查和收集资料包括下述内容：

- a) 地下水类型、各含水岩组特征及其分布规律，确定富水性、水质特征；地下水补给、径流、排泄条件等；
- b) 泉流量、民井水位埋深和出水量；
- c) 沿海平原区，宜在评估区或其附近 5km 范围内且位于同一个水文地质单元，收集不少于 2 个水文地质钻孔，编制水文地质剖面图，并标明含水层、抽水试验段过滤器位置以及水位埋深（含量测年月）、涌水量、降深、固形物等水文地质参数。含水层（组）统一按地层时代确定代号：

I 1-1 (Q_3^{2-2})、I 1-2 (Q_3^{2-1})、I 2 (Q_3^1)、II 1 (Q_2^2)、II 2 (Q_2^1)、III 1 (Q_1^3)、III 2 (Q_1^2)、III 3 (Q_1^1)。

6.2.7 自然斜坡

调查包括下述内容:

- a) 地貌单元、高程、高差、坡度、微地貌特征、植被情况、冲沟的形态等;
- b) 岩土的类型、成因、松散层厚度、接触关系以及岩石风化程度等;
- c) 岩体结构面的类型、产状及组合关系, 结构面的发育、充填程度和斜坡临空面的关系;
- d) 地表水体的分布, 地表水对坡面的冲刷情况; 水井和泉点的分布等;
- e) 斜坡建(构)筑物分布;
- f) 其它与稳定性有关的要素。

6.3 崩塌

6.3.1 收集当地崩塌发生、发展历史及相关灾情。调查崩塌基本特征及地质环境条件, 根据调查结果, 初步判断崩塌成因机制及稳定程度, 并确定影响范围和对象。崩塌体规模划分见附录 G。

6.3.2 崩塌地质调查, 应包括下列内容:

- a) 崩塌源的位置、高差、形态等;
- b) 岩体结构类型, 结构面性质、产状、发育和充填程度、与坡面的组合关系及优势结构面的分布和特征;
- c) 崩塌堆积体的分布范围、形态、规模、物质组成等;
- d) 危岩体产出的位置、形态、分布高程、规模。初步判断危岩体崩塌后可能到达并堆积的场地位置;
- e) 调查访问人类工程活动情况, 崩塌周边建(构)筑物分布。

6.3.3 崩塌调查记录应附崩塌点的素描图或照片。

6.4 滑坡

6.4.1 调查滑坡的分布、类型、形态、规模等基本特征, 根据调查结果, 初步判断滑坡范围, 确定主滑方向和诱发因素, 分析成因机制, 确定其稳定性及影响范围和对象。滑坡体规模划分见附录 G。

6.4.2 滑坡地质调查, 应包括下列内容:

- a) 地形地貌: 地貌部位、斜坡形态、坡度、高程、植被情况和有无双沟同源现象等;
- b) 地层岩性: 岩土类型、性质及接触界线(面)、软硬岩的组合与分布、软弱夹层、风化层和松散层的厚度及其分布;
- c) 水文地质: 地下水补给、径流、排泄条件;
- d) 结构面特征: 结构面的产状、形态、规模、性质、密度及其相互切割关系, 与坡面的组合关系;
- e) 变形迹象: 滑坡发生时间和历史, 滑坡体上建(构)筑物、树木等变形位移及井泉、水塘渗漏或干枯等现象;
- f) 滑坡要素和边界特征: 滑动体的平面、剖面形状, 滑坡后缘及两翼裂缝的分布特征, 前缘临空面特征及剪出情况, 洼地、台坎、前缘鼓胀、侧缘边坎等表部微地貌形态特征, 滑带(面)部位及出露情况。

6.4.3 滑坡调查记录应附滑坡体素描图或照片。

6.5 泥石流

6.5.1 调查泥石流形成的物质条件、地形地貌条件、水文条件、植被发育情况、人类活动的影响，泥石流的规模、类型、活动特征、侵蚀方式、破坏方式、泥石流影响范围等，划分泥石流的形成区、流通区和堆积区。泥石流规模划分见附录 G。

6.5.2 泥石流地质调查，应包括下列内容：

- a) 形成条件：
 - 1) 山坡坡度、岩层性质及风化程度，断裂、滑坡、崩塌、岩堆等不良地质现象的发育情况和松散物质的分布范围、规模、性质、稳定性等；
 - 2) 汇水范围和面积、沟床纵横坡度、跌水、急湾、变迁和冲淤变化等；
 - 3) 堆积扇分布范围、表面形态、纵坡、植被、堆积物的性质、层次、厚度、一般和最大粒径及分布规律；
 - 4) 泥石流沟谷的历史情况；
 - 5) 弃渣、切坡、砍伐森林、陡坡开荒等人类活动情况。
- b) 诱发因素：降雨特征资料，包括前期降雨量、各时段暴雨强度和过程降雨量等。
- c) 分布特征及其危害：
 - 1) 调查分析泥石流残留在沟道中的各种痕迹和堆积物特征，推断其活动历史、规模，分析预测今后一定时期内泥石流的发展趋势和可能造成的危害；
 - 2) 调查泥石流危害的对象、危害形式，初步圈定泥石流可能危害的地区。

6.5.3 泥石流调查记录应附泥石流特征部位素描图或照片。

6.6 岩溶地面塌陷

6.6.1 调查岩溶地面塌陷形态、分布范围、危害特征。分析重力和荷载作用、震动作用、地下水及地表水作用、人类工程活动等对塌陷形成的影响，判定可能发生塌陷的范围和危害对象。

6.6.2 岩溶地面塌陷调查尚应收集下列资料：

- a) 已有钻孔资料，统计分析钻孔遇洞率、线岩溶率，结合地面地质构造、岩性特点，分析区内岩溶发育程度与分布规律、岩溶水环境条件等；
- b) 地下水开采历史与现状。

6.6.3 岩溶地面塌陷地质调查，应包括下列内容：

- a) 地质构造、地层产状、岩性特征、可溶性岩分布及与非可溶岩的接触关系，岩溶发育特征；
- b) 井、泉的分布、水量、水质，地下水动态及补给、径流、排泄条件；
- c) 地表水体的分布及其特征，矿坑排水情况；
- d) 岩溶塌陷的成因、形态、规模、分布密度、土层性质、结构和厚度，对已有建筑物的破坏损失情况，圈定影响范围；
- e) 土洞的成因及其发展趋势；
- f) 当地防治岩溶塌陷、土洞的经验。

6.7 采空地面塌陷

6.7.1 调查形成采空地面塌陷的地质环境条件和发展历史，基本查明塌陷形态、分布、范围、规模等特征。

6.7.2 采空地面塌陷地质调查和收集资料，宜包括下列内容：

- a) 矿山开采历史过程和闭坑方式、时间，塌落时间、过程；

- b) 地下巷道布置、形态大小、埋藏深度、采厚与采深、采空区位置、形态及规模、矿体的分布、顶底板岩性和结构构造、采空区塌落体密实程度，空隙和积水；
- c) 地表变形和分布特征：包括地表陷坑、台阶、裂缝等的位置、形状、大小、深度、延伸方向并分析与采空区、地质构造、开采边界等的关系；
- d) 地表建（构）筑物分布、变形及其处理措施；
- e) 采空区附近抽、排水情况，并分析对采空区稳定性的影响；
- f) 当地防治采空地面塌陷的经验。

6.7.3 绘制采空塌陷区及周围工程地质平面及剖面图，平面上标明地表陷坑、裂缝等出露位置，剖面上反映采空区、矿层、开采巷道、矿柱等内容。

6.8 地面沉降

6.8.1 对已发生地面沉降的地区，调查其地面沉降的现状成因；对可能发生地面沉降的地区，应着重调查影响地面沉降的地质环境条件和地下水开采历史、现状及规划等。

6.8.2 地面沉降调查尚应收集下列资料：

- a) 地面沉降防治规划、地下水与地面沉降动态监测、地面高程水准测量；
- b) 历年地面累计沉降量和沉降速率等值线图；
- c) 第四纪地层结构以及各土层埋藏分布和物理力学性质；
- d) 第四系含水层划分及水文地质特征、补给、径流、排泄条件，历年地下水动态、开采层位、开采量和区域地下水位等值线图。

6.8.3 地面沉降地质调查，应包括下列内容：

- e) 地形地貌特征、河网水位（平均、最高水位等）与地面高差，历史洪涝灾害情况；
- f) 开采井分布、开采层位、开采量、地下水动、静水位；
- g) 井台抬升、桥梁净空减小、水渠倒流、地面积涝等地面沉降迹象与危害。

6.9 软土变形

6.9.1 收集评估区附近工程地质钻孔，宜调查下列内容：

- a) 软土层厚度及其变化、埋藏条件、岩性特征、物理力学性质；
- b) 地表硬壳层的分布及厚度，软土层之下硬土层或基岩的埋深和起伏；
- c) 结合新旧地形图对比和现状微地貌，调查可能暗埋的塘、浜、沟、坑、穴的分布，人工填土的类型、物质组成及其填筑年代。

6.9.2 收集当地软土特殊性力学指标的经验值，包括不排水抗剪强度 C_u ，直接快剪凝聚力 C_k ，固结系数 C_v 等。

6.9.3 调查地区性工程经验，包括大面积回填、临时性超限堆载、基坑开挖、工程降水、沉井以及地下工程施工等引发的软土变形及其防治经验。

7 地质灾害危险性现状评估

7.1 一般规定

7.1.1 地质灾害危险性现状评估应在实地调查和收集资料基础上，分类阐述评估区各种地质灾害形成的地质环境条件、类型、分布范围、规模大小、变形活动特征与形成机制、危害程度等，并对其稳定性

进行评价,对其危险性和危害范围逐一做出评估。分析地质灾害的发育条件与分布规律,地质灾害与地质环境条件以及人类活动之间的关系,总结评估区每一灾种发生发展规律。

7.1.2 对于可能失稳的斜坡,应分别按可能产生崩塌、滑坡或泥石流的评价方法进行稳定性分析,并判定其危险性等级。

7.1.3 现状评估应结合地质灾害类型合理选用地质灾害危险性现状评估方法和手段。

7.1.4 现状评估要分别描述各个地质灾害点的特征。当评估区内同一种地质灾害较多时,对代表性点需详细描述,并附相应的剖面图,成图比例宜为1:50~1:500;其余点可列表表示。当评估区附近有典型地质灾害点时,宜作详细调查和评价。

7.2 崩塌

7.2.1 崩塌地质灾害危险性现状评估,应包括下列内容:

- a) 阐述现有崩塌的类型、规模及成因机制等基本特征和形成的地质环境条件;
- b) 分析崩塌的现状稳定性和发展趋势,评价崩塌发生的可能性;
- c) 圈定崩塌威胁对象、影响范围和危害程度,确定地质灾害危险性等级。

7.2.2 崩塌稳定性分析以定性为主,半定量为辅,两者互相验证。

- a) 定性分析可采用历史演化分析法、岩体稳定性的结构分析法、工程地质类比法等方法:
 - 1) 历史演化分析法通过调查地形特征及变化、斜坡发展历史,分析堆积物分布范围、分选情况与发育过程,综合判断崩塌发生历史,从而确定崩塌现状稳定性及发展趋势;
 - 2) 岩体稳定性的结构分析法是依据岩体中结构体之间的关系、优势结构面、结构面与临空面的组合关系,确定可能失稳的结构体的形态、规模与空间分布,判定崩塌可能移动的方向和破坏方式。结构分析法主要采用赤平投影法;
 - 3) 工程地质类比法依据相似性原则,通过斜坡的地层岩性、岩土体结构及斜坡类型等因素和类似稳定或失稳斜坡进行比较,从而判别崩塌的现状稳定性及发展趋势。
- b) 半定量分析可在调查判定崩塌类型、结构形式及崩落运动方式与路径基础上,选用合适的经验公式进行估算。

7.2.3 下列情况可以作为崩塌稳定性差或较差的依据:

- a) 地形陡峻,坡角40°以上,岩体后缘裂隙张开迹象明显且基本贯通,新近有崩塌落石;坡面或坡顶有大树根劈、摇动等不良作用;地下水渗流明显;
- b) 有断裂破碎带出露,结构面性质较差;风化与卸荷裂隙发育或较发育,岩体较破碎;岩体结构面发育或较发育,组合关系较复杂,有不稳定的结构体;
- c) 其它根据地貌、地质特征分析或用图解法及算法判定为可能失稳的崩塌体。

7.3 滑坡

7.3.1 滑坡地质灾害危险性现状评估,应包括下列内容:

- a) 阐述滑坡的地质背景、变形活动特征和形成条件,滑坡的类型、形态、性质、规模等基本特征;总结本地区滑坡发生发展的规律和特征;
- b) 分析滑坡的现状稳定性及发展趋势,确定其破坏的边界范围及破坏模式。圈定滑坡的威胁对象、影响范围和危害程度,并确定其地质灾害危险性等级;
- c) 应附滑坡的工程地质平面图及剖面图、照片等。

7.3.2 滑坡地质灾害现状评估可采用定性、半定量和定量分析法。定性分析法一般包括地质分析法、工程地质类比法等;半定量分析法包括统计法、因子权重指数法、赤平投影法、图解法等。有条件时可采用相关公式定量计算。

7.3.3 下列情况可作为滑坡稳定性差或较差的依据:

- a) 滑坡体坡度较陡，平均坡度 30° 以上，坡面高低不平，有陷落松塌、开裂和鼓起变形、树木歪斜现象，滑坡体上建（构）筑物近期产生开裂或倾斜等变形现象；
- b) 滑坡后壁有擦痕并有坍塌现象，后缘有裂缝断续出现；
- c) 滑坡前缘临空，斜坡较陡，舌部鼓胀、前缘地表隆起，地表水、泉发育等；
- d) 滑动面（带）临空出露，支挡工程变形等；
- e) 有加载、前缘开挖、渗漏、浸没等不利影响的老滑坡；老滑坡的判别参见附录 G；
- f) 其它根据地貌、地质特征分析或用图解法及计算法判定为可能失稳的滑坡。

7.3.4 现状滑坡地质灾害稳定性分级参见附录 H。

7.4 泥石流

7.4.1 对评估区内有历史记载或调查访问确定的泥石流进行分析评价，应包括下列内容：

- a) 泥石流发生时间、类型、发生过程、规模、降雨情况、灾情和损失情况；
- b) 汇水条件、山坡坡度、岩层性质及风化程度，不良地质现象的发育情况，松散物源的分布范围、规模、性质、稳定性等，弃渣、切坡、植被破坏等人类活动情况；
- c) 沟床纵横坡度、跌水、急湾等特征，沟床两侧山坡坡度、稳定程度，沟床的冲淤变化和泥石流的痕迹；
- d) 堆积物分布范围、表面形态、纵坡坡度、堆积物的性质、层次、厚度、一般和最大粒径及分布规律，估算堆积量；
- e) 附相应的平面、剖面图和照片。

7.4.2 从地形地貌、泥石流物源、降雨强度和人类工程活动等情况分析泥石流形成原因和影响因素。

7.4.3 从泥石流形成的条件分析再次发生泥石流可能性与危害性，应按下列步骤进行：

- a) 从泥石流沟谷地质环境、物源条件、诱发泥石流的外动力因素、泥石流活动史等因素综合确定泥石流活动的程度和引发泥石流的可能性；
- b) 从泥石流的危害方式、影响对象、范围、程度及灾害损失等判定其危害性。

7.5 岩溶地面塌陷

7.5.1 根据评估区内岩溶地面塌陷分布范围、地面变形特征，评判现状稳定性，并结合危害程度确定地质灾害危险性等级。

7.5.2 分析地面塌陷形成的地质环境条件、岩溶发育程度、水动力条件；研究地面塌陷与岩溶发育程度的关系；分析地面塌陷的原因和影响因素，包括重力和荷载作用、震动作用、地下水及地表水作用、人类工程活动等对塌陷形成的影响。

7.5.3 岩溶发育的下列地段可作为岩溶塌陷的可能范围：

- a) 浅部岩溶发育强烈，可溶岩顶面起伏较大，并有洞口或裂口，岩溶洞穴空间无充填或充填物少且充填物为砂、碎石和粘性土的地段；
- b) 采、排地下水点附近和地下水位降落漏斗范围内（特别是地下水的主要补给方向上），以及地下水位变动明显的区域；
- c) 构造断裂带、背斜和向斜轴部、可溶岩与非可溶岩的接触部位；
- d) 岩溶洼地、积水低地和池塘分布区；
- e) 第四纪土层厚度小于 10m，其岩性为砂、粉土、粉质粘土，且土洞发育地段。

7.6 采空地面塌陷

7.6.1 通过对采空区的岩土稳定性、开采过程及条件、地面变形特征的分析，分析总结采空区及地表变形的分布范围、特征、历史和规律及地面塌陷的成因机制等，评判现状稳定性，并结合危害程度，确定地质灾害危险性等级及范围。

7.6.2 采空地面塌陷的现状地质灾害危险性评估方法有工程类比法、采深采厚比法等。采深采厚比法宜按表 5 判定。

表5 采空地面塌陷可能性按开采深厚比判

采深采厚比	可能性
>50	可能性小
30~50	可能性中等
<30	可能性大

7.6.3 下列情况可作为采空区稳定性差或较差的依据：

- 地表已出现裂缝或陷坑现象；
- 场地位于采空区地面塌陷影响范围内；
- 由于地表移动变形引起斜坡失稳的地段；
- 在开采过程中出现非连续变形。

7.7 地面沉降

7.7.1 根据评估区地面沉降测量和调查资料，结合水文地质条件进行综合分析，圈定地面沉降范围和判定累计沉降量，总结分析区域及评估区地面沉降的历史与现状、原因与规律等特征。

7.7.2 结合评估区地貌特征、地面高程、第四纪地层结构、水文地质、工程地质条件与特点、地下水位及其动态、地下水的开采量与回灌量等，综合分析现状地面沉降对城镇规划或建设工程造成的危害或影响。

7.7.3 采用累计沉降量和沉降速率进行地面沉降现状评估，宜按表 6 确定地面沉降危险性等级。

表6 地面沉降危险性分级标准表

地面沉降危险	危险性小	危险性中等	危险性大
地面累计沉降量 (mm)	<500	500~1000	>1000
现状年沉降速率 (mm/a)	<20	20~40	>40
注1：地面累计沉降量与现状年沉降速率判定等级不一致时，按就高原则确定。			
注2：由于地面沉降为缓变型、大范围区域性地质灾害，其危害对象较广，故本规范直接以地面沉降严重程度表示其危险性等级。			

8 工程建设引发地质灾害危险性预测评估

8.1 一般规定

8.1.1 工程建设引发地质灾害危险性预测评估是对工程建设中、建成后引发地质灾害的可能性、危险性和危害程度做出预测评估。

8.1.2 工程建设引发地质灾害危险性预测评估前,应充分了解拟建工程概况,工程结构和地基基础方案及其对地质环境作用方式和影响程度,根据工程建设类别及可能引发的地质灾害类型建立预测评估体系。

8.1.3 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、层次分析法、数值统计法等定性、半定量的评估方法进行统计、对比、分析,并以图、表、文字方式进行表达。

8.2 规划区、土地出让地块

8.2.1 本规范所谓“规划区”,是指在本省(市)级以上国土资源主管部门划定的地质灾害易发区内,编制城市和镇总体规划、乡规划和村庄规划时,应当对规划区进行地质灾害危险性评估的项目。“土地出让地块”是指由政府土地储备单位在用地审批前按地块委托进行地质灾害危险性评估的项目。

8.2.2 预测评估前,应取得下列资料:

- 规划区现状地形图和初步规划示意图(比例尺不小于 1:10000),以及包括规划区范围、建设用地发展方向和布局的初步方案、重点建设区,规划主要干道,重要的对外交通设施等“规划纲要”的文字说明;
- 收集土地出让地块现状地形图(丘陵山区比例尺不小于 1:2000)、以及地块所在地段的控制性详细规划。有条件时,取得地块所在地段的修建性详细规划。

8.2.3 当“规划区”和“土地出让地块”尚未进行竖向规划和总平面功能分区布局时,其引发地质灾害危险性预测评估宜按下列要求进行:

- 丘陵沟谷区的预测评估:
 - 根据场地地形坡度与建筑的关系,在规划区(块)地形图上按表 7 的要求,圈定场地建筑坡地类型;再结合场地地质环境条件,综合确定场地地质灾害危险性等级,并分别提供规划区(块)相应比例尺的建筑坡地类型分区图和地质灾害危险性区划图,作为地质灾害危险性评估综合成果图的配套图件。

表7 丘陵沟谷规划区(块)工程建设引发地质灾害危险性区划要素表

建筑坡地划分		覆盖层厚度 ^a m	岩质坡地优势结构面 稳定性判定	引发地质灾害 可能性 大小	地质灾害危害程度		
类型	坡度 α°				大	中	小
缓坡中坡地	$\alpha < 15$	—	——	小	危险性小		
陡坡地	$15 \leq \alpha < 20$	<3	稳定或基本稳定	小 ^b	危险中等	危险性小	
			不稳定	中等	危险性中等		危险性小
		>3	——	中等			
	$20 \leq \alpha < 25$	<3	——	大	危险大	危险性中等	
			稳定~基本稳定	中等	危险性中等		危险性小
		>3	不稳定	大	危险大	危险性中等	
急坡地	$25 \leq \alpha < 35$	<3	稳定	中等	危险大	危险中等	危险性中等
			基本稳定~不稳定	大	危险性大		
			>3	——			
		$35 \leq \alpha < 45$	—	——	大		
悬崖地	$\alpha \geq 45$	—	——	大	危险性大		

- a 覆盖层厚度指中风化岩以浅全、强风化岩及残坡积层总厚度。
b 当坡地岩体为极软岩或断裂破碎带时,该处可能性“小”升为“中等”。

2) 在地质灾害危险性中等以上区段,编制代表性地质剖面图。剖面线的选择应垂直地形最陡部位等高线并且覆盖第一斜坡带全部。

b) 沿海平原区的预测评估:

- 大面积回填引发场地失稳和沉降;
- 临时性超载引发场地失稳;
- 基坑开挖引发坑壁失稳和基坑突涌;
- 河(海、湖、塘)岸边堆载引发岸坡失稳等。

8.2.4 对于已经有竖向设计和建筑物平面布置的丘陵沟谷地块,则应划分出挖方区和填方区,结合建筑平面布置,对挖、填方可能引发崩塌、滑坡等地质灾害进行预测评估;已有总平面设计的沿海平原地块,则按设计地面高程、基坑位置和挖深、建筑物结构特点等应分别进行工程建设引发软土变形地质灾害的预测评估。

8.3 工业与民用建筑

8.3.1 工业与民用建筑的地质灾害危险性预测评估体系,应包括工程建设中或建成后的整体稳定性、场地平整中的挖方工程、填方工程和基坑工程等。

8.3.2 对位于斜坡或临河(湖、海)岸的建设工程,应评估斜坡、岸坡和工程的整体稳定性及工程建设对斜坡、岸坡稳定性的影响。

8.3.3 挖方边坡场地,应根据场地设计标高、边坡坡度、坡体岩性及结构面特征、弃渣的堆存情况等,评估场地边坡开挖引发崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的可能性和危险性。

8.3.4 大面积高填方或半填半挖场地,应根据工程特性、地面的形态和坡度、岩土类型和性质,评估堆填区域发生滑坡等地质灾害的可能性。软土分布区应预测堆填引发的过量沉降、不均匀沉降、场地失稳或对已有建(构)筑物的危害。沉降量和极限高度估算可按下列方法进行:

c) 大面积填土作用下,最终沉降量可按式(1)估算:

$$s = \psi_s s' = \psi_s P_0 \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{Es_i} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- s ——最终沉降量(mm);
- ψ_s ——沉降计算经验系数,一般情况下可取1.2~1.4;
- s' ——按分层总和法计算的主固结沉降量;
- P_0 ——附加荷载(kPa);
- h_i ——分层土层厚度m,分层可计算至全新统软弱土层底板;
- Es_i ——土层压缩模量(MPa);
- n ——土层数。

d) 均质厚层软土地面一次性填土极限高度可按式(2)估算:

$$H_c = 5.52 \frac{C_u}{r} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- H_c ——极限堆土高度(m);

C_u ——不排水抗剪强度，可按卧软土层取值（kPa）；

r ——填土的重度（kN/m³）。

8.3.5 对基坑开挖可能产生坑壁失稳、坑底突涌、以及堆土或降水对场地稳定性的影响进行地质灾害危险性预测评估。

8.3.6 预测评估方法应根据地质灾害灾种及内容，在确定破坏模式的基础上合理选用。

8.4 道路工程

8.4.1 预测评估体系

道路工程地质灾害危险性预测评估体系应包括路基工程、桥梁工程、隧道工程等工程要素。

8.4.2 路基工程

8.4.2.1 填方路基地质灾害危险性预测评估，应符合下列要求：

- 根据各路段的地形地貌特征、地层结构、岩土类别及软弱夹层的分布、基岩风化及不利结构面的发育情况、地下水和地表水的影响等，评估其稳定性；
- 对填土高度大于 20m 或填土高度虽未达到 20 m，但基底有软弱层分布的路堤，应评估路基填筑引起场地失稳或产生过量的沉降可能性及危险性；
- 地面横坡坡率陡于 1：2.5 或坡率虽未达到 1：2.5 但路堤基底有软弱层或不利结构面分布时，应评估其沿基底潜在的滑动面产生横向滑移的可能性。必要时进行稳定性计算；
- 软土路基需进行沉降和稳定分析，必要时进行沉降量估算和稳定性验算，其估算方法可按本规范 8.3.4 条或按现行公路工程规范执行；
- 沿河傍水路段的岸坡存在滑移、坍塌的可能时，应评估其稳定性；
- 岩溶地段的路基，应分析岩溶的发育程度，评估路基填筑是否会引发岩溶地面塌陷；
- 应附代表性路段的横断面示意图。

8.4.2.2 挖方路基地质灾害危险性预测评估，应符合下列要求：

- 分析边坡开挖引发崩塌、滑坡等地质灾害的可能性，评估地质灾害的危险性。对岩质边坡，应着重分析岩石的风化破碎程度、岩体的结构类型，断裂、层理、节理、软弱夹层等结构面的产状、规模及其对路基的影响；对土质边坡，着重分析土质类型、厚度、地层结构、含水状态、胶结程度和密实度及其对边坡的影响；
- 对于土质挖方边坡高度超过 20m，岩质挖方边坡高度超过 30m 的高边坡，必要时进行边坡稳定性验算，验算方法应按照行业标准 JTG D30-2004 执行；
- 高边坡应附代表性路段的工程地质横断面示意图。

8.4.2.3 半填半挖路基地质灾害危险性预测评估，除符合本规范 8.4.2.1 和 8.4.2.2 要求外，尚应符合：

- 调查地面横坡的坡度及其变化情况，评估斜坡的稳定性及对路基的影响；
- 陡坡上的半填半挖路段，应评估其稳定性；
- 分析边坡开挖和路基填筑引发崩塌、滑坡等地质灾害的可能性，评估地质灾害的危险性。
- 重点路段应附工程地质横断面示意图。

8.4.3 桥梁工程

地质灾害危险性预测评估应符合下列要求：

- a) 根据桥址区地形地貌、地层岩性、地质构造、河流岸坡的稳定性及桥梁的工程地质条件，结合基础形式评估桥梁工程场地的稳定性；
- b) 位于斜坡上的桥台应根据斜坡的微地貌特征、斜坡坡度、高度、岩土体的性质、覆盖层的厚度、岩体的风化程度、结构面的类型、产状及其组合关系，评估斜坡及桥台的稳定性；
- c) 应附典型桥梁的工程地质断面示意图。

8.4.4 隧道工程

8.4.4.1 隧道进出洞口段

根据地形地貌特征、覆盖层的厚度、岩体的风化破碎程度、结构面及发育组合特征等，评估边、仰坡稳定性，分析洞口及明挖段开挖引发崩塌、滑坡等地质灾害的可能性、危险性；

8.4.4.2 隧道浅埋段

地质灾害危险性预测评估应包括：

- a) 浅埋和深埋隧道的分界，可按荷载等效高度值，并结合地质条件、施工方法等因素综合判定；
- b) 根据岩土体性质、结构类型及其岩性、岩石风化和破碎程度、结构面的产状、发育及其组合、软弱夹层、地表水及地下水等要素，评估浅埋段围岩的稳定性以及隧道开挖存在潜在洞顶坍塌的可能性。

8.4.4.3 隧道洞身段

地质灾害危险性预测评估应包括：

- a) 对穿过洞身段的断裂破碎带，根据其类型、规模、产状及其与隧道的夹角，评估其对隧道开挖的影响；
- b) 对水文地质条件复杂地段，评估隧道突水可能性和危害性。

8.4.4.4 隧道工程地质断面图

文字报告中应附隧道工程地质断面图。

8.5 港航工程

8.5.1 预测评估体系

港航工程地质灾害危险性预测评估体系宜包括码头工程、防波堤和护岸工程、内河航道及整治工程、船坞及船台与滑道等修造船工程、船闸工程和陆域建筑物区等工程要素。

8.5.2 码头工程

地质灾害危险性预测评估应符合下列要求：

- a) 重力式码头及斜坡码头应根据天然岸坡的坡度及形态，评估边坡和场地的稳定性；
- b) 高桩码头、栈桥等采用桩基础的码头，评估场地稳定性。

8.5.3 防波堤和护岸工程

地质灾害危险性预测评估应符合下列要求：

- a) 按土质边坡的物质组成、岩质边坡的软弱岩层和构造破碎带、节理裂隙等不利结构面的分布、产状及其组合关系等，评估防波堤和护岸工程的场地及岸坡的稳定性；

- b) 场地有软土层分布时评估软土层的分布和特性、下卧硬土层或基岩面的形态、坡度和坡向及其影响；
- c) 评估潮汐、波浪的冲蚀对岸坡的影响。

8.5.4 内河航道及整治工程

地质灾害危险性预测评估应符合下列要求：

- a) 分析河道两岸地形地貌、地质构造、河道的变迁及冲淤特征、河床组成状况，包括软弱夹层的分布情况、岩土体的性质、厚度和分布情况及对河岸的影响；新开河道尚应调查地下水的类型、含水层的性质、透水性，分析其对河道开挖的影响；
- b) 调查分析航道岸坡的稳定性，评估新建河段岸坡开挖引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性、危险性；
- c) 航道整治工程，应分析对原有地质条件的影响及引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性、危险性。

8.5.5 船坞及船台与滑道等修造船工程

地质灾害危险性预测评估应符合下列要求：

- a) 根据场地地层结构、岩土体的工程地质性质及地下水的类型、埋藏条件、含水层性质和渗透情况等分析船坞基坑开挖引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性和危险性；
- b) 根据天然岸坡的形态及特征，评估岸坡稳定性及其对建设工程的影响。

8.5.6 船闸工程

地质灾害危险性预测评估应符合下列要求：

- a) 根据船闸处河流的地貌特征、河床组成状况，岩土体的性质、岩石的风化程度断裂及软弱夹层的产状、规模、物质组成情况以及地下水的类型、埋藏条件、含水层性质和渗透情况等评估其对工程的影响；
- b) 评估船闸工程开挖基坑引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性和危险性。

8.5.7 陆域建筑物区

地质灾害危险性预测评估按相同工程类型评估要求执行。

8.6 水利水电工程

8.6.1 预测评估体系

水利水电工程地质灾害危险性预测评估体系宜包括挡水建筑工程区、库区、厂房工程、泄洪建筑物、隧道工程、渠道工程、渣场工程及其他辅助配套设施等工程要素。

8.6.2 挡水建筑工程区

分析地质环境条件、坝基软弱结构的分布及其组合，评估坝基滑移、基槽开挖及近坝库岸边坡开挖引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性及其危险性，必要时，对近坝库岸边坡进行稳定性计算。

8.6.3 库区

评估水库水位变动引发滑坡、库岸塌岸的可能性、危险性，水库水位变动引发地面塌陷或岩溶塌陷的可能性、危险性。对水库塌岸宜估算塌岸范围及程度。

8.6.4 厂房工程

评估厂房边坡开挖引发滑坡、崩塌等地质灾害可能性及其危险性，评估厂房场地稳定性，基坑开挖引发坑壁失稳等地质灾害的可能性及其危险性。

8.6.5 泄洪建筑物

评估边坡开挖引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性、危险性以及泄洪闸地基渗透稳定性；评估下游冲刷区、雾化区因水库泄洪引发岸坡滑坡地质灾害的危险性。

8.6.6 隧道工程

按本规范第8.4.4条要求执行。

8.6.7 渠道工程

评估边坡开挖引发崩塌、滑坡以及渠道渗漏引发渠岸失稳等地质灾害的可能性和危险性。

8.6.8 渣场工程

评估堆渣后可能引发堆渣体滑坡以及弃渣引发泥石流的可能性和危险性。

8.6.9 其他配套设施

地质灾害危险性预测评估按相同工程类型评估要求执行。

8.7 电力工程

8.7.1 预测评估体系

电力工程地质灾害危险性预测评估体系宜包括火力发电、输变电、风力发电工程等工程要素。

8.7.2 火力发电工程

8.7.2.1 主厂房区

评估边坡及基坑开挖引发崩塌、滑坡地质灾害可能性、危险性。

8.7.2.2 堆场区

评估堆场区地基稳定性和变形特性并估算其最大允许堆填高度。

8.7.2.3 取水循环系统工程

评估取水口边坡开挖可能引发滑坡、崩塌以及基坑开挖可能引发坑壁失稳等地质灾害的可能性、危险性。

8.7.2.4 辅助工程

根据场地地质环境条件、建构物类型，可按相同工程评估规定执行。对于地质环境条件基本相同、单体建（构）筑物规模不大、引发的地质灾害类型基本相似的工程可合并进行评估。

8.7.3 输变电工程

8.7.3.1 主控楼、变电站（所）

评估边坡及基坑开挖引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性和危险性。

8.7.3.2 塔架基础工程

评估基础滑移及边坡开挖引发崩塌、滑坡可能性和危险性；软土地基的过量沉降和不均匀沉降等。对条件相似的塔架可分组评估，对转线和大跨度塔基宜单独评估。

8.7.3.3 其它附属工程

地质灾害危险性预测评估按同类工程的评估要求执行。

8.7.4 风力发电工程

8.7.4.1 风机机组工程

评估塔架岩石地基滑移的可能性和危险性，软土地基不均匀沉降过量沉降及剪切破坏等软土变形地质灾害的可能性和危险性。

8.7.4.2 变电站（所）工程

评估基础滑移、不均匀沉降地质灾害可能性和危险性，边坡开挖可能引发滑坡、崩塌，基坑开挖可能引发坑壁失稳以及地面变形和渗透变形等地质灾害的可能性和危险性。

8.7.4.3 道路工程及其它附属工程

地质灾害危险性预测评估按相同工程类型的评估要求执行。

8.8 石化储运工程

8.8.1 预测评估体系

石化储运工程地质灾害危险性预测评估体系宜包括石化（石油）储备基地、输油（气）线路等工程要素。

8.8.2 石化（石油）储备基地

评估边坡及基坑开挖可能引发崩塌、滑坡以及石油储备灌基础滑移、不均匀沉降、过量沉降等地质灾害可能性和危险性。

8.8.3 输油（气）线路

地质灾害危险性预测评估宜包括下列内容：

- a) 边坡开挖引发崩塌、滑坡地质灾害可能性和危险性；
- b) 管线地基不均匀沉降地质灾害可能性和危险性；
- c) 隧道工程评估应按本规范第 8.4.4 条要求执行；
- d) 管槽开挖引发崩塌、滑坡地质灾害可能性和危险性。

8.8.4 辅助配套设施工程

地质灾害危险性预测评估按相同工程类型的评估要求执行。

9 建设工程遭受地质灾害危险性预测评估

9.1 一般规定

9.1.1 应按照崩塌、滑坡的现状评估结果，及该灾害对建设工程的影响范围和危害程度，对建设工程遭受崩塌和滑坡等地质灾害危险性进行预测评估，

9.1.2 建设工程遭受泥石流、岩溶地面塌陷、采空地面塌陷、地面沉降等地质灾害危险性，应按照该类灾害的发展趋势及对建设工程的影响范围和危害程度进行预测评估。

9.2 崩塌

9.2.1 现状评估判定崩塌是稳定的，则建设工程遭受崩塌地质灾害的可能性小，地质灾害危险性小。

9.2.2 现状评估判定崩塌稳定性较差或差时，应根据崩塌影响的可能范围和建设工程的相对位置关系，判定建设工程遭受崩塌地质灾害的可能性，并结合危害程度确定危险性等级。

9.3 滑坡

9.3.1 现状评估判定滑坡是稳定的，则建设工程遭受滑坡地质灾害的可能性小，地质灾害危险性小。

9.3.2 现状评估判定滑坡稳定性较差或差时，应根据滑坡发展趋势，其失稳后可能影响建设工程的范围，判定建设工程遭受滑坡地质灾害的可能性，并结合危害程度确定危险性等级。

9.4 泥石流

9.4.1 具备下列条件的沟谷可初步判定为泥石流隐患沟谷：

- a) 汇水区呈圆形、扇形、上宽下窄的条形，相对高差一般在 300m 以上，谷坡坡度一般在 30° 以上，沟床平均比降一般大于 100‰，上游启动段沟床平均纵比降一般在 300‰以上；
- b) 沟源一般具有较大的汇水面积，通常在 $0.5 \sim 5\text{km}^2$ ，源头区较为平缓而源头区出口具有突然陡降的沟谷，上部降雨容易集中汇集和积水滞流；
- c) 沟谷内断层、节理、裂隙发育，岩体比较破碎；存在抗风化能力较弱的侵入岩、碎屑岩等；沟谷及两侧存在较厚的残坡积层，有滑坡、崩塌或矿渣、人工堆积等堆积物，沟床上有较厚的松散堆积层；
- d) 沟口存在全新世扇形堆积体，其汇入的主流发生改道、弯曲变形。

9.4.2 泥石流沟易发程度可采用泥石流易发程度综合分值进行判别，参见附录 I。

9.4.3 工程建设遭受泥石流地质灾害危险性大小，可按泥石流隐患沟谷易发程度结合降雨特征和对拟建工程的危害程度综合确定。

9.5 岩溶地面塌陷

9.5.1 在分析评估区岩溶覆盖层、地质构造和地下水等岩溶发育条件的基础上，采用定性或半定量方法对工程建设场地可能遭受岩溶地面塌陷地质灾害可能性和危险性，做出预测评估。

9.5.2 岩溶地面塌陷稳定程度，可采用岩溶塌陷稳定性指数 K 进行预测评估，参见附录 J。

9.5.3 根据稳定性指数 K 计算结果，按表 8 分级标准结合场地地质环境条件和对拟建工程的危害程度，综合确定岩溶地面塌陷危险性等级。对面积较大的规划区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8 岩溶地面塌陷稳定性分级标准表

岩溶地面塌陷稳定性指数 K	稳定性等级
$K \leq 2$	稳定性较好
$2 < K \leq 4$	稳定性较差
$K > 4$	稳定性差

9.6 采空地面塌陷

9.6.1 在现状评估的基础上, 根据地表移动、变形的特性和规律性的分析预测, 判定其对城镇规划或建设工程可能造成的危害及危害程度。

9.6.2 预测评估方法可根据上覆盖层岩性及强度、矿层及埋深、地质构造、地下水和开采条件等因素定性分析。当有实测变形资料时, 也可用相关公式估算。

9.7 地面沉降

9.7.1 在综合分析地面沉降区域及评估区地貌特征、第四纪地层结构、水文地质、工程地质条件以及地下水位及其动态基础上, 根据地面沉降原因与现状及地下水采灌格局的变化, 分析地面沉降发展趋势, 预测一定时限内地面沉降量, 分析地面沉降对城镇规划或建设工程可能造成的危害或影响。

9.7.2 地面沉降预测评估可采用地面沉降危险性指数进行。地面沉降危险性指数可按式(3)估算:

$$E = \sum_{i=1}^5 \alpha_i \cdot \beta_i \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E ——地面沉降危险性指数;

α_i 、 β_i ——分别为控制地面沉降危险程度的 i 类因子分值和因素权重, 可按表9取值, 其中地面沉降易发程度可按发布实施的地面沉降防治规划或按附录L进行划定。

表9 地面沉降危险性评估因子及赋分表

评 估 因 素				单因素危险性等级及因子分值 α_i		
条件	序号 i	指标	权重 β_i	危险性小	危险性中等	危险性大
				1	2	3
地质条件	1	地面高程 (m)	0.1	>3.5	2.5~3.5	<2.5
	2	易发程度	0.2	低易发	中易发	高易发
沉降特征	3	地面累计沉降量 (mm)	0.25	<500	500~1000	>1000
	4	沉降速率 (mm/a)	0.25	<20	20~40	>40
开采动态	5	承压水水位标高 (m)	0.2	>-30	-30~-45	<-45

9.7.3 根据危险性指数 E , 按表 10 确定地面沉降危险性等级。

对面积较大的规划区或各评价因子空间分布存在明显差异时,可采用网格法进行地面沉降危险性分区评价,计算每个单元的地面沉降危险性指数,按分级标准圈定各级危险区的范围。网格单元可采用规则网格和不规则网格,采用规则网格时,网格单元面积不宜超过1km×1km,对于线状工程可分段评价。

表10 地面沉降危险性分级标准表

地面沉降危险性指数 E	危险性等级
$1.0 \leq E \leq 1.5$	危险性小
$1.5 < E \leq 2.5$	危险性中等
$2.5 < E \leq 3.0$	危险性大

9.7.4 对地面沉降监测资料比较完整的地区,可采用数值模拟、相关分析和类比等方法,建立地面沉降的预测评价数学模型,分析地面沉降发展趋势,结合未来地下水采灌(或禁限采)格局的变化,预测未来25年的累计沉降量,并按表6确定遭受地面沉降危险性的等级,也可作为预防地面沉降对建设工程的影响而预留沉降量的依据。

10 地质灾害危险性综合评估

10.1 综合评估

10.1.1 综合评估是在现状评估和预测评估的基础上,对场地或规划区地质灾害危险性等级和场地适宜性进行分级并提出相应防治措施的建议。

10.1.2 根据地质灾害稳定程度和地质灾害危害程度划分工程建设区或规划区的地质灾害危险性区(段)等级,按本规范表4的规定划分为大、中等、小三个等级。

10.1.3 根据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果,进行地质灾害危险性综合评估分区,并应符合下列要求:

- a) 评估范围较小时,可根据地质灾害影响范围及危害程度,直接判定地质灾害危险性等级;
- b) 评估范围较大时,应根据地质环境、遭受和引发地质灾害类型、规模、密度、稳定性和承灾对象社会经济属性等,按“区内相似、区际相异”的原则,分区(段)判定地质灾害危险性等级。

10.2 建设场地适宜性分级

10.2.1 根据地质灾害危险性综合评估结果,依据地质灾害危险性程度、防治措施难易程度和防治效益进行建设场地或规划区土地适宜性分级,可划分为适宜、基本适宜和适宜性差三级,见表11,根据适宜性分级进行分区。

表11 建设场地适宜性分级表

级 别	分 级 说 明
适 宜	地质环境条件简单,工程建设遭受地质灾害危害的可能性小,引发地质灾害的可能性小,危险性小,防治工程简单或基本不需要防治工程的
基 本 适 宜	不良地质现象较发育,地质构造、地层岩性变化较大,工程建设遭受地质灾害危害的可能性中等,引发地质灾害的可能性中等,危险性中等,但可采取适当防治措施予以处理
适 宜 性 差	地质灾害发育强烈,地质构造复杂,岩层结构软弱且变化大,工程建设遭受地质灾害危害的可能性大,引发地质灾害的可能性大,危险性大,防治工程技术复杂或防治经费特别大

10.2.2 按照建设场地适宜、基本适宜、适宜性差的顺序，分别阐明各区段地质环境条件，地质灾害危险性等级以及防治要求，计算分区面积及所占比例。

10.3 防治措施

10.3.1 防治原则

在基本查明各种地质灾害特征的基础上，按“安全可靠、技术可行，经济合理，保护环境”的原则选用防治措施，防治措施既要针对性，又要有可操作性。

10.3.2 崩塌防治

可采取下列措施：

- a) 削坡清除：采取合理坡率放坡，设落石平台，清除危岩体、松散浮石等；
- b) 支撑加固：采取支撑、嵌补、锚杆等进行加固；
- c) 坡面防护：直接对危岩崩塌区采取柔性防护、挂网喷砼等措施，也可对裂隙灌浆填缝胶结；
- d) 被动拦挡：在下方为拦截崩塌落石影响场地而采取的拦挡墙（堤）、网等被动防护措施；
- e) 遮挡建（构）筑物：为直接保护建（构）筑物，避让崩塌落石而采取的明洞、棚洞等措施；
- f) 截排水措施：为减小或防止地表水入渗至裂隙的截水排水措施。

10.3.3 滑坡防治

可采取下列措施：

- a) 减重反压：在上部主滑段采取削坡减重，并根据实际情况对前缘进行反压；
- b) 支挡加固：在滑坡体的前缘设置挡土墙、抗滑桩进行支挡或格构锚杆（索）进行锚固型防护；
- c) 排水工程：可采用地表排水或地下排水；
- d) 坡面防护：包括植物防护和工程防护等。

10.3.4 泥石流防治

可采取下列措施：

- a) 防护工程：包括护坡、挡墙、顺坝和丁坝等；
- b) 排导工程：包括导流堤、急流槽、束流堤等；
- c) 拦挡工程：包括拦碴坝、储淤场、支挡工程、截洪工程等；
- d) 生物措施：包括植树造林、封山育草，改良耕作技术以及改善对生态环境有重要影响的农业管理方式等。

10.3.5 岩溶地面塌陷防治

可采取下列措施：

- a) 控制岩溶地下水开采或矿坑排水量。调整开采井布局，控制地下水开采量和水位降深、水位波动频率和变幅；
- b) 填堵已有的塌陷坑，做好地表排水设施，防止地表水渗漏；
- c) 在工程勘察阶段，重点查明岩溶发育与分布特点，调整建筑物布局，合理选择基础持力层；
- d) 采取钻孔灌浆等加固处理，或采取合理基础形式。

10.3.6 采空地面塌陷防治

可采取下列措施:

- a) 建筑物应避开地表产生裂缝和塌陷发育地段,在附近建筑时,应有一定的安全距离。
- b) 进行回填或压力灌浆;
- c) 采取合适的建筑结构措施。

10.3.7 地面沉降防治

可采取下列措施:

- a) 复核地面高程。采用未沉降区的高程基准点、基岩标或经校正后的高程基准点引测,进行建设场地地面高程复核,消除以往沉降的影响;
- b) 预留沉降量。根据地面沉降发展趋势,预测工程一定使用年限内(25年)的累计沉降量,在工程设计时预留地面沉降值;
- c) 限制或控制地下水开采;
- d) 围堤排涝。对已有建筑区采取围堤排涝方法,降低防护区地表水位,减少或防止受淹。

11 地质灾害危险性评估成果文件

11.1 一般规定

11.1.1 地质灾害危险性评估成果文件分评估报告和评估说明书两类。一、二级评估提交地质灾害危险性评估报告,三级评估提交地质灾害危险性评估说明书。

11.1.2 成果文件编制所依据的原始资料,应进行整理、检查,确认无误后方可使用。

11.1.3 成果文件应资料完整、真实准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理、措施明确、重点突出。

11.1.4 成果文件的文字、术语、代号、符号、数字、计量单位、标点,均应符合国家有关标准的规定。

11.2 评估报告内容

11.2.1 评估报告应根据任务要求、评估等级、工程特点和地质条件等具体情况编写,包括下列内容:

- a) 评估目的和任务要求,评估依据的主要技术标准和收集的资料;
- b) 拟建项目概况、征地地点及范围;
- c) 评估范围、评估级别和完成的工作量;
- d) 评估区地质环境条件的基本特征,包括气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、工程地质和水文地质特征、人为活动影响等方面;
- e) 论述评估区内已发生的各类地质灾害类型、数量、分布、规模、形成机制、危害对象、稳定性等,按灾种逐一进行地质灾害危险性现状评估,并以图、表方式予以表示;
- f) 对工程建设可能引发及建设工程本身可能遭受地质灾害的可能性和危险性,应按工程结构或单元分别进行预测评估。应列表说明不同工程结构或单元地质环境条件、可能引发地质灾害类型、预测评估依据及危险性等级;
- g) 地质灾害危险性综合评估:依据地质灾害危险性现状评估和预测评估的结果,工程建设可能遭受及引发地质灾害的种类及其危险性等级,分别进行工程建设场地或规划区地质灾害危险性分区(段),并依据地质灾害危险性等级、防治难度和防治效益,对建设场地的适宜性作出评估。提出防治地质灾害的措施和建议。应列表说明各区段工程建设可能遭受及引发地质灾害危险性中等以上的灾种和等级,及其相关的防治措施。

11.2.2 地质灾害危险性评估说明书的内容可适当简化。

11.3 报告插图、附图和照片基本要求

11.3.1 报告插图

应紧随所引用的文字段落之后。插图编号可采用与章节同一编号，同一章节有多个插图时，在该章节编号后加顺序号。

11.3.2 报告附图

应符合下列要求：

- a) 建设用地地质灾害危险性评估综合成果图，比例尺应按委托单位的要求并考虑便于阅读，宜为1：1000～1：10000，规划区和线状工程可适当调整，并应标注经纬度；
- b) 成果图应以评估区内地质灾害形成的地质环境条件为背景，主要反映地质灾害类型、特征和分布规律。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段的镶图；
- c) 成果图应按规定的素色表示简化的地理、行政区划要素，应符合国家标准 GB12328-90 规定的色标，以面状普染色表示岩土体工程地质类型，普染色的深浅必须以不影响地理要素的清晰度为限。采用不同颜色的点、线符号表示地质构造、地震、水文地质和水文要素。采用不同颜色的点状或面状符号表示各类地质灾害点的位置、类型、规模等，各区（段）危险性等级宜以45°左斜的红色线条表示危险性大、橙色线条表示危险性中等、绿色线条表示危险性小，或用其他符号明确表示之；
- d) 评估区地质条件复杂时可分别编制地质环境条件与现状地质灾害分布图、地质灾害危险性分区图；
- e) 剖面图，水平比例尺宜为1：1000～1：10000，规划区和线状工程可适当调整；垂直比例尺宜为1：200～1：500。涉及斜坡的剖面图，水平与垂直比例尺应予以一致，比例尺宜为1：500～1：1000；
- f) 收集利用的主要工程地质柱状图或水文地质试验成果可作为附件。

11.3.3 照片摄录

应符合下列要求：

- a) 照片宜为数码相机拍摄，应在下方标注编号、地点、内容和拍摄方向；
- b) 对重要的地质现象可在照片上圈定界线、范围，给出必要的说明；
- c) 照片在文档中宜保存为分辨率不小于300dpi的JPG格式。

附 录 A
(规范性附录)
项目重要性分类

表A.1规定了地质灾害危险性评估项目重要性的分类。

表A.1 地质灾害危险性评估项目重要性分类

工程类别			项目类型		
			重要项目	较重要项目	一般项目
工业和民用建筑工程	规划区		开发区、城镇新区及大于1500人的新建村庄	小于1500人的新建村庄	
	出让地块	① 住宅和公建用地	面积>15万m ²	面积1~15万m ²	面积<1万m ²
		② 其它设施用地	面积>20万m ²	面积3~20万m ²	面积<3万m ²
	一般房屋建筑工程		高度>30层	高度12~30层	高度<12层
	住宅区		总建筑面积>30万m ²	总建筑面积1~30万m ²	总建筑面积<1万m ²
	高耸构筑物工程		高度>120m	高度70~120m	高度<70m
	学校		高等院校、24个班及以上中小学	24个班以下中小学	
	医院		床位>500张	床位300~500张	床位<300张
	疗养院、度假村		床位>3000张	床位1000~3000张	床位<1000张
	影剧院		座位>1500	座位500~1500	座位<500
	体育馆(场)		座位>5000(50000)	座位2000~5000(10000~50000)	座位<2000(10000)
	单层工业厂房		吊车吨位>30t或跨度>24m	吊车吨位15~30t或跨度18~24m	吊车吨位<15t或跨度<18m
	多层工业厂房		跨度>12m或高度>6层	跨度6~12m或高度3~6层	跨度<6m或高度<3层
废弃物处理厂(场)	垃圾填埋场	日处理能力>500t	日处理能力200~500t	日处理能力<200t	
	污水处理厂	>8万m ³ /d	4~8万m ³ /d	<4万m ³ /d	

表1 项目重要性分类 (续)

工程类别		项目类型		
		重要项目	较重要项目	一般项目
道路工程	公路	高速公路、一级公路、长度10km 以上所有等级公路	长度10km 以下的二级及以下公路	
	城市道路	城市快速路、主干路、互通立交	次干路、简单立交桥	支路
	桥梁工程	特大桥总长>1000m 或单跨跨径>150m	大桥总长100~1000m 或单跨跨径40~150m	中桥及以下桥梁工程, 总长<100m 或单跨跨径<40m
	隧道工程	长度>1000m	长度500m~1000m	<500m
水运工程	码头	沿海>30000t 级; 内河>1000t 级	沿海5000~30000t 级; 内河500~1000t 级	沿海<5000t 级; 内河<500t 级;
	修造船厂	船坞>10000t	船坞3000~10000t	船坞<3000t
	航道工程	通航沿海≥50000t 级; 内河>1000t 级	沿海<50000t 级; 内河300~1000t 级	内河<300t 级;
水利水电工程	水库(枢纽)工程	总库容≥1 (亿 m ³)	总库容<1.0 (亿 m ³)	
		装机容量≥300 MW	装机容量<300 MW	
	河道整治	1 级堤防等级	2、3 级堤防等级	4、5 级堤防等级
电力工程	火力发电	单机容量≥100MW	单机容量25~50 MW	
	风力发电	>100 MW	50~100MW	<50 MW
	变电工程	≥330kV	220kV	≤110kV
引调水工程		>5m ³ /s	0.5~5 m ³ /s	<0.5 m ³ /s
净水厂		>10 万 m ³ /d	5~10 万 m ³ /d	<5 万 m ³ /d

附 录 B

(资料性附录)

地质灾害危险性评估工作大纲编序

地质灾害危险性评估工作大纲可按下列章节程序及内容进行编制:

- 1 任务由来及目的(附“项目任务委托书”)
- 2 评估工作依据及评估区地质环境研究程度
- 3 征地地点及评估范围的确定(附有坐标及地形的工程布置图)
- 4 评估级别的初步划定
 - 4.1 建设项目工程分析
 - 4.2 地质环境条件概述
 - 4.3 评估级别的初步划定
- 5地质环境和地质灾害野外调查
 - 5.1 调查内容及重点
 - 5.2 调查原则和方法
 - 5.3 调查部署和工作量
- 6 质量控制措施及预期成果
- 7 人员组织及时间安排
- 8 其它需要说明的问题

附 录 C
(资料性附录)
浙江省地貌类型分类

表 C.1 给出了陆域地貌类型划分方法。

表 C.2 给出了海域地貌类型划分方法。

表 C.1 浙江省陆域地貌类型划分表

地貌类型及名称				绝对高程(m)	说 明
代号	成因类型	代号	名称		
I	构造侵蚀地貌	I ₁	断块中山	>1000	燕山运动形成的断裂构造在新构造运动中复活，断块上升明显，侵蚀切割强烈，切割深度一般在 500~1000m，山体由火山岩、侵入岩等坚硬块状岩类组成。分布于浙西及浙东、南地区
		I ₂	断块低山	500~1000	
II	侵蚀构造地貌	II ₁	褶皱中山	>1000	由古生代沉积碎屑岩组成的一系列背、向斜构造，发育了呈北东向延伸且侵蚀切割强烈的条带状山地。分布于浙西北地区
		II ₂	褶皱低山	500~1000	
III	侵蚀溶蚀地貌	III ₁	中、低山	>500	由碳酸盐岩组成的山地，在地表水和地下水共同作用下形成。本省以石炭~二迭系灰岩岩溶地貌较为典型，主要有溶洞、溶斗、溶蚀洼地、地下暗河及洞穴堆积等，分布于浙西北地区
		III ₂	丘陵	<500	
IV	侵蚀剥蚀地貌	IV ₁	高丘陵	500~300	在新构造显著上升与沉降交接、即山地与平原接壤地带普遍分布；在中、低山区的泥页岩、片岩、片麻岩等软弱地层分布区也有发育。在流水侵蚀和强烈风化剥蚀作用下，地面切割十分破碎，风化层厚
		IV ₂	低丘陵	<300	
V	侵蚀堆积地貌	V ₁	二级基座阶地	组成河谷两级基座阶地，其中二级基座阶地高出当地河水位 10m 左右，主要由 p1-alQ ₃ 含粘性土卵（砾）石组成；三级基座阶地高出河水位约 35~45m，主要由 p1-alQ ₂ 含粘性土卵（砾）石组成	
		V ₂	三级基座阶地		
VI	堆积地貌	VI ₁	洪积平原或坡洪积斜地	分布于山前沟谷或盆地边缘，由坡积裙、洪积扇组成	
		VI ₂	冲积平原	分布于较大的河谷地带，主要由河漫滩（alQ ₄ ）和一级堆积阶地（alQ ₃ 或 p1-alQ ₃ ）组成，沉积物具上细下粗“二元结构”的特征	
		VI ₃	泻湖、湖沼平原	分布于本省沿海平原之内侧山前一带，全新世海侵形成海湾→泻湖→湖沼环境，由泥和有机物堆积而成。地表岩性为褐黄色粘土为主，“硬壳层”厚约 1.5m 左右。浅部夹泥炭层，其下为海相淤泥或淤泥质土。平原地势低洼，湖塘密布，与宽展的河流形成格子状或放射状水系	
		VI ₄	冲积湖积平原	分布于山区河（沟）谷与沿海平原交接地带，或河口平原之两侧。地表为褐黄色粉质粘土、粘土（“硬壳层”），厚约 1.5m 左右，其下为海相淤泥或淤泥质土。平原地势低平，网格状水系发育	
		VI ₅	冲积海积平原	形成于全新世中、晚期，由河口区河、海水共同作用沉积的物质堆积而成，分布于各大河流河口两侧地带。一般具有“二元结构”特征，上部为粉质粘土、粘质粉土，下部为砂质粉土、粉砂。地面高程相对于冲湖积或湖沼积平原略高 1~2m。具有疏状或细网格状水系	
		VI ₆	海积平原	形成全新世晚期，分布于滨海地带，常有不同时期多列人工海堤分布。因成陆时代较晚，由海相粘性土组成的“硬壳层”较薄，一般小于 1.0m。其下为淤泥或淤泥质土	

表C.2 浙江省海岸带地貌类型划分表

(一) 海岸地貌 (平均高潮线以上到最高潮位线之间的部分)	{ 天然海岸 { 基岩海岸 砂砾质海岸 淤泥质海岸 人工海岸 (海堤、海塘、海港的护岸堤)
(二) 潮间带地貌 (平均低潮线以上到平均高潮线之间的部分)	{ 岩滩 (石质滩) 海滩 (砂砾滩) 潮滩 (淤泥滩), 俗称 “海涂”
(三) 水下岸坡 (平均低潮线以下部分)	{ 水下浅滩 (平均低潮线以下, 泥面坡度$<6^{\circ}$) 水下缓坡 (平均低潮线以下, 泥面坡度 $6^{\circ} \sim 15^{\circ}$) 水下斜坡 (平均低潮线以下, 泥面坡度 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$) 水下深槽或深潭 (常在岛屿或岬角附近出现, 泥面坡度在 25° 以上)

附 录 D
(资料性附录)

浙江省岩石地层和第四纪地层的划分

表D. 1规定了浙江省岩石地层划分的依据和方法。
表D. 2规定了浙江省山区第四纪地层划分依据和方法。
表D. 3规定了浙江省沿海平原区第四纪地层划分依据和方法。

表D. 1 浙江省岩石地层序列表

岩石地层区 地层时代			山地丘陵区（第四纪）		海滨平原区（第四纪）			
			华南地层大区					
			扬子地层区		东南地层区			
			江南地层分区		沿海地层分区			
			江山—临安地层小区		杭州—嘉兴地层小区			
新生代	第四纪	全新世	鄞江桥组Q ₄ y		滨海组Q ₄ z			
		更新世	莲花组Q ₃ l		嘉善组Q ₃ n			
			之江组Q ₂ z		金塘组Q ₃ d			
			汤溪组Q ₁ z		嘉兴组Q ₂ q			
					干窑组Q ₁ j			
	新近纪	上新世						
		中新世			嵊县组N ₁₋₂ s			
	古近纪	渐新世						
		始新世	长河组E ₁₋₂ c					
		古新世	桐乡组K ₂ t					
中生代	白垩纪	晚白垩世	衢江群KQ	衢县组K ₂ q		天台群KT	赤城山组K ₂ c	
		早白垩世		金华组K ₂ j	两头塘组K ₂ l			
				中戴组K ₁ z	塘上组K ₁ t			
		永康群KY	壳山组K ₁ k	方岩组K ₁ f	朝川组K ₁ c	小平田组K ₁ xp		
							馆头组K ₁ gt	
		建德群KJ	横山组K ₁ h	磨石山群KM	祝村组K ₁ z			
			寿昌组K ₁ s		九里坪组K ₁ j			
			黄尖组K ₁ h		茶湾组K ₁ c			
	劳村组K ₁ l		西山头组K ₁ x					
			高坞组K ₁ g					
	侏罗纪	晚侏罗世	同山群JT	渔山尖组J ₂ y		大爽组K ₁ d		
		中侏罗世		马涧组J ₂ m		毛弄组J ₂ ml		
		早侏罗世		王沙溪组J ₁ w		枫坪组J ₁ f		
		三叠纪	晚三叠世			乌灶组T ₃ w		
			中三叠世	周冲村组T ₂ z				
早三叠世			青龙组T ₁ q		政棠组T ₁ z			

表D. 1浙江省岩石地层序列表（续）

岩石地层区 地层时代			华南地层大区			
			扬子地层区		东南地层区	
			江南地层分区		沿海地层分区	
			江山—临安地层小区	杭州—嘉兴地层小区		
晚古生代	二叠纪	晚二叠世	长兴组P ₃ c	大隆组P ₃ l	芝溪头 变质杂岩	
			龙潭组P ₂₋₃ l			
		中二叠世	孤峰组P ₂ g			
			栖霞组P ₂ q			
		早二叠世	梁山组P ₁ l			
	石炭纪		船山组CPc			
		晚石炭世	黄龙组C ₂ h			
			老虎洞组C ₂ l	藕塘底组C ₂ o		
		早石炭世	叶家塘组C ₁ y			
	泥盆纪		珠藏坞组DCz			
		晚泥盆世	五通群DCW	西湖组D ₃ x		
		中泥盆世				
		早泥盆世				
早古生代	志留纪	顶志留世				
		晚志留世				
		中志留世		唐家坞组S ₂ t		
				康山组S ₁₋₂ x		
	奥陶纪	早志留世		河沥溪组S ₁ h		
				霞乡组S ₁ x		
			红家坞组O ₃ h	文昌组O ₃ w		
		晚奥陶世	长坞组O ₃ c	三衢山组O ₃ s		
			黄泥岗组O ₃ h			
			砚瓦组O ₃ y			
			胡乐山组O ₂₋₃ h	牯牛潭组O ₂₋₃ g		
	中奥陶世		宁国组O ₁₋₂ n	荆山组O ₁₋₂ j		
		早奥陶世	印渚埠组O ₁ y	施家头组O ₁ s		
				留下组O ₁ l		
	寒武纪	晚寒武世	西阳山组ЄOx			
			华严寺组Є ₃ h	超峰组Є ₃ c		
		中寒武世	杨柳岗组Є ₂ y			
		早寒武世	大陈岭组Є ₁ d			
			荷塘组Є ₁ h	超山组Є ₁ c		

表D.1浙江省岩石地层序列表（续）

岩石地层区 地层时代			华南地层大区									
			扬子地层区					东南地层区				
			江南地层区					沿海地层分区				
新 元 古 代	震旦纪	晚震旦世	皮园村组Z ₂ p	板桥组Z ₂ b	灯影组Z ₂ d							
		早震旦世	蓝田组Z ₁₋₂ l	陡山沱组Z ₁ d								
	南华纪	晚南华世	南沱组Nh ₂ n									
		早南华世	休宁组Nh ₁ x									
	青白口纪	晚青白口世	河上镇群 QbH	上墅组Qb ₂ s								
				虹赤村组Qb ₂ h								
				骆家门组Qb ₂ l								
		早青白口世	双溪坞群 QbS	章村组Qb ₁ z								
				岩石组Qb ₁ y								
				北坞组Qb ₁ b								
中 元 古 代	蓟县纪		平水群 JxP	陈塘坞组Jxc				陈 蔡 群 Pt ₂ C	徐岸组Jxxa			
				蒙山组Jxm					下吴宅组Jxx			
	长城纪								下河图组Chx			
									捣臼组Chd			
古 元 古 代												
								八 都 (岩) 群 Pt ₁ B	大岩山(岩)组Pt ₁ d			
									泗源(岩)组Pt ₁ s			
									张岩(岩)组Pt ₁ z			
									鳌头(岩)组Pt ₁ q			

表 D.2 浙江省山区第四纪地层划分表

地层单位			成因类型	时代及成因代号	岩性简述	分布特征
系	统	组				
第四系	全新统	鄞江桥组 (Q ₄)	冲积	alQ ₄	具“二元结构”，上部为粉质粘土、粉土；下部为卵（砾）石、砾砂、砂，松散~稍密。上部局部见有机质土或淤泥	沟（河）谷河漫滩和河床心滩、边滩
	上更新统	莲花组 (Q _{3t})	冲积 洪冲积	alQ ₃ pl-alQ ₃	具“二元结构”，上部为粉质粘土、粉土；下部为卵（砾）石、砾砂、砂，稍密~中密，含少量粘性土。局部见有机质土或淤泥	一级堆积阶地、二级基座阶地
			坡洪积	dl-plQ ₃	含碎（砾）石粘性土，及含粘性土碎（砾）石，中密~密实	山前及沟谷斜地（洪积扇、坡积裙）
	中更新统	之江组 (Q _{2z})	洪冲积	pl-alQ ₂	棕红色蠕虫状或细网纹状红土及含粘性土卵（砾）石，密实、卵（砾）石风化强烈	二级或三级基座阶地
			坡洪积	dl-plQ ₂	棕红色蠕虫状或细网纹状红土及含粘性土卵（砾）石，密实、碎（砾）石风化强烈	山前及沟谷斜地（洪积扇，坡积裙）
	下更新统	汤溪组 (Q _{1t})	冲积	alQ ₁	杂色粉质粘土、粘土，硬塑及棕黄、灰黄色卵（砾）石，密实。常被后期坡洪积层覆盖	二级或三级基座阶地

表D.2 浙江省沿海平原第四纪地层划分表

地层单位				成因类型		地层代号		岩性简述		
系	统	组	段							
第四系	全新统	上组		冲海积	海积 冲湖积 湖沼积	al-mQ $\frac{3}{4}$	mQ $\frac{3}{4}$ al-lQ $\frac{3}{4}$ lhQ $\frac{3}{4}$	灰黄色粉质粘土、粉土、稍密~中密	褐黄、灰黄色粉质粘土、粘土，可塑~软塑	
				冲海积	海 积	al-mQ $\frac{2}{4}$	mQ $\frac{2}{4}$	黄灰、灰色、粉土、粉砂、稍密~中密	灰色淤泥质土、流塑，局部夹粉砂、粉土	
		下组		冲湖积		al-lQ $\frac{1}{4}$		褐黄色粘土、粉质粘土，可塑（一）局部灰黄色粉细砂		
				海 积		mQ $\frac{1}{4}$		灰色淤泥质土，流塑，灰色粘性土，软塑		
		上更新统	上段		冲湖积		al-lQ $\frac{2-2}{3}$		褐黄、灰绿色粘性土，可塑（二）局部灰黄色粉细砂	
					海 积		mQ $\frac{2-2}{3}$		灰色粘性土，软塑，局部灰绿色粉土	
					冲海积		al-mQ $\frac{2-2}{3}$		灰色粉土、粉细砂	
			下段		冲湖积		al-lQ $\frac{2-1}{3}$		褐黄、灰绿色粘性土，可~硬塑（三）	
					海 积		mQ $\frac{2-1}{3}$		灰色粘性土，可塑	
					冲积、冲海积		alQ $\frac{2-1}{3}$ 、al-mQ $\frac{2-2}{3}$		灰、灰黄、灰绿色粉土、粉砂、砂	
	下组			冲湖积		al-lQ $\frac{1}{3}$		褐黄、灰绿色粘性土，可~硬塑（四）		
				海 积		mQ $\frac{1}{3}$		灰色粘性土，可塑		
		冲（洪）积		al(pl)Q $\frac{1}{3}$		灰、灰黄色，卵（砾）石，砾砂、砂、中密~密实				
	中更新统	上组		冲湖积		al-lQ $\frac{2}{2}$		杂色粘性土层，可塑~硬塑		
				冲（洪）积		al(pl)Q $\frac{2}{2}$		卵（砾）石、砾砂、砂、密实		
		下组		冲湖积		al-lQ $\frac{1}{2}$		杂色粘性土层，硬塑		
				冲（洪）积		al(pl)Q $\frac{1}{2}$		卵（碎）石、砾砂、砂、密实		
		下更新统		冲湖积		al-lQ $\frac{1}{1}$		杂色粘性土层，硬塑		
				冲（洪）积		al(pl)Q $\frac{1}{1}$		卵（碎）石砾砂、砂、密实，局部可见 2~3 个沉积旋回		
	基 岩									

附 录 E
(规范性附录)
岩石工程地质岩组分类

E.1 岩石工程地质组合（岩组）命名三要素应符合表 E.1 的规定。

表E.1 岩石工程地质岩组分类表

岩石坚硬程度		岩体结构类型		岩石类型	
岩石饱和单轴抗压强度 f_r (MPa) 划分		块状 岩类	巨块状 结构面间距 $\geq 1.5\text{m}$		侵入岩
			块状 结构面间距 $< 1.5\text{m}$		喷出岩 火山碎屑岩 砂、砾岩 砂、泥岩 泥页岩
坚硬	$f_r > 60$	层状 岩类	按岩层厚度 h (m) 划分		红色砂、砾岩 红色砂、泥岩 红色泥页岩
较硬	$60 \geq f_r > 30$				
较软	$30 \geq f_r > 15$		巨厚层	$h > 1.0$	灰岩
软质	$15 \geq f_r > 5$		厚层	$1.0 \geq h > 0.5$	杂质灰岩
极软	$f_r \leq 5$		中厚层	$0.5 \geq h > 0.1$	片岩、片麻岩
			薄层	$h \leq 0.1$	

E.2 山区工程地质岩组命名，应在岩石类型前冠以岩石坚硬程度和岩体结构类型，并注明地质年代，如坚硬块状侵入岩岩组[ξr_3^3]、坚硬厚层状灰岩岩组[$C + P$]、软质厚层状泥页岩岩组[O_{3c}]。

附 录 F
(规范性附录)
崩塌、滑坡、泥石流规模分级

表 F.1 规定了崩塌、滑坡、泥石流规模级别的划分。

表F.1 崩塌、滑坡、泥石流规模级别划分表

灾害类别	灾害等级			
	特大型	大型	中型	小型
崩塌/体积 V (10^4m^3)	$V > 100$	$100 \geq V > 10$	$10 \geq V > 1$	$V \leq 1$
滑坡/体积 V (10^4m^3)	$V > 1000$	$1000 \geq V > 100$	$100 \geq V > 10$	$V \leq 10$
泥石流/体积 V (10^4m^3)	$V > 50$	$50 \geq V > 20$	$20 \geq V > 2$	$V < 2$

附 录 G
(资料性附录)
老滑坡的野外判别

表 G.1 给出了老滑坡识别标志。

表 G.1 老滑坡识别标志

标 志		内 容
类别	亚类	
地貌形态	宏观形态	圈椅状地形、双沟同源地貌、坡体后缘出现洼地、大平台地形（与外围不一致、非河流阶地、非构造平台或风化差异平台）、不正常河流弯道、“大肚子”斜坡等
	微观形态	反倾向台面地形、小台阶与平台相间、马刀树或醉汉林、坡体前方或侧边出现非构造成因的擦痕或镜面、浅部表层坍滑广泛
地层岩性	老地层变动	明显的产状变动（排除了别的原因）、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中
	新地层变动	变形或变位岩体被新地层掩覆、山体后部洼地内出现局部湖相地层、变形或变位岩体上覆湖相地层、上游方出现湖相地层等
地面变形及其他		古墓或古建筑变形、构成坡体的岩土结构零乱或强度低、开挖后易坍滑、斜坡前部地下水呈线状出露或湿地、古树等被掩埋
历史记载或访问		发生过滑坡或变形的记载和口述

附录 H
(资料性附录)

滑坡地质灾害稳定性分级评判方法

H.1 滑坡地质灾害稳定性等级，可采用滑坡地质灾害稳定性指数进行评判。稳定性指数可按下式估算：

$$I = \sum_{i=1}^8 \tau_i \cdot \nu_i \dots\dots\dots (H.1)$$

式中：

I —— 滑坡地质灾害稳定性指数；

τ_i、*ν_i* —— 分别为控制滑坡地质灾害稳定性程度的*i*类标度分值和相应的因素权重，可按表H.1取值。

表 H.1 滑坡地质灾害稳定性评估评分表

评估因素			稳定性分级与取值（标度分值 τ_i ）				
因素	序号 (i)	权重 (v_i)	基本稳定级	较不稳定级	不稳定级		
			1	4	7		
地质环境 复杂程度			1	0.15	区域地形地貌条件不易形成地质灾害，地质构造简单，岩性、岩相单一，岩土体物理力学性质一般，工程地质性质较好，地下水贫乏，地形坡度 $<25^\circ$ ，相对高差小于50m	区域地形地貌条件较易形成地质灾害，地质构造较复杂，岩性、岩相变化较大，岩土体物理力学性质较差，工程地质问题较多，水文地质条件较差，地形坡度 $25\sim 35^\circ$ ，相对高差 50 $\sim$ 100m	区域地形地貌条件有利于地质灾害的形成，地质构造复杂，岩性、岩相变化大，存在易滑地层，岩土体物理力学性质不良，工程地质问题多，水文地质条件差，地形坡度 $>35^\circ$ ，相对高差 $>100\text{m}$
滑坡结构及变形特征	滑坡前缘	2	0.10	前缘斜坡较缓 $<25^\circ$ ，临空高差小（高度 $<3\text{m}$ ），无地表径流流经和继续变形的迹象，岩土体干燥	前缘临空（5m $>$ 高度 $>3\text{m}$ ），且斜坡坡度在 $25\sim 35^\circ$ 之间。有间断季节性的地表径流流经。岩土体较湿，坡面高低不平，局部土体有松动坍塌现象	滑坡前缘临空（高度 $>5\text{m}$ ）且前缘斜坡坡度较陡 $>35^\circ$ ，剪出口隆起形成鼓丘，有纵横裂缝。坡面高低不平，土体有明显的松动坍塌现象。前缘常处于地表径流的冲刷之下，并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水	
	滑体	3	0.15	滑体内部无顺坡向软弱带（面），坡面上无缝隙发展，其上的建筑物、植被未有新的变形迹象。滑坡体内无统一的地下水位	滑体内部存在顺坡向断续的软弱带（面），坡面上存在明显的滑坡平台，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无新的变形迹象。滑坡体内存在统一地下水位，但随季节变化较小，或埋藏较深	滑体内部存在顺坡向贯通软弱带（面），坡面上滑坡平台较小且向下缓倾或后倾现象，存在新的较大裂缝，其上建筑物、植被出现新的变形迹象。滑坡体上有马刀树、醉汉林分布。滑坡体内存在统一的地下水位，且随季节变化较大	

表 H.1 滑坡地质灾害稳定性评估评判分值表（续）

评估因素				稳定性分级与取值（标度分值 τ_i ）		
因素		序号 (i)	权重 (ν_i)	基本稳定级	较不稳定级	不稳定级
				1	4	7
滑坡结构及变形特征	滑坡后缘	4	0.05	后缘壁上无擦痕和明显的位移迹象。原有的裂缝已经被充填，裂缝的连通差	后缘有断续的小裂缝发育，裂隙壁上连通率中等，后缘壁上有较为明显的变形迹象。后缘壁上草木稀少	后缘壁上可见擦痕和存在较大、较明显的位移迹象，并且后缘壁上草木稀少。后缘有裂缝发育，裂缝的连通率高。局部地段形成洼地
	坡面形态及坡体结构	5	0.05	斜坡坡面形态：凸形坡 斜坡结构类型：逆向斜坡	斜坡坡面形态：直线坡 斜坡结构类型：顺向斜坡、斜向斜坡	斜坡坡面形态：凹形坡 斜坡结构类型：顺向斜坡
人类工程活动情况		6	0.20	对提高滑坡体稳定性有利的工程活动，如减载反压等，或人类工程活动不频繁，仅存在少量的对地质环境影响较小的工程活动	人类工程活动较为频繁，存在一定的与地质环境相关的工程活动，如开荒造田、削坡建房、修路切坡等	人类工程活动频繁，存在较多的与地质环境相关的工程活动，如滑坡体范围内水库的蓄泄、渠道的渗漏、开荒造田或在滑坡体前缘有大规模削坡建房、修路切坡等
自然致灾因素		7	0.15	年平均降雨量相对较小，年持续性降雨的几率较小，周围无常年性的地表水	年平均降雨量相对较大，年持续性的降雨的几率相对较大，受常年性的地表水冲刷、淘蚀以及溶解	年平均降雨量大，年持续性的降雨的几率大，受常年性的地表水冲刷、淘蚀以及溶解
滑坡规模及影响范围		8	0.15	$<1 \times 10^4 \text{m}^3$ ，影响范围小	$1 \sim 10 \times 10^4 \text{m}^3$ ，影响范围较大	$>10 \times 10^4 \text{m}^3$ ，影响范围大

H.2 根据滑坡地质灾害稳定性指数 I 计算结果，可按表 H.2 分级标准判别其稳定性等级。

表 H.2 滑坡地质灾害稳定性等级标准

滑坡地质灾害稳定性指数 I	稳定性等级
$1.0 \leq I \leq 2.5$	稳定性较好
$2.5 \leq I < 5.0$	稳定性较差
$5.0 \leq I < 7.0$	稳定性差

附 录 I
(资料性附录)
泥石流沟易发程度评判方法

I.1 泥石流沟易发程度，可采用泥石流沟易发程度综合分值进行判别。综合分值可按式估算：

$$H = \sum_{i=1}^{15} u_i \dots\dots\dots (I.1)$$

式中：
H——泥石流沟易发程度综合分值；
 u_i ——泥石流危险程度的*i*类因子分值，可按表I.1取值。

表I.1 泥石流沟易发程度数量化评分表

序号 <i>i</i>	影响因素	量 级 划 分 (因子分值 u_i)							
		严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失 (自然和人为的) 的严重程度	崩塌滑坡等重力侵蚀严重, 多深层滑坡和大型崩塌, 表土疏松, 冲沟十分发育	21	崩塌滑坡发育, 多浅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
2	泥沙沿程补给长度比/%	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	河形弯曲或堵塞, 大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化, 仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化, 大河主流在高水位不偏, 低水位偏	7	无河型变化, 主流不偏	1
4	河沟纵坡, 度或%	>12° (21.3)	12	12° ~6° (21.3-10.5)	9	6° ~3° (10.5-5.2)	6	<3° (3.2)	1
5	区域构造影响程度	强烈上升区, 6 级以上地震区, 断层破碎带	9	上升区, 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、风化严重和节理很发育的硬岩	6	软硬相间的岩体、风化较严重和节理较发育的硬岩、较软岩	5	弱—中等风化和节理发育一般的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度, 度或%	>32° 62.5	6	32° ~25° 62.5-46.6	5	25° ~15° 46.6-28.6	4	<15° 26.8	1
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、谷中谷、U型谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1

表 1.1 泥石流沟易发程度数量化评分表(续)

序号 i	影响因素	量 级 划 分 (因子分值 u_i)							
		严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
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	<0.2, 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

1.2 根据综合分值 H 计算结果, 可按表 1.2 确定泥石流沟的易发程度。

表 1.2 泥石流沟易发程度数量化评分综合评判等级标准表

易发程度	综合分值 H
极易发 (高)	116~130分
易发 (中等)	87~115分
轻度易发 (低)	44~86分
不易发 (非泥石流沟)	15~43分

附录 J
(资料性附录)

岩溶塌陷地面稳定性评判方法

J.1 岩溶地面塌陷稳定程度，可采用岩溶地面塌陷稳定性指数进行判别。稳定性指数可按式(1)估算：

$$K = \sum_{i=1}^{12} \theta_i \cdot \eta_i \cdots \cdots \cdots \quad (\text{J.1})$$

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J.1取值，其中

岩溶发育程度可按表J.2确定。

表J.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)	基本稳定级	较不稳定级	不稳定级
				1	3	5
岩溶 条件 (0.45)	1	岩溶发育程度	0.35	弱发育	中发育	强发育
	2	地层	0.05	孤峰组、老虎洞组 (泥质灰岩为主)、 梁山组、寒武、震旦、 奥陶系	栖霞组、老虎洞组 (灰岩为主)	黄龙组、船山组
	3	地貌单元	0.05	谷坡	山前缓坡	谷地、平原、低洼地
覆盖层条 件 (0.17)	4	土层厚度 (m)	0.11	>30	30—10	<10
	5	土层岩性	0.04	残积粘土 砂质粘土	冲洪积粘土、残坡积 红粘土、粉砂质土	含砾粉质粘土、粉 质粘土
	6	土层结构	0.02	多层	双层（二元）	单层
构造条 件 (0.14)	7	距断层、接触带或 褶皱轴的距离 (m)	0.12	>400	400—200	<200
	8	断层性质	0.02	压扭性	扭性	张扭性、张性
水条件 (0.24)	9	地下水水面与 基岩面距离 (m)	0.07	>10	5—10	<5
	10	地下水位变幅 (m)	0.04	<2	2—3	>3
	11	地下水径流强度	0.08	弱	中	强
	12	距地表水体距离 (m)	0.05	>200	50—100	<50

表J.2 岩溶发育程度分级表

岩溶发育程度	特 征	参考指标				
		地表岩溶发育密度 (个/ km^2)	钻孔岩溶率a (%)	钻孔遇洞率 (%)	泉流量 (L/s)	单位涌水量 (L/s.m)
强发育	灰岩岩性较纯,连续厚度较大,出露面积较广。地表有较多的洼地、漏斗、落水洞、地下溶洞发育,多岩溶大泉和暗河,岩溶发育深度大	>5	>10	>60	>100	>1
中发育	以次纯灰岩为主,多间夹型。地表有洼地、漏斗、落水洞发育,地下洞穴不多。岩溶大泉数量较少,暗河稀疏,深部岩溶不发育	5~1	10~3	60~30	100~10	0.1~1
弱发育	以不纯灰岩为主,多间夹型或互层型。地表岩溶形态稀疏发育,地下洞穴较少,岩溶大泉及暗河少见	<1	<3	<30	<10	<0.1
a 指地表下100m或基岩面下50以内孔段统计数,对于孔深100m以上全孔岩溶率,指标减半。						

附 录 K
(资料性附录)
地面沉降易发程度评价方法

K.1 地面沉降易发程度，可采用地面沉降综合分值进行判别。综合分值可按式 (K.1) 估算：

$$A = \sum_{i=1}^6 \sigma_i \cdot \tau_i \dots\dots\dots (K.1)$$

式中：

A——综合分值；

σ_i 、 τ_i ——分别为地面沉降 i 项影响因素相应的标度分值和相应的权重，可按表 K.1 取值。

表K.1 地面沉降易发区影响因素量化指标赋分及权值表

影响因素			权重 (τ_i)	标度分值 (σ_i)			
				一级	二级	三级	四级
条件	序号 i	指标		10	6	3	1
地质	1	软土层厚度 (m) ^a	0.20	>30	20~30	10~20	<10
	2	松散层厚度 (m) ^b	0.15	>150	100~150	50~100	<50
水文地质	3	含水层数量 (个) ^c	0.25	3	2~3	1~2	1 或缺失
	4	含水层总厚度 (m) ^d	0.15	>60	30~60	10~30	<10
人为活动	5	地下水开采强度 ($10^4\text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$) ^e	0.15	>5	3~5	1~3	<1
	6	地面沉降迹象或 多年平均沉降速率 (mm/a) ^f	0.10	明显	中等	轻微	极轻微
				>40	20~40	5~20	<5

a 软土层厚度 (m)，主要指全新统海相淤泥质粘性土、淤泥的累计厚度。

b 松散层厚度 (m)，指第四系松散沉积物总厚度。

c 含水层数量 (个)，指上、中、下更新统冲积承压含水岩组数。因含水岩组多由 2~3 个含水层组成，若该区某个含水岩组发育不全或仅有一个单层，可依次降级判定。

d 含水层总厚度 (m)，指可供开采的砂、砂砾石承压含水层的累计厚度。

e 地下水开采强度 ($10^4\text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$)，地下水单位面积平均年开采量，可按 $1\text{km} \times 1\text{km} \sim 5\text{km} \times 5\text{km}$ 统计。

f 地面沉降迹象一指与地面沉降相关的现象，如井管抬升、地面开裂，洪涝灾害、农田淹没、土地损毁加剧，排水不畅，桥梁净空减小，高程测量失真等。在具有长期动态监测资料的地区，可根据历史沉降幅度、等级确定。

K.2 根据易发程度综合分值 A 的计算结果，应按表K.2分级标准结合场地地质环境和对工程的影响综合确定地面沉降的易发程度。

表K.2 地面沉降易发区等级划分表

易发程度	高易发	中易发	低易发	不易发
综合分值（ A ）	>6	$4\sim6$	$2\sim4$	<2