

山西省工程建设地方标准  
《黄土场地不良地质作用危险性评价规程》

Standard for Risk Assessment of Adverse Geological Processes  
in Loess Sites

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

山西省住房和城乡建设厅发布

# 山西省工程建设地方标准

## 黄土场地不良地质作用危险性评价规程

Standard for Risk Assessment of Adverse Geological

Processes in Loess Sites

DBJ04/T

批准部门：山西省住房和城乡建设厅

主编单位：太原理工大学

山西省勘察设计研究院有限公司

施行日期：2025年X月X日

中国建设科技出版社有限责任公司

China Construction Science and Technology Press Co., Ltd.

2025 北 京

## 前 言

根据山西省住房和城乡建设厅《关于印发 2024 年工程建设地方标准制（修）订计划的通知》（晋建科字〔2024〕82 号）的要求，标准编制组进行了广泛深入调查研究，并系统总结实践经验，参考国家有关标准和行业标准，在广泛征求意见的基础上，开展了本标准的编制工作。

本标准的主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 地质环境条件调查；5. 不良地质作用调查；6. 不良地质作用危险性现状评价；7. 不良地质作用危险性预测评价；8. 场地稳定性与适应性评价。

本标准由山西省住房和城乡建设厅工程质量安全监管处负责管理，由太原理工大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至太原理工大学（地址：山西省太原市迎泽西大街新矿院路 18 号，邮政编码：030024）。

**本标准主编单位：**

**本标准参编单位：**

**本标准主要起草人员：**

**本标准主要审查人员：**

# 目 次

1	总 则.....	3
2	术语和符号.....	4
2.1	术语.....	4
3	基本规定.....	7
4	地质环境调查.....	9
4.1	一般规定.....	9
4.2	区域地质背景.....	10
4.3	气象水文.....	10
4.4	地形地貌.....	11
4.5	地质构造.....	12
4.6	地层岩性.....	12
4.7	工程地质条件.....	12
4.8	水文地质条件.....	13
4.9	人类工程活动对地质环境的影响.....	13
5	不良地质作用调查.....	14
5.1	一般规定.....	14
5.2	滑坡.....	14
5.3	崩塌.....	15
5.4	泥石流.....	16
5.5	不稳定斜坡.....	16

5.6	地裂缝.....	17
5.7	地面沉降.....	17
5.8	黄土塌陷.....	18
6	不良地质作用危险性现状评估.....	20
6.1	一般规定.....	20
6.2	滑坡.....	20
6.3	崩塌.....	21
6.4	泥石流.....	21
6.5	不稳定斜坡.....	22
6.6	地裂缝.....	22
6.7	地面沉降.....	22
6.8	黄土塌陷.....	23
7	不良地质作用危险性预测评估.....	25
7.1	一般规定.....	25
7.2	危险性预测评估.....	25
8	场地稳定性和适宜性评价.....	31
8.1	一般规定.....	31
8.2	不良地质作用危险性综合评估.....	31
8.3	建设场地稳定性分级.....	32
8.4	建设场地适宜性分级.....	32
附录 A	不良地质作用危害程度判定依据.....	34
	本规程用词说明.....	42
	引用标准名录.....	43

# 1 总 则

**1.0.1** 为在山西省行政区域黄土建设场地不良地质作用危险性评价工作中，贯彻执行国家及山西省技术经济政策，做到技术先进、安全可靠、经济合理，特制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于山西省行政区域内建(构)筑物场地及其周边，对由黄土或黄土与其他岩土层组成的场地内不良地质作用进行全面的危险性评估，并评价建设场地稳定性及工程建设适宜性，确保工程建设的安全、顺利。

**1.0.3** 黄土场地不良地质作用危险性评价工作除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业和山西省现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 黄土场地 loess site

天然地面或挖、填方场地的设计地面以下以湿陷性黄土为主要地层的场地。

#### 2.1.2 不良地质作用 adverse geological conditions

由地球内力或外力产生的对工程可能造成危害的地质作用。在黄土场地主要包括：滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡、地裂缝、地面沉降、黄土塌陷等灾种。

#### 2.1.3 不良地质作用危险性 risk of adverse geological conditions

不良地质作用发生的可能性及可能造成的危害程度。

#### 2.1.4 不良地质作用危险性评价 risk assessment of adverse geological conditions

不良地质作用发生的可能性及可能造成危害损失的综合估量。

#### 2.1.5 发育程度 development degree

地质体在地质作用下变形和发展的状态及空间分布特征。

#### 2.1.6 危害程度 harm degree

不良地质作用造成或可能造成的人员伤亡、经济损失及生态环境破坏的程度。

#### 2.1.7 诱发因素 inducing factor

引起地质体发生变化的自然和人为活动要素。

#### 2.1.8 滑坡 landslide

斜坡上的岩土体沿某一界面发生剪切破坏向坡下运动的现象。黄土滑坡具体包括弧状滑移、板状滑移、深层溜滑、坡面泥流、接触面滑移、顺层滑移、切层滑移等类型。

#### **2.1.9 崩塌 collapse**

岩土体以滑移、倒转、脱落等方式脱离母体的一种地质现象。黄土崩塌具体包括崩滑、倾倒、坠落、剥落等类型。

#### **2.1.10 泥石流 debris flow**

由降水(暴雨、积雪融化水等)诱发，在沟谷或山坡上形成的一种挟带大量泥沙、石块和巨砾等固体物质的特殊洪流。

#### **2.1.11 不稳定斜坡 unstable slope**

具有蠕滑、鼓胀、溃屈、倾倒或侧向拉裂等变形特征或趋势的斜坡。

#### **2.1.12 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，并在地面形成具有一定长度和宽度裂缝的宏观地表破坏现象。

#### **2.1.13 地面沉降 land subsidence**

因自然或人为因素，在一定区域内，产生的具有一定规模和分布规律的地表标高降低的地质现象。

#### **2.1.14 采空塌陷 mining subsidence**

由于地下挖掘形成空间，导致上部岩土层在自重作用下失稳而引起地面塌陷的现象。

#### **2.1.15 黄土洞穴 loess cave**



隐伏于各类黄土地层中的,具有一定自由空间的地下孔洞或空洞,有时以陷穴、陷坑等竖向洞穴的形式出露于地表的类潜蚀地貌

#### **2.1.16 场地稳定性 site stability**

在场地地震效应、活动断裂与其他不良地质作用、地质灾害影响下的规划场地的稳定状态。

#### **2.1.17 工程建设适宜性 building suitability of the site**

基于对地形地貌、水文、工程地质和水文地质、不良地质作用的综合分析和评判,得出的工程建设适宜程度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 黄土建设场地不良地质作用危险性评价宜在建设项目可行性研究勘察阶段进行；勘察阶段要求简化时，可在相应的阶段进行评价。

**3.0.2** 黄土建设场地不良地质作用危险性评估，应简要阐明评估区地质环境条件的基本特征，进行不良地质作用危险性现状评估、预测评估和综合评估，作出建设场地稳定性和适宜性评价结论，并提出不良地质作用的防治措施与建议。

**3.0.3** 黄土场地不良地质作用危险性评估的灾种主要有滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡、地裂缝、地面沉降、黄土塌陷等灾种。

**3.0.4** 黄土场地不良地质作用危险性现状评估应包括下列内容：

- 1 调查场地已有不良地质作用的灾种、规模、分布、发展过程、发育现状、已造成的危害、处理措施及效果等。

- 2 分析不良地质作用的成因，评价其主要诱发因素与形成机制。

**3.0.5** 黄土场地不良地质作用危险性预测评估应包括下列内容：

- 1 评估工程建设本身遭受不良地质作用危害的可能性以及危害程度，并确定其危险性级别。

- 2 预测工程建设可能引发不良地质作用的灾种、规模、范围与发展变化趋势及其对周边环境的影响与危害，并确定其危险性级别。

**3.0.6** 黄土场地不良地质作用危险性综合评估应包括下列内容：

- 1 根据现状评估与预测评估的分析结果，对不良地质作用危险性进行分级分区和综合评述。

- 2 提出消除或降低不良地质作用危险性的防治措施。

3 对建设场地的稳定性和适宜性进行评价，对适宜性差的建设场地，应提出避让或另择场址的建议。

## 4 地质环境调查

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 地质环境条件调查内容应包括周边环境条件、自然地理、区域地质背景、工程地质条件、水文地质条件等。

**4.1.2** 在收集和分析场地已有地质环境资料的基础上,对场地地质环境条件进行调查。

**4.1.3** 应在分析评价地质环境条件的基础上,根据表 4.1 的规定,综合确定建设场地地质环境条件复杂程度。

表 4.1 黄土场地地质环境条件复杂程度分类

地质环境 条件	复杂程度					
	复 杂		中 等		简 单	
地质构造	全新活 动断裂	非全新 活动断 裂	全新活动 断裂	非全新 活动断 裂	全新活动 断裂	非全新 活动断 裂
地形地貌	地形地貌复杂。地貌多为黄土梁、黄土峁,沟壑纵横,相对高差>200m,黄土斜坡坡度以>25°,土流失严重,溯源侵蚀严重。		地形地貌较简单。地貌为黄土垣,相对高差 50m~200m,黄土斜坡坡度 10°~25°,土流失较严重,溯源侵蚀较严重。		地形地貌简单。地貌为黄土丘陵,相对高差<50m,地面坡度<10°,土流失较轻,溯源侵蚀较轻。	
地层岩性和工程地质性质	土体成因类型复杂。风积湿陷性黄土、残坡积黄土夹风化碎石土(或弃渣)呈散体状结构,结构复		土体主要为上更新统粉土和表层湿陷性黄土、中更新统粉质黏土、下更新统粉质黏土和泥岩,多呈		土体主要为中更新统粉质黏土、部分第三系黏土和表部不具湿陷性的上更新统粉土,中更新统粉质黏	

	杂，工程地质性质差。		散体状结构，中更新统粉质黏土中夹钙质结核和古土壤层偶呈层状结构，结构较复杂，工程地质性质较差。		土中夹钙质结核和古土壤层偶呈层状结构，第三系黏土夹较坚硬钙质结核层和较结砾岩，结构较简单，工程地质性质一般。	
水文地质条件	丰水期有孔隙水流出，枯水期断流。		粉质黏土和古土壤层上丰水期偶有上层滞水生存。		粉质黏土和古土壤层上丰水期有上层滞水或潜水生存。	
不良地质作用易发程度	高易发	高易发	高易发	高易发	中易发	低易发

## 4.2 区域地质背景

**4.2.1** 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不良地质作用及与建设场地的关系。

**4.2.2** 收集区域及建设场地活动断裂资料，分析判断对建设场地的影响。

**4.2.3** 收集区域地震历史资料，分析判断地震活动对建设场地的影响及地壳稳定性。

**4.2.4** 收集区域及建设场地地应力场分布特征，确定建设场地主应力方向，分析判断地应力对建设场地影响程度。

**4.2.5** 建设场地及邻近地区第四纪沉积环境、年代、厚度、沉积物等。

## 4.3 气象水文

**4.3.1** 收集建设场地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，分析气象要素对建设场地不良地质作用的影响。

**4.3.2** 收集建设场地地表水水文要素，包括流域特征、流量、水位、含沙量、历史洪水及洪涝灾情等，分析水文要素对建设场地及周边不良地质作用的影响程度。

## **4.4 地形地貌**

**4.4.1** 收集建设场地地形地貌资料，确定建设场地地形地貌类型，

**4.4.2** 调查建设场地地形地貌特征，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。

**4.4.3** 重点调查与不良地质作用相关的地形地貌特征，主要包括以下内容：

1 自然斜坡的形态、类型、结构、坡度、高度、宽度和面积。

2 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。

3 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。

4 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。

5 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。

## 4.5 地质构造

**4.5.1** 调查建设场地黄土中新生代以来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，分析地质构造对建设场地的影响。

**4.5.2** 调查建设场地黄土中节理和裂隙（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，分析节理和裂隙对建设场地的影响程度。

## 4.6 地层岩性

**4.6.1** 收集建设场地周边代表性黄土标准地层剖面、黄土钻孔地层岩性描述和时代划分资料，确定建设场地与周边地层的变化关系。

**4.6.2** 调查建设场地地层的地质年代、成因、岩性、产状、厚度、分布及接触关系等。

**4.6.3** 调查建设场地对场地不良地质作用有控制作用的泥岩、页岩、泥质层面、岩土接触面、不整合面等。

**4.6.4** 调查建设场地松散层的分布范围、规模及特征，分析其在工程建设中形成不良地质作用的可能性。

## 4.7 工程地质条件

**4.7.1** 根据建设场地地层调查资料，划分岩土类型应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021的有关规定。阐明各岩土体的工程地质特征，在黄土地区一般分为：

- 1 全新统上段砂土含砾石工程地质岩组；
- 2 全新统下段含砾砂土层工程地质岩组。

- 3 上更新统粉土夹粉质黏土层工程地质岩组。
- 4 中更新统粉质黏土夹砂层、古土壤层工程地质岩组。
- 5 下更新统粉质黏土夹砂层夹淡水灰岩工程地质岩组。
- 6 新近系黏土、粉质黏土夹砂层、砾岩工程地质岩组。

**4.7.2** 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。

**4.7.3** 当建设场地土层存在明显不同，且具有足够资料依据时，应进行工程地质分区。

## **4.8 水文地质条件**

**4.8.1** 调查建设场地及邻近地区含水层结构、富水性、渗透性、地下水位及其动态变化特征、补径排条件等，重点调查与工程建设密切相关的浅部含水层。

**4.8.2** 调查地下水类型及水位、水量、水质、水温等动态特征。

**4.8.3** 调查建设场地及邻近地区地下水开采与回灌情况。

**4.8.3** 分析地下水对建设场地岩土体稳定性影响及与不良地质作用的关系。重点分析与工程建设密切相关含水层的水文地质条件，评价其水位、水质、渗透性等对工程建设的影响。

## **4.9 人类工程活动对地质环境的影响**

**4.9.1** 调查建设场地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。

**4.9.2** 调查建设场地人类工程活动引发不良地质作用的可能性。

**4.9.3** 分析建设场地人类工程活动对建设工程的影响。



## 5 不良地质作用调查

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 当建设场地存在滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡、地裂缝、地面沉降、黄土塌陷等不良地质作用或存在发生不良地质作用的条件时，应开展专门调查工作，调查不良地质作用类型、成因、规模等。

**5.1.2** 调查不良地质作用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。

**5.1.3** 调查建设场地不良地质作用类型、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。

**5.1.4** 收集和调查建设场地不良地质作用防治工程的类型、效果和经验。

**5.1.5** 调查时应现场填写不良地质作用调查表。

### 5.2 滑坡

**5.2.1** 调查滑坡体的影响范围、分析确定滑动面和滑坡面的空间分布特征，初步估算滑坡体体积。

**5.2.2** 根据调查区地层出露和分布判断滑坡体结构组合特征。

**5.2.3** 调查滑坡前缘挤压变形、地鼓、水体、湿地分布及变迁情况，分析判断剪出口地下埋深和地表位置。

**5.2.4** 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。

**5.2.5** 调查和对比滑坡体前部、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。

**5.2.6** 调查滑坡体上生命财产伤亡与损失特征，确定现状条件下的危害程度。

**5.2.7** 根据滑坡的发育程度和危害程度，结合调查区地质环境条件，分析滑坡的成因，确定滑坡的诱发因素。

**5.2.8** 依据调查、测试或经验值确定岩土体比重、滑动带抗剪强度等岩土参数，初步分析滑坡稳定性。

### **5.3 崩塌**

**5.3.1** 调查已发生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。

**5.3.2** 根据调查区地层出露和分布确定崩塌体结构组合特征。

**5.3.3** 依据调查、测试或经验值确定岩土体比重，估算崩塌体总重度。

**5.3.4** 调查崩塌体坡面产状和各剖面岩土体形态变化特征。

**5.3.5** 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。

**5.3.6** 调查崩塌体上方及下方生命财产伤亡与损失特征，确定现状条件下的危害程度。

**5.3.7** 根据崩塌发育程度和危害程度，结合调查区地质环境条件，分析崩塌成因，确定崩塌的诱发因素。

**5.3.8** 依据崩塌体总重度、空间分布特征、以往掉块和崩塌位置、主要诱发因素，分析崩塌体的崩落方向、规模和影响范围。

## 5.4 泥石流

**5.4.1** 调查泥石流沟域的补给面积、纵坡比、岩土体组合及植被发育特征。

**5.4.2** 调查河、沟岩土体风化剥落对河、沟堵塞程度。

**5.4.3** 收集气象资料，分析多年平均降水量、最大降水量、最小降水量等与泥石流的关系。

**5.4.4** 调查沟域水文条件，分析水源类型、多年平均流量、最大洪峰流量、最小流量、河沟积水与泥石流的关系。

**5.4.5** 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、受灾情况，确定泥石流发育程度和危害程度。

**5.4.6** 调查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。

## 5.5 不稳定斜坡

**5.5.1** 调查坡体地层分布、厚度、岩性特征、风化层或松散层厚度。

**5.5.2** 调查坡体含水层与隔水层分布、出水或渗水点位置、地下水对松散层的软化程度。

**5.5.3** 调查坡体、地层、节理裂隙和软弱夹层的产状，确定其组合关系。

**5.5.4** 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、构筑物 and 植被破坏程度，确定不稳定斜坡的发育程度和危害

程度。

**5.5.5** 调查坡体上下方人类工程活动、坡下河岸侵蚀、降水对坡体的影响程度等，确定不稳定斜坡的诱发因素。

## **5.6 地裂缝**

**5.6.1** 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。

**5.6.2** 调查地裂缝发育区周边松散层孔隙地下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。

**5.6.3** 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。

**5.6.4** 调查地裂缝对地面的破坏特征、影响范围、生命财产的伤亡和损失，确定地裂缝发育程度和危害程度。

**5.6.5** 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。

## **5.7 地面沉降**

**5.7.1** 调查地面沉降所处的地形地貌和地质构造位置。

**5.7.2** 调查松散层沉积类型、地层厚度和岩土特征。

**5.7.3** 调查压缩层的厚度、岩性特征、埋藏深度和分布条件。

**5.7.4** 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。

**5.7.5** 搜集地下水开采历史、开采量、地下水位动态，绘制地下水位

等值线图。

**5.7.6** 搜集地面沉降观测、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，调查地面沉降的发生时间、范围、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。

**5.7.7** 结合地下水位等值线图与地面沉降等值线图，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。

## **5.8 黄土塌陷**

**5.8.1** 采空塌陷不良地质作用调查应包括下列内容：

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。

2 调查矿层的种类、分布、层数、单层厚度和总厚度、埋藏深度。

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。

4 调查矿区地表水温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。

5 调查采空区的总面积、空间展布、冒落、积水、抽排水情况。

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。

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。

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。

### 5.8.2 黄土洞穴不良地质作用调查应包括下列内容：

1 调查黄土洞穴的成因、形态、规模；黄土地层的年代、厚度、湿陷性、颗粒成分、疏松程度、崩解度、节理裂隙发育情况；下伏基岩埋深情况。

2 调查场地水文地质与气候条件，确定地下水位埋深。

3 调查城市管网、水利工程在黄土中的分布情况，地下采空区、防空洞室的分布、规模等。

4 调查已有建筑物的破坏损毁情况。

5 划分变形类型及土洞发育程度；圈定可能发生黄土洞穴的区段。

## 6 不良地质作用危险性现状评估

### 6.1 一般规定

6.1.1 在不良地质作用调查的基础上,根据表 6.1 应对滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡、地裂缝、地面沉降、黄土塌陷等不良地质作用的发育程度、危害程度、诱发因素进行现状评估。根据表 6.1 确定不良地质作用危害程度,根据表 6.2 确定不良地质作用危险性。

表 6.1 不良地质作用危害程度划分表

危害程度	险情	
	受威胁人数	直接经济损失(万元)
大	$\geq 100$	$\geq 500$
中	10~100	100~500
小	$< 10$	$< 100$

表 6.2 不良地质作用现状危险性确定表

危害程度	发育程度		
	强发育(不稳定)	中发育(欠稳定)	弱发育(稳定)
大	危险性大	危险性大	危险性中
中	危险性大	危险性中	危险性中
小	危险性中	危险性小	危险性小

6.1.2 根据不良地质体的发育程度、危害程度和诱发因素,结合地质环境条件,进行不良地质作用危险性现状评估。

### 6.2 滑坡

6.2.1 黄土滑坡分类按附录 A 表 1 确定。

6.2.2 分析滑坡体的岩土体组成结构、变形特征、边界条件等,确定

滑坡的成因、破坏模式和控灾因素，建立滑坡变形的地质模型。

**6.2.3** 分析滑坡滑动带（面）、滑坡边界和滑体变形组合特征，滑坡的演变阶段依据附录 A 表 2 进行判断。

**6.2.4** 根据滑坡变形破坏模式，采用定性方法评价滑坡的现状稳定性，可按附录 A 表 3 进行评价。

**6.2.5** 分析滑坡的受威胁对象和范围，按表 6.1 评价其险情。

**6.2.6** 根据滑坡的规模和稳定状态，可按附录 A 表 4 评价滑坡的发育程度。

**6.2.7** 根据滑坡的发育程度和危害程度，按表 6.2 确定滑坡不良地质作用现状危险性。

### **6.3 崩塌**

**6.3.1** 通过调查分析，确定崩塌体的位置与建设用地的空间关系、崩塌方向、规模、运动方式和影响范围。

**6.3.2** 黄土崩塌分类按附录 A 表 5 确定。

**6.3.3** 按附录 A 表 6 确定崩塌稳定性，根据崩塌的规模和稳定状态按附录 A 表 7 确定崩塌的发育程度，按表 6.1 确定险情，根据崩塌的发育程度和险情，按表 6.2 确定崩塌不良地质作用现状危险性。

### **6.4 泥石流**

**6.4.1** 现状评估应分析泥石流形成原因和发育特征。

**6.4.2** 按附录 A 表 8 确定泥石流现状发育程度。

**6.4.3** 按表 6.1 确定泥石流险情，按表 6.2 确定泥石流不良地质作用现状危险性。



## 6.5 不稳定斜坡

6.5.1 按附录 A 表 9 进行不稳定斜坡的分类。

6.5.2 分析不稳定斜坡形成的岩土体组成结构、变形特征、边界条件等，确定斜坡变形破坏类型和控灾因素，建立斜坡变形破坏的地质模型。

6.5.3 根据斜坡变形破坏类型，采用地质分析等方法定性评价斜坡的现状稳定性，按附录 A 表 10 规定评价其发育程度。

6.5.4 调查统计并按表 6.1 不稳定斜坡的险情。

6.5.5 根据不稳定斜坡的发育程度和险情，按表 6.2 确定不稳定斜坡不良地质作用的现状危险性。

## 6.6 地裂缝

6.6.1 按附录 A 表 11 确定地裂缝发育程度，按表 6.1 确定不良地质作用现状危害程度。

6.6.2 结合地裂缝形成的地质环境条件、变形活动特征、主要诱发因素与形成机制，按表 6.2 确定地裂缝不良地质作用现状危险性。

## 6.7 地面沉降

6.7.1 地面沉降现状评估应从含水层系统的水文地质工程地质条件与特点、地下水位及其动态变化、地下水的开采量与回灌量等方面予以综合分析。具体内容应包括：

1 场区所处的地貌单元和沉积环境与沉积时代。

2 第四系性质、厚度和埋藏条件，查明硬土层、软弱土层的分布和可压缩层的变形特性，分析评价建设场地的工程地质条件。

3 第四系含水层的埋藏、分布、厚度、土性、渗透性、单位涌水量、水化学特征等，地下水的补给、径流、排泄条件。

4 分析开采与回灌条件下地下水位的动态特征。调查评估区范围内的深井分布，地下水开采量、回灌量在区域与建设场地范围内的历年变化，区域地下水位动态及其变化幅度与速率，地下水位降落漏斗的形态，发展变化以及建设场地在其中的位置。

5 分析地面沉降与地下水位变化、地层特性、采灌量变化等因素的关系，分析地面沉降的时空分布与发展变化。

6 地面沉降现状评估，应以历年资料为基础，全面反映地面沉降的发展过程，并着重分析最近 10 年的沉降现状与特点。

## 6.8 黄土塌陷

### I 采空塌陷

**6.8.1** 采空塌陷现状评估应分析采空塌陷形成原因和发育特征，分析采空塌陷与矿层分布、开采程度、上覆岩土层厚度和充填特征等的关系，按附录 A 表 12 确定采空塌陷现状发育程度，按表 6.1 确定采空塌陷险情，按表 6.2 确定采空塌陷现状危险性。

**6.8.2** 下列情况可作为采空区稳定性差或较差的依据：

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

### II 黄土洞穴

**6.8.3** 黄土洞穴现状评估应对场地内黄土洞穴的分布、类型、规模、

特征、引发因素、形成机制进行分析，按附录 A 表 13 确定黄土洞穴类型与发育程度，并对其造成灾害的可能性、可能造成的损失大小进行评估。按表 6.1 确定黄土洞穴险情，按表 6.2 确定黄土洞穴现状危险性。

## 7 不良地质作用危险性预测评估

### 7.1 一般规定

7.1.1 应在现状评估的基础上，结合工程建设类型和工程建设特点进行不良地质作用危险性预测评估。

7.1.2 工程建设中至建成后的期间包括自征地到建设工程竣工验收，受灾对象为施工人员、设备和材料。

7.1.3 应对工程建设中、建成后引发不良地质作用危险性进行预测评估。

### 7.2 危险性预测评估

#### I 滑坡

7.2.1 确定场地与滑坡的位置关系，分析工程建设中、建成后引发滑坡的可能性，根据滑坡的发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，完成危险性预测评估。

表 7.1 滑坡危险性等级判定

场地与滑坡的位置关系	工程建设引发或加剧滑坡发生的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
场地位于滑坡的影响范围内，对滑坡稳定性影响大	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
场地临近滑坡的影响范围内，对滑坡稳定性影响中等	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
场地对滑坡稳定性影响小	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

## II 崩塌

7.2.2 确定场地与崩塌体的位置关系，分析工程建设中、建成后引发滑坡的可能性，根据崩塌的发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，完成危险性预测评估。

表 7.2 崩塌危险性等级判定

场地与崩塌的位置关系	工程建设引发或加剧崩塌发生的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
场地位于崩塌的影响范围内，对崩塌稳定性影响大	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
场地临近崩塌的影响范围内，对崩塌稳定性影响中等	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
场地对崩塌稳定性影响小	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

## III 泥石流

7.2.3 确定场地与泥石流的位置关系，根据泥石流发生条件、引发或加剧泥石流的可能性和遭受泥石流的可能性，完成泥石流的危险性预测评估。

表 7.3 泥石流危险性等级判定

场地与泥石流的位置关系	工程建设引发或加剧崩塌发生的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
场地位于泥石流的	可能性大	强发育	危害大	危险性大

影响范围内，弃渣量大，堵塞沟道，水源丰富		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
场地临近泥石流的影响范围内，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
场地位于泥石流的影响范围外，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

#### IV 不稳定斜坡

7.2.4 确定场地与不稳定斜坡的位置关系，根据不稳定斜坡发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，完成危险性预测评估。

表 7.4 不稳定斜坡危险性等级判定

坡高 m		发育程度	危害程度	危险性等级
存在地下水	>10	强发育	危害大	危险性大
	5~10	中等发育		危险性大
	<5	弱发育		危险性大
不存在地下水	>20	强发育	危害中等	危险性大
	10~20	中等发育		危险性大
	<10	弱发育		危险性中等

#### V 不稳定斜坡

7.2.5 地裂缝预测评估应分析预测地裂缝发生、发展趋势，结合场地与地裂缝的位置关系，根据地裂缝发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，完成危险性预测评估。

表 7.5 地裂缝危险性等级判定

场地与地裂缝的位置关系	工程建设引发或加剧地裂缝发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级

场地位于地裂缝的影响范围内	可能性大	危害大	强发育	危险性大
			中等发育	危险性大
			弱发育	危险性大
场地临近地裂缝的影响范围内	可能性中等	危害中等	强发育	危险性大
			中等发育	危险性大
			弱发育	危险性中等
场地位于地裂缝的影响范围外	可能性小	危害小	强发育	危险性大
			中等发育	危险性中等
			弱发育	危险性小

## VI 地面沉降

**7.2.6** 地面沉降预测评估应依据地面沉降原因与现状，选用合理方法，预测地面沉降发展趋势，并对建设场地的地面沉降发展趋势做出预估。应分析工程建设引发或加剧地面沉降的可能性及其对周边环境的影响与危害，根据工程类型及特点，分析其对建设场地和邻近地区地下水位和地面沉降的影响，评估工程建设本身遭受地面沉降的可能性、影响范围和影响程度。

**表 7.6 地面沉降危险性等级判定**

场地与地面沉降的位置关系	工程建设引发或加剧地面沉降发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
1 场地位于地面沉降的影响范围内	可能性大	危害大	强发育	危险性大
			中等发育	危险性大
			弱发育	危险性大
场地临近地面沉降的影响范围内	可能性中等	危害中等	强发育	危险性大
			中等发育	危险性大
			弱发育	危险性中等
场地位于地面沉降的	可能性小	危害小	强发育	危险性大

影响范围外			中等发育	危险性中等
			弱发育	危险性小

## VII 黄土塌陷

**7.2.7** 采空塌陷不良地质作用应根据场地特点和采空区特征等因素，分析工程建设期间或建成后引发或加剧采空塌陷的可能性，评价对采空塌陷的影响；根据矿区未来开采规划、地下水位变动和建筑物荷载等因素，判断规划或建设项目遭受采空塌陷危害的可能性、危害程度，结合现状评估，完成危险性预测评估。

**表 7.7 采空塌陷危险性等级判定**

场地与采空塌陷的位置关系	工程建设引发或加剧采空塌陷发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
场地位于采空塌陷的影响范围内	可能性大	危害大	强发育	危险性大
			中等发育	危险性大
			弱发育	危险性大
场地临近采空塌陷的影响范围内	可能性中等	危害中等	强发育	危险性中等
			中等发育	危险性中等
			弱发育	危险性中等
场地位于采空塌陷的影响范围外	可能性小	危害小	强发育	危险性中等
			中等发育	危险性中等
			弱发育	危险性小

**7.2.8** 黄土洞穴危险性预测评估应确定场地内黄土洞穴的发育情况，分析工程建设引发或加剧黄土洞穴的可能性及其对周边环境的影响与危害，根据工程类型及特点，根据黄土洞穴发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，完成危险性预测评估。



表 7.8 黄土洞穴危险性等级判定

工程建设与黄土洞穴的位置关系	工程建设引发或加剧黄土洞穴发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
场地存在黄土洞穴，工程活动引起沉降明显	可能性大	危害大	强发育	危险性大
			中等发育	危险性大
			弱发育	危险性大
场地临近黄土洞穴，工程活动引起沉降较明显	可能性中等	危害中等	强发育	危险性大
			中等发育	危险性大
			弱发育	危险性中等
场地不存在黄土洞穴	可能性小	危害小	强发育	危险性大
			中等发育	危险性中等
			弱发育	危险性小

## 8 场地稳定性和适宜性评价

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 建设场地稳定性评价可采用定性的评判方法，建设场地适宜性评价宜采用定性和定量相结合的综合评判方法。

**8.1.2** 根据不良地质作用危险性、防治难度和防治效益，对建设场地建设场地的适宜性做出评价，提出防治不良地质作用的措施建议。

**8.1.3** 对于工程地质条件复杂、不良地质作用强发育的建设场地，建议进一步深化地质工作或开展专项勘察。

### 8.2 不良地质作用危险性综合评估

**8.2.1** 综合评估是在现状评估和预测评估的基础上，对场地或规划区不良地质作用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。

**8.2.2** 根据不良地质作用稳定程度和不良地质作用危害程度划分工程建设区或规划区的不良地质作用危险性区等级，按表 6.2 的规定划分为大、中、小三个等级。

**8.2.3** 根据不良地质作用危险性现状评估和预测评估结果，充分考虑建设场地地质环境条件的差异和潜在不良地质作用隐患点的分布、危害程度，确定判别区段危险性的量化指标。

**8.2.4** 不良地质作用防治可根据综合评估的不良地质作用危险性大、中和小级别区，对应划分重点防治区、次重点防治区和一般防治区；不良地质作用防治措施一般可分为避让措施、工程措施、生物措施、监测预警措施等，可根据不良地质作用种类、不良地质作用发育程度

和危害程度条件提出更加具体的防治方案建议。

### 8.3 建设场地稳定性分级

8.3.1 建设场地稳定性可划分为稳定性差、基本稳定和稳定等三级，见表 8.1。

表 8.1 建设场地稳定性分级表

级别	分级说明
稳定	不良地质作用不发育、无活动断裂、对建筑抗震的有利地段
基本稳定	不良地质作用危险性小、非全新活动断裂带、对建筑抗震的一般地段
稳定性差	不良地质作用危险性中等、微弱或中等全新活动断裂带、对建筑抗震的不利地段

### 8.4 建设场地适宜性分级

8.4.1 根据不良地质作用危险性综合评估结果，依据不良地质作用危险性程度、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 8.2，根据适宜性分级进行分区。

8.4.2 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，不良地质作用危险性等级以及防治要求。

表 8.2 建设场地适宜性分级表

级别	分级说明
适宜	地质环境条件复杂程度简单；工程建设引发和加剧不良地质作用可能性小，危险性小；建设工程遭受不良地质作用可能性小，危险性小。简单地基。

基本适宜	不良地质作用较发育，地质环境条件复杂程度中等；工程建设引发和加剧不良地质作用可能性中等，危险性中等；建设工程遭受不良地质作用可能性中等，危险性中等。中等复杂地基。
适宜性差	不良地质作用发育强烈，地质构造复杂，岩层结构软弱且变化大，工程建设遭受不良地质作用危害的可能性大，引发不良地质作用的可能性大，危险性大，防治工程技术复杂或防治经费特别大。复杂地基（大厚度填土、严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土，以及其他情况复杂、需作专门处理的岩土）。

## 附录 A 不良地质作用危害程度判定依据

表 1 滑坡分类表

运动类型	模型	地层类型	破裂面/滑动面位置	破裂面/滑动面深度 (m)	滑体体积 (m <sup>3</sup> )	运动速度 (mm/s)	滑动距离 (m)
弧状滑移		黄土	黄土地层内部	3~10	2000~20000	0.5~5×10 <sup>3</sup>	0~100
板状滑移				0~3	0~2000	0.5~5×10 <sup>3</sup>	0~30
深层溜滑				3~25	≥20000	≥5×10 <sup>3</sup>	30~300
坡面泥流				0~3	0~2000	≥0.5	0~100
接触面滑移		黄土-基岩	贯穿黄土地层, 与黄土-基岩接触面相切	10~25	≥100000	0.5~5×10 <sup>3</sup>	30~300
顺层滑移			贯穿黄土地层, 与下伏基岩地层相切	10~25	≥100000	0.5~5×10 <sup>3</sup>	30~300
切层滑移			贯穿黄土地层, 且与下伏基岩地层相交	≥25	≥100000	≥5×10 <sup>3</sup>	≥300

表 2 滑坡各阶段的变形特征

演变阶段	滑动带及滑动面	滑坡前缘	滑坡后缘	滑坡两侧	滑坡体
弱变形阶段	主滑段滑动带在蠕动变形, 但滑体尚未沿滑动带位移	前缘无明显变化, 未发现新泉点	后缘地表或构筑物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	两侧无明显裂缝, 边界通常不明显	无明显异常, 偶见“醉汉林”现象
强变形阶段	主滑段滑动带大部分已形成, 部分探井及钻孔发现滑动带有镜面、擦痕及搓揉现象, 滑体局部沿滑动带位移	常有隆起, 有放射状裂缝或大体垂直等高线的压致张裂裂缝, 有时有局部坍塌现象或出现湿地或有泉水溢出	地表或建(构)筑物拉张裂缝多而宽且贯通, 外侧下错	出现雁行羽状剪切裂缝	有裂缝及少量沉陷等异常现象, 可见“醉汉林”现象
演变阶段	滑动带及滑动面	滑坡前缘	滑坡后缘	滑坡两侧	滑坡体
滑动阶段	整个滑坡滑动带已全面形成, 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, 滑带含水量常较高	出现明显的剪切出口并常错出, 剪切出口附近湿地明显, 有一个或多个泉点, 有时形成了滑坡舌, 滑坡舌常明显伸出, 鼓胀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, 滑坡壁通常较明显	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、后部水塘、水沟或水田渗漏, 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, 鼓胀不再发展	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, 裂缝不再扩大不再增多甚至闭合


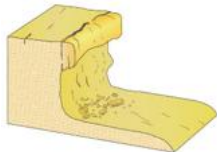


表 3 滑坡的稳定性评价

		稳定性分级			
		稳定	基本稳定	欠稳定	不稳定
稳定性评价方法	分级标准	天然工况和特殊工况条件(地震、暴雨等)时稳定的,安全储备高	天然工况下稳定,特殊工况下稳定性降低,局部可能变形,但整体仍稳定,安全储备不高	天然工况稳定,但安全储备不高,略高于临界状态,向不稳定方向发展特殊工况时有可能失稳	天然工况下处于临界状态,且向不稳定状态发展,或将变形失稳
	定性评价	既有滑坡洼地特征基本难以辨认或消失,滑体地面坡度平缓( $\leq 40^\circ$ ),斜坡前缘较缓,临空高差小,无地表径流和继续变形的迹象;坑面上无裂缝发展,建筑物和植被未有新的变形迹象。滑坡周边没有新的加载来源,人为活动影响很强或不存在	既有崩滑体外貌特征后期改造较大,滑坡洼地特征能辨认但不明显或略有封闭:滑体地面坡度较缓,前缘临空,较低缓,且已形成稳定坡型:坡面上局部有轻微变形现象、裂缝断续分布,无规律性:滑坡周边人为扰动作用较轻微,在特殊工况下其整体稳定性有所降低,可能产生局部变形破坏现象	既有崩滑体外貌特征后期改造不大,后缘滑坡洼地封闭或半封闭,滑体平均坡度中等,滑体内冲沟切割中等:滑坡前缘受冲刷尚未形成稳定坡型:坡体整体无明显变形迹象,但在坡面的后缘、两侧或前缘等典型部位发育变形裂缝,且有一定的规律性,局部出现坍塌现象其上建筑物、植被有变形迹象,可见醉汉林现象:滑坡周边人为工程活动较强烈。在一般工况下是稳定的,但安全储备不高,在特殊工况下有可能整体失稳	崩滑体外貌特征明显,滑坡洼地一般封闭:滑体坡面平均坡度较陡(大于 $30^\circ$ ),滑坡前缘临空较陡且常处于地表径流的冲刷之下,有季节性泉水出露,岩土潮湿、饱水。近期滑体上有明显变形破坏现象,且为滑坡变形配套特征:后缘发育弧形裂缝或塌陷,两侧羽状开裂变形,前缘鼓胀、鼓丘等变形现象发育,醉汉林现象发育:滑坡周边人为工程活动扰动作用明显:滑体接近于临界状态,且向不稳定方向发展,临滑前兆明显,很有可能整体失稳

表4 滑坡发育程度判别表

判 据	发育程度分级		
	弱发育（稳定）	中等发育（欠稳定）	强发育（不稳定）
发育特征	①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；②滑体平均坡度<25°，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被未有新的变形迹象；③后缘壁上无擦痕和明显位移迹象，原有裂缝已被充填	①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°~45°；②滑体平均坡度为25°~40°，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无新的变形迹象；③后缘壁上有不明显变形迹象；后缘有断续的小裂缝发育	①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；②滑体平均坡度>40°，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；③后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象，后缘有裂缝发育

表5 崩塌分类表

运动类型	模型	地层类型	破裂面/滑动面位置	破裂面/滑动面深度(m)	滑体体积(m <sup>3</sup> )	运动速度(mm/s)	滑动距离(m)
崩滑		黄土	黄土地层内部	0~3	2000~20000	≥5×10 <sup>3</sup>	0~30
坠落				0~3	0~2000	≥5×10 <sup>3</sup>	0~300
倾倒				0~3	0~2000	≥5×10 <sup>3</sup>	0~30
剥落				0~3	0~2000	≥5×10 <sup>3</sup>	0~30



**表 6 崩塌稳定性定性判定表**

稳定性	描述
不稳定	不利结构面发育且贯通，发生崩塌的可能性大
欠稳定	不利结构面较发育，发生崩塌的可能性较大
基本稳定	不利结构面较发育，发生崩塌的可能性较小
稳定	不利结构面不发育，发生崩塌的可能性小

**表 7 崩塌发育程度判别表**

发育程度	发育特征
强发育 (不稳定)	崩塌处于欠稳定~不稳定状态。建设场地或周边斜坡黄土崩塌分布多，大多已发生；崩塌体上方发育多条平行沟谷的张性裂隙，黄土垂直节理发育，主控裂隙面上宽下窄，且下部向外倾，裂隙内近期有土流出或掉块，底部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 (欠稳定)	崩塌处于欠稳定状态。建设场地或周边斜坡有危土体分布，未发生崩塌；危土体主控破裂面直立呈上宽下窄，黄土垂直节理较发育，上部充填杂土生长灌木杂草，裂面内近期有流土现象；危土体上方有新生的细小裂隙分布。
弱发育 (稳定)	崩塌处于稳定状态。建设场地或周边斜坡危土体分布；黄土垂直节理不发育，多年未发流土掉块现象；危土体上方无新裂隙分布。

**表 8 泥石流现状发育程度判别表**

发育程度	描述
强发育 (不稳定)	全新世以来发生过泥石流，沟床平均纵坡 $\geq 12^\circ$ ，多年平均降雨量 $\geq 600\text{mm}$ ，沟口或沟道两侧泥石流堆积物发育
中等发育 (欠稳定)	沟床平均纵坡 $6^\circ \sim 12^\circ$ ，多年平均降雨量为 $500\text{mm} \sim 600\text{mm}$ ，泥石流堆积物见于沟道两侧的台地上
弱发育 (稳定)	历史上不曾发生过泥石流，沟床平均纵坡 $< 6^\circ$ ，多年平均降雨量 $< 500\text{mm}$ ，流域范围内松散物稀少

**表 9 不稳定斜坡的分类**

分类指标	类型名称	特征说明
物质组成	土质斜坡	整个斜坡均由土体构成
	岩土混合斜坡	斜坡上部为土体、下部为岩体的二元结构的斜坡
坡体结构特征	类均质土斜坡	边坡由均质土体构成
	近水平层状斜坡	由近水平层状岩土体构成的斜坡
	顺倾层状斜坡	由倾向临空面的顺倾岩土层构成的斜坡
	反倾层状斜坡	岩土层面与斜坡面倾向相反的斜坡
形成原因	人工边坡	由人类工程活动形成的边坡，可分为挖方边坡和填筑边坡
	自然斜坡	由自然地质作用形成的斜坡

表 10 不稳定斜坡发育程度判别表

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	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 11 地裂缝发育程度判别表

发育程度	描述
强发育 (不稳定)	地表开裂明显, 可见陡坎、斜坡、微缓坡、陷坑等微地貌现象, 楼房有裂缝, 平房和围墙裂缝明显, 槽探揭示的地裂缝现象明显
中等发育 (欠稳定)	地表开裂不明显, 无微地貌显示, 楼房有微裂纹, 平房和围墙有细微裂缝, 槽探揭示的地裂缝现象不明显
弱发育 (稳定)	无地表裂缝, 槽探未揭示地裂缝现象

表 12 采空塌陷发育程度判别表

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 <sup>2</sup>			
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

表 13 黄土洞穴的分类和基本特征

分类	基本成因	特征说明
冲穴	水流直接冲蚀作用下形成的竖向黄土洞穴,按其地形部位以及侵蚀方式分为水凼窝、跌穴。其中水凼窝是薄层水流在比较陡的边坡处淘凼成的小坑,待顶部土体塌落后,在土壁上形成的直立半圆筒状凹槽,跌穴是坡面上的集中水流在陡倾边坡上形成跌水或急流在跌水的冲淘作用下形成的小坑,规模较大者可称之为跌坑。	水凼窝多分布于较陡的边坡坡面浅-表处,往往处于洞穴发育初期,洞穴特征并不明显,但数量众多,分布广泛。跌穴则分布于较陡的边坡坡脚处、各类排水渠端部跌水处或渠道或细沟中易产生跌水的部位,并往往在这些部位形成溯源侵蚀,跌坑具有明显的洞穴特征,易被误以为陷六,发展到一定程度时,有时可在跌坑前壁底部形成出水口而成为小型的暗穴。
陷穴	由于黄土在特定地层条件下浸水发生局部湿陷或黄土暗穴在水流等侵蚀作用下进一步扩容、塌陷而形成的出露于地表的竖向黄土洞穴。根据其出露形态可分为葫芦状陷穴、竖井状陷穴以及漏斗状陷穴等。	陷穴具有鲜明的洞穴特征,分布广、直观危害大。陷穴多分布于黄土地层湿陷性强烈的地区,其在地表有的呈零散分布,有的则呈串珠状或蜂窝状分布,陷穴的底部一般都有暗穴发育。
暗穴	在各种地质因素综合作用下所形成的,隐伏于黄土地层中的水平或近似于水平展布的黄土洞穴。	暗穴具有典型的洞穴特征,常因其分布具有很强的隐伏性特点而造成严重危害。暗穴进一步发展演化可导致黄土陷穴、碟形地等竖向黄土洞穴的形成。
碟形穴	黄土地层自重湿陷或巨型暗穴局部塌陷填塞而在地表形成的面积大而深度相对较浅、形似碟状的黄土微地貌单元。深度较大者可称其为碟形坑。	黄土地层自重湿陷或巨型暗穴局部塌陷填塞而在地表形成的面积大而深度相对较浅、形似碟状的黄土微地貌单元。深度较大者可称其为碟形坑。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《滑坡防治工程勘查规范》 GB/T 32864
- 《地质灾害危险性评估规范》 GB/T 40112
- 《建筑抗震设计标准》 GB/T 50011
- 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 《湿陷性黄土地区建筑标准》 GB 50025
- 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 《高填方地基技术规范》 GB 51254
- 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002
- 《工程勘察通用规范》 GB 55017
- 《市政工程勘察规范》 CJJ 56
- 《城乡规划工程地质勘察规范》 CJJ 57

黄土场地不良地质作用危险性评价规程  
Standard for Risk Assessment of Adverse Geological  
Processes in Loess Sites

条文说明

### 3 基本规定

**3.0.1** 黄土场地不良地质作用危险性评估应在建设项目可行性研究阶段进行，目的是确保在项目规划初期就能充分了解场地的地质风险。通过在可行性研究阶段开展评估，可以为项目决策提供科学依据，确保项目选址和设计的合理性，避免后期建设过程中因地质问题而产生的重大风险和成本增加。

**3.0.2** 黄土场地不良地质作用危险性评估，要求在评估过程中对地质环境条件进行详细阐述，并进行现状评估、预测评估和综合评估。这一过程旨在全面识别和评估不良地质作用的潜在风险，并根据评估结果提出针对性的防治措施及建议，从而为项目的稳定性和适宜性提供明确的评价结论，确保工程建设的安全性和可行性。

**3.0.3** 滑坡、崩塌、泥石流等八种不良地质作用，涵盖了黄土地区常见的地质风险，评估时需针对每种不良地质作用进行详细分析，以便全面掌握建设场地内可能存在的地质危险性，为工程建设提供全方位的安全保障。

**3.0.4** 黄土场地不良地质作用危险性现状评估工作，要求调查现有不良地质作用的类型、规模、分布及其发展现状，并分析其成因与诱发因素。通过危险性现状评估，可以系统了解场地的地质历史及其现存问题，为后续的预测评估和综合评估提供基础数据，同时为制定合理的防治措施奠定科学基础。

**3.0.5** 黄土场地不良地质作用危险性预测评估工作，包括评估工程建设过程中遭受不良地质作用危害的可能性及其程度，并预测工程建设



可能引发或加剧的不良地质作用。通过这一预测评估，可以提前识别和量化未来潜在的地质风险，从而为工程设计和施工提供预防性措施，减少对周边环境的负面影响，确保工程的安全实施。

**3.0.6** 黄土场地不良地质作用危险性综合评估工作，不仅要对危险性进行分级分区，还应提出具体的防治措施，并对场地的稳定性和适宜性进行全面评价。对于适宜性差的场地，应提出避让或重新选址的建议，以避免工程建设在高风险区域进行，确保项目的安全性和经济性。

**3.0.7** 黄土场地不良地质作用危险性评估应编制详细的工作方案。工作方案的内容应包括评估的目的和任务、工程概况、已有地质资料的分析、地质环境条件的描述、评估等级的确定以及评估范围、工作量、技术方法、进度安排和质量保障措施等。这一要求确保评估工作有序、科学地进行，并为项目的地质评估提供了系统的操作指南，从而提高评估的有效性和准确性。

## 4 地质环境调查

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 地质环境条件调查的内容涵盖周边环境条件、自然地理、区域地质背景、工程地质条件及水文地质条件，旨在全面了解建设场地的地质环境状况。通过系统调查，可以掌握影响工程建设的关键地质信息，为工程设计和施工提供科学依据，确保工程的稳定性、安全性和可持续性。

**4.1.2** 地质环境条件调查应优先利用已有资料，以提高工作效率和节约成本。然而，当现有资料不足以满足评估要求时，应采用野外调查、遥感调查、地球物理勘探等多种技术手段进行补充调查。这些方法应严格遵循相关标准，确保调查结果的准确性和可靠性。本条文明确了资料收集与补充调查的优先顺序，强调了调查手段的规范性，确保调查过程科学严谨，最终获得的地质数据具有充分的代表性和可信度。

### 4.2 调查内容

**4.2.1** 环境条件调查是工程建设前期关键的一环，通过全面调查建设场地及其周边的重要建筑物、重大工程建设活动和土地利用现状，确保充分掌握区域环境特征。此调查不仅为工程的规划和设计提供科学依据，还能有效预见和避免潜在的环境影响，确保工程实施过程中与周边环境的协调与兼容。

**4.2.2** 自然地理调查涵盖地貌类型、气候气象特征以及主要水系水文特征，旨在系统性地评估拟建场地的自然条件。通过对这些要素的详细分析，可以预判工程建设可能面临的自然风险，并为优化工程设计、

制定防灾减灾措施提供重要的基础数据，确保工程顺利进行并长期稳定。

**4.2.3 区域地质背景调查与评价**通过对基岩、断裂构造、第四纪沉积环境的综合分析，评估建设场地及邻近地区的地质稳定性及抗震能力。黄土地区地质结构复杂，区域地质背景调查为工程设计提供关键的地质参数，为工程的安全性和可靠性提供保障。

**4.2.4 工程地质条件调查与评价**重点在于深入分析建设场地各工程地质层的构成、空间分布及其物理力学性质，以识别并评估不良地质条件的影响。通过这一调查，能够为工程的地基设计、施工方案的优化以及成本控制提供科学支持，确保工程建设的安全性和经济效益。

**4.2.5 水文地质条件调查与评价**通过调查建设场地的含水层结构、地下水位动态变化以及地下水的补径排条件，分析水文地质条件对工程建设的潜在影响。尤其是对于浅部含水层的关注，可以有效预见并管理地下水对基坑开挖和基础施工的影响，确保工程施工和后续运营的安全性和稳定性。

## 5 不良地质作用调查

### 5.1 滑坡

条文规定了滑坡的调查内容和要求，旨在全面查明滑坡体的空间分布特征、滑动面位置、滑坡体结构以及滑坡体前后缘的变形情况，并通过分析滑坡体的裂缝分布、力学属性、以及滑坡体上方的生命财产损失情况，评估滑坡的发育程度和危害程度。此外，通过对滑坡成因及诱发因素的分析，结合滑坡体的抗剪强度等力学参数，最终估算滑坡体的总重度和下滑力，从而为制定合理的防治措施提供科学依据。

### 5.2 崩塌

条文规定了对崩塌体的调查内容和要求，重点关注崩塌体的影响范围、主控结构面特征、岩土体形态变化以及裂缝发育情况。通过对崩塌体上方及下方的裂缝、植被、降水渗透情况的调查，结合崩塌体的历史活动记录和力学分析，确定崩塌体的活动历史与发育程度。通过对崩塌体及其影响范围的深入分析，评估崩塌体的危害程度和发育趋势，为预防和治理崩塌提供有效的防治措施建议。

### 5.3 泥石流

条文规定了泥石流的调查内容和要求，包括泥石流沟域的地质、水文条件、气象数据及其对泥石流发育的影响。通过对泥石流发生的频率、规模、过程及受灾情况的调查分析，确定泥石流的发育程度和危害程度。此外，对泥石流堆积区的形态、冲淤情况和堆积物质组成的分析，有助于揭示泥石流的成因及诱发因素，从而为泥石流的预测与防治提供科学依据。

## 5.4 不稳定斜坡

条文规定了不稳定斜坡的调查内容和要求，明确了对坡体地层分布、厚度、岩性特征、风化层厚度、含水层分布等要素的调查，并强调了对斜坡裂缝发育、坡脚变形、构筑物损坏等现象的分析，以评估不稳定斜坡的发育程度和危害程度。通过对坡体的诱发因素，如人类工程活动、河岸侵蚀、降水等的综合分析，能够有效识别和评估不稳定斜坡的风险，为制定针对性的防治措施提供科学指导。

## 5.5 地裂缝

条文规定了地裂缝的调查内容，通过对地裂缝地质构造位置、发育特征、宽度、长度、深度等的调查，并结合分析地裂缝与地震活动、地下水开采的关系，评估地裂缝的成因及诱发因素。此外，对地裂缝造成的地面破坏特征和生命财产损失的调查，有助于确定其危害程度。结合历史数据，分析地裂缝的发展趋势，从而为地裂缝的预防和治理提供可靠的依据。

## 5.6 地面沉降

条文规定了地面沉降的调查内容，涵盖地形地貌、地质构造、松散层和压缩层的特性、地下水开采历史及动态等要素的全面调查。通过绘制地下水位和地面沉降等值线图，分析地面沉降与地下水开采强度之间的关系，确定地面沉降的成因及诱发因素。旨在系统评估地面沉降的发育程度和危害程度，为科学制定防治措施，确保工程建设的安全性提供依据。

## 5.7 黄土塌陷

条文针对黄土场地常见的不良地质作用采空塌陷与黄土洞穴的调查要求，规定了针对采空塌陷区的地质概况、开采历史、塌落与填充情况、地表变形特征及水文地质条件与黄土洞穴的成因、形态、规模以及黄土的厚度、湿陷性等特征的调查。通过对采空区稳定性及其对工程建设的危害性进行分析评价，明确采空塌陷的成因及诱发因素，从而为评估采空区的适宜性和制定防治措施提供科学依据，确保工程建设的安全性。通过对城市管网、水利工程、地下采空区的分布及其对黄土洞穴的影响进行调查，结合建筑物破坏情况及土洞发育区段的划分，确定黄土洞穴的发育程度及潜在风险。

## 8 综合评估与场地适宜性评价

### 8.1 不良地质作用危险性综合评估

**8.1.1** 综合评估是在现状评估和预测评估的基础上，对场地或规划区不良地质作用的危险性等级和场地适宜性进行系统分级，并提出相应的防治措施建议。本条文强调了综合评估作为工程地质分析的核心环节，旨在通过全面了解地质条件和潜在风险，为工程设计和施工提供可靠的决策依据，确保工程的安全性和可持续发展。

**8.1.2** 根据不良地质作用的稳定程度和危害程度，将工程建设区或规划区划分为大、中、小三个危险性等级。通过对不良地质作用的系统分析与分类，能够有效识别并量化不同区域的不良地质风险，为工程选址和设计提供科学依据，确保工程建设能够合理规避或减轻不良地质作用的影响。

**8.1.3** 基于现状评估和预测评估结果，结合建设场地地质环境条件的差异及潜在不良地质作用隐患点的分布和危害程度，来确定判别区段危险性的量化指标。这一量化过程旨在确保对地质危险性进行科学、精确的评估，从而为工程建设提供可靠的数据支持，有效指导风险管理和防治措施的制定。

**8.1.4** 在地质环境评估中，依据“区内相似，区际相异”的原则，采用定性和半定量分析方法对建设场地的不良地质作用危险性进行等级分区。此条文通过考虑区域内地质条件、地质作用类型及社会经济属性等多重因素，确保风险评估的全面性和准确性，为工程建设和防治措施的实施提供科学依据，优化工程布局和设计。

**8.1.5** 对分区(段)评估结果进行系统描述, 包括各区(段)的工程地质条件、不良地质作用的种类、规模及危害程度, 并提出相应的防治要求。这种详细的说明有助于全面了解各区段的地质风险和工程挑战, 从而制定有效的防治措施, 保障工程的安全性和可持续性。

**8.1.6** 根据综合评估结果, 将不良地质作用危险性划分为大、中、小级别, 并相应地将区域划分为重点、次重点和一般防治区。提出的防治措施包括避让、工程、生物和监测预警等方法, 并根据不良地质作用的种类和危害程度提出具体的防治方案建议。本条文旨在通过精确的分区和科学的防治方案, 最大限度地减少不良地质作用对工程建设的影响, 确保工程顺利进行。

## **8.2 建设场地适宜性分级**

**8.2.1** 本条文根据不良地质作用危险性综合评估的结果, 将建设场地或规划区的土地适宜性进行分级。适宜性分级考虑了不良地质作用的危险性程度、防治措施的难易程度以及防治效益等因素, 将土地划分为适宜、基本适宜和适宜性差三级。这一分级过程有助于科学地评估场地, 降低地质风险, 提高建设的经济性和安全性。

**8.2.2** 按照建设场地适宜、基本适宜和适宜性差的顺序, 详细说明各区段的地质环境条件、不良地质作用的危险性等级及相应的防治要求。系统评估不同区域的地质适宜性, 为科学决策提供数据支持, 并确保工程建设的合理布局和资源优化配置。