



T/CECS ×××—202×

中国工程建设标准化协会标准

景区地质灾害防治与风险管理标准

Standards for the prevention and control of geological
disasters and risk management in scenic spots
tourist attractions

（征求意见稿）

中国 XX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

景区地质灾害防治与风险管理标准

Standards for the prevention and control of geological
disasters and risk management in attractions

T/CECS ×××—202×

主编单位： 建研地基基础工程有限责任公司

中国风景名胜区协会

批准单位： 中国工程建设标准化协会

施行日期： 202× 年 × 月 1 日

中国 XX 出版社

202× 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2024 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2024]15 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合我国实际情况，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分为 7 章和 4 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、地质灾害排查、监测与预警、地质灾害治理与地质灾害风险管理等。

本标准的部分内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会地基基础专业委员会归口管理，由建研地基基础工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送建研地基基础工程有限责任公司（地址：北京市北三环东路 30 号中国建筑科学研究院地基基础研究所，邮编：100013，邮箱：liuph1234@126.com），以供修订时参考。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主 要 起 草 人：

主 要 审 查 人：

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
3	基本规定	(4)
4	地质灾害排查	(5)
4.1	一般规定	(5)
4.2	排查工作方法	(5)
4.3	滑坡	(6)
4.4	崩塌	(7)
4.5	泥石流	(8)
4.6	地面塌陷	(9)
4.7	地面沉降	(9)
4.8	地裂缝	(10)
4.9	地质灾害排查成果编制	(10)
5	监测与预警	(12)
5.1	一般规定	(12)
5.2	滑坡	(13)
5.3	崩塌	(15)
5.4	泥石流	(17)
5.5	地面塌陷	(19)
5.6	地面沉降	(22)
5.7	地裂缝	(24)
5.8	预警	(26)
5.9	信息平台建设	(30)
5.10	资料整理及归档	(30)
6	地质灾害治理	(31)
6.1	一般规定	(31)
6.2	勘查	(32)
6.3	设计	(37)
6.4	施工	(40)
6.5	验收	(40)
7	地质灾害风险管理	(42)
7.1	一般规定	(42)
7.2	风险管控	(42)
7.3	预警与应急处置	(43)
7.4	监督检查与改进	(44)
附录 A	野外排查记录表	(45)
附录 B	地质灾害排查报告编写提纲与图件编制	(51)
附录 C	地质灾害治理工程勘查大纲内容	(53)
附录 D	地质灾害风险评价方法	(54)
	用词说明	(61)
	引用标准名录	(62)
	附：条文说明	(66)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
4	Dynamic survey on geological hazard	(5)
4.1	General requirements	(5)
4.2	Method of dynamic survey	(5)
4.3	Landslide	(6)
4.4	Rockfall	(7)
4.5	Debris-flow	(8)
4.6	Ground collapse	(9)
4.7	Land subsidence	(9)
4.8	Ground fissure	(10)
4.9	Report compilation	(10)
5	Monitoring and early warning	(12)
5.1	General requirements	(12)
5.2	Landslide	(13)
5.3	Rockfall	(15)
5.4	Debris-flow	(17)
5.5	Ground collapse	(20)
5.6	Land subsidence	(22)
5.7	Ground fissure	(23)
5.8	Early warning	(27)
5.9	Development of information platform	(31)
5.10	Document archiving	(31)
6	Implementation of geological hazard	(32)
6.1	General requirements	(32)
6.2	Investigation	(33)
6.3	Design	(38)
6.4	Construction	(41)
6.5	Acceptance	(41)

7	Risk management of geological hazard	(43)
7.1	General requirements	(43)
7.2	Risk control	(43)
7.3	response of early warning and emergency	(44)
7.4	Inspection and improvement	(45)
Appendix A	Record form of field investigation	(47)
Appendix B	Writing outline and chart compilation of report	(53)
Appendix C	Investigation Outline of geological hazard Engineering	(55)
Appendix D	Risk Assessment of geological hazard	(56)
	Explanation of wording	(63)
	List of quoted standards	(64)
	Addtion: Explanation of provisions	(66)

1 总 则

1.0.1 为规范景区地质灾害防治和风险管理，做到安全适用、技术先进、经济合理、保护景源，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于景区地质灾害排查、监测预警、治理和风险管理。

1.0.3 景区地质灾害防治和风险管理应综合考虑景区现有地形地貌、工程地质条件、水文地质条件和周边环境等因素，按功能性、景观性及生态性三个阶段进行综合治理。

1.0.4 景区地质灾害防治和风险管理除应符合本标准规定外，尚应符合国家、行业、景区现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 景区地质灾害 geological hazard of attractions

自然因素或者人为活动引发景区的危害人类生命、财产和景观安全的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等与地质作用有关的灾害。

2.1.2 地质灾害危险性 risk of geological hazards

一定发育程度的地质体在天然或人为因素作用下可能造成危害。

2.1.3 地质环境条件 geological environmental conditions

与人类生存、生活和工程设施依存有关的地质要素。

2.1.4 地质灾害排查 dynamic survey on geological hazard

对已知地质灾害隐患点进行逐一核查,和对可能发生地质灾害体、威胁对象、潜在损失及灾害体稳定性状况等进行调查评估的工作。

2.1.5 地质灾害监测 monitoring of geological hazard

量测和监视地质灾害致灾体和承灾体的变形、应力与应变以及相关环境等信息的监测工作。

2.1.6 自动化监测 automatic monitoring

利用专业仪器设备自动化采集和传输监测点信息的监测方式。

2.1.7 变形监测 deformation monitoring

在一定时期内对地表和地下一定深度范围内岩土体与其上建(构)筑物的位移、沉降、隆起、倾斜等微观、宏观变形进行周期性的或实时的测量工作。

2.1.8 监测网 monitoring grid

由基准点、工作基点、监测点和监测线组成,以监测各类地质灾害活动为目的而布设的监测网络。

2.1.9 合成孔径雷达干涉测量 Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)

对同一地区不同期次 SAR 数据中的相位信息进行干涉计算的技术,利用 SAR 数据提取地质灾害体变形的技术,简称干涉测量,包括差分合成孔径雷达干涉测量(D-InSAR)、短基线集合成孔径雷达干涉测量(SBAS-InSAR)和永久散射体合成孔径雷达干涉测量(PS-InSAR)等。

2.1.10 激光雷达 Light Detection and Ranging (LiDAR)

LiDAR 系统通过向目标发射激光脉冲，并精确测量激光脉冲从发射到被目标反射后返回接收器所需的时间，来计算系统与目标之间的距离。

2.1.11 地质灾害风险管理 risk management of geological hazard

对地质灾害风险采取的相应预防性控制使其降低至可接受程度。

3 基本规定

3.0.1 当景区存在滑坡、危岩和崩塌、泥石流、地面塌陷及地裂缝等不良地质作用或存在发生不良地质作用的条件时，应开展专门勘察工作，查明不良地质作用类型、成因、规模及危害程度，并应提出防治措施的建议，提供治理所需岩土参数。

3.0.2 景区地质灾害危险性排查应根据景区等级、地质环境条件复杂程度进行分级见表 3.0.2，地质环境条件复杂程度分类应符合国家标准《地质灾害危险性评估规范》GB/T 40112 的相关规定。

表 3.0.2 景区地质灾害危险性排查分级

景区等级	地质环境条件复杂程度		
	复杂	中等复杂	简单
AAAAA 级	一级	一级	二级
AAAA 级	一级	二级	三级
AAA 级及以下	二级	三级	三级

3.0.3 景区地质灾害排查应结合景区等级、地质环境条件、地质灾害类型、景区影响、灾害经济损失和次生灾害等开展。

3.0.4 景区地质灾害防治应根据地质类别和危险性评估设置监测预警区、重点防治区和一般防治区，并制定相关防治方案及采取相关的防治措施。

3.0.5 景区应根据地质灾害风险排查结果，建立相关的监测预警体系与应急响应机制。

3.0.6 景区地质灾害防治规划应包括地质灾害现状和发展趋势预测、地质灾害的防治原则和目标、地质灾害易发区、重点防治区、地质灾害防治项目和地质灾害防治措施等。

3.0.7 景区地质灾害防治方案应包括主要灾害点的分布、地质灾害的威胁对象和范围、重点防范期、地质灾害防治措施、地质灾害的监测和预防责任人。

3.0.8 景区应建立地质灾害风险源档案，宜进行多维度风险源识别。

4 地质灾害排查

4.1 一般规定

4.1.1 景区地质灾害危险性排查应在实地调查和收集资料基础上，分类阐述各种地质灾害形成的地质环境条件、类型、分布范围、规模、危害程度、变形活动特征与形成机制等，并对地质灾害稳定性进行评价。

4.1.2 地质灾害易发区内的景区规划，应充分利用已有地质灾害调查和研究成果，开展地质灾害危险性排查，且结合相关部门、群众报灾线索巡查等方式，确定排查对象。

4.1.3 地质灾害危排查应采用对景区已有地质灾害隐患点和新增地质灾害隐患点排查相结合的方式进行，将景区划分为重点调查区和一般调查区。

4.1.4 根据景区地质灾害体变形趋势、危险区范围和威胁对象，应重点排查地质灾害体的稳定性、发展趋势及危害程度。

4.1.5 景区地质灾害排查应对核心旅游区域应结合勘探工作进行定量评价，对一般旅游区域宜结合勘探工作进行定量或定性评价。

4.1.6 当景区地质环境条件或旅游开发建设发生变化时，应对原地质灾害排查结论进行复核，若复核结果表明原排查报告已不具备适用性，应重新开展地质灾害排查。

4.2 排查工作方法

4.2.1 景区地质灾害排查工作宜以资料收集和地面排查相结合的方法开展。

4.2.2 对重大地质灾害隐患可利用无人机航拍或高分辨率卫星遥感影像进行调查。

4.2.3 景区地质灾害排查，需要收集以下资料：

- 1 地质灾害调查、评估、勘查、治理、监测、研究等以往成果资料；
- 2 地质灾害形成条件与引发因素资料，包括气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、地震活动、工程活动等；
- 3 地质灾害隐患所在区域比例尺不小于1:50000的地形图、地质图或分辨率优于1.0m的高分辨率遥感影像图等基础图件资料；

4 有关社会、经济资料，包括各级政府和有关部门制定的国民经济建设规划、生态环境建设规划，城镇、水利水电、交通、矿山等工农业建设工程分布状况和近期规划即将开展的工程活动相关资料；

5 地质灾害防治法规和规划、地质灾害防灾预案、地质灾害信息系统及数据库等相关减灾防灾资料；

6 年度群众报灾数据、遥感数据等其他资料。

4.2.4 景区地质灾害地面调查，应满足以下要求：

1 充分利用已完成的高分辨率遥感、航空影像或地质灾害调查基础图件，采用比例尺1:50000或更高精度地形图作为野外调查工作手图。

2 根据已有地质灾害调查成果并结合新增灾害信息，逐点进行排查。

3 对危及县城、集镇、矿山、重要公共基础设施、主要居民点的地质灾害隐患点和人类工程活动强烈的公路、铁路、水库、输油（气）管线等应进行重点排查

4 对于小型规模，且危害小的地质灾害隐患点可做一般排查。

4.2.5 遥感调查或无人机航拍适用于以下工况：

1 对存在较大安全隐患但人员实地调查困难的地质灾害隐患点，可采用无人机航拍或高分辨率遥感解译方法进行调查，以掌握隐患点的现状、特征，并预测发展趋势；

2 针对突发性地质灾害，可采用无人机航拍或高分辨率遥感解译方法快速查明灾害发生情况和影响范围，为应急处置提供技术支撑。

4.2.6 景区地质灾害遥感调查主要包括区域地质灾害调(核)查、斜坡地质环境条件调查、地质灾害体调查以及承灾体调查。

4.3 滑坡

4.3.1 景区排查滑坡的影响范围（滑坡分布区及可能造成危害影响的地区），重点核查滑坡灾害是否发生变化及其变化程度（滑坡体上地表裂缝、滑坡位移和建筑变形等宏观变形迹象）。

4.3.2 景区点核查滑坡灾害是否发生变化及其变化程度，包括滑坡体上地表裂缝、滑坡位移和建筑变形等宏观变形迹象。

4.3.3 景区滑坡灾害排查内容，应符合下列要求：

1 包括滑坡成因和滑坡危害调查应按照附录表 A.1 滑坡野外排查记录表进行记录。

2 对于滑坡成因应通过自然因素、人为因素影响的比较和分析，初步查明导致滑坡发生或影响其稳定性的主要诱发因素。

3 对于滑坡危害，调查访问滑坡发生发展历史、人员伤亡以及建(构)筑物、田地、工程、环境等破坏而导致的经济损失情况，根据滑坡体大小以及滑坡体滑动的距离初步划定滑坡危险区。

4 对于滑坡区，应查明滑坡地理位置、地貌部位、斜坡形态、斜坡坡度、相对高度、坡体结构、植被等，了解滑坡区地层岩性、地质构造、水文和地震等基本环境地质条件。

5 对于滑坡体，应查明滑坡的规模与形态、后(侧)壁和前缘等边界、裂缝和微地貌形态、岩体结构和岩性组成、以及发生发展的变形活动特征等。

6 应采用滑坡体的物质组成、结构形式、滑坡体厚度、运移形式、成因、稳定程度和规模等因素进行分类。

7 对滑坡的发育阶段、稳定状态和发展趋势进行初步评价和判断，应符合行业标准《滑坡防治工程勘察规范》GB/T 32864-2016的有关规定。

8 分析滑坡发生变化的原因，判断滑坡的稳定性、发展趋势和险情，更新危险性区划、滑坡野外调查表和数据库等，提出滑坡防治建议。

4.4 崩塌

4.4.1 景区崩塌灾害排查应对已有崩塌灾害点进行核查，包括危岩体和崩塌堆积体核查。

4.4.2 区崩塌灾害排查包括崩塌灾害点危岩体的变形变化情况（包括裂缝长度、宽度、深度以及临空面变化情况等）、崩塌危险区内威胁对象的变化情况、人类工程活动情况及其对危岩体或崩积体稳定性的影响等，定性判断危岩体和崩塌堆积体的稳定性、发展趋势。

4.4.3 景区崩塌灾害排查内容，应符合下列要求：

1 初步调查危岩体及周边的地质构造、地层岩性、地形地貌、斜坡结构类型和水文地质条件以及构造结构面、原生结构面和风化结构面、卸荷结构面的产状、形态、规模、性质、密度及其相互切割关系；

2 核实危岩体变形发育历史，包括危岩体形成的时间、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、已经造成的损失，核查崩塌堆积体的厚度、形态、范围和体积等的变化情况；

3 确定崩塌发生的影响因素，包括降水、河流冲刷、地面及地下开挖、采掘等因素的强度、周期以及它们对危岩体变形破坏的影响。分析判断危岩体或崩积体失稳后崩落的路径和距离，划定危险区；

4 初步判断危岩体发生崩塌的可能性、规模及其运动的最大距离、路径和危害范围，应重视气垫效应和折射回弹效应的可能性及由此造成的特殊运动特征与危害；

5 查崩塌堆积体的分布范围、高程、形态、物质组成、分选情况、块度、结构、密实度和植被生长情况等，并分析崩塌堆积体可能失稳的因素，判断堆积体的稳定性和发展趋势；

6 更新已有崩塌灾害资料信息，包括已有崩塌野外调查表和数据库，提出防治建议；

7 崩塌野外调查应按照附录表 A.2 崩塌野外排查记录表进行记录；

8 根据危岩崩落的距离和危岩带宽度初步划定崩塌隐患点的危险区，查明威胁对象，进行险情的分析和预测，提出专业监测、疏散路线或工程治理等方面的防治对策。

4.5 泥石流

4.5.1 景区泥石流灾害排查应包括泥石流发生情况（泥石流发生的次数及对应的时间、规模、危害和灾情）、沟床的堵塞程度、沟床严重堵塞段及堵塞体的类型和特征等。

4.5.2 景区泥石流灾害排查内容，应符合下列要求：

1 应调查形成区的地势、沟谷发育程度、冲沟切割深度和密度、植被覆盖情况、斜坡稳定性及水土流失情况等；

2 核查泥石流流域内泥石流松散物源量、危险区及区内威胁对象、人类工程活动及植被、泥石流沟沟床的堵塞程度等变化情况；

3 泥石流野外调查应按照附录表A.3 泥石流野外排查记录表进行记录；

4 应调查流通区的长度、坡度、形态、跌水、急弯、卡口情况以及冲、淤和堵塞情况等；

5 应划定泥石流影响区和危险区，评估泥石流灾害的险情，更新已有泥石流灾害资料信息，包括已有泥石流野外调查表和数据库等，提出防治建议。

4.6 地面塌陷

4.6.1 地面塌陷灾害排查应满足以下要求：

- 1 排查塌陷范围和空间位置、上覆松散层厚度与岩性特征；
- 2 调查地表水与地下水的水力联系及其动态变化、地下水开采（疏排）情况；
- 3 调查地面塌陷的形态特征、规模、已造成和潜在的危害，确定地面塌陷发育程度和危害程度；
- 4 应根据地面塌陷发生的时间规律，结合地质环境条件分析地面塌陷成因，确定地面塌陷的诱发因素；

5 地面塌陷应按照附录表 A.4 地面塌陷野外排查记录表进行记录。

4.6.2 采用物探法进行地面塌陷灾害排查，应根据景区地形与地质条件等综合确定。

4.6.3 采用物探法进行地面塌陷灾害排查，应符合以下要求：

- 1 地面物探工作开展前应进行物探方法试验和物性测试，获取地球物理工作参数，物探方法试验，应布置在穿越有已知钻孔通过的剖面；
- 2 岩溶发育区的测线应垂直构造线和地下水流向等沿地质特性变化最大的方向；
- 3 对覆盖层探测，点距不大于5m，对基岩探测，电磁法点距不大于20m，其他地面物探点距一般不大于10m。

4.7 地面沉降

4.7.1 宜核查沉降量、沉降范围是否发生变化及其变化程度、威胁对象及其造成的损失，分析地面沉降的发展趋势。更新完善地面沉降调查资料，包括野外调查表和数据库等，提出防治对策与建议。

4.7.2 景区地面沉降灾害排查内容，应符合下列要求：

- 1 初步查明地面沉降区环境地质条件，包括地形地貌、第四纪沉积物的岩性与厚度及工程地质特征、各含(隔)水层组的水文地质特征、新构造运动特征和地震、开采地下水与矿产等人类主要工程经济活动及强度等，分析地面沉降的成因类型和发展趋势。

2 初步查明地面沉降特征，包括地面沉降分布范围、形状、面积、沉降中心位置、累计沉降量、沉降速率、沉降范围扩展速率等。

3 对地面沉降范围内已有建筑物损坏情况进行调查，查明地面沉降的威胁对象、危害和造成的损失。

4 按照附录表A.5 地面沉降野外排查记录表进行记录；

5 提出防治对策与建议。

4.8 地裂缝

4.8.1 宜核查地裂缝的影响范围、威胁对象和造成的损失、是否发生变化及其变化程度（裂缝的长度、宽度和深度等）。

4.8.2 景区地裂缝灾害排查内容，应符合下列要求：

1 调查地裂缝形成的地质环境条件，包括地裂缝分布区的地形地貌、地层岩性、构造断裂等，分析地裂缝成因类型和引发因素(自然因素、人为因素)。

2 调查地裂缝的单体形态特征和群体分布特征及其分布范围，以及裂缝的产状要素等。

3 分析地裂缝分布规律及其发展趋势，调查地裂缝的威胁对象、危害和造成的损失。

4 按照附录表 A.6 地裂缝野外排查记录表进行记录；

5 提出防治对策与建议。

4.9 地质灾害排查成果编制

4.9.1 地质灾害排查成果应满足以下要求：

1 成果内容主要包括排查报告、图件、数据库以及其他附件；

2 编制应突出针对性和实用性；

3 应以纸质和电子介质两种形式表示；

4 应充分利用已有资料，全面反映排查工作区已有地质灾害调查成果和本次地质灾害排查所取得的成果。

4.9.2 地质灾害排查野外工作结束后，应及时编写和提交地质灾害排查成果报告。

4.9.3 地质灾害排查成果报告应做到内容简明扼要、论据充分、结论明确，报告重点应突出排查前后地质灾害的动态变化，并提出有效的防治建议。

4.9.4 地质灾害排查报告编写提纲可参照附录 B.1 执行。

4.9.5 地质灾害防治区划图以排查工作区行政区划与简单地理要素为背景，主要

反映地质灾害防治分区、防治重点和防治对策建议，成果图件应包括地质灾害分布图和地质灾害防治区划图。

4.9.6 地质灾害分布图是以排查工作区行政区划及地质灾害形成发育的地质环境条件为背景，主要反映 地质灾害隐患点的地理位置、类型、规模、稳定性或易发性。图件比例尺不宜小于 1:50000，地质灾害分布图图件编制按附录 B.2 执行。

4.9.7 地质灾害数据库应充分利用已有数据库并结合本次地质灾害排查成果对其更新和完善，应符合行业标准《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》 DZ/T 0261 的有关规定。

4.9.8 地质灾害排查成果除上述内容外，尚应包括下列内容：

- 1 野外调查表、照片集、视频、遥感影像等；
- 2 重大地质灾害应急调查专题报告等。

5 监测与预警

5.1 一般规定

5.1.1 景区地质灾害监测应在搜集资料和现场地质灾害调(勘)查的基础上开展。资料搜集应包括地质灾害评估、勘查、防治设计、监测及地质灾害形成条件、诱发因素、变形活动特征、周边环境条件等资料。

5.1.2 现场地质灾害调(勘)查应复核搜集的资料,调查和分析景区地质灾害体的空间分布、变形活动特征、诱发因素与形成机制等,确定灾害体监测的重点部位及仪器设备安放位置,必要时进行拍照、录像或绘制素描图。

5.1.3 应编制景区地质灾害监测方案,综合考虑地质灾害的类型和特点、地质背景与形成条件、工作区条件、灾害体的稳定性、发展趋势及危害程度等因素,并明确具体监测项目、监测网、监测频率及周期等。

5.1.4 监测项目应根据景区地质灾害类型和变形特征、发育阶段、监测级别以及监测条件等因素,结合地质灾害预警和防治要求综合确定。

5.1.5 监测网的布设应满足下列要求:

- 1 监测网应能系统监控地质灾害体自身及周边环境因素的活动特征和发展趋势,并兼顾危害对象的分布情况;
- 2 充分利用已有的相关监测网,避免重复建设;
- 3 主监测线上宜布设有各类监测项目的监测点,应能反映地质灾害体及致灾环境因素的变化特征;
- 4 监测点应避开障碍物,便于观测;
- 5 监测标志与固定式监测仪器应稳固、明显、结构合理;
- 6 当监测点被破坏后应重新布设。

5.1.6 监测频率和精度应根据监测级别、地质灾害发育阶段、地质环境条件等因素确定,确保监测数据的连续性和准确性。监测周期应根据地质灾害类型、特征、发展趋势以及监测目的与要求综合确定。

5.1.7 监测仪器设备安装点位的选择应遵循监测有效性、环境适宜性、施工可行等原则,监测点位应具备较好的人机可达性和一定的基础施工条件。

5.1.8 景区有条件宜采用地质灾害自动化监测,应采取完整、稳定、安全的数据传输方式,可采用不少于两种数据传输方式。景区可建立三级自动化监测体系:

- 1 一级：GNSS + InSAR+视频监控的全天候自动监测；
- 2 二级：物联网传感器网络（位移/应力/渗流/气象）；
- 3 三级：无人机航测+激光雷达扫描的周期性复核。

5.1.9 监测仪器设备应按相关要求进行标定检定。

5.1.10 监测桩（标）、墩、孔、井、太阳能板、通信电缆等设备设施应采取保护措施，定期对监测设备设施进行检查与维护。

5.1.11 监测资料应及时整理分析，评价地质灾害活动特征、发展趋势，编制监测报告和相关图表。

5.1.12 地质灾害监测的观测记录、计算资料和技术成果应进行组卷、归档。

5.1.13 景区应建立“群专结合”的监测体系，明确景区管理方、专业技术单位和群测群防监测员的职责分工。景区内每个地质灾害隐患点应配备至少一名群测群防监测员，负责日常巡查和简易监测。

5.1.14 景区管理方应定期组织群测群防监测员的培训和应急演练，确保其具备基本的监测和应急能力。当景区不具备地质灾害监测能力时，可委托具有资质的第三方监测单位进行监测。

5.2 滑坡

5.2.1 根据滑坡体的地质环境特征、稳定状态以及监测目的等，滑坡地质灾害监测应采用专业技术监测和简易监测方法相结合。

5.2.2 滑坡监测级别根据滑坡的危害程度、稳定状态及地质条件复杂程度等因素确定，具体见表 5.2.2。滑坡稳定状态及危害程度评价应符合现行国家标准《地质灾害危险性评估规范》GB/T 40112 有关规定。

表 5.2.2 滑坡监测级别

稳定现状	危害程度		
	严重	中等	轻微
不稳定	一级	一级	一级
欠稳定	一级	二级	二级
基本稳定、 稳定	二级	三级	三级

5.2.3 不同监测级别的滑坡监测项目可按表 5.2.3 确定，当有需要时可开展孔隙水压力监测。

表 5.2.3 滑坡监测项目

监测项目	监测级别		
	一级	二级	三级
地表垂直位移	●	●	●
地表水平位移	●	●	●
深部位移	●	●	●
裂缝变形	●	●	●
建构筑物变形	●	●	●
土压力	◎	○	—
地应力	◎	○	—
地声/次声	◎	○	—
土壤含水率	●	●	◎
降雨量	●	●	●
地下水位	●	◎	○
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测；○表示可监测。			

5.2.4 滑坡应进行地表位移、裂缝位错和降雨量的监测，必要时可选择多形态、运动轨迹和运动参数等项目进行监测。

表 5.2.4 滑坡监测方法

监测项目	监测方法
地表位移	GNSS
	InSAR
	近景摄影测量法
	三维激光扫描测量法
裂缝位错	简易测缝法
	裂缝计测缝法
深部位移	阵列位移计测位移法
多形态	多形态崩塌智能监测法
地声	地声仪监测法
次声	次声仪监测法
含水率	土壤水分传感器测量法
运动轨迹和运动参数	视频监控法
降雨量	雨量计法
地下水位	水位计法

5.2.5 监测基准点和工作基点的布置应满足下列要求：

- 1** 基准点应布置在远离滑坡体以外的稳定岩层或土层上，且视线开阔、便于区域联测；
- 2** 监测区域应布置不少于 3 个基准点，对于规模较大、监测条件较复杂或重要地区应增设基准点；
- 3** 工作基点应稳定、便于与监测点联测，且与基准点构成合理的网型。

5.2.6 监测网型可根据滑坡规模、形状和变形特征、致灾条件和监测条件等确定，当滑坡主滑方向和边界明确时，监测网可布设成十字形或方格形；当滑动方向和边界不明确时，监测网宜布设呈放射网型或采用多种网型。

5.2.7 滑坡监测频率应符合下列要求：

- 1** 自动化监测应连续；
- 2** 人工监测频率应根据滑坡的稳定状态确定，对处于不稳定状态的滑体，应每天不少于 1 次；
- 3** 在汛期、冻融期应加密监测；
- 4** 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：
 - a) 监测数据变化较大或速率加快；
 - b) 滑坡及周边大量积水、长时间降雨等不利天气；
 - c) 地面不利荷载突然增大或减小；
 - d) 坡体裂缝异常变化、前缘地下水变浑浊或水位快速变化；
 - e) 其他影响滑坡及周边环境安全的异常情况。

5.3 崩塌

5.3.1 崩塌地质灾害监测应根据崩塌的地质环境特征、稳定状态以及监测目的，采用专业技术监测和简易监测相结合的方法。

5.3.2 崩塌监测级别根据崩塌的危害程度、稳定状态及地质条件复杂程度等因素确定，具体见表 5.3.2。崩塌稳定状态及危害程度评价应符合现行国家标准《地质灾害危险性评估规范》GB/T 40112 有关规定。

表 5.3.2 崩塌监测级别

稳定现状	危害程度		
	严重	中等	轻微
不稳定	一级	一级	一级

欠稳定	一级	二级	二级
基本稳定、 稳定	二级	三级	三级

5.3.3 不同监测级别的崩塌监测项目可按表 5.3.3 确定。

表 5.3.3 崩塌监测项目

监测项目	监测级别		
	一级	二级	三级
地表垂直位移	●	●	●
地表水平位移	●	●	●
裂缝变形	●	●	●
地声、次声	●	●	●
含水率	●	◎	◎
降雨量	●	◎	◎
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测；○表示可监测。			

5.3.4 崩塌应进行地表位移、裂缝位错和降雨量的监测，必要时可选择多形态、运动轨迹和运动参数等项目进行监测。

表 5.3.4 崩塌监测方法

监测项目	监测方法
地表位移	GNSS
	InSAR
	近景摄影测量法
	三维激光扫描测量法
裂缝位错	简易测缝法
	裂缝计测缝法
多形态	多形态崩塌智能监测法
地声	地声仪监测法
次声	次声仪监测法
土壤含水率	土壤水分传感器测量法
运动轨迹和运动参数	视频监控法
降雨量	雨量计法

5.3.5 监测基准点和工作基点位置确定应符合下列要求：

- 1 基准点应选择在崩塌以外的稳定岩土体上；

- 2 监测区域应布设不少于 3 个基准点，必要时可适当增设基准点；
- 3 工作基点宜选择在稳定的岩土体上；
- 4 工作基点应与基准点构成合理的网形，以满足监测网点的精度；
- 5 基准点和工作基点应选在视线开阔地区，便于联测；
- 6 基准点和工作基点应填写点之记。

5.3.6 崩塌监测点的布设应符合下列要求：

- 1 地表位移监测点应重点布设在崩塌体上；
- 2 裂缝监测点应安设在裂缝两侧，且宜布设在裂缝较宽或位错速率较大部位；
- 3 多形态监测点应安设在崩塌体表面；
- 4 监测运动轨迹和运动参数的视频监控摄像机应安放在崩塌影响范围以外；
- 5 雨量监测点宜设在崩塌影响范围以外地势较高且稳定的地段。

5.3.7 崩塌监测频率应符合下列要求：

- 1 采用自动化监测时应实时连续监测；
- 2 采用人工监测时，对于处于不稳定状态的崩塌，监测频率应每天不低于 1 次；处于欠稳定状态的崩塌，监测频率应每周不低于 1 次；汛期、冻融期应加密监测，出现不稳定状况时，宜数小时 1 次。

5.4 泥石流

5.4.1 泥石流监测应在搜集资料及现场调查的基础上编制监测方案，搜集资料及现场调查除应符合 5.1.2 条规定外，尚应满足下列要求：

- 1 应有相应的地质调查、测绘、勘查等资料作依据，且勘查资料应反映泥石流沟谷的基本特征和危害对象、危害形式和危害程度等内容；
- 2 应调查泥石流形成区的水源类型、汇水条件、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及可能形成泥石流固体物质的类型、分布范围、储量；
- 3 应有不小于 1:10000 比例尺的地形图。

5.4.2 泥石流监测级别可根据易发性、危害程度，按照表 5.4.2 分为三级。泥石流易发性及危害程度评价应符合现行国家标准《地质灾害危险性评估规范》GB/T40112 有关规定，当地质环境复杂时，可提高监测级别。

表 5.4.2 泥石流监测分级

易发性	危害程度		
	重	中	轻
高易发	一级	一级	一级
中易发	一级	二级	二级
低易发	二级	三级	三级

5.4.3 不同级别的泥石流监测项目应符合表 5.4.3 的要求。

表 5.4.3 泥石流监测项目

监测项目	监测级别		
	一级	二级	三级
降雨量	●	●	●
次声	●	●	●
泥位	●	●	●
流速	●	●	◎
土壤含水率	●	◎	○
重度和粘度	●	◎	○
视频	●	◎	○
物源条件变化	◎	◎	○
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测；○表示可监测。			

5.4.4 不同级别泥石流监测点的布置宜参照表 5.4.4，具体应结合监测级别、沟道特征等因素综合确定。

表 5.4.4 泥石流监测点、断面布置

监测级别	监测项目	监测仪器或监测方法	监测点或断面要求
一级	降雨量	雨量计	监测点 ≥ 3 个
	次声	次声报警器	监测点 ≥ 3 个
	泥位	泥位计	监测断面 ≥ 3 个
	流速	测速仪	监测断面 ≥ 3 个
	土壤含水率	土壤含水率监测仪	监测断面 ≥ 3 个
	重度和粘度	采样器、粘度计、电子秤	监测点 3 个~5 个，各监测点竖向采集 点为 3 个~5 个
	视频	视频监测系统	监测点 1 个~2 个
	物源条件变化	遥感方法	全流域

二级	降雨量	雨量计	监测点 ≥ 2 个
	次声	次声报警器	监测点 ≥ 2 个
	泥位	泥位计	监测断面 ≥ 1 个
	流速	测速仪	监测断面 ≥ 1 个
	土壤含水率	土壤含水率监测仪	监测断面 0~2 个
	重度和粘度	采样器、粘度计、电子秤	监测点 0~2 个
	视频	视频监测系统	监测点 0~1 个
	物源条件变化	遥感方法	全流域
三级	降雨量	雨量计	监测点 ≥ 1 个
	次声	次声报警器	监测点 ≥ 1 个
	泥位	泥位计	监测断面 ≥ 1 个
	流速	测速仪	监测断面 0~1 个

5.4.5 应建立泥石流动态三维可视化系统，集成：

- 1 LiDAR 地形建模；
- 2 流体动力学仿真；
- 3 应急疏散路径规划。

5.4.6 泥石流监测频率应符合下列要求：

- 1 自动化监测应连续；
- 2 人工监测：正常情况下每 15 天一次，比较稳定的可每月监测一次；在汛期，雨季，预报期，防治工程施工期等情况下应加密监测，宜每天监测一次或数小时一次直至连续跟踪监测；
- 3 旅游高峰期：根据游客流量和地质灾害风险等级，适当加密监测频率；
- 4 特殊天气：如暴雨、台风等极端天气，实时监测并加密巡查。

5.5 地面塌陷

5.5.1 地面塌陷监测应在详细勘查、全面掌握塌陷特征的基础上进行设计和实施。

5.5.2 根据采空或岩溶塌陷区的地质环境特征、岩土体变形特征以及监测目的等，地面塌陷监测应采用专业技术监测和简易监测相结合的综合监测方法。

5.5.3 地面塌陷监测级别可根据地面塌陷危害对象的重要性和成灾后可能造成的损失大小按照表 5.5.3 分为三级。地面塌陷危害对象重要性的等级划分和成灾后可能造成的损失大小的等级划分应符合现行国家标准《地质灾害危险性评估规范》GB/T 40112 的有关规定。当地质环境复杂时，可提高监测级别。

表 5.5.3 地面塌陷监测分级

监测级别		危害对象的重要性		
		重要	较重要	一般
成灾后可造成的 损失大小	大	一级	一级	一级
	中	一级	二级	二级
	小	二级	三级	三级

5.5.4 不同级别的地面塌陷监测项目应符合表 5.5.4 的要求。

表 5.5.4 地面塌陷监测项目

监测项目	监测级别		
	一级	二级	三级
地表位移	●	●	●
建构筑物变形	●	●	●
裂缝位错	●	●	●
地下水位	●	●	◎
降雨量	●	◎	○
土壤含水率	●	◎	○
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测；○表示可监测。			

5.5.5 监测方法应根据监测项目、场地环境条件及施测方式等按表 5.5.5 选取。

表 5.5.5 地面塌陷监测方法

监测项目	监测方法
垂直位移	水准测量、三角高程测量、InSAR 等
水平位移	大地测量、GNSS 等
建构（筑）物倾斜	经纬仪投点法、差异沉降法、激光准直法等
裂缝	精密测距仪、伸缩仪、测缝计、位移计、简易监测等
地下水水位	水位计法监测
降雨量	雨量计
土壤含水率	土壤含水率监测仪

5.5.6 地面塌陷监测点应依据塌陷类型与规模、地质条件、变形特征、监测范围、地形地貌、通视条件和监测要求等进行布设，并符合下列要求：

1. 地面塌陷监测点布设范围应外延到地面塌陷影响区以外 50m；
2. 地面塌陷的监测应能反映地面塌陷的变形趋势和监测区地质环境条件变

化，监测点应布置在塌陷变形的关键部位，变形速率大、塌陷坑边缘、重要建筑设施等地段应增加监测点；

3. 基准点和工作基准点布设和选择应符合下列要求：

- a) 基准点设置不应少于 3 个，必要时可增设 1~2 个基准点；
- b) 基准点应设置在变形区以外的视野开阔区，位置稳定，且易于长期保存的稳定岩土体上，便于与工作基点联测；
- c) 工作基点根据需要设置，便于校核校验；
- d) 工作基点应与基准点构成合理的网形，并满足监测精度的要求，宜埋设在方便观测和稳固的基础上。

4 当使用 GNSS 测量方法进行平面或三维控制测量时，基准点应符合现行国家标准《全球定位系统（GPS）测量规范》GB/T 18314 的有关规定。

5.5.7 地面变形监测应符合下列要求：

- 1 地面变形监测可选择常规大地测量、星载 InSAR 等技术方法；
- 2 地面变形监测精度应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

5.5.8 地下水位动态监测应满足下列要求：

- 1 在塌陷影响区范围内孔隙水压力变化较大、水位变化较大或变形较大的位置应布设孔隙水水位动态监测点。岩溶塌陷区还应布设岩溶水水位监测点。
- 2 地下水动态监测宜符合现行行业标准《地下水动态监测规程》DZ/T 0133 有关规定，采用人工手动监测法或自动化监测仪监测法。

5.5.9 地面塌陷监测频率及精度应符合下列要求：

- 1 人工监测地面变形时，监测频率宜每月 1 次，当发现有变形或变形加速、地下水水位急剧变化时，应及时增加监测次数；
- 2 建（构）筑物开裂变形等人工监测宜每月 1 次，当裂缝加大时，应及时增加监测次数；
- 3 自动化监测地下水水位时，数据采集应不少于每日 1 次；人工地下水水位测量每月 1 次；当发现有变形或变形加速时，应及时增加监测频率；地下水水位监测精度为 $\pm 0.01\text{m}$ ；
- 4 常规条件下降雨量监测不小于 1 次/h，强降雨过程中应每 10 分钟采集不少于 1 次，监测精度达到 0.1mm；

5 土壤含水率监测应每周不少于 1 次，降雨过程中及降雨后 3 日应每日采集 1 次，监测精度不应大于 0.01；

6 地面塌陷简易监测频率可根据稳定状态、变形速率以及气象条件等确定，非汛期阶段一般每次为 10~15 天，雨后增加观测频率；汛期阶段一般为每 5 天监测 1 次，如发现监测数据有异常变化或在暴雨、连续降雨天气时，特别是 12 小时降雨量达 50mm 以上时，应加密监测次数，每天不少于 1 次，监测精度应小于 0.5mm。

5.6 地面沉降

5.6.1 开展地面沉降监测前应搜集和分析监测区的地面沉降调查、工程地质与水文地质、地下水开采、回灌、历史监测、研究和防治等资料。

5.6.2 地面沉降监测范围应依据沉降发育规律、发育程度、监测目的等确定，应能覆盖整个现状沉降区域和近期可能发展扩大区域。

5.6.3 地面沉降监测级别可根据地面沉降危害对象的重要性和成灾后可能造成的损失大小按照表 5.6.3 分为三级。地面塌陷危害对象重要性的等级划分和成灾后可能造成的损失大小的等级划分应符合现行国家标准《地质灾害危险性评估规范》GB/T 40112 的有关规定。当地质环境复杂时，可提高监测级别。

表 5.6.3 地面塌陷监测分级

监测级别		危害对象的重要性		
		重要	较重要	一般
成灾后可能造成的损失大小	大	一级	一级	一级
	中	一级	二级	二级
	小	二级	三级	三级

5.6.4 地面沉降监测项目应根据沉降发育特征、监测目的和要求等确定，包括地表沉降监测、分层沉降监测、地下水位监测和孔隙水压力监测等。

表 5.6.4 地面沉降监测项目

监测项目	监测级别		
	一级	二级	三级
地表位移	●	●	●
建构物变形	●	●	●

裂缝位错	●	●	●
地下水位	●	●	◎
降雨量	●	◎	○
土壤含水率	●	◎	○
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测；○表示可监测。			

5.6.5 地面沉降监测方法和手段应根据监测项目、监测环境和监测目的等确定，不同监测项目可按照表 5.6.5 选择监测方法。

表 5.6.5 地面沉降监测方法

监测项目	监测方法
地表沉降监测	水准测量
	GNSS 技术
	InSAR 技术
基岩标、分层标测量	基岩标、分层沉降标水准测量
地下水位动态监测	水位计法监测
孔隙水压力监测	孔隙水压力计

5.6.6 监测高程基准起算点应采用国家统一的高程基准或独立的高程基准，对于同一监测区不同监测方法应采用统一监测基准。

5.6.7 监测网应结合沉降发育、区位功能和灾害敏感性等采用统一标准建设，常年稳定运行。

5.6.8 监测网主要布设在地面沉降发育区，采用多种监测手段，监测区域地面沉降动态发育状况。

5.6.9 对于地面沉降易发区的高层建筑密集区以及轨道交通、供水、输油输气等对地面沉降敏感的重要线状工程，应综合多种手段监测，并满足相应工程监测规范要求。

5.6.10 水准点的布设应符合下列要求：

- 1 监测网水准点间距应满足区域地面沉降监测的要求，宜按 0.5km~2.0km 布设；
- 2 水准点位应选在地势平坦、坚实稳固、通视条件较好的位置，避开地下设施地段，并能反应地面沉降特点和变化趋势；
- 3 一、二等水准网应选取基岩标、深标或其它稳定的点作为结点，新埋设水准点、临时转站点不得作为结点；

4 水准点标志类型、埋设要求、埋设后提交资料等应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 及行业标准《地面沉降水准测量规范》DZ/T 0154 的有关规定。

5.6.11 水准路线的布设应符合下列要求：

- 1 应尽量利用已测定的、较稳定的国家水准路线；
- 2 水准路线应垂直于或斜交于不同地质单元；
- 3 应穿越不同方向的构造带、地下水开采区、地面沉降和地下水漏斗中心，并沿道路等较平缓、通视条件好的区域布设；
- 4 应尽量避免堆土区、河湖、山谷等阻碍观测地带以及可能遭受较大震动和交通影响的区域。

5.6.12 地面沉降监测频率应符合下列要求：

- 1 自动化监测应连续；
- 2 人工监测非汛期：每周监测一次；
- 3 人工监测汛期：每周监测两次，暴雨或连续降雨期间每日监测一次；
- 4 旅游高峰期：根据游客流量和地质灾害风险等级，适当加密监测频率；
- 5 特殊天气：如暴雨、台风等极端天气，实时监测并加密巡查。

5.7 地裂缝

5.7.1 地裂缝监测应在对地裂缝灾害特征详细调查和资料搜集分析的基础上进行。

5.7.2 地裂缝资料搜集和调查包括地裂缝发育长度、宽度、产状、影响带范围、变形活动历史等发育特征以及致灾活动、伴生地质灾害等情况。

5.7.3 地裂缝监测范围为地裂缝发育地带及其影响范围。

5.7.4 地裂缝监测级别可根据地裂缝规模和地裂缝危害等级造成的损失大小按照表 5.7.4 分为三级。地裂缝危害对象重要性的等级划分和成灾后可能造成的损失大小的等级划分应符合现行国家标准《地质灾害危险性评估规范》GB/T40112 的有关规定。当地质环境复杂时，可提高监测级别。

表 5.7.4 地裂缝监测分级

监测级别		危害对象的重要性		
		重要	较重要	一般
成灾后可造成的 损失大小	大	一级	一级	一级
	中	一级	二级	二级

	小	二级	三级	三级
--	---	----	----	----

5.7.5 地裂缝监测项目包括以下内容：

- 1 地裂缝两侧地面的垂直位移、水平位移及相互错动位移，计算其差异变形量；
- 2 地下水位动态监测；
- 3 建构筑物裂缝的拉张、扭动或垂直位移量。

5.7.6 地裂缝监测方法分为专业技术监测和简易监测方法，应根据监测对象、监测项目及场地条件等因素按表 5.7.6 综合确定。

表 5.7.6 地裂缝监测项目与监测方法

监测类别 监测方法		水准 对点 监测	短水 准剖 面监 测	全站 仪测 量	三维 变形 测量 监测	裂 缝 计	GNSS 定位 系统 对点 监测	InSAR 监测	水 位 计
地 裂 缝	垂直位移	●	●	●	●	●	●	●	
	水平位移			●	●	●	●		
	水平错动位移			●	●	●	●		
环 境 因 素	建构筑物变形	●	●	●					
	地下水水位动态								●
注：表中符号●表示应监测项目及相应的方法。									

5.7.7 若监测区域内同时发生地面沉降，地裂缝监测宜与地面沉降监测同时进行。

5.7.8 监测网由基准点、工作基点及监测点组成，基准点、工作基点布设应符合以下要求：

- 1 基准点应布设在地裂缝影响区以外，且不少于 3 个；
- 2 工作基点应选在地裂缝两盘发育范围外，相对稳定和方便使用的位置，在地裂缝监测区域较小时，可将基准点和工作基点合并。

5.7.9 监测点的布设应符合下列要求：

- 1 监测剖面线应跨越地裂缝活动带，与其整体直角或大角度相交，监测剖面应覆盖地裂缝活动影响范围并向其影响带外延伸 10~20m，在影响带外侧分别布

设不少于 1~2 个监测点；

2 每个剖面监测点数量应能控制地裂缝影响带宽度，依据影响带内主要裂缝的发育和组合确定；

3 监测点布设在地裂缝两侧，在地裂缝两侧活动较为强烈地段、裂缝宽度最大处、走向明显变化处及延伸末端均应布设短水准剖面监测点，其它位置按照不少于 3~5 组/km 布设，每个监测区域不应少于 3 条监测剖面；

4 在地裂缝活动速率大于 10mm/a 地段，应布置三维变形监测点；

5 在地下水开采漏斗区域分布的地裂缝，宜在其两侧布设地下水动态监测点，必要时在地裂缝两侧布设地下分层沉降监测点；

6 监测点（桩）应选择安全稳定、易于保存和寻找、便于监测的位置埋设，不宜埋设在土质松软、短期因工程建设易于毁掉的地段。

5.7.10 监测频率应根据地裂缝发育特征、活动速率和监测项目等确定，并符合下列要求：

1 地裂缝监测正常情况下每月监测一次，如遇地下水变化较大、地震活动及其他特殊情况加密观测；

2 地下水动态监测每月监测一次，在汛期及其他特殊情况可酌情加密观测。地下水动态持续观测时间，一般不少于一个水文年；

3 自动化监测可根据地裂缝发展活跃程度设定监测数据采集频率，一般为 3~5 天监测一次，需要时可加密监测。

5.8 预警

5.8.1 景区有条件可建设地质灾害智能预警平台，核心功能包括：

1 多源数据融合（卫星/雷达/物联网）；

2 动态风险评估；

3 自动化预警决策树。

5.8.2 自动化仪器监测预警应在群测群防的基础上兼顾“技防”与“人防”，通过宏观迹象巡查、监测数据分析和区域地质灾害气象预警综合研判监测点风险等级；群测群防员在发现可辨识的灾害前兆时，可进行临灾预警，并根据预案及时采取应对措施。

5.8.3 依据地表变形与降雨等关键指标监测数据开展专业预警，包括单参数预警与多参数综合预警。具体如下：

1 单参数预警主要通过单一仪器直接获取或计算得到的指标判据来确定灾害发生的可能性，阈值应在机理认识、历史经验的基础上研究设定，并根据影响因素、发展变化趋势与监测数据动态调整；

2 多参数综合预警主要通过多个指标判据的组合来综合确定灾害发生的可能性，阈值在机理认识、综合分析变形与破坏特征的基础上确定，并根据影响因素、发展变化趋势与监测数据动态调整。

5.8.4 依据裂缝扩展贯通、异常地声、落石、泉水断流、建（构）筑物变形及植被生长变化等宏观迹象，群测群防员开展地质灾害临灾预警。具体如下：

1 滑坡包括宏观变形的监测、地声的监听、动物异常的观察、地表水和地下水（含泉水）异常的观测等；

2 崩塌包括崩塌体前缘的掉块崩落或挤压破碎等宏观变形、岩体开裂或摩擦声音等；

3 泥石流包括沟道的堵塞情况、温度场变化、水流的浑浊变化或断流、对洪流砂石撞击声音进行监听等。

5.8.5 预警判据主要包括降雨判据、变形判据和临灾前兆异常判据等，具体内容如下：

1 降雨判据包括日降雨量、累积降雨量、有效降雨量、变形量—降雨关系等；

2 变形判据包括变形量、变形速率、变形加速度、切线角等；

3 临灾前兆异常判据包括变形特征、裂缝组合及变形发展特征等。

5.8.6 崩塌、滑坡灾害预警判据可采用变形判据、影响因素判据（降雨、库水位变动）和临灾前兆异常判据。

5.8.7 泥石流灾害预警判据可采用影响因素判据、流体动态要素判据和宏观现象判据。

5.8.8 地质灾害监测预警等级按照地质灾害发生的发展阶段、紧急程度、不稳定发展趋势和可能造成的危害程度，地质灾害预警级分别分为一级、二级、三级、四级，分别对应地质灾害风险极高、风险高、风险较高和风险一般等不同程度，依次用红色、橙色、黄色、蓝色标识。一级为最高级别。具体如下：

1 红色预警（警报级）：地质灾害发生的可能性很大，各种短临前兆特征显著，在数小时大规模发生的概率很大；

2 橙色预警（警戒级）：地质灾害发生的可能性大，有一定的宏观前兆特征，

在几天内大规模发生的概率大；

3 黄色预警（警示级）：地质灾害发生的可能性较大，有明显的变形特征，在数周内大规模发生的概率较大；

4 蓝色预警（注意级）：地质灾害发生的可能性小，系统监测数据表现有一定变化。

5.8.9 预警级别可根据短期发生概率进行调整，应符合下列要求：

1 预警级别提高：监测数据显示，短期发生概率增大，经会商认定后，可以提高地质灾害预警级别。

2 预警级别降低与解除：监测数据显示，短期发生概率变小，经会商认定后，可以降低预警等级或解除预警。

5.8.10 预警信息报送包括下列内容：

1 报送对象应包括地方自然资源主管部门、防灾责任主体单位或个人、技术支撑人员、监测责任人、群测群防员、普通民众等。

2 报送流程：预警信息经技术人员核查真实有效后，由技术支撑单位报送县级以上人民政府自然资源主管部门，由县级以上自然资源主管部门发布和决定是否告知有关防灾责任人、监测责任人、群测群防员等。

3 报送渠道包括预警平台推送、电话、传真、网络、短信、微信等方式。

5.8.11 预警响应措施应符合下列要求：

1 蓝色预警响应措施：技术支撑单位应持续关注预警系统监测数据。

2 黄色预警响应措施：技术支撑单位应加强监测数据分析，必要时到现场核查并加强分析研判；地质灾害隐患点监测责任人、群测群防员应加强对宏观迹象进行现场巡查；将有关情况及时上报至有关部门和主管责任人。

3 橙色预警响应措施：技术支撑单位应第一时间分析监测数据，开展短临预警，预测发展趋势；地质灾害隐患点监测责任人、群测群防员应及时赶赴现场对宏观迹象进行巡查，加强对宏观变形迹象的监测，开展短临预警；景区防灾责任人会同技术支撑单位前往现场进一步核查，并将有关情况反馈至县级以上人民政府自然资源主管部门。

4 红色预警响应措施：技术支撑单位第一时间分析监测数据，开展临灾预警，预测发展趋势；地质灾害隐患点监测责任人、群测群防员应第一时间赶赴现场对宏观迹象进行巡排查，加强宏观变形监测及短临前兆监测，开展临灾预警，根据

现场宏观变形等实际情况判定是否提前组织地质灾害危险区群众进行转移。县级以上人民政府自然资源主管部门会同景区和技术支撑单位第一时间前往现场进一步调查处置。

5.8.12 监测成果的编制应符合下列要求：

1 主要内容包括成果报告、报告附图、报告附表等相关文件，所有资料成果应提供数字化成果。

2 成果报告分为年度监测预警报告和应急监测预警报告。应每年编制年度监测预警报告，灵活编制应急监测预警报告；报告表述要简明扼要、层次分明、逻辑严谨、用语规范、重点突出，突出实用性和可操作性。内容和格式要求如下：

a) 总体编排顺序按封面、章节目录（含附图、附表、附件）、正文、结论等；

b) 文档格式为 doc、docx、pdf、xls 等，图件格式为 jpg、wt、wl、wp、tiff、bmp、envi、gif、grid、png 等。

3 报告附图应完整清晰，简明易懂，突出监测内容，淡化背景条件。附图类型及要求如下：

a) 主要附图一般包括地质灾害监测部署图、地质灾害监测分析图、地质灾害预警成果图等；

b) 附图应根据需要和资料情况设置比例尺；图面内容第一层次为主要地理要素，第二层次为地质环境要素，第三层次为要反映的主题内容，如地质灾害监测工程部署及说明表；

c) 可根据需要编制其他专题图件。

4 报告附表一般应包括地质灾害调查表、地质灾害监测分析报表（含年度报表、预警响应报表）等。

5.8.13 预警实施与反馈优化应符合下列要求：

1 加强监测仪器布设科学性研究。科学分析研判灾害机理和发展趋势，必要时补充调（勘）查评价、测试实验等工作，重点关注变形破坏的重点区块和关键部位，针对性布设自动化监测仪器，加强宏观变形破坏情况现场巡查，动态优化监测仪器安装布设位置。

2 建立、完善不同灾种多参数预警模型。开展成灾机理与临灾监测指标体系研究，加强以降雨、含水率与位移变化速率为主的滑坡综合预警模型研究，以倾角与振动加速度为主的崩塌综合预警模型研究，以及以降雨、汇流和物源动态变

化为主的泥石流综合预警模型研究，并在信息系统及仪器端运行。

3 总结分析监测数据和成功预警案例。每年汛期结束后，应加强对历史监测数据的综合分析，科学高效提取有效数据、筛选冗余数据、剔除异常数据，认真分析各类数据之间的关联性及其与地质要素的耦合关系，梳理能快速、真实、有效反映地质体演化规律和破坏过程的数据与关键信息，构建不同类型地质灾害隐患监测数据样本库与案例集，为预警模型校验与动态优化提供支持。

4 强化汛前、汛中和汛后监测点变形巡检。地勘单位或技术支撑单位，除正常开展预警响应现场处置外，每年度汛前、汛中和汛后巡检监测点不少于 3 次，及时发现隐患点最新变形情况，提出监测仪器布设位置优化、补充监测内容等意见建议。

5.9 信息平台建设

5.9.1 景区应建立地质灾害监测信息平台，实现监测数据的实时传输、存储和共享。

5.9.2 监测数据应通过无线网络（如 4G/5G）或卫星通信实时传输至景区管理平台，并同步共享给相关部门和专业技术单位。

5.9.3 景区管理平台应具备数据可视化功能，便于管理人员实时掌握地质灾害动态。

5.10 资料归档

5.10.1 监测资料应及时整理分析，评价地质灾害活动特征、发展趋势，编制监测报告和相关图表。

5.10.2 地质灾害监测的观测记录、计算资料和技术成果应进行组卷、归档。

5.10.3 景区应定期对监测数据进行综合分析，形成监测报告，用于景区地质灾害风险评估和防治决策。

6 地质灾害治理

6.1 一般规定

6.1.1 地质灾害治理工程应充分考虑景区的自然及人文景观、文化特色与游客安全，结合当地已有地质灾害治理工程经验，做到因地制宜、安全适用、技术可靠、经济合理、环境协调和治理有效。

6.1.2 治理工程等级应根据景区内地质灾害可能造成的经济损失、对游客及工作人员人身安全的威胁程度，以及灾害类型，按表6.1.2进行确定。

表 6.1.2 地质灾害治理工程等级

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

6.1.3 治理工程设计暴雨强度应按治理工程等级按表6.1.3确定。地震参数应符合现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011规定。

表 6.1.3 降雨强度重现期取值表

防治工程等级	降雨强度重现期/a
I级	100
II级	50
III级	20

6.1.4 地质灾害治理工程勘查应根据景区的地质环境条件和灾害特征，确定勘查工作部署，查明地质灾害的孕灾、成灾条件及治理工程的地质条件，评价稳定状态，预测发展趋势，提供地质灾害治理工程设计参数及防治措施建议，勘查过程中应注意保护景区生态。

6.1.5 地质灾害治理工程设计应在勘查成果的基础上，结合场地条件、地质环境、土地利用现状及土地规划等确定治理方案，进行工程设计。设计方案应兼顾功能性、美观性与可持续性，确保治理方案与景区自然景观相协调。

6.1.6 地质灾害治理工程施工应依据工程设计文件合理组织实施,严格控制质量。施工过程中应采取措施减少对景区日常运营的影响,同时,应加强施工现场的安全管理,确保施工人员与游客的安全,做好景区内自然景观、文物、古树木等的保护工作。

6.1.7 地质灾害治理工程验收应依据工程设计文件和施工技术标准,对工程的完成情况、质量达标程度进行全面检查和确认,符合设计要求和使用寿命,兼顾美观性要求。

6.1.8 鼓励在景区地质灾害治理中积极采用新工艺、新技术、新材料,体现绿色、数智理念,减少环境破坏、促进生态恢复。

6.1.9 地质灾害治理工程实施过程除应符合本规范要求的有关规定外,尚应符合国家现行有关地质灾害治理法规和技术规范的规定,同时应满足景区管理的相关要求。

6.2 勘查

I 一般规定

6.2.1 景区地质灾害防治工程勘查应结合景区特色与地质环境,收集并分析区域内地质、地貌、气候等相关资料,进行现场踏勘,编制勘查大纲,勘查大纲内容参见附录C。

6.2.2 勘查工作应包含下列内容:

1 查明景区内的地质环境条件、地质灾害体特征、灾变情况及孕灾和控灾因素,提供地质灾害治理工程设计所需的岩土物理力学参数;

2 对于地质环境条件复杂的景区,宜采用多种方法评价地质灾害体在不同工况下的稳定性;

3 结合景区景观价值和游客安全需求,提出治理方案建议,并查明拟设计治理工程和重点部位的工程地质条件。

6.2.3 勘查活动应尽量避免避开核心景观区域,减少对自然景观的破坏和干扰,应优先采用非破坏、少接触的天空等绿色勘查手段,确保勘查活动对景区风景的影响降到最低。勘查结束后,应及时对勘查区域进行恢复和整治,减少对景区生态环境的破坏。

6.2.4 勘查宜采用工程地质调查与测绘、勘探(钻探、槽探、井探及物探)、测试和试验等方法手段。实施勘探和原位测试不应影响地质灾害体稳定性。

6.2.5 应收集反映现状地形地物的相应比例地形图，当现有的地形图的比例尺或现实性无法满足勘查工作要求时，应开展相应比例的地形图测绘工作。地形测绘应符合现行国家标准《工程测量通用规范》GB 55018、《工程测量标准》GB 50026及《国家基本比例尺地图图式》GB/T 20257要求执行。

6.2.6 工程地质调查与测绘范围应根据不同地质灾害类型确定，包括灾害体及其直接影响区、主控因素影响区和工程治理区等。

6.2.7 工程地质调查与测绘应优先采用三维激光扫描、无人机摄影、无人机航空物探等新技术、新方法、绿色勘查手段，其成果宜包括：实际材料图、环境现状图、实测地质剖面图、各类观测点的原始记录和地质照片集等。

6.2.8 勘查提供的治理工程位置岩土体物理力学参数应满足地质灾害治理工程设计。岩土试验应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123和《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266的有关规定。

6.2.9 对于复杂地质灾害体在勘查阶段应布设监测网（点），在勘查过程中，对变形特征和变化趋势进行实时监测，以确保勘查工作的安全性。

6.2.10 当治理条件发生变化，勘查成果不能满足工程设计施工需要或有特殊要求时，应进行补充勘查。

II 崩塌勘查

6.2.11 崩塌勘查应查明危岩体（带）、崩塌堆积体的发育特征及影响因素，评价其稳定状态及发展趋势，预测危害范围，提出治理方案建议和提供相关岩土层物理力学参数。

6.2.12 勘查范围包括危岩体（带）和相邻地段，坡顶到达卸荷带之外不小于20 m，坡底应到达崩塌堆积区外不小于50 m。如存在对危岩体（带）起控制作用的区域性结构面时，应适当扩大勘查范围。

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

6.2.14 勘查工作手段和方法应以地质测绘与调查为主，以勘探为辅，宜采用三维激光扫描、陆地摄影测量（无人机）、干涉雷达（INSAR）或孔内成像、孔间CT探测等新技术新方法。

6.2.15 工程地质调查与测绘及勘探工作应满足现行标准《坍塌防治工程勘察规范》T/CAGHP 011的规定。

6.2.16 试验与测试对象为控制崩塌的软弱夹层、破碎带或主控结构面、母岩与基座岩体、地下水和地表水。试验与测试项目应满足现行标准《坍塌防治工程勘察规范》T/CAGHP 011的规定。

6.2.17 采用定性、定量计算方法评价和验算危岩的稳定性，确定危岩的稳定状态及发展趋势。

III 滑坡勘查

6.2.18 滑坡勘查应查明滑坡区的地质环境以及滑坡的性质、形态、成因、变形机制、边界、规模、结构特征和水文地质条件等，分析变形阶段、运动方式、稳定状况及发展趋势；预测成灾危害情况；提出与治理工程设计有关的岩土物理力学参数及地下水参数；阐明滑坡治理的必要性，根据稳定性评价及监测结果，提出滑坡地质灾害治理方案建议。

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

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

6.2.21 工程地质调查与测绘应查明滑坡区的自然地理条件、地质环境、滑坡各种要素特征和滑坡的变形破坏历史及现状，分析滑坡成因、性质和稳定性，判断滑坡范围、主滑方向及主滑线。

6.2.22 勘探应查明滑坡体范围、厚度、物质组成和滑面（带）特征、滑带厚度及物质组成；查明滑坡床的物质组成及结构特征；查明滑坡体内含水层的层数、分布和地下水的流向、水力坡度、水位及动态变化等。勘探方法应采用钻探、井探或槽探相结合，必要时采用物探方法沿勘探线进行补充探测验证。

6.2.23 工程地质调查与测绘及勘探工作具体应符合现行国家标准《滑坡防治工程勘察规范》GB/T 32864的有关规定。

6.2.24 应对滑坡的滑坡体土、滑带土进行试验测试，测试指标应包括天然重度、饱和重度、含水量、压缩系数、液限、塑限、天然及饱和状态的黏聚力和内摩擦角等。

6.2.25 对滑坡稳定性进行评价,应给出滑坡计算剖面在各工况下的稳定系数和稳定状态。

IV 泥石流勘查

6.2.26 泥石流勘查应查明泥石流的形成条件和基本特征,并提供治理工程设计所需的岩土物理力学参数。

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

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

6.2.29 泥石流勘探应查明泥石流堆积物的范围、厚度、物质组成、特征参数和危害性。在泥石流形成区尚应查明物源的范围、总体积、静(动)储量,对滑坡、崩塌、岩堆、弃渣等集中物源还应查明其破坏方式和稳定性。

6.2.30 工程地质调查与测绘应查明泥石流形成区、流通区和堆积区的地形地质条件、水文特征、松散物质分布与稳定性、沟床形态与演变、堆积体结构与历史、地下水特征及危害范围,以及泥石流与地下水补给关系。

6.2.31 工程地质调查与测绘及勘探工作具体应符合现行行业标准《泥石流灾害防治工程勘查规范》DZ/T 0220的有关规定。

6.2.32 对泥石流除取样做常规土工试验和岩石物性、强度及变形试验外,尚应进行流体重度、堆积物固体物质含量、颗粒分析的现场试验。

6.2.33 泥石流的重度、流量、流速、一次泥石流过流总量、一次泥石流固体冲出物、冲击力、爬高、最大冲起高度和弯道超高等基本特征参数应符合现行行业标准《泥石流灾害防治工程勘查规范》DZ/T 0220的有关规定,并进一步评价泥石流的易发性和危害程度,预测发展趋势。

V 岩溶塌陷勘查

6.2.34 岩溶塌陷勘查应查明岩溶塌陷的成因、范围、地质环境、引发因素和岩溶发育程度及分布规律以及提供治理工程设计所需的岩土物理力学参数。

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

6.2.36 资料收集应包括遥感影像、区域地质环境、地形地貌、岩溶塌陷活动史、水文气象、土壤植被、人类工程活动和已有治理经验等资料。

6.2.37 工程地质调查与测绘应查明工作区岩溶塌陷发育的地质环境条件及岩溶塌陷发育的基本规律。

6.2.38 勘探工作应查明岩溶塌陷各岩土体的岩性、厚度、结构、空间分布与变化规律；土洞的空间分布和物质组成；地下岩溶形态、规模、充填情况及其空间变化规律；岩溶含水层与上覆松散地层孔隙(裂隙)含水层的岩性、厚度、埋藏条件、富水性及相互水力联系；采取各类试验的岩土样及进行野外试验，了解岩土样性质及随深度变化规律。

6.2.39 宜采用钻探和物探等多种方法手段开展勘探工作。物探宜在钻探之前进行，圈定异常范围，并指导勘探线和勘探点的布置，从而用钻探对物探成果的可靠性进行验证。

6.2.40 查明岩溶水系统的展布及其流速、流向或塌陷下方是否存在地下强径流带，可根据需要布置示踪试验，常用方法有化学示踪法、荧光素(染色)示踪法、漂浮示踪法、同位素示踪法等。

6.2.41 查明含水层的渗透性和富水性，取得有关的水文地质参数，可根据需要布置抽水试验。

6.2.42 评价岩溶区场地的稳定性、岩溶塌陷的影响及危害程度，预测岩溶塌陷变形发展趋势，提出岩溶塌陷治理方案建议。

VI 采空塌陷勘查

6.2.43 采空塌陷勘查应查明采空区塌陷的成因、范围及相关地质背景以及提供治理工程设计所需的岩土物理力学参数。

6.2.44 勘查范围应超过采空区地表移动变形影响范围以外50m或超过最大疏干排水降落漏斗边界以外20m。

6.2.45 资料收集应包括遥感影像、区域地质环境、地形地貌、地质构造、开采历史、水文气象、土壤植被、人类工程活动和已有治理经验等资料。

6.2.46 工程地质调查与测绘应查明场地及周边的地形地貌、地层岩性、水文地质条件、采矿活动特征、采空区地表变形范围、建（构）筑物变形破坏情况、矿山灾害及不良地质现象等，全面掌握其分布、成因、特征及其相互关系。

6.2.47 勘探应查明采空区及其覆岩破坏特征、地表裂缝的埋深与延展情况，并开展原位测试，确定采空区的位置、规模、埋深及垮落带、断裂带、弯曲带高度和充填密实度等。

6.2.48 应根据地层、采空区和地表裂缝的埋深、取样、原位测试要求及场地现状确定勘探方法，宜采用钻探、井探、槽探和物探等多种方法手段开展勘探工作。

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

6.2.50 采用定性定量评价相结合的方法，评价采空区场地的稳定性及其发展趋势，分析采空区的影响及危害程度，综合评价采空区场地工程建设的适宜性。

6.3 设计

I 一般规定

6.3.1 设计方案应确保治理工程能够有效控制地质灾害的发生和发展，保证景区人民生命财产安全，并充分考虑生态环境保护与景观需求。

6.3.2 倡导综合治理理念，设计方案应综合运用工程措施、生物措施和监测预警等多种手段，形成系统的防治体系。

6.3.3 设计应选择适宜的治理工程措施，岩土参数选择应与设计工况相适应。

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

6.3.5 主体结构与基础在设计荷载下应具有足够的强度和抗变形能力，其受力不超过建筑材料的允许值和地基的承载能力。

6.3.6 设计方案应充分考虑现场施工作业条件，确保方案的可实施性。同时，应明确治理工程施工期间对周边建构筑物及设施的安全防护措施，避免施工活动对景区运营及游客安全造成不利影响。

6.3.7 应根据治理工程等级、地质灾害特征和具体治理工程措施等因素制定监测方案，监测方案应明确监测范围、内容、方法、周期、频率以及控制标准等内容。

II 崩塌治理设计

6.3.8 崩塌治理工程设计应根据崩塌类型、规模、范围、崩塌体的大小和崩塌方向、水的活动规律等因素，针对其危害程度和保护对象采取相应工程措施，进行综合治理。

6.3.9 崩塌治理的主要工程措施包括清除危岩（土）体、柔性防护网、支挡、支撑及嵌补、落石槽、拦石墙、锚固及灌浆、截排水等，应根据实际情况进行组合选择。

6.3.10 崩塌治理宜以清除危岩（土）体为主，不具备清除条件的宜采取其他工程措施。

III 滑坡治理设计

6.3.11 滑坡治理工程设计应根据滑坡体特征、影响范围内的地质环境条件、气象条件，综合分析其发展趋势、危害程度和保护对象采取相应措施，进行综合治理。

6.3.12 滑坡治理的主要工程措施包括截排水、压脚、挡墙、抗滑桩、削方减载、锚索（杆）、格构、注浆加固和生态防护等，应根据实际情况进行组合选择；选用注浆加固法时，宜与其他抗滑措施组合使用。

6.3.13 滑坡治理宜以截排水和支挡措施为主，辅以其他工程措施。

IV 泥石流治理设计

6.3.14 泥石流治理工程设计应根据泥石流发育特征和降水条件，针对其危害程度和保护对象采取相应工程措施，进行综合治理。

6.3.15 形成区应以稳固物源为主，主要治理工程措施包括拦挡坝、护岸、护底和恢复植被等。

6.3.16 流通区应以疏导泥石流过境为主，采用排导和拦挡进行综合治理，主要治理工程措施包括排导槽、拦挡坝、沟道清理、防护堤（护底）等。

6.3.17 堆积区宜采取排导、防护和停淤等综合治理措施。

V 岩溶塌陷治理设计

6.3.18 岩溶塌陷治理工程设计应根据岩溶发育程度、上覆岩土体特征和地下水赋存条件等，针对其危害程度和保护对象采取工程措施，进行综合治理。

6.3.19 岩溶塌陷治理应以填充和注浆为主，辅以地下水和地表水控制。

VI 采空塌陷治理设计

6.3.20 采空塌陷治理工程设计应根据开采方式、开采历史、上覆岩土体性质及变形特征等，针对其危害程度和保护对象采取相应工程措施，进行综合治理。

6.3.21 采空塌陷的主要治理工程措施包括充填、注浆、开挖回填和地表裂缝封堵等。

VII 设计成果

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

6.3.23 治理工程平面布置图应包括下列内容：

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

6.3.24 治理工程剖面图应包括下列内容：

- 1 工程措施的轴线和轴线编号；
- 2 剖切到或可见的主要结构和建（构）筑物；
- 3 结构及排水沟等尺寸、标高；
- 4 地质信息；
- 5 节点构造详图索引号；
- 6 图纸名称、比例尺等。

6.3.25 治理工程立面图应包括下列内容：

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

6.3.26 必要时应绘制治理工程设计结构详图。

6.3.27 设计计算书应完整、正确。

6.4 施工

6.4.1 施工单位根据批准的设计文件和有关技术规范、规程和标准组织施工，建立健全安全、质量管理体系和资料管理制度，保证施工安全、工程质量和工程进度。

6.4.2 开工前施工单位应完成下列事项：

- 1 编制施工组织设计或专项施工方案，履行审批手续；
- 2 图纸会审、设计交底和监理交底；
- 3 技术、职业健康安全和环境交底；
- 4 人员进场前备案；
- 5 测量放线验线。

6.4.3 施工单位应按施工图组织施工，做好施工监测和施工记录，施工洽商和变更应符合相关规定。

6.4.4 原材料品种、规格、强度、技术性能和技术指标应符合国家现行标准和设计要求。

6.4.5 应按施工图进行制作与安装，同时应符合国家现行标准要求。

6.4.6 施工单位应做好施工安全、质量、进度、成本控制和环境保护。

6.4.7 施工记录、试验检验应与施工进度同步。

6.4.8 施工单位应做好自检互检、隐蔽工程和分部分项工程的验收。

6.5 验收

6.5.1 项目验收资料应真实反映工程施工的实际情况，施工质量控制资料应与工程进度同步完成。

6.5.2 项目管理、勘查设计、工程监理和施工过程等相关资料应完整齐全并分类立卷，备有资料总目录及分类目录。

6.5.3 项目竣工验收时各参建方应提供以下资料：

- 1 批准的项目设计方案；
- 2 项目中标通知书及相关合同；
- 3 项目勘查、设计、施工、监理等相关单位资质复印件；
- 4 开工报告、施工日志、工程竣工图、施工总结，竣工图；
- 5 工程监理报告；

- 6 工程质量验收评定表（记录）；
- 7 涉及重大质量事故的，须提供事故处理资料；
- 8 工程有关的影像资料；
- 9 工程进度付款凭证复印件及其汇总表，工程费用调整文件及其批准意见，工程结算报告；
- 10 项目实施单位对工程验收的意见和竣工总结报告；
- 11 其他需提供的有关文件。

6.5.4 施工资料是施工单位在工程施工过程中所形成的全部资料，应按施工管理、施工技术、施工测量、施工物资、施工记录、施工试验、过程验收及竣工质量验收资料进行分类组卷。

7 地质灾害风险管理

7.1 一般规定

7.1.1 景区地质灾害风险管控按照“以防为主、防治结合、综合治理”，兼顾“以人为本，松紧适宜”的原则，按照地质灾害危险性、易损性和风险程度实施分级管理，最大限度地减少人员伤亡、财产损失，保证景区安全运行。

7.1.2 景区的地质灾害风险防治和管控应进行风险预防-风险处理-风险修复的全过程管控，包含“合理规划和选址、风险识别、提醒与警示、风险监测与预警、风险避让，工程治理”的全过程管控。

7.1.3 在地质灾害易发性、危险性和易损性评价的基础上，采用定性与定量相结合的方法开展地质灾害风险评价，划分为极高、高、中、低四个等级，评价方法详见附录 D。

7.1.4 景区应根据具体情况划分重点防范期和重点防范区域，合理部署资源，针对不同风险等级的区域进行分级管控。

7.2 风险管控

7.2.1 景区应对重点调查区编制地质灾害防治区划图件，对风险等级高的区段，提出工程治理、避险搬迁、排危除险、监测预警等一种或多种风险管控措施。

7.2.2 景区地质灾害风险区开发利用时，应开展专题地质灾害风险调查评价，并提出相应的风险管控措施；防止由于人类工程活动，产生新的地质灾害和地质环境问题。

7.2.3 景区地质灾害防控应将气象降水格点数据与地质灾害极高、高风险区域和隐患点进行叠加分析，形成地质灾害气象风险区划，服务地质灾害气象风险预警。

7.2.4 将地质灾害风险管控由隐患点管控逐渐转变为隐患点与风险区管控相结合，促进实现地质灾害风险“双控”，并探索形成风险区分级分类管控措施和风险区动态预警模式。

7.2.5 根据景区风险等级，具体管控措施见下表 7.2.5。

表 7.2.5 不同风险等级管控措施建议表

风险等级	管控措施	
	单体地质灾害及隐患	区域（斜坡单元、区段）
极/高风险	工程措施、搬迁避让、监测预警、群测群防、科普宣传	普适型监测、群测群防、科普宣传；限制工程建设，开展专项风险评价
中风险	监测预警、群测群防、科普宣传	群测群防、科普宣传；允许工程建设，开展专项风险评价
低风险	群测群防、科普宣传	科普宣传；鼓励开展工程建设，开展专项风险评价

7.3 预警与应急处置

7.3.1 根据气象和地质环境等因素，预测突发地质灾害发生的风险程度，对可能发生突发地质灾害的相关区域进行预警。

7.3.2 针对与地质灾害最密切的降雨条件给出预警措施建议，如表 7.3.2 所示。

表 7.3.2 不同风险等级区域降雨预警响应措施建议表

风险等级	不同降雨工况下			
	红色预警	橙色预警	黄色预警	蓝色预警
极高风险	关闭景区、停运内部交通设施；区域内人员立即撤离，沿撤离路线快速前往避险临时安置点；提前启动应急预案和应急指挥系统。	关闭景点、停运内部交通设施；加密监测雨情水情；群测群防员开展 24 小时巡查监测，排查变形情况；疏散撤离景区内滞留人员。	加密监测雨情水情；群测群防员开展全面排查，提高排查频次，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报
高风险	停止户外作业；群测群防员开展 24 小时巡查监测，排查变形情况；区域内居民做好避险疏散准备	加密监测雨情水情；群测群防员开展全面排查，提高排查频次，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报
中风险	加密监测雨情水情；群测群防员开展全面排查，提高排查频次，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况

低风险	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况，如有突发情况立即上报	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况	群测群防员对风险区开展全面排查，掌握最新变形情况
-----	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

7.3.3 景区在发生地质灾害或收到地质灾害应急响应信息后，立即启动应急预案、封闭危险区域、迅速查清灾情险情并逐级上（补）报地质灾害类型、规模、诱因、损失、隐患等信息。

7.3.4 景区可根据地质灾害演变状态，适时启用景区储备的应急救援物资、生活必需品和应急处置装备，必要时请求当地应急救援力量、医疗团队的支持。

7.3.6 景区应全面评估灾害原因、损失程度及应急处置效果，继续做好灾后风险排查，追踪研判自然灾害范围、程度和发展趋势，条件允许时，清理废墟、修复受损设施，逐步恢复景区秩序。

7.4 监督检查与改进

7.4.1 景区应建立健全地质灾害日常巡查与监测制度，定期对地质灾害隐患点进行巡查和监测，记录对比相关数据和信息，发现并处置潜在风险。

7.4.2 景区可定期组织专家对地质灾害防治工作进行专项检查和评估，确保防治措施有效落实，救援物资和设备的储备到位、应急预案有序更新。

7.4.3 景区可建立社会监督机制，鼓励游客和工作人员提供线索和建议，参与地质灾害防治工作。加强媒体合作，及时发布地质灾害防治信息和有关工作进展。

7.4.4 景区应定期评估地质灾害防治工作效果，并根据评估结果，调整和完善防治措施和应急预案。

7.4.5 景区应积极引入新技术、新方法、新产品，提高地质灾害防治工作的质效，鼓励管理人员融合工作实际不断改进风险管理方案。

7.4.6 景区可定期组织地质灾害防治培训和宣传教育活动，切实提高防灾减灾意识和自救互救能力。

附录 A 野外排查记录表

表 A.1 滑坡野外排查记录表

编号：地灾排查[年度]

隐患名称						统一编号		
地理位置								
坐标	平面坐标		X:	Y:	威胁对象	□景点 □道路 □其他		
	经度	°	"	'				
	纬度	°	"	'	威胁户数		威胁人数	
灾 害 体 变 化 情 况	是否有岩土体剥落、坠落及地面隆起、地面沉降等变形情况		□是 □否	变化情况				
	裂缝是否明显变化		□是 □否	变化情况				
	建筑是否明显变化		□是 □否	变化情况				
	是否渗冒浑水现象		□是 □否	变化情况				
	其他变化情况		□有 □无	变化情况				
	灾害体是否灭失		□是 □否	变化情况				
	发展趋势		□欠稳定 □较稳定 □稳定					
威 胁 对 象 变 化 情 况	威胁人员 是否增减		□是 □否	变化情况				
	威胁人员是否全部撤离		□是 □否	威胁建筑是否全部拆除	□是 □否			
	威胁对象类型 是否变化		□是 □否	是否建议修改威胁对象类型	□是 □否			
人 类 工 程 活 动	是否切坡建房		□是 □否	切坡情况				
	其他人类工程活动		□有 □无	活动情况	□坡体开挖 □堆填加载 □排水 □灌溉 □其他			
防 治 措 施	防治现状		□群测群防 □应急避险 □专业监测 □工程治理					
	是否有警示标识		□是 □否	警示标识是否有误	□是 □否			
	是否有避险场地		□是 □否	是否建议销账	□是 □否			
	群测群防员				联系电话			
	防治建议		□群测群防 □应急避险 □工程治理 □搬迁避让 □专业监测 □简易监测 □立警示标识 □其他					
备注								

填表人： 调查负责人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表 A.2 崩塌野外排查记录表

编号：地灾排查[年度]

隐患名称					统一编号		
地理位置							
坐标	平面坐标 X:		Y:		威胁对象	□景点 □道路 □其他_____	
	经度	°	"	'			
	纬度	°	"	'	威胁户数		威胁人数
灾 害 体 变 化 情 况	是否有崩塌、落石等坡体变形情况	□是 □否	变化情况				
	裂缝是否明显变化	□是 □否	变化情况				
	其他变化情况	□有 □无	变化情况				
	灾害体是否灭失	□是 □否	变化情况				
	发展趋势	□欠稳定 □较稳定 □稳定					
威 胁 对 象 变 化 情 况	威胁人员 是否增减	□是 □否	变化情况				
	威胁人员 是否全部搬迁	□是 □否			威胁建筑是否全部拆除	□是 □否	
	威胁对象类型 是否变化	□是 □否	是否建议修改威胁对象类型		□是 □否		
			建议威胁对象类型		□景点 □道路 □其他_____		
人类	是否切坡建房	□是 □否	切坡情况				
工程活动	其他人类工程活动	□有 □无	活动情况		□坡体开挖 □堆填加载 □排水 □灌溉 □其他		
防治措施	防治现状	□群测群防 □应急避险 □专业监测 □工程治理					
	是否有警示标识	□是 □否			警示标识是否	□是 □否	
	是否有避险场地	□是 □否			是否建议销账	□是 □否	
	群测群防员			联系电话			
	防治建议	□群测群防 □应急避险 □工程治理 □搬迁避让 □专业监测 □简易监测 □立警示标识 □其他_____					
备注							

填表人： 调查负责人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表 A.3 泥石流野外排查记录表

编号：地灾排查[年度]

隐患名称					统一编号		
地理位置							
坐标	平面坐标		X:	Y:	威胁对象	□景点 □道路 □其他_____	
	经度	°	"	'			
	纬度	°	"	'	威胁户数		威胁人数
灾害体 变化情况	是否有沟口 扇形地变化	□是 □否	变化情况				
	是否有物源变化	□是 □否	变化情况				
	是否有不良 地质体发育	□是 □否	变化情况				
	是否有沟床堵塞	□是 □否	变化情况				
	是否有地形变化	□是 □否	变化情况				
	是否有植被变化	□是 □否	变化情况				
	易发程度	□极易发 □中易发 □轻度易发 □不易发生					
威胁对象 变化情况	威胁人员 是否增减	□是 □否	变化情况				
	威胁人员 是否全部搬迁	□是 □否		威胁建筑是否全部拆除	□是 □否		
	威胁对象类型 是否变化	□是 □否	是否建议修改威胁对象类型		□是 □否		
			建议威胁对象类型		□景点 □道路 □其他_____		
人类 工程活动	修路、采矿等	□是 □否	活动情况				
	其他人类 工程活动	□有 □无	活动情况	□工程建设 □采矿活动 □工程弃渣 □垃圾堆积 □其他			
防治措施	防治现状	□群测群防 □应急避险 □专业监测 □工程治理					
	是否有警示标识	□是 □否		警示标识是否有误	□是 □否		
	是否有避险场地	□是 □否		是否建议销账	□是 □否		
	群测群防员			联系电话			
	防治建议	□群测群防 □应急避险 □工程治理 □搬迁避让 □专业监测 □简易监测 □立警示标识 □其他					
备注							

填表人：月 日

调查负责人：

审核人：

填表日期： 年

表 A.4 地面塌陷野外排查记录表

编号：地灾排查[年度]

隐患名称				统一编号			
地理位置							
坐 标	平面坐标 X:		Y:		威胁对象	☐ 景点 ☐ 道路 ☐ 其他_____	
	经度	° " '					
	纬度	° " '			威胁户数		威胁人数
塌陷类型	☐ 至岩溶塌陷 ☐ 至采矿塌陷 ☐ 至其他_____						
灾 害 体 变化情况	塌陷区影响范围内 是否有地表裂缝、 地面隆起、塌陷坑 等变形情况	☐ 是 ☐ 否	变化情况				
	塌陷区影响范围内 建筑物是否有 变形情况	☐ 是 ☐ 否	变化情况				
	其他变化情况	☐ 有 ☐ 无	变化情况				
	灾害体是否灭失	☐ 是 ☐ 否	变化情况				
	发展趋势	☐ 欠稳定 ☐ 较稳定 ☐ 稳定					
威胁对象 变化情况	威胁人员 是 否增减	☐ 是 ☐ 否	变化情况				
	威胁人员 是否全部搬迁	☐ 是 ☐ 否		威胁建筑是否全部拆除	☐ 是 ☐ 否		
	威 胁 对 象 类 型 是否变化	☐ 是 ☐ 否	是否建议修改威胁对象类型		☐ 是 ☐ 否		
			建议威胁对象类型		☐ 景点 ☐ 道路 ☐ 其他_____		
人类 工程活动	☐ 有 ☐ 无	活动情况	☐ 采矿活动 ☐ 地表加载 ☐ 地下工程 ☐ 灌溉 ☐ 水库蓄水 ☐ 抽排水 ☐ 江河水位变化 ☐ 震动 ☐ 其他_____				
防治措施	防治现状	☐ 群测群防 ☐ 应急避险 ☐ 专业监测 ☐ 工程治理					
	是否有警示标识	☐ 是 ☐ 否		警示标识是否有误		☐ 是 ☐ 否	
	是否有避险场地	☐ 是 ☐ 否		是否建议销账		☐ 是 ☐ 否	
	群测群防员			联系电话			
	防治建议	☐ 群测群防 ☐ 应急避险 ☐ 工程治理 ☐ 搬迁避让 ☐ 专业监测 ☐ 简易监测 ☐ 立警示标识 ☐ 其他_____					
备注							

填表人： 调查负责人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表 A.5 地面沉降野外排查记录表

编号：地灾排查[年度]

名称		野外编号		室内编号			发生时间	
地理位置				沉降类型				
	坐 标	X:						
		Y:						
	经纬度	经度:		沉降中心位置		行政区域		
		纬度:						
沉降规模								
沉 降 区 面 积 /km²		年平均沉降量/mm			历年累计沉降量/mm		平均沉降速率/(mm/a)	
地形地貌								
地质构造及 活动情况								
第四系覆盖层岩性、厚度、结构、空间变化规律、水文地质特征与主要沉降层位								
		沉降区地下水概况：						
年 开 采 量 /(m³ /a)		年 补 给 量 /(m³ /a)		地下水埋深/m			年水位变化幅度/m	其 他
引发沉降原因、变化规律								
沉降现状及发展趋势								
主要危害及经济损失								
治理措施及效果								

填表人： 调查负责人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表 A.6 地裂缝野外排查记录表

编号：地灾排查[年度]

名称					地理位置										
编号		野外：				坐标	经度：			X：		标高			
		室内：			纬度：			Y：							
发育特征	单缝特征	缝号	形态	延伸方向	倾向	倾角	长度/m	宽度/m	深度/m	规模等级	性质	移位	填充物	出现时间及活动性	
		1	☐ 直线 ☐ 折线 ☐ 弧线								☐ 拉张 ☐ 平移 ☐ 下错	方向 距离		年 月 日 ☐ 停止 ☐ 尚在发展	
		2													
		3													
	群缝特征	缝数	分布、发育						发生发展情况						
			面积/km ²	排列形式		缝的规模		始发时间	盛发时间		停止时间	尚在发展			
				☐ 平行 产状： 阶步指向：		长至	m m								
		间距/m	☐ 斜列 产状： 阶步指向：		宽至	m m									
			☐ 环围 圆心位置：		深至	m m									
		☐ 杂乱无章													
规模等级					成因类型		☐ 地下开挖引起 ☐ 抽排地下水引起 ☐ 地震或构造活动引起 ☐ 其他_____								
裂缝现状及发展趋势															
主要危害及经济损失															
治理措施及效果															

填表人： 调查负责人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

附录 B 地质灾害排查报告编写提纲与图件编制

B.1 地质灾害排查报告编写提纲

第一章 序言

内容主要包括：目的任务；经济与社会发展概况；主要环境地质问题；地质灾害调查、研究与防治概况；本次排查工作方法、排查工作过程、完成的工作量。

第二章 地质环境条件

内容主要包括：在资料收集分析基础上，简单论述地形地貌、地层岩性、地质构造、气象与水文地质特征以及植被特征等地质环境条件，应加强对人类工程经济活动及其与地质灾害发生发展之间响应关系的分析和论述。

第三章 地质灾害形成条件与发育特征

内容主要包括：地质灾害类型、规模、数量、灾情、险情等方面排查前后的变化对照与分析；地质灾害发育分布特征；地质灾害形成条件、影响因素与成灾机理；地质灾害稳定性评价与趋势预测；重点地质灾害分析、评价与防治。

第四章 地质灾害防治对策

内容主要包括：地质灾害防治区划；地质灾害防治重点；地质灾害防治对策建议。

第五章 结论与建议

内容主要包括：地质灾害排查工作取得的主要成果；排查工作在防灾减灾方面的应用建议与成效分析；地质灾害排查工作存在的问题与不足，下一步工作建议等。

B.2 成果图件编制方法

B.2.1 地质灾害分布图编制

比例尺：一般采用 1:100000~1:50000。

地质灾害分布图是以排查工作区行政区划及地质灾害形成发育的地质环境条件为背景，主要反映地质灾害隐患点的地理位置、类型、规模、稳定性或易发性。

图面内容主要包括：

第一层次：主要表示简化地理、行政区划要素与地质灾害相关的地质环境要素。

第二层次：各类地质灾害的位置、类型、成因、规模、稳定性与危害性等。

地质灾害用点状符号表示；规模用点状符号大小表示，规模大者应以实际边界表示；稳定性或易发性用颜色表示。排查后新增地质灾害通过不同颜色予以区分。

图面中应配置必要的镶图与说明表。镶图用于地质环境条件或地质灾害成因、引发因素的说明，如降水量等值线图、暴雨等值线图和地震烈度分区图等；说明表主要反映重要地质灾害隐患点的编号、地理位置、类型、规模、稳定性和危害性预测等。

B.2.2 地质灾害防治区划图编制

比例尺：一般采用 1:100000~1:50000。

地质灾害防治区划图以排查工作区行政区划与简单地理要素为背景，主要反映地质灾害防治分区、防治重点和防治对策建议。图面内容主要包括：

第一层次：主要表示简化地理要素。简化行政区划要素，应表示到乡、镇及重要居民点；标明风景名胜区及已建和拟建的重要建设工程，如城建工程、水利水电工程、矿业工程、交通工程、地下水供水工程等。

第二层次：防治分区类别及分区界线。依据地质灾害形成的地质环境条件、发育分布特征，结合当地经济与社会发展规划等因素，进行综合分析，划定重点防治区、次重点防治区和一般防治区。地质灾害重点防治区根据地质灾害现状和需要保护的对象确定，对地质灾害易发区内人口密集居住区（城市、集镇、村庄）、重要基础设施（交通干线、通信工程、水利工程、电力工程）、重要经济区（支柱产业开发区、大中型工矿区）、风景名胜区（自然景点、文化遗存、地质遗迹）、重要农业区（基本农田保护区、特色农业区）等存在危险的区域应划定为地质灾害重点防治区。

第三层次：防治措施。表示所有地质灾害隐患点的防治分期、防治分级、防治重点和防治措施（群测群防、专业监测、避让、治理等）。

图面中应配置必要的镶图与防治区划说明表。如有必要可作重点防治地段或重点防治城镇等的镶图，比例尺适当放大。防治区划说明表主要反映重点防治区的名称、位置、面积，主要地质灾害类型、特征及危害，重点防治的地质灾害及防治对策等内容。

附录 C 地质灾害治理工程勘察大纲

C.1 前言，包括地质灾害近期变形及危害情况、勘察目的任务、前人研究程度、执行的技术标准、勘察范围、地质灾害防治工程等级。

C.2 勘察区自然地理条件，包括位置与交通状况、气象、水文、社会经济概况。

C.3 勘察区地质环境概况，包括地形地貌、地层岩性、地质构造与地震、水文地质、不良地质现象、破坏地质环境的人类工程活动。

C.4 地质灾害基本特征，包括形态特征、边界条件、物质组成、近期变形特征、发育阶段、影响因素及形成机制、破坏模式及其危险性；威胁对象和治理工程初步设想。

C.5 勘察工作部署，包括勘察手段的选择、勘察工作比例尺的确定、地质测绘及勘探点密度的确定、控制测量、地形测量、定位测量的布置，工程地质测绘、控制剖面的布置，物探、钻探、槽探、井探、洞探等勘探工作的布置，水文地质试验、岩土现场试验、岩土水样的采集及试验的布置，监测工作的布置，各种方法的工作量（配有设计实物工作量表、勘探工作布置平面图和代表性剖面图）。

C.6 技术要求，包括 A.5 中各种手段、方法的技术要求及精度。

C.7 勘察进度计划，包括各项勘察工作的时间安排及勘察总工期。

C.8 保障措施，包括人员组织、仪器、设备、材料、资金配置，质量保证措施、安全保障措施、进度保障措施。

C.9 预期成果，包括勘察报告及各种附图附表。

附录 D 地质灾害风险评价方法

D.1 易发性评价常用方法

D.1.1 信息量模型

地质灾害的形成受多种因素影响，信息量模型反映了一定地质环境下最易致灾因素及其细分区间的组合；具体是通过特定评价单元内某种因素作用下地质灾害发生频率与区域地质灾害发生频率相比较实现的。对应某种因素特定状态下的地质灾害信息量公式可表示为(D.1)：

$$I_{A_j \rightarrow B} = \ln \frac{N_j/N}{S_j/S} \quad (j=1,2,3,\dots,n) \quad (D.1)$$

式中：

$I_{A_j \rightarrow B}$ ——对应因素 A、j 状态(或区间)下地质灾害 B 发生的信息量；

N_j ——对应因素 A、j 状态(或区间)下地质灾害分布的单元数；

N ——调查区已知有地质灾害分布的单元总数；

S_j ——因素 A、j 状态(或区间)分布的单元数；

S ——调查区单元总数。

当 $I_{A_j \rightarrow B} > 0$ 时，反映了对应因素 A、j 状态(或区间)下地质灾害发生倾向的信息量较大，地质灾害发生的可能性较大，或者说利于地质灾害发生；当 $I_{A_j \rightarrow B} < 0$ 时，表明因素 A、j 状态(或区间)条件下，不利于地质灾害发生；当 $I_{A_j \rightarrow B} = 0$ 时，表明因素 A、j 状态(或区间)不提供有关地质灾害发生与否的任何信息，即因素 A、j 状态(或区间)可以剔除掉，排除其作为地质灾害预测因子。

由于每个评价单元受众多因素的综合影响，各因素又存在若干状态，各状态因素组合条件下地质灾害发生的总信息量可用公式(D.2) 确定：

$$I = \sum_{i=1}^n \ln \frac{N_i/N}{S_i/S} \quad (D.2)$$

式中：

I ——对应特定单元地质灾害发生的总信息量，指示地质灾害发生的可能性，可作为地质灾害易发性指数；

N_i ——对应特定因素、第 i 状态(或区间)条件下的地质灾害面积或地质灾害点数；

S_i ——对应特定因素、第 i 状态(或区间)的分布面积，单位为平方千米(km²)；

N ——调查区地质灾害总面积或总地质灾害点数；

S ——调查区总面积，单位为平方千米(km²)。

D.1.2 证据权模型

证据权模型通过对与地质灾害形成相关的影响因素的权重指数进行叠加分析，开展地质灾害易发性评价。其中，每种影响因素都被视为地质灾害易发性评价的证据因子，各证据因子对地质灾害易发性的贡献由该因子的权重表征。一般将各证据因子图层网格化为不连续

的二值化图层：1 代表因子对灾害发生的证据存在，0 代表不存在；通过证据权模型给出该二值化的证据因子图层的权重，最终叠加多元图层，实现地质灾害易发性评价。证据权模型的分析流程如下：

D.1.2.1 权重计算

计算每一个证据因子的权重，首先要把整个调查区栅格化；利用条件概率计算证据因子图层所有单元对地质灾害发生的贡献权重。假设调查区被划分成面积相等的 T 个单元，其中 D 为地质灾害单元数， $\bar{D}$ 为非地质灾害单元数。对于该证据因子， B/D 和 $B/\bar{D}$ 分别表示证据因子在地质灾害单元和非地质灾害单元内存在的单元数， $\bar{B}/D$ 和 $\bar{B}/\bar{D}$ 分别表示证据因子在地质灾害单元和非地质灾害单元内不存在的单元数。其权重定义为

$$W^+ = \ln \frac{P(B/D)}{P(B/\bar{D})} \quad (D.3)$$

$$W^- = \ln \frac{P(\bar{B}/D)}{P(\bar{B}/\bar{D})} \quad (D.4)$$

式中：

W^+ ——证据因子存在区的权重值；

W^- ——证据因子不存在区的权重值。

证据因子权重由落入特定证据因子图层的灾点数和全部灾点数之比与证据因子图层面积和调查区总面积之比的比值决定。证据因子和灾点正相关表示为 $W^+ > 0$ 、 $W^- < 0$ 、负相关为 $W^+ < 0$ 、 $W^- > 0$ ，不相关时权重为 0。对于原始数据缺失区域，其权重值为 0。相对系数 $C = W^+ \sim W^-$ ，用来度量证据图层和地质灾害之间的相关性大小。

D.1.2.2 证据综合

在上述权重计算及分析的基础上，通过证据层的优选，选择权重较大、与地质灾害关系密切的证据层，剔除权重较小、与地质灾害关系不密切的证据层；进一步进行证据因子相对灾点的条件独立性检验，剔除地质灾害权重相对较小而与其他证据因子相关性大的证据层。对最终筛选出的 n 个关于地质灾害点条件独立的证据因子，根据贝叶斯法则，研究区任一单元 K 为地质灾害的可能性，即对数后验概率可表示如下：

$$F = \ln O(D / \sum_{i=1}^n B_i^{K(i)}) = \sum_{i=1}^n W_i^K + \ln O(D) \quad (D.5)$$

式中：

O ——是指概率， $O(D) = D/(T-D)$ ；

D ——存在地质灾害的单元网格数；

B ——代表第 i 个证据层；

$K(i)$ ——在第 i 个证据因子层存在时是“+”，不存在时是“-”；

W_i ——第 i 个证据因子存在或不存在的权重。

最后计算后验概率：

$$P=0/(1+0)=\exp(F)/[1+\exp(F)] \tag{D.6}$$

后验概率值的大小指示易发性的高低，其值在 0~1 之间。后验概率值越大，表示易发性越高；后验 概率值越小，表示易发性越低。

D.2 易损性评价

D.2.1 一般调查区

D.2.1.1 建筑物易损性

建筑物为人员分布的基础载体，同时又具有自身的经济价值，采用对建筑物面积归一化处理的方法，取归一化值作为调查区内的基础易损性。

D.2.1.2 人员易损性

根据调查获取地质灾害点及隐患的威胁人员数量，可采用核密度算法获得人员易损性，再进行重分 类。易损性赋值建议表见表 D.1。

表 D.1 一般调查区承灾体易损性赋值建议表

承灾体类型	分级	赋值
受地质灾害直接威胁人员数量	≥1000人	0.8~1.0
	100 人 ~<1000 人	0.5~0.8
	10 人 ~<100 人	0.3~0.5
	<10 人	0~0.3
交通设施	高速公路	0.8~0.9
	国家级公路	0.5~0.8
	省级公路	0.3~0.5
	城市道路	0.2~0.3
	一般公路	0.1~0.3
	高速铁路	0.8~1.0
	一般铁路	0.3~0.6
其他生活设施	油气线路	0.8~1.0
	输水线路	0.4~0.7
	输电线路	0.4~0.7
	通信线路	0.3~0.6
其他	地质公园	0.9~1.0
	耕地	0.6~0.8
	地质遗迹	0.3~0.5
	经济林地	0.3~0.5
	公园绿地	0.1~0.3

注：山地丘陵区宜取赋值区间范围的高值，平原区宜取低值。在景区、牧区等区域评价中应考虑人员流动性变化情况。

D.2.1.3 交通设施

应按不同设施类型和等级进行易损性赋值。

D.2.1.4 其他生活设施

应按不同设施类型进行易损性赋值。

D.2.1.5 综合易损性评价

将不同类型承灾体易损性进行叠加，获得综合易损性评价图。

D.2.2 重点调查区易损性评价

按照表 D.2 对重点调查区各类承灾体进行赋值，评价综合易损性。

表 D.2 重点调查区承灾体易损性赋值建议表

承灾体类型	评价指标	权重	分级	赋值
人员	人员密度	0.8	≥ 0.2 人 /m ²	0.8~1.0
			0.03 人 /m ² ~0.20 人 /m ²	0.5~0.8
			< 0.03 人 /m ²	0.3~0.5
	年龄结构 (中青年: 幼老年)	0.2	< 1	0.7~1.0
			1~3	0.5~0.7
			≥ 3	0.3~0.5
建筑物	结构类型	0.5	钢结构	0.8~1.0
			钢混	0.7~0.8
			砖混	0.4~0.7
			砖木	0.3~0.4
			土木	0.1~0.3
	建筑类型	0.4	学校	0.8~0.9
			医院	0.8~1.0
			其他	0.6~0.8
	楼层数	0.1	< 3 层	0.3~0.5
			3层~ < 7 层	0.5~0.7
			7层~ < 15 层	0.7~0.8
			≥ 15 层	0.8~1.0
交通设施	设施类型	1	高速公路	0.8~0.9
			国家级公路	0.5~0.8
			省级公路	0.3~0.5
			城市道路	0.2~0.3
			一般公路	0.1~0.3
			高速铁路	0.8~1.0
			城市路面轨道	0.7~0.9

重要工程	工程类型	1	轻轨	0.6~0.8
			一般铁路	0.3~0.6
			地铁	0.3~0.5
			油气线路	0.8~1.0
			输水线路	0.4~0.7
			输电线路	0.4~0.7
			通信线路	0.3~0.6

D.2.3 单体地质灾害勘查点易损性评价

单体地质灾害勘查点按照表 D.2 对各类承灾体进行赋值，结合地质灾害的作用强度、影响范围等因素，开展单体地质灾害易损性评价。

D.3 地质灾害风险等级划分

地质灾害的危险性和易损性评价结果叠加运算采用矩阵分析方法。地质灾害风险等级划分矩阵见表 D.3。

表 D.3 地质灾害风险等级划分建议表

易损性	危险性			
	极高	高	中	低
极高	极高	极高	高	中
高	极高	高	中	中
中	高	高	中	低
低	高	中	低	低

D.4 单体地质灾害调查点风险定性评价

对于未开展地质灾害勘查、资料或数据较少的地质灾害调查点，在地质灾害活动性(见表 D.4) 和危害性(见表 D.5) 等级划分的基础上，进行单体地质灾害调查点风险定性评价(见表 D.6)。

表 D.4 地质灾害活动性等级划分建议表

活动性 等级	特征		
	崩塌	滑坡	泥石流

极高	临空，坡度陡且常处于地表径流的冲刷之下，存在进一步变形发展趋势，并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水。坡面上有多条新发展的裂缝，贯通性强，其上建筑物、植被有新的变形迹象。结构面发育，存在软弱结构面或易滑组合块体。可见裂缝或明显位移迹象，有积水或存在积水地形。裂隙水和岩溶水发育，具多层含水层	滑坡前缘临空，坡度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。坡面上有多条新发展的滑坡裂缝，贯通性强，其上建筑物、植被有新的变形迹象。后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象，后缘弧形裂缝和两侧羽状剪切裂缝发育	泥石流流域内斜坡变形强烈，新增物源丰富，主要来自崩塌、滑坡等，沟谷片蚀、侧蚀发育。属于泥石流灾害旺盛期，山坡从凸形坡转为凹形坡，沟槽堆积和堵塞现象严重，形成区扩大，流通区向上延伸，堆积区扇面新鲜，漫流现象严重。泥石流发生频率极高
高	临空，坡度较陡，受地表径流冲刷，有一定变形发展趋势，并有少量季节性泉水出露，岩土较潮湿，局部饱水。坡面上有少量新发展的裂缝，具有一定贯通性，其上建筑物、植被有少量新的变形迹象，裂隙较发育或存在易滑软弱结构面。可见裂缝或明显位移迹象，有积水或存在积水地形，裂隙水和岩溶水较发育，地下水排泄条件好	前缘临空，有间断季节性地表径流流经，岩土较潮湿，坡面上发育有新生裂缝，具有一定贯通性，其上建筑物、植被有较明显的变形迹象。后缘一定数量裂缝发育，后缘壁上较为明显变形迹象	泥石流流域内斜坡变形较强烈，新增物源较丰富，多见新生沟谷，有少量滑坡、崩塌等。山坡以凸形为主，形成区分散，并逐步扩大，流通区较短，堆积区扇面新鲜，淤积较快。以淤为主，淤积速度增快，泥石流发生频率高
中	临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无新的变形迹象，裂隙较发育或存在软弱结构面，有小裂缝，无明显变形迹象，存在积水地形，裂隙发育，地下水排泄条件好	前缘临空，有少量间断季节性地表径流流经，岩土体较干燥，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被少量变形迹象。后缘有断续的小裂缝发育，后缘壁上有不明显变形迹象	泥石流流域内斜坡变形较小，新增物源中等，以沟槽搬运及侧蚀供给为主。山坡以凹形为主，形成区减少，流通区向上延伸，堆积区扇面陈旧，生长植物，植被较好。有冲有淤，淤积速度减小，泥石流发生频率中等
低	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，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被没有新的变形迹象，裂隙不发育，不存在软弱结构面。无位移迹象，无积水，也不存在积水地形，隔水性好，无富水地层	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。坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被未有新的变形迹象。后缘壁上无擦痕和明显位移迹象	泥石流流域内斜坡变形小，新增物源少。全沟下切，沟槽稳定，形成区基本消失，逐渐变为普通洪流，植被良好，山坡块体运动基本消失，堆积区冲刷下切为主。泥石流发生频率低

表 D.5 地质灾害危害性等级划分建议表

危害等级		极高	高	中	低
危害对象	城镇	威胁人数大于或等于1000人，潜在经济损失大于或等于5000万元	威胁人数100人至小于1000人，潜在经济损失1000万元至小于5000万元	威胁人数10人至小于100人，潜在经济损失500万元至小于1000万元	威胁人数小于10人，潜在经济损失小于500万元
	交通道路	一级铁路，高速公路	二级铁路，省级以上公路	三级铁路，县级公路	铁路支线，乡村公路

大江大河	大型以上水库，重大水利水电工程	中型水库，省级重要水利水电工程	中小型水库，市级重要水利水电工程	小型水库，县级水利水电工程
矿山	特大型及重要大型矿山	大型矿山	中型矿山	小型矿山
注：只需其一达到标准即可判定相应的级别。				

表 D.6 单体地质灾害调查点风险定性评价建议表

危害性	活动性			
	极高	高	中	低
极高	极高	极高	高	中
高	极高	高	中	中
中	高	高	中	低
低	高	中	低	低

用词说明

为便于在执行本标准条款时区别对待，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”。

引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《工程测量标准》GB 50026
《工程摄影测量规范》GB 50167
《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003
《工程测量通用规范》GB 55018
《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897
《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898
《近景摄影测量规范》GB/T 12979
《中国地震动参数区划图》GB 18306
《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
《全球定位系统（GPS）测量规范》GB/T 18314
《国家基本比例尺地图图式》GB/T 20257
《降雨量观测仪器》GB/T 21978
《滑坡防治工程勘察规范》GB/T 32864
《滑坡防治设计规范》GB/T 38509
《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
《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266
《建筑变形测量规范》JGJ 8
《降雨量观测规范》SL 21
《边坡柔性防护网系统》JT/T 1328
《城市测量规范》CJJ/T 8
《滑坡防治工程设计与施工技术规范》DZ/T 0219
《地下水动态监测规程》DZ/T 0133
《地面沉降水准测量规范》DZ/T 0154
《泥石流灾害防治工程勘查规范》DZ/T 0220
《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》DZ/T 0221

《地面沉降调查与监测规范》DZ/T 0283

《地质灾害监测预警设备检测技术要求》DZ/T 0439

《地质灾害自动化仪器监测预警规范》DZ/T 0460

《地裂缝地质灾害监测规范（试行）》TCAGHP 008

《坍塌防治工程勘察规范》T/CAGHP 011

《地质灾害 InSAR 监测技术指南（试行）》TCAGHP 013

《地质灾害地表变形监测技术规程（试行）》TCAGHP 014

《地质灾害地面三维激光扫描监测技术规程（试行）》TCAGHP 018

《突发地质灾害应急监测预警技术指南（试行）》TCAGHP 023

《地质灾害地声监测技术指南（试行）》TCAGHP 029

《地质灾害视频监控技术规程（试行）》TCAGHP 033

《泥石流泥位雷达监测技术规程（试行）》TCAGHP 034

《地质灾害监测资料归档整理技术要求（试行）》TCAGHP 047

《地质灾害深部位移监测技术规程（试行）》TCAGHP 052

《地质灾害群测群防监测规范（试行）》TCAGHP 070

《岩溶地面塌陷监测规范(试行)》TCAGHP 075

《采空塌陷地质灾害监测规范(试行)》TCAGHP 078

中国工程建设标准化协会标准

景区地质灾害防治与风险管理标准

T/CECS×××—202×

条 文 说 明

制定说明

本标准制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，参考了国外先进技术标准，总结了我国景区地质灾害防治与风险管理的实践经验，通过工程验证、试验及征求意见取得了标准所需的重要技术参数。

为便于广大景区、地质灾害设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《景区地质灾害防治与风险管理标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	67
3	基本规定	68
4	地质灾害评估	69
4.1	一般规定	69
4.2	排查工作方法	69
5	监测与预警	73
5.1	一般规定	73
5.2	滑坡	78
5.3	崩塌	79
5.4	泥石流	79
5.5	地面塌陷	80
5.6	地面沉降	81
5.7	地裂缝	81
5.8	预警	81
5.9	信息平台建设	83
5.10	资料整理及归档	83
6	监测与预警	85
6.1	一般规定	85
6.2	勘查	85
6.3	设计	86
6.4	施工	86
6.5	验收	87
7	地质灾害风险管理	88
7.2	风险管控	88
7.3	预警与应急处置	89
7.4	监督检查与改进	89

1 总 则

1.0.3 景区地质灾害防治和普通区域的地质灾害存在差异。景区地质灾害治理分为三个阶段，分别为支挡安全、绿化美化和生态修复。在景区，支挡安全主要包括灾害防治、景观保护和旅游安全，在这个基础上要满足绿化及美化的视觉景观要求，同时要考虑生态修复，保证景观的特色和可持续性。

也就是说，景区的地质灾害治理有其特殊性，不能太突兀、更要与环境景观相协调、融合。

3 基本规定

3.0.2 进行景区地质灾害危险性现状排查的时候，需要对地质灾害地区现状有一个全面的了解。例如该区域之内的地形、气象、水文、地震构造以及岩体工程的地质特征等方面。此外，对于该区域之内景点资源、道路和其他威胁对象等也需要进行评估。只有当有了全面、详细的区域评估了解之后，才能够对于潜在的危害、可能诱发的地质灾害等等进行现状评估。

3.0.3 景区地质灾害的排查需要全面收集、分析已有调查成果和资料，实地排查地质灾害隐患。排查内容主要包括：1) 灾害体的变化情况；2) 威胁对象的变化情况；3) 自然或人为影响因素的变化情况；4) 防治措施的变化情况。同时对重大地质灾害隐患可利用无人机航拍或高分辨率卫星遥感影像进行调查。在这个基础上，针对灾害体有变化的地质灾害隐患，评估其稳定性、影响范围及发展趋势，并根据地质灾害隐患发展趋势，结合防治措施现状，提出防治对策建议。

3.0.7 针对地质灾害危险性评估的实际结果，我们可以针对性的制定出方案来防治地质灾害。这一个防治方案的制定不仅需要强调防治的重点要求，还需要进行全面的、详细的了解，并且根据该区域地段当中发生的灾难的种类、级别等提出具有可操作性.针对性较强的防治措施以及建议。

4 地质灾害评估

4.1 一般规定

4.1.2 在地质灾害易发区内的景区规划，排查对象为可能受崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡、地面塌陷等威胁或危害的隐患，也可根据实际情况增加其他地质灾害灾种的排查。景区内新建、改建、扩建的旅游项目及旅游区内重要建设项目，在可行性研究阶段进行建设用地地质灾害危险性排查。

4.1.3 一般调查区按照 1:50000 比例尺开展调查，对县域面积大、地质灾害发育密度低、人口与工程活动少的县级行政单元根据实际情况确定地质灾害排查范围。重点调查区针对地质灾害威胁景区人口聚集区部署 1:500-1:2000 调查工作，重点调查区面积原则上应按不低于 $10\text{km}^2/100\text{km}^2$ 计算。

4.1.4 地质灾害危险性排查工作应涵盖收集景区及周边地质资料、现场实地调查旅游设施分布区域、地质灾害隐患点等，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，分析论证灾害发生可能性及对旅游活动的影响并做出初步评价等。

4.2 排查工作方法

4.2.6 景区地质灾害遥感调查主要包括区域地质灾害调(核)查、斜坡地质环境条件调查、地质灾害体调查以及承灾体调查四个部分。区域地质灾害调(核)查，主要内容包括区域地貌类型、地质构造、岩(土)体类型、水文地质现象、地表覆盖、现有地质灾害隐患点以及新发现的地质灾害隐患点的分布。斜坡地质环境条件调查，主要内容包括斜坡地貌类型、地质构造、结构、岩(土)体类型、岩性组合关系、水文地质现象、地表覆盖以及可能的灾害体类型、范围等。地质灾害体调查，主要内容包括识别地质灾害体、确定灾害体的空间分布特征、解译地质灾害体的类型、边界、规模、形态特征，分析其位移特征、活动状态、发展趋势，并预测其危害范围和程度。承灾体调查主要内容包括承灾体的类型、数量、等级、分布范围等。

4.3 滑坡

4.3.3 景区滑坡灾害排查内容主要考虑不同的斜坡要素，可参照下面的表 1 进行稳定性的评价。

表 1 滑坡稳定性野外判别依据

斜坡要素	稳定性差	稳定性较差	稳定性好
坡脚	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。	临空,有间断季节性地表径流流经,岩土体较湿。	斜坡较缓,临空高差小,无地表径流流经和继续变形的迹象,岩上体干燥。
坡体	坡面上有多条新发展的裂缝,其上建筑物、植被有新的变形迹象,裂隙发育或存在易滑软弱结构面。	坡面上局部有小的裂缝,其上建筑物、植被无新的变形迹象,裂隙较发育或存在软弱结构面。	坡面上无裂缝发展,其上建筑物、植被没有新的变形迹象,裂隙不发育,不存在软弱结构面。
坡肩	可见裂缝或明显位移迹象,有积水或存在积水地形。	有小裂缝,无明显变形迹象,存在积水地形。	无位移迹象,无积水,也不存在积水地形。
岩层	中等倾角顺向坡,前缘临空。反向层状碎裂结构岩体。	碎裂岩体结构,软硬岩层相间。 斜倾视向变形岩体。	逆向和平缓岩层,层状块体结构。
地下水	裂隙水和岩溶水发育。具多层含水层。	裂隙发育,地下水排泄条件好。	隔水性好,无富水地层。

当现状评估判定滑坡是稳定的,则遭受滑坡地质灾害的可能性小,地质灾害危险性小。如果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,其失稳后可能的影响范围,判定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。根据滑坡的发育程度、危害程度和诱发因素,结合现状评估,按表 2 进行滑坡地质灾害危险性预测评估。

表 2 滑坡地质灾害危险性预测评估分级表

景区与滑坡的位置关系	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

4.4 崩塌

1 现状评估判定崩塌是稳定的，则遭受崩塌地质灾害的可能性小，地质灾害危险性小。

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相对位置关系，判定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。根据崩塌的发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，按表 3 进行崩塌地质灾害危险性预测评估。

表 3 崩塌地质灾害危险性预测评估分级表

景区与崩塌的位置关系	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	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

4.5 泥石流

4.5.2 景区泥石流灾害排查内容，可根据表4对泥石流沟堵塞程度进行评价。

表 4 泥石流沟堵塞程度判别表

堵塞程度	特征
严重	沟槽弯曲，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，沟槽堵塞严重，阵流间隔时间长。
中等	沟槽较顺直，河段宽窄较均匀，陡坎、卡口不多。主流交角多数小于 60 度。形成区不太集中，河床堵塞情况一般。
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，阵流间隔时间短而少。

根据泥石流的发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，按表 5 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 5 泥石流地质灾害危险性预测评估分级表

景区与泥石流的位置关系	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

4.6 地面塌陷

4.6.3 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景区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。根据岩溶塌陷的发育程度、危害程度和诱发因素，结合现状评估，按表 6 进行岩溶塌陷地质灾害危险性预测评估。

表 6 岩溶塌陷地质灾害危险性预测评估分级表

景区与岩溶塌陷的位置关系	岩溶塌陷的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于岩溶塌陷影响范围内	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
临近岩溶塌陷影响范围	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

5 监测与预警

5.1 一般规定

5.1.1 资料搜集需确保监测工作建立在充分的历史数据和地质认知基础上，需涵盖地质灾害的“全生命周期”资料（评估→勘查→防治设计→既有监测数据），以及灾害形成条件（地质构造、岩土性质）、诱发因素（降雨、地震、人类活动）、变形历史（裂缝发展、位移记录）和周边环境（建筑物、道路、水系）。

5.1.2 现场调（勘）查应复核资料准确性（如：历史位移点位置是否偏移），识别灾害体边界、主滑方向、变形迹象（如：新裂缝、鼓胀），分析灾害机制（如：降雨诱发型滑坡需关注渗流路径），通过影像、素描图等记录现状，明确监测设备布设的关键部位（如：滑坡后缘拉裂缝、前缘剪出口）。

5.1.3 景区地质灾害监测方案需综合考量以下内容：

- 1 灾害特性：类型（滑坡/崩塌/泥石流）、活动性（缓慢/突发）；
- 2 环境条件：地形可达性、气候干扰（如：高寒区设备防冻）；
- 3 风险等级：威胁对象（游客设施/交通要道）决定监测优先级。

必须明确监测项目、网点布置图、频率/周期、预警阈值。

5.1.4 监测项目应避免“过度监测”或“监测盲区”。

5.1.7 基础施工要求如下：

1 采用混凝土现场浇筑安装立杆，应保持立杆垂直，上端与立杆法兰盘应可靠连接。预制件可选用钢筋混凝土基础，上端为地脚螺栓螺纹，下端为防拔脱结构；在保证稳定性前提下，可采用预埋箱、地插式胀杆等绿色安装方式。

2 采用混凝土现场浇筑安装立杆，地面以上立杆高度 2m 时，混凝土底座长×宽×深不小于 500mm×500mm×600mm；地面以上立杆高度 3m 时，混凝土底座长×宽×深不小于 600mm×600mm×800mm；地面以上立杆高度 5m~6m 时，混凝土底座长×宽×深不小于 800mm×800mm×1000mm，且基础露出地面高度不小于 200mm。混凝土基础位于冻土层上时，墩体重心原则上应位于冻土层以下不少于 0.5m。混凝土基础位于居民屋顶上时，地面以上立杆高度不大于 1.5m，防止发生倾覆。相关施工质量控制及技术要求应按照 GB50204 的规定进行。

3 采用地插式胀杆方法安装立杆，应保证钻孔直径不小于胀杆直径，地插深

度不小于 600mm；并采用原位土和泥浆填充空隙，保证仪器安装稳定。胀杆位于冻土层上时，胀杆应插入冻土层以下不少于 500mm。

4 采用悬挂安装的仪器，应配备仪器安装背板，并用不少于 3 颗 $\phi 6\text{mm}$ 的膨胀螺钉固定。

5 安装避雷措施的仪器，基础施工时应预先埋入接地电极。

6 基础施工属隐蔽工程，应按施工流程做好影像记录以备查验。

7 监测点位基础稳定后开展监测工作，此后监测数据有效。

8 自建 CORS 组网基准站观测墩一般为钢筋混凝土结构，依据基准站建站所处地理、地质环境，观测墩可分为屋顶观测墩、土层观测墩和基岩观测墩，主筋应不低于 M16 规格，配筋应不低于 M10 规格，主筋长度应不小于相应观测墩高，观测墩的建造要求如下：

a)屋顶观测墩所在建筑物应为钢筋混凝土框架结构，观测墩长 $\times$ 宽 $\times$ 高不低于 $1000\text{mm}\times 1000\text{mm}\times 300\text{mm}$ ，墩体应位于房屋承重柱、梁上，与屋顶面接合处应做好防水处理；

b)土层观测墩，墩体地下埋深应不小于 1m(冻土层上，墩体重心应位于冻土层以下不少于 0.5m)；

c)基岩观测墩，内部钢筋与基岩紧密浇筑，浇筑深度应不小于 0.5m。

仪器安装如下：

1 应依照监测设计方案，将传感器安装在指定位置。

2 雨量计立杆高度应不低于 2m，安装完成后应检查承水器口、压敏(电)感应区是否水平；雨量计承雨器口、承雨面的安装高度选定后，不得随意变动，以保持历年降雨量观测高度的一致性和降雨记录的可比性。

3 GNSS 立杆高度应不低于 2m。独立供电系统 GNSS 立杆直径大于或等于 140mm、管壁厚度大于或等于 3mm；集成供电系统的一体化 GNSS 立杆直径大于或等于 110mm、管壁厚度大于或等于 3mm。

4 裂缝计在灾害体主裂缝位置应尽可能垂直跨缝安装，拉绳应通过保护管或地埋进行保护。激光式裂缝计标靶应固定，且标靶面积不小于 $500\text{mm}\times 500\text{mm}$ 。

5 倾角计、加速度计等应将传感器埋入浅层岩土体，或固定在灾害体表面或水泥台上。

6 管式含水率计安装应满足下列要求：

a)监测点位选择时，应选择土层较厚且碎石较少的区域安装，土层厚度一般不小于 1m；安装点位附近有裂缝时，应保持 1m 以上的直线距离；安装后含水率计周边 50cm 范围内若新生裂缝，需要及时更换点位，以避免数据异常；

b)安装前采用手动或机械取土钻竖直向下打孔，孔径一般大于传感器外管直径的 2mm~3mm，孔深大于或等于传感器所标识的监测区域，保证各层传感器的埋设深度准确，避免安装后部分含水率传感器外露；

c)安装时需采用原状土泥浆回灌，灌浆后泥浆应溢出地表，以保证传感器与土体之间紧密接触；

d)安装后需立即检查安装数据质量（以安装后 30min 内的前 3 包数据为准），一般要求相邻两层土壤含水率数据差不超过 $\pm 4\%$ ，全部层差不超过 $\pm 6\%$ ；若层差偏差较大，应尽快拔出重新进行灌浆安装，直至达到层差要求；

e)具备施工现场免标定(校准)功能的管式含水率计可直接检查安装数据质量；

f)不具备施工现场免标定(校准)功能的管式含水率计，按照 GB/T50123，采用烘干法进行室内试验或原位测试进行标定，环刀取样不少于 4 组，然后现场或远程设定参数；

g)仪器周围 50cm 内不应有金属，不应采用影响水分入渗或迁移的装置进行防护。

7 泥(水)位计立杆和横杆管径应分别大于或等于 140mm、76mm，管壁厚度大于或等于 4mm，立杆高度不小于 3m，支撑杆管径和长度视实际需求而定，要求雷达传感器晃动幅度不超过精度范围。

8 需配备太阳能电池板的仪器，应将太阳能支架固定在立杆上，并确保太阳能板受力均匀，朝向为日照最优方向。

9 采用外置传输天线的仪器应通过机箱预留开孔固定在机箱外侧。

10 对安装的所有监测仪器支架进行接地电阻测试，空旷区域立杆应达到防雷设计规范。仪器安装完成后，应整理接线，收纳整齐，并及时清理安装现场垃圾，保护环境。

11 仪器安装完成后，现场应统一安装自动化监测仪器标识牌，仪器二维码应刻蚀、印刷或贴于仪器外壳明显处，并防止损毁。

5.1.8 三级自动化监测体系逻辑见下表 7 所示。

表 7 三维自动化监测体系汇总表

层级	技术组合	功能定位
一级	GNSS+InSAR+视频	大范围形变实时捕捉
二级	物联网传感器网络	灾害体内部参数（应力/渗压）
二级	无人机+激光雷达	季度性宏观形态复核

按不同地质灾害类型分类，根据部分监测参数提供可选仪器和参数见下表 8~13 所示。

表 8 崩塌监测参数汇总表

监测参数	核心仪器设备	技术特点
裂缝位移	裂缝计、激光测距仪	分辨率 0.01mm，支持无线传输
岩体微震动	微震监测系统、声发射传感器	0.1-1000Hz 频宽，可识别破裂前兆信号
倾斜变形	MEMS 倾角计、光纤光栅倾角传感器	0.005° 分辨率，抗电磁干扰
温度场变化	红外热像仪、分布式光纤测温系统	0.03℃ 热灵敏度，空间分辨率 1m
表面形变	三维激光扫描仪、摄影测量系统	毫米级点云精度，M3C2 算法分析

表 9 滑坡监测参数汇总表

监测参数	核心仪器设备	技术特点
地表位移	GNSS 接收机（星地互联、中海达、华测）、全站仪	RTK 定位精度±(8mm+1ppm)，30 秒采样频率
深部位移	星地互联柔性测斜仪、固定式测斜仪、光纤光栅位移链	50m 深度监测，0.1mm/m 分辨率
孔隙水压力	振弦式渗压计、光纤 Bragg 光栅渗压计	0.1kPa 精度，耐腐蚀设计
地下水位	振弦式水位计、压力式水位计、超声波水位计	0.1%FS 精度，IP68 防护等级
地表振动	加速度计、分布式光纤振动传感	0.1-80Hz 频响范围，空间分辨率 10m

表 10 泥石流监测参数汇总表

监测参数	核心仪器设备	技术特点
降雨强度	翻斗式雨量计、雷达降水监测系统	0.1mm 分辨率，雨强范围 0mm~4mm/min，允许通过最大雨强 8mm/min
泥石流流速	微波雷达流速仪、视频测速系统	非接触式测量，±0.1m/s 精度
泥位高度	超声波泥位计、电容式泥位传感器	30m 量程，±1cm 精度
地声信号	宽频带地震计、次声传感器	1-50Hz 特征频率识别，信噪比>60dB
物源区形变	InSAR、无人机摄影测量	毫米级形变监测，每周覆盖能力

表 11 地面沉降监测参数汇总表

监测参数	核心仪器设备	技术特点
垂向位移	InSAR 系统、精密水准仪	0.1mm 精度，年沉降速率监测
分层沉降	磁环式沉降仪、分布式光纤沉降监测系统	100m 深度监测，1cm 分辨率
地下水开采量	电磁流量计、智能水表	0.5%测量精度，Modbus 通信协议
土体压缩量	分层标组、静力水准仪	微应变级监测，长期稳定性 ±0.01mm
孔隙水压力消散	孔隙水压力计、光纤光栅渗压计	动态响应时间<1s，耐高压设计

表 12 地面塌陷监测参数汇总表

监测参数	核心仪器设备	技术特点
地下空洞分布	地质雷达、高密度电法仪	50m 探测深度，0.1m 分辨率
土体含水量	TDR 土壤水分计、中子水分仪	±3%体积含水率精度，抗盐碱干扰
地表微变形	分布式光纤应变传感、MEMS 加速度计阵列	0.1με应变灵敏度，实时预警
地下水动态	多参数水质传感器、地下水自动监测站	pH/EC/温度同步监测，数据回传间隔 5min
气体异常	甲烷/二氧化碳检测仪、激光气体分析仪	ppm 级检测限，防爆设计

表 13 地裂缝监测参数汇总表

监测参数	核心仪器设备	技术特点
裂缝三维变形	三维激光扫描（FARO Focus S）、数字图像相关系统（DIC）	亚毫米级位移追踪，全场应变分析
垂向错动量	差分位移计（基康 BGK-4650）、光纤光栅位移传感器	0.01mm 分辨率，抗拉/压双向测量
水平拉张量	裂缝伸缩仪（Hakusan CD-10）、拉线式位移传感器	量程±100mm，IP67 防护等级
地下应力场变化	压应力计（基康 BGK-4850）、空心包体应力计	0.1MPa 精度，温度补偿算法
地表倾斜	双轴倾斜仪（Jewell T245）、光纤光栅倾角阵列	0.001° 分辨率，长期稳定性 <0.002° /年

5.1.9~5.1.10 设备运维需确保数据质量和设备寿命，并采取防护措施如：电缆穿镀锌钢管防啮齿动物；太阳能板加装防眩光涂层+倾角调节；定期清理传感器探头积尘。

5.1.11~5.1.12 监测数据归档内容包括：原始观测记录、解算过程、验证报告、预

警记录。

5.2 滑坡

5.2.1 滑坡监测是灾害防控的关键环节。采用专业技术监测（如 GNSS、深部位移计）与简易监测（如裂缝标尺、人工巡视）相结合的方式，既能保证数据精度，又能覆盖宏观变形特征，适应不同阶段和成本的监测需求。本条强调方法选择的综合性，旨在全面捕捉滑坡动态。

5.2.2 监测级别划分依据滑坡的危害程度、稳定状态及地质条件复杂性三重因素（表 5.2.2）：

一级监测：针对不稳定且危害严重的滑坡，需最高级别监控；

二级监测：欠稳定或中等危害滑坡，适度控制监测密度；

三级监测：基本稳定/稳定且危害轻微滑坡，以基础监测为主。

分级原则参照《地质灾害危险性评估规范》GB/T40112，确保评价标准统一。

5.2.3 监测项目按级别差异化配置（表 5.2.3）：

必测项目（●）：地表位移、裂缝变形、降雨量为各级共性需求，是滑坡预警的基础指标。

选测项目（◎/○）：一级滑坡：增加土压力、地应力监测，揭示深层力学机制；孔隙水压力监测作为补充，适用于地下水作用显著的滑坡。

注：建构筑物变形监测针对威胁工程设施的滑坡，属针对性增项。

5.2.4 监测方法需匹配滑坡特征（表 5.2.4）：

1 地表位移：优先 GNSS（实时性）、InSAR（大范围），复杂地形辅以三维激光扫描；

2 裂缝监测：简易法（低成本）与裂缝计法（自动化）互补；

3 深部位移：阵列位移计精准捕捉滑带位置；

4 多形态监测：适用于崩塌-滑坡复合灾害；

5 地声/次声：服务于突发性滑坡的早期预警。

注：方法选择应结合成本、精度及可操作性综合确定。

5.2.5 监测基准点和工作基点的布设是数据可靠性的根本保障，要求如下：

1 基准点必须位于滑坡体外稳定岩土层，避免自身变形干扰数据；

2 不少于 3 个基准点构成几何冗余，防止单点失效导致系统瘫痪；大型滑坡

需增设；

3.工作基点需与监测点、基准点形成闭合网型，提高测量平差精度。

5.2.6 监测网型的设计原则如下：

1 十字形/方格网：适用于主滑方向明确、边界清晰的滑坡，沿主滑断面加密布点；

2 放射网型：用于滑动方向多变的复杂滑坡，覆盖全域变形趋势；

3 多网型组合：针对特大型滑坡，兼顾主滑区与次级变形区监测需求。

5.2.7 监测频率实行动态管理，内容如下：

1 自动化监测连续运行，实时捕捉瞬变；

2 人工监测频率与稳定状态挂钩：

不稳定滑坡：≥1 次/日（高频追踪）；

欠稳定滑坡：2~3 次/周；

稳定滑坡：1 次/月（维持基础监控）。

3 特殊时期加密：汛期（水位波动）、冻融期（土体强度弱化）触发变形加剧；

4 异常工况提速：列举 5 类典型预警场景（如数据突变、暴雨、裂缝扩张），要求即时响应，必要时启动应急监测。

5.3 崩塌

5.3.1 针对崩塌突发性强、运动轨迹复杂的特点，构建多维度监测体系。

5.3.3 监测项目按风险等级差异化部署监测资源。

地声/次声监测必要性：岩体破裂声发射频率集中在 100-1000Hz（人耳不可听），需专业设备捕捉；典型案例：贵州某景区崩塌前 2 小时声发射事件达 120 次/分钟（正常<5 次/分钟）。

5.4 泥石流

5.4.1 泥石流监测方案编制需以详实地质资料为基础，地质勘查报告应明确泥石流沟谷特征（物源区、流通区、堆积区）、致灾模式及危害对象（如居民区、基础设施）；1:10000 地形图是分析流域形态、坡度、汇水面积的底图依据，满足宏观规划需求。

现场调查重点包括：

- a 形成区：查明水源类型（暴雨、冰雪融水）、松散物源储量（滑坡/崩塌体积）、岩体风化程度；
- b 流通区：识别沟道堵塞风险点（如狭窄段、弯道）；
- c 危害对象：核实威胁目标的分布与抗灾能力。

5.5 地面塌陷

5.5.1 地面塌陷监测需以详细勘察成果为设计依据，重点明确：

- 1 塌陷类型：区分采空塌陷（持续沉降）与岩溶塌陷（突发性）；
- 2 变形特征：地表沉降速率、影响范围、裂缝扩展模式；
- 3 地质背景：覆盖层厚度、岩溶发育程度、地下水位波动特征。

注：未充分掌握塌陷机制前盲目布设监测点，可能导致关键变形区遗漏。

5.5.2 综合监测方法的适用性如下：

1 专业技术监测（GNSS、InSAR、精密水准）：捕捉毫米级变形，定量分析沉降趋势；

2 简易监测（裂缝标尺、人工巡视）：低成本覆盖全域，识别突发异常（如新塌陷坑）；

注：岩溶塌陷区需强化地下水位与土壤含水率联动监测，预警潜蚀作用加剧风险。

5.5.5 监测方法根据不同需求选择优先级：

1 地表位移：

a 大范围 → InSAR（精度 3mm，全域覆盖）；

b 关键点 → GNSS（实时性）+ 水准测量（毫米级验证）；

2 裂缝监测：

a 长期观测 → 伸缩仪（自动化）；

b 应急排查 → 简易标尺法（成本低）；

3 地下水位：

a 岩溶管道 → 高频压力传感器（响应速度 $\leq 1s$ ）；

b 孔隙水 → 常规水位计（日采集模式）。

5.5.8 地下水位监测布点原则如下：

1 岩溶塌陷区 → 直接监测岩溶管道水位（主通道出口处）；

2 采空塌陷区 → 聚焦煤层顶板含水层（水位降速 $>0.5\text{m/d}$ 为预警值）；

5.6 地面沉降

5.6.1 监测前需系统搜集四类核心资料：

- 1 地质背景：压缩层分布（如软土层厚度）、含水层结构；
- 2 人为活动：地下水开采/回灌量时空分布（重点关注超采区）；
- 3 历史沉降：InSAR 或水准测量累积沉降量（ $>100\text{mm/a}$ 为高风险区）；
- 4 防治措施：已有控沉工程效果评估（如回灌井运行数据）。

注：未厘清沉降主控因素（如构造沉降、含水层压缩）前，监测设计可能偏离关键机制。

5.6.2 监测范围的划定原则如下：

- 1 现状覆盖：包含沉降中心（最大沉降点）及等沉降线闭合区域；
- 2 外延预警区：向沉降发展方向外扩 1~2 倍影响半径（如开采漏斗边界外延）；
- 3 特殊区域：线性工程（高铁、输油管）沿线需全线覆盖，即使位于沉降区边缘。

5.6.6 高程基准优先采用 国家 85 高程基准，独立基准需与国标联测（误差 $\leq 1\text{mm/km}$ ）。

为保证监测网络稳定性，基岩标埋深需不小于 50m 且应避开风华带；冻融区，水准点混凝土标桩应加装防护筒；监测网年稳定性检验 ≥ 1 次。

5.7 地裂缝

5.7.3 监测范围可划分三个区域：核心区、外延区、特殊区域。核心区指裂缝迹线两侧活动带宽度（实测变形梯度带）；外延区指影响带外扩 10~20m（覆盖应力扰动区）；特殊区域指穿越裂缝的线性工程（道路/管线）全线布点。

5.7.7 若监测区域内同时发生地面沉降，地面沉降区的地裂缝监测 必须同步进行，且共用基准点。

5.8 预警

5.8.1 地质灾害智能预警平台核心功能包括：

1 多源数据融合

1) 整合卫星遥感（InSAR 形变监测）、气象雷达（降雨强度分析）、物联网设备（GNSS 位移监测）等数据，构建时空大数据平台。

2) 滑坡监测中，通过 InSAR 获取地表毫米级形变数据，结合雨量计实时降雨量，实现灾害趋势预判。

2 动态风险评估

1) 基于机器学习算法（如随机森林）动态计算风险概率，生成风险热力图，标注 风险区域。

2) 输入参数包括岩土体稳定性、人类活动强度、历史灾害频率等。

3 自动化预警决策树

设定分级触发规则（如位移速率>5mm/d 触发橙色预警），通过逻辑判断自动推送预警信息至责任人。

5.8.2 构建 “技防+人防”协同机制，具体要求如下：

1 技防 ：自动化仪器（如倾角计、裂缝计）实时监测，阈值超限自动报警。

2 人防 ：群测群防员巡查发现裂缝扩展、泉水断流等异常时，启动临灾预警。

3 联动响应 ：预警信息通过平台推送至防灾责任人，同步启动疏散预案。

5.8.3 依据地表变形与降雨等关键指标监测数据开展专业预警，包括单参数预警与多参数综合预警。示例如下：

1 单参数预警 ：

滑坡：累计位移>10mm/日或变形速率突变（如日增幅>50%）。

泥石流：沟道汇流时间<2 小时且降雨强度>50mm/h。

2 多参数综合预警 ：

崩塌：降雨量>200mm+岩体振动加速度>0.1g。

泥石流：松散物源量>5000m³+沟道堵塞度>70%。

5.8.4 临灾宏观前兆清单具体如下表 14 所示。

表 14 不同灾种核心识别特征汇总表

灾种	核心识别特征	行动响应时限
滑坡	泉水断流+地表鼓胀，裂缝宽度突增>5mm，坡脚隆起； 夜间地声（岩石摩擦声）	≤2 小时
崩塌	岩体爆裂声+落石频率倍增，崩塌体前缘掉块>0.5m³，	≤1 小时

灾种	核心识别特征	行动响应时限
	岩体新生张裂缝	
泥石流	沟道堵塞+水流骤浑+轰鸣声	≤30 分钟

5.8.11 预警响应措施如下：

红色预警：技术单位每 30 分钟更新数据，现场部署应急监测设备；防灾责任人组织群众转移。

黄色预警：监测人员加密巡查（每日 2 次），禁止无关人员进入危险区

5.8.12 监测成果编制 要求如下：

年度报告：包含监测数据汇总、风险趋势分析、预警效能评估，格式为 doc/docx/pdf。

附图要求：监测部署图标注仪器位置与量程，预警成果图用色阶区分风险等级。

5.9 信息平台建设

5.9.1 充分利用物联网平台、大数据与云计算等先进技术，为地质灾害自动化仪器监测预警工作提供全流程数据服务支撑。

5.9.2 数据采集仪器使用传感器对变形场、物理场、影响因素、宏观现象等监测内容进行数据采集,通过数据采集仪器中的通信单元进行数据传输,通过 HTTP 、 MQTT 、 COAP 等协议接入物联网平台及监测预警信息系统。此工作涉及的通信架构、数据采集仪器、数据传输、数据格式约定、物联网平台接入、数据传输安全技术要求、数据传输考核等应参照 DZ/T 0450-2023 的规定执行，加密传输数据。

网络环境依托现有国家电子政务外网、自然资源业务网、地质环境监测等专网体系建设国家级-省级通过地质环境监测专网进行数据交换与共享，省级-市级-县级通过国家电子政务外网、自然资源业务网或互联网进行数据交换与共享。

硬件系统根据数据库与平台建设需求，结合各地实际情况，可采用独立服务器、私有云、公有云或混合云等方式开展。

5.10 资料整理及归档

5.10.1 成果要求如下：

1 主要内容

包括成果报告、报告附图、报告附表等相关文件，所有资料成果应提供数字化成果。

2 成果报告

分为年度监测预警报告和应急监测预警报告。应每年编制年度监测预警报告，灵活编制应急监测预警报告；报告表述要简明扼要、层次分明、逻辑严谨、用语规范、重点突出，突出实用性和可操作性。内容和格式要求如下：

- a) 总体编排顺序按封面、章节目录(含附图、附表、附件)、正文、结论等；
- b) 文档格式为 doc、docx、pdf、xls 等，图件格式为 jpg、wt、wl、wp、tiff、bmp、envi、gif、grid、png 等。

3 报告附图

附图应完整清晰，简明易懂，突出监测内容，淡化背景条件。附图类型及要求如下：

- a) 主要附图一般包括地质灾害监测部署图、地质灾害监测分析图、地质灾害预警成果图等；
- b) 附图应根据需要和资料情况设置比例尺；图面内容第一层次为主要地理要素，第二层次为地质环境要素，第三层次为要反映的主题内容，如地质灾害监测工程部署及说明表；
- c) 可根据需要编制其他专题图件。

4 报告附表

一般应包括地质灾害调查表、地质灾害监测分析报表(含年度报表、预警响应报表)等。

6 地质灾害治理

6.1 一般规定

6.1.5 规定了地质灾害治理工程设计的工作要求。勘察成果是设计的基础，设计方案应考虑场地条件、地质环境、土地利用现状及土地规划等条件。土地利用现状和土地规划作为基本的用地条件，决定着设计方案的可实施性。

6.1.7 规定了地质灾害治理工程验收的工作要求。工程验收的依据是工程设计文件和施工技术标准，检查内容为工程的完成情况以及质量达标情况，最终达到工程质量合格、安全可靠，符合设计要求和使用功能的目的。

6.1.8 提出在地质灾害治理中除应采用有效、可靠的工艺、技术和材料外，在治理过程中积极鼓励新工艺、新技术和新材料的使用，进一步提升地质灾害治理水平。提出了地质灾害治理工程宜体现绿色、数智理念。在地质灾害治理工程中积极融入绿色生态理念，走可持续发展的道路；积极响应国家关于推进数字化转型的号召，促进地质灾害治理工程中的数字化发展，为实现数智赋能地质灾害治理提供支撑。

6.2 勘查

6.2.1 附录 C 规定了地质灾害治理工程勘查大纲内容，指导开展地质灾害治理工程勘查工作。勘察大纲的内容主要包括前言、勘查区自然地理条件、勘查区地质概况、地质灾害基本特征、勘查工作部署、技术要求、勘查进度计划、保障措施及预期成果等。勘查单位也可根据实际情况进行调整或补充相关内容。

6.2.7 提出了工程地质调查与测绘中应根据需要采用三维激光扫描、无人机摄影等新技术、新方法作为辅助手段，可以为地质调查与测绘提供更加丰富的手段和方法，为地质灾害治理提供更多的第一手原始可信资料，尤其对于一些传统人工难以到达的地质灾害点位。明确了工程地质调查与测绘的成果资料，这些资料对于分析判断地质灾害的类型、规模、破坏机理、稳定状态等是必要的。

6.2.9 本条提出了对于复杂的地质灾害体可在勘查阶段布设监测措施。复杂的地质灾害体，由于其灾变情况难以确定、孕灾和控灾因素及破坏机理复杂，可结合勘查阶段的监测资料辅助查明。

6.2.24 本规范明确了滑坡体土和滑带土的试验测试指标，包括天然重度、饱和重度、含水量、压缩系数、液限和塑限等常规试验以及剪切试验。剪切指标采用天

然及饱和状态下多次剪和残余剪的抗剪强度,研究表明滑带土的峰值强度和残余强度比较接近,滑带土的抗剪强度可近似采用残余强度值。

6.2.25 滑坡稳定性评价应给出滑坡计算剖面在各工况下的稳定系数,判定滑坡的稳定状态,对滑坡稳定性进行评价,为设计提供依据。

6.2.39 滑坡稳定性评价应给出滑坡计算剖面在各工况下的稳定系数,判定滑坡的稳定状态,对滑坡稳定性进行评价,为设计提供依据。

6.2.48 由于采空区的复杂性,因此在工程地质调查、测绘和物探成果上有针对性地布置钻探、井探、槽探工作。

6.3 设计

6.3.2 规定了设计方案应满足的基本原则。首先要确保设计方案所采用的治理措施能够切实有效地控制地质灾害的发生和发展,从而维护人民的生命财产安全。同时,设计方案在采取治理措施时,应充分考虑对植被、水体等自然资源的保护,尽量减少因治理工程而对自然环境造成的破坏。在此基础上,还应积极采取生态修复和恢复措施,促进生态环境的恢复和改善,实现地质灾害治理与生态环境保护的双重目标。此外,本规范提倡采取综合治理的方式,综合运用工程措施、生物措施和监测等多种手段,以提高地质灾害的防治效果。综合治理方式能够充分发挥各种治理措施的优势,形成互补效应,从而更加全面、有效地应对地质灾害的挑战。

6.3.6 强调设计方案在实际操作中的可行性和安全性,特别是针对治理工程施工过程中,可能会对临近的建筑物造成一定的影响,如墙体开裂、地基沉降等。因此,设计方案中必须明确针对临近建构筑物的安全防护措施,确保施工期间施工作业安全及临近建筑物的安全稳定。

6.3.7 提出了设计方案中应制定监测方案的要求,并明确了监测方案包含的基本内容。

6.4 施工

6.4.4 钢筋、水泥、砂浆、混凝土等原材料应按照相关规定进行检验,保证材料合格,并满足设计要求。施工单位应收集有效的质量证明文件,并按照现行规范要求进行现场取样检验。

6.5 验收

6.5.1 规定了项目验收资料与实际工程的一致性及施工质量控制资料的及时性。

6.5.4 施工资料主要包括施工管理资料、施工技术资料、施工物资资料、施工记录、施工试验资料、过程验收资料和竣工质量验收资料，具体可做如下分类。

表 15 施工资料汇总表

资料类别	文件名称
施工管理资料	施工现场质量检查记录；工程开工报审；施工方案报审；施工进度计划；分部分项工程划分；分包资质；试验检测计划；见证人告知书；见证记录。
施工技术资料	施工组织设计及施工方案；技术交底记录；图纸会审记录；设计变更通知单（如有）；工程变更洽商记录（如有）；施工测量记录。
施工物资资料	质量证明文件；材料及构配件进场检验记录；材料及构配件进场复试报告；预拌混凝土（砂浆）运输单。
施工记录	隐蔽工程验收记录；交接检查记录；地基验槽记录；预应力张拉记录。
施工试验资料	土工试验和岩石力学性能试验；混凝土（砂浆）强度试验；混凝土（砂浆）配合比申请单和试验室签发的配合比通知单；混凝土浇灌申请书；钢筋力学性能试验；锚索（杆）抗拔力试验报告。
过程验收资料	分项工程质量验收记录；分部（子分部）工程质量验收记录。
竣工质量验收资料	单位（子单位）工程质量验收记录；单位（子单位）工程质量控制资料核查记录；单位（子单位）工程安全和功能检查资料核查及主要功能抽查记录；单位（子单位）工程观感质量检查记录；工程竣工质量报告。

7 地质灾害风险管理

7.1 一般规定

7.1.4 景区地质灾害的发生往往受地震和降水影响，震发生后，山体稳定性降低，当连续发生强降雨时，崩塌、滑坡、泥石流等灾害明显增多，且表现出较强的同发性和滞后性，因此景区地质灾害的防范以汛期作为重点防范期。威胁游客、工作人员、社区居民生命财产及景观、村寨、旅游设施、景区道路安全的地质灾害易发区作为重点防范区域。

7.2 风险管控

7.2.1 在综合分析现有地质灾害的区域分布规律、危害程度和地质环境条件的基础上，结合景区发展规划，确定需要重点防治地质灾害点，划分地质灾害防治区域，并提出地质灾害防治分期及适宜的防治措施，最大限度地减少因地质灾害造成的人员伤亡和经济损失。原则上高风险区不应开展大规模城镇和工程建设，有序引导人口、经济向低风险区聚集。

7.2.5 通过工程治理彻底消除地质灾害隐患，常用的治理手段主要包括削坡、修建挡墙、挂网喷浆、铺设柔性防护网、修建截排水沟等。根据不同的地灾种类和发育程度选择合适的治理措施，治理之前应进行专门的勘查、设计工作。治理措施应尽量减小对景区景观的破坏并尽量与景区生态相协调，详见第五章。

对于治理难度极大、成本高昂或治理之后经济效益、社会效益不明显的地质灾害隐患点，可选择搬迁避让。首先应划定地质灾害点的影响范围，并设置安全警示牌，禁止人员进入。影响范围以内的基础设置，搬迁前需对拟选场址进行地质灾害评估和勘查工作，充分作好选址的可行性论证工作。

采用“人防”+“技防”相结合，应对景区所有地质灾害隐患点进行定期或不定期人工巡查；应对景区重点防范区内的地质灾害隐患点进行监测，在重点防范期应增加监测频率。设置合理的监测预警值，一旦预警应第一时间进行人工巡查评估，以达到提前预测灾害的变形运动规律，为防灾减灾作准备。

明确责任主体，落实好“一表两卡”的发放。对于区内实地核实的地质灾害隐患点，根据相应规范制定防控预案表，确定区内单位名称，负责人及联系电话，制定风险预警模式和防灾措施（发放至乡镇负责人）；确定该风险区承灾体单位，

制定防控工作明白卡，确定区内承灾体单位名称，风险管控负责人及联系方式，管控措施和应急避险措施（发放至防灾责任单位及负责人）；制定区内避险明白卡，给区内每个单位制定明白卡，落实单位基本情况，确定风险预警方式和撤离安置预案（发放至风险区内单位）。

不定期聘请专业人员对景区范围内的人员进行地质灾害科普教育，高全民的防灾减灾意识，传授紧急情况发生时的逃生本领，熟知应急逃生路线和避难场所，最大限度地减少地质灾害造成的人员伤亡和经济损失。

7.3 预警与应急处置

7.3.2 影响地质灾害的外因主要气候因素（降雨、气温、风力）、水文因素（地表水侵蚀、冲刷，地下水渗透、浸润、付托）、地震及人类工程活动。由于地震的不可预见性及人类工程活动的可控性，本条文主要针对诱发地质灾害的主要因素降雨进行预警。预警信息发布后，景区及各属地单位要加强隐患排查、巡查及监测，对隐患变化严重加剧的，应提前疏散、转移和安置可能受危害的人员。适时调度各隐患点变化情况，加强隐患监管，及时准确上报最新情况，调集应急物资和设备，组织救援队伍进入待命状态。

7.3.3 根据灾情的级别，相应启动分级应急，出现险情时要组织有关部门和人员第一时间赶到现场，开展应急救援和处理工作。并第一时间封闭危险区域，迅速组织群众、游客按疏散路线撤离避险，进行妥善安置，严防次生灾害造成进一步生命财产损失。

7.4 监督检查与改进

7.4.4 景区定期评估地质灾害防治工作，主要包括灾害发生频次、损失程度，是否保障了游客安全感和工作人员安全生产条件等。

7.4.5 充分利用新媒体和传统媒介，便利群众和监督改进：利用景区官方自媒体（平台），及时发布、更新旅游安全、预警信息，实现信息资源共享。在主要地段、醒目位置，设置电子显示屏、广播等信息设施，及时发布气象、交通、旅游线路、景点信息、重大活动等信息。