ICS 07.060
P13

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

地质灾害风险调查评价规范（1:50 000）

Specification of geological hazard risk survey and assessment（1:50 000）

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（报批稿）

（本稿完成日期：2022.11.15）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中华人民共和国自然资源部　　发布

目　　次

前　　言 III
引　　言 IV
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语与定义 1
4　总则 3
4.1　目的任务 3
4.2　部署原则 3
4.3　总体要求 3
5　设计书编写 5
6　调查内容 5
6.1　基本规定 5
6.2　孕灾地质条件调查内容 5
6.3　特殊地区孕灾地质条件调查 7
6.4　地质灾害调查 9
6.5　地质灾害隐患调查 10
6.6　承灾体调查 10
7　基本调查方法 11
7.1　资料收集与分析 11
7.2　遥感调查 11
7.3　地面调查 11
7.4　地球物理勘查 12
7.5　钻探 12
7.6　山地工程 12
7.7　测试与试验 13
8　地质灾害风险评价 13
8.1　基本要求 13
8.2　一般调查区地质灾害风险评价 13
8.3　重点调查区地质灾害风险评价 13
8.4　单体地质灾害风险评价 14
8.5　地质灾害风险管控 14
9　成果编制与验收 14
9.1　图件编制 14
9.2　报告编制 15

9.3 数据库建设 15
9.4 成果验收 15
9.5 资料归档 16
附录A （资料性） 地质灾害调查新技术新方法及适用范围 17
附录B （规范性） 规定符号图示图例 18
附录C （资料性） 设计书编写提纲 20
附录D （规范性） 野外调查格式及调查表 21
附录E （规范性） 地质灾害分类表 44
附录F （资料性） 土的类型与结构 47
附录G （资料性） 岩体结构类型及划分 48
附录H （资料性） 斜坡结构类型划分方案 49
附录I （资料性） 岩石风化程度划分及其判定 50
附录J （资料性） 单体斜坡稳定性评价方法 51
附录K （资料性） 遥感解译和隐患识别方法 54
附录L （资料性） 岩土体测试项目及参数表 56
附录M （资料性） 地质灾害风险评价方法 58
附录N （资料性） 成果报告提纲 64
附录O （资料性） 数据库建库报告提纲 66
附录P （资料性） 附图附件编制 67
参 考 文 献 69

前　　言

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

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

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

本文件起草单位：中国地质环境监测院、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、中国地质科学院探矿工艺研究所、中国地质科学院地质力学研究所、中国地质调查局武汉地质调查中心、中国地质调查局成都地质调查中心、中国地质调查局西安地质调查中心、中国地质调查局南京地质调查中心、中国地质调查局天津地质调查中心。

本文件主要起草人：石菊松、李铁锋、乐琪浪、李媛、田运涛、倪化勇、张勇、王涛、高幼龙、徐勇、唐亚明、葛华、杨旭东、王立朝、张泰丽、李浩、王军朝、王家松等。

引　　言

地质灾害调查评价是地质灾害防治工作的基础。当前，存在对孕灾地质条件、诱发因素和发育规律认识不足，极端条件下地质灾害危险性和风险评价研究不够深入等问题，这与我国新形势下防灾减灾工作的新要求存在一定差距。因此，开展以孕灾主控地质条件和地质灾害隐患判识为主的1:50 000地质灾害风险调查评价，深化地质灾害早期识别、形成机理和规律认识，总结成灾模式，做好不同层次地质灾害风险评价与区划，提出风险管控措施建议，为地质灾害防治管理提供基础依据是十分必要的。

为规范和指导地质灾害风险调查评价工作，制定本文件。

地质灾害风险调查评价规范（1:50 000）

1 范围

本文件规定了地质灾害风险调查目的任务、评价内容、调查方法、评价方法、成果编制与验收、调查区划分及工作量定额、设计书编写与审查等基本要求。

本文件适用于以崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降为主的地质灾害风险调查评价工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB/T 32864-2016 滑坡防治工程勘查规范

GB 50021—2001（2009年版） 岩土工程勘察规范

GB 50112—2013 膨胀土地区建筑技术规范

GB/T 50123—2019 土工试验方法标准

GB/T 50266—2013 工程岩体试验方法标准

DZ/T 0261—2014 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50 000）

DZ/T 0273 地质资料汇交规范

DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

孕灾地质条件 geohazard related geological conditions

地质灾害孕育、形成的地质环境条件，主要包括工程地质岩组、易崩易滑地层、斜坡结构、软弱层、风化程度、岩体结构、地形地貌、地质构造、堆积层厚度、地表水与地下水、冰碛物、冰川冰湖等要素。

3.2

地质灾害隐患 potential geohazard

通过地形、地质和影响因素调查，初步推测发生地质灾害的地点或区段。

3.3

工程地质岩组 engineering geological petrofabric

具有一定地质成因联系，建造类型、岩性、岩体结构、强度和工程地质特征等相似的岩层（体）组合。

3.4

易崩易滑地层 stratum prone to collapse and slide

对形成崩塌、滑坡控制性较强的岩层、土层或岩土体组合。

3.5

斜坡结构 slope structure

斜坡坡向与岩层层面、节理裂隙等结构面的交切关系。

3.6

地质灾害成灾模式 modes of geohazard formation

反映地质灾害形成的地质条件、演化过程及形成机理及其造成危害的典型方式或模型。

3.7

地质灾害易发性 geohazard susceptibility

一定区域内由孕灾地质条件控制的地质灾害发生的可能性。

3.8

地质灾害危险性 geohazard probability

在某种诱发因素作用下，一定区域内某一时间段发生特定规模和类型地质灾害的可能性。

3.9

承灾体 elements at risk

可能受到地质灾害威胁的人员、基础设施、大规模工程活动等。

3.10

易损性 vulnerability

承灾体可能遭受地质灾害破坏的严重程度。

3.11

地质灾害风险 geohazard risk

在一定区域和时期内，各类承灾体因地质灾害而造成的危害的可能性和严重程度。

3.12

高位远程地质灾害 high-location and long-distance geological hazard

启动于山坡中上部，剪出口一般高于地面百米以上，具有流滑距离远、高速运动等特征，易形成链式地质灾害效应，严重威胁人口聚集区或重大工程等。

4 总则

4.1 目的任务

4.1.1 开展地质灾害与孕灾地质条件、承灾体调查，判识地质灾害隐患，总结调查区地质灾害发育分布规律，分析地质灾害成灾模式。

4.1.2 开展地质灾害易发性、危险性和风险评价，编制地质灾害风险调查评价相关图件。

4.1.3 建立地质灾害风险调查空间数据库。

4.1.4 提出地质灾害风险管控对策建议，为防灾减灾管理、国土空间规划和用途管制等提供基础依据。

4.2 部署原则

4.2.1 地质灾害风险调查评价工作应按县级行政单元进行部署，优先选择地质灾害发育密集、地质环境条件复杂的城镇及重大工程建设规划、人员聚集等地区。地质环境条件复杂程度划分依据按照 DZ/T 0261—2014 的附录 B 执行。

4.2.2 应充分利用已实施 1:50 000 或更高精度的地质灾害、基础地质、工程地质、遥感地质等地质调查成果，对以往的调查点部署核查工作，核实后补充相应调查工作量。

4.2.3 调查区划分为一般调查区和重点调查区。一般调查区按照 1:50 000 比例尺开展调查，对县域面积大、地质灾害发育密度低、人员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风险调查评价范围。重点调查区针对地质灾害威胁严重的集镇、迁建区、集中安置点等人员聚集区部署 1:10 000 调查工作，重点调查区面积原则上应不低于调查区总面积的 10%。每百平方千米基本工作量表见表 1。

4.2.4 工作量采取不平均布设网格方法，应结合承灾体分布特征开展目标地质体调查。

表1 每百平方千米基本工作量表

工作内容		实测剖面 km	钻探 m	岩土样 组	物探 点
工作量	一般调查区	不少于 1	不少于 25	不少于 2	不少于 40
	重点调查区	不少于 15	不少于 80	不少于 40	不少于 600

4.3 总体要求

4.3.1 应充分收集利用调查区和周边地质灾害、工程地质、水文地质、环境地质、岩土工程勘察等已有成果资料，以及国土空间规划、城镇发展建设规划等资料，结合遥感解译成果，初步分析总结地质灾害发育分布规律和成灾模式，在此基础上开展野外踏勘。

4.3.2 遥感解译应编制地质环境条件解译图和地质灾害遥感解译图；在精度满足要求的前提下，可用遥感调查等手段代替部分地面调查工作量。

4.3.3　野外调查工作应采用数字化填图方式。加强高分辨率光学遥感、无人机遥感、合成孔径雷达干涉测量（InSAR）、激光雷达测量（LiDAR）、地球物理勘探等技术综合应用。地质灾害调查新技术方法及适用范围见附录 A。

4.3.4　地质灾害风险调查应以 1:50 000 地质灾害详细调查成果为基础；对缺少 1:50 000 地质灾害详细调查成果的地区，应开展 1:50 000 地质灾害、工程地质综合调查，在孕灾地质条件差的重点区域应进行详细地质灾害补测。

4.3.5　一般调查区应采用 1:50 000 或更大比例尺地形地质图、遥感图等作为工作底图。重点调查区应采用 1:10 000 或更大比例尺地形地质图、遥感图等作为工作底图，按斜坡单元开展地质灾害风险调查评价。斜坡单元应采用汇水盆地、分水岭与河网沟谷结合的方法进行剖分，单元尺寸根据地形切割和地质灾害发育程度确定。单体地质灾害调查点和勘查点应分别开展定性和定量风险评价。

4.3.6　野外调查定位上图精度误差应小于 2mm，应勾绘出图斑面积大于 4mm^2 的地质灾害和长度大于 2mm 的线状地物；小于最小上图精度的用规定符号表示。规定符号等内容见附录 B。

4.3.7　建立地质灾害风险调查空间数据库，按照不同调查比例尺编制图件，提交风险调查评价成果。

4.3.8　地质灾害风险调查评价流程图见图 1。

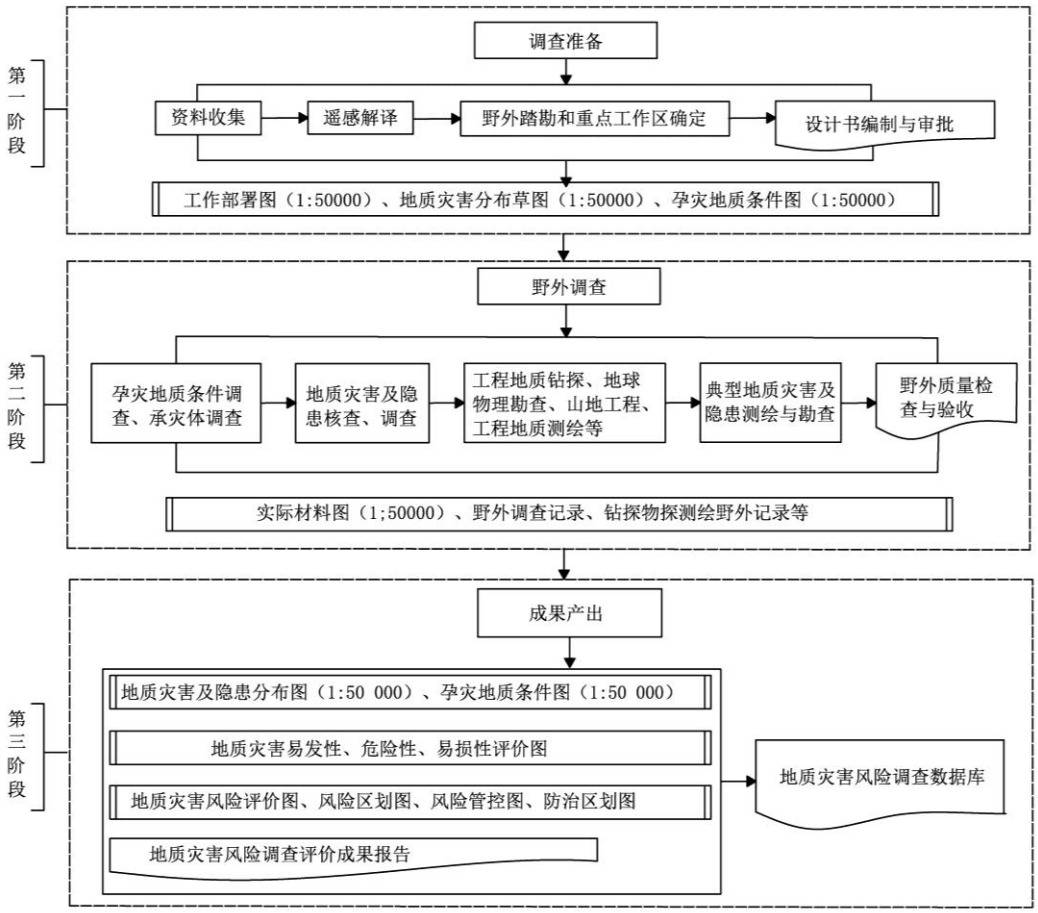


图1　地质灾害风险调查评价流程图

5 设计书编写

5.1 应在编制设计书之前充分了解调查区地质灾害防治工作现状、防灾减灾工作需求和发展规划，收集分析调查区相关资料，全面掌握以往工作程度，开展室内分析研究。

5.2 应开展基于遥感和数字高程模型（DEM）数据分析的初步解译和野外踏勘，了解工作条件和地质环境条件复杂程度。

5.3 设计书应做到任务明确，工作部署合理，依据充分，技术方法适用可行，经费预算合理，文字简明扼要、重点突出。

5.4 应根据任务书（或合同书）要求，细化目标任务，确定量化可考核的预期成果，明确需要重点解决的问题以及专题研究内容，制定技术路线和工作进度安排，落实具体实物工作量，阐明部署依据等。

5.5 应附必要的附图、附表，提交调查区以往工作程度图、工作部署图、地质灾害分布发育规律草图，并附工作量表。设计书编写提纲见附录 C。

6 调查内容

6.1 基本规定

6.1.1 应根据调查区实际情况确定具体调查对象和内容，重点对主要孕灾地质条件和承灾体开展调查，在满足调查精度要求的条件下兼顾其他调查内容。野外记录内容及相关调查内容见附录 D。

6.1.2 调查内容应按统一的标准进行分类，涉及的地质灾害分类标准见附录 E。

6.2 孕灾地质条件调查内容

6.2.1 地形地貌

6.2.1.1 应结合数字高程模型（DEM）、遥感影像及地形条件，确定调查区地貌单元的形态、成因、类型，分析斜坡的高度、坡度、坡向等特征。

6.2.1.2 应调查易形成地质灾害的断层崖、背斜山（谷）、向斜山（谷）、风蚀和岩溶洼地、阶地、崩积堆、残峰、侵蚀平台、冰川槽谷、土丘、鼓丘、方山等地貌特征。

6.2.2 地质构造

6.2.2.1 应系统梳理区域地质资料，分析区域地质构造格架及构造应力应变场背景特征，结合高精度遥感数据，初步解译调查区内主要断裂、褶皱、大型节理、裂隙等，分析其对地质灾害的控制性作用。

6.2.2.2 应加强地质构造、新构造运动与地震、地球物理等资料分析，调查评价区域性活动断裂的位置、规模、活动性、活动方式、强度等特征及其与地质灾害的关系，评估活动断裂引发地震滑坡的灾害效应。

6.2.2.3 应选择断裂破碎带、断裂交汇带、褶皱转折端等对地质灾害控制性较强的构造部位开展成灾模式研究。

6.2.3 工程地质岩组

6.2.3.1　对土体工程地质调查应包括：土体分布、成因类型、厚度及其与斜坡结构和稳定性的关系，测试分析土体颗粒组成、矿物成分、密实度、含水率及渗透性等。土的类型与结构分类见附录F。

6.2.3.2　对岩体工程地质调查应包括：地层岩性、岩层产状、岩性组合、节理裂隙、岩组界线、强度特性、岩体结构等内容。

6.2.3.3　应划分区域工程地质岩土体类型，分析其与地质灾害的关系。

6.2.4　地表水和地下水

6.2.4.1　以资料收集为主，核查地表水流量、最大流量、历史最高洪水位、水位波动幅度、入渗条件、冲刷强度及流通情况，分析地表水对斜坡的侵蚀切割作用。

6.2.4.2　应核查调查区地下水基本特征和水文地质结构，包括地下水类型、水位、流量、埋深、泉点、地下水溢出带、斜坡潮湿带、含水层、隔水层等，分析地下水与斜坡稳定性的关系。

6.2.5　气象、植被与土地利用状况

6.2.5.1　应收集调查区历史降雨记录、多年平均降水量、历史最大降雨量等资料，核查已发生地质灾害的降雨强度、前期降雨量值和临界降雨量值。

6.2.5.2　植被调查应结合遥感解译，确定植被类型、覆盖率。地面重点调查马刀树和醉汉林等现象，分析其与地质灾害的关系。

6.2.5.3　土地利用状况可以收集资料为主，分析主要土地利用类型及其与地质灾害的互馈作用。

6.2.6　人类工程活动

6.2.6.1　应调查切坡、加载、开挖、填方、振动、灌溉、排污、抽排地下水等人类工程活动对斜坡的扰动情况。

6.2.6.2　应调查矿山开采、水利水电工程建设、交通基础设施建设等对形成地质灾害的影响。

6.2.6.3　应调查已有地质灾害治理工程的类型、数量、修建年份、主要作用、运维情况及防治效果等。

6.2.7　易崩易滑地层

6.2.7.1　应在工程地质测绘和工程地质类比的基础上确定调查区易崩易滑地层。

6.2.7.2　应调查易崩易滑地层的分布区域、范围、规模及发育规律，获取物理力学参数。

6.2.7.3　应调查分析易崩易滑地层可能形成地质灾害的类型、规模、稳定性、影响范围等。

6.2.8　软弱层

6.2.8.1　应调查工程地质岩组易软化、易压缩、易流变、易碎裂、易崩解等特性，对形成地质灾害具有控制性作用的特殊岩土体。

6.2.8.2　应通过钻探工程、山地工程等获取软弱层样品，土样主要测试黏聚力、内摩擦角、压缩系数、含水量、液限、塑限等。岩样主要测试抗剪强度、抗拉强度、抗压强度、膨胀率、耐崩解性指数、块体密度、吸水率等。

6.2.8.3　应评价受软弱层控制的斜坡稳定性，分析易发生的地质灾害类型、规模及影响范围等。

6.2.9 岩体结构

6.2.9.1 应调查岩体结构面类型、产状、密度、延展性、张开度、粗糙度、充填物、交切关系、软弱夹层等特征。

6.2.9.2 应划分岩体结构类型，确定优势结构面，分析岩体稳定性及发展趋势，评价发生崩塌、滑坡等地质灾害的可能性。岩体结构类型分类见附录G。

6.2.10 斜坡结构

6.2.10.1 应以划分的斜坡单元开展调查工作，包含可能形成崩塌、滑坡的源区和影响区域，初步划分易产生地质灾害的斜坡区段。

6.2.10.2 调查应以实地测量为主，选择具有代表性的地质灾害隐患区段按照1:2 000比例尺开展工程地质测绘，适当配合钻探、槽探或坑探、物探等手段，编制斜坡工程地质剖面图。

6.2.10.3 应编制调查区斜坡结构类型分区图。斜坡结构类型划分见附录H。

6.2.11 风化程度

6.2.11.1 应选择典型剖面划分调查区岩体风化程度，以统一的判识依据开展岩体风化程度调查。划分标准见附录I。

6.2.11.2 应调查风化层的分布、风化带厚度、差异风化特征及风化裂隙的长度、宽度、填充、密度、交切关系等，分析岩体风化程度与地质灾害的关系。

6.2.12 沟谷特征

6.2.12.1 应调查沟谷形态（纵横断面特征）、规模、松散堆积物、沟谷内地层岩性、地质构造、岩石风化、水文现象、发育阶段等，分析形成泥石流物源及水动力特征。

6.2.12.2 应调查沟底及沟口中堆积物的岩性、厚度、分布范围、形态特征及不同时期堆积物的组合关系，判断泥石流等地质灾害的活动性。

6.2.13 冰碛物、冰湖

6.2.13.1 应调查冰碛物的来源、物质组成、分布特征及成因类型等；调查冰碛物形成的斜坡类型、规模及变形特征等。

6.2.13.2 应调查形成冰湖的冰斗或槽谷特征、分布、规模等，分析冰湖退缩、扩张、溃决等变形特征。

6.3 特殊地区孕灾地质条件调查

6.3.1 红层地区

6.3.1.1 应调查红层的岩性、风化程度、软弱层、结构面、成岩程度、溶蚀等特征，进行岩体分类、风化带划分，确定调查区易崩易滑地层，分析孕育地质灾害的基本规律。

6.3.1.2 应调查红层区斜坡结构，划分基覆界面，分析判定滑面（带）的位置、形状等特征；重点对受软弱层控制的顺向基岩斜坡稳定性进行综合判断。

6.3.2 黄土地区

6.3.2.1　应调查黄土时代、成因类型、厚度、节理裂隙、落水洞等特征，评价黄土湿陷性等，分析斜坡变形方式、扩展形式及成灾规律。

6.3.2.2　应调查斜坡结构类型、下伏地层的工程地质特征、地下水、人类工程活动等，总结地质灾害成灾模式。

6.3.3　岩溶地区

6.3.3.1　应调查溶隙、岩溶堆积体、溶洞、岩溶塌陷坑、土洞、溶蚀凹槽、地下水、泉、溢出带、斜坡潮湿带等分布发育特征，调查地表或建筑物开裂变形等特征、应急处置现状或工程治理措施及其成效，分析产生地质灾害的类型、规模、变形方式、稳定性和影响范围等。

6.3.3.2　应调查斜坡结构类型，重点调查由碳酸盐岩和煤系地层、泥页岩、石膏、泥灰岩等软弱地（岩）层构成的斜坡的盖层条件、岩溶条件、岩溶水条件及地下水位动态变化情况，分析采矿、切坡、基坑开挖、抽排水、蓄水等工程活动的致灾作用。

6.3.4　红黏土地区

6.3.4.1　应调查红黏土的厚度变化、胶结程度、成层特性、孔隙及裂隙、差异风化程度等特征，分析胀缩性、崩解性和软化性等。调查斜坡中软化层的埋藏和分布情况，分析斜坡稳定性。

6.3.4.2　应调查地下水分布、水位变化和地表水渗漏情况、土洞、塌陷、基岩面起伏状况、地表或建筑物开裂变形等特征，分析红黏土地区形成滑坡、崩塌、地面塌陷、地面沉降等地质灾害的条件和规律，评价地质灾害的发育程度和发展趋势。

6.3.5　膨胀土地区

6.3.5.1　应调查膨胀土的厚度、裂隙发育状况及分布规律等，测试矿物成分、膨胀土膨胀、收缩等性质，判定膨胀潜势，按强、中、弱三个等级对膨胀土进行分类分区，分析膨胀土胀缩作用对形成地质灾害的影响。膨胀潜势分类应按 GB 50112—2013 中 4.3.4 的规定执行。

6.3.5.2　应调查分析地表水和地下水对膨胀土的软化作用，重点评价斜坡中发育膨胀土软弱层的致灾效应。

6.3.6　软土地区

6.3.6.1　应调查软土的物质组成、厚度、结构特征和分布规律等，测试压缩性、渗透性与流变性等特征，分析软土的压缩变形、侧向扩展变形等对形成地面沉降、地裂缝等地质灾害的作用。

6.3.6.2　应调查软土地区水文地质条件和淤泥、泥炭、硬壳等特殊土层的分布发育规律，分析地下水特征及排水条件，剖析地质灾害形成机理。

6.3.7　冻土地区

6.3.7.1　应调查冻土的类型、厚度、垂向及水平方向的分布规律等，分析季节融化层和季节冻结层的厚度，调查由冻融产生的鼓胀、下沉、陷落、开裂、滑移等现象。

6.3.7.2　应调查冻土区地下水埋藏条件、地下水类型和动态变化等，分析冻融作用产生冻融泥流、热融滑塌、热熔塌陷等地质灾害类型、规模和对工程基础设施的影响。

6.3.8　冰川地区

6.3.8.1 应调查分析冰川的类型、形态、规模、运动方式、历史变形过程及冰碛物的分布特征等，评价潜在冰崩的形成条件、发育位置、规模、运动方式及形成链式地质灾害的可能性等。

6.3.8.2 应调查冰湖的分布、规模、形态特征、动态变化规律等，调查冰碛物、冰川槽谷、沟道等特征，分析形成冰湖溃决型泥石流和链式地质灾害的可能性。

6.4 地质灾害调查

6.4.1 滑坡调查

6.4.1.1 应调查滑坡的类型、规模、形态、活动状态、运动形式、边界条件、变形迹象及活动历史等基本特征，调查滑坡所在斜坡的地层岩性、地质构造、斜坡结构类型、水文地质条件等。

6.4.1.2 应调查分析滑坡的诱发因素、分布规律、形成机理和成灾模式等，评价滑坡的稳定性、危险性和危害性，提出治理措施建议。稳定性野外判别依据评价应按 DZ/T 0261—2014 的 D.1.2 的规定执行。

6.4.1.3 滑坡核查、调查、测绘相关内容应按 DZ/T 0261—2014 的 7.2～7.5 的规定执行。滑坡勘查应按 GBT 32864-2016 的规定执行。

6.4.2 崩塌（危岩体）调查

6.4.2.1 应调查崩塌（危岩体）的类型、分布高程、规模、活动状态、变形行迹及变形历史、堆积体等；调查崩塌（危岩体）发生斜坡的地层岩性、岩体结构、软弱层、节理裂隙、风化程度、地下水基本特征等。

6.4.2.2 应调查崩塌（危岩体）诱发因素、形成机理、成灾模式、致灾范围等，圈定崩塌源和崩塌堆积区，分析崩落路径，评价崩塌（危岩体）的稳定性、危险性和危害性。稳定性评价按照 DZ/T 0261—2014 的 D.2 的规定执行。

6.4.2.3 崩塌（危岩体）调查、测绘其他相关要求应按 DZ/T 0261—2014 的 8.1～8.3 的规定执行。

6.4.3 泥石流调查

6.4.3.1 调查泥石流的类型、地形地貌特征、松散物储量、沟口扇形地特征、水动力条件、活动状态、活动历史、堵塞程度等，调查分析泥石流物源区、流通区和堆积区的基本特征。

6.4.3.2 调查泥石流的物源补给途径、一次冲出方量、防治情况、致灾对象等，评价泥石流的易发性、危险性和危害性。

6.4.3.3 泥石流调查、测绘其他相关内容按照 DZ/T 0261—2014 的 9.1～9.3 的规定执行，勘查要求按照 DZ/T 0220—2006 的规定执行。

6.4.4 地面塌陷调查

6.4.4.1 在岩溶区，应调查岩溶塌陷区地层岩性、岩体结构、岩溶发育特征等；应调查岩溶含水层组特征、含水介质类型、富水性、埋藏和分布状况等；应调查地下水开采井井深、结构、开采量、开采层位、水位变化等。

6.4.4.2 在采空区，应调查采空塌陷区地层岩性、地质构造、岩体结构、水文地质条件、软弱层等；调查地下工程的性质、规模、开采方式、开采规划、地下水疏干情况和降落漏斗分布特征等。

6.4.4.3　应调查地面塌陷发生的时间、地点、规模、形态特征、影响范围、危害对象、致灾程度、处置情况等；应分析地面塌陷易发性、危险性和危害性。

6.4.5　地裂缝调查

6.4.5.1　应调查地裂缝发育区的地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质特征、地下水开采情况等，分析地裂缝灾害的成因机理、形成条件及其影响因素。

6.4.5.2　应调查地裂缝的几何特征、产状、规模、变形迹象及变形历史、成因类型、发育强度、分布规律、危害程度等。

6.4.6　地面沉降调查

6.4.6.1　应调查地面沉降区第四纪覆盖层土质及厚度、地下水基本特征及水位变化、水文地质结构等。

6.4.6.2　应调查分析地面沉降区面积、累计沉降量、沉降速率、地下水开采情况、地表开裂、诱发因素、危害程度及发展趋势等。

6.4.6.3　其他调查相关内容按照 DZ/T 0283 要求执行。

6.5　地质灾害隐患调查

6.5.1　应在调查分析孕灾地质条件的基础上，确定形成地质灾害的主控因素，应用遥感、工程地质类比、测绘、勘查和测试等手段，综合分析圈定地质灾害隐患位置或范围。

6.5.2　应重点调查地质灾害隐患所处区域微地貌、易崩易滑地层、软弱层、风化程度、岩体结构、节理裂隙、地下水、变形特征、形成因素、威胁范围等，分析地质灾害隐患的稳定性。稳定性分析方法见附录 J。

6.5.3　应重点调查泥石流隐患区域松散堆积物储量、沟道特征、水动力条件、堵塞程度、堆积扇特征、一次冲出方量和致灾对象等，分析泥石流隐患的活动性。

6.5.4　地质灾害隐患调查和记录内容按照 DZ/T 0261—2014 的 10.1.4 的规定执行。重要、典型地质灾害隐患测绘、勘查相关内容按照 DZ/T 0261—2014 的 10.3、10.4 的规定执行。

6.5.5　应加强高位远程地质灾害隐患和灾害链调查，重点调查隐患源区特征、动储量、静储量、微地貌特征、历史变形破坏迹象、控制性边界条件、威胁对象等，分析灾害体变形特征及链生效应、可能的运动路径、潜在影响范围及危害程度等。

6.6　承灾体调查

6.6.1　在一般调查区和重点调查区内应调查地质灾害影响范围内危害对象，一般利用资料收集分析、遥感解译、现场调查等方式开展，调查内容参见表 2。针对调查区内大规模工程活动，应开展专题地质灾害风险调查评价。

6.6.2　单体地质灾害承灾体调查应补充调查承灾体的特征属性信息，如人员的结构特征、房屋的建筑类型等。单体地质灾害承灾体调查参见附录 D.12。

表2　承灾体调查内容

序号	承灾体	调查内容
1	人员	居住、工作或旅游等人员数量和人员结构
2	建筑物	结构类型、建筑用途、面积、楼层数、常住人员等
3	基础设施	工业与民用建筑，道路交通，水利设施、生活设施、通信设施等财产
4	重大工程	重大矿产资源开发利用、水利水电、交通建设等工程
5	其他	地质公园、地质遗迹、耕地、经济林地、公园绿地等

7　基本调查方法

7.1　资料收集与分析

7.1.1　应收集地质灾害调查、监测、防治及与地质灾害相关的气象、水文、地质、规划等资料，加强信息共享和走访、调研。

7.1.2　充分利用已有成果，初步分析调查区地质灾害发育分布状况、形成条件与诱发因素。

7.1.3　通过综合分析，结合遥感解译，进行预编图。

7.2　遥感调查

7.2.1　宜根据调查区实际情况选择遥感技术方法，分析地质灾害类型、边界条件、变形特征、分布发育规律等，初步圈定地表变形区和地质灾害隐患。地质灾害遥感及隐患识别技术方法可参见附录K。

7.2.2　在一般调查区开展地质灾害调查时应选用空间分辨率优于2 m的多光谱遥感数据。在重点调查区应选用空间分辨率优于1 m的多光谱或无人机遥感数据。

7.2.3　最新影像数据时效性不宜超过2年，云、雪等覆盖率不宜大于5%，应选择地震、强降雨等对地质环境有较大影响事件之后的影像数据。

7.2.4　应解译出影像图中图斑面积大于4 mm^2的地质灾害和长度大于2 mm的线状地物，小于解译精度的应用规定符号表示。解译的界线与影像误差不应大于2 mm。

7.2.5　应对识别出的地质灾害隐患进行野外核查，确认后统一纳入地质灾害风险调查数据库。对符合精度要求的承灾体可解译后再现场核实。遥感解译及野外核查应按附表D.1填写相关内容。

7.3　地面调查

7.3.1　孕灾地质条件调查宜采用追索法及穿越法，应按照调查精度要求布设调查线路和控制点，查明调查区孕灾地质条件和地质灾害特征。

7.3.2　对重大、典型的滑坡、崩塌、地面塌陷、地裂缝应开展不小于1:2 000比例尺的工程地质测绘，对泥石流、地面沉降严重区应开展不小于1:10 000比例尺的工程地质测绘。应对典型斜坡开展1:2 000实测工程地质剖面测量（D.13）。调查的灾害点应填写调查表格。

7.3.3　在野外调查过程中，原则上滑坡调查点定在滑坡后缘中部，泥石流调查点定在堆积扇扇顶，崩塌调查点定在崩塌（危岩体）前缘，地面塌陷调查点定在塌陷坑的周缘，地面沉降调查点定在地面沉降中心，地裂缝调查点定在裂缝位移最大区段。

7.4　地球物理勘查

7.4.1　应重点布设在典型斜坡区段、地质灾害隐患点、崩塌（危岩体）源区、地面塌陷区、泥石流堆积扇、采空区等位置，结合测区地形地物条件，合理布置物探测线，重点探测工程地质岩组界线、斜坡结构类型、基覆界面、软弱层、风化程度、塌陷坑、地下空洞、地下水位、节理裂隙、滑面（带）等。

7.4.2　勘查剖面方向应按垂直探测对象的总体走向或沿着地质灾害条件变化大的方向布设。

7.4.3　测线长度、间距应控制被探测对象。

7.4.4　探测深度应大于地质灾害厚度、基覆界面深度、裂缝深度、塌陷坑深度、地下水埋深、软弱层深度及钻孔深度等。

7.4.5　地球物理勘查工作应在工程地质钻探之前进行，成果应结合钻探成果进行验证和二次解释，提高物探成果的准确性。

7.4.6　地球物理勘查成果报告应论述工作方法、地质体的地球物理特征、资料的解释推断、结论和建议，并附相应的工作布置图、平剖面图、曲线图、解释成果图等。

7.4.7　地球物理勘查方法的选择应按 DZ/T 0261—2014 中 5.4.3 的规定执行。

7.5　钻探

7.5.1　钻探工作量应重点布设在具有代表性的斜坡体、工程地质区段及地质灾害隐患点上。

7.5.2　钻探应以揭露地质结构为目的，重点揭露控制性结构面、软弱层、潜在滑面（带）、覆盖层、风化带、地下水等特征。

7.5.3　钻孔编录应按钻进回次逐次记录，钻孔地质编录应按统一表格记录。

7.5.4　岩心采取率不应低于 80%，钻孔深度应穿过目标层位 3 m～5 m。

7.5.5　岩心的地质编录应重点描述滑带、软弱层、风化程度、裂缝、岩溶等内容；应记录地下水变化情况、取样信息和钻进异常现象等。

7.5.6　钻孔竣工后，应及时提交钻孔柱状图和剖面图、钻孔施工设计书、开孔终孔通知书、钻探班报表、岩心记录表、岩心照片集、采样记录、简易水文地质观测记录、钻孔施工小结等资料。

7.5.7　钻孔验收后，对不需保留的钻孔宜进行封孔处理。

7.5.8　野外成果验收前，宜保留各孔岩心。

7.5.9　钻探其他要求按照 GB 50021—2001（2009 年版）规定执行。

7.6　山地工程

7.6.1　山地工程应以探槽和浅井为主，调查探测对象的规模、边界、物质组成、形成条件等，获取现场试验参数等。

7.6.2　山地工程应布置在重要的地质灾害（隐患）点、勘查点及重点测绘区段等。

7.6.3　探槽、浅井的深度应根据调查需要和施工安全具体确定，对探槽、浅井应及时进行详细编录，制作比例尺为1:20～1:100的展示图或剖面图。

7.6.4　应提交地质编录图表、施工小结、照片集等；宜提交重要地段施工记录（支护、变形情况、地下水排水措施等）、取样记录等。

7.6.5　槽探、浅井等山地工程竣工后应及时回填，必要时进行保护与封闭。

7.7　测试与试验

7.7.1　测试与试验应以原位测试与室内试验相结合的方式进行。

7.7.2　采用原位测试获取岩土体物理力学参数时，宜选择现场直剪试验、大重度试验、孔内波速测试、岩石声波测试、点荷载试验、渗透试验等方法。

7.7.3　室内试验可用于测试岩土体物质成分及物理力学性质等。岩土体测试项目及参数可见附录L。

7.7.4　岩土体原位测试和室内试验应按GB/T 50123—2019、GB/T 50266—2013规定执行。

8　地质灾害风险评价

8.1　基本要求

8.1.1　应采用定性与定量相结合的方法开展地质灾害风险评价，评价方法参见附录M。

8.1.2　地质灾害风险应在易发性、危险性、易损性评价基础上，划分为极高、高、中、低四个等级。

8.1.3　一般调查区和重点调查区承灾体易损性宜按半定量的方法确定，单体地质灾害勘查点承灾体易损性宜按定量方法确定，人员易损性应取易损性区间值的高值。

8.1.4　应按照滑坡和崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降分类型评价地质灾害风险，根据实际情况综合叠加确定风险等级，据此开展风险区划。

8.1.5　地质灾害风险区划结果应实地核查，对区划边界、风险等级、异常区等进行复核，必要时补充相应调查工作量，并对区划结果进行局限性评述。

8.2　一般调查区地质灾害风险评价

8.2.1　地质灾害易发性应采用统计模型方法（信息量、证据权等）进行评价，以孕灾地质条件为基础选取评价指标，阈值的选取应与野外调查确定的地质灾害发育程度相匹配。地质灾害易发性划分为高、中、低、非四个等级。

8.2.2　应在易发性评价的基础上，宜采用历史月累积降雨量（大于5年）或地震动峰值加速度开展地质灾害危险性评价。地质灾害危险性划分为极高、高、中、低四个等级。

8.2.3　应分别评估人员和基础设施易损性，设定权重综合确定承灾体易损性。

8.2.4　将危险性和易损性评价结果叠加运算，形成风险评价与区划结果。

8.3　重点调查区地质灾害风险评价

8.3.1　以斜坡单元开展地质灾害易发性评价，其中对集镇、迁建区、集中安置点等人员聚集区采用物理模型等方法以斜坡单元进行易发性划分。地质灾害易发性划分为高、中、低、非四个等级。

8.3.2　应在易发性评价的基础上，结合10年一遇、20年一遇、50年一遇、100年一遇的降雨工况或多遇地震、基本地震、罕遇地震工况，分别进行地质灾害危险性评价。地震动峰值加速度取值应按GB18306执行。地质灾害危险性划分为极高、高、中、低四个等级。

8.3.3　人员聚集区承灾体易损性应在承灾体调查基础上，分别评估人员、基础设施等承灾体的易损性，叠加确定承灾体的综合易损性。

8.3.4　将危险性和易损性评价结果叠加运算，形成风险评价结果，划分地质灾害风险区段。

8.4　单体地质灾害风险评价

8.4.1　应对单体地质灾害调查点进行定性评价，确定风险等级。评价方法参见附录M.4。

8.4.2　应对单体地质灾害勘查点进行稳定性评价，分析地质灾害发生概率，结合现场调查、历史统计、经验公式和数值模拟等方法划分灾害体潜在影响范围。

8.4.3　在单体承灾体调查的基础上，结合灾害体潜在影响范围，评价承灾体易损性。

8.4.4　将危险性和易损性评价结果叠加运算，确定单体地质灾害勘查点风险等级。

8.5　地质灾害风险管控

8.5.1　一般调查区风险区划结果应作为国土空间规划的基础依据，原则上极高风险区不应开展大规模城镇和工程建设，有序引导人员、经济向低风险区聚集。

8.5.2　重点调查区应编制地质灾害风险管控建议图件，对风险等级为极高和高的区段，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建议或风险防控预案。

8.5.3　针对极高和高风险单体地质灾害应提出不同工况条件下工程治理措施、避险距离、避险搬迁范围、监测预警手段等综合风险管控对策。

8.5.4　地质灾害中和低风险区开发利用时应符合6.6.1中的相关规定，并提出相应的风险管控措施。

8.5.5　宜根据地质灾害风险管控措施实施后的风险区划结果，适时调整风险区等级。

9　成果编制与验收

9.1　图件编制

9.1.1　在分析研究已有成果和最新调查资料的基础上编制图件，坐标系应采用2000国家大地坐标系。

9.1.2　应编制地质灾害调查实际材料图、地质灾害及隐患分布图、孕灾地质条件图、地质灾害易发性分区图、地质灾害危险性评价图和地质灾害风险评价图等，一般调查区比例尺应不小于1:50 000，重点调查区比例尺应不小于1:10 000。

9.1.3　成果图件要素齐全，应包含图名、图例、注记、比例尺、指北针、镶图和责任签等内容。

9.1.4　应编写一般调查区和重点调查区地质灾害风险评价图说明书，应包括以下内容：

a）调查区概况，工作基本情况及完成工作量，起止时间，工作方法及质量评述、相关资料来源及说明等；

b）调查区地质环境与社会经济；

c）孕灾地质条件及特征；

d）地质灾害分布发育特征及成灾模式；

e）地质灾害易发性、危险性和易损性评价成果；

f）风险评价及管控建议。

9.2 报告编制

9.2.1 成果报告应按照县级行政单元编制，综合反映地质灾害风险调查评价取得的成果。

9.2.2 结合调查区防灾减灾需求与经济、社会发展规划，提出合理、有效的地质灾害防治对策建议。

9.2.3 成果报告编写提纲见附录N。

9.3 数据库建设

9.3.1 数据库建设内容

数据库建设内容应包括以下内容：

a）项目基本信息，主要包括：调查区基本情况、调查单位情况、完成的实物工作量表、主要成果表等。

b）野外调查数据，主要包括：野外调查点、遥感解译点、勘查测绘点、取样点、物探、野外试验、监测数据等。

c）空间图形数据，主要包括：遥感解译图、实际材料图、孕灾地质条件图、地质灾害及隐患分布图、易发性分区图、风险评价图等数据。

d）成果相关数据，主要包括：野外工作总结报告、项目成果报告、数据库建设报告、勘查报告、分析测试报告等相关附件、专题成果等。

e）其他数据，主要包括：项目任务书、设计书、野外验收意见、数据库验收意见、成果评审意见等。

9.3.2 数据库建设基本要求

数据库建设应满足以下基本要求：

a）数据库建设以GIS平台为基础，统一系统库和符号库标准。

b）数据库建设应贯穿地质灾害调查全过程。

c）数据库应具有数据更新、查询、统计等功能。

d）应编制数据库建设报告，其编写提纲见附录O。

e）数据库中提交的附图附件应全面，见附录P。

9.4 成果验收

9.4.1 野外验收

9.4.1.1 应以项目设计书、设计审查意见书、项目任务书（或合同书）、任务变更和工作调整批复意见书、有关标准规范为依据。

9.4.1.2 野外验收应具备以下条件：

a）已完成设计规定的野外工作。
b）原始资料齐全、准确。
c）原始资料已经进行整理，并进行了质量检查和编目造册。

9.4.1.3　野外验收应提供以下资料：

a）野外资料：调查信息化数据、原始图件、测量数据记录、勘查编录资料、样品分析测试结果、物探、遥感解译等资料。
b）质量检查记录。
c）野外工作总结报告。

9.4.1.4　应按照不少于工作量3%的比例，对野外调查点、物探点、测绘点、测试点、取样点等进行抽样检查和野外现场检查。

9.4.1.5　应按照不少于工作量30%的比例，对钻孔、槽探等山地工程工作情况进行检查。

9.4.1.6　应开展分区结果与实际情况的一致性检验，分析可靠性、准确性和数据质量，形成野外验收意见。

9.4.2　数据库验收

9.4.2.1　应在成果报告评审前完成野外调查数据库验收，以此作为项目成果报告验收的前提。

9.4.2.2　应检查数据质量和可靠性等，重点是各类空间数据库内容的精度与质量，形成空间数据库验收意见书。

9.4.3　成果验收

成果报告评审时应提供下列技术文件：
a）项目任务书。
b）项目设计书及审查意见。
c）野外验收意见。
d）数据库验收意见。
e）成果报告、图件等相关资料。

9.5　资料归档

资料归档应按DZ/T 0273相关规定执行。

附　录　A
（资料性）
地质灾害调查新技术新方法及适用范围

地质灾害调查新技术新方法及适用范围见表A.1。

表A.1　地质灾害调查新技术方法及适用范围

方法名称	原理	用途	适用条件	经济、技术特点
合成孔径雷达干涉测量（InSAR）	利用雷达微波反射，得到同一目标区域成像的SAR复图像对，根据干涉图的相位值，计算地表位移。	大范围连续跟踪地表微小形变。	不受气象条件影响，可全天时、全天候获取数据； 低植被覆盖的地区。	借助卫星遥测，滤波成像技术复杂，解译难度大，成果直观，成本高。
激光雷达测量（LiDAR）	利用激光测距技术，将接收到的反射波与发射信号比较，多次回波获取地形信息。	去除植被后可生成高精度DSM，有效识别山体损伤和松散堆积体等隐蔽性灾害。	主要受地形和地表植被类型影响。	设备较为轻便，数据处理较为复杂，资料直观，成本高。
无人机航拍	利用无人飞行器对目标区域进行高空拍摄。	获取高清晰、大比例尺的影像或测绘数据。	受地形影响较小，需要较好的气象条件。	设备小型轻便，数据处理简单，资料直观，成本低。
三维倾斜摄影	通过一个垂直、四个倾斜、五个不同视角同步采集影像，获取高分辨率三维影像。	精细反映地质灾害地形地貌条件。	受地形影响较小，需要较好的气象条件。	设备较为轻便，数据处理较为复杂，成本较高。
机载红外探测	收集外界红外辐射进而聚集到红外传感器上，探测正在变形的灾害体边界。	探测地质灾害控制性边界条件。	受地表植被类型影响，需要较好的气象条件。	设备较为轻便，数据处理较为复杂，成果直观，成本较高。
三维激光扫描	原理与LiDAR类似，利用激光测距技术，获取地形信息。	获取高精度、大比例尺地质灾害地形矢量数据。	主要受地形和地表植被类型影响。	设备小型轻便，数据处理较为复杂，资料直观，成本较高。
地基雷达	原理与InSAR类似，利用雷达微波反射，获取地表形变信息。	监测单体滑坡发展态势，适用于隐患核查、应急监测等。	主要受地形和电磁波影响。	数据处理较为复杂，资料直观，成本较高。

附　录　B
（规范性）
规定符号图示图例

规定符号图示图例见表B.1、表B.2。

表B.1　地质灾害点调查类型图示图例

地质灾害调查点	
地质灾害测绘点	
地质灾害勘查点	
地质灾害遥感解译点	
孕灾地质条件点	
地质环境遥感解译点	
岩土体、水体采样点	

表B.2　地质灾害类型、规模、相关特征要素及评价区划

类型	规定符号图示图例				实体勾绘图示图例			
风险等级	极高	高	中	低	极高	高	中	低
滑坡								
崩塌								
泥石流								
地面塌陷								
地裂缝								
地面沉降								
注：图例色号与表B.3中风险等级色号相同								

表B.3　地质灾害不同分区等级图示图例

类型	等级	颜色	RGB 值			CMYK 值			
			R	G	B	C	M	Y	K
易发性	高		255	153	126	0	53	45	0
	中		247	196	92	7	29	69	0
	低		247	234	195	6	10	28	0
	非		216	255	152	23	0	51	0
危险性	极高		225	0	0	14	99	100	0
	高		242	173	120	7	42	54	0
	中		230	230	0	19	4	90	0
	低		146	208	80	50	0	81	0
风险	极高		192	0	0	32	100	100	1
	高		244	176	131	5	41	48	0
	中		255	255	0	10	0	83	0
	低		56	145	36	77	29	100	0

附　录　C
（资料性）
设计书编写提纲

第一章 前言

第一节 目标任务：包括任务来源、任务书的主要内容、工作起始时间及成果提交时间等。

第二节 调查区范围和自然地理条件：地理位置、范围或面积、社会经济概况。

第三节 以往工作程度：包括以往区域地质、水文地质、工程地质工作情况以及与本次调查有关的其他成果，前人成果可利用程度分析，存在问题等。

第二章 区域地质环境条件

第一节 区域地质环境背景：包括气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、水文地质、工程地质、人类工程经济活动等。

第二节 地质灾害现状：调查区地质灾害类型、分布、数量、规模与造成的危害及防治现状等；亟需解决的关键地质问题、技术方法、监测预警等。

第三节 遥感解译与隐患识别初步成果：采取的遥感技术方法，解译成果，初步圈定的重点变形区

第三章 工作部署

第一节 工作部署原则：包括总体工作思路和部署原则。

第二节 总体工作部署：包括不同调查区的工作部署。专题研究或专项调查应阐述调查区研究现状、存在的关键问题和研究的必要性、可行性，提出目标任务、研究思路、研究内容。

第三节 工作安排：分阶段安排的主要内容和工作量。

第四章 工作方法与技术要求

分节论述适合于调查区并将采用的地质灾害调查工作方法及技术要求，不同比例尺地质灾害风险评价方法及要求；拟采用的新技术、新方法及要求；工作的技术路线。

第五章 实物工作量

论述各主要实物工作量的部署思路、空间部署情况，列表说明各类实物工作量；编制工作部署图。

第六章 经费预算

第七章 组织管理

第一节 组织管理措施

第二节 人员组成及分工

第八章 技术管理措施

第一节 质量管理措施

第二节 技术保证措施

第三节 安全及保密措施等

第九章 预期成果

预期成果：包括调查报告、专题研究报告、数据库、成果图件、图册表册等。

成果应用转化及服务产品：服务于调查区防灾减灾工作和社会公众防灾避险的通俗性报告、图件等。

设计书应提交的附（插）图包括：调查区交通位置图，研究程度图，地质灾害分布发育规律草图、工作部署图等。

附　录　D
（规范性）
野外调查格式及调查表

野外记录内容及相关调查表格见表D.1-D.12。

表D.1　遥感解译点信息表

<table>
<tr><td colspan="2">遥感图像编号</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">解译点编号</td><td colspan="2"></td><td>野外编号</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">自然地理位置</td><td colspan="4">省　市　县（市、区）　乡（镇）　村　组</td></tr>
<tr><td colspan="2">面积（m^2）</td><td colspan="2"></td><td rowspan="7">遥感影像</td><td rowspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="2">规模（m^3）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">地理坐标</td><td>X（m）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Y（m）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>经度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>纬度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>解译点类型</td><td colspan="3">☐滑坡 ☐崩塌 ☐泥石流
☐地面塌陷 ☐地裂缝 ☐地面沉降
☐地形地貌 ☐地质构造 ☐斜坡结构 ☐地层岩性 ☐土地利用 ☐人类工程活动</td></tr>
<tr><td>遥感影像特征</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>解译结果</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>野外验证结果</td><td colspan="2">主要对灾害类型、面积范围、规模、变形破坏情况、承灾体特征、发展趋势等进行验证。</td><td>野外验证照片</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>核查与否</td><td>☐核查 ☐未核查</td><td>审核人</td><td></td><td>顺序号</td><td></td></tr>
</table>

项目负责：　　解译人：　　验证人：　　解译时间：

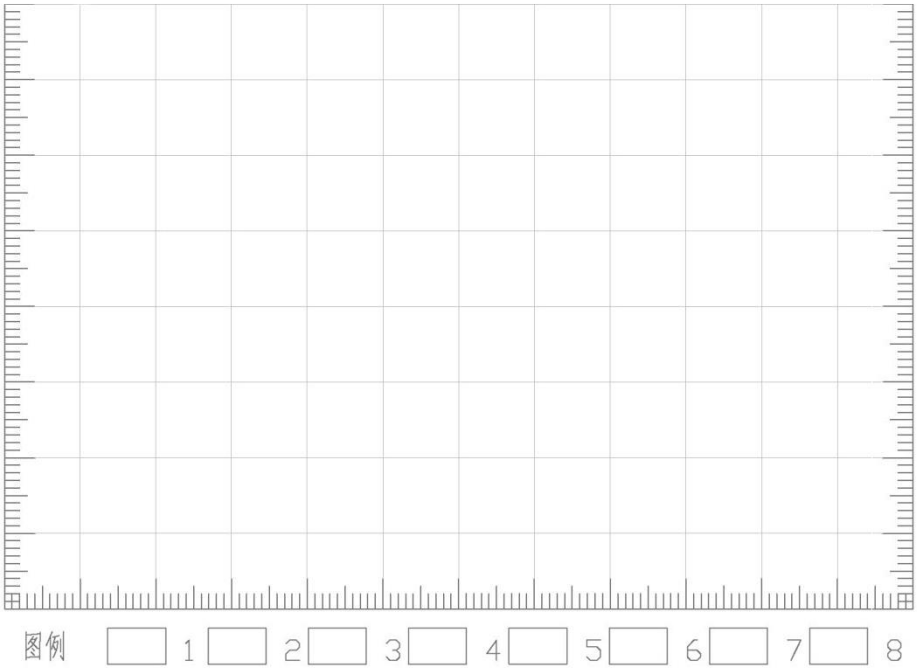
解译单位：　　验证时间：

表D.2　线路小结记录格式及内容

日　期	年　月　日- 月　日	地　点	
路线编号		调查路线	
任　务			
人　员			
路线小结			

记　　录：　　校　　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　　月　　日

表D.3　一般观测点记录表

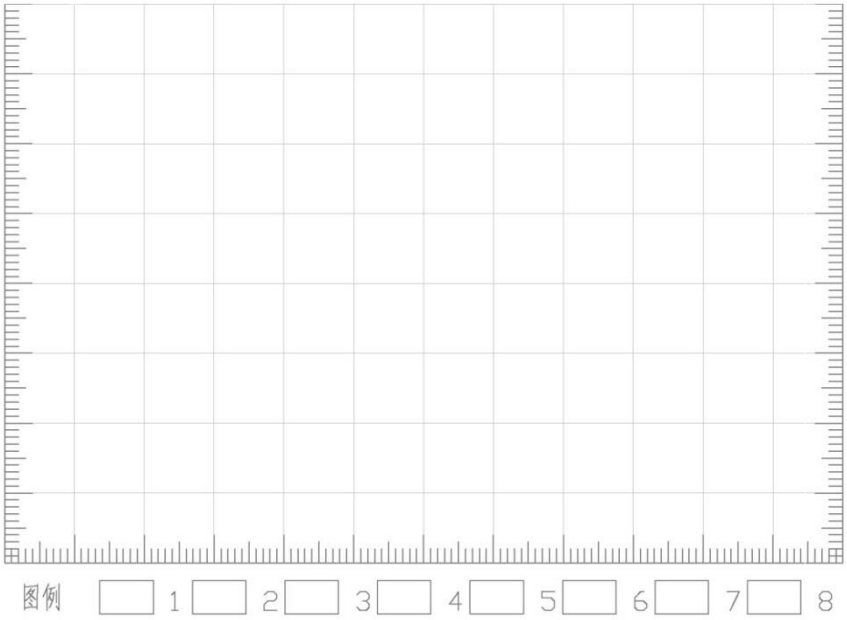
<table>
<tr><td>调查编号</td><td colspan="2"></td><td>野外编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>地理位置</td><td colspan="5">省　　市　　县（市）　　乡　　村　　组</td></tr>
<tr><td rowspan="2">坐标</td><td>经度：</td><td colspan="2">°　′　″</td><td>纬度：</td><td>°　′　″</td></tr>
<tr><td>X：</td><td colspan="2"></td><td>Y：</td><td></td></tr>
<tr><td>点类型</td><td colspan="5">☐地质灾害观测点　☐地形地貌点　☐地质构造点　☐水文点　☐地质环境问题点
☐钻探孔位　☐物探　☐探槽　☐坑探　☐取样点　☐其他：_____</td></tr>
<tr><td>灾害点野外编号</td><td colspan="2"></td><td>灾害点名称</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>点描述</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>素描图或示意图</td><td colspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

记　　录：　　校　　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　　月　　日

表D.4　孕灾地质条件调查表

<table>
<tr><td>调查编号</td><td colspan="2"></td><td>名称</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">野外编号</td><td colspan="2" rowspan="3"></td><td rowspan="3">地理位置</td><td colspan="4">省　市　县（市）　乡　村　组</td></tr>
<tr><td rowspan="2">坐标</td><td colspan="3">经度：　°　′　″　纬度：　°　′　″</td></tr>
<tr><td colspan="3">X：　Y：</td></tr>
<tr><td rowspan="3">点类型</td><td colspan="7">□斜坡结构点　□地质构造点　□工程地质岩组点　□易崩易滑地层点　□其他点：_____</td></tr>
<tr><td>斜坡坡向</td><td colspan="2"></td><td>斜坡坡度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>岩体结构</td><td colspan="2"></td><td>斜坡结构</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>产状</td><td>倾向（°）</td><td colspan="2">倾角（°）</td><td rowspan="5">裂隙产状</td><td>倾向（°）</td><td>倾角（°）</td></tr>
<tr><td>岩层</td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>断层</td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">孕灾地质条件特征描述</td><td colspan="7">基础地质条件：主要包括地形地貌、地质构造、岩土体工程地质特征等。
地形地貌：（地貌形态，成因类型，地貌界线；微地貌形态、类型、坡度；悬崖、沟谷、河谷、河漫滩、阶地、沟谷、冲积扇等，微地貌组合特征、相对时代及其演化历史；人工地貌形态、规模及其稳定性。）
地质构造：（断裂主断面的产状、性质、断距（垂直、视垂直），断层两侧岩层时代与产状，岩石变形情况，断层带构造岩破碎程度、结构特征、宽度，擦痕性质、活动强度和特征及其地貌地质证据等；褶皱的轴面产状、规模、变形岩层、变形形态及程度；构造节理裂隙产状、宽度、延伸、密度及充填情况等；软弱结构面对灾害的控制描述）。
岩土体工程地质特征：（地层层序、地质时代、成因类型、岩石地层单元，岩性特征和接触关系，风化程度、强度及节理裂隙发育等工程地质特征；土体分布、成因类型、厚度及结构特征等；软弱层对灾害的控制描述。易崩易滑地层控灾作用。）</td></tr>
<tr><td colspan="7">地表水与地下水：（地表水体发育情况，河流的洪水位、枯水位、流量等，相对河流的位置；与地下水相关的井、泉、湿地类型，含水层、隔水层特征等，地表水、地下水对地质灾害的影响。）</td></tr>
</table>

表D.4（续）

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>植被与土地利用类型：（植被类型、覆盖率以及马刀树、醉汉林等斜坡变形指示标志及其与地质灾害的关系；旱地、水田、草地、灌木、森林、裸地、建设用地、工矿企业用地等及其与地质灾害的关系。）</td></tr>
<tr><td>人类工程活动：（切坡、堆载、植被破坏、爆破振动、矿山采掘、渠塘渗漏、灌溉渗漏、废水排放等，对地质灾害的影响程度。）</td></tr>
<tr><td>其他地质作用与现象：（1. 地面变形，如地面塌陷、地面开裂等；2.特殊岩土灾害，如黄土湿陷、膨胀土胀缩、冻土冻融等；3.土地退化，如水土流失、土地沙化等；4. 水动力作用，如泉水干涸、塌岸、淤积、溃决等。）</td></tr>
<tr><td>现象素描或示意图</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>沿途观测</td><td></td></tr>
</table>

记　　录：　　校　　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　　月　　日

表D.5　滑坡及隐患调查表

<table>
<tr><td rowspan="2">调查编号</td><td rowspan="2"></td><td>滑坡名称</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">地理位置</td><td colspan="4">省　　市　　县（市）　　乡　　村　　组</td></tr>
<tr><td>野外编号</td><td></td><td rowspan="2">坐标</td><td colspan="3">经度：　　°　′　″　纬度：　　°　′　″</td></tr>
<tr><td colspan="3">X：　　Y：</td></tr>
<tr><td>滑体类型</td><td>□岩质　□土质</td><td rowspan="2">斜坡结构类型</td><td colspan="4" rowspan="2">□土质斜坡（□黏性土类斜坡　□碎石类斜坡　□黄土类斜坡）
□岩质斜坡(□顺向坡　□斜向坡　□横向坡　□逆向坡　□近水平层状坡　□块状结构斜坡）</td></tr>
<tr><td>地层岩性</td><td></td></tr>
<tr><td>（潜在）滑面类型</td><td colspan="6">□无统一滑动面　□软弱夹层层面　□节理裂隙面　□风化剥蚀界面　□基覆界面　□其他_____</td></tr>
<tr><td>宏观稳定性</td><td>□不稳定　□基本稳定
□稳定</td><td>活动状态</td><td colspan="4">□蠕变阶段　□加速变形阶段　□破坏阶段　□休止阶段</td></tr>
<tr><td>扩展方式</td><td colspan="2">□推移式　□牵引式　□混合型</td><td>滑坡时代</td><td colspan="3">□古滑坡　□老滑坡　□新滑坡</td></tr>
<tr><td>滑动时间</td><td colspan="6">年　　月　　日　　时　　分</td></tr>
<tr><td>产状</td><td>倾向（°）</td><td>倾角（°）</td><td rowspan="3">节理产状</td><td>倾向（°）</td><td colspan="2">倾角（°）</td></tr>
<tr><td>岩层</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>断层</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>诱发因素</td><td colspan="6">□降雨　□地震　□河流侵蚀　□冻融　□切坡　□加载　□水事活动　□地下采掘
□其他：_____</td></tr>
<tr><td rowspan="2">滑坡形态</td><td>平面</td><td colspan="3">□半圆　□矩形　□舌形　□不规则</td><td>滑坡坡度</td><td>主滑方向</td><td>实体勾绘</td></tr>
<tr><td>剖面</td><td colspan="3">□凸形　□凹形　□直线　□阶梯　□复合</td><td>°</td><td>°</td><td>□是　□否</td></tr>
</table>

前缘高程	后缘高程	长	宽	滑体平均厚度	滑坡面积	滑体体积	规模等级
m	m	m	m	m	m^2	m^3	□巨型　□特大型　□大型 □中型　□小型

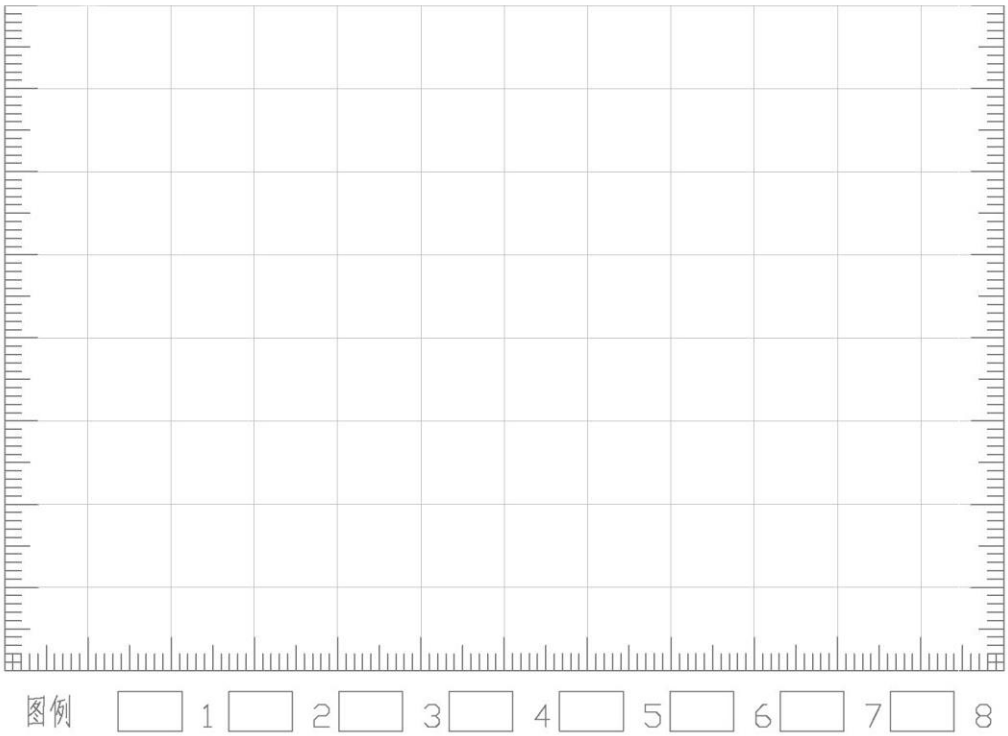
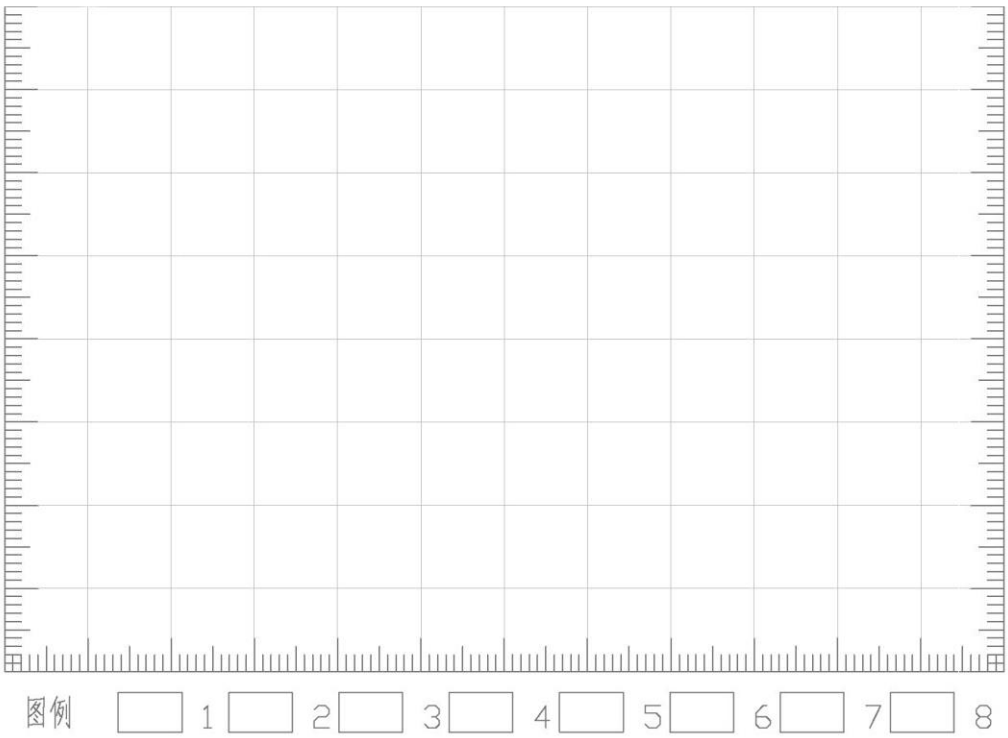
死亡人数（人）		直接损失（万元）		灾情等级	□特大型　□大型 □中型　□小型
威胁人数（人）		威胁财产（万元）		险情等级	□特大型　□大型 □中型　□小型

承灾体调查	人员：□居民____户____人，　其中□0~14 岁____人　□15~59 岁____人　□60 岁及以上____人 基础设施：□房屋____间，　其中□钢结构____间　□钢混____间　□砖混____间　□砖木____间　□土坯____间　□其他：_____ □学校____个　□医院____个　□矿山___座　□工厂___座　□公路___m　□铁路___m □水库___座　□电站___座　□输电线路___m　□通讯设施___座　□其他：_____

表D.5（续）

<table>
<tr><td rowspan="2">防治措施</td><td rowspan="2">□有 □无</td><td>防治类型</td><td colspan="5">□截排水 □锚固 □支挡 □坡面防护 □滑体、滑带改造 □群测群防 □专业监测 □避险搬迁 □其他：_____</td></tr>
<tr><td>防治措施建议</td><td colspan="5">□立警示牌 □定期巡视 □搬迁避让 □群测群防 □工程治理 □排危除险 □专业监测 □其他：_____</td></tr>
<tr><td>遥感解译点</td><td>□是 □否</td><td>勘查点</td><td>□是 □否</td><td>测绘点</td><td>□是 □否</td><td>防灾预案/群测群防点</td><td>□是 □否</td></tr>
<tr><td>风险定性评价</td><td colspan="7">□极高 □高 □中 □低</td></tr>
<tr><td>地质环境条件</td><td colspan="7">主要是对滑坡发育环境的描述，主要包括地形地貌、地层岩性及岩性组合、地质构造、斜坡结构特征、地表水及地下水、人类工程活动、植被与土地利用等。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">滑坡基本特征</td><td colspan="7">边界条件、形态特征及物质结构：（滑坡陡坎、后壁发育状况，侧边界、前缘、剪出口是否发育可辨，滑体岩性、厚度、结构，滑面及滑带形态、岩性、产状等。）</td></tr>
<tr><td colspan="7">变形特征及活动历史：（拉张裂缝，剪切裂缝，地面隆起，地面陷落，剥、坠落，树木歪斜，建筑变形，冒渗混水等。）</td></tr>
<tr><td>稳定性分析</td><td colspan="7">现状稳定性分析：（变形所处阶段，可能的滑动方式和规模，潜在影响范围及判断依据，潜在诱发因素等。）</td></tr>
<tr><td>危害程度</td><td colspan="7">危害程度：（历史灾情、成灾模式；已造成危害情况；滑坡影响范围内的人员、财产及基础设施，滑坡对基础设施的破坏方式，潜在威胁对象及可能的损失。）</td></tr>
</table>

表D.5（续）

平面图和剖面图	 

记　录：　　校　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　月　日

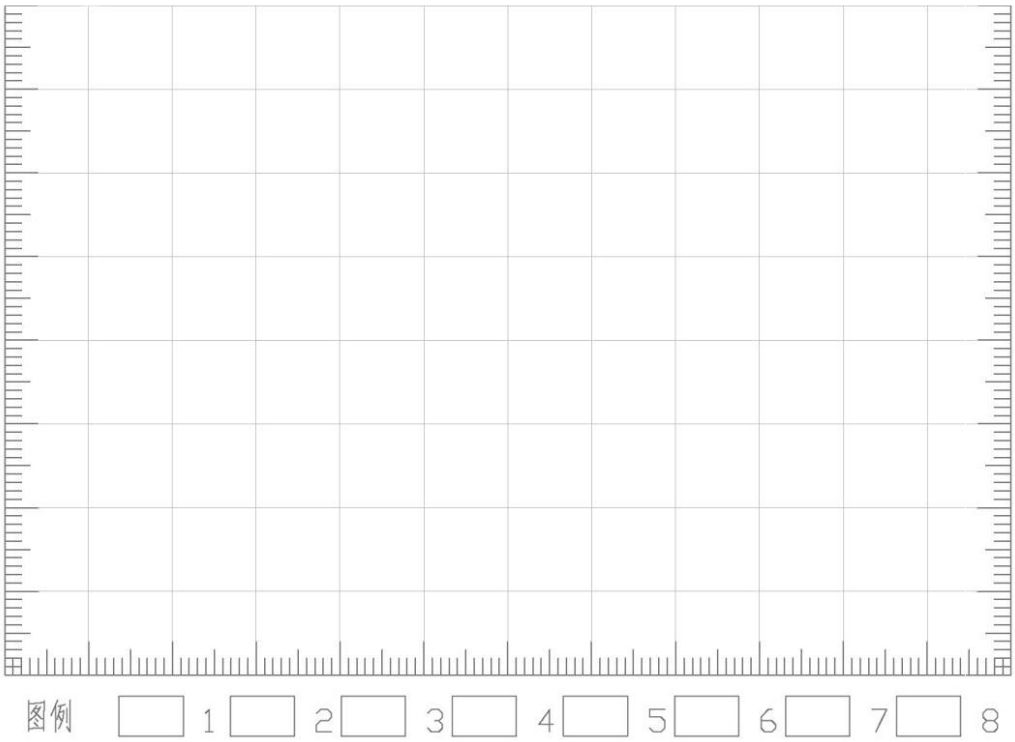
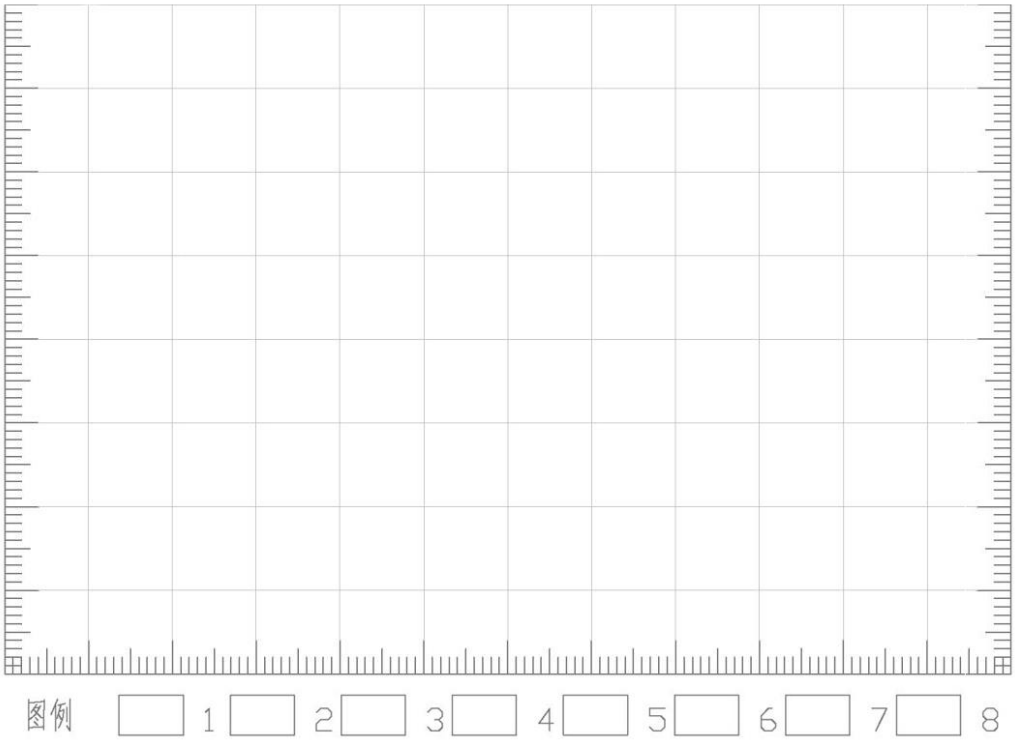
表D.6 崩塌（危岩体）调查表

<table>
<tr><td rowspan="2">调查编号</td><td rowspan="2"></td><td>崩塌名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">地理位置</td><td colspan="5">省 市 县（市） 乡 村 组</td></tr>
<tr><td rowspan="2">野外编号</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">坐标</td><td colspan="4">经度： ° ′ ″ 纬度： ° ′ ″</td></tr>
<tr><td colspan="4">X： Y：</td></tr>
<tr><td>地层岩性</td><td></td><td>斜坡结构类型</td><td colspan="5">□土质斜坡(□黏性土类斜坡 □碎石类斜坡 □黄土类斜坡） □岩质斜坡（□顺向坡 □斜向坡 □横向坡 □逆向坡 □近水平层状坡 □块状结构斜坡）</td></tr>
<tr><td>崩塌类型</td><td>□岩质 □土质</td><td>控制结构面类型</td><td colspan="5">□卸荷裂隙 □软弱夹层层面 □节理裂隙
□风化剥蚀界面 □基覆界面 □其他_____</td></tr>
<tr><td>运动形式</td><td colspan="6">□倾倒式 □滑移式 □坠落式</td></tr>
<tr><td>宏观稳定性评价</td><td>□不稳定 □基本稳定 □稳定</td><td>活动状态</td><td colspan="5">□初始开裂阶段 □加速变形阶段
□破坏阶段 □休止阶段</td></tr>
<tr><td>崩塌源扩展方式</td><td colspan="2">□向前推移 □向后扩展 □扩大型
□缩减型 □约束型</td><td>崩塌时间</td><td colspan="3">年 月 日 时 分</td></tr>
<tr><td>主崩方向</td><td>崩塌源高程</td><td>最大落差</td><td>最大水平位移</td><td>崩塌源宽度</td><td>崩塌源厚度</td><td>崩塌源面积</td><td>崩塌源体积</td></tr>
<tr><td>°</td><td>m</td><td>m</td><td>m</td><td>m</td><td>m</td><td>m^2</td><td>m^3</td></tr>
<tr><td>产状</td><td>倾向（°）</td><td colspan="2">倾角（°）</td><td rowspan="4">节理裂隙</td><td colspan="2">倾向（°）</td><td>倾角（°）</td></tr>
<tr><td>岩层</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>断裂</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>诱发因素</td><td colspan="6">□降雨 □地震 □侵蚀 □冻融 □切坡 □加载
□水事活动 □地下采掘 □其他：_____</td></tr>
<tr><td>堆积体平均厚度</td><td>堆积体面积</td><td>堆积体体积</td><td>最远落石距离</td><td>规模等级</td><td colspan="2">□巨型 □特大型 □大型
□中型 □小型</td></tr>
<tr><td>m</td><td>m^2</td><td>m^3</td><td>m</td><td>灾情等级</td><td colspan="2">□特大型 □大型
□中型 □小型</td></tr>
<tr><td>死亡人数（人）</td><td></td><td>直接损失（万元）</td><td></td><td>险情等级</td><td colspan="2">□特大型 □大型
□中型 □小型</td></tr>
<tr><td>威胁人数（人）</td><td></td><td>威胁财产（万元）</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>承灾体调查</td><td colspan="6">人员：□居民____户____人， 其中□0~14 岁____人 □15~59 岁____人 □60 岁及以上____人
基础设施：□房屋____间，其中□钢结构____间 □钢混____间 □砖混____间 □砖木____间 □土坯_间 □其他：_____
□学校____个 □医院____个 □矿山___座 □工厂___座 □公路___m □铁路___m
□水库___座 □电站___座 □输电线路___m □通讯设施___座 □其他：_____</td></tr>
</table>

表D.6（续）

<table>
<tr><td rowspan="2">防治措施</td><td rowspan="2">□有　□无</td><td>防治类型</td><td colspan="5">□清危　□截排水　□锚固　□支挡　□护坡　□被动防护　□群测群防　□专业监测　□避险搬迁　□其他：_____</td></tr>
<tr><td>防治措施建议</td><td colspan="5">□立警示牌　□定期巡视　□搬迁避让　□群测群防　□工程治理　□排危除险　□专业监测　□其他：_____</td></tr>
<tr><td>遥感解译点</td><td>□是　□否</td><td>勘查点</td><td>□是
□否</td><td>测绘点</td><td>□是　□否</td><td>防灾预案/群测群防点</td><td>□是　□否</td></tr>
<tr><td colspan="2">风险定性评判</td><td colspan="6">□极高　□高　□中　□低</td></tr>
<tr><td>地质环境条件</td><td colspan="7">主要描述崩塌发育的地质环境基本特征：如地形地貌、地层岩性及岩性组合、地质构造、斜坡结构及水文地质、植被土地利用、人类工程活动等。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">崩塌（危岩体）基本特征</td><td colspan="7">崩塌源区：（边界条件，危岩体岩性及岩体结构，控制结构面产状，卸荷裂隙发育特征及其组合形式、交切特点、贯通情况、变形迹象及变形历史等。）</td></tr>
<tr><td colspan="7">崩塌堆积体：（几何形态，厚度、规模，新鲜程度；岩性及分选状态与空间分布特征、最远落石距离、稳定性等。）</td></tr>
<tr><td colspan="7">崩塌路径区：（路径区斜坡几何形态、地层岩性、植被发育情况；是否有建筑设施等。）</td></tr>
<tr><td>稳定性分析</td><td colspan="7">（不同概率降雨、地震或人工扰动情况下特定规模崩塌稳定性分析。）</td></tr>
<tr><td>危害程度</td><td colspan="7">（人员伤亡、财产损失情况；崩塌影响范围内的人员、财产、设施等情况及可能的成灾模式。）</td></tr>
</table>

表D.6（续）

平面图和剖面图	 

记　录：　　校　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　月　日

表D.7　泥石流及隐患调查表

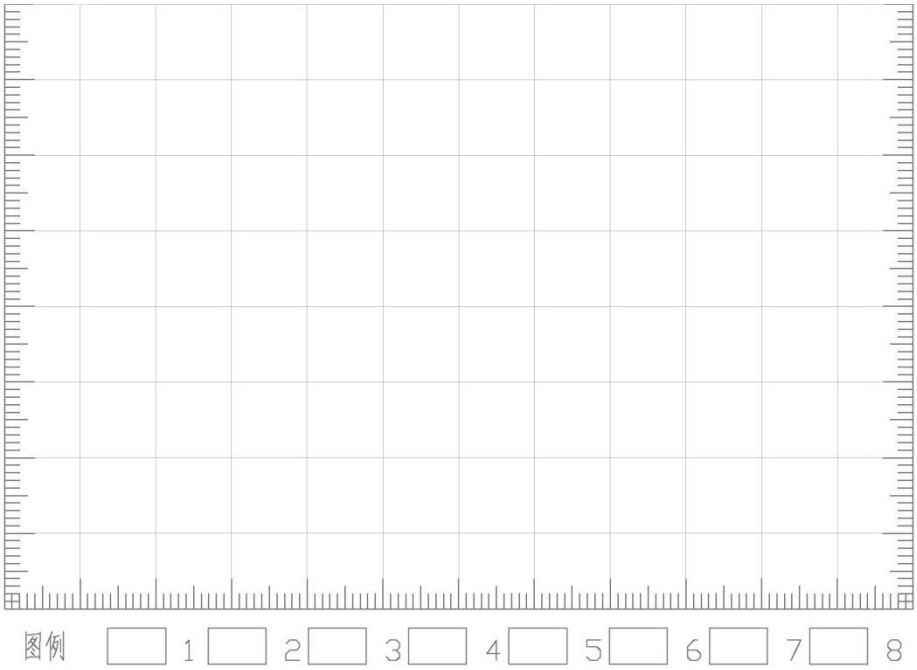
<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">调查编号</td><td colspan="3" rowspan="2"></td><td>沟谷名称</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">沟口位置</td><td colspan="4">省　　市　　县（市）　　乡　　村　　组</td></tr>
<tr><td colspan="2">野外编号</td><td colspan="3"></td><td>坐标</td><td colspan="4">经度：　　°　′　″　纬度：　　°　′　″</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="4">X：　　Y：</td></tr>
<tr><td colspan="2">物质组成</td><td colspan="3">□泥石流　□水石流
□泥流</td><td>物源补给方式</td><td colspan="4">□坡面侵蚀　□沟岸崩塌滑坡　□沟床侵蚀
□坝体堵溃　□远程滑坡　□其他：_____</td></tr>
<tr><td rowspan="2">高程</td><td>沟口</td><td>m</td><td rowspan="2">沟长</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">水源类型</td><td colspan="4" rowspan="2">□暴雨型　□溃决型　□冰雪融水型　□泉水型
□其他：_____</td></tr>
<tr><td>沟顶</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">沟口扇形地特征</td><td colspan="2">扇形地完整性（%）</td><td colspan="2"></td><td>扇顶至扇缘主轴坡降（‰）</td><td></td><td>扇面发展趋势</td><td>□淤高□下切</td></tr>
<tr><td>扇长（m）</td><td></td><td>扇宽（m）</td><td></td><td>扩散角（°）</td><td></td><td>沟口至主河道距离（m）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">土地利用情况（%）</td><td>缓坡耕地</td><td>陡坡耕地</td><td>乔木林地</td><td>乔灌木</td><td>灌丛</td><td>草地</td><td>荒地</td><td>建筑用地</td><td>其他</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">堆积物体积（m³）</td><td colspan="2"></td><td>堆积区泥位（m）</td><td colspan="2"></td><td>规模等级</td><td>□特大型
□大型
□中型
□小型</td><td>实体勾绘</td><td>□是
□否</td></tr>
<tr><td colspan="2">死亡人数（人）</td><td colspan="2"></td><td>直接损失（万元）</td><td colspan="2"></td><td>灾情等级</td><td colspan="3">□特大型　□大型
□中型　□小型</td></tr>
<tr><td colspan="2">威胁人数（人）</td><td colspan="2"></td><td>威胁财产（万元）</td><td colspan="2"></td><td>险情等级</td><td colspan="3">□特大型　□大型
□中型　□小型</td></tr>
<tr><td colspan="2">承灾体调查</td><td colspan="8">人员：□居民____户____人，　其中□0~14 岁____人　□15~59 岁____人　□60 岁及以上____人
基础设施：□房屋____间，　其中□钢结构____间　□钢混____间　□砖混____间　□砖木____间　□土坯间　□其他：_____
□学校____个　□医院____个　□矿山___座　□工厂___座　□公路___m　□铁路___m
□水库___座　□电站___座　□输电线路___m　□通讯设施___座　□其他：_____</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">防治措施</td><td colspan="2" rowspan="2">□有　□无</td><td>防治类型</td><td colspan="5">□拦挡　□排导　□穿越　□防护　□停淤场　□生物措施
□群测群防　□专业监测　□避险搬迁　□其他:_____</td></tr>
<tr><td>防治措施建议</td><td colspan="5">□立警示牌　□定期巡视　□搬迁避让　□群测群防　□工程治理
□排危除险　□专业监测　□其他:_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">遥感解译点</td><td colspan="2">□是　□否</td><td>勘查点</td><td>□是　□否</td><td>测绘点</td><td>□是　□否</td><td>防灾预案/群测群防点</td><td>□是　□否</td></tr>
<tr><td colspan="2">风险定性评判</td><td colspan="8">□极高　□高　□中　□低</td></tr>
</table>

表D.7（续）

<table>
<tr><td>泥石流沟宏观特征</td><td colspan="15">主要描述物源区、流通区、堆积区特征（流域汇水面积，松散物质成因类型、粒度成分、结构，储量）及水动力来源特征等。</td></tr>
<tr><td>泥石流活动历史</td><td colspan="15"></td></tr>
<tr><td>泥石流危险性分析</td><td colspan="15"></td></tr>
<tr><td>危害性分析</td><td colspan="15">（已有造成损失情况及破坏方式，冲击、淤埋、淹没；未来可能造成损失的范围、破坏的方式。）</td></tr>
<tr><td>其他补充性说明</td><td colspan="15"></td></tr>
<tr><td colspan="16">泥石流综合评判</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.不良地质现象</td><td colspan="6">□严重 □中等 □轻微 □一般</td><td colspan="2">2.补给段长度比（%）</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">3.沟口扇形地</td><td colspan="6">□大 □中 □小 □无</td><td colspan="2">4.主沟纵坡（‰）</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">5.新构造影响</td><td colspan="6">□强烈上升区 □上升区 □相对稳定区 □沉降区</td><td colspan="2">6.植被覆盖率（%）</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">7.冲淤变幅（m）</td><td colspan="2">±</td><td colspan="2">8.岩性因素</td><td colspan="10">□土及软岩 □软硬相间 □风化和节理发育的硬岩 □硬岩</td></tr>
<tr><td colspan="2">9.松散物储量（$10^4m^3/km^2$）</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">10.山坡坡度（°）</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">11.沟槽横断面</td><td colspan="6">□V型谷（谷中谷、U型谷） □拓宽U型谷 □复式断面 □平坦型</td></tr>
<tr><td colspan="2">12.松散物平均厚度（m）</td><td colspan="4"></td><td colspan="4">13.流域面积（km^2）</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">14.相对高差(m)</td><td colspan="4"></td><td colspan="4">15.堵塞程度</td><td colspan="6">□严重 □中等 □轻微 □无</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评 分</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>总分</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">易发程度</td><td colspan="5">□极易发 □易发 □轻度易发 □不易发</td><td colspan="2">发展阶段</td><td colspan="7">□发展期 □活跃期 □衰退期 □停歇或终止期</td></tr>
</table>

表D.7（续）

示意图：



记　　录：　　校　　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　　月　　日

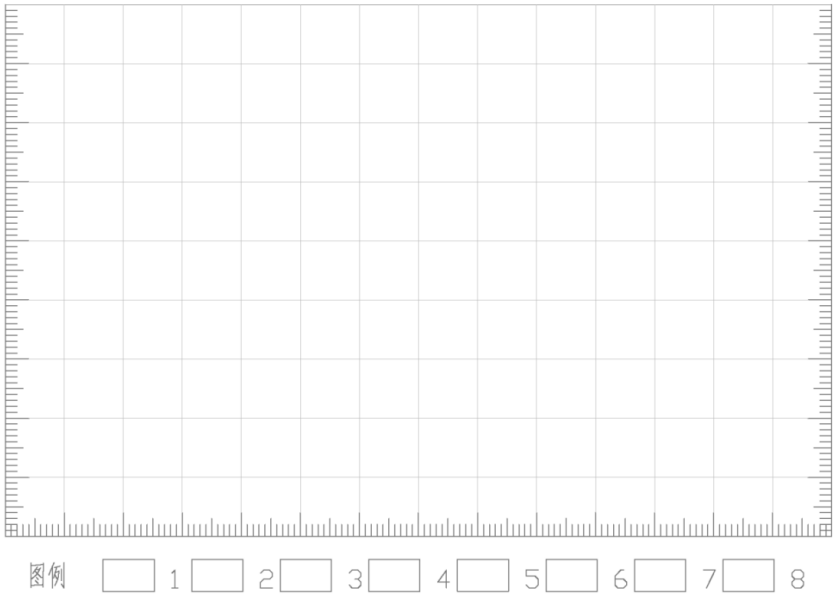
表D.8　泥石流评分参考表

序号	影响因素	量级划分							
		极易发（A）	得分	易发（B）	得分	轻度易发（C）	得分	不易发（D）	得分
1	崩塌滑坡及水土流失(自然和人为的）的严重程度	崩塌滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比（%）	>60	16	60－30	12	30－10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动	河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水偏，低水不偏	7	无河形变化， 主流不偏	1
4	河沟纵坡降（度，‰）	>12°（213）	12	12°~6°（213－105）	9	6°~3°（105－52）	6	<3°（52）	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，六级以上地震区	9	抬升区，4－6 级地震区，有中小支断层或无断层	7	相对稳定区，4 级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率（%）	<10	9	10－30	7	30－60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅（m）	>2	8	2－1	6	1－0.2	4	<0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量（$10^4m^3/km^2$）	>10	6	10－5	5	5－1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度 （度，‰）	>32°（625）	6	32°－25°（625－466）	5	25°－15°（466－286）	4	<15°（268）	1
11	产沙区沟槽横断面	V 型谷、谷中谷、U 型谷	5	拓宽 U 型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度（m）	>10	5	10－5	4	5－1	3	<1	1
13	流域面积（km^2）	<5	5	5－10	4	10－100	3	>100	1
14	流域相对高差（m）	>500	4	500－300	3	300－100	3	<100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无堵塞	1
建议根据得分可划分为极易发（116～130），易发（87～115），轻度易发（44～86），不易发（15～43）。									

表D.9　地面塌陷调查

<table>
<tr><td rowspan="2">调查编号</td><td rowspan="2"></td><td>地面塌陷名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">地理位置</td><td colspan="5">省　市　县（市）　乡　村　组</td></tr>
<tr><td rowspan="2">野外编号</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">坐标</td><td colspan="4">经度：°　′　″
纬度：　°　′　″</td></tr>
<tr><td colspan="4">X：　Y：</td></tr>
<tr><td>塌陷成因类型</td><td>□岩溶型塌陷
□土洞型塌陷
□冒顶型塌陷
□其他</td><td>岩土体类型</td><td>□岩石
□土体
□碎屑
□复合</td><td>发展变化</td><td>□趋增强
□趋减弱
□停止
□其他</td><td>变形面积</td><td>km^2</td></tr>
<tr><td>塌陷坑扩展方式</td><td colspan="2">□定向扩展　□周缘扩展
□深度加大
□无扩展空间
□其他</td><td>塌陷时间</td><td>□ 年　月　日
□不详</td><td>规模等级</td><td>□巨型
□特大型
□大型
□中型
□小型</td></tr>
<tr><td>诱发因素</td><td colspan="2">□重力 □降雨 □地震 □干旱 □振动 □加载 □水事活动 □地下工程施工 □矿产资源开发 □其他</td><td>最大塌陷坑直径</td><td>m</td><td>塌陷坑数量</td><td>个</td></tr>
<tr><td>塌陷坑群延伸长轴方向</td><td colspan="2">塌陷坑群影响范围</td><td>塌陷坑最大深度</td><td>塌陷坑平均深度</td><td>塌陷坑最小深度</td><td>塌陷坑最大坑口面积</td><td>塌陷坑最大陷落体积</td></tr>
<tr><td>°</td><td colspan="2">m^2</td><td>m</td><td>m</td><td>m</td><td>m^2</td><td>m^3</td></tr>
<tr><td>伴生裂缝最大长度</td><td>m</td><td>伴生群缝排列方式</td><td colspan="2">□平行□斜列□环围
□杂乱无章</td><td colspan="2">伴生群缝影响范围</td><td>m^2</td></tr>
<tr><td>死亡人数（人）</td><td></td><td>直接损失（万元）</td><td></td><td>威胁人员（人）</td><td></td><td>威胁财产（万元）</td><td></td></tr>
<tr><td>灾情等级</td><td colspan="3">□特大型　□大型
□中型　□小型</td><td colspan="2">险情等级</td><td colspan="2">□特大型　□大型
□中型　□小型</td></tr>
<tr><td>承灾体调查</td><td colspan="7">人员：□居民____户____人，　其中□0~14 岁____人　□15~59 岁____人　□60 岁及以上____人
基础设施：□房屋____间，　其中□钢结构____间　□钢混____间　□砖混____间　□砖木____间
□土坯____间　□其他：
□学校____个　□医院____个　□矿山___座　□工厂___座　□公路___m　□铁路___m
□水库___座　□电站___座　□输电线路___m　□通讯设施___座　□其他：_____</td></tr>
<tr><td>遥感解译点</td><td>□是
□否</td><td>勘查点</td><td>□是
□否</td><td>测绘点</td><td>□是
□否</td><td>防灾预案/群测群防点</td><td>□是　□否</td></tr>
<tr><td>风险定性评判</td><td colspan="7">□极高　□高　□中　□低</td></tr>
</table>

表D.9（续）

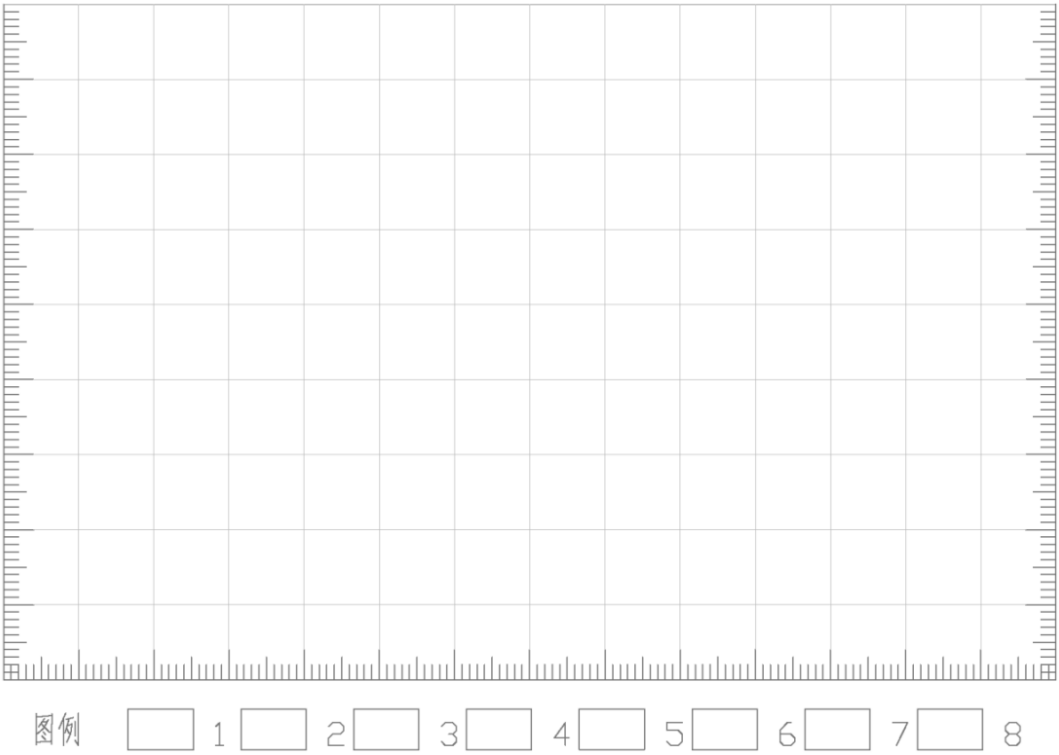
地面塌陷地质环境条件	主要对地形地貌、地层岩性及组合关系、地质构造、植被及土地利用、人类工程活动等进行描述。
塌陷或地表变形基本特征	塌陷坑或变形特征：对于岩溶塌陷和其他塌陷类型，描述塌陷坑、群、伴生裂缝的几何特征、产状，性质、空间展布特征、规模，变形迹象及变形历史等。对于采空区：描述包括地表陷坑、台阶、裂缝等的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与采空区、地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系
	塌陷影响区特征：地表塌陷或地表移动盆地的特征，划分中间区、内边缘和外边缘区，确定地表移动和变形的特征值；分析建筑物变形情况、塌陷坑的处理措施等。
危险性分析	在不同降雨、地震、干旱或人类工程经济活动情况下特定规模塌陷发生的可能性分析。
危害程度	地面塌陷导致人员伤亡、财产损失、地表水源枯竭、井巷突水、淹没等危害的历史记录；在塌陷影响范围内的人员、财产、设施等的可能损失及成灾模式分析，导致地表水源枯竭、地下水疏干、井巷突水等事故的可能性。
平面图	

记　　录：　　校　　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　　月　　日

表D.10　地裂缝调查表

<table>
<tr><td rowspan="2">调查编号</td><td rowspan="2"></td><td>地裂缝名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">地理位置</td><td colspan="5">省　市　县（市）　乡　村　组</td></tr>
<tr><td rowspan="2">野外编号</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">坐标</td><td colspan="4">经度：°　′　″　纬度：　°　′　″</td></tr>
<tr><td colspan="4">X：　Y：</td></tr>
<tr><td>地裂缝类型</td><td>□人工
□自然</td><td>岩土体类型</td><td>□岩石　□土体
□碎屑　□复合</td><td>发展变化</td><td colspan="2">□趋增强　□趋减弱
□停止　□其他</td></tr>
<tr><td>地裂缝扩展方式</td><td colspan="2">□走向扩展延伸
□两侧扩展
□原位加剧
□其他</td><td>发生时间</td><td>□　年　月　日
□不详</td><td>规模等级</td><td>□巨型
□特大型
□大型
□中型
□小型</td></tr>
<tr><td>诱发因素</td><td colspan="2">□降雨□地震□构造活动□涨缩土引起□干旱□振动□加载□水事活动□地下工程施工□矿产资源开发□其他</td><td>裂缝延伸长度</td><td>m</td><td>裂缝数量</td><td>条</td></tr>
<tr><td>裂缝群延伸长轴方向</td><td colspan="2">裂缝群影响范围</td><td>裂缝最大位错</td><td>裂缝平均位错</td><td>裂缝最小位错</td><td>裂缝最大宽度</td><td>最大单条裂缝影响范围（两侧宽度）</td></tr>
<tr><td>°</td><td colspan="2">m^2</td><td>m</td><td>m</td><td>m</td><td>m</td><td>m</td></tr>
<tr><td>伴生裂缝最大长度</td><td colspan="2">m</td><td>伴生群缝排列方式</td><td>□平行
□斜列
□环围
□杂乱无章</td><td>裂缝性质</td><td>□拉张
□平移
□下错
□逆冲
□其他</td><td>地裂缝发育部位</td><td>□盆山交界□断层沿线□地貌交界□漏斗边缘□古河道上方□黄土湿陷区□基底起伏处□地下缺陷□其他</td></tr>
<tr><td>死亡人数（人）</td><td></td><td>直接损失（万元）</td><td></td><td>威胁人员（人）</td><td></td><td>威胁财产（万元）</td><td></td></tr>
<tr><td>灾情等级</td><td colspan="3">□特大型　□大型
□中型　□小型</td><td colspan="2">险情等级</td><td colspan="2">□特大型　□大型
□中型　□小型</td></tr>
<tr><td>承灾体调查</td><td colspan="7">人员：□居民____户____人，　其中□0~14 岁____人　□15~59 岁____人　□60 岁及以上____人
基础设施：□房屋____间，　其中□钢结构____间　□钢混____间　□砖混____间　□砖木____间　□土坯间　□其他：_____
□学校____个　□医院____个　□矿山___座　□工厂___座　□公路___m　□铁路___m
□水库___座　□电站___座　□输电线路___m　□通讯设施___座　□其他：_____</td></tr>
<tr><td>遥感解译点</td><td>□是
□否</td><td>勘查点</td><td>□是　□否</td><td>测绘点</td><td>□是　□否</td><td>防灾预案/群测群防点</td><td>□是　□否</td></tr>
<tr><td>风险定性评判</td><td colspan="7">□极高　□高　□中　□低</td></tr>
</table>

表D.10（续）

地裂缝地质环境条件	主要对地形地貌、地层岩性及组合关系、地质构造、水文地质、植被及土地利用、人类工程活动等进行描述。
地裂缝基本特征	地裂缝特征：裂缝的几何特征、产状，性质、空间展布特征、规模，变形迹象及变形历史等，裂缝与山脊、山坡、山脚或平原土坎的走向关系。
	地裂缝影响区特征：地裂缝影响范围，划分中间区、内边缘和外边缘区，确定地裂缝和地面变形的特征值；分析建筑物变形情况、裂缝的处理措施等。
危险性分析	在不同降雨、地震、干旱或人类工程经济活动等情况下特定规模地裂缝发生的可能性分析；
危害程度	地裂缝导致人员伤亡、财产损失、地表水源枯竭，耕地破坏等危害的历史记录；在地裂缝、地表破裂影响范围内的人员、财产、设施等的可能损失及成灾模式分析；
平面图	

记　　录：　　校　　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　　月　　日

表D.11　地面沉降调查表

<table>
<tr><td rowspan="2">调查编号</td><td rowspan="2"></td><td>地面沉降名称</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">地理位置</td><td colspan="3">省　市　县（市）　乡　村　组</td></tr>
<tr><td rowspan="2">野外编号</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">坐标</td><td colspan="2">经度：°　′　″　纬度：　°　′　″</td></tr>
<tr><td colspan="2">X：　Y：</td></tr>
<tr><td>沉降类型</td><td colspan="2">□构造沉降 □抽水沉降 □采空沉降</td><td>发生时间</td><td colspan="2">□　年　月　日　□不详</td></tr>
<tr><td colspan="6">沉　降　规　模</td></tr>
<tr><td colspan="2">沉降区面积（km²）</td><td colspan="2">累计沉降量（mm）</td><td>近 3 年内平均沉降量（mm）</td><td>规模等级</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td>□大型 □中型 □小型</td></tr>
<tr><td>地形地貌</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>地质构造及活动情况</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">第四系覆盖层</td><td>岩性</td><td></td><td>厚度（m）</td><td></td><td>结构</td><td></td></tr>
<tr><td>空间变化规律</td><td colspan="2"></td><td>主要沉降层位</td><td></td></tr>
<tr><td>水文地质特征</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="6">沉　降　区　地　下　水　概　况</td></tr>
<tr><td>年开采量（m³/a）</td><td>年补给量（m³/a）</td><td>地下水埋深（m）</td><td>年水位变化幅度（m）</td><td colspan="2">其　它</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>引发沉降原因</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>变化规律</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>沉降现状</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>发展趋势</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3">造成危害</td><td colspan="3">潜在危害</td></tr>
<tr><td colspan="2">死亡人数（人）</td><td>直接损失（万元）</td><td>威胁人数（人）</td><td colspan="2">威胁财产（万元）</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">灾情等级</td><td>□特大型　□大型
□中型　□小型</td><td>险情等级</td><td colspan="2">□特大型　□大型
□中型　□小型</td></tr>
<tr><td>承灾体调查</td><td colspan="5">人员：□居民____户____人，　其中□0~14 岁____人　□15~59 岁____人　□60 岁及以上____人
基础设施：□房屋____间，　其中□钢结构____间　□钢混____间　□砖混____间　□砖木____间　□土坯间　□其他：_____
□学校____个　□医院____个　□矿山___座　□工厂___座　□公路___m　□铁路___m
□水库___座　□电站___座　□输电线路___m　□通讯设施___座　□其他：_____</td></tr>
<tr><td>风险定性评判</td><td colspan="5">□极高　□高　□中　□低</td></tr>
</table>

表D.11（续）

<table>
<tr><td>主要危害及造成损失</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>治理措施及效果</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>遥感解译点</td><td>□是　□否</td><td>勘查点</td><td>□是　□否</td><td>测绘点</td><td>□是　□否</td><td>防灾预案/群测群防点</td><td>□是　□否</td></tr>
<tr><td>平面图</td><td colspan="7">
</td></tr>
</table>

记　　录：　　校　　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　　月　　日

表D.12　单体地质灾害（勘查点）承灾体调查表

<table>
<tr><td>调查编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>调查时间</td><td>年　月</td></tr>
<tr><td>灾害名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>坐标</td><td>经度</td><td>°　′　″</td><td>纬度</td><td colspan="2">°　′　″</td></tr>
<tr><td>地点：</td><td colspan="5">省　市　县（区）　乡（镇、街道）　村（社区）</td></tr>
<tr><td>人员</td><td>总人员（户、人）</td><td>____户
____人</td><td>年龄分布</td><td colspan="2">□0~14 岁____人　□15~59 岁____人　□60 岁及以上____人</td></tr>
<tr><td rowspan="4">建筑物</td><td>结构类型</td><td colspan="4">□房屋____间，　其中□钢结构____间　□钢混____间　□砖混____间　□砖木____间
□土坯____间　□其他：_____</td></tr>
<tr><td>建筑用途</td><td colspan="4">□民房____间　□学校____个　□医院____个　□矿山___座　□工厂___座
□其他：_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">总建筑面积（m²）</td><td></td><td>最大楼层数（层）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">总价值（万元）</td><td></td><td>常住人员（人）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">交通线路</td><td rowspan="2">类型</td><td colspan="4">□高速铁路___m　□一般铁路___m　□地铁___m　□轻轨___m　□城市路面轨道___m
□其他：_____（____m）</td></tr>
<tr><td colspan="4">□高速公路___m　□国家级公路___m　□省级公路___m　□城市道路___m　□一般公路___m　□其他：_____（____m）</td></tr>
<tr><td>总长度（米）</td><td></td><td>总价值（元）</td><td></td><td>平均流量（车/小时）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">工程设施</td><td>类型</td><td colspan="4">□水库___座　□电站___座　□通讯线路___m　□输电线路___座　□输水线路___m
□油气线路___m　□其他：_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">总价值（万元）</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

记　录：　　校　核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　月　日

表D.13　实测剖面记录表

_____实测_____剖面记录表

统一编号		起点坐标		起点高程(m)		剖面线总方向		图幅名		图幅编号		记录页序	
野外编号		终点坐标		终点高程(m)		位　置	省　　市（县）　　镇（乡）　　村　　组						

测点序号	距　离(m)		方　向	地形坡度	岩层产状	岩性特征及工程地质现象	备　注（样品照片等）
	起　～　至	间　距					

调查单位：　　记录：　　校核：　　项目负责：　　填表日期：　　年　月　日

附　录　E
（规范性）
地质灾害分类表

地质灾害分类见表E.1~表E.4。

表E.1　滑坡分类表

划分依据	名称类别	特　征　说　明
物质组成	土质滑坡	发生在冲积、洪积、坡积、崩积、残积等松散层中的滑坡
	岩质滑坡	发生在基岩中的滑坡
滑面与岩层面关系	顺层滑坡	沿层面滑动的滑坡，发生在岩层倾向与坡向一致，且倾角＜坡角；残、坡积
	切层滑坡	滑动面与岩层面相切，常沿倾向山外的一组软弱结构面发生，多分布在逆向
滑体厚度	浅层滑坡	滑坡体厚度＜10m
	中层滑坡	滑坡体厚度 10m～25m
	深层滑坡	滑坡体厚度 25m～50m
	超深层滑坡	滑坡体厚度≥50m
始滑部位及运移形式	推移式滑坡	始滑部位位于滑坡后缘，主要动力来自滑坡后部的加载
	牵引式滑坡	始滑部位在滑坡前缘，主要原因是坡脚受河流冲刷或人工开挖
	复合式滑坡	后部推移、前缘牵引的共同作用下发生
诱发因素	工程滑坡	由施工开挖、建筑物加载和水库蓄水等工程活动引起的滑坡
	自然滑坡	由自然地质作用产生的滑坡
形成年代	新滑坡	现今正在发生滑动的滑坡
	老滑坡	全新世以来发生滑动，现今整体稳定的滑坡
	古滑坡	全新世以前发生滑动，现今整体稳定的滑坡
滑体体积	小型滑坡	$<10\times10^4$ m^3
	中型滑坡	10×10^4 m^3～100×10^4 m^3
	大型滑坡	100×10^4 m^3～1000×10^4 m^3
	特大型滑坡	1000×10^4 m^3～10000×10^4 m^3
	巨型滑坡	$\geq10000\times10^4$ m^3

表E.2　崩塌（危岩体）分类表

划分依据	类　型	特　征　说　明
破坏方式	滑移式崩塌	危岩沿软弱面滑移，于陡崖（坡）处塌落。
	倾倒式崩塌	危岩转动倾倒塌落。
	坠落式崩塌	受自重引起的剪切力作用发生的塌落。
崩塌（危岩体）体积	小型	$<1\times10^4$ m^3
	中型	10×10^4 m^3～1×10^4 m^3
	大型	100×10^4 m^3～10×10^4 m^3
	特大型	1000×10^4 m^3～100×10^4 m^3
	巨型	$\geq1000\times10^4$ m^3

表E.3　泥石流分类

分类指标	分 类	特　　征
水源类型	暴雨型泥石流	由暴雨因素激发形成的泥石流
	溃决型泥石流	由水库、湖泊等溃决因素激发形成的泥石流
	冰雪融水型泥石流	由冰、雪消融水流激发形成的泥石流
	泉水型泥石流	由泉水因素激发形成的泥石流
流域形态	沟谷型泥石流	流域呈扇形或狭长条形，沟谷地形，沟长坡缓，规模大，一般能划分出泥石流的形成区、流通区和堆积区
	山坡型泥石流	流域呈斗状，无明显流通区，形成区与堆积区直接相连，沟短坡陡，规模小
物质组成	泥流	由细粒径土组成，偶夹砂砾，粘度大，颗粒均匀
	泥石流	由土、砂、石混杂组成，颗粒差异较大
	水石流	由砂、石组成，粒径大，堆积物分选性强
固体物质提供方式	滑坡泥石流	固体物质主要由滑坡堆积物组成
	崩塌泥石流	固体物质主要由崩塌堆积物组成
	沟床侵蚀泥石流	固体物质主要由沟床堆积物侵蚀提供
	坡面侵蚀泥石流	固体物质主要由坡面或冲沟侵蚀提供
流体性质	粘性泥石流	层流，有阵流，浓度大，破坏力强，堆积物分选性差
	稀性泥石流	紊流，散流，浓度小，破坏力较弱，堆积物分选性强
发育阶段	发育期泥石流	山体破碎不稳，日益发展，淤积速度递增，规模小
	旺盛期泥石流	沟坡极不稳定，淤积速度稳定，规模大
	衰败期泥石流	沟坡趋于稳定，以河床侵蚀为主，有淤有冲，由淤转冲
	停歇期泥石流	沟坡稳定，植被恢复，冲刷为主，沟槽稳定
暴发频率（n）	极高频泥石流	$n \geqslant 10$ 次/年
	高频泥石流	1 次/年$\leqslant n <$10 次/年
	中频泥石流	0.1 次/年$\leqslant n <$1 次/年
	低频泥石流	$n <$0.1 次/年
堆积物体积（v）	特大型泥石流	$v \geqslant 50\times10^4$ m^3
	大型泥石流	20×10^4 m$^3 \leqslant v < 50\times10^4$ m^3
	中型泥石流	2×10^4 m$^3 \leqslant v < 20\times10^4$ m^3
	小型泥石流	$v < 2\times10^4$ m^3

表E.4　地面塌陷分类

规　　模	塌陷变形面积S/km^2
巨型	S≥10
特大型	10＞S≥1
大型	1.0＞S≥0.1
中型	0.1＞S≥0.01
小型	S＜0.01

表E.5　地裂缝分类

规　　模	裂缝长度L/m
巨型	L≥10 000
特大型	10 000＞L≥5 000
大型	5 000＞L≥1 000
中型	1 000＞L≥500
小型	L＜500

表E.6　地面沉降分类

地质灾害规模	大型	中型	小型
沉降区面积/km^2	≥10 000	1 000~10 000	≤1 000
累计沉降量/mm	>1 000	500~1 000	<500
近3年内年平均沉降量/mm	>50	20～50	＜20
注：规模分级按就高原则进行。			

附　录　F
（资料性）
土的类型与结构

F.1　根据地质成因，可划分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土、冰积土和风积土等。

F.2　根据土的颗粒组成分析结果和塑性指数，可将土分为：碎石土、砂土、粉土、黏性土等四大类型，并可进一步细分如表F.1。

表F.1　土的颗粒组成分类

类型		分类指标	
大类	细类	颗粒组成	塑性指数
碎石土	漂石（块石）	粒径大于 200 mm 的颗粒质量超过总质量 50%	无
	卵石（碎石）	粒径大于 20 mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
	圆砾（角砾）	粒径大于 2 mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
砂土	砾砂	粒径大于 2 mm 的颗粒质量占总质量 25%～50%	
	粗砂	粒径大于 0.5 mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
	中砂	粒径大于 0.25 mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
	细砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量 85%	
	粉砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
黏性土	粉土	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%	≤10
	粉质黏土		10～17
	黏土		>17
注：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。			

F.3　土层的结构类型划分如下：

F.3.1　当土层厚度大于0.5m 时，宜单独分层。对同一土层中相间呈韵律沉积，当薄层与厚层的厚度比大于1/3 时，宜定为“互层”；厚度比为1/10～1/3 时，宜定为“夹层”；夹层厚度比小于1/10 的土层，且多次出现时，宜定为“夹薄层”。

F.3.2　根据土层中黏性土层、砂土层、碎石土层的组合情况，划分土层结构类型:单层结构、双层结构、多层结构：

F.3.2.1　单层结构：土层由一种类型的土组成，常见的有砂土、粉质黏土、黏土；

F.3.2.2　双层结构：土层分上下两层并由不同类型的土组成，从上到下常见的有“黏性土—砂土”、“砂土—黏性土”；

F.3.2.3　多层结构：土层由三层以上不同类型土组成，从上到下常见的有“黏性土—黏性土砂土互层—黏性土”。

附　录　G
（资料性）
岩体结构类型及划分

岩体结构类型划分见表G.1。

表G.1　岩体结构类型划分

岩体结构类型		地质背景	结构面特征	结构体特征
整体块状结构	整体结构	岩性单一，构造变形轻微的巨厚层沉积岩、变质岩和火山熔岩，火成侵入岩。	结构面少，一般不超过三组，延续性极差，多成闭合状态，无填充或含少量碎屑。	巨型块状
	块状结构	岩性较单一，受轻微构造作用的巨厚层沉积岩和变质岩、火成岩侵入体。	结构面一般 2—3 组，裂隙延续性极差，多成闭合状态，层面有一定结合力。	块状、菱形块状
层状结构	层状结构	受构造破坏或较轻的中厚层（大于 30cm）岩体。	结构面 2—3 组，裂隙延续性极差，有时也有软弱夹层或层间错动面，其延续性较好，层间结合力较差。	块状、柱状、厚板状
	薄层状结构	厚度小于 30cm，在构造作用下发生强烈褶曲和层间错动。	层理、片理发达，原生软弱夹层、层间错动和小断层不时出现，结构面多为泥膜、碎屑和泥质充填。	板状、薄板状
碎裂结构	镶嵌结构	一般发育于脆硬岩层中，结构组数较多，密度较大。	以规模不大的结构面为主，但组数多，密度大，延续性差，闭合无填充或充填少量碎屑。	形状不规则，但菱角显著
	层状碎裂结构	受构造裂隙切割的层状岩体。	以层面、软弱夹层和层间错动面等为主，构造裂隙甚发达。	以碎块状、板状、短柱状为主
	碎裂结构	岩性复杂，构造破碎较强烈，弱风化带。	延续差的结构面，密度大，相互交切。	碎屑和大小不等的岩块，形状多种，不规则
散体结构		构造破碎带，全风化带。	裂隙和节理很发达，无规则。	岩屑、碎片、碎块、岩粉

附　录　H
（资料性）
斜坡结构类型划分方案

H.1　一级划分

按照组成斜坡的岩土体类型，将斜坡划分为四大类：

a）Ⅰ：土质斜坡，岩性以第四系松散堆积物为主，强度较低；

b）Ⅱ：岩质斜坡，主要由碎屑岩、碳酸盐岩、岩浆岩、变质岩组成；

c）Ⅲ：崩、滑堆积体斜坡，斜坡主要为土质、岩质滑坡堆积物，或土石混合体组成；

d）Ⅳ：岩土复合斜坡，下部为基岩，上覆松散堆积物的二元结构。

H.2　二级划分

在一级划分的基础上，依据土体性质、地层岩性、产状、坡向、节理裂隙等要素划分。

Ⅰ类土质斜坡可根据物质组成分为黏性土类斜坡、碎石类斜坡、黄土类斜坡，亦可根据各类土体性质进一步划分。

Ⅱ类岩质斜坡可根据基岩层面倾向与地形坡向组合关系可进一步划分为以下6个亚类：

a）顺向坡：岩层倾向与坡向夹角小于30°的斜坡类型。

b）斜向坡：岩层倾向与坡向交角在30°～60°、120°～150°的斜坡类型；

c）横向坡：岩层倾向与坡向交角在60°～120°的斜坡类型；

d）逆向坡：岩层倾向与坡向交角在150°～180°的斜坡类型；

e）近水平层状坡：岩层倾角小于 5°的斜坡类型；

f）块状结构斜坡：没有明显的层理构造，主要受节理控制的岩石斜坡类型。

附　录　I
（资料性）
岩石风化程度划分及其判定

岩石风化程度划分及其判定见表I.1。

表I.1　岩石风化程度划分表

类型	岩矿颜色	岩石组织结构的变化及破碎情况	矿物成分的变化	物理力学特征	锤击声
全风化	颜色已改变，光泽消失	组织结构已完全破坏，呈松散状或仅外观保持原岩状态，用手可折断捏碎，基本不含坚硬块体	除石英晶粒外，其余矿物大部分风化变质形成风化次生矿物	浸水崩解，与风化土层的性质近似	似击土声
强风化	颜色改变，仅岩块的断口中心尚保持原有颜色	外观具原岩组织结构，但裂隙发育，岩体呈干砌块石块、岩块上裂纹密布，疏松易碎；疏松物质与坚硬块体混杂	易风化矿物均已风化形成次生矿物，其他矿物部分保持原矿物特征	物理力学性质显著减弱，单块为新鲜岩石的 1/3 或更小	发哑声
弱风化	表面和沿节理面大部变色，但断口仍保持新鲜岩石特点	组织结构大部完好，但风化裂隙发育，裂隙面风化剧烈，坚硬块体夹疏松物质	沿节理裂隙面出现次生风化矿物	物理力学性质减弱，单块为新鲜岩石的 1/3～2/3	发声不够清脆
微风化	沿节理面略有变色	组织结构未变，仅沿裂隙有风化现象，无疏松物质	矿物未变，仅沿节理面有时可见铁锰质	物理力学性质几乎不变，力学强度略有减弱	发声清脆

附　录　J
（资料性）
单体斜坡稳定性评价方法

J.1　斜坡稳定性评价的方法可概括为定性评价和定量评价两大类。

J.2　定性分析方法，主要是通过工程地质勘察，查明影响斜坡稳定性的主要因素、可能的变形破坏方式及失稳的力学机制，分析已变形地质体的成因及其演化阶段，最终结合实践经验定性评价斜坡稳定性状况及其可能发展趋势。其优点是能综合考虑影响斜坡稳定性的多种因素，快速地对斜坡的稳定状况及其发展趋势作出评价。缺点是类比条件因地、因时而异，经验性强，无数量界限。常用的方法主要有自然（成因）历史分析法、类型比较法、斜坡评比法、图解法等，其中常用的分析方法主要有以下几种。

自然（成因）历史分析法：该方法主要根据斜坡发育的地质环境，分析斜坡发育历史中的各种变形破坏迹象及其基本规律和稳定性影响因素等，追溯斜坡演变的全过程，对滑坡体稳定性的总体状况、趋势和区域性特征作出评价和预测；然而对已发生滑坡的滑坡体，则须判断其能否复活或转化，从而确定天然斜坡的稳定性。通过研究滑坡形成的地质历史和所处的自然地理及地质环境、滑坡的地貌和地质结构、发展演化阶段及变形破坏形迹，分析主要的和次要的影响因素，从而对滑坡稳定性作出评价。通过追溯滑坡发生、发展演化的全过程，进行滑坡稳定性评价。自然历史分析法主要包括三方面研究内容：（1）区域地质背景的研究；（2）滑坡演变的主导因素及触发因素；（3）预测滑坡所处演化阶段和发展趋势，可能的破坏方式。

工程地质类比法：该法是将已有的天然滑坡体或人工斜坡研究经验，包括稳定的或破坏的，用于新研究滑体的稳定性分析，坡角或计算参数的取值等。此法具有经验性和地区性特点，应用时必需全面分析已有滑坡体与新研究滑坡体两者之间的地貌、地层岩性、结构、水文地质、自然环境、历史变形等主导因素及发育阶段等方面的相似性，同时还应考虑工程的规模、类型及其对滑坡体的特殊要求等。工程类比法是根据拟建工程区的工程地质条件、岩体特性和动态观测资料，结合具有类似条件的已建工程，开展资料的综合分析和对比，从而判断工程区岩体的稳定性，取得相应的资料进行稳定分析。图解法：图解法常用于岩质滑坡体的稳定分析，是在岩体结构及其特性研究的基础上，考虑工程力作用方式，借助赤平投影、实体比例投影法或块体坐标投影法进行图解分析，这样可快速、直观地分辨出控制滑坡体的主要和次要结构面，分析不连续面的组合关系和控制性边界条件，确定欠稳定块体的形状、规模及滑动方向，进而初步判定滑坡体的稳定性，并为力学计算提供信息。

J.3　定量分析方法有极限平衡分析法和数值模拟分析方法。

极限平衡分析法：极限平衡理论的主要思想是将滑动土体进行条分，根据极限状态下土条受力和力矩的平衡来分析斜坡的稳定性，极限平衡分析方法很多，如：Fellenius法、Bishop法、Jaubu法、Morgenstern Prince法、Hoek楔体极限平衡分析法、Sarma法等（表J.1）。

数值分析方法：数值分析方法是目前岩土力学计算中使用比较普遍的一类分析方法，主要有：有限元（FEM）法、边界元（BEM）法、离散元（DEM）法、快速Lagrangian分析法、块体理论（BT）与不连续变形分析（DDA）、无界元（IDEM）法等（表J.2）。

其中，有限元（FEM）法在斜坡岩土体的稳定性分析中得到最早（1967）应用，也是目前使用最广泛的一种数值分析方法，可以用来求解弹性、弹塑性、粘弹塑性、粘塑性等问题。有限元法的优点是

部分地考虑了斜坡岩土体的非均质和不连续性，可以给出岩土体的应力、应变大小与分布，避免了极限平衡分析法中将滑体视为刚体而过于简化的缺点，能近似地从应力应变去分析斜坡的变形破坏机制，分析最先、最容易发生屈服破坏的部位和需要首先进行加固的部位等。但它还不能很好地求解大变形和位移不连续等问题，对于无限域、应力集中问题等的求解还不理想。

另外，几种数值分析方法的耦合应用（如有限元与无界元、边界元、离散元等的耦合，边界元与离散元的耦合，以及数值解与解析解间的耦合，模糊数学与数值方法的耦合等）能在一定程度上彼此取长补短，以适应岩体的非均质、不连续、无限域等特征，使计算变得高效、合理与经济。

表J.1　部分极限平衡法的主要特点

分析方法	应用条件及步骤	力学分析	实用范围及特点
Fellenius法 （又称瑞典条分法） （1927）	圆弧滑面，定转动中心，各块间作用合力平行于滑动面。	整体力矩平衡	1）圆弧滑面滑坡 2）垂直条分滑体 3）计算简单，稳定系数偏小 4）只适于简单均质土坡
Bishop 法（1955）	圆弧滑面，定转动中心，各块间作用合力平行于滑动面；非圆弧滑面，拟合圆弧与转动中心，各块间作用力水平，条间切向力 X 为零。	1)整体力矩平衡与静力平衡 2）条间垂向作用力为零	1）任意形状的滑面 2）垂直条分滑体 3）稳定系数略大 4）一般适用于土坡
Janbu 法（1956）	非圆弧滑面，精确计算各条块滑动平衡条间力，按推力线定法向力 E 的作用点；简化条间切向力 X=0，然后对稳定性系数进行修改。	1）分块力矩平衡 2）分块力平衡 3）考虑条间作用力	1）垂直条分滑体 2）用于复合滑坡 3）可适于非均质土坡
Spencer法（1967）	圆弧滑面或拟合中心圆弧。X/E 为一个给定常数值。	1）分块力平衡 2）分块力矩平衡	1）任何形状滑面滑坡 2）垂直条分块体 3）岩质滑坡或土滑坡
Morgenstern—Spencer 法（1965）	圆弧或非圆弧滑动面，X/E 与水平方向坐标存在着函数关系 $X/E=\lambda f(x)$	1）考虑分块力矩平衡 2)考虑分块切向力平衡与法向力平衡	1）垂直条分滑体 2）用于任何形状滑面滑坡 3）适于土坡
Hoek 楔体分析法 （1973）	楔形滑动面，各滑面均为平面，以各滑面总抗滑力与楔体总下滑力来确定稳定安全系数。	整体力平衡	适于岩质楔形滑坡或土滑坡
Sarma 法（1979）	认为除平面和圆弧面外，滑动体必须先破裂成相互滑动的块体后才能滑动，该方法根据块体处于极限平衡状态来确定稳定系数。	分块力平衡	1）可以任意条分块体 2）适于任何形状滑面滑坡 3）适于岩质滑坡或土滑坡
不平衡推力法 （又称传递系数法） （1977）	圆弧或非圆弧滑动面。条块间合力方向与上一条块滑面平行，即 $Xi/Ei=tana_i$。	1）各分块力平衡 2)考虑了分条面上的剪力	1）任何形状滑面滑坡 2）垂直条分块体 3）岩质滑坡或土滑坡 4）滑动面倾角不宜过陡

表J.2　部分数值分析方法的主要特点

分析方法	运行机制	使用特点	存在缺陷
有限元法（FEM）	离散岩土介质为多个单元，荷载移植至节点，插值函数考虑连续条件，采用矩阵位移法或力学求解岩土介质应力场和位移场。	可以用来求解弹性、弹塑性、粘弹塑性、粘塑性等问题；部分地考虑了土体均质、不连续性，可以给出岩土体应力、应变的大小与分布。	对大变形、小连续位移、无限域、应力集中等问题的求解不理想。
边界元法（BEM）	将介质边界离散为边界单元，把边界微分方程转换为线性代数方程组，求解边界应力和位移解，再由解析法计算域内任一点的解。	只对研究区的边界进行离散，数据输入量较少，对处理无界域、半无界域等问题较为理想。	要求事先知道控制微分方程的基本解，在处理非线性、小均匀性、模拟分步开挖等方面不如有限元。
FLAC 法	有限差分原理	考虑岩土体小连续性、大变形特征，求解速度较快。	计算边界、单元网格的划分具有很大随意性。
离散元法（DEM）	将区域离散为单元，但单元结点可以分离，单元间的作用力可由力与位移的关系求出，个别单元的运动由牛顿运动定理确定。	动态性，考虑了岩体的非均质、不连续和大变形等特点，允许块体间发生平动、转动甚至相互脱离，可形象反映应力场、速度、位移等力学参量的全程变化。	只对块状、层状破裂或一般碎裂结构岩体比较适合。
无界元法	采用了一种特殊的形函数及位移插值函数，能反映在无穷远处的边界条件，近年来已比较广泛地应用非线性问题、动力问题、不连续问题等的求解，是有限元方法的推广。	适合于非线性、小连续和动力等问题求解，能有效解决有限元的“边界效应”及人为确定边界的缺点，在动力问题中犹为突出。	一般要与其他方法，如有限元联合应用。
块体理论	几何学原理与解析方法	几何学特征，利用拓扑学、群论原理，适用于岩体稳定分析。	只考虑抗拉强度，不计节理变形、力矩作用。
不连续变形分析（DDA）	通过小连续曲面的相互约束建立整个系统的力学平衡条件，引入了非连续接触和惯性力，采用运动学原理解决非连续的动力与静力问题。	考虑了变形的小连续性，引入了时间因素，可以计算静力、动力问题，可以计算岩体破坏前小变形及破坏后大位移问题。	网格的划分比较复杂。

附　录　K
（资料性）
遥感解译和隐患识别方法

K.1　主要数据来源

K.1.1　雷达卫星数据

区域性地质灾害隐患识别应根据监测对象特点，结合监测区SAR数据接收情况 ，选择免费或者购买存档数据，编程定制工作周期内的SAR数据。

K.1.2　光学卫星数据

采用空间分辨率优于2m的国产卫星遥感影像及相关专题产品数据。拟采用的相关专题产品数据，包括正射影像、土地覆盖变化、植被指数等数据。

K.1.3　地形地理数据

以10m或30m等分辨率的数字高程模型（DEM）生成坡度、坡向、起伏度等要素。基础地理信息数据应包含行政区划、地名、城镇、道路、河流水系、工程设施、人员等内容。

K.1.4　已有地质灾害及其孕灾背景数据

充分利用1∶50 000地质灾害较详细调查、山地丘陵县（市、区）地质灾害调查与区划等数据成果，综合分析地层岩性、地质构造、地形地貌、气象水文等内容，开展地质灾害隐患识别分析、建设隐患识别样本库等。

K.2　技术路线

通过处理高分辨率光学卫星、雷达卫星等数据，提取区域地表形变和地表覆盖变化信息，结合地质灾害孕灾背景和形成条件开展地质灾害隐患综合判识。

K.2.1　基础数据获取与处理

根据现有基础资料和调查成果，广泛收集地质灾害隐患识别分析相关的区域地质、地形地貌、灾害地质、基础地理、土地利用、气候气象等专题数据，进行统一编辑和处理，建设地质灾害隐患识别本底数据库。实时接收和处理雷达卫星、国产高分辨率光学卫星等数据，为地表形变及覆盖变化动态监测提供遥感数据源。

K.2.2　地表形变信息提取

利用开源或国产雷达卫星SAR数据，通过差分干涉测量（D—InSAR）、永久散射体干涉测量（PSInSAR）等技术提取地表形变速率或形变量，参考雷达卫星成像参数、多时相光学遥感数据和地形数据等，剔除阴影、叠掩、水体、平坦地区和人类工程活动等与地质灾害形变无关的信息，形成地表形变信息产品，分类确定重大地表变形区。

K.2.3　地表覆盖变化信息提取

利用多时相高分辨率光学卫星数据，以影像光谱、纹理、形态以及植被指数、土壤湿度等为主要参数，参考已有地质灾害样本和地形数据，采用面向对象分类的变化检测方法，提取与滑坡等地质灾害相关的斜坡地表覆盖变化信息。

K.2.4 地质灾害隐患综合判识

集成地表形变、地表覆盖变化信息和区域地质、地形地貌等孕灾背景数据，以已有地质灾害为样本，根据不同地质灾害孕灾背景和形成条件，建立地质灾害隐患分类分级的综合判识模型，确定地质灾害隐患的位置、类型、活动性等，编制地质灾害隐患分布图。

K.2.5 野外核查

核查工作要重点对地质环境背景条件、变形迹象和威胁对象情况进行核查。其中，地质环境背景核查内容包括：斜坡外形特征、坡面形态、植被覆盖、地层时代与岩性、构造部位、地震烈度、地下水类型及影响、周边人类工程活动、斜坡变形迹象、崩滑特征等内容。对重点变形区和地质灾害隐患的类型、规模、范围边界、活动部位、稳定性现状及其潜在影响范围等灾害特征进行识别和核查。

K.2.6 隐患数据更新

对经过实地核查确认的隐患，纳入地质灾害隐患数据库。随着卫星数据不断获取与积累，持续性的开展地质灾害隐患识别分析，实现隐患数据的动态更新。

附　录　L
（资料性）
岩土体测试项目及参数表

岩土体测试项目及参数的规定见表L.1。

表L.1　岩土体测试项目及参数

项目分类	试验项目	主要参数及单位
土工试验	含水率试验	含水率ω　　单位：百分比（%）
	密度试验	密度ρ　　单位：g/cm^3
	土粒比重试验	比重G_s
	颗粒分析试验	不均匀系数C_u、曲率系数C_c、黏粒含量M_c
	界限含水率试验	液限ω_L、塑限ω_P、土的缩限ω_n　　单位：百分比（%）
	砂的相对密度试验	砂的相对密度D_r　　单位：g/cm^3
	击实试验	干密度ρ_d　单位：g/cm^3
	承载比试验	承载比CBR　　单位：百分比（%）
	回弹模量试验	回弹模量E_c　　单位：kPa
	渗透试验	渗透系数k　　单位：cm/s
	固结试验	孔隙比e、压缩系数a_v（MPa^{-1}）、压缩模量E_s（MPa）、体积压缩系数m_v（MPa^{-1}）、压缩指数C_c和回弹指数C_s、固结系数C_v（cm^2/s）、回弹模量E_c（MPa）
	黄土湿陷试验	湿陷系数δ_s
	三轴压缩试验	内摩擦角φ_{uu}（°）、黏聚力c_{uu}（kpa）、有效内摩擦角φ'（°）、有效黏聚力c'（kpa）、总应力内摩擦角φ_{cu}（°）、总应力黏聚力c_{cu}（kpa）
	无侧限抗压强度试验	原状样抗压强度q_u（kpa）、重塑样q'_u（kpa）、灵敏度S_t
	直接剪切试验	剪应力τ　　单位：kpa
	三轴剪切试验	剪应力τ　　单位：kpa
	自由膨胀率试验	自由膨胀率τ_{ef}　单位：百分比（%）
	膨胀率试验	膨胀率δ_{ep}　单位：百分比（%）
	收缩试验	收缩率δ_{si}　单位：百分比（%）
	冻土密度试验	冻土密度ρ_f　　单位：g/cm^3
	冻结温度试验	冻结温度T　　单位：°C
	未冻含水率试验	未冻含水率ω_n　单位：百分比（%）
	冻土导热系数试验	冻土导热系数λ（W/（mK））
	冻胀量试验	冻胀率η　　单位：百分比（%）
	冻土融化压缩试验	融沉系数α_0，融化压缩系数α_{tc}　单位：MPa^{-1}

表L.1（续）

项目分类	试验项目	主要参数
岩石试验	含水率试验	含水率ω　　单位：百分比（%）
	颗粒密度试验	颗粒密度ρ_s　　单位：g/cm^3
	块体密度试验	块体密度ρ_d　　单位：g/cm^3
	吸水率试验	吸水率ω_a　单位：百分比（%）
	膨胀率试验	岩石轴向自由膨胀率V_H、岩石径向自由膨胀率V_D、岩石侧向约束膨胀率V_{HP}　　单位：百分比（%）
	耐崩解性试验	岩石二次循环耐崩解性指数I_{d2}　　单位：百分比（%）
	单轴抗压强度试验	单轴抗压强度R　　单位：MPa
	冻融试验	岩石冻融质量损失率M　　单位：百分比（%）
	单轴压缩变形试验	岩石平均弹性模量E_{av}（MPa）、平均泊松比μ_{av}、割线弹性模量E_{50}（MPa）、泊松比μ_{50}
	三轴压缩强度试验	摩擦系数f、黏聚力c　　单位：MPa
	抗拉强度试验	抗拉强度σ_τ　　单位：MPa
	直剪试验	法向应力σ、剪应力τ　　单位：MPa
	点荷载强度试验	点荷载强度I_s　　单位：MPa
	承压板法试验	弹性模量E　　单位：MPa
	钻孔径向加压法试验	弹性模量E　　单位：MPa
	岩体载荷试验	岩体变形参数

附　录　M
（资料性）
地质灾害风险评价方法

M.1　易发性评价常用方法

M.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（M.1）：

$$I_{A,j\to B} = \ln\frac{N_j/N}{S_j/S} \qquad (j = 1, 2, 3, \cdots n) \qquad \cdots\cdots (M.1)$$

式中：

$I_{A,j\to B}$——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 为调查区单元总数。

当 $I_{A,j\to B}>0$ 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 $I_{A,j\to B}<0$ 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 $I_{A,j\to B}=0$ 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（M.2）确定：

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

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；

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。

M.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值来表征。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。证据权法的分析流程如下：

（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，（D 为非地质灾害单元数。对于该证据因子，B/D 和 B/（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，（B/D 和（B/（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：

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

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

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。

（2）证据综合

在上述权重值计算及分析的基础上，通过证据层的优选，选择权重值较大、与地质灾害关系密切的证据层，剔除权重值较小、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，剔除地质灾害权重值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：

$$F=\ln O(D/\sum_{i=1}^{n}B_i^{K(i)})=\sum_{i=0}^{n}W_i^{K}+\ln O(D) \quad \cdots（M.5）$$

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_i ——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：

$$P=O/1+O=\exp(F)/(1+\exp(F)) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots（M.6）$$

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。

M.2 易损性评价

M.2.1 一般调查区

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。

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。易损性赋值见表M.1。

3、交通设施

应按不同设施类型和等级进行易损性赋值。

4、其他生活设施

应按不同设施类型进行易损性赋值。

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。

表M.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
	100~1000 人	0.5~0.8
	10~100 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
	通讯线路	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。		

M.2.2　重点调查区易损性评价

按照表M.2对重点调查区各类承灾体进行赋值，评价综合易损性。

表M.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（人/m^2）	0.8	≥ 0.2	0.8~1.0
			0.03~0.20	0.5~0.8
			< 0.03	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
			3~7 层	0.5~0.7
			7~15 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
			轻轨	0.6~0.8
			一般铁路	0.3~0.6
			地铁	0.3~0.5
重要工程	工程类型	1	油气线路	0.8~1.0
			输水线路	0.4~0.7
			输电线路	0.4~0.7
			通讯线路	0.3~0.6

M.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M.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。

M.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M.3。

表M.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

M.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（表M.4）和危害性（表M.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（表M.6）。

表M.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，山坡从凸型坡转为凹形坡，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。山坡以凸型为主，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。

表M.4（续）

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。山坡以凹型为主，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M.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≥1000 人，潜在经济损失≥5000 万元	威胁人数 100～1000 人，潜在经济损失 1000～5000 万元	威胁人数 10～100 人，潜在经济损失 500～1000 万元	威胁人数＜10 人，潜在经济损失＜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M.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

附　录　N
（资料性）
成果报告提纲

第一章 绪论
第一节　任务来源及目标任务
1.任务来源
2.目标任务
3.任务变更情况
第二节　交通位置与经济社会发展概况
第三节　以往调查工作程度
第四节　调查工作部署及实物工作量完成情况
1.工作部署
2.工作方法
3.完成的实物工作量
第五节　质量评述
第六节　取得的主要成果
第七节　章节安排与分工
第二章 自然地理与区域地质环境概况
第一节　气象水文
第二节　地形地貌
第三节　地层岩性
第四节　地质构造
第五节　新构造运动与地震
第六节　水文地质特征
第七节　人类工程活动
第八节　社会经济概况（城镇人员数量、密度、工农业产值，社会经济发展水平，重要工程建设等）
第三章　地质灾害发育特征与分布规律
第一节　地质灾害类型
第二节　地质灾害发育特征
第三节　地质灾害分布规律
第四节　地质灾害危害特征
第四章　地质灾害孕灾地质条件分析
第一节　地形地貌与地质灾害
第二节　地质构造与地质灾害
第三节　工程地质岩组与地质灾害
第四节　斜坡结构与地质灾害
第五节　水文地质条件与地质灾害
第六节　人类工程活动与地质灾害
第七节　其他孕灾地质条件与地质灾害
第八节　孕灾地质条件分区

第五章　地质灾害形成机理与成灾模式

第一节　地质灾害形成机理

第二节　地质灾害成灾模式

分析灾害演化规律、造成人员伤亡的方式等

第三节　典型地质灾害点剖析

包含形成机理、成灾模式、稳定性评价等等

第六章　地质灾害问题专题研究

根据调查区实际情况，针对区内主要地质灾害形成机理、隐患识别、监测预警和防灾技术等问题编写专项研究成果。结合调查区内正在开展的大规模工程活动，开展地质灾害专题研究。

第七章 地质灾害风险评价

第一节　一般调查区地质灾害风险评价

第二节　重点调查区地质灾害风险评价

第三节　单体地质灾害风险评价

不同尺度的地质灾害易发性、危险性、易损性和风险评价的方法、数据来源、单元划分的依据、指标体系、分区评价及说明、精度分析。

第八章 地质灾害风险管控建议

第九章 结论与建议

第一节　结论

分条目总结本次调查所取得的认识和结论（成果、质量、服务、效益）

第二节　建议

分条目总结工作中存在的问题及下一步工作建议。

附　录　0
（资料性）
数据库建库报告提纲

一、项目概况

（一）项目基本情况

说明任务来源、调查工作的基本情况等。

（二）实物工作量

说明项目完成的实物工作量。

（三）提交成果

说明信息系统实际提交的图件数及实际提交的资料成果，按照提交资料目录表填写。

二、工作方法及流程

（一）项目组织与实施

说明参加信息化工作工作人员及组织管理，说明工作成员的基本情况（年龄、职称、年龄及学历及岗位工作时间，具体说明在工作中承担的职责）。

（二）原始资料概况

①资料来源：说明原始资料的基本情况，包括所使用地理地图的资料来源及相应的说明；②资料整理情况，尤其是重要数据项（坐标等）。

（三）工作方法与流程

详细描述建库工作的方法和流程。

（四）专业分层

描述根据“建库标准”结合实际情况所分专业图层的方法。

（五）完成的数据量

①分别按照所建图层统计图元数量；②按照数据库统计各数据库的记录数。

（六）质量监控

说明组织保证、监控体系及自检互检体系。

三、数据质量评述

（一）数字化图形质量

说明数字化精度、图面精度、校正精度，包括专业要求质量。

（二）属性卡片质量

说明数据卡片的填写方法和过程，若无填写数据卡片应详细描述相应的质量保证方法。

（三）属性数据库（集）质量

说明数据库的录入方法和质量检查方法，重点说明检查结果。

四、补充说明

在本章节中要说明实际工作中执行本规范所存在的问题及所作的修改或补充内容，需进行详细说明。如：新增加的专业图层或属性字段等。

五、结论与建议

说明主要成绩，重点说明存在的问题及原因和今后解决问题的方法及建议。

附件

有关的文档和数据表等可以作为报告的附件。

附　录　P
（资料性）
附图附件编制

P.1　附图编制

P.1.1　附图主要包括基础性图件、应用性图件及勘查、测绘图件等。

P.1.2　基础性图件包括地质灾害调查实际材料图、孕灾地质条件图等。

a）实际材料图应反映地质灾害调查精度分级、调查路线、实物工作量等野外工作程度。

b）孕灾地质条件图应以山体阴影图为底图，为反映调查区内地质灾害及隐患形成的地质条件、影响因素、发育特征等专业性成果图件，使用主图与镶图、镶表相结合的表示方法。

P.1.3　应用性图件包括地质灾害及隐患分布图、地质灾害易发性评价图、地质灾害风险评价图、地质灾害风险区划图、地质灾害防治区划图等。

a）地质灾害及隐患分布图应反映调查区内地质灾害及隐患的发育特征和分布规律，使用主图与镶图、镶表相结合的表示方法。

b）地质灾害易发性评价图应划定容易产生地质灾害的区域。

d）地质灾害风险评价图和区划图应反映不同地质灾害风险等级。

e）地质灾害防治区划图应结合区域城市建设规划，制定分阶段分步骤实施的地质灾害防治规划。应包括防治分区、重点防治地段、防治对策等。

P.1.4　遥感图件包括地质环境条件遥感影像图、一般调查区地质灾害及隐患分布遥感解译图及重点调查区地质灾害及隐患分布遥感解译图等。

a）地质环境条件遥感解译图应以遥感影像为底图，反映调查区的区域地质环境条件。

b）地质灾害及隐患分布遥感解译图应以遥感影像为底图，反映地质灾害及隐患分布与规模 ，应以线图元勾勒灾点的边界。

c） 重点地段地质灾害及隐患分布遥感解译图应以遥感影像为底图，进行地质灾害及隐患发育、分布、规模的解译，反映实际位置和威胁范围等。

P.1.5　勘查、测绘图件应包括典型斜坡工程地质实测平面图与剖面图、重大地质灾害勘查平面图和剖面图、钻孔（探井）柱状图等。

P.1.6　附图图名应位于图面正上方，比例尺应位于图面正下方，图例应位于图面左下角，责任栏应位于图面右下角，镶表镶图可根据图面大小合理布置。

应提交的报告附图见表P.1。

P.2　附件编制

P.2.1　附件主要包括：数据库建库报告；地质灾害风险调查数据库；照片集；专题报告；地质灾害勘查报告及图件等。

表P.1　报告主要附图一览表

类型	序号	附图名称
基础性图件	1	实际材料图（1:50 000）
	2	地质环境条件遥感影像图和解译图（1:50 000）
	3	地质灾害及隐患分布图（1:50 000）
	4	实际材料图（1:10 000）
	5	重点调查区地质灾害及隐患遥感解译图 （1:10 000）
	6	重点调查区地质灾害及隐患分布图（1:10 000）
	7	孕灾地质条件图（1:50 000）
	8	重点调查区孕灾地质条件图（1:10 000）
应用性图件	9	地质灾害易发性评价图（1:50 000）
	10	地质灾害危险性评价图（1:50 000）
	11	地质灾害风险评价图 （1:50 000）
	12	地质灾害风险区划图（1:50 000）
	13	地质灾害防治区划图（1:50 000）
	14	重点调查区地质灾害易发性评价图（1:10 000）
	15	重点调查区地质灾害危险性评价图（1:10 000）
	16	重点调查区地质灾害风险评价图（1:10 000）
	17	重点调查区地质灾害风险区划图（1:10 000）
	18	重点调查区地质灾害防治区划图（1:10 000）
	19	单体地质灾害风险评价与风险管控建议图（1:2 000）
其他图件	20	斜（边）坡工程地质实测剖面（1:2 000）
	21	重大地质灾害勘查平面图和剖面图（1:2 000）
	22	钻孔柱状图
	23	探槽、平洞、探井展示图

P.2.2　勘查报告应包括：勘查的目的任务、完成的勘查工作量及工作质量评述、区域地理地质环境，以及地质灾害的特征、危害、稳定性计算与评价、防治方案建议等。勘查报告附图包括：勘查区工程地质平面图和剖面图、钻孔柱状图、山地工程图件等。勘查报告附件包括照片集、试验成果汇总表等。

表P.2　报告主要附件一览表

序号	附件名称
1	数据库建库报告
2	地质灾害风险调查数据库
3	地质灾害调查照片集
4	专题报告
5	勘查报告及图件

参 考 文 献

[1]GB/T 40112-2021 地质灾害危险性评估规范
[2]GB 50021 岩土工程勘察规范
[3]GB 50112 膨胀土地区建筑技术规范
[4]GB 50330 建筑边坡工程技术规范
[5]GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
[6]GB/T 12328 综合工程地质图图例及色标
[7]GB/T 14158 区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范(1:50 000)
[8]GB/T 32864 滑坡防治工程勘查规范
[9]GB/T 50123 土工试验方法标准
[10]GB/T 50266 工程岩体试验方法标准
[11]DZ/T 0097-2021 工程地质调查规范（1:50 000）
[12]DZ/T 0190 区域环境地质勘查遥感技术规程(1:50 000)
[13]DZ/T 0219 岩土体工程地质分类标准
[14]DZ/T 0220 泥石流灾害防治工程勘查规范
[15]DZ/T 0221 崩塌、滑坡、泥石流监测规范
[16]DZ 0238 地质灾害分类分级
[17]DZ/T 0261 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50 000）
[18]DZ/T 0273 地质资料汇交规范
[19]DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范