

《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》

编制说明（报批稿）

中国地质环境监测院

2022年11月15日

《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》

编制说明（报批稿）

计划下达： 自然资源部科技发展司

计划编号： 202012001

起草单位： 中国地质环境监测院

起草负责： 石菊松 李铁锋 乐琪浪

标准类型： 制订 修订

提交时间： 2022年11月15日

目次

一、工作简况.....	1
(一) 任务来源.....	1
(二) 主要工作过程.....	2
(三) 标准主要起草人及其所做的工作.....	4
(四) 项目取得的主要成果.....	5
二、标准编制原则和确定主要内容的论据.....	12
(一) 标准编制原则.....	12
(二) 确定标准主要内容.....	13
(三) 确定主要内容的论据.....	14
三、主要试验分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果.....	21
(一) 试验分析.....	21
(二) 综述报告.....	37
(三) 效果分析.....	38
四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比.....	38
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系.....	38
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	39
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议.....	39
八、贯彻标准的要求和措施建议.....	40
九、废止现行有关标准的建议.....	40
十、其它应予说明的事项.....	40
附表1 《地质灾害风险调查评价规范(1:50000)》内容表	

《地质灾害风险调查评价规范（1:50 000）》编制说明 （报批稿）

一、工作简况

（一）任务来源

1. 规范编制背景

地质灾害调查评价是地质灾害防治工作的基础。1999—2008年，我国完成了2020个山地丘陵县（市、区）地质灾害调查与区划，2005年以来部署实施了县（市、区）1:50 000地质灾害较详细调查，共查明地质灾害及隐患点28.6万处，建立了全国地质灾害信息系统。通过分阶段、递进式的调查，摸清了我国地质灾害基本状况，为最大限度地减少人员伤亡和财产损失发挥了重要作用。当前，地质灾害孕灾地质条件、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，与我国新形势下防灾减灾工作的新要求存在一定差距。为此，开展以孕灾主控地质条件和地质灾害隐患判别为主的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，开展不同层次地质灾害风险区划，提出综合防治对策建议，为地质灾害防治管理提供基础依据。为规范和指导地质灾害风险调查评价工作的开展，制定本规范。

2. 任务来源

2016年6月，为顺利完成该规范的编制，将该规范纳入了地质调查项目范围，依据地质调查项目促进该规范的编制。《规范》名称经历了“崩塌滑坡泥石流地质调查与风险评价规范”、“灾害地质调查规范（1:50000）”到最终的“地质灾害风险调查评价规范（1:50000）”，在调查内容和评价体系上没有太大变化，注重了承灾体调查评价和风

险评价。

2020年5月，根据《自然资源部办公厅关于征集2020年度自然资源标准制修订工作计划建议的函(自然资办函922号)》文件要求，填报了《地质灾害风险调查评价规范(1:50000)制修订计划建议书》。

2020年9月，自然资源部下达了《自然资源部办公厅关于印发2020年度自然资源标准制修订工作计划的通知(自然资办发〔2020〕43号)》，通知中将《地质灾害风险调查评价规范(1:50000)》列入了自然资源部标准制修订计划，计划编号：202012001。

关于牵头起草单位由中国地质调查局水文地质环境地质调查中心变更为中国地质环境监测院的说明：一是从职责上，中国地质环境监测院是自然资源部地质灾害技术指导中心，是全国地质灾害防治的权威技术部门，主要承担地质灾害调查研究、监测预警和技术装备研发工作，承担全国地质灾害综合防治和应急处置技术支持，承担地质灾害防治技术标准研制，对全行业发挥技术指导和引领作用，将中国地质环境监测院调整为牵头编制单位有利于体现规范的权威性。二是从贡献度上，《地质灾害风险调查评价规范(1:50000)》第一起草人石菊松和主要起草人乐琪浪、李媛等都是来自中国地质环境监测院，负责规范编制，是规范起草的核心成员。三是从协商结果上，之前涉及标准起草项目和任务安排在中国地质调查局水文地质环境地质调查中心，主要负责程序性管理工作，参与规范起草。经与中国地质调查局、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心充分沟通，皆同意将第一牵头单位调整为中国地质环境监测院，无异议。

(二) 主要工作过程

本项目于2016年4月着手总体设计编写，工作进展如下：

1. 立项阶段

2016年4月形成了项目工作设计，确定了规范大纲，细化了工作部署方案、技术路线和预期成果。2016年5月6日通过审查。

2. 起草阶段

2016年6月~9月，项目组成员按照工作计划开展野外调研，赴四川、云南、甘肃、贵州等省份开展实地调研，结合现阶段地质灾害调查现状，分工编制了《规范》讨论稿初稿。经项目负责人归纳整理后形成规范讨论稿。通过召开多次会议，邀请行业专家进行咨询，优化完善了规范大纲，删减和修改部分条文，形成了征求意见稿初稿，并向行业专家、地勘单位、科研院所、高校等进行了咨询。

3. 征求意见阶段

(1) 2018年9月4日-6日，中国地质调查局水文地质环境地质调查中心组织专家在北京召开了《规范》征求意见会议。专家主要对部分术语定义、风险评价方法及部分条文条款、格式等内容提出了修改意见。

(2) 2018年11月12日-13日，中国地质调查局天津地质调查中心组织专家在北京召开了专家咨询会。与会专家重点讨论了规范的意义、内容及格式，对与其他规范内容交叉处理、部分条文、补充工作量定额依据等方面提出了修改意见。

(3) 2018年12月15日，中国地质调查局天津地质调查中心组织专家在北京召开了专家咨询会，重点对《规范》的定位以及工作量额定等方面提出了修改意见。

(4) 2019年6月29-30日，中国地质环境监测院组织专家在北京召开了专家咨询会。与会专家对规范逐章逐条进行了讨论，对文本结构、语句逻辑与顺序、风险评价内容等方面提出了修改意见。

(5) 2019年9月，为适应新形势下地质灾害调查的新目标、新

任务，规范向全国地勘行业进行了征求意见工作。本次征求意见涉及内容全面，意见集中在术语与定义中孕灾地质条件条文、工作流程图、调查内容细化、风险评价分级划分、附录表格等方面。

(6) 2020年2月，征求行业专家意见，并进行了修改完善，包括增补或删减规范条款，增加了单体地质灾害承灾体调查表，补充完善了重点调查区和一般调查区风险评价内容，增加了承灾体调查内容，附录增加了遥感解译和隐患识别方法、易损性评价与单体地质灾害调查点风险定性评价等内容。

(7) 2021年4月，征求各省地勘单位和普查办意见，在易发性评价分级中，改为“高中低非”四个等级；同时修改完善地质灾害调查表中部分所填项，如崩塌表中最远落实距离最大水平位移距离的关系，泥石流表中关于规模的填项要与相关规范统一。

(8) 征求意见汇总情况

标准经过大专院校、科研院所发函，会议研讨，专家咨询等方式形成了征求意见稿。经统计，发送“征求意见稿”的单位数30个。收到“征求意见稿”后回函的单位数22个。收到“征求意见稿”后，回函并有建议或意见的单位数20个。没有回函的单位数8个。共收集意见290条，决定采纳的意见280条，部分采纳的意见6条，未采纳的意见4条。标准征求意见情况详见《标准征求意见汇总处理表》。

4. 标准审查阶段

2022年3月形成送审稿，4月通过了地质灾害防治分技术委员会审查，根据审查意见修改完善后于2022年8月形成报批稿。

(三) 标准主要起草人及其所做的工作

为保障项目顺利实施，组织具有地质灾害风险调查评价经验的单位相关人员，成立了编写小组。石菊松、李铁锋、乐琪浪为规范编制

牵头人，同时依托项目，开展规范编制工作的实施。本规范的起草单位主要有：中国地质调查局、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。本规范起草人员共 18 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。具体编写分工见表 1-1。

表 1-1 规范编制分工表

序号	修编章节	责任分工
1	前言 1 范围 2 规范性引用文件 3 术语与定义 4 总则	石菊松 乐琪浪
2	5 设计书编写	李媛 田运涛
3	6 调查内容	乐琪浪 李铁锋
4	7 基本调查方法	高幼龙 张勇
5	8 地质灾害风险评价	张勇 王涛
6	9 成果编制与验收	葛华 杨旭东
7	附录 A 附录 B	李铁锋 唐亚明
8	附录 C 附录 D 附录 E	李浩 王家松
9	附录 F 附录 G 附录 H	石菊松 田运涛
10	附录 I 附录 J 附录 K	徐勇 石菊松
11	附录 L 附录 M 附录 N	倪化勇 李媛
12	附录 O	徐勇 王军朝
13	附录 P	王立朝 张泰丽

（四）项目取得的主要成果

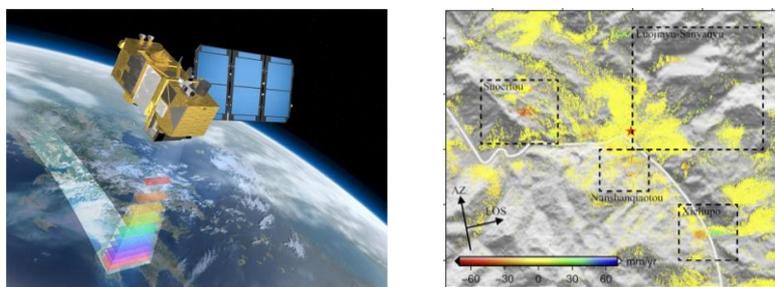
1、解决资源环境和基础地质问题

《地质灾害风险调查评价规范（1:50 000）》创建了以预填图为基础，以孕灾主控地质条件调查和地质灾害隐患判识为核心，以地质灾害高易发区为重点，开展地质灾害风险调查与评价工作。该标准规定了 1:50000 地质灾害风险调查评价的目的任务、部署原则、调查内

容、基本调查方法、风险评价、成果编制与验收等方面技术要求，主要技术特点如下：

(1) 以孕灾地质条件填图为核心的工作方式

地质灾害风险调查主要是对工程地质岩组、易崩易滑地层、斜坡结构类型、软弱层、风化程度、岩体结构、地形地貌、地质构造、堆积层厚度、地下水、冰碛物、冰川冰湖、沟谷特征等因素的调查，填图方式为实体勾绘，查明地质灾害孕灾地质条件，查清地质灾害的分布规律和发育特征，提出防治对策建议，服务地方防灾减灾。



(a) Sar 卫星图

(b) insar 监测效果图

图 1-1 insar 监测应用图（据姚鑫）

(2) 以新技术、新方法为手段，打造“星-空-地”一体化调查模式

注重运用合成孔径雷达测量、高分辨率卫星遥感、无人机测量、机载激光雷达等新技术手段，开展高精度地质灾害调查评价，在空间上早期识别地质灾害隐患，全面把握地质灾害发生发育的规律和特征，具体包括：采用高精度多时相遥感影像对比、识别变形斜坡—区域监测；在有条件地区，采用 InSAR 技术探测、筛查正在变形的斜坡及隐患；采用无人机航拍、LiDAR 等对目标隐患实施高精度调查；采用地基雷达实施形变监测，实现周期性、实时监控等。见图 1-1~图 1-4。

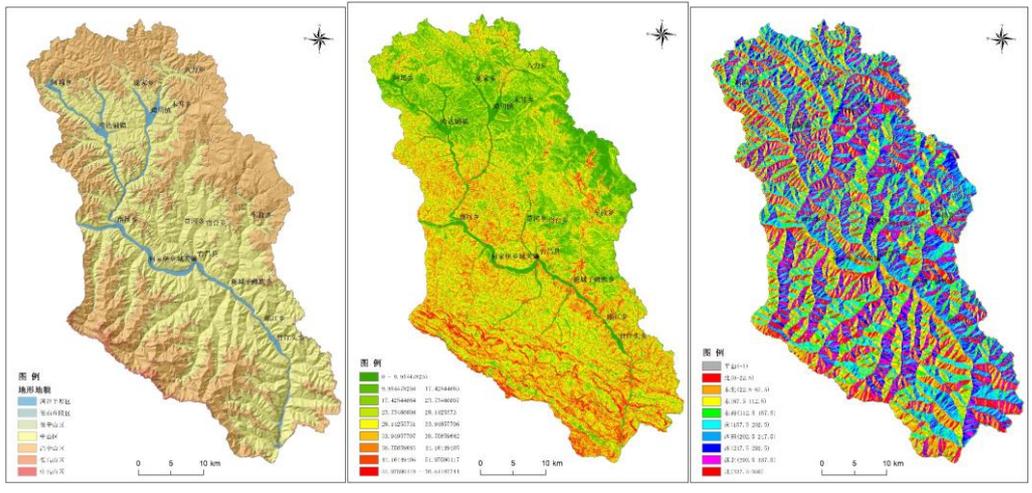


图 1-2 高精度遥感 (pleiades 影像) 地质环境解译图



图 1-3 无人机航拍效果图

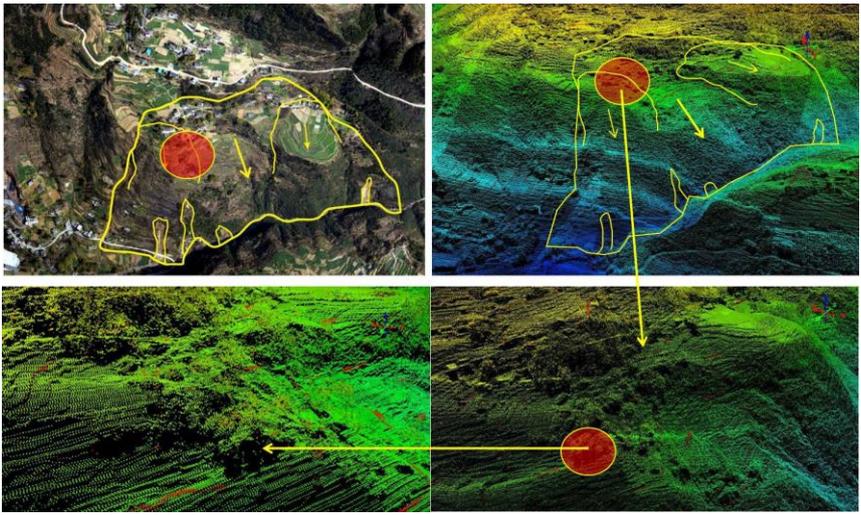


图 1-4 激光雷达应用图 (据乐琪浪)

报提供依据。见图 1-5~图 1-6。

(4) 1:50 000 地质灾害调查产品体系

建立了涵盖地质灾害评价、各类专题、系列图件和数据库的产品体系。地质灾害风险评价主要体现一张图，包括了地质灾害发育的孕灾背景、地质灾害点，并对地质灾害的主控因素进行分级分类。根据工作区不同特点设立专题研究，增加工作区研究程度，提升成果质量。系列图件包括专业性图件和应用性图件，专业性图件包括实际材料图、孕灾地质条件图、地质灾害分布图等，应用性图件包括地质灾害易发分区图、危险性分区图、重点区风险评价图等，可提供有关政府部门使用。数据库是对总成果的集成，涵盖了调查点、工作内容、专题研究、图件、成果报告等内容。

2、成果转化和有效应用服务

《地质灾害风险调查评价技术要求（1:50000）》（试行）已经于 2020 年 3 月以中国地质调查局技术标准发布实施，正式应用于全国范围内的以孕灾地质条件调查研究为主的 1:5 万地质灾害风险调查评价工作。根据调查内容及防灾减灾要求，制作了各类形式的科普宣传读物，开展科普宣传培训，提高政府工作人员、广大群众等防灾减灾意识。见图 1-7，图 1-8。



图 1-7 开展防灾减灾知识宣讲

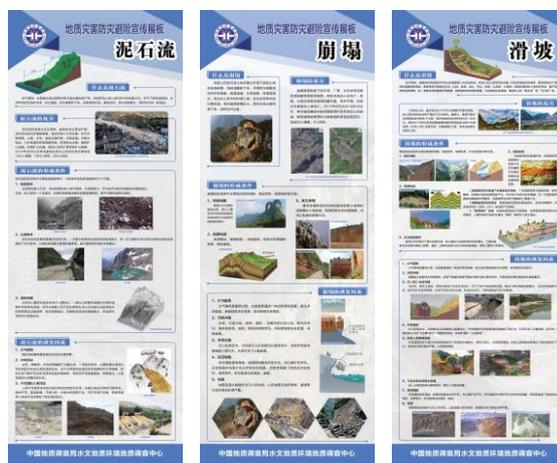


图 1-8 地质灾害知识挂图

3、科学理论创新和技术方法进步

在地质灾害调查编录数据的基础上，确定评价单元，建议宜采用 25 m 分辨率 DEM 数据，结合地质地貌边界，划分自然斜坡单元；或利用 25 m 分辨率栅格数据模型，通过地质灾害编录数据与地形地貌、地层岩性、斜坡结构等因素的统计分析，确定不同因素的权重，按照统计模型方法进行计算，根据计算结果的数值与频率、累积频率及已有地质灾害的空间分布划分易发程度等级。

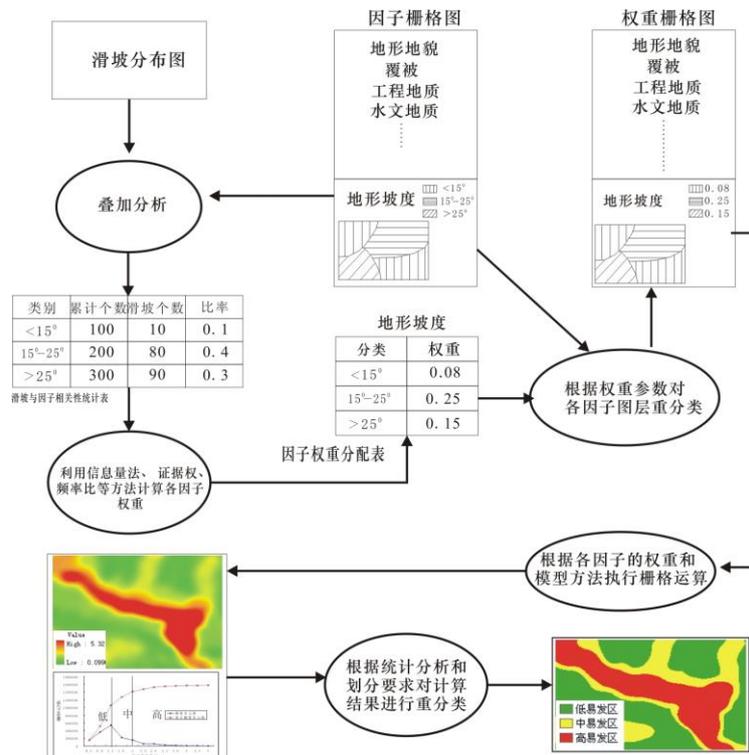


图 1-9 基于 GIS 的统计模型方法开展滑坡易发性区划流程示意图

常用的方法有信息量、证据权等模型方法。统计模型方法可以通过 GIS 空间分析建模来自动实现，根据滑坡编录数据，利用信息量、证据权或频率比等统计方法来确定参与滑坡易发性评价的指标因子并给定因子的权重，并将权重赋予各因子图层，然后按照统计模型算法将权重栅格图综合运算，再根据计算结果的统计频率比，累积频率或自然断点法结合划分需求将其划分为不同级别的易发性分区。评价流程见图 1-9。

滑坡灾害受多种因素影响,综合信息模型所考虑的是一定地质环境下的最佳滑坡因素组合,包括基本因素的数量和基本状态。对于某一具体斜坡而言,信息模型所考虑的是:一定区域内所获取的与滑坡相关的所有信息的数量和质量。用信息量表示为:

$$I_{A_j \rightarrow B} = \ln \frac{P(B/A_j)}{P(B)} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

式中:

$P(B/A_j)$ ——标志 A 在 j 状态下实现事件 B 的概率;

$P(B)$ ——事件 B 发生的概率。

在具体计算过程中,为了计算方便通常将总体概率改用样本频率进行估算,于是上式可转化为:

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

式中:

$I_{A_j \rightarrow B}$ ——标志 A 在 j 状态显示滑坡 (B) 发生的信息量;

N_j ——具有标志 A_j 出现滑坡的单元数;

N ——研究区内已知滑坡所分布单元的总数;

S_j ——标志 A_j 的单元数; S 为研究区单元总数。

当 $I_{A_j \rightarrow B} > 0$ 时,说明标志 A 状态 j 存在条件下,可以提供滑坡发生的信息,信息量越大,滑坡可能发生的概率越大;当 $I_{A_j \rightarrow B} < 0$ 时,表明标志 A 状态 j 存在条件下不利于滑坡的发生;当 $I_{A_j \rightarrow B} = 0$ 时,表明标志 A 状态 j 不提供有关滑坡发生与否的任何信息,即标志 A 状态 j 可以筛选掉,排除其作为滑坡预测因子。

综合信息模型直接源于信息科学的信息量计算公式,其计算原理和公式推导简明,计算因子(影响因素)没有限制,每个因子权重由上述公式计算,减少了人为的主观臆断性,因此具有重要的推广意义。

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滑坡产生的总信息量可用下列公式确定：

$$I = \sum_{i=1}^n \ln \frac{N_i / N}{S_i / S}$$

式中：

I ——直接指示该单元产生滑坡的可能性，是滑坡易发性区划的关键性指标；

N_i ——对应某一成灾要素第 i 区间的滑坡面积值或灾点数；

S_i ——对某一成灾要素第 i 区间的分布面积；

N ——区域滑坡的总分布面积或总灾点数；

S ——区域总面积。

统计分析的综合信息量和证据权模型是目前滑坡易发性分区的主要方法，其主要优点在于避免了主观性，数据权重均通过相关性统计分析活动，能够提供可以比较的定量的易发性分区指数，其结果易于验证。其局限在于对数据质量要求高，统计样本的选取以及模型的预测精度和有效性验证等方面存在不确定性问题。

4、人才成长和团队建设

规范指导项目工作开展，项目工作经验为规范提供编制依据，二者相辅相成。经过两年规范编制，形成一支专业化地质调查与规范编制相结合的地质灾害风险调查评价队伍，同时在人才晋升、论文发表上也有较大的提升。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）标准编制原则

1. 全面贯彻执行国家的有关法律、法规和方针政策；
2. 编制工作坚持科学性、先进性和实用性原则，做到技术先进、

经济合理、安全适用；

3. 以行之有效的实践经验和可靠的科学研究成果为依据。对需要进行科学测试或验证的项目，一定要认真组织测试或验证，并写出成果报告；对已经鉴定或实践检验的技术上成熟、经济上合理的科研成果，应纳入规范；

4. 积极采用新技术、新设备，纳入规范的新技术、新设备，应当具有完整的技术文件，且经实践检验行之有效；

5. 与国家标准和行业有关标准相协调一致；

6. 对符合我国国情的国际标准的相关规定应积极采纳；

7. 要充分发扬民主，对有争议的技术性问题，应在调查研究、试验验证或专题论证的基础上，进行认真研究，共同确认或恰如其分的作出结论；

8. 编写要求按国标《标准化工作导则》（GB/T 1.1-2009）、《标准化工作指南（GB/T2000）》、《标准编写规则（GB/T20001）》、《国家标准管理办法》等执行。《规程》由正文、附录、条文说明三部分组成，要求条文严谨明确、文句简练、不得模棱两可和相互矛盾。

9. 编写程序按建设部《工程建设国家标准管理办法》执行。《规范》编制工作按准备、征求意见、审查和批准四个阶段程序进行。

（二）确定标准主要内容

《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》除前言、范围、规范性引用文件和术语与定义外，规范的主体技术内容包括：第四章总则、第五章设计书编写、第六章调查内容、第七章基本调查方法、第八章地质灾害风险评价、第九章成果编制与验收、3个规范性附录和13个资料性附录。规范的技术内容力求全面、合理实用，规范的章节内容见附表1。

（三）确定主要内容的论据

本规范是在广泛收集地质灾害调查资料的基础上，结合地质灾害调查工作现状和需求，采纳了新技术、新方法等有关技术内容。内容力求做到规程的系统性、完整性、实用性。为使本规范既简明扼要、适用，又避免内容冗长和与有关的手册、教材重复，有些内容没有编入，只规定了引用规范条款。本规程正文共计9章，全文3.9万余字。规范中调查内容、基本调查方法、地质灾害风险评价、成果编制与验收、附录等内容的确定参考《DZ/T 0261-2014 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1：50000）》、《GB 50021—2001 岩土工程勘察规范》、《DZ/T0097—1994 工程地质调查规范（1:2.5 万~1:5 万）》、《DZ/T0283-2015 地面沉降调查与监测规范》等标准文献的基础上，通过野外调查与室内整理、报告编制等环节的实践中得来，做到规范中重要数据、章节的内容都有出处、有理由、有根据。

1. 地质灾害风险调查评价提出背景与定义

1) 地质灾害风险提出背景

地质灾害调查评价是地质灾害防治工作的基础。1999—2008年，我国完成了2020个山地丘陵县（市、区）地质灾害调查与区划，2005年以来部署实施了县（市、区）1：50 000地质灾害较详细调查，共查明地质灾害及隐患点28.6万处，建立了全国地质灾害信息系统。通过分阶段、递进式的调查，摸清了我国地质灾害基本状况，为最大限度地减少人员伤亡和财产损失发挥了重要作用。当前，地质灾害孕灾地质条件、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，与我国新形势下防灾减灾工作的新要求存在一定差距。为此，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，开展不同层次地质灾害风险区划，提出综合防治对策建议，为地质灾害防治管理提供基础依据。为规范和指导地质灾害风险调查评价工作的开展，制定本规范。

2) 地质灾害风险定义

通过查阅文献和相关规范，结合在本轮地质灾害风险调查评价工作，总结了地质灾害风险定义：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和损失的可能性。

3) 孕灾地质条件定义

归纳总结了与地质灾害发生有关的条件，具体是指地质灾害孕育、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、斜坡结构类型、软弱层、风化程度、岩体结构、地形地貌、地质构造、堆积层厚度、地下水、冰碛物、冰川冰湖、沟谷特征等要素。孕灾地质的落脚点最终归结到导致地质灾害发生的主控因素上来。

2. 关于调查区划分与工作量确定

1) 调查区划分依据 DZ/T 0261《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50 000)》中附录 B，按危害对象等级和地质环境条件复杂程度确定。划分为一般调查区和重点调查区。

2) 开展 1:50 000 地质灾害风险调查工作应按行政区划进行部署，优先选择地质灾害发育密集、地质条件复杂、城镇及重大工程建设规划、人口聚集等地区。工作量确定过程中，项目组成员对有代表性工作区进行了调研，在充分了解和掌握工作区孕灾地质条件的基础上布设工作量，经过综合整理分析，确定了最终工作量表。

例如：一个西部地区县域面积 2500km²，无人区遥感调查面积 500km²，一般调查区面积 1800km²，重点调查区面积 200km²，基本工作量：实测剖面不少于 48km，钻探不少于 610m，岩土样不少于 116

组，物探不少于 1920 点。

3. 关于调查内容的确定

在《地质灾害风险调查评价规范(1:50000)》讨论稿编制的初期，参考国外相关标准，主要为地质灾害调查标准。编制内容除范围、规范性引用文件、术语与定义、总则外，主要有设计书编写与审查、基本调查方法、调查内容、地质灾害风险评价、成果编制与验收等内容。重点是对工作量定额、调查方法与内容、风险评价方法做出规定。经过专家会议讨论，认为本标准除了按照以上重点做出规定外，还要注重基本调查方法、以及不同特殊地区地质灾害孕灾地质条件调查内容保存为重点，应突出孕灾条件调查的特点。

主要依据 DZ/T0097《工程地质调查规范(1:2.5 万~1:5 万)》和 DZ/T 0261《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50 000)》，结合 2013 年以来，项目组成员在我国地质灾害高发区的工作实践。认为与地质灾害相关的地质条件主要有：工程地质岩组、易崩易滑地层、斜坡结构类型、软弱层、风化程度、岩体结构、地形地貌、地质构造、堆积层厚度、地下水、冰碛物、冰川冰湖、沟谷特征等。特殊地区如红层地区、黄土地区、岩溶地区、红黏土地区等地质灾害孕灾条件有特定的特征，因此在正文中对这些特殊地区的孕灾地质条件调查条款也做了明确的调查内容。

4. 关于基本调查方法确定

1) 收集资料

资料主要通过多途径与方法，如相关地勘单位、科研院所、档案馆等收集，以及通过专家访谈、部门调研、实地调查获得。力求全面系统而有针对性，能反映当前最新研究成果和技术水平。通过整理分析，梳理问题，研究解决问题的方法。

2) 调查研究

开展调研研究的对象为：一是开展图幅地质灾害调查的承担单位、实施单位及工程单位、科研院所、有关职能部门等，二是针对四川、云南、甘肃、湖南等开展地质灾害综合防治体系建设的重点省份。

主要调研内容：一是对崩塌滑坡泥石流地质灾害调查的调研，主要为调查区划分及工作量定额，基本调查方法，地质灾害及隐患调查；二是对地质灾害孕灾地质条件调查的调研以及重点调查区工程地质测绘调查，必要时进行野外实地调研，了解野外调查工作思路、工作方法；三是队地质灾害风险评价工作方法的调研，了解各单位在风险评价工作方面的程度与水平，找出热点难点问题；四是对图件编制与数据库建设的调研，掌握各单位数据库建设的现状，以及需求与要求；五是对质量控制（质量检查、野外验收、成果验收）的调研。制定一套简单而有效的质量控制标准，更好的为成果服务。

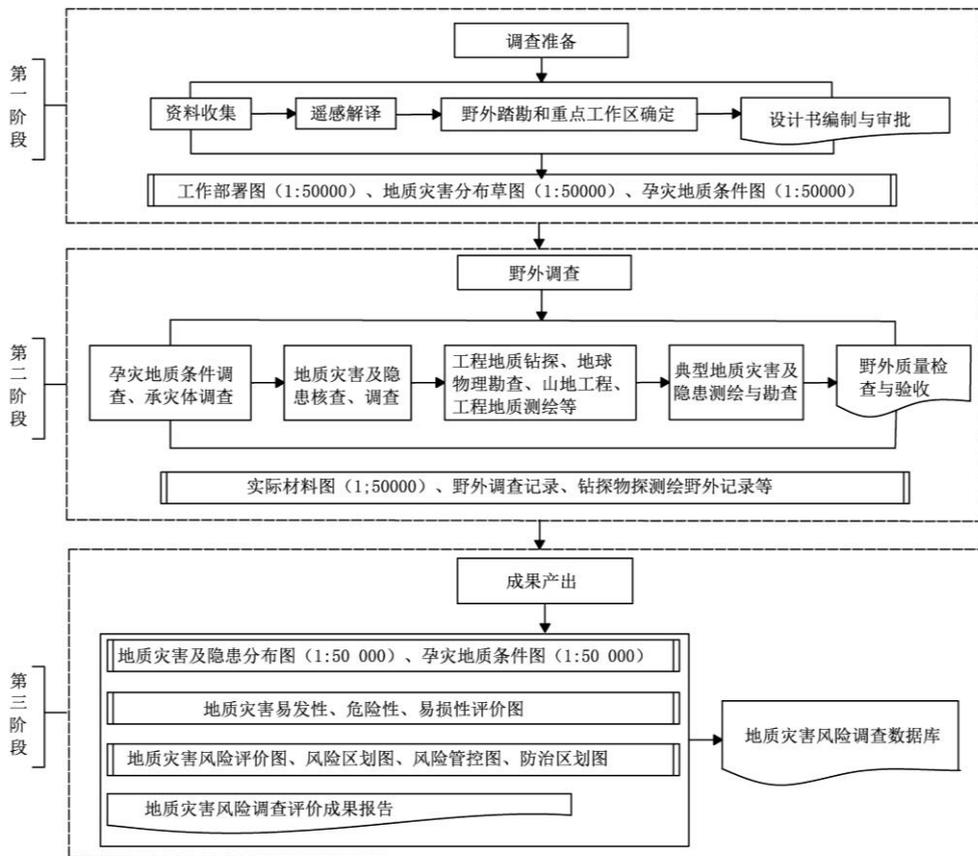


图 2-1 地质灾害风险调查评价工作流程

3) 会议研讨

通过召开专家研讨会、咨询会，不断的发现问题，讨论问题，解决问题，再发现问题，再讨论，再解决。最终形成成果。

地质灾害风险调查评价工作流程见图 2-1。

5. 关于地质灾害风险评价内容确定

地质灾害风险评价内容首先提出地质灾害风险评价基本要求，按照精度划分开展一般调查区、重点调查区、单体地质灾害三个层次的评价，并给出了具体方法，提出了风险管控措施。

1) 提出地质灾害风险评价基本要求

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。

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。

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。

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。

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。

2) 一般调查区地质灾害风险评价

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。

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。

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。

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。

3) 重点调查区地质灾害风险评价

①采用统计模型方法（信息量、证据权等）以栅格单元开展地质灾害易发性评价，其中对集镇、迁建区、集中安置点等人口聚集区采用无限斜坡模型等方法以斜坡单元进行易发性划分。

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基本地震、多遇地震、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。

③人口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。

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。

4) 单体地质灾害风险评价

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。

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。

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。

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。

6. 关于征求意见稿内容确定

《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》在编制过程中，共召开会议 5 次，参加与规范有关会议 11 次。

2016 年 4 月，地质灾害调查技术方法研讨会确立了《规范》初步编写大纲，讨论了崩滑流调查方法、工程地质调查方法、风险评价方法等内容。2017 年 4 月，“山地丘陵区质灾害调查工程”2017 年度业务研讨与技术培训会上，对规范编制大纲进行了调整。2017 年 5 月-9 月通过专家咨询、召开会议等形式开展专家意见征求工作。2018 年 9 月 4 日~6 日，中国地质调查局水文地质环境地质调查中心组织专家在北京召开了《规范》征求意见会议。此次会议确定的《规范》征求意见稿。编制内容见附表 1。

《规范》征求意见稿确定后，与之前变更名称之前征求意见稿有较大变化。主要有：（1）将地面塌陷、地裂缝、地面沉降三大灾种纳入了规范；（2）删掉了地质灾害领域常见的术语定义，增加了“灾害地质”、“地质灾害成灾模式”等术语；（3）调查方法中增加了新技术、新方法的应用；（4）调查内容中分为了灾害地质调查和地质灾害及隐患调查两部分，其中灾害地质调查中除了基本的调查内容外，增加了特殊地区灾害地质调查内容；（5）增加了灾害地质评价内容；（6）文本的章节由原来 17 章变为 10 章，附录变为 12 个附录，内容和顺序也有所变化。

2019 年 9 月，为适应新形势下地质灾害调查的新目标、新任务，

在原《规范》大纲的基础上进行了调整，将工作量定额与总则章节合并，增加了承灾体调查内容，并将风险评价按照一般调查区、重点调查区、单体地质灾害三个层次的开展评价，相应增加了部分附录内容。

7. 关于规范适用范围的确定

(1) 标准定位

以支撑国家重大战略、服务地质灾害防治管理需求和破解重大地质灾害防治问题为导向，突出地质科技创新和新技术、新方法应用，制定适合新常态下引领全国地质灾害风险调查评价的技术标准。

(2) 适用范围

《地质灾害风险调查评价规范(1:50000)》经过多次专家会议讨论，确定为按行业标准制定。本规范适用于以崩塌、滑坡、泥石流为主的地质灾害风险调查评价工作，地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害风险调查评价工作可参照执行。

三、主要试验分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

(一) 试验分析

本规范依托“地质灾害高易发区调查工程”，完成规范编制工作。以“陇南白龙江流域地质灾害调查”项目为例进行试验分析。

1. 资料收集

资料收集内容包括气象、水文、地形地貌、地层岩性，地质构造、地震、岩土体工程地质性质、水文地质、环境地质和人类工程经济活动以及遥感资料等，重点为大例尺地形图、地质图，高精度遥感数据、DEM数据等。通过资料整理分析，掌握基础地质条件及地质灾害灾情和防治现状，掌握区内人口分布与社会经济发展现状，了解城镇、水

利水电、交通、矿山等工农业建设工程分布状况和建设规划。分图层编制工作区以往研究工作程度图，制作实际材料图、专门工程地质图、地质灾害分布图底图和野外工作手图。

2. 遥感解译

采用 1:5 万高分二号遥感数据作为 1:5 万地质灾害遥感解译数据源；采用 ETM 图像，解译区域植被覆盖程度；采用 QUICK BIRD、WORLDVIEW、PLEIADES 遥感数据，作为 1:1 万重点地区地质灾害遥感解译数据源；使用 1:1 万 DEM 数据进行工作区域坡度解译和重点区的立体影像提取。遥感解译工作在 ERDAS、ENVI、GIS 等软件平台上以人机交互方式进行，以目视解译为主，图像处理为辅。遥感解译成果利用其他非遥感资料，综合分析，并进行现场验证。

该项目主要解译泥石流灾害，在工作过程中，具体工作分 2 个层次完成：

第一层次，利用空间分辨率优于 30m 的遥感数据，开展白龙江流域泥石流发育情况调查，根据泥石流分布情况、规模、危害性等圈定泥石流集中、危害性相对较大的重点区域。同时从区域尺度上对其地理环境及地质环境进行解译，主要包括地形地貌、岩土体类型、地质构造、植被覆盖度、土地利用类型等，为后续工作提供基础资料。

第二层次，利用 QUICK BIRD、WORLDVIEW、PLEIADES 等高精度遥感数据（空间分辨率优于 2.5m），开展泥石流特征信息提取及危害性解译。泥石流特征解译主要包括：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分布范围、储量；流通区的沟床纵横坡度、跌水、急湾等特征，沟床两侧山坡坡度、稳定程度，沟床的冲淤变化和泥石流的痕迹；堆积区的堆积扇分布范围、表

面形态、植被、沟道变迁和冲淤情况。危害性解译主要包括：提取解泥石流危害的对象、危害形式（淤埋和漫流、冲刷和磨蚀、撞击和爬高、堵塞或挤压河道）；初步圈定泥石流可能危害的地区，分析预测今后一定时期内泥石流的发展趋势和可能造成的危害。同时配合适当的地面调查，验证有关遥感解译成果，为泥石流地面调查提供基础资料。

3. 地面调查

目的是查明泥石流发育的自然环境、形成条件，泥石流的基本特征和危害。对暴发泥石流可能危及人民生命财产安全的流域沟谷，泥石流形成、活动、堆积特征、发展趋势与危害等方面的各种实地调查、测绘、资料收集等分析论证与评判。

孕灾地质条件调查的重点是地质构造（特别是活动断裂的发育特征和动力学特征），地层岩性（特别是软弱岩土体分布及性质），斜坡结构，岩组特征（重点为岩体风化程度确定和原生节理、构造节理裂隙产状、性质、密度、连续性、闭合状况、充填情况和交切关系，岩土体物理力学性质等）和岩土体性质。调查过程中采用微型贯入仪、微型十字板剪切仪获取岩土体抗压、抗剪强度参数。

地面调查手图采用 1:10000 地形图（无 1:10000 图区采用 1:5 万地形图）和遥感解译图。采用实地调查量测、记录的方法，对少数因露头差而情况不清楚的重大地质灾害体，布置一定的钻探、坑槽探、物探加以揭露。

具体调查内容如下：

①基础调查内容

● 地层岩性：查阅区域地质图，现场调查流域内分布的地层及其岩性，尤其是易形成松散固体物质的第四系地层和软质岩层的分

布与性质；

- 地质构造：查阅区域构造地质图，现场调查流域内断层的展布与性质、断层破碎带的性质与宽度、褶曲的分布及岩层产状，统计各种结构面的方位与频度；

- 新构造运动与地震：从区域地质构造及流域地貌分析新构造运动特性，从《1:400 万中国地震烈度区划图》查知地震基本烈度；

- 不良地质体与松散固体物质：调查流域内不良地质体与松散固体物源的位置、储量和补给形式；

- 水文地质：调查地下水尤其是第四系潜水及其出露情况；

- 人为活动调查：主要调查泥石流活动范围内人类生产、生活设施状况，特别是沟口、泥石流扇上居民点及工农业相关基础设施、泥石流沟槽挤占情况；

- 水土流失：主要调查植被破坏、毁林开荒、陡坡垦殖、过度放牧等造成的水土流失状况；

- 弃土弃碴：主要调查筑路弃土和工厂、矿业弃碴及其挡碴措施；

- 水利工程：对可能溃决形成泥石流的病险水库、输水线路的安全性、发生原因、条件、危害性和溃决条件应进行详细调查。

②单沟泥石流活动性调查

以泥石流发育的小流域周界为调查单元。

- 诱发泥石流的外动力：收集暴雨资料包括气象部门或泥石流监测专用雨量站提供的该沟或紧临地区的年、日、时和 10 分钟最大降雨量和多年平均雨量，前期降雨及前期累计降雨量等；

- 沟槽输移特性：实测或在地形图上量取河沟纵坡、产沙区和流通区沟槽横断面、泥沙沿程补给长度比、各区段运动的巨石最大

粒径和巨石平均粒径，现场调查沟谷堵塞程度、两岸残留泥痕；

● 地质环境：根据地质构造图了解震级和区域构造情况、按规范中的要求实地调查核实、并按流域环境动态因数综合分级确定构造影响程度。现场调查流域内的岩性，按软岩、黄土、硬岩、软硬岩互层、风化节理发育的硬岩等五类划分；

● 松散物源：调查崩塌、滑坡、水土流失(自然的、人为的)等的发育程度，不稳定松散堆积体的处数、体积、所在位置、产状、静储量、动储量、平均厚度，弃渣类型及堆放形式等；

● 泥石流活动史：调查发生年代、受灾对象、灾害形式、灾害损失、相应雨情、沟口堆积扇活动程度及挤压大河程度，并分析当前所处的泥石流发育阶段；

● 防治措施现状：调查防治建筑物的类型、建设年代、工程效果及损毁情况；

● 泥石流特征：查阅历史资料 and 通过现场访问，调查暴发泥石流的时间、次数、持续过程、有无阵性、堵溃、断流、龙头高度、流体组成、石块大小、泥痕位置、响声大小等泥石流特征；

● 引发因素：发生泥石流前的降雨时间、雨量大小等；

● 堆积扇：结合坑槽探、综合物探等方面调查泥石流堆积扇的分布、形态、规模、扇面坡度、物质组成、植被、新老扇的组合及与主河（主沟）的关系，堆积扇体的变化，扇上沟道排泄能力及沟道变迁，主河堵溃后上、下游的水毁灾害；

● 既有防治工程：调查有既泥石流防治工程的类型、规模、结构、使用效果、损毁情况及损毁原因；

● 危害性及灾害调查：调查泥石流侵蚀（冲击、冲刷）的部位、方式、范围和强度，泥石流淤埋的部位、规模、范围和速率，泥

石流淤堵主沟的原因、部位、断流和溃决情况，泥石流完全堵塞或部分堵塞主河的原因、现状、历史情况及溃决洪水对下游的水毁灾害；确定泥石流危险区范围；调查每次泥石流危害的对象，造成的人员伤亡、财产损失，估算间接经济损失，估计受潜在泥石流威胁的对象、范围和程度，评估对当地社会、经济的影响。

③泥石流调查的主要方法

调查线路先从堆积扇边缘开始，沿河沟步行调查至沟源，再上至分水岭俯览全流域进行宏观了解，最后沿沟坡两侧观察记录。

4. 工程地质剖面测绘

通过 1:2000~1:5000 工程地质剖面填图，采用地面调查与 RTK 相结合的方法，同时结合钻探、物探和坑槽探成果，实测并绘制大比例尺工程地质剖面，查明典型断面松散物质的岩性、结构、成因、厚度等。

5. 钻探、坑槽探

通过钻探查明工程地质测绘剖面上的地层结构、构造、岩性，开展原位试验，获取岩土样品。钻探工作全孔取心，随钻编录，按回次拍照；坑槽探用于揭露松散堆积物结构特征，施工过程中及时进行详细编录，制作大比例尺展视图或剖面图。

6. 综合物探

主要目的是查明不同断面松散物质厚度、地层结构及基岩形态等地质特征并初步建立不同松散堆积物的地球物理参数。

地球物理勘查工作主要是采用高密度电法、浅层地震和地质雷达勘查相结合的工作方式。采用高密度电法，快速圈定第四系覆盖物及基岩形态；采用地震反射法，确定地层结构及断裂形态；采用地震层析折射法、面波法，对不同断面进行分层解释，细化第四系及基岩内

部结构；采用地质雷达法，对泥石流堆积扇期次及叠加关系进行精细刻画。地球物理勘查工作充分结合钻孔等相关地质资料进行解释。

物探测线根据调查要求、结合测区地形、地物条件等设计。高密度电法测线以纵测线为主，辅助布设横测线。电极距 1-5m，尽可能保证较大的测线长度，增加勘探深度。测量装置选择两种及以上，相互验证，保证质量。地震勘查测线在施测条件满足要求时与高密度同一测线布置，方便后期对比分析。由于白龙江流域不同灾害点地形地貌、地质特征变化较大，浅层地震勘查检波器间距 1-5m，炮间距 5-20m，间距可根据具体情况作进一步调整。

7. 实验测试

实验测试主要测试工作区内易滑易崩岩土层的物理力学性质，室内岩石测试指标包括：岩体密度、天然重度、干重度、孔隙率、孔隙比、饱和吸水率、抗剪强度、弹性模量、泊松比、单轴抗压强度等；土的物理力学性质测试指标包括：密度、天然重度、干重度、天然含水量、孔隙比、饱和度，颗粒成份、压缩系数、粘聚力、内摩擦角。实验测试采取取样室内测试的方式，取样、运输、测试按土工试验方法标准的要求执行。

原位测试包括：土体原位渗透试验、标贯试验、十字板剪切试验、水土比试验。

8. 信息数据库

以 ArcGIS 为平台，建立工作区地质灾害数据库，实现区内工程地质条件和地质灾害信息的统一管理，为不同尺度稳定性评价、风险评价、成果编绘提供基础。其技术要求主要包括：对 1:5 万地形图进行数字化制图，采用 CGCS2000 坐标系统建立基础地理信息数据系统；建立空间地质灾害数据库，根据野外地质灾害详细调查的记录和

整理研究成果，录入地质灾害的形成要素、发育特征、危害对象、危险程度、平面图和剖面图等要素，形成地质灾害空间数据库；根据统计资料录入人口、经济生产总值、土地利用率、房屋数量，公路、铁路的长度等要素；依据收集和调查的地质环境条件资料录入灾害历史活动密度、规模、频率，地形地貌、岩土组合类型、活动断裂发育程度、地震烈度、年降水量、暴雨程度、森林植被度、人类工程经济活动程度等要素；利用 GIS 软件采用信息量模型或叠加分析等方法进行地质灾害的各种空间分析和评价工作，形成各类评价图件和服务图件。

9. 泥石流风险评价方法

① 泥石流的静力学和动力学特征评价

● 泥石流容重计算

泥石流的沉积特征为混杂沉积，有明显的反粒径分布。根据调查时在泥石流沟的取样，由颗粒分布曲线按据（1）式计算出黏性泥石流的容重。

$$\gamma_D = \gamma_0 + P_2 P_{05}^{0.35} \gamma_V \quad (1)$$

式中： γ_D 为黏性泥石流容重 ($g \cdot cm^{-3}$)； γ_V 为黏性泥石流最小容重 ($=2.0 g \cdot cm^{-3}$)； γ_0 为泥石流最小容重 ($1.5 g \cdot cm^{-3}$)； P_2 为 $>2mm$ 的粗颗粒百分含量 (小数表示)； P_{05} 为 $<0.05mm$ 的细颗粒百分含量 (小数表示)，该公式适合黏性泥石流。

● 泥石流屈服应力计算

泥石流的屈服应力是反映泥石流堆积体抵抗洪水冲刷侵蚀的能力和堵塞河道的严重程度，按（2）式计算。

$$\tau_B = \gamma' g h \sin \theta \quad (2)$$

式中： τ_B 为泥石流流体屈服应力 (Pa)； γ' 为 ($\gamma_C - \gamma_0$)，泥石流相

对容重 ($kg \cdot m^{-3}$); γ_c 为泥石流容重; γ_0 为环境容重, 在陆面 $\gamma_0 \approx 0$, 在水中 $\gamma_0 = 1000$ ($kg \cdot m^{-3}$); g 为重力加速度; θ 为坡度; h 为泥石流的最大堆积厚度。

● 泥石流流速计算

a) 稀性泥石流流速计算公式

$$V_c = \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I_c^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

式中: V_c 为泥石流断面平均流速 (m/s); $1/a$ 为泥石流中由含沙量变化而引起的流速修正系数, $1/a = 1 / (\gamma_H \cdot \Phi + 1)^{1/2}$, 查表 3.2; R 为水力半径 (m), 一般可用平均水深 H (m) 代替; I_c 为泥石流水力坡度 ($\%$), 一般可用沟床纵

坡代替。 $\frac{1}{n}$ 为清水河床糙率系数, 查当地水文手册或查铁路桥渡勘测设计规范 (TBJ17-86)。

b) 粘性泥石流流速计算公式

$$V_c = \frac{1}{n_c} \cdot H^{\frac{2}{3}} \cdot I_c^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

式中: V_c 为泥石流流速 (m/s); n_c 为粘性泥石流流速沟床粗糙率 (查表 3.3 获得 $1/n_c$); R 为水力半径 (m); I_c 为泥石流水力坡度 ($\%$)。

● 泥石流流量计算

a) 形态调查法

在泥石流沟道中选择 2~3 个有代表性的过流断面。查找泥石流过境后留下的痕迹, 按 (5) 式确定泥位。

$$Q_c = W_c \cdot V_c \quad (5)$$

式中： W_c 为泥石流过流断面面积（ m^2 ）； V_c 为泥石流断面平均流速（ m/s ）。

b) 雨洪法

按（6）计算泥石流流量。

$$Q_c = (1 + \phi) \cdot Q_p \cdot D_c \quad (6)$$

式中： Q_c 为频率为 p 的泥石流洪峰值流量（ m^3/s ）； Q_p 为频率为 p 的暴雨洪水设计流量（ m^3/s ）； ϕ 为泥石流泥沙修正系数， $\phi = (\gamma_c - \gamma_w) / (\gamma_H - \gamma_c)$ ； γ_c 为泥石流容重（ t/m^3 ）； γ_w 为清水的重度（ t/m^3 ），为 1.0；的固体物质重度； D_c 为泥石流堵塞系数，可查经验表。

②泥石流风险评价方法

● 单沟泥石流危险性评价

主要考虑地质条件（区域构造影响程度、岩性影响、崩塌滑坡水土流失程度）、地形条件（沟道纵坡、沟岸山坡坡度）、气候条件（日最大降雨量）、物源条件（沿沟松散物储量、产沙区松散物平均厚度、泥沙沿程补给长度比）、植被条件（植被覆盖率）和沟道规模（流域面积、主沟长度、切割密度、主沟变曲系数）6个环境要素作为泥石流沟道的属性赋值编码因子。

单沟泥石流危险度（ H ）= $[1 - (1 - W)(1 - P)] \times S$ 。 W 为泥石流松散堆积物指数（当 $1 \leq V \leq 100$ 时， $W = \log(V/2)$ ；当 $V < 1$ 时， $W = 0$ ；当 $V > 100$ 时， $W = 1$ ； V 为泥石流松散堆积层方量（ $\times 10^4 m^3/km^2$ ））； P 为泥石流活动频率指数（当 $1 \leq p \leq 10$ 时， $P = \log p$ ；当 $p < 1$ 时， $P = 0$ ；当 $p > 10$ 时， $P = 1$ ； p 为泥石流活动频率（次/100a））； S 为成灾体指数，取值见表 3-1。

表 3-1 承灾体属性等级划分及赋值范围

级别	承载体特征	赋值
----	-------	----

I	无威胁对象	0
II	威胁农田、乡村一般道路	0.1~0.3
III	威胁基础设施、生命线、高等级公路或民房	0.4~0.7
IV	威胁重要基础设施、企业或密集居民点	0.8~1.0

● 城镇泥石流危险性评价

应用模糊聚类分析方法评价泥石流灾害危险度，选取的评价的因子有：物源动储量方量、流域面积、纵比降、日最大降水量、泥石流容重、侵蚀模数、泥石流最大冲出量。基于数值模拟计算出的泥深和流速分布图进行叠合形成泥石流堆积扇危险区范围。以高分辨率卫星影像为数据源，完成调查区土地覆盖类型遥感解译，应用地理信息系统提供的统计和分析工具，对泥石流冲积扇危险度分区定量评价研究，划分出红区(危险区)、黄区(潜在危险区)和绿区(无危险区)。基本方法是在综合调查分析泥石流堆积物粒径、厚度、堆积坡度、流量和植被状况等因素的基础上，依次评价打分，再按表 3-2 不同分级标准确定不同地带的危险度。

表 3-2 泥石流危险区划分标准和灾害含义(据唐川)

危险区类型	划分标准	灾害含义
I 级危险区(高危险区)	流速>3m/s 泥深大于 1.0m	泥石流冲出沟口的主流区，泥石流来势凶猛，以冲毁的成灾形式对城市建筑物及其各种设施构成严重破坏，可造成人员伤亡和财产损失。
II 级危险区(中危险区)	流速 3~1m/s 泥深 1~0.5m	位于泥石流主流附近的扇形地建设带，泥石流主要以淤埋的成灾形式对城市建筑物和交通设施有局部破坏，城郊部位民房损坏严重，几乎无人员伤亡，灾情显著。
III 级危险区(低危险区)	流速<1m/s 泥深<0.5m	属泥石流漫流区，对城市建筑物基本无破坏作用，对城郊部位民房有局部破坏，灾情相对较轻。

● 区域泥石流危险性评价

区域泥石流危险度的评价主要选用以下因子：泥石流沟分布密度、岩石风化程度系数、断裂带密度、区域相对高差、月降雨量变差系数、>25° 坡耕地面积百分比、年平均≥50mm 大雨日数、年平均降雨量共 8 个因子。同时，参考表 3-3 所示的评价方法进行对比分析。

● 易损性评价

a) 单沟泥石流易损性评价指标主要考虑科学性、合理性、可操作性和易于量化。易损性指标主要包括有形资产（建筑物和基础设施），经济易损度（无形资产和个人物产），国内生产总值（人均国民生产总值、工农业总产值）；环境易损度（水、气和土地资源）；社会易损度（人口及其结构），具体计算参考区域泥石流易损度评价方法。

表 3-3 当前国内主流的泥石流危险性评价方法

泥石流危险性评价的数学方法	方法简介	代表人物
基于层次分析的评价方法	利用层次分析法确定各指标的权重值，然后构建泥石流危险度评估模型 $R = \sum_{i=1}^n (B_i \bullet W_{ci})$ （式中，R为泥石流危险度值； B_i 为各评估因子的定量打分； W_{ci} 为各因子的权重值）	朱静(1995) 铁永波(2006) 刘涛(2008) 王高峰(2012) 等
基于灰色理论的评价方法	通过选取合适的评估方法，评估因子以及确定因子的权重来建立灰色评估模型，最后对模型进行检验。	刘希林 唐川(1996) 于秀(2004)
基于模糊数学的评价方法	模糊综合评估方法是应用模糊数学的思想和方法，对现实世界中不确定性的事物进行综合评判的一种数学方法。它融合了常规的多指标评估方法和打分法，能很好地对众多评估因子进行分析判断，从而达到评估目的。	刘丽(1996)
基于信息熵的评价方法	地貌系统信息熵对泥石流进行危险度评估，根据泥石流沟谷的演化阶段来判断泥石流的活动特征，从而对单沟泥石流危险性进行评估，并提出了一种根据地貌学特征来判断泥石流危险度的评估方法。	艾南山(1986) 岳天(1989) 蒋忠信(1996)
基于神经网络的评价方法	泥石流危险性评估系统涉及到多个因子的相互交叉作用，传统的评估方法虽然能解决很多问题，但多数都偏向于定性研究，要从定量的角度对泥石流危险性进行研究，运用神经网络对泥石流危险性进行评估研究可以将泥石流演化中一些不确定的变化趋势进行智能预测，从而得到相对满意的结果。	李新坡(2006)
基于权证的评价方法	证据权模型可以给出二值证据图层，根据点对象关系密切程度给出一个度量标准（权重），并组合成多元图层，对点对象可能的空间分布进行预测。泥石流点就是点对象，证据图层就是指对泥石流发育有利的地质构造、地形地貌、水文地质等专题图件，通过对网格单元进行定量的信息综合并计算每一个单元的危险度的后验概率，进而求出危险度大小。	孟凡奇(2010)
基于突变理论的评价方法	突变理论将可能发生突变的因子称作状态变量，将使得突变的因子称作控制变量，利用一个势能函数决定各种突变，势能函数全部临界点的集合组成了平衡曲面，反映状态变量与控制变量间关系的集合叫做分歧集，突变模型的名称要根据分歧集的形态来命名。	安玉华(2002)
基于模糊可拓理论的评估方法	根据泥石流危险性评估的标准物元模型，评估不同泥石流沟在发育因素组合条件下的危险性。首先选择影响泥石流发育	匡乐红(2006)

泥石流危险性评价的数学方法	方法简介	代表人物
法	的因素，即泥石流危险性评估因子，然后构建泥石流危险性评估的可拓模型，建立关联函数和确定权系数，计算待评泥石流沟物元实测数据对各特征元相应类别的综合关联函数值，最后根据危险性评估等级集合的关联度大小进行比较来评定等级。	
基于支持向量机理论的评估方法	首先进行样本的采集然后进行评估等级的分类，评估指标的选择及其规范化处理，确定SVM所选用的核函数，对训练样本的整理，分为训练集和测试集，通过反复的训练和测试，最终确定模型可用参数，利用选好的参数建立SVM模型。然后根据建立的基于SVM的泥石流危险度评估模型对泥石流沟的危险度做出等级划分	原立峰（2008）
基于基础投影寻踪的评估方法	根据原始数据的结构特征搜索出最符合实际情况的投影方式，从而映像出最客观的综合数据特征值，并通过可拓学理论解决泥石流体系的模糊性、不确定性与泥石流危险度评估的客观性、确定性之间的矛盾，将评估因子与评估标准之间的从属关系拓展到因子与标准之间的距离，从而量化地描述出研究区泥石流危险度的特征。	汪明武（2002） 谷复光（2010）

b) 城镇泥石流易损性评价采用人口密度比、耕地面积比和农村年经济收入比作为泥石流灾害的相对易损性指标。其计算方法：社会经济易损性=A+B+C。A为各乡镇人口/全区人口，B为各乡镇耕地面积/全区耕地面积，C为各乡镇年经济收入/全区年经济收入。

c) 区域泥石流易损度评价方法，依据刘希林 2001 提年的复合函数组合模型为原型，结合后期的研究改进，区域泥石流易损度评价模型如下：

$$V_{\text{区}} = \sqrt{(F_{V_{1\text{区}}} + F_{V_{2\text{区}}})/2} \quad F_{V_{1\text{区}}} = 1/(1+e^{-1.25(\log V_{1\text{区}}^{-2})})$$

$$F_{V_{2\text{区}}} = 1 - e^{-0.0033V_{2\text{区}}} \quad V_{1\text{区}} = P + G + BA/100 \quad V_{2\text{区}} = (a + b + c)D/3$$

式中： $V_{\text{区}}$ 为区域泥石流易损度(0~1)； $F_{V_{1\text{区}}}$ 和 $F_{V_{2\text{区}}}$ 分别为 $V_{1\text{区}}$ 和 $V_{2\text{区}}$ 的转换赋值； $V_{1\text{区}}$ 为财产指标（亿元）； $V_{2\text{区}}$ 为人口指标（人/km²）；P为累积15年固定资产投资（亿元）；G为当年国内生成总值（亿元）；B为各类土地资源基价（元/m²）；A为各类土地面积（km²）；a为65

岁（含）以上老人和 15 岁以下儿童比例（小数）；c 为农业人口比例（小数）；D 为人口密度（人/km²）。

● 风险评价

采用泥石流综合风险评估模型：即在生命风险、经济风险和生态环境风险单项研究的基础上，对泥石流灾害综合风险货币化评估的综合和总结，以期拓宽自然灾害综合风险分析的思路。

生命风险评价时考虑的主要指标有：人均年国内生产总值（万元/人/a）、人均预期寿命（a）、人均预期寿命中工作时间的比例、泥石流灾害发生频率的转换值（0~1）、暴露于泥石流灾害中的风险人口数（人）、泥石流规模的转换值、泥石流发生时段的转换值、风险人口易损性、泥石流预警时间对风险人口的影响程度。经济风险评价时考虑的主要指标有：泥石流灾害发生频率的转换值（0~1）、房屋建筑财产、第一产业产值、公共设施资产、承灾体的潜在损失率。生态环境风险评价时考虑的主要指标有：泥石流灾害发生频率的转换值（0~1）、暴露于泥石流灾害中的森林生态系统、农田生态系统及草地生态系统的面积分别占泥石流最大危险范围总面积的比例，及其对应生态系统的潜在损失率。白龙江流域泥石流风险评价技术路线见图 3-1。易发性、危险性、易损性、风险评价图见图 3-2~图 3-5。

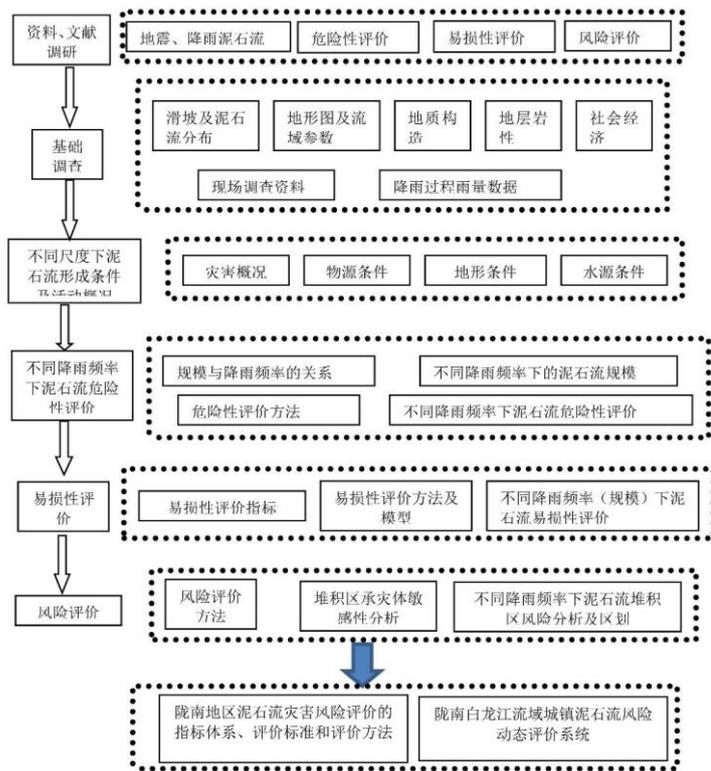


图 3-1 泥石流风险评价技术路线

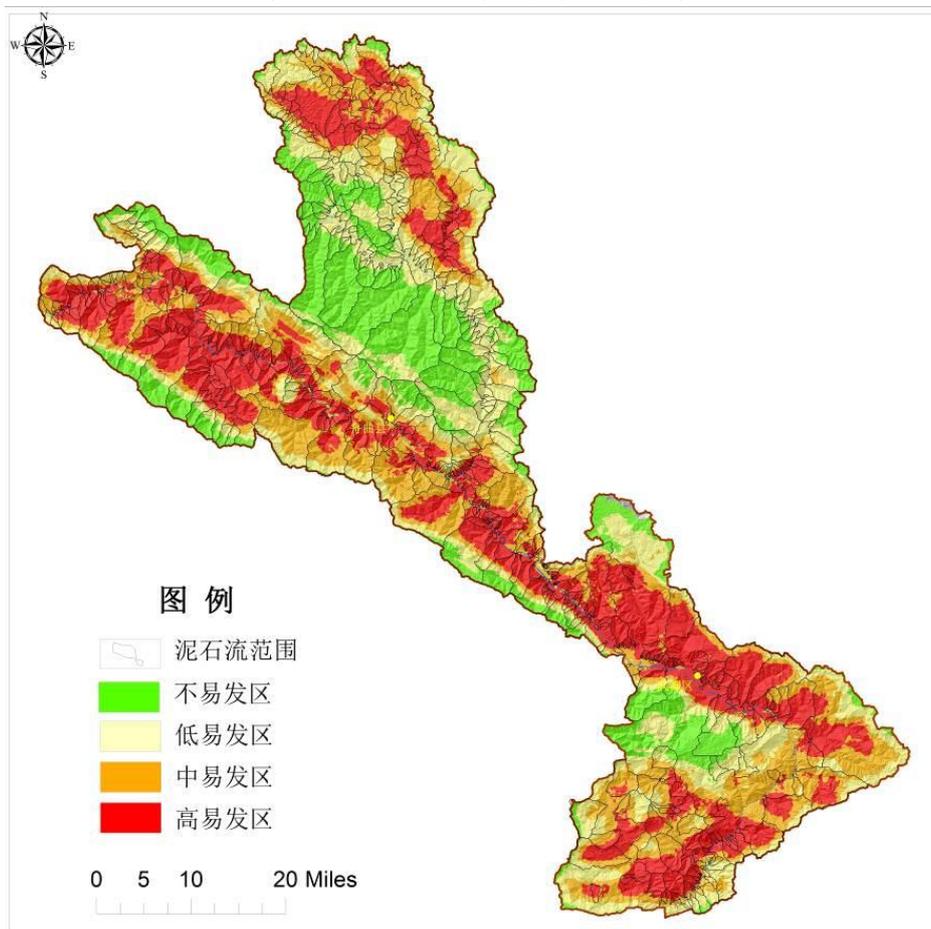


图 3-2 白龙江流域易发分区图

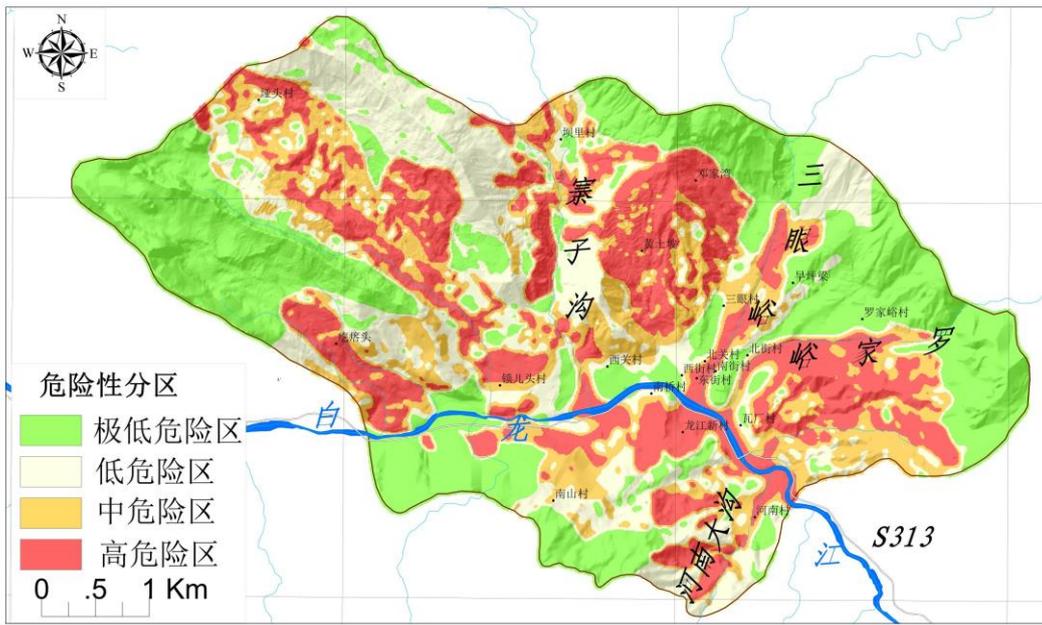


图 3-3 研究区 50 年一遇降雨频率下地质灾害危险性分区评价图

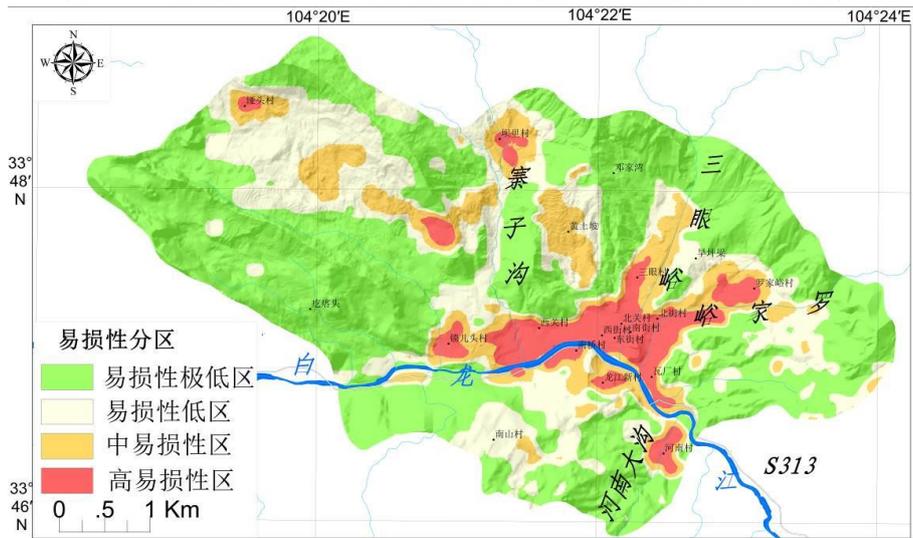


图 3-4 易损性评价图

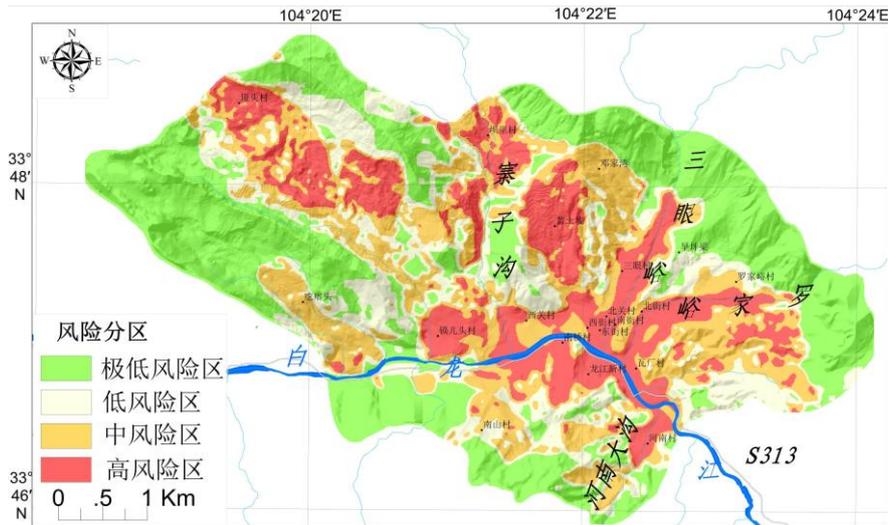


图 3-5 风险分区评价图

(二) 综述报告

本标准属于技术规范，主要以指导层面为主，兼顾操作。自 2013 年以来，承担了“泾河流域地质灾害调查评价”项目、“陇南秦巴山地地质灾害调查”项目、“陇南白龙江流域地质灾害调查”项目，“陇南西汉水流域灾害地质调查”项目，依托“山地丘陵区地质灾害调查”工程，开展调查研究工作。在此期间，逐步形成了地质灾害调查与工程地质条件调查的基础理论以及风险评价的理论与方法。编制形成了《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》，地质灾害除了要调查灾害本身之外，更加注重了孕灾地质环境背景的调查，划分坡体结构类型、划分岩土体工程地质岩组，在基础调查的基础上，基于信息量模型方法，通过 arcgis 平台，开展易发性、危险性、风险评价研究。同时在刊物、学术会议发表地质灾害调查与评价方面的论文十余篇。项目组成员熟悉地质调查工作，掌握野外调查工作内容及流程。

本《规范》将引导地质灾害风险调查与评价领域的应用，规范地质灾害的风险调查与评价工作，通过地质灾害风险调查评价，掌握地质灾害的发育分布规律以及孕灾地质环境背景，掌握地质灾害易发

区、危险区，对风险进行管控，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。

（三）效果分析

1. 技术经济论证

规范通过收集资料、遥感解译、地面调查、工程地质测绘、钻探、物探、山地工程等方法手段，查明地质灾害孕灾地质背景和发育特征及分布规律，并在此基础上选择统计模型方法（信息量、证据权法等）开展孕灾地质条件分区、地质灾害的易发性、危险性、风险评价。并在野外调查过程中注重于新技术方法的结合，采用无人机、机载雷达、合成孔径雷达干涉测量（InSAR）、地理信息系统等设备开展调查与成果编制，具有进步性、创新性。

2. 预期经济效果

《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》规定的工作方法与思路满足地质灾害风险调查评价要求，可为地质灾害防灾减灾提供技术支撑。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比

未采用国际标准，国外无同类标准。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》的编制，是总结了目前地质灾害调查与风险评价的技术和成果，为配合现阶段地质调查工作的全面实施，提高我国地质灾害风险调查评价水平，需要制定本规范，以规范施工单位在地质灾害风险调查评价领域的不统一的局面，

为我国的地质调查工作的发展发挥重要作用。

本规范在编制过程中，搜集了与地质灾害、工程地质条件、风险评价等，尤其是地质灾害、风险评价相关的国内外相关文献、国家及地方的政策法规和技术标准，作为编写的依据或参考。主要引用了《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1：50000）（DZ/T 0261）》、《岩土工程勘察规范》（GB 50021）、《工程地质调查规范（1:2.5 万~1:5 万）》（DZ/T0097）、地面沉降调查与监测规范（DZ/T0283）、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220）等国家和行业最新标准；参考了《地质灾害防治条例》（国务院令 2003 第[394]号）、《灾害地质学》、《滑坡风险评估理论与技术》等规定、书籍，不存在冲突和矛盾。

对于正文中引用的国家法规、国家标准，凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件，凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》以自然资源部行业推荐性标准的形式发布实施。

本规范在纳入自然资源部行业标准体系后，可作为地质灾害风险调查工作中重要参考依据和准则。对从事地质灾害风险调查单位和技术人员、操作人员都应严格遵守和执行。同时建议，因本规范只对当前较成熟的调查方法作了一般性和原则性的规定与要求，各施工单位在贯彻执行本规范时，可根据实际情况制定某些实施细则或补充要求；采用本规范时，还应以下列标准或规程规范配合使用：

(1) DZ/T 0261 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范 (1:50 000)、GB 50021 岩土工程勘察规范、DZ/T0220 泥石流灾害防治工程勘查规范、DZ/T0097 工程地质调查规范(1:2.5 万~1:5 万)、DZ/T 0190 区域环境地质勘查遥感技术规程(1:50 000)。

(2) 工程地质手册。

八、贯彻标准的要求和措施建议

为贯彻标准，建议标准发布后，由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会提请自然资源部办公厅适时发布贯标的通知，并委托起草单位组织培训，切实推动这项行业标准的贯彻实施。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其它应予说明的事项

本标准与 DZ/T0261-2014 《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范》(1:50 0000)、DZ/T0286-2015 《地质灾害危险性评估规范》的关系

本轮调查总体突出“孕灾”、“识灾”、“风险”三大特征，侧重地质灾害孕灾条件与地质灾害及隐患为调查研究对象，强调的是孕灾地质条件，并开展风险评价；而《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范 (1:50 000)》注重的是地质灾害本身的调查，强调的是地质灾害本体调查。两个规范属于并列关系，前者在后者基础上进一步深化，但是在调查过程中可相互交叉，互相补充，前者可借鉴后者关于地质灾害点的调查内容，后者可借鉴前者关于孕灾地质条件调查与风险评价内容。

《地质灾害危险性评估规范》评估对象为与工程建设有关的地质灾害，局限在点、线或者一定范围，主要工作主要围绕地质灾害危险

性现状评估、预测评估、综合评估及建设用地适宜性评价开展，与本规范的工作范围和成果都有一定差别，但在调查方法和调查内容上两者可相互借鉴。

附表1 《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》章节内容

规程章节	规程目次	内容摘要	备注
1	范围	规定了地质灾害风险调查评价中的技术要求和操作规定，指出了本标准的适用范围。	
2	规范性引用文件	列出本标准中规范性引用文件。	
3	术语与定义	对规程中出现的专用术语加以定义。	
4	总则	总则	
4.1	目的任务	查明地质灾害形成条件并给出防治建议，列出本标准中工作任务。	
4.2	部署原则	按县级行政单元开展部署，对调查区分为一般调查区和重点调查区，给出了工作量基本定额。	
4.3	总体要求	说明了工作可采用的方法和要求。	
5	设计书编写	规定了设计书（实施方案）编写的基本要求。	
6	调查内容	调查内容	
6.1	基本规定	调查的基本方法和要求，包括遥感解译、地面调查、钻探、槽探和物探等方法。	
6.2	调查内容	规定工程地质岩组、易崩易滑地层、斜坡结构类型、软弱层、风化程度、岩体结构等孕灾地质要素调查内容。	
6.3	特殊地区孕灾地质条件调查	规定了红层地区、黄土地区、岩溶地区、红粘土地区、膨胀土地区等特殊地区孕灾地质调查内容。	
6.4	地质灾害调查	参照相关规范开展地质灾害调查。	
6.5	地质灾害隐患调查	参照相关规范开展地质灾害隐患调查。	
6.6	承灾体调查	规定了成灾体调查基本内容。	
7	基本调查方法	提出了基本的调查方法，比如资料收集、遥感调查、地面调查、物探等。	
7.1	资料收集	规定了资料收集的种类、内容及对资料进行整理分析，开展预编图工作。	
7.2	遥感调查	列出了遥感调查的内容和要求，比如遥感影像数据源的选取应综合考虑调查区地表植被状况、地质环境条件、调查精度、解译范围、遥感数据存档情况及获取时间等因素。	
7.3	地面调查	列出了地面调查的内容和要求。	
7.4	物探	物探工作的内容、方法和成果，提出野外作业应遵循有关物探规范的要求。	
7.5	工程地质钻探	列出工程地质钻探工作的内容和要求。	
7.6	山地工程	给出山地工程工作内容和方法，规定山地工程应以探槽和浅井为主。	
7.7	测试与试验	原位测试与室内试验相结合，同时应符合有关标准规定。	
8	地质灾害风险评价	地质灾害风险评价	
8.1	总体要求	规定了风险评价的总体要求	
8.2	一般调查区地质灾害风险评价	规定了一般调查区风险评价以危险性和易损性叠加运算为基础评价。	
8.3	重点调查区地质灾害风险评价	规定重点调查区要考虑不同的工况进行评价。	
8.4	单体地质灾害风险评价	对单体地质灾害进行稳定性评价，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。	
9	成果编制与验收	图件、报告、数据库、成果编制、汇交规定	
9.1	图件编制	列出对不同类型图件的编制要求，主要包括实际材料图、地质灾害孕灾地质条件图、地质灾害及隐患分布图等。	
9.2	报告编制	给出成果报告编制的要求和内容，报告编写应充分利用已有资料、全面反映调查、测绘和勘查所取得的成果。	
9.3	数据库建设	数据库建设的基本内容和验收要求。	
9.4	成果验收	包括野外验收、数据库验收、成果验收的方法、内容和技术要求。	
9.5	资料归档	提出资料归档的内容和要求，包括底稿、底图、技术文件、电子文件等。	
附录 A	(资料性附录) 地质灾害调查新技术新方法及适用范围	规定了地质灾害调查新技术方法及适用范围。	
附录 B	(规范性附录) 规定符号图示图例	规定了地质灾害调查中符号的表达方式、格式等内容。	
附录 C	(资料性附录) 设计书编写提纲	规定了设计书(实施方案)编写提纲，共 9 章。	
附录 D	(规范性附录) 野外记录格式及调查表	规定了野外记录格式及调查表。	
附录 E	(规范性附录) 地质灾害分类表	给出地质灾害分类表。规定了崩塌滑坡泥石流等地质灾害按照不同标准分类。	
附录 F	(资料性附录) 土的类型与结构	土的类型与结构，按颗粒组成和塑性指数分为碎石土、砂土和黏性土 3 大类和 11 个小类。	
附录 G	(资料性附录) 岩体结构类型划分	岩体结构划分、地质背景、结构面特征等。	
附录 H	(资料性附录) 斜坡结构类型划分方案	提出斜坡结构类型划分方案，划分一级斜坡、二级斜坡。	
附录 I	(资料性附录) 岩石风化程度划分及其判定	提出岩石风化程度划分及其判定的依据，根据不同的因素划分为剧风化、强风化、弱风化和微风化 4 个类别。	
附录 J	(资料性附录) 单体斜坡稳定性分析评价方法	提出单体滑坡或斜坡稳定性分析评价方法，主要包括定性评价和定量评价两大类。	
附录 K	遥感解译和隐患识别方法	规定了采用遥感解译方法的数据来源及技术路线。	
附录 L	(资料性附录) 岩土体测试项目及参数表	岩岩土体测试项目及参数。	
附录 M	(资料性附录) 地质灾害风险评价方法	提出了信息量法、证据权法等易发性评价方法，列出了一般区、重点区、单体地质灾害易损性评价方法。地质灾害风险等级划分方法。	
附录 N	(资料性附录) 成果报告提纲	规定了成果报告提纲，共 9 章。	
附录 O	(资料性附录) 数据库建库报告提纲	规定了数据库建设报告提纲。	
附录 P	(资料性附录) 附图附件编制	规定了成果附图附件及提交的报告、附件等内容。	
	参考文献	标准编制参考的标准、文件等。	