

# 地质灾害风险评价与管控技术

## ——以西藏自治区墨脱达木乡为例

李义 谭和平 斯恩 陈龙

中国地质调查局军民融合地质调查中心

DOI:10.12238/gmsm.v7i9.1964

**[摘要]** 随着地质灾害频繁发生并对人类社会造成重大损失,人们对地质灾害的形成与发展有了迫切的研究需求。为此,开展地质灾害的风险评价与管控技术成为保障经济发展安全的关键手段。地质灾害风险评价不仅提供了对潜在灾害的系统理解,还帮助实现从灾后被动应对向灾前主动预防的转变,强调在灾害发生前进行有效的防御和减灾。本研究选定西藏自治区的达木乡作为案例区域,深入进行地质灾害的危险性、易损性评价及隐患点的风险管理研究,以期达到更优的灾害管理与控制效果。

**[关键词]** 地质灾害; 风险性; 管控技术; 达木乡

**中图分类号:** P5 **文献标识码:** A

### Geological Hazard Risk Evaluation and Control Techniques

--A Case Study of Damu Township, Motuo, Tibet Autonomous Region

Yi Li Heping Tan En Shi Long Chen

Civil-Military Integration Geological Survey Centre

**[Abstract]** With the frequent occurrence of geological disasters and the significant losses they cause to human society, there is an urgent need for research on the formation and development of geological disasters. For this reason, the risk evaluation and control technology of geological disasters has become a key means to guarantee the safety of economic development. Geohazard risk evaluation not only provides a systematic understanding of potential hazards, but also helps to achieve a shift from post-disaster reactive response to pre-disaster proactive prevention, with an emphasis on effective defence and mitigation before disasters occur. In this study, Damu Township in the Tibet Autonomous Region was selected as a case area to conduct in-depth research on the risk and vulnerability evaluation of geological hazards and the risk management of potential hazard sites, with a view to achieving better disaster management and control.

**[Key words]** geological hazards; riskiness; control technology; Damu Township

#### 1 研究目的和意义

西藏地区地域宽广且地形复杂,地质环境脆弱,地质灾害种类多、频发且分布广泛,对当地经济与社会可持续发展构成严重威胁。西藏自治区开展多次地质灾害调查,逐步明确了灾害隐患,但现有研究成果未能充分反映灾害的动态变化,亟需强化地质灾害的调查与风险管理。特别是达木乡,地震与强降雨影响下地质灾害频发,加剧了地质灾害发展,研究地质灾害的成因、分布与防控对减少极端气候下的灾害损失具有重要意义。

##### 1.1 技术路线

在充分收集资料的基础上开展达木乡地质灾害调查,结合遥感解译、无人机航摄、工程地质与地质灾害测绘、钻探、测

试、山地工程等手段,查明地形地貌、地质构造、岩土体工程特性、斜坡结构类型等地质灾害孕灾条件,以及地质灾害发育分布特征与成灾模式;开展地质灾害易发性、危险性和风险评价。

#### 2 达木乡地质环境条件

##### 2.1 地理位置和社会经济发展概况

达木乡位于墨脱县北部,地处雅鲁藏布江下游河谷,地理坐标为东经 $95^{\circ} 22' \sim 95^{\circ} 44'$ ,北纬 $29^{\circ} 48' \sim 29^{\circ} 24'$ ,东与察隅县相邻,南与墨脱镇相接,西隔嘎隆拉与波密县毗邻,北与格当乡为邻,面积为860.49km<sup>2</sup>

##### 2.2 气象水文

###### 2.2.1 气象资料

达木乡主要以亚热带湿润气候和温带湿润气候为主,属山地亚热带湿润气候带。墨脱县平均气温为 $12.9^{\circ}\text{C}$ ~ $18.9^{\circ}\text{C}$ 之间,最高平均气温出现在西让村 $18.9^{\circ}\text{C}$ ,最低平均气温出现在嘎隆拉 $4.0^{\circ}\text{C}$ ,整体呈从南到北递减的趋势。

本次工作搜集墨脱县内近10年月最大降雨量、2020年1月-2023年4月墨脱达木站总降水量及最大小时降水量、墨脱达木站最大一小时降水量,为地质灾害危险性评价提供基础数据依据。

## 2.2.2 水文

达木乡降水量充沛,地表切割密度大,水系发育旺盛,西邻雅鲁藏布江,境内共发育嘎隆曲、波弄贡河、嘎仁河、尼弄曲及金珠曲5条水系。同时,达木乡北侧和东侧都有小型湖泊(冰湖)分布,面积一般在500平方米以下。

## 2.3 地形地貌与植被

达木乡地形以山地和山间河谷为主,覆盖各村落,海拔从2200到5570米不等。山间河谷地貌分布在较低海拔,特别是金珠曲及其支流至冷多至巴迪村一带,以及嘎隆曲及其支流至波隆贡至冈戎勒地区。这些区域地形陡峭,多呈“V”型谷,谷深窄,植被覆盖率高。地形坡度复杂,主要集中在20至50度,部分地区坡度超过70度,这种高陡的斜坡为地质灾害的发生提供了易发条件。植被类型包括乔木林、草地和灌木林。乔木林主要分布在南部,占地面积约424.91平方公里,约占总面积的49.42%;草地主要在东北部,面积约269.98平方公里,占比31.40%;灌木林则集中在嘎隆曲支沟内,约115.87平方公里,占13.48%。耕地分布在农区,面积约1.55平方公里,占0.18%。这一多样的植被和复杂的地形共同影响着地质灾害的发展动态。

## 2.4 水文地质特征

研究区地表水发育,区内水系均属雅鲁藏布江流域。雅鲁藏布江及其支流均属印度洋水系。在研究区内,流向总体由西向东。按含水介质的不同和地下水在岩层中的赋存状态,可将研究区地下水分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水两类,地下水的补给来源主要为大气降水和冰雪融水入渗。

## 3 达木乡地质灾害特征探析

### 3.1 达木乡地质灾害特征及形成规律

达木乡的地质灾害特征和形成规律反映了地质环境、气候水文条件以及人类活动的综合影响。该地区共识别地质灾害点145处,其中包括新发现的3个地质灾害隐患点(1个崩塌和2个滑坡)。主要灾害类型包括泥石流(71处)、崩塌和滑坡(各37处),且主要沿珠村附近的G559达果桥至帮辛乡道路分布,这些灾害点多由切坡建路等人类工程活动引发。地质灾害在达木乡呈线状分布,其中泥石流以沟谷型为主,其物质组成主要是松散堆积物和风化岩石,常由强降水引发。崩塌和滑坡灾害多发生在拉墨公路沿线,显示出人为因素的显著影响。地质灾害的空间分布主要集中在交通道路沿线,尤其是嘎弄曲右岸的扎墨公路,以及人类聚集区和工程活动密集区域。

### 3.2 达木乡地质灾害的特征分析

本次调查统计地质灾害点145处,对不同地质灾害点类型划分出其稳定性与易发性,其中滑坡、崩塌的稳定性分为稳定性好、稳定性较差与稳定性差三级,泥石流易发性分为易发、中等易发与低易发。

崩塌隐患点共37处,其中基本稳定有32处,不稳定的有5处。滑坡隐患点共37处,均属基本稳定,规模以小型为主,共威胁364人,潜在受威胁财产3784.75万元。滑坡灾情等级均为小型,险情等级有一处为中型,其他均为小型。

泥石流隐患点共71处,易发的37处,轻度易发的34处。泥石流共威胁331人,威胁潜在财产约6208.235万元。是区内最主要的地质灾害类型,其危害性最大。一旦形成危害,易造成群死群伤,是达木乡地质灾害防治工作中的重点。

## 4 达木乡地质灾害风险评价研究

### 4.1 评价单元选取

评价单元主要划分主要分为三类:子流域单元、斜坡单元以及栅格单元,斜坡单元是孕育灾害的基本单元,由于流域依据山谷线划分斜坡单元是目前通用的做法,虽然划分过程比较繁琐,但物理意义比较明确。本研究以达木乡为评价区域,面积相对较小,综合各方面考虑,选择斜坡单元作为基础的评价单元进行滑坡、崩塌评价,以流域单元作为基础进行泥石流评价。

### 4.2 评价方法选取

地质灾害易发性受区域地质背景条件影响,不同区域的影响因素及其效果各不相同。为提升评价结果的准确性,通过对比不同的评价方法,选择最适合的方法进行易发性评价。评价方法分为定性和定量两种:定性方法主要依赖专家评级,而定量方法使用数学手段进行量化。但鉴于地质灾害的复杂性和区域差异,单纯的定性分析可能无法客观反映各评价指标在不同影响后果上的差异,从而影响评价结果的客观性和实用性。

为提高易发性评价结果精细程度,本次选取信息量法进行崩塌和滑坡易发性评价因子信息量确定,选取层次分析法进行不同因子权重确定,层次分析法(AHP)与信息量法原理如下:

#### 4.2.1 信息量法

信息量法是基于信息论的一种地质灾害易发性预测评价方法。该方法认为,通过分析区域地质灾害的发展现状及其提供的信息量,可以更加合理和可靠地评估地质灾害的易发性。具体方法是通过定量分析历史地质灾害的发展规律,确定影响灾害发展的关键因素及其影响模式,对这些因素进行合理的区间划分,并运用数学模型计算不同区间的信息量值。这些信息量值反映了各区间对灾害发生的贡献程度,将这些值累加即可得到整个评价区域的总信息量值。

#### II. 层次分析法

层次分析法通过将评价目标按条件分解为不同属性的要素来解决问题,再根据要素之间的隶属关系,将它们组织成不同的层次结构。这种结构从上到下依次为目标层、准则层和指标层。目标层为分析的最终目的;准则层包括评价目标达成的各种标准;指标层则包括实现目标的各种具体决策方案和措施。

## 5 达木乡地质灾害隐患点风险管控技术

针对不同地质灾害类型,在极高和高风险地质灾害提出了不同工况条件下工程治理措施、安全避让距离、避险搬迁范围、监测预警等综合风险管控建议;中低风险区则以排危除险及“监测预警+临时避让”为主。

### 5.1 达木乡风险管控措施及体系

根据达木乡的地理及地质环境情况、地质灾害风险特征与当地经济结构特性,使用最小成本的投入,实现最大化的减灾效益。地质灾害日常防御、灾前准备、灾中应急响应以及灾后重建。

#### 5.1.1 地质灾害风险“点面双控”措施

对于隐患点上的措施主要有群测群防(含群专结合监测预警)、专业监测预警、避险搬迁、排危除险、工程治理;对于风险区上的措施主要有:①低风险区:开展防灾意识和知识社会调查,针对性、查漏补缺式的开展防灾知识宣传培训(每年不少于一次),组织开展群专结合的地质灾害排查工作。②中风险区:可开展防灾意识和知识社会调查,针对性、查漏补缺式的开展防灾知识宣传培训;及时发现地质灾害隐患,开展地质灾害隐患防治;编制专项防灾预案,定期开展演练。③高风险区:组织专业单位开展汛前、汛中和汛后地质灾害风险排查,强降雨期间组织专业单位驻守巡查地质灾害;设立警示牌;编制并发放“地质灾害风险区防控两卡一表”;编制专项防灾预案,定期开展演练;严格实行国土空间用途管制。④极高风险区:除按“高风险区”落实相应措施外,应及时调整国土空间规划。

#### 5.1.2 地质灾害风险管控措施

(1)地质灾害日常防御阶段的风险管控措施。地质灾害防灾预案的编制可根据灾害类型及行政主管部门进行分类,主要分为两类:按地质灾害点编制和按行政区编制。行政区防灾预案的内容包括减灾教育与培训、疏散避险线路规划与演练、以及群测群防监测系统的建立。通过实施减灾教育,培养群众的防灾意识和应急反应能力,使其能识别和应对地质灾害。当灾害发生或临近时,及时疏散避险能有效减少人员伤亡。群测群防体系是由县、乡镇和村三级网络组成,群众参与灾害监测与预防,增强社区的灾害应对能力。

(2)地质灾害灾前准备阶段的风险管理措施。灾前准备阶段着重于为应对地质灾害所做的组织与物资准备。关键工作包括制定灾害应急响应计划、进行灾害应急训练、储备必要的救灾物资,并确保各应急单位及组织间的协调与沟通。通过这些措施,确保在灾害发生时能够迅速有效地启动应急响应,实现各方协同一致应对灾情。

#### 5.2 地质灾害隐患点风险控制对策建议

针对不同类型的地质灾害,针对极高和高风险区域提出了工程治理、安全避让、搬迁范围和监测预警等综合风险控制建

议;而中低风险区域则侧重于排危除险和“监测预警+临时避让”。达木乡地质灾害防治的总体原则为“以避为主,优化布局”,强调在建立群测群防监测预警体系、保障群众生命安全的基础上,采用工程治理、避让搬迁、排危除险、专业监测等多种手段进行综合治理。防治方案包括群测群防网络建设、灾害预警预报、防灾预案编制、工程治理、排危除险以及避让搬迁措施等,确保最大限度地降低灾害风险。

### 5.3 地质灾害风险区风险管控措施建议

依据国内外地质灾害风险管控成功经验,针对1:1万地质灾害风险管控制定基于“斜坡单元”的“地质灾害风险管控体系”,即地质灾害风险管控以划定的斜坡单元为基础,在充分把握斜坡的致灾条件、孕灾过程、危险性和风险性的前提下,制定针对性的预警体系、管理规则和管控措施,进而实现地质灾害风险的系统管控。

结合地质灾害隐患点和地质灾害风险区的分布,本着“人民至上、生命至上”的理念,将地质灾害极高、高风险区划定为地质灾害重点防治区;将地质灾害中风险区划定为次重点防治区;将地质灾害低风险区划定为一般防治区。

## 6 结论

(1)该区域位于西藏东部雅鲁藏布江缝合带,地质环境特殊,主要由新构造运动导致的缓慢整体抬升和频繁强烈地震活动所形成。这些因素共同诱发了区域内研究区的独特第四纪地质环境,导致崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害频发。

(2)达木乡内共记录地质灾害及隐患点145处,主要集中在贡日村至达木村的扎墨公路沿线及其他人类聚集和工程活动密集区域。

(3)研究地质灾害多以小型为主,包括崩塌、滑坡、泥石流等,其中小型地质灾害124处,中型19处,大型2处。大部分崩塌地质灾害点基本稳定,而滑坡普遍处于稳定状态,泥石流的易发程度则从轻度易发到易发不等。

### [参考文献]

- [1]胡瑞林,陈平,庄茂国,等.“坡长制斜坡地质灾害防治体系”的建立与技术要点[J].工程地质学报,2020(004):028.
- [2]王鹏.降雨型滑坡灾害风险动态评估方法及应用系统[D].重庆科技学院,2023.
- [3]陈利琼,曾志强,张开.基于未确知测度理论的山区管道地质灾害风险评估[J].科学技术与工程,2022,22(35):15528-15535.
- [4]安兆龙,肖星星,李启桢.库车市地质灾害重点发育区风险管控措施探析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023.

### 作者简介:

李义(1995—),男,汉族,四川古蔺人,本科,助理工程师,中国地质调查局军民融合地质调查中心,研究方向:水工环。