

基于GIS墨脱县滑坡易发性评价

付佳宇

西藏大学

DOI:10.12238/eep.v7i5.2067

[摘要] 墨脱县地质构造非常复杂,位于喜马拉雅山脉东端,雅鲁藏布江板块结合带从县境中部弯曲而过,是藏东南地区受滑坡灾害影响严重的地区之一,已经严重制约当地社会经济的发展。本文依据搜集的资料数据、调查背景,分析了研究区地质环境背景,探讨泥石流成因的评价因子。以ArcGIS软件为平台,提取相关图层数据,采用信息量法,实现了对墨脱县滑坡易发性评价。

[关键词] 滑坡; 地理信息系统(GIS); 易发性评价

中图分类号: G633.55 **文献标识码:** A

Based on GIS landslide susceptibility assessment in Medog County

Jiayu Fu

School of Engineering, Tibet University

[Abstract] The geological structure of Metuo County is very complex, located at the eastern end of the Himalayas, and the Brahmaputra plate junction belt bends through the middle of the county, which is one of the areas seriously affected by landslides in southeast Tibet, which has seriously restricted the local social and economic development. Based on the collected data and investigation background, this paper analyzes the geological environment background of the study area and discusses the evaluation factors of the causes of debris flow. Using ArcGIS software as the platform, the relevant layer data was extracted, and the information method was used to evaluate the susceptibility of landslides in Metuo County.

[Key words] Landslide; Geographic information system (GIS); Susceptibility assessment

引言

地质灾害不仅会威胁人类安全,造成大量经济损失,还会给国家和人民带来巨大危害^[1-9]。其中滑坡属于地质灾害的一种,主要集中在西南地区,对当地人民群众的生命安全以及财产安全造成了巨大的威胁。

滑坡灾害是自然灾害中十分重要的灾害类型之一,它会导致人员的伤亡和财产损失,因此开展滑坡灾害易发性评价研究具有重要意义^[10]。滑坡在降雨、地震以及人类工程活动等多重因素作用下频繁发生于世界范围内的山地地区,严重威胁了建筑物、交通设施和居民的安全,还会对地质生态环境产生重大影响^[11-12]。同时,由于滑坡具有爆发突然、冲击力大、历时短、危害大等特点,使其具有重大的社会危害性。

在上世纪80年代末,随着GIS和相关学科整合及快速发展,研究地质灾害的手段和方式得到了巨大的提高与改善^[13-14]。近年来,随着GIS技术的迅速发展。GIS技术在全世界得以普及,被重点应用于资源管理、环境监测、地质灾害防治、农林水利建设、城乡规划等方面,特别是在地质灾害防治中发挥着重要作用^[15]。目前,基于GIS技术的滑坡空间分布规律分析方法得

到了广泛应用^[16-19]。

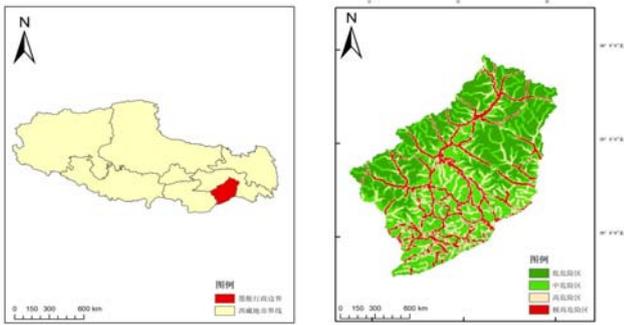
本研究选取西藏东南墨脱县地区为研究对象,在GIS技术支持下,考虑滑坡成灾机理并选择相关因子,采用信息量法进行易发性评估,以方便滑坡减灾防灾工作。

1 研究区概况

墨脱县位于西藏自治区东南部,全县森林覆盖率78.83%,地势北高南低,南北差异较大。总面积31394.67平方千米中心地理坐标为东经93°46′、北纬96°06′。

地处雅鲁藏布江大拐弯下游,喜马拉雅山脉南麓,山谷高深,地质构造复杂,常年受印度洋海洋性西南季风影响,水气充沛,每年3-10月降水量占全年总降水量80%以上,期间降水集中、强度大、范围广。由于降水量的集中,从而在墨脱山区的气候条件较为复杂,而且降水量往往比较大,所以很容易诱发山体滑坡、泥石流、坍塌的地质灾害。严重影响了当地居民的生命财产安全。主要地貌大致分为:北部冰蚀高山、极高山;东西部寒冻高山;中部深切切割高山峡谷地貌;南部低山、丘陵平原等4个地貌类型。

2 评价因子和研究方法



2.1 评价因子

滑坡灾害的形成由多个要素决定的,且每个要素对灾害的贡献不同。本次研究参考大量文献资料和数据,并结合研究区自然因素与人文因素,选出研究区滑坡灾害的主要影响因子:高程、坡度、坡向、水系距离以及道路距离等。

2.1.1 高程

高程对滑坡灾害成因具有一定的影响。不同的高程范围,人为活动频率及松散物堆积量都有差异,因而影响滑坡灾害发生概率。墨脱县地势北高南低,南北差异较大。墨脱县的县城海拔高度为1100米,而雅鲁藏布江墨脱县城段的海拔仅有700米。此外,墨脱县的平均海拔为1200米。墨脱县的地形多样,从高山到峡谷,海拔高度变化较大。

2.1.2 坡度

坡度是控制坡面稳定程度的重要因素。在坡度小的坡面,松散物的滑动趋势较小,随着坡度的增大,松散物滑动势能增加。但滑坡发生的概率与坡度并不相干。

2.1.3 坡向

墨脱县地质构造复杂,对于坡向也有一定的选择,阳坡的植被相对较少,所以对于坡面的保护度相对较弱,所以阳坡一面的岩石土壤等物质变得松散,没有粘合力,而墨脱的降水量紧凑并且量大,所以,当墨脱处于雨季的时候,阳坡又缺乏植被抓力的保护就容易发生滑坡等地质灾害。

2.1.4 水系距离

通过画图得知水系距离属于连续变量,根据ArcGIS软件中的缓冲工具按照每300m为一个等级将水系之间的距离分成了5个等级,但是根据墨脱灾害点的数据分析,灾害发生的位置基本上都处于西北方向,同时根据墨脱的高程数据可以得出,灾害易发区主要出现在中等高度的水系密集区,水系距离在[0-300m]的信息量值最大,表明墨脱县在距离水系[0-300m]距离内最容易发生滑坡。(重庆市的那篇文章)

2.1.5 道路距离

道路建设是人类活动中的一类,在某一地方进行道路修建的时候,很容易就使当地的地质环境条件发生改变。在使用ArcGIS画图的过程中,对于道路进行了与水系一样的处理方式,使用缓冲功能按照每400m一个的距离将道路分为了5个等级,由图像得出,墨脱县的地质灾害分布,与常规不同,反而是道路较

为稀疏的地方灾害发生的越频繁。

表1 各指标因子信息量模型计算结果

因子	等级划分	信息量值 i	排序
水系	0-300	1.051908409	3
	300-600	0.888629571	4
	600-900	0.31104096	9
	900-1200	0.447145548	6
	>1200	-1.064194526	27
坡向	北	-0.607705885	24
	东北	-0.686996863	25
	东	0.394539733	8
	东南	0.250404427	10
	南	0.225807978	12
	西南	-0.021249194	16
	西	0.047354203	15
坡度	0-10	0.155404607	13
	10-20	0.136282823	14
	20-30	-0.024948835	17
	30-40	-0.038856336	18
	40-50	-0.048491423	20
	>50	-0.412303291	22
高程	30-935	-0.040568493	19
	935-1667	0.753573261	5
	1667-2417	0.429881314	7
	2417-3174	-0.952098352	26
	3174-3944	-1.309127305	28
道路	3944-7043	-1.315608263	29
	0-400	2.287500905	1
	400-800	1.338171702	2
	800-1200	-0.070151718	21
	1200-1600	-0.597320717	23
>1600	-1.530933936	30	

2.2 信息量模型基本原理

信息量模型的理论基础是信息论,运用概率论和数理统计的方法以信息熵的概念来分析各种评价指标作用下泥石流易发性的模型。通过各种评价指标与泥石流灾害点空间叠加分析,依据GIS平台计算其单个指标信息量,其信息量越大,表明易发性越高。

$$I = \sum_{j=1}^n \ln \frac{N_j/N}{S_j/S} \quad \#(1)$$

式中：I—各种评价指标加权的总信息量，可作为滑坡易发性指数； N_j —单个评价指标特定分级区间内含有滑坡的个数；

N —滑坡总数；

S_j —单个评价指标特定分级区间内栅格数；

S —总栅格数。

3 滑坡易发性评价

3.1 指标因子相关性

通过对比分析不难发现，各指标因子之间都存在着或多或少的相关性，如果说单独只分析图中的信息，无论是信息量还是等级划分与灾害点的分布，很有可能会导致数据的叠加甚至会出现相关性与分析出错后期可能会带来更大的问题。为了可以有效规避这样的问题发生，我们就需要采用ArcGIS为工具进行分析。在ArcGIS中打开波段集统计工具把具体使用的5个因子进行相关性指标的检验，就可以得出的结论可以得知5个因子的相关性系数主要分布在-0.02566-0.34765之间(如下表)。可以看出表中有两组相关性指标比较强的，分别是：道路水系(0.34765)、道路高程(0.21294)。

表2 评价指标之间的相关性

因子	道路	水系	坡向	坡度	高程
道路	1.00000	0.34765	0.00490	0.11698	0.21294
水系	0.34765	1.00000	-0.00349	0.05622	0.15722
坡向	0.00490	-0.00349	1.00000	-0.02566	-0.01420
坡度	0.11698	0.05622	-0.02566	1.00000	0.08037
高程	0.21294	0.15722	-0.01420	0.08037	1.00000

3.2 信息量模型的指标因子分析

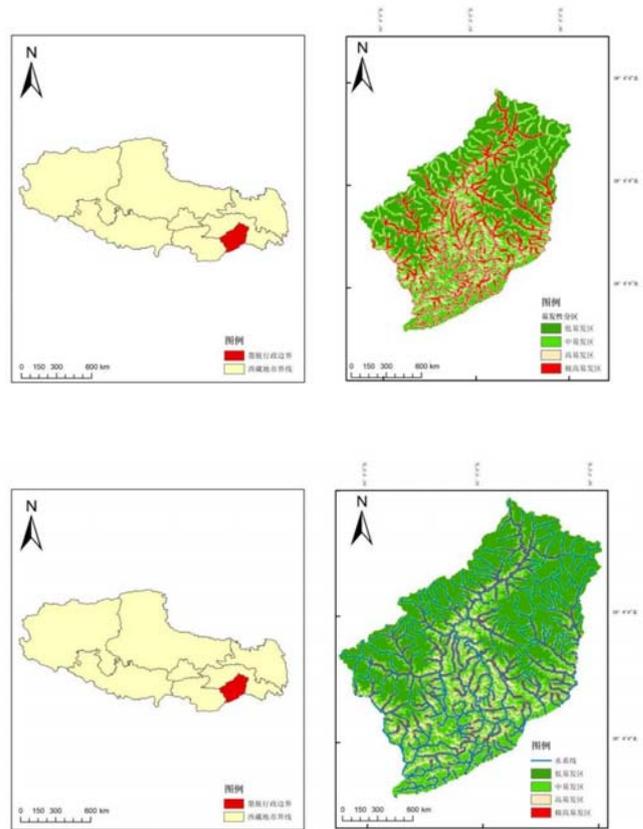
在使用GIS画图过程中采用到的方式主要是自然断点法来确定各指标因子的等级划分，再结合上表中的相关性分析数据结果，不变依旧选取道路距离、水系距离、坡向、坡度、高程这5个指标作为信息量模型的评价指标体系。将各指标因子的信息量值进行统计并排序(表参考表1)^[20]。根据表中的信息量值的排序，可以找出排在前5名的分别是：道路距离[0-400](信息量值2.287)、道路距离[400-800](信息量值1.338)、水系距离[0-300](信息量值1.052)、水系距离[300-600](信息量值0.889)、高程[30-935](信息量值0.754)。以上数据可以充分说明影响墨脱县滑坡灾害的因子主要有道路距离、水系距离以及高程。

4 墨脱县滑坡灾害易发性评价

在选择几个指标因子的信息量值中，为了得到信息量值的范围，采用了ArcGIS中的栅格叠加的方法得出来墨脱县总的信息量值分布在[-5.01-4.642]这个范围中。在栅格叠加的基础之上通过重分类自然断点法将该总信息量的范围分为4类：低易发区[-5.01——-2.931)、中易发区[-2.931——-1.11)、高易

发区[-1.11——-1.079)、极高易发区[1.079——4.643]。由得出来的图可以发现研究区主要以中易发区以及低易发区为主。

墨脱县的极易高发区面积为5347.017km²占研究区域面积的17.4%。极高易发区的空间分布与水系分布高度吻合。高易发区的面积为6999.9498km²，占研究区域的22.3%。中易发区的面积为8190km²，占研究区域的26.1%。低易发区面积为10849.96km²，占研究区域的34.2%。



在极易高发区，经过研究发现已经发生滑坡较多的地区大都分布在达木路巴民族乡、德兴、巴登则、波动等地附近。在高易发区，主要发生滑坡的区域有牛古拉、波隆贡以及日崩等地区附近。这些区域附近应该着重加强滑坡灾害的防治。

5 讨论

基于信息量模型我们可以得出影响墨脱县滑坡灾害发生的因子主要有道路以及水系的距离。水系对于边坡的影响主要从几个方面得知：(1)河流对于边坡坡脚的长期侵蚀冲刷，导致边坡的坡脚被掏空，所以为滑坡的形成创造了条件；(2)由于降水的集中，所以会导致河流水位的上升下降，在水位上升下降的同时对于河流两岸的土壤也造成了干湿交替的周期，从而会导致土质强度发生变化从而容易导致滑坡灾害的发生；(3)河流在长期的过程中会逐渐渗透到边坡，从而导致土体变松软。由此可以分析出，当水系距离较短的时候河流的冲刷力也就越强，也就可以很好的证明出在水系距离[0-300)、[300-600)的位置信息量值大的原因。道路距离对于边坡稳定性的影响，道路距离的因子

主要是人类活动引起的,所以在对于道路修建的过程中人类的过度干涉也会对环境造成一定的改变,从而破坏边坡土体的强度,可能会导致滑坡等地质灾害的发生。这些因素是否正确都需要进一步研究。

6 结论

(1)通过对于墨脱县进行研究,我们从中选取了选取高程、坡度、坡向、距水系距离、距道路距离共5个指标作为研究滑坡的影响因子。进行相关性分析之后,通过ArcGIS作图得出了墨脱县滑坡易发性评价体系。根据通过各个渠道得到的滑坡灾害的数据,绘制出墨脱县灾害易发性评价图之后,采用自然断点法将灾害图分为了极高易发区、高易发区、中易发区、低易发区。但是滑坡灾害发生的区域主要是在极高易发区以及高易发区中间,得出的数据全部是根据信息量模型。能够很好地反映出墨脱县滑坡灾害情况。(2)我们从前面的信息量值中可以得出各指标因子的信息量值,找到的发生滑坡灾害概率最大的主要因子是在距水系距离[0-300](信息量值1.052)、道路距离[0-400](信息量值2.287)、道路距离[400-800](信息量值1.338)、水系距离[300-600](信息量值0.889)、高程[30-935](信息量值0.754)。所以找出墨脱县对应的主要有达木珞巴民族乡、德兴、巴登则、波动、牛古拉、波隆贡以及日崩等区域应该加强对于滑坡等地质灾害的防治。

[参考文献]

- [1]姚静,任涛,翟星,等.基于GIS和加权信息量模型的平山县地质灾害易发性评价[J].河北地质大学学报,2021,44(3):47-53.
- [2]黄佳铭,刘羊,楼康明,等.基于GIS和信息量模型的坡面孤石发育程度评价[J].城市勘测,2022,(06):185-191.
- [3]郑盛业,梁竞.基于GIS和信息量模型的广西岑溪市地质灾害易发性评估[J].内蒙古煤炭经济,2022,(23):169-171.
- [4]李中权.基于信息量模型法评价青阳县地质灾害易发性[J].现代矿业,2022,38(09):91-94.
- [5]李玉文,袁颖,李琛曦,等.基于加权信息量法的涑水县地质灾害易发性评价[J].防灾科技学院学报,2021,23(03):34-43.
- [6]徐敏,崔玉龙,袁文华,等.基于GIS和信息量法的伊犁黄土滑坡易发性评价[J].河南城建学院学报,2021,30(04):25-31.
- [7]马振,谭光超,季璇.基于GIS的信息量法在九畹河流域地质灾害易发性评价中的应用[J].资源环境与工程,2021,35(05):667-673+680.
- [8]余杰,陈钰,彭慧,等.基于GIS信息量模型的地质灾害易发

性分区评价——以黄梅县为例[J].资源环境与工程,2021,35(5):702-707+718.

[9]康鹏宇,孙士伟,林清禄,等.基于GIS与信息量模型法的山东省蒙阴县地质灾害易发性评价[J].山东国土资源,2023,39(06):37-43.

[10]刘文正.云南省丘北县滑坡灾害易发性评价[J].中国新技术新产品,2023,(19):136-138.

[11]孔嘉旭,庄建琦,彭建兵,等.基于信息量和卷积神经网络的黄土高原滑坡易发性评价[J].地球科学,2023,48(5):1711-1729.

[12]彭建兵,吴迪,段钊,等.典型人类工程活动诱发黄土滑坡灾害特征与致灾机理[J].西南交通大学学报,2016,51(05):971-980.

[13]林振,卢书强,梅军.基于信息量法的湖北省秭归县滑坡易发性评价[J].华南地质,2024,40(01):152-161.

[14]刘康,田臣龙,徐凤琳.基于信息量-层次分析耦合模型的泗水县地质灾害易发性评价[J].中国地质调查,2023,10(02):77-86.

[15]陈峰. GIS为技术支撑的地质灾害防治信息平台建构研究[J].科技与创新,2024,(10):184-186.

[16]彭丹.贵州省贵阳市南明区滑坡易发性评价[J].甘肃水利水电技术,2023,59(04):36-39+43.

[17]谢维安,谷士飞,向星多,等.基于信息量与多模型耦合的碎屑岩区滑坡易发性分区评价[J].自然灾害学报,2023,32(01):236-244.

[18]常志璐,黄发明,蒋水华,等.基于多尺度分割方法的斜坡单元划分及滑坡易发性预测[J].工程科学与技术,2023,55(01):184-195.

[19]郭飞,王秀娟,陈玺,等.基于不同模型的赣南地区小型削方滑坡易发性评价对比分析[J].中国地质灾害与防治学报,2022,33(06):125-133.

[20]王佳妮,王云琦,李耀明,等.基于信息量模型的滑坡灾害易发性评价——以重庆市为例[J].中国水土保持科学(中英文),2023,21(06):53-62.

作者简介:

付佳宇(1999--),女,汉族,山东泰安市人,工学硕士,西藏大学工学院地质工程专业,研究方向:地质灾害。