

基于 Arcgis 的地质灾害易发性评价 ——以珠海市鹤洲新区(筹备组)斜坡类易发性评价为例

龙承柱*

(广东省珠海工程勘察院,广东 珠海 519000)

摘要:随着全国1:50000地质灾害调查的不断推进,2022年珠海市多区开展了1:50000地质灾害调查工作,以珠海市鹤洲新区(筹备组)开展的地质灾害风险调查工作为基础,针对地质灾害易发性评价进行研究,为后期的危险性、风险性奠定基础。

关键词:地质灾害;易发性;分区

中图分类号:P694 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2023)10-0013-04

1 研究区基本情况

1.1 自然地理与区域地质环境概况

珠海市地处北回归线以南,属南亚热带海洋性季风气候,多年平均气温为23.1℃,降雨量在时间上主要集中在每年的4~10月,灾害性天气主要有台风、暴雨、强风和雷暴等。研究区地貌类型主要为丘陵区。

研究区内出露地层较为简单,主要为泥盆系桂头组(D_{2g})和第四纪全新世桂洲组(Qhg);侵入岩为晚侏罗世侵入岩(J_{3y}),主要分布于海岛。区内大地构造属新华夏第二隆起带西南部,位于华南褶皱系紫金—惠阳凹褶断束莲花山断裂构造带西南段。区域构造背景位于莲花山褶断带的西南端与廉江—阳江东西向构造带反接合部位,两个构造带在本区有减弱的趋势,褶皱构造零星散布,以区域性大断裂控制该区构造格局。区域断裂构造较为发育,主要有北东、北西及东西向。北东及北西向断裂规模较大,而东西向断裂规模较小,地表出露较差。地下水的赋存及分布,主要受地质构造、地层岩性、地形地貌、气象水文等综合因素控制,区内地下水可划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类型。丘陵台地区,地下水的补给来源为大气降水与山塘、水库的渗漏补给,平原区除大气降雨渗入补给外,还存在农业灌溉或鱼塘入渗补给以及丘陵台地的地下水的侧向补给。地下水主要以渗入沟谷、潜流、消耗与蒸发和植被的蒸腾排泄。

1.2 地质灾害发育特征

根据本次地质灾害调查和对历史地质灾害(隐患)

点及遥感解译地质灾害隐患点的现场核查,采用该区自1978年以来的25处历史地质灾害点进行了统计分析。

按地质灾害类型统计,区内地质灾害类型以突发性地质灾害崩塌、滑坡为主,主要发育于丘陵地区;其中,崩塌22处,滑坡3处。1978年以来,该区未发生过较大及以上地质灾害事件,无地质灾害造成的人员伤亡记录,无地质灾害造成的较大经济损失记录。历史地质灾害类型见表1。

表1 珠海市某区历史地质灾害类型统计表

灾害隐患类型	数目(个)	百分比(%)
崩塌	22	88
滑坡	3	12
合计	25	100

2 评价方法

研究区按调查精度的不同分为一般调查区1:50000和重点调查区1:10000开展易发性评价,重点调查区的评价方法与一般区的评价方法基本一致,不同的是评价单元精度,重点调查区采用10m×10m的标准栅格作为评价单元,一般调查区采取25m×25m栅格单元。

本次易发性评价采用信息量模型法。分别计算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。

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

* 收稿日期:2022-09-27 修回日期:2022-09-30

作者简介:龙承柱(1991-),男(侗族),贵州黔东南人,助理工程师,现从事水工环地质工作。

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:

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

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

N_j ——对应因素 A_j 状态(或区间)下地质灾害分布的单元数;

N ——调查区已知有地质灾害分布的单元总数;

S_j ——因素 A_j 状态(或区间)分布的单元数;

S ——调查区单元总数。

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

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

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

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。

3 评价因子的选取

3.1 斜坡类地质灾害易发性评价影响因子的选取

根据实地调查及综合分析各类影像因子与地质灾害点分布空间位置关系,本次选取地形地貌(坡度、坡形、起伏度)、植被覆盖率、断裂构造、岩土体类型、土地利用类型等7个地质灾害影响因子作为地质灾害易发性评价指标。

(1)地形地貌。地形地貌是地质灾害易发性评价的重要因素,主要体现在坡度、坡形、起伏度对地质灾

害发生的影响。本次选择坡度、坡形和地形起伏度三个因子,利用ArcMAP中3DAnalyst工具的坡度、曲率工具以本次收集的数字高程模型(DEM)生成坡度、坡形和地形起伏曲率图。用标准差尽量大和符合正态分布2个指标为准则,分别对调查区坡度、起伏度和坡形进行划分。

(2)断裂构造。断裂构造的发育对斜坡的岩土体结构影响较大,断裂构造发育的区域通常岩体节理裂隙较发育,风化程度较强烈,岩体较破碎,较易发生地质灾害。利用调查区地质图提取断层单线,通过ArcMAP中MultipleRingBuffer工具建立多环缓冲区,得到距断裂距离因子图。根据距断裂距离分为0~100m、100~200m、200~300m和大于300m四个等级。

(3)植被覆盖率。植被因子的提取基于ENVI5.1对遥感影像进行归一化处理,用获得的归一化指数作为度量植被覆盖的指标。

(4)岩土体类型。根据研究区岩石根据岩性、结构和岩石物理性质等,将调查区内岩土体划分为三种类型,分别为冲洪积层(I)、砂岩(II)、侵入岩(III)。

(5)土地利用类型。划分为城镇建设用地和工矿建设用地及村庄(农村)建房用地、水利水电—油气管道—交通用地、农业用地(耕地,水田,旱地,果园,经济作物用地)、林业用地(各种林地)与未利用地(裸地等)四类。

3.2 地质灾害影响因子的权值计算

采用层次分析法对上述各影响因子进行权重分配计算,层次分析法主要原理是将问题分解为最高层、中间层和最底层,分别代表决策、准则和方案层,然后比较各层次因子的重要性并进行判断矩阵构造,最后求解矩阵,归一化得到的特征向量,其中权重值为0.15,坡形0.1,地形起伏度0.1,岩土体类型0.25,地质构造0.1,植被覆盖0.1,土地利用类型0.2。

4 易发性各评价因子信息量

斜坡类地质灾害(崩塌、滑坡)易发性评价选择坡度、起伏度、坡形、植被覆盖、断裂构造、岩土体类型、土地利用类型等7个影响因子,结合斜坡类灾害发育情况,采用信息量模型方法进行计算评价,各评价因子信息量值见表2、表3。

5 易发性评价结果

利用Arcgis的空间分析功能对7个评价影响因子图层进行空间叠加分析,通过统计学中的自然断点法(natural break)将易发性区划重新分类后,生成以信息

表2 一般调查区坡类地质灾害易发性评价各评价因子信息量统计表

评价因子	状态	信息量计算				信息量值
		N_i	S_i	N	S	
坡度	0°~20°	0	3490	45	43500	/
	20°~45°	32	30624	45	43500	0.0101
	45°~60°	5	7473	45	43500	-0.4358
	60°~90°	8	1913	45	43500	1.3969
坡型	凸形坡	18	15857	45	43500	0.0929
	直线型	0	3429	45	43500	/
	凹形坡	27	24214	45	43500	0.0750
起伏度	<10m	0	2315	45	43500	/
	10~20m	2	2843	45	43500	-0.3856
	20~30m	3	5056	45	43500	-0.5559
	>30m	40	33286	45	43500	0.1498
植被覆盖率 $NDVI$	<0	0	3241	45	43500	/
	0~0.2	5	7742	45	43500	-0.4711
	0.2~0.4	19	7452	45	43500	0.9021
	>0.45	21	25065	45	43500	-0.2109
断裂构造距离	0~100	10	7479	45	43500	0.2566
	100~200	5	7115	45	43500	-0.3867
	200~300	5	4425	45	43500	0.0883
	>300	25	24481	45	43500	-0.0129
土地利用类型	城镇建设用地、工矿建设用地及村庄建房地	41	15282	45	43500	0.9530
	水利水电、油气管道、交通过地	4	5355	45	43500	-0.3256
	农业用地、林业用地	0	7489	45	43500	/
	未利用地	0	15324	45	43500	/
岩土体类型	侵入岩	45	43500	45	43500	0

表3 重点调查区崩塌、滑坡等斜坡类地质灾害易发性评价各评价因子信息量统计表

评价因子	状态	信息量计算				信息量值
		N_j	S_j	N	S	
坡度	>60°~90°	0	491	52	143000	-1.3719
	>45°~60°	9	1435	52	143000	2.8477
	>20°~45°	43	78900	52	143000	0.4046
	0°~20°	0	62174	52	143000	-1.3719
坡形	凹形	31	67931	52	143000	0.2271
	凸形	21	75069	52	143000	-0.2623
地形起伏	<10m	10	79158	52	143000	-1.0573
	10~20m	34	61198	52	143000	0.4238
	20~30m	8	2564	52	143000	2.1495
	>30m	0	80	52	143000	-1.3719
工程地质岩组	冲洪积层	/	/	/	/	/
	砂岩	/	/	/	/	/
	侵入岩	52	14300	52	14300	0
断裂构造	距断裂<100	7	10028	52	143000	0.6521
	距断裂100~200	4	10900	52	143000	0.0091
	距断裂200~300	2	11863	52	143000	-0.7687
	距断裂>300	39	110209	52	143000	-0.0272
植被覆盖	-1~0	0	11944	52	143000	-1.3719
	0~0.2	8	13794	52	143000	0.4668
	0.2~0.4	14	22590	52	143000	0.5332
人类工程活动	>0.4	30	94672	52	143000	-0.1376
	城镇建设用地和工矿建设用地及村庄(农村)建房地	40	45177	52	143000	0.8899
	水利水电—油气管道—交通过地	8	25698	52	143000	-0.1554
	农业用地(耕地,水田,旱地,果园,经济作物用地)	0	28753	52	143000	-1.3719
	林业用地(各种林地)与未利用地(裸地等)	4	43372	52	143000	-1.3719

量大小衡量的山区崩塌、滑坡斜坡类灾害易发性评价图,并结合该区崩塌滑坡发育分布对图件进行局部修正,得出高、中、低易发区。

一般调查区斜坡类高易发区主要分布在桂山岛和担杆岛,面积为 0.5km^2 ,中易发区集中在桂山岛、外伶仃岛、担杆岛和庙湾岛,面积为 5.23km^2 ,低易发区主要为原始地形地貌区域,桂山岛、外伶仃岛、担杆岛和庙湾岛均有分部,面积较大约 21.46km^2 。

重点调查区斜坡类高、中、低易发区在万山岛和东奥岛均有分布,面积分别为 1.93km^2 、 3.55km^2 、 8.42km^2 。

经上述一般调查区和重点调查区易发面积统计,其中,地质灾害高易发区总面积为 2.43km^2 ,占斜坡总面积的 5.91% ;地质灾害中易发区面积 8.78km^2 ,占总面积的 21.37% ;地质灾害低易发区面积 29.88km^2 ,占总面积的 72.72% 。

6 结论

(1)本文利用信息量模型方法对斜坡类崩塌/滑坡地质灾害易发性进行评价分析,通过利用 Arcgis 的空

间分析功能对评价影响因子图层进行空间叠加分析,采用统计学中的自然断点法(natural break)将易发性区划重新分类后,综合现场实际调查基本情况,对图件进行局部修正,最终得出该区地质灾害高、中、低易发区。

(2)本次易发性评价对后续的危险性、风险性评价和防治区划奠定了坚实基础。

参考文献:

- [1] 薛强.对地质灾害易发性危险性易损性和风险性的探讨[J].工程地质报,2007(增刊):124-128.
- [2] 马寅生,张业成,张春山,等.地质灾害风险性评价的理论与方法[J].地质力学报,2004,10(1):7-18.
- [3] 张桂荣,殷坤龙,刘传正,等.基于GIS的陕西省旬阳地区滑坡灾害危险性区划[J].中国地质灾害与防治学报,2003,14(4):39-43.
- [4] 高帅,姬怡微,何意平,等.基于层次分析法与ArcGIS的榆阳区地质灾害易发性与危险性分区评价[J].地质灾害与环境保护,2015,26(3):98-104.

(上接第12页)

不一样,其渗透系数均有所不同,透水性也不一样。

(3)施工过程中,建议建立地下水水位长期监控体系,掌握场地内及其周围地下水水位动态变化,及时发现,及时控制。一旦发现地下水水位突升突降,立即启动应急方案,以免对工程施工及工程建筑设施造成影响。

参考文献:

- [1] 杜东鹏.工程地质勘察中水文地质问题的危害探讨[J].工程

技术研究,2017(3):236,238.

- [2] 李能芬.工程地质勘察中水文地质问题的危害探讨[J].甘肃科技,2011,27(12):34-35,91.
- [3] 李建生.工程勘察中水文地质问题分析研究[J].中国新技术新产品,2010(3):93-94.
- [4] 乐安祺,宋赞.工程勘察中的水文地质问题不容忽视[J].科技咨询导报,2007(19):112.
- [5] 李君源,范维强.工程勘察中的水文地质问题[J].西部探矿工程,2005(S1):177-178.