DOI：10.19789/j.1004-9398.2022.03.010
文献引用：王颖，王志一，纪轶群．北京地质灾害风险评价研究[J]．首都师范大学学报（自然科学版），2022，43(3)：54-61. WANG Y，WANG Z Y，JI Y Q. Risk assessment of geological hazards in Beijing[J]. Journal of Capital Normal University（Natural Science Edition），2022，43(3)：54-61.

北京地质灾害风险评价研究*

王　颖[1]，王志一[2**]，纪轶群[3]

（1. 北京市地质矿产勘查院，北京　100195；2. 中国地质环境监测院，北京　100081；
3. 北京市水文地质工程地质大队（北京市地质环境监测总站），北京　100195）

摘要：北京地区地质环境条件复杂、人类活动强烈，地质灾害隐患较多，规模较小但危害严重．本文收集地质、地貌和社会经济等数据资料，选择地形地貌、地层岩性和地质构造等10个评价指标开展北京地质灾害风险评价综合研究，利用层次分析法确定评价因子权重，基于ArcGIS空间分析功能得到地质灾害危险性分区及易损性评估，最终得到北京地质灾害风险区划结果．研究表明：北京地质灾害高风险区主要分布在门头沟、房山、昌平和顺义等区的中部，通州、密云区北部，平谷区东部以及重要主干道等地区；地质灾害以崩塌、泥石流、地表塌陷和地面沉降为主，且影响范围较大，亟需建立覆盖全市域的群测群防体系．

关键词：地质灾害；危险性评价；易损性评价；风险性评价；地理信息系统（GIS）
中图分类号：P694

Risk assessment of geological hazards in Beijing*

WANG Ying[1]，WANG Zhiyi[2**]，JI Yiqun[3]

（1. Beijing Institute of Geology，Beijing　100195；2. China Institute of Geo-Environment Monitoring，Beijing　100081；3. Hydrogeology and Engineering Geology Team of Beijing （Beijing Institute of Geological Environment Monitoring），Beijing　100195）

Abstract: There are many hidden dangers of geological disasters because of complex geological environmental conditions and strong human activities in Beijing area，small in scale，but serious in harm. This paper collects geological，geomorphic and socio-economic data，selects ten evaluation indexes such as landform，formation lithology and geological structure to carry out a comprehensive study on Beijing geological disaster risk evaluation，uses analytic hierarchy process to determine the weight of evaluation factors，gets the geological hazard risk zoning and vulnerability assessment based on the spatial analysis function of ArcGIS，and obtains the results of geological hazard risk zoning in Beijing finally. The research shows that the high-risk areas of geological disasters in Beijing are mainly distributed in the middle of Mentougou，Fangshan，Changping，Shunyi District and other places，in the north of Tongzhou and Miyun District，and in the east of Pinggu District and important trunk roads. The geological disasters mainly include collapse，debris flow，surface collapse and land subsidence，and the impact range is large. It is urgent to establish a group survey and prevention system covering the whole city.

收稿日期：2021-06-25
* 国家重点研发计划课题（2017YFB0503803）
** 通信作者：273463988@qq.com

Keywords: geological hazards; hazard assessment; vulnerability assessment; risk assessment; geographic information system(GIS)
CLC:P694

0　引　言

城市地质灾害是城市化快速进程中的一种自然与人为作用下的新型地质灾害.近年来,随着社会经济快速发展、人类活动日益频繁,地质灾害问题逐渐增多,同时各类地质灾害也在影响和制约区域经济发展.北京地质条件较为复杂,新构造活动较为强烈,地质灾害隐患严重影响城市发展.为此,在北京开展地质灾害风险性评价,是保障首都各项经济建设和"四大中心"功能定位的基石.

地质灾害风险性评价涵盖地质灾害发生的社会属性和自然属性,是在地质灾害危险性和易损性综合分析基础上,采用特定的技术方法综合评估地质灾害发生后对人员伤亡情况、社会资产损失等的整体分布及其影响程度[1-4].国外相关研究起步较早:Guptar和Joshi[5]在拉姆根加河流域内进行地质灾害危险性评价;Gomez和Kavzoglu[6]运用地理信息系统(geographic information system,GIS)和人工神经网络技术开展委内瑞拉贾博诺萨河盆地内的滑坡危险性评价;Galli和Guzzetti[7]统计历史灾害并结合经验估算对翁布里亚地区地质灾害易损性展开定量分析.我国在地质灾害风险评价研究方面起步稍晚:孙冉等[8]选取降水和地形地貌等多个指标采用GIS与层次分析法,结合对山东费县进行地质灾害风险性评估,得到风险性区划图;田春阳等[9]选取坡度、岩性软硬程度、年平均降水量和土地利用类型等8个指标,对辽宁西丰县进行地质灾害易发性评价.近年来专家学者们在地质灾害风险评价的技术方法和理论研究方面取得一定成效,但是鉴于地质灾害易损性评价受地域社会经济、人类活动等主观因素影响较大,易损性评价指标选择、评价标准及体系建立是目前地质灾害风险评价研究的热点及难点之一.

北京在地质灾害风险评价研究方面有一定经验.李岩[10]利用遥感和GIS技术对北京山区地质灾害开展风险评价研究;徐晨阳[11]基于GIS技术对房山区地质灾害进行风险评价.但有关全市地质灾害风险评价研究工作相对较少,且目前尚无统一技术标准.为此,本文参考已有地质资料以及社会、经济资料等,选取地形地貌、地层岩性、地质构造、地质灾害强度、植被覆盖指数、气候降雨、人口密度、道路交通、土地资源和水资源共10个评价指标进行量化处理、分级,利用GIS空间分析功能,在地质灾害危险性分区和易损性评估的综合分析基础上,进行地质灾害风险性的区划分级,为城市地质灾害防治、风险评估及城市规划建设提供依据和技术支撑.

1　研究区概况

北京市(39°26′~41°05′N,115°25′~117°30′E),面积为1.64万km^2,其中山区1.01万km^2,占62%;平原区0.63万km^2,占38%.北京地处燕山山脉、太行山脉和华北平原西北隅交汇地带,其北部和中部处于燕山台褶带中段,东南部则属华北断坳的西北隅,跨燕山台褶带和华北断坳两级构造单元.区域内地貌多样,气象多变,加之强烈的人类经济活动,近年来崩塌、地面沉降等地质灾害均有发生.截至2014年,全市查明山区地质灾害隐患4 614处,其中比较常见的是崩塌和泥石流,其次为地表塌陷和滑坡.平原区有7个沉降中心,2012年沉降区域面积为4 323 km^2,1995—2012年最大累计沉降量为1 414 mm[12].

2　评价数据来源及方法

2.1　数据来源

使用数据主要包括地质灾害现状分布、地形地貌、地层岩性、地质构造、地质灾害强度、植被覆盖指数、气候降雨、人口密度、道路交通、土地资源和水资源共10个数据集.其中:地质灾害现状分布示意(图1)是参照2008年出版的《北京地质灾害》[13]以及地质文献资料[12]利用ArcGIS矢量化获得;地形地貌选用数字高程数据为30 m分辨率的栅格数据,源自中国科学院计算机网络中心数据集;地层岩性、地质构造参考2008年出版的《北京地质灾害》[13];地质灾害强度参考地质灾害区划文献等资料;植被覆盖指数来源于地理空间数据云(http://www.gscloud.cn)2018年Landsat8影像,通过影像波段反射率计算得到NDVI;气候降雨数据参照北京市气象局2018年平均降雨量数据;人口密度源自《北京统计

年鉴》[14];道路交通、土地资源、水资源数据通过2018年Landsat8影像遥感解译获得.

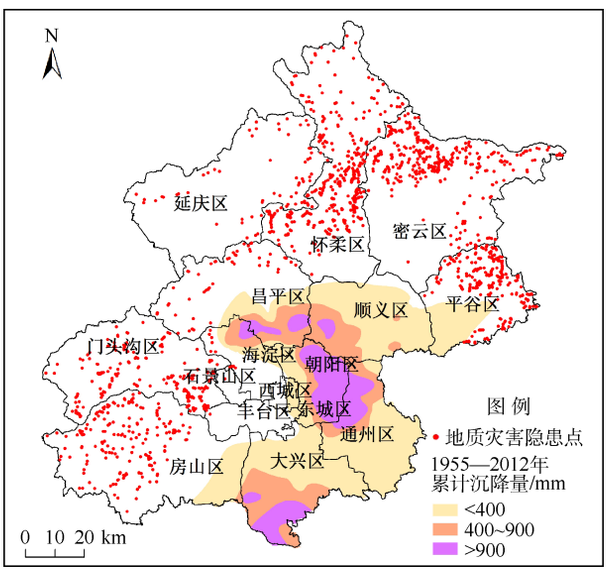


图1　地质灾害分布

2.2　评价方法

地质灾害风险评价是建立在地质灾害危险区划和地质灾害易损评估基础上,对不同成因、不同强度地质灾害活动的危险性及其可能对人们的生命财产构成的危害程度进行的定量化分析与评价,目前各国比较公认的风险性表达式为:危险性与易损性之积[15-17].地质灾害风险评价是地质灾害危险性区划和易损性评估共同作用的结果,具有多目标、多准则等特点[18-20].为便于数据处理、分析,本文选择层次分析法计算地质灾害危险性、易损性评价因子权重系数,划分3 km×3 km网格作为评价单元并赋予相应属性,形成各评价指标的专题信息,最后根据评价因子权重得到地质灾害风险性评价分级.

层次分析法建模分为4步:

(1)建立层次结构模型.将问题所有相关因素按不同属性自上而下分成若干层次,每一层的各因素对上层、下层因素都有影响和制约.

(2)构建判断矩阵.从层次结构模型第2层开始,同一层因素两两比较其重要程度,并按规定定量化,构成矩阵形式.

(3)计算权重.将判断矩阵每一列归一化,通过计算得到判断矩阵的特征向量(权重)和最大特征根.

(4)判断矩阵的一致性检验.由于地质灾害风险评价的复杂性或对地质灾害致灾因素认识的片面性,通过所构造的判断矩阵求出的特征向量(权重)是否合理,需要对最大特征根进行一致性和随机性检验[21].若判断矩阵具有满意的一致性,说明权重赋值是合理的;否则,就需要调整判断矩阵,直到取得满意的一致性为止.

2.3　评价因子选取和分级

地质灾害风险性评价是地质灾害危险区划和地质灾害易损评估共同作用的结果.科学合理选择评价因子,并充分考虑其对地质灾害风险性的贡献程度,有利于提高地质灾害风险评价的有效性和实用性.根据已有地质资料,经综合分析研究,选择地形地貌、地层岩性、地质构造、地质灾害强度、植被覆盖指数和气候降雨6项地质灾害危险性指标,以及人口密度、道路交通、土地资源和水资源4项易损性指标建立评价指标体系.

2.3.1　地质灾害危险性评价指标

(1)地形地貌.地形地貌是地质灾害发育中物质储备、运移、堆积的区域,也是灾害破坏的直接对象[22].地形条件是崩塌、滑坡和泥石流等突发地质灾害形成的重要条件之一.崩塌等地质灾害随海拔高度的增加,其易发程度也随之增大.本文选取相对高程作为评价因子,结合实际情况,划分平原(<200 m)、台地(200~400 m)、山地(>400 m)3个级别,见图2(a).

(2)地层岩性.北京地层属于华北地层,岩石类型齐全,有石英岩、白云岩、灰岩、页岩、片麻岩和火山岩等,主要出露在北部燕山山地和西部太行山地,平原区和延庆盆地分布着第四纪松散沉积物[23-24].按照岩性软硬程度分为软岩组、较坚硬岩组和坚硬岩组3个级别,见图2(b).软岩组为泥质胶结、质地疏松和矿物成分硬度小的沉积岩,侵入岩中的中性岩、酸性岩和基性岩;较坚硬岩组为质地较紧密和矿物成分硬度一般的沉积岩,侵入岩中的碱性岩和偏碱性岩;坚硬岩组为硅、铁质胶结、质地致密和矿物成分硬度大的沉积岩.

(3)地质构造.北京地区受黄庄—高丽营断裂、南苑—通县断裂和夏垫—马坊断裂等构造活动控制,形成了“两凸两凹”的构造格局.地质构造通过断裂带等历史地质活动直接或间接影响地质灾害的发生.参照北京地区地质图[13],将活动断裂划分主断裂、次级断裂和不明显隐伏断裂,并分为强烈、中等强烈和弱3个级别,见图2(c).

(4)植被覆盖指数.近年来,随着生态环境持续改善,北京地区森林覆盖率已达44%,全市林木绿化率达到62%[25].植被对土体有一定的固持作用,对

防止崩滑流等地质灾害一定缓解作用.根据2018年北京植被覆盖指数结果,划分低(<0.4)、中(0.4~0.7)、高(>0.7)3个级别,见图2(d).

(5)地质灾害强度.根据地质灾害现状分布情况,利用ArcGIS空间分析—密度分析—点密度分析功能获得地质灾害点强度,并划分强、中等、弱3个级别,见图2(e).

(6)气候降雨.降雨和地质灾害的相关性很强,降雨是诱发地质灾害的最重要因素之一.参照本市气象局2018年平均降雨量等值线数据以及降雨对地质灾害的影响程度,将其划分<400、400~600、>600 mm 3个级别,见图2(f).

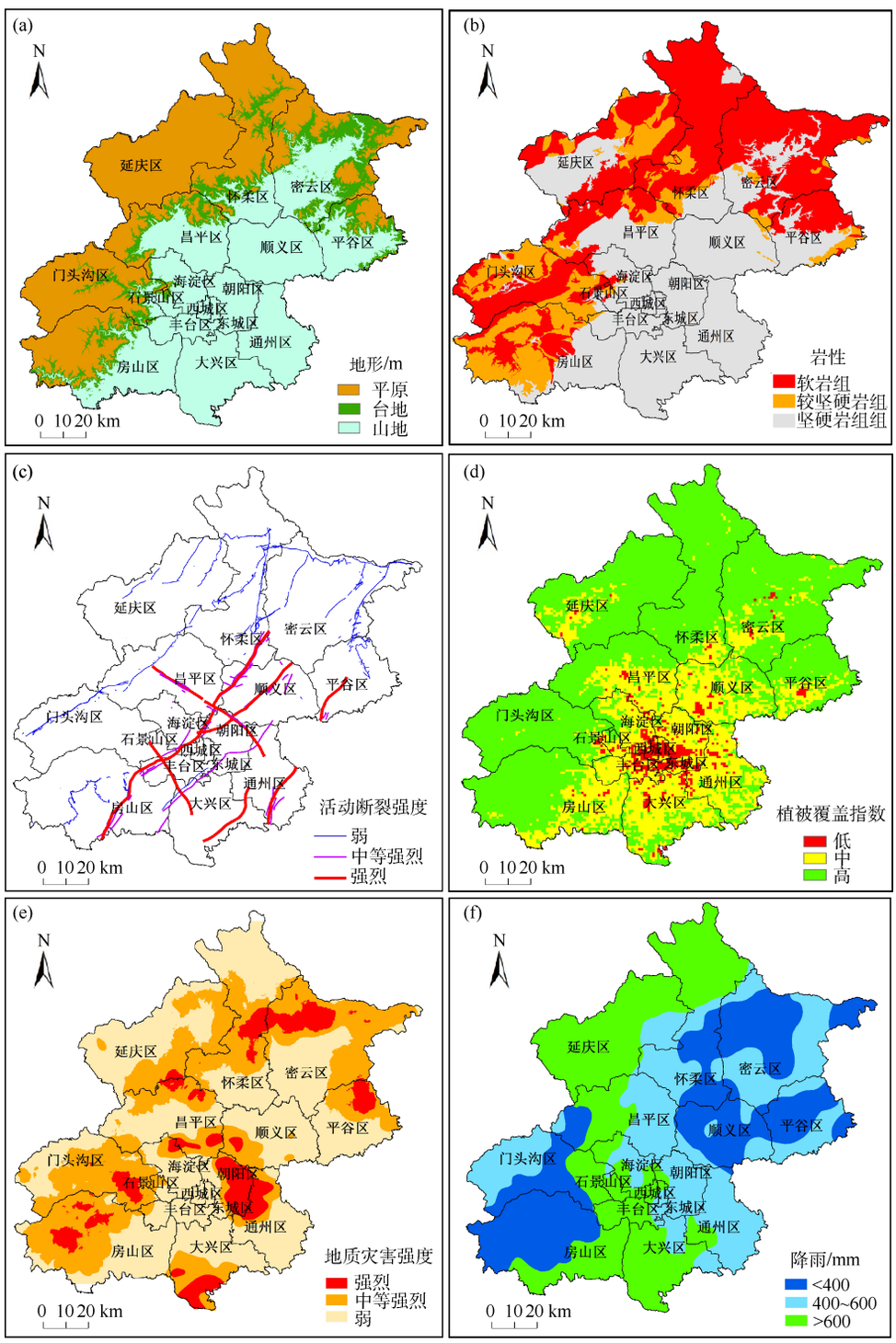


图 2　地质灾害危险性指标分级

(a)地形;(b)地层岩性;(c)地质构造;(d)植被覆盖指数;(e)地质灾害强度;(f)降雨

2.3.2　地质灾害易损性评价指标

地质灾害易损评估是在指定地区和指定时间段内,由于潜在自然灾害而可能导致的潜在总损失,其影响因子的选取视当地特有经济和文化进行具体分析[26-27].

(1)人口密度.人口密度是地质灾害易损性的重要评价因子.北京人口众多,人类经济活动发展迅速,特别是平原区,人口密度大、人类活动活跃.2019年全市常住人口2 154万人,城镇人口1 865万人,占常住人口的比例为86%[14].该区一旦发生地质灾害,居民地越密集,其危害程度也越大.根据人口密度[14]大小将其划分高(东城、西城)、中(通州、海淀、朝阳、石景山和丰台)、低(密云、怀柔等9个区)3个级别,见图3(a).

(2)道路交通.近年来,北京大力加快京津冀交通一体化协同发展,交通发展总体呈都市圈、城市群发展态势.交通建设的快速发展与城市地质灾害相互影响,相互制约.一方面,地质灾害隐患制约着交通的扩张建设,反过来,交通建设的迅速发展不断加剧地质灾害作用.特别是山区崩塌地质灾害对高速路和主干路影响相对较大,灾后损失较严重.根据道路重要程度划分铁路、高速路和六环路、省道3个级别,见图3(b).

(3)土地资源.北京地区受地质灾害危害严重的土地资源主要耕地、林地.2018年北京耕地面积0.21万km^2,占全市面积13%,林地面积0.75万km^2,占全市面积46%[14].耕地分布在平原地区,易受地面沉降、地裂缝等灾害影响;林地主要分布山区、浅山区,受崩塌、泥石流和滑坡等灾害影响较大.参照土地利用重要程度,划分城市用地、农用地和林

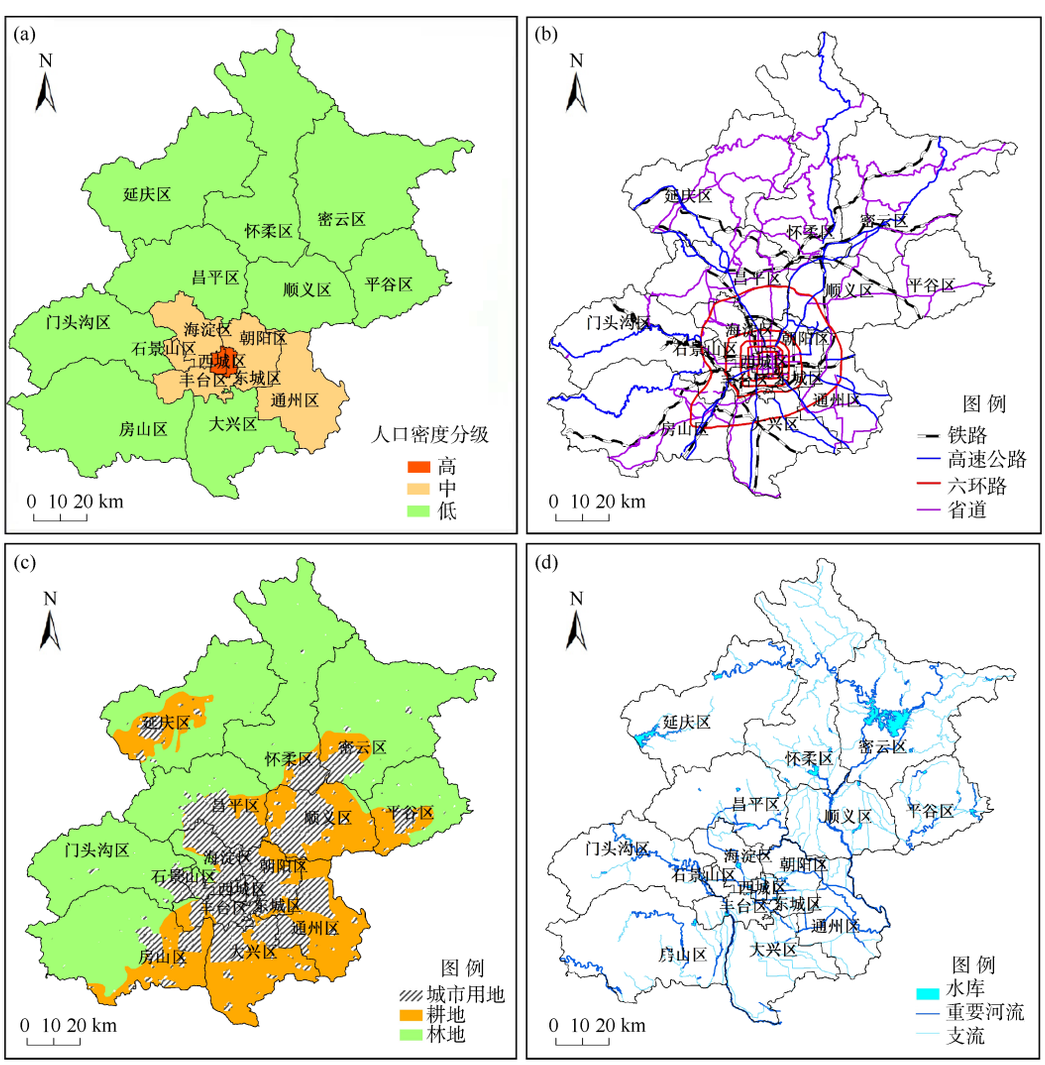


图3　地质灾害易损性指标分级

(a)人口密度;(b)道路交通;(c)土地资源;(d)水资源

地3个级别,见图3(c).

(4)水资源.北京的水资源由入境地表水、境内地表水和地下水组成.平原区地面沉降和地下水严重超采有直接影响关系.山区泥石流等地质灾害对水库、河流水系影响相对较小.依据水资源影响程度划分水库及公园、重要河流、支流3个级别,见图3(d).

3　结果与分析

3.1　评价指标综合分析

以评价指标为基础,依托ArcGIS平台生成地质灾害危险性和易损性指标因子分级图,将2014年山区地质灾害隐患点分别与各指标因子叠加分析,计算结果显示:地形地貌中平原、台地、山地对应地质灾害隐患点分别为208、1 724和2 282个;地层岩性软岩组、较坚硬岩组、坚硬岩组对应地质灾害隐患点分别为3 668、762和184个;地质构造强烈、中等强烈、弱对应地质灾害隐患点分别为0、0和404个;植被覆盖指数高、中、低对应地质灾害隐患点分别为4 349、263和2个;地质灾害强度强、中等、弱对应地质灾害隐患点分别为1 147、2 755和712个;降雨<400、400~600、>600 mm对应地质灾害隐患点分别为1 096、1 187和2 331个;人口密度高、中、低对应地质灾害隐患点分别为0、82和4 532个;道路交通铁路、高速路和六环路、省道对应地质灾害隐患点分别为466、2 293和938个;土地资源城市用地、农用地和林地对应地质灾害隐患点分别为116、66和4 432个;水资源水库及公园、重要河流、支流对应地质灾害隐患点分别为18、294和11个.灾害主要集中于山区、地层岩性软岩组、植被覆盖指数高、地质灾害强度强、降雨>600 mm、人口密度小(远郊区)、高速路和六环路、林地、重要河流的分级评价因子内.

3.2　地质灾害危险性分区

通过层次分析法确定地质灾害危险性评价指标权重,地形地貌、地层岩性、地质构造、植被覆盖指数、地质灾害强度和气候降雨的权重分别为:0.27、0.13、0.11、0.09、0.18和0.22.在ArcGIS平台将地质灾害危险性指标分级结合各自权重系数相叠加,计算得出地质灾害危险性分区,划分地质灾害低危险区(<0.7)、中危险区(0.7~1.4)和高危险区(>1.4)3个等级,图4所示,分析得出以下结果:

(1)地质灾害低危险区:面积约为0.80万km^2,占全市总面积的49%.区内地质灾害密集度较低,主要分布在平原及浅山地带.

(2)地质灾害中危险区:面积约为0.47万km^2,占全市总面积的29%.区内地质灾害较发育,山区多以崩塌、滑坡和泥石流灾害为主,主要分布在怀柔、密云区北部,平谷区东北部,门头沟区中部和房山区西部地区.平原区仍以地面沉降为主,分布在昌平、朝阳、顺义、大兴区等地,朝阳、顺义区有少量地裂缝存在.

(3)地质灾害高危险区:面积约为0.37万km^2,占全市总面积的22%.区内地质灾害密集,山区灾害以泥石流、崩塌和地表塌陷为主,分布在房山区西北、门头沟区南部、怀柔区中部、密云区西北和平谷区东北.平原区灾害主要是地面沉降分布在朝阳、大兴区等地.

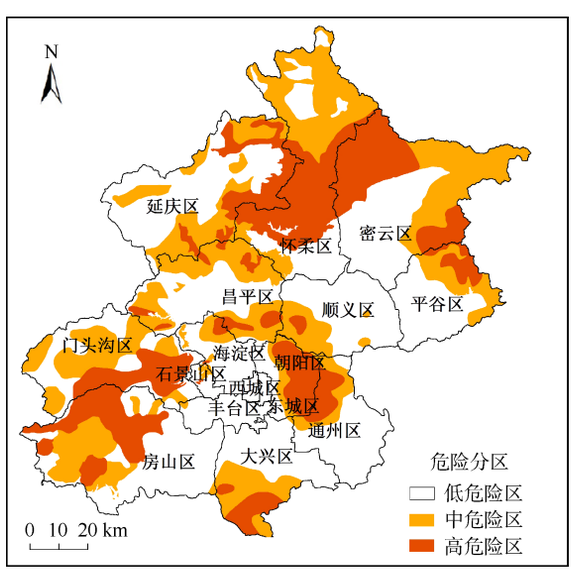


图4　地质灾害危险性分区

3.3　地质灾害易损性评估

地质灾害易损性指标权重同样通过层次分析法确定,即人口密度、道路交通、土地资源和水资源分别为0.41、0.28、0.18和0.13.再将地质灾害易损性指标分级(图3)结合各自权重系数相叠加,计算得出地质灾害易损性评估,划分地质灾害低易损区(<0.25)、中易损区(0.25~0.75)和高易损区(>0.75)3个等级,如图5所示.结果表明,地质灾害高易损区主要发生在人口密集、基础设施完备、土地资源充分利用的城区,而人口密度小、交通不便利的郊区,地质灾害易损性非常低.

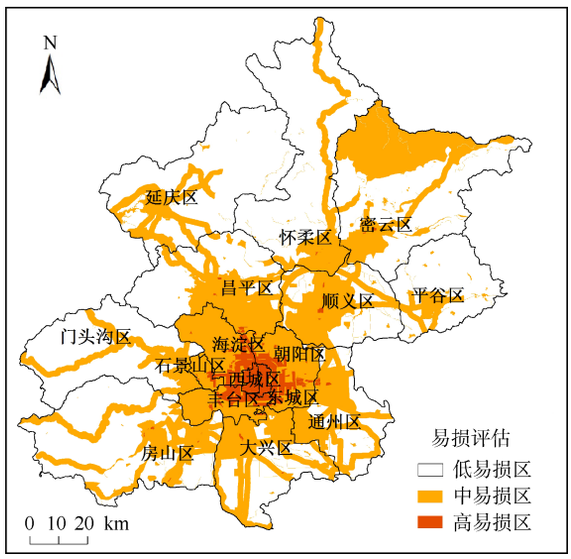


图5　地质灾害易损性评估

3.4　地质灾害风险性评价

通过层次分析法确定地质灾害危险性和易损性权重系数分别为0.72、0.28,按权重系数对地质灾害危险区划和地质灾害易损评估进行空间叠加分析,得到北京地区地质灾害风险性分区(图6),结果分为3个等级.

(1)低风险区:占全市总面积的38%,集中分布在城区及人口稀疏、建筑用地少的平原地带.

(2)中风险区:面积约为0.54万km^2,占全市总面积的33%,多集中在北京山区,主要原因是山区地质灾害较为发育,平原区昌平—朝阳—通州一带及大兴区部分地区也处于中风险区,究其原因主要与地面沉降、人口密度较密集有关.

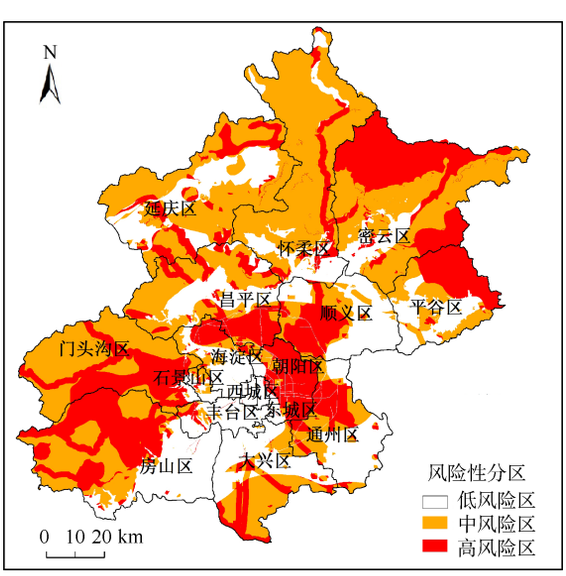


图6　地质灾害风险性分区

(3)高风险区:面积约为0.48万km^2,占全市总面积的29%.山区高风险区山高坡陡,汛期雨量大且降雨集中,地质灾害发育,多为泥石流、崩塌等灾害,人类活动较为频繁,主要分布在密云、平谷区的东北部,门头沟区南部和房山区中部以及重要高速路段.平原区集中在通州、朝阳、顺义、昌平区等地,人类活动频繁,多以地面沉降和部分地区地裂缝灾害显著.高风险区所产生的地质灾害将造成较大的人员伤亡和财产损失.

4　结　论

本文在充分收集北京地区地质灾害调查及区划资料的基础上,深入分析该区地质灾害成因的主要人类活动和社会经济要素,综合分析评价指标,基于GIS空间分析技术,采用定性、定量相结合的方法,构建层次结构模型,最终划分地质灾害风险程度评价等级,得出以下结论:

(1)北京地质灾害高风险区主要分布在门头沟、房山、昌平、顺义区的中部,通州、密云区北部,平谷区东部以及重要主干道等地,地质灾害以崩塌、泥石流、地表塌陷和地面沉降为主;中风险区主要集中北京西部和北部山区以及平原区的大兴区南部,崩塌、滑坡、泥石流及地面沉降地质灾害均有分布.

(2)崩塌、泥石流和地面沉降地质灾害对北京地区影响较大,亟需建立覆盖全市域的群测群防体系.一方面全市域逐步开展分尺度、分灾种、分区域的地质灾害风险预警工作,构建分类分级的北京地质灾害风险监测体系;另一方面在高风险地区如房山史家营、怀柔琉璃庙、密云黄松峪—冯家峪、顺义天竺、朝阳—通州一带等地区及重要交通路段周边开展地质灾害风险区划大比例尺详查工作,查清灾害隐患、分析成因机制,进行区域风险评价,判断其发展趋势.

(3)地质灾害危险性评价和地质灾害易损评估作为地质灾害风险评价的基础和支撑,要充分考虑受灾体指标的选取,地域不同,评价指标、评价方法以及权重确定也有所不同,存在一定的主观性.此外地质灾害易损性评估需要综合考虑区域内易受地质灾害影响的社会经济指标,评价过程有一定难度,评价方法亟需进一步研究和探讨.

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].工程地质学报,2007,15(增刊1):124-128.
[2] 李永红,向茂西,贺卫中,等.陕西汉中汉台区地质灾害易发性和危险性分区评价[J].中国地质灾害与防治学报,2014,25(3):107-113.
[3] 孟晖,李春燕,张若琳,等.京津冀地区县域单元地质灾害风险评估[J].地理科学进展,2017,36(3):327-334.
[4] 尚志海,赵翊婷,刘希林.地质灾害危险性和易损性评价方法研究综述[C]//佚名.第二届中国沿海地区灾害风险分析与管理学术研讨会论文集,海口:中国灾害防御协会风险分析专业委员会,2014:212-215.
[5] GUPTAR P,JOSHI B C. Landslide hazard zoning using the GIS approach-a case study from the Ramganga catchment, Himalayas[J]. Engineering Geology, 1990, 28(1/2):119-131.
[6] GOMEZ H, KAVZOGLU T. Assessment of shallow landslide susceptibility using artificial neural networks in Jabonosa River Basin, Venezuela[J]. Engineering Geology,2005,78(1/2):11-27.
[7] GALLI M, GUZZETTI F. Landslide vulnerability criteria: a case study from Umbria, central Italy[J]. Environmental Management,2007,40(4):649-665.
[8] 孙冉,王成都,夏哲兵,等.基于AHP-信息量法的费县地质灾害风险评价[J].环境科学与技术,2015,38(增刊1):430-435.
[9] 田春阳,张威,张戈,等.基于信息量法的西丰县地质灾害易发性评价[J].首都师范大学学报(自然科学版),2020,41(2):32-40.
[10] 李岩.基于GIS的北京山区地质灾害风险评价研究[D].北京:首都师范大学,2008.
[11] 徐晨阳.基于GIS的北京市房山区地质灾害风险性评价[D].邯郸:河北工程大学,2019.
[12] 贾三满,姜媛,赵越.北京市地质环境质量综合评价[J].城市地质,2015(增刊1):111-116.
[13] 北京市地质矿产勘查开发局,北京市地质研究所.北京地质灾害[M].北京:中国大地出版社,2008:7-240.
[14] 北京市统计局,国家统计局北京调查总队.北京统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2020:1-599.
[15] 王哲,易发成.基于层次分析法的绵阳市地质灾害易发性评价[J].自然灾害学报,2009,18(1):14-23.
[16] 姬怡微,李成,高帅,等.陕西省韩城市地质灾害风险评估[J].灾害学,2018,33(3):194-200.
[17] 韩健楠,李永红,刘海南,等.基于综合防治体系抗灾能力的泥石流沟风险评价[J].灾害学,2018,33(1):230-234.
[18] 李宇亮,王豪伟,邓红兵,等.城市规划区地质灾害易损性评价[J].环境科学与技术,2014(增刊2):526-529.
[19] 倪晓娇,南颖.基于GIS的长白山地区地质灾害风险综合评估[J].自然灾害学报,2014,23(1):112-120.
[20] 孟田,许晓露,刘汉湖.基于斜坡单元优化的高海拔地区滑坡危险性评价:以金沙江白格滑坡为例[J].河南理工大学学报(自然科学版),2021,40(1):65-73.
[21] 孙石磊,段玉贵.论地质灾害与地质环境的关系[J].科技情报开发与经济,2006,16(15):143-144.
[22] 魏孔明.试论地质灾害与地质环境[J].环境科学动态,2004(1):37-38.
[23] 鲍亦冈,刘振峰,王世发,等.北京地质百年研究[M].北京:地质出版社,2001:28-35.
[24] 佚名.北京市2019年国民经济和社会发展统计公报[N].北京日报,2020-03-02.
[25] 陈华清,杨敏,张江华,等.基于抗灾能力的矿渣型泥石流风险评价方法:以小秦岭金矿区为例[J].地质通报,2015,34(11):2009-2017.
[26] 许晓霞.基于GIS的陇南市地质灾害风险性评价[D].西安:陕西师范大学,2015.
[27] 郑桂森,王颖,栾英波,等.北京地区地质灾害成灾条件研究[J].城市地质,2015,10(增刊1):18-23.

(责任编辑:李拓宇)