

基于地学信息图谱的地质灾害成灾机制分析

刘彦花

广西师范学院资源与环境科学学院, 南宁 530001

摘要 地质灾害的形成和演化受制于一定的区域背景条件,从而决定了区域地理环境对地质灾害的空间分布有着不可忽视的影响,地学信息图谱理论借助图形语言的形象思维和表达能力,可直观、简洁地表达地质灾害的形成条件和影响因素。本文基于地质灾害空间数据库,运用地学信息图谱理论和GIS技术,将地质灾害空间属性及其与致灾因子在时间、空间分布的关系用图谱形式表示,分析研究区地质灾害在空间上的特征以及在时间上的变化过程。研究结果表明,研究区内地质灾害的形成主要受地形地貌、地层岩性、地质构造、降雨和人类工程活动等因素的影响和制约。其中,地形地貌是形成地质灾害的必要条件,地层岩性为地质灾害形态及变形破坏提供了物质基础,地质构造对地质灾害形成具有直接或间接的控制作用,降雨是地质灾害的主要触发因素,人类工程活动加剧了地质灾害的形成。

关键词 地学信息图谱;地质灾害;成灾机制;地理信息系统

中图分类号 P208,P642.2

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.2.009

Analyses on Geologic Hazard Mechanism Based on Geo-Informatic Tupu

LIU Yanhua

Faculty of Resource and Environmental Sciences, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China

Abstract The formation and evolution of geological hazards is subject to certain regional background conditions, that is, the regional geographical environment has a nontrivial influence on the spatial distribution of geological hazards. The geo-information tupu theory can express intuitively and simply the forming conditions and influencing factors of geological hazards through image thinking and expression ability of graphics language. Based on the spatial database of geological hazards, geo-information tupu theory and GIS technology, this paper indicates the relationship between the spatial properties of geological hazards and its factors in time and space distribution by tupu and analyzes the characteristics in space and the change process in time of geological hazards. The results show that the formation of geological hazards in the studied area are affected mainly by landform, stratum lithology, geological structure, rainfall and human engineering activities. The landform is the necessary conditions of forming geological hazards; the stratum lithology provides the material foundation for geological hazards to form and their deformation and destruction; geological structure has a direct or indirect control effect on the formation of geological hazards; rainfall is the main trigger factor of geological disasters; human engineering activities aggravates the formation of geological hazards.

Keywords geo-informatic tupu; geological hazard; hazard mechanism; geographic information system

当人们对复杂系统的机理还不了解或认识模糊,利用系统状态变量描述系统的行为特征较为困难或根本不可能建立起解析模型时,可借助图形来定量地描述系统的初步状态及其边界条件,利用序列化的专题图来反映系统多尺度状态

下或不同条件下的形态特征,并在此基础上进行逻辑推理演算和空间拓扑叠加等图形运算,辅助对地学机理的理解^[1]。20世纪90年代,陈述彭首次提出“地学信息图谱”概念,作为一种计算机化的图谱,对于从传统的、静态的地图学方法到

收稿日期:2013-08-19;修回日期:2013-11-30

基金项目:广西自然科学基金项目(2013GXNSFAA019287)

作者简介:刘彦花,副教授,研究方向为地图学与地理信息系统,电子信箱:lyh_lucy@sina.com

引用格式:刘彦花.基于地学信息图谱的地质灾害成灾机制分析[J].科技导报,2014,32(2):57-63.

动态的、形象的科学思维与预测,无疑是一种新的探索^[2,3]。地质灾害的形成有其特殊的地质环境条件,其形成条件十分复杂,一般地,地质灾害成灾机制主要是依据专家的经验判断及定性分析,其结果具有一定的主观性、不确定性和不可视性。本文以广西梧州市为例,通过建立研究区地理环境与地质灾害空间数据库,将地学信息图谱理论应用于地质灾害成灾机理分析,借助图形语言的形象思维和表达能力,直观、简洁地表达地质灾害对象,并结合地理信息系统(GIS)技术,对地质灾害及其致灾因子进行时间与空间的综合分析,使其反映地质灾害在不同时间下的状态和不同地理环境条件下的空间形态特征,以期通过外部表象来揭示地质灾害的内部规律。

1 地学信息图谱概述

地学信息图谱是按照一定指标递变规律或分类规律排列的一组能够反映地球科学时空信息规律的数字形式的地图、图表、曲线或图像^[4]。它是以地球空间信息认知理论为基础,以地理信息系统、遥感、计算机制图技术等为支撑发展起来的一种时空复合分析方法,是研究区域自然环境与社会发展的一种现代化的科学方法和高新技术手段^[5-7]。它继承传统地学图谱的思维方法,进一步在地理信息系统基础上实现全数字化定量分析^[8],是中国地球信息科学领域科学家的重大创新研究^[9]。

2 地质灾害成灾机制的地学信息图谱分析思路

地质灾害地学信息图谱分析以地质灾害空间数据库为依托,通过分析地图、调查统计资料等数字化的信息,将地质灾害空间属性及其与致灾因子在时间、空间分布的关系用图谱形式表示,反映某一特定的区域内,地质灾害在空间上的属性和特征以及在时间上的变化过程。实际操作中,地学信息图谱分析与GIS空间分析相辅相成,地学信息图谱是GIS空间分析的基础与理论支撑,而GIS空间分析又是建立地学信息图谱的有效手段与技术方法。

2.1 地质灾害的地理环境地学信息图谱分析

地质灾害的发生虽然具有随机性,但其形成和演化又受制于一定的区域背景条件,从而决定了区域地理环境对地质灾害的空间分布有着不可忽视的影响^[10,11]。分析研究范围内已有地质灾害与所处的地理环境地学信息图谱,对理解地质灾害空间分布及影响因子具有重要的意义。

2.1.1 地质灾害的行政区划与人口密度空间分布

梧州市区辖3个城区,6个镇,区域总面积1097 km²。通过将空间数据库中的各类灾害点图层与行政区划图层及以行政区划为基本单元的人口密度图层进行空间拓扑叠置分析,可直观显示各灾害点在研究区不同人口密度行政区划内的空间分布,在空间拓扑叠置分析的基础上再统计出不同人口密度行政区划内发生的各类地质灾害数量,从而得出地质灾害点在各行行政区划内及不同人口密度区域内的分布特点

和类型、数量差异。

2.1.2 地质灾害的气象水文空间分布

梧州市水资源丰富,河流发育,水域面积占总面积的9.28%,有“水都”之称。对研究区空间数据库中主要河流图层建立一定半径的缓冲区,然后将生成的河流缓冲区图层与区内灾害点图层进行空间拓扑叠置分析,由缓冲区分析结果与空间叠置分析结果统计出河流沿岸一定范围内地质灾害点的类型与数目。

梧州市雨量充沛,多年平均降雨量1459~1700 mm,降雨量主要集中在4—9月,约占全年降雨总量的71%。对研究区降雨量等值线图按降雨量范围进行分区,然后与灾害点图层进行空间拓扑叠置分析,统计不同降雨范围分区内的灾害点类型与数量。

2.1.3 地质灾害的地形地貌空间分布

梧州市的地形特点为四周高、多山,中间低、多河流。在研究区空间数据库中提取地形图等高线图层,按合适分辨率生成规则格网数字高程模型(DEM)二维平面晕渲图与三维景观模型,结合研究区地形地貌实际情况,将DEM模型分别以不同等值线为界生成不同高程范围的地貌图,同时在DEM的基础上生成研究区坡度图,再将研究区地貌图、坡度图分别与地质灾害点图层进行空间拓扑叠置分析,由叠置分析结果统计出各种高程范围、各种坡度下的地质灾害发生情况。

2.1.4 地质灾害的土地利用类型空间分布

了解研究区地质灾害点与各类土地利用上的空间关系,有利于了解地质灾害发生在各类土地上的分布状况,并可分析各类地质灾害对各类土地的损害程度,为地质灾害承灾体易损性分析提供依据。将研究区空间数据库中土地利用图层与各地质灾害点图层进行空间拓扑叠置分析,根据结果统计出地质灾害点在各种土地利用类型的分布情况。

2.1.5 地质灾害的人类工程活动空间分布

近年来梧州市较大的工程活动主要有水利枢纽建设、防洪堤建设、公路建设、铁路建设和住房建设。由于水利枢纽建设和防洪堤建设对地质灾害的影响不明显,此文仅考虑公路、铁路与住房建设3种人类工程活动的地质灾害空间分布。对研究区空间数据库中各级已建道路图层(包括公路和铁路)和城市(村庄)图层分别建立一定半径的缓冲区,然后将生成的缓冲区图层与区内灾害点图层进行空间叠置分析,由缓冲区分析与空间叠置分析结果统计出道路沿线和城市(村庄)一定范围内的地质灾害点类型与数目。

2.2 地质灾害的地质环境地学信息图谱分析

2.2.1 地质灾害的地层岩性图谱分析

将研究区空间数据库中地层岩性线状图层拓扑构建形成面,再与各类灾害点图层进行空间拓扑叠置分析,由叠置分析的结果统计出研究区内各类地层岩性的地质灾害发育类型与数量。

2.2.2 地质灾害的地质构造图谱分析

将研究区内地质构造图层要素构建一定半径的缓冲区,

再将地质构造缓冲区图与各灾害点图层进行叠置分析,根据叠置分析结果统计出地质构造一定半径范围内的地质灾害类型与数量。

2.3 地质灾害的时间分布地学信息图谱分析

时间上,区域地质灾害一般受降雨影响比较明显,因此,可根据研究区地质灾害点属性数据库中各灾害点发生的时间属性,绘制出各类地质灾害数量与多年月平均降雨量、时间关系图,从而寻找地质灾害的发生频次与多年月平均降雨量的关系。

3 地质灾害成灾机制的地学信息图谱分析案例

3.1 研究区地质灾害概述

研究区广西梧州市是典型的山城,城市依山傍水而建,是广西区内地质灾害频发的地区之一。根据调查和收集的资料统计,每年有数十起滑坡、崩塌等地质灾害发生,且这些灾害往往发生在坡度较大的斜坡,突发性和危害性较大,经济损失比较严重。近年来,随着城市规模的不断扩大和各类建设工程的兴建,在地质环境遭受影响较强烈的地段,滑坡、崩塌等地质灾害的发生次数明显增多,分布面积不断扩大,对人民的生命和财产构成越来越严重的威胁,直接影响城市经济持续发展和社会安定。

3.1.1 地质灾害发育类型

梧州市是以丘陵为主的地区,山多平地少,加上气候湿热,降雨量较大,各类工程建设切坡现象普遍。在层岩性、地质构造、降雨和人类工程活动等诸多因素的影响下,地质灾害十分发育。根据野外调查工作和地质环境监测站的数据,历年来地质灾害种类有滑坡、崩塌、不稳定斜坡和泥石流,以滑坡和崩塌为主,占灾害总数的95%左右(图1)。

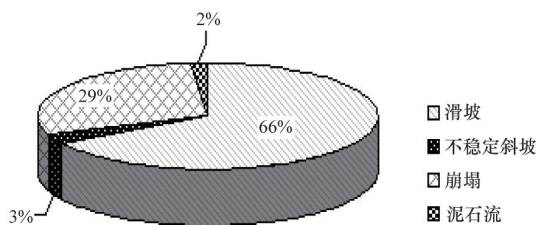


图1 地质灾害类型

Fig. 1 Geologic hazard types

3.1.2 地质灾害发育规模

从规模看,梧州市的地质灾害均为小型,无中型与大型地质灾害。但由于梧州市人口密集,且多聚居于斜坡坡脚或沟谷下游,地质灾害的发生曾一度造成严重的人员伤亡与财产损失。目前,数量众多的地质灾害隐患点尚严重威胁当地人民群众的生命财产安全。

3.2 研究区地质灾害地学信息图谱分析

3.2.1 数据准备

根据前述地质灾害成灾机制的地学信息图谱分析思路,结合研究区实际情况,收集研究区地质灾害资料,编制地质灾害分布图并建立各地质灾害类型的属性数据库;此外,收集反映研究区基础地理环境要素的图形、土地利用现状图、地质构造图、人类工程活动等,在此基础上数字化并分别提取出研究区行政区划图层、人口密度图、降雨量等值线图、水系图层、道路交通图层、城市(村庄)分布图层、等高线图层、土地利用现状图斑层、地层岩性分布图层和研究区断裂与褶皱等的分布图层。在MapGIS软件平台的支持下,将上述各图层整合到统一的坐标参考系,统一的投影参数、统一的比例尺下,并对各要素图层建立相应的属性数据库,赋予各要素相应的属性。

3.2.2 地学信息图谱分析

1) 地理环境特征图谱分析。将研究区空间数据库道路图层中各级已建道路分别建立半径为100 m的缓冲区;水系图层中各级河流建立半径为50 m的缓冲区;城市(村庄)图层各居民点建立半径为50 m的缓冲区;降雨量等值线图按范围分区;等高线图层按50 m×50 m分辨率生成规则格网DEM二维平面晕渲图,结合研究区实际地形地貌,将DEM模型分别以60、200、500 m等值线为界生成不同高程范围具有台地、低丘、高丘和低山不同形态的地貌图,同时在DEM的基础上生成研究区坡度图;然后将研究区地质灾害点图层分别与上述行政区划图层、人口密度图层、道路缓冲区图层、河流缓冲区图层、地貌图、坡度图、土地利用现状图、降雨量分区图、城市(村庄)缓冲区图层进行空间叠置分析,如图2~图6所示。地质灾害数量在各面状图层的叠加统计结果如表1所示。

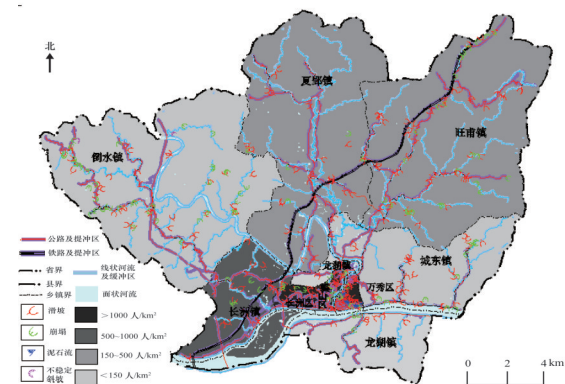


图2 行政区划、人口密度、道路缓冲区、河流缓冲区、地质灾害点叠加图谱

Fig. 2 Overlay tupu of administrative districts, roads, rivers and geological hazard layers

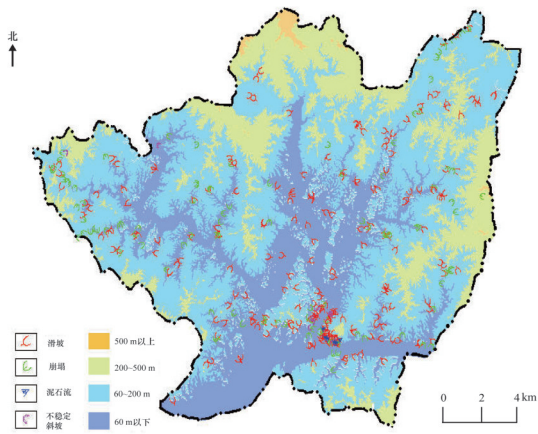


图3 地貌图与地质灾害点叠加图谱

Fig. 3 Overlay map of geomorphological map and geological hazard layers

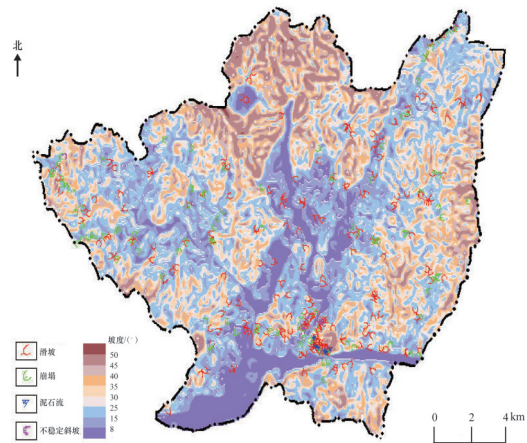


图4 坡度图与地质灾害点叠加图谱

Fig. 4 Overlay map of slope map and geological hazard layers

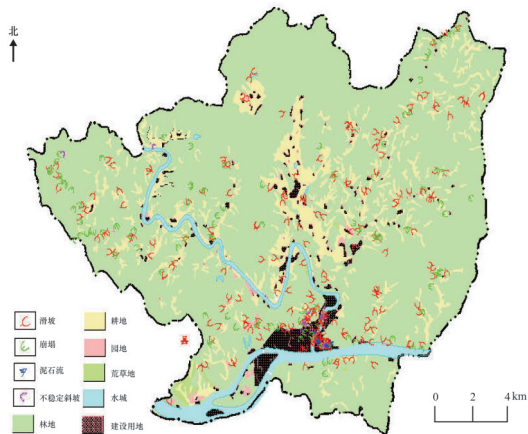


图5 土地利用类型图与地质灾害点叠加图谱

Fig. 5 Overlay map of land use types and geological hazard layers

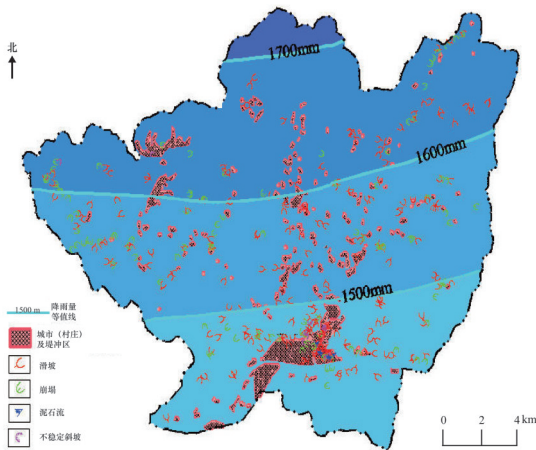


图6 城市(村庄)缓冲区、降雨量分区图与地质灾害点叠加图谱

Fig. 6 Overlay map of urban(villages), rainfall and geological hazard layers

2) 地质环境特征图谱分析。将地层岩性线状图层拓扑构建形成面,将地质构造图层中断裂与褶皱要素构建半径为200 m的断裂缓冲区,然后将研究区地质灾害点图层与地层岩性面状图、断裂缓冲区图层进行空间叠置分析(图7)。由各图层叠置分析统计得出地质灾害在不同地层岩性的分布情况如表1所示。此外,为说明地质构造对地形地貌发育的影响从而间接控制地质灾害的形成,将地质构造图层与地貌图进行叠加(图8)。

3) 时间特征图谱分析。根据研究区地质灾害点属性数据库中各灾害点发生的时间属性,绘制出滑坡、崩塌灾害数量与多年月平均降雨量、时间关系(图9)。

3.2.3 图谱分析结论

根据研究区地质灾害地质信息图谱分析结果,结合该市野外调查实际情况,得出地质灾害在时空分布方面存在以下显著特征。

1) 行政区划方面。各地质灾害点在建成区的万秀区地质灾害最为高发,蝶山区次之,长洲区最少;其他各乡镇中,旺甫镇地质灾害最为多发,其次为倒水镇、城东镇、夏郢镇、长洲镇,龙湖镇最少。

2) 人口密度方面。地质灾害发生的绝对数量与人口密度没有一定的关联,但单位面积的地质灾害与人口密度存在较强的相关性,即在人口密集的建成区地质灾害分布密度偏高,在人口稀少的乡村地质灾害分布密度偏低。

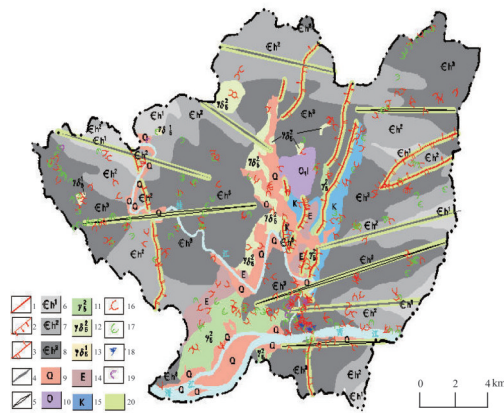
3) 气象水文方面。空间上地质灾害分布与降雨量的多少关联不大,主要在河流沿岸呈线状分布,在河流沿岸50 m范围内,地质灾害发生的比例达12%;时间上,研究区地质灾害受降雨的控制作用明显,滑坡、崩塌在时间分布上与降水相关,具有明显的季节性特征。

4) 地形地貌方面。地质灾害沿两侧斜坡坡度较大的沟谷呈带状分布,且在人类活动较为频繁的丘陵、中低坡度地

表1 地质灾害点在不同面状图层分布(单位:%)

Table 1 Distribution table of geological hazards at different area layers (unit: %)

| | 类型 | 滑坡 | 崩塌 | 不稳定斜坡 | 泥石流 | 总百分比 |
|------|----------------------------|----|----|-------|-----|------|
| 人口密度 | <150 人/km ² | 32 | 13 | 20 | 0 | 37 |
| | 150~500 人/km ² | 33 | 6 | 0 | 0 | 30 |
| | 500~1000 人/km ² | 7 | 29 | 0 | 0 | 6 |
| | >1000 人/km ² | 28 | 52 | 80 | 100 | 27 |
| 地貌 | 台地(<60 m) | 11 | 4 | 10 | 0 | 9 |
| | 低丘(60~200 m) | 78 | 67 | 80 | 100 | 75 |
| | 高丘(200~500 m) | 11 | 29 | 10 | 0 | 16 |
| | 低山(>500 m) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 坡度 | <25° | 38 | 61 | 30 | 100 | 46 |
| | 25°~30° | 28 | 23 | 10 | 0 | 25 |
| | 30°~35° | 22 | 10 | 50 | 0 | 19 |
| | 35°~45° | 11 | 6 | 10 | 0 | 9 |
| | >45° | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 降雨量 | <1500 mm | 47 | 33 | 100 | 100 | 45 |
| | 1500~1600 mm | 33 | 41 | 0 | 0 | 34 |
| | 1600~1700 mm | 20 | 26 | 0 | 0 | 21 |
| | >1700 mm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 地类 | 林地 | 64 | 77 | 40 | 17 | 66 |
| | 耕地 | 12 | 10 | 20 | 0 | 11 |
| | 园地 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | 建设用地 | 23 | 11 | 40 | 83 | 21 |
| 地层岩性 | eh、O | 77 | 88 | 80 | 100 | 81 |
| | K | 6 | 3 | 0 | 0 | 5 |
| | E | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | γ、δγ | 8 | 7 | 10 | 0 | 8 |
| | Q | 6 | 0 | 10 | 0 | 4 |



1—性质不明断层;2—正断层;3—逆断层;4—背斜轴;5—向斜轴;6—寒武系黄洞口组第一段砂页岩;7—寒武系黄洞口组第二段砂页岩;8—寒武系黄洞口组第三段砂页岩;9—第四系阶地及坡、洪积层;10—奥陶系六陈组砂页岩;11—燕山早期花岗岩;12—燕山早期花岗闪长岩;13—印支期花岗闪长岩;14—下第三系砾岩;15—白垩系砂岩;16—滑坡;17—崩塌;18—泥石流;19—不稳定斜坡;20—地质构造缓冲区

图7 地层岩性、地质构造与地质灾害点叠加图谱

Fig. 7 Overlay tupu of stratigraphic lithology, geological structure and geological hazard layers

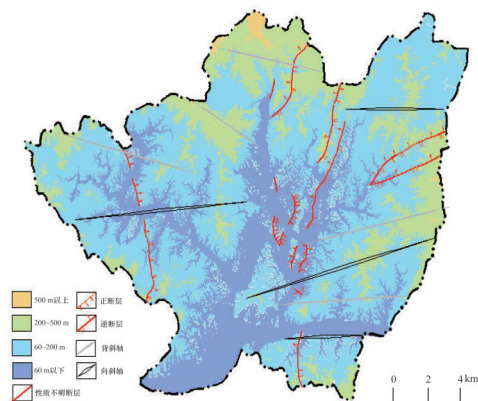


图8 地貌与地质构造叠加

Fig. 8 Overlay tupu of geomorphological map and geological structure layers

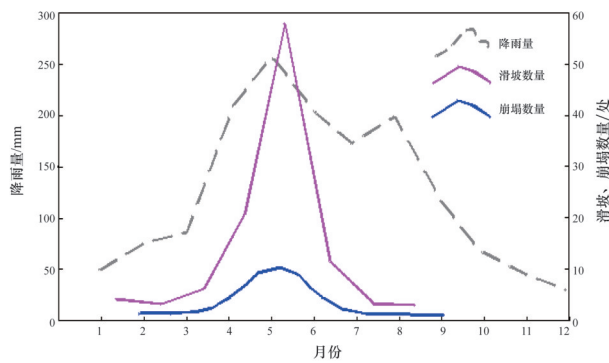


图9 地质灾害与月平均降雨量关系

Fig. 9 Relationship of geological hazards and average monthly rainfall

方数量偏多。

5) 土地利用方面。地质灾害主要发生在林地和建设用地类型上,比例分别为66%和21%。从地质灾害在各种地类发生的密度看,地质灾害在建设用地密度最大,每处达1.74 km²。

6) 人类工程活动方面。地质灾害在交通沿线呈线状分布,在公路沿线100 m范围内,地质灾害发生比例达31%;在城市(乡村)50 m范围内,地质灾害发生比例达22%,且在斜坡上的居民聚居区呈面状分布。

7) 地层岩性方面。地质灾害大部分发生在寒武系、奥陶系砂页岩,比例高达81%。

8) 地质构造方面。地质灾害发生在地质构造要素200 m缓冲区内共40处,灾害发生比例为11%,如果构建100 m缓冲区,只有17处地质灾害点落在缓冲区内,构建50 m缓冲区,则仅有6处地质灾害点落在缓冲区内。

4 地质灾害成因机制

根据研究区地质灾害时间、地理环境及地质环境地学信息图谱分析结果,结合野外调查资料及研究区实际情况,研究区地质灾害形成的相关地质条件和诱发因素主要有地形地貌、地层岩性、地质构造、降雨及人类工程活动等,它们对地质灾害发育的类型与规模存在不同程度的影响。

4.1 地形地貌

根据海拔高度,研究区地貌有低山(>500 m)、高丘(200~500 m)、低丘(60~200 m)和台地(<60 m)4种类型。其中低山地貌面积不大,海拔较高,具有地形切割相对强烈、沟谷多、坡度大、相对高差大等特点。单从地质灾害发育的地形条件而言,低山应为地质灾害最为发育的地貌类型,但因该区人类工程活动微弱,对地质环境的破坏程度最小,植被覆盖最好,较少发生地质灾害。丘陵(含高丘和低丘)地貌是研究区最主要地貌类型,其地形特征是山体浑圆,并形成多级剥蚀面,地势比差小,斜坡坡面多呈15°~35°倾斜的直线状,鲜有自然形成的陡坎和陡壁,但因该区人口密集、工程活动频繁,人类切坡工程活动引发了大量的滑坡、崩塌等地质灾害。研究区台地地貌呈微波起伏状,分布有较多残丘,坡

度缓,顶面齐平,由于较开阔的平地多为基本农田,加之排水条件差,乡村住宅多切残丘而建,导致了较多的滑坡、崩塌灾害,但受地形条件限制,灾害体规模最小。此外,研究区还有一类特殊的人工微地貌,自然状态下,研究区斜坡稳定性较好,但在工程切坡后,微地貌形态遭到破坏,形成了较陡的临空面,打破了原始斜坡的自然稳定平衡状态,并使土体与基岩的接触面暴露,为斜坡上部土体的滑塌创造了有利的空间条件与力学条件,因此,工程开挖形成的陡坡和陡壁等人工微地貌是本区滑坡、崩塌灾害高发的主控因素。

4.2 地层岩性

自然状态下,研究区内基岩边坡不具备发生大规模斜坡失稳的空间条件与力学条件,但因母岩不同,导致其风化产物,即上覆的坡残积层的岩性、厚度、结构等存在较大差异,反映到地质灾害层面,表现为各类基岩形成的松散堆积物所控制的地质灾害类型亦有较大差异,因此岩性间接地控制了地质灾害,只是该控制作用是通过基岩风化堆积的产物实现的。在气候条件与地形条件一定的情况下,从各类岩石的形成条件、矿物成分、结构与构造角度看,研究区内岩石抗风化能力由小到大依次为侵入岩、砂页岩、砾岩。

花岗岩区,母岩风化强烈,无新鲜岩体自然露头,残坡积层厚3.0~8.0 m,岩性多为含较多长石与石英粗颗粒的粉质黏土以及砂质黏土,含砂量大,黏结力差,土体质地松散,遇水易崩解,强风化带深度多大于30 m,该区最为发育的地质灾害类型为崩塌,主要发育于人工边坡坡体以及自然侵蚀切割较深的冲沟两侧陡壁。砂页岩区,母岩风化较强烈,强风化带深度多大于10 m,除局部深切的冲沟外,基本无新鲜岩体自然露头,残坡积层厚1.5~3.0 m,岩性为黏土和粉质黏土,近基岩面时偶含强风化母岩碎块,坡积物受地形条件限制,厚度变化大,多为夹碎石黏土,该区滑坡、崩塌与坡面型泥石流均较发育,前二者主要分布于人工边坡,后者主要分布于坡度较陡的自然斜坡。砾岩区,尽管斜坡坡度相对较缓,但其残坡积层厚度较薄,一般多在0.5~1.5 m之间,岩性为含较多砾石的黏土,土体中砾石成分均来源于母岩成岩时的角砾和卵砾,强风化带深度一般小于10 m,残坡积层与下伏强风化基岩无明显平直的接触面,多呈波状的过渡带,下伏基岩透水性最差,岩石层理和节理不发育,由于该区地貌位置有利,切坡工程活动强烈,加之边坡相对稳定,边坡多切成近直立,导致滑坡、崩塌灾害高发,但灾害规模均最小,破坏性也较小。

4.3 地质构造

表面上,区域性地质构造与研究区地质灾害的分布、规模关系不是很密切,但通过将研究区空间数据库中地质构造图层与地层岩性(图7)、地形地貌图谱(图8)进行叠置分析可知,在构造带的主干断裂、次级断裂以及断裂影响带的通过地段,多被地表径流改造成小规模的河谷平原或宽谷残丘地貌,地形较为开阔平坦,使总体地貌呈条状的盆地地形;此外,受断裂发育影响,构造面对岩体进行了大量切割,造成区内山体岩石比较破碎,风化强烈,对残坡积层有一定影响。因此,地质

构造间接通过控制地形地貌的发育与地层岩性的分布来实现其对地质灾害的控制作用。

按其作用方式的不同,研究区地质构造对地质灾害的控制作用可分为直接作用和间接作用两种。直接控制作用是通过其构造面对岩体的切割体现的,作用范围较小,通常集中在某一特定地带,强烈发育的构造面对地质灾害的发生起到了积极的促进作用,有时甚至是主导作用,例如在砂页岩区密集的节理对公路高切坡稳定性的影响;间接控制作用主要是通过控制地形地貌的发育与地层岩性的分布来实现,包括构造带及其影响带,通过漫长的地质历史演化,对地质灾害的发生既可起到积极的推动作用,亦可起到明显的抑制作用。

4.4 降雨

研究区降雨量充沛,降雨落到地面首先转化为地表水,地表水在地面流动过程中,除部分被土体吸收达到饱和状态,部分地表水通过土体的孔隙裂缝渗入坡体转化为地下水沿着下伏滑动带向下运移形成暂时性上层滞水。岩土体在雨水、地表水和地下水的浸润作用下,一是斜坡体本身的自重增加,加速斜坡在重力作用下失稳;二是地下水对滑动带岩土体产生软化,降低了基岩土体间摩擦力,特别是在岩层面,节理裂隙面和第四系与基岩的接触面作用明显;三是浸润了斜坡的软弱结构面,降低了岩土体的抗剪强度因而破坏了坡体的稳定性;四是河流水位的升降易诱发滑坡、崩塌。研究区内绝大部分地质灾害在降雨过程中发生,其爆发时间与降雨过程同步,充分体现了降雨对该类地质灾害的迅速触发作用。

4.5 人类工程活动

人类在工程活动过程中,不适当的行为是诱发地质灾害的主要因素。人类工程活动对地质灾害的影响主要表现在两个方面:一是不合理的坡体开挖是导致发生滑坡、崩塌的最主要因素,研究区是以山地丘陵为主的地区,山高坡陡,镇村建房、公路基础建设等都必须进行坡体开挖切坡,形成高角度的临空面,从而破坏了山体的自然稳定性,在降雨作用下易发生滑坡、崩塌;二是人类工程完成后未进行防护措施或排水不当,造成地表水渗入坡体而引发坡体失稳,研究区内引发地质灾害的人类工程活动方式主要有削坡建房、削坡筑路、开发沟谷等。此外,在部分地区尚存在陡坡耕植、破坏植被等现象。

5 结论

地质灾害的形成受各种因素的影响,这些影响共同控制着地质灾害的形成与分布规律,然而,由于地域的差异,各影响因素又以不同的权重影响不同地域地质灾害的形成。以往对地质灾害的成灾机制分析主要依靠野外调查和专家经验定性判断相结合,本文利用地学信息图谱理论,结合GIS技术,为地质灾害成灾机制分析提供了定性、定量、可视化的分

析方法,结合研究区实际情况,分析得出该区地质灾害的形成机制主要表现为:1)地形地貌是形成地质灾害的必要条件;2)地层岩性是影响地质灾害形态及变形破坏的基本条件和物质基础;3)地质构造对地质灾害形成具有明显的控制作用;4)降雨是地质灾害的主要触发条件;5)人类工程活动加剧了地质灾害的形成和诱发。

参考文献(References)

- [1] 陈述彭. 地学信息图谱的探索研究[M]. 北京: 商务印书馆, 2001.
Chen Shupeng. Exploration and research on geo-informatic tupu[M]. Beijing: The Commercial Press, 2001.
- [2] 许琨, 裴韬, 姚永慧. 地学知识图谱的定义、内涵和表达方式的探讨[J]. 地球信息科学学报, 2010, 12(4): 496-502.
Xu Jun, Pei Tao, Yao Yonghui. Conceptual framework and representation of geographic knowledge map[J]. Journal of Geo-information Science, 2010, 12(4): 496-502.
- [3] 龚珺. 地学信息图谱应用的展望[J]. 科技广场, 2011(1): 235-237.
Gong Jun. Prospect of geo-information tupu[J]. Science Mosaic, 2011 (1): 235-237.
- [4] 陈燕, 齐清文, 杨桂山. 地学信息图谱时空维的诠释与应用[J]. 地球科学进展, 2006, 21(1): 10-13.
Chen Yan, Qi Qingwen, Yang Guishan. Explanation and application on the spatial and temporal attribution of the Geo-info-tupu[J]. Advances in Earth Science, 2006, 26(3): 306-310.
- [5] 陈述彭, 岳天祥, 励惠国. 地学信息图谱研究及其应用[J]. 地理研究, 2000, 19(4): 337-343.
Chen Shupeng, Yue Tianxiang, Li Huiguo. Studies on geo-informatic tupu and its application[J]. Geographic Research, 2000, 19(4): 337-343.
- [6] 廖克. 地学信息图谱的探讨与展望[J]. 地球信息科学, 2002(1): 14-20.
Liao Ke. The discussion and prospect for geo-informatic tupu[J]. Geo-information Science, 2002(1): 14-20.
- [7] 侯永平, 张广录, 徐丽梅, 等. 地学信息图谱研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(25): 12357-12360.
Hou Yongping, Zhang Guanglu, Xu Limei, et al. Research progress on geo-information atlas[J]. Journal of Anhui Agriculture Science, 2009, 37 (25): 12357-12360.
- [8] 张荣群. 地学信息图谱研究进展[J]. 测绘科学, 2009, 34(1): 14-16.
Zhang Rongqun. Approaches of research on geo-information tupu[J]. Science of Surveying and Mapping, 2009, 34(1): 14-16.
- [9] 陈燕, 齐清文, 杨桂山. 地学信息图谱的基础理论探讨[J]. 地理科学, 2006, 26(3): 306-310.
Chen Yan, Qi Qingwen, Yang Guishan. Basic theories of geo-info-tupu [J]. Scientia Geographica Sinica, 2006, 26(3): 306-310.
- [10] 侯俊东, 肖人彬, 吕军. 地质灾害系统的经济弹性及其结构研究[J]. 灾害学, 2013, 28(3): 11-15.
Hou Jundong, Xiao Renbin, Lü Jun. Economic resilience of the geo-disaster system and its structure[J]. Journal of Catastrophology, 2013, 28(3): 11-15.
- [11] 刘传正. 论地质灾害防治的科学理念[J]. 水文地质工程地质, 2013, 40(6): 1-7.
Liu Chuazheng. Some scientific concepts on geological hazards mitigation[J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2013, 40(6): 1-7.

(责任编辑 王媛媛)