

DOI:10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.2015.01.018

河北张家口地区主要致灾因子及其对地质灾害分布的控制与影响

朱小龙¹, 马百衡¹, 张万喜¹, 陈艳²

(1. 河北省地质环境监测总站, 河北石家庄 050021; 2. 北京市水文地质工程地质大队, 北京 100195)

摘要: 地质灾害的发育和发生受多种因素影响, 通过前人的研究, 工程地质岩组、地貌和植被分布三种致灾因子与张家口地区地质灾害分布关系最为密切。笔者通过分析张家口地区地质灾害的分布特点, 选取了工程地质岩组、地貌和植被分布三个致灾因子, 利用确定性系数方法评价了张家口地区三种因子致灾环境的好坏, 分析了其分布亚区与地质灾害点分布的关系, 提出了地势起伏和岩体的强风化程度决定了地质灾害的发育和分布, 而半干旱地区植被覆盖对地质灾害的分布起着促进作用。

关键词: 地质灾害; 确定性系数; 工程地质岩组; 地貌; 植被

中图分类号: P694

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2015)01-0103-05

The factors controlling and influencing the distribution of geological hazards in Zhangjiakou, Hebei province

ZHU Xiaolong¹, MA Baiheng¹, ZHANG Wanxi¹, CHEN Yan²

(1. Geological Environmental Monitoring Station in Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050021, China;

2. Beijing Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Beijing 100195, China)

Abstract: Development and geological disasters affected by many factors, by previous studies, engineering geological rock group, topography and vegetation distribution in three geological disaster hazards and distribution of Zhangjiakou region most closely. By analyzing the distribution of geological disasters in Zhangjiakou, selected engineering geological rock group, topography and vegetation distribution, evaluate the quality of the environment in Zhangjiakou region using three factors hazard determination coefficient method, analyzes its Papua region and the relationship between the sub-point distribution of geological disasters, the proposed undulating terrain and strongly weathered rock determines the degree of development and distribution of geological disasters, and semi-arid areas of vegetation cover on the distribution of geological disasters plays a role.

Keywords: geological hazards; CF; engineering geology properties rock group; geomorphology; vegetation

张家口市座落在太行山和燕山环抱的盆地北沿, 蒙古高原与太行山区、燕山山区衔接地带, 属寒温带大陆性季风气候, 区内共发现崩塌、滑坡、泥石流地质灾害隐患点 628 处。众所周知, 影响区域地质灾害发育和分布包括地形地貌、地层岩性、构造等多个因子, 通

过研究^[1], 地貌类型、工程地质岩组和植被覆盖最能体现张家口地区的地质灾害分布特点: 地貌整体上控制着地质灾害的发育、工程地质岩组是地质灾害带状分布的最主要影响因素、植被覆盖影响着地质灾害的分布。笔者利用确定性系数方法^[2]量化评价三种致

收稿日期: 2014-10-11; 修订日期: 2014-12-29

第一作者: 朱小龙(1981-), 男, 河北张家口人, 高级工程师, 主要从事地质灾害气象预警、地质灾害防治综合研究等工作。E-mail: hkyzxl@163.com

灾因子分布亚区致灾环境的好坏程度,其分布与张家口地区地质灾害易发现状具有一致性。

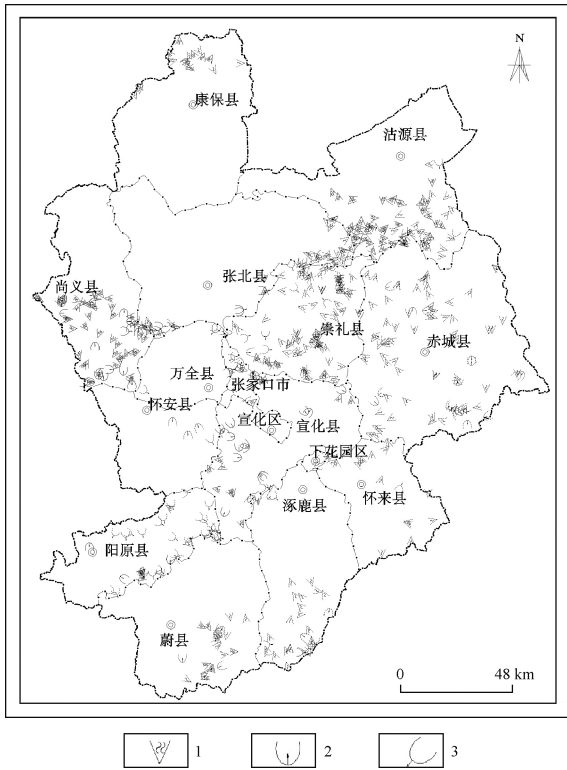


图 1 张家口市地质灾害分布图

Fig.1 Distribution map of geological disasters in Zhang Jia Kou

1—泥石流; 2—崩塌; 3—滑坡

1 区域地质灾害分布

截止 2013 年底,张家口市共发现突发性地质灾害 628 处,其中崩塌 170 处、滑坡 52 处、泥石流 406 处,呈带状、簇状分布,为河北省地质灾害隐患点最多的地级市之一(图 1)。主要分布在张家口东部的崇礼县、赤城县、沽源县、涿鹿县一带,这些地区多处于侵蚀构造中低山区,山高坡陡,地形切割强烈,沟谷发育;岩石多为太古界、元古界地层,岩体强烈风化,节理裂隙发育;降水集中,植被分布较好,是地质灾害严重区^[1]。

2 自然地理特征

张家口市位于河北省西北部,座落在太行山和燕山环抱的盆地北沿,蒙古高原与太行山区、燕山山区衔接地带,东临首都北京,西连煤都大同,北靠内蒙古高原,南接华北腹地。本区属寒温带大陆性季风气候,多年平均降水量 409 mm,蒸发量达 1502.6 mm,春秋多风少雨,冬季漫长寒冷,夏季短促炎热,四季分明。区

内成规模的森林主要分布在赤城、崇礼、蔚县、涿鹿、张北、沽源等县的山区、坝缘山地、南部深山区,森林覆盖率 31.6%。

3 致灾因子分析

3.1 地貌类型

地貌是地质灾害发生的基本条件,在某种程度上,一定的地貌必定和某类地质灾害相对应。张家口地区 11 个地貌亚区中,地质灾害主要分布在侵蚀构造中山区、低山区、断陷盆地及河谷平原亚区,三种地貌类型分别发育灾害 339、79、60 处;密度前三位的分别为构造剥蚀低山亚区、侵蚀构造低山区、侵蚀构造低中山区,每百平方公里灾害点数分别为 4.1、2.7、2.5 个(图 2)。

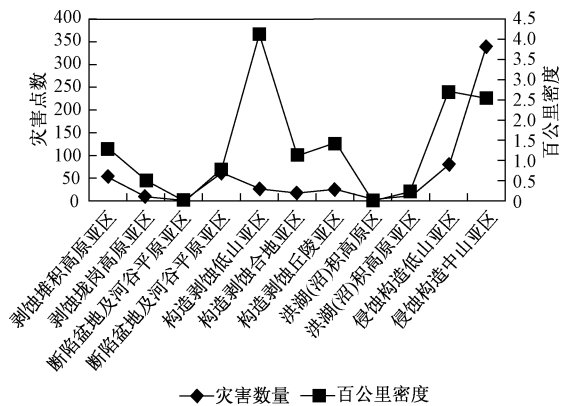


图 2 不同地貌分区地质灾害分布情况

Fig.2 Distribution of geological disasters in different geomorphology area

3.2 工程地质岩组

不同性质的岩土及其组合因其岩性组合、坚硬程度和岩体结构的差异,地质灾害的类型及发育特征亦不相同^[3]。张家口地区 18 个工程地质岩组中,发育灾害数量最多的三种岩组分别为坚硬块状火山碎屑岩组、坚硬块状片麻岩组、坚硬块状侵入岩组,三种岩组分布区发育灾害点数分别为 184、107、71 处;密度前三位的分别为坚硬中厚层大理岩组、软弱薄层含煤岩组、坚硬块状火山碎屑岩组,每百平方公里灾害点数分别为 4.1、3.9、3.4 个(图 3)。

3.3 植被分布

张家口地区属于半干旱地区,山区基岩裸露,上覆土层很薄,只有较少的乔木,大部分被草本或灌木覆盖。本次研究把张家口地区根据植被(主要为乔木和灌木)覆盖率按小于 25%、25%~35%、35%~45%、大于 45% 分为 4 个区,四种植被覆盖区分别发育地质

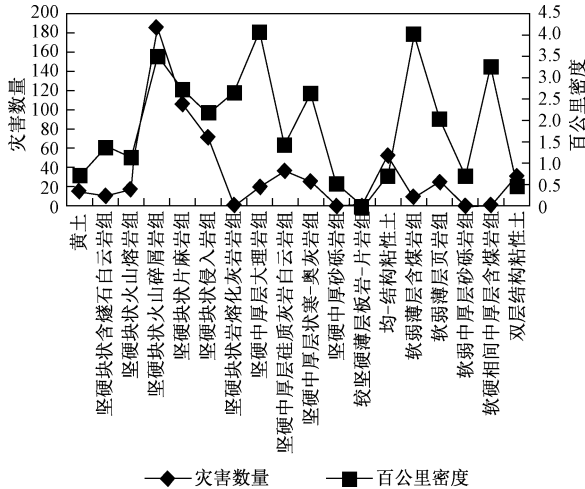


图 3 不同工程地质岩组分布区灾害分布情况

Fig. 3 Distribution of geological disasters in different rock group area

灾害 104、216、201、203 处；每百平方公里灾害点数分别为 0.9、2.4、2.1、3.0 个(图 4)。

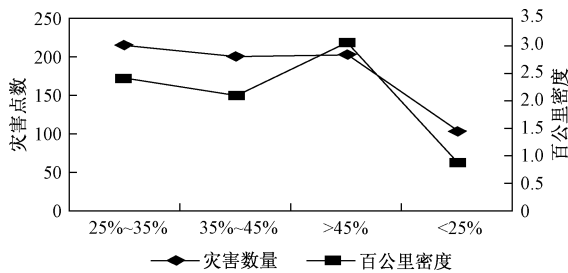


图 4 不同植被覆盖区地质灾害分布情况

Fig. 4 Distribution of geological disasters in different vegetation coverage area

4 致灾因子与地质灾害分布关系

4.1 研究方法

以张家口市 1:20 万地理底图为基础,把张家口地区平均剖分为 1623 个 5 km × 5 km 的方格。采用确定性系统模型 CF(确定性系数模型最早由 Shortliffe 和 Buchanan 提出,由 Heckerman 进行了改进)对张家口地区工程地质岩组、地貌、植被分布进行分析^[1]。

$$CF = \begin{cases} \frac{PPa-PPs}{PPa(1-PPs)} & \text{if } PPa \geq PPs \\ \frac{PPa-PPs}{PPs(1-PPa)} & \text{if } PPa < PPs \end{cases}$$

式中:PPa 为地质灾害在相关致灾因子亚区中地质灾害密度,应用时为数据类 a 中存在灾害个数与数据类 a 面积(km²)的比值。

PPs 为地质灾害在整个张家口地区地质灾害平均

密度,可以表示为整个研究区各类地质灾害的个数与研究区面积(km²)的比值。

4.2 致灾因子量化

将地貌类型、工程地质岩组、植被覆盖率三种因子分别按 CF 值公式计算,CF 的变化区间为[-1,1](图 5、图 6、图 7),其中:正值(大于 0)代表事件发生的确定性增长,即灾害发生的确定性高,值越高代表致灾环境条件越差;负值(小于 0)代表事件确定性的降低,即灾害发生的确定性低,值越小代表致灾环境条件越好(表 1)。

表 1 各因子致灾环境条件评价统计表

Table 1 Statistics of appraisal of different geological conditions factor

	致灾环境差	致灾环境好
地貌类型	3	8
工程地质岩组	9	9
植被覆盖	3	1

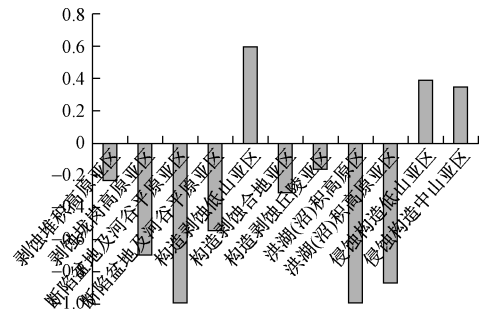


图 5 地貌类型因子 CF 值计算结果

Fig. 5 The results of CF of geomorphology

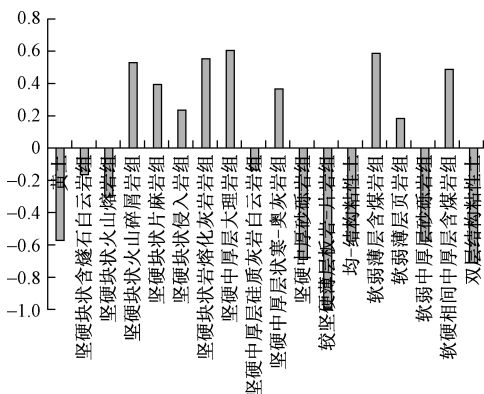


图 6 工程地质岩组因子 CF 值计算结果

Fig. 6 The results of CF of engineering geological rock group

4.3 致灾因子对地质灾害分布的影响

11 个地貌亚区类型中构造侵蚀低山亚区、侵蚀构造低山亚区、侵蚀构造中山亚区 3 个亚区分布区地质灾害发生的确定性高,致灾环境条件差。这 3 个分布

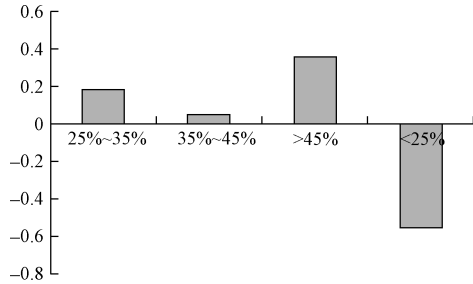


图7 植被分布因子 CF 值计算结果

Fig.7 The results of CF of vegetation distribution

区主要集中在坝下除盆地外的大部分地区,占张家口市总面积的 46.1%,区内山脉较多,海拔高度多在 1000~2000 m,区域内地形切割强烈、沟谷发育的现状恰好符合地质灾害的形成、发育、发生必要条件^[4]。

18 个工程地质岩组亚区中坚硬块状火山碎屑岩、坚硬块状片麻岩组、坚硬块状侵入岩组等 9 类岩组分布区地质灾害发生的确定性高,致灾环境条件差。9 个岩组分布区主要集中在崇礼、赤城、涿鹿、沽源等地,占张家口总面积的 41.9%,多为太古界、元古界地层,岩石表层强烈风化,强风化深度达到 2~8 m,边坡交叉裂隙很发育,连续的降雨能够使得山坡岩土体接近饱和,坡面岩石间的裂隙因浸水而增加润滑性,为崩塌和滑坡提供有力的滑塌条件、为泥石流提供丰富的物源^[5]。

4 个植被覆盖率区中 25%~35%、35%~45% 和大于 45% 3 个分布区地质灾害发生的确定性高,致灾环境条件差。这 3 个地区主要分布在沽源南部、坝下地区(万全县除外)等地,占张家口总面积的 68.2%。与河北省其他地区不同,植被覆盖率最高的崇礼、赤城、涿鹿等地区,灾害数量和密度反而是最高的。

4.4 植被覆盖程度与地质灾害分布的关系分析

一般情况下,我们认为:植被覆盖越好,越不容易发生地质灾害,比如在和张家口同一纬度的燕山南麓,茂密的植被缠绕和固结作用增强了岩土体的抗剪强度,而且植被的亲水、固水的作用提高了整个灾害体的稳定程度,导致这一地区在同样降雨条件下发生地质灾害的几率降低^[6]。

张家口地区年均降雨量 409 mm 而且往往 4、5 次降雨过程累计雨量达年总降雨量 80%,反而是植被覆盖越好,地质灾害发育的数量越多。分析认为:张家口年降雨很少,属于半干旱地区,大部分山区基岩裸露,上覆土层很薄,只有较少的乔木,大部分被草本或灌木覆盖,只有在变质岩或火山碎屑岩分布区上覆土层较

厚地区才具备大量乔木的生长条件,所以在林地覆盖高的地区灾害发育反而较多。

基岩裸露区的松散物受大雨冲刷比较严重,往往一次强降雨会把沟内或山坡的松散物冲出,导致松散物不能持续堆积,而植被较好地区由于树木的阻挡,松散物能够堆积到一定的规模。

张家口山区基岩裸露,大部分地区渗透系数很小,山区径流作用大于入渗作用,大部分雨水由于没有树木和土层阻挡很快到达坡下,能够入渗到基岩内部的雨水较少,所以基岩裸露区反而分布的地质灾害相对较少^[7]。

5 结论

(1) 张家口地处寒温带半干旱地区,区内地质灾害分布以带状、簇状分布为主,主要分布在赤城县、崇礼县、涿鹿县和沽源县南部。

(2) 张家口地势起伏变化趋势与地质灾害的分布相匹配,根本上决定了地质灾害的发育类型、发育强度;岩土体是地质灾害发生、发展的物质基础,工程地质条件控制着地质灾害的分布;植被覆盖影响着地质灾害的分布。

(3) 采用确定性系数方法量化了地貌、工程地质岩组和植被覆盖 3 个致灾因子,其 15 个致灾环境差区与张家口市地质灾害易发现状相符合,分析了不同致灾环境对地质灾害分布的影响,地势起伏和岩体的强风化程度决定了地质灾害的发育和分布。

(4) 在半干旱地区,植被覆盖对地质灾害的分布起着促进作用,其植被覆盖率越高,地质灾害越发育。

参考文献:

[1] 河北省国土资源厅. 河北省张家口市地质灾害调查与区划报告[R]. 2004:1-30.
Land and resources department of Hebei province. Geological hazard division report in Zhangjiakou City [R]. 2004:1-30.

[2] 刘艳辉,刘传正,连建发,等. 基于显式统计原理的地质灾害区域预警方法初步研究[J]. 中国地质, 2008,35(2):344-350.
LIU Yanhui, LIU Chuansheng, LIAN Jianfa, et al. Method of regional early warning of geohazards based on the explicit statistical theory [J]. Geological in China, 2008,35(2):344-350.

[3] 李昂,侯圣山,周平根,等. 四川雅安市雨城区降雨诱发滑坡研究[J]. 中国地质灾害与防治学报,

- 2007,18(1):14-17.
- LI Ang, HOU Shengshan, ZHOU Pinggen, et al. Study on the rainfall triggering to landslides in Yucheng district, Ya'an city, Sichuan province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2007,18(1):14-17.
- [4] 方琼,段中满. 湖南省地形地貌与地质灾害分布关系分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2012,23(2):1-5.
- FANG Qiong, DUAN Zhongman. Distribution analysis of topography and geological hazards in Hunan province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2012,23(2):1-5.
- [5] 杨军伟,黄景春,魏玉虎,等. 河南浙川地质灾害发育特点探讨[J]. 地质调查与研究, 2006,29(2):130-135.
- YANG Junwei, HUANG Jingchun, WEI Yuhu, et al. Geological hazards and their relation with the faults in Xinchuan, Henan province [J]. Geological Survey and Research, 2006,29(2):130-135.
- [6] 曾令科,许模,方琼,等. 植被与地质灾害发育分布关系初探[J]. 地质灾害与环境保护, 2010,21(3):97-100.
- ZENG Lingke, XU Mo, FANG Qiong, et al. Distribution of vegetation and geological hazards development relations [J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2010,21(3):97-100.
- [7] 曾琳洁,张涛,冯文凯. 河南南召县地质灾害形成条件与分布规律[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2014,25(1):82-89.
- ZENG Lingjie, ZHANG Tao, FENG Wenkai. Formation conditions and distribution law about geological disasters in Nanzhao county, Henan province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2014,25(1):82-89.

(上接第86页)

- [6] 张明华. 西藏墨脱公路工程地质灾害遥感勘察与解译方法[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005,16(3):54-58.
- ZHANG Minghua. Remote sensing image recognizing and interpreting for geological disasters in Motuo highway engineering of Tibet [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2005, 16(3):54-58.
- [7] 钟颐,余德清. 遥感在地质灾害调查中的应用及前景探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004,15(1):134-136.
- ZHONG Yi, YU Deqing. The application and prospect of remote sensing in geological hazard investigation of geological disasters [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2004,15(1):134-136.
- [8] DD2011-03 中国地质调查局地质调查技术标准遥感地质解译方法指南(1:50000,1:250000)[S].
- DD2011-03, Chinese technology standard geological survey geological survey geological remote sensing interpretation method guide (1:50000, 1:250000)[S].
- [9] 沈松平,王军,汪友明. 遥感技术在四川地质灾害调查中的应用研究[C]//2007年环境遥感学术年会—自然灾害专题研讨会[A].
- SHEN Songping, WANG Jun, WANG Youming. Remote sensing technology for geological disaster investigation in Sichuan [J]//Symposium of environment remote sensing technology in 2007-natural disaster remote sensing symposium [A].