

密云县地质灾害危险性评价

李正国<sup>1</sup>, 吴健生<sup>2</sup>, 李卫峰<sup>1</sup>

(1. 北京大学环境学院 资源与环境地理系, 地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871;  
2. 北京大学深圳研究生院, 深圳 518057)

摘要: 随着灾害科学研究的深入, 区域地质灾害已经成为其重要的研究领域。在对密云县的地质灾害的成因背景分析的基础上, 同时结合密云县的主要地质灾害发生历史和分布现状, 基于GIS平台划分了密云县的地质灾害易发区, 并对可能造成的危险性进行了评价。  
关键词: 地质灾害; 危险性评价; 密云

中图分类号: P694 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005) 04-0078-04

Danger Evaluation of Geological Disaster in Miyun County

LI Zheng-guo<sup>1</sup>, WU Jian-sheng<sup>2</sup>, LI Wei-feng<sup>1</sup>

(1. MOE Key Lab of Analysis and Simulation of Earth Surface Processes, Department of Geography, Peking University, Beijing 100871, China; 2. Graduate School of Shenzhen, Peking University, Shenzhen 518057, China)

**Abstract:** Regional natural disasters become an important aspect of research on disasters. On the basis of background and cause analysis of the geological disaster in Miyun county, and combining with the spatial and temporal distribution of the main geological disaster, a geological disaster partition on the study area was made on the GIS platform, and the degree of potential danger in Miyun county was evaluated.  
**Key words:** geological disaster; danger evaluation; Miyun

随着科学技术的日益发展, 人类利用自然、改造自然的能力不断提高, 但众多的灾害却给人类带来了巨大的威胁和挑战, 给人类社会造成难以估量的损失。作为一定区域内政治、经济和文化中心的城市, 即是人口和财富的集中地, 也是交通和通讯的重要枢纽, 一旦受灾, 损失将会非常严重<sup>[1]</sup>。  
从1987年开始, 联合国开展“国际减轻自然灾害十年”活动<sup>[2]</sup>, 国内外许多学者对区域性自然灾害做了大量的研究工作, 研究内容主要涵盖灾害损失指标体系、灾害损失评估方法、灾害区划原则与原理、灾害综合区划方法、灾害预测预报方法、综合减灾对策等方面<sup>[3-7]</sup>。对地质灾害的研究主要集中于地质灾害的调查, 包括灾害的空间分布、形成原因、诱发因素、危害程度和影响范围等内容<sup>[8-13]</sup>, 本文在上述研究的基础上, 进行密云县地质灾害危险性评价、灾害易损性分析、灾害分区、重点防治区域和防救对策等问题的研究。

1 区域背景

1.1 自然地理特点

密云县位于E116°39'44"~117°30'25", N40°13'10"~40°48', 是首都北京所辖之远郊县。属温暖带季风型大陆性半干旱气候, 四季分明, 干旱冷暖变化剧烈。年平均气温在8~10℃之间, 无霜期176d, 年降雨量600~700mm。地处华北与

蒙古高原过渡地带, 属燕山山脉。东侧为雾灵山(在密云部分海拔高度1730m), 西侧为云蒙山(海拔高度在1414m)。东部、东南部和北部均为低中山区, 海拔多在400~800m之间。密云水库位于中央, 海拔在100~160m。西南部为潮白河冲积洪积倾斜平原, 海拔45~100m。地势总体格局呈三面群山环绕, 中部低缓, 开口向西南的簸箕状(图1)。由于各地貌类型之间界线明显, 相对高差大, 沟谷切割深, 土层薄; 加上坡地较多, 洪旱频繁, 致使水土流失较为严重<sup>[14]</sup>。



图1 密云县地形地貌格局图

\* 收稿日期: 2005-04-26  
基金项目: 国家自然科学基金项目(40471002)资助  
作者简介: 李正国(1980-), 男, 江西上饶人, 博士生, 主要从事景观生态与土地利用方面的研究。

1.2 地质构造

(1) 地层岩性。本区地层岩性主要受古地理及构造控制。太古界变质岩系主要分布于赤城- 长哨营- 古北口东西向深大断裂南北侧; 中、上元古界长城系、蓟县系、青白口系在该断裂以南广泛分布; 下古生界寒武系在本区仅有零星出露; 中生界侏罗系火山岩分布较广, 主要呈东北及北北东向分布; 第四系则遍布于全区, 为残坡积, 冲积洪积等松散堆积物<sup>[15~17]</sup>。

(2) 断裂构造。研究区位于燕山台褶带密(云)怀(来)隆断之东部之密云穹断。自晚古生代以来, 区域隆起的强度和幅度较大, 褶皱断裂构造十分发育。褶皱以线性或规模较大的宽缓褶皱为主, 断裂构造以东西向、北东向及北北东向为

主, 其次为近南北向、北西向断裂。由于该穹断长期不断向上隆起以及后期构造的不断迭加及岩浆侵入, 因此在基底皱褶上复合了特种型态的晚期褶皱和断裂, 使其发生重褶和明显错位, 造成构造特征的进一步复杂化<sup>[16, 17]</sup>。

总体来看, 区内的断裂构造十分发育, 且规模巨大, 波及范围广, 均以破碎带、糜棱岩带、挤压片理带和动力变质带的形式出现。不仅控制了区内地层分布和岩浆活动, 而且造成了岩石的极度破碎, 为泥石流的形成和发育提供丰富的物质来源<sup>[18, 19]</sup>。

1.3 工程地质特征

(1) 岩土体工程力学特征。研究区主要岩土体工程力学特征和分布地区<sup>[16]</sup>, 详见表1。

表1 密云县岩土体工程力学特征<sup>[16]</sup>

| 岩土体类型                      | 主要岩石类型           | 工程力学特征  | 分布地区  |
|----------------------------|------------------|---|---|
| 坚硬块状<br>岩浆岩类               | 花岗岩、闪长岩、花岗正长岩    | 中- 粗粒结构、致密坚硬、孔隙很少、透水性较弱, 抗性较强   | 云蒙山、黄花顶山、香水顶山、大洼尖山、柏岔山、双山、四干顶山及沙厂前后山、古北口东山、坡头北山、令公东北部山                      |
| 坚硬层状<br>碳酸岩类               | 灰岩、白云岩、白云质灰岩     | 岩石致密坚硬、强度较高, 稳定性很少。但受溶蚀后, 岩体连续性和整体性被破坏, 岩体强度降低, 透水性增强。                    | 梨树沟梁- 石马峪一线以南, 后栗元- 石马峪一线以西山地, 圣水头南山- 五亩地南沟- 张家庄- 后牛角峪一线以南, 后牛角峪以西地区, 锥峰山地区 |
| 坚硬块状层<br>状变质岩类             | 片麻岩、麻粒岩、石英片岩、混合岩 | 岩石坚硬, 强度高, 抗水能力也较强。但在接触变质岩体中, 断裂发育的接触带附近岩体抗风化能力降低。动力变质岩体的破裂岩强度低、透水性强, 易风化 | 密云水库周围( 除溪翁庄镇地区外)   |
| 坚硬- 较坚硬<br>层状碎屑岩类          | 砾岩、角砾岩、砂岩        | 颗粒较细, 力学强度高。结构面发育的岩体或夹有黏土类岩层, 岩体力学强度和稳定性较差                                | 古北口、东庄禾、新城子及太师屯东北部、前火石岭一带   |
| 坚硬- 较坚硬<br>层状碳酸岩与<br>碎屑岩互层 | 灰岩、白云岩、页岩、砂岩、粉砂岩 | 碎屑- 碳酸岩类- 黏土岩互层, 纵向相变大, 软硬相间, 性质迥异, 岩体强度不一, 稳定性较差                         | 北栅子、白马关、八道楼子一线呈东西向展布, 墙子路小香木沟- 黄门庙- 张庄子- 方耳峪- 火郎峪- 后牛角峪以南及后牛角峪以东地区          |
| 卵砾石类土                      | 卵石、砾石、砂          | 山区河谷卵砾类土, 颗粒粗大, 分选性差  | 山区河谷  |

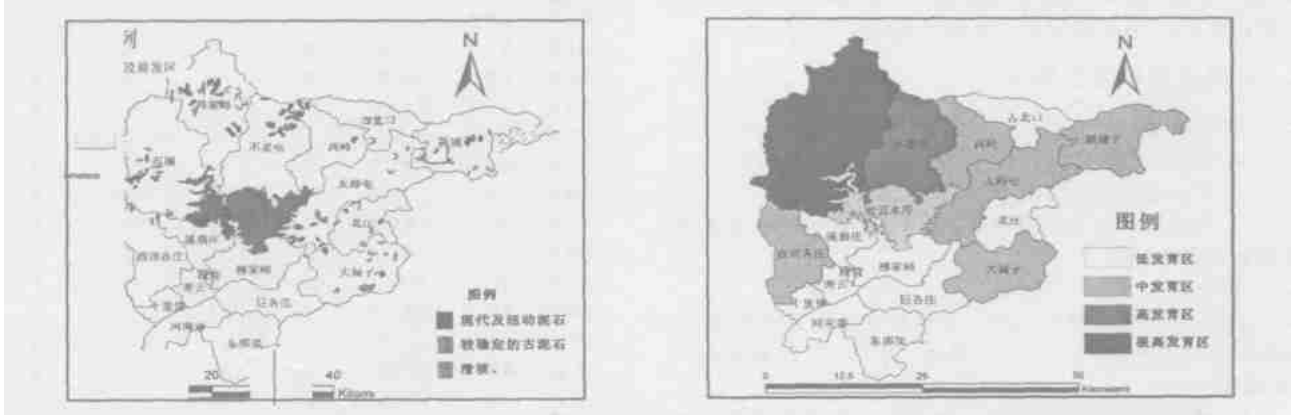


图2 密云县重力灾害分布现状

图3 密云县重力灾害发育现状

(2) 水文地质特征。区内水文地质条件较为复杂。山区地下水主要埋藏在基岩裂隙中, 其次是山间河谷的第四系地层中, 主要是裂隙水、岩溶裂隙水和孔隙水, 含水层富裂隙不均, 水位变化大。碳酸岩类地层含水较为丰富, 但水位低, 开采困难, 出露断层流量大。第四系孔隙水多言河谷富水, 风化裂隙水水量小, 季节性变化强, 不稳定。平原地下水为第四系孔隙溶水, 主要分布在地下100 m 内。含水层南厚北薄, 与河水联系极为密切, 埋深3~ 20 m, 由南向北, 由深变浅。地下水补给主要是自然降水、地表水渗入及农灌入渗。平原还有山区侧向径流补给和密云水库补给<sup>[14, 15]</sup>。

2 地质灾害现状分析

2.1 崩塌及滑坡灾害

研究区崩滑塌易发区面积 281. 54 km<sup>2</sup>, 崩滑塌密度为 10. 34 处/ km<sup>2</sup> (图2 和3)。主要发育在溪翁庄- 怀柔柏查子公路石城至四合堂段, 影响交通安全。该灾害一年四季均可发生, 尤以雨季最为集中, 塌方量一般为数十立方米<sup>[15, 16]</sup>。

该类型灾害在本县造成人员伤亡和财产损失的情况至今还未见报导, 但不能排除今后发生这种灾害的可能性。该灾害在本县的表现形式一般是与泥石流灾害相伴生, 崩塌物

参与泥石流流固体物, 从而增加泥石流灾害破坏力。



图4 密云县地质灾害易发区划分

2.2 泥石流灾害

本县主要地质灾害种类为泥石流, 泥石流面积占全县总面积的27.9%<sup>[17]</sup>。

建国以来, 密云县发生的11次泥石流, 灾害最重的是1976年7月23日, 冲毁房屋3 574间, 死亡牲畜4 000余头, 死亡人口105人, 冲毁耕地1 833.3 hm<sup>2</sup>, 冲走器械、设备多数, 损失重大。1991年6月10日库北的四合堂、冯家峪、番字牌、石城四乡遭受特大暴雨洪水袭击, 灾情严重, 死亡10人, 冲毁冲淤耕地0.09万hm<sup>2</sup>, 冲毁房屋342间, 倒塌998间, 冲走牲畜16 768头(只), 损失粮食11.85万kg, 冲毁果树13.5万棵, 柴树52.31万棵, 各种坝、坝阶3 141道, 6 000余m, 冲毁渠道365 km, 机电井104眼, 扬水站29处, 小电站1座, 乡村公路212 km, 桥涵38座, 高低压线115 km, 通讯线路214 km, 直接损失7 924.6万元<sup>[14]</sup>。洪水泥石流发生后, 造成水质污染, 密云水库水质的一些指标明显上升, 甚至出现超标现象, 直接影响北京市的饮水洁净<sup>[15~18]</sup>。

3 地质灾害易发区划分

3.1 划分原则

- (1) 遵循“县(市)地质灾害调查与区划基本要求”;
- (2) 紧密结合防灾需要, 突出“以人为本”的原则;
- (3) 根据地质灾害的分布现状, 结合本区灾害历史和发展趋势划分易发区。

3.2 划分方案

依据上述原则, 基于GIS平台将易发区分为四类: 即较易发区( )、中易发区( )、低易发区( )、不发育区( ) (见图4)。

(1) 较易发区( )。分布于密云水库的西部、北部及京(北京)通(通化)铁路以北地区, 面积738.37 km<sup>2</sup>(33.17%), 是密云县泥石流灾害的多发区和重灾区, 调查所确定受泥石流危害村庄几乎全部分布于该区<sup>[19, 20]</sup>。包括不老屯镇、冯家峪镇、石城乡、西田各庄镇北部, 涉及64个行政村、15 278户、44 747人。区内山高坡陡, 沟深谷窄, 构造发育, 为间硬块状岩浆岩类和坚硬块状岩层状变质岩分布区。沟内固体物质丰富。是密云县的暴雨中心, 同时也是北京市的暴雨中心之一。区内有泥石流沟118余条, 平均0.160条/km<sup>2</sup>。潜在泥石流沟46条, 平均0.062条/km<sup>2</sup>。该区是地质灾害预警和群测群防工作的重点地区。

图5 密云县地质灾害危险性分级  
表2 密云县受地质灾害威胁村庄危险程度分级统计

| 乡   | 行政村  | 自然村  | 受威胁户数/户 | 受威胁人数/人 | 受威胁房屋/间 | 受威胁程度 |
|-----|------|------|---------|---------|---------|-------|
| 北庄  | 营房   | 葡萄峪  | 5       | 20      | 20      | 中     |
| 新城子 | 遥桥峪  | 遥桥峪  |         | 40      | 10      | 中     |
| 石城  | 西弯子  | 石炮沟  | 54      | 150     | 220     | 重     |
| 冯家峪 | 西口外  | 嘟噜峪  | 9       | 20      | 40      | 中     |
| 冯家峪 | 西口外  | 西口外  | 89      | 310     | 356     | 重     |
| 冯家峪 | 冯家峪  | 螳螂峪  | 11      | 45      | 60      | 中     |
| 冯家峪 | 三岔口  | 东白莲峪 | 15      | 48      | 75      | 中     |
| 冯家峪 | 西白莲峪 | 分台子  | 28      | 100     | 160     | 重     |
| 冯家峪 | 西白莲峪 | 井峪   | 10      | 40      | 40      | 中     |
| 冯家峪 | 朱家峪  | 肖家   | 32      | 110     | 130     | 重     |
| 冯家峪 | 三岔口  | 南沟   | 25      | 93      | 109     | 中     |
| 冯家峪 | 下营   | 朱郎峪沟 | 21      | 70      | 71      | 中     |
| 冯家峪 | 白马关  | 南化岭  | 36      | 118     | 120     | 重     |
| 冯家峪 | 番字牌  | 关门外  | 16      | 56      | 70      | 中     |
| 冯家峪 | 番字牌  | 大平台  | 13      | 42      | 62      | 中     |
| 冯家峪 | 黄梁根  | 鲇鱼塘  | 28      | 100     | 95      | 重     |
| 冯家峪 | 西仓峪  | 东万车沟 | 52      | 136     | 170     | 重     |
| 冯家峪 | 前火石岭 | 水泉沟  | 9       | 44      | 40      | 中     |
| 冯家峪 | 司营子  | 双树西沟 | 20      | 90      | 80      | 中     |
| 冯家峪 | 北栅子  | 三十亩地 | 71      | 237     | 300     | 重     |
| 冯家峪 | 南台   | 喇嘛栅子 | 63      | 190     | 130     | 重     |
| 冯家峪 | 南台   | 对台   | 6       | 22      | 23      | 中     |
| 冯家峪 | 南台   | 骡道沟  | 28      | 69      | 65      | 中     |
| 冯家峪 | 北栅子  | 棒槌山沟 | 5       | 13      | 20      | 中     |
| 冯家峪 | 石湖根  | 大北沟  | 4       | 13      | 16      | 中     |
| 石城  | 黄峪口  | 山神庙  | 44      | 150     | 170     | 重     |
| 石城  | 红星   | 马道沟  | 19      | 46      | 95      | 中     |
| 石城  | 红星   | 莫岭西沟 | 15      | 50      | 60      | 中     |
| 石城  | 白庙子  | 白庙子  | 44      | 104     | 120     | 重     |
| 石城  | 四合堂  | 水泉沟  | 4       | 12      | 16      | 中     |
| 石城  | 北对峪  | 南皂树  | 6       | 19      | 21      | 中     |
| 石城  | 北对峪  | 北皂树  | 9       | 21      | 43      | 中     |
| 石城  | 北对峪  | 双窑沟  | 27      | 83      | 98      | 中     |
| 石城  | 对家河  | 对家河  | 15      | 40      | 70      | 中     |
| 石城  | 张家坟  | 柳棵峪  | 43      | 126     | 120     | 重     |
| 石城  | 黄土梁  | 黄土梁  | 10      | 25      | 40      | 中     |
| 石城  | 黄土梁  | 河西地  | 7       | 30      | 28      | 中     |

(2) 中易发区( )。位于密云水库的东部。其西部以京

通铁路半城子—古北口段和101国道为界,南部起至京承(承德)铁路,面积770.09 km<sup>2</sup>(34.60%)。调查仅发现个别村庄有爆发泥石流的潜在危险区<sup>[19,20]</sup>。包括古北口、高岭镇、新城子、北师大镇、北庄乡、大城子乡,涉及116个村庄、34 524户、99 415人。区内除四干顶及云蚰谷自然风景区一带山高坡陡,大部地区地势相对较为低缓,沟谷开阔,但构造较为复杂,为坚硬块状岩浆岩类、坚硬块状层状变质岩类、坚硬—较坚硬层状碎屑岩类分布区。区内有泥石流沟流23条,平均0.030条/km<sup>2</sup>。潜在泥石流沟49条,平均0.064条/km<sup>2</sup>。该区是地质灾害预警和群测群防工作的次重点地区。

(3) 低易发区( )。位于密云县南部。该区为低山和丘陵区,基本上不具备泥石流爆发的条件,至今还未发现泥石流沟的存在和危害,但并不能完全排除泥石流爆发的可能性区<sup>[19,20]</sup>。面积172.42 km<sup>2</sup>(7.75%),主要包括东邵渠乡、巨各庄镇大部及河南寨镇小部,涉及41个村庄、12 891户、37 230人,是密云县经济相对发达地区。该区是地质灾害预警和群测群防工作的非重点地区。

(4) 不发育区( )。上述三区以外地区,为山前平原区,

参考文献:

[1] 吴健生,王仰麟,南凌,等. 自然灾害对深圳城市建设发展的影响[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(2): 40– 45.

[2] 任鲁川. 区域自然灾害风险分析研究进展[J]. 地球科学进展, 1999, 14(3): 243– 246.

[3] 马宗晋,方蔚青,高文学,等. 中国重大减灾问题研究[M]. 北京:地震出版社, 1992. 1– 5.

[4] 马宗晋,高庆华. 论人口—资源—环境—灾害恶性循环的严重性与减灾工作的新阶段[J]. 自然灾害学报, 1992, 1(1): 12– 18.

[5] 赵阿兴,马宗晋. 自然灾害损失评估指标体系的研究[J]. 自然灾害学报, 1993, 2(3): 1– 7.

[6] Piers Blaikie, Terry Cannon, Ian Davis, et al. Risk: Natural Hazard, People’s Vulnerability, and Disasters[M]. London: Routledge, 1994. 147– 167.

[7] 史培军. 再论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(4): 6– 17.

[8] 宋俭. 工业化以来传统灾害的演化趋势[J]. 荆州师范学院学报, 2000, (6): 74– 77.

[9] 吴效军. 城市地质安全战略与城市地质灾害防治规划[J]. 规划师论坛, 2002, 18(1): 14– 16.

[10] 杜兴信,李博. 陕西关中地区城市灾害评价[J]. 灾害学, 1994, 9(3): 46– 52.

[11] 张显东,沈荣芳. 澳大利亚城南灾害应急反应规划研究[J]. 灾害学, 1996, 11(1): 68– 72.

[12] 苏维词. 贵州主要城市的岩溶塌陷灾害及其防治[J]. 水文地质工程地质, 1998, (3): 40– 42.

[13] 曾荣青. 澳门气候及主要气象灾害[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2001, (2): 100– 104.

[14] 耿智慧. 密云县泥石流灾害及其防治措施[J]. 密云水利, 2001, (6): 34– 35.

[15] 洪承舒. 北京地区泥石流发生及对策[J]. 北京水利, 1995, (4): 7– 10.

[16] 张春山. 北京北山地区泥石流灾害危险性评价[J]. 北京地质, 1996, (2): 11– 20.

[17] 杜涛. 北京地质灾害概况[J]. 北京地质, 2000, (4): 21– 23.

[18] 秦永胜,余新晓,陈丽华,等. 北京密云水库流域水源保护林区径流空间尺度效应的研究[J]. 生态学报, 2001, 21(6): 913– 918.

[19] 吴正华. 北京泥石流灾害及其降水触发条件[J]. 水土保持研究, 2001, 8(3): 67– 72.

[20] 齐乌云,马蔼乃,周大良等. 北京地区土壤水力侵蚀评估[J]. 水土保持研究, 2003, 10(3): 137– 139.

(上接第6页)

[3] James Rose, Jerry A Lee, Rob A. Kemp, et al. Palaeoclimate, sedimentation and soil development during the Last Glacial Stage (Devensian), Heathrow Airport, London, UK[J]. Quaternary Science Reviews, 2000, 19: 827– 847.

[4] Paul J McCarthy, I Peter Martini, Dale A Leckie. Use of micromorphology for palaeoenvironmental interpretation of complex alluvial palaeosols[J]. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 1998, 143: 87– 110.

[5] 邓兵,吴国暄,李从先. 长江三角洲晚第四纪古土壤的古环境及古气候信息[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(2): 1– 8.

[6] 夏鼐. 碳-14测定年代和中国史前考古学[J]. 考古, 1977, (4): 217– 232.

[7] 夏正楷,杨晓燕,叶茂林. 青海喇家史前灾害事件[J]. 科学通报, 2003, 48(11): 1200– 1204.

[8] 邓绶林. 地学辞典[M]. 石家庄:河北教育出版社, 1992

完全不具备爆发泥石流的条件区<sup>[19,20]</sup>。面积544.92 km<sup>2</sup>(24.48%),包括溪翁庄镇、西田各庄镇、河南寨镇、十里堡镇、穆家峪乡、巨各庄镇、檀营满族自治乡、密云镇,涉及126个村庄、244 067人,是密云县经济发达区。

#### 4 地质灾害危险性评价

在确定四级地质灾害易发区的基础上,对存在潜在危险性的地区进行评价(图5),并对重点村庄进行了调查。共确定危险自然村37个,其隶属于26个行政村,4个乡镇。绝大部分危险村庄集中于冯家峪、石城乡两个乡镇(表2)。

#### 5 结 论

对全县而言,地质灾害较易发区是危险性最大的地区,因此是地质灾害预测预警和群测群防工作的重点地区,对此各级政府应给予高度重视。地质灾害中易发区危险性相对较小,是地质灾害预测预警和群测群防的次重点地区,应做好重点防护工作。而低易发区,是地质灾害预测预警和群测群防的非重点地区。