

# 基于 GIS 的甘肃省灵台县地质灾害易发性区划研究<sup>\*</sup>

韩翠<sup>1</sup>, 薛星桥<sup>2</sup>, 杨强<sup>2</sup>, 孙秀娟<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院 地质研究所, 北京 100037; 2. 中国地质调查局 水文地质环境地质调查中心, 河北 保定 071051)

**摘 要:**通过对甘肃省灵台县地质灾害详细调查数据综合分析,采用袭扰系数法生成初步地质灾害易发性区划图,并利用地理信息系统软件 MAPGIS 6.7 空间分析功能将地质灾害的各个影响因素图叠加到初步地质灾害易发性区划分级图中,绘制出该县的地质灾害易发性分区图。首先将灵台县地质灾害分布图进行了 500 m×500 m 网格剖分,其次对每个网格内地质灾害的个数、体积密度、面积密度采取不同的原则将每个网格的灾害易发性程度分为四级,生成初步的地质灾害易发性等值线图。然后对该县的地形地貌图、地层岩性图、降雨量分布图、地形坡度图、植被覆盖图分别采取相应标准,分为四级,采取专家打分的方法确定其权重。最后叠加各个图件,从而生成了灵台县地质灾害易发性分区图,这为政府部门采取有效的措施进行统筹规划减灾防灾以及灾害治理提供了可靠的依据。

**关键词:**灵台县; 地质灾害; 袭扰系数法; 地理信息系统; 易发性区划

中图分类号: P694

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)03-0032-03

## A Study of Geological Hazards Liability Zoning Based on GIS in Lingtai County of Gansu Province

DING Wei cui<sup>1</sup>, XUE Xing-qiao<sup>2</sup>, YANG Qiang<sup>2</sup>, SUN Xiu-juan<sup>2</sup>

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037, China; 2. Center for Hydrogeology and Environmental Geology of CGS, Baoding, Hebei 071051, China)

**Abstract:** According to the comprehensive analyses of the geological hazards survey data in Lingtai County, Gansu Province, using disturbance coefficient method generates a primary geological hazards liability zoning map. Using the spatial analysis software MAPGIS 6.7 to overlay each geological hazards factor map to the zoning map, and obtains the final geological hazards liability zoning map of the county. Firstly, distributes the geological hazards map of Lingtai with a 500 m×500 m grid subdivision. Secondly, divides the hazards liability into four degrees by the different principles of the number of geological hazards, body density, and surface density of each grid to generate the primary geological hazards liability contour map. Followed classifies the county's topography map, the lithologic map, the rainfall distribution map, the topographic slope map, and the vegetation overlay map into four grades takes the proper standards, and takes experts scoring method to determine every weight value. Finally, overlays all of the above maps and generates the geological hazards liability zoning map in Lingtai county. The research has provided a reliable basis for government departments to take effective measures to carry out overall planning for hazards prevention and hazards management.

**Key words:** Lingtai county; geological hazards; disturbance coefficient method (DCM); GIS; liability zoning

我国西部黄土地区地质环境较脆弱,是地质灾害高发区域,区内经济发展与地质灾害的矛盾日益突出<sup>[1-2]</sup>。在过去几十年的经济发展过程中,由于对其区划研究不够全面,使社会和人民生命财产蒙

受了巨大的损失,因此,开展以滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡灾害为主体的地质灾害易发性区划研究,对减少地质灾害的发生、优化土地使用、进行环境保护、提高地质灾害风险预测、评价研究、整体综

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-11-17

基金项目: 陇东地区地质灾害详细调查(1212010814012)

作者简介: 韩翠(1982-),女,山东烟台人,博士研究生,主要从事地质制图与 GIS 应用研究。E-mail: dingweicuigis@163.com

合防治具有十分重要的理论和实际意义。GIS 技术的飞速发展为进一步进行地质灾害易发性区划深入研究提供了一个卓有成效的技术平台与研究途径。

选取地处陇东黄土区的甘肃省灵台县作为研究区域,采用袭扰系数法和空间信息系统分析法结合信息量法的思路<sup>[3-5]</sup>,对灵台县的地质灾害易发性区划进行研究,生成灵台县地质灾害易发性区划分级图。灵台县地质灾害易发性区划图可为政府管理部门进行土地规划、减灾防灾、灾害治理和制定相关的法规条例提供科学依据。

### 1 研究区基本情况

灵台县位于陇东黄土高原南缘,总面积 2 038 km<sup>2</sup>,地势西北高、东南低,海拔 890~ 1 520 m,属黄土高原沟壑区。交通以公路为主,经济发展以农林牧业为主。区内属暖温带半干旱大陆性季风气候,冬长夏短,气候干燥,年平均气温 8.6℃,年平均降水量 654.4 mm。该区出露地层主要为白垩系泥岩、粉细砂岩与棕红色砂质泥岩,新近系棕红色黏土,第四系午城、离石、马兰黄土。地下水根据赋存特征可分为第四系松散岩类孔隙水与前第四系碎屑岩类裂隙水两种类型。

通过对灵台县野外地质灾害详细调查,查明该地地质灾害有滑坡 286 个、崩塌 29 个、泥石流 8 个、不稳定斜坡 73 个。威胁居民、公路、水库等地质灾害隐患点有 109 个,其中滑坡 12 个、崩塌 20 个、不稳定斜坡 73 个、泥石流 8 个。灾害多发生在在人居密集和人类工程活动频繁的川台区。

### 2 基于 GIS 的地质灾害易发性区划

首先在 MapGIS 6.7 平台上,以灵台县地质灾害分布图为底图采用袭扰系数法生成初步的地质灾害易发性区划图,然后把该地区地质灾害的主要影响因素地貌类型、地层岩性、降雨量分布、地形坡度及植被分布的各个图件按照不同的标准进行分级,采用专家打分的方法确定各个影响因素的权重,最后在 MapGIS 6.7 中将初步地质灾害易发性区划图与各个影响因素图进行叠加生成最终的灵台县地质灾害易发性区划图。

#### 2.1 生成基于袭扰系数法的初步地质灾害易发性区划分级图

经典袭扰系数法是以反映地质灾害发育密度和规模的袭扰系数  $R$  值为依据,对调查区地质灾害易发程度进行定量分析与评价的一种方法<sup>[6]</sup>。 $R$  值综合考虑了单位面积内灾害点的个数、面积和体积。

袭扰系数法对灵台县地质灾害易发性区划的具体方法如下:

①首先在 1: 5 万灵台县地质灾害调绘图上进行网格剖分,共剖分 8 084 个网格,每个网格单元代表的实地面积为 500 m × 500 m,并对跨越河流、沟谷、山脊的网格进行处理,沿地形线进行进一步剖分,使其合理化。

②分别计算每一个网格单元内滑坡、崩塌、泥石流和潜在不稳定斜坡等地质灾害的个数、面密度、体积密度。采用专家评判方法,将高易发、中易发、低易发、不易发之间的界限值确定出来如表 1,表 1 中每个网格中灾害点个数、体积密度、面积密度按最高一项确定其袭扰系数值,计算出每个网格的地质灾害易发性袭扰系数,将评价区的易发性分为 4 级,即:高易发、中易发、低易发和不易发,其易发袭扰指数分别给予 4, 3, 2, 1。

③以  $R$  值为依据自动生成初步地质灾害易发性等值线图,然后根据  $R$  值的界限给不同级别赋上不同的颜色从而生成初步的地质灾害易发性区划分级图。在表 1 所示的地质灾害易发性袭扰系数值的取值原则基础上,生成初步地质灾害易发性区划分级图如附图 9 所示。

表 1 地质灾害易发性袭扰系数值的取值原则

袭扰系数取值	点密度(处/0.25 km <sup>2</sup> )	面积密度(m <sup>2</sup> /0.25 km <sup>2</sup> )	体积密度(m <sup>3</sup> /0.25 km <sup>2</sup> )
4	≥3	≥1250	≥25000
3	2	400~ 1250	4000~ 25000
2	1	0~ 400	0~ 4000

#### 2.2 地质灾害影响因素的分级标准及权重确定

影响灵台县地质灾害的主要因素有地貌类型、地层岩性、降雨量分布、地形坡度、植被覆盖度,将这 5 个影响因素作为地质灾害评价指标,把各个影响因素的地质灾害易发程度分为高、中、低易发区和不育区 4 个等级,其易发指数分别给予 4, 3, 2, 1。并建立相应评价体系(见表 2)。

根据表 2 的评价标准,绘制出各个影响因素的地质灾害影响程度分区图,如附图 10~ 14。

采取专家打分的原则来确定各个影响因素的权重,本次共发出了 80 份专家打分表,收回 60 份,从收回的专家打分表中将各个影响因素的权重进行加权平均得出各个影响因素的最终权重,初步地质灾害易发性分区图权重为 0.4,地貌类型权重为 0.153,地层岩性权重 0.104,降雨量权重为 0.081,地形坡度权重为 0.162,植被覆盖权重为 0.1。

表 2 地质灾害影响因素易发程度分区评价标准

影响因素	评价标准			
	高易发(4)	中易发(3)	低易发(2)	不易发(1)
地貌类型	黄土梁峁丘陵	河谷	黄土低山丘陵	黄土塬
地层岩性	中更新统离石黄土	下更新统午城黄土	马兰黄土, 白垩系泥岩、砂岩	全新统砂土、砂砾卵石
地形坡度/(°)	21~ 30	31~ 40	41~ 45	0~ 20, ≥46
降雨量/mm	> 620	580~ 620	540~ 580	< 540
植被覆盖度	< 0. 4	0. 4~ 0. 6	0. 61~ 0. 8	0. 81~ 1

3 地质灾害易发性区划分级图生成

以灵台县初步地质灾害易发性区划图为基图, 将各个影响因素对地质灾害影响分区图乘以各自的权重并叠加到基图中, 生成灵台县地质灾害易发性

区划图, 然后对生成图件进行最后的修整得出最终的灵台县地质灾害易发性区划图(如附图 15)。

由统计可以得出四个易发性分区的面积, 所占面积比例, 地质灾害点数量、占总数比例及面密度见表 3。

表 3 灵台县地质灾害易发性区划图说明表

分区	面积/km <sup>2</sup>	占总面积/ %	地质灾害点		
			数量/处	占总点比例/ %	面密度/(个· km <sup>-2</sup> )
高易发区	37. 09	1. 82	62	15. 66	1. 670
中易发区	196. 04	9. 62	212	53. 54	1. 080
低易发区	847. 06	41. 56	122	30. 80	0. 144
不易发区	957. 81	47. 00	0	0	0

4 结论

选用灵台县地质灾害的易发性区划作为研究对象, 基于 GIS 技术采用袭扰系数法与空间信息系统分析法结合信息量法的思路, 在 1: 50 000 地质灾害详细调查成果基础上, 对研究区进行网格剖分, 并制定判别原则给每个网格赋予地质灾害易发性袭扰系数, 以此为依据生成了初步的地质灾害易发性区划图; 将地貌类型、地层岩性、降雨量分布、地形坡度、植被覆盖度 5 个主要影响地质灾害发生的影响因素的灾害易发性分区图叠加到初步地质灾害易发性区划图中, 生成了最终的灵台县地质灾害易发性区划图。该区划图反映了该县的地质灾害现状, 从图中可以很容易找出高易发、中易发、低易发、不易发各个区域的准确位置。

(1) 高易发区主要分布在达溪河和黑河两岸陡坡及支流的河谷阶地中的黄土层高陡斜坡上, 以中台镇及黑河流域的梁原乡分布面积较大, 其他都是零星分布, 面积较小。地质灾害类型以滑坡、不稳定斜坡及崩塌为主。特大型及大型地质灾害点均在此区域。区内工程地质条件较差, 黄土层比较松散, 表层风化比较严重, 节理、裂隙十分发育, 地形坡度较陡, 植被不发育, 人口密集, 加之人类工程活动极为强烈, 发生地质灾害威胁性较大。

(2) 中易发区主要分布在达溪河和黑河流域及其支流的沟谷中高陡斜坡上, 以中台镇、什字镇、梁原乡、星火乡、西屯乡分布较广。地质灾害以滑坡和

不稳定斜坡为主, 崩塌、泥石流次之。区内地形坡度较大, 岩层工程地质条件较差, 表层节理、裂隙十分发育, 植被覆盖较差, 人口密集, 加之人类工程活动很强烈, 较易发生地质灾害。

(3) 低易发区主要分布在达溪河和黑河流域的沟谷地形坡度较缓地段, 广泛分布于达溪河和黑河流域沿线各个乡镇, 分布面积较大。区内岩层工程地质条件相对较好, 节理、裂隙仅局部发育, 地形坡度较缓, 植被相对比较发育, 稳定性较好, 但存在地质灾害发生的可能性。

(4) 不易发区主要分布在什字塬上, 新集、百里的林场区域和西南部的小台塬以及比较宽阔的河谷中, 以朝那镇、什字镇、西屯乡、独店乡黄土塬以及百里乡林场分布为主。区内工程地质条件都比较好, 或者地形平坦, 或者植被较发育, 总体的稳定性较好。

本研究为政府部门进行土地规划、减少灾害、有效地防治地质灾害提供了有力依据, 同时为进一步研究该县的地质灾害发展趋势, 对重点区域进行预测评价、风险评估及灾害研究和进行地质灾害气象预警研究打下了坚实的基础。

参考文献:

[1] 任春林. 陕北黄土区地质灾害风险评估及综合防治对策研究[D]. 西安: 长安大学 2005.

[2] 高宇. 基于 GIS 的黄土地区滑坡危险性评价研究[D]. 西安: 长安大学, 2005.

草地和建设用地, 3、草地转为耕地、建设用地和未利用地(裸地), 4、未利用地转为草地。

表 5 不同土地利用下土壤侵蚀强度变化比例 %

土地利用变化 方式编号	土壤侵蚀强度变化			
	1976- 1988 年		1988- 2005 年	
	减弱	增强	减弱	增强
1	11. 54	0. 78	18. 75	0. 20
2	25. 26	18. 5	7. 97	1. 69
3	3. 88	17. 2	3. 35	20. 72
4	21. 95	0. 37	30. 97	1. 44

#### 4 结论与建议

在 GIS 和 RS 技术支持下, 对拉萨市城关区土地利用与土壤侵蚀的关系进行了分析。分析表明, 土地利用与土壤侵蚀变化存在着一定的耦合关系, 土地利用变化是导致土壤侵蚀强度变化的主要因素, 这与前人的分析一致。草地的土壤侵蚀发生率最高, 新增的草地来自于林地退化和耕地的弃耕, 而过度放牧、破坏草地、鼠害和气候原因等, 导致草场退化。草地是控制研究区土壤侵蚀的主要土地利用类型, 草地的转变是研究区土壤侵蚀强度变化的主要因素, 那么, 草地的水土流失防治是不可忽视的。

与 1976- 1988 年相比, 1988- 2005 年土地利用的布局使生态环境系统有一定改善。总体上看, 1976- 1988 年研究区土壤侵蚀趋向严重, 1988 年以后土壤侵蚀有所减轻。但草地所引起的土壤侵蚀还在加重, 急需治理, 提出以下建议: (1) 加大水土保持宣传力度, 提高全民的水土保持意识, 坚决制止农牧民过度放牧, 破坏草地的行为, 使农牧民养成科学放牧, 合理利用土地资源。(2) 抓好人工草地建设和改良天然草地。围栏封育轮牧, 是保护和改良天然草

地最为简单易行的措施。(3) 加强治理草原鼠害。高原鼠兔有很强的挖掘能力, 以牧草为食, 对草地的危害极为严重, 破坏土壤、草场退化、草皮滑塌, 造成水土流失。(4) 在土壤水力侵蚀严重区域加强水保工程措施。总之, 合理的土地利用能预防和减少土壤侵蚀, 使生态环境日趋良好。

#### 参考文献:

[1] 吴秀芹, 蔡运龙. 土地利用/ 土地覆盖变化与土壤侵蚀关系研究进展[ J]. 地理科学进展, 2003, 22( 3): 576- 584.

[2] 邹亚荣, 张增, 周全斌, 等. 基于 GIS 的土壤侵蚀与土地利用关系分析[ J]. 水土保持研究, 2002, 9( 1): 67- 69.

[3] 王思远, 王光谦, 陈志祥. 黄河流域土地利用与土壤侵蚀的耦合关系[ J]. 自然灾害学报, 2005, 14( 1): 32- 37.

[4] 吴楠, 何方, 姚孝友, 等. 基于 RS 和 GIS 的淮河上游山丘区土地利用方式与土壤侵蚀强度的研究[ J]. 安徽农业大学学报, 2007, 34( 4): 589- 595.

[5] 张建国, 文安邦, 柴宗新, 等. 西藏自治区土壤侵蚀特点及现状[ J]. 山地学报, 2003, 21( 增刊): 148- 152.

[6] 赵军, 葛翠萍, 孟凯, 等. 海伦市土地利用与土壤侵蚀时空变化分析[ J]. 水土保持通报, 2007, 27( 2): 67- 71.

[7] 许月卿, 蔡运龙, 彭建. 土地利用变化的土壤侵蚀效应评价[ M]. 北京: 科学出版社, 2008: 41- 61.

[8] 西藏自治区拉萨市农牧局. 西藏拉萨土地资源[ M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1993: 225- 262.

[9] 王静. 土地资源遥感监测与评价方法[ M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[10] 西藏自治区土地管理局. 西藏自治区土地利用[ M]. 北京: 科学出版社, 1992.

[11] 中华人民共和国水利部. 土壤侵蚀分类分级标准. 中华人民共和国行业标准 SL190- 196[ S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.

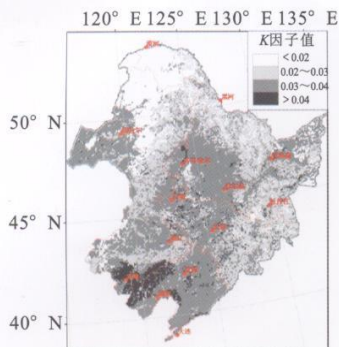
( 上接第 34 页)

[3] 阮沈勇, 黄润秋. 基于 GIS 的信息量法模型在地质灾害危险性区划中的应用[ J]. 成都理工学院学报, 2001, 28( 1): 89- 92.

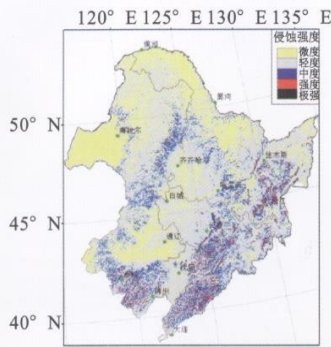
[4] 光磊. 基于 GIS 的信息量法在滑坡危险性评价中的应用[ J]. 地质与资源, 2005, 14( 3): 231- 233.

[5] 崔爱平. 应用信息系统空间分析和袭扰系数法对略阳县地质灾害易发区的划分[ J]. 灾害学, 2004, 19( 2): 51- 55.

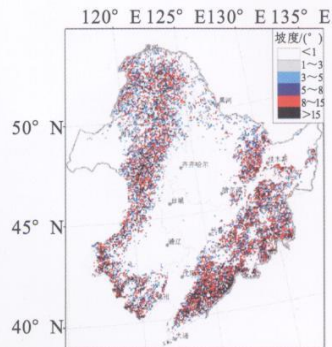
[6] 傅卫东. 地质灾害易发性区划研究与防治对策[ D]. 北京: 中国地质大学, 2005.



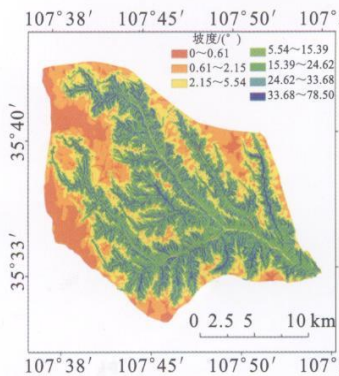
附图1 东北地区土壤可蚀性空间分布



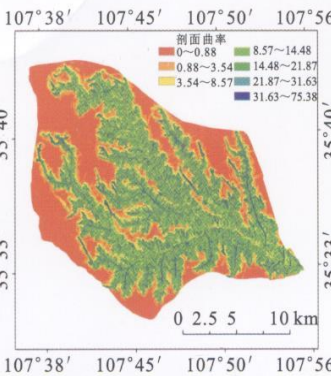
附图2 东北地区土壤侵蚀强度空间分布



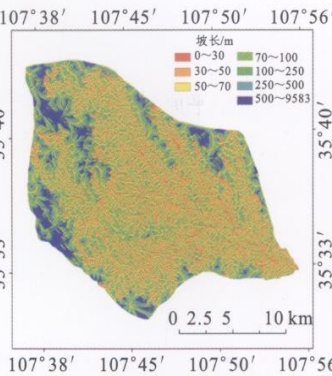
附图3 东北地区地表坡度



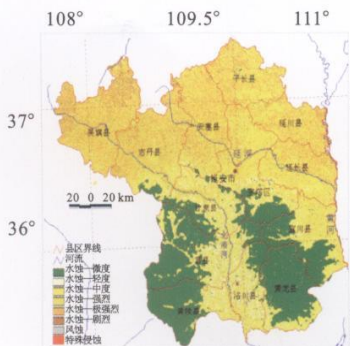
附图4 视瓦川流域坡度图



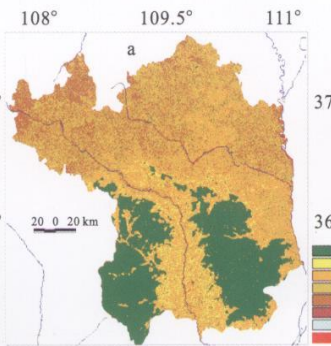
附图5 视瓦川流域剖面曲率图



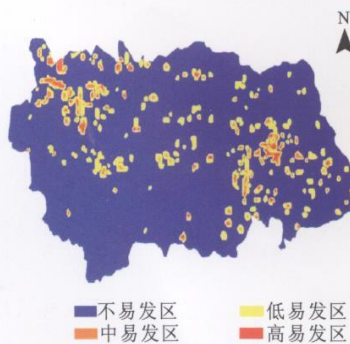
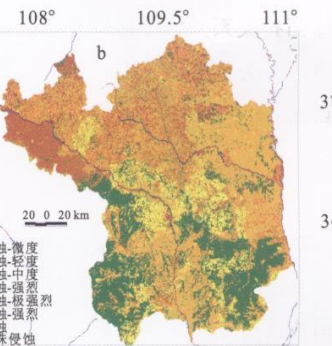
附图6 视瓦川流域坡长图



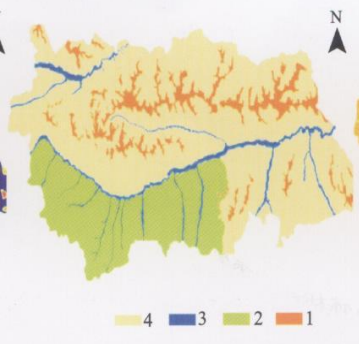
附图7 延安市土壤侵蚀强度等级图



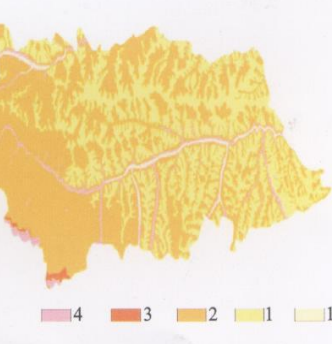
附图8 本研究(a)与第三次全国土壤侵蚀强度等级普查(b)对比



附图9 灵台县初步地质灾害易发性区划图

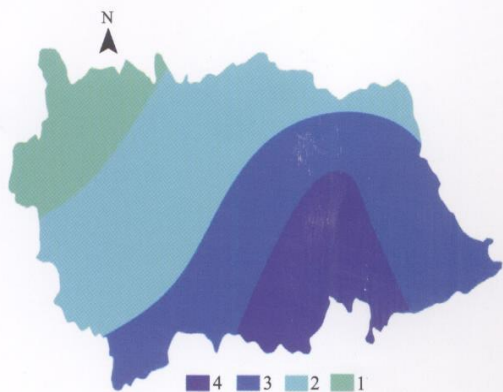


附图10 灵台县地貌类型对地质灾害影响分区图

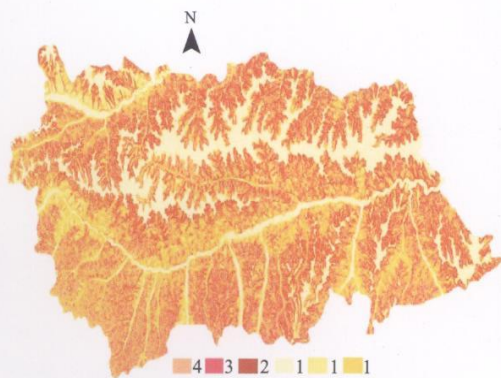


附图11 灵台县地层岩性对地质灾害影响分区图

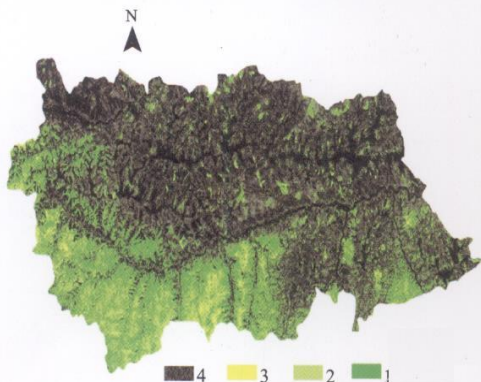




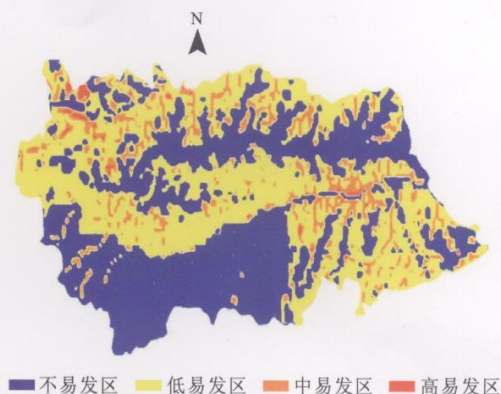
附图12 灵台县降雨量对地质灾害影响分区图



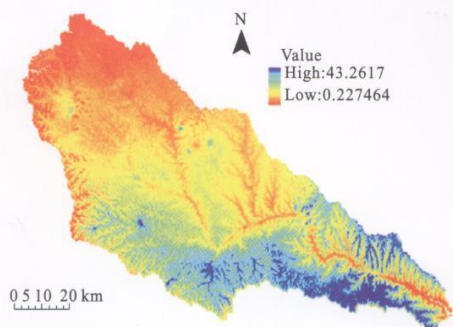
附图13 灵台县地形坡度对地质灾害影响分区图



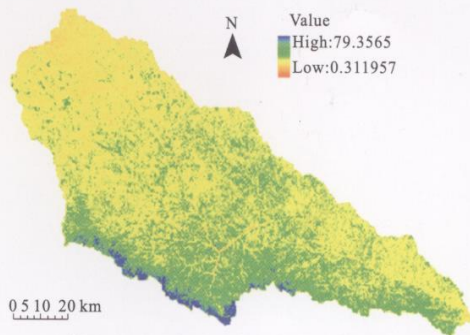
附图14 灵台县植被覆盖度对地质灾害影响分区图



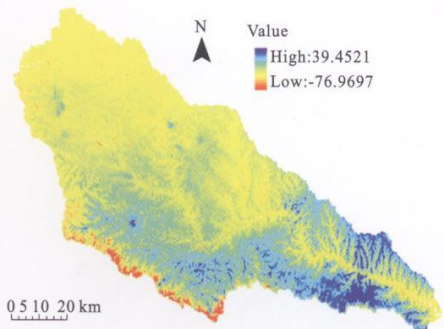
附图15 灵台县地质灾害易发性区划图



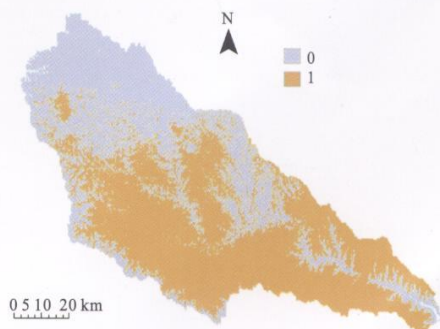
附图16 延河流域潜在生物量分布图



附图17 延河流域现实生物量分布图



附图18 延河流域环境的生物量承载现状评估图



附图19 延河流域环境的植被承载现状评估简化图