

文章编号: 1004- 4574( 2011) 03- 0099- 06

# 河北省自然灾害危险性分析及其 在主体功能区划评价中的应用

董 文, 张 新, 陈华斌

(中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101)

**摘 要:** 自然灾害危险性是主体功能区划评判的基础指标之一, 用于反映特定区域自然灾害发生的可能性和灾害损失的严重性, 是评价区域开发支撑条件的一个重要指标。在分析自然灾害危险性指标评价方法、流程及其在主体功能区划评价中的作用的的基础上, 依据河北省的自然环境特点及主要自然灾害情况, 选取其主要灾害要素为评价对象, 利用 GIS 技术对河北省自然灾害危险性进行了综合分析, 并在此基础上综合评价了河北省自然灾害对区域发展的影响。

**关键词:** 自然灾害; 危险性; 主体功能区划; GIS 河北省

中图分类号: X43

文献标志码: A

## Analysis of natural disaster hazard in Hebei Province and its application to main function zoning evaluation

WEN Dong ZHANG Xin CHEN Hua-bin

(Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract** Natural disaster hazard assessment is one of the basic main function zoning evaluation indicators and an important indicator of regional development support evaluation. It also be used to reflect the possibility of natural disasters occurrence and the severity of disaster losses. Based on the analysis of natural disaster hazard index evaluation methods, processes and applications in main function zoning evaluation and according to natural environment characteristics and disaster situation in Hebei Province, this paper selects the key elements of disaster and makes a comprehensive analysis of natural disaster hazard in Hebei Province by using GIS technology. Finally, this paper provides a comprehensive evaluation of natural disaster influence on regional development in Hebei Province.

**Key words** natural disaster; hazard; main function zoning; GIS; Hebei Province

编制全国主体功能区规划, 推进形成主体功能区, 是全面落实科学发展观、构建社会主义和谐社会的重大举措。国家“十一五”规划纲要中确定了编制国家主体功能区规划, 并依据主体功能区划评价结果确定主体功能定位, 明确开发方向, 控制开发强度, 逐步形成人口、经济、资源环境相协调的空间开发格局<sup>[1]</sup>。主体功能区划评价主要从区域发展状况、区域生态系统状况和区域开发支撑能力 3 个方面对区域的可持续发展程度进行综合评估。自然灾害危险性是其中的基础评价指标之一。

收稿日期: 2010- 05- 18 修回日期: 2010- 12- 17

基金项目: 国家高新技术研究发展计划(863计划)项目(2009AA12Z225)

作者简介: 董文(1983-), 女, 博士研究生, 主要从事地理信息系统应用、海洋信息化建设研究。E-mail: wen8394b@163.com

我国世界上自然灾害较为严重的国家之一, 每年受各种灾害影响的人口达 4 亿人次, 造成经济损失平均高达 2000 多亿元, 约占 GDP 的 1% ~ 3%。特别是 2006 年以来, 我国气候异常多变, 灾害频发, 与近几年同期相比, 主要灾害的种类也在发生变化<sup>[2]</sup>。由于自然灾害往往会给区域内的社会经济带来巨大损失, 甚至导致区域发展水平的倒退, 因此自然灾害的发生概率、频率以及灾害的严重程度等可以作为对区域发展的限制程度的判断标准之一。

中国自然灾害研究中通常认为灾害风险指的是灾害活动及其对人类生命财产破坏的可能<sup>[3]</sup>。在国外, 早先 Devin 等人将涉及到的风险表达为“易损性 = 风险 \* 敏感性”。Blakie 等人提出的风险表达式为“风险 = 危险性 + 易损性”<sup>[4-6]</sup>。在主体功能区划评价中, 自然灾害危险性指标被设计用来评估特定区域自然灾害发生的可能性和灾害损失的严重性。

20 世纪 90 年代以来, 随着国内外对防灾减灾各方面问题认识的不断深入和国际减轻自然灾害十年 (International Decade for Natural Disaster Reduction, IDNDR) 活动的深入开展, 灾害风险分析与风险管理的作用和地位日益突出<sup>[7-8]</sup>。各种自然灾害分析评价指标、方法和技术等相关研究逐步发展并取得一定成果, 各种新技术, 如 GIS、RS 和信息管理技术等, 也在自然灾害分析研究和实践中广泛应用<sup>[9-13]</sup>。

在主体功能区划评价中, 需要综合考虑区域内多种自然灾害的综合影响。本文以河北省为实验区, 分析了河北省的区域特征, 选定几种主要自然灾害类型, 利用 GIS 技术, 在对单一灾害影响评价的基础上, 对河北省自然灾害危险性进行了评价, 并依据评价结果对河北省自然灾害影响及对河北省主体功能区划评价的影响进行了分析。

## 1 研究区域概况

### 1.1 地理位置

河北省界于 36°03'N - 42°40'N, 113°27'E - 119°50'E 之间。最北端在承德市围场满族自治县的坝上地区, 最南端位于邯郸市魏县, 最东端位于秦皇岛市山海关区, 最西端位于邯郸市涉县。环抱北京和天津, 东部濒临渤海, 东南部和南部与山东、河南两省接壤, 西部隔太行山与山西省为邻, 西北部、北部和东北部同内蒙古自治区、辽宁省相接。河北是首都北京通往全国的陆路交通必经之地, 地理区位十分重要。

### 1.2 地形地貌

河北省地形起伏较大, 地势西高东低 (见图 1), 地貌类型多样, 高原、山地、丘陵、盆地和平原类型齐全。东南部主要为河北平原。河北平原自西向东分为山前洪积冲积平原、中部冲积平原和滨海平原。西部主要为太行山山区的浅山丘陵, 自平山往北, 经阜平、涞源, 至涿鹿, 属太行山深山区。北部主要为燕山山脉, 兴隆、宽城一带是燕山的深山区。张家口南部为冀西北间山盆地, 包括永定河盆地、壶流河盆地和桑干河盆地。坝上高原主要包括张家口的张北、康保、尚义、沽源, 以及承德的丰宁、围场一部。河北省特殊的地貌格局造就了特殊的水系组合特征, 省内 10km 以上河流有 300 余条, 多数注入渤海, 外流河流域面积约占总面积的 93%。按照流域划分, 河北包括 24 个 3 级流域。

### 1.3 气候

河北省地处中纬度欧亚大陆东岸, 位于我国东部沿海, 属于温带湿润半干旱大陆性季风气候。河北省大部分地区四季分明, 寒暑悬殊, 雨量集中, 干湿期明显, 具有冬季寒冷干旱, 雨雪稀少; 春季冷暖多变, 干旱多风; 夏季炎热潮湿, 雨量集中; 秋季风和日丽, 凉爽少雨的特点。省内总体气候条件较好, 温度适宜, 日照充沛, 热量丰富, 雨热同季, 适合多种农作物生长和林果种植。

### 1.4 社会经济

截止到 2005 年, 河北省行政区划分为 11 个省辖市、22 个县级市、114 个县 (含 6 个自治县)、36 个市辖区、910 个乡镇。人口总数为 6 850 8 万人, 位居全国第 6 位。人口密度达 364 人 / km<sup>2</sup>, 是全国平均人口密度的 2.6 倍。农业人口占全省总人口的 80%, 高于全国平均水平。2005 年河北省国内生产总值突破万亿大关, 达 10 116.6 亿元, 居全国第 6 位 (不包括港澳台)。人均 GDP 达到 14 858 元人民币, 居全国第 11 位。城镇居民人均可支配收入整体水平低于全国平均水平, 农村居民人均纯收入略高于全国平均水平。



图 1 河北省地形分布图

Fig 1 Topographic map of Hebei Province

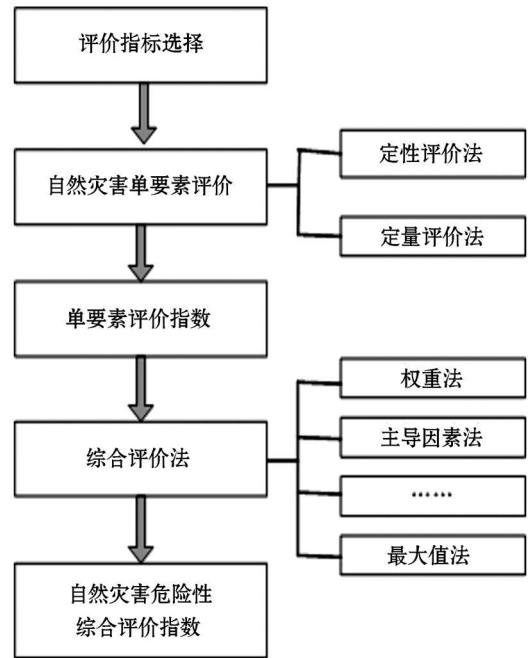


图 2 自然灾害危险性评价流程图

Fig 2 Flow chart of natural disaster hazard assessment

## 2 自然灾害危险性评价研究

### 2.1 评价流程设计

主体功能区划评价中自然灾害危险性指标是用于表征特定区域各种自然灾害发生的可能性和灾害损失严重程度的综合结果。由于一个特定区域内往往是多种自然灾害并存,但从灾害发生的概率上来看,又存在主次之分,同时不同的灾害间还存在时间和空间分布上的差异。例如,洪涝灾害多发生在雨季,地震灾害多发生在板块结合地带等。这些差异与评价区域所处的地理位置密切相关。因此不同区域的自然灾害危险性评价在指标选择等细节上会存在一定的差异。但评价的基本流程一致。

如图 2 所示,自然灾害危险性评价主要分 5 个步骤进行: (1)分析评价区域的地理位置特征,通过历史灾害发生情况统计,确定评价的指标,即选择参与综合评价的灾害种类。(2)依据灾害种类的不同和数据资料掌握情况,选择定性评价法或定量评价法,进行自然灾害危险性单要素评价。(3)通过危险性分级等方法,计算获取归一化的单要素评价指数。(4)依据应用需求等,选择合适的综合评价模型,常见的综合评价方法有加权平均法等。(5)通过综合评价模型对各种灾害要素评价指数进行叠加复合,计算获得自然灾害危险性综合评级阿指数,即自然灾害危险性指标的评价结果。

### 2.2 指标选择与数据来源

自然灾害危险性是主体功能区划中的基础指标之一,是对区域内自然灾害危害程度的综合评价。一个区域的自然灾害种类多样,进行自然灾害危险性评价首先就需要确定评价的对象,即选择并确定参与评价的自然灾害要素及表示方法。

评价指标的选取包括评价要素的选择和要素评价指标的确定,应该遵循以下基本原则: (1)评价指标数据以县(区)为单元能够覆盖全部评价区域(全省),以保证与其他主体功能区划指标在评价范围和评价单元上的统一; (2)选择的评价要素应该能反映评价区域的主要特点及主要灾害情况,具有典型性和代表性。(3)各灾害要素的评价指标具有主导、代表性,能够相对客观反映该灾害种类的灾害危险性大小; (4)评价指标数值可以按危险性大小进行归一化处理,确定为 5 个相对等级,以实现不同类型灾害危险性的综合。

通过对河北省历史灾害发生情况进行统计,确定了河北省主要自然灾害类型为:洪涝灾害、干旱灾害、低温冷冻灾害、地震灾害、地质灾害等 5 种灾害。其中干旱和低温灾害采用灾害频次作为评价指标,即年平均

灾害发生的次数(次/a);地震灾害选择地震动地面峰加速度值作为评价指标;洪涝和地质灾害选择灾害危害程度作为评价指标。其中干旱与洪涝数据来源于河北省防汛与抗旱指挥部的历史数据统计;低温冷冻灾害来源于气象部门的历史数据统计;地震及地质数据来源于地震局及相关单位历史数据统计与分析。

### 2.3 指标评价及分级

对于上节中确定的 5 种自然灾害指标,干旱灾害、低温冷冻灾害和地震灾害危险性的评价属于定量评价方法,而洪涝灾害和地质灾害危险性的评价采用了定性评价的方法。

其中定量评价采用如下公式所示的计算方法:

$$D_i = \sum_{i=1}^n X_i / n. \tag{1}$$

其中  $D_i$  表示灾害  $i$  对应的灾害危险性;  $X_i$  表示对应灾害危险性指标值,其中干旱和低温冷冻灾害表示的是一年中发生的灾害的次数,对于地震灾害表示的是每次地震灾害的地震动峰值加速度值;  $n$  代表统计数量,其中干旱和低温冷冻灾害表示的是统计的年数,地震灾害指的是统计时间段内发生的地震灾害的总次数。

洪涝灾害和地质灾害危险性通过专家依据历史资料进行定性分析,划定危害程度的等级,每种灾害的危害程度划分为 5 个级别。

由于洪涝灾害,地质灾害,地震灾害,干旱灾害,低温冷冻灾害之间差别巨大,其危害性往往不具备简单的可比性,并且单种灾害危险性的评价结果在数值范围或表示方法上也存在很大差异。为了能在同一尺度上将不同种类灾害的危险性进行对比分析,需要对其进行标准化处理。在河北省自然灾害危险性评价中,采用分级的方式对单要素的评价结果进行标准化,通过划定不同的分级阈值来平滑不同灾害危害性间的差异。各灾害要素危险性的评价等级划分见表 1。

表 1 河北省自然灾害等级划分表  
Table 1 Classification of natural disasters in Hebei Province

灾害种类	评价指标	等级				
		1	2	3	4	5
洪涝灾害	洪涝危害程度	轻微	较轻	中等	较严重	特严重
干旱灾害	干旱频次	< 20	20~ 25	25~ 30	30~ 35	> 35
低温冷冻灾害	低温冷冻频次	< 1	1~ 5	5~ 10	10~ 20	> 20
地震灾害	地震动峰值加速度	0- 0.05	0.1- 0.15	0.2	0.3	≥ 0.4
地质灾害	地质灾害危害程度	无	微弱	轻度	中度	重度

分别以河北省洪涝灾害和地震灾害作为定量计算和定性分析评价的示例进行单要素灾害危险性评价并分级,其结果分别如图 3 图 4 所示。

### 2.4 综合评价

单种自然灾害危险性评价只能反映一种自然灾害的影响,为了表征区域各种自然灾害的综合影响,需要对单种自然灾害危险性进行综合。

常见的综合评价方法包括权重法、主导因素法等。考虑到此指标将作为主体功能区划的一个指标参与综合评价,还需要与其他指标进行进一步的综合计算,同时考虑到自然灾害危险性指标在主体功能区划评价中是为了突出自然灾害对区域开发的最大制约作用,因此在河北省自然灾害危险性评价中,采用最大值法作为综合评价的方法,方法描述如下所示:

[自然灾害危险性] = max{ [洪涝灾害危险性], [地质灾害危险性], [地震灾害危险性], [干旱灾害危险性], [低温冷冻灾害危险性] }。

将上节中计算得到的 5 中自然灾害危险性评价分级结果叠加,当一个评价单元中只受一种自然灾害影响时,以此灾害危险性等级作为此评价单元的灾害危险性等级;当一个评价单元受到多种自然灾害影响时,选择对其影响最大的自然灾害危险性等级作为评价结果。依据此方法计算得到河北省自然灾害危险性评价结果如图 5 所示:

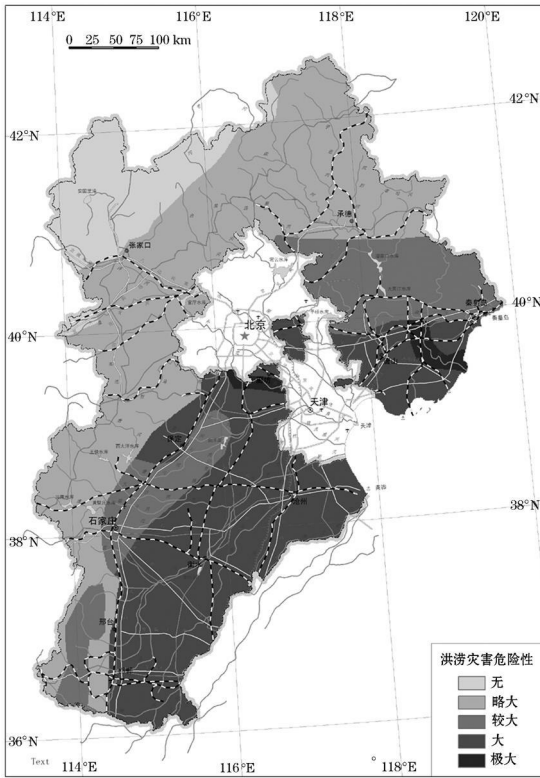


图 3 河北省洪涝灾害危险性等级图

Fig. 3 Classification map of hazard of flood and waterlogging in Hebei Province

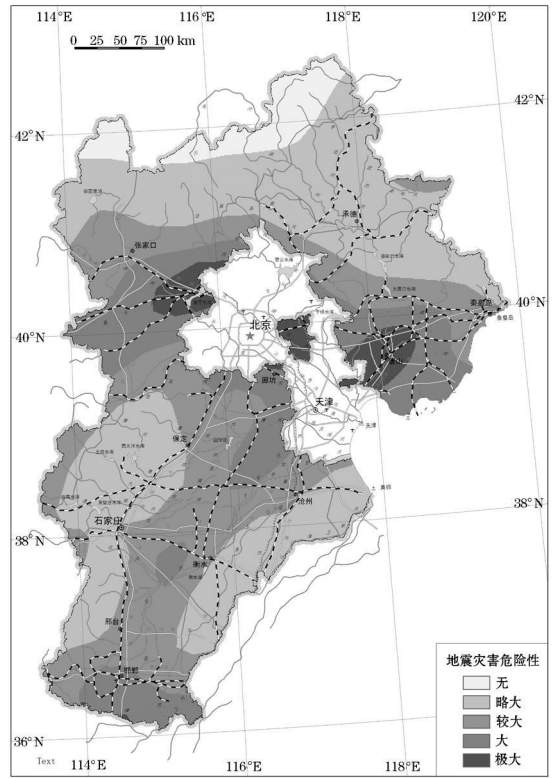


图 4 河北省地震灾害危险性等级图

Fig. 4 Classification map of hazard of earthquake in Hebei Province

### 3 结果分析及应用

从河北省自然灾害单要素评价和综合评价结果中可以得到以下结果:

- (1)河北省洪涝灾害从西北地区到东南平原危险性逐渐增大,其中滨海平原危险性极大。
- (2)河北省干旱灾害的危险性呈现从北向南递增趋势。
- (3)河北省低温冷冻灾害危险性大致呈西北-东南递减趋势,坝上地区危险性最大,东南部平原地区危险性较低。
- (4)河北省地质灾害主要体现在张家口承德南部山区以及太行山区西部。
- (5)河北省地震灾害较危险的地方在唐山地区、张家口南部和廊坊地区。
- (6)河北省自然灾害综合危险性处于较大、大和极大 3 个等级。其中,河北省南部因干旱导致自然灾害危险性极大;唐山、廊坊地区因地震导致自然灾害危险性极大;坝上地区因低温冷冻灾害导致自然灾害危险性极大。冀东沿海平原因地震导致自然灾害危险性大;燕山腹地因地质灾害导致自然灾害危险性大。

在主体功能区划评价中,自然灾害危险性指标和人均可利用土地资源、可利用水资源、环境容量 3 项指标共同反映

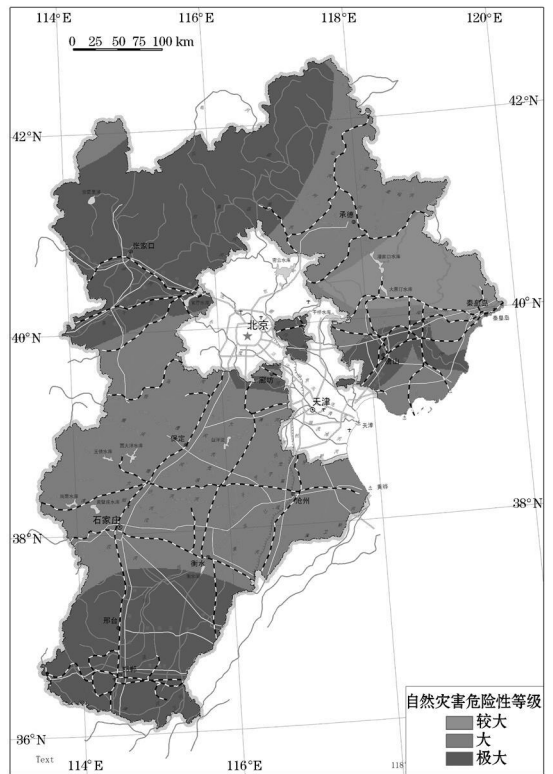


图 5 河北省自然灾害危险性评价结果

Fig. 5 Assessment results of hazard of natural disasters in Hebei Province

了评价区域的开发支撑能力。其中人均可利用土地资源和可利用水资源指标体现的是对区域开发可提供的保障能力,而自然灾害危险性和环境容量指标则体现了对区域开发的限制作用。在主体功能区划评价中多采用下列公式(2)计算区域的支撑指数。由此可以看出,自然灾害危险性等级越高,区域的开发支撑指数越小,即开发的支撑能力越小,区域的开发潜力越小。

$$P_3 = \frac{\min([\text{人均可利用土地资源}], [\text{可利用水资源}])}{\max([\text{自然灾害危险性}], [\text{环境容量}])} \quad (2)$$

## 4 结论

随着可持续发展理念的发展和深入,区域发展从单纯的经济增长转变为自然与人类的和谐发展。而自然灾害作为区域发展的一大重要限制因素,自然灾害危险性的评价对区域的可持续发展能力的判断以及区域发展方向定位等都具有重要意义。我国“十一五”规划中提出的编制全国主体功能区划规划用于指导区域发展就是可持续发展观念的一种体现,其中自然灾害危险性指标是主体功能区划评价中的基本评价指标之一。

我国是世界上灾害最严重的国家之一,特别是近年来全球气候的变化使得自然灾害的发生呈增长趋势,同时灾害带来的社会经济损失也越来越严重。因此自然灾害危险性的评价应该一方面是从区域主要自然灾害危害程度的综合体现,另一方面是区域自然灾害最大危害程度的体现。

本文在分析自然灾害危险性评价基本流程、指标选择原则、综合评价方法等的基础上,以河北省数据为例,利用GIS技术进行了河北省5中主要灾害的危险性及自然灾害综合危险性的评价。在评价结果的基础上对河北省的自然灾害危险性分布进行了分析,并对此结果在河北省主体功能区划中的应用进行了简要介绍。

本文采用行政县(区)为基础评价单元,以历史统计数据为原始数据,能比较客观地反映灾害的发生频率及灾害影响程度,同时评价结果也可以直接用于指导基层政府及部门区域发展政策的制定。但选择县(区)行政单元为基本评价单元也使得处于自然灾害过渡区与存在多类型、灾害强度差异大的县(区)难以综合和由于综合造成边界忽略、精度降低。因此如何恰当选择评价单元,确保自然与社会经济评价指标能更为合理明确有待于进一步探讨研究。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要 [EB/OL].
- [2] 秦大河. 正确认识自然科学应对灾害[J]. 农家科技, 2008(10): 4-5.
- [3] 国家科委国家计委国家经贸委自然灾害综合研究组. 中国自然灾害区划研究进展[M]. 北京: 北京海洋出版社, 1998.
- [4] 卢全中, 彭建兵, 赵法锁. 地质灾害风险评估研究综述[J]. 2003 18(4): 59-63.
- [5] Devin L, Bland H L J. Considerations for establishing flood mitigation priorities and appropriate level of adjustment Australia[C] // Proceedings of the Flood plain Management Conference. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1997: 261-266.
- [6] Piers B, Terry C, Davis L, et al. Risk: Natural hazard, people's vulnerability and disasters[J]. 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] 魏一鸣, 范英, 金菊良. 洪水灾害风险分析的系统理论[J]. 管理科学学报, 2001 4(2): 7-11, 44.
- [9] 赵洪涛, 宋会国, 王文瑞, 等. 基于GIS甘肃中南部滑坡泥石流活动强度评价[J]. 中国沙漠, 2005 25(6): 897-903.
- [10] 曾思伟. 长江上游陇南、陕南部分地区的滑坡泥石流发育条件及分布[J]. 甘肃科学学报, 1996 8(增刊): 13-22.
- [11] 王兰民, 袁中夏, 石玉成, 等. 黄土地震灾害区划指标与方法研究[J]. 自然灾害学报, 1999 8(3): 87-92.
- [12] 李为乐, 唐川, 杨武年, 等. RS和GIS技术在区域泥石流危险性区划中的应用研究[J]. 灾害学, 2008 23(2): 71-75.
- [13] 乔建平, 赵宇, 杨文. 四川省及重庆市滑坡危险度区划研究[J]. 自然灾害学报, 2000 9(1): 68-71.