

地质灾害危险性评价与区划及 GIS 应用研究

王 轶¹ 王慧玲²

(1. 中国地质大学 武汉市 430074 2. 北京市勘察设计研究院 北京市 100038)

摘要 地质灾害危险性评价是对地质灾害破坏效应和危险程度的综合评价,对防灾减灾具有重要意义。该文在此基础上系统地构建了地质灾害危险性综合区划框架,同时结合 GIS 的空间分析技术使结果图形化,以验证该方法的可行性和正确性。

关键词 地质灾害 危险性评价与区划 GIS

Risk Evaluation and Zoning of Geological Hazards and Application With GIS

Wang Yi¹ Wzng Huiling²

(1. China University of Geosciences 2. Beijing Geotechnical Institute)

Abstract Risk evaluation is a integrated evaluation about the destroy effect and risk degree of geological hazards. The paper establishes the integrated zoning framework of risk evaluation and zoning on the basis of correcting the shortages of above and visualize the result via GIS, finally proved it's a very useful result for preventing geological hazards.

Keywords geological hazard; risk evaluation and zoning; GIS

1 前言

我国是世界上地质灾害最严重、受威胁人口最多的国家之一。地质灾害已成为影响我国社会经济可持续发展的重要制约因素。地质灾害危险性评价包括评价地质灾害危险性及各种地质灾害危险程度的大小,进而进行地质灾害危险性区划,为国家进行地质灾害防治规划提供科学依据。

2 我国地质灾害危险性评价研究现状

长期以来,我国地质科学家及专业工作者大都注重于分析地质灾害的形成活动机制和变化规律,对地质灾害危险性的评价区划研究涉及不深,地质灾害危险性区划成图也往往采用定性绘制的方法。由于没有系统的评价研究,在一定程度上影响了国家对地质灾害的防治决策。

我国在 20 世纪 70 年代以前,对地质灾害的研究主要集中于灾害分布、形成机理等方面。而 20 世纪 70 年代以后,在国家的支持下,有关部门先后进行了 100 多项重大地质勘查工作,越来越

深入地开展了地质灾害的危险性评价工作。例如,张业成、张梁等在对中国近 40 年地质灾害灾情分析的基础上,运用层次分析法分析评价了中国地质灾害的危害程度,进行了全国范围的危险性区划;刘希林等根据大量调查统计资料,提出了判断泥石流危险程度和评估泥石流泛滥堆积范围的方法;胡瑞林等将计算机技术应用于地质灾害评价,初步提出了地质灾害评价的计算机模型预测系统与应用方法。所有这些,不仅为地质灾害的防治提供了科学依据,同时也从理论上和实践上为地质灾害危险性评价提供了经验。

3 地质灾害危险性评价和区划的主要内容

3.1 地质灾害危险性评价的主要内容

地质灾害危险性的核心是致灾作用的活动程度。一般,致灾作用的活动程度决定了地质灾害发生可能性的大小,及危险性的大小。这种活动程度包括已发生的地质灾害(历史地质灾害)的活动程度和未发生但有可能发生的地质灾害(潜在地质灾害)的活动程度,所以地质灾害危险性的评价的主要内容,包括历史地质灾害危险性评价和潜在地质灾害危险性评价。

3.1.1 历史地质灾害危险性评价

评价历史地质灾害危险性的指标主要是已发

作者简介: 王轶,男,1979 年生,硕士研究生,主要从事环境地质与农业地质研究工作。

地调项目:国土资源调查项目《全国 1:50 万环境地质调查信息集成与综合研究》成果之一,项目编号:200212400021。

收稿日期:2004-04-06

生地质灾害的强度或规模、频次、分布密度等。这些指标反映了地质灾害的破坏强度、危害范围以及发生次数等表征已发生地质灾害活动程度的内容。而要评价一个地区地质灾害的危险性,必然要对该地区造成地质灾害危险性的各项指标进行定量或半定量分析。这些指标要素的数值一般可以通过实际调查资料统计获取。

历史地质灾害危险性评价结果可以用以下公式计算:

$$P_1 = S + D + F$$

式中: P_1 为历史地质灾害危险性评价结果; S 、 D 和 F 分别为历史灾害的规模、密度和频次按一定评判规则所取得的等级分值。这种等级分值的划分一般运用专家评判与数学分析方法确定。

3.1.2 潜在地质灾害危险性评价

潜在地质灾害危险性受多种因素控制,具有很大的不确定性,往往较之已发生的地质灾害具有更大危害性。

诱发地质灾害发育的因素有很多,主要有地质条件、地形地貌条件、气候条件、人类活动条件等。在评价过程中,需要将上述各类条件量化,以达到评价的要求。因此进一步把上面四类条件细分为:地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、降雨、人类活动等。最后量化的结果是按一定范围的取值为每个评价因子赋予一个定量的评价数值。

潜在地质灾害危险性评价结果可以用以下公式计算:

$$P_q = \sum_{i=1}^n x_i n_i$$

式中: P_q 为潜在地质灾害危险性评价结果; x_i 为各评价因子的评价结果; n_i 为各评价因子的权值。潜在地质灾害危险性评价由于受诸多因素控制,权重的确定往往不可避免地带有很大程度的主观性。因此,在权值的确定上,应充分依据专家判断,运用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP 法, 是一种定性定量相结合的多目标决策分析法) 进行确定。

根据以上分析建立完整的地质灾害危险性评价结果的计算模式:

$$P = P_1 N_1 + P_q N_q$$

式中: P 为地质灾害危险性评价结果; P_1 和 P_q 分别为历史地质灾害危险性和潜在地质灾害危险性的评价结果; N_1 和 N_q 分别为历史地质灾

害危险性和潜在地质灾害危险性的权重,且 $N_1 + N_q = 1$ 。在实际应用中,考虑到潜在地质灾害危险程度要大于历史地质灾害危险程度, N_1 较 N_q 的取值往往要小, N_1 和 N_q 的取值由专家评判及数学分析综合得出。

3.2 地质灾害危险性区划的主要内容

地质灾害危险性区划是以地质灾害危险性评价为基础,在单类地质灾害危险性区划的层次上实现地质灾害危险性的综合区划。其主要内容为:单类地质灾害危险性区划和地质灾害危险性的综合区划。

3.2.1 单类地质灾害的危险性区划

即在一定区域内对某一类地质灾害(如地震)进行危险性区划,得出该类地质灾害在研究区内的危险性区划结果。以滑坡灾害为例,其具体方法是分别对评价区(单元)内历史滑坡的危险性和潜在滑坡的危险性进行评价,然后综合两个评价结果,最后借助 GIS 技术成图。计算公式为:

$$P_{\text{滑坡}} = P_{\text{历史滑坡}} N_{\text{历史滑坡}} + P_{\text{潜在滑坡}} N_{\text{潜在滑坡}}$$

式中: $P_{\text{滑坡}}$ 为评价区(单元)内滑坡灾害危险性评价结果; $P_{\text{历史滑坡}}$ 和 $P_{\text{潜在滑坡}}$ 分别为评价区(单元)内历史滑坡灾害危险性和潜在滑坡灾害危险性的评价结果; $N_{\text{历史滑坡}}$ 和 $N_{\text{潜在滑坡}}$ 分别为评价区(单元)内历史滑坡灾害危险性和潜在滑坡灾害危险性的权重。

3.2.2 地质灾害的危险性综合区划

在单类地质灾害危险性区划的基础上进行综合分析,形成对多种地质灾害危险性的综合区划结果。即对评价区(单元)内各种单类地质灾害危险性区划结果进行综合。其具体方法是按一定权值综合各评价结果,最终利用 GIS 技术成图。计算公式为:

$$P_{\text{综合}} = \sum_{i=1}^n P_i N_i$$

式中: $P_{\text{综合}}$ 为评价区(单元)内综合评价结果; P_i 为评价区(单元)内各单类地质灾害危险性评价结果; N_i 为权值。

综上所述,可以总结出地质灾害危险性综合区划框架,见图 1。

4 GIS 应用于地质灾害危险性区划

随着 GIS 技术的发展,运用 GIS 技术使地质灾害危险性评价的结果图形化,以达到地质灾害危险性区划的目的。在实际应用中,主要运用的是 GIS 的空间叠置分析技术 (spatial overlay analysis)。

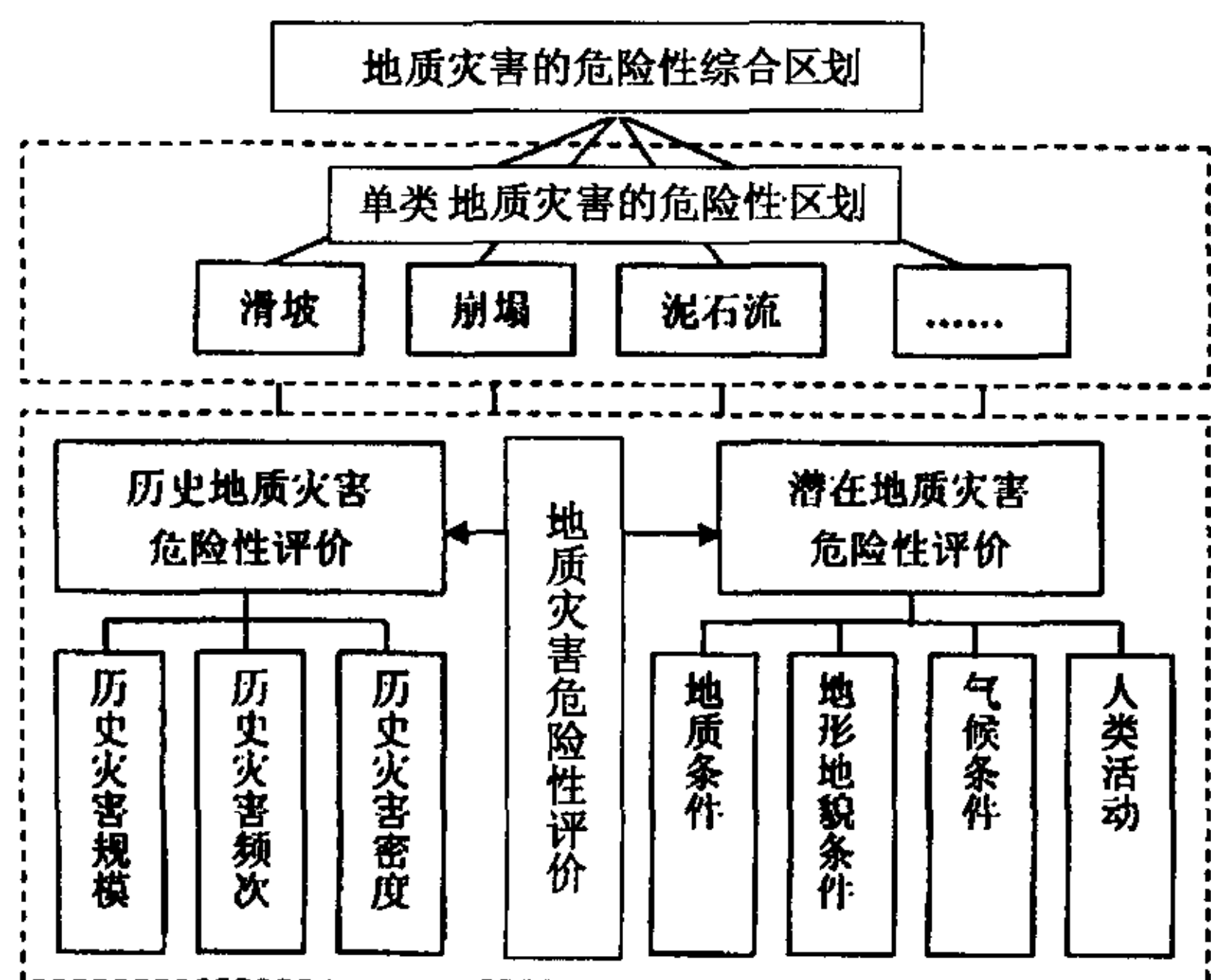


图1 地质灾害危险性综合区划框

其基本原理是在统一空间参照系统条件下,把两层或两层以上的空间图层叠加在一起进行图形运算和属性运算(关系运算),从而产生新的空间图形和属性的过程。新的图形综

合了原来两层或多个图层所具有的属性。

首先,根据研究的需要,采用一定比例尺的地理底图作为基础,运用GIS技术将底图进行处理,均匀划分成若干大小一致的网格单元。使每个网格单元作为评价的一个单元,将参与评价的各个因素取值以属性的形式分配到不同的网格上。以潜在地质灾害危险性评价为例,依据各类评价因子分别为每个网格单元赋予属性值,再按照不同的权值计算网格属性值,之后分别形成参与评价各因子的图形。

得到各参与评价因子的图形之后,运用GIS叠置分析技术,对每个网格进行叠置分析,生成新的网格属性值,计算机根据这个值形成区划结果图。

如图2所示。在实际应用的流程中,先生成各类地质灾害的区划结果图,再按权值计算后叠加形成最终的综合区划结果图。

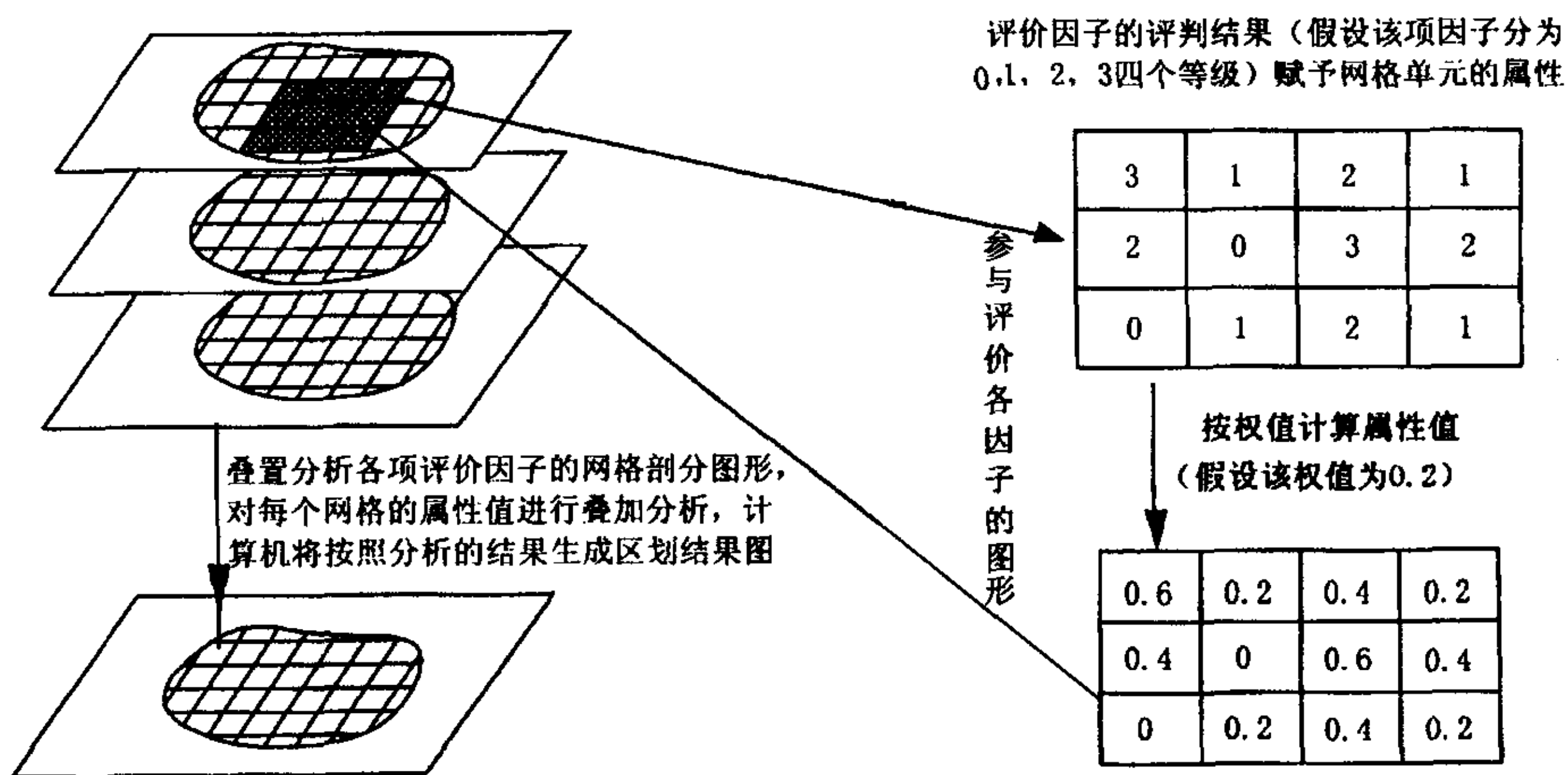


图2 GIS应用于地质灾害危险性区划示意

应用该综合区划方法对近年来河北省太行山区的崩塌、滑坡、泥石流以及地面塌陷地质灾害进行危险性区划,初步结果显示:单类地质灾害危险性区划结果与实际地质灾害危险程度分区相拟合,其一致性达80%左右;地质灾害综合危险性评价结果与实际地质灾害危险程度分区拟合,其一致性达85%左右。通过对评价过程中各参数的调整,所取得的结果与实际区划结果一致性可达90%以上,证实了该方法的可行性和正确性。

5 结语

本文根据历史地质灾害与潜在地质灾害各自的特点构建地质灾害危险性综合评价与区划体

系,克服了以往缺乏对潜在地质灾害的评价缺陷。另外,评价过程中通过用专家评判与层次分析法相结合,可以最大限度地将评价过程中因素的量化和权值的判别中的主观因素与客观因素有效地结合在一起,通过实践检验也证明,评价结果接近客观实际,具有良好的实用价值。

参考文献

- 1 潘懋,李铁峰.灾害地质学.北京:北京大学出版社,2002
- 2 张梁,张业成,罗元华,等.地质灾害灾情评估理论与实践.北京:地质出版社,1998
- 3 柳源.中国地质灾害(以崩、滑、流为主)危险性分析与区划.中国地质灾害防治学报,2003,14(1):95~99
- 4 张业成,胡景江,张春山.中国地质灾害危险性分析与灾变区划.地质灾害与环境保护,1995,6(3):1~13
- 5 徐祖舰.GIS入门与提高.重庆:重庆大学出版社,2001