

# 南充市城区地质环境质量分区模糊评价

马耐山, 李铁松, 覃发超, 雷代勇

(西华师范大学国土资源学院, 四川 南充 637002)

**摘要:**在收集了大量的地质资料的基础上,结合地理信息系统的数据库和空间分析功能,通过专家-层次分析法确定权重,运用模糊评判法对南充市城市地质环境质量进行分区评价。地质环境是城市建设和发展的基础,随着城市化进程加快,城市地质环境问题越来越突出。因此,对城市地质环境条件进行定量评价,对于城市规划和建设具有重要的指导意义。评价的结果将南充市城市地质环境划分为3个区11个亚区,各区地质环境质量有明显的差异,并提出城市建设合理的发展方向。

**关键词:**模糊数学,城市地质环境,分区评价,GIS,四川南充

**中图分类号:**X141      **文献标识码:**A      **文章编号:**1674-3636(2008)04-0312-05

## 1 评价区内地质地貌概况

南充是川东北地区、嘉陵江中游重要的地级城市。城区为西山向斜河谷堆积地貌区,主要由河漫滩和嘉陵江一、二、三级阶地组成,东西两侧为侏罗系基岩浅丘。地势从北向南倾斜,海拔256m~435m。地貌类型以丘陵为主,分布于嘉陵江两岸。按其形态特征及成因类型,将其划分为构造剥蚀低山地形、构造剥蚀丘陵地形和侵蚀堆积河谷平坝地形3种地貌类型。地表出露的地层主要为上侏罗统遂宁组泥岩、粉砂岩、细砂岩。第四纪松散层主要为更新统冲洪积层及全新统冲积层、坡积层。南充市区河流主要有嘉陵江,总体上由北至南穿过城区。地下水类型主要为松散岩孔隙水和红层风化带裂隙水两大类,前者主要沿嘉陵江及其支流沿岸分布,后者遍布全区。

## 2 评价因子的选定及指标体系的建立

由于城市地质环境质量分区评价体系具有多层次、多用户、多级别的特点,城市地质环境质量综合评价就应从组成环境的要素入手,全面评价环境要素对社会经济发展的促进与制约作用。因此,合理分析和选取评价指标体系,是对地质环境客观评价的前提。笔者收集整理了大量勘察、测绘资料,通过

定性分析和类比方法,在影响环境地质质量的诸多因素中,选取地形坡度、地形切割深度、工程地质岩组、地震基本烈度、水资源丰富程度、地质灾害发育强度、人类经济工程活动、地表水污染程度等8项因子作为评价参数,它们基本上体现出区内地质环境和环境地质问题的发育分布状况。

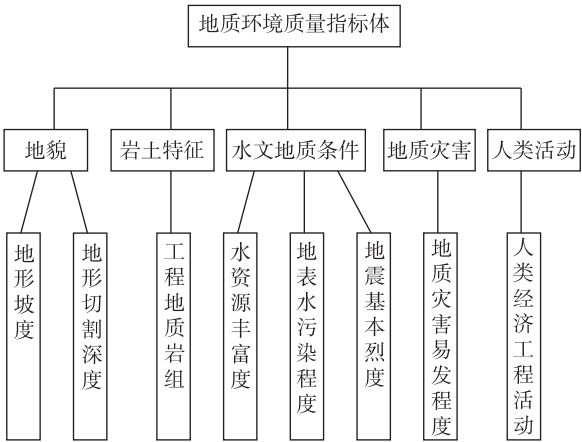


图1 地质环境质量评价的指标体系

收稿日期:2008-06-06;修订日期:2008-07-03;编辑:蒋艳  
作者简介:马耐山(1970—),男,山东日照人,硕士研究生,环境科学专业,主要从事城市生态环境与城市地质研究。

3 评价的原则及方法

3.1 分区评价原则

地质环境质量是人类活动与地质环境之间相互作用和影响结果的反映。由于人类活动和地质环境体系的多种因素,因此,地质环境质量在一个地域的不同地区或地段具有差异性。评价南充市城市地质环境的原则就是在地形、地貌、岩体类型、区域构造、地质资源及人类活动与环境地质问题等因素评价的基础上,从整体性或全面性方面定性、半定量地评价区内地质环境适宜性的优劣,及其在不同地区或地段的差异特征。同时将地质条件相近,地质灾害发育程度和危害程度相当,防治对策基本一致的区域划分在一起,与不同的区域相区分。为国土资源综合开发利用,经济建设发展与规划、地质灾害防治与地质环境保护等提供宏观决策参考依据,使人类活动实现“趋利避害”,促进经济建设与地质环境保护的协调发展。

3.2 评价方法

地质环境质量评价是按照一定的评价标准和评价方法对一个特定区域的地质环境质量进行说明、评定和预测,是对地质环境质量优劣的定量描述。地质环

境的质量优劣程度对人类生活和社会经济的发展都有重大影响,因此,进行地质环境质量的评价,是工程建设和区域经济可持续发展的重要保障。采用模糊数学评价方法,结合南充市区的工程地质条件,进行该区域地质环境质量评价。其具体步骤如下。

3.2.1 评价参数的选取与分级标准的确定 通过定性分析和类比方法,在影响地质环境质量的诸多因素中,选取地形坡度、地形切割深度、工程地质岩组、地震基本烈度、水资源丰富程度、地质灾害发育强度、人类经济工程活动,地表水污染程度等8项因子作为评价参数,它们基本上体现出区内地质环境和环境地质问题的发育分布状况。评价参数的分级标准取值是在各因子指标值评价分级的基础上,采用相关分析和专家打分的方法综合确定(表1)。

3.2.2 评价单元划分 2006年南充市城市人口68.5万人、建成区面积53.7km<sup>2</sup>。按照四川省城市发展战略规划,到2050年,南充将发展为特大城市,人口100万、建成区100km<sup>2</sup>。因此,在1:5万地形图上划定范围时,将南充未来约40年扩展用地考虑在内,图形处理面积106km<sup>2</sup>。评价单元按1km<sup>2</sup>计,将其划分106个块段,并给每一个单元区的文件赋予唯一的编号,以方便接下来进行的地质环境质量评价工作。

表1 城市地质环境质量评价参数分级

| 评价参数     | 好      | 较好        | 较差          | 差      |
|----------|--------|-----------|-------------|--------|
| 地形坡度/°   | ≤10    | 10 ~ 20   | 20 ~ 40     | ≥40    |
| 地形切割深度/m | ≤100   | 100 ~ 500 | 500 ~ 1 000 | ≥1 000 |
| 工程地质岩组   | 坚硬、块层状 | 较坚硬、层状    | 较软弱、层状      | 软弱、层状  |
|          | 0      | 1         | 1.5         | 3      |
| 地震基本烈度/° | 6      | 7         | 8           | 9      |
| 水资源丰富程度  | 丰富     | 较丰富       | 较贫乏         | 贫乏     |
|          | 0      | 0.5       | 1.5         | 3      |
| 地质灾害易发程度 | 不易发    | 弱发育       | 中等发育        | 强发育    |
|          | 0      | 1         | 2           | 3      |
| 地表水污染程度  | 无污染    | 轻度        | 中度          | 重度     |
|          | 0      | 0.5       | 2           | 3      |
| 人类经济工程活动 | 合理     | 较合理       | 不合理         | 严重不合理  |
|          | 0      | 0.05      | 0.10        | 0.15   |

3.2.3 评价参数权值的确定 合理确定各参评因子的权重系数是城市地质环境质量评价工作的关键环节之一。但由于地质环境的复杂性、不可逆性、模糊性等,科学、合理地评定各环境因子的权值有很大难度,单一地使用定权的数学模型,会使权值不尽合理。专家打分法是应用较多的定权方法,但这种直

接由人给出权重的方法人为性较大。笔者认为专家-层次分析法被一致认为是一种较合理、可行的定权方法。因此,根据实际情况和资料的详细程度,选择环境地质特征显著的若干区段,通过层次分析和专家评判相结合的方法确定出各评价指标的权重,权值如表 2。

表 2 城市地质环境质量评价参数权值

| 评价参数 | 地形坡度 | 地形切割深度 | 工程地质岩组 | 地震基本烈度 | 水资源丰富程度 | 地质灾害发育程度 | 地表水污染程度 | 人类经济工程活动 |
|------|------|--------|--------|--------|---------|----------|---------|----------|
| 权值   | 0.12 | 0.10   | 0.10   | 0.10   | 0.15    | 0.20     | 0.10    | 0.13     |

3.2.4 建立模糊矩阵 根据南充城区的地质环境特征,将地质环境质量的优劣等级分为 3 级,即评价集为  $V = (I, II, III)$ 。在模糊评价中采用中值法确定评价参数的隶属函数,根据隶属函数计算出每个评价参数对分级标准的隶属度,可建立模糊矩阵  $R$ :

$$R = \begin{bmatrix} U_{11} & U_{12} & U_{13} & U_{14} \\ M & M & M & M \\ M & M & M & M \\ U_{81} & U_{82} & U_{83} & U_{84} \end{bmatrix}$$

3.2.5 模糊综合评判 根据模糊评价公式:  $B = A \cdot R$ 。式中,  $B$  为模糊评价结果,  $A$  为评价参数权值,  $R$  为模糊矩阵。根据模糊集的运算方法,采用下面模型计算判断矩阵的值。

加权平均型:  $M = (\cdot, +)$

$$b_i = \sum_{j=1}^8 (A_i \cdot R_{ij}) \quad j=1,2,3, \dots, 106$$

式中,  $b_i$  为判别指标;  $A_i$  为第  $i$  评价参数的权值。  $R_{ij}$  为对第  $i$  评价参数分级的隶属度;  $+$  表示模糊加,按最大隶属度原则,确定最终评判结果。

4 实现方式

地理信息系统(GIS)是获取存储、检索、分析和显示空间数据的计算机数据库系统。其强大的数据库和空间分析功能使其在各个领域得到越来越广泛的应用。它能够将不同来源,不同类型的数据和相关属性进行有机结合,实现计算机信息化处理和综合数据分析。随着计算机技术的发展,GIS 开始被引入区域地质评价工作中,取得了大量的研究成果。

应用 GIS 建立区域城市地质环境基础数据库,通过数据分析处理与制图,可建立地质环境背景和地质灾害点的基础信息数据库、资料文献库和图库。

5 分区评价

5.1 地质环境质量优良区

分布于嘉陵江及西充河河谷平坝地带,分布面积 28.8km<sup>2</sup>,占南充市城市面积的 27.4%。包括 5 个亚区,该区地貌主要为河流侵蚀堆积平坝,地形平坦开阔,第四系全新统冲积土层为主要地层岩性,砂砾卵石层承载力较高,为一般工业及民用建筑物的主要持力层;地震基本烈度为 VI 度,区域地壳稳定,地下水类型为松散层孔隙水,赋水条件较好,地下水较丰富,开采利用方便,地质环境条件良好,是经济建设与发展规划的理想地带。

5.2 地质环境质量较好区

分布于嘉陵江、南河河谷两侧,分布面积 34.4km<sup>2</sup>,占南充市城市面积的 32.7%。包括 3 个亚区,该区地貌主要为构造剥蚀丘陵,地形坡度 15°左右,切割深度一般 100m 左右,地层岩性为侏罗系砂岩、泥岩互层,砂岩较坚硬,泥岩软弱,差异风化作用强,斜坡表层普遍分布残坡积土层。地震基本烈度为 VI 度,区域地壳稳定,地下水为红层裂隙水,赋水条件差,水量贫乏。

5.3 地质环境质量较差区

主要分布于城区北部的滑滩河—胡家沟、五马岭—麻柳湾;南部的文家沟—猫儿山;西南侧的何家沟。分布面积 37.6km<sup>2</sup>,占南充市面积的 35.7%。包括 3 个亚区,该区地貌主要为构造剥蚀低山,山脊

高程 380m ~ 435m,切割深度 100m ~ 200m,地形坡度一般 20°以上。地层岩性主要为侏罗系的砂岩、泥岩,岩石软硬相间,岩层倾角低缓,节理裂隙较发育。坡积、崩积等重力堆积层分布较广,主要聚积在斜坡中下部位及坡脚地带。地震基本烈度为Ⅵ度,区域地壳稳定,地下水为红层裂隙水,赋水条件差。

表 3 南充城市地质环境质量分区评价

| 地质环境质量区 | 地质环境质量亚区                       | 分区位置         | 主要环境地质问题                      |
|---------|--------------------------------|--------------|-------------------------------|
| 优良区Ⅰ    | 嘉陵河谷平坝亚区(Ⅰ <sub>1</sub> )      | 南充市旧城区(二级阶地) | “三废”排放是导致水环境污染的主要环境地质问题       |
|         | 马市铺—燕儿窝河谷平坝亚区(Ⅰ <sub>2</sub> ) | 马市铺—燕儿窝一线    |                               |
|         | 清泉寺—双女石河谷平坝亚区(Ⅰ <sub>3</sub> ) | 清泉寺—双女石一线    |                               |
|         | 南门坝河谷平坝亚区(Ⅰ <sub>4</sub> )     | 南门坝          |                               |
|         | 蚂蝗堰河谷平坝亚区(Ⅰ <sub>5</sub> )     | 蚂蝗堰          |                               |
| 较好区Ⅱ    | 城区东部丘陵亚区(Ⅱ <sub>1</sub> )      | 小龙—江村坝一线     | 城市建设对周边斜坡开挖,形成新的滑坡、崩塌、潜在不稳定斜坡 |
|         | 城区西部丘陵亚区(Ⅱ <sub>2</sub> )      | 白土坝—张关垭一线    |                               |
|         | 城区西南部丘陵亚区(Ⅱ <sub>3</sub> )     | 文家沟—高板桥一线    |                               |
| 较差区Ⅲ    | 城区北部低山亚区(Ⅲ <sub>1</sub> )      | 周家坝—燕儿窝一线    | 潜在不稳定斜坡                       |
|         | 城区南部低山亚区(Ⅲ <sub>2</sub> )      | 北斗坪—玉皇庙一线    | 滑坡发育                          |
|         | 城区西部丘陵亚区(Ⅲ <sub>3</sub> )      | 嘉陵江(覃家梁)河谷右岸 | 滑坡、崩塌                         |

6 结 语

南充城区地质环境质量综合评价,划分为3个区11个亚区(图2)。地质环境质量好的区域为北湖、飞机坝、高坪坝,是城区建设主要开发区,也是城区建设较好的发展区;地质环境质量较差的区域为西充河沿岸至飞机坝外侧缘、城市北部浅丘区,城区建设宜选择性开发;地质环境质量差的区域为西充河西侧、高坪坝东侧高陡斜坡区,以及南门坝、清泉坝一级阶地及河漫滩区,城市建设不应向该区发展。评价结果再次证明,人类工程活动对自然环境的影响不可忽视;用地理信息系统支持下的模糊评判法来评价城市地质环境质量是比较好的方法。

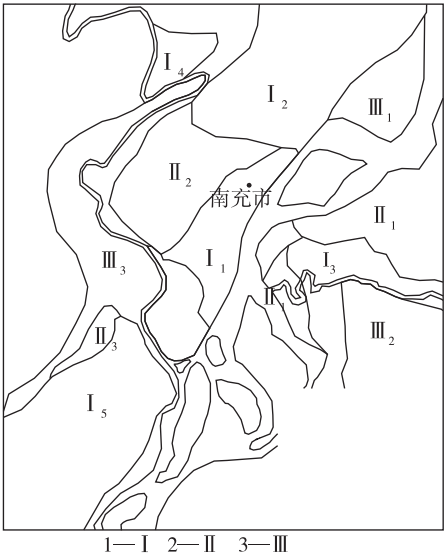


图 2 南充城市地质环境质量分区图  
1-环境质量好;2-环境质量较好;  
3-环境质量差

## 参考文献:

- [1] 庄育勋,杜子国,李有枝,等. 支撑城市可持续发展的地质调查工作[J]. 地质通报,2003,22(8):563-570.
- [2] 化建心,张苏民. 城市环境与地质问题研究现状与发展[J]. 工程地质学报,2006,14(6):739-742.
- [3] 文冬光,刘长礼. 中国主要城市环境地质调查评价[J]. 发展动态,2006,1(2):4-7.
- [4] 丁俊,倪师军,魏伦武,等. 西南地区城市环境地质调查工作的思考[J]. 沉积与特提斯地质,2005,25(4):108-110.
- [5] 徐争启,倪师军,张成江,等. 我国城市环境地质研究现状及应注意的几个问题[J]. 国土资源科技管理,2006,23(1):100-103.
- [6] 周爱国,蔡鹤生. 地质环境质量评价理论与应用[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1998.
- [7] 胡艳欣,任茂昆. 地质环境质量的模糊评价[J]. 西部探矿工程,2003,(10):169-170.
- [8] 卢玉东,张骏,李茂松. 基于 GIS 的城市环境工程地质质量模糊评价—以陕西略阳城区为例[J]. 自然灾害学报,2005,14(2):93-98.
- [9] 郜洪强. 模糊数学综合评判法在区域地质环境质量评价中的应用—以冀西北地区为例[J]. 水文地质工程地质,1995,(6):44-47.
- [10] 谷天峰,王家鼎,王煜,等. 咸阳城市地质环境综合评价研究[J]. 水土保持通报,2007,27(3):69-74.
- [11] 蔡鹤生,周爱国,唐朝辉. 地质环境质量中的专家层次分析法定权[J]. 地球科学:中国地质大学学报,1999,23(3):299-302.
- [12] 戴福初,张晓晖,李军,等. 地理信息系统 GIS 支持下的城市地质环境评价[J]. 工程地质学报,2000,8(4):426-432.
- [13] 黄建军,李雪梅. 宝鸡城市地质环境质量评价研究[J]. 西安工程学院学报,2001,23(1):50-53.
- [14] 武健强,余勤,陈福春,等. 基于 GIS 的苏锡常地区地质环境现状评价[J]. 水文地质工程地质,2002,26(3):63-65.
- [15] PETER T B, ROBERT H F. Geoenvironmental Mapping: Methods, Theory and Practice [J]. Environmental and Engineering Geosciences, 2002,8(4):335-337.
- [16] 吴信才. 地理信息系统的基本技术和发展动态[J]. 地球科学,1998,23(4):329-333.
- [17] 熊品璇,倪师军,张成江,等. GIS 软件的设计与实现城市地质环境风险性分区评价[J]. 沉积与特提斯地质,2006,26(2):106-109.
- [18] 窦世卿,蒋福兴,张晓宇. 基于 GIS 的区域城市地质环境综合性评价[J]. 勘察科学技术,2005,83(2):38-40.

## Zonal evaluation on urban geological environmental quality by fuzzy logic with Nanchong city as an example

**MA Nai-shan, LI Tie-song, QIN Fa-chao, LEI Dai-yong**

(College of Land and Resources, China West Normal University, Nanchong 637002, Sichuan)

**Abstract:** Geological environment is an important basis for urban construction and development, but with the acceleration of the urbanization process, urban geological environment becomes an increasingly striking problem. Therefore, there is of great guiding significance to carry out urban planning and construction and the basic quantitative evaluation of urban geological conditions. On the basis of the collection of a large amount of geological data, and in combination with the powerful database of geographic information system and the functions of spatial analysis, the authors used the expert-AHP to determine the weight and the fuzzy comprehensive evaluation method to evaluate geological environment in Nanchong city. It was concluded that the geological quality in Nanchong city was divided into 3 zones and 11 sub-zones, there was of significant difference for varied zones in geological environmental quality, and a rational development direction was proposed for urban construction.

**Keywords:** Fuzzy mathematics; Urban geoenvironment; Zonal evaluation; GIS; Nanchong, Sichuan