

技术方法

模糊理论在临沂城区生态地质环境评价中的应用

袁春鸿¹,焦丽香¹,张慧¹,岳庆杰²,郭加朋³

(1. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014; 2. 济南市国土资源局, 山东 济南 250014; 3. 山东省国土资源资料档案馆, 山东 济南 250013)

摘要:近年来,随着经济的快速发展和城市的大规模建设,临沂市城区出现了一系列环境地质问题,比如水土体污染、地质灾害加剧、生态环境恶化等等,严重破坏了自然生态环境。为综合评价该区生态地质环境,加强该区的生态地质环境保护与管理,该文在目前国内外尚无生态地质环境评价规范和标准的情况下,运用模糊理论对临沂生态地质环境进行了综合评价。评价结果把工作区分为良好区、较好区、较差区和差区4个区。

关键词:生态地质环境;模糊理论;临沂城区

中图分类号:P642.254 **文献标识码:**B

0 引言

临沂市是鲁东南地区的重要城市之一。近年来随着经济的快速发展和城市的大规模建设,出现了一系列环境地质问题,比如水土体污染、地质灾害加剧、生态环境恶化等等,不仅严重破坏了自然生态环境,而且给人民生产和生活带来重大损失,制约着国民经济的可持续发展和人民生活质量的进一步改善^[1]。

根据《山东省临沂市城区生态建设地质环境调查与保护可行性研究报告》^①,生态地质环境评价是多因素的综合评价,其评价因素较多,而且各因素又无法全部精确确定,既有定量的又有定性的,表现出程度不一的模糊性,如人类工程活动情况、地质灾害的发育情况等均为模糊概念,其间无明显界限,致使对因素的状态及因素重要程度难以确定,仅仅借助于经验方法或现场判断并不能使问题得到圆满的解决,为此将归属于具有“模糊性”的非确定性问题^[2]。由于目前国内外尚无生态地质环境评价规范和标准,而传统的定量分析法难以描述这一具有“模糊性”的过程,由此可利用模糊数学法进行生态地质环境综合评价。

1 生态地质环境评价模糊评判系统

1.1 数学模型

$$A \cdot R = B$$

式中: A —参加评价因子的权重归一化处理后构成的 $1 \times m$ 阶行矩阵; R —模糊变换器,是一个由各单因子评价行矩阵组成的 $m \times n$ 阶模糊关系矩阵; B —综合评判结果,是一个 $1 \times n$ 阶行矩阵。

1.2 评判因素选取

根据国家标准、行业规范、前人成果以及区内生态地质环境条件,确定出临沂生态地质环境的综合评价因素为土壤环境质量、地下水环境质量、工程地质环境质量和植被覆盖度4类。

1.3 评判集确定

生态地质环境综合评价^[3]的模糊评判集主要考虑4种可能出现的结果,即优、良好、一般、较差。若以 B_1 表示优、 B_2 表示良好、 B_3 表示一般、 B_4 表示较差,则相应评判集为:

$$B = [B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4]$$

1.4 隶属度确定

模糊评判的优越性在于该法考虑到评判边界的模糊性这一特性,因此,在确定某因素对应于评判集中某等级的隶属度即构造单因素模糊矩阵时,须首先通过某种方法构造出该因素的隶属函数,通过函数确

收稿日期:2013-03-19;修订日期:2013-05-15;编辑:曹丽丽

作者简介:袁春鸿(1979—),女,山东曹县人,主要从事水工环地质工作;E-mail:58076206@qq.com。

①袁春鸿、李家田、甄学贞等,山东省临沂市城区生态建设地质环境调查与保护可行性研究报告,2006年。

定该值。对于定量因素可直接由隶属函数求得,而对定性描述的因素,则可对其进行适当处理,如按分级法从高到低依次取不同数值,然后再通过构造隶属函数求其隶属度(0 < u(x) < 1),用以刻划单因素对应于各级别的隶属程度,隶属度愈大隶属资格愈高。隶属度以隶属函数表示和计算,一般多采用线性隶属函数,各评价因子对各级别的隶属函数公式为^[4]:

$$\begin{aligned}
 ui1(x) &= \begin{cases} 1 & \dots\dots\dots X \leq S1 \\ \frac{s2 - X}{s2 - s1} & \dots\dots\dots S1 < x < S2 \\ 0 & \dots\dots\dots X \geq S2 \end{cases} \\
 ui2(x) &= \begin{cases} \frac{x - s1}{s2 - s1} & \dots\dots\dots S1 < X \leq S2 \\ \frac{s3 - x}{s3 - s2} & \dots\dots\dots S2 < X < S3 \\ 0 & \dots\dots\dots X \leq S1, X \geq S3 \end{cases} \\
 ui3(x) &= \begin{cases} \frac{x - s2}{s3 - s2} & \dots\dots\dots S2 < X \leq S3 \\ \frac{s4 - x}{s4 - s3} & \dots\dots\dots S3 < X < S4 \\ 0 & \dots\dots\dots X \leq S2, X \geq S4 \end{cases} \\
 ui4(x) &= \begin{cases} 0 & \dots\dots\dots X \leq S3 \\ \frac{x - s3}{s4 - s3} & \dots\dots\dots S3 < X < S4 \\ 1 & \dots\dots\dots X \geq S4 \end{cases}
 \end{aligned}$$

式中:ui1, ui2, ui3, ui4 分别为某评价因子对于I, II, III, IV 4个级别的隶属度;xi为某因子的实测值;S1, S2, S3, S4为相应于评价因子I, II, III, IV级的标准值,有界限值的采用界限值,区间值的采用中值。

1.5 确定权重集

权重的确定方法有多种,该文根据区内生态地质环境特点,采用超标加权法确定各评价因子的权重,建立行矩阵A。

用超标加权法计算各评价因子的权重,公式为:

$$wi = \frac{xi}{Ci}$$

式中:Wi—某因子的权重;Xi—i 因子的实测值;Si—i 因子各级标准值的平均值,即:

$$Wi = 1/4(Si1 + Si2 + Si3 + Si4)$$

由于计算出的权重可能出现大于1的情况,因此可作归一化处理,公式为:

$$\bar{W} = (xi/si) / (\sum_{i=1}^n xi/si)$$

最终可得出权重行矩阵:

$$A = (\bar{W}_{i1}, \bar{W}_{i2}, \bar{W}_{i3}, \bar{W}_{i4})$$

1.6 综合评判

综合评判是两个模糊矩阵的复合运算,类似于普通矩阵乘法。

2 临沂市城区生态地质环境综合评价

2.1 基本概况

2.1.1 构造

临沂市在大地构造单元上属中朝准地台的一部分,区内断裂构造主要有沂沭断裂带的安丘-莒县、沂水-汤头及郯部-葛沟3大主干断裂和蒙山断裂、汶泗断裂、岩坡断裂等(图1),断裂活动强烈,是历史上地震强烈活动区。该区地震动峰值加速度为0.15~0.20g,对应地震基本烈度值为VII—VIII度,区域地壳属于较不稳定区。

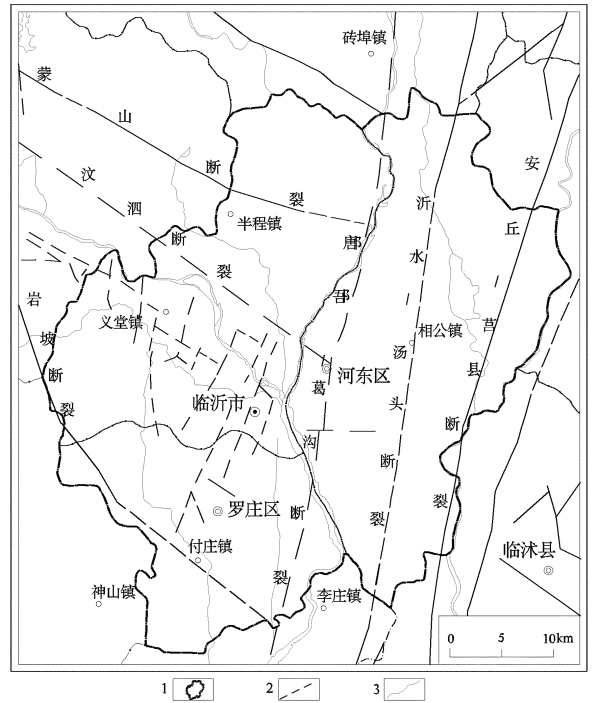


图1 临沂市城区地质构造图
1—工作区范围;2—断裂;3—河流

2.1.2 地貌

临沂市地处鲁中南山区的南缘,区内地貌类型可分为丘陵和平原两大类型(图2),北部、西部及西南部为丘陵,占研究区面积的23.4%;其他地区为沿沂河两岸分布的山前冲洪积平原,占研究区面积的76.6%,地势总的由西北向东南倾斜,地形坡度3°~5°。区内植被覆盖率超过60%。

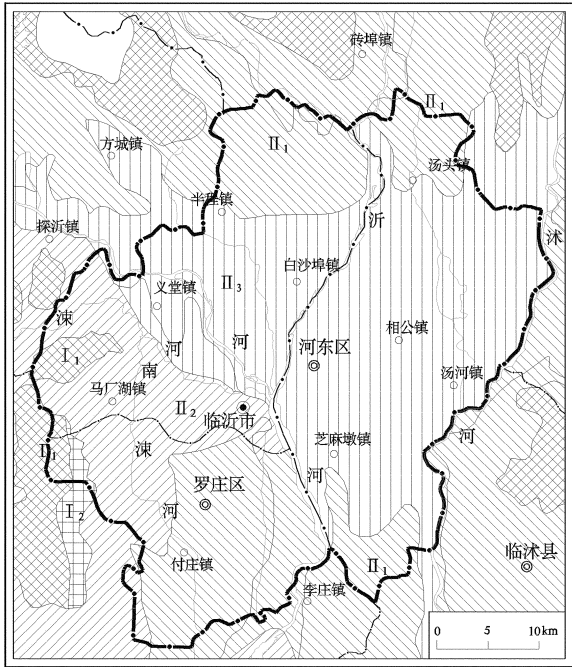


图2 临沂市城区地貌图

1—溶蚀—剥蚀丘陵;2—剥蚀—溶蚀丘陵;3—剥蚀平原;4—剥蚀—溶蚀平原;5—冲积—洪积平原;6—分区界线;7—工作区位置

2.1.3 土壤

临沂市土壤类型主要是褐土、潮土、砂姜黑土、水稻土。区内浅层土壤质量较好,均达到了I类标准,未受污染;深层土壤局部砷、镍含量较高,受到了轻度污染,达到了II类质量标准。

2.1.4 水体

临沂市境内水资源丰富,主要有沂河、沭河、沂河、涑河等河流,均属淮河流域的沂河水系。目前地表水体均已受到不同程度的污染,沂河上游、密家墩北的裂隙泉水和沂河下游污染最轻,为微污染;新陷泥河水污染最重,为重污染;其余均为轻污染。

区内地下水分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水、碳酸盐岩类裂隙岩溶水及基岩裂隙水4个类型。区内浅层地下水已受到不同程度的污染,现状条件下分为良好、较好、较差和极差4个质量区。良好区主要分布在汤河乡大程子河—周家官庄—管家岭—三官庙一带,罗庄镇孙家岑石附近和河东区桃园附近,是区内良好的地下水源;较好区:主要分布在兰山区和河东区周边的郊区,所占面积较大,由于远离城区,又无大的工矿企业,区内地下水水质较好。较差区主要分布在沂河和沂河之间、沂河西岸,河东区郑旺乡—相公镇一带和白庄乡—罗庄镇一带,范围较

大,由于距城区较近,又受工矿企业排放的污水影响,该区地下水水质较差。极差区主要分布在罗庄矿区、临沂城区西北,在河东区邵八湖—相公镇西—芝麻墩—梅家埠一带呈条带状分布,其余地段均呈点状分布。该区水质较差,主要超标离子有总硬度、硝酸盐和亚硝酸盐等。

2.2 模糊评判

首先,根据生态地质环境质量等级划分表(表1)和隶属函数公式,构造各因素隶属函数^[5]。有了各因素隶属函数后,根据前述的地质条件及所构造的隶属函数可求出其相应与各等级的隶属度,进而得出模糊关系矩阵R。

$$R = \begin{matrix} & u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ & u_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ & u_{31} & u_{32} & u_{33} & u_{34} \\ & u_{41} & u_{42} & u_{43} & u_{44} \end{matrix}_{4 \times 4}$$

然后,根据前述的超标加权法得出权重矩阵。

$$A = (\overline{W}_{i1}, \overline{W}_{i2}, \overline{W}_{i3}, \overline{W}_{i4})$$

在模糊关系矩阵R和权重矩阵A计算的基础上,进行2个模糊矩阵的复合运算,即A·R=B,计算方法类似于普通矩阵乘法。

表1 四大因素综合指标的等级划分

评价项目	优(I)	良好(II)	一般(III)	较差(IV)
土壤环境质量	<1.0	1.0~2.0	2.0~6.0	>6.0
地下水环境质量	<2.5	2.5~4.5	4.5~7.2	>7.2
工程地质环境质量	3~4	4~8	8~12	>12
植被覆盖度(%)	>80	60~80	40~60	<40

最后,根据以最大隶属度确定级别的原则^[6](即某级标准的隶属度最大,该因子就定为某级),即可得出生态地质环境模糊评判结果(表2)。并根据评价结果把工作区划分为优区、良好区、一般区和较差区(图3)。

优区:在工作区内分布面积不大,主要在城区附近和河东区后相庄附近,区内土壤环境未受到污染,地下水环境质量良好,工程地质环境质量基本稳定,是区内良好的生态地质环境区。

良好区:该区分布面积较大,主要在兰山区和河东区的外围地区,由于远离城区,区内土壤环境质量和地下水环境质量均较好,人类工程活动较少,工程地质环境质量基本稳定。

Application of Fuzzy Theory in Eco – geological Environment Evaluation in Linyi City

YUAN Chunhong¹, JIAO Lixiang¹, ZHANG Hui¹, YUE Qingjie², GUO Jiapeng³

(1. Shandong Geo – engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China; 2. Jinan Bureau of Land and Resources, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Archives of Land and Resources Information, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: In recent years, accompanying with rapid economic development and large – scale construction of the city, a series of environmental geological problems occurred in Linyi city, such as water and soil pollution, exacerbated by geological disasters, environmental degradation and severely damaged the natural environment. In order to evaluate ecological and geological conditions of the area comprehensively, strengthen ecological protection and management of geological area, by using fuzzy theory, ecological and geological environment in Linyi city have been evaluated. Work areas can be divided into good areas, relative good areas, poor areas and relative poor areas.

Key words: Eco – geological environment; fuzzy theory; Linyi city