

# 模糊综合评判在蓄滞洪区可持续发展水平评价中的应用

朱积军<sup>1</sup>, 吕辉<sup>2</sup>, 简鸿福<sup>2</sup>, 罗优<sup>3</sup>

(1. 丰城市丰东灌区管理局, 江西 丰城 331100;

2. 江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330000;

3. 扬州大学 水利与能源动力工程学院, 江苏 扬州 225127)

**摘要:** 蓄滞洪区承担着防洪和社会经济发展的双重功能。为揭示蓄滞洪区可持续发展现状及制约因素, 结合清丰山溪蓄滞洪区的建设现状, 建立由防洪、经济、资源、人口、社会和环境组成的指标体系, 利用模糊综合评判法对蓄滞洪区可持续发展水平作出综合评价。结果表明, 清丰山溪蓄滞洪区内4个子区域之间发展不平衡, 可持续发展水平一般, 评价结果基本符合区内发展现状, 评价方法科学合理, 具有一定的适用性。

**关键词:** 蓄滞洪区; 可持续发展; 指标体系; 模糊综合评判

**中图分类号:** TV212

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672—1144(2019)04—0229—06

## Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation Method in Evaluation of Sustainable Development Level in Flood Storage and Detention Areas

ZHU Jijun<sup>1</sup>, LV Hui<sup>2</sup>, JIAN Hongfu<sup>2</sup>, LUO You<sup>3</sup>

(1. Fengdong Irrigation District Administration Bureau, Fengcheng, Jiangxi 331100, China;

2. Jiangxi Institute of Hydraulic Research, Nanchang, Jiangxi 330000, China;

3. School of Hydraulic, Energy and Power Engineering, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127, China)

**Abstract:** The flood storage and detention areas bear dual functions of flood control and socio-economic development. In order to reveal the current situation and restrictive factors of sustainable development of flood storage and detention area, the construction status of Qingfengshanxi is combined to establish an index system consisting of flood control, economy, resources, population, society and environment, and make a comprehensive evaluation of the sustainable development level of flood storage and detention area by using the method of fuzzy comprehensive evaluation. The results show that the development of the four sub-regions in the flood storage and detention area of Qingfengshanxi is unbalanced and the level of sustainable development is general. The evaluation results basically conform to the development status of the region, the evaluation method is scientific and reasonable.

**Keywords:** flood storage and detention area; sustainable development; index system; fuzzy comprehensive evaluation method

蓄滞洪区承担着防洪和社会经济发展的双重功能, 区内有大量人口居住, 导致蓄滞洪区在洪水超标时行蓄洪水与区内经济发展形成复杂尖锐的矛盾<sup>[1]</sup>。由于蓄滞洪区的运用, 我国蓄滞洪区内居民

的生活水平明显低于周边县市的平均水平, 严重制约着我国社会经济的可持续发展。目前, 国外学者对蓄滞洪区研究较少, 国内学者在蓄滞洪区可持续发展现状评价及发展模式方面做了相关研究。肖

军<sup>[2-3]</sup>对蓄滞洪区综合利用与规划进行了探讨,提出在现状防洪体系下加入生态景观规划,为蓄滞洪区综合利用和可持续发展提供参考。叶明等<sup>[4]</sup>提出可将蓄滞洪区看作是一个由防洪、环境、资源、经济和社会组成的复合系统,并且提出了一套蓄滞洪区可持续发展水平的评价指标体系。詹存卫等<sup>[5]</sup>探讨了蓄滞洪区内经济、社会、人口、资源和防洪之间的关系,阐述了蓄滞洪区复合系统发展的内涵,指出蓄滞洪区可持续发展与防洪减灾是辩证统一的。张彬等<sup>[6]</sup>通过建立 SWOT 模型,系统分析了淮河蓄滞洪区的优势、劣势、威胁和机会,提出了蓄滞洪区防洪—经济—生态协调发展的新模式。目前国内学者对蓄滞洪区的研究主要集中在蓄滞洪区复合系统的结构、指标体系及区内防洪减灾与可持续发展之

间的协调关系等方面的研究,对蓄滞洪区可持续发展水平的综合评判方面的研究还较为少见。本文通过对清丰山溪蓄滞洪区内鸭丰、石滩、陈埠、白土 4 座子蓄滞洪区进行实地调研获取大量数据资料,采用模糊综合评判法<sup>[7]</sup>对清丰山溪蓄滞洪区可持续发展水平作出综合评判,从而获得一些有益的结论。

1 评价模型和方法

1.1 建立评价指标体系

采用层次分析法<sup>[1]</sup>构建蓄滞洪区可持续发展水平评价的指标体系,将可持续发展水平评价作为目标层,防洪、经济、资源、人口、社会和环境六个子系统为准则层,选取淹没风险度、人均避洪面积、农民人均可支配收入等 18 个指标组成指标层,如图 1 所示。

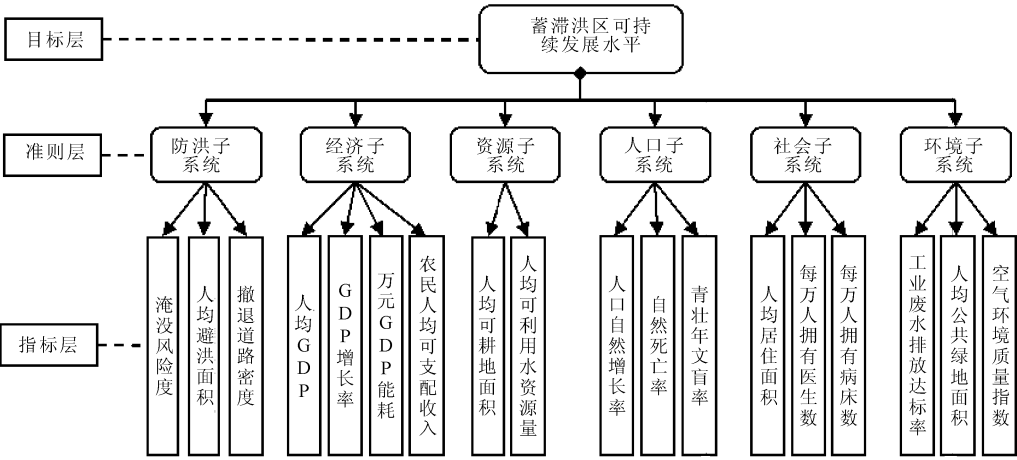


图 1 指标体系层次结构模型

1.2 确定指标权重系数

(1) 构造判断矩阵。将同一层次的指标两两比较,采用 1~9 标度法用数值来表示各指标的相对重要程度,将全部比较结果构成判断矩阵。

(2) 层次单排序及一致性检验。采用方根法编写 MATLAB 程序求解各个判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{\max}$  及其对应的特征向量  $M_i$ ,并对层次单排序进行一致性检验<sup>[8]</sup>,将特征向量  $M_i$  经归一化处理后的结果作为层次单排序中的权重。

(3) 层次总排序及一致性检验。层次总排序是指计算同一层次所有元素对于目标层相对重要性的排序权重,当层次总排序的结果具有满意的一致性时,可获得指标权重系数矩阵  $W$ 。

1.3 获取单因素评价矩阵

在模糊综合评价中,选择或构造适当的模糊隶属度函数是获得合理的评价结果的关键步骤。由于各指标的含义、计量单位不同,必须构造合适的隶属

函数对指标数据进行标准化处理,常见的方法有向量规范法、线性变换法和极差变换法等线性构造方法<sup>[9]</sup>,也有非线性隶属函数构造法,如高斯分布型、指数型<sup>[10-12]</sup>等。文中根据指标的调查情况及指标的本身特性分别建立各指标的隶属度函数如下:

(1) 线性变换法构造隶属函数:

$$u_{\text{(淹没风险度)}}(x) = \begin{cases} 1 & , & x \leq 0.5 \\ 1.5 - x & , & 0.5 < x < 1.5 \\ 0 & , & x \geq 1.5 \end{cases} \quad (1)$$

$$u_{\text{(人均避洪面积)}}(x) = \begin{cases} 1 & , & x \geq 10 \\ \frac{x - 4}{6} & , & 4 < x < 10 \\ 0 & , & x \leq 4 \end{cases} \quad (2)$$

$$u_{\text{(撤退道路路网密度)}}(x) = \begin{cases} 1 & , & x \geq 1 \\ \frac{x - 0.1}{0.9} & , & 0.1 < x < 1 \\ 0 & , & x \leq 0.1 \end{cases} \quad (3)$$

$$u_{\text{(工业废水排放达标率)}}(x) = \begin{cases} 1, & x = 100\% \\ 10x - 9, & 90\% < x < 100\% \\ 0, & x \leq 90\% \end{cases} \quad (4)$$

$$u_{\text{(空气质量指数)}}(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 50 \\ \frac{200-x}{150}, & 50 < x < 200 \\ 0, & x \geq 200 \end{cases} \quad (5)$$

(2) 指数型隶属函数:

$$u_{\text{(GDP增长率)}}(x) = 1 - e^{-\frac{x}{6\%}}, \quad x \geq 0 \quad (6)$$

$$u_{\text{(人均公共绿地面积)}}(x) = 1 - e^{-\frac{x}{8.3}}, x \geq 0 \quad (7)$$

(3) 高斯分布型隶属函数:

$$u_{\text{(人均GDP)}}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 5000 \\ 1 - e^{-\frac{(x-5000)^2}{25000^2}}, & x > 5000 \end{cases} \quad (8)$$

$$u_{\text{(万元GDP耗能)}}(x) = e^{-0.95x^2}, \quad x \geq 0 \quad (9)$$

$$u_{\text{(农民人均可支配收入)}}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 2300 \\ 1 - e^{-\frac{(x-2300)^2}{15000^2}}, & x > 2300 \end{cases} \quad (10)$$

$$u_{\text{(人均可耕地面积)}}(x) = 1 - e^{-\frac{(x+0.44)^2}{3}}, \quad x \geq 0 \quad (11)$$

$$u_{\text{(人均可利用水资源量)}}(x) = 1 - e^{-\frac{(x+4350)^2}{10800^2}}, x \geq 0 \quad (12)$$

$$u_{\text{(人口自然增长率)}}(x) = e^{-\frac{(x-5.5\%)^2}{5.5\%}} \quad (13)$$

$$u_{\text{(自然死亡率)}}(x) = e^{-\frac{(x-7.1\%)^2}{7.1\%}}, \quad x \geq 0 \quad (14)$$

$$u_{\text{(青壮年文盲率)}}(x) = e^{-220x^2}, \quad 0 \leq x \leq 100\% \quad (15)$$

$$u_{\text{(人均居住面积)}}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 5 \\ 1 - e^{-\frac{(x-5)^2}{22.8^2}}, & x > 5 \end{cases} \quad (16)$$

$$u_{\text{(每万人拥有医生数)}}(x) = 1 - e^{-\frac{(x-25.5)^2}{25.5^2}}, \quad x \geq 0 \quad (17)$$

$$u_{\text{(每千人拥有病床数)}}(x) = 1 - e^{-0.033x^2}, \quad x \geq 0 \quad (18)$$

上述公式中,各指标特征值部分采用国家统计局发布的数据资料及相关政策、行业规范规定的标准。将各指标值代入上述公式,算出相应的指标隶属度,得到单因素评价矩阵  $R$ 。

1.4 做出综合评判

评判向量  $C = W \circ R = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ ,即将指标权重系数矩阵  $W$  与单因素评价矩阵  $R$  通过运算符“ $\circ$ ”进行数学运算。目前常用的运算方法有以下四种<sup>[13]</sup>:

(1)  $M(\wedge, \vee)$ (主因素决定型),将矩阵  $W$  的行与矩阵  $R$  的列对应元素先取小再取大得到最终结果。

(2)  $M(*, \vee)$ (主因素突出型),将矩阵  $W$  的

行与矩阵  $R$  的列对应元素先乘再取大得到最终结果。

(3)  $M(\wedge, \oplus)$ ,将矩阵  $W$  的行与矩阵  $R$  的列对应元素先取小再求和,将求和结果与 1 比较取小值得到最终结果。

(4)  $M(*, +)$ (加权平均型),将矩阵  $W$  与矩阵  $R$  做乘法运算得到最终结果。第四种运算方法对所有指标的影响程度均衡兼顾,不会忽略次要因素的影响,适用于蓄滞洪区可持续发展水平评价中考考虑多因素起作用的情况。

采用公式(19) 将前面已计算的指标权重系数矩阵  $W$  与指标单因素评价矩阵  $R$  进行运算,最后得到总的评价结果  $C$ 。

加权平均型:

$$M(*, +): c_j = \sum_{i=1}^n w_i r_{ij}, j = 1, 2, \dots, m \quad (19)$$

其中  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

2 工程应用

2.1 建立评价指标体系

2.1.1 基本情况

蓄滞洪区是清丰山溪下游区域(丰城、南昌市辖区)防洪工程体系中的重要组成部分,由鸭丰、石滩、陈埠、白土 4 座子蓄滞洪区组成,位于赣江右岸、清丰山溪中上游,总面积 73.11 km<sup>2</sup>。清丰山溪 4 座蓄滞洪区总集雨面积 111.38 km<sup>2</sup>,总蓄洪面积为 69.52 km<sup>2</sup>,有效蓄洪容积为 2.0 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,涉及孙渡、荣塘、剑南、石滩、桥东、白土 6 个乡镇(街办)。据统计,截止到 2016 年底,分洪区内有 30 个村委会、133 个自然村、4.97 万人口、6 080 hm<sup>2</sup> 耕地。分洪时 133 个自然村、4.97 万余人要安排转移。

清丰山溪蓄滞洪区运用标准约 20 年一遇,运用机率约为 15 年一遇,当达到启用条件时,分别在鸭丰联圩、石滩联圩、陈埠圩、白土圩选择爆破点破口分洪。

2.1.2 淹没风险度

根据《蓄滞洪区设计规范》<sup>[14]</sup>(GB 50773—2012),蓄滞洪区不同水深对应的淹没风险度可按下式计算:

$$R = 10 \times \Phi \times H/N \quad (20)$$

式中: $R$  为淹没风险度; $\Phi$  为淹没历时修正系数,1.0 ~ 1.3,计算取 1.3; $H$  为蓄滞洪区淹没水深,计算取

平均水深,  $m$ ;  $N$  为运用标准(重现期,  $a$ )。

经计算, 鸭丰、石滩、陈埠、白土 4 座子蓄滞洪区平均水深对应的淹没风险度计算结果见表 1。

2.1.3 指标体系

通过对清丰山溪蓄滞洪区实地调研获取了大量数据, 针对淹没风险度、人均避洪面积、农民人均可支配收入等 18 个指标对这些数据进行统计分析, 获得了鸭丰、石滩、陈埠、白土 4 座子蓄滞洪区可持续发展水平评价指标体系的指标值, 见表 2。

表 2 蓄滞洪区可持续发展水平评价指标体系

| 目标层             | 准则层         | 指标层                                     | 指标值   |        |        |        |
|-----------------|-------------|-----------------------------------------|-------|--------|--------|--------|
|                 |             |                                         | 鸭丰    | 石滩     | 陈埠     | 白土     |
| 蓄滞洪区可持续发展水平 $U$ | 防洪子系统 $U_1$ | 淹没风险度 $u_{11}$                          | 1.82  | 1.69   | 1.30   | 1.17   |
|                 |             | 人均避洪面积 $u_{12}/(m^2 \cdot 人^{-1})$      | 8.92  | 8.38   | 8.41   | 8.29   |
|                 |             | 撤退道路路网密度 $u_{13}/(km \cdot km^{-2})$    | 1.58  | 1.28   | 0.95   | 1.36   |
|                 | 经济子系统 $U_2$ | 人均 GDP $u_{21}/元$                       | 23504 | 20187  | 35119  | 20698  |
|                 |             | GDP 增长率 $u_{22}/\%$                     | 6.67  | 23.23  | 3.79   | 18.37  |
|                 |             | 万元 GDP 耗能 $u_{23}/(吨标准煤 \cdot 万元^{-1})$ | 0.79  | 0.69   | 1.01   | 0.71   |
|                 |             | 农民人均可支配收入 $u_{24}/元$                    | 13307 | 14696  | 13014  | 17221  |
|                 | 资源子系统 $U_3$ | 人均可耕地面积 $u_{31}/0.067hm^2$              | 1.74  | 3.82   | 2.00   | 2.88   |
|                 |             | 人均可利用水资源量 $u_{32}/(m^3 \cdot 人^{-1})$   | 962.2 | 1643.9 | 1515.8 | 2367.6 |
|                 | 人口子系统 $U_4$ | 人口自然增长率 $u_{41}/\%$                     | 8.77  | 6.52   | 8.74   | 7.51   |
|                 |             | 自然死亡率 $u_{42}/\%$                       | 5.47  | 5.72   | 5.64   | 3.91   |
|                 |             | 青壮年文盲率 $u_{43}/\%$                      | 1.71  | 1.85   | 1.77   | 2.04   |
|                 | 社会子系统 $U_5$ | 人均居住面积 $u_{51}/m^2$                     | 22.64 | 24.37  | 25.92  | 33.69  |
|                 |             | 每万人拥有医生数 $u_{52}/人$                     | 6.82  | 5.42   | 9.61   | 8.64   |
|                 |             | 每千人拥有病床数 $u_{53}/张$                     | 0.989 | 2.681  | 1.175  | 1.008  |
|                 | 环境子系统 $U_6$ | 工业废水排放达标率 $u_{61}/\%$                   | 100   | 100    | 100    | 100    |
|                 |             | 人均公共绿地面积 $u_{62}/(m^2 \cdot 人^{-1})$    | 7.51  | 11.64  | 5.73   | 5.35   |
|                 |             | 空气质量质量指数 $u_{63}$                       | 74.9  | 74.9   | 74.9   | 74.9   |

注: 表中数据主要来自《丰城市 2016 年统计年鉴》及丰城市水利局提供的内部资料。

2.2 权重系数计算

利用层次分析法确定出各指标的层次单排序并通过一致性检验, 最终得到指标权重系数矩阵  $W$ 。  
 $W = (w_1, w_2, \cdots, w_{18})^T = (0.221, 0.093, 0.058, 0.113, 0.029, 0.016, 0.053, 0.035, 0.012, 0.066, 0.066, 0.022, 0.021, 0.054, 0.034, 0.069, 0.011, 0.028)^T$ 。

经计算,  $\sum \omega_i = 1, CR = \frac{\sum_{j=1}^m a_j CI_j}{\sum_{j=1}^m a_j RI_j} = 0.0609 < 0.1$ , 满足层次总排序一致性要求。

表 1 蓄滞洪区淹没风险度计算表

| 分区 | 运用标准<br>/a | 平均淹没水深<br>/m | 修正<br>系数 | 淹没<br>风险度 |
|----|------------|--------------|----------|-----------|
| 鸭丰 | 20         | 2.8          | 1.3      | 1.82      |
| 石滩 | 20         | 2.6          | 1.3      | 1.69      |
| 陈埠 | 20         | 2.0          | 1.3      | 1.30      |
| 白土 | 20         | 1.8          | 1.3      | 1.17      |

注: 表中淹没水深值源自《清丰山溪蓄滞洪区安全建设工程可行性研究报告》。

2.3 隶属度计算

将表 2 中各指标值代入式(1)一式(18), 计算结果见表 3。

2.4 综合评价

利用公式(20)将指标权重系数矩阵与指标单因素评价矩阵进行运算, 得到  $C = W \circ R = (0.4659, 0.4986, 0.5355, 0.5814)$ 。

蓄滞洪区可持续发展水平根据隶属度的大小, 并结合实际经验<sup>[15]</sup>, 可分成 5 个等级, 如表 4 所示。

由此可知, 清丰山溪蓄滞洪区内鸭丰、石滩、陈埠、白土 4 个子蓄滞洪区的可持续发展水平评价结果见表 5。

表 3 指标隶属度

| 分区名称 | $u_{11}$ | $u_{12}$ | $u_{13}$ | $u_{21}$ | $u_{22}$ | $u_{23}$ | $u_{24}$ | $u_{31}$ | $u_{32}$ |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 鸦丰   | 0.000    | 0.820    | 1.000    | 0.422    | 0.671    | 0.553    | 0.416    | 0.410    | 0.215    |
| 石滩   | 0.000    | 0.730    | 1.000    | 0.309    | 0.979    | 0.636    | 0.495    | 0.867    | 0.265    |
| 陈埠   | 0.200    | 0.735    | 0.944    | 0.766    | 0.468    | 0.379    | 0.400    | 0.484    | 0.255    |
| 白土   | 0.330    | 0.715    | 1.000    | 0.326    | 0.953    | 0.619    | 0.628    | 0.706    | 0.321    |

| 分区名称 | $u_{41}$ | $u_{42}$ | $u_{43}$ | $u_{51}$ | $u_{52}$ | $u_{53}$ | $u_{54}$ | $u_{61}$ | $u_{62}$ |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 鸦丰   | 0.702    | 0.552    | 0.938    | 0.450    | 0.069    | 0.032    | 1.000    | 0.595    | 0.834    |
| 石滩   | 0.966    | 0.523    | 0.927    | 0.514    | 0.044    | 0.211    | 1.000    | 0.754    | 0.834    |
| 陈埠   | 0.707    | 0.532    | 0.933    | 0.569    | 0.132    | 0.045    | 1.000    | 0.499    | 0.834    |
| 白土   | 0.875    | 0.738    | 0.913    | 0.795    | 0.108    | 0.033    | 1.000    | 0.475    | 0.834    |

表 4 可持续发展水平等级划分

| 可持续发展水平 | 隶属度取值范围   |
|---------|-----------|
| 好       | (0.8,1.0) |
| 较好      | (0.6,0.8) |
| 一般      | (0.4,0.6) |
| 较差      | (0.2,0.4) |
| 差       | (0.0,0.2) |

表 5 清丰山溪蓄滞洪区可持续发展水平综合评价

| 分区名称 | 评价结果   | 可持续发展水平 |
|------|--------|---------|
| 鸦丰   | 0.4659 | 一般      |
| 石滩   | 0.4986 | 一般      |
| 陈埠   | 0.5355 | 一般      |
| 白土   | 0.5814 | 一般      |

2.5 结果分析

由表 5 可知,4 座子蓄滞洪区可持续发展水平评价结果为一般,排序为: $C_{白土} > C_{陈埠} > C_{石滩} > C_{鸦丰}$ ;由调查资料可知,鸦丰、石滩、陈埠、白土 4 座子蓄滞洪区的区域面积比为:0.45: 0.39: 0.10: 0.07,人口数量比为:0.56: 0.32: 0.07: 0.05,分别用区域面积比、人口数量比与 4 座子蓄滞洪区可持续发展水平的评价结果进行加权平均,得到清丰山溪蓄滞洪区可持续发展水平的综合评价结果为 0.4873、0.4933,属一般。因此,清丰山溪蓄滞洪区可持续发展水平综合评价为一般,区内发展不均衡,评价结果基本符合区内建设现状。

由图 2 可知,隶属度低于 0.6 的指标有淹没风险度、人均 GDP、人均可利用水资源量、每万人拥有医生数、每千人拥有病床数、万元 GDP 耗能、农民人

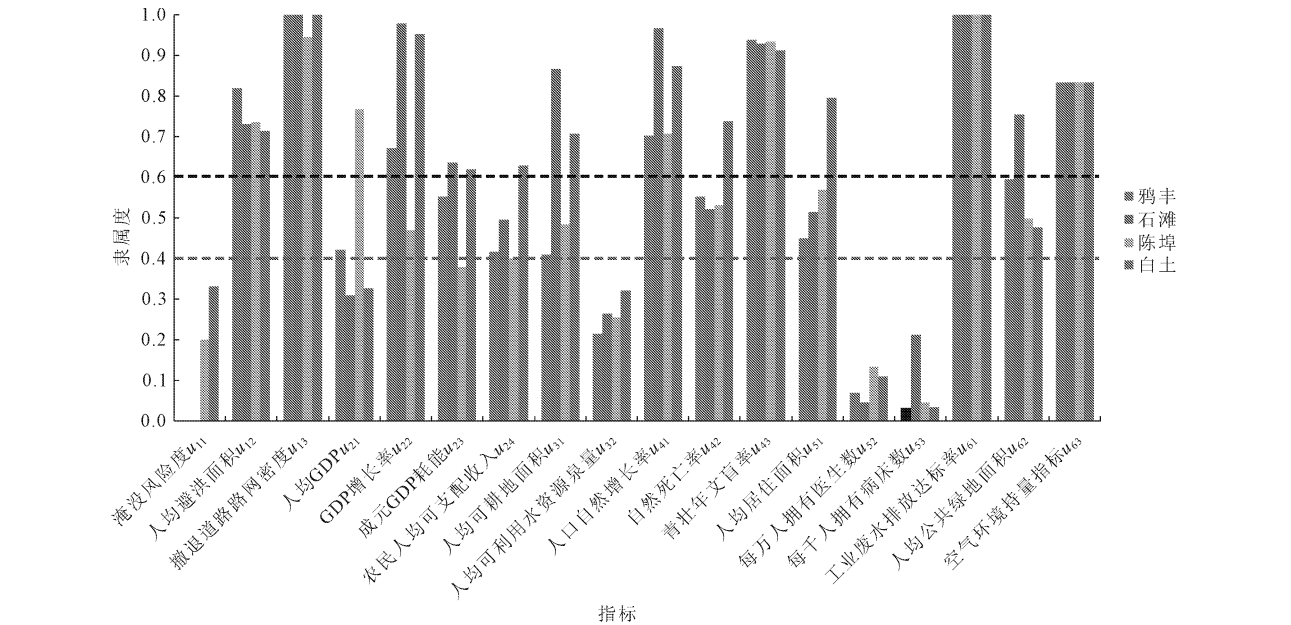


图 2 指标隶属度分布图

均可支配收入、人均可耕地面积、自然死亡率、人均居住面积、人均公共绿地面积等,其中,部分区域的前 5 个指标低于 0.4,是影响清丰山溪蓄滞洪区可持续发展水平的主要因素。下面对这 5 个主要影响因素分析如下:

(1) 清丰山溪蓄滞洪区设有鸭丰联圩、石滩联圩、陈埠联圩和白土联圩,其防御洪水能力约 20 年一遇,圩堤运用标准低,蓄滞洪区风险等级为中等~重度,淹没风险度偏大,是造成淹没风险度隶属度偏低的重要原因。另外,淹没历时修正系数与蓄滞洪区淹没历时呈正相关关系<sup>[16]</sup>,文中按经验值上限 1.3 计算淹没风险度可能造成计算值偏高,对计算结果有一定的影响。

(2) 4 座子蓄滞洪区的人均 GDP 为 20 698 元~35 119 元,远低于国内均值(据国家统计局发布 2016 年我国人均 GDP 为 53 680 元),这是由清丰山溪蓄滞洪区经济产值主要以第三产业及农业为主、工业发展水平相对落后的现状造成的。

(3) 根据国家统计局最新发布的《中国统计年鉴 2018》显示:2016 年底我国人均可利用水资源量约 2 348 m<sup>3</sup>/s,约为世界人均水平的 28%,人均水资源量十分紧缺,而清丰山溪蓄滞洪区内人均可利用水资源量仅 962.2 m<sup>3</sup>/s~2 367.6 m<sup>3</sup>/s,水资源分布不均匀且远低于我国人均水平,是影响蓄滞洪区可持续发展水平的重要影响因素之一。

(4) 党的十八大报告中提出,全面建成“小康社会”的基本标准之一为“每千人医生数 2.8 人”,但清丰山溪蓄滞洪区该指标不足 1 人,与标准相差较远;由发改投资[2014]2091 号《关于加快推进健康与养老服务工程建设的通知》可知,2020 年我国每千人病床数将达 6 张,目前,蓄滞洪区内该指标仅 0.98~2.681 张,与我国计划标准差距较大。每万人拥有医生数、每千人拥有病床数是反映当地医疗资源和人们健康保障水平的重要指标,两项指标值的严重偏小是造成清丰山溪蓄滞洪区可持续发展水平不高的主要原因。

### 3 结论与建议

(1) 利用层次分析法建立蓄滞洪区可持续发展水平评价的指标体系并计算权重系数,构造各指标的隶属函数,利用模糊综合评判法对蓄滞洪区可持续发展水平做出综合评价,评价结果表明,清丰山溪蓄滞洪区可持续发展水平一般,区内发展不平衡,评价结果基本符合区内发展现状,评价方法科学合理,

具有一定的适用性。

(2) 建议清丰山溪蓄滞洪区加强防洪工程建设,提高联圩防洪标准;利用好当地水环境资源,发展水文化,拓展旅游经济新模式;增设相关水利工程,加强节水宣传,通过合理调度水库、渠道及河道水资源,解决人均水资源量不足、不均衡的问题;加大医疗资源的投入,为培养和引进医疗人才提供基础平台。

#### 参考文献:

- [1] 朱静儒.南四湖生态湿地型蓄滞洪区可持续发展评价研究[D].济南:济南大学,2014.
- [2] 肖 军.华阴市柳叶河应急分洪工程设计与湖区生态景观规划[J].水利与建筑工程学报,2012,10(5):180-183.
- [3] 肖 军.渭河南山支流蓄滞洪区综合利用与规划探讨[J].水利与建筑工程学报,2012,10(4):186-188.
- [4] 叶 明,杨志峰,刘昌明.蓄滞洪区可持续发展评价指标体系研究[J].中国水利,2001(3):29-30,5.
- [5] 詹存卫,李 伟,郑英彩.蓄滞洪区可持续发展研究[J].中国人口·资源与环境,2002,12(3):84-88.
- [6] 张 彬,施国庆.基于 SWOT 模型的淮河行蓄洪区经济协调发展模式研究[J].科技与经济,2010,23(3):86-89.
- [7] 刘明喆.基于层次分析法和模糊综合评价的突发水污染风险等级评估[J].水电能源科学,2019,37(1):59-62.
- [8] 苏建广,张天力,鲁程鹏,等.基于层次分析法的云南省小康水利现状评估[J].长江科学院院报,2016,33(11):122-126.
- [9] 陈云超,杨平庆.模糊综合评判在山区公路边坡稳定性分析中的应用[J].水利与建筑工程学报,2018,16(6):202-206,229.
- [10] 陈 铭.模糊综合评判中非线性隶属函数的确定[J].数学的实践与认识,2006,36(9):123-128.
- [11] 王春泽.区域水资源与社会经济协调程度评价研究\_王春泽[J].水文,2004(3):25-29.
- [12] 王 秀.模糊综合评价法在环境空气质量评价中的应用[J].环境保护与循环经济,2012,32(12):52-53.
- [13] 叶菊芳.高职学生数学学习因素的模糊综合评价法[J].湖北职业技术学院院报,2018,21(2):110-112.
- [14] 蓄滞洪区设计规范:GB 50773—2012[S].北京:中国计划出版社,2012.
- [15] 左其亭.人水和谐评价指标及量化方法研究[J].水利学报,2008(4):440-447.
- [16] 王秀莲,谭桂秋,杨井泉,等.蓄滞洪区淹没风险度数值计算方法研究[J].水利水电快报,2012,33(12):32-35.