

青海省湟源县滨水环境模糊综合评判及其建设

陈亚婷^{1,2}, 张阳生¹, 侯红蕊¹

(1. 西北大学 城市与环境学院 陕西 西安 710127; 2. 安康市城乡规划设计院, 陕西 安康 725000)

摘要: 以青海省湟源县湟水河滨水环境为研究对象, 通过构建影响湟源县滨水环境的评判指标体系, 应用模糊数学和层次分析法建立了数学评判模型, 对湟源县湟水河滨水环境进行了评判。结果表明, 湟源县湟水河滨水环境的评判等级为“中”。依据评判结果, 结合实地踏勘和掌握的资料, 提出如下建议。(1) 借山显水, 构建宜居山水城市; (2) 通过滨水区开发和建设, 拓展城市空间; (3) 通过滨水景观营造, 提升周边土地价值; (4) 结合防洪工程建设, 创造居民公共亲水空间。

关键词: 模糊数学; 层次分析法; 滨水环境; 湟源县; 湟水河

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)06-0187-05

中图分类号: TU984

Comprehensive Fuzzy Assessment on Construction of Waterfront Environment in Huangyuan County, Qinghai Province

CHEN Ya-ting^{1,2}, ZHANG Yang-sheng¹, HOU Hong-rui¹

(1. College of Urban and Environment, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China;

2. Ankang Urban and Rural Planning and Design Institute, Ankang, Shaanxi 725000, China)

Abstract: An evaluation index system of urban waterfront environment in Huangyuan County was established by construction a mathematical evaluation model using fuzzy mathematics and analytic hierarchy method. According to the system, the environment of the Huangshui riverside environment in Huangyuan County is of medium level. Combined with the information from field reconnaissance and the evaluation result, it is suggested that the environment construction would better the urban planning by: (1) Building a habitable city with clear water and green mountain; (2) Expanding urban space through the waterfront development and construction; (3) Increasing the value of the related land with the waterfront landscape architecture; (4) Creating a water abundant public space for the community making use of the flood control project.

Keywords: fuzzy mathematics; analytic hierarchy method; waterfront environment; Huangyuan County; Huangshui River

随着社会经济的发展和人民生活水平的提高, 对城镇滨水区的开发和建设已经成为许多城市发展的重点部分。城镇滨水环境是城镇段河流与城市发展共同作用的结果。它往往是城市中最具活力的场所, 最具生命力的部分, 是最高质量的城市绿线, 具有极高的生态价值、经济价值与景观价值^[1-2]。对城镇滨水环境进行评判, 可以为建设生态良好, 景观优美, 环境宜人的居住生活区提供指导意见和决策依据。因此, 对城镇滨水环境进行评判, 可以为城镇滨水区人居环境建设提供宜居的决策, 具有现实的指导意义。

湟源县城位于我国西部内陆地区, 降水稀少, 蒸发大, 属于干旱半干旱区, 水在城市建设、社会经济发

展以及人们生活中显得至关重要。由于地处山区河谷地带, 地形起伏较大, 加之多条交通干线从县城穿过, 更使县城建设用地和景观环境显得支离破碎, 环境污染严重, 城市景观受到极大影响。但是, 由于湟源县位于湟水河滨, 滨水面积大。因此, 选择湟源县城湟水河滨水环境进行综合评判。在构建影响城市滨水环境主要评判指标体系的基础上, 应用模糊数学和层次分析法建立数学评判模型。并运用该模型对湟源县城湟水河滨水环境进行评判, 依据评判结果, 结合实地踏勘和掌握的资料, 提出相应优化建议。从而对改善湟源县城生态环境, 建设山水城市提供理论支持。

收稿日期: 2013-03-08

修回日期: 2013-03-29

资助项目: 国家自然科学基金项目“中国内陆城市居民日常生活空间研究”(40471043)

作者简介: 陈亚婷(1982—), 女(汉族), 陕西省杨凌区人, 硕士研究生, 主要从事城市与区域规划研究。E-mail: 5772335@qq.com。

通信作者: 张阳生(1956—), 男(汉族), 陕西省合阳县人, 教授, 主要从事城市与区域规划研究。E-mail: zhangyangsheng2005@126.com。

1 研究区概况

湟源县地处黄土高原与青藏高原的过渡地带,青海省东部农业区西端的日月山东麓,湟水河上游。湟源县深居内陆,属大陆性气候,平均海拔 2 646 m。日照时间长,太阳辐射强,气温日较差大,春季多风,夏季凉爽,冬季干燥,年平均气温 3℃,年平均降水量 408.9 mm,且主要集中在 7—9 月份。湟水河自西北而东南斜贯县境北部,最大的支流药水河由南而北注入湟水河,两条河将湟源县分成三大块,中间形成一个狭长的“丁”字形河谷盆地^[3]。湟源县城正好处于“丁”字形河谷盆地,距西宁市 50 km。西(宁)倒(淌河)高速公路、109 国道、315 国道以及青藏铁路从县城穿过,交通非常便利。

2 研究方法

城镇滨水环境评判是一个非常复杂的多因素综合体,存在着许多不确定的因素,带有明显的随机性和模糊性。比较适宜于应用模糊数学方法进行综合评判^[4-5]。

2.1 建立因素集:评判因素的选择

影响评判对象取值(得分)的各因素组成的集合构成因素集,因素集是一个普通集合,通常用字母 U 来表示,即

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\} \tag{1}$$

因素集中的这些因素(u_m)均具有模糊性。

2.2 建立评判集—选择评判标准

评判集是评判者对评判对象可能做出的各种评判结果所组成的集合,通常用字母 V 来表示,即

$$V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\} \tag{2}$$

在对城市滨水区宜居环境的评判中,可以取评判集为:

$$V = \{\text{优, 良, 中, 差}\} \tag{3}$$

2.3 建立评判矩阵—选择模糊分布

即对每个评判因子进行单因素评判,给出各因子隶属于各级标准的程度。选取合适的模糊分布,确定隶属函数。 r_{ij} 表示第 i 个因素对于第 j 个等级的隶属度。 $(r_{ij})_{n \times m}$ 即构成了一个从 U 到 V 的模糊关系。

单因子评判是单独从一个因素出发进行评判,以确定评判对象对评判集中元素的隶属度,称为单因素模糊评判。对模糊关系 \tilde{R} ,相当于同样的论域 $A(m$ 个元素构成)和 $B(n$ 个元素构成), $X\tilde{R}(a_i, b_j) \in [0, 1]$,表示了 a_i 与 b_j 之间隶属于关系 \tilde{R} 的程度,用矩阵表示为:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11}, r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21}, r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1}, r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} xR(a_1, b_1) & xR(a_1, b_2) & \dots & xR(a_1, b_n) \\ xR(a_2, b_1) & xR(a_2, b_2) & \dots & xR(a_2, b_n) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ xR(a_m, b_1) & xR(a_m, b_2) & \dots & xR(a_m, b_n) \end{bmatrix}$$

矩阵 R 为模糊矩阵,用来表示从 $A-B$ 上的一种模糊关系。设评判对象按因素集中第 i 个因素 U_i 进行评判,对评判集中第 j 个元素 V_j 的隶属度为 r_{ij} ,其结果可表示为模糊集合。

2.4 确定因素权重,建立权重集

各因素影响评判对象取值的重要程度不尽相同,所以要对各因素 $u_i = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}, (i = 1, 2, 3, \dots, m)$ 赋予相应的权数,各权数组成的集合 $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_i\}$ 则称为因素权重集。通常各权数应满足归一性和非负性条件: $\sum_{i=1}^m a_i = 1 (i = 1, 2, 3, \dots, m), a_i \geq 0, (i = 1, 2, 3, \dots, m)$ 。

权重集是一个模糊集合,为了更清楚地表示权数与各因素之间的对应关系,权重集也可采用模糊集合的查德(Zadeh)表示法,即

$$A = \frac{a_1}{u_1} + \frac{a_2}{u_2} + \dots + \frac{a_m}{u_m}$$

在模糊综合评判中,权重是体现其重要性的数值。根据实际情况,在对城市滨水区环境做综合评判时,以各因子对城市滨水宜居环境贡献率方法计算权重,即贡献率越大,权数就越大。由于贡献率带有很大程度上的主观随机性,为了使评判结果更为准确,本研究采用层次分析法(AHP)求其权重。

2.5 模糊综合评判

一般来说,同一事物具有多种属性,所以在评判事物时,不能单一考虑一种因素的影响,必须综合考虑多种因素的综合影响,因此要做模糊综合评判。对构建的单因素评判集 R 做模糊变换, $Y = W \cdot R$,考虑并选择合适的模糊变换算子,运用最大隶属原则,判断最后评判结果。

3 湟源县湟水河滨水环境综合评判^[6-8]

3.1 指标选取

城镇滨水环境因素包括自然环境因素(如地形、地貌、气候、水体、生物等),历史文化因素,社会经济因素等构成的人文环境因素和人工设施因素等。本

研究在借鉴诸多前人研究观点的基础上,结合湟源县城湟水河滨水环境的特征,确定构成湟源县城湟水河滨水环境的主要因素包括水体因素,土地因素,植物因素,工程因素和空间因素等。

(1) 水体因素。水体在滨水环境建设中占有突出的地位,是滨水环境的主体因素,水质、水量的大小以及形式空间的分布,对滨水区的景观价值和生态环境建设起到决定性的作用。其中水质的优劣直接决定了滨水区的环境质量,特别是直接影响到城市居民的身心健康。故结合湟源县城湟水河实际情况,对水体因素的评判标准是在水质条件占主要的基础上综合考虑的。

(2) 土地因素。滨水区土地包括作为公共功能的开敞空间部分和周边用于开发的城市建设用地。城市滨水区土地具有优越的区位条件,相对低廉的土地成本,以及独特的景观环境。城市滨水环境的整治使得滨河人居条件得到改善,同时也提高了滨水区的土地利用价值,这就使滨水区成为房地产开发商关注的重点地段,也成为城市发展的敏感地区^[9]。滨水区的地产开发程度是影响其宜居环境的重要因素之一,适当的开发有利于居民更好地使用滨水空间,过度开发又会影响到生态和社会效益,所以要做好滨水区土地利用规划,严格控制开发强度。

(3) 植物因素。植物因素是滨水环境的重要构景因素,它丰富的季相变化、多姿的植物形态、多样的园林造景手法,是提升滨水景观形象的生长点。是滨水区生物多样性的基础,同时还是野生动物的栖息场所^[7]。因此,植被分布状况对建设生态良好,景观优美的滨水区环境具有至关重要的作用。

(4) 工程因素。滨水工程是滨水区环境的基本构成因素,它包括景观建设工程、水体治理工程以及周边房地产开发的构筑物 and 建筑物等。城市为了追求经济利益对滨水区不合理的建设以及过渡开发,严重破坏了滨水区环境。因此,在对滨水区的开发过程中要充分评估人工变动对原自然环境造成的破坏,以及变动后的恢复程度,还要充分考虑人工建筑物和构筑物与自然环境的协调关系。这就使得工程因素也成为了滨水区环境综合评判的主要因素了。

(5) 空间因素。随着人们生活质量的提高,越来越多的城市更注重将其滨水空间作为居民的公共空间来使用,使其发挥最大的生态、景观和社会效应。对于一个滨水空间来说,其规划设计的重点就是亲水空间的构建,其中居民可享受的公共空间的程度是评判滨水环境的重要指标。

3.2 综合评判

湟源县城湟水河滨水环境的综合评判过程,大致步骤为:(1)从构成滨水区环境要素中选定主要影响因素,建立评判因素集;(2)建立评判集并进行评分,然后建立评判矩阵;(3)运用层次分析法(AHP)计算权重;(4)将各数据代入运算式运算;(5)根据最大隶属度原则,得出评判结果。

(1) 建立因素集。为了简化评判过程,以影响最直接、最相关的5个构成因素作为因素集:即 $U = \{ \text{土地因素}(u_1), \text{水体因素}(u_2), \text{植物因素}(u_3), \text{工程因素}(u_4), \text{空间因素}(u_5) \}$, 5个因素的具体评判内容详见表1。

(2) 建立评判集,选择评判标准。在本例中,评判集取:

$$V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\} = \{ \text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差} \}$$

(3) 构造模糊矩阵,进行单因素模糊评判。由实际评判数据整理可知:

土地因素为:

$$R_1 = \frac{0.17}{V_1} + \frac{0.45}{V_2} + \frac{0.13}{V_3} + \frac{0.25}{V_4}$$

水体因素为:

$$R_2 = \frac{0.20}{V_1} + \frac{0.51}{V_2} + \frac{0.12}{V_3} + \frac{0.17}{V_4}$$

植物因素为:

$$R_3 = \frac{0.23}{V_1} + \frac{0.18}{V_2} + \frac{0.42}{V_3} + \frac{0.17}{V_4}$$

工程因素为:

$$R_4 = \frac{0.24}{V_1} + \frac{0.17}{V_2} + \frac{0.47}{V_3} + \frac{0.12}{V_4}$$

空间因素为:

$$R_5 = \frac{0.20}{V_1} + \frac{0.35}{V_2} + \frac{0.11}{V_3} + \frac{0.34}{V_4}$$

以各单因素评判集评判隶属度为行,组成单因素评判矩阵 R ,即

$$R = \begin{bmatrix} 0.17 & 0.45 & 0.13 & 0.25 \\ 0.20 & 0.51 & 0.12 & 0.17 \\ 0.23 & 0.18 & 0.42 & 0.17 \\ 0.24 & 0.17 & 0.47 & 0.12 \\ 0.20 & 0.35 & 0.11 & 0.34 \end{bmatrix}$$

(4) 确立权重集。此处采取层次分析法(AHP)计算权重,层次分析法可以较准确地计算出各因素所占的权重。其基本出发点为:在一般决策问题中,针对某一目标,较难同时对若干因素作出精确的判断时,可将它们相对于目标的重要性以数量来表示,从而排除大小次序。为决策者提供依据。使用层次分析法首先要建立标度及描述^[4](表2),然后依据标度构造判断矩阵(表3)。

表 1 湟水河滨水环境评判表

因素	评判依据	评判等级
土地因素(u_1)	房地产开发基本不影响滨水区环境	优
	房地产开发轻微影响滨水区环境	良
	房地产开发较影响滨水区环境	中
	房地产开发严重影响滨水区环境	差
水体因素(u_2)	水质良好,岸线变化丰富,驳岸生态	优
	水质一般,岸线变化较丰富,驳岸较生态	良
	水质较差,岸线单一,驳岸设计不生态	中
	水质极差,破坏了原有自然岸线及驳岸	差
植物因素(u_3)	绿化面积大,植被种类丰富	优
	绿化面积较大,植被种类较丰富	良
	绿化面积较少,植被种类较单调	中
	绿化面积很少,植被种类很单调	差
工程因素(u_4)	人工设施对原自然环境起到积极作用,十分和谐	优
	人工设施与自然环境影响协调	良
	自然环境被不和谐的人工设施损害,协调性差	中
空间因素(u_5)	有充分的亲水性场所	优
	有较多的亲水性场所	良
	亲水性场所较少	中
	缺少亲水性场所	差

表 2 1—9 标度及其描述

标度	定义(比较因素 i 与 j)
1	因素 i 和 j 一样重要
3	因素 i 和 j 稍微重要
5	因素 i 和 j 较强重要
7	因素 i 和 j 强烈重要
9	因素 i 和 j 绝对重要
2,4,6,8	两相邻判断的中间值
倒数	当比较因素 j 与 i 时

表 3 依据标度构造判断矩阵

因素	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	权重
u_1	1	1/3	1/4	1/5	1/3	0.13
u_2	3	1	1/3	1/3	1/3	0.15
u_3	4	3	1	1/5	3	0.20
u_4	5	3	5	1	3	0.35
u_5	3	3	1/3	1/3	1	0.17

注: u_1, \dots, u_5 分别表示土地、水体、植物、工程和空间因素。

$$\lambda_{\max} = 5.23, CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.058, RI = 1.12,$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.05134 < 0.10$$

求出最大特征向量并进行一致性检验,得出 5 个因素的评判权重集。

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\} = \{0.13, 0.15, 0.20, 0.35, 0.17\}$$

为了更清楚地表示权重与各因素的对应关系,上

述权重可表达为:

$$A = \frac{a_1}{u_1} + \frac{a_2}{u_2} + \frac{a_3}{u_3} + \frac{a_4}{u_4} + \frac{a_5}{u_5}$$

$$= \frac{0.13}{\text{土地因素}} + \frac{0.15}{\text{水体因素}} + \frac{0.20}{\text{植物因素}} + \frac{0.35}{\text{工程因素}} + \frac{0.17}{\text{空间因素}}$$

显然该权重满足下列条件,即归一性和非负性

$$\sum_{i=1}^5 a_i = 1 \quad a_i \geq 0, (i=1, 2, 3, 4, 5)$$

(5) 综合评判。进行模糊矩阵运算, $B = A \cdot R$ 即

$$B = (0.13, 0.15, 0.20, 0.35, 0.17) \times$$

$$\begin{bmatrix} 0.17 & 0.45 & 0.13 & 0.25 \\ 0.20 & 0.51 & 0.12 & 0.17 \\ 0.23 & 0.18 & 0.42 & 0.17 \\ 0.24 & 0.17 & 0.47 & 0.12 \\ 0.20 & 0.35 & 0.11 & 0.34 \end{bmatrix}$$

$$= (0.22, 0.29, 0.30, 0.19)$$

根据最大隶属度原则,优的比重占 0.22,良的比重占 0.29,中的比重占 0.30,差的比重占 0.19,综合评判分值得出结果,湟源县湟水河滨水宜居环境的评判为“中”。因此,结合实地踏勘和掌握的资料,水体方面,由于湟源县湟水河滨水区处在干旱区,城区内只有洪水期泄洪时流淌形成的天然河床,平时是枯竭的,河床长期受水刷影响,土质较差,植物生长不良;

建筑景观方面,城中湟水河两侧建筑参差不齐,河岸景观较单一;居住环境方面,目前河岸边还有一些工厂存在,居住区的环境建设也不完善,这些问题需要在规划设计时充分考虑。

4 结论及建议

城镇滨水区是城镇中自然因素最为密集的区域^[10]。城镇滨水环境评判不仅仅具有生态学上的意义,还可以良好地指导滨水区规划建设。引入模糊数学方法可以很好地对评判指标进行量化,而 AHP 法可以较准确地评判各个指标所占的权重,其评判结果可作为指导滨水区规划的依据。本研究依据模型评判结果为“中”。因此,依据评判结果,结合实地踏勘和掌握的资料,提出优化建议。

(1) 借山显水,构建宜居山水城市。围绕山城、水城和“两河四岸”总体开发,将山水环境与主城区叠加构建山水宜居城市。运用整体观的原理,建立生态网络,保证滨水宜居环境的自然条件基础。规划设计时从城市整体出发,做好系统设计,将周边山水环境与城区作为整体来考虑,构建山水宜居城市。

(2) 通过滨水区开发和建设,拓展城市空间。目前,城镇滨水区建设越来越重视公共空间的开拓,更加考虑了人的需求。湟源县湟水河滨水区主要依滨河一侧发展,即沿湟水北侧发展。未来发展应该考虑跨河发展,拓展城市空间。并且发展要保证居民公共活动空间,结合滨河公园、滨水广场等形式满足居民的亲水需求。逐步构建以湟水河为界南北分治,相互连动,功能互补的城镇专业区体系。把湟水河以南建设成为特色鲜明、环境优美、以生态建设为依托的可持续发展城区,把湟水河以北建设成为设施完善、经济繁荣、以人文景观为中心的古朴典雅的城区,充分利用湟水河、药水河两条流域资源,扩大水域面积,大做露水工程,给城镇建设注入灵气,使城镇建设不在于求洋而在于精巧秀美,古朴典雅;不在于贪大而在于内涵挖掘,赋予湟源深厚的、独特的人文背景个性,体现山城、水城、古城三城并举的宜居景象。

(3) 通过滨水景观营造,提升周边土地价值。城市滨水区具有复合特性,其金融商业、科技、教育、娱乐休闲、旅游与一体^[11]。湟源县可以依托湟水河滨水区建设滨水生态居住区、滨水生态公园、滨水休闲活动区、滨水绿色餐饮区、滨水商务金融区、滨水文体展览区 6 个景观职能分区,以确定开发重点。同时推

进城镇路网、景观、广场、公共服务等设施建设,以及城镇房地产开发项目。以经营城镇为理念,坚持建管并重,改善整个城区的生态环境,确保湟水河滨水土地这一珍贵而稀缺的城市公共资源发挥应有的公共功能。

(4) 结合防洪工程建设,创造居民公共亲水空间。规划滨水区很重要的一点就是防洪的要求,充分利用城中季节性河流泄洪,保证城区的安全性。护岸的形式影响着人与水体的亲近关系,应合理设计,在护岸设计时亲水与安全,防洪与近水是必须面对的矛盾。解决此问题的办法是通过景观设计,在景观规划时结合堤防进行护坡立体绿化,布置台阶式亲水驳岸,将高低空间用台阶来沟通,用植物来烘托,使水域与陆域有层次地过渡。城市滨水区的景观规划设计应该在保证滨水环境健康发展的前提下,在滨水区内部设置多样化的自然环境、开敞空间和各种功能设施为市民提供多种滨水景观体验^[12]。

[参 考 文 献]

- [1] 汤晓敏,王云. 滨水景观的规划设计模式探讨[J]. 上海农学院学报,1999,17(3):182-188.
- [2] 吴良镛. 人居环境科学导论[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001:20-90.
- [3] 湟源县志编纂委员会. 湟源县志[M]. 陕西西安:陕西人民出版社,1992:55-71.
- [4] 程建权. 城市系统工程[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1999.
- [5] 黄国平,马廷,王念. 城市水系景观评价的模糊数学方法[J]. 中国园林,2002(3):16-18.
- [6] 杨卫丽,杨洪福. 城市滨水区环境设计的系统方法与评价体系[J]. 科技进步与对策,2001(6):161-162.
- [7] 李建伟,刘兴昌. 城市滨水空间评价方法初探[C]//中国城市规划学会. 城市规划面对面:2005 城市规划年会论文集(下). 北京:中国水利水电出版社,2005:1054-1058.
- [8] 王紫雯,秦卫永,徐承祥. 城市的河道水域景观质量评价体系研究[J]. 建筑学报,2004(5):14-17.
- [9] 邵福军. 城市滨水区再开发中土地开发策略研究:以济南小清河为例[J]. 中国国土资源经济,2010(7):17-20.
- [10] 翁奕城. 论城市滨水区的可持续性城市设计析[J]. 新建筑,2000(4):30-32.
- [11] 童宗煌. 城市滨水环境规划设计若干问题初探[J]. 现代城市研究,2001(5):15-16.
- [12] 刘滨谊. 城市滨水区发展的景观化思路与实践[J]. 建筑学报,2007(7):11-14.