

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2010.05.009

西北城市河道整治模式优选研究

丁亿凡 唐德善

(河海大学水利水电学院 江苏 南京 210098)

摘要 :通过分析西北城市河道特点 ,对西北城市河道常用整治模式进行了分类 ,建立了包括建设运行、生态景观、社会经济和防洪安全 4 个方面 8 个类别共 26 个指标的西北城市河道整治模式优选指标体系 ,并建立 AHP-FCM 模型对西北城市河道整治模式进行比选分析 .应用 AHP-FCM 模型对内蒙古乌海市摩尔沟河道整治模式进行优选 ,结果表明 ,该模型是合理的、可行的 .

关键词 :城市河道 ;整治模式 ;AHP-FCM 模型 ;综合优度值 ;模式 ;西北城市

中图分类号 :TV85 文献标志码 :A 文章编号 :1000-1980(2010)05-0527-05

开展河道整治是恢复河道基本功能的根本措施 ,是提高水资源承载能力、改善生态环境的有效途径^[1] .近年来 ,我国西北很多城市开展了大规模的河道整治 ,但是在其规划决策过程中还存在一些问题 ,如 过于强调防洪 ,对河流健康性考虑不够 ,过于追求景观效益 ,造成工程浪费等 ,不能做到“ 利水、利民、利城 ”的河流、居民、城市和谐发展^[2] .

西北城市河道整治模式是在西北城市河道整治过程中经过实践检验而有效的常用整治方式的概括 ,包括河道整治的目的、指导思想、重点、主要措施等 .

本文从西北城市河道特点入手 ,根据西北城市河道常用的整治模式 ,建立合适的优选指标体系和模型 ,并进行合理性分析 ,以得到最优的河道整治模式 ,为河道整治规划工作提供方向指导和理论支持 .西北城市河道整治模式优选思路如图 1 所示 .

1 西北城市河道特点及常用整治模式

1.1 西北城市河道特点

- 与南方城市河道相比 ,西北城市河道具有以下特点 :
- a. 坡度较陡 .西北地区多山地 ,河道比降较大 .
 - b. 洪水峰大流急 .西北河流大部分为季节性间歇河流 ,来水以暴雨引发的洪水为主 .一方面由于暴雨强度大 ,流域地面及河道比降较大 ,形成的洪峰流量也相对较大 ;另一方面西北水汽不足 ,降雨历时短 ,形成洪水的总水量较小 .因此 ,洪水具有陡涨陡落、峰高量少、历时短、来势较猛的特点^[3] .
 - c. 河流含沙量高 .由于西北地区河流上游植被普遍较差 ,水土流失严重 ,所以河流含沙量较高 .每年七八月为河流的主汛期 ,此时河流输沙量也较大 ,占全年的 80% 以上 .
 - d. 亲水性差 .西北地区洪水多数发生在 6—9 月 ,冬春季节降雨较少 ,径流量小或断流 .河道常年裸露 ,地面物质组成主要有 粉细沙、细沙和沙砾石 ,自然植被稀疏 ,整条河流显得十分荒凉 ,远不能满足人们亲水用水的需求^[4] .

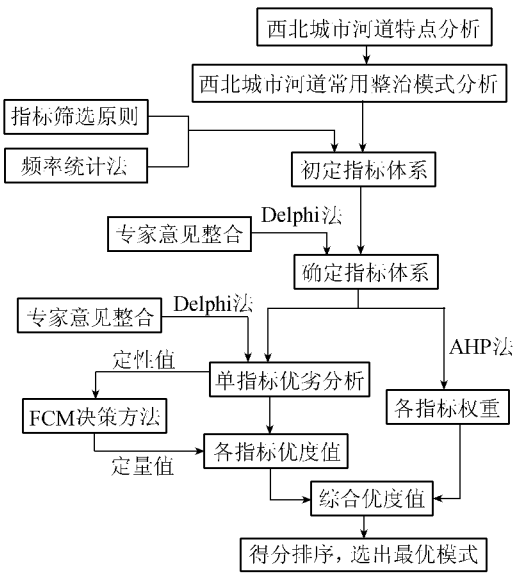


图 1 西北城市河道整治模式优选过程

Fig. 1 Flow chart of optimization of urban rivers in China's northwestern cities

1.2 西北城市河道常用的整治模式

西北城市河道常用的整治模式按照断面形式可以分为单槽模式、双槽模式和三槽模式.

a. 单槽模式(图2).采用单槽断面.由于西北城市河道坡度较陡,为充分利用水资源,一般沿河修建拦河蓄水的水闸、翻板坝或橡胶坝,平时蓄水造景并提供生产生活用水,缓解西北城市用水紧张的问题,洪水时塌坝泄洪,保障城市防洪安全.单槽模式防洪安全度较高,景观较为单一,生态效益较差.



图2 单槽模式断面

Fig. 2 Section of single-channel pattern

b. 双槽模式(图3).采用洪水槽和清水槽分开的方式,泄洪槽内修蓄水的水闸、翻板坝或橡胶坝,平时蓄水造景,洪水时开闸或塌坝泄洪.景观清水槽内修建溢流堰挡水,保证景观水面.把洪水和清水分开,有效解决了洪水泥沙及清水景观的问题.清水槽可采用生态护岸,岸边修建亲水景观.

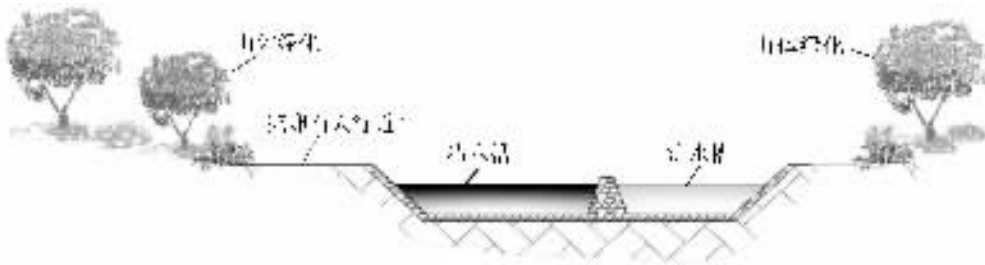


图3 双槽模式断面

Fig. 3 Section of double-channel pattern

c. 三槽模式(图4).在洪水槽两侧设置清水槽.一般来说,由于两侧都可亲水,对于两岸都有亲水需求的河段,采用三槽模式比双槽模式生态景观效果及社会经济效益更好,但是投资费用比双槽模式高,运行管理较复杂.

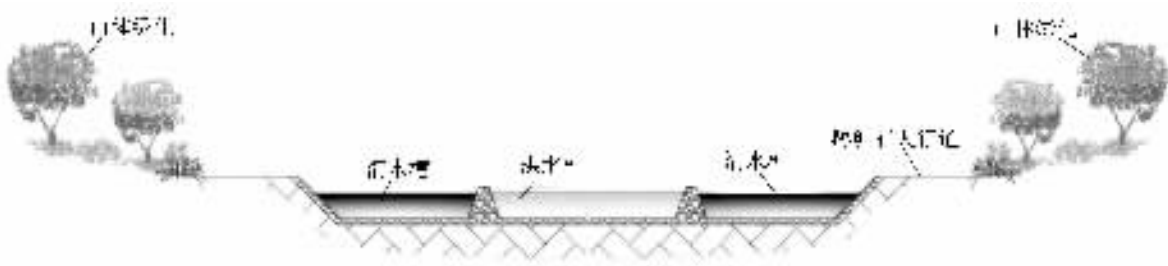


图4 三槽模式断面

Fig. 4 Section of three-channel pattern

2 评价指标体系及模型建立

为了对西北城市河道整治模式优选进行量化分析,需要建立合理的指标体系和优选模型.本文综合采用频率统计法和专家评估法建立评价指标体系,采用层次分析(analytic hierarchy process, AHP)法和模糊一致矩阵(fuzzy consistent matrix, FCM)决策方法相结合的优选模型计算综合优度值,对西北城市河道整治模式进行优选.

2.1 评价指标体系的建立

评价指标的确定是城市河道整治模式优选的根本条件和理论基础.评价指标筛选应遵循整体性、科学性、重点性、可操作性和独立性等原则^[5].为了建立一套科学可行的评价指标体系,首先参考众多相关的研究成果^[6-9],用频率统计法挑选出使用频率较高的指标,得到最初的指标体系.然后采用 Delphi 法,向专家发放问卷,整合专家意见,得到最终的西北城市河道整治模式评价指标体系,包含 4 个方面 8 个类别共 26 个指标,见表 1.

2.2 AHP-FCM 模型的建立

指标确定后,还需要根据其重要性对各指标赋予权重. AHP 法将定性与定量相结合,将各个因素之间的相互影响及隶属关系自上而下、由高到低排列成若干层次机构,按照一定的比例标度,通过两两比较确定各个因素的相对重要性,构造上层因素对下层相关因素的判断矩阵,利用判断矩阵的特征向量确定该层次各项因素的权重值,从而得到最低层次指针对于总体目标的重要性排序^[10]. AHP 法能对定性与定量资料进行综合分析,原理简单、层次分明、结果可靠,因此,本文采用该法对各级指标赋权,得到指标权重见表 2.

FCM 决策方法避开了模糊综合评判方法中的隶属函数,利用优劣关系代替,使得在定性指标较多的决策问题中的隶属函数问题得到解决,它的中分传递性符合人们决策思维过程的特点,是一个较为方便、实用的方法^[11-12].在对西北城市河道进行整治模式评价时,由于很多指标不能取到定量值,故采用该法作为决策方法.

本文结合 AHP 法和 FCM 法建立 AHP-FCM 模型,对河道整治模式进行优选.该模型思路明确,层次清晰,特别适用于规划工作过程中指标众多、定量值少的多方案比较.

3 实例应用

3.1 区域概况

乌海市位于黄河上游,内蒙古自治区的西南部.全市平均海拔 1 150 m,年平均降水量 156.8 mm,年平均蒸发量 3 206.40 mm,为降水量的 21 倍.干旱缺水对当地人民的生活、生产、生态造成极大影响.摩尔沟流域面积 191.5 km²,河道整治区上至东山截洪沟,下至黄河游龙湾滨河湿地,长 11.5 km.摩尔沟中、上游没有稳固的河道,一旦降水多于 20 mm,产生的瞬时洪水就会泛滥成灾,严重威胁乌海市区人民生命财产的安全.

由于摩尔沟上、中、下游的水文条件、地形地貌、城市功能等情况差距较大,故将其分为上、中、下游 3 段分别进行整治模式

表 1 指标体系

Table 1 Index system

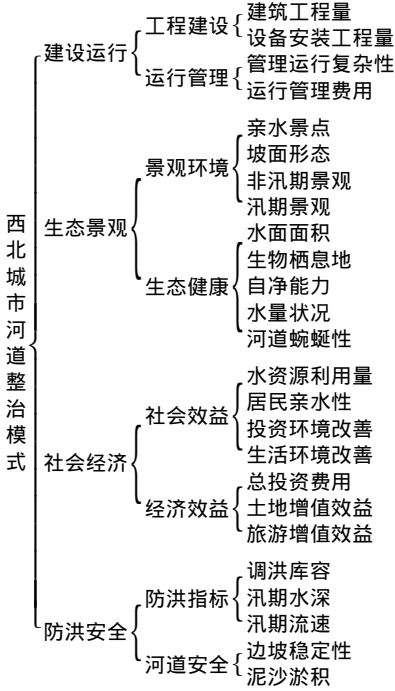


表 2 摩尔沟上游各模式单指标优度值

Table 2 Aggregative preference values of three patterns for upper reaches of Mo'er River

指标	权重	单指标优度值		
		单槽	双槽	三槽
建筑工程量	0.025	0.454	0.335	0.211
设备安装工程量	0.008	0.454	0.335	0.211
管理运行复杂性	0.006	0.454	0.335	0.211
运行管理费用	0.013	0.454	0.335	0.211
亲水景点	0.029	0.211	0.454	0.335
坡面形态	0.014	0.216	0.392	0.392
非汛期景观	0.029	0.211	0.454	0.335
汛期景观	0.029	0.454	0.335	0.211
水面面积	0.025	0.454	0.335	0.211
生物栖息地	0.011	0.216	0.392	0.392
自净能力	0.029	0.216	0.392	0.392
水量状况	0.025	0.454	0.211	0.335
河道蜿蜒性	0.011	0.333	0.333	0.333
水资源利用量	0.016	0.333	0.333	0.333
居民亲水性	0.030	0.211	0.454	0.335
投资环境改善	0.030	0.211	0.454	0.335
生活环境改善	0.057	0.211	0.454	0.335
总投资费用	0.021	0.454	0.335	0.211
土地增值效益	0.037	0.211	0.454	0.335
旅游增值效益	0.008	0.211	0.454	0.335
调洪库容	0.156	0.392	0.392	0.216
汛期水深	0.052	0.452	0.274	0.274
汛期流速	0.052	0.452	0.274	0.274
边坡稳定性	0.195	0.333	0.333	0.333
泥沙淤积	0.065	0.211	0.454	0.335

优选.上游 5.5 km 左岸为城区,右岸为荒山,自然比降较大,平时河槽几乎完全干枯,汛期洪水多从右岸荒山下泄,自然漫流;下游约 1.5 km,位于 G110 国道西侧,自然比降较缓,两侧为黄河湿地;中游约 4.5 km,两岸均为城市中心区,自然比降大小介于上下游之间,约为 0.7%.摩尔沟河道现状见图 5.

3.2 河道整治模式优选

3.2.1 上游河道整治模式优选

按照 AHP-FCM 模型,通过对全部 26 个指标的单指标分析、单指标矩阵构造、模糊一致矩阵转换、单指标优度值计算,计算单槽、双槽、三槽模式的综合优度值,结果见表 2.

由表 2 计算得到摩尔沟上游单槽、双槽、三槽模式综合优度值分别为 0.335 0.371 0.294,即摩尔沟上游河道整治应选用双槽模式.

3.2.2 中、下游河道整治模式优选

中游和下游的计算方法与上游相同,但边界条件不同.即指标分析得到的指标优劣排序不同.得到的上中下游各模式综合优度值见表 3.

由表 3 可见,摩尔沟河道整治模式的优选结果为:上游选用双槽模式,中游选用三槽模式,下游选用单槽模式.

3.2.3 结果合理性分析

摩尔沟上游左岸为乌海市城区,景观要求高,单槽模式汛期需要提前全部塌坝运行,河槽全部为干河槽,景观效果差,在左河槽修建清水槽能有效改善城市面貌.而右岸为荒山,修建清水槽没有必要.此外上游洪水从右岸汇入摩尔沟,若右岸修建清水槽,那么夹带着泥沙的上游洪水进入洪水槽就需要再跨过清水槽修建一段涵洞,也是不经济的,因此上游选择双槽模式是合理的.

摩尔沟中游两岸均为城市主城区,三槽模式洪水槽位于两个清水槽中间,汛期干河造成的不良影响较小,兼顾了未来发展的趋势,为乌海市区营造了人水和谐的优雅水景观.三槽模式在防洪、经济指标上表现也较好.所以中游选择三槽模式是合理的.

摩尔沟下游地势平缓,两岸均为黄河湿地,被称为“地球绿肺”的湿地具有很好的涵蓄水、调节生态环境的作用,规划为湿地公园,能满足市民日常的休闲需求.因此下游无论选择 3 种模式中的哪一种,生态景观、社会经济收益指标都近似.而单槽模式在下游防洪能力好,工程量、总投资少,易运行管理.因此,下游选择单槽模式是合理的.

综上所述,建立 AHP-FCM 模型对乌海市摩尔沟河道整治模式进行比选的结果是合理、可行的.

4 结 语

本文根据西北城市河道整治模式的定义,结合西北城市河道特点,参考西北城市河道整治的常见模式,建立了一套适合西北城市河道整治模式优选的综合指标体系.综合采用频率统计法和专家评估法建立评价指标体系,采用 AHP-FCM 模型计算综合优度值,以乌海市摩尔沟河道为例,对西北城市河道整治模式进行优选,优选结果为:上游选用双槽模式,中游选用三槽模式,下游选用单槽模式.分析表明,该结果是合理的.

参考文献:

[1] CECH T V.Principles of water resources history development management and policy[M].New York :John Wiley & Sons 2003.
[2] BURGESS C.Urban watersheds-how science and engineering can manage ,protect and preserve urban stream corridors[J].Technically Speaking 2004 23(10) 3-8.
[3] 余琳.北方地区城市河流综合治理方案评价研究[D].南京 :河海大学 2008.

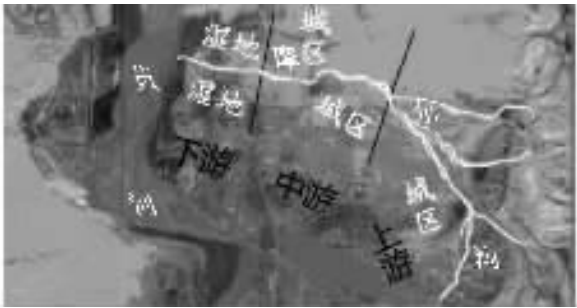


图 5 摩尔沟河道现状示意图
Fig. 5 Present situation of Mo'er River

表 3 摩尔沟上中下游各模式综合优度值
Table 3 Aggregative preference values of the three patterns of upper ,middle and lower reaches

河段	优度值		
	单槽模式	双槽模式	三槽模式
上游	0.335	0.371	0.294
中游	0.325	0.308	0.367
下游	0.368	0.342	0.290

- [4] 吴阿娜,车越,张宏伟,等.国内外城市河道整治的历史、现状及趋势[J].中国给水排水,2008,24(4):13-17.(WU E-na ,CHE Yue ,ZHANG Hong-wei ,et al. Urban river regulation :past ,present and prospect[J]. China Water & Wastewater ,2008 ,24(4):13-17. (in Chinese))
- [5] 高永胜,王浩,王芳.河流健康生命评价指标体系的构建[J].水科学进展,2007,18(2):16-18.(GAO Yong-sheng ,WANG Hao ,WANG Fang. Construction of evaluation index system for river's healthy life[J]. Advances in Water Science ,2007 ,18(2):16-18.(in Chinese))
- [6] 蔡庆华,唐涛,邓红兵.淡水生态系统服务及其评价指标体系的探讨[J].应用生态学报,2003,14(1):135-138.(CAI Qing-hua ,TANG Tao ,DENG Hong-bin. Discussion on freshwater ecosystem service and its evaluation index system[J]. Chinese Journal of Applied Ecology ,2003 ,14(1):135-138.(in Chinese))
- [7] 董哲仁.河流形态多样性与生物群落多样性[J].水利学报,2003(11):1-6.(DONG Zhe-ren. Diversity of river morphology and diversity of bio-communities[J]. Journal of Hydraulic Engineering ,2003(11):1-6.(in Chinese))
- [8] 刘晓燕,张原峰.健康黄河的内涵及其指标[J].水利学报,2006(6):1-5.(LIU Xiao-yan ,ZHANG Yuan-feng. Essence and indicators of the healthy Yellow River[J]. Journal of Hydraulic Engineering ,2006(6):1-5.(in Chinese))
- [9] 刘治理,马光文,杨道辉,等.大型水库运行方式的模糊层次分析研究[J].水利学报,2008,39(8):1017-1021.(LIU Zhi-li ,MA Guang-wen ,YANG Dao-hui ,et al. Optimal operation model for large scaled reservoir based on fuzzy analytic hierarchy process[J]. Journal of Hydraulic Engineering ,2008 ,39(8):1017-1021.(in Chinese))
- [10] 张文鸽,黄强.层次分析法(AHP)的标度分析及其在水利工程评价中的应用[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(3):152-156.(ZHANG Wen-ge ,HUANG Qiang. Scale analysis of AHP and its application in evaluating water conservancy engineering[J]. Journal of Northwest A & F University :Natural Science Edition ,2006 ,34(3):152-156. (in Chinese))
- [11] 黄健元,胡航宇.改进的模糊一致矩阵决策方法及其应用[J].河海大学学报:自然科学版,2006,34(6):721-723.(HUANG Jian-yuan ,HU Hang-yu. Improved decision making method based on matrix and its application[J]. Journal of Hohai University :Natural Sciences ,2006 ,34(6):721-723.(in Chinese))
- [12] 吕跃进.基于模糊一致矩阵的模糊层次分析法的排序[J].模糊系统与数学,2002,16(2):81-85.(LU Yue-jin. Weight calculation method of fuzzy analytical hierarchy process[J]. Fuzzy Systems and Mathematics ,2002 ,16(2):81-85.(in Chinese))

Optimization of training patterns of urban river in China 's northwestern cities

DING Yi-fan , TANG De-shan

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract : The characteristics of urban rivers in China 's northwestern cities were analyzed , and the training patterns of the urban rivers were defined and classified. An assessment index system for the optimization of urban rivers in China 's northwestern cities was established , including 4 aspects of construction and operation , ecological landscape , social economy and flood control safety with 8 categories and 24 indices. A model based on the fuzzy consistent matrix and the analytic hierarchy process (AHP-FCM) was proposed to compare the training patterns of urban rivers. Through a training project of Mo 'er River in Wuhai City of Inner Mongolia , the optimization results were calculated according to the characteristics of its upper , middle and lower reaches by use of the proposed AHP-FCM model , that is , double-channel , three-channel and single-channel patterns for the upper , middle and lower reaches , respectively. Rationality analysis of the results demonstrates that the proposed model is feasible and practical.

Key words : urban river ; training pattern ; AHP-FCM model ; aggregative preference value ; pattern optimization ; northwestern cities