

基于投影寻踪模型的镶黄旗水资源承载力评价 及其在水源调配中的应用

赵义平, 于向前, 刘 伟, 刘 迪, 汪馨竹, 王明新

(水利部牧区水利科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘 要:镶黄旗属于典型的半干旱牧区, 部分地区水资源供给已无法满足其经济发展需求, 急需在水资源承载力评价的基础上规划水源调配方案。依据镶黄旗水资源利用特点构建了承载力评价指标体系, 并基于投影寻踪模型作评价。投影特征值计算显示, 全旗水资源承载力整体较弱, 各分区中, 以新宝拉格镇最弱, 翁贡乌拉苏木稍好。最佳投影方向识别出地下水开发程度、人口密度、人均水资源占有量、单位GDP耗水量、生态用水率是对承载力影响较大的指标。根据承载力评价结果, 制定了从翁贡乌拉苏木阿日宝拉格水源地调水至新宝拉格镇的水源调配方案, 有助于缓解新宝拉格镇及宝格达苏木的供水压力。本成果可为镶黄旗水资源规划提供科学依据, 也可为其它类似地区的水资源管理提供参考。

关键词:水资源承载力; 水源配置; 投影寻踪模型; 镶黄旗

中图分类号: TV213

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2018)06-0072-05

镶黄旗位于内蒙古自治区中部, 属于典型的半干旱牧区。该区域降水量小、水资源利用程度高、生态环境脆弱, 部分地区水资源供给已无法满足其经济发展需求, 迫切需要对全旗不同区域的水资源承载力作评价, 并以此为基础规划水源调配方案。

水资源承载力概念自 20 世纪 80 年代提出后, 已发展出指标体系评价法^[1-2]、系统动力学法^[3-4]、多目标分析法^[5]等多种量化研究方法, 其中, 以指标体系评价法应用最广^[6-7]。指标体系评价法研究的核心问题是其权重分配, 合理的权重分配应体现 2 个方面信息: (1) 能够真实反映评价单元的水资源承载力总体水平, 并具有一定的确定性; (2) 能够比较不同评价单元的承载力差异。前人已尝试了多种权重分配方法, 包括层次分析法^[8]、模糊综合评判模型^[9]、主成分分析法^[10-11]、熵值法^[12]、支持向量机法^[13]等, 可分为主观赋权和客观赋权两类, 均存在不同程度的缺陷。如: 主观的层次分析法, 需人为比较指标重要程度, 存在较强的不确定性; 客观的熵值法, 虽消除了人为赋权的缺点, 但在实际应用中常出现各评价单元指标权重均值化现象。投影寻踪模型^[14]是近年来兴起的一种处理高维数据的统计方法, 对数据

群自身的特征结构和信息作分析, 将多元数据压缩为能反映原问题特征的一维信息, 既可客观体现区域水资源承载力的总体水平, 又能够反映不同评价单元之间的承载力差异。为此, 本文针对镶黄旗的水资源利用特点, 构建了适用于该区的水资源承载力评价指标体系, 并基于投影寻踪模型作评价。根据评价结果, 制定了不同区域间的水源调配方案。

1 研究区概况及其水资源承载力评价指标体系的构建

1.1 研究区概况

镶黄旗位于内蒙古锡林郭勒盟西南部, 面积约 5 172 km², 下辖 2 镇、2 苏木(乡)(见图 1)。区域地势南高北低, 以丘陵为主, 属中温带半干旱大陆性气候, 多年平均降水量仅为 255.43 mm, 蒸发量 1 395.5 mm。区域地表水资源较少, 受地形控制, 地下水分布于 4 个不同的水文地质单元(见图 1)。其中, 和 单元在区内分布面积较小, 以低山丘陵为主, 降水主要通过基岩裂隙补给地下水。和 单元在区内分布较完整, 单元东西两侧的基岩山区为地下水主要补给区, 中部

收稿日期: 2017-05-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(41402224); 中国水科院科研专项(MK2016J06, MK2016J25, MK2016J26, MK2017J06)

作者简介: 赵义平(1973-), 男, 内蒙古乌兰察布人, 硕士, 高级工程师, 从事水文及水资源研究。E-mail: nmmks2017@163.com

通讯作者: 于向前(1984-), 男, 内蒙古赤峰人, 硕士, 工程师, 主要从事水文地球物理勘探研究。E-mail: yuxq1@163.com

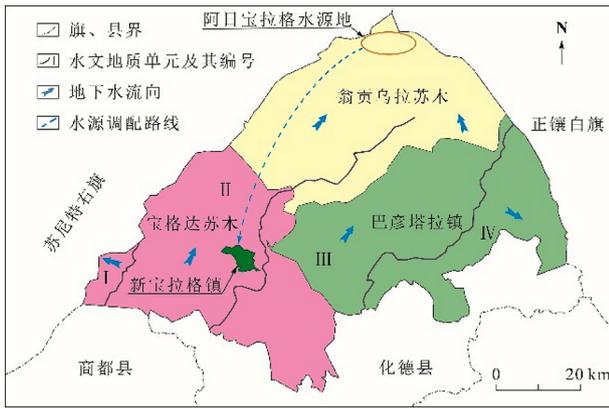


图1 镶黄旗水文地质单元分布图

Fig.1 The distribution of the hydrogeological units in Xianghuang banner

的山间盆地及沟谷为径流区,向北进入翁贡乌拉苏木北部,则转化为主要排泄区。

镶黄旗水资源利用具有以下突出特点:(1)水资源利用程度高,以地下水为主,基本无可供利用的地表水;(2)生态环境脆弱,第一产业以牲畜用水为主,农灌用水较少;(3)工业用水多与区内的资源及矿产开发相匹配,缺少外向型、劳动密集型产业。

1.2 水资源承载力评价指标体系的构建

水资源系统与社会、经济、生态系统之间具有相互依赖、相互影响的复杂关系,构建的指标体系应既能体现水资源的供需平衡状态,反映水资源与社会、经济、生态的协调状况,还应体现区域的水资源利用特点^[2,9]。本文构建的评价指标体系(见表1),与以往研究

存在几点不同:(1)区域无可供水的地表水,为更好地突出地下水的作用,列出了地下水开发程度指标;(2)增加降水量指标,一个地区的地下水资源量,本质上决定于其降水量;(3)第一产业以牲畜用水为主,故未列出传统的农灌用水指标,增加2项畜牧用水指标;(4)生态用水率为生态用水量与总用水量的比值,鉴于镶黄旗生态用水率较高,增加该指标,反映生态用水对脆弱生态环境的胁迫能力。

表1给出了镶黄旗及其下辖的镇、苏木各评价指标值,数据来源于镶黄旗统计年鉴及现场调查结果。目前,对水资源承载力等级划分标准及不同承载力水平对应的单项指标范围还没有统一的认识。本文将承载力水平分为5级,分别为:强(级)、较强(级)、中等(级)、较弱(级)、弱(级),借鉴前人成果^[15-17]、区域行业用水定额标准及其它类似地区的经验,给出了不同等级对应的单项指标范围(见表1)。

2 投影寻踪模型

投影寻踪模型的建模过程分以下几步:

(1)指标数据归一化。设第*i*个评价分区第*j*个指标为 $x_{ij}(i=1, \dots, n; j=1, \dots, p)$,对不同指标分类处理:

$$\text{对越大越优的指标: } x_{ij} = (x_{ij}^0 - x_{j\min}^0) / (x_{j\max}^0 - x_{j\min}^0) \quad (1)$$

$$\text{对越小越优的指标: } x_{ij} = (x_{j\max}^0 - x_{ij}^0) / (x_{j\max}^0 - x_{j\min}^0) \quad (2)$$

式中: $x_{j\min}^0, x_{j\max}^0$ 分别为第*j*个指标值的最小值和最大值; x_{ij} 为归一化后的指标值。

(2)线性投影。将高维数据向一维空间投影,设 \hat{a} 为

表1 镶黄旗水资源承载力评价指标统计值及分级标准

Table1 The statistical values of evaluation indexes and classification standard of water resources carrying capacity in Xianghuang banner

评价系统	评级指标	单位	统计值					评分等级				
			新宝拉格镇	巴彦塔拉镇	翁贡乌拉苏木	宝格达苏木	镶黄旗	强	较强	中等	较弱	弱
水资源系统	降水量	mm	256.56	267.22	221.55	256.56	255.43	>1000	600~1000	300~600	100~300	<100
	地下水开发程度	%	95.00	82.00	39.00	91.00	74.00	<20	20~30	30~60	60~80	>80
	水资源模数	$10^4 \text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$	1.57	0.83	1.13	1.06	1.01	>2	1.5~2	1.0~1.5	0.5~1.0	<0.5
社会系统	人口密度	$\text{人} \cdot \text{km}^{-2}$	391.28	3.91	3.15	4.38	6.06	<25	25~50	50~100	100~300	>300
	人均水资源占有量	m^3	20	1060	1791	1214	833	>2200	1700~2200	1000~1700	500~1000	<500
	人均生活用水量	$\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$	50.00	40.02	42.92	41.30	33.41	<20	20~40	40~60	60~100	>100
经济系统	人均GDP	万元	2.81	1.04	1.02	1.24	1.80	<0.3	0.3~0.66	0.66~2.5	2.5~7.74	>7.74
	GDP增长率	%/年	10.20	8.90	8.60	9.00	9.10	<6.75	6.76~7.25	7.25~7.75	7.75~8.25	>8.25
	单位GDP耗水量	m^3	17.50	61.04	39.06	142.50	40.22	<20	20~60	60~100	100~120	>120
生态系统	单位面积牲畜数量	$\text{头} \cdot \text{km}^{-2}$	20.29	50.96	40.92	48.47	46.70	<10	10~20	20~35	35~50	>50
	牲畜增长率	%	-0.21	0.90	11.68	-0.02	2.86	<0.1	0.1~0.5	0.5~1	1~2	>2
	生态用水率	%	9.61	13.63	50.95	21.53	20.85	<2	2~5	5~10	10~20	>20

p 维单位向量,其分值为 a_1, a_2, \dots, a_p , 则第 i 个评价分区的投影特征值 w_i 可描述为:

$$w_i = \sum_{j=1}^p a_j x_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中:定义 $w_{ij} = a_j x_{ij}$ 为 i 评价分区 j 指标的投影分量值。

(3) 目标函数构造。将目标函数 $V(\vec{a})$ 定义为类间距离与类内密度的乘积,即多元数据在一维空间散布的类间距离 $s(\vec{a})$ 和类内密度 $d(\vec{a})$ 同时取得最大值:

$$V(\vec{a}) = s(\vec{a}) \cdot d(\vec{a}) \quad (4)$$

式中:类间距离 $s(\vec{a}) = \left[\left(\sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w}_a)^2 \right) / (n-1) \right]^{0.5}$; \bar{w}_a 为 \vec{a}

方向上投影特征值 w_i 的均值, $s(\vec{a})$ 愈大, 散布愈开; 类

内密度 $d(\vec{a}) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (R - r_{ik}) u(R - r_{ik})$, $r_{ik} = |w_i - w_k|$ ($k=1, \dots, n$) 为投影特征值间的距离; R 为密度窗宽, 范围为 $r_{\max} + p/2 \leq R \leq 2p$; $u(R - r_{ik})$ 为单位阶跃函数, $R > r_{ik}$ 时, $u(R - r_{ik}) = 1$, 反之为 0; $d(\vec{a})$ 愈大, 聚类愈显著。

(4) 优化投影方向。当 $V(\vec{a})$ 取得最大值时所对应的 \vec{a} 就是最能反映数据特征的最优投影方向。

投影寻踪模型求解目标函数, 可能存在局部收敛问题, 需采用基于实数编码的遗传算法对其作全局寻优^[8]。具体过程为: (1) 随机生成 m 组 p 维初始单位投影向量 \vec{a} , 计算 w_i 值; (2) 计算类间距离 $s(\vec{a})$ 和类内密度 $d(\vec{a})$, 得出 $V(\vec{a})$ 值; (3) 经遗传算法的选择、交叉、变异过程得到新的投影向量 \vec{a} , 通过设置代沟的方式将原有 $V(\vec{a})$ 值的最大部分对应的向量 \vec{a} 予以保留; (4) 依据 $V(\vec{a})$ 越大越优的原则重新计算 w_i , 返回(1); (5) 当 $V(\vec{a})$ 稳定时, 得到的 \vec{a} 即为最优投影方向; (6) 对该投影方向作规范化处理, 确定最终的权重分配。

3 基于投影寻踪模型的水资源承载力评价

3.1 评价结果

计算过程应用 Matlab 编程实现。其中, 投影寻踪部分为自编程序, 基于实数编码的遗传算法选用了英国谢菲尔德大学开发的遗传算法工具箱 (Genetic Algorithms Toolbox)。模型的关键设置为: 父代初始种群规模为 400, 交叉概率为 0.80, 优秀个体数目为 20。将镶黄旗及各分区的指标值代入模型, 得到最佳投影方向为 0.0171, 0.4094, 0.1948, 0.3353, 0.4375, 0.0611, 0.1451, 0.0928, 0.5790, 0.0531, 0.0257, 0.3438, 对应的水资源承

载力投影特征值为: 镶黄旗 0.8313、新宝拉格镇 0.1399、巴彦塔拉镇 0.7320、翁贡乌拉苏木 1.4249、宝格达苏木 0.4796。与上述计算过程一致, 将评价指标分级标准(区间范围指标采用均值)代入模型, 得到不同承载力水平对应的投影特征值: 强 > 3.4639、较强 3.0347~3.4639、中等 2.0385~3.0347、较弱 0.7389~2.0385、弱 < 0.7389。

由计算结果可知, 镶黄旗水资源承载力整体较弱(级)。各分区中, 翁贡乌拉苏木承载力较弱, 其余均为承载力弱(级), 以新宝拉格镇最弱。顺序依次为: 翁贡乌拉苏木 > 巴彦塔拉镇 > 宝格达苏木 > 新宝拉格镇。

3.2 评价结果合理性检验

首先, 定性分析评价结果的合理性。镶黄旗降水量小, 水资源利用以地下水为主, 而全旗的地下水开发程度达 74%, 说明镶黄旗水资源承载力整体较弱的结论是合理的。具体到各分区, 新宝拉格镇为镶黄旗的政治经济中心, 是主要的用水单元, 其水资源承载力最弱。新宝拉格镇位于宝格达苏木内部, 已建的 2 个城镇供水水源地均位于宝格达苏木境内, 客观上决定了宝格达苏木也承担了较大的供水压力, 水资源承载力弱。相对而言, 翁贡乌拉苏木及巴彦塔拉镇面对的供水压力较小, 翁贡乌拉苏木地下水富水性更好, 所以水资源承载力要优于巴彦塔拉镇。上述分析说明各分区的评价结果也是合理的。

另外, 最佳投影方向识别了各指标对水资源承载力的影响程度, 可知地下水开发程度、人口密度、人均水资源占有量、单位 GDP 耗水量、生态用水率权重均大于 0.3, 这些指标既体现出镶黄旗水资源承载力的整体特点, 又很好地反映了分区间指标值的差异。降水量、人均生活用水量、GDP 年增长率、单位面积牲畜数量、牲畜增长率等, 虽为重要的指标, 但在各分区内指标值差异较小, 存在均值化现象, 所以分配的权重较小。因此, 应用投影寻踪模型进行权重分配是可行的, 客观上决定了评价结果的合理性。

4 水源配置方案

镶黄旗各分区中, 新宝拉格镇水资源承载力最弱, 根据实际情况, 新宝拉格镇的水资源供给已无法满足其经济发展需求, 需制定不同区域间的水源调配方案。全旗范围内, 宝格达苏木剩余的供水空间有限, 无法满足长期需求, 需在巴彦塔拉镇及翁贡乌拉苏木间作比较。

与翁贡乌拉苏木相比, 巴彦塔拉镇的水资源承载

力更弱,且其与新宝拉格镇之间有分水岭相隔,调水在工程上难度较大。翁贡乌拉苏木水资源承载力要优于其它3个地区,地下水富水性较好,且与新宝拉格镇属同一水文地质单元,工程上具有可行性。根据前期勘探资料,翁贡乌拉苏木最北端的阿日宝拉格水源地富水性最好,可考虑从其调水至新宝拉格镇(见图1中水源调配路线示意)。

5 结论

根据镶黄旗水资源利用特点构建了水资源承载力评价指标体系,应用投影寻踪模型作评价。投影特征值显示,镶黄旗水资源承载力整体较弱。各分区中,翁贡乌拉苏木承载力较弱,其余均承载力弱,新宝拉格镇最弱。最佳投影方向识别出地下水开发程度、人口密度、人均水资源占有量、单位GDP耗水量、生态用水率是对承载力影响较大的指标。

通过比较各分区水资源承载力大小,结合具体水文地质条件及施工难度,建议从翁贡乌拉苏木地下水富水性较好的阿日宝拉格水源地调水至新宝拉格镇,可缓解新宝拉格镇及宝格达苏木的用水压力。

参考文献:

- [1] 王传武. 对水资源承载力几个基本问题的新认识[J]. 水文, 2009,29(2):24-27. (WANG Chuanwu. New understandings about several basic concepts such as water resources carrying capacity[J]. Journal of China Hydrology, 2009,29(2):24-27. (in Chinese))
- [2] 王友贞,施国庆,王德胜. 区域水资源承载力评价指标体系的研究[J]. 自然资源学报, 2005,20(4):597-604. (WANG Youzhen, SHI Guoqing, WANG Desheng. Study on evaluation indexes of regional water resources carrying capacity [J]. Journal of Natural Resources, 2005,20(4):597-604. (in Chinese))
- [3] 黄蕊,刘俊民,李焜楷. 基于系统动力学的咸阳市水资源承载力[J]. 灌溉机械工程学报, 2012,30(1):57-63. (HUANG Rui, LIU Junmin, LI Linkai. Water resources carrying capacity of Xianyang city based on system dynamics [J]. Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering, 2012,30(1):57-63. (in Chinese))
- [4] Ines Winz, Gary Brierley, Sam Trowsdale. The use of system dynamics simulation in water resources management [J]. Water Resources Management, 2009,23(7):1301-1323.
- [5] 李韩笑,陈森林,胡士辉,等. 区域水资源承载力多目标分析评价模型及应用[J]. 人民长江, 2007,38(2):58-60. (LI Hanxiao, CHEN Senlin, HU Shihui, et al. Multi-objective analysis and evaluation model of regional water resources carrying capacity and its application [J]. Yangtze River, 2007,38(2):58-60. (in Chinese))
- [6] 赵军凯,张爱社. 水资源承载力的研究进展与趋势展望 [J]. 水文, 2006,26(6):47-54. (ZHAO Junkai, ZHANG Aishe. Progress and trend of study on water resources carrying capacity [J]. Journal of China Hydrology, 2006,26(6):47-54. (in Chinese))
- [7] 贺中华,梁虹,黄法苏,等. 喀斯特地区地下水资源承载力综合评价研究—以贵州省为例[J]. 水文, 2010,30(3):22-27. (HE Zhonghua, LIANG Hong, HUANG Fasu, et al. Assessment of groundwater resources carrying capacity in karst areas taking Guizhou Province as a case [J]. Journal of China Hydrology, 2010,30(3):22-27. (in Chinese))
- [8] 董雯,刘志辉. 艾比湖流域水资源承载力综合评价[J]. 干旱区地理, 2010,33(2):217-223. (DONG Wen, LIU Zhihui. Comprehensive evaluation of water resources carrying capacity in Ebinur Lake basin [J]. Arid Land Geography, 2010,33(2):217-223. (in Chinese))
- [9] 潘兴瑶,夏军,李法虎,等. 基于GIS的北方典型区水资源承载力研究—以北京市通州区为例[J]. 自然资源学报, 2007,22(4):664-671. (PAN Xingyao, XIA Jun, LI Fahu, et al. Applied study on evaluation method for water resources carrying capacity based on GIS techniques in typical north district[J]. Journal of Natural Resources, 2007,22(4):664-671. (in Chinese))
- [10] 邢旭光,史文娟,张译丹,等. 基于主成分分析法的西安市地下水资源承载力评价[J]. 水文, 2013,33(2):35-38. (XING Xuguang, SHI Wenjuan, ZHANG Yidan, et al. Assessment of groundwater resources carrying capacity in Xi'an city based on principal component analysis [J]. Journal of China Hydrology, 2013,33(2):35-38. (in Chinese))
- [11] 赵自阳,李王成,王霞,等. 基于主成分分析和因子分析的宁夏水资源承载力研究[J]. 水文, 2017,37(2):64-72. (ZHAO Ziyang, LI Wangcheng, WANG Xia, et al. Study on water resources carrying capacity in Ningxia based on principal component analysis and factor analysis [J]. Journal of China Hydrology, 2017,37(2):64-72. (in Chinese))
- [12] 杜发兴,曹广晶,梁川,等. 水资源承载力综合评价的熵权属性识别模型[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2009,41(11):243-249. (DU Faxing, CAO Guangjing, LIANG Chuan, et al. Attribute recognition model on entropy to comprehensively evaluate water resources bearing capacity [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2009,41(11):243-249. (in Chinese))
- [13] 宰松梅,温季,仵峰,等. 河南省新乡市水资源承载力评价研究[J]. 水利学报, 2011,42(7):783-788. (ZAI Songmei, WEN Ji, WU Feng, et al. Evaluation of water resources carrying capacity in Xinxiang city [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2011,42(7):783-788. (in Chinese))
- [14] 付强,赵小勇. 投影寻踪模型原理及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007. (FU Qiang, ZHAO Xiaoyong. Principle and Its Application of Projection Pursuit Model [M]. Beijing: Science Press, 2007. (in Chinese))
- [15] 董四方,董增川,陈康宁. 基于DPSIR概念模型的水资源系统脆弱性分析[J]. 水资源保护, 2010,26(4):1-3. (DONG Sifang, DONG Zengchuan, CHEN Kangning. Analysis of water resources system vulnerability based on DPSIR conceptual model [J]. Water Resources Protection, 2010,26(4):1-3. (in Chinese))
- [16] 沈珍瑶,杨志峰. 黄河流域水资源可再生性评价指标体系与评价方

- 法[J]. 自然资源学报, 2002,17(2):188-197. (SHEN Zhenyao, YANG Zhifeng. Index system and method for assessing water resources renewability of the Yellow River basin [J]. Journal of Natural Resources, 2002,17(2):188-197. (in Chinese))
- [17] 赵建民,陈彩虹,李靖. 水土保持对黄河流域水资源承载力的影响[J]. 水利学报, 2010,41(9):1079-1086. (ZHAO Jianmin, CHEN Caihong, LI Jing. Impacts of soil and water conservation on water resources carrying capacity in Yellow River basin [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2010,41(9):1079-1086. (in Chinese))
- [18] 陈曜,丁晶,赵永红. 基于投影寻踪原理的四川省洪灾评估[J]. 水利学报, 2010,41(2):220-225. (CHEN Yao, DING Jing, ZHAO Yonghong. Assessment on flood disaster in Sichuan province based on the principle of projection pursuit method [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2010,41(2):220-225. (in Chinese))

Evaluation of Water Resources Carrying Capacity in Xianghuang Banner Based on Projection Pursuit Model and Its Application in Water Resources Allocation

ZHAO Yiping, YU Xiangqian, LIU Wei, LIU Di, WANG Xinzhu, WANG Mingxin

(Institute of Water Resources for Pastoral Area, MWR, Hohhot 010020, China)

Abstract: Xianghuang Banner is located in the semi-arid pastoral area, and the water supply of some areas can not meet the needs of economic development, and the water resources transfer project was urged to plan based on the evaluation of water resources carrying capacity. According to the characteristics of water resources utilization, an evaluation indexes system was constructed based on the projection pursuit model. The results show that: (1) The water resources carrying capacity of Xianghuang Banner is weak, and Wengongwula Sumu is better than Xinbaolage Town, which is the weakest area of water resources carrying capacity. (2) The degree of groundwater development, population density, water resources per capita, water consumption per unit of GDP and ecological water consumption rate have the great influence on water carrying capacity. Based on the evaluation results, the water resources transfer project was made for water transfer from Wengongwula Sumu to Xinbaolage Town, which can help to relieve water supply stress of both areas. The results can provide the scientific basis of water resources regulation plan for Xianghuang Banner, and also provide reference for water resources management in other similar areas.

Key words: water resources carrying capacity; water resources regulation; projection pursuit model; Xianghuang Banner

(上接第 11 页)

Flood Classification Research Based on Intensity and Morphology Indexes

PENG Wei^{1,2}, LIU Bingjun^{1,2}, LIAO Yeying^{1,3}, QIU Jiangchao^{1,2}

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 2. Key Laboratory of Water Cycle and Water Security in Southern China of Guangdong High Education Institute, Guangzhou 510275, China;

3. Huizhou Hydrology Bureau of Guangdong Province, Huizhou 516001, China)

Abstract: Flood classification is one of the important means to describe the characteristics and regularity of floods and to strengthen flood management. In this paper, the Jiuzhou Station in the Lancangjiang River Basin was taken as an example, in which 198 floods were sampled by using POT sampling method. The essential features of flood classification in this area were studied respectively from just considering the intensity index or considering the intensity and morphology index. The results are as follows: (1) The flood classification based on intensity index can not take into account the flood intensity and morphological characteristics. The morphology is different in the same type of flood, making the flood classification results unreasonable; (2) Considering the intensity and morphology index, the floods at the Jiuzhou Station can be divided into 4 categories. Various floods have different intensity and morphology indexes while congener floods show high similarity.

Key words: flood classification; intensity index; morphology index