

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.03.001

基于模糊理论的博尔塔拉蒙古自治州水资源利用和谐度分析

侯艳军¹,安瓦尔·买买提明¹,侯贞霞²

(1.新疆师范大学地理科学与旅游学院,新疆 乌鲁木齐 830054;2.安阳市公路局,河南 安阳 455000)

摘要 通过对博尔塔拉蒙古自治州 2002—2007 年水资源统计数据及其相关的社会、经济与生态环境数据分析,构建了水资源利用和谐度评价指标体系,运用 AHP 法确定各评价指标的相对权重,借助模糊理论中的和谐度概念,建立了评价水资源利用和谐度的数学模型,定量分析博尔塔拉蒙古自治州的水资源利用和谐度。结果表明 :①2002—2007 年间博州地区的水资源配置和谐度呈逐年上升的态势 ;②博乐、精河和温泉三市县的水资源利用和谐度基本呈上升趋势,2007 年处于较和谐状态,和谐度差异很小。提出了提高水资源配置和谐度的对策。

关键词 水资源利用 模糊理论 ;AHP 法 和谐度 博尔塔拉蒙古自治州

中图分类号 :TV213.9 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2011)03-0001-06

Analysis on harmony degree of water resources utilization based on fuzzy theory :a case study of Bortala Mongol Autonomous Prefecture

HOU Yan-jun¹, Anwaer MAIMAITIMING¹, HOU Zhen-xia²

(1. School of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China ;2. High Way Bureau of Anyang, Anyang 455000, China)

Abstract :Evaluation index system of harmony degree of water resources utilization was established by analysis of water resources, social, economical and ecological statistical data in Bortala Mongol Autonomous Prefecture between 2002 and 2007. The mathematical model of assessing harmony degree of water resources utilization was established in virtue of harmony degree concept of fuzzy theory and relative weight of each assessing index was determined by AHP method. The harmony degree of water resources utilization was analyzed quantitatively in Bortala Mongol Autonomous Prefecture. The results showed as followed : (1) the harmony degree of water resources allocation increased year after year in Bortala region between 2002 and 2007 ; (2) water resources utilization harmony degree in Bole, Jinghe and Warm spring County of Bortala presented ascending tendency basically, which was in the harmony state each in 2007 and their harmony degree differences were small. The countermeasures to increase harmony degree of water resources utilization were put forward.

Key words : water resources utilization ; fuzzy theory ; AHP method ; harmony degree ; Bortala Mongol Autonomous Prefecture

我国干旱区主要包括新疆全境、甘肃河西走廊以及内蒙古贺兰山以西地区,土地面积约占全国的 24.5%^[1],但是该地区地表水和地下水分别占全国的 3.3% 和 5.5%,且时空分布不均,导致水资源十分短缺,生态问题严峻,影响着干旱区地理系统的稳定性,引起众多学者关注。李元寿等^[2]通过对西北干旱区水资源利用引起的生态环境问题研究,提出了水资源利用的生态环境保护对策 ;任倩^[3]通过对

基金项目 国家自然科学基金(40761008)
作者简介 侯艳军(1981—),男,河南安阳人,硕士研究生,从事城市地理与规划研究。E-mail :yjhoul223@163.com
通讯作者 安瓦尔·买买提明,副教授。E-mail :anwaer@xjnu.edu.cn

干旱区水资源的流域管理分析,提出了干旱区流域可持续利用的对策 李海涛等^[4]通过对民勤绿洲水资源利用分析,指出水资源开采将维持在高强度,地下水水质会恶化,生态危机将加重 周宏飞等^[5]通过对新疆的水资源利用量及其承载能力分析,指出新疆水资源可以支撑社会经济的可持续发展 叶茂等^[6]通过对塔里木河水资源利用面临的问题分析,提出了塔里木河流域水资源可持续利用的基本对策 桂东伟等^[7]通过用虚拟水理论探讨干旱区生态用水问题,提出了干旱区水资源合理利用的措施。上述研究多是从水资源利用与生态自然环境的关系进行研究,少有水资源利用与社会、经济、生态环境的的综合的、定量的研究。笔者拟采用模糊理论中的和谐度概念对新疆博尔塔拉蒙古自治州(以下简称博州)水资源利用与社会、经济、生态系统的和谐性进行综合的、定量的分析,试图从时间和空间上找出博州地区水资源利用和谐度的变化特征,并给出对策。

1 研究区概况

博州位于新疆准噶尔盆地西南部,东经 79°53′~83°53′,北纬 44°02′~45°23′。东西长 315 km,南北宽 125 km,总面积 2.7 万 km²。该自治州辖博乐市、精河县、温泉县和阿拉山口口岸行政管理区。博州多年平均降水量为 73.2 mm,降水深为 291.6 mm,平均径流深为 100.32 mm。博州水资源具有干旱少雨的特点,干旱指数高达 5.2~24.1,属于极干旱区,生态环境极其脆弱。长期以来,在经济建设中由于忽视对水资源保护并进行过度开发,社会经济需水量与生态环境需水量比例严重失调,导致天然生态系统退化,水土矛盾突出^[8]。

2 和谐度概念与评价方法

2.1 和谐度概念

和谐度是对系统和谐性的度量,反映系统中各个子系统之间相互联系、相互适应、相互协调运行的程度,是在科学分析和计算基础上对某一事物或现象的协调一致性进行评判的数量指标^[9]。系统和谐性是描述系统是否形成了充分发挥系统成员和子系统能动性、创造性的条件及环境,以及系统成员和子系统活动的总体协调性^[10]。

水资源利用和谐度是度量水资源系统的要素构成、运行状况以及与外部环境是否协调、和谐的一个综合指标。其基本内涵有:①系统地评价水资源系统的内部功能,反映系统中各要素的组成和互相匹配关系;②综合地反映水资源的供给与社会经济发展、生态环境对水资源的需求之间的平衡关系;③总

体反映在一定的技术条件、一定时期、一定区域内水资源系统与外部环境的基本关系;④具体反映水资源利用的合理程度^[11]。本文研究的水资源利用和谐度是水资源利用与经济、社会和生态系统和谐性的综合反映。

2.2 评价指标体系构建

以研究区域实际发展为基础,遵循科学性、系统性、动态性和可操作性原则,选择 11 个指标(表 1),运用 AHP 法建立评价指标体系。

表 1 水资源利用和谐度指标体系

目标层	中间层主评价因素及代码	权重	末端层子评价因素及代码	权重	指标属性
水资源利用和谐度 H	社会系统和谐度 h ₁	0.36	城市用水普及率 C ₁	0.23	正
			农村居民人均供水量 C ₂	0.18	正
			城镇居民人均供水量 C ₃	0.30	正
			有效灌溉农田面积 C ₄	0.29	正
	经济系统和谐度 h ₂	0.28	第一产业万元耗水量 C ₅	0.40	负
			第二产业万元耗水量 C ₆	0.39	负
			第三产业万元耗水量 C ₇	0.21	负
	生态系统和谐度 h ₃	0.36	城市人均绿地面积 C ₈	0.16	正
			水资源开发率 C ₉	0.26	负
			污水排放量 C ₁₀	0.30	负
			生态环境用水量 C ₁₁	0.28	正

C₁ 指城市用水的非农业人口数(不包括临时人口和流动人口)与城市非农业人口总数之比;C₂ 指农村供水总量与农村人口总数之比;C₃ 指城镇供水总量与城镇人口总数之比;C₄ 指具有一定的水源、地块比较平整、灌溉工程或设备已经配套、在一般年景下当年能够进行正常灌溉的耕地面积;C₅ 指第一产业耗水量与第一产业产值之比;C₆ 指第二产业耗水量与第二产业产值之比;C₇ 指第三产业耗水量与第三产业产值之比;C₈ 指城市绿地面积与城市人口总数之比;C₉ 指当年总用水量与水资源总量之比;C₁₀指区域内排放污水总量;C₁₁指包括河湖人工补水和城市环境用水量。以上指标比较科学性、代表性、整体性地反映了博州水源利用的特征,同时也兼顾了资料的可得性。

2.3 AHP 法确定指标权重

2.3.1 建立两两比较的判断矩阵

选择对新疆干旱区水资源利用研究较多的 11 名专家,以问卷调查的形式进行指标间两两相对的重要性比较,通过几何平均法获得比较的最终标定值,在此基础上建立各指标间两两比较的判断矩阵:

H	H ₁	H ₂	H ₃	C	C ₅	C ₆	C ₇
H ₁	1.00	0.80	0.82	C ₅	1.00	1.03	1.87
H ₂	1.25	1.00	1.02	C ₆	0.98	1.00	1.82
H ₃	1.23	0.98	1.00	C ₇	0.53	0.55	1.00

C	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	1.00	1.31	0.78	0.80
C_2	0.76	1.00	0.60	0.61
C_3	1.28	1.68	1.00	1.02
C_4	1.26	1.65	0.98	1.00

C	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}
C_8	1.00	0.63	0.54	0.59
C_9	1.25	1.00	0.86	0.93
C_{10}	1.85	1.17	1.00	1.09
C_{11}	1.70	1.07	0.92	1.00

2.3.2 层次单排列

运用方根法求出判断矩阵的最大特征根所对应的特征向量 $W, W = (W_1, W_2, \cdots, W_n)^T$ 为所求的特征向量的近似解(即权重值)。其中：

$$W_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n b_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n b_{ij}}} \tag{1}$$

计算判断矩阵的最大特征根 $\lambda_{\max}$ ：

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{A_{W_i}}{nW_i} \tag{2}$$

其中

$$A_{W_i} = \sum_{i=1}^n b_{ij}W_i$$

式中 b_{ij} 表示判断矩阵的第 i 行第 j 列的值。

2.3.3 判断矩阵一致性指标 C_I 的检验

AHP 法不能保证每个判断矩阵具有完全一致性，因此必须通过一致性检验检查各个指标的权重之间

是否存在矛盾之处。进行一致性检验的公式如下：

$$C_I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{3}$$

$$C_R = \frac{C_I}{R_I} \tag{4}$$

式中 R_I 为平均随机一致性指标(见表 2),其取值由判断矩阵的阶数所决定 ; C_R 为判断矩阵的随机一致性比例,当 $C_R \leq 0.10$ 时判断矩阵才具有满意的一致性,否则应予调整。

表 2 平均随机一致性指标

阶数	R_I	阶数	R_I	阶数	R_I
1	0	6	1.24	11	1.52
2	0	7	1.32	12	1.54
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45		
5	1.12	10	1.49		

2.3.4 层次综合排序

经过一致性检验,每个矩阵的 $C_R \leq 0.10$,具有满意的一致性,求出中端层、末端层指标权重值(见表 1)。

2.4 数据处理

各指标数据(表 3)来源于文献[12-19]。

为了消除量纲,使各异的指标具有无量刚性和可比性,并且能体现其本身对系统和谐度的影响力,需要对原始数据进行标准化处理^[20](表 4)。在指标体系中有些指标呈正相关的关系,成为正向型指标；有些指标呈负相关的关系,成为负向型指标。标准化的方法如下：

表 3 2002—2007 年研究区原始数据

地区	年份	$C_1/$ %	$C_2/$ m^3	$C_3/$ m^3	$C_4/$ hm^2	$C_5/$ ($m^3 \cdot 万元^{-1}$)	$C_6/$ ($m^3 \cdot 万元^{-1}$)	$C_7/$ ($m^3 \cdot 万元^{-1}$)	$C_8/$ m^3	$C_9/$ %	$C_{10}/$ 万 t	$C_{11}/$ 亿 m^3
博州	2002	94.42	52.26	31.32	70860	10 127	441	29	12.00	36.10	1 052.00	0.026 0
	2003	94.97	45.97	35.07	70 400	8 738	321	31	17.13	45.30	861.00	0.027 2
	2004	96.54	36.13	41.58	72 060	8 152	247	27	15.01	48.30	866.35	0.024 3
	2005	98.11	42.35	28.45	72 900	7 625	184	21	14.32	51.10	743.05	0.027 0
	2006	98.05	41.20	29.79	7 514	7 230	149	19	13.45	53.80	781.64	0.029 7
	2007	98.00	38.12	35.49	77 900	5 767	121	2.5	12.94	52.50	824.64	0.028 9
	2002	99.01	32.42	26.69	27 610	3 372	216	16	11.73	31.40	321.00	0.003 3
博乐市	2003	99.08	28.81	27.43	27 470	2 934	150	16	17.39	40.10	574.00	0.003 4
	2004	99.15	22.44	31.88	27 570	3 125	207	9	14.01	38.40	718.40	0.002 5
	2005	99.47	25.05	21.54	27 600	2 440	48	10	13.87	40.10	566.68	0.002 0
	2006	99.58	24.88	21.14	27 950	2 347	51	9	13.82	44.20	510.65	0.002 0
	2007	99.46	24.88	27.40	28 210	1 860	47	8	11.88	41.80	335.00	0.007 5
温泉县	2002	97.72	39.03	32.61	20 430	9 400	288	65	21.86	13.70	174.00	0.000 8
	2003	96.51	36.31	37.31	20 450	9 638	205	73	22.34	21.00	152.00	0.000 6
	2004	98.26	25.69	50.26	20 810	11 977	106	53	22.86	24.00	90.55	0.000 8
	2005	100.00	38.05	28.91	21 620	13 032	191	70	23.33	30.50	55.98	0.000 5
	2006	96.51	32.51	31.61	23 490	11 451	91	59	23.88	33.70	84.50	0.006 0
	2007	93.02	30.13	31.43	24 740	9 048	126	47	24.42	31.90	103.88	0.001 4
精河县	2002	74.47	38.67	27.44	22.820	6 769	310	49	7.61	22.10	154.20	0.000 4
	2003	71.48	32.63	37.25	22 480	5 930	290	48	13.26	24.50	135.00	0.000 6
	2004	85.00	25.51	38.46	23 680	5 462	222	48	12.00	28.70	57.40	0.000 3
	2005	91.77	28.32	24.96	23 680	4 949	246	47	12.64	26.50	118.38	0.001 0
	2006	91.00	28.33	25.58	23 700	5 327	160	42	13.12	28.00	186.49	0.000 7
	2007	90.22	27.81	25.12	24 900	4 686	113	37	13.78	30.70	126.58	0.001 7

表 4 2002—2007 年研究区标准化数据

地区	年份	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}
博州	2002	0.00	1.00	0.22	0.06	0.00	0.00	0.07	0.00	1.00	0.00	0.31
	2003	0.15	0.61	0.50	0.00	0.32	0.38	0.00	1.00	0.48	0.62	0.54
	2004	0.57	0.00	1.00	0.22	0.45	0.61	0.14	0.59	0.31	0.60	0.00
	2005	1.00	0.39	0.00	0.33	0.57	0.80	0.35	0.45	0.15	1.00	0.50
	2006	0.98	0.31	0.10	0.63	0.66	0.91	0.42	0.28	0.00	0.88	1.00
	2007	0.97	0.12	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.18	0.07	0.74	0.85
	2002	0.00	1.00	0.52	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.23
博乐市	2003	0.12	0.64	0.59	0.00	0.29	0.39	0.00	1.00	0.32	0.36	0.26
	2004	0.25	0.00	1.00	0.14	0.16	0.05	0.88	0.40	0.45	0.00	0.09
	2005	0.81	0.26	0.04	0.18	0.62	0.99	0.75	0.38	0.32	0.38	0.00
	2006	1.00	0.24	0.00	0.65	0.68	0.98	0.88	0.37	0.00	0.52	0.00
	2007	0.79	0.24	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	0.19	0.96	1.00
温泉县	2002	0.67	1.00	0.17	0.00	0.91	0.00	0.31	0.00	1.00	0.00	0.05
	2003	0.50	0.80	0.39	0.00	0.85	0.42	0.00	0.19	0.64	0.19	0.02
	2004	0.75	0.00	1.00	0.09	0.26	0.92	0.77	0.39	0.49	0.71	0.05
	2005	1.00	0.93	0.00	0.28	0.00	0.49	0.12	0.57	0.16	1.00	0.00
	2006	0.50	0.51	0.13	0.71	0.40	1.00	0.54	0.79	0.00	0.76	1.00
	2007	0.00	0.33	0.12	1.00	1.00	0.82	1.00	1.00	0.09	0.59	0.16
	2002	0.15	1.00	0.18	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.25	0.07
精河县	2003	0.00	0.54	0.91	0.00	0.40	0.10	0.08	0.92	0.72	0.40	0.21
	2004	0.67	0.00	1.00	0.50	0.63	0.45	0.08	0.71	0.23	1.00	0.00
	2005	1.00	0.21	0.00	0.50	0.87	0.32	0.17	0.82	0.49	0.53	0.50
	2006	0.96	0.21	0.05	0.50	0.69	0.76	0.58	0.89	0.31	0.00	0.29
	2007	0.92	0.17	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.46	1.00

正向型指标

$$C = \frac{C_a - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}} \tag{5}$$

负向型指标

$$C = \frac{C_{\max} - C_a}{C_{\max} - C_{\min}} \tag{6}$$

式中： C 为标准化的指标值； C_a 为实际评价指标值； $C_{\max}$ 为评价指标中的最大值； $C_{\min}$ 为评价指标中的最小值。

2.5 和谐度模型的构建

由于水资源利用和谐度取决于多因素的相互作用,各因素的关系与作用机理具有相当程度的模糊性,用一般的方法很难给出一个定量的数学模型^[21]。模糊数学在研究客观事物彼此之间的差异在其中间过渡的不分明性具有相对的优势,模糊评价法通过较为科学的确定模糊集合中各变量的隶属度,运用层次分析法原理确定评价指标中的相对权重,通过对各个关联指标进行分析,在模糊集合中查出其隶属度,通过判别模型确定和谐度的等级^[22]。水资源利用和谐度模型为：

$$H = h[h_1, h_2, h_3] \tag{7}$$

其中

$$h = \sum W_i C_i$$

式中： H 为水资源利用和谐度； h 为和谐度概念函数； h_1 、 h_2 、 h_3 分别为社会系统和谐度、经济系统和

谐度、生态系统和谐度； W_i 和 C_i 分别为第 i 个指标的权重和标准化指标值。

H 的取值在 0 ~ 1 之间,最大和谐度取值为 1,最小和谐度取值为 0,和谐度值越高表示系统越和谐。一般定义 $H > 0.9$ 为和谐, $0.7 < H \leq 0.9$ 为较和谐, $0.5 < H \leq 0.7$ 为一般和谐, $0.3 < H \leq 0.5$ 为不和谐, $0.1 < H \leq 0.3$ 为极不和谐。

3 结果分析

根据式(5)(6)对原始数据标准化后,由式(7)可计算出博州地区及博州各县市 2002—2007 年社会系统和谐度、经济系统和谐度、生态系统和谐度及水资源利用和谐度(表 5、表 6)。

表 5 博州地区 2002—2007 年和谐度计算结果

年份	h_1	h_2	h_3	H
2002	0.198	0.022	0.345	0.200
2003	0.217	0.274	0.622	0.378
2004	0.371	0.462	0.357	0.392
2005	0.514	0.653	0.554	0.568
2006	0.621	0.754	0.587	0.647
2007	0.813	1.000	0.507	0.757

3.1 博州地区水资源利用和谐度的时间变化分析

2002 年博州地区水资源利用和谐度处于极不和谐状态,2003—2004 年处于不和谐状态,2005—2006 年处于一般和谐状态,2007 年处于较和谐状

表 6 博州市各县 2002—2007 年水资源利用和谐度计算结果

年份	博乐市		温泉县		精河县	
	H	位序	H	位序	H	位序
2002	0.307	2	0.323	1	0.217	3
2003	0.310	3	0.368	1	0.314	2
2004	0.249	3	0.455	1	0.454	2
2005	0.451	2	0.446	3	0.575	1
2006	0.513	3	0.592	1	0.548	2
2007	0.784	1	0.763	3	0.782	2

态。在研究期间博州地区水资源利用和谐度处于持续改善的趋势,表明博州地区水资源利用系统不断得到优化。社会系统和谐度表现出同水资源利用和谐度相似的变化特征,从 2002 年的极不和谐状态上升到 2007 年的较和谐状态,系统和諧度得到持续改善。在研究期间经济系统和谐度也同样处于改善态势,但其上升幅度大于水资源利用和谐度上升幅度,从 2002 年的极不和谐上升到 2007 年的和谐。生态系统和谐度呈现出与上述和谐度指标不同的变化特征,生态系统和谐度是波动变化的,从 2002 年的不和谐上升为 2003 年的一般和谐,2004 年又下降为不和谐,2005—2007 年又上升为一般和谐,其间 3 年也出现上升—下降的变化特征,波动幅度较大。

博州地区水资源利用和谐度呈持续改善趋势的原因如下:①在研究期间博州地区由于社会加大了对城市给排水系统和农村饮水及农田水利水电设施的建设,使社会供水系统不断改善,从而使城市用水普及率得到提高,居民用水得到合理的供给,农田有效灌溉面积逐年增加,这些有利因素促使社会系统和谐度持续改善,进而对水资源利用和谐度产生了积极的影响。②在研究期间博州地区通过调整产业结构、加强农业节水技术运用,以及加强对工业耗水的控制,提高工业用水的重复利用率,使第一、第二、第三产业万元耗水量逐年下降,2007 年与 2002 年相比,3 项产业的万元耗水量分别下降了 43%、72%、58%,使经济系统和谐度得到了大幅度上升,进而促进了水资源利用和谐度的改善。③在研究期间博州地区通过对污水排放的严格管理,尤其是对工业污水排放的管理,加强保证生态环境用水,使污水排放量处于基本下降的趋势(除 2007 年污水排放量大于 2006 年),生态用水基本保持小幅度增加,正作用于生态环境系统的改善,但是由于人均绿地面积的减小和水资源开发率的增加,给生态环境系统的完善带来一定的负面作用,正负 2 种因素的相互作用促使生态系统和谐度的波动变化,但总体而言,由于具有社会、经济系统和谐度的拉升力,仍使水资源利用和谐度呈上升趋势。

3.2 博州地区水资源利用和谐度的空间变化分析
博乐市水资源利用和谐度从 2002 年的不和谐状态,到 2007 成为较和谐状态,其水资源利用和谐度基本呈上升趋势(除 2004 年低于 2003 年),位序从 2002 年的第 2 位上升到 2007 年的第 1 位。温泉县水资源利用和谐度从 2002 年的不和谐状态上升为 2007 年较和谐状态,其水资源利用和谐度基本呈上升趋势(除 2005 年略低于 2004 年),位序从 2002 年的第 1 位下降到 2007 年的第 3 位。精河县水资源利用和谐度从 2002 年的极不和谐状态上升为 2007 年的较为和谐状态,其水资源利用和谐度基本呈上升趋势(除 2006 年略低于 2005 年),位序从 2002 年的第 3 位上升为 2007 年的第 2 位。博州市各县水资源利用和谐度的变化特征是基本呈上升趋势,2007 年都处于较和谐状态,并且各市县和谐度差异很小。从各市县水资源利用和谐度在研究期间的均值来分析,温泉县处于第 1 位,精河县处于第 2 位,博乐市处于第 3 位。博州市各县水资源利用和谐度基本呈上升趋势的原因基本上与博州地区水资源利用和谐度逐年改善的原因相似。

博州市各县水资源利用和谐度在空间上表现出差异的原因在于:①在社会系统和谐度的子评价因素中温泉县在农村人均供水量、城市人均供水量和农田有效灌溉面积上的评价因素中优于精河县,精河县优于博乐市,因而就社会系统和谐度而言温泉县排第 1,精河县排第 2,博乐市排第 3。②在经济系统和谐度的子评价因素中博乐市关于第一产业、第二产业和第三产业的万元耗水量方面优于精河县,精河县优于温泉县,因而就经济系统和谐度而言博乐市排第 1,精河县排第 2,温泉县排第 3。③在生态系统和谐度的子评价因素中温泉县关于人均绿地面积、水资源开发率和污水排放量方面优于精河县,精河县优于博乐市,因而就生态系统和谐度而言温泉排第 1,精河县排第 2,博乐市排第 3。综合分析得出水资源利用和谐度排序为温泉县第 1,精河县第 2,博乐市第 3。

4 结论与对策

4.1 结论

在 2002—2007 年间博州地区的水资源利用和谐度呈逐年上升的态势,表明博州地区水资源利用系统处于不断优化状态。博州市各县水资源利用和谐度的变化特征是基本呈上升趋势,2007 年都处于较和谐状态,并且各市县的和谐度差异很小。从各市县水资源利用和谐度在研究期间的均值上分析,温泉县处于第 1 位,精河县处于第 2 位,博乐市处于第 3 位。

4.2 主要对策

- a. 根据水资源的承载能力,合理确定城市经济结构和产业布局 加强流域水资源的管理,合理安排生态、生活和生产用水。
- b. 加强城乡居民供水和农村水利水电基础设施的建设和完善,保证居民安全、正常地用水和农田的有效灌溉 加强水资源节约意义的宣传,提高居民的节水意识,减少水资源的浪费。
- c. 在保证粮食安全的前提下稳定耕地面积,避免过多地开垦新的耕地,减少新增农业用水,推广低耗水的农作物和经济作物,采用耐旱性优良的农作物品种,应用工程节水技术,推广滴灌等节水灌溉模式,降低农业用水定额 在缺水地区严禁建设高耗水的工业项目,加强企业节水技术改造,实现冷却水循环利用,降低工业用水定额。
- d. 加强对工业污水、农业污水、生活污水的有效治理,减少污水排放量,提高水质,保护水环境;科学、合理地开发水资源,增加生态用水量,提高公共绿地面积,促进生态系统的稳定和优化。

参考文献:

[1] 施雅风. 气候变化对西北华北水资源的影响[M]. 济南: 山东科学技术出版社,1995.

[2] 李元寿,贾晓红,鲁文元. 西北干旱区水资源利用中的生态环境问题及对策[J]. 水土保持研究,2006,13(1): 217-220.

[3] 任倩. 西北干旱区水资源可持续利用的流域管理浅析[J]. 安徽农业科学,2007,35(32): 10427-10429.

[4] 李海涛,许学工,肖笃宁. 民勤绿洲水资源利用分析[J]. 干旱区研究,2007,24(3): 287-295.

[5] 周宏飞,张捷宾. 新疆的水资源可利用量及其承载能力分析[J]. 干旱区地理,2005,28(6): 756-763.

[6] 叶茂,徐海量,宋郁东,等. 塔里木河流域水资源利用面

临的主要问题[J]. 干旱区研究,2006,23(6): 388-392.

[7] 桂东伟,吕光辉,秦艳,等. 用虚拟水理论探讨干旱区生态用水问题[J]. 干旱区研究,2007,24(4): 466-469.

[8] 苏颖君,李洪滨. 博州水资源配置总体思路[J]. 新疆水利,2006(6): 8-9.

[9] 王瑞娜. 城市防洪系统与社会经济系统和谐度[J]. 经济地理,2008,28(4): 557-560.

[10] 席酉民,尚玉钊. 和谐管理理论[M]. 北京: 中国人民大学出版社,2002.

[11] 王济干,张婕,董增川. 水资源配置的和谐性分析[J]. 河海大学学报: 自然科学版,2003,31(6): 702-705.

[12] 博尔塔拉蒙古自治州水利局. 博尔塔拉蒙古自治州水资源公报[R]. 博乐: 博尔塔拉蒙古自治州水利局,2002 2003 2004 2005 2006 2007.

[13] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社,2003.

[14] 王贵荣. 新疆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社,2004.

[15] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社,2005.

[16] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社,2006.

[17] 中国统计出版社. 新疆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社,2007.

[18] 中国统计局. 新疆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社,2008.

[19] 博尔塔拉蒙古自治州统计局. 博尔塔拉蒙古自治州统计年鉴[R]. 博乐: 博尔塔拉蒙古自治州统计局,2003; 2004 2005 2006 2007 2008.

[20] 沈菊琴,张劲松,邓东升,等. 南水北调三潼宝工程征地移民系统和谐性研究[J]. 南水北调与水利科技,2008,6(1): 115-119.

[21] 谢季坚,刘承平. 模糊学方法及其应用[M]. 武汉: 华中科技大学出版社,2000.

[22] 姜晨光,姜忠平,王纪明,等. 基于模糊理论的人与自然和谐度相关问题初探[J]. 中国发展,2007,7(1): 18-20.

(收稿日期: 2010-04-26 编辑: 高建群)

· 简讯 ·

国家防总紧急调拨中央抗旱物资驰援湘鄂两省

进入 2011 年以来,长江中下游地区降水与多年同期相比偏少 4~6 成,为 1961 年以来同期最少年份。进入 5 月份以后,降水虽较前期略有增加,但湖北、湖南、江西、安徽、江苏等省部分地区降水与多年同期相比仍偏少 2~4 成。受此影响,长江中下游主要江河累计来水量较多年同期偏少 1~7 成,洞庭湖水系、鄱阳湖水系主要控制站水位较常年同期偏低 0.43~4.20 m。江河水位的持续降低,不仅影响了沿线自流灌溉引水设施的正常运行,也造成沿线城镇供水的抽水设施出力不足,长江中下游旱情的发展给部分地区的农业灌溉和城乡供水带来了一定的不利影响,其中湖北、湖南两省的局部地区比较突出。为支持湖北、湖南两省旱区抗旱保春耕、保人畜饮水安全,国家防总于 5 月 18 日紧急从郑州、新乡、武汉等地的中央防汛抗旱物资仓库调拨 45 台(套)850 m³/h 的大流量水泵及配套设备运抵湖北省投入抗旱。5 月 19 日,国家防总向湖南省紧急调拨了 20 台(套)850 m³/h 的大流量水泵、50 台(套)32 m³/h 流量的潜水泵,40 台柴油发电机组、50 台汽油发电机、195 个运水罐以及配套设备。同日,又向湖北省紧急调拨 850 m³/h 的大流量水泵 15 台(套)。

国家防总在近期调拨中央抗旱物资驰援两省抗旱救灾的基础上,还将根据后期各地旱情发展和地方抗旱救灾的需求,进一步加大中央抗旱物资的支持力度,全力支援地方抗旱保人饮、保耕种。

(摘自 <http://www.mwr.gov.cn/slxw/slyw/201105/t20110520-267591.html>)