

④

629-632

水资源灰色供需协调分析方法浅说

吕一河, 惠[✓]决河, 李 菲

TV213

(西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069)

摘要:对水资源供需分析方法进行了简要地总结与回顾,在此基础上重点剖析了一种基于灰色系统理论的灰色供需协调分析方法的基本思路、特点和简单算法,并且结合西安市的实际给出了该方法的一个简单算例,以说明该方法的实用价值。

关键词:灰色供需协调分析;协调度;水资源;西安市

中图分类号:P333.9;X37 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(1999)06-0629-04

供需分析 评价
供需平衡

水资源供需分析评价是整个水资源评价的重要组成部分。它以区域现状和预测的水资源系统、社会经济系统及供需水系统的状况和发展趋势为基础,对各水平年的供需水系统主要特征参数和性态进行定性、定量乃至综合分析,从而为区域水资源的合理开发利用、区域开发与规划、区域经济—社会—生态持续协调发展提供决策支持。

并在实践中获得广泛的应用(见表1)。这种方法是供需平衡分析法^[1]。该方法是在综合考虑各水平年的水资源条件、用水条件、工程条件和水质状况等因素的基础上对相应水平年的来水、水质、供水与需水进行分析计算和比较,以探明在不同保证率下水资源供需余缺和水环境状况,最终提出解决水资源供需矛盾、改善水环境、保证区域经济发展、社会稳定与生态持续的对策建议与可行方案。

迄今为止,国内水资源供需分析评价比较成熟,

表1 水资源供需平衡关系分析

Tab. 1 The relationship analysis between water demand and supply

3项主要因素关系	可供水量	弃水量	余水量	缺水水量	情况程度	缺水类型		
						资源	工程	污染
$W_s > W_i > W_d$	W_d	$W_s - W_i$	$W_i - W_d$	0	0			根据
$W_s > W_d > W_i$	W_i	$W_s - W_i$	0	$W_d - W_i$	α		T	水质
$W_d > W_s > W_i$	W_i	$W_s - W_i$	0	$W_d - W_i$	α	T	T	状况
$W_d > W_i > W_s$	W_s	0	0	$W_d - W_s$	β	T		判定
$W_i > W_d > W_s$	W_s	0	0	$W_d - W_s$	β	T		
$W_i > W_s > W_d$	W_d	0	W_i	0	0			

注: W_s , 可用水资源; W_i , 供水能力; W_d , 需水量; $\alpha = (W_d - W_i) / W_d$; $\beta = (W_d - W_s) / W_s$; T, 有此情况。

可见,水资源供需平衡分析法概念清晰、计算简便易行、结果明确翔实,因而具有很强的可操作性。然而,这种方法是基于供需水数量的分析,在反映评价时段上和供需水时间过程相互协调的综合性上,具有明显的局限性。此外,近年来 GAMS 系

统、大系统理论等在水资源供需平衡与协调评价中的研究与应用也日趋成熟,但是这些方法一般建模、求解所需的工作量较大,有时甚至会遇到很大困难。鉴于此,本文提出一种基于灰色系统理论的水资源灰色供需协调分析评价方法,以期对水资源评价理

收稿日期:1998-08-10

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(95D03)

作者简介:吕一河(1974-),河北涞水人,西北大学硕士生,主要从事自然地理学、水文水资源研究。

论与方法体系的丰富和发展能有所裨益。

1 灰色供需协调分析的理论基础

灰色供需协调分析方法实质上是将灰色系统理论中的灰色关联分析方法引入水资源供需分析评价之中而形成的一种方法。这种方法反映的是供需水时间序列曲线几何形状上的相似程度,是序列变化同步性和曲线变化趋势吻合程度的定量描述。协调度的计算结果只与供需水时间序列变化态势有关,而与序列本身数值的绝对大小无关。由此可见,灰色供需协调分析是对于供需水时间序列动态特征的评价方法,但是,它自身并不能反映某一特定时段水资源余缺状况的绝对数量,因而,若独立应用,则会暴露出很大的缺陷,若与供需平衡分析法配合使用则可相互补充和完善,可望收到良好的效果。

2 灰色供需协调分析的思路与特点

按照灰色系统理论的基本原理^[2],可以把水资

源供需系统看作一类灰色系统进行分析研究。水资源供需系统行为的时间数据序列通常是没有规律,呈随机性变化的。对于这种随机变化,改变传统的建立在大样本容量基础上的统计研究,将水资源供需过程灰色化,通过数据处理的方法充分挖掘灰色过程的相关信息,从而获得供需水时间过程的协调性信息^[3]。

灰色供需协调分析算法所要求取的两个基本参数是协调系数 K_j 与协调度 C_0 。算法的基本过程如下:

设 $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 为一定水平年的供水量时间序列(可以是总供水、地表或地下水供给), $Y_{ij} = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in})$ 为同一水平的需水量时间序列(其中 n 值取决于计算时间步长,以季为单位则 $n = 4$,以月为单位则 $n = 12$,以天为单位则 $n = 365$ 或 366 ; i 代表不同需水部门)。在直角坐标平面内将供、需水时间序列各点相连便构成了曲线族(如图 1)。

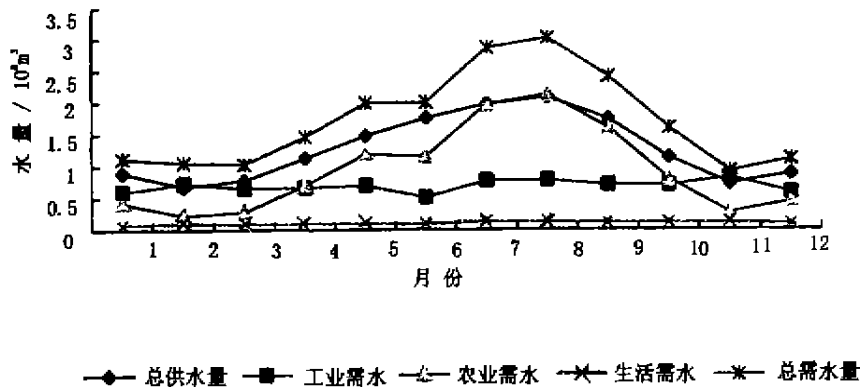


图 1 西安市水资源供需序列曲线

Fig. 1 The curves of water demand and supply in Xi'an city / 10⁴m³

协调系数的计算^[4~5]

$$K_j = \frac{\Delta \min + \rho \cdot \Delta \max}{\Delta(j) + \rho \cdot \max}$$

其中

$$\Delta(j) = |X_j - Y_{ij}|,$$

$$\Delta \max = \max(\Delta(1), \Delta(2), \dots,$$

$$\Delta \min = \min(\Delta(1), \Delta(2), \dots, \Delta(n)).$$

ρ 为分辨系数,其作用在于提高 K_j 之间差异的显著性。 $\rho \in (0, 1]$ 。其具体取值遵循如下准则^[6~7]:

记 m 为用水部门总数, $\Delta \nu$ 为所有绝对差的均值,即

$$\Delta \nu = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |X_j - Y_{ij}|.$$

记 $\epsilon_\Delta = \nu / \Delta \max$, 则 ρ 的取值范围: $\epsilon_\Delta \leq \rho \leq 2\epsilon_\Delta$,

且满足

(1) $\Delta \max > 3\Delta \nu$ 时, $\epsilon_\Delta \leq \rho \leq 1.5\epsilon_\Delta$, 实际计算中可取区间中值;

(2) $\Delta \max \leq 3\Delta \nu$ 时, $1.5\epsilon_\Delta \leq \rho \leq 2\epsilon_\Delta$, 实际计算中可取区间中值。

协调度 C_0 的求取

$$C_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot k_j.$$

其中,权重值 α_j 可通过层次分析法、专家评价法、德尔菲法、集值统计迭代法和神经网络等方法来确定。对于这些方法的具体细节,在此不再赘述。在实际工作中,可视评价计算的具体要求选择适当地权重确定方法。笔者认为,人工神经网络方法在权重确定上有独特的优势,确定权重时只需输入影响权重的变

量值,经过网络层间的转换便可自动生成权重值,因此,若条件具备可优先考虑采用此方法解决权重问题。

与灰关联度的一般算法相比,上述方法具有如下特点:

(1) 没有对原始数据序列进行规范化处理,但在评价计算的实际工作中,由于供需水数值序列都在同一数量级范围内波动,且具有相同的量纲。所以,这种处理也能使 $\Delta(j)$ 的计算易于实现,并且可以免除规范化处理过程引入的误差,同时也能避免规范化处理对原始数据序列特征的改变。

(2) 分辨系数 ρ 的取值既能使协调系数更好地体现系统的整体性,又可以避免系统因子观测序列异常值支配整个系统协调系数取值的情形。同时,还能根据观测值的动态变化选取 ρ 值。这样,不仅分辨

系数的取值有了一定的客观基础,也在很大程度上限制了 ρ 值选取的人为任意性,而且还有一定的灵活性和智能性,从而可使评价结果更趋可靠。

(3) 在协调度 C_0 值的计算中,对各 K_j 值进行了加权平均,权值的确定充分考虑了某一水平年内不同时间段的供需水协调系数 K_j ,受重视程度的差异,因而 C_0 值更能够反映区域水资源供需系统的实际情况。

3 灰色供需协调分析的简单算例

引用西安市 1995 年水资源供需的部分数据(表 2),对所述方法进行实际应用。应该说明的是,本次协调度 C_0 值的计算中,为说明问题和简化计算过程,权重 α_j 的确定采用了成对比较法。

表 2 供需水原始数据序列

项目 / 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
总供水量	0.894	0.674	0.782	1.126	1.474	1.755	1.97	2.074	1.742	1.134	0.719	0.876
工业需水	0.607	0.724	0.653	0.667	0.694	0.511	0.764	0.776	0.699	0.694	0.814	0.58
农业需水	0.427	0.223	0.279	0.695	1.191	1.157	1.971	2.118	1.595	0.791	0.263	0.439
生活需水	0.087	0.11	0.096	0.1	0.106	0.078	0.12	0.124	0.107	0.109	0.12	0.091
总需水量	1.121	1.057	1.028	1.462	1.991	2	2.855	3.014	2.401	1.594	0.91	1.11

西安市位于关中平原中部,渭河两岸,地处东经 $107^{\circ}40' \sim 109^{\circ}49'$,北纬 $33^{\circ}39' \sim 34^{\circ}44'$ 之间,东西长约 204 km,南北宽约 101 km,南依秦岭山脉,北靠渭北荆山黄土台塬,西起太白山地和青化黄土台塬,东到零河和灞源,国土面积 9 983 km²。西安市共辖

新城、碑林、莲湖、雁塔、未央、灞桥、阎良、临潼 8 区和长安、周至、户县、高陵、蓝田 5 县。1995 年西安市实际供水量为 15.22×10^8 m³,理论需水量为 20.58×10^8 m³(年内供需水变化趋势见图 1)。经计算,协调度结果见图 2。

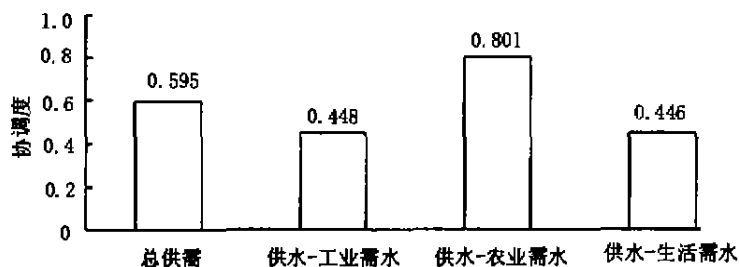


图 2 灰色供需协调度计算结果

Fig. 2 The calculation result of the degree of grey coordination between demand and supply

1995 年,西安全市水资源供需未达到平衡,缺水 5.36×10^8 m³,缺水程度为 26%。这主要是由于西安市本年度水文干旱所致(本年度该市水资源总量为 12.08×10^8 m³,仅为多年平均水资源总量的 45.3%)。

灰色供需协调的计算结果表明,总供水与农业需水的协调度最高为 0.801,而总供水与生活需水的协调度最低为 0.446。从水资源总的供需状况看,1995 年西安市水资源供需既不平衡又不尽协调。总供水与农业需水的协调程度高,说明在供水紧张时,

农业生产的需水更富弹性,遭受的损失较小,同时也说明农业用水目前存在着浪费现象,推进农业科技进步和农田水利基本建设,特别是节水灌溉工作,则显得尤为重要。总供水与工业、生活需水的协调程度低,说明工业生产和居民生活对于供水状况的反应敏感,所受的影响大,这也表明,西安市(特别是市区)目前的供水系统尚不能很好地满足城市发展的需要,在今后的城市建设中有必要加强供水系统等基础设施的建设,搞好管理,更好地支持城市的持续、健康发展。

可见,灰色协调分析的基本方法较为真实地反

映了西安市水资源系统的实际情况,表明该方法有较好的实用性。

4 结 语

水资源灰色供需协调分析方法注重将灰色关联分析的理论方法与水资源评价的具体实际相结合,而不是原始方法的简单套用,并力图有所发展。总的来看,该方法在理论上较为严谨,同时,实践也证明该方法对区域水资源供需评价工作来说是适用的。

参考文献:

- [1] 汪承杰. 水资源计算与评价[M]. 南京: 南京大学出版社, 1993. 90-95.
- [2] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武昌: 华中理工大学出版社, 1986. 97-120.
- [3] 高彦春. 区域水资源灰色供需协调评价的初步研究[J]. 地理学报, 1997, 52(2): 163-168.
- [4] 薛惠锋, 贾 嵘, 薛小杰, 等. 水资源可持续利用的理论与实践[M]. 西安: 西安地图出版社, 1998. 97-100.
- [5] 袁嘉祖. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 50-55.
- [6] 吕 锋. 灰色关联度及其分辨系数研究[J]. 系统工程理论与实践, 1997(6): 49-54.
- [7] 肖新平. 关于灰色关联度量化模型的理论研究与评论[J]. 系统工程理论与实践, 1997(8): 76-81.

(编 辑 徐象平)

A preliminary research on the grey coordination analysis between demand and supply of water resources

LU Yi-he, HUI Yang-he, LI Fei

(Department of Urban and Resources Science, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: A concise description is made on the methods of supply and demand analysis, especially of the equilibrium and coordination of water supply and demand system. However, the main efforts are given to find out the basic idea, process and characteristics of the approach for grey coordination analysis, which is based on the theory of grey system. Taking the situation of water demand and supply in Xi'an city as an example, the usability of the approach is discussed as well.

Key words: grey coordination analysis of water demand and supply; the degree of coordination; water resources; Xi'an city