

文章编号: 1007-4929(2005)04-0016-03

甘肃省水资源区域优势综合评价与分析

魏邦龙, 白天志, 冯中毅, 张娟

(兰州师范高等专科学校计算机科学教育系, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 水资源的过多或过少都会导致危机。优化配置水资源, 是推动西部地区经济社会可持续发展的关键。如何实现水资源的优化配置, 是政府主管部门、众多学者共同关心的问题。通过对甘肃省水资源区域优势的综合评价, 揭示甘肃不同地区水资源的丰亏状况, 为寻求经济发展与生态建设、水资源合理开发利用的最佳结合点提供科学依据。

关键词: 水资源; 区域优势; 综合评价

中图分类号: S273.1 文献标识码: A

Evaluation and Analysis of GanSu Water Resources Zoning Advantage

WEI Bang-long, BAI Tan-zhi, FENG Zhong-yi, ZHANG Juan

(Lanzhou Teacher Collage Computer Science Department, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Water resources overabundance or shortage will result in crisis. Optimal scheduling of water resources is an important element for propels west area economy growing. Government and scholar are very care how to realize the optimal water resources scheduling. By evaluate and analysis of Gansu water resources zoning advantage in this article will show water resources variety in Gansu province and provide a basis for ecosystem construction and water resources scheduling.

Key words: water resources; zoning advantage; synthesis evaluation

1 甘肃省水资源的现状

甘肃省地处黄土高原、青藏高原和内蒙古高原的交汇处, 海拔在 1 000~3 000 m, 东西长 1 655 km, 南北宽 530 km, 最窄处仅 25 km, 呈狭长形。气候差异较大, 降雨量在时空、地域分布上, 变化差异很大, 幅度在 35~900 mm, 由东南向西北方向迅速递减, 平均纬向递减率为 123 mm, 平均经向递减率为 96 mm。全省多年平均降雨量只有 281 mm, 多年平均自产地表水资源量只有 286.207 亿 m^3 , 仅占全国地表水资源量的 1.06%, 居全国第 27 位, 人均水量仅 1 149 m^3 , 约为全国平均水平的 1/2, 在全国排名中列为第 22 位, 甘肃农业用水占全省总用水量的 80% 以上, 灌溉水利用率低于全国水平, 同时工业用水重复利用率低。而甘肃单方水 GDP 产出量是 8.75 元^[2], 低于全国的 16.4 元/ m^3 。在全省三大流域(内陆河、长江、黄河流域)中, 黄河流域和内陆河流域养活全省 90% 的人口。但多年来甘肃

省黄河流域、内陆河流域缺水已达 10 亿 m^3 。可以说甘肃水资源严重不足已是不言而喻的现实, 这个现实正在制约全省经济的可持续发展。同时为了解决下游用水矛盾的日益突出, 黄河、黑河按照国家统一部署, 实行跨省际分水, 把一部分有限的水资源分配给下游。但这样一来, 甘肃省用水矛盾更加突出。如何优化配置有限的水资源, 使黄河、内陆河中、上游生态环境的综合治理、城市用水、工业用水、农业用水与经济社会的可持续发展相互协调, 已是刻不容缓的现实问题, 需要在短时期内提出解决的办法。

2 甘肃水资源评价指标体系的组成及权重确定

水资源的短缺与否是相对这个地区的水资源需求而言的, 单就水资源的总量来说很难反映一个区域水资源的丰亏状况。要准确评价一个区域水资源的基本状况, 指标的设置必须满足全面性、可比性和可行性等要求。因而必须考虑水资源拥有

收稿日期: 2004-02-25

基金项目: 甘肃省社科规划项目“甘肃省水资源优化配置与经济社会可持续发展问题研究(甘肃社科规划办[2003]2号)”的部分研究内容。

作者简介: 魏邦龙(1957-), 男, 研究员。

量、人口、耕地面积、有效灌溉面积、节水灌溉面积以及生态环境治理等多项指标。甘肃水资源评价指标体系由水资源拥有量、水域面积、自然资源三大指标体系,18个二级指标组成。这些指标基本上概括了甘肃水资源基本状况的主要因素。以此为依据进行的水资源评价,可准确地反映甘肃水资源的区域优势和特点,指导水资源的优化配置。其中水资源拥有量包括8个二级指标,由水资源总量、人均水量、降雨量、自产水量、入境水量、地下水量、单位耕地水量、单位国土水量组成;水域面积包括6个二级指标,由节水灌溉面积、有效灌溉面积、水田面积、水土流失治理面积及治碱除涝面积、土壤水力侵蚀面积、水域面积组成;自然资源共有4个二级指标体系,具体由耕地面积、国土面积、林业用地面积、人口组成。在以上构成甘肃水资源评价指标体系的18个指标中,每个指标对于分析水资源区域优势和内在特点有着不同的重要性。如何排列出不同指标相对重要性的次序,仅靠主观意识,可能会出现失误。因此需要对各个指标之间的重要性予以量化分析,即计算这些指标之间重要性的数值。通常应用层次分析法(AHP)可以取得较理想的决策结果。

根据以上分析,对于甘肃水资源评价指标体系的组成分为以下层次,最高层为“确定甘肃水资源评价指标体系的权重”;准则层为“水资源拥有量”、“水域面积”、“自然资源”3个层次;指标层分别由3部分组成,其中“水资源拥有量”、“水域面积”、“自然资源”分别由8,6,4个指标组成。最后对每一层各元素之间的相互重要性给出判断,并将判断结果以数值表达出来,即确定判断矩阵。数值的选取可根据调研数据、统计资料以及专家意见和决策者的认识水平加以综合平衡后得出。

层次分析法计算的关键是计算出判断矩阵的最大特征根及其对应的特征向量,一般采用的方法有方根法、和积法、和幂法,本文采用方根法^[3]。经计算,得到甘肃水资源优化评价指标体系准则层、各指标层的权重值以及一致性检验结果,见表1、表2、表3。利用同一层次中所有层次单排序的结果,就可以计算针对上一层次而言,本层次所有指标重要性的权重。对于最高层,其层次单排序的结果即为总排序,可由准则层与各指标层的权重相乘而计算出。具体结果见表4。

表1 准则层各指标间的权重

水资源拥有量	水域面积	自然资源
0.637	0.258	0.105

注:其判断矩阵一致性检验: $\lambda_{max}=3.039$, $CI=0.019$, $RI=0.58$, $CR=CI/RI=0.033<0.1$,判断矩阵满足一致性检验。

表2 指标层间各指标间的权重

水资源拥有量	权重	水域面积	权重	自然资源	权重
水资源总量	0.327 99	节水灌溉面积	0.353 726	耕地面积	0.564
人均水量	0.231 924	有效灌溉面积	0.283 788	国土面积	0.263
降雨量	0.158 514	水域面积	0.190 378	林业用地	0.118
自产水量	0.106 547	水田面积	0.087 65	人口	0.055
入境水量	0.071 252	治理面积	0.054 842		
地下水量	0.047 893	侵蚀面积	0.029 616		
单位耕地水量	0.032 734				
单位国土水量	0.023 146				

水资源拥有量指标层、水域面积指标层、自然资源指标层的判断矩阵都满足一致性检验,其结果见表3。

表3 水资源拥有量、水域面积、自然资源指标层判断矩阵的一致性检验

水资源拥有量指标层	水域面积指标层	自然资源指标层
$\lambda_{max}=8.288$	$\lambda_{max}=6.305$	$\lambda_{max}=4.117$
$CI=0.041$	$CI=0.061$	$CI=0.039$
$RI=1.41$	$RI=1.24$	$RI=0.90$
$CR=CI/RI=0.029<0.1$	$CR=CI/RI=0.049<0.1$	$CR=CI/RI=0.043<0.1$

表4 各指标相对总目标的权重

指标名称	权重	指标名称	权重
水资源总量	0.208 930	有效灌溉面积	0.073 217
人均水量	0.147 736	水域面积	0.049 118
降雨量	0.100 973	水田面积	0.022 614
自产水量	0.067 870	水土流失治理面积	0.014 149
入境水量	0.045 388	水力侵蚀面积	0.007 641
地下水量	0.030 508	耕地面积	0.059 220
单位耕地水量	0.020 852	国土面积	0.027 615
单位国土水量	0.014 744	林业用地	0.012 39
节水灌溉面积	0.091 261	人口	0.005 775

3 甘肃水资源评价的综合指标及计算结果

综上所述,甘肃省各地(州、市)水资源构成因素间存在较大的差异,如何全面反映一个区域水资源的基本特征,需要一个既能代表各个指标,又能体现出指标间不同重要性的“综合指标”。通过对数学模型的筛选,在本项目的研究中采用星座图聚类提供的方法来计算甘肃不同地(州、市)水资源的区域优势和基本特征。其计算过程为:数据标准化变换,由于构成水资源特征的基本要素一般都有不同的量纲,并且有不同的数量级单位,因而首先对原始数据进行标准化变换,其数学模型为:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}}$$

其次计算出每个指标考虑影响权重后的得分值:

$$p_{ij} = w_i \times x'_{ij}$$

最后计算出每个地(州、市)水资源特征的综合指标值:

$$q_j = \sum_{i=1}^{18} p_{ij}$$

式中: w_i 为第*i*个指标的权重; $x_{i\min}$ 、 $x_{i\max}$ 分别为第*i*个指标的最小值和最大值; $i=1,2,\dots,18$; $j=1,2,\dots,14$ 。

按照以上计算步骤,分别计算甘肃省14个地(州、市)水资源区域优势的综合指标值。

甘肃水资源区域优势的评价等级分为5类,即优、良、中、较差、差。按照甘肃省地(州、市)水资源基本要素的共有属性,由综合指标的大小划分每个地区的等级。即其值在0.5以上,等级为优;大于0.4小于0.5,等级为良;0.3~0.2之间等级为中;0.2~0.1之间等级为较差;0.1以下等级为差。按照以上

划分标准,甘肃省的甘南藏族自治州、陇南地区水资源区域特征评价结果的等级为优,酒泉市、张掖市水资源区域特征评价结果为良,定西市、武威市、庆阳市、天水市、宁夏回族自治区、白银市的水资源区域特征评价结果为中等,平凉市、兰州市的水资源区域特征评价结果为较差,而金昌市、嘉峪关市的水资源区域特征评价结果为差,见表5。

表5 甘肃省地(州、市)水资源区域优势综合分析结果

地 区	综合指标值	地 区	综合指标值
甘南藏族自治州	0.641 52	陇南地区	0.578 15
酒泉市	0.433 1	张掖市	0.422 54
定西市	0.292 99	武威市	0.281 63
庆阳市	0.249 85	天水市	0.238 39
宁夏回族自治区	0.210 85	白银市	0.203 43
平凉市	0.174 55	兰州市	0.153 69
金昌市	0.095 39	嘉峪关市	0.015 43

4 结果分析

根据分类结果,甘肃省的14个地(州、市)水资源特征分为5个类型区。甘南藏族自治州、陇南地区的水资源特征等级为优,这是由其所在区域独特的地理位置所决定。首先该地区东南部靠近四川、汉中盆地,接受南来丰富水汽,又属于川西暴雨的外围带,成为甘肃省降雨量最多的地区。此外,甘南藏族自治州是黄河的上游,洮河、大夏河、长江流域嘉陵江水系白龙江的发源地;森林覆盖面积大、植被覆盖良好。构成水资源的时空、地理、水文各要素均名列全省之首,因而其水资源区域优势最为明显。酒泉市、张掖市的水资源区域特征之所以为良,从外部条件来说,这两个地区降雨量虽然较少,但该地区拥有甘

肃河西内陆河流域四大水系中黑河、疏勒河、苏干湖水系三大水系,主要支流有32条,其年径流量大于1亿 m^3 以上的有8条,这些河川径流大部分补充地下水,地下水又被人们引灌,形成地表水与地下水相互转化和重复利用的显著特点,它对于提高水资源的利用率十分有利,评价结果表明其水资源综合特征达到良好。定西市、武威市、庆阳市、天水市、宁夏回族自治区、白银市、平凉市、兰州市8个地(州、市)从地理位置来说,基本上属于陇东黄土高原、陇西黄土高原、中部黄土高原区三大区域,区域内年均降雨量在300~600 mm之间,自产水和入境水又相对较少,森林覆盖面积少,水资源的区域特征处于全省的中间及偏下位置。金昌市、嘉峪关市的年均降雨量在200 mm以下,国土面积又小,再加之自产地表水数量少,如嘉峪关市的自产水为零,自然资源、生态环境、生产条件较低,因而水资源的综合区域特征与全省相比较,处于最后位置应是理所当然的。

通过应用AHP和星座图聚类分析法,对于甘肃省水资源区域优势以及特征进行了系统分析和研究,准确地反映了甘肃省不同区域水资源的实际状况和基本特征,所得结果与甘肃省水资源区域分布的实际状况相吻合。本研究首次对甘肃省14个地(州、市)水资源的丰亏状况进行定量划分,揭示不同区域水资源的基本特征,为甘肃省优化配置、合理开发水资源提供了依据。

参考文献:

- [1] 杨继富. 现代节水灌溉技术[N]. 北京:科技日报,2002-5-23.
- [2] 李周,宋宗水,包晓斌,等. 化解西北地区水资源短缺的研究[M]. 北京:中国水利水电出版社,2004.
- [3] 毛厚高. 系统工程[M]. 北京:人民邮电出版社,1988.

(上接第15页)

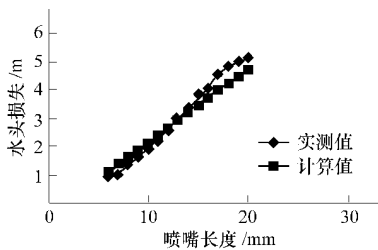


图4 喷嘴长度与水头损失的关系(试验方案3)

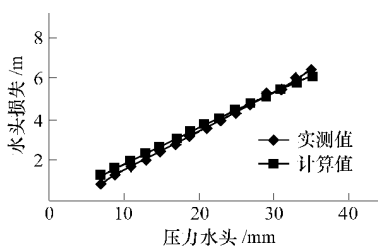


图5 压力水头与水头损失的关系(试验方案4)

从水头损失方面来说,喷嘴长度的变化不如喷嘴锥角、进出口直径和压力水头对水头损失的影响大。

参考文献:

- [1] 严海军,金宏智. 圆形喷灌机非旋转喷头流量系数的研究[J]. 灌溉排水学报,2004(4).
- [2] 周季昌,周宁. 喷灌塑料管道水力阻力系数 λ 的实验研究[J]. 节水灌溉,1999(2).
- [3] 贺益英,赵懿郡. 弯管局部阻力系数的实验研究[J]. 水利学报,2003(11).
- [4] 汪志农. 灌溉排水工程学[M]. 北京:中国农业出版社,1998.
- [5] 许一飞,徐炳华. 喷灌机械:原理、设计、应用[M]. 北京:中国农业机械出版社,1989.
- [6] 李远华. 节水灌溉理论与技术[M]. 武汉:武汉水利电力大学出版社,1998.
- [7] 陈大雕,林中卉. 喷灌技术[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [8] 于布. 水力学[M]. 广州:华南理工大学出版社,2001.
- [9] 刘成文,李兆敏. 锥形喷嘴流量系数及水力参数的理论计算方法[J]. 钻井工艺,2000.