

基于生态位理论的福建省用水结构研究

施丽珊¹, 张曼²

(1. 福建师范大学 地理科学学院, 福建 福州 350108;

2. 浙江大学 环境与资源学院, 浙江 杭州 310000)

摘 要: 为了进一步揭示福建省用水结构的演变规律, 本文以生态位理论为基础, 主要采用2种生态位数学测度模型——宽度模型和熵模型开展研究。结果表明: 1998–2011年福建省农业用水生态位呈显著下降趋势, 工业用水生态位呈快速上升趋势, 而生活用水生态位则表现出较高的稳定性。这说明福建省工业用水在生态位竞争中具有较强的竞争优势, 工业用水占有率高于全国, 而农业用水与生活用水则处于较低水平, 进一步优化用水结构, 仍然是福建省水资源管理的重要问题。

关键词: 用水结构; 生态位; 生态位熵; 福建省

中图分类号: TV213.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2014)06-0109-04

Study on water consuming structure based on ecology niche theory in Fujian Province

SHI Lishan¹, ZHANG Man²

(1. College of Geographic Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350108, China;

2. College of Environment and Resources, Zhejiang University, Hangzhou 310000, China)

Abstract: In order to further reveal the change rule of water consuming structure in Fujian Province and based on the niche theory, this paper mainly adopted two kinds of ecological niche mathematical metric model such as niche breadth model and niche entropy model to carry out research. The results showed the ecological niche of agricultural water in Fujian Province declined significantly and that of industry water rose fast. While the ecology niche of domestic water had high stability which reflected that Fujian's industrial water in the eco-system element competition had a strong competitive advantage. Industry water rate in Fujian had a higher share than that in nationwide, but agricultural water and domestic water were on a lower level; The further optimization of water consuming structure is still an important problem for water resources management in Fujian Province.

Key words: water consuming structure; ecology niche; ecology niche entropy; Fujian Province

1 研究背景

福建省相较于其他省市, 水资源系统较为独立, 时空分布不均, 供需矛盾突出^[1], 水资源已成为限制福建省经济发展的“瓶颈”。研究福建省的用水结构, 对于水资源的合理配置, 推动社会经济的协调发展具有重要意义。

用水结构是一个国家或地区内农业用水、工业用水和生活用水量之间互相关联的结合方式^[2], 目前与用水结构相关的研究较多, 多采用信息熵^[3-7]、

成分数据^[8-9]、线性比较^[10]、贡献率分析^[11]等方法。这些研究主要采用各类用水量及其占总用水量比重的方法, 并结合各种社会经济指标, 尚难于更全面分析用水结构变化特征。焦士兴等^[12]首次将生态位理论引入到用水结构变化研究, 建立了水资源生态及其熵值模型, 但并未探讨生态位理论在用水结构研究中的适用性及与其他研究方法相比所具有的特点。基于此, 本文引用了其用水类型生态位宽度模型和熵模型, 系统地分析福建省近14a用水结构的变化规律。

收稿日期: 2014-06-11; 修回日期: 2014-07-30

基金项目: 国家基础科学人才培养基金项目(J1210067)

作者简介: 施丽珊(1992-), 女, 福建南平人, 本科生, 主要从事水文水资源研究。

2 研究方法 with 数据

2.1 研究方法

生态位理论能够有效地解释生态学中许多核心问题。目前不同学者已将生态位理论延伸扩展到诸多领域,比如应用于城市发展、旅游竞争力评估、生态保护、土地资源利用与评价等领域^[13-18]。本文参照焦士兴等^[12]建立的水资源生态位及其熵值模型,来系统分析福建省用水结构的演变规律。

2.1.1 用水类型生态位(宽度)模型的构建 为求算系统中各生态元的相对生态位,借鉴焦士兴等^[12]建立的水资源生态位及其熵值模型,用水类型生态位宽度(即用水结构生态元的生态位)模型用方程表示为:

$$S_i = (C_i + \lambda P_i) / \sum_{i=1}^n (C_i + \lambda P_i) \quad (1)$$

式中: C_i 为 i 类用水类型的用水量,亿 m^3 ; P_i 为 i 类用水类型用水量与初始年用水量的差值, i 取 1, 2, 3, 分别指农业用水、工业用水和生活用水。 λ 为量纲转换系数,与时间尺度有关,本文中 λ 取 1, 表示年份间隔 1 a 。式中分子部分表示 i 类用水类型的绝对生态位,分母部分是各用水类型绝对生态位的总和, S_i 则表示 i 类用水类型相对生态位(生态位)且 $S_i \in (0, 1)$ 。

2.1.2 用水类型生态位熵模型的构建 为比较福建省用水类型生态位与全国用水类型生态位的相对变化情况,辨析相对具有优势或劣势的用水类型,可利用生态位熵模型来实现^[12],其公式为:

$$Q = s/S \quad (2)$$

式中: Q 为某用水类型的生态位熵; s 为福建省用水类型的生态位; S 为全国同类用水类型的生态位。 $Q > 1$ 时,说明福建省某用水类型的生态位大于全国用水类型的生态位; $Q < 1$ 时反之;当 $Q = 1$ 时,则与全国相等。通过计算 Q 值的大小,可有效地将福建省某用水类型占有率与全国进行比较。

2.2 数据

福建省属亚热带海洋性季风气候,雨量充沛。福建省平均降水量可达到 1 679 mm,水资源较丰富,全省多年平均水资源总量为 1 142 亿 m^3 ,人均占有水资源量 3 103 m^3 。但降水时空分布不均匀,自西北山区向东南沿海逐渐减少,而人口数量的变化却相反,且水资源年际和年内变化大,洪涝灾害频繁。近年来,水资源分布与区域经济发展不能匹配的现象越来越突出,用水形势更加紧张。

研究数据来源于福建省水资源公报(1997 - 2011)^[19],其中农业用水量包括农田灌溉用水量和其他(林牧渔)用水量,生活用水量包括农村和城镇生活用水量。依据生态位及其用水结构模型(公式(1)、(2)),计算福建省 1998 - 2011 年各用水类型的生态位和熵值(图 1 ~ 2)。

3 结果分析

各用水类型好比用水系统中的生态元,且各用水类型均具有生态位,表示各用水类型在用水系统中的地位与竞争力,而用水量和用水量的变化量则分别是各用水类型生态位的“态”和“势”^[12]。从生态学的视角入手,借助生态位理论将用水类型的“态”与“势”有机结合,不仅能表示各用水类型的优势度,亦能对各用水类型用水量的变化有较高的敏感度。通过横向比较各用水类型生态位,可以判断各用水类型在系统中的地位与竞争力水平;纵向比较历年用水类型的生态位,便可揭示用水结构的变化趋势。

根据上述方法与数据,福建省 1998 - 2011 年用水结构生态位与比重的年际变化见图 1,福建省 1998 - 2011 年用水结构生态位熵年际变化见图 2。

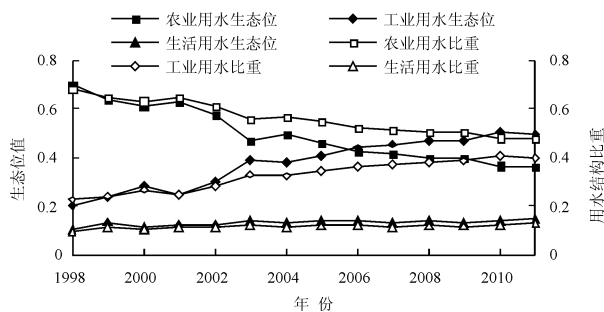


图 1 福建省 1998 - 2011 年用水结构生态位与比重年际变化

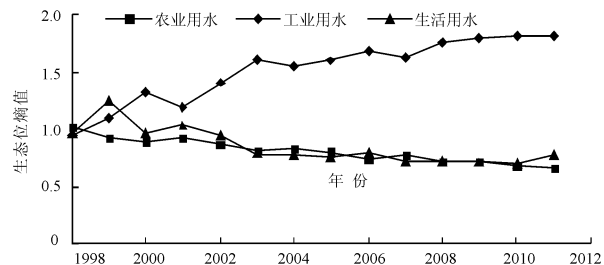


图 2 福建省 1998 - 2011 年用水结构生态位熵年际变化

3.1 农业用水生态位变化分析

如图 1 所示,近 14 a 来,福建省农业用水生态位总体呈下降趋势,由 0.694 下降至 0.358,尤其是 1998 - 2003 年下降趋势较明显,下降率达 7.24%,之后则缓慢下降,但无论是基础地位还是发展潜力

都不断降低,生态位多年平均值为0.493。

如图2所示,福建省农业用水生态位熵除了1998年(1.019)大于1外,其余年份都小于1,且呈下降趋势。说明福建省农业用水率低于全国平均水平,也逐渐低于全国农业用水的发展速度。

3.2 工业用水生态位变化分析

由图1可以看出,福建省工业用水生态位较大,整体呈明显的上升趋势,由1998年的0.204上升至2011年的0.492。与农业用水生态位相对应的是,在1998-2003年上升趋势较明显,上升率达14.85%。随后上升速度放缓,其中在2010年时工业用水生态位值最高,达0.500,多年平均值为0.376。到了2006年,工业用水生态位在用水系统排名中进入第一,与农业用水生态位的差距也开始逐年拉大。由以上分析可知,福建省工业用水生态位不断地上升,并在用水结构中占主导地位,说明了福建省工业用水在生态元间的竞争中具有较大的潜力,对水资源捕获能力也较强,是福建省用水结构中的优势用水类型,有利于福建省工业方面的建设和发展。

由图2可以看出,工业用水生态位熵除了1998年(0.957)外,其余年份的生态位熵均大于1,总体呈显著上升趋势。说明福建省工业用水生态位与全国相比,具有显著的优势,其工业用水占有率高高于全国,用于工业发展的水资源量居多。

3.3 生活用水生态位变化分析

相较于农业和工业用水,生活用水生态位一直都处于较低水平,总体呈缓慢上升趋势,变化幅度小,在0.102~0.150之间波动,平均值为0.130。由图1可知,生活用水生态位在近14a里均最低,是福建省用水结构中的劣势用水类型,竞争力小且相对稳定,在用水系统中一直发挥较小的作用。目前,福建省生活用水生态位仅相当于农业用水生态位的二分之一不到、工业用水生态位的三分之一左右。

由图2可得出,福建省近14a的生活用水生态位熵除了1999年(1.248)和2001年(1.035)大于1外,其余年份均小于1。虽然在1998-2003年间有较大的波动,但在2003年后趋于平稳,波动范围为0.705~0.803,较全国生活用水生态位不具有优势,且生活用水生态位熵整体表现出下降趋势,表明福建省生活用水的增长速度与占有率均小于全国,亦可推出福建省与全国生活水平的差距在逐渐拉大。

3.4 用水结构的驱动力因子分析

福建省位于东南沿海,经济发展迅猛,城市化与工业化水平不断提高,这必然会引起用水结构的变化。根据苏龙强^[9]等将福建省用水结构与产业结构进行回归分析后可知,产业结构的变化与用水结构变化相一致。在发展初期,福建省以农业为主导产业,所以农业用水量所占的比重较大。随着社会的发展,工业开始慢慢发展起来,工业的发展必然大大增加了水资源的需求,加速了工业用水量的增长速度,同时,间接造成农业用水量的减少。另外,工业的快速发展带动了经济的增长,经济收入的增加引发人们对高品质生活的追求,一定程度地增强了生活用水对水资源的捕获能力,略微增大了生活用水量。

通过两种模型的分析对比,可知福建省目前用水结构并不合理,有待进一步优化,以实现福建省水资源的可持续利用。当然,该模型所涉及的社会经济指标较少,所以反映的分析结果存在一定的局限性。在今后的研究中将考虑社会经济指标对用水结构变化的影响,并对模型进行相应的改造,使之能更加综合地反映福建省用水结构的演变规律。

4 结 语

(1)将生态位宽度模型和熵模型应用到用水结构变化分析上,比其他一般的方法更具实用性和优越性,可以更综合地解释用水结构变化的情况。

(2)福建省在1998-2011年间,农业用水生态位不断降低,工业用水生态位逐年上升,生活用水生态位相对稳定。说明农业用水的基础地位与发展潜力不断下降,工业用水具有较大的竞争力,对水资源的捕获能力不断增强,而生活用水则一直发挥较小的作用。

(3)福建省在1998-2011年间,工业用水在系统中占据主导地位,具有很强的竞争力。相较于全国,福建省工业用水的占有率高于全国,而农业用水和生活用水生态位熵值总体上小于1,呈下降趋势,并长期稳定在较小值,表明福建省与全国平均水平的差距在逐渐拉大,低于全国农业用水和生活用水生态位的增长速度。

(4)今后将进一步考虑社会经济的影响,对模型进行相应的改进,从而更加综合地研究福建省用水结构的演变规律。

参考文献:

[1] 邱永扬. 福建省水资源现状及其利用分析[J]. 淮海工学

- 院学报(社会科学版),2011,9(11):133-136.
- [2] 王伟荣. 基于系统动力学的区域用水结构模拟研究[J]. 电子测试,2013(15):19-21.
- [3] 陈秀芬. 基于信息熵的厦门市用水结构演变及其驱动力的灰色关联分析[J]. 水资源与水工程学报,2013,24(2):188-191.
- [4] 商玲,李宗礼,于静洁. 宁波市用水结构分析[J]. 水利水电技术,2013,44(9):12-16.
- [5] 雷欢,张鑫. 陕西省近10年用水结构演变及驱动力分析[J]. 水资源与水工程学报,2012,23(4):125-128.
- [6] 王小军,张建云,贺瑞敏,等. 区域用水结构演变规律与调控对策研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(2):61-65.
- [7] 赵菲菲,刘东,于苗,等. 建三江分局用水结构演变及其驱动机制研究[J]. 水土保持研究,2012,19(2):244-247.
- [8] 顾鹤南,王建平. 青岛市近20a用水结构变化及其驱动力研究[J]. 人民黄河,2012,34(9):55-56+60.
- [9] 苏龙强,陈兴伟,徐宗学,等. 福建省用水结构与产业结构回归分析[J]. 水资源研究,2012,33(3):154-160.
- [10] 张曼,吴佳斌. 泉州市1999-2009年用水结构演变规律及驱动分析[J]. 水资源与水工程学报,2012,23(5):111-114.
- [11] 王小军,王海丽,易小兵,等. 广东省长序列供用水量结构性变化分析[J]. 广东水利水电,2013(9):8-12.
- [12] 焦士兴,王腊春,李静,等. 基于生态位及其熵值模型的用水结构研究——以河南省安阳市为例[J]. 资源科学,2011,33(12):2248-2254.
- [13] 陈瑾. 生态位视角下文化产业集群发展构想——以江西省为例[J]. 南昌大学学报(人文社会科学版),2012,43(6):57-62.
- [14] 许峰,秦晓楠,张明伟,等. 生态位理论视角下区域城市旅游品牌系统构建研究——以山东省会都市圈为例[J]. 旅游学刊,2013,28(9):43-52.
- [15] 王少华. 基于生态位理论的河南省城市旅游竞争力评价与研究[J]. 河南大学学报(自然科学版),2013,43(5):533-539.
- [16] 陈英,张仁陟,陈蓓,等. 土地利用生态位理论构建与应用[J]. 干旱区地理,2010,33(5):791-801.
- [17] 刘双振,张文开,曾凡富. 基于生态位理论对福建省土地利用结构的分析与预测[J]. 海南大学学报(自然科学版),2011,29(1):53-58.
- [18] 陈兰康,张亮. 基于生态位理论的城市土地集约利用评价——以广西崇左市为例[J]. 江西农业学报,2012,24(4):174-176.
- [19] 福建省水利厅. 福建省水资源公报(1997~2011)[Z].

(上接第108页)

呈较显著的减少趋势;在年径流长期丰枯演化过程中,出现偏枯年的可能性较大。

参考文献:

- [1] Shi Changxing, Zhou Yuanyuan, Fan Xiaoli, et al. A study on the annual runoff change and its relationship with water and soil conservation practices and climate change in the middle Yellow River basin[J]. Catena,2013,100:31-41.
- [2] Wang Suiji, Yan Ming, Yan Yunxia, et al. Contributions of climate change and human activities to the changes in runoff increment in different sections of the Yellow River[J]. Quaternary International,2012,282:66-77.
- [3] 赵雪花,安莉莉,袁旭琦. 基于HHT和R/S分析的黄河上游年径流序列演变模式分析[J]. 水电能源科学,2013,31(7):9-12.
- [4] 李二辉,穆兴民,赵广举. 1919-2010年黄河上中游区径流量变化分析[J]. 水科学进展,2014,25(2):155-163.
- [5] 安莉莉,赵雪花. 黄河上游月径流序列多尺度特性分析[J]. 人民黄河,2012,34(11):26-28+31.
- [6] 赵国辉,张耀南,蓝永超. 黄河源区径流长期演变特征与趋势预测模型研究[J]. 冰川冻土,2010,32(1):189-195.
- [7] 李彦彬,尤凤,徐建新,等. 黄河径流变化规律的小波分析[J]. 水利水电技术,2012,43(1):17-20+26.
- [8] 李明新,吕孙云,徐德龙. 汉江上游水资源量变化趋势分析[J]. 人民长江,2008,39(17):49-52.
- [9] 丁志宏,冯平,牛军宜. 黑河莺落峡年径流量时序变化的趋势特性及丰枯演化规律研究[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(10):59-63.
- [10] 刘招,吴新,燕爱玲,等. 关中地区主要河流丰枯变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(3):99-103.
- [11] 张少文,张学成,王玲,等. 黄河天然年径流长期丰枯状态变化特性研究[J]. 人民黄河,2005,27(5):9-10+46.