

基于生态足迹模型的河池市水资源可持续利用评价

张 义

(河池学院 经济与管理系, 广西 宜州 546300)

摘要: 利用水资源生态足迹模型计算和分析了河池市 2004 年- 2010 年水资源生态足迹、水资源生态承载力、水资源生态盈亏、水资源生态压力指数及万元 GDP 水资源生态足迹, 以明确其水资源可持续利用状况。结果显示: (1) 河池市人均水资源生态足迹平均值为 0.742 0 $\text{hm}^2/\text{人}$, 人均水资源生态承载力平均值为 7.428 6 $\text{hm}^2/\text{人}$, 人均水资源生态盈余平均值为 6.686 7 $\text{hm}^2/\text{人}$, 水资源生态压力指数平均值为 0.107 7, 表明该地区近年来水资源利用处于可持续状态, 水资源安全程度高; (2) 万元 GDP 水资源生态足迹年均降幅为 7.80%, 表明河池市近年来水资源利用效率有了显著提高。最后指出应从水资源均衡因子取值、核算水污染足迹等方面完善水资源生态足迹研究。

关键词: 水资源生态足迹; 水资源生态承载力; 水资源生态盈亏; 水资源生态压力指数; 万元 GDP 水资源生态足迹; 可持续利用; 河池市

中图分类号: TV213.4 文献标识码: A 文章编号: 1672-1683(2013)04-0026-05

Assessment of Sustainable Utilization of Water Resources in Hechi City Based on Ecological Footprint Model

ZHANG Yi

(Department of Economics and Management, Hechi University, Yizhou 546300)

Abstract: The water resources ecological footprint model was used to calculate and analyze water resources ecological footprint, water resources ecological carrying capacity, water resources ecological profit and loss, water resources ecological pressure index, and water resources ecological footprint per 10^4 yuan GDP of Hechi City from 2004 to 2010, all of which can help characterize the sustainable utilization situation of water resources in this area. The results showed that: (1) in Hechi city, the water resource ecological footprint per capita was 0.7420 hm^2 , the water resource ecological capacity per capita was 7.4286 hm^2 , the water resources ecological profit per capita was 6.6867 hm^2 , the average value of water resources ecological pressure index was 0.1077, which indicated that the water resources utilization in the area was sustainable and the water resources safety degree was high in recent years; and (2) the average decreasing rate of annual water resources ecological footprint per 10^4 Yuan GDP was 7.8%, which suggested that the water resources utilization efficiency improved significantly in recent years in Hechi City. Finally this paper pointed out that the water resources ecological footprint research can be benefited from the aspects of water resources equivalence factor value and the calculation of water pollution footprint.

Key words: water resources ecological footprint; water resources ecological carrying capacity; water resources ecological profit and loss; water resources ecological pressure index; water resources ecological footprint per 10^4 Yuan GDP; sustainable utilization; Hechi City

水是人类赖以生存和发展不可缺少的极为宝贵的自然资源, 确保其可持续利用是实现经济社会可持续发展的重要前提条件。生态足迹模型是加拿大学者 Rees 和 Wackernagel 于 20 世纪 90 年代初提出的一种以土地为度量单位的生态可持续性评估方法, 由生态足迹计算模型、生态承载力计算模型、生态赤字或盈余计算模型组成。其中, 生态足迹指

生产一定人口所消费的资源 and 吸纳这些人口产生的废弃物所需要的生态生产性土地(水域)面积; 生态承载力则指特定区域所能提供给人类的生态生产性土地面积的总和; 两者的差值即为生态赤字或盈余, 它是判定区域生态可持续程度的直接依据^[1]。经过 20 年的发展, 它已成为目前应用范围最广、关注程度最高的可持续发展评价方法之一^[2]。但该模型

收稿日期: 2012-10-27 修回日期: 2013-04-27 网络出版时间: 2013-07-28

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130728.1309.008.html>

基金项目: 广西教育厅科研项目“岩溶地区水资源可持续利用研究”(201106LX573)

作者简介: 张 义(1978-), 男, 湖南湘潭人, 副教授, 博士, 主要从事生态经济方面研究。E-mail: zyhcst@163.com

仍存在诸多不足。例如它对于水域仅考虑其渔业生产功能而忽略了其水资源供给功能。为解决这一问题,范晓秋^[3]、黄林楠等^[4]提出了水资源生态足迹模型并以此核算了江苏省 1998 年-2003 年水资源生态足迹、水资源生态承载力和水资源生态盈亏。谭秀娟等^[5]在此基础上提出了基于生态足迹模型的水资源可持续利用评价指标,其中水资源生态足迹与水资源生态承载力之差和之比分别为水资源生态盈亏和水资源生态压力指数,分别表征水资源可持续利用状态和程度;水资源生态足迹与 GDP 之比即是万元 GDP 水资源生态足迹,以之衡量水资源的利用效率;并据此评价了我国 1949 年-2007 年水资源的可持续利用状况。张军等^[6]和王俭等^[7]则利用该模型分别研究了流域和城市层面的水资源利用的可持续状态。当前水资源生态足迹研究从地域来看主要侧重于干旱、半干旱地区和经济发达地区,对经济落后同时水资源丰富的地区的研究相对较少。基于此,笔者以降水丰富的西部落后地区——河池市为研究对象,核算该地区 2004 年-2010 年水资源生态足迹、水资源生态承载力、水资源生态盈亏、水资源生态压力指数和万元 GDP 水资源生态足迹,比较客观地评价了该地区水资源可持续利用状态,以期对水资源生态足迹研究有所裨益,同时为该地区及同类区域水资源科学管理和有效利用及区域可持续发展评估提供一定的参考依据。

1 研究区概况

河池市地处广西壮族自治区西北部,云贵高原南缘,位于东经 106°34' - 109°09', 北纬 23°41' - 25°37' 之间。东连柳州市、来宾市,南界南宁市,西接百色市,北邻贵州省黔南布衣苗族自治州。全市国土面积 3.35 万 km², 11 个行政区。

河池境内地形多样,结构复杂,山岭绵亘,岩溶广布,属举世闻名的中国西南喀斯特地区之一。地势西北高东南低,山脉多分布于边缘地带。地处低纬,属亚热带季风气候区,全地区年平均降雨量一般在 1 200~1 600 mm 之间。河池市年均水资源总量为 250 亿 m³, 占广西水资源总量的 13.3%, 名列广西前茅。境内河网密度为 0.153 km/km², 河流总长度 5 130 km, 主要河流有红水河和龙江河, 均属西江水系。

2 研究方法

2.1 水资源生态足迹模型

水资源生态足迹模型来源于生态足迹模型,其构成和计算公式亦是如此。

2.1.1 水资源生态足迹计算模型

传统生态足迹包括耕地、草地、林地、建筑用地、化石能源用地和水域-渔业等六种账户^[1]。水资源生态足迹是不同于以上账户的第七类账户,反映的是人类在生产生活过程中对水资源的占用。与之对应的土地类型为水资源用地。它建立在水资源均匀分布在地球表面的假设上,因而是虚拟土地类型。这一假设来自于水文学中的平均产水模数。该术语的含义是计算时段内水资源总量除以计算区域的面积。可用多年平均产水模数刻画区域内水资源的生产能力,水资

源世界平均生产能力即为全球多年平均产水模数^[3]。以水资源世界平均生产能力为基础,某区域所拥有的和所消耗的水资源都可以转化为全球尺度上的水资源用地面积,因而可以进行比较,从而可以衡量人类对水资源的利用是否超出水资源的承载力,同时也可以将之纳入生态足迹模型并因此弥补该模型的不足。根据用水用户特性,可将水资源生态足迹账户分为生活用水足迹、生产用水足迹和生态用水足迹 3 个二级账户,之下又分若干三级账户^[3]。水资源生态足迹计算模型可表示为^[4]:

$$EF_w = N \times ef_w = \gamma_w \times (W/P_w) \quad (1)$$

式中: EF_w 为水资源总生态足迹 (hm²); N 为人口数; ef_w 为人均水资源生态足迹 (hm²/人); γ_w 为水资源全球均衡因子; W 为消耗的水资源量 (m³); P_w 为水资源世界平均生产能力 (m³/hm²)。

2.1.2 水资源生态承载力计算模型

可将基于生态足迹模型的水资源生态承载力定义为: 某一区域在某一具体历史发展阶段,水资源最大供给量可供支持该区域资源、环境和社会(生态、生产和生活)可持续发展的能力^[3]。与水资源生态足迹相对应,水资源生态承载力反映的是水资源的供给情况,其计算模型可表示为^[4]:

$$EC_w = N \times ec_w = 0.4 \gamma_w \times \Phi_w \times (Q/P_w) \quad (2)$$

式中: EC_w 为水资源生态承载力 (hm²); ec_w 为人均水资源生态承载力 (hm²/人); Φ_w 为研究区域水资源产量因子; Q 为水资源总量 (m³)。0.4 为水资源合理开发利用率,其理由是: 一个国家或地区的水资源开发利用率若超过 30%~40%, 则可能引起生态环境的恶化,因此必须在研究区域的水资源承载力中至少扣除 60% 用于维护生态环境和生物多样性^[8]。

2.1.3 水资源生态赤字(盈余)计算模型

水资源生态足迹反映的是人类活动对水资源的消费情况,水资源生态承载力反映的是水体能够为人类提供的水资源情况,且两者的计量单位相同(全球公顷),因而两者可直接比较且其结果可反映人类对水资源的利用是否超过水资源的承载力。这就是水生态赤字(盈余)计算模型的依据,可表示为:

$$ED_w (ES_w) = N \times ed_w (es_w) = EF_w - EC_w \quad (3)$$

式中: ED_w 和 ES_w 分别为水资源生态赤字和水资源生态盈余 (hm²); ed_w 和 es_w 分别为人均水资源生态赤字和人均水资源生态盈余 (hm²/人)。计算结果大于 0 是水资源生态赤字,这不利于可持续发展;计算结果小于 0 是水资源生态盈余,这有利于可持续发展;计算结果等于 0, 则表明水资源的利用处于生态平衡状态^[5]。

2.2 基于生态足迹模型的水资源可持续利用评价指标

水资源生态赤字(盈余)是广泛采用的水资源可持续利用评价指标。除此之外,基于生态足迹模型的水资源可持续利用评价指标还包括水资源生态压力指数、万元 GDP 水资源生态足迹。

2.2.1 水资源生态压力指数

人均水资源生态赤字(盈余)不能作为区域间水资源可持续利用情况比较的评价指标,也不能反映生态环境所承受

的压力强度的相对大小^[5]。水资源生态压力指数能较好地解决这一问题,其定义为某一国家或地区人均水资源生态足迹与人均水资源生态承载力的比率,其计算公式为^[5]:

$$EPI_w = ef_w / ec_w \quad (4)$$

式中: EPI_w 为水资源生态压力指数。根据任志远等^[9]的等级划分标准, $EPI_w < 0.5$ 时,表明该区域水资源开发利用处于安全状态; $0.5 \leq EPI_w < 0.8$ 时为较安全状态; $0.8 \leq EPI_w \leq 1.0$ 时为临界状态; $EPI_w > 1$ 时为不安全状态。

2.2.2 万元 GDP 水资源生态足迹

万元 GDP 水资源生态足迹能比较客观地衡量水资源的利用效率^[5],其定义为区域水资源生态足迹与区域国内生产总值(GDP)的比值,其计算公式可表示为:

$$\text{万元 GDP 水资源生态足迹} = EF_w / GDP \quad (5)$$

计算结果越小,水资源利用效率越高;反之,则利用效率越低。该指标可大致反映一国(或地区)的经济增长方式^[5]。

3 结果与分析

3.1 资料来源与模型主要参数的取值

用水量、水资源总量等数据来源于《河池市水资源公报(2004-2010)》^[10],人口数和 GDP 数据来源于《河池统计年鉴(2005-2011)》^[11]。水资源世界平均生产能力取 $3.14 \times 10^3 \text{ m}^3 / \text{hm}^2$ ^[12]。水资源产量因子是研究地区水资源平均生产能力与世界水资源平均生产能力的比值^[3]。通过查找《河池市水资源公报》中的多年平均水资源量和《河池市统计年鉴》中的河池市行政面积,可获得河池市水资源多年平均生产能力为 $6335.90 \text{ m}^3 / \text{hm}^2$,从而可求得河池市水资源产量因子为 2.02。水资源均衡因子等于全球水资源用地的平均

生态生产力除以全球所有各类生态生产性土地面积的平均生态生产力,取 5.19 ^[3]。

3.2 河池市历年水资源生态足迹和生态承载力分析

3.2.1 河池市历年水资源生态足迹

河池市 2004 年-2010 年水资源生态足迹计算结果见表 1 和表 2。根据河池市水资源公报统计数据的分类方法将生产用水账户细分为农业、工业、建筑业与服务业 3 个三类账户。

河池市水资源生态足迹总体上呈缓慢上升趋势,2010 年总值比 2004 年增加 10.65%,人均值增加了 6.17%。这主要是河池市经济社会发展对水的需求增加所致,同时该地区水资源利用率较低也是重要原因。二级账户中,生产用水足迹是主体部分(历年值均超过总足迹的 86%),其变化决定了总足迹的变化,所以两者走势一致。生活用水足迹占总足迹的比例居于 10.28%~13.62% 之间,其值则表现为明显增长态势,总值年均增加 4.72%,人均值年均增加 3.86%,这主要是近年来河池市人口持续增长和城市化快速发展所致。生态用水足迹很小,占总足迹比例最高仅为 0.36%,2004 年值最大,随后 2 年降到最低值,2007 年开始逐渐回升,说明该地区对水域的生态保护力度偏低。生产用水账户中,农业用水足迹所占比例最大(占总足迹最小比例为 70.52%)但总体呈下降趋势,其总值和人均值走向均是先下降随后上升到峰值然后逐渐下降。工业用水足迹占总足迹比例介于 6.53%~13.24% 之间,其值总体上呈上升趋势,这是河池市工业化进程对水资源消耗上升的反映。建筑业和服务业用水足迹占总足迹比例处于 2.30%~4.59% 之间,其总值和人均值总体上均略呈上升态势,这与近年来河池市大力提高城镇化程度及第三产业比重密切相关。

表 1 河池市历年水资源生态足迹、水资源生态承载力和水资源生态盈余

Table 1 The water resources ecological footprint, water resources ecological carrying capacity, water resources ecological surplus in Hechi City from 2004 to 2010

年份	农业用水足迹	工业用水足迹	建筑业和服务业用水足迹	生产用水足迹	生活用水足迹	生态用水足迹	总的水资源生态足迹	水资源生态承载力	水资源生态盈余
2004	203.963 7	28.925 2	7.107 3	239.996 2	32.065 6	0.991 7	273.053 5	3 336.385 9	3 063.332 4
2005	198.178 7	16.693 9	11.735 4	226.608 0	29.090 4	0.029 8	255.728 2	2 439.586 9	2 183.858 8
2006	247.268 8	33.222 6	8.099 0	288.590 4	33.057 3	0.029 8	321.647 8	3 314.750 5	2 993.102 8
2007	228.922 0	29.255 7	7.933 8	266.111 5	35.536 6	0.656 2	300.821 7	3 175.856 9	2 875.035 2
2008	221.153 5	35.536 6	6.942 0	263.632 2	38.181 2	0.722 3	301.813 4	3 089.048 3	2 787.235 0
2009	209.583 4	39.338 2	8.925 5	257.847 1	38.677 1	0.753 7	297.185 4	1 534.507 8	1 237.322 4
2010	216.194 9	33.883 8	9.917 2	259.995 9	41.156 4	0.778 5	302.143 9	3 599.215 4	3 297.071 5

10⁴hm²

表 2 河池市历年人均水资源生态足迹、水资源承载力和水资源生态盈余

Table 2 The water resources ecological footprint per capita, water resources ecological carrying capacity per capita, water resources ecological surplus per capita in Hechi City from 2004 to 2010

年份	人均农业用水足迹	人均工业用水足迹	人均建筑业和服务业用水足迹	人均生产用水足迹	人均生活用水足迹	人均生态用水足迹	人均水资源生态足迹	人均水资源生态承载力	人均水资源生态盈余
2004	0.532 5	0.075 5	0.018 6	0.626 6	0.083 7	0.002 6	0.712 9	8.711 2	7.998 3
2005	0.517 7	0.043 6	0.030 7	0.592 0	0.076 0	0.000 1	0.668 1	6.373 3	5.705 3
2006	0.635 4	0.085 4	0.020 8	0.741 6	0.084 9	0.000 1	0.826 5	8.517 7	7.691 2
2007	0.576 6	0.073 7	0.020 0	0.670 3	0.089 5	0.001 7	0.757 8	7.999 8	7.242 1
2008	0.546 6	0.087 8	0.017 2	0.651 6	0.094 4	0.001 8	0.746 0	7.635 4	6.889 4
2009	0.511 7	0.096 1	0.021 8	0.629 6	0.094 4	0.001 8	0.725 6	3.746 8	3.021 2
2010	0.541 6	0.084 9	0.024 8	0.651 3	0.103 1	0.002 0	0.756 9	9.016 3	8.259 4

hm²/人

3.2.2 河池市历年水资源生态承载力

河池市历年水资源生态承载力较高(历年人均值的平均值为 $7.4287 \text{ hm}^2/\text{人}$)但波动明显(表 2),如 2008 年值为 $7.6354 \text{ hm}^2/\text{人}$,而 2009 年陡降为 $3.7468 \text{ hm}^2/\text{人}$,随后的 2010 年又剧升至 $9.0163 \text{ hm}^2/\text{人}$,说明该地区水资源能承载较多人口但承载水平不太稳定。河池市水资源主要来自降水,经分析河池市历年水资源生态承载力与其历年降水量呈极显著的正比关系,相关系数达 0.8761。

3.3 河池市水资源可持续利用评价

3.3.1 河池市历年水资源生态盈亏

由于河池市历年水资源生态承载力远远超过其水资源生态足迹,故该市的水资源生态盈余较多(历年人均值的平均值为 $6.6867 \text{ hm}^2/\text{人}$)且走势与生态承载力一致(表 2),说明河池市水资源可持续开发利用空间较大但受水资源承载力影响极大(相关系数高达 0.9997)。

3.3.2 河池市历年水资源生态压力指数

与我国及广西平均水平相比,河池市水资源生态压力指数数值很小(历年均值为 0.1077)且走势比较平稳(图 1),说明河池市水资源开发利用安全程度很高。但随着社会经济发展,河池市三大产业及城乡生活对水资源需求日益增长和污染对水资源的急剧消耗,将加大广西对水资源的开发利用程度从而降低其水资源安全度。

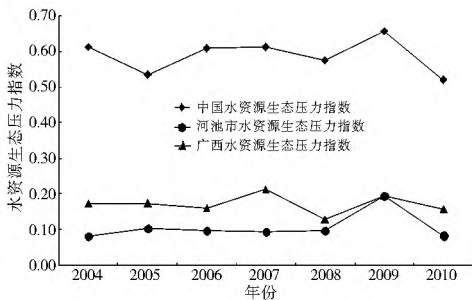


图 1 2004 年-2010 年水资源生态压力指数

Fig. 1 Variation of water resources ecological pressure index from 2004 to 2010

3.3.3 河池市历年万元 GDP 水资源生态足迹

河池市 2004 年-2010 年万元 GDP 水资源生态足迹呈明显下降趋势(年均降幅为 7.80%),表明广西近年来水资源利用效率有了显著提高。其主要原因一是产业结构得到大力调整,如降低耗水量大的农业的比重(农业产值占 GDP 比重由 2004 年的 31.21% 降到 2010 年的 20.88%);二是技术水平明显提高从而减少了水资源的消耗,提高了行业用水的利用效率。但与我国平均水平相比仍然落后甚多,与广西平均水平也有一定差距(图 2),说明河池市水资源利用效率仍有较大提升空间。

4 结语

水资源生态足迹方法能从生态角度揭示水资源可持续利用的状态和程度。本文利用水资源生态足迹模型对河池市 2004 年-2010 年水资源生态足迹、水资源生态承载力、水资源生态盈亏、水资源生态压力指数及万元 GDP 水资源生

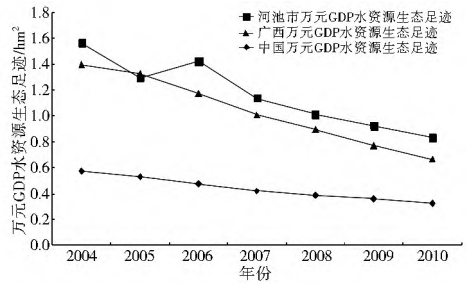


图 2 2004 年-2010 年万元 GDP 水资源生态足迹

Fig. 2 Variation of water resources ecological footprint per 10^4 Yuan GDP from 2004 to 2010

态足迹进行计算与分析。结果表明:河池市人均水资源生态足迹平均值为 $0.7420 \text{ hm}^2/\text{人}$,人均水资源生态承载力平均值为 $7.4287 \text{ hm}^2/\text{人}$,人均水资源生态盈余平均值为 $6.6867 \text{ hm}^2/\text{人}$,水资源生态压力指数平均值为 0.1077,说明该地区近年来水资源利用处于可持续状态,水资源安全程度高;历年万元 GDP 水资源生态足迹呈明显下降趋势(年均降幅为 7.80%),表明河池市近年来水资源利用效率有了显著提高,但与全国广西平均水平相比仍然落后甚多,与广西平均水平也有一定差距。河池市属于西部落后地区,未来经济社会发展对水资源的消耗会大幅增加,从而将使该市水资源压力不断上升,故有必要注重水资源可持续利用,建设节水型社会。

水资源生态足迹理论与模型出现的时间较短,因而研究不够深入。本研究有待进一步深入完善的方面主要有:(1)水资源均衡因子的确定。目前该值的求算方法为价值量评价法,而生态足迹模型其他均衡因子却是通过物质量评价法获得,不同方法求出的参数使其模型的有效性受到一定影响。(2)探索将水污染真正纳入水资源生态足迹核算的方法。模型中的生态用水量实际指人为措施调配的水量(具体指河湖、洼地、沼泽补水和绿化、清洁用水),因而核算的仅是人类对水资源供应的占用,并没有测算人类排放的各种废弃物对水环境的污染情况。随着工业化、城镇化的不断发展,河池市水污染日益严重,因而只有从水质水量两方面核算人类活动对水资源的占用情况才能全面评价该地区水资源可持续利用状况。

参考文献(References):

- [1] 刘宇辉. 基于生态足迹模型的经济——生态协调度评估[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009. (LIU Yurhui. Coordinated Degree Assessment of Ecocconomic System Based on Ecological Footprint Model[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2009. (in Chinese))
- [2] 闵庆文, 焦雯璐, 成升魁. 污染足迹: 一种基于生态系统服务的生态足迹[J]. 资源科学, 2011, 33(2): 195-200. (MIN Qingwen, JIAO Wenjun, CHENG Sheng-kui. Pollution Footprint: A Type of Ecological Footprint Based on Ecosystem Services[J]. Resources Science, 2011, 33(2): 195-200. (in Chinese))
- [3] 范晓秋. 水资源生态足迹研究与应用[D]. 南京: 海海大学, 2005: 1-74. (FAN Xiaoli. Study on the Principle of Water Resources Ecological Footprint and Application in Jiangsu Province [D]. Nanjing: HoHai University, 2005. (in Chinese))
- [4] 黄林楠, 张伟新, 姜翠玲, 等. 水资源生态足迹计算方法[J]. 生态学报, 2008, 28(3): 1279-1286. (HUANG Lirnan, ZHANG

- Wei xin, JIANG Cui ling, et al. Ecological Footprint Method in Water Resources Assessment[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(3): 1279-1286. (in Chinese)
- [5] 谭秀娟, 郑钦玉. 我国水资源生态足迹分析与预测[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3559-3568. (TAN Xiurjuan, ZHENG Qingyu. Dynamic Analysis and Forecast of Water Resources Ecological Footprint in China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(7): 3559-3568. (in Chinese))
- [6] 张军, 张仁陟, 周冬梅. 基于生态足迹法的疏勒河流域水资源承载力评价[J]. 草业学报, 2012, 21(4): 267-274. (ZHANG Jun, ZHANG Renzhi, ZHOU Dongmei. A Study on Water Resource Carrying Capacity in the Shule River Basin Based on Ecological Footprint[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2012, 21(4): 267-274. (in Chinese))
- [7] 王俭, 张朝星, 于英谭, 等. 城市水资源生态足迹核算模型及应用——以沈阳市为例[J]. 应用生态学报, 2012, 23(8): 2257-2262. (WANG Jian, ZHANG Chaoxing, YU Yingtan, et al. Calculation Model of Urban Water Resources Ecological Footprint and its Application: A Case Study in Shenyang City of Northeast China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(8): 2257-2262. (in Chinese))
- [8] 张岳. 中国水资源与可持续发展[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2000. (ZHANG Yue. China's Water Resources and Sustainable Development [M]. Nanning: Guangxi Science and Technology Publishing House, 2000. (in Chinese))
- [9] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析[J]. 地理学报, 2005, 60(4): 597-606. (REN Zhiyuan, HUANG Qing, LI Jing. Quantitative Analysis of Dynamic Change and Spatial Difference of the Ecological Safety: the Case of Shanxi Province[J]. Acta Geographica Sinica, 2005, 60(4): 597-606. (in Chinese))
- [10] 河池市水利局. 河池市水资源公报(2004-2010)[R]. 河池: 河池市水利局, 2004-2010. (Water Conservancy Bureau of Hechi City. Hechi City Water Resources Bulletin 2004-2010[R]. Hechi Water Conservancy Bureau of Hechi City, 2004-2010. (in Chinese))
- [11] 《河池统计年鉴》编委会. 河池统计年鉴(2005-2011)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005-2011. (“Statistical Yearbook of Hechi” Editorial Board. Hechi Statistical Yearbook (2005-2011) [M]. Beijing: China Statistics Press, 2005-2011. (in Chinese))
- [12] 张岳. 21 世纪水危机与节水[J]. 水利水电科学进展, 1997, (2): 2-9. (ZHANG Yue. Water for the 21st Century and Water Crisis [J]. Hydropower Scientific Progress, 1997, (2): 2-9. (in Chinese))
- [13] 方国华, 罗乾, 黄显峰, 等. 基于生态足迹模型的区域水资源生态承载力研究[J]. 水电能源科学, 2011, 29(10): 12-14. (FANG Guohua, LUO Qian, HUANG Xianfeng, et al. Based on Emergy Theory Analysis for Benefit of Agricultural Irrigation[J]. Water Resources and Power, 2011, 29(10): 12-14. (in Chinese))
- [14] 常文娟, 梁忠民, 戴昌军, 等. 基于生态足迹指数的汉江流域可持续发展评估[J]. 水电能源科学, 2011, 29(8): 4-6. (CHANG Wenjuan, LIANG Zhongmin, DAI Changjun, et al. Sustainable Development Evaluation of Hanjiang River Basin Based on Ecological Footprint Index[J]. Water Resources and Power, 2011, 29(8): 4-6. (in Chinese))
- [15] 黄左贤. 河池市水资源可持续利用对策研究[J]. 广西水利水电, 2010, (2): 62-65. (HUANG Zuoxian. Sustainable Utilization of Water Resources in Hechi City[J]. Guangxi Water Resources and Hydropower Engineering, 2010, (2): 62-65. (in Chinese))

(上接第 25 页)

挥水价的经济杠杆作用, 促进水资源合理配置。提高人口素质, 利用网络、新闻媒体对公民进行节水宣传教育, 形成良好的用水习惯, 加强资源节约、环境友好的两型社会建设, 实现经济增长和水资源协调发展。

参考文献(References):

- [1] 国务院关于印发最严格水资源管理制度考核考核办法的通知[EB/OL]. http://www.hbeppb.gov.cn/zwgk/zcwj/gw/wj/201301/t20130107_58417.html. (About Print and Distribute the Most Strict Water Resources Management System of the State Council Notice of Assessment assessment method [EB/OL]. http://www.hbeppb.gov.cn/zwgk/zcwj/gw/wj/201301/t20130107_58417.html. (in Chinese))
- [2] 傅春, 冯尚友. 水资源持续利用(生态水利)原理探讨[J]. 水科学进展, 2000, 11(4): 436-440. (FU Chun, FENG Shangyou. Study on the Principle of the Sustainable Utilization of Water Resources(Ecological Hydraulic Engineering) [J]. Advances in Water Science, 2000, 11(4): 436-440. (in Chinese))
- [3] 李令跃, 甘泓. 试论水资源合理配置和承载能力概念与可持续发展之间的关系[J]. 水科学进展, 2000, 11(3): 307-313. (LI Lingyue, GAN Hong. Remark on the Relationship between Water Resources Rational Allocation, Carrying Capacity and Sustainable Development[J]. Advances in Water Science, 2000, 11(3): 307-313. (in Chinese))
- [4] 张中旺. 南水北调对湖北经济发展影响及两江水资源的综合利用研究[J]. 襄樊学院学报, 2010, 31(1): 5-10. (ZHANG Zhongwang. Impact of the South to North Water Transfer Project on the Development of Hubei Economy and Comprehensive Utilization of Water Resources in Yangtze River and Hanjiang Rivers[J]. Journal of Xiangfan University, 2010, 31(1): 5-10. (in Chinese))
- [5] Coppi R., Zannella F. L'Analisi Fattoriale di una Serie Temporale Multipla Relativa allo Stesso Insieme di Unit Statistiche[R]. XXIX Meeting of the Italian Stat. Soc, Bologna, 1978: 61-79.
- [6] Alessandro Federici, Andrea Mazzitelli. Dynamic Factor Analysis with Stata[EB/OL]. <http://www.stata.com/meeting/Italian/Federici.pdf>.
- [7] Mario Forni, Marc Hallin. The Generalized Dynamic Factor Model: Identification and Estimation[J]. Journal of Public Economics, 2004, 82(4): 540-554.
- [8] 胡日东, 李颖. 我国房地产业发展的综合评价——基于动态因子分析法[J]. 经济地理, 2011, 31(11): 1862-1866, 1873. (HU Ri-dong, Li Ying. The Impact Mechanism of Network Power and Network Openness on Industrial Cluster Performance A Case of ZHEJIANG Industrial Cluster [J]. Economic Geography, 2011, 31(11): 1862-1866, 1873. (in Chinese))
- [9] 张中旺. 南水北调中线工程与汉江流域可持续发展[M]. 武汉: 长江出版社, 2007. (ZHANG Zhongwang. Effect of the Middle Route Project of South to North Water Transfer on the Sustainable Development of Hanjiang River[M]. Wuhan: The Yarrgtze River Press, 2007. (in Chinese))
- [10] 张中旺, 江华军, 李长安, 等. 南水北调中线工程核心水源区水安全模糊综合评价[J]. 南水北调与水利科技, 2012, 10(3): 16-21. (ZHANG Zhongwang, JIANG Hua-jun, LI Chang-an, et al. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Water Security in Central Water Source Area of Middle Route of South to North Water Diversion Project[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2012, 10(3): 16-21. (in Chinese))