

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2015.05.022

云南省城乡居民膳食消费的水足迹计算及评价

何开为, 张代青, 侯 璠, 李志勇

(昆明理工大学电力工程学院, 云南 昆明 650500)

摘要: 基于水足迹理论方法, 计算分析云南省 2005—2010 年城乡居民膳食消费水足迹。利用 Shannon-Wiener 指数评价此 6 年间城乡居民膳食结构水足迹的多样性特征, 运用灰色关联法对各类膳食食品消耗与膳食水足迹消耗总量进行关联度分析。结果表明: 每年城镇居民膳食消费水足迹均高于农村居民; 各类食物水足迹所占比例中, 粮食和猪肉所占比例较大; 城镇居民膳食结构水足迹多样性明显高于农村居民, 但农村居民膳食结构水足迹多样性总体呈上升趋势; 粮食、猪肉、水果的消费与水足迹消耗总量关联程度较高。

关键词: 虚拟水; 水足迹; 膳食消费; 多样性; 关联分析; 云南省

中图分类号: TV213.4

文献标志码: A

文章编号: 1004-6933(2015)05-0114-05

Calculation and evaluation of water footprint about dietary consumption of urban and rural residents in Yunnan Province

HE Kaiwei, ZHANG Daiqing, HOU Jin, LI Zhiyong

(School of Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract: Based on the theories and methods of water footprint, water footprint of dietary consumption of urban and rural residents from 2005 to 2010 in Yunnan Province was calculated and analyzed. The diversity feature of dietary consumption in the six years is evaluated with Shannon-Wiener index. The correlation between total amounts of the consumption of all kinds of diet food and the consumption of water footprint is analyzed, using grey correlation method. The results show that urban residents' water footprint of dietary consumption was higher than rural residents'; Grain and pork account for a larger proportion than other food water footprint; Urban residents' water footprint of dietary structure was more diverse than rural residents', while there has been a general uptrend in the diversity of rural residents' water footprint of dietary structure; Grain, pork and fruit consumption has strong correlation with water footprint consumption, can reflect the variation tendency of the total water footprint consumption.

Key words: virtual water; water footprint; dietary consumption; diversity; correlation analysis; Yunnan Province

随着社会经济的发展和人口规模的增加, 人类消耗粮食越来越多, 伴随着虚拟水消耗也日益剧增。所谓“虚拟水”是指产品和服务所需要的水资源数量^[1-4], 它由伦敦大学的 Allan 教授首次提出。虚拟水不是真正意义的水, 它以看不见的形式蕴涵在各种产品当中, 例如: 生产一个 100 g 的苹果需要 70 L

水, 生产 1 kg 鸡肉需要 4 t 水, 生产 1 kg 牛肉需要 16 t 水等。因此, 社会中的产品消费实质上是间接地消费水资源。为了追踪产品中的虚拟水, Hoekstra 等^[5]于 2002 年首次提出了水足迹的概念, 并定义水足迹为任何已知人口(国家、地区或者个人)在一定时间内消耗的所有产品和服务所需要的水资源数

基金项目: 昆明理工大学 2013 年度大学生创新创业训练项目(201310674213); 云南省教育厅项目(14118489)

作者简介: 何开为(1993—), 男, 本科生, 水文与水资源工程专业。E-mail: 634869360@qq.com

通信作者: 张代青, 博士, 讲师。E-mail: dqzhang10@126.com

量。由于虚拟水主要集中在人类产品或食物中,且动物性产品的虚拟水含量要高于植物性产品,因此膳食食物作为人类必需品携带着大量的虚拟水,膳食结构的差异显著影响水足迹的量值,也使得人类水资源的消耗与人类膳食消费关系密切。笔者以云南省为例,基于人类膳食消费模式系统规划与管理水资源,应用虚拟水和水足迹理论方法,分析计算2005—2010年云南省城乡居民膳食消费的水足迹及其变化特征,探讨各类膳食食品消耗量与膳食水足迹消耗总量之间的关联度。

1 膳食水足迹的虚拟水计算

1.1 主要农产品虚拟水计算方法

目前计算农产品虚拟水含量的方法主要有两种,一种是 Chapagain 等^[4]提出的研究不同产品生产树 (production tree) 的方法,另一种是 Zimmer 等^[5]基于对不同产品类型的区分提出的计算方法。农产品虚拟水含量的具体计算视产品分类的不同而异。本文采用文献[5-6]所提计算方法,根据其计算原理,农产品生产的需水量主要取决于农作物的类型、生长区域的自然条件、气候条件、地理条件、使用的灌溉系统和管理方式等综合因素。单一农作物产品虚拟水含量计算式为

$$D_c = \frac{R_c}{Y_c} \quad (1)$$

其中 $R_c = 10 \sum_{d=1}^l T_{c,d}$ (2)

$$T_{c,d} = T_{0,d} \cdot K_c \quad (3)$$

式中: D_c 为某区域作物 c 的虚拟水含量, m^3/t ; Y_c 为某区域作物 c 的产量, t/hm^2 ; R_c 为某区域作物 c 的需水量, m^3/hm^2 ; l 为整个生长期天数; $T_{c,d}$ 表示作物在 c 的整个种植过程中每天累计蒸发蒸腾量, mm/d ; $T_{0,d}$ 为参考作物的蒸发蒸腾量, mm/d ; K_c 为作物系数。

$T_{0,d}$ 一般根据联合国粮农组织 (FAO) 推荐的标准彭曼公式^[8]计算:

$$T_{0,d} = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273}(e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (4)$$

式中: R_n 为作物表面的净辐射, $MJ/(m^2 \cdot d)$; Δ 为饱和水汽压与温度相关曲线的斜率, $kPa/^\circ C$; G 为土壤热通量, $MJ/(m^2 \cdot d)$; T 为平均空气温度, $^\circ C$; U_2 为2 m高的风速, m/s ; e_a 、 e_d 分别为饱和水汽压与实际水汽压, kPa ; γ 为湿度计常数, $kPa/^\circ C$ 。

1.2 膳食消费品虚拟水含量

1.2.1 主要作物产品虚拟水含量

由于2007年相关数据较全面、完整,气候和土

壤等数据接近2005—2010年间平均值。所以笔者选用2007年为代表年,利用该年数据来计算作物产品虚拟水含量。根据来源于FAO的CLIMATE数据库和CROP数据库有关中国部分的2007年云南省各地区气象和土壤等数据,采用FAO推荐的Cropwat8.0软件,将上述数据输入式(4),得到作物的蒸发蒸腾水量 $T_{0,d}$ 。再与该软件所提供的各种农作物系数 K_c 相乘,得到作物累计蒸发蒸腾量 $T_{c,d}$ 。最后按照式(2)计算得到全省16个州市8种不同类型作物需水量 R_c ,采用该类型作物需水量乘以各地区作物种植面积占全省比例进行加权计算,获得全省不同初级作物产品的平均需水量。考虑不同作物产量和最终作物产品加工转化率,得到不同作物产品虚拟水含量(表1)。

表1 主要作物产品虚拟水含量

产品种类	V	$R_c/$ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	$Y_c/$ ($kg \cdot hm^{-2}$)	$D_c/$ ($m^3 \cdot kg^{-1}$)	$L_c/$ ($m^3 \cdot kg^{-1}$)
稻谷	0.7	3623.88	5955.36	0.61	0.87
小麦	0.7	5458.67	2136.83	2.55	3.65
玉米	1	3467.24	3888.93	0.89	0.89
豆类	1	1946.31	1533.9	1.27	1.27
薯类	1	3167.27	2887.66	1.10	1.10
油料	0.38	3989.14	1675.55	2.38	6.27
蔬菜	1	3289.76	19812.13	0.17	0.17
水果类	0.8	7141.28	7634.84	0.94	1.17
粮食	0.7	3532.67	3482.42	1.01	1.45

注:①云南省各地区农作物产量、种植面积来源于2008年《云南统计年鉴》。②粮食包括稻谷、小麦、玉米、豆类和薯类等5大类,其虚拟水含量根据这5种产品相关数据加权平均计算所得。③ V 为初级产品最终产品率, L_c 为最终产品虚拟水含量, D_c 为初级产品虚拟水含量, L_c 为最终产品虚拟水含量。 $V=D_c/L_c$,依据我国统计部门的折算方法将不同作物初级产品换算成最终产品。

1.2.2 主要动物产品虚拟水含量

动物产品虚拟水含量的计算除需要饲料作物需水量参数外,还需考虑动物饮水、服务用水、动物产品加工用水参数,计算过程复杂、数据较多且难以获得。笔者参考国际虚拟水研究,得到有关中国部分的动物产品单位质量虚拟水含量计算成果,具体见表2。

表2 主要动物产品虚拟水含量 m^3/kg

动物产品	虚拟水含量	动物产品	虚拟水含量
猪肉	3.56	蛋类	8.65
牛肉	19.99	奶类	2.20
羊肉	18.01	水产品	5.00
家禽	3.11		

2 城乡居民膳食结构水足迹消耗计算

2.1 城镇居民膳食结构水足迹计算

根据云南省城镇居民各类膳食食品人均年消费量数据和各类膳食消费品单位质量虚拟水的含量,

计算 2005—2010 年城镇居民人均膳食水足迹及各类食物水足迹消耗所占比例,结果见表 3。

表 3 显示:云南省城镇居民人均膳食消费水足迹在 2005—2007 年间呈下降趋势,2007—2010 年波动变化,但总体保持在 510 m³/人以上。2007 年受全国肉类价格大幅上涨影响,年人均肉类产品消费量下降,导致全年人均膳食消费水足迹降低,达到 2005—2010 年间历史最小值(510.24 m³/人)。2008 年 4 月起全国肉类价格出现急剧下跌现象,年人均肉类产品消费量比 2007 年大幅增加,使得猪肉、牛肉、羊肉等肉类水足迹消耗达近年最高值,因此人均膳食水足迹也达到 2005—2010 年间历史最大值(548.77 m³/人)。6 年间,粮食水足迹和油料水足迹总体呈下滑趋势,家禽、蔬菜、水产品、水果等水足迹保持平稳,蛋类和奶类波动较大,其余肉类总体呈上升趋势。各类食物水足迹所占比例中,粮食和猪肉所占比例较大,蔬菜、羊肉、家禽所占比例较小。2005—2010 年中,粮食和猪肉平均水足迹所占比例分别为 20.82%、14.93%。

2.2 农村居民膳食结构水足迹计算

根据云南省农村居民各类膳食食品人均年消费量的数据和各类膳食消费品单位质量虚拟水的含量,计算 2005—2010 年农村居民人均膳食水足迹及各类食物水足迹消耗所占比例,结果见表 4。

表 4 显示:云南省农村居民人均膳食消费水足迹在 2008—2010 年间呈下降趋势,2005—2008 年间有波动变化。2010 年,云南省遭遇百年一遇的全省性特大旱灾,导致全省数百万农村人口缺水,作物

产量受严重影响,人均膳食消费量自然有所下降,因此人均膳食水足迹达到 2005—2010 年间历史最小值(455.21 m³/人)。2006 年作为“十一五”规划的开局之年,省政府加大农业和农村经济建设,全年农民收入增幅高于全国平均水平。人均膳食消费量也有较大增幅,使得人均膳食水足迹达到 2005—2010 年间历史最大值(500.88 m³/人)。在此 6 年间,同城镇居民水足迹消耗一样,粮食和油料水足迹总体也呈下滑趋势。肉类水足迹呈上升趋势,蔬菜和奶类保持较平稳。相对于城镇居民,农村居民羊肉、奶类、水产类所占人均水足迹比例很小。粮食、油料、猪肉所占比例较大。2005—2010 年中,粮食、油料、猪肉平均水足迹所占比例分别为 57.71%、4.14%、21.21%。

3 膳食食品消耗与膳食结构水足迹消耗的分析与评价

3.1 城乡居民膳食结构水足迹的多样性评价

Shannon-Wiener 指数 $H^{[9]}$ 来源于信息理论,广泛运用于生物种群生态多样性的评价计算。它的计算公式表明,群落中生物种类增多代表了群落的复杂程度增高,即 H 值愈大,群落所含的信息量愈大。利用 Shannon-Wiener 指数来评价城乡居民膳食结构水足迹的多样性,可以科学、数据化地反映居民膳食结构水足迹消费水平的高低,膳食结构水足迹多样性,各种膳食结构水足迹分配平等性,膳食结构搭配均匀性。其计算公式如下:

表 3 2005—2010 年云南省城镇居民人均膳食消费水足迹

m³/人

年份	粮食	油料	蔬菜	猪肉	牛肉	羊肉	家禽	蛋类	奶类	水产品	水果类	人均膳食水足迹
2005	117.91	36.49	27.11	80.81	44.18	4.86	24.38	64.79	41.62	35.8	59.31	537.27
2006	113.67	30.97	25.1	81.49	46.78	4.32	23.23	65.39	43.23	33.95	61.5	529.63
2007	106.49	27.53	24.81	72.77	57.77	5.76	27.77	55.45	38.81	33.15	59.94	510.24
2008	111.49	28.59	26.1	84.91	72.76	8.1	26.84	56.66	37.82	37.6	57.89	548.77
2009	109.08	22.07	27.13	79.6	59.17	6.3	25.6	64.44	41.6	36	59.14	530.14
2010	102.31	24.39	26.73	74.3	56.77	7.56	24.44	63.15	43.25	34.45	60.79	518.15
百分比(%)	20.82	5.36	4.95	14.93	10.63	1.16	4.80	11.65	7.76	6.65	11.30	100

注:城镇居民年人均食品消费数量来源于 2006—2011 年《云南统计年鉴》、2006—2011 年《中国农业年鉴》、2006—2011 年《中国人民生活统计年鉴》。

表 4 2005—2007 年云南省农村居民人均膳食消费水足迹

m³/人

年份	粮食	油料	蔬菜	猪肉	牛肉	羊肉	家禽	蛋类	奶类	水产品	水果类	人均膳食水足迹
2005	281.84	20.44	16.71	99.4	8.2	3.24	9.11	14.45	0.51	5.3	11.99	471.18
2006	293.64	20.13	15.86	107.44	12.59	4.32	9.36	16.09	0.46	6.55	14.43	500.88
2007	265.45	19.25	14.69	100.61	13.99	3.42	10.05	16.18	0.55	7.9	13.58	465.67
2008	276.04	22.51	16.63	96.48	12.79	3.78	15.15	20.85	0.64	8.6	11.7	485.16
2009	276.66	17.37	17.96	97.33	7.8	3.96	13.62	19.64	0.88	5.8	11.65	472.67
2010	251.62	18.37	15.55	103.49	11.19	3.06	13.87	18.25	0.95	7.9	10.95	455.21
百分比(%)	57.71	4.14	3.42	21.21	2.34	0.76	2.50	3.70	0.14	1.48	2.61	100

注:农村居民年人均食品消费数量来源于 2006—2011 年《云南统计年鉴》、2006—2011 年《中国农业年鉴》、2006—2011 年《中国人民生活统计年鉴》。

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (5)$$

式中： i 为各种膳食消费品； P_i 为第 i 种膳食消费品水足迹所占总水足迹比例； n 为膳食消费品种类数。

根据表 3 和表 4 所计算的 2005—2010 年间云南省城乡居民人均膳食消费水足迹，利用 Shannon-Wiener 指数计算多样性，得到城乡居民膳食结构水足迹多样性指数（图 1）。

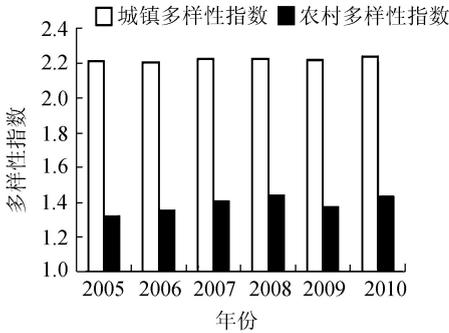


图 1 城乡居民膳食结构水足迹多样性指数

从图 1 中可见，2005—2010 年间，城镇居民膳食结构水足迹多样性保持平稳，均在 2.22 左右。农村居民膳食结构水足迹多样性总体有所增长，正逐步拉近与城镇居民膳食结构水足迹多样性的差异，2008 年，差值最小，为 0.78。由于城镇居民收入高于农村居民收入以及部分食品销售具有市场区域性等因素，城镇居民在市场价格较高的肉类、奶类、水果等食品的消费量明显高于农村居民。因此，导致城镇居民膳食结构搭配较均匀，膳食结构水足迹多样性明显高于农村居民。不过，随着城镇化建设的推进，农村居民的收入不断提高，农村食品市场建设不断完善，农村居民膳食结构水足迹的多样性将不断提高，逐渐缩小与城镇居民的差距。

3.2 灰色关联度分析法简介

灰色关联系统^[10-11]是一个发展变化的系统，关联度分析事实是动态过程发展态势的量化分析。确切地说，是发展态势的量化比较分析。做关联分析，首先要选准反映系统行为特征的数据序列，即映射量，从而用映射量来间接表征系统行为，然后构造参考数据列 X_0 ：

假设 $X_j(j=0, 1, 2, \dots, n)$ 为系统的多个因素，个数需经过深入分析才能确定。选取其中一个因素 X_0 作为比较基准， X_0 可以表示为数列，称为基准数列：

$$X_0 = \{ X_0(k) \mid k = 1, 2, \dots, n \} = (X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)) \quad (6)$$

式中： k 为时刻； $X_0(k)$ 为因素 X_0 在 k 时刻的观察值。

假设另外有 m 个需要与基准因素比较的因素数列，称为比较数列：

$$X_i = \{ X_i(k) \mid k = 1, 2, \dots, n \} = (X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)) \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

则比较数列对基准数列在时刻 k 的关联系数定义为

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (8)$$

式中： ρ 为分辨系数，一般取 0.5， $\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)|$ 和 $\max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|$ 分别称为两级最小差和两极最大差。根据式(7)和式(8)，定义比较数列 X_i 对基准数列 X_0 的关联度：

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k) \quad (9)$$

由式(9)可知，关联度是把各个时刻的关联系数集中为一个均值，它可以将过于分散的信息集中起来处理。

3.3 关联度计算分析

根据表 3、表 4 所计算的 2005—2010 年间云南省城乡居民人均膳食消费水足迹，构造初始化数列。运用灰色系统关联分析方法，对膳食食品消耗与膳食结构水足迹消耗进行关联分析，得到关联系数、关联度数值（表 5）。

表 5 关联系数、关联度数值

食物	关联系数					关联度
	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	
粮食	0.991	0.892	0.846	0.913	0.793	0.887
油料	0.711	0.676	0.705	0.502	0.587	0.636
蔬菜	0.778	0.822	0.86	0.899	1.000	0.872
猪肉	0.921	0.983	0.943	0.961	0.935	0.949
牛肉	0.732	0.431	0.334	0.517	0.478	0.498
羊肉	0.873	0.648	0.408	0.528	0.468	0.585
家禽	0.863	0.654	0.572	0.633	0.63	0.671
蛋类	0.98	0.827	0.867	0.821	0.831	0.865
奶类	0.953	0.902	0.731	0.957	0.785	0.866
水产品	0.894	0.908	0.756	0.932	0.824	0.863
水果类	0.877	0.828	0.862	0.996	0.882	0.885

表 5 结果显示：猪肉和粮食的水足迹消耗与膳食水足迹消耗关联度较大，分别为 0.949、0.887。牛肉水足迹消耗与膳食水足迹消耗关联度最小，为 0.498。说明了猪肉和粮食的水足迹消耗对膳食水足迹消耗影响较大，牛肉水足迹消耗对膳食水足迹消耗关联度影响最小。从初始化数据序列图（图 2）可看出，猪肉、粮食的水足迹消耗初始化数据序列与人均膳食水足迹消耗初始化数据序列基本拟合。由此得出，猪肉、粮食的水足迹消耗可以作为膳食水足

迹消耗趋势的衡量依据。猪肉、粮食膳食水足迹消耗的多少可以反映出居民膳食结构水足迹的消耗水平。

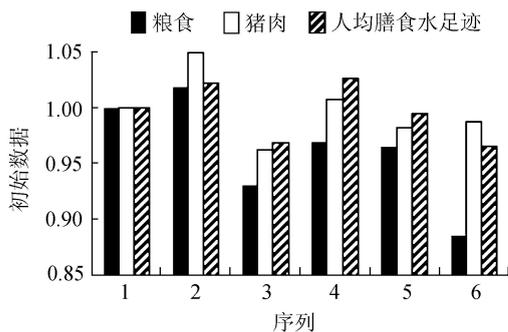


图2 初始数据序列

4 结 语

基于水足迹理论方法及2005—2010年云南省有关资料,应用Shannon-Wiener指数和灰色系统关联分析等方法,探讨了云南省城乡居民人均膳食结构及膳食消费水足迹问题。结论如下:

a. 对于人均膳食消费水足迹,城镇居民高于农村居民,且粮食、猪肉、油料等所占水足迹比重较大;对于人均粮食消费水足迹,农村居民明显高于城镇居民;对于高价格肉类食品人均消费水足迹,农村居民远低于城镇居民。总的变化趋势为:随着生活质量的提升,城乡居民粮食水足迹消耗逐步减少,肉类水足迹消耗稳步上升。

b. 城镇居民膳食结构水足迹保持平稳,约为2.22;农村居民膳食结构水足迹有所增长,且城乡居民膳食结构水足迹之间的差距有逐渐缩小的趋势。

c. 城乡居民猪肉、粮食、水果的水足迹消耗与膳食水足迹消耗关联度较大,其初始化数据序列与膳食水足迹消耗初始化数据序列基本拟合。猪肉、粮食、水果的水足迹消耗可作为膳食水足迹消耗趋势的衡量依据。

人类膳食消费模式直接影响水资源消耗量,面对当前水资源短缺现状,探求膳食消费模式与水资源消耗量的关系,构建节约型生态膳食消费模式显得尤为重要。但由于膳食消费结构的多样性和营养搭配的复杂性使人类膳食消费模式也千差万别。因此,本文的研究尚刚刚起步,在后续研究工作尤其在兼顾营养搭配的膳食消费结构的多样性方面,还有待于进一步开展更多更深入的研究。

参考文献:

[1] ALLAN J A. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro political futures would be impossible [C]//Priorities for water resources allocation and

management. London: OD A,1993: 13-26.

- [2] ALLAN J A. Overall perspectives on countries and regions [C]//ROGERS P,LYDON P. Water in the Arab world: perspectives and prognoses. Massachusetts: Harvard University press,1994: 65-100.
- [3] 龙爱华,徐忠民,张志强,等.西北四省(区)2000年的水资源足迹[J].冰川冻土,2003,25(6): 692-700. (LONG Aihua, XU Zhongmin, ZHANG Zhiqiang, et al. Estimate and analysis of water footprint in Northwest China,2000[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003,25(6): 692-700. (in Chinese))
- [4] 王钟书.农产品虚拟水及云南省种植业结构优化[D].昆明:云南大学,2010.
- [5] HOEKSTRA A Y. Virtual water: an introduction [C]//Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade-value of water research report;series No.12. Delft:IHE,2003: 13-23.
- [6] CHAPAGAIN A K, Hoekstra A Y. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of lives tock and lives tock products [C]//HOEKSTRA A Y. Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade: value of water research report Series No 1. Delft: IHE,2003.
- [7] ZIMMER D, Renault D. Virtual water in food production and global trade: review of methodological issues and preliminary results [C]//HOEKSTRA A Y. Virtual water trade: proceeding s of the international expert meeting on virtual water trade;value of water research report series No 12, Delft: IHE,2003: 93-107.
- [8] ALLEN R G, PEREIRA L S, RAES D S M. Crop evapotranspiration: gudielines for computing crop water requirements [M]. Rome: FAO irrigation and drainage, 1998.
- [9] ULANOWICZ R E. Growth and development; ecosystems phenomenology [M]. New York: Springer-Verlag,1986.
- [10] 赵加凡,陈小宏,张勤.灰关联分析在储层评价中的应用[J].勘探地球物理进展,2003,26(4): 282-286. (ZHAO Jiafan, CHEN Xiaohong, ZHANG Qin. Application of grey association analysis in reservoir evaluation [J]. Journal of Glaciology and Geocryology,2003,26(4): 282-286. (in Chinese))
- [11] 唐天国,刘浩吾,雷运波.工程事故影响因素的灰色关联分析[J].水力发电,2003(11): 57-59. (TANG Tianguo, LIU Haowu, LEI Yunbo. Grey relational analysis of the affecting factors of engineering failures [J]. Water Power,2003(11): 57-59. (in Chinese))

(收稿日期:2014-12-16 编辑:徐娟)