

区域水资源与经济社会耦合系统 可持续发展的量化分析

关 伟

(辽宁师范大学城市与环境学院, 大连 116029)

摘要: 通过对水资源—生态环境—经济社会耦合系统互动关系的分析和对该耦合系统可持续发展模式的探讨, 利用模糊优选模型将多个评价指标转化为单一指标, 采用模糊隶属度描述可持续度来衡量复杂水资源系统可持续发展水平的评价方法, 并结合辽宁省水资源开发与利用的实际情况, 研究区域水资源可持续利用与经济社会协调发展的关系。研究结果表明, 目前辽宁水资源系统可持续发展水平相对较低(全省水资源系统的可持续度仅为 0.2456), 尚有较大的开发潜力和提升空间。研究成果可为辽宁省水资源可持续利用及其管理提供定量的决策依据。

关键词: 区域; 水生态; 水资源—生态环境—经济社会耦合系统; 可持续度; 辽宁省
文章编号: 1000-0585(2007)04-0685-08

1 引言

可持续发展是我国经济社会发展的基本战略。在可持续发展的社会、经济、资源、环境基本框架中, 资源是重要的支撑要素^[1]。根据可持续发展的内涵, 发展要具有可持续性, 要不损害支持地球的生命系统即空气、水、土壤, 不超出其源于资源的承载能力, 目前已得到普遍认同的是, 将发展限制于资源和环境的承载能力之内, 也就是说保障资源和环境的可持续承载力是保障发展可持续性的前提^[2]。

水资源是涉及人—环境—经济—社会的复杂系统, 对水资源的开发利用会产生相应的效益, 也可能带来不利影响。要了解一个区域水资源承载力的实际水平, 评判其在一定发展阶段能够承载经济发展的可持续性如何, 需要基于可持续发展和资源承载理论, 从不同的空间和时间尺度, 分析水资源的承载状态和发展态势。为此, 一些学者从不同侧面开展了有关水资源、环境、区域承载力的诸多研究^[3~8], 其中, 一个研究热点是建立承载能力的一套评价指标体系^[9~12], 通过指标体系将涉及大量复杂现象和信息的经济社会与资源环境的关系简约量化。目前, 国内外关于区域水资源与经济社会耦合系统可持续发展的研究方法大致可归纳为两类: 一是采用多指标建立指标系统来评价可持续发展, 二是采用单一指标即系统指标来评价可持续发展。然而, 这些研究大都停留在概念的提供或定性的分析上, 缺乏量化的理论与方法^[13~15]。因此, 如何建立物理意义明确、计算精确并能以多指标为基础的单一评价指标, 是目前可持续发展定量研究中迫切需要解决的问题。

收稿日期: 2006-10-24; 修订日期: 2007-05-22

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2003AA601050)

作者简介: 关伟(1959-), 男, 辽宁岫岩人, 博士, 教授。主要从事区域发展与产业经济研究。

E-mail: lsgw2000@sina.com

复杂水资源系统可持续发展是时间维上的模糊概念,可用模糊数学的隶属度概念来定量描述可持续度。因研究问题的边界条件不同,可分别用绝对隶属度和相对隶属度来定量描述可持续发展状况。本文借鉴陈守煜教授提出的模糊优选模型^[14,15],将多个评价指标转化为可持续度单一指标,采用模糊隶属度描述可持续度来分析辽宁省水资源可持续利用状况,为“十一五”期间辽宁省水资源的可持续利用提供定量的决策依据。

2 “水资源—生态环境—经济社会发展”耦合系统

生态环境系统是由生命系统和环境系统构成的,经济社会系统是以生态环境系统为载体的人类社会物质资料的再生产系统,其中,生产、分配、交换、消费等行为构成了经济社会系统的子系统。生态环境系统与经济社会系统是不可分割、相互联系和相互作用的,其相互关系如图 1 所示: A 为环境作为生产投入要素被使用的资源; B 为资源产生的商品供给消费者; C 为环境为生产提供空间; D 为环境为消费提供空间; E 为环境为消费系统提供公共环境物品,包括质量的舒适和环境的投入; F、G 为没有进一步利用的生产消费的连带产品散发进入环境; H 为排放物在环境中通过扩散或运输过程变成污染物质; I 为污染和破坏对环境的损害函数。

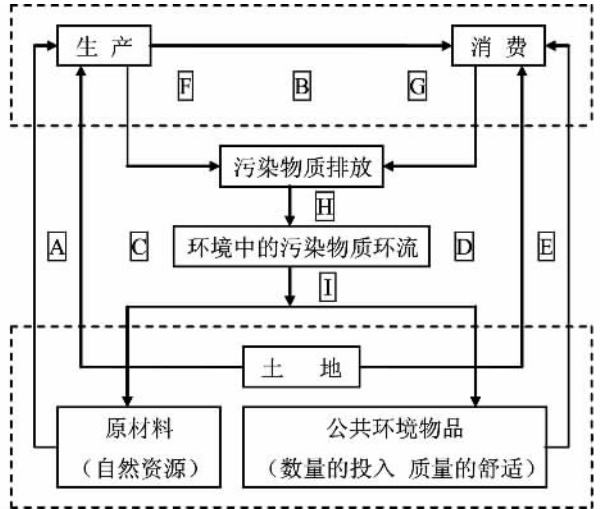


图 1 生态环境系统—经济社会系统之间的相互关系图^[16]

Fig. 1 Diagram showing relationship between environment system and society system

水资源是一个动态变化的巨系统,它与经济社会巨系统之间的关系集中体现在经济社会活动对水环境系统的干扰,以及大自然赋予水环境系统的自我组织和调节的抗干扰能力,这是水资源得以持续承载的内在机制^[17],源自水资源系统的三大特性:(1)水是一种可再生的资源,水量因水文循环而不断得以补充;(2)水体的流动和其间的物化反应,使其具有接纳污染物并自我净化的环境容量,在一定程度上修复水质;(3)水中的生命组分使其具有活力,通过生物链的物质和能量循环,维持水生态系统的新陈代谢和不断更新。

生态环境尤其是水生态环境对于区域经济社会的可持续发展有着十分重要的意义,水资源是环境系统中的一个关键子系统。水资源—生态环境—经济社会耦合系统的内部存在着紧密的互动关系。经济社会的高速发展给人类带来福祉的同时也带来了一定程度的区域水生态环境破坏甚至环境恶化,若高速发展的经济以生态破坏为代价,其最终导致的生态环境恶化和经济社会发展迟缓的后果将会更惨痛。因此,区域水资源的利用与管理必须要以实现可持续发展为目标,才能实现区域水资源与经济社会耦合系统的可持续发展^[18,19]。

3 区域水资源与经济社会可持续发展评价

3.1 区域水资源与经济社会可持续发展模式

目前,关于可持续发展的研究还没有一个公认的理论模式,其定义的分析视角主要包

括：①从自然属性定义可持续发展。认为可持续发展是寻求一种最佳的生态系统以支持生态的完整性，即不超越环境系统更新能力的发展，使人类的生存环境得以持续；②从社会属性定义可持续发展。认为可持续发展为“在生存不超过维持生态系统涵容能力之情况下，改善人类的生活品质”；③从经济属性定义可持续发展。认为可持续发展的核心是经济发展，是在“不降低环境质量和不破坏世界自然资源基础的经济发展”；④从科技属性定义可持续发展。认为可持续发展就是要用更清洁、更有效的技术尽量做到接近“零排放”或“密闭式”工艺方法，以保护环境质量，尽量减少能源与其他自然资源的消耗。

显然，可持续发展是一个涉及经济、社会、文化、技术及自然环境的综合概念，主要包括资源与环境的可持续发展、社会的可持续发展和经济的可持续发展 3 个方面。只有在资源—环境—经济社会耦合系统可持续发展的模式下，才能使经济社会的发展和水资源系统承载力处于协调均衡的状态，在通过工程手段提高水生态系统承载能力的同时，调整经济结构、改变消费观念使其适应可持续发展的需要^[20]。

3.2 可持续发展的定量描述和定性分析

模糊性是人类思维和客观事物普遍存在的属性之一^[21]。基于这一客观事实，为弥补复杂水资源系统可持续发展经典评价方法忽视模糊性的缺陷，以便得到符合复杂水资源系统发展客观状况的评价结果，可以应用模糊数学隶属度的概念定量描述复杂水资源系统可持续发展的状况^[22]。

3.2.1 可持续度的定义及计算 评价区域水资源系统可持续发展状况时，根据影响水资源系统可持续发展的多个指标的实际测量值，以衡量这些指标的可持续发展程度的标准值为比较依据，计算可持续度^[23]。如前所述，可持续发展状况可用隶属度表示，当有各指标的绝对可持续发展标准值时，可计算绝对隶属度来表示可持续发展状况。但是，各评价指标的绝对可持续发展标准值一般不存在，或尽管存在但因人们认识水平的限制而难以达成共识。实践中，经常出现的是没有评价指标的绝对可持续发展标准值，这时可计算相对隶属度来表示可持续度。

设待评价的 n 个复杂水资源环境系统 X ，有 m 个指标（如水资源利用率等）构成计算 X 的可持续度的指标集，每个指标实测值为 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ ，根据指标与可持续发展之间呈正相关或负相关两种情况，采用不同的属性规格化公式。当呈正相关时，取参考连续统上相对隶属度为 0 的左极点对应 x_{\min} ，相对隶属度为 1 的右极点对应 x_{\max} 。 x_{\min} 、 x_{\max} 分别为可持续发展评价标准的最小、最大值。

权重的确定，采用模糊二元对比方法。设第 j 个水资源系统对极点 $\vec{y} = (1, 1, \dots, 1)$ 的相对隶属度为 $u_{(j)}$ ，各评价对象与两个极点的差异可分别用加权广义距离表示。为了确定 u_j ，建立目标函数

$$\min F(u_{(j)}) = D_{yj}^2 + D_{gj}^2 \quad (1)$$

令 $F(u_j)$ 对 u_j 的导数为 0，解得评价对象 j 的可持续度计算公式为：

$$u_{(j)} = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m [\tau w_i (r_{ij} - 1)]^p}{\sum_{i=1}^m (\tau w_i r_{ij})^p} \right\}^{2/p}} \quad (2)$$

3.2.2 可持续度计算的指标体系及其确定 合理平衡经济社会发展与水资源承载的相互关系，是水资源政策关注的目标。为使水资源可持续承载具有可操作性，需要定量分析承

载主客体之间的关系, 量化相互作用值的大小。由于水资源与经济社会的承载关系是涉及到多方面因素的复杂问题, 其中还有许多过程具有不确定性, 所以, 对这一复杂关系定量描述的可行办法之一就是建立综合评价指标体系及相应的衡量标准与方法。

综合国内外的水资源可持续利用指标体系, 可以得到的分类是: ①国外水资源可持续利用指标体系。主要包括国家、地区、流域 3 种尺度; 指标体系分为质量指标、受损指标、交互作用指标、化学指标和动态指标; 可持续类别根据生态状况分为可持续、弱不可持续、中等不可持续、不可持续、高度不可持续和灾难性不可持续。②国内水资源可持续利用指标体系。按水资源系统特性可分为水资源可供给性、水资源利用程度及管理水平、水资源综合效益; 按指标的结构可分为综合性指标体系、层次结构指标体系、矩阵结构指标体系; 按可持续观点可分为外延指标和内在指标、描述性指标和评估性指标; 按评价指标考虑因素的范围可分为单一性指标、专题性指标、系统化指标。

国内外许多学者从各自的研究领域出发, 对水资源可持续利用指标体系进行的研究, 虽然没有形成统一的观点, 但这些指标的选择却为本文指标体系的建立提供了参考和借鉴。

(1) 指标体系建立的步骤。评价指标体系的建立是一个很复杂的过程, 需要以下步骤: ①确定评价目标; ②进行大量的调查研究, 在此基础上对基本素材进行分类整理; ③进行初步设计, 形成指标体系的原始模型; ④完善、优化和筛选原始模型, 从而形成最终的指标体系。

(2) 评价指标的选取原则。评价指标的选取是否合适, 将直接影响到综合评价的结果。建立指标体系最核心的原则是科学性和简便性的结合。科学性要求指标体系尽可能全面、完整、准确地反映所评价的对象; 简便性要求所选取的指标数据容易获得、计算简便、便于操作和应用。尽管科学性与简便性往往互相矛盾, 但实用、合理的指标体系必然是科学性和简便性的最佳结合^[24]。

(3) 评价指标体系的设计。根据以上分析, 结合指标体系的方法学, 水资源可持续利用指标体系采用指数—指标—变量三级体系框架, 三级体系中, 对各级的设计考虑如表 1。

表 1 水资源可持续利用指标体系设计

Tab. 1 Index system design of the sustainable utilization of water resources

名称	设计
指数	总体反映水资源可持续承载水平, 是指标体系的最高一级
指标	从水质、水量、水生态系统及人类的响应等不同方面来表征水资源承载的可持续性。指标按类别进行划分, 各类指标中进一步包含多重变量, 指标综合反映多个变量的特征
变量	是指标体系中最低的一级, 指向定义清晰、数据可直接获取、或由相关资料提供或通过简单计算便可获得的特征元素

(4) 指标体系的功能和应用。构建以上的水资源可持续利用指标体系可以定量反映流域或区域的水资源可持续承载的水平。通过指标体系的表征, 可以实现以下功能: ①综合反映一定时期内流域或区域水资源承载的可持续水平或状况, 从而协助决策者进行水资源的合理利用; ②评价一定时期水资源承载的各分类指标的发展相对速度, 判断水资源承载的发展方向是否可持续; ③反映各个方面对水资源可持续承载的相对贡献大小, 为制定相应水资源保护和管理的措施提供决策依据。

在具体应用方面, 需要结合当地实际情况选择切实可行的指标体系, 可通过指标体系获取水资源承载系统中相关因子的定量表征数据, 从而进行不同流域水资源承载水平的

比较。也可以对同一区域在不同发展阶段的水资源承载状况或不同规划方案下的水资源承载发展趋势进行对比分析,判定区域水资源承载发展方向,指示不同规划措施的效果。

4 辽宁省水资源系统可持续度的计算

辽宁省幅员辽阔,省内各地气候、地形地貌、土壤、植被等自然条件各异,形成径流的年内分配不均,年际变化大。同全国发达省市相比,辽宁水资源开发利用程度较低。但是,随着辽宁省经济社会的快速发展,近年来各行各业都对水资源开发利用提出了新的要求,水资源供需矛盾日益突出。为促进辽宁省水资源系统的可持续发展,使水资源系统与经济的发展起到良好的相互促进作用,有必要对其水资源系统可持续发展状况进行研究。采用本文 3.2 节提出的可持续度概念及其计算方法,首先计算辽宁全省,即 $j=1$ 时水资源系统的可持续度,然后计算各地区水资源子系统的可持续度。

参照有关水资源供需分析中的指标体系^[25~29],结合辽宁实际情况,选取灌溉率、水资源利用率、水资源开发程度、需水模数、供水模数和人均供水量 6 个指标作为计算可持续度相关指标^[27]。基于文献^[15]中的有关标准,当前情况下 6 个指标的标准值见表 2。通过统计年鉴及其他途径,得到 2005 年辽宁省水资源系统中以上 6 个指标的特征值,见表 3。

表 2 辽宁省水资源系统可持续发展评价指标标准值

Tab. 2 The standard value of sustainable development evaluation index of water resources system in Liaoning Province

指 标	右极点 x_{\max} , 可持续度为 1	左极点 x_{\min} , 可持续度为 0
灌溉率 (%)	≥ 60	≤ 20
水资源利用率 (%)	≥ 60	≤ 20
水资源开发程度 (%)	≥ 70	≤ 30
需水模数 ($10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$)	≥ 100	≤ 40
供水模数 ($10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$)	≥ 100	≤ 40
人均供水量 ($\text{m}^3/\text{人}$)	≤ 1000	≥ 3000

表 3 辽宁省及所辖地区(市)水资源指标特征值

Tab. 3 The eigenvalue of evaluation index of water resources system in Liaoning Province

地区	灌溉率 (%)	水资源利用 (%)	水资源开发 (%)	需水模数 ($10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$)	供水模数 ($10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$)	人均供水量 ($\text{m}^3/\text{人}$)
阜新市(1)	3.15	1.40	1.52	0.40	0.55	346.60
锦州市(2)	4.68	2.33	2.21	0.50	0.60	316.10
本溪市(3)	38.58	45.02	45.26	8.21	9.45	580.10
丹东市(4)	68.04	43.02	42.76	7.20	8.30	445.80
葫芦岛市(5)	3.83	3.69	3.44	1.00	1.20	325.20
铁岭市(6)	30.14	44.67	44.95	8.90	11.10	901.30
沈阳市(7)	41.82	66.81	66.99	5.82	6.82	615.05
营口市(8)	27.81	109.78	108.12	11.00	11.70	694.30
大连市(9)	63.49	63.50	62.76	11.44	13.06	596.65
鞍山市(10)	52.90	32.51	32.72	7.30	7.90	894.30
朝阳市(11)	13.04	28.43	27.89	2.59	2.98	307.28
辽阳市(12)	19.02	56.25	55.49	3.70	4.20	494.60
抚顺市(13)	15.72	26.62	27.12	5.07	6.36	522.40
盘锦市(14)	26.49	16.76	16.98	3.40	3.80	547.50
全省	32.15	30.74	31.86	4.70	5.40	720.10

辽宁省水资源系统可持续发展 6 个评价指标实际值为

$$x_{ii} = (29.40, 38.10, 38.17, 5.41, 6.22, 554) \tag{3}$$

对指标 1，即灌溉率，该指标与可持续发展正相关。由表 2 看出，大于或等于 60% 的灌溉率，对应着可持续度为 1；小于或等于 20% 的灌溉率，对应着可持续度为 0；即 $x_{1max} = 60\%$ ， $x_{1min} = 20\%$ 。将指标 1 的实际值 29.40%，以及 x_{1max} 、 x_{1min} 的值代入隶属度公式，得到指标 1 的相对隶属度为 $r_{11} = (29.40\% - 20\%) / (60\% - 20\%) = 0.235$ 。按照同样的方法，可以求出 6 个指标的规格化值为

$$r_{ii} = (0.235, 0.116, 0, 0, 0, 1) \tag{4}$$

采用模糊二元对比法，确定 6 个指标的权重为 $w = (0.167, 0.225, 0.108, 0.167, 0.167, 0.167)$ 。

代入公式 (2)，得到辽宁省水资源系统的可持续度为 $u = 0.2456$ 。

按照表 2 的标准来衡量，目前辽宁省水资源系统的可持续度仍处于较低的水平。

采用同样的步骤，可以计算出辽宁省所辖 14 个地区 (市) 的水资源系统的可持续度，见表 4。表中的数据可表示为图 2。

由图 2 可以看出，辽宁全省水资源系统的可持续发展水平不高，实现水资源可持续发展的任务艰巨。从曲线的形状看，省辖 14 个地区 (市) 的水资源可持续发展水平变化较大。水资源可持续发展水平从高到低的排序依次为：大连市、沈阳市、营口市、丹东市、辽阳市、本溪市、鞍山市、抚顺市、铁岭市、盘锦市、锦州市、阜新市、葫芦岛市、朝阳市。其中，可持续度高于全省水平 0.2456 的城市有大连市、沈阳市、营口市、丹东市、辽阳市、本溪市、鞍山市、抚顺市共 8 个地区，其中又以大连市的可持续状况为最好；铁岭市、盘锦市、锦州市、阜新市、葫芦岛市、朝阳市共 6 个地区低于全省水平，其中又以朝阳市水资源子系统可持续发展水平为最低。

表 4 辽宁省所辖地区 (市) 水资源系统可持续度
Tab. 4 The sustainable degree of water resources system of Liaoning Province

地区	可持续度	地区	可持续度
阜新市(1)	0.1895	营口市(8)	0.6155
锦州市(2)	0.1883	大连市(9)	0.6945
本溪市(3)	0.4644	鞍山市(10)	0.4414
丹东市(4)	0.6010	朝阳市(11)	0.1277
葫芦岛市(5)	0.1853	辽阳市(12)	0.4843
铁岭市(6)	0.2098	抚顺市(13)	0.2147
沈阳市(7)	0.6345	盘锦市(14)	0.1977

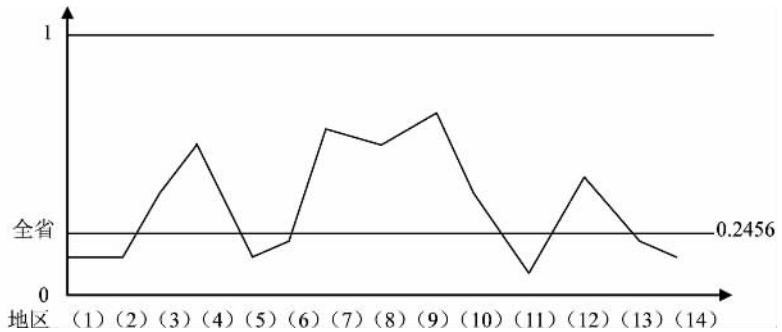


图 2 辽宁省及所辖 14 个地区 (市) 水资源系统的可持续度示意图
Fig. 2 The sustainable degree of water resources system of Liaoning Province

5 结论

综上所述，本文根据水资源可持续承载的理论分析，从水资源主要功能过程出发，同时考虑经济社会调节活动对水资源功能过程的影响，构建了指数—指标—变量的金字塔信

息模式的水资源可持续承载评价指标体系。

研究表明,目前辽宁水资源系统可持续发展的水平相对较低,全省水资源系统的可持续度仅为 0.2456,尚有较大的开发潜力和提升空间。要实现辽宁水资源系统的可持续发展,必须加大管理工作的力度,使开发方式逐步走向深度,经济类型也应由耗水型向节水型转变。

区域空间生产力布局合理与否,直接影响到复杂水环境资源系统的可持续发展。由于辽宁各地区水资源系统可持续度差别很大,按辽宁省的经济实力,建议采用非平衡开发策略,即通过若干中心城市的优先发展来辐射周围区域的发展。在这一点上,复杂水资源系统区域规划的中心城市的选择非常关键。

参考文献:

- [1] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2004 中国可持续发展战略报告. 北京:科学出版社,2005.
- [2] World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford and New York:Oxford University Press,1987.
- [3] 唐剑武,叶文虎. 环境承载力的本质及其定量化初步研究. 中国环境科学,1998,18(3):709~716.
- [4] 崔凤军. 城市水环境承载力及其实证研究. 自然资源学报,1998,13(1):58~62.
- [5] 朱一中,夏军,谈戈. 关于水资源承载力理论与方法的研究. 地理科学进展,2002,21(2):180~188.
- [6] 左其亭. 城市水资源承载能力—理论方法与应用. 北京:化学工业出版社,2005.
- [7] 王西琴,等. 天津市经济增长与环境污染水平关系分析. 地理研究,2005,24(6):834~842.
- [8] 方创琳.“水资源约束下西北干旱区城市化过程及生态效应”研究进展. 地理研究,2005,24(5):822~824.
- [9] 惠泐河,蒋晓辉,黄强,等. 水资源承载力指标体系研究. 水土保持通报,2001,21(1):30~34.
- [10] 贾振邦,赵智杰,李继超,等. 本溪市水环境承载力及指标体系. 环境保护学,1995,21(3):11~16.
- [11] 中国 21 世纪议程管理中心,中国科学院地理科学与资源研究所. 可持续发展指标体系的理论与实践. 北京:社会科学文献出版社,2004.
- [12] 彭静,廖文根. 对水环境研究的认识及展望. 中国水科院学报,2004,2(4):271~275.
- [13] 姚敏,黄燕君. 模糊系统研究. 系统工程理论与实践,2000,20(5):35~40.
- [14] 陈守煜. 系统模糊决策理论与应用. 大连:大连理工大学出版社,1994. 87~98.
- [15] 陈守煜. 复杂水资源系统优化模糊识别理论与应用. 长春:吉林大学出版社,2002. 126~138.
- [16] 霍斯特·西伯特. 环境经济学. 蒋敏元译. 北京:中国林业出版社,2001.
- [17] 彭静,廖文根,等. 水环境可持续承载评价方法研究. 中国水利水电科学研究院研究报告,2005.
- [18] 关伟. 水资源综合利用与经济可持续发展区域示范. 国家 863 计划资源环境技术领域结题报告,2006.
- [19] 魏东岚,关伟. 大连城市用水变化及其驱动因子分析. 辽宁师范大学学报(自然科学版),2005,28(4):480~484.
- [20] 胡和平,张宁. 基于流域水资源承载力平衡指数方法的海河水生态环境变迁研究. 海河水利,2004,(4):1~4.
- [21] 赵南元. 认识科学与广义进化论. 北京:清华大学出版社,1998. 13~26.
- [22] 陈守煜. 工程水文水资源系统模糊集分析理论与实践. 大连:大连理工大学出版社,1998. 13~18.
- [23] 聂相田,等. 水资源可持续利用管理不确定性分析方法及应用. 郑州:黄河水利出版社,1999. 105~114.
- [24] 彭静,廖文根. 水环境承载的可持续性评价指标体系研究. 水资源保护,2006,22(6):14~17.
- [25] 郭怀成,戴永立,王丹,等. 城市水资源政策实施效果的定量化评估. 地理研究,2004,23(6):745~752.
- [26] 王西琴,李芬. 天津市经济增长与环境污染水平关系. 地理研究,2005,24(6):834~842.
- [27] 张道军. 复杂水环境资源系统智能管理、预测和决策研究. 大连理工大学博士论文,2002.
- [28] 郭怀成,王金凤,等. 城市水系统功能治理方法及应用. 地理研究,2006,25(4):596~605.
- [29] 张新营,等. 吉林省生态经济区竞争力评价. 地理研究,2005,24(6):975~981.

The data analysis of regional water resources and economic society coupling system sustainable development

GUAN Wei

(College of Urban and Environment, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: Rapid development of economic society benefits the human race, but deteriorates basin environment to a certain extent. At present, the shortage of water resources and the pollution of water environment affect the development of human society, economy and culture seriously. It is very important and necessary to enhance sustainable usage of water resources and ensure sustainable development of economic society. The traditional management theory on complex water environment and resources system understands the integrated management model incorrectly and neglects the fuzziness both in the thought of human being and objective phenomenon. Based on the theory of Engineering Fuzzy Sets suggested by Professor CHEN Shouyu, a new assessing method and its corresponding model for assessing the Liaoning provincial sustainable development degree is proposed and the procedure for calculation is presented in detail. Firstly the paper discusses the relationship of aquatic economy-ecosystem environment-economic coupling system and the sustainable development mode of this coupling system, and brings forward sustainable development degree measuring sustainable development status with fuzzy mathematics subjection degree. Secondly, the paper discusses the sustainable development assessing method of the complex water environment and resources system. The author thinks that the relative membership degree of Fuzzy Sets can be used to describe the sustainable development situation. The paper gives the definition and the calculating method of sustainable development degree. The author studies the sustainable development degree of Liaoning Province, researching the relationship between sustainable development of water resources and economic society, considering the present situation of water resources in Liaoning Province. The result shows the sustainable development ability of water resources is low (the sustainable development degree of water resources in Liaoning Province is 0.2456), and there are some exploring potentials and advancing space. The case study shows that the proposed method is more reasonable and its calculating method is very simple. It can also be used in various assessment fields. The result verifies that the method and its corresponding model are reliable and easy to be used. At the same time, the study can also provide decision-making support for sustainable usage and management of water resources in Liaoning Province.

Key words: region; water resources; aquatic ecosystem-ecosystem environment-economic coupling system; sustainable development degree; Liaoning Province