

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2016.03.012

基于集对分析的区域产业结构与用水结构协调评价

刘 珊^{1,2}, 吴成国^{1,2}, 潘争伟³, 张礼兵^{1,2}

(1. 合肥工业大学土木与水利工程学院, 安徽 合肥 230009;
2. 合肥工业大学水资源与环境系统工程研究所, 安徽 合肥 230009;
3. 安徽新华学院土木与环境工程学院, 安徽 合肥 230088)

摘要:从区域可持续发展的理念出发,以水资源合理利用为前提条件,在保证不牺牲水环境的前提下,构建了区域产业结构与用水结构协调评价指标体系,采用集对分析联系度计算的同异反态势度排序方法,参照生长曲线公式,提出了产业结构与用水结构协调发展指数公式,建立了基于集对分析的区域用水结构与产业结构协调评价模型。并将模型应用于山东省实例,模型计算结果与实际情况相符,计算过程简洁,可操作性强,研究成果可为区域水资源发展规划提供科学有效的决策依据。
关键词:协调评价;产业结构;用水结构;集对分析;态势度;山东省
中图分类号:TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2016)03-0064-05

Coordinate assessment of regional industrial structure and water utilization structure based on set pair analysis

LIU Shan^{1,2}, WU Chengguo^{1,2}, PAN Zhengwei³, ZHANG Libing^{1,2}
(1. College of Civil Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
2. Institute of Water Resource and Environmental System Engineering, College of Civil Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
3. School of Civil Engineering and Environmental Engineering, Anhui Xinhua University, Hefei 230088, China)

Abstract: From the concept of regional sustainable development, this paper established the coordinate assessment index system of regional industrial structure and water utilization structure on the condition of reasonable utilization of water resources and not sacrificing the water environment. Using the sort of set pair connection degree analysis of identical discrepancy contrary state, this study proposed a coordinate development index formula of regional industrial structure and water utilization structure by the reference to the growth curve formula and built the coordinate assessment model of regional industrial structure and water utilization structure based on set pair analysis. Applying the model to Shandong Province, the results are in accordance with the fact, the calculation process is concise, and the model has high operability. Research results can provide scientific and effective decision-making basis for regional water resources development.

Key words: coordinate assessment; industrial structure; water utilization structure; set pair analysis; state degree; Shandong Province

随着经济社会的快速发展,资源与需求的矛盾也日趋紧张,人们的生存和发展离不开水资源,三大产业的生产和发展都依赖于水资源的支持,社会日益的工业化城市化,同时也出现了严重的水资源问题。产业结构与用水结构之间的相关性分析问题是目前迫切需要处理的问题之一,保证产业结构与用水结构之间的协调发展是促进社会经济可持续发展的关键^[1-2]。在水资源与产业结构问题分析方面的

基金项目:国家自然科学基金(51309004, 51309072, 51479045);水利部公益性行业科研专项经费项目(201301003)
作者简介:刘珊(1990—),女,硕士研究生,研究方向为水资源系统工程。E-mail: 770999010@qq.com
通信作者:潘争伟,讲师。E-mail: pzhwei1023@163.com

研究很多,雷社平等^[3]以北京市为例运用相关理论分析与方法,系统地分析了北京市产业结构调整与水资源需求变化之间的关系;云逸等^[4]运用回归分析理论建立回归模型研究产业结构与用水量之间的关系;蔡继等^[5]以湖北省为例运用灰色关联度方法探索产业结构与水资源的相关关系;汪党献等^[6]建立水资源投入产出模型定量分析国民经济行业用水情况;以及由美国经济学家 Granger^[7]提出的因果关系检验法进行格兰杰检验。从这些研究方法来看,多数利用建模来定量分析产业结构与用水结构的相关关系,对于产业结构与用水结构协调问题的研究较少,雷社平等^[8]以北京市为实例研究,应用协同学理论和复杂系统理论,构建了北京市产业用水系统内各组成子系统之间协调度模型。吴丽等^[9]通过建立模糊的多目标优化模型进行区域产业结构与用水协调评价研究。这些方法都有其突出点,但都局限于产业结构与用水结构这两个大系统之间,没有综合考虑其外部的用水环境。目前由于水资源的不合理利用使得用水效率低,同时出现用水紧张和用水污染的现象,缺水形式得不到缓解,水污染却日益严重,因此在分析区域产业结构与用水结构现状及相关性研究时,也要充分考虑水环境因素。本文在进行区域产业结构与用水结构协调评价时,综合考虑选取产业结构、用水结构和水环境三大指标体系,应用集对分析原理构建综合协调评价模型,综合评价区域产业结构与用水结构的协调关系。协调评价研究促进经济社会与环境的和谐发展,实现资源的最优最大化利用走可持续发展的道路,建设绿色环保型社会。

1 集对分析理论

集对分析是一种创新的方法,由我国学者赵克勤^[10]于 1989 年提出用以处理不确定性问题,现已广泛运用于评价、管理、预测、决策和规划等诸多领域^[11-15],目前在自然科学、军事科学、社会经济、工程技术和人文教育领域应用非常广泛。简要阐述集对分析的思路:由给定的且拥有一定关系的 2 个集合组成集对 $H=(A,B)$,在某个具体问题前提下对 H 的特性作同异反分析。联系数是一种结构函数,是将所研究的对象与给所定参考标准的同一性测度、差异性测度和对立性测度在同一个数学表达式中表现出来^[16],其联系度 u 的表达式为

$$u = \frac{S}{N} + \frac{F}{N}i + \frac{P}{N}j = a + bi + cj \tag{1}$$

式中: S 为这个集对中 A 和 B 所共同拥有的特性数; F 为集对中 A 和 B 既不共同拥有又不彼此对立的特

性数; P 为集对中 A 和 B 互相对立的特性数; N 是这个集对中总共的特性数; $a、b、c$ 分别表示为在具体问题下的同一度,差异度和对立度, $a+b+c=1$; i 为差异度系数, $i \in [-1,1]$; j 为对立度系数, $j=-1$ 。将式(1)中 $a、b、c$ 进行大小比较,并用 0.1 到 1.0 之间的一个相应实数从小到大赋值,则所取得数值即为态势度。同异反态势排序^[17]的态势度见表 1。

表 1 态势度取值

$a、b、c$ 的大小关系	集对势名称	集对势含义	态势度数值
$a < c$	$b \leq a$	准反势	系统有确定的对立趋势
	$c \geq b \geq a$	强反势	系统有较强的对立趋势
	$b \geq c$	弱反势	系统有较弱的对立趋势
$a = c$	$b \geq a$	弱均势	系统有不确定的但相等的对立同一趋势
	$b < a$	强均势	系统有相等的对立和同一趋势
	$b = 0$	准均势	系统有势均力敌的对立和同一趋势
$a > c$	$b \geq a$	微同势	系统有微弱的同一趋势
	$a > b \geq c$	弱同势	系统有较弱的同一趋势
	$b = 0$	准同势	系统以同一趋势为主
	$b < c, b \neq 0$	强同势	系统同一趋势明确

2 构建区域产业结构与用水结构的协调评价模型

2.1 评价指标选取

由于衡量区域产业结构与用水结构是否协调既有其确定性,又有其不确定性的特征,所以本文采用集对分析对山东省区域进行产业结构与用水结构的协调评价。

评价指标反映一定时间尺度上系统的状态,能充分表明系统特征,是评判系统高低水平的依据和建立协调评价模型的基础。因为产业结构与用水结构系统的复杂性和水资源系统的多样性,需要建立能够全面、精确、系统、科学地反映系统特征和内容的一系列指标体系,所以在选取指标时,要遵循客观性、真实性、科学性和可操作性的原则^[18]。根据目前全球发展的形式,第三产业在产业结构演变中地位更显突出,高科技的迅速崛起和蓬勃发展使得产业结构变得更加高度化,一、二、三向三、二、一的转变是三大产业发展的基本趋势^[19]。经济的发展离不开水资源的开发利用,所有的国民经济包括生态系统都需要用水,而不合理用水现象随处可见。分析三大产业的用水现状,从用水效率和用水效益角度综合考虑,科学用水,保证用水结构的合理性和协调性是必要的。根据区域水环境自身的特点,结合产业结构与用水结构所依赖的水资源属性,从水环境容量、水污染总量控制和节水的角度考虑水环境指标体系。综合考虑选取经济效益、用水效益和水

环境为三大类评价指标,并构建了三大类指标下的14个单项指标,分别是经济效益指标:第一产业产值占GDP比重、第二产业产值占GDP比重、第三产业产值占GDP比重、研发科技经费支出占GDP比重;用水效益指标:工业用水比重、农业用水比重、第三产业用水比重、生活用水比重、人均生活用水量、人均水资源量;水环境指标:万元GDP废水排放量、农业单位面积施肥量、工业废水排放达标率、污水处理率。由此即可构建水环境体系下区域产业结构与

用水结构协调评价指标体系。

2.2 评价标准建立

按照国家规范标准,以该地区目前经济社会发展现状以及该地区的发展计划作为依据建立协调评价等级标准。评价标准分为三个等级,即Ⅰ级表示合格,Ⅱ级表示中等,Ⅲ级表示良好。经文献查阅及专家咨询,结合上述所选定的评价指标及其阈值建立区域产业结构与用水结构协调评价等级标准如表2所示。

表2 评价指标及其等级划分

等级	经济效益指标				水环境指标			
	第一产业产值占GDP比重/%	第二产业产值占GDP比重/%	第三产业产值占GDP比重/%	研发科技经费支出占GDP比重/%	工业废水排放达标率/%	污水处理率/%	万元GDP废水排放量/m ³	农业单位面积施肥量/(t·hm ⁻²)
Ⅰ	8	40	20	1	98.1	50	16	3
Ⅱ	10	50	30	2	98.5	70	13	2
Ⅲ	12	60	40	3	99.0	100	10	1

等级	用水效益指标					
	工业用水比重/%	农业用水比重/%	第三产业用水比重/%	生活用水比重/%	人均生活用水量/m ³	人均水资源量/m ³
Ⅰ	6	70	1.5	10	25	220
Ⅱ	18	75	2.0	12	30	325
Ⅲ	13	80	3.0	15	35	450

2.3 a、b、c 的计算

利用集对分析理论在水环境系统下对区域产业结构与用水结构进行协调评价,现将上述所定的相应的评价标准与区域经济效益、用水效益和水环境的指标值作为2个集合构成一个集对,并从此2个集合的同、异、反3方面对集对的特性进行系统分析。在上述所制定的级别*i*(Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ)的评价标准上,符合*i*级标准的评价指标数为集对中2个集合所共同具有的特性数;高于*i*级标准的评价指标数为集对中2个集合既不对立也不共同具有的特性数;低于*i*级标准的评价指标数为集对中2个集合彼此对立的特性数。在*N*个指标中,符合Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级标准的数目分别为*N*₁、*N*₂、*N*₃。指标值符合Ⅰ级标准:对于效益型指标,其值满足≤Ⅰ级标准;对于成本型指标,其指标值评判范围在Ⅰ级标准值和Ⅱ级标准值之间。指标值符合Ⅱ级标准:对于效益型,其值在Ⅰ级和Ⅱ级标准之间;对于成本型指标,其值评判范围在Ⅱ级和Ⅲ级标准之间。指标值符合Ⅲ级标准:对于效益型指标,其值满足在Ⅱ级和Ⅲ级标准之间;对于成本型指标其值要大于Ⅲ级标准。在不同等级评价标准时,区域产业结构与用水结构的联系度表达式中*a*、*b*、*c*的值见表3。

表3 a、b、c 值计算公式

评价标准	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Ⅰ级	<i>N</i> ₁ / <i>N</i>	(<i>N</i> ₂ + <i>N</i> ₃)/ <i>N</i>	0
Ⅱ级	<i>N</i> ₂ / <i>N</i>	<i>N</i> ₃ / <i>N</i>	<i>N</i> ₁ / <i>N</i>
Ⅲ级	<i>N</i> ₃ / <i>N</i>	0	(<i>N</i> ₁ + <i>N</i> ₂)/ <i>N</i>

2.4 态势度的确定

以Ⅱ级标准作为评判标准,符合Ⅱ级标准的效益型指标,其值在Ⅰ级和Ⅱ级标准之间;符合Ⅱ级标准的成本型指标,其值评判范围在Ⅱ级和Ⅲ级标准之间。根据选取的系统指标实际值比照Ⅱ级评判标准值,得出*N*₁、*N*₂、*N*₃的值。参照表3的Ⅱ级标准栏*a*、*b*、*c*的计算式,对照表1可以得出对应态势度分别为经济效益态势度*d*_e,用水效益态势度*d*_s,水环境态势度*d*_r。

2.5 区域产业结构与用水结构协调发展指数

在确定协调发展指数公式之前,首先要引入生长曲线这个概念。生长曲线函数是预测事件的一组观测数据随时间的变化符合生长曲线的规律,以生长曲线函数进行预测的方法。一般来说,事物总是经过发生、发展、成熟3个阶段,而每一个阶段的发展速度各不相同。通常在发生阶段,变化速度较为缓慢;在发展阶段,变化速度加快;在成熟阶段,变化速度又趋缓慢,按上述3个阶段发展规律得到的变化曲线称为生长曲线。S型生长曲线在很多领域都广泛应用,其模型公式为

$$y = \frac{k}{1 + fe^{-at}} \tag{2}$$

其微分形式为
$$\frac{dy}{dt} = cy\left(1 - \frac{y}{k}\right) \tag{3}$$

式中:*y*为生长曲线函数值;*k*为生长量指标;*t*为时间序列;*c*为常数,称为自然增长率或瞬时增长率;

e 为自然对数; f 为常数。以上两式为 S 型生长曲线方程。 k 同时也是 y 的极限状态,生长曲线模型描述了生长的发展过程:从初始阶段缓慢发展开始,接着是快速的发展阶段,随后是一个平稳的发展时期,最后达到稳定状态。

通过研究经济、社会领域中一些现象,观察到现实中有许多变量随时间的变化从其最初的生长到成熟到最后的衰败的过程,类似于生物生长的过程。区域产业结构与用水结构之间的关系也可以用生产曲线指数模型来表示^[20]。则协调发展指数 I 的表达式为

$$I = 1 / (1 + d_r e^{-d_e d_s}) \tag{4}$$

I 的取值范围为 $[0.1, 1]$,由式(2)分析可知,当经济效益 d_e 与用水效益态势度 d_s 最小($d_e = d_s = 0.1$),而水环境态势度最大($d_r = 1$),即水环境污染

严重时, $I = 0.50$;而当经济效益 d_e 和用水效益态势度 d_s 最大($d_e = d_s = 1$),而水环境态势度最小($d_r = 0.1$),即水污染较轻时, $I = 0.97$;当三者态势度均取中间值时($d_e = d_s = d_r = 0.5$), $I = 0.72$ 。通过上述对 d_e, d_s, d_r 取某些特定值来分析 I 值,可得 I 的取值范围与系统协调评价结果的等级划分,评价结果为高度协调、基本协调、弱协调、不协调时, I 的取值范围分别为 $[0.90, 0.97]$ 、 $[0.72, 0.90)$ 、 $[0.60, 0.72)$ 、 $[0.50, 0.60)$ 。

3 实例分析

以山东省为评价对象,选取 2005—2010 年历史资料,进行区域产业结构与用水结构协调评价。根据上述选取指标原则选取了 14 个指标的实际值见表 4。

表 4 2005—2010 年山东省评价指标实际值

年份	经济效益指标				水环境指标			
	第一产业产值占 GDP 比重/%	第二产业产值占 GDP 比重/%	第三产业产值占 GDP 比重/%	RD 支出占 GDP 比重/%	工业废水排放达标率/%	污水处理率/%	万元 GDP 废水排放量/ m^3	农业单位面积施肥量/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$
2005	10.69	51.28	32.26	1.12	98.23	59.03	15.26	1.36
2006	9.77	51.96	32.82	1.14	98.04	69.73	13.82	1.41
2007	9.73	51.55	33.67	1.29	98.07	80.71	12.97	1.43
2008	9.71	51.38	33.52	1.50	98.86	84.98	11.60	1.34
2009	9.52	49.85	34.72	1.65	98.55	84.26	11.41	1.33
2010	9.16	48.15	36.62	1.84	98.44	91.11	11.14	1.33

年份	用水效益指标					
	工业用水比重/%	农业用水比重/%	第三产业用水比重/%	生活用水比重/%	人均生活用水量/ m^3	人均水资源量/ m^3
2005	8.85	77.89	1.82	12.12	27.82	451.43
2006	8.52	78.78	1.83	11.54	27.63	215.23
2007	10.99	75.07	2.00	12.49	29.34	414.20
2008	11.25	74.20	2.25	13.06	30.57	349.49
2009	11.23	73.46	2.57	13.55	31.51	301.57
2010	12.06	71.76	2.84	14.09	32.86	324.16

随着山东省快速的经济社会发展,工业体系也日趋优化,同时农业经济也全面的发展,高科技的不断创新,所带的第三产业创造的价值也蒸蒸日上。但是中国仍然是一个发展中的国家,山东省大发展也处于中等水平,因此选取Ⅱ级标准作为评判标准,根据上述方法可以得到 a 、 b 、 c 的值,结合表 1 可以得到态势度 d_e 、 d_s 、 d_r 和 I 的值,见表 5。

表 5 计算及评价结果

年份	d_e	d_s	d_r	I	评价结果
2005	0.7	0.7	0.9	0.6446	弱协调
2006	0.7	0.8	0.8	0.6864	弱协调
2007	0.7	0.8	0.8	0.6864	弱协调
2008	0.7	0.7	0.7	0.6999	弱协调
2009	0.8	0.7	0.7	0.7144	弱协调
2010	0.8	0.7	0.7	0.7144	弱协调

从表 5 可以看出山东省 2005—2010 年经济效

益、用水效益、水环境的协调发展指数 I 是呈上升趋势的,从数据处理的结果来看该区域处于弱协调状态。从表 5 同时可以看出经济效益与用水效益的态势度较大的同时,水环境的态势度也较大,这就说明山东省在发展经济的同时,对水环境造成了严重的破坏,导致整个区域的协调发展指数呈弱协调状态。需要强调的是,虽然水环境态势度较大,但其数值在明显减小,这与山东省近几年注重环保工作,加大投资改善水环境,加强对水资源的统一管理,做好水资源的统一规划,完善三废处理工作密不可分,较好处理水环境污染问题从根本上减轻了水压力造成的负担,保障整个区域产业结构与用水结构协调发展。

4 结 语

提出用集对分析联系数的同异反态势度排序方

法,计算出经济效益、用水效益和水环境的协调发展指数,建立该区域协调评价模型,对山东省产业结构与用水结构进行协调评价,分析结果为山东省的产业结构与用水结构呈现弱协调的状态,这与山东省现状发展情况相符合。该模型不受指标数量的限制,且不必赋予指标权重,计算简洁,可信度高。由于选取的是整个山东省作为实例,得到的研究结构可能不全面,需要更进一步的详细评价,有待更细分地研究山东省各市的协调情况,比对分析,有利于更好地说明协调评价结果。

参考文献:

[1] ZHANG X, Dong Z, LUO B. Industrial structure optimization based on water quantity and quality restrictions[J]. Journal of Hydrologic Engineering,2013, 18(9): 1107-1113.

[2] LI W, LI L, QIU G. General nexus between water and electricity use and its implication for urban agricultural sustainability: a case study of Shenzhen, South China[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013, 12 (8): 1341-1349.

[3] 雷社平,解建仓,阮本清. 产业结构与水资源相关分析理论及其实证[J]. 运筹与管理,2004,13(1): 100-105. (LEI Sheping, XIE Jiancang, RUAN Benqing. The correlation analysis and demonstration between industrial structure and water resourcesv [J]. Operations Research and Management Science, 2004, 13 (1): 100-105 (in Chinese))

[4] 云逸,邹志红,王惠文. 北京市用水结构与产业结构的成分数据回归分析[J]. 系统工程,2008,26(4): 67-71. (YUN Yi,ZOU Zhihong, WANG Huiwen. A regression model based on the compositional data of Beijing's water consumed structure and industrial structure [J]. Systems Engineering,2008,26(4):67-71. (in Chinese))

[5] 蔡继,董增川,陈康宁. 产业结构调整与水资源可持续利用的耦合性分析[J]. 水利经济,2007,25(5): 43-45. (CAI Ji, DONG Zengchuang, CHEN Kangning. Study on coupling characteristics between sustainable utilization of water resources and adjustment of industrial structure [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2007, 25 (5):43-45. (in Chinese))

[6] 汪党献,王浩,倪红珍,等. 国民经济行业用水特性分析与评价[J]. 水利学报,2005,36(2):167-173. (WANG Dangxian, WANG Hao, NI Hongzhen, et al. Analysis and assessment of water use in different sectors of national economy[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2005, 36 (2):167-173. (in Chinese))

[7] GRANGER C W J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods [J]. Econometrica,1969,37(3): 424-438.

[8] 雷社平,解建仓,黄明聪,等. 区域产业用水系统的协调度分析[J]. 水利学报,2004,5(5): 1-7. (LEI Sheping,

XIE Jiancang, HUANG Mingcong, et al. Coordination degree analysis of regional industry water use system[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004, 5 (5): 1-7. (in Chinese))

[9] 吴丽,田俊峰. 区域产业结构与用水协调的优化模型及评价[J]. 南水北调与水利科技,2011,9(4): 5 (WU Li,TIAN Junfeng. The coordinated optimization model and evaluation of regional industrial structure and regional water utilization structure [J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology,2011,9(4):5 (in Chinese))

[10] 赵克勤. 集对分析及其初步应用[J]. 大自然探索, 1994,13(1): 67-71. (ZHAO Keqin. Set pair analysis and its preliminary application [J]. Discovery of Nature, 1994, 13(1):67-71. (in Chinese))

[11] 金菊良,吴开亚,魏一鸣. 基于联系数的流域水安全评价模型[J]. 水利学报,2008,39(4): 401-409. (JIN Juliang, WU Kaiya, WEI Yiming. Connection number based assessment model for watershed water security [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2008, 39 (4):401-409. (in Chinese))

[12] 赵克勤. 基于集对分析的方案评价决策矩阵与应用[J]. 系统工程,1994,12(4): 67-72. (ZHAO Keqin. An applications of the scheme-appraisal decision matrix based on set pair analysis [J]. Systems Engineering, 1994, 12 (4):67-72. (in Chinese))

[13] 汪克亮. 基于集对分析的管理信息系统综合评价方法[J]. 统计与决策,2007(19): 82-84. (WANG Keliang. The evaluation methodology of management operating system based on set pair analysis [J]. Statistics and Decision,2007(19):82-84. (in Chinese))

[14] 冯利华,张行才,龚建林. 基于集对分析的水资源变化趋势的统计预测[J]. 水文,2004,24(2):11-14. (FENG Lihua,ZHANG Xingcai, GONG Jianlin. Statistical forecast of change tendency of water resources based on the set pair analysis [J]. Journal of China Hydrology, 2004, 24 (2): 11-14. (in Chinese))

[15] 金华征,程浩忠,曾德君,等. 基于集对分析的柔性电网规划方法[J]. 中国电机工程学报,2006,26(3): 7-12. (JIN Huazheng, CHENG Haozhong, ZENG Dejun, et al. The planning method of flexibilial power grid based on set pair analysis [J]. Proceedings of The CSEE,2006,26(3): 7-12 (in Chinese))

[16] 石月珍,严以新. 集对分析在盐城滨海湿地区域协调发展评价中的应用[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2005, 33 (3): 322-326. (SHI Yuezhen, YAN Yixin. Application of set pair analysis to coordinated development evaluation of coastal wetland region in Yancheng City [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences) , 2005, 33 (3):322-326. (in Chinese))

[17] 张林凤. 同异反态势排序在体育系统工程中的应用[J]. 系统工程,1998,16(3): 70-72. (ZHANG Linfeng. The application of ordering by similarities, differences, and counters in sport systems engineering [J]. Systems Engineering, 1998, 16 (3):70-72. (in Chinese))

(下转第 152 页)

的污染控制管理体系,明确了分阶段治理目标,提出了控源、截污、引流、清淤、生态修复以及调整产业结构、工业布局、城乡布局等综合性措施,全面规划了需要实施的项目和工程。国务院批复的《太湖流域水功能区划》明确了流域不同水域的功能定位和水质目标。江苏、浙江、上海 2 省 1 市在《总体方案》基础上,分别制订了具体的实施方案,并加强了工程项目的科学论证和前期工作,使流域综合治理工作建立在科学的基础上。

3.3 有效的协调机制是做好流域水环境综合治理的保障

国务院 2008 年批复成立了由国家发展改革委员会牵头的太湖流域水环境综合治理省部际联席会议,2 省 1 市人民政府以及水利部、环境保护部等 13 个部门每年召开会议,统筹协调太湖流域水环境综合治理的各项工作。2 省 1 市和有关部门也相应建立了完善了区域和行业协调工作机制。水利部成立了太湖流域水环境综合治理水利工作协调小组,并召开 2 省 1 市分管省领导和水利部门参加的协调会议。流域治理形成了合力,促进了各项治理工作的开展。

3.4 依法治水是做好流域水环境综合治理的保证

太湖流域立法工作取得重大突破。2011 年 9 月 16 日国务院第 604 号令公布的《太湖流域管理条例》

例》,开创了我国流域性综合立法的先河,将实践中行之有效的各项措施规范化、制度化。通过立法加强了太湖流域的水资源保护和水污染防治工作,推动了经济发展方式转变,维护了流域生态安全。地方政府修订或制定的《江苏省太湖水污染防治条例》《浙江省城镇污水集中处理管理办法》等一批法规文件,为规范流域水环境治理奠定了基础。同时,各有关方面加大了对水事违法案件的查处力度和环境执法力度,不断加强重要水功能区和入河排污口的监督管理,有效防范了突发水污染事件和破坏水环境违法行为的发生。

参考文献:

[1] 水利部太湖流域管理局. 太湖流域及东南诸河水资源公报[R]. 上海:水利部太湖流域管理局,2013.
[2] 国家发展和改革委员会. 关于印发太湖流域水环境综合治理总体方案(2013 年修编)的通知[EB/OL]. [2013-12-30]. http://www.sdpc.gov.cn/fzgggz/dqjj/zhdt/201401/t2014011_575733.html.
[3] 水利部太湖流域管理局. 主要入太湖河道控制断面水质信息[R]. 上海:水利部太湖流域管理局,2014.
[4] 水利部太湖流域管理局. 太湖健康状况报告[R]. 上海:水利部太湖流域管理局,2008.

(收稿日期:2015-05-17 编辑:彭桃英)

(上接第 68 页)

[18] 李乃炜. 南京市可持续发展评价指标体系研究[J]. 上海环境科学,1999,18(6):249-251. (LI Naiwei. Study on evaluation index system of sustainable development in Nanjing City[J]. Shanghai Environmental Sciences,1999,18(6):249-251. (in Chinese))
[19] 李悦,李平. 产业经济学[M]. 大连:东北财经大学出版社,2002.

(上接第 73 页)

[11] 郭建清,母敏霞,郑丽萍,等. 浅层含水层水文地质参数的统计分析与空间相关性[J]. 勘察科学技术,2002(4):9-12. (GUO Jianqing,MU Minxia,ZHENG Liping,et al. Analysis on statistic distribution and spatial correlativity of hydrogeological parameters of shallow aquifer [J]. Site Investigation Science and Technology,2002(4):9-12. (in Chinese))
[12] ROBERT J H,PETER K K. An application of geostatistical approach to the inverse problem in two-dimensional groundwater modeling [J]. Water Resource Research,1984,20(7):1003-1020.
[13] 束龙仓,李伟. 北塘水库库底地层渗透系数的随机特性分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2007,37(2):216-220. (SHU Longcang, LI Wei. Analysis on the stochastic characteristic of the hydraulic conductivity of bottom stratum, Beitang Reservoir, Tianjin City [J].

[20] 李祚泳,沈仁伦. 社会,经济与环境协调发展指数评价模型[J]. 上海环境科学,2000,19(5):201-204. (LI Zuoyong,SHEN Renlun. Assessment model of community, economy and environment coordinative development index [J]. Shanghai Environmental Sciences,2000,19(5):201-204. (in Chinese))

(收稿日期:2015-05-10 编辑:王芳)

Journal of Jilin University(Earth Science Edition),2007,37(2):216-220. (in Chinese))
[14] 李保国,胡克林,陈德立,等. 农田土壤表层饱和导水率的条件模拟[J]. 水利学报,2002(2):36-46. (LI Baoguo, HU Kelin, CHEN Deli, et al. Conditional simulation of soil surface saturated hydraulic conductivity at field scale [J]. Journal of Hydraulic Engineering,2002(2):36-46. (in Chinese))
[15] 张泽谱,王学军. 土壤微量元素含量空间分布的条件模拟[J]. 土壤学报,1998,35(3):424-429. (ZHANG Zepu,WANG Xuejun. Conditional simulation for spatial distribution of trace elements in soils [J]. Acta Pedologica Sinica,1998,35(3):424-429. (in Chinese))
[16] 李伟. 北塘水库对地下水的渗漏补给特性研究[D]. 南京:河海大学,2007.

(收稿日期:2015-06-02 编辑:徐娟)