

南京市水资源与社会经济耦合协调发展研究

周校培, 陈建明

(河海大学商学院, 江苏 南京 211100)

摘要: 水资源是支撑社会经济可持续发展的重要物质基础, 水资源的可持续利用是水资源与社会经济和谐发展的必要条件。基于水资源-社会经济复杂系统, 构建了水资源与社会经济耦合协调发展的评价指标体系, 采用全排列综合图示法测算了2007—2014年南京市水资源系统和社会经济系统的综合发展评价指数, 并利用耦合协调度模型测算了两系统间的耦合协调度。结果表明, 南京市逐步由严重失调衰退状态向勉强协调发展状态过渡。利用多边形图示法分别对水资源系统和社会经济系统的发展动态进行了分析, 并针对发展过程中的问题提出合理的建议。

关键词: 水资源; 社会经济; 全排列综合图示; 耦合协调; 南京市

中图分类号: F407.9

文献标识码: A

文章编号: 1003-9511(2016)04-0026-05

水资源作为国民经济发展的基础性资源, 其战略意义日益凸显。水资源不再仅仅是社会经济发展的约束条件, 而是社会经济协同发展的重要目标之一。水资源与社会经济协调发展研究的根本目的是实现人水和谐, 实现人类社会的可持续发展^[1]。

南京市作为长三角区域的中心城市, 有着强劲的辐射能力。社会经济系统与水资源系统的协调发展是南京市未来可持续发展的重要保障。对南京市社会经济与水资源协调发展的研究有利于未来促成两者间更高水平的协调, 同时也为长江经济带上的其他城市的和谐发展提供借鉴。

目前, 国内关于水资源与社会经济协调发展的研究已经取得了可观的成果, 既有定性的理论研究, 也有定量的数据研究。定量研究可分为两条主线: 评价指标体系的构建和评价方法的应用。指标体系的构建主要基于水资源—社会—经济这个复杂系统^[2], 水资源方面侧重于水资源的整体状况、水资源的开发利用情况; 社会方面侧重于居民生活水平; 经济方面侧重于经济规模。居民生活水平不仅要衡量城镇居民还应当包括农村居民; 水资源系统的指标根据“三条红线”设定, 能够更加全面深刻地描述水资源系统。不同的学者基于不同的视角, 分别利用可变模糊识别模型、主成分分析、神经网络、水足迹、灰色关联度等方法对水资源和社会经济间协调

关系进行定量研究^[3-6]。本文将吴琼等^[7]提出的全排列综合图示法和刘耀彬等^[8]提出的耦合协调度模型进行有机结合, 利用改进后的基于全排列综合图示法的耦合协调度模型简洁直观地研究城市水资源与社会经济的耦合协调发展状况。

1 指标体系建立与评价方法

1.1 指标体系及数据来源

社会经济系统主要涵盖经济发展水平和社会发展水平两个层面的指标。本文选取经济规模、经济结构和经济效益3个方面的指标来描述经济发展水平; 选取居民生活质量、医疗保险、人文水平及环境水平4个方面的指标来描述社会发展水平。经济结构主要用地区产业结构来衡量, 经济效益除了用最基本的社会劳动生产率来衡量外还应当纳入技术创新方面的因素。在现代化建设的背景下, 居民的生活质量方面既要考虑城市居民的生活状况也要考虑农村居民的生活状况。医疗保险方面主要考虑基本社会保险的覆盖以及医疗资源诸如医生和医疗设施的配置情况。人文水平方面选取了高等教育普及、信息普及以及创新潜力这3个方面的指标。

2012年, 国务院发布《关于实行最严格水资源管理制度的意见》, 明确提出水资源开发利用控制、用水效率和水功能区限制纳污“三条红线”的主要

基金项目: 水利部公益性行业科研专项(201301055)

作者简介: 周校培(1991—), 女, 江苏盐城人, 硕士研究生, 主要从事管理科学与工程研究。E-mail: zhouxphu@163.com

目标,推动经济社会发展与水资源水环境承载能力相适应^[9]。因而,水资源系统的评价指标主要以水量、水质和用水效率这三条红线为切入点。水量方面从水资源总量、用水量和用水结构方面进行指标的设计;用水效率方面除了最典型的万元 GDP 用水量指标外,还考虑纳入污水、节水等方面的指标。

根据上述指标体系的建立依据,遵循科学性、系统性、独立性、实用性的原则,构建水资源与社会经济协调发展研究的指标体系,如表 1 所示。

表 1 水资源与社会经济协调发展评价指标体系

一级	二级	序号	指标名称	单位	属性
经济 发展 水平		1	人均地区生产总值	元	+
		2	第一产业占地区生产总值比重	%	-
		3	第二产业占地区生产总值比重	%	-
		4	第三产业占地区生产总值比重	%	+
		5	人均财政收入	元	+
		6	社会劳动生产率	%	+
		7	规模以上工业企业高新技术产业产值	亿元	+
社会 经济 系统 社会 发展 水平		8	城市居民人均可支配收入	元	+
		9	农村居民人均纯收入	元	+
		10	居民平均期望寿命	岁	+
		11	城镇居民恩格尔系数	%	-
		12	农村居民恩格尔系数	%	-
		13	城市居民人均住房建筑面积	m ²	+
		14	人均拥有道路面积	m ²	+
		15	城乡居民收入比	/	-
		16	城镇基本养老保险参保率	%	+
		17	城镇基本医疗保险参保率	%	+
		18	城镇失业保险参保率	%	+
		19	每万人拥有医疗床位数	张	+
		20	每万人拥有执业医师、助理医师人数	人	+
		21	普通高校在校学生数	万人	+
		22	申请专利数量	件	+
		23	互联网用户	万人	+
		24	城市绿化覆盖率	%	+
		25	环境空气质量良好以上天数	天	+
水 资源 系统 水 量 水 质 用 水 效 率		26	水资源总量	亿 m ³	+
		27	年降水量	亿 m ³	+
		28	用水总量	亿 m ³	-
		29	农林畜牧用水量	亿 m ³	-
		30	工业用水量	亿 m ³	-
		31	居民生活用水量	亿 m ³	-
		32	生态用水量	亿 m ³	+
		33	达到Ⅲ类水的断面占比	%	+
		34	水功能区水质达标率	%	+
		35	全市万元 GDP 用水量	m ³	-
		36	污水日处理能力	万 m ³	+
		37	重复用水率	%	+
		38	污水处理率	%	+
		39	节约用水量	万 m ³	+

注:“+”表示正向型指标,“-”表示负向型指标;人均地区生产总值按常住人口计算。

本研究所选取指标的数据来源于 2007—2014 年的《南京市统计年鉴》以及《南京市水资源公报》。

1.2 全排列综合图示法

全排列多边形综合图示法的定义如下:设共有

n 个指标,标准化处理之后,以各指标的上限为半径构成一个中心 n 边形,各指标值的连线构成一个不规则中心 n 边形,该中心 n 边形的顶点是一个首尾相接的全排列, n 个指标总共可以构成 $(n-1)!/2$ 个不同的不规则中心 n 边形,综合指数定义为所有这些不规则多边形面积的均值与中心多边形面积的比值^[7]。该方法不仅可以简明地测算系统综合发展评价指数,还可以通过几何图示直观描述各个指标对系统的具体影响。

全排列多边形综合图示法计算步骤:

(1) 标准化处理。

$$S_i = \frac{(U_i - L_i)(X_i - T_i)}{(U_i + L_i - 2T_i)X_i + U_iT_i + L_iT_i - 2U_iL_i} \quad (1)$$

该式为正向指标的标准化计算公式,负向型指标则取其相反数。式中, U_i, L_i, T_i 分别为指标 S_i 的上限、下限和阈值,为了避免主观干扰,本文采用样本数据的最大、最小和平均值进行替代。

(2) 测算综合发展评价指数。

$$S = \frac{\sum_{i \neq j}^{i,j} (S_i + 1)(S_j + 1)}{2n(n-1)} \quad (2)$$

式中: S 即为综合发展评价指数; S_i, S_j 为第 i, j 个指标的标准化值。

1.3 系统间耦合协调度计算

耦合是指两个及以上的系统或运动形式通过各种相互作用而彼此影响的现象^[10]。水资源系统和社会经济系统之间存在着显著的交互耦合作用;经济的持续增长、社会的持续进步不断挑战着水资源承载能力的极限,而水资源的短缺又掣肘了社会经济的进一步发展。协调是系统间或系统内部要素间配合得当、和谐一致的一种良性的相互关联。与以往仅仅将水资源看作是社会经济发展的约束条件的研究不同,本文研究的是水资源与社会经济的协调发展,二者的重要程度相同,不可偏废,此时的协调发展则是和谐一致的多元化发展。

在耦合协调发展视角下,耦合是基础,协调发展是目的,水资源与社会经济之间相互作用与影响的现象可以看做是水资源系统与社会经济系统之间的耦合,而水资源系统与社会经济系统之间和谐一致的状态可称为水资源与社会经济的协调发展。

为了对水资源系统与社会经济系统的耦合协调度进行测算,构建耦合协调度函数如下:

$$D_{SEW} = (C_{SEW} \cdot T_{SEW})^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$C_{SEW} = [(R_{SE} \cdot R_W)/(R_{SE} + R_W)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$T_{SEW} = \lambda_{SE} \cdot R_{SE} + \lambda_W \cdot R_W \quad (5)$$

式中: D_{SEW} 为水资源系统与社会经济系统的耦合协调度; C_{SEW} 为水资源系统与社会经济系统的耦合度; T_{SEW} 为水资源系统与社会经济系统的综合调和指数; R_{SE} 为社会经济系统综合发展评价指数; R_W 为水资源系统综合发展评价指数; λ_{SE} 、 λ_W 分别为社会经济系统与水资源系统的权重,此处本着水资源与社会经济发展同等重要的原则,取 $\lambda_{SE} = \lambda_W = 0.5$ 。

耦合协调度的值界于0到1之间,当耦合协调度的值越趋近于1时,系统间达到良性共振,耦合关系趋向极度协调;当耦合协调度的值越趋近于0时,系统间耦合关系极弱。为了清晰划定水资源与社会经济耦合协调发展的程度,参考廖重斌^[11]对判别标准的设定,根据耦合协调度的取值范围,设置社会经济与水资源耦合协调发展的判别标准,如表2所示。

表2 社会经济与水资源耦合协调发展的分类及判别标准

耦合协调度	分类	R_{SE} 和 R_W 的关系	发展类型
0.9~1	优质协调发展	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.8~0.89	良好协调发展	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.7~0.79	中级协调发展	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.6~0.69	初级协调发展	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.5~0.59	勉强协调发展	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.4~0.49	濒临失调衰退	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.3~0.39	轻度失调衰退	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.2~0.29	中度失调衰退	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0.1~0.19	严重失调衰退	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型
0~0.09	极度失调衰退	$R_{SE} > R_W$	水资源滞后型
		$R_{SE} = R_W$	社会经济水资源同步型
		$R_{SE} < R_W$	社会经济滞后型

2 结果与分析

2.1 评价结果

2.1.1 水资源与社会经济系统综合发展评价指数测算

利用全排列综合图示法,测算南京市2007—

2014年社会经济系统与水资源系统综合发展评价指数,结果如表3所示。

表3 2007—2014年南京市社会经济系统与水资源系统综合发展评价指数

评价指数	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
R_{SE}	0.0146	0.0392	0.0589	0.1529	0.3178	0.5069	0.5978	0.7638
R_W	0.0875	0.1651	0.4004	0.3921	0.1793	0.2934	0.3499	0.6051

为了直观全面地分析南京市2007—2014年间社会经济系统与水资源系统综合发展水平以及两者之间的相互关系,下面作出社会经济系统与水资源系统综合发展评价指数的变化趋势图,如图1所示。

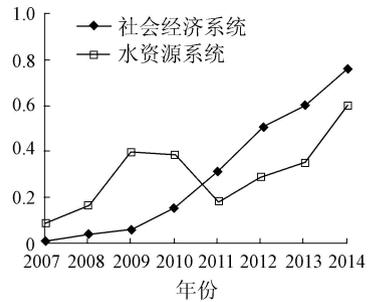


图1 社会经济系统与水资源系统综合发展评价指数对比图(2007—2014)

在2007—2014年间,社会经济系统综合发展评价指数呈不断攀升趋势,而水资源系统综合发展评价指数则存在较大波动。社会经济发展水平稳步上升的趋势与实际情况相吻合,2010年开始社会经济发展速度显著提高,高速发展一直保持到2012年,2013年发展趋势有所放缓,2014年社会经济发展再度提速。

水资源系统的综合发展水平在2010年开始出现了倒退的状况,并在2011年出现了大幅倒退的严峻局面,综合评价指数由2010年的0.3921降低至0.1793,随后两年水资源系统的综合发展形势出现了扭转,基本与社会经济系统的发展水平保持一致,并在2014年水资源系统综合发展水平的增速显著提高,超过了社会经济系统的发展增速。

在2007—2010年间,水资源系统综合发展评价指数均大于社会经济系统综合发展评价指数,两者之间的差距在2009年达到最大。2011—2014年间,社会经济系统综合发展评价指数一路领先于水资源系统综合发展评价指数,但两者之间的差距呈先增大后缩小的趋势。

2.1.2 水资源与社会经济系统耦合协调度测算

利用耦合协调度函数,测算南京市2007—2014年社会经济系统与水资源系统间的耦合协调度,结果如表4所示。

表4 2007—2014年南京市社会经济系统与水资源系统间耦合协调度

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
D_{SEW}	0.1337	0.2006	0.2771	0.3499	0.3455	0.4391	0.4782	0.5830

根据上述结果,作出2007—2014年南京市社会经济系统与水资源系统间耦合协调度的变化趋势图,如图2所示。

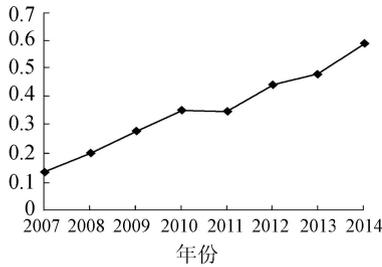


图2 水资源系统与社会经济系统耦合协调度变化趋势

从变化趋势图中可以看出,2007—2010年间,两系统间的耦合协调度均呈平稳的上升趋势,但在2011年时,两系统间的耦合协调度出现了下滑,情况在2012年得到了大幅度的改善,之后也保持相对平稳的上升态势。2007—2010年间,均属于社会经

济滞后型发展,但两系统间的耦合协调水平经历了由严重失调衰退向中度失调衰退、轻度失调衰退过渡的阶段。2011年开始,社会经济的发展水平赶超水资源的发展水平,属于水资源滞后型发展,两系统间的耦合协调水平也由轻度失调衰退向濒临失调衰退、勉强协调发展逐步过渡。系统间的耦合协调水平总体呈上升趋势,但耦合协调度数值基本保持在0.5以下,未能达到协调状态,直到2014年达到了0.583,进入勉强协调发展阶段,并有向初级协调发展靠近的趋势。

2.2 结果分析

2.2.1 水资源与社会经济系统综合发展水平分析

要对南京市社会经济与水资源协调发展情况进行深入分析,不仅需要解析系统综合发展的水平,还应当对系统内在的一些影响因素加以分析。上述全排列综合图示法,不仅能够简便测算系统综合发展指数,而且还能够直观地描述系统内部各指标的具体发展动态。故而选取上述计算结果中的2010—2014年分别对社会经济系统和水资源系统作全排列综合图示,如图3、4所示。

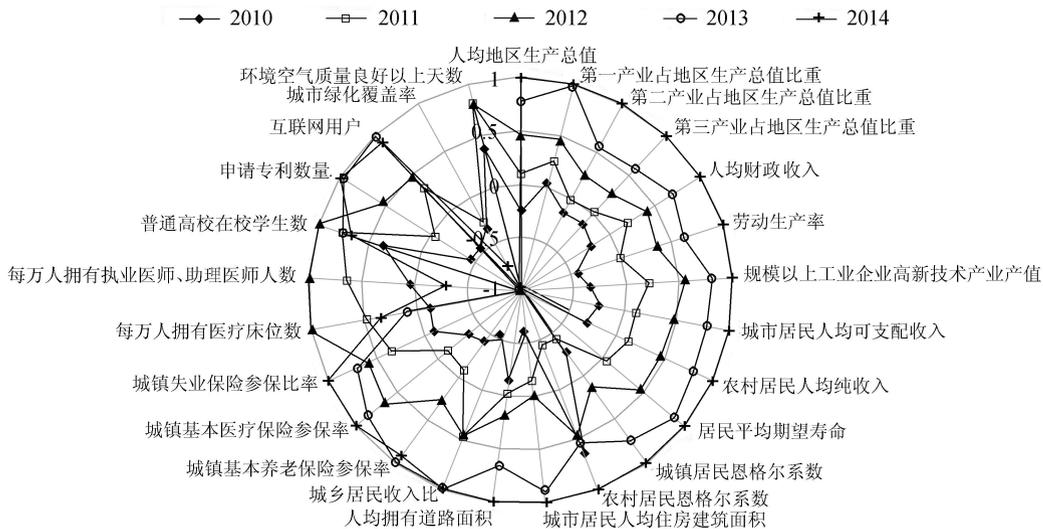


图3 社会经济系统全排列综合

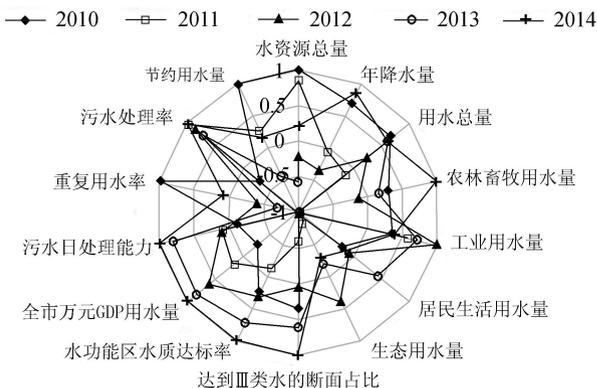


图4 水资源系统全排列综合

图3中,不同指标连接形成的多边形的面积从2010—2014年逐年变大,说明社会经济系统的综合发展水平是不断提升的。这一时期是南京市由“十一五”向“十二五”过渡的时期,“十二五”时期是南京市率先基本实现现代化的重要时期,也是实现经济转型的重要阶段。从“十一五”期间粗放的经济发展模式逐步过渡到低能耗高效率的经济发展模式是“十二五”期间社会经济发展追寻的主要目标。这一时期,南京市的产业结构发生了明显的调整,服务业所占比重已经明显超过第二产业,创新型产业增加值也不断攀升,经济转型成果可见一斑。与此

同时,居民的生活质量、人文水平均得到了显著的提高,但医疗水平存在较大幅度的波动,环境水平呈现下降的趋势。

“十二五”期间,随着南京市城市服务功能的日益完善,加速了各类人才的聚集,城市化水平的迅猛提高又加速了城乡人口的流动,人口密度的持续提高,人口老龄化等诸多因素使得医疗服务行业承受着一定的压力,医疗资源的规划和配置存在一定的时滞。环境水平的下降主要是指空气质量的下降,这与南京市“十二五”期间的交通轨道建设规划有密切的关系,乘着青奥会的东风,南京市迎来了第二轮地铁建设高峰期,施工场地星罗棋布,导致空气中降尘量大大增加,扬尘污染加剧,空气环境质量受到严重影响。

2011年水资源的综合发展状况相比于2010年出现了衰退,后续3年水资源系统的综合发展水平稳步提升。水量方面,降水量大幅减少而用水总量却大幅攀升,用水结构较上一年恶化,主要是农业、居民生活用水量出现大幅增长,这是因为,降水量的大幅减少使得灌溉用水量大幅增加,导致农业用水量大幅增长;2011年南京市人口自然增长率为3.68‰,远高于上一年的1.22‰,而此时政府还没有颁布关于水资源管理的系统、严格的政策法规及考核制度。水质在2011年也出现了较大幅度下降,这是因为区县级以下饮用水水源地尚未全部达标,存在安全隐患,河道黑臭现象仍较为突出。

水资源的用水效率基本呈稳步上升趋势,经济的健康、持续发展越来越注重水资源的高效合理利用,但仍需关注重复用水率和节约用水量两个指标,大多数年份的指标值均未达到平均水平。

水量方面的指标波动幅度最大,水资源总量及降雨量很大程度受自然因素的影响,因而在时间维度上存在较大幅度的波动。从图4中可以看出,制约水资源系统发展的因素主要来自于水量方面。2010、2013及2014年的用水总量基本持平,2011—2012年用水总量出现了波动。用水结构中,农林畜牧、工业及居民生活用水量指标均为负向型指标,生态用水指标为正向型指标。第一产业的用水量总体呈稳步降低态势,2014年更是大幅降低,主要是因为这期间南京市农田水利灌溉系数的有效提高;2010—2012年间工业用水量呈逐年递减的态势,2013—2014年则出现小幅回升,但各年份间差距不大,这与南京市“十二五”期间积极开展经济转型是密切相关的,8年间服务业在GDP中的比重一直高于制造业,两者在GDP中所占比重差距虽然逐年增大,但该差距的变化水平一直保持平稳,2011年起

服务业在GDP中的占比持续大幅提升,并于2014年达到56.5%,远高于第二产业的41.1%,因而,工业用水量在2010—2012年间出现了理性回落。生态用水量虽然在“十二五”期间也呈现了增长态势,但除了2010年外,其余年份均没有达到平均值。所以从整体来看,用水结构随着经济结构的深入调整而趋于合理化,但仍有较大的改善的空间。

2.2.2 水资源与社会经济系统耦合协调发展水平分析

从整体来看,南京市社会经济与水资源的耦合协调水平仍然较低,但是近10年的发展过程中,两系统之间不断磨合,各系统综合发展水平的差距也在逐步缩小。从上述各系统的具体分析来看,水资源系统的发展与社会经济系统的发展互相支持,各系统内部指标间的相互联系十分紧密,2007—2010年间,水资源系统是社会经济系统发展的强有力支撑;2011—2014年间,当经济的发展逐步回归理性之后,社会经济系统的健康发展又推动了水资源系统的持续发展。水资源系统与社会经济系统高水平的协调发展——水生态文明的建设与社会经济持续健康的发展始终保持齐头并进的局面,是南京市未来努力的方向,而如何提高两系统的耦合协调度则应从上述各系统状况的具体分析入手,由宏观政策的实施监管到微观指标的定量考核^[12]。

3 结论与建议

对南京市近10年来水资源与社会经济耦合协调发展研究结果及分析表明:①南京市水资源与社会经济的耦合协调水平在逐步提高,但目前协调水平仍不高,仍有相当大的提升空间;②在2011年前,水资源是社会经济发展的有力支撑,2011年后,水资源的承载能力有所下降,但与此同时,社会的健康发展又推动了水资源的高效合理利用;③2011年水资源发展状况的大幅倒退使得水资源系统与社会经济系统的耦合协调水平停滞不前,其中用水结构不合理以及水质的恶化是其主要原因;④阻碍社会经济系统综合发展水平提高的主要原因是环境质量的下降和医疗卫生水平得不到有效改善,而阻碍水资源系统综合发展水平提高的主要原因在于用水结构的不合理以及用水效率方面重复用水率较低以及节约用水量较少。

针对以上分析,笔者提出如下建议:①由于近年来南京市城市吸引力呈不断增强的趋势,应当动态评估南京市的人口承载能力,合理规划医疗卫生资源的配置,切实提高民众的医疗体验;②未来5年仍然是南京市轨道交通建设的高峰期,(下转第34页)

流转,一些田间灌排设施由种植大户或企业长期经营管护,能够有效降低管护成本和价格水平。

加强灌溉供水供给改革,提高灌溉设施的供水保障能力,优化灌溉供水组织管理体系,也是促进农业水价改革的重要边界条件。受多因素影响,一些灌区设施老化失修,“最后一公里”问题突出,真正干旱用水时难以满足农户的灌溉需求,也是农业水价改革推进的制约因素。有序推进灌区配套与节水改造,特别是加强田间工程的运行维护,畅通水源—输水—田间灌溉系统,形成旱能灌、涝能排的灌排工程体系,提高灌溉供水保障水平和服务能力。同时,通过深化农田水利设施产权改革、培育专业化灌溉服务机构、推进建立用水户参与决策机制等措施,提

(上接第 25 页)

- [3] 蒋桂芹,于福亮,赵勇. 区域产业结构与用水结构协调度评价与调控:以安徽省为例[J]. 水利水电技术,2012(6):8-13.
- [4] 钟永光,贾晓菁,李旭. 系统动力学[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [5] 贾佳,梁亦欣,于鲁冀,等. 基于 SD 的流域环境经济协调发展模拟分析[J]. 环境科学与技术,2014,37(8):198-204.
- [6] 马黎华,康绍忠,粟晓玲,等. 西北干旱内陆区石羊河流域用水结构演变及其驱动力分析[J]. 干旱地区农业研

(上接第 30 页)

相关部门应当积极采取措施应对扬尘污染的问题,例如增加洒水频次、覆盖堆土、定期清洗围挡落尘等;③随着经济结构转型的深入,用水结构必须得到实时优化;④用水效率的全面提高还应关注重复用水率和节约用水这两项指标,除了进行相关节水宣传外,制定合理的阶梯水价是提高节水意识的有效途径。

参考文献:

- [1] 左其亭,胡德胜,窦明,等. 基于人水和谐理念的最严格水资源管理制度研究框架及核心体系[J]. 资源科学,2014,36(5):906-912.
- [2] 盖美,赵晓梅,田成诗. 辽宁沿海经济带水资源:社会经济可持续发展研究[J]. 资源科学,2011,33(7):1225-1235.
- [3] 吕王勇,陈美香,王波,等. 基于主成分的区域水资源与社会经济的协调度评价[J]. 水资源与水工程学报,2011,22(1):122-125.
- [4] 崔东文. 基于模式识别的区域水资源与经济社会协调度评价[J]. 水利经济,2013,31(5):15-19.
- [5] 潘安娥,陈丽. 湖北省水资源利用与经济协调发展脱

高管理效能,降低供水成本,创造良好的农业水价市场化改革的边界条件。

参考文献:

- [1] 李宝萍,赵慧珍,陈海涛,等. 农业水价改革与农民承受能力研究[J]. 人民黄河,2007,29(2):58-59.
- [2] 王冠军,刘小勇,王健宇,等. 小型农田水利工程产权制度改革的理论与实践[M]. 北京:中国水利水电出版社,2015.
- [3] 马克思,恩格斯. 马克思恩格斯选集(第 1 卷)[M]. 2 版. 北京:人民出版社,1995.
- [4] 徐璇,毛春梅. 我国农业水价分担模式探讨[J]. 水利经济,2013,31(2):19-22,26.

(收稿日期:2016-03-15 编辑:方宇彤)

究,2008,26(1):125-130.

- [7] 李静芝,朱翔,李景保,等. 基于系统动力学的湖南省水资源供需系统模拟研究[J]. 长江流域资源与环境,2013,22(1):46-52.
- [8] 薛冰,宋新山,严登华. 基于系统动力学的天津市水资源模拟及预测[J]. 南水北调与水利科技,2011,9(6):43-47.
- [9] 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.

(收稿日期:2015-12-03 编辑:胡新宇)

钩分析:基于水足迹视角[J]. 资源科学,2014,36(2):328-333.

- [6] 杜湘红. 水资源环境与社会经济系统耦合建模和仿真测度:基于洞庭湖流域的研究[J]. 经济地理,2014,34(8):151-155.
- [7] 吴琼,王如松,李宏卿,等. 生态城市指标体系与评价方法[J]. 生态学报,2005,25(8):2090-2095.
- [8] 刘耀彬,宋学锋. 城市化与生态环境的耦合度及其预测模型研究[J]. 中国矿业大学学报,2005,34(1):91-96.
- [9] 国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见.[EB/OL]. [2012-02-16]. http://www.gov.cn/zwggk/2012-02/16/content_2067664.htm.
- [10] 周宏. 现代汉语辞海[M]. 北京:光明日报出版社,2003:820-821.
- [11] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系:以珠江三角洲城市群为例[J]. 广州环境科学,1996,19(1):12-16.
- [12] 王慧敏. 落实最严格水资源管理的适应性政策选择研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2016,18(3):38-43.

(收稿日期:2016-02-28 编辑:陈玉国)