

河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的协调度评价

华 坚^{1,2}, 刘 秀¹, 李晶晶¹

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100;

2. 江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心, 江苏 南京 211100)

摘要:水利是经济社会发展的基础支撑,是生态环境的保障系统,水利工程系统与经济、社会、生态的协调发展关系到区域经济、社会与生态安全,水利工程建设需要遵循人与自然和谐共生的基本方针,大力加强水生态文明建设。通过构建协调度评价指标体系,测算河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的协调度。结果表明:河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调发展度整体呈上升趋势,并且其协调度受水利工程系统、经济子系统和水域生态子系统发展水平的影响较大。为促进两个系统的协调发展,今后应加大水利工程的投资力度,提高水资源的利用效率,深化水利工程管理体制改革。

关键词:水利工程;“经济—社会—水域生态”复合系统;协调度评价

中图分类号:F407.9

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2018)05-0001-06

党的十九大报告提出要“坚持人与自然和谐共生”的基本思想,为我国绿色发展指明了方向。水利作为连接人类与生态的纽带,报告中提出要加强水利等基础设施建设,把水利摆在首位,足以见其重要性。河南省是我国重要的粮食生产核心区,水利对粮食生产贡献率达到40%,农业用水状况对粮食安全的影响显得尤为重要。作为“一带一路”建设的重要支撑点,在国家积极的发展战略引领下,河南省经济社会发展迎来了重要机遇。目前,河南省水利工程虽然在防洪、灌溉、水电、供水、生态修复等方面发挥了显著效益,但存在水利设施发展滞后、工程效益无法满足经济社会快速发展需求的问题,严重制约了河南省经济和社会的发展。此外,严重的水土流失现象、突出的水环境问题以粗放的经济增长方式^[1]加剧了生态压力。党的十八大将“生态文明建设”提高到“五位一体”总布局高度,河南省水利厅提出全省的水利工作要紧紧围绕统筹推进“五位一体”总体布局的基本要求,积极践行新时期水利工作方针。对水利工程与国民经济及生态之间的协

调性进行分析,实现河南省水利工程与“经济—社会—生态”之间的协调发展,对于河南省打造“一带一路”核心腹地、中国“粮仓”地位具有重要意义。

目前,国内外关于水利工程与“经济—社会—水域生态”的研究主要集中在水利与经济社会的协调发展方面,如水利防灾能力^[2]、流域与水利协调发展关系^[3]、城市水利与经济的协调发展关系^[4]、水利与国民经济的协调发展^[5]、人与水协调的可持续发展^[6]、水资源与水域生态经济的协调发展^[7]等。有关协调度的评价也仅限于水利工程系统与经济社会系统的协调度评价,未能将经济、社会、水域生态系统有机结合,充分考虑三者间的相互关系和交织影响,也较为缺乏水利工程系统与三者交织影响的研究,而考虑经济、社会、生态三者的交织影响,是充分发挥水利工程支撑区域发展的有效途径。因此,笔者将经济、社会、水域生态看作复合系统的组成部分,强调子系统间的交织影响,构建水利工程系统的评价指标体系,研究河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的协调发展

基金项目:国家社会科学基金(14BSH021);中央高校基本科研业务费项目(2015B06514)

作者简介:华坚(1974—),女,副教授,博士,主要从事资源与环境经济发展研究。E-mail:huajian45@163.com

通信作者:刘秀(1994—),女,硕士研究生,主要从事资源与环境经济发展研究。E-mail:liuxiu1217@163.com

问题。

1 水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调的内涵分析

1.1 水利工程系统

水利工程在防洪、供水、灌溉、发电等方面发挥了巨大的经济效益与社会效益,水利工程系统是一个由若干具有适应性并相互影响的子系统所组成的富有层次性的复杂系统^[8]。根据其自身特点,可分为水供给、水环境、水安全、水生态和水管理5个子系统^[9]。其中,水供给子系统是水利工程系统的基础,包括生活用水、农业用水、工业用水、生态环境供水等;水环境、水生态子系统是水利工程系统的重要组成部分,水环境子系统主要指水功能区水质状况,水生态子系统包含水体、水系、河岸带、陆地等;水安全子系统是水利工程系统的保障,包含防洪能力、除涝能力、安全水供水能力等;水管理子系统是水利工程系统的有力支撑,主要指资金管理、政府调控能力以及水利工程单位自身管理能力等。

1.2 “经济—社会—水域生态”复合系统

“经济—社会—水域生态”复合系统是由经济子系统、社会子系统和水域生态子系统相互作用、相互影响的复合系统。一个区域存在着人类物质、能量、信息和价值,这些因素不断作用统一在一起,形成了“经济—社会—水域生态”复合系统。然而,经济、社会、水域生态3个子系统并不是孤立的,而是相互联系、相互作用的有机整体。因此,“经济—社会—水域生态”复合系统是一个具有独立要素、结构、功能,具备自身性质、发展规律的复合系统。其中,收入水平、经济规模、生活质量、结构合理度、生存资源禀赋、农业生产水平、基础建设等因素影响经济子系统的协调发展;人口发展、社会结构、社会公平、社会安全、潜在社会效能等因素影响社会子系统的协调发展;区域环境水平、区域生态水平、生态保护、生物多样性、水质等因素影响水域生态子系统的协调发展。

1.3 水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调的内涵

协调性是指系统或系统要素之间具有同步、合作、互补等关系,并使系统呈现出某种趋于协调或平衡状态^[10]。水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调发展应包括3个方面:水利工程系统的协调发展、复合系统内部各子系统的协调发展以及水利工程系统与复合系统的协调发展。其中,水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的协调发展是通过与复合系统中的经济、社会、

水域生态3个子系统的协调来实现,因此,将水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调发展定义为:水利工程系统、“经济—社会—水域生态”复合系统及各子系统内部各要素之间相互配合与协作的良性循环态势,即经济、社会、水域生态持续发展的同时,水利工程通过防洪除涝、供水、发电、灌溉等功能保障水资源的有效供给、治理并改善水生态、对涉水事务有效管理,实现经济、社会、生态效益的统一。

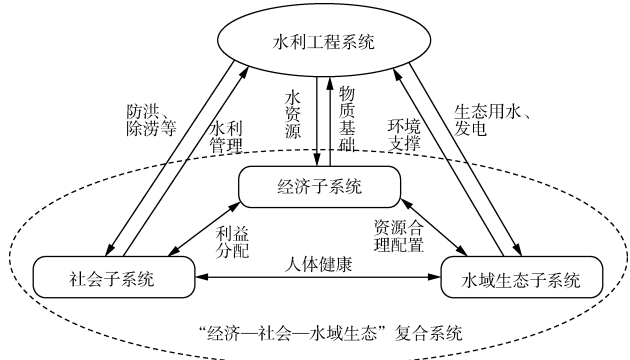


图1 水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的协调关系图

由图1可见,水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统中的经济、社会、水域生态3个子系统的协调表现为如下几方面:

第一,水利工程系统与经济子系统的关系主要表现在水利工程建设对经济发展的支撑和保障作用。一方面,水利工程建设发展保障了当地生产和生活的水供给,提高人均水资源量,促进工农业发展,能够提高区域居民收入水平以及人均粮食产量,工程建设带来的投资还可以刺激城市基础设施建设。另一方面,经济子系统的合理发展为水利工程建设提供了物质条件,能够提高对水利工程的投入,增加政府对工程的调控力度,保障对水利工程的管理。

第二,水利工程系统与社会子系统的关系主要表现为维护社会的稳定和谐。一方面,水利工程通过防洪、除涝、解决饮水不安全人口等途径促进社会的安全稳定。通过农业供水提高农村居民收入,缩小城乡居民收入差距维护社会公平,通过工程建设增加社会就业,维护社会安全。另一方面,社会子系统的发展为工程建设提供稳定的外部条件,有利于工程顺利修建,社会潜在效能即高素质人才的增加为工程实施输送所需人才,提高对工程的管理能力。

第三,水利工程系统与水域生态子系统的关系主要表现为水利工程的合理运作能够保护生态环境的良性发展。一方面,水利工程的规划、实施、运作

及管理过程中充分考虑生态环境,能够减少水土流失面积,促进生态保护,维持生态水平。工程通过发电等方式为社会提供清洁能源,能够减少废弃物排放,提高区域环境水平。另一方面,水域生态子系统的良性发展能够为水利工程建设提供良好的环境支撑,提高水功能区的水质状况。

2 水利工程与“经济—社会—水域生态”复合系统协调度评价指标体系及模型构建

2.1 指标体系选取

基于经济社会生态协同及可持续性,参考文献[9][11]的指标选取,设计水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调度评价指标体系(表1)。协调度评价指标体系由水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统组成,其中,水利工程系统包含工程的水供给、水环境、水安全、水生态、水管理子系统,“经济—社会—水域生态”复合系统包含经济子系统、社会子系统和水域生态子

系统。

2.2 数据标准化与指标权重的确定

指标体系中的指标分为效益型指标和成本型指标(表1),对于效益型指标,即越大越好时,令

$$Z_{ij} = \frac{y_{ij} - y_j^{\min}}{y_j^{\max} - y_j^{\min}} \quad (1)$$

对于成本型指标,即越小越好时,令

$$Z_{ij} = \frac{y_j^{\max} - y_{ij}}{y_j^{\max} - y_j^{\min}} \quad (2)$$

根据公式(1)(2)可得出相应指标数据的标准值。

目前关于权重的计算主要有层次分析法^[12]、标准离差法^[13]、德尔菲法^[14]等,为避免主观性,本文采用标准离差法计算各指标权重:

$$w_{ji} = \frac{\delta_{ji}}{\sum_{j=1}^n \delta_{ji}} \quad (3)$$

式中: δ_{ji} 为第*i*个系统中第*j*个序参量的标准差值。

表1 水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调度评价指标体系

| 系统 | 子系统 | 一级指标 | 二级指标 |
|------------------|----------------|---|---|
| 水利工程系统 | 水供给 (0.438) | 生活用水(0.378) | 生活用水量(+)、年底水库数(+)、水库蓄水总量(+)、供水量(+) |
| | | 农业用水(0.413) | 农业用水量(+)、农田有效灌溉面积(+)、年底灌区数(+)、规模以上灌区渠道长度(+) |
| | | 工业用水(0.108) | 工业用水量(+) |
| | | 生态用水(0.102) | 生态用水量(+) |
| | 水环境 (0.037) | 水功能区水质状况(1) | 水质达到和优于Ⅲ类标准的河长占总河长比例(+) |
| | 水安全 (0.258) | 防洪能力(0.4) | 堤防长度(+)、堤防保护面积(+) |
| | | 除涝能力(0.139) | 除涝面积(+) |
| | | 安全水供水能力(0.302) | 解决饮水不安全人口(+)、突发环境事件次数(-) |
| | | 排水能力(0.159) | 排水管道长度(+) |
| | 水生态 (0.034) | 发电能力(1) | 水电占能源生产总量结构(+) |
| | 水管理 (0.233) | 政府调控(0.023) | 预算支出(+) |
| | | 管理能力(0.510) | 持专业证书人员比重(+)、从业人员数量(+)、管理业建设规模(+) |
| 工程投资资金(0.321) | | 分资金来源中央政府水利投资完成额(+)、分资金来源地方政府水利投资完成额(+) | |
| “经济—社会—水域生态”复合系统 | 经济 (0.323) | 收入水平(0.1) | 人均收入水平(+) |
| | | 经济规模(0.099) | 人均GDP(+) |
| | | 生活质量(0.18) | 居民消费价格总指数(-)、恩格尔系数(-) |
| | | 结构合理度(0.212) | 第二产业产值比重(+)、第三产业产值比重(+) |
| | | 生存资源禀赋(0.199) | 人均水资源(+)、人均用水量(+) |
| | | 农业生产水平(0.098) | 人均粮食产量(+) |
| 社会 (0.21) | 基础建设(0.111) | 城市环境基础设施投资(+) | |
| | 人口发展(0.179) | 人口自然增长率(+) | |
| | 社会结构(0.150) | 第三产业劳动者占社会劳动者比例(+) | |
| | 社会公平(0.171) | 城乡居民收入比例(-) | |
| | 社会安全(0.33) | 城镇失业率(-)、年底从业人员(+) | |
| | 潜在社会效能(0.169) | 每万人拥有大学生(含研究生)(+) | |
| 水域生态 (0.467) | 区域环境水平(0.384) | 废水排放总量(-)、化学需氧量(COD)排放量(-)、氨氮排放量(-)、二氧化硫(SO ₂)排放量(-)、烟尘排放量(-) | |
| | 区域生态水平(0.081) | 累积水土流失面积(-) | |
| | 生态保护(0.391) | 森林覆盖率(+)、公共绿地面积(+)、水土流失综合治理面积(+)、人工造林面积(+)、自然保护区面积占辖区总面积比重(+) | |
| | 生物多样性(0.143) | 已建珍稀、濒危动物人工繁殖场数(+)、已建珍稀植物引种栽培场数(+) | |

注:(+)表示效益型指标;(-)表示成本型指标。

2.3 模型构建

协同理论研究各子系统和要素中产生的自组织行为,将研究对象看作子系统、要素等构成的复合系统,各子系统通过能量、物质、信息、价值的相互关联,使整个系统形成新结构并产生整体效应^[15]。基于协同发展理论、系统理论构建系统协调度模型如下:

$$B(t) = \left[\frac{f(t,x)g(t,x)h(t,x)}{\left(\frac{f(t,x) + g(t,x) + h(t,x)}{3}\right)^3} \right]^k \quad (4)$$

式中: $B(t)$ 为3个系统间的耦合度; $f(t,x), g(t,y), h(t,z)$ 分别为A子系统、B子系统、C子系统在t时刻的效益值; k 为调整系数,一般 k 的取值范围为 $[2,5]$,此处 K 取值3。耦合度 $B(t)$ 的值应在 $0 \sim 1$ 之间,越接近1,说明3个子系统间的耦合度越高,反之亦然。

三大子系统效益的计算公式如下:

$$f(x) = \sum_{i=1}^m a_i x'_i \quad (5)$$

$$g(y) = \sum_{i=1}^n b_i y'_i \quad (6)$$

$$h(z) = \sum_{i=1}^j c_i z'_i \quad (7)$$

$$C(t) = \alpha f(t,x) + \beta g(t,y) + \gamma h(t,z) \quad (8)$$

式中: $f(x), g(y), h(z)$ 分别为A子系统、B子系统、C子系统的效益; x'_i, y'_i, z'_i 分别为A子系统、B子系统、C子系统中对应的指标的标准值, $i=1,2,\dots,n$; a_i, b_i, c_i 分别为指标对应的权重; $C(t)$ 为系统综合评价价值,其中 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。

系统耦合协调度由耦合度和综合评价价值组成,计算公式如下:

$$D = \sqrt{B(t)C(t)} \quad (9)$$

式中: D 为系统协调度; $B(t)$ 为A、B和C3个系统间的耦合度; $C(t)$ 为系统综合评价价值。其中, $0 < D < 1$,协调度 D 越接近1,系统间协调度越高,反之亦然。

2.4 协调度评价标准

借鉴文献^[16]中协调度的分类体系,给出水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调发展类型分类体系,按照评估分数将协调发展程度由低到高分10个等级,如表2所示。

2.5 灰色关联模型

基于灰色关联度模型,探求水利工程系统、“经济—社会—水域生态”复合系统及经济子系统、社会子系统和水域生态子系统发展水平之间的关联程度,其表达式为:

表2 水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调发展类型分类体系

| 等级 | 协调度等级 | 分数标准 |
|-----|-------|-----------|
| V1 | 高度失调 | 0 ~ 0.1 |
| V2 | 严重失调 | 0.1 ~ 0.2 |
| V3 | 中度失调 | 0.2 ~ 0.3 |
| V4 | 轻度失调 | 0.3 ~ 0.4 |
| V5 | 微度失调 | 0.4 ~ 0.5 |
| V6 | 勉强协调 | 0.5 ~ 0.6 |
| V7 | 轻度协调 | 0.6 ~ 0.7 |
| V8 | 中度协调 | 0.7 ~ 0.8 |
| V9 | 良好协调 | 0.8 ~ 0.9 |
| V10 | 高度协调 | 0.9 ~ 1.0 |

$$\xi_{s_i}(t) = \frac{j^{\min \min}_i |s_j(t)| + \rho j^{\max \max}_i |s_j(t)|}{s_j(t) + \rho j^{\max \max}_i |s_j(t)|} \quad (10)$$

式中: j 为选取的比较序列; $\xi_{s_j}(t)$ 为t年第j个比较序列与被比较对象的灰色关联系数; $s_j(t)$ 为t年第j个比较序列与被比较对象的绝对差值; ρ 为分辨系数,一般取值 0.5 ^[17]。

根据式(10)可以计算灰色关联度:

$$R_j = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \xi_{s_j}(t) \quad (11)$$

式中: R_j 为灰关联度; N 为年份数量。

3 河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统协调性实证分析

3.1 水利工程与“经济—社会—水域生态”复合系统及各子系统的综合发展水平

根据上文评价模型,得到河南省2009—2015年水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统及其3个子系统的综合发展水平测度结果(图2)。

由图2可以看出,2009—2015年河南省水利工程、“经济—社会—水域生态”复合系统及经济、社会、水域生态的发展水平整体上呈上升趋势。其中,社会子系统的发展水平变化幅度最大,2009—2012年,社会子系统的发展水平在所有系统中处于最低水平,2012—2015年,其发展速度和水平超过其他系统。从社会子系统的评价指标看,正效益指标“人口自然增长率”“第三产业劳动者占社会劳动者比例”“年底从业人员”及“每万人含有大学生数量”均有显著增加。负指标“城乡居民收入比例”及“城镇失业率”自2012年开始上升缓慢且有下降趋势,主要是由于近年来河南省在发展经济的同时更加注重收入分配的公平,“十二五”期间,河南城镇居民人均可支配收入年均增长8.89%,农村居民人均纯收入年均增长13.23%,农村居民人均纯收入增长幅度比城镇居民人均可支配收入增长幅度更为可

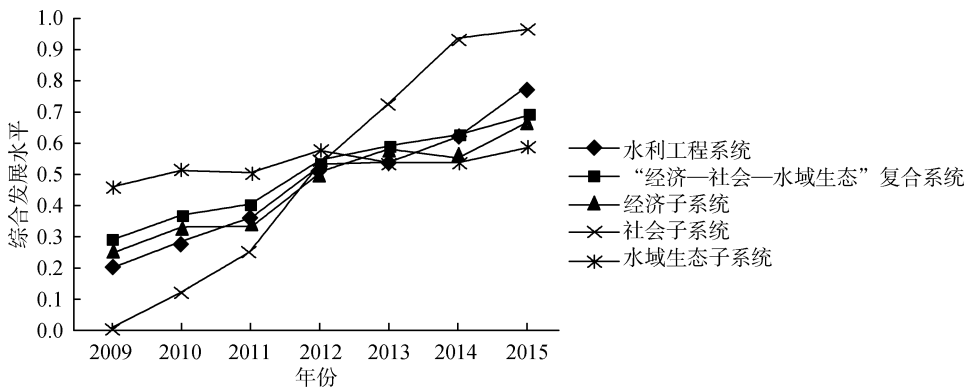


图2 水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统及各子系统的综合发展水平

观,农村居民生活水平不断提高,城乡居民收入差距逐步缩小,促进社会公平发展。

经济子系统的发展水平由快速发展转变为缓慢发展,且2013—2014年有下降趋势,主要原因是在经济新常态的背景之下,河南省的经济发展速度持续放缓,由高速增长调整为中高速增长。

水域生态子系统的变化幅度最小,基本呈现出水平发展的态势,2010—2011年、2012—2014年,生态系统的发展水平有轻微下降的趋势。从水域生态子系统内部指标来看,负效益指标“化学需氧量排放量”在2010—2011年增长幅度超过200%,正指标“水土流失综合治理面积”在2012—2014年下降幅度为几年中最大,说明河南省的经济和社会的发展是以牺牲环境为代价的,且水利基础设施的建设也对环境造成了一定程度的破坏。

在经济子系统、水域生态子系统和社会子系统交织作用下,河南省“经济—社会—水域生态”复合系统呈现出持续上升的趋势,表明河南省的整体发展水平越来越高。2009—2015年水利工程系统的发展水平呈上升趋势,从水利工程系统内部各子系统来看,水供给、水环境、水安全、水生态与水管理能力均显著增强,表明河南省日益重视水利工程建设与管理工作。

3.2 耦合协调度评价

表3 水利工程系统与各系统的协调度

| 年份 | 水利工程与经济子系统 | 水利工程与社会子系统 | 水利工程与水域生态子系统 | 水利工程与“经济—社会—水域生态”复合系统 |
|------|------------|------------|--------------|-----------------------|
| 2009 | 0.470(V5) | 0.027(V1) | 0.457(V5) | 0.478(V5) |
| 2010 | 0.546(V6) | 0.347(V4) | 0.549(V6) | 0.553(V6) |
| 2012 | 0.717(V8) | 0.726(V8) | 0.739(V8) | 0.612(V7) |
| 2013 | 0.749(V8) | 0.772(V8) | 0.736(V8) | 0.730(V8) |
| 2014 | 0.762(V8) | 0.824(V9) | 0.754(V8) | 0.752(V8) |
| 2015 | 0.841(V9) | 0.918(V10) | 0.801(V9) | 0.788(V8) |

由表3可以看出,2009—2015年河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统中各系统的协调度均呈上升趋势,说明水利工程对区域

经济、社会、生态的作用逐步改善,并逐渐发挥其经济效益、社会效益和生态效益。

2009—2015年,正值国家第十二个五年规划阶段,同时也是河南省水利发展的黄金时期。在此时期内,河南省积极贯彻落实“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期水利工作方针,加大水利投资,全面加快推进水利工程建设。从水利工程评价指标看,水利工程事业的大力发展增加了河南省的水供给能力,工农业用水增加,提高了居民的收入水平以及人均粮食产量,在一定程度上促进了河南省经济子系统的发展,水利工程系统与经济子系统的协调度一直保持着上升的态势。从社会子系统的评价指标体系来看,水利工程建设发展提高了农村居民的收入水平,缩小了城乡居民收入差距。工程在施工过程中需要大量的劳动力,减少了城镇失业率,增加了从业人员的数量,水利工程的发展促进了河南省的社会发展,两者之间的协调度呈现出上升的趋势。从水利工程系统评价指标看,水电在能源结构中的比例逐渐增大,减少了废弃物排放,提高了区域环境水平,水利工程建设改善了水域生态系统,促进了两者之间的协调度上升。在经济子系统、社会子系统与水域生态子系统的共同交织作用下,水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的协调度逐年上升,说明水利工程系统对区域“经济—社会—水域生态”系统发展逐渐起到了一定的支撑作用。

3.3 水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的相互作用关系

基于灰色关联度模型,计算了水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统及其各个子系统之间的关联程度(表4)。由表4可知,河南省水利工程“经济—社会—水域生态”复合系统之间的协调度与水利工程系统、经济子系统及水域生态子系统的关联度分别为0.981、0.99、0.994,说明其协调度受这3个子系统的影响显著。水利工程系统与

经济子系统之间的相互关联程度都高达 0.991,说明两个系统之间的相互影响程度较大,要注重两个系统之间的相互促进作用,以达到两个系统协同发展的目的。“经济—社会—水域生态”复合系统与经济子系统的发展水平都是受水利工程系统和水域生态子系统的影响最大。社会子系统与其他 3 个子系统的关联度相差不大,说明水利工程系统、经济子系统和水域生态子系统的发展水平对社会子系统的发展具有同等重要性。

表 4 各系统之间的关联度

| 系统 | 水利工程水平关联度 | “经济—社会—水域生态”水平关联度 | 经济水平关联度 | 社会水平关联度 | 水域生态水平关联度 | 协调度关联度 |
|---------|-----------|-------------------|---------|---------|-----------|--------|
| 水利工程系统 | — | 0.987 | 0.991 | 0.575 | 0.975 | 0.981 |
| 经济子系统 | 0.991 | 0.996 | — | 0.576 | 0.984 | 0.990 |
| 社会子系统 | 0.581 | 0.583 | 0.617 | — | 0.576 | 0.582 |
| 水域生态子系统 | 0.975 | 0.988 | 0.984 | 0.576 | — | 0.994 |

4 结论与建议

通过构建水利工程与“经济—社会—水域生态”复合系统的评价指标体系,引入耦合协调度模型,测算了河南省 2009—2015 年水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统及其各个子系统之间的耦合协调度,并采用灰色关联度模型计算各个系统之间以及子系统与复合系统协调度之间的关联度,得出以下结论:①2009—2015 年河南省的水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统及其各个子系统的综合发展水平整体呈上升趋势,社会子系统的变动幅度最大,近几年水域生态子系统的发展水平最低。②各系统之间的协调度均逐年上升,由失调发展为协调,呈现向良性方向发展趋势。③河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统之间的协调度受水利工程系统、经济子系统及水域生态子系统发展水平的影响显著。

为促进河南省水利工程系统与“经济—社会—水域生态”复合系统的协调发展,在“一带一路”背景下实现河南省的人水和谐发展,笔者提出如下政策建议:

a. 加大对水利工程尤其是农村水利基础设施的投资。2009—2015 年河南省水利工程系统、“经济—社会—水域生态”复合系统的发展水平均向良性方向发展,但是整体属于水利工程滞后型,所以政府的财政应适度向水利工程建设倾斜。作为农业大

省的河南,农村水利基础设施的建设对于河南的经济社会发展尤其重要,必须扩大农田水利设施覆盖面积,在灌区配套改造与更新设施落后的排灌站。

b. 提高水资源利用效率,推进河南高效节水工业和现代农业的发展。河南省的农业用水效率仅为 0.4~0.5,工业用水效率不足 60%,水资源利用效率低下,节水潜力很大,各工业部门必须树立节水意识,广泛普及污水处理设施使用,促进水资源的循环高效利用。此外,河南省要实施以节水工程为核心的农村水利现代化建设,提高农田灌溉效率。各地区要根据自身水资源状况、地形地貌等特点,因地制宜地进行农业结构调整以及农田水利设施建设。

c. 深化水利工程管理体制改革。工程性建设并不是水利工程的目的,而应该管好用好水利工程,挖掘其更大的工程效益。应从传统的管理方式转变为科学的、现代化的管理方式,使管理适用于现代经济社会发展的需要。过去,河南省的水利工程由于资金问题导致管理无度,管理方式粗放,未能建立完善的管理机制。近年来,河南省推进了小型水利基础设施产权制度改革,强化了对水利工程的管理,但这种水利产权制度必须坚持“确保水利资产不流失、因地制宜进行管理、管理方式要公平、透明”等原则。此外,要强化行业能力建设,不断厚植水利发展优势,坚持依法治水管水兴水,大力推动水利科技创新,加快互联网、大数据、人工智能等高新技术与水利工作深度融合,以水利信息化带动水利现代化。

参考文献:

- [1] 王文斌. 新常态下河南经济发展特征与经济转型研究[J]. 区域经济评论, 2016(6): 120-126.
- [2] 毛春梅. 水利防灾能力与经济社会发展协调度评价探讨[J]. 水利经济, 2007, 25(5): 14-16.
- [3] 邢华, 赵景华. 流域与区域水利发展协调性评价: 以淮河流域为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(10): 7-12.
- [4] 任贺静. 长三角地区城市水利与经济协调发展研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.
- [5] 王浩. 水利与国民经济协调发展研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [6] 矫勇. 中国水利现代化研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [7] 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(8): 151-155.
- [8] 高飞. 基于复杂自适应系统理论的水利: 经济协调发展研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2012.
- [9] 毛慧慧, 王勇, 董琳. 海河流域水利与经济社会协调发展定量评价[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(10): 44-47.

(下转第 35 页)

载,2030年处于不超载状态;同时,就预警结果可以看出,盐城市2020年水资源承载状态处于I级警度,2030年处于无警的警度。

表 12 盐城市各水平年承载状态评价结果

| 年份 | 级别特征值 | 评价结果 |
|------|-------|------|
| 2015 | 2.04 | 临界超载 |
| 2020 | 1.82 | 临界超载 |
| 2030 | 1.49 | 不超载 |

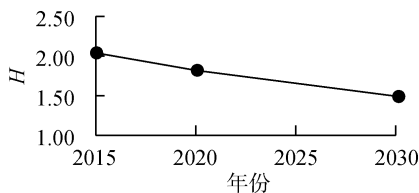


图 1 盐城市水资源承载状态变化趋势

表 13 盐城市未来年份水资源承载状态预警结果

| 年份 | 承载状态 | 变化趋势 | 预警结果 |
|------|------|------|------|
| 2020 | 临界超载 | 好转 | I级警度 |
| 2030 | 可载 | 好转 | 无警 |

盐城市位处长江下游平原河网区,水资源具有总量充沛、年内分配不均、水环境受上游影响大、水质不容乐观等特点;在社会经济方面,盐城市以农业用水为主,用水方式较为粗犷,面源污染不易控制,导致盐城市现状水资源处于临界超载的状态。针对盐城市水资源禀赋条件和社会经济发展模式的特殊性,从水资源供给、需求以及水环境保护等方面提出了相应保护措施,主要包括:蓄淡工程优化布局、沿海地区非传统水资源开发利用、产业布局调整、源头治理、河道整治等方面,使盐城市在未来年份水资源开发利用、水环境治理等方面有长足提高,水资源承载状态也就随之呈现出持续好转的状态。至2030年,盐城市水资源承载状态将处于无警的警度。

4 结 语

a. 通过引入“三类六级”预警思路,结合各年份

(上接第6页)

[10] 邹伟进,李旭洋,王向东. 基于耦合理论的产业结构与生态环境协调性研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2016,16(2):88-95.

[11] 陈思宇,方国华,黄显峰. 模糊网络层次分析法在水利工程招标风险评价中的应用[J]. 水利经济,2018,36(2):15-19,83.

[12] 董青,汪升华,于小迪,等. 水利风景区建设后评价体系

承载状态的评价结果以及相应的变化趋势,对未来年份的水资源承载状态进行预警,预警结果更加精细,为之后相关研究拓宽思路。

b. 盐城市地处流域供水末梢区域,水功能区水质状况不容乐观。同时,盐城市以农业为主,整体用水效率偏低,这造成盐城市水资源承载现状较差。在未来,随着“水十条”“最严格水资源管理制度”等相关政策、措施的实施,盐城市用水水平得到提高、水环境状况持续改善,水资源承载状态呈现出好转的趋势,故而预警警度逐渐减轻,至2030年,整体上为无警的警度。

参考文献:

[1] 王建华,翟正丽,桑学锋,等. 水资源承载力指标体系及评判准则研究[J]. 水利学报,2017,48(9):1023-1029.

[2] 王建华,姜大川,肖伟华,等. 水资源承载力理论基础探析:定义内涵与科学问题[J]. 水利学报,2017,48(12):1399-1409.

[3] 左其亭. 水资源承载力研究方法总结与再思考[J]. 水利水电科技进展,2017,37(3):1-6.

[4] 余灏哲,韩美. 基于PSR模型的陕西省水资源承载力嫡权法评价[J]. 水电能源科学,2016(1):27-31.

[5] 曹永强,朱明明,张亮亮,等. 基于可变模糊评价法的大连市水资源承载力分析[J]. 水利水运工程学报,2016(4):40-46.

[6] 党丽娟,徐勇. 水资源承载力研究进展及启示[J]. 水土保持研究,2015,22(3):341-348.

[7] 武荣,李援农. 基于层次分析法的水资源安全模糊综合评价模型及其应用[J]. 水资源与水工程学报,2013,24(4):139-144.

[8] 常文娟,刘建波,马海波. 基于可变模糊集理论的宜昌市水资源承载能力评价[J]. 节水灌溉,2018(1):48-51.

[9] 袁艳梅,沙晓军,刘煜晴,等. 改进的模糊综合评价法在水资源承载力评价中的应用[J]. 水资源保护,2017,33(1):52-56.

[10] 陈守煜,胡吉敏. 可变模糊评价法在水资源承载能力评价中的应用[J]. 水利学报,2006,37(3):264-271.

(收稿日期:2018-03-29 编辑:方宇彤)

构建[J]. 水利经济,2017,35(3):69-74,78.

[13] 刘峰,郑垂勇. 水利建设项目社会后评价初探[J]. 水利经济,2007,25(4):24-26,82.

[14] 哈肯 H. 高等协同学[M]. 郭治安,译. 北京:科学出版社,1989.

[15] 蒋晓花,马骏. 水行业上市公司股权融资效率及影响因素[J]. 水利经济,2017,35(3):26-30,74.

(收稿日期:2018-06-07 编辑:陈玉国)