

# 基于 LMDI 和脱钩理论的我国生活用水影响因素研究

聂志萍<sup>1</sup>, 吴梦芝<sup>1</sup>, 马海良<sup>2</sup>

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100; 2. 河海大学企业管理学院, 江苏 常州 213022)

**摘要:**生活用水作为我国用水量的主要组成部分,是评价节水型城市的重要指标。基于我国 2004—2017 年各省份面板数据,先通过 Kaya 恒等式将生活用水分解为结构效应、技术效应、经济效应和人口效应 4 个方面,再利用 LMDI 方法分别探究每个效应对生活用水量的影响程度,最后引入脱钩弹性指标,进一步分析 LMDI 中效应程度最大的经济指标与生活用水的响应关系,结果表明:①技术的改进促进了生活用水的减少,而产业结构的改变,经济的增长,人口规模的扩大均推动了生活用水的增多。②相比于人口与结构,经济效应与技术效应的累计绝对值较大,即经济与技术为生活用水的主要驱动因素,而人口与结构是生活用水的辅助影响因素。③2004—2017 年,生活用水与经济增长已实现进一步的脱钩关系,其中人口数量较少,经济发展程度较低的省份脱钩程度较高,而人口较多,水资源量丰富,经济发展程度较高的省份脱钩程度较低。

**关键词:**生活用水;LMDI;脱钩理论;影响因素

**中图分类号:**P964

**文献标识码:**A

**文章编号:**1003-9511(2019)05-0011-05

目前,水资源问题已成为我国经济社会进一步发展的主要约束因素,其突出表现为总量缺乏和利用效率较低。我国人均水资源量约为 2300 m<sup>3</sup>,仅达到世界平均水平的 1/4,且水资源利用效率较差,呈现出时空分布不均等特征。基于此,习近平同志提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路,认为必须在充分考虑水资源承载能力的基础上,以水定城、以水定人,大力推进节水型社会建设,实施全民节水行动计划。生活用水作为我国用水量的重要组成部分,与城市建设密切相关,且直接影响民众的生活质量。本文立足生活用水,以我国 2004—2017 年各省份面板数据为例,深入探讨我国生活用水耗用量的影响机理,以求为各省份合理规划水资源发展布局,逐步实现人水和谐提供重要的政策参考。

## 1 文献综述

已有文献中,学者们多构建不同的数据模型评估水资源利用的影响因素,如马海良等<sup>[1]</sup>在测算出我国 1999—2009 年水资源利用效率的基础上,采用

Tobit 回归模型分析中国及分区域水资源利用效率的影响因素,研究表明,经济水平、水资源价格对全要素水资源效率有显著的正向作用,而产业结构和政府影响力却有显著的负向影响;陈大波等<sup>[2]</sup>选取人均农业产值、单位面积平均灌溉用水量、人均水资源量和年降水量等相关指标,基于 SPSS 回归测算了影响农业水资源消耗强度的因素,得出农业水资源消耗强度与人均农业产值呈负相关,单位面积平均灌溉用水量、人均水资源量和年降水量与农业水资源消耗强度呈正相关的结论。张吉辉等<sup>[3]</sup>从水资源的公平性出发,通过基尼系数法测算各地区水资源用量与经济发展和民生需求的匹配性问题,最终发现我国水资源消耗量与人口和土地不匹配的时间演变规律,但跟各地的经济发展总量相对匹配。韩琴等<sup>[4]</sup>基于扩展的 Kaya 恒等式和 LMDI 模型,定量分析了效率效应、结构效应、经济效应、禀赋效应、开发效应及技术效应对灰水足迹效率的影响,论证发现,效率、经济、开发及技术对灰水足迹效率的变化起正向驱动效应,结构与禀赋对灰水足迹效率的变化起负向驱动效应,其中

**基金项目:**国家自然科学基金(41301620);江苏省研究生科研与实践创新计划项目(KYCX18\_0496);中央高校基本科研业务费(20191322814)

**作者简介:**聂志萍(1979—),女,博士,讲师,主要从事水资源会计研究。E-mail:nzp@163.com

效率、经济是影响灰水足迹效率变化的最主要因素。黄德春等<sup>[5-6]</sup>分析了总量和强度控制下的水资源利用效率,认为我国水资源利用效率正逐渐改善,生态文明的建设导致我国的人水和谐程度越来越好。

梳理以上文献,不难发现学者们大多对水资源的总体情况进行分析,较少对具体的生活用水或生态用水展开具体分析。由于生活用水与民众的生活戚戚相关,直接决定了人民群众的生活质量,因此需要展开对应性研究。另外,较多文献中多只涉及简单因素分解,且缺少对某些重点影响因素的深入分析。基于此,笔者以生活用水为研究对象,先从 LMDI 方面探究各分解因素对生活用水的作用程度,再利用脱钩模型深入分析最重要的影响因素与生活用水的响应程度,具体研究思路如下:①依据 Kaya 恒等式将生活用水影响因素分解为结构影响因素、技术影响因素、经济影响因素和人口影响因素。②运用 LMDI 方法分别计算这 4 个影响因素对生活用水的贡献率,分析这四个方面对生活用水的作用方向与强度,发现经济因素最能够导致生活用水量的增加。③为进一步考察生活用水对经济增长的响应程度,构建生活用水与经济增长的脱钩模型,并将测算得到的脱钩值由强到弱进行排序,从而判断出脱钩程度的省际差异,并以此为基础提出针对性建议。

## 2 研究方法 with 数据

### 2.1 模型选择与方法

#### 2.1.1 因素分解法

因素分解法,不仅能列出研究目标的影响因素,还能计算其对整体的贡献率,故被广泛运用于资源环境领域。常见的因素分解法有结构分解法(SDA)和指数分解法(IDA),SDA 往往需要完整的投入产出表,对数据的要求较高,而 IDA 对时间序列与截面数据均适用,数据处理的范围较广。IDA 又分为拉氏指数法、迪氏指数法和对数平均迪氏指数法(LMDI),其中 LMDI<sup>[7-8]</sup>既能完全分解余量,又能解决零值问题,故本文选择基于 LMDI 的加法分解模型。

先依据 Kaya<sup>[9]</sup>恒等式将生活用水(DW)分解如下:

$$D = \sum D = \sum \frac{D}{W} \times \frac{W}{GDP} \times \frac{GDP}{P} \times P \quad (1)$$

式中: $D$  为生活用水; $W$  为用水总量; $GDP$  表示经济增长。记  $s = \frac{D}{W}$  为结构影响因素,表示生活用水占

用水总量的比例; $r = \frac{W}{GDP}$  为技术影响因素,表示单位 GDP 要耗用的水资源量; $j = \frac{GDP}{P}$  为经济影响因素,用人均 GDP 来表示; $P$  为人口因素,用我国人口总量来表示,即:

$$D = \sum srjP$$

$$\Delta D = D^t - D^0 = \Delta S + \Delta r + \Delta j + \Delta p \quad (2)$$

依据 LMDI 进一步整理得:

$$\Delta S = \left( \frac{D^t - D^0}{\ln D^t - \ln D^0} \right) \frac{s^t}{s^0} \quad (3)$$

$$\Delta r = \left( \frac{D^t - D^0}{\ln D^t - \ln D^0} \right) \frac{r^t}{r^0} \quad (4)$$

$$\Delta j = \left( \frac{D^t - D^0}{\ln D^t - \ln D^0} \right) \frac{j^t}{j^0} \quad (5)$$

$$\Delta p = \left( \frac{D^t - D^0}{\ln D^t - \ln D^0} \right) \frac{p^t}{p^0} \quad (6)$$

式中: $\Delta S$  为结构效应,表示用水结构引起的生活用水的变化量; $\Delta r$  为技术效应,表示技术进步引起的生活用水的变化量; $\Delta j$  为经济效应,表示经济增长引起的生活用水的变化量; $\Delta p$  为人口效应,表示由于人口数量的变化导致生活用水量的变化,四者效应相加正好等于生活用水的变化量。若某个分解效应为正,则表示该效应对生活用水耗用量有推进作用,若为负,则表示该效应对生活用水耗用量有抑制作用。

#### 2.1.2 脱钩模型

“脱钩”一词最早出现在物理领域中,用来阐述两者依赖关系由有到无的现象,由经济发展与合作组织(OECD)<sup>[10]</sup>引入后,发展成资源环境随时间推进逐步与经济增长相背离的理论,其优势在于不仅能说明两者的脱钩状态,还能具体说明脱钩的程度,故被广泛用于描述资源环境与经济增长间的关系<sup>[11-12]</sup>。在对模型的构建中,OECD 定义脱钩指标

$$DI = 1 - \frac{(A/B)^t}{(A/B)^0}$$

其他学者们,如 Vehmas 等<sup>[13-15]</sup>也先后给出自己的脱钩模型。其中 Tapio 首次立足弹性,以经济下降或上升 1% 时所引起的对资源环境增加或减少的百分比作为脱钩指标,即  $e(A, GDP)$

$$= \frac{\Delta A/A}{\Delta GDP/GDP}$$

将脱钩分为 3 大类,8 种状态,详见表 1。

依表 1 知,脱钩状态由  $\Delta A$ 、 $\Delta GDP$  与  $e(A, GDP)$  三者共同决定,且充分考虑了不同数值下脱钩的差异状态,选用 Tapio 弹性指标,构建生活用水与经济增长的脱钩模型,具体如公式(7)所示:

$$e(D, GDP) = \frac{\Delta D/D}{\Delta GDP/GDP} \quad (7)$$

表 1 脱钩状态分解表

脱钩状态	$\Delta A$	$\Delta GDP$	$e(A, GDP)$
扩张负脱钩	>0	>0	$e > 1.2$
弱负脱钩	<0	<0	$0 < e < 0.8$
强负脱钩	>0	<0	$e < 0$
衰退脱钩	<0	<0	$e > 1.2$
弱脱钩	>0	>0	$0 < e < 0.8$
强脱钩	<0	>0	$e < 0$
增长连接	>0	>0	$0.8 < e < 1.2$
衰退连接	<0	<0	$0.8 < e < 1.2$

## 2.2 数据来源

本文所有数据均来自 2004—2017 年《中国统计年鉴》,鉴于脱钩指标  $e$  的测算需要考虑时间的变化与价格波动的影响,将 2004—2017 年当年价格计算的各地区 GDP 修正为 2004 年不变价格地区 GDP。

## 3 实证分析

### 3.1 生活用水驱动因素的 LMDI 分解

根据公式(2) - (6),分别测算出结构、技术、经济、人口对生活用水的贡献值,汇总后见表 2。

首先,对全国的生活用水驱动因素进行分析。由表 2 可以看出,技术效应为负,结构效应、经济效应、人口效应均为正,说明技术的提高对生活用水的耗用起抑制作用,而产业结构的改变,经济的发展,人口的扩大对生活用水的耗用起促进作用。数值上,经济效应的累计绝对值最大,为 1 008.384 t,其次为技术效应 1 005.590 t,人口效应 87.554 t,结构效应 52.462 t,即经济与技术对生活用水的贡献起绝对作用,而人口与结构对生活用水的耗用起辅助作用。因此可以认为,经济与技术是生活用水的主要驱动因素,经济是生活用水的主要增加因素,而技术进步是生活用水减少的主要手段,这个研究结论也充分验证了文献[4]的观点。

其次,对各省的生活用水驱动因素进行具体分析(西藏 11 年间的生活用水从数据看无明显变化,各效应的贡献值均为 0,故不予考虑)。从结构效应上看,20 个省为正值,说明大部分省区产业结构模式的转变,使得第三产业比重上升,进而使得生活用水占用水总量的比重上升,生活用水耗用量增加;剩下 11 个省为负值,代表结构转变在一定程度上抑制了生活用水的使用,其中黑龙江结构效应对生活用水的抑制作用最强,究其原因,黑龙江隶属老工业基地,仍以第二产业为主,且位处北方,水资源匮乏,所以生活用水占用水总量的比重较低。

表 2 我国各省份生活用水效应分解表

地区	结构效应 $\Delta_s$	技术效应 $\Delta_r$	经济效应 $\Delta_j$	人口效应 $\Delta_p$	总效应 $\Delta_{DW}$
北京	3.075	-18.686	14.552	5.649	4.59
天津	-0.350	-7.154	5.929	1.944	0.37
河北	3.863	-29.912	26.880	1.989	2.82
山西	0.690	-10.403	12.292	0.980	3.56
内蒙古	-1.333	-17.963	18.304	0.512	-0.48
辽宁	-0.693	-33.655	34.622	0.936	1.21
吉林	-4.948	-16.043	19.787	0.214	-0.99
黑龙江	-8.541	-14.844	20.418	-0.023	-2.99
上海	7.783	-27.195	18.507	5.906	5
江苏	9.634	-68.499	69.938	2.757	13.83
浙江	16.991	-53.011	44.474	4.406	12.86
安徽	-0.324	-34.197	43.604	-0.383	8.7
福建	9.918	-36.482	36.502	2.162	12.1
江西	1.565	-34.221	37.304	1.572	6.22
山东	2.789	-45.819	43.284	2.227	2.48
河南	-0.507	-46.058	50.431	-0.836	3.03
湖北	12.552	-54.589	61.776	1.010	20.75
湖南	-0.723	-67.946	68.288	0.531	0.15
广东	19.331	-126.686	106.538	15.817	15
广西	2.602	-58.977	60.792	-0.726	3.69
海南	2.751	-9.977	9.199	0.707	2.68
重庆	1.198	-26.076	27.495	1.353	3.97
四川	8.228	-51.373	59.909	0.546	17.31
贵州	1.397	-28.842	30.988	-1.613	1.93
云南	1.256	-28.343	27.374	1.383	1.67
西藏	0.000	0.000	0.000	0.000	0
陕西	0.808	-22.097	24.361	0.428	3.5
甘肃	-0.519	-12.073	11.696	0.196	-0.7
青海	-0.032	-4.897	4.328	0.242	-0.36
宁夏	0.100	-3.125	2.805	0.229	0.01
新疆	-1.005	-16.449	16.006	2.347	0.9
全国	87.554	-1 005.590	1 008.384	52.462	142.81

从技术效应上看,我国所有省份均为负值,说明技术的改进提高了我国的用水效率,促进了每单位经济增长耗用水资源的降低。事实证明,国家一方面出台了《中国节水技术政策大纲》,建立和完善再生水利用技术体系,开发和应用管网查漏检修决策支持信息化技术,另一方面利用价格杠杆,调整水价,不断推广节水型器具,加强民众的节水意识。但值得注意的是,我国技术效应的标准差为 25.799,省份间的技术效应还存在很大差异,其中广东为 -126.686 t,宁夏仅为 -3.125 t,极差高达 123.561 t,如何缩小省与省间的技术差距,还是现阶段亟须解决的一个问题。

从经济效应上看,GDP 的增长带动了城市的扩张,导致了人口规模的扩大,同时生活服务业、餐饮业的发展也带来大量的生活用水需求,故我国所有省份的经济效应均为正值,即人均生产总值是我国生活用水的直接推动力。其中西北地区如青海、宁夏的经济效应较小,而中部、南部的经济效应较大,符合我国区域经济发展情况。另外不难发现,与技

术效应相同的是,广东的经济效应最大,而宁夏的经济效应最小,这在一定程度上说明了经济的发展与技术的进步相辅相成,符合前文经济与技术占绝对地位的结论。

从人口效应上看,受制于经济的发展、国家计划生育的政策,某些地区如黑龙江、安徽、河南、贵州、广西出现人口效应为负的现象,缩小的人口规模直接减少了居民的生活用水量,进而减少整个省份对生活用水的需求,但更多的省份由于外来人口的流入不断加重着生活用水的负担,故各省区人口效应虽有正有负,但对生活用水变化的贡献率不高,对外表现出微弱的正效应。

### 3.2 对生活用水经济驱动因素的进一步分析

由表2知,生活用水的4个驱动因素中,经济效应的累计效应最大,这在一定程度上说明人均GDP( $\Delta j$ )的增加促进了生活用水耗用量的变化,但上述基于LMDI的分解,也存在一个明显的问题,就是只考察了 $\Delta D$ 与 $\Delta j$ 的相对关系,而忽略了 $\Delta D$ 与 $\Delta j$ 自身增速的问题。笔者将以经济增长和生活用水为研究对象,在LMDI分析的基础上,引入脱钩模型中的Tapio指标,以求准确考察生活用水对经济增长的反应程度。依据公式(6),先测算出2004—2015年中国31省区生活用水与经济增长的脱钩指标 $e(D, GDP)$ ,再根据 $e(D, GDP)$ 的数值、 $\Delta D$ 、 $\Delta GDP$ 符号,参照表1,得到对应的脱钩状态,整理后见表3。

根据表3,从脱钩状态方面看,我国31省区均实现了生活用水与经济增长的脱钩,即经济增长的速度小于生活用水的增长速度。我们认为相对我国经济的高速增长,生活用水量表现出相对不变或缓慢增加的发展态势,两者逐渐呈现出背离的趋势。其中6个省份(内蒙古,吉林,黑龙江,西藏,甘肃,青海)为强脱钩,既达到了经济的正增长,又实现了生活用水的负增长,是最理想的一种状态;其余25个省份为弱脱钩,在保证经济增长的前提下,实现了生活用水的低速增长,是较理想的一种脱钩状态。从脱钩指标上看,2004—2017年我国生活用水与经济增长的脱钩程度参差不齐,但脱钩数值均控制在0.2以下,脱钩程度明显,其中黑龙江脱钩指标最小为-0.072,居领先地位,福建、湖北脱钩数值最高,均为0.172,处于落后状态。

为进一步了解各省区脱钩的区域差异,我们将所有省份的脱钩程度由强到弱进行排序,把脱钩指标分为5个等级,以0、0.05、0.1、0.15、0.2为划分标准,整理得到各省脱钩状态的分布(表4)。根据表4,可见我国生活用水与经济增长的脱钩指标虽不尽相同,但大致服从如下规律:人口数量较少,经

济发展程度较低的省份脱钩程度较高,而人口较多,水资源量丰富,经济发展程度较高的省份脱钩程度则相对较低。总体来讲,从2004年到2017年,我国31个省份以节水为宗旨,构建起用水计划调控、节水效率评估和节水价格杠杆的三大机制,不断加强了水资源开发与保护等方面的立法,建立健全水表收费制度,提升了用水效率,实现了生活用水与经济增长的脱钩。

表3 我国各省份生活用水与经济增长的脱钩关系

地区	$\Delta D$	$\Delta GDP$	$e(D, GDP)$	脱钩状态
北京	4.59	16981.38	0.126	弱脱钩
天津	0.37	13427.22	0.019	弱脱钩
河北	2.82	21328.48	0.052	弱脱钩
山西	3.56	9195.12	0.158	弱脱钩
内蒙	-0.48	14790.44	-0.009	强脱钩
辽宁	1.21	21997.02	0.015	弱脱钩
吉林	-0.99	10941.12	-0.020	强脱钩
黑龙江	-2.99	10333.07	-0.072	强脱钩
上海	5	17050.62	0.124	弱脱钩
江苏	13.83	55112.78	0.093	弱脱钩
浙江	12.86	31237.79	0.153	弱脱钩
安徽	8.7	17246.33	0.100	弱脱钩
福建	12.1	20216.47	0.172	弱脱钩
江西	6.22	13267.08	0.075	弱脱钩
山东	2.48	47980.49	0.025	弱脱钩
河南	3.03	28448.37	0.028	弱脱钩
湖北	20.75	23916.95	0.172	弱脱钩
湖南	0.15	23260.27	0.001	弱脱钩
广东	15	53947.93	0.063	弱脱钩
广西	3.69	13369.62	0.026	弱脱钩
海南	2.68	2883.1	0.143	弱脱钩
重庆	3.97	12682.69	0.061	弱脱钩
四川	17.31	23673.47	0.151	弱脱钩
贵州	1.93	8824.76	0.024	弱脱钩
云南	1.67	10537.26	0.026	弱脱钩
西藏	0	806.05	0.000	强脱钩
陕西	3.5	14846.28	0.059	弱脱钩
甘肃	-0.7	5101.83	-0.026	强脱钩
青海	-0.36	1950.95	-0.029	强脱钩
宁夏	0.01	2374.66	0.001	弱脱钩
新疆	0.9	7115.71	0.023	弱脱钩

表4 各省脱钩状态的分布

脱钩指标	省份
$e < 0$	内蒙古,吉林,黑龙江,西藏,甘肃,青海
$0 < e < 0.05$	天津,辽宁,山东,河南,湖南,广西,贵州,云南,宁夏,新疆
$0.05 < e < 0.1$	江苏,安徽,江西,广东,重庆,陕西
$0.1 < e < 0.15$	北京,上海,海南
$0.15 < e < 0.2$	山西,浙江,福建,湖北,四川

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

水资源是“生命之源、生产之要、生态之基”,生活用水量的多少更是直接决定了人民群众的生

活质量和幸福指数。本文以 2004—2017 年各省份的生活用水为研究对象,基于 LMDI 分解方法,将生活用水变化量分解为结构、技术、经济、人口 4 个驱动效应,并通过构建脱钩模型,进一步测算生活用水与经济增长的响应关系与脱钩指标,得到以下结论:

a. 技术效应对我国生活用水量的减少具有明显的正向作用,而结构效应、经济效应和人口效应对生活用水量的增加具有明显的正向作用。虽然从各省份间的效应分解值符号来看,各省份有正有负,但从国家的总体累计效应上讲,只有技术效用的符号为负,其余均为正值,即技术的改进促进了生活用水的减少,而产业结构的改变,经济的增长,人口的扩大均推动了生活用水的增多。

b. 就各效应分解值的大小来看,经济效应对生活用水的影响最大,其次为技术效应,人口效应对生活用水的影响相对最小,这也表明经济发展与技术进步为生活用水的主要驱动因素,而人口规模与用水结构是生活用水的辅助影响因素。

c. 2004—2017 年,我国均实现了生活用水与经济增长的脱钩,即经济增长的速度小于生活用水量的增长速度,两者逐渐呈现背离趋势。其中内蒙古、吉林、黑龙江等 6 省份为强脱钩,天津、辽宁等 25 个省份为弱脱钩。且人口数量较少,经济发展程度较低的省份脱钩程度较高,而人口较多、水资源量丰富、经济发展程度较高的省份脱钩程度相对较低。

#### 4.2 建议

党的十九大明确提出,应坚持“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的原则,系统治理好水环境和提高水资源利用效率。按照这个重要方针,全面推进节水型社会建设,需要统筹兼顾与分类推进相结合,通过控制生活用水的使用量提高我国水资源的使用价值。

首先从国家层面上,统筹考虑用水结构、技术水平、人口效应、经济效应对水资源利用的影响程度。从脱钩结果知,我国已实现了生活用水与经济增长的脱钩,故现阶段的目标是完成由弱脱钩到强脱钩的过渡,鉴于我国经济一直处于相对高速增长状态,所以实现强脱钩的关键在于控制生活用水的使用量。从 LMDI 分析结果知,只有技术抑制了生活用水的使用,因此控制生活用水使用量的关键在于提升水资源利用效率的技术。基于此,需要坚持水资源消耗总量和强度与经济发展方式相匹配的方式<sup>[16]</sup>,以水定需,量水而行,因水制宜,一方面开源节流,控制用水人口数量,加强水情宣传教育,强化

取用水量计量监控,完善取用水统计和核查体系,建立健全节水管理制度。另一方面高效利用,注重用水结构,开展节水产品研发,推广节水设备和器具,改造与维护管理供水管道,以水资源利用效率和效益的全面提升推动经济增长和转型升级。

其次从省际层面上,因地制宜,科学分解总目标并合理推进至各节水主体。针对不同类别的省份,利用技术溢出效应展开具体的节水政策学习,节水效果较差的省份积极向节水模范省份取经,如生活用水增加量最大的湖北向节水最明显的黑龙江学习,技术效应最小的宁夏、青海向水资源利用效率较高的广州学习,并将任务完成情况纳入地方政府绩效考核,以强化目标考核和责任追究。针对相同类别的省份,同舟共济,联合开展基层水资源管理能力建设与节水教育,做好区域间水资源统筹调配,建立健全统一的水价管理机制和节水奖励机制。加强各省政府与企业间的交流,利用政府和社会资本合作(PPP)等模式,鼓励社会资本进入节水等领域,共同探索节水管理新模式。

#### 参考文献:

- [1] 马海良,黄德春,张继国.考虑非合意产出的水资源利用效率及影响因素研究[J].中国人口·资源与环境,2012,26(10):35-42.
- [2] 陈大波,杨德刚,唐宏,等.渭干河流域农业水资源消耗强度及影响因素[J].干旱区地理,2014,35(3):509-519.
- [3] 张吉辉,李健,唐燕.中国水资源与经济发展要素的时空匹配分析[J].资源科学,2012,34(8):1546-1555.
- [4] 韩琴,孙才志,邹玮.1998—2012 年中国省际灰水足迹效率测度与驱动模式分析[J].资源科学,2016,9(6):1179-1191.
- [5] 黄德春,任也平,张长征.强度-总量控制下的水资源利用效率对人水和谐的影响[J].水利经济,2019,37(2):1-7,12.
- [6] 陆志华,钱旭,马农乐,单玉书.生态文明理念下的水生态空间管控要求:以福建省光泽县为例[J].水利经济,2018,36(4):63-67,74.
- [7] ANG B W, LIU F L. A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation [J]. Energy, 2001, 26(6):537-548.
- [8] 张陈俊,董娟娟,林琳,等.区域水资源消耗差异的影响因素分析:LMDI 模型的新应用[J].水利经济,2017,35(6):71-75.
- [9] KAYA Y. Impact of carbon dioxide emission on GNP growth: interpretation of proposed scenarios [R]. Paris: IPCC Energy and Industry Subgroup,1989.

(下转第 26 页)

- [11] RAHATULLAH M K, RAESIDE R. Toward operational excellence in franchising: achieving synergy, adding value, and security competitive advantage by exploiting entrepreneurial traits and core competencies[J]. SAM Advanced Management Journal, 2008, 73(3):25.
- [12] WIKLUND J, SHEPHERD D A. The effectiveness of alliances and acquisitions: the role of resource combination activities [J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2009, 33(1):193-212.
- [13] RADULOVICH L, JAVALGI R R G, SCHERER R F. Intangible resources influencing the international performance of professional service SMEs in an emerging market: evidence from India[J]. International Marketing Review, 2018, 35(1):113-135.
- [14] 李芳,章恒全. 大型水利水电工程信息共享机制研究[J]. 水利经济,2017,35(1):55-60.
- [15] GRANT R M. The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation[J]. California Management Review, 1991, 33(3):114-135.
- [16] EISENHARDT K M, MARTIN J A. Dynamic capabilities: what are they? [J]. Strategic Management Journal, 2000, 21(10-11):1105-1121.
- [17] FOSS N J. The emerging knowledge governance approach: challenges and characteristics [J]. Organization, 2007, 14(1):29-52.
- [18] 丁源,陈洁,余菲菲. 竞争情报工作组织的全员模式研究[J]. 情报理论与实践,2013,36(4):26-29,16.
- [19] 李瑾. 基于知识管理的企业竞争情报工作组织结构创新[J]. 科技进步与对策,2008,25(9):167-170.
- [20] MARCEAU S, SAWKA K. Developing a world-class CI program in telecoms [J]. Competitive Intelligence Review: Published in Cooperation with the Society of Competitive Intelligence Professionals, 1999, 10(4):30-40.
- [21] 姚伟,刘建准. 知识治理视域下竞争情报协同模型构建[J]. 情报杂志,2014,33(4):70-76.
- [22] 刘冰. 我国企业竞争情报力测度实证研究[J]. 情报学报,2009,28(3):459-468.
- [23] 李艳,赵新力,齐中英. 企业技术竞争情报活动对技术创新绩效影响实证研究[J]. 图书情报工作,2013,57(10):87-95.

(收稿日期:2019-02-23 编辑:陈玉国)

(上接第 15 页)

- [10] OECD. Indicators to measure decoupling of environmental pressures from economic growth [R]. Paris:OECD,2002.
- [11] 耿芳,董增川,管西柯. 基于耦合协调度模型的南京市用水效率与经济发展关系[J]. 水利经济,2017,35(1):21-25.
- [12] 孔珂,徐征和,丛鑫,等. 山东省水资源价格波动效应的投入产出分析[J]. 水利经济,2017,35(1):31-35.
- [13] VEHMAS J, KAIVO-OJA J, LUUKKANEN J. Global trends of linking environmental stress and economic growth [J]. Turku: Finland Futures Research Centre, 2003, 12(3):6-9.
- [14] TAPIO P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 [J]. Transport Policy, 2005, 12(2):137-151.
- [15] 王崇梅. 中国经济增长与能源消耗脱钩分析[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(3):35-37.
- [16] 华坚,张瑶瑶,王丹,等. 西北五省水资源消耗对经济增长的影响[J]. 水利经济,2018,36(4):1-6.

(收稿日期:2019-05-09 编辑:陈玉国)

(上接第 20 页)

- [16] COSTANZA R, D'ARGE R, RUDOLFDE G, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Ecological Economics, 1998, 25(1):3-15.
- [17] COSTANZA R, D'ARGE R, RUDOLFDE G, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387:253-260
- [18] 王健民,王如松. 中国生态资产概论[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2001.
- [19] 张代青. 基于生态服务价值的水库生态调度研究[D]. 武汉:武汉大学,2011.
- [20] 叶林奇,袁兴中,刘红. 御临河流域河流湿地生态系统服务价值评价[J]. 资源开发与市场,2008,24(1):22-24.
- [21] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报,2000,45(1):17-23.
- [22] 唐宁,廖铁军. 基于能值分析的土地生态经济系统可持续性评价[J]. 安徽农业科学,2007,35(2):345-347.
- [23] 赵欣胜,崔丽娟,李伟,等. 吉林省湿地调蓄洪水功能分析及其价值评估[J]. 水资源保护,2016,32(4):27-33.
- [24] 赵景柱,肖寒,吴刚. 生态系统服务的物质量与价值量评价方法的比较分析[J]. 应用生态学报,2000,11(2):290-292.

(收稿日期:2018-11-28 编辑:胡新宇)