

文章编号: 1003-7853(2017)04-0043-02

## “四化”对水资源绿色效率的探测分析

姜坤<sup>1</sup>, 童艳丽<sup>2</sup>

(1. 辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029;

2. 辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展中心)

**摘要:** 科学识别水资源绿色效率空间指向性机理, 丰富水资源科学的研究内容, 运用地理探测器方法分析工业化、城镇化、信息化、农业现代化对水资源绿色效率的影响机理。研究结果发现: ①总体上, 水资源绿色效率在东中西三大区差异显著, 呈现出高低高的 U 型格局; ②个体上, 水资源绿色效率在三大区内部分存在不同分异特征, 西部分异最大、东部次之、中部最小; ③探测因子影响力显示, 主导东中西水资源绿色效率的核心因子不同, 就选出的“四化”因子中, 呈现出省内因子主导向省外因子主导的转变趋势。这些发现可以为水资源绿色效率预测提供更好的指示空间。

**关键词:** 水资源绿色效率; SBM-DEA 模型; 地理探测器; 形成机理

中图分类号: TV213.4 文献标识码: A

### The Detection and Analysis of the Green Efficiency of Water Resources by the “four modernizations”

JIANG Kun et al

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

**Abstract:** The spatial identification mechanism of green efficiency of water resources is scientifically identified, the research contents of water resources science are enriched, and the formation mechanism of industrialization, urbanization, informatization and agricultural modernization is analyzed by using geo-detector method. The results show that: (1) In general, the green efficiency of water resources is significant in East, West and West, showing a high and low U-shaped pattern. (2) Individual green resource efficiency has different characteristics in the three regions. (3) The influence factor of the detection factor shows that the core factor of the green efficiency of the east, west and west water resources is different, and the four factors in the selection of the factors are dominated by the provincial factor. The trend of change. These findings can provide a better indication of the green efficiency prediction of water resources.

**Key words:** Green efficiency of water resources; SBM-DEA model; Geographical detectors; Formation mechanism

## 1 引言

我国是一个淡水资源匮乏的国家, 人均水资源量仅为世界平均值的 1/4<sup>[1]</sup>, 并且水资源时空分布并不均匀。近年来中国经济迅速发展, 由于不合理的利用资源, 逐步制约经济和社会的可持续发展, 逐步提高水资源利用效率是必然选择。

就目前来说, 现有成果以研究水资源利用效率的自然影响因素方面的文献居多, 从人文影响因素特别是“四化”水平角度, 考虑水资源效率驱动因素和量化驱动因子以显示影响因素主体的差异, 开展水资源绿色效率的研究更为少见。鉴于此, 本文在研究内容领域, 将绿色发展理念引入到水资源效率的评价中, 丰富水资源效率的社会内涵, 测度其水资源绿色效率值。运用地理探测技术, 着重研究人文因素特别是“四化”对水资源绿色效率的形成机理, 针对性的进行探测因子的提取, 量化分析。

## 2 研究方法与数据来源

### 2.1 “地理探测器”机理分析方法

“地理探测器”研究方法首次应用于地方性疾病原因的探讨<sup>[2]</sup>, 此类问题涉及同方差性和正态性等传统的统计方法, 影响模型的效果, 然而地理探测器在假设方面收到的约束较小<sup>[3]</sup>。水资源绿色效率影响因素的计算模型如下:

$$P_{D,U} = 1 - \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^m n_{D,i} \sigma_{U,i}^2}{n \sigma_U^2} \quad (1)$$

其中:  $P_{D,U}$  是水资源效率影响因素探测力指标;  $n_{D,i}$  是次一级区域样本数;  $n$  为整个区域样本数;  $m$  是次一级区域个数;  $\sigma_U^2$  为水资源效率的方差;  $\sigma_{U,i}^2$  为次一级区域的方差。假设  $\sigma_{U,i}^2 \neq 0$ , 模型成立,  $P_{D,U}$  的取值区间为 [0, 1],  $P_{D,U} = 0$  时, 表明水资源绿色效率分布随机,  $P_{D,U}$  值越大, 说明分区因素对水资源效率的影响越大。

### 2.2 数据来源

本文使用了 2000-2014 年中国 31 个省市 (不含港、澳、台) 的水资源投入与产出数据, 所有数据来源于《中国统计年鉴》(2001-2015) 以及各省市统计年鉴, 《中国水资源公报》(2000-2014), 《中国环境年鉴》(2001-2015)。缺失的数据由已有年鉴数据综合处理所得; 本文运用 MaxDEA6.0、地理探测器软件进行操作。

### 2.3 指标选取

本文运用 SBM-DEA 模型, 以水足迹、劳动力、资本存量为投入指标, 以 90 基期 GDP、社会发展指数 (SDD) 灰水足迹为产出指标, 测算水资源绿色效率。第二产业就业人数与就业总人数的比重表示工业化、固定电话与总人口数的比重表示信息化、城镇就业人数与就业总人数的比重表示城镇化、农业机械总动力与耕地面积的比重表示农业化。并以水资源绿色效率为

表1 因子探测结果

一级指标	二级指标	全国	东部	中部	西部
工业化	工业就业比重 x1	0.4556	0.2769	0.2049	0.2373
信息化	固定电话普及率 x2	0.3340	0.3901	0.7642	0.0703
城镇化	就业城镇化率 x3	0.1688	0.1151	0.1456	0.4898
农业现代化	农业机械化水平 x4	0.3268	0.3971	0.2423	0.4372

自变量,“四化”指标为因变量,利用“地理探测器”技术计算出各要素对水资源效率的影响力<sup>[4]</sup>。

### 3 地理探测器分析结果

3.1 从全国范围看,探测因子的 PD 值较小,四化因子对水资源效率的影响能力不同。

3.2 从分区域看,四化因子对分区水资源绿色效率的解释力度较高,主导东部地区水资源绿色效率的核心因素是信息化和农业现代化;主导中部地区水资源绿色效率的核心因素是信息化;主导西部地区水资源绿色效率的核心因素是城镇化和农业现代化。在各地区内部,核心影响因素的 PD 值差异也较大,说明水资源绿色效率是多重要素同时共同作用的结果,其进一步提升需要采取多管齐下的政策手段。

3.3 从探测因子的角度看,各因子在不同地区对水资源绿色效率的影响力度不同,存在特定的一致性和差异性。比如,从整体来讲,工业化、农业现代化水资源绿色效率的解释力度都较大,而其他因子相对较小;信息化和城镇化在不同地区的影响力度差异较大(表 1)。

## 4 结论

4.1 在全国尺度上,探测因子影响力差异不明显,影响水资源绿色效率的核心因素表现不突出;而分区探测出现显著的决定力差异,核心影响因素凸显。

4.2 进一步研究发现,影响国家级经开区经济增长率的核心因素构成在三大地区间存在差异:主导东部地区水资源绿色效率的核心因素是工业劳动生产率、固定电话普及率、城镇居民恩格尔系数、农业机械化水平、有效灌溉率;主导中部地区水资源绿色效率的核心因素是固定电话普及率和有效灌溉率;主导西部地区水资源绿色效率的核心因素是互联网普及率、就业城镇化率、农业机械化水平、有效灌溉率。

4.3 水资源绿色效率的核心影响因素,从中部、西部到东部,呈现由省内自身要素向省外部要素转变的特征。

本文利用“地理探测器”方法对水资源绿色效率的空间特征与影响机理进行了解释,但本研究仅选取了人文因素中较为关注的“四化”问题作为解释因子,难以把所有要素考虑详尽。后期研究可以从人文因素的全面选取角度进行深化。

参考文献:

- [1] 陈家琦,王浩,等. 水资源学.北京:科学出版社,2013.
  - [2] Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. 2010. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun Region, China. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(1): 107-127.
  - [3] Hu Y, Wang J, Li X, et al. 2011. Geographical detector-based risk assessment of the under-five mortality in the 2008 Wenchuan earthquake, China. *PLoS One*, 6(6): e21427.
  - [4] 丁悦,蔡建明,任周鹏,杨振山. 基于地理探测器的国家级经济技术开发区经济增长率空间分异及影响因素[J]. *地理科学进展*, 2014(05): 657-666.
- 作者简介:姜坤(1988-),女,汉族,山东省济宁人,硕士研究生,研究方向为水资源经济。

(2017-05-15 收稿 M 编辑)

## 《国土与自然资源研究》作者投稿须知

### 1 对稿件的具体要求

- 1.1 标题简明,题文相符。
- 1.2 作者署名最好不超过 3 位,附所在单位、省、市(县)、邮政编码和作者单位的英文译名。文末附第一作者简介。
- 1.3 附英文标题、中英文摘要、3-5 个中英文关键词。获得基金资助产生的文章要注明基金项目名称(项目编号)。
- 1.4 引用他人已发表文献,须在文中作角注并在参考文献中列出,不得引用非公开出版的文献。

2 编辑部将对拟用稿件作必要的修正和删节,若需较大改动,则与作者协商。如作者有特殊要求,请在投稿时声明。

3 来稿一般不退,请自留底稿。本刊已被中国期刊网、中国学术期刊(光盘版);超星期刊域出版平台;万方数据—数字化期刊群收录。来稿采用后将以多种方式发表,若作者有异议,请勿投稿。

### 4 如有下列情况者本刊拒绝发表:

- 4.1 待发文章与发表在前的且待发文章未注明引用的其它文献的文字重合度大于 40%。
- 4.2 一稿多发。包括稿件第一次发表以后重复发表的稿件;同一作者改动已经发表的文献再次投稿发表的文章,其改动部分少于 10%。

### 5 投稿方式:

- 5.1 通信地址:黑龙江省哈尔滨市香坊区哈平路 103 号,《国土与自然资源研究》编辑部收。
- 5.2 电子邮箱:guotuyanjiu@163.com。