

安徽省工业用水效率评级及促进对策研究

彭生 雷思友

安徽理工大学 安徽淮南 232001

摘 要: 为了科学评价安徽省工业用水效率,采用 DEA-BCC 模型测算安徽省工业用水效率。研究结果表明:2022 年安徽省工业用水综合效率为 (0.849), 纯技术效率值为 0.897, 而规模效率值为 0.949。可见技术不足是导致安徽省工业用水综合效率低下的主要原因。建议采取技术创新,促进各地区均衡发展,以提高安徽省工业用水效率。

关键词: 工业用水效率; DEA-BBC 模型; 安徽省

引言

随着安徽省“工业强省”战略的不断推进,工业经济呈现出高速发展的态势,然而,这种快速发展也带来了工业用水量的大幅增长。水资源短缺与工业用水需求之间的矛盾日益突出。因此,提高工业用水效率,实现水资源的合理配置和高效利用,已成为当前安徽省工业发展中亟待解决的重要问题。

1 文献综述

根据 CNKI 数据库检索发现何刚、赵杨秋、阮君王莹莹^[1]探究安徽省工业用水效率提升路径,进一步利用 Malmquist 指数解析动态演变趋势,探析影响工业用水效率高低的因素;陈晓清、侯保灯^[2]等人对宁夏工业用水 EKC 曲线的分析,揭示其形成原因和发展趋势,工业用水强度继续提高以及产业结构朝节水方向的调整,胡霞、程亮^[3]等人建立了工业用水效率全过程驱动因子识别模型;李俊、许家伟^[4]采用用水系数与 LMDI 模型,基于 2008—2015 年河南省工业用水数据表明总效应为正,区域工业用水量呈刚性发展趋势;李静任、继达^[5]利用最新 DEA 模型——Min DS 估计了各地工业的用水效率;利用 Tobit 模型考察了不同区域的影响因子对工业用水效率的作用。

2 研究设计

2.1 效率评价模型的选择

数据包络分析 (data based analysis,DEA) 是由 Charnes 和 Cooper 等学者于 1978 年提出的。本文选择 DEA-BCC 模型^[6]进行研究。具体模型如下:

$$\begin{aligned} \min & \theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^n S_r^+) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} \sum_{j=1}^l \lambda_j X_{ij} + S_i^- = X_{id}, i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^l \lambda_j Y_{rj} + S_r^+ = Y_{rd}, i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^l \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0 \\ S_i^- \geq 0 \\ S_r^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

式中:在数据包络分析 (DEA) 模型的数学表达中,我们定义 θ 为效率评价指数, ε 代表非阿基米德无穷小量这一重要数学概念。模型中的关键变量包括: X_{ij} 表示第 j 个决策单元的第 i 项资源投入量, Y_{rj} 代表相应决策单元的第 r 项产出量。其中, X_{id} 为理论最优投入量, Y_{rd} 则为期望达到的有效产出水平。模型构建中引入 j 作为各决策单元的权重系数,同时设置 S^- 和 S^+ 两个松弛变量,分别用于衡量投入冗余和产出不足的程度。

3 数据来源说明

本研究采用《安徽省统计年鉴》(2013—2022)的权威数据,构建工业用水效率评估体系,重点考察近十年间安徽省工业领域水资源利用效能的演变规律。

4 结果分析

4.1 安徽省工业用水效率分析

本文运用 DEAP2.1 数据包络分析软件,采用最新的统计数据 (2022 年),对安徽省的 16 个地级市工业用水效率进行计算 (如表 2 所示)。

表 1 2022 年安徽省 16 个地级市工业用水效率

地区	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模收益
合肥市	0.555	1.000	0.555	递减
淮北市	0.700	0.761	0.920	递增

亳州市	0.754	0.755	0.999	递增
宿州市	1.000	1.000	1.000	不变
蚌埠市	0.645	0.650	0.993	递减
阜阳市	1.000	1.000	1.000	不变
淮南市	0.576	0.599	0.961	递增
滁州市	1.000	1.000	1.000	不变
六安市	0.764	0.764	1.000	不变
马鞍山市	0.910	0.936	0.972	递增
芜湖市	0.884	1.000	0.884	递减
宣城市	0.998	0.999	0.999	递减
铜陵市	0.801	0.895	0.895	递减
池州市	1.000	1.000	1.000	不变
安庆市	1.000	1.000	1.000	不变
黄山市	1.000	1.000	1.000	不变
平均值	0.849	0.897	0.949	

4.1.1 综合效率分析

一、综合效率评估

综合效率作为衡量工业生产资源配置与利用效能的核心指标,对区域经济发展质量具有重要参考价值。由表1的结果显示

1. 整体表现

安徽省工业用水综合效率均值为0.849,处于全国省级行政区前列。值得注意的是,该数值表明全省仍存在15.1%的潜在效率提升空间,反映出在最优生产边界下尚存显著改进余地。

2. 区域差异特征

(1) 地市层面:全省16个地级市中,宿州、阜阳等6市实现完全效率(DEA有效),占比37.5%;省会合肥以0.555的效率值位列末位,凸显出经济发展水平与资源效率的非线性关系。

(2) 地理分区:皖北、皖南地区实现全域有效生产,而皖中地区0.881的效率值揭示出区域协调发展中的结构性矛盾,特别是省会经济圈与周边地区的效率落差达11.9个百分点。

4.1.2 技术效率维度分析

纯技术效率反映既定投入下的最大产出能力,是衡量技术创新应用水平的关键指标:全省均值0.897显示较好的技术管理水平,但10.3%的改进空间提示,先进水处理技术普及率不足,工业用水循环系统有待优化,监测计量体系需要完善,地市表现呈现两极分化:

技术领先城市(合肥等8市)占比达50%,而淮南市0.599的技术效率值暴露出老工业基地转型升级的迫切性。

4.1.3 规模效率研究

规模效率0.949的全省均值表明,积极方面:产业集聚效应显著,基础设施共享程度较高,管理规模经济性良好。现存问题:合肥市异常低的0.555规模效率值,与其经济总量形成鲜明对比,暗示城市扩张速度与配套建设不同步,产业布局合理性有待提升规模不经济现象显现。

5 结论和对策建议

5.1 结论

本文运用DEA-BBC模型和Malmquist指数模型,对安徽省2013—2022年16个地级市的工业用水效率进行测算和分析,结果发现:

(1) 2022年安徽省工业用水效率整体水平较高(0.849),但距离有效生产前沿面还有15.1%的提升空间,纯技术效率值为0.897,而规模效率值为0.949。可见技术不足是导致安徽省工业用水综合效率低下的主要原因,投入规模不当是次要原因。

(2) 2022年,安徽省16个地级市中,仅有宿州市在内的7个城市处在规模效益不变的最佳状态,有9个地区规模不当,导致规模效率低下。

(3) 在研究期间内,安徽省工业用水全要素生产率($0.701 < 1$)呈下降趋,技术进步(0.706)是安徽省工业用水全要素生产力的主要原因,同时也是综合效率低下(0.993)是主要阻力因素。

5.2 对策建议

(1) 强化技术创新驱动工业节水发展,当前亟需推动传统工业用水设备的智能化改造与工艺升级,建议政府部门设立专项技术创新基金,通过财税优惠、研发补贴等政策工具激励企业加大节水技术研发投入。确保工业用水领域的技术投入与产业需求相匹配。

(2) 构建区域协同发展的水资源配置体系空间分析显示,数据进一步表明,2013—2022年间皖北地区全要素生产率增速最快。建议实施差异化调控政策,重点对皖西南、皖西北地区加大技术改造资金倾斜,搭建技术转移与人才交流平台,推动先进管理经验的空间溢出。

(3) 建立精准化的要素投入调控机制,针对淮北、淮南、马鞍山等资源型城市存在的投入冗余问题,需建立动态监测

评估系统。对效率未达标的区域,应实施"减量提质"策略:配套升级循环水处理设施,提高中水回用率,确保生产要素组合达到帕累托最优。

(4) 科学优化工业用水规模结构,研究揭示安徽省 16 个地市中,仅 43.75% 的地区处于规模收益最佳状态。对于铜陵、池州等规模收益递减地区,应严格控制新建高耗水项目;而对亳州、阜阳等规模收益递增区域,可适当扩大先进制造业的用水配额。建议建立省级工业用水总量预警系统,运用 DEA 模型定期评估各地市规模报酬状态,动态调整用水指标分配方案,实现资源配置效率最大化。

参考文献:

[1] 何刚,赵杨秋,阮君,等.安徽省工业用水效率及影响因素时空分异解析[J].安全与环境学报,2022,22(03):1671-1679.

[2] 陈晓清,侯保灯,陈立华,等.宁夏工业用水环境库兹涅茨曲线形成机制及未来发展趋势[J].南水北调与水利科

技(中英文),2021,19(02):342-351.

[3] 胡霞,程亮,王宗志,等.工业用水效率全过程驱动因子识别模型[J].南水北调与水利科技,2019,17(03):201-208.D

[4] 李俊,许家伟.河南省工业用水效率的动态演变与分解效应——基于 LMDI 模型视角[J].经济地理,2018,38(11):183-190.

[5] 李静,任继达.中国工业的用水效率与决定因素——资源和环境双重约束下的分析[J].工业技术经济,2018,37(01):122-129.

[6] 何佳音,王红瑞.湖南省工业用水效率影响因素分析及结构调整对策[J].水电能源科学,2022,40(07):53-57.

作者简介: 彭生,男,1997年11月18日民族,汉,籍贯;安徽省六安市金安区,学历;在读研究生,职称;无,研究方向;工业管理与可视化

雷思友 男 安徽理工大学经济与管理学院副教授,硕士研究生导师