

长江经济带水资源利用的动态效率及绝对 β 收敛研究——基于三阶段 DEA-Malmquist 指数法^{*1}

卢曦^{1, 2} 许长新¹

(1. 河海大学商学院, 江苏南京 210098;

2. 江苏理工学院商学院, 江苏常州 213001)

【摘要】:利用三阶段 DEA-Malmquist 指数法, 对 2009~2014 年长江经济带 11 省市水资源全要素生产率及其分解指数进行了测算和分析。研究结果表明:在剔除了外部环境因素和随机误差因素以后, 长江经济带水资源的全要素生产率及其分解效率发生了显著变化, 水资源全要素生产率年均增长 7.2%, 技术进步指数年均增长 4.7%, 技术效率指数年均增长 2.4%, 技术进步是推动长江经济带水资源全要素生产率增长的主要源泉。分区域来看, 西部地区水资源全要素生产率和技术效率年均增长率最高, 东部地区技术进步年均增长率最高。长江经济带水资源全要素生产率存在显著绝对 β 收敛, 表明长江经济带内省际水资源全要素生产率差距正在缩小, 最终都朝相同的稳态水平趋近。

【关键词】:水资源; 长江经济带; 三阶段 DEA-Malmquist 指数; 全要素生产率; 绝对 β 收敛

【中图分类号】:TV211 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1004-8227(2017)09-1351-08

DOI:10.11870/cjlyzyyhj201709007

长江是中国第一大河, 孕育了华夏文明, 是中华民族的母亲河。长江经济带作为长江流域最发达的区域, 它覆盖了上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州 11 个省市。长江经济带是我国国土开发和经济布局“T”字形空间结构战略中一条重要的一级发展轴, 与沿海经济带构成了我国经济发展的黄金走廊^[1]。2014 年, “依托黄金水道, 建设长江经济带”被正式写入政府工作报告, 标志着建设长江经济带已然成为国家重大发展战略。2016 年 1 月 5 日召开的长江经济带发展座谈会上, 习近平总书记指明了长江经济带建设的根本方向:把长江经济带建设成为我国生态文明建设的先行示范带、创新驱动带、协调发展带。

长江经济带作为“黄金水道”的重要组成部分, 其域内经济的可持续发展与水资源的合理有效使用显然是密不可分的。长江流域水资源总量相对较丰富, 但时空分布不均衡^[2], 长江流域水资源可利用量为 2827 亿 m^3 , 可利用率为 28.5%, 而长江流域

¹ 收稿日期:2016-12-26; 修回日期:2017-05-10

基金项目:国家自然科学基金项目“虚拟水贸易视角下区域农业水土资源耦合模型研究”(51279058) [NSFC Projects “Study on the Coupling Model of Regional Agricultural Water and Soil Resources in the Perspective of Virtual Water Trade” (51279058)]

作者简介:卢曦(1982~), 女, 博士研究生, 讲师, 主要研究方向为水资源效率和水资源环境. E-mail:sjhbaby1104@163.com

现状水资源开发利用仅为 17.8%，再加上粗放型用水，浪费现象严重，用水效率低下造成了流域内一些地方出现了工程型和管理型缺水^[3]。水资源既可以促进经济社会发展，又会制约经济社会发展。因此，深入研究长江经济带的水资源利用状况，对长江经济带经济的可持续发展具有深远意义。

水资源生产效率的问题，早已经受到了国内外学者的广泛关注。Kanakocai^[4]采用 C-D 随机前沿生产函数方法测算了灌溉用水效率，并且对用水效率的影响因素进行了分析。Francisco^[5]等用 DEA 方法对西班牙的农业用水效率进行了评价。韩雅清等^[6]运用 DEA-BCC 模型和 Malmquist 指数对福建省 9 个设区市水资源利用的静态和动态效率进行了综合分析。廖虎昌等^[7]运用 DEA 模型和 Malmquist 指数对西部 12 省的水资源利用效率进行了研究。姜博骞等^[8]运用 DEA 模型和 Malmquist 指数对环渤海地区水资源利用效率变化进行了分析。马海良等^[9]通过 Malmquist 指数测算出全国 31 省水资源的技术效率、技术进步和全要素生产率。石广明等^[10]运用 Malmquist 指数对年中国个省、市、自治区工业水绩效进行了分析。佟金萍等^[11]利用 Malmquist 指数法对全国 31 省农业用水绩效进行了研究。

上述研究为水资源利用效率的后续研究奠定了良好的基础，但是无论是传统的 DEA 模型还是 Malmquist 法在对决策单元进行效率评估时，都会将任何与效率前沿的偏差都看成是由管理无效率引起的，而忽略了其他因素对效率值的影响。Fried 等^[12]提出与效率前沿面的偏离可能是由管理无效率、外部环境和随机误差 3 者共同造成。三阶段 DEA-Malmquist 指数模型借鉴了由 Fried 等提出的三阶段 DEA 模型的思想，弥补了传统 Malmquist 法无法剔除环境因素和随机误差因素的缺陷。通过剔除环境因素和随机误差因素的影响，能够更加客观准确的评价长江经济带各省市水资源利用的动态效率，从而有助于推动我国水资源利用效率研究，为政府部门制定相关政策提供有益的参考。

1 研究方法 with 数据选取

1.1 三阶段 DEA-Malmquist 模型

本文采用 3 阶段 DEA-Malmquist 指数模型，基于 2009~2014 年省际面板数据测算长江经济带水资源利用的动态效率，并且在此基础上分析了动态效率的绝对 β 收敛情况。

3 阶段 DEA-Malmquist 指数模型基本思路如下：

第 1 阶段：传统 Malmquist 指数

Malmquist 生产率指数是由瑞典经济学家和统计学家 Sten Malmquist^[13]在 1953 年首先提出的，但是直到 Rolf Fare 等^[14]将这一理论的一种非参数线性规划法与 DEA 理论相结合，这才使得 Malmquist 指数被广泛应用。全要素生产率反映了决策单元在某个时间段内的水资源利用的动态效率，以及技术进步和管理效率变化情况。

Malmquist 指数可以分解为

$$M = EC \times TC \quad (1)$$

式中：EC 为技术效率变化指数，主要反映了决策单元对现有技术的利用情况。TC 为技术进步变化指数，主要反映了生产技术的进步对决策单元的影响。技术效率指数 EC 可以进一步分解为纯技术效率变化指数 (PEC) 和规模效率变化指数 (SEC)，即

$$EC = PEC \times SEC \quad (2)$$

第2阶段:DEA模型与SFA模型

基于原始的投入产出数据,运用投入导向型的DEA模型计算出各决策单元分年的投入和产出的松弛值。利用类似SFA模型分年分解投入和产出的松弛值,将环境和随机误差的因素剥离掉,从而得到完全由管理无效率所造成的投入松弛变量。

根据Fried等的想法,构造如下类似SFA回归函数:

$$\begin{aligned} S_{ni} &= f(z_i; \beta_n) + \nu_{ni} + \mu_{ni} \\ (i &= 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N) \end{aligned} \quad (3)$$

式中: S_{ni} 是第*i*个决策单元第*n*项投入的松弛值; $z_i = [z_{1i}, z_{2i}, \dots, z_{ki}]$ 表示*k*维可观测宏观环境变量, β_n 对应的是宏观环境因素的参数向量; ν_{ni} 与 μ_{ni} 两者相互独立, $\nu_{ni} + \mu_{ni}$ 是混合误差项, ν_{ni} 表示服从 $\nu_{ni} \sim N(0, \sigma_\nu^2)$ 的随机误差项,表示随机干扰因素对投入松弛变量的影响, μ_{ni} 表示管理无效率,一般假设其服从在零点截断的正态分布,即 $\mu \sim N^+(0, \sigma_\mu^2)$ 。为了下一阶段的投入调整,先要把随机误差项从混合误差项中分离出来,公式如下:

$$\begin{aligned} \hat{E} [\nu_{ni} / \mu_{ni} + \nu_{ni}] &= S_{ni} - f(z_i; \beta_n) - \hat{E} [\mu_{ni} / \mu_{ni} + \nu_{ni}] \\ i &= 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (4)$$

式中: $\hat{E} [\mu_{ni} / \mu_{ni} + \nu_{ni}]$ 的计算参照了罗登跃^[15]、陈巍巍^[16]的计算方法。

SFA回归的目的是剔除外部环境因素和随机因素对效率测度的影响,从而将所有决策单元调整于相同的外部环境中。调整公式如下:

$$\begin{aligned} X_{ni}^A &= X_{ni} + [\max f(z_i; \hat{\beta}) - f(z_i; \hat{\beta}_{it}) + \\ &\quad [\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni}]], \\ i &= 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (5)$$

式中: X_{ni}^A 是调整后的投入; X_{ni} 是调整前的投入; $[\max f(z_i; \hat{\beta}) - f(z_i; \hat{\beta}_{it})]$ 是对外部环境因素进行调整; $[\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni}]$ 是将所有决策单元至于相同运气水平下。

第3阶段:修正后Malmquist指数

将修正后的投入值与原始产出值再次代入Malmquist模型中计算,此时得到的各决策单元分年的动态效率值更加客观准确。

1.2 变量选取与数据来源

1.2.1 投入产出变量

劳动力、资本和自然资源是人类生产活动中最主要的生产要素，3 者的有效结合能带来经济的产出。本文在考虑了数据的可得性和参考了相关的文献^[17]的基础上，选取社会固定资产原值作为资本要素投入，从业人员总数作为劳动要素投入，总用水量作为自然资源要素投入，以地区生产总值为产出指标。其中总用水量是工业用水，农业用水，生态用水和生活用水的总和，而从业人员总数是指上一年年末就业人数与本年末就业人数的平均数。

1.2.2 环境变量

环境因素是指对水资源利用效率有显著影响但又不在于决策单元主观可控范围之内，因此又称其为外部因素。环境因素既包括自然环境又包括社会经济环境，从这两个角度出发兼顾到数据的可得性，本文选取了地区经济发展水平，水资源禀赋和产业结构 3 方面作为环境指标。(1)地区经济发展水平。地区经济发展水平的差异会对水资源利用效率产生不同的影响。该指标用人均 GDP 来衡量地区经济发展水平。(2)水资源禀赋。根据资源“诅咒”效应，一个地区某种资源越丰富，其使用效率反而越低。同样道理，一个地区水资源的丰富程度会影响当地居民的用水方式。该指标用人均水资源拥有量来衡量。(3)产业结构。产业结构会影响地区用水，进一步影响用水效率。因此产业结构越优化意味着资源配置越合理，有利于提高水资源的利用效率。该指标用第一产业增加值在 GDP 中所占比重来衡量。

所有投入产出和环境变量数据来源于《中国统计年鉴》和《中国水资源公报》(2009~2014)。

2 实证分析

三阶段 DEA-Malmquist 实证分析。传统 Malmquist 模型分析不考虑剔除外部环境和随机误差的影响，本文应用 Deaper2.1 对长江经济带 11 省市 2009~2014 年的水资源利用的全要素生产率(全要素生产率)进行测算和分解。具体分解如表 1 所示：

表 1 一阶段 2009 ~ 2014 年 11 省份水资源 Malmquist 指数及分解

地区	技术效率 变化	技术进步 变化	纯技术效率 变化	规模效率 变化	全要素 生产率指数
上海	1.000	1.064	1.000	1.000	1.064
江苏	0.998	0.995	1.000	0.998	0.994
浙江	1.006	1.105	1.000	1.006	1.112
安徽	1.086	0.980	1.045	1.039	1.064
江西	1.057	0.979	0.999	1.058	1.035
湖北	1.074	0.985	1.063	1.010	1.058
湖南	1.086	0.973	1.075	1.010	1.057
重庆	1.069	1.038	1.000	1.069	1.110
四川	1.077	1.015	1.058	1.018	1.094
贵州	1.071	0.999	1.000	1.071	1.070
云南	1.087	0.993	1.070	1.016	1.080
均值	1.055	1.011	1.028	1.027	1.066

根据表 1 可以做如下分析: (1)长江经济带 11 省市整体情况分析。从长江经济带水资源利用效率的变化情况看, 11 省市的全要素生产率(TFP)年均增长率为 6.6%, 技术效率变化指数与技术进步变化指数均有所提升, 年均增长率分别为 5.5%和 1.1%。由图 1 可以直观的看出全要素生产率的变化与技术效率变化指数密切相关。从技术效率分解情况来看, 纯技术效率变化指数与规模效率变化指数均大于 1, 两项指数都推动了技术效率的增长。(2)各省市情况分析。从长江经济带 11 省市水资源利用效率的变化情况来看, 除江苏全要素生产率变化指数小于 1 以外, 其余 10 省市的全要素生产率变化指数均大于 1。东部 3 省市上海、江苏和浙江的全要素生产率变化指数与技术进步变化指数几乎一致, 由图 1 可以直观的看到东部 3 省的全要素生产率变化指数折线与技术进步变化指数折线几乎重合, 表明东部 3 省全要素生产率的变化主要受技术进步的影响; 中部 4 省安徽、江西、湖南和湖北的技术进步变化指数均小于 1, 表明这 4 个省的技术进步的影响是负向的, 4 省全要素生产率的增长主要源于技术效率的提升, 从图 1 中可以看到中部 4 省的全要素生产率的变化与技术效率的变化基本保持一致; 西部 4 省重庆、四川、贵州和云南的全要素生产率的年均增长率均超过 7%, 西部 4 省全要素生产率的高增长率主要得益于技术效率的提升。表 1 的数据是否存在偏误呢?经典的 DEAmalmquist 指数分析是将任何与效率前沿的偏离完全归结为管理的无效率, 而忽视了外部环境和随机因素的作用, 事实上, 长江经济带 11 省市在经济发展程度, 产业布局, 水资源拥有量等方面差异显著。显然, 未剔除外部环境和随机因素的影响的 Malmquist 指数无法真实地反映出各地区在水资源方面的的管理使用效率。因此, 本文将由 DEA 模型分离出的投入冗余(投入冗余是指原始投入值与目标投入值的差值, 即为下文中的松弛变量)作为因变量, 前文提到的环境变量作为自变量建立 SFA 回归模型。为了使计算更加准确, 本文采用逐年分析的方式, 共建立了 18 个回归方程, 由于篇幅受限, 仅列出了 2012 年的回归结果, 如表 2 所示。

表 2 第二阶段: 2012 年 SFA 回归结果

因变量 自变量	总用水量的 松弛变量	从业人数 松弛变量	固定资产投资 松弛变量
常数项	31.5134 **	-112.4547 **	4568.4517**
	-1.0001	-1.0002	-1
经济水平 (人均 GDP)	-0.0006 **	-0.0007 *	-0.0613**
	-0.0002	-0.0004	-0.0018
水资源禀赋 (人均水资源拥有量)	0.0026	-0.0051	-1.3415**
	-0.0023	-0.0046	-0.0288
产业结构 (第一产业增加值 /GDP 总量)	319.2379 **	467.5413 **	18755.0450 **
	(1.0000)	(1.0000)	(1.0000)
σ^2	1205.1427 ** (1.0000)	1045.6375 ** (1.0275)	0.1268 E+08 ** (1.0000)

γ	0.9999 **	0.9999 **	0.9999 **
	(0.1653E-04)	(0.1527E-04)	0.1219. E-05

注：括号内为相应系数的标准差，**、*、* 分别代表 1%、5%和 10%的显著性水平。

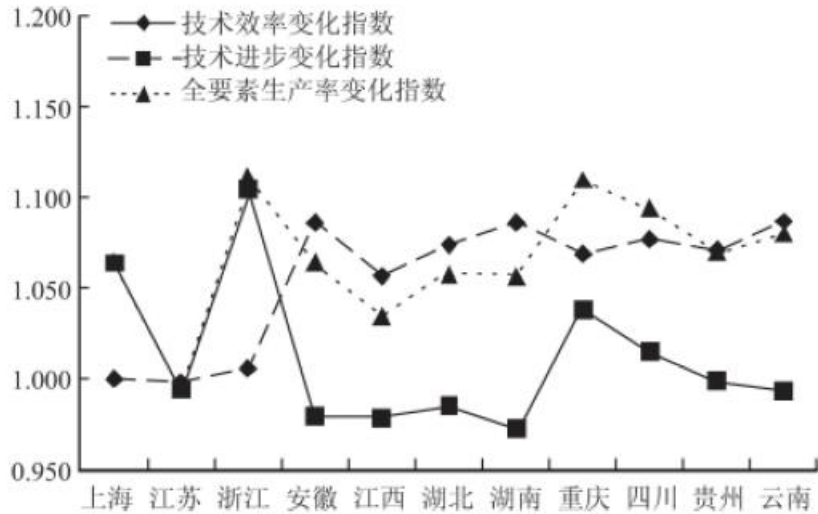


图 1 一阶段 2009~2014 年 11 省份水资源
Malmquist 指数及分解

Fig. 1 Malmquist Index and Decomposition of Water
Resources in 11 Provinces in One Phase from 2009 to 2014

由表 2 可以看出以下几点：

(1)地区经济水平对总用水量的投入冗余、从业人数投入冗余和固定资产投资的投入冗余的影响均是负向的，且都通过显著性检验。表明地区经济水平的提升水资源利用效率的改进。这是因为在经济发达的地区，产业聚集程度越高，水资源利用的规模效应越明显^[17]。经济增长方式的转变以及技术进步，对水资源的有效利用都会起到一定的促进作用。

(2)水资源禀赋对总用水量投入冗余的影响是正向的，对从业人员的投入冗余和固定资产投资的投入冗余的影响是负向的。水资源禀赋对总用水量投入冗余的影响是正向的，意味着水资源越丰富的地区，用水效率反而较低。这一论点与众多学者的研究结论相一致。钱文婧等^[18]，马海良等^[19]都通过 Tobit 模型验证了这一结论。张力小等^[20]利用统计模型验证了存在资源的“诅咒”效应，即资源越丰富的地区，对该种资源的使用效率越低。水资源禀赋对对从业人员的投入冗余和固定资产投资的投入冗余的影响是负向的，意味着水资源是经济社会快速发展的有利保障。丰富的水资源支撑了工业的快速发展，水资源为钢铁、冶金和火电等高用水行业的发展提供了有力的保障^[21]。同时，丰富的水资源也促进了城镇化的进程。

(3)产业结构对总用水量的投入冗余、从业人数投入冗余和固定资产投资的投入冗余的影响均是正向的，且均通过显著性检验。这意味着产业结构层次越低会造成自然和社会资源的更多的浪费。这是由于目前我国农业用水效率低下，粗放型的水资源利用方式造成了大量水资源的浪费。

表 3 三阶段 2009 ~ 2014 年 11 省份水资源 Malmquist 指数及分解

地区	技术效率 变化	技术进步 变化	纯技术效率 变化	规模效率 变化	全要素 生产率指数
上海	1.000	1.096	1.000	1.000	1.096
江苏	1.000	1.007	1.000	1.000	1.007
浙江	1.000	1.140	1.000	1.000	1.140
安徽	1.066	0.986	1.016	1.049	1.051
江西	1.040	0.987	0.963	1.079	1.027
湖北	1.005	1.023	1.003	1.002	1.028
湖南	1.005	1.011	1.000	1.004	1.015
重庆	1.074	1.101	1.000	1.074	1.182
四川	1.023	1.074	1.019	1.004	1.098
贵州	1.072	1.055	1.000	1.072	1.131
云南	0.982	1.046	0.971	1.012	1.028
均值	1.024	1.047	0.997	1.026	1.072

通过表 1 与表 3 数据的对比，以及图 1 与图 2 的对照，可以明显的看到在剔除了外部环境和随机误差的影响后，2009~2014 年长江经济带各省市水资源的利用效率发生了显著的变化。

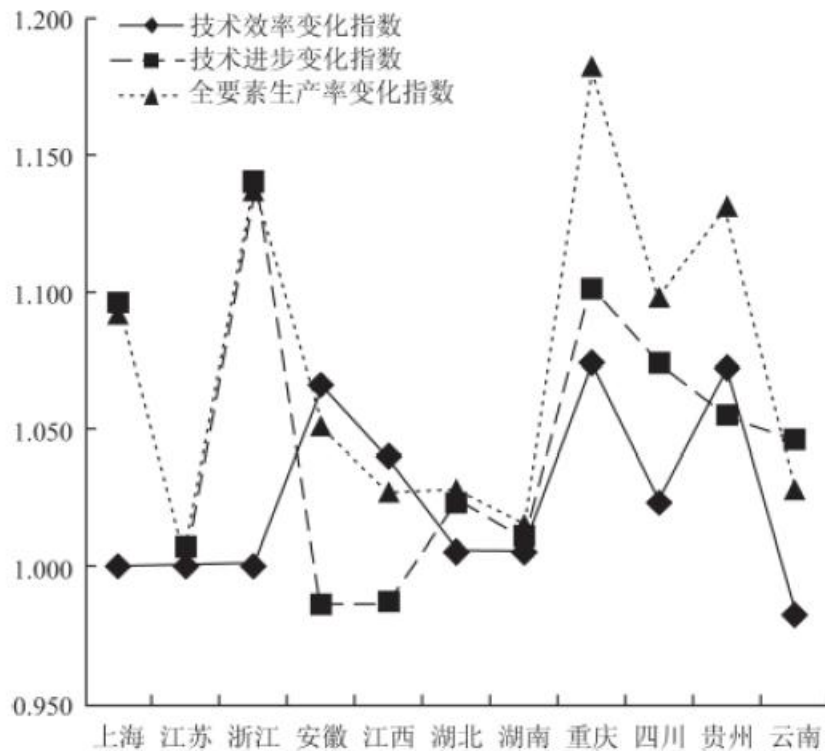


图2 三阶段 2009~2014 年 11 省份水资源
Malmquist 指数及分解

Fig. 2 Malmquist Index and Decomposition of Water
Resources in 11 Provinces in Three Phase from 2009 to 2014

长江经济带 11 省市整体情况分析。从长江经济带水资源利用的动态效率变化情况看，11 省市的全要素生产率(TFP)年均增长率上升为 7.2%，技术效率变化指数的年均增长率较第一阶段快速下滑，仅为 2.4%，而技术进步变化指数的年均增长率较第一阶段快速上升变为 4.7%。有表 3 可知技术效率变化指数的下滑主要是受纯技术效率指数的影响。通过图 1 和图 2 的对比发现，若不剔除外部环境和随机误差的影响，大部分省市的技术效率变化指数被高估了，而技术进步变化指数被低估了。同时由图 2 可以直观的看到全要素生产率指数与技术进步变化指数密切相关，这与第一阶段的分析差异显著。这表明大部分省市在水资源利用方面的管理水平被高估了，技术进步才是推动全要素生产率指数增长的真正主要动力。2) 各省市情况分析。(1) 全要素生产率指数变化。调整后，2009~2014 年期间 11 省市的全要素生产率变化指数均大于 1，其中上海、江苏、浙江、重庆、四川和贵州的全要素生产率指数均较调整前有了明显的提升。(2) 技术效率变化。调整后，2009~2014 年期间浙江、安徽、江西、湖北、湖南、四川和云南的技术效率水平比调整前均有所下降，这些省市的技术效率真实值被高估了。由表 1 和表 3 的比较可知，技术效率值的下降的原因主要是纯技术效率变化指数下滑的影响，可见，剔除外部环境和随机误差的影响后能够更加客观地反映各地区政府在水资源使用方面的真实管理水平。(3) 技术进步变化。通过表 1 与表 3 的比较发现，11 省市的技术进步变化指数均有了提升，其中江苏、湖北、湖南、贵州和云南的技术进步变化指数均有了显著的提升。这表明，受外部环境和随机误差的影响，长江经济带 11 省市的技术进步水平被普遍低估。

综合上述分析，在剔除了外部环境和随机误差后，长江经济带 11 省市的全要素生产率指数、技术效率变化指数、技术进步变化指数和纯技术效率都发生了显著的变化。调整前，长江经济带大部分省市的水资源利用的动态效率被低估，而且全要素生产率指数主要受技术效率变化指数的影响；调整后，技术效率变化指数和纯技术效率变化指数快速下降，规模效率变化指数变

动不明显，技术进步变化指数和全要素生产率指数都有改善，大部分省市全要素生产率指数的增长主要源于技术进步，而技术效率和纯技术效率低下是抑制长江经济带水资源利用整体效率进一步提升的主要原因。通过以上数据可以看出各级政府就水资源的有效使用做出了一定的努力，加大了科技投入，鼓励企业科技创新，积极推进产业结构的调整。同时各级地方政府需要进一步提高水资源利用的管理水平。通过第三阶段的调整，能够使流域内各级政府在探寻水资源使用和管理低效的原因时，找到根本症结所在并采取相应措施。

3 绝对 β 收敛性研究

2013 年 7 月，习近平总书记在考察湖北时指出，“长江流域要加强合作，发挥内河航运作用，把全流域打造成黄金水道”。长江经济带 11 省市横贯中国大陆，呈现雁型发展形态。长江经济带东部长三角地区是中国经济最发达地区之一，长江经济带中部地区的经济发展水平代表了中国经济发展的平均水平，长江经济带西部地区还较为落后。长江经济带的东、中、西部经济发展呈现梯出级形态，区域发展不平衡。因此，提升域内省市水资源利用效率的整体水平，有助于推动域内经济的一体化和可持续发展。绝对 β 收敛性检验研究长江经济带省际水资源使用全要素生产率是否向同一稳态均衡水平趋同，即初期水资源使用全要素生产率较低的省份对全要素生产率较高的省份是否存在“追赶效应”。若 $\beta > 0$ ，则说明不存在绝对 β 收敛，若 $\beta < 0$ ，则说明存在绝对 β 收敛，即初期水资源使用全要素生产率较低的省份对全要素生产率较高的省份具有“追赶效应”，前者的水资源使用全要素生产率的增长速度比后者更快，最终长江经济带所有省份都将趋同于相同的稳态均衡水平。

根据 Barro 等^[22]的思路，可得绝对 β 收敛回归估计式：

式中： TFP_{it} 和 TFP_{i0} 分别表示末期和初期第 i 省际单元水资源全要素生产率； T 为所考察的时间跨度； β_0 与 β_1 为估计参数； ε_{it} 为随机误差。若 β_1 为负数，则存在绝对 β 收敛。绝对 β 收敛检验模型是一种收敛的横截面模型，为克服横截面数据进行收敛检验时所得的结论与时间跨度有较强的敏感性^[23]，分成 2010~2011 年、2012~2014 年和 2010~2014 年 3 个时间段进行检验。表 4 给出了长江经济带 11 省市在 3 个时间段水资源全要素生产率绝对 β 收敛检验结果，如表 4 所示。

表 4 水资源全要素生产率绝对 β 收敛性检验

	2010~2011 年	2012~2014 年	2010~2014 年
B_i	-0.413*	-0.279*	-0.187 **
	(0.024)	(0.053)	(0.019)
R^2	0.865	0.758	0.915
	[0.850]	[0.732]	[0.905]

注：**、* 通过显著水平为 5%和 10%的显著性检验，圆括号内为标准差，方括号内调整 R^2 。

3 个模型参数 β_1 估计值分别为-0.413、-0.279 和-0.187，且均通过 t 值显著性检验，这表明长江经济带内水资源全要素生产率存在收敛，水资源全要素生产率较低的省际单元对较高水资源全要素生产率的省际单元具有“追赶效应”，最终趋于相同的稳态值水平。这表明国家政策的支持，地方政府部门的重视，域内各省市之间就水资源管理知识和节水技术的交流与推广，以及区域间经济合作的要素流动，产业转移和产业升级对水资源利用效率的整体提升具有很大的促进作用。

4 总结与建议

4.1 研究结论

通过修正的 Malmquist 指数模型,在剔除了外部环境和随机误差的影响后,对 2009~2014 年长江经济带 11 省市水资源的全要素生产率进行了测算和分解,得到以下几点结论:

(1)在剔除了外部环境和随机误差的影响后,11 省市水资源利用的动态效率及其增长源都有了显著的变化。11 省市的全要素生产率(TFP)年均增长为 7.2%,技术效率年均增长为 2.4%,而技术进步年均增长为 4.7%。显然,技术进步是真正推动 11 省市水资源的全要素生产率增长的主要力量。通过对技术效率变化指数进一步分解,规模效率年均增长 2.6%,而纯技术效率出现了负增长,年均增长为-0.3%,表明在这几年内资源的优化配置,水资源的管理制度和管理模式没有对水资源利用效率的提高起到促进作用,需要进一步加强管理水平。

(2)从整个长江经济带来看,11 省市水资源的全要素生产率均实现正向增长。分地区而言,西部地区水资源全要素生产率和技术效率年均增长分别为 11%和 3.8%,分别高于全国和东、中部。东部地区技术进步年均增长为 8.1%,高于全国和中、西部。

(3)无论分时间段还是整个时间段估计,长江经济带水资源全要素生产率都存在显著的绝对 β 收敛,即水资源全要素生产率较低的省际单元对水资源全要素生产率较高的省际单元存在显著的“追赶效应”,最终收敛于相同的稳态值水平^[24]。

4.2 建议

针对上述研究结果中显现的问题,为实现长江经济带水资源的可持续利用,特提出以下两点建议。

(1)树立正确的水资源观念。建设好最严格水资源管理的技术标准、行政管理和政策法规三大核心体系^[25]。积极引入水资源价格机制,由过分依赖扩大规模的外部性转变为寻求内部效率提升的模式。为保障长江经济带水资源的可持续利用,重点仍是促进技术效率和技术进步的提升,应进一步鼓励企业技术创新,提高管理效率,积极实施用水价格改革,引入节水设备和推广节水工艺,改良生产技艺,提倡科学用水,大力发展水生态文明,促进人与水的和谐发展。

(2)为避免长江经济带内产业同构的问题出现,各省市应该深化区域分工与合作。东部应以上海为“龙头”,大力发展高端服务业和高科技产业,大跨步的向“后工业化”推进。一些成熟的传统产业应加速向中西部转移。中西部具有发展农业的天然优势,因此中西部在做好产业承接的同时,发挥自身优势,推动农业朝规模化、现代化和生态化的快速发展。另外,要突出长江流域城市群的带动作用,特别是发挥上海、武汉、重庆三大航运中心的辐射带动作用^[26]。在长江经济带内应对水资源进行综合规划和统一管理,实现水资源的最优化配置。

本文的不足之处是 Malmquist 指数方法一般需要对较长时间序列数据进行分析,本文时间跨度较短,可能造成分析结果的局限性。

参考文献:

[1] 刘伟. 长江经济带区域经济差异分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(2) : 131-135.

【LIU W. Analysis of regional economic disparity in the Yangtze River Economic Belt [J]. Resources and Environment, 2006, 15(2) : 131-135. 】

[2] 刘东,李晓凌. 长江流域节水前景与措施浅析 [J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(4) : 340-344.

【LIU D, LI L X. Analysis on water saving prospective and methods in the Yangtze Basin. [J] . Resources and Environment, 2003, 12(4) : 340—344. 】

[3] 李京文, 钟学义. 中国生产率分析前沿 [M] . 北京: 社会科学文学出版社, 1998.

【LI J W, ZHONG X Y. Frontier of productivity analysis in China [M] . Beijing: Social Science Literature Press, 1998. 】

[4] KANEKO S, TANAKA K, TOYOTA T. Water efficiency of agricultural production in China: regional comparison from 1999 to 2002 [J] . International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 2004, 3(3—4) : 231—251.

[5] FRANCISCO J ANDRE, INES HERRERO, LAURARIESGO. A modified DEA model to estimate the importance of objectives with an application to agricultural Economics [J] . Omega, 2010(38) : 371—382.

[6] 韩雅清, 苏时鹏. 福建省水资源利用效率的静态与动态分析——基于 DEA-BCC 和 DEA-Malmquist 两步法 [J]. 资源与环境, 2015, 31(5) : 578—583.

【HAN Y Q, SU S P. Static and dynamic analysis of water resources utilization efficiency in Fujian based on DEA-BCC and DEA-Malmquist two step method [J] . Resources and environment, 2015, 31(5) : 578—583. 】

[7] 廖虎昌, 董毅明. 基于 DEA 和 Malmquist 指数的西部 12 省水资源效率研究 [J] . 资源科学, 2011, 33(2) : 273—279.

【LIAO C H, DONG Y M. Utilization efficiency of water resources in 12 western Provinces of China based on the DEA and malmquist TFP index [J] . Resources Science, 2011, 33(2) : 273—279. 】

[8] 姜博骞, 刘欣. 基于 DEA-Malmquist 的环渤海经济区水资源利用效率评价 [J] . 资源开发与市场, 2015, 31(1) : 49—51.

【JIANG B J, LIU X. To evaluate the efficiency of utilization of water resources in the Bohai Sea economic zone based on DEAMalmquist [J] . Resource Development and Market, 2015, 31(1) : 49—51. 】

[9] 马海良, 黄德春, 张继国, 等. 中国近年来水资源利用效率的省际差异: 技术进步还是技术效率 [J] . 资源科学, 2012, 34(5) : 794—801.

【MA H L, HUANG D C, ZHANG J G, et al. The provincial differences of China' s water use efficiency in recent years: technological progress or technical efficiency [J] . Resource Science, 2012, 34(5) : 794—801. 】

[10] 石广明, 王金南, 毕军. 基于莫氏指数的中国动态工业用水绩效分析 [J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(12) : 3237—3242. .

【SHI G M, WANG J N, BI J. Performance analysis of dynamic industrial water use in China based on the morse index [J] . Systems Engineering Theory and Practice, 2013, 33 (12) :3237—3242. 】

[11] 佟金萍, 马剑锋, 王慧敏, 等. 农业用水效率与技术进步: 基于中国农业面板数据的实证研究 [J] . 资源科学, 2014, 09(1) : 1765—1772.

【TONG J P, MA J F, WANG H M, et al. Agricultural water use efficiency and technological progress: an empirical study based on China' s agricultural panel data [J] . Resource Science, 2014, 09(1) : 1765—1772. 】

[12] FRIED H O, LOVELL C A K, SCHMIDT S S, et al. Accounting or environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis” . Journal of Productivity Analysis, 2002, 17(1—2) :157—174.

[13] TRABAJOS DE E . Malmquist SIndex numbers and indifferencecurves [J] . 1953, 4(2) : 209—242.

[14] FARE R, CROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth technical progress and efficiency changes in Industrialized countries [J] . American Economy Review, 1994, 84(1) :66—83.

[15] 罗登跃. 三阶段 DEA 模型管理无效率估计注计 [J] . 统计研究, 2012, 29(4) : 104—107.

【LUO D Y. A note on estimating managerial inefficiency of three-stage DEA Model [J] . Statistical Research, 2012, 29(4) : 104—107. 】

[16] 陈巍巍, 张雷, 马铁虎, 等. 关于三阶段 DEA 模型的几点研究 [J] . 系统工程, 2014, 9(32) : 144—149.

【CHEN W W, ZHANG L, MA T H, et al. Research on DEA three-stage model [J] . Systems Engineering, 2014, 9 (32) :144—149. 】

[17] 董战峰, 俞恩源, 裘浪, 等. 基于 DEA 模型的中国省级地区水资源效率评价 [J] . 生态经济, 2012(10) : 43—47.

【DONG Z F, YU E Y, QIU L, et al. Water efficiency evaluation of the provincial regions in china based on DEA model [J] . Ecological Economy, 2012(10) : 43—47. 】

[18] 钱文婧, 贺灿飞. 中国水资源区域差异及影响因素研究 [J] . 中国人口资源与环境, 2011, 21(2) : 54—60.

【QIAN W J, HE C F. China' s Regional diference of water resource use efficiency and influencing factor [J]. China Population, Resources And Environment, 2011, 21(2) : 54—60. 】

[19] 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, 22(10) : 35—42.

【MA H L, HUANG D C, ZHANG J G. Water resource utility efficiency and its influencing factors considering undesirable goods [J] . China Population. Resources and Environment, 2012, 22(10) : 35—42. 】

-
- [20] 张力小, 梁竞. 区域资源禀赋对资源利用效率影响研究 [J]. 自然资源学报, 2010, 25(8) : 1238—1244.
- 【ZHANG L X, LIANG J. Effect of the regional resource endowment on resource utilization efficiency [J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(8) : 1238—1244. 】
- [21] 孙晓山. 充分发挥江西发展的水资源优势 [J]. 中国水利, 2014, 12: 9—12.
- 【SUN X S. Give full play to the advantages of water resources development in Jiangxi [J]. China Water, 2014, 12: 9—12. 】
- [22] BARRO J, SAHALA-I -Martin . Economic Growth [M] . New York: McGraw, 1995. 3—8.
- 【23】 CHO D, GRAHAM S. The other side of conditional convergence [J] . Economic Letters, 1996, 50(2) : 285—290.
- [24] 赵磊. 中国旅游全要素生产率差异和收敛实证研究 [J] . 旅游学刊, 2013, 11(28) : 12—23.
- 【ZHAO L. An empirical study on the difference and convergence of total factor productivity in China [J] . Tourism Tribune, 2013, 11(28) : 12—23. 】
- [25] 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) : 0906—0912.
- 【ZUO Q T, HU D S, DOU M, et al. Based on the concept of harmony between human and water, the framework and the core system of the most strict water resources management system [J] . Resource Science, 2014, 36(5) : 0906—0912. 】
- [26] 黄庆华, 周志波, 刘晗. 长江经济带产业结构演变及政策取向 [J] . 经济理论与经济管理, 2014, 6: 92—101.
- 【HUANG Q H, ZHOU Z B, LIU H. Industrial structure evolution and policy orientation of the Yangtze River Economic Belt [J] . Economic Theory and Business Management, 2014, 6:92—101. 】