

# 长三角城市群新型工业化发展效率测度及收敛性分析

李子成, 王 珏

(云南民族大学经济学院, 昆明 650504)

**摘要:** 中国政府提出的全面实施创新驱动发展战略和推进供给侧结构性改革的重要举措之一是推进新型工业化, 而提高长三角城市群新型工业化发展效率有利于推动经济转型升级、提升区域竞争力和实现可持续发展。基于 2005—2021 年长三角城市群 41 个城市的面板数据, 运用超效率 SBM-ML 模型、Dagum 基尼系数、核密度分析以及收敛模型对新型工业化发展效率进行测度并分析其动态演变趋势和收敛特征。结果表明, 新型工业化发展效率总体呈现出增长的趋势, 增长动力主要来自规模效率变化和技术进步变化; 新型工业化发展效率差异总体在缩小, 区域间差异是效率差异的主要部分; 新型工业化发展效率的空间差距在逐步扩大, 存在多级分化现象; 四大规模城市均存在  $\sigma$  收敛和  $\beta$  收敛, 收敛速度呈 I 型城市、II 型城市、特大城市、长三角城市群依次减弱。

**关键词:** 超效率 SBM; Malmquist 指数; Dagum 基尼系数; 收敛模型

**中图分类号:** F42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)02-0091-11

推进新型工业化是实现经济发展和社会进步的关键任务之一。随着科技的不断进步和全球化的加速推进, 传统工业模式已经无法满足人们对质量、效率和可持续性的要求。在党的十六大报告<sup>[1]</sup>中首次提出了新型工业化的概念, 要求更加注重以技术创新、产业升级和可持续发展的方式推动经济增长、创造就业机会并改善生活质量。党的二十大报告<sup>[2]</sup>也明确强调推进新型工业化是我国加快现代化建设的必然选择, 但是由于当前全球经济的不确定性、贸易保护主义的抬头以及全球环境意识的提高, 将对我国城市群的新型工业化发展提出更高的要求, 不能仅仅局限于量的发展, 更要将重点聚焦于质的提高, 因此就需要着力提升新型工业化发展效率。所谓新型工业化发展效率是指在推进新型工业化过程中实现经济增长、提高生产效率和资源利用效率的能力。简而言之它衡量了新型工业化所带来的经济效益和发展效率提升程度。长三角城市群作为我国经济发展最为活跃和具有潜力的区域之一, 对于新型工业化的发展起着重要的引领和带头作用。那么当前长三角城市群新型工业化发展效率如何? 城市群之间新型工业化发展是否协同? 哪些因素对于提高新型工业化发展效率具有重要影响? 研究并回答这些问题对于了解长三角城市群新型工业化发展现状, 协调、均衡地推进

长三角城市群新型工业化发展具有重要的理论和现实意义。

## 1 文献综述

自从党的十六大报告提出新型工业化这一概念之后, 很多学者都对新型工业化的内涵特征、发展水平、影响因素等方面进行大量研究。葛守昆和郭敏<sup>[3]</sup>基于新型工业化道路的内涵, 以南京为研究对象分析发展新型工业化的路径选择; 史丹等<sup>[4]</sup>对新型工业化内涵特征进行深入分析, 并以四大体系为基础(科技体系、制造体系、绿色体系、分工体系)构建新型工业化综合评价体系, 确定推进新型工业化的实施路径; 王中亚<sup>[5]</sup>、李世英和李亚<sup>[6]</sup>等采用不同的评价方法从不同的要素层面构建新型工业化评价指标体系; 罗永乐<sup>[7]</sup>基于西部大开发视角对西部地区新型工业化水平进行动态分析, 结果表明西部地区新型工业化发展虽然取得了一定进展但依旧存在省际分异明显的现象; 吴一洲等<sup>[8]</sup>以实证方法建立浙江省新型工业化评价体系并对新型工业化地域间差异进行分析, 结果表明浙江省内新型工业化发展空间差异显著且具有两级集聚态势。

在发展效率的研究上, 最常用的方法有随机前沿分析(stochastic frontier analysis, SFA)和数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)。早期的 DEA 模型以 CCR(charnes-Cooper-Rhodes)和 BCC

**收稿日期:** 2023-10-31

**作者简介:** 李子成(1977—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为区域经济与产业经济; 王珏(1998—), 男, 陕西榆林人, 硕士研究生, 研究方向为区域经济。

(Banker-Charnes-Cooper)模型为主,但在现实中这两类模型过于理想化,因此以SBM(slack-based measure)为主的非径向、非角度的模型更加适用于投入产出分析。同时传统SBM模型无法区分有效决策单元(decision making units, DMU)的效率高低,超效率SBM模型被广泛应用于效率测度中。张婷等<sup>[9]</sup>、赖一飞等<sup>[10]</sup>基于超效率SBM模型对科技创新效率进行测评,结果表明在研究期内我国整体科技创新效率较低但总体水平提升速度较快,效率增长受技术进步效率影响更大;田亚鹏和柳晓艺<sup>[11]</sup>以陕西省为例测算绿色经济发展效率,发现陕西省绿色发展效率整体处于中高水平,高效率区域逐渐由北向南进行转移;吴遵杰和巫南杰<sup>[12]</sup>基于长江经济带城市的面板数据测度绿色经济效率,发现绿色效率整体偏低但呈波动向上趋势。此外也有许多学者从能源利用效率的角度进行分析,例如张雪梅和马鹏琼<sup>[13]</sup>、宫大鹏等<sup>[14]</sup>分别从节能环保产业和化石能源角度对能源利用效率进行测度。

综上所述,目前关于效率测度的研究主要集中在科技创新、绿色发展及能源利用等方面,缺乏对新型工业化发展效率的测度,同时关于新型工业化的研究主要体现在对其发展水平的评价,大多采用熵值赋权法、主成分分析法等,缺乏对效率的研究。关于投入和产出指标的选取,从投入角度讲许多文献仅仅考虑了资本、劳动以及能源的投入,从产出角度讲大多数文献较多使用“三废”指标。因此本文可能的边际贡献如下:①基于超效率SBM模型对长三角城市群新型工业化发展效率进行测度,利用Malmquist指数进一步分析效率的动态变化趋势,结合收敛模型对新型工业化发展效率进行实证检验。②考虑到新型工业化更加强调科学技术与信息化发展,因此在资本、劳动和能源投入基础上加入知识因素,更加全面地衡量新型工业化发展效率;同时结合中国在第75届联合国大会提出的碳达峰、碳中和理念,在产出指标中加入工业CO<sub>2</sub>排放量。

## 2 理论机制

自新型工业化提出以来取得了许多重要成就。新技术的不断涌现和应用不仅促进了经济增长和创新,也为社会带来了更多便利和福利。在2015年我国便出台了《中国制造2025》战略规划<sup>[15]</sup>,旨在通过新型工业化推进产业升级和转型升级。推动新型工业化主要依靠以下四个方面发挥作用:①资本:资本的投入为科技创新、设备升级和企业扩张

提供了必要的经济支持,促进了创新创业活动的开展。同时资本的投入也能够带动产业链的整合和升级,加速新型工业体系的形成。②劳动:劳动力是新型工业化的核心动力,技能熟练、适应性强的劳动力能够推动科技创新、生产工艺的改进和效率的提升。随着新技术引入和工作内容变化,劳动者需要不断学习和发展新的技能,适应新型工业化的要求。③能源:能源的供应和利用方式直接关系到工业生产和环境保护。新型工业化需要减少对环境的影响并促进可持续发展。同时科技创新也需要能源的支持,提高能源利用效率和开发新能源技术为新型工业化提供动力。④知识:新技术、新工艺的研发和应用依赖于对知识的掌握和创新。科学研究、技术创新、知识产权保护都是推动新型工业化的重要环节,加快知识的交流能够提高经济效益,促进新型工业化的持续推进。

然而在推进新型工业化的同时也难免会引起环境问题。一方面推进型工业化为科技创新和技术进步提供了有利的环境,有效地推动了经济的快速发展;另一方面推进新型工业化也存在一些负面问题,环境退化理论认为经济发展过程中工业化的快速发展会导致环境质量的下降和自然资源的破坏。许多工业过程和生产方式会释放有害气体和化学物质,对生态系统和人类健康造成威胁。此外能源消耗的增加,进一步加剧了温室气体的排放,对气候变化产生负面影响。

尽管在推进新型工业化的过程中存在着一些难以避免的问题,但是不可否认推进新型工业化可以社会带来许多积极的变化和机遇,因此提高新型工业化发展效率对促进经济发展具有重要的作用。总而言之,许多因素促进了产业聚集和创新活动,对城市推动新型工业化的发展提供了更多的机遇和挑战。

## 3 研究方法

### 3.1 基于非期望产出的超效率SBM模型

DEA是一种非参数技术效率分析方法,基于被评价对象间的相对比较<sup>[16]</sup>,并由Charnes和Cooper<sup>[17]</sup>首次提出。传统DEA模型以径向DEA为主,但在测度无效率时没有考虑非期望产出,因此出于这样的考虑Tone<sup>[18]</sup>提出了基于松弛测量(slack based measure, SBM)的DEA模型。随着SBM模型的广泛使用,Andersen和Petersen提出了超效率模型。基于此本文将长三角城市群内每个城市视为一个决策单元,在规模报酬不变条件下采用基于

非期望产出的非径向、非角度的超效率 SBM 模型对各城市的新型工业化发展效率进行测度。

3.2 Malmquist 指数

采用 Malmquist 指数评价跨期各市新型工业化发展效率的动态变化特征。Malmquist 指数计算从  $t$  期到  $t+1$  期的效率变化。Färe R 等<sup>[19]</sup>将 Malmquist 指数(ML)分解为技术效率变化(EC)和技术进步变化(TC)。此后 Färe R 等<sup>[20-22]</sup>在此基础上进一步将技术效率变化分解为纯技术效率变化(PEC)和规模效率变化(SEC)。

$$ML = EC \times TC = PEC \times SEC \times TC \quad (1)$$

3.3 Dagum 基尼系数

Dagum 基尼系数是对基尼系数的一种分解方法,基尼系数值越大表明长三角城市群新型工业化发展效率的空间差异越明显,反之则表示新型工业化发展效率的空间差异越小。此外,将总体基尼系数分解为区域内差异(WG)、区域间差异(BG)、超变密度(TG),其关系为  $G = WG + BG + TG$ 。

3.4 收敛模型

常见的收敛模型包括  $\sigma$  收敛和  $\beta$  收敛。 $\sigma$  收敛是指随着时间推移各地区新型工业化发展效率偏离总体平均水平逐年下降的趋势,通常采用变异系数来衡量新型工业化发展效率的  $\sigma$  收敛。

$\beta$  收敛分为绝对  $\beta$  收敛与条件  $\beta$  收敛。绝对  $\beta$  收敛意味着在不考虑其他因素的情况下新型工业化发展效率在时间上或者空间上逐渐趋于稳定,不同地区朝着相同的稳态水平趋同。这种稳定的状态可以被认为是整体新型工业化水平的提高或优化。条件  $\beta$  收敛意味着在考虑特定条件或者限制因素的情况下新型工业化发展效率在某些条件下逐渐趋于稳定且每个城市向各自的稳态水平收敛。这种稳定状态的达成可能需要满足特定的条件或者限制,例如科技创新、资源利用效率、环境保护等。基于以上分析构造如下条件  $\beta$  收敛模型。

$$\ln \frac{y_{i,t+1}}{y_{it}} = \alpha + \beta \ln y_{it} + \gamma \ln \text{Control}_{it} + \mu_i + \eta_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

式中: $y_{i,t+1}$ 、 $y_{i,t}$  分别为第  $i$  个城市在  $t+1$ 、 $t$  期的新型工业化发展效率; $\beta$  为收敛系数, $\beta < 0$  表明地区新型工业化发展效率具有收敛趋势,反之具有发散趋势; $\mu_i$  和  $\eta_t$  分别为个体效应和时间效应; $\epsilon_{it}$  为随机扰动项; $\ln \text{Control}_{it}$  为  $t$  期的控制变量。

4 指标选取与数据来源

4.1 指标选取

结合新型工业化的内涵特征,参考赵路等<sup>[23-24]</sup>,对新型工业化发展效率投入产出各指标进行选择,具体内容如表 1 所示。

表 1 新型工业化发展效率投入产出指标

| 指标类型 | 指标类别  | 指标名称                        | 单位    |
|------|-------|-----------------------------|-------|
| 投入指标 | 资本    | R&D 经费内部支出                  | 万元    |
|      |       | 规上工业固定资产投资                  | 万元    |
|      | 劳动    | R&D 人员全时当量                  | 万人    |
|      |       | 第二产业从业人员数                   | 万人    |
|      | 能源    | 工业能源消耗总量                    | 万吨标准煤 |
| 产出指标 | 知识    | 科技支出占比                      | %     |
|      | 期望产出  | 工业生产总值                      | 亿元    |
|      |       | 专利申请数                       | 件     |
|      | 非期望产出 | 工业废水排放量                     | 万 t   |
|      |       | 工业 SO <sub>2</sub> 排放量      | t     |
|      |       | 工业烟尘排放量                     | t     |
|      |       | 工业生产过程 CO <sub>2</sub> 总排放量 | 万 t   |

4.2 数据来源

数据(包括收敛分析中的控制变量)主要来源于 2005—2021 年国研网与中国城市统计年鉴,部分数据来自长三角 41 个地级市统计年鉴,对于缺失数据采用线性插值法进行处理。根据《关于调整城市规模划分标准的通知》并考虑到长三角城市群符合超大城市要求的城市只有上海、苏州和杭州,城市数量过少不利于分析,因此将这三个城市划分为特大城市<sup>[25-26]</sup>,具体划分标准如表 2 所示。

表 2 城市规模分类

| 城市规模   | 城区常住人口      | 城市                                                    |
|--------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 特大城市   | 500 万以上     | 上海、苏州、杭州、南京、无锡、徐州、常州、南通、盐城、宁波、温州、嘉兴、绍兴、金华、台州、合肥、阜阳、宿州 |
| I 型城市  | 300 万~500 万 | 连云港、淮安、扬州、镇江、泰州、宿迁、湖州、芜湖、蚌埠、淮南、安庆、滁州、六安、亳州            |
| II 型城市 | 100 万~300 万 | 衢州、舟山、丽水、马鞍山、淮北、铜陵、黄山、池州、宣城                           |

5 结果分析

5.1 长三角城市群新型工业化发展效率测度结果

5.1.1 静态分析

利用 MATLAB 软件测算长三角城市群 41 个城市新型工业化发展效率值,如表 3 所示。从整体来看长三角城市群新型工业化发展效率经历了“波动上升-缓慢下降”的过程,且发展效率呈现出增长趋势,平均效率值为 0.813,发展效率相对较高但依

旧存在一定的进步空间。从发展效率横向比较,城市间发展效率存在较大差异。上海新型工业化发展效率均值为1.133,表明上海在新型工业化方面的产出相对于投入来说是高效的。同时发展效率均值低于0.6的城市数量有8个,表明长三角城市

群新型工业化发展效率依旧存在不协调不平衡问题。从发展效率纵向比较,上海、苏州、南通、泰州、温州、舟山在研究期内其发展效率值均大于1,除温州发展效率整体在下降之外,其余城市发展效率整体处于波动上升趋势。

表3 2005—2021年长三角地区各城市新型工业化发展效率值

| 城市    | 2005年 | 2007年 | 2009年 | 2011年 | 2013年 | 2015年 | 2017年 | 2019年 | 2021年 | 平均值   | 排名 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 上海    | 1.170 | 1.182 | 1.117 | 1.061 | 1.039 | 1.111 | 1.248 | 1.211 | 1.205 | 1.133 | 1  |
| 南京    | 0.385 | 0.506 | 0.324 | 0.433 | 0.513 | 0.591 | 1.043 | 1.065 | 1.068 | 0.667 | 31 |
| 无锡    | 1.055 | 1.047 | 1.016 | 1.028 | 1.049 | 1.057 | 1.010 | 0.641 | 0.224 | 0.922 | 17 |
| 徐州    | 0.312 | 0.411 | 1.018 | 1.015 | 1.021 | 1.042 | 1.072 | 1.168 | 1.173 | 0.829 | 23 |
| 常州    | 1.008 | 1.011 | 1.036 | 1.041 | 1.069 | 1.092 | 1.006 | 1.021 | 0.461 | 0.952 | 13 |
| 苏州    | 1.178 | 1.226 | 1.232 | 1.220 | 1.143 | 1.169 | 1.162 | 1.224 | 1.267 | 1.130 | 2  |
| 南通    | 1.007 | 1.023 | 1.134 | 1.076 | 1.037 | 1.042 | 1.053 | 1.062 | 1.049 | 1.061 | 4  |
| 连云港   | 0.174 | 0.166 | 0.311 | 0.289 | 1.004 | 1.010 | 1.002 | 0.577 | 1.029 | 0.554 | 35 |
| 淮安    | 0.222 | 0.214 | 0.245 | 0.376 | 0.534 | 0.603 | 1.007 | 1.035 | 1.149 | 0.653 | 32 |
| 盐城    | 1.022 | 1.008 | 1.027 | 0.454 | 1.034 | 0.511 | 0.666 | 1.022 | 1.152 | 0.942 | 16 |
| 扬州    | 0.494 | 1.009 | 1.042 | 1.063 | 1.015 | 0.700 | 1.028 | 1.032 | 0.551 | 0.907 | 18 |
| 镇江    | 0.342 | 0.396 | 0.427 | 0.479 | 1.042 | 1.064 | 1.180 | 1.149 | 1.176 | 0.808 | 24 |
| 泰州    | 1.012 | 1.034 | 1.005 | 1.027 | 1.045 | 1.069 | 1.076 | 1.087 | 1.179 | 1.056 | 5  |
| 宿迁    | 0.202 | 0.203 | 0.186 | 0.206 | 0.348 | 0.372 | 0.435 | 0.397 | 1.292 | 0.398 | 37 |
| 杭州    | 1.109 | 1.026 | 1.059 | 0.508 | 0.545 | 1.033 | 1.023 | 1.091 | 1.134 | 0.948 | 15 |
| 宁波    | 1.210 | 1.105 | 1.097 | 1.112 | 1.136 | 1.095 | 1.029 | 0.733 | 0.650 | 1.035 | 7  |
| 温州    | 1.066 | 1.040 | 1.105 | 1.000 | 1.067 | 1.091 | 1.125 | 1.066 | 1.045 | 1.079 | 3  |
| 嘉兴    | 0.561 | 0.415 | 0.393 | 0.368 | 1.007 | 1.010 | 0.600 | 0.555 | 0.349 | 0.629 | 33 |
| 湖州    | 0.582 | 0.525 | 1.061 | 1.009 | 1.027 | 1.061 | 1.031 | 0.574 | 0.324 | 0.856 | 21 |
| 绍兴    | 1.066 | 1.187 | 1.069 | 1.059 | 1.031 | 1.046 | 1.038 | 0.598 | 0.502 | 0.949 | 14 |
| 金华    | 1.142 | 1.018 | 1.060 | 1.036 | 1.087 | 1.047 | 0.718 | 1.035 | 1.082 | 1.027 | 9  |
| 衢州    | 0.276 | 0.291 | 0.398 | 0.333 | 0.383 | 0.342 | 0.380 | 0.354 | 0.221 | 0.348 | 40 |
| 舟山    | 1.011 | 1.018 | 1.052 | 1.023 | 1.044 | 1.081 | 1.087 | 1.080 | 1.042 | 1.054 | 6  |
| 台州    | 1.110 | 1.129 | 1.088 | 0.539 | 0.452 | 0.565 | 0.528 | 0.504 | 0.579 | 0.765 | 26 |
| 丽水    | 0.470 | 1.020 | 1.048 | 1.042 | 1.166 | 1.137 | 1.145 | 1.102 | 0.495 | 1.019 | 10 |
| 合肥    | 0.327 | 0.535 | 1.109 | 1.022 | 1.068 | 1.139 | 1.131 | 1.172 | 1.229 | 1.000 | 11 |
| 芜湖    | 0.233 | 0.351 | 0.387 | 1.162 | 1.010 | 1.085 | 1.067 | 0.496 | 0.234 | 0.747 | 27 |
| 蚌埠    | 0.151 | 0.174 | 0.255 | 0.396 | 1.045 | 1.042 | 1.060 | 1.002 | 1.022 | 0.671 | 30 |
| 淮南    | 0.133 | 0.115 | 0.139 | 0.170 | 0.203 | 0.173 | 0.201 | 0.354 | 0.201 | 0.192 | 41 |
| 马鞍山   | 0.270 | 0.199 | 0.250 | 0.367 | 0.475 | 0.436 | 0.446 | 0.361 | 0.264 | 0.351 | 39 |
| 淮北    | 0.151 | 0.122 | 0.181 | 0.290 | 0.533 | 0.459 | 0.529 | 0.421 | 0.340 | 0.410 | 36 |
| 铜陵    | 0.097 | 0.152 | 0.209 | 0.585 | 0.459 | 0.474 | 0.485 | 0.474 | 0.093 | 0.356 | 38 |
| 安庆    | 0.320 | 1.014 | 1.026 | 1.054 | 1.059 | 1.120 | 1.048 | 1.471 | 1.308 | 1.028 | 8  |
| 黄山    | 0.227 | 1.019 | 1.019 | 1.033 | 1.015 | 0.539 | 0.453 | 0.343 | 0.275 | 0.694 | 29 |
| 滁州    | 0.272 | 0.240 | 1.042 | 1.023 | 1.006 | 1.045 | 1.021 | 1.102 | 1.061 | 0.831 | 22 |
| 阜阳    | 0.261 | 0.301 | 1.013 | 0.719 | 1.062 | 1.092 | 1.170 | 1.055 | 1.151 | 0.880 | 19 |
| 宿州    | 0.238 | 1.001 | 1.051 | 1.087 | 1.040 | 1.040 | 1.032 | 1.117 | 1.325 | 0.978 | 12 |
| 六安    | 0.237 | 0.301 | 1.093 | 1.033 | 1.044 | 0.689 | 1.143 | 1.069 | 1.088 | 0.863 | 20 |
| 亳州    | 0.282 | 0.308 | 1.018 | 1.014 | 1.006 | 1.001 | 0.472 | 1.033 | 1.126 | 0.787 | 25 |
| 池州    | 0.153 | 0.136 | 0.348 | 1.013 | 0.453 | 1.008 | 1.021 | 0.411 | 0.315 | 0.571 | 34 |
| 宣城    | 0.335 | 1.008 | 1.015 | 1.047 | 0.651 | 1.013 | 0.571 | 0.347 | 0.280 | 0.717 | 28 |
| 特大城市  | 0.846 | 0.898 | 0.997 | 0.876 | 0.967 | 0.987 | 0.981 | 0.963 | 0.925 | 0.950 |    |
| I型城市  | 0.332 | 0.432 | 0.660 | 0.736 | 0.885 | 0.860 | 0.912 | 0.884 | 0.910 | 0.739 |    |
| II型城市 | 0.332 | 0.552 | 0.613 | 0.748 | 0.687 | 0.721 | 0.680 | 0.544 | 0.370 | 0.613 |    |
| 长三角   | 0.558 | 0.663 | 0.798 | 0.800 | 0.877 | 0.885 | 0.891 | 0.844 | 0.798 | 0.813 |    |
| 有效城市数 | 14    | 20    | 27    | 25    | 29    | 28    | 28    | 24    | 23    | 11    |    |

注:限于篇幅限制,本文仅汇报奇数年各城市新型工业化发展效率值。



为探究长三角城市群不同规模城市新型工业化发展效率的变化,绘制 2005—2021 年长三角城市群、特大城市、I 型城市和 II 型城市的发展效率变化图(图 1)。就不同规模而言城市间新型工业化发展效率和发展趋势存在较大差异。特大城市发展效率较为平稳且发展效率值均在 0.8 以上。I 型城市和长三角城市群整体发展效率变化趋势相似,2016 年之后 I 型城市发展效率逐渐高于长三角城市群,可能是由于其规模经济效应、创新能力、政策支持和人才引进等方面的因素。II 型城市发展效率呈现出倒“U”形特征,其可能原因是特大城市和 I 型城市的竞争压力和吸引力所导致。

5.1.2 动态分析

利用超效率 SBM 模型测算出的效率值仅为静态值,为了更深入分析长三角城市群新型工业化发展效率的动态变化及其原因,通过 Malmquist 指数方法对 2005—2021 年长三角城市群整体(表 4)及各城市(表 5)新型工业化发展效率进行动态分析。由表 4 可知,长三角城市群新型工业化发展效率 ML 指数均值为 1.097,表明长三角城市群整体发展效率在逐步增加。除了 2012—2013 年和 2019—2020 年,长三角城市群发展效率 ML 指数均在 1 以上,这反映了长三角地区在经济结构优化、技术创新和产业升级等方面取得了较好的成果,推动了城市群的经济发展和产业升级,同时也推动了新型工业化高质量发展。从 ML 指数均值分解来看,规模效率变化和技术进步变化是提高新型工业化发展效率的主要动力。图 2 是根据 ML 指数及其分解绘制的动态图,其中纯技术效率变化与 ML 指数变化趋势相似,表明纯技术效率变化对全要素生产率变化的影响更大。规模效率变化幅度较大表明长三角城市群在新型工业化发展过程中可能经历了诸如市场规模、产业结构和技术水平等某些方面的

重大变动。

从各城市发展效率的全要素生产率及其分解来看,ML 指数大于 1 的城市共有 23 个,占比为 56.10%,表明大部分城市发展效率在不断提高。与纯技术效率变化相比规模效率变化和技术进步变化对全要素生产率影响较大,其指数大于 1 的城市占比分别为 29.27%和 26.83%,说明在观察期内规模效率变化和技术进步变化是引起全要素生产率变动的主要因素。无锡、徐州等 20 个城市其年均纯技术效率变化、规模效率变化和技术进步变化指数均小于 1,表明这些城市在发展新型工业化的过程中还应继续优化生产流程、提高劳动生产率、扩大生产规模、加强科技研发和技术引进,以此来提高新型工业化发展效率。

表 4 2005—2021 年长三角城市群新型工业化发展效率的年均 ML 指数及其分解

| 年份        | 全要素生产率 ML 指数 | 技术效率变化 EC 指数 | 纯技术效率变化 PEC 指数 | 规模效率变化 SEC 指数 | 技术进步变化 TC 指数 |
|-----------|--------------|--------------|----------------|---------------|--------------|
| 2005—2006 | 1.296        | 1.059        | 1.034          | 1.107         | 1.233        |
| 2006—2007 | 1.224        | 1.283        | 1.002          | 1.404         | 0.981        |
| 2007—2008 | 1.259        | 1.122        | 1.214          | 1.048         | 1.132        |
| 2008—2009 | 1.251        | 1.290        | 1.055          | 1.283         | 0.981        |
| 2009—2010 | 1.518        | 1.269        | 1.306          | 1.069         | 1.200        |
| 2010—2011 | 1.099        | 0.948        | 0.902          | 1.103         | 1.194        |
| 2011—2012 | 1.204        | 1.089        | 1.087          | 1.021         | 1.124        |
| 2012—2013 | 0.982        | 1.145        | 1.086          | 1.072         | 0.887        |
| 2013—2014 | 1.146        | 1.094        | 1.022          | 1.080         | 1.057        |
| 2014—2015 | 1.108        | 0.981        | 1.035          | 0.962         | 1.150        |
| 2015—2016 | 1.250        | 1.129        | 1.084          | 1.456         | 1.131        |
| 2016—2017 | 1.010        | 0.940        | 0.964          | 0.984         | 1.079        |
| 2017—2018 | 1.134        | 1.011        | 1.039          | 0.986         | 1.148        |
| 2018—2019 | 1.035        | 0.970        | 0.994          | 0.939         | 1.076        |
| 2019—2020 | 0.854        | 1.005        | 0.954          | 1.017         | 0.864        |
| 2020—2021 | 1.281        | 0.910        | 1.186          | 0.837         | 1.450        |
| 平均值       | 1.097        | 1.014        | 0.998          | 1.022         | 1.040        |

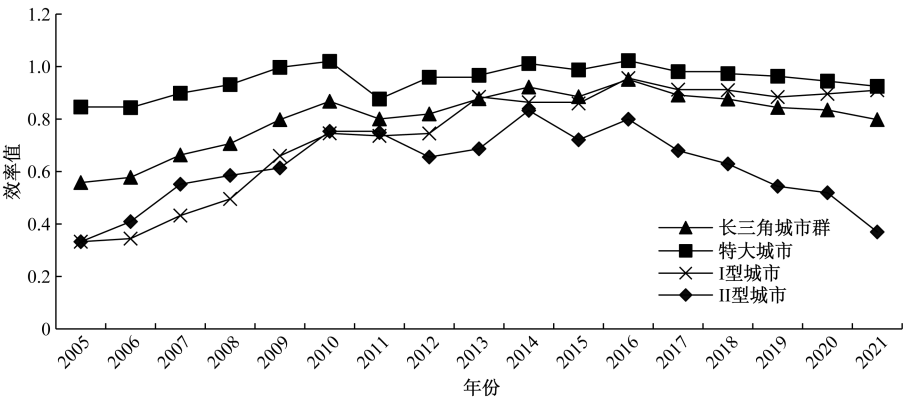


图 1 新型工业化发展效率变化

表 5 2005—2021 年各城市新型工业化发展效率的  
年均 ML 指数及其分解

| 城市  | 全要素生<br>产率 ML<br>指数 | 技术效率<br>变化 EC<br>指数 | 纯技术效<br>率变化<br>PEC 指数 | 规模效率<br>变化 SEC<br>指数 | 技术进<br>步变化<br>TC 指数 |
|-----|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| 上海  | 1.009               | 0.944               | 0.940                 | 0.945                | 1.005               |
| 南京  | 1.137               | 1.023               | 1.012                 | 0.944                | 1.052               |
| 无锡  | 0.897               | 0.851               | 0.851                 | 0.883                | 0.936               |
| 徐州  | 1.035               | 1.006               | 0.975                 | 0.896                | 0.930               |
| 常州  | 0.974               | 0.858               | 0.860                 | 0.878                | 1.007               |
| 苏州  | 0.899               | 0.882               | 0.881                 | 0.883                | 0.897               |
| 南通  | 0.964               | 0.884               | 0.884                 | 0.882                | 0.960               |
| 连云港 | 1.143               | 1.030               | 0.988                 | 0.95                 | 1.070               |
| 淮安  | 1.211               | 1.125               | 1.108                 | 0.936                | 0.966               |
| 盐城  | 1.065               | 0.974               | 0.954                 | 0.882                | 1.023               |
| 扬州  | 0.988               | 0.931               | 0.907                 | 0.898                | 0.966               |
| 镇江  | 1.080               | 0.970               | 0.952                 | 0.897                | 0.977               |
| 泰州  | 0.937               | 0.888               | 0.888                 | 0.882                | 0.931               |
| 宿迁  | 1.015               | 1.026               | 0.938                 | 1.064                | 0.904               |
| 杭州  | 0.987               | 0.942               | 0.925                 | 0.891                | 0.987               |
| 宁波  | 0.885               | 0.856               | 0.855                 | 0.883                | 0.918               |
| 温州  | 0.939               | 0.883               | 0.883                 | 0.883                | 0.937               |
| 嘉兴  | 1.007               | 0.933               | 0.924                 | 0.881                | 1.006               |
| 湖州  | 0.900               | 0.906               | 0.866                 | 0.920                | 0.882               |
| 绍兴  | 0.853               | 0.852               | 0.852                 | 0.882                | 0.889               |
| 金华  | 0.903               | 0.892               | 0.889                 | 0.891                | 0.899               |
| 衢州  | 0.954               | 0.896               | 0.885                 | 0.891                | 0.930               |
| 舟山  | 1.008               | 0.885               | 0.907                 | 0.866                | 1.004               |
| 台州  | 0.957               | 0.896               | 0.914                 | 0.875                | 0.987               |
| 丽水  | 1.034               | 0.956               | 0.896                 | 0.942                | 0.959               |
| 合肥  | 1.177               | 0.985               | 0.897                 | 0.968                | 1.036               |
| 芜湖  | 1.062               | 0.984               | 0.959                 | 0.999                | 0.943               |
| 蚌埠  | 1.088               | 1.032               | 0.968                 | 0.966                | 0.946               |
| 淮南  | 0.890               | 0.945               | 1.065                 | 1.087                | 0.826               |
| 马鞍山 | 0.998               | 0.920               | 1.022                 | 1.024                | 0.948               |
| 淮北  | 1.122               | 1.025               | 1.061                 | 1.015                | 0.955               |
| 铜陵  | 1.166               | 1.008               | 1.248                 | 1.194                | 1.023               |
| 安庆  | 1.125               | 1.033               | 0.767                 | 0.891                | 0.969               |
| 黄山  | 1.218               | 0.997               | 1.072                 | 1.923                | 1.104               |
| 滁州  | 1.085               | 1.068               | 0.928                 | 1.087                | 0.919               |
| 阜阳  | 1.023               | 1.007               | 0.894                 | 1.002                | 0.911               |
| 宿州  | 1.030               | 1.078               | 0.900                 | 1.075                | 0.920               |
| 六安  | 0.974               | 1.042               | 0.918                 | 1.033                | 0.865               |
| 亳州  | 1.187               | 1.103               | 0.795                 | 1.128                | 0.998               |
| 池州  | 1.169               | 1.063               | 0.882                 | 1.042                | 1.023               |
| 宣城  | 0.968               | 0.941               | 0.850                 | 0.973                | 0.916               |
| 平均值 | 1.026               | 0.964               | 0.931                 | 0.975                | 0.959               |
| 指数  | 23<br>(56.10%)      | 14<br>(34.15%)      | 7<br>(17.17%)         | 12<br>(29.27%)       | 11<br>(26.83%)      |

注：括号内为指数大于 1 的城市数量占比。

5.2 Dagum 基尼系数分解

5.2.1 总体差异

如图 3 所示，长三角城市群新型工业化发展效率存在总体差异，基尼系数呈现“波动下降-上

升”的“U”形发展趋势。从整体来看总体差异从 2005 年的 0.382 下降到 2021 年的 0.285，表明长三角城市群新型工业化发展效率区域差异总体呈缩小态势。

5.2.2 区域内差异

由 2005—2021 年三大规模城市的差异演变可知，三大规模城市区域内差异整体变化趋势与总体相似，均表现为“U”形趋势。其中 II 型城市区域内差异最大，表明 II 型城市发展效率空间不均衡现象最为严重。以 2012 年为分界线，2012 年之前 I 型城市区域内差异普遍高于 II 型城市，2012 年之后均低于 II 型城市，说明 I 型城市间差距在不断减小，各地区发展趋势更加均衡。与 I、II 型城市相比特大城市差异波动幅度较小，2016 年区域内差异最低为 0.064，此后不断上升，表明由于特大城市相对集中的经济核心和高度发达的社会基础设施，各地区间发展差距较小。但是之后区域内差异不断上升，这可能意味着在特大城市内部，一些地区发展相对滞后或不平衡。

5.2.3 区域间差异

图 4 为 2005—2021 年新型工业化发展效率的区域间差异，三类区域间差异均呈现出“U”形变化趋势。其中 I 型城市与 II 型城市之间差异最大，特大城市与 I 型城市、特大城市与 II 型城市间差异相对较低且特大城市与 I 型城市区域间差异波动相对较小。2016 年之前特大城市与 I 型城市、特大城市与 II 型城市区域间差异动态变化趋势较为相似，均经历了“下降-上升-下降-上升-下降”5 个阶段。然而自 2016 年以后，特大城市与 I 型城市、特大城市与 II 型城市间差异逐渐增加。

5.2.4 区域差异来源及贡献

如表 6 所示，长三角城市群新型工业化发展效率的区域内差异、区域间差异和超变密度均值分别为 0.102、0.064 和 0.061，差异贡献率分别为 42.655%、28.743% 和 28.602%，新型工业化发展效率差异来源依次为区域内差异>区域间差异>超变密度，表明不同规模城市间样本交叉重叠问题对新型工业化发展效率影响很小。从演变趋势来看区域内差异贡献率先降后升；区域间差异与超变密度贡献率先升后降，但整体而言区域内差异和超变密度贡献率不断增加。区域间差异是长三角城市群新型工业化发展效率差异主要部分，说明不同规模城市间依旧存在新型工业化发展不均衡的情况。

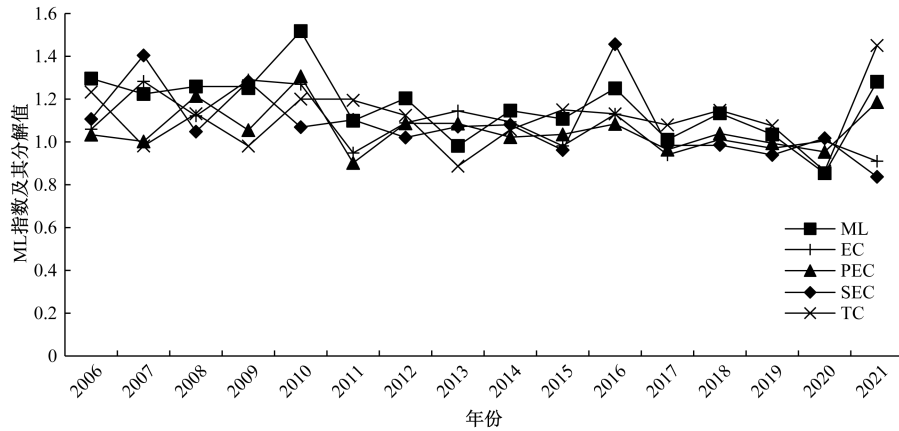


图2 ML指数及其分解值变化趋势

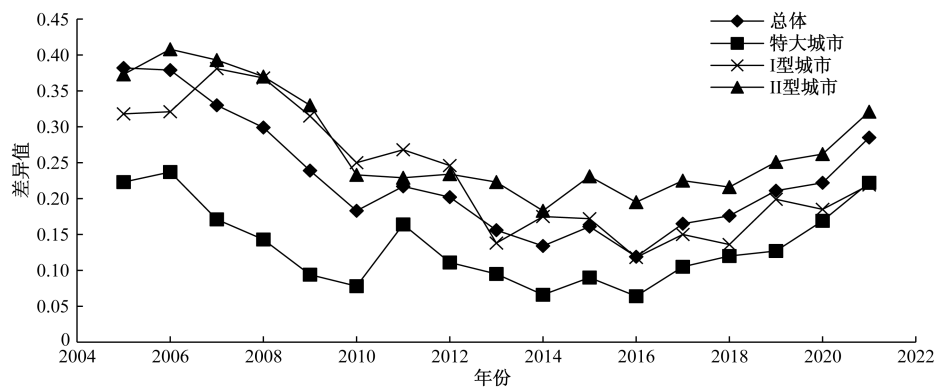


图3 总体差异和区域内差异

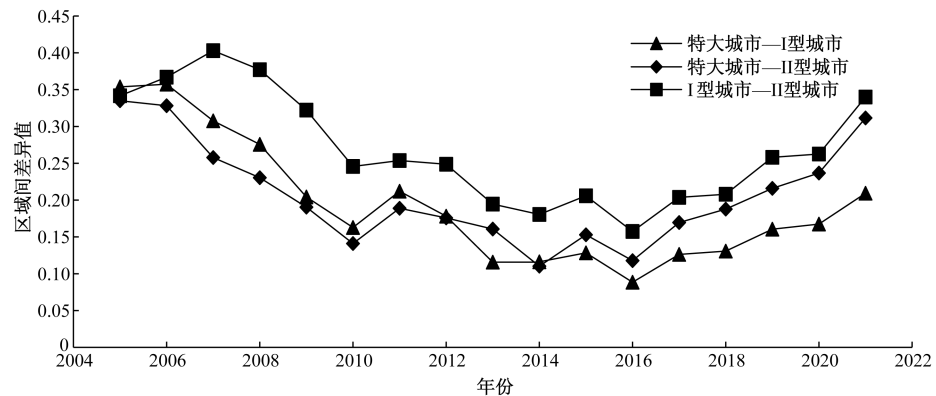


图4 区域间差异

### 5.3 核密度分析

图5为长三角城市群新型工业化发展效率的动态演变情况,首先从分布的位置来看长三角城市群的中心经历了三次较大变动,第一次是在2012年向右平移,第二次是在2016年向左平移,第三次是在2018年继续向左平移,之后逐渐向右平移,表明在研究期内长三角城市群新型工业化发展效率以“较高效率-更高效率-较高效率-低效率-高效率”的趋势变动。其次从峰值的特征来看长三角城市群新型工业化发展效率的峰值在2005—2010年逐渐上升,

2010—2012年波动下降,2012—2013年逐渐上升达到最大值,2013—2021年波动下降且宽度逐渐加大,表明长三角各地区之间新型工业化发展效率的差异程度在变大。再次从波峰数量来看长三角城市群多峰形态明显,存在“双峰-多峰-双峰”变动趋势,表明长三角城市群新型工业化发展效率存在多级分化现象且这种分化现象先增强后减弱。最后从分布形态来看从2013年开始右拖尾逐年拉长,表明长三角城市群新型工业化发展效率的空间差距逐步扩大。

表 6 区域差异来源及贡献

| 年份   | 区域间差异 |        | 区域内差异 |        | 超变密度  |        |
|------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
|      | 差异    | 贡献度/%  | 差异    | 贡献度/%  | 差异    | 贡献度/%  |
| 2005 | 0.227 | 59.409 | 0.098 | 25.713 | 0.057 | 14.878 |
| 2006 | 0.210 | 55.565 | 0.103 | 27.184 | 0.065 | 17.251 |
| 2007 | 0.169 | 51.262 | 0.089 | 27.076 | 0.072 | 21.662 |
| 2008 | 0.149 | 49.847 | 0.081 | 27.110 | 0.069 | 23.043 |
| 2009 | 0.114 | 47.809 | 0.065 | 27.395 | 0.059 | 24.796 |
| 2010 | 0.078 | 42.493 | 0.052 | 28.671 | 0.053 | 28.835 |
| 2011 | 0.043 | 19.777 | 0.074 | 33.86  | 0.101 | 46.362 |
| 2012 | 0.083 | 41.18  | 0.06  | 29.773 | 0.059 | 29.047 |
| 2013 | 0.062 | 39.603 | 0.045 | 28.724 | 0.049 | 31.673 |
| 2014 | 0.045 | 33.835 | 0.041 | 30.641 | 0.047 | 35.524 |
| 2015 | 0.062 | 38.821 | 0.048 | 29.757 | 0.050 | 31.422 |
| 2016 | 0.045 | 38.268 | 0.035 | 29.41  | 0.038 | 32.321 |
| 2017 | 0.064 | 38.521 | 0.049 | 29.355 | 0.053 | 32.124 |
| 2018 | 0.073 | 41.382 | 0.05  | 28.311 | 0.053 | 30.308 |
| 2019 | 0.092 | 43.658 | 0.06  | 28.385 | 0.059 | 27.957 |
| 2020 | 0.092 | 41.357 | 0.064 | 28.849 | 0.066 | 29.794 |
| 2021 | 0.121 | 42.347 | 0.081 | 28.421 | 0.083 | 29.233 |
| 平均值  | 0.102 | 42.655 | 0.064 | 28.743 | 0.061 | 28.602 |

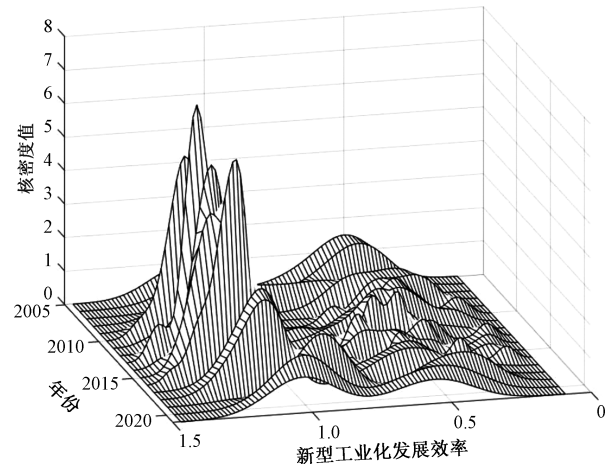


图 5 长三角城市群新型工业化发展效率的动态分布

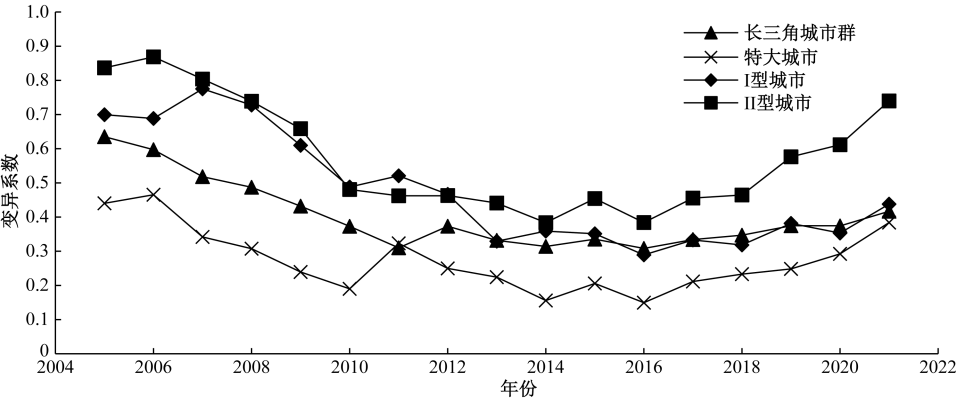


图 6 变异系数

5.4 收敛性分析

上文研究表明长三角城市群新型工业化发展效率存在显著地区差异,那么这种地区差异是随着时间推移逐渐增加还是减小,抑或是不变?为解决这一问题,引入收敛模型从 $\sigma$ 收敛和 $\beta$ 收敛两个角度对长三角城市群、特大城市、I型城市和II型城市新型工业化发展效率的收敛状态进行分析。

5.4.1  $\sigma$ 收敛

如图6所示,长三角城市群、特大城市、I型城市和II型城市变异系数变化趋势较为相似,其中II型城市变异系数波动幅度最大,变异系数值最高。总体来说长三角城市群表现为“缓慢下降-缓慢上升-波动缓慢上升”的变化趋势,特大城市和I型城市表现为“波动下降-缓慢上升-波动缓慢上升”的变化趋势,I型城市相较于特大城市,波动幅度较大。从变异系数数值大小来看,2005—2021年长三角城市群不同规模城市的变异系数均有所下降,呈逐渐缩小态势。这与前文Dagum基尼系数得出的结论相一致。

5.4.2  $\beta$ 收敛

(1)绝对 $\beta$ 收敛。对长三角城市群、特大城市、I型城市和II型城市进行绝对 $\beta$ 收敛检验(表7),结果显示长三角城市群不同规模城市的回归系数 $\beta$ 均为负值,表明长三角城市群不同规模城市新型工业化发展效率均存在绝对 $\beta$ 收敛,说明长三角城市群新型工业化发展效率虽然前期可能由于基础设施相对不够完善、未达到最优生产规模、技术水平不够等问题存在差异,但随着时间推移不同规模城市新型工业化发展效率将趋于一致。借鉴潘文卿<sup>[27]</sup>的计算方法,得出收敛速度排名依次为I型城市>II型城市>特大城市>长三角城市群。



表7 绝对 $\beta$ 收敛

| 变量            | 长三角城市群               | 特大城市                 | I型城市                 | II型城市                |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\beta$       | -0.276***<br>(-8.07) | -0.287***<br>(-4.68) | -0.343***<br>(-3.39) | -0.324***<br>(-7.61) |
| 常数项           | -0.203***<br>(-3.76) | -0.108*<br>(-1.84)   | -0.404**<br>(-2.38)  | -0.282**<br>(-2.73)  |
| $R^2$         | 0.222                | 0.248                | 0.234                | 0.404                |
| 收敛速度 $\theta$ | 0.019                | 0.020                | 0.025                | 0.023                |
| 半生命周期 $\tau$  | 36.481               | 34.657               | 27.726               | 30.137               |

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著;括号内为  $t$  值。

(2)条件 $\beta$ 收敛。条件 $\beta$ 收敛揭示了不同规模城市在新型工业化发展效率方面的趋同性。尽管初始水平和特征的差异会导致城市间效率差异,但随着时间的推移,这些差异将逐渐减小,最终收敛到各自的稳态水平。采用双固定模型对长三角城市群新型工业化发展效率进行检验同时选取以下控制变量进行分析:①经济发展水平(PGDP):用人均GDP表示;②城市发展水平(UR):用城市化率表示;③人力资本水平(TEA):用普通高等学校专任教师数表示;④对外开放水平(FDI):用外商直接投资占GDP比重表示;⑤产业结构(IS):用第三产业产值与第二产业产值比值表示;⑥交通运输(ROAD):用公路货运量表示。回归结果如表8所示。

表8 条件 $\beta$ 收敛

| 变量            | 长三角城市群               | 特大城市                 | I型城市                 | II型城市                |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\beta$       | -0.343***<br>(-8.15) | -0.366***<br>(-5.96) | -0.402***<br>(-3.94) | -0.383***<br>(-5.91) |
| lnPGDP        | 0.457***<br>(3.96)   | 0.469***<br>(5.02)   | 0.402<br>(1.14)      | 0.295<br>(0.84)      |
| lnUR          | -0.659***<br>(-3.11) | -0.904**<br>(-2.87)  | -0.063<br>(-0.12)    | -0.837**<br>(-2.41)  |
| lnTEA         | 0.037<br>(0.28)      | 0.084<br>(0.67)      | -0.190<br>(-0.63)    | 0.081<br>(0.32)      |
| lnFDI         | -0.010<br>(-0.20)    | -0.062<br>(-1.45)    | 0.010<br>(0.10)      | 0.088<br>(0.54)      |
| lnIS          | -0.014<br>(-0.10)    | 0.198<br>(1.42)      | -0.070<br>(-0.28)    | -0.046<br>(-0.16)    |
| lnROAD        | 0.099**<br>(2.44)    | 0.142*<br>(2.03)     | 0.111<br>(1.39)      | 0.088<br>(1.47)      |
| 常数项           | -3.255*<br>(-1.94)   | -3.962*<br>(-1.93)   | -3.275<br>(-0.83)    | -1.292<br>(-0.31)    |
| $R^2$         | 0.257                | 0.306                | 0.262                | 0.438                |
| 收敛速度 $\theta$ | 0.025                | 0.027                | 0.030                | 0.028                |
| 半生命周期 $\tau$  | 27.726               | 25.672               | 23.105               | 24.755               |

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著;括号内为  $t$  值。

根据表8,长三角城市群不同规模城市的条件 $\beta$ 收敛系数均在1%水平上显著且均为负值,说明不同规模城市新型工业化发展效率存在条件 $\beta$ 收敛。收敛速度排序与绝对 $\beta$ 收敛结果一致,I型城市最快。从控制变量来看长三角城市群和特大城市的经济发展水平通过了1%的显著性水平,影响系数分别为3.96和5.02,说明整体经济规模增加和经济水平提高能够有效提高特大城市新型工业化发展效率。城市发展水平在长三角城市群、特大城市和II型城市中通过了检验且为负值,对于特大城市而言其原因可能是城市化率过高意味着城市人口压力将会上升,带来许多负面影响反而不利于新型工业化发展,对于II型城市而言可能是城市并不完全具备持续提高城市化率的基础设施和相应的配套服务等。长三角城市群、特大城市和I型城市交通运输均通过了显著性检验,表明推动新型工业化发展、提高新型工业化发展效率需要大力发展交通运输业以此提升各类产业之间的供应链、物流和价值链效率,进一步推动新型工业化的发展。

## 6 结论与启示

在当今快速变化的时代背景下提高新型工业化发展效率成为我国发展的重要目标。本文基于2005—2021年长三角城市群41个城市的面板数据对新型工业化发展效率进行测度并分析其动态演变趋势、区域差异和收敛特征。结果表明,①新型工业化发展效率总体呈现出增长趋势但其效率值仍低于1,依旧存在一定的进步空间,增长动力主要来自于规模效率变化和技术进步变化但规模效率变化对ML指数的影响存在一定的波动性;从各城市ML指数及分解的情况来看,大部分城市新型工业化发展效率在不断提高但纯技术效率变化和技术进步变化的推动能力相对较弱。②新型工业化发展效率差异总体在缩小,基尼系数呈现“U”形趋势,区域间差异是效率差异主要部分;II型城市区域内差异最大,I型城市与II型城市区域间差异最大。③新型工业化发展效率空间差距在逐步扩大,存在多级分化现象但整体效率在不断上升。④四大规模城市均存在 $\sigma$ 收敛和 $\beta$ 收敛,收敛速度呈I型城市、II型城市、特大城市、长三角城市群依次减弱。II型城市变异系数波动幅度最大且数值最高,四大规模城市变异系数变化态势整体呈“U”形特征。经济规模扩大和发展水平提高能够有效推动长三角城市群和I型城市新型工业化发展,交通运输对提高新型工业化发展效率具有一定促进作用。

基于上述研究结论,可以得出以下启示:①长三角城市群可以借助技术创新和研发投入,优化资源配置和规模经济效益的特点并利用好技术进步是提高新型工业化发展效率的主要动力这一优势,加强技术引进和自主研发,实现新型工业化发展效率的提升。政府和企业应加强产业规划和布局,促进资源优化配置,推动经济规模的扩大,提高规模效率变化能力。②针对长三角城市群区域间差异和区域内差异,需要加强区域协调发展,促进资源优化配置和产业协同发展,优化城市发展布局,提升区域内的平衡发展能力。政府可以制定差异化的政策和相应的城市规划和政策,推动落后地区的发展并加强城市间的合作和交流,促进区域协同发展,同时引导资源要素合理流动和布局,提升城市的综合发展水平。③为解决新型工业化发展效率存在空间差距这一问题,政策导向要有差异化,对于发展效率较低的城市需要提供更多的政策支持 and 资源引导,推动其加强产业升级、技术创新和人才培养。此外可以尝试搭建跨区域合作平台,增强城市间的交流与学习,鼓励发展效率较低的城市向效率较高的城市学习,在基于自身发展的基础上,探索适合本地区的发展模式。④重视经济规模扩大和发展水平提升,鼓励长三角城市群加强合作与协同,支持其优势产业发展和创新能力提升并加强交通基础设施建设,完善城市间的交通网络,提高运输效率和物流配送能力。对城市规模较低的地区需要加强政策支持和资源引导。同时在新型工业化的发展过程中,需要合理控制城市化的节奏和规模,避免出现过度集中、失衡发展和低效率的问题。

### 参考文献

- [1] 江泽民. 全面建设小康社会, 开创中国特色社会主义事业新局面: 在中国共产党第十六次全国代表大会上的报告[J]. 求是, 2002(22): 3-19.
- [2] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗: 在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M]. 北京: 人民出版社, 2022.
- [3] 葛守昆, 郭敏. 新型工业化道路的内涵与南京发展的路径选择[J]. 南京社会科学, 2003(S2): 55-59.
- [4] 史丹, 李晓华, 邓洲, 等. 新型工业化内涵特征、体系构建与实施路径[J]. 中国工业经济, 2023(3): 5-19.
- [5] 王中亚. 我国区域新型工业化水平综合评价的实证研究[J]. 生态经济, 2013(1): 85-88.
- [6] 李世英, 李亚. 新型工业化发展水平评价指标体系的构建及实证研究——基于陕西的数据[J]. 当代经济科学, 2009, 31(5): 28-35.
- [7] 罗永乐. 西部地区新型工业化水平动态分析——基于西部大开发的视角[J]. 经济地理, 2012, 32(2): 27-32.
- [8] 吴一洲, 吴次芳, 王琳, 等. 浙江省新型工业化地域差异及其机理研究[J]. 地理科学, 2009, 29(4): 508-514.
- [9] 张婷, 王玮蓉, 姚昀辰. 中国31个省(自治区、直辖市)及重点省域科技创新效率评价研究——基于超效率SBM-Malmquist模型[J]. 科技管理研究, 2023, 43(3): 87-95.
- [10] 赖一飞, 谢潘佳, 叶丽婷, 等. 我国区域科技创新效率测评及影响因素研究——基于超效率SBM-Malmquist-Tobit模型[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(13): 37-45.
- [11] 田亚鹏, 柳晓艺. 基于超效率SBM-DEA和空间分析的区域绿色发展效率评价[J]. 统计与信息论坛, 2021, 36(8): 56-65.
- [12] 吴遵杰, 巫南杰. 长江经济带绿色经济效率测度、分解及影响因素研究——基于超效率SBM-ML-Tobit模型的分析[J]. 城市问题, 2021(1): 52-62.
- [13] 张雪梅, 马鹏琼. 基于超效率SBM模型的城市节能环保产业效率评价及比较研究——以兰州市为例[J]. 科技管理研究, 2018, 38(20): 268-274.
- [14] 宫大鹏, 赵涛, 慈兆程, 等. 基于超效率SBM的中国省际工业化能源效率评价及影响因素分析[J]. 环境科学学报, 2015, 35(2): 585-595.
- [15] 苗圩. 中国制造2025: 迈向制造强国之路[N]. 人民日报, 2015-05-26(012).
- [16] 刘园园, 段尧清, 俞享. 基于超效率SBM-fsQCA的政府数据开放有效路径研究[J]. 情报科学, 2023, 41(9): 146-154.
- [17] CHARNES A, COOPER W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.
- [18] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498-509.
- [19] FÄRE R, GROSSKOPF S, LINDGREN B, et al. Productivity changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: a non-parametric malmquist approach[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1/2): 85-102.
- [20] FÄRE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. The American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.
- [21] 马欣雨, 穆月英. 碳视角下的粮食生产环境技术效率评价——基于超效率SBM-Undesirable模型[J]. 中国农业资源与区划, 2023(11): 1-11.
- [22] 徐娜, 张军, 张仁陟, 等. 基于DEA的农业水土资源匹配特征研究——以甘肃省5流域为例[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(6): 277-285.
- [23] 赵路, 高红贵, 肖权. 中国工业绿色创新效率动态演变趋势及其空间溢出效应研究[J]. 统计与决策, 2020, 36(7): 95-99.

- [24] 张震. 新时期我国区域工业生态效率时空演化特征分析[J]. 经济问题探索, 2020(1): 92-101.
- [25] 侯杰, 李卫东, 张杰斐, 等. 城市数字经济发展水平的分布动态、地区差异与收敛性研究[J]. 统计与决策, 2023, 39(13): 10-15.
- [26] 吴冠岑, 杨浩, 崇丹. 存在非期望产出的城市紧凑式发展效率测度与比较研究[J]. 中国软科学, 2021(2): 79-89.
- [27] 潘文卿. 中国区域经济差异与收敛[J]. 中国社会科学, 2010(1): 72-84.

## Measurement of Development Efficiency and Convergence Analysis of New Industrialisation in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration

LI Zicheng, WANG Jue

(Faculty of Economics, Yunnan Minzu University, Kunming 650504, China)

**Abstract:** One of the important measures proposed by the Chinese government to comprehensively implement the innovation-driven development strategy and promote the supply-side structural reform is to promote new industrialisation, and improving the development efficiency of new industrialisation in the Yangtze River Delta (YRD) city cluster is conducive to promoting economic restructuring and upgrading, enhancing regional competitiveness, and achieving sustainable development. Based on the panel data of 41 cities in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration from 2005 to 2021, the super-efficiency SBM-ML model, Dagum's Gini coefficient, kernel density analysis, and the convergence model were applied to measure the development efficiency of new industrialisation and its dynamic evolution trend and convergence characteristics were analyzed. The results are as follows. The development efficiency of new industrialisation shows an overall growth trend, and the growth momentum mainly comes from changes in scale efficiency and changes in technological progress. The differences in the development efficiency of new industrialisation are generally shrinking, and the inter-regional differences are the main part of the efficiency differences. The spatial gap in the development efficiency of new industrialisation is gradually expanding, and there is a phenomenon of multilevel differentiation. The four large-scale cities are all There are  $\sigma$ -convergence and  $\beta$ -convergence, and the speed of convergence decreases in the order of type I cities, type II cities, mega cities, and the Yangtze River Delta urban agglomeration.

**Keywords:** super-efficient SBM; Malmquist index; Dagum Gini coefficient; convergence model