

# 技术进步、制度环境 与城市竞争力效率

——基于全球 1007 个城市数据的分析

倪鹏飞 李启航 李 博 刘笑男

**摘 要** 借鉴生产函数和全要素生产率的概念框架，本文尝试提出城市竞争力效率概念及其测算和分解的理论与方法。首先利用全球 1007 个城市的竞争力的产出结果（城市竞争力指数）和投入要素（劳动力资源指数和基础设施指数）测算其城市竞争力效率，其次利用模型检验了技术进步（科技创新指数）、配置效率（要素耦合指数）、技术效率变化（制度成本指数和制度便利指数）对城市竞争力效率的影响，并分析了三类影响因素对不同大洲城市 and 不同效率城市的作用差异。结果表明，城市竞争力效率与城市竞争力指数高度正相关；技术进步、配置效率和技术效率变化的提高对于提升城市竞争力效率有显著的正向影响，且各大洲有显著差异；随着竞争力效率的提升，科技创新和制度成本因素成为提升效率的关键因素。

**关键词** 城市竞争力 城市竞争力效率 SBM 方法

[中图分类号] F294 [文献标识码] A [文章编号] 2095-851X(2022)-03-0070-18

## 一、问题提出与文献回顾

自 20 世纪 90 年代以来，城市化、信息化和一体化的快速发展深刻改变着全球经

---

【基金项目】国家自然科学基金面上项目“多中心群网化中国城市新体系的决定机制研究”（批准号：71774170）。

【作者简介】倪鹏飞，中国社会科学院财经战略研究院研究员、博士生导师，邮政编码：100006，电子邮箱：ni\_pengfei@163.com；李启航，山东财经大学龙山荣誉学院教授、硕士生导师，邮政编码：250014，电子邮箱：lqh@sdufe.edu.cn；李博，天津理工大学管理学院副教授、博士生导师，本文通讯作者，邮政编码：300384，电子邮箱：mg2011818@126.com；刘笑男，特华博士后科研工作站博士后，邮政编码：100029，电子邮箱：liuxiaonandd@126.com。

致谢：感谢匿名审稿专家和编辑部提出的修改意见，当然文责自负。

济社会活动的时空概念和决策安排，城市在全球活动和地方事务中的地位更加重要，城市之间的竞争也更加激烈，城市竞争力变得越来越重要。基于原创的城市竞争力投入与产出相结合的分析框架，笔者在长期的城市竞争力研究中发现：尽管更多的投入总体上会有更大的产出，但就具体城市而言，拥有相同竞争力要素投入的城市往往会有大小不同的竞争力产出，这种要素投入与最终产出的比较实质上是城市竞争力效率的概念。正如决定经济产出的因素包括投入的要素规模及全要素生产率，城市竞争力的“产出”也应该是由竞争力硬要素及其竞争力效率决定。与全要素生产率对于经济产出的意义一样，城市竞争力效率对于城市竞争力同样意义重大。研究城市竞争力效率及其提升策略，无论是对城市经济发展和竞争制胜还是对城市居民福利的获得与企业利润的创造都十分重要。

### （一）城市竞争力效率的概念借鉴：全要素生产率

在城市竞争力分析中，许多学者使用或至少部分使用了效率、生产率等投入产出方面的概念。Porter（1990）认为竞争力概念可以定义为国家的生产率，Krugman（1994）则认为在区域和国家层面讨论竞争力概念的唯一内涵就是“劳动产出效率”，OECD（2006）也强调生产率是城市竞争力的关键指标。生产率虽然是竞争力的主要内涵，但全要素生产率并不是竞争力的效率，因为竞争力不是经济产出。如果全要素生产率是经济产出的“索洛余值”的话，那么竞争力效率则可以被认为是竞争力的“索洛余值”，即竞争力直接要素投入以外的投入产出效率。

全要素生产率是经济增长与发展相关研究的核心议题之一，而基于投入产出角度分析的全要素效率则是支撑全要素生产率研究的重要组成部分，全要素生产率的理论与方法主要包括指数的构造、测算和分解，其概念最早可追溯到20世纪30年代末（Copeland, 1937; Copeland and Martin, 1938）。此后，诸多经济学家从实证角度开展了指数构造和测度工作。Farrell（1957）提出利用等产量线（生产前沿面），衡量不同微观主体（厂商）的（相对）技术效率（投入产出效率）的思路。Charnes等（1978）在此基础上提出了以线性规划为基础的非参数测度方法，即数据包络分析（Data Envelopment Analysis, DEA）。之后包括Malmquist指数在内的一系列非参数方法改进则构成了全要素生产率测算和分析的基础。与此同时，研究者也将关注重点聚焦到全要素生产率构成的分解上，尽管不同研究者使用了不同的分类方式和名称，但全要素生产率变化通常被分解为技术进步、技术效率变化、配置效率、规模效率（Kumbhakar and Lovell, 2000; 王志刚等, 2006; 李平, 2016; 邬琼, 2016; 郑世林、张美晨, 2019）。由于价格信息获取较为困难，资源生产效率不易计算，人们通常考察前面三种变化（王志刚等, 2006）。

总之，虽然城市竞争力效率与全要素生产率有着不同内在含义，但二者在形式上具有一定相似性。而较为成熟的全要素生产率的概念、测度及其分解的理论与方法，可以成为城市竞争力效率的借鉴。

## （二）城市竞争力效率的理论来源：投入与产出

在城市竞争力研究的学术演进中，多数研究者认为无论是内涵还是测度，城市竞争力应包含投入（原因）、产出（结果）等方面的因素，并对投入、产出及其相互关系进行了大量的研究。Steinle（1992）采用竞争力方程评估城市竞争力，以人均GDP和就业变动率表示城市竞争力的变动，指出企业规模、研究密集度、创新能力和出口是城市竞争力的重要解释变量。Kresl（1995）将城市竞争力分成显示性竞争力和解释性竞争力两部分，利用产出价值和就业指标构建城市竞争力指数，将竞争力的解释因素分成经济因素和战略因素，其中经济因素包括生产要素、区位、基础设施、经济结构和城市环境，战略因素包括政府有效性、城市战略、公私部门合作及其机构灵活性。Huggins（2003）开发了一套包含投入、产出和结果的城市竞争力指标体系，其中投入包括商业密度、基于公司的创新指标和经济参与率，产出则包括人均GDP和劳动生产率，结果包括收入和失业。这一指标体系暗含的思路正是衡量城市对于相同要素投入的使用能否带来更多的产出，与效率分析的逻辑不谋而合。与之类似，Deas和Giordano（2001）试图通过探索竞争力来源（城市初始存量资产）与结果（企业试图利用这些资产的结果）之间的关系来建立指标体系，他们对英国城市的竞争力来源和结果进行测度评估和比较分析，发现资产强大并不一定意味着竞争力结果更强。这同样说明在竞争力来源和结果之间，存在一个深层次的投入产出效率问题。而Bruneckienė和Sinkienė（2015）进一步指出，城市竞争力涉及能力原因（或决定因素）、能力自身过程（经济单位之间的竞争）、能力后果（在宏观和微观演变中的影响）及其相互关系。

作为一个比较概念，竞争力效率决定城市竞争力的持续提升，而更具竞争力的城市应该是长期增长更快的城市。显然经济产出效率是竞争力效率的基础，城市竞争力效率的测算方法可以参照一般意义上的经济投入产出效率测算方法。上述研究虽然对城市竞争力的产出与投入的关系都进行了深入探讨，为研究竞争力投入产出效率提供基础，但是这些研究没有从“全要素生产率”的视角将城市竞争力构成中的投入要素与综合效率进行明确的分类或分解，更没有尝试通过产出与投入要素来测算城市竞争力效率。

## （三）城市竞争力效率的影响因素：创新、协调与制度

在城市竞争力的要素构成及其作用机制的研究中，不同学者构建出不同的分析框架，从而强调不同的关键构成因素及作用机制（Porter，1990；Storper，1995；Rondinelli and Vastag，1998；Lever and Turok，1999；王桂新、沈建法，2002）。这些构成因素除了直接的人口资源和物质资本外，一般还包括技术创新、要素耦合和制度环境等。Budd和Hirmis（2004）通过研究聚集经济，认为城市竞争力比较优势是区域层面通过区际贸易获得的要素集聚带来的比较成本优势。Sinkienė（2009）在研究竞争力时，则进一步将这种机制划分为内部经济和外部经济，指出这两方面的经济性体现在创新、协调和制度的综合作用中，其中内部经济是投入、过程和产出循环的经济性，外部经济则包括经济要素、技术要素、政治与法律要素、社会文化要素和生态

环境要素。Storper (1995, 1997) 认为创新和知识的吸引和集聚已经成为地方竞争的关键优势, 创新和企业家精神的培养成为推动城市和区域发展的关键要素, 而城市所拥有的高端科技与当地独特的社会网络、基础设施和机构资产的组合进一步创造出城市的竞争优势。Lever 和 Turok (1999) 则认为竞争力应更多地关注“软”资产, 如创新环境、企业关系、公民愿景、制度能力、学校和研究中心质量等。Martin (2003) 基于马歇尔的规模报酬理论, 构建区域累积增长竞争力模型, 解释了区域和城市产业的聚集所产生的知识溢出和生产效率的提高。

倪鹏飞等 (2003) 根据“弓弦箭的”模型, 进一步将城市竞争力分为硬件因素 (弓) 和软件因素 (弦), 硬件因素包括人才、资本、科技、基础设施、生态环境等, 软件因素包括制度、文化、联系、社会环境等。这一分类基本将直接通过投入产出实现竞争力的因素和通过要素环境侧面影响竞争力的因素分开, 也为本文的城市竞争力效率测算与影响因素分析提供了理论基础。在此基础上, 倪鹏飞等 (2021a)、曹清峰等 (2021)、陈建斌等 (2021)、刘笑男和李博 (2021) 分别从全球尺度、国际比较、五大发展理念和信息化等不同视角, 探究了不同因素对于城市竞争力的影响。倪鹏飞等 (2021b)、杨亮洁等 (2021)、刘笑男和倪鹏飞 (2019) 则基于要素耦合协调度分析了城市竞争力影响因素之间的相互关系。城市竞争力影响因素的相关研究也逐渐成为我国区域与城市经济学研究中较为活跃且蓬勃发展的领域。

总体上, 城市作为资本和劳动力的集聚地, 各种要素的配合水平以及要素配合的环境共同决定着城市竞争力效率, 体现在多层次的要素耦合、技术创新和市场制度之中。城市竞争力构成因素的相关研究除了注重硬件因素外, 大都更加关注软件因素, 不同程度地强调了创新、协调和制度。但是现有研究仍然缺少类似将经济产出的影响因素分为直接影响因素和“全要素生产率”的二元分析框架, 更缺少从要素与效率的角度对城市竞争力的影响因素及其作用机制的有意义分析。

综上所述, 关于城市竞争力的广泛研究不仅已经建立了完善的思想体系和指标体系, 也包含了城市竞争力效率的主要元素, 但是, 目前还没有明确意义上的城市竞争力效率的理论研究和实证分析。因此, 本文尝试在既有研究的基础上, 从城市竞争力效率视角对城市竞争力研究进行拓展, 借鉴全要素生产率的理论与方法构建城市竞争力效率及其分解的理论、方法和指标, 并运用相关数据和计量方法对城市竞争力效率进行实证分析。

## 二、理论框架与测度方法

### (一) 城市竞争力与城市竞争力效率

经济产出是由物质要素、劳动和知识要素 (包括技术与制度等) 等相结合创造的。事实上, 物质在创造产品的过程中仅仅改变了其组织或者结构, 并没有增加物质的数量。劳动作为一种能量是由物质转变而来的, 即通过物质的消费形成体力等, 其在创造产品的过程中实质上也是由能量转变为物质并体现在物质结构的改变上, 也没

有改变物质的数量。改变经济产出或者实现产出大于投入的是知识要素，经济增长的主要源泉是技术和制度文化等知识要素。经济产出是由物质要素（包括劳动）与知识要素共同投入产生。而经济增加值是由广义全要素生产率构成，即由技术要素和制度要素共同构成。经济增长是全部要素投入带来的总产出的增长，全要素生产率的增长是知识要素投入的增长所带来的经济增加值的增长。全要素生产率及其增长对总产出及经济增长具有关键意义，其可以直接转化成总产出及经济增长的重要组成部分。全要素生产率提升不仅可以直接转化为产出，从而促进经济增长，还可以通过影响物质要素和劳动的投入来影响总产出及经济增长，即全要素生产率提升可以让更多的物质要素和劳动成为投入要素，从而扩大生产可能性边界。

借鉴全要素生产率与经济总产出关系的分析思路，本文认为，城市竞争力是由物质硬要素与知识软要素相结合创造的。在城市竞争力的形成过程中，同样的物质硬要素投入只能等量地产出城市竞争力，要想通过改变物质要素投入扩大竞争力总产出，只有增加物质要素投入。而知识软要素投入在形成和转化成城市竞争力产出时，即便不增加软要素投入，也可以放大物质硬要素的产出进而增加总产出。城市竞争力与城市竞争力效率的关系也是城市竞争力总产出与软要素之间的关系。构成城市竞争力效率的软要素包括科技创新、科技效率和制度文化等。城市竞争力效率对城市竞争力的大小及其提升具有双重决定作用。首先，城市竞争力效率作为直接的软要素转化成竞争力产出；其次，城市竞争力效率作为间接因素影响直接因素发挥作用，更高的效率可能吸引更多的物质要素作为城市竞争力的硬投入。因此，城市竞争力效率才是城市竞争力提升的主要源泉。

## （二）城市竞争力效率理论构建

基于上述分析，本文借鉴全要素生产率的概念、测度和分解理论，尝试构建城市竞争力效率理论。城市竞争力效率是一个包含概念、测度和分解的理论与方法的双层体系，一是由城市竞争力投入产出萃取的竞争力效率及指数，二是由城市竞争力效率所分解的软影响因素。

### 1. 城市竞争力的生产函数

借鉴经济总产出的生产函数方式，城市竞争力的生产函数意味着城市竞争力总产出应由城市竞争力的硬要素投入和城市竞争力效率（即“索洛余值”）共同构成。基于杨晓兰和倪鹏飞（2017）提出的竞争力概念框架，本文将由经济增量和经济密度合成的经济竞争力水平作为城市竞争力的产出变量，将可度量的两类硬要素（代表资本要素的基础设施建设水平和代表劳动力要素的城市劳动水平）作为城市竞争力的硬要素投入。

### 2. 城市竞争力效率的概念

借鉴全要素生产率的概念，即衡量一个企业在等量要素投入条件下的产出与最大产出（前沿面）的距离，城市竞争力效率可视为城市竞争力产出与最大产出的距离。基于城市竞争力的生产函数，将城市竞争力硬要素从城市竞争力总体产出中扣除，剩下的城市竞争力软要素也就是城市竞争力效率。同样，借鉴全要素生产率的计算方法（如 DEA 方法），也可以计算出城市竞争力效率。

### 3. 城市竞争力效率的分解

全要素生产率主要包括技术与制度等软要素，现有文献主要将全要素生产率分解为技术进步、配置效率、技术效率变化和规模效率等，其中第一项属于技术进步，后三项属于制度环境。基于前述文献，尤其是倪鹏飞等（2003）有关软要素的理论研究与实证检验，城市竞争力效率可以分解成三个方面：科技创新、要素耦合和制度环境，分别代表类似于全要素生产率分解的技术进步、配置效率和技术效率。科技创新对应着生产函数中的技术进步。经济学意义上的技术进步指的是生产前沿面整体向外移动，即在技术上实现以同样的投入组合生产出更多的产出，所对应的是生产函数的整体改变，这种改变来源于再生产中一系列科技研究与应用的提升。就城市竞争力而言，一般体现在城市科研和转化能力的进步上。要素耦合对应生产函数中的资源配置效应，即通过提高各种资源要素间的协调性，使得资源得到优化配置和合理利用从而发挥更大的作用。配置效率在根本上也是属于制度效率，因为只有完善的市场经济制度，资源才能最优配置。制度环境对应着生产函数中的生产效率（即技术效率）变化，具体分为内外两个方面，内部生产效率表现在组织管理形式的提高以及各环节信息传递和处理反馈速度的加快，外部生产效率则重点考察城市法治水平、营商环境等一系列要素。另外，在生产函数中，规模效率的变化也会影响全要素生产率。对于城市竞争力效率，城市和城市群的规模同样会在一定程度上改变城市竞争力效率水平。当然，相对于微观主体，城市竞争力的规模报酬情况较难确定，但在研究中也应加以控制，例如使用规模报酬可变（Variable Returns to Scale, VRS）方式测算城市竞争力效率，以剔除规模报酬变化的影响。

#### （三）城市竞争力效率计算方法

城市竞争力效率的测算也可以借鉴全要素生产率的测算方法。根据 DEA 方法的基本原理，设有  $n$  个决策单元（城市），每个决策单元有输入向量  $X_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jm})$ ，输出向量  $Y_j = (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{js})$ ，对任意决策单元  $DMU_j$  基于凸性、锥性、无效性和最小性的公理假设，由生产可能集  $T = \{ (X, Y) \mid \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j \leq X, \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq Y, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \}$  可以得到如下规模报酬不变（Constant Returns to Scale, CRS）的 DEA 模型（Charnes et al., 1978）：

$$\left\{ \begin{array}{l} \min[\theta - \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)] \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0}, i \in (1, 2, \dots, m) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{r0}, r \in (1, 2, \dots, s) \\ \theta, \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (1)$$

其中， $x_{ij}$  和  $y_{rj}$  分别表示第  $i$  个输入变量和第  $r$  个输出变量； $\lambda_j$  是输入输出指标的权系数； $m$  和  $s$  分别表示输入和输出指标的个数； $x_{i0}$  和  $y_{r0}$  分别表示第  $j_0$  个 DMU 的第

$i$  项输入和第  $r$  项输出;  $s_r^+$  和  $s_i^-$  分别为松弛变量和剩余变量;  $\varepsilon$  为非阿基米德无穷小, 一般取  $10^{-6}$ 。通过式 (1) 计算得到技术效率, 可以看出城市的各项投入是否得到有效运用, 值越大表示运用效率越高。

规模报酬不变的假设隐含着差异化的城市可以通过增加投入等比例地扩大产出规模, 也就是说城市的竞争力高低不影响其效率值。这一假设与实际差距较大, 大城市和新兴小城市之间无疑存在很大差异, 市场环境与文化差异等因素都可能导致城市难以在统一的规模下运行, 被考查城市的竞争力并不是全部处于最佳规模, 使得技术效率与规模效率混在一起。对  $DMU_j$  仅基于凸性、锥性和无效性的公理假设, 由生产可能集  $T = \{ (X, Y) \mid \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j \leq X, \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq Y, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \}$  可以得到规模报酬可变的 DEA 模型 (Banker et al., 1984):

$$\left\{ \begin{array}{l} \min [\theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)] \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0}, i \in (1, 2, \dots, m) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0}, r \in (1, 2, \dots, s) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \theta, \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (2)$$

规模可变的假设使得计算技术效率时可以去除规模效率 (Scale Efficiency, SE) 的影响, 从而得到纯技术效率 (Pure Technical Efficiency, PTE)。式 (2) 可用来测度  $DMU_j$  的技术效率是否最佳, 如果  $\theta = 1$  且投入约束无松弛, 表明技术效率最佳, 否则为技术非有效; 同时基于式 (1) 和式 (2) 的结果, 可以计算出  $DMU_j$  的规模有效性。

在此基础上, 本文进一步引入 SBM-VRS 模型 (Tone, 2002), 松弛变量反映了经济上更关心的决策单元过度投入和产出不足的程度, 并且这种程度只受指定的决策单元影响, 而与数据集的其他决策单元无关。这种计算对于相对距离较为分散的城市单元而言更为合适, SBM-VRS 模型如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \rho = \left[ \frac{1 - (1/m) (\sum_{i=1}^m s_i^- / x_{i0})}{1 + (1/s) (\sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{r0})} \right] \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_0, i \in (1, 2, \dots, m) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_0, r \in (1, 2, \dots, s) \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (3)$$

其中， $\rho$  为效率值， $\lambda$  表示权重向量，其余变量参数含义同前文。对其线性规划求解即可得到效率参数估算值，与传统模型比较，SBM 模型考虑的是投入和产出差异的最大化，而传统模型考虑的是两者比值的最大化，一般而言，SBM 模型得到的数值小于传统模型，有些时候更利于决策单元间的相互比较和评价。

### 三、指标体系和计量模型

#### （一）城市竞争力效率的指标体系

基于城市竞争力效率的理论框架，本文将劳动力资源（ $LR$ ）和基础设施（ $IN$ ）作为要素投入，而将城市竞争力指数（ $UCI$ ）作为产出，并将科技创新（ $TI$ ）、要素耦合（ $CO$ ）、制度成本（ $SC$ ）和制度便利（ $SE$ ）作为分解项，分别代表城市竞争力效率的技术进步、配置效率和技术效率变化，构建城市竞争力效率（ $CE$ ）的指标体系，具体指标如表 1 所示。

表 1 城市竞争力效率计算及分解的指标体系

分类	指标	指标意义及说明
计算指标	$UCI$	城市竞争力产出指标,包括经济增量、经济密度
	$LR$	劳动力资源指标,包括劳动力人口数量、青年人口占比、大学指数
	$IN$	基础设施指标,包括航运便利度、宽带用户量、航空线数、机场距离的对数
分解指标	$TI$	科技创新指标,包括专利指数、论文指数
	$CO$	要素耦合指标,根据各要素计算的要素耦合协调度
	$SC$	制度成本指标,包括贷款利率、税收占 GDP 比重、人均收入与基准宾馆价格的比值
	$SE$	制度便利指标,包括经商便利度、经济自由度

需要指出的，以上指标都是合成指标，即每个指标分别由若干具体指标构成。构建和测算城市竞争力效率首先要计算城市竞争力指数。城市竞争力是城市在其空间范围内创造价值、获取经济租金的规模、水平和增长。基于指标最小化原则，本文选择经济密度（地均 GDP）和经济增量（GDP 增量）的合成指数综合反映城市竞争力。考虑到数据的可信度和研究的共识性（一般认为人均 GDP 是反映经济发展水平的主要指标），实际测算中对经济密度使用人均 GDP 进行修正，经济增量则采用连续 5 年的平均增量，在无量纲化处理后等权加总并进行指数化处理。<sup>①</sup> 除耦合协调度引自倪鹏飞等（2018），其他指标同样经过无量纲化处理后进行等权合成，相关数据来源于中国社会科学院城市与竞争力指数数据库。

#### （二）样本选择与数据来源

样本的广泛性和典型性关系到研究结论的准确性和价值，由于全球城市的时间序

<sup>①</sup> 具体计算方法见倪鹏飞等（2018）。



列数据采集相对困难,本文采用大样本的截面数据进行分析。根据联合国经济和社会事务部2015年发布的《世界城市化展望》,本文以人口规模超过50万人的城市为样本,并纳入中国所有地级及以上城市,在全球范围内共选出1007个样本城市。在1007个城市中,空间上涉及六大洲的136个国家或地区,具体包括566个亚洲城市、126个欧洲城市、131个北美洲城市、102个非洲城市、75个南美洲城市、7个大洋洲城市。这1007个样本基本涵盖了当今世界不同地域和不同发展水平的城市。需要指出的是,本文的城市口径使用的是大都市区(MSA)口径,数据来源于中国社会科学院城市与竞争力指数数据库。由于全球城市的数据具有一定的滞后性,本文的截面数据除特别说明外均为2017年数据,经济增量的计算采用2012—2017年的GDP数据。

### (三) 城市竞争力效率的计算结果

根据上述方法和数据,本文计算出全球1007个城市的城市竞争力效率,发现城市竞争力效率与城市竞争力指数有高度的相关性,两者之间的排名差异很少超过200名,并显示出诸多共同特征,如排名较高的城市往往发达国家城市占比较高、其科研水平和公共治理水平也较高等。但是两者也存在一些差异,如城市竞争力排名较高的城市往往整体规模较大,而城市竞争力效率排名较高的城市的平均规模并不大。表2列出了城市竞争力效率排名前30位的城市,除了城市竞争力位列前三的纽约、洛杉矶和新加坡之外,只有圣何塞(第8位)、达拉斯(第10位)、布里奇波特(第29位)和特拉维夫(第30位)的城市竞争力排名进入前30,可见大城市在城市竞争力效率比较中并不占优势。

表2 城市竞争力效率排名前30位

效率排名	城市	所属国家	指数排名	效率值
1	纽约	美国	1	1
2	洛杉矶	美国	2	1
3	圣何塞	美国	8	1
4	珀斯	澳大利亚	39	1
5	埃森	德国	75	1
6	广岛	日本	105	1
7	火奴鲁鲁	美国	170	1
8	布里奇波特-斯坦福德	美国	29	0.94
9	海牙	荷兰	117	0.893
10	特拉维夫-雅法	以色列	30	0.859
11	纳什维尔-戴维森	美国	51	0.835
12	奥勒姆	美国	122	0.835
13	达拉斯-佛尔沃斯堡	美国	10	0.816
14	多特蒙德	德国	87	0.811
15	丹佛	美国	43	0.793
16	黄金海岸	澳大利亚	110	0.787
17	明尼阿波利斯	美国	52	0.769
18	新加坡	新加坡	3	0.763

续表

效率排名	城市	所属国家	指数排名	效率值
19	静冈 - 滨松大都市圈	日本	236	0.757
20	拉斯维加斯	美国	56	0.755
21	印第安纳波利斯	美国	108	0.751
22	北九州 - 福岡大都市圈	日本	169	0.746
23	哈特福德	美国	123	0.735
24	科泉市	美国	147	0.735
25	米尔沃基	美国	59	0.727
26	激流市	美国	151	0.727
27	蔚山	韩国	82	0.721
28	斯图加特	德国	32	0.719
29	弗吉尼亚比奇	美国	97	0.717
30	安特卫普	比利时	92	0.715

注：本文剔除了城市竞争力指数排名在 500 名之后的 4 个城市。

此外，除了 4 个城市来自亚洲外，城市竞争力效率排名前 30 的城市均为欧洲或美国城市，并且 30 个城市都来自 OECD 国家。由城市竞争力指数和城市竞争力效率的核密度估计（见图 1 和图 2）可以看出，相对于城市竞争力指数，城市竞争力效率的数值分布更加趋向于正态分布，其均值和中位数都在 0.35 左右，也就是说将要素投入和规模报酬的差异从城市竞争力指数中剔除之后，剩下的城市竞争力效率在数值层面上更加符合正态分布，这意味着城市竞争力中以制度和科技进步为代表的影响因素分布更加均衡。当一个城市发展到某个阶段后，可能会因为要素投入和规模效率而提升了竞争力，而大量未能突破瓶颈的城市则无法通过增加投入提升竞争力，所以表现出左偏的分布。但更加需要重视的是要素投入之外，即城市在创新、要素配置和制度环境上的差异性。

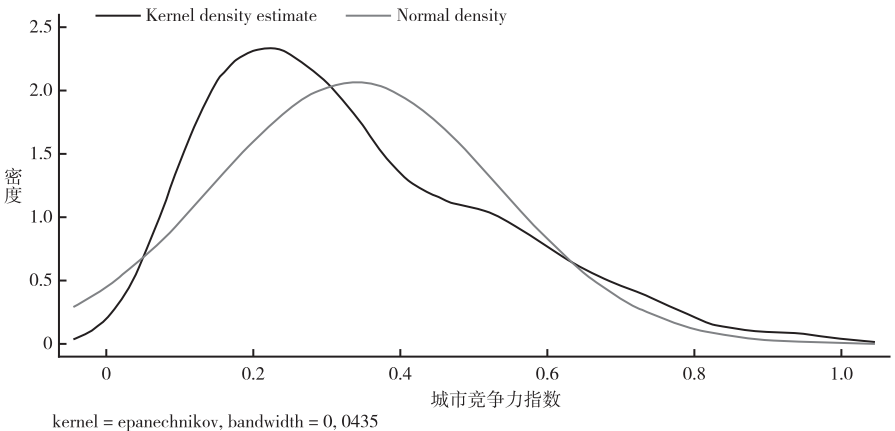


图 1 城市竞争力指数的核密度估计

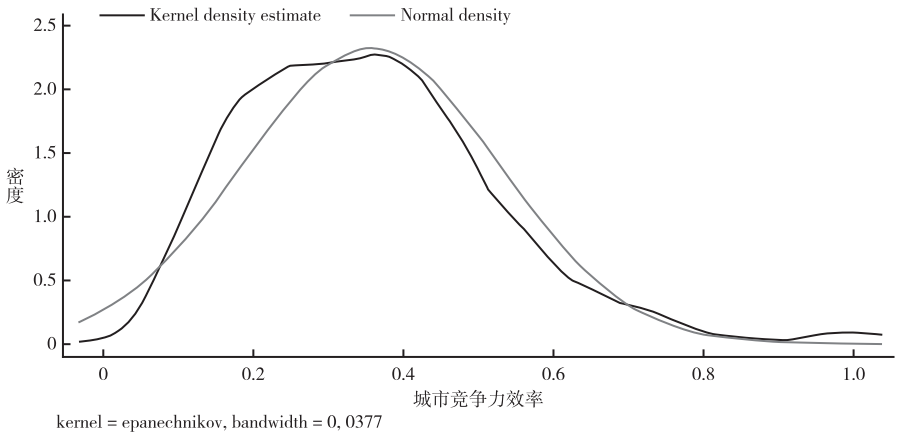


图2 城市竞争力效率的核密度估计

#### (四) 模型设定

为检验各项因素对城市竞争力效率的影响，本文采用 OLS 和聚类标准误进行估计，具体模型如下：

$$CE_i = \beta_0 + \beta_1 TI_i + \beta_2 CO_i + \beta_3 SC_i + \beta_4 SE_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

其中， $i$  表示城市， $\beta$  表示截距与各个解释变量的系数， $\varepsilon_i$  表示服从标准正态分布的随机干扰项。式 (4) 为基准回归模型，在实证中，本文增加了各项因素与大洲虚拟变量 (*continent*)<sup>①</sup> 的交互项，以考察各项因素的作用是否受不同大洲的影响。此外，为剔除规模报酬变化的影响，本文还在回归中对城市群规模进行控制，以所在城市群的城市个数表示城市群规模 (*citycohort*)。

模型主要变量的描述性统计如表 3 所示。可以发现，技术进步的总体水平较低，但是标准差相对较大，表明多数城市的技术水平较低；相对而言，制度成本和制度便利的均值较高而标准差较小，表明样本城市制度环境的差距相对较小；就要素耦合而言，虽然其均值较高，但是标准差也较大，表明样本城市在要素耦合方面一部分特别好，一部分特别差；城市群规模的均值大于 9，而中位数为 0，表明样本城市城市群规模大小分布差异较大。

表3 变量的描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
<i>CE</i>	1007	0.357	0.172	0.005	0.340	1
<i>TI</i>	1007	0.187	0.191	0	0.129	1
<i>CO</i>	1007	0.481	0.199	0	0.515	0.952

① 大洲虚拟变量的设置为亚洲=1，欧洲=2，非洲=3，大洋洲=4，北美洲=5，南美洲=6。

续表

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
<i>SC</i>	1007	0.560	0.163	0	0.555	1
<i>SE</i>	1007	0.625	0.145	0	0.601	1
<i>citycohort</i>	1007	9.232	14.98	0	0	54

## 四、城市竞争力效率影响因素的实证分析

### (一) 基准回归

为了验证城市的不同因素对于城市竞争力效率的影响，本文首先区分不同因素进行全样本的基准回归分析，结果如表4所示。

表4 不同因素对城市竞争力效率的影响

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>TI</i>	0.372 *** (11.59)				0.160 *** (3.74)
<i>CO</i>		0.278 *** (9.01)			0.121 *** (3.29)
<i>SC</i>			0.474 *** (13.81)		0.371 *** (12.50)
<i>SE</i>				0.511 *** (8.05)	0.184 *** (3.14)
<i>citycohort</i>	0.001 *** (4.03)	0.002 *** (5.49)	0.002 *** (7.32)	0.002 *** (7.73)	0.001 *** (3.74)
<i>FE(continent)</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Robust S. E.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	1007	1007	1007	1007	1007
$R^2\_a$	0.345	0.305	0.374	0.325	0.461
<i>F</i>	63.888	55.718	92.416	55.974	82.729

注：括号内为t统计量，\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

表4中，回归结果(1)代表科技创新对城市竞争力效率的影响；回归结果(2)代表要素耦合水平对城市竞争力效率的影响；回归结果(3)和(4)代表不同的市场环境对城市竞争力效率的影响，即外部生产效率的影响；回归结果(5)将上述因素放到一起进行多元回归，观察多因素对于城市竞争力效率的影响。由基准回归结果可知，无论是科技因素、耦合因素还是市场因素，都能够高度显著地正向影响城市竞争力效率。

### (二) 不同大洲的差异

为了考察各项因素对城市竞争力效率影响的洲际差异，本文使用代表各大洲的虚

拟变量与每个影响因素进行交互项回归,结果如表5所示。相对于亚洲城市而言,欧洲城市的要素耦合与制度便利对于城市竞争力效率的贡献更大,而其他因素差异不明显,这表明在欧洲成熟的市场环境中,配置效率和技术效率对城市发展的影响更大;北美洲城市的要素耦合对城市竞争力效率的贡献相对于亚洲城市更大,表明其在配置效率上拥有优势;非洲和南美洲城市的各项因素的影响相对于亚洲城市而言都较小,大洋洲也大致类似。

表5 各项因素对城市竞争力效率影响的洲际差异(以亚洲为基准)

	<i>TI</i>	<i>CO</i>	<i>SC</i>	<i>SE</i>
亚洲	0.431 *** (10.03)	0.301 *** (8.18)	0.589 *** (9.76)	0.767 *** (9.16)
欧洲	0.042 (0.53)	0.211 * (1.90)	0.046 (0.50)	0.354 ** (2.29)
非洲	-0.425 *** (-3.40)	-0.295 *** (-3.00)	-0.356 *** (-3.67)	-0.891 *** (-5.39)
大洋洲	-1.445 *** (-6.17)	-2.197 *** (-4.44)	-0.202 (-0.47)	-3.175 ** (-2.36)
北美洲	-0.115 (-1.43)	0.272 * (1.70)	-0.094 (-1.00)	-0.100 (-0.34)
南美洲	-0.447 *** (-4.65)	-0.184 *** (-2.65)	-0.466 *** (-5.55)	-0.748 *** (-6.50)
<i>citycohort</i>	0.001 *** (3.82)	0.002 *** (4.64)	0.002 *** (6.64)	0.002 *** (6.30)
FE( <i>continent</i> )	Yes	Yes	Yes	Yes
Robust S. E.	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	1007	1007	1007	1007
$R^2_a$	0.363	0.331	0.392	0.388
F	41.894	38.729	59.625	.

注:括号内为t统计量,\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

### (三) 分位数回归

上述结论可能受两方面的影响,一是各大洲和各国文化、政治、法律和地理等方面的差异,二是发展阶段不同所导致的结果。本文进一步使用分位数回归的思路,以考察不同效率水平上科技创新、要素耦合与制度环境的影响差异,回归结果如表6和图3所示。就科技创新而言,一方面,科技创新对城市竞争力效率稳健地产生正面影响;另一方面,随着城市竞争力效率的提升,科技创新对于效率的影响不断变大。这意味着,在全球范围内,对于竞争力产出高效率的城市,科技的发展会变得更加重要,也更有价值。就要素耦合而言,耦合水平对城市竞争力效率同样稳健地产生正面影响,但并没有像科技创新那样不断加强,而是基本稳定。这意味着耦合水平对城市竞争力效率的影响与城市竞争力效率的高低关系不大,无论是效率高的城市还是效率

低的城市，都应考虑硬要素均衡发展。就制度环境而言，制度环境指标与科技创新类似，系数总体上不断变大，意味着对于竞争力效率越高的城市，其制度环境对城市竞争力效率的正向影响越大，这对新兴城市和大城市的发展具有一定的参考价值。

表 6 分位数回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	10%分位	25%分位	50%分位	75%分位	90%分位
<i>TI</i>	0.1163 *** (3.21)	0.0793 ** (2.33)	0.1699 *** (4.21)	0.1978 *** (3.66)	0.1652 * (1.95)
<i>CO</i>	0.1449 *** (3.32)	0.1624 *** (5.27)	0.1294 *** (5.33)	0.1164 ** (2.35)	0.1715 *** (3.16)
<i>SC</i>	0.2891 *** (8.97)	0.3610 *** (9.57)	0.3846 *** (11.05)	0.4504 *** (9.62)	0.5379 *** (7.37)
<i>SE</i>	0.2277 *** (3.50)	0.2099 *** (2.74)	0.2082 *** (4.04)	0.2536 *** (4.14)	0.1868 ** (2.21)
FE( <i>continent</i> )	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>citycohort</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	1007	1007	1007	1007	1007

注：括号内为 t 统计量，\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著。

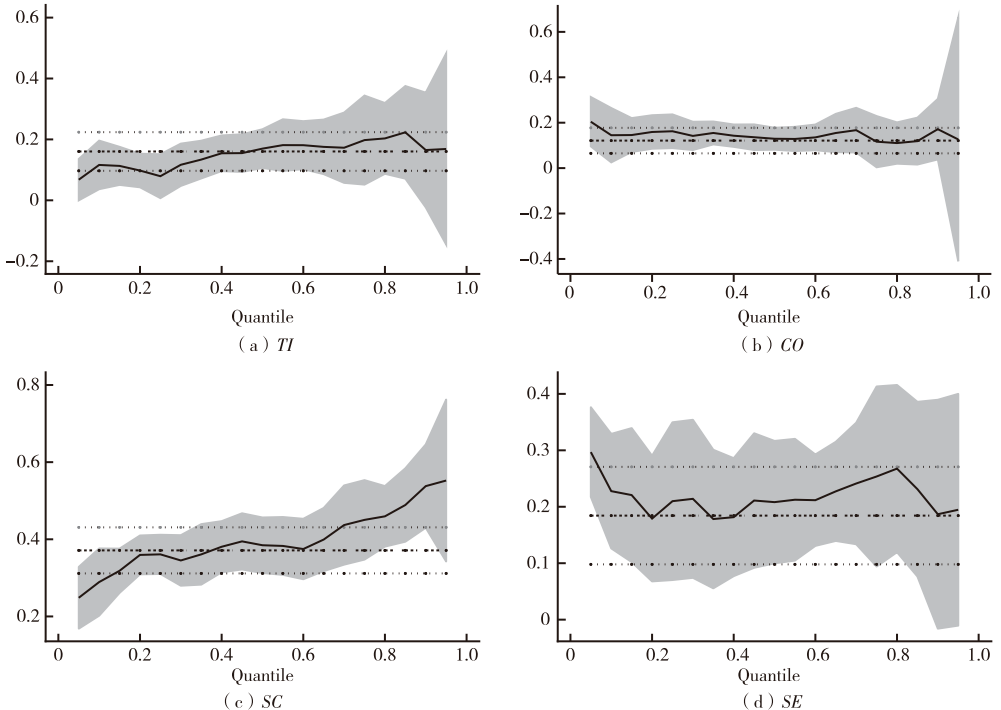


图 3 分位数回归的系数变化与置信区间

## 五、结论与启示

城市经济竞争力对于城市经济发展、居民福利提升和企业利润创造十分重要,而以较少要素投入获得更大产出的竞争力效率对城市竞争力的可持续提升更为关键。借鉴生产函数及全要素生产率的概念框架,本文提出并界定了城市竞争力效率概念,构建了城市竞争力效率指标体系,讨论了城市竞争力效率的测算方法,探索了城市竞争力效率的分解,初步形成了城市竞争力效率的理论框架和测度方法。在此基础上,本文进一步采用DEA方法对全球1007个城市的城市竞争力效率进行估算,并对技术进步、配置效率和技术效率变化三大因素及其影响机制进行了研究。实证结果表明,第一,科技进步和制度环境改善会对城市竞争力效率造成显著的正向直接影响;第二,亚洲、美洲和欧洲的科技创新和制度环境对城市竞争力效率的影响大致相当,同时优于其他大洲;第三,随着城市竞争力效率的提升,科技创新对城市竞争力效率的影响不断增强,而要素耦合对不同城市竞争力效率水平城市的影响差别不大。

本文的理论与实证分析及其结论具有重要的政策启示意义。首先,城市竞争力效率不仅影响城市竞争力的大小,更决定城市竞争力的持续提升。因此,在全球化和数字化的时代,要提升城市竞争力尤其要注意提升城市竞争力效率,而不能仅仅依靠简单直接的增加要素投入。其次,城市竞争力效率主要由城市竞争力软因素创造,而无论是科技进步、要素耦合还是制度环境,所有优质的软环境都离不开创新,提升城市竞争力效率需要加快创新。其中,制度创新更为基础和关键,但同时也更加困难,形成以制度创新为基础的创新体系对城市提升竞争力效率十分重要。再次,城市竞争力效率是在不同软因素的共同作用下形成的,而不同城市的比较优势不同,在提升城市竞争力的过程中,不同城市应当根据当地经济发展的特征,有差别、有重点地提升城市的特定要素。例如,发达城市应重点提升金融服务和科技创新水平,保证最快、最大程度提高城市竞争力效率;而低效率的城市应优先改善要素耦合水平;不同城市在充分利用各自外生比较优势的同时,也应积极主动创造内生比较优势。

有鉴于城市竞争力与经济产出有所不同且更加复杂,本文借鉴全要素生产率进行的城市竞争力效率的理论与实证的探索是初步的。关于竞争力综合指数的科学构建、竞争力效率测算方法的优化选择、城市竞争力硬投入要素的准确界定、竞争力效率的合理分解等诸多方面仍有深化研究和不断完善的较大空间,也期待未来有更多的学者就城市竞争力效率等问题进行深入探索。

### 参考文献

曹清峰、倪鹏飞、马洪福(2021):《中国城市体系可持续竞争力的国际比较研究》,《河南社

会科学》第4期，第49—56页。

陈建斌、曹馨丹、肖紫宁等（2021）：《基于五大发展理念的城市创新竞争力评价及影响因素研究》，《重庆社会科学》第12期，第30—44页。

李平（2016）：《提升全要素生产率的路径及影响因素——增长核算与前沿面分解视角的梳理分析》，《管理世界》第9期，第1—11页。

刘笑男、李博（2021）：《国家信息中心城市的测度评价及比较分析》，《河南社会科学》第11期，第84—93页。

刘笑男、倪鹏飞（2019）：《中国大中城市竞争力的耦合协调度分析》，《河北经贸大学学报》第2期，第57—64页。

倪鹏飞、侯庆虎、江明清、陈国富（2003）：《中国城市竞争力报告 NO.1》，北京：社会科学文献出版社。

倪鹏飞、刘笑男、李博等（2018）：《耦合协调度决定城市竞争力——基于欧洲大中城市样本的分析》，《北京工业大学学报（社会科学版）》第6期，第30—38页。

倪鹏飞、王海波、徐海东等（2021a）：《全球城市竞争力：格局、层级与类型——基于全球1007个城市的聚类分析》，《江海学刊》第1期，第104—111页。

倪鹏飞、徐海东、刘笑男（2021b）：《耦合协调度与城市可持续竞争力——基于亚洲564个城市分析》，《社会科学战线》第2期，第70—77页。

王桂新、沈建法（2002）：《中国地级以上城市综合竞争力研究》，《复旦学报（社会科学版）》第3期，第69—77页。

王志刚、龚六堂、陈玉宇（2006）：《地区间生产效率与全要素生产率增长率分解（1978—2003）》，《中国社会科学》第2期，第55—66、206页。

邬琼（2016）：《我国全要素生产率的测算及分解》，《中国物价》第3期，第3—5页。

杨亮洁、杨晓蓉、杨永春（2021）：《城市内生竞争力与外生竞争力耦合协调研究——以成渝城市群为例》，《人文地理》第6期，第76—86页。

杨晓兰、倪鹏飞（2017）：《城市可持续竞争力的起源与发展评述》，《经济学动态》第9期，第96—110页。

郑世林、张美晨（2019）：《科技进步对中国经济增长的贡献率估计：1990—2017年》，《世界经济》第10期，第73—97页。

Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30 (9), pp. 1078 - 1092.

Bruneckienė, J. and J. Sinkienė (2015), "The Economic Competitiveness of Lithuanian-Polish Border Region's Cities: The Specific of Urban Shrinkage", *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 10 (4), pp. 133 - 149.

Budd, L. and A. Hirmis (2004), "Conceptual Framework for Regional Competitiveness", *Regional Studies*, 38 (9), pp. 1015 - 1028.

Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2 (6), pp. 429 - 444.

Copeland, M. A. (1937), "Concepts of National Income, Studies in Income and Wealth", in *Studies*



in *Income and Wealth*, Volume 1, New York: NBER, pp. 3 – 63.

Copeland, M. A. and E. M. Martin (1938), “The Correction of Wealth and Income Estimates for Price Changes”, in *Studies in Income and Wealth*, Volume 2, New York: NBER, pp. 85 – 135.

Deas, I. and B. Giordano (2001), “Conceptualizing and Measuring Urban Competitiveness in Major English Cities: An Exploratory Approach”, *Environment and Planning A: Economy and Space*, 33 (8), pp. 1411 – 1429.

Farrell, M. J. (1957), “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society : Series A (General)*, 120 (3), pp. 253 – 281.

Huggins, R. (2003), “Creating a UK Competitiveness Index: Regional and Local Benchmarking”, *Regional Studies*, 37, pp. 89 – 96.

Kresl, P. K. (1995), “The Determinants of Urban Competitiveness: A Survey”, in Kresl, P. K. and G. Gappert (eds.), *North American Cities and the Global Economy: Challenges and Opportunities*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications, pp. 45 – 68.

Krugman, P. R. (1994), “Competitiveness: A Dangerous Obsession”, *Foreign Affairs*, 73 (2), pp. 28 – 44.

Kumbhakar, S. C. and C. A. K. Lovell (2000), *Stochastic Frontier Analysis*, New York: Cambridge University Press.

Lever, W. F. and I. Turok (1999), “Competitive Cities: Introduction to the Review”, *Urban Studies*, 36 (5/6), pp. 791 – 793.

Martin, R. L. (2003), *A Study on the Factors of Regional Competitiveness: A Draft Final Report for the European Commission Directorate-General Regional Policy*, Rotterdam: ECORYS-NEI.

OECD (2006), *OECD Territorial Reviews: Competitive Cities in the Global Economy*, Paris: OECD Publishing.

Porter, M. E. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free Press.

Rondinelli, D. A. and G. Vastag (1998), “Urban Economic Growth in the 21st Century: Assessing the International Competitiveness of Metropolitan Areas”, in Richard, B. (ed), *Migration Urbanization and Development: New Directions and Issues*, Norwell, MA: Kluwer, pp. 469 – 514.

Sinkienė, J. (2009), “Competitiveness Factors of Cities in Lithuania”, *Public Policy and Administration*, (29), pp. 47 – 53.

Steinle, W. J. (1992), “Regional Competitiveness and the Single Market”, *Regional Studies*, 26 (4), pp. 307 – 318.

Storper, M. (1995), “Regional Technology Coalitions An Essential Dimension of National Technology Policy”, *Research Policy*, 24 (6), pp. 895 – 911.

Storper, M. (1997), *The Regional World: Territorial Development in a Global Economy*, New York: the Guilford Press.

Tone, K. (2002), “A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 143 (1), pp. 32 – 41.

# Technological Progress, System Environment, and Urban Competitiveness Efficiency —Analysis Based on Data from Global 1007 Cities

NI Peng-fei<sup>1</sup>, LI Qi-hang<sup>2</sup>, LI Bo<sup>3</sup>, LIU Xiao-nan<sup>4</sup>

(1. National Academy of Economic Strategy, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100006, China;

2. Longshan Honors School, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

3. School of Management, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China;

4. Tehua Postdoctoral Programme, Beijing 100029, China)

**Abstract:** Referring to the conceptual framework of production function and total factor productivity, this paper tentatively puts forward the concept of urban competitiveness efficiency, as well as the theory and method of index construction, measurement and decomposition. Using the outputs (competitiveness index) and inputs (labor resources index and infrastructure index), the competitiveness efficiency of 1007 cities in the world is calculated. The effects of technological progress (scientific and technological innovation index), allocation efficiency (factor coordination index) and technological efficiency change (system cost index and system convenience index) on the efficiency of urban competitiveness are tested. Furthermore, this paper analyzes the differences of the effects of three types of factors on efficiency in cities in different development stages, as well as the differences of the effects of three types of factors on efficiency in cities on different continents. It is found that the urban competitiveness efficiency is highly positive correlated with the urban competitiveness index. Technological progress, allocation efficiency and technological efficiency change have a significant positive impact on the improvement of urban competitiveness efficiency; There are significant differences in the effects of technological progress, allocation efficiency and technological efficiency changes on urban competitiveness efficiency among continents; Technological innovation and doing business have become the key factors to improve urban competitiveness efficiency.

**Key Words:** urban competitiveness; urban competitiveness efficiency; SBM method

责任编辑：庄立