

# 倒“U”型城市规模效率曲线及其政策含义

——基于中国地级以上城市经济、社会和环境效率的比较研究<sup>\*</sup>

王业强

**内容提要:**关于城市规模问题在中国城市化进程中受到广泛关注,各种关于城市规模的理论和政策争论的焦点在于,城市规模效率与城市规模之间的倒“U”假说是否成立。本文利用数据包络分析(DEA)中的 BCC 模型、超效率模型和 Tobit 回归模型,系统测算和分析了中国城市 and 地级市及以上城市 2005—2010 年的规模效率及其与城市规模之间的关系。总体来看,中国城市规模效率与其规模正相关,地级市及以上城市经济、社会和环境规模效率与其规模基本上呈“倒 U”型关系,倒“U”曲线顶点对应的城市规模对城市发展具有较强的政策含义。据此,本文提出“促进中小城市发展、限制超大城市、完善城市管理、协调区域城市发展”的政策思路。

**关键词:**城市发展 倒“U”规模效率 超效率 Tobit 回归

**作者简介:**王业强,中国社会科学院城市发展与环境研究所助理研究员、博士,100005。

**中图分类号:**F291.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2012)11-0127-10

进入 21 世纪,中国工业化、城镇化加速发展,城市人口规模不断扩大,各大都市圈在空间上不断扩张,城镇化逐渐成为推动中国经济持续增长的重要力量。但是,随着城市规模的日益增大,城市交通、教育、医疗、养老、环境污染等问题逐渐突显。关于城镇化道路的选择,尤其是城市规模问题,不可避免地成为中国城镇化过程中迫切需要解决的现实问题。

## 一、国内外关于城市化道路的争论

中国一直坚持实行“严格控制大城市规模,合理发展中小城市,积极发展小城镇”的城市规模政策。从 20 世纪 80 年代中期的“小城镇,大问题”上升到 90 年代末期的“小城镇,大战略”,小城镇在我国城市体系中的地位更加突显出来。2001 年 3 月,九届全国人大四次会议批准的“十五”计划提出,“有重点地发展小城镇,积极发展中小城市,完善区域性中心城市功能,发挥大城市的辐射带动作用,引导城市密集区有序发展。”显然,“十五”计划所强调的城市发展重点仍然是小城镇和中小城市。为了突出这一意图,“十五”计划还特别强调,要“防止盲目扩大城市规模”。但是,事与愿违,尽管国家政策层面一直强调要控制大城市的规模扩张,但中国城市化发展的实践是与国家战略要求背道而驰的。由表 1 可以看到,200 万人口以下的城市人口比重在不断下降,而 200 万人口以上的城市人口比重则在不断上升。中国人口向 200 万以上规模的超大城市集聚的特点比较明显。

<sup>\*</sup> 本文是国家社会科学基金重大项目《走中国特色新型城镇化道路》(项目号:08&ZD044),及中国社会科学院 2012 年重点课题《中国城镇规模效益比较研究》(课题编号:YZDB2012)的阶段性研究成果。作者感谢魏后凯、李景国、刘勇、高春亮、吴利学等在课题讨论会上提出的修改建议。文责作者自负。

与此同时,国内学术界围绕大城市发展论、小城镇发展论、中等城市发展论、两极发展论、多元发展论、超大城市规模控制论展开了激烈的争论。大城市论的主要支持者有胡兆量(1984)、王元(1985)、高佩义(1991)、王小鲁和夏小林(1999)、陈伟民和蒋华园(2000)、周铁训(2001)、刘永亮(2009)、王小鲁(2010)、肖文和王平(2011)。其中胡兆量(1984)首次提出了“大城市人口的超前发展规律”;高佩义(1991)通过大量资料的对比分析,论证了“大城市超前增长规律”;周铁训(2001)认为将一批大中城市发展成超大城市,形成巨型的城市带和大型城市群,是实现 2050 年城镇化战略目标的必由之路。王小鲁和夏小林(1999)认为中国应多发展百万人口以上大城市。王小鲁(2010)预测我国未来至少会增加上百座百万人口以上的大城市。而以费孝通为首的学者则提出小城镇发展论。郑亚平和聂锐(2010)等学者则赞成中等城市发展论;两极发展论认为应该重点发展大城市和小城镇,杨学成和汪冬梅(2002)等学者持有这种观点;受到最广泛支持的是多元发展论,该观点强调大中小城市的协调发展,赞成这种观点的学者主要有秦尊文(2003)、高鸿鹰和武康平(2007)、许抄军(2008)、刘爱梅和杨德才(2011)。其中高鸿鹰和武康平(2007)提出,应该快速增加 100 万人口以上城市分布比重,合理引导资本密集型产业向 50~100 万人口城市转移,适度地保护规模较小城市的发展。超大城市规模控制论得到了檀学文(2006)、郑亚平和聂锐(2010)、王小鲁(2010)、肖文和王平(2011)、刘爱梅和杨德才(2011)等学者的拥护,其中檀学文(2006)提出一个基于城市聚集经济原理的大城市过度规模假说,并用北京卫星城政策和卫星城人口变动数据进行了检验。

表 1 中国不同规模城市人口变化趋势 单位:%

| 城市人口规模    | 1992  | 1995  | 2000  | 2005  | 2009  | 2010  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 20 万以下    | 0.54  | 0.53  | 0.39  | 0.24  | 0.19  | 0.09  |
| 20~50 万   | 15.05 | 12.82 | 10.15 | 6.51  | 5.27  | 5.09  |
| 50~100 万  | 28.86 | 25.94 | 26.31 | 21.7  | 20.12 | 20.31 |
| 100~200 万 | 30.55 | 35.25 | 32.77 | 28.58 | 28.98 | 28.89 |
| 200~800 万 | 24.99 | 21.9  | 20.24 | 31.31 | 33    | 33.23 |
| 800 万以上   | 0     | 3.57  | 10.14 | 11.66 | 12.44 | 12.39 |

资料来源:《中国城市统计年鉴》(相关年份)。

国外对这一问题的争论也可以归为三类,即中小城市战略、大城市战略、大城市控制论。中小城市战略的研究者主要有 Southal (1979)、Rondinelli (1980)、Renaud (1981)、Hardoy 和 Satterthwaite (1986)、Gugler 等 (1988)、Blizer 等 (1988)。其中 Blizer 等 (1988) 就 1960—1989 年间有关第三世界中小城市的文献进行了综述,认为中小城市对迎合快速城市化、经济、社会和政治转变,以及提供最优的人类居住区都是很适宜的。然而,这一发展战略也面临着来自现实世界的挑战。强调重点发展大城市的代表人物是 McGee (1994),他发现发展中国家大城市的增长和城市化是不可避免的和规模巨大的。在是否控制城市人口规模的问题上,Howard (1988) 提出,城市的规模必须加以限制,每个田园城市的人口限制在 3 万人。

综上所述,各种理论观点争论的焦点在于,是否存在一个潜在的城市规模,在此之前,随着城市规模的扩大,城市的效率表现出不断提高的趋势;而在此之后,城市效率则随着城市规模的扩大呈现出下降趋势。也就是说,城市效率与城市规模之间呈倒“U”关系,本文将其定义为城市规模效率的倒“U”假说,并通过对中国城市规模效率进行测算,综合评估和比较中国各地区地级以上城市的规模效率,包括经济规模效率、社会规模效率和环境规模效率,以及城市规模效率与城市规模之间的关系,验证倒“U”型城市规模效率曲线在中国城市经济中的存在性,并对其最大规模效率对应的城市规模进行测算,进而在此基础上提出适合中国国情的城市规模政策。文章第二部分为模型、方法和数据,第三部分通过中国城市规模效率的综合评价,验证中国城市规模效率与城市规模之间的倒“U”关系;第四部分通过超效率模型以及 Tobit 回归,对中国城市规模效率的倒“U”关系进一步检验;第五部分对中国四大区域城市规模效率进行比较,并分别计算出四大地区城市规模效率曲线顶点对应的城市规模;第六部分为文章结论及政策建议。

## 二、模型、方法与数据

DEA 是一种利用非参数方法在多投入多产出情况下测算决策单元 (DMU) 相对效率的评估方法, 它不考虑 DMU 的生产技术, 直接利用 DMU 的投入—产出数据和数学规划方法, 构建出一个包含若干个 DMU 的处于相对有效前沿的效率面, 然后计算出某个给定 DMU 相对于那些处于效率面的 DMU 的效率水平。DEA 模型最早由 Charnes、Cooper 与 Rhode 三位学者于 1978 年提出, 并开发了最早的 DEA 模型—CCR 模型, 但该模型只能处理具有不变规模报酬特征的 DMU 的效率评估问题。1984 年, Banker、Charnes 和 Cooper 开发了 BCC 模型, 使 DEA 方法可用于分析可变规模报酬的生产技术。

### (一) BCC 模型与规模效率的计算

考虑  $N$  个 DMU, 它们可以把  $I$  种投入转换为  $J$  种产出。为了测度 DMU 投入、产出转换过程中的效率, Charnes 等建议使用最大化此 DMU 的加权产出与加权投入之比, 约束条件为所有其他 DMU 的类似比率小于等于 1, 即:

$$\text{Max} \theta^n = \frac{\sum_{j=1}^J u_j^n y_j^n}{\sum_{i=1}^I v_i^n x_i^n}; \text{ s. t. } \frac{\sum_{j=1}^J u_j^n y_j^n}{\sum_{i=1}^I v_i^n x_i^n} \leq 1; u_j^n, y_j^n \geq 0; i=1, \dots, I; j=1, \dots, J; n=1, \dots, N \quad (1)$$

其中  $y_j^n$  和  $x_i^n$  是第  $n$  个 DMU 的正的投入和产出,  $u_j^n$  和  $v_i^n$  是求解方程(1)得到的权重变量, 需要测算的 DMU 用  $n$  标注, 方程(1)求解到的  $\theta^n$  的最大值就是第  $n$  个 DMU 的 DEA 效率得分, 因为  $n=1, \dots, N$ , 因此这个最大化问题可以适用于每个 DMU。因为  $\theta^n$  的取值介于  $[0, 1]$  之间, 所以, 只有当某个 DMU 的  $\text{Max} \theta^n = 1$  时, 它才是 DEA 有效的, 否则就是无效的。该模型在 CCR 模型得出的技术效率 ( $TE_{CRS}$ ) 的基础上, 推导出纯技术效率 ( $TE_{VRS}$ ) 和规模效率 (SE), 即

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE \quad (2)$$

### (二) 超效率模型及 Tobit 回归

扩展之后的 BCC 模型尽管能够区分 DMU 的纯技术效率和规模效率, 但总的来看, 所有的样本只是被简单地划归为两组, 一组是处于效率前沿面的 DMU, 其效率得分均为 1, 而另一组则是得分小于 1 的无效率的 DMU。在实际情况下, 决策者的目的不仅是为了区分有效和无效的 DMU, 更是为了能对所有的 DMU 进行排序, 而 BCC 模型并不能区分出已经处于效率前沿面的 DMU 的相对效率水平。针对这一情况, Banker 和 Gifford (1988) 以及 Banker 等 (1989) 首次提出在测算时将有效的 DMU 从参考效率前沿面分离出去而在 CCR 模型的基础上构建超效率模型, 这一方法最终在 Andersen 等 (1993) 的努力下日臻成熟。超效率模型的数学表达式如式(3)所示:

$$\text{Max} \theta_k^{CCR\text{-}super} = \frac{\sum_{j=1}^J u_j^n y_j^n}{\sum_{i=1, n \neq k}^I v_i^n x_i^n}; \text{ s. t. } \frac{\sum_{j=1}^J u_j^n y_j^n}{\sum_{i=1, n \neq k}^I v_i^n x_i^n} \leq 1; u_j^n, y_j^n \geq 0; i=1, \dots, I; j=1, \dots, J; n=1, \dots, N \quad (3)$$

其中,  $k$  代表评价的某个 DMU, 其他符号同方程(1)。方程(3)与方程(1)的区别在于, 方程(1)对第  $k$  个 DMU 进行评价时, 该 DMU 的投入和产出是包括在内的, 而方程(3)将第  $k$  个 DMU 原来的投入和产出排除在外, 其投入和产出由其他 DMU 的投入和产出的线性组合代替。一个有效的 DMU 可以使其产出按比率减少, 而其技术效率保持不变, 其产出减少比率即其超效率减 1。因此, 在超效率模型中, 对于无效率的 DMU, 其效率值与 CCR 模型一致; 而对于有效率的 DMU, 则

表示该 DMU 即使再等比例地减少超效率评价值,它在整个样本集合中也仍能保持相对有效。

Tobit 模型是对部分连续分布和部分离散分布的因变量提出的一个经济计量学模型。一般情况下,如果自变量  $Y_i$  的取值在某个范围之内或者在数据整理时进行了截断,且  $Y_i$  与自变量  $X_i$  有关,则有如下线性回归模型:

$$Y_i = \beta_0 + \beta^T X_i + u_i \quad (4)$$

其中,  $i=1,2,3,\dots,I$ 。在本文中,  $Y_i$  为效率值,  $X_i$  是解释变量,  $\beta^T$  是未知参数向量,  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$ 。可以证明,当采用极大似然法对 Tobit 模型进行估计时,得到  $\hat{\beta}^T$  和  $\hat{\sigma}^2$  是一致估计量。

### (三)变量与数据的选取

如果将城市作为一个有机体,按照传统的生产函数理论,投入一定数量的劳动力、资本和土地要素,那么这个城市就能够像一个企业一样运转起来。对于城市产出,传统的生产函数更关注经济产出,而社会产出和环境产出却没有被纳入统一的生产函数之中。对此,本文将社会产出和环境产出作为城市经济产出的副产品,综合纳入城市效率问题的考察之中。因此,城市效率可用 BBC 模型和超效率模型中的综合技术效率和超效率表示,它是度量城市在现有规模报酬状况和技术水平下把一定投入转化为产出的能力。城市效率由规模效率和纯技术效率两部分组成:规模效率是度量城市规模报酬偏离规模报酬不变的程度,当城市规模报酬为不变时,城市规模效率最高;纯技术效率是度量城市在现有技术条件下把一定的投入转为产出的能力,城市现有技术水平越先进,其纯技术效率越高。

表 2 本文所选投入产出指标的统计描述

| 指标       | 代码         | 单位   | 观测值  | 均值       | 标准差      | 最小值    | 最大值      |
|----------|------------|------|------|----------|----------|--------|----------|
| 年末人口     | popu       | 万人   | 1716 | 130.94   | 162.61   | 14.62  | 1543     |
| 固定资产投资   | capi       | 万元   | 1716 | 3130280  | 5869963  | 32140  | 5.81E+07 |
| 土地面积     | land       | 平方公里 | 1716 | 2175.32  | 2559.52  | 80     | 27067    |
| GDP      | gdp        | 万元   | 1716 | 6077262  | 1.34E+07 | 142185 | 1.70E+08 |
| 第二、三产业产值 | nonagrigdp | 万元   | 1716 | 5883602  | 1.33E+07 | 102387 | 1.69E+08 |
| 专任教师数    | teac       | 人    | 1716 | 14516.47 | 18460.43 | 1355   | 151007   |
| 高校专任教师数  | colltech   | 人    | 1716 | 3821.38  | 7599.495 | 49     | 58122    |
| 图书藏量     | lib        | 千册   | 1716 | 1438.10  | 4813.71  | 13     | 67596    |
| 医院床位数    | hospbed    | 张    | 1716 | 6892.67  | 9752.45  | 375    | 99969    |
| 医院医生数    | doct       | 人    | 1716 | 3726.66  | 5569.02  | 200    | 62533    |
| 道路面积     | roadsqu    | 万平方米 | 1716 | 1233.56  | 1777.75  | 1      | 21490    |
| 公共汽车数    | bus        | 辆    | 1716 | 1093.9   | 2331.18  | 11     | 26796    |
| 电话用户数    | phone      | 万户   | 1716 | 189.30   | 355.86   | 11     | 3297.46  |
| 联网用户数    | net        | 户    | 1716 | 282685.6 | 1456049  | 91     | 5.17E+07 |
| 生活用水量    | water      | 万吨   | 1716 | 5047     | 10270.33 | 70     | 106738   |
| 生活用电量    | elect      | 万千瓦时 | 1716 | 73561.23 | 148114.1 | 1184   | 1689500  |
| 用燃气人口    | gas        | 人    | 1716 | 967599.2 | 1848444  | 33     | 2.31E+07 |
| 绿地面积     | greensqu   | 公顷   | 1716 | 5165.30  | 13274.11 | 23     | 168027   |

资料来源:《中国城市统计年鉴》(2006—2011)。

本文以年末人口数代表劳动力的投入,以全社会固定资产投资额代表资本投入,以市辖区土地面积代表土地投入。城市经济效率的产出指标为 GDP、第二、三产业产值,产出指标除 GDP 外还增加第二、三产业产值,旨在能考察城市经济结构的合理性;城市社会效率又进一步细分为教育、文化、医疗、通信、水电气供应和交通效率,其中,城市教育效率的产出指标为专任教师数、<sup>①</sup>高校专任教师数;城市文化效率的产出指标为公共图书馆图书藏量;城市医疗效率的产出指标为医院和卫生

<sup>①</sup> 它等于小学专任教师数、中学专任教师数和高校专任教师数的总和。

院床位数、医生数；城市通信效率的产出指标为电话用户数、<sup>①</sup>互联网用户数；城市水电气供应效率产出指标为生活用水量、生活用电量、用燃气人口；城市交通效率的产出指标为道路面积、公共汽车数；城市环境效率的产出指标为绿地面积；由于只有全市统计口径的废水、废物、废气排放量等数据，因而产出指标没有吸纳环境污染指标。各类指标的统计结果见表 2。

由于数据限制，此部分的考察时期选定为 2005—2010 年。数据来源是《中国统计年鉴 2006—2011》和《中国城市统计年鉴 2006—2011》，全部数据的统计口径均为市辖区。本文依据聚集经济理论，应用 EMS 软件的 BBC 模型和超效率模型以及 EVIEWS 软件的 Tobit 回归模型，测算和分析中国城市效率分布及其与城市规模的关系。一定时期的中国城市效率及其与城市规模关系的实证研究可以保证计算结果稳定性和判断其发展趋势。

### 三、中国城市规模效率倒“U”假说的统计描述

本文运用数据包络模型，首先对 2005 和 2010 年 286 个地级以上城市的效率进行了测算，并按照不同的城市规模进行了分类比较。结果发现，中国地级以上城市的规模效率与城市规模之间存在明显的“倒 U”关系。

1. 从经济效率角度看，2010 年，中国地级以上城市规模效率平均值为 0.663。按不同城市规模分组统计发现，城市规模在 500~800 万人之间的城市规模效率达到最高，为 0.958。小于这个规模的城市分组效率随着分组规模的提升，其平均效率值也逐步提高。但是，不同分组的城市规模增长率基本保持在 100% 左右，而规模效率的增长率在由小到大的城市规模分组之间的增长率则依次递减，从最大的 140% 降低到 2%；而对于 800 万人以上的城市分组来说，其平均城市规模效率为 0.784，比 500~800 万人城市规模分组的平均效率降低了 0.174，下降了 18.16%，而其平均规模则提高了 123%。2005 年数据计算结果也呈相同趋势。这充分说明，中国地级以上城市规模效率与城市规模之间是存在倒“U”关系的（见表 3）。

表 3 中国地级以上城市经济规模效率及环境规模效率比较 单位：万人、%

| 地 区       | 2005 年   |         |        |       |        |      | 2010 年   |         |        |       |        |       |
|-----------|----------|---------|--------|-------|--------|------|----------|---------|--------|-------|--------|-------|
|           | 城市规模     |         | 经济规模效率 |       | 环境规模效率 |      | 城市规模     |         | 经济规模效率 |       | 环境规模效率 |       |
|           | 平均<br>规模 | 增长<br>率 | 效率值    | 增长率   | 效率值    | 增长率  | 平均<br>规模 | 增长<br>率 | 效率值    | 增长率   | 效率值    | 增长率   |
| 全 国       | 127      |         | 0.764  |       | 0.298  |      | 136      |         | 0.663  |       | 0.333  |       |
| 20 万以下    | 18       |         | 0.286  |       | 0.042  |      | 17       |         | 0.1625 |       | 0.066  |       |
| 20~50 万   | 39       | 1.17    | 0.462  | 0.62  | 0.137  | 2.26 | 37       | 1.18    | 0.39   | 1.40  | 0.2    | 2.03  |
| 50~100 万  | 73       | 0.87    | 0.722  | 0.56  | 0.23   | 0.68 | 71       | 0.92    | 0.581  | 0.49  | 0.239  | 0.20  |
| 100~200 万 | 138      | 0.89    | 0.899  | 0.25  | 0.306  | 0.33 | 137      | 0.93    | 0.795  | 0.37  | 0.347  | 0.45  |
| 200~500 万 | 285      | 1.07    | 0.955  | 0.06  | 0.579  | 0.89 | 270      | 0.97    | 0.94   | 0.18  | 0.684  | 0.97  |
| 500~800 万 | 618      | 1.17    | 0.958  | 0.00  | 0.709  | 0.22 | 547      | 1.03    | 0.958  | 0.02  | 0.819  | 0.20  |
| 800 万以上   | 1058     | 0.71    | 0.804  | -0.16 | 0.888  | 0.25 | 1220     | 1.23    | 0.784  | -0.18 | 0.511  | -0.38 |

资料来源：同上。

2. 从社会规模效率的变化趋势来看，中国城市社会规模效率分别在 500 万人前后出现递减趋势。2010 年，中国教育、文化、医疗、交通、水电气和通信规模效率的平均值分别为 0.659、0.387、0.809、0.743、0.700、0.667。但是各项社会规模效率达到最大值的分组规模略有不同：教育规模效率在 200~500 万人分组达到最大，为 0.896；文化规模效率在 500~800 万人分组达到最大，为

<sup>①</sup> 它等于固定电话用户数和移动电话用户数的总和。

0.944; 医疗规模效率在 100~200 万人分组达到最大, 为 0.912; 交通规模效率在 200~500 万人分组达到最大, 为 0.965; 水电气供应规模效率在 500~800 万人分组达到最大, 为 0.908; 通信规模效率在 200~500 万人分组达到最大, 为 0.905。各项社会规模效率在达到最大之前, 各分组的平均效率依次随着规模提高不断提高, 但其提高幅度不断减小; 而在达到最大效率之后, 随着规模的提高, 平均效率均呈下降趋势, 具有较明显的倒“U”趋势(见下图)。

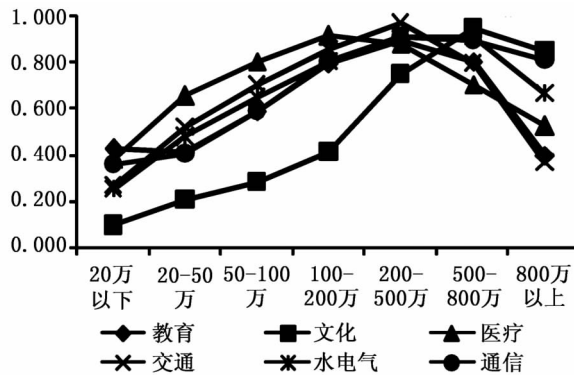


图 中国城市社会规模效率与城市规模关系

3. 从环境规模效率来看(见表 3), 2010 年, 中国地级以上城市的环境规模效率平均为 0.333。按照不同城市规模分组统计发现, 中国城市环境规模效率也是在 500~800 万人时达到最大值, 为 0.819。在城市环境规模效率达到最大值之前, 随着城市规模的扩大, 中国地级以上城市的环境规模效率是不断提高的。但按照不同规模分组统计看, 城市平均规模在不同分组之间的增长率始终保持在 100% 左右。也就是说, 不同分组之间的城市平均规模基本上是翻倍的, 但城市规模效率在不同分组间的增长速度是先加速, 后减速; 而在城市规模效率达到最大值后, 城市规模效率急剧下降, 800 万人以上城市的环境规模效率平均值为 0.511, 比 500~800 万人组的效率下降了 38%。但是, 观察 2005 年的城市规模效率变化, 发现其城市环境规模效率随着城市规模的提高是不断上升的。城市环境规模效率的最大值出现在 800 万人以上的城市规模分组, 说明城市环境规模效率的最大值要比经济规模效率出现得晚, 也就是说, 环境规模效率曲线具有更大的城市规模空间。纵向来看, 2010 年的城市环境规模效率要比 2005 年大, 各城市规模分组 2010 年的平均环境规模效率也要比 2005 年大。这进一步印证了城市环境规模效率曲线还处在上升阶段的观点。

#### 四、倒“U”型城市规模效率曲线的进一步检验

从分析结果看, 基本上地级市及以上城市的经济、社会和环境效率与城市规模之间是倒 U 型曲线关系, 具体讲, 伴随着城市规模扩大, 中国城市经济、社会和环境效率逐渐提高, 当城市规模达到一定限度后, 中国城市经济、社会和环境效率开始下降。根据开口向下的二次曲线极大值的求法可知, 中国地级以上城市的规模效率与城市规模之间的倒“U”型曲线关系更为显著, 其顶点对应的城市规模在 352~932 万人之间。对应于经济、社会和环境最大规模效率的城市规模分别为: 经济 715 万人、教育 550 万人、文化 901 万人、医疗 352 万人、通信 702 万人、水电气 634 万人、交通 709 万人、环境 932 万人(根据表 4 计算)。最高经济规模效率和社会规模效率对应的城市规模均略低于超效率对应的城市规模, 而最高环境规模效率对应的城市规模则略大于超效率对应的城市规模。

这种城市经济、社会和环境效率与城市规模二次曲线关系是正反两方面合力作用的结果。一方面, 随着地级市及以上城市规模扩大, 人财物投入越多, 经济、社会和环境产出增加速度越快, 这是规模报酬递增的表现, 即地级市及以上城市经济、社会和环境效率伴随着城市规模扩大而提高。但随着城市规模继续扩大, 规模报酬递减规律开始显现, 即地级市及以上城市经济、社会和环境效率开始下降; 另一方面, 随着城市规模扩大, 地级市及以上城市硬、软技术下降, 主要是经济、社会和环境管理等软技术状况恶化, 导致经济、社会和环境产出增加速度减缓, 即地级市及以上城市经济、社会和环境纯技术效率伴随着城市规模扩大而下降, 随着城市规模继续扩大, 地级市及以上城市

硬、软技术水平改善,主要是科学技术等硬技术状况改善,导致经济、社会和环境产出增加速度提高。仅有三种情况没有遵循上述规律,分别是:地级市及以上城市的医疗超效率和综合技术效率伴随着城市规模扩大而以极其缓慢的速度下降,<sup>①</sup>当城市规模达到一定限度后再上升;地级市及以上城市的交通超效率和综合技术效率提高与城市规模扩大关系微弱;<sup>②</sup>地级市及以上城市的环境综合技术效率与城市规模扩大的关系因数据问题而无法得到计算结果。

表 4 中国城市规模效率与城市规模的关系

| 被解释变量   | 解释变量     | 系数        | 标准差      | Z 检验值    | P 值    |
|---------|----------|-----------|----------|----------|--------|
| 经济规模效率  | 常数项      | 4.76E-01  | 8.03E-03 | 59.2885  | 0.0000 |
|         | 城市规模的一次项 | 2.23E-03  | 6.77E-05 | 32.9629  | 0.0000 |
|         | 城市规模的二次项 | -1.56E-06 | 5.82E-08 | -26.8286 | 0.0000 |
| 教育规模效率  | 常数项      | 6.87E-01  | 7.83E-03 | 87.7295  | 0.6873 |
|         | 城市规模的一次项 | 1.33E-03  | 6.60E-05 | 20.1025  | 0.0013 |
|         | 城市规模的二次项 | -1.21E-06 | 5.68E-08 | -21.2722 | 0.0000 |
| 文化规模效率  | 常数项      | 1.80E-01  | 9.45E-03 | 19.0713  | 0.0000 |
|         | 城市规模的一次项 | 2.36E-03  | 7.98E-05 | 29.5889  | 0.0000 |
|         | 城市规模的二次项 | -1.31E-06 | 6.99E-08 | -18.7529 | 0.0000 |
| 医疗规模效率  | 常数项      | 7.44E-01  | 9.18E-03 | 81.1113  | 0.0000 |
|         | 城市规模的一次项 | 4.34E-04  | 7.72E-05 | 5.6208   | 0.0000 |
|         | 城市规模的二次项 | -6.17E-07 | 6.65E-08 | -9.2817  | 0.0000 |
| 通信规模效率  | 常数项      | 5.47E-01  | 7.96E-03 | 68.7280  | 0.0000 |
|         | 城市规模的一次项 | 1.84E-03  | 6.71E-05 | 27.3387  | 0.0000 |
|         | 城市规模的二次项 | -1.31E-06 | 5.78E-08 | -22.6805 | 0.0000 |
| 水电气规模效率 | 常数项      | 5.79E-01  | 8.94E-03 | 64.8233  | 0.5794 |
|         | 城市规模的一次项 | 1.56E-03  | 7.53E-05 | 20.7242  | 0.0016 |
|         | 城市规模的二次项 | -1.23E-06 | 6.48E-08 | -18.9291 | 0.0000 |
| 交通规模效率  | 常数项      | 5.67E-01  | 8.77E-03 | 64.6932  | 0.0000 |
|         | 城市规模的一次项 | 1.80E-03  | 7.38E-05 | 24.3192  | 0.0000 |
|         | 城市规模的二次项 | -1.27E-06 | 6.35E-08 | -20.0615 | 0.0000 |
| 环境规模效率  | 常数项      | 1.45E-02  | 7.78E-03 | 1.8595   | 0.0630 |
|         | 城市规模的一次项 | 2.20E-03  | 6.55E-05 | 33.6197  | 0.0000 |
|         | 城市规模的二次项 | -1.18E-06 | 5.64E-08 | -20.9152 | 0.0000 |

资料来源:同上。

## 五、倒“U”型城市规模效率曲线顶点位置及政策含义

为了考察中国各地区间地级市及以上城市经济效率、社会效率和环境效率及其与城市规模关系的异质性,本研究应用 EMS 软件的 BBC 模型和超效率模型以及上述投入产出指标体系测算中国东部、中部、西部和东北地区的地级市及以上城市经济效率、社会效率和环境效率及其与城市规模的关系,地区研究考察时期也为 2006—2010 年,最终计算结果见表 5。

从四大板块地级及以上城市效率分解来看,城市规模效率对城市规模 Tobit 回归的二次项系数

① 表现为城市规模一次项的估计系数的绝对值很小。

② 表现为城市规模一次项和二次项的估计系数没有通过显著性检验。

符号全部为负,说明中国规模效率符合“倒 U”曲线规律,而城市纯技术效率的 Tobit 回归的二次项系数符号全部为正,说明中国城市纯技术效率均呈“U”型曲线规律。而正是这两种相反的力量制约着中国城市效率的变化:在城市规模效率曲线达到最高点之前,随着城市规模的扩大,城市规模效率在提高,之后城市规模效率开始下降;而在城市纯技术效率达到最低点之前,城市的纯技术效率是在下降的,之后才开始提高。二者的强弱决定了中国城市的总体效率演变趋势。如东部地区的总体效率(超效率)是“倒 U”型,在 996 万人以下的城市效率是递增的,之后是下降的;中部地区城市的总体效率是递增的;西部地区的城市经济效率是下降的;东北地区的城市效率在 263 万人以下是递增的,之后是递减的。

由表 5 分解结果可知,四大地区最大规模效率所对应的城市规模排序为西部、东部、中部和东北,如西部地区最大经济规模效率对应的城市规模为 824 万人,高于东部 640 万人的规模,中部最大经济规模效率对应的城市规模为 410 万人,东北地区最低为 318 万人;最大交通规模效率所对应的城市规模依次为西部(1633 万人)、东部(1268 万人)、中部(789 万人)、东北(627 万人);最大环境规模效率所对应的城市规模依次为西部(1078 万人)、中部(870 万人)、东部(859 万人)、东北(441 万人)。而四大区域地级以上城市的平均规模排序依次为东部 184 万人、东北 121 万人、西部 115 万人、中部 106 万人。这说明西部地区城市规模上升的空间较大,而东北地区相对较小。

表 5 四大板块城市规模效率极值  
点对应的城市规模 单位:万人

|     | 东部   | 中部  | 西部   | 东北  |
|-----|------|-----|------|-----|
| 经济  | 640  | 410 | 824  | 318 |
| 教育  | 911  | 658 | 1322 | 569 |
| 医疗  | 370  | 247 | 536  | 205 |
| 文化  | 851  | 739 | 956  | 365 |
| 通信  | 1276 | 801 | 1592 | 625 |
| 水电气 | 1067 | 739 | 1498 | 595 |
| 交通  | 1268 | 789 | 1633 | 627 |
| 环境  | 859  | 870 | 1078 | 441 |

资料来源:同上。

以表 5 为标准,本文分别列出各地区处于规模效率递减的城市(见表 6)。表中情况显示,上海市在经济规模效率、社会规模效率和环境规模效率上均处于规模效率递减阶段,而北京市在经济规模效率和环境规模效率也处于递减阶段的同时,社会规模效率除了通信和交通外,在其他方面,如教育、医疗、文化、水电气等也都处于规模效率递减阶段。在经济规模效率方面,东部地区的天津、广州,中部地区的武汉,西部地区的重庆,东北地区的沈阳、哈尔滨、长春均处于规模效率递减阶段;在社会规模效率方面,主要表现在医

疗规模效率上,目前东部的天津、广州、南京、汕头、杭州,中部的武汉、郑州、太原,西部的重庆、西安,东北的沈阳、哈尔滨、长春、大连等城市已经处于规模效率递减阶段;在环境规模效率方面,西部地区的重庆,东北地区的沈阳和哈尔滨也已经处于规模效率递减阶段。

表 6 各地区处于规模效率递减阶段的地级以上城市

|     | 东 部                      | 中 部      | 西 部   | 东 北          |
|-----|--------------------------|----------|-------|--------------|
| 经济  | 上海、北京、天津、广州              | 武汉       | 重庆    | 沈阳、哈尔滨、长春    |
| 教育  | 上海、北京                    | —        | 重庆    | —            |
| 医疗  | 上海、北京、天津、广州、<br>南京、汕头、杭州 | 武汉、郑州、太原 | 重庆、西安 | 沈阳、哈尔滨、长春、大连 |
| 文化  | 上海、北京                    | —        | 重庆    | 沈阳、哈尔滨       |
| 通信  | 上海                       | —        | —     | —            |
| 水电气 | 上海、北京                    | —        | —     | —            |
| 交通  | 上海                       | —        | —     | —            |
| 环境  | 上海、北京                    | —        | 重庆    | 沈阳、哈尔滨       |

资料来源:同上。



## 六、关于中国城市规模政策建议

尽管改革开放以来,中国经济发展突飞猛进,城市化水平得到极大提高,但由于经济和社会发展基础薄弱,中国的城市化水平相对于世界其他国家还是较低,中国城市化率还处于中等及以下收入国家水平,城市人口占总人口比重、百万人口城市占总人口比重均低于中等收入国家相应水平。未来,中国城市化水平仍存在较大的提升空间。但是,城市效率和生产率水平的提高,不应过度依靠城市规模的不断扩张来取得,而应重视城市技术水平的提高,实现中国城市化路径的调整。城市技术水平的提高不仅仅是城市科技水平的提高,通过科技进步实现城市经济生产率的提升,而更重要的是要通过城市管理水平的提高,实现城市社会、城市环境生产率的提高。本文对城市规模效率的分析结果对于我国制定城市规模政策的启示主要有以下四个方面:

第一,促进中小城市快速发展。中国城市经济、社会和环境规模效率与城市规模正相关关系在一定城市规模限度下成立,这个限度在 352~932 万人之间,我国绝大多数的城市规模都在此限度之下。因此,应利用市场机制积极推动我国中小城市的快速发展,在城市规模扩张的同时,进一步加强城市技术创新和城市管理水平的提高。

第二,限制超大城市。中国城市经济、社会和环境规模效率在城市规模超过上述限度范围之后将不断下降,对于超大城市应该严格控制其规模。中国的北京、上海、重庆等城市已经快要突破上述城市规模限度范围的上限,即将在各个方面都面对规模效率递减的局面,因此应该积极促进周边次一级大城市的发展,防止其过度扩张。

第三,提高城市管理水平。中国城市纯技术效率与城市规模负相关根源在于城市规模扩大导致的管理难度加大和中国对大城市的束缚过多。因此,中国应放松对大城市的僵硬、繁琐且不合时宜的管理制度,在吸收国外大城市先进管理经验的基础上,结合中国国情,构建中国大城市的全新管理体制。

第四,协调区域城市发展。规模效率也即聚集经济的产生需要一定的前提条件,如完善的市场体系,高效的社会管理制度、原有的综合能力基础等。中国东部地区在规模效率形成所需的前提条件上要远优于其他地区,东部地区城市规模效率与城市规模存在正相关关系且显著。因此,中国应更注重强化中部、西部和东北地区的市场体系建设、社会管理制度构建和提升竞争力基础,以使这些地区也能在推进城市化过程中通过扩大城市规模来获取更高的规模效率,从而保证中国城市化在各地平衡发展。

### 参考文献:

1. 陈伟民、蒋华园:《城市规模效益及其发展政策》,《财经科学》2000 年第 4 期。
2. 王元:《充分发挥大城市优势》,《社会调查与研究》1985 年第 2 期。
3. 杨学成、汪冬梅:《我国不同规模城市的经济效率和经济成长力的实证研究》,《管理世界》2002 年第 4 期。
4. 郑亚平、聂锐:《城市规模扩张要“适度”》,《宏观经济研究》2010 年第 12 期。
5. 周铁训:《21 世纪中国均衡城市化目标及模式选择》,《经济学家》2001 年第 7 期。
6. 胡兆量:《大城市发展规律探讨》,《城市问题》1984 年第 3 期。
7. 高佩义:《关于我国城镇化道路问题的探讨》,《经济科学》1991 年第 2 期。
8. 王小鲁、夏小林:《优化城镇规模推动经济增长》,《经济研究》1999 年第 9 期。
9. 秦尊文:《论城市规模政策与城市规模效益》,《经济问题》2003 年第 10 期。
10. 檀学文:《大城市过度规模与卫星城政策》,《中国农村观察》2006 年第 6 期。
11. 高鸿鹰、武康平:《集聚效应、集聚效率与城市规模分布变化》,《统计研究》2007 年第 3 期。
12. 许抄军:《基于可持续城市化的我国城市规模、体系及实现机制研究》,湖南大学博士学位论文,2008 年。
13. 刘永亮:《中国城市规模经济的动态分析》,《经济动态》2009 年第 7 期。

14. 王小鲁:《中国城市化路径与城市规模的经济学分析》,《经济研究》2010年第10期。
15. 刘爱梅、杨德才:《城市规模、资源配置与经济增长》,《当代经济科学》2011年第1期。
16. 肖文、王平:《外部性、城镇规模与城镇增长——对长三角地区16个城镇的分析》,《浙江学刊》2011年第4期。
17. [英]埃比尼泽·霍华德:《明日的田园城市》,商务印书馆2000年版。
18. Blitzer S., Davila J., Hardoy J. E., and Satterthwaite D., *Outside the Large Cities: Annotated Bibliography and Guide to the Literature on Small and Intermediate Urban Centers in the Third World*. London: IIED, 1988.
19. Hardoy J. E., and D. Satterthwaite, *Small and Intermediate Urban Centres: Their role in national and regional development in the Third World*. Lo do: IIED 1986.
20. J. Gugler, *The urbanization of the third world*, Oxford: Oxford University Press, 1988.
21. McGee T. G., The Future of Urbanization in Developing Countries, *Third World Planning Review*, Vol 16, No. 1, 1994, pp. 3—6.
22. Renaud B., *National Urbanization Policy in Developing Countries*, Oxford: Oxford University Press, 1981.
23. Rondinelli, D., *Administrative Decentralization and Area Development Planning in East Africa: Implications for U. S. Aid Policy*. Madison: University of Wisconsin Regional Planning and Area Development Project, 1980.
24. Southall, Aidan (ed.), *Small Towns in African Development*, Africa, Special Issue, 49/3, 1979.

## Inverted "U" Curve of Urban Scale Efficiency and Its Policy Implications ——A Comparative Study on Economic, Social and Environmental Efficiency of Prefecture-level Cities and Above in China

WANG Yeqiang(Institute for Urban and Environmental Studies, CASS, Beijing, 100005)

**Abstract:** Urban scale has received extensive attentions in the urbanization process in China. The debate of a variety of theories and policies focuses on whether the inverted "U" hypothesis of urban scale efficiency can be proved. This paper estimates and analyzes systematically the relationship of scale efficiency in Chinese cities at prefecture-level and above during 2005—2010, in BCC model, super-efficiency model and the Tobit regression model of data envelopment analysis (DEA). The empirical results show that the efficiency of scale economies has a positive correlation with its size in Chinese cities. Economical, social and environmental scale efficiency at Prefecture-level (and above) cities had an inverted "U" relationship with its scale basically. The city size corresponding to the vertex of Inverted "U" curve of the cities has a strong policy implication. Accordingly, the authors put forward some suggestions of policies and countermeasures to promote the development of small and medium-sized cities, limit the scale of large cities, improve city management and coordinate regional urban development.

**Keywords:** Urban Development, Inverted U Scale Efficiency Super-Efficient; Tobit Regression

责任编辑:老 牛