

上海工业六大重点行业效率研究

——基于 DEA 和 Malmquist 指数法的实证分析

李杰, 陈海云

(同济大学经济与管理学院, 上海 200092)

摘要:对上海工业六大重点行业投入产出效率进行了探讨,使用 DEA 和 Malmquist 指数法,从静态和动态两个角度切入,研究了投入产出效率和全要素生产率。研究发现,静态来看,上海工业行业规模效率不高,技术创新能力缺失;动态来看,全要素生产率的提高归因于技术进步,而技术效率在下降,规模效率不足是主要影响因素。研究认为,提高上海工业效率的科学路径可以从“优化投入资源配置,优化产业结构,加强技术创新,提高全要素生产率”等几个方面展开。

关键词:DEA; Malmquist 指数; 全要素生产率; 技术变动; 技术效率

中图分类号:F224; F424 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2016)09-0034-06

1 研究背景

当前中国正处于转型升级期,工业过程发生着深刻变化,正从工业大国走向工业强国^[1]。工业发展要从关注“量的累计”转而注重“效率的提高”,这就要求对工业生产不是强调投入多少,而是体现投入产出比率,资源配置规模最优,以及响应当下中国经济供给侧改革政策,注重全要素生产率的提高。本研究着重探讨工业投入产出最大化问题,通过测度工业投入产出效率和全要素生产率,分析工业发展面临困境,探讨提升优化工业效率的科学路径。

本研究选取上海作为研究区域,运用数据包络分析法,从资源投入产出的角度,研究上海工业六大重点行业的投入产出效率和全要素生产率。之所以选择上海工业,因为上海其城市地位决定了其在该领域研究的代表性。2014年,四大直辖市的工业增加值总值中,上海占比30.9%;一线城市北上广深的工业增加值总值中,上海占比32.2%;沪宁杭工业基地金三角上海杭州南京的规模以上工业总产值中,上海占比55.2%,可看出上海工业在全国各大城市工业发展中的重要位置。可见研究上海工业投入产出效率,对于上海自身工业发展,包括其它城市的工业发展具有重要的指导意义。

本研究目的在于探讨效率,分析效率背后的实质

问题。萨缪尔森认为,“效率意味着不存在浪费,即当经济在不减少一种物品生产的情况下,就不增加另一种物品的生产,它的运行便是有效率的。”对效率最根本的概括,是投入与产出比率关系。对于投入产出效率,意味着投入转变为产出的有效程度,核心内涵还是投入产出关系。本文研究的是以投入为导向的工业投入产出效率,使用数据包络分析法测度效率。

本研究采用 DEA 中规模报酬可变的 BCC 模型,对上海工业六大重点行业 DEA 效率评价,并结合 Malmquist 指数法,对上海工业六大重点行业进行 Malmquist 实证分析,通过静态和动态的效率评价讨论上海工业六大重点行业发展面临的困境,提出优化上海工业投入产出效率的科学路径。

2 研究方法

数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, 简记 DEA)问世于 1978 年,由 Charnes 等学者初次提出^[2]。DEA 与效率测度紧密相关,英国经济学家 Farrell(1957)在研究中引入前沿生产函数概念,生产前沿面代表资源投入产出的最优边界,所有观察值都在该边界内,继而产生相对效率的概念^[3]。Farrell 对效率研究具有开创性贡献。效率分为技术效率,纯技术效率和规模效率,三者间关系为技术效率=纯技术效率×规模效率。运用 DEA 的研究现状,在国外

收稿日期:2016-04-18

基金项目:国家自然科学基金项目(71403187);同济大学青年优秀人才培养计划(1200219251)。

作者简介:李杰(1991—),男,广东梅州人,同济大学经济与管理学院,硕士研究生,研究方向:可持续发展与管理;陈海云(1982—),男,甘肃兰州人,同济大学经济与管理学院,助理教授,管理学博士,研究方向:可持续发展管理,区域经济和公共资源治理。

研究中, John 等学者指出 DEA 自问世三十多年来主要应用于以下五个方面: 银行, 医院, 农业生产, 交通运输, 教育^[4], 国内的研究主要集中在: 银行、交通、旅游、医院, 房地产、物流业、制造业等部门。Guang 等学者、唐清泉在基于某种理论的基础上运用 DEA 方法^[5-6]。Menga 等学者、顾乃华使用了不同 DEA 模型相结合的方法^[7-8]。Olanrewaju 等学者、杜传忠、郑丽将 DEA 与其他方法相结合进行综合运用^[9-10]。国内外学者在工业投入产出效率方面的研究, 对于本研究具有重要价值。已有研究基于现今中国工业环境, 运用测度相对效率的 DEA 方法, 定性和定量相结合, 评价我国工业投入产出效率, 对于我国在工业经济发展中提高效率优化升级产业等方面具有指导意义。

2.1 DEA 模型构造及原理阐释

本研究采用规模报酬可变的 DEA 模型, 也称为 BCC 模型。

假设 DEA 中有 n 个决策单元 ($j = 1, 2, \dots, n$), 上海本身就是一个决策单元。

每个决策单元有相同的 m 项投入 ($i = 1, 2, \dots, m$);

每个决策单元有相同的 s 项产出 ($r = 1, 2, \dots, s$);

X_{ij} 表示第 j 个决策单元的第 i 项投入;

Y_{rj} 表示第 j 个决策单元的第 r 项产出;

λ_i 为第 i 项投入指标的权重系数 ($i = 1, 2, \dots, m$)。

要做的就是衡量第 j 个决策单元是否 DEA 有效。

本研究基于投入型的 DEA 模型, 追求投入的减少, 即求 θ (效率值) 的最小, 而输出保持常量值。

第一部分:

Min θ , Subject to

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq y_{r0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned} \quad (1)$$

$\lambda_j \geq 0$

θ 为第 j 个 DMU 的效率值, 满足 $0 \leq \theta \leq 1$ 。

当 $\theta = 1$ 时, 则称 DMU_j 为 DEA 有效;

当 $\theta < 1$ 时, 则称 DMU_j 为 DEA 无效。引入松

弛变量 S^+ 、 S^- 。

λ_j 使各个有效点连接起来, 形成有效前沿面。

BCC 模型把技术效率分为纯技术效率和规模效率, 前者是后两者的乘积所得^[16]。

2.2 Malmquist 指数法及原理

Malmquist 生产率指数最初由 Sten Malmquist 提出, 构造从 t 期到 $t+1$ 期的全要素生产率指数, 1992 年, Fare 把 DEA 模型求解与 Malmquist 指数计算结合起来, Malmquist 指数 (TFPCH) 可以分解为技术效率变动指数 (EFFCH) 和技术变动指数 (TECHCH)。Malmquist 指数变换形式如下^[11]:

$$\begin{aligned} M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \\ &\left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = EFFCH \times \\ &TECHCH \end{aligned} \quad (2)$$

当规模报酬发生变化时, 技术效率变化指数又可进一步分解为纯技术效率变化 (PECH) 和规模效率变化 (SECH)^[12]:

$$\begin{aligned} \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} &= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}/V)}{D^t(x^t, y^t/V)} \times \\ \frac{S^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{S^t(x^t, y^t)} &= PECH \times SECH \end{aligned} \quad (3)$$

则 Malmquist 指数最终变换形式如下:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = EFFCH \times TECHCH = PECH \times SECH \times TECHCH \quad (4)$$

$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ 表示全要素生产率 (Total Factor Productivity, TFP) 水平的变动情况, 如果 $EFFCH > 1$, 表示 $t+1$ 期与 t 期相比技术效率提高, 反之则相反; 如果 $TECHCH > 1$, 表示 $t+1$ 期与 t 期相比有技术进步, 反之则相反; $PECH$ 表示技术是否充分发挥, 如果它大于 1 则表示资源配置合理, 反之则相反; $SECH$ 表示两个时期规模效率变化的指数, 如果它大于 1 则表示规模效率优化, 反之相反。

2.3 指标选取和数据说明

本文选取工业企业单位数和工业从业人员数作为投入指标, 规模以上工业总产值作为产出指标。工业企业单位数反映了工业的规模大小, 从业人员数代表着人力资本的投入, 本文拟从规模和人力投入的角度去分析工业投入产出效率。

研究数据源自《上海统计年鉴》和上海市国民经济和社会发展统计公报, 选取上海工业行业六大重点行业的横向和纵向数据。研究数据具有较强的客观性和真实性。

运用 SPSS16.0 软件, 对投入产出指标进行

Pearson 相关性检验,结果表明投入产出指标之间呈现正相关性,符合“同向性”假设,即投入量增加时产出量不会减少。

3 数据分析

从静态和动态两方面进行分析,一方面,探讨上海六大工业行业的效率差异,分析效率背后存在的问题;另一方面,构建参考系,探讨上海六大工业行业的全要素生产率,对效率问题进行动态分析。

3.1 静态分析

上海工业行业六大支柱:电子信息产品制造业、

表 1 上海工业六大重点行业 DEA 测度结果

行业	技术效率	纯技术效率	规模效率	irs	con	drs
电子信息产品制造业	0.459	1.000	0.459	0	0	13
汽车制造业	0.569	0.807	0.725	1	2	10
石油化工及精细化工制造业	0.635	0.904	0.724	1	0	12
精品钢材制造业	1.000	1.000	1.000	0	13	0
成套设备制造业	0.244	0.376	0.681	2	1	10
生物医药制造业	0.191	0.613	0.327	13	0	0

精品钢材制造业技术效率均值为 1,13 年来保持 DEA 有效,而生物医药制造业技术效率均值最低,只有 0.191,与精品钢材制造业效率值差距为 0.809。效率值与生物医药行业相当的是成套设备制造业,为 0.244,这两个行业技术效率均值都很低,但两者低效背后是纯技术效率和规模效率的差异,成套设备规模效率较高,生物医药纯技术效率较高。其余三个重点行业技术效率均值处于居中水平,其中电子信息产品制造业的纯技术效率为 1,但 0.459 的规模效率拉低了总效率,且该行业 13 年都处于规模报酬递减状态,与之相反的是生物医药行业,每年规模报酬递增。

本研究制作两张趋势图:图 1 表示对每一年六大行业总效率、纯技术效率和规模效率分别进行汇总求均值,得出每一年六大行业技术效率、纯技术效率和规模效率;图 2 表示六大行业每一年的技术效率值。

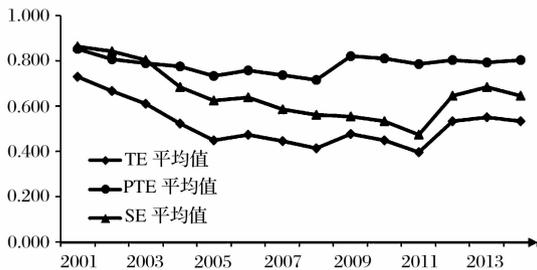


图 1 上海工业六大重点行业 2001—2014 年 TE、PTE 和 SE 汇总平均值

汽车制造业、石油化工及精细化工制造业、精品钢材制造业、成套设备制造业、生物医药制造业,六大重点行业工业产值占到上海工业总产值一半左右,从 2000 年占全市工业总产值的比重 53.6%,到 2004 年的 64.6%,2008 年的 64.2%,2012 年的 66.5%,再到 2014 年的 66.9%,所占比重总体上不断加大,可见六大重点行业在上海工业发展中有着重要地位。

利用 DEAP2.1 软件测度六大行业从 2001 年到 2014 年 14 年来的 DEA 效率,整理结果如下表 1。

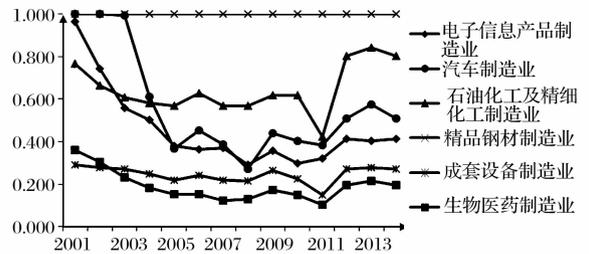


图 2 上海工业六大重点行业 2001—2014 年的总技术效率值

各行业效率在总体走势上,呈现扁平“V”型结构。精品钢材行业连年 DEA 有效,而成套设备行业和生物医药行业效率平稳,处于 0.1 到 0.3 的低位徘徊,汽车行业、石油化工精细化工行业和精品钢材行业效率波动较大。

3.2 动态分析

分别对上海市工业六大重点行业和各个区县的工业效率进行 Malmquist 生产率指数分析,对其全要素生产率进行分解,对技术变动和技术效率(纯技术效率和规模效率)进行研究,探讨上海工业行业和各区县的工业动态效率。

表 2 是对上海六大工业行业生产率水平的测度及分解情况。

由表 2 可知,该时间段内上海工业六大重点行业生产率水平保持上升的态势,也是由于我国对工业发展效率的重视程度日益提升。各个行业的 Malmquist

表 2 2001—2014 年上海工业六大重点行业全要素生产率分解结果

六大行业	技术效率变动	技术变动	纯技术效率变动	规模效率变动	Malmquist 指数
电子信息产品制造业	0.930	1.160	1.000	0.930	1.079
汽车制造业	0.955	1.165	1.000	0.955	1.113
石油化工及精细化工制造业	1.008	1.149	1.022	0.987	1.158
精品钢材制造业	1.000	1.136	1.000	1.000	1.136
成套设备制造业	0.995	1.149	1.009	0.987	1.144
生物医药制造业	0.958	1.149	0.925	1.036	1.101
平均值	0.974	1.152	0.992	0.982	1.122

指数均超过 1, 全要素生产率水平平均提高 12.2 个百分点, 最低的是电子信息产品制造业, 增长了 7.9 个百分点, 整体来说, 各行业全要素生产率水平处于相对稳定状态。六大重点行业作为上海工业的支柱, 在上海工业发展的地位中举足轻重。六大行业的技术变动指数都超过 1, 平均上升了 15.2%, 而技术效率水平却不升反降, 下降了 2.6%。再看纯技术效率和规模效率, 需要特别指出, 技术效率下降的背后是纯技术效率和规模效率的双双下降, 规模效率仍需努力提高, 除了精品钢材的效率不变, 只有生物医药制造业是规模有效的。大部分行业的纯技术效率保持不变或略有提升, 而规模效率下降幅度较大。

另外, Malmquist 指数在该时期内阶段性的变化也可以从图 3 中体现。

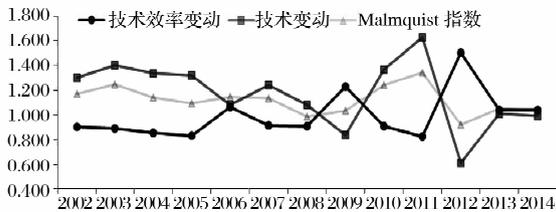


图 3 2001—2014 年上海工业六大重点行业全要素生产率分解结果

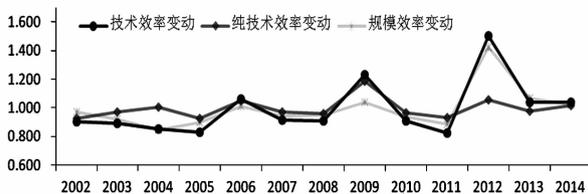


图 4 2001—2014 年上海工业六大重点行业技术效率分解结果

图 3 显示了六大行业 2001—2014 年的技术效率变动、技术变动和 Malmquist 指数变动, 从变化趋势来看, 发现全要素生产率的变化除了具有波动性外相对平稳, 除了 2008 年和 2012 年的生产率有所下降,

其余年份的生产率都处于增长水平, 在 2011 年到达波峰, 为 1.344, 平均提高了 12.2 个百分点, 总的来说, 六大行业的全要素生产率保持上升势头。在这个时期内, 技术变动有较大的差异性, 整体水平提升, 但是最高时 2011 年提高了 62.8%, 最低时 2012 年下降了 38.8%, 相差达到了 100%, 可见技术水平的发展并不稳定。从大的环境来说, 2010 年以来, 国际市场需求回暖, 工业出口形势好转, 2012 年以来, 世界经济增长整体放缓, 上海产业结构呈现“工业增长低速, 服务经济趋稳”态势, 上海工业增长持续走低。从另一个角度发现我国的工业行业发展容易受到国际市场的影响, 尤其是在对外贸易频繁的海。

4 结果讨论

根据上述数据分析结果, 从静态和动态两个方面对上海六大工业行业的效率进行讨论。

4.1 从静态来看

六大行业的规模效率不高, 制约了总技术效率。如图 4 所示, 虽然规模效率在 2011 年后开始缩小和纯技术效率的差距, 但总体上仍低于纯技术效率。从表 2 可知, 六大重点行业中, 生物医药行业规模报酬递增、精品钢材行业规模报酬不变, 其余四个行业大多年份都处于规模报酬递减状态, 表明在当前技术条件下, 继续增加投入只会带来无谓损失拉低效率。同时六大行业除了成套设备制造业外, 其余五个行业的纯技术效率都高于或等于规模效率, 其中精品钢材制造业两种效率都为 1, 电子信息产品制造业纯技术有效, 但规模效率只有 0.459, 连年规模报酬递减, 表明在当前技术条件下, 需要优化投入资源配置, 再增加投入不会增加产出。在规模报酬方面生物医药制造业则与之相反, 连年规模报酬递增, 规模效率最低只有 0.327, 表明该行业要素投入不足, 政府对该行业的重视程度不够, 需要加大资源投入, 同时提高技术水平。

上海工业自主创新能力缺失。除了精品钢材连年 DEA 有效, 和生物医药和成套设备效率连年低位

徘徊,汽车、石油化工和电子信息三大行业效率波动较大,这也归因于三者具有产业链上的密切联系,汽车需要石油和精细化工,汽车产业和信息产业联系加强。其中汽车行业波动最大,领跑全国汽车市场的上海汽车行业是混血儿,浦东的上海通用,嘉定的上海大众,都是合资企业,只有上汽集团一家国企,自主品牌效应不足,容易受到外来市场冲击,再加上国际石油市场的影响以及信息产业的发展,使得汽车行业较其它行业效率波动较大,这背后体现的是自主创新能力的缺失。在2008年金融危机和2011年国内外经济压力下,汽车行业效率波动比较明显。2011年后六大行业规模效率的提高主要是因为石油化工行业和汽车行业的效率得到了提高。

4.2 从动态来看

全要素生产率水平,主要归因于技术进步的推动,而技术效率在下降,规模效率不足是影响技术效率的主要因素。工业行业生产率水平的上升,其贡献主要来自技术变动的提高,说明该时期内上海工业的技术发展在不断突破。而技术效率却显示出一定的“拖累”作用,不管是全要素生产率分解结果还是技术效率分解结果,效率变动指数都处于下降的状态,可见技术效率还有改善空间,表明上海工业发展仍处于有活力但不成熟的阶段,工业发展方式上存在的问题,如何转变增长方式、加大效率的提升是上海工业发展应该特别关注的问题。生产率提升的原因主要源于技术变动,反映在技术变动曲线和 Malmquist 指数变动曲线的契合度上。技术效率变动可分解为纯技术效率变动和规模效率变动,发现影响技术效率最终影响生产率整体水平的是规模效率,反映在技术效率变动曲线和规模效率变动曲线的契合度上。规模效率变动指数的下降,反映了虽然在生产规模范围上一直在提升,但管理水平和要素配置还不够合理,使得规模效率下降,恰好反映了 DEA 测度时存在的投入冗余影响了 DEA 效率。

5 结论

本研究使用 DEA-BCC 模型和 DEA-Malmquist 指数法,从静态和动态两个角度,评价了上海工业六大重点行业的 DEA 效率和动态效率,对于探索提升上海工业效率的科学路径,本文提出以下几点建议:

5.1 优化投入资源配置,优化产业结构

规模效率不足,反映了在资源投入配置上的无效率,这也是当下提出“去产能”、“去库存”政策的现实背景。六大行业中,电子信息产品制造业、成套设备制造业和生物医药制造业的规模效率低于 0.7,电子

信息产品制造业连年规模报酬递减,生物医药制造业连年规模报酬递增,规模效率最低只有 0.327。所以,在提升规模效率方面,要针对具体行业,优化其投入资源配置,以提升规模效率。上海的信息行业不缺技术和人才,所以规模上出现饱和,规模效率只有 0.459,严重拉低工业效率。而同样效率低下的生物医药行业,则显得资源投入不足,生物医药行业风险较高而且投入大周期长,产业链上的人才队伍结构不够优化、知识能力较为单一,需要配置投入更优秀具有创新理念的人才资源,优化人才引进政策。所以上海要提升规模效率,优化产业结构,需要着重对生物医药制造业和电子信息产品制造业进行要素投入的优化配置,使得规模报酬递增或递减的状态回归到规模报酬为零的最优状态,实现资源的有效优化配置,从而促进产业结构优化和有质量发展。

5.2 加强技术创新,提升竞争力

在行业分析中看到汽车、石油化工等行业的工业投入产出效率波动较大,一是因为受到外界经济的波动,其次是因为没有掌握行业的核心技术或自主品牌,那么就更容易受到经济波动的影响,自主性不够,受到国外品牌或技术方面的牵制,就很难在经济波动中稳定向前发展,随之带来效率的波动,正如在合资企业中,汽车行业的核心技术掌握在外国手里。另一方面,大多行业处于规模报酬递减,表示在当前的技术条件下,要素投入饱和,继续增加投入不会增加产出,可见生产规模的过大,但却没有技术的提升,造成产品处于价值链中低端,在价格竞争上失去优势,基础零部件受制于人,产品研发升级遭遇瓶颈。所以自主创新能力不足不仅带来效率的波动和低下,而且削弱了产品市场上的竞争能力。面对缺乏核心技术的问题,一方面要立足于自主品牌,自主研发核心技术,激发企业创新;另一方面主动吸引外来企业或先进的研发机构驻地投资研发,发展本部经济,促进当地的企业合作和技术创新,在合作过程中不断学习,不断改造革新已有技术。

5.3 提高工业生产中的全要素生产率

提高全要素生产率是当下供给侧结构性改革的关键,当前工业增长的源泉在于全要素生产率的提高。有质量重效益的工业发展应当注重技术效率、规模效率和技术进步的均衡提高,单一的因子对全要素生产率的促进作用是有限的。由上文分析可知,当前技术变动是促进上海生产率水平提升的主要因素,而技术效率的低下遏制了上海工业发展生产率水平的提升,主要是由于规模效率的下降。所以上海工业在

未来的发展过程中,在技术进步的环境下,必须注意资源配置和规模优化的协调发展,提高技术的利用水平。如果对于技术的有效利用滞后于技术变动,则会造成技术效率增长较慢而技术进步明显。其次,对于技术进步,一方面是通过自主创新,另一方面是通过外来先进技术的引进,既要充分有效利用好引进技术,更要加强创新不断突破技术瓶颈,以自主核心技术为主,才能在愈来愈激烈的竞争环境中立于不败之地。

一个区域工业的发展对经济发展起到至关重要的作用,上海作为直辖市、沪宁杭工业基地代表城市和全国一线城市,要保持持续发展,其工业发展一方面要继续依托其比较优势,加大力度培育新兴产业,比如生物医药制造业,优化资源配置,提高规模效率;另一方面要从依托“要素驱动”过渡到依托“创新驱动”,研发自主品牌提升核心竞争力。

上海工业发展对其它城市的工业发展具有重要影响,在合理配置资源、提高自主创新能力和找准产业定位等方面,对其它城市的发展一样重要。本研究也存在不足之处,限于一些数据的可获得性,在指标选取上有所限制;另一点是一个城市的产业发展有其自身原因,也有外在原因,比如受到政策制度、管理方式的影响,也会造成效率的差异。在未来的研究中将会在这些问题上进行更多探讨。

参考文献

- [1] 金碚. 资源与环境约束下的中国工业发展[J]. 中国工业经济, 2005, 4(5): 5-14.
- [2] 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.

- [3] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency [J]. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 1957, 120(3): 253-290.
- [4] LIU J S, LU L Y Y, LU W M, et al. A survey of DEA applications[J]. Omega, 2013, 41(5): 893-902.
- [5] SHI G M, BI J, WANG J N. Chinese regional industrial energy efficiency evaluation based on a DEA model of fixing non-energy inputs[J]. Energy Policy, 2010, 38(10): 6172-6179.
- [6] 唐清泉, 卢博科, 袁莹翔. 工业行业的资源投入与创新效率——基于中国大中型工业部门的研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2009(2): 3-17.
- [7] MENG F Y, FAN L W, ZHOU P, et al. Measuring environmental performance in China's industrial sectors with non-radial DEA[J]. Mathematical and Computer Modelling, 2013, 58(5): 1047-1056.
- [8] 顾乃华. 工业投入服务化: 形成机制, 经济效应及其区域差异——基于投入产出数据和 HLM 模型的实证研究[J]. 产业经济研究, 2010(3): 23-30.
- [9] OLANREWAJU O A, JIMOH A A, KHOLOPANE P A. Integrated IDA - ANN - DEA for assessment and optimization of energy consumption in industrial sectors[J]. Energy, 2012, 46(1): 629-635.
- [10] 杜传忠, 郑丽. 我国资源环境约束下的区域工业效率比较研究[J]. 中国科技论坛, 2009(10): 66-71.
- [11] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, ZHANG Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency changes in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.
- [12] FARE R, GROSSKOPF S, LINDGREN B, ROOS P. Productivity change in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 13(1): 85-102.

The Efficiency Analysis of Shanghai Six Key Industrial Sectors ——Empirical analysis based on DEA and Malmquist index

LI Jie, CHEN Hai-yun

(School of Economics & Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The research focus on the six key industrial sectors in Shanghai based on DEA and Malmquist index from static and dynamic perspectives. There are two points what the research finds: From the static point of view, the scale efficiency of Shanghai industry is low, lacking technological innovation capability; from the dynamic point of view, TFP level has been improved, mainly due to technological change, and technical efficiency is in decline because of insufficient scale efficiency. The conclusion is that the optimization of Shanghai industrial efficiency can be unfold from four aspects, such as the rational allocation of investment resources, the optimization of the industrial structure, strengthening technological innovation and increasing total factor productivity.

Key words: DEA; Malmquist index; total factor productivity; technical progress; technical efficiency