

浙江省制造业技术效率分析：基于八省市比较

盛 亚¹, 裴克寒¹, 吴俊杰^{1, 2}

(1. 浙江工商大学, 浙江杭州 310018; 2. 浙江树人大学, 浙江杭州 310015)

【摘要】选取江浙沪粤徽鲁辽闽八个地区的数据,采用 DEA(数据包络分析),建立前沿面进行了 2000—2009 年各地区技术效率的计算。通过将浙江省制造业与其他七个地区的技术效率进行横向比较和对浙江省制造业技术效率进行分解,发现浙江存在技术效率无效,并进一步从产业结构和纯技术效率、规模效率无效等问题上指出存在不足的原因,提出若干建议。

【关键词】 制造业; 技术效率; DEA; 浙江

【中图分类号】 F50 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000 — 7695 (2011) 22 — 078 — 05

改革开放以来,浙江省经济建设取得了长足的进步,其中技术因素发挥了重要的作用。浙江省科技统计年鉴的数据显示,浙江省在 2007 年的技术指标处于全国领先位置,尤其是科技综合实力和区域创新能力两项指标分别排在全国第 7 和第 5 位。但一些问题也制约了浙江经济的持续发展,比如产业结构低、资源利用率低和整体技术能力不强等。研发投入不足、不重视消化吸收能力的培养导致了浙江众多中小型制造业企业自主研发能力薄弱,由于缺乏核心技术和技术专利,浙江省制造业在国际产业分工中处于低端的位置,因此,提高自主创新能力已成为在当今技术竞争日趋激烈的形势下浙江经济获得持续发展的必要条件之一。

1 文献回顾

技术效率 (TE, Technical Efficiency) 较有代表性的定义来自法瑞尔^[1] 的定义:“技术效率是指在产出规模不变,市场价格不变的条件下,按照既定的要素投入比例,生产一定量产品所需的最小成本与实际成本的百分比。”而从产出角度,Leibenstein^[2] 给出的技术效率定义:“技术效率是指实际产出水平与在相同的投入规模、投入比例及市场价格条件下所能达到的最大产出量的百分比。”

由以上定义可知,技术效率是衡量经济单元获得最大产出(或投入最小成本)的能力,表示经济单元的实际生产活动接近前沿面的程度,能够很好地反映经济单元在已有技术下的效率情况。

在技术效率的测量方面,Anderson、Fok^[3] 和 Nassiri^[4] 等都曾尝试运用随机前沿分析(SFA)和数据包络分析方法(DEA)对一定的国家及其行业的技术效率进行测算,结果发现尽管存在技术进步,但技术效率仍会制约全要素生产率的提高。国内方

收稿日期: 2011 — 04 — 06, 修回日期: 2011 — 06 — 20

基金项目: 浙江省软科学计划项目“浙江制造业技术转型模式及其实现路径研究”(2009C25006);浙江省科技计划软科学重点项目“企业家社会网络推进产业集群升级的机制及路径研究”(2010C25025)

作者简介: 盛亚(1959—),男,汉族,安徽合肥人,浙江工商大学管理学院教授,博士生导师,主要研究方向为企业战略管理、企业创新管理和高技术产品营销。

裴克寒(1986—),男,汉族,浙江临安人,浙江工商大学管理学院硕士研究生,主要研究方向为企业战略与竞争力。

吴俊杰(1973—),男,汉族,江苏宜兴人,浙江树人大学管理学院副教授,博士研究生,主要研究方向为技术经济与产业集群。

面, 顾乃华^[5]、原鹏飞、何枫^[6-7]等, 白俊红等^[8]使用了随机前沿分析或者数据包络分析方法对国家或者地区进行技术效率的评价, 从他们的结论发现尽管我国的技术效率水平逐年提升, 但整体水平仍然不高; 同时, 这些文献大多停留于技术效率测量部分, 没有对其差异的产生原因进行分析。本文也将使用数据包络分析法对浙江省的技术效率进行分析, 并通过横向对比江沪粤徽鲁闽辽 7 个地区的技术效率以及对于浙江省技术效率的分解来解释浙江省技术现状的不足和原因。

2 数据收集与基本分析

根据对于技术效率的定义, 选取 2000 年到 2009 年各地区工业产值作为产出指标, 将地区工业固定资产净值年平均余额和工业从业人员总数作为投入指标, 主要利用到了《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《浙江统计年鉴》等年鉴资料。在收集这类数据的过程中, 由于《中国统计年鉴》中不存在相应的工业从业人员这项指标, 因而从各个省份的统计年鉴中寻找相应的从业人员数据代替, 三个指标数据相对完整且不存在缺失值。将得到数据进行初步的处理, 通过计算比较各地区单位劳动产出和单位资本产出, 得到如下结果:

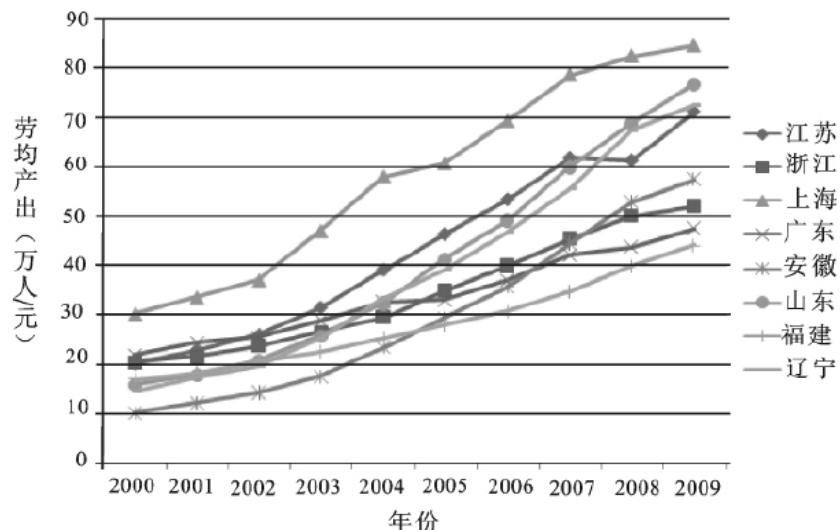


图 1 地区间劳均产出比较 (2000—2009)

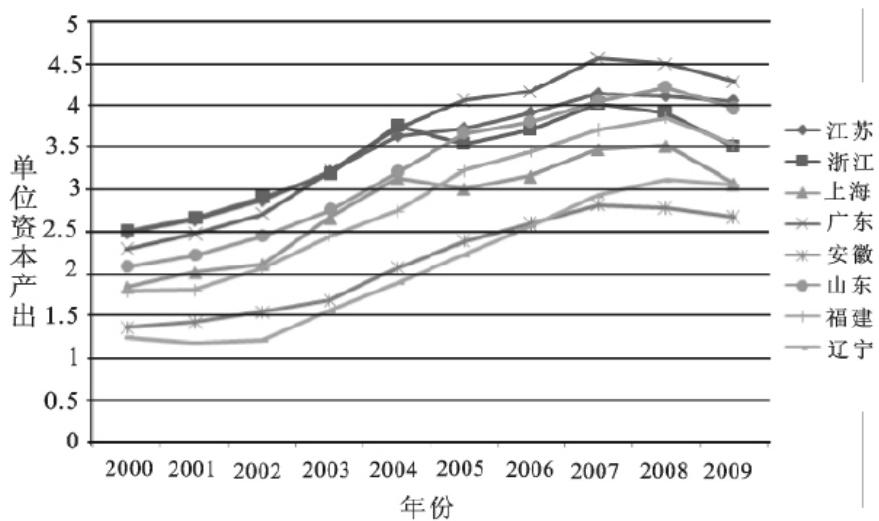


图 2 地区间单位资本产出比较 (2000—2009)

结果发现，各地近年来劳均产出与单位资本产出都存在上升趋势，但在各地却存在比较大的差距，而浙江省也只处于 8 个比较省份的中间位置。从劳均产出看，单位产出最高的地区属于上海，浙江省则处于相对落后的地位，在 2009 年也只有 52.1，而且上升速度也偏慢，距离全国处于领先地位地区有比较大的差距，同时也说明还有很大的潜力。而在单位资本产出上，各地也存在着上升的趋势。从 2009 年各地区单位资本产出比较来看，广东处于领先地位，达到 4.3；江苏排在第二，为 4.05；浙江也处于比较高的水平，和福建一起都聚集在 3.5 的水平上。一般而言，地区技术的差距必将带来生产率的差距，因此对于浙江省与领先地区上的差距本文认为是地区间技术效率、技术能力及劳动力素质存在一定差距所引起的，在下文将进一步做详细分析。

3 基于 DEA（数据包络分析）的技术效率分析

DEA 方法通过长期的发展，已形成了较为成熟的理论模型，该方法与主成分分析法、灰色关联法、模糊评价法、聚类分析法等绩效评价方法相比具有一定的优势，比如不受函数形式的限制，不受数据量纲的影响，适合于多投入多产出，同时其计算结果还可以帮助管理者评价输出结果的优劣并确定改进方向。

DEA 方法的两个比较常见的模型是 CCR 模型和 BCC 模型，其中前者为：

$$\begin{aligned}
 & st. \quad \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq a_{i0}y, \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n b_{kj}x_j \geq b_{k0}, \quad k = 1, 2, \dots, s \\
 & x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{1}$$

a_{ij0} 和 b_{kj0} 分别代表样本单元的投入和产出变量； x_j 为第 j 个样本单元的决策变量； y 为投入比例变量； a_{ij} 代表第 j 个样本单元第 i 种投入指标总量； b_{kj} 代表第 j 个样本单元第 k 种产出指标总量。

上述模型的意义在于保持产出固定的条件下，将各个投入按同一比例 y ($y \leq 1$) 减少。如果 $y < 1$ ，则表明可以用更少的投入而生产同样的产出，这就说明被评价决策单元是无效的；如果 $y = 1$ ，则表明现有的投入和产出比是有效的。

CCR 模型得到的是在规模报酬不变前提下生产前沿面的效率值，即技术效率。BCC 模型的区别在于，它在 CCR 模型的基础上多了一个限定条件即 $\sum X_j (j = 1, \dots, n) = 1$ ，在这个限定条件下所得到的生产前沿面是规模报酬可变的生产前沿面，DEA 效率值是规模报酬可变时的效率值，即纯技术效率。CCR 模型与 BCC 模型分别得到的效率值的比值就反映了目标样本的规模效率。因此，规模效率衡量的是规模报酬不变与规模报酬可变下的各自生产前沿之间的距离。

CCR 模型得到的效率是没有考虑规模经济下的纯技术效率，即规模报酬不变 (CRS)，而 BCC 模型则是考虑到了企业规模经济的因素，也就是在规模报酬可变 (VRS) 的假设下，计算得到的纯技术效率。因此，采用 BCC 模型不但可以避免同一产业在不同阶段规模所产生的影响，还可以适应产业间规模的差别。因此本文在计算技术效率时选用 BCC 模型，分别得到总技术效率、纯技术效率和规模效率。

运用 DEAP2.1 软件，对八个地区 2008 年的技术效率进行评价，得到结果如表 1 所示。

表 1 2008 年各地区技术效率

地区	总技术 效率 (crste)	纯技术 效率 (vrste)	规模效率 (scale)	投入冗余 1 (radial movement)	投入冗余 2 (radial movement)
江苏	1.000	1.000	1.000 (-)	0	0
浙江	0.849	0.887	0.957 (irs)	- 1317.05	- 88.757
上海	1.000	1.000	1.000 (-)	0	0
广东	1.000	1.000	1.000 (-)	0	0
安徽	0.728	1.000	0.728 (irs)	0	0
山东	1.000	1.000	1.000 (-)	0	0
福建	0.838	1.000	0.838 (irs)	0	0
辽宁	0.897	0.929	0.966 (irs)	- 655.473	- 27.508
平均	0.914	0.977	0.936	—	—

注：1) crste：技术效率，也叫综合效率；vrste：纯技术效率；scale：规模效率（drs：规模报酬递减；-：规模报酬不变；irs：规模报酬递增）；crste = vrste × scale；2) 计算采用 DEAP 2.1 软件；3) 数据来源于《中国统计年鉴》2001—2010

从计算结果可以发现，从 2009 年的数据可以看出，8 个地区中有 4 个地区存在技术相对无效的现象。从总计数效率的分解来看，该无效率可以归结到纯技术效率和规模效率的相对无效上去，其中，纯技术效率主要体现在制度安排、技术创新以及管理效率的提高等方面，是技术进步对于生产效能的提升所能发挥的程度^[9-11]，而规模效率则主要体现在规模扩张等方面，是指资源投入规模对生产效能的影响^[9-10]，即衡量企业是否能有得当的要素投入比例。

当投入因素是可控的，产出因素是不可控时，我们分析就是在固定产出的前提下考虑投入是否能够减少；相反，如果产出因素是可控，投入因素是不可控时，我们就在固定投入的前提下考虑产出是否能增加。这样，如果样本单元的纯技术效率为 1，就说明样本纯技术效率有效；之所以其技术效率没有达到有效，是因为规模和投入、产出不相匹配，需要增加规模或减少规模^[12]。

以浙江省 2009 年的技术效率来说明。浙江省的总技术效率达到了 0.849，纯技术效率为 0.887，规模效率为 0.957，并且处于规模报酬递增的阶段，但离全国领先的地区还是有差距。进一步分析，由于计算采取的是产出导向，因此浙江省产出不存在冗余，而在工业固定资产净值年平均余额（投入 1）和工业从业人员总数（投入 2）上的投入存在着冗余，分别是 -1317.95 和 -88.757，这就说明了浙江在实现现有工业总产值的前提下可以减少 1317.95 单位的工业固定资产净值年平均余额和减少 88.757 单位的工业从业人员总数，也就是说明了浙江目前规模和投入、产出匹配程度有待提高。

图 3 给出了八个地区 1998 到 2009 年 12 年间的技术效率的变化曲线。可以看出，除浙江外，其他七个地区都保持着一定的上升趋势，其中上海在技术效率上始终保持全国领先地位，而广东、江苏紧随其后，也保持了较高的水平。从浙江的技术效率曲线上可以看出，2005 年之前，浙江省的技术效率处于比较高的水平，一直领先于山东省，在八个地区中排在第 4 位。但在 2005 年之后，浙江省的技术效率出现了明显的下滑，山东超过了浙江，此后浙江的技术效率还是保持着一定的增长率，

但始终无法超越山东，并在 2009 年再次出现比较大的下滑，在 8 个省中排名第 5。

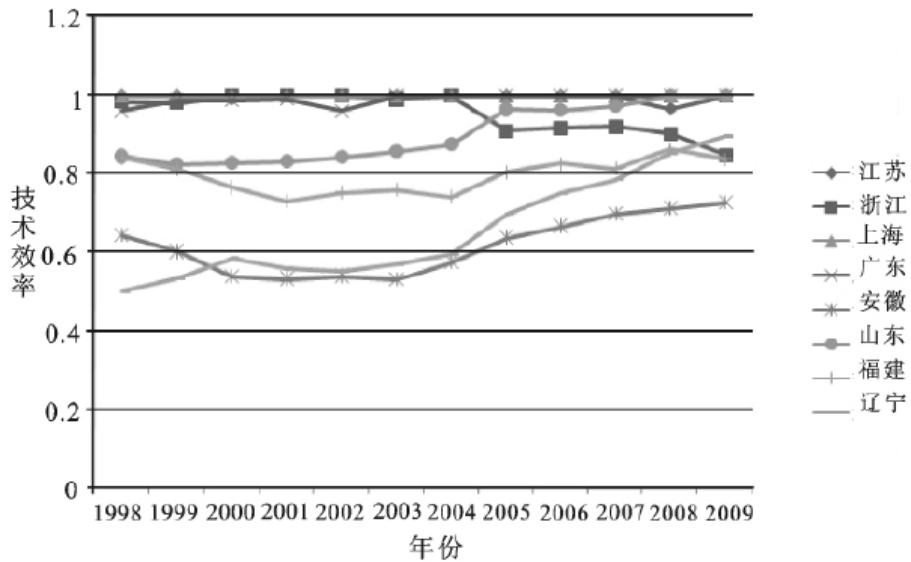


图 3 各省技术效率历年变化情况（1998—2009）

4 浙江省制造业技术效率现状的原因分析

通过对江浙沪粤鲁苏辽八个地区 1998 年到 2009 年 12 年的技术效率评价，可以发现浙江省排在中游位置，与领先的江苏、上海、广东等地存在一定的差距。造成这种差距的主要原因在三个方面：

(1) 产业结构差异。改革开放以来，浙江省经济总量在各省市的排名从改革开放前的第 12 位跃居到第 4 位（来源于《中国统计年鉴》）。但必须要认识到，浙江省制造业存在着比较明显的劣势，比如产业结构不合理，“块状经济”集中于传统产业，制造业以中小型民营企业为主，以及在原材料价格上升、人民币升值、劳动力成本攀升等诸多综合因素作用的今天，浙江省制造业在产业结构上的劣势更加明显。

相对于浙江省的劳动密集型产业，同处于长三角的江苏和上海的制造业在集群规模经济和技术资金的含量上都占据着明显的优势。以 2007 年数据为例，浙江省制造业中纺织业所占全国的比重为 22.37%，通信设备、计算机及其他电子设备制造业所占的比重仅为 4.63%，这都反映了浙江制造业产业层次偏低的现状。广东省由于政策和历史原因，加上地理位置的优越性，在吸引外资、引进高技术人才等方面都拥有较大优势。山东省则拥有众多国有企业，有着融资、信息、技术等方面的优势，并在船舶制造业、石油化工工业等重工业有着一定的优势。反观浙江省制造业的发展，随着生产土地价格增加、劳动力成本和要素成本攀升，对于生产技术要求日益提高，同时，面对区域性竞争加剧、环保监督严格以及生产地与消费地距离拉大等因素，浙江省制造业的技术效率不可避免地出现下滑现象。

(2) 纯技术效率和规模效率的相对无效。通过计算，我们还得到了各省的纯技术效率和规模效率的变化曲线，如图 4 和 5 所示。从八个地区的纯技术效率和规模效率的进一步比较分析中可以看出，浙江省在 2004 年之后的纯技术效率和规模效率都存在相对的无效率。2009 年的数据显示，浙江省制造业的纯技术效率为 0.887，规模效率为 0.957。

纯技术效率方面，廉价劳动力和管理成本及传统行业所覆盖市场广泛，同时技术门槛低，技术创新需求的不高等因素构成了浙江省制造业长期停留于传统行业行列的各种因素，同时这些原因也构成了纯技术效率的相对无效，是产业结构升级缓慢的

主要制约因素。

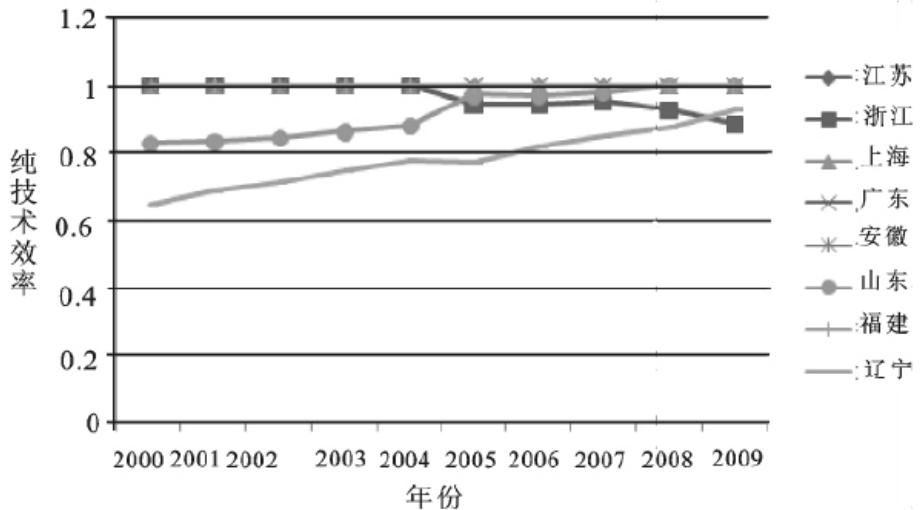


图 4 纯技术效率变化曲线 (2000—2009)

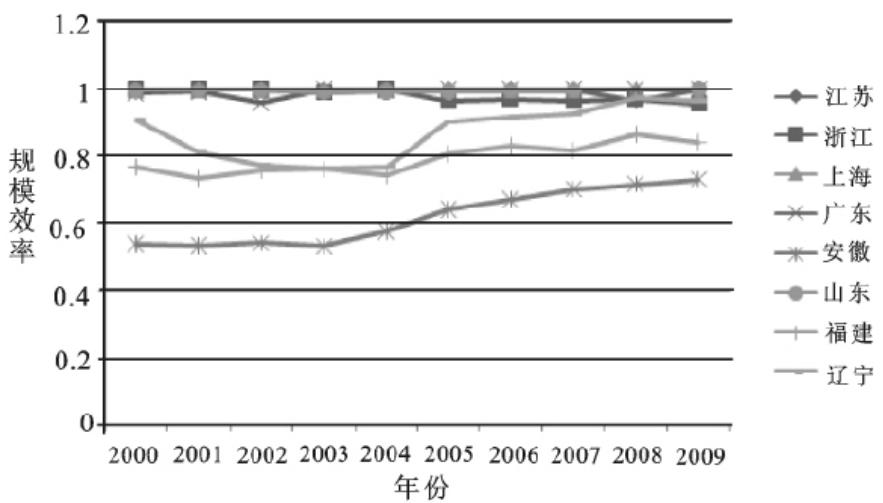


图 5 规模效率变化曲线 (2000—2009)

规模效率方面，由于浙江省的制造业仍是以纺织和机械作为主导产业，并且由于中小型民营企业的技术能力相对落后，在新产品开发方面往往只采用简单的技术模仿和追赶，而对于产品实现利润的竞争也仅依靠价格上的优势，因此，总的来说，存在着“高投入、高消耗、高排放、难循环、低效率”的问题，使资源损耗和生态环境难以承载。另一方面，管理人员的素质和管理水平的相对落后，导致决策产生和决策执行等能力不高，从而资源配置欠合理和充分，造成了规模效率的低下。

(3) 高技术产业的技术效率不足。从传统产业和高技术产业的分类来看，浙江省高技术产业总产值的比重从2003年的49.8%上升到2007年的56.5%，说明浙江制造业正在向高加工度、高技术化方向转型，产业结构重心也从以生活资料为主向以资本品为主的产业转型，以纺织业为代表的劳动密集型产业对制造业的贡献度不断下降，而资本密集和技术密集型制造业则占据了日益重要的地位。由于许多高技术企业技术创新和技术吸收的能力仍旧欠缺，因此提升高技术行业的技术效率不能单单从技术进步着手，需要在资源配置、技术转移和配置效率、管理方法和水平以及高技术的实际运用能力上下功夫。

5 建议

根据以上分析的不足，提出以下的改进建议：

(1) 促进产业结构转型。对于政府来说，首先应该对浙江制造业内部哪些产业需要向外转移、哪些产业适合利用省内资源进行分析，也就是对产业区域转移进行产业定位。以往，浙江企业在传统劳动密集型产业有着较大的优势，比如纺织业、食品加工业、塑料制品业、皮革制品业等行业，但由于近年来这些产业受到市场需求下降的影响，面对消费市场的萎缩，同时产业涉及到的技术、资本含量较低，进入门槛不高，因此这些产业可以成为浙江省向国内其它地区，尤其是欠发达的中西部地区进行转移的主要产业。其次，政府有关部门还应该在产业转移过程中扮演好信息指导者的角色，并在网络沟通和人才交流等方面给予企业足够的支持。

(2) 鼓励浙江企业进行产业转移的模式多样化，企业收购兼并、委托加工生产、建立合作联盟、OEM 等途径都可以用来为产业转移服务。通过建立浙江和外省市企业之间的产业分工协作关系，逐步形成以浙江企业总部为龙头，全国乃至全球的跨地区生产和销售作为分支，增强浙江企业的市场竞争力，促进区域产业结构优化。作为转出地政府，浙江政府应该首先对本地区的产业进行定位，促进部分产业转移的同时也要防止过度转移产生的“产业空洞化”、原有优势丧失等问题；在进行产业转移时，除了正确评估企业内外环境和转移的收益之外，还必须从企业内部出发，提高其技术和人才管理等方面的能力以及技术创新和消化吸收能力，从而提高纯技术效率和规模效率，这才是企业进行有效转移的根本。

参考文献：

- [1] FARRELL M J. The measurement of production efficiency [J]. Journal of Royal Statistical Society, 1957, Series A, General, 120(3) : 253 — 281
- [2] LEIBENSTEIN H. Allocative efficiency vs “X — efficiency” [J]. Am. Econ. Rev, 1966 (56) : 392 — 415
- [3] RANDY I ANDERSON, ROBERT FOK, THOMAS SPRINGER, et, al. Technical efficiency and economies of scale: A non—para-metric analysis of REIT operating efficiency [J]. European Journal of Operational Research, 2002 (139) : 598 — 612
- [4] SEYED MEHDI NASSIRI A, SURENDRA SINGH. Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique [J]. Applied Energy, 2009 (7 — 8) : 1320 — 1325
- [5] 顾乃华. 1992—2002 年我国服务业增长效率的实证分析 [J]. 财贸经济, 2005 (4) : 85 — 90, 97
- [6] 原鹏飞, 何枫. 我国制造业生产效率测算：基于随机前沿模型的实证分析 [J]. 生产力研究, 2006 (1) : 163 — 165
- [7] 孙巍. 生产资源配置效率：生产前沿面理论及其应用 [M]. 北京：社会科学文献出版社, 2000: 119 — 196
- [8] 白俊红, 江可申, 李婧, 等. 区域创新效率的环境影响因素分析：基于 DEA Tobit 两步法的实证检验 [J]. 研究与发展管理, 2009 (4) : 96 — 102
- [9] 潘士远, 林毅夫. 发展战略, 知识吸引能力与经济收敛 [J]. 数量经济与技术经济研究, 2006 (2) : 3 — 13

-
- [10] 吴诣民, 张凌翔. 我国区域技术效率的随机前沿模型分析 [J]. 统计与信息论坛, 2004 (2) : 18 — 22
- [11] 潘嗥. 经济增长的技术效率差异研究: 基于中国省级区域数据的 DEA 两阶段模型分析 [D]. 金华: 浙江师范大学, 2009
- [12] 官建成, 陈凯华. 我国高技术产业技术创新效率的测度 [J]. 数量经济技术经济研究, 2009 (10) : 19 — 33