

# 中国区域技术创新的效率比较

金 相 郁\* · 屈 天 佑\*\*

## 〈目 录〉

I. 序言	IV. 实证分析
II. 文献回顾	V. 结论
III. 中国区域技术创新的发展情况	

关键词: 中国, 区域, 创新, 技术创新, Malmquist指数

## I. 序言

改革开放以后中国经济发展实现了飞速的增长, 虽然经济增长速度由两位减少到了一位数, 但是跟世界经济增成率相比较依然是快速的增长中<sup>1)</sup>。从区域经济发展的角度来看, 即使中国经济飞速发展, 不过区域经济发展的差距不但

2018년 11월 06일 접수, 2018년 12월 10일 수정, 2018년 12월 20일 게재확정

\* 培材大学校 中国学科 副教授, jinxiangyu@pcu.ac.kr

\*\* 培材大学校 东亚学科 博士生, 304649310@qq.com

1) 中国社会科学院研究所说明2017年的中国经济增长率为6.9%, 而预测2018年上半年的经济增长率为6.8%, 还预测2019年的GDP增长率为6.5%以下。

没有缩小反而扩大了。区域经济发展的差距不断扩大下去将会出现经济问题,收入问题,严重的话更会引起社会稳定等问题,所以区域经济发展的差距缩小是宏观经济政策重要的目标之一。至于区域经济发展差距,最关键的问题是理论如何解释区域经济发展差距?区域经济发展差距的根本原因在哪里呢?我们回答了区域经济发展差距的根本原因,才能提供解决区域经济发展差距的理论依据。

影响区域经济发展差距的根本原因有很多,本文将创新假设为影响区域经济发展差距的根本原因之一。金相郁(2001)认为区域经济发展差距不是单纯的扩大和缩小,而是有周期性的过程,我们认为这一周期变化的根本原因就是创新的演变。创新是基于连续性的,创新成果可以扩大区域经济发展差距,但创新的扩散效应也在逐步缩小区域经济发展差距<sup>2)</sup>。我们要注意的是创新并非以一次性结束,而是具有持久性的特征。旧的创新扩散后,缩小了区域之间的发展差距,而新的创新将会影响另一个差距的出现,而这个过程将作为一个持续的辩证过程出现。为了证明创新是区域经济发展差距中的重要因素之一,本研究的宗旨在于比较区域创新效率,这是因为我们假设区域创新效率的差异会对区域经济发展差距产生影响。创新的概念较广,而且可以通过多种方式来表现,其中从区域经济发展的角度来看最根本的是技术创新,是因为技术创新对创新的扩散效应会发挥相对显著的影响。而且,技术创新具有前向联系和后向联系的特点,可以带来较为显著的创新扩散效应。创新对区域经济发展的重要性在不少前人的研究中也提过了,同时对创新的效率进行了一系列研究,都有参考意义。本文在前人研究的基础上,将技术创新分为两个阶段,即技术开发阶段和技术商业化阶段,其划分跟前人研究有区别。技术开发阶段是技术创新成果的初期阶段,虽然有了专利等成果,但是尚未商业化,未能创造出经济效应。而在技术商业化阶段,将技术创新的成果融入进产品中,可以创造出一定的经济

---

2) 对于区域经济发展不平衡,金相郁(2001)主张其不平衡应该存在周期性的演变规律,因为长期来看不平衡和平衡都是短期的特征,其结构应该是不平衡和平衡的辩证过程。

效应。技术创新在技术开发阶段和技术商业化阶段都有不同的作用。不过对区域经济发展差距能够创造出扩散效应的角度来看, 技术商业化阶段的技术创新更具有现实意义。因此, 为了比较其意义, 本文把技术创新的效率分为技术开发阶段和技术商业化阶段。

## II. 文献回顾

随着中国经济增长进入成熟阶段, 国内外学者对技术创新效率的重视逐渐增强, 同时取得了许多的研究成果。对技术创新效率研究的方法主要是投入产出的分析方法, 我们主要分为两种方法。第一种是随机前沿分析法(SFA)。张宗益(2006)用C-D生产函数采用SFA方法对中国1998-2003年的区域技术创新效率进行分析, 研究发现东中西部地区的技术创新效率存在着较为显著的差异。史修松(2009)采用SFA方法运用以省级区域为样本, 测算并分析了中国区域创新效率及其空间差异, 研究结果表明区域创新效率整体的水平都不高, 区域差异较为显著。韩晶(2010)也采用SFA对中国高技术产业的技术创新效率进行了实证分析, 研究发现中国高技术产业的技术创新效率整体呈现出了改善趋势。

第二种是数据包络分析法(DEA)。虞晓芬等人(2005)运用DEA对中国30个省市自治区1999-2002年期间的技术创新效率进行了测算, 研究结果表明中国区域技术创新效率呈现由东部地区到西部地区逐渐下降的趋势。余泳泽(2009)运用DEA模型分别对各阶段的效率及其影响因素进行了实证分析, 研究结果表明两个阶段中技术创新的平均效率都较低, 且有持续恶化趋势, 这主要源于纯技术效率较低。杨志江和罗掌华(2012)依据技术创新过程的线性模型, 构建了区域技术创新效率评价的两阶段模型, 并运用DEA方法对2000-2008年中国30个省市自治区的研究开发效率和成果转化效率进行了评价, 建立了各省市自治区两阶段

效率的矩阵分布图,利用矩阵图对评价结果进行了比较分析。颜莉(2012)运用主成分分析和DEA的组合方法测量中国区域创新效率,最后用中国30个区域的创新数据进行测量实证分析,研究结果表明技术效率在全国范围内逐年提高,而且东部地区-中部地区-西部部地区依次递减,但区域间差距逐步缩小并呈收敛趋势。尹伟华(2012)通过构建SBM-DEA模型和Tobit模型,对中国区域高新技术产业技术创新活动进行评价和分析。研究结果表明现阶段中国高新技术产业形成了以原始创新资源投入为主,集成创新和引进消化吸收再创新资源投入为辅的创新模式。技术创新活动的整体效率较低,存在明显的省际差异。赵玉林和程萍(2013)运用DEA方法对全国省级区域的高新技术产业创新效率分别从“八·五”至“十一·五”期间四个时段进行动态评价和比较分析,研究结果表明湖北省高新技术产业创新效率在全国的地位明显偏低,创新绩效低于历年的全国平均水平,主要原因是规模效率偏低,创新资源投入利用不足,创新产出不足。

刘凤朝(2007)还运用Malmquist指数方法测算了中国科技创新效率的变动趋势,研究结果表明1990年代以来中国科技创新效率的提升其主要原因是技术的进步。吴延兵(2008)利用1996-2003年的中国29个省市自治区的大中型工业企业面板数据,运用Malmquist指数方法将知识生产率分解为技术效率变化和技术进步,分析结果表明其期间中国工业企业知识生产中的技术效率有所提高,技术进步出现下降,知识生产率下降主要源于技术进步的下降。王家庭和单晓燕(2010)也用Malmquist指数对2002-2007年中国区域技术创新两阶段的效率变动趋势进行了实证分析,研究结果表明整体来看,试验创新效率基本稳定,产品创新效率提升幅度较大,技术进步是创新效率提升的关键。分区域来看,东部地区整体效率基本保持不变,中部地区产品创新效率提升,西部地区两阶段创新效率都有较大提升。严慧等人(2014)在规模报酬可变假设下,利用非参数DEA方法对2006-2010年全国30个省市自治区的大中型工业企业的技术创新效率进行测度,再运用Malmquist指数分析各省市自治区的大中型工业企业技术创新效率的动态演变特征,在此基础上考察中国大中型工业企业技术创新效率区域差异的形成

机理。

总的来看，前人的研究从不同的研究方法、不同的研究范围、不同的变量都深入的对中国技术创新效率进行了分析，并且取得了很多的有意义的研究成果。但是还是存在着一定的局限。由于技术创新效率的测量是多投入多产出，然而SFA只是用来处理单一产出，而且还需要准确设定函数的形式，这样看的话我们发现SFA方法有太多的不准确因素。所以在研究方法上更应该试图其他的方法，如DEA的研究方法，如果需要从多个角度分析资源配置效率，那么我们需要引入Malmquist指数，以弥补DEA方法的不足，而且使得其分析结果更加解释力。虽然前人的研究某种程度上都反映出了技术创新的意义，但是某种意义上还是尚未反映出技术创新的特征，就是开发和商业化的区分。因此，本文将技术创新分为技术开发阶段和技术商业化阶段分析其相对效率。

### III. 中国区域技术创新的发展情况

技术创新的开发阶段是利用投入因素研究出来成果的阶段，尚未进入商业化的阶段。很多研究开发项目的成果不能直接商业化或产品化，经过一段时间后才能使用，所以我们值得划分技术开发阶段和技术商业化阶段。虽然有了很多研究开发成果，但是不能商业化的话，其技术创新对区域经济发展的影响不大，甚至没有任何影响，所以我们都要看两个阶段的情况。技术创新的主体是多方面的，其中工业企业是基础创新的核心主体，因此本文主要分析工业企业的技术创新的情况，而且本文的分析主要集中在规模以上工业企业的技术创新。

根据中国国家统计局的数据我们将技术开发阶段的投入产出分别列出2008年和2016年的数据进行比较，由于数值比较不能体现出该区域占全国比例的增长或者下降，我们将数值计算后改为百分比进行比较，这样我们可以更直观看出

2008年和2016年的增长或者下降。<表-1>将2008年和2016年规模以上工业企业R&D经费支出排名前5位的省市自治区单独列出来(排名不分先后顺序), 分别是上海市、江苏省、浙江省、山东省和广东省, 这5个区域2008年和2016年占全国比重分别为57.77%和56.42%。2008年和2016年规模以上工业企业R&D人员全时当量排名前5位的省市自治区单独列出来, 分别是江苏省、浙江省、山东省、河南省和广东省, 这5个区域2008年和2016年占全国比重分别为53.34%和58.17%。2008年规模以上工业企业有效发明专利数排名前5位的省市自治区单独列出来, 分别是江苏省、浙江省、山东省、北京市和广东省, 占全国比重分别为63.06%。2016年排名前5位的省市自治区为江苏省、浙江省、山东省、安徽省和广东省, 占全国比重分别为62.51%, 其中广东省更是占据了高达30.77%的高比重。<表-1>的数据表明技术创新的开发阶段的投入和产出都呈现非常高度的区域集中, 前五位区域的全国比重都超过了50%, 而且, 技术创新的成果甚至超过60%了。技术创新的区域集中说明目前中国的技术创新尚未进入发挥扩散效应的阶段, 而在提高创新效率的阶段。

〈表-1〉技术开发阶段的中国规模以上工业企业的区域比重(%)

区域	R&D经费支出		R&D人员全时当量		有效发明专利数	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016
北京市	3.29	2.33	3.51	1.89	7.00	3.67
天津市	3.52	3.20	2.30	2.90	3.80	2.86
河北省	2.49	2.82	2.22	3.07	1.32	1.70
山西省	1.59	0.89	2.55	1.09	0.75	0.69
内蒙古自治区	0.95	1.17	0.96	1.11	0.36	0.40
辽宁省	4.48	2.21	3.71	1.82	1.86	1.84
吉林省	0.87	0.83	0.77	0.87	0.60	0.44
黑龙江省	1.65	0.81	2.30	1.19	1.25	0.61
上海市	6.53	4.48	3.56	3.65	3.88	4.87
江苏省	15.65	15.14	12.67	16.72	12.06	15.32
浙江省	8.97	8.55	10.27	11.91	13.83	5.02

安徽省	2.25	3.39	2.67	3.68	4.37	5.43
福建省	2.73	3.55	3.40	3.79	2.05	2.40
江西省	1.61	1.64	1.42	1.29	0.51	0.91
山东省	12.23	12.93	10.08	8.95	6.79	5.96
河南省	3.18	3.74	4.27	4.91	2.62	2.06
湖北省	2.84	4.07	3.44	3.56	2.55	3.11
湖南省	2.64	3.59	2.64	3.20	2.94	2.90
广东省	14.39	15.32	16.06	15.68	23.37	30.77
广西自治区	0.78	0.76	0.76	0.72	0.71	0.78
海南省	0.03	0.07	0.05	0.10	0.04	0.22
重庆市	1.51	2.17	1.89	1.75	1.32	1.12
四川省	2.22	2.35	3.67	2.22	2.05	3.13
贵州省	0.48	0.51	0.50	0.58	0.87	0.70
云南省	0.43	0.68	0.67	0.64	0.78	0.76
西藏自治区	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
陕西省	1.42	1.69	2.16	1.68	1.16	1.50
甘肃省	0.56	0.47	0.81	0.47	0.44	0.32
青海省	0.08	0.07	0.07	0.07	0.33	0.05
宁夏自治区	0.21	0.22	0.27	0.21	0.14	0.16
新疆自治区	0.40	0.36	0.37	0.27	0.23	0.26

资料来源：中国国家统计局，《中国科技统计年鉴》

由<表-1>发现在技术开发阶段的投入产出中排名前5位的省市自治区的比例总和超过了全国的50%以上，同时也说明了在技术开发阶段的投入产出中这5个区域起到了决定性的作用，而且有4个区域排名一直在前5名中。其中全国有5个区域出现了投入产出比重全部下降的现象，分别是北京市、山西省、辽宁省、黑龙江省和甘肃省，有6个区域出现了投入产出比重全部上升的现象，分别是河北省、内蒙古自治区、安徽省、福建省、湖北省和海南省，而且安徽省增长比重均超过了1个百分点。我们从数值上来看，全国规模以上工业企业R&D经费投入除了西藏自治区出现了小幅度下滑其他省市自治区全部出现增长现象，普遍增长幅度在2到3倍左右，各别省市更是达到了4到5倍之多。海南省因为2008年



投入过少，到2016年居然增长了9倍。全国规模以上工业企业R&D人员全时当量投入除了山西省出现小幅度下滑，其他省市自治区全部出现增长现象，普遍增长幅度在1到2倍左右，各别省市达到了3倍以上。其中海南省出现了4.5倍的增长。全国规模以上工业企业有效发明专利数产出中全国的省市自治区都出现了大幅增长现象，增长幅度最小的为青海省的1.5倍，增幅最大的是海南省的57倍，其中河北省、内蒙古自治区、上海市、江苏省、安徽省、福建省、江西省、湖北省、广东省、广西壮族自治区、四川省、陕西省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区和海南省增长幅度超过10倍以上了。

<表-2>表明了技术商业化阶段的投入产出的区域比重。本文认为技术开发阶段的成果就是有效发明专利，而在技术商业化阶段，技术开发阶段的成果成为重要的投入，还有技术改造经费支出也是在技术商业化阶段的投入，新产品销售收入是技术商业化阶段的成果。<表-2>将2008年规模以上工业企业技术改造经费支出排名前5位的区域单独列出来(排名不分先后顺序)，分别是江苏省、浙江省、山东省、湖北省和广东省，这5个区域占全国比重为40.55%。2016年中规模以上工业企业技术改造经费支出排名前5位的区域是江苏省、福建省、山东省、湖南省和广东省，这5个区域占全国比重为46.06%。发现2008年和2016年的前5位区域有2个发生了变化，而且2016年比2008年占全国比重出现了上涨的趋势。2008年和2016年的规模以上工业企业新产品销售收入排名前5位的区域是上海市、江苏省、浙江省、山东省和广东省，这5个区域占全国比重分别为55.42%和59.28%，前5位的区域排名并没有发生变化，但是其百分比发生了变化，其中上海市出现了较大幅度的下降，山东省略微下降，其他3个区域出现了较大幅度的增长。

我们从数值上来看，全国规模以上工业企业技术改造经费支出投入中福建省出现了3倍的增长，而北京市、江苏省、湖南省、广东省和青海省增长幅度非常小，剩下的24个省市自治区均出现一定幅度的经费减少。从其表面上来看是因为到2016年为止中国各个省市自治区的技术有了一定的发展基础，所以引进创



新技术减少，导致其经费支出的减少。而且全国规模以上工业企业新产品销售收入，除了青海省出现了小幅度的下滑，整体都处于全面上涨的情况，其中安徽省、江西省和湖南省增长幅度超过5倍以上。

〈表-2〉技术商业化阶段的中国规模以上工业企业的区域比重(%)

区域	有效发明专利数		技术改造经费支出		新产品销售收入	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016
北京市	7.00	3.67	1.21	1.91	5.36	2.34
天津市	3.80	2.86	2.51	0.92	4.82	3.23
河北省	1.32	1.70	5.09	3.51	1.87	2.25
山西省	0.75	0.69	4.25	1.51	1.17	0.62
内蒙古自治区	0.36	0.40	1.95	0.77	0.60	0.45
辽宁省	1.86	1.84	5.63	3.74	3.37	1.94
吉林省	0.60	0.44	1.37	1.37	2.12	1.50
黑龙江省	1.25	0.61	1.84	0.78	0.79	0.29
上海市	3.88	4.87	3.06	4.69	8.58	5.17
江苏省	12.06	15.32	11.13	17.30	12.70	16.08
浙江省	13.83	5.02	8.33	6.36	11.24	12.25
安徽省	4.37	5.43	4.97	4.75	1.94	4.19
福建省	2.05	2.40	1.19	6.38	3.06	2.32
江西省	0.51	0.91	2.16	1.94	1.05	1.80
山东省	6.79	5.96	7.11	7.98	9.80	9.34
河南省	2.62	2.06	3.48	3.63	2.55	3.50
湖北省	2.55	3.11	8.15	1.83	3.15	3.84
湖南省	2.94	2.90	4.44	7.60	2.81	4.64
广东省	23.37	30.77	3.95	6.80	13.10	16.42
广西自治区	0.71	0.78	2.91	2.64	1.04	1.13
海南省	0.04	0.22	0.08	0.05	0.12	0.07
重庆市	1.32	1.12	1.61	2.34	2.95	2.87
四川省	2.05	3.13	5.83	2.70	3.15	1.74
贵州省	0.87	0.70	1.63	2.36	0.33	0.33
云南省	0.78	0.76	1.00	0.95	0.54	0.36

西藏自治区	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00
陕西省	1.16	1.50	2.14	1.91	0.86	0.71
甘肃省	0.44	0.32	1.19	1.58	0.41	0.17
青海省	0.33	0.05	0.08	0.18	0.09	0.02
宁夏自治区	0.14	0.16	0.88	0.77	0.13	0.12
新疆自治区	0.23	0.26	0.80	0.74	0.28	0.27

资料来源: 中国国家统计局, 《中国科技统计年鉴》

<表-1>和<表-2>发现在技术商业化阶段的投入中排名前5位区域的规模以上工业企业有效发明专利数的比例总和超过了全国的60%以上, 而规模以上工业企业技术改造经费支出比例总和超过了全国的40%以上, 技术商业化阶段的产出中排名前5位区域的规模以上工业企业新产品销售收入的比例总和超过了全国的55%以上。其中全国有5个区域出现了投入产出比重全部下降的现象, 分别是天津市、山西省、辽宁省、云南省和西藏自治区, 有2个区域出现了投入产出比重全部上升的趋势, 分别是江苏省和广东省, 而且江苏省和广东省增长比重超过3个百分点或者接近3个百分点。从表面上来看各个省市自治区技术开发阶段和技术商业化阶段的投入产出都存在区域集中的特征。

## IV. 实证分析

### 1. Malmquist指数

Malmquist指数被广泛用于投入产出方面的分析, 特别是在评价某行业有效率的动态变化以及某地区的生产力变化趋势的研究领域里得到广泛运用(金相郁, 2007)。Malmquist指数利用距离函数的比率来计算。 $(x^t, y)$ 和 $(x^{t+1}, y^{t+1})$ 分别为t时期和t+1时期的投入产出关系。投入产出关系从 $(x^t, y)$ 向 $(x^{t+1}, y^{t+1})$ 变化就是生产

率的变化。生产率的变化不仅来自于技术水平的变化,也来自于技术效率的变化。技术水平的变化是生产前沿面的移动。技术效率是生产技术的利用效率,也就是生产前沿面和实际产出量之间的距离。可以利用距离函数来计算技术效率性和技术进步。如果其指数大于1,就是从 $t$ 时期到 $t+1$ 时期生产效率增加了,表示生产率有进步,如果其指数小于1,就是从 $t$ 时期到 $t+1$ 时期生产效率下降了,表示生产率有退步,如果其指数等于1,就表示生产率没有变化,就是没有改善(金相郁,王岩,2016)。

数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis, 简称DEA)是A.Charnes和W.W.Cooper等人在相对效率评价的基础上发展起来的一种系统分析方法。运用数学规划模型评价具有相同类型的多投入、多产出的决策单元是否有效率的一种非参数方法。其基本思想是把每一个被评价单位作为一个决策单元(简称DMU),再由众多DMU构成被评价群体,通过对投入和产出比率的综合分析,以DMU的各个投入和产出指标的权重作为变量进行评价运算,而确定有效前沿面,并根据各DMU与有效生产前沿面的距离状况,确定各DMU是否DEA有效率。

DEA方法主要有CCR和BCC两种基本模型。DEA模式是由Charnes、Cooper和Rhodes提出,所以称之为CCR模型。该模型是依据Farrell所提出的单一投入与单一产出的模式,在固定规模报酬(CRS)的假设下推广至多投入多产出,以适合现在复杂的生产程序的一种非参数分析方法(金相郁,2007)。该方法利用所有受评估的决策单元(DMU)的投入与产出变量的观测值,构建一个生产的效率前沿边界,凡落在效率前沿边界上的DMU是有效率的,其效率值为1,而落在效率前沿边界以外的DMU则是相对无效率的,其效率值介于0到1之间。

BCC模型是由Banker、Charnes和Cooper提出,所以称之为BCC模型(冯敏,方道军,2011)。该模型假设决策单位都处于固定规模效率,但实际上决策单位有可能处于规模递增和规模递减的情形,即规模不适当有可能影响整体效率。BBC模式就是在变动规模报酬假设下,修正了CCR模式的观念及使用范围,推导出纯效率变化及规模效率变化,即将效率变化分解为纯效率变化和规模效率

变化(金相郁, 王岩, 2016)。

## 2. 投入产出结构

根据对前人文献的总结, 在技术开发阶段的投入变量中我们选用了R&D人员的投入和R&D经费投入这两大方面的指标来衡量各地区的R&D资源投入, 其中包括了规模以上工业企业R&D人员全时当量和规模以上工业企业R&D经费支出, 这两项指标。规模以上工业企业R&D经费支出指基础研究、应用研究和试验发展的实际支出。规模以上工业企业R&D人员全时当量反映出当年的R&D人员参与数量, 更加准确的说明当时的R&D人员投入。关于技术开发阶段产出变量, 我们选取了规模以上工业企业有效发明专利数, 反映出最真实有效的技术开发产出。技术商业化阶段我们将规模以上工业企业有效发明专利数和规模以上工业企业技术改造经费支出作为投入变量, 将规模以上工业企业新产品销售收入作为产出变量。这里我们没有选取新产品产值这个变量的原因是由于2012年后产值这一项数据的缺失, 而且产品的产值不能真实的反映出技术商业化的收入。

本文选取中国的30个省市自治区作为DEA的DMU, 其分析时间为2008-2016年。本文的规模以上工业企业R&D人员全时当量、规模以上工业企业R&D经费支出、规模以上工业企业有效发明专利数和规模以上工业企业新产品销售收入的数据均来自2009-2017年各年度《中国统计年鉴》, 而规模以上工业企业技术改造经费支出数据来自2009-2017年各年度《中国科技统计年鉴》。

## 3. 分析结果

总体来看, 根据<表-3>和<表-4>, 本文的区域包括30个省市自治区。为了比较不同地区的规模以上工业企业的技术开发阶段创新效率分析, 本文把30个省市

自治区再划分东部地区、中部地区、西部地区和东北部地区<sup>3)</sup>。第一，从<表-3>看，30个省市自治区在2008-2016年期间的Malmquist指数的平均值为1.163。这意味着9年间30个省市自治区的整体相对效率是上升的，上升了16.3%。在这期间，纯技术效率上升了1.7%，上升幅度不大，而效率变化上升了7.2%，技术变化上升了8.4%。效率变化表明各种生产要素的集约利用效率，而技术变化表明技术改进或者技术进步。除了浙江省、河南省和青海省外剩下27个省市自治区效率变化和技术变化同时有效率改善，占样本数的90%，这些省市自治区构成了中国区域规模以上工业企业的技术开发阶段创新效率的前沿面。

〈表-3〉技术开发阶段的Malmquist指数的分析结果：四大地区

地区	效率变化	技术变化	纯技术效率	规模效率	Malmquist指数
东北部地区	1.094	1.086	1.034	1.058	1.189
东部地区	1.078	1.085	0.983	1.096	1.170
中部地区	1.080	1.081	1.030	1.049	1.167
西部地区	1.063	1.085	1.040	1.022	1.153
全国	1.072	1.084	1.017	1.055	1.163

第二，从地区之间的差距来看，东部地区、中部地区、西部地区、东北部地区四大地区的相对效率分别为1.170、1.167、1.153、1.189，而Malmquist指数都在前沿面上，地区之间的演变为东北部地区-东部地区-中部地区-西部地区的发展格局。东北部地区的Malmquist指数为1.189，高于全国的平均水平，位于全国第一位。东部地区的Malmquist指数为1.170，高于全国的平均水平，位于全国第二，而东北部地区的Malmquist指数高于东部地区，这与整个国民经济发展水平呈现

3) 本文所指东部地区包括北京市、天津市、河北省、上海市、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省和海南省共10个省市。中部地区包括山西省、安徽省、江西省、河南省、湖北省和湖南省共6个省市。西部地区包括四川省、重庆市、贵州省、云南省、西藏自治区(由于数据缺失所以将西藏自治区剔除)、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区、广西自治区和内蒙古自治区共12个省市自治区。东北部地区包括辽宁省、吉林省、黑龙江省3个省。

的东北部地区低于东部地区的特点不同。进一步分析原始投入产出变量发现,东北部地区规模以上工业企业的产出低,但是相对的投入也较少,而DEA衡量的是投入产出直接的转换关系,而东部地区的投入增量大于产出的增量,这可能是造成东北部地区的Malmquist指数高于东部地区的原因。中部地区的Malmquist指数为1.167,略高于全国的平均水平。这可能是中部地区经济欠发达等诸多因素有关。西部地区的Malmquist指数为1.153,低于全国的平均水平,其中青海省效率变化值只有0.881小于1,说明近年来青海省的技术开发阶段中效率变化值下滑了11.9%,从而导致西部地区的效率变化低于东部地区和东北部地区。

〈表-4〉技术开发阶段的Malmquist指数的分析结果：30个区域

区域	效率变化	技术变化	纯技术效率	规模效率	Malmquist 指数
辽宁省	1.206	1.084	1.104	1.093	1.308
吉林省	1.039	1.083	0.991	1.049	1.126
黑龙江省	1.038	1.090	1.006	1.032	1.132
北京市	1.067	1.080	0.998	1.069	1.153
天津市	1.043	1.079	0.942	1.107	1.126
河北省	1.085	1.083	1.013	1.072	1.176
上海市	1.141	1.081	1.030	1.107	1.233
江苏省	1.103	1.085	0.981	1.124	1.196
浙江省	0.920	1.092	0.870	1.058	1.005
福建省	1.057	1.077	0.998	1.059	1.138
广东省	1.105	1.079	1.000	1.105	1.192
海南省	1.154	1.113	1.000	1.154	1.284
山东省	1.104	1.084	1.000	1.104	1.197
山西省	1.121	1.087	1.087	1.031	1.218
安徽省	1.043	1.085	0.984	1.060	1.132
江西省	1.194	1.077	1.156	1.033	1.285
河南省	0.992	1.087	0.958	1.035	1.079

湖北省	1.076	1.079	1.011	1.064	1.160
湖南省	1.052	1.073	0.981	1.073	1.129
内蒙古自治区	1.074	1.086	1.069	1.004	1.166
广西自治区	1.104	1.071	1.058	1.044	1.183
重庆市	1.038	1.085	0.982	1.057	1.126
四川省	1.137	1.085	1.071	1.062	1.233
贵州省	1.024	1.081	0.981	1.044	1.106
云南省	1.025	1.080	0.981	1.045	1.107
陕西省	1.091	1.094	1.035	1.054	1.193
甘肃省	1.058	1.087	1.034	1.023	1.150
青海省	0.881	1.093	1.000	0.881	0.963
宁夏自治区	1.103	1.088	1.083	1.018	1.201
新疆自治区	1.155	1.083	1.142	1.011	1.251

第三,从各区域来看,各区域的技术开发阶段技术效率普遍偏高,其中,浙江省、河南省和青海省的效率变化小于1,从投入的角度来看,导致效率变化的主要原因是资源的有效利用,说明这3个地区没有充分的利用有效资源。浙江省在投入方面占到全国领先的位置,但是由于近年来投入比重严重大于产出比重所以导致了效率变化小于1的情况发生,河南省亦是如此,其投入方面排名也是比较靠前的,青海省则是投入和产出均较靠后,产出值更是下降较为严重。应加强其创新的经费和人员投入,增加青海省的技术开发阶段创新规模,借鉴其他成功省市自治区的经验。

根据<表-5>和<表-6>,本文中技术商业化阶段的区域也是包括30个省市自治区。为了比较不同地区的规模以上工业企业的技术商业化阶段创新效率分析,本文把30个省市自治区再划分东部地区、中部地区、西部地区和东北部地区。第一,从总体上看,30个省市自治区在2008-2016年之间的Malmquist指数的平均值为0.842,意味着9年间30个省市自治区的整体相对效率出现了下降趋势,下降了15.8%。在这期间,纯技术效率下降1.3%,下降幅度不大,效率变化上升了1.1%,技术变化下降了16.7%。效率变化表明各种生产要素的集约利用效率,而



技术变化表明技术改进或者技术进步。全国30个个省市自治区技术变化全部为无效，占样本数的100%，出现这一情况的原因有可能是由于近年来规模以上工业企业技术改造经费支出持续的递减所导致的，这同时也说明了近年来由于中国规模以上工业企业技术出现了提高，掌握了一定创新技术和自身企业技术的提升，所以经费出现下降的情况。

〈表-5〉技术商业化阶段的Malmquist指数的分析结果：四大地区

地区	效率变化	技术变化	纯技术效率	规模效率	Malmquist指数
东北部地区	0.987	0.833	0.970	1.020	0.823
东部地区	1.046	0.860	0.984	1.063	0.901
中部地区	1.071	0.835	1.024	1.046	0.893
西部地区	0.964	0.813	0.985	0.986	0.786
全国	1.011	0.833	0.987	1.024	0.842

第二，从地区之间的差距来看，东部地区、中部地区、西部地区、东北部地区四大地区的相对效率分别为0.901、0.893、0.786、0.823，四个地区的相对效率都在前沿面上，地区之间的演变为东部地区-中部地区-东北部地区-西部地区的发展格局。东部地区的Malmquist指数为0.901，高于全国的平均水平，位于全国第一位。中部地区的Malmquist指数为0.893，高于全国的平均水平，位于全国第二，而东部地区的Malmquist指数高于中部地区，这与整个国民经济发展水平呈现的东部地区高于中部地区的特点相同。东北部地区的Malmquist指数为0.823，略低于全国的平均水平，这可能是东北部地区近年来经济出现下滑等诸多因素有关。西部地区的Malmquist指数为0.786，低于全国的平均水平，其中贵州省、甘肃省、新疆自治区和云南省Malmquist指数都出现了小于0.8，从而导致西部地区的效率变化低于东部地区和东北部地区。

〈表-6〉 技术商业化阶段的Malmquist指数的分析结果：30个区域

省份	效率变化	技术变化	纯技术效率	规模效率	Malmquist 指数
辽宁省	0.957	0.814	0.886	1.080	0.779
吉林省	1.000	0.881	1.000	1.000	0.881
黑龙江省	1.005	0.803	1.025	0.981	0.808
北京市	0.971	0.844	0.909	1.068	0.819
天津市	1.133	0.893	1.058	1.071	1.012
河北省	1.018	0.859	1.019	0.999	0.874
上海市	0.976	0.862	0.924	1.056	0.841
江苏省	1.057	0.881	1.000	1.057	0.931
浙江省	1.199	0.883	1.046	1.147	1.059
福建省	0.959	0.844	0.939	1.021	0.809
广东省	1.195	0.875	1.000	1.195	1.046
海南省	0.896	0.816	1.000	0.896	0.731
山东省	1.053	0.839	0.945	1.115	0.883
山西省	0.956	0.839	0.979	0.977	0.802
安徽省	1.153	0.796	1.025	1.125	0.918
江西省	1.019	0.864	1.022	0.997	0.881
河南省	1.105	0.833	1.040	1.063	0.921
湖北省	1.113	0.929	1.083	1.028	1.034
湖南省	1.077	0.746	0.992	1.086	0.803
内蒙古自治区	0.977	0.819	0.999	0.978	0.800
广西自治区	1.003	0.880	1.007	0.996	0.882
重庆市	1.043	0.863	1.019	1.023	0.900
四川省	0.951	0.859	0.919	1.036	0.818
贵州省	0.780	0.727	0.811	0.962	0.568
云南省	0.995	0.802	0.998	0.997	0.798
陕西省	0.982	0.833	0.894	1.098	0.818
甘肃省	0.898	0.745	0.883	1.018	0.669
青海省	1.063	0.820	1.317	0.808	0.872
宁夏自治区	0.972	0.847	1.069	0.909	0.823
新疆自治区	0.936	0.743	0.919	1.018	0.695

第三,从各区域来看,各区域的技术商业化阶段效率变化大部分偏底,其中辽宁省、北京市、上海市、福建省、海南省、山西省、内蒙古自治区、四川省、贵州省、云南省、陕西省、甘肃省、宁夏自治区和新疆自治区的效率变化都小于1,从投入的角度来看,导致效率变化的主要原因是资源的有效利用。其中,北京市和上海市在投入方面占到全国领先的地位,但是由于近年来产出比重相对的下降所以导致了效率变化小于1的情况,而辽宁省、福建省和四川省其投入方面排名是稍微靠前的,但是产出同样也出现下滑情况,海南省、山西省、内蒙古自治区、贵州省、云南省、陕西省、甘肃省、宁夏自治区和新疆自治区青海省则是投入和产出均较靠后,产出值更是下降较为严重。

从2008年到2016年对中国规模以上工业企业的技术开发阶段创新效率整体处于上升阶段,除了青海省以外其他省市自治区在投入和产出方面均表现出低投入、高产出的阶段大多数区域的规模以上工业企业的技术开发创新发展处于收益递增阶段,这段期间大多数区域的技术开发创新的效率水平都比较高。而各区域的经济发展的差距并没有随着时间的变化而出现趋同的特征,所以,不同区域的技术开发创新的发展也是不同的。从2008年到2016年对中国规模以上工业企业的技术商业化创新效率整体处于下降阶段,除了天津市、浙江省、广东省和湖北省外其他省市自治区在投入和产出方面均表现出于高投入、低产出的阶段大多数区域的规模以上工业企业的商业化创新发展处于收益递减阶段,这段期间大多数区域的商业化创新的效率水平都比较低。

## V. 结论

本文通过运用Malmquist指数对2008-2016年期间中国区域间技术创新效率进行了比较研究。本文认为分析技术创新效率的比较是区域经济发展差距周期性变

化的根本原因之一。从总体看中国区域规模以上工业企业技术创新效率的技术开发阶段总体改善率为16.3%。在这期间,纯技术效率对总效率影响小于规模效率,降低了总体效率的提升速度。这说明技术开发阶段在整体规模上效率有了一定的进步,而在管理和技术方面还需要一定的提升,尤其需要更加优化技术创新的质量,学习先进管理经验,在人员方面应该吸引更多海外高素质人才和合理建立高效的人才体制来缩减工作时间提高实效。在技术商业化阶段总体改善率为负15.8%。在这期间纯技术效率对总效率影响略微小于规模效率,影响了总体效率的提升速度。这说明技术商业化阶段在整体规模上效率出现了退步的情况,不光是在管理和技术方面需要大力的提升,在总体规模上也需要加强。应该整合产品的结构,调整生产规模,由于技术创新具有显著的扩散效应,所以技术改造经费出现了下降的趋势,但是并没有有效的利用先进技术和有效的消化吸收。以上的原因引起了技术创新效率的增长障碍,解决这些问题的基础上需要制定相关的政策,保护更加合理的市场环境。

从地区间差距来看,技术开发阶段地区之间的演变为东北部地区-东部地区-中部地区-西部地区的发展格局。由于东北地区在纯技术效率中大于东部地区,在规模效率方面又小于东部地区。说明东部地区的整体规模要高于东北地区,东北部地区的产出低,但是相对的投入也较少,而Malmquist指数衡量的是投入产出直接的转换关系,而东部地区的投入增量大于产出的增量,这可能是造成东北部地区的相对效率值高于东部的原因。技术商业化阶段地区之间的演变为东部地区-中部地区-东北部地区-西部地区的发展格局。由于东北部地区近年来的经济出现下滑,在纯技术效率方面小于全国的增长率,导致其整体排名落后于东部和中部地区。这说明在技术吸收和利用上没有发挥出来,在整体的管理上面没有提高其效率。各地区间在有效提升技术开发阶段的同时应该更加重视技术商业化阶段的效率,利用好各地区间的自身优势,学习其他地区的长处,有效的利用好创新的资源。

第三,从各区域来看,技术开发阶段效率变化普遍较偏高,除浙江省、河南省

和青海省的技术效率小于1, 浙江省和河南省应该优化投入, 在人员和时间方面优势化选取, 减少不必要的投入, 合理管控人才和相关制度。青海省应该合理增加经费和人员的合理投入加强学习其他地区的创新经验。在技术商业化阶段中辽宁省、北京市、上海市、福建省、海南省、山西省、内蒙古自治区、四川省、贵州省、云南省、陕西省、甘肃省、宁夏自治区和新疆自治区的效率变化都小于1, 说明产业结构方面出现了问题, 应该合理调整产业结构。同时我们发现纯技术效率是引起效率变化小于1的主要因素, 应当完善企业管理的同时增强人才的吸引、创新的有效投入、知识的储备和先进技术的消化吸收。从整体上看中国区域创新效率在技术开发阶段出现了整体提升的现象, 而在技术商业化阶段存在着不足点。

## 参考文献

- 张宗益(2006), 基于SFA模型的我国区域技术创新效率的实证研究, 「软科学」, 第2期, pp.125-128。
- 史修松(2009), 中国区域创新效率及其空间差异研究, 「数量经济技术经济研究」, 第3期, pp.45-55。
- 韩晶(2010), 中国高技术产业创新效率研究-基于SFA方法的实证分析, 「科学学研究」, 第3期, pp.467-472。
- 虞晓芬·李正卫·池仁勇(2005), 我国区域技术创新效率: 现状与原因, 「科学学研究」, 第2期, pp.258-264。
- 余泳泽(2009), 我国高技术产业技术创新效率及其影响因素研究, 「经济科学」, 第4期, pp.62-74。
- 杨志江·罗掌华(2012), 我国各省市技术创新效率差异的比较研究, 「中国科技论坛」, 第1期, pp.18-22。
- 颜莉(2012), 我国区域创新效率评价指标体系实证研究, 「管理世界」, 第5期, pp.174-175。
- 尹伟华(2012), 中国区域高技术产业技术创新效率评价研究, 「统计与信息论坛」, 第8期, pp.99-106。
- 赵玉林·程萍(2013), 中国省级区域高技术产业技术创新能力实证分析, 「商业经济与管理」, 第6期, pp.77-85。
- 常晓然·周全·吴晓波(2016), 我国54个城市的创新效率比较研究: 基于包含非期望产出的SBM-NDEA模型, 「管理工程学报」, 第1期, pp.9-18。
- 刘凤朝(2007), 基于Malmquist指数法的我国科技创新效率评价, 「科学学研究」, 第5期, pp.986-990。
- 吴延兵(2008), 用 DEA 方法评测知识生产中的技术效率与技术进步, 「数量经济技术经济研究」, 第7期, pp.67-79。
- 王家庭·单晓燕(2010), 我国区域技术创新的效率测度及动态比较, 「中国科技论坛」, 第11期, pp.73-78。
- 严慧斌·崔跃武·汪克亮(2014), 区域大中型工业企业技术创新效率评价—基于DEA的Malmquist指数法, 「安徽理工大学学报」, 第2期, pp.20-28。
- 金相郁(2001), 空间收敛第一规律与空间收敛第二规律, 「南开经济研究」, 第3期, pp.46-50。
- 金相郁(2007), 中国区域全要素生产率与决定因素: 1996-2003年, 「经济评论」, 第5期,

pp.107-112。

金相郁·郝寿义(2006), 中国区域发展差距的趋势分析, 「财经科学」, 第7期, pp.110-117。

金相郁·王岩(2016), 中国银行业的经营效率研究, 「KU中国研究」, 第2卷, pp.5-29。

杨清可·段学军(2014), 基于DEA-Malmquist模型的高新技术产业发展效率的时空测度与省际差异研究, 「经济地理」, 第7期, pp.103-110。



국문초록

## 중국의 지역별 기술혁신의 상대적 효율성 비교

김 상 욱

배재대학교

굴 천 우

배재대학교

본 연구는 중국의 30개 지역을 대상으로 기술혁신의 상대적 효율성을 비교하고 있다. 효율성 분석에는 Malmquist 지수를 이용하고 있으며 분석기간은 2008년-2016년으로 설정하고 있다. 기술혁신의 대상은 규모 이상의 공업기업으로 설정하고 있다. 본 연구는 기술혁신이 지역경제발전에 미치는 영향을 고려하여 기술개발단계와 기술상업화단계로 구분하고 있다. 기술혁신이 단순히 성과를 창출하였다고 해서 지역경제발전으로 이어지기 보다는 상업화 과정을 거쳐야만 비로소 지역경제발전으로 실질적인 영향을 초래할 수 있기 때문이다. 기술개발단계의 Malmquist 지수의 추계에 사용되는 투입변수에는 R&D경비지출과 R&D전문인력투입량을 이용하고 있으며, 산출변수에는 유효특허수를 이용한다. 기술상업화단계의 Malmquist 지수의 추계에 사용되는 투입변수는 기술개발단계에서의 산출변수인 유효특허수와 기술개조지출을 이용하며 산출변수에는 신제품판매수입을 이용한다. 분석결과에 의하면 기술개발단계의 Malmquist 지수는 1.163으로 2008년-2016년 기간 동안 16.3%의 효율성의 개선이 이루어지고 있으나 기술상업화단계에서의 Malmquist 지수는 0.842로 15.8%의 효율성 악화가 나타나고 있다. 기술개발단계에서는 효율성의 개선이 나타나고 있으나 기술상업화단계에서는 오히려 효율성의 악화가 나타나고 있다. 이는 중국의 지역별 기술혁신이 단순한 성과창출보다는 실질적으로 지역경제발전에 영향을 창출할 수 있는 실용화의 과제가 있음을 나타낸다.

**핵심주제어:** 중국, 지역, 혁신, 기술혁신, Malmquist지수

Abstract

## **A Study on the Relative Efficiency of Technology Innovation in China: The Case of 30 Regions**

**KIM, Sangwook**

Pai Chai University

**QU, Tianyou**

Pai Chai University

This paper studies the relative efficiency of the technology innovation to the Chinese 30 regions. The efficiency analysis use Malmquist index, the period set from 2008 to 2016. The technology innovation mainly considers the scale above of the secondary industries. This paper point out the affection of the technology innovation to the regional economic development, and then divides the technology innovation into the technology development stage and the technology business stage. In the Malmquist index of the technology development stage, the input variables include the R&D expenditure and the full time equivalent of R&D, and the output variables is the number of effective invention patent. In the Malmquist index of the technology business stage, the input variables include the number of effective invention patent and technology improvement expenditure, the number of effective invention patent is the output variable in the technology development stage, and the output variable is the revenue of the new products. The results indicate that the Malmquist index of the technology development stage is 1.163, the efficiency of the technology innovation is improved by 16.3%, and the Malmquist index of the technology business index is 0.842, is decreased by 15.8%. The result means that the regional technology innovation need to consider

the real affection of the technology innovation to the regional economic development.

**Key words:** China, Regions, Innovation, Technology Innovation, Malmquist Index