

产学研协同创新效率测度及影响因素实证分析

——来自泛珠三角的区域层面数据

贺 灵, 蒋晨帆, 易秋平

(湖南科技大学 商学院, 湖南 湘潭 411201)

摘要:采用超效率 DEA 法测度泛珠九省在 2007—2016 年的产学研协同创新效率,并采用 Malmquist 指数法考察效率的动态变动情况,最后采用 Tobit 模型验证协同创新效率的关键性影响因素。研究表明,泛珠九省的创新效率总体上趋于改善但也存在短期波动,其中贵州、海南两省的协同创新效率相对最低,而广东省的协同创新效率是泛珠三角区域中最高的。技术进步对协同创新效率的作用最明显,技术效率变动的贡献度却较小,这说明从管理和制度改善方面挖掘效益尚存在较大的空间。高校参与合作及转移知识的能力、企业吸收及应用知识的能力、政府及金融机构的支持程度、产学研合作关系对协同创新效率的改进都具有显著的正向影响,其中政府及金融机构支持的作用最为明显,而地区经济发展程度的影响则不显著。

关键词:产学研合作;协同创新;影响因素;Malmquist 指数;DEA-Tobit 模型

中图分类号:F590.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)08-0001-07

技术创新是一国获得竞争主动权的重要战略选择,而协同创新是提升技术创新能力的重要途径。随着中国创新驱动发展战略的提出,产学研协同创新的重要意义在学术界和产业界已形成共识。特别自 2012 年以来,教育部致力于推动“协同创新 2011 计划”,鼓励发展各类型的协同创新中心^[1]。对于协同创新各类相关主体而言都致力于创新成效的改善或绩效的提升。而要实现此目的,首先就必须对本地区产学研协同创新的水平有清晰的认知,并对影响协同创新效率的因素展开深入分析。故采取科学有效的方法对产学研协同创新效率进行测度是首要的。国内外学者在对创新绩效进行测度时主要采用参数估计方法和非参数方法,非参数方法中以数据包络分析法(DEA)最为典型^[2-3]。但学者们没有更深入地实证分析影响效率的相关因素。纵观已有研究,采用 DEA 方法对创新效率测度时大多都只从静态的角度考察效率而没有探析跨年度效率的变化指数,且大多研究仅得出最终的效率测度结果而未深入分析影响效率的关键因素及其作用强度。

泛珠三角地区是中国重要的经济发展地带。泛珠三角内部各省区将推动本地区产学研协同创新作为促进地区产业升级及经济可持续发展的有力着力点,同时也致力于整个泛珠区域层面的协同创新工作。然而,各省区的经济和社会发展水平是不均衡的,推动产学研协同创新的力度和成效也存在较明显的地区差异性。鉴于此,对泛珠三角地区各省产学研协同创新的效率状况展开合理测度并从静态和动态的角度对效率进行分析,进一步地采用实证的方法探析影响产学研协同创新的重要因素及其作用的路径或强度,这对产学研协同创新相关主体优化配置创新资源、改善创新决策有着积极意义。

1 效率测度方法与指标构建

1.1 超效率 DEA 测度法

产学研创新系统是一个社会经济系统,其存在着多种资源的投入与多种成果产出,采用数据包络分析法对这类系统的运营效率进行测度是比较合适的^[4]。特别地,为了更明确地对所有决策单元的综合效率进行比较,采取一种对传统 DEA 方法改进后的超效率 DEA 方法来测度。超效率数据包络

收稿日期:2021-03-14

基金项目:湖南省哲学社会科学基金资助项目(18JD30);湖南省教育厅科学研究项目(17C0668)。

作者简介:贺灵(1980—),男,湖南平江人,湖南科技大学商学院,讲师,博士,硕士研究生导师,研究方向为产业创新与金融发展;蒋晨帆(1997—),男,江苏苏州人,湖南科技大学商学院,硕士研究生,研究方向为产业发展与金融支持。

分析法的基本数学式为

$$\begin{cases} \min \theta \\ \text{s. t. } \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n X_j \lambda_j \leq \theta X_k \\ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n Y_j \lambda_j \geq Y_k \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

1.2 Malmquist 指数法

由于超效率 DEA 方法只能就某一独立时点的效率状况作出静态的评价,为了实现对产学研协同创新效率进行跨年度动态分析,需要采用具备动态分析功能的 Malmquist 生产率指数法。Malmquist 指数的构建分为两个阶段:首先要确立两个不同时期(t 和 $t+1$ 时期)各自的指数形式;其次,对两个指数求取几何平均值则获得最终的 Malmquist 指数,即

$$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{D^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^t(x_t, y_t)} \times \frac{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

式中: (x_t, y_t) 表示 t 时期的投入和产出量; (x_{t+1}, y_{t+1}) 表示 $t+1$ 时期的投入与产出量; D^t 表示距离函数,它是以 t 时期的技术为参照而确立的; D^{t+1} 也属于距离函数,它是以 $t+1$ 时期的技术为参照而确立的。Malmquist 指数的取值分为 3 种类型:小于 1、等于 1 或大于 1。若指数小于 1 则意味着创新效率在跨时间段内(从 t 到 $t+1$ 时期)呈现出衰退趋势;当指数等于 1 时则意味着协同创新效率基本保持稳定;当指数大于 1 时则意味着协同创新效率呈现改善趋势。

Malmquist 指数还可以由技术效率变化指数(EC)和技术进步指数(TC)两者相乘得到,最终还可以表达为由纯技术效率变化(PEC)和规模效率变化(SEC)两者乘积得到的技术效率变化指数再乘以技术进步。

1.3 指标构建与数据收集

按照创新运营的基本逻辑,将指标体系划分为投入与产出两个大类,创新的投入大致分为人力、物力和财力 3 种,而产出的划分需要结合创新主体在协同创新中的目标来确定^[5]。从企业角度考察,新产品的销售收入是其关注的重点。从高校和科研院所角度考察,则科研论文和专利等成果是其在合作中所关注的重点^[6-7]。综合各学者的研究,再结合本研究的特点设置指标体系,见表 1。

在空间范围上针对泛珠三角地区的九省份进行考察,指标所需数据来源于 2008—2017 年的《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国区域创新能力报告》、相关省区科技统计年鉴、国家知识产权局专利检索数据库平台、中国科技统计网站、相关省区科技统计网站。

表 1 产学研协同创新效率评价指标

指标分类	指标名称	备注
投入指标	R&D 经费支出(万元)	高校和科研院所科技活动资金中来自企业的资金数额 ^[8]
	R&D 人员全时当量(人年)	地区 R&D 人员全时当量
	R&D 机构数量(个)	规模以上工业企业科技机构数
产出指标	3 种专利申请授权数量(项)	中间产出
	规模以上工业企业新产品销售收入(万元)	生产产出
	产学研合作发表论文数量(篇)	学研产出(用“作者同省异单位科技论文数”衡量)

2 效率测度结果的静态与动态分析

2.1 协同创新效率静态分析

采用 DPS9.5 测度考察期间(2007—2016 年)泛珠三角地区 9 个省在产学研协同创新方面的超效率值(表 2),基于该测度结果展开创新效率的静态分析。

从时间角度考察,考察期内总体上各个省份的创新效率状况呈现改善的趋势,尤其是自 2012 年以来各省的效率值改善得比较明显,2013—2016 年各年的效率均值都大于 1。教育部、财政部于 2012 年联合推动“协同创新 2011 计划”,这有力地促进了地方产学研合作向纵深发展;特别是党的十八大之后,国家大力推行创新驱动发展战略和贯彻落实新发展理念,这为协同创新效率的改善创造了更加有利的条件。然而,从表 2 可以看出,2007—2011 年每年的效率均值都小于 0.9,这说明总体而言,在这些年份泛珠地区的产学研协同创新缺乏效率。其原因很多,其中最典型的就是产学研合作所投入的创新资源不够充分;还有就是虽然投入了一定量的设备、仪器、科研人员和资金,但未很好地盘活这些资源而导致其利用率低。

表 2 2007—2016 年泛珠三角地区产学研协同创新效率值

省份	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	均值
福建	0.849	1.007	0.955	0.921	0.965	0.987	1.008	1.119	1.600	1.187	1.060
江西	0.705	0.727	1.074	0.638	0.605	0.675	1.094	1.144	1.576	1.398	0.964
湖南	1.021	0.776	1.027	0.888	0.957	0.989	1.014	1.150	1.082	1.162	1.007
广东	0.876	1.027	1.359	1.179	0.936	1.085	1.074	1.029	1.124	1.243	1.093
广西	0.748	0.653	0.798	0.821	0.659	0.977	0.802	0.952	1.564	1.261	0.924
海南	0.903	0.802	0.750	0.716	0.861	1.030	1.061	0.846	0.844	0.862	0.868
四川	1.108	0.886	0.832	0.798	0.988	1.123	1.370	1.005	1.280	1.232	1.062
贵州	0.708	0.781	0.729	0.703	0.696	0.874	0.798	1.070	0.890	1.016	0.827
云南	0.743	0.646	0.798	1.241	0.659	0.977	0.802	0.952	0.821	1.497	0.914
平均	0.851	0.812	0.925	0.878	0.814	0.969	1.003	1.030	1.198	1.206	—

表 3 各省份年均 Malmquist 指数及分解

省份	技术效率变化 (EC)	技术进步 (TC)	纯技术效率变化 (PEC)	规模效率变化 (SEC)	Malmquist 生产率指数(TFPC=EC×TC)
福建	0.979	1.051	0.968	1.011	1.029
江西	0.989	1.036	1.010	0.979	1.024
湖南	0.999	1.043	0.991	1.008	1.042
广东	1.019	1.071	1.007	1.012	1.091
广西	1.026	1.028	1.008	1.018	1.055
海南	0.946	1.018	0.974	0.971	0.963
四川	0.975	1.068	0.989	0.986	1.041
贵州	0.935	1.015	0.958	0.976	0.949
云南	1.058	1.024	1.076	0.983	1.083
均值	0.992	1.039	0.998	0.994	1.031

表 4 跨年份产学研协同创新综合效率平均变化及分解

年份	技术效率变化 (EC)	技术进步 (TC)	纯技术效率变化 (PEC)	规模效率变化 (SEC)	Malmquist 生产率指数
2007—2008	0.938	1.042	0.951	0.986	0.977
2008—2009	0.978	1.068	1.013	0.965	1.044
2009—2010	0.925	1.042	0.959	0.965	0.964
2010—2011	0.966	0.987	1.013	0.954	0.954
2011—2012	0.962	1.047	0.998	0.964	1.007
2012—2013	0.972	1.034	0.971	1.001	1.005
2013—2014	1.001	1.054	0.992	1.009	1.055
2014—2015	1.016	1.038	1.021	0.995	1.054
2015—2016	1.174	1.041	1.064	1.103	1.222
平均值	0.992	1.039	0.998	0.994	1.031

从空间角度考察,创新效率表现最佳的是广东省,该省在整个考察期间的效率均值为 1.093,并在多数年份的效率值大于 1。这与该省在推动产学研合作方面所做的努力是相关的。早在 2006 年广东省联合教育部和科技部就率先实施了“省部产学研合作计划”。而贵州、海南两省的创新效率处于九

省中的下游,其效率均值分别为 0.827、0.868。贵州省地处中国西部欠发达地区,高校及科研院所的数量及质量有待提升,且在企业规模化发展、产业升级优化方面存在较大改进空间。海南省属于旅游大省,在工业生产方面缺乏优势,其产学研协同创新表现并不理想。通过研究表明,产学研协同创新在泛珠九省范围内存在明显的地区差异性和时序波动性,创新效率改善空间普遍较大。

2.2 协同创新效率动态分析

借助 Malmquist 生产率指数分析法可以进一步探析协同创新效率在跨年度间的变化指数,为了实现这一目标,利用 DEAP 软件来测算,测算结果见表 3 和表 4。从表 3 可看出,贵州省在整个考察期内协同创新的 Malmquist 生产率指数仅为 0.949,说明该省的产学研协同创新效率年均出现 5.1% 的负增长。需要指出的是,泛珠九省 Malmquist 生产率指数的均值达到了 1.031,这说明九省区的协同创新效率实现了年均 3.1% 的增长率,这种增长速度还是比较慢的。从数据也可看出,广东省的 Malmquist 生产率指数最大,达到了 1.091,这说明从动态的角度考察广东省的协同创新效率年均增长速度是比较令人满意的。广东在推动产学研合作过程中一直走在全国的前列,尤其是 2012 年以来以“协同创新 2011 计划”实施为契机,为该省相关产业升级与竞争优势的获得做出了积极贡献。

从表 3 中可以更深入地考察 Malmquist 生产率指数的有机构成。总体上看,九省的产学研协同创新效率处于改善之中,这可以从 Malmquist 生产率指数的均值(1.031)得到体现。深入的分析表明,对 Malmquist 生产率指数贡献最大的是技术进步,TC 的均值为 1.039,而技术效率变化的均值仅为 0.992。这意味着产学研合作创新综合效率的改善

主要得益于技术进步,技术效率的改善存在较大的改进空间。

从表4可以看出,总体上产学研协同创新综合效率在逐步提升中。然而,在2009—2010年及2010—2011年出现逆转,这两组跨年度的Malmquist生产率指数分别为0.964和0.954,说明协同创新效率变化呈现出倒退现象。这是因为2008年爆发的金融危机波及全球多个国家和地区,市场需求相对低迷。这场危机的爆发期在2008年,但其影响却持续了2~3年。这种局面无疑会对泛珠三角乃至全国工业生产及创新产生一定的负面影响。另外,在2014—2015年及2015—2016年两组时段内,Malmquist生产率指数大于1,说明产学研协同创新得到改善,创新效率呈现出比较明显的增长状态。这与国家大力推动自主创新战略实施尤其是教育部针对性地推行企业-高校-科研院所间的产学研“协同创新2011计划”有关,更是得益于党的十八之后以市场为导向、以企业为主体、政府引导的产学研协同技术创新体系的构建与完善。

3 效率影响因素实证分析

3.1 理论假设的提出

按照三螺旋理论,企业-高校(科研院所)-政府三者有机构成了区域创新系统中最为关键的创新主体。该理论为本文理论假设的提出提供了逻辑框架,故本文从主体及其关系两个角度来探讨关键性影响因素。主体角度从企业、高校、科研院所、政府及金融机构来考察,而关系角度主要探讨主体间的合作关系。

3.1.1 高校及科研院所转移知识的能力

高校及科研院所是产学研合作中知识创新的关键主体,它们拥有科研资源和人才优势。理论上,高校及科研院所只有创造出质量可靠的科研成果,技术知识向企业的转移才会成为可能。另外,需具备向企业转移的顺畅通道才能将新技术知识导入生产系统进而转化为现实的经济效益。Caldera和Debande对西班牙大学在技术转移中的效率研究发现来自高校的新技术知识的创造、转移的效率越高,越有利于加快生产应用领域的技术开发及新产品创造进程,提升产学研协同创新的效率^[9]。而技术市场的交易标的主要是来自高校和科研院所的科研成果,因此技术市场的交易金额可以近似体现高校及科研院所参与合作及向产业领域转移知识的能力,并提出如下假设。

H1:高校及科研院所转移知识的能力与产学研

协同创新效率正相关。

3.1.2 企业吸收及应用知识的能力

企业在协同创新过程中对高校及科研院所新技术知识的消化吸收及综合利用能力是企业参与合作能力的重要体现。Mirjam和Deniz以科技企业为例研究了知识吸收和企业绩效间的关系,认为企业的R&D经费支出强度可以体现其技术能力的强弱^[10]。故以企业R&D经费支出占产品销售收入比重来体现企业参与合作时吸收与应用新知识的能力,并提出以下假设。

H2:企业吸收及应用知识的能力与产学研协同创新效率正相关。

3.1.3 政府及金融机构的支持程度

政府是产学研协同创新中关键的间接主体。政府的引导及所提供的公共服务能降低产学研合作的交易成本。杨柏和陈银忠指出政府对产学研协同创新的支持方式是多方面的,然而最直接的方式是R&D经费资助^[11]。故以地区研发资金中政府资金所占比重加上地区研发资金中金融机构资金所占比重来近似体现政府及金融机构对产学研合作创新的支持力度,并提出如下假设。

H3:政府及金融机构的支持程度与产学研协同创新效率正相关。

3.1.4 企业-高校-科研院所间的合作关系

产学研合作关系指的是企业与高校(或科研院所)合作中所表现出来的相互间信任程度、主体间关系的紧密程度。合作关系体现在两个层次中,一是主体组织间的正式关系,二是私人间的非正式关系。Schmitt在研究高校与企业的合作时对彼此的冲突和协同给予了重点关注^[12]。吴俊等研究发现产学研合作间的交互效应对新兴产业中的微观企业创新效率存在明显的正向影响^[13]。庄涛等认为可以用高校-企业-政府联合申请的专利数来体现产学研合作的关系^[14]。借鉴已有研究,以产学研三方或其中两方联合申请的专利数占专利总数比重来体现产学研间的合作关系紧密或融洽程度,并提出以下假设。

H4:企业-高校-院所间的合作关系与产学研协同创新效率正相关。

3.1.5 地区经济的发展程度

区域经济发展的水平可以用地区的GDP总量或地区人均GDP量来体现。有些国内外学者认为,地区GDP总量或人均量的增加可以从消费和投资两个角度影响产学研合作。从消费的角度考察,产

学研合作创新所开发的新产品最终要接受市场的检验和消费者的认可才能实现其商业价值。从投资的角度考察,地区经济的发展可以为区域范围内创新工作的开展提供物质基础,产学研合作需要各类资源的投入,而这些资源的投入需要有相应的经济实力为保障。本文以地区人均 GDP 来体现地区的经济发展程度,并提出以下假设。

H5:地区经济的发展程度与产学研协同创新效率正相关。

3.2 模型的构建与变量选择

产学研协同创新效率都是大于 0 的,也就是说取值被割断而没有小于 0 的取值。由于存在创新效率取值被割断的情况,故不适合采用普通最小二乘法(OLS)模型来估计。而 Tobit 模型则适合被解释变量取值被割断的情形,可以最大限度地降低估计偏差,采用这一模型并结合最大似然估计方法可以达到预期的研究目的^[15]。为此,采用 Tobit 模型进行验证。

以产学研协同创新效率为被解释变量,以表 5 中可能影响创新效率的相关因素作为解释变量构建计量分析模型,并基于获得的面板数据对模型进行拟合估计,模型估计时采用极大似然估计法,具体模型为

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Univer}_{it} + \alpha_2 \text{Enterp}_{it} + \alpha_3 \text{Govern}_{it} + \alpha_4 \text{Cooper}_{it} + \alpha_5 \text{Econom}_{it} + \epsilon_{it}$$

(3)

表 5 Tobit 模型中的自变量说明

自变量符号	指标名称	考察指标	预期方向
Univer	高校和科研院所参与合作及转移知识的能力	技术市场交易金额(万元)	正
Enterp	企业吸收及应用知识的能力	企业 R&D 经费支出占产品销售收入比重(%)	正
Govern	政府及金融机构的支持程度	地区研发资金中政府资金所占比重(%) 地区研发资金中金融机构资金所占比重(%)	正
Cooper	企业-高校-科研院所的合作关系	产学研三方或其中两方联合申请的专利数占专利总数比重(%)	正
Econom	地区经济的发展程度	地区人均 GDP(元)	正

3.3 模型拟合及结果分析

运用 Eviews 软件拟合所构建的 Tobit 模型,模型的拟合结果见表 6。从表 6 中可以看出,高校及科研院所参与合作及转移知识的能力、企业吸收及应用知识的能力、政府及金融机构的资金或政策支持力度、产学研合作关系对产学研协同创新效率具有明显积极作用,在 1%或 5%的水平上显著,且作用方向与预期一致,验证了 H1、H2、H3、H4。以上 4 个解释变量的影响系数分别为 0.261、0.307、0.396、0.257,这表示高校及科研院所参与合作及转移知识的能力、企业吸收及应用知识的能力、政府及金融机构的资金或政策的支持力度、产学研合作关系每改善 1%,平均而言会促使产学研协同创新效率提升 0.261%、0.307%、0.396%、0.257%。在这 4 个影响系数中,政府及金融机构联合的作用力相对最大(其值为 0.396)。企业-高校-科研院所合作关系的影响系数相对最小,其值仅为 0.257,从理论分析,产学研合作关系对协同创新效率的影响应该还是比较突出的,该实证结果也从另一侧面说明产学研间的协调配合程度(或协同度)在促进创新效率的提升方面没有发挥其应有的作用。另外,经济发展程度对协同创新效率的影响在 10%水平上不显著,这与预期的作用方向不一致,不支持 H5。

表 6 协同创新效率影响因素检验

变量	待估参数	系数	标准差	T 统计量	P 值
常数项	α_0	2.367	1.811	1.307	0.132
Univer	α_1	0.261**	0.130	2.013	0.034
Enterp	α_2	0.307**	0.154	1.989	0.041
Govern	α_3	0.396***	0.101	3.931	0.001
Cooper	α_4	0.257**	0.114	2.262	0.029
Econom	α_5	0.208	0.163	1.274	0.141
对数似然函数值	106.316				
Wald 检验值	28.378				

注:*表示显著性水平 10%;**表示显著性水平 5%;***表示显著性水平 1%。

4 结论与对策建议

应用超效率 DEA 法测度了泛珠九省在 2007—2016 年的产学研协同创新效率,并采用 Malmquist 指数法考察了效率的动态变动情况。在此基础上,采用 Tobit 模型对协同创新效率的可能影响因素展开了实证研究。通过系统的理论和实证研究得到了一系列研究结论和启示。

4.1 结论

1)产学研协同创新效率的区域差异性较大,但这与区域经济发展程度相关性不高。通过对产学研协同创新的综合效率测度表明,九省的协同创新效率存在差异性,而产生这一区域差异性的主要原因并不是区域经济发展程度的差异引起的,因为协同创新效率的影响因素分析表明区域经济发展程度对协同创新效率的影响在10%的水平上并不显著。

2)产学研协同创新效率的提升主要来源于技术进步,技术效率的贡献发挥不足。通过利用Malmquist生产率指数法对泛珠九省的超效率值动态考察表明,“技术进步”在促进协同创新效率提升方面的贡献超过了“技术效率”。这说明从产学研协同创新的管理和制度改善方面提升创新效率的空间还很大。

3)产学研协同创新仍然是政府主导,企业的主导地位不突出。通过采用Tobit模型对可能影响泛珠九省产学研协同创新效率的因素进行实证研究发现,政府与金融机构支持的影响系数相对最大,而企业吸收及应用知识的能力的影响系数低于政府与金融机构支持的影响。这说明目前泛珠九省的产学研协同创新仍然是以政府为主导的,企业的主体作用没有充分发挥出来,这与要发展以企业为主导的产学研协同创新的初衷是相悖的。

4)产学研协同创新的合作关系不强,资源整合和协同能力有待加强。通过采用Tobit模型对可能影响泛珠九省产学研协同创新效率的因素进行实证研究发现,产学研合作关系虽然在5%的水平上显著,但相对于其他因素而言,其作用力度最小。这说明产学研间的协同程度不理想,没有发挥应有的作用。在以后的产学研合作中要更多地注重对企业、高校和科研院所三方资源的全面整合。

4.2 对策建议

1)优化创新资源的区域配置,实现区域协调发展。既然地区经济发展程度对产学研协同创新的影响并不显著,那么中央和地方政府在促进区域产学研协同创新过程中对创新资源的区域配置及对各地区的支持程度就不应重点关注区域经济的发展程度,而应重点考察区域内高校及科研院所参与合作及转移知识的能力、企业吸收及应用知识的能力,以及产学研合作关系等因素。

2)创新组织管理和制度,提升技术效率的贡献。在今后的产学研合作中要更加重视创新组织

管理和制度,如注重对产学研合作伙伴的评估和选择,协同创新模式的选择;加强产学研协同创新项目的监管,完善和创新产学研协同创新的合作机制、信任机制、利益分配机制和激励机制。同时,还要设计合理的风险机制。

3)转变政府的角色定位,发挥企业的主体作用。在合作初期,政府的主导确实在一定程度上有利于合作成果产出水平与合作效率的提高。但从长远意义上说政府应该转变角色定位,应更多地关注企业-高校-科研院所间合作创新平台的搭建、协同创新环境的优化、相关政策制度的完善和创新。

4)整合创新资源,增强协同效应。对于高校和科研机构而言,首先应该完善科研考核机制和奖励机制。同时,高校及科研院所应设立专门的知识转移办公室,加大科研成果的推广,增强知识转移能力。对于企业而言,要加强自身的技术投入力度,提升企业吸收及应用知识的能力。同时,企业更重要的是设计合理的利益分配机制。另外,企业、高校、科研院所所在合作中要持续提高多创新主体间的协同性。

参考文献

- [1] 何秀美,朱庆华,沈超.科学共同体的合作网络及演化研究:以“2011计划”协同创新中心为例[J].现代情报,2018,38(3):24-30.
- [2] 江岩,曹阳.我国医药制造业产学研合作创新效率评价:基于三阶段DEA模型[J].科技管理研究,2021(2):54-60.
- [3] PHILBIN S. Measuring the performance of research collaborations[J]. Measuring Business Excellence, 2016, 12(3): 16-23.
- [4] 王辉,陈敏.基于两阶段DEA模型的高校科技创新对区域创新绩效影响[J].经济地理,2020,40(8):27-36.
- [5] 张焯,孙跃.产学研合作网络的创新效率研究:来自中国省域产学研合作的数据证明[J].山西财经大学学报,2014,36(6):59-66.
- [6] 刘子曦.“牌子”先行与产业创新困境:政产学研协同创新平台的构建与运行[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2020,73(6):162-176.
- [7] 陈伟,王秀峰,曲慧.产学研协同创新共享行为影响因素研究[J].管理评论,2020,32(11):92-101.
- [8] 白俊红,蒋伏心.协同创新、空间关联与区域创新绩效[J].经济研究,2015,50(7):174-187.
- [9] CALDERA A, DEBANDE O. Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis[J]. Research Policy, 2016, 39(2): 1160-1173.
- [10] MIRJAM K, DENIZ U. The Relationship between knowledge transfer, top management team composition and per-

formance; the case of science-based entrepreneurial firms [J]. Theory and Practice, 2011, 35(4): 777—803.

[11] 杨柏, 陈银忠. 政府科技投入、区域内产学研协同与创新效率[J]. 科学学研究, 2020(9): 1—15.

[12] SCHMITT R W. Conflict or synergy: university-industry research relations [J]. Accountability in Research, 2017, 5(4): 251—254.

[13] 吴俊, 张家峰. 产学研合作对战略性新兴产业创新绩效影响研究: 来自江苏省企业层面的证据[J]. 当代财经, 2016(9): 99—109.

[14] 庄涛, 吴洪, 胡春. 高技术产业产学研合作创新效率及其影响因素研究——基于三螺旋视角[J]. 财贸研究, 2015(1): 55—60.

[15] 吴远征, 张智光. 林业生态安全效率及其影响因素的 DEA-Tobit 模型分析: 基于生态与产业共生关系[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(1): 76—86.

An Empirical Analysis of Industry-university-research Synergy Innovation Efficiency
Measurement and Its Influencing Factors:
Regional data from the Pan-Pearl River Delta

HE Ling, JIANG Chen-fan, YI Qiu-ping

(Business School, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan Hunan 411201, China)

Abstract: The super-efficiency DEA method was used to measure the efficiency of industry-university-research synergy innovation in the nine provinces of the Pan-Pearl River Delta from 2007 to 2016, and the Malmquist index method was used to investigate the efficiency dynamic changes. The Tobit model was used to verify the key effect factors to the synergy innovation efficiency. The results show that the innovation efficiency of the nine provinces tends to improve on the whole but there are also short-term fluctuations. Among them, the synergy innovation efficiency of Guizhou and Hainan province is relatively the lowest, while the synergy innovation efficiency of Guangdong Province is the highest in the Pan-Pearl River Delta region. The effect of technology progress on the efficiency of synergy innovation is the most obvious, while the contribution of changes in technology efficiency is relatively small. The result shows that there is still a lot of room for digging benefits from the management and system improvement. The “ability of universities to participate in cooperation and transfer knowledge”, “the ability of enterprises to absorb and apply knowledge”, “the degree of support from the government and financial institutions”, and “the cooperation relationship of industry-university-research” have a significant positive impact on the improvement of synergy innovation efficiency, and the role of government and financial institution support is the most obvious, while the influence of regional economic development is not significant.

Key words: industry-university-research cooperation; synergy innovation; influencing factors; Malmquist index; DEA-Tobit model