

湖北省科技服务业发展效率测度

——基于 DEA-Malmquist 指数和 Tobit 模型

王俊杰¹, 於流芳¹, 桂振祥²

(1. 武汉轻工大学 管理学院, 武汉 430048; 2. 武汉钢铁集团有限公司, 武汉 430080)

摘要:基于三阶段数据包络分析(DEA)模型并结合 Malmquist 指数方法,以湖北省 12 个地级市 2010—2019 年科技服务业为研究对象,对其发展效率及全要素生产率进行测度和分解,并通过 Tobit 模型实证分析影响科技服务业发展效率的因素。结果表明,湖北省各地市科技服务业发展差距显著,良好的资源分配机制和科技服务业体系均尚未形成,应当加强资源投入并合理分配,确保规模效率提高与技术进步同步增长,促进地区间深入交流以实现资源共享,真正助推全省科技服务业高质量发展。

关键词:科技服务业;DEA-Malmquist 指数;Tobit 模型;发展效率

中图分类号:F719.9;F223 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)17-0157-08

科技服务业作为现代服务业的重要组成部分,推动着产业结构优化升级。近年来,中国科技服务业取得良好发展,不断涌现出新的服务模式和服务业态,但总体上来讲,科技服务业仍然处于发展初期,面临着一系列的发展问题。湖北省地理位置得天独厚,加快科技服务业发展是必然选择。党的十八大以来,湖北省认真贯彻落实党的决策部署,为科技服务业明确发展方向发布多项政策文件,已取得不小进步,跻身中部第一,而各地级市间发展差距仍然存在。因此,应探求分析湖北省 12 个地级市科技服务业投入产出效率,并从时间和空间角度分析发展变化趋势,以实现各地市协同发展,推进湖北省科技服务业更高质量发展。

1 文献综述

科技服务业是现代服务业的重要组成部分,是向社会提供智力服务的新兴产业,也是推动产业结构优化升级的关键产业。加快科技服务业发展有利于转变中国经济发展方式,提升自主创新能力和建设创新型国家^[1]。科技服务业因此引起了众多学者的研究,主要有以下 3 个方面:

1)关于科技服务业发展水平评价的研究。张鹏等^[2]从科技服务业产业规模、科技创新、服务客

体、发展潜力 4 个维度构建指标评价体系,采用 CRITIC 赋权法(客观权重赋权法)对 30 个省份 2007—2016 年科技服务业发展水平进行测度;刁伍钧等^[3]以陕西省和全国科技服务业数据为样本,运用模糊综合评价和功效系数法实证研究科技服务业评价体系;于淳馨等^[4]结合城区科技服务业特性构建指标评级体系,利用因子分析和聚类分析法实证研究城区科技服务业发展水平;周慧妮等^[5]筛选指标评价库,利用灰色关联度检验确定最终指标体系,并据此分析湖北省科技服务业发展水平。

2)科技服务业集聚效应研究以及集聚效应与科技服务业发展效率之间的联系。王宏起等^[6]运用 HDI(赫芬达尔指数 HHI 的倒数)、区位熵、灰色关联度研究我国省域科技服务业集聚结构特征、区位影响因素;廖晓东等^[7]从空间基尼系数、行业集中度和区位熵 3 个指标测量我国科技服务业的集聚程度,实证分析集聚情况及特征,指出政府与市场的职能定位;张清正和李国平^[8]考察了我国科技服务业集聚发展态势,探究了经济发展、科技实力等 6 个方面对集聚发展的影响;李晓龙等^[9]运用空间杜宾模型实证检验科技服务业空间集聚对企业创新效率的空间溢出效应,研究表明前者对后者有明显的提升作用;吴芹和

收稿日期:2023-05-26

基金项目:武汉轻工大学校杰出青年基金(2020J07);湖北省教育厅科学技术重点项目(D20201605)。

作者简介:王俊杰(1999—),女,湖北十堰人,武汉轻工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为科技服务创新;於流芳(1980—),女,湖北黄梅人,武汉轻工大学管理学院,副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为科技创新管理和价值创造;桂振祥(1984—),男,湖北武汉人,武汉钢铁集团有限公司,高级经济师,研究方向为科技创新管理。

蒋伏心^[10]基于创新价值链视角,构建空间计量模型考察得出科技服务业集聚对相邻地区的知识创新效率有正向溢出作用,对成果转化效率产生“虹吸效应”而对技术研发效率无显著影响。

3)科技服务业发展与其他效率关联影响研究。李从欣和李国柱^[11]利用固定效应模型实证研究,指出科技服务业发展对绿色经济效率产生正向影响;周中林等^[12]建立超效率数据包络分析模型与视窗分析测算长江经济带科技服务业发展效率与生态保护效率,通过空间计量模型分析得出前者对后者有正向影响。

综合可见,大多数研究侧重科学服务业发展特征和水平评价、科技服务业发展与其他产业的关联影响以及根据科技服务业发展省域之间的对比研究,得出有关科技服务业差异化发展的特征,发展科技服务业对促进产业转型升级、助推中国经济高质量发展有积极正向作用。但是有关科技服务业发展效率的研究较少,湖北省地处中部地区,分析总结其科技服务业发展情况可以为其他地区提供合理参考。因此,以湖北省 12 地市作为研究主体,探索省内地市州的科技服务业发展水平和效率,期望找到适合地市州发展的科技服务业发展策略,进一步提高发展效率。

2 评估方法与理论模型

2.1 三阶段 DEA 模型理论^[13]

2.1.1 第 1 阶段

利用投入产出的原始数据进行初始效率评价。数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)模型有两种不同导向和 BCC(Banker-Charnes-CooPells)、CCR(Charnes-Cooper-Rhodes)两个基本模型。CCR 是假设决策单元处于固定规模报酬情形下用来衡量总效率的模型,BCC 是假设决策单元处于变动规模报酬情形下衡量纯技术和规模效率的模型。由于我国各省市对科技服务业的认识尚处于一个浅显的阶段,因此选择投入导向的 BCC(即规模报酬可变)模型来探究湖北省 12 个地级市科技服务业的效率变动情况。对于任一决策单元,模型表示为

$$\min \theta - \epsilon(\hat{e}^T S^- + e^T S^+)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, S^-, S^+ \geq 0 \end{cases}$$

(1)

式中: $j=1,2,\dots,n$ 为决策单元; n 为输入指标个数; X, Y 分别为投入、产出向量; θ 为决策单元中投入相对产出的有效利用程度; ϵ 为引入的非阿基米德无穷小量; λ 为线性组合系数; S^+ 为剩余变量; S^- 为松弛变量。DEA 模型本质上是一个线性规划问题。 $\theta=1$,则决策单元达到有效状态; $\theta<1$,则决策单元为非有效状态。

计算得到综合技术效率(TE)=规模效率(SE)×纯技术效率(PTE)。

2.1.2 第 2 阶段

第 1 阶段无法区分环境因素、管理无效率和随机误差的影响,故将第 1 阶段的松弛变量分解成以上 3 种效应,借助 SFA(随机前沿)模型对上述因素项进行回归。

根据 Fried^[14]的想法,构造如下 SFA 回归函数:

$$S_{mi} = f(Z_i; \beta_n) + v_{mi} + \mu_{mi}, \\ i = 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

式中: S_{mi} 为第 i 个决策单元 n 项投入的松弛值; Z_i 为环境变量; β_n 为环境变量的系数; $v_{mi} + \mu_{mi}$ 为混合误差项; v_{mi} 为随机干扰; μ_{mi} 为管理无效率; v 为随机误差项,表示随机干扰因素对投入松弛变量的影响; μ 表示管理因素对投入松弛变量的影响,假设其服从在零点截断的正态分布,即 $\mu \sim N(0, \sigma_\mu^2)$ 。

根据 SFA 回归目的对式(2)做如下调整:

$$X_m^A = X_m + [\max f(Z_i; \beta_n) - f(Z_i; \beta_n)] + [\max(v_n) - v_{mi}], \\ i = 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

式中: X_m^A 为调整后投入; X_m 为调整前投入; $\max f(Z_i; \beta_n) - f(Z_i; \beta_n)$ 为对外部环境因素进行调整; $\max(v_n) - v_{mi}$ 为将所有决策单元置于相同运气水平下。

2.1.3 第 3 阶段

保持产出变量不变,运用第 2 阶段调整后的投入目标变量,再次测算各决策单元效率,得出剔除环境因素和随机因素影响后的效率值。

2.2 Malmquist 指数模型

DEA 模型只能静态分析决策单元效率,不能测算效率值在加入时间因素后的变动趋势,无法进行动态分析。Malmquist 指数模型通过构建相邻两期投入距离函数和产出距离函数的比率,从而对不同时期的决策单元效率进行评价,定义式为

$$\begin{aligned} T_{\text{FPCH}}(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = & \left[\frac{d_0^t = (x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t = (x_t, y_t)} \right] \left[\frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} = \\ E_{\text{PECH}}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) T_{\text{ECH}}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) = & S_{\text{ECH}}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) P_{\text{TECH}}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) \times \\ & T_{\text{ECH}}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) \end{aligned} \quad (4)$$

式中: d_0 为距离函数; $t, t+1$ 为两个相邻年份。

Malmquist 指数=综合技术效率变化指数×技术进步指数=纯技术效率指数×规模效率指数×技术进步指数。

3 指标体系和变量选取

选取湖北省 12 个地级市作为决策单元,借鉴先前学者指标评价体系,考虑数据可获得性、可比性以及影响科技服务业行业特性和发展因素的多样性来确定投入产出指标。通过参考周梅华等^[15]以及于淳馨等^[4]的科技服务业指标体系,并借鉴刁伍钧等^[3]的做法,确立 DEA 模型中需剔除的环境因素。具体如下:将科技服务业企业数量、科技服务业从业人员数量、产业职工平均工资作为投入指标;3 种专利申请授权数及高新技术产业增加值作为产出指标;人均 GDP、科技占比、每万人口高等学校平均在校生数及公共图书馆图书总藏量作为要剔除的环境因素。

3.1 投入产出指标相关性分析

进行测算前,对数据指标进行相关性检验,保证指标存在高度相关性以及指标选取的合理性。本文利用 SPSS 软件进行 Pearson 相关系数检验,结果见表 1。

表 1 各市投入与产出 Pearson 相关性检验结果

投入与产出指标	科技服务业企业数量	科技服务业从业人员数量	产业职工平均工资
3 种专利申请授权数	0.957**	0.938**	0.703**
高新技术产业增加值	0.917**	0.968**	0.712**

注:**表示在 0.01 级别(双尾)相关性显著。

根据 Pearson 相关的分类准则,当 $|r| \geq 0.8$ 时,各变量间具有很强的相关性;当 $0.6 \leq |r| < 0.8$ 时,存在较强的相关性(r 为相关系数)。检验结果中,科技服务业投入与产出要素之间存在着较强的正相关性,显著性水平为 0.01 时,这种相关水平是显著的,因此投入产出指标的选取是合理的。

3.2 数据来源及说明

以 2010—2019 年为研究时间,投入产出指标数

据来源于湖北省统计年鉴及各地级市统计年鉴,环境变量数据选取自《中国城市统计年鉴》。

4 科技服务业效率评估结果及分析

4.1 静态分析

4.1.1 省级整体角度

2010—2019 年湖北省调整前后技术效率及分解对比见表 2。

纯技术效率是指保持规模不变,判断各市科技服务业投入资源的利用情况以及技术的应用程度;规模效率则反映投入不变时,实际规模下与最优规模下产出量的差距,规模效率值越大,表明该市越接近最优生产规模^[16]。

1)调整前第 1 阶段,3 类效率总体都呈现出上升的趋势。2016 年之前稳步上升,2016 年之后则先上升后下降;2015 年湖北省根据国务院印发的《关于加快科技服务业发展的若干意见》^[17]发布了《湖北省加快科技服务业发展实施方案》^[18],一定程度上刺激了科技服务业规模投入,但实际产出并未相应提高反而有所下降,故而导致平均综合技术效率下降,同时,平均技术效率变动主要源于平均规模效率而非平均纯技术效率,规模效率对综合效率的总体水平形成制约。所以为加快科技服务业发展而一味增加投入并不可取,也应当考虑改进技术、提升技术效率以适应规模变化。

2)剔除环境因素得到调整后变化情况,平均综合效率值由 0.901 下降至 0.895,纯技术效率值上升至 0.985,规模效率同样由 0.921 下降至 0.907,纯技术效率的提高未能增加综合效率,规模效率的降低才是阻碍综合效率提升的关键因素。近 10 年湖北省注重提升科技服务业技术能力,加大资源投入并合理利用,但未能得到相应的产出,实际规模下与最优规模下的产出差距较大。

表 2 2010—2019 年湖北省调整前后技术效率及分解对比

年份	TE		PTE		SE	
	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后
2010	0.846	0.848	0.97	0.975	0.864	0.862
2011	0.826	0.824	0.963	0.963	0.852	0.849
2012	0.885	0.885	0.989	0.999	0.893	0.886
2013	0.912	0.907	0.983	0.983	0.926	0.921
2014	0.908	0.910	0.981	0.989	0.924	0.919
2015	0.920	0.920	0.989	0.991	0.930	0.929
2016	0.855	0.871	0.965	0.977	0.885	0.891
2017	0.977	0.971	0.992	0.994	0.984	0.977
2018	0.916	0.866	0.954	0.983	0.959	0.878
2019	0.967	0.946	0.977	0.991	0.990	0.954
均值	0.901	0.895	0.976	0.985	0.921	0.907

4.1.2 市级个体角度

2010—2019 年 12 市调整前后效率对比见表 3。

市级个体调整前,各市科技服务业效率值存在着一定差异。综合效率超过全省平均水平的有 7 个,达到技术有效状态的有 3 个,为武汉、襄阳和鄂州,而其他 9 个城市皆处于较为有效状态;规模技术效率呈现出的有效与否与综合效率角度一致,纯技术效率相较于其他两者,有 5 个城市达到了有效状态。未达到有效状态的地区,大部分技术效率远低于湖北省整体平均值,较高的纯技术效率也未能有效弥补规模效率低下带来的不足,这些地区更多的要注意提高产出,缩小实际与最优规模下的产出差距。

对比 12 地市调整前后变化情况,多地市综合效率降低,与湖北省整体综合效率降低的原因相一致,技术的提高未能实现最优生产规模。环境因素虽对技术效率有正向作用,但更大程度上对规模效率产生负向影响,从而导致综合效率降低。因此,环境也是影响效率变化的因素之一。

表 3 2010—2019 年 12 市调整前后效率对比

城市	TE		PTE		SE	
	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后
武汉	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
黄石	0.954	0.943	0.996	0.998	0.957	0.945
十堰	0.919	0.927	0.956	0.972	0.960	0.953
宜昌	0.998	0.990	1.000	1.000	0.998	0.990
襄阳	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
鄂州	1.000	0.939	1.000	0.986	1.000	0.950
荆门	0.840	0.839	0.929	0.943	0.900	0.885
孝感	0.833	0.826	0.993	1.000	0.840	0.826
荆州	0.852	0.860	0.980	0.986	0.869	0.871
黄冈	0.760	0.813	0.912	0.979	0.836	0.828
咸宁	0.676	0.669	0.951	0.949	0.705	0.699
随州	0.983	0.931	1.000	1.000	0.983	0.931

4.2 动态分析

三阶段 DEA 模型反映的仅仅是静态效率,为了更清晰地反映湖北省科技服务业动态发展效率,运用 deap2.1 软件测算得出湖北省 12 个地级市 2010—2019 年科技服务业全要素生产率变化及其分解指数^[19],全要素生产率(tfpch)可分解为技术效率变化(effch)和技术进步变化(techch)两部分,而技术效率变化可进一步分解为纯技术效率变化(pech)和规模效率(sech)变化,如表 4 和图 1 所示。

研究期内,湖北省全要素生产率平均值为 1.056,平均增长率为 5.6%,除 2013—2014 年、2015—2017 年轻微下降表现为负增长,其他几年均处于上升态势,2014—2015 年增长率最高,达到了 24.3%。分解指数中,纯技术效率和规模效率与静态变动一致,各市仍在不断探索科技服务业的最佳发展;12 个地级市科技服务业技术进步平均以 3.6%的速度增长,且增长指数大于 1 的地区多于增长指数小于 1 的地区,纯技术效率平均增长仅为 0.1%,一定程度上制约全要素生产率的变化;但综合效率与技术进步此起彼伏的增长变动共同影响着全要素生产率,科技服务业发展离不开技术进步

表 4 2010—2019 年科技服务业 Malmquist 指数及分解

年份	effch	techch	pech	sech	tfpch
2010—2011 年	0.990	1.064	0.992	0.997	1.053
2011—2012 年	1.082	1.097	1.029	1.052	1.187
2012—2013 年	1.028	0.980	0.994	1.034	1.007
2013—2014 年	1.002	0.931	0.998	1.004	0.933
2014—2015 年	1.020	1.219	1.009	1.011	1.243
2015—2016 年	0.922	1.060	0.974	0.947	0.978
2016—2017 年	1.157	0.832	1.030	1.123	0.963
2017—2018 年	0.926	1.095	0.953	0.972	1.014
2018—2019 年	1.068	1.096	1.032	1.035	1.171
均值	1.019	1.036	1.001	1.018	1.056

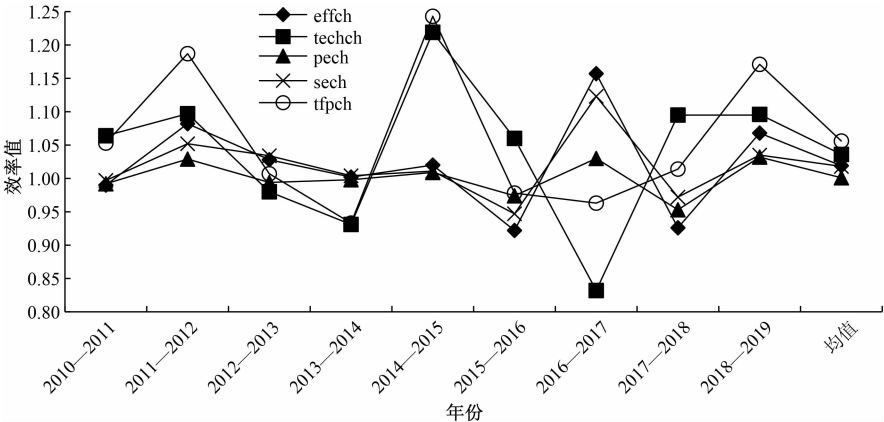


图 1 2010—2019 年全要素生产率及分解指数变化趋势

和技术效率的支撑,两者同样都发挥着举足轻重的作用。换句话说,促进科技服务业的发展离不开技术、规模投入以及两者匹配程度的共同支持。

同样运用 deap2.1 软件测算得出 2010—2019 年湖北省各地级市科技服务业全要素生产效率及分解指数均值,如表 5 和图 2 所示。

从各地级市全要素生产率看,2010—2019 年除襄阳表现为负增长外,其他 11 个市皆为正增长,且均在 2% 以上,尤其是荆州、鄂州、咸宁全要素生产率平均增长已超过了 10%,与近些年 3 市科技服务业发展水平总体一致。

分解指标中,11 市技术进步指数均大于 1,说明技术均有不同程度的提升,唯有襄阳的技术进步指数小于 1,因此襄阳应加强自身科技技术能力,实现全要素生产率正增长。武汉、宜昌、襄阳、鄂州、随州的综合技术效率始终保持稳定,黄石、荆门、孝感、荆州、咸宁为正向增长,十堰和黄冈稍显逊色,皆与其各自纯技术效率变动与规模效率变动一致,

表 5 2010—2019 年 12 市 Malmquist 指数及分解指数均值

城市	effch	techch	pech	sech	tfpch
武汉	1.000	1.024	1.000	1.000	1.024
黄石	1.025	1.029	1.005	1.020	1.054
十堰	0.985	1.046	0.990	0.995	1.030
宜昌	1.000	1.022	1.000	1.000	1.022
襄阳	1.000	0.951	1.000	1.000	0.951
鄂州	1.000	1.102	1.000	1.000	1.102
荆门	1.058	1.006	1.015	1.043	1.064
孝感	1.040	1.012	0.995	1.046	1.053
荆州	1.035	1.073	1.004	1.031	1.111
黄冈	0.978	1.083	0.983	0.995	1.058
咸宁	1.119	1.045	1.020	1.096	1.169
随州	1.000	1.048	1.000	1.000	1.048
均值	1.019	1.036	1.001	1.018	1.056

即大多市科技服务业实现投入产出同步增长,逐步接近最优发展规模。

5 基于 Tobit 模型分析发展效率影响因素

5.1 影响因素及变量选取

Tobit 模型是因变量在满足某种约束条件下取值的模型,该模型包含两部分,一是表示约束条件的选择方程模型,另外一种足约束条件下的某连续变量方程模型。因变量受到某种约束条件的制约时,忽略某些不可度量的因素将导致受限因变量模型产生样本选择性偏差^[20]。科技服务业发展效率受到何种因素的影响以及会产生怎样的影像结果是本部分研究的内容,故采用 Tobit 模型进行分析。

科技服务业发展效率除了受投入资源的配置管理情况、技术进步和规模等影响外,还可能与地方经济水平、政府重视程度、科研环境、工资水平、认知程度等多种因素相关^[21-22]。在借鉴已有研究的基础上,分析地方经济水平、政府重视程度、科研环境、工资水平对科技服务业发展效率的影响。变量选取如下:

1)采用人均 GDP(X_1)衡量地方经济水平。人均 GDP 是反映一个地区全部生产活动最终成果的重要指标,与地区经济发展水平呈正相关。

2)采用地方财政科学支出(X_2)反映政府对于科技的重视程度。财政科学支出是指政府及其相关部门为支持科技活动而进行的经费支出,一般来说是指国家财政预算内安排的科研支出,政府重视程度影响着科技服务业的基本发展方向、发展速度与发展水平。

3)采用科技服务业从业人员数量(X_3)反映科研环境。作为科技研发的中坚力量,从业人员数量也侧面反映出地方科技服务业的发展状况。

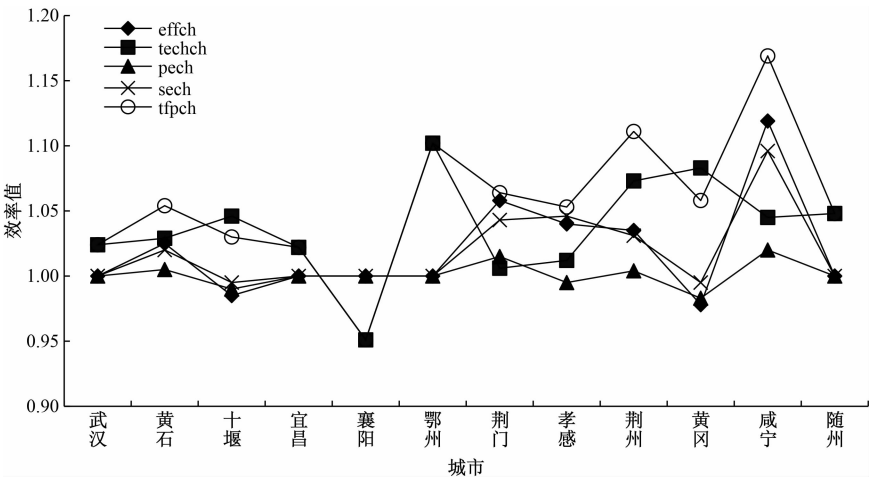


图 2 12 市全要素生产率及分解指数变化趋势

4)采用产业职工平均工资(X_4)反映工资水平。科技服务业作为现代服务新兴产业,对行业员工知识水平和素质能力都有较高要求,工资则能够激发从业人员提升自我能力,致力于科学研究。

以上各变量数据主要来自《中国城市统计年鉴》(2010—2019 年)、湖北省各市统计年鉴(2010—2019 年)。

5.2 模型构建与实证结果

将科技服务业效率均值作为被解释变量,分析以上各因素对其发展效率的影响程度。鉴于因变量数据存在异方差问题,故进行取对数处理,得到如下 Tobit 回归模型:

$$C_{it}=\alpha+\beta_1\ln X_1+\beta_2\ln X_2+\beta_3\ln X_3+\beta_4\ln X_4+\epsilon$$

(5)

$$V_{it}=\alpha+\beta_1\ln X_1+\beta_2\ln X_2+\beta_3\ln X_3+\beta_4\ln X_4+\epsilon$$

(6)

$$S_{it}=\alpha+\beta_1\ln X_1+\beta_2\ln X_2+\beta_3\ln X_3+\beta_4\ln X_4+\epsilon$$

(7)

式中: C_{it} 为科技服务业综合技术效率; V_{it} 为纯技术效率; S_{it} 为规模效率; α 、 β 为待估参数; ϵ 为随机扰动项。

科技服务业效率影响因素的回归结果见表 6。从表 6 中看出,人均 GDP 对各项效率的影响均为正向显著,对规模效率的影响大于对纯技术效率的影响,而对综合技术效率的影响最大。作为衡量地区经济发展状况的指标,经济水平越高的地区,会更重视资源高效利用及技术能力提升,实现最优规模。

地方财政科学支出对综合技术效率和规模效率均存在负向影响,对纯技术效率则是正向影响。地方财政科学支出主要用于产业服务建设与补贴,保证资源利用最大化,当需要支持的企业过多、政府补贴有限时,会阻碍科技服务业规模建设。

表 6 科技服务业效率影响因素的回归结果

变量	综合效率	纯技术效率	规模效率
X_1	0.072*** (0.016)	0.049*** (0.012)	0.054*** (0.014)
X_2	-0.004 (0.009)	0.002 (0.006)	-0.006 (0.008)
X_3	0.09 (0.077)	0.016 (0.046)	0.103 (0.072)
X_4	-0.01 (0.016)	-0.033*** (0.009)	0.01 (0.013)
常数项	0.688*** (0.068)	0.989*** (0.042)	0.684*** (0.060)
r^2_p	0.495	0.855	0.573
观测值	120	120	120

注:***表示在 1%水平下显著;括号内为标准误。

科技服务业从业人员数量对 3 类效率均为正向影响,但都不显著。研发环境固然重要,但相对于其他因素而言,影响程度并不显著,科技服务业高质量发展主要还是依靠经济、技术能力等。

产业职工平均工资对综合技术效率和纯技术效率存在负向影响,且对纯技术效率的影响显著,对规模效率则为正向影响。工资水平提高可以吸引更多人才致力科技研究、扩大产业规模,但由于资源有限,工资水平的提高使得其他方面如设备购买、场地建设的费用减少,资源利用率反而下降。

6 研究结论与对策建议

6.1 研究结论

结合 2010—2019 年湖北省 12 市数据全面分析科技服务业投入产出效率的时空差异及影响因素,得出如下结论:

1)通过数据包络分析方法,静态分析评价各市科技服务业技术效率。2010—2019 年湖北省整体科技服务业呈上升趋势,但介于科技服务业总体上仍处于发展初期,探索途中不免出现负增长的情形,加快找寻最优发展方向、提升技术管理能力仍是重中之重。各市发展参差不齐,仅少数地区达到技术有效状态,未达到有效状态的地市规模效率低下,规模投入并未能有效提升综合效率,但多市规模报酬递增,科技服务业表现出巨大发展潜力。地级市应结合自身条件优势,挖掘发展潜力,调整科技服务业规模大小,缩小实际规模与最优规模差距。剔除环境变量后,纯技术效率上升,而规模效率下降,综合技术效率更多地受到规模效率影响,故环境因素也是提升科技服务业效率的因素之一。

2)利用 Malmquist 指数动态分析表明,10 年来,平均纯技术效率变化、规模变化、技术进步变化均大于 1,纯技术效率变化最小,仅有 0.1%,贡献较弱,技术进步变化年均增长 3.6%,是全要素生产率变化的主要拉动力,与此同时技术进步增长快慢直接影响全要素生产率变化快慢,证明技术进步的重要地位。研究期内,多市全要素生产率指数大于 1,呈上升态势,说明其不断调整改进科技服务业资源投入。襄阳作为唯一全要素生产率小于 1 的地市,主要影响来自技术进步变化。分析各地级市指数发现,纯技术效率变动差距较小,规模效率变动和技术进步共同导致了全要素生产率差异^[23]。

3)运用 Tobit 回归模型分析表明,4 种因素对科技服务业效率均有影响,影响最为显著的是地方经济水平,与综合技术效率呈现出正相关关系,可

见要想加快科技服务业发展,首要任务是提升地区经济实力。从业人员数量虽不显著,但作为科技服务业资源之一,也要注意把握好度,避免因资源有限而出现技术与规模不匹配的情况,对纯技术效率和规模效率的同步增长产生限制,此消彼长反而降低综合效率。财政科学支出与产业职工平均工资均有负向作用,而产生此影响的原因却不同,前者有利于技术进步,但实际规模下与最优规模下产出量差距变大,后者逐渐优化生产规模,但由于资源有限性,未能有效促进技术进步,对于财政科学支出和产业职工平均工资,两者都需进行调整以实现效率的同步增长。

6.2 对策建议

基于以上结论,提出以下建议:

1)扩大规模与技术提升同步。首先,推进实施创新驱动发展战略,增加资源投入,注重技能技术培训,提高资源、技术管理能力,保证投入资源获得最佳利用;其次,扩大科技服务业产业规模,加强科技创新水平及科技成果转化,有效提升规模效率;最后,注意兼顾两者的匹配程度,使技术进步效率和规模效率实现同步增长,避免出现规模扩大过快技术跟不上或者没有足够的规模投入支撑技术水平提高的情况,此消彼长反而降低综合技术效率,抑制产业发展。

2)合理配置资源。科技服务业资源存在有限性,加大资源投入时要进行合理分配,投入比例不同,对效率的变动影响亦不同。因此要把握好技术设备等硬投入与从业人员数量及工资等软投入的投资力度;与此同时,区分影响因素主次及作用情况,根据政府制定的长远发展规划有的放矢地调整资源投入,力求资源价值最大化。

3)促进区域交流,缩小发展差距。各市间科技服务业发展存在差距,达到规模有效地区较少,要充分发挥部分地区的带头作用,主动缩小各市发展差距,实现全省协调高效发展。一方面,各地充分利用自身优势,将科技服务业与当地优势特色产业深度融合发展,侧面提升发展水平及效率;另一方面,加强与其他地区交流,促进区域内资源流动共享,优化空间布局,从而实现全省高质量发展。

参考文献

[1] 李锐. 加快科技服务业发展系统规划,推动创新驱动引领高质量发展[N]. 人民政协报,2022-11-03.
 [2] 张鹏,梁咏琪,杨艳君. 中国科技服务业发展水平评估及区域布局研究[J]. 科学学研究,2019,37(5):833-844.

[3] 刁伍钧,扈文秀,张建锋. 科技服务业评价指标体系研究:以陕西省为例[J]. 科技管理研究,2015(4):41-46.
 [4] 于淳馨,陈红喜,侯召兰,等. 城区科技服务业发展水平测评的实证研究[J]. 科技管理研究,2017(8):88-93.
 [5] 周慧妮,吴炳松,龙子午. 湖北省科技服务业竞争力水平研究[J]. 科技管理研究,2017(9):99-107.
 [6] 王宏起,李莹莹,王珊珊. 科技服务业集聚结构特征与区位因素研究[J]. 科研管理,2022,43(10):24-32.
 [7] 廖晓东,邱丹逸,林映华. 基于区位熵的中国科技服务业空间集聚测度理论与对策研究[J]. 科技管理研究,2018,38(2):171-178.
 [8] 张清正,李国平. 中国科技服务业集聚发展及影响因素研究[J]. 中国软科学,2015(7):79-93.
 [9] 李晓龙,冉光和,郑威. 科技服务业空间集聚与企业创新效率提升:来自中国高技术产业的经验证据[J]. 研究与发展管理,2017,29(4):1-10.
 [10] 吴芹,蒋伏心. 创新价值链下科技服务业集聚对区域创新效率的影响[J]. 中国科技论坛,2020(5):128-137.
 [11] 李从欣,李国柱. 科技服务业发展对绿色经济效率影响研究[J]. 科技管理研究,2018(11):240-245.
 [12] 周中林,张恒,郑军. 长江经济带生态保护效率与科技服务业发展效率时空关联分析[J]. 科技进步与对策,2020,37(8):51-58.
 [13] 罗登跃. 三阶段 DEA 模型管理无效率估计注记[J]. 统计研究,2012(4):104-107.
 [14] FRIED H O. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. Journal of Productivity Analysis,2002(17):157-174.
 [15] 周梅华,徐杰,王晓珍. 地区科技服务业竞争力水平综合评价及实证研究:以江苏省 13 个城市为例[J]. 科技进步与对策,2010,27(8):137-140.
 [16] 刘雪妮. 基于创新效率视角的常州市科技服务业高质量发展研究[J]. 科技和产业,2022,22(4):123-128.
 [17] 中华人民共和国国务院. 国务院关于加快科技服务业发展的若干意见[EB/OL]. (2014-10-28)[2023-03-21]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-10/28/content_9173.htm.
 [18] 湖北省人民政府. 湖北省服务业发展实施方案[EB/OL]. (2015-09-26) [2023-03-21]. <https://baike.so.com/doc/24806413-25733729.html>.
 [19] 周柯,刘洋. 我国科技服务业发展效率测度及时空差异分析[J]. 科技管理研究,2019(8):48-54.
 [20] 周华林,李雷松. Tobit 模型估计方法与应用[J]. 经济动态,2012(5):105-119.
 [21] 朱建涛,祖明,张军. 科技服务业效率评估及其影响因素的实证研究[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版),2021,37(2):180-188.
 [22] 彭晓静. 京津冀科技服务业发展效率及影响因素研究[J]. 时代经贸,2021,18(8):113-118.
 [23] 徐宏毅,全思雨,孟佩,等. 中国科技服务业全要素生产率测度实证研究[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版),2018,31(5):120-130.

Measurement of Development Efficiency of Science and Technology Service Industry in Hubei Province;

Based on DEA-Malmquist index and Tobit model

WANG Junjie¹, YU Liufang¹, GUI Zhenxiang²

(1. School of Management, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430048, China;

2. Wuhan Iron & Steel Group Co., LTD., Wuhan 430080, China)

Abstract: Based on the three-stage data envelopment analysis (DEA) model combined with the Malmquist index method, the science and technology service industry of 12 prefecture-level cities in Hubei Province from 2010 to 2019 is taken as the research object to measure and decompose its development efficiency and total factor productivity. The factors affecting the development efficiency of science and technology service industry is empirically analyzed by using the Tobit model. The results show that there is a significant gap in the development of science and technology service industry in various cities in Hubei Province, and a good resource allocation mechanism and science and technology service industry system have not yet formed. It is necessary to strengthen resource input and reasonable allocation, ensure the improvement of scale efficiency and the synchronous growth of technological progress, promote in-depth exchanges between regions to realize resource sharing, and truly promote the high-quality development of science and technology service industry in Hubei province.

Keywords: science and technology service industry; DEA-Malmquist index; Tobit model; development efficiency