

# 区域创新与科技服务业耦合协调研究

## ——以华东地区为例

徐毅成, 章迪平

(浙江科技学院 理学院, 杭州 310023)

**摘要:** 为了探究区域创新与科技服务业之间的协调情况, 推动科技同经济深度融合, 首先在厘清区域创新与科技服务业耦合机理的基础上, 构建区域创新水平与科技服务业发展水平两大系统指标体系; 然后基于 2011—2020 年华东地区各省(直辖市)面板数据, 采用熵权法对华东地区两大系统进行综合评价, 并分别借助耦合协调模型和空间面板模型分析华东地区两大系统耦合协调度时空演化情况及其驱动影响因素。结果表明: 近 10 年来华东地区创新水平与科技服务业发展水平耦合度保持在较高水平; 协调度呈上升趋势, 各地区之间差异明显, 表现为西低东高的空间格局; 创新环境、服务平台、资本投入、科技服务业集聚对两大系统协调度均有显著的正向影响。为此, 各地区应强化各省(直辖市)间的联系, 积极打造科技资源共享平台, 推动区域协调发展, 立足自身优势因地制宜地采取针对性措施, 以促进区域创新水平和科技服务业发展水平两大系统的均衡发展。本研究结果可为华东地区及其他地区提升创新水平和高效发展科技服务业提供参考。

**关键词:** 区域创新; 科技服务业; 耦合协调度; 空间面板模型; 影响因素

中图分类号: F124.3 文献标志码: A 文章编号: 1671-8798(2023)02-0089-12

## Research on coupling coordination between regional innovation level and science and technology service industry —Taking East China as an example

XU Yicheng, ZHANG Diping

(School of Science, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, Zhejiang, China)

**Abstract:** The aim of this study is to explore the coordination between regional innovation and science and technology (S&T) service industry, in order to promote the deep integration of S&T and economy. Firstly, based on a clear understanding of the coupling mechanism between

收稿日期: 2022-03-18

基金项目: 浙江省软科学研究计划项目(2023C35002); 浙江省第四次经济普查课题(ZJPS28)

通信作者: 章迪平(1967—), 男, 浙江省诸暨人, 教授, 博士, 主要从事社会经济统计方法及应用研究。E-mail: zhangdiping163@163.com。

regional innovation and S&T service industry, two comprehensive indicator systems were constructed, namely the regional innovation level and the S&T service industry development level. Secondly, using panel data from 2011 to 2020 for provinces and municipalities in the East China region, the entropy weight method was employed to evaluate the two systems comprehensively. Moreover, the coupling coordination model and the spatial panel model were utilized to analyze the spatio-temporal evolution of the coupling coordination degree between the two systems in the East China region and its driving factors. The results show that the coupling degree between the regional innovation level and the S&T service industry development level has maintained a relatively high level in the past 10 years; the coordination degree has shown an upward trend, with significant differences between different regions, presenting a spatial pattern of lower in the west and higher in the east; the innovation environment, service platforms, capital investment, and agglomeration of S&T service industry all have had significant positive effects on the coordination degree of the two systems. Therefore, it is recommended that regions strengthen the connections between provinces and municipalities, actively create S&T resource sharing platforms, promote regional coordinated development, and take targeted measures based on their own advantages to promote the balanced development of the two systems. The results of this study can provide references for improving the regional innovation level and the efficient development of S&T service industry in the East China region and other regions.

**Keywords:** regional innovation; science and technology service industry; coupling degree of coordination; spatial panel model; influencing factors

当前中国经济增长步入历史性转折点,提升区域创新水平是加快转变经济发展模式、增强综合国力的必要条件,“十四五”规划进一步指出,推进创新与区域协调仍是中国实现高质量发展过程中的重大主题。而与以往不同的是,近年来科技服务业这一新兴产业作为连结科技与经济的纽带,在整个创新链中提供专业化服务,成为创新产出的重要促进者。实际上早在 2014 年,《国务院关于加快科技服务业发展的若干意见》就明确提出加快科技服务业发展是促进科技经济深度融合的客观要求。然而,正值百年未有之大变局,尤其在新型冠状病毒感染疫情期间,各国科技创新及新兴产业间的竞争愈加激烈,正如习近平总书记指出的“关键核心技术受制于人的局面没有得到根本性改变”,因此中国需要继续探索区域创新与产业服务间的作用机制及其协调情况,巩固区域创新与科技服务业之间的资源融合,扫清区域创新与科技服务业之间的壁垒,形成两大系统良性互动,从而尽快把中国建设成科技强国。

学术界对科技服务业的相关研究成果较为丰富,科技服务业在国外对应的是知识密集型服务业,西方国家经济发展起步较早,研究主要集中在对其概念的阐述、含义的界定及产业的发展路径等方面<sup>[1]</sup>。在近些年科技服务业快速发展的背景下,国内研究者侧重于科技服务业的定量分析研究,多集中在指标体系构建、对地区或区域进行发展水平测度<sup>[2-3]</sup>、产业集聚空间研究<sup>[4-5]</sup>及其时空格局演化影响因素分析等<sup>[6-7]</sup>。

目前有关区域创新与科技服务业两者关系的研究中,国内外研究成果均表现为互相促进的关系<sup>[8]</sup>。以国内研究为例,谢臻等<sup>[9]</sup>通过向量误差修正模型验证分析,得出科技服务业的集聚促进了地区创新能力提升的结论;张振刚等<sup>[10]</sup>基于珠三角地区的空间面板数据,发现科技服务业的发展除了会提升当地创新能力外,还会产生空间溢出效应使其他地区创新水平得到提升;朱文涛等<sup>[11]</sup>运用空间杜宾模型指出科技服务业集聚会对周围地区创新水平产生负面效应。

回顾现有文献,发现区域创新水平与科技服务业双向互动关系上的研究还需要深入:从研究方法上

看,鲜有研究者运用耦合协调模型研究区域创新水平与科技服务业发展水平之间的协调情况。事实上,耦合度在物理学中常常用于分析子系统间相互作用、相互协调的关联现象,其模型在社会经济领域中已经得到广泛应用<sup>[12-14]</sup>;从指标构建上看,国内研究者多将地区专利申请或授权数量直接作为区域创新水平,而使用单一指标对创新能力进行表征未能综合反映区域创新水平与科技服务业发展水平两大系统的发展状况。基于此,本研究通过构建区域创新水平与科技服务业发展水平两大系统指标体系,收集2011—2020年华东地区面板数据,利用耦合协调模型和空间面板模型,实证分析华东地区两大系统协调度时空变动情况及其驱动因素,以期为华东地区创新水平提升与科技服务业发展提供对策建议。

## 1 区域创新与科技服务业耦合机理

发展科技服务业的实质即为了提升区域创新能力,科技服务业通过在整个创新链中提供专业化、集成化服务,提高创新产出效率,进而促进地区创新水平的提升。科技服务业行业细分领域多,且与区域创新链关联度较高,如区域创新与科技服务业耦合机理模型所示(图1)。科技服务业在创新研发阶段,其行业分支中的科技金融等服务可以保障创新资金,科学研究与试验发展服务可以助力创新萌芽;在技术转移阶段,科技推广等服务通过对新兴技术的普及和宣传加快了技术的转移速度;在商业化阶段,科技信息服务等服务机构打造经济与科技桥梁,提供交流机会、建立市场平台,由此加快成果转化;此外,科技服务业为知识密集型产业,因此服务机构在服务的过程中也会形成规模效应,带来的知识溢出能促进新的创新成果产生。

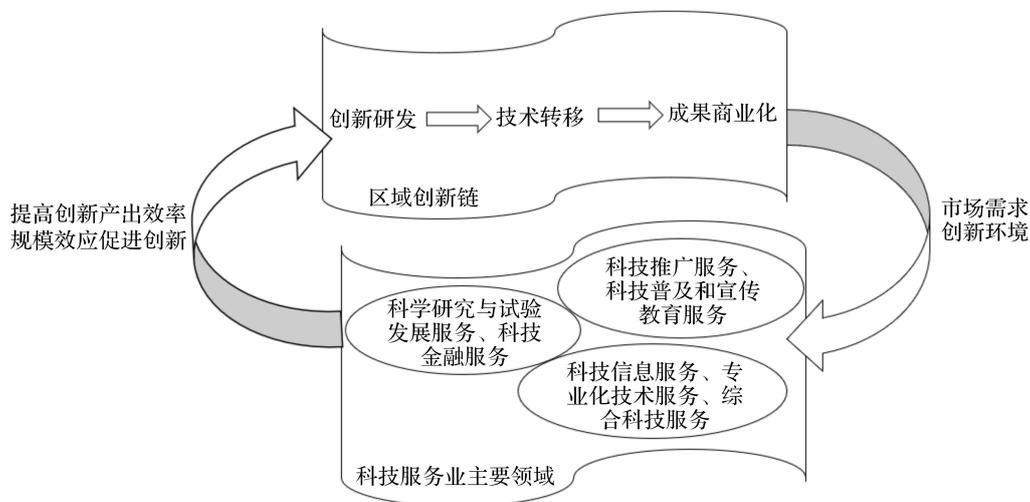


图1 区域创新与科技服务业耦合机理模型

Fig. 1 Coupling mechanism model of S&T service industry and regional innovation

科技服务业发展依靠创新驱动。一方面,创新是新兴产业的动力源泉,也牵动科技服务业发展。区域创新产出能力的提升形成大量科技成果,同时产生的市场需求能增强科技服务业市场活力,扩大行业规模。另一方面,创新能力强的地区创新环境优越,由此涌现的高素质人才及资金聚集为更好地发展科技服务业提供了良好的生态环境。

总体而言,区域创新与科技服务业两大系统资源要素配置密切,创新链与科技服务形成了耦合发展,两大系统相辅相成、螺旋上升,共同支撑地区经济高质量发展。

## 2 评价指标体系的构建、研究方法及数据来源

### 2.1 评价指标体系的构建

在查阅有关科技服务业<sup>[15]</sup>与区域创新<sup>[16]</sup>相关文献的基础上,选取研究频率较高和与实际发展相关性较强的指标,并从指标的的目的性、完整性和可操作性等原则出发,构建区域创新和科技服务业两大系统的评价指标体系。其中,区域创新子系统包括创新投入、创新环境、创新产出;科技服务业子系统包括行业环境、行业投入、行业规模。华东地区创新水平与科技服务业发展水平评价指标体系见表1。

表 1 华东地区创新水平与科技服务业发展水平评价指标体系

Table 1 Evaluation indicator systems of innovation level and S&amp;T service industry development level in East China

子系统	一级指标	二级指标
区域创新	创新投入	参与研究与试验发展人数
		研究与试验发展经费投入强度(地区 R&D 经费与地区生产总值之比)/%
	创新环境	人均国内生产总值/元
		地方财政教育支出占地方财政一般预算支出比重/%
创新产出	专利授权数/件	
	高技术产业新产品销售收入/万元	
	高技术产业产值/亿元	
科技服务业	行业环境	第三产业增加值/亿元
		科技服务业固定资产投资/亿元
	行业投入	科技服务业平均工资/元
		科技服务业就业人数
	行业规模	技术成交额/亿元
	法人单位数/个	

## 2.2 研究方法

传统的耦合协调度模型效度低与解释协调度方面欠合理,因此本研究使用王淑佳等<sup>[17]</sup>提出的一种修正后的耦合协调模型;此外,计算各指标权重时,在传统熵值法评价模型的基础上引入时间变量,采取改进的熵权法<sup>[18]</sup>进行综合评价。本研究所用模型如下。

1) 标准化处理模型:

$$\begin{cases} Z_{aij} = \frac{x_{aij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}; \\ P_{aij} = \frac{Z_{aij}}{\sum_{a=1}^m \sum_{i=1}^g Z_{aij}}. \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中: $Z_{aij}$ 为标准化处理结果; $x_{aij}$ 为第 $\alpha$ 年地区 $i$ 的第 $j$ 个指标值(共 $m$ 个年份, $g$ 个地区); $P_{aij}$ 为归一化处理结果。

2) 熵权法综合评价模型:

$$\begin{cases} W_j = \frac{D_j}{\sum_j D_j}; \\ D_j = 1 - E_j; \\ E_j = -k \sum_{a=1}^m \sum_{i=1}^g P_{aij} \ln P_{aij}; \\ k = \frac{1}{\ln(m \times g)}; \\ U_{ai} = Z_{aij} \times W_j. \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中: $W_j$ 为熵权法所确定的指标权重; $D_j$ 为信息效用值; $E_j$ 为熵值; $U_{ai}$ 为第 $\alpha$ 年系统综合值。

3) 耦合协调度模型:

$$C = \sqrt{\left[ 1 - \frac{\sum_{i>j, j=1}^n \sqrt{(U_i - U_j)^2}}{\sum_{m=1}^{n-1} m} \right]} \times \left( \prod_{i=1}^n \frac{U_i}{\max U_i} \right)^{\frac{1}{n-1}}. \quad (3)$$

式(3)中: $C$ 为耦合度,在分类等级上, $C$ 在 $[0.0, 0.3)$ 区间内为低水平耦合,在 $[0.3, 0.5)$ 内为拮据阶段,在 $[0.5, 0.8)$ 内为磨合阶段,在 $[0.8, 1.0]$ 内为高水平耦合<sup>[17]797</sup>;  $U_i$ 、 $U_j$ 分别为各系统综合指数。

$$\begin{cases} D = \sqrt{C \times T}; \\ T = \alpha_1 U_1 + \alpha_2 U_2. \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中: $D$ 为协调度,在分类等级上, $D$ 在 $[0.0, 0.4)$ 区间内为失调阶段,在 $[0.4, 0.5)$ 内为勉强协调,在 $[0.5, 0.6)$ 内为初级协调,在 $[0.6, 0.7)$ 内为中级协调,在 $[0.7, 1.0]$ 内为高级协调<sup>[17]797</sup>;  $T$ 为综合协调指数; $\alpha_1 = \alpha_2 = 0.5$ 。

### 2.3 数据来源

本研究数据来源于《中国火炬统计年鉴》《中国统计年鉴》及各省市统计年鉴。其中,由于科技服务业行业分类在2015年、2018年有两次改动,因此本研究参照2018年的《国民经济行业分类》,在进行科技服务业的相关数据收集时主要统计科学研究技术服务业、信息传输软件技术服务业及租赁商务服务业。

## 3 综合评价分析

### 3.1 华东地区创新水平与科技服务业发展水平分析

采用式(2)的熵权法模型分别测度华东地区各省(直辖市)区域创新和科技服务业综合发展水平,由于本研究时间跨度较大,因此选取2012年、2016年、2020年的各地区横截面综合发展水平,以分析两大系统发展趋势与差异情况。华东地区2011—2020年区域创新水平和科技服务业发展水平的评价结果如图2所示。

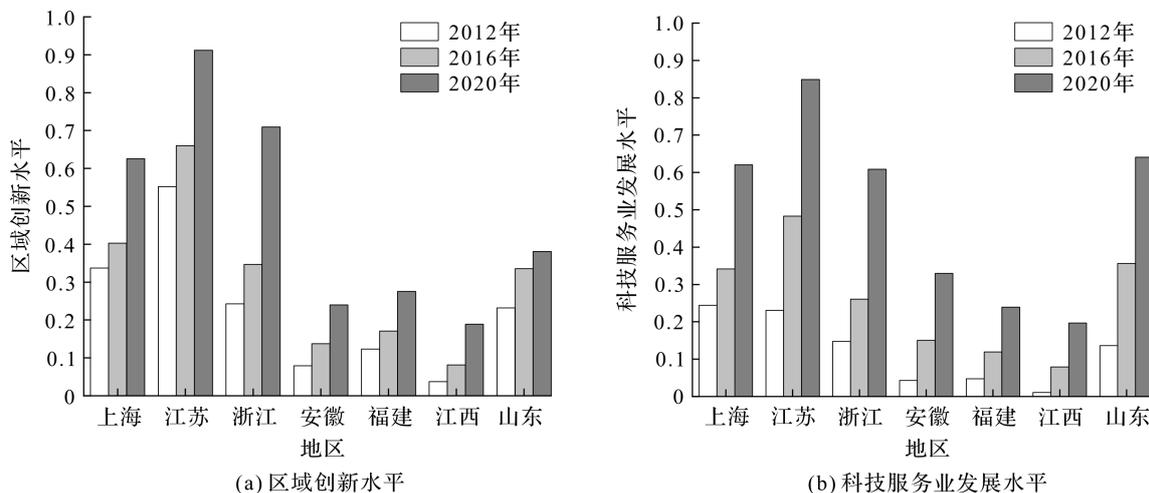


图2 华东地区2011—2020年区域创新水平和科技服务业发展水平

Fig. 2 S&T service industry development level and regional innovation level in East China from 2011 to 2020

从图2可以看出,区域创新方面,各地区在3个时间段上均呈上升趋势。其中,江苏一直处于领先地位,于2020年综合水平达到0.90,远超其他省(直辖市);提升最大的地区是浙江,由2012年的0.24增至0.70,成为仅次于江苏的高水平创新地区;此外,江西的创新水平近10年来一直处于末位且低于华东地区平均水平,这一方面受限于其地理位置,另一方面,江西经济发展水平较低、技术基础设施落后,未能很好地支撑其创新水平的提升。科技服务业方面,华东地区整体上发展成效显著,说明近年来政府对科技服务业重视力度加大。从各省、直辖市科技服务业发展历程来看,由于早期华东地区科技服务业起步较晚,发展理念落后,资源环境配置不合理,2012年各地区发展水平均处于较低的状态,而上海开放程度较高,其发展水平暂时处于领先地位;2016年,各地区发展水平相比2012年都有较大的提升,江苏、上海分别位居第一、第二;2020年,江苏、上海、浙江发展水平较高,均超过华东地区平均水平,而山东继2016年发布《山东省支持培育技术转移服务机构补助资金管理办法》后,科技服务业综合发展水平提升较大,接

近于上海的发展水平,可见行业发展离不开政府的扶持与导向。

### 3.2 华东地区创新水平与科技服务业发展水平耦合协调分析

由前文华东地区创新水平与科技服务业发展水平分析可知,其区域创新水平与科技服务业发展水平均呈上升趋势,且无论区域创新系统还是科技服务业系统,发展水平处于领先地位的均为江苏、浙江等地,而处于落后状态的均为江西、福建,即两大系统表现为同步增长状态。这进一步说明区域创新与科技服务业两大系统的高关联性,两者相互促进且关系稳定,符合耦合发展的规律。因此,为分析华东地区科技服务业与区域创新之间的耦合协调情况,通过引入式(3)、式(4)构建耦合协调度模型。华东地区 2011—2020 年创新水平与科技服务业发展水平耦合度和协调度的求解结果见表 2。

表 2 华东地区 2011—2020 年创新水平与科技服务业发展水平耦合度和协调度

Table 2 Coupling degree and coordination degree of innovation level and S&T service industry development level in East China from 2011 to 2020

地区	耦合度										协调度									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
上海	0.86	0.89	0.96	0.94	0.93	0.92	0.90	0.83	0.78	0.80	0.42	0.44	0.50	0.52	0.53	0.54	0.56	0.58	0.60	0.71
江苏	0.49	0.53	0.73	0.80	0.83	0.78	0.92	0.85	0.93	0.93	0.41	0.46	0.55	0.60	0.64	0.67	0.72	0.75	0.85	0.89
浙江	0.76	0.74	0.75	0.80	0.81	0.83	0.98	0.92	0.94	0.93	0.35	0.38	0.40	0.44	0.48	0.50	0.60	0.61	0.69	0.74
安徽	0.68	0.73	0.85	0.96	0.99	0.95	0.90	0.88	0.85	0.81	0.17	0.21	0.26	0.31	0.35	0.37	0.39	0.42	0.44	0.48
福建	0.51	0.60	0.57	0.75	0.83	0.81	0.92	0.86	0.90	0.91	0.19	0.23	0.26	0.29	0.33	0.34	0.40	0.42	0.46	0.48
江西	0.16	0.53	0.74	0.89	0.97	0.99	0.92	0.97	0.95	0.96	0.04	0.11	0.16	0.20	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.43
山东	0.72	0.73	0.88	0.95	0.96	0.96	0.83	0.71	0.69	0.68	0.32	0.37	0.45	0.49	0.56	0.58	0.56	0.55	0.57	0.60

#### 3.2.1 华东地区两大系统耦合协调分析

在表 2 基础上计算各地区创新水平与科技服务业发展水平耦合度、协调度平均值,并绘制耦合度、协调度及两大系统综合发展水平变化趋势图(图 3),以便更好地反映华东地区整体上的耦合协调情况。

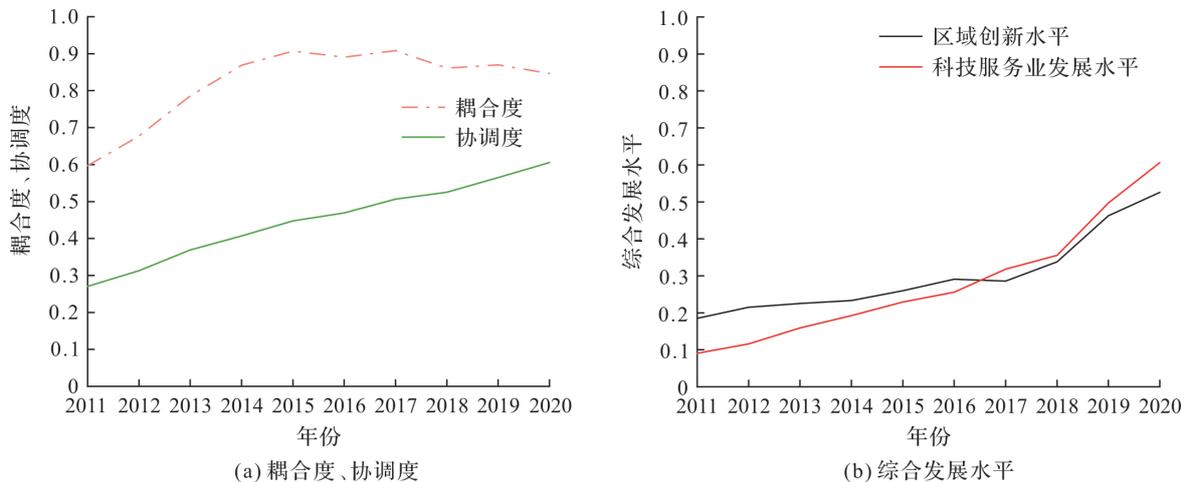


图 3 华东地区创新水平与科技服务业发展水平耦合度、协调度及综合发展水平变化趋势

Fig. 3 Coupling degree and coordination degree of innovation level and S&T service industry development level and change trend of comprehensive development level in East China

由图 3(a)可知,华东地区创新水平与科技服务业发展水平耦合度波动不大,近 10 年来从未出现低水平耦合,耦合度一直处于磨合阶段以上,且在 2015 年后耦合度稳定在 0.80 以上,反映出科技服务业与区域创新这两大系统一直处于相互作用强、融合深的状态。协调度方面,相比耦合度上升趋势则更为明显,跨越等级较多,随着科技成果转化速度的加快,近年方才由早期的失调阶段上升到初级协调阶段,说明科技服务业发展与区域创新虽然在要素配置和产业链上耦合度高、相互作用强,但部分地区两大系统发展

缓慢或不平衡导致整体协调度等级不高。

此外,从图3(b)中还可以看出,华东地区近几年的科技服务业综合发展水平逐步超越区域创新综合水平,说明整个地区正转变为科技服务业主导型的协调发展。可见,科技服务业随着其产业链的完善,在区域创新中发挥的服务作用越加明显,从而为地区未来创新水平的提升提供了有利条件。

### 3.2.2 华东地区两大系统耦合协调度时空演化分析

华东各地区经济发展、创新资源、市场需求侧重均不同,各地区之间区域创新水平与科技服务业发展水平耦合度、协调度的差异不容忽视,为了更好地呈现及分析华东各地的耦合度、协调度,根据表2结果绘制华东七省(直辖市)耦合度、协调度近10年演化情况(图4、图5),分别从时空两方面进行分析。

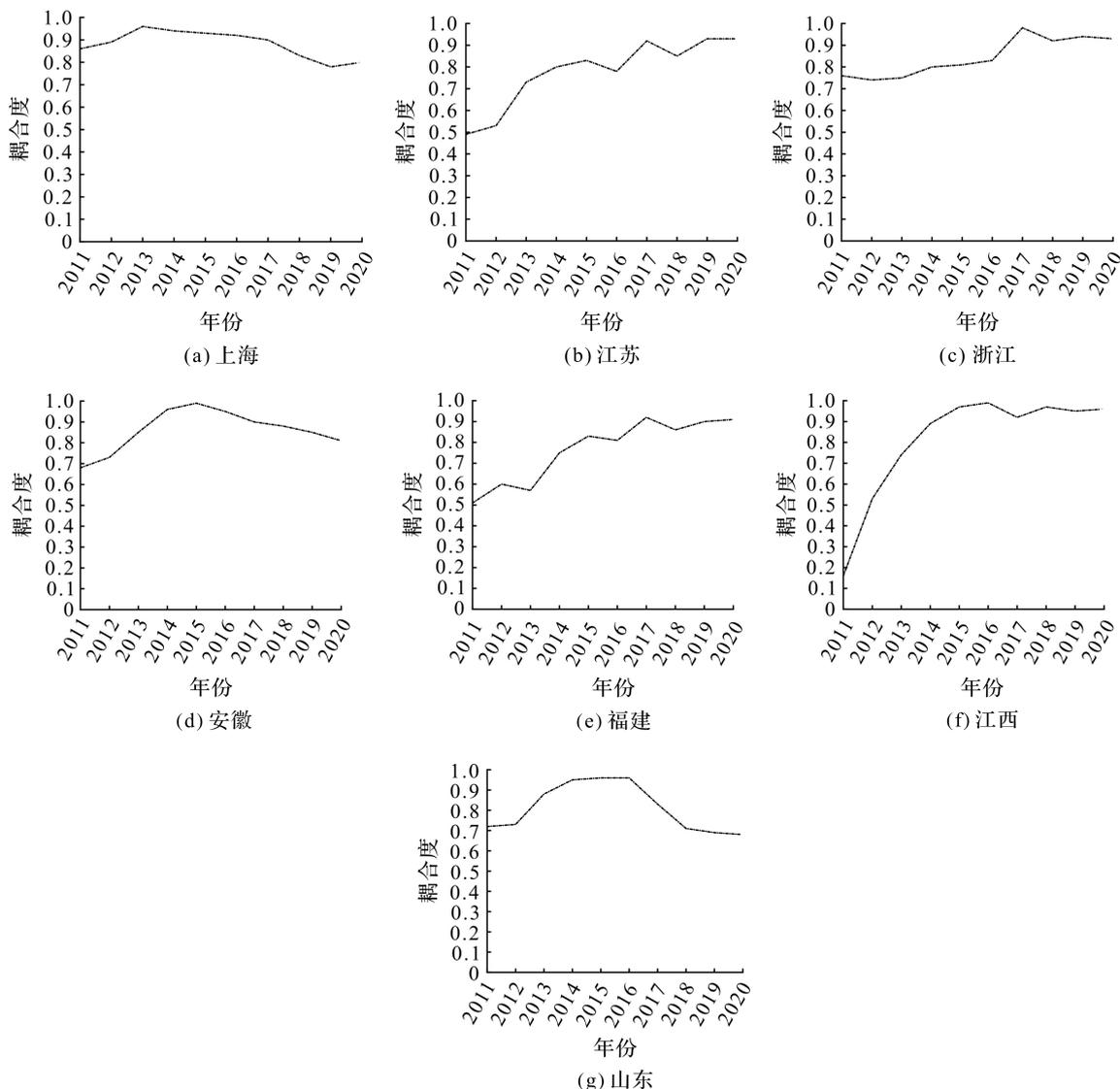


图4 分地区2011—2020年创新水平与科技服务业发展水平耦合度时空演化情况

Fig. 4 Spatio-temporal evolution of coupling degree between innovation level and S&T service industry development level in different regions from 2011 to 2020

从图4可以看出,耦合度总体呈上升趋势,大部分地区两大系统耦合度均处于磨合水平以上的状态,尤其是近五年来,各地区耦合度差异较小,稳定在0.8左右,说明区域创新与科技服务业发展在各省(直辖市)中均存在较强的相互促进机制。然而,近年山东两大系统耦合度较早些年存在明显下降,反映其区域创新与科技服务业之间耦合作用力度有所下降。究其原因,虽然山东区域创新水平和科技服务业发展水平都在稳步增长,但在2017年之后,山东科技服务业发展速度较快,导致山东科技服务业发展水平远高于其创新水平,从而使两大系统耦合发展类型变为区域创新水平滞后型,区域创新水平不能很好地满

足科技服务业持续发展的需求。因此山东需要继续加强科研投入力度,提升创新能力,为科技服务业更好地发展提供技术支撑。

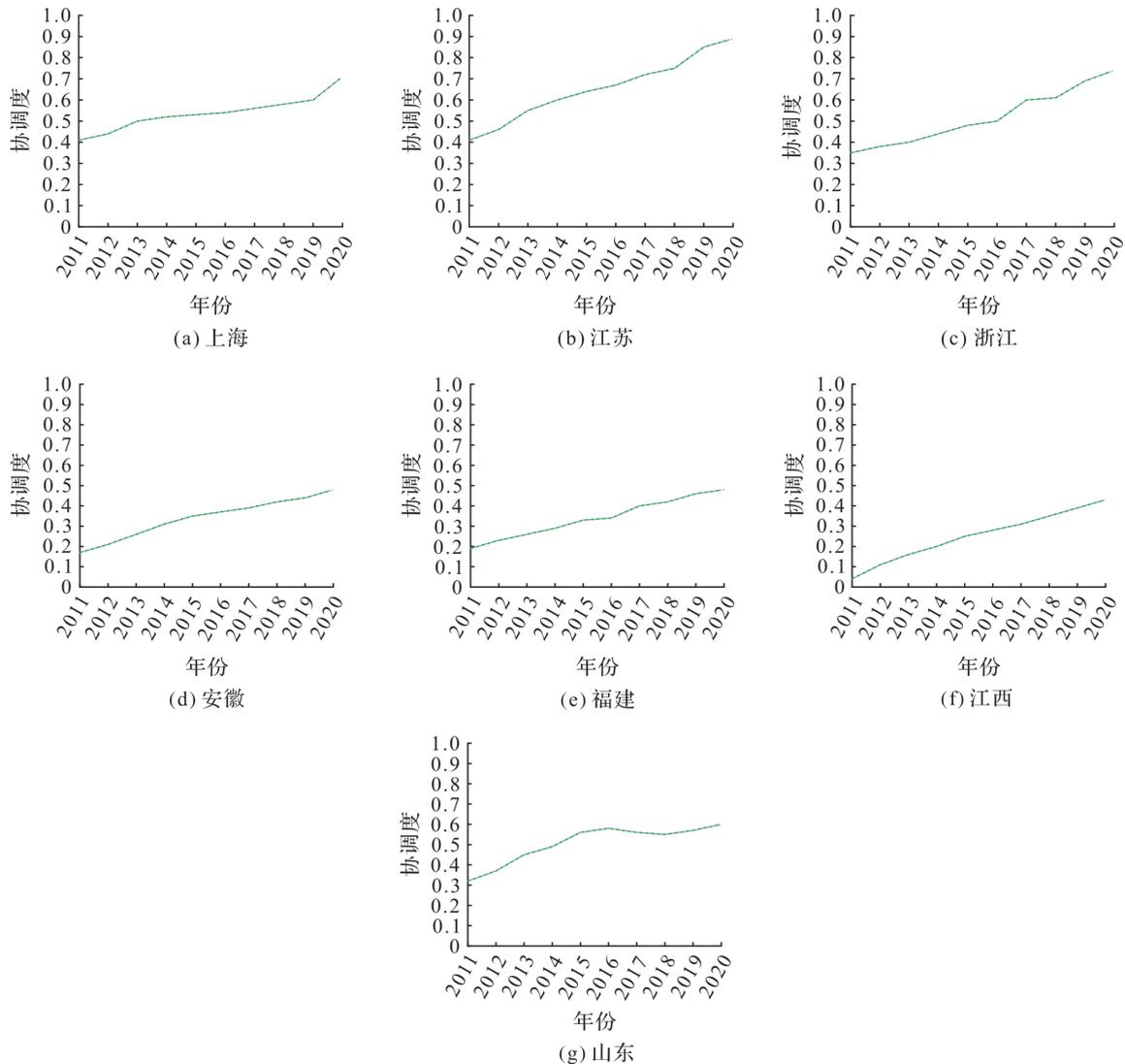


图 5 分地区 2011—2020 年创新水平与科技服务业发展水平协调度时空演化情况

Fig. 5 Spatio-temporal evolution of coordination degree between innovation level and S&T service industry development level in different regions from 2011 to 2020

从图 5 可以看出,各地区、各年度协调度存在显著差异。具体来看,2011 年除了上海、江苏处于勉强协调阶段外,其余省(直辖市)都处于失调阶段,上海凭借其地理位置及对外开放程度上的优势,科技服务业发展相比周围地区更快,在 2011 年协调度已达 0.42。2011—2015 年,经过 5 年的发展,各地区在科技服务业的规模、投入方面都有大幅提升,科技服务业综合发展指数快速增长,使各地区协调度明显提升,均有 1~2 个等级的提高;其中,江苏的协调度在此期间超越上海成为华东地区第一,领先于其他省(直辖市),且是华东地区唯一的初级协调地区;江西、福建仍然处于失调阶段。2016—2020 年,协调度增长势头最强的是浙江和江苏,分别从 0.67 增至 0.89、0.50 增至 0.74,同时成为华东地区高级协调省份;此外,继上海、江苏、浙江,福建在 2017 年从失调阶段迈进勉强协调阶段,说明福建对科技服务业发展和区域创新能力逐步重视,开始有效利用本地创新资源,加大了地区科技创新投入。

空间分布上,协调度较高的地区主要为江苏、浙江、上海,等级增速较快的为山东,这些地区往往创新体系较好,科技人才素质高、资本投入大、政策落实较快。协调度较低的地区主要为安徽、江西,这些地区经济相对欠发达、地理位置处于劣势、人才流失较多、创新环境较差,不过这些省份协调度仍处于上升的

趋势,可以通过整体协调度的提升带动地区发展。总体而言,近10年华东地区区域创新水平与科技服务业发展水平耦合协调度的演化情况表现为西低东高的格局。

#### 4 区域创新水平与科技服务业发展水平协调度驱动因素分析

由前文的耦合协调度分析可知,华东地区创新水平与科技服务业发展水平耦合度保持在较高水平,而协调度增长缓慢,直到2020年整体上才进入初级协调阶段。此外,华东各省(直辖市)之间资源链接密切,各地区的协调度会表现出一定的集聚现象。因此本研究为进一步提升地区创新水平与科技服务业之间的协调度,借助空间计量方法探索其驱动因素。

##### 4.1 空间自相关分析

使用空间计量模型的前提是要通过空间相关性检验,以确定华东地区区域创新水平与科技服务业协调度是否存在自相关性,本研究采用的检验方法为莫兰指数,其表达式如下:

$$I_i = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mathbf{W} (D_i - \bar{D})(D_j - \bar{D})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mathbf{W} \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2} \quad (5)$$

式(5)中: $n$ 为地区总数; $D_i$ 为第 $i$ 个省(直辖市)的协调值; $\mathbf{W}$ 为空间权重矩阵。本研究在进行空间相关性检验和选择空间面板模型时均采用邻接空间权重矩阵<sup>[19]</sup>。根据式(5),本研究测度的华东地区区域创新水平与科技服务业发展水平协调度莫兰指数见表3。

由表3可知,华东地区两大系统协调度的莫兰指数为正,表明华东地区科技服务业与区域创新协调度存在空间溢出效应,集聚现象明显,从而说明华东地区两大系统协调度高的地区会促进相邻地区创新水平与科技服务业的发展。从年份来看,近5年华东地区两大系统协调度的莫兰指数均通过显著性检验且表现为正的空间相关性。然而,近年来莫兰指数一直处于下降趋势,表明华东各地区之间空间联系正在减弱,究其原因,华东地区各省(直辖市)之间协调度差异太大,如2020年江苏协调度已高达0.89,而与其相邻的其他地区仅浙江、上海协调度超过0.7,因此导致整体莫兰指数降低,这也从侧面反映江苏等高水平协调度地区的辐射效应还有待进一步加强。

##### 4.2 空间计量模型、指标选取及模型选择

###### 4.2.1 空间计量模型

常见的空间计量模型基本形式有空间误差模型和空间滞后模型<sup>[20]</sup>。

空间误差模型(spatial error model, SEM):

$$\begin{cases} y = X\beta + \epsilon; \\ \epsilon = \lambda \mathbf{W}\epsilon + \mu. \end{cases} \quad (6)$$

空间滞后模型(spatial lag model, SLM):

$$y = \rho \mathbf{W}y + X\beta + \epsilon. \quad (7)$$

式(6)~(7)中: $y$ 为被解释变量; $X$ 、 $\beta$ 分别为自变量及相应的系数; $\epsilon$ 、 $\mu$ 均为误差项; $\lambda$ 为空间误差自相关系数,衡量由被解释变量误差导致的对领地变量的影响; $\rho$ 为空间自回归系数,反映自变量的空间溢出效应。

###### 4.2.2 指标选取

以华东地区创新水平与科技服务业发展水平协调度为被解释变量,梳理创新水平与科技服务业发展水平互动机理的相关文献<sup>[10]47, [11]85</sup>,结合本研究中各地区两大系统发展情况,最终确定服务平台(科技服

表3 华东地区区域创新水平与科技服务业发展水平协调度莫兰指数

Table 3 Moran index of coordination between S&T service industry development level and regional innovation level in East China

年份	莫兰指数	统计量	P
2015	0.266	2.239	0.013
2016	0.248	2.148	0.016
2017	0.235	2.072	0.019
2018	0.113	1.464	0.072
2019	0.104	1.449	0.074

务业机构数)、创新环境(地方财政教育支出占地方财政一般预算支出)、地区科技服务业集聚度(从业人员区位熵)、资本投入(从业人员平均工资)四大驱动因素作为解释变量进行分析。

#### 4.2.3 模型选择

在判断空间效应类型及确定空间计量模型具体形式时,常用的检验方法是拉格朗日乘子检验(Lagrange multiplier test, LM-test)及稳健的拉格朗日乘子检验(Robust-LM)<sup>[21]</sup>,检验中所有的统计量包括:拉格朗日乘子误差检验统计量(LM test no spatial error, LM-error)、拉格朗日乘子滞后检验统计量(LM test no spatial lag, LM-lag)、稳健的拉格朗日乘子误差检验统计量(robust LM test no spatial error, Robust-LMerror)和稳健的拉格朗日乘子滞后检验统计量(robust LM test no spatial lag, Robust-LMlag)。本研究利用 Stata 15.0 软件进行检验,LM 检验结果见表 4。

综合表 4 中的各检验统计量可知,在选择模型时,由于 Robust-LMerror 统计量未通过显著性检验,LM-lag、Robust-LMlag 均通过检验,所以 SLM 模型更适用于本研究。为选取最优模型以便更好地反映华东地区创新水平与科技服务业发展水平两大系统协调度的影响因素,利用华东地区空间面板数据分别建立 SLM 模型的时间固定、空间固定、时间空间双固定效应模型,空间滞后模型估计及统计量检验结果见表 5。通过综合比较表 5 中调整后的  $R^2$  (Adj-R)、最大似然值(Log-L)、赤池信息准则(Akaike information criterion, AIC)、贝叶斯信息准则(Bayesian information criterion, BIC),得出最优模型为时空均固定的空间滞后面板模型,各地区协调度往往会受到地理空间因素及时间滞后的影响,因此模型符合实际情况。

#### 4.3 空间滞后模型结果分析

由表 5 可知,空间滞后模型各固定效应自变量系数的正负及显著性大致一样。具体分析如下。

1) 创新环境系数为正,且在所有驱动影响因素中系数最大,表明良好创新环境会优化人才培养机制,促使地区高素质人才汇聚。科技服务业是高技术、人才密集的行业,且创新产出也离不开知识的获取和人力资源积累,因此,华东各地区政府应该继续加大教育的投入,尤其要加强院校与产业间的合作,使区域创新与科技服务业得到共同发展。

2) 资本投入系数为正且通过显著性检验,说明资本投入会显著提高创新水平与科技服务业发展耦合协调度。资本投入侧面反映出市场、企业对科技服务业及其从业人员的重视程度,科技服务人员作为科技服务业中的首要资源,决定行业发展水平与企业成本。资本投入越大表明对科技服务业从业人员质量需求越高,同时高薪资带来的工作、生活环境的改善又会提升从业人员的服务效率与创新能力。

3) 服务平台系数为正,在 5%的水平上显著,表明科技服务平台的增多会促进各地区两大系统耦合协调度提高。科技服务平台在创新和服务的过程中承担重要作用,科技服务业发展需要相应专业机构促进商业与科技的互动,同时区域创新需要服务平台的广泛参与进而提高创新产出效率。然而,服务平台在所有驱动影响因素中系数最小,因此各地区要继续加强服务平台的建设,为科技服务业与创新的深度融合创造条件。

表 4 LM 检验结果

Table 4 LM test results

检验指标	统计量值	P
LM-error	3.332	0.001
LM-lag	25.549	0.000
Robust-LMerror	5.624	0.659
Robust-LMlag	18.471	0.000

表 5 空间滞后模型估计及统计量检验结果

Table 5 Spatial lag model estimation and statistical test results

变量	空间固定	时间固定	时空双固定
创新环境	0.858 0 (0.303 0)	0.392 1 (0.000 0)	1.332 3 (0.077 0)
资本投入	0.025 7 (0.000 0)	0.026 2 (0.000 0)	0.013 5 (0.015 0)
服务平台	0.018 0 (0.027 0)	0.092 3 (0.000 0)	0.003 8 (0.018 0)
集聚度	0.108 5 (0.002 0)	0.582 7 (0.242 0)	0.055 0 (0.041 0)
空间自相关系数	0.001 5 (0.000 0)	0.003 6 (0.000 0)	0.008 2 (0.000 0)
Log-L	125.520 0	96.562 2	146.191 7
Adj-R	0.666 5	0.759 1	0.611 7
AIC	-239.050 0	-181.124 4	-280.383 3
BIC	-226.560 0	-167.633 4	-266.892 5

注:括号内的数值为估计系数检验 P 值。

4) 科技服务业集聚度系数为正,说明各地区科技服务业集聚对区域创新水平与科技服务业发展水平两大系统协调度产生了正向效应,即科技服务业在一定程度上的集聚可以促进当地两大系统协调发展。根据地理学第一定律:区域内的两个事物或属性,地理位置越接近,交互作用越强烈<sup>[22]</sup>,所以各地区科技服务业在地理空间上的集聚,会带来知识、信息、人才的流动及企业间频繁的合作交流,从而相应地显著提升地区协调度。然而有研究者指出,产业过度集聚会出现“虹吸效应”<sup>[11]90</sup>,因此,科技服务业发展较慢的部分地区,既要加大集聚规模,同时也要防止地区内部或地区之间科技服务业过度集聚导致的竞争压力过大、企业成本过高,以避免出现集聚负向效应。

## 5 结论与启示

本研究通过构建区域创新与科技服务业两大系统指标体系,借鉴改进的熵权法和修正后的耦合协调度模型,分别测度两大系统综合水平和系统间耦合协调度;从不同尺度上、时空动态上阐述两大系统协调度变化情况并进一步实证分析影响两大系统协调的驱动因素,得到以下结论:华东地区创新水平和科技服务业发展水平均呈上升趋势,部分省(直辖市)近年来科技服务业发展水平远超区域创新水平;华东各地区两大系统间耦合度差异较小,均保持较高水平;协调度上升缓慢,整体上呈西低东高的空间格局;创新环境、服务平台、资本投入、科技服务业集聚对两大系统协调度均有显著的促进作用。

基于研究结论,提出以下对策建议:

1) 继续提高创新水平和科技服务业发展水平,促进两大系统间均衡发展。一方面,对于安徽、江西这些科技服务业发展水平较低的地区,要优先把提高创新产出能力和发展科技服务业放在新的战略高度上;安徽要立足“四大优势”,顺应新一轮科技革命和产业变革,制定明确规划、确定发展目标,促进科技服务业融入长三角一体化发展;江西应推进省内优势制造业与科技服务业深度融合,扩大市场需求,从而提升产业竞争力。另一方面,从华东地区两大系统发展情况上看,山东近年来的科技服务业发展水平与区域创新水平相差较大,与此同时耦合度较之前有所下降,近年来呈现出创新滞后的现象,因此山东要在创新产出中多向科技服务业借力,在创新研发阶段中多使用外包服务,提高产出效率,以提升地区创新水平,满足科技服务业的发展需求,最终达到两大系统间均衡发展。

2) 强化各省(直辖市)间的联系,推动区域协调发展。江苏、浙江这些创新水平与科技服务业耦合度、协调度较高的省份,应摸索新的资源融合方式,打造新业态、新机制以继续保持在较高水平的协调度;此外,还需向外开拓市场,增大空间溢出效应,增加区域间信息、资源互动,作为核心地区带动周围地区发展,尽快缩小各地区协调度差异。协调度较低的江西、福建,应转变经济发展模式,优先加大对科技创新的投入,制定人才优惠政策,与其他省(直辖市)共建科技资源共享平台,学习江苏、浙江高协调度地区科技创新发展模式,抓紧发展一批示范园区。这样才能从整体上提高华东地区科技服务业与区域创新水平。

3) 根据区域创新水平与科技服务业发展水平两大系统协调度影响因素采取针对性措施。继续加大对教育的投入并保障科研发展,加强与高校、科研院所的合作关系,建立科技人才数据库以更好地匹配市场需求;相比江苏、浙江,上海近年来科技服务机构数量还不够多,应突显服务平台的正向作用,建立更多规模大、效率高的科技服务平台,为区域创新提供优质服务;安徽、江西应在资本投入中加大对企业科技服务人员的倾斜力度,给予一定的优惠补贴,为整个行业创造良好的就业环境;此外,各地区不应封闭发展,要继续保持开放,增大空间关联效应,发挥高效的集聚正向作用,同时各地政府也要合理规划科技服务业产业园区和鼓励产业多元化发展,避免产业过度集聚。

## 6 结语

科技服务业汇聚地区科技资源,为区域创新注入新动力,两大系统相辅相成,在支撑现代产业发展及培育经济新模式上具有重要意义。本研究通过测度华东地区区域创新水平与科技服务业发展水平,运用

耦合协调模型分析两大系统间的耦合协调情况及其驱动因素。然而,中国早期科技服务业发展较慢、后期细分领域多、行业类别数据收集难度大、各省市统计口径还未完全统一,本研究选用的数据还未能全面反映科技服务业发展水平,因此各地政府应重视调查科技服务业发展情况,规范核算方法,为区域创新水平和科技服务业发展水平的共同提升提供科学的数据支持。

#### 参考文献:

- [1] MULLER E, DOLOREUX D. What we should know about knowledge-intensive business services[J]. *Technology in Society*, 2009, 31(1): 64.
- [2] 王颖,蓝云飞,汪琳. 基于 TOPSIS 方法的中部地区科技服务业发展水平评价[J]. *统计与决策*, 2019, 35(21): 53.
- [3] 张恒,周中林,郑军. 长江三角洲城市群科技服务业效率评价:基于超效率 DEA 模型及视窗分析[J]. *科技进步与对策*, 2019, 36(5): 46.
- [4] 马子路,黄亚平. 城市科技服务业空间格局及影响因素研究:以武汉都市区为例[J]. *南方建筑*, 2022(1): 41.
- [5] 张曼,营利荣. 科技服务业集聚化发展关键影响因素识别:基于直觉模糊层次分析法[J]. *科技管理研究*, 2021, 41(8): 108.
- [6] 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, 39(8): 48.
- [7] 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): 75.
- [8] SHI X, WU Y, ZHAO D. Knowledge intensive business services and their impact on innovation in China[J]. *Service Business*, 2014, 8(4): 479.
- [9] 谢臻,卜伟. 科技服务业集聚、地区创新能力与经济增长:以北京市为例[J]. *北京社会科学*, 2018(6): 108.
- [10] 张振刚,李云健,陈志明. 科技服务业对区域创新能力提升的影响:基于珠三角地区的实证研究[J]. *中国科技论坛*, 2013(12): 45.
- [11] 朱文涛,顾乃华. 科技服务业集聚是否促进了地区创新:本地效应与省际影响[J]. *中国科技论坛*, 2017(11): 83.
- [12] 苏竣,张煜. 海南省科技创新与区域经济的耦合协调分析[J]. *科技管理研究*, 2021, 41(14): 1.
- [13] 孙成,赵琛徽. 长江经济带科技人才创新能力与经济发展耦合协调性研究[J]. *统计与决策*, 2021, 37(10): 115.
- [14] 徐维祥,李露,周建平,等. 乡村振兴与新型城镇化耦合协调的动态演进及其驱动机制[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(9): 2044.
- [15] 杜宝贵,陈磊. 科技服务业产出测算:指标确立、数据收集与未来预测[J]. *科技进步与对策*, 2021, 38(13): 110.
- [16] 张鑫,梁佩云,陈茹茹. 区域科技服务业服务创新能力评价:基于改进的 CRITIC-VIKOR 法[J]. *科技管理研究*, 2020, 40(16): 60.
- [17] 王淑佳,孔伟,任亮,等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. *自然资源学报*, 2021, 36(3): 793.
- [18] 杨丽,孙之淳. 基于熵值法的西部新型城镇化发展水平测评[J]. *经济问题*, 2015(3): 115.
- [19] 向永辉. 空间计量经济学的发展及其应用[J]. *浙江科技学院学报*, 2014, 26(2): 77.
- [20] ELHORST J P. Specification and estimation of spatial panel data models[J]. *International Regional Science Review*, 2003, 26(3): 244.
- [21] 杨姗姗,任冬梅,贾菲. 空间计量理论与应用研究综述[J]. *统计与决策*, 2020, 36(6): 39.
- [22] TOBLER W R. Geographical filters and their inverses[J]. *Geographical Analysis*, 1969, 1(3): 234.