

高校科技创新与经济发展耦合协调度及影响因素分析

程华东, 杨 剑

(安徽大学 管理学院, 安徽 合肥 230601)

摘要:高校作为区域创新系统的重要主体,对于加快推动高校科技创新与经济社会发展深度融合发展具有重要意义。为此,在探讨高校科技创新与经济发展的相互关系和作用机理的基础上,构建了区域高校与经济发展综合评价指标体系和耦合协调度模型,对2011—2020年30个省级地区的耦合协调度进行定量评价,并对耦合协调度的影响因素进行多元回归分析。经测算,绝大部分地区高校科技创新与经济发展耦合协调度呈缓慢上升趋势,但整体耦合协调水平较低。在空间上,东部地区与东北、中部以及西部地区差异较为明显,呈现出“东高西低、南高北低”的空间布局。通过多元回归分析,发现各个地区的耦合协调度影响因素也有所不同。据此,从3个方面为推动各地区高校科技创新与经济社会协调发展提出针对性建议。

关键词:高校科技创新;经济发展;耦合协调;影响因素

中图分类号:F124;G644 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-7192(2023)02-0059-10

高等院校是科技创新人才的摇篮,也是科技创新发展的前沿阵地,更是国家科技创新体系中的重要组成部分。习近平总书记明确指出:“我国高校要勇挑重担,释放高校基础研究、科技创新潜力,聚焦国家战略需要,瞄准关键核心技术特别是‘卡脖子’问题,加快技术攻关。”^[1]这一深刻论述不仅明确了高校在创新驱动发展战略中的重要地位,而且也表明高校科技创新在科技自立自强、关键核心技术攻关以及科技体制机制改革创新等方面发挥着不可替代的作用。毋庸置疑,高校科技创新为科学技术长足进步和社会发展注入了强劲动能。伴随着经济社会的深入发展,促进高校科技创新与经济社会深度融合,既是立足于可持续发展的现实需要,又是推进经济社会高质量发展的重要支撑。然而,高校科技创新与经济发展的协调水平,相对于经济社会高质量发展的客观要求,仍有较大差距,各个区域之间的协调性差距较大。因此,亟需正确处理好高校科技创新与经济发展的协调关系,以促进高校科技创新与经济发展的互促互进,进而形成

经济社会良性协调的循环机制。

目前,国内外学者们围绕着高校科技创新与经济发展的关系问题展开深入的学理探讨和实证研究,并取得较为丰硕的研究成果。譬如,Goldstein等^[2]通过实证分析大学对区域经济发展的贡献,认为大学的科技创新活动通过产生知识的溢出效应以促进区域的经济发展。王青等^[3]采用C-D生产函数模型和熵值法对辽宁省高校科技进步率和贡献率进行了测算,得出高校科研经费和人力的投入对区域经济发展具有重要作用。李燕^[4]采用面板模型实证研究了2008—2017年19个副省级以上城市高校科技创新对经济高质量发展的影响,指出高校科技创新对城市经济高质量发展具有显著的促进作用。刘新竹^[5]在研究高校科技创新与经济发展方式转变的关系研究中,得出高校科技创新能提高企业生产效率、优化产业结构以及促进节能减排等,并分析了影响高校科技创新驱动经济发展方式转变的主要因素。此外,张高波等^[6]采用面板分位数空间自回归模型对高等院校科技创新对经济高

收稿日期:2022-02-12

基金项目:安徽省科技创新战略与软科学研究重点项目“安徽省高校科技创新力及科研竞争力研究”(20210601050029);安徽省高校人文社科研究重点项目“创新驱动战略背景下安徽省科技成果转化政策优化研究”(SK2020A0057);安徽省社科创新发展研究课题攻关项目“科技成果转化政策评估与优化研究”(2021CX066)

作者简介:程华东(1995-),男,安徽大学管理学院硕士研究生,研究方向为绩效评估、科技政策;杨 剑(1979-),男,安徽大学管理学院教授,博士,研究方向为绩效评估、科技政策。E-mail:1375040380@qq.com

质量发展的影响进行了实证分析,从而发现高校的知识创新和科研创新对经济高质量发展的影响具有显著促进作用。综上所述,现有研究多侧重于从高校科技创新对经济发展的促进作用,而相对忽视了二者耦合协调层面的研究,鲜有学者从高校科技创新与经济发展双向互动关系的视角展开研究,甚少持续关注高校科技创新与经济变化的长期变化。有鉴于此,在借鉴现有研究的基础上,以耦合协调为分析视角,根据2011—2020年30个省级地区的高校科技创新和经济发展相关数据,运用熵值法、耦合协调模型以及多元回归的研究方法来分析高校科技创新与经济发展耦合协调的时间演变及其空间格局。另外,借助SPSS23.0软件研究影响各个区域耦合协调度的因素,以期为高校科技创新与区域经济的协调发展提供决策依据。

一、高校科技创新与区域经济发展耦合机理

耦合最初是物理学的概念,是指两个及两个以上的系统或者运动形式以各种形式相互作用,彼此紧密联系的现象^[7]。耦合是以各个耦合主体间存在某种形式的关联为前提,用以分析多个具有联系的系统之间的动态关系^[8]。高校科技创新与经济发展之间紧密联系,具有交互耦合关系,二者相互影响、相互依赖、相互促进,能够产生正向协同放大作用。其中高校科技创新包括科技创新投入、科技创新产出以及科技创新环境三个部分,其对经济发展的作用包括经济规模、经济结构和经济质量。根据二者的双向互动关系,构建了高校科技创新与区域经济发展耦合机理图(图1)。

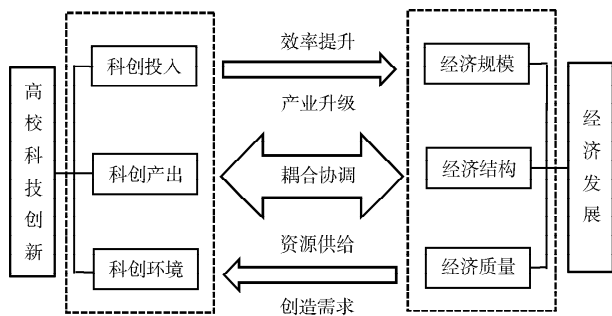


图1 高校科技创新与经济发展耦合机理

1. 高校科技创新推动经济发展

经济增长的基本因素是劳动、资本、科技进步和制度创新。根据科布—道格拉斯函数,技术是经

济增长的内生变量。在我国,高校是科技系统中的重要组成部分,高校科技创新也是经济增长的重要源泉之一。具体而言,高校科技创新作用于产业的优化升级,经济效益的提升。一方面,高校科技创新通过知识、信息、技术资源不断扩散促使生产领域的劳动对象、生产要素、生产工序、生产组织等发生相应的变化,生产领域的各项要素都会进行相应的重新组合,进一步拓宽了生产活动空间。伴随着新技术、新工艺、新产品的产生和应用,加快科技创新扩散的步伐,推动产业创新,进而改变了原有的生产要素,促进技术的更新换代、实现产业的转型升级。另一方面,由于生产要素的不断改善,社会劳动生产率和资源配置的效率得到显著提升,不仅增加了单位要素的产出和资源的附加值,而且改变了经济增长方式。经济增长方式由粗放经营向集约经营转变,实现全要素生产率、劳动生产率以及人力资本贡献率的全面提升。

2. 区域经济发展支撑高校科技创新

高校科技创新活动的有效开展离不开经济发展提供的资源保障。此外,经济发展对高校科技创新的深入发展产生了需求拉动的作用,也为高校科技营造了良好的创新环境。首先,高校科技创新需要投入大量的资源要素,尤其是资金的支持。经济的发展则意味着社会财富的增加,为高校开展科技创新活动提供充分的科研经费。经济发展水平直接影响着高校的办学水平和教学质量,进而提升高校科技创新水平,尤其对于新型研究型大学而言,充足的资金对于加强基础学科建设和基础研究的重要性不言而喻。其次,雄厚的区域经济实力能够吸引各类科技人才,进而优化高校的教育师资队伍结构和壮大高校科技人才队伍。再次,经济的发展会拉动人们的物质和精神需求、拓展市场空间,这也激励高校科技人员进行技术革新和发明创造。最后,经济的发展能够促进文化的交流、知识的传播,从而增强人们的创新意识、提升社会群体的综合素质为高校的科技创新创造良好的运行环境。

二、指标体系与研究方法

1. 指标体系构建

对高校科技创新和经济发展耦合协调研究必

须是在二者的综合评价基础上进行。根据其基本内涵和主要成分,遵循科学性、系统性、可比性以及数据的可获得性等原则,在参照肖洒等^[9]和刘勇等^[10]指标的设计,结合我国近年实际发展情况,构建了高校科技创新与区域经济发展综合评价指标

体系(表 1)。其中,高校科技创新子系统包括高校科技创新投入、科技创新产出以及科技创新环境 3 个维度 9 个具体指标。区域经济发展子系统包括经济规模、经济结构以及经济质量 3 个维度 9 个具体指标。

表 1 高校科技创新与区域经济发展综合评价指标体系

| 子系统 | 一级指标 | 二级指标 | 指标属性 | 序参量 |
|--------|--------|---------------------|------|----------|
| 高校科技创新 | 科技创新投入 | 教学与科研人员(人) | + | X_{11} |
| | | 科技经费投入(千元) | + | X_{12} |
| | | 研究与发展全时人员(人年) | + | X_{13} |
| | 科技创新产出 | 成果应用及科技服务项目数量(项) | + | X_{14} |
| | | 学术论文数量(篇) | + | X_{15} |
| | | 专利授权数(项) | + | X_{16} |
| | 科技创新环境 | 高等教育学校数量(所) | + | X_{17} |
| | | 高校研发机构数量(个) | + | X_{18} |
| | | 文盲人口占 15 岁以上人口比重(%) | - | X_{19} |
| 区域经济发展 | 经济规模 | 地区生产总值(亿元) | + | X_{21} |
| | | 地区财政收入(亿元) | + | X_{22} |
| | | 社会消费品零售总额(亿元) | + | X_{23} |
| | 经济结构 | 第三产业占地区生产总值比重(%) | + | X_{24} |
| | | 第三产业从业人员占就业人员比重(%) | + | X_{25} |
| | | R&D 经费投入强度(%) | + | X_{26} |
| | 经济质量 | 人均地区生产总值(元) | + | X_{27} |
| | | 城镇居民人均可支配收入(元) | + | X_{28} |
| | | 社会劳动生产率(万元/人) | + | X_{29} |

2. 数据来源

以 2011—2020 年我国 30 个省级地区(不包括西藏、香港、澳门以及台湾地区)为研究对象。其中,数据来源于《高等学校科技统计资料汇编》《中国教育统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及《中国统计年鉴》,以确保数据的权威性和科学性。需要指出的是,R&D 经费投入强度由 R&D 投入经费与 GDP 的比值、社会劳动生产率由地区生产总值与就业人员总数的比值来表征。

3. 研究方法

(1)熵值法。熵值法作为一种客观赋权的方法,其主要通过信息熵的计算指标得出权重系数以判断数据的离散程度,进而实现对指标体系综合评价。其具体计算步骤如下:

对于正向指标:

$$x'_{ij} = (x_{ij} - \min\{x_{ij}\}) / (\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}) \quad (1)$$

对于负向指标:

$$x'_{ij} = (\max\{x_{ij}\} - x_{ij}) / (\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}) \quad (2)$$

其中, $x_{ij}(i=1,2;j=1,2,3,\cdots,9)$ 为第 i 系统的

第 j 个指标。由于指标在经过标准化处理后会 出现零值,导致熵值计算时无法取对数。因此,为保障数据的合理性和可使用性,将各项指标标准化后的数值平移 0.01 个单位。

即
$$x''_{ij} = x'_{ij} + 0.01 \quad (3)$$

计算第 j 指标在子系统 i 中的比重 P_{ij} ,其公式

为
$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (4)$$

计算第 j 项指标熵值 e_j ,其公式为

$$e_j = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (5)$$

计算第 j 项指标差异系数 g_j ,其公式为

$$g_j = 1 - e_j \quad (6)$$

计算第 j 项指标的权重 w_j ,其公式为

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j} \quad (7)$$

计算两个子系统 2011—2020 年各年的综合指数 U ,其公式为

$$U = \sum_{i=1}^n w_j x''_{ij} \quad (8)$$

(2)耦合协调模型。根据耦合协调的基本原理,在借鉴已有研究^[11]的基础上,构建了高校科技创新与经济发展耦合协调度模型对两大子系统交互耦合的协调程度进行测算。

首先,计算两大子系统耦合度 C ,其公式为

$$C = 2 \sqrt{\frac{U_1 \times U_2}{(U_1 + U_2)^2}} \quad (9)$$

其次,鉴于高校科技创新和经济发展体系具有交错、不平衡等特性,在某些状况下耦合度 C 难以全面反映出耦合协调的真实水平。因此,引入耦合协调度模型

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (10)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (11)$$

式中: $C, D \in [0, 1]$, C, D 的取值越接近于 1, 则说明两大子系统的耦合水平越高、耦合协调性越好。 T 为两大子系统综合协调指数,其反映高校科技创新与经济发展整体水平对耦合协调度的贡献。 α, β 为待定系数,且 $\alpha + \beta = 1$, 鉴于高校科技创新与经济社

会需要协调发展,故取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。根据实证分析得到的数据并结合已有研究^[12],将耦合协调度划分 5 个等级,如表 2。

表 2 耦合协调度等级划分标准

| 耦合协调度 | 等级 |
|---------------------|------|
| $0 \leq D \leq 0.2$ | 严重失调 |
| $0.2 < D \leq 0.4$ | 濒临失调 |
| $0.4 < D \leq 0.6$ | 初级协调 |
| $0.6 < D \leq 0.8$ | 良好协调 |
| $0.8 < D \leq 1$ | 优质协调 |

三、实证结果与分析

1. 高校科技创新与区域经济发展综合评价

利用熵值法计算出 2011—2020 年我国 30 个省级地区高校科技创新与经济发展的综合评价值(图 2、图 3)。总体而言,我国大部分省市高新科技创新与经济发展呈现出“总体稳定,略有上升”的态势。值得注意的是,2019 年底发生的新冠肺炎疫情对我国经济和社会发展造成了较大冲击,2020 年各地高校科技创新和经济发展综合评价值出现不同程度的下降。

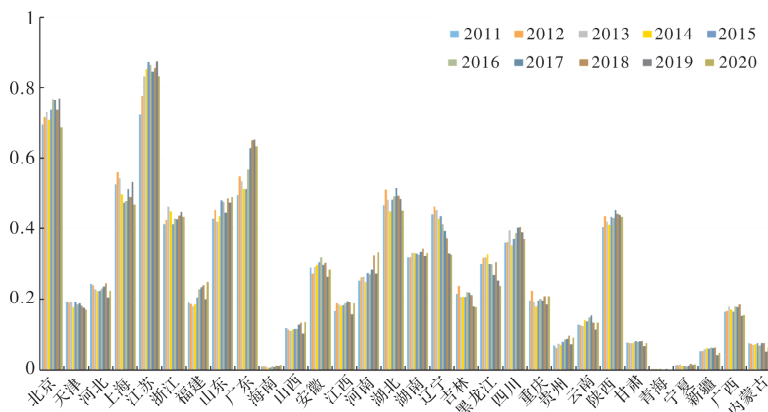


图 2 30 个省级地区 2011—2020 年高校科技创新综合评价值

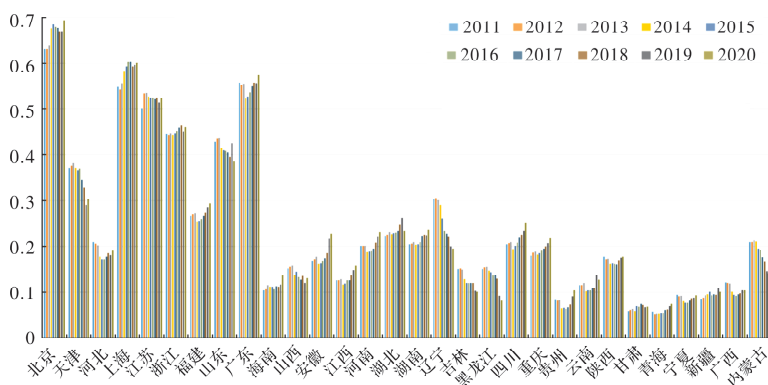


图 3 30 个省级地区 2011—2020 年经济发展综合评价值

在高校科技创新方面,江苏、北京、上海的平均值位居前三位,体现出强劲的高校科技创新能力。除此之外,浙江、山东、湖北等地评价值较高且呈现出良好的增长势头。究其原因,在于区域内丰富的高校科技资源和完善的科技创新体系。比如,北京的“双一流”高校有31所、江苏有16所、上海有15所,远远多于其他地区,一流的高校科技人才和创新团队以及充足的高校科技研发资金为高校科技创新注入源源不断的活力。然而,西部地区的青海、宁夏、新疆等地受区位地理位置的约束以及高校科研基础薄弱等因素的影响,高校科技创新综合评价价值始终处于较低层次,与东部沿海发达地区差距十分明显。同时,东北地区的高校科技创新综合评价价值出现下降的趋势,而中部地区的山西、河南、江西以及湖南等地呈现出稳步上升的态势。

在区域经济发展方面,北京、上海、江苏、广东以及浙江一直位居全国前列。绝大部分地区呈现出稳中有进的发展势头,这也与经济发展进入新常态所呈现的经济结构不断优化、发展动力由要素和投资驱动转向由创新驱动等阶段性特征相契合。在京津冀协同发展、长江经济带发展、长三角经济圈以及成渝地区双城经济圈建设等区域经济发展战略体系的指引和带动下,我国综合经济实力持续提升。仅有天津、山西、内蒙古、广西、宁夏以及东北地区受粗放型的生产方式以及产业结构升级相对缓慢等因素的影响使得区域经济发展综合评价价值略有下降,导致在经济结构转型升级以及高质量发展方面相对落后。从空间布局来看,各地差距较大,尤其是东部沿海地区与西部偏远地区之间的经济发展综合值差距悬殊。此外,中部地区近年来经济发展呈现出逐年稳步增长的趋势,经济发展基本总体向好,处于快速成长阶段和重要战略机遇期。

2. 耦合协调度的时间演变特征

在高校科技创新与经济发展综合评价价值的基础上,运用耦合协调模型。经测算得出,2011—2020年我国30个省级地区两大子系统的耦合协调度,以进一步探讨其耦合协调关系。结果见表3。

总体而言,大部分地区的高校科技创新与经济发展呈现稳步上升并逐渐趋于稳定的态势,但增幅较低。说明我国高校科技创新与经济朝着更加协调的方向发展,但协调发展的速度较为缓慢,绝大

部分地区仍有较大的提升空间。其中,中部地区增幅在四大地区最大,由2011年的0.461增长至2020年的0.485。甚至出现下降的现象,比如东北地区。2020年东部地区各项改革发展任务受新冠肺炎的冲击较为严重,2020年耦合协调度略有下降。但除天津和河北外,其他地区2011—2019年耦合协调度均呈现上升趋势;西部地区受自然和历史因素的影响,其高校科技发展和经济建设方面与东部、中部等地区具有较大差距,但西部地区高校科技与经济协调发展呈现出良好势头,除青海、广西和内蒙古地区,其他地区耦合协调度均有所上升。

3. 耦合协调度的空间格局分布

利用ArcGIS10.2软件,将2011—2020年高校科技创与经济发展耦合协调度的均值以区域地图的形式更为直观地展示出来(图2)。从空间布局来看,我国高校科技创新与经济发展耦合协调度存在明显的地区差异。整体呈现出“东高西低,南高北低”的不均衡态势,耦合协调度由沿海向内陆地区逐渐递减的空间分层特征。

以各地区2011—2020年的均值为例,北京、江苏、广东、上海地区耦合协调度位居全国前列,其中北京和江苏处于优质协调阶段。北京作为我国首都,是国家科技创新中心,亦是我国科教智力和人才资源最为密集的区域,依靠得天独厚的区位优势、雄厚的经济实力以及优越的科技创新基础等优质条件,其耦合协调度一直位居全国首位。江苏凭借实体经济和产学研双重优势一直致力于建设科技强省并在深入实施创新驱动发展战略的基础上落实高质量发展的各项规划,其耦合度一直紧随北京。广东作为我国经济大省,高校科技综合实力持续增强,其耦合协调度也一直处于良好协调阶段并保持稳步上升的态势。上海是我国经济最发达地区,也是高等教育资源集中地区。近年来,加快推动高校科技创新体系建设,高校科技创新能力不断增强,其耦合协调度保持在良好耦合水平。除此之外,东部地区的福建、海南等地区虽然耦合协调度较低,但近十年一直保持稳步上升的良好态势。中部地区的耦合协调度(除山西外)均保持上升趋势,在中部地区崛起战略实施带动下,科教实力显著增强,中部地区协调发展势头正劲。除山西外,2020年中部地区的耦合协调度均在0.4以上,其高校科

技创新与经济协调发展的局面初步形成。东北三省近十年的耦合协调度均值都保持在0.4以上,但是由于东北老工业基地体制性结构性问题日益显现,传统支柱性产业竞争力减弱以及受重化工价值链转型升级和高校科技创新发展相对缓慢等因素

的影响,东北地区耦合度呈现逐年下降的趋势。西部地区除了四川、重庆以及陕西实现了初级耦合,其他地区耦合协调度相对较低,受自然环境恶劣和经济基础薄弱等因素影响,其耦合协调度均值在我国四大地区为最低,与东部发达地区差距较大。

表3 30个省级高校科技创新与经济发展耦合协调度(2011—2020年)

| 省份 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 均值 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 东部地区 | | | | | | | | | | | |
| 北京 | 0.814 | 0.820 | 0.827 | 0.832 | 0.843 | 0.850 | 0.849 | 0.838 | 0.848 | 0.831 | 0.835 |
| 天津 | 0.517 | 0.517 | 0.521 | 0.506 | 0.515 | 0.512 | 0.504 | 0.492 | 0.475 | 0.476 | 0.504 |
| 河北 | 0.475 | 0.472 | 0.466 | 0.446 | 0.443 | 0.447 | 0.453 | 0.462 | 0.439 | 0.455 | 0.456 |
| 上海 | 0.732 | 0.744 | 0.742 | 0.734 | 0.728 | 0.733 | 0.745 | 0.735 | 0.751 | 0.729 | 0.737 |
| 江苏 | 0.776 | 0.803 | 0.817 | 0.819 | 0.824 | 0.821 | 0.815 | 0.819 | 0.819 | 0.813 | 0.813 |
| 浙江 | 0.656 | 0.659 | 0.675 | 0.669 | 0.657 | 0.664 | 0.666 | 0.672 | 0.671 | 0.669 | 0.666 |
| 福建 | 0.474 | 0.473 | 0.470 | 0.465 | 0.477 | 0.495 | 0.500 | 0.507 | 0.489 | 0.521 | 0.487 |
| 山东 | 0.655 | 0.666 | 0.654 | 0.652 | 0.666 | 0.663 | 0.653 | 0.664 | 0.670 | 0.659 | 0.660 |
| 广东 | 0.725 | 0.742 | 0.739 | 0.719 | 0.721 | 0.744 | 0.767 | 0.776 | 0.777 | 0.776 | 0.749 |
| 海南 | 0.181 | 0.181 | 0.184 | 0.166 | 0.169 | 0.177 | 0.176 | 0.178 | 0.191 | 0.208 | 0.181 |
| 东部均值 | 0.601 | 0.608 | 0.609 | 0.601 | 0.604 | 0.611 | 0.613 | 0.614 | 0.613 | 0.614 | 0.609 |
| 中部地区 | | | | | | | | | | | |
| 山西 | 0.367 | 0.365 | 0.363 | 0.354 | 0.359 | 0.353 | 0.358 | 0.367 | 0.334 | 0.366 | 0.358 |
| 安徽 | 0.469 | 0.466 | 0.477 | 0.467 | 0.472 | 0.482 | 0.476 | 0.486 | 0.488 | 0.504 | 0.479 |
| 江西 | 0.381 | 0.392 | 0.392 | 0.381 | 0.384 | 0.393 | 0.396 | 0.400 | 0.391 | 0.415 | 0.392 |
| 河南 | 0.475 | 0.479 | 0.481 | 0.465 | 0.478 | 0.476 | 0.486 | 0.512 | 0.497 | 0.527 | 0.488 |
| 湖北 | 0.568 | 0.582 | 0.578 | 0.566 | 0.577 | 0.580 | 0.588 | 0.585 | 0.597 | 0.571 | 0.579 |
| 湖南 | 0.506 | 0.506 | 0.514 | 0.510 | 0.510 | 0.511 | 0.523 | 0.529 | 0.519 | 0.529 | 0.516 |
| 中部均值 | 0.461 | 0.465 | 0.467 | 0.457 | 0.463 | 0.466 | 0.471 | 0.480 | 0.471 | 0.485 | 0.469 |
| 东北地区 | | | | | | | | | | | |
| 辽宁 | 0.605 | 0.613 | 0.609 | 0.595 | 0.581 | 0.557 | 0.547 | 0.537 | 0.507 | 0.503 | 0.565 |
| 吉林 | 0.424 | 0.436 | 0.418 | 0.404 | 0.398 | 0.404 | 0.402 | 0.398 | 0.369 | 0.366 | 0.402 |
| 黑龙江 | 0.461 | 0.470 | 0.472 | 0.469 | 0.455 | 0.448 | 0.439 | 0.454 | 0.391 | 0.373 | 0.443 |
| 东北均值 | 0.496 | 0.506 | 0.500 | 0.489 | 0.478 | 0.470 | 0.463 | 0.463 | 0.422 | 0.414 | 0.470 |
| 西部地区 | | | | | | | | | | | |
| 四川 | 0.521 | 0.523 | 0.536 | 0.513 | 0.524 | 0.533 | 0.544 | 0.548 | 0.549 | 0.552 | 0.534 |
| 重庆 | 0.434 | 0.453 | 0.437 | 0.426 | 0.437 | 0.443 | 0.443 | 0.451 | 0.442 | 0.462 | 0.443 |
| 贵州 | 0.277 | 0.267 | 0.279 | 0.261 | 0.269 | 0.273 | 0.279 | 0.291 | 0.285 | 0.315 | 0.280 |
| 云南 | 0.350 | 0.348 | 0.351 | 0.347 | 0.346 | 0.353 | 0.360 | 0.347 | 0.355 | 0.361 | 0.352 |
| 陕西 | 0.518 | 0.524 | 0.519 | 0.508 | 0.515 | 0.513 | 0.519 | 0.519 | 0.527 | 0.527 | 0.519 |
| 甘肃 | 0.261 | 0.260 | 0.263 | 0.262 | 0.275 | 0.272 | 0.279 | 0.279 | 0.260 | 0.269 | 0.268 |
| 青海 | 0.114 | 0.107 | 0.091 | 0.112 | 0.109 | 0.105 | 0.102 | 0.102 | 0.106 | 0.107 | 0.106 |
| 宁夏 | 0.192 | 0.192 | 0.195 | 0.174 | 0.173 | 0.163 | 0.179 | 0.189 | 0.191 | 0.196 | 0.184 |
| 新疆 | 0.261 | 0.262 | 0.273 | 0.278 | 0.280 | 0.278 | 0.278 | 0.279 | 0.259 | 0.266 | 0.272 |
| 广西 | 0.377 | 0.377 | 0.382 | 0.363 | 0.353 | 0.359 | 0.361 | 0.367 | 0.354 | 0.357 | 0.365 |
| 内蒙古 | 0.356 | 0.355 | 0.352 | 0.352 | 0.351 | 0.339 | 0.340 | 0.334 | 0.295 | 0.309 | 0.338 |
| 西部均值 | 0.333 | 0.333 | 0.334 | 0.327 | 0.330 | 0.330 | 0.335 | 0.337 | 0.329 | 0.338 | 0.333 |

4. 基于多元回归模型的耦合协调性影响因素分析

高校科技创新与经济发展的耦合协调度受多重因素的影响,为了进一步探索耦合协调度的重要影响因素,本文在前文研究的基础上结合已有学者的研究成果^[13-14],借助 SPSS23.0 软件进行多元回归分析。其中,将东部、中部、东北以及西部的耦合协调度作为因变量,选取高校科技创新与区域经济发展综合评价指标体系中 8 个更具有代表性的二级指标标准化后的数值作为自变量。

(1) 高校科技创新对耦合协调性的影响。将四大地区的教学与教研人员、科技经费投入、学术论文数量以及专利授权量四个二级指标标准化的数值作为自变量,分别记为 X_1 、 X_2 、 X_3 以及 X_4 , Y 为各地区的耦合协调度,进而建立多元线性回归方程,具体结果见表 4 和表 5。

从表 4 可以看出,四大地区的教学与科研人员、科技经费投入拟合优度较高。其中,中部地区的拟合优度最高(94.5%)较好的解释了高校科技创新与经济发展的耦合协调度。从回归方程可以看出,

在其他变量保持不变的情况下,东部地区每增加一个单位的教学与科研人员,其耦合协调度将提升 0.383。中部地区增加一个单位的科技经费投入,其耦合协调度将提升 0.386,而增加一个单位的科技经费投入可提升 0.62 的耦合协调度。因此,对中部地区而言,应该加大对高校科研经费的投入。相应地,西部地区应加大对教学与科研人员的投入以提高其耦合协调度。而东北地区需要同时增加教学与科研、科技经费才能促进高校科技创新与经济的协调发展。

从表 5 可以看出,东部、中部以及东北地区的高校学术论文数量、专利授权量能较好解释其耦合协调度,其拟合优度分别为 83.9%、94.6%、83.1%。而西部地区的拟合优度较低,模型的拟合相对较差,对其耦合协调度的影响较小。此外,对于东北地区而言,学术论文数量对东北地区耦合协调度的提升影响相对较大,专利授权量影响较小。在其他变量不变的前提下,每增加一个单位的学术论文,其耦合协调度将提升 0.795。

表 4 教学与教研人员、科技经费投入对耦合协调度的回归分析

| 地区 | 二级指标 | 拟合优度 | 拟合方程 | P |
|------|-------------------|---------------|-----------------------------------|-------|
| 东部地区 | 教学与科研人员 科技经费投入 | $R^2 = 0.904$ | $Y = 0.272 + 0.383X_1 + 0.238X_2$ | 0.000 |
| | | | | 0.000 |
| 中部地区 | 教学与科研人员 科技经费投入 | $R^2 = 0.945$ | $Y = 0.277 + 0.386X_1 + 0.620X_2$ | 0.000 |
| | | | | 0.001 |
| 东北地区 | 教学与科研人员 科技经费投入 | $R^2 = 0.854$ | $Y = 0.014 + 0.556X_1 + 0.415X_2$ | 0.000 |
| | | | | 0.004 |
| 西部地区 | 教学与科研人员 科技经费投入 | $R^2 = 0.847$ | $Y = 0.193 + 0.539X_1 + 0.123X_2$ | 0.000 |
| | | | | 0.000 |

表 5 学术论文数量、专利授权量对耦合协调度的回归分析

| 地区 | 二级指标 | 拟合优度 | 拟合方程 | P |
|------|-----------------|---------------|-----------------------------------|-------|
| 东部地区 | 学术论文数量 专利授权量 | $R^2 = 0.839$ | $Y = 0.341 + 0.492X_3 + 0.098X_4$ | 0.000 |
| | | | | 0.001 |
| 中部地区 | 学术论文数量 专利授权量 | $R^2 = 0.946$ | $Y = 0.319 + 0.363X_3 + 0.158X_4$ | 0.000 |
| | | | | 0.000 |
| 东北地区 | 学术论文数量 专利授权量 | $R^2 = 0.831$ | $Y = 0.200 + 0.795X_3 + 0.012X_4$ | 0.000 |
| | | | | 0.003 |
| 西部地区 | 学术论文数量 专利授权量 | $R^2 = 0.769$ | $Y = 0.209 + 0.477X_3 + 0.343X_4$ | 0.000 |
| | | | | 0.000 |

(2) 经济发展对耦合协调性的影响。同样地,将四大地区的地区生产总值、地区财政收入、第三产业从业人员占就业人员比重以及 R&D 经费投入强度 4 个二级指标标准化的数值作为自变量,分别记为 X_5 、 X_6 、 X_7 以及 X_8 , Y 为各地区的耦合协调度,进而建立

多元线性回归方程,具体结果见表 6 和表 7。

东部和中部地区的耦合协调度的增长在地区生产总值和地区财政收入的拟合优度较低,模型的拟合效果较差,对耦合协调度的影响相对较小。也就是说,其对于提升高校科技创新与经济协调发展

的水平相对有限。相较而言,东北和西部地区的生产总值和财政收入可以解释其耦合协调度的88.8%和82.6%,由此表明,其对促进东北和西部地区的耦合协调度具有显著作用。此外,生产总值每增加一个单位,东北地区的耦合协调度将提升0.792、西部地区的耦合协调度将提升0.749。

由表7可知,中部地区和西部地区第三产业从业人员占就业人员比重和R&D经费投入强度能解释两地区耦合协调度分别为61.7%和54.9%,拟合

优度相对较低。此外,东部、中部以及西部地区第三产业从业人员占就业人员比重呈负相关,说明过多劳动人员从事第三产业会导致耦合协调度呈现递减的现象。因此,要合理规划三大产业就业人员的比重,进一步完善就业的结构性矛盾以促进地区的协调发展。整体而言,四大地区的R&D经费投入强度与耦合协调度都达到了显著相关。因此,加大研发经费是促进我国高校科技创新和经济发展的当务之急。

表6 地区生产总值、地区财政收入对耦合协调度的回归分析

| 地区 | 二级指标 | 拟合优度 | 拟合方程 | P |
|------|--------|---------------|-----------------------------------|-------|
| 东部地区 | 地区生产总值 | $R^2 = 0.686$ | $Y = 0.344 + 0.235X_5 + 0.798X_6$ | 0.002 |
| | 地区财政收入 | | | 0.000 |
| 中部地区 | 地区生产总值 | $R^2 = 0.584$ | $Y = 0.303 + 0.480X_5 + 0.065X_6$ | 0.000 |
| | 地区财政收入 | | | 0.008 |
| 东北地区 | 地区生产总值 | $R^2 = 0.888$ | $Y = 0.310 + 0.792X_5 + 0.052X_6$ | 0.000 |
| | 地区财政收入 | | | 0.001 |
| 西部地区 | 地区生产总值 | $R^2 = 0.826$ | $Y = 0.171 + 0.749X_5 + 0.366X_6$ | 0.000 |
| | 地区财政收入 | | | 0.003 |

表7 第三产业从业人员占就业人员比重、R&D经费投入强度对耦合协调度的回归分析

| 地区 | 二级指标 | 拟合优度 R^2 | 拟合方程 | P |
|----|-----------------|------------|-----------------------------------|-------|
| 东部 | 第三产业从业人员占就业人员比重 | 0.869 | $Y = 0.487 - 0.754X_7 + 1.153X_8$ | 0.000 |
| | R&D经费投入强度 | | | 0.000 |
| 中部 | 第三产业从业人员占就业人员比重 | 0.617 | $Y = 0.412 - 0.399X_7 + 0.809X_8$ | 0.048 |
| | R&D经费投入强度 | | | 0.001 |
| 东北 | 第三产业从业人员占就业人员比重 | 0.723 | $Y = 0.109 + 0.805X_7 + 0.645X_8$ | 0.000 |
| | R&D经费投入强度 | | | 0.000 |
| 西部 | 第三产业从业人员占就业人员比重 | 0.549 | $Y = 0.257 - 0.146X_7 + 0.982X_8$ | 0.000 |
| | R&D经费投入强度 | | | 0.000 |

四、结论与建议

1. 研究结论

在对高校科技创新与经济发展互动作用机理进行回顾和梳理的基础上,从高校科技创新的投入、产出、环境以及经济发展的规模、结构、质量6个维度建立了综合评价指标体系,再采用熵值法和耦合协调度模型,对2011—2020年我国30个省级地区耦合协调度时间演变与空间格局特征进行了探讨,并运用多元回归分析的方法对耦合协调度的主要影响因素深入分析。得出如下结论。

第一,在时间上,绝大部分地区高校与经济发展之间的耦合协调度呈逐年缓慢增长的趋势,尤其是中部地区增幅相对最快,说明我国“创新驱动发展”战略以及经济高质量发展已经初见成效。但

是,除东部沿海发达地区外,其他地区耦合协调度相对较低,仍有较大提升空间。此外,局部地区受传统产业和高校科技创新水平的影响,其耦合协调度呈现下降态势,比如东北地区,需要围绕着高校科技创新产出、科技成果转化、产业结构以及经济质量等方面针对性提升。

第二,在空间上,东部沿海地区与中西部地区差距明显,整体呈现出“东高西低、南高北低”的空间布局。北京、江苏已经达到优质协调的高水平阶段,上海、浙江、广东以及山东地区也处于良好协调阶段。就中部六省而言,山西和江西两地耦合协调度相对较低。在西部地区,除四川、重庆和陕西外,其他地区均处于濒临失调的阶段,宁夏、青海等地甚至处于严重失调的阶段。此外,环渤海地区、长三角地区以及珠三角地区的耦合协调程度明显优

于其他地区,反映出区域间的差距亟待进一步缩小。

第三,通过对高校科技创新和经济发展的耦合协调度进行多元回归分析,其结果表明,东部地区对地区财政收入和 R&D 经费投入强度的依赖性较大;科研经费对中部地区的耦合协调度影响较大;学术论文数量、地区生产总值以及第三产业从业人员占就业人员比重对东北地区的耦合协调度具有较强影响;而对西部地区而言,地区生产总值和研发经费对其耦合协调性具有显著影响。因此,推动我国高校科技创新与经济协调发展需要加大对高校科技经费的扶持,做好持续优化经济结构、力促经济转型升级,加强对中西部以及东北地区的科技创新发展的资源扶持力度、推动区域协调发展以实现经济高质量发展。

2. 对策建议

首先,加大高校科技研发资源的投入力度,为高校科技创新营造良好的发展环境。一是在针对性地增加科研经费和科研项目的同时,建立多方位、多元化的高校科技创新活动融资机制,扩展科技创新的融资渠道。同时,各地应结合自身情况,建立相应的高校科技创新资金管理制度,对科技项目资金进行有效的监督管理以提升资金的使用效率。二是着力培养高校科研人才,尤其是中西部和东北地区要依托国家政策和地区特点不断完善高校科技人才引进机制、建立行之有效的人才培养模式以及高校科技人才流动机制,激发高校科技创新活力^[15]。三是加强高校科技基础设施建设,充分发挥重点实验室基础和应用研究作用、通信网络基础设施建设、积极搭建高校科技成果转化平台建设以进一步提升高校科技创新产出效益。

其次,促进经济结构的持续优化升级为经济的高质量发展增添动力。一方面,要加快经济发展方式,要持续深化供给侧结构性改革。加快发展现代产业体系、促进传统产业的转型升级、大力支持第三产业发展,特别是高技术制造业和科技服务业的发展,提升全要素生产率^[16]。另一方面,将生产与消费紧密结合起来,推动经济发展向内需主导转变,进一步完善内需体系以释放经济动力,比如西部地区依靠独特的旅游资源和地方文化底蕴促进旅游业的发展以激发市场需求。除此之外,继续加

强社会领域的投资,增加惠民生补短板项目,尤其是中西部偏远地区的教育、医疗服务、公共卫生以及基础设施建设等问题,实现经济社会的高质量发展。

最后,构建多层次、多主体、跨区域内外联动发展机制为高校科技创新与经济发展协调发展凝聚力量。囿于各个地区耦合协调度空间分布的不平衡性和经济社会发展的局限性,亟需缩小地区间差距以提升整体耦合度。一是做好高校科技创新与区域经济发展的协调工作,例如北京和上海地区着力促进高校科技创新发展,而江苏、广东等应大力优化经济结构,促进经济的高质量发展,以推进区域内高校科技创新与经济社会的协调发展。二是鼓励地方政府与企业机构以及高校院校三方共建研发机构,进而形成产学研深度融合的创新体系,发挥三方主体各自优势实现跨领域的科技创新合作^[17]。三是促进各个地区经济要素和高校科技创新资源的合理流动,促进东部沿海地区的资金、技术、人才等要素积极向中西部地区传递,增强区域协调发展的辐射效应和带动作用。

参 考 文 献

- [1] 习近平.在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上的讲话[N].人民日报,2020-09-23(02).
- [2] HARVEY G, CATHERNE R. Contributions of universities to regional economic development: a quasi-experimental approach, regional studies, 2004(7): 733-746.
- [3] 王青,张冠青.高校科技对区域经济发展贡献率测度——基于1998—2015辽宁省的数据[J].科技管理研究,2018,38(2): 80-85.
- [4] 李燕.高校科技创新与城市经济高质量发展——基于19个副省级及以上城市的实证检验[J].科技管理研究,2020,40(13): 1-7.
- [5] 刘新竹.我国高校科技创新促进经济发展方式转变的作用研究[D].沈阳:辽宁大学,2016.
- [6] 张高波,胡涵清,李剑玲,等.创新价值链视角下高校科技创新对经济高质量发展的影响研究——基于面板分位数空间自回归模型[J].中国高校科技,2021(10): 55-60.
- [7] 王永初,王启志.耦合度的新定义及其应用[J].华侨大学学报(自然科学版),1999(3): 59-63.

- [8] 郝生宾,于渤,吴伟伟.企业网络能力与技术能力的耦合度评价研究[J].科学学研究,2009,27(2):250-254.
- [9] 肖洒,刘君.区域高等教育科技创新能力协同发展测度分析[J].经济地理,2018,38(8):124-131.
- [10] 刘勇,应洪斌,蒋芬君.中国高校科技创新能力比较——基于华东地区高校的实证研究[J].研究与发展管理,2014,26(5):113-119.
- [11] 孟凡蓉,陈子韬,袁梦.科技创新、科技资源与经济增长的耦合研究[J].科学学与科学技术管理,2019,40(9):63-74.
- [12] 李瑛珊.区域经济增长与环境质量耦合协调发展研究[J].科技管理研究,2016,36(9):248-252.
- [13] 彭新一,王春梅.区域高校科技创新能力与经济发展水平耦合协调研究[J].科技管理研究,2018,38(3):148-155.
- [14] 王辉,陈敏.高校科技创新与工业企业创新的耦合协调发展——基于我国27个省份的实证分析[J].现代大学教育,2019(4):105-111,113.
- [15] 李燕,伍文中,陈平.高校科技创新与经济协同性探索——以广深港澳4个城市近年相关数据分析为例[J].中国高校科技,2020(6):27-30.
- [16] 华坚,胡金昕.中国区域科技创新与经济高质量发展耦合关系评价[J].科技进步与对策,2019,36(8):19-27.
- [17] 蔡冰冰,赵威,李永贺,等.中国区域创新与区域耦合协调度空间格局及影响因素分析[J].科技管理研究,2019,39(9):96-105.

Analysis of Coupling Coordination Degree and Influencing Factors between University Scientific and Technological Innovation and Economic Development

CHENG Hua-dong, YANG Jian

(School of Management, Anhui University, Hefei 230601, China)

Abstract: It is of great significance for colleges and universities, a mainstay of the regional innovation system, to accelerate the in-depth integration of scientific and technological innovation with economic and social development. Exploring the relationship and the mechanism of action between university scientific and technological innovation and economic development, the paper establishes a comprehensive evaluation index system and a coupling coordination degree model of regional universities and economic development to construct a quantitative evaluation on the coupling coordination degrees of 30 provincial-level regions from 2011 to 2020. The influence of coupling coordination degree is measured by multiple regressions. According to the calculation, the coupling coordination degrees between university scientific and technological innovation and economic development showed a slow upward trend in most regions, but the overall level was low. In terms of region, the eastern is significantly different from the north-east, central and western, showing an area structure that the coupling coordination degrees are “high in the east and low in the west, and high in the south and low in the north”. The multiple regression analysis found that the influencing factors were also different in different regions. On these grounds, the paper makes some targeted recommendations in three aspects to promote the coordinated progress of university science and technology innovation and economic and social development in various regions.

Key words: university scientific and technological innovation; economic development; coupling coordination; influencing factors

【编辑 王思齐】