



科技创新、科技资源与经济增长的耦合研究

孟凡蓉¹ 陈子韬² 袁 梦¹

- (1. 西安交通大学 公共政策与管理学院, 西安 710049;
2. 上海交通大学 国际与公共事务学院, 上海 200030)

摘要: 科技创新、科技资源、经济增长之间存在交互关系,其良性耦合是落实我国经济高质量发展的关键之一。通过对以往文献进行系统化地回顾和梳理,厘清三者之间的相互关系,并以此为基础构建出三者的耦合系统,进而基于中国大陆2007—2017年除西藏外30个省级地区的面板数据,测算了三元系统的耦合度和耦合协调度,并分析了其分布特征和发展规律,结果发现:(1)我国各地区科技创新、科技资源、经济增长发展的同步性较强,但是整体良性耦合水平仍待提升;(2)我国各地区科技创新、科技资源、经济增长的耦合协调发展呈现出突出的地区差异,具有空间集聚性和时间累积性;(3)科技资源和经济增长之间的不协调是抑制三元系统内良性耦合的主要内在障碍,周边地区的发展牵引能对耦合协调度的提升形成正向促进作用。基于研究发现,提出如下政策建议:(1)认识三者耦合关系,实现政策体系系统化;(2)辨析关键制约因素,实现政策导向集中化;(3)重视地区发展基础,实现政策设计地方化。

关键词: 科技创新;经济增长;科技资源;耦合度模型;耦合协调度

中图分类号: F204;C939;G311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0241(2019)09-0063-12

0 引言

如今的数字经济时代背景下,科技创新在经济发展中的地位日益突出。经历几十年的快速发展,我国经济在数量上取得了举世瞩目的成绩,但质量优势却不显著。十九大报告明确提出,我国经济已经由高速增长阶段转向高质量发展阶段,应该坚持“质量第一、效益优先”的原则,贯彻落实新发展理念。在“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念中,创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑。作为创新核心的科技创新,一方面能引导社会需求合理调整,优化存量资源配置,另一方面也能加快产业优化升级,扩

大优质增量供给,进而实现供需动态平衡,同步提升经济的数量和质量。科技创新对经济增长的作用固然重要,但是离开了科技资源的投入和经济发展的支撑,科技创新也将无处立身。经济和科技的融合体现在科技创新、科技资源、经济增长三者之间的动态交互过程,但现有政策和文献中常常将三者非均衡对待,更加重视科技创新对经济增长的作用,或是科技资源对科技创新的支撑,造成了政策实践和理论研究的失衡。

落实我国经济高质量发展是我国实现经济转型的必然要求,其关键之一即为协调经济增长、科技创新与科技资源之间的耦合关系,实现三者之

收稿日期:2018-12-13

基金项目:教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(17JZD025);陕西省社会科学基金项目(2014P01)

第一作者简介:孟凡蓉(1973—),女,安徽寿县人,西安交通大学公共政策与管理学院,博士,教授,博导,研究方向:公共部门人力资源与绩效管理,科技社团与评价,环境与科技创新政策分析。

通信作者:陈子韬,ztchen24@foxmail.com

间良性的互动式发展。因此,在文章的后续内容中,将回顾以往文献,梳理三者的交互作用,进而构建三元耦合系统,并基于省级面板数据,通过测算其耦合度和耦合协调度,分析我国科技和经济融合情况的时空分布特征,以期政策制定提供思路和依据。

1 文献综述

1.1 经济增长中的科技创新

经济增长长久以来都是经济学的主要研究问题之一,相当数量的研究都在探究如何推动经济增长。Adam(2005)在《国富论》中明确指出,“经济增长的动力在于劳动分工、资本累积和技术进步”。Solow(1956)进一步探索了科技进步与经济增长的关系,通过构建生产函数,将科技进步在经济增长中的作用进行分离,认为科技进步是经济系统的外生变量。新古典增长理论以索洛为代表,将经济增长的原因归结于科技创新的促进作用,认为经济水平的提高是通过技术进步提升生产效率(卫兴华等,2007)。内生经济增长模型则进一步回应了经济增长差异化的问题,放宽了新古典增长理论对规模效应和竞争均衡的假定,认为内生化的技术进步对经济增长具有决定作用,相关研究中有关研发及技术创新的论述拥有相对更强的解释力和更多的关注度(卫兴华等,2007;杨剑波等,2008)。Romer(1986)、Kuznets(1991)从知识积累的视角,认为知识存量的增长和利用是经济高速增长的动力和原因。Salter(1992)指出,技术进步率的差异是导致生产率增长差异的主要原因。内生增长理论进一步扩展解释了国家发展中的“后发优势”,即在发展新技术和新产业方面,发展中国家总是在跟随发达国家,新发明和新技术往往是发达国家的产物,但任何国家的经济增长都依赖于此(洪银兴,2011)。

经济增长理论的发展反映出研究中对科技创新重视程度的提升,尤其内生增长理论提供了知

识创新视角,为研究在宏观和微观2个层次上实现统一提供了可能。在宏观层次上,科技创新能够更有效地配置生产要素,通过生产率提升实现经济增长;在微观层次上,科技创新往往优先发生在企业之中,需要通过复杂的跨层机制作用于经济增长(纪玉山等,2007;纪玉山等,2008)。综合来看,科技创新促进经济增长由微观向宏观传导的过程有3个层次:首先是科技创新在企业层面上形成规模效应,科技创新能够提升企业要素产出率,企业进一步扩大生产规模,获得递增的规模收益;其次是科技创新在行业层面上形成集聚效应,科技创新会促成范围经济,通过多种产品之间的协调和关联,降低单种产品的单位成本,提升整体产出比;再次是科技创新在产业层面上形成乘数效应,通过企业之间的新型竞争合作关系,实现共同生产要素专用的无成本或低成本(纪玉山等,2007)。这3个层次上科技创新促进经济增长的机制具有时间继起性和空间并存性,不同效应会因经济发展水平差异而表现出不同,而我国早期科技创新传导途径受到制约,乘数效应无法充分发挥作用,使得科技创新对于我国早期经济增长的促进效果较为有限(纪玉山等,2007;纪玉山等,2008)。

从实证角度,科技创新与经济增长之间互动关系的研究结果并不一致。范柏乃等(2004)基于1953—2002年的数据,发现我国科技投入的改变与GDP的改变存在必然的正向关系,反之则不确定。刘红和姚永玲(2008)指出科技创新的产出效率对经济增长的推动作用并不显著,但转化效率能正向推动经济增长。创新驱动发展战略提出和实施后,我国经济发展逐步转向创新驱动模式,后续研究中所展示的结果与先前存在一定的差异。刘锋等(2014)、温小霓和李俊霞(2015)、杨武和杨森(2016)使用不同的方法和我国不同阶段的数据,发现经济增长和科技创新之间交互和协同的

关系。需要注意的是,由于我国发展的内部异质性问题,科技创新与经济增长的关系也呈现区域差异。洪名勇(2003)、易文钧等(2017)基于实证分析指出我国科技进步对区域经济的影响存在差异是导致非均衡增长的重要原因,并且省区的科技创新能力与经济实力呈现出正相关关系。

1.2 科技创新中的资源投入

作为科技创新的基础,科技资源指对科技创新发挥直接作用的资源要素,能够为其提供保障,包含有形和无形2种类型(戚湧等,2015)。增加科技资源投入、提高资源使用效率是推进科技创新体系建设的普遍做法,资源投入规模和结构的改变能够反映在科技创新体系的发展上(刘凤朝等,2011)。从微观角度看,企业进行科技创新需要一定的资源投入作为支撑,关键的稀缺性资源都是推动科技创新的重要因素(余菲菲,2014)。从宏观角度看,科技创新资源的数量和质量是区域科技创新能力的决定因素,资源的积累和优化能够提升区域科技创新成果的数量和质量(陈菲琼等,2011)。

以往文献已有一定数量的研究从实证角度对科技创新中资源投入的作用展开讨论。窦鹏辉和陈诗波(2012)分析了1991—2009年我国科技资源投入产出绩效,指出研发人员投入、政府和企业的资金投入均能提升我国科技创新能力和产出绩效。张洁音和潘晓霞(2014)发现企业和政府的投入对科技创新的正向影响存在差异,两者均需达到一定水平才能显著提高科技创新产出。李丽(2017)和陈庆江(2017)分别以区域和企业为单位,验证了科技资金投入对科技创新绩效的正向作用。由于我国区域发展的异质性,资源投入转化为科技创新的水平存在差异,直观体现为科技创新效率的区域差异。白俊红等(2009)、樊华和周德群(2012)应用DEA方法,发现科技创新效率存在明显区域差异,并呈现出周期波动特征。曹

霞和于娟(2015)测算了2005—2011年我国省域绿色低碳视角下的创新效率,发现各地区呈现非均衡发展特点。

由于科技创新对经济增长具有突出的促进作用,作为其资源要素的科技资源对经济增长也能够起到一定的间接作用。朱云欢(2010)基于1991—2007年的数据,发现研发投入增长是GDP增加的关键原因,并且长期作用强于短期作用。钟祖昌(2013)基于省域数据,发现研发投入能促进区域经济增长,并且存在差异化的外部溢出效应。资源诅咒和资源依赖的研究也从反面验证了科技资源的重要作用。“资源诅咒”指自然资源禀赋与经济增长之间存在显著的负相关关系,资源依赖是导致其发生的真实原因,而科技创新是其中重要的传导机制。孙毅(2012)以矿业发达的山西为例,发现资源依赖对科技创新存在的挤出效应是造成经济滞缓的原因。赵康杰和景普秋(2014)指出资源依赖导致企业对科技创新的有效需求不足,促使要素资源难以流入甚至流出科技创新,是资源依赖造成经济滞缓的作用机制,从反面验证了科技资源的作用。由于我国区域发展的异质性导致该挤出效应的区域差异,同时经济增长对资源投入存在支撑影响,现实中资源依赖并非必然导致“资源诅咒”,其关键在于资源水平是否达到作用发挥的门槛。

2 经济—科技耦合系统

综合上述论述,经济增长、科技创新、科技资源三者之间交互作用,三者构成了一个相对完整的耦合系统。“耦合”来源于物理学,指2个或以上的系统或运动形式之间由于相互作用而彼此影响以致联合起来的现象,通过相互作用的机制实现各方属性变化(徐玉莲等,2011)。耦合度和耦合协调度都是反映特定系统耦合程度的指标,分别用于描述子系统之间相互关联的程度和子系统之间良性互动的影响程度,即前者反映耦合系统内

各子系统变化的同步性,后者反映耦合系统内各子系统相互作用并同步发展的程度(刘耀彬等, 2005; 钱丽等, 2012)。耦合研究已经在科技创新研究领域中得到应用,但多数以科技创新的要素关系、配套产业、经济促进为主题,仅针对二元互动关系展开分析,缺少科技资源、科技创新、经济增长三者之间的系统性分析(王知桂, 2006; 徐玉莲等, 2011; 杨武等, 2016)。这三者形成的耦合系统,其构成及交互关系如图1所示。

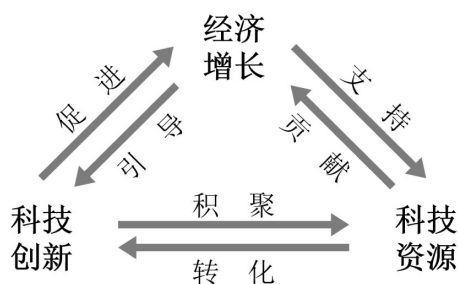


图1 经济—科技耦合系统

科技创新是经济增长的一个重要影响因素。一方面,科技创新能够从企业、行业、产业至区域、国家层面,贯穿微观至宏观地优化各类资源的配置水平和利用效率,提升各要素的生产率,促进经济增长;另一方面,科技创新也能够推进新的技术革命,对经济产生新的发展动力,如新能源的开发和利用,构建更具竞争力的经济发展模式,推动经济增长的跃迁式发展。与此相对,科技创新也受到经济增长的影响,会向更加符合市场价值的方向发展。科技创新包含科学和技术两个层面的创新,其活动和产出的重要检验标准即市场价值,只有被企业 and 市场所接受的科技创新成果才是有意义的。市场是经济的一个重要体现,为科技创新提供了强力的有效需求,在微观企业、中观产业和行业、宏观区域上引导新技术的产生和推广。

科技资源是科技创新不可或缺的投入,可以分为有形的物质资源和无形的知识资源,能够通过知识生产、技术研发等活动转化为科技创新的

成果。在有形资源方面,人力资源是开展科技创新活动的最基本单元,同时也支配使用设备、资金等资源;在无形资源方面,科技创新建立在特定知识和信息基础之上,同时科技创新离不开所处宏观环境的创新氛围。在科技资源进行转化的同时,科技创新能够为科技资源投入提供强烈的合理需求。当科技创新活动处于较高水平时,需要足够数量的科技资源以维持其规模和水平,并且活跃的科技创新活动能够优化创新氛围,促进科技资源集聚流动。同时,科技创新也为科技资源提供了转化基础和积聚动力,科技创新主体需有能力且有活力,科技资源才能得到充分开发和利用,其积聚才能具有可持续性。

经济增长引导了科技创新,同时为科技资源提供支撑。经济发展一方面反映在生产要素的足够规模上,另一方面体现为相对完善的市场机制,二者均能为科技资源的充足供给和有效配置提供保障。而科技资源自身属于经济体系的一部分,对经济增长也有一定的贡献。一方面,科技人力资源和科技资金资源是社会生产要素的重要构成,其流动和利用是经济活动的重要方面。另一方面,无形的科技资源能够为创新氛围的营造提供保障,带动经济的活跃程度。

3 研究设计

3.1 指标体系及测量

参照以往研究,充分考虑到数据的可获取性和可靠性,耦合系统内科技资源、科技创新、经济增长3个子系统所包含的测量指标及数据来源如表1所示。科技资源的测量指标分为2大类, $R1-R3$ 通过人力和资金水平反映基础资源的数量和强度, $R4-R7$ 通过研究主体的数量反映技术资源和科技基础。科技创新使用通过专利数量 $I1$ 、技术交易数量 $I3$ 、新产品销售额 $I5$ 反映科技创新的数量水平,对应的 $I2$ 、 $I4$ 、 $I6$ 反映其质量水平。经济增长测量指标中, $G1$ 、 $G2$ 和 $G3$ 分别反映经济增长

的绝对数量、相对数量和质量。

所用数据均来源于公开统计年鉴及国家统计局,使用2007—2017年中国大陆30个省级地区的面板数据。考虑到西藏地区的发展情况较为特殊,同时数据缺失情况严重,不将其纳入对象范围内。由于存在通货膨胀的影响,使用CPI以2007年为基期计算平减指数,对经济指标进行处理。

3.2 熵值法权重计算

耦合系统的相关指标计算要求各子系统的综合水平,采用加权平均的方式对各指标进行加总,获得子系统的水平,即:

$$X_i = \sum_j (\omega_{ij} \times x_{ij})$$

式中: i 表示子系统科技资源 R 、科技创新 I 及经济增长 G ; X 表示各子系统的水平; x_{ij} 为子系统 i 下指标 j 的数值水平; ω_{ij} 则表示其对应的权重大小。

为避免指标量纲差异的影响,对所有指标的原始数据进行去量纲处理,考虑指标中无负值,处理公式如下:

$$x_{ij} = x'_{ij} / \max(x'_{ij})$$

式中: x'_{ij} 为子系统 i 下指标 j 的原始数据,处理后 x_{ij} 的取值范围均在0~1之间。

为确定各子系统的加总权重,采用熵值法进行计算。首先需要计算各个指标对于子系统的贡

献程度,具体公式如下:

$$E_{ij} = -\frac{1}{\ln(n)} \sum [x_{ij} \times \ln(x_{ij})]$$

式中: E_{ij} 为子系统 i 中指标 j 对子系统的贡献程度, n 为样本总数。

E_{ij} 取值范围在0~1之间,当其趋近于1时,该指标对子系统的贡献程度越小,由此可以得到对应权重的计算公式,具体如下:

$$\omega_{ij} = (1 - E_{ij}) / \sum_j (1 - E_{ij})$$

根据公式得到每个指标的权重,进而计算各子系统的水平。

3.3 耦合度和耦合协调度

科技资源 R 、科技创新 I 和经济增长 G 形成了具有3个子系统的耦合系统,结合已有研究成果(刘耀彬等,2005;钱丽等,2012),由3个子系统所构成的整体系统耦合度计算公式如下:

$$C = \left[\frac{3(R \times I + R \times G + I \times G)}{(R + I + G)^2} \right]^3$$

式中: C 为耦合度,反映科技资源、科技创新与经济增长之间交互影响、协同发展的程度大小,其数值范围在0~1之间。当3个子系统的发展水平相等时,耦合度 $C=1$,系统处于绝对耦合的状态;耦合度 C 数值越小,子系统之间发展的同步程度越低;当耦合度 $C=0$ 时,3个子系统的变化处于无关状态,

表1 指标测量及来源

子系统		测量指标	单位	来源
科技资源 R	$R1$	R&D人员全时当量	人年	科技统计年鉴
	$R2$	人均R&D内部支出总额	万元/人年	科技统计年鉴,计算得到
	$R3$	R&D经费投入占GDP比重	%	科技统计年鉴和国家统计局,计算得到
	$R4$	规模以上工业企业个数	个	国家统计局
	$R5$	高等学校个数	个	科技统计年鉴
	$R6$	科技与研究类社会团体个数	个	民政统计年鉴
	$R7$	科技与研究类基金会与民办非企业个数	个	民政统计年鉴,计算得到
科技创新 I	$I1$	专利申请总量	件	科技统计年鉴
	$I2$	专利授权率	%	科技统计年鉴,计算得到
	$I3$	技术市场成交合同数	项	科技统计年鉴
	$I4$	技术市场成交合同平均金额	万元/项	科技统计年鉴,计算得到
	$I5$	新产品销售收入	亿元	科技统计年鉴
	$I6$	新产品收入占主营业务收入比重	%	科技统计年鉴,计算得到
经济增长 G	$G1$	GDP总量	亿元	国家统计局
	$G2$	人均GDP	元/人	国家统计局
	$G3$	居民消费水平	元	国家统计局

即完全不存在交互影响的极端情况。

为了进一步测度整体系统良性耦合的程度,计算其耦合协调度,以反映3个子系统协同发展的水平,计算公式如下:

$$D = \sqrt{C \times T}$$

式中: D 为耦合协调度; T 为整体系统的综合发展水平。

考虑到科技资源、科技创新、经济增长三者在协调发展中地位相对一致,综合发展水平 T 采用3个子系统发展水平的均值进行衡量。根据耦合度 C 和综合发展水平 T 的取值范围,耦合协调度 D 的数值范围在0~1之间。当耦合协调度 $D=1$,说明子系统的协同发展推动系统整体发展水平;耦合协调度 D 越低,说明子系统之间协同发展的水平越低;当耦合协调度 $D=0$,说明子系统之间不存在协同发展的情况,但此时各子系统的变化仍可能存在同步性。

在完整的三元系统中,各子系统两两之间同样能够构成耦合系统,即三元系统中共包含了三组二元系统,对于二元系统的耦合度计算公式如下:

$$C = \frac{4(X_1 \times X_2)}{(X_1 + X_2)^2}$$

式中: X_1 和 X_2 分别表示3个子系统中的任意2个。

二元系统的耦合协调度计算方法与三元耦合系统相同,综合发展水平 T 为2个系统发展水平的均值。

参照以往文献(刘耀彬等,2005;钱丽等,2012),根据耦合度 C 和耦合协调度 D 的数值大小,能够对各子系统的同步变化及协同发展的情况进行判断,结果如表2所示。

表2 耦合度和耦合协调度划分标准

耦合度 C	耦合强度	耦合协调度 D	协调强度
$0.0 \leq C < 0.3$	强无序	$0.0 \leq D < 0.3$	强失调
$0.3 \leq C < 0.5$	弱无序	$0.3 \leq D < 0.5$	弱失调
$0.5 \leq C < 0.8$	弱同步	$0.5 \leq D < 0.8$	弱协调
$0.8 \leq C \leq 1.0$	强同步	$0.8 \leq D \leq 1.0$	强协调

4 数据结果及分析

4.1 数据处理结果

根据上文中的公式和数据,使用Excel2016软件进行编码计算,2007—2017年中国大陆30个省级地区的耦合度和耦合协调度结果如表3所示。整体上我国各地区耦合度处于较高水平,均值保持在0.8左右,说明我国各地区科技创新、科技资源、经济增长的发展处于较高的同步水平。如北京、江苏、浙江、广东的耦合度长期保持在0.9左右的高水平,是同步发展的领先地区,如天津、内蒙古、海南、青海、宁夏、新疆的耦合度水平保持在0.6左右,是需要重点关注的地区。与耦合度相比,耦合协调度水平相对较低,平均水平保持在0.4左右,说明我国各地区的科技创新、科技资源、经济增长虽然在发展中实现了较好的同步,但是三者的良性耦合仍有待优化和改善。北京、江苏、浙江、广东不仅科技创新、科技资源、经济增长发展的同步水平较高,耦合协调度也均在0.6左右,广东在2017年更发展到了0.8,说明其发展中的良性耦合水平较高,但依然存在较大的提升空间。除此之外,山东的耦合协调度虽然起步慢,但是提升迅速,在2017年接近0.7,向良性耦合快速转变。值得注意的是,虽然耦合度和耦合协调度均随时间变化,但是每个地区在全局中的位置相对稳定,科技创新、科技资源、经济增长三元系统的同步发展和良性耦合程度具有较高的地区差异性。

4.2 特征分类分布

按照耦合度和耦合协调度的划分标准,对计算结果进行划分。考虑到年度地区排名情况大体相似并且地区差异突出,单年截面的情况能够相对较好地展示出耦合度和耦合协调度特征的区域分布。中国大陆30个省级地区2017年的特征分类结果如表4所示。在结果中,由于耦合度整体水平较高,不存在发展不同步的情况。在弱无序的

表3 2007—2017年30个省级地区耦合度(耦合协调度)数据结果

地区	年份											均值
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
北京	0.963 (0.550)	0.964 (0.559)	0.947 (0.566)	0.934 (0.580)	0.936 (0.594)	0.941 (0.611)	0.939 (0.625)	0.941 (0.641)	0.935 (0.653)	0.911 (0.672)	0.859 (0.655)	0.934 (0.610)
天津	0.782 (0.372)	0.727 (0.378)	0.707 (0.385)	0.673 (0.394)	0.615 (0.390)	0.614 (0.403)	0.634 (0.425)	0.614 (0.424)	0.624 (0.437)	0.677 (0.476)	0.540 (0.410)	0.655 (0.408)
河北	0.757 (0.321)	0.718 (0.328)	0.713 (0.337)	0.727 (0.355)	0.684 (0.352)	0.707 (0.370)	0.709 (0.378)	0.718 (0.385)	0.749 (0.398)	0.810 (0.432)	0.781 (0.430)	0.734 (0.371)
山西	0.838 (0.299)	0.765 (0.296)	0.783 (0.309)	0.773 (0.323)	0.748 (0.327)	0.786 (0.347)	0.861 (0.374)	0.876 (0.379)	0.881 (0.389)	0.924 (0.401)	0.880 (0.407)	0.829 (0.350)
内蒙古	0.676 (0.267)	0.564 (0.261)	0.582 (0.286)	0.568 (0.298)	0.451 (0.277)	0.636 (0.357)	0.531 (0.322)	0.413 (0.283)	0.454 (0.300)	0.536 (0.335)	0.479 (0.297)	0.536 (0.299)
辽宁	0.874 (0.393)	0.855 (0.410)	0.842 (0.424)	0.816 (0.434)	0.785 (0.437)	0.755 (0.439)	0.726 (0.438)	0.685 (0.426)	0.678 (0.420)	0.861 (0.458)	0.811 (0.442)	0.790 (0.429)
吉林	0.904 (0.309)	0.844 (0.306)	0.926 (0.355)	0.813 (0.329)	0.722 (0.319)	0.644 (0.308)	0.540 (0.283)	0.574 (0.298)	0.594 (0.307)	0.771 (0.372)	0.689 (0.343)	0.729 (0.321)
黑龙江	0.856 (0.315)	0.818 (0.320)	0.813 (0.328)	0.815 (0.343)	0.784 (0.346)	0.808 (0.361)	0.795 (0.363)	0.799 (0.369)	0.832 (0.383)	0.895 (0.409)	0.756 (0.357)	0.816 (0.354)
上海	0.838 (0.489)	0.828 (0.492)	0.844 (0.514)	0.822 (0.525)	0.810 (0.528)	0.808 (0.530)	0.799 (0.537)	0.786 (0.543)	0.762 (0.540)	0.772 (0.565)	0.750 (0.570)	0.802 (0.530)
江苏	0.834 (0.500)	0.803 (0.535)	0.865 (0.573)	0.913 (0.628)	0.971 (0.671)	0.989 (0.716)	0.985 (0.744)	0.967 (0.747)	0.966 (0.765)	0.942 (0.765)	0.951 (0.802)	0.926 (0.677)
浙江	0.841 (0.494)	0.851 (0.522)	0.841 (0.531)	0.848 (0.563)	0.911 (0.581)	0.935 (0.613)	0.952 (0.646)	0.942 (0.654)	0.956 (0.680)	0.958 (0.700)	0.963 (0.720)	0.909 (0.610)
安徽	0.807 (0.306)	0.761 (0.313)	0.795 (0.340)	0.859 (0.376)	0.901 (0.397)	0.912 (0.420)	0.920 (0.442)	0.929 (0.459)	0.950 (0.480)	0.986 (0.518)	0.982 (0.530)	0.891 (0.416)
福建	0.838 (0.362)	0.787 (0.359)	0.764 (0.371)	0.783 (0.398)	0.742 (0.396)	0.743 (0.411)	0.712 (0.408)	0.680 (0.410)	0.695 (0.427)	0.728 (0.458)	0.670 (0.449)	0.740 (0.404)
江西	0.875 (0.290)	0.774 (0.282)	0.740 (0.282)	0.824 (0.321)	0.753 (0.312)	0.759 (0.319)	0.765 (0.336)	0.794 (0.354)	0.853 (0.386)	0.896 (0.419)	0.849 (0.409)	0.808 (0.337)
山东	0.674 (0.450)	0.674 (0.473)	0.708 (0.504)	0.774 (0.549)	0.810 (0.572)	0.831 (0.598)	0.830 (0.627)	0.835 (0.641)	0.857 (0.661)	0.873 (0.684)	0.894 (0.694)	0.796 (0.586)
河南	0.774 (0.333)	0.723 (0.343)	0.731 (0.358)	0.748 (0.379)	0.744 (0.390)	0.740 (0.400)	0.785 (0.430)	0.781 (0.440)	0.800 (0.455)	0.843 (0.488)	0.822 (0.489)	0.772 (0.410)
湖北	0.856 (0.348)	0.819 (0.361)	0.796 (0.373)	0.836 (0.406)	0.843 (0.415)	0.871 (0.440)	0.894 (0.471)	0.912 (0.496)	0.923 (0.512)	0.952 (0.545)	0.926 (0.544)	0.875 (0.447)
湖南	0.872 (0.340)	0.832 (0.349)	0.851 (0.373)	0.891 (0.401)	0.842 (0.399)	0.865 (0.417)	0.872 (0.437)	0.866 (0.446)	0.880 (0.464)	0.907 (0.490)	0.888 (0.494)	0.869 (0.419)
广东	0.866 (0.523)	0.861 (0.550)	0.861 (0.571)	0.909 (0.620)	0.926 (0.640)	0.932 (0.661)	0.943 (0.691)	0.940 (0.702)	0.959 (0.736)	0.962 (0.771)	0.993 (0.840)	0.923 (0.664)
广西	0.906 (0.274)	0.836 (0.277)	0.834 (0.293)	0.879 (0.328)	0.736 (0.298)	0.688 (0.297)	0.709 (0.313)	0.668 (0.307)	0.669 (0.313)	0.910 (0.415)	0.755 (0.352)	0.781 (0.315)
海南	0.836 (0.230)	0.885 (0.251)	0.643 (0.202)	0.714 (0.233)	0.597 (0.220)	0.591 (0.228)	0.783 (0.293)	0.581 (0.241)	0.473 (0.222)	0.657 (0.284)	0.446 (0.228)	0.655 (0.239)
重庆	0.987 (0.330)	0.964 (0.336)	0.943 (0.344)	0.971 (0.390)	0.889 (0.375)	0.811 (0.362)	0.802 (0.373)	0.823 (0.398)	0.805 (0.406)	0.855 (0.450)	0.762 (0.423)	0.874 (0.381)
四川	0.838 (0.344)	0.824 (0.352)	0.862 (0.376)	0.854 (0.390)	0.840 (0.397)	0.857 (0.418)	0.864 (0.437)	0.862 (0.446)	0.884 (0.463)	0.915 (0.490)	0.893 (0.495)	0.863 (0.419)
贵州	0.935 (0.238)	0.863 (0.229)	0.818 (0.234)	0.946 (0.277)	0.838 (0.261)	0.806 (0.268)	0.800 (0.282)	0.768 (0.290)	0.790 (0.312)	0.852 (0.349)	0.686 (0.312)	0.827 (0.277)
云南	0.908 (0.276)	0.792 (0.252)	0.836 (0.264)	0.810 (0.270)	0.743 (0.265)	0.788 (0.293)	0.728 (0.290)	0.735 (0.301)	0.747 (0.312)	0.870 (0.364)	0.742 (0.330)	0.791 (0.292)
陕西	0.813 (0.296)	0.766 (0.305)	0.788 (0.329)	0.850 (0.361)	0.838 (0.383)	0.867 (0.408)	0.893 (0.421)	0.905 (0.441)	0.911 (0.448)	0.924 (0.465)	0.913 (0.477)	0.861 (0.394)
甘肃	0.921 (0.264)	0.872 (0.258)	0.863 (0.264)	0.899 (0.279)	0.874 (0.284)	0.888 (0.300)	0.880 (0.309)	0.889 (0.320)	0.879 (0.320)	0.984 (0.366)	0.856 (0.316)	0.891 (0.298)
青海	0.786 (0.206)	0.745 (0.210)	0.814 (0.231)	0.702 (0.220)	0.726 (0.241)	0.629 (0.228)	0.591 (0.227)	0.569 (0.228)	0.602 (0.240)	0.782 (0.307)	0.662 (0.266)	0.692 (0.237)
宁夏	0.695 (0.201)	0.651 (0.203)	0.672 (0.217)	0.732 (0.248)	0.533 (0.214)	0.469 (0.205)	0.451 (0.206)	0.398 (0.195)	0.447 (0.216)	0.680 (0.294)	0.497 (0.248)	0.566 (0.222)
新疆	0.768 (0.235)	0.753 (0.249)	0.701 (0.240)	0.728 (0.263)	0.620 (0.248)	0.591 (0.251)	0.593 (0.259)	0.571 (0.260)	0.615 (0.273)	0.776 (0.326)	0.548 (0.264)	0.660 (0.261)

表4 特征分类分布(2017年)

耦合度/ 耦合协调度		耦合度C		
		弱无序	弱同步	强同步
耦合协调度D	强失调	内蒙古、宁夏、海南	青海、新疆	—
	弱失调	—	天津、福建、河北、吉林、广西、重庆、 贵州、云南、黑龙江	陕西、辽宁、山西、江西、河南、湖南、 四川、甘肃
	弱协调	—	上海	浙江、山东、北京、湖北、安徽
	强协调	—	—	广东、江苏

地区中,由于其较低的综合发展水平,内蒙古、宁夏、海南处于弱无序强失调的状态。在弱同步的地区中,不存在强协调发展的地区,仅上海依靠其较高的综合发展水平达到了弱协调,天津、福建、河北等地均处于弱失调的状态,青海、新疆的综合发展水平较低,处于弱同步强失调状况。在强同步发展的地区中,不存在强失调发展地区,依据其综合发展水平,依次反映为不同程度的协调发展:广东、江苏处于强协调发展状态,浙江、山东、北京等地区处于弱协调发展状态,陕西、辽宁、山西等地区处于弱失调发展状态。

从2017年各地区同步和协调发展的特征分类情况来看,耦合协调度具有一定的空间集聚性,高耦合协调度的地区倾向于集中。进一步,使用DK(98)稳健误差的固定效应面板数据回归结果显示,特定地区的耦合协调度大小与其周围地区耦合协调度均值及最大值呈正相关关系,系数大小分别为0.7179和0.0952,对应P值分别为0.001和0.334,整体解释力达到70.09%,说明特定地区的耦合协调度水平与其周边的平均水平高度相关,在空间分布上表现为高耦合协调度地区 and 低耦合协调度地区分别集中于特定区域,验证了耦合协调度在空间上的集聚效应。

4.3 发展规律探索

由于科技创新、科技资源与经济增长构成的三元耦合系统中包含了3个二元耦合系统,3个子系统之间的相互关系是耦合系统的基础。按照前文中的相关公式,计算3个二元系统的耦合度与耦合协调度,进而计算三元系统与二元系统耦合协

调度的差值,以探究改善三元系统耦合协调发展的关键关系,其结果如图2所示。在结果中“科技资源-科技创新”系统的耦合协调度与三元系统相比差值多数为正,“科技新一经济增长”系统与其相比差值多数为负,“科技资源—经济增长”系统与其相比差值绝大部分为负。该结果说明在大部分情况下,科技资源与科技创新之间的耦合协调关系对三元系统的贡献较大,科技创新与经济增长的耦合协调关系对三元系统的负向影响较大;在绝大多数情况下,科技资源与经济增长之间较弱的耦合协调关系阻碍了三元系统实现耦合协调发展。对于改善三元系统的良性耦合而言,科技资源与经济增长之间的交互关系是目前的关键阻碍,也是亟待优化的重点对象,需要建立经济优势和资源投入之间的有效转化渠道,同时也需要关注科技创新与经济增长之间的关系,促进科技成果与经济发展的融合。

对于三元系统而言,其耦合协调度在时间分布上呈现出增长型的规律性特征,整体的时间变化情况如图3所示。随着时间的发展,年度截面的均值、下四分位数、上四分位数呈现出明显的上升趋势,年度上限的时间增长趋势突出,下限虽然变动较小且波动性强,但仍有一定的提升。以耦合协调度为因变量、时间为自变量,同时控制个体效应,对30个地区的面板数据进行回归,整体的解释力达到95.39%,除去地区差异导致的曲线截距差异,各地区耦合协调度平均每年提升0.01255,验证了三元系统的耦合协调度随时间发展而增长的整体趋势。耦合协调度的时间增长性,结合其地区

差异性,反映出三元系统在时间上呈现出累积效应,三元系统会随着其自身发展逐步改善3个子系统之间的协调关系,即三元系统存在向良性耦合转变的内在动力。同时拥有较高耦合协调发展基础的地区,其后期提升速度相对更快,说明三元系统的发展存在突出的马太效应,发展基础是影响三元系统耦合发展的关键之一。

在空间方面,各地区除了存在突出的差异,其协调发展情况同时受到其周边地区的影响。使用DK(98)稳健误差的固定效应面板数据处理方法,对前一年周围地区耦合协调度均值和最大值进行回归,避免因变量与自变量之间的相互作用。回归结果显示模型解释力64.41%,系数分别为0.2217和0.4193,对应 P 值为0.063和0.001,说明地区耦合协调度受到前一年周边地区协调发展程度的影

响。区域内三元系统的耦合协调发展会受到周边地区发展情况的正向牵引,促使其发展逐步实现良性耦合,一定程度上解释了耦合协调度在空间上集聚效应存在的原因,同时也说明提升区域耦合协调度除了需要关注区域内部的系统耦合,也需要借助区域外部因素,以此实现整体的协同发展。

5 结论与展望

文章在回顾梳理以往文献的基础上,构建了科技创新、科技资源、经济增长的耦合系统,并基于中国大陆2007—2017年除西藏外30个省级地区的面板数据,测算了三元系统的耦合度和耦合协调度。通过对数据结果的分析,得到如下发现:(1)我国各地区科技创新、科技资源、经济增长发展的同步性较强,但是整体良性耦合水平仍待提升;(2)我国各地区科技创新、科技资源、经济增

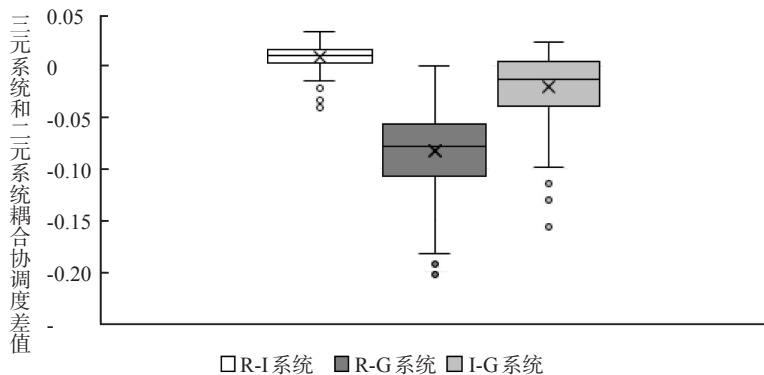


图2 三元系统和二元系统耦合协调度差距分布

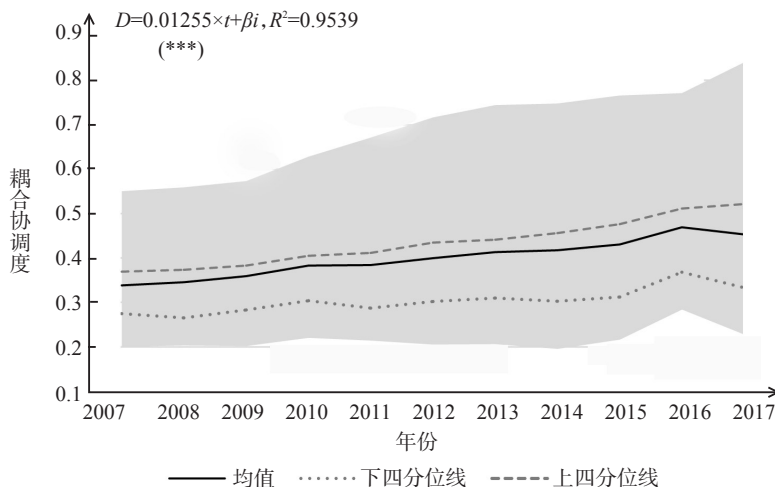


图3 耦合协调度时间分布趋势

长的耦合协调发展呈现出突出的地区差异,具有空间集聚性和时间累积性;(3)科技资源和经济增长之间的不协调是抑制三元系统内良性耦合的主要内在障碍,周边地区的发展牵引则能对耦合协调度的提升形成正向促进作用。

根据研究发现,结合发展现状和政策规定,对提升我国科技创新、科技资源、经济增长的耦合协调度具有如下建议:

(1) 认识三者耦合关系,实现政策体系系统化。科技创新、科技资源、经济增长三者之间具有完整的交互关系,在进行政策制定的过程中,需要以系统的视角看待。但是目前政策体系中,经济政策中对科技资源的涉及有限,科技政策中虽然提及经济和科技融合,但重点仍然在科技创新与科技资源的关系上。目前经济发展已经不再以追求数量为目的,科技创新、科技资源、经济增长三者的协同发展是提高经济发展质量的重要方面之一,其实现要求对现有的经济和科技政策进行系统化调整,以充分体现三者的耦合关系。

(2) 辨析关键制约因素,实现政策导向集中化。我国目前科技创新、科技资源、经济增长三者在发展中已经拥有了较高的同步水平,但是同步中良性耦合的程度较低,协同发展水平亟待提升,其中,对关键制约因素的辨析是进行政策调整、实现协同发展的重要基础。客观数据结果显示,我国各地区三者发展具有较强的自发动力,反映出了现有政策的有效性,但科技资源和经济增长两者的协同水平明显落后于三元系统的发展水平,是抑制三者协同发展的重要内部障碍,未来应该把政策导向集中于相关领域,以实现整体协同水

平的快速提升。

(3) 重视地区发展基础,实现政策设计地方化。科技创新、科技资源、经济增长三者的耦合关系虽然普遍存在,但是不同地区处于不同的发展阶段,拥有差异化的情境,三者的耦合关系也拥有不同的存在形式和表现水平。从数据结果看,我国各地区三者发展的协同程度具有明显的差异,领先地区与其他地区差距较大,同时周边地区的协同水平存在显著的正向牵引作用,这是在政策制定中必须要纳入考虑的基本情况。各地区应该认清自身发展情况与周边地区的影响,充分考虑自身的空间位置和战略布局,有选择地借鉴其他地区的先行经验,探索符合地区特点的政策体系 and 实践道路。

研究围绕科技创新、科技资源、经济增长三者之间的耦合关系开展,经过问题、综述、数据等环节,内容详实且论述充分,符合研究规范。文章将耦合理论在科技创新、科技资源、经济增长三者关系研究中进行扩展和运用,揭示了该三元耦合系统的构成内容、内在机制和演变规律,丰富和完善了相关研究领域,并对如何实现科技与经济融合的实践问题进行了一定程度的回应。虽然文章受限于分析方法和数据基础,未将宏观政策、要素流动等因素纳入考虑,同时年鉴数据存在一定的滞后性,未能有效地展现出近年来科技资源配置方面的政策创新,但是文章展现了我国科技与经济发展和协同的现状,并对其互动机制和规律进行了一定探索,具有一定的启发价值,也希望随着数据的更新,在未来研究中对其进一步完善和丰富。

参考文献

- 白俊红,江可申,李婧. 2009. 中国区域创新系统创新效率综合评价及分析[J]. 管理评论,9:3-9.
- 曹霞,于娟. 2015. 绿色低碳视角下中国区域创新效率研究[J]. 中国人口·资源与环境,5:10-19.
- 陈菲琼,任森. 2011. 创新资源集聚的主导因素研究:以浙江为例[J]. 科研管理,89-96.

- 陈庆江. 2017. 政府科技投入能否提高企业技术创新效率?[J]. 经济管理,2:6-19.
- 窦鹏辉,陈诗波. 2012. 我国科技创新能力的绩效评估与影响因素分析[J]. 科技进步与对策,7:33-138.
- 范柏乃,江蕾,罗佳明. 2004. 中国经济增长与科技投入关系的实证研究[J]. 科研管理,5:104-109.
- 樊华,周德群. 2012. 中国省域科技创新效率演化及其影响因素研究[J]. 科研管理,1:10-18+26.
- 韩军辉,柳典宏. 2017. R&D投入、资源依赖与区域经济增长:基于门槛模型的实证研究[J]. 工业技术经济,3:139-146.
- 洪名勇. 2003. 科技创新能力与区域经济实力差异的实证研究[J]. 经济地理,5:606-610.
- 洪银兴. 2011. 科技创新与创新型经济[J]. 管理世界,7:1-8.
- 纪玉山,吴勇民. 2007. 科技创新促进经济增长的微观机理与政策选择[J]. 经济社会体制比较,5:40-46.
- 纪玉山,吴勇民,白英姿. 2008. 中国经济增长中的科技创新乘数效应:微观机理与宏观测算[J]. 经济学家,1:55-62.
- 李丽. 2017. 资源依赖对区域创新的挤出效应及传导机制:企业创新需求实证研究[J]. 科技进步与对策,15:42-48.
- 刘耀彬,李仁东,宋学锋. 2005. 中国城市化与生态环境耦合度分析[J]. 自然资源学报,1:105-112.
- 刘红,姚永玲. 2008. 中国科技创新效率与经济增长的实证研究[J]. 统计与决策,13:101-104.
- 刘凤朝,冯婷婷,姜楠. 2011. 科技资源投入影响科技产出的机理分析:基于中美两国创新体系的建模与仿真[J]. 科学学与科学技术管理,1:5-11.
- 刘锋,逯宇铎,于娇. 2014. 中国科技创新产出与经济增长的协整分析[J]. 科技管理研究,17:5-12.
- 戚湧,魏继鑫. 2015. 基于博弈理论的科技资源共享研究[J]. 科技进步与对策,9:10-15.
- 钱丽,陈忠卫,肖仁桥. 2012. 中国区域工业化、城镇化与农业现代化耦合协调度及其影响因素研究[J]. 经济问题探索,11:10-17.
- 孙毅. 2012. 资源型区域科技创新的挤出效应:基于山西的实证[J]. 统计与决策,21:142-145.
- 王知桂. 2006. 要素耦合与区域创新体系的构建:基于产业集群视角的分析[J]. 代经济研究,11:26-29.
- 卫兴华,侯为民. 2007. 中国经济增长方式的选择与转换途径[J]. 经济研究,7:15-22.
- 温小霓,李俊霞. 2015. 科技创新与经济增长之间的关系研究[J]. 西安电子科技大学学报社会科学版,6:58-67.
- 徐玉莲,王玉冬,林艳. 2011. 区域科技创新与科技金融耦合协调度评价研究[J]. 科学学与科学技术管理,2:116-122.
- 杨剑波,郭小群. 2008. R&D内生经济增长理论综述与引申[J]. 改革,1:154-157.
- 杨武,杨森. 2016. 中国科技创新与经济发展耦合协调度模型[J]. 中国科技论坛,3:30-35.
- 易文钧,吴晓杰,邢斐. 2017. 科技创新对区域经济增长的影响:基于长三角和中部五省的比较研究[J]. 首都经济贸易大学学报,1:51-57.
- 余菲菲. 2014. 联盟组合多样性对技术创新路径的影响研究:基于科技型中小企业的跨案例分析[J]. 科学学与科学技术管理,4:111-120.
- 张洁音,潘晓霞. 2014. 科技创新资源投入对区域创新产出影响研究:以浙江省11地市2003-2012年面板数据为例[J]. 华东经济管理,9:29-32.
- 赵康杰,景普秋. 2014. 资源依赖、有效需求不足与企业科技创新挤出:基于全国省域层面的实证[J]. 科研管理,12:85-93.
- 钟祖昌. 2013. 研发投入及其溢出效应对省区经济增长的影响[J]. 科研管理,5:64-72.
- 朱云欢. 2010. 我国研发投入与经济增长的动态分析[J]. 科学管理研究,2:102-106.
- Adam S. 2005. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations[M]. State College: The Pennsylvania State University Press.
- Field B C. 2005. Natural resource abundance and economic growth[J]. Land Economics,81(4):496-502.
- Kuznets P W, Krause L B, Kihwan K. 1991. Liberalization in the process of economic development[J]. Journal of Asian Studies,50(4):890.

- Romer P M. 1986. Increasing returns and long-run growth[J]. *Journal of Political Economy*,94(5):1002-1037.
- Salter J. 1992. On the interpretation of Bukharin's economic ideas[J]. *Soviet Studies*,44(4):563-578.
- Solow R M. 1956. A contribution to the theory of economic growth[J]. *Quarterly Journal of Economics*,70(1):65-94.

Research on Coupled-mode Relationship of S&T Innovation, S&T Resource and Economic Growth

MENG Fanrong¹, CHEN Zitao², YUAN Meng¹

(1. School of Public Policy and Administration, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2. School of International and Public Affairs, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The interactive relationship exists among S&T innovation, S&T resources and economic growth, the good coupling of which is one of the critical contents about realizing high-quality development. This paper clarified the relationship between these three factors to establish a ternary coupling system based on systematic literature review and then calculated the coupling degree and the coupling coordination degree based on panel data of 30 provincial regions except Tibet from 2007 to 2017, according to which distributive features and developing laws are identified. The findings are as follows. First, the synchronism of development on S&T innovation, S&T resources and economic growth is at a high level in each region, while the whole good coupling still remains to be improved. Second, there is regional difference on the coupling coordination development of these three factors, as well as agglomeration in space and accumulation on time. Third, the bad coordination between S&T resources and economic growth is the main internal obstacle of the ternary system, while the development situation of neighboring regions functions positively. According to the findings, the followed suggestions are listed. First, the coupling relationship should be recognized to realize the systematization of policies. Second, key obstacles should be identified to realize the centralization of policy orientation. Third, the regional foundation should be emphasized to realize the localization of policy design.

Keywords: S&T innovation; economic growth; S&T resource; coupling model; combination coordination degree