

空间视角下创新效率 对经济增长收敛性的影响

孙兆刚(教授), 葛方艺

【摘要】 创新是带动经济发展的核心动力,创新能力的差异是造成区域经济差距的重要原因之一。基于2000~2016年的省际面板数据,采用空间面板模型研究了创新效率及空间效应对我国经济增长收敛性的影响。结果发现:我国创新效率偏低,纯技术效率不高是制约我国创新效率提升的关键原因。我国创新效率有明显的空间相关性,一个地区创新效率的变化并不是由该地区内部因素决定的,还会受到来自相邻地区的影响。创新效率及空间效应的提升可以缩小我国区域经济差距,使区域经济呈现收敛性,且随时间的推移收敛性不断增强。

【关键词】 创新效率; 空间效应; 经济增长收敛性; 区域经济

【中图分类号】 F015 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1004-0994(2019)12-0120-8

一、文献综述

改革开放以来,我国经济持续高速增长,取得了举世瞩目的成就。2016年我国GDP高达11万亿美元,在全球排名第二,仅次于美国,与欧美发达国家的差距不断缩小。但是高速增长的背后却是以“高污染”“高能耗”“高排放”为代价换取的低质量发展。新常态下这种模式受到资源与环境约束而难以持续,而创新是经济长期稳定增长的核心动力,是促进经济增长方式转变的根本途径^[1,2]。在此情形下,我国提出创新驱动战略,以创新带动经济高质量发展。一方面,创新驱动战略会释放人力资源、市场动力、政府支持等创新能量,从而带动我国各地区的经济增长,缩小区域经济差距;另一方面,各地区资源禀赋不同、地理区位不一样、创新环境各异,这又可能造成各地区经济差距的扩大。在科技创新对经济增长的促进作用中,创新效率是联系两者的纽带^[3],因此,有必要考察创新效率对我国经济增长收敛性的影响,从而为制定符合我国实际的创新政策、提高创新效率对经济增长收敛的正向贡献提供理论依据和

经验支持。

目前对于创新与经济增长收敛的关系研究主要集中在创新水平对经济增长收敛性的影响和FDI技术溢出对经济增长收敛性的作用两个方面。在创新水平对经济增长收敛性的影响研究方面,张玉明、李凯^[4]研究了高技术企业三种知识溢出形式对省际区域经济增长的影响,发现在1996~2005年间不存在绝对收敛,但存在条件收敛。白俊红、王林东^[5]通过构建创新驱动能力指数研究了创新能力对区域经济增长收敛性的影响,实证结果表明,创新驱动对全国和东西部地区的经济增长收敛有促进作用,并且周边地区的创新也能促进地区经济增长收敛。史学贵、施洁^[6]发现区域技术溢出效应加快了经济增长的收敛速度。在FDI技术溢出对经济增长收敛性的影响方面,张保胜^[7]通过对技术距离、知识溢出与经济增长收敛相关文献的综述,给出了技术距离与知识溢出之间的关系矩阵以及从技术收敛到经济增长收敛的实证分析框架。王铮、葛昭攀和廖悲雨^[8]通过假设国家之间构成一个知识网络,贸易中存在非线性的

【基金项目】 国家社会科学基金项目“推进创新驱动发展的质量控制研究”(项目编号:14BJL004)

知识溢出,模拟了单边或多边关税下调对国际经济增长的收敛行为。尹希果、桑守田^[9]通过构建内外资技术差距变量的FDI技术溢出效应吸收能力函数,发现地区所引进的外商投资水平与企业原有技术水平的差距能够通过影响FDI吸收能力来影响经济增长。李平、随洪光^[10]从生产部门入手,比较了大国与小国在完全技术扩散下的经济增长收敛形式差异。

现有文献注重分析跨国技术溢出以及国内研发投入和产出的绝对规模对经济增长收敛的影响,并没有涉及研发资源的利用和成果转化的效率。但是创新是从研发投入到专利产出,再把创新的中间产品进行商业化的整个过程,研究时不应该只考虑某个阶段。与以往研究相比,本文的贡献主要体现在:第一,从投入到产出两个方面的动态变化过程出发,整体测度创新效率,在此基础上研究了创新效率对经济增长收敛性的影响。第二,不仅考察一个地区自身创新效率对经济增长收敛性的影响,同时还研究来自周围临近地区的创新效率对区域经济增长收敛性的作用。

二、理论分析

1. 创新效率空间效应产生的原因。一般认为,创新投入的资源、产出的成果会在空间上影响周围地区,但是创新投入一旦形成,只会导致本地区创新资源增加,不会导致相邻地区创新资源的变化。企业自主创新成果在提高企业核心竞争力方面发挥的作用越来越大。在创新驱动战略下,我国已经建立起相对完善的知识产权保护体系,对自主研发的成果给予保护,严厉打击“山寨”产品,企业创新意识增强,加上新产品生命周期的缩短,盗窃式的模仿行为难以在今天快速变化的技术环境和市场环境下存在。但是,这并不表示创新活动不会对其他地区产生影响,创新的外部性不是通过直接将产出成果投放到其他地区,而是通过市场驱动和政府推动共同实现的。

一个地区创新效率高,意味着从研发投入到研发产出的时间较短,把技术用于新产品生产,形成技术保护和规模经济效应,从而产生垄断利润。在利润的刺激下,其他地区的企业向创新效率高的企业学习,提高创新效率,实现创新效率在空间上的集聚。具体而言,人员流动和投资是市场机制的实现路径。人员流动可以促使创新效率的提高,并在区域间产生相互影响,高素质的技术人员流动是产生创新效率外溢效应的最重要因素,公司的创新成果大多与研发人员的科研能力密切相关。科技人员的流动带

来新的知识和技能、丰富的研发经验与最新的研发信息,会使企业在信息沟通、技术选择、交互协同、知识学习、技术挖掘方面形成优势,从而准确把握研发项目实施方向,迅速突破技术瓶颈,增加专利申请量和授权量。管理人才的流动会带来新的组织设计形式和激励方式,优化创新投资方式和结构,缩短专利转化为经济效益的周期,促进创新效率的提高。生产率的提高来源于厂商的投资行为,其中就包括在技术创新方面的投入。同一项研发活动复制一次并不会导致创新成果的成倍增加,只有新的创新活动才能导致新的发现,而投资活动开始时所设立的研发培训中心、拓展的区域销售渠道可以供企业长期使用,避免研发资源的浪费,从而提高创新效率。

在我国如果一个地区经济发展动力充足,经济又好又快地增长,那么这个地区的政府就会得到中央政府的奖励,其他地区的政府官员为了得到福利的改善和职务的升迁,就会向经济发展好的地区学习。创新效率高的地区可以用高科技含量、高经济附加值的产品带动当地的经济产值快速增加,这在地区竞争中会受到中央政府的奖励,引起其他地区的学习模仿,其他地区政府也会实施有利于提高创新效率的政策来达到促进经济增长的目的,这些政策可以是经济方面的,比如通过增加教育投资提高人力资本质量,通过增加科技经费财政支出来保证研发活动的持续性;激励政策也可以是非经济方面的,比如鼓励发明创新,倡导敢于冒险的企业家精神和精益求精的工匠精神,从而激发创意的出现、研究行为的产生和创新成果的形成。

2. 创新效率对经济收敛的作用。新经济增长理论认为经济增长主要依靠技术进步,经济落后地区通过模仿或引进发达地区的先进技术就可以在技术上追赶发达地区,因为创新所需的成本高,而模仿所需的成本低,所以长期来看落后地区经济增长速度比发达地区快,将来落后地区与发达地区经济总量趋于一致后,也就意味着经济增长会收敛。然而,这种对收敛机制解释的不足之处在于,如果发达地区创新能力较强,落后地区创新能力没有提高,那么落后地区的技术水平会一直低于发达地区,并不会出现收敛现象。区域经济增长收敛只是表面现象,经济发展水平在很大程度上取决于区域技术创新能力,因此区域技术创新活动方面的收敛程度就能够在某种程度上决定区域经济增长的收敛程度^[11]。Grossman、Helpman^[12]认为区域经济差距的根源在于区域技术

进步和创新能力的差异,如果国家创新能力存在收敛性,那么将有可能使不同国家人均产出和人均劳动生产率出现收敛^[13]。发展区域创新能力是提高经济增长速度和实现经济发展方式转变的根本动力,而区域创新能力主要表现为创新效率问题^[14]。因此,缩小区域发展差距,促进经济均衡发展的要缩小区域创新效率的差距。

三、创新效率测算及变动趋势

1. 创新效率测算方法。本文运用DEA模型测度我国各省的创新效率,DEA模型使用数学中的线性规划技术建立评价模型,是衡量具有多个输入和输出的DMU(决策单元)之间相对有效性的方法。假设有S个决策单元,每个决策单元有N种输入、M种输出,以 X_i ($i=1, 2, \dots, N$)表示输入变量, Y_j ($j=1, 2, \dots, M$)表示输出变量,则投入导向的BCC模型可以表示为下面的形式:

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ \text{s.t.} & \begin{cases} \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i + s^+ = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^m \lambda_j y_j - s^- = y_0 \\ s^+ > 0, s^- > 0 \\ \lambda_i \geq 1, i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

其中, θ 表示决策单元的效率值,即投入相对于产出的有效利用程度, λ_i 为相对于DMU₀重新构造的有效DMU组合时,第i个DMU决策单元的组合比例。 s^- 表示投入松弛变量,即实际投入与最佳投入之间的差额, s^+ 表示产出松弛变量,即实际产出量小于最佳产出量的那部分数值,二者都反映相对于最优生产效率水平的目前要素浪费情况; ε 表示非阿基米德无穷小。由(1)式可求得效率值, Farrell利用投入—产出模型将综合效率分为纯技术效率(TE)和规模效率(SE)。综合效率指输入一定的条件下实现最大的输出或者输出一定的条件下实现输入最小的能力;规模效率主要反映既定投入价格时企业以适当比例安排各项投入,从而达到产出最优的能力,即利用价格优势寻求最优的要素投入组合,或者说在一定产出量的情况下,企业最小化其成本的能力。三种效率的数值都在0与1之间,效率值越接近于1则意味着效率越高,越接近于0则表示效率越低。三种效率之间具有如下关系:

综合效率(TE)=纯技术效率(PTE)×规模效率(SE)

2. 变量选取及结果分析。度量创新效率的主要指标是创新产出与创新投入之间的比率,正确选取创新效率指标是科学测度创新效率的基础。创新产出变量包括技术产出与经济产出两个方面,并非所有的发明都可以转化为专利,本文用专利申请量来衡量技术产出,用规模以上工业企业新产品销售收入(按工业品出厂价格指数折算为2000年不变价格)来衡量创新活动产生的经济效益。创新投入包括人员投入和资金投入,本文选取研发人员折合全时当量和研发资本存量来作为创新人员投入和资金投入的指代变量,通过永续盘存法对研发资本存量进行核算,研发资本存量测度公式为: $K_{it}=E_{it}+(1-\delta)K_{i,t-1}$ 。其中, K_{it} 是地区i在时期t的研发资本存量, E_{it} 为地区i在时期t的经费内部支出, δ 为折旧率,本文取值为15%。基期研发资本存量的计算公式为: $K_{i0}=E_{i0}(g_i+\delta_i)$, g_i 为i地区研发经费内部支出的年均增长率,参照刘志迎、张吉坤^[15]的处理方式,本文取值5%。由于我国物价变动幅度较大,同样的资金每年的购买力不一样,为了消除价格因素对研发资本存量的影响,本文参照白俊红、李婧^[16]的做法,采用“0.45×固定资产投资价格指数+0.55×消费价格指数”作为研发资本指数,然后将各年的名义研发资本折算为2000年不变价格的实际研发资本。本文创新投入产出变量的数据来源于各年份的《中国科技统计年鉴》。

由图1可知,2000~2016年间,区域创新综合效率平均水平在0.189~0.381之间,且区域差异较大,表明我国创新效率总体较低。东部地区高于全国水平,中部其次,并且有赶超东部的趋势,西部排名最末,一直低于全国平均水平。从变化趋势上看,全国及三大区域创新综合效率总体上呈先上升后下降的周期性波动趋势,中西部地区与东部地区创新效率差距先变大后缩小,呈现收敛性特征。特别是2012年实施创新驱动战略以来,我国创新效率呈现加速上升的趋势,这说明我国重视创新活动,不仅注重资金的投入、人员的配备,更重视创新资源的充分合理利用,从而使创新效率得到提高。

由图2可知,2000~2016年间,创新的纯技术效率平均水平介于0.257~0.459之间,与综合效率变化趋势一致,说明创新的纯技术效率偏低,这也是导致我国创新效率不高的主要原因。纯技术效率与创新资源的存量和配置有关,如果加强创新资源的集约化利用,可能会提高创新的纯技术效率,进而提升整体效率。

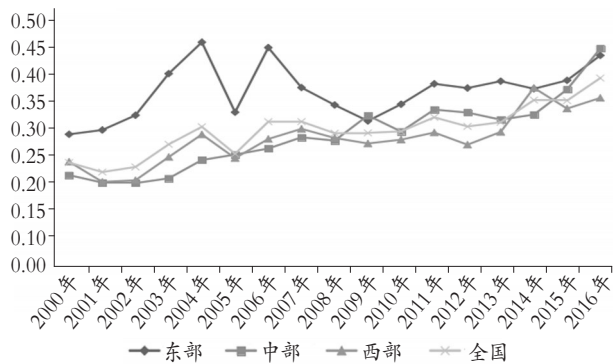


图1 全国及区域创新综合效率变动趋势

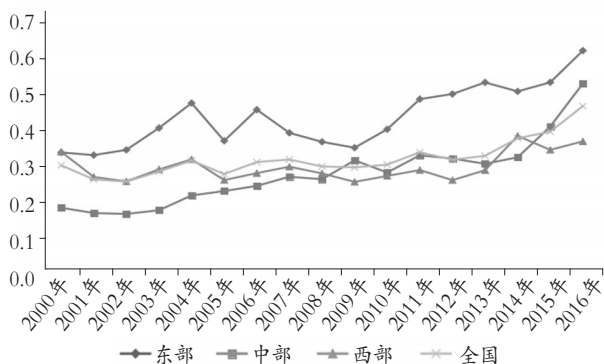


图2 全国及区域创新纯技术效率变动趋势

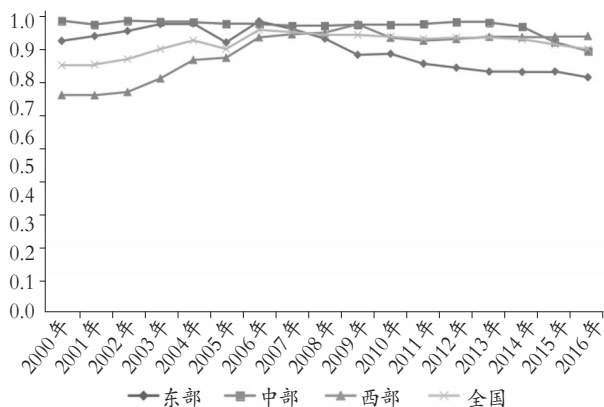


图3 全国及区域创新规模效率变动趋势

由图3可知,区域创新的规模效率平均水平介于0.835~0.926之间,说明我国创新的规模效率较高,中部地区持续高于全国平均水平,西部地区呈上升态势,东部在2008年以前较高,之后下降。这反映了创新投入规模与创新效率之间呈倒U型关系,即规模较小时受资源约束,创新效率难以达到最优,随着规模扩大,创新效率提高,当规模达到一定程度后,创新效率反而下降。这一结论与Yong^[17]的研究结论基本一致,即:技术创新不存在长期的规模效应,技术创新收益存在先增加后减少的规律。在2000~2008年间,东部创新投资较高,规模效率也较

高,之后随着经济的增长,创新投资随之增加,由于规模过大,资源难以充分利用,引起创新的非效率,从而导致规模效率下降。而西部地区由于经济落后,研发投入较少,在初期规模效率较低,随着经济的增长,研发投入相应增加,规模扩大但低于最优规模,所以规模效率持续提高。中部地区创新投入规模介于中西部地区之间,处于较为理想的状态,规模效率一直处于较高水平。

四、创新效率的空间相关性分析

空间相关性检验需要用到空间权重矩阵,科学地选取空间权重是正确衡量创新效率空间相关性的基础。空间权重可以采用地理位置、经济总量、人口数量等指标来衡量,本文选取基于地理位置的一阶临近矩阵,即如果两个地区有共同边界,则其值用1表示,否则用0表示。Moran'I指数是国内外学者衡量各地区空间关联度大小的一个常用指标^[18]。运用空间计量模型检验创新效率需要先进行空间相关性检验,本文通过计算Moran'I指数来检验创新效率是否具有空间相关性。Moran'I指数的定义为:

$$MI = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (2)$$

其中: w_{ij} 为经过标准化的空间权重矩阵第(i,j)个元素; Y_i 为观测的效率值;MI统计量的取值一般在[-1,1]之间,大于0表示空间正相关,越接近于1表示区域之间的性质越相似,即高值与高值集聚,低值与低值相邻,小于0则表示空间负相关,越接近于-1表示空间差异越大,即高值与低值交叉分布,等于0则表示空间单元不相关。

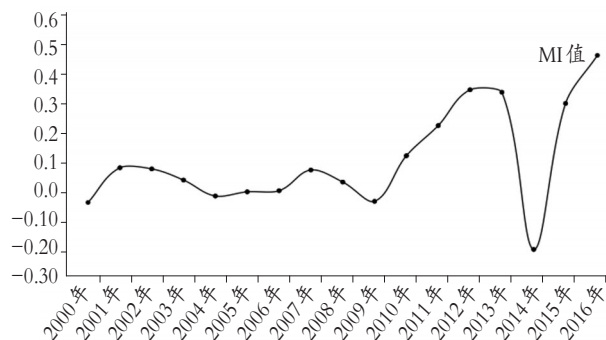


图4 2000~2016年全国创新效率MI值

由图4可知,2000~2016年全国创新效率MI值呈螺旋式上升,即MI值正负交替出现,这说明我国创新效率在地域上呈现先集中后分散的周期性特

征,即一个地区创新效率高可以带动周围地区的效率提高,经过一段时间的集聚,又出现分散的现象。全国创新效率变化趋势不稳定,在数值上波动较大,这反映出我国创新效率受随机因素影响较大,创新机制的可靠性有待增强。近几年创新效率的空间正相关性明显增大,创新效率高的地区地理位置相邻或相距不远,创新效率低的地区亦相互接壤,说明创新驱动战略下优质资源的集聚作用增强,技术竞争导致创新的“马太效应”出现。

五、实证研究与结果分析

1. 考虑空间效应的条件β收敛模型。以往对经济增长收敛性的研究一般都建立在经典计量模型的基础上,模型成立的前提假设是各个地区是相互独立的样本,区域之间不存在相互影响的关系。但是,一个地区的某种经济活动并不是独立运行的,而是在空间上与其他地区发生联系,正如地理学第一定律^[19]指出,“所有事物都与其他事物相关联,但较近的事物比较远的事物更具关联”。政策因素、区域之间的资源流动和人员迁移都会导致经济活动在地理空间上产生联系,特别是地区之间距离较近时,这种空间溢出作用更加明显。如果采用传统的OLS模型进行回归分析,得到的结论可能与实际情况有较大差异。由前文空间相关性检验可知,我国创新技术效率存在明显的空间相关性,因此,本文在经典计量模型的基础上加入空间作用项进行回归。

常用空间计量模型有空间自回归模型、空间误差模型和空间杜宾模型,空间杜宾模型同时考虑了内生和外生交互效应,要优于空间滞后和空间误差模型^[20]。构建的空间计量模型如下所示:

$$\frac{\ln(y_{it}/y_{i0})}{T} = \alpha + \beta \ln y_{i0} + \lambda \text{effi} + \gamma \text{Weffi} + \text{CX}_{it} + \varepsilon_i \quad (3)$$

其中:β是收敛系数,其值为负数说明经济存在收敛现象;y_{i0}和y_{it}分别是i省期初和期末的实际人均GDP,并采用CPI折算为2000年价格;T为所观察的时间跨度;W为空间权重矩阵,本文选取空间邻接矩阵;effi为创新效率;λ代表本地创新效率对经济增长的贡献;Weffi为来自周围相邻地区的创新效率对经济增长收敛的影响;X_{it}为一组控制变量,包括城市化水平(urb)、人力资本水平(hum)和产业结构状况(ind)。

根据模型(3)的回归结果,可以分别计算我国区域经济增长收敛速度s和收敛半生命周期θ,计算公

式为:

$$s = -\ln(1+\beta)/T \quad (4)$$

$$\theta = \ln(2)/s \quad (5)$$

2. 主要变量说明和数据来源。本文选取2000~2016年全国30个省、市、自治区(不包含港、澳、台地区)为研究样本,由于西藏相关数据缺失严重,研究中不予考虑。实证所需的数据均来自于国家统计局官方网站及统计年鉴分享平台的《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》。本文将样本期2000~2016年划分为2000~2003年、2004~2007年、2008~2011年、2012~2016年4个时间段,这样处理既可以减轻经济周期性波动的干扰,又有助于减小变量在时间序列上产生自相关的概率。采用Voitchovsky^[21]的做法,效率值取相应增长区间的平均值,控制变量取期末值,以2000~2003年这个增长区间为例,创新效率为2000年、2001年、2002年、2003年平均值。城市化水平取2003年的数值,人力资本水平和产业结构的取值方法同上所述,控制变量的具体计算方法如表1所示。

表1 控制变量说明及计算方法

变量符号	变量名称	计算方法
urb	城市化水平	地区年末常住人口/地区年末总人口数,根据周一星、田帅 ^[22] 的计算方法对2005年之前的数据进行修正
hum	人力资本水平	地区6岁及以上人口平均受教育年限:文盲—0,小学—6,初中—9,高中—12,大专及以上—16
ind	产业结构	地区第三产业增加值/地区生产总值

3. 创新效率与经济收敛的实证结果分析。为了明确创新效率对经济增长收敛性的影响程度,本文在对模型(3)进行回归分析时分为没有创新效率和有创新效率两种情况,如表2所示。

由表2可以看出,无论是否考虑创新驱动,2000~2003年间我国经济增长都不收敛,2004~2007年间不考虑创新效率时的经济增长是发散的,考虑创新效率时的经济增长是收敛的,创新效率对经济增长收敛开始起作用。这可能与我国2001年加入世贸组织,对外贸易活动逐步增多相关。沿海地区由于对外开放较早,外贸基础较好,经济快速增长,中西部地区相对闭塞,经济增长幅度不大,在外贸对经济增长强大的拉动作用面前,创新效率的作用微乎其微。随着时间的推移,中西部地区也积极参与国际贸易,分享开放带来的好处,缩小了与东部地区外贸的差

表 2 不同发展阶段创新效率与经济增长收敛性的关系

变量	不考虑创新效率				考虑创新效率			
	2000~2003年	2004~2007年	2008~2011年	2012~2016年	2000~2003年	2004~2007年	2008~2011年	2012~2016年
收敛系数	0.026 (0.091)	-0.038 (0.025)	-0.032** (0.015)	-0.144*** (0.048)	0.024 (0.096)	-0.080** (0.031)	-0.068*** (0.016)	-0.242*** (0.047)
效率系数	/	/	/	/	0.012 (0.113)	0.141 (0.161)	0.198** (0.081)	0.463 (0.366)
空间系数	/	/	/	/	0.024 (0.032)	0.104** (0.050)	0.064*** (0.020)	0.199*** (0.062)
收敛速度	-0.642%	0.969%	0.813%	3.11%	-0.593%	2.085%	1.761%	5.541%
半衰期	-108	71.6	85.1	22.3	-116.9	33.3	39.4	12.5
判定系数	0.146	0.238	0.311	0.286	0.167	0.361	0.568	0.564

注：括号内为标准误差；***、**、*分别代表在1%、5%、和10%的水平上显著；/表示此项为空；限于篇幅，控制变量的回归结果予以略去。下同。

距，外贸差距的缩小就需要在创新方面寻找优势，这时创新效率的贡献初见端倪。2008~2011年，由于全球经济危机的爆发，经济下行的情况下国内区域经济增长仍趋于收敛，加入创新效率时经济收敛速度加快，说明在国内外经济形势不景气时，创新效率能够促进落后地区赶超发达地区，但由于政府四万亿救市计划对地区资源分配的不均衡，因此收敛程度小于上一期。2012~2016年间，由于实施创新驱动战略，在“大众创业、万众创新”的背景下，我国创新效率对经济增长收敛性的贡献增加，收敛速度提升2.431%，半衰期缩短为12.5年，这说明在经济新常态下，创新是经济增长的发动机，是缩小区域差距的重要力量。

表 3 创新效率与经济增长收敛性的关系：2000~2016年全国及东、中、西部比较

变量	不考虑创新效率				考虑创新效率			
	全国	东部地区	中部地区	西部地区	全国	东部地区	中部地区	西部地区
收敛系数	-0.144*** (0.048)	-0.054 (0.115)	-0.208*** (0.091)	-0.043 (0.074)	-0.242*** (0.049)	-0.167 (0.163)	-0.324** (0.018)	-0.150** (0.068)
效率系数	/	/	/	/	0.503 (0.370)	-1.381 (1.856)	1.466* (0.208)	0.797 (0.461)
滞后系数	/	/	/	/	0.269*** (0.078)	0.331 (0.361)	0.495** (0.026)	0.387 (0.134)
收敛速度	0.915%	0.327%	1.372%	0.259%	1.630%	1.075%	2.303%	0.956%
半衰期	75.8	212.3	50.5	268.1	42.5	64.5	30.1	72.5
相关系数	0.286	0.145	0.716	0.600	0.536	0.319	0.999	0.871

由表3可知，2000~2016年间，总体上我国创新效率对经济增长收敛性有很大贡献，加入创新效率的经济增长收敛速度提升0.715%，半衰期缩短33.3

年，说明创新效率提升有力地促进了落后地区与发达地区经济差距的缩小。但是各个地区内部收敛性不一样，东部地区经济差距并未缩小，反而拉大。中部省份之间经济差距缩小，创新效率的提升又促进了经济增长的收敛。没有考虑创新效率时，西部省份的经济是发散的，只有加入创新效率才趋于收敛，经济差距的缩小更多地依靠创新效率的力量。

在上文的分析中，本文对创新效率的驱动效应及其空间效应进行了控制，研究其对经

济增长收敛性的影响，但是这两种效应是如何发生作用的？回答这一问题有助于找到创新效率对经济增长收敛的影响机理，从而为创新驱动战略的实施提供参考意见。接下来，本文分别考察本地的创新效率对经济增长收敛性的驱动效应和其他地区创新效率的空间效应对经济增长收敛性的作用，结果见表4。

由表4可知，只考虑本地创新效率时，全国范围内存在着显著的经济增长收敛现象，但东部、中部和西部经济发散，只考虑创新效率空间效应时，全国范围内仍存在经济增长收敛现象，且收敛速度提高，中部地区经济增长收敛，东部和西部不收敛。这说明中部地区各省份自身的创新效率存在较大差异，如果不受区域内其他省份的影响，经济差距会逐渐拉大，

西部省份自身效率的变动以及空间上的影响均不会导致经济增长收敛，全国范围内经济增长收敛的动力来自东部地区较高的创新效率对中部地区的带动作用，以及中部地区的创新效率对西部的影响。

4. 稳健性检验。综合前面的回归结果可知，总体上创新效率对经济增长有明显的收敛作用。为了增强本文结论的稳健性，本文通过不同方法测

度创新效率，以研究创新效率对经济增长收敛性的影响的稳健性。具体方法如下：一是用专利授权量代替专利申请量来衡量创新技术成果，从而测算创新

表4 本地创新效率和周边地区创新效率对经济增长收敛性的影响

变量	本地创新效率对经济增长收敛性的影响				创新效率空间效应的影响			
	全国	东部地区	中部地区	西部地区	全国	东部地区	中部地区	西部地区
收敛系数	-0.146*** (0.049)	-0.016 (0.150)	-0.178 (0.217)	-0.043 (0.087)	-0.229*** (0.049)	-0.112 (0.145)	-0.369** (0.084)	-0.082 (0.064)
效率系数	0.249 (0.437)	0.740 (1.691)	0.8 (2.77)	0.009 (0.585)	/	/	/	/
滞后系数	/	/	/	/	0.248*** (0.078)	0.230 (0.319)	0.465* (0.129)	0.250 (1.106)
收敛速度	0.928%	0.095%	1.153%	0.259%	1.53%	0.699%	2.709%	0.503%
半衰期	74.7	730.6	60.1	268.1	45.3	99.2	25.6	137.7
判定系数	0.295	0.176	0.727	0.600	0.499	0.225	0.962	0.777

效率。二是把创新活动的价值链分为上游的研发过程和下游的商业化过程，从而构建上游的研发效率和下游的商业化效率。三是鉴于一阶临近矩阵把经济事务的影响限制在相邻地区的问题，实际上创新效率影响力也能够透过相邻地区达到更远的地方，且影响随着距离的增加而递减，因此我们通过地理直线距离建立空间权重矩阵。其实，这也符合地理学第一定律：任何事物与周围其他事物之间均存在联系，而距离较近的事物总比距离较远的事物联系得更为紧密。本文选取常用的地理直线距离矩阵形式如下：

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{d^2}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (6)$$

其中，d 为两个地区地理中心位置之间的距离。

表5 创新效率与经济增长收敛性：稳健性检验

变量	本地创新效率的影响				加入空间效应的影响			
	地理权重	授权	研发	商业化	地理权重	授权	研发	商业化
收敛系数	-0.146*** (0.049)	-0.152*** (0.049)	-0.154*** (0.052)	-0.144** (0.049)	-0.172*** (0.050)	-0.236*** (0.047)	-0.259*** (0.036)	-0.234*** (0.051)
效率系数	0.248 (0.438)	0.294 (0.377)	0.903 (1.489)	0.251 (0.476)	0.362 (0.429)	0.426 (0.310)	2.029* (1.158)	0.527 (0.416)
滞后系数	/	/	/	/	10 540.82 (6 458.5)	0.203*** (0.056)	0.867*** (0.200)	0.315*** (0.100)
收敛速度	0.928%	0.970%	0.984%	0.915%	1.11%	1.583%	1.763%	1.568%
半衰期	74.7	71.5	70.5	75.8	62.4	43.4	39.3	44.2
判定系数	0.295	0.303	0.296	0.294	0.368	0.554	0.613	0.506

从表5所示的回归结果可以看出，采用新的空间权重计算创新效率的空间效应以后，经济增长收敛系数仍为负且显著。以专利授权量计算的创新效率对经济增长收敛的贡献小于专利申请量，这可能

是因为没有授权的专利更容易复制和模仿，发明创造的企业不能依靠技术获得垄断利润，导致区域经济增长差异不大。创新过程中包含基础研究和应用研究的研发阶段效率与商业化效率对经济增长收敛性的影响没有显著差异。总之，模型的改变不会影响前文的研究结论，本文的研究结果具有稳健性。

六、结论与建议

1. 结论。根据2000~2016年的省级面板数据，在对我国创新效率进行测度及空间效应分析的基础上，构建了包含创新效率空间效应的条件β收敛模型，对我国近17年的经济增长收敛性进行检验，研究结论如下：①我国创新效率整体水平较低，纯技术效率不高是导致整体效率低的主要原因。区域创新效率存在明显差距，东部最高，中部次之，西部最低，这种差距呈现先变大后缩小的趋势。②我国创新效率具有明显的空间相关性，某一地区创新效率的变化不是由该地区内部因素决定的，会受到相邻地区的影响。创新效率的空间溢出效应是沿着东部、中部、西部的梯度由高向低传递的。③创新效率及空间外溢效应可以促进区域经济差距缩小，实现经济增长收敛，并且这种收敛性随时间的推移而不断增强。

2000~2003年，在此期间我国加入世贸组织，对外开放迅速扩大，我国各地区经济增长差距拉大，经济增长呈发散态势。2004~2007年创新效率提升开始促进我国经济增长趋于收敛，2008~2011年创新效率及其空间外溢效应对我国经济增长收敛性的作用有所加强，2012~2016年创新效率外溢效应加速经济增长的收敛性，说明创新驱动发展战略有利于促进经济增长，也可以推动区域经济差距的缩小。

2. 政策建议。

(1)在扩大创新投入规模的同时更注重资源的有效利用，提高纯技术效率。现在的创新系统不是封闭的，而是开放的，创新系统中的创新资源和创新主体都会影响到创新的效率，应通过提高要素质量、加

强创新主体的协作来提高创新效率。各地区要加大教育投资力度,培养高素质科技人才,打造高水平科研队伍,提高科技人员的创新创造能力,同时应健全产学研金的合作机制,促进企业与科研院所及高校紧密合作,提高技术产出,面向市场有针对性地布局研发项目,充分提高融资能力,避免“短借长投”的融资模式,保证研发资金的连续性,把科技创新成果有效地转化为生产力,增强创新的效率和质量。

(2)充分发挥创新效率的空间外溢效应,加强区域信息沟通和交流,促进创新效率高的地区对落后地区的带动作用。一方面中央政府应制定合理的政策,打破地方保护主义壁垒,促进区域交流,另一方面地方政府要以开放的姿态向优秀者学习,对科技人员提供优厚的待遇和良好的发展平台,吸引创新人才,提高人力资本质量,同时拆除市场进入壁垒,减少对市场的管制,营造公平、透明、高效的营商环境,鼓励研发资本的流入,增加市场活力,提高创新效率。

主要参考文献:

[1] 王小鲁,樊纲,刘鹏. 中国经济增长方式转换和增长可持续性[J]. 经济研究,2009(1):4~16.

[2] 唐未兵,傅元海,王展祥. 技术创新、技术引进与经济增长方式转变[J]. 经济研究,2014(7):31~43.

[3] 姚永玲. 从创新效率与经济增长关系看科技政策[J]. 管理世界,2009(12):170~171.

[4] 张玉明,李凯. 基于知识溢出的中国省际区域经济增长收敛性实证研究[J]. 管理学报,2015(5):745~751.

[5] 白俊红,王林东. 创新驱动对中国地区经济差距的影响:收敛还是发散?[J]. 经济科学,2016(2):18~27.

[6] 史学贵,施洁. 中国区域经济收敛性的再估计——基于技术溢出的空间动态面板数据模型[J]. 科技管理研究,2015(6):211~215.

[7] 张保胜. 技术距离、知识溢出与区域经济收敛:一个分析框架[J]. 科技进步与对策,2012(20):32~35.

[8] 王铮,葛昭攀,廖悲雨. 知识溢出下增长收敛的复杂性[J]. 财经研究,2007(10):131~143.

[9] 尹希果,桑守田. 金融发展、FDI技术溢出效应吸

收能力与区域经济收敛——基于中国省级面板数据的实证研究[J]. 经济体制改革,2011(4):29~33.

[10] 李平,随洪光. 国际技术扩散与经济增长:收敛模型[J]. 南开经济研究,2006(6):50~59.

[11] 潘雄锋,张维维. 基于空间效应的中国区域创新收敛性分析[J]. 管理工程学报,2013(1):63~68.

[12] Grossman G. M., Helpman E.. Endogenous innovation in the theory of growth[J]. Journal of Economic Perspective,1994(1):23~44.

[13] Arechibugi D., Pianta M.. Aggregate convergence and sectoral specialization in innovations[J]. Journal of Evolutionary Economics,1994(1):17~33.

[14] 马大来,陈仲常. 中国创新效率的空间收敛性研究:基于空间经济学的视角[J]. 管理工程学报,2017(1):71~78.

[15] 刘志迎,张吉坤. 高技术产业不同资本类型企业创新效率分析——基于三阶段DEA模型[J]. 研究与发展管理,2013(3):45~52.

[16] 白俊红,李婧. 政府R&D资助与企业技术创新——基于效率视角的实证分析[J]. 金融研究,2011(6):181~193.

[17] Yong A.. Growth without scale effects[J]. Journal of Political Economy,1998(103):41~63.

[18] 赵善梅,吴士炜. 基于空间经济学视角下的我国资本回报率影响因素及其提升路径研究[J]. 管理世界,2018(2):68~79.

[19] Tobler W. R.. A computer movie simulating urban growth in the detroit region[J]. Economic Geography,1970(46):234~240.

[20] LeSage J. P.. Bayesian estimation of limited dependent variable spatial autoregressive models[J]. Geographical Analysis,2000(32):19~35.

[21] Voitchovshy S.. Does the profile of income inequality matter for economic growth?[J]. Journal of Economic Growth,2005(3):273~296.

[22] 周一星,田帅. 以“五普”数据为基础对我国分省城市化水平数据修补[J]. 统计研究,2006(1):62~65.

作者单位:郑州航空工业管理学院商学院,郑州450015