

【区域格局与产业发展】

科技革命与中国主导产业空间格局演变： 机理、规律与趋势*

胡安俊 唐瑜 孙久文

摘要:把握主导产业空间格局的演变规律和发展趋势可为缩小区域差距和构建新发展格局提供支撑。前三次科技革命时期,高度依赖国内外资源和国外市场的主导产业受到地理条件、自然资源和国外市场的很大约束,其他主导产业均在市场机制的主导下呈现先聚集后分散的空间演变规律。第四次科技革命时期,京津冀、长三角和粤港澳大湾区将是人工智能产业在未来较长时期的主要聚集区,这一空间格局趋于协调的条件取决于人工智能产业的生命周期、相关基础设施的完善程度以及区域协调发展战略政策的方向和力度等。

关键词:科技革命;主导产业;空间格局

中图分类号:F207 **文献标识码:**A **文章编号:**2095—5766(2024)01—0022—09 **收稿日期:**2023—10—17

***基金项目:**国家自然科学基金项目“中国沿海地区高质量发展的综合评价与政策耦合研究”(42071155)。中国社会科学院重大创新项目“完整、准确、全面贯彻新发展理念研究”(2023YZD017)。

作者简介:胡安俊,男,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所、中国社会科学院经济大数据与政策评估实验室副研究员(北京 100732)。

唐瑜,男,浙江财经大学—中国社会科学院大学浙江研究院硕士生(杭州 310018)。

孙久文,男,中国人民大学应用经济学院教授,博士生导师(北京 100872)。

一、问题的提出

构建新发展格局是立足当前、着眼长远的战略谋划,以国内大循环为主体,以打通经济堵点、促进经济循环为核心(刘鹤,2020)。当前中国区域差距依然较大,空间梯度仍不协调,已成为制约经济循环的主要堵点和重要短板。产业是区域发展的基础,研究中国产业空间格局演变的机理、规律与趋势可为缩小区域经济差距和加快构建新发展格局提供空间分析基础。

产业空间格局是区域经济学和经济地理学等学科的重要主题,已有丰富的研究成果。从国外研究看,19世纪初德国学者开创了产业空间格局的研

究先河,提出农业区位论、工业区位论和城市区位论,探讨了均质空间中产业空间格局演变的基本规律。针对均质空间的研究不足,20世纪50年代至70年代出现了增长极理论、循环累积因果理论、倒“U”型理论等空间结构理论,这些理论力求接近真实空间,强调区位势能、极化效应、扩散效应、生命周期等对产业空间格局演变的影响。20世纪80年代以来,针对国际贸易、全球化与地方化、创新经济等新情况,形成了新经济地理、产业集群、演化经济地理等理论,着重从规模报酬递增、聚集经济、技术创新、路径依赖等角度阐述产业空间格局的演变规律(Richard, et al., 2003; 迈克尔·波特, 2002; 米罗斯拉夫·N·约万诺维奇, 2012; Fujita, et al., 1999)。21世纪以来,企业和个体异质成为产业布局的一个分

析角度,异质性内生的空间排序、选择效应和聚集经济使得产业空间呈现分类聚集的特征,异质性分析使得产业空间格局研究更趋完善(Behrens, et al., 2014; Melitz, 2003)。从国内研究看,相关文献主要集中在产业空间格局的演变规律与驱动因素两个方面(He, et al., 2016)。结合产业分布的空间模式与演化顺序,形成了点轴理论、经济带理论、网络开发理论等代表性成果(张文尝等, 2002; 陆大道, 2001; 魏后凯, 2016)。综合地理条件、经济社会、战略政策等因素,归纳总结影响产业空间格局演变的因素,主要包括自然条件、产业创新、聚集经济、路径依赖、拥挤效应、竞争效应、流通网络、产业生命周期、国家战略政策等(安虎森, 2009; 贺灿飞, 2018; 胡安俊, 2016; 胡安俊, 2020; 胡安俊等, 2018; 王如玉等, 2018)。最近二百多年,人类经历了机械革命、电气革命和信息革命这三次科技革命,目前正迎接以人工智能为代表的第四次科技革命。科技革命催生的主导产业是驱动空间格局演变的关键所在,从既有研究看,着眼于科技革命和长周期视角研究主导产业空间格局演变的机理、规律与趋势的文献相对较少,这也是文章力求做出边际贡献的地方。

科技革命带来突破性创新,并催生大量次级创新浪潮,是推动经济发展的根本驱动力。科技革命催生的主导产业的空间格局能在很大程度上影响国家整体的区域空间格局,这是因为:科技革命催生的主导产业附有革命性通用目的技术,创新性强,对所在地的经济产生显著的增长效应;主导产业链条长,前后向关联度高,具有显著的聚集效应,便于推动所在地形成空间聚集的块状经济;主导产业的发展具有较强的路径依赖效应,且其发展关系国家未来的竞争力,易得到国家政策的大力支持,从而强化既有的区域空间格局。因此,主导产业的地理分布在很大程度上影响区域发展差异格局,研究主导产业空间格局的演变规律与未来趋势是研究区域空间格局演变规律与未来趋势的较好视角。

二、科技革命与主导产业空间格局的演变机理

科技革命是创新活动的集中爆发期,其催生的主导产业附有革命性通用目的技术,突破性强、增长效应大、产业关联度高、路径依赖效应突出,是影

响整个国家区域空间格局的主体力量。从主导产业的空间演变动力看,包括聚集力与分散力两个方面,聚集力主要包括增长效应、聚集效应与路径依赖效应,分散力主要包括拥挤效应、竞争效应与网络效应,而自然条件(地理条件和自然资源)、产业生命周期与国家战略政策在不同空间维度和不同发展阶段发挥聚集或分散的作用(见图1)。

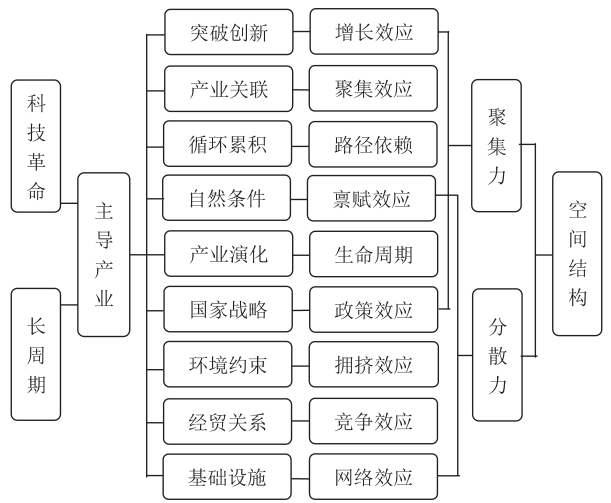


图1 主导产业空间格局的演变机理

资料来源:作者绘制。

在增长效应、聚集效应和路径依赖效应等作用下,主导产业趋向于空间聚集。首先,科技革命催生的主导产业创新性强,催生多波次创新浪潮,带来蜂聚式的创新聚集,对区域经济产生显著的增长效应。由于主导产业的突破性创新依赖于人才、资金等高端要素的支撑,而高端要素的空间集中性决定了这种增长效应的空间集中性。其次,主导产业链条长,前后向关联性高,通过共享、匹配和学习产生显著的聚集效应,促进产业的空间聚集(Duranton, et al., 2004)。最后,在增长效应和聚集效应带来的规模报酬递增与循环累积因果作用下,路径依赖效应凸显,推动主导产业持续趋向地理聚集,最终在空间上形成“中心—外围”结构。

主导产业在趋向空间聚集的同时也受到分散力量的制约。首先,产业过度聚集会带来环境污染、交通堵塞和地租上涨等拥挤效应,拥挤效应会驱动主导产业向外迁移。其次,随着市场规模的饱和,企业之间的市场竞争越发激烈。为获取更好的发展空间,主导产业开始向其他区域转移。最后,随着主导产业的发展,其带来的增长预期加剧区域经济锦标赛竞争(张五常, 2009)。激烈的区域竞争

推动了交通通信等基础设施在更广泛区域的建设与完善,促进了基础设施网络效应的形成,改善了地理约束、降低了流通成本,从而为主导产业的空间转移提供了条件。

主导产业的聚集与扩散都会受到自然条件、产业生命周期与国家战略政策的影响。由地理条件和自然资源组成的自然条件规定了产业聚集与扩散的基本格局,随着地理条件的改善和自然资源的再发现,主导产业会从聚集走向分散。处于成长阶段的主导产业具有显著的地理聚集特征,而处于成熟阶段的主导产业则呈现空间分散的态势(胡安俊,2016;Audretsch,2004)。国家在不同的发展阶段具有不同的战略导向,国家战略政策是产业布局调整的指南针,是影响主导产业空间格局的重要因素(胡安俊,2020)。

总的来说,科技革命催生的主导产业具有一般的空间演变规律。首先在增长效应、聚集效应、路径依赖效应的综合作用下,主导产业加快聚集,推动形成“中心—外围”的空间格局。其次拥挤效应和市场竞争效应显著增强,区域经济锦标赛加快基础设施网络效应的形成,主导产业开始跨区域转移,空间结构趋向分散。最后在聚集与分散的过程中,主导产业的空间格局伴随着自然条件、产业生命周期与国家战略政策的变化而发生偏移。需要说明的是,不同产业的特性不同,受到各个作用力的显著程度也存在较大差异。一些主导产业受地理条件和自然资源的约束更为显著,一些主导产业受国家战略政策的影响更为突出,而另外一些主导产业则主要受市场机制的支配。

三、前三次科技革命与中国主导产业空间格局的演变规律

根据前三次科技革命的特征和数据的可获得性,选择主导产业,然后使用文献分析和变异系数等方法总结归纳一百多年来各个主导产业在中国国土空间的演变规律。

(一)主导产业选择与产业空间格局分析方法

人类历史上已经发生了三次科技革命,目前正处于第四次科技革命时期。每次科技革命都有主导产业、核心关键投入和核心基础设施(克里斯·弗里曼等,2007),并由代表革命性通用目的技术的主

导产业启动(见表1)。根据前三次科技革命的特征,基于数据的可获得性,选取表1部分主导产业作为变量。选择纱、布、生铁三个产业作为机械革命的主导产业;选择发电量、原油、塑料、化学纤维、钢铁、汽车六个产业作为电力革命的主导产业;选择计算机、通信和其他电子设备制造业、邮电业务、域名数三个变量表征信息革命的主导产业。

表1 历次科技革命的演进与特征

科技革命	主导产业	核心关键投入	核心基础设施	时期
机械革命	棉纺织 铁制品 蒸汽机 机床 机器制造业	棉花 铁 煤	蒸汽船 铁路	1769— 1879年
电力革命	电力 钢铁 汽车 飞机 重化工	钢 铜 石油	铁路 电话 无线电 高速公路 机场和航线	1879— 1969年
信息革命	计算机 电信	芯片	互联网	1969年 以后
人工智能革命	智能软件 智能硬件	智能芯片 数据 算法	互联网 物联网	2017年 以后

资料来源:作者在弗里曼和卢桑所著的《光阴似箭:从工业革命到信息革命》基础上补充整理。

产业空间格局分析方法有定性和定量两类,定性方法包括访谈、调研和文献分析法,定量方法主要包括描述性统计方法、变异系数(CV)、CRn指数、赫芬达尔—赫希曼指数、哈莱—克依指数、基尼系数、聚集指数、空间统计方法等(王劲峰等,2019;赵作权,2014)。变异系数是反映总体各单位标志值的差异程度或离散程度的指标,是总体各单位的标准差与其算术平均值之比。由于变异系数是一个无量纲量,在同一总体或不同总体之间具有可比性,为此,使用变异系数衡量各个主导产业在省域空间的格局演变。变异系数的计算公式如下:

$$CV=\frac{S}{I_a}=\frac{1}{I_a}\times[\frac{\sum_{i=1}^n(I_i-I_a)^2}{n-1}] \tag{1}$$

式(1)中, I_i 为主导产业在*i*省域的数值, I_a 和*S*分别为主导产业在所有省域的算术平均值和标准差,*n*为省域个数,文章使用中国大陆31个省份。数据来源于国家统计局官网、《中国工业统计年鉴》

和《石油和化学工业统计年报》。

由于改革开放之前,分省域分产业数据大量缺失,文章选择文献分析法对这一时段的主导产业空间格局进行阐述。定性与定量方法的结合意味着考察变异系数时不仅要看其在可获得数据时段的演化模式,而且要看其数值的大小,从而更好地把握产业聚集和分散的特征。

(二)中国主导产业空间格局的演变规律

1.机械革命与主导产业空间格局演变

1769年瓦特为改良的蒸汽机取得专利,标志着机械革命的开端(卡尔·贝内迪克特·弗雷,2021)。受制于农业优势、自由农和重农政府的三元均衡,中国的机械化起步于19世纪60年代的洋务运动。新中国成立之前,中国的机械工业空间聚集程度较高,受到保护的口岸、租界、沿海、沿江及部分交通沿线成为主要的聚集区(Jia,2014;Li,2015)。新中国成立后,为了保障国家安全,在“156项项目”与三线建设的推动下,机械工业出现了较大幅度的空间分散。改革开放后,增长效应、聚集效应和路径依赖效应得以充分释放,布、纱和生铁产业的产量大幅提高,空间聚集不断强化,变异系数不断攀升,并分别在2017年、2008年和2017年达到高点,之后在拥挤效应、竞争效应、基础设施网络效应、产业生命周期和区域协调发展战略等的综合作用下,布、纱和生铁产业加快跨区域转移,变异系数有所缩小(见图2)。尽管新冠肺炎疫情之后,布和纱的变异系数稍有增加,但这种增加主要是不同区域的布和纱受到的疫情冲击不同导致的。概括起来,改革开放之前,为保障国家安全,布、纱和生铁产业经历了从聚集到扩散的过程。改革开放之后,在市场机制的主导下,布和纱的变异系数达到高点之后进入下

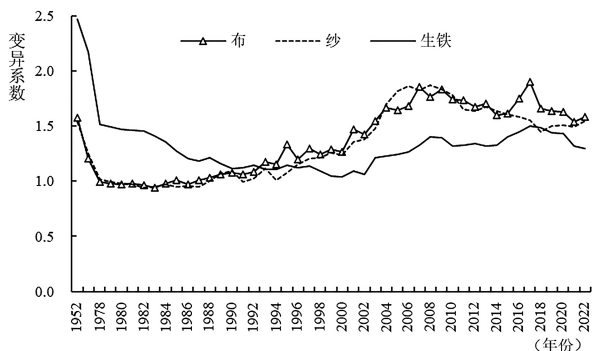


图2 机械革命主导产业的变异系数演变

数据来源:作者根据国家统计局和《中国工业统计年鉴》数据整理所得。

降通道,经历了从聚集到分散的演变过程。作为一种资源依赖型产业,生铁产业也因更多民营企业的加入和基础设施的完善,空间灵活性得以提升,出现了一定的空间扩散。

2.电气革命与主导产业空间格局演变

1879年爱迪生发明了电灯,标志着电气革命的开端。帝国主义国家为适应自身需要,迅速将电力产业引入中国,并于1882年开办第一个电厂(李代耕,1983)。晚清时期中国电气工业主要集中在上海和广州,抗战期间加快向西南地区迁徙(刘静等,2021;严鹏,2018)。新中国成立后,随着“156项项目”和三线建设的开展,电气工业出现了一定程度的空间扩散(胡安俊,2020)。不过,变异系数显示改革开放之初除发电量外的其他主导产业均具有较大的空间集中度(见图3)。改革开放后,六大主导产业呈现三种演进特征。(1)电力是民生和发展的基础,国家通过加大本地电站、区域电网和西电东送通道的建设,电力供给和调节能力大幅提升(王志轩,2019;张国宝,2016),电力产业逐步实现了国土空间全覆盖,目前发电量的变异系数已经很小且保持稳定。(2)原油、塑料、化学纤维、钢铁是高度依赖资源和市场的产业,其空间格局随着资源和市场的变化而变化。第一,原油产量的空间分布受限于油田的发现,随着全国40多个大油气田和300多个中小型油气田的开发,油田呈现遍地开花态势(程强,2019),原油产量的变异系数大幅下降。第二,作为主要的高分子化工产品,随着陆上油田的开发、海上原油通道和陆上输油管道的大规模建设,随着天然气制乙烯和煤制乙烯的发展,塑料生产的空间灵活性大幅提高,变异系数不断下降(曹湘洪,2018)。第三,中国是世界纺织大国,纺织产业高度依赖国外市场。作为一种重要的化工产品,化学纤维是现代纺织业的主要原料。东部地区接近世界原油产地与世界市场,拥有雄厚资金和技术实力,具有完备的产业链、供应链等优势,为了降低成本和分享聚集经济,作为纺织产业上游原料的化学纤维加快向东部地区(特别是江苏和浙江)聚集。同时,中国的化学纤维也有较大的出口(2022年出口占比达到8.72%),东部地区具有靠近国外市场的地理优势。为此,化学纤维产业于2006年之后进入高位聚集阶段。第四,改革开放后,随着交通设施的完善和民营钢铁厂的发展,钢铁产业的变异

系数不断缩小;加入WTO后钢材需求快速增长,铁矿石对外依赖不断提高,钢材产业向沿海地区聚集。(3)汽车产业从改革开放之前的高度聚集逐步走向分散。汽车产业具有较长的产业链,随着市场化改革和外资的引入,许多地方都把汽车产业作为国民经济的支柱产业,区域经济锦标赛促使汽车产业空间分散,变异系数大幅下降。近年来在市场竞争和供给侧结构性改革的作用下,汽车产业的集中度不断提高,变异系数出现一定的反弹。

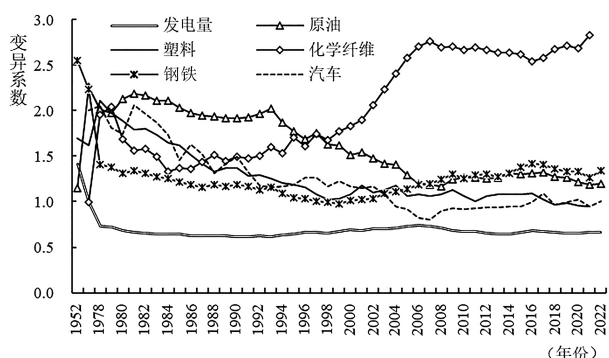


图3 电力革命主导产业的变异系数演变

数据来源:作者根据国家统计局、《中国工业统计年鉴》和《石油和化学工业统计年报》数据整理所得。

3.信息革命与主导产业空间格局演变

1969年互联网诞生,标志着信息革命的开端。中国政府高度重视信息革命的发展机遇,提出优先发展、加快发展信息产业,经过以PC互联为主的社会弱联结阶段、移动互联网主导的社会强联结阶段、以5G和智能为特点的社会超联结阶段之后,网民数量大幅增长,信息产业从东部少数城市向中西部等广大地区发展,呈现从空间聚集到空间分散的演进过程(方兴东等,2019)。(1)计算机、通信和其他电子设备制造业呈现从聚集到分散的空间演化过程。改革开放之后,在增长效应、聚集效应与路径依赖效应的推动下,2009年和2010年计算机、通信和其他电子设备制造业的空间聚集达到高峰,之后随着产业发展的成熟,市场竞争不断加剧,东部成本快速上扬,地方政府锦标赛导致信息通信等基础设施网络效应加快形成,再加上国家区域协调发展战略的引导,产业加快向中西部和东北地区转移。(2)邮电业呈现由聚集到扩散的空间演化过程。中国邮电业务在信息革命之前就已存在,新中国成立之初,中国的邮电业务主要发生在首都与各个省会之间,呈现高度聚集特征。改革开放之后,特别是信息革命在中

国发生之后,邮电业务的民生服务功能更加凸显,中国政府加快信息基础设施的铺设与升级,通过几十年的发展,邮电业已形成沟通城乡、覆盖全国、连通世界的现代网络,成为重要的民生服务产业,变异系数很小且表现稳定(国家统计局,2009)。(3)域名数呈现由聚集到扩散的空间演化过程。东部地区依靠互联网发展的先发优势,每年注册的域名数不断增长,空间聚集优势不断提升,变异系数不断增长,并于2012年达到高峰。之后随着相关制度环境的完善以及基础设施、人才等支撑体系的健全,中西部和东北地区每年注册的域名数也在不断增长,变异系数出现下降。新冠肺炎疫情发生后,因不同区域所受的疫情冲击不同,每年注册域名数的变异系数出现了一定的反弹(见图4)。概括起来,三个变量变异系数的下降,表明信息产业实现了从少数城市向更广泛空间的渗透。

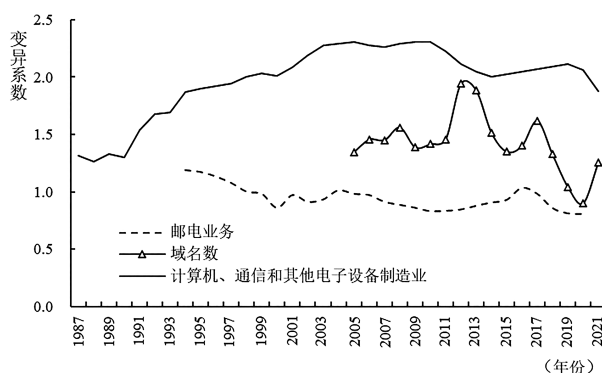


图4 信息革命主导产业的变异系数演变

数据来源:作者根据国家统计局和《中国工业统计年鉴》数据整理所得。

4.主导产业空间格局演变的基本规律

尽管在战争和计划经济等因素的影响下,中国的主导产业发生了一定的空间错配和地理偏移,但随着市场经济的建立与完善,中国主导产业的空间格局呈现出一定的演变规律:高度依赖国内外资源和国外市场的产业(原油、塑料、化学纤维、钢铁、生铁)受到地理条件、自然资源和国外市场的很大约束。除此之外的其他主导产业均在市场机制的主导下呈现先聚集后分散的空间演变规律。不同产业具有不同的特性,受到的聚集力和分散力也存在较大差异。对于高度依赖国内外资源和国外市场的产业(原油、塑料、化学纤维、钢铁、生铁),靠近资源或市场的地理区位和自然资源再发现对空间格局的演变发挥重要作用。对于民生产业(电力、邮

电业),国家战略政策对空间格局的作用更为突出,产业空间不断趋于分散,变异系数已经很小。其他产业(纱、布、汽车、计算机、通信和其他电子设备制造业、域名数)的空间格局则随着产业生命周期的演进受到市场机制的影响更为明显。

尽管主导产业出现了一定的空间分散,但空间扩散并不意味着空间均衡,除发电量外,东部地区依然是各个主导产业的主要聚集区。另外,新冠肺炎疫情发生后,部分主导产业的变异系数出现回升,这反映出中西部和东北地区的这些主导产业受到的疫情冲击更大,中国区域经济收敛的成果仍不牢固,区域协调发展的任务仍然艰巨。

四、人工智能革命与主导产业空间格局的演变趋势

在深度学习、大数据和云计算的综合推动下,人类迎来以人工智能为代表的第四次科技革命(凯德·梅茨,2023;杨立昆,2021),学术界和产业界一般把2017年定为人工智能技术元年(理查德·鲍德温,2021)。在摩尔定律、吉尔德定律、梅特卡夫定律、瓦里安定律的综合作用下,处于产业生命周期创新阶段的人工智能将呈现显著的增长效应、聚集效应和路径依赖效应,并影响产业的空间格局。

1. 人工智能的研发和应用企业高度集中于东部三大城市群

作为第四次科技革命的主导产业,人工智能代表着突破性前沿创新,突破性前沿创新的发生和发展需要一系列高端要素的支撑,而高端要素的空间集中性决定了突破性前沿创新的空间集中性。京津冀、长三角、粤港澳大湾区组成的东部三大城市群是中国科技、人才、资金、产业链、交通通信、政策环境等最为优越的区域,具有较为紧密的经济社会联系,呈现出较强的活力与吸引力。正是这些优势,使得东部三大城市群成为人工智能研发企业的高度聚集区。(1)15家国家新一代人工智能开放创新平台全部位于东部三大城市群。2019—2021年国家批复的17家新一代人工智能创新发展试验区,东部三大城市群占9家。(2)从人工智能研发企业的分布看,2020年东部三大城市群的人工智能企业数占到全国的83.15%(刘刚,2021)。

东部三大城市群也是人工智能应用的主要引

领区。企业智能化转型意味着大量存量资产的搁浅,且要求人工智能技术与行业特有的技术、知识、经验紧密结合,复杂度高,成本投入大,回收周期长,面临巨大的不确定性。中国企业500强在资金、技术、人才等方面具有显著优势,是人工智能应用的示范引领者。通过逐一整理2022年中国企业500强总部的地理信息数据,计算发现2022年东部三大城市群聚集了60.20%的中国企业500强,它们将引领人工智能的创新应用。

2. 增长效应、聚集效应、路径依赖效应与人工智能产业的未来空间格局研判

在增长效应、聚集效应、路径依赖效应的综合作用下,未来较长时间人工智能产业都将呈现聚集的空间格局。第一,人工智能是一种通用目的技术,具有显著的学习优势、赋能效应和渗透能力,产生持续的技术红利和巨大的创新增长效应。具体而言,依托学习优势,人工智能能够突破海量数据处理和大型模型求解过程中存在的“维度灾难”问题,在知识爆炸的海洋中预测最为相关的知识和最有价值的组合,推动前沿科学创新(LeCun, et al., 2015)。发挥赋能效应,人工智能通过优化材料成份配比、改进工艺流程、提高制造精度,提升产品性能,助力“卡脖子”关键核心技术攻关(Agrawal, et al., 2019)。借助渗透能力,人工智能广泛介入实体经济,推动传统产业迭代升级,实现产业跨越式创新(Hall, et al., 2010)。第二,人工智能产业具有较长的产业链,通过聚集效应,带动人工智能、大数据、物联网、云计算、区块链等产业的发展,形成空间聚集的技术变革集群。第三,产业发展具有显著的路径依赖特征,既有的优势会强化未来的优势,从而影响未来的发展格局(Boschma, et al., 1999; Keeble, et al., 1999)。人工智能产业在东部三大城市群的创新优势和聚集优势,将在路径依赖效应的循环累积作用下得到进一步强化,东部三大城市群将是未来较长时期人工智能产业的主要聚集区。

3. 人工智能产业空间格局趋于协调的条件

从整个国土空间看,人工智能在东部三大城市群的分布格局是一种高度聚集的空间形态。基于前三次科技革命的经验,主导产业空间格局趋于协调的时间和程度取决于产业生命周期、基础设施的完善程度以及区域协调发展战略政策的方向和力度等条件。当人工智能产业进入成熟阶段,其他区

域智能基础设施网络不断完善,区域协调发展政策力度不断加大时,人工智能产业的空间扩散效应将更为突出,促进产业空间格局趋向协调。同样地,根据前三次科技革命的经验,协调发展并不等同于平均发展,空间聚集仍将是人工智能产业的主要空间形态。

五、结论与建议

科技革命催生的主导产业是决定区域空间格局的重要力量,其空间格局的演变直接影响区域经济差异的演化和新发展格局的构建。

(一)主要结论

回溯过去一百多年,尽管受到战争和计划经济等因素的影响,但随着市场经济的建立与完善,前三次科技革命催生的主导产业在中国国土空间上呈现出一定的演变规律:高度依赖国内外资源和国外市场的产业(原油、塑料、化学纤维、钢铁、生铁)受到地理条件、自然资源和国外市场的很大约束,靠近资源或市场的地理区位和自然资源再发现对空间格局的演变发挥重要作用。其他产业(电力、邮电业、纱、布、汽车、计算机、通信和其他电子设备制造业、域名数)的空间格局都呈现先聚集后分散的空间演变过程。展望第四次科技革命时代,京津冀、长三角、粤港澳大湾区等东部三大城市群将是未来较长时期人工智能产业的主要聚集区。

作为第四次科技革命的主导产业,人工智能的发展直接决定着国家的发展、安全与国际竞争力,加快发展人工智能刻不容缓。然而,中国人工智能的发展还存在一些短板与不足。一是当前人工智能的研发与应用不足,发展中还存在一些伦理道德问题与安全风险,促进人工智能健康发展是一项重要的挑战。二是根据前三次科技革命主导产业的空间演变规律,处于产业生命周期创新阶段的人工智能的发展将在未来一段时期拉大中国本已较大的区域差距,促进人工智能在区域空间协调发展是另一项重要的挑战。根据产业空间格局趋于协调的三个条件,在人工智能产业生命周期既定的条件下,产业空间格局趋于协调的关键在于完善人工智能基础设施和科学把握区域协调战略政策的力度和方向。

(二)政策建议

人工智能是关乎中国式现代化进程、中华民族

伟大复兴目标和国际地位的战略力量,为推动人工智能产业健康和协调发展,提出以下几点建议。

1.加快人工智能的研发与应用

一是鼓励从符号主义、连接主义、行为主义等多条路径,开展前沿科学的自由探索,提升人工智能的基础研究水平。二是加强“政产学研金服用”的互动与联系,建设开放生态系统,为人工智能的发展提供支撑。三是结合各个产业和各个企业的特点,启动应用试点,积累经验之后实施学样仿样推广法,形成以点带面的应用格局。四是作为突破性前沿创新,人工智能的发展也是一个创造性破坏的过程,将给就业市场带来一定的冲击,需要借鉴丹麦模式,在劳动力市场建立和完善“弹性保障”体系,降低失业冲击,从而为人工智能的发展提供社会支持。

2.规范人工智能技术的发展

近年来人工智能技术在各行各业加速应用,特别是ChatGPT的出现,预示着通用人工智能时代将会比预想更快到来,这引发了许多深层次的伦理道德和安全的挑战。为此,一是要在设计之初,将人类社会的伦理规范和价值观念嵌入人工智能系统。二是要加强代码和决策透明性,促进国际交流合作,制定人工智能算法规范和标准(莫宏伟,2018)。三是要细化完善现行法律法规,明确人工智能产品设计者、生产者和使用者的责任范围,用户保有对算法等的知情权与被解释权,确保人工智能安全有序发展。

3.完善中西部和东北地区的人工智能基础设施

算力枢纽和数据中心是人工智能发展最为重要的基础设施。尽管中西部地区的四川、重庆、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏等地建设了国家算力枢纽节点和国家数据中心,但由于数据碎片化和数据孤岛的存在,算力枢纽利用效率较低,数据中心面临着数据资源和数据市场“两头在外”的发展困局。为此,按照“建设数据走廊、盘活算力枢纽、带动人工智能”的思路,在数据安全的前提下,以政府部门数据开放为示范引领,有序打通部门之间和城市之间的数据孤岛,整合中西部和东北地区的碎片化数据,建设数据走廊,提升算力枢纽的利用效率,为人工智能产业的发展奠定基础。

4.科学把握区域协调战略政策的方向和力度

处于产业生命周期创新阶段的人工智能需要

高级生产要素的支撑,高级生产要素具有较高的空间集中性,引导人工智能产业空间格局趋于协调需要把握好方向和力度。城市群既是经济活动的主要聚集区,也是科技人才的主要分布区,具有支撑人工智能产业发展的较好基础。根据人工智能产业发展的生命周期,适时引导人工智能产业优先向东部三大城市群之外的城市群扎根发展。人工智能产业的引入,将带动这些城市群更高质量的发展,进而在整个国土空间上推动形成多极格局,拉动更广泛的区域实现协调发展,增强国内大循环的内生动力和可靠性,加快构建新发展格局。

(致谢:感谢中国石油天然气集团有限公司郑云栋工程师的讨论与建议。)

参考文献

- [1]刘鹤.加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局[N].人民日报,2020-11-25.
- [2]RICHARD B, FORSLID R, MARTIN P, et al. Economic geography and public policy [M]. Princeton: Princeton university press, 2003.
- [3]迈克尔·波特.国家竞争优势[M].李明轩,邱如美,译.北京:华夏出版社,2002.
- [4]米罗斯拉夫·N·约万诺维奇.演化经济地理学:生产区位与欧盟[M].安虎森,等译.北京:经济科学出版社,2012.
- [5]FUJITA M, KRUGMAN P, VENABLES A J. The spatial economy: Cities, regions, and international trade [M]. Cambridge: MIT press, 1999.
- [6]BEHRENS K, DURANTON G, ROBERT-NICOUD F. Productive cities: Sorting, selection, and agglomeration[J]. Journal of political economy, 2014, 122(3): 507—553.
- [7]MELITZ M. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity [J]. Econometrica, 2003, 71(6): 1695—1725.
- [8]HE C, PAN F, CHEN T. Research progress of industry geography in China science press [J]. Journal of geographical sciences, 2016, 26(8): 1057—1066.
- [9]张文尝,等.交通经济带[M].北京:科学出版社,2002.
- [10]陆大道.论区域的最佳结构与最佳发展:提出“点-轴系统”和“T”型结构以来的回顾与再分析[J].地理学报, 2001(2).
- [11]魏后凯.区域经济与政策[M].北京:中国社会科学出版社,2016.
- [12]安虎森.新经济地理学原理[M].北京:经济科学出版社,2009.
- [13]贺灿飞.区域产业发展演化:路径依赖还是路径创造?[J].地理研究,2018(7).
- [14]胡安俊.产业生命周期:企业家精神、聚集、匹配、转移、空间结构的综合研究[M].北京:中国人民大学出版社,2016.
- [15]胡安俊.中国的产业布局:演变逻辑、成就经验与未来方向[J].中国软科学,2020(12).
- [16]胡安俊,孙久文.空间层级与产业布局[J].财贸经济, 2018(10).
- [17]王如玉,梁琦,李广乾.虚拟集聚:新一代信息技术与实体经济深度融合的空间组织新形态[J].管理世界, 2018(2).
- [18]DURANTON G, PUGA D. Micro-foundations of urban agglomeration economies [C]// HENDERSON J V, THISSE J. Handbook of regional and urban economics. Amsterdam: North Holland, 2004.
- [19]张五常.中国的经济制度[M].北京:中信出版社,2009.
- [20]AUDRETSCH D B. Knowledge spillovers and the geography of innovation [C]// HENDERSON J V, THISSE J. Handbook of regional and urban economics. Amsterdam: North Holland, 2004.
- [21]克里斯·弗里曼,弗朗西斯科·卢桑.光阴似箭:从工业革命到信息革命[M].沈宏亮,译.北京:中国人民大学出版社,2007.
- [22]王劲峰,等.空间数据分析教程[M].北京:科学出版社, 2019.
- [23]赵作权.空间格局统计与空间经济分析[M].北京:科学出版社,2014.
- [24]卡尔·贝内迪克特·弗雷.技术陷阱:从工业革命到AI时代,技术创新下的资本、劳动与权力[M].贺笑,译.北京:民主与建设出版社,2021.
- [25]JIA R. The legacies of forced freedom: China's treaty ports[J]. Review of economics and statistics, 2014, 96(4): 596—608.
- [26]LI N. Legacy of civil: The long-term effect of Taiping rebellion on economic development in modern China [R]. SSRN working paper, No. 3220756, 2015.
- [27]李代耕.中国电力工业发展史料:解放前的七十年(1879—1949)[M].北京:水利电力出版社,1983.
- [28]刘静,何捷,徐苏斌.中国近代城市工业时空演变分析[J].城市规划,2021(9).
- [29]严鹏.简明中国工业史[M].北京:电子工业出版社,2018.
- [30]王志轩.新中国电气化发展七十年[J].中国能源, 2019(10).
- [31]张国宝.中国电力联网记——世界上规模最大的互联互通大电网是怎样建成的?[J].中国经济周刊,2016(13).
- [32]程强.70年,我国石油工业实现三大跨越:访中国工程院院士康玉柱[J].中国石化,2019(9).
- [33]曹湘洪.石油化工知识简明读本[M].北京:中国石化出

- 版社,2018.
- [34]方兴东,陈帅.中国互联网25年[J]. 现代传播(中国传媒大学学报),2019(4).
- [35]国家统计局.新中国成立60周年邮电通信业发展突飞猛进(节选)[J]. 通信企业管理,2009(11).
- [36]凯德·梅茨.深度学习革命[M]. 桂曙光,译.北京:中信出版社,2023.
- [37]杨立昆.科学之路[M]. 北京:中信出版社,2021.
- [38]理查德·鲍德温.失序:机器人时代与全球大变革[M]. 朱海燕,译.北京:中信出版社,2021.
- [39]刘刚.中国新一代人工智能科技产业发展报告2021[R]. 中国新一代人工智能发展战略研究院,2021.
- [40]LECUN Y, BENGIO Y, HINTON G. Deep learning [J]. Nature,2015,521: 436—444.
- [41]AGRAWAL A, GANS J, GOLDFARB A. The economics of artificial intelligence: An agenda [M]. Chicago: The university of chicago Press,2019.
- [42]HALL B H, ROSENBERG N. Handbook of the economics of innovation[M]. Amsterdam: North-Holland,2010.
- [43]BOSCHMA R A, LAMBOOY J G. Evolutionary economics and economic geography [J]. Journal of evolutionary economics,1999,9(4): 411—429.
- [44]KEEBLE D, LAWSON C, MOORE B, et al. Collective learning processes, networking and institutional thickness in the Cambridge region [J]. Regional studies, 1999, 33 (4): 319—332.
- [45]莫宏伟.强人工智能与弱人工智能的伦理问题思考[J]. 科学与社会,2018(1).

Scientific and Technological Revolutions and the Evolution of the Spatial Pattern of China's Leading Industries: Mechanism, Law and Trend

Hu Anjun Tang Yu Sun Jiuwen

Abstract: Grasping the evolution law and development trend of the spatial pattern of leading industries can provide support for narrowing regional disparities and constructing the New Development Pattern. During the first three scientific and technological revolutions, leading industries that relied heavily on domestic and foreign resources and foreign markets were greatly constrained by geographical conditions, natural resources, and foreign markets. Other leading industries exhibited a spatial evolution pattern of first gathering and then dispersing under the leadership of market mechanisms. During the fourth scientific and technological revolution, Beijing-Tianjin-Hebei, the Yangtze River Delta and the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area would be the main gathering areas for the artificial intelligence industry in the future for a long period of time. The conditions for this spatial pattern to become coordinated depended on the life cycle of the artificial intelligence industry, the degree of improvement of relevant infrastructure, and the direction and strength of regional coordinated development strategies and policies.

Key Words: Scientific and Technological Revolution; Leading Industries; Spatial Pattern

(责任编辑:彦 伦)