

资源型地区工矿企业空间集聚与区域转型 ——以山西省为例

秦志琴¹, 倪云松¹, 姜晓丽², 王让虎³

(1. 山西大学经济与管理学院, 太原 030006; 2. 太原师范学院城镇与区域发展研究中心, 晋中 030619;

3. 山西大学黄土高原研究所, 太原 030006)

摘要: 工矿企业是资源型地区实现区域转型的关键要素, 研究工矿企业空间集聚的格局特征及驱动机理对于揭示资源型地区转型的空间过程及空间效应具有重要意义。以山西省为例, 基于煤矿企业点数据, 综合采用多种GIS空间分析方法, 分析1990—2017年经济转型阶段, 山西省煤矿企业空间集聚的格局演变及区位指向变化。进一步构建负二项回归模型分析山西省煤矿企业空间集聚演变的影响因素, 解释资源型地区转型发展的驱动机理。结果表明: (1) 煤矿企业整体集聚变化相对稳定, 但发展内涵发生显著变化, 企业趋向大型化、现代化、可持续化发展。(2) 煤矿企业空间集聚逐步与煤层埋深线的岩层走向相吻合, 并且表现出低坡度指向性、临交通线指向性特征。(3) 宏观尺度上, 煤矿企业空间集聚呈现以点状集聚为主到点状集聚与沿煤层线带状扩散并存的演变趋势; 微观尺度上, 煤矿企业核密度降低区域与核密度增加区域具有地理邻近性特征, 空间上表现为煤矿企业的远郊区化过程。(4) 资源禀赋对煤矿企业区位选择的影响最显著, 地形坡度、路径依赖、省道、企业所有制性质、固定资产投资、区域面积等对煤矿企业的区位选择也具有显著影响, 但是作用方向和强度存在差异; 城镇化水平、铁路、高速公路等对煤矿企业区位选择的影响不显著。回归结果表明资源型地区的转型发展受自然基底条件、产业发展基础、区域发展阶段等多重因素的影响。

关键词: 煤矿企业; 空间集聚; 区位指向; 区域转型; 山西省

资源型地区的转型发展是政府和学界长期关注的基本发展问题。尤其是当前中国经济已步入由高速增长向高质量发展的转型阶段, 资源型地区的转型发展对于解决区域发展的不平衡不充分问题具有重要意义。然而, 资源型地区与工矿企业是相伴相生的, 工矿企业的大规模布局是资源型地区向区外长期稳定输出资源性产品的基本原因, 也是导致“资源诅咒”各种发展问题产生和形成锁定的首要原因^[1-5]。长期以来, 政府和学界致力于将优化工矿企业空间布局作为推动资源型地区转型发展的重要手段, 并且成效显著, 体现了人地关系演变客观规律和区域治理主观行为的统一。当前, 资源型地区正逐步进入深度转型期, 研究工矿企业空间集聚的格局演变与驱动机理, 可以丰富资源型地区转型发展规律的理论成果; 厘清转型发展战略调控的空间决策过程, 也可以从宏观、微观等不同空间层面揭示转型发展政策实施的空间效应, 以期为资源型地区的高质量转型发展产生重要决策支撑意义。

收稿日期: 2019-12-11; 修订日期: 2020-02-19

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41501143, 41671123, 41701191); 山西省晋商文化研究课题 (JSKTY201811)

作者简介: 秦志琴 (1980-), 女, 山西长治人, 博士, 副教授, 研究方向为资源型地区城镇化与区域转型。

E-mail: qinzhiquin@sxu.edu.cn

企业空间集聚表现为企业微观主体的区位邻近,是工业化过程中理性区位选择行为追求集聚效率必然产生的空间现象^[6,7]。大量企业空间集聚会对区域空间结构、地域分工和可持续发展产生重要影响。古典区位理论是企业空间集聚研究的基础和经典成果,如 Alfred Weber 的工业区位论、August Losch 的市场区位论等以成本最小或利润最大为目的,主要考虑运费、劳动力、资本等传统要素影响下,企业区位选择行为及其空间集聚现象与机理^[8]。新古典经济学基于静态均衡状态,认为运输成本降低、劳动力池以及知识溢出等经济外部性导致大量联系密切的企业以及相关支撑机构在空间上的集聚,Marshall 是该研究的集大成者^[8,9]。以 Fujita 等^[10]为代表的新经济地理学者开始强调空间的重要性,将规模报酬递增、“冰山”成本、垄断竞争等因素纳入一般均衡模型中分析空间集聚的形成原因。演化经济地理学则是将时间和空间要素、微观企业与宏观制度结合起来,从企业进入、增长、衰退和退出以及区位行为等动态过程阐释企业、产业、集群、网络、城市和区域的空间演化,强调空间演化的路径依赖效应和技术关联的重要性^[11,12]。相关理论成果为研究中国转型期的企业集聚、空间演化和区域转型等发展问题提供了重要的研究范式和理论基础。

转型期企业空间集聚研究备受国内学者关注。经济学领域侧重于讨论企业空间集聚对经济增长、生产率提升、贸易发展等宏观层面,以及对企业技术进步、组织机构的进入与退出等微观层面的影响^[13];地理学更注重企业集聚的空间格局、区位特征以及影响因素等。此外,国内研究还特别关注转型期经济政策和制度安排的影响^[14]。根据企业的产业类型,相关研究成果主要有以下特点:(1)对制造业空间集聚的研究最丰富。研究表明,在全国或省区等宏观尺度,制造业空间集聚与分行业产业特性和区域特征紧密相关,并且经济转型期主要影响因子的作用强度和作用方向具有时空异质性特征^[15];在单个城市的微观尺度,基于企业点数据的研究揭示出转型期城市内部制造业企业空间集聚与城市空间结构、地域功能的耦合关系^[16];在典型行业层面,纺织业、汽车制造业等行业空间集聚揭示出产业转移对区域转型的推动作用,强调发展阶段的局限性和政策导向的约束性^[7,17,18]。(2)随着经济转型的由浅入深,对生产性服务业的关注与日俱增。与制造业相比,宏观尺度生产性服务业的空间集聚也存在区域差异性,但是在受地理因素、累积循环影响方面要弱于制造业^[9];在单个城市的微观尺度,服务业集聚与企业创新能力、土地价格、基础设施条件、供应链环境等因素的相关性较强^[19,20];从典型行业来看,软件产业、金融业、会展业等在城市物理空间拓展和功能转型中充当了重要角色^[21-25]。(3)资源型产业集聚是资源型地区转型发展备受关注的 key 问题。资源型产业集聚与现代产业集聚机理存在一定的差异^[26]。制造业、服务业等产业空间集聚的原因在于溢出效应和规模报酬递增效应,而资源型产业的空间集聚则主要受到资源禀赋的作用,在此前提下再进一步考虑工矿企业的一般区位因子,如,地形适宜性、交通条件、政策支持等^[27]。在经济转型期,工矿企业空间集聚的相关研究方兴未艾。但是,已有研究多采用相对容易获取的产值、就业等面状数据,在一定程度上降低了企业空间集聚测度和识别的精准性;对于驱动机理的研究则偏重于宏观区域层面的分析与解释,缺乏微观企业视角的定量研究做支撑。将宏观区域研究与微观企业研究结合起来则有助于提升经济转型的理论研究水平与实证经验的可借鉴性。

山西省是我国典型的资源型地区,境内布局有数量众多、规模不等、产品优势各异

的煤矿企业。在经济转型由浅入深过程中,转变发展方式、优化经济结构、转换增长动能等转型发展战略都需要落实到微观煤矿企业。在经济高质量发展背景下,探讨煤矿企业空间集聚格局及其驱动机理,从煤矿企业区位选择视角探讨资源型地区的转型成效,对于山西省及其他资源型地区深度转型发展的战略选择和政策实施具有重要的参考价值。本文基于煤矿企业点数据,重点回答以下问题:一是,经济转型过程中,山西省煤矿企业空间集聚演变呈现怎样的趋势特征,煤矿企业的区位指向性发生了哪些变化?二是,影响煤矿企业空间集聚的主要因素有哪些,自然因子与人文因子的作用方向 and 作用程度是否存在较大差异?

1 研究方法与数据来源

1.1 数据来源与处理

与经济指标相比,企业地理坐标数据具有相对独立性,可以有效削弱其与区域人口规模、生产技术效率等指标的内生性,有助于提高企业空间集聚研究的精确性。本文研究数据包括山西省煤矿企业的属性数据和空间信息数据。其中,企业属性数据来源于山西省煤炭工业志(1990年、2010年)中的企业名录,以及山西省煤炭工业厅提供的2017年山西省煤矿企业名录。具体包括:企业名称、成立时间、地理位置、隶属主体、井田面积、保有储量、生产能力、年末从业人员等煤矿企业基本信息。借助 ArcGIS 10.0 软件,实现企业属性数据与空间数据的匹配,分别建立 1990 年、2010 年、2017 年山西省煤矿企业空间数据库,为本文基于 GIS 点数据的空间分析提供基础支撑。文中相关道路交通数据来源于山西省行政区划图,DEM 高程图来自中国科学院地理科学与资源研究所的地球系统科学数据共享平台。

根据中华人民共和国住房和城乡建设部《煤炭工业矿井设计规范》,按照矿井设计生产能力,工矿企业分为特大型、大型、中型、小型等 4 种类型,新建矿井不存在介于两种生产能力的中间类型。需要指出的是,伴随着经济转型的由浅入深推进,小型煤矿的界定发生了明显变化。改革开放初期,生产能力 $\leq 9\times 10^4$ t/a 为小型煤矿;“十五”时期,煤炭资源进行大规模整合,煤矿企业“关小上大、淘汰落后”,小型煤矿的生产能力由 15×10^4 t/a、 21×10^4 t/a、 30×10^4 t/a 逐步调整提升;“十一五”期末, $< 30\times 10^4$ t/a 的煤矿企业全部淘汰。为便于分析,本文采用当前煤矿企业生产能力的划分标准,并且进一步将大型矿井分为大型 I 与大型 II,将小型矿井分为小型 I 与小型 II 等类型,具体如下(表 1)。

表 1 矿井设计生产能力划分
Table 1 Division of coal mine production capacity (10⁴ t/a)

矿井等级	特大型	大型		中型	小型	
		大型 I	大型 II		小型 I	小型 II
设计生产能力	≥ 1000	500、600、700、 800、900	120、150、180、240、 300、400	45、60、90	15、21、30	≤ 9

1.2 研究方法

1.2.1 最邻近指数(Nearest Neighbor Index, NNI)

最邻近距离是表示点状事物在地理空间中相互邻近程度的地理指标。最邻近指数是

通过计算最邻近的点对的平均距离与随机分布模式中最邻近的点对的平均距离, 用其比值判断其与随机分布的偏离程度^[28]。即, 最邻近指数是实际最邻近距离和理论最邻近距离 (即随机分布时的理论值) 的比值, 计算公式为:

$$NNI = d(NN)/d(ran) \quad (1)$$

式中: $d(NN)$ 为最近邻距离; $d(ran)$ 为期望平均最近邻距离, 其取值一般为:

$$d(ran) = 0.5\sqrt{A/N} \quad (2)$$

式中: N 为样本数量 (个); A 为研究区域面积 (km^2)。当 $NNI < 1$ 时, 样本点为集聚分布; $NNI > 1$ 时, 样本点为均匀离散分布; $NNI = 1$ 时, 样本点随机分布。一般采用 Z 值检验结果的可靠性。本文借助 GIS 的空间计算功能, 采用最邻近指数 (NNI) 分别识别 1990—2017 年山西省煤矿企业的空间分布是否属于集聚型, 并且据此判断转型期山西省煤矿企业空间集聚格局的变化趋势。

1.2.2 核密度估计 (Kernel Density Estimation)

核密度估计法是概率论中用来估计未知的密度函数, 属于非参数估计法之一。GIS 核密度估计法充分运用了地理学的距离衰减规律, 距离较近的对象, 权重较大。通过 ArcGIS 10.0 软件中的空间平滑技术, 可以使点密度呈现空间连续变化特征, 从而根据单位面积区域内点密度的空间变化来判断点的空间分布特征^[29]。本文拟采用四次多项式核密度模型计算, 假定待估计点 p 处的密度为 $\lambda_h(p)$, 则其估计值 $\hat{\lambda}_h(p)$ 的计算公式为:

$$\hat{\lambda}_h(p) = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi h^4} \left(1 - \frac{(p-p_i)^2}{h^2} \right)^2 \quad (3)$$

式中: p 为落在以 p 点为圆心、 h 为半径的圆形范围内的第 i 个煤矿企业的位置; h 为步长, 即以 p 为源点的曲面在空间上延展的带宽 (km)。

2 结果分析

2.1 研究区概况

2.1.1 山西省煤炭资源禀赋

《山西省煤炭工业志》资料显示^[30]: 经勘探查明, 至 2010 年, 山西省 11 个市的 119 个县 (市、区) 行政区划中, 有 101 个赋存煤炭资源, 预测含煤面积 $6.39 \times 10^4 \text{ km}^2$, 煤炭储量 $8.71 \times 10^{12} \text{ t}$ 。其中, 煤炭埋深线 2000 m 以内的煤炭储量 $6.40 \times 10^9 \text{ t}$ 。由于单孔钻探技术的限制, 当前主要开采煤炭埋深线 1500 m 以内的煤层。从空间分布来看, 省域 98% 的煤炭资源集中分布于大同、宁武、河东、西山、霍西、沁水等 6 大煤田, 2% 的煤炭资源零散分布于五台、繁峙、平陆、垣曲、广灵、灵丘、阳高等 8 大煤炭产地 (图 1)。整体而言, 山

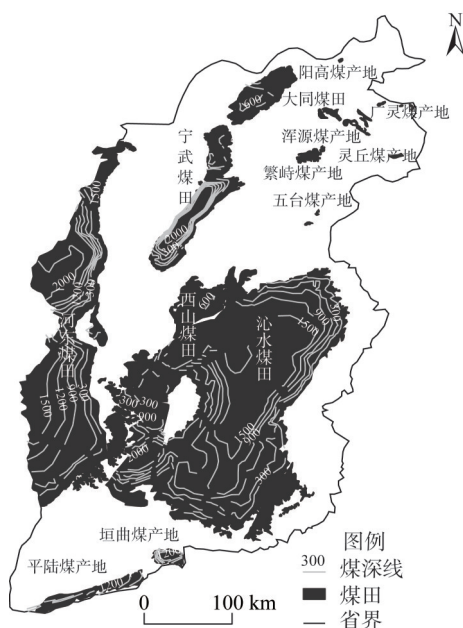


图 1 山西省煤炭资源空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of coal resource in Shanxi province

西省煤炭资源不仅赋存面积广，而且地质构造简单偏中等，主体煤层厚度稳定，开采条件较好，具有得天独厚的大规模布局煤矿企业的禀赋优势。

2.1.2 山西省煤矿企业空间集聚与区域转型的阶段划分

自1949年新中国成立70年来，山西省一直是中国重要的煤炭资源能源基地。1980年以来，山西省区域转型发展大致经历了三个阶段：（1）能源重化工业基地建设阶段（1980—1990年）。这一阶段，为适应工业化快速发展对能源资源的巨大需求，国家实施鼓励煤炭资源大规模开发战略。山西省煤矿企业急剧增加，但是空间集聚呈现“多、小、散、乱”粗放式特征，导致经济结构失衡、城市服务功能弱、环境污染破坏严重等一系列可持续发展问题。（2）结构调整与转型阶段（1990—2010年）。这一阶段，工业化水平的迅速提升以及矿产资源大规模整合、国有企业改革、国际金融危机等多种因素共同作用下，煤矿企业通过兼并重组向大型化、集团化、现代化发展方向转型；同时，矿区生态修复与土地整治等重大工程开始大规模实施。在此过程中，借助于煤矿企业的空间集聚与重组，山西省资源型经济转型呈现出显著向好态势。（3）深度转型阶段（2010年至今）。这一阶段，山西省国家资源型经济转型综合配套改革试验区战略开始实施，煤矿企业空间集聚的优化与重组仍然是推动资源型经济深度转型的重要力量。尤其是在供给侧结构性改革推动下，煤矿企业产能结构不断优化；近期，国家能源革命综合改革试点战略又为新时代山西煤矿企业的高质量发展提出新方向。煤矿企业空间集聚正逐步围绕加强能源合作、维护能源安全、应对气候变化、保护生态环境等高质量可持续发展目标展开。

2.1.3 转型期山西省煤矿企业数量与规模等级变化

采用描述性统计分析方法揭示山西省煤矿企业规模等级分布的变化趋势。结果显示（表2），1990年、2010年、2017年，山西省煤矿企业的总数分别为1221个、1036个、1011个。可见，改革开放以来，山西省煤矿企业数量庞大且变化稳定，始终发挥着保障国家能源资源安全的重大地域功能。进一步将山西省各等级类型煤矿企业的统计数据进行分析发现，煤炭矿企业的规模等级发生了显著变化。具体而言，1990年，煤炭工矿企业的规模等级分布呈现金字塔型结构。这一时期，企业规模普遍偏小，小型煤矿企业占全省煤矿企业总数的92.55%，其中，小型I企业占比为75.92%；中型企业占比4.26%；大型企业II仅占3.19%，尚没有大型企业I和特大型企业。2010年，煤矿企业的规模等级分布呈现橄榄型结构。这一时期，规模 $<30\times10^4$ t/a的企业已全部淘汰， 30×10^4 t/a的小型企业仅占3.57%；中型企业占到60.91%；大型II企业占比29.63%，大型I企业占比

表2 山西省煤矿企业数量与规模的统计

Table 2 Statistics on the number and scale of coal mining enterprises in Shanxi province

年份	样本数 /个	特大型		大型				中型		小型			
				大型I		大型II				小型I		小型II	
		数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%		
1990	1220	0	0	0	0	39	3.20	52	4.26	202	16.56	927	75.98
2010	1029	18	1.75	49	4.76	296	28.77	629	61.13	37	3.60	0	0
2017	1011	9	0.89	28	2.77	360	35.61	591	58.46	23	2.27	0	0

4.15%,特大型企业占比1.74%。与2010年相比,2017年煤矿企业规模等级分布的橄榄型结构更加明显,大型II企业比例增加,小型、中型、大型I与特大型企业均呈现减少趋势。可见,经济转型期,山西省煤矿企业逐步向大型化、集团化方向发展,企业等级规模由“金字塔型”结构逐步演变为“橄榄型”结构。

2.2 转型期煤矿企业空间集聚演变过程

2.2.1 煤矿企业整体集聚特征显著且变化稳定,但发展内涵发生根本性变化

利用 ArcGIS 10.0 中软件中的平均最邻近距离模块 (Average Nearest Neighbor Distance) 对研究时段内山西省的煤矿企业进行集聚程度分析。结果显示 (表3), 1990年、2010年、2017年, 山西省煤矿企业的最邻近指数 NNI 分别为 0.52、0.55、0.51, Z 检验值分别为 -31.96、-27.66、-29.42, 且计算结果的显著性水平都为 1%。可见, 1990 年以来, 山西省煤矿企业的空间集聚特征显著, 且空间集聚程度变化相对稳定。但是, 值得注意的是, 转型过程中煤矿企业的发展方式发生了根本性变化。1990 年, 煤矿企业整体规模小且分散, 生产能力低于 9×10^4 t/a 的小型企业有 927 个, 这类企业勘探水平、开采技术普遍落后, 以开采露天煤炭、浅煤层为主, 并且私挖滥采现象严重。其造成的严重后果是, 工矿区地表大范围变形塌陷、地下水资源严重污染、土地资源大量浪费等诸多不可持续问题。与 1990 年相比, 通过煤炭资源大规模整合与有偿使用制度的建立和逐步完善, 到 2010 年时, 山西省全部淘汰了生产能力 $< 30 \times 10^4$ t/a 小煤矿。随着地质勘探开采水平的提升, 以及政府对资源开采的严格管控, 煤矿企业的选址与地下煤层开发逐步可持续化。

表3 山西省煤矿企业最邻近距离分析

Table 3 NNI of large-scale coal mining enterprises in Shanxi province

年份	样本数/个	平均最邻近距离/m	期望平均最邻近距离/m	最邻近指数 (NNI)	Z 检验值	显著性水平/%
1990	1221	3118.54	5977.93	0.52	-31.96	1
2010	1036	3415.19	6205.66	0.55	-27.66	1
2017	1011	3205.24	6207.78	0.51	-29.42	1

2.2.2 煤矿企业空间集聚指向演变

煤矿企业是典型的资源指向性工业, 企业区位选择主要考虑两部分, 即地下采煤区和地面矿区。除了根据煤层赋存及压茬关系等因素满足井下开拓、开采方式的地质可行性以外, 还要根据矿区建设模式、基础设施布局等地面场地建设需求, 选择适宜工矿场地布局的较为开阔和平整的地块空间。与此同时, 煤矿企业要向区外长期提供大量资源性工业产品, 还需要考虑交通基础设施的承载容量及交通线的通达性。

(1) 煤矿空间集聚与煤层埋深线走向趋于吻合

煤炭资源的赋存条件直接决定煤矿企业的选址位置和产能规模。借助于 ArcGIS 10.0 软件, 分别采用 1990 年、2010 年、2017 年山西省煤矿企业点数据, 绘制山西省煤矿企业空间分布图 (图2)。结果显示, 1990—2017 年, 山西省煤矿企业空间集聚呈现较为稳定的“双 S 型”格局。进一步与山西省煤炭资源分布图中的煤层埋深线空间分布进行对比 (图1)。可以发现, 山西省煤矿企业的空间集聚与 300~1200 m 埋深线的煤层走向趋于吻合。可见, 一方面, 由于储量规模、地层岩相、水文条件等资源禀赋条件具有显著的区

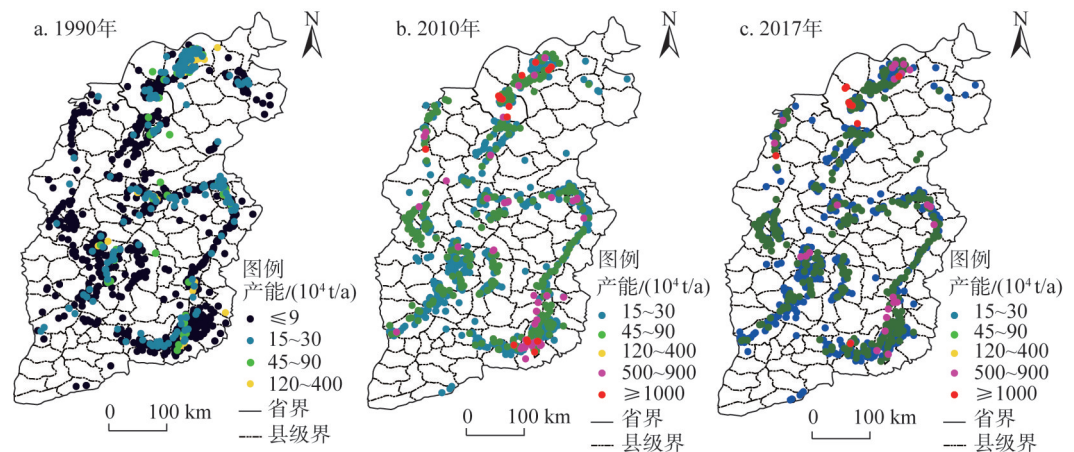


图2 1990—2017年山西省煤矿企业空间集聚格局

Fig. 2 The spatial agglomeration of coal mining enterprises in Shanxi province from 1990 to 2017

域差异性，工矿企业空间集聚呈现出“资源束缚”式的格局特征。另一方面，当前国内煤炭资源的单孔钻探深度一般在1500 m以内，大于这个深度值一般被认为会受到勘探开采成本及技术可行性的制约。因此，煤矿企业空间集聚还具有“技术束缚”特征。

(2) 煤矿企业空间集聚呈现低坡度指向性

地形是工矿企业布局需要考虑的基本自然地理因素，对于土地开发利用和生态环境治理等工程可行性和运行成本具有重要意义。一般地，坡度是表征地形特征的重要指标。本文将山西省煤矿企业空间集聚图（图2）与山西省DEM高程图进行叠加，揭示煤矿企业布局的坡度指向性特征。按照<5°，5°~10°，10°~15°，15°~25°等4个等级坡度，统计研究时段不同坡度范围的煤矿企业数量和规模分布。结果显示（表4），煤矿企业数量随着地形坡度的增加而减少，<5°的坡度范围内，煤矿企业的数量所占比例最高，为43.51%；<10°坡度范围内，煤矿企业数量累计占比为75.37%。从煤矿企业规模来看，<5°的坡度范围内，62.96%的特大型企业，以及68.83%的大型I企业布局；<10°坡度范围内，81.48%的特大型企业，以及92.21%的大型I企业布局；大型II、中型、小型煤矿企业在<10°坡度范围内布局的数量比例均高于70%。

由此可见，煤矿企业空间布局呈现低坡度指向性，且企业的生产规模越大，空间布

表4 1990—2017年山西省不同坡度范围内煤矿企业分布

Table 4 The coal mining enterprises in different ranges of the slope in Shanxi province from 1990 to 2017

坡度 /(°)	样本数		特大型		大型				中型		小型			
					大型I		大型II				小型I		小型II	
	数量/ 个	占比/ %	数量/ 个	占比/ %	数量/ 个	占比/ %	数量/ 个	占比/ %	数量/ 个	占比/ %	数量/ 个	占比/ %		
<5	1437	43.51	17	62.96	53	68.83	304	43.74	531	41.59	141	53.82	393	42.39
5~10	1028	31.86	5	18.52	18	23.38	227	32.66	413	32.47	79	30.15	286	30.85
10~15	462	14.32	3	11.11	5	6.49	94	13.53	217	17.06	22	8.40	121	13.05
15~25	333	10.32	2	7.41	1	1.30	70	10.07	113	8.88	20	7.63	127	13.70
总量	3260	100	27	100	77	100	695	100	1272	100	262	100	927	100

局的低坡度指向性特征越明显。显然，这是企业理性区位选择的结果。原因在于，低坡度地形可以有效降低企业布局的地面开发成本，提高土地利用效率；有利于厂区各种功能片区的空间协同，提高企业空间运行效率；可以有效降低矿区对外交通线的建设成本和运输成本，且有利于交通运输安全；并且，低坡度区域的矿区土地利用对生态环境的破坏程度以及综合治理成本要明显低于高坡度地区。

(3) 煤矿企业空间集聚呈现临交通线布局特征

山西省一直是我国最大、最稳定的煤炭输流省^[31]。为揭示煤矿企业布局与区域交通线的空间关系，采用缓冲区叠置分析方法，对研究时期内山西省主要交通线进行10 km缓冲区分析。结果显示（表5）：1990年，山西省省道、国道、铁路的10 km缓冲区内，煤矿企业数量分别占当期样本总量的78.03%、48.03%、34.83%，临高速公路布局很少，仅占0.25%；2000年，交通线10 km缓冲区内煤矿企业数量发生明显变化，临省道、铁路、高速公路布局的企业数量占比分别上升到81.14%、53%、46.13%，临国道布局企业数量下降到41.88%；与2010年相比，2017年煤矿企业临交通线集聚数量变化幅度较小。整体而言，企业临近省道的占比相对较高，临近国道、高速公路、铁路的占比相对较低。这是因为，在山西省全域煤炭外运格局中，省道承担着众多煤矿企业与国道、高速公路、铁路等运输方式的“毛细血管”式的连接作用，而国道、高速公路、铁路则承担着省域煤炭外运的交通“大动脉”的功能。工业区位理论认为，运费是企业区位选择的一般性因子。显然，综合交通运输方式可以增加煤炭运输的通达性，对于煤矿企业降低运输成本、提高煤炭资源流通效率具有重要意义。

表5 1990—2017年山西省煤矿企业10 km缓冲区内分布

Table 5 The coal mining enterprises in the 10 km buffer in Shanxi province from 1990 to 2017

年份	样本数 /个	铁路		高速公路		国道		省道	
		数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%
1990	1220	425	34.83	3	0.25	586	48.03	952	78.03
2010	1034	548	53.00	477	46.13	433	41.88	839	81.14
2017	1011	545	53.91	493	48.76	451	44.61	811	80.21

2.2.3 不同空间尺度下的煤矿企业空间集聚演变趋势

(1) 省域宏观层面呈现多中心扩散与分化趋势

利用ArcGIS 10.0软件的核密度空间分析功能，生成山西省煤矿企业的空间集聚密度图（图3）。结果表明，1990—2017年，山西省煤矿企业空间格局呈现出以核心集聚为主到核心集聚与轴带扩展并存的演变趋势。具体而言，1990年，山西省煤矿企业空间集聚呈现出4个显著集聚中心，其中以大同市区及其周边地区煤矿企业的集聚程度最为显著，阳泉市区及周边、介休与灵石及周边、晋城市区及周边的煤矿企业集聚程度稍弱，但也形成了非常明显的集聚中心；沿大型煤田的煤层线分布的“双S型”带状格局初步形成，但是带状集聚程度还很低。相比1990年，2010年山西省各地区煤矿企业空间集聚的程度有增有减，但整体集聚程度更加显著，晋北地区煤矿企业集聚的核心范围由大同向朔州扩散，晋东南地区煤矿企业的集聚核心由晋城向长治扩散；古交、阳泉、柳林、长治、晋城等核心区的集聚程度更加明显，沿大型煤田煤层线的“双S型”带状集聚格

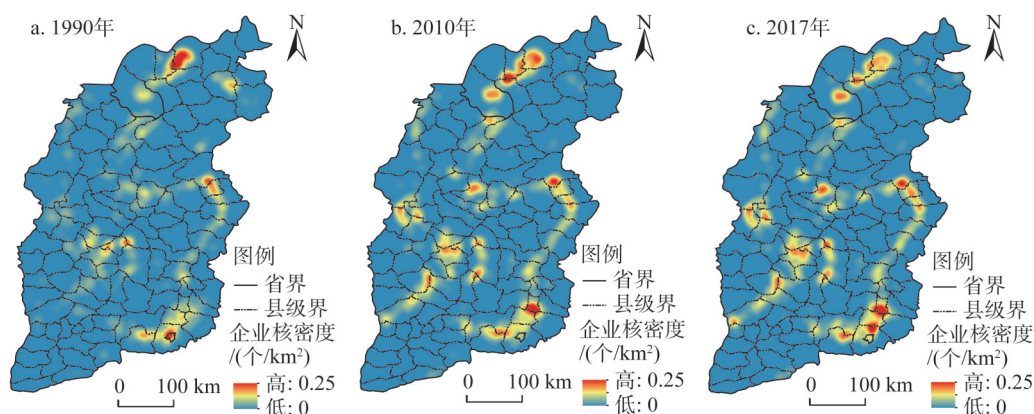


图3 1990—2017年山西省煤矿企业核密度估计空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of kernel density of coal mining enterprises in Shanxi province from 1990 to 2017

局已经形成；与2010年相比，2017年“双S型”带状集聚格局变动较小，但晋北地区煤矿企业的集聚程度明显减弱，晋东南地区煤矿企业在阳城、高平等区域形成了新的集聚中心，而晋城市区煤矿企业的集聚程度已很弱。

(2) 市域微观层面呈现由中心城市向周边县域转移趋势

利用不同年份煤矿企业核密度的栅格数据，通过地图代数运算得到1990—2010年、2010—2017年、1990—2017年山西省煤矿企业密度变化的栅格图，揭示煤矿企业空间集聚的微观变动特征（图4）。结果显示：研究时段内，山西省煤矿企业空间集聚的核密度增减变化显著，增幅最高达0.11个/km²，下降幅度最高达到0.20个/km²。从核密度变化的空间分布来看，1990—2010年，煤矿企业核密度降低区域与核密度增加区域呈现地理邻近性特征，在空间上表现为市区旧的煤矿集聚中心的衰退与周边县域新的煤矿集聚中心的发展和壮大，如大同、介休、阳泉、晋城等城市及其周边。原因在于，一方面，经济转型期，城市空间重组过程中“退二进三”的土地置换，推动市区煤矿企业的郊区化转

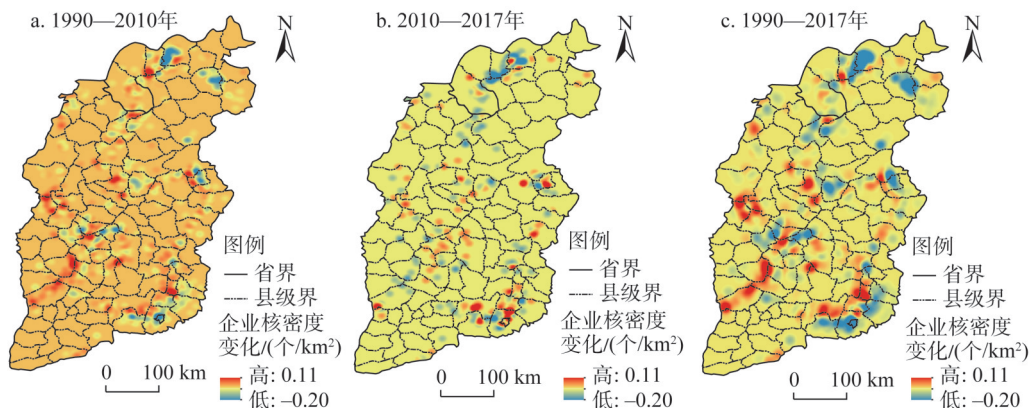


图4 1990—2017年山西省煤矿企业核密度空间变化

Fig. 4 Spatial changes in kernel density of coal mining enterprises in Shanxi province from 1990 to 2017

移，另一方面，煤炭资源大规模整合过程中，资源枯竭的老矿以及散乱的小矿被关闭或与周边矿井合并，形成新的现代化水平较高的大矿；2010—2017年，煤矿企业核密度以下降趋势为主，但是整体下降幅度较小。从分区域看，晋北地区仍然呈现明显的下降趋势，晋东南地区则仍然呈现明显的增长趋势。整体而言，1990—2017年是山西省资源型经济全面转型的重点时期，城市功能转型、空间重构以及生态修复治理等可持续发展战略对城市土地利用和土地覆被变化产生强烈需求，尤其是经济高质量发展背景下，供给侧结构性改革推动煤矿企业与区域转型不断深化，煤矿企业空间集聚发生了显著变化，在此过程中煤矿企业转型与区域转型相互推动、彼此融合。

2.3 转型期煤矿企业空间集聚演变的影响因素分析

2.3.1 影响因素的选择与量化

上述研究表明，1990—2017年山西省煤矿企业数量总体变化相对稳定。但是，由于煤矿企业的空间集聚发生了转移与扩散，各研究单元的煤矿企业集聚程度变化显著。因此，本文将各研究单元内的煤矿企业数量作为分析企业空间集聚区位选择机理的被解释变量。根据工业区位理论，煤矿企业区位选择是在区域资源禀赋条件基础上，叠加建设成本、运输成本、政策导向、企业战略等多因素最终确定的企业空间位置。本文借鉴相关研究成果，从自然地理条件、产业发展基础、政府支持力度等三方面，并结合数据的可得性选取模型的解释变量（表6）。

表6 变量定义及其预期影响

Table 6 Definition of independent variable and its expected impact

变量	变量含义		预期影响
被解释变量			
煤矿数量	煤矿数量 <i>number</i>	各研究单元的煤矿数量/个（取对数）	
解释变量			
资源禀赋	煤层深度 <i>depth</i>	1=埋深小于 1200 m，2=埋深为 1200~1500 m	+
地形条件	地表坡度 <i>slope</i>	各研究单元的平均坡度/(°)（取对数）	不确定
路径依赖	煤炭产业从业数 <i>workers</i>	各研究单元滞后一期的煤炭产业从业人数/人（取对数）	+
区域发展阶段	城镇化水平 <i>urbanization</i>	各研究单元的城镇化率/%（取对数）	-
交通条件	铁路 <i>railway</i>	1=有，0=没有	+
	高速公路 <i>highway</i>	1=有，0=没有	+
	国道 <i>stateroad</i>	1=有，0=没有	+
	省道 <i>provincialroad</i>	1=有，0=没有	+
企业性质	国有企业（ <i>SOE</i> ）	各研究单元的国有煤矿数量/个（取对数）	不确定
	<i>state-owned enterprise</i>		
	地方企业 <i>local enterprise</i>	各研究单元的地方煤矿数量/个（取对数）	不确定
	乡镇企业 <i>town enterprise</i>	各研究单元的乡镇煤矿数量/个（取对数）	不确定
政府调控	固定资产投资（ <i>FAI</i> ） <i>fixed asset investment</i>	各研究单元的固定资产投资额（取对数）	+
控制变量			
区域面积	行政区域面积（ <i>area</i> ）	各研究单元行政区域土地面积/10 ⁴ km ² （取对数）	+

（1）自然地理条件。煤炭资源禀赋条件是煤矿企业区位选择的基本原因，禀赋条件越好，越利于长期布局大型煤矿企业。一般地，受煤炭资源开采钻探技术制约，煤层越

深,开采成本越高。本文采用赋值方法,将地下煤层线<1200 m的区域赋值1,将地下煤层线1200~1500 m的区域赋值2,期望其回归系数为正。坡度是代表区域地形特征的重要指标,坡度越大,煤矿企业建设与运输成本越高,期待回归系数为负。

(2) 产业发展基础。由于需求累积循环效应的作用,煤矿企业空间集聚会受制于路径依赖的影响。本文采用滞后一期区域煤炭产业从业人数作为指标,期待回归系数为正。受城镇化发展阶段的影响,土地价格提升、产业结构转型、城市生态环境改善等都会促使煤矿企业逐步转移到远离城镇的区域,本文采用城镇化水平表示区域发展阶段,期待回归系数为负。交通运输条件决定煤矿企业的区位通达性,交通优势对煤炭资源的流向起到了有力的支撑和牵引作用。选取铁路、国道、省道、高速公路等4种主要输煤方式,分别采用虚拟变量表示,如果区域内有该交通线路,赋值为1,否则为0,期望其回归系数为正。

(3) 政府支持力度。国有煤矿企业工业化水平高、产能规模大,是区域煤矿开发利用的中流砥柱。国家对煤炭产业的资金投入和技术创新支撑重点偏向国有大型煤矿企业。地方煤矿企业不仅是地方政府财政收入的重要来源,而且是当地吸纳就业的主力军,因而受到地方政府的重点支持。而乡镇煤矿企业则是在改革开放初期煤炭资源需求巨大且国家对资源管控力度较弱的背景下迅速发展起来的。“十五”“十一五”时期,山西省煤炭资源大规模整合过程中,乡镇煤矿企业已逐步被淘汰、关闭或被大型煤矿企业兼并。因此,本文仅对1990年的乡镇煤矿企业进行回归。需要说明的是,煤炭资源属于国有资产,经济转型过程中,政府通过一系列政策、制度等因素刺激或约束煤矿企业的产能、产量,引导煤矿企业空间布局等,但是表征政策制度的相关指标多数难以量化。因此,本文选取的解释变量为国有、地方、乡镇等不同所有制性质的煤矿企业数量,回归系数不确定。固定资产投资的增加体现政府的财政支出规模和经济干预能力,选取固定资产投资额表征政府调控力度,并预期其回归系数符号为正。

(4) 控制变量。一般地,县域覆盖的煤层面积越大,煤矿企业数量扩张与规模提升的可能性越大。因此,本文将县域行政区面积作为控制变量。为减少共线性和避免异方差,模型中表征变量的指标数据取对数。

2.3.2 模型选择

本文把可能影响煤矿企业空间集聚的主要因素纳入到同一个理论模型框架,比较各个因素对煤矿企业区位选择的影响方向和作用程度。落在每个研究区域内的企业数量是不连续的,因变量为离散型非正态变量。因此,拟采用泊松模型或负二项模型进行回归。基本泊松回归的模型为^[16,23,25]:

$$\ln \lambda_i = \text{Offset}_i + \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_i x_i \quad (4)$$

式中: λ_i 是 y_i 的估计参数,若 y_i 服从泊松分布,则:

$$P\left(Y_i = \frac{y_i}{x_i}\right) = \frac{\lambda_i^{y_i}}{y_i!} e^{-\lambda_i} \quad (5)$$

需要注意的是,泊松回归模型的一个重要特征是因变量的条件均值与条件方差相等,且等于 λ (λ 既为均数也为方差),即:

$$\text{Var}\left(\frac{Y_i}{X_i}, \beta\right) = E\left(\frac{Y_i}{X_i}, \beta\right) = m(X_i, \beta) = e^{\beta x_i} \quad (6)$$

若描述对象为非独立事件，计数资料的特点往往表现为方差远远大于均数，属超离散型变量（over-dispersion）。用泊松回归模型来描述单位时间或空间内发生数的影响因素可能会造成对标准差的估计过低。这种情况下需用负二项模型进行回归，模型如下：

$$\ln \lambda_i = \ln k_i + \text{Offset}_i + \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_i x_i \quad (7)$$

最终选择哪个模型主要取决于偏差统计量（Deviance）和Pearson拟合度统计量这2个表征模型拟合度的指标。采用估计值与观测值之差衡量模型与实际数据的吻合程度，这两个统计量的差值越小，模拟结果越好。

2.3.3 结果分析

分别利用Poisson回归模型和负二项回归模型进行回归，结果显示：偏差统计量（Deviance）和Pearson拟合度统计量均明显高于负二项回归结果，表明采用负二项模型优于泊松回归模型。因此，本文选择负二项模型进行回归模拟，采用最大似然法对其进行估计，并且结果通过显著性检验（表7）：

表7 煤炭企业数量负二项回归模型估计结果

Table 7 Regression results of negative binomial model on the number of coal mining enterprises

变量	模型1：全部年份	模型2：1990年	模型3：2010年	模型4：2017年
<i>depth1</i>	1.408***	1.234***	2.046***	1.314***
<i>depth2</i>	0.288***	0.105	0.164*	0.445***
<i>slope</i>	0.037***	0.034*	0.031**	0.048**
<i>path</i>	0.010*	0.049**	0.007**	0.033**
<i>urbanization</i>	-0.001	0.000	-0.000	-0.001
<i>railway</i>	-0.001	0.182	0.040	-0.098
<i>high road</i>	-0.010	0.345	0.055	0.186
<i>state road</i>	0.051	0.010	0.015	0.028
<i>provincial road</i>	0.422**	0.098	0.351*	0.921***
<i>SOE</i>	0.058***	-0.093**	0.064***	0.044**
<i>local enterprise</i>	0.065***	0.016	0.065***	0.042***
<i>town enterprises</i>	0.068***	0.080***	—	—
<i>FAI</i>	0.125***	0.064	0.183***	0.252***
<i>area</i>	-0.166**	-0.054	-0.115	-0.3456***
样本数/个	3260	1220	1029	1011
Pseudo R^2	0.2556	0.2520	0.3417	0.2813

注：***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平上显著，2010年、2017年，小型企业已全部取缔，因此不做分析。

从企业数量的回归结果来看，资源禀赋对煤矿企业的区位选择显著性最突出，且回归系数普遍高于其他指标，地形坡度、路径依赖、交通条件、企业性质、固定资产投资、区域面积等对煤矿企业的区位选择也具有显著影响，但是作用方向和强度存在差异。具体而言，（1）煤层深度的回归系数显著为正，与预期符号一致，且<1200 m煤层线的回归系数与显著性均高于1200~1500 m煤层线的模拟结果。这表明资源禀赋是煤矿企业区位选择的基本原因，且煤层线越浅对煤矿企业越具有吸引力。同时，模型2显示1200~1500 m煤层线的回归结果不显著。究其原因，可能是1990年山西省仍然存在大量产能低于 9×10^4 t/a的乡镇煤矿，且当时政府对煤炭开采的管治较松，私挖滥采现象泛

滥,导致开采成本较低的浅层煤遭到严重破坏。(2)地形坡度的回归系数显著为正,与预期符号相反,但是显著性相对较低,回归系数较小。尽管坡度地形会增加建设成本和运输成本,煤矿企业选址更倾向于低坡度地形。但是山西省地处黄土高原东部,煤炭资源主要分布在西部吕梁山区和东部太行山区,煤矿企业选址必须在坡度地形中寻找相对最优区位。(3)路径依赖对煤矿企业区位选择的影响显著为正,与预期符号一致。根据新增长理论,资源型地区会在需求循环累积效应的作用下形成煤炭生产功能的锁定效应,煤矿企业表现出空间衍生的特点,即煤矿企业规模、数量的扩张以及企业的本地化扩散。路径依赖是资源型经济形成的重要原因。因此,资源型地区的深度转型必须突破路径依赖的演变轨迹,通过创新性的路径创造实现高质量的转型发展。(4)城镇化水平对煤矿企业区位选择的影响不显著。模型1、模型3、模型4的回归结果为负,模型2的回归结果为正。原因可能是,在改革开放初期,山西省城镇“因煤而立、因煤而兴”的现象相当普遍,煤矿项目建设是城镇发展的直接原因和根本动力。但是转型过程中,城镇化水平的提高不断推动煤矿企业远离城市布局,因而回归系数转变为负数。尽管山西省产业结构对煤炭资源的依赖性在逐步降低,但是短期内很难摆脱资源依赖的束缚,因而回归结果不显著。(5)交通运输方式的回归结果不显著。铁路是晋煤外运的主要运输通道,但由于黄土高原地形复杂,目前山西省的地质条件仍然不具备大幅度提高铁路路网密度的可行性,铁路煤炭运输的通达性较低,煤矿企业主要依靠高速公路、国道、省道等交通运输方式实现煤矿企业与铁路站场的连接。虽然近年来山西省高速公路路网扩张迅速,但是受黄土高原地形和地质条件制约,高速公路密度仍然较低,且运输成本较高。国道和省道则是煤炭产品短距离运输的主要交通方式。尤其是在黄土高原自然基底制约下,密集分布的省道对于大量中小型煤矿的煤炭输出起到了关键性作用。(6)企业所有制性质的回归结果存在较大差异。模型2结果显示,国有制与煤矿企业空间集聚显著负相关,地方所有制的回归结果不显著,乡镇所有制的回归结果则显著正相关。主要原因在于,改革开放初期煤炭市场巨大需求的刺激与政府管治较松,乡镇煤矿企业短期内数量迅速膨胀,而国有煤矿与地方煤矿受国家体制的制约,数量增长相对缓慢。模型1、模型3、模型4的回归结果表明,经济转型阶段,国有煤矿企业与地方煤矿企业是保障山西省发挥国家煤炭能源基地重要作用的主力军。(7)固定资产投资与煤矿企业区位选择显著正相关,与预期符号一致。煤矿企业建设与运营的沉淀成本巨大,企业进出壁垒高,区域经济容易产生锁定效应。为追求短期利益,煤矿企业生产能力的维持或提高都需要大量的固定资产投资作支撑。(8)县域面积与煤矿企业区位选择呈现负相关,与预期相反。原因可能是山西省地处黄土高原,境内山脉呈“多”字形排列,盆地面积相对较小。山西省煤炭资源禀赋较好的县域普遍海拔较高,地形较复杂,因而县辖面积较小。

3 结论与讨论

本文将山西省作为资源型地区转型的典型案例区,基于煤矿企业点数据,借助于GIS空间分析与负二项回归分析等方法,分析1990—2017年山西省煤矿企业空间集聚的格局演变及其区位指向性变化,并且探究转型期煤矿企业区位选择的影响因素。研究结

论对于分析资源型产业与资源型地区转型发展的过程规律及政策实施效应具有重要意义。主要结论如下:

(1) 经济转型期,山西省煤矿企业整体集聚显著且变化稳定,但发展内涵发生了根本性变化。1990年,山西省煤矿企业布局以“多、小、散、乱”为主要特征;通过煤炭资源大规模整合重组,到2010年时,煤矿企业逐步向大型化、集团化、现代化方向转型;近年来,借助于山西省国家资源型经济综合配套改革试验区的发展机遇以及供给侧结构性改革、国家能源革命综合改革试点等重大发展战略,山西省煤矿企业空间集聚得到进一步重组与优化。

(2) 煤矿企业区位选择主要考虑地面矿区与地下采煤区两部分。经济转型过程中,地下采煤区选址逐步集约化、规范化、法制化。受煤田地质分布、开采技术、战略规划等多重制约,山西省煤矿企业空间集聚格局逐步与300~1200 m煤层埋深线的岩层走向相吻合。地表矿区的区位选择具有低坡度指向性和临交通线指向性。煤矿企业的产能规模越大,空间集聚的低坡度指向性特征越明显。交通线路的通达性越好,对大中型煤矿企业集聚的吸引力越大。但是,由于山西省地处黄土高原,境内海拔较高,山地地形较多,地下采煤区与地表矿区的区位选址很难实现理论与实践的完美结合。

(3) 省域宏观尺度上,山西省煤矿企业空间格局呈现出以重点煤产区的核心集聚为主到重点煤产区核心集聚与沿煤层埋深线轴带扩展并存的演变趋势;市域微观尺度上,煤矿企业空间集聚逐步实现远郊化,表现为城区旧的煤矿集聚中心的衰退与周边县域新的煤矿集聚中心的发展和壮大。

(4) 负二项回归结果显示,资源禀赋对煤矿企业的区位选择显著性最突出,地形坡度、路径依赖、交通条件、企业性质、固定资产投资、区域面积等对煤矿企业的区位选择也具有显著影响,但是作用方向和强度存在差异;城镇化水平、铁路、高速公路等对煤矿企业区位选择的影响不显著。由此可见,煤层地质条件是煤矿企业布局的基本区位因子,资源型产业与资源型地区转型发展的战略规划及政策制定首先要考虑资源赋存的比较优势条件;山脉众多的自然基底条件会使煤矿企业区位选择偏离理想位置,增加建设成本和运输成本;煤矿企业布局具有路径依赖特征,这是资源型经济形成的关键原因,也是资源型经济转型的突出难点;经济转型过程中城镇化水平的提高确实在不断推动煤矿企业远离城市布局,但是短期内城市发展很难摆脱资源依赖的束缚;乡镇煤矿企业空间分布经历了显著集聚到完全淘汰的过程,经济转型过程中,国有煤矿企业和地方煤矿企业成为煤炭生产的主力军;煤矿企业生产能力的维持或提高都需要大量的固定资产投资作支撑;山西省煤矿企业多数布局在海拔较高,地形较复杂,土地面积较小的县域,因而,煤矿企业的区位选择需要考虑区域生态风险以及采煤沉陷区综合治理成本。

当前,资源型地区正逐步进入深度转型期,供给侧结构性改革不断推动煤矿企业从产能总量调整向产能结构优化转型。因此,下一步将要探索的是,基于产能结构转型视角,分析经济高质量发展趋势下工矿企业空间集聚对区域空间重构与城市功能转型的影响。与此同时,值得关注的是,国务院《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)》识别和确立的资源型城市共有262个,这些城市的发展阶段、区位条件、转型过程等具有明显的区域异质性。则下一步研究还应关注区域异质性视角下工矿企业区位选择与区域转型的动态机制与优化调控,以便于获得更加精准的经济转型理论成果和实证经验。

参考文献(References):

- [1] 郭文炯. “资源诅咒”的空间结构解析: 核心边缘理论视角. 经济地理, 2014, 34(3): 17-23. [GUO W J. Analysis of the spatial structure of "Resource Curse": Based on the core-periphery theory. Economic Geography, 2014, 34(3): 17-23.]
- [2] 张复明, 景普秋. 资源型经济的形成: 自强机制与个案研究. 中国社会科学, 2008, (5): 117-130. [ZHANG F M, JING P Q. The self-strengthening mechanism in the development of a resource-based economy: With a case study. Chinese Social Sciences, 2008, (5): 117-130.]
- [3] 景普秋, 王清宪. 煤炭资源开发与区域经济发展中的“福”与“祸”. 中国工业经济, 2008, (7): 80-90. [JING P Q, WANG Q X. Coal resource exploitation and blessing & curse with regional economic development: A positive analyse based on Shanxi province. China Industrial Economy, 2008, (7): 80-90.]
- [4] 安树伟, 常瑞祥, 等. 山西省资源型经济转型. 北京: 经济科学出版社, 2018: 25-37. [AN S W, CHANG R X, et al. Shanxi Province's Resource-based Economy Transformation. Beijing: Economic Science Press, 2018: 25-37.]
- [5] 斯日吉模楞, 毛培. 资源型地区自然资源对经济增长影响的实证分析. 自然资源学报, 2019, 34(12): 2491-2503. [SI R J M L, MAO P. Empirical analysis of the influence of natural resources on regional economic growth. Journal of Natural Resources, 2019, 34(12): 2491-2503.]
- [6] 陈建军, 崔春梅, 陈菁菁. 经济、空间连续性与企业区位选择. 管理世界, 2011, (6): 63-75. [CHEN J J, CUI C M, CHEN J J. Agglomeration economy, spatial continuity and enterprise location selection. World of Management, 2011, (6): 63-75.]
- [7] 赵浚竹, 孙铁山, 李国平. 中国汽车制造业集聚与企业区位选择. 地理学报, 2014, 69(6): 850-862. [ZHAO J Z, SUN T S, LI G P. Agglomeration and firm location choice of China's automobile manufacturing industry. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(6): 850-862.]
- [8] ANDERSON W P 著, 安虎森, 等译. 经济地理学. 北京: 中国人民大学出版社, 2017: 141-154. [ANDERSON W P. Translated by AN H S, et al. Economic Geography. Beijing: China Renmin University Press, 2017: 141-154.]
- [9] 陈建军, 陈国亮, 黄洁. 经济地理学视角下的生产性服务业集聚及其影响因素研究. 管理世界, 2009, (4): 3-95. [CHEN J J, CHEN G L, HUANG J. Agglomeration of productive service industry and its influencing factors from the perspective of economic geography. World of Management, 2009, (4): 3-95.]
- [10] FUJITA M, KRUGMAN P. The new economic geography: Past, present and future. Papers in Regional Science, 2004, 83(1): 139-164.
- [11] 贺灿飞. 演化经济地理研究. 北京: 经济科学出版社, 2018: 48-54. [HE C F. Research on Evolutionary Economic Geography. Beijing: Economic Science Press, 2018: 48-54.]
- [12] 贺灿飞. 区域产业发展演化: 路径依赖还是路径创造. 地理研究, 2018, 37(7): 1253-1267. [HE C F. Regional industrial development and evolution: Path dependence or path creation?. Geographical Research, 2018, 37(7): 1253-1267.]
- [13] 陈建军, 黄洁. 集聚视角下中国的产业、城市和区域. 浙江大学学报: 人文社会科学版, 2008, 38(4): 12-21. [CHEN J J, HUANG J. China's industries, cities and regions from the perspective of agglomeration. Journal of Zhejiang University: Humanities and Social Sciences, 2008, 38(4): 12-21.]
- [14] 徐康宁, 韩剑. 中国钢铁产业的集中度、布局与结构优化研究. 中国工业经济, 2006, (2): 37-44. [XU K N, HAN J. A study on the degree of concentration, layout and structure optimization of the iron and steel industry in China. China Industrial Economy, 2006, (2): 37-44.]
- [15] 贺灿飞, 朱彦刚, 朱晟君. 产业特性、区域特征与中国制造业省区集聚. 地理学报, 2010, 65(10): 1218-1228. [HE C F, ZHU Y G, ZHU S J. Industrial attributes, provincial characteristics and industrial agglomeration in China. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(10): 1218-1228.]
- [16] 张晓平, 孙磊. 北京市制造业空间格局演化及影响因子分析. 地理学报, 2012, 67(10): 1308-1316. [ZHANG X P, SUN L. Manufacture restructuring and main determinants in Beijing Metropolitan Area. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(10): 1308-1316.]
- [17] 吕卫国, 陈雯. 制造业企业区位选择与南京城市空间重构. 地理学报, 2009, 64(2): 142-152. [LYU W G, CHEN W. Manufacturing industry enterprises location choice and the urban spatial restructuring in Nanjing. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(2): 142-152.]

- [18] 吴爱芝, 孙铁山, 李国平. 中国纺织服装产业的空间集聚与区域转移. 地理学报, 2013, 68(6): 775-790. [WU A Z, SUN T S, LI G P. Spatial agglomeration and regional shift of textile and garment industry in China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(6): 775-790.]
- [19] 刘颖, 郭琪, 贺灿飞. 城市区位条件与企业区位动态研究. 地理研究, 2016, 35(7): 1301-1313. [LIU Y, GUO Q, HE C F. Urban characteristics and firms' location selection. *Geographical Research*, 2016, 35(7): 1301-1313.]
- [20] 李佳泓, 张文忠, 李业锦, 等. 基于微观企业数据的产业空间集聚特征分析. 地理研究, 2016, 35(1): 95-107. [LI J Z, ZHANG W, LI Y J, et al. The characteristics of industrial agglomeration based on micro-geographic data. *Geographical Research*, 2016, 35(1): 95-107.]
- [21] 薛东前, 黄晶, 马蓓蓓, 等. 西安市文化娱乐业的空间格局及热点区模式研究. 地理学报, 2014, 69(4): 541-552. [XUE D Q, HUANG J, MA B B, et al. Spatial distribution characteristics and hot zone patterns of entertainment industry in Xi'an. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(4): 541-552.]
- [22] 方忠权. 广州会展企业空间集聚特征与影响因素. 地理学报, 2013, 68(4): 464-476. [FANG Z Q. The agglomeration characteristics and influencing factors of exhibition enterprises in Guangzhou. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(4): 464-476.]
- [23] 赵新正, 宁越敏, 魏也华. 上海外资生产空间演变与影响因素. 地理学报, 2011, 66(10): 1390-1402. [ZHAO X Z, NING Y M, WEI Y H. Evolution and determinants of foreign production space in Shanghai. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(10): 1390-1402.]
- [24] 韩会然, 杨成凤, 宋金平. 北京批发企业空间格局演化与区位选择因素. 地理学报, 2018, 73(2): 219-231. [HAN H R, YANG C F, SONG J P. Impact factors of location choice and spatial pattern evolution of wholesale enterprises in Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(2): 219-231.]
- [25] 毕秀晶, 汪明峰, 李健, 等. 上海大都市区软件产业空间集聚与郊区化. 地理学报, 2011, 66(12): 1682-1694. [BI X J, WANG M F, LI J. Agglomeration and suburbanization: A study on the spatial distribution of software industry and its evolution in metropolitan Shanghai. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(12): 1682-1694.]
- [26] 毛熙彦, 刘颖, 贺灿飞. 中国资源性产业空间演变特征. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1332-1342. [MAO X Y, LIU Y, HE C F. Spatial pattern dynamics of resource-based industry in China. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(8): 1332-1342.]
- [27] 杨显明, 焦华富, 许吉黎. 煤炭资源型城市空间结构演化过程、模式及影响因素. 地理研究, 2015, 34(3): 513-523. [YANG X M, JIAO H F, XU J L. Study on the evolution model, process and influence factors of the coal resource-based cities' spatial structure. *Geographical Research*, 2015, 34(3): 513-523.]
- [28] 王劲峰, 廖一兰, 刘鑫. 空间数据分析教程. 北京: 科学出版社, 2014: 76-79. [WANG J F, LIAO Y L, LIU X. *Analysis on Spatial Data*. Beijing: Science Press, 2014: 76-79.]
- [29] 汤国安, 杨昕. 地理信息系统空间分析实验教程. 北京: 科学出版社, 2007: 258-259. [TANG G A, YANG X. *Geographic Information System Spatial Analysis Experiment Course*. Beijing: Science Press, 2007: 258-259.]
- [30] 山西煤炭工业志. 北京: 煤炭工业出版社, 2015: 69. [Shanxi Coal Industry Journal. Beijing: Coal Industry Press, 2015: 69.]
- [31] 高天明, 沈镭, 刘立涛, 等. 中国煤炭资源不均衡性及流动轨迹. 自然资源学报, 2013, 28(1): 92-103. [GAO T M, SHEN L, LIU L T, et al. The Inequality of China's coal resources and its flow paths. *Journal of Natural Resources*, 2013, 28(1): 92-103.]

Agglomeration and regional transformation of coal mining enterprises: A case study of Shanxi province

QIN Zhi-qin¹, NI Yun-song¹, JIANG Xiao-li², WANG Rang-hu³

(1. School of Economics and Administration, Shanxi University, Taiyuan 030006, China; 2. Research Centre for Urban and Regional Development, Taiyuan Normal University, Jinzhong 030619, Shanxi, China; 3. Institute of Loess Plateau, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: Mining enterprises are the key elements for achieving regional transformation in resource-based regions. It is of great significance to study the spatial agglomeration characteristics and driving mechanisms of mining enterprises to reveal the spatial process and spatial effects of resource-based regional transformation. The paper takes Shanxi province as an example, and based on the point data of coal mining enterprises, adopts a variety of GIS spatial analysis methods to analyze the evolution of the spatial agglomeration pattern and location change of Shanxi's coal mining enterprises during economic transformation from 1990 to 2017. Furthermore, a negative binomial regression model is constructed to examine the influencing factors of the spatial agglomeration and evolution of coal mining enterprises in the province, and to explain the driving mechanism of the transformation and development of resource-based regions. The results show that: (1) The overall agglomeration changes of coal mining enterprises were relatively stable, but the development connotation has changed significantly, and the enterprises were trending toward large-scale, modern and sustainable development. (2) The spatial agglomeration of coal mining enterprises gradually tended to the direction of coal seam line, and showed the characteristics of low-slope directivity and directivity of adjacent traffic lines. (3) On the macro scale, the spatial concentration of coal mining enterprises presents a trend of dominance of clustering to coexistence of point clustering and band-shaped diffusion along the coal seam line. On the micro scale, the regions with reduced kernel density and regions with increased kernel density had geographical proximity characteristics, which spatially represented the suburbanization process of coal mining enterprises. (4) Resource endowment had the most significant impact on the location selection of coal mining enterprises. Terrain slope, path dependence, provincial roads, corporate ownership, fixed asset investment, and the area of region also had significant effects on location selection of coal mining enterprises. But there are differences in the direction and intensity; the level of urbanization, railways, highways and other elements have no significant impact on the location selection of coal mining enterprises, indicating that the quality of transformation in resource-based regions is constrained by factors such as natural base conditions, industrial development foundations, and regional development stages.

Keywords: coal mining enterprises; spatial agglomeration; location orientation; regional transformation; Shanxi province