

邹辉, 段学军. 中国化工产业布局演变与影响机理研究 [J]. 地理科学, 2020, 40(10): 1646-1653. [Zou Hui, Duan Xuejun. Layout evolution and its influence mechanism of chemical industry in China. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(10): 1646-1653.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.10.008

中国化工产业布局演变与影响机理研究

邹辉, 段学军

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008; 中国科学院流域地理学重点实验室, 江苏 南京 210008)

摘要: 基于 2003—2013 年的企业数据, 研究了中国化工产业及其行业空间布局演化、影响因素及机理。结果表明: ① 化工企业呈现沿海-陇海线-沿长江的“π”字型分布格局, 集中在长三角、珠三角、环渤海、长株潭等 4 个热点区, 天津-淄博、上海-南京、广州-茂名等化工集聚区的双核结构凸显, 布局演变呈分散化趋势; ② 整体上高污染、低附加值的基础化工行业由沿海地区向中西部地区转移, 反之相对精细高端的行业集中在沿海地区或在沿海地区内部转移; ③ 整体上港口条件、市场需求、地理区位、环境规制的影响贡献呈现下降趋势, 而资源条件、外商投资、科技投入等要素的贡献上升, 不同行业影响程度和趋势存在差异。

关键词: 化工产业; 化工集聚区; 工业区位; 中国

中图分类号: K902; F426 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2020)10-1646-08

近年来化工布局逐步受到学术界的重视, 江苏响水“3·21”化工特大爆炸事故引起各界的高度关注, 同时也暴露出化工布局存在的风险与问题, 引发沿海化工布局的深刻反思与激烈讨论。化工产业是支撑国民经济发展、国防建设的重要基础工业部门, 亦是典型的污染密集型行业^[1], 在促进区域经济快速增长的同时带来日益突出的生态环境矛盾和问题。工业部门地理一直是经济地理学的重要研究领域之一^[2,3], 然而近年来地理学对化工等传统产业部门的研究相对淡化^[4], 在此背景下开展化工布局研究具有重要的理论与实践意义。

从 20 世纪 90 年代开始学者们关注到了化工产业布局的问题, 相关研究主要集中在: ① 化工产业集聚与集群。中国东北地区案例表明化工产业内部集聚表现为产业结构演进、规模扩张和组织模式升级^[5], 而德国化工产业研究实证揭示出重化工工业空间集聚形态超越了传统的产业集群^[6]。② 中国全国尺度化工产业空间布局。经历了内陆分散、沿海局部集聚及沿海整体扩张等阶段, 倾

向于沿海集聚, 呈现出“东西强、中部弱”“北方强、南方弱”“沿海强、内地弱”的特征^[7,8]。③ 化工产业空间布局的影响因素与机制。早期更加关注技术、市场、原材料、土地、交通等因素, 以英国卡斯尔福德化工产业为案例的研究关注到了化工布局对当地居民生活与健康的影响以及区位选择过程中与居民博弈的过程^[9]。近年来, 环保因素、环境规制要素逐渐成为关注的重要因子^[10,11]。

针对化工产业布局的已有研究关注到了不同行业的布局差异性, 也关注到了化工产业布局影响因素和机制的特殊性, 特别是环境规制的作用不断凸显。国家发展改革委、工业和信息化部《关于促进石化产业绿色发展的指导意见》指出“优化调整产业布局”成为化工产业发展的六大重点任务之一, 同时近年来在长江经济带大保护战略背景下长江沿岸 1 km 化工产业清退、沿海化工事故频发引起了社会各界的极大关注。然而, 已有研究多从省域层面或者局部地区宏观尺度开展, 对全国化工产业及其行业空间布局本底特征及其演化

收稿日期: 2019-05-14; 修订日期: 2019-12-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(41901156)、中国科学院 STS 重点项目(KFJ-STZ-ZDTP-011)、中国科学院南京地理与湖泊研究所科研启动项目(NIGLAS2019QD011)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41901156), STS Project of Chinese Academy of Sciences (KFJ-STZ-ZDTP-011), Project of Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences (NIGLAS2019QD011).]

作者简介: 邹辉(1989-), 男, 湖北黄冈人, 博士, 助理研究员, 主要从事产业地理与流域规划研究。E-mail: hzou@niglas.ac.cn

通讯作者: 段学军。E-mail: xjduan@niglas.ac.cn

规律缺乏系统研究与认识。本文采用企业数据从地市级单元尺度,探究中国化工产业及其行业空间布局演化、影响因素与机理,以期丰富工业部门地理的研究,为“中国制造 2025”和“生态优先、绿色发展”战略背景下的化工布局规律认识与风险管控提供参考借鉴。

1 研究方法与数据来源

1.1 概念界定

参考《中国化学工业年鉴》^[12]以及国民经济行业分类(GB/T 4754-2011),化工产业范围界定为制造业中的石油加工、炼焦和核燃料加工业和化学原料和化学制品制造业,具体包括精炼石油产品制造(炼油业,本文简称,下同),炼焦(炼焦业),基础化学原料制造(化学原料业),肥料制造(肥料业),农药制造(农药业),涂料、油墨、颜料及类似产品制造(涂料业),合成材料制造(合成材料业),专用化学产品制造(专用化学品业),炸药、火工及焰火产品制造(炸药焰火业)和日用化学产品制造(日用化学品业)等 10 个子行业。依据 1986 年《化工部关于精细化工产品分类的暂行规定》(https://code.fabao365.com/law_234555.html),将化工产业划分为炼油、炼焦、基础化工(包括化学原料业、肥料业、炸药焰火业)和精细化工(包括农药业、涂料业、合成材料业、专用化学品业、日用化学品业)。

1.2 数据来源

由于目前已公开获取的全国工业企业数据库截止 2013 年,本文选择 2000 年和 2013 年两个时间节点,揭示化工产业空间变化规律。研究范围以地市级行政单元为研究单元,涵盖中国 31 个省级行政单元(未包括香港、澳门和台湾地区)的 344 个地级行政单元(直辖市、计划单列市视为地级单元)。数据主要来源于《中国工业企业数据库》(2000—2013 年)^[13]、《中国城市统计年鉴》(2001—2014 年)^[14]。同时,2016 年 9 月—2018 年 7 月对长江中下游沿线 10 余个城市的化工园开展实地调查与访谈,获取第一手访谈和调查资料,为本研究的开展提供了数据支撑与定性认识。

1.3 研究方法

1.3.1 企业点位及数据库建立

企业点位数据是利用工业企业数据库中的企业地址和企业名称,借助地址经纬度解析软件和

ArcGIS 软件对企业进行空间化处理,并对地址和空间信息有误的点位进行校对和修正,建立全国化工企业空间数据库,其中 2003 年和 2013 年企业样本量分别为 30 252 家和 51 602 家。

1.3.2 核密度估计

本文将化工企业抽象为点,旨在对化工企业空间分布及集聚扩散情况进行定量可视化研究。核密度估计重点研究点的分布特征^[15],采用四次多项式核函数,设 p 处密度为 $\lambda_h(p)$,其估计值为 $\lambda_h^*(p)$:

$$\lambda_h^*(p) = \sum_{i=1}^m \frac{3}{\pi h^4} \left[1 - \frac{(p-p_i)^2}{h^2} \right]^2 \quad (1)$$

式中, p 为点位置, p_i 为以 p 为圆心、 h 为半径的圆形范围内第 i 个点位置, h 为步长, m 点的总数。

1.3.3 地理集中度测算

为了测算化工产业空间集聚扩散特征及其行业聚散规律的差异性,采用绝对地理集中指数(MHHI)表征地理集中度^[16]:

$$MHHI^k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i^k)^2}{n}}, \text{ 其中 } c_i^k = w_{i,k} / \sum_{i=1}^n w_{i,k} \quad (2)$$

式中, c_i^k 为子区域 i 中 k 属性值占总区域 k 属性份额, $w_{i,k}$ 为子区域 i 中的 k 属性值(产业产值), n 为区域内子区域个数, $MHHI^k$ 为区域 k 属性值的绝对地理集中指数,指数越大反映要素越集聚。

1.3.4 影响机理研究方法

空间自回归模型充分考虑到了空间自相关的影响,形式为^[17,18]。

$$y = \rho w_1 y + x\beta + \lambda w_2 \mu + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \delta^2 I_n) \quad (3)$$

式中, y 为被解释变量; x 为解释变量; β 是参数变量; ρ 是空间滞后项 $w_1 y$ 的系数; λ 是空间误差项的回归系数; w_1 、 w_2 是与被解释变量和残差的空间自回归过程相关的权重矩阵,本文空间权重采用邻接矩阵; I_n 是残差的空间自相关系数; μ 为随机误差项; ε 为服从均值为 0、方差为 δ^2 的随机误差。一般形式的空间自回归模型可以派生出其他几种的模型。当 $\rho \neq 0$, $\beta \neq 0$, $\lambda = 0$ 时,为空间滞后模型,能较好的解释化工企业变化受到的本地区解释变量影响和邻近区域化工企业变化影响,被解释变量选择研究单元的产值份额。

结合工业区位理论,根据指标的代表性和数据的可获性,选择资源条件、港口条件、地理区位、外商投资、科技投入、市场需求、环境规制等 7 个影响因素(表 1)。由于数据可获性,仅选取 295 个地级以上城市作为回归单元(不包括港澳台及少数民族自治州等地区)。

2 结果分析

2.1 产业空间布局演变特征与规律

结果显示,中国化工企业 2003 年以长三角(苏州)、珠三角(广州)、环渤海(天津)为主要分布“热点”,到 2013 年以长三角(沪宁线)、珠三角、山东(淄博)、湖南(长沙)为主要分布“热点”(图 1)。主要变化体现在:长三角热点区范围不断扩大,由苏州为中心的集聚区演变为整个沪宁沿线、江苏沿江地区、环杭州湾地区连成一片;环渤海湾地区以天津为核心的热点区演变为以淄博为核心,且变化极其明显,京津冀地区完成大量的化工企业转出;珠三角集聚区由广州-佛山-中山交界处的热点区演变为覆盖整个广州-佛山-东莞-中山的大热点区,热点范围扩大;长株潭地区化工企业热点值上升显著,已然成为继长三角、珠三角、环渤海之后中国第四个化工集聚地(图 1a 和图 1b)。

企业产值核密度考虑了企业产值规模的权重,结果表明长三角地区、环渤海(淄博为中心)、珠三角地区是主要的热点区,主要变化反映在:2003 年在三大区域呈现明显的双核结构,环渤海天津-淄博、长三角上海-南京、珠三角广州-茂名,而到 2013 年沪宁沿线已然连成一片热点区、环渤海地区也变为淄博“一家独大”,珠三角地区相对其他

两大地区显得稍有弱化。与企业点位核密度结果不同的是长株潭地区热点并不显著,产能更趋向于沿海布局。从企业分布密度来看,整体与中国人人口及城镇分布格局一致,集中在沿海地区和中西部城市群地区,呈现沿海-陇海线-沿长江的“π”字型分布格局(图 1c 和图 1d)。

地理集中指数测算结果显示,2003—2013 年化工产业产值 MHHI 指数由 0.007 4 变为 0.006 2,降幅 16.3%,布局呈现分散的趋势。2003 年企业数量较多的城市分布在京津冀、长三角地区,而到 2013 年山东半岛地区、江苏浙江沿海地区成为布局的重点,企业数量增幅较大的地区主要集中在黄淮海平原、长三角地区、长株潭地区;企业数量降幅较大的地区主要集中在天津、上海、北京、兰州等城市及山西全境。产值表征相对企业数量分布更为集中,2003 年上海市等前 10 个城市占据了中国 30% 以上的化工产能;而到 2013 年前 10 名的城市总产能仅占 26.7%,城市格局也发生了显著变化,其中北京、无锡、杭州产能大量退出,而东营、大连、潍坊产能大幅增加。值得注意的是,江苏沿海地区、黄淮海平原地区、江西省西北部地区、以榆林为中心的鄂尔多斯高原地区、以及新疆克拉玛依和阿克苏地区、青海省海西州、海南省等区域产能呈现较大幅度上升。

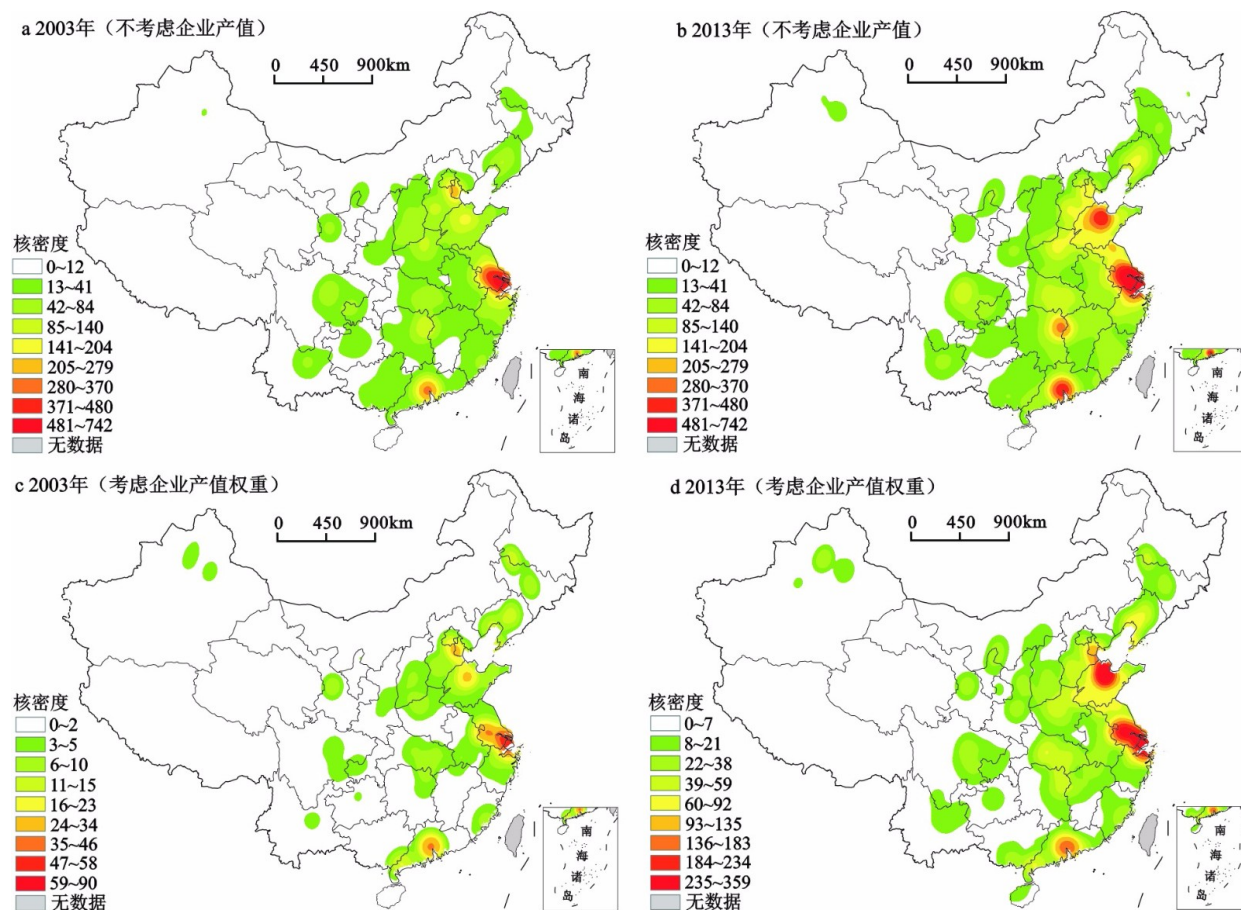
2.2 行业空间格局演变与集聚扩散规律

2000—2013 年,各行业具有不同的分布格局及演变特征。2013 年集聚指数最高的为炸药焰火业(0.016 0)、集聚指数最低的为化学原料业(0.007 3),布局较为集中的还有日用化学品业(0.015 2),其余行业 MHHI 指数一般在 0.007~0.010 之间。2000—

表 1 影响因素选择与指标解释

Table 1 Influencing factors and their interpretation

解释变量	指标选择	指标解释
资源条件	石油、煤炭城市	控制变量,石油或煤炭代表性城市赋值1,其他城市赋值0
港口条件	水运货运量/亿t	采用水运货运量中表征港口交通区位条件和优势
地理区位	沿海城市、沿长江城市	化工具有沿海和沿大江大河分布的一般规律;地理区位为控制变量,沿海或沿长江城市赋值1,其他城市赋值0
外商投资	化工产业外商投资占比/%	城市单元化工产业产值中外商投资占比,反映外商投资强度
科技投入	科学技术支出占财政支出比重/%	科技投入对地区生产技术、污染防治技术皆有积极作用,采用该项指标表征科学技术投入因子
市场需求	年末总人口/10 ⁷ 人	市场需求很大程度上依赖于消费需求,而消费需求往往依赖于人口规模,因此采用人口指标反映化工产品的市场需求
环境规制	工业固体废物综合利用率/%	反映地区环境规制水平



未含港澳台数据

图1 2003年和2013年化工企业点位分布核密度估计

Fig.1 Distribution density estimation of chemical enterprises in China in 2003 and 2013

2013年,空间分布愈加分散的行业有炼油业、炼焦业、化学原料业、农药业、涂料业、合成材料业、炸药焰火业等7类行业;空间分布越加集聚的行业有肥料业、专用化学品业等2类行业。

研究表明,整体上技术依赖度低、产品附加值低、环境污染大的相对低端行业呈现沿海地区向中西部地区转移。① 炼焦业2003年主要分布在山西省和上海市,而2013年向以榆林、安阳、唐山、邢台、曲靖、阿拉善盟、鄂尔多斯市等地区转移。② 肥料业分布较为分散和均匀,整体格局来看分布重心由南方向北方转移,该行业在长江以南地区明显减少,而东北地区显著增加。③ 农药业整体格局变化相对较小,主要集中在长江中下游和长三角地区、华北平原地区,2003年杭州、苏州、石家庄等大城市分布较多,而到2013年以滨州、青岛为代表的山东地区、以徐州、盐城为代表

的苏北地区、宜昌、重庆、南宁为代表的中西部地区增长明显,且京津冀地区农药业退出明显。

④ 炸药焰火业变化较大,呈现从沿海地区向内陆地区、东部地区向中西部地区转移的趋势;同时炸药焰火业极化分布较为严重,2013年长沙、株洲、萍乡、郴州、岳阳占到全国52.5%的比重,产业集群特征明显。

技术依赖度高、环境污染小、相对高端精细的行业的产能仍然集中在沿海地区或者向沿海地区转移。① 炼油业主要分布在石油资源丰富的城市和沿海港口城市,北京、上海等一线城市炼油产能的大幅压缩,传统石油基地萎缩,特别是以大庆、抚顺为代表的东北地区炼油业萎缩,而以东营、延安、潍坊为代表的石油城市和惠州、青岛、盘锦等沿海港口城市呈现明显的增长势头。② 化学原料业整体格局来看海西州、巴音郭楞州、阿克苏地

区等西北地区和阿坝州、凉山州等西南地区、赣州、吉安、抚州、宜春等赣南地区该行业呈现明显的增长。③ 涂料业分布趋向分散化,主要分布在京津冀地区、山东半岛、长三角和珠三角地区,杭州、上海、绍兴、天津等传统涂料城市份额下降显著,而江苏地区该行业增长明显。④ 合成材料业整体呈现大幅由沿海地区向以内蒙古、湖南为代表的中西部地区转移的格局;南京、北京、江门、上海、天津退出明显。⑤ 专用化学品业整体格局变化不大,形成山东和江苏沿江地区主导中国专用化学品业的格局。⑥ 日用化学品业主要分布在广州、上海、合肥、苏州、杭州、天津、北京、成都等特大城市和省会城市,靠近消费市场。

结合东部、中部、西部地区的区划尺度,进一步分析炼油、炼焦、基础化工和精细化工的行业大类布局演变。结果表明:① 主要化工产能分布在东部地区,但是比重呈下降趋势,反映化工由东部向中西部转移。东部地区产能占比由 2003 年的 71.5% 下降到 2013 年的 66.1%,同时中西部地区增长 2% 以上。通过各行业地区占比变化可知(表 2),东部地区向西部地区转移的行业主要为基础化工和精细化工;东部地区精细化工在全国占比下降 8%、而中部地区精细化工在全国占比上升 6.2%。② 从中部与西部来看,西部地区炼油、炼焦行业增幅较大(占全国比重分布增长 6.5% 和 12.6%),结合前文分析可知,化工转移呈现明显的“雁型模式”,即东部地区的基础化工向中部地区转移、东中部地区的炼油和炼焦业向西部地区转移,呈现明显的东中西技术梯度。③ 行业结构变

化结果显示,全国层面基础化工和精细化工占比下降、炼油业产能占比提升(10.6%),其中西部地区炼油业产能占比西部地区总产能比重提升 20% 以上,而中部地区反而下降 2.4%,进一步反映西部地区大力发展炼油业的趋势。

2.3 产业空间演变的影响因素与机理

利用回归模型开展两个时间段的化工产业及子行业开展回归分析,2003 年和 2013 年产业总体回归 R^2 分别为 0.574 和 0.660,变量整体符合预期的正负贡献方向且显著性较好(表 3),总体上具体较好的解释性;子行业回归分析中炼油业、化学原料业 R^2 大于 0.5,解释性相对较好。结果表明,资源条件变量在 2013 年表现出显著的正向影响,特别是以东营、克拉玛依为代表的石油城市,以上海、宁波为代表等石油进口港城市,以唐山、枣庄为代表的煤炭城市等具有明显的资源指向性。依托资源优势形成了特色化工产业基地,包括蒙西、宁东等大型煤化工基地、环渤海湾碱业、云贵鄂磷肥、青海和新疆钾肥等一批大型生产基地。港口条件表现出显著的正向影响,说明化工产业对港口航运交通具有较高的依赖性,除了沿海、沿江港口城市以外,还有长沙、淮安、徐州等湘江、京杭大运河等内河支流港口航运枢纽城市,岳阳水运总量 10 a 间增长 20 余倍,类似此类城市的港口航运交通区位条件的改善极大提升了区位优势,推进了包括化工在内的大运量工业集聚和增长。回归系数的变化反映出港口条件的影响有所下降,可能与全国综合交通网络的完善、石油天然气管道建设等方面相关。

表 2 东中西部化工产业产能分布及变化

Table 2 Capacity distribution and change of chemical industry in regions of China

年份	地区	各地区行业占比(地区内部行业结构)/%					各行业地区占比(行业内部地区分布)/%				
		炼油	炼焦	基础化工	精细化工	总计	炼油	炼焦	基础化工	精细化工	总计
2003年	东部地区	18.5	1.1	31.5	48.9	100	69.3	29.2	60.2	85.4	71.5
	中部地区	21.5	8.5	48.4	21.5	100	20.6	60.2	23.5	9.6	18.2
	西部地区	18.7	2.6	58.7	20.0	100	10.2	10.5	16.2	5.1	10.4
	总计	19.1	2.6	37.4	40.9	100	100	100	100	100	100
2013年	东部地区	31.3	2.2	23.5	43.1	100	69.6	28.3	54.4	77.4	66.1
	中部地区	19.2	11.6	42.1	27.2	100	13.7	48.6	31.4	15.8	21.3
	西部地区	39.2	9.3	31.8	19.8	100	16.7	23.1	14.1	6.8	12.7
	总计	29.7	5.1	28.5	36.7	100	100	100	100	100	100

注:东中西部地区划分参考“七五”计划和西部大开发政策范围,东部含北京等11省级行政区、中部含山西等8个省级行政区、西部含四川等12个省级行政区。

表 3 化工产业及子行业回归分析结果

Table 3 Regression analysis results

变量	2003年				2013年			
	回归系数	标准差	Z值	P值	回归系数	标准差	Z值	P值
常数项	0.609	0.039	15.576	0.000	-0.574	0.070	-8.165	0.000
资源条件	-0.003	0.020	-0.141	0.888	0.848	0.020	42.937	0.000
港口条件	2.516	0.000	41.186	0.000	0.129	0.000	7.791	0.000
地理区位	0.173	0.028	6.146	0.000	0.013	0.032	0.416	0.677
外商投资	0.004	0.000	11.301	0.000	0.005	0.000	12.078	0.000
科技投入	-0.675	0.045	-15.046	0.000	0.277	0.007	38.218	0.000
市场需求	0.472	0.000	18.802	0.000	0.374	0.000	12.902	0.000
环境规制	-0.009	0.000	-18.653	0.000	-0.005	0.001	-6.996	0.000

地理区位变量在 2003 年表现为显著正向影响, 而 2013 年未表现出的影响不显著; 沿海沿江地区化工产值占比从 56% 下降到 52%, 印证了中西部地区、内陆腹地存在梯度承接产业转移的情形。外商投资变量表现出显著的正向影响, 同时影响程度增强; 外商比重高的城市主要分布在东南沿海一带和长三角地区, 其中厦门是最典型的外资指向性城市, 厦门 2013 年 89% 的化工企业有外资入股, 其中 69% 由港澳台资控股或参股; 另外还有上海、镇江、苏州、广州、湛江等城市皆是外资指向型。科技投入并未表现出稳定的作用方向, 一方面说明科技投入对促进产业增长具有一定的滞后性, 另一方面说明化工生产以及污染防治环节对技术的依赖度提升、更多化工基地城市越加注重技术投入。市场需求表现出显著的正向影响, 回归系数下降, 反映随着交通条件改善、运输成本降低, 化工产品的消费对当地及周边的市场依赖度降低。

环境规制变量影响显著、作用为负向, 反映环境规制对化工布局的抑制作用, 但是回归系数增加, 反映环境规制变量贡献减弱, 同预期相反。进一步结合子行业回归分析结果发现, 该变量在基础化工行业回归系数降低, 其中化学原料行业、肥料业和火药业分别降低 0.002 3、0.005 8 和 0.001 1, 而炼化和精细化工行业回归系数增加, 表明环境规制对基础化工布局的抑制作用明显高于炼化和精细化工。反映通过环境规制提升倒逼污染型企业“关停并转”主要集中在基础化工, 由于大炼化布局主要受国家宏观化工布局影响, 精细化工由于其污染排放量相对较少受到环境规制影响有限, 回归结果很大程度上印证了现实情况。

综合来看, 中国化工产业布局受到诸多方面因素的共同影响, 整体上港口条件、市场需求、地理区位的影响贡献呈现下降趋势而资源条件、外商投资、科技投入等要素的贡献上升, 环境规制对基础化工布局的影响贡献上升, 体现出在全球产业重组、国内外资源供给格局变化及资源进口港等新型资源区位凸显、环境大保护战略与产业梯度转移形势下中国化工产业格局变化影响机理的深刻变化。

3 结论与讨论

3.1 主要结论

主要研究结论如下: ① 化工企业分布密度来看, 整体与中国人口及城镇分布格局一致, 呈现沿海-陇海线-沿长江的“π”字型分布格局; 企业分布呈现长三角、珠三角、环渤海、长株潭等 4 个热点集聚区, 其中长株潭地区更倾向于布局中小型企业; 化工产能布局三大区域呈现明显天津-淄博、上海-南京、广州-茂名的双核结构, 环渤海湾的化工明显呈现热点中心由天津向淄博转移演变; 化工产业布局呈现分散化的态势。② 不同化工行业中, 肥料业、专用化学品业呈现越加集聚的趋势, 而炼油业等 7 类行业呈现愈加分散的趋势; 整体上技术依赖度低、产品附加值低、环境污染大的相对低端行业呈现沿海地区向中西部地区转移, 而相对技术依赖度高、环境污染小的相对高端、精细的行业的产能仍然集中在沿海地区或者向沿海地区转移。化工转移呈现明显的“雁型模式”, 东部地区的基础化工向中部地区转移、东中部地区的炼油和炼焦业向西部地区转移, 呈现明显的东中西技术梯度。③ 影响因素与机理分析表明, 整体

上港口条件、市场需求、地理区位、环境规划的影响贡献呈现下降趋势而资源条件、外商投资、科技投入等要素的贡献上升,各因素对子行业的影响存在差异,环境规划对基础化工布局的影响贡献上升、而对炼化和精细化工的影响贡献下降。

3.2 讨论

中国化工产业布局及演变过程反映出了工业布局的一般规律性和化工部门的特殊性,整体上印证了国家化工布局战略和国家工业与能源布局战略的调整。反映出沿海发达城市对重污染型、高风险型化工的清退和转出,形成所谓的“毒鸟西飞”现象,也引发在现阶段以化工为代表的重污染行业难以完全回避“污染天堂”效应的现实思考^[19]。同时,环境规划已然成为约束地区化工布局发展的重要因素,长江中下游地区的调研与实证研究也表明该地区(特别是太湖流域)环境规划的提升成为化工产业转出的重要因素^[20],以环境规划为核心的环境考量或将成为工业地理学制度转向的一个重要方面。另外,化工行业的布局演变也受到其他多方面的影响,如肥料行业的分布重心呈现明显的北移,这应与中国粮食生产重心北移密切相关,其中充分体现市场分布的变化影响。而石油、煤炭、矿产资源的产地、管道及国际供给变化也给中国化工布局带来了更多的复杂性。本文只是从宏观格局及影响机理上作了初步探索,后续应进一步针对典型化工基地、从微观企业角度,更深入的探究以化工为代表的污染型工业部门区位现象的理论解释和归纳。

参考文献(References):

- [1] 刘鹤,金凤君,刘毅,等.中国石化产业空间组织的评价与优化[J].地理学报,2011,66(10):1332-1342. [Liu He, Jin Fengjun, Liu Yi et al. Evaluation and optimization of petrochemical industrial spatial organization in China. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(10): 1332-1342.]
- [2] 朱华友,李涵,代泽娟,等.动态外部性视角的企业再地方化效应及地区影响——以皖江产业承接示范区为例[J].地理科学,2019,39(8):1246-1255. [Zhu Huayou, Li Han, Dai Zejuan et al. Enterprises relocation and its influence on regional transformation and development based on the spatial externality: A case of the industrial transfer demonstration region in cities along the Yangtze River of Anhui. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(8): 1246-1255.]
- [3] He C F, Mao X Y, Zhu X D. Industrial dynamics and environmental performance in urban China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 195: 1512-1522.
- [4] 张文忠,董科国,田山川.中国石化工业发展和区位变迁轨迹[J].地理研究,2009,28(5):1378-1388. [Zhang Wenzhong, Dong Keguo, Tian Shanchuan. Development and evolution of spatial distribution of Chinese petrochemical industry. *Geographical Research*, 2009, 28(5): 1378-1388.]
- [5] 原明明.东北地区石化产业集聚发展与布局研究[D].长春:中国科学院东北地理与农业生态研究所,2009. [Yuan Mingming. Agglomeration and distribution of petrochemical industry in Northeast China. Changchun: Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, 2009.]
- [6] 林兰.重化工业集群式创新机制与空间响应研究[J].地理学报,2016,71(8):1400-1415. [Lin Lan. Innovation dynamics and spatial response of heavy-chemical industry: Rethinking the cluster innovation. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(8): 1400-1415.]
- [7] 刘刚,张长令.中国重化工业发展的空间组织形态演化[J].经济问题,2012(4):40-45. [Liu Gang, Zhang Changling. The spatial organization form evolution of heavy chemical industry in China. *On Economic Problems*, 2012(4): 40-45.]
- [8] 杨屹.化学工业布局与中国城市经济发展研究[D].上海:华东师范大学,2006. [Yang Yi. The location of chemical industry and the studies of Chinese urban economy. Shanghai: East China Normal University, 2006.]
- [9] Powe N A, Willis K G. Industrial location and residential disamenity: A case study of the chemical industry in Castleford, England[J]. *Journal of Environmental Management*, 1998(53): 17-29.
- [10] 任梅,王小敏,刘雷,等.中国沿海城市群环境规划效率时空变化及影响因素分析[J].地理科学,2019,39(7):1119-1128. [Ren Mei, Wang Xiaomin, Liu Lei et al. Spatio-temporal change and influencing factors of environmental regulation in China's Coastal Urban Agglomerations. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(7): 1119-1128.]
- [11] 田光辉,苗长虹,胡志强,等.环境规划、地方保护与中国污染密集型产业布局[J].地理学报,2018,73(10):1954-1969. [Tian Guanghui, Miao Changhong, Hu Zhiqiang et al. Environmental regulation, local protection and the spatial distribution of pollution-intensive industries in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(10): 1954-1969.]
- [12] 《中国化学工业年鉴》编辑部.中国化学工业年鉴[M].北京:中国化工信息中心,2014. ["China Chemical Industry Yearbook" Editorial Department. China chemical industry yearbook. Beijing: China National Chemical Information Center, 2014.]
- [13] 国家统计局.中国工业企业数据库(1998—2013)[DB].北京:国家统计局,2015. [National Bureau of Statistics of China. Database of Chinese industrial enterprises (1998-2013). Beijing: National Bureau of Statistics of China, 2015.]
- [14] 国家统计局城市社会经济调查司.中国城市统计年鉴(2001—2014)[M].北京:中国统计出版社,2015. [Urban Socio-economic Survey Department, National Bureau of Statistics of

- China. China city statistical yearbook (2001-2014). Beijing: China Statistics Press, 2015.]
- [15] 袁丰. 中国沿海大城市制造业空间集聚研究——以苏南典型城市为例[M]. 北京: 科学出版社, 2015. [Yuan Feng. Spatial agglomerations of manufacturing in typical coastal metropolitan in China: an example of the typical city in southern Jiangsu Province. Beijing: Science Press, 2015.]
- [16] 王庆喜, 蒋烨, 陈卓咏. 区域经济研究实用方法[M]: 基于ArcGIS、GeoDa和R的运用. 北京: 经济科学出版社, 2014. [Wang Qingxi, Jiang Ye, Chen Zhuoyong. Regional economic research and practical methods: Based on ArcGIS, GeoDa and R application. Beijing: Economic Science Press, 2014.]
- [17] 霍霄妮, 李红, 孙丹峰, 等. 北京耕地土壤重金属空间自回归模型及影响因素[J]. 农业工程学报, 2010, 26(5): 78-82. [Huo Xiaoni, Li Hong, Sun Danfeng et al. Spatial autogression model for heavy metals in cultivated soils of Beijing. Transactions of the CSAE, 2010, 26(5): 78-82.]
- [18] 沈中健, 曾坚. 厦门市热岛强度与相关地表因素的空间关系研究[J]. 地理科学, 2020, 40(5): 842-852. [Shen Zhongjian, Zeng Jian. Spatial relationship of heat island intensity to correlated land surface factors in Xiamen city. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(5): 842-852.]
- [19] Yuan Y, Eric M. Life-cycle modeling framework for generating energy and greenhouse gas emissions inventory of emerging technologies in the chemical industry[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 172: 768-777.
- [20] 邹辉, 段学军. 长江沿江地区化工产业空间格局演化及影响因素[J]. 地理研究, 2019, 38(4): 884-897. [Zou Hui, Duan Xuejun. Spatial evolution of chemical industry and its influencing factors in the regions along the Yangtze River. Geographical Research, 2019, 38(4): 884-897.]

Layout Evolution and Its Influence Mechanism of Chemical Industry in China

Zou Hui, Duan Xuejun

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu, China;*
Key Laboratory of Watershed Geographic Sciences, Nanjing Institute of Geography and Limnology,
Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu, China)

Abstract: Under the background of economic high quality development and ecological environment protection strategy, the spatial distribution of chemical industry which is the most representative polluting industrial sector has become the focuses of academic world even all walks of life. Based on the enterprise data from 2003 to 2013, this study analyzes the spatial evolution and its influencing mechanism of chemical industry in China. Chemical enterprises present distribution pattern like “ π ” shape which include coastal regions, Longhai Railway and regions along the Yangtze River. Chemical enterprises are concentrated in the Yangtze River Delta, the Pearl River Delta, the Bohai Rim, the Changsha-Zhuzhou-Xiangtan Regions and their peripheral regions. Major chemical cities show “dual-core structure” such as Tianjin-Zibo, Shanghai-Nanjing and Guangzhou-Maoming. Overall layout chemical industry presents diversification trend. Chemical industry sectors (i.e. coking, fertilizer, pesticide and explosive fireworks sectors) with high pollution and low added value are transferred from coastal areas to the central and western regions of China, whereas relatively sophisticated and high-end chemical industry sectors (i.e. refining, chemical raw material, coating, synthetic material, special chemical and daily chemical sectors) are concentrated in coastal areas or transferred among coastal areas. Factors analysis showed that the influence of port conditions, market demand, geographical location and environmental regulation presents downtrend contribution. On the contrary, the contribution of resource conditions, foreign investment and investment in science and technology reveal rising. It reflects the influence factors change of China’s chemical industry in the background of the global industrial restructuring, resource supply situation, environment protection strategy, and industry gradient transfer situation.

Key words: chemical industry; chemical industry cluster; industrial location; China