

论文概要

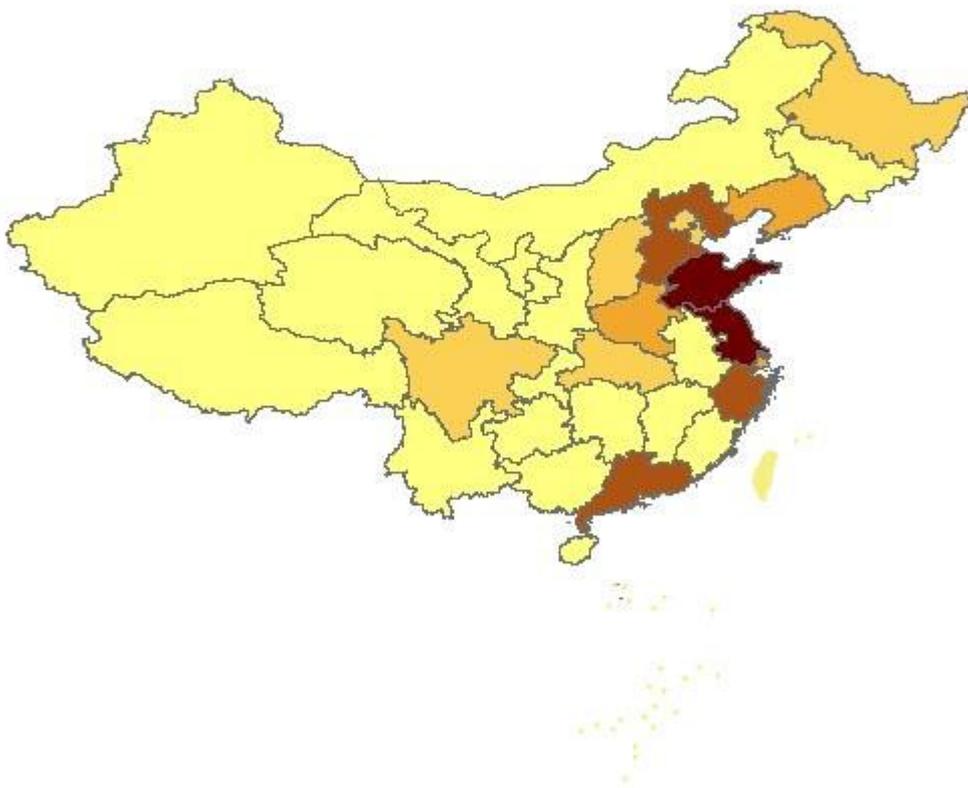
企业选址以及工业布局对于一个经济体的有效率运行起着至关重要的作用，而能源是支撑工业运转的血液，更是推动经济不断发展的基石。从二十世纪九十年代以来，工业部门能源消费量占全社会能源消费比重明显上升，而其中高耗能产业能源消费所占比重最高。具体来说，就 2011 年而言，高耗能产业能源消费量超过全国总能源消费量的二分之一，达 59%。从工业行业内部结构看，高耗能产业能源消费量占工业总能源消费量的 86.5%。同时，第二产业用电量的三分之二、全社会用电量的 48%均为高耗能产业所消耗¹。

高耗能产业不仅仅高能耗，还集高产出、高污染于一身。一方面，高耗能产业工业总产值占全国工业总产值的比重达 40.9%。另一方面，高耗能产业也是造成环境污染的重要源头。陈诗一（2009）认为，高耗能产业的污染排放占据了全国因能源消费而产生的污染排放的 70%以上。国内外众多学者已分别从理论及实证等角度研究了影响产业地区分布的一般性因素，但单独研究高耗能产业地区分布影响因素的文献还很少。从国际贸易的角度及其相应的实证性检验作为分类标准，有关产业地区分布决定因素的已有研究文献可以分为以下三种：李嘉图的比较优势理论（Ricardo's theory of comparative advantage）、要素丰裕假说（factor abundance hypothesis）和新经济地理理论（NEG）。就笔者所知，目前尚且没有学者对中国高耗能产业地区分布影响因素进行系统全面的研究。因此，研究高耗能产业地区分布的特征、趋势以及背后的影响因素对满足经济发展需要的能源、污染治理以及确保能源安全具有重要的意义，对全国及各地区的产业规划提供重要的参数，对中国的节能减排及工业转型具有重要的参考价值。

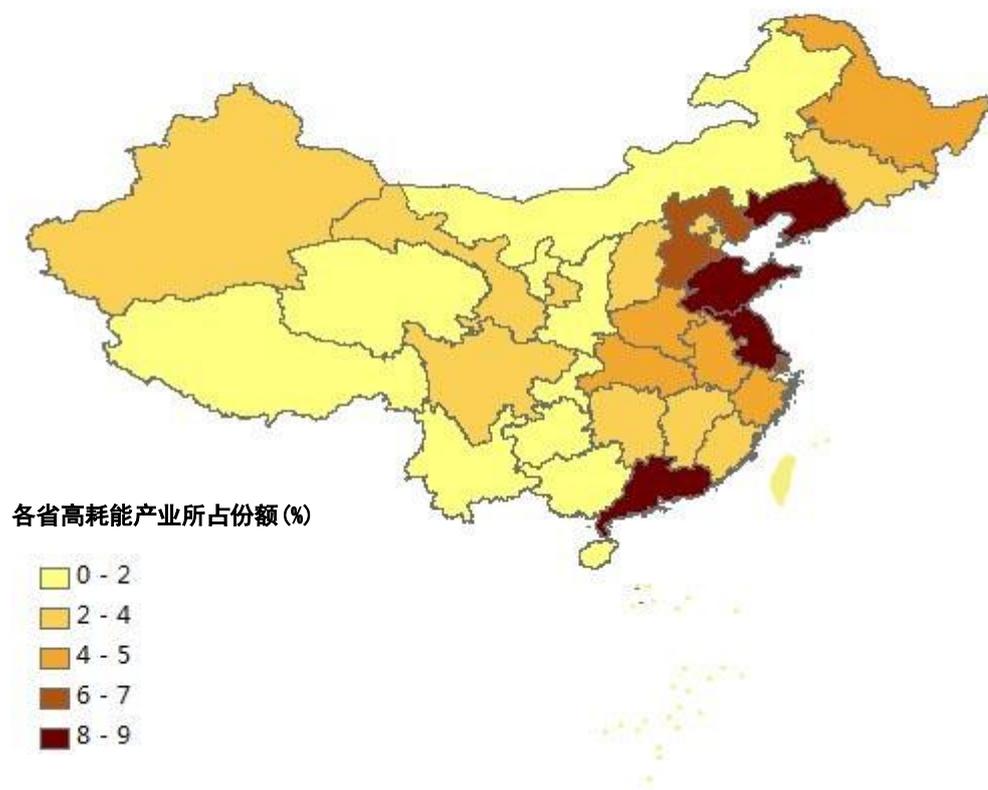
本文基于 1998 年-2011 年中国 31 个省（直辖市）的面板数据，首先建立了一个高耗能产业地区分布数据库，利用 ArcGIS 软件绘制了高耗能产业地区分布地图，并对高耗能产业的区域分布特征及变动趋势进行描述性统计分析。根据龚健和沈可挺（2011），本文采用各行业实际能源强度（energy intensity）作为划分高耗能产业的标准，得到高、中、低耗能产业组。高耗能产业组，即本文的研究对象，平均实际能源消耗强度大于等于 1 吨标准煤/万元。具体包括黑色金属冶炼及压延加工业、非金属矿物制品业、煤炭开采和洗选业、化学原料及化学制品制造业、电力、热力的生产和供应业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、黑色金属矿采选业、有色金属冶炼及压延加工业、非金属矿采选业、化学纤维制造业、石油和天然气开采业。而自九十年代至今，我国高耗能产业的地区分布变迁过程大致可以概括为：东部地区依然是高耗能产业分布最密集的区域，但中西部地区高耗能产业集聚度已经明显上升。到 2011 年，高耗能产业的地区分布更为集中

¹ 数据来源：<http://money.163.com/11/0711/15/78MM7LED00253B0H.html>

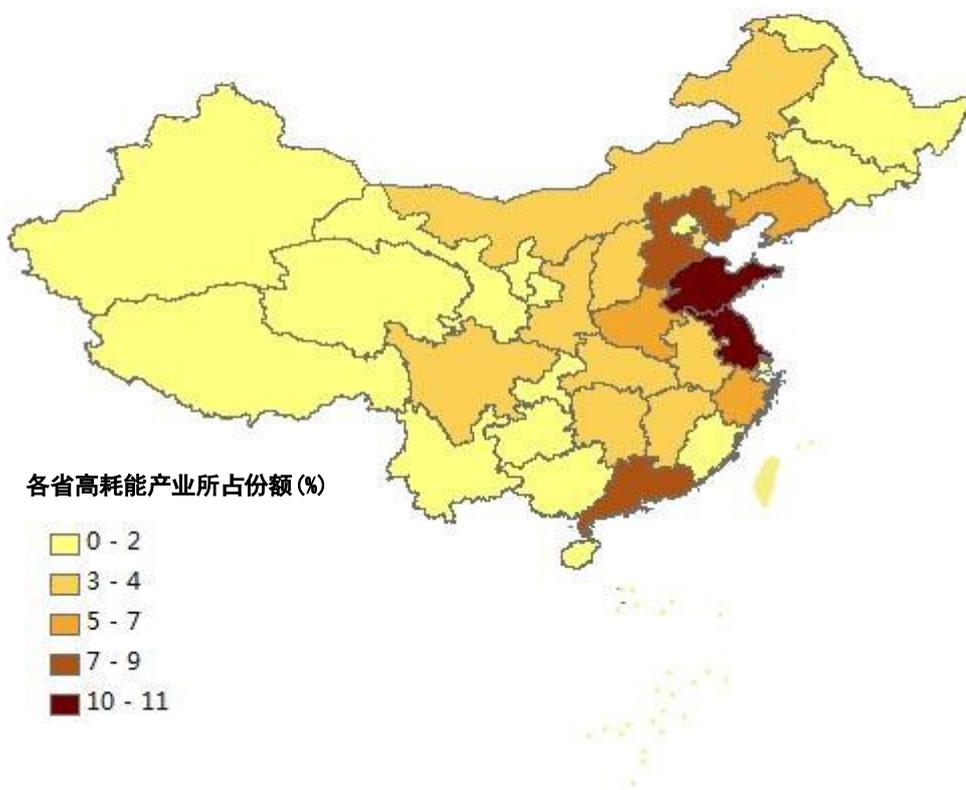
在东部以及中部地区。具体表现在：第一，高耗能产业仍最密集分布于东部沿海地区，如第一等级区域的山东、江苏；第二，高耗能产业明显向中部地区集中转移，如内蒙古、山西等地区高耗能产业密集度明显提高；第三，高耗能产业在生态环境较为脆弱的西部地区经短暂集聚后，其密集度明显下降，如新疆、宁夏。



图表 1 1997 年各省高耗能产业比重分布



图表 2 2004 年各省高耗能产业比重分布



图表 3 2011 年各省高耗能产业比重分布

各个省份因地理位置、自然禀赋、资本密集度及劳动力禀赋的不同，高耗能产业内部行业结构是不同的。如山西省和内蒙古均拥有丰富的煤炭资源，其煤炭开采和洗选业工业产值分别占该省高耗能产业工业总产值的 47%和 31%；山东省地处沿海，且拥有石油、煤炭资源，其 2011 年高耗能产业主要集中于化学原料及化学制品制造业（所占份额占全省高耗能产业工业总产值的 26%，下同）、有色金属冶炼及压延加工业（14%）和石油加工、炼焦及核燃料加工业（14%）；而江苏省 2011 年化学原料及化学制品制造业的工业总产值更是占该省高耗能产业总产值的 34%，其次是黑色金属冶炼及压延加工业（24%）；河北省高耗能产业中黑色金属冶炼及压延加工业所占份额高达 48%，将近一半的工业总产值贡献率；广东省高耗能产业各行业所占份额则相对比较平均，以石油加工、炼焦及核燃料加工业（22%）、非金属矿采选业（15%）和有色金属冶炼及压延加工业（14%）居多。

然后，我们从理论上分析影响高耗能产业区域分布差异的各个驱动因素的影响机制。具体包括能源禀赋（煤炭禀赋、石油禀赋和天然气禀赋），“污染避难所”效应；经济地理因素（是否是直辖市）；新经济地理因素（包括人力资本禀赋和交通便利条件）；资本禀赋以及对外开放度。

最后，我们运用固定效应模型（FE）、可行广义最小二乘法（FGLS）、系统GMM等方法从经验研究的角度评估高耗能产业地区分布背后的影响因素。在实证研究方面，固定效应模型（FE）允许各个省存在异质性，而可行广义最小二乘法（FGLS）允许省内相关和省间相关，并且允许各个省之间存在异方差。由于本文的计量回归模型存在明显的自相关和内生性问题，故将模型修正为动态面板，并用系统GMM（SYS-GMM）估计消除动态面板的估计偏误和内生性问题。本文采用1998年至2011年我国31个省（直辖市）的面板数据展开一系列的实证分析，样本容量大，信息量丰富，也避免了一些难以捕捉的异质性信息的遗漏，如政治制度、风俗文化、地理气候等。

为了研究决定高耗能产业地区分布的影响因素，我们的计量模型设为如下形式：

$$Y_{it} = \alpha_0 + \delta energy_{i,t} + \alpha_2 environ_{i,t} + \beta X1_i + \gamma X2_{i,t} + \theta X3_{i,t} + e_t + v_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\delta energy_{i,t} = \delta_1 per_coal_{i,t} + \delta_2 per_oil_{i,t} + \delta_3 per_naturalgas_{i,t}$$

$$\beta X1_i = \beta_1 municipality_i$$

$$\gamma X2_{i,t} = \gamma_1 labor_{i,t} + \gamma_2 traffic_{i,t}$$

$$\theta X3_{i,t} = \theta_1 invest_{i,t} + \theta_2 openness_{i,t} + \theta_3 L.Y_{i,t}$$

其中，被解释变量 Y_{it} 表示的是各年度各个地区高耗能产业产值占全国高耗能产业总产值的比重，这是我们度量高耗能产业地区分布的变量，若一个地区的高耗能产业份额上升了，就说明在这个地方发生了高耗能工业的集聚。

$energy$ 代表各地区的能源禀赋，我们选用各省（直辖市）原煤、原油、天然气的人均年生产量来衡量。因为高耗能产业需要消耗大量能源，故我们预测能源禀赋的回归系数为正。当然，因为各个高耗能产业需要的能源是不同的，如煤炭至今仍是我国经济发展的主要能源，而石油、天然气在我国能源消费结构中所占比例较小，所以我们预测煤炭、石油、天然气的具体回归系数是有差异的。

$environ$ 代表地区的环境监管力度以检验“污染避难所”效应，选用工业污染治理完成投资额占GDP的比重来衡量。工业污染治理完成投资额占GDP的比重越高，说明该地区的政府对环境标准的要求越严格，高耗能产业可能更倾向于搬到对环境标准要求更宽松的地区。若“污染避难所”效应存在，那么该变量的回归系数为负。

X1 表示经济地理因素，即是否是直辖市的哑变量（直辖市设为 1，其余城市设为 0）。不同于其他一般的省区，我国四大直辖市（北京、上海、天津、重庆）更多地担任着政治中心、文化中心或者经济中心的功能，而这些职能角色会在一定程度上排挤它们发展高耗能产业，所以我们估计这一变量的影响是负的。

X2 表示新经济地理因素的向量，人力资本禀赋选用当年各省（直辖市）大学毕业生数占总人口的比重来衡量，产业在区域上的集聚会要求更多的劳动力，一个企业虽然无法预知未来究竟需要多少员工，但一个地区的人力资本水平越高，当地企业以及新进入的企业就越容易招聘到所需要的人才，同时，较高的人力资本意味着研发的成本较低，企业容易获得创新收益，故我们预计该变量的回归系数为正。交通便利条件选用各省份公路里程与各省行政区域面积的比值来衡量，如果想对整体经济作全面完整的分析，那么必须将交通行业所用的资源和产生的工资纳入考量。而交通成本的引入使得公司所在位置很重要。交通成本的高低直接影响高耗能企业原材料的输入以及产品的输出，最小化成本的目标使得高耗能企业更愿意选择交通条件便利的地区，故我们预期该变量的回归系数为正。

X3 表示其他影响因素的向量。资本禀赋选用各省份人均固定资产投资来衡量，要素丰裕假说（factor abundance hypothesis）认为，产业倾向于分布在其需要密集使用要素的初始禀赋比较丰裕的地区。高耗能企业大都是资本密集型企业，即高耗能企业对一个地区的资本禀赋要求是比较高的，故我们预期该变量的回归系数为正。对外开放度因素选用两个变量来衡量，分别是外商直接投资占 GDP 的比重和进出口总额占该省 GDP 比值，我们预测对外开放度的两个变量回归系数为正。

此外， α_0 表示常数项， e_t 是时间哑变量。误差项由两部分组成：个体随机效应 v_i 和异质性冲击 ε_{it} 。

我们的数据主要来自《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国工业经济统计年鉴》以及《中国煤炭工业统计资料汇编》。

下表报告了利用多年份面板数据对模型（1）运用不同的计量方法进行回归的结果。

表格 1 中国 1998-2011 年 高耗能产业影响因素
因变量：该省高耗能产业占全国高耗能产业的比重（R_energy_intensity）

| VARIABLES | FE Model | FGLS Model | GMM Model |
|-----------------------|-------------|---------------|----------------------|
| L. R_energy_intensity | | | 0.910*** (0.0620) |
| per_coal | 0.0581*** | 0.0359*** | 0.0129*** |

| | | | |
|---|------------|------------|------------|
| | (0.0120) | (0.0122) | (0.00488) |
| per_oil | 0.0287 | -0.00301 | -0.00127 |
| | (0.0427) | (0.0236) | (0.0232) |
| per_naturalgas | 0.000206 | -0.000482 | 0.000623** |
| | (0.000268) | (0.000320) | (0.000284) |
| environ | 0.442 | 0.0155 | -0.157 |
| | (0.288) | (0.127) | (0.148) |
| municipality | | -2.043*** | -1.004* |
| | | (0.301) | (0.535) |
| invest | 0.397*** | 0.561*** | 0.637** |
| | (0.120) | (0.138) | (0.300) |
| labor | -0.207 | -0.111 | 0.697* |
| | (0.485) | (0.343) | (0.417) |
| traffic | 0.457** | 1.089*** | 0.860* |
| | (0.185) | (0.207) | (0.456) |
| fdigdp | 0.00222*** | 0.00113 | -0.000536 |
| | (0.000749) | (0.000952) | (0.000507) |
| openness | -0.00277 | 0.0159*** | -0.00207** |
| | (0.00283) | (0.00261) | (0.000965) |
| 是否加入时间哑变量 | 是 | 是 | 是 |
| Observations | 430 | 430 | 430 |
| Number of index | 31 | 31 | 31 |
| Modified Wald test statistic for heteroscedasticity | . | 3.6e+05 | . |
| | | [0.000] | |
| Wooldridge F-test statistic for autocorrelation | | 17.224 | |
| | | [0.000] | |
| Arellano-Bond test | | | |
| AR(1) Prob. | | | 0.000 |
| AR(1) Prob. | | | 0.886 |
| Hansen test Prob. | | | 0.622 |

注：小括号里的数据是标准误。中括号里的数值是P值。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

本文实证研究的结论有以下几个方面：第一，被解释变量的滞后项（L.

R_energy_intensity) 在系统 GMM 模型中在 1% 的显著性水平下显著，其正向符号说明高耗能产业的地区分布具有连续性和持续性的特点，其地区分布受之前分布存量的影响。

第二，煤炭禀赋对我国高耗能产业区域性集聚有显著的正向影响，而石油禀赋和天然气禀赋影响不显著。可能的解释是因为高耗能产业需要消耗大量能源，煤炭是我国工业普遍需要的动力来源，而石油、天然气在我国能源消费结构中所占比例较小，只有个别特定行业（如石油和天然气开采业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、化学原料及化学制品制造业）对该地的石油禀赋、天然气禀赋要求较高，故煤炭禀赋的驱动作用更大。

第三，工业污染治理完成投资额占 GDP 比重 (environ) 的回归系数不显著，即我国各个省份（直辖市）之间不存在“污染避难所”效应。可能的解释是，由之前的描述性统计表可以看出，各省工业污染治理完成投资额占 GDP 比重最高也只达到是 0.99%，各省对工业污染治理水平普遍较低，各省之间差异性不大。

第四，经济地理因素——是否是直辖市的哑变量 (municipality) 的回归系数符号为负，与预期一致，且在 5% 的显著性水平下显著，即直辖市高耗能产业占全国份额比例较小。这是因为我国四大直辖市（北京、上海、天津、重庆）所承担的职能不同于其他一般的省区，它们更多地担任着政治中心、文化中心或者经济中心的功能，而这些职能角色会在一定程度上排挤它们发展高耗能产业。

第五，新经济地理因素是决定我国高耗能产业地区分布的影响因素。具体来看，人力资本禀赋 (labor) 以及交通便利条件 (traffic) 的回归系数符号为正，与预期结果一致。具体来看，人力资本禀赋在 10% 的显著性水平下正向显著，即保持其他变量不变，大学毕业生数占总人口的比重每增加 1%，该省高耗能产业占全国高耗能产业的份额便增加 0.70%。交通便利条件亦在 10% 的显著性水平下正向显著，即保持其他变量不变，该省每单位行政区面积上的公路里程增加 1 个单位，该省高耗能产业占全国高耗能产业的份额便增加 0.86%。

第六，资本禀赋 (invest) 对该省高耗能产业集聚的影响在三个模型中均正向显著（显著性水平为 5%），其正向符号说明资本禀赋是决定高耗能产业集聚的影响因素之一，或者说高耗能产业是资本密集型产业。具体来说，保持其他变量不变，实际人均社会固定资产投资每增加 1 元/人，该省高耗能产业占全国高耗能产业的份额便增加 0.64%。而对外开放度并非决定我国高耗能产业地区分布的影响因素。