

南京市产业结构变化对生态环境影响分析

秦洁琼^{1*}, 于忠华¹, 孙瑞玲¹, 陆璐²

(1.南京市环境保护科学研究院, 江苏南京 210013; 2.南京市环境监测中心站, 江苏南京 210013)

【摘要】 产业结构变化对生态环境影响深远。本文分析了2001—2016年南京市产业结构演进轨迹和高级度变化, 采用 Spearman 相关分析法定性描述了三产比重对生态环境的影响, 利用生态环境影响指数定量分析了产业结构的生态环境效应, 并通过产业高级度和生态环境影响指数的相关性分析研究了产业结构升级的生态环境效应。结果表明: ①研究时段内全市产业结构总体经历了一次转型, 产业结构高级度总体呈现逐年上升趋势; ②第一产业、第二产业产值占比与SO₂排放量、NO_x排放量、SO₂年均浓度均呈正相关关系, 第三产业产值占比则与其均呈负相关关系; ③全市产业结构生态环境影响属于中等, 产业转型引起的生态环境效应轨迹与产业结构变动轨迹在变化趋势上存在一致性, 且要滞后于产业结构转型。随着产业结构高级度的提高和产业结构升级的加速, 南京市生态环境会得到改善。

【关键词】 产业结构转型; 生态环境效应; 南京市

【中图分类号】 X22

【文章编号】 1674-6252 (2018) 06-0099-008

【文献标识码】 A

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2018.06.099

党的十九大提出:“既要创造更多物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要, 也要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。必须坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针, 形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式, 还自然以宁静、和谐、美丽。”随着南京市城市化与工业化的快速推进, 环境问题日益突出, 绿色发展、协调发展新理念逐渐深入实践, 产业结构调整成为协调经济可持续发展和环境保护的关键路径^[1]。目前, 在产业发展与生态环境关系研究领域, 专家学者开展了卓有成效的研究。崔凤军^[2]等利用环境承载力定量表述了人类社会经济活动与环境资源之间的关系, 提出了由经济效益、环境资源产出率和环境资源满足度三因子集组成的评价指标体系和矩阵转换评价方法。王文哲^[3]等运用典型相关分析和时间序列分析研究了各产业对环境的影响及产业结构演变对生态环境变化的影响。邹伟进等^[4]基于耦合理论, 通过构建产业结构与生态环境综合评价指标体系及耦合协调度模型, 结合主成分分析方法, 对我国2000—2013年的产业结构与生态环境协调性进行了定量研究。杨建林等^[5]采用2000—2012年呼包银榆经济区的统计数据, 运用典型相关法、协整检验、脉冲响应函数及方差分解法, 在分析呼包银榆经济区与生态环境相关性的基础上, 进一步检验和分析了经济区产业结构变动对生态环境的动态效应。吴文洁^[6]基于1995—2013年的统计数据, 比较分析了陕西省陕北、关中、陕南三大区域产业结构演替及其生态环境效应问

题。这些研究从国家、省级、区域层面描述了产业结构和生态环境的关系, 偏重于产业结构整体对环境的影响, 对产业结构内部没有进行细分其对于环境的影响, 对三产结构与污染物排放、环境质量的相关性研究较少。

南京市位于长江中下游, 是“一带一路”节点城市、华东区域中心城市、东部较发达城市, 经济发展较快, 城市化推进迅速, 总面积6587平方公里, 2016年常住人口827万, 常住人口城镇化率82%, 地区生产总值10503.02亿元, 三产比例为2.4:39.2:58.4。近年来, 南京市大力发展高新技术产业, 产业结构不断调轻调优, 但仍然存在资源环境约束瓶颈, 环境质量有待提升等诸多问题。本文以南京市为例, 分析了2001—2016年南京市产业结构的变动情况, 深入剖析了三产对于环境的不同影响; 利用 Spearman 相关法定性分析了不同产业与大气环境之间的关系, 采用生态环境指数定量研究了产业结构的生态环境效应, 并通过产业高级度和生态环境影响指数的相关性分析研究了产业结构升级的生态环境效应。此外, 还定性分析了南京市不同区域的产业结构对于生态环境的影响, 以期为推动南京产业结构转型升级提供决策参考。

1 南京市产业结构变动规律分析

1.1 三次产业结构演变轨迹

“十五”以来, 南京城市化不断推进, 经济发展迅速, GDP从2001年的1218.51亿元增长到2016年的

基金项目: 南京市软科学研究计划“国内典型城市大气污染治理举措成效与启示”(2017dr206001)。

* 作者简介: 秦洁琼(1987—), 女, 工程师, 硕士, 主要从事城市环境规划与管理研究, E-mail: qinjieqiong000@163.com。

10 503.02 亿元, 年均增长率为 15.4%, 三次产业的年均增长率分别为 10.2%、14.4%、17.5%。研究时段内南京市产业结构经历一次转型(图 1)。第一阶段为 2001—2007 年的“二—三—一”结构形态, 第二阶段为 2008—2016 年的“三—二—一”结构形态, 产业结构优化升级, 符合克拉克定理。南京市第一产业在 GDP 中所占比重呈逐年下降趋势, 第二产业呈波浪形缓慢上升后逐年降低趋势, 第三产业在 GDP 中所占比重则呈现为波动中逐年上升趋势。三次产业产值比例的变动幅度不一, 第三产业变动幅度最大, 第二产业次之, 第一产业变动幅度最小, 表明全市产业结构处于罗斯托增长理论中的向成熟推进发展阶段。

南京市产业结构的高级度是指地区产业结构重心由第一产业向第二产业和第三产业转移, 以及第二产业向第三产业转移的过程, 代表产业结构从低水平向高水平发展的情况。本研究利用三次产业比重向量与对应坐标轴的夹角会随着产业比例的变化而变化来构造产业结构高级度指数 $G^{[7]}$ 。 $G = \alpha_1 + \alpha_2$, α_1 表示第一产业向第二、第三产业转移的程度, α_2 表示第二产业向第三产业转移的程度, $\alpha_1 = \pi - \beta_1 - \beta_2$, β_1 、 β_2 为向量 $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ 与向量 $(0, 1, 0)$ 、 $(0, 0, 1)$ 的夹角, α_1 、 α_2 、 α_3 为一、二、三产业增加值占 GDP 的比重。 $\alpha_2 = \pi/2 - \gamma$, γ 为向量 (α_2, α_3) 与向量 $(0, 1)$ 的夹角。二维和三维向量夹角公式为:

$$\beta = \arccos \left[\frac{\sum_{i=1}^n (a_i \times a_{i,0})}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n a_i^2)(\sum_{i=1}^n a_{i,0}^2)}} \right] \quad (a_i \text{ 和 } a_{i,0} \text{ 代表两个不同向量})$$

最终构造的 $G = \alpha_1 + \alpha_2$ 中, α_1 综合度量了第二、第三产业相对第一产业比重上升的高级化效应, α_2 度量了第三产业相对第二产业上升的高级化效应。 G 值越大, 表明产业结构高级化的水平就越高。由图 2 可看出南京市的产业结构高级度指数在 2003 年最低, 为 2.28, 这与图 1 中该年第二产业比重最高, 第三产业比重 16 年间最低的现象相吻合; 2004 年起总体保持稳步上升趋势, 到 2016 年达到最高水平, 为 2.55, 这与图 1 中该年度第三产业比重最高、第二产业比重次之、第一产业比重最低相一致。

1.2 产业内部演进特征

2001 年以来, 南京市第一产业产值比重下降幅度较大, 从最初的 5.1% 下降到 2016 年的 2.4%, 总体比重大小呈现为农业 > 渔业 > 牧业 > 林业。从产业内部分析, 农业在第一产业内部占据首要地位, 2016 年占比为 65%; 渔业所占比重略有上升, 从 2001 年的 17.6% 升至 2016 年的 22.0%; 牧业呈现逐年弱化的趋势, 产值比重从 2001 年的 17.0% 降至 7.3%; 林业产值比重逐年减少, 直至 2014 年稍有回

升, 2016 年占比为 5.5%。2001—2016 年南京市第一产业内部结构变化见图 3。

2016 年第二产业比重相比 2001 年降低了 8.4%, 为 39.2%, 由于历史原因, 工业重型化特征仍然明显, 重轻工业的比重为 77.1 : 22.9。由于商事制度改革、大众创业、万众创新等工作积极推进, 民营经济发展活力增强, 第三产业快速发展, 服务业主体地位得到强化, 2016 年服务业增加值占全市地区生产总值的比重达到 58.4%, 比 2001 年增长 11.1%。2001—2016 年南京市产业产值结构比重构成见图 4。

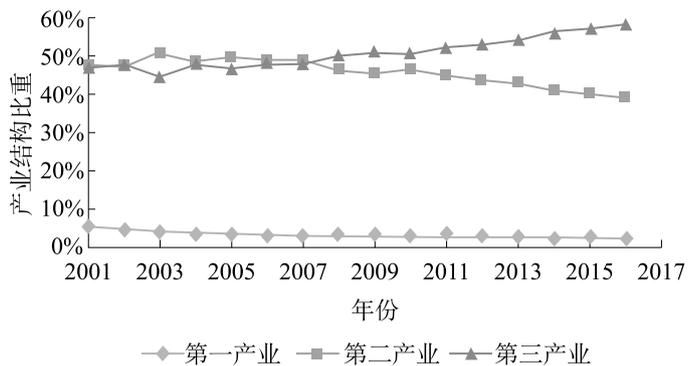


图 1 2001—2016 年南京市三次产业比重演变趋势
数据来源: 2002—2017 年南京市统计年鉴

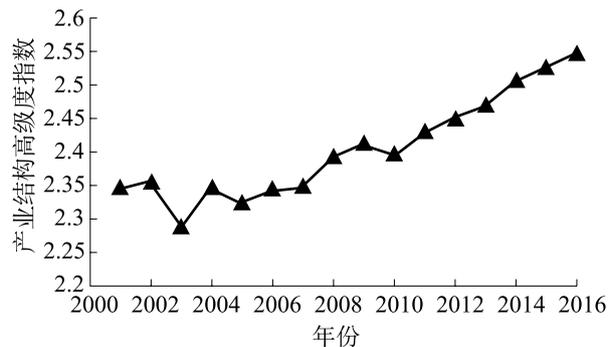


图 2 2001—2016 年南京市产业结构高级度
数据来源: 2002—2017 年南京市统计年鉴

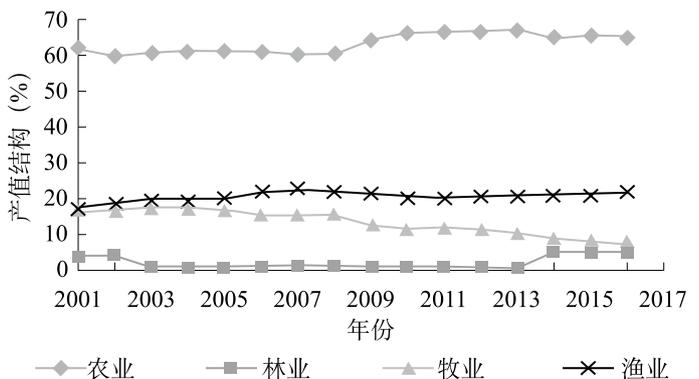


图 3 2001—2016 年南京市第一产业内部结构变化
数据来源: 2002—2017 年南京市统计年鉴

2 不同产业发展的生态环境影响

2.1 第一产业发展的生态环境影响

南京第一产业主要以农业为主, 大量施用化肥农药, 使用农膜和农用柴油, 对生态环境造成了一定影响(表1)。根据南京市统计年鉴和环境统计资料, 2016年南京市每公顷耕地面积使用化肥312.48kg、农药7.01kg, 均比2001年大幅降低; 但是2016年农膜使用量每公顷为21.52kg, 比2001年略有增加; 2016年农用柴油使用量为100.4kg/hm², 比2001年增加了13.92%。农药、化肥等的使用造成了一定的农业面源污染, 具体排放量见图5, 其中农业面源COD和氨氮排放从2011—2015年基本呈现比较平稳的趋势, 分别保持在1.8万t和0.2万t左右, 分别占排放总量的15.85%和11.17%左右(COD和氨氮排放主要来源是城镇生活源)。直到2016年, 南京市提高了规模化养殖的门槛, 农业面源污染大幅降低, 农业面源COD和氨氮排放量分别降为0.14万t和0.004万t, 占比分别降为1.5%和0.35%。因此总体来说, 农业面源

表1 2001—2016年南京市耕地农业化学品使用水平
单位: kg/hm²

项目	2001年	2006年	2008年	2010年	2014年	2016年
化肥施用强度	653.38	551.73	408.77	375.59	325.93	312.48
农药施用强度	20.55	15.02	12.33	10.11	7.63	7.01
农膜施用强度	19.78	19.23	19.14	21.60	22.12	21.52
农用柴油使用强度	88.13	90.83	89.25	90.69	100.31	100.40

污染比较有限。

2.2 第二产业发展的生态环境影响

第二产业的生产是通过消耗大量的自然资源和能源来实现的, 因而带来的污染物对自然生态环境形成胁迫效应。由表2可知, 2016年南京市工业污染物排放强度相比2001年均大幅下降, 资源环境的利用效率不断提

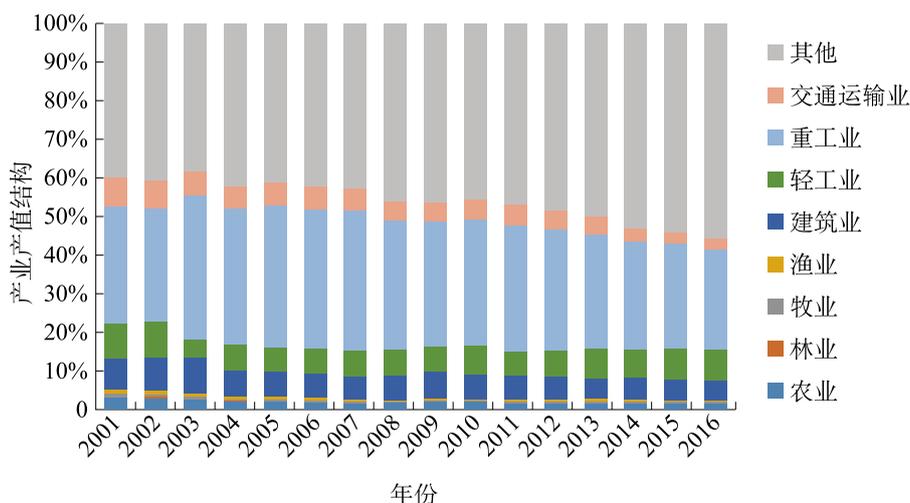


图4 2001—2016年南京市产业产值结构比重构成

数据来源: 2002—2017年南京市统计年鉴

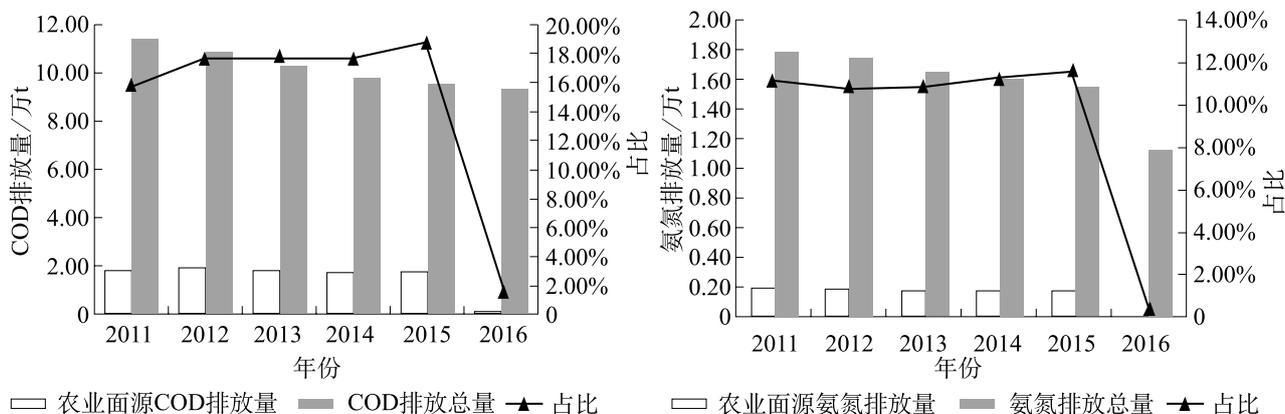


图5 农业面源COD、氨氮排放量及其占比

数据来源: 2002—2017年南京市统计年鉴、2011—2016年南京市环境统计资料

表2 2001—2016年南京市工业发展的资源环境利用效率

项目	2001年	2006年	2008年	2010年	2014年	2016年
工业废水排放强度/(t/万元)	139.03	36.55	24.61	16.86	6.93	6.03
工业废气排放强度/(Nm ³ /元)	5.03	3.32	2.85	2.86	2.62	2.16
工业COD排放强度/(kg/万元)	7.26	2.4	1.67	1.01	0.69	0.24
工业SO ₂ 排放强度/(kg/万元)	29.45	12.32	8.98	5.76	3.33	0.80
工业NO _x 排放强度/(kg/万元)	—	8.04	5.97	5.68	3.32	2.22
工业源烟粉尘排放强度/(kg/万元)	21.10	8.06	5.11	3.56	3.08	1.36

高,但是工业污染物排放量仍然可观。2016年,南京市工业源SO₂排放量为2.86万t,占全市排放总量的99.31%,工业源NO_x排放总量为6.38万t,占全市排放总量的64.97%,工业源烟粉尘排放量为4.86万t,占全市排放总量的94.74%(图6)。由此可见,第二产业是工业污染排放的

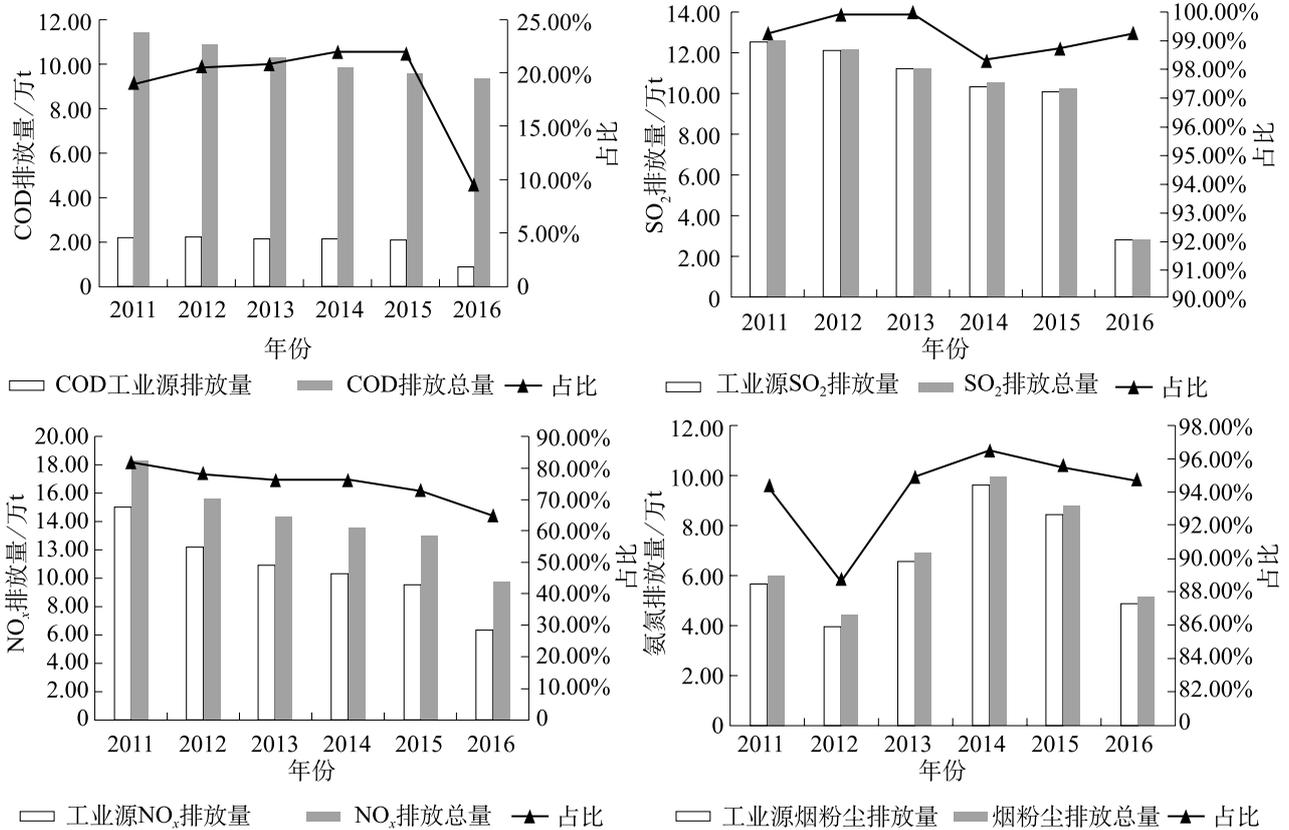


图6 工业源COD、SO₂、NO_x、烟粉尘排放量及其占比

数据来源:2002—2017年南京市统计年鉴、2011—2016年南京市环境统计资料

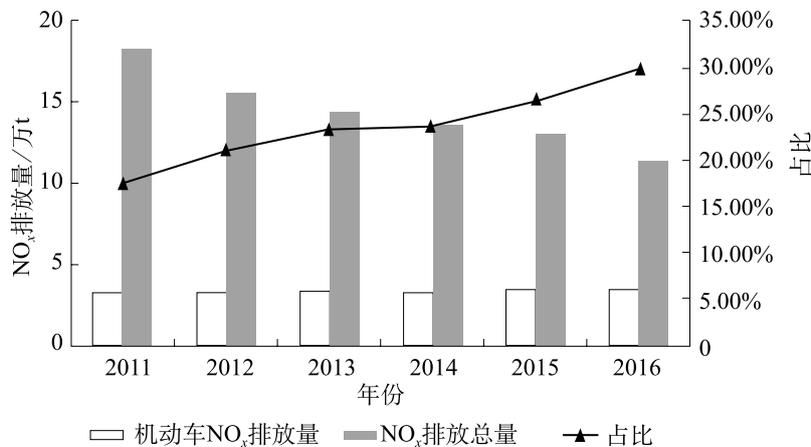


图7 机动车NO_x排放量及其占比

数据来源:2011—2016年南京市环境统计资料

主要贡献者。

2.3 第三产业发展的生态环境影响

第三产业对环境资源的依赖很小,但是交通运输业等行业的发展仍然会产生污染物的排放。南京2016年民用车辆拥有量239.87万辆,是2001年的7.4倍,且每年还在以20多万辆的速度增加。随着机动车数量的快速增长,其排放的污染物如 NO_x 、 VOC_s 、 CO 、烟粉尘等不断增加,2016年,南京市机动车产生的 NO_x 排放量为3.40万t,占到 NO_x 排放总量的34.62%;机动车产生的 VOC_s 排放量为1.76万吨,占到 VOC_s 排放总量的34.11%(图7)。

3 产业结构与生态环境的关系

3.1 产业结构与生态环境的相关性分析

为了研究产业结构与生态环境之间的关系,本文采用Spearman相关法对两者的相关性进行研究,利用2006—2016年产业结构和环境数据,分别用 X_1 、 X_2 、 X_3 表示第一产业、第二产业和第三产业产值占比,用 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 表示 SO_2 排放量、 NO_x 排放量、 SO_2 年均浓度。运用SPSS 19.0软件对数据进行Spearman相关性分析,得出相关系数矩阵(表3)。

表3 产业结构与环境相关系数矩阵

	Y_1	Y_2	Y_3
X_1	.797**	.820**	.670*
X_2	.927**	.781**	.904**
X_3	-.945**	-.773**	-.902**

**：在置信度(双侧)为0.01时,相关性是显著的

*：在置信度(双侧)为0.05时,相关性是显著的

数据来源：2007—2017年南京市统计年鉴、2006—2016年南京市环境统计资料

由表3可知,第一产业、第二产业产值占比与 SO_2 排放量、 NO_x 排放量、 SO_2 年均浓度均呈正相关关系,且第二产业产值占比与 SO_2 排放量、 SO_2 年均浓度相关性极为显著。此外,第三产业产值占比与 SO_2 排放量、 NO_x 排放量、 SO_2 年均浓度均呈负相关关系,且第三产业产值占比与 SO_2 排放量、 SO_2 年均浓度相关性极为显著。 SO_2 、 NO_x 的排放主要来源于工业源,图6可以看出, SO_2 、 NO_x 工业源排放占比分别在为98%和60%以上,因此第二产业占比和 SO_2 和 NO_x 排放量、 SO_2 年均浓度成正比关系;近年来,南京市大力发展现代服务业、旅游业、金融业等导致第三产业占比逐年增高,与此同时,南京市大力开展石化、钢铁、电力、水泥等行业的脱硫脱硝工程和超低排放,大力淘汰黄标车等工作, SO_2 、 NO_x 排放量逐年降低,因此,所以第三产业占比与 SO_2 、 NO_x 排放量、 SO_2 年均浓度呈现出负相关关系。

3.2 产业结构变动的生态环境效应

(1)依据各产业类型相应的生态环境影响系数对其产值比例进行加权求和,得到区域产业结构的总体生态环境影响指数,以表征一定产业结构对区域生态环境的总体影响和干扰状态^[8]。其计算式如下:

$$\text{ISE} = \sum_{i=1}^9 \text{IS}_i \times E_i$$

式中:ISE表示区域产业结构的总体生态环境影响指数; IS_i 表示*i*产业的产值比例; E_i 表示*i*产业的生态环境影响系数。

不同产业类型的生态环境影响指数见表4。

表4 不同产业类型的生态环境影响指数

产业影响指数	农业	林业	牧业	渔业	轻工业	重工业	建筑业	交通运输业	其他
	3	2	2	2	4	5	3	4	1

根据ISE指数计算方法,本文利用2001—2016年南京市产业经济和环境保护资料,计算出南京市不同时期的ISE指数(图8),结合ISE指数分级标准(表5),评价南京市2001年以来产业结构的生态环境效应。由图8可以看出,研究时段内南京市ISE指数总体处于中等水平,演变轨迹呈现波浪形,形成的波峰出现在2003年(ISE=3.07)、2005年(ISE=3.03)和2010年(ISE=2.86),波谷出现在2004年(ISE=2.98)、2009年(ISE=2.82),最低值出现在2016年(ISE=2.52)。“十五”期间,南京市经济发展迅速,制定并实施了市区县长环境保护目标责任制、建设项目环境影响评价与“三同时”管理等一批环境管理制度,并开展了环境污染的初步治理,使经济与环境之间高度失衡的状态得到初步遏制,

表5 产业结构生态环境影响指数分级

影响指数	1~1.5	1.5~2.5	2.5~3.5	3.5~4.5	4.5~5
分级	弱	较弱	中等	较重	严重

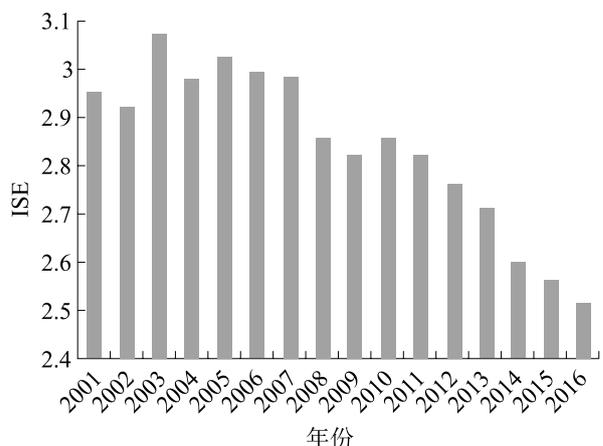


图8 2001—2016年南京市产业结构的生态环境效应变化
数据来源：2002—2017年南京市统计年鉴

表 6 2013—2016 年南京市产业结构和环境质量情况

项目名称	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
三产比例	2.5 : 43.1 : 54.5	2.4 : 41.1 : 56.5	2.4 : 40.3 : 57.3	2.4 : 39.2 : 58.4
SO ₂ 年平均浓度 / (μg/m ³)	37	25	19	18
NO ₂ 年平均浓度 / (μg/m ³)	55	54	50	44
可吸入颗粒物 (PM ₁₀) 年平均浓度 / (μg/m ³)	137	123	96	85
细颗粒物 (PM _{2.5}) 年平均浓度 / (μg/m ³)	78	74	57	48
空气质量达到及好于二级的天数 / 天	202	190	235	242
建成区绿化覆盖率	44.06%	44.14%	44.47%	44.75%

注：因 2013 年采用新的环境质量标准，故选取 2013—2016 年的数据进行对比分析
数据来源：2013—2016 年南京市质量报告书、南京市环境状况公报

但经济快速发展所导致的资源巨量消耗以及“三废”污染物排放持续增加，仍然给环境保护和生态建设构成极大的威胁，因此 ISE 指数呈现明显的波动状态。“十一五”期间，南京确立了污染减排目标，大力开展工程减排、结构减排、管理减排，主要污染物排放大量削减，ISE 指数总体下降，波动较小；“十二五”期间，特别是党的十八大以后，生态文明建设得到空前重视，随着经济社会向工业化后期的快速推进，单位 GDP 能耗与污染水平均出现了不同程度的下降，经济与环境之间的矛盾趋向缓和，因此 ISE 指数呈现出稳定下降的良好态势。

南京市生态环境影响指数演变呈现以下特征：①产业结构变动轨迹与产业转型引起的生态环境效应轨迹在变化趋势上存在一致性；②产业变动引起的生态环境变化要滞后于产业结构转型，第一次产业转型出现在 2008 年，其引起的生态环境效应的波谷却出现在 2009 年；③产业结构变动初期的生态环境影响波动周期不稳定、幅度较小，有反弹趋势，但“十三五”以来 ISE 呈现稳定下降趋势。

(2) 产业结构升级的生态环境效应。本文利用 SPSS19.0 统计软件将南京市产业结构高级度 G 和生态环境影响指数 ISE 进行 Spearman 相关性分析，发现两者呈现显著负相关，相关系数为 -0.988，说明产业结构高级度的提高、产业结构升级的加速，会改善当前的生态环境，减少污染。这一结论与表 6 中 2013—2016 年随着产业结构优化、环境质量持续改善的情况以及图 5、图 6 显示的 COD、SO₂、NO_x 排放量逐年减少的情况相一致。

3.3 不同区域的产业结构对生态环境的影响分析

根据南京市的产业结构空间布局特征，按照文献^[9]，将南京 11 区分成三大区域：宜居环境维护区、生态功能保育区、产业结构优化区（见表 7）。宜居环境维护区包括鼓楼、玄武、秦淮、建邺四区，第一产业比重为零，工业比重较低，第三产业占比在 90% 以上，现代服务业发达，经济发展处于领先水平，生态环境质量较好。生

态功能保育区包括江宁、浦口、高淳、溧水四区，第二产业和第三产业占比相当，第一产业占比较低，城市建成区和农村地区均有分布，工业化进程较快，但主要以高新技术产业为主，污染物排放量较低，且自然扩散条件好，四区的生态环境质量与宜居环境维护区相差不大，其中高淳和溧水为南京远郊区，以农村地区为主，工业不发达，人口密度小，生态环境质量甚至超过宜居环境维护区。产业结构优化区包括栖霞、雨花台、六合三区，工业占比很高，第三产业次之，第一产业占比最低，该区域是南京市重化工业集聚区，集中了全市污染排放大户梅钢、南钢、扬子石化、金陵石化等“两钢四化”，生态环境质量相对较差。

通过宜居环境维护区和产业结构优化区的对比可以看出，第二产业尤其是重化工业，对城市的绿色发展影响很大，对于环境质量改善具有负效应；对比生态功能保育区中的高淳、溧水区与宜居环境维护区可以看出，第三产业并不发达的农村地区的生态环境质量反而好于第三产业占比最高的市区，说明产业结构优化并不是影响生态环境质量的唯一因素，良好的自然禀赋、较高的绿化覆盖率、较小的人口密度等有利于城市生态环境质量改善。

表 7 南京市不同区域的产业结构 (2016 年)

区域	区名	一产占比	二产占比	三产占比
宜居环境维护区	玄武	0	4.48	95.52
	秦淮	0	6.64	93.36
	建邺	0	44.11	55.89
	鼓楼	0	7.73	92.27
生态功能保育区	江宁	3.48	51.07	45.44
	浦口	4.67	47.96	47.37
	高淳	6.84	48.66	44.50
产业结构优化区	溧水	6.23	51.15	42.62
	栖霞	0.58	66.49	32.93
	雨花台	0.17	20.75	79.08
	六合	5.72	62.01	32.27

数据来源：2017 年南京市统计年鉴

4 结论与建议

本文以南京市为例，分析了 2001—2016 年产业结构演进轨迹和高级度水平变化，阐述了不同产业对生态环境的具体影响。在此基础上采用 Spearman 相关分析法定

性描述了三产比重对生态环境的影响,利用生态环境影响指数定量分析了产业结构的生态环境效应。另外,还研究了产业结构升级的生态环境效应和不同区域的产业结构对生态环境的影响。

(1) 研究时段内全市产业结构变动较大,总体经历了一次产业结构转型,产业结构从2001—2007年的“二三一”结构形态,调整为2008—2016年的“三二一”结构形态,产业结构高级度总体呈现逐年上升趋势;从产业内部变化来看,研究时段内第一产业内部产值比重由大到小依次为农业、渔业、牧业、林业;第二产业工业重型化特征仍然明显,重工业的比重为77.1:22.9;第三产业快速发展,服务业主体地位得到强化。

(2) 第一产业、第二产业产值占比与SO₂排放量、NO_x排放量、SO₂年均浓度均呈正相关关系,第三产业产值占比与SO₂排放量、NO_x排放量、SO₂年均浓度均呈负相关关系。全市产业结构的生态环境影响属于中等,ISE指数呈现波浪形变化,产业结构变动轨迹与产业转型引起的生态环境效应轨迹在变化趋势上存在一致性;产业变动引起的生态环境变化要滞后于产业结构转型;产业结构变动初期的生态环境影响波动周期不稳定,幅度较小,有反弹趋势,但“十三五”以来ISE呈现稳定下降趋势;随着产业结构高级度的提高,产业结构升级的加速,会减少污染物的排放,改善生态环境质量。

(3) 南京市的重化工产业对环境质量改善具有负效应,因此,一方面要降低重化工产业比重,调轻调优产业结构;另一方面要进一步减少重化工产业污染物排放量,提高污染排放标准,加大环境治理和管理力度。此外,还需提高绿化覆盖率,严守生态红线,控制城市人口规模,进一步提升城市生态环境质量。

产业结构变化对于生态环境的影响机制复杂,在今

后的研究过程中应重视以下方面:建立长时间尺度统计数据,以便研究产业结构的长期演变趋势,分析其与生态环境的变化规律;空间尺度上,还应进一步收集南京市各区(园区)乃至各行业发展的数据,更深层次地研究产业结构对环境的影响。此外,产业结构并不是影响生态环境质量的唯一因素,本文仅从产业结构角度来阐述其对生态环境的影响,未来研究还需考虑地理位置、自然禀赋、环境管理制度、人口因素、交通建设等因素对城市环境的综合影响。

参考文献

- [1] 原毅军, 谢荣辉. 环境规制的产业结构调整效应研究——基于中国省际面板数据的实证检验[J]. 中国工业经济, 2014(8): 57-69.
- [2] 崔凤军, 杨永慎. 产业结构对城市生态环境的影响评价[J]. 中国环境科学, 1998, 18(2): 166-169.
- [3] 王文哲, 韩玉刚. 安徽省产业结构演变对生态环境影响的实证分析[J]. 统计与决策, 2017(8): 142-145.
- [4] 邹伟进, 李旭洋, 王向东. 基于耦合理论的产业结构与生态环境协调性研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2016, 16(2): 88-95.
- [5] 杨建林, 徐君. 经济区产业结构变动对生态环境的动态效应分析——以呼包银榆经济区为例[J]. 经济地理, 2015, 35(10): 179-186.
- [6] 吴文洁, 吕怡静. 陕西省产业结构演替及其生态环境效应实证研究[J]. 商业经济研究, 2016(19): 200-202.
- [7] 边英英, 魏建新, 张加敏. 乌鲁木齐产业结构特征与生态环境相关性分析[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(13): 3533-3537.
- [8] 赵雪雁. 甘肃省产业转型及其生态环境效应研究[J]. 地域研究与开发, 2007, 26(4): 102-106.
- [9] 于忠华, 孙瑞玲, 李宗尧. 资源环境约束下南京城市发展质量评价[J]. 中国环境管理, 2018, 10(2): 56-61.

