

江苏淮河流域水环境与 工业化的空间关系研究

蒋海兵 著



南京大学出版社

本书出版得到国家自然科学基金项目《高速铁路与出行成本影响下的区域陆路可达性及其空间效应研究》（批准号：41301108）、《基于分层线性模型的流域社会经济与水环境耦合关系研究》（批准号：40871261）和国家重大水专项项目课题十子课题1（2008ZX07010-010-001）的联合资助。

江苏淮河流域水环境与 工业化的空间关系研究

蒋海兵 著



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

江苏淮河流域水环境与工业化的空间关系研究 / 蒋海兵著. — 南京: 南京大学出版社, 2018. 7

ISBN 978 - 7 - 305 - 20400 - 5

I. ①江… II. ①蒋… III. ①淮河流域—区域水环境—环境保护—关系—工业化—研究—江苏 IV. ①X143
②F427.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 134621 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

出 版 人 金鑫荣

书 名 江苏淮河流域水环境与工业化的空间关系研究

著 者 蒋海兵

责任编辑 揭维光 吴 汀 编辑热线 025 - 83686531

照 排 南京理工大学资产经营有限公司

印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 13 字数 302 千

版 次 2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 20400 - 5

定 价 38.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

官方微信号: njupress

销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

序

生态流域水环境问题是环境科学、经济学和地理学等学科领域的重要研究主题,水环境综合整治是生态文明建设的重要内容之一。流域水环境与工业化的空间关系研究主要以流域工业化与水环境特征、工业化与水环境变化关系等为研究内容。在工业化进入加速发展的时期,流域工业化与水环境保护之间的矛盾变得日益尖锐。区域发展权与水环境保护之间如何平衡,成为区域经济社会发展无法回避的难题,如何协调二者的关系是解决水环境问题的关键所在。江苏淮河流域作为淮河流域经济增长快速地区,工业经济增长迅速。近年来上海、苏南、浙北纷纷加快工业升级换代步伐,提高产业的环保准入门槛,劳动密集型与水污染严重的行业逐渐向苏中、苏北地区转移,淮河中下游的苏北与苏中地区成为承接产业转移的重要地区,该地区重污染工业数量急剧增长,增加了当地生态环境压力,水污染风险陡增。水污染事件促使人们摸索水污染工业布局优化措施。

目前有关水环境与工业化关系研究多数从环境经济学和生态经济学视角入手,强调水污染工业布局应遵循环境容量地域分布,从产业结构角度和宏观区域尺度探讨未来水环境容量约束下的工业结构调整方向,重视排污总量控制与水环境容量约束,希望通过产业结构调整来达到改善水环境的目的。然而,工业地域结构与水环境关系、行政区内部水污染工业地域差异以及工业污染负荷的空间格局与演化研究相对薄弱,较少地考虑工业自身分布规律,忽视水污染工业区位条件与地区水环境容量的关系协调,单方面地考虑水环境保护与环境控制,忽视工业地域分布规律,结果经常会造成环境约束与规划失效及环境容量低效率开发,达不到水环境规划的预期设想。基于上述研究背景,本书作者蒋海兵以江苏淮河流域为例,对水污染工业地域分布与演变、工业污染负荷空间格局、演变及其形成机制展开分析,思考工业化与水环境空间关系的协调思路。

经济地理学强调交通、集聚、市场等要素对工业布局的引导作用,较少考虑某些特殊自然环境资源对工业活动的约束作用,包括水环境容量约束。研究水污染工业的地域分布格局与演变规律,将拓展工业区位理论的研究内容。若将工业区位理论与水环境规划的相关理论综合考虑,探讨水环境约束下的工业区位优化模型,对于协调产业发展与水环境之间的矛盾具有一定的理论意义。作者尝试将工业区位理论与区域空间结构等理论引入流域水环境变化研究中,透过经济地理学的理论视角来梳理流域工业地域结构与工业污染负荷及水环境变化之间的空间关系,采用空间分析等技术方法来解析流域水环境变化下的工业化驱动机制,研究将工业区位理论及其研究方法引入到水环境问题研究中来,

丰富了经济地理学研究内容。

本书通过地理信息技术集成开发设计流域工业点源识别技术,通过该技术对工业污染负荷的多尺度空间分析,识别高工业污染负荷的“问题”区域与水污染工业类型,为开展重点工业污染源治理提供参考依据。在多尺度空间分析技术支撑下,实现数据空间化,突破以前行政范围界限的局限,更为具体地反映工业化与水环境的空间关系,阐述快速工业化背景下的流域水环境时空变化特征,描述流域工业化空间特征,提出水环境约束下水污染工业布局优化方法。

产业布局与水环境关系研究强调应根据水环境容量资源和水污染工业的地域分异规律,分析水环境容量与工业布局之间关系,引导工业布局和产业结构调整,有助于指导经济与环境协调发展。当前较多地考虑水环境容量划分与水环境约束下的“供应”空间开发与区划,强调产业布局应充分遵循水环境容量地域分异,却较少从自然地理条件、工业区位条件与区域空间结构角度,探讨各种工业类型与城市建设的“需求”开发空间,即产业类型的区位选择偏好与投资环境等,若将二者有机整合叠加,综合考虑工业区位与地表水环境容量资源的地域分异规律,则可以在更为具体的空间层面上寻求水环境与产业布局的协调统一的方案。

鉴于上述认识,本书主要以江苏淮河流域为研究区域,以工业化与水环境特征、工业区位条件与工业污染负荷耦合关系、水环境约束为研究内容,多尺度地评价工业污染负荷空间特征,总结工业污染负荷空间格局与演变的驱动机制,指出高污染负荷空间格局和演变受到区域空间结构制约,同时依赖于区域水资源分布。在该书写作过程中,作者详尽收集了研究区大量的数据资料,才使该书能够从更微观的尺度,刻画工业化和水环境之间的空间相关。

流域水环境和社会经济发展关系研究是涉及面很广的研究方向,涵盖环境学、地理学、经济学等领域,希望本书能够对读者起到一些启迪,引发一些共鸣。

徐建刚

2017年12月于南大港龙园

前 言

近年来,长三角经济发达地区纷纷加快产业升级换代步伐,提高环保准入门槛,劳动密集型与水污染严重的行业被迫向其他地区转移,江苏淮河流域成为承接该类产业转移的重要地区,水污染工业增长迅猛,增加了当地环境压力。而经济发展落后地区环保投入能力有限,提高了水环境污染风险。2011年的中央“一号文件”表示:今后五年我国将基本建立最严格的水资源管理制度。政府正不断提高了水质目标类别要求,工业化与水环境保护之间的矛盾正日益尖锐,它迫切需要协调二者关系的新思路与新方法。目前有关工业化与水环境变化关系研究,多数研究通过统计数据采用环境库兹涅茨曲线、回归分析等方法探讨二者的关系,并预测未来污染负荷和水质变化趋势,通过构建产业结构优化模型,提出产业结构调整目标,上述研究忽略污染工业污染负荷地域差异与工业布局规律,指导效果与可操作性受到限制。

在水环境变化过程中,工业化对水环境污染是通过工业污染负荷作用于河流水体,工业污染负荷空间格局与演变将会导致流域水环境质量地域差异与变化。工业污染负荷地域差异与演变的驱动因素包括:工业化、工业区位条件、水环境约束因素等。目前有关工业水污染负荷空间格局、演变及其驱动机制研究凤毛麟角,对其规律性的探讨有助于预测工业污染负荷地域分布,估算各地工业污染负荷,制订合理的消减目标。

鉴于上述认识,本研究在总结国内外相关研究的基础上,基于GIS数据平台,以空间分析技术为主要手段,集成地理学、环境经济学、环境规划学等相关学科理论与分析方法,构建水环境与工业化的空间关系研究框架,以江苏淮河流域为实证区域,以工业化与水环境特征、工业化与水环境变化关系、工业区位条件与工业污染负荷的相关性、水环境约束分析为研究内容,多尺度地描述工业污染负荷空间特征,揭示工业水污染负荷空间格局与演变的驱动机制,全文共分九章。

第一章为绪论,首先阐述本书的选题背景和研究意义;其次,提出了研究思路、研究内容与研究框架;再次,概述国内外相关研究,总结了国内外工业化与水环境关系的相关研究进展,并对此展开简要述评;最后,介绍研究区的自然与社会经济情况。第二章为实证分析技术与方法,介绍本书所采用的研究技术、方法及数据,并设计本研究技术路线。第三章为工业化特征研究,首先,分析流域工业化阶段与产业结构特征;其次,采用主成分分析法评价各地产业结构与工业化水平;再次,借用区位熵、锡尔系数、工业行业产值比重等指标分析工业地域空间格局与演变、工业的集聚与分散特征、工业点源分布及主要污染行

业产值增长趋势。第四章为水环境特征研究,首先,阐述流域工业污染负荷的时间与空间变化特征;其次,描述流域各市县工业污染负荷的时间与空间特征;最后,分析江苏淮河流域重要河流断面及其河流水质时空变化。第五章,工业化与水环境变化关系研究,采用大量工业点源数据,在工业化与水环境特征的基础上,借助 GIS 与 SPSS 软件平台,运用分解模型、环境库兹涅茨曲线、密度分析法、重心法及空间自相关技术定量地描述工业化与水环境变化之间的互动关系,探讨产业结构与水环境关系、产业空间结构与水环境关系。第六章,工业区位条件与工业污染负荷相关性分析,通过可达性技术与场强模型建立工业区位条件模型,并基于该模型,分析工业污染负荷与工业区位条件的相关程度,解析相关性高低水平的成因。第七章,流域水环境约束分析,寻求水环境约束强弱差异与工业污染负荷分布之间的关系,阐述流域水环境约束条件下的工业污染负荷空间格局及其演变。第八章,在工业化与水环境变化关系研究、工业区位条件与工业负荷相关分析、水环境约束分析的基础上,归纳与梳理流域水环境变化的工业化驱动机制。第九章,总结研究结论,概括本书的主要观点和创新点,指出研究中存在不足和今后进一步探讨的问题。

本书研究结论表明:(1) 工业水污染负荷地域差异及其演变受制于工业化水平、工业区位条件及水环境约束的综合驱动作用。产业结构、工业类型、技术差异、工业规模等导致各地区重点污染源行业类型与污染负荷规模差异,它是各地区工业负荷“规模驱动因素”;水环境约束起到限制与引导水污染工业布局的作用,工业区位条件对水污染工业分布起到显著的驱动作用,二者共同构成流域内部水污染工业的“空间分布驱动因素”,两种驱动因素综合作用形成工业污染负荷地域分布差异,并且推动其演变。(2) 高污染负荷空间格局受到区域空间结构制约。污染负荷区的“核心—边缘”与“轴状”特征普遍存在,北部流域高负荷区集中于少数乡镇且乡镇零散分布,而东南部流域高污染负荷区分布于多个相邻乡镇;区域经济“增长极”加快自身及其周边乡镇经济快速发展同时,也加剧区域的工业污染负荷。(3) 高污染负荷空间格局显示对水资源环境的依赖,工业水污染负荷高度集中于少数乡镇与河流水体。

本书主要创新点:(1) 采用多尺度空间分析技术定量地描述工业水污染负荷的空间特征。以 GIS 空间分析技术为基础,采用数据融合技术,将工业点源数据转化成不同空间尺度数据,包括县域尺度、乡镇尺度、河流尺度、格网尺度数据,采用密度分析法、ESDA 分析法、格网分析法等分析手段,构成多尺度空间分析技术,全方位地揭示工业污染负荷地域分布特征。(2) 结合工业区位理论,构建工业区位条件评价模型,揭示工业区位条件与工业污染负荷空间相互关系。(3) 提出水环境约束下的工业区位优化模式。根据工业区位理论与区域空间结构理论,在水环境约束分析与工业区位条件评价基础上,针对水污染工业,提出水环境约束下的工业区位优化模式,该模式在水污染工业布局中兼顾水环境约束与工业区位条件,优化水污染工业空间布局。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 理论意义	3
1.1.3 实践意义	3
1.1.4 方法意义	4
1.2 国内外相关研究综述	4
1.2.1 国外相关理论与研究	4
1.2.2 国内相关研究进展	8
1.2.3 研究述评	11
1.3 研究思路、主要内容与框架	12
1.3.1 研究思路	12
1.3.2 研究内容与框架	13
1.4 研究理论架构	14
1.4.1 工业区位理论	14
1.4.2 区域空间结构理论	15
1.4.3 区域资源理论	16
1.4.4 水环境规划理论	17
1.5 研究区域概况	17
1.5.1 自然地理概况	18
1.5.2 社会经济概况	22
第 2 章 分析方法与数据资料	25
2.1 实证分析方法	25
2.1.1 因子叠加分析方法	25
2.1.2 可达性与成本加权栅格方法	27
2.1.3 重心分析法	27

2.1.4	地统计分析法	28
2.1.5	探索性空间数据分析	29
2.1.6	数据空间化方法	30
2.1.7	其他方法	31
2.2	资料与数据库建立	31
2.2.1	统计数据	31
2.2.2	基础地理信息数据	31
2.2.3	研究区域的数据说明	32
2.3	技术路线	32
第3章	江苏淮河流域工业化特征	34
3.1	工业化基本特征	34
3.1.1	产业发展阶段	34
3.1.2	产业结构特征	37
3.1.3	工业化水平地域差异	41
3.2	工业地域分布特征	42
3.2.1	工业行业的宏观地域分布格局	42
3.2.2	水污染工业地域空间演变	43
3.2.3	市辖区工业特征	44
3.2.4	工业类型的空间集聚与分散特征	45
3.2.5	工业点源空间分布特征	48
3.2.6	重点行业产值变化趋势分析	54
第4章	江苏淮河流域水环境特征	57
4.1	工业水污染负荷时空特征	57
4.1.1	流域水污染负荷的时间变化	57
4.1.2	各市水污染负荷的时空变化	59
4.1.3	工业水污染负荷地域差异分析	59
4.2	河流水质时空差异特征	79
4.2.1	河流断面水质时空变化	79
4.2.2	主要河流水质变化分析	81
4.2.3	河流水质的空间分析	83
4.2.4	河流水质与工业污染负荷关系	85

第 5 章 工业化与水环境变化关系解析	87
5.1 工业发展与水环境关系	87
5.1.1 工业类型与水环境关系	87
5.1.2 产业结构与水环境关系	90
5.1.3 工业规模、工业技术与水环境之间的关系	93
5.1.4 工业排放强度的时空分异	94
5.1.5 工业化水平与工业污染负荷关系分析	98
5.1.6 工业发展阶段与工业废水排放量的关系分析	100
5.2 工业地域空间演变与水环境的空间关系	103
5.2.1 工业废水排放量与工业产值重心分析	103
5.2.2 工业废水排放量与工业产值空间自相关性分析	104
5.2.3 水污染工业类型与工业污染负荷的空间关系	105
5.2.4 工业污染负荷与区域空间结构关系分析	108
5.3 流域各市工业化与水环境的空间关系	109
5.3.1 盐城	109
5.3.2 徐州	117
5.3.3 淮安	119
5.3.4 连云港	122
5.3.5 南通	124
5.3.6 宿迁	125
5.3.7 五市工业污染负荷比较分析	126
5.3.8 五市工业类型水污染负荷的多尺度分析	128
第 6 章 工业区位条件与工业污染负荷相关性分析	131
6.1 水污染工业区位条件分析	131
6.1.1 理论基础	131
6.1.2 实证分析	134
6.2 工业区位条件评价模型	137
6.2.1 建模思路	138
6.2.2 工业区位条件模型	139
6.3 工业区位条件与工业污染负荷的相关性分析	142
6.3.1 行政尺度下的工业区位条件与工业污染负荷相关性分析	143
6.3.2 微观尺度下的工业区位条件与工业污染负荷相关分析	145

第 7 章 江苏淮河流域水环境约束分析..... 147

7.1 流域纳污能力分析 148

7.1.1 水环境容量与承载能力分析 148

7.1.2 流域纳污能力的地域差异 150

7.2 流域水环境约束分析 151

7.2.1 水环境约束区划分 151

7.2.2 水环境约束与工业压力的综合分析 156

7.3 水环境约束下的工业区位优势模式 160

7.3.1 理论依据 160

7.3.2 水污染工业布局优化方法 161

第 8 章 水环境变化的工业化驱动机制..... 163

8.1 政府调控与干预 164

8.1.1 产业宏观调控 164

8.1.2 水环境监管与规划 165

8.2 自然资源与经济发展基础 167

8.2.1 自然资源要素引导 167

8.2.2 水环境容量引导与约束 167

8.2.3 经济发展基础要素 168

8.3 工业化推动水环境变化 169

8.3.1 工业化阶段与水平 170

8.3.2 水污染工业空间演变 171

8.4 驱动因素相互耦合,推动水环境变化..... 172

第 9 章 结论..... 174

9.1 研究结论 174

9.2 主要创新点 176

9.3 研究不足 177

参考文献..... 178

附录..... 188

后记..... 195

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

1.1.1.1 快速工业化背景下水环境保护面临的困境

改革开放 30 多年来,我国经济取得举世瞩目的成就,然而资源与环境问题也相伴而生,十六届五中全会首次提出并首次把“建设资源节约型,环境友好型社会”确定为国民经济与社会发展中长期规划的一项战略任务,强调经济发展必须要与生态环境相协调,实现区域可持续发展。流域水环境问题作为重要的环境问题,成为制约社会经济可持续发展的基本问题,备受政府与人民群众的广泛关注,2011 年的中央“一号文件”《中共中央、国务院关于加快水利改革发展的决定》表示:今后五年我国将基本建立最严格的水资源管理制度。

20 世纪 80 年代以来,淮河流域经济快速发展和人口增加,城市化与工业化进程迅猛,它们给水资源与环境造成很大压力,水污染形势逐年加剧,令人堪忧。1994 年淮河流域发生重大水污染事件,造成淮河流域众多工厂停产,沿岸百姓无水饮用,河流生态服务价值降到最低。淮河流域严峻的水污染形势引起了政府高度重视。1995 年 8 月国务院发布了我国第一部流域水污染防治法规——《淮河流域水污染防治暂行条例》。

淮河流域是我国 7 大流域中人口最密集的流域,淮河流域面积约 6.32 万 km^2 , 占全国 2.8% 的陆地面积,生存着约 13% 人口;流域虽地处我国东部,然而经济发展落后,工业结构性污染突出,降水时空分布不均、坡降小、流速缓、水体自净能力差,闸坝林立,水环境容量大为降低。长期以来,国家投入大量资金试图改善环境污染状况,但由于治理的重点多在工程技术投资方面,且污染物长期积累,尽管淮河流域排污总量有所削减,淮河流域水污染治理形势依然严峻。

南水北调工程输水干线,95% 流经淮河流域境内,并且位于淮河流域下游,淮河流域是南水北调东线输水工程的“中上游”,淮河流域各水体可通过干线湖泊进入调水水体。“中上游”水质直接影响到受水地区水质的好坏,所以南水北调东线淮河流域水质控制受到政府高度重视,南水北调东线输水工程对沿线水质提出更为严格的要求:京杭运河、洪泽湖、骆马湖、南四湖及入河(湖)支流必须在 2007 年底前全面达到Ⅲ类,淮安、宿迁、徐州、济宁、枣庄等城市必须对输水干线实现污水零排放,规划水质类别提高意味着必须压

缩调水沿线更多的水环境容量,转移环境容量消耗大的工业点源。

江苏淮河流域作为淮河流域经济增长快速地区,工业经济增长迅速。近年来上海、苏南、浙北纷纷加快产业升级换代步伐,提高产业的环保准入门槛,劳动密集型与水污染严重的行业逐渐向苏中、苏北地区转移,淮河中下流的苏北与苏中地区成为承接产业转移的重要地区,该地区水污染工业数量急剧增长,化工、造纸等重污染产业日益增多,水污染工业空间转移带动了水污染负荷的空间转移,局部地区出现重工业化,增加了当地环境压力,水环境污染风险增加,部分城市已发生了多起水污染事件,给人们生命财产安全带来极大威胁。江苏淮河流域是河流污染事故最多省份之一,从 1997~2005 年该地区发生的水污染事故占整个流域比重较高(表 1-1)。近年来江苏淮河流域发生多起重金属及有机物污染事故,2009 年 3 月盐城饮用水源对氯苯酚污染,2009 年 8 月邳州砷污染,2010 年 4 月 19 日淮河航道盱城段中石化输油管道泄漏。

表 1-1 1997~2005 年江苏淮河流域的水污染事故次数

年代	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
江苏	62	55	61	67	19	26	20	50	18
淮河流域	160	97	146	170	98	94	72	96	52

根据江苏省“十一五”国民经济发展纲要确定目标,各地经济增速均要求在 10% 以上,如此增幅对淮河流域环境基础设施提出更高的要求。对环境监督、工业企业的环境准入制度及企业治污等各个环节都进行严格要求,江苏淮河水环境治理面临更为严峻考验,江苏淮河流域相对于省内其他地区,社会经济发展水平相对落后,各地政府环保投入能力有限,客观上限制河流水环境改善,加剧河流水质恶化。

随着苏中与苏北乡镇企业发展和农村工业化,农村河流水环境已经开始遭到破坏,贫困落后迫使农村放弃对生态环境目标的选择,乡镇工业环境经济要素低效率组合,长此以往,不受约束的农村工业化将会导致未来农村水环境污染的失控。

近年来,江苏省加快了区域统筹与协调发展战略,近期提出江苏沿海开发战略,推进苏中与苏北地区社会经济的快速发展,它犹如促进工业化的强心剂,将带来该区域新一轮开发建设的热潮。如何处理好经济发展与水环境协调问题,实现经济又好又快发展,成为地方政府亟须思考的现实问题。

在工业化进程加快的同时,工业化与水环境保护之间的矛盾正变得日益尖锐。一方面,落后地区渴望社会进步与经济发展,不断提高人民生活质量,当地人民有发展的权利与诉求;另一方面,工业化影响下的水环境质量令人担忧。区域发展权与水环境保护之间如何平衡,成为区域经济发展无法回避的难题,如何协调二者的关系是解决水环境问题的关键所在。

1.1.1.2 工业化与水环境的空间关系研究相对薄弱

工业水污染问题涉及经济学、环境学、地理学、生态学、水文学、可持续发展理论、区域规划等多个学科。各学科针对水环境问题,从不同的着眼点提出解决的思路与方法。地

理学通过描述流域水环境特征、自然条件与社会经济地域特征,从中提炼水污染负荷的空间特征与存在问题。

目前有关水环境与工业化关系研究多数从环境经济学、生态经济学视角入手,展开实证分析,从产业结构角度探讨未来水环境容量限制下的结构调整方向。然而产业地域空间结构与水环境关系研究、行政区内部水污染工业地域差异研究相对薄弱,制约产业结构调整,地域针对性弱等导致环保措施缺乏可操作性。工业污染负荷的空间格局与演化研究欠缺,影响各地未来污染物排放量预测的效果。

有关水环境与工业化关系协调研究,多数研究考虑水环境容量对工业的约束作用,强调排污总量控制与水环境容量约束,希望通过产业结构调整来达到改善水环境污染的目的,研究较少地考虑工业自身分布规律,包括工业区位因子,特别是不同水污染工业的区位因子,忽视水污染工业区位条件与地区水环境容量的关系协调,单方面地考虑水环境保护与环境控制,忽视工业地域分布规律,结果经常会造成环境约束与规划失效及环境容量低效率开发,达不到水环境规划的预期设想。

基于上述研究背景,笔者以江苏淮河流域为例,对水污染工业地域分布与演变、工业污染负荷空间格局、演变及其形成机制展开分析,思考工业化与水环境空间关系的协调思路。

1.1.2 理论意义

环境经济学解释经济发展与环境变化之间的相互关系,分析水环境与工业化关系,在剖析工业环境问题时,强调工业总量规模、产业结构、工业技术等与水环境之间的耦合关系。环境规划学强调水污染工业布局应遵循环境容量地域分布,然而却较少考虑工业地域分布与区域空间结构规律。

经济地理学是研究经济活动区位、空间组织及其地理环境相互关系的科学(李小建,1999),经典工业区位理论及其相关研究,强调交通、集聚、市场等要素对工业布局的引导作用,较少考虑某些特殊自然环境资源对工业活动的约束作用,包括水环境容量约束。研究水污染工业的地域分布格局与演变规律,将拓展工业区位理论的研究内容。若将工业区位理论与水环境规划的相关理论综合考虑,探讨水环境约束下的工业区位优化模型,对于协调产业发展与水环境之间的矛盾具有一定的理论意义。

笔者尝试将工业区位理论与区域空间结构等理论引入流域水环境变化研究中,透过经济地理学的理论视角来梳理流域区域空间结构与工业污染负荷及水环境变化之间的空间关系,采用空间分析等技术方法来解析流域水环境变化的工业化驱动机制,希望达到“他山之石,可以攻玉”的目的,研究将工业区位理论及其研究方法引入到水环境问题研究中来,丰富了经济地理学研究内容。

1.1.3 实践意义

首先,从流域水环境变化过程来看,工业化与水环境变化关系密切,在流域水质管理目标前提下,系统地探讨流域工业水污染负荷变化的工业化驱动机制,将有助于前瞻性地预判流域未来水污染工业与工业污染负荷分布趋势,对于从源头上扭转流域由工业引起

的水质退化具有实践意义。

其次,研究区面临着承接周边长江三角洲等发达地区重污染工业产业转移的环境压力,表现出城市工业用地扩张、无限蔓延特征,工业水污染程度日趋严峻。探讨流域工业化与水环境变化相互关系、水环境与产业地域空间分布之间的关系、水环境约束因素等问题,寻找水环境约束下的水污染工业适宜区,将为协调区域工业经济发展与水环境保护之间的矛盾提供思路,为缓解流域日益激化地域空间、水环境容量资源有限与空间开发、需求、破坏性无限之间的矛盾,保障流域科学有序开发,实现流域水环境保护与工业经济发展的双赢局面提供必要的方法、技术与理论支撑,也可为全面保障南水北调工程水质安全提供基础数据、方法和技术的科学依据。

最后,从微观空间尺度上指出高污染负荷区域、水污染工业行业集中乡镇,明确流域工业污染源治理的重点地区,有助于深入分析各地工业水环境污染问题。

1.1.4 方法意义

江苏淮河流域是以平原网状水系结构为基础的社会-自然地理环境综合体。本书通过对 RS、GIS 和 GPS 等空间信息技术集成开发与应用分析,通过对工业污染负荷的多尺度空间分析技术,识别高工业污染负荷的“问题”区域与水污染工业类型,为开展重点工业污染源治理提供参考依据。首先,借鉴淮河课题组提出的水污染源空间识别技术与响应分析思路,采用工业点源空间数据,在多尺度空间分析技术支撑下,实现数据空间化,突破以前行政范围界限的局限,更为具体地反映工业化与水环境的空间关系,阐述快速工业化背景下的流域水环境时空变化特征,描述流域工业化空间特征。其次,构建工业区位条件评价模型,定量地探讨工业污染负荷与工业区位条件关系。最后,探讨水环境约束下工业布局优化方法,优化水污染工业分布。上述方法的创新和应用对流域水环境与工业化空间关系的探索具有一定的方法意义。

1.2 国内外相关研究综述

1.2.1 国外相关理论与研究

1.2.1.1 可持续发展理论

可持续发展最早是由世界环境与发展委员会在著名的布伦特兰报告《我们共同的未来》中提出的,可持续发展被定义为既要满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展方式。1989 年 5 月联合国环境规划署(UNEP)发表《关于可持续发展的声明》,将该定义修正为满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展,而且决不含侵犯国家主权的含义。这样在可持续发展理论中,发展权成为一项基本权利,该理论是环境规划的指导思想,在部分地区资金有限,环境投入不足,又不能走发达国家“先污染后治理”的老路的情况下,如何实现区域的可持续发展,达到既要保证人民的发展需求,又要保护环境,实现资源的永续利用,是水环境保护的核心内容。Jung

Wk Kim(2006)指出东亚快速工业化发展的背后面临着诸多环境问题,包括发展中国家正面临着发达国家的污染工业的转移,强调应走可持续发展道路。20世纪90年代,可持续发展理念被国际社会广泛的接受。

1.2.1.2 经济与环境协调发展理论

“国民生产总值,对我而言,他意味着国民总污染”(萨缪尔森,《经济学》第10版,第一章),它表达了这位经济学家对快速经济增长可能带来环境问题的担忧,20世纪60年代西方追求高速的经济增长模式,带来了严重的环境污染,恰好验证了这句话。学者开始深入地思考环境保护下的经济增长方式。英国经济学家博尔丁(1966)提出建立“循环式”的经济体系来保护环境与资源。70年代学者关注如何发展经济和保护环境,舒马赫(1973)提出了可持续发展的“小型化经济”。单纯的经济增长并不是推动社会发展的唯一选项,应压缩导致环境恶化行业的增长(Leontief,1977),改变经济增长方式达到环境经济协调的思想被提出(Mesarovic,1974)。80年代,环境纳污能力研究成为热点,Sibert(1987)认为生态环境对污染物的纳污能力构成了经济增长的极限。90年代经济和环境协调发展逐渐成为研究重点,Norgaard(1990)提出了经济和生态环境协调发展理论,把经济发展过程看作对不断变化的环境的适应。自从1992年在巴西里约热内卢召开联合国环境与发展大会之后,关于环境与经济协调发展的研究已受到越来越多的重视。

环境系统与经济系统相互联系与相互制约表现在:环境系统为经济发展提供资源,是经济发展的根本保证,经济发展又会对环境产生影响,在经济发展的过程中产生的废弃物排入环境,对生态环境产生影响,而生态环境的变化反过来对经济发展产生影响。可见,经济或环境中的任何一个系统发生改变,都会引起另一系统发生变化,超过一定限度,就可能引起系统的崩溃。只有在经济发展过程中正确处理经济与生态环境的关系,弱化、消除其负效应,充分发挥其正效应,即保持二者的协调发展,才能实现良性的可持续发展。针对工业带来严重的环境污染问题,经济学家提出多种假说:“污染天堂假说”、“环境生产要素理论”与“环境库兹涅茨假说”。

“污染天堂假说”认为:在自由贸易条件下,发达国家将污染密集型产业转移到发展中国家,而自己则从发展中国家进口污染密集型产品,对此的实证研究结论不一(Walter,1979)。“环境生产要素理论”认为:环境实际上是一种生产要素,环境污染是由这种生产要素过度使用造成,必须建立完善的产权保护机制、市场机制和严厉的环境准入标准,阻止环境恶化(Tahvonen,kuuluvainen,1993;Lopez,1994)。

环境库兹涅茨曲线(EKC)假说认为:经济增长与一些环境质量指标之间的关系不是单纯的负相关或正相关关系,而是呈现倒U形曲线的关系,即环境质量随经济增长先恶化后改善。这种关系与Kuznets提出的收入不均与经济增长的关系类似,故人们定义该环境模式为环境库兹涅茨曲线(Environmental Kuznets Curve,简称EKC)。

自20世纪80年代以来,学者们通过环境质量监测的实证数据,开始分析经济增长对环境质量的影响。Grossman和Krueger(1992,1995)通过对42个国家横截面数据的分析(环境质量指标包括空气悬浮物、二氧化硫、微尘和该国的人均收入),发现环境污染并不会随着经济的增长而不断恶化,而是一种倒U形关系,而且不同的环境指标对应不同

的转折点,他们认为 EKC 现象是工业的规模效应与结构效应双重作用的结果。随后国外的 Shafik and Bandyopadhyay(1992),Selden and Song(1994),HoltzEakin and Selden(1995),Panayotou(1997)等认为:经济发展初期,人们收入低,对环境需求低;随着收入水平的提高,人们对环境需求水平提高,采取环境保护措施,环境质量先破坏再好转,即环境破坏与收入水平呈倒 U 形曲线。

1995 年 Grossman 等首次采用能源分析中常用的分解分析方法(DA-Decomposition Analysis)定量研究了经济规模效应、行业内技术效应和经济结构效应对污染排放变化的贡献率,该研究从工业废水排放与区域经济增长二者关系入手,探讨工业生产工艺对水环境污染造成的影响,揭示了工业化与工业废水排放之间的关系。

经济学家对 EKC 曲线形成的原因给出三方面的解释(罗杰·伯曼,2002)。一是经济规模效应与结构效应。经济增长一方面会引起经济规模的增长,污染排放总量和生态破坏面积也相应增长,从而使生态环境质量下降。但同时也会导致产业升级,促进低污染、低排放的技术得以发展和应用,遏制生态环境的破坏,并出现拐点。二是环境服务的需求与收入的关系。经济起飞阶段人均收入水平较低,关注的焦点是如何摆脱贫困,并追求经济快速增长,对环境服务的需求较低,从而忽视了环境保护。随着收入的提高,消费观念发生变化,人们开始关注生态环境的保护,增加投入,生态环境恶化的趋势得以控制。三是政府对环境污染的政策与规制。政府会根据不同的社会发展阶段,在人们对生态环境产生正的需求压力下,采取积极管制措施,减少生态环境的破坏与污染,加快治理,期望 EKC 曲线的拐点早日出现。

1.2.1.3 环境经济学理论

环境经济学对环境问题的关注点集中在如何将环境外部性成本内部化。环境问题实质在于人类活动向环境索取资源的速度超出了环境资源本身及其替代品的再生速度,排出的废弃物超过了环境的自净能力。环境经济学认为环境污染的原因在于环境问题的外部性、环境问题产权界定不清、制度对环境问题反应失灵、社会公众参与意识弱。然而环境问题的产生归根到底还是制度造成,环境的外部性和市场机制失灵是导致环境污染的经济原因。

由于河流、湖泊等水资源环境属于公共物品,没有明确产权,社会中每个人都可以根据自己的费用效益原则使用环境资源,并排放废弃物,这样必然造成滥用资源与环境的恶化。外部性产生的根源在于环境资源产权界定不明晰或界定不当。环境经济学主流理论包括:末端治理理论和循环经济理论。其中末端治理理论的主要流派有:庇古外部性内部化理论和科斯产权理论。

庇古税方案是由福利经济学家庇古所提出的控制环境污染这种负外部性行为的一种经济手段,属于“政府干预型”方案。庇古认为:过度的环境污染是由于企业生产的负外部性造成,只要政府采取措施使得私人成本和私人利益与相应的社会成本和社会利益相等,将外部效应内部化,则资源配置就可以达到帕累托最优状态。

科斯定理指出:如果交易费用为零,无论权利如何界定,都可以通过市场交易和自愿协商达到资源的最优配置;反之,可以通过合法权利的初始界定和经济组织形式的优化选