江苏省工业分行业土地利用碳排放效率与低碳优化

——基于工业分行业建设用地控制指标视角

荆肇睿[1,2], 梁红梅[2], 秦伟山[2], 马学威[2], 刘 洁[2]

(1. 中国地质大学(北京) 土地科学技术学院, 北京 100083; 2. 鲁东大学 地理与规划学院, 山东 烟台 264025)

摘 要: [目的] 结合投入冗余量及产出不足量制定合理的土地利用低碳优化方案,寻找到理想的碳排放效率,促进产业用地低碳发展。[方法] 利用数据包络分析法(DEA),基于江苏省最新出台的工业分行业建设用地控制指标视角,构建工业分行业土地利用投入产出指标体系,分析 2013 年江苏省 13 个地级市的 26 个行业土地利用碳排放的总效率、技术效率与规模效率,并提出低碳优化方案。[结果] 江苏省工业分行业土地利用碳排放综合效率普遍较低,其中苏中地区较高,苏北地区次之,苏南地区最低;碳排放综合效率最高的为资本与技术密集型产业用地。[结论] 供地政策参与政府的宏观调控,可以引导产业低碳发展。

关键词: 建设用地控制指标; 工业分行业; 土地利用碳排放效率; 低碳优化; 江苏省

文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2016)05-0266-07 **中图分类号**: F301.24

文献参数: 荆肇睿, 梁红梅, 秦伟山, 等. 江苏省工业分行业土地利用碳排放效率与低碳优化[J]. 水土保持通报, 2016, 36(5): 266-272. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2016.05.049

Land Use Carbon Emissions Efficiency and Low Carbon Optimizations in Industrial Sector of Jiangsu Province

—Based on Classified Industry Construction Land Control Indicators

JING Zhaorui[1,2], LIANG Hongmei[2], QIN Weishan[2], MA Xuewei[2], LIU Jie[2]

(1. *School of Land Science and Technology, China University Geosciences, Beijing, Beijing* 100083, *China*; 2. *College of Geography and Planning, Ludong University, Yantai, Shandong* 264025, *China*)

Abstract: [Objective] According to the input redundancy and output shortfall, we aimed to design a reasonable land use low carbon optimization scheme, in order to promote low carbon development of industries. [Methods] Based on data envelopment analysis(DEA) method, the input-output index which are based on the latest classified trades of industry construction land control indicators of Jiangsu Province was established, to analyze the land use carbon emission efficiency from 26 industries in 13 city in Jiangsu Province. The comprehensive efficiency, the pure technical efficiency and the scale efficiency was investigated, and the low carbon optimization schemes were proposed. [Results] The comprehensive efficiency of land use carbon emission from 26 industries was generally low, which was the highest in the middle area while lowest in the south area of Jiangsu Province. The highest comprehensive efficiency of carbon emission was the capital and technology intensive industry land. [Conclusion] The land supply policy can be used in government macro-economic regulation and control to guide the development of low carbon industry.

Keywords: **construction land's control indicators; classified trades of industry; carbon emissions' efficiency; low carbon optimization; Jiangsu Province**

土地是城市经济、社会、文化活动的空间载体,城市土地合理利用从城市诞生之日起便得到了广泛关注[1]。在经济飞速发展的今天,工业成为整个国民经济的支柱产业,工业用地也成为特别关注的土地利用

收稿日期: 2015-10-27 **修回日期**: 2015-11-12

资助项目: 国家自然科学基金项目"渤海海峡跨海通道建设对东北、华北及山东半岛经济关系格局的影响研究"(41171096); 国家自然科学基金项目(41501129); 鲁东大学 2015 学生创新基金项目(ld151082)

第一作者: 荆肇睿(1992—),男(汉族),山东省日照市人,硕士,主要研究方向为土地整治与生态恢复。E-mail: jingzhaorui2016@163.com。

通讯作者: 梁红梅(1974—),女(汉族),湖北省荆州市人,博士,讲师,主要从事土地资源管理研究。E-mail: lincida201@163.com。

类型。工业产业发展无法摆脱土地资源的约束,特别在中国,土地政策被设计为参与宏观调控的一种工具,具体的供地政策确定了产业供地的必要条件,直接影响着产业供地的规模、结构与时序,从而影响着产业的升级、转移与结构调整[2-4]。目前为止,国家对土地集约利用提出的控制指标多数与经济产出有关,然而,土地利用特别是建设用地的集约利用往往伴随单位用地面积上碳源投入的增加,在制度设计中产业碳排放更多被边缘化,因此也就忽视了根据产业差别化的碳排放水平科学配置产业用地的问题[5-6]。

针对城市土地集约利用,国内外的研究成果较多。国外早在 19 世纪和 20 世纪初的地租、区位等理论中阐述了土地作为生产要素在生产过程中与其他资源最优配置的数量规律和空间法则;20 世纪后期,可持续发展思想提出,城市土地集约利用作为促进城市可持续发展的重要手段而得到西方社会前所未有的重视[7]。国内,对城市土地集约利用的研究持续发展。大多数的研究从宏观层面上以城市整体为研究单元构建评价指标体系,针对单一用途土地集约利用方面的研究相对较少。从投入产出指标的选取方面,现大多数的研究都只对期望产出进行指标设定,忽视非期望产出,而重视碳排放的则少之又少。在少数的关注碳排放的研究中,仅仅涉及到工业用地与碳排放之间的关联测度,较少涉及到将碳排放作为产出指标来指导城市工业用地的集约利用。

本文选取江苏省 13 个地级市为研究区域,在《江苏省工业建设用地指标(2010)》提供的控制指标下,选取 26 个行业作为研究对象,对其 2013 年土地利用碳排放效率进行综合分析,从而给出城市工业用地集约、低碳优化建议,为国家和地区制定不同产业高效率碳排放的供地指标作为借鉴,从而促进不同产业部门低碳转型。

1　研究区概况

江苏省位于中国大陆东部沿海中心、长江下游,东濒黄海,东南与浙江和上海毗邻,西接安徽,北接山东,位于东经 116°18′—121°57′,北纬 30°45′—35°20′。江苏现设 13 个地级市,根据地域特点划分为苏北(徐州、连云港、淮安、盐城、宿迁)、苏中(南通、扬州、泰州)、苏南(南京、无锡、常州、苏州、镇江)3 个区域。江苏省综合经济实力在全国一直处于前列。2013 年江苏省经济运行稳中有进,规模以上工业增加值比上年增长 11.5%,其中轻、重工业分别增长 10.5%和 11.9%;规模以上工业企业实现主营业务收入 132 270.4 亿元,比上年增长 10.8%;利税 12 946.7亿元,比上年增长 15.5%;利润 7 834.1 亿元,比上年增长 14.5%[8]。随着各产业产出的增加,其对各种能源的投入使用量也在增加,2013 年综合能源消费量达 3.01×10^8 t/标准煤,比上年增长 5%,意味着其碳排放量也在不断增加,对环境造成的压力也在增强。因此,本文拟以江苏省作为实证区域,分析在当前供地控制指标下,产业土地利用碳排放的效率,期望可以更加合理地设计供地控制指标以引导不同产业高效率的碳排放,从而实现产业发展低碳化。

2　数据与方法

2.1　数据来源

本文指标数据来源:江苏省各地级市分行业的单位固定资产投资额用地面积和单位地上建筑面积用地面积来源于《江苏省工业建设用地指标(2010)》(江苏省出台的最新土地利用指标)。为了适用于最新出台的控制指标,同时体现实效性,各地级市规模以上工业分行业的工业总产值、利税总额、利润总额、各种能源消费的数据来源于 2013 年江苏省各地级市统计年鉴。本文根据国民经济行业分类标准(GB/T4754-2011)并结合《江苏省工业建设用地指标(2010)》最终确定 26 个行业进行实证分析。

2.2　效率计算模型

国内外效率计算的模型较多,笔者比较各种模型的优缺点[9-12],最终选择 DEA(data envelopment analysis)数据包络分析方法,DEA 是美国著名运筹学家 W. W. Cooper 和 A. Charnes 等于 1978 年提出的衡量相对效率的方法,本文选择 DEA 方法中的投入导向型 CCR 模式与投入导向型 BCC 模式构建工业分行业土地利用碳排放效率的计算模型,从而计算出总效率、技术效率和规模效率。

假设有 n 个产业部门,投入导向型 CCR 模式的效率值的分式计算如下:

$$\begin{cases} \max\theta_p = \dfrac{\sum\limits_{j=1}^{s} u_j Y_{jp}}{\sum\limits_{i=1}^{m} V_i X_{ip}} \\ \text{S. T.} \dfrac{\sum\limits_{j=1}^{s} u_j Y_{jk}}{\sum\limits_{i=1}^{m} V_i X_{ik}} \leqslant 1 \end{cases} \tag{1}$$

其中:$u_j \geqslant \varepsilon \geqslant 0, V_j \geqslant \varepsilon \geqslant 0; k=1,2,3,\cdots,n; i=1,2,3,\cdots,m; j=1,2,3,\cdots,s$。

式中:S. T. ——单位时间内的用地投入(hm^2/a);θ_p ——第 p 个产业部门的土地利用碳排放总效率

值；X_{ik} ——第 k 个产业部门第 i 项用地投入(hm^2)；Y_{jk} ——第 k 个产业部门第 j 项碳排放实现产出；v_i ——第 i 项用地投入权重；u_j ——第 j 项碳排放实现产出权重；ε——非阿基米德无穷小量。下同。

假设有 n 个产业部门，投入导向型 BCC 模式线性规划表达式如下：

$$\begin{cases} \max Z_p = \sum_{j=1}^{s} u_j Y_{jp} - u_0 \\ \text{S.T.} \sum_{i=1}^{m} V_i Y_{jp} = 1 \\ \sum_{j=1}^{s} u_j Y_{jk} - \sum_{i=1}^{m} V_i Y_{ik} \leqslant u_0 \end{cases} \tag{2}$$

其中：$u_j \geqslant \varepsilon \geqslant 0$，$v_i \geqslant \varepsilon \geqslant 0$；$k=1,2,3,\cdots,n$；$i=1,2,3,\cdots,m$；$j=1,2,3,\cdots,s$。

式中：u_0 ——截距；z_p ——第 p 个产业部门的土地利用碳排放技术效率。则第 p 个产业部门的土地利用碳排放规模效率 S_p 为：

$$S_p = \theta_p / Z_p \tag{3}$$

2.3 投入产出指标的选择

基于 DEA 模型，建设用地控制指标下的工业分行业土地利用碳排放的效率分析需要确定投入和产出指标。从产业层面来评价工业分行业用地集约利用水平，指标的选取应着重从产业角度考虑。基于 DEA 的投入指标需要选择越小越优型指标，产出指标需要选择越大越优型指标，本文选取的投入产出指标见表 1[4]。

2.4 产业碳排放量计算

目前，世界主要的能源有化石能源、电能、太阳能、风能、水能、生物能、潮汐能和核能等[13]。中国主要以化石能源、电能为主，因此本文仅选取主要的化石能源和电能进行产业碳排放量的计算，计算公式如下：

$$T_i = \sum_{i,j=1}^{k} E_{ij} \cdot F_j \cdot C_j \tag{4}$$

式中：T——碳排放总量；i——行业种类；j——能源种类；E_{ij}——第 i 种行业第 j 种能源的消耗量，f_j——能源 j 的标准煤折算系数；C_j——能源 j 的碳排放系数。

碳排放量核算时，根据 IPCC 政府间气候变化专门委员会的假设，某种能源消耗的碳排放系数基本保持不变。因此根据 IPCC 碳排放计算指南(2006 年)及众多学者研究成果[14-20]，本文确定了各能源碳排放系数，能源折算系数等数据(表 2)。

表 1 效率分析投入产出指标

项 目	指 标	指标说明
投入指标	单位固定资产投资额用地面积 S_1/(hm^2 · 万元)	项目用地面积/固定资产投资额(投资强度的倒数)
	单位地上建筑面积用地 S_2 /hm^2	项目用地面积/项目地上建筑总面积(容积率的倒数)
产出指标	单位碳排放量实现工业总产值 S_1/(万元 · t)	工业总产值/碳排放量
	单位碳排放量实现利润总额 S_2/(万元 · t)	利润总额/碳排放量
	单位碳排放量实现利税总额 S_3/(万元 · t)	利税总额/碳排放量

表 2 各能源碳排放系数

能源种类	煤炭	焦炭	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油	天然气	电力
碳排放系数	0.755 9	0.855 0	0.585 7	0.553 8	0.571 4	0.592 1	0.618 5	0.448 3	0.793 5
标准煤折算系数	0.714 3	0.971 4	1.428 6	1.471 4	1.471 4	1.457 1	1.428 6	1.214 3	0.404 0

3 结果与分析

3.1 建设用地控制指标下工业产业效率值计算

在 DEA 运算平台下计算得到基于建设用地控制指标的江苏省 13 个地级市 26 个工业分行业土地利用碳排放的总效率值(I_C)，技术效率值(I_t)和规模效率值(I_S)。效率值为 1 的表示有效，其余各值均表示无效，在无效范围内根据样本数据的集中分布趋势，进行划分：$0.5 \leqslant I_C < 1$，$0.5 \leqslant I_S < 1$，$0.7 \leqslant I_t < 1$；$I_C < 0.5$，$I_S < 0.5$，$I_t < 0.7$，将 26 个行业各有效范围内所包含的地级市个数汇总成表 3—4。

在江苏省工业产业碳排放引导的总效率中(表 3)，多数行业处于无效状态，总效率偏低。通信设备、计算机及其他电子设备制造业达到有效的有常州市和扬州市；家具制造业达到有效的的是盐城市和扬州市；工艺品及其他制造业达到有效的的是盐城市；医药制造业达到有效的是连云港市和泰州市；仪器仪表及文化、办公用机械制造业达到有效的是连云港市和扬州市；交通运输设备制造业达到有效的是泰州市。达到总效率有效的行业集中分布在通信、精密仪器、

专用设备等资本与技术密集型[21-23]行业中,并以苏北与苏中的城市居多。说明苏北和苏南地区的资本与技术密集型行业严格遵循供地控制指标进行投产发展,并进行一定的产出优化,从而使碳排放效率达到有效,实现工业土地的集约利用。总效率处于 0.5 以下的大多集中在黑色金属冶炼及压延加工业、化学纤维制造业等资本密集型和劳动密集型产业中。这些产业工业用地数量没有严格按照政府出台的供地控制指标来投入,碳排放量较大,没能达到工业土地的集约利用。特别说明的是宿迁市的石油加工炼焦业,连云港市的家具制造业,徐州、盐城、扬州的皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制造业等总效率达到 0.5 以上,值得其他地区的各资本密集型和劳动密集型产业学习。

江苏省工业产业碳排放引导的技术效率中(表 3),仪器仪表及文化、办公用机械制造业和通信设备、计算机及其他电子设备制造业分别有 13 个地级市技术效率为 1,达到有效。说明以上 2 个产业在江苏省建设用地控制指标下实现技术产出最大化。石油加工、炼焦业仅有宿迁、连云港 2 个地级市技术效率值达到 0.7 以上。石油加工、炼焦业、金属制品业、非金属矿物制品业、化学原料及化学制品制造业等产业绝大多数地区效率值达到 0.4 以上。结果表明,控制指标引导产业碳排放的技术效率较为理想。地区之间没有较大的差别,苏南地区最低达到 0.6 以上,苏北 0.5 以上,苏中 0.4 以上。基于控制指标下引导碳排放的技术效率不是导致总效率无效的主要原因。虽然江苏省 13 地级市碳排放的技术效率总体水平较高,但是仍然有行业存在技术上的缺陷,未实现产出最大化,有待进一步的改进。

表 3　用地控制指标引导产业碳排放总效率、技术效率

行 业	总效率/I_c/个			技术效率/I_t/个		
	有效/个	$0.5 \leqslant I_C < 1$	$I_C < 0.5$	有效/个	$0.7 \leqslant I_t < 1$	$I_t < 0.7$
专用设备制造业	0	2	11	1	5	7
仪器仪表及文化、办公用机械制造业	2	2	9	13	0	0
电气机械及器材制造业	0	2	11	0	5	8
家具制造业	2	1	10	2	11	0
工艺品及其他制造业	1	2	10	1	12	0
交通运输设备制造业	1	0	12	1	5	7
印刷业和记录媒介和复制业	0	1	12	0	13	0
皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	0	3	10	0	13	0
医药制造业	2	0	11	1	12	0
纺织服装、鞋、帽制造业	0	0	13	0	13	0
有色金属冶炼及压延加工业	0	0	13	0	10	3
石油加工、炼焦业	0	1	12	0	2	11
饮料烟草制造业	0	2	11	0	13	0
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	2	3	8	13	0	0
农副食品加工业	0	1	12	1	12	0
金属制品业	0	0	13	0	0	13
食品制造业	0	1	12	0	11	2
通用设备制造业	0	1	12	0	5	8
橡胶制品业	0	0	13	0	13	0
木材加工及木、藤、棕、草制品业	0	0	13	0	13	0
非金属矿物制品业	0	0	13	0	0	13
纺织业	0	0	13	0	13	0
化学原料及化学制品制造业	0	0	13	0	0	13
造纸及纸制品业	0	0	13	0	13	0
化学纤维制造业	0	0	13	0	13	0
黑色金属冶炼及压延加工业	0	0	13	0	5	8

注:数字代表地级市的个数。下同。

江苏省工业产业碳排放引导的规模效率中(表4),多数地区的大多数行业的规模效率值处于0.5以下,处于无效状态,规模效率总体偏低。常州市和扬州市的通信设备、计算机及其他电子设备制造业,连云港市的医药制造业,泰州市的交通运输设备制造业,盐城市的工艺品及其他制造业,扬州市和盐城市的家具制造业,连云港市、扬州市的仪器仪表及文化、办公用机械制造业的规模效率值为1,达到有效,集中在资本与技术密集型行业中。数据分析表明,控制指标下工业行业碳排放规模效率是影响总效率水平的主要因素。就地区而言,苏中地区大于苏北地区大于苏南地区。

表4 用地控制指标引导产业碳排放规模效率与规模报酬

行 业	规模效率			规模报酬		
	减少/个	有效/个	$0.5 \leqslant I_S < 1$	$I_S < 0.5$	增加/个	不变/个
专用设备制造业	0	4	9	12	0	1
仪器仪表及文化、办公用机械制造业	2	2	9	11	2	0
电气机械及器材制造业	0	3	10	13	0	0
家具制造业	2	3	8	11	2	0
工艺品及其他制造业	1	3	9	12	1	0
交通运输设备制造业	1	2	10	12	1	0
印刷业和记录媒介和复制业	0	3	10	13	0	0
皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	0	3	10	13	0	0
医药制造业	1	1	11	12	1	0
纺织服装、鞋、帽制造业	0	2	11	13	0	0
有色金属冶炼及压延加工业	0	1	12	13	0	0
石油加工、炼焦业	0	3	10	13	0	0
饮料烟草制造业	0	2	11	13	0	0
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	2	3	8	11	2	0
农副食品加工业	0	1	12	13	0	0
金属制品业	0	2	11	13	0	0
食品制造业	0	1	12	13	0	0
通用设备制造业	0	2	11	13	0	0
橡胶制品业	0	0	13	13	0	0
木材加工及木、藤、棕、草制品业	0	0	13	13	0	0
非金属矿物制品业	0	0	13	13	0	0
纺织业	0	0	13	13	0	0
化学原料及化学制品制造业	0	0	13	13	0	0
造纸及纸制品业	0	0	13	13	0	0
化学纤维制造业	0	0	13	13	0	0
黑色金属冶炼及压延加工业	0	0	13	13	0	0

在DEA运算模型下,得到各工业行业所处的规模效益的阶段(表4),分析得出:多数地区的多数行业处于规模效益递增的阶段。南通市的专用设备制造业处于规模效益递减的阶段;泰州市的交通运输设备制造业,扬州市的家具制造业,仪器仪表及文化、办公用机械制造业,通信设备、计算机及其他电子设备制造业,连云港市的医药制造业,仪器仪表及文化、办公用机械制造业,盐城市的家具制造业,工艺品及其他制造业,常州市的通信设备、计算机及其他电子设备制造业处在规模效益不变的阶段。规模效益的递增或递减都说明该产业在控制指标的约束下,土地的投入与产出不匹配,有待进一步优化。

3.2 工业产业碳排放效率投入产出优化分析

基于建设用地控制指标下,工业分行业的碳排放效率总体不理想(表5)。对于碳排放总效率无效的,可以通过调整投入冗余、产出不足达到协调,实现总效率有效。通过DEA模型的计算,不仅可以得到碳排放总效率、技术效率和规模效率,还可以进一步给出投入产出优化数据,需要减少投入冗余的指标有:单位固定资产投资额用地面积(s_1^-)、单位地上建筑面积用地面积(s_2^-);需要进一步对产出不足增加投入的指标有:单位碳排放量实现工业总产值(s_1^+)、单位碳排放实现利润总额(s_2^+)、单位碳排放量实现利税总额(s_3^+),表5中,给出需要作出调整的地级市的个数。

表 5　产业低碳发展的供地投入产出优化结果　　个

行 业	s_1^+	s_2^+	s_3^+	s_1^-	s_2^-
专用设备制造业	12	12	12	13	0
仪器仪表及文化、办公用机械制造业	13	13	13	13	0
电气机械及器材制造业	13	11	12	13	0
家具制造业	13	13	13	13	0
工艺品及其他制造业	13	13	13	13	0
交通运输设备制造业	12	13	11	13	0
印刷业和记录媒介和复制业	13	13	13	13	0
皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	9	9	10	10	0
医药制造业	13	13	13	13	0
纺织服装、鞋、帽制造业	13	12	11	7	0
有色金属冶炼及压延加工业	11	10	11	0	13
石油加工、炼焦业	13	13	13	0	12
饮料烟草制造业	12	13	13	0	12
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	13	13	13	0	12
农副食品加工业	13	13	13	13	0
金属制品业	13	13	13	8	0
食品制造业	13	13	13	0	13
通用设备制造业	13	13	13	0	13
橡胶制品业	13	13	13	3	12
木材加工及木、藤、棕、草制品业	13	13	12	0	12
非金属矿物制品业	12	12	12	0	12
纺织业	12	10	12	0	12
化学原料及化学制品制造业	13	13	12	0	12
造纸及纸制品业	8	8	8	0	0
化学纤维制造业	10	10	10	10	0
黑色金属冶炼及压延加工业	11	9	10	12	0

从产出不足看,26 个行业全部需要进行优化调整。就地区而言,单位碳排放量实现工业总产值,苏南需要增加 376～662 万元/t,平均值为 564.40 万元/t;苏北在 39～232 万元/t 之间,平均值为 159.62 万元/t;苏中在 37～154 万元/t 之间,平均值为 100.50 万元/t;单位碳排放实现利润总额,苏南需要增加 17～49 万元/t,平均值为 41.24 万元/t;苏北介于 2～13 万元/t,平均值为 8.42 万元/t;苏中地区 7 万元/t 以下,平均值为 4.01 万元/t;单位碳排放量实现利税总额,苏南地区需要增加 50～70 万元/t,平均值为 61.35 万元/t;苏北地区在 3～19 万元/t 之间,平均值为 8.42 万元/t;苏中地区在 1～12 万元/t 之间,平均值为 7.42 万元/t。

从投入冗余看,就产业而言,江苏省总体需要减少投入的产业共有 16 个,多数属于劳动密集型和资本密集型产业。对单位固定资产投资额用地面积而言,需要减少的数值介于 0.001～0.003 hm^2/万元,其中减少最多的分别是专用设备制造业,黑色金属冶炼及压延加工业。对单位建筑面积用地而言,需要减少的数值介于 0.011～0.458 hm^2,其中减少最多的是有色金属冶炼及压延加工业,减少最小的是石油加工、炼焦业。江苏省控制指标在固定资产投资用地上过于疏松,今后应着重在固定资产投资额用地面积上进行优化、调整。就地区而言,不同地区的情况有所不同,在单位固定资产投资额用地面积进行调整的地级市大多集中在苏北地区,在单位地上建筑面积用地面积进行调整的地级市大多集中在苏南和苏北地区。看出苏北和苏南地区的 26 个工业分行业在供地投入上过多,投入产出不协调,造成土地资源的浪费,没有做到土地的集约利用,江苏省在今后的供地要求上对于苏南和苏北地区应更加严格。

3.3　投入产出优化设计方案

结合 DEA 计算模型对效率的分析,投入产出的效率值,不同地区的社会经济具体情况,初步给出江苏省基于控制指标下工业产业碳排放效率的优化方案。

(1) 江苏省技术与资本密集型产业发展较好,严格遵循江苏省出台的建设用地控制指标进行土地投入,在发展过程中碳排放效率较高,土地的集约利用程度较高。江苏省今后在建设用地控制指标的制定上对于该类企业应适当宽松,对于做的好的企业进行相应的政策和资金奖励。对于资本密集型产业和劳动密集型产业,控制指标应更加严格,进一步限制工业用地的投入,推动产业优化升级。对土地浪费严重,污染较高的产业、企业进行惩罚。

(2) 苏南地区社会经济较为发达,工业低碳发展技术效率相对较高,但总效率最低,工业土地的集约利用程度不理想。就投入策略的重点(土地集约利用)而言,对于苏南地区的控制指标应相应紧缩。技术和资本密集型产业应分充发挥自己的技术优势,通过科学技术的进步来弥补总效率的不足,做到低碳环保,土地集约利用。对于资本密集型产业,增加相应的投资强度来代替过高的土地的投入,适当提高容积率,建高层厂房,减少单位土地上建筑面积的用地面积;就产出策略的重点(均衡期望与非期望碳排放的产出)而言,苏南地区今后发展的重点是增加单位碳排放量的工业总产值,利润总额和利税总额,依靠上海,长江三角洲等地区的经济、科学技术条件,调整工业结构,促进产业升级,做好工业产业低碳绿色处理工作。

(3) 苏北地区,社会经济条件较薄弱,工业发展低碳发展总效率低,技术效率最高应保持本地区的这个优势。在工业土地集约利用方面,技术和资本密集型产业在当前用地情况下不能实现低碳发展的,发挥技术优势弥补不足,总效率达到有效。完善城市工业基础设施的水平,通过规模集聚来促进工业用地的集约利用。产出策略的重点(均衡期望与非期望碳排放的产出)方面,在增加单位碳排放工业总产值的同时,应将重点放在增加单位碳排放量实现工业利税总额上面。

(4) 苏中地区,控制指标下产业低碳发展做得最好,总效率最高。对于苏中地区的工业土地控制指标应相应宽松。虽然总体较好,但是不同产业之间的差别较大,应进一步完善,做到技术密集型产业、资本密集型产业、劳动密集型产业协调发展,在工业土地集约利用方面,进一步减少单位地上建筑面积用地面积的投入。就均衡期望与非期望碳排放的产出,更加关注期望产出的企业工业总产值、利税利润等带来的土地的产出,以及非期望产出碳排放,在促进经济发展的同时更加关注生态环境。通过外部的约束力来促进产业的低碳环保发展。

(5) 政府相关部门应进一步完善控制指标体系,建立新的规划强度以及标准,在此过程中应做到因地制宜,针对不同地区不同性质的产业制定适合的标准,标准具有适当的弹性。同时政府部门也要做好效绩审计工作,对于能够自觉遵守控制指标的企业给予一定的奖励,对于无视控制指标、没有做到低碳环保的要进行严厉的惩处。将可持续发展与生态环境保护与社会经济发展紧密的结合起来,提高方向性和实效性。

4 结 论

(1) 基于工业建设用地控制指标视角,江苏省工业分行业碳排放规模效率是引导碳排放总效率差异的最主要因素,而技术效率的影响程度不大。在今后的工作中要以规模效率优化为主,技术效率优化为辅。

(2) 在供地控制指标下,江苏省 26 个制造业碳排放总效率总体较低,处于低度有效。技术与资本密集型产业的总效率明显大于资本密集型产业和劳动密集型产业。苏中地区工业产业碳排放总效率最高,苏南地区最低。江苏省工业分行业碳排放技术效率水平较高,处于中度有效以上,但是仍然有行业存在技术上的缺陷,仍未实现产出最大化。苏南地区的碳排放技术效率水平高;江苏省工业分行业碳排放规模效率处于低度有效,苏中地区的规模效率最高。

(3) 江苏省工业建设用地的集约利用不理想,碳排放量较大,对环境造成污染。建设用地供地控制指标要进一步缩小,严格控制工业产业土地投入。

[参 考 文 献]

[1] 何芳.城市土地集约利用及其潜力评价[M].上海:同济大学出版社,2003.

[2] 刁琳琳,严金明.论中国土地政策参与宏观调控的传导机制[J].中国土地科学,2012,26(12):48-56.

[3] 占小林.经济发达地区城市用地扩展与供地政策选择:以马鞍山市为例[D].南京:南京农业大学, 2004.

[4] 游和远,吴次芳.供地控制指标引导产业碳排放的效率分析[J].经济地理,2014,34(3):136-141,155.

[5] 游和远,吴次芳,沈萍.土地利用结构与能源消耗碳排放的关联测度及其特征解释[J].中国土地科学,2010,24(11):4-9.

[6] 黎孔清,陈银蓉,陈家荣,等.基于 ANP 的城市土地低碳集约利用评价模型研究:以南京市为例[J].经济地理,2013,33(2):156-161.

(下转第 277 页)

的主要因素。

本文采用相关分析法揭示了乌梁素海透明度与其影响因素的相关关系,但是未能全面揭示,还需结合其他学科进行深入的探讨。

[参 考 文 献]

[1] 张运林,秦伯强,陈伟民,等. 太湖水体透明度的分析、变化及相关分析[J]. 海洋湖沼通报,2003,96(2):30-36.

[2] 潘继征,熊飞,李文朝,等. 云南抚仙湖透明度的时空变化及影响因子分析[J]. 湖泊科学,2008,20(5):681-686

[3] 杨顶田,陈伟民,曹文熙. 太湖梅梁湾水体透明度的影响因素分析[J]. 上海环境科学,2003(S1):34-38.

[4] 王书航,姜霞,王雯雯,等. 滆湖水体透明度的时空变化及其影响因素[J]. 环境科学研究,2014,27(7):688-695.

[5] 赵碧云,贺彬,朱云燕,等. 滇池水体中透明度的遥感定量模型研究[J]. 环境科学与技术,2003,26(2):16-17.

[6] Bachmann R W, Hoyer M V, Canfield D E. Evaluation of recent limnological changes at Lake Apopka[J]. Hydrobiologia, 2001,448(1/2/3):19-26.

[7] 张运林,秦伯强,朱广伟,等. 杭州西湖水体光学状况及影响因子分析[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(6):744-749

[8] 李兴,杨乔媚,勾芒芒. 内蒙古乌梁素海水质时空分布特征[J]. 生态环境学报,2011,20(8/9):1301-1306.

[9] 赵锁志. 内蒙古乌梁素海湖水及底泥营养元素和重金属污染及其环境效应研究[D]. 北京:中国地质大学,2013.

[10] 肖博文,成文连,姚荣,等. 内蒙古乌梁素海 N,P 的变化趋势研究[J]. 水资源与水工程学报,2015,16(1):1672-643.

[11] 田志强,彭芳,史贞贞,等. 乌梁素海营养状态的水质标识指数法适用性研究与评价[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2015,36(3):1009-3575.

[12] 李建茹,李畅游,张生,等. 乌梁素海春季浮游植物群落结构特征分析[J]. 农业环境科学学报,2013,32(6):1201-1209.

[13] 赵胜男,史小红,李畅游,等. 乌梁素海水体汞的分布特征及污染风险评估[J]. 湖泊科学,2014,26(2):221-227.

[14] Ren Chuntao, Li Changyou, Jia Keli, et al. Water quality assessment for Ulansuhai Lake using fuzzy clustering and pattern recognition[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2008,26(3):339-344.

[15] Zhang Yan, Li Changyou, Shi Xiaohong. The migration of total dissolved solids during natural freezing process in Ulansuhai Lake[J]. Journal of Arid Land, 2012,4(1):85-94.

[16] 李建茹,李畅游,李兴,等. 乌梁素海浮游植物群落特征及其与环境因子的典范对应分析[J]. 生态环境学报,2013,22(6):1032-1040.

[17] 水和废水监测分析方法编委会. 水和废水监测分析方法[M]4 版. 北京:中国环境科学出版社,2002.

[18] 何俊,谷孝鸿,刘国峰. 东太湖水生植物及其环境的相互作用[J]. 湖泊科学,2008,20(6):790-795.

(上接第 272 页)

[7] 朱天明,杨桂山,万荣荣. 城市土地集约利用国内外研究进展[J]. 经济地理,2009,29(6):977-983.

[8] 江苏省统计局. 江苏省 2013 年全省国民经济和社会发展主要指标[EB/OL]. [2015-04-20]. http://www.jssb.gov.cn.

[9] 许平,孙玉华. 非期望产出的 DEA 效率评价[J]. 经济数学,2014,31(1):90-93.

[10] 魏新强,张宝生. 不同环保意识视角下的 DEA 效率模型[J]. 运筹与管理,2014,23(3):202-208.

[11] 陶雪萍,王平,朱帮助. 基于 SBM-undesirable 和 Meta-frontier 模型的 APEC 能源效率研究评价:以长三角地区 16 城市为例[J]. 北京理工大学学报:社会科学版,2015,17(2):20-28.

[12] 杨清可,段学军,叶磊,张伟. 基于 SBM-Undesirable 模型的城市土地利用效率分析[J]. 资源科学,2014,36(4):712-721.

[13] Eggleston H S, Buendia L, Miwa K, et al. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[M]. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies, 2006.

[14] 赵荣钦,黄贤金,高珊,等. 江苏省碳排放清单测算及减排潜力分析[J]. 地域研究与开发,2013,32(2):109-115.

[15] 孙赫,梁红梅,常学礼,等. 中国土地利用碳排放及其空间关联[J]. 经济地理,2015,35(3):154-162.

[16] 杨杨,吴次芳,韦仕川,等. 中国建设用地扩展的空间动态演变格局:基于 EBI 和 EBIi 的研究[J]. 中国土地科学,2008,22(1):23-31.

[17] 赵荣钦,黄贤金,钟太洋. 区域土地利用结构的碳效应评估及低碳优化[J]. 农业工程学报,2013,29(17):220-229.

[18] 段晓男,王效科,逯非,等. 中国湿地生态系统固碳现状和潜力[J]. 生态学报,2008,28(2):463-469.

[19] 张润森,濮励杰,文继群,等. 建设用地扩张与碳排放效应的库兹涅茨曲线假说及验证[J]. 自然资源学报,2012,27(5):723-733.

[20] 白宏涛,王会芝,徐鹤. 我国省域碳排放差异性及其转型发展模式研究[J]. 经济地理,2012,32(12):21-26.

[21] 魏玮,张万里. 不同要素密集型制造业集聚对效率的非线性影响研究:基于负外部性的 PSTR 实证分析[J]. 经济经纬,2015,32(1):72-77.

[22] 郭克莎. 我国技术密集型产业发展的趋势、作用和战略[J]. 产业经济研究,2005,18(5):1-12.

[23] 文东伟,冼国明,马静. FDI、产业结构变迁与中国的出口竞争力[J]. 管理世界,2009(4):96-107.