

湖北省土地利用碳排放总量及其效率

董捷, 员开奇

(华中农业大学 土地管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: [目的] 分析区域碳排放总量及效率的变化特征, 为全面把握研究区域经济发展质量, 进一步提升资源利用效率提供理论依据。[方法] 基于 IPCC 碳排放清单, 运用 DEA 和 Malmquist 指数模型对湖北省 2001—2011 年土地利用碳排放效率进行分析。[结果] (1) 湖北省土地利用碳排放放在研究时序内年均增长 9.3%, 增速低于 GDP 增速(14.13%), 建设用地是土地利用碳排放的主要来源; (2) 土地利用碳排放效率均值为 0.803 6, 2006 年前后效率呈现下降和上升的特征, 效率变化与农业政策优惠、金融危机等外部因素互动特征显著; (3) 研究时序内土地利用碳排放全要素效率年均提高 24.64%, 效率提升主要来自于技术进步, 综合技术效率变化对效率提升主要起负面作用。[结论] 湖北省土地利用碳排放总量持续增加, 土地利用碳排放效率不足, 土地利用碳排放全要素效率指数稳中有升。湖北省应着眼于调结构, 控产能, 在依托技术进步提升效率的同时, 更加注重经济系统运行效率的提升。

关键词: 土地利用; 碳排放总量; 效率分析; 湖北省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)02-0337-06

中图分类号: F301.24

文献参数: 董捷, 员开奇. 湖北省土地利用碳排放总量及其效率[J]. 水土保持通报, 2016, 36(2): 337-342. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.02.062

Carbon Emission from Land Use and Its Efficiency in Hubei Province

DONG Jie, YUAN Kaiqi

(College of Land Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: [Objective] The regional carbon emission and the associated efficiency were analyzed in order to comprehensively grasp the development trend of regional economic quality and to give some hints to improve resource utilization efficiency. [Methods] Based on the IPCC carbon listing, DEA and Malmquist index models were used to analyze the carbon efficiency of land use in Hubei Province in 2001—2011. [Results] (1) Carbon emission from land use in Hubei Province had an averaged annual growth rate of 9.3%, which was lower than the rate of GDP (14.13%). A large part of emission was sourced from construction land. (2) The annual efficiency of carbon emission from land use was 0.803 6, it experienced a decline-to-rise fluctuation around 2006. The fluctuation was impelled by the agricultural preferential policy, the financial crisis and other external factors. (3) The total factor efficiency of carbon emission from land use grew yearly by 24.64%, which can mainly be attributed to the technological progress, whereas, the change of comprehensive technical efficiency had a negative effect on efficiency improvement. [Conclusion] The total carbon emission from land use in Hubei Province was observed with a rising tendency and low efficiency. Meanwhile, the total factor efficiency index of carbon emission from land use also got steady rise. We proposed that adjustment of economy structure, ceiling control of productivity should be paid more attention to improve the efficiency of carbon emission by technical progress, and to make the economic system run efficiently.

Keywords: land use; carbon emissions; efficiency analysis; Hubei Province

近年来全球极端气候灾害的频发, 与温室气体过度排放导致的全球气候变暖不无关系, 减少和控制碳

排放是促进生态系统碳平衡、改善大气环境的主要途径之一。中国经济发展仍然处于上升期, 如何兼顾经

收稿日期: 2014-12-09

修回日期: 2015-03-13

资助项目: 中央高校基本科研业务费专项“基于碳平衡的湖北省土地利用优化配置研究”(2013SC32)

第一作者: 董捷(1960—), 女(汉族), 湖北省武穴市人, 博士, 教授, 主要从事资源经济方面的研究。E-mail: Dongjie@mail.hzau.edu.cn.

通信作者: 员开奇(1990—), 男(汉族), 河北省唐山市人, 硕士研究生, 研究方向为土地节约集约利用。E-mail: jackrunc@gmail.com.

经济增长与环境保护是未来发展面临的主要矛盾,碳减排压力依然严峻,研究碳排放相关的问题对引导经济有序转型、实现碳减排目标具有重要意义。土地利用碳排放包括直接排放与间接排放,直接排放来自于土地利用的自然属性,如土地利用保持与土地利用转变带来的碳排放,而间接排放是指土地利用所承载的人类活动产生的碳排放,如农用地上所承载的化肥、农药、农业机械能耗等碳排放^[1-7]。由于土地直接碳排放放在气候变化中的影响较弱且难以控制,因此近些年土地利用间接碳排放的研究逐渐成为该领域的主要内容^[8-14]。但由于能源消耗是碳排放的主要部分且能源数据较易获得,因此研究成果的可靠性较高,但由于缺乏对其他碳排放源的考虑,使得结果应用也受到一定局限,系统核算碳排放总量并应用于效率评价、因素分解等问题的研究对分析土地利用碳排放效应十分必要^[15-18]。

碳排放效率将碳排放作为经济发展的必须要素投入测度一定量的碳排放可以实现的效益值,这与单一的碳排放总量测算研究不同,更强调碳排放的权利与减排义务^[19-20]。已有关于碳排放效率的研究中,单位 GDP 碳排放量、人均累计碳排放、人均碳排放等指标被广泛的采用,这些研究将碳排放作为现阶段的客观存在,并将其作为经济发展投入因素进行分析,有效地分析了经济运行系统有效性。土地是碳排放的主要载体,从土地利用的视角研究碳排放效率不仅可以刻画碳排放作为发展经济的投入要素,还能从控制碳排放的视角对提高碳排放效率、降低碳排放进行分析。然而,此类有关土地利用碳排放效率的研究目前还较为匮乏。鉴于此,本研究将土地利用与碳排放效率分析两者结合,通过建立系统的土地利用碳排放核算体系,深入探讨土地利用碳排放的动态和静态效率及变化趋势,以期进一步完善土地利用碳排放的相关研究内容。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 土地利用碳排放总量测算

根据《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》(以下简称《2006 年指南》)和孙建卫^[21]等学者关于中国碳排放量核算的研究,化石能源消费是主要的碳排放源,占碳排放总量的 75% 以上;根据《中华人民共和国气候变化初始国家信息通报》和董红敏^[22]等学者关于农业源温室气体的研究,农业源碳排放是仅次于能源消费的第二大碳源,占总量的 17% 强;渠慎宁^[23]等学者研究得出结论,2001—2009 年中国废弃物碳排放占碳排放总量的 1.4%~2.3%;此外,还有少量

的水泥生产等其他工业过程碳排放。参考《2006 年指南》对碳排放来源的分类并结合数据的可获得性,本研究测算的碳排放主要包括 4 个来源:能源消费、农业生产、畜牧业、废弃物,保守估计测算结果可达碳排放总量的 93.4%~94.3%,能满足研究要求。

1.1.1 能源消费碳排放测算 参考《2006 年指南》关于能源消费碳排放核算公式和赵荣钦等^[12]学者的研究成果,能源消费碳排放核算主要考虑煤炭、石油、天然气。此外还包括少量的生物质能、风能、核能等,但由于这些能源对碳排放影响较小且数据不易获得,暂不予考虑。核算能源消费碳排放的公式为:

$$C_E = \sum_{i=1}^3 E_i \cdot \beta_i \quad (1)$$

式中: β_i ——第 i 种能源的碳排放系数,为单位能源消费的碳排放量; E ——能源消费量(t); C_E ——能源消费引起的碳排放量(t)。国内外开展能源消费碳排放系数研究的机构或学者较多,如国家科委气候变化项目,国家计委能源所,美国能源部,日本能源经济研究所,DOE/EIA,徐国泉^[7]等,各机构给出的碳排放系数稍有区别(表 1),本研究选取较权威的几项碳排放系数并取其均值代入计算。

表 1 碳排放系数

数据来源	参考文献	煤炭	石油	天然气
DOE/DIA	[12]	0.702	0.478	0.389
国家科委气候变化项目	[12]	0.726	0.583	0.409
国家计委能源所	[12]	0.651	0.543	0.404
美国能源部/独立能源局	[21]	0.702	0.478	0.389
国家环保局温室气体控制项目	[21]	0.748	0.583	0.444
国家发改委能源研究所	[22]	0.748	0.583	0.444
日本能源经济研究所	[12]	0.756	0.586	0.449
徐国泉等	[7]	0.748	0.583	0.444

1.1.2 农业生产碳排放测算 IPCC 有关农业生产碳排放的论述较多集中于生物量、土壤碳和水稻生长过程中的甲烷排放,而关于农业生产物质投入导致碳排放的研究不多。结合我国农业生产特点,在以《2006 年指南》为主要参考的基础上,结合田云等^[24]基于投入视角的湖北省农地碳排放测算研究,确定农业生产碳排放源包括:水稻生长、化肥、农药、农膜,由于农业机械动力相关的碳排放已在能源消费碳排放核算中涵盖,为避免重复,此处不再涉及。构建农业生产活动碳排放核算公式为:

$$C_A = \sum_{i=1}^3 F_i \times \epsilon_i \quad (2)$$

$$C_R = 3.136 \times 136 \times S / 10^6 \quad (3)$$

式中: C_A ——农业生产碳排放量(t); F_i ——第 i 种

农业生产要素投入量(t); ϵ_i ——第 i 种农业生产要素碳排放系数; C_R ——水稻生长碳排放量(t); S ——水稻的播种面积(m^2); 3.136——根据 Wang^[25], Cao^[26] 和 Matthews^[27] 等学者测算的稻田甲烷排放系数的平均值 [$g/(m^2 \cdot d)$]; 135——研究区域水稻的平均生长周期(d)。农药等农业生产要素碳排放系数参考美国橡树岭国家实验室等机构和学者的研究成果

1.1.3 畜牧业碳排放测算 根据《2006 年指南》第 4 卷第 10 章关于牲畜和粪便管理过程碳排放的相关论述,畜牧业尤其是诸如牛、羊等反刍动物生长过程中会产生大量的甲烷,具体而言包括肠道发酵和粪便管理两部分。参考田云等^[28]的研究,我国畜牧业产生甲烷排放的主要牲畜品种有牛、马、驴、骡、猪、羊,以 IPCC 给出的排放系数为依据,建立我国主要牲畜碳排放系数参考值。畜牧业碳排放计算公式为:

$$C_L = \sum_{i=1}^7 N_i \times (\mu_i + v_i) \quad (4)$$

式中: C_L ——畜牧业碳排放量(t); N_i ——第 i 种牲畜年饲养量(头、只); μ_i, v_i ——第 i 种牲畜的肠道发酵排放系数和粪便管理排放系数。

1.1.4 废弃物碳排放测算 根据《2006 年指南》第 5 卷有关废弃物的分类研究,废弃物产生温室气体的排放源主要有 4 类:固体废弃物生物处理、废弃物的焚化与露天燃烧、固体废弃物填埋处理、废水处理与排放。而固体废弃物填埋处理(即 SWDS)是废弃物中产生温室气体的最大来源。《2006 年指南》中 IPCC 建议不要使用质量平衡法,而更推荐使用一阶衰减法(FOD),一阶衰减法能够获得更高的测算精度。本研究借鉴此方法估算全国省域固体废弃物产生的甲烷量,并通过系数转化为碳排放,废弃物碳排放因子参考《2006 年指南》给出的缺省值。根据《2006 年指南》和渠慎宁^[23]等学者的研究,本研究对研究区域内固体废弃物涉及的废弃物碳排放进行了测算。

1.2 DEA 静态效率模型

DEA 模型是一种效率评价方法,可以处理复杂决策单元评价问题^[29]。设有 K 个评价单元(DMU),各个 DMU 含 L 种投入指标和 M 种产出指标,设 x_{jl} 为第 j 个城市的第 l 中投入, y_{jm} 为第 j 个城市的第 m 种产出,对于第 n 个城市,效率评价模型为:

$$\begin{aligned} \min[\theta - \epsilon(e_1^T s^- + e_2^T s^+)] \times \\ \sum_{j=1}^K x_{jl} \lambda_j + s^- = \theta x_n^l \quad (l=1, 2, \dots, L) \\ s.t. \sum_{j=1}^K y_{jm} \lambda_j - s^+ = y_n^m \quad (m=1, 2, \dots, M); \\ \lambda \geq 0; n=1, 2, \dots, K) \end{aligned} \quad (5)$$

式中: θ ——综合效率指数; λ_j ——权重系数变量; s^- ——松弛变量; s^+ ——剩余变量; e ——阿基米德无穷小量; e_1^T, e_2^T —— m 维和 k 维的单位向量。若综合效率指数 θ 越接近于 1 则该 DMU 的综合效率越高,反之越低,当 $\theta=1$ 时,该 DMU 位于最优生产前沿面上,实现相对有效。上述介绍的是规模报酬不变的 DEA 模型(constant returns to scale, CRS),当引入约束条件:

$$\sum_{j=1}^K \lambda_j = 1 \quad (6)$$

上式转变为规模报酬可变 DEA 模型(variable returns to scale, VRS),简称 VRS 模型,VRS 模型将综合效率指数分解为规模效率(θ_a)与纯技术效率(θ_b),根据 DEA 模型定义,有 $\theta = \theta_a \cdot \theta_b$ 。综合效率指数 θ 反映 DMU 在资源配置、规模集聚、利用方式等效率;规模效率 θ_a 反映 DMU 的规模集聚效率;纯技术效率 θ_b 反映 DMU 要素资源配置和利用效率。

1.3 Malmquist 动态效率指数模型

生产率指数有多种描述方式,目前应用较为广泛的典型生产率指数是 Malmquist 指数。Malmquist 指数基于距离函数而进行定义,与法雷尔效率理论有较为紧密的联系^[30]。本研究根据生产要素配置效率分析理论应用曼奎斯特生产率指数以全国主要省市为 DMU 测算湖北省土地利用碳排放效率及变化特征。

Malmquist 及相关概念的定义为:Malmquist 指数是衡量生产率由 t 时期到 $t+1$ 时期的动态变化指数。(1) 该指数大于 1,说明全要素生产率呈上升趋势;(2) 该指数等于 1,说明全要素生产率不变;(3) 该指数小于 1,说明全要素生产率呈现下降趋势。

TEC 代表综合技术效率变化指数,说明每个 DMU 相对于生产前沿的追赶程度,也即生产部门的技术效率变化程度,具体生产中该指数反映部门管理方法的优劣及决策的科学性。

TC 代表技术进步指数,说明生产部门沿生产前沿面的移动,代表了生产技术变化的程度,具体生产中反映技术进步及创新程度。

1.4 土地利用碳排放效率指标体系

根据分析,农业生产、能源消耗、废弃物排放是碳排放的主要来源,农用地和建设用地是承载这些碳排放的主要用地类型,因此,研究根据赵荣钦等^[12,23,28]学者关于碳排放按土地利用结构分解的研究,将碳排放总量分解农地碳排放和建设用碳排放,并以农地碳排放强度和建设用地碳排放强度作为效率评价的投入指标;碳排放总对应着一定量的经济产出,GDP

是反映经济产出最直接有效的指标。因此,本文将产出指标设定为地均 3 次产业产值,指标体系(表 2)。由于数据来源的限制,仅选择内地 31 个省级行政

域(不含香港、澳门、台湾)为决策单元,以湖北省为实证区域测度其相对有效性。所有分析涉及的指标数量少于 DMU 的 1/2,满足 DEA 的应用条件。

表 2 土地利用碳排放效率评价体系

指标分类	指标	解释说明
投入指标	农地碳排放强度	(农业能源消耗碳排放+农业生产及畜牧业碳排放)/农用地面积
	建设用地碳排放强度	(建设用地能源消耗碳排放+废弃物碳排放)/建设用地面积
产出指标	地均第一产业产值	地区第一产业产值/辖区面积
	地均第二产业产值	地区第二产业产值/辖区面积
	地均第三产业产值	地区第三产业产值/辖区面积

1.5 数据来源与说明

研究中农业生产涉及到化肥、农药、农膜、水稻种植面积数据来自《中国农村统计年鉴(2000—2011年)》;能源数据均来自《中国能源统计年鉴(2000—2011年)》的各省能源平衡表;畜牧业生产中各类牲畜数量来自各省统计年鉴中的年末存栏数量并做适当修正,部分数据不全参考《中国农村统计年鉴》补充完整;废弃物排放中涉及到的工业废弃物和城市固体废物数据来自国研网统计数据库,其中 2001 和 2002 年数据缺失,结合已有数据运用插值补充完整(限于篇幅,省略详细过程);土地利用数据来自全国土地利用变更调查;经济社会统计数据均来自于历年中国统计年鉴和各省统计年鉴,经济类数据按 2000 年不变价格参与计算。

2 结果与分析

2.1 碳排放时序特征分析

根据前文所述的碳排放核算清单,测算湖北省 2001—2011 年土地利用碳排放总量。结果显示,2011 年湖北省土地利用碳排放总量较 2001 年增加 143.81%,年均增长率为 9.32%。其中,农地碳排放总量较 2001 年增加 20.55%,年均增长 1.89%;建设用地碳排放量较 2001 年增加 171.18%,年均增长 10.49%。从土地利用的碳排放结构来看,农地碳排放占碳排放总量比例较小,且呈不断下降趋势,2001 年最高占总量的 18.17%,2011 年该占比已降至 8.98%,农地碳排放增速也远低于建设用地碳排放增速和碳排放总量增速,可见建设用地碳排放是影响碳排放总量的主要因素。从时序特征来看,湖北省土地利用碳排放逐年递增,但增速波动较大,大致分为 3 个阶段:2001—2003 年,第一个增速上升期;在经历增速大幅下降后,2005—2007 年又迎来第 2 个增速上升期,2008 年碳排放增速趋缓;随之而来的是 2009—2011 年连续 3 a 碳排放增速的大幅上升。新

世纪的前 10 a 是湖北省经济社会高速发展时期,GDP 年增速达 14.03%,这是造成碳排放增加的最直接原因。但由于诸如经济危机、农业政策变化等微观因素的影响,碳排放增速在部分年份出现小幅回落。

2.2 土地利用碳排放效率静态分析

根据前文给出的 DEA 模型,运用 Deap 2.1 软件以研究时序内湖北省各年数据为 DMU 对湖北省土地利用碳排放效率进行静态分析,并将土地利用碳排放效率分解为纯技术效率和规模效率(表 3)。从静态效率结果看,湖北省土地利用碳排放效率平均值为 0.803 6,相对效率不断上升,碳排放效率处于较高水平且不断趋好。其中,2008 和 2011 年为相对有效状态,是近十余年碳排放利用效率最高的阶段,构成了湖北省碳排放效率的前沿面,2003 年效率达到最低值。碳排放相对效率在 2002,2005,2009 年出现小幅下降。

表 3 土地利用碳排放静态效率

年份	CRS	VRS	规模报酬
2001	0.671 8	1.000 0	0.671 8
2002	0.653 1	0.9597	0.680 6
2003	0.654 4	0.841 6	0.777 6
2004	0.736 6	0.851 1	0.865 4
2005	0.696 9	0.753 6	0.924 7
2006	0.681 6	0.708 4	0.962 2
2007	0.778 9	0.796 7	0.977 6
2008	1.000 0	1.000 0	1.000 0
2009	0.993 3	1.000 0	0.993 3
2010	0.973 0	0.977 7	0.995 2
2011	1.000 0	1.000 0	1.000 0
平均值	0.803 6	0.899 0	0.895 3

假设规模可变,研究将碳排放效率分解为纯技术效率和规模效率。在碳排放效率无效的年份中,2001 年纯技术效率有效而规模效率无效,则该年份按原有产出计算,投入已经不能再减少。纯技术效率在 2001,2008,2009,2011 年相对有效,其他年份浮动较

大,但总体看,2006 年以前呈现下降趋势,这段时期经济飞速发展,对资源消耗形成较强依赖性,对资源利用效率重视不足,造成了土地利用碳排放效率的下降。随后,由于可持续发展理念、科学发展观、生态文明建设等兼顾经济发展与环境资源保护政策深入贯彻,利用方式得以改善,土地利用碳排放效率不断提升。

2.3 土地利用碳排放全要素效率动态变化特征分析

运用 Deap 2.1 软件,根据前文给出的 Malmquist 指数模型,以内地 31 个省级行政区域为 DMU,分析湖北省土地利用碳排放动态效率相对变化特征(表 4)。由表 4 可以看出,2001—2011 年湖北省土地利用碳排放全要素效率保持稳中有升的趋势,特别是 2007,2010,2011 年,全要素效率均显著上升。2009 年受到金融危机等影响,各项指标均出现明显下降,尽管如此,从均值来看,土地利用碳排放效率仍然保持了年均 24.64% 的增长。研究时序内各阶段土地利用碳排放动态效率的演化特征为:2000—2003 年土地利用碳排放效率指数均大于 1,但技术进步指数和综合技术效率变化指数却分别在 2001 和 2002 年小于 1,说明这 2 a 土地利用碳排放效率改善分别来自于综合技术效率和技术进步。2004—2007 年土地利用碳排放效率指数和技术进步指数均大于 1,但综合技术效率变化指数却连续出现小于 1 的情况,而其他年份指数值也较小,因此,这段时期土地利用碳排放效率进步主要源于技术进步。事实上,随着科技进步和能源利用效率的不断提升,技术进步水平提升是

发展的必然,但自 2004 年后,国家连续几年推出强农惠农政策,这使得农业投入不断加大,化肥、农药等过度使用,在一定程度上造成了农地碳排放的陡然上升,而产出效率不足以弥补投入。此外,这一阶段正处于新世纪湖北经济发展的黄金阶段,房地产、基础设施等大型项目不断盲目上马,对碳排放效率的降低起到一定作用。2008—2010 年土地利用碳排放效率指数呈现先下降后上升的特征。这一时期主要受到金融危机的影响,整体经济效率下降,产能难以削减,但市场需求不足导致产出效益较低。技术进步继续维持上升状态,指数大于 1,而综合技术效率指数却连续 2 a 小于 1,综合技术效率下降是导致土地利用碳排放效率指数下降的主要因素。2010 年后,经过多轮经济刺激政策的调节,经济企稳回升,金融危机对经济效率的影响渐渐淡化,可持续发展理念与生态文明建设的渐入人心,日益严重的全球变化和气候异常也不断提高人们对环境问题的关注度,土地利用碳排放效率及其他指数均开始回归大于 1 的状态,土地利用碳排放效率显著提高。

研究时序内,技术进步指数仅在 2001 年小于 1,其他年份技术进步均上升,且技术进步指数值也不断增大,这说明技术进步速度在提高,技术水平和创新能力不断增强。土地利用碳排放效率的提升主要是由技术进步引起的,综合技术效率变化多数情况对总效率有负面影响。这说明土地碳排放利用系统存在不稳定、不合理的状况,系统运行效率受外界影响较大。

表 4 土地利用碳排放静态效率

年份	土地利用碳排放效率指数	技术进步指数	综合技术效率变化指数	纯技术效率变化指数	规模效率变化指数
2000—2001	1.050 8	1.052 7	0.998 2	0.994 4	1.003 8
2001—2002	1.009 7	0.997 7	1.012 1	1.012 6	0.999 5
2002—2003	1.100 5	1.026 1	1.072 5	1.082 7	0.990 6
2003—2004	1.217 8	1.112 0	1.095 2	1.122 4	0.975 7
2004—2005	1.026 5	1.065 5	0.963 3	0.977 5	0.985 5
2005—2006	1.008 1	1.056 8	0.953 9	0.976 2	0.977 2
2006—2007	1.218 7	1.081 8	1.126 5	1.122 6	1.003 5
2007—2008	1.288 2	1.193 4	1.079 4	1.078 1	1.001 2
2008—2009	0.965 6	1.043 3	0.925 5	0.947 0	0.977 3
2009—2010	1.126 3	1.143 5	0.985 0	1.024 5	0.961 4
2010—2011	2.697 7	2.017 2	1.337 3	0.930 7	1.436 9
平均值	1.246 4	1.162 7	1.049 9	1.024 4	1.028 4

3 讨论与结论

总体来看,湖北省土地利用碳排放总量持续增

加。从碳排放结构角度,农地碳排放对碳排放总量增加影响较小;建设用地碳排放年均增长 10.49%,是碳排放源增加的主要来源。湖北省土地利用碳排放

总量逐年递增,但增速波动较大,2001—2003年,2005—2007年,2009—2011年是研究时序内碳排放增速上升的3个时期,其他阶段受农业政策转变、金融危机等外部环境影响,增速出现回落的现象。湖北省土地利用碳排放效率不足。2008和2011年为相对有效状态,构成湖北省碳排放效率的有效前沿面。纯技术效率方面,2006年以前呈现下降趋势,这段时期经济飞速发展,对资源消耗形成较强依赖性,对资源利用效率的重视不足,造成了土地利用碳排放效率的下降。随后,土地利用方式率逐渐改善,碳排放效率不断提高。

湖北省土地利用碳排放全要素效率指数稳中有升。除2002年外,技术进步指数均大于1,这与科技进步水平不断提升息息相关,而综合技术效率变化指数多年均小于1,效率降低,对总效率提升呈负向影响。因此,湖北土地利用碳排放全要素效率的上升主要是由技术进步推动的,土地碳排放利用系统存在不稳定、不合理的状况,系统运行效率受外界影响较大。

本研究基于土地利用碳排放总量和结构的测算,分别以湖北省历年和全国主要省市为DMU从静态和动态两方面运用DEA及Malmquist指数对湖北省土地利用碳排放效率进行深入的研究,得出的一些代表性结论丰富了土地利用碳排放领域的相关研究内容。通过研究可知,湖北省土地利用碳排放总量逐年增加,建设用地碳排放对总量起决定作用,土地利用碳排放效率总体呈上升趋势,这与2004年以来的强农惠农政策,2005年提出的中部崛起战略,生态文明建设深入开展等外部因素对效率的影响较为一致。值得说明的是,土地利用碳排放全要素效率提升主要来自于技术进步,综合技术效率变化指数影响较小且多年拉低总效率指数。湖北省应着眼于调结构、减产能,在依托技术进步提升效率的同时,注重经济系统运行效率的提升,以实现土地利用碳排放的高效利用。本研究还应在以下方面不断深入:对碳排放按照土地利用分类进行详细分解,进一步研究不同类型用地碳排放强度与效益;从微观角度出发,深入探讨经济生产模型内部及不同土地利用类型对碳排放效率的影响方式;基于土地利用的低碳调控等。

[参 考 文 献]

- [1] 曲福田,卢娜,冯淑怡.土地利用变化对碳排放的影响[J].中国人口·资源与环境,2011,21(10):76-83.
- [2] 葛全胜,戴君虎,何凡能,等.过去300年中国土地利用、土地覆被变化与碳循环研究[J].中国科学(D辑):地球科学,2008,38(2):197-210.
- [3] 卢娜.土地利用变化碳排放效应研究[D].江苏南京:南京农业大学,2011.
- [4] 赖力.中国土地利用的碳排放效应研究[D].江苏南京:南京大学,2010.
- [5] IPCC.2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories [R]. Eggleston H S, Buendia L, Miwa K, et al. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan: IGES, 2006.
- [6] 王群伟.全要素视角下的能源利用和二氧化碳排放效率测度研究[D].江苏南京:南京航空航天大学,2010.
- [7] 徐国泉,刘则渊,姜照华.中国碳排放的因素分解模型及实证分析:1995—2004[J].中国人口·资源与环境,2006,16(6):158-161.
- [8] 李颖,黄贤金,甄峰.江苏省区域不同土地利用方式的碳排放效应分析[J].农业工程学报,2008,24(2):102-107.
- [9] 赵欣,龙如银.江苏省碳排放现状及因素分解实证分析[J].中国人口·资源与环境,2010,20(7):25-30.
- [10] 张秀梅,李升峰,黄贤金,等.江苏省1996—2007年碳排放效应及时空格局分析[J].资源科学,2010(4):768-775.
- [11] 游和远,吴次芳.土地利用的碳排放效率及其低碳优化:基于能源消耗的视角[J].自然资源学报,2010,25(11):1875-1886.
- [12] 赵荣钦,黄贤金.基于能源消费的江苏省土地利用碳排放与碳足迹[J].地理研究,2010,29(9):1639-1649.
- [13] 李涛,傅强.中国省际碳排放效率研究[J].统计研究,2011(7):62-71.
- [14] 张兰,刘友兆,郑华伟.江苏省土地承载碳排放及其脱钩效应分析[J].资源科学,2012,34(6):1108-1118.
- [15] 赵先超,朱翔,周跃云.湖南省不同土地利用方式的碳排放效应及时空格局分析[J].环境科学学报,2013,33(3):941-949.
- [16] 王海鲲,张荣荣,毕军.中国城市碳排放核算研究:以无锡市为例[J].中国环境科学,2011,31(6):1029-1038.
- [17] 余德贵,吴群.基于碳排放约束的土地利用结构优化模型研究及其应用[J].长江流域资源与环境,2011,20(8):911-917.
- [18] 孙宇杰,张宇辰,李鹏.低碳背景下区域土地合理利用评价研究[J].地域研究与开发,2011(5):93-96.
- [19] 蓝家程,傅瓦利,袁波,等.重庆市不同土地利用碳排放及碳足迹分析[J].水土保持学报,2012,26(1):146-150.
- [20] 卢俊宇,黄贤金,戴靓,等.基于时空尺度的中国省级区域能源消费碳排放公平性分析[J].自然资源学报,2012,27(12):2006-2017.
- [21] 孙建卫,赵荣钦,黄贤金,等.1995—2005年中国碳排放核算及其因素分解研究[J].自然资源学报,2010,25(8):1284-1295.

[参 考 文 献]

- [1] 孙希华, 闫业超. 济南市土壤侵蚀潜在危险度分级及侵蚀背景的空间分析[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 80-83.
- [2] 闵婕, 杨华, 赵纯勇. GIS 支持下的土壤侵蚀潜在危险度分级方法研究及应用[J]. 水土保持通报, 2005, 25(4): 61-64.
- [3] Zuidam R A V, Zuidam-Cancelado F I V. Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs: A Geomorphological Approach [M]. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), 1979.
- [4] CORINE. Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community[R]. Luxembourg: EUR13233, 1992.
- [5] Jong S M D, Paracchini M L, Bertolo F, et al. Regional assessment of soil erosion using the distributed model SEMMED and remotely sensed data[J]. Catena, 1999, 37(3/4): 291-308.
- [6] 郭志民, 陈志伟. 应用 GIS 方法对土壤侵蚀潜在危险性进行评价及其时空分布特征研究[J]. 福建水土保持, 1999, 11(4): 40-45.
- [7] 史志华, 蔡崇法, 蔡强国, 等. GIS 支持下土壤侵蚀潜在危险度的分级研究[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 11(2): 190-193.
- [8] 万军, 蔡运龙, 路云阁, 等. 喀斯特地区土壤侵蚀风险评价: 以贵州省关岭布依族苗族自治县为例[J]. 水土保持研究, 2003, 10(3): 148-153.
- [9] 黄金, 蔡强国, 陈浩, 等. 土壤侵蚀危险度评价方法研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(2): 143-147.
- [10] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning [M]. US Washington D C: Agriculture Handbook No 537, 1978.
- [11] Peele T C. The relation of certain physical characteristics to the erodibility of soils[J]. Soil Science Society of America Journal, 1938(S): 97-100.
- [12] 张科利, 彭文英, 杨红丽. 中国土壤可蚀性值及其估算[J]. 土壤学报, 2007, 44(1): 7-13.
- [13] McCool D K, Brown L C, Foster G R, et al. Revised slope steepness factor for the universal soil loss equation[J]. Transactions of the ASAE: American Society of Agricultural Engineers (USA), 1987, 30(5): 1387-1396.
- [14] Liu Baoyuan, Nearing M A, Risse L M. Slope gradient effects on soil loss for steep slopes[J]. Transactions of the ASAE, 1994, 37(6): 1835-1840.
- [15] 郭建英, 李锦荣, 刘铁军, 等. 退耕还林工程建设对吴起县土地利用/覆被变化及其土壤侵蚀的影响[J]. 水土保持研究, 2013, 20(5): 1-6.
- [16] 谢红霞. 延河流域土壤侵蚀时空变化及水土保持环境效应评价研究[D]. 陕西 西安: 陕西师范大学, 2008.
- [17] 李勋贵, 魏霞. 区域土壤侵蚀演化风险分析: 以泾河流域为例[J]. 地理研究, 2011, 30(8): 1361-1369.
- [18] 石生新, 蒋定生. 几种水土保持措施对强化降水入渗和减沙的影响试验研究[J]. 水土保持研究, 1994, 9(1): 82-88.
- [19] 李斌兵, 郑粉莉, 龙栋材, 等. 基于 GIS 纸坊沟小流域土壤侵蚀强度空间分布[J]. 地理科学, 2009, 29(1): 105-110.
- [20] 董红敏, 李玉娥, 陶秀萍, 等. 中国农业源温室气体排放与减排技术对策[J]. 农业工程学报, 2008, 24(10): 269-273.
- [21] 渠慎宁, 杨丹辉. 中国废弃物温室气体排放及其峰值测算[J]. 中国工业经济, 2011(11): 37-47.
- [22] 田云, 张俊飏, 李波. 基于投入角度的农业碳排放时空特征及因素分解研究: 以湖北省为例[J]. 农业现代化研究, 2011(6): 752-755.
- [23] Wang Mingxin, Dai Aiguo, Shen Renxin. CH₄ emission from a Chinese rice paddy field[J]. Acta Meteorologica Sinica, 1990, 4(2): 265-275.
- [24] Cao, M K, Dent J B, Heal O W. Methane emissions from China's paddy land[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1995, 55(1): 129-137.
- [25] Matthews E, Fung I, Lerner J. Methane emission from rice cultivation geographic and seasonal distribution of cultivated areas and emissions[J]. Global Biogeochemistry Cycles, 1991, 5(1): 3-24.
- [26] 田云, 张俊飏, 李波. 中国农业碳排放研究: 测算、时空比较及脱钩效应[J]. 资源科学, 2012, 34(11): 2097-2105.
- [27] 华坚, 任俊, 徐敏, 等. 基于三阶段 DEA 的中国区域二氧化碳排放绩效评价研究[J]. 资源科学, 2013, 35(7): 1447-1454.
- [28] 马海良, 黄德春, 姚惠泽. 中国三大经济区域全要素能源效率研究: 基于超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(11): 38-43.

(上接第 342 页)