

“双碳”背景下中国农业碳排放特征及脱钩效应研究

秦佳乐

华北电力大学 经济管理系, 河北保定, 071000;

摘要: 农业作为国民经济的支柱产业, 其生产过程中产生的碳排放总量不容小觑, 农业经济的低碳发展对于我国碳减排工作具有重要意义。本文考虑全面性和数据可得性, 选取 5 类农业碳源因子综合测算 2000–2022 年中国 31 个省份农业碳排放量, 利用 Tapio 模型探究区域经济发展与农业碳排放的脱钩状态。

关键词: 农业碳排放; 影响因素; 经济增长; 脱钩状态

DOI: 10.69979/3029-2700.25.02.088

引言

作为发展中国家, 中国的首要任务依旧是经济发展, 进入 21 世纪, 我国粮食产量连续增长, 显著的成就往往是以牺牲农业资源和环境为代价的, 中国的农业发展主要依赖于高碳排放, 中国农业面临可持续发展、消费需求变化、全球化等挑战。2020 年 9 月中国政府在第七十五届联合国大会上明确提出“双碳”目标, 即在 2030 年前二氧化碳排放达到峰值, 在 2060 年前实现碳中和目标, 这意味着经济增长和碳排放的深度脱钩。中国是农业大国, 农业作为国民经济的支柱产业, 中国农业部门的碳减排不容忽视, 因此, 研究区域农业碳排放与经济增长的脱钩效应, 引导农业部门减少碳排放, 对推动我国农业绿色转型与高质量发展, 实现“碳达峰、碳中和”目标具有十分重要的理论与现实意义。

1 农业碳排放核算

农业碳排放是指在农业生产和牲畜养殖过程中, 由于能源投入、废物处置等多种因素所引起的一系列碳排放。本文借鉴 IPCC 碳排放因子法综合测算农业碳排放量, 包括农地利用、牲畜养殖、土壤翻耕和水稻种植以及秸秆燃烧 5 类碳源。

碳排放核算公式如下:

$$C = \sum_{i=1}^3 C_i = \sum_{i=1}^3 T_i \times \delta_i \quad (1)$$

C 代表农业碳排放总量, C_i 代表第 i 类碳源的碳排放量, T_i 代表第 i 类碳排放的活动数据量, δ_i 代表第 i 类碳源的碳排放系数, CH_4 和 N_2O 还要乘以相应的碳转化系数。

根据式 (1), 计算了包括 5 种碳源的农业碳排放量。2022 年农业碳排放总量为 43499.08 万吨, 相比 20

00 年增加了 15.79%。其中, 农地利用、畜牧养殖、作物种植、稻田甲烷和秸秆燃烧所导致的碳排放量分别为 9341.48 万吨、10746.81 万吨、2357.42 万吨、6611.53 万吨和 14441.84 万吨, 占比依次为 21.48%、24.71%、5.42%、15.2%和 33.2%。

在农业碳排放的 5 类碳源中, 作物种植产生的碳排放最少, 水稻甲烷碳排放次之。2004 年开始, 秸秆燃烧产生的碳排放一直呈上升趋势, 2007 年以后赶超畜牧养殖产生的碳排放, 成为农业碳排放的第一大源头, 因此未来需要加强秸秆利用方式的管控, 积极推进秸秆资源循环利用。

2 基于 Tapio 脱钩模型的中国农业碳排放与经济增长脱钩分析

碳排放脱钩是指 CO_2 排放量的变化与经济增长之间关系问题。当实现经济增长的同时, CO_2 排放量增速为负或者小于经济增速可视为脱钩, 其实质是度量经济增长是否以资源消耗和环境破坏为代价。目前, 用于研究脱钩程度和脱钩状态的模型主要有两种, 分别是 OECD 模型和 TAPIO 模型, OECD 模型使用末期值与基期值构造指数, 对基期选择的依赖度高, 有一定的极端性, 基期选择不同, 结果差异也较大, 且无法细分经济增长与环境压力之间的关系, 难以判断脱钩状态。TAPIO 是在 OECD 的基础上发展而来的, 它借鉴了“弹性概念”来反映变量间关系, 弥补了 OECD 基期选择的困难, 与 OECD 模型相比, Tapio 模型计算的脱钩指数更加客观、全面、准确, 能更好地反映脱钩状态。本文选取 Tapio 模型进行脱钩分析。构建农业碳排放脱钩模型如下:

$$e = \frac{\Delta C / C}{\Delta AGDP / AGDP} \quad (2)$$

e 表示农业碳排放脱钩弹性, C 代表农业碳排放量, ΔC 代表 t 时期内农业碳排放的变化率, ΔGDP 代表农业总产值, $\Delta AGDP$ 代表农业碳排放的变化率。

表 1 脱钩状态的判断标准

脱钩类型	脱钩状态	ΔC	$\Delta AGDP$	e
脱钩	强脱钩	<0	>0	$e < 0$
	弱脱钩	>0	>0	$0 \leq e < 0.8$
	衰退脱钩	<0	<0	$e \leq 1.2$
负脱钩	扩张负脱钩	>0	>0	$e \leq 1.2$
	强负脱钩	>0	<0	$e < 0$
	弱负脱钩	<0	<0	$0 \leq e < 0.8$
连接	扩张连接	>0	>0	$0.8 \leq e < 1.2$
	衰退连接	<0	<0	$0.8 \leq e < 1.2$

本文从省际层面结合时间维度探讨农业碳排放和经济脱钩关系的空间演变规律和趋势,考虑到农业碳排放和经济的变化具有一定的滞后性,分析其脱钩关系时间格局往往采用的时间按尺度是 5-10 年,本文将研究期间划分为 2000-2005 年、2006-2010 年、2011-2015 年、2016-2020 年以及 2021-2022 年。将 5 个阶段的空间脱钩状态利用 Arcgis 软件可视化。

2000-2005 年仅有天津、辽宁和西藏没有实现脱钩状态,天津为扩张负脱钩状态,其农业碳排放增长率与农业经济增长率均为正,且碳排放的增长速度较 GDP 的增长速度快,是较不理想的状态;辽宁为扩张连接状态,即农业经济增长与农业碳排放的增长率均为正,且二者增速相当;西藏为强负脱钩,其农业碳排放量增长率为正,农业经济增长率为负,是最不理想的状态;北京、上海、江苏、浙江、福建以及广东 6 个省区处于最理想的强脱钩状态,主要分布在东部以及东南沿海地区,这些地区在该区间内农业经济保持增长,但是碳排放量反而下降;河北、山西、内蒙古等 22 个省区处于弱脱钩状态,占比高达 70.97%,其农业碳排放农业经济增长同时增加,但是单位产出的碳排放量有所下降。

2006-2010 年 31 个省区全都达到了脱钩状态,处于强脱钩的省区数量是上一时期的 2 倍,属于弱脱钩状态的省区数量有所下降,其中,北京、天津、河北、山西等地处于强脱钩状态,共有 12 个省区,强脱钩指数较

小的为浙江、河北以及山东,分别为-0.17、-0.16、-0.13,意味着这一阶段浙江、河北和山东农业碳减排的速率分别快于农业经济增长速率 0.17 倍、0.16 倍和 0.13 倍,较好实现农业碳减排的同时保持农业经济快速发展,内蒙古、辽宁、吉林等 19 个省区为弱脱钩状态,该阶段由弱脱钩转化为强脱钩状态的省份有 7 个,主要集中于中部和东部地区,且弱脱钩的弹性指数较上一期有所下降,这意味着农业碳排放速率进一步小于农业经济增长速率,在农业发展更快的同时实现更慢的碳排放增加。

2011-2015 年依旧是以弱脱钩为主的阶段,河北、山西、内蒙古、辽宁等 23 个省市为弱脱钩状态,天津、浙江、福建、广东、海南和西藏 6 个省市为强脱钩状态,北京市由上一阶段的强脱钩转变为衰退脱钩状态,是由于其农业经济衰退,增长率由正转变为负值,上海市由弱脱钩转变为衰退脱钩阶段,是由于农业经济和碳排放的增长率均下降为负值,处于衰退脱钩状态的北京和上海农业碳排放的下降速度快于农业经济的下降速度。

2016-2020 年与前 3 个阶段不同,该阶段是强脱钩省市区数量超越弱脱钩数量,以强脱钩为主的阶段,内蒙古、黑龙江、宁夏和新疆 4 个省区为弱脱钩状态,主要分布在中国的北部,北京和上海同上一时期一样,仍处于衰退脱钩状态,其余 25 个省市均属于强脱钩状态,占比高达 80.65%。

2021-2022 年,30 个省市均达到了脱钩状态,9 个省市为强脱钩状态,主要分布于东部地区,21 个省市为弱脱钩状态,仅有北京未实现脱钩,是扩张连接状态,其农业碳排放和农业经济的增长率均为正,且二者的增速相当。

总体而言,31 个省市基本上达到了脱钩状态,除少数几个地区处于衰退脱钩、扩张连接等,大多数省市处于强脱钩和弱脱钩状态,意味着农业经济增长的同时,以较小的环境污染为代价。2016-2020 年阶段强脱钩占比最高,其他 4 个阶段都是弱脱钩比例最大,说明中国农业碳排放与经济增长仍以弱脱钩关系为主。强脱钩大多分布在中部、东部以及东南沿海地区,脱钩程度较好,但并不是稳定的,在不同阶段有所波动,中国农业碳排放与农业经济增长实现绝对脱钩还有一定的距离。

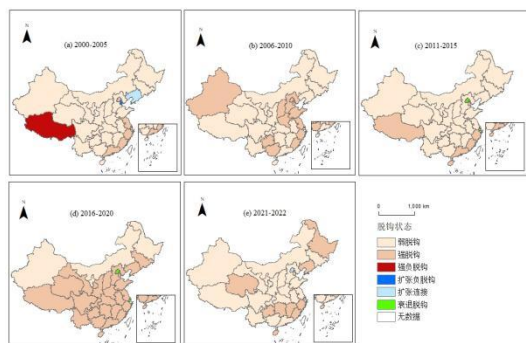


图 2 五个阶段的空间脱钩状态

3 数据

本文研究对象为中国 31 个省市，研究周期为 2000-2022 年，农业碳排放各碳源因子主要来自于历年《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《中国畜牧业统计年鉴》以及各省（市）统计年鉴。其中，化肥使用量、农药使用量、农用塑料薄膜、农用机械柴油、农作物播种面积、农作物灌溉面积、水稻种植面积、农作物产量以当年实际量为准，反刍动物年均饲养量按照其出栏率进行相应调整。碳排放系数来自 IPCC 指南或借鉴其他学者的研究。

4 结论和建议

4.1 结论

本文根据 5 类碳源综合测度 2000-2022 年中国农业碳排放量，基于脱钩理论和 Tapio 模型探究了中国农业碳排放与农业经济增长的关系，主要结论如下：

(1) 2000-2022 年间农业碳排放总量呈现波动上升趋势，5 类碳源中，作物种植产生的碳排放量最少，水稻甲烷次之，秸秆燃烧逐渐成为农业碳排放的第一大源头，未来需要加强秸秆利用方式的管控，积极推进秸秆资源循环化利用。

(2) 总体而言，不同地区和分期的脱钩状态有所波动，强脱钩大多分布在中部、东部以及东南沿海地区，脱钩程度较好，但大多数省市在长期内处于仍处于弱脱钩状态，意味着农业经济增长的同时，以较小的环境污染为代价，中国农业碳排放与农业经济增长实现绝对脱钩还有一定的距离。

4.2 建议

根据研究结论提出一些相应的政策建议如下：

(1) 5 类碳源中，秸秆燃烧逐渐成为农业碳排放的第一大源头，因此未来需要加强秸秆利用方式的管控，积极推进秸秆资源循环化利用。具体有：加强宣传力度，全方位宣传秸秆焚烧政策、焚烧危害及法律后果；加大政策扶持与补贴：提高农民购置补贴，鼓励其购买带有秸秆处理功能的农机具，如压块机、粉碎机等；大力推广秸秆综合利用技术，如秸秆还田，秸秆造纸、秸秆发电等。废弃十分可惜，我们应该大力研发新的技术，让秸秆再利用助力生态环境的改善，助力农业经济的可持续发展，促进美丽乡村建设。

(2) 由于中国各省级的农业碳排放和脱钩状况各不相同，政府必须因地制宜，根据每个的省份的地理条件以及独特情况，制定差异化的政策和长远的减碳目标，从源头上减少碳排放，提高能源利用效率和可再生能源的利用率，优化农业产业结构，在农业生产过程中，采用更清洁的技术和设备。终端目标是实现农业资源的合理利用和农业可持续发展，实现经济效益、社会效益和生态效益相统一。

参考文献

- [1] Kaya, Y. (1989). Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios. Intergovernmental panel on climate change/response strategies working group, May.
- [2] 罗仁娟. 滇中地区农业碳排放时空演变及其驱动因素研究[D]. 云南师范大学, 2023.
- [3] 吴乐知, 余石俊, 袁江龙. “双碳”背景下黄石市农业碳排放特征及脱钩效应研究[J]. 湖北师范大学学报(自然科学版), 2024, 44(03): 67-77.
- [4] 邵志国, 李可心, 李梦笛. “双碳”背景下中国交通运输业碳排放驱动因素及脱钩效应研究[J/OL]. 中国环境科学, 1-13.