

赵培华. 河南省农业碳排放与经济增长的脱钩分析[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(22): 245–249.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.22.033

河南省农业碳排放与经济增长的脱钩分析

赵培华

(河南财政金融学院经济与贸易学院, 河南郑州 451464)

摘要:河南省作为一个农业大省, 农业发展对其经济增长起到极大的促进作用。但在经济增长的同时, 河南省的农业碳排放量也在不断增加。为找出经济发展与碳排放量之间的关系, 根据 2000—2020 年河南省农业生产能源消耗和经济增长的基础数据, 对河南省在此期间农业生产能源的碳排放总量和碳排放强度进行分析, 并利用 Tapio 模型分析河南省农业能源消耗碳排放和经济增长之间的脱钩关系。结果表明, 从长期测算分析, 发现河南省农业碳排放和经济增长处于弱脱钩状态, 从分段测算分析, 发现河南省农业碳排放和经济增长的关系由弱脱钩逐渐转变为强脱钩。说明河南省在经济增长的同时, 农业碳排放量在逐渐减少。因此, 河南省应进一步大力发展低碳农业; 大力宣传低碳农业理念, 鼓励农民进行农业清洁生产; 建立低碳农业补偿机制; 推进农业减排固碳, 尽快实现农业碳排放和经济增长的完全脱钩。

关键词: 农业碳排放; 经济增长; 脱钩模型; 河南省

中图分类号: F327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2023)22-0245-05

二氧化碳排放所导致的全球气候变暖问题给人类生活以及经济发展造成了严重影响, 节能减排问题成为各个国家普遍关注的焦点^[1]。在农业生产过程中, 大量农用物资的使用在促进经济增长的同时, 碳排放量也随之增加, 不仅对生态环境造成了破坏, 也不利于农业的可持续发展。近年来, 随着我国农业的快速发展, 化肥、农药、农膜等农用物资的使用量也在不断增加, 这导致农业碳排放量逐年增加。据统计, 我国农业生产所导致的温室气体排放量占全国温室气体排放总量的 17%^[2]。因此, 发展低碳农业已成为农业生产的新模式。农业生产的低碳减排是发展低碳农业非常重要的环节, 也是保障农业可持续发展的前提条件。从 2000 年以来, 河南省经济增长一直处于高速发展阶段。2000 年河南省地区生产总值(GDP)为 5 052.99 亿元, 2005 年为 10 243.47 亿元, 2021 年河南省地区生产总值高达 58 887.31 亿元, 位居全国第五位。2022 年河南省国民经济和社会发展统计公报显示, 河南省全省地区生产总值第 1 次突破 6 万亿元, 为 61 345.05 亿元, 与 2021 年相比增长 4.1%, 与我国同

期经济增速相比高 0.1 百分点。经济的高速增长离不开能源的消耗, 而能源消耗过程中不可避免会带来污染排放的增加, 这是让各地政府都悬而未解的难题^[3]。如何在经济高速增长的同时尽量减少二氧化碳的排放, 实现经济增长和二氧化碳排放的脱钩成为亟需解决的问题。河南省是我国的农业大省, 农业生产过程中所产生的碳排放量在河南省碳排放总量中占据较大比重, 因此河南省低碳农业的发展状况对我国低碳农业的发展影响很大。此外, 对河南省农业碳排放情况和经济增长之间的关系进行分析, 对其农业走节能减排、可持续发展道路具有重要的现实意义, 有助于加速河南省农业生产方式的转变, 使河南省农业发展由以前追求量为主的粗放型向现在以求质为主的精细型转变, 同时也能为经济和环境的协调发展提供参考。

1 河南省农业碳排放测算

1.1 河南省农业碳排放量的测算指标

本研究对 2000—2020 年河南省农业能源消耗的碳排放量进行测算。结合河南省的实际情况, 选择的农业碳排放碳源包括化肥使用量、农药施用量、柴油使用量、农业机械总动力、翻耕面积(考虑数据的可获取性, 用农业播种面积替代翻耕面积)、农用薄膜使用量、有效灌溉面积。选择这几个指标的原因如下: 化肥、农药、柴油、农用薄膜的使用不

收稿日期: 2023-03-02

基金项目: 河南省科技软科学项目(编号: 232400411085)。

作者简介: 赵培华(1978—), 女, 河南鹤壁人, 硕士, 副教授, 主要从事农业经济、经济贸易理论研究。E-mail: zhaopeihua2010@163.com。

仅会破坏土壤结构,造成土壤污染,还会导致温室气体排放;农业灌溉过程中会消耗能源,产生碳排放;农业机械的使用会消耗大量柴油,也会导致碳排放;种植过程中对土地进行翻耕会破坏土壤的有机碳,造成土壤中有机碳流失而产生碳排放^[4]。本研究所有数据均来自历年《河南统计年鉴》。

农业碳排放计算公式为

$$E = \sum E_i = \sum T_i \times \delta_i; \tag{1}$$

$$C_g = \sum T_i \times \delta_i / \text{GDP}。 \tag{2}$$

式(1)中: E 表示农业碳排放总量; E_i 表示各类农业碳源(生产要素)的碳排放量; T_i 表示各类农业碳源(生产要素)的消耗量; δ_i 表示各类农业碳源的碳排放系数。

各类主要农业碳源的碳排放系数见表 1,关于农业机械碳排放量,在计算时借鉴赵荣钦的测算方法等^[5],农业机械碳排放量=(农作物播种面积×16.47 kg/hm²)+(农业机械总动力×0.18 kg/kW)。式(2)中: C_g 表示农业碳排放强度,单位为 t/万元;GDP 表示国内生产总值;农业碳排放强度反映农业碳排放量与研究区域经济发展之间的关系,如果在某个时间段内该研究区域农业碳排放强度下降,说明该区域在经济增长的同时,农业碳排放量不仅没有增加,跟以前比反而减少了,该区域农业碳排放量控制有效^[6]。反之,则说明该研究区域经济增长是靠能源的高消耗、高碳排放来推动的。

表 1 农业主要碳源及碳排放系数

农业主要碳源种类	碳排放系数	资料来源
农业播种面积	3.126 0 kg/hm ²	中国农业大学生物与技术学院
农用机械总动力	0.18 kg/kW	联合国政府间气候变化专门委员会
化肥	0.895 6 kg/kg	美国橡树岭国家实验室
农药	4.934 1 kg/kg	美国橡树岭国家实验室
柴油	0.592 7 kg/kg	联合国气候变化政府间专家委员会
农用薄膜	5.18 kg/kg	南京农业大学农业资源与生态环境研究所
农业灌溉	20.476 kg/hm ²	联合国政府间气候变化专门委员会

1.2 河南省农业碳排放量和碳排放强度测算结果分析

根据公式(1)和公式(2)计算出 2000—2020 年河南省农业碳排放总量、各类农业碳源的碳排放量以及碳排放强度,具体计算结果见表 2。由表 2 可知,各类农业碳源的碳排放量差异较显著,原因有 2 点:一是在农业生产过程中所耗费的各类碳源的投

入数量不同;二是各类农业碳源在测算时碳排放系数不同。从河南省农业碳排放总量来看,2000—2015 年河南省农业碳排放总量呈上升趋势,由 2000 年的 555.13 万 t 增加到 2015 年的 898.92 万 t,增长了 343.79 万 t,年均增长 22.92 万 t。2016—2020 年河南省农业碳排放总量逐年减少,由 2016 年的 896.15 万 t 减少为 2020 年的 769.08 万 t。另外,河南省各类碳排放源的碳排放量基本呈增加趋势,在各类碳源中,化肥的碳排放量最大,2000 年化肥碳排放量为 376.79 万 t,其次是农用薄膜、农药、柴油、农用机械、灌溉、农业播种,其碳排放量分别为 47.6 万、47.1 万、47.16 万、22.68 万、9.68 万、4.11 万 t。2020 年化肥的碳排放量增加到 580.33 万 t,同年化肥在河南省碳排放总量中所占比重达到 75.46%。2020 年灌溉、农业播种、柴油、薄膜、农用机械的碳排放量与 2000 年相比都有所增加,分别为 11.44 万、4.61 万、57.71 万、78.58 万、26.17 万 t,分别占河南省碳排放总量的 10.21%、7.5%、3.4%、1.49%、0.61%。与 2000 年相比,2020 年农药的碳排放量有所下降,为 10.24 万 t,占河南省农业碳排放总量的比重仅为 1.33%,这和河南省推进绿色农业生产方式,深入实施农药减量增效行动有关。

从碳排放强度来看,2000—2020 年河南省碳排放强度逐渐减少。2000 年河南省农业碳排放强度为 0.11 t/万元,2010 年河南省农业碳排放强度为 0.04 t/万元。之后,河南省农业碳排放强度持续下降,2020 年河南省碳排放强度为 0.02 t/万元。说明随着河南省经济的不断发展,其农业资源的利用效率得到提高,可见河南省农业逐步向低碳化转变。这和河南省出台的一系列推进低碳农业、绿色农业以及推进农村节能减排的政策有关,如 2017 年河南省人民政府印发《河南省“十三五”节能减排综合工作方案》,并进一步强调农村、农业污染治理问题、土壤污染防治以及绿色农村改造问题。河南省农业碳排放强度的降低说明这些举措已经初见成效,河南省的农业发展已由增产向高质量方面转变,不仅注重农作物产量的提高,更关注质的提高。

2 河南省农业碳排放与经济增长的脱钩状态实证研究

2.1 脱钩模型的建立

国内外很多学者在研究经济和环境方面的问题时,经常使用脱钩模型来研究经济增长和物资消

表 2 2000—2020 年河南省农业碳源排放量和碳排放强度

年份	碳排放量(万 t)								碳排放强度 (t/万元)
	农业灌溉	化肥	农业播种	柴油	农药	农用薄膜	农用机械	总量	
2000	9.68	376.79	4.11	47.16	47.10	47.60	22.68	555.13	0.11
2001	9.76	395.61	4.10	49.50	48.60	48.74	22.72	579.03	0.10
2002	9.83	419.88	4.18	50.44	50.30	51.07	23.18	608.92	0.10
2003	9.81	419.04	4.28	50.13	48.70	51.18	23.79	606.93	0.09
2004	9.89	441.67	4.32	51.48	49.90	52.63	24.09	634.01	0.08
2005	9.96	464.05	4.35	53.22	51.90	56.15	24.36	663.94	0.06
2006	10.07	484.01	4.37	55.14	55.10	61.33	24.55	694.54	0.06
2007	10.15	510.21	4.50	57.14	58.20	65.58	25.26	731.04	0.05
2008	10.22	538.86	4.52	58.80	58.80	67.70	25.54	764.40	0.04
2009	10.31	563.04	4.48	61.76	59.90	73.25	25.36	798.08	0.04
2010	10.40	586.75	4.48	63.95	61.60	76.15	25.42	828.78	0.04
2011	10.40	586.75	4.49	63.95	61.60	76.15	25.57	828.94	0.03
2012	10.66	612.98	4.50	65.83	63.30	80.39	25.65	863.31	0.03
2013	10.17	623.67	4.56	67.21	64.20	86.92	26.03	882.76	0.03
2014	10.45	632.07	4.61	68.75	64.10	84.69	26.33	890.99	0.03
2015	10.92	641.33	4.65	67.98	63.50	83.92	26.61	898.92	0.02
2016	10.98	640.38	4.66	66.62	62.70	84.49	26.32	896.15	0.02
2017	11.04	632.92	4.61	64.49	59.60	81.48	26.07	880.16	0.02
2018	11.07	620.46	4.62	61.59	56.10	79.15	26.16	859.11	0.02
2019	11.17	597.11	4.59	59.32	52.90	78.11	26.04	829.23	0.02
2020	11.44	580.33	4.61	57.71	10.24	78.58	26.17	769.08	0.01

耗之间的关系^[7]。一般认为,当一定时期内某区域以较低的资源消耗和环境压力带来同样或更快的经济增长时,二者之间存在脱钩关系^[8]。在进行脱钩分析时使用较多的模型是 1970 年塔皮奥(Tapio)提出的 Tapio 模型,该模型以“弹性”为概念动态反映经济和碳排放量 2 个变量之间的关系^[9],本研究选取 Tapio 模型探讨河南省农业碳排放和经济增长之间的关系。在研究时采用两阶段滚动测算方法计算,首先,将 2000 年作为固定基期,以此为参照,滚动计算 2001—2019 年各年份的脱钩指数;其次,将考察期间分段,以各期前 1 期末年份作为固定基期,滚动测算各期间段内各年的脱钩指数^[10]。在分段测算时,将整个考察期分为 2000—2005 年、2005—2010 年、2010—2015 年、2015—2020 年 4 个阶段进行研究。Tapio 脱钩弹性系数模型计算公式为

$$e = \frac{\Delta C / C_0}{\Delta \text{GDP} / \text{GDP}_0} \quad (3)$$

式中: e 表示脱钩弹性系数; ΔC 表示当期碳排放量和基期碳排放量的变化量; C_0 表示基期碳排放量; ΔGDP 表示当期 GDP 和基期 GDP 相比的变化量; GDP_0 表示基期国内生产总值。Tapio 脱钩弹性指数以 0、0.8、1.2 作为脱钩状态的划分标准,将脱钩指标分为负脱钩、脱钩以及连接 3 种情况,再根据具体数值的大小细分成 8 种不同的情况^[11]。Tapio 的 8 种脱钩状态评价标准及其代表的含义见表 3。

2.2 结果分析

将相关数据代入公式(3)进行计算,结果见表 4。由表 4 可知,从长期测算结果来看,2001—2020 年河南省大都处于弱脱钩状态,说明河南省农业生产过程中产生的碳排放与经济增长之间正处于逐渐脱钩的状态。从分段测算结果来看,2001—2015 年河南省碳排放和经济增长之间处于弱脱钩状态,2016—2020 年河南省碳排放和经济增长处于强脱钩状态,说明在河南省经济增长的同时,农业生产的碳排在逐渐下降。

表 3 Tapio8 种脱钩状态评价标准及含义

脱钩类型	状态	$\Delta C/C$	$\Delta GDP/GDP$	弹性值	含义
脱钩	强脱钩	<0	>0	$e < 0$	经济增长率为正值,碳排放率为负值,表明经济增长的同时,农业碳排放量在下降
	弱脱钩	>0	>0	$0.8 > e \geq 0$	经济增长率和碳排放率都是正值,经济增长速度高于碳排放增长速度,表明经济快速增长的同时,农业碳排放以较慢的速度上升
	衰退脱钩	<0	<0	$e > 1.2$	经济增长率和碳排放率都是负值,碳排放率的下降速度比经济增长率的下降速度快,表明经济缓慢下降,碳排放下降速度快
负脱钩	扩张负脱钩	>0	>0	$e > 1.2$	碳排放率和经济增长率都是正值,碳排放的增长速度高于经济增长的速度,表明经济缓慢上升,农业碳排放上升速度快
	强负脱钩	>0	<0	$e < 0$	经济增长率为负值,碳排放增长为正值,表明经济衰退的同时,农业碳排放增加
	弱负脱钩	<0	<0	$0.8 > e \geq 0$	经济增长率和碳排放率都是负值,碳排放的下降速度慢于经济的衰退速度,表明经济下降,农业碳排放缓慢下降
连接	扩张连接	>0	>0	$1.2 \geq e \geq 0.8$	经济增长率和碳排放率都是正值,二者增加的速度基本一致,经济上升的同时农业碳排放也在上升
	衰退连接	<0	<0	$1.2 \geq e \geq 0.8$	经济增长率和碳排放率都是负值,二者下降的速度基本一致,表明经济下降的同时农业碳排放也在下降

表 4 2001—2020 年河南省碳排放和经济增长脱钩指数测算结果

年份	长期测算方法		分段短期测算方法	
	脱钩指数	脱钩状态	脱钩指数	脱钩状态
2001	0.453 3	弱脱钩	0.453 3	弱脱钩
2002	0.523 2	弱脱钩	0.498 3	弱脱钩
2003	0.271 8	弱脱钩	0.249 6	弱脱钩
2004	0.268 7	弱脱钩	0.213 8	弱脱钩
2005	0.278 1	弱脱钩	0.190 8	弱脱钩
2006	0.310 6	弱脱钩	0.272 2	弱脱钩
2007	0.310 5	弱脱钩	0.226 0	弱脱钩
2008	0.334 6	弱脱钩	0.206 9	弱脱钩
2009	0.399 0	弱脱钩	0.231 5	弱脱钩
2010	0.373 6	弱脱钩	0.204 9	弱脱钩
2011	0.352 0	弱脱钩	0.001 2	弱脱钩
2012	0.409 3	弱脱钩	0.149 7	弱脱钩
2013	0.413 5	弱脱钩	0.164 4	弱脱钩
2014	0.407 7	弱脱钩	0.142 7	弱脱钩
2015	0.416 5	弱脱钩	0.132 9	弱脱钩
2016	0.399 7	弱脱钩	-0.036 1	强脱钩
2017	0.367 0	弱脱钩	-0.100 0	强脱钩
2018	0.344 9	弱脱钩	-0.127 8	强脱钩
2019	0.323 8	弱脱钩	-0.167 4	强脱钩
2020	0.023 2	弱脱钩	-0.078 0	强脱钩

3 结论与对策

3.1 结论

第一,从碳排放量来看,2000—2020 年河南省

农业碳排放呈增加趋势,且化肥使用导致的碳排放量最大。可见河南省农业碳排放量主要是在种植过程中大量使用化肥导致的。农用薄膜、柴油、农药以及农业机械的使用也是导致河南省农业碳排放较重要的因素。这也充分表明随着河南省经济的增长碳排放量也在增加,还未实现经济的低碳增长。从碳排放强度来看,2000—2020 年河南省碳排放强度在逐渐减小,说明河南省农业生产过程中生产要素的利用效率在不断提高,开始逐步向低碳模式转变。

第二,从脱钩模型测算结果来看,2001—2020 年,就长期测算结果来看,河南省农业碳排放量和经济增长的关系大部分年份都处于弱脱钩状态。说明河南省的农业碳排放率和经济增长率都为正值,且呈正相关关系,河南省农业碳排放量增加的同时,河南省的经济也在不断增长,但碳排放增加幅度小于经济增长的幅度,处于一种较理想的状态。同时期内,采用分段短期测算的结果与长期测算的结果有所不同。从脱钩模型分段测算来看,2001—2015 年河南省农业碳排放和经济增长处于弱脱钩状态;2016—2020 年处于强脱钩状态,这种状态下,河南省农业碳排放率为负值,经济增长率为正值,河南省农业碳排放和经济增长呈负相关关系,河南省在经济增长的同时农业碳排放量在下降,这是一种理想的状态。这与河南省逐渐重视环

境保护,大力倡导低碳农业有一定的关系。如河南省大力推广测土配方施肥技术,即农民在种植过程中根据农业技术人员的指导科学施肥,这样不仅可以提高肥料的利用效率,还可以减少肥料的滥用,提高农产品的品质。另外,还通过推进节水灌溉工程、开展生态农业试点等方式逐渐实现向农业低碳化方向发展。

3.2 对策

河南省要想实现低碳经济,即在保证经济增长的前提下尽量减少碳排放,可以从以下几个方面着手:第一,大力发展低碳农业。首先要减少农业生产要素对环境的污染,大力推广农业绿色生产方式,实现全程清洁生产^[12]。在农业生产过程中要减少农药、化肥等生产要素的使用量,化肥作为河南省农业碳排放的主要排放源,控制化肥的使用量尤为重要。如可以科学施肥,根据土壤结构和农作物的特点确定化肥的使用量,以提高化肥的使用效率;也可以考虑实施水肥一体化技术,即在灌溉的时候把化肥溶解于水中,这样不仅可以节水、节肥,还能提高养分的利用率^[13]。由于农用薄膜使用后不容易分解,其残留会破坏土壤的固碳能力,应鼓励农民在使用农用薄膜时尽量使用能够生物降解的薄膜,减少传统农用薄膜的使用;在使用农业机械时,尽量使用清洁能源,如风能和太阳能,减少柴油的使用,进而减少二氧化碳排放;还可以推广先进的低碳节能的农用机械设备,减少能源消耗和二氧化碳的排放。第二,大力宣传低碳农业理念,切实转变农业发展模式。由于农民是农业的主体,要在农民中间多宣传低碳农业、生态农业的理念。并鼓励农业技术人员定期对农民进行低碳农业技术方面的培训,增强他们的环保意识,并能在农业生产过程中将低碳农业经济相关理论知识应用于生产中。既可以农业科技水平,推动循环农业、生态农业的发展,还可以提高农业生产要素的利用效率^[14]。将原有的粗放型生产模式转化为低投入、低污染、高产出的生产模式,加速农业低碳化发展的进程。第三,建立低碳农业补偿机制。首先,建立低碳农业认证制度,鼓励农民加快低碳农产品的生产,这种经过认证的产品可以贴上绿色产品标志,在定价时价位可高于普通产品,农民可以以这种高价的方式得到补偿;其次,建立低碳农业补偿标准,通过货币补贴、政策补偿或技术补偿等方式

调动农民的积极性,推动农民进行低碳农业生产,将传统高能耗、高污染的农业生产方式转变为新型的绿色农业生产方式。这样农民就可以通过合理配置农业生产要素,调整农业产业结构,从根本上减少碳排放^[15]。第四,推进农业减排固碳。在种植过程中推广优良品种,减少化肥施用量,提高氮肥的使用效率;实施保护性耕作,减少土壤耕作次数,这样不仅可以蓄水保墒,提高土壤的蓄水能力,还能增加土壤中的有机质,改善土壤质量;开展秸秆综合利用活动,推进秸秆还田,秸秆能源化、饲料化和肥料化应用;鼓励农民植树造林,以此来吸收农业生产过程中排放的二氧化碳。

参考文献:

- [1] 陈 柔,何艳秋,朱思宇,等. 我国农业碳排放双重性及其与经济发展的协调性研究[J]. 软科学,2020,34(1):132-138.
- [2] 张志高,刘青利,张翠贞,等. 河南省农业碳排放动态变化及预测研究[J]. 南方农业,2017,11(22):24-28.
- [3] 张智楠. 经济增长与能耗及污染脱钩了吗?——基于 Tapio 法的测算与时空分异分析[J]. 江汉学术,2018,37(5):85-91.
- [4] 高如梦,李晓涛,杜 江. 湖北省农业碳排放估计及现状分析[J]. 粮食科技与经济,2018,43(7):21-24.
- [5] 赵荣钦,秦明周. 中国沿海地区农田生态系统部分碳源/汇时空差异[J]. 生态与农村环境学报,2007,23(2):1-6.
- [6] 马 婧. 安徽省农业碳排放时空特征演变及影响因素研究[D]. 金华:浙江师范大学,2019.
- [7] 李 颖. 安徽农业能源消耗碳排放与经济发展脱钩分析[J]. 中国环境管理干部学院学报,2019,29(1):29-32.
- [8] 胡莉娜,胡海洋. 基于脱钩理论的西藏旅游业碳排放与经济增长关系研究[J]. 西藏大学学报(社会科学版),2019,34(4):185-192,208.
- [9] 张亚飞,张立杰. “一带一路”核心区农业碳排放与农业经济增长研究[J]. 东北农业科学,2020,45(2):106-110.
- [10] 孙 睿. Tapio 脱钩指数测算方法的改进及其应用[J]. 技术经济与管理研究,2014(8):7-11.
- [11] 曹 俐,王 莹,雷岁江. 山东省农业碳排放的时空特征与脱钩弹性研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(17):250-256.
- [12] 欧洋婷. 福建省农业碳排放变化及影响因素分析[J]. 宁德师范学院学报(哲学社会科学版),2020(4):57-61.
- [13] 黄晓慧,杨 飞. 碳达峰背景下中国农业碳排放测算及其时空动态演变[J]. 江苏农业科学,2022,50(14):232-239.
- [14] 王 娜. 河南省低碳农业发展水平及其评价[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(2):123-127.
- [15] 李 波,张俊飏,李海鹏. 中国农业碳排放与经济发展的实证研究[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(12):8-13.