

# “一带一路”核心区农业碳排放与农业经济增长研究

张亚飞, 张立杰

(新疆大学, 乌鲁木齐 830046)

**摘要:**从农业视角探析“一带一路”倡议中新疆和福建两核心区农业碳排放与经济增长关系差异,为绿色“一带一路”建设提供理论参考。文章采用碳排放系数法测算新疆和福建1996~2016年农业碳排放量,构建脱钩弹性模型对比两省区农业碳排放与经济增长脱钩关系。结果表明:碳排总量累计增长上新疆是福建的5倍左右,而年均增速新疆近福建的3.85倍;碳源排名中,化肥和农膜是新疆的主要碳源,化肥和柴油是福建的主要碳源,6类碳源产生的碳排总量在两核心区存在差异;脱钩关系上,新疆理想脱钩状态占比年份为40%,态势尚不稳定;福建以弱脱钩为主,占研究期的75%,农业碳排放与经济增长关系显著。总体上两核心区农业碳排放量和脱钩关系差异悬殊,新疆农业碳排放与农业经济增长响应程度弱于福建。

**关键词:**Tapio脱钩;农业碳排放;经济增长;“一带一路”核心区

中图分类号:F327

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2020)02-0106-05

## Research on Agricultural Carbon Emission and Agricultural Economic Growth in ‘The Belt and Road’ Core Area

ZHANG Yafei, ZHANG Lijie

(Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** From the perspective of agriculture, this paper analyzes the differences between agricultural carbon emissions and economic growth in the two core areas of Xinjiang and Fujian in ‘The Belt and Road’ initiative and provides a theoretical reference for the construction of green ‘The Belt and Road’. The paper uses the carbon emission coefficient method to calculate the agricultural carbon emissions in Xinjiang and Fujian from 1996 to 2016, and constructs the decoupling elastic model to compare the decoupling between agricultural carbon emissions and economic growth in two provinces. The results showed that total carbon emissions is about 5 times that of Fujian. The average annual growth rate of Xinjiang is nearly 3.85 times that of Fujian. In the carbon source ranking, fertilizer and agricultural film are the main carbon sources in Xinjiang, while fertilizer and diesel are the main carbon sources in Fujian. The carbon emissions from the six types of carbon sources are different in the two core areas. In terms of decoupling relationship, the ideal decoupling state accounts for 40% of the year in Xinjiang, and the situation is still unstable. In Fujian Province, weak decoupling is the main factor, accounting for 75% of the research period. The relationship between agricultural carbon emissions and economic growth is significant. On the whole, there are great differences in agricultural carbon emissions and decoupling relationship between the two core areas. The response of agricultural carbon emissions and agricultural economic growth in Xinjiang is weaker than that in Fujian.

**Key words:** Tapio decoupling; Agricultural carbon emissions; Economic growth; ‘The Belt and Road’ core area

中国生态发展始终秉持“绿水青山就是金山银山”的理念,绿色发展理念与“一带一路”倡议

相结合的“构建绿色一带一路”已成为国际社会的广泛共识<sup>[1]</sup>。然而伴随经济发展的是自然环境的恶化,环境带来的威胁仍然严重。温室气体作为主要大气污染源,对其治理和控制是实现生态文明建设的基础<sup>[2]</sup>。据政府气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告,农业源温室气体排放占全球温室气体排放总量的24%,因此控制农业温

收稿日期:2019-01-22

基金项目:国家自然科学基金项目(71363052);新疆维吾尔自治区软科学项目(2018D07018)

作者简介:张亚飞(1995-),女,在读硕士,主要从事农业经济管理研究。

室气体排放量是减缓总体大气污染源的现实需求,也是实现农业可持续发展的根本<sup>[3]</sup>。实现农业碳排放与农业经济增长关系的协调发展是迫切需要解决的问题,对于绿色“一带一路”建设具有重要意义。

目前碳排放与经济增长关系的相关研究多集中于工业废水<sup>[4]</sup>、能源<sup>[5]</sup>、农业<sup>[6-7]</sup>等领域,探讨农业碳排放与农业经济增长关系主要采用脱钩模型<sup>[8-9]</sup>、环境库兹涅茨曲线实证模型<sup>[10]</sup>,对影响农业碳排放因素分析上多采用Kaya恒等式等因素分解法<sup>[11]</sup>。自“一带一路”倡议提出后,沿线省份逐渐成为碳排放相关研究区域对象<sup>[12-13]</sup>。然而,聚焦于“一带一路”核心区农业碳排放与农业经济增长关系对比的研究还未发现,“一带一路”倡议中,新疆被确定为“丝绸之路经济带核心区”,福建被确定为“21世纪海上丝绸之路核心区”。同时福建作为生态文明先行示范区,其农业生产必须结合其区位优势实现农业低碳化发展<sup>[14]</sup>。基于此,本文对两核心区农业碳排放与经济增长关系进行探讨,为两核心区农业可持续发展、建设绿色“一带一路”提供理论依据。

## 1 研究区概况和数据来源

### 1.1 研究区概况

新疆维吾尔自治区(以下简称新疆),地处我国西北地区,是我国行政面积最大的省区,地貌类型以盆地和山地为主,山地约占新疆总面积的42.67%,盆地占57.32%,至2018年耕地面积为4.12×10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup>,是中国拥有宜农荒地和耕地面积最多的省区之一。福建省位于中国东南沿海,地理特点是“依山傍海”,90%的陆地面积为山地丘陵地带,被称为“八山一水一分田”,森林覆盖率达65.95%,居全国第一。2018年福建耕地面积约1.33×10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup>,耕地类型较为复杂,有水田和旱田之分,以水田为主,占80.8%,旱地仅占19.2%。

### 1.2 数据来源

本研究中化肥(折纯量)、农药、农膜、柴油及翻耕面积均由《中国农村统计年鉴2017》整理得到,新疆、福建灌溉面积均以当地当年有效灌溉面积为准,分别出自《新疆统计年鉴2017》和《福建统计年鉴2017》,以当年农作物实际播种面积为准。新疆、福建农业总产值数据由《中国统计年鉴2017》及《中国农村统计年鉴2017》整理而来,为避免价格变化的影响,以1990年为基年计算不变价格。

## 2 研究方法

### 2.1 碳排放测算

碳排放测算主要有3种方法:实际测量法、系统仿真法和碳排放系数法<sup>[15]</sup>。基于碳排放测算结果的有效性及其数据来源可靠性,本文选取碳排放系数法测算新疆和福建碳排放量。农业碳源主要有化肥、农药、农膜、柴油等农用物资投入所引起的直接或间接碳排放,以及农地翻耕、灌溉等环节所产生的碳排放<sup>[16]</sup>。各类碳源碳排放系数见表1。

表1 农地利用主要碳源碳排放系数

碳源	碳排放系数	参考来源
农药	4.934 1 kg C/kg	美国橡树岭国家实验室
化肥	0.895 6 kg C/kg	T.O.west、美国橡树岭国家实验室
农膜	5.15 kg C/kg	南京农业大学农业资源与生态环境研究所
柴油	0.592 7 kg C/kg	联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)
翻耕	312.6 kg C/km <sup>2</sup>	伍芬琳等 <sup>[17]</sup>
灌溉	20.476 kg C/hm <sup>2</sup>	方蓉 <sup>[18]</sup>

在《IPCC 2006国家温室气体排放清单指南》提供的温室气体测算方法基础上,本文构建的碳排放测算公式为:

$$C = \sum C_i = \sum T_i \times \delta_i \dots\dots\dots(1)$$

式中,C为农业碳排放总量,i为碳源类型,C<sub>i</sub>为i类碳源碳排放量,T<sub>i</sub>为第i类碳源的投入量,δ<sub>i</sub>为第i类碳源的碳排放系数。

### 2.2 碳排放强度

碳排放强度表示耕地面积碳排放量,基于公式(1)碳排放强度计算公式如下:

$$E = C/A = \frac{\sum T_i \times \delta_i}{A} \dots\dots\dots(2)$$

式中,E为农业碳排放强度,C为农业碳排放总量,A为耕地面积。

### 2.3 脱钩模型构建

20世纪60年代首次提出的“脱钩”理论被OECD于20世纪末引入环境与资源关系研究中,脱钩理论上衍生的OECD脱钩指数模型,存在易受极端值影响而产生偏差和划分过于粗放缺陷<sup>[19]</sup>。塔皮奥(Tapio)1970年提出Tapio脱钩模型,以“弹性”为概念动态反映能源与经济两变量关系,不受统计量纲变化影响,改进了脱钩指数模型的缺陷<sup>[20]</sup>。因此本文以Tapio脱钩模型为基础,计算出的脱钩弹性值e如下:

$$e = \frac{\Delta C/C}{\Delta PLA/PLA} \dots\dots\dots(3)$$

式中,C为当期农业碳排放总量,PLA为当期农业生产总值,ΔC为当期碳排放总量较上期的变化量,ΔPLA为当期农业生产总值较上期的变化量,e为脱钩弹性值,基于前期学者研究<sup>[21-22]</sup>,脱钩类型具体划分见表2。

表2 Tapio八种脱钩状态及对应脱钩弹性值

脱钩状态	ΔC/C	ΔPLA/PLA	弹性值 e	
脱钩	强脱钩	<0	>0	e<0
	弱脱钩	>0	>0	0≤e<0.8
	衰退脱钩	<0	<0	e>1.2
负脱钩	强负脱钩	>0	<0	e<0
	弱负脱钩	<0	<0	0≤e<0.8
	扩张负脱钩	>0	>0	e>1.2
连接	扩张连接	>0	>0	0.8≤e≤1.2
	衰退连接	<0	<0	0.8≤e≤1.2

### 3 结果分析

#### 3.1 新疆、福建农业碳排放分析

如图1所示,1996~2016年两核心区农业碳排放总量均呈上升趋势,碳排放强度与碳排放总量保持同步上升。研究期内,新疆农业碳排放累计增长302.96万t,从2005年开始反超福建,年均增

速6.02%,福建省21年间农业碳排放总累计增长63.69万t,年均增速1.68%,碳排放总量和累计增长上新疆近是福建5倍,而增速上新疆约是福建的3.58倍。归因于区域自然条件及社会经济的差异。新疆地处西北干旱地区,适合发展灌溉农业,滴灌方式为主,滴灌下灌水量低,对土壤结构破坏小,疏松的土壤结构与适宜的含水量促进了微生物活性与根系活力的增强,从而使得土壤呼吸度较高<sup>[23]</sup>,造成作物种植过程中的高碳排放。而福建地处东南沿海地区,农业结构以林渔业为主,森林能够把大气中的二氧化碳固定到植物体和土壤中,从而实现高水平碳汇效应,达到间接减排效果。

从碳排放强度看,新疆碳排放强度累计增加315.66 kg/hm<sup>2</sup>,年均增速2.77%,福建累计增加394.39 kg/hm<sup>2</sup>,年均增速为2.72%,累计增量上福建是新疆的1.2倍,表明福建平均耕地面积上产生的碳排放量高于新疆。2016年福建农耕面积为23 664.2 km<sup>2</sup>,仅为总土地面积的十分之一左右,而新疆耕地面积为58 675 km<sup>2</sup>,后备耕地面积更是居于全国首位,耕地面积悬殊导致两核心区碳排放强度上的差异,同时进一步说明水稻、茶叶等亚热带季风气候作物产生的碳排放量在一定程度上高于棉花、枣、瓜等热带沙漠气候作物。

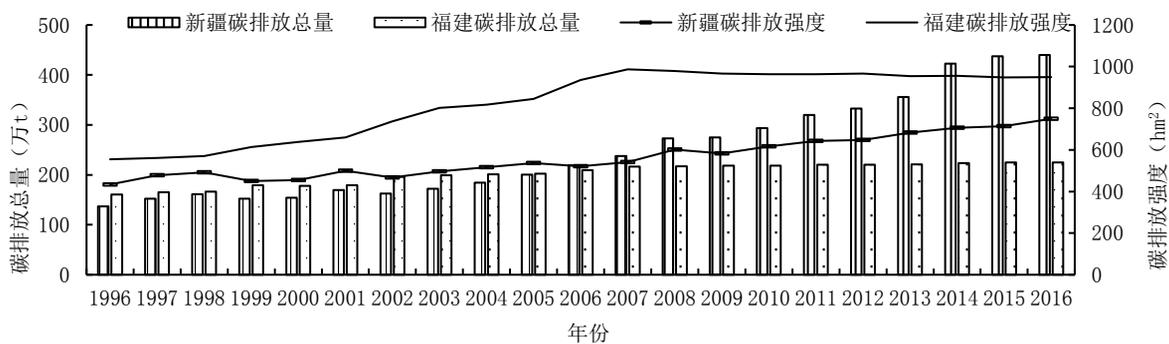


图1 核心区碳排放总量、碳排放强度变动趋势

#### 3.2 新疆、福建农业碳排放结构分析

核心区碳源排量排名结果见表3。从碳排放组成结构看,位列新疆第一和第二的是化肥、农

膜,累计碳排放量分别为2 603.2万t,1 595.4万t,累计增量占农业碳排放总增量的51%、34%,成为新疆农业碳排放的主要碳源。福建农业碳排放组

表3 核心区各类碳源碳排放总量测算、排名

万t

	化肥		农药		农膜		柴油		翻耕		灌溉	
	新疆	福建	新疆	福建	新疆	福建	新疆	福建	新疆	福建	新疆	福建
总量	2 603.2	2 264.1	176.3	576	1 595.4	463.5	691.9	879.1	28.1	16.3	157.2	41.9
排名	1	1	4	3	2	4	3	2	6	6	5	5

成中,位列第一和第二的分别是化肥、柴油,21年累计增量分别为2 264.1万t,879.1万t,是福建农业碳排放的主要碳源。在碳排放组成结构相同的前提下,两核心区碳源排名差异归因于两省农业生产结构及种植结构的差异。基于耕地资源优势,新疆主要以种植业为主,干旱地区植被稀少,地表裸露,为抵抗风沙等自然灾害所使用的农膜必不可少,而地膜在土地中难以降解会带来严重的农业温室气体排放问题。对于福建来说,基于沿海地理优势,渔业成为农业结构中发展重点,以柴油为主要燃料的渔业船舶在使用中造成大量碳排放,导致柴油成为福建主要碳源。而化肥是提高农作物产量,保障农民收入的基本农用物资,至今仍然是全国范围农业碳排放的主要来源<sup>[24]</sup>。

### 3.3 新疆、福建农业碳排放与农业经济增长关系对比分析

脱钩指数是反映农业碳排放与农业经济增长关系显著程度的指标,新疆和福建1997~2016年的脱钩指数结果见表4。由表4可知,研究期内,新疆脱钩关系呈波动变化,主要以扩张连接、扩

张负脱钩、弱脱钩三种状态为主,理想脱钩状态(强脱钩,弱脱钩)占比年份为40%,农业碳排放与经济增长整体关系不显著。福建脱钩状态以弱脱钩为主,占比年份达75%,是新疆的两倍,农业碳排放与农业经济增长协调关系显著。

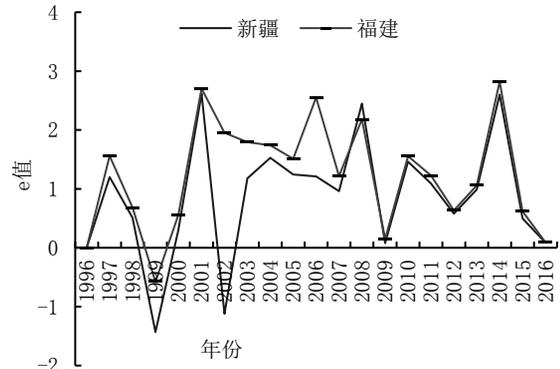


图2 核心区农业碳排放与经济增长脱钩弹性值变动趋势图

从新疆和福建脱钩弹性值变动趋势(图2)来看,新疆和福建均以2002年和2008年为分界点呈现阶段性特征。新疆农业碳排放与经济增长的脱钩关系分为“波动-下滑-稳定”三阶段,其中2003~2008年,中央“一号文件”连续多年下达促农惠农补贴政策,刺激农民生产积极性,农用生产物资使用量大幅增加导致碳排放量突升,形成新疆脱钩关系恶化阶段。福建脱钩关系阶段性特征表现为“波动-平缓-稳定”,“稳定”阶段在2009~2016年,脱钩弹性值曲线与新疆基本重合,是农业碳排放与农业经济增长协调关系最佳期,其中2012年福建投资农业示范园区70.2亿元,助推福建农业现代化进程步入新时期。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

(1) 1996~2016年,新疆累计增加碳排放量302.96万t,年均增速6.02%,碳排放总量累计增长上新疆是福建的5倍左右,而年均增速上新疆约是福建的3.58倍。与社会经济发达的福建相比新疆农业是经济发展的重要支撑产业,因此农业碳排放总量远高于福建。平均耕地面积产生的碳排放量(碳排放强度)呈相反趋势,福建约为新疆的1.2倍。

(2) 碳排放结构上,21年间新疆化肥和农膜产生的农业碳排放量分别为2 603.2万t,1 595.4万t,成为主要碳源,福建的主要碳源则为化肥和柴油,两省区的末尾碳源保持一致均为灌溉和翻

表4 核心区农业碳排放与农业经济增长关系脱钩指数及状态

年份	新疆		福建	
	e值	状态	e值	状态
1996	-	-	-	-
1997	1.200 8	0.361 8	扩张连接	弱脱钩
1998	0.506 1	0.176 5	弱脱钩	弱脱钩
1999	-1.431 5	0.853 9	强脱钩	扩张连接
2000	0.299 2	0.258 8	弱脱钩	弱负脱钩
2001	2.616 0	0.086 8	扩张负脱钩	弱脱钩
2002	-1.119 3	3.074 2	强脱钩	扩张负脱钩
2003	1.178 8	0.615 4	扩张连接	弱脱钩
2004	1.528 9	0.210 5	扩张负脱钩	弱脱钩
2005	1.244 3	0.266 7	扩张负脱钩	弱脱钩
2006	1.209 1	1.342 3	扩张负脱钩	扩张负脱钩
2007	0.958 4	0.256 2	扩张连接	弱脱钩
2008	2.445 9	-0.262 9	扩张负脱钩	强负脱钩
2009	0.076 9	0.073 5	弱脱钩	弱脱钩
2010	1.463 8	0.092 3	扩张负脱钩	弱脱钩
2011	1.089 2	0.136 2	扩张连接	弱脱钩
2012	0.580 9	0.051 3	弱脱钩	弱脱钩
2013	0.987 3	0.073 2	扩张连接	弱脱钩
2014	2.601 4	0.220 0	扩张负脱钩	弱脱钩
2015	0.500 0	0.120 0	弱脱钩	弱脱钩
2016	0.082 8	0.006 7	弱脱钩	弱脱钩

耕。

(3)从脱钩指数看,新疆和福建差异悬殊,表明两核心区在绿色农业发展水平上存在较大差距,现阶段新疆农业碳排放与农业经济增长关系尚不稳定,根本原因在于新疆农业碳排放不规律性变化波动较大,理想脱钩状态占比年份仅为40%。福建脱钩关系以弱脱钩为主,20年间出现共计15次,占研究期的75%,农业碳排放与农业经济增长关系显著。

## 4.2 讨论

新疆地处西北干旱地区,属于热带沙漠气候,日照长、气温高、相对湿度小,土地盐碱化程度严重,对种子萌发生长发育都会造成不同程度的影响<sup>[25]</sup>,适合发展灌溉农业,绿洲农业。福建地处东南沿海地区,属于热带季风气候,受季风环流和地形影响土壤水分含量高,耕地类型旱田居多。两省区自然条件及农业结构的显著差异导致农业碳排放量水平差异悬殊,同时福建作为东南沿海发达省份,人均GDP为8.3万元,新疆人均GDP仅为4.1万元,社会经济差异造成两核心区农业碳排放与农业经济增长关系不平衡。本研究在测算两省区农业碳排放量的基础上,脱钩指数的进一步衡量能较客观地比较两核心区农业碳排放与农业经济增长关系的差异,但还未具体对两核心区内部各县域农业碳排放与农业经济增长不均衡状况进行分析,这是未来努力的方向。

## 参考文献:

- [1] 雷明.两山理论与绿色减贫[J].经济研究参考,2015(64):21-22,28.
- [2] 王昌森,董文静.乡村振兴战略下农业可持续发展政策的完善路径研究—以山东省为例[J].东北农业科学,2018,43(4):48-52.
- [3] 尚杰,杨果,于法稳.中国农业温室气体排放量测算及影响因素研究[J].中国生态农业学报,2015,23(3):354-364.
- [4] 马海良,侯雅如,李珊珊.工业废水排放与经济增长脱钩的省际差异研究[J].中国人口·资源与环境,2017,27(11):185-192.
- [5] 孙叶飞,周敏.中国能源消费碳排放与经济增长脱钩关系及驱动因素研究[J].经济与管理评论,2017,33(6):21-30.
- [6] 张志高,袁征,刘雪,等.基于投入视角的农业碳排放与经济增长的脱钩效应分析—以河南省为例[J].水土保持研究,2017,24(5):272-278.
- [7] 高标,房骄,卢晓玲,等.区域农业碳排放与经济增长演进关系及其减排潜力研究[J].干旱区资源与环境,2017,31(1):13-18.
- [8] 张永强,张捷.广东省经济增长与碳排放之间的脱钩关系—基于Laspeyres分解法的实证研究[J].生态经济,2017,33(6):46-52.
- [9] 郭炳南,林基,刘堂发.长三角地区二氧化碳排放与经济增长脱钩关系的实证研究[J].生态经济(中文版),2017,33(4):25-29.
- [10] 古南正皓,李世平.农业碳排放库兹涅茨曲线实证研究[J].统计与决策,2015(10):95-98.
- [11] 范若男.浙江省碳排放影响因素研究[D].杭州:浙江财经大学,2017.
- [12] 赵峥,刘杨.丝绸之路经济带城市绿色经济增长效率及影响因素[J].宏观质量研究,2016,4(4):29-37.
- [13] 傅京燕,司秀梅.“一带一路”沿线国家碳排放驱动因素、减排贡献与潜力[J].热带地理,2017,37(1):1-9.
- [14] 林舒晗,郑晶.福建省农业生产碳排放的区域差异分析[J].长春理工大学学报(社会科学版),2016,29(6):81-86,136.
- [15] 刘明达,蒙古军,刘碧寒.国内外碳排放核算方法研究进展[J].热带地理,2014,34(2):248-258.
- [16] 李波.经济增长与农业碳排放关系的实证研究[J].生态环境学报,2012,21(2):220-224.
- [17] 伍芬琳,李琳,张海林,等.保护性耕作对农田生态系统净碳释放量的影响[J].生态学杂志,2007,26(12):2035-2039.
- [18] 方蓉.农业碳排放与经济增长实证研究[J].资源节约与环保,2014(4):85.
- [19] OECD. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth[R]. Paris: OECD, 2002.
- [20] Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport policy, 2005, 12(2):137-151.
- [21] 孙秀梅,张慧.基于脱钩模型的山东省碳排放与经济增长时空关系研究[J].资源开发与市场,2016,32(2):131-134.
- [22] 邱强,方鑫,左翔.城市化对碳排放非线性脱钩效应的研究—基于Tapio脱钩模型的估计[J].现代经济探讨,2017(5):76-82.
- [23] 吴军虎,陶汪海,赵伟,等.微咸水膜下滴灌不同灌水量对水盐运移和棉花生长的影响[J].水土保持学报,2015,29(3):272-276.
- [24] 姜静.中国农业环境效率测算及影响因素研究[D].长沙:湖南农业大学,2016.
- [25] 张磊,侯云鹏,王立春.盐碱胁迫对植物的影响及提高植物耐盐碱性的方法[J].东北农业科学,2018,43(4):11-16.

(责任编辑:王丝语)