

汪爱娥, 游梦琪, 王德海. 中国生猪主产区养殖碳排放时空特征与脱钩效应研究[J]. 农业资源与环境学报, 2018, 35(3): 269-275.

WANG Ai-e, YOU Meng-qi, WANG De-hai. Spatial-temporal Characteristics and Decoupling Effect of Carbon Emissions in the Major Pig Producing Areas in China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2018, 35(3): 269-275.

中国生猪主产区养殖碳排放时空特征与脱钩效应研究

汪爱娥^{1,2}, 游梦琪¹, 王德海^{3*}

(1.华中农业大学经济管理学院, 湖北 武汉 430070; 2.湖北农村发展研究中心, 湖北 武汉 430070; 3.华中农业大学动物医学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:生猪主产区为中国畜牧经济的发展做出了重要贡献,但生猪养殖肠道发酵及其排泄物却是重要的温室气体排放源。本文基于2004—2014年面板数据比较19个生猪养殖优势省份的碳排放量及脱钩效应,发现生猪养殖碳排放量呈现较为明显的“上升-下降-上升”的特征;与碳排放量相反,碳排放强度则显示出“下降-上升-下降”的特点,且生猪养殖碳排放区域差异明显,研究期内生猪养殖碳排放与经济发展主要呈现较理想的弱脱钩状态。最后,本文为促进生猪低碳养殖提出了几点对策建议。

关键词:生猪养殖;温室气体;碳排放;碳排放强度;脱钩效应

中图分类号:X55;F326.3

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2018)03-0269-07

doi: 10.13254/j.jare.2017.0327

Spatial-temporal Characteristics and Decoupling Effect of Carbon Emissions in the Major Pig Producing Areas in China

WANG Ai-e^{1,2}, YOU Meng-qi¹, WANG De-hai^{3*}

(1.College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2.Center for Hubei Rural Development Research, Wuhan 430070, China; 3.College of Veterinary Medicine, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: The major pig producing areas have made an important contribution to the development of animal husbandry economy in China, but the intestinal fermentation of pig breeding and its excreta are important sources of greenhouse gas emissions. Based on the data, this article compared the effect of carbon emissions in the major pig producing areas from 2004 to 2014. The results showed that carbon emissions of pig producing presented obvious characteristic of "up-down-up". On the contrary, the intensity of carbon emission showed the characteristics of "down-up-down" and the regional difference was very clear. At the same time, the relationship of carbon emissions of pig producing and economic development mainly showed ideal weak decoupling during the study period. Finally, some advices of promoting low-carbon farming was given.

Keywords: pig producing; greenhouse gases; carbon emissions; carbon intensity; decoupling effect

全球气候变暖会破坏自然生态系统,威胁人类的食物供给和生存环境,大气中二氧化碳等温室气体的大量排放被认为是气候变暖的罪魁祸首,农业碳排放则是继工业之后的温室气体第二大排放源,占温室气

体排放总量近17%^[1]。与工业碳排放相比,农业碳排放源更为广泛和复杂,农业能源利用、肠道发酵、稻田、秸秆燃烧以及畜禽粪便自然堆积、土地利用方式等都是农业碳排放产生的重要因素^[2-3],其中农用能源、农业工业投入品和农业废弃物更是首当其冲,成为农业碳排放三大最重要来源^[4]。《全国生猪优势区域布局规划(2008—2015年)》所确定的19个生猪优势省份,即沿海地区的江苏、浙江、广东和福建4省,东北地区的辽宁、吉林、黑龙江3省,中部地区的河北、山东、安徽、江西、河南、湖北和湖南7省,以及西南地

收稿日期:2017-11-20 录用日期:2017-12-20

基金项目:教育部人文社会科学研究项目(15YJC630118);中央高校基本科研业务费专项资金项目(2013RW005)

作者简介:汪爱娥(1975—),女,湖北天门人,博士,讲师,从事农业经济管理方面研究。E-mail: waie@mail.hzau.edu.cn

*通信作者:王德海 E-mail: wangdehai@mail.hzau.edu.cn

区的广西、四川、重庆、云南和贵州 5 省(区市)是中国生猪养殖的主产区,为中国农业经济发展做出了重要贡献,但养猪业发展的同时也带来不容忽视的环境问题,生猪养殖肠道发酵及排泄物是主要农业面源污染源之一^[5],是重要的温室气体排放源^[6]。2013 年国务院发布的《畜禽规模养殖污染防治条例》提出要实现环境保护和畜牧业发展的和谐统一,2015 年农业部关于促进南方水网地区生猪养殖布局调整优化的指导意见进一步明确指出了要优化布局,推进绿色生态养殖。面对环境和资源约束的产业转型发展诉求,研究生猪养殖主产区碳排放情况、碳排放与经济发展是否已经脱钩、在快速发展生猪产业同时实现资源-环境-社会的协调统一等问题,对促进新常态下中国畜牧业转型和可持续发展具有重要现实意义和理论价值。

现有关于碳排放的研究主要针对工业或能源部门,集中于碳排放测算及其因素分解,碳排放与产业能源、产业结构和经济增长之间的关系等几个方面^[7]。随着研究的深入,农业领域碳排放问题逐渐引起学者关注。李国志等^[8]、田云等^[9]、史磊刚等^[10]和谷家川等^[11]分别探讨了农业能源消费、农地利用、农田生态系统、特定农作物种植模式,以及农业等的碳足迹和碳效应及其影响因素,脱钩弹性理论和环境库兹涅茨曲线理论也被运用于研究农业碳排放与经济增长之间的关系^[12-13]。在畜禽低碳养殖方面,刘月仙等^[14]、徐兴英等^[15]、马龙等^[16]、陈守越等^[17]、胡向东等^[18]、陈苏等^[19]测算了北京地区、江苏省、银川市、山东省和全国畜禽产品的碳排放量,提出生猪养殖是畜禽业温室气体排放的主要排放源之一。田素妍等^[20]以 2003—2009 年面板数据为基础,对东中西部畜禽养殖碳排放与经济发展水平的 EKC 关系进行检验并分析碳减排的影响因素;陈瑶等^[21]运用 LMDI 模型分析四大牧区畜禽业温室气体减排的驱动因素,发现经济增长是畜禽碳排放增加的最主要驱动力,生产效率则对碳减排有较强的推动作用。

综上,国内对低碳农业探索已取得一定进展,但多数关注种植业和畜禽业整体减排状况,专门研究生猪以及生猪优势生产省份温室气体排放及其脱钩效应的文献较为少见^[22]。鉴于此,本文利用 2004—2014 年面板数据,比较 19 个生猪养殖优势省份的碳排放效应,结合 Tapio 模型探讨生猪养殖碳排放增长与经济发展的脱钩效应,以为生猪低碳养殖提供一定的参考和借鉴。

1 材料与方法

1.1 碳排放量估算方法

实测法、物料衡算法和排污系数法是计算“三废”排放量的 3 种主要方法,综合已有研究和专家意见,本文采用温室气体排放系数法估算生猪养殖碳排放效应,即生猪养殖各种碳源的产生量乘以各自的碳排放因子,折算成 C 排放当量进行加总,得到各生猪养殖优势省份 C 排放总量。依据 2006 年 IPCC 评估报告,生猪养殖温室气体排放主要源于生猪肠道发酵产生的 CH₄ 和粪便管理中排放的 CH₄ 和 N₂O,1 t CH₄ 所引发的温室效应相当于 6.818 2 t C 所产生的温室效应,1 t N₂O 相当于 81.272 7 t C 所产生的温室效应。生猪养殖碳排放具体计算公式为:

$$C_i = 6.818 2 X_{1,CH_4} + 6.818 2 X_{2,CH_4} + 81.272 7 X_{2,N_2O} \quad (1)$$

式中: C_i 为生猪养殖碳排放总量; X_{1,CH_4} 、 X_{2,CH_4} 、 X_{2,N_2O} 为肠道发酵 CH₄ 的产生量及粪便处理过程中排放的 CH₄ 和 N₂O 量。各类碳源产生量等于生猪年均饲养量乘以各碳源的碳排放因子。生猪年均饲养量根据 IPCC 确定的饲养周期和当年出栏量进行调整^[18],即年均饲养量为当年出栏量×饲养周期/365。各类碳源碳排放因子参考 IPCC 数据,肠道发酵产生 CH₄、粪便管理释放的 CH₄ 和 N₂O 的碳排放因子分别依次为 1.0、3.5 kg·头⁻¹·a⁻¹ 和 0.53 kg·头⁻¹·a⁻¹。

1.2 脱钩理论与脱钩类型

脱钩原是表示相互关联的两个或多个物理量之间的关系不复存在,被引入社会经济领域之后,主要用于分析环境负荷与经济绩效非同步变化的实质。2002 年 OECD 设计出脱钩指数,探讨环境压力与经济增长之间的联系,并区分了绝对脱钩和相对脱钩^[23]。以此为基础,Tapio 提出脱钩弹性概念,分析交通运输业经济增长与二氧化碳排放之间的关系^[24],继而脱钩指标被广泛运用于研究温室气体与经济增长的脱钩效应。相比 OECD 脱钩指数,Tapio 脱钩弹性指标克服了基期选择和量纲变化的影响,有利于对各种脱钩状态进行深层次分析与识别,故本文采用 Tapio 脱钩弹性指标,即碳排放弹性指标刻画碳排放变动对生猪养殖业经济效益改变的敏感程度,其计算表达式为:

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

式中: e 是脱钩弹性系数; $\% \Delta C$ 是碳排放量的变化率; $\% \Delta PGDP$ 为 GDP 的变化率。根据 e 值大小,进一步划分为 3 大类 8 种不同脱钩类型,具体见表 1。

表1 Tapio 脱钩 8 种类型
Table 1 8 types of elasticity in Tapio

特征	类型	ΔC	$\Delta PGDP$	e	脱钩状态
负脱钩	扩张负脱钩	>0	>0	$e>1.2$	不理想
	强负脱钩	>0	<0	$e<0$	不理想
	弱负脱钩	<0	<0	$0\leq e<0.8$	不理想
脱钩	弱脱钩	>0	>0	$0\leq e<0.8$	较理想
	强脱钩	<0	>0	$e<0$	理想
	衰退脱钩	<0	<0	$e>1.2$	可允许
连接	扩张连接	>0	>0	$0.8\leq e\leq 1.2$	不理想
	衰退连接	<0	<0	$0.8\leq e\leq 1.2$	可允许

1.3 数据来源

本文所使用的数据分别来自《中国农村统计年鉴》《中国畜牧兽医年鉴》以及《全国农产品成本收益资料汇编》。其中生猪养殖年饲养量根据各省年出栏数量和饲养周期进行调整,生猪养殖生产总值相对值从2004年开始按可比价格计算,与2004年之前的不具备可比性,部分文献利用生猪养殖生产总值绝对值

通过畜牧业指数平减进行处理,考虑到此种方式有一定误差,本文仅分析了2004年以来生猪养殖的碳排放及其脱钩效应。

2 结果与分析

2.1 生猪养殖碳排放时空变化特征

依据生猪养殖碳排放测算法,得到全国及19个生猪主产区2004—2014年的碳排放总量(表2)。从全国来看,2004—2014年生猪养殖碳排放呈现较为明显的“上升—下降—上升”3个阶段,由2004年的2 497.6万t增至2014年的2 970.9万t,增加了473.3万t,年均递增1.75%。具体而言,2006年之前碳排放量年均增长3.26%,2007年急剧下降,较前一年降低16.96个百分点,达到历史最低,之后开始回升,但是增长幅度逐年缩小,波动较为平缓,到2011年不再上升反而小幅降低,增长速度变为负值,随后又缓慢上升。究其原因,主要是国家相关政策和生猪疫病与市场价格周期性的波动导致生猪饲养量变动

表2 2004—2014年生猪养殖碳排放量(万t)
Table 2 Carbon emissions from pig producing during 2004 to 2014(10⁴t)

地区	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
江苏	120.8	120.2	120.3	98.3	105.3	111.1	115.1	116.3	123.0	123.2	124.2
浙江	76.5	75.5	76.8	67.0	76.3	76.5	77.7	78.0	78.2	76.6	69.7
广东	133.7	146.2	146.9	129.9	140.1	145.5	150.8	148.1	151.0	151.3	153.2
福建	69.8	75.9	77.2	66.5	74.4	77.7	79.3	78.8	83.6	84.5	80.4
沿海产区	400.8	417.8	421.2	361.7	396.1	410.9	422.9	421.2	435.8	435.7	427.6
辽宁	85.0	93.0	94.0	91.6	100.8	105	108.4	107.2	110.3	112.6	114.8
吉林	46.8	51.4	54.3	47.4	51.4	55.6	58.8	59.8	65.7	67.5	69.6
黑龙江	52.4	56.3	57	49.8	54.3	61.1	64.7	66.1	71.3	73.6	77.6
东北产区	184.2	200.7	205.2	188.8	206.5	221.6	231.9	233.1	247.3	253.7	261.9
河北	168.1	182.3	190.4	119.8	130.6	134.7	130.3	130.8	137.3	139.5	147.0
山东	175.0	185.3	187.6	147.7	158.3	168.0	173.8	171.1	185.9	193.9	200.3
安徽	102.3	106.3	107.8	95.5	102.1	108.3	112.4	110.0	118.3	120.1	124.8
江西	82.9	90.4	94.9	96.2	102.5	109.7	115.1	116.6	123.3	127.3	134.4
河南	209.7	225.0	240.8	181.4	195.9	207.9	217.9	216.7	230.8	242.4	255.0
湖北	126.3	138.6	138.2	126.5	141.4	151.0	154.7	156.5	169.0	176.1	180.9
湖南	246.1	249.6	252.3	194.7	208.3	222.6	231.3	225.3	237.6	238.5	251.4
中部产区	1 110.5	1 177.5	1 211.9	961.8	1 039.1	1 102.1	1 135.4	1 126.9	1 202.2	1 237.8	1 293.8
广西	99.5	114.4	121.7	111.8	118.6	126.1	130.5	129.1	135.1	139.7	142.2
四川	262.3	287.1	302	242.9	259.9	279.5	290.1	283.0	289.8	295.6	300.9
重庆	76.8	80.6	79.5	72.1	76.7	81.0	81.3	81.7	82.9	85.1	86.9
云南	104.5	110.5	117.3	102.5	109.2	114.2	119.7	119.8	128.5	134.3	141.3
贵州	53.7	58.7	61.7	58.4	63.1	64.5	68.2	68.3	70.1	74.1	74.6
西南产区	596.8	651.4	682.2	587.7	627.6	665.2	689.8	681.9	706.4	728.7	745.9
全国	2 497.6	2 671.3	2 750.2	2 283.8	2 466.0	2 608.3	2 695.1	2 674.2	2 820.5	2 892.0	2 970.9

的结果。2006 年全国大规模蓝耳病爆发致使生猪出栏数量大幅降低,碳排放量减少明显,随后国家出台了一系列补贴优惠政策,鼓励规模化养殖,大批资金进入养殖业,生猪出栏量逐渐增加,价格持续下滑,2009 年年中生猪价格探底,养殖户出现大规模亏损,存栏量下跌,2010 年生猪价格进入上涨周期,一直延续至 2011 年年末,2012 年之后变动幅度较小,由此导致生猪养殖碳排放量先升后降再升,总体增幅缓慢。

19 个生猪生产优势省份碳排放量变动趋势与全国基本保持一致。2004—2014 年间碳排放量最多的 5 个省份主要集中在四川、湖南、河南、山东和湖北,其碳排放总量约占全国总量的 40%,碳排放量最少的 5 省为吉林、浙江、贵州、黑龙江、福建,仅占全国的 12% 左右。2014 年最少的吉林只有 69.6 万 t,比碳排放量最多的四川少 231.3 万 t。与 2004 年相比,2014 年碳排放增速超过 20% 的主产区有辽宁、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、广西、云南、贵州,其中江

西最高,上涨 62.14%,只有河北和浙江年均碳排放量呈下降趋势。从四大优势产区来看,中部产区碳排放量稳居第一,远高于其他产区,约占全国总量的 42.96%,其次为西南产区 25.11%、沿海产区 15.52% 和东北产区 8.30%。2004—2014 年碳排放增长幅度最大的是东北产区,达 42.24%,比增幅最小的沿海产区高出 35.55 个百分点。

2.2 生猪养殖碳排放强度时空差异分析

碳排放强度不受资源总量限制,反映生猪养殖单位生产总值的碳排放量,体现生猪养殖经济发展所引起的碳排放量的变化,便于区域间的横向比较,更具有实际意义。经测算,中国生猪养殖碳排放强度显示出“下降-上升-下降”的特征(表 3),总体呈现下降的趋势。表明生猪单位生产总值产生的碳排放量在逐渐减少,生猪养殖进入一个较好的低碳发展阶段。2004—2009 年,生猪养殖碳排放强度处于下降阶段,尤其是 2007 年之后,碳排放强度大幅下滑,2009 年达到极点,单位生产总值碳减排明显;2009—2011 年

表 3 2004—2014 年生猪养殖碳排放强度(万 t·亿元⁻¹)

Table 3 Carbon intensity of pig producing during 2004 to 2014(10⁴ t·10⁸ yuan⁻¹)

地区	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
江苏	0.75	0.48	0.50	0.52	0.35	0.25	0.31	0.31	0.25	0.26	0.26
浙江	0.53	0.41	0.44	0.40	0.30	0.25	0.27	0.26	0.20	0.20	0.20
广东	0.48	0.40	0.41	0.40	0.30	0.25	0.29	0.30	0.23	0.24	0.25
福建	0.43	0.41	0.41	0.39	0.30	0.25	0.32	0.31	0.24	0.26	0.26
沿海产区	0.54	0.42	0.44	0.43	0.31	0.25	0.30	0.30	0.23	0.24	0.24
辽宁	0.56	0.42	0.38	0.41	0.29	0.22	0.26	0.26	0.24	0.23	0.24
吉林	0.34	0.27	0.29	0.27	0.17	0.13	0.22	0.23	0.16	0.18	0.16
黑龙江	0.42	0.32	0.32	0.31	0.17	0.14	0.22	0.20	0.14	0.15	0.14
东北产区	0.44	0.34	0.33	0.34	0.21	0.17	0.24	0.23	0.18	0.19	0.18
河北	0.51	0.42	0.43	0.46	0.31	0.26	0.30	0.31	0.24	0.24	0.25
山东	0.58	0.45	0.46	0.42	0.29	0.21	0.25	0.25	0.19	0.20	0.20
安徽	0.48	0.36	0.39	0.41	0.28	0.22	0.26	0.26	0.19	0.20	0.20
江西	0.53	0.39	0.41	0.44	0.34	0.27	0.31	0.31	0.24	0.25	0.25
河南	0.56	0.38	0.39	0.42	0.30	0.24	0.31	0.29	0.22	0.24	0.24
湖北	0.45	0.37	0.36	0.42	0.28	0.19	0.22	0.25	0.20	0.19	0.18
湖南	0.56	0.39	0.40	0.38	0.24	0.24	0.30	0.30	0.23	0.23	0.24
中部产区	0.53	0.40	0.41	0.42	0.28	0.23	0.28	0.28	0.21	0.22	0.22
广西	0.41	0.35	0.36	0.41	0.29	0.23	0.29	0.30	0.21	0.24	0.25
四川	0.56	0.44	0.43	0.38	0.23	0.27	0.31	0.32	0.24	0.24	0.24
重庆	0.70	0.52	0.51	0.56	0.43	0.34	0.43	0.45	0.34	0.33	0.33
云南	0.57	0.46	0.46	0.42	0.30	0.26	0.31	0.31	0.21	0.21	0.22
贵州	0.50	0.44	0.41	0.43	0.35	0.28	0.34	0.35	0.26	0.26	0.24
西南产区	0.54	0.43	0.43	0.42	0.27	0.27	0.32	0.33	0.24	0.24	0.25
全国	0.52	0.41	0.41	0.41	0.28	0.24	0.31	0.29	0.22	0.23	0.23

开始缓慢回升;2012年下降幅度较大,随后变动幅度平缓,到2014年碳排放强度为 $2\,260.84\text{ t}\cdot\text{亿元}^{-1}$,相比2004年,减少了近60%。对比碳排放总量和生猪生产总值的变化趋势,发现10年间碳排放强度与生产总值的发展变化刚好相反,生猪养殖经济效益增长或下降,则单位产值碳排放相应处于下降或上升阶段,由此可见生猪养殖业的发展状况一定程度上影响碳排放。

四大生猪养殖主产区及相应省份的碳排放强度变化情况与全国大致相同。四大产区中西南产区的碳排放强度一直处于领先地位,其次是沿海、中部产区,东北产区最小,且中部和东北产区均低于全国平均水平。相比其他产区,2014年中部产区生猪饲养量最大,碳排放总量最多,但其碳排放强度仅略高于生猪养殖最不发达的东北产区,沿海产区生猪饲养量远低于西南产区,但两者碳排放强度却相当,说明生猪经济发展对不同区域碳减排影响大小不一。2004—2014年平均排放强度居于前5位的依次为重庆、江苏、贵州、江西和河北,吉林、黑龙江、湖北、安徽和广西排在后5位。重庆市生猪养殖碳排放强度一直稳居首位,远高于其他优势生产省份,山东和湖北的碳排放强度低于全国平均水平,而其饲养数量和碳排放总量均位于前列,反映当地生猪养殖经济效益较好,对碳排放的影响较小。与2004年相比,2014年江苏、浙江、辽宁、吉林、黑龙江、河北、山东、安徽、江西、河南、湖北、湖南、四川、重庆、云南、贵州等主产区碳排放强度下降幅度超过一半,碳减排效果初显。

2.3 生猪养殖碳排放弹性特征

比较生猪养殖碳排放量与生产总值,2004—2014年养猪业总产值除2007和2010年出现较大幅度下

滑外,其余年份大体上逐年增加。实现了10.68%的增长,同期碳排放量也呈逐渐上升趋势,不过上升幅度远低于经济增长幅度,仅有1.75%。

为进一步深入探讨养猪业碳排放与经济的关系,基于碳排放弹性计算公式,得出中国2004—2014年生猪养殖碳排放与生猪养殖业经济发展间的脱钩类型,如表4所示。2004—2014年中国生猪养殖经济增长与碳排放之间的关系主要表现为弱脱钩、强负脱钩等几种状态,弱脱钩状态出现次数最多,占统计期数的40%,其次是强负脱钩,出现2次。总体而言,脱钩状态占研究期数的一半,表明养猪业发展速度快于碳排放增长速度。表4显示,生猪养殖业碳排放与经济增长总体上呈现“较理想—不理想—较理想—不理想”的交替变化趋势,据此将研究期间分为两个阶段。

第一阶段:2005—2012年,生猪养殖业总产值以较快速度增长,生猪养殖碳排放变化较为平缓,碳排放增长速度慢于经济发展速度,碳排放弹性特征以脱钩为主。在此期间,养猪业总产值仅在2006年与2011年较前一年变化不明显,其余年份变动幅度较大,总体增长迅速。其中,2007年、2010年养猪业总产值出现大幅度下滑,随后又迅速回升,分别在2008年和2012年较上一年上涨57.3%和38.43%。碳排放量除2007年下降较快外,变动幅度有限。脱钩弹性值两次呈现不理想的负脱钩状态,大部分时期处于较理性状态,2011年则达到理想的强脱钩状态。主要原因是2006年大规模的疫病使得生猪出栏量和价格跳水严重,2007年国家优惠政策的出台促使养猪业发展迅速,之后2009年年末猪肉市场行情探底,生猪产值下降明显,2011年下半年生猪行情再创历

表4 2004—2014年生猪养殖碳排放与经济发展间的脱钩关系

Table 4 Decoupling relationship between carbon emissions from pig producing and economic development during 2004 to 2014

年份	$C/\text{万 t}$	$\Delta C/C$	$PGDP/\text{亿元}$	$\Delta PGDP/PGDP$	e	碳排放类型
2004	2 497.64	—	4 765.20	—	—	—
2005	2 671.34	0.069 5	6 589.00	0.382 7	0.181 7	弱脱钩
2006	2 750.22	0.029 5	6 719.40	0.019 8	1.492 1	扩张负脱钩
2007	2 283.75	-0.169 6	5 569.50	-0.171 1	0.991 1	衰退连接
2008	2 465.95	0.079 8	8 761.00	0.573	0.139 2	弱脱钩
2009	2 608.29	0.057 7	11 014.00	0.257 2	0.224 5	弱脱钩
2010	2 695.10	0.033 3	8 639.80	-0.215 6	-0.154 4	强负脱钩
2011	2 674.24	-0.007 7	9 296.90	0.076 1	-0.101 8	强脱钩
2012	2 820.51	0.054 7	12 869.40	0.384 3	0.142 3	弱脱钩
2013	2 891.95	0.025 3	12 736.60	-0.010 3	-2.454 7	强负脱钩
2014	2 970.88	0.027 3	13 140.60	0.031 7	0.860 5	扩张连接

历史新高,加之国家对养猪相关政策的扶持,调动了养殖户的积极性,下半年补栏增加,致使2012年产值上升较快。

第二阶段:2013—2014年,生猪养殖碳排放和生产总值变化缓慢,脱钩弹性值分别为-2.45和0.86,表现为不理想的强负脱钩和扩张连接状态。2013年生产总值出现小幅下降,碳排放依然增加了2.53%。由于生猪市场价格周期性波动的影响,再加上“瘦肉精”“注水猪肉”“病死猪”等事件,2013年和2014年生猪价格一路低走,国务院以及国务院办公厅、国家发改委、农业部等部门连续出台了多个文件,并联合发布《缓解生猪市场价格周期性波动调控预案》的公告,试图解决生猪市场价格周期性波动难题,仍未能阻止生猪价格持续下跌,养殖户普遍出现亏损。国家在20多个省份,按略高于市场的价格收储一定规模的冻猪肉,以减轻市场压力,此举一定程度上减少了生猪价格波动的幅度和频率,从而避免了生猪产值的巨幅变动。

3 结论及对策建议

通过分析相关数据,可以看到生猪养殖碳排放量呈现较为明显的“上升-下降-上升”的特征,总体表现上升的趋势;与碳排放量相反,碳排放强度则显示出“下降-上升-下降”的特点,总体趋于下降。生猪养殖碳排放区域差异明显。中部产区生猪养殖业最为发达,其碳排放总量最高,碳排放强度相对最低,经济发展对碳排放影响最小。湖北、山东、湖南、河南和四川5省生猪养殖碳排放量、饲养量和生产总值都居于前列,但其碳排放强度却相对较低,重庆单位生产总值产生的碳排放量一直稳居首位,揭示出碳排放空间区域差异较大。从脱钩弹性来看,生猪养殖碳排放与经济发展之间存在一定的脱钩效应,但以弱脱钩为主,说明生猪养殖碳减排成果初显,但仍任重道远。面对经济发展与资源、生态环境的巨大压力,生猪养殖必须适应经济新常态下转型升级的要求,走低碳、高效、绿色的可持续发展之路。结合本文研究结论,提出以下对策建议:

(1)制定差异化的低碳发展策略,促进生猪养殖增长方式转变。在中国经济新常态下,牢固树立和落实科学发展观,正确认识经济发展与环境保护的辩证关系,摒弃传统的不协调、不平衡、不可持续的粗放增长模式,走内涵式发展道路,大力推进资源节约型和环境友好型农业发展。鉴于各生猪主产区经济增长对

碳排放推动作用不同,依据区域经济发展水平和资源禀赋差异制定不同的措施促进低碳农业经济增长方式转变。东北产区和西南产区在发展经济的同时,注意保护生态环境,适当控制碳排放增速,沿海产区高度重视碳排放效应,充分发挥生产技术效率减排增汇潜力,中部产区兼顾经济增长与碳排放增速,促进生猪养殖业可持续发展。

(2)合理规划布局,建立完善生猪养殖粪便综合处理设施,实现粪便排泄物的资源化、无害化,减少碳排放。粪便排泄是生猪养殖碳排放的最主要源头,占碳排放总量的90.75%。结合南方水网布局调整,重新审视主产区生猪养殖规划布局,对污染严重、布局不合理、规模小的养殖场宜调则调,须减则减,优化养殖结构和区域布局,是防止生猪养殖粪便污染的重要途径。其次,逐步完善和配套生猪粪便的综合治理设施,推动粪便的清洁化处理。综合采取“沼气利用、雨污分离、干湿分开、肥料生产、种养结合”等各种粪便治理措施,清洁养殖,推进碳减排。

参考文献:

- [1] 赵文晋,李都峰,王宪恩. 低碳农业的发展思路[J]. 环境保护, 2010, 24(12): 38-39.
ZHAO Wen-jin, LI Dou-feng, WANG Xian-en. Development idea of low-carbon agriculture[J]. *Environmental Protection*, 2010, 24(12): 38-39. (in Chinese)
- [2] Johnson J M F. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions[J]. *Environmental Pollution*, 2007, 150(6): 107-124.
- [3] Ruben N L, Andrew J P, Robert N S. Land-use change and carbon sinks: Econometric estimation of the carbon sequestration supply function[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2006, 51(2): 135-152.
- [4] 黄祖辉,米松华. 农业碳足迹研究——以浙江省为例[J]. 农业经济问题, 2011(11): 40-47.
HUANG Zu-hui, MI Song-hua. Agricultural sector carbon footprint accounting: A case of Zhejiang[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2011(11): 40-47. (in Chinese)
- [5] Blanes-Vidal V, Suh H, Nadimi E S, et al. Residential exposure to outdoor air pollution from livestock operations and perceived annoyance among citizens[J]. *Environment International*, 2012, 40(1): 44-50.
- [6] Goodland R, Anhang J. Livestock and climate change[J]. *World Watch*, 2009, 22(6): 10-19.
- [7] 王 锋,吴丽华,杨 超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究[J]. 经济研究, 2010(2): 123-136.
WANG Feng, WU Li-hua, YANG Chao. Driving factors for growth of carbon dioxide emissions during economic development in China[J]. *Economic Research Journal*, 2010(2): 123-136. (in Chinese)
- [8] 李国志,李宗植. 中国农业能源消费碳排放因素分解实证分析——

- 基于 LMDI 模型[J]. 农业技术经济, 2010(10):66-71.
- LI Guo-zhi, LI Zong-zhi. Positive analysis on carbon emissions factor decomposition of agricultural energy consumption in China: Based on LMDI model[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2010(10):66-71. (in Chinese)
- [9] 田云, 张俊飏, 李波. 湖北省农地利用碳排放时空特征与脱钩弹性研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(12):1514-1519.
- TIAN Yun, ZHANG Jun-biao, LI Bo. Research on spatial-temporal characteristics and decoupling elasticity in agricultural land use carbon emission in Hubei Province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2012, 21(12):1514-1519. (in Chinese)
- [10] 史磊刚, 陈阜, 孔凡磊, 等. 华北平原冬小麦-夏玉米种植模式碳足迹研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(9):93-98.
- SHI Lei-gang, CHEN Fu, KONG Fan-lei, et al. The carbon footprint of winter wheat-summer maize cropping pattern on North China plain[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(9):93-98. (in Chinese)
- [11] 谷家川, 查良松. 皖江城市带农田生态系统碳排放动态研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(1):81-87.
- GU Jia-chuan, ZHA Liang-song. Dynamic research on carbon emissions of farmland ecological system of the Wanjiang City Belt[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2013, 22(1):81-87. (in Chinese)
- [12] 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.
- TIAN Yun, ZHANG Jun-biao, LI Bo. Agricultural carbon emissions in China: Calculation, spatial-temporal comparison and decoupling effects[J]. *Resources Science*, 2012, 34(11):2097-2105. (in Chinese)
- [13] 高标, 房骄, 卢晓玲. 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):13-17.
- GAO Biao, FANG Jiao, LU Xiao-ling. Evolution relationship between agricultural carbon emissions and economic growth and its reduction potential[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2017, 31(1):13-17. (in Chinese)
- [14] 刘月仙, 刘娟, 吴文良. 北京地区畜禽温室气体排放的时空变化特征[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(7):891-897.
- LIU Yue-xian, LIU Juan, WU Wen-liang. Spatiotemporal dynamics of greenhouse gases emissions from livestock and poultry in Beijing Area during 1978-2009[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2013, 21(7):891-897. (in Chinese)
- [15] 徐兴英, 段华平, 卞新民. 江苏省畜禽养殖温室气体排放估算[J]. 江西农业学报, 2012, 24(6):162-165.
- XU Xing-ying, DUAN Hua-ping, BIAN Xin-min. Estimation of greenhouse gas emission from livestock and poultry in Jiangsu Province[J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2012, 24(6):162-165. (in Chinese)
- [16] 马龙, 顾玮, 魏纯学, 等. 银川市畜禽养殖温室气体排放估算[J]. 农业科学研究, 2015, 36(4):1-6.
- MA Long, GU Wei, WEI Chun-xue, et al. Estimation of greenhouse gas emissions from intensive livestock farming in Yinchuan area[J]. *Journal of Agricultural Sciences*, 2015, 36(4):1-6. (in Chinese)
- [17] 陈守越, 王梁. 山东省畜禽养殖温室气体排放时空格局分析[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2016, 37(1):16-22.
- CHEN Shou-yue, WANG Liang. Spatial-temporal variation and impact factor of estimation of livestock greenhouse gases discharge in Shandong Province[J]. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2016, 37(1):16-22. (in Chinese)
- [18] 胡向东, 王济民. 中国畜禽温室气体排放量估算[J]. 农业工程学报, 2010, 26(10):247-252.
- HU Xiang-dong, WANG Ji-min. Estimation of livestock greenhouse gases discharge in China[J]. *Transactions of the CSAE*, 2010, 26(10):247-252. (in Chinese)
- [19] 陈苏, 胡浩. 中国畜禽温室气体排放时空变化及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(7):93-98.
- CHEN Su, HU Hao. Study on the spatial-temporal changes and influence factors of greenhouse gases emission from livestock and poultry in China[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(7):93-98. (in Chinese)
- [20] 田素妍, 郑微微, 周一力. 中国低碳养殖的环境库兹涅茨曲线特征及其成因分析[J]. 资源科学, 2012, 34(3):481-493.
- TIAN Su-yan, ZHENG Wei-wei, ZHOU Li. Characteristics of environmental Kuznets curve for the low carbon breeding in China and its causes[J]. *Resources Science*, 2012, 34(3):481-493. (in Chinese)
- [21] 陈瑶, 尚杰. 四大牧区畜禽业温室气体排放估算及影响因素分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(12):89-95.
- CHEN Yao, SHANG Jie. Disconnect analysis and influence factors of animal husbandry in China[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(12):85-95. (in Chinese)
- [22] 曹丽红, 齐振宏, 罗丽娜, 等. 我国养猪业碳排放时空特征及因素分解研究[J]. 科技管理研究, 2015(12):224-228.
- CAO Li-hong, QI Zhen-hong, LUO Li-na, et al. Research on temporal and spatial characteristics of carbon emissions and influencing factors decomposition in pig industry in China[J]. *Science and Technology Management Research*, 2015(12):224-228. (in Chinese)
- [23] OECD. Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth[EB/OL]. [2017-11-20]. [http://www.oilis.oecd.org/olis/2002doc.nsf/LinkTo/sg-sd\(2002\)1-final](http://www.oilis.oecd.org/olis/2002doc.nsf/LinkTo/sg-sd(2002)1-final). 2008
- [24] 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.