

浙江省农业主要投入要素碳排放时空变化特征

汪玉磊 徐进 单英杰

(浙江省种植业管理局, 浙江 杭州 310020)

【摘要】选择化肥、农药、农膜、灌溉和耕作耗能等农业的 5 个主要投入要素进行测算, 分析浙江省碳排放结构特征及区域差异。结果表明, 1995—2013 年浙江省的碳排放总量年均增长率为 0.22%, 农药、农膜和灌溉碳排放是正增长, 其中农膜的增幅最大, 化肥、耕作碳排放呈现负增长, 但化肥排放始终占据主导地位; 浙江省 1995—2013 年单位耕地、单位产值、单位产量的碳排放强度呈现下降趋势; 浙江省 2013 年度碳排放总量最大的 3 个地区为宁波、金华和杭州, 碳排放强度最大的 3 个地区为宁波、衢州和金华。

【关键词】农业; 碳排放总量; 碳排放强度; 浙江

【中图分类号】S13

【文献标志码】A

【文章编号】0528-9017(2016)03-0311-03

现代农业是引起全球变暖的人类活动之一, 作为碳排放的重要组成部分, 农业碳排放的测算受到广泛关注。黄祖辉等^①采用分层投入产出-生命周期评价法, 构建 5 个层级对农业系统碳足迹进行量化, 深度分析了农业碳排放的数量和结构特征; 李波等^②从化肥、农药生产和使用, 农业机械使用, 灌溉用能, 秸秆焚烧等 5 个方面测算并分析了我国碳排放结构特征及区域差异, 中国农业碳排放总量 1991—2008 年年均增长率为 2.59%, 约占碳排放总量 10.43%, 并研究了农业碳排放与经济增长的关联; 冉光和等^③认为, 改革开放以来, 我国农业生产碳排放以平均每年 5% 的速度持续增长, 由于各因素变化率 VAR 检测值的分化, 未来农业碳排放增长率表现为进一步升高的趋势。

浙江人多地少, 依靠传统的资源消耗和物质投入的粗放型生产经营方式难以为继。本文以浙江省农田系统为例, 对 1995—2013 年农业生产过程中主要投入要素碳排放量和碳排放强度进行核算, 有助于识别重要的农业碳排放源。

1 材料与方法

1.1 数据来源

化肥、农药、农膜、灌溉面积、农作物播种面积、产值、耕地面积、产量数据主要采自 1996—2014 年的《浙江统计年鉴》。其中, 化肥以折纯施用量为准, 农药以当年实际施用量为准, 农膜以当年农用塑料薄膜使用量为准, 灌溉面积以当年有效灌溉面积为准, 产值按 1978 年可比价格计算得到种植业产值。

1.2 测算方法

农业(文中指种植业)主要投入要素碳排放主要考虑 3 个来源: 一是化学投入品, 如化肥、农药、农膜等引起的碳排放; 二

收稿日期: 2015-12-15

作者简介: 汪玉磊(1982—), 女, 江苏响水人, 硕士, 农艺师, 主要从事耕地质量和肥料管理工作, E-mail: wangyl09@yeah.net。

是灌溉直接或间接消耗机电和电力所产生的碳排放；三是耕作耗能引起的碳排放。参考李波等^{②④}研究所用方程，在其基础上，设置浙江省农业碳排放估算公式：

$$C = \sum C_i = \sum T_i \cdot \delta_i$$

式中，C 为农业碳排放总量，Ci 为各碳源的碳排放量，Ti 为各碳排放源的量，δ i 为各碳排放源的碳排放系数。参考 West 等^②，化肥、农药、农业有效灌溉面积、耕作耗能的碳排放系数分别为 0. 895 6，4. 934，266. 48 和 67. 45 kg • kg⁻¹，参考南京农业大学农业资源与生态环境研究所的结果，农膜的系数为 5. 180 kg • kg⁻¹。

农业碳排放强度用如下指标反映：单位产值碳排放强度，用于反映单位农业产值带来的碳排放量，值越小，说明单位产值的碳排放越少；单位产量碳排放强度，反映单位产量碳排放量，值越小，说明形成农作物产量所需的投入碳排放量少，反之亦然；单位耕地面积碳排放强度，反映单位耕地面积碳排放量，值越小，说明耕地投入的碳排放量少，反之亦然。

2 结果与分析

2. 1 时序特征

根据上述碳排放测算公式，计算浙江省 1995 和 2013 年农业主要要素投入的碳排放量。结果（表 1）表明，1995 年碳排放量为 193. 12 万 t，2013 年为 203. 15 万 t，年均增长率为 0. 22%。几个主要投入要素中，农药、农膜和灌溉碳排放表现为正增长，年均增长率分别为 0. 30%，5. 50% 和 0. 01%，以农膜的增幅最大；化肥、耕作碳排放均呈现负增长，与农作物播种面积大幅减少有关。

表 1 浙江省 1995 和 2013 年农业碳的排放量
万 t

年份	化肥	农药	农膜	灌溉	耕作	总量
1995	87. 34	29. 06	12. 79	37. 47	26. 46	193. 12
2013	82. 78	30. 69	33. 51	37. 56	18. 64	203. 15

农业各投入要素和总的碳排放量年度间变化见图 1。总碳排放量在各年份间有波动，但没有明显规律。5 种投入要素中，化肥的碳排放量所占比例最大（41. 61% ~ 45. 90%），农膜碳排放量呈逐年增加趋势，耕作碳排放逐年减少。

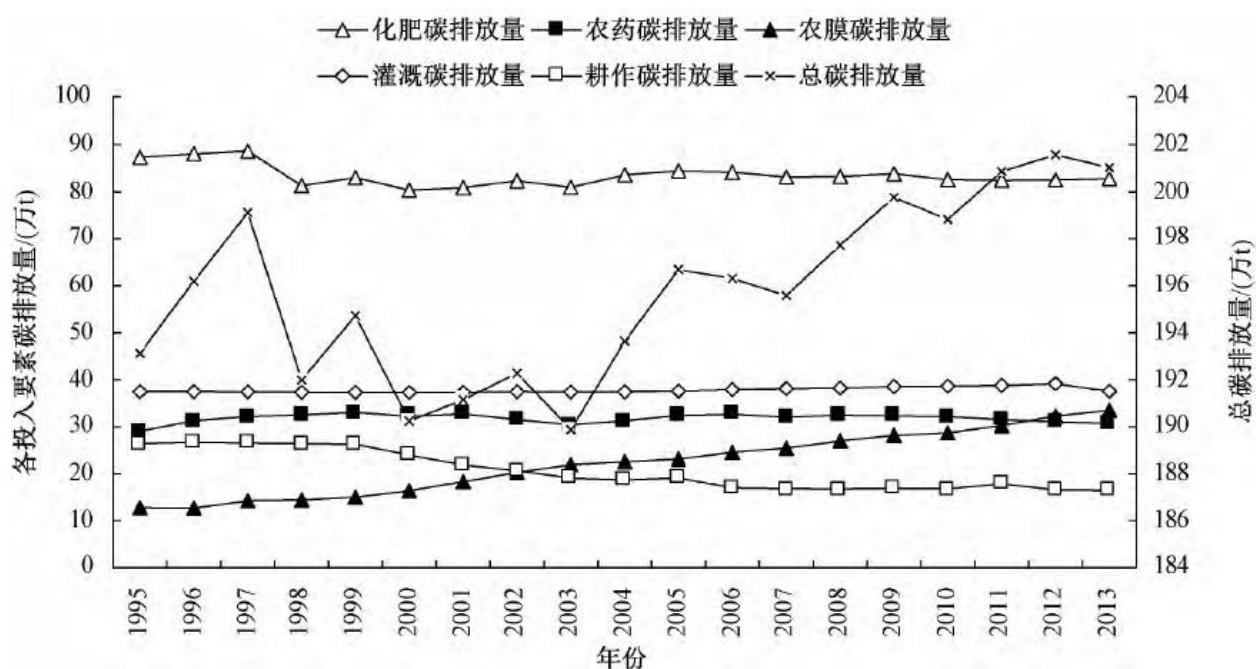


图 1 浙江省各要素碳排放量及总碳排放量

2. 2 区域特点

从 2013 年各地区农业碳排放总量的排序(表 2)来看,排在前 3 位的地区依次为宁波、金华、杭州,这 3 个地区的碳排放总量占浙江省农业碳排放总量的 37.69%;排在后 3 位的地区依次为衢州、丽水、舟山,这 3 个地区的碳排放仅占浙江省的 14.97%。总体来看,高投入、高排放的发展模式在浙江省部分地区的农业生产中依旧存在,如金华地区,虽然播种面积不高,但其化肥和农药投入最多,是典型的高投入、高排放型农业。杭州和宁波经济比较发达,蔬菜瓜果面积在全省居于前位,因此农膜、化肥用量较多。衢州市虽然总排放量不大,但其耕地面积相对较小,单位耕地面积的碳排放强度较高。温州虽然碳排放总量不低,但因其耕地面积较大,单位耕地面积碳排放强度反而比较低。舟山和丽水的农资投入相对较少,此外产业结构调整力度较大,因而农业碳排放强度也较小。

表 2 浙江省各地区碳排放的基本情况

地区	化肥/万 t	农药/万 t	农膜/万 t	灌溉/万 t	耕作/万 t	总量/万 t	单位耕地面积碳排放强度/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
杭州	9.25	3.83	5.50	4.09	2.47	25.13	1 042.28
宁波	10.10	3.76	5.73	4.64	2.08	26.31	1 185.00
嘉兴	9.37	3.33	3.11	4.81	2.29	22.91	1 054.34
湖州	4.72	3.39	2.60	3.62	1.50	15.83	1 030.93
绍兴	9.39	2.98	2.28	4.08	2.23	20.96	1 050.67
舟山	0.43	0.35	0.19	0.40	0.16	1.52	560.57
温州	7.78	1.97	1.87	3.02	1.66	16.30	667.12
金华	11.11	4.12	3.86	4.21	1.84	25.14	1 079.08
衢州	6.73	3.23	1.28	2.97	1.56	15.77	1 107.87
台州	8.29	2.23	4.63	3.29	1.71	20.15	1 011.97
丽水	5.60	1.51	2.45	2.43	1.14	13.13	869.20

注:各市耕地面积数据来自 2010 年出版的《中国耕地质量等级调查与评定(浙江卷)》。

2. 3 排放强度

浙江省 1995—2013 年农业生产中，单位耕地、单位产值、单位产量的碳排放强度变化趋势见图 2。单位产值、单位耕地面积和单位产量的碳排放强度年均增长率分别为 -6.18%，-0.89% 和 -0.90%，说明碳排放强度均呈现下降趋势。单位产值碳排放强度的降低最明显，由 1995 年的 $0.05 \text{ kg} \cdot \text{元}^{-1}$ 降低到 2013 年的 $0.01 \text{ kg} \cdot \text{元}^{-1}$ 。单位产量碳排放强度在 1995—2001 年间逐年降低，在 2001 年达到最低值 $0.05 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，在保持 4 年的平稳之后，于 2005—2013 年出现小幅波动，但总体来看，变化不明显。单位耕地面积碳排放强度在 1997 年达到最高点，为 $1234.82 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，之后就呈不明显的波动变化，直到 2008 年明显下降，为 $1029.49 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，最低点为 2010 年的 $1002.27 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

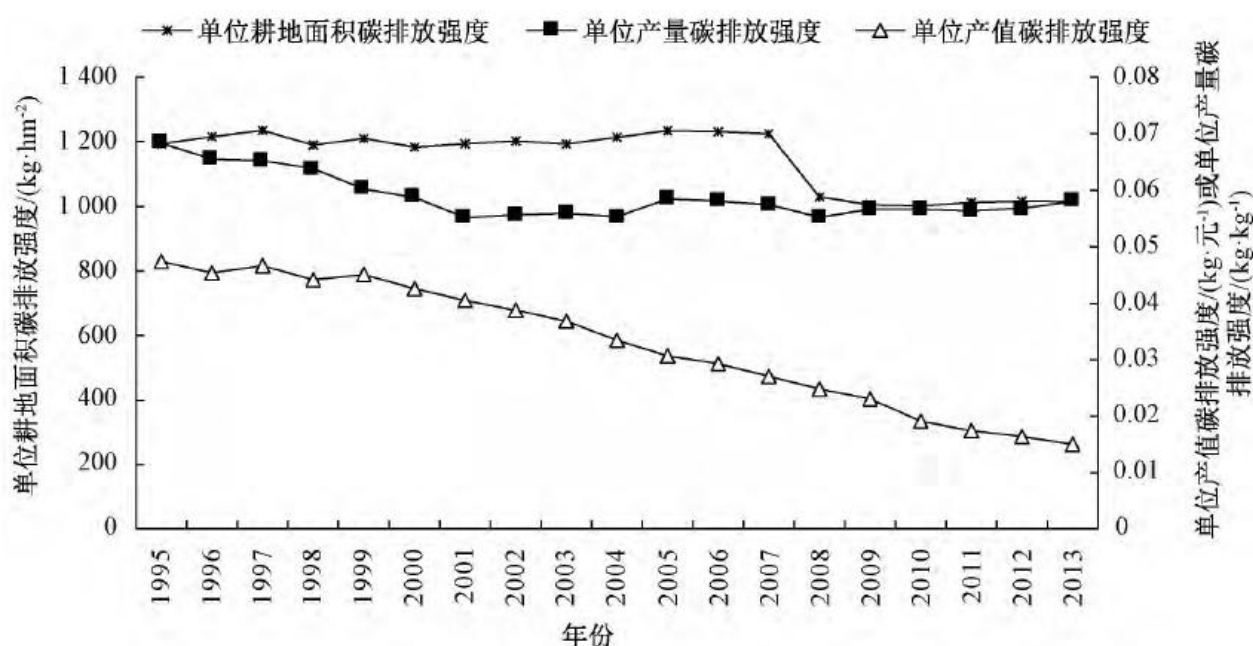


图 2 浙江省 1995—2013 年碳排放强度

3 小结与讨论

通过测算浙江省农业主要投入要素的碳排放总量和碳排放强度，得到如下结论：

1995—2013 年浙江省碳排放总量年均增长率为 0.22%；农药、农膜和灌溉碳排放表现为正增长，其中，农膜的增幅最大；化肥、耕作碳排放均呈现负增长。从碳排放结构来看，化肥贡献最大，每年占比均超过 40%。

浙江省 1995—2013 年农业生产中，单位耕地、单位产值、单位产量的碳排放强度年均增长率分别为 -6.18%，-0.89% 和 -0.90%，碳排放强度都呈下降趋势，说明浙江省低碳农业的发展模式已见成效。

横向来看，区域差异明显。通过对浙江省各地区 2013 年的碳排放进行测算，碳排放总量最大的 3 个地区为宁波、金华和杭州；碳排放强度最大的 3 个地区为宁波、衢州和金华。由于农业生产活动的广泛性、普遍性以及农业生产主体的分散性，加上农业碳排放涉及范围广、随机性大、隐蔽性强，难以量化，所以对其进行估算和控制难度较大。本文仅从农业投入的几个要素着手，考查其碳排放量及强度，初步探析其大体趋势，但对于大农业中碳足迹的结构，比如农业废弃物、水稻的碳排放，以及整个农田系统的碳源、碳汇等，还需要进一步展开研究。

参考文献：

-
- ① 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.
- ② 李波, 张俊飏, 李海鹏. 中国农业碳排放时空特征及影响因素分解 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21 (8) :80-86.
- ③ 冉光和, 王建洪, 王定祥. 我国现代农业生产的碳排放变动趋势研究 [J]. 农业经济问题, 2011 (2) : 32-38.
- ④ 吴金凤, 王秀红. 青岛市种植业主要投入要素碳排放及其强度分析 [J]. 中国农学通报, 2014, 30 (36) : 288-294.
- ⑤ WEST T O, MARLAND G. A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States [J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2002, 91:217-232.