

# 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<sup>①</sup>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<sup>②</sup>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<sup>③</sup>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。

通信作者: 单英杰(1968—), 女, 浙江绍兴人, 高级农艺师, 从事土壤肥料技术推广工作, E-mail: syjhz@126.com。

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<sup>②</sup>，<sup>④</sup>研究用方程，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，C<sub>i</sub> 为各碳源的碳排放量，T<sub>i</sub> 为各碳排放源的量，δ<sub>i</sub> 为各碳排放源的碳排放系数。参考 West 等<sup>⑤</sup>，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 0.8956，4.934，266.48 和 67.45 kg·kg<sup>-1</sup>，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<sup>-1</sup>。

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。

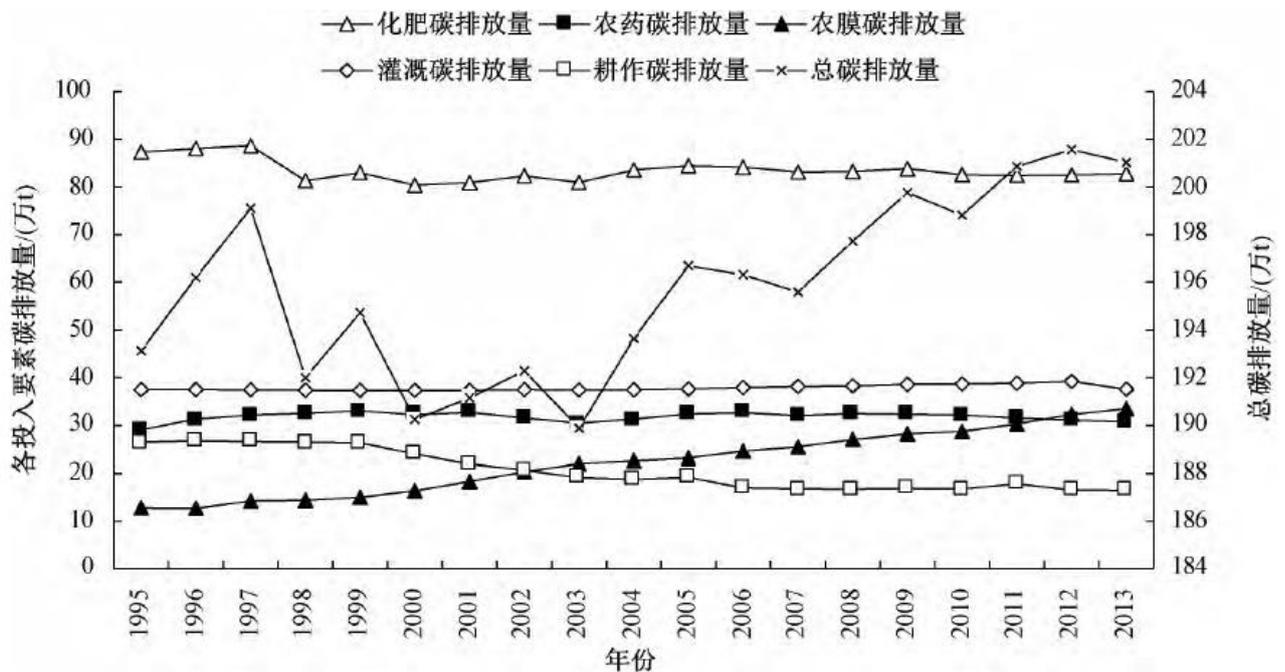


图1 浙江省各要素碳排放量及总碳排放量

## 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/(kg·hm <sup>-2</sup> ) |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| 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  $1002.27 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

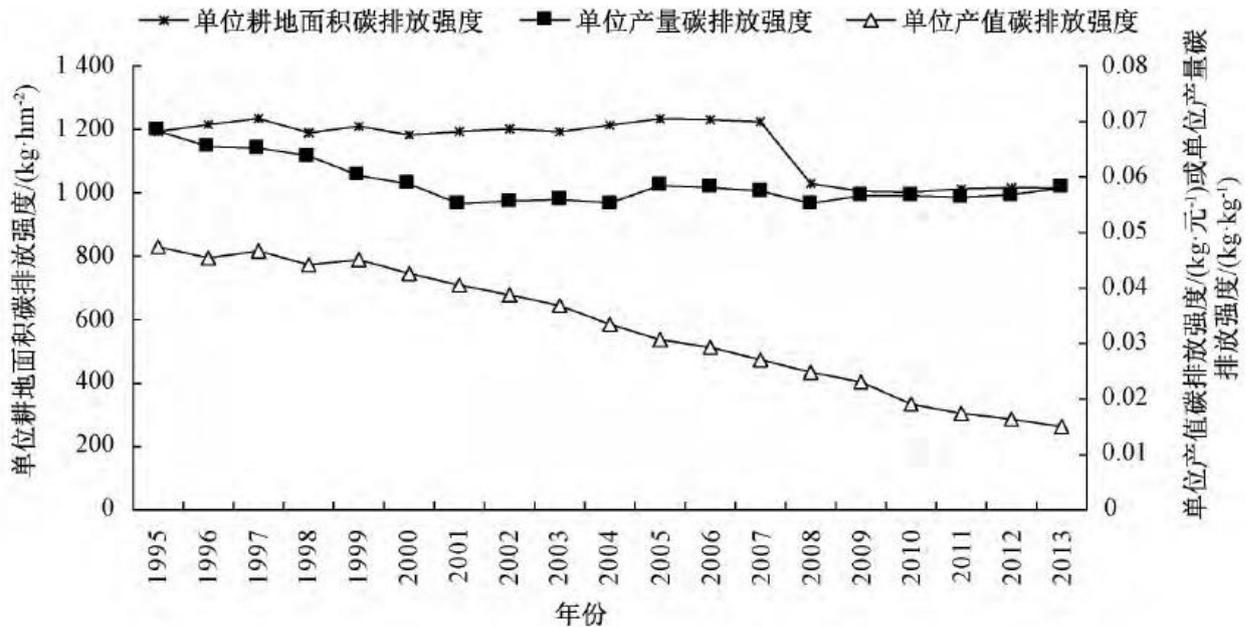


图 2 浙江省 1995—2013 年碳排放强度

### 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.