

# T/OTOP

团 体 标 准

T/OTOP XXXX—2023

## 面向便捷交易的高标准农田作物固碳碳汇方法学

Methodology for High Standard Farmland Crops Carbon Sink  
Oriented Towards Convenient Trading

(征求意见稿)

2023-xx-xx 发布

2023-xx-xx 实施

中国民族贸易促进会 发布

## 目 录

前 言 .....	2
引 言 .....	3
面向便捷交易的高标准农田作物固碳碳汇方法学 .....	4
1 范围 .....	4
2 适用条件 .....	4
3 规范性引用文件 .....	4
4 术语和定义 .....	4
5 项目边界的确定方法 .....	6
6 高标准农田作物碳储量计算 .....	7
7 高标准农田作物的碳汇量计算 .....	7
8 可交易智能测度系统智能计算软件工具 .....	7
附录 A .....	8
(资料性附录) .....	8
高标准农田作物固碳碳汇基本参数表 .....	8
附录 B .....	9
(资料性附录) .....	9
高标准农田作物固碳碳汇项目初始数据表 .....	9
附录 C .....	10
高标准农田作物固碳能力计算 .....	10
1 光合生产潜力 .....	10
2 光温生产潜力 .....	10
3 气候生产潜力 .....	10
4 自然生产潜力 .....	11
5 固碳潜力指数 .....	11
参考文献 .....	12

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江南大学国家安全与绿色发展研究院提出。

本文件由中国民族贸易促进会归口。

本文件起草单位：江南大学国家安全与绿色发展研究院、中国矿业大学经济管理学院、中国民贸一乡一品产业促进中心、国利（无锡）技术信息有限责任公司、安徽省农业科学院作物研究所、安徽省产权交易中心有限责任公司、北京市农林科学院。

本文件主要起草人：陈红、王欣茹、杨舒涵、龙如银、那静文、马万祺、吴继安、李倩文、彭旭、史艳旻、张芊、孙青青、吴梅芬、陈佳巍、蓝军、杨子谦、董春松、汪建来、黄磊、韩平。

本文件为首次发布。

## 引 言

我国是农业生产大国，重农固本是安民之基、治国之要。为夯实粮食安全根基，党的十八大以来，全国各地持续加大投入建设高标准农田，高标准农田建设已经成为我国耕地保护的重要举措。农田生态系统是全球碳库的重要组成部分。农作物通过光合作用吸收固定大气中的二氧化碳，由于作物收获期短，群体构建速度快，特别是黄淮流域农作物一年两熟到接近三熟，农作物固碳碳汇经济潜力巨大。有研究表明，相比于其他生态系统的固碳过程，农作物对二氧化碳的固定能力更为安全有效。因此，开发高标准农田作物固碳碳汇对应对全球气候变化、促进农作物减排固碳与助力生态文明、乡村振兴和共同富裕战略具有重要作用，是实现中国2030年碳达峰、2060年碳中和目标的重要抓手。

本方法学聚焦于高标准农田作物固碳碳汇测度，结合我国高标准农田建设现状，构建高标准农田作物分类固碳碳汇项目基线、项目排放、项目泄漏等多情景物理场域，利用排放因子法、机器学习等多条件跨域碳排因子拟合技术对高标准农田作物固碳碳汇项目进行精准测算，形成可交易智能测度系统（HSFCCS）智能计算软件工具。旨在为高标准农田作物固碳的规模化核算及路径提供方法学指导和标准化管理思路，推动高标准农田可持续、高质量建设，同时，为满足碳汇便捷性交易需求提供科学合理的方法学支撑，进一步推动高标准农田作物固碳碳汇交易的有序开展。

本方法学的制定和实施将有助于推动完善高标准农田生态种植模式，提升农作物固碳能力及其产品的市场竞争力，满足消费者对于产品绿色、健康、可追溯等属性的多样化需求，同时，有助于提高种植业资源利用效率和生态效益，加强种植业与其他行业在低碳环保领域的协同合作，对推动农业生态良性循环和双碳目标早日实现具有重要的示范引领作用和深刻的时代意义。

本方法学具有如下4个特点：

- ①填补高标准农田作物碳汇标准的空缺，规范和完善农作物碳汇的计量和监测方法；
- ②重点面向高标准农田作物碳汇资源的可交易性进行碳汇核算；
- ③采用了简明核算方法测度不同高标准农田作物碳汇规模水平；
- ④开发了可交易智能测度系统（HSFCCS）智能计算软件工具，满足碳汇市场交易便捷性需求。

# 面向便捷交易的高标准农田作物固碳碳汇方法学

## 1 范围

本文件规定了面向便捷交易的高标准农田作物固碳碳汇的术语和定义、高标准农田作物固碳碳汇的核算原则、核算边界、核算对象和核算方法。

本文件适用于高标准农田作物固碳碳汇核算工作。

## 2 适用条件

本方法学的适用条件包括：

- (1) 项目活动的高标准农田遵循当前国家高标准农田建设的相关规定；
- (2) 高标准农田作物固碳碳汇的计算以单个高标准农田项目建设面积作为基础，原则上平原地区不低于5000亩，丘陵地区不低于2000亩；
- (3) 高标准农田作物固碳碳汇核算仅按照年度进行核算，考虑农作物的生长特征，碳汇规模的核算周期为一年；
- (4) 高标准农田权属清晰；
- (5) 为保证碳汇项目的额外性，项目碳汇核算主要包括第7节中的碳汇项目增量部分；
- (6) 本方法学适用于计算农作物净光合作用碳储量。

## 3 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T30600-2022高标准农田建设通则

国家发展与改革委员会[2012]1668号温室气体自愿减排交易管理暂行办法

ISBN 4-88788-032-4 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

## 4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 4.1

**高标准农田 High Standard Farmland**

高标准农田是指田块平整、集中连片、设施完善、节水高效、农电配套、宜机作业、土壤肥沃、生态友好、抗灾能力强，与现代农业生产和经营方式相适应的旱涝保收、稳产高产的耕地。

### 4.2

### 面向便捷交易 Oriented Towards Convenient Trading

高标准农田作物固碳碳汇项目中，通过采用一系列的技术和方法，实现了碳汇项目的高效开展和快速交易，从而提高了项目的实施效率和效益。

#### 4.3

### 农作物固碳能力 Carbon Sequestration Capacity of Crops

农作物进行净光合作用吸收和固定大气中的二氧化碳，以生物量的形式贮存在作物中的能力。

#### 4.4

### 基线情景 Baseline Scenario

在高标准农田区域范围内，没有农作物种植活动时的碳汇水平。

#### 4.5

### 项目情景 Project Scenario

在高标准农田区域范围内，农作物种植情景下的碳汇水平。

#### 4.6

### 项目边界 Project Boundary

指高标准农田种植农作物的碳汇项目活动地理范围；农作物固碳碳汇项目活动可在若干不同地块上进行，并且每个地块都有特定边界。

#### 4.7

### 基线碳汇量 Baseline Carbon Sink

基线情景下高标准农田作物的碳储量变化之和。

#### 4.8

### 项目碳汇量 Project Carbon Sink

项目情景下高标准农田作物的碳储量变化之和。

#### 4.9

### 额外性 Additionality

指高标准农田作物的碳汇量高于基线的碳汇量水平，即这种项目活动在没有外来的诸如投资、技术、融资以及风险等方面的竞争劣势和/或障碍因素，这种额外的碳汇量在没有拟议的碳汇项目活动时是不会产生的。

#### 4.10

### 根冠比 Root-top Ratio

地下生物量与地上生物量之比。地上生物量指地表以上以干重表示的所有活体植物的重量，地下生物量是指地表以下以干重表示的所有活体植物的重量。

4.11

**经济系数 Economic Coefficient**

经济产量与生物产量的比值。生物产量是指在单位面积土地上所收获的所有干物质的重量，不包括地下生物量。经济产量是指在单位面积土地上所收获的子粒产量。

4.12

**含碳量 Carbon Content**

指物质中碳元素的质量百分比，即质量分数

4.13

**光合生产潜力 Photosynthetic Potential Productivity**

指假定温度、水分、二氧化碳、土壤肥力、作物的群体结构、农业技术措施均处于最适宜条件下，由当地太阳辐射单独所决定的产量的理论上限

4.14

**光温生产潜力 Light and Temperature Potential Productivity**

指假定水分、二氧化碳、土壤肥力、作物的群体结构、农业技术措施均处于最适宜条件下，由当地太阳辐射和温度共同决定的产量的理论上限。

4.15

**气候生产潜力（光温水生产潜力） Climatic Potential Productivity**

指假定二氧化碳、土壤肥力、作物的群体结构、农业技术措施均处于最适宜条件下，由当地太阳辐射、水分和温度共同决定的产量的理论上限。

4.16

**自然生产潜力（光温水土生产潜力） Natural Potential Productivity**

指假定二氧化碳、作物的群体结构、农业技术措施均处于最适宜条件下，由当地太阳辐射、水分、温度和土壤肥力共同决定的产量的理论上限。

**5 项目边界的确定方法**

项目边界可采用下述方法之一确定，面积测定误差不超过5%：

(a) 采用全球定位系统（GPS）、北斗卫星导航系统（Compass）或其他卫星导航系统直接测定项目所有地块边界的拐点坐标，定位误差不超过5米。

(b) 使用大比例尺地形图（比例尺不小于1:10000）进行现场勾绘，结合GPS、Compass等定位系统进行精度控制。面积勾绘时要排除地块之间的道路、灌溉渠和田埂等非种植面积。

在项目审定和核查时，项目参与方须提交地理信息系统（GIS）产出的项目边界的矢量图形文件（.shp文件）。在项目审定和首次核查时，项目参与方须提供项目主体所有地块的土地所有权或使用权证明。

## 6 高标准农田作物碳储量计算

运用植被生物量（包括地上生物量和地下生物量）计算方法将生物量转化为植被的碳含量，用来估算高标准农田作物的碳储量和碳密度。计算公式如下：

$$T_{Proj} = \sum_{i=1}^n T_i = \sum_{i=1}^n C_i \times (1 - W_i) \times Y_i / E_i \times (1 + R_i) \quad \#(1)$$

$$D_i = T_i / A_i \quad \#(2)$$

式中： $T_{Proj}$ 为项目情景下高标准农田作物的总碳储量；

$T_i$ 为*i*类农作物的碳储量（t）；

$C_i$ 为*i*类农作物的含碳量（%）；

$W_i$ 为*i*类农作物的含水量（%）；

$R_i$ 为*i*类根冠比；

$Y_i$ 为*i*类农作物的经济产量（t）；

$E_i$ 为*i*类农作物的经济系数；

$D_i$ 为*i*类农作物的碳密度（t/hm<sup>2</sup>）；

$A_i$ 为*i*类农作物的总播种面积（hm<sup>2</sup>）。

不同作物的根冠比、经济系数、含水量和含碳量参考值通过附录A获得。

## 7 高标准农田作物的碳汇量计算

主要考虑两个部分碳储量，即：项目情景下的碳储量；②基线情景下碳储量

$$CS = T_{Proj} - T_{Bsl}$$

式中： $CS$ 为高标准农田作物的碳汇量；

$T_{Proj}$ 为高标准农田作物的项目碳汇量；

$T_{Bsl}$ 为高标准农田作物的基线碳汇量， $T_{Bsl} = 0$ 。

## 8 可交易智能测度系统智能计算软件工具

本方法学基于JAVA、VUE、MYSQL等开发语言，辅以内嵌机器学习算法，开发了可交易智能测度系统（HSFCCS）智能计算软件工具。



附录 A  
(资料性附录)  
高标准农田作物固碳碳汇基本参数表

表 A.1 可参考的不同作物根冠比、含碳量和经济系数

作物	根冠比	含碳量 (%)	含水量 (%)	经济系数
水稻	0.6	41.44	8.72	0.55
小麦	0.48	48.53	7.00	0.35
玉米	0.44	47.09	7.71	0.5
大豆	0.92	43.99	—	0.435
棉花	0.19	45	7.61	0.383
油菜	0.04	44.74	7.00	0.3
薯类	—	44.19	—	0.8
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

附录 B  
(资料性附录)  
高标准农田作物固碳碳汇项目初始数据表

表 B.1 高标准农田作物的经济产量和播种面积实际测量

作物类型	种植期	经济产量 (t)	播种面积 (hm <sup>2</sup> )
水稻			
小麦			

## 附录 C

### 高标准农田作物固碳能力计算

通过对高标准农田作物进行固碳潜力分析，提出合理利用自然资源提高农作物固碳能力的对策，为高标准农田生态功能综合评估和规划提供科学依据。具体计算过程如下：

#### 1 光合生产潜力

适宜的条件下，通过光合作用可能达到的最高产量要取决于太阳辐射能利用率。农作物光合生产潜力为：

$$Y_P = \frac{10^8}{EC \times 10^5} * \sum_{i=1}^n Q_i * F * E \quad (C.1)$$

式中： $EC$ 为能量转换系数（ $EC=17.794 \text{ KJ/cm}^2$ ）；

$Q_i$ 为各月太阳总辐射值（ $\text{kJ/cm}^2$ ）， $Q_i = a_i + b_i Q_{oi} f_i$ ， $Q_{oi}$ 为晴天各月总辐射量（ $\text{kJ/cm}^2$ ）， $f_i$ 为各月日照百分率（%）， $a_i$ 、 $b_i$ 为待定系数；

$F$ 为光能利用率（%）；

$E$ 为作物的经济系数；

$Y_P$ 为农作物光合生产潜力（ $\text{kg/hm}^2$ ）。

#### 2 光温生产潜力

$$Y_T = Y_P * f(T) \quad (C.2)$$

式中： $f(T)$ 为作物温度有效系数；

$Y_T$ 为光温生产潜力（ $\text{kg/hm}^2$ ）。

根据不同生物学特性作物的（喜温作物和喜凉作物），采用不同的温度影响函数方程。

喜温作物的温度影响函数表达式：

$$f(T) = \begin{cases} 0.04t - 0.02 & 10 \leq t \leq 30^\circ\text{C} \\ 1 & 30 \leq t \leq 35^\circ\text{C} \\ 2.645 - 0.047t & 35 \leq t \leq 40^\circ\text{C} \end{cases} \quad (C.3)$$

喜凉作物的温度影响函数表达式：

$$f(T) = \begin{cases} 0.063t - 0.006 & 0 \leq t \leq 16^\circ\text{C} \\ 1 & 16 \leq t \leq 18^\circ\text{C} \\ 1.495 - 0.027t & 18 \leq t \leq 40^\circ\text{C} \end{cases} \quad (C.3)$$

式中： $t$ 为月平均气温（ $^\circ\text{C}$ ）；

$f(T)$ 为温度影响函数， $0 \leq f(T) \leq 1$ 。

#### 3 气候生产潜力

$$Y_W = Y_T * f(W) \quad (C.4)$$

式中： $f(W)$ 为水分影响函数；

$Y_W$ 为气候生产潜力（ $\text{kg/hm}^2$ ）。

$$f(W) = \begin{cases} R(1-c)/E_0 & 0 \leq R(1-c) \leq E_0 \\ 1 & R(1-c) \geq E_0 \end{cases} \#(C.5)$$

$$E_0 = \frac{R}{0.0018 * (25 + t)^2 * (100 - a)} \#(C.6)$$

式中： $R$ 为月降水量（mm）；

$t$ 为月平均气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

$a$ 为月平均相对湿度（%）；

$E_0$ 为作物最大蒸散量（mm），相当于作物需水量；

$c$ 为地表和渗入地下的流出量占降水量的比例系数；

$f(W)$ 为水分影响函数， $0 \leq f(W) \leq 1$ 。

#### 4 自然生产潜力

$$Y_S = Y_W * f(S) \#(C.7)$$

式中： $f(S)$ 为土壤质量系数；

$Y_S$ 为自然生产潜力（ $\text{kg}/\text{hm}^2$ ）。

#### 5 固碳潜力指数

根据计算出的作物自然生产潜力，利用（1）式和不同作物含碳率进行固碳潜力的计算。为反映农作物固碳潜力的大小，定义农作物固碳潜力指数作为评价的指标。计算公式为：

$$D = \frac{Y_S - \bar{Y}}{Y_S} \times C \#(C.8)$$

式中： $Y_S$ 为作物自然生产潜力（ $\text{kg}/\text{hm}^2$ ）；

$\bar{Y}$ 为作物的实际产量（ $\text{kg}/\text{hm}^2$ ），取历年的平均值；

$C$ 为含碳率；

$D$ 为固碳潜力指数（%）。

表 C.1 高标准农田作物固碳碳汇能力计算

光能利用率（%）	晴天各月辐射总量（ $\text{kJ}/\text{cm}^2$ ）	各月日照百分率（%）	月平均气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）
$F$	$Q_{oi}$	$f_i$	$t$
月降水量（mm）	月平均相对湿度（%）	作物最大蒸散量（mm）	土壤质量系数
$R$	$a$	$E_0$	$f(S)$

### 参考文献

- [1]张剑,罗贵生,王小国,朱波.长江上游地区农作物碳储量估算及固碳潜力分析[J].西南农业学报,2009,22(02):402-408.
- [2]韩雅娇,朱新萍,王新军,K.G.卡迪罗夫,贾宏涛.中国新疆与塔吉克斯坦农作物碳蓄积潜力对比分析[J].国土与自然资源研究,2014(01):71-74.
- [3]罗怀良.四川洪雅县主要农作物生产潜力[J].西南师范大学学报(自然科学版),1997(01):91-97.
- [4]罗慈先.酉阳县土地生产潜力和人口承载力[J].西南师范大学学报(自然科学版),1992(02):247-253.
- [5]郑海霞,封志明,游松财.基于GIS的甘肃省农业生产潜力研究[J].地理科学进展,2003(04):400-408+437-438.
- [6]汤大清.四川省太阳总辐射的气候计算方法和时空分布特征[J].西南师范学院学报(自然科学版),1983(04):84-96.
- [7]张开,罗怀良,王睿.安岳县2008-2012年农田作物植被碳储量及其空间分布[J].西南农业学报,2017,30(08):1860-1866.
- [8]张开.安岳县农田作物植被碳储量及固碳措施研究[D].四川师范大学,2015.
- [9]李波,张俊飏.我国农作物碳汇的阶段特征与空间差异研究[J].湖北农业科学,2013,52(05):1229-1233.
-