ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加中国标准文献分类

DBXXX

浙 江 省 衢 州 市 地 方 标 准

DB XXXX/T XXXXX—20XX

柑橘园碳排放核算办法
（试行）

Approaches to accounting for carbon emissions from citrus orchards

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX 发布　　XXXX - XX - XX 实施

衢州市市场监督管理局　　发 布

前　言 III
1. 范围 1
2. 规范性引用文件 1
3. 术语和定义 1
3.1 果园碳排放 Orchard carbon emission 1
3.2 温室气体 Greenhouse gas（GHG） 1
3.3 全球变暖潜势 Global warming potential （GWP) 1
3.4 二氧化碳当量 Carbon dioxide equivalent （CO_2-eq） 1
3.5 报告主体 Reporting entity 2
3.6 核算边界 System boundary 2
3.7 汇 Sink 2
3.8 源 Source 2
3.9 排放因子 Emission factor 2
3.10 碳固定 Carbon sequestration 2
3.11 碳排放总量 Total carbon emission 2
3.12 果园氧化亚氮排放 Nitrous oxide emissions from orchard 2
3.13 燃料燃烧排放 Fuel combustion emission 2
3.14 过程排放 Process-based emission 3
3.15 购入电力产生的排放 GHG emission from purchased electricity 3
3.16 活动数据 Activity data 3
3.17 地上生物量 Aboveground biomass 3
3.18 碳储量 Carbon stocks 3
3.19 含碳率 Carbon content 3
3.20 碳排放强度 Net carbon emission intensity 3
3.21 单位面积碳排放强度 Net carbon emission intensity per unit area 3
4. 核算原则与流程 3
4.1 核算原则 3
4.2 核算流程 4
5. 核算边界与范围 4
5.1 系统边界 4
5.2 时间边界 4
5.2 核算气体范围 4
6. 核算步骤与方法 5
6.1 识别温室气体排放源及种类 5
6.2 选择与收集温室气体活动数据 5
6.3 选择温室气体排放因子 5
6.4 计算温室气体排放量 6
6.5 计算果园碳储量 8
6.6 计算碳排放强度 12

7. 质量保证 13
7.1 数据质量 13
7.2 核算质量 13
8. 核算报告 14
8.1 报告主体基本信息 14
8.2 温室气体排放量、碳储量与排放强度 14
8.3 活动水平数据及来源 14
8.4 排放因子数据及来源 15
9. 核算评价 15
9.1 比较评价 15
9.2 贴标评价 15
附 录 A 16
（资料性附录） 16
A1 氧化亚氮排放 16
附 录 B 17
（资料性附录） 17
B1 不同温室气体的全球增温潜势 17
B2 废弃物燃烧的排放系数 17
B3 常用化石燃料相关参数推荐值 17
B4 电力生产排放因子推荐值 17
B5 果树生物量 18
B6 果树不同器官碳含量 18
B7 不同间作作物干基草谷比及秸秆有机碳含量 19
B8 不同种类草的产量及有机碳含量参考值 19
B9 不同管理活动的相关库变化因子缺省值（FLU、FMG 和 FI） 20
附 录 C 21
附 录 D 22
参考文献 23

前　　言

本文件依据GB/T 1.1-2020给出的规则编写。
本文件由衢州市农业农村局提出并归口。
本文件起草单位：中国农业大学、衢州市农业农村局、？？？。
本文件主要起草人：
本文件为首次发布。

柑橘园碳排放核算办法

1. 范围

本标准规定了柑橘园碳排放核算的术语与定义、核算原则与流程、核算边界与范围、核算步骤与方法、质量保证、核算报告与评价等内容。

本文件适用于指导衢州以种植胡柚、椪柑或温州蜜橘为主的柑橘园碳排放的核算，不适用于指导树种变更期、山地变果园或果园变山地等土地利用方式转变的果园碳排放核算。

2. 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/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

LY/T 3253-2021 林业碳汇计量监测术语

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 果园碳排放 Orchard carbon emission

以种植胡柚、椪柑或温州蜜橘等柑橘为主，有温室气体排放行为的法人、自然人或其他组织生产过程的碳排放、碳储存等数据信息。

3.2 温室气体 Greenhouse gas（GHG）

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注：本标准中的温室气体包含二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）和氧化亚氮（N_2O）。

[GB/T 32150-2015, 定义3.1]

3.3 全球变暖潜势 Global warming potential （GWP)

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

[GB/T 32150-2015, 定义3.15]

3.4 二氧化碳当量 Carbon dioxide equivalent （CO_2-eq）

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。
注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。
[GB/T 32150-2015，定义3.16]

3.5 **报告主体** Reporting entity

以种植胡柚、椪柑或温州蜜橘等柑橘为主，具有温室气体排放行为的法人、自然人或其他组织。

3.6 **核算边界** System boundary

与报告主体（3.5）的生产经营活动相关的温室气体排放的范围。

3.7 **汇** Sink

从大气中清除温室气体、气溶胶或温室气体前提的任何过程、活动或机制。
[LY/T 3253-2021，定义2.2.35]

3.8 **源** Source

向大气中排放温室气体、气溶胶或温室气体前提的任何过程或活动。

3.9 **排放因子** Emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。
[GB/T 32150-2015，定义3.13]

3.10 **碳固定** Carbon sequestration

增加除大气之外碳库的碳储量的过程。
[LY/T 3253-2021，定义2.1.8]

3.11 **碳排放总量** Total carbon emission

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

3.12 **果园氧化亚氮排放** Nitrous oxide emissions from orchard

果园因使用含氮的有机肥、化肥等产生的N_2O排放。
注：此处仅包含果园施肥和秸秆还田导致的土壤直接N_2O排放，间接排放氨挥发和氮淋溶渗滤暂不包括。

3.13 **燃料燃烧排放** Fuel combustion emission

果园生产中农机具和发热发电设备所需燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

3.14 **过程排放** Process-based emission

果园生产中由施肥管理和废弃物处置产生的温室气体排放。

3.15 **购入电力产生的排放** GHG emission from purchased electricity

果园生产消费的购入电力所对应的电力生产环节产生的二氧化碳排放。

3.16 **活动数据** Activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。
[GB/T 32150-2015, 定义3.12]

3.17 **地上生物量** Aboveground biomass

地表以上以干重表示的植被所以活体的生物量，包括枝、干、叶和果实、间作作物及生草作物。因花最终脱落，所以在本标准中地上部生物量不包括花。
[LY/T 3253-2021, 定义2.2.17，有改动]

3.18 **碳储量** Carbon stocks

在特定时间内保留在某个库中碳的数量。

3.19 **含碳率** Carbon content

每克干物质的碳含量。

3.20 **碳排放强度** Net carbon emission intensity

果园碳排放总量扣除果园碳库变化后单位经济产量排放的温室气体二氧化碳当量。

3.21 **单位面积碳排放强度** Net carbon emission intensity per unit area

果园碳排放总量扣除果园碳库变化后单位面积排放的温室气体二氧化碳当量。

4. 核算原则与流程

4.1 核算原则

a) 相关性。应选择适合核算和评价温室气体排放的数据源和方法。

b) 完整性。应包括相关的温室气体排放和碳储存。
c) 一致性。应能够对有关温室气体信息进行有意义的比较。
d）准确性。应减少偏见和不确定性。

4.2 核算流程

果园碳账户与碳排放核算流程如下：

（1）确定核算边界。

（2）核算温室气体排放量和果园碳储量，具体包括：

a）识别温室气体源与温室气体种类；

b）选择核算方法；

c）选择与收集温室气体活动数据；

d）选择或测算排放因子；

e）核算温室气体排放量、果园碳储量与碳排放强度。

（3）质量保证；

（4）核算报告；

（5）贴标评价。

5. 核算边界与范围

5.1 系统边界

果园系统兼具农田耕地系统和林业系统的特征，本标准中果园碳账户碳核算的系统边界分为排放源和碳汇两个部分，排放源包括果园生产过程中机械用能燃料燃烧排放，施用化肥和有机肥以及果园废弃物处置产生的过程排放，果园内用于生产、运输、田间管理等所需购入电力产生的排放；碳汇包括地上生物量碳库和土壤碳库的碳固定。由于成龄果园每年的新增地上生物量与剪枝量基本持平，因此成龄果园的碳库变化以土壤碳库为主。

注意：本标准的核算范围不包含果园生产所需的化肥、农药等生产资料生产所产生的上游化石燃料燃烧排放，以及果园废弃物离田再生产利用消耗的外部能源排放。

5.2 时间边界

果园温室气体排放量随生产过程的不同阶段发生变化，收集数据的时间长度至少应覆盖一个完整的生产过程，即至少持续一年。

5.2 核算气体范围

核算的温室气体包括：二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）和氧化亚氮（N_2O）。报告主体应根据实际排放情况确定温室气体种类。

6. 核算步骤与方法

6.1 识别温室气体排放源及种类

在所确定的核算边界范围内，按表 1 和表 2 对各类温室气体的源和汇进行识别。

表 1 果园碳账户核算边界内温室气体排放源示意表（不限于）

核算边界	温室气体源类型	排放源举例	
		排放源	温室气体种类
过程排放	生产过程排放源	化肥氮、有机肥（堆肥、沼肥、绿肥、商品有机肥等）氮等	N_2O
	废弃物处置过程排放源	果园生草、间作作物秸秆或凋落物（含剪枝）等废弃物焚烧	N_2O、CH_4
燃料燃烧排放	固定燃烧源、移动燃烧源	果园生产过程中耕、种、收、修剪等全年用到的用能设备	CO_2
		用于发电和供热的设备	CO_2
购入电力产生的排放	因果园生产从果园系统外部购入的电力等消耗源	打药设备、采摘设备、混合搅拌设备等用电设备	CO_2

表2 果园碳账户核算边界内碳汇示意表（不限于）

核算边界	碳汇类型	温室气体种类
地上生物量碳库	果树的干、枝、叶、果实等果树碳库	CO_2（固碳/释放碳）
	间作豆科、禾本科等作物的间作作物碳库	CO_2（固碳/释放碳）
	果园生草或种植绿肥带来的果树下草本层	CO_2（固碳/释放碳）
土壤碳库	一定深度土层的有机质	CO_2（固碳/释放碳）

6.2 选择与收集温室气体活动数据

报告主体应按照优先级由高到低的次序选择和收集数据，如表3所示。

表 3 温室气体活动水平数据收集优先级

数据类型	描述	优先级
原始数据	直接计量、监测获得的数据	高
二次数据	通过原始数据折算获得的数据，如：根据年度购买量及库存量的变化确定的数据；根据财务数据折算的数据等。	中
替代数据	来自相似过程或活动的数据。	低

6.3 选择温室气体排放因子

报告主体应对温室气体排放因子的来源作出说明。在获取温室气体排放因子时，应考虑如下因素：

a）来源明确，有公信力；

b）适用性；

c）时效性。

温室气体排放因子获取优先级如表4所示。

表 4 温室气体排放因子获取优先级

数据类型	描述	优先级
排放因子实测值或测算值	通过果园直接监测等方法得到的排放因子或相关参数值。	高
排放因子参考值	来源于国家、省级、地级及其他权威机构等测算出的排放因子，或相关的数据库获取排放因子。	中
	采用 IPCC 国家温室气体清单指南、我国省级温室气体清单指南、我国碳排放交易试点城市温室气体排放核算指南、具有行业公信力的学术期刊上发表的温室气体默认排放因子。	低

6.4 计算温室气体排放量

6.4.1 过程排放

果园过程排放包括施肥造成的N_2O排放和废弃物燃烧产生的温室气体排放，以二氧化碳当量（CO_2-eq）为单位进行加总，见式（1）：

$$E_{过程} = E_{F-N_2O} + E_{Fire} \quad \text{（1）}$$

式中：

$E_{过程}$——一个自然年中果园温室气体过程排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

E_{F-N_2O}——一个自然年中果园生产系统施肥导致的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

E_{Fire}——一个自然年中果园废弃物燃烧导致的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）。

6.4.1.1 施肥造成的 N_2O 排放

$$E_{F-N_2O} = E_{N_2O} \times A \times GWP_{N_2O} \quad \text{（2）}$$

式中：

E_{F-N_2O} ——一个自然年中果园生产系统施肥引起的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

E_{N_2O}——一个自然年中单位面积果园施肥引起的 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮每公顷（t N_2O/ha），具体算法见附录 A1；

A——果园面积，单位为公顷（ha）；

GWP_{N_2O}——N_2O的全球增温潜势值，见附录B1；

6.4.1.2 果园废弃物燃烧产生的温室气体排放

$$E_{Fire} = \sum_i \left(M_i \times EF_{N_2O,i} \times GWP_{N_2O} + M_i \times EF_{CH_4,i} \times GWP_{CH_4}\right) \times \mathrm{a} \times 10^{-6} \quad \text{（3）}$$

式中：

E_{Fire}——一个自然年中果园废弃物燃烧导致的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

M_i——一个自然年中果园第i种可用于燃烧的废弃物的总质量，单位为千克（kg）；

$EF_{N_2O,i}$ ——第i种废弃物燃烧的N_2O排放系数，单位为克每千克（g/kg），见附录B2；

$EF_{CH_4,i}$ ——第i种废弃物燃烧的CH_4排放系数，单位为克每千克（g/kg），见附录B2；

a ——果园废弃物的燃烧系数，见附录B2；

10^{-6}——单位转换系数；

GWP_{N_2O}——N_2O的全球增温潜势值，见附录B1；

GWP_{CH_4}——CH_4的全球增温潜势值，见附录B1。

6.4.2 燃料燃烧排放

按照燃料种类分别计算其燃烧产生的温室气体排放量，并以二氧化碳当量（CO_2-eq）为单位进行加总，见式（4）：

$$E_{燃料} = \sum_i (AD_{燃料,\ i} \times EF_{燃料,\ i}) \quad \text{.....（4）}$$

式中：

$E_{燃料}$——一个自然年中，果园生产所需燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

$AD_{燃料,\ i}$—— 核算报告年度内第i种化石燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{燃料,\ i}$—— 第i种化石燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（t CO_2-eq/GJ）；

i —— 化石燃料的种类；

$$AD_{燃料,\ i} = FU_{燃料,\ i} \times NCV_{燃料,\ i} \quad \text{.....（5）}$$

式中：

$AD_{燃料,\ i}$ ——一个自然年中，第i种化石燃料的活动水平，单位为吉焦（GJ）；

$FU_{燃料,\ i}$ ——一个自然年中，果园第i种化石燃料的年消耗量，对固体或液体燃料以吨（t）为单位，对气体燃料以万立方米（10^4m^3）为单位；化石燃料消耗量数据统计以报告主体果园生产的能源台账或统计报表来确定，或参考附录C1中的经验值。

$NCV_{燃料,\ i}$ ——第i种化石燃料的低位发热值，采用附录表B3提供的推荐值，对固体或液体燃料以吉焦每吨（GJ/t）为单位，对气体燃料以吉焦每万立方米（GJ/10^4m^3）为单位；本指南给出了不同燃料的低位发热值缺省值，具体数值见附录B3；

i ——化石燃料的种类。

$$EF_{燃料,\ i} = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad \text{.....（6）}$$

式中：

$EF_{燃料,\ i}$ ——第i种燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（t CO_2-eq /GJ）；

CC_i—— 第i种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（t C /GJ）；

OF_i ——第i种燃料的碳氧化率；

44/12 ——二氧化碳与碳的分子量之比；

i ——化石燃料的种类。

注：本指南给出了化石燃料的单位热值含碳量、碳氧化率，具体数值见附录B3。

6.4.3 购入电力产生的排放

购入电力产生的温室气体排放通过报告主体果园生产消耗的电量与排放因子的乘积获得，以二氧化碳当量为单位，见式（7）：

$$E_{购入电} = AD_{购入电} \times EF_{电}/1000 \quad (7)$$

式中：

$E_{购入电}$——一个自然年中，果园生产所需购入电力所产生的CO_2排放，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

$AD_{购入电}$——一个自然年中，果园生产所需购入的电力量，单位为千瓦时（kWh）。电量以报告主体果园生产的台账或统计报表来确定，或参考附录C1中各环节用电量的经验值来换算。

$EF_{电}$——电力生产排放因子，单位为kg CO_2/kWh，见附录B4。

1000——单位转换系数。

6.4.4 果园温室气体排放总量

果园温室气体排放总量即是果园内过程排放、燃料燃烧排放和购入电力排放之和，计算公式（8）：

$$E = E_{过程} + E_{燃料} + E_{购入电} \quad (8)$$

式中：

E——一个自然年中，果园温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

$E_{过程}$——一个自然年中，果园过程温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

$E_{燃料}$——一个自然年中，果园生产所需燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

$E_{购入电}$——一个自然年中，果园生产所需购入电力所产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）。

6.5 计算果园碳储量

6.5.1 果园地上生物量碳库

果园地上生物量碳库包括果树碳库、果园间作作物碳库和草本层碳库。果园地上生物量碳库计算公式为（9）：

$$C_{地上} = C_{果树} + C_{间作} + C_{草} \quad (9)$$

式中：

$C_{地上}$——果园地上生物量碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{果树}$——果园果树碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{间作}$——果园间作作物碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{草}$——果园草本层碳库，单位为吨碳（t C）；

6.5.1.1 果树碳库

果园果树碳库由果树地上部各器官（枝、杆、叶和果实）生物量与其含碳率计算的各器官碳密度算得（见公式10）：

$$C_{果树} = \sum_i M_i \times C_i / 1000 \times N \quad \text{.....（10）}$$

式中：

$C_{果树}$——果园果树碳库，单位为吨碳（t C）；

M_i——果园内果树第i种器官的干基生物量，单位为千克每株（kg/株），参考值见附录B5；

C_i——果园内果树第i种器官的干基含碳率，参考值见附录B6；

N——果园内果树数量，单位为株；

6.5.1.2 果园间作作物碳库

果园间作作物碳库是指当果园内种植间作种植且不将其进行焚烧时产生的间作作物生物量碳库，由间作作物的总生物量与其含碳率的乘积计算，公式（11）：

$$C_{间作} = A \times B_{间作} \times W_{间作} \times C_{间作} \text{.....（11）}$$

式中：

$C_{间作}$——果园间作作物碳库，单位为吨碳（t C）；

A——果园面积，单位为公顷（ha）；

$B_{间作}$——果园内间作作物种植面积比例，单位为%；

$W_{间作}$——单位面积内间作作物的干基总生物量，单位为吨每公顷（t/ha），不同间作作物的草谷比见附录B7；

$C_{间作}$——间作作物秸秆的干基含碳率，见附录B7；

6.5.1.3 草本层碳库

果园草本层碳库是指果园树下自然生草和种植生草无焚烧时产生的草本层生物量碳库，由草本层生物总量与其含碳率的乘积计算，公式（12）：

$$C_{草} = A \times B_{草} \times W_{草} \times C_{草} \text{.....（12）}$$

式中：

$C_{草}$——果园草本层碳库，单位为吨碳（t C）；

A——果园面积，单位为公顷（ha）；

$B_{草}$——果园内草的面积比例，单位为%；

$W_{草}$——单位面积内草本层干基生物量，单位为吨每公顷（t/ha），参考值见附录B8；

$C_{草}$——草本层不同种类草的干基含碳率，见附录B8；

6.5.1.4 果园地上生物量碳库变化速率

地上生物量碳库变化速率可以由每年果树碳库、间作作物碳库和草本层碳库的变化量加和求得。计算公式为（13）：

$$\Delta C_{地上} = \frac{C_{地上T} - C_{地上0}}{T} = \Delta C_{果树} + \Delta C_{间作} + \Delta C_{草} = \frac{C_{果树T} - C_{果树0} + C_{间作T} - C_{间作0} + C_{草T} - C_{草0}}{T} \quad \text{.....（13）}$$

$\Delta C_{地上}$——果园地上生物量碳库变化速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

$C_{地上T}$——核算期最后一年的果园地上生物量碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{地上0}$——核算期初始年的果园地上生物量碳库，单位为吨碳（t C）；

T——核算周期，单位年。

$\Delta C_{果树}$——果园果树碳库变化速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

$\Delta C_{间作}$——果园间作作物碳库变化速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

$\Delta C_{草}$——果园草本层碳库变化速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

$C_{果树T}$——核算期最后一年的果园果树碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{果树0}$——核算期初始年的果园果树碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{间作T}$——核算期最后一年的果园间作作物碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{间作0}$——核算期初始年的果园间作作物碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{草T}$——核算期最后一年的果园草本层碳库，单位为吨碳（t C）；

$C_{草0}$——核算期初始年的果园草本层碳库，单位为吨碳（t C）。

在果树幼树期和结果初期，枝梢生长迅速，树冠持续扩大，果树修剪弱以增长树势为主；在盛果期，果树新稍生长减缓，为保持良好的树型每年新增的树体生物量与修剪的生物量几乎持平。因此根据树龄，幼树期和结果初期（嫁接树一般树龄在2~10年范围，实生树一般树龄在5~15年范围）果树碳库随着树龄变化而增长，盛果期（嫁接树一般树龄在10~40年范围，实生树一般树龄在15~50年范围）果树碳库为果实碳库（果树生育期分类依据见附录D）。若果园每年的间作作物种类和生长情况一致，生草种类和长势一致，则果园间作作物碳库和草本层碳库也可视为是一个固定值。由此分情况，果园地上生物量碳库变化量计算公式可简化如下：

表 5 分情况果园地上生物量碳库变化量计算公式

果树生育时期	每年间作情况	每年生草情况	计算公式
幼树期和结果初	多年生作物或每年情	多年生草或每年生草情	$\Delta C_{地上} = \Delta C_{果树} + \Delta C_{间作} + \Delta C_{草}$

期	况不一致	况不一致	
幼树期和结果初期	一年生作物且每年情况一致	多年生草或每年生草情况不一致	$\Delta C_{地上} = \Delta C_{果树} + \Delta C_{草}$
幼树期和结果初期	多年生作物或每年情况不一致	一年生草且每年生草情况一致	$\Delta C_{地上} = \Delta C_{果树} + \Delta C_{间作}$
幼树期和结果初期	一年生作物且每年情况一致	一年生草且每年生草情况一致	$\Delta C_{地上} = \Delta C_{果树}$
盛果期	多年生作物或每年情况不一致	多年生草或每年生草情况不一致	$\Delta C_{地上} = C_{果实} + \Delta C_{间作} + \Delta C_{草}$
盛果期	一年生作物且每年情况一致	多年生草或每年生草情况不一致	$\Delta C_{地上} = C_{果实} + \Delta C_{草}$
盛果期	多年生作物或每年情况不一致	一年生草且每年生草情况一致	$\Delta C_{地上} = C_{果实} + \Delta C_{间作}$
盛果期	一年生作物且每年情况一致	一年生草且每年生草情况一致	$\Delta C_{地上} = C_{果实}$

6.5.2 **土壤碳库**

果园土壤碳库主要受原始土壤碳库、土地利用方式、土壤管理和有机质投入等因素影响。计算公式（14）：

$$SOC = \sum\left(SOC_{参考} \times F_{LU} \times F_{MG} \times F_I \times A\right) \quad \text{（14）}$$

式中：

SOC——果园土壤碳库，单位为吨碳（t C）；

$SOC_{参考}$——参考碳库，以0-30cm耕层计，单位为吨碳/公顷（t C/ha），参考值见附录B9。

F_{LU}——特定土地利用中土地利用系统或亚系统的库变化因子，无量纲见附录B9；

F_{MG}——土地管理的库变化因子，无量纲，见附录B9；

F_I——有机质投入的库变化因子，无量纲，见附录B9；

A——果园面积，单位为公顷（ha）。

土壤碳库变化速率可根据土壤有机质碳库变化计算，如公式（15）所示:

$$\Delta SOC = \frac{(SOC_T - SOC_0)}{T} \quad \text{（15）}$$

式中：

⊿SOC——果园土壤中的年度碳库变化速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

SOC_T——核算期最后一年的土壤有机碳库，单位为吨碳（t C）；

SOC_0——核算期初始年的土壤有机碳库，单位为吨碳（t C）；

T——核算周期，单位年。

6.5.3 果园碳储量

果园碳储量包括果园地上部生物量碳库和土壤碳库，即公式（16）：

$$C = C_{地上} + SOC \quad (16)$$

式中：

C——果园碳储量，单位为吨碳（t C）。

$E_{地上}$——果园地上生物量碳库，单位为吨碳（t C）；

SOC——果园土壤碳库，单位为吨碳（t C）。

6.5.4 果园固碳速率

果园固碳速率是地上部生物量碳库的变化速率与土壤碳库的变化速率之和。见公式（17）：

$$\Delta C = \Delta C_{地上} + \Delta SOC \quad (17)$$

⊿*C*——果园固碳速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

$\Delta C_{地上}$——果园地上生物量碳库年变化速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

⊿*SOC*——果园土壤中的年度碳库变化速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

6.6 计算碳排放强度

6.6.1 果园每年的碳排放强度

果园的碳排放强度计算公式（18）：

$$P = \frac{netE}{Y} \quad (18)$$

式中：

P——核算年份果园的碳排放强度，单位为吨二氧化碳当量每吨（t CO_2-eq/t）；

netE——核算年份中果园温室气体净排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

Y——核算年份中果园果实的总经济产量，单位为吨（t）。

注意：因幼树期无果实产量，幼树期果树不进行碳排放强度计算。

果园的温室气体净排放总量是核算年份果园温室气体排放总量减去核算年份内果园碳库的变化量，公式为（19）：

$$netE = E - \Delta C \times 1 \times \frac{44}{12} \quad (19)$$

*net*E——核算年份果园的温室气体净排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

E——核算年份果园的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

△C——核算年份果园固碳速率，单位为吨碳每年（t C/yr）；

1——核算年份数量为1年，单位为年（yr）；

44/12——碳与二氧化碳的转化式。

6.6.3 果园单位面积碳排放强度

果园单位面积碳排放强度是果园的温室气体净排放总量除以果园种植面积的值，公式为（20）：

$$P_a = \frac{netE}{A} \quad (19)$$

Pa——核算年份果园单位面积碳排放强度，单位为吨二氧化碳当量每公顷（t CO_2-eq/ha）；

*net*E——核算年份果园的温室气体净排放总量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2-eq）；

A——果园面积，单位为公顷（ha）。

7. 质量保证

7.1 数据质量

7.1.1 数据特性

数据应具有如下特性：

a）技术代表性：数据应反映生产中实际使用的技术程度；

b）地区代表性：数据应反映系统边界内生产活动发生的实际地理位置的程度，例如，核算对象所在区域经纬度；

c）时间代表性：数据应反映实际生产时间或使用年限程度；

d）完整性：数据应包括生产中与温室气体排放相关的所有过程，且各过程尽可能获取完整数据，并在最大程度上代表实际生产情况；

e）可靠性：用于获取数据的数据源，数据搜集方法和核算程序的可依赖程度。数据应确保真实、准确。

7.1.2 数据选择

数据选择应遵循如下优先原则：

a）数据的年份和收集数据的最短时间期限，以及针对具体被核算产品的时间数据优先；

b）搜集所在地理区域以及针对具有地理特性的产品的具体数据优先；

c）针对具体某项技术或一套混合技术以及针对产品的具体技术数据优先；

d）对核算结果有显著影响的过程，收集该过程的原始数据优先；

7.2 核算质量

7.2.1 碳核算数据应包括相关果园系统边界范围内碳源和碳汇的所有数据。

7.2.2 数据应以文件形式记录并保存，保存时间应为五年或产品预期寿命中的最长时间。

7.7.3 报告主体应加强温室气体数据质量管理工作，包括但不限于：

a）建立果园温室气体核算和报告的规章制度，包括负责部门和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；指定专职人员负责果园温室气体核算和报告工作；

b）建立温室气体排放源和碳汇一览表，对于不同源汇的活动数据和排放因子数据的获取提出相应的要求；

c）建立健全温室气体数据记录管理体系，包括数据来源、数据获取时间及相关责任人等信息的记录管理；

d）建立果园温室气体排放报告内部审核制度，确保数据真实、准确、可靠，定期对温室气体核算数据进行交叉校验，对可能产生的数据误差风险进行识别，并提出相应的解决方案。

8. 核算报告

8.1 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括果园名称、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

8.2 温室气体排放量、碳储量与排放强度

报告主体应报告在核算和报告期内温室气体排放总量和果园碳储量，并分别报告果园施用肥料的N_2O排放、果园废弃物燃烧温室气体排放、燃料燃烧CO_2排放量、购入的电力产生的CO_2排放量，以及果园碳储量、地上生物量碳储量、土壤碳储量和果园固碳速率。

8.3 活动水平数据及来源

报告主体应报告的活动数据包括但不限于下表：

表 6 活动数据指标（不限于）

指标分类	具体指标
果园主体基本信息	种植主体类型、区域位置、果园面积等
果园基本情况	果树品种、树龄、种植面积、产量、单价、基茎大小等
能源消耗情况	柴油消耗量、汽油消耗量等
电力消耗情况	外购电力消耗量等
有机肥使用情况	有机肥种类、养分含量、使用量、施用方式等
化肥使用情况	氮肥种类、氮肥名称、养分含量、用量、施用方式等
间作作物情况	间作作物种类、年限、产量、还田情况等
生草情况	生草种类、生草年限、生物量、还田情况等
其他田间管理情况	整地情况相关指标

	剪枝情况相关指标
	病虫害管理相关指标

并记录上述数据的来源。

8.4 排放因子数据及来源

报告主体应报告的排放因子数据包括但不限于：

a）消耗各种燃料的单位热值含碳量和碳氧化率；

b）施用化肥或有机肥的田间温室气体排放因子；

c）购入电力的生产等间接排放的排放因子。

并记录上述数据的来源。

9. 核算评价

9.1 比较评价

报告主体根据果园当前和历史碳核算数据，分析果园排放趋势和固碳特征，评价果园碳排放强度上升或下降程度，并根据最大排放源和碳汇源，制定减排计划与固碳措施。

9.2 贴标评价

根据果园管理方式进行计算，当盛果期果园采用各种减排固碳技术后，其果园单位面积排放强度可小于-100 t CO_2-eq/ha，由此根据报告主体果园每年单位面积碳排放强度指标所在的区间分别进行贴标，小于-4 t CO_2-eq/ha的排放主体贴深绿，介于-4 t CO_2-eq/ha~-2 t CO_2-eq/ha的报告主体贴浅绿，介于-2 t CO_2-eq/ha~0 t CO_2-eq/ha的报告主体贴黄色，大于0 t CO_2-eq/ha的报告主体贴红色。

单位面积碳排放强度区间	贴标颜色
（-∞，-4 t CO_2-eq/ha]	深绿
（-4 t CO_2-eq/ha, -2 t CO_2-eq/ha]	浅绿
（-2 t CO_2-eq/ha, 0 t CO_2-eq/ha]	黄色
（0 t CO_2-eq/ha, +∞）	红色

附　录　A

（资料性附录）

A1 氧化亚氮排放

$$E_{N_2O} = （1.96 + (F_{SN} + F_{ON}) \times EF_1） \times \frac{44}{28}$$

式中：

E_{N2O}——一个自然年中单位面积果园施肥引起的N_2O排放量，单位为吨氧化亚氮每公顷（t N_2O/ha）；

F_{SN}—— 一个自然年中单位面积果园施用无机氮（纯养分）的总施用量，单位为t N/ha；

F_{ON}—— 一个自然年中单位面积果园施用动物粪肥、堆肥等有机氮总量（纯养分的总施用量），单位为t N/ha；

EF_1——氮肥N_2O直接排放系数，取0.84%（Xu et al., 2022）；

1.96——为果园氮素的氧化亚氮损失基础值，单位为kg N/ha（Xu et al., 2022）；

44/28——是N_2O与N的分子转化比例。

参考来源：Xu Pinshang, Li Zhutao, Wang Jinyang et al. Fertilizer-induced nitrous oxide emissions from global orchards and its estimate of China, Agriculture, Ecosystems & Environment, 2022, 328.

附　录　B

（资料性附录）

B1 不同温室气体的全球增温潜势

温室气体类型	GWP_{20}	GWP_{100}	来源
N_2O	264	265	IPCC, 2014, AR5
	273	273	IPCC, 2019, AR6
CH_4	84	28	IPCC, 2014, AR5
	79.7	27.0	IPCC, 2019, AR6

注意：GWP_{20}为20年时间跨度的全球增温潜势，GWP_{100}为100年时间跨度的全球增温潜势。

B2 废弃物燃烧的排放系数

燃烧系数	CH_4 (g/kg)	N_2O (g/kg)	来源
0.80	2.7	0.07	IPCC，2019

B3 常用化石燃料相关参数推荐值

燃料品种		计量单位	低位发热值 GJ/t 或 GJ/10^4m^3	单位热值含碳量 t C/GJ	燃料碳氧化率
固体燃料	无烟煤	t	26.7	27.4×10^{-3}	0.94
	烟煤	t	19.570	26.1×10^{-3}	0.93
	褐煤	t	11.9	28.0×10^{-3}	0.96
	型煤	t	17.460	33.6×10^{-3}	0.90
液体燃料	汽油	t	43.070	18.9×10^{-3}	0.98
	柴油	t	42.652	20.2×10^{-3}	0.98
气体燃料	天然气	10^4m^3	389.31	15.3×10^{-3}	0.99
	其他煤气	10^4m^3	52.270	12.2×10^{-3}	0.99

参考来源：GB/T 32151.10-2015。

B4 电力生产排放因子推荐值

类别	数值	单位	来源
华东区域电力生产排放因子	0.7035	kg CO_2-eq/kWh	《2011年和2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》

B5 果树生物量

整合两篇文献中 16 个不同基茎大小柑橘果树与果树生物量的实测数据，建立关系发现果树生物量 y(kg/株)与果树基茎 x（cm）大小之间存在指数关系 $y=4.1201*e^{0.1486x}$，$R^2=0.9532$，本标准用该公式来推算不同果树的生物量。而各器官生物量随着树龄的增长，其生物量在整棵树生物量的占比有变化，本标准以重庆柑橘园果树研究的结果做参考，结果见下表：

基茎范围（cm）	树干生物量占总生物量比例	树根生物量占总生物量比例	树枝生物量占总生物量比例	树叶生物量占总生物量比例	果实生物量占总生物量比例
4-12	31.9	22.74	18.91	12.40	11.09
12-20	36.09	30.74	13.26	6.37	14.30
20-24	37.56	34.88	12.63	3.82	13.78

原始数据参考来源：

吴晓莲, 程玥晴, 罗友进, 陈霞, 谢永红, 2014. 重庆三峡库区柑橘果园系统碳储量及碳汇潜能研究. 西南农业学报, 无 27, 693–698.

林清山, 洪伟, 吴承祯, 林勇明, 陈灿, 2010. 永春县柑橘林生态系统的碳储量及其动态变化. 生态学报, 无 30, 309–316.

B6 果树不同器官碳含量

研究发现树龄对柑橘各器官碳含量的影响不显著，因此用不同研究的均值来表示各器官的碳含量。

器官	果实	树干	树根	树叶	树枝
碳含量（%）	53.82	51.71	49.74	48.65	51.53

原始数据参考来源：

吴志丹, 王义祥, 翁伯琦, 蔡子坚, 温寿星, 2008. 福州地区 7 年生柑橘果园生态系统的碳氮储量. 福建农林大学学报(自然科学版), 无 316–319.

吴晓莲, 程玥晴, 罗友进, 陈霞, 谢永红, 2014. 重庆三峡库区柑橘果园系统碳储量及碳汇潜能研究. 西南农业学报, 无 27, 693–698.

林清山, 洪伟, 吴承祯, 林勇明, 陈灿, 2010. 永春县柑橘林生态系统的碳储量及其动态变化. 生态学报, 无 30, 309–316.

B7 不同间作作物干基草谷比及秸秆有机碳含量

在胡柚类柑橘果园中，间作作物主要有大豆、油菜、花生等，其干基秸秆有机碳含量及草谷比参考如下：

间作作物秸秆	干基有机碳（%）	干基草谷比
大豆秸秆	45.3	1.6
甘薯藤	36.7	1.7
油菜秸秆	44.9	1.5
花生秸秆	42.6	0.8
西瓜藤	29.9	-
辣椒秆	37.9	-
番茄秆	37.4	-
豌豆/蚕豆/绿豆	40.0	1.6

参考来源：中国有机肥料养分志，1999.

B8 不同种类草的产量及有机碳含量参考值

种类	烘干基有机碳含量（%）	鲜基有机碳（%）	鲜基产量（t/ha）	鲜基含水量（%）
紫云英	46.0	5.2	72.75	88.8
苕子	43.0	8.3	30-45	81.1
箭舌豌豆	41.6	9.4	15-30	79.8
草木樨	45.2	8.8	22.5-30	80.8
田菁	46.4	10.2	15-60	70.6
黄花苜蓿	43.7	11.8	30-90	79.0
三叶草	41.3	7.8	30-75	81.0
肥田萝卜	41.1	5.6	30-45	85.8
飞机草/白头翁	29.6	6.8	-	77.2
肿柄菊/太阳花	44.2	9.6	7.5	80.5
野葛	30.1	10.3	3-4.5	65.0
茅草	33.2	14.6	-	56.6
蒿草	40.3	9.4	-	75.4
多变小冠花	42.0	9.74	37.5-90	76.8
蚕豆	41.8	8.5	15-45	79.7
油菜	48.5	4.6	15-22.5	89.2
绿豆	44.8	12.6	22.5-27	73.2

参考来源：中国有机肥料养分志，1999。

B9 不同管理活动的相关库变化因子缺省值（FLU、FMG 和 FI）

0-30 厘米深度矿质土壤的土壤有机碳库(天然植被的)缺省参考值即 $SOC_{参考}$为 64 吨碳/公顷。

因子类型	管理方式	缺省值	说明
土地利用 F_{LU}	多年生 / 树种	0.72	长期多年生树种，如水果和坚果树、咖啡和可可，估算碳库变化时还需要考虑投入和耕作因子。
耕作 F_{MG}	充分耕作	1.00	对土壤进行充分耕作和/或频繁（年内）耕作等大量的 干扰。在种植期，地表覆盖的残余物很少（通常低于 30%）。
	少耕	1.05	只进行一次和/或二次浅耕和不充分耕地，减少对土壤的干扰。在种植期，地表落叶残余物覆盖率通常高于 30%。
	免耕地	1.10	不经耕地直接进行播种，只在播种区最低限度干扰土壤。
投入 F_I	低	0.92	果园凋落物被清除或烧除，种植凋落物少的果树，同时不使用矿物质肥料，或不种植固氮作物。
	中	1.00	果园凋落物还田、少耕和不施肥的管理模式。使用矿物质肥料或种植固氮作物。如果凋落物被清除，则添加补充有机质（例如，粪肥）。还需要施用矿物质肥料或种植固氮作物。
	高-无粪肥	1.11	通过采取凋落物还田、种植绿肥、果园生草等措施，改良地休耕、在年度中频繁使用多年生草等，实现比中等碳投入更高的作物残余物还田效果，但不施粪肥。
	高-有粪肥	1.44	增施外源性有机质肥料，包括有机肥、生物有机肥、有机源土壤调理剂、有机源生物腐植酸肥料、外源秸秆等，有明显高于中等碳输入系统的大量碳投入。

参考来源：IPCC, 2019。

附　录　C

（经验值附录）

C1 果园管理各环节燃油和用电量经验值

经农户调研和农机手访谈，总结出柑橘果园管理各环节燃油和用电量的经验值，仅供无法提供具体燃油消耗和用电量的柑橘果园主体参考。

环节	**柴油用量（kg/次/亩）**	**汽油用量（kg/次/亩）**	**电用量（Kw h/次/亩）**
穴施肥		1.5-3	
沟施肥	1.5-6	1.5-6	
割草		0.5-4	
打药		0.5-2	0.5-2
灌溉		2-6	1-8
环节	**柴油用量（kg/次/t）**	**汽油用量（kg/次/t）**	**电用量（Kw h/次/t）**
传送带运输	1-2.5		

附　录　D

（资料性附录）

D1 柑橘果树生育时期分类标准

本标准整合文献和专家意见，认为胡柚类柑橘果树四个时期按照树龄分别为：

1、幼树期即营养生长时期：特点是枝梢生长迅速,极性生长强,分枝性弱,花芽不易形成,即使开了花也不易结果。 嫁接树一般树龄在 2~4 年，实生树一般树龄在 5~8。

2、结果初期：这是营养生长转入生殖生长的时期。其特点是新梢生长旺盛，树冠继续扩大。根系向深层及四周扩张快。花少，座果率较低。果实较大，但组织粗，果废厚果肉含水量高，味淡。果实着色较迟，形状变化较多。嫁接树一般树龄在 5~10，实生树一般树龄在 8~15。

3、盛果期：特点是新梢生长逐渐减弱，树冠扩大缓慢，全树形成大量花芽，中短果枝比例大。密闭部位的枝梢开始干枯。果实品质好，耐贮藏，这一时期的长短因品种和栽培管理而异。嫁接树一般树龄在 10~40，实生树一般树龄在 15~50。

4、衰老期：特点是整个树冠表现衰老状态，新梢开始衰退，生长量很少，枯枝渐多。花芽分化过多，但座果率降低，落花落果多。大小年结果严重，产量逐渐下降。果实小，含酸高，品质劣。 嫁接树一般树龄在 40 以后、实生树一般树龄在 50 以后。

参考来源：

李居信. 浙川柑橘生态环境. 河南科学技术出版社. 1989.

刘建军. 科学种植柑橘. 四川科学技术出版社. 2018.

四川省农科院果树研究所. 四川柑橘. 四川人民出版社. 1979.

谢深喜. 柑橘现代栽培技术. 湖南科学技术出版社. 2014.

周绂. 柑橘栽培. 湖北科学技术出版社. 1985.

参 考 文 献

[1] GB/T 32151.10-2015 温室气体排放核算与报告要求，第10部分：化工生产企业
[2] IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,2019.
[3] Xu Pinshang, Li Zhutao, Wang Jinyang et al. Fertilizer-induced nitrous oxide emissions from global orchards and its estimate of China, Agriculture, Ecosystems & Environment, 2022, 328.
[4] 国家气候战略中心. 2011年和2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子. 2014.
[5] 李居信. 浙川柑橘生态环境. 河南科学技术出版社. 1989.
[6] 林清山, 洪伟, 吴承祯, 林勇明, 陈灿, 2010. 永春县柑橘林生态系统的碳储量及其动态变化. 生态学报, 无 30, 309－316.
[7] 刘建军. 科学种植柑橘. 四川科学技术出版社. 2018.
[8] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料养分志.1999.
[9] 四川省农科院果树研究所. 四川柑橘. 四川人民出版社. 1979.
[10] 吴晓莲, 程玥晴, 罗友进, 陈霞, 谢永红, 2014. 重庆三峡库区柑橘果园系统碳储量及碳汇潜能研究. 西南农业学报, 无 27, 693－698.
[11] 吴志丹, 王义祥, 翁伯琦, 蔡子坚, 温寿星, 2008. 福州地区7年生柑橘果园生态系统的碳氮储量. 福建农林大学学报(自然科学版), 无 316－319.
[12] 谢深喜. 柑橘现代栽培技术. 湖南科学技术出版社. 2014.
[13] 周绂. 柑橘栽培. 湖北科学技术出版社. 1985.