

DB 3308

浙江省衢州市地方标准

DB 3308/T 153—2024

柑橘园碳排放核算办法

Approaches to accounting for carbon emissions from citrus orchards

2024 - 09 - 20 发布

2024 - 10 - 20 实施

衢州市市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 核算原则与流程 3

5 核算边界与范围 4

6 核算步骤与方法 5

7 质量保证 11

8 核算报告 11

附录 A（资料性） 氧化亚氮排放 12

附录 B（资料性） 排放因子及其他参数 13

附录 C（资料性） 果园管理各环节燃油和用电量的经验值..... 16

附录 D（资料性） 柑橘果树生育时期分类标准..... 17

附录 E（资料性） 果园活动数据记录表..... 18

参考文献 20

前 言

本标准按照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。

本标准由衢州市农业农村局提出并归口。

本标准起草单位：衢州市农业特色产业发展中心、中国农业大学、衢州市美丽乡村建设中心、常山县农业农村局、常山县大宝山胡柚种植基地。

本标准主要起草人：毛莉华、李贝、丁利群、张卫峰、杨明府、张姬雯、朱齐超、张鑫、徐霄、吴群、刘伟伟、彭国方。

本标准为首次发布。

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原则与流程、核算边界与范围、核算步骤与方法、质量保证和核算报告等内容。

本标准适用于以种植胡柚或椪柑为主的柑橘园碳排放核算，不适用于柑橘园树种变更期、山地变果园或果园变山地等土地利用方式转变的碳排放核算。

注：在不引起混淆的情况下，本标准中的“柑橘园”用“果园”来代表。

2 规范性引用文件

本标准没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

碳排放 Carbon emissions

在特定时段内向大气中释放温室气体的过程。

[来源：GB/T 32150.10—2023, 3.2]

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。

[来源：GB/T 32150—2015, 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。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.15]

3.4

二氧化碳当量 Carbon dioxide equivalent (CO₂-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。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.16]

3.5

报告主体 Reporting entity

具有温室气体排放行为的法人企业或视同法人的独立核算单位。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.2]

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。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.3]

3.7

汇 Sink

从大气中清除温室气体、气溶胶或温室气体前体的任何过程、活动或机制。

[来源：LY/T 3253, 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体的任何过程或活动。

[来源：LY/T 3253, 2.2.36]

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。

[来源：GB/T 32150—2015, 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。

[来源：LY/T 3253, 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（以二氧化碳当量计算）。

3.12

燃料燃烧排放 Fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.7]

3.13

过程排放 Process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.8]

3.14

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。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.9, 有修改]

3.15

活动数据 Activity data

导致温室气体排放的生产与消费活动量的表征值。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.12]

3.16

地上生物量 Aboveground biomass

土壤层以上以干重表示的植被所有活体的生物量，包括干、枝、叶和果实。因花和种子最终脱落，且量不大，因此本标准中地上部生物量不包括花和种子。

[来源：LY/T 3253, 2.2.17, 有修改]

3.17

碳储量 Carbon stocks

一个库中碳的数量，单位:吨碳（tC）。

[来源：LY/T 3253, 2.2.33]

3.18

含碳率 Carbon content

每单位干物质的碳含量百分率，单位为%。

3.19

碳排放强度 Carbon emission intensity

单位面积或单位产量增长所产生的温室气体排放量。

4 核算原则与流程

4.1 核算原则

- 4.1.1 相关性。应选择适合核算温室气体排放的数据来源和方法。
- 4.1.2 完整性。应包括所有相关的温室气体源和汇。
- 4.1.3 一致性。应能够对有关温室气体信息进行有意义的比较。
- 4.1.4 准确性。应减少偏见和不确定性。

4.2 核算流程

开展柑橘园碳排放核算和报告的工作流程分为4个步骤，见图1：

- a) 确定核算边界和范围；
- b) 核算温室气体排放量和果园碳储量，具体包括：
 - 1) 识别温室气体来源与种类；
 - 2) 选择与收集温室气体活动数据；
 - 3) 选择温室气体排放因子；
 - 4) 计算温室气体排放量；
 - 5) 计算碳储量；
 - 6) 计算碳排放强度。
- c) 质量保证；
- d) 核算报告。

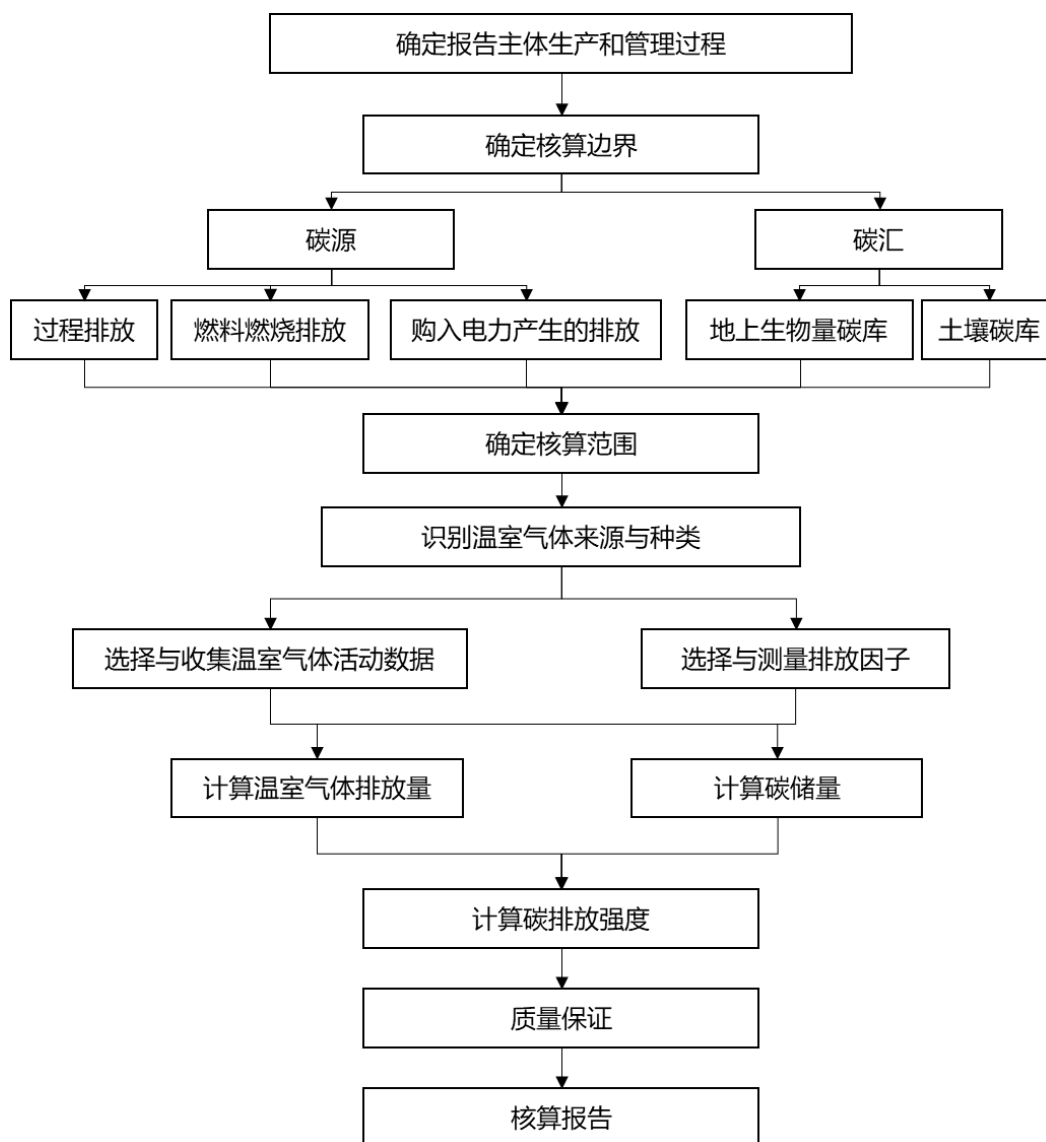


图 1 柑橘园碳排放核算流程图

5 核算边界与范围

5.1 系统边界

柑橘园碳排放核算的系统边界分为温室气体排放源和汇两个部分，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燃烧产生的过程排放，和果园内用于生产、运输、田间管理等所需购入电力产生的排放；汇包括地上生物量碳库和土壤碳库的碳库变化量。由于盛果期果园每年新增地上生物量与剪枝量基本持平，因此盛果期果园的碳库变化以土壤碳库变化为主。

注意：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

柑橘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。

5.3 核算气体范围

核算的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）。

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 柑橘园碳核算边界内温室气体排放源示意表

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 ₂ O
	废弃物燃烧过程排放源	果园间作作物、生草的残茬和秸秆，果树剪枝和凋落物等废弃物焚烧	N ₂ O、CH ₄ 、CO ₂
燃料燃烧排放	果园生产消耗的柴油、汽油等燃料燃烧	果园生产过程中耕、施肥、防寒抗冻、采摘与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	果园生产所需打药、采摘、运输等全年用到的用电设备	CO ₂

表2 柑橘园碳核算边界内碳汇示意表

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）
土壤碳库	0~30cm深度土层的有机质碳库	CO ₂ （固碳）

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

温室气体排放因子应按照优先级从高到低的次序进行选择，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	通过果园直接测量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

果园过程排放包括使用含氮的有机肥、化肥等产生的直接N₂O排放和废弃物燃烧产生的N₂O、CH₄和CO₂，以二氧化碳当量（CO₂-eq）为单位进行加总，见式（1）：

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

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 CO₂-eq）；
E_{F-N₂O}——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 CO₂-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 CO₂-eq）。

6.4.1.1 施肥造成的 N₂O 排放

果园生产系统施肥引起的温室气体排放总量计算公式如下：

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

式中：
E_{N₂O}——一个自然年中，单位面积果园施肥引起的 N₂O 排放量，单位为吨氧化亚氮每公顷（t N₂O/ha），具体算法见附录 A；
A——果园面积，单位为公顷（ha）；
GWP_{N₂O}——N₂O 的全球增温潜势值，见附录 B；

6.4.1.2 废弃物燃烧产生的温室气体排放

果园废弃物燃烧导致的温室气体排放总量计算公式如下：

$$E_{Fire} = \sum_i (M_i \times EF_{N_2O,i} \times GWP_{N_2O} + M_i \times EF_{CH_4,i} \times GWP_{CH_4} + M_i \times EF_{CO_2,i}) \times a_i \times 10^{-6} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
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_{N₂O,i}——第i种废弃物燃烧的 N₂O 排放系数，单位为克每千克（g/kg），见附录 B；
EF_{CH₄,i}——第i种废弃物燃烧的 CH₄ 排放系数，单位为克每千克（g/kg），见附录 B；

$EF_{CO_2,i}$ ——第*i*种废弃物燃烧的 CO₂ 排放系数，单位为克每千克（g/kg），见附录 B；
 a_i ——第*i*种废弃物的燃烧系数，见附录 B；
 10^{-6} ——单位转换系数；
 GWP_{N_2O} ——N₂O 的的全球增温潜势值，见附录 B；
 GWP_{CH_4} ——CH₄ 的全球增温潜势值，见附录 B。

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（CO₂-eq）为单位进行加总，见式（4）：

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

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 CO₂-eq）；
 $AD_{燃料,i}$ ——一个自然年度内，第*i*种化石燃料的活动水平，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 CO₂-eq/GJ）；
i——化石燃料的种类；

$$AD_{燃料,i} = FU_{燃料,i} \times NCV_{燃料,i} \dots\dots\dots (5)$$

式中：
 $FU_{燃料,i}$ ——一个自然年中，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（10⁴m³）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 C 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/10⁴m³）为单位；不同燃料的低位发热值缺省值见附录 B；
i——化石燃料的种类。

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

式中：
 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：不同化石燃料的单位热值含碳量和碳氧化率见附录B。

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）：

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

式中:

$E_{\text{购入电}}$ ——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, 单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂-eq);

$AD_{\text{购入电}}$ ——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。

$EF_{\text{电}}$ ——电力生产排放因子, 单位为 kg CO₂-eq/kWh, 见附录 B。

1000——单位转换系数。

6.4.4 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):

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

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 CO₂-eq)。

6.5 计算碳储量

6.5.1 地上生物量碳库

果园地上生物量碳库主要由果树地上部各器官 (枝、干、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9):

$$C_{\text{地上}} = \sum_i M_i \times C_i / 1000 \times N \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$C_{\text{地上}}$ ——果园地上生物量碳库, 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), 计算方法见附录 B;

C_i ——果园内果树第 i 种器官的干基含碳率, 参考值见附录 B;

N ——果园内果树数量, 单位为株;

果园地上生物量碳库变化速率由果园地上生物量变化量与时间决定。计算公式为 (10):

$$\Delta C_{\text{地上}} = \frac{C_{\text{地上}T} - C_{\text{地上}0}}{T} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

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

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

$C_{\text{地上}0}$ ——核算期初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。

在柑橘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, 果树新梢生长减缓, 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5~12年范围) 柑橘园地上生物量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12~50年范围) 果园地上生物量碳库变化量主要为果实碳库 (果树生育期分类依据见附录D)。

6.5.2 土壤碳库

6.5.2.1 参数法

参数法以柑橘园土壤0~30cm耕层的有机质碳库为土壤碳库,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(11):

$$SOC = \sum (SOC_{参考} \times F_{LU} \times F_{MG} \times F_I \times A) \dots\dots\dots (11)$$

式中:
SOC——柑橘园土壤碳库,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B;
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B;
F_{MG}——土地管理的库变化因子,无量纲,见附录B;
F_I——有机质投入的库变化因子,无量纲,见附录B;
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(12)所示:

$$\Delta SOC = \frac{SOC_T - SOC_0}{T} \dots\dots\dots (12)$$

式中:
ΔSOC——果园土壤碳库的年度变化速率,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);
SOC₀——核算期初始年的土壤有机碳库,单位为吨碳(t C)。

6.5.2.2 实测法

根据土壤有机质含量实测值计算土壤碳储量和土壤有机碳储量变化速率。
土壤碳储量是由土壤有机碳的平均密度乘以相应土壤面积累加各土层所得,计算公式(13)

$$D_{oc} = \sum_{i=1}^n C_i \times \gamma_i \times H_i \times (1 - \delta_i) \times 10^{-1} \dots\dots\dots (13)$$

式中:
D_{oc}——土壤有机碳密度,单位为吨碳每公顷(t C/ha);
i——土层代号;
n——土层数量;
C_i——第i层土壤有机碳含碳率,单位为克每千克(g/kg);
γ_i——第i层土壤的容重,单位为克每立方厘米(g/cm³);
H_i——第i层土壤的厚度,单位为厘米(cm);
δ_i——第i层土壤直径大于2mm砾石含量所占体积百分比(%)。

$$SOC = \sum_{j=1}^k D_{ocj} \times a_j \dots\dots\dots (14)$$

式中:
D_{ocj}——果园第j系列土壤有机碳密度,单位为吨碳每公顷(t C/ha)
j——果园土壤系列代号;
k——果园土壤系列数量;
a_j——果园第j系列土壤的面积,单位为公顷(ha)。

$$\Delta SOC = \sum_{j=1}^k \Delta D_{ocj} \times a_j \dots\dots\dots (15)$$

式中:
ΔD_{ocj}——果园第j系列土壤有机碳密度变化速率,单位为吨碳每公顷每年(t C/ha/yr)

$$\Delta D_{ocj} = \sum_{i=1}^n (C_{Ti} - C_{0i}) \times \gamma_i \times H_i \times (1 - \delta_i) \times 10^{-1} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

C_n ——核算期最后一年第 i 层土壤有机碳含碳率, 单位为克每千克 (g/kg);

C_{0i} ——核算期初初始年第 i 层土壤有机碳含碳率, 单位为克每千克 (g/kg)。

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):

$$C = C_{\text{地上}} + SOC \dots\dots\dots (16)$$

式中:

C ——果园碳储量, 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):

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

式中:

ΔC ——果园固碳速率, 单位为吨碳每年 (t C/yr)。

6.6 计算碳排放强度

6.6.1 温室气体净排放量

果园的温室气体净排放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 (18):

$$netE = E - \Delta C \times 1 \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$netE$ ——核算年份果园温室气体净排放量, 单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂-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 CO₂-eq);

ΔC ——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。

6.6.2 单位经济产量碳排放强度

果园单位经济产量碳排放强度为核算年份果园温室气体净排放量与产量的比值, 计算公式 (19):

$$P = \frac{netE}{Y} \dots\dots\dots (19)$$

式中:

P ——核算年份果园单位经济产量碳排放强度, 单位为吨二氧化碳当量每吨 (t CO₂-eq /t);

$netE$ ——核算年份中果园温室气体净排放量, 单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂-eq);

Y ——核算年份中果园果实的经济产量, 单位为吨 (t)。

注意: 因幼树期果园无果实产量, 幼树期果园不进行单位经济产量碳排放强度计算。

6.6.3 单位面积碳排放强度

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

$$P_a = \frac{netE}{A} \dots\dots\dots (20)$$

式中：
 P_a ——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 CO₂-eq /ha）；
 $netE$ ——核算年份果园温室气体净排放量，单位为吨二氧化碳当量（t CO₂-eq）；
 A ——果园面积，单位为公顷（ha）。

7 质量保证

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柑橘园名称、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

核算报告应分别报告果园多年碳储量情况和一年果园温室气体排放情况。多年碳储量情况包括果园碳储量、地上生物量碳储量和土壤碳储量。一年果园温室气体排放情况包括果园温室气体排放量、施肥的N₂O排放、果园废弃物燃烧温室气体排放量、过程排放量、燃料燃烧排放量、购入的电力温室气体排放量和果园固碳速率、地上生物量固碳速率和土壤固碳速率，以及果园温室气体净排放量。

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果园基本信息、能源消耗、电力消耗、有机肥使用、化肥使用、间作作物和生草等情况，具体指标可参考附录E果园活动数据记录表。

8.4 排放因子数据及来源

核算报告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。

附 录 A
(资料性)
氧化亚氮排放

单位面积果园施肥引起的氧化亚氮排放参考公式如下：

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

式中：

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($t N_2O/ha$)；

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堆肥、沼肥等有机肥中全氮总量（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。

附 录 B
(资料性)
排放因子及其他参数

不同温室气体的全球增温潜势见表B.1。

表B. 1 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 ₂ O	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：GWP₂₀为20年时间跨度的全球增温潜势，GWP₁₀₀为100年时间跨度的全球增温潜势。

废弃物燃烧的排放系数见表B.2。

表B. 2 废弃物燃烧的排放系数

类别	燃烧系数	CO ₂ (g/kg)	CH ₄ (g/kg)	N ₂ O (g/kg)	来源
间作作物残茬和秸秆	0.80	1515	2.7	0.07	IPCC, 2019
果园生草残茬和秸秆	0.74	1613	2.3	0.21	
果树剪枝和凋落物	0.74	1569	4.7	0.26	

常用化石燃料相关参数推荐值见表 B.3。

表B. 3 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 ⁴ m 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 ⁴ m ³	389.31	15.3 ×10 ⁻³	0.99
	其他煤气	10 ⁴ m ³	52.270	12.2 ×10 ⁻³	0.99

电力生产排放因子推荐值见表 B.4。

表B. 4 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》

整合文献中 16 个不同基径（树木地面根颈部位的树干直径）大小柑橘果树与果树干基生物量的实测数据，建立关系发现果树干基生物量 $y(\text{kg/株})$ 与果树基径 $x(\text{cm})$ 大小之间存在指数关系 $y=4.1201 \cdot e^{0.1486x}$ ， $R^2=0.9532$ ，本标准用该公式来推算不同果树的干基生物量。而各器官干基生物量随着树龄的增长，其干基生物量在整棵树干基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，见下表 B.5：

表B. 5 果树干基生物量

基径范围 (cm)	树干干基生物 量占总干基生 物量比例 (%)	树根干基生物 量占总干基生 物量比例 (%)	树枝干基生物 量占总干基生 物量比例 (%)	树叶干基生物 量占总干基生 物量比例 (%)	果实干基生物 量占总干基生 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

研究发现树龄对柑橘各器官含碳率的影响不显著，因此用不同研究的均值来表示各器官的干基含碳率。果树不同器官干基含碳率见表 B.6。

表B. 6 果树不同器官干基含碳率

器官	果实	树干	树根	树叶	树枝
含碳率 (%)	53.82	51.71	49.74	48.65	51.53

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。不同管理活动的相关库变化因子缺省值见表 B.7。

表B. 7 不同管理活动的相关库变化因子缺省值（F_{LU}、F_{MG}和 F_I）

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。

附 录 C
(资料性)

果园管理各环节燃油和用电量的经验值

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。果园管理各环节燃油和用电量经验值见表 C.1。

表C. 1 果园管理各环节燃油和用电量经验值

环节	柴油用量（kg/次/ha）	汽油用量（kg/次/ha）	用电量（Kw h/次/ha）
穴施肥		22.5-45	
沟施肥	22.5-90	22.5-90	
割草		7.5-60	
打药		7.5-30	7.5-30
灌溉		30-90	15-120
环节	柴油用量（kg/次/t）	汽油用量（kg/次/t）	用电量（Kw h/次/t）
传送带运输	1-2.5		

附 录 D
(资料性)
柑橘果树生育时期分类标准

柑橘按照树龄为四个时期：

1、幼树期即营养生长期：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5~7年。

2、结果初期：这是营养生长转入生殖生长期。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年，实生树一般树龄在8~12年。

3、盛果期：特点是抽发次数逐渐稳定，枝条长势中庸，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年，实生树一般树龄在12~50年。

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年以后、实生树一般树龄在50年以后。

附 录 E
(资料性)
果园活动数据记录表

果园活动数据记录表见表E.1。

表 E. 1 果园活动数据记录表

填表时间		填表人姓名			
报告主体 基本信息	主体类型 1=合作社；2=家庭农场；3=种植大户；4=个体小农户；5=农业企业；6=其他（请文字说明）				
	果园名称				
	区域位置（县乡村）				
	果园面积（公顷）				
果园基本 情况	\	品种 1	品种 2	品种 3	
	品种名称				
	树龄(年)				
	种植面积(公顷)				
	产量(吨)				
	基径(厘米)				
能源情况	类型	柴油	汽油	煤炭	
	消耗量(吨)				
电力情况	外购电力消耗量（千瓦）				
有机肥使 用情况	\	有机肥 1	有机肥 2	有机肥 3	
	名称				
	种类（猪粪、牛粪、菜籽饼...）				
	含水率（%）				
	全氮含量（%）				
	有机质含量（%）				
	使用量（吨）				
	施用方式（1=撒施；2=沟施；3=穴施；4=其他文字描述）				
化肥使用 情况	\	化肥 1	化肥 2	化肥 3	
	名称				
	氮肥类型（1=尿素；2=抑制剂氮肥；3=包膜肥；4=缓控释；5=其他文字描述）				

表E.1 果园活动数据记录表（续）

化肥使用情况	含氮量（%）				
	用量（吨）				
	施用方式（1=撒施；2=沟施；3=穴施；4=水肥一体化；5=其他文字描述）				
间作作物情况	\	作物 1	作物 2	作物 3	
	名称				
	间作年限（年）				
	种植面积比例（%）				
	产量（吨）				
	还田量（吨）				
	焚烧量（吨）				
生草情况	\	草 1	草 2	草 3	
	名称				
	生草年限（年）				
	种植面积比例（%）				
	干草生物量（吨）				
	还田量（吨）				
	焚烧量（吨）				
其他果园管理情况	剪枝时间（年月日）				
	剪枝量（吨）				
	剪枝还田量（吨）				
	剪枝焚烧量（吨）				
	凋落物量（吨）				
	凋落物还田量（吨）				
	凋落物焚烧量（吨）				

参 考 文 献

- [1] GB/T 32151-2015 工业企业温室气体排放核算与报告通则.
- [2] 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.
- [3] LY/T 3253-2021 林业碳汇计量监测术语.
- [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] 联合国政府间气候变化专门委员会. 2019年对2006年IPCC国家温室气体清单指南的完善. 2019. (IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019.)
- [6] 林清山, 洪伟, 吴承祯, 林勇明, 陈灿. 永春县柑橘林生态系统的碳储量及其动态变化. 生态学报, 2010, 30(2): 309~316.
- [7] 吴晓莲, 程玥晴, 罗友进, 陈霞, 谢永红. 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, 2014, 27(2): 693~698.
- [8] 吴志丹, 王义祥, 翁伯琦, 蔡子坚, 温寿星. 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), 2008, 37(3): 316~319.
- [9] 徐品上, 李竹焄, 王金阳, 邹建文. 全球果园化肥引起的氧化亚氮排放及中国排放潜力. 农业、生态系统与环境, 2022, 328, 107854. (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, 107854.)
- [10] 李居信. 浙川柑橘生态环境. 河南科学技术出版社. 1989.
- [11] 刘建军. 科学种植柑橘. 四川科学技术出版社. 2018.
- [12] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料养分志. 1999.
- [13] 四川省农科院果树研究所. 四川柑橘. 四川人民出版社. 1979.
- [14] 谢深喜. 柑橘现代栽培技术. 湖南科学技术出版社. 2014.
- [15] 周绂. 柑橘栽培. 湖北科学技术出版社. 1985.