

团体标准

T/CAGDRS XX—2025

农产品碳足迹核算规范 水蜜桃

Specification for Carbon Footprint Accounting of Agricultural
Products – Honey Peach

征求意见稿

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施



中国农业绿色发展研究会 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 应用..... 2

5 原则..... 2

6 目的和范围..... 2

7 核算步骤..... 4

8 数据收集、数据质量控制和数据保存..... 4

9 碳足迹核算方法..... 5

10 核算报告..... 13

附 录 A （资料性） 碳排放因子相关参数推荐值..... 14

附 录 B （资料性） 水蜜桃碳足迹核算相关参数推荐值..... 16

附 录 C （资料性） 水蜜桃碳足迹核算报告..... 17

参考文献..... 22

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南京农业大学提出。

本文件由中国农业绿色发展研究会归口。

本文件起草单位：南京农业大学、江苏省绿色食品办公室、江苏省农业科学院、淮阴工学院、中国国检测试控股集团股份有限公司、南京国环有机产品认证中心有限公司、通标标准技术服务（上海）有限公司、江苏天圭认证有限公司。

本文件主要起草人：邹建文、王金阳、韩召强、郭姝敏、林海燕、徐继东、朱凤、曹爱兵、姚瑶、张冰心、孙以文、徐品上、徐凯达、郭汝清、陈健、王栋、魏俊杰。

农产品碳足迹核算规范 水蜜桃

1 范围

本文件确立了水蜜桃碳足迹核算的原则与目的，规定了核算范围、核算步骤、核算数据以及核算报告的要求，描述了相应的核算边界和核算方法等。

本文件适用于鲜食水蜜桃（以下简称水蜜桃）全生命周期温室气体（GHG）排放核算、评价和报告。

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 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

3 术语和定义

GB/T24067-2024 界定的下列术语和定义适用于本文件。

3.1

产品碳足迹 carbon footprint of products; CFP

产品系统中的温室气体排放量排放量和清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.1]

3.2

系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.4]

3.3

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注：给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.2]

3.4

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 24067—2024，3.2.1]

3.5

温室气体排放量 greenhouse gas 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）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.5]

3.6

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.7]

3.7

生命周期 life cycle

产品相关的连续且相互连接的阶段,包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注：与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

[来源：GB/T 24067—2024，3.4.2]

4 应用

本文件可适用于但不限于为水蜜桃研究和开发、技术改进、产品碳足迹绩效追踪和信息交流提供信息。

5 原则

5.1 相关性

所选取的数据和方法应适用于水蜜桃生产系统产生的GHG排放量和清除量的评价。

5.2 完整性

水蜜桃碳足迹核算包括所有对系统有显著贡献的GHG排放量和清除量。

5.3 一致性

在水蜜桃碳足迹核算的全过程中,使用相同的假设、方法和数据,以得到与目的和范围一致的结论。

5.4 统一性

采用国际上已认可并已应用于具体产品种类的方法、标准和指南,以提高任何特定产碳足迹的可比。

5.5 准确性

水蜜桃碳足迹的量化是准确的、可核查的、相关的、无误导性的,并尽可能地减少偏差和不确定性。

5.6 透明性

以公开、全面和可理解的信息表述方式记录所有相关问题,批露所有相关假设,并适当批露所使用的方法和数据来源。

6 目的和范围

6.1 核算目的

开展水蜜桃碳足迹核算的目的包括：

- a) 评价水蜜桃生产生命周期内相关活动带来的 GHG 排放；
- b) 识别水蜜桃生产关键排放环节，挖掘减排潜力；
- c) 为水蜜桃碳足迹标识提供依据。

6.2 核算范围

将水蜜桃的生命周期作为产品系统进行模拟，该系统具有一个或多个特定功能。为量化温室气体（GHG）排放与碳清除，将水蜜桃产品系统划分为若干单元过程，构成水蜜桃的单元过程应按生命周期阶段进行分组，包括水蜜桃种植阶段、加工阶段和包装阶段。水蜜桃生命周期中的GHG排放应分配到发生GHG排放和清除的生命周期中生命周期阶段中。单元过程之间及生命周期阶段通过中间产品流或物质流相联系，与环境之间通过使用的资源或 GHG 排放相联系。

水蜜桃碳足迹核算的系统边界宜选择以下生命周期阶段和单元过程，如图1所示。

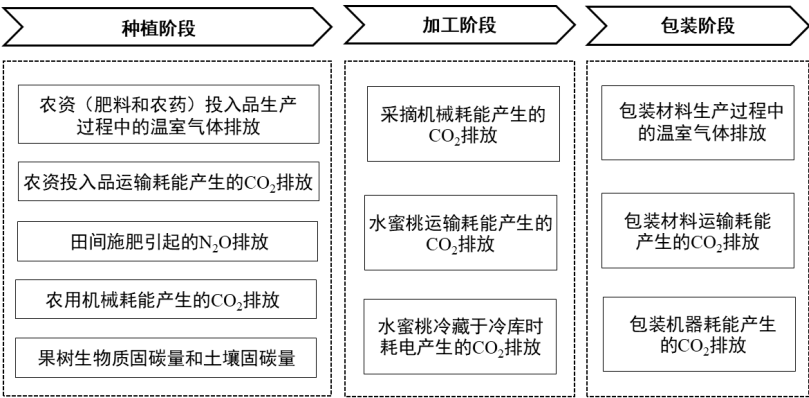


图1 水蜜桃碳足迹核算的系统边界和核算内容示意图

6.3 功能单位

以1千克鲜水蜜桃重作为功能单位。

6.4 系统边界

6.4.1 通用要求

系统边界的选择应与水蜜桃碳足迹核算的目的保持一致。应确定并详细说明系统边界中包括的生命周期阶段和单元过程。

6.4.2 系统边界

水蜜桃碳足迹核算的系统边界宜选择以下生命周期阶段和单元过程，如图1所示。

- a) 种植阶段。包括肥料和农药生产过程产生的GHG排放以及运输消耗能源产生的CO₂排放，田间施用肥料引起N₂O排放，农用机械（拖拉机、修剪机和割草机等）消耗能源产生的CO₂排放，果树生物质固碳量和土壤固碳量。

- b) 加工阶段。包括采摘水蜜桃的机械消耗能源产生的CO₂排放，水蜜桃从果园运输至集散地或冷库消耗能源产生的CO₂排放，水蜜桃冷藏于冷库时耗电产生的CO₂排放。
- c) 包装阶段。包括包装材料生产过程产生的GHG排放以及运输消耗能源产生的CO₂排放，包装过程中包装机器消耗能源产生的CO₂排放。

6.4.3 取舍准则

在水蜜桃碳足迹量化过程中，可舍弃影响小于1%的环节，但系统边界内舍弃环节总的影响不应超过碳足迹总量的5%。

6.4.4 时间边界

水蜜桃数据采集时间边界为1年。

7 核算步骤

开展水蜜桃碳足迹核算应按照以下基本步骤：

- a) 确定水蜜桃核算的系统边界、GHG产生阶段和功能单位；
- b) 选择和收集系统边界内各单元过程的定性活动信息和定量活动数据；
- c) 选择和获取排放因子数据；
- d) 计算各单元过程的GHG排放量和碳清除量；
- e) 计算系统边界内水蜜桃碳足迹。

8 数据收集、数据质量控制和数据保存

8.1 数据收集内容

水蜜桃碳足迹核算所需的活動数据，应根据系统边界内的生命周期阶段及相应单元过程进行选择 and 收集。

8.1.1 水蜜桃种植阶段收集的活動水平数据宜包括下列内容：

- a) 农资投入品（肥料和农药）的类型和使用量；
- b) 农资投入品从供应商运输至果园的耗能类型和用量；
- c) 耕作或灌溉等所用的农用机械（拖拉机、修剪机、割草机等）的耗能类型和用量；
- d) 果树的种植密度、平均胸径和平均树高；
- e) 土壤容重、土壤耕层深度和土壤有机碳含量。

8.1.2 水蜜桃加工阶段收集的活動水平数据宜包括下列内容：

- a) 采摘机械的耗能类型和用量；
- b) 水蜜桃运输至集散地或包装点过程中的耗能类型和用量；
- c) 水蜜桃在冷库储存时的耗能类型和用量。

8.1.3 水蜜桃包装阶段收集的活動水平数据宜包括下列内容：

- a) 包装材料（如塑料或纸质等）的种类和用量；
- b) 包装材料从供应商运输至包装点的耗能类型和用量；
- c) 包装机器在包装水蜜桃过程中的能耗类型和用量。

8.2 数据收集方法和要求

8.2.1 收集的数据应明确记录其收集过程、收集时间和地理信息。

8.2.2 活动数据应该按照以下方法收集现场数据：

- a) 水蜜桃种植阶段的活动水平数据。肥料或农药生产过程中的能耗应根据供应商的生产台账或统计报表进行确认。肥料或农药使用量根据种植农户的农资使用台账或统计报表。肥料或农药使用量、种植密度、土壤容重以及有机碳含量等可通过现场记录或依据农户种植管理记录确定。农用机械使用情况可现场记录或依据农户的农机使用台账确定包装材料（如塑料或纸质等）的种类和用量；
- b) 水蜜桃加工阶段的活动水平数据。采摘机械能耗根据采摘机械使用台账、统计报表、能源计量台账和结算单确认。水蜜桃运输过程中能源消耗的类型及用量，可依据运输工具使用记录、能源计量台账和结算单进行确认。储存过程的能源消耗数据，通过储存设施台账、现场记录及能源计量数据获得；
- c) 水蜜桃包装阶段的活动水平数据。包装材料生产过程中的能耗应根据供应商的生产台账或统计报表确认，包装材料的用量可通过农户的台账、供应商的台账、结算单或发票来确定，包装过程中的机械能耗应根据农户的机械台账、能源计量台账或结算单确认；
- d) 在现场数据不可获取的情况下，宜使用国家最新公布的数据。

8.2.3 排放因子数据应按照以下方法收集：

- a) 优先使用现场排放因子及特征参数；
- b) 在现场排放因子及特征参数不可获取的情况下，宜使用国家最新公布的数据和经评估过的相关数据库数据；
- c) 在国家已公布数据不可获取时，宜使用IPCC指南缺省值或附录B提供的推荐值。

8.2.4 数据审定宜通过质量平衡、能量平衡、排放因子的比较分析或其他适当方法进行。

8.3 数据保存

8.3.1 开展水蜜桃碳足迹核算应建立数据管理系统（包括数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理），保留相关文件和记录，用于数据审查和质量评估。

8.3.2 纸质版数据应存放于保护袋、卷夹或保护盒等保存介质中，由负责人签字并定点保存。如有破损应及时修补，并留存备查。保存地点应具备通风、防盗、防火、防潮、防灾、防鼠、防虫、防霉及防污染等措施。纸质数据记录应至少保存 5 年。

8.3.3 电子化数据应存放于电子储存介质中并进行数据备份，由负责人定期维护管理。文件名称的命名方式应为“编号+养殖场名称+记录年份”，电子化存储记录宜长期保存，如确实缺乏储存条件，应至少保存 10 年。

9 碳足迹核算方法

9.1 碳足迹核算

在核算期内，水蜜桃碳足迹的核算应涵盖水蜜桃种植、加工和包装等所有相关单元过程，按公式(1)计算：

$$CFP = \frac{E-C}{W} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CFP ——水蜜桃碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千克水蜜桃（ $\text{kg CO}_2\text{e/kg}$ ）；

E ——水蜜桃在种植、加工和包装阶段中的 GHG 排放量总量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

C ——水蜜桃系统边界内的碳清除总量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

W ——水蜜桃产量，单位为千克每公顷（ kg/hm^2 ）。

9.2 水蜜桃种植、加工和包装阶段产生的 GHG 排放总量

9.2.1 GHG 排放总量计算

水蜜桃种植、加工和包装阶段的GHG排放总量按公式（2）计算：

$$E = E_{\text{种植}} + E_{\text{加工}} + E_{\text{包装}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E ——水蜜桃在种植、加工和包装阶段过程中产生的 GHG 排放总量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kgCO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{种植}}$ ——水蜜桃种植阶段产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{加工}}$ ——水蜜桃加工阶段产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{包装}}$ ——水蜜桃包装阶段产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）。

9.2.2 水蜜桃在种植阶段产生的 GHG 排放量

水蜜桃种植阶段产生的 GHG 排放量按公式（3）计算：

$$E_{\text{种植}} = E_{\text{农资}} + E_{\text{田间}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{\text{种植}}$ ——水蜜桃种植阶段产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{农资}}$ ——水蜜桃种植阶段单位面积果园中所需农资投入品在生产和运输过程产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{田间}}$ ——水蜜桃种植阶段单位面积果园中肥料施用和农用机械作业耗能产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）。

9.2.2.1 水蜜桃在种植阶段所需农资投入品在生产和运输过程产生的 GHG 排放量按公式（4）～公式（6）计算：

$$E_{\text{农资}} = E_{\text{生产}} + E_{\text{农资运输}} \quad \text{..... (4)}$$

$$E_{\text{生产}} = \sum (AD_k \times ADEF_k) \quad \text{..... (5)}$$

$$E_{\text{农资运输}} = \sum (EN_i \times ENEF_i) \quad \text{..... (6)}$$

式中:

$E_{\text{农资}}$ ——水蜜桃在种植阶段单位面积所需农资投入品在生产和运输过程产生的 GHG 排放量单位为千克二氧化碳当量每公顷 (kg CO₂e/hm²) ;

$E_{\text{生产}}$ ——单位面积果园所需农资投入品在生产过程产生的 GHG 排放量, 由公式 (5) 计算得出, 单位为千克二氧化碳当量每公顷 (kg CO₂e/hm²) ;

$E_{\text{农资运输}}$ ——单位面积果园所需农资投入品从供应商运输至果园过程产生的 CO₂ 排放量, 可依据公式 (6) 计算得出, 单位为千克二氧化碳当量每公顷 (kg CO₂e/hm²) ;

k ——农资投入品种类, 包括肥料和农药等;

AD_k ——单位面积果园中农资投入品的用量, 单位为千克每公顷 (kg/hm²) ;

$ADEF_k$ ——每生产 1kg 农资投入品的碳排放因子, 以千克二氧化碳当量每千克(kg CO₂e/kg) 计, 具体见附录 A.1;

i ——能源种类, 包括汽油和柴油等;

EN_i ——单位面积果园所需农资投入品运输所消耗的能源 i 的量, 单位为升每公顷 (L/hm²) ;

$ENEF_k$ ——能源 i 的碳排放因子, 以千克二氧化碳当量每升(kg CO₂e/L)计, 具体见附录 A.2。

9.2.2.2 水蜜桃种植阶段单位面积果园肥料施用和农用机械作业耗能产生的 GHG 排放量按公式 (4) 计算:

$$E_{\text{田间}} = E_{\text{肥料}} + E_{\text{农机}} \quad \text{..... (7)}$$

式中:

$E_{\text{田间}}$ ——水蜜桃种植阶段单位面积果园肥料施用和农用机械作业耗能产生的 GHG 排放量, 单位为千克二氧化碳当量每公顷 (kg CO₂e/hm²) ;

$E_{\text{肥料}}$ ——单位面积果园肥料施用产生的 GHG 排放量, 单位为千克二氧化碳当量每公顷 (kg CO₂e/hm²) ;

$E_{\text{农机}}$ ——单位面积果园农用机械作业耗能产生的 CO₂ 排放量, 单位为千克二氧化碳当量每公顷 (kg CO₂e/hm²) ;

其中:

a) 单位面积果园中肥料施用产生的GHG排放量按公式 (8) ~公式 (9) 计算:

$$E_{\text{肥料}} = E_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \quad \text{..... (8)}$$

$$E_{N_2O} = N_2O_{直接} + N_2O_{间接} \quad (9)$$

式中：

$E_{肥料}$ ——水蜜桃种植阶段单位面积果园肥料施用产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $kg\ CO_2e/hm^2$ ）；

E_{N_2O} ——单位面积果园肥料施用产生的氧化亚氮排放总量，由公式（9）计算得出，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $kg\ N_2O/hm^2$ ）；

GWP_{N_2O} ——氧化亚氮相对于二氧化碳的全球变暖潜势，本标准建议采用IPCC第六次评估报告的最新值273。

$N_2O_{直接}$ ——单位面积果园肥料施用产生的氧化亚氮直接排放量，单位为千克氧化亚氮每公顷（ $kg\ N_2O/hm^2$ ）；

$N_2O_{间接}$ ——单位面积果园肥料施用产生的氧化亚氮间接排放量，单位为千克氧化亚氮每公顷（ $kg\ N_2O/hm^2$ ）；

GWP_{N_2O} 单位面积果园肥料施用产生的氧化亚氮直接排放按公式（10）计算

$$N_2O_{直接} = \sum N_t \times EF_{1(直接)} \times \frac{44}{28} \quad (10)$$

式中：

$N_2O_{直接}$ ——单位面积果园肥料施用产生的氧化亚氮直接排放量，单位为千克氧化亚氮每公顷（ $kg\ N_2O/hm^2$ ）；

t ——肥料种类，包括化肥（氮肥、磷肥和钾肥）及有机肥；

N_t ——单位面积果园施用施肥 t 量，单位为千克氮每公顷（ $kg\ N/hm^2$ ）；

$EF_{1(直接)}$ ——所施用肥料的氧化亚氮直接排放因子，以千克氧化亚氮-N 每千克氮（ $kg\ N_2O-N/kg\ N, \%$ ），具体见附录 B；

$\frac{44}{28}$ —— N_2O-N 转化为 N_2O 的系数。

b) 单位面积果园肥料施用产生的氧化亚氮间接排放按公式（11）～公式（14）计算

$$N_2O_{间接} = N_2O_{沉降} + N_2O_{淋溶} \quad (11)$$

$$N_2O_{沉降} = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + (F_{ON} \times Frac_{GASM})] \times EF_{4(沉降)} \times \frac{44}{28} \quad (12)$$

$$N_2O_{淋溶} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \times Frac_{LEACH-(H)} \times EF_{5(淋溶)} \times \frac{44}{28} \quad (13)$$

$$F_{CR} = S_R \times S_N \quad (14)$$

式中：

$N_2O_{间接}$ ——单位面积果园肥料施用产生的氧化亚氮间接排放量，单位为千克氧化亚氮每

公顷 (kg N₂O/hm²) ;

$N_2O_{\text{沉降}}$ ——施用化肥和有机肥后,所引起的氮氧化物和氨挥发经大气氮沉降而导致的氧化亚氮排放,由公式(12)计算得出,单位为千克氧化亚氮每公顷 (kgN₂O/hm²) ;

$N_2O_{\text{淋溶}}$ ——施加氮源后所导致的土壤氮经淋溶或径流损失进入水体而引发的氧化亚氮排放,可依据公式(13)计算得出,单位为千克氧化亚氮每公顷 (kg N₂O/hm²) ;

F_{SN} ——单位面积果园化肥的量,单位为千克氮每公顷 (kg N/hm²) ;

$Frac_{GASF}$ ——施用的化肥以氨(NH₃)和氮氧化物(NO_x)形式挥发的比例(%) ;

F_{ON} ——单位面积果园化肥的量,单位为千克氮每公顷 (kg N/hm²) ;

$Frac_{GASM}$ ——施用的有机肥以氨(NH₃)和氮氧化物(NO_x)形式挥发的比例(%) ;

$EF_{4(\text{直接})}$ ——大气氮沉降引起的氧化亚氮排放的排放因子,具体见附录B;

F_{CR} ——每公顷果园返回土壤中的作物残余物(地上部和地下部)中的氮含量,由依据公式(14)计算得出,单位为千克氮每公顷 (kg N₂O/hm²) ;

$Frac_{LEACH-(H)}$ ——所添加的氮以淋溶/径流形式损失的比例(%) ;

$EF_{5(\text{直接})}$ ——氮淋溶和径流引起的氧化亚氮排放的排放因子,具体见附录B;

S_R ——返回土壤中的果树修剪枝叶和落叶的重量,单位为千克每公顷 (kg/hm²) ;

S_N ——返回土壤中的果树修剪枝叶和落叶中的氮含量,单位千克氮每千克 (kg N/kg) ;

$\frac{44}{28}$ ——N₂O-N 转化为氧化亚氮的系数。

注:若果园清除修剪枝叶或落叶,则不计算 F_{CR} 。

c) 单位面积果园农用机械作业耗能产生的CO₂排放量按公式(15)计算:

$$E_{\text{农机}} = \sum (EN_n \times ENEF_n) \quad (15)$$

式中:

$E_{\text{农机}}$ ——单位面积果园农用机械作业耗能产生的 CO₂ 排放量,单位为千克二氧化碳当量每公顷 (kg CO₂e/hm²) ;

u ——能源种类,包括汽油、柴油和电力等;

EN_u ——单位面积果园农用机械运行所消耗能源 u 的量,单位为千克每公顷(kg/hm²)和千瓦时每公顷 (kW·h /hm²) ;

$ENEf_u$ ——能源 u 的碳排放因子,单位为千克二氧化碳当量每升(kg CO₂e/L)和千克二氧化碳当量每千瓦时 (kg CO₂e/ kW·h) ; 具体见附录 A.2 和 A.3。

9.2.3 水蜜桃在加工阶段产生的 GHG 排放量

水蜜桃加工阶段产生的GHG排放量按公式(16)~公式(18)计算:

$$E_{\text{加工}} = E_{\text{采摘}} + E_{\text{加工运输}} \quad (16)$$

$$E_{\text{采摘}} = \sum (EN_s \times ENEF_s) \quad (17)$$

$$E_{\text{加工运输}} = \sum (EN_y \times ENEF_y) \dots\dots\dots (18)$$

式中：

- $E_{\text{加工}}$ ——水蜜桃加工阶段产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；
- $E_{\text{采摘}}$ ——单位面积果园采摘机器耗能产生的 CO₂ 排放量，由公式（17）计算得出，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；
- $E_{\text{加工运输}}$ ——单位面积果园将采摘后的鲜水蜜桃从果园运输至集散地或包装点的过程中所产生的 CO₂ 排放量，由公式（18）计算得出，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；
- s ——采摘机器所消耗的能源种类，包括汽油、柴油和电力等；
- EN_s ——单位面积果园采摘机器运行所消耗能源 s 的量，单位为千克每公顷（kg/hm²）和千瓦时每公顷（kW·h/hm²）；
- $ENEFS$ ——采摘机器运行消耗单位能源 s 的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每升（kg CO₂e/L）和千克二氧化碳当量每千瓦时（kg CO₂e/kW·h），具体见附录 A.2 和 A.3；
- y ——运输过程所消耗的能源种类，包括汽油和柴油等；
- EN_y ——单位面积果园运输过程中所消耗能源 y 的量，单位为千克每公顷（kg/hm²）；
- $ENEfy$ ——运输过程中消耗单位能源 y 的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每升（kg CO₂e/L），具体见附录 A.2。

9.2.4 水蜜桃在包装阶段产生的 GHG 排放量

9.2.4.1 水蜜桃在包装阶段产生的 GHG 排放量按公式（19）计算：

$$E_{\text{包装}} = E_{\text{包装材料}} + E_{\text{包装机器}} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

- $E_{\text{包装}}$ ——水蜜桃包装阶段产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；
- $E_{\text{包装材料}}$ ——单位面积果园水蜜桃在包装过程中所需的包装材料在生产和运输过程产生的 GHG 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；
- $E_{\text{包装机器}}$ ——单位面积果园水蜜桃包装过程中包装机器作业耗能产生的 CO₂ 排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）。

9.2.4.2 单位面积果园水蜜桃在包装过程中所需的包装材料在生产和运输过程产生的 GHG 排放量按公式（20）～公式（22）计算：

$$E_{\text{包装材料}} = E_{\text{包装材料生产}} + E_{\text{包装材料运输}} \quad (20)$$

$$E_{\text{包装材料生产}} = \sum (I_m \times IEF_m) \quad (21)$$

$$E_{\text{包装材料运输}} = \sum (EN_j \times ENEF_j) \quad (22)$$

式中：

$E_{\text{包装生产}}$ ——单位面积果园水蜜桃在包装过程中所需的包装材料在生产过程产生的 GHG 排放量，由公式（21）计算得出，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；

$E_{\text{包装运输}}$ ——单位面积果园水蜜桃在包装过程中所需包装材料从供应商运输至包装点产生的 CO₂ 排放量，由公式（22）计算得出，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；

m ——包装材料类型，包括塑料袋和纸箱等；

I_m ——单位面积果园水蜜桃包装所需包装材料 m 的量，单位为千克每公顷（kg/hm²）；

IEF_m ——每生产 1kg 包装材料的碳排放因子，以千克二氧化碳当量每千克（kg CO₂e/kg）计，具体见附录 A.4。

j ——能源种类，包括汽油和柴油等；

EN_j ——单位面积果园水蜜桃所需包装材料在运输过程中所消耗能源 n 的量，单位为升每公顷（L/hm²）；

$ENEF_j$ ——能源 i 的碳排放因子，以千克二氧化碳当量每升（kg CO₂e/L）计，具体见附录 A.2。

9.2.4.3 单位面积果园水蜜桃包装过程中包装机器作业耗能产生的 CO₂ 排放量按公式（23）计算：

$$E_{\text{包装机器}} = \sum (EN_h \times ENEF_h) \quad (23)$$

式中：

h ——能源种类，包括汽油、柴油和电力等；

EN_h ——单位面积果园水蜜桃包装过程中包装机器作业耗能所消耗能源 h 的量，单位为千克每公顷（kg/hm²）和千瓦时每公顷（kW·h/hm²）；

$ENEF_h$ ——能源 h 的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每升（kg CO₂e/L）和千克二氧化碳当量每千瓦时（kg CO₂e/kW·h）；具体见附录 A.2 和 A.3。

9.3 水蜜桃系统边界内的碳清除总量

9.3.1 碳清除总量

水蜜桃碳足迹核算系统边界内的碳清除总量应考虑果树生物质碳储量和土壤有机碳储量的变化按公式（11）计算：

$$C = \Delta C_{\text{tree}} + \Delta SOCS \quad (24)$$

式中：

C ——水蜜桃碳足迹核算系统边界内的碳清除总量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

ΔC_{tree} ——果树生物质碳储量的变化量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$\Delta SOCS$ ——土壤有机碳储量的变化量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）。

9.3.2 果树生物质碳储量的变化量

每棵果树的生物量采用生物量异速生长方程法计算，并根据核算期内果园中果树的种植密度，果树生物质碳储量的变化量按公式（25）～公式（28）计算：

$$\Delta C_{tree} = C_{tree,t} - C_{tree,t0} \quad (25)$$

$$C_{tree} = (C_{tree,AB} + C_{tree,BB}) \times N \times \frac{44}{12} \quad (26)$$

$$C_{tree,AB} = f_{AB}(DBH, H) \times CF_{AB} \quad (27)$$

$$C_{tree,BB} = f_{AB}(DBH, H) \times R \times CF_{BB} \quad (28)$$

式中：

ΔC_{tree} ——核算期内果树生物质碳储量变化量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$C_{tree,t}$ ——核算期结束时果树生物质碳储量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$C_{tree,t0}$ ——核算期初始时果树生物质碳储量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

C_{tree} ——果树的生物质碳储量，依据公式（26）计算得出，单位为千克二氧化碳当量碳每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$C_{tree,AB}$ ——果树的地上部生物质碳储量，由公式（27）计算得出，单位为千克碳每棵（ kg C/棵 ）；

$C_{tree,BB}$ ——果树的地下部生物质碳储量，由公式（28）计算得出，单位为千克碳每棵（ kg C/棵 ）；

N ——核算期内果树的种植密度，单位为棵每公顷（ 棵/hm^2 ）；

$\frac{44}{12}$ —— $\text{CO}_2\text{-C}$ 转化为 CO_2 的系数；

$f_{AB}(DBH, H)$ ——果树地上部生物量与胸径和树高的相关方程，单位为千克碳每棵（ kg C/棵 ）；

DBH ——果树的平均胸径，单位为厘米（ cm ）；

H ——果树的平均树高，单位为米（ m ）；

CF_{AB} ——果树地上部生物量的平均含碳量，单位为百分数（ $\%$ ）；

R ——果树地下部生物量与地上部生物量之比，无量纲；

CF_{BB} ——果树地下部生物量的平均含碳量，单位为百分数（ $\%$ ）。

注：果树地上部和地下部生物量异速方程参照《AR-CM-003-V01-森林经营碳汇项目方法学》。果树生物质碳储量的计算不包括果实。

9.3.3 土壤有机碳储量的变化量

果园土壤有机碳储量的变化量按公式（29）～公式（30）计算：

$$\Delta SOCS = SOCS_t - SOCS_{t0} \quad (29)$$

$$SOCS = SOC \times BD \times (1 - F) \times Depth \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (30)$$

- 式中：
- $\Delta SOCS$ ——土壤有机碳储量的变化量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO₂e/hm²）；
 - $SOCS_t$ ——核算期结束时土壤有机碳储量，单位为千克二氧化碳当量碳每公顷（kg CO₂e/hm²）；
 - $SOCS_{t_0}$ ——核算期初始时土壤有机碳储量，单位为千克二氧化碳当量碳每公顷（kgCO₂e/hm²）；
 - SOC ——土壤有机碳含量，依据公式（30）计算得出，单位为克碳每百克土壤（g C/100g 土壤）；
 - BD ——土壤容重，单位为克每立方厘米（g/cm³）；
 - F ——监测土层直接大于 2 毫米的石砾、根系和其他残体体积百分含量（%）；
 - $Depth$ ——土壤耕层深度，单位厘米（cm）；
 - $\frac{44}{12}$ ——CO₂-C 转化为 CO₂ 的系数。

10 核算报告

- 10.1 水蜜桃碳足迹核算报告应包括以下部分：
 - a) 水蜜桃生产单位的基本信息；
 - b) 功能单位；
 - c) 系统边界；
 - d) 取舍原则；
 - e) 时间边界；
 - f) 数据信息和来源；
 - g) 核算结果和结果解释。
- 10.2 水蜜桃碳足迹核算报告模板见附录 C。

附 录 A
(资料性)
碳排放因子相关参数推荐值

农资投入品的碳排放因子相关参数推荐值见表A.1。

表 A. 1 农资投入品的碳排放因子推荐值

农业投入品类型	碳排放因子 (kg CO ₂ e/kg)	数据来源
化学肥料 (氮肥)	8.3	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
化学肥料 (磷肥)	2.33	
化学肥料 (钾肥)	0.66	
农药	13.50	

能源 (燃料) 的碳排放因子推荐值见表A.2。

表 A. 2 能源 (燃料) 的碳排放因子推荐值

燃料类型	碳排放因子 (kg CO ₂ e/L)	数据来源
汽油	3.85	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
柴油	3.82	

能源 (电力) 的碳排放因子推荐值见表A.3。

表 A. 3 能源 (电力) 的碳排放因子推荐值

省份	碳排放因子 (kgCO ₂ e/ kW·h)	省份	碳排放因子 (kgCO ₂ e/ kW·h)	数据来源
北京	0.5580	河南	0.6058	《关于发布2022年电力二氧化碳排放因子的公告》
天津	0.7041	湖北	0.4364	
河北	0.7252	湖南	0.49	
山西	0.7096	广东	0.4403	
内蒙古	0.6849	广西	0.4044	
辽宁	0.5626	海南	0.4184	
吉林	0.4932	重庆	0.5227	
黑龙江	0.5368	四川	0.1404	
上海	0.5849	贵州	0.4989	
江苏	0.5978	云南	0.1073	
浙江	0.5153	陕西	0.6558	
安徽	0.6782	甘肃	0.4772	
福建	0.4092	青海	0.1567	
江西	0.5752	宁夏	0.6423	
山东	0.641	新疆	0.6231	

包装材料的碳排放因子推荐值见表A.4。

表 A. 4 包装材料的碳排放因子推荐值

包装材料类型	碳 排 放 因 子 （ kg CO ₂ e/kg）	数据来源
瓦楞纸箱	7.10	中国产品全生命周期温室气体 排放系数库（CPCD）
塑料薄膜包装袋	3.24	
塑料袋	8.21	

附 录 B
(资料性)

水蜜桃碳足迹核算相关参数推荐值

水蜜桃碳足迹核算相关参数推荐值见表B.1

表 B. 1 水蜜桃碳足迹核算相关参数推荐值

项目	符号	推荐值	数据来源	说明
氧化亚氮的全球变暖潜势	GWP_{N_2O}	273	Nabuurs et al., 2022	IPCC缺省值
排放因子	$EF_{1(直接)}$	1%	IPCC, 2019	IPCC缺省值
		0.84%	Xu et al., 2022	果园排放因子
	$EF_{4(沉降)}$	1%	IPCC, 2019	IPCC缺省值
	$EF_{5(淋溶)}$	1.1%	IPCC, 2019	
	以 NH_3 和 NO_x 形式损失的肥料氮的比例 $Frac_{GASF}$	11%	IPCC, 2019	
		21%	IPCC, 2019	
以淋溶/径流形式损失的氮占添加氮的比例	$Frac_{LEACH-(H)}$	24%	IPCC, 2019	

附 录 C
(资料性)
水蜜桃碳足迹核算报告

水蜜桃碳足迹核算报告模板如下。

水蜜桃碳足迹核算报告

报告单位名称：_____

报 告 编 号 ：_____

报 告 年 度 ：_____

报告完成日期：_____

报 告 完 成 人 ：_____

一、水蜜桃生产单位的信息
<div>(一) 水蜜桃生产单位基本信息</div> <div>生产单位名称：</div> <div>地 址：</div> <div>法定代表人：</div> <div>联 系 人：</div> <div>联 系 电 话：</div> <div>企 业 概 况：</div> <div>(二) 产品信息</div> <div>产 品 名 称：</div> <div>产 品 规 格：</div> <div>产 品 简 介：</div> <div>产 品 图 片：</div>
二、核算目的
三、功能单位

四、系统边界

（一）系统边界的单元过程

1.水蜜桃种植阶段

☐农资投入品生产运输 ☐水蜜桃田间种植

2.水蜜桃加工阶段

☐水蜜桃采摘与运输

3.水蜜桃包装阶段

☐包装材料生产与运输 ☐包装机器作业能耗

4.其他

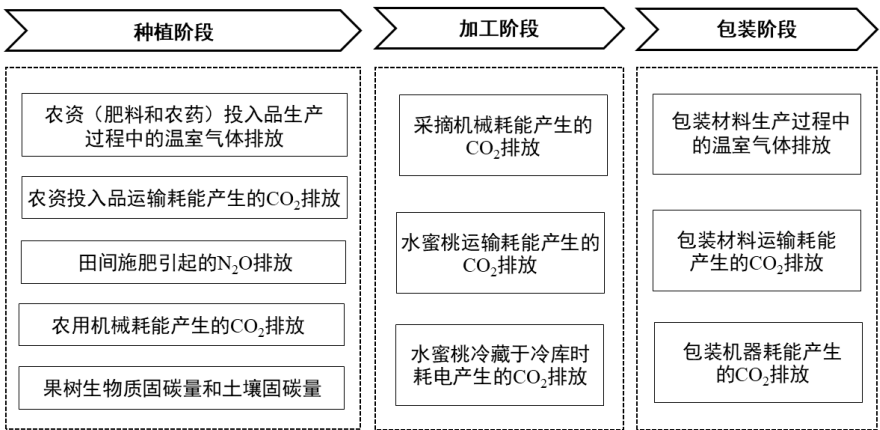


图 1 水蜜桃碳足迹量化系统边界图

（二）系统边界各阶段与单元过程的核算内容

1. 水蜜桃种植阶段

（1）农资投入品生产运输单元过程

- ☐肥料生产过程产生的 GHG 排放
- ☐农药生产过程产生的 GHG 排放
- ☐农资投入品运输消耗能源产生的 CO₂ 排放

（2）水蜜桃田间种植单元过程

- ☐化学氮肥施用产生的 N₂O 排放
- ☐有机肥施用产生的 N₂O 排放
- ☐农用机械作业消耗能源产生的 CO₂ 排放
- ☐果树生物质碳储量和土壤碳储量变化

2. 水蜜桃加工阶段

☐ 采摘机器消耗能源产生的 CO₂ 排放

☐ 运输消耗能源产生的 CO₂ 排放

3. 水蜜桃包装阶段

(1) 包装材料生产与运输单元过程

☐ 生产过程产生的 GHG 排放

☐ 运输消耗能源产生的 CO₂ 排放

(2) 包装机器作业能耗单元过程

☐ 包装机器作业消耗能源产生的 CO₂ 排放

五、取舍原则

采用的取舍准则：_____，具体规则如下：

六、时间边界

核算年度：_____年度

七、数据清单和数据来源

(一) 活动数据

生命周期各阶段活动数据清单、数值和来源见表 1。

表 1 水蜜桃生命周期活动数据清单说明

生命周期阶段	数据清单	数据数值	数据来源

(二) 排放因子数据

生命周期各阶段排放因子数据清单、数值和来源见表 2。

表 2 水蜜桃生命周期排放因子数据清单说明

生命周期阶段	数据清单	排放因子数值	数据来源

八、核算结果和结果解释

(一) 核算过程

(二) 结果解释

_____（填写产品生产者的全名）生产的_____（填写碳足迹核算的产品名称，每功能单位的产品），从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）生命周期碳足迹为_____ kg CO₂e/功能单位。各阶段 GHG 排放见表 3。

表 3 水蜜桃生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段及单元过程	碳足迹 (kg CO ₂ e/功能单位)	贡献百分比 %
总计		

参 考 文 献

- [1] GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
 - [2] AR-CM-003-V01 森林经营碳汇项目方法学
 - [3] 生态环境部环境规划院, 北京师范大学, 中山大学, 中国城市温室气体工作组. 中国产品全生命周期温室气体排放系数集 [R]. 北京: 生态环境部环境规划院, 2022.
 - [4] Nabuurs, G-J., R. Mrabet, A. Abu Hatab, M. Bustamante, H. Clark, P. Havlík, J. House, C. Mbow, K.N. Ninan, A. Popp, S. Roe, B. Sohngen, S. Towprayoon, 2022: Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU). In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
 - [5] Xu, P., Li, Z., Wang, J., Zou, J., 2022. Fertilizer-induced nitrous oxide emissions from global orchards and its estimate of China. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 328, 107854.
 - [6] IPCC (2019). Chapter 11: N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application. In: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Edited by Kristell Hergoualc'h, Hiroko Akiyama, Martial Bernoux, Ngonidzashe Chirinda, Agustin del Prado, Åsa Kasimir, James Douglas MacDonald, Stephen Michael Ogle, Kristiina Regina, and Tony John van der Weerden. IPCC, Geneva, Switzerland.
-