

南京国环有机产品认证中心有限公司企业标准

TCF 001—2023

茶叶碳足迹核算和标识使用 技术规范

Technical specifications for tea carbon footprint accounting
and the use of labeling

2023-11-01 发布

2023-11-01 实施

南京国环有机产品认证中心有限公司 发布

目 次

前 言.....	1
引 言.....	2
1 范围.....	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 基本要求.....	5
5 系统边界.....	5
5.1 茶叶碳足迹系统边界范围	5
5.2 温室气体排放和清除过程	5
5.3 排放源和温室气体种类.....	6
5.4 土壤有机碳储量和茶树生物量	8
6 数据收集.....	8
6.1 数据质量.....	8
6.2 活动数据.....	9
6.3 排放因子.....	9
6.4 数据处理.....	10
7 碳足迹核算	10
7.1 茶叶碳足迹功能单位确定	10
7.2 核算要求.....	10
7.3 分配.....	10
7.4 碳足迹核算方法	11
7.5 不确定性分析.....	12
8 碳足迹标识认证标志	12
9 碳足迹信息管理	13
10 持续改进.....	13
附录 A.....	14
附录 B.....	17
附录 C.....	19
附录 D	20

前 言

本文件依据 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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准起草单位：南京国环有机产品认证公司、南京农业大学、生态环境部南京环境科学研究所。

本标准主要起草人：张纪兵、郭汝清、李云鹏、程琨、汪云岗、邵军亚、唐剑、胡云峰、张伟超。

引 言

气候变化是人类社会面临的重大环境问题。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告发出红色预警，人类活动已致使全球温度以数千年未有的速度变暖。二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）作为三大主要温室气体在2019年的大气浓度已达到410 ppm、1866 ppb和332 ppb，高于200万年以来的任何时候。

作为人类的主要活动，农业生产占用了全球50%以上的可利用土地，消耗了超过地球70%的淡水，78%水体富营养化也归因于此，并且极大地影响了全球的生物多样性。据联合国粮食与农业组织（FAO）的统计，农业用地通过直接和间接排放的温室气体超过全球人为温室气体排放总量的30%，相当于每年产生150亿吨的CO₂。

农业生产除了温室气体排放，农田土壤还是潜在的巨大碳汇。农田土壤有机质的增加一方面可以提升耕地质量、促进作物生产，另一方面，增加农田土壤固碳也意味着大气中二氧化碳的清除。持续采用土壤有机质提升耕作管理措施，能够控制和减少温室气体的排放。

由此可见，农业生产既是全球范围内重要的温室气体排放源，又是一个巨大的碳汇系统，因此农业碳减排是实现双碳目标不可缺少的环节。但由于农产品种类复杂，种养模式多样，生产地域差异明显，决定了农产品碳足迹核算的专业性和复杂性。

茶是全球三大非酒精饮料之一，目前全球产量约560万吨/年。从全球范围来看，茶园面积虽然仅占全球农业用地面积的0.3%，但却贡献了约5%的N₂O排放。我国作为世界上最大的茶叶生产国与消费国，茶园面积约占全国农业用地面积的2%，但是N₂O排放量达到了农业源N₂O排放量的15%。根据研究报道，茶园的平均温室气体排放强度要高于蔬菜，是粮谷类作物排放强度的2倍以上。由此可见，茶园的温室气体排放是农业温室气体排放的一个热点，具有较大的温室气体减排潜力。

本文件提供了茶叶碳足迹核算方法和标识使用规定，对于满足绿色消费、发展低碳经济，推动引导和促进低碳农产品的开发，助力农产品相关产业实现碳达峰、碳中和具有重要的意义。

茶叶碳足迹核算和标识使用技术规范

1 范围

本文件规定了茶叶碳足迹核算和标识使用的基本要求、系统边界、数据收集、碳足迹核算、碳足迹标识认证标志、碳足迹信息管理和持续改进等内容和要求。

本文件适用于茶叶碳足迹标识认证，也适用于指导组织对茶叶碳足迹的核算。

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。

RB/T211-2016 组织温室气体排放核查通用规范

GB 14881 食品生产通用卫生规范

3 术语和定义

3.1 温室气体 greenhouse gas

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、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：《京都议定书》中规定的六种温室气体，分别为二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）。

3.2 温室气体排放 greenhouse gas 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（CO₂-eq）计。

3.3 温室气体清除 greenhouse gas removal

在特定时段内从大气中清除的温室气体总量，以二氧化碳当量（CO₂-eq）计。

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质量。

3.5 生命周期 life cycle

与产品相关的连续和相互关联的阶段，从原材料获取或从自然资源产生到最终处置。

注：生命周期一般默认为全生命周期。

[来源：ISO14040:2006, 3.15]

3.6 生命周期评价 life cycle assessment

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及潜在环境影响的汇编与评价，具体包括互相联系、不断重复进行的四个步骤：目的与范围的确定、清单分析、影响评价和结果解释。生命周期评价是一种用于评估产品在其整个生命周期中，即从原材料的获取、产品的生产直至产品使用后的处置，对环境的影响的技术和方法。

[来源：ISO14040:2006, 3.2]

3.7 碳足迹 carbon footprint

产品生命周期各阶段产生的直接与间接温室气体排放量总和，以二氧化碳当量（CO₂-eq）表示。

3.8 茶叶碳足迹 tea carbon footprint

茶叶生命周期内的温室气体排放量和清除量的总和，以二氧化碳当量（CO₂-eq）表示。

3.9 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。

3.10 活动水平数据 activity data

能定性或定量反映碳排放单元的温室气体排放的输入与输出量的表征值。

注：如茶叶的种植面积、肥料用量、加工厂耗电量等。

[改自：IPCC 国家温室气体清单优良做法指南，A3.7]

3.11 排放因子 emission factor

表征某种温室气体在单位活动数据下的排放量。

3.12 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, 定义 3.15]

3.13 功能单位 functional unit

对产品系统性能进行量化的基准单位。

3.14 分配 allocation

将产品生产系统中的输入和输出流划分到该产品系统及相关一个或更多的其他产品系统中。

3.15 绿色电力 green electrical power

利用可再生能源发出的电力，其发电过程中不产生或很少产生对环境有害的排放物，且不消耗化石燃料，有利于环境保护和可持续发展，包括太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、生物质能等类型。简称“绿电”。

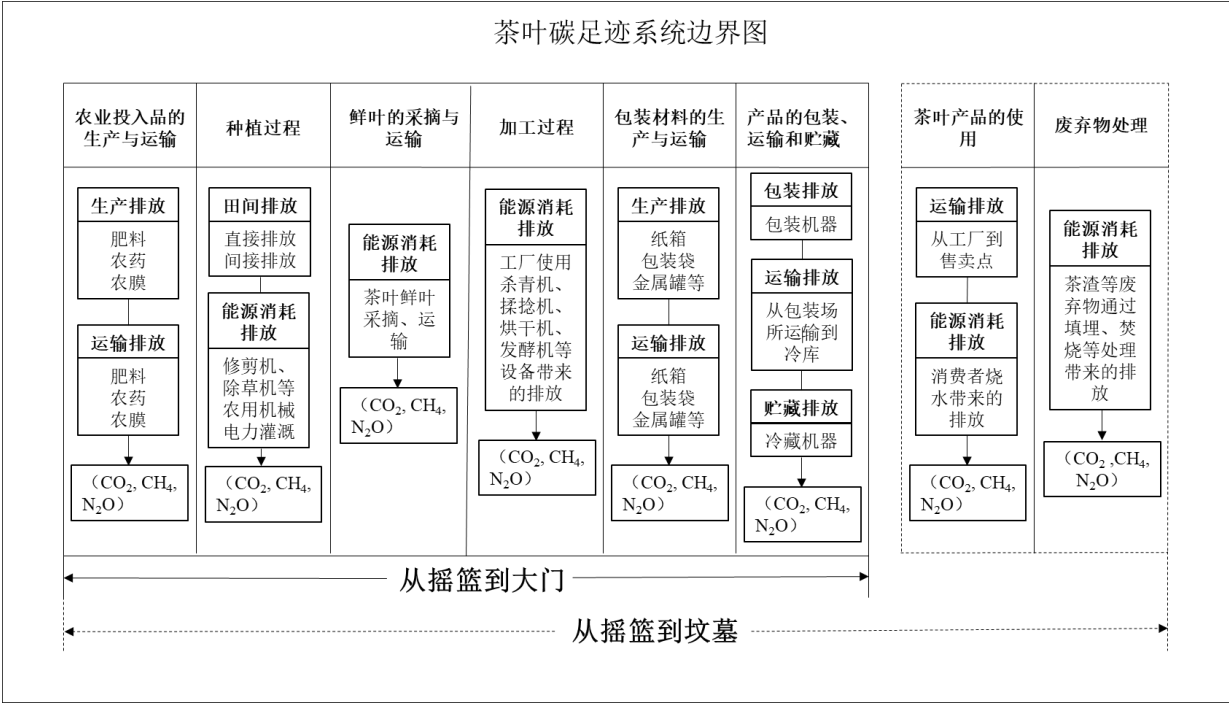
4 基本要求

- 4.1 茶园的边界应清晰，所有权和经营权明确。
- 4.2 加工厂应符合GB 14881的要求。
- 4.3 标准涉及的碳足迹核算的产品为茶叶。
- 4.4 在组织管理范围内，应尽可能采用绿色低碳生产技术，减少碳排放，增加茶园土壤固碳，降低茶叶的碳足迹。

5 系统边界

5.1 茶叶碳足迹系统边界范围

- 5.1.1 茶叶生命周期的系统边界范围覆盖8个阶段，包括：1) 农业投入品的生产与运输；2) 种植过程；3) 鲜叶的采摘与运输；4) 加工过程；5) 包装材料的生产与运输；6) 产品的包装、运输和贮藏；7) 茶叶产品的使用；8) 废弃物处理阶段。
- 5.1.2 茶叶“从摇篮到大门”的部分生命周期系统边界包括5.1.1条款规定的1-6个阶段。
- 5.1.3 茶叶“从摇篮到坟墓”的全生命周期系统边界包括5.1.1条款规定的1-8个阶段。
- 5.1.4 茶叶碳足迹系统边界图



5.2 温室气体排放和清除过程

5.2.1 排放过程包括：

- a) 农业投入品的生产与运输；
- b) 种植过程；
- c) 鲜叶的采摘与运输；
- d) 加工过程；
- e) 包装材料的生产与运输；
- f) 产品的包装、运输和贮藏；
- g) 茶叶产品的使用；
- h) 废弃物处理。

5.2.2 清除过程包括：

- a) 土壤有机碳储量变化；
- b) 茶树生物量变化。

5.3 排放源和温室气体种类

5.3.1 应在系统边界内识别各类排放源，确定茶叶碳足迹核算温室气体种类。

a) 农业投入品的生产与运输

茶叶种植使用的农业投入品包括肥料、农药和农膜等，在生产和运输过程中会产生温室气体排放。

b) 种植过程

茶叶种植各生长季进行施肥、病虫害防治和灌溉管理，此过程会产生温室气体排放。

c) 鲜叶的采摘与运输

使用动力采茶机与运输工具会产生温室气体排放。

d) 加工过程

茶叶加工涉及到能源消耗，此过程会产生温室气体排放。

e) 包装材料的生产与运输

茶叶包装使用的材料包括纸盒、金属盒、玻璃、陶瓷等，在生产和运输过程中会产生温室气体排放。

f) 产品的包装、运输和贮藏

自动包装机、运输车辆和冷库的使用涉及到能源消耗，此过程会产生温室气体排放。

g) 茶叶产品的使用

茶叶产品运输至售卖点及消费者烧水涉及到能源消耗，此过程会产生温室气体排放。

h) 废弃物处理

茶渣等废弃物处理涉及到能源消耗，此过程会产生温室气体排放。

5.3.2 温室气体排放源与温室气体种类见表1。

表 1 温室气体排放源与温室气体种类示意表

排放过程	排放项目	排放源	温室气体种类
农业投入品的生产与运输	农业投入品的生产排放	化肥、农药、农膜等农资生产带来的温室气体排放	CO ₂
	农业投入品的运输排放	将农业投入品从销售点运输至茶园的能源消耗排放（汽油、柴油、电力）	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

种植过程	种植过程田间排放	茶园氧化亚氮直接排放	N ₂ O
		茶园氧化亚氮间接排放	N ₂ O
	种植过程的能源消耗排放	茶树种植过程中，使用修剪机、除草机等农用机械带来的温室气体排放（柴油、汽油、机油、电力）	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
		茶树种植过程电力灌溉带来的温室气体排放	CO ₂
鲜叶的采摘与运输	采摘与运输的能源消耗排放	使用动力采茶机采摘鲜叶、将鲜叶从茶园运输至加工厂带来的温室气体排放（汽油、柴油、机油、电力）	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
加工过程	茶叶加工过程中的能源消耗排放	茶叶加工过程消耗电力带来的温室气体排放	CO ₂
		茶叶加工过程消耗天然气带来的温室气体排放	CO ₂
		茶叶加工过程消耗柴油带来的温室气体排放	CO ₂
		茶叶加工过程消耗生物质带来的温室气体排放	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
包装材料的生产与运输	包装材料的生产排放	包装材料生产带来的温室气体排放	CO ₂
	包装材料的运输排放	将包装材料从销售点运输至茶园带来的温室气体排放（汽油、柴油、电力）	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
产品的包装、运输和贮藏	产品的包装、运输和贮藏过程中的能源消耗排放	茶叶的包装、茶叶从包装场所运输到冷库、贮藏过程消耗电力带来的温室气体排放	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
茶叶产品的使用	茶叶产品的运输排放	茶叶产品从工厂运输至售卖点带来的温室气体排放（汽油、柴油、电力）	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	消费者烧水过程中的能源消耗排放	消费者烧水过程消耗能源（如电力）带来的温室气体排放	CO ₂
废弃物处理	茶渣等废弃物处理过程中的能源消耗排放	茶渣等废弃物采用填埋、焚烧处理带来的温室气体排放	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

5.4 土壤有机碳储量和茶树生物量

5.4.1 茶园采用不同的管理措施可以改变土壤有机碳储量和茶树生物量

- a)土壤有机碳储量变化量
年均变化量为正值，则为碳汇；年均变化量为负值，则是碳源。
- b)茶树生物量变化量
年均变化量为正值，则为碳汇；年均变化量为负值，则是碳源。

5.4.2 温室气体清除过程见表 2。

表 2 温室气体清除过程示意表

清除过程	清除评价
土壤有机碳储量变化	土壤有机碳储量的年均变化量为正值，则为碳汇，可以起到温室气体清除效果；年均变化量为负值，则是碳源，不能起到温室气体清除效果。
茶树生物量变化	茶树生物量的年均变化量为正值，则为碳汇，可以起到温室气体清除效果；年均变化量为负值，则是碳源，不能起到温室气体清除效果。

6 数据收集

6.1 数据质量

6.1.1 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技术的程度；
 - 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，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；
 - d) 完整性：数据宜包括生产中与温室气体排放、清除相关过程，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，数据收集方法和核算程序的可依赖程度。

6.1.2 数据选择

- 数据选择应遵循如下的优先原则：
- a) 须收集产品生产某项技术或一套混合技术的具体数据；
 - b) 优先考虑数据所在的地理区域；
 - c) 优先考虑数据的年份和收集数据的最短时间期限；
 - d) 优先考虑对核算结果有显著影响的过程，并收集该过程的原始数据；
 - e) 优先收集具有减排潜力且减排可由产品生产执行或影响的过程数据。

6.2 活动数据

6.2.1 活动数据的选择和收集

宜根据所选定核算方法的要求选择和收集温室气体活动数据，活动数据的选择和收集优先原则见表 3。

表 3 活动数据选择和收集的优先原则

数据类型	描述	优先级
原始数据	直接计量、监测获得的数据：如使用密闭室法直接测量茶树氧化亚氮排放	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；或者来自于权威文献的数据等	中
替代数据	来自相似过程或活动的数据	低

6.2.2 活动数据监测

6.2.2.1 组织可根据实际情况和要求选取合适的方法进行监测。

6.2.2.2 基础数据获取按照附录 A 要求调查或实测获取。

6.2.2.3 需要提供直接监测结果的，应采集样品进行检测，并对检测数据的适宜性进行确认。

6.2.2.4 需要对计量设备核查的，应通过书面审核和/或现场察看的方式确认计量设备安装及校准情况，以确定符合设备计量的要求（适用时）。

6.2.2.5 监测数据质量应符合以下要求：

- a) 数据达到核算质量要求；
- b) 监测数据具有完整性和有效性；
- c) 监测数据符合附录 A；
- d) 缺失数据的处理参照 RB/T211 附录 H。

6.3 排放因子

在获取温室气体排放因子时，其数据来源应明确，数据应有公信力、适用性和时效性，获取优先级顺序见表 4。茶叶碳足迹核查排放因子详见附录 B。

表 4 排放因子获取优先级

数据类型	描述	优先级
实测值或测算值	通过对茶叶种植过程的直接测量等方法得到的排放因子或相关参数值。	高
缺省值	中国国家和地方机构发布的温室气体排放核算指南和标准中提供的针对省份/自治区、区域、国家的排放因子缺省值，优先级别按照省份/自治区、区域、国家逐级降低。	中

	IPCC 国家温室气体清单指南、或具有行业公信力的学术期刊上发表的温室气体缺省值排放因子。	低
--	---	---

6.4 数据处理

6.4.1 数据审定

数据审定的具体措施包括但不限于下列内容：

- a) 对所有收集数据的审定；
- b) 系统边界内的所有定性和定量数据都应收集；
- c) 收集到的数据，无论是来自测量、计算或预测，都用于量化单元过程的输入和输出；
- d) 当从公共来源收集数据时，数据来源应在碳足迹核算报告中说明；
- e) 对于碳足迹核算结果可能具有重要意义的的数据，有关数据收集的过程和时间、以及数据质量的进一步信息等细节，均应写明；
- f) 对不符合数据质量要求的数据，应具体说明；
- g) 由于收集的数据可能来自多个报告和已出版的参考文献，应通过数据处理使数据具有一致性；
- h) 在数据收集的过程中应对数据的有效性进行检查。

7 碳足迹核算

7.1 茶叶碳足迹功能单位确定

7.1.1 一般要求

茶叶碳足迹功能单位应与产品质量保持一致。

7.1.2 功能单位的选择

茶叶碳足迹的功能单位为千克（kg）。

7.2 核算要求

7.2.1 系统边界的温室气体净排放总量等于温室气体排放量与清除量之和。

7.2.2 茶叶碳足迹等于系统边界的温室气体净排放总量除以功能单位，以每功能单位的二氧化碳当量（CO₂-eq）表示。

7.2.3 茶叶碳足迹核算至少包含选定的生命周期内 95%以上的与茶叶相关的预期生命周期温室气体净排放总量

7.2.4 生物质燃料燃烧产生的二氧化碳，应单独核算并在检查报告中给予说明，但不计入温室气体排放总量。

7.2.5 核算企业消耗电量对应的排放量时，企业使用绿色电力量，对应的排放量按 0 计算，企业应提供相关证明材料。

7.3 分配

7.3.1 当加工厂加工两种或多种茶叶产品时，在鲜叶运输进入加工厂前，应根据每种茶叶产品加工使用的鲜叶重量比，对前阶段产生的温室气体净排放总量进行分配。

7.3.2 前阶段产生的温室气体净排放量核算过程包括：

- a) 农业投入品的生产与运输；
- b) 种植过程；

- c) 鲜叶的采摘与运输;
- d) 土壤有机碳储量变化
- e) 茶树生物量变化

7.4 碳足迹核算方法

7.4.1 茶叶全生命周期碳足迹核算方法

$$CF_{tea_tol_hectare} = CF_{tea_fertilizer} + CF_{tea_pesticide} + CF_{tea_film} + CF_{tea_machine} + CF_{tea_energy} + CF_{tea_transport} + CF_{tea_package} + CF_{tea_biomass} + CF_{tea_consumption} + CF_{tea_disposal} + CF_{tea_N_2O} \times GWP_{N_2O} - \Delta SOC \times \frac{44}{12} \quad (1)$$

式中,

$CF_{tea_tol_hectare}$: 单位面积茶叶产品全生命周期碳足迹, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$;

$CF_{tea_fertilizer}$: 肥料生产过程的排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用肥料生产的排放因子进行计算;

$CF_{tea_pesticide}$: 农药生产过程的排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用农药生产的排放因子进行计算;

CF_{tea_film} : 农膜生产过程的排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用农膜的排放因子进行计算;

$CF_{tea_machine}$: 茶树种植过程中, 使用修剪机、除草机等农用机械带来的温室气体排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用所消耗能源的排放因子进行计算;

CF_{tea_energy} : 茶叶种植和加工过程中, 由电力灌溉、鲜叶采摘、茶叶加工、茶叶运输、产品贮藏等能源消耗带来的温室气体排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用消耗能源的排放因子进行计算;

$CF_{tea_transport}$: 茶叶种植和加工过程中, 由运输农业投入品、茶叶鲜叶、包装材料、茶叶产品等带来的温室气体排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用所消耗能源的排放因子进行计算;

$CF_{tea_package}$: 茶叶产品包装材料生产过程的排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用包装材料的排放因子进行计算;

$CF_{tea_biomass}$: 茶树生物量的年均变化量, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$, 如变化量为正值, 则为碳汇, 若变化量为负值, 则是碳源; 采用实测法或生物量模型方法进行计算, 茶树生物量计算过程详见附录 C;

$CF_{tea_consumption}$: 茶叶产品使用过程中, 由产品运输、消费者烧水带来的温室气体排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用所消耗的能源排放因子进行计算, 使用饮水机烧水的电力消耗计算过程详见附录 D;

$CF_{tea_disposal}$: 茶叶废弃物处理过程的排放, $kg\ CO_2\text{-eq/ha}$; 采用处理方式的排放因子进行计算;

$CF_{tea_N_2O}$: 茶园氧化亚氮直接排放和间接排放, $kg\ N_2O/ha$; 采用排放因子法或茶园氧化亚氮排放模型进行计算;

GWP_{N_2O} : 100 年尺度氧化亚氮的全球增温潜势, 根据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 最新版评估报告;

ΔSOC : 土壤有机碳储量的年均变化量, $kg\ C/ha$, 如变化量为正值, 则为碳汇, 若变化量为负值, 则是碳源; 采用排放因子法或农田土壤有机碳模型进行计算;

44/12: 将碳换算为二氧化碳的系数。

$$CF_{tea} = \frac{CF_{tea_fertilizer}}{Y_{tea}} \quad (2)$$

CF_{tea_tol} : 单位产量茶叶产品全生命周期碳足迹, $kg\ CO_2\text{-eq/kg}$;

Y_{tea} : 由单位面积茶叶鲜叶生产的茶叶产品产量, kg 。

7.4.2 茶叶部分生命周期碳足迹核算方法

$$CF_{tea_sec_hectare} = CF_{tea_fertilizer} + CF_{tea_pesticide} + CF_{tea_film} + CF_{tea_machine} + CF_{tea_energy} + CF_{tea_transport} + CF_{tea_package} + CF_{tea_biomass} + CF_{tea_N_2O} \times GWP_{N_2O} - \Delta SOC \times \frac{44}{12} \quad (3)$$

式中,

$CF_{tea_sec_hectare}$: 单位面积茶叶产品部分生命周期碳足迹, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; $CF_{tea_fertilizer}$: 肥料生产过程的排放, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; 采用肥料生产的排放因子进行计算;

$CF_{tea_pesticide}$: 农药生产过程的排放, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; 采用农药生产的排放因子进行计算;

CF_{tea_film} : 农膜生产过程的排放, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; 采用农膜的排放因子进行计算;

$CF_{tea_machine}$: 茶树种植过程中, 使用修剪机、除草机等农用机械带来的温室气体排放, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; 采用所消耗能源的排放因子进行计算;

CF_{tea_energy} : 茶叶种植和加工过程中, 由电力灌溉、鲜叶采摘、茶叶加工、茶叶运输、产品贮藏等能源消耗带来的温室气体排放, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; 采用消耗能源的排放因子进行计算;

$CF_{tea_transport}$: 茶叶种植和加工过程中, 由运输农业投入品、茶叶鲜叶、包装材料、茶叶产品等带来的温室气体排放, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; 采用所消耗能源的排放因子进行计算;

$CF_{tea_package}$: 茶叶产品包装材料生产过程的排放, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$; 采用包装材料的排放因子进行计算;

$CF_{tea_biomass}$: 茶树生物量的年均变化量, $\text{kg CO}_2\text{-eq/ha}$, 如变化量为正值, 则为碳汇, 若变化量为负值, 则是碳源; 采用实测法或生物量模型方法进行计算, 茶树生物量计算过程详见附录 C;

$CF_{tea_N_2O}$: 茶园氧化亚氮直接排放和间接排放, $\text{kg N}_2\text{O/ha}$; 采用排放因子法或茶园氧化亚氮排放模型进行计算;

GWP_{N_2O} : 100 年尺度氧化亚氮的全球增温潜势, 根据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 最新版评估报告;

ΔSOC : 土壤有机碳储量的年均变化量, kg C/ha , 如变化量为正值, 则为碳汇, 若变化量为负值, 则是碳源; 采用排放因子法或农田土壤有机碳模型进行计算;

44/12: 将碳换算为二氧化碳的系数。

$$CF_{tea_sec} = \frac{CF_{tea_fertilizer}}{Y_{tea}} \quad (4)$$

CF_{tea_sec} : 单位产量茶叶产品部分生命周期碳足迹, $\text{kg CO}_2\text{-eq/kg}$;

Y_{tea} : 由单位面积茶叶鲜叶生产的茶叶产品产量, kg 。

7.5 不确定性分析

7.5.1 直接监测数据应关注监测条件、采样点等影响带来的不确定性。

7.5.2 模型模拟法应根据最新研究成果, 对部分参数调整或验证, 并对模拟结果进行不确定度分析。

8 碳足迹标识认证标志

8.1 碳足迹标识认证标志的图形与颜色要求如图 1 所示

8.2 标识为“碳足迹标识认证”的产品应在获证产品的最小销售包装上加施碳足迹标识认证标志、认证机构标识

8.3 碳足迹标识认证标志可以根据产品特性，采取粘贴或印刷等方式直接加施在产品或产品最小销售包装上。

8.4 印刷的标志应当清楚、明显。

8.5 印制在获证产品标签、说明书或广告宣传材料上的碳足迹标识认证标志，可以按比例放大或缩小，但不应变形、变色。



图 1 碳足迹标识认证标志

9 碳足迹信息管理

茶叶产品碳足迹信息可采取报告及/或标签的形式披露。

10 持续改进

组织应取得改进机会，并实施必要措施，以降低茶叶碳足迹的预期结果。

附 录 A
(规范性)
数据监测表示例

附录 A 给出了茶叶碳足迹核查需要监测的数据和参数。

附录 A 茶叶碳足迹核查需要监测的数据和参数

数据	单位	监测方法
地理位置	具体到生产单元	调查
经度	°	GPS
纬度	°	GPS
种植面积	ha	测量
茶树树龄	年	调查
收获日期	年月日	调查
鲜叶产量	kg/ha	调查
土壤有机碳含量	g/kg	实验室测定 NY/T1121.1 土壤检测土壤样品的采集、处理和贮存。 NY/T1121.6 土壤检测第 6 部分土壤有机质的测定。
土壤 pH		实验室测定 NY/T1121.1 土壤检测土壤样品的采集、处理和贮存。 NY/T1121.2 土壤检测土壤 pH 的测定
土壤容重	g/cm ³	实验室测定 NY/T1121.1 土壤检测土壤样品的采集、处理和贮存。 NY/T1121.4 土壤检测土壤容重的测定
土壤机械组成	%	实验室测定 NY/T1121.3 土壤检测土壤机械组成的测定

有机肥施用量（干重）	kg/ha	调查
有机肥含碳量	%	实验室测定/产品外包装 NY525-2021 有机肥料
有机肥含氮量	%	实验室测定/产品外包装 NY525-2021 有机肥标准
有机肥生产排放因子	kg CO ₂ /t	有机肥厂调查
残枝落叶还田量（干重）	kg/ha	调查
残枝落叶含碳量	%	实验室测定/经验值 NY/T525-2021 有机肥料
残枝落叶含氮量	%	实验室测定/经验值 NY/T2419-2013 植株全氮含量测定 自动定氮仪法
化学氮肥类型		产品外包装
化学氮肥施用量	kg/ha	调查
化学氮肥含氮量	%	产品外包装
化学磷肥类型		产品外包装
化学磷肥施用量	kg/ha	调查
化学磷肥含磷量	%	产品外包装
化学钾肥类型		产品外包装
化学钾肥施用量	kg/ha	调查
化学钾肥含磷量	%	产品外包装
复合肥类型		调查
复合肥施用量	kg/ha	调查
复合肥养分比例	%	产品外包装
农药类型		产品外包装
农药用量	kg/ha	调查
农膜类型		产品外包装
农膜用量	kg/ha	调查

灌溉量	m ³ /ha	调查
能源类型	电、天然气、煤炭、汽油、柴油、生物质等	调查
能源用量		调查
干茶前处理一次性包装类型		调查
干茶前处理一次性包装用量		调查
肥料施用方式		调查

附录 B

(资料性)

茶叶碳足迹排放因子及其来源示例

附录 B 给出了茶叶碳足迹核查的排放因子缺省值及其来源。

附录 B 茶叶碳足迹核查排放因子缺省值及其来源

排放项目	排放因子	数据来源
直接氧化亚氮排放 (N ₂ O-N)	1.43%	Han et al, 2013
间接氧化亚氮排放 (N ₂ O-NH ₃ -N)	1.00%	IPCC, 2006
间接氧化亚氮排放 (N ₂ O-NO ₃ -N)	0.75%	IPCC, 2006
氮肥生产	7.759 kg CO ₂ -eq/ kg	陈舜等, 2015
磷肥生产	2.332 kg CO ₂ -eq/ kg	陈舜等, 2015
钾肥生产	0.660 kg CO ₂ -eq/ kg	陈舜等, 2015
农药生产	14.319 kg CO ₂ -eq/ kg	张国等, 2016
农膜生产	2.77 kg CO ₂ -eq/ kg	李锋等, 2014
汽油	3.85kg CO ₂ -eq/ kg	王陶等, 2020
柴油	3.82kg CO ₂ -eq/ kg	吴明等, 2018
机油	5.26kg CO ₂ -eq/ kg	吴明等, 2018
天然气	2.80 kg CO ₂ -eq/ Nm ³	樊栓狮等, 2010
塑料编织袋 (50kg/袋)	0.374 kg CO ₂ -eq/ 袋	Ma et al., 2019
包装材料	2.30kg CO ₂ -eq/ kg	Xu et al., 2019
生物质能-薪材、木材残渣和副产品	0.09kg CO ₂ -eq/ kg	国家发展改革委办公厅, 2011
生物质能-动物废料	1.18kg CO ₂ -eq/ kg	田贺忠等, 2011
生物质能-植物材料和剩余物	0.15kg CO ₂ -eq/ kg	国家发展改革委办公厅, 2011
生物质能-木炭	0.18kg CO ₂ -eq/ kg	国家发展改革委办公厅, 2011
华北区域电网(北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区)	0.7119 t CO ₂ -eq/ MWh	生态环境部, 2020

东北区域电网(辽宁省、吉林省、黑龙江省)	0.6613 t CO ₂ -eq/ MWh	生态环境部, 2020
华东区域电网(上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省)	0.5896 t CO ₂ -eq/ MWh	生态环境部, 2020
华中区域电网(河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市)	0.5721 t CO ₂ -eq/ MWh	生态环境部, 2020
西北区域电网(陕西省、甘肃省、青海省、宁夏自治区、新疆自治区)	0.6665 t CO ₂ -eq/ MWh	生态环境部, 2020
南方区域电网(广东省、广西自治区、云南省、贵州省、海南省)	0.5089 t CO ₂ -eq/ MWh	生态环境部, 2020
绿色电力	0	
填埋	0.80 kg CO ₂ -eq/ kg	Chen et al., 2013
焚烧	0.18 kg CO ₂ -eq/ kg	Lin et al., 2021

附录 C
(资料性)
茶树生物量模型示例

C.1 总则

茶树生物量模型适用于计算茶树生物量的年均变化量。

$$B_{plant} = -14.95 + 56.3(1 - e^{-0.27t}) \quad (C.1)$$

式中,

B_{plant} : 茶树地上部生物量, kg/ha;

t : 茶树的树龄, 年;

$$B_{total} = B_{plant} \times (1 + 0.5) \quad (C.2)$$

式中,

B_{total} : 茶树地上部和地下部生物量总量, kg/ha;

0.5: 茶树根冠比例系数;

$$CF_{tea_biomass} = \frac{B_{plant} \times 0.5 \times \frac{44}{12}}{t-5} \quad (C.3)$$

式中,

$CF_{tea_biomass}$: 茶树生物量的年均变化量, kg CO₂/ha;

0.5: 茶树生物量含碳量, kg CO₂/kg;

44/12: 将碳换算为二氧化碳的系数;

5: 将人工种植的茶树设置为从第 5 年开始采摘。

附录 D

(资料性)

消费者使用茶叶产品过程排放核算方法示例

D.1 总则

本方法适用于茶叶产品使用过程中由消费者烧水带来的电力消耗排放。

D.2 消费者使用茶叶产品过程排放核算方法

$$M_{tea} = T_{tea} \div n \quad (D.4)$$

式中,

M_{tea} : 每次使用的茶叶产品重量, g/次;

T_{tea} : 独立包装茶叶产品的总重量, g;

n : 每一独立包装茶叶产品的使用次数, 次;

$$H_{tea} = W_{tea} \times S_{water} \times \Delta T \quad (D.5)$$

式中,

H_{tea} : 使用 M_{tea} g 茶叶产品消耗的热量, J;

W_{tea} : 使用 M_{tea} g 茶叶产品的耗水量为 800ml, 约为 0.8 kg;

S_{water} : 水的比热容, 4200 J/kg;

ΔT : 水从起始温度加热至 100°C 的温度差, °C;

$$E_{tea} = \frac{H_{tea} \times \frac{1}{3600000}}{M_{tea}} \quad (D.6)$$

式中,

E_{tea} : 使用茶叶产品消耗的电量, kWh/g;

$\frac{1}{3600000}$: J 转化为 kWh 的转换系数。