《香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法》编制说明

（征求意见稿）

# 一、工作简况

# 1 任务来源

本项目是根据2022年3月29日“中国工业节能与清洁生产协会团体标准立项的通知”进行制定，项目名称：“香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法”，本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口，起草牵头单位：浙江菲达环保科技股份有限公司。

# 2 主要工作过程

**起草阶段：**

2022年3月29日，成立标准制定工作组，明确进度安排。

2022年3月29日～2022 年4月28日，浙江菲达环保科技股份有限公司完成标准、数据等资料的收集、整理，形成团体标准《香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法》（初稿）及编制说明。

2022年4月29日~5月10日，对团体标准《香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法》(初稿)及编制说明进行了标准制定组内部及相关专家函审，共提出19条修改意见。其中，采纳17条，未采纳1条，会议讨论1条。根据各位专家提出的建议，结合工作组内部讨论，主要修改内容为：3.1香榧和3.2香榧加工产品的术语修改；术语3.9全球变暖潜力术语的英文翻译，做了完善统一；修改系统边界中的不准确的描述，增加农业专有名词，完善边界划分；增加循环再利用环境收益计算的案例；CO2作为首要调查对象，对附录A的表A.1进行调整。修改和完善后于5月11日形成团体标准《香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法》（研讨稿）及编制说明。

2022年5月13日，在中国工业节能与清洁生产协会组织召开团体标准《香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法》（研讨稿）研讨会，根据会议意见，对标准“研讨稿”进行修改和完善，于5 月 23日形成团体标准《香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法》（征求意见稿）及编制说明。

**征求意见阶段：**

**审查阶段：**

**报批阶段**：

# 3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

主要参加单位：浙江菲达环保科技股份有限公司、浙江旭璟健康科技有限公司、上海易碳数字科技有限公司、浙江省农业科学院、浙江大学、中国矿业大学、宁波诺丁汉大学、浙江省数据管理有限公司。

本文件主要起草人：刘含笑、冯永才、周烨、陈琳、寿恬雨、刘美玲、沈国新、崔盈、林青阳、朱前林、罗象、陈伟强。

所做的工作：刘含笑任标准制定工作组组长，为标准总负责人，全面协调标准的制定工作，负责对各阶段标准的审核。冯永才、周烨、陈琳、寿恬雨、刘美玲主要参与标准的起草及编写工作。沈国新、崔盈、林青阳负责收集国内相关技术文献和资料，朱前林、罗象、陈伟强负责对标准各阶段意见及建议进行归纳、分析及其他材料的编制。

# 二、标准编制原则、主要内容和解决的主要问题

# 1 标准编制的原则

本文件编制主要依据以下两条原则：

a）编写结构及格式按《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）的规定。

b）技术内容主要以《环境管理 生命周期评价 原则与框架》（GB/T 24040-2008）、《环境管理 生命周期评价 要求与指南》（GB/T 24044-2008）等标准作为基础。

# 2 标准主要内容

# 2.1 适用范围

本文件规定了香榧与香榧加工产品碳足迹评价的术语和定义、产品描述、评价方法、附加环境信息、可比性、报告的要素。

本文件适用于香榧与香榧加工产品碳足迹评价。香榧加工产品指香榧果实的加工产品，包括香榧油、香榧酒、脱脂香榧粉以及相关衍生品。

# 2.2 规范性引用文件

碳足迹评估遵循生命周期评价的方法学，因此碳足迹评估方法应遵循《环境管理 生命周期评价 原则与框架》（GB/T 24040-2008）与《环境管理 生命周期评价 要求与指南》（GB/T 24044-2008）。同时，考虑与环境标志和声明的兼容性，碳足迹评估方法遵循《环境管理 环境标志和声明 通用原则》（GB/T 24020-2000）与《环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序》（GB/T 24025-2009）。

# 2.3 术语和定义

碳足迹评估遵循生命周期评价的方法学，《环境管理 生命周期评价 原则与框架》（GB/T 24040-2008）与《环境管理 生命周期评价 要求与指南》（GB/T 24044-2008）的术语和定义适用于本文件。本文件对“香榧”、“香榧加工产品”、“产品碳足迹”、“温室气体”、“二氧化碳当量”、“III型环境声明”、“功能单位”、“系统边界”和“全球变暖潜力”9个术语进行了定义。其中，香榧的定义参考《香榧栽培技术规程》（LY/T 1774-2008），香榧是榧树群体中的优良品种(系)。香榧也是重要品牌。脱去假种皮的香榧种子经后熟、清洗、晾晒、炒制等步骤生产可食用的香榧坚果。并明确了本文件中香榧指香榧坚果。香榧加工产品指香榧果实的加工产品，包括香榧油、香榧酒、脱脂香榧粉以及其它衍生品。温室气体定义来源于《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015），并明确温室气体包括二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF6）与三氟化氮（NF3），共7种。

# 2.4 评估目的

自上世纪中叶以来，全球气候持续变暖，严重威胁人类社会的生存与发展。为有效应对全球气候暖化造成的不利影响，世界各国共同承诺将本世纪末的全球平均温升幅度控制在2 °C以内，并为1.5 °C目标持续努力（IPCC，2014）。为了达成该承诺，欧盟及部分发达国家提出了碳边境调节机制，中国也提出了“碳达峰碳中和”目标。随着国内外减碳政策的出台，明确产品碳足迹，成为产品制造者应对各类政策的基础。同时，碳足迹评估可通过量化产品生命周期或选定过程中的所有温室气体排放和消除量，计算产品对全球变暖的潜在影响，为降碳提供数据支撑。

2.5 评估方法

 碳足迹的评估方法主要内容包括评估流程、功能单位、系统边界、数据与数据质量要求、产品碳足迹生命周期清单分析、碳足迹量化评价。

2.6 附加环境信息

 清洁生产工艺、节能减排技术、产品环境特性、企业环境管理等信息均可能影响碳足迹评估结果，应对本类附加环境信息予以说明，从而使产品碳足迹评估结果与企业生产水平得到对应。

2.7 对比性

本文件考虑了产品碳足迹评估与环境标志和声明的兼容性。当根据本文件制作III型环境声明报告用于比较时，应满足标准中4、5、6章的要求，对于缺失的数据应予以说明。

2.8 报告的要素

本文件考虑了产品碳足迹评估与环境标志和声明的兼容性。应用本文件可进行产品的III型环境声明报告，III型环境声明报告应符合GB/T 24025-2009的要求。应用本文件的报告也应符合GB/T 24025-2009的要求。

3 标准主要技术内容

3.1 总体原则

团体标准《香榧与香榧加工产品碳足迹评估方法》的编制严格按照国家标准规范性文件的基本要求进行，在符合国家现行法律、法规以及行业产业政策要求的前提下，基于产品生命周期评估的方法学，对香榧与香榧加工产品的碳足迹评估方法进行了详细规定。依据生命周期评价方法，深入分析从原材料获取、生产、包装、运输、使用以及产品废弃等各阶段的温室气体排放和消除量。本文件在原则上符合国内外相关标准规定的碳足迹评估原则、框架、要求与指南，体现标准的系统性、科学性和可操作性。

3.2 评价流程

产品碳足迹量化评价基本程序包括：目的和范围定义、生命周期清单分析、生命周期影响评价、生命周期评价解释。评估流程根据《环境管理 生命周期评价 原则与框架》（GB/T 24040-2008）确定。

3.3 功能单位

生命周期评估的研究范围中应明确规定所研究系统的功能。功能单位应予研究的目的和范围保持一致。功能单位的主要目的之一是为输入和输出数据的归一化提供基准，因此应对功能单位做出明确的定义并使其可测算。

针对一般产品，单位质量、单位体积、单位包装均为常用功能单位。针对香榧、香榧饼粕、脱脂香榧粉等固体产品，可用单位质量（1kg）产品或单位包装产品（1pcs）表示。针对香榧油、香榧酒等液体产品，可用单位质量（1kg）产品、单位体积（1L）产品或单位包装产品（1pcs）表示。

3.4 系统边界说明

产品生命周期系统一般分三个阶段：上游流程、核心流程、下游流程。香榧、香榧油、香榧酒、香榧精油、香榧皂均为终端产品，直接面向市场，其碳足迹评估系统边界为“从摇篮到坟墓”，应关注其上游流程、核心流程、下游流程的生命周期。脱脂香榧粉一般作为中间产品存在，可作为添加剂制作香榧风味的食品、日用化学品等。针对脱脂香榧粉，由于较难对下游使用情况作出明确界定，其碳足迹评估的系统边界为“从摇篮到门”，应关注其上游流程和核心流程，同时，碳足迹评估结果将与产品一起提供给下游生产厂商，用于下游产品的碳足迹评估，如香榧系列食品（如香榧饼干）的碳足迹评估可直接采集脱脂香榧粉的碳足迹数据。

需要说明的是，香榧酒有多种类型，本文件中香榧酒特指由脱脂香榧粉直接酿造生产的酒。香榧酒（配制酒）由其他粮食酿制的酒添加脱脂香榧粉等香榧风味材料配制而成，本文件中归类至香榧系列食品。

在生命周期碳足迹评估中，重点关注原辅料生产过程（包括香榧的农业生产）、运输过程、加工过程、包装过程、使用过程与包装废弃过程。

3.5 数据和数据质量要求

碳足迹评估数据分为现场数据和背景数据。现场数据包括生产数据（原材料消耗、能耗、直接排放等）、运输数据（包括运输形式、运输距离和运输量）、上游农业数据（种植密度、果实产量、化肥使用量、耗水量、能源消耗等）。背景数据包括原辅材料与能源开采生产（包括电力生产）的生命周期清单碳足迹数据以及原材料与能源运输生命周期清单碳足迹数据。

数据质量评价体系的数据评价指标有3个：来源、类型和时间。针对所有现场数据、背景数据，应对数据来源、数据时间、数据类型等进行详细说明，用于数据质量评价。数据质量评价采用5分制定量评价。

3.6 产品碳足迹生命周期清单分析

产品碳足迹生命周期清单分析包括数据收集、碳足迹包含的生命周期清单因子、计算程序、数据的分配、循环再利用环境收益计算五部分内容。

数据收集首先应明确收据收集范围，包括现场数据与背景数据。在现场数据收集中，在保证数据质量与数据完整性的前提下，应设定一定的取舍原则，避免低于0.1%的物料消耗，低于1%的固体废弃物的排放等次要因素对碳足迹评估数据收集工作增加过多难度，同时，应避免主要生产工序外的其他基础设施、设备、生活设施对对象产品碳足迹评估过程造成影响。同时，为了数据工作的顺利进行，设定了特定的数据收集步骤与审定程序。

碳足迹包含的生命周期清单因子包括二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF6）、三氟化氮（NF3）。数据来源于IPCC第六次评估报告《2021年气候变化：自然科学基础》（IPCC AR6 WGI）。

通过设定数据确认、数据与单元过程的关联、数据与功能单位的关联、数据合并、生命周期清单计算方法的特定计算程序，保证数据的标准化计算步骤。

在香榧油生产加工过程中，生产工序有多种产品，且投入的原材料和能源无法分开时，单元过程数据需要进行分配。例如香榧油加工过程，除了产生产品香榧毛油，还会产生副产品香榧饼粕，香榧毛油可用于精制生成香榧油，香榧饼粕可用于加工为脱脂香榧粉或用于香榧酒酿造。针对该生产过程，投入的原材料和能源无法分开。针对此情况，应根据一定原则对碳足迹在两种产品中进行分配。采用根据产品估值分配的方法，符合碳足迹分配的基本准则。

副产品的循环再利用可产生环境收益，应纳入产品碳足迹评估的计算范围。按照系统扩展法计算，即根据副产品的实际用途，抵扣其所替代的产品的环境负荷。例如：香榧假种皮发酵产生的有机肥，替代部分化肥施用于香榧林，其环境收益为所替代化肥生产过程的环境负荷。香榧酒生产过程中产生的香榧酒糟可以用于生产沼气，沼气可用于白酒蒸馏过程蒸汽的生产，其环境收益为沼气使用的环境负荷。

3.7 碳足迹量化评价

碳足迹量化评价包括碳足迹量化评价方法、温室气体全球变暖潜力、碳足迹量化评价公式等内容。产品碳足迹的量化评价采用温室气体100年内的全球变暖潜力（GWP100），文件内包括的二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF6）、三氟化氮（NF3）均在碳足迹量化评价的统计范围内。

4 标准解决的主要问题

碳足迹评估技术在近年来得到快速发展，国内外均形成了大量产品种类规则（PCR），用于对不同产品进行标准化的碳足迹评估，但仍存在较多空缺，钢铁、建材等领域的标准化碳足迹评估技术发展较为领先，在农业领域发展相对较为滞后。农产品碳足迹评估的分析对象具有复杂性，无法采用统一的方法，应根据实际对象确定研究范围和功能单位。

香榧及香榧加工产品作为浙江会稽山一带地方特色农林产品，在浙江省及周边地区具有广泛的市场。为了响应“碳达峰、碳中和”目标，香榧与香榧加工产品的制造企业需要通过碳足迹评估的手段，摸清温室气体排放家底，从而为减碳工作打好坚实的数据基础，因此对香榧与香榧加工产品标准化碳足迹评估技术的需求较为迫切。本文件填补了香榧与香榧加工产品碳足迹评估技术领域的标准空白。同时，香榧及香榧加工产品的碳足迹评估工作，在农产品及农产品加工行业具有代表性，是农业领域碳足迹评估标准化的有效探索和实践，可推动农林业、农产品加工行业碳足迹评估技术的标准化工作。

# 三、是否有对应的国家标准或行业标准

本文件制定中未检索到对应的国家标准或行业标准。

# 四、主要试验（或验证）情况分析

在双碳背景下，国内碳排放核算行业指南（包括试行指南）覆盖面不够完善。较多指南外其它行业的碳排放核算工作开始萌发技术、指南、标准方面的需求，但相关工作刚刚起步。香榧与香榧加工产品缺少碳足迹评估相关标准，因此国内没有实际案例，下面将介绍本文件规范下的算例与一个国外橄榄油碳足迹评估的典型案例。

# 1 算例一：香榧油碳足迹评估

# 1.1 生命周期流程图

对某企业香榧油产品进行碳足迹评估，评估流程符合产品碳足迹量化评价基本程序。功能单位为kg（香榧油）。碳足迹评估系统边界为从“从摇篮到坟墓”，其生命周期流程图如图4.1所示。

图4.1 香榧油生命周期流程图

# 1.2 上游流程

上游流程包括：

a）香榧油原料获取。

1）土地利用变化。种植土地一直为香榧林，无变化。

2）栽培阶段的碳排放。香榧树使用嫁接苗生产。栽培阶段中，使用有机肥、复合肥、植保产品。栽培阶段历时6年，成熟产果阶段可持续70年。

3）肥料、植保产品的使用。使用有机肥、复合肥、植保产品。化肥计算生产、使用过程中的排放，包括使用过程中产生的N2O排放。有机肥通过香榧树修剪枝叶和香榧假种皮经堆沤产生。植保产品计算其生产过程的排放。

4）电力消耗。香榧采摘后，需经香榧清洗机、香榧假种剥假种皮机、香榧去壳机、香榧分选机、香榧烘干机初步加工，需消耗电能。

5）灌溉。夏季高温季节连续10天以上无降雨需灌溉。灌溉情况受天气影响较大，当地近5年未进行灌溉。

b）电力、能源生产。

香榧油生产仅使用电力，不涉及其它能源。

c）包装材料生产。

香榧油包装材料为玻璃和纸。

# 1.3 核心流程

核心流程包括：

a）香榧油生产阶段。

1）香榧运输至生产设施。

2）香榧油物理压榨。

3）香榧油储存。

4）废水处理，作为农产品加工污水进行处理。

5）废物处理，废弃物作为副产品进行深度加工，不产生额外固体废物。

b）香榧油包装阶段。

1）包装材料运输至工厂。

2）包装过程，香榧油通过机械罐装。

3）香榧油产品储存。包装完成的香榧油需要低温储存。

4）厂内运输。工厂内部运输距离较短，无额外耗能。

# 1.4 下游流程

下游流程包括：

a）产品运输至客户、消费者（平台、零售商等）。

b）产品使用。

香榧油为食品，在碳足迹核算边界外。

c）产品与包装材料寿命终止。

1）产品寿命终止。认为香榧油被完全使用，不产生额外浪费。

2）包装材料寿命终止。包装材料玻璃、纸寿命终止后，被回收、填埋、焚烧。针对产品回收，其碳足迹边界指将产品运输至回收工厂，平均回收运输距离为50 km，采用轻型货车运输。对于填埋，考虑温室气体排放、甲烷回收与其它消耗。对于焚烧，考虑焚烧后粉煤灰处理的碳排放与能源替代产生的抵扣量。

# 1.5 数据收集

根据上述系统边界，对实际生产过程进行调研，采集农业数据、工艺数据、运输数据，数据为测量或平均值，数据时间为1年内。背景数据来源于公开温室气体排放系数库与文献。

# 1.6 数据分配

 根据分配原则，香榧油与香榧饼粕的质量比为4：5，产品估值分别为1200元/kg与40元/kg，最终确定分配比例为24：1。基于该比例，对香榧油上游流程中的香榧种植生产阶段与核心流程生产阶段中物理压榨前(包括物理压榨)的阶段进行数据分配。

# 1.7 碳足迹评估结果

基于收集数据进行碳足迹计算。针对上游流程中的电力生产，采用电网排放因子0.7035kg CO2/kWh。针对下游流程中的产品使用。香榧油作为食品，在碳足迹核算边界外。根据计算，其余流程碳足迹评估结果见表4.1。

表4.1 香榧油产品碳足迹

单位： kgCO2/kg

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 上游流程 | 核心流程 | 下游流程 | 合计 |
| 香榧种植生产 | 包装材料生产 | 生产阶段 | 包装阶段 | 产品运输 | 包装废弃 |
| 碳足迹 | 3.07 | 0.40 | 1.05 | 0.08 | 0.02 | 0.01 | 4.63 |

以核心流程中生产阶段为例，进行计算说明。

a）香榧运输至生产设施。

香榧果通过电动汽车运输至工厂，运输里程为25 km，载重为2 t。香榧出油率约42.2%。根据文献《传统燃油车与新能源车 LCA 碳足迹分析比较》（龚俊川等），电动汽车使用过程碳排放系数为0.1594kgCO2/km。计算参见式（1）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$M\_{1}=\frac{0.1594{kgCO\_{2}}/{km}×25km}{2000kg}÷0.422\%=0.0047{kgCO\_{2}}/{kg}$$ | （1） |

b）香榧油物理压榨。

物理压榨能耗为每kg香榧油0.5 kWh。计算参见式（2）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$M\_{2}=0.5{kWh}/{kg×0.7035{kgCO\_{2}}/{kWh}}=0.3518{kgCO\_{2}}/{kg}$$ | （2） |

c）香榧油储存。

压榨后的香榧油需低温储存，储存每kg香榧油所需电力消耗为1 kWh。计算参见式（3）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$M\_{3}=1{kWh}/{kg×0.7035{kgCO\_{2}}/{kWh}}=0.7035{kgCO\_{2}}/{kg}$$ | （3） |

d）废水处理。

每生产1 kg香榧油产生0.3333 kg废水，作为农产品加工污水进行处理。根据文献《重庆市城镇污水处理系统碳排放研究》（张成），农产品加工污水温室气体排放为16.49 kg CO2/t。计算参见式（4）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$M\_{4}=0.01649{kgCO\_{2}}/{kg}×0.3333kg=0.0055{kgCO\_{2}}/{kg}$$ | （4） |

生产阶段碳足迹总和计算参见式（5）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$M\_{生产阶段}=\frac{24}{25}\left（M\_{1}+M\_{2}\right）+M\_{3}+M\_{4}=1.0512{kgCO\_{2}}/{kg}$$ | （5） |

根据数据质量评价体系，对香榧油产品碳足迹评估进行数据质量评价，结果参见表4.2。

表4.2 香榧油产品碳足迹评估数据质量评价表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 上游流程 | 核心流程 | 下游流程 |
| 香榧生产 | 包装材料生产 | 生产阶段 | 包装阶段 | 产品运输 | 包装废弃 |
| 数据质量 | 3.6 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.7 | 3.0 |

# 2 国外案例

国外无香榧及香榧加工产品，在橄榄油等产品上有相关案例，橄榄油的生命周期范围与香榧油类似。根据产品种类规则PCR 2010:07 v.3.0. VIRGIN OLIVE OIL AND ITS FRACTIONS - PRODUCT GROUP: UN CPC 21537，对BORGES公司的特级初榨橄榄油进行环境足迹评估，包括碳足迹评估。评估内容涵盖上游流程、核心流程、下游流程，报告进行了数据质量分析，并基于不同的功能单位（产品规格）给出了评估结果。具体评估信息参照EPD注册号为S-P-00924的文件。

本文件碳足迹评估的生命周期评估方法学与该国外案例一致。

# 五、标准中涉及专利的情况

本文件中不涉及专利。

# 六、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本文件可为香榧与香榧加工产品提供标准化的碳足迹评估指南，增加相关企业碳足迹评估的准确性，并未企业碳减排提供数据支撑。同时，本文件可成为碳足迹领域在农业及农产品加工行业的有效实践，可推动相关领域碳足迹评估方法学的标准化工作。

# 七、采用国际标准和国外先进标准情况

本文件采用的《环境管理 生命周期评价 原则与框架》（GB/T 24040-2008）、《环境管理 生命周期评价 要求与指南》（GB/T 24044-2008）存在与之对应的国际标准《Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework》(ISO 14040-2006)、《Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines》(ISO 14044-2006)。

本文件在制定过程中未查到同类国际、国外标准。

本文件制定过程中未测试国外的样品和样机。

# 八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本文件符合现行的法律法规和强制性（国家、行业、地方）标准要求。

# 九、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

# 十、标准性质的建议说明

建议本文件按推荐性团体标准发布。

# 十一、贯彻标准的要求和措施建议

建议本文件批准发布后1个月内实施。

# 十二、其他应予说明的事项

无其他应予说明的事项。