

《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 农食产品》编制说明

一、标准制订的背景和必要性

国际上涉及产品碳足迹的贸易政策频现，对我国产品出口带来挑战，通过科学方法摸清我国产品碳足迹情况迫在眉睫。为了应对气候变化，提升我国产品的国际竞争力，我国提出了“构建碳排放统计核算体系、产品碳标识认证制度、产品碳足迹管理体系”的目标。因此，积极推进产品碳足迹核算标准编制工作，为加强产品碳足迹管理提供标准化支撑。鼓励各方积极参与产品碳足迹核算标准制修订，确保实现2027年前制定100项和2030年前制定200项产品碳足迹核算标准的目标，促进国内国际标准衔接互认。

农业既是初级产品的生产者又是食品原材料的供应者，推动农业低碳发展，将生产出低碳农产品或食品。然不同农产品的种植过程和加工过程存在明显差异。目前，国家发布了国家标准GB/T 44903-2024《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 畜产品》，该标准给出了畜产品的碳足迹核算方法，但是目前还缺乏种植业产品及其初级加工产品的碳足迹核算方法。为了给农食产品碳足迹核算提供普适性的方法，急需制定《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 农食产品》

团体标准。制定农食产品的碳足迹核算标准，不仅能够支撑我国农食产品碳足迹工作的开展，同时能够加快特色产品碳足迹核算标准的制定和发布。

二、标准制定流程及主要参与单位

（一）任务来源

今年 4 月 23 日，习近平总书记在《气候和公正转型领导人峰会》上正式宣布中国将提交 2035 年全经济维度、所有温室气体的国家自主贡献新目标。党的二十届三中全会在积极稳妥推进碳达峰碳中和部署中，明确提出建立“产品碳标识认证制度、产品碳足迹管理体系”改革任务。去年 5 月，生态环境部等部门联合发布的《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》中提出，行业主管部门建立完善的分领域产品碳足迹因子数据库。农业农村部负责农产品碳足迹因子数据库建设。2022 年，农业农村部在《农业农村减排固碳实施方案》中提出“建立健全农产品碳足迹追溯体系，打造一批农产品绿色低碳产品品牌”。

随着绿色低碳理念成为社会的主流认识，市场对低碳农产品、碳中和农产品的需求不断提升。农产品碳标签，可以帮助消费者清晰识别产品环境影响，趋向购买低碳产品。碳足迹核算可以促使企业精准识别供应链高碳环节，督促其改进生产技术，提升产品绿色竞争力。农产品碳足迹核算增强

消费端透明度、强化生产者责任，成为推动低碳消费转型的核心工具。

2024 年 8 月，中国绿色食品协会提出《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 农食产品》团体标准的立项建议。中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所牵头组织《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 农食产品》的编制工作。

（二）标准起草单位和协作单位

主要起草单位包括中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所以及北京、河北、山东、江苏、福建、重庆、江西、新疆、广西、辽宁等科研企业单位的人员参与资料收集、实地调研、数据处理、文本撰写等工作。

李迎春 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
副研究员

代兴龙 山东农业大学 教授

巩 贺 北京数碳智合科技有限公司 总经理

赵 婧 中国农业大学 教授

郭李萍 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
研究员

韩 雪 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
副研究员

牛坤玉 中国农科院农业经济与发展研究所 研究员

孙 媛 中国绿色食品协会碳中和专业委员会 秘书长

王 静 中国绿色食品协会碳中和专业委员会 副秘书长

程 琨 南京农业大学 副教授

宝 哲 农业农村部农业生态与资源保护总站 研究员

马 欣 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
研究员

马 芬 福建农林大学 讲师

彭正萍 河北农业大学 教授

张瑞芳 河北农业大学 副研究员

娄翼来 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
研究员

李可心 中国绿色食品协会碳中和专业委员会 主任

马晓雄 中国绿色食品协会碳中和专业委员会 副主任

吴盛富 北京绿林认证有限公司 总经理

袁乐乐 北京绿林认证有限公司 副总经理

任旭东 安徽省绿色食品协会 会长

袁谢勤 安徽省绿色食品协会 秘书长

刘舜舜 安徽省公众检验研究院有限公司 董事长

高玉君 泰安市动物疾病预防控制中心 主任

徐胜林 泰安市动物疾病预防控制中心 副主任

郭 刚 北京首农畜牧发展有限公司 副总经理

白萨如拉 北京首农畜牧发展有限公司科技研发部经理

秦 俊 秦邦吉品农业开发有限公司 董事长

（三）工作流程

2024 年 8~10 月，组建项目团队，制定实施方案，并收集和整理有关规程的文献、专利和标准等资料。

2024 年 11~12 月，量化关键参数，撰写标准与编制说明，形成工作组讨论稿。

2025 年 1~2 月，标准编制组专家编制标准初稿。

2025 年 3 月，组织专家评审会，对标准初稿提出修改意见。

2025 年 4 月，组织标准编制专家研讨会，根据专家意见进行修改完善，完成标准征求意见稿。

2025 年 5 月，开展标准征求意见稿专家函审工作，根据评审意见继续修改标准，并进行专家交流讨论，形成送审稿。

2025 年 6 月，组织标准编制评审会，听取评审专家意见，继续修改完善，完成报批稿，正式发布组织《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 农食产品》团体标准。

三、标准编制说明

（一）标准编制原则

本标准的制定以推动农食产品碳足迹核算为核心目标，基于大量的文献收集及实践调研、经过科学梳理和总结，结合我国农食产品生产特点，力求实现估算的系统性与科学性，

并体现不同生产企业及产品的个性化差异，确保内容严谨、逻辑清晰、层次分明，符合减排技术应用的现实需求。基于标准的程序进行农食产品碳足迹核算时，应遵循以下原则：

1 相关性原则

数据和方法的选取适用于核算农食产品系统产生的 GHG 排放量和清除量。

2 完整性原则

农食产品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。

3 一致性原则

在农食产品碳足迹核算的全过程中，应使用相同的假设、方法和数据，以得到与目的和范围一致的结论。

4 统一性原则

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，以提高农食产品碳足迹之间的可比性。

5 准确性原则

农食产品碳足迹的量化是准确、可核查、相关且无误导性，并尽可能减少核算过程中偏差和不确定性。

6 透明性原则

以公开、全面和可理解的信息表述方式处理和记录所有相关问题。批露所有相关假设，并适当批露所使用的方法和数据来源，明确解释所有估计值并避免误差。

7 避免重复计算原则

相同的 GHG 排放量和清除量仅分配一次，以避免 GHG 排放量和清除量的重复计算。

（二）农食产品碳足迹核算框架

根据农食产品的类型和生产系统特点，农食产品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。

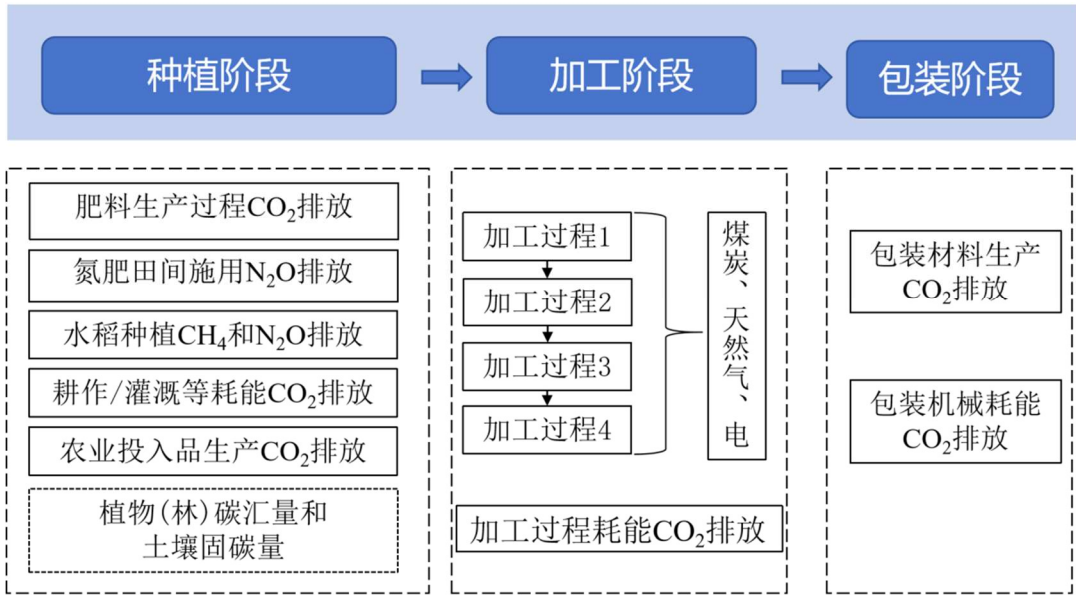


图 1 农食产品碳足迹核算的生命周期阶段、单元过程和系统边界

（1）农食产品种植阶段：包括肥料生产过程 CO₂ 排放，氮肥田间应用 N₂O 排放，水稻种植 CH₄ 排放，农业投入品生产过程 CO₂ 排放，耕作和灌溉耗能产生的 CO₂ 排放，以及植物（林）碳汇量、枯落物碳汇量和土壤固碳量等单元过程。

(2) 农食产品加工阶段：包括各加工环节耗能（煤炭、天然气、电）等单元过程。

(3) 农食产品包装阶段：包括包装材料生产和包装过程耗能等单元过程。

(三) 标准主要技术参数的制定

1、核算方法

国际常用的核算方法包括实测法和排放因子估算法两大类。实测法是通过实地监测得到温室气体排放量，其优点是结果相对准确，缺点是对设备和人员有一定要求，且测量的难度和工作量很大。排放因子估算法是基于国内外通用的排放因子乘以活动水平进行，较实测法更为方便可行，可在没有监测条件的情况下进行评价。本标准推荐的是排放因子方法与实测法相结合，但鼓励有条件的单位和经营主体采用实测法获取部分排放因子。本标准主要参考《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》《2019 年对 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南的修订》及我国现行相关标准 PAS 2050 & GB/T 24067—2024《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》等相关文件的方法。

2、数据获取

农食产品碳足迹核算需要的活动数据，应根据系统边界内各单元过程和功能单元进行确定。

农食产品种植阶段收集的活动水平数据包括肥料的类型和用量（包括氮肥、磷肥、钾肥、复合肥、有机肥等），灌溉耗能类型和用量，耕作农机具耗能的类型和用量，林果树木的树龄、种植密度，土壤容重、0-20cm 或 0-30cm 有机碳含量。农食产品加工阶段收集的活动水平数据包括加工过程的机器类型、能耗类型和用量、单位时间加工量。农食产品包装阶段收集的活动水平数据包括包装材料的类型、用量，包装机类型、能源类型和用量、单位时间包装量。

收集的数据应该明确记录其收集过程、收集时间和地理信息。农食产品种植阶段的活动水平数据，根据种植农户的农资使用台账或统计报表、肥料供应商的肥料生产台账或统计报表。农食产品加工阶段各加工环节的耗能，根据加工厂台账或是统计报表或是能源计量台账或是结算单或发票确定。包装阶段的包装材料用量，根据加工厂的台账或是供应商的台账或是结算单或发票确定。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。

3、排放因子及相关参数

农食产品各单元碳足迹核算需要的排放因子，建议优先使用现场排放因子及特征参数。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。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。

四、与现行标准协调性

2024 年 9 月，我国首个本土化的产品碳足迹核算国家标准《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067—2024）正式实施，明确了核算范围、原则和方法，成为统一技术框架的核心文件。“BS PAS 2050-2011：商品和劳务的生命周期温室气体排放的评估规范”。与这两项标准相比，本技术规程的区别在于：（1）更具有针对性。国际标准和国家标准针对所有行业的产品，而本标准针对我国农食产品在种植、加工和包装阶段的碳足迹进行核算，核算边界更加清晰，核算方法更加全面和详细；（2）更具有可操作性。国际标准和国家标准只提供了通用的评价思路和准则，而本标准能提供针对我国农食产品的生命周期碳排放的估算方法、关键系数和数据来源。

（二）与其他行业标准、团体标准的协调性

本标准将与《温室气体排放核算与报告指南》、《低碳产品认证技术要求》等国家标准和行业标准相协调，确保评价方法的科学性和一致性。

本标准在制定过程中，将充分考虑与现有国家标准和行业标准的衔接，避免重复和冲突，确保标准的系统性和全面性。

五、主要试验或验证的分析

基于《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 农食产品》评价方法，编制组核算了我国苹果主要种植区的碳足迹，综合分析了我苹果和柑橘种植碳足迹的时空变化特征。

（一）苹果单位产量碳足迹时空变化特征

2021 年中国各省苹果单位产量碳排放强度如图 2 所示。中国各省苹果单位产量碳足迹存在一定差异性，主要是由于各省份苹果种植面积与农田管理措施存在不同。中国苹果平均单位产量碳排放强度为 0.13 kg CO₂/kg。其中，北京、山西、陕西和甘肃单位产量碳排放高于全国平均值，分别为 0.26 kg CO₂/kg、0.18 kg CO₂/kg、0.16 kg CO₂/kg、0.16 kg CO₂/kg；而其他各省单位产量碳排放低于全国平均值。河北省苹果单位产量碳排放为 0.12 kg CO₂/kg；辽宁、山东、河南省苹果单位产量碳排放强度最小为 0.08 kg CO₂/kg、0.08 kg CO₂/kg、0.06 kg CO₂/kg。

苹果单位产量碳足迹呈现先增加后降低的趋势，2002 年-2009 年单位产量碳足迹增加 71.9%（0.20-0.35kg CO₂eq/kg），2009 年-2014 年呈波动变化，2015 年-2022 年单位产量碳足迹降低 21.9%（0.33-0.26 kg CO₂eq/kg）。

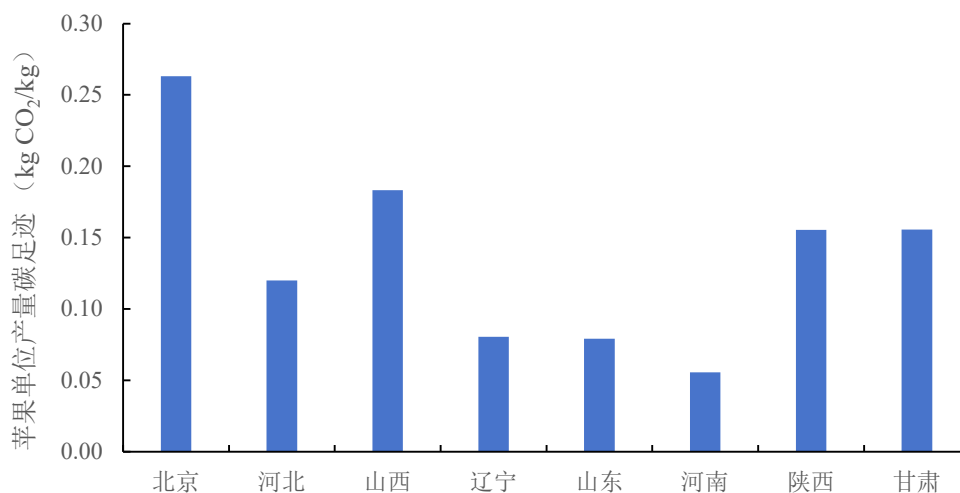


图2 2021年我国各省苹果单位产量碳足迹变化特征

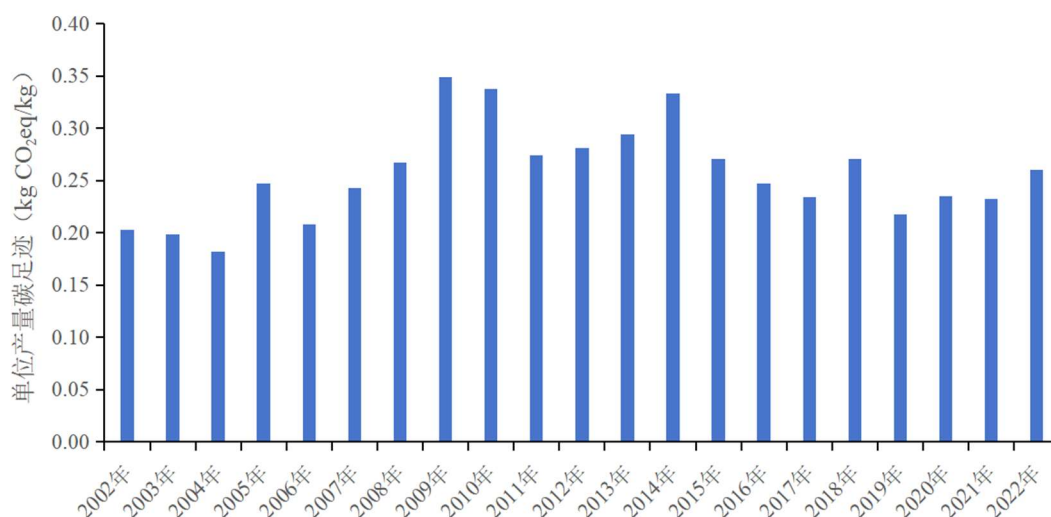


图3 我国各省苹果单位产量碳足迹时间变化特征

(二) 柑橘单位产量碳足迹时空变化特征

2015-2022 年中国油菜单位产量碳足迹平均值为 0.84 kg CO₂e/kg, 呈先升高后下降的变化趋势(图 4)。最大值出现在 2016 年, 为 0.97 kg CO₂e/kg, 最小值出现在 2022 年, 为 0.76 kg CO₂e/kg。

2015-2022 年中国不同省份之间油菜生产的碳足迹差异显著，取各省 2015-2022 年的平均值作为该省的碳足迹数值（图 5）。甘肃、陕西和云南三省的单位产量碳足迹也最高，分别为 1.32 kg CO₂e/kg、1.24 kg CO₂e/kg 和 1.24 kg CO₂e/kg；内蒙古最低，为 0.53 kg CO₂e/kg；作为中国油菜三大主产区的四川、湖北和湖南，其单位产量碳足迹分别为 0.64 kg CO₂e/kg、0.69 kg CO₂e/kg 和 0.96 kg CO₂e/kg。

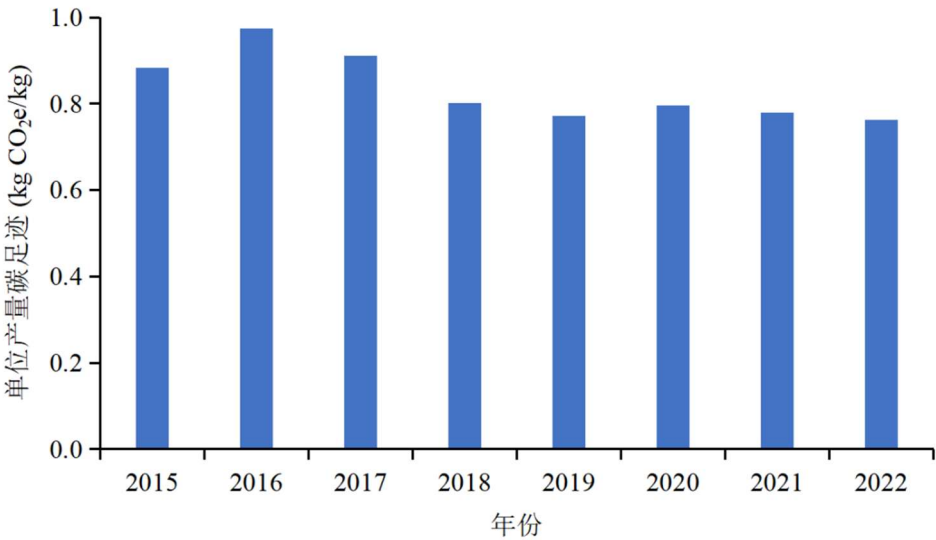


图 4 2015-2022 年油菜单位产量碳足迹时间变化特征

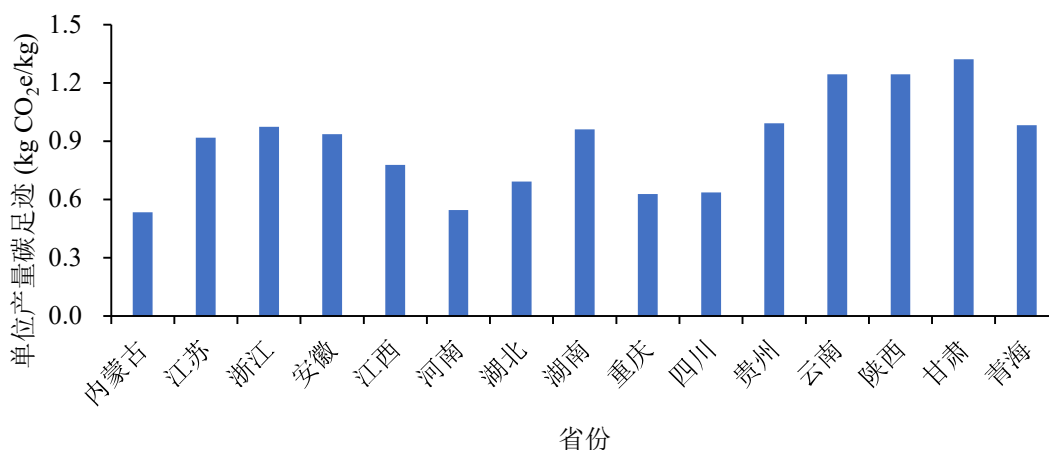


图 5 油菜单位产量碳足迹空间变化特征

(三) 相关技术成果

项目牵头单位中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所的标准编制成员以第一作者或通讯作者在国内知名期刊上发表了如下 6 篇代表性学术论文，出版中文专著 1 部，英文专著 1 部：

1、Jingyu Zhang, Yanqun Wang, Yingchun Li, et al. 2025. Carbon emissions peak of China' s apple cultivation achieved in 2014: a comprehensive analysis and implications. Scientific Reports, 15:12141

2、Li Kuo, Zhao Mingyue, Li Yingchun, et al. 2024. Spatiotemporal Trends of the Carbon Footprint of Sugar Production in China. Sustainable Production and Consumption, 46: 502 - 511

3、Liu Jialiang, Zhang Jingyu, Li Yingchun, et al. 2024. China' s mandarin and tangerine cultivation has

not reached the carbon emissions peak. Mitig Adapt Strateg Glob Change, 29:48

4、He Mingbao, Li Yingchun, Zong Shixiang, et al. 2023. Life Cycle Assessment of Carbon Footprint of Green Tea Produced by Smallholder Farmers in Shaanxi Province of China. Agronomy, 13(2), 364

5、He Mingbao, Zong Shixiang, Li Yingchun, et al. 2022. Carbon footprint and carbon neutrality pathway of green tea in China, Advances in Climate Change Research, 13(3): 443-453

6、韩欣怡, 韩雪, 李廷亮等, 2024. 中国马铃薯分省碳足迹核算与减排策略研究—基于生命周期评价法. 中国农业资源与区划. 45(1):11-19

7、李迎春, 韩雪, 李阔等, 2024. 典型农产品碳氮足迹时空特征(上), 中国农业技术出版社, 15.7 万字

8、许吟隆, 李阔, 马欣, 李迎春等. 2021. Carbon neutral tea production in China-Three pilot case studies. FAO, 3 万字

六、预期的经济效果

编制和实施《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 农食产品》将产生以下效益：

1、生态效益：通过量化农食产品碳足迹，推动消费者选择低碳的农食产品，指导生产者采取低碳的种植方式、生产方式和包装方式；

2、社会效益：提高公众对低碳消费理念和低碳生活方式的认识，为公众选择低碳农食产品提供技术支撑。

3、经济效益：低碳产品能够提升农食产品的品牌价值，有效提升农食产品企业的经济收入，促进农业产业的低碳可持续发展。

七、与相关法律法规、产业政策的符合性

1、本标准的制定和实施符合国家关于推动绿色发展、实现碳达峰和碳中和的战略部署，与《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国节约能源法》等相关法律法规相一致。

2、本标准的实施有利于我国绿色低碳消费理念的提升，符合国家产业政策和发展方向，有助于实现农业可持续发展。

3、本标准的制定和实施将为农食产品加工企业提供碳足迹核算的技术指导和依据，有助于提升农业企业的低碳发展水平，符合国家推动绿色低碳发展的产业政策。

标准起草组

2025 年 5 月 8 日

