

《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求
玻璃纤维及制品》

（征求意见稿）

编制说明

标准工作组

2024 年 8 月

目 录

一、	任务来源及编制背景	2
1.1	任务来源	2
1.2	工作背景和意义	2
二、	工作简况	3
2.1	编制过程	3
2.2	玻璃纤维行业概况	4
2.3	碳足迹国内外发展现状	6
三、	标准编制原则和主要内容	9
3.1	标准编制原则	9
3.2	标准编制的主要内容	9
3.2.1	标准框架	9
3.2.2	范围	10
3.2.3	规范性引用文件	10
3.2.4	术语和定义	11
3.2.5	量化目的和范围	11
3.2.6	清单分析	13
3.2.7	碳足迹影响评价	17
3.2.8	结果解释	18
3.2.9	可比性	18
3.2.10	产品碳足迹绩效追踪	19
3.2.11	产品碳足迹报告	19
3.2.12	附录	20
四、	主要验证情况分析	21
五、	标准中涉及专利情况	23
六、	产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况	23
七、	采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况	23
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	25
九、	重大分歧意见的处理经过和依据	25
十、	标准性质的建议说明	25
十一、	贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等） 25	
十二、	废止现行相关标准的建议	25
十三、	其它应予说明的事项	25

一、任务来源及编制背景

1.1 任务来源

根据中国建筑材料联合会《关于下达2024年第四批协会标准制定计划的通知》（中建材联标发〔2024〕59号），《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 玻璃纤维及制品》（计划号：2024-47-xbjh）立项，项目周期12个月。该标准由北京工业大学提出，标准编制工作由北京工业大学、北京国建联信认证中心有限公司、南京玻璃纤维研究设计院有限公司负责，由中国建筑材料联合会归口管理。

1.2 工作背景和意义

气候变化是全人类面临的严峻挑战，积极应对气候变化，推动绿色低碳发展已成为全球共识和趋势。2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会上承诺，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。“双碳”要求也是中国可持续发展的内在要求，与“绿水青山就是金山银山”这一科学论断相互呼应，是理念上、认识上、立场上以及行动力上的承诺。2023年10月市场监管总局印发《市场监管总局关于统筹运用质量认证服务碳达峰碳中和工作的实施意见》，在产品层面有序建立国家统一推行的产品碳标识认证制度。2023年11月，国家发展改革委、工业和信息化部、市场监管总局、住房城乡建设部、交通运输部联合印发《关于加快建立产品碳足迹管理体系的意见》，到2030年，国家层面出台200个左右重点产品碳足迹核算规则和标准，重点行业碳足迹背景数据库基本建成。2024年3月，国家气候战略中心在京组织召开了国家温室气体排放因子库产品碳足迹库研讨会，承担国家温室气体排放因子数据库建设工作，在排放因子数据库中设立重点产品排放因子模块和产品碳足迹因子。产品碳足迹已成为实现我国全生命周期碳中和的重要手段之一。

产品碳足迹是指产品系统中温室气体的排放和清除之和，是基于生命周期评价（LCA）的以CO₂当量表示的气候变化的单一影响类型。国内现有的碳足迹评估研究只注重生产制造阶段，并未基于国际已有标准搭建真正具有国际化的碳足迹计算框架，未建立LCA与碳足迹核算的深度关联。由于缺乏产业链上下游足够的数据支持，碳足迹的核心要素碳排放因子和数据来源没有在统一的核算方法和边界设定规

则下进行收集，各研究者发布的数据各不相同有较大差异。国际出现越来越多的低碳贸易壁垒，其中最有代表性的是欧盟的碳关税CBAM。2019年欧盟推出绿色新政，其中包括要对原铝及铝制品征收碳关税，2026年正式实施。

近年来玻璃纤维工业发展迅速，玻璃纤维纱产量快速增长，2022年全行业玻璃纤维纱总产量达到687万吨同比增长10.2%，已成为世界规模最大的玻纤生产国。其中，中国巨石的产能位居全球第一（约24%），其在国内占比32%左右，而泰山玻纤约占19%、国际复材约占12%，这三家企业占据了我国玻璃纤维行业近70%的产能。玻璃纤维生产需要保持炉窑内1600℃的高温熔化原料，会消耗大量的天然气、电力及蒸汽等能源，同时玻璃纤维制品的生产会造成大量的温室气体、二氧化硫、氮氧化物等有毒气体的排放。《玻璃纤维行业“十四五”发展规划》提出，坚持走绿色低碳发展道路，积极发展节能减排新工艺新技术，推进实施节能减排升级改造，不断优化原燃材料结构，持续降低全行业能源消耗、大气污染物排放及碳排放水平，有效应对能源、资源、环境和碳排放约束，实现玻璃纤维行业绿色低碳可持续发展。玻璃纤维碳排放主要来自三部分，一部分是原料熔窑化石燃料燃烧产生的排放，二是碳酸盐分解产生的过程排放，三是消耗的电力产生的碳排放。定量评价玻璃纤维产品的温室气体排放尤为重要，而产品碳足迹评价以LCA方法为基础可以综合分析产品在整个生命周期过程中的温室气体相关环境负荷现状，制定产品碳足迹产品种类规则可以规范玻璃纤维产品碳足迹评价统一的基本规则和要求，为支撑其产品的生态设计、碳减排等相关工作提供可操作的方法，对推动建筑防水材料行业的绿色发展、加快绿色产品的研发应用具有重要意义。

二、工作简况

2.1 编制过程

本标准研究制定基于LCA思想，在广泛收集玻璃纤维产品标准、能耗标准和碳排放等信息的基础上，深入企业调研、调查生产工艺等实际情况，重点分析碳排放环节和节能减排措施，基于编制组单位的大量研究和数据积累，讨论和制定本标准技术草案，提出了准确玻璃纤维碳足迹量化方法的要求，以指导碳足迹准确核算。玻璃纤维碳足迹研究工作始于2022年，经过系统、科学的研究，2023年11月提出制定本标准的建议书，并于2024年7月获得中国建筑材料联合会团体标准的立项，随后

成立标准编制组，推动标准的具体制定工作。

主要参加单位及工作组成员及分工

北京工业大学是标准负责起草单位，联合参与单位有北京国建联信认证中心有限公司和南京玻璃纤维研究设计院有限公司，具体见表1。

表 1 编制组分工

编制组	工作内容
北京工业大学	负责标准统筹，标准框架确定，标准文本及编制说明起草
北京国建联信认证中心有限公司	协调企业调研、标准验证工作
南京玻璃纤维研究设计院有限公司	提供行业发展情况、行业数据、协调企业调研

2.2 玻璃纤维行业概况

玻璃纤维是以叶腊石、石英砂、石灰石、白云石、硼钙石、硼镁石等矿石为原料经高温熔制、拉丝、络纱等工艺制造的一种性能优异的无机非金属材料，其单丝的直径为几个微米到二十几个微米，具有耐热性高、电绝缘性高、耐化学介质性能高、拉伸强度高、比重轻、延伸小、吸湿低、吸音等优异性能，能够替代钢、铝、木材、水泥、PVC等多种传统材料，在新能源工程、轨道交通、航空航天、建筑工程、电气绝缘、电力设备、市政工程、海洋工程、石油化工等领域得到广泛应用。自1958年中国第一家玻璃纤维厂上海耀华年产500吨生产线诞生以来，我国玻璃纤维产量不断攀升，到2023年玻纤总产量达到了723万吨，近年产量变化如图1。目前全国玻璃纤维生产企业达数百家，其中拥有池窑玻璃纤维生产能力的企业只有不到50家。随着玻璃纤维行业的高速发展，国内外培育了一些大型优质玻纤生产企业，由于技术壁垒、资金壁垒的存在，使得新进入者参与竞争较为困难，竞争力弱的企业容易被挤出市场，大型玻纤企业的优势明显，全球玻纤行业集中度高，寡头竞争格局明显，玻纤产业链中，玻纤生产及供应市场还处于巨头垄断格局。目前中国巨石、美国欧文斯科宁（OC）、日本电气硝子（NEG）、泰山玻纤、重庆国际（CPIC）、美国佳斯迈威（JM）六大企业的玻纤年产能占到全球玻纤总产能的80%左右。中国巨石以24%的产能份额位居全球第一。图2为2020年全球玻璃纤维产能分布。在国内，我国玻璃纤维行业企业集中度较高，以中国巨石、泰山玻纤、重庆国际为代表的龙头企业占据了我国玻璃纤维行业大部分的产能。

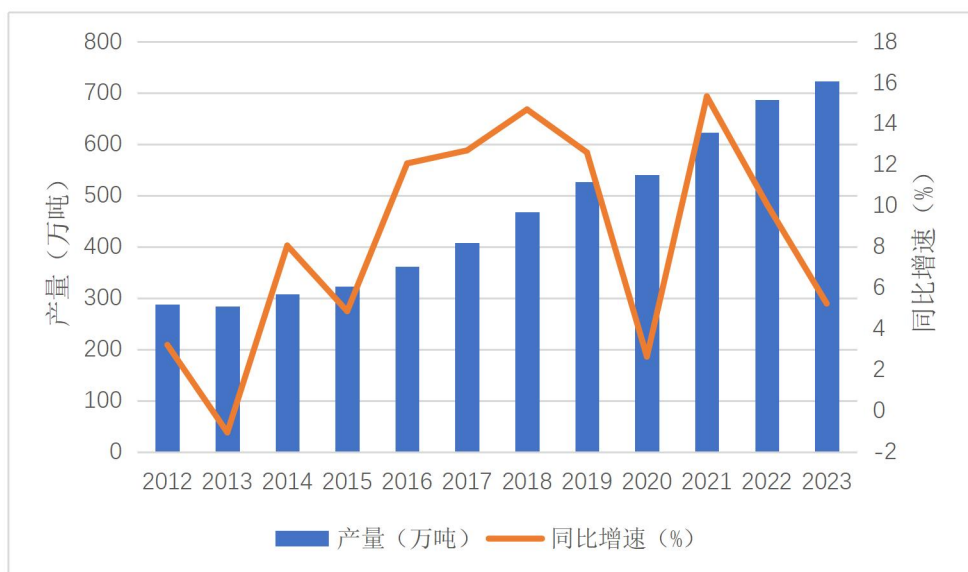


图1 2012-2023 年玻纤纱总产量及增速变化情况

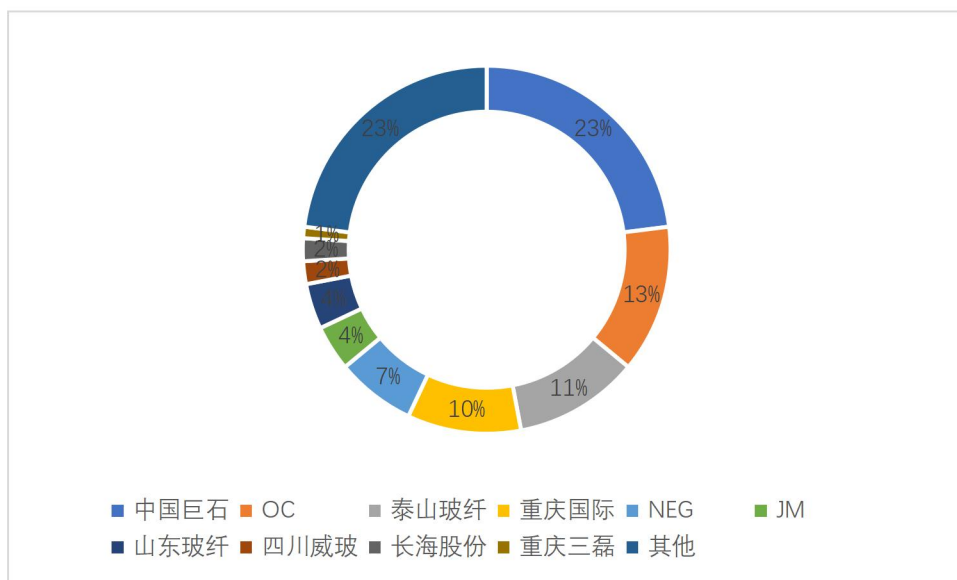


图2 2020年全球玻璃纤维产能分布（单位：%）

玻璃纤维的制造工艺有池窑法和坩埚法，其生产过程中主要的碳排放来自于三部分：燃料燃烧过程排放，工业生产过程排放，购入电力热力对应生产活动的排放。燃料燃烧过程排放是指纤维玻璃熔制过程中使用的化石燃料燃烧产生的排放、部分玻璃纤维制品生产线在织物涂覆及后处理过程中使用天然气燃烧产生的排放以及厂内机动车辆、制氧站等辅助设施运行过程中燃料燃烧产生的排放；工业生产过程排放是指玻璃纤维生产过程中，不同企业根据配方要求，在配合料中可能会引入一定数量的白云石、石灰石、纯碱、菱镁石、碳酸钡、碳酸锂等碳酸盐物质，这些物质在熔融过程中会分解并释放大量二氧化碳；购入电力热力对应生产活动的二氧化碳排放即净购入电力和净购入热力（蒸汽、热水）所对应的电力、热力生产环节发生

的二氧化碳排放。由于坩埚法需两次成型，生产过程能耗较大，碳排放也高于行业平均水平，国家发改委2019年11月发布《产业结构调整指导目录(2019年本)》，提出鼓励大型池窑拉丝技术，限制代铂坩埚拉丝生产线等政策。产业结构调整政策推动了玻璃纤维行业生产模式整体将向大型池窑拉丝生产线发展。

随着玻璃纤维生产方式的转变、生产技术的不断提升，从坩埚拉丝技术到池窑拉丝技术、再到万吨级池窑拉丝技术、纯氧燃烧技术、纯氧燃烧加电助熔技术，玻璃纤维单位产品碳排放量也在不断降低，如图3所示。

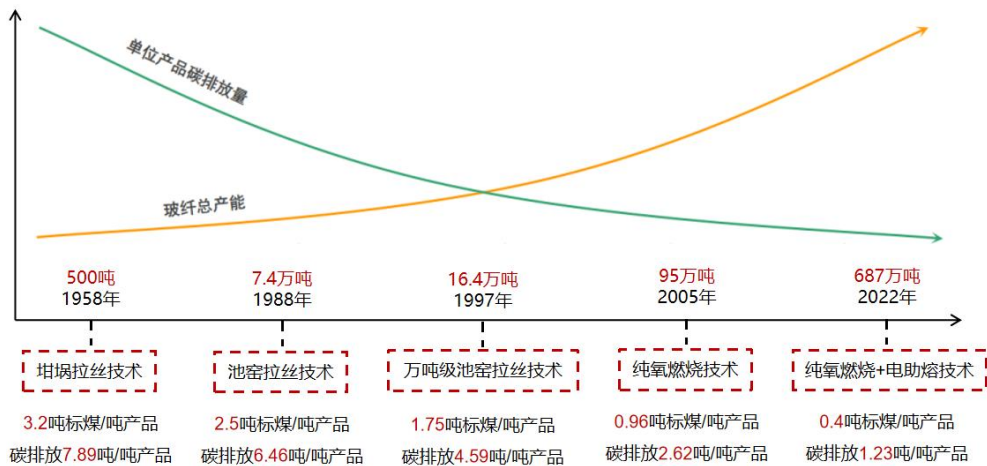


图3 玻璃纤维行业发展历程

《建材工业“十四五”发展实施意见》明确提出，2025年建材行业需全面实现碳达峰，对于玻璃纤维行业来说时间紧任务重。目前玻璃纤维行业单位产品碳排放量较高，工业技术有待创新，亟需制定组织层面碳核算、碳核查，产品层面碳足迹的计算方法及单位产品的碳排放限定值的相关标准，使得减碳目标的建立有据可依、有标可循。

2.3 碳足迹国内外发展现状

国际上，碳排放核算分四个层级：

第一个是国家层面的温室气体排放，依据的是IPCC（联合国政府间气候变化专门委员会）编制的《国家温室气体清单编制指南》，指导各行业直接排放。

第二是区域的温室气体排放，我国发改委《省级温室气体清单编制指南》计算区域主要行业直接排放，督察地方总量、达峰、中和目标。

第三是企业、组织层级：在企业 and 项目层面依据的是ISO14064-1和ISO14064-3，计算的企业和项目的直接排放和间接排放，是范围1和范围2的减排。

第四是产品层级，也是目前应用最为广泛的碳排放核算应用，其从全生命周期核算产品的碳足迹。

国际上广泛应用于产品的碳足迹核算标准有PAS2050：2008《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、GHG protocol（2011）《温室气体核算体系》和ISO 14067（2013）《温室气体排放 产品碳足迹 量化要求和指南》。其中，PAS2050：2008是全世界第一个产品碳足迹核算标准，GHG protocol（2011）是世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会正式发布的标准，是要求最为详细的碳足迹核算标准。ISO14067是由国际标准化组织发布，该标准被认为是更具普遍性的标准，提供了最近的要求和指导。

其中，PAS2050《产品与服务生命周期温室气体排放的评价规范》英国标准协会（BSI）编制，在ISO40-44提供的生命周期评价的基本框架和原则之上，首先提出专门针对产品碳足迹核算的相关规范。该方法于2008年10月公布，旨在对评估产品和服务生命周期内温室气体排放的要求做出明确的规定，使公司、客户和其他利益相关方通过对产品碳足迹的核算，在第一时间采取对于环境有益的恰当决策。PAS 2050在2011年进行了更新，更新后的版本对产品碳足迹核算提供了更加详细的要求和指导。参考ISO14040/44和PAS2050，世界其他其它国家纷纷兴起制定适合本国的产品碳足迹（CFP）计算标准，如世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会（WRI/WBCSD）共同发起制定的“温室气体议定书”，日本标准TS Q0010-2009《日本温室气体排放评价指南》，以及BP X30-323《碳标识计划一般性准则文件》。随之而来的是不同碳足迹评价标准引发了国际上对不同计算标准建立的CFP信息不能进行有意义比较的疑虑。

ISO14067是国际标准化组织ISO根据PAS2050标准发展而来，提供了产品碳足迹核算最基本的要求和指导。2008年1月，国际标准化组织（ISO）成立工作组并着手编制产品碳足迹的国际标准 ISO 14067《温室气体排放 产品碳足迹 量化要求和指南》。新标准主要是基于现存的 ISO标准：ISO 14040/44（生命周期评估）及 ISO 14025（环境标签）《环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序》。2012年10月，ISO 14067（2012）国际标准草案版公布。2013年5月，其作为技术规范（technical specification）发表，全称为 ISO/TS 14067: 2013 温室气体 - 产品碳足迹-量化与沟通的规则与指南（ISO/TS14067:2013 Greenhouse gases - carbon footprint of products

Requirements and guidelines for quantification and communication)。为产品整个生命周期中的温室气体排放量的评估提供标准，令产品碳足迹能有效地在供应链、顾客及其他利益相关者之间沟通，并且为基于比较目的的计算结果提供了一个公认的根据ISO14067将首次实现产品和服务生命周期中二氧化碳排放量化，并确保相关数值可以在全球范围比较。

总体来看，国外建立了以政府或某组织为主导的、强制性与自愿性结合、比较完善统一的产品碳足迹标识制度体系；正在逐步形成以产品碳足迹为基础的绿色贸易壁垒；下游建筑行业对于建材碳足迹的影响和助力日趋显著；碳足迹标识已从初级量化披露，走向限值披露、等级披露阶段。这是整体国外的发展现状。

国内碳足迹的标准，重点工作在ISO14067在转化中，相应的碳足迹额国行标以及团标整个在持续的建设过程中。在制度建设中，建材碳足迹在国推认证制度中走在前面的。从基础的方法论到通则到细则，基础的标准就是ISO的生命周期评价标准，仅给出了LCA评价的原则和框架，适用于所有产品。碳足迹通则标准，基于PAS2050和ISO14067，都是基于LCA的普适性标准，要使碳足迹的标准可操作性强，还必须要制定碳足迹的细则标准，针对终端消费制品也有一些碳足迹的团标，表4为国内典型碳足迹标准。

表 2 国内碳足迹专项标准

团体名称	标准编号	标准名称
中国电子节能技术协会	T/DZJN 003-2019	电器电子产品碳足迹评价移动通信手持机
中国电子节能技术协会	T/DZJN 002-2019	电器电子产品碳足迹评价微型计算机
中国电子节能技术协会	T/DZJN 001-2019	电器电子产品碳足迹评价电视机
中国电子节能技术协会	T/DZJN 002-2018	电器电子产品碳足迹评价 LED 道路照明产品
中国电子节能技术协会	T/DZJN 001-2018	电器电子产品碳足迹评价通则
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 50-2021	凉茶植物饮料产品碳足迹等级和技术要求
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 26-2019	碳足迹标识
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 20005-2019	产品碳足迹 产品种类规则 合成洗衣粉
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 20004-2018	家用洗涤剂产品碳足迹等级和技术要求
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 20001-2016	产品碳足迹 评价技术通则
中国印刷技术协会	T/PTAC 002-2016	印刷产品碳足迹评价方法
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 2-2016	产品碳足迹声明标识
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 20003-2016	产品碳足迹 小功率电动机基础数据采集技术规范
广东省节能减排标准化促进会	T/GDES 20002-2016	产品碳足迹 产品种类规则 巴氏杀菌乳

深圳市地方标准	DB4403/T281—2022	产品碳足迹评价技术规范 服装
深圳市地方标准	DB4403/T282—2022	产品碳足迹评价技术规范 微型计算机
深圳市地方标准	DB4403/T283—2022	产品碳足迹评价技术规范 家用纺织品
深圳市地方标准	DB4403/T284—2022	产品碳足迹评价技术规范 乳制品
深圳市地方标准	DB4403/T285—2022	产品碳足迹评价技术规范 手机

三、标准编制原则和主要内容

3.1 标准编制原则

遵循标准编制先进性、科学性、一致性和可行性的原则。在编制过程中以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》为指导，在符合国家现行法律、法规的前提下，保持与国家双碳标准体系的国家标准和行业标准的一致性，参考 ISO 14067: 2018《Greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification》（温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南）、PAS 2050:2011《Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services》（商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范）、GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价 原则与框架》、GB/T 24044-2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》等国内外先进标准规范，结合玻璃纤维及制品生产特点，深入分析原材料获取、生产制造等阶段对全球变暖的影响，将分析结果作为碳足迹目的和范围划分的重要参考依据，明确研究对象、范围、边界、数据来源、核算方法等具体要求，提高碳足迹核算的可操作性，并体现标准的系统性、科学性和可操作性。

3.2 标准编制的主要内容

3.2.1 标准框架

产品碳足迹核算基本方法以生命周期分析（LCA）为基础，国际ISO4067、PAS2050均以LCA为基础，生命周期分析的两个基础标准ISO14040/ISO14044规定了开展LCA分析基本框架与具体要求，主要包括目标和范围界定，特别强调产品种类规范（PCR），即针对每一类产品，应当建立专门的PCR进行目标和边界设定；清单分析，针对具体产品开展数据收集与分析计算，遵循规定的方法与处理原则，如数据收集规则、分配方法等；影响评价，基于清单结果的数据，采用环境影响评价方法，计算各类环境影响大小，本标准则仅涉及温室气体排放的核算（碳足迹）。结果解释，基于清单分析结果或影响评价结果（碳足迹），分析辨识碳足迹大小及

来源，提出改善环境影响的措施或持续改进的方法等研究报告。

3.2.2 范围

为了更准确的界定玻璃纤维行业碳足迹量化的范围，在标准制订过程中，标准起草组查阅了现有发布相关国家/行业标准，如 GB/T 18369-2022 玻璃纤维无捻粗纱、GB/T 18370-2014 玻璃纤维无捻粗纱布、GB/T 18373-2013 印制板用 E 玻璃纤维布、GB/T 29754-2013 玻璃纤维机织单向布、GB/T 26733-2011 玻璃纤维湿法毡、GB/T 25042-2010 玻璃纤维建筑膜材、GB/T 25040-2010 玻璃纤维缝编织物、GB/T 25041-2010 玻璃纤维过滤材料、GB/T 18371-2008 连续玻璃纤维纱、GB/T 29754-2013 玻璃纤维机织单向布、JG/T 284-2019 结构加固修复用玻璃纤维布、JC/T 2426-2017 空心石英玻璃纤维纱、JC/T 2335-2015 玻璃纤维网盖、JC/T 2245-2014 石英玻璃纤维纱、JC/T 2244-2014 石英玻璃纤维布、JC/T 572-2012 耐碱玻璃纤维无捻粗纱、JC/T 170-2012 E 玻璃纤维布、JC/T 589-2008 增强橡胶用玻璃纤维绳、JC/T 1089-2008 高硅氧连续玻璃纤维纱、JC/T 841-2007 耐碱玻璃纤维网布、JC/T 573-2007 玻璃纤维缝纫线、JC/T 556-2005 磨碎玻璃纤维、JC/T 174-2005 无碱玻璃纤维带、JC/T 173-2005 玻璃纤维防虫网布、JC/T 576-1994 中碱玻璃纤维无捻粗纱布、JC/T 575-1994 中碱玻璃纤维纱、JC/T 573-2007 玻璃纤维缝纫线、JC/T 281-1994 无碱玻璃纤维无捻粗纱布、JC/T 278-1994 中碱玻璃纤维无捻粗纱、JC/T 277-1994 无碱玻璃纤维无捻粗纱、JC/T 174-2005 无碱玻璃纤维带、JC/T 169-1994 无碱玻璃纤维纱、JC/T 572-1994 耐碱玻璃纤维无捻粗纱、JC 561-2007 玻璃纤维网布、JC/T 556-2005 磨碎 E 玻璃纤维，并经与行业专家交流及企业反馈，最终确认本文件的适用范围：适用于玻璃球、玻璃纤维纱线、毡、织物等玻璃纤维产品。

3.2.3 规范性引用文件

给出了引用的相关标准、文件名称及文号，凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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，其中参考的产品标准以附录形式给出。

GB/T 4202 玻璃纤维产品代号

GB/T 18374 增强材料术语及定义

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

ISO/TS 14071 环境管理 生命周期评价 鉴定性评审过程和评审员能力: ISO 14044:2006 的附加要求 和 指南 (Environmental management-Life cycle assessment - Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006)

GB 32150-2015 工业企业温室气体核算和报告通则

GB/T 24024-2001 环境管理环境标志和声明I型环境标志原则和程序

GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架ISO 14067:2018 greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification

PAS 2050:2011 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范 (Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services)

3.2.4 术语和定义

参考国家现行相关标准，对产品碳足迹、产品种类规则、温室气体、二氧化碳当量等关键性术语作相关定义。使标准的使用者更为便捷的获取其含义。主要术语和定义来自于以下标准：GB/T 24040、GB/T 24044以及GB/T 24067 《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》。

3.2.5 量化目的和范围

目的与范围的确定是生命周期评价中的第一步，也是至为重要的一步，其重要性在于它决定开展生命周期评价（包括对其结果的应用意图）的必要性，并表述所要研究的系统和数据类型。研究的目的、范围和应用意图涉及研究的地域广度、时间跨度和所需数据的质量等因素，它们将影响研究的方向和深度。

LCA 研究目的中须明确陈述其应用意图，开展该项研究的理由以及它的使用对象，即研究结果的接收者或预期交流对象。本标准旨在从生命周期的角度出发，对水泥产品的温室排放量和清除量进行量化评估，以二氧化碳当量（CO_{2e}）表示，进而评价这些产品在本文件通过量化产品生命周期内温室气体排放与清除量（以二氧化碳当量表示），基于本文件开展碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面：

- a) 评价产品对气候变化的潜在影响；
- b) 用于生产者与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通；
- c) 用于生产者降低产品碳足迹的设计与改进。

根据量化目标，来确定生命周期评价研究范围时需要分析的因素主要有：产品

对象及其功能、功能单位、系统边界、数据类型、输入输出初步选择准则、数据质量要求等。

因此，本文件应按照GB/T 24044-2008中4.2的要求确定建材产品生命周期评价的目的和范围。同时，产品生命周期评价用于进行比较研究时，应基于系统的可比性确定研究范围，并应在解释结果之前评价被比较产品系统在清单分析和影响评价阶段是否采用相同的功能单位和等同的方法学（如系统边界、数据质量、分配程序等）。任何参数的差异都应识别并报告。

（1）系统边界

确定系统边界，即确定要纳入到模型化系统的单元过程。本文件依据GB/T24067中产品碳足迹和产品部分碳足迹的规定，设定玻璃纤维产品系统边界如图4，主要包括玻璃纤维产品碳足迹量化的系统边界应包括原料获取阶段（A）与产品生产阶段（B），宜包括产品销售阶段（C）、施工和使用阶段（D）与生命末期阶段（E），并明确了各阶段的包含的主要内容及解释。

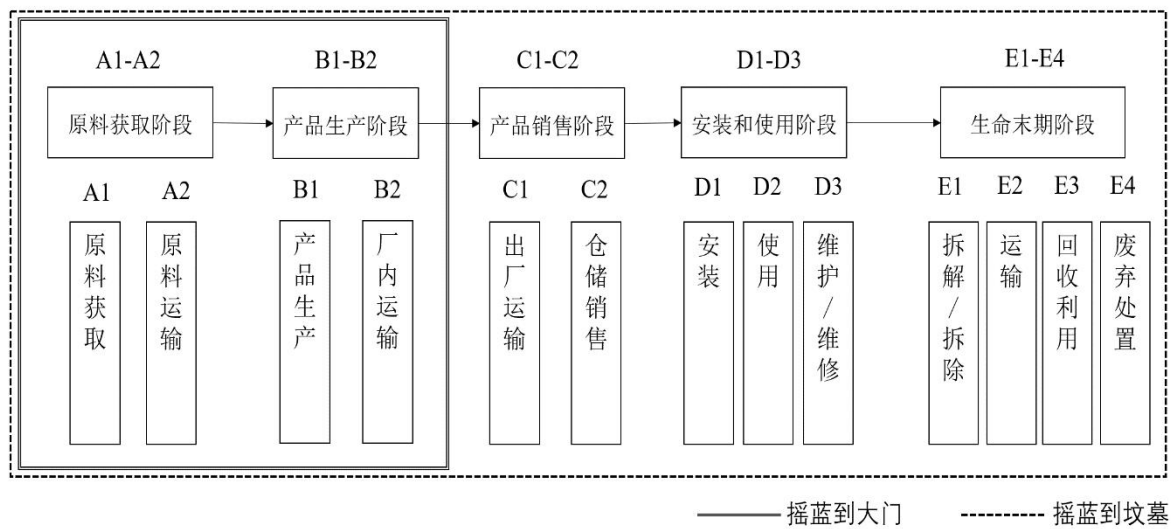


图 4 玻璃纤维产品碳足迹系统边界图

（2）功能单位/声明单位

玻璃纤维产品种类多、应用场景丰富，对其功能或性能要求多样化，因此在进行碳足迹分析时，既要考虑到初级产品需求，设定为声明单位（如生产1kg大于9um的玻璃纤维），又要考虑到应用功能性要求，则通常基于应用功能设定功能单位（如生产1m²玻璃纤维网格布，其网眼尺寸为5mm×5mm、重量为80g/m²、宽度为1000mm）。

（3）数据取舍准则

取舍规则是对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在评价范围之外所作的规定。所涉及的单元过程、物质/能量数据的取舍应遵循如下准则：

a) 所有的能源输入均需列出；

b) 对产品碳足迹实质性贡献小于1%的单元过程或物质可忽略，所有忽略的单元过程或物质对最终产品碳足迹实质性贡献之和不得超过5%。

c) 道路与厂房等基础设施、各工序设备设施、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均可忽略。

d) 忽略的温室气体排放与清除应在评价报告中明确说明，所选择的取舍准则对评价结果产生的影响应在评价报告中做出解释。

3.2.6 清单分析

生命周期清单分析(Life Cycle Inventory, LCI)是在确定研究目的和研究范围后，对研究产品系统整个生命周期中输入和输出进行汇总编制和量化的阶段，并为后续的碳足迹计算提供基础数据。

3.2.6.1 数据的收集与确认

数据收集应确保系统边界内生命周期过程的完整，应绘制玻璃纤维主要产品生产工艺流程/单元过程的输入输出流程图（见图5-图7），应确保初级数据和次级数据的完整、准确、可信。

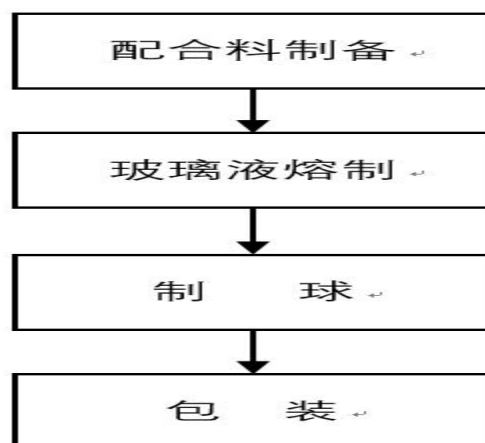


图5 玻璃球生产工艺流程

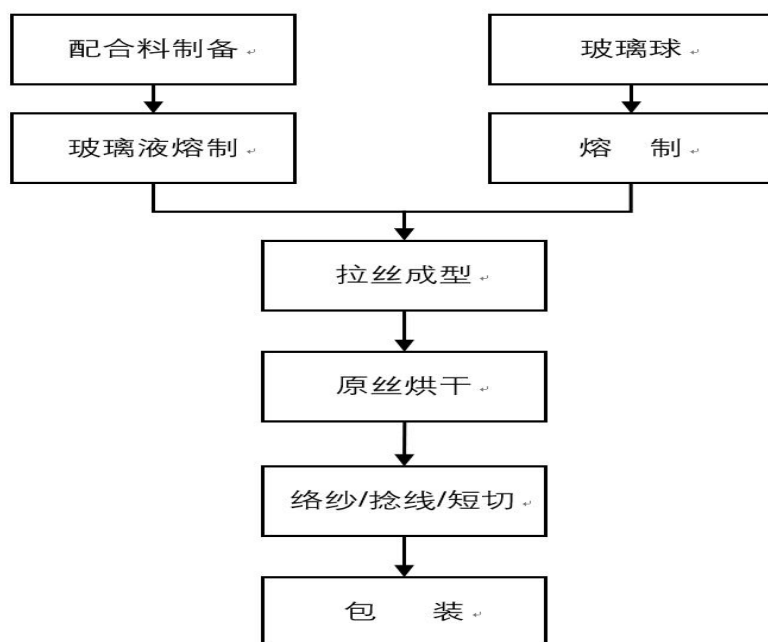


图6 玻璃纤维纱生产工艺流程



图7 玻璃纤维织物生产工艺流程图

数据类型包括初级数据和次级数据。初级数据包含直接排放的活动数据或从特定场地获取的数据（现场数据），初级数据宜通过测量或建模获得，产品的关键原材料和能源以及主要生产阶段数据应使用初级数据，如产品生产阶段的原材料消耗、能源消耗、污染物排放以及运输。初级数据应从组织所拥有、运行或控制的过程中

针对各个过程或发生这些过程的设施来收集初级数据，且收集到的数据对于各个过程而言应具有代表性。

若无法获取初级数据，则应使用次级数据。次级数据收集宜使用经第三方评审的数据，选择最相关的次级数据来源。在确定次级数据来源时，应优先考虑合格来源，例如生命周期数据库、行业协会、供应商报告、国家政府、联合国官方的出版物等获得，或从组织内部的另一过程、活动中获得。

针对生命周期各阶段，汇总整理出数据种类和数据类型，见表3。

表 3 生命周期阶段或工艺流程数据收集内容及要求

所属阶段	数据种类	数据类型
A：原料获取阶段	主要原料（如砂岩、叶蜡石、石灰石等）的温室气体排放因子；	宜使用现场数据
	次要原料（如芒硝、浸润剂等）的温室气体排放因子；	宜使用现场数据
	主要原料与次要原料的运输量、运输距离、运输方式；	应使用现场数据
	不同运输方式的温室气体排放因子；	宜使用现场数据
B：产品生产阶段	主要原料和次要原料的消耗量；	应使用现场数据
	煤、柴油、电力、天然气等能源（含厂内运输）的消耗量；	应使用现场数据
	煤、柴油、电力、天然气等能源获取阶段的温室气体排放因子；	宜使用现场数据
	煤、柴油、天然气等能源的运输量、运输距离、运输方式	应使用现场数据
	煤、柴油、天然气等能源燃烧过程的温室气体排放因子；	宜使用现场数据
	废水、固体废物的产生量、处置方式	应使用现场数据
	废水、固体废物处置的温室气体排放因子	宜使用现场数据
C：产品销售阶段	产品重量（含包装）；	宜使用现场数据
	产品运输至销售地点的运输距离与运输方式；	
	产品销售过程所用辅助材料的消耗、生产与运输；	宜使用现场数据
D：安装和使用阶段	安装过程能源与物料的消耗量；	宜使用现场数据
	使用、维护、运行过程中材料及能源的消耗量；	宜使用现场数据
E：生命末期阶段	拆除/拆解过程能源的消耗量；	宜使用现场数据
	废弃、回收运输至回收处理/处置地的运输量、运输距离、运输方式；	宜使用现场数据
	填埋、焚烧等处置方式的处置量；	宜使用现场数据
	填埋、焚烧等处置方式的碳排放因子；	宜使用现场数据
	回收利用的材料量、回收处理方式及其资源能源消耗。	宜使用现场数据

3.2.6.2 数据质量要求

数据质量要求是LCA评价中的难点和LCA可信度保证，在ISO系列标准中只给出原则性要求。本标准参照国际常用的数据质量指标矩阵模型和基于期望值评价方法，给出数据质量评价公式，评价体系包括数据来源可靠性、数据完整性、时间相关性、

地理相关性与技术相关性5项评价指标，并在每项指标中用5分制来表征数据质量，其中1表示数据质量最好，5表示数据质量最差。提出覆盖不同碳排放贡献的数据质量评价要求，指导改进数据收集的科学性和准确性。

本标准数据质量指标如下：

- a) 时间代表性，数据的年份以及收集数据的最小时间跨度；
- b) 地理代表性，为实现产品碳足迹评价目的所收集单元过程数据的地域；
- c) 技术代表性，具体的技术或技术组合；
- d) 完整性：测量或估算的数据所占的比例；
- e) 数据来源可靠性：数据来源的文档记录和数据获取方法；

对各指标计算赋值见表 4。

表 4 数据质量指标的赋值

数据质量评价指标	分值				
	1	2	3	4	5
数据来源可靠性	基于现场调查或测量的原始数据，并被验证过其合理性	基于现场调查或测量的原始数据但未被验证过其合理性；或基于计算的数据，并被验证过其合理性	基于计算的数据但未被验证过其合理性；或基于估算的数据，但被验证过其合理性。	基于估算的数据，虽未被验证过其合理性，但由合适的人（如行业专家）完成并进行了文件记录。	基于估算的数据，未被验证过其合理性且无文件记录。
完整性	所有的流都被记录；整个过程包括了全部的过程数据，或者过程以非常详细的形式建模。若完全满足相关标准中所要求的取舍准则，也可被认为是非常好的完整性	所有相关的流都被记录；基本上满足相关标准中所要求的取舍准则	部分相关的流被记录	很多相关的流都未被记录	没有关于完整性的文档记录
时间相关性	≤1年	>1年，≤5年	>5年，≤10年	>10年，≤15年	>15年，或未知
地理相关性	本区域数据	包含本区域的较大区域范围平均数据	类似生产条件的区域数据	稍微类似生产条件的区域数据	未知或生产条件完全不同的区域数据
技术相关性	从生产链直接获得的数据	代表相同工艺、相同技术水平的数据	代表相同工艺，相近技术水平的数据	代表相同工艺、技术水平差距较大的数据	未知或不同工艺的数据

基于期望值方法，通过综合每项数据质量指标来表征输入输出数据的总体数据质量（R），按式（D.1）计算：

$$R = \left(\frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n q_i - \frac{1}{4} \right) \times 100 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

- R — 数据质量评价结果；
- n — 评价指标数量，本文件中n为5；
- q_i — 每个评价指标分值。

3.2.6.3 数据审定

数据采集过程中，验证数据的有效性，通过物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，确认数据的准确性与合理性。对于异常数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。

3.2.6.4 分配

在系统边界设置或数据采集时，若发现至少有一个单元过程的输入和输出包含多个产品，则需要分配，评价过程中涉及分配方法应在产品碳足迹报告中予以明确说明。本标准遵循GB/T24044中规定的要求，制定分配的原则如下：

- 1) 优先通过细分单元过程避免数据分配；
- 2) 优先使用物理关系参数（如产量等）进行分配；
- 3) 若质量分配法不可行，则可采用经济价值分配法；
- 4) 对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配。

3.2.7 碳足迹影响评价

碳足迹影响评价是生命周期评价的第三个阶段，是其中理解和评价产品系统潜在在环境影响的大小和重要性的阶段。其目的是评估产品系统的生命周期清单结果，将生命周期清单分析结果转化为全球变暖方面的潜在环境影响，以更能了解该产品系统影响程度。碳足迹影响评价基于IPCC方法，对温室气体排放进行模型化计算，以功能单位量化产品系统所有单元过程中物质流和能量流的碳排放，汇总获得产品碳足迹的最终量化结果，以二氧化碳当量（kgCO₂e）表征。详见标准文本7章。

碳足迹影响评价作为整体生命周期评价的一部分，可用于：识别产品系统的改善机会并协助排定其优先顺序；描述产品系统与其单元过程在某一时间段内的特征或制定其比较基准；本文件为了增强实用性，给出各阶段计算碳足迹的方法。

除本文件中要求的碳排放相关指标外，附加环境信息应在相应产品碳足迹报告中予以罗列和描述。附加环境信息包括但不限于水泥产品在使用过程中对碳足迹造成较大影响的性能指标。

3.2.8 结果解释

生命周期评价解释阶段，是生命周期评价中根据规定的目的和范围的要求对清单分析和（或）影响评价的结果进行归纳以形成结论和建议的阶段。包括产品生命周期模型的稳健性评价、问题识别与改进方案确定以及结论、建议和限制。

产品生命周期模型的稳健性评价用于评价系统边界、数据来源、分配选择和生命周期影响类型等方法选择对结果的影响程度。宜用于评价水泥产品生命周期模型稳健性的工具包括、完整性检查、敏感性检查和一致性检查。

特点问题识别与改进方案确定是为了产生环境效益或至少将环境责任降至最低，根据清单分析和影响评价阶段的信息提出一系列与产品相关的绿色设计改进方案。

结论、建议和限制则是根据确定的产品生命周期评价的目的和范围阐述结论、建议和限制。结论宜包括评价结果、热点问题摘要和方案。

主要包括但不限于以下内容：

- a) 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的产品碳足迹和产品部分碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；
- b) 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- c) 结论、局限性和建议的编制。
- d) 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- e) 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- f) 详细记录选定的分配程序；
- g) 说明产品碳足迹研究的局限性。

3.2.9 可比性

碳足迹结果常用于同类产品的碳排放比较，以提供信息交流，尽管产品碳足迹可以是经由第三方验证的、科学的、可比的、国际认可的产品整个生命周期的环境影响的气候变化信息披露，但这种信息交流/比较必须基于相同或等同的系列规则和方法，才具有有效性，因此本文件对可比性做出了要求，主要包含以下方面：

- a) 产品的定义和描述（例如：功能、技术性能和用途）是相同的。

b) 产品碳足迹评价的目的和范围满足以下条件：

- 功能单位是相同的；
- 系统边界是等同的；
- 取舍准则是相同的；
- 数据质量要求是等同的。

c) 产品碳足迹清单分析方法满足以下条件：

- 数据收集方法是等同的；
- 计算程序是相同的；
- 分配方法是等同的；

d) 产品碳足迹影响评价方法是相同的。

3.2.10 产品碳足迹绩效追踪

在持续改进和提高人造板及木质地板产品的环境绩效的过程中，组织应当依据本文件的指导，对同一特定产品的碳足迹进行定期和连续的数据统计与分析。通过这种绩效追踪，组织可以监测产品在不同时间周期内对全球变暖潜在影响的变化，进而采取有效措施，不断优化产品设计、生产过程和供应链管理，以减少温室气体排放，提升产品的环境可持续性。这种基于数据的追踪和评估方法，不仅有助于实现组织的碳减排目标，也为消费者提供了更加透明和可靠的产品环境信息。

3.2.11.产品碳足迹报告

产品碳足迹的量化结果应当以透明和标准化的方式呈现，通常采用报告、声明、证书、标签等形式来描述。如果使用产品碳足迹证书和/或标签，必须附上详尽的产品碳足迹报告，以提供完整的背景信息和数据支持。此外，当碳足迹量化结果用于下游供应链管理时，应详细报告每个产品阶段的碳足迹数据，这样做可以防止在供应链中对同一碳排放源的重复计算，从而确保整个供应链的碳足迹评估准确高效。

根据本文件编制的产品碳足迹报告应全面而详细，涵盖以下关键内容：首先，报告应包含基本信息，如报告编号、编制与审核人员、发布与有效日期，以及所使用的产品类别规则；

其次，应明确声明企业的基本信息，包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人及方式、以及公司概况；报告核心部分应详细描述产品碳足迹的评价目的和范围，包括产品描述、功能单位和系统边界，并进行生命周期清单分析，涵盖数据

采集和取舍准则；报告应展示产品碳足迹的量化过程，包括数据计算和分配方法，并明确给出量化结果；

此外，报告还应提供附加环境信息、可比性分析以及产品碳足迹绩效追踪（如适用）；报告还应包括其他必要信息，如报告编制及验证机构的详细信息。

最后，以附录方式提供了报告的具体模板，以确保信息的透明度和一致性。

3.2.12 附录

3.2.12.1 附录A

附录A为资料性附录，给出了玻璃纤维产品的执行标准，以明确本标准的适用范围。

3.2.12.2 附录B

附录B为资料性附录，给出了玻璃纤维产品制造的典型工艺流程，以指导本标准的单元过程划分。

3.2.12.3 附录C

附录C为资料性附录，初级数据和次级数据收集信息内容及格式。主要包括：基本信息、产品信息、资源消耗及综合利用、能源消耗、污染物现场数据等不同类数据进行收集。一般情况下，初级数据无法获取，可采用次级数据。次级数据优先收集次序为：测量或质量平衡获得的数据；供应商提供的数据；行业平均数据；区域平均数据；国家平均数据；国际平均数据。若次级数据采用数据库数据，数据库应有公开的数据库指南，用于说明数据库开发的方法，每个数据集应有完整的文档，包括模型完整性和数据代表性、数据来源说明和同行评审意见。

3.2.12.4 附录D

附录B为资料性附录，给出数据质量评价指标体系和数据质量的评价。明确建立项目的数据质量目标，定义数据质量要求。结合数据质量目标，对数据获取的工作原则做出规定及说明。生产企业宜建立数据管理系统，保留相关文件和其他记录，进行数据质量评价，并尽可能持续提高数据质量。

3.2.12.5 附录E

附录E对碳足迹量化过程中的一些排放因子进行罗列，为资料性附录，具有一定的参考意义。数据来源于国家统计局以及IPCC公开的排放因子。

3.2.12.6 附录F

附录F为污水厌氧处理的温室气体排放量计算方法。

3.2.12.7 附录G

附录 G 提供了产品碳足迹报告格式模板。

四、 主要验证情况分析

通过企业调研和资料文献收集，量化分析了池窑法玻璃纤维生产、代铂坩埚法生产玻璃纤维的生命周期输入输出数据，根据典型企业的调研，获取生产玻璃纤维碳排放量化核算的前景数据，而部分背景数据来源于 Ecoinvent 数据库和北京工业大学材料产品生命周期评价基础数据库（SinoCenter）。Ecoinvent 数据库在世界范围内广泛应用于 LCA，其提供了丰富的材料、产品和能源清单数据，主要基于欧洲或世界平均水平，也包含部分中国能源和材料清单数据，在本项目中也用于代替本地缺失的数据，如部分浸润剂等。

碳足迹核算过程中，由于玻璃纤维纱不属于终端产品，核算系统边界采用声明单位，故不涉及产品安装与使用阶段以及生命末期阶段的碳足迹核算。核算的声明单位为 1t 玻璃纤维细纱，系统边界为从“摇篮到大门”，涵盖了原料获取阶段（A1-A2）、产品生产阶段（B1-B2），即原料熔制、纤维成型、原丝烘干以及加工包装等单元过程，系统边界如下图 8：

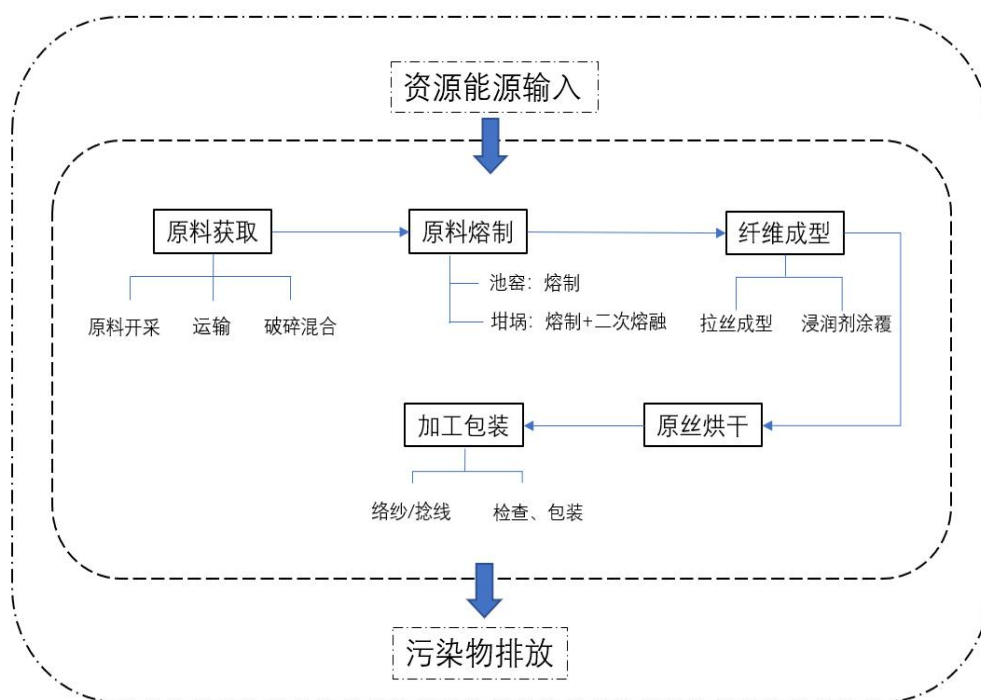


图8 玻璃纤维产品生产的系统边界

编制组验证的碳足迹结果如下表 4:

表4 池窑拉丝法生产1t玻璃纤维细纱产品的碳足迹 (kg CO₂e)

典型企业	工艺	原料获取	原料熔制	纤维成型	原丝烘干	加工包装	总碳足迹
企业1	池窑法	1.82E+02	1.88E+03	1.09E+02	6.44E+01	3.64E+01	2.27E+03
企业2	坩埚法	1.89E+02	3.17E+03	1.55E+02	6.55E+01	4.33E+01	3.62E+03

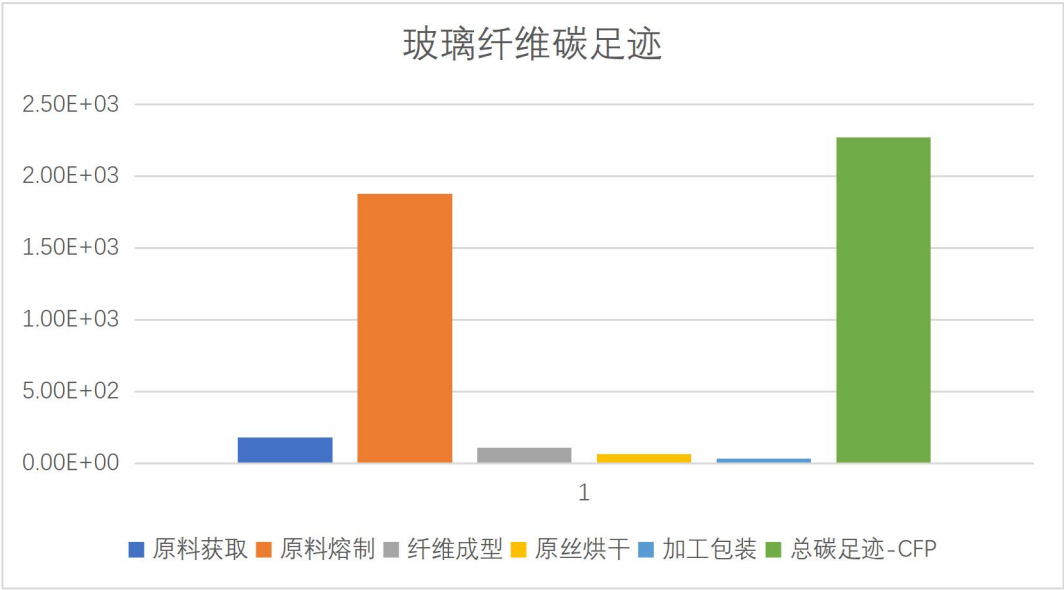


图 9 企业 1 生产玻璃纤维碳足迹分布图

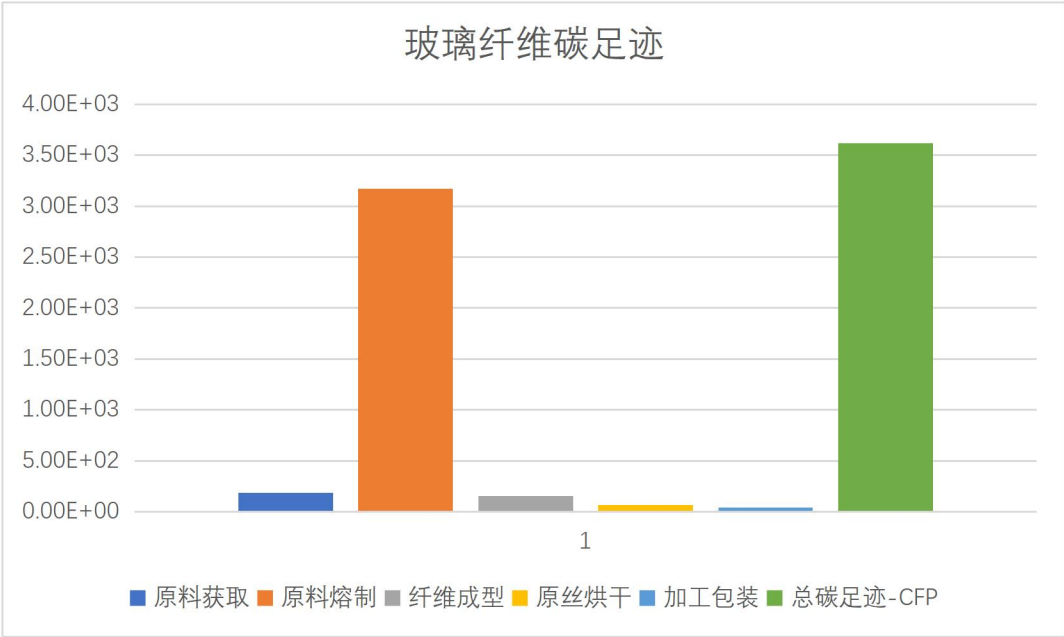


图 10 企业 2 生产玻璃纤维碳足迹分布图

由图 9-10 可知，玻璃纤维生产的碳足迹主要来自于生产阶段，其对碳足迹贡献

约为 92%-95%，其中玻璃熔制贡献最大，约为 83%-88%左右，其次为原料获取阶段，其贡献为 5%-8%。

五、 标准中涉及专利情况

本文件技术内容不涉及专利。

六、 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况

碳足迹作为LCA方法的重要应用之一，已逐渐成为世界范围内评估产品碳排放的重要方法。碳足迹可以帮助个人和组织评估其对温室气体环境因素的影响，为环境报告提供有效信息。对于企业而言，是社会责任的一种体现。可根据确定的产品碳足迹来减少企业碳排放行为，并由此采取可行的措施来控制和减少碳排放，提高声誉并强化品牌，改善内部运营，节能减排，获得竞争优势。同时，商务部《十四五对外贸易高质量发展规划》要求探索建立外贸产品全生命周期碳足迹追踪体系，市场监管总局，明确建立碳足迹的标准、标识、认证体系，将碳足迹纳入认证认可监管，应对国际贸易中的绿色低碳新壁垒。全国各地先后发文，建立碳足迹管理体系意见，碳足迹体系建设将促进供应链的建设。此外，碳足迹也是引导消费者环保行为的有效标识，引导消费决策。该标准实施之后将产生明显的环保效益和社会效益。

七、 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

产品碳排放标准的国际标准主要有三个，PAS 2050《产品与服务生命周期温室气体排放的评价规范》、GHG Protocol《产品生命周期核算和报告标准》以及 ISO 14067《温室气体 产品的碳足迹 量化的要求和指南》。

其中，PAS 2050 是全世界第一个产品碳足迹核算标准，GHG protocol（2011）是世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会正式发布的标准，是要求最为详细的碳足迹核算标准。ISO14067 是由国际标准化组织发布，该标准被认为是更具普遍性的标准，提供了最近的要求和指导。

PAS 2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》是第一个产品

碳足迹核算标准，也是 ISO 14067《温室气体排放 产品碳足迹 量化要求和指南》正式出台前应用最广的产品碳足迹评价规范，于 2008 年 10 月公布，旨在对评估产品和服务生命周期内温室气体排放的要求做出明确的规定，使公司、客户和其他利益相关方通过对产品碳足迹的核算，在第一时间采取对于环境有益的恰当决策。PAS 2050 在 2011 年进行了更新，更新后的版本对产品碳足迹核算提供了更加详细的要求和指导。参考 ISO14040/44 和 PAS2050，世界其它国纷纷兴起制定适合本国的产品碳足迹（CFP）计算标准，如世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会（WRI/WBCSD）共同发起制定的“温室气体议定书”，日本标准 TS Q0010-2009《日本温室气体排放评价指南》，以及 BP X30-323《碳标识计划一般性准则文件》。

2008 年 1 月，国际标准化组织（ISO）成立工作组并着手编制产品碳足迹的国际标准 ISO 14067《温室气体排放 产品碳足迹 量化要求和指南》。新标准主要是基于现存的 ISO 标准：ISO 14040/44（生命周期评估）及 ISO 14025（环境标签）《环境标志和声明 III 型环境声明 原则和程序》。2012 年 10 月，ISO 14067（2012）国际标准草案版公布。2013 年 5 月，其作为技术规范（technical specification）发表，全称为 ISO/TS 14067: 2013 温室气体 - 产品碳足迹-量化与沟通的规则与指南（ISO/TS14067:2013 Greenhouse gases - carbon footprint of products Requirements and guidelines for quantification and communication）。为产品整个生命周期中的温室气体排放量的评估提供标准，令产品碳足迹能有效地在供应链、顾客及其他利益相关者之间沟通，并且为基于比较目的的计算结果提供了一个公认的根据 ISO14067 将首次实现产品和服务生命周期中二氧化碳排放量化，并确保相关数值可以在全球范围比较。近来 ISO14068 关于碳中和标准也在制定和推进过程中。

国内出台的产品碳足迹相关的标准，包括 SJ/T 11717-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》、SJ/T 11718-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶电视机》、SJ/T 11735-2019《产品碳足迹 产品种类规则 便携式计算机》、SJ/T 11736-2019《产品碳足迹 产品种类规则 台式微型计算机》、DB31/T 1071-2017《产品碳足迹核算通则》、DB11/T 1860-2021《电子信息产品碳足迹核算指南》等。此外，此外，建材行业已立项编制的行业标准有：《产品碳足迹 产品种类规则 水泥》（RB/T XXXX）以及《产品碳足迹 产品种类规则 预拌混凝土》（RB/T XXXX），已立项编制的建材行业标准有：《产品碳足迹 产品种类规则 平板玻璃》（2021-1776T-JC）、《产

品碳足迹 产品种类规则 金属复合装饰材料》（2021-1777T-JC）、《产品碳足迹 产品种类规则 人造板和木质地板》（2021-1778T-JC）、《产品碳足迹 产品种类规则 预拌砂浆》（2021-1779T-JC）、《产品碳足迹 产品种类规则 岩（矿）棉及其制品》（2021-1780T-JC）、《产品碳足迹 产品种类规则 墙体材料》（2021-1781T-JC）、《产品碳足迹 产品种类规则 建筑卫生陶瓷》（2021-1782T-JC）等，目前国内对ISO14067 标准进行了转化，已经进行发布阶段，这些同类标准为本标准的制定提供参考和借鉴，将有利于科学指导本标准的制定。

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

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

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

建议本文件以建材行业团体标准形式发布，先行先试。

十一、 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

本文件是产品碳足迹量化评价的基础支撑性文件，建议尽快推进落实。

十二、 废止现行相关标准的建议

无。

十三、 其它应予说明的事项

无。