版本号：1.0

编号：YRD-GCA-CFP-TC-002-2025

温室气体　产品碳足迹量化方法与要求
玻璃

2025－04－22 发布　　　　2025－04－22 实施

长三角绿色认证联盟　　发 布

目　　次

1 范围

本文件规定了玻璃产品碳足迹核算的目的和范围、清单分析、影响评价、结果解释、碳足迹报告和鉴定性评审等要求。

本文件适用于建筑和汽车用钢化玻璃、夹层玻璃、中空玻璃和光伏玻璃产品的碳足迹核算。

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。

GB/T 24025—2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序（ISO 14025:2006, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures, IDT）

GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架（ISO 14040:2006, Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework, IDT）

GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南（ISO 14044:2006, Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines, IDT）

GB/T 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南（ISO 14067:2018, Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification, MOD）

GB/T 51366—2019 建筑碳排放计算标准

ISO 14067: 2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification

DB31/T 1071 产品碳足迹核算通则

3 术语和定义

GB/T 24025、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、DB31/T 1071 和 ISO 14067 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 钢化玻璃 tempered glass

经热处理工艺之后的玻璃。其特点是在玻璃表面形成压应力层，机械强度和耐热冲击强度得到提高，并具有特殊的碎片状态。

[来源：GB/T 15763.2—2005，定义3.1]

3.2 夹层玻璃 laminated glass

玻璃与玻璃和/或塑料等材料，用中间层分隔并通过处理使其粘结为一体的建筑用复合材料的统称。

[来源：GB/T 15763.3—2009，定义3.5]

3.3 中空玻璃 insulating glass

两片或多片玻璃以有效支撑均匀隔开并周边粘结密封，使玻璃层间形成有效干燥气体空间的玻璃制品。

[来源：GB/T 11944—2012，定义3.1]

3.4 光伏玻璃 photovoltaic glass

用于光伏组件的玻璃，包括前板玻璃、背板玻璃和基板玻璃。

[来源：IEC 62805-1: 2017，定义3.1]

3.5 声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

[来源：GB/T 24067—2024，定义3.3.8]

3.6 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 24040—2008，GB/T 24044—2008，定义3.32]

3.7 单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

[来源：GB/T 24040—2008，GB/T 24044—2008，定义3.34]

3.8 取舍准则 cut-off criteria

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研究范围之外所作出的规定。

[来源：GB/T 24040—2008，GB/T 24044—2008，定义3.18]

3.9 产品碳足迹 carbon footprint of the product

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一影响类型进行生命周期评价。

[来源：DB31/T 1071，定义3.1.1.2]

3.10 产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a product

在产品系统生命周期内的一个或多个选定阶段或过程中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067—2024，定义3.1.2]

3.11 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。

注：本文件涉及的温室气体包括二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氧化亚氮（N_2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF_6）和三氟化氮（NF_3）。

[来源：GB/T 24067—2024，定义3.2.1]

3.12 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，定义3.2.2]

3.13 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影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

[来源：GB/T 24067—2024，定义3.2.4]

3.14 现场数据 site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

[来源：GB/T 24067—2024，定义3.6.2]

3.15 初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

[来源：GB/T 24067—2024，定义3.6.1]

3.16 次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

[来源：GB/T 24067—2024，定义3.6.3]

4 目的和范围

4.1 目的

结合取舍准则，通过量化玻璃产品生命周期或选定过程的所有显著的温室气体排放量和清除量，计算玻璃产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO_2e）表示]。

在确定产品碳足迹研究目的时，应明确说明以下问题：

a）应用意图；

b）开展该项研究的理由；

c）目标受众（即研究结果的接收者）。

4.2 范围

在确定产品碳足迹核算范围的过程中，应考虑并描述包括但不限于以下各项：

a）产品描述；

b）声明单位；

c）系统边界；

d）数据和数据质量要求；

e）数据时间边界和数据地理边界。

4.3 产品描述

产品描述应使用户能够明确的识别产品：

a）产品名称（型号、规格、分类、用途）；

b）产品的简单示意图；

c）产品的主要技术参数和性能；

d）产品满足相关质量标准的证明文件；

e）产品所获取的其他标志等。

4.4 声明单位

1 m^2钢化玻璃产品；1 m^2夹层玻璃产品；1 m^2中空玻璃产品；1 m^2光伏玻璃产品。

4.5 系统边界

4.5.1 概述

系统边界决定产品碳足迹研究所涵盖的单元过程。应对研究中包括的单元过程以及对这些单元过程研究的详细程度进行研究并做出规定。对研究的总体结论不会造成显著影响

的生命周期阶段、过程、输入或输出才允许被排除，但应明确说明并解释排除的原因及可能造成的后果。

4.5.2 系统边界设置

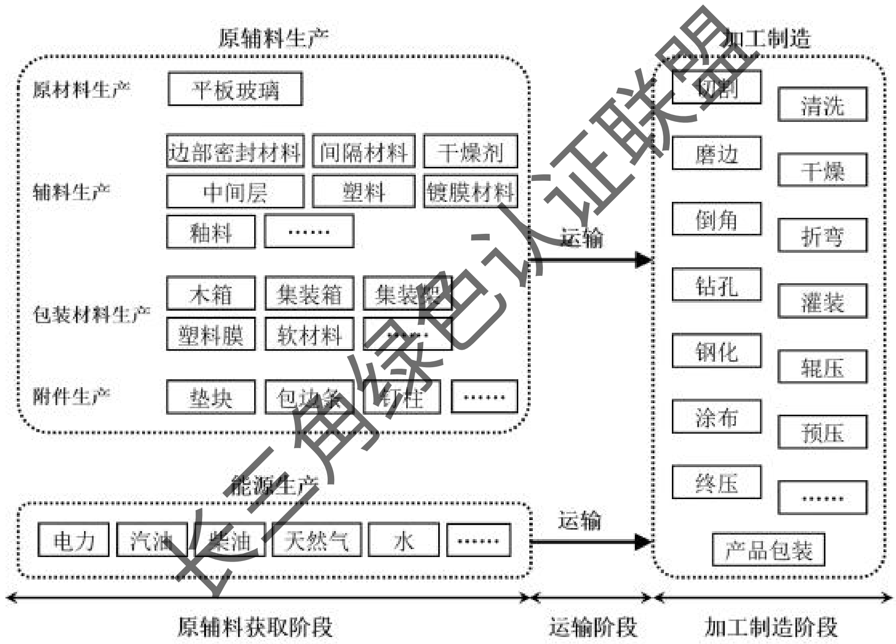
本文件界定的玻璃生命周期系统边界，如图1所示，从资源开采、原辅料和能源生产及运输、产品加工制造到产品出厂为止，包括：

a）原辅料生产（原材料平板玻璃；辅料边部密封材料、间隔材料、干燥剂、中间层、塑料、镀膜材料、釉料等；包装材料木箱、集装箱、集装架、塑料膜、软材料等；附件垫块、包边条、钉柱等）；

b）能源生产（如电力、汽油、柴油、天然气、水等）；

c）运输（原辅料和能源的运输）；

d）玻璃加工制造（如电力、汽油、柴油、天然气、水等的使用）。



注1：钢化玻璃、夹层玻璃、中空玻璃和光伏玻璃的典型生产工艺流程如图2~5所示。

图1 玻璃生命周期系统边界图

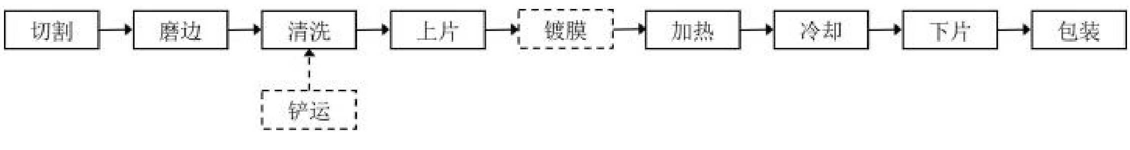


图2 钢化玻璃典型生产工艺流程图

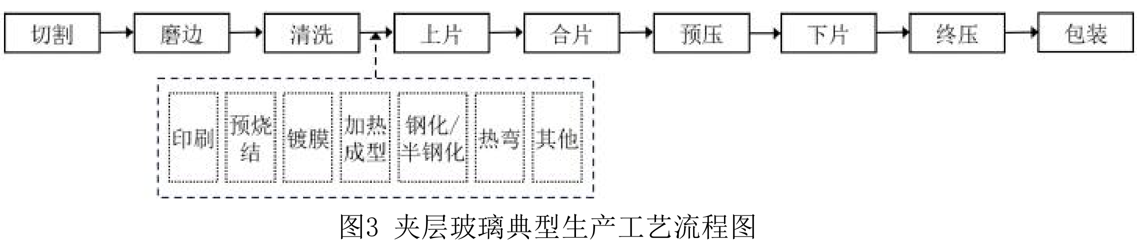
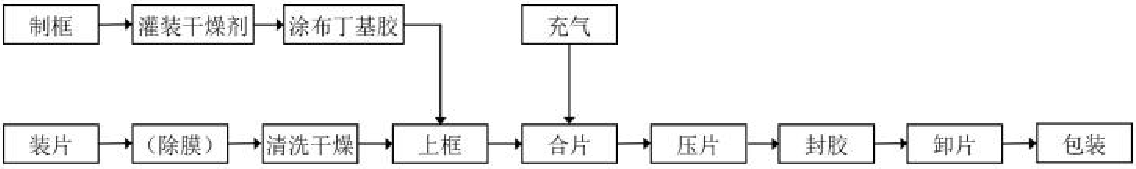
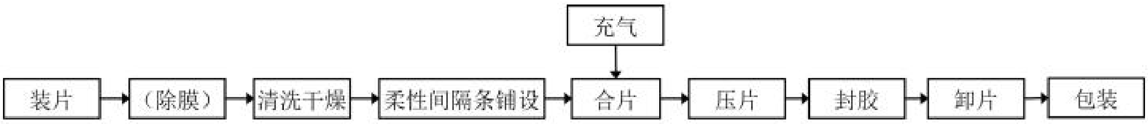


图3 夹层玻璃典型生产工艺流程图



（a）中空玻璃典型生产工艺流程图1



（b）中空玻璃典型生产工艺流程图2

图4 中空玻璃典型生产工艺流程图

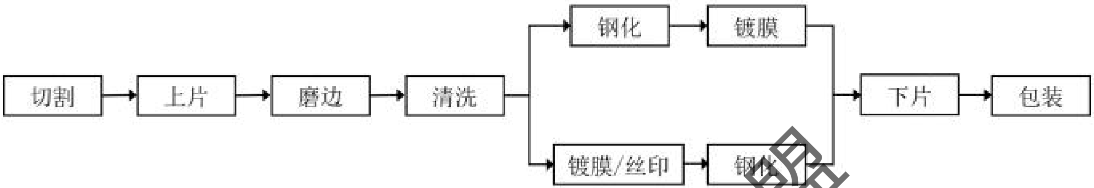


图5 光伏玻璃典型生产工艺流程图

4.5.3 排放源识别

根据所设置的系统边界，边界内可能的温室气体排放源如表1所示：

表1 温室气体排放源清单表

序号	排放类型	对应活动/设施	排放源
1	原辅料获取阶段的排放	外购原材料（平板玻璃）的获取	外购原材料（平板玻璃）
2		外购辅料（边部密封材料（硅酮胶、丁基胶、聚硫胶等））的获取	外购辅料（边部密封材料（硅酮胶、丁基胶、聚硫胶等））
3		外购辅料（间隔材料）的获取	外购辅料（间隔材料）
4		外购辅料（干燥剂）的获取	外购辅料（干燥剂）
5		外购辅料（中间层（PVB、EVA、SGP等））的获取	外购辅料（中间层（PVB、EVA、SGP等））
6		外购辅料（塑料）的获取	外购辅料（塑料）
7		外购辅料（镀膜材料）的获取	外购辅料（镀膜材料）
8		外购辅料（釉料）的获取	外购辅料（釉料）
9		外购包装材料（木箱、集装箱、	外购包装材料（木箱、集装

		集装架）的获取	箱、集装架）
10		外购包装材料（塑料膜）的获取	外购包装材料（塑料膜）
11		外购包装材料（软材料）的获取	外购包装材料（软材料）
12		外购附件（垫块）的获取	外购附件（垫块）
13		外购附件（包边条）的获取	外购附件（包边条）
14		外购附件（钉柱）的获取	外购附件（钉柱）
15	原辅料和燃料运输阶段的排放	物流运输-陆运	汽油、柴油、电力
16		物流运输-空运	航空燃油
17		物流运输-海运	海运燃油
18		物流运输-铁路	汽油、柴油、电力
19	加工制造阶段的排放	厂区内叉车	柴油
20		厂区内货车	柴油、汽油
21		钢化炉等设施	天然气
22		用电设施	外购电力
23		清洗、冷却等工艺	水

4.5.4 取舍准则

本文件确定的取舍原则为清单分析和产品碳足迹影响贡献均小于1%的环节，但舍弃环节总的影响不应超过清单分析或产品碳足迹总量的5%。应遵循：

a）能源的所有输入均列出；

b）原辅料的所有输入均列出；

c）大气、水体的各种排放均列出；

d）危险性固体废弃物排放应列出，小于固体废弃物排放总量1%的一般性固体废弃物可忽略；

e）道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略；

f）取舍原则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

4.6 数据和数据质量

4.6.1 数据质量通则

在开展产品碳足迹研究的组织拥有财务或运营控制权的情况下，应收集现场数据。所收集的过程数据应具有代表性。对于最重要的单元过程，即使没有财务或运营控制权，也宜使用现场数据。

注1：最重要的单元过程是那些对产品碳足迹贡献度不低于50%的单元过程。

注2：现场数据是指GHG直接排放量（通过直接监测、化学计量、质量平衡或类似方法确定）、活动数据（导致GHG排放或清除的过程的输入和输出）或排放因子。可从一个特定的地点收集现场数据，也可选取该研究的系统内所有地点现场数据的平均值。只要其结果是针对产品生命周期中的单元过程，即可对其进行测量或建模。

在收集现场数据不可行的情况下，宜使用经第三方评审的非现场数据的初级数据。

仅在收集初级数据不可行时，或对于重要性较低的过程，次级数据才能用于输入和输出。

注3：在某些情况下，作为次级数据的默认排放因子不是基于生命周期的排放因子，可能需要进行调整或修改。应记录和证明次级数据的适用性，并注明参考文件。

产品碳足迹研究宜通过使用现有最高质量数据，尽可能地减少偏差和不确定性。

4.6.2 活动数据质量要求

活动数据的质量要求包括：

a）代表性：应按照企业申请单元，收集过去一年全年的实际生产数据，申请单元可以是一条生产线、多条生产线、整个企业或集团。在初级数据无法获取的情况下，可按照优先级顺序依次使用统计数据、文献数据、估算数据等次级数据并注明数据来源。

b）完整性：应完整覆盖本文件中确定的所有需要企业填报的生产数据。

c）准确性：能源、原辅料消耗数据应该来自于申请单元的实际生产记录；所有活动数据均须转换为单位产品，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；

d）一致性：企业活动数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

4.6.3 排放因子质量要求

排放因子的质量要求包括：

a）代表性：排放因子选取的优先级如下：实际测量的数据；地方发布的排放因子；国家发布的排放因子；国外权威数据库中的排放因子；相关文献中的排放因子。数据的参考年限应优先选择近年数据。与此同时，应优先考虑与被评估产品的特定技术相关的数据。另外，如果企业的原辅料供应商可以提供符合相关LCA标准要求的、经第三方独立验证的上游LCA报告，则应使用此类排放因子。应注明所采用数据的来源，并开展数据有效性和不确定性分析。

b）完整性：表2（见本文件5.1.1）所确定的所有过程均需提供完整的排放因子数据，排放因子的系统边界应该从资源开采到这些原辅料或能源产品出厂为止。

c）一致性：所有被选择的排放因子应完整覆盖本文件确定的，并且应将排放因子转换为一致的物质名录后再进行计算。同一第三方机构对同类产品 LCA 的排放因子选择应该保持一致，如果排放因子更新，则报告也应更新。

4.6.4 数据质量评分

按照 YRD-GCA-CFP-TC-001-2025 产品碳足迹数据质量评价技术规范中的规定。企业特定数据集的技术代表性（TeR）得分不高于 2 分；地理代表性（GeR）得分不高于 2 分，时间代表性（TiR）得分不高于 2 分。总体数据质量评价得分不高于 2 分。

4.6.5 数据时间边界

数据收集时间段的选择宜考虑数据在本年度和跨年度的变化，并在可能的情况下使用代表所选时间段趋势的数值，原则上以上一年为数据统计期。

4.6.6 数据地理边界

数据地理边界宜根据产品碳足迹研究目的选择地理格网划分规则和格网级别，并说明其合理性。单元过程位置的平均数据宜反映该单元过程的地理位置。

注1：地理格网是指按照行政区域等规则将地理空间划分所形成的网络，每个格网称为格网单元。

示例：按照行政区域的规则划分，可按一定尺寸的正方形划分。

注2：格网级别是在同一地理格网划分规则下地理格网的分级。

示例：行政区域格网包括省级行政区、县级行政区和乡级行政区三个级别；根据研究目的，地理格网的划分及其级别可自定义。

4.6.7 数据有效期

如果玻璃产品生命周期的意外变化导致温室气体排放核算变化超过10%，并且经历了超过三个月，则应对与玻璃产品相关的生命周期温室气体排放进行重新核算。

如果计划改变生命周期的温室气体排放或清除，导致核算结果在超过三个月的时间内变化5%或以上，应重新核算该产品生命周期相关的温室气体排放和清除。

除非正在评估温室气体排放的产品的生命周期发生变化，否则不需要重新评估产品的碳足迹核算结果。

4.6.8 数据库选择

4.6.8.1 数据库选择的步骤

基于对数据质量和工作效率两方面的考虑，数据库选择的具体步骤如下：

a）从数据库中寻找与目标产品的物耗、能耗最类似的排放数据；

b）根据核算结果，分析其对目标产品全生命周期的贡献比例；

c）根据排放贡献率，按照数据质量要求，对一级供应商的生产过程进行初级数据收集，并鼓励对多级供应链进行现场数据收集，而不使用数据库数据。

4.6.8.2 数据库选择的原则

a）完整性

数据库应该涵盖本文件规定的所有温室气体种类；数据库所提供的数据应具有完整的核算范围，应该是从资源开采到物料、能源出厂为止的生命周期汇总过程数据。

b）一致性

应尽量采用同一数据库的数据，保证背景数据的一致性。

c）公开性

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。此外，数据库中的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。

5 清单分析

5.1 数据收集

5.1.1 收集范围

数据收集范围应涵盖系统边界中的每一个单元过程，数据来源应注明出处。数据收集包括表2活动数据和表3排放因子：

a）活动数据包括原辅料消耗及运输（运输形式、运输距离和运输量等）、燃料消耗及运输、电力消耗、水消耗等清单数据，对数据的获得方式和来源等均应予以说明。

b）排放因子包括原辅料消耗及运输的温室气体排放因子、燃料消耗及运输的温室气体排放因子、电力消耗、水消耗的温室气体排放因子。所有数据应予以详细说明，包括所用的数据库和出版物（或参考书目）的相关信息等。

表2 活动数据收集表

序号	项目	物质	单位	收集数据类型
1	原辅料消耗及运输	平板玻璃（原材料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		边部密封材料（硅酮胶、丁基胶、聚硫胶等）（辅料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		间隔材料（辅料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及

				距离
		干燥剂（辅料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		中间层（PVB、EVA、SGP等）（辅料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		塑料（辅料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		镀膜材料（辅料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		釉料（辅料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		木箱、集装箱、集装架（包装材料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		塑料膜（包装材料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		软材料（包装材料）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		垫块（附件）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		包边条（附件）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
		钉柱（附件）	kg/m^2	消耗量、运输方式及距离
2	燃料消耗及运输	柴油、汽油、天然气或其他燃料	t/m^2、10^4Nm^3/m^2	消耗量、运输方式及距离
3	电力消耗	外购电力	kW·h/m^2	消耗量
4	水消耗	水	kg/m^2	消耗量

表3 排放因子收集表

序号	过程

1	平板玻璃
2	边部密封材料（硅酮胶、丁基胶、聚硫胶等）
3	间隔材料
4	干燥剂
5	中间层（PVB、EVA、SGP等）
6	塑料
7	镀膜材料
8	釉料
9	木箱、集装箱、集装架
10	塑料膜
11	软材料
12	垫块
13	包边条
14	钉柱
15	运输
16	柴油、汽油、天然气或其他燃料
17	外购电力
18	水

5.1.2 收集步骤

a）绘制单元过程的输入输出流程图；

b）设计统计单元过程输入输出的活动数据收集表和排放因子收集表；

c）对数据收集技术和要求做出表述；

d）对报送数据的特殊情况、异常点和其它问题进行明确说明；

e）技术人员完成数据收集工作。

5.1.3 特定（电力）温室气体排放因子

5.1.3.1 内部发电

当玻璃产品消耗的电为内部发电（例如现场发电），且未向第三方出售，则应将该电力的生命周期数据计入玻璃产品的产品碳足迹量化。

5.1.3.2 直供电力

如果该组织与发电站之间具有专用输电线路，且所消耗的电未向第三方出售，则可使用该电力供应商提供的电力温室气体排放因子。

5.1.3.3 电网电力

当供应商能够通过合同工具的形式保证电力供应，应使用供应商特定电力生产的生命周期数据，电力产品应：

——传递电力生产单位相关信息以及发电机组特征信息；

——保证唯一的使用权；

——由报告实体或报告实体代表追踪、赎回、报废或注销；

——尽可能接近合同工具的适用期限，并包括相应的时间长度。

当无法获得供应商的具体电力信息时，应使用与电力来源相关的电网温室气体排放量。相关电网温室气体排放量应反映相关地区的电力消耗情况，不包括任何之前已声明归属的电力。如果没有电力追踪系统，所选电网温室气体排放量应反映该地区的电力消费情况。

注1：合同工具是指双方之间签订，用于出售和购买能源的任意形式的合约。如能源属性证书、电力交易合同等。报告实体可根据目标用户的需求选择合同工具的类型。

注2：发电机特征信息包括设备的登记名称、所有者和产生的能源性质、发电量和提供的可再生能源等。

注3：如果难以获得电力供应系统内某一过程的具体生命周期数据，可使用公认数据库[如来自中华人民共和国生态环境部、联合国环境规划署(UNEP)或联合国气候变化框架公约(UNFCCC)等中的数据]。如果非化石能源电力证书在出售时不直接与电力本身关联，来自非化石能源的部分电力作为非化石电力出售，但没有被排除在电网组合排放因子之外，在这种情况下，应使用电力跟踪系统开展相关消费电网组合分析，并在产品碳足迹报告中进行单独报告，以此来展示结果的差异。

5.2 数据审定

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，以确认并提供证据证明其符合本文件4.6规定的数据质量要求。

数据审定宜通过建立质量平衡、能量平衡和排放因子的比较分析或其他适当的方法。由于每个单元过程都遵守物质和能量守恒定律，因此物质和能量的平衡可为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

对每种数据类型的数据如发现缺失，对缺失的数据要进行断档处理，代之以合理的“非零”数据、合理的“零”数据或采用同类技术单元过程报送的数据计算出来的数值。

5.3 数据与单元过程的关联

生产工序有多个单元过程，对每一个单元过程确定适宜的基准流，如1 m2玻璃产品，并计算单元过程的定量输入和输出数据。生产工序有多种产品时，单元过程数据应进行分配。

5.4 数据与声明单位的关联

计算方法是将各个工序或单元过程的投入产出数据除以产品的产量，即得到声明单位的原辅料消耗和能源消耗。

5.5 调整系统边界

初始系统边界应根据目的和范围确定阶段所规定的取舍准则进行调整。

5.6 数据合并

仅当数据类型是设计等价物质并具有类似的环境影响时才允许进行数据合并。同一工序的不同生产设备，若其生产技术水平相当，输入输出种类基本相同，则可采取数据合并。

5.7 数据分配

生产工序有多种产品时，应按照以下步骤对单元过程数据进行分配。

a）宜通过单元过程细分等手段避免分配的发生。例如，企业同时生产两种或两种以上玻璃产品时，应对不同玻璃产品生产线进行能耗分项计量；如有条件，应对每一个工艺单元进行能耗分项计量。

b）若无法避免分配，宜以能反映它们之间潜在物理关系的方式，将系统的输入和输出数据分配到不同产品。针对能源消耗数据分配的举例见附录 A。

c）当物理关系无法建立或无法用来作为分配基础时，宜以能反映它们之间非物理关系的方式将输入和输出数据在产品之间进行分配，例如可以根据产品的经济价值按比例进行分配。

5.8 产品碳足迹绩效追踪

计划将产品碳足迹用于产品碳足迹绩效追踪时，应满足以下针对产品碳足迹量化的额外要求：

a）应对不同时间点的结果进行分析；

b）对于有相同声明单位的玻璃产品，应计算其随时间发生的产品碳足迹变化；

c）应使用相同的方法（例如选择和管理数据的系统、系统边界、分配和确定的特征化因子等）和相同的产品碳足迹-产品种类规则，计算随时间发生的产品碳足迹变化。

产品碳足迹绩效追踪的时间间隔不应短于本文件4.6.5所述的数据时间边界，且应在产品碳足迹研究的目的和范围中予以描述。

6 影响评价

6.1 概述

变暖潜势（GWP），来计算产品系统每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响，单位为每千克排放量的千克二氧化碳当量。产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。

若IPCC修订了全球变暖潜势值（GWP），应使用最新数值，否则应在报告中说明。

可参考附录B进行取值，若IPCC修订了全球变暖潜势值（GWP），应使用最新数值，否则应在报告中说明。

6.2 产品碳足迹计算

产品碳足迹计算方法见公式（1）：

$$E_{产品碳足迹} = E_{原辅料} + E_{运输} + E_{加工制造} \tag{1}$$

式中：

$E_{产品碳足迹}$——声明单位玻璃产品温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米 ($kgCO_2e/m^2$)；

$E_{原辅料}$——统计期内声明单位玻璃产品原辅料温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米 ($kgCO_2e/m^2$)；

$E_{运输}$——统计期内声明单位玻璃产品原辅料和燃料运输过程温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米 ($kgCO_2e/m^2$)；

$E_{加工制造}$——统计期内声明单位玻璃产品加工制造过程温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米 ($kgCO_2e/m^2$)。

6.3 原辅料温室气体排放量

原辅料获取阶段温室气体排放量按如公式（2）计算：

$$E_{原辅料} = \sum (AC_{i\,原辅料} \times EF_{i\,原辅料}) \tag{2}$$

式中：

i——不同原辅料类型；

$AC_{i\,原辅料}$——统计期内生产声明单位玻璃产品第 i 种原辅料的消耗量，单位为千克/平方米 (kg/m^2)；

$EF_{i\,原辅料}$——第 i 种原辅料的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克（$kgCO_2e/kg$），应优先选取原辅料供应商提供的符合相关 LCA 标准要求的、经第三方独立验证的数据，其中平板玻璃若未获得上游供应商数据，可参考附录 C 的排放因子数值。

6.4 运输过程温室气体排放量

运输过程温室气体排放量按如公式（3）计算：

$$E_{运输} = E_{i\,运输} + E_{j\,运输} \tag{3}$$

$E_{i\,运输}$——声明单位玻璃产品第 i 种原辅料运输产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米（$kgCO_2e/m^2$）；

j——不同燃料类型；

$E_{j\,运输}$——声明单位玻璃产品第 j 种燃料运输产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米（$kgCO_2e/m^2$）。

原辅料运输阶段温室气体排放量按公式（4）计算：

$$E_{i\,运输} = \sum (S_{i\,运输} \times M_{i\,运输} \times EF_{i\,运输}) \tag{4}$$

式中：

$S_{i\,运输}$——统计期内生产玻璃产品第 i 种原辅料运输距离，单位为千米（km）；

$M_{i\,运输}$——统计期运输声明单位玻璃产品原辅料的重量，单位为千克/平方米（kg/m^2）；

$EF_{i\,运输}$——运输排放因子，无法获得物流商提供的经验证的生命周期排放因子时，可采用地方或者国家发布的排放因子，运输碳排放因子的参考值见附录 C。

燃料运输阶段温室气体排放量按公式（5）计算：

$$E_{j\,运输} = \sum (S_{j\,运输} \times M_{j\,运输} \times EF_{j\,运输}) \tag{5}$$

式中：

$S_{j\,运输}$——统计期内第 j 种燃料的运输距离，单位为千米（km）；

$M_{j\,运输}$——统计期运输声明单位玻璃产品燃料的重量，固体和液体燃料的单位为吨/平方米（t/m^2），气体燃料的单位为万标准立方米/平方米（$10^4\ Nm^3/m^2$）；

EF_j运输——运输排放因子，无法获得物流商提供的经验证的生命周期排放因子时，可采用地方或者国家发布的排放因子，，运输碳排放因子的参考值见附录 C。

6.5 加工制造过程温室气体排放量

加工制造过程温室气体排放量按公式（6）计算：

$$E_{加工制造} = E_{燃料} + E_{电力} + E_{水} \tag{6}$$

式中：

$E_{燃料}$——统计期内声明单位玻璃产品燃料产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米（$kgCO_2e/m^2$）；

$E_{电力}$——统计期内声明单位玻璃产品使用外购电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米（$kgCO_2e/m^2$）；

$E_{水}$——统计期内声明单位玻璃产品使用水产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量/平方米（$kgCO_2e/m^2$）。

燃料产生的温室气体排放量按公式（7）计算：

$$E_{燃料} = \sum(消耗量_j \times 低位热值_j \times 单位热值含碳量_j \times 氧化率_j \times 44/12 \times 1000 + 消耗量_j \times 排放因子_j) \quad (7)$$

式中：

消耗量 $_j$——声明单位玻璃产品第 j 种燃料的消耗量，固体和液体燃料的单位为吨/平方米（t/m^2），气体燃料的单位为万标准立方米/平方米（$10^4\ Nm^3/m^2$）；

低位热值 $_j$——第 j 种燃料的低位热值，固体和液体燃料的单位为吉焦/吨（GJ/t），气体燃料的单位为吉焦/万标准立方米（$GJ/10^4\ Nm^3$），数值可参考附录 C；

单位热值含碳量 $_j$——第 j 种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦(tC/GJ)，数值可参考附录 C；

氧化率 $_j$——第 j 种燃料的碳氧化率，以分数形式表示，%，数值可参考附录 C；

排放因子 $_j$——第 j 种燃料的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克（$kgCO_2e/kg$）。

使用外购电力产生的温室气体排放量按如公式（8）计算。

$$E_{电力} = AC_{电力} \times EF_{电力} \quad (8)$$

式中：

$AC_{电力}$——声明单位玻璃产品的电力消耗量，单位为千瓦时/平方米（$kW·h/m^2$）；

$EF_{电力}$——电力排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千瓦时（$kgCO_2e/kW·h$）。

使用水产生的温室气体排放量按如公式（9）计算。

$$E_{水} = AC_{水} \times EF_{水} \quad (9)$$

式中：

$AC_{水}$——声明单位玻璃产品的水消耗量，单位为千克/平方米（kg/m^2）；

$EF_{水}$——水的排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克（$kgCO_2e/kg$），排放因子的参考值见附录 C。

7 结果解释

产品碳足迹的生命周期解释应包括以下内容：

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的量化结果，识别显著环节；

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。

8 产品碳足迹报告

应将以下信息（包括但不限于）纳入产品碳足迹报告（参考格式见附录D）：

a）基本情况：

1）委托方和评价方信息；

2）报告信息；

3）依据的标准；

4）使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料（如有）。

b）目的：

1）开展研究的目的；

2）预期用途。

c）范围：

1）产品说明，包括功能和技术参数；

2）声明单位以及基准流；

3）系统边界，包括：

——作为基本流中的系统输入和输出类型；

——有关单元过程处理的决策准则（考虑其对产品碳足迹研究结论的重要性）；

4）取舍准则；

5）生命周期各阶段的描述。

d）清单分析：

1）数据收集信息，包括数据来源；

2）重要的单元过程清单；

3）纳入考虑范围的温室气体清单；

4）温室气体排放时间；

5）代表性的时间边界和地理边界；

6）分配原则与程序；

7）数据说明，包括有关数据的决定和数据质量评价。

e）影响评价：

1）碳足迹核算方法；

2）特征化因子；

3）清单结果与计算；

4）结果的图示（可选）。

f）结果解释：

1）结论和局限性；

2）敏感性分析和不确定性分析的结果；

3）电力处理，宜包括关于电网排放因子计算和相关电网的特殊局限信息；

4）在产品碳足迹研究中披露和证明相关信息项的选择并说明理由；

5）范围和修改后的范围（如适用），并说明理由和排除的情况。

g）研究中使用的参考资料。

h）绩效追踪说明（如适用）。

9 鉴定性评审

建议提出产品碳足迹报告的组织得到第三方独立的鉴定性评审，评审信息应包含生产企业和第三方评审机构的相关信息。

附 录 A
（资料性）
能源消耗数据分配方法

针对能源消耗，当企业同时生产两种或两种以上玻璃产品时，可根据产量比例分配能耗（公式（A.1））；同时生产不同类型钢化玻璃时，可通过折算系数（表 A.1）和公式（A.2）进行可比产量换算后再根据可比产量进行分配；同时生产平面和曲面夹层玻璃时，可按照公式（A.3）进行曲面夹层玻璃可比产量换算后再根据可比产量进行分配。

$$Q_m = P_m \times Q_{总} / P_{总} \quad (A.1)$$

式中：

m——玻璃种类，如钢化玻璃、中空玻璃、夹层玻璃、光伏玻璃；

Q_m——第 m 种玻璃能耗，单位为千瓦时 (kW·h)；

P_m——第 m 种玻璃产量，单位为平方米 (m^2)；

$Q_{总}$——企业生产总能耗，单位为千瓦时 (kW·h)；

$P_{总}$——企业玻璃总产量，单位为平方米 (m^2)。

表 A.1 不同类型钢化玻璃折算系数

类型	平面透明钢化玻璃	平面低辐射镀膜钢化玻璃	曲面透明钢化玻璃	曲面低辐射镀膜钢化玻璃
折算系数 k_n	1	1.3	1.2	1.4

$$P_{n,可比} = P_n \times 80 \times k_n \quad (A.2)$$

式中：

n——钢化玻璃种类，如平面透明钢化玻璃、平面低辐射镀膜钢化玻璃、曲面透明钢化玻璃、曲面低辐射镀膜钢化玻璃；

$P_{n,可比}$——第 n 种钢化玻璃可比产量，单位为平方米 (m^2)；

P_n——第 n 种钢化玻璃产量，单位为吨 (t)；

80——折算成 5mm 标准厚度平面透明钢化玻璃的系数，单位为平方米/吨 (m^2/t)；

k_n——第 n 种钢化玻璃折算成 5mm 标准厚度平面透明钢化玻璃的折算系数。

$$P_{曲面夹层，可比} = P_{总，夹层玻璃} \times (1 + 0.5 \times A) - P_{平面夹层} \quad (A.3)$$

式中：

$P_{曲面夹层，可比}$——曲面夹层玻璃可比产量，单位为平方米 (m^2)；

$P_{总，夹层玻璃}$——夹层玻璃总产量，单位为平方米 (m^2)；

A——曲面夹层玻璃重量占混合产品总重量的重量比；

$P_{平面夹层}$——平面夹层玻璃产量，单位为平方米 (m^2)。

附 录 B
（资料性）
GWP参考值

部分温室气体的 GWP100 参考值见表 B.1。

表 B.1 100 年全球变暖潜势（GWP100）

气体名称	化学分子式	GWP100（截至出版时）
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	27.9
氧化亚氮	N_2O	273
三氟化氮	NF_3	17400
六氟化硫	SF_6	25200
氢氟碳化物（HFCs）		
HFC-23	CHF_3	14600
HFC-32	CH_2F_2	771
HFC-41	CH_3F	135
HFC-125	CHF_2CF_3	3740
HFC-134	CHF_2CHF_2	1260
HFC-134a	CH_2FCF_3	1530
HFC-143	CH_2FCHF_2	364
HFC-143a	CH_3CF_3	5810
HFC-152a	CH_3CHF_2	164
HFC-227ea	CF_3CHFCF_3	3600
HFC-236fa	$CF_3CH_2CF_3$	8690
全氟碳化物（PFCs）		
PFC-14	CF_4	7380
PFC-116	C_2F_6	12400
PFC-218	C_3F_8	9290

注：GWP 数值来源于 IPCC《气候变化报告 2021：自然科学基础 第一工作组对 IPCC 第六次评估报告的贡献》。

附 录 C
（资料性）
碳排放因子

原辅料碳排放因子的参考值见表 C.1。

表 C.1 原辅料的碳排放因子

原辅料	碳排放因子（$kgCO_2e/kg$）	碳排放因子来源
平板玻璃	1.13	GB/T 51366—2019

注：平板玻璃的碳排放因子应优先选取供应商提供的符合相关 LCA 标准要求的、经第三方独立验证的数据。若未获得上游供应商数据，可参考表 C.1 中的碳排放因子数值；平板玻璃的碳排放因子应根据最新公布的因子进行更新。

运输方式的碳排放因子参考值见表 C.2。

表 C.2 各类运输方式的碳排放因子[$kgCO_2e/(t\cdot km)$]

运输方式类别	碳排放因子	碳排放因子来源
轻型汽油货车运输（载重 2t）	0.334	GB/T 51366—2019
中型汽油货车运输（载重 8t）	0.115	GB/T 51366—2019
重型汽油货车运输（载重 10t）	0.104	GB/T 51366—2019
重型汽油货车运输（载重 18t）	0.104	GB/T 51366—2019
轻型柴油货车运输（载重 2t）	0.286	GB/T 51366—2019
中型柴油货车运输（载重 8t）	0.179	GB/T 51366—2019
重型柴油货车运输（载重 10t）	0.162	GB/T 51366—2019
重型柴油货车运输（载重 18t）	0.129	GB/T 51366—2019
重型柴油货车运输（载重 30t）	0.078	GB/T 51366—2019
重型柴油货车运输（载重 46t）	0.057	GB/T 51366—2019
电力机车运输	0.010	GB/T 51366—2019
内燃机车运输	0.011	GB/T 51366—2019
铁路运输（中国市场平均）	0.010	GB/T 51366—2019
液货船运输（载重 2000t）	0.019	GB/T 51366—2019
干散货船运输（载重 2500t）	0.015	GB/T 51366—2019
集装箱船运输（载重 200TEU）	0.012	GB/T 51366—2019

注：运输方式的碳排放因子应根据最新公布的因子进行更新。

化石燃料的单位热值含碳量、氧化率、低位热值的参考值见表 C.3。

表 C.3 化石燃料的单位热值含碳量、氧化率、低位热值

燃料类别	单位热值含碳量（tC/TJ）	氧化率（%）	低位热值	来源
汽油	0.0189	98	44.80GJ/t	GB/T 51366—2019、《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》

柴油	0.0202	98	44.33 GJ/t	GB/T 51366—2019、《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
天然气	0.0153	99	389.31 $GJ/10^4Nm^3$	GB/T 51366—2019、《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》

注：燃料单位热值含碳量、氧化率、低位热值应根据最新公布的数据进行更新。 电力、自来水的碳排放因子参考值见表 C.4。

表 C.4 电力、自来水的碳排放因子

类别	碳排放因子	碳排放因子来源
电力	采用最新公布的电网碳排放因子	
自来水[a]	0.168 $kgCO_2e/t$	GB/T 51366—2019

注：[a] 自来水的碳排放因子应根据最新公布的碳排放因子进行更新。

附 录 D
（资料性）
玻璃产品碳足迹报告（模板）

玻璃产品碳足迹报告格式模板如下。

玻璃产品碳足迹报告（模板）

产品名称：

产品规格型号：

生产者名称：

报告编号：

出具报告机构：(若有)____________（盖章）

日期：____________年_________月_______ 日

一、 概况

1. 生产者信息

生产者名称：

地址：

法定代表人：

授权人（联系人）：

联系电话：

企业概况：

2. 产品信息

产品名称：

产品功能：

产品介绍：

产品图片：

3. 量化方法

依据标准：

二、 量化目的

三、 量化范围

1. 声明单位

以 1 m^2 钢化玻璃产品/1 m^2 夹层玻璃产品/1 m^2 中空玻璃产品/1 m^2 光伏玻璃产品为声明单位。

2. 系统边界

对____________碳足迹的计算涵盖了从原辅料获取到加工制造出厂此生命周期的各个阶段，属 于从摇篮到大门模式，确定生命周期包括以下_______个阶段：

——原辅料获取

——原辅料与能源运输

——加工制造

据此建立________系统边界图，如图 D.1：

图 D.1 产品碳足迹量化系统边界图

3. 取舍准则

采用的取舍准则以____________为依据，具体规则如下：

4. 时间范围

________年度。

四、 清单分析

1. 数据来源说明

清单数据：____________；（具体数据情况见表 D.1）

排放因子：________________；

软件与数据库：________________；

表 D.1 ______生命周期碳排放清单数据表

清单数据名称	数量	单位	排放/清除原因	数据类型	数据来源

2. 分配原则与程序

分配依据：________________；

分配程序：________________；

具体分配情况如下：

3. 清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 D.2。

表 D.2 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	活动数据	排放因子	温室气体量（kg CO_2e/m^2）
原辅料获取			
原辅料与能源运输			
加工制造			

4. 数据质量评价（可选项）

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的数据进行评价，具体评价内容包括数据来源、完 整性、数据代表性（时间、地理、技术）和准确性。

五、 影响评价

1. 影响类型和特征化因子选择

一般选择 IPCC 给出的 100 年 GWP。

2. 产品碳足迹结果计算

六、 结果解释

1. 结果说明

________公司（填写产品生产者的全名）生产的_______（每声明单位的产品）从摇篮到大门的 生命周期碳足迹为________$kgCO_2e$。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 D.3 和图 D.2 所示。

表 D.3 ______生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（$kg\ CO_2e/m^2$）	百分比（%）
原辅料获取		
原辅料与能源运输		
加工制造		

注：具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

图 D.2 各生命周期阶段碳排放分布图

2. 假设和局限性说明（可选项）

结合量化情况，对范围、数据选择等相关的假设和局限进行说明。

3. 改进建议

参 考 文 献

[1] IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Richard P.Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., Annalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al, Cambridge University Press 2021, pp 7SM24-35

[2]《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》 2015年7月