天津北玻玻璃工业技术有限公司

建筑玻璃产品碳足迹报告

天津久信常实科技有限公司

二〇二五年二月

基本信息

报告信息

编写单位：天津久信常实科技有限公司

编制人员：陈艳

审核单位：天津久信常实科技有限公司

审核人员：才余

发布日期：2025 年 02 月 10 日

申请者信息

公司全称：天津北玻玻璃工业技术有限公司

统一社会信用代码：91120224598738607D

地址：天津宝坻经济开发区宝中道 20 号

联系人：王贵超

联系方式：189 2069 0503

采用的标准信息

ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》

PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

选择的数据库

GaBi Databases

China Products Carbon Footprint Factors Database

目 录

前 言 ..... - 1 -

1 执行摘要 ..... - 2 -

2 公司信息介绍 ..... - 2 -

2.1 公司介绍 ..... - 2 -

2.2 生产工艺 ..... - 3 -

2.3 设备信息 ..... - 7 -

2.4 产品信息 ..... - 8 -

3 目标与范围定义 ..... - 9 -

3.1 研究目的 ..... - 9 -

3.2 系统边界 ..... - 10 -

3.3 功能单位 ..... - 10 -

3.4 生命周期流程图的绘制 ..... - 10 -

3.5 取舍准则 ..... - 11 -

3.6 影响类型和评价方法 ..... - 12 -

3.7 数据质量要求 ..... - 12 -

4 过程数据收集 ..... - 13 -

4.1 原材料生产阶段 ..... - 13 -

4.2 原材料运输阶段 ..... - 14 -

4.3 产品生产阶段 ..... - 14 -

4.4 产品运输阶段 ..... - 15 -

5 碳足迹计算 ..... - 15 -

5.1 碳足迹计算方法 ..... - 15 -

5.2 碳足迹计算结果 ..... - 16 -

5.3 碳足迹影响分析 ..... - 16 -

5.4 碳足迹改进建议 ..... - 17 -

6 不确定性 ..... - 18 -

7 结语 ..... - 18 -

附录 A 数据库介绍 ..... - 19 -

前　言

人类活动引起的气候变化已被确定为世界面临的最大挑战之一，并将在未来几十年继续影响商业和公民。气候变化对人类和自然系统都有影响，并可能对资源可用性、经济活动和人类福祉产生重大影响。我们有必要在现有最佳科学知识的基础上，对气候变化的紧急威胁作出有效和渐进的应对。产品碳足迹量化是将科学知识转化为有助于应对气候变化的工具。温室气体可以在产品的整个生命周期内排放和去除，包括原材料的获取、设计、生产、运输/交付、使用和寿命终止处理。量化产品的碳足迹（CFP）将有助于理解和采取行动，在产品的整个生命周期中增加温室气体的去除量并减少温室气体的排放量。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估（LCA）的温室气体的部分。基于 LCA 的研究方法，国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求，用于产品碳足迹认证，目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种：①《PAS 2050:2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，此标准是由英国标准协会（BSI）与碳信托公司（Carbon Trust）、英国食品和乡村事务部（Defra）联合发布，是国际上最早的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准；②《温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所(World Resources Institute，简称 WRI)和世界可持续发展工商理事会(World Business Council for Sustainable Development，简称 WBCSD)发布的产品和供应链标准；③《ISO 14067:2018 温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》，此标准以 PAS 2050 为种子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

1 执行摘要

天津北玻玻璃工业技术有限公司为相关环境披露要求，履行社会责任、接受社会监督，特邀请**天津久信常实科技有限公司**对其选定产品的碳足迹排放情况进行研究，出具研究报告。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》、PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到天津北玻玻璃工业技术有限公司生产的**建筑玻璃产品**的碳足迹。

本报告的功能单位定义为**生产“1t 建筑玻璃”**。系统边界为“从摇篮到大门”类型，包括建筑玻璃的上游原材料生产阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品销售运输阶段产生的排放。

报告对建筑玻璃的生命周期各阶段碳足迹比例进行分析。从单个阶段对碳足迹贡献来看，发现产品原材料生产阶段对产品碳足迹的贡献最大，其次为生产阶段。

评价过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是：数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商术、地域、时间等方面。建筑玻璃生产生命周期内主要过程活动数据来源于企业现场调研的初级数据，部分通用的原辅料数据来源于 GaBi 数据库（GaBi Databases）及中国产品全生命周期温室气体排放系数库(China Products Carbon Footprint Factors Database)，本次评价选用的数据在国内外 LCA 评价中被高度认可和广泛应用。

2 公司信息介绍

2.1 公司介绍

天津北玻工业技术玻璃有限公司 2012 年在天津市宝坻区工商行政管理局注册，注册资金 8000 万人民币，主要从事玻璃钢化技术、低辐射镀膜技术、光伏技术研发及相关产品的设计、制造和研发，现有生产能力为镀膜玻璃 75 万 m^2/a，

中空玻璃 100 万 m^2/a，钢化玻璃 200 万 m^2/a，夹层玻璃 25 万 m^2/a。

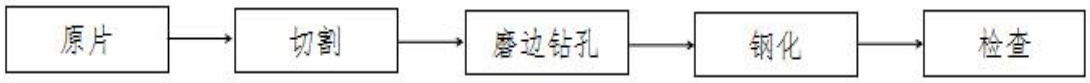
公司于 2015 年 12 月被天津市科委认定为“国家高新技术企业”。目前，公司拥有 60 项专利，其中发明专利 24 项，实用新型 36 项。天津北玻自投产至今，严格按照 ISO9001 质量管理体系运行，在这两年里已经通过了国内外认证共 9 项认证：国内的 3C 认证、ISO9001:2015 质量管理体系认证、欧盟的 CE 认证；美国 IGCC、SGCC 认证，澳洲 CSI 认证,LOW-E 原片的 PPG 认证，杜邦 SGP 胶片合格加工商认证；香港均质炉认证；CE 均质炉认证。质量稳定，性能优越，许多国家级工程和奥运工程如鸟巢、水立方、首都机场、北京南站、国家大剧院、中华世纪坛等钢化玻璃均由公司研发技术团队完成。

经过多年对加工玻璃的研究创新和发展，天津北玻已成为世界上最大的超大玻璃深加工基地，也是全球顶级建筑高端玻璃的专业供应商。能生产高品质光学质量的超大钢化、夹层、中空玻璃，是建筑玻璃制造者的先驱。时至今日，天津北玻综合加工能力已被市场所证明，天津北玻领先的产品技术含量，精湛的工艺技术及优良的售后服务已为业内人士所认同，天津北玻有强大的能力和实力为客户提供理想的结构玻璃产品和完善的服务！

2.2 生产工艺

公司生产产品建筑玻璃，具体工艺如下：

（一）钢化玻璃工艺



钢化玻璃工艺流程图

1．切割：

（1）普通切割：玻璃原片入厂后由物流工驾驶叉车运输到相应工位，上片工人操作吸盘吊将原片放置上片台，再由设备操作工根据产品尺寸要求设定切割

位置，采用切割机自动加工，原片由设备自动传送至作业台面，金刚石刀具根据设定好的切割位置进行原片裁切，最后由下片工人操作吸盘吊将其取下放置在指定位置等待物流工运输至下一工序处。

（2）激光切割：上下片操作同上，工人使用激光切割机进行原片裁切。

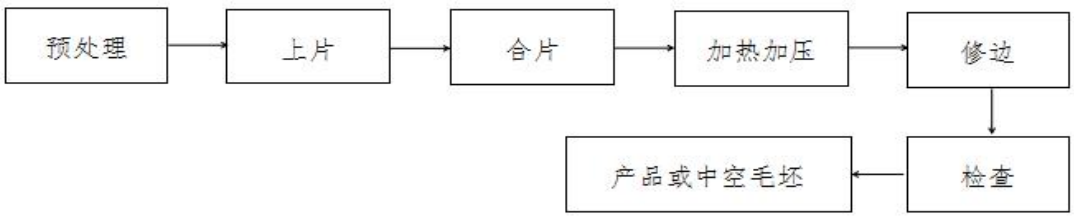
2．磨边与钻孔：工人将切割好的原片放置在上片台，由设备将其缓慢运送至磨具位置，操作工控制磨具将切割位置打磨平滑。此过程为湿式作业，设备不断向打磨位置喷水，防止玻璃粉尘逸散，含玻璃渣的水源流入回收装置进入水处理系统。根据产品需求，若需要钻孔，则原片传送至钻孔设备处再进行加工，加工过程亦为湿式作业，完成后由下片工取下。

清洗：生产线自动对玻璃进行清洗烘干，去除表面的杂质和灰尘，洗涤后的玻璃在设备内部自行风干，无需加热，清洗废水经机带水箱沉淀后循环使用。

3．钢化：将预处理（切割、磨边与钻孔）好的玻璃送入钢化炉中钢化，钢化炉以电加热的方式，加热温度 680℃~700℃，时间 2h；完成后进入钢化炉风淬冷系统进行冷却，之后使用吸盘吊取下。

4．检查（无放射性）：通过目测、线绳及钢尺对钢化玻璃进行弯曲检测，再将其送入均质炉以热浸原理检测其应力，将存在自爆隐患即应力不均的钢化玻璃提前引爆，由回收系统回收废渣，合格品取下送入下一工序。

（二）夹层玻璃工艺



夹层玻璃工艺流程图

1．上片：夹层玻璃使用的玻璃毛坯为预处理后的玻璃原片，由工人操作吸盘吊将玻璃原片、PVB 或 SGP 胶片、第二块玻璃原片依次放在上片台上。

2．合片：原片及胶片依次进入设备中进行合片，随后再进入预热加压机内进行加热、加压，该设备为电加热的加热方式，温度为200℃，持续作用6~8小时即可出片，设置4台空调进行降温，包括：1台格力5P空调，2台格力1P空调，1台开利空调/冷水机组（30RB232G）。

3．高压釜：将预压成型的夹胶玻璃送入高压釜内，高压釜使用电能制热，在温度为130℃，压力为8公斤力的作用下使胶片完全与两侧玻璃粘合，高压成型后的夹胶玻璃进行自然冷却。

4．修边：工人取下玻璃后使用铲具将边缘PVB或SGP胶片融化后溢出固体胶铲除。

5．检查（无放射性）：使用仪器对玻璃成品进行气泡、杂质检验。合格品可直接外售或制作夹层中空玻璃。

（三）镀膜玻璃工艺

镀膜玻璃工艺流程图

1．玻璃毛坯上片：将预处理后的玻璃原片或钢化玻璃放在上片台上。

2．清洗吹干：经传送装置进入设备清洗、吹干，清洗液为水。

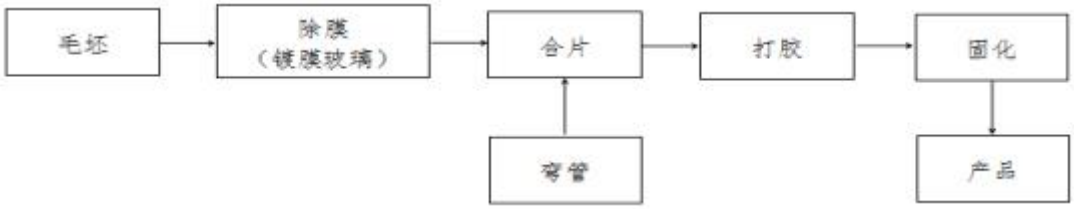
3．溅射镀膜：采用真空磁控离子溅射法，以液态铝合金金属液为阴极，加压并通入氩气形成高能等离子撞击阴极，通过靶材发射阴极原子，使铝合金沉积在玻璃表面形成膜层，根据产品需求，通过不同靶材镀不同的膜层，该过程在真空密闭环境下完成。使用的铝合金条原为固态原料，投入设备内通过电加热的方式将其熔化作为溅射阴极，加热温度约为140℃。

喷砂：使用自动喷砂机及金刚砂清除配件溅射物，防止溅射物过多造成掉渣，喷砂过程较为密闭。

4．降温老化：镀膜完成后使用循环水对其进行降温老化处理，随后取下玻璃。

5．检查（无放射性）：使用光学仪器检测玻璃的辐射率等光学性能。合格品可作为中空玻璃毛坯或外售。

（四）中空玻璃工艺



中空玻璃工艺流程图

1．除膜：中空玻璃采用的玻璃毛坯为钢化或镀膜玻璃，若为镀膜玻璃，加工前需进行除膜加工。使用除膜机将镀膜玻璃周边小范围进行打磨，去除铝合金膜，使玻璃能够和密封胶紧密。

2．弯管上片：工人根据中空玻璃尺寸将铝合金条弯曲成适应尺寸，并操作玻璃上片，将中空玻璃真空层使用铝合金框进行连接。

3．合片：将玻璃毛坯、弯曲好的铝合金条、玻璃毛坯一次放入中空玻璃线的上片台，设备自动进行合片加工。

4．打胶：合片后由丁基胶机自动将丁基胶打入铝合金框周边，再使用聚硫胶将两片玻璃密封。特定产品使用手动打胶机利用结构胶进行密封。

5．固化：密封后静置进行固化。

检查（无放射性）：使用仪器检查玻璃的密封性及光学性能，合格品即为产品。

2.3 设备信息

表 2.1 主要耗能设备清单

钢化炉加工能力表

序号	设备编号	设备加工能力（单位：mm）			加热方式	成型方式			冷风机功率	加热功率	控制功率	生产日期
1	AG-15B50平弯一体（正反软轴弯）	长度	300	5000	上下部强制对流+无间隙加热	平弯一体			（正反弯+平钢）公用1台315KW的冷风机	1176KW	72KW	2015年9月
		宽度	200	2440		正弯最小R	1000	最大弧长2440				
		厚度	5	19		反弯最小R	2000	最大弧长2440				
2	AG22Z8018R正反弯（硬轴弯）	长度	600	8000	上下部强制对流+无间隙加热	大弯段最小R	4000	最大弧长8000	大弯315KW*2台	3131.6KW	201.31KW	2017年9月
		宽度	400	4000		小弯段1最小R	1000	最大弧长2200	小弯315KW*1台			
		厚度	5	19		小弯段2最小R	1500	最大弧长2800				
3	FU1M180 平弯一体（软轴弯）	长度	600	18000	上部高温风机+矩阵式+下部平衡阀	平钢	3660*18000		平钢：132KW*3台	5161KW	170KW	2011年1月
		宽度	300	3660		弯钢最小R	4000	最大弧长3660	平钢：132KW*4台			
		厚度	8	19								
4	ACZ12S9042平弯一体（硬轴弯）	长度	300	9000	上部高温风机+无间隙加热+下部平衡阀	平钢	3300*9000		平钢：160KW*2台	1904.2KW	100KW	2013年12月
		宽度	200	3300		弯钢最小R	2000	最大弧长4200	弯钢：250KW*1台			
		厚度	6	19		硬轴弯：最大高度3300						
5	AC55E128R（软轴弯）	长度	300	12800	上部高温风机+矩阵式+下部平衡阀	弯钢最小R	1500	最大弧长2800	成型段132KW*1台	2254KW	107KW	2017年12月
		宽度	300	2850		最大高度：12800			200KW*2台			
		厚度	6	19								
6	AU1K240 平钢	长度	500	24000	上部高温风机+点对称式+下部平衡阀	平钢	3200*24000		平钢	110KW*5台	5202.68KW	198KW	2021年3月
		宽度	300	3200								
		厚度	8	19								
7	TD1T60-GGT双室炉平钢	长度	500	6000	双室炉	平钢	3400*6000		平钢	200KW*3台	3010KW	25KW	2020年8月
		宽度	300	3400	上、下部高温风机强制对流+点对称式							
		厚度	6	19								

夹层加工能力表

序号	设备编号	设备加工能力（单位：mm）			高压釜	生产厂家
1	一号夹层线（160）	长度	300	24000	16500/25000	辽宁北方玻璃机械公司
		宽度	300	3600	3700/4000	
		厚度	3	100		
2	二号夹层线（128）	长度	300	7000	12800	深圳汉东玻璃机械公司
		宽度	300	2800	2700	
		厚度	3	100		
3	三号夹层线（9米）	长度	300	9000	9200	辽宁北方玻璃机械公司
		宽度	300	3000	3200	
		厚度	3	100		
4	四号夹层线（6米）	长度	300	6000	6000	深圳汉东玻璃机械公司
		宽度	300	2400	2500	
		厚度	3	100		
5	五号夹层线（180）	长度	300	18000	18000	辽宁北方玻璃机械公司
		宽度	300	3600	3300	
		厚度	3	100		
6	一号均质炉（270）	长度	1000	27000		洛阳北方玻璃技术股份公司
		宽度	300	3600		
		厚度	3	19		
7	二号均质炉（9米）	长度	1000	9000		深圳汉东玻璃机械公司
		宽度	300	3300		
		厚度	3	19		
8	三号均质炉（180）	长度	1000	18000		洛阳北方玻璃技术股份公司
		宽度	300	3700		
		厚度	3	19		

中空加工能力表

序号	设备编号	设备加工能力（单位：mm）			生产厂家	备注
1	一号中空线（180）	长度	1000	18000	欧姆公司	辊道载重每米2000Kg
		宽度	500	3300		
		清洗厚度	3	25		
		合片厚度	3	72		
2	二号中空线（8.5）	长度	500	8500	北京特能公司	辊道载重每米1000Kg
		宽度	300	3200		
		清洗厚度	3	32		
		合片厚度	3	67		
3	三号中空线（2.5米）	长度	300	4000	百超玻璃机械有限公司	辊道载重每米1000Kg
		宽度	300	2700		
		清洗厚度	3	32		
		合片厚度	3	60		
4	四号中空线（4米）	长度	300	4200	北京特能公司	辊道载重每米1000Kg
		宽度	300	2500		
		清洗厚度	3	32		
		合片厚度	3	67		

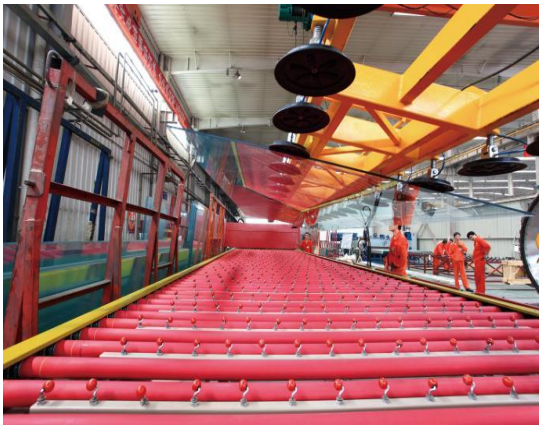
切割机加工能力表

序号	设备编号	设备加工能力（单位：mm）			上下片方式
1	一号切割线	长度	100	24000	人工加自动上片，7000mm以内人工下片
		宽度	50	3660	
		厚度	3	19	
2	二号切割线	长度	100	3660	两工位自动上片，人工下片
		宽度	50	2800	
		厚度	3	15	
3	三号切割线	长度	100	3660	四工位自动上片，自动加人工下片
		宽度	50	2700	
		厚度	3	15	
4	四号切割线	长度	100	6100	四工位自动上片，自动加人工下片
		宽度	50	3300	
		厚度	3	15	
5	五号切割线	长度	100	6000	两工位自动上片，人工下片
		宽度	50	3300	
		厚度	3	12	
6	六号切割线	长度	100	7000	两工位自动上片，自动加人工下片
		宽度	50	3660	
		厚度	3	15	

2.4 产品信息

产品名称：建筑玻璃

产品说明：天津北玻是世界上最大的超大玻璃深加工基地，是全球顶级建筑高端玻璃的专业供应商。



3 目标与范围定义

3.1 研究目的

本次研究的目的是得到天津北玻玻璃工业技术有限公司 2024 年生产的“1t 建筑玻璃”全生命周期过程碳足迹的平均水平，为天津北玻玻璃工业技术有限公司开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是环境保护工作和社会责任的一部分，也是天津北玻玻璃工业技术有限公司迈向国际市场的重要一步。本报告的研究结果将为天津北玻玻璃工业技术有限公司与建筑玻

璃的采购商和原材料供应商的有效沟通提供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本报告研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是天津北玻玻璃工业技术有限公司内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游主要原材料供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

3.2 系统边界

本次碳足迹评价的系统边界为天津北玻玻璃工业技术有限公司 2024 年建筑玻璃产品生产活动及非生产活动的全生命周期。系统边界为“从摇篮到大门”类型，包括建筑玻璃的上游原材料生产阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品销售运输阶段产生的排放。

3.3 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，本报告功能单位定义为：生产 “1t 建筑玻璃”。

3.4 生命周期流程图的绘制

根据 PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》绘制“1t 建筑玻璃”产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到消费者（B2B）评价：包括从原材料获取，通过制造、分销和零售整个过程的排放，产品的生命周期流程图如下：

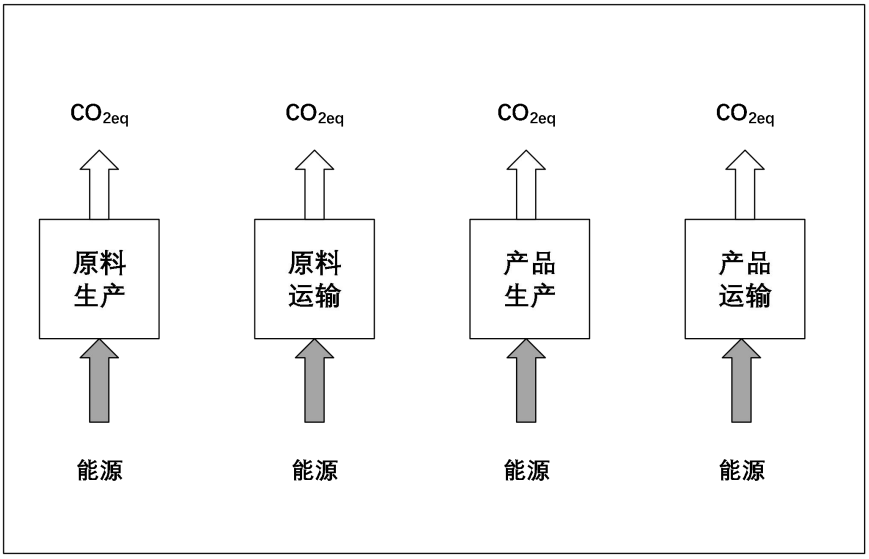


图 3.1 产品照片生命周期评价边界图

本报告中，产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型，为了实现上述功能单位，产品的系统边界见下表：

表 3.1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
a.产品生产的生命周期过程包括:原材料获取+原材料运输+产品生产+产品运输； b.主要原材料生产过程中能源的消耗； c.产品生产过程汽、柴油、天然气、电力及其他耗能工质等的消耗； d.原材料运输、产品运输。	a.资本设备的生产及维修； b.次要原材料及辅料获取和运输； c.销售等商务活动产生的运输。

3.5 取舍准则

本项目采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

I 普通物料重量＜1%产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量＜0.1%产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5%；

II 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

III 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

本报告所有原辅料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理，基本无忽略的物料。

3.6 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

研究过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氧化亚氮（N_2O）、氢氟碳化物（HFC_s）、全氟化碳（PFC_s）、六氟化硫（SF_6）和三氟化氮（NF_3）等。并且采用了 **IPCC 第六次评估报告(2021 年)**提出的方法来计算产品生产周期的 GWP 值。该方法基于 **100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值**，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO_2 当量（CO_2e）。例如，1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 27.9kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（CO2e）为基础，甲烷的特征化因子就是 27.9kgCO_2e。

3.7 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本研究中主要考虑了以下几个方面：

I 数据准确性：实景数据的可靠程度

II 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性

III 模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在研究过程中首先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本研究在 2025 年 1 月进行数据的调查、收集和整理工作。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，次级数据大部分选择来自

Gabi 数据库及中国产品全生命周期温室气体排放系数库；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择数据库中数据。数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国内外的 LCA 研究。

本次报告编制中初级数据，如生产制造的原辅材料清单及能源消耗由生产厂商直接提供，数据等级为实际现场值，数据质量高；次级数据如原材料生产、运输和产品运输中使用的能源消耗来源于 Gabi 数据库或中国产品全生命周期温室气体排放系数库中的背景数据。各个数据集和数据质量将在第 4 章对每个过程介绍时详细说明。

4 过程数据收集

4.1 原材料生产阶段

4.1.1 活动水平数据

原材料数据来源于企业 2024 年实际消耗量统计，根据“1t 建筑玻璃”进行分配，具体数据如下：

表 4.1 原材料及辅料消耗量

序号	原辅材料	活动水平	单位	来源
1	玻璃原片	1.011	t	生产统计

4.1.2 排放因子数据

原材料生产的碳排放系数未进行供应商实景过程调研，数据通过 China Products Carbon Footprint Factors Database 获取，具体数据如下：

表 4.2 原材料及辅料排放因子

序号	原辅材料	排放因子	单位	来源
1	玻璃原片	1.11	tCO_2eq/t	China Database—玻璃原片

4.2 原材料运输阶段

4.2.1 活动水平数据

原材料运输阶段活动水平为根据供应商与企业平均距离计算所得的货物周转量，具体数据如下：

表 4.3 原辅材料运输活动水平

序号	原辅材料	活动水平	单位	运输方式	来源
1	玻璃原片	1011.00	t·km	道路运输	根据统计数据计算

4.2.2 排放因子数据

原材料运输方式均为道路运输，因未能获取运输过程实际能源消费量，数据通过 China Products Carbon Footprint Factors Database 获取，具体如下：

表 4.4 原辅材料运输排放因子

序号	原辅材料	排放因子	单位	来源
1	玻璃原片	0.007	$kgCO_2eq/(t·km)$	China Database—道路交通平均

4.3 产品生产阶段

4.3.1 活动水平数据

产品生产阶段的活动水平数据均来源于企业统计的实景数据，统计了生产过程中的电力及水的消耗，具体如下：

表 4.5 产品生产阶段活动水平

能源	活动水平	单位	来源
电力	1174.425	KWh	生产统计
水	10.515	t	

4.3.2 排放因子数据

产品生产阶段的排放因子来源于背景数据库，具体如下：

表 4.6 产品生产阶段排放因子

能源	排放因子	单位	来源

能源	排放因子	单位	来源
电	0.5366	tCO_2/MWh	《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子
水	12.32	$kgCO_2eq/m^3$	China Database—工业用水平均

4.4 产品运输阶段

4.4.1 活动水平数据

产品运输阶段活动水平为根据客户与企业平均距离计算所得的货物周转量，具体数据如下：

表 4.7 产品运输阶段活动水平

序号	产品	活动水平	单位	来源
1	建筑玻璃	1000	t·km	根据统计数据计算

4.4.2 排放因子数据

产品运输方式均为道路运输，因未能获取运输过程实际能源消费量，数据通过 China Products Carbon Footprint Factors Database 获取，具体如下：

4.8 产品运输阶段排放因子

序号	产品	排放因子	单位	来源
1	建筑玻璃	0.007	$kgCO_2eq/(t·km)$	China Database—道路交通平均

5 碳足迹计算

5.1 碳足迹计算方法

产品碳足迹的公式是整个产品生命周期中所有活动的所有原辅材料、能源乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

$$CFP = \Sigma_{i=1,\ j=1}^{n} P_i \times Q_{ij} \times GWP_j \qquad (1)$$

式中:

CFP——产品碳足迹；

P——活动水平数据；

Q——排放因子数据；

GWP——全球变暖潜势值。

注：本报告采用 2021 年 IPCC 第六次评估报告 AR6 值。

5.2 碳足迹计算结果

根据 5.1 章节公式，对生命周期各阶段的活动水平数据和排放因子数据汇总计算，得到 1t 建筑玻璃产品的碳足迹为 1.91302tCO₂eq，具体结果如下：

表 5.1 产品碳足迹评价结果

生命周期阶段	原材料生产	原材料运输	产品生产	产品运输	产品碳足迹
碳排放量 (tCO_2eq)	1.1222	0.0071	0.7597	0.0034	1.8924
占比	59.30%	0.38%	40.14%	0.18%	100.00%

5.3 碳足迹影响分析

从建筑玻璃产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出建筑玻璃产品的碳排放环节主要集中在原材料生产阶段，占比 59.30%，其次为生产阶段，占比 40.14%，具体详见下图。

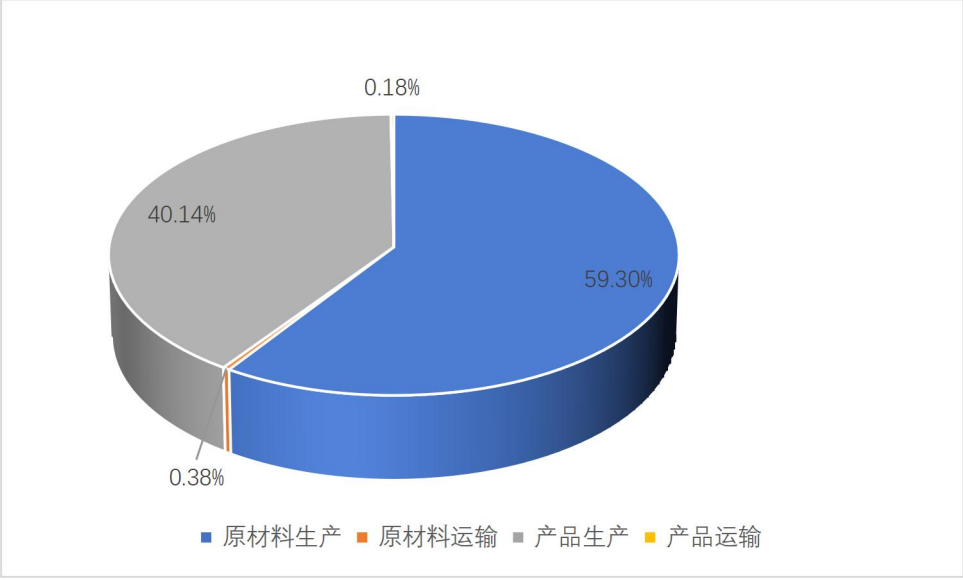


图 5.1 产品碳足迹贡献情况分布图

5.4 碳足迹改进建议

减少产品碳足迹需综合考虑产品全生命周期的各阶段影响，根据以上碳足迹贡献度分析，建议重点加强供应商原材料采购的管理和注重产品的生态设计，以减少原材料获取阶段和产品使用阶段的碳足迹，具体如下：

（1）绿色供应商管理

公司原材料获取阶段对产品碳足迹的贡献最大，可以依据绿色供应商管理准则进行供应商考核，建立并实施供应商评价准则，加强供应链上对供应商的管理和评价，如要求主要供应商开展 LCA 评价，在原材料价位差异不大的情况下，尽量选取原材料碳足迹小或单位产品耗能较小的供应商，推动供应链协同改进。

（2）产品生态设计

在分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上，结合环境友好的设计方案采用、落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理等工作，提出产品生态设计改进的具体方案，以节能绿色为改进方向，减少产品使用阶段的碳足迹。

（3）加强节能管理

加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少能源投入，厂内可考虑实施节能改造，重点提高公用设备的利用率，减少电力的使用量、加强余热回收利用等；

（4）推进绿色低碳发展意识

坚定树立企业可持续发展原则，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善。

6 不确定性

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差。减少不确定性的方法主要有：

a) 使用准确率较高的初级数据，最大程度的使用供应商提供的原始数据；

b) 对每道工序都进行能源消耗跟踪监测，提高初级数据的准确性。

7 结语

低碳是企业未来生存和发展的必然选择，进行产品碳足迹的核算是实现温室气体管理，制定低碳发展战略的第一步。通过产品生命周期的碳足迹核算，可以了解排放源，明确各生产环节的排放量，为制定合理的减排目标和发展战略打下基础。

附录 A 数据库介绍

（1）GaBi 数据库：由德国的 Thinkstep 公司开发的 LCA 数据库，GaBi 专业及扩展数据库共有 4000 多个可用的 LCI 数据。其中专业数据库包括各行业常用数据 900 余条扩展数据库包含了有机物、无机物、能源、钢铁、铝、有色金属、贵金属、塑料，涂料、寿命终止、制造业，电子、可再生材料、建筑材料、纺织数据库、美国 LCA 数据库等 16 个模块。

（2）中国产品全生命周期温室气体排放系数库(China Products Carbon Footprint Factors Database)：由生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心联合北京师范大学生态环境治理研究中心、中山大学环境科学与工程学院，在中国城市温室气体工作组（CCG）统筹下，组织 24 家研究机构的 54 名专业研究人员，基于公开文献的收集、整理、分析、评估和再计算，并经过 16 名权威专家评审后公开的中国产品全生命周期温室气体排放系数，具有较高的科学性、权威性。数据集包括产品上游排放、下游排放、排放环节、温室气体占比、数据时间、不确定性、参考文献/数据来源等信息，包括能源产品、工业产品、生活产品、交通服务、废弃物处理和碳汇共计 1490 条数据信息。