

报告编号：CFP-086984695-01

# 苏州晟成光伏设备有限公司

## C52 站换向输送线产品

### 碳足迹报告

苏州晟成光伏设备有限公司

二〇二五年三月

# 目 录

<b>1 执行摘要</b> .....	<b>4</b>
<b>2 公司信息介绍</b> .....	<b>5</b>
2.1 公司介绍 .....	5
2.2 产品信息 .....	5
2.3 数据代表性 .....	6
2.4 生产工艺 .....	6
2.5 设备信息 .....	7
<b>3 目标与范围定义</b> .....	<b>8</b>
3.1 研究目的 .....	8
3.2 系统边界 .....	8
3.3 功能单位 .....	9
3.4 取舍准则 .....	9
3.5 影响类型和评价方法 .....	10
3.6 数据质量要求 .....	10
<b>4 过程数据收集</b> .....	<b>11</b>
4.1 原材料生产阶段 .....	11
4.2 原材料运输阶段 .....	13
4.3 产品生产阶段 .....	13
4.4 产品运输阶段 .....	14
4.5 产品使用阶段 .....	14
4.6 产品废弃回收阶段 .....	15
<b>5 碳足迹计算</b> .....	<b>17</b>
5.1 碳足迹计算方法 .....	17
5.2 碳足迹计算结果 .....	18
5.3 碳足迹影响分析 .....	18
5.4 碳足迹改进建议 .....	20

6 不确定性 .....	21
7 结语 .....	21
附录 A 数据库介绍 .....	22

## 1 执行摘要

为满足相关环境披露要求，履行社会责任、接受社会监督，苏州晟成光伏设备有限公司对 C52 站换向输送线产品的碳足迹排放情况进行研究，并出具研究报告。本研究以生命周期评价方法为基础，按照 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》的要求对 C52 站换向输送线产品的碳足迹进行核算。

本报告的功能单位定义为“1 台 C52 站换向输送线”产品。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，包括 C52 站换向输送线产品的上游原材料获取加工阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品使用阶段和产品废弃回收阶段产生的排放。

本报告通过 GaBi 建模得到生产“1 台 C52 站换向输送线”产品的碳足迹为 45.0 tCO<sub>2</sub>eq，其中原材料提取加工阶段排放量占比为 15.94%、原材料运输阶段排放量占比为 0.03%、产品生产阶段排放量占比为 0.01%、产品运输阶段排放量占比为 0.04%，产品使用阶段占比 86.79%，产品废弃回收阶段占比-2.80%。从单个阶段对碳足迹贡献来看，产品使用阶段对产品碳足迹的贡献最大，其次为原材料提取加工阶段贡献较大。

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，主要体现在生产商技术、地域、时间等方面。C52 站换向输送线产品生产生命周期内主要过程的活动数据来源于企业现场调研的初级数据，其中部分数据来源与供应商提供的统计数据。原辅料的排放因子数据部分来源于供应商提供的生产统计数据，其余因子来源于 GaBi 数据库（GaBi Databases）、SimaPro 数据库、Ecoinvent（包含 Lite 版本因子库）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

苏州晟成光伏设备有限公司成立于 2010 年，是京山轻机（000821）的全资子公司，坐落于苏州高新区，环境优美，交通便利。现有员工 3400 多人，其中技术研发人员超过 900 人。

晟成光伏主要从事光伏行业智能化装备的研发、制造、销售及服务，不仅为客户提供光伏组件制造整线解决方案，兼容常规、双玻、半片、MBB、0BB、XBC、叠瓦等不同组件产品需求，同时也为光伏电池、硅片制造等领域提供相关智能装备以及 MES 系统。在 TOPCon、HJT、钙钛矿等高效电池及组件装备领域均有先进技术储备以及实际产品销售。公司业务已经覆盖国内外所有主流光伏企业，产品远销美国、德国、法国、新加坡、韩国、日本、印度、巴西等全球 30 多个国家和地区，在光伏组件自动化产线细分领域全球市场份额排名第一。

### 2.2 产品信息

表 2.1 产品基本信息表

产品名称	换向输送线	
产品型号	C52 站	
单个产品重量（带包装）	1510.87kg	
主要技术参数	节拍	14s
	精度描述	±30mm
	电压	单相 220V
	功率	功率 0.75KW，速比 1:12.5
	压缩空气流量	5.:24 l/min
生产工艺	机械装配是指按照设计的技术要求实现机械零件或部件的连接，把机械零件或部件组合成机器；电气装配工作是指将电器元件、设备和系统按照设计要求进行组装、安装、调试和维护的工作	



图 2.2 C52 站换向输送线产品照片

### 2.3 数据代表性

报告代表具体企业及产品研究，时间、地理、技术代表性如下：

(1) 时间代表性：2024 年

(2) 地理代表性：苏州市

(3) 技术代表性如下：

a) 生产工艺流程：机械装配、电气装配；

b) 主要原料：铝、铁、聚氨酯、PC 聚碳酸酯等；

c) 主要能耗：电力

### 2.4 生产工艺

C52 站换向输送线产品的生产工艺流程：

生产装配工艺流程图

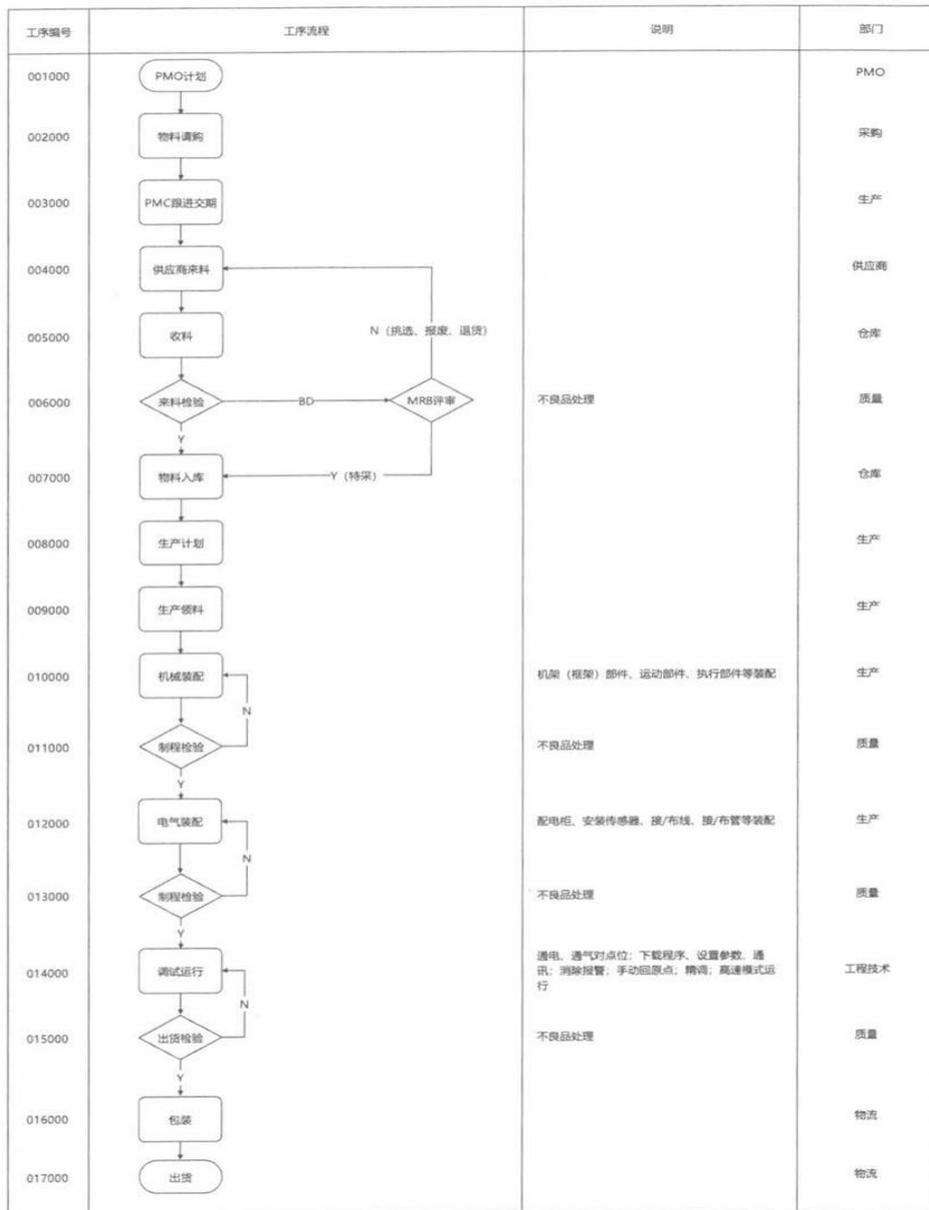


图 2.3 工艺流程图

2.5 设备信息

表 2.4 主要用能设备清单

序号	设备	单台设备功率	数量
1	工业风扇-SUFANS	1.5KW	12
2	水冷离心机组	480.2KW	1
3	水冷螺杆机组	271.7KW	1

4	空压机	75KW	2
5	拣选车	0.65KW	1
6	铝切机	2.2KW	2
7	铝切机	2.2KW	4
8	铣床	3.7KW	4
9	AGV	55.5KW	1

### 3 目标与范围定义

#### 3.1 研究目的

本次研究的目的是得到苏州晟成光伏设备有限公司 2024 年生产的“1 台 C52 站换向输送线”生命周期过程碳足迹的平均水平，为苏州晟成光伏设备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，也是苏州晟成光伏设备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苏州晟成光伏设备有限公司与 C52 站换向输送线产品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：一是苏州晟成光伏设备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苏州晟成光伏设备有限公司 2024 年 C52 站换向输送线产品“从摇篮到坟墓”温室气体排放。包括 C52 站换向输送线产品的上游原材料提取加工阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品使用阶段和产品废弃回收 6 个阶段。产品碳足迹评价系统边界图如图 3.1 所示。

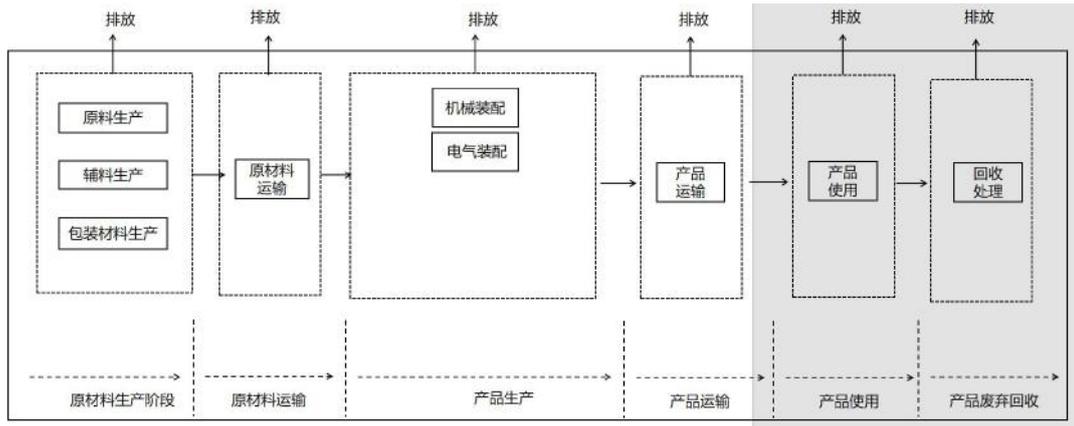


图 3.1 产品生命周期评价系统边界图

本报告中，碳足迹核算系统边界覆盖的生命周期过程见下表：

表 3.2 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
<p>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+产品使用+产品废弃回收；</p> <p>b. 主要原材料生产过程中能源的消耗；</p> <p>c. 产品生产过程电力及其他耗能工质等的消耗；</p> <p>d. 原材料及产品运输；</p> <p>e. 产品使用过程中的电力消耗；</p> <p>f. 产品废弃回收的能源投入。</p>	<p>a. 资本设备的生产及维修；</p> <p>b. 次要原材料及辅料获取和运输；</p> <p>c. 销售等商务活动产生的运输；</p>

### 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：1 台 C52 站换向输送线。

### 3.4 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，部分物料因占比较小，对碳足迹影响很小，忽略物料仅占产品总重 1%，且无关键、稀有或高纯成分物料，经与企业沟通后忽略。

### 3.5 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<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化物（HFC<sub>s</sub>）、全氟化碳（PFC<sub>s</sub>）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）和三氟化氮（NF<sub>3</sub>）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<sub>2</sub> 当量（CO<sub>2</sub>e）。例如，1 吨甲烷在 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（CO<sub>2</sub>e）为基础，甲烷的特征化因子就是 27.9kgCO<sub>2</sub>e。

### 3.6 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 3 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，生产 1 台 C52 站换向输送线的原材料消耗情况如下：

表 4.1 原材料及辅料消耗量

序号	原辅材料	活动水平	单位
1	铝	240.94	kg
2	铁	1072.46	kg
3	锌合金	2.20	kg
4	钢铁	1.84	kg
5	聚氨酯	38.50	kg
6	PVC 聚氯乙烯	0.40	kg
7	UPE 超高分子量聚乙烯	1.79	kg
8	碳钢	0.09	kg

序号	原辅材料	活动水平	单位
9	铜	7.33	kg
10	65 锰-弹簧钢	0.01	kg
11	塑料	19.74	kg
12	尼龙	37.19	kg
13	亚克力	44.42	kg
14	PC 聚碳酸酯	44.42	kg

#### 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 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) 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	铝	15.800	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD 铝型材
2	铁	2.290	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD 铁制品
3	锌合金	2.132	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-金属锌-湿法
4	钢铁	2.380	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-钢铁
5	聚氨酯	4.300	tCO <sub>2</sub> eq/t	Gabi -Polyurethane rigid foam (PU)
6	PVC 聚氯乙烯	1.770	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-聚氯乙烯
7	UPE 超高分子量聚乙烯	2.500	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-高密度聚乙烯
8	碳钢	2.050	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-普通碳钢（市场平均）
9	铜	5.795	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-铜
10	65 锰-弹簧钢	2.430	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-热轧钢棒
11	塑料	4.720	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-塑料-PE
12	尼龙	4.100	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD-尼龙 6
13	亚克力	8.577	tCO <sub>2</sub> eq/t	lite 版本因子库-塑料 - (PMMA) 聚甲基丙烯酸甲酯亚克力板
14	PC 聚碳酸酯	1.371	tCO <sub>2</sub> eq/t	CPCD- 聚碳酸酯

## 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，生产 1 台 C52 站换向输送线对应的原材料运输周转量：

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
1	原材料运输	55.917	t.km
2	包材运输	0.001	t.km

### 4.2.2 排放因子数据

原材料运输方式为道路运输，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	道路运输原材料	0.2157	kgCO <sub>2</sub> eq/(t·km)	China Database—柴油货车-不区分质量区间

## 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，包括产品生产过程中的主要耗能和辅助、附属生产系统耗能，生产 1 台 C52 站换向输送线对应的能源消耗如下：

表 4.5 产品生产阶段活动水平

生产单元	能源	活动水平	单位
全厂区	电量	6.47	kWh
全厂区	废铝	0.47	kg

### 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

生产单元	能源	排放因子	单位	来源
全厂区	电量	0.6205	kgCO <sub>2</sub> /kWh	2023 年全国电力平均碳足迹因子
全厂区	废铝	0.0222	tCO <sub>2</sub> eq/t	Ecoinvent-废铝

#### 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客户与企业平均距离，生产 1 台 C52 站换向输送线货物的运输周转量数据如下：

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	1 台 C52 站换向输送线	72.52	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：

表 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	道路运输产品	0.2157	kgCO <sub>2</sub> eq/(t·km)	China Database—柴油货车-不区分质量区间

#### 4.5 产品使用阶段

##### 4.5.1 活动水平数据

1 台 C52 站换向输送线功率为 750w。设备使用寿命 10 年，一天运行时间为 23 小时，则该产品在产品使用阶段的耗电量为 62962.5kWh，具体活动水平数据如下：

表 4.9 产品使用阶段活动水平

序号	产品	功率 (kW)	使用时长 (h)	消耗电力 (KWh)
----	----	---------	----------	------------

1	C52 站换向输送线	0.75	83950	62962.5
---	------------	------	-------	---------

注：从数据可得性考虑，使用阶段能耗未包含设备维修、零部件更换带来的消耗。

#### 4.5.2 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 4.10 产品使用阶段排放因子

生产单元	能源	排放因子	单位	来源
全厂区	电量	0.6205	kgCO <sub>2</sub> /kWh	2023 年全国电力平均碳足迹因子

#### 4.6 产品废弃回收阶段

产品废弃处置的活动水平为 1 台 C52 站换向输送线产品的质量，具体数据如下：

##### 4.6.1 产品废弃活动水平数据

表 4.11 产品废弃回收阶段活动水平数据

序号	产品	活动水平	单位	来源
1	1 台 C52 站换向输送线	1510.87	kg	根据产品重量数据所得

##### 4.6.2 材料回收活动水平数据

表 4.12 产品废弃回收阶段活动水平数据

序号	工序	原辅材料	生产产生的排放量	单位
1	循环利用信用额	铝	3806.82	kgCO <sub>2</sub> eq
2	循环利用信用额	铁	2455.93	kgCO <sub>2</sub> eq
3	循环利用信用额	锌合金	4.69	kgCO <sub>2</sub> eq
4	循环利用信用额	钢铁	4.38	kgCO <sub>2</sub> eq
5	循环利用信用额	聚氨酯	165.56	kgCO <sub>2</sub> eq
6	循环利用信用额	PVC 聚氯乙烯	0.71	kgCO <sub>2</sub> eq
7	循环利用信用额	UPE 超高分子量聚乙烯	4.48	kgCO <sub>2</sub> eq
8	循环利用信用额	碳钢	0.18	kgCO <sub>2</sub> eq
9	循环利用信用额	铜	42.49	kgCO <sub>2</sub> eq

序号	工序	原辅材料	生产产生的排放量	单位
10	循环利用信用额	65 锰-弹簧钢	0.03	kgCO <sub>2</sub> eq
11	循环利用信用额	塑料	93.19	kgCO <sub>2</sub> eq
12	循环利用信用额	尼龙	152.50	kgCO <sub>2</sub> eq
13	循环利用信用额	亚克力	380.99	kgCO <sub>2</sub> eq
14	循环利用信用额	PC 聚碳酸酯	60.87	kgCO <sub>2</sub> eq

### 4.6.3 排放因子数据

产品废弃回收阶段的排放因子为 353.19 kgCO<sub>2</sub>/t，数据来源 China Products Carbon Footprint Factors Database—混合垃圾处置平均（mixed waste average）。回收利用部分的活动水平数据为原材料获取阶段排放量，采取开环回收，材料回收比例和分配因子选用默认值。详见下表：

表 4.13 产品废弃回收阶段排放因子

序号	可回收原材料	回收率—R (%)	分配因子 -A 取值	数据来源
1	铝	50.00	0.50	ISO14067-2018
2	铁	50.00	0.50	ISO14067-2018
3	锌合金	50.00	0.50	ISO14067-2018
4	钢铁	50.00	0.50	ISO14067-2018
5	聚氨酯	50.00	0.50	ISO14067-2018
6	PVC 聚氯乙烯	50.00	0.50	ISO14067-2018
7	UPE 超高分子量聚乙烯	50.00	0.50	ISO14067-2018
8	碳钢	50.00	0.50	ISO14067-2018
9	铜	50.00	0.50	ISO14067-2018
10	65 锰-弹簧钢	50.00	0.50	ISO14067-2018
11	塑料	50.00	0.50	ISO14067-2018
12	尼龙	50.00	0.50	ISO14067-2018
13	亚克力	50.00	0.50	ISO14067-2018
14	PC 聚碳酸酯	50.00	0.50	ISO14067-2018

## 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：

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

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。

产品回收利用部分的循环利用信用额采用 ISO 14047-2018 开环分配程序，其计算公式如下：

$$E_M = E_V + E_{EoL} - R \cdot A \cdot E_V \quad (2)$$

式中：

$E_M$ ——与原材料获取和报废回收相关的排放量；

$E_V$ ——从自然资源中提取或生产产品所需原材料所产生的温室气体排放量，这些都是初级材料；

$E_{EoL}$ ——与寿命终止运营相关的温室气体排放（作为提供回收材料的产品系统的一部分）；

R——材料回收率；

$R \cdot A \cdot E_V$ ——循环利用信用额

如果  $A=0$ ，即完全是降级循环，不存在循环信用。

## 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 1 台 C52 站换向输送线产品的碳足迹为 45.0 tCO<sub>2</sub>eq，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	产品使用	产品废弃回收	总排放量
碳排放量 (tCO <sub>2</sub> eq)	7.2	0.01	0.004	0.02	39.1	-1.3	45.0
占比	15.94%	0.03%	0.01%	0.04%	86.79%	-2.80%	100.00%

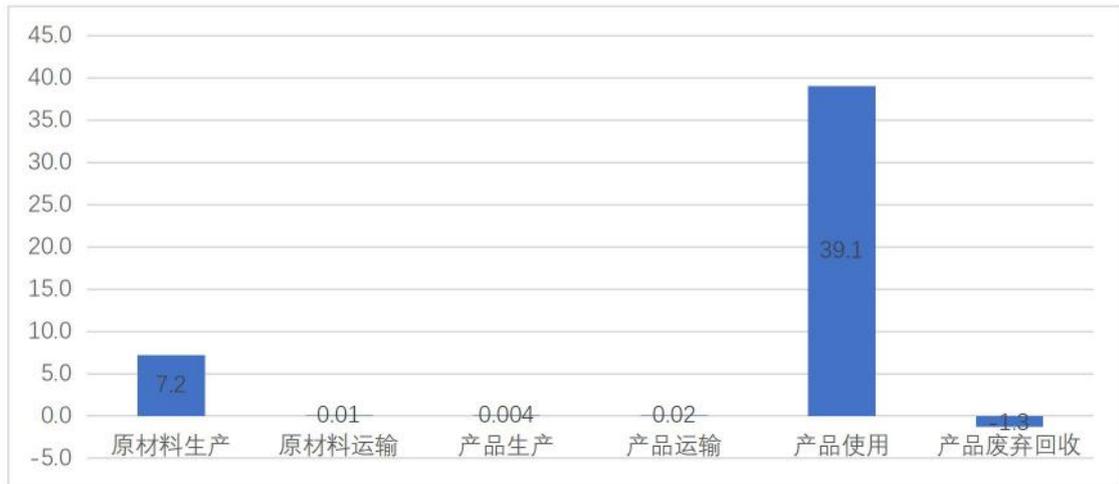


图 5.1 产品碳足迹评价结果

## 5.3 碳足迹影响分析

从 C52 站换向输送线产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出 C52 站换向输送线产品的碳排放环节主要集中在产品使用阶段，占比 86.79%，其次为原材料生产阶段，占比 15.94%，其他阶段占比非常小。具体详见下图。

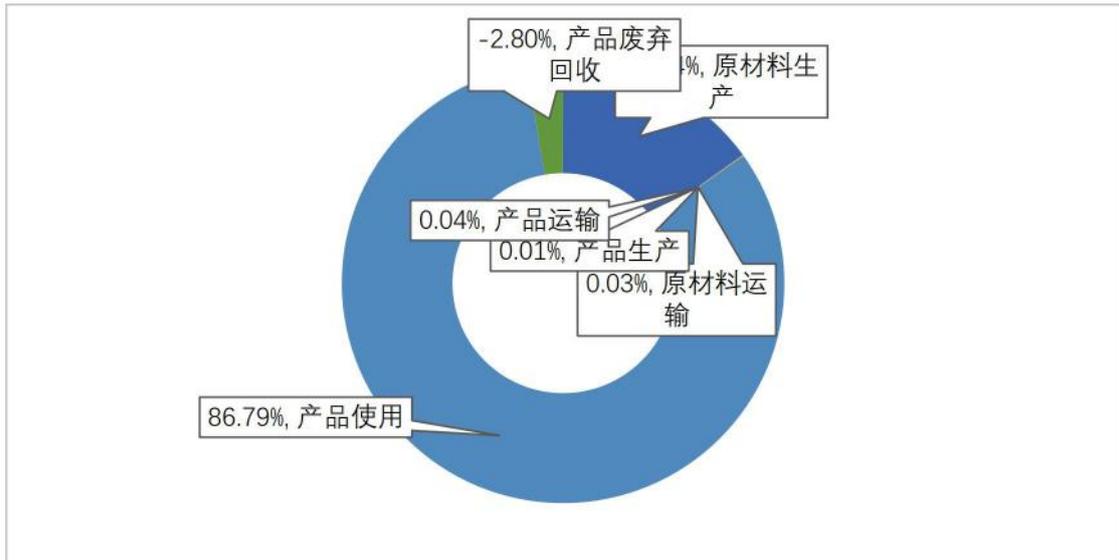


图 5.2 产品碳足迹贡献情况分布图

从产品碳足迹评价结果的情况，可以看出 1 台 C52 站换向输送线原材料生产与获取阶段影响最大的因素是锌铝镁卷板，占比 62.01%。具体详见下表：

表 5.3 产品生产阶段碳足迹评价结果

序号	原材料	碳排放量 (kgCO <sub>2</sub> eq)	占原材料生产与 获取阶段比例
1	铝	3806.82	53.07%
2	铁	2455.93	34.24%
3	锌合金	4.69	0.07%
4	钢铁	4.38	0.06%
5	聚氨酯	165.56	2.31%
6	PVC 聚氯乙烯	0.71	0.01%
7	UPE 超高分子量聚乙烯	4.48	0.06%
8	碳钢	0.18	0.00%
9	铜	42.49	0.59%
10	65 锰-弹簧钢	0.03	0.00%
11	塑料	93.19	1.30%
12	尼龙	152.50	2.13%
13	亚克力	380.99	5.31%

序号	原材料	碳排放量 (kgCO <sub>2</sub> eq)	占原材料生产与 获取阶段比例
14	PC 聚碳酸酯	60.87	0.85%
合计		7172.83	100.00%

#### 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，建议加强产品生态设计，在保证产品质量和安全性的前提下，降低产品功耗，减少产品使用阶段的碳足迹，同时重点加强供应商原材料采购的管理，加强节能管理，全面降低产品碳足迹，具体如下：

##### (1) 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。

##### (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，减少产品生产阶段的碳足迹。

##### (3) 绿色供应商管理

公司原材料获取阶段对产品碳足迹贡献最大，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。

##### (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

根据活动水平和排放因子的数据质量等级，对碳足迹评价结果做定性判断。

表 6.1 生命周期评价数据质量等级结果

生命周期阶段	原材料生产	原材料运输	产品生产	产品运输	产品使用	产品废弃回收	全生命周期
碳排放量 (tCO <sub>2</sub> eq)	7.2	0.01	0.004	0.02	39.1	-1.3	45.0
数据质量加权得分	5.77	2.00	11.98	2.00	6.00	6.00	5.96
数据质量等级	L6	L6	L5	L6	L6	L6	L6

注：数据质量等级 L1 (31-36)，L2 (25-30)，L3 (19-24)，L4 (13-18)，L5 (7-12)，L6 (1-6)，级数越小表示其数据质量越佳

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。

(3) **SimaPro 排放因子数据库**: Simapro 是一个用于收集、分析和监测产品和服务的可持续性表现的专业工具。生命周期评价 (Life Cycle Assessment, LCA) 因可以核算产品从“摇篮到坟墓”的一系列环境问题和影响而被全球公认为量化产品可持续性的最佳方法。Simapro 是一个被 80 多个国家的工业企业、咨询公司以及研究机构使用的 LCA 软件。此外, 由于 Simapro 可供处于不同地点的用户同步访问数据库, 因而它也可作为多用户产品而供全球公司使用。

(4) **Ecoinvent (包含 lite 版本因子库) 排放因子数据库**: Ecoinvent 是最可靠和最透明的生命周期清单 (LCI) 数据库, 它允许对商品和流程进行全球环境评估。全球 40 多个国家/地区的约 4,500 人使用 ecoinvent, 这是世界上最著

名的生命周期评估 (LCA) 数据库。该数据库包括能源、资源开采、材料供应、  
化学品、金属、农业、废物管理和运输方面的数据。