

江苏鼎胜新能源材料股份有限公司



产品碳足迹研究报告

1 吨锂电池用铝箔材料

2025 年 6 月

目 录

缩略词	2
摘要	3
1. 产品碳足迹介绍	4
2. 企业及产品介绍	4
3. 目标与范围定义	5
3.1 研究目的	5
3.2 研究范围	6
3.2.1 功能单位	6
3.2.2 系统边界	6
3.2.3 分配原则	7
3.2.4 取舍原则	7
3.2.5 相关假设和限制	7
3.2.6 影响类型和评价方法	7
3.2.7 软件和数据库	8
3.2.8 数据质量要求	8
4. 生命周期清单分析	10
4.1 初级数据	10
4.2 次级数据	13
5. 生命周期影响评价	14
5.1 碳足迹评价模型	14
5.2 碳足迹评价结果	15
5.3 生命周期阶段贡献分析	22
6. 结果解释	23
6.1 重大问题的识别	23
6.2 完整性、敏感性、不确定性和一致性检查	24
6.2.1 完整性检查	24
6.2.2 敏感性分析	24
6.2.3 不确定性分析	24
6.2.4 一致性	25
6.3 结论	25
6.4 局限性和建议	26

缩略词

简称	全称
IPCC	International panel on climate change(联合国政府间气候变化专门委员会)
CFP	Carbon footprint of a product (产品碳足迹)
HFC	Hydrofluoro Carbon(氢氟碳化物)
PFC	Perfluoro Carbon (全氟碳化物)
CO ₂ e	Carbon Dioxide Equivalent(二氧化碳当量)
LCA	Life cycle assessment(生命周期评价)
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development(世界企业可持续发展理事会)
ISO	International Organization for Standardization(国际标准组织)
PEF	Product Environment Footprint(产品环境足迹)
GWP	Global Warming Potential(全球暖化潜值)
ELCD	European Life Cycle Database(欧洲生命周期参考数据库)
USLCI	United States Life Cycle Inventory(美国生命周期清单数据库)

摘要

本研究的目的是根据生命周期评价 (LCA)方法，按照 ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018 标准的要求，核算江苏鼎胜新能源材料股份有限公司 1 吨锂电池用铝箔材料“摇篮到大门”的碳足迹值。

根据各相关方沟通的需求，本研究的功能单位（声明单位）定义为：1 吨锂电池用铝箔材料。研究的系统边界定义为“摇篮”到“大门”，其中涵盖了 1 吨锂电池用铝箔材料的上游原材料制造过程、上游运输过程、生产制造过程、现场产生的废弃物运输过程。研究得到：

1 吨锂电池用铝箔材料的碳足迹值为 19,140.262 CO₂e，其中原材料获取阶段的碳足迹值为 17,489.104 kg CO₂e，生产阶段的碳足迹值为 1,651.158 kg CO₂e。

各阶段	数据（单位 kgCO ₂ e）	碳足迹贡献占比
原材料获取	17,489.104	91.37%
产品制造	1,651.158	8.63%
总计	19,140.262	100%

1. 产品碳足迹介绍

近年来,“碳足迹”这个术语越来越广泛地在全世界范围内所使用。碳足迹通常是针对产品或服务,偶尔也会用在组织和项目甚至更广的对象上。产品碳足迹(carbon footprint of a product, CFP)是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和,即从原材料开采、产品生产(或服务提供)、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)和全氟化碳(PFCs)等。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和,用二氧化碳当量(CO₂e)表示,单位为 kg CO₂e 或者 g CO₂e。特征化因子,即每种温室气体(kg CO₂e/kg 气体)的全球变暖潜值(GWP₁₀₀),通常采用联合国政府间气候变化专家委员会(IPCC)提供的值,目前这套因子被全球范围广泛使用。

在“低碳社会”、“低碳经济”受到广泛关注的今天,越来越多的企业通过产品碳足迹调查,帮助企业发现减少产品温室气体排放、实现节能减排的途径;同时也是一种促进绿色消费的重要手段,从而支持可持续的生产与消费。低碳产品对消费者有更强的吸引力,企业可以将产品碳足迹作为长期战略的组成部分,并以此与市场上同类产品形成区别,从而提高产品和企业的竞争力。此外,通过对产品碳足迹的评估和针对性的改进,可以提高企业和供应链在原材料使用和产品生产上的效率,这也有利于企业成本的降低。

产品碳足迹基于 LCA 的评价方法,将气候变化作为单一影响类别,只计算产品生命周期中的温室气体排放量。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。其中,国际标准化组织(ISO)发布的碳足迹国际标准 ISO14067:2018 最具权威性,也是本次碳足迹研究所遵循的准则。

2. 企业及产品介绍

江苏鼎胜新能源材料股份有限公司位于江苏镇江京口经济开发区,于 2003 年 8 月注册成立,占地面积 70 万平方米,目前拥有员工 2600 余人,是基于新材料技术成立的铝加工行业生产及销售的民营企业,从事各类铝及铝合金板、带、箔材及其深加工制品的研发、生产与销售的高新技术企业,是中国有色金属加工工业协会副理事长单位,中国对外贸易民营企业 500 强,全国铝箔材十强企业,荣膺全国铝板带箔十大匠心品牌,中国驰名商标企业,荣获省创新型领军企业、省质量标杆、省工业互联网发展示范企业、省质量信用 AAA 级企业等省级荣誉。公司发展迅速,产品质量稳定,多项指标位居前列。于 2018 年 4 月 A 股上市,股票代码“603876”。

公司从事铝板带箔的研发、生产与销售业务,主要产品为空调箔、单零箔、双零箔、铝板带、新能源电池铝箔等,产品广泛应用于绿色包装、家用、家电、锂电池、交通运输、建筑装饰等多个领域。

公司作为国内铝加工行业尤其是锂电池铝箔的龙头企业,目前已于宁德时代等主流电池厂达成战略合作协议。公司电池铝箔客户涵盖了国内主要的储能和动力电池生产厂商,具体包括比亚迪集团、CATL 集团、ATL 集团、LG 新能源、合肥国轩高科动力能源有限公司、蜂巢能源、孚能科技等;公司空调箔产销量全球领先,覆盖国内外一线空调生产企业,国内客户包括美的集团、格力集团、海信集团、海尔集团等,国外客户包括日本大金集团、LG 集团等。

本次开展的产品碳足迹研究严格按照 ISO14040:2006、ISO 14044:2006 和 ISO 14067:2018 标准执行。

本次产品碳足迹研究的对象：1 吨电池铝箔（不分型号），产品照片如下：



电池箔

图 1 产品照片

该产品的生产工艺如下：



图 2 产品工艺流程

3. 目标与范围定义

3.1 研究目的

本研究的目的是按照 ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018 标准的要求，评估江苏鼎胜新能源材料股份有限公司的 1 吨锂电池用铝箔材料的碳足迹。为企业自身的产品设计、物料采购、生产管控等提供可靠的碳排放信息，也为企业建立碳中和品牌，践行国家“绿色制造”战略，申报绿色工厂和绿色产品等做好准备。

研究的结果将为认证方、企业、产品设计师、采购商及消费者提供有效的信息沟通。研究结果的潜在沟通对象面向的群体有：江苏鼎胜新能源材料股份有限公司的管理人员、产品设计师，产品的采购商和消费者，以及企业的外部利益相关者，如原材料供应商，政府部门和环境非政府组织等。

研究获得的数据信息还可用于以下目的：

- 产品生态设计/绿色设计；
- 同类产品对比；
- 绿色采购和供应链决策；
- 申报绿色工厂。

3.2 研究范围

本项目碳足迹核算依据国际标准如下：

- ISO14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化与交流的要求与指南
- ISO14040:2006 环境管理生命周期评价原则与框架
- ISO14044:2006 环境管理生命周期评价要求与指南

按照 ISO14067:2018、ISO14040:2006、ISO14044:2006 标准的要求，研究范围需要明确评估对象的功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、相关假设、影响评价方法和数据质量要求等。在下列章节中分别予以说明。

3.2.1 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，以及后续企业披露产品的碳足迹信息，或将本研究结果与其他产品的环境影响做对比，本研究声明单位定义为：1 吨锂电池用铝箔材料。

3.2.2 系统边界

本次研究的系统边界为“摇篮”到“大门”，包括原材料获取阶段、原料运输阶段、生产阶段。系统边界详见图 2。

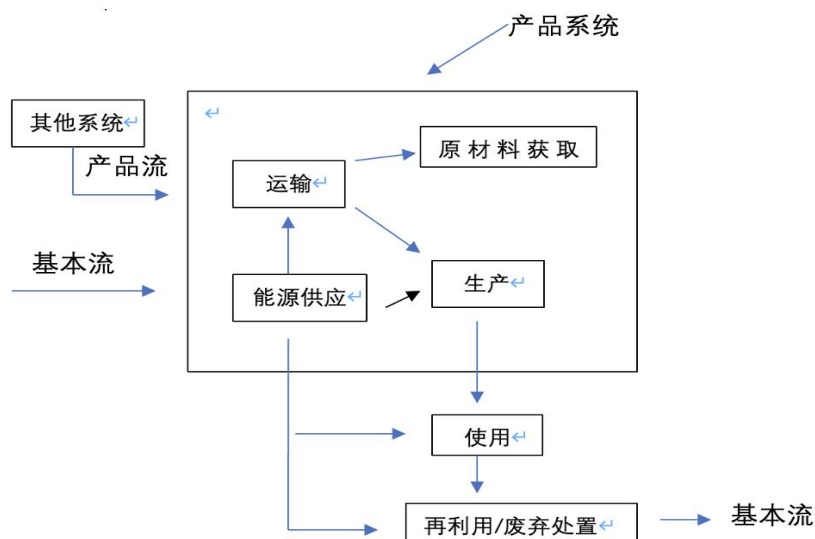


图 2. 系统边界

3.2.3 分配原则

许多过程常不只一个功能或输出，过程的环境负荷需要分配到不同的功能和输出中，ISO 相关标准对分配有具体规定，包括 **a.避免分配**；**b.以物理因果关系为基准分配环境负荷**；**c.使用社会经济学分配基准**。

由于公司的一吨电池用铝箔产品的副产物价值和主产品价值相比几乎可以忽略，因而不涉及分配。

3.2.4 取舍原则

根据对国内外各类产品 LCA 研究的调研分析，并参考欧盟发布的产品环境足迹 (Product Environment Footprint, PEF) 指南中对取舍准则的要求，基本的取舍原则有：**a. 基于输入/输出占比**：舍去质量或能量输入/输出小于总质量或能量 1% 的输入/输出，但总的舍去产品投入比例不超过 3%。但是，对于质量虽小，但生命周期环境影响大的物质，则不可以舍弃，例如稀有金属、温室气体、有害物质等；**b. 基于环境影响的比重**：以类似投入估算，排除实际影响较小的输入/输出。对于碳足迹，如果单个输入/输出占总碳足迹 <1%，则此输入/输出可从系统边界中舍去；**c. 忽略生产资料与基础设施**。

3.2.5 相关假设和限制

在生命周期评价过程中，会出现数据缺失或情景多样化的情况，生命周期评价执行者需要明确相关假设和限制。

3.2.6 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究选择对产品生命周期的全球变暖潜值 (Global Warming Potential, GWP) 进行分析，因为 GWP 是用来量化产品“碳足迹”的环境影响指标。

碳足迹量化评价方法的选用考虑方法符合 ISO14067:2018、ISO14040:2006、ISO14044:2006 标准的要求，并考虑方法的科学性、特征化因子的可获得性以及方法的适用性，表 1 展示了环境影响及评价模型。

表 1. 环境影响类型及评价模型

环境影响类型	评价模型	贡献物质	影响类型参数	单位	方法来源	影响类型特点
气候变化	伯尔尼模型 -100 年内的全球变暖潜值	CO ₂ 、CH ₄ 、CFC 等	全球变暖潜势 (GWP 100)	kg CO ₂ e	IPCC, 2021	全球性影响类型

全球变暖潜值(GWP): IPCC 第六次评估报告(2021 年)提出的方法来计算产品生命周期的 GWP 值,IPCC(2021)方法中涵盖了多种特征化物质,包括二氧化碳(CO₂), 甲烷(CH₄), 氧化亚氮(N₂O), 四氟化碳(CF₄), 六氟乙烷(C₂F₆), 六氟化硫(SF₆), 氢氟碳化物(HFC)和哈龙等。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 CO₂ 当量(CO₂e)。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 27.9kg CO₂e。

3.2.7 软件和数据库

在研究中, Simapro9.10.2 软件被用来建立产品的生命周期模型, 计算碳足迹结果。Simapro 是由荷兰 Pre Consultant 公司研发的专业 LCA 软件, 支持全生命周期过程分析, 其中内置了瑞士的 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库(ELCD)以及 Agri-footprint、USLCI 等多个数据库。本研究中, 使用了中国铝工业高质量 LCA 碳足迹数据库、CPCD、Ecoinvent、UK GOV 2024、USLCI 数据库中的数据集。

中国铝工业高质量 LCA 碳足迹数据库是中国有色金属工业协会联合中国铝业集团有限公司牵头打造的 2025 年上线的有色金属行业碳足迹数据库。

CPCD (China Products Carbon Footprint Factors Database) 中国产品全生命周期温室气体排放系数库是中国首个公开、透明的产品碳足迹数据库, 由中国城市温室气体工作组 (CCG) 和公众环境研究中心 (IPE) 联合 38 家研究机构的 110 名研究人员共同开发。<https://lca.cityghg.com/>

Ecoinvent 数据库由瑞士生命周期研究中心开发, 包括西欧、瑞士、中国等地区的数据, 该数据库包含 10000 条以上的产品和服务数据集, 涉及化工、能源、运输、建材、电子、纸浆和纸张, 废物处理和农业活动等。<http://www.Ecoinvent.org>

UK GOV 2024 和 USLCI 分别是英国和美国的数据库, 也是被全球广泛认可使用的数据库来源。

3.2.8 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：

- 数据完整性：依据取舍原则；
- 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间的代表性；
- 一致性：定性评估研究方法是否统一应用于敏感性分析的各个组成部分；
- 精度：测量每个数据值的可变性（例如方差）。

为了准确的评估数据质量，在 **SimaPro** 中使用所谓的系谱矩阵（最初由 **Weidema**（1996）开发）来估计几何标准偏差。每个数据点根据六个标准加上基本不确定因素（取决于数据类型）进行评估。使用以下等式计算 **95%**置信区间或平方几何标准偏差：

$$u^2 = \sum_{n=1}^5 u_n^2$$

因子 u_1^2 至 u_6^2 是指（1）可靠性、（2）完整性、（3）时间相关性、（4）地理相关性、（5）技术相关性（见表 2）。

表 2. 数据质量（不确定度）得分表

分数	1	2	3	4	5
U1 可靠性	检验数据基于测量	检验数据部分基于假设或者未证实数据基于测量	未证实数据部分基于合格的评估	合格的评估（像工业专家）；数据来源理论信息（化学计量、焓等）	不合格评估
	1.00	1.05	1.10	1.20	1.50
U2 完整性	代表性数据来自所考虑市场的所有相关站点，一定时期内平稳波动	代表性数据来自所考虑市场的>50%相关站点，一定时期内平稳波动	代表性数据来自所考虑市场的<<50%相关站点，或者更短时期内>50%站点	代表性数据来自所考虑市场的一个站点或者更短时间内的一些站点	代表性未知，或者数据来源于更短时间的少量站点
	1.00	1.02	1.05	1.10	1.20
U3 时间相关性	与参考年份相差少于 3 年	与参考年份相差少于 6 年	与参考年份相差少于 10 年	与参考年份相差少于 15 年	数据年龄未知，或与参考年份相差大于 15 年
	1.00	1.03	1.10	1.20	1.50
U4 地域相	数据来源于正在研究的区域	平均数据来源于包括正在研究区域以内的更大区域	数据来源比正在研究更小的区域或者相似区域	数据来源于有相似生产状况的区域	数据来源于未知区域或者明显不同的区域

关性	1.00	1.01	1.02	1.05	1.10
U5 技术 相关 性	数据来源于正在研究二点企业，流程和材料（例如相同的技术）	数据来源于相同技术，不同企业的流程和材料	数据来源与同一技术的相关流程或者材料，或者正在研究的流程和材料但是不同技术	数据来源于不同技术的相关流程和材料，或者数据来源于实验室规模的流程和相同技术	数据来源于实验室规模不同的技术的相关的相关流程和材料
	1.00	1.05	1.20	1.50	2.00

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在研究过程中原始数据首选现场特定数据；当无法收集现场特定数据时，使用非现场特定数据且经过第三方审查的原始数据。二手数据大部分选择来自中国铝工业高质量 LCA 碳足迹数据库、CPCD、Ecoinvent、UK GOV 2024、USLCI 数据库。这些数据库中的数据是经严格审查，并广泛应用于国际上的 LCA 研究。

4. 生命周期清单分析

本研究的生命周期数据包括初级数据和次级数据。

初级数据：由江苏鼎胜新能源材料股份有限公司工作人员收集提供。

次级数据：来自中国铝工业高质量 LCA 碳足迹数据库、CPCD、Ecoinvent、UK GOV 2024、USLCI 数据库。这些数据属于“从摇篮到大门”类别。

4.1 初级数据

初级数据由公司员工收集并提供。原始数据通过现场调查按照“门到门”的方法收集。本研究收集的数据是生产现场一年的统计数据。数据时间为 2024 年全年，数据代表了平均生产水平。

原材料消耗量，生产过程能耗数据、用水量等生产记录数据由收集人员根据公司统计数据提供，以下数据已经关联到基准流。

表 3 过程清单数据—原材料获取

材料输入	单位	功能单位对应量	重量占比（%）	取样程序描述	Cut-off 取舍分析
铝锭（原材料）	Ton	0.19321 其中俄铝投入量 1102.3271T，功能单位投入量 0.0228T，使用铝锭系数 6.8TCO ₂ e/T 其他没有碳足迹声明的铝锭总计投入量 8240.423T，功能单位投入量	15.99%	按照熔炼的产量倒推计算投入量	主要原材料

		0.17041T, 使用铝 锭系数 12.8644kgCO2e/kg			
铝卷（原材料）	Ton	0.95023	78.64%	按照熔炼的产量 倒推计算投入量	主要原材料
铝铜合金（铝 50%+铜 50%）	Ton	0.00066	0.05%	按照熔炼的产量 倒推计算投入量	可以 cut-off, 未 cut-off
铝钛合金（（铝 90%+钛 10%））	Ton	0.00348	0.29%	按照熔炼的产量 倒推计算投入量	可以 cut-off, 未 cut-off
轧制油（95%煤 油）	Ton	0.03276	2.71%	按照各过程的产 出占比分摊计算 消耗量	主要辅材料
氩气	Kg	0.00001	0.00%	按照各过程的产 出占比分摊计算 消耗量	符合取舍原 则，已经 cut-off
氮气	Kg	0	0.00%	按照各过程的产 出占比分摊计算 消耗量	符合取舍原 则，已经 cut-off
液化石油气 （吨）	Ton	0.00052	0.08%	按照各过程的产 出占比分摊计算 消耗量	可以 cut-off, 未 cut-off
ABS 管芯	Ton	0.01224	1.01%	按照各过程的产 出占比分摊计算 消耗量	不符合 cut-off 标 准
木托木箱	Ton	0.01309	1.08%	按照包材的总消 耗量分摊到单位 产品上计算消耗 量	不符合 cut-off 标 准
干燥剂(蒙脱石)	Ton	0.00045	0.04%	按照包材的总消 耗量分摊到单位 产品上计算消耗 量	符合取舍原 则，已经 cut-off
珍珠棉（EPE）	Ton	0.001350	0.11%	按照包材的总消 耗量分摊到单位 产品上计算消耗 量	符合取舍原 则，已经 cut-off

表 4 过程清单数据—原料运输数据

运输产品	功能单位对应运输
------	----------

	运输方式	运输距离（tkm）	来源
原辅材料	陆运	2008.79	供应商数据
原辅材料	海运/空运/铁路	0	供应商数据

表 5 过程清单数据—生产阶段能量输入

名称	功能单位 对应量	单位	数据来源
外购电	1816.90210	kWh	发票
自发自用光伏电	34.85165	kWh	发票
液化气	0.52	KG 备注：1 公斤 LPG=0.43 立方米， 0.52kg=0.2236m3	发票
天然气 (热值数据)	28.45966	M3	发票

表6 过程清单数据—制程排放

制造过程排放	单位	功能单位 对应量	取样程序描述	处置方式
无	kg	0	环评及监测报告	/
工业废弃物处置&回收（除尘灰、铝灰、废矿物油、含油废硅藻土、可清洗回用的废弃包装容器等）	KG	8.94488	江苏省危废系统&固废处置台账	回收再利用

表 7 过程清单数据—厂内制造产生的废弃物的处置数据

名称	功能单位处理量 (kg)	处置方式	数据来源
除尘灰	3.594	危废焚烧	江苏省固废管理系统
废矿物油	1.352	回收再利用	江苏省固废管理系统
含油废硅藻土	1.528	回收再利用	江苏省固废管理系统
可清洗回用的废弃包装容器)	0.803	回收再利用	江苏省固废管理系统
铝灰	1.668	回收再利用	江苏省固废管理系统

表 8 过程清单数据—厂内制造产生的废弃物的运输数据

名称	运输方式	功能单位数据 (tkm)	数据来源
工业废弃物	汽运	5.54	高德地图

表9 过程清单数据——产品输出

材料输出 (包括产品)	单位	数量	取样程序描述	去向及目的地
产品	吨	1	生产实际产生	销售给客户

4.2 次级数据

公司收集到的初级数据，从 LCA 原理的角度看，很多都属于中间流数据而非基本流数据，所以需要从数据库查找这些物料或能源的生命周期清单数据。次级数据大多来自 Ecoinvent 3.10，如果可能的话，使用的是中国本地数据。但是，数据库中往往也没有与实际物料完全对应的物料，只能以近似物质和生产加工过程来替代。查找结果见下表。这意味着以其他过程来替代了产品生命周期的实际过程，导致代表性存在不同程度的不确定性。

表 11 次级数据来源

名称	数据库数据	数据来源
原材料获取阶段		
铝锭（原材料）	1.供应商俄铝碳足迹因子采用 6.8TCO ₂ e/T，数字来源于俄铝提供的碳足迹声明； 2.其它没有碳足迹声明的铝锭使用铝锭系数 12.8644kgCO ₂ e/kg，数据来源中国铝工业高质量 LCA 碳足迹数据库 1.0；	供应商提供的俄铝的碳足迹声明； 中国铝工业高质量 LCA 碳足迹数据库 1.0- HiQLCD 1.2.0
铝卷（原材料）	铝锭碳足迹因子：12.86441 kgCO ₂ e/kg 铝锭 Aluminum, secondary, shape casted/RNA	铝锭：中国铝工业高质量 LCA 碳足迹数据库 1.0- HiQLCD 1.2.0 铝锭二次成型成铝卷： Ecoinvent3.10
铝钛合金（原材料）	Aluminium alloy, metal matrix composite {RoW} aluminium alloy production, Metallic Matrix Composite APOS S	Ecoinvent3.10
铝铜合金（原材料）	Aluminium alloy, metal matrix composite {RoW} aluminium alloy production, Metallic Matrix Composite APOS S	Ecoinvent3.10
轧制油-煤油（辅材）	Kerosene {RoW} market for APOS S	Ecoinvent3.10
ABS 管芯	Acrylonitrile butadiene styrene(ABS)/EU-27	Industry data

	Injection molding{GLO} market for APOS, S	2.0 Ecoinvent3.10
木托木箱	UK Gov GHG conversion-factors-2024-wood: 269.50416 kgCO2/ton	UK GOV 2024
原材料运输阶段		
陆运	Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified APOS S	Ecoinvent3.10
产品制造阶段		
外购电力（能源）	生态环境部、国家统计局、国家能源局 2025 年 1 月 17 日发布《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》，2023 年全国电力平均碳足迹因子为 0.6205kg CO2 e/KWH;	中国生态环境部、国家统计局、国家能源局官方发布数据
自发自用光伏电力（能源）	Electricity, low voltage {CN-JS} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted APOS, S	Ecoinvent3.10
天然气（燃料本身）	Natural gas, high pressure{GLO} market group for APOS, S	Ecoinvent3.10
天然气燃烧排放	1 量化模型：固定源化石燃料燃烧计算模型，来源于 IPCC《2006 年国家温室气体清单指南》第 2 卷第 2 章公式 2.1 和公式 2.2，碳氧化率数据来自《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）》，缺省系数来自《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 2 卷第 2 章表 2.3，热值数据来自天然气供应商实际检测报告中的数据，低位发热量(MJ/M³) 34.15255=341.5255 (GJ/万 M³)；计算下来 1 立方天然气燃烧产生 1.90246kg CO2e；	ISO14064-1&IPCC 天然气热值检测报告；
液化石油气（燃料本身）	liquefied petroleum gas, combusted industrial boiler/US	USLCI
液化石油气燃烧排放	14064-1&IPCC 量化模型：固定源化石燃料燃烧计算模型，来源于 IPCC《2006 年国家温室气体清单指南》第 2 卷第 2 章公式 2.1 和公式 2.2 热值和碳氧化率数据来自《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）》，缺省系数来自《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 2 卷第 2 章表 2.3； 1kg 液化石油气燃烧产生 3.15kg CO2；	ISO14064-1&IPCC
固废处置及运输		
工业固废陆运	Municipal waste collection service by 21 metric ton lorry {GLO} market for APOS, S	Ecoinvent3.10
工业固废处置	UK Gov GHG conversion-factors-2024-Waste Disposal-Commercial and industrial waste-6.41061 Kg CO2e/ton	UK GOV 2024

5. 生命周期影响评价

5.1 碳足迹评价模型

研究采用 SimaPro 10.2 软件进行模型建立。

5.2 碳足迹评价结果

研究采用 SimaPro 10.2 软件进行碳足迹计算，分析得出：

1 吨锂电池用铝箔材料的碳足迹值为 19,140.262 CO₂e，其中原材料获取阶段的碳足迹值为 **17,489.104 kg CO₂e**，生产阶段的碳足迹值为 **1,651.158 kg CO₂e**。

运用 simapro 软件的建模过程如下：

产品							
已知输出到技术领域。产品和副产品-	数量	单位	数量	废物类型	分配	类别	注释
原材料获取-1吨电池箔产品	1	p	Amount	无定义	100 %	Others\Dum...	
插入行							
已知输出到技术领域。无效产品			数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC 最小值	
插入行							
输入							
从自然（资源）的已知输入	次级区隔		数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC 最小值	
插入行							
从技术领域（原料/燃料）的已知输入				数量	单位	分佈	SD^2 最 量
铝锭-碳足迹因子12.8644kgCO2e/kg（HiQLCD数据库）				0.17041	ton	对数正态的	1.05
铝锭-俄铝（碳足迹因子6.8kgCO2e/kg）				0.02280	ton	对数正态的	1.05
铝卷				0.95023	ton	对数正态的	1.05
Aluminium alloy, metal matrix composite (GLO) market for APOS, S				0.00066	ton	对数正态的	1.05
Aluminium alloy, metal matrix composite (GLO) market for APOS, S				0.00348	ton	对数正态的	1.05
Kerosene (RoW) market for APOS, S				0.03276	ton	对数正态的	1.05
Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)/EU-27				0.01224	ton	对数正态的	1.05
Injection moulding (GLO) market for APOS, S				0.01224	ton	对数正态的	1.05
木托盘-UK 2024				0.01309	ton	对数正态的	1.05
原材料运输-1吨电池箔产品				1	p	对数正态的	1.05

已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	数量	废物类型	分配		
铝锭-碳足迹因子12.8644kgCO2e/kg (HiQLCD数据库)		1	kg	Mass	无定义	100 %		
插入行								
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分布	SD^2			
插入行								
输入								
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分布	SD^2		
插入行								
从技术领域（原料/燃料）的已知输入				数量	单位	分布		
插入行								
从技术领域（电/热）的已知输入				数量	单位			
插入行								
输出量								
排放到空气	次级区隔	数量	单位	分布	SD^2 或 2*SC	最小值	最大	注释
Carbon dioxide	(unspecified)	12.8644	kg	对数正态的	1.05			

文档

输入/输出

参数

系统描述

产品								
已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	数量	废物类型	分配		
铝锭-俄铝（碳足迹因子6.8kgCO2e/kg）		1	kg	Mass	无定义	100 %		
插入行								
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分布	SD^2			
插入行								
输入								
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分布	SD^2		
插入行								
从技术领域（原料/燃料）的已知输入				数量	单位	分布		
插入行								
从技术领域（电/热）的已知输入				数量	单位			
插入行								
输出量								
排放到空气	次级区隔	数量	单位	分布	SD^2 或 2*SC	最小值	最大	注释
Carbon dioxide	(unspecified)	6.8	kg	对数正态的	1.05			

已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	數量	废物类型	分配		
铝卷	1	ton	Mass	无定义	100 %			
插入行								
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分佈	SD^2			
插入行								
输入								
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2		
插入行								
从技术领域（原料/燃料）的已知输入		数量	单位	分佈	SD^2	量	量	注释
铝锭-碳足迹因子12.8644kgCO2e/kg（HiQLCD数据库）		1	ton	对数正态的	1.05			(1,1,1,1,1,na)
Aluminum, secondary, shape casted/RNA		1	ton	对数正态的	1.05			(1,1,1,1,1,na)
已知输出到技术领域。产品和副产		数量	单位	數量	废物类型	分配		
轧制油	1	ton	Mass	无定义	100 %			
插入行								
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分佈	SD^2	量	量	注释
插入行								
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2	量	量
插入行								
从技术领域（原料/燃料）的已知输入		数量	单位	分佈	SD^2	量	量	注释
Kerosene {RoW} market for APOS, S		1	ton	对数正态的	1.05			(1,1,1,1,1,na)

已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	数量	废物类型	分配	
木托盘-UK 2024		1	ton	Mass	无定义	100 %	
插入行							
已知输出到技术领域。无效产品				数量	单位	分佈	
插入行							
输入							
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分佈		
插入行							
从技术领域（原料/燃料）的已知输入				数量	单位	分佈	
插入行							
从技术领域（电/热）的已知输入				数量	单位	分佈	SD
插入行							
输出量							
排放到空气		次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC	最小值
Carbon dioxide		(unspecified)	269.50416	kg	未定义		
产品							
已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	数量	废物类型	分配	类别
原材料运输-1吨电池箔产品		1	p	Amount	无定义	100 %	Others\Dum...
插入行							
已知输出到技术领域。无效产品				数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC
插入行							
输入							
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC	最小值
插入行							
从技术领域（原料/燃料）的已知输入				数量	单位	分佈	
Transport, freight, lorry, unspecified [GLO] market group for transport, freight, lorry, unspecified APOS, S				2008.79247	tkm	对数正态的	

已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	数量	废物类型	分配	类别	注释
产品制造阶段-1吨电池箔产品		1	p	Amount	无定义	100 %	Others\Dum...	
插入行								
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分布	SD^2 或 2*SE	最小值	最大	注释
插入行								
输入								
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分布	SD^2 或 2*SE	最小值	最大
插入行								
从技术领域（原料/燃料）的已知输入				数量	单位	分布	SD^2	注释
Natural gas, high pressure (CN) market for natural gas, high pressure Cut-off, 5				28.45966	m3	对数正态的	1.05	(1,1,1,1,na)
天然气燃烧排放				28.45966	m3	对数正态的	1.05	(1,1,1,1,na)
Liquefied petroleum gas, combusted in industrial boiler/US				0.2236	m3	对数正态的	1.05	(1,1,1,1,na)
液化石油气燃烧排放				0.52	kg	对数正态的	1.05	(1,1,1,1,na)
厂内固废处置及运输-1吨电池箔产品				1	p	对数正态的	1.05	(1,1,1,1,na)
插入行								
从技术领域（电/热）的已知输入				数量	单位	分布	SD^2 或 2*SD	
电力排放因子碳足迹-中国生态环境部				1816.90210	p	对数正态的	1.05	
Electricity, low voltage (CN-JS) electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted APOS, S				34.85165	kWh	对数正态的	1.05	
输出量								
已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	数量	废物类型	分配	类别	
天然气燃烧排放		1	m3	Volume	无定义	100 %	Other	
插入行								
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分布				
插入行								
输入								
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分布			
插入行								
从技术领域（原料/燃料）的已知输入				数量	单位	分布		
插入行								
从技术领域（电/热）的已知输入				数量	单位	分布	SD^2 或	
插入行								
输出量								
排放到空气		次级区隔	数量	单位	分布	SD^2 或 2*SE	最小值	最大
Carbon dioxide		(unspecified)	1.90246	kg	对数正态的	1.05		

已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	數量	废物类型
液化石油气燃烧排放	1	kg	Mass	无定义	
插入行					
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分佈	
插入行					
输出					
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分佈
插入行					
从技术领域（原料/燃料）的已知输入					数量
插入行					
从技术领域（电/热）的已知输入					
插入行					
输出					
排放到空气	次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC 最小值
Carbon dioxide	(unspecified)	3.15	kg	对数正态...	1.05
已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	數量	废物类型
工业固废回收处置-UK2024	1	ton	Mass	无定义	
插入行					
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分佈	
插入行					
输出					
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分佈
插入行					
从技术领域（原料/燃料）的已知输入					数量
插入行					
从技术领域（电/热）的已知输入					
插入行					
输出					
排放到空气	次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC 最小值
Carbon dioxide	(unspecified)	6.41061	kg	未定义	

已知输出到技术领域。产品和副产品-		数量	单位	数量	废物类型	分配	当
电力排放因子碳足迹-中国生态环境部		1	p	Amount	无定义	100 %	C
插入行							
已知输出到技术领域。无效产品		数量	单位	分佈	SD^2 或		
插入行							
输入							
从自然（资源）的已知输入		次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2 或	
插入行							
从技术领域（原料/燃料）的已知输入			数量	单位	SD^2 或		
插入行							
从技术领域（电/热）的已知输入		插入行					
		插入行					
输出量							
排放到空气		次级区隔	数量	单位	分佈	SD^2 或 2*SC	最小值
Carbon dioxide		(unspecified)	0.6205	kg	常规	0	
插入行							

输入/输出

参数

名称

1吨电池箔产品

注释

原料/組裝

数量

单位

分佈

插入行

制造工序

数量

单位

分佈

原材料获取-1吨电池箔产品	1	p	未定义
产品制造阶段-1吨电池箔产品	1	p	未定义

名称

注释

计算功能

☐ 网状结构图
☒ 树状图
☐ 分析
☐ 比较
☐ 不确定性分析

转换

☐ 每次级区隔清单-
☐ 排除下游进程
☐ 排除长期排放

方法

IPCC 2021 GWP100 (incl. CO2 uptake) V1.03

分析1吨电池箱产品					
网状结构图		树状图	影响评价	清单	过程贡献
特征化		损害评价			
跳过类别(S)		从未		☐ 默认单位(U) ☐ 排除长期 ☐ 每个影响类别	
Select	损害类别	单位	共计	原材料获取-1吨电池箱	产品制造阶段-1吨电池
☒	GWP100 incl. CO2 uptake	kg CO2-eq	1.91E4	1.75E4	1.65E3

分析1吨电池箱产品					
网状结构图		树状图	影响评价	清单	过程贡献
特征化		损害评价			
跳过类别(S)		从未		☒ 标准 ☐ 组	
Select	影响类别	单位	共计	原材料获取-1吨电池箱	产品制造阶段-1吨电池
☒	GWP100 - fossil	kg CO2-eq	1.91E4	1.75E4	1.65E3
☒	GWP100 - biogenic	kg CO2-eq	17.6	17.1	0.498
☒	GWP100 - land transformation	kg CO2-eq	0.448	0.438	0.0103
☒	GWP100 - CO2 uptake	kg CO2-eq	-22.5	-22.2	-0.354

影响类别	损害类别	单位	共计	备注
飞机排放	GWP100 incl. CO2 uptake	Kg CO2-eq	0	实际无飞机相关排放

5.3 生命周期阶段贡献分析

根据 5.2 的数据，按照产品各生命周期阶段，对各阶段的碳足迹及贡献做图分析，见图 3。

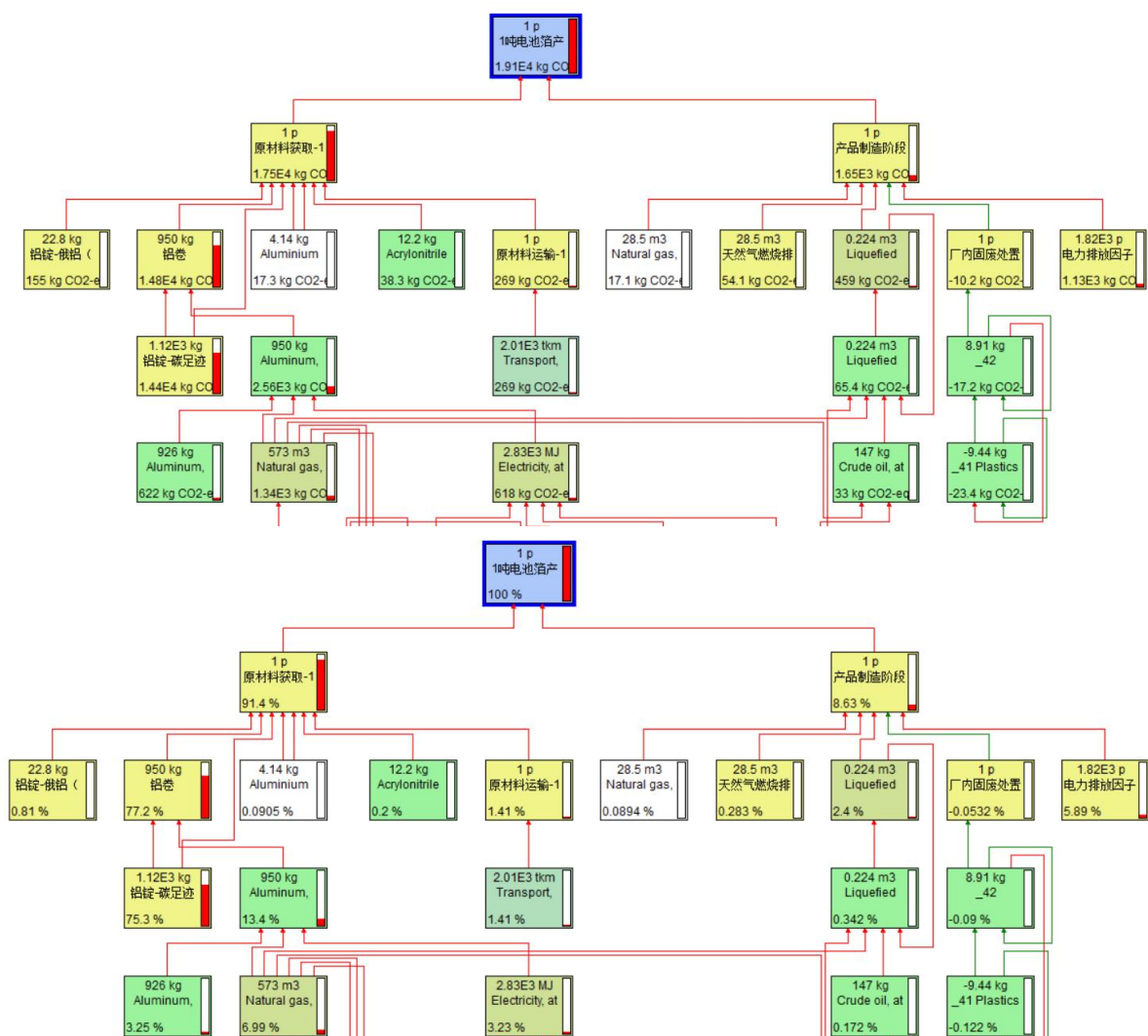


图 3 1 吨锂电池用铝箔材料碳足迹分布图

由图 3.1 可知，原料获取阶段的铝卷原料碳足迹贡献占比达到 77.2%，属于主要来源，然后是生产制造阶段电力消耗，碳足迹贡献占比分别达到 5.89 %。

6. 结果解释

根据ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018对生命周期结果解释的要求，该阶段主要包括的内容有：对重大问题的识别，进行完整性、敏感性、不确定性和一致性检查，最后提出结论、局限性和建议。

6.1 重大问题的识别

影响评价章节对 1 吨锂电池用铝箔材料的碳足迹做了贡献分析，章节 5.2 和 5.3 从生命周期阶段分析了产品的碳排放，对主要问题分析如下：

按照生命周期阶段贡献结果来看，产品碳足迹主要来自原料获取阶段的铝锭和铝卷。

6.2 完整性、敏感性、不确定性和一致性检查

6.2.1 完整性检查

按照 ISO14067:2018 的要求，实施了全生命周期的完整性检查，包括：
产品生命周期过程的完整性(摇篮到大门)；
—— 本研究界定的系统边界为摇篮到大门。系统边界包括原材料阶段、产品制造阶段。研究的原始数据包括材料消耗和运输，二手数据被设定为“从摇篮到大门”。生命周期模型和分析方法符合目标和范围定义中的系统边界。
是否包括产品的原材料和能量投入；
所收集的现场特定数据包括生产该产品所需的原材料、能源数据、资源数据和材料的运输数据。原始数据的收集已经完成。
根据完整性检查结果，本研究的生命周期环境影响分析与确定的研究目标一致，原始和辅料数据的收集完整。

6.2.2 敏感性分析

根据 ISO 14044:2006，敏感性分析的定义是对评估方法和数据选择对 CFP 研究结果影响的系统程序。

影响类型	单位	IPCC 2021 GWP 100a V1.00	IPCC 2021 GWP 500a V1.00	差异
气候变化	kgCO ₂ e	19,140.26	18,848.526	1.01%

可以看出，选择 IPCC 2021 GWP 500a V1.00 作为 LCIA 方法，得出的 1 吨锂电池用铝箔材料产品碳足迹数据 18,848.526kgCO₂e 比本研究得出的结果 19,140.26kgCO₂e 少 191.736 kgCO₂e，差异 0.99%。

分析1吨电池箔产品					
网状结构图 树状图 影响评价 清单 过程贡献 计算设置 检查 (3177, 0) 产品概述					
特征化 损害评价					
跳过类别(S) 从未					
Select 损害类别 单位 共计 原材料获取 -1吨电池箔 产品制造阶段-1吨电池					
☒ GWP500 incl. CO2 biogenic kg CO2-eq 1.89E4 1.73E4 1.63E3					

6.2.3 不确定性分析

数据质量会带来环境影响的不确定性，为了评估数据质量对结果的不确定性，采用蒙特卡罗模拟方法确定了环境影响的范围，置信区间 95%。

名称

注释

计算功能

☐ 网状结构图
☐ 树状图
☐ 分析
☐ 比较
☒ 不确定性分析

转换

☐ 每次级区隔清单-
☐ 排除下游进程
☐ 排除长期排放

方法

IPCC 2021 GWP100 (incl. CO2 uptake) V1.03

"1吨电池产品"的不确定分析

影响评价

清单

统计表

计算设置

特征化

损害评价

指示器

GWP100 incl. CO2 uptake

损害类别	单位	平均数	中值	SD	变异系数	2.5%	97.5%	SEM
GWP100 incl. CO2 uptake	kg CO2-eq	1.91E4	1.91E4	600	3.14 %	1.8E4	2.04E4	19

"1吨电池产品"的不确定分析

影响评价

清单

统计表

计算设置

特征化

损害评价

指示器

GWP100 - fossil

影响类别	单位	平均数	中值	SD	变异系数	2.5%	97.5%	SEM
GWP100 - biogenic	kg CO2-eq	17.6	17.6	0.396	2.25 %	16.9	18.4	0.0125
GWP100 - CO2 uptake	kg CO2-eq	-22.5	-22.5	0.59	-2.62 %	-23.7	-21.4	0.0187
GWP100 - fossil	kg CO2-eq	1.91E4	1.91E4	600	3.14 %	1.8E4	2.04E4	19
GWP100 - land transformation	kg CO2-eq	0.448	0.448	0.00818	1.83 %	0.433	0.465	0.000259

6.2.4 一致性

按照 ISO14044:2006 标准的要求，应从以下几个方面进行一致性检查：

a)在产品系统生命周期和不同产品系统之间的数据质量差异是否与研究的目标和范围一致？

参考一次和二次数据。

b)区域和/或时间差异(如果有的话)是否一致地应用？

在地理分布上，根据产品原材料来源调查，产品消费的主要原材料集中在中国，但研究使用的数据集大多来自全球平均水平；在地域代表性和实际代表性上存在着差异。在时间表示上，大部分数据集为 2024 年全年的平均数据，基本可以代表实际生产水平。

c)分配规则和系统边界一致应用于所有产品系统吗？

原始数据涵盖原材料获取和产品生产加工阶段，二手数据的系统边界为“从摇篮到大门”，与定义的系统边界一致。

d)影响评估的要素是否被一致应用？

本研究中所应用的影响评价模型是 IPCC2021 评价模型，方法的选用主要考虑符合国际标准 ISO14044:2006、ISO14067:2018 的要求。

6.3 结论

本研究获得了 1 吨锂电池用铝箔材料的碳足迹值，研究获得的碳足迹值代表江苏鼎胜新能源材料股份有限公司 2024 年全年的实际生产水平，结果可用于产品的碳足迹认证，产品绿色设计。

本研究按照 ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018 的要求来执行，检查了研究的完整性、敏感性、一致性，确保提供的数据对企业、第三方机构、其他环境管理机构以及公众而言具较为可靠地评价结论。

6.4 局限性和建议

本研究的局限性有三方面，一是将气候变化作为单一影响类别，二是与方法相关的限制，三是对碳足迹贡献占比较大的原材料获取阶段的铝卷、铝锭等均采用数据库的排放因子而不是实际供应商的碳足迹数据，建议公司考虑推动关键原材料供应商进行产品碳足迹调查研究并通过国际第三方机构的核查。

CFP 可以是影响“气候变化”关注领域的产品生命周期的一个重要环境方面。产品的生命周期可能会对其他相关领域（例如资源枯竭、空气、水、土壤和生态系统）产生影响。除了气候变化之外，**LCA** 还可以涵盖与产品生命周期相关的更多关注领域。**LCA** 的一个目标是允许就环境影响做出明智的决定。归因于 **CFP** 的气候变化只是产品生命周期可能产生的多种环境影响之一，不同影响的相对重要性可能因产品而异。在某些情况下，尽量减少单一环境影响的行动可能会导致其他环境方面产生的更大影响（例如，减少水污染的活动可能导致产品生命周期中温室气体排放量的增加，而使用生物质减少温室气体排放会对生物多样性产生负面影响）。仅基于单个环境问题的有关产品影响的决策可能与与其他环境问题相关的目标和目标相冲突。**CFP** 或部分 **CFP** 不应成为决策过程的唯一组成部分。

CFP 是基于 **LCA** 方法计算的。**ISO 14040** 和 **ISO 14044** 解决了其固有的限制和权衡。这些包括建立功能或声明的单元和系统边界、适当数据源的可用性和选择、分配程序和关于运输、用户行为和报废情景的假设。某些所选数据可能仅限于特定地理区域（例如国家电网）和/或可能随时间变化（例如季节性变化）。还需要价值选择（例如选择功能或声明的单元或分配程序）来模拟生命周期。这些方法上的限制会对计算结果产生影响。因此，量化 **CFP** 的准确性有限，也难以评估。