

任务控制号：2025JNGD00015

惠州胜狮能源装备有限公司
20 尺标准集装箱
碳足迹评价报告

评价机构：中国船级社质量认证有限公司

签发日期：2025 年 4 月 28 日



项目基本情况表

委托方	惠州胜狮能源装备有限公司		
委托方地址	惠州市惠阳区永湖镇麻溪村下埔村小组大栋岗地段		
委托方联系人	刘青霞	联系方式	13556205978
生产者名称	惠州胜狮能源装备有限公司		
生产者地址	惠州市惠阳区永湖镇麻溪村下埔村小组大栋岗地段		
生产企业名称	惠州胜狮能源装备有限公司		
生产企业地址	惠州市惠阳区永湖镇麻溪村下埔村小组大栋岗地段		
评价依据准则	《温室气体产品的碳足迹量化的要求和指南》(ISO14067:2018) 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》 (PAS2050:2011)		
评价产品名称	20 尺标准集装箱		
产品型号规格	重量 2200kg, 尺寸 6058mm×2438mm×2591mm		
时间边界	2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日		
系统边界	从原料生产到产品制成出厂 (从摇篮到大门)		

评价结论：

中国船级社质量认证有限公司（以下简称“CCSC”）受惠州胜狮能源装备有限公司委托，对惠州胜狮能源装备有限公司（以下简称“受评价方”）在 2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日期间生产的 20 尺标准集装箱（以下简称“20'GP”）产品碳足迹排放量进行核算和评价，确认评价结果如下：

1) 评价标准符合性

评价组确认本次产品碳足迹报告符合《温室气体产品的碳足迹量化的要求和指南》(ISO14067:2018) 和《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》(PAS2050:2011) 等标准的要求。

2) 经评价确认的单位产品碳排放量为：

产品名称	功能单元	产品碳足迹质量(gCO ₂ e/个)	备注
20 尺标准集装箱	一个 20 尺标准集装箱	4507.18	/
评价组组长	喻赛芳	签名 喻赛芳	日期 2025 年 4 月 16 日
评价组成员	朱煜		日期 2025 年 4 月 16 日
复核决定人员	武晓斌 冯晨旭		日期 2025 年 4 月 28 日

目录

1.概述	1
1.1.评价目的	1
1.2.评价范围	1
1.3.评价准则	1
1.4.数据取舍规则	1
1.5.数据质量要求	1
1.6.软件和数据库	2
2.评价过程和方法	2
2.1.评价策划	2
2.1.1.战略分析	2
2.1.2.风险评估	3
2.2.工作组安排	4
2.2.1.人员安排	4
2.2.2.时间安排	4
2.3.文件审查	4
2.4.现场评价	4
2.5.评价报告编制及批准	5
3.评价对象基本信息	6
3.1.受评价方基本信息	6
3.2.受评价产品基本信息	6
3.3.产品生命周期评价信息	8
3.4.产品碳足迹识别	10
4.数据收集	10
4.1.数据收集方法	10
4.2.各过程数据收集与使用的数据库	11
5.数据计算	14
5.1.计算公式	14
5.2.计算结果	14

5.2.1.原辅材料获取阶段排放清单	14
5.2.2.能源获取阶段排放清单	14
5.2.3.产品生产直接排放清单	16
5.2.4.原辅材料运输过程排放清单	16
5.2.5.全生命周期各个过程汇总排放清单	17
6.不确定分析	19
7.评价结果	19
附件：支持性文件清单	21

1. 概述

1.1. 评价目的

受惠州胜狮能源装备有限公司委托，中国船级社质量认证有限公司对惠州胜狮能源装备有限公司在2024年1月1日-2024年12月31日期间生产的20尺标准集装箱产品进行碳足迹评价。

本次评价以生命周期评价方法为基础，采用《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》（ISO14067:2018）和《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS2050:2011）等标准中规定的碳足迹核算方法，核算并评价由惠州胜狮能源装备有限公司生产的20尺标准集装箱生命周期碳足迹。

1.2. 评价范围

本次评价的功能单位与基准流为1个20尺标准集装箱，系统边界为“从摇篮到大门”类型，包含从原材料开采、原材料生产、原材料运输、产品生产、产品包装的生命周期过程。

1.3. 评价准则

本报告依据以下准则执行：

- 1) 《温室气体产品的碳足迹量化的要求和指南》（ISO14067:2018）
- 2) 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS2050:2011）

1.4. 数据取舍规则

本评价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：

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%；

生产设备、厂房、生活设施数据进行忽略；

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。

1.5. 数据质量要求

为满足数据质量要求，本次评价主要考虑以下几个方面：

- (1) 可靠性

对于初级数据，原材料运输、产品生产、产品包装等使用的是受核查方的实际生产数据；计算过程中使用次级数据来自国家或地方地区的统计数据、调查数据和官方数据，反映该特定国家或地区的能源结构、生产体系特征和平均生产技术水平。

（2）完整性

为完整的报告受核查产品在生命周期过程中的碳足迹影响，本报告中初级数据与次级数据均已计算，无缺失的过程与数据。

（3）一致性

为了保证一致性，所有包括各工艺的消耗和排放的初级数据，均统一进行监测和统计。报告中尽量使用相同的碳足迹因子库，对于无法直接获取的次级数据，则使用其他因子库中近似数据进行替代，并做出说明。

（4）代表性

本报告中所选用的次级数据符合目标和范围所界定的地理、时间和技术要求。不可获得相应的数据，采用近似代表性的数据进行替代，并在报告中做出说明。

1.6. 软件和数据库

本次评价采用eFootprint软件系统，建立20尺标准集装箱生命周期模型，并计算得到LCA结果。eFootprint软件系统支持全生命周期过程分析，并内置中国生命周期基础数据库（CLCD）、欧盟ELCD数据库和瑞士的Ecoinvent数据库。评价过程中用到的数据库，包括CLCD、Ecoinvent数据库和《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，数据库中生产和处置过程数据都是“从摇篮到大门”的汇总数据。

2. 评价过程和方法

2.1. 评价策划

2.1.1. 战略分析

评价组对碳足迹核算和评价工作进行战略分析，战略分析的输入包括：

- 1) 约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；
- 2) 产品及其测量/监测过程的复杂性；
- 3) GHG信息和数据的提供过程；

- 4) 利益相关方、责任方、客户和目标用户之间的组织关系及相互作用；
- 5) 组织环境，包括开发和管理产品GHG信息的组织结构；
- 6) 生命周期评价的结果，包括结论和局限；
- 7) 功能单元或声明单元；
- 8) 单元过程的特征；
- 9) 生命周期阶段；
- 10) 数据取舍。

经过战略分析，审核组织确认信息如下：

- 1) 本次评价满足约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；
- 2) 企业GHG信息客观真实、表述清晰；
- 3) 被评价产品原辅料、能耗清单统计完善；
- 4) 识别被评价产品系统边界内各流程的GHG排放：包括产品生产等过程，其中产品生产过程中包括原辅材料获取、原辅材料运输、能源以及直接贡献4个环节的排放。
- 5) 评审企业建立的核算和报告质量管理体系符合要求；
- 6) 组织企业在开发和管理产品GHG信息中对各数据的提供过程、数据保存、GHG管理组织架构等进行了约定；
- 7) 生命周期评价的结果，包括结论和限制性符合相关准则要求；
- 8) 功能单元反映产品实际碳足迹状况，产品间具有可比性；
- 9) 单元过程清晰、明确；
- 10) 生命周期为从摇篮到大门；
- 11) 本评价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：

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%。

2.1.2. 风险评估

评价组对评价活动有关的潜在错误、遗漏和错误表达的来源和严重性进行评估，包括：

- a) 产品的复杂程度和系统边界；
- b) 在不同生命阶段的排放和清除的贡献；

- c) 分配程序；
- d) 来源于可对比产品/服务的生命周期结果的可获得性；
- e) 生命情景的使用和结束的代表性；
- f) 所使用的任何碳足迹研究的可靠性；
- g) 任何鉴定性评审的结果。

通过上述分析评估，确认：本次被评价产品系统边界明确，活动水平数据产生、传递、汇总方式透明、准确，主要GHG活动水平数据证据材料均可获取，因此本次评价出现以上风险的可能性较低，评价结果能够满足重要性偏差要求。

2.2. 工作组安排

2.2.1. 人员安排

表 2-1 工作组成员及复核决定人员安排

姓名	职责/分工
喻赛芳	组长
朱煜	组员
武晓斌	复核
冯晨旭	决定

2.2.2. 时间安排

表 2-2 时间安排

日期	工作安排
2025.4.9	文件审查
2025.4.11	现场评价
2025.4.16	完成碳足迹评价报告
2025.4.27	技术评审与复核
2025.4.28	结果批准与签发

2.3. 文件审查

评价组对受评价方提供的支持性文件（详见本报告“支持性文件清单”）进行评审，识别出现场核查的重点为：生命周期阶段、功能单元和核算边界的确定，现场查看排放单位的实际用能设施和计量设备，通过交叉核对判断排放量核算中的活动数据和排放因子是否真实、可靠、正确。

2.4. 现场评价

结合文件审查发现，评价组于2025年4月11日对受评价方进行了现场评价。
现场评价通过相关人员的访问、现场设施勘查、资料查阅、人员访谈等多种方式进行。评价过程详见表2-3。

表 2-3 现场评价记录表

序号	主要评价内容	访谈对象	部门/职位
1	对组织 GHG 管理活动相关政策、规则、程序的运行情况的评价： 1) 边界确定 2) 功能单元的确定 3) 生命周期阶段的确定 4) 排放源识别 5) 内部质量控制活动 6) GHG 排放的核算与报告		
2	对 GHG 信息管理系统控制进行评价： 1) 查阅被评价单位基本信息 2) 查阅设备设施台账 3) 查阅设备运行记录 4) 查阅产品生产情况台账 5) 查阅管理活动记录 6) 检查 GHG 信息流 7) 检查记录的保存 对 GHG 信息和数据进行评价： 1) 查阅各 GHG 排放源排放量核算相关的活动数据的数据源 2) 查阅各 GHG 排放源排放量核算相关的排放因子的数据源 3) 对 GHG 排放量进行验算	刘青霞 黄宇云 梁雪英 王保平 余香英 王丽君 许燕 余静	财务部/经理 财务部/副科长 财务部/科员 设备部/副科长 采购部/科长 物料部/经理助理 安环部/科员 人行部/科长
3	查看现场： 对设备设施清单，查看各类设备设施、计量设备，访谈工作人员，对原始数据的产生进行评价。		

2.5. 评价报告编制及批准

完成文件审查与现场评价后，评价组编写碳足迹评价报告，并提交复核决定，复核决定人员是由独立于评价组并具备相关行业领域的专业知识的人员，通过复核决定后，将报告提交批准。

3. 评价对象基本信息

3.1. 受评价方基本信息

惠州胜狮能源装备有限公司（以下简称“惠州胜狮能源”）由胜狮货柜企业有限公司（以下简称“胜狮货柜”）投资 3.42 亿元、100%控股，于 2018 年 5 月成立。公司位于广东省惠州惠阳区永湖镇，现有员工 1188 人，占地面积 30.7 万平方米，共有 4 条生产线，年产能达到 80000TEU ISO 标准集装箱。公司拥有先进的技术、精良的设备，并拥有一支专业的工程师团队，科学完善的品质管制体系，专业生产标准集装箱、可折叠式集装箱、开顶式集装箱等其各种定制特种集装箱等产品。公司目前生产的产品主要有：40 尺标箱、20 尺标准集装箱、45 尺箱、53 尺箱、三门箱、双门箱、软开顶箱、侧开门箱、储能箱、运车架、污水处理箱等产品。

3.2. 受评价产品基本信息

受评价产品的基本信息如表3-1所示：

表3-1 受评价产品基本信息表

产品名称	20 尺标准集装箱
产品规格	重量 2200kg，尺寸 6058mm×2438mm×2591mm
产地	中国广东惠州
主要原料	型材、板材、油漆等
主要能耗	电、天然气、柴油
生产工艺	20 尺标准集装箱的生产工艺主要包括开料、打砂、焊装、喷涂、烘烤、美妆完工等工序。

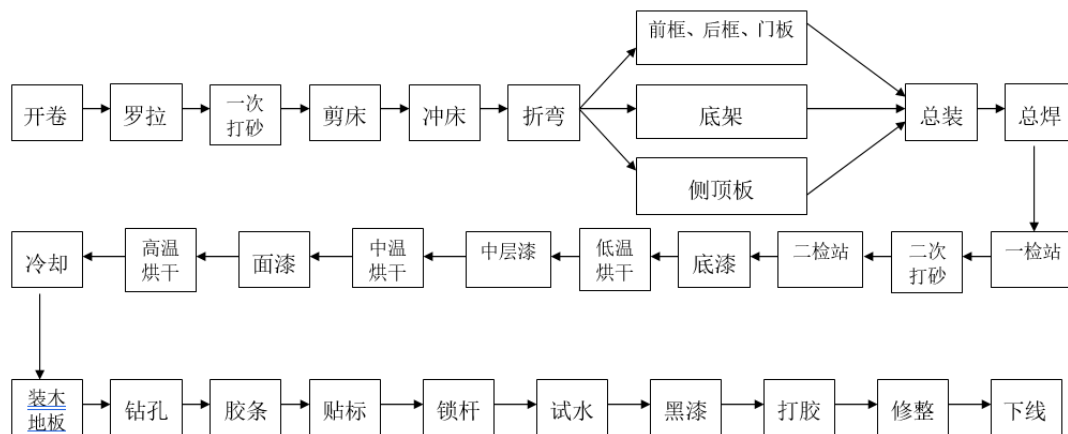


图 3-1 20 尺标准集装箱生产工艺流程图

20 尺标准集装箱生产主要工序如下:

(1) 预处理生产

①开料: 卷钢和型材等原材料通过人工检验后, 卷钢用开料机开平板; 型材采用剪床裁切后, 依据工艺要求对其进行冲缺或钻孔加工, 以达到规定的尺寸和形状要求。

②一次打砂: 利用打砂机对卷钢开出的板材和锯切型材表面进行打砂处理, 通过机械的方法把钢砂以很高的速度和一定的角度抛射到工件表面上, 让钢砂冲击工件表面, 使工件的表面达到喷涂所需要的粗糙度和清除表面锈蚀的作用。

③预涂底漆及烘烤: 喷砂后的板材和型材呈现出清洁的金属表面, 容易再次锈蚀或被油灰污染, 因此必须再喷一层水性环氧富锌底漆, 并利用天然气直接燃烧加热升温烘烤。

④冷加工: 板材经预涂底漆烘烤后采用冲剪折弯等冷加工工艺对其进行加工, 以达到规定的尺寸和形状要求; 型材则直接进入部件加工线。

(2) 部件加工及箱体装配

①部件加工: 经预处理后的钢板, 根据箱体设计的需要, 按照尺寸进行剪切、校平、折弯、冲缺、压型、罗拉等一系列金属加工工序, 形成箱用零件。

②箱体装配: 经加工好的钢板, 即可进入箱体装配工序。箱体装配线包括部件装配, 部装主要是对部件(前框、后框、侧板、顶板、底架、门板)进行焊接装配, 形成部件。部装完成后对各部件进行总装焊接装配, 形成集装箱箱体, 即完成总装。焊接工序采用人工及自动焊接方式, 焊接方式分为 CO_2 气体保护焊和氩气保护焊。

③二次打砂: 对焊接后的箱体表面焊渣和焊接缺陷进行整体清理和检修。人工利用喷砂机, 对焊缝区、焊接热影响区进行二次打砂处理, 去除焊缝表面和焊接热影响区的氧化物和锈蚀, 并使焊缝具有一定粗糙度和耐腐蚀性。

④检修: 箱体打砂后输送至 OK 站检修, 检修主要针对箱体的焊接缺陷进行检修。

(3) 喷涂

二次打砂后对箱内、外、底架以及顶板进行喷涂。其中箱外喷三层漆, 分别是水性富锌底漆、水性中间漆、水性丙烯酸面漆; 箱内喷两层漆, 分别是水性富锌底漆和水性内面漆; 箱底喷两层漆, 分别是水性富锌底漆和水性沥青漆; 顶板

喷三层漆，分别是水性中间漆、水性内面漆、水性丙烯酸面漆。底漆、中间漆和面漆的烘烤工艺相同，均采用燃烧炉直接加热天然气提供热源。喷涂完成后通过路轨输送至烘烤房进行烘烤。

（4）烘烤

在相对封闭的烘烤房内对整箱进行烘干，使用天然气作为热源，采用直接加热方式，通过鼓风机送热至地坑进行箱体表面水性漆的烘烤。

（5）美妆完工

①安装：箱体表面喷涂完并形成表干以后，在箱体上安装地板、门锁杆、门胶条、贴标等。

②打密封胶：在箱体周边需要防雨的部位进行打密封胶，以防止集装箱漏水。

③喷沥青漆：项目采用手工喷涂与毛刷刷涂的方式，沥青漆喷房两端设有电动卷帘门，下方设有干地坑与人站立所需要的踏网；喷漆时卷帘门关闭，由抽风系统侧抽风，将有机废气引至有机废气处理装置处理。

④水密试验：采用自动喷淋设备对集装箱外壁喷水，以检验其密闭性，检验合格的产品运至堆场存放。



图 3-2 20 尺标准集装箱外观图

3.3. 产品生命周期评价信息

1) 时间边界

2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日

2) 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位定义为：1 个 20 尺标准集装箱。

3) 系统边界

本次评价的系统边界包括产品生产，即从摇篮到大门，其中产品生产过程包括原材料获取、原材料运输和能源，如图 3-3 所示。

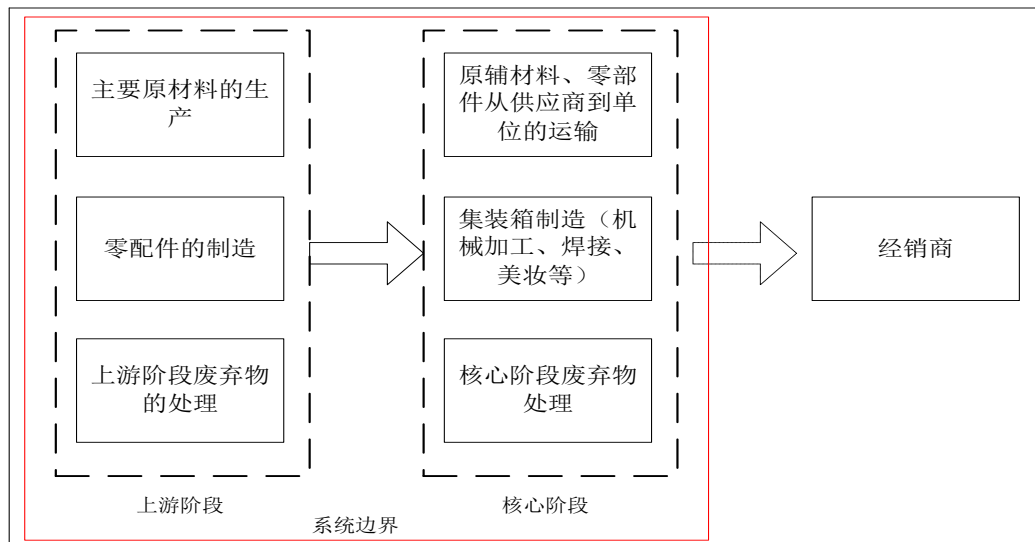


图 3-3 产品系统边界图

4) 环境影响指标

根据研究目标的定义，本报告采用生命周期评价的方法计算气候变化这一种影响类型，采用全球变暖潜值（Global Warming Potential, GWP）来量化产品碳足迹。评价的温室气体种类包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）7 种。

本次评价采用《IPCC 第六次评估报告》提出的方法和温室气体特征化因子来计算产品生命周期碳足迹值。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 CO₂ 当量（CO₂e）。表 3-2 中列出了部分温室气体的特征化因子。

表 3-2 GWP 特征化因子

环境影响类型指标	单位	主要清单物质	特征化因子
GWP	kgCO ₂ e	CO ₂	1
		CH ₄	27.9
		N ₂ O	273

注：e 是 equivalent 的缩写，意为当量。

3.4. 产品碳足迹识别

表 3-3 碳足迹过程识别表

序号	过程	活动内容	是否包含
1	产品生产	原材料获取	包含的碳足迹过程
		原材料运输	
		其他辅料获取	
		其他辅料运输	
		能源获取	
		直接贡献（能源消耗）	
2	产品运输	/	未包含的碳足迹过程
3	生产设备的生产及维修	/	
4	产品使用	/	
5	最终处置	/	

4. 数据收集

4.1. 数据收集方法

评价组于2025年4月进行企业活动水平数据的调查、收集和整理工作，企业提供的活动水平数据区间为2024年1月1日-2024年12月31日。

为满足对数据质量的要求，确保计算结果的可靠性，本次评价过程中的初级数据首选来自生产商和供应商直接提供的数据。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，如：CLCD数据库和Ecoinvent数据库。

表 4-1 产品数据来源与核查过程汇总表

产品碳足迹数据	支撑性材料	计算说明
产品产量	企业生产报表	通过生产报表统计 2024 年 1 月-2024 年 12 月目标产品产量。
原辅材料使用量	原辅材料消耗统计表、原料供应商及运距统计表	通过技术部门产品 BOM、与物料消耗统计表计算单位产品所消耗材料量。
原辅材料运输距离		通过每次采购量和运输距离，计算加权平均的原辅材料运输距离。
能源消耗种类及消耗	企业能耗报表、	通过能耗报表和生产报表，对电费

产品碳足迹数据	支撑性材料	计算说明
量	企业生产报表	和其他能源进行分摊，计算单个产品生产的能源消耗量。

4.2. 各过程数据收集与使用的数据库

评价组按照上述数据收集方法，通过文件审查和现场评价进行数据收集，收集到的数据如下表所示。

表 4-2 20 尺标准集装箱生产数据收集表（单位功能单位产品的生产数据）

种类	名称	数量	单位	排放因子来源
产品产量	20 尺标准集装箱	1	个	/
原料	型材	284.03	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	板材	1259.84	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	木地板	313.75	kg	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
	角铸件	87.22	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	标贴	0.45	kg	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
	门锁杆	45.00	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	密封胶（非水性）	1.42	kg	CLCD-China 0.9
	密封胶（水性）	1.20	kg	eFootprint 数据库
	油漆（油性）	8.95	kg	CLCD-China 0.9
	油漆（水性）	71.11	kg	CCaLC
	门封压条	1.00	kg	eFootprint 数据库
	垫片	0.30	kg	eFootprint 数据库
	铭牌	0.30	kg	eFootprint 数据库
	铆钉	0.43	kg	eFootprint 数据库
	门铰链	40.00	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	通风盖	1.45	kg	eFootprint 数据库
	螺栓	1.32	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	固定环	3.89	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	地板钉	3.03	kg	CLCD-China-ECER 0.8
	门胶条	7.00	kg	eFootprint 数据库
	二氧化碳保护焊焊丝	18.73	kg	CLCD-China 0.9

	焊接气体-CO ₂	6.25	kg	CLCD-China 0.9
	焊接气体-氩气	15.23	kg	eFootprint 数据库
能源消耗量	电力	293.81	KWh	《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》
	天然气	13.06	m ³	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
	柴油	3.11	kg	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
直接排放	焊接气体-CO ₂	6.25	kg	CLCD-China 0.9
	危废	19.05	kg	eFootprint 数据库
	天然气燃烧	13.06	m ³	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
	柴油燃烧	3.11	kg	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》

本报告中收集到的企业生产数据均为企业统计得到的初级数据，上游数据采用的排放因子优先来自于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，以作为补充，当国内数据库缺失时采用瑞士开发的 Ecoinvent 数据库，以上数据库均为公开发布的权威碳足迹数据库。

原材料的运输数据收集数据如下表所示，表中运输距离来自高德地图，运输类型除板材有用水运，其它原辅材料为货车公路运输，运输排放因子来源于《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366-2019）：附录 E 表 E.0.1。

表 4-3 原材料运输数据收集表

序号	原料名称	供货商简称	发货地	运输方式类别	运输距离 km	备注
1	型材	博胜	佛山	重型柴油货车运输（载重 46t）	200	/
2	板材	宝钢	湛江	重型柴油船运输（载重 3000t）	600	从湛江水运至惠州港
		宝钢	惠州	重型柴油货车运输（载重 46t）	45	再货车公路运输至厂区
3	木地板	正森	佛山	重型柴油货车运输（载重 30t）	150	/
4	角铸件	杭泰	福建	重型柴油货车运输（载重 30t）	800	/
5	标贴	美集	深圳	中型柴油货车运输（载重 8t）	100	/

6	门锁杆	海航	上海	重型柴油货车运输 (载重 30t)	1400	/
7	密封胶 (非水性)	集泰	广州	重型柴油货车运输 (载重 10t)	200	/
8	密封胶 (水性)	集泰	广州	重型柴油货车运输 (载重 10t)	200	/
9	油漆 (油性)	德威	江苏	重型柴油货车运输 (载重 30t)	1400	/
10	油漆 (水性)	德威	江苏	重型柴油货车运输 (载重 30t)	1400	/
11	门封压条	粤通	佛山	中型汽油货车运输 (载重 8t)	165	/
12	垫片	新力	广州	中型汽油货车运输 (载重 8t)	200	/
13	铭牌	粤通	佛山	中型汽油货车运输 (载重 8t)	165	/
14	铆钉	科利	江苏	重型柴油货车运输 (载重 10t)	1400	/
15	门铰链	海航	上海	重型柴油货车运输 (载重 30t)	1400	/
16	通风盖	港东	江苏	重型柴油货车运输 (载重 10t)	1400	/
17	螺栓	高力	上海	中型汽油货车运输 (载重 8t)	1400	/
18	固定环	昌和	江门	中型汽油货车运输 (载重 18t)	350	/
19	地板钉	银利	江苏	重型柴油货车运输 (载重 30t)	1400	/
20	门胶条	海达	江苏	重型柴油货车运输 (载重 10t)	1400	/
21	二氧化碳保护 焊焊丝	金桥	江西	重型柴油货车运输 (载重 46t)	650	/
22	焊接气体-CO ₂	和健	惠州	重型柴油货车运输 (载重 46t)	40	/
23	焊接气体- 氩气	和健	惠州	重型柴油货车运输 (载重 46t)	40	/

5. 数据计算

5.1. 计算公式

本报告碳足迹计算公式如下：

$$EP_C = \sum EP_i = \sum Q_i \times EF_i$$

式中：

EP_C —碳足迹特征化值；

EP_i —碳足迹中第 i 种温室气体的贡献；

Q_i —第 i 种温室气体的排放量；

EF_i —碳足迹中第 i 种污染物的特征化因子。

5.2. 计算结果

基于以上调研数据和计算公式，录入各个过程输入、输出清单数据等工作，结合背景数据，在 eFootprint 软件中建立产品 LCA 模型并计算得到生产单位产品的碳足迹。

5.2.1. 原辅材料获取阶段排放清单

表 5-1 产品生产过程各原辅材料获取排放清单

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	型材	737.22	17.66%
2	板材	3270.04	78.32%
3	木地板	-458.08	-10.97%
4	角铸件	204.17	4.89%
5	标贴	0.80	0.02%
6	门锁杆	105.34	2.52%
7	密封胶（非水性）	4.95	0.12%
8	密封胶（水性）	4.30	0.10%
9	油漆（油性）	31.15	0.75%
10	油漆（水性）	68.98	1.65%
11	门封压条	4.01	0.10%
12	垫片	1.26	0.03%
13	铭牌	1.67	0.04%
14	铆钉	2.38	0.06%
15	门铰链	93.63	2.24%
16	通风盖	5.82	0.14%

17	螺栓	3.10	0.07%
18	固定环	9.10	0.22%
19	地板钉	7.09	0.17%
20	门胶条	29.40	0.70%
21	二氧化碳保护焊焊丝	40.63	0.97%
22	焊接气体-CO ₂	4.41	0.11%
23	焊接气体-氩气	4.09	0.10%
24	合计	4175.44	100%

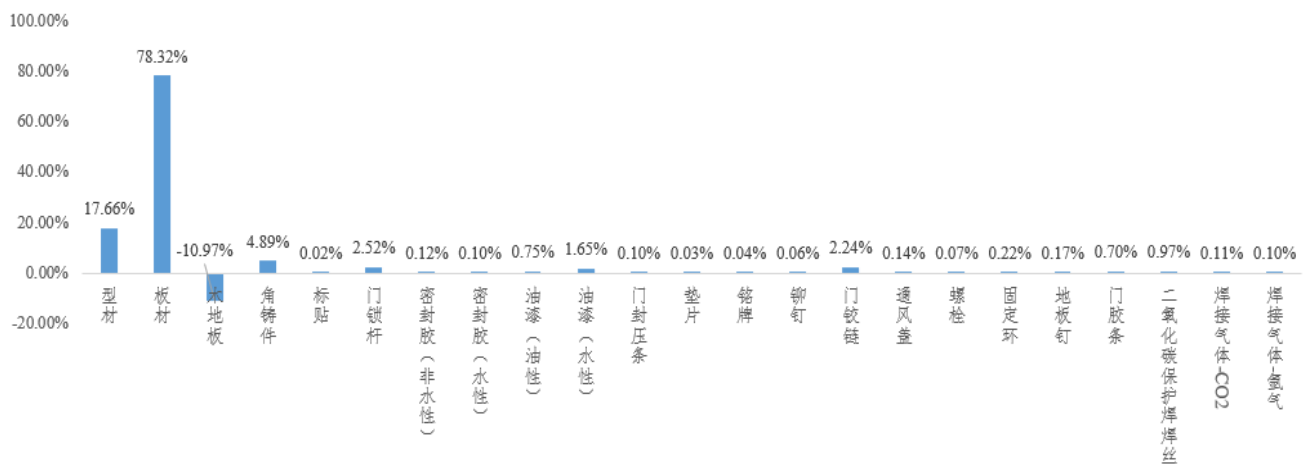


图 5-1 产品生产阶段各原辅材料获取排放比例图

5.2.2. 能源获取阶段排放清单

表 5-2 产品生产阶段各能源获取排放清单

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	电力	182.31	94.58%
2	天然气	8.36	4.34%
3	柴油	2.08	1.08%
合计		192.75	100%

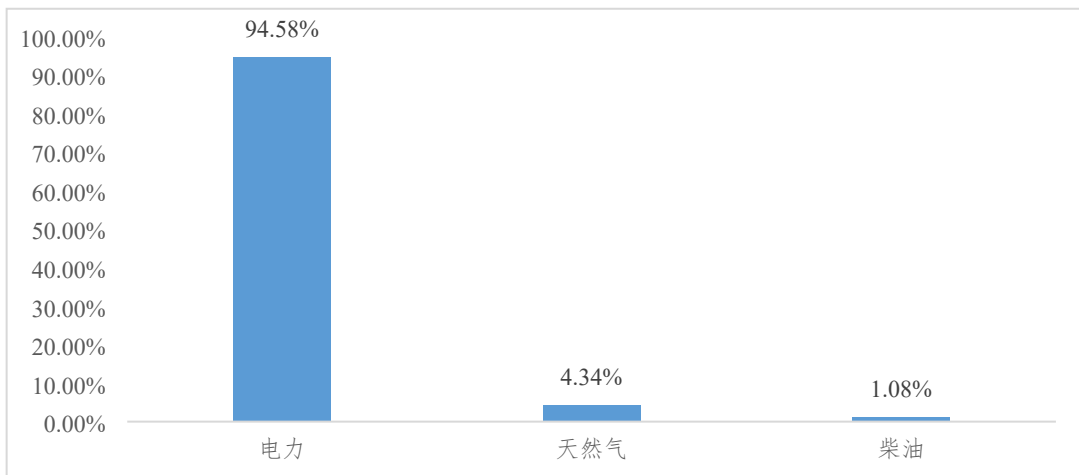


图 5-2 产品生产过程各能源排放比例图

5.2.3. 产品生产直接排放清单

表 5-3 产品生产过程直接排放清单

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	焊接气体-CO ₂	6.25	6.91%
3	危险废物	46.22	51.09%
4	天然气燃烧	28.20	31.17%
5	柴油燃烧	9.80	10.83%
合计		90.47	100%

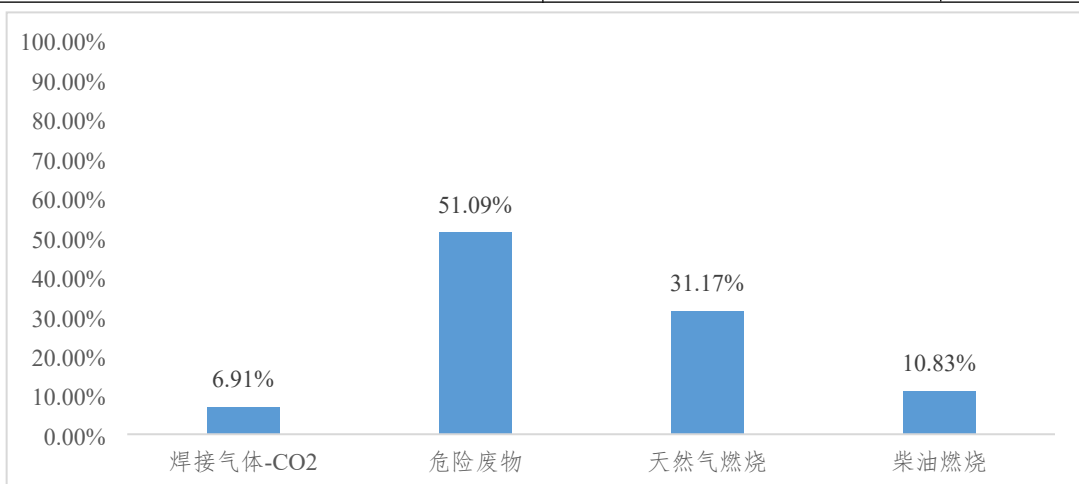


图 5-3 产品生产过程直接排放比例图

5.2.4. 原辅材料运输过程排放清单

表 5-4 产品生产过程各原辅材料运输排放清单

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	型材	3.24	6.67%
2	板材-水运	11.34	23.37%
3	板材-路运	3.23	6.66%
4	木地板	3.67	7.57%
5	角铸件	5.44	11.22%
6	标贴	0.01	0.02%
7	门锁杆	4.91	10.13%
8	密封胶（非水性）	0.05	0.09%
9	密封胶（水性）	0.04	0.08%
10	油漆（油性）	0.98	2.01%
11	油漆（水性）	7.77	16.01%
12	门封压条	0.02	0.04%
13	垫片	0.01	0.01%
14	铭牌	0.01	0.01%
15	铆钉	0.10	0.20%
16	门铰链	4.37	9.00%
17	通风盖	0.33	0.68%
18	螺栓	0.21	0.44%
19	固定环	0.14	0.29%
20	地板钉	0.33	0.68%
21	门胶条	1.59	3.27%
22	二氧化碳保护焊焊丝	0.69	1.43%
23	焊接气体-CO ₂	0.01	0.03%
24	焊接气体-氩气	0.03	0.07%
25	合计	48.51	100%

5.2.5. 全生命周期各个过程汇总排放清单

表 5-5 全生命周期各个过程汇总排放清单

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO ₂ e)	占比
原辅材料获取	4175.44	92.64%
原辅材料运输	48.51	1.08%
能源获取	192.75	4.28%
直接贡献 (能源消耗)	90.47	2.01%
产品包装	0.00	0.00%
合计	4507.18	100%

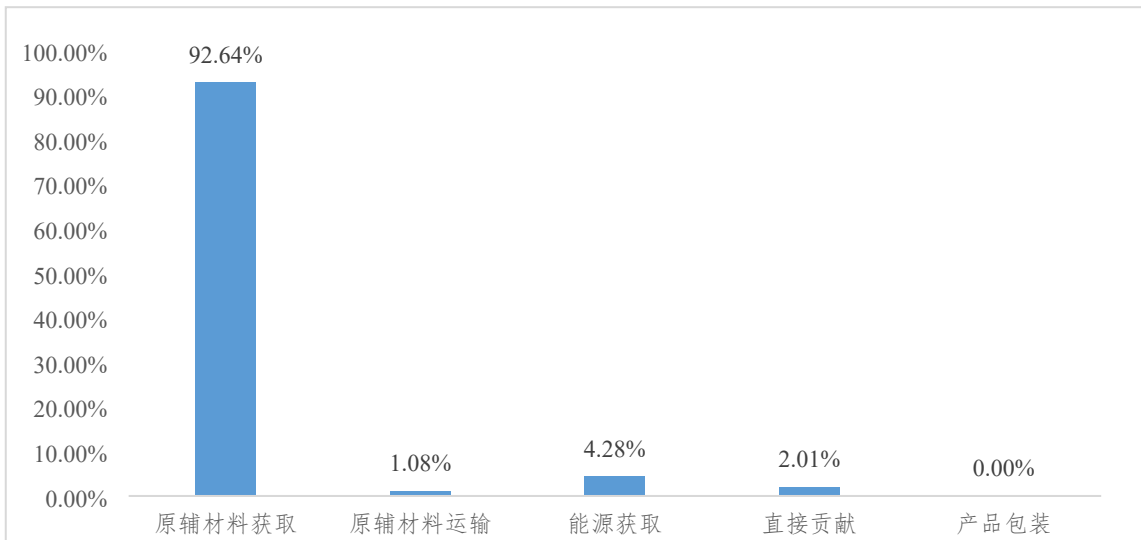


图 5-4 全生命周期各个过程排放比例图

根据表 5-1 至 5-5 数据，结合图 5-1 至 5-4，可知原材料获取环节对 20 尺标准集装箱产品全生命周期碳足迹贡献最大，占比为 92.64%。

为了减小 20 尺标准集装箱的碳足迹，应重点考虑减少 20 尺标准集装箱产品生产过程中原材料的使用量或者更换绿色低碳材料进行生产；另外，能源获取环节的电力碳足迹贡献率也相对较大，从传统能源向清洁能源过渡也是降低产品碳足迹的一个重要的途径。为减小产品碳足迹，提出降低产品碳足迹的建议如下：

1) 优化能源结构，降低电力的消耗量，可大幅度降低产品的碳足迹；发展清洁能源动力运输设备，提高单次运输效率，有效减少运输过程中燃料的消耗，也可以一定程度的减少产品的碳足迹；同时细化能耗的分项计量和统计，如按产品

型号计量和统计能耗用量。

2) 优化生产工艺，在企业可行的条件下，降低原材料的消耗量或者更换绿色低碳材料生产，可大幅度降低产品的碳足迹。同时完善物料消耗量的统计，细化统计物料的实际消耗量，降低产品原材料消耗、提高物料利用率。

3) 加强供应链碳排放管理，选择供应商时考虑运输对产品碳足迹的影响采用运输距离较近的原材料；推动供应商进行碳排放数据的监测，提高数据准确性，体现减排绩效。

4) 继续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。

5) 推进产业链的绿色设计发展，制定生态设计管理体制和生态设计管理制度，明确任务分工；构建支撑企业生态设计的核查体系；建立打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进。

6. 不确定分析

确定性来自于初级数据（活动水平数据）的不确定性和次级数据（排放因子）的不确定性。初级数据不确定性选择原则为：经核查的企业实测数据（实景数据）不确定性为±2%，指南推荐数据不确定性为±5%，数据库推荐数据（背景数据）不确定性为±10%。在本项目中，活动水平数据来自经核查的企业实测值，其不确定性定为±2%；直接贡献计算的排放因子采用指南参考值，其不确定性为±5%，原料和能源获取碳足迹计算的排放因子数据采用数据库推荐值，其不确定性为±10%。

本报告采用简单的误差传递公式，主要包括两个误差传递公式，一是加减运算的误差传递公式，二是乘除运算的误差传递公式。当某一估计值为 n 个估计值之和或差时，该估计值的不确定性采用下述公式计算：

$$U_C = \frac{\sqrt{(U_{s1} \times \mu_{s1})^2 + (U_{s2} \times \mu_{s2})^2 + \cdots + (U_{sn} \times \mu_{sn})^2}}{|\mu_{s1} + \mu_{s2} + \cdots + \mu_{sn}|} \quad (1)$$

式中：

U_c n 个估计值之和或差的不确定性（%）

$U_{s1} \dots U_{sn}$ n 个相加减的估计值的不确定性（%）

$\mu_{s1} \dots \mu_{sn}$ n 个相加减的估计值

当某一估计值为 n 个估计值之积时，该估计值的不确定性采用公式（2）计算：

$$U_c = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2 + \dots + U_{sn}^2} \quad (2)$$

式中：

U_c ： n 个估计值之积的不确定性（%）

$U_{s1} \dots U_{sn}$ ： n 个相乘的估计值的不确定性（%）

根据误差传递公式（1）和（2），计算得出 20 尺标准集装箱碳足迹的总不确定性为±7.68%，具体如下表所示：

表 6-1 碳足迹不确定性分析表

序号	名称	活动水平数据 不确定性	排放因子 不确定性	碳足迹 (kgCO ₂ e)	碳足迹 不确定性
1	产品生产	±2%	±5%或 10%	4507.18	7.68%

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：

- 1) 使用准确率较高的初级数据；
- 2) 对每一道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

7. 评价结果

20 尺标准集装箱全生命周期碳足迹为 4507.18 kgCO₂e/个，其中产品生产过程中原材料获取环节对碳足迹贡献最大，占比达到 92.64%，其次是能源获取环节，占比为 4.28%。企业可以通过优化生产工艺、完善细化物料和能耗消耗量的统计、优化能源结构、加强供应链碳排放管理、继续推进绿色低碳发展意识和产业链的绿色设计发展来降低产品的碳足迹。

附件：支持性文件清单

1	营业执照
1	公司介绍
2	营业执照
3	组织架构图
4	厂区布局图
5	生产流程示意图
6	2024 年产品和产值生产报表
7	2024 年用电量统计
8	2024 年柴油使用统计
9	2024 年天然气使用统计
10	2024 年二氧化碳和氩气使用统计
11	2024 年气体消耗统计表
12	2024 年原辅材料领用统计表
13	2023-2024 年年终存货盘点明细表
14	主要用能设备清单