

浙江泰昌实业有限公司  
悬垂线夹（固态模锻）  
产品碳足迹报告

第三方机构：浙江华电器材检测研究院有限公司

报告签发日期：二零二四年十二月



企业(或者其他经济组织)名称	浙江泰昌实业有限公司	地址	浙江省杭州市临平区塘栖镇富塘路6号				
联系人	张正其	联系方式(电话、email)	13777433695 182215154@qq.com				
核算和报告依据		ISO 14067:2018《温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》 PAS 2050:2011《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》					
<p><b>评价结论：</b></p> <p>浙江华电器材检测研究院有限公司受浙江泰昌实业有限公司委托，对浙江泰昌实业有限公司2023年01月01日至2023年8月31日悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品碳足迹进行评价，确认结论如下：</p> <p><b>1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖</b></p> <p>确认此次产品碳足迹报告符合ISO 14067:2018《温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》和PAS 2050:2011《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》的要求。</p> <p><b>2.单位产品碳足迹结果</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>悬垂线夹（固态模锻） （型号：XGD-25/70-44）</th> <th>单位产品碳排放量 （kgCO<sub>2</sub>e/套）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>从摇篮到坟墓</td> <td>90.74</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>3.评价过程中需要特别说明的问题描述</b></p> <p>（1）在核算产品使用阶段过程，悬垂线夹作为非电气接续金具，其损耗的可能形式主要为磁滞、涡流与电晕损耗，由于悬垂线夹框架及本体为铝合金制造以及特殊的材料特性和结构使得涡流损耗小等原因，该产品使用阶段损耗极小，预估其排放量对产品碳足迹的贡献</p>				悬垂线夹（固态模锻） （型号：XGD-25/70-44）	单位产品碳排放量 （kgCO <sub>2</sub> e/套）	从摇篮到坟墓	90.74
悬垂线夹（固态模锻） （型号：XGD-25/70-44）	单位产品碳排放量 （kgCO <sub>2</sub> e/套）						
从摇篮到坟墓	90.74						



小于 1%，因此产品使用阶段排放量忽略不计。

(2) 由于主要客户及分销商将产品销售向下一级的数据、产品具体回收数据、产品退役到运往处置地点的数据不可得，因此上述过程产生的碳排放忽略不计。

(3) 预估产品包装产生的碳排放对产品碳足迹的贡献小于 1%，因此包装排放忽略不计。

(4) 无工业废水，生活污水直接排入城市污水管网，因此废水排放不考虑。

编制	彭晨	签名		日期	2024.12.05
组员	田露				
审核	王荆玲	签名		日期	2024.12.09
批准	应光耀	签名		日期	2024.12.10



# 目录

摘要 .....	1
1 产品碳足迹 (PCF) 介绍 .....	2
2 企业及产品介绍 .....	4
2.1 企业介绍 .....	4
2.2 厂区平面图 .....	4
2.3 产品介绍 .....	5
3 目标与范围定义 .....	7
3.1 评价目的 .....	7
3.2 评价范围 .....	7
3.2.1 功能单位 .....	8
3.2.2 系统边界 .....	8
3.2.3 分配原则 .....	9
3.2.4 取舍准则 .....	9
3.2.5 相关假设和限制 .....	9
3.2.6 影响类型和评价方法 .....	10
3.2.7 数据库 .....	11
3.2.8 数据质量要求 .....	11
4 数据收集 .....	12
4.1 数据收集说明 .....	12
4.2 活动水平数据 .....	13
4.2.1 原辅材料获取 .....	13
4.2.2 产品生产 .....	13
4.2.3 产品运输 .....	14
4.2.4 产品使用 .....	15
4.2.5 废弃处置 .....	15
4.3 排放因子数据 .....	16
5 碳足迹计算 .....	17
5.1 计算方法 .....	17
5.2 计算结果 .....	17
5.3 不确定性分析 .....	19
6 结论与建议 .....	20
6.1 结论 .....	20
6.2 建议 .....	20



## 摘要

本评价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-量化需求与指南》和 PAS 2050:2011《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》标准,计算得到浙江泰昌实业有限公司 2023 年 01 月 01 日至 2023 年 08 月 31 日悬垂线夹(固态模锻)(型号: XGD-25/70-44)产品的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需求,本评价的功能单位(声明单位)定义为:1套悬垂线夹(固态模锻)(型号: XGD-25/70-44)。评价的系统边界定义为全生命周期,即“摇篮到坟墓”,其中涵盖了原辅材料获取、原辅材料运输、产品生产、产品运输、废弃处置等阶段。评价得到:1套悬垂线夹(固态模锻)(型号: XGD-25/70-44)产品“摇篮到坟墓”的碳足迹值为 90.74 kgCO<sub>2e</sub>,其中原辅材料获取阶段的碳排放为 63.10 kgCO<sub>2e</sub> (69.55%),原辅材料运输阶段的碳排放为 0.22 kgCO<sub>2e</sub> (0.24%),产品生产阶段的碳排放为 25.12 kgCO<sub>2e</sub> (27.69%),产品运输阶段的碳排放为 1.60 kgCO<sub>2e</sub> (1.76%),废弃处置阶段的碳排放为 0.69 kgCO<sub>2e</sub> (0.76%)。

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。生命周期评价的主要活动水平数据来源于企业现场调研的初级数据,排放因子数据来源于 IPCC 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、《中国产品全生命周期温室气体排放系数库(2022)》(CPCD)、生态环境部最新公布的 2022 年度全国电网平均排放因子,本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。





# 1 产品碳足迹 (PCF) 介绍

近年来,温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点,“碳足迹”也越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。产品碳足迹(Product Carbon Footprint, PCF)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,即从原辅材料获取、原辅材料运输、产品生产、产品运输、产品使用、废弃处置阶段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(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)和全氟化碳(PFC)等。碳足迹的计算结果用二氧化碳当量(CO<sub>2</sub>e)表示。全球变暖潜值(Gobal Warming Potential, 简称GWP),即各种温室气体的二氧化碳当量值,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(特征化因子)在全球范围广泛适用。

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的评价方法,国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求,用于产品碳足迹评价,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(CarbonTrust)、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-量化需求与指南》,

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。

## 2 企业及产品介绍

### 2.1 企业介绍

浙江泰昌实业有限公司成立于 2003 年，注册资金 1.5 亿元。坐落于杭州临平区塘栖工业园区内，占地 150 余亩。目前已建有 20000 平方米现代化标准厂房，2000 平方米综合办公大楼，整个厂区布局合理，物流通畅，为现代化工业生产创造了良好的条件。公司主要生产 ±1100kV、±800kV、1000kV、750kV 及以下电压等级线路、变电及光缆金具。配备生产一线工人 300 余名、专业技术人员 30 余名。具备年产 2.5 万吨各类金具的生产能力。

作为国家级高新技术企业，公司自 2003 年就已取得电力金具许可证，并建立了集试验、检测、设计、研发与一体的电力金具研究所，以 5 名高级工程师为核心的技术团队，配有 100T 万能试验机、卧式拉力试验机、光谱分析仪、碳硫检测分析仪、三元素分析仪等一大批精密的检测设备。公司先后通过 500kV、750kV 以及 ±800kV、1000kV 特高压线路系列金具新产品鉴定。并配备有先进的生产设备和完善的检测设备，拥有行业内领先的高压压铸机、重力浇铸机，以及 1000T 大型磨擦压力机等大型设备。公司先后通过 ISO9001 质量体系认证、ISO14001 环境管理体系认证及职业健康管理体系认证。从生产配备与管理体系上为批量生产合格、优质的金具产品提供了强有力的保证。

浙江泰昌实业有限公司致力于推动产品供应链减少碳排放，为人类的低碳事业贡献自己的成果，同时也为满足出口要求，对旗下产品悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）进行全生命周期碳排放评价，以推动后期的产品碳中和工作。

## 2.2 厂区平面图

浙江泰昌实业有限公司总平面图如图 2.1 所示。厂区主要由行政办公楼，实验楼，宿舍楼，铝制品车间，铁制品车间，成品车间及露天仓库等组成。



图 2.1 浙江泰昌实业有限公司生产厂区平面图

## 2.3 产品介绍

浙江泰昌实业有限公司 悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品的详细信息如表 2.1 所示。

表 2.1 产品详细信息

产品名称	悬垂线夹（固态模锻）	产品型号	XGD-25/70-44
产品品牌	泰昌	产品专利	/
生产厂家	浙江泰昌实业有限公司	销售范围	全国
产品描述	导线悬垂线夹盖板装配应采用一厚一薄双螺母。 导、地线提包式悬垂线夹的本体及盖板与地线预绞式悬垂线夹悬垂套壳应采用固态模锻工艺。选用的锻造铝合金材料应符合 GB/T 3191 和 GB/T 3190 的规定。锻造后成品的硬度不低于 95HB。地线预绞式悬垂线夹 U 型抱箍采用 Q235 材料加工。悬垂线夹的挂板等附件采用抗拉强度不低于 500MPa 的钢材制造，如挂板应采用 35 钢，并满足 GB/T699《优质碳素结构钢》的规定。所有钢制附件、紧固件均应进行热镀锌。		
主要技术参数	间隔棒设计用短路电流按 50kA 考虑，并按覆冰、扭转等因素		

	<p>确定设计的边界条件。 顺线握力<math>\geq 2.5\text{kN}</math> 扭握力矩<math>\geq 40\text{N}\cdot\text{m}</math> 线夹本体破坏载荷<math>\geq 6\text{kN}</math> 线夹间拉力、压力<math>\geq 6\text{kN}</math> (重冰区 <math>8\text{kN}</math>) 分裂导线一间隔棒系统的对数衰减率平均值不小于 <math>0.04</math>。</p>
--	--



## 3 目标与范围定义

### 3.1 评价目的

本评价是根据 ISO 14067:2018 《温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》和 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》标准的要求,科学地评估浙江泰昌实业有限公司悬垂线夹(固态模锻)(型号:XGD-25/70-44)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,同时也为企业建立碳中和品牌,践行国家“绿色制造”战略等做好准备。

评价的结果将为评价方、企业、产品设计师、采购商及消费者的有效沟通提供合适的方式。评价结果面向的沟通群体有:第三方评价机构,浙江泰昌实业有限公司内部的管理人员、生产管理人员、采购人员,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。

评价获得的数据信息还可用于以下目的:

- (1) 产品生态设计/绿色设计
- (2) 同类产品对标
- (3) 绿色采购和供应链决策
- (4) 为实现产品“碳中和”提供数据依据

### 3.2 评价范围

本项目明确了评价对象的功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、相关假设和原则、影响类型和评价方法、数据库和数据质量要求等,在下文分别予以详细说明。

### 3.2.1 功能单位

为方便输入/输出的量化,以及后续企业披露产品的碳足迹信息,或将本评价结果与其他产品的环境影响做对比,本评价声明功能单位定义为:1套悬垂线夹(固态模锻)(型号:XGD-25/70-44)。

### 3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界为全生命周期,即从“摇篮到坟墓”,涵盖了原辅材料获取、原辅材料运输、产品生产、产品运输、废弃处置等阶段。1套悬垂线夹(固态模锻)(型号:XGD-25/70-44)产品从“摇篮到坟墓”各阶段包含及不包含的过程如表3.1所示。系统边界如图3.1所示。

表 3.1 包含和未包含在系统边界内的核算过程

阶段类型	包含的过程	未包含的过程
原辅材料获取	悬垂线夹本体、压板等原辅材料的原料开采、生产、加工等过程	/
原辅材料运输	悬垂线夹本体、压板等原辅材料从上游供应商运输至厂区过程	/
产品生产	1.外购电力、天然气的使用 2.厂区灭火剂的使用 3.厂区温室气体逸散	生活污水
产品使用	/	使用时磁滞、涡流与电晕产生的损耗
产品运输	产品运输到主要客户及分销商	分销商往下一级的销售运输
废弃处置	产品废弃后综合处置	产品废弃到处置地点的运输过程



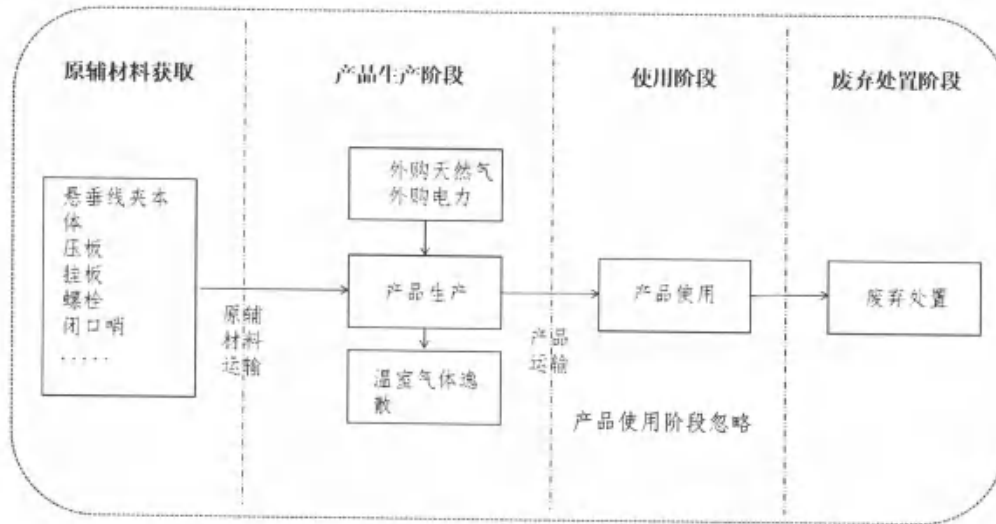


图 3.1 悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品碳足迹系统边界

### 3.2.3 分配原则

许多流程通常不只一个功能或输出，流程的环境负荷需要分配到不同的功能和输出中，当前有不同的方式来完成分配，主要有：（1）避免分配；（2）扩大系统边界；（3）以物理因果关系为基准分配环境负荷；（4）使用社会经济学分配基准。

在统计过程中，包括生产系统、空调系统、空压系统、食堂、办公用电等用电量分别按照产品组装数量及产品生产重量进行分摊，生产天然气消耗按照产品按照单位产品用量进行分摊，本评价根据实际情况采用以产品生产组装数量等物理因果关系为基准来进行分配。

### 3.2.4 取舍准则

产品碳足迹评价过程中取舍原则如下：

（1）基于产品投入的比例：舍去质量或能量投入小于 1% 的产品 / 能量投入，但总的舍去产品投入比例不超过 5%。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，例如黄金、白银等。

（2）基于环境影响的比重：以类似投入估算，排除实际影响较

小的原料。对于任何类别影响，如果相同影响在一个过程/活动的总和小于 1%，则此过程可从系统边界中舍去。

(3) 忽略生产设备、厂房、生活设施等。

本评价中，核算过程中发现产品使用阶段产生的碳排放对产品碳足迹的贡献小于 1%，因此产品使用阶段排放量忽略不计，二氧化碳灭火剂消耗产生排放量极小，预估其排放量对产品碳足迹的贡献小于 1%，忽略不计。

### 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。

本评价中，无工业废水，生活污水直接排入城市污水管网，废水排放不考虑。由于主要客户及分销商将产品销售向下一级的数据、产品具体回收数据、产品废弃到运往处置地点的数据不可得，因此本评价按照产品 100% 的重量进行报废处理。

本报告所有原辅材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。

### 3.2.6 影响类型和评价方法

基于评价目标的定义，本次评价只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品全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。

评价过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、氢氟碳化物（HFC），不涉及甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、全氟化碳（PFC）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全生产周期的 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)。

### 3.2.7 数据库

本评价过程中使用到的数据库,包括 IPCC 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、《中国产品全生命周期温室气体排放系库(2022)》(CPCD)、生态环境部《关于做好 2022 年企业温室气体排放报告管理相关重点工作的通知》等。本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

### 3.2.8 数据质量要求

为满足数据质量要求,在本评价中主要考虑了以下几个方面:

数据完整性: 依据取舍原则。

数据准确性: 实景数据的可靠性及分配原则的合理性。

数据代表性: 生产商、技术、地域以及时间上的代表性。

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,在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据,以及企业自身统计的初级数据。本评价在 2023 年 10 月进行了企业现场数据的调查、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瑞士 Ecoinvent 数据库、《中国产品全生命周期温室气体排放系库(2022)》(CPCD); 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相近的数据。

数据库的数据经过严格审查,并广泛应用于国内国际的 LCA 研究。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 数据收集

### 4.1 数据收集说明

根据 ISO 14067:2018 《温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》和 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》标准的要求,浙江华电器材检测研究院有限公司组建了碳足迹评价工作组,对浙江泰昌实业有限公司悬垂线夹(固态模锻)(型号: XGD-25/70-44)产品的碳足迹进行了调研。

工作组对产品碳足迹的数据收集工作分为前期准备、确定工作方案和范围、现场走访、查阅文件、后期沟通等过程。前期准备及现场走访主要是了解产品基本情况、生产工艺流程及原材料供应商等信息,并调研和收集部分原始数据。收集的数据主要包括企业的生产报表、财务数据等,以保证数据的完整性和准确性。查阅文件及后期反复沟通以排除理解偏差造成的结果不准确。本评价数据收集的时间为 2023 年 01 月 01 日至 2023 年 08 月 31 日。数据代表了 1 套悬垂线夹(固态模锻)(型号: XGD-25/70-44)产品的平均生产水平。

产品碳足迹的数据收集需要考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势(GWP)。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有量化数据(包括物质的输入、输出,能源使用,交通等方面)。排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放因子数据,可以将活动水平数据转化为温室气体排放量。全球增温潜势(GWP)是将单位质量的某种温室气体(GHG)在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度的影响相关联的系数,如甲烷(CH<sub>4</sub>)的 GWP 值是 27.9。

活动水平数据来自企业工作人员收集提供,对收集到的数据工作

组通过企业自身的生产报表和财务数据进行了审核。排放因子数据来自瑞士 Ecoinvent 数据库、《中国产品全生命周期温室气体排放系数库（2022）》（CPCD）、生态环境部最新公布的 2022 年度全国电网平均排放因子。全球增温潜势（GWP）来自 IPCC 数据库。

## 4.2 活动水平数据

生产 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

### 4.2.1 原辅材料获取

原辅材料获取的活动水平数据包括悬垂线夹本体等原材料的活动水平数据。生产 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品的原辅材料获取活动水平数据具体见表 4.1。

表 4.1 主要原辅材料获取活动水平数据

序号	名称	单位	数量	原材料	重量 kg
1	悬垂线夹本体	个	1	合金铝板	5.5
2	悬垂线夹压板	个	1	合金铝板	0.9
3	6.8 级 U 型螺丝	个	2	低碳钢	1.6076
4	悬垂线夹 U 型挂板	个	1	35 号钢	3.1
5	6.8 级带孔六角螺栓	个	1	低碳钢	0.7834
6	6.8 级带孔六角螺栓	个	1	低碳钢	1.0094
7	不锈钢闭口销	个	2	不锈钢	0.012
8	平垫	个	4	弹簧钢 65MN	0.056
9	弹垫	个	4	弹簧钢 65MN	0.044
10	05 级薄螺帽	个	4	Q235 钢	0.084

### 4.2.2 原辅材料运输

原辅材料运输的活动水平数据包括悬垂线夹本体等原辅材料从



上游供应商运输至厂区过程中的活动水平数据。生产 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品的原辅材料运输活动水平数据具体见表 4.2。

表 4.2 原辅材料运输活动水平数据

名称	功能单位耗材 (kg/套)	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
悬垂线夹本体	5.5	汽运-柴油	304	江苏
悬垂线夹压板	0.9	汽运-柴油	304	江苏
6.8 级 U 型螺丝	1.6076	汽运-柴油	240	江苏
悬垂线夹 U 型挂板	3.1	汽运-柴油	15	浙江
6.8 级带孔六角螺栓	0.7834	汽运-柴油	310	安徽
6.8 级带孔六角螺栓	1.0094	汽运-柴油	240	江苏
不锈钢闭口销	0.012	汽运-柴油	1240	天津
平垫	0.056	汽运-柴油	310	安徽
弹垫	0.044	汽运-柴油	310	安徽
05 级薄螺帽	0.084	汽运-柴油	310	安徽

产品生产阶段的活动水平数据包括外购电力的使用、厂区温室气体逸散等过程的活动水平数据。生产 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品的能源消耗、燃料消耗、温室气体逸散的活动水平数据具体见表 4.3、表 4.4、表 4.5。

表 4.3 能源消耗活动水平数据

	功能单位用电量 (kWh/台)
产品生产用电网电量	18.20

表 4.4 燃料消耗活动水平数据

燃料类型	天然气用量 (m <sup>3</sup> )	功能单位用量 (m <sup>3</sup> /台)
天然气	376848	0.6809

表 4.5 温室气体逸散活动水平数据

冷机类型	设备数量(套)	类型	汇总充灌量(kg)	2023年维保充装量(kg)	功能单位泄漏量(kg/套)
办公楼-格力中央空调	1	R410A	130	无充装	$1.153 \times 10^{-5}$

#### 4.2.3 产品运输

产品运输的活动水平数据包括产品运输到主要客户及分销商过程中的活动水平数据。生产悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品的产品运输活动水平数据具体见表 4.6。

表 4.6 产品运输活动水平数据

项目地址	发货数量	运输距离 km
四川省资阳市安岳县镇子镇	12	1753
四川省乐山市夹江县黄土镇曾冲	46	1933
山西省临汾市蒲县山中完全小学东南 50 米（大宁材料站）	48	1348

#### 4.2.4 产品使用

悬垂线夹作为非电气接续金具，其损耗的可能形式主要为磁滞、涡流与电晕损耗，由于悬垂线夹框架及本体为铝合金制造以及特殊的材料特性和结构使得涡流损耗小等原因，预估产品使用阶段排放量对产品碳足迹的贡献小于 1%，因此产品使用阶段排放量忽略不计。

#### 4.2.5 废弃处置

废弃处置的活动水平数据主要为原辅材料作为电气产品综合处置过程的活动水平数据。生产 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品的废弃处置活动水平数据具体见表 4.7。

表 4.7 废弃处置活动水平数据

序号	名称	重量 kg
1	悬垂线夹本体	5.5
2	悬垂线夹压板	0.9
3	6.8 级 U 型螺丝	1.6076
4	悬垂线夹 U 型挂板	3.1
5	6.8 级带孔六角螺栓	0.7834
6	6.8 级带孔六角螺栓	1.0094
7	不锈钢闭口销	0.012
8	平垫	0.056
9	弹垫	0.044
10	05 级薄螺帽	0.084
总计		13.0964

### 4.3 排放因子数据

1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品全生命周期各阶段的具体排放因子数据来源见表 4.8。

表 4.8 产品全生命周期排放因子数据来源

阶段类型		数据来源
原辅材料获取		Ecoinvent、CPCD
原辅材料运输		CPCD
产品生产	电力排放因子	生态环境部最新公布的 2022 年度全国电网平均排放因子
	温室气体逸散	IPCC 数据库
产品运输		CPCD
废弃处置		Ecoinvent



## 5 碳足迹计算

### 5.1 计算方法

产品碳足迹是计算整个产品全生命周期中各阶段所有活动水平、排放因子和全球增温潜势的乘积之和。计算公式如下：

$$E_{CO_2e} = \sum_{i,j}^n A_{i,j} \times EF_{i,j} \times GWP_j \quad (1)$$

其中：

$E_{CO_2e}$  为产品全生命周期碳排放量， $kgCO_2e$ ；

$A_{i,j}$  为产品生命周期中第  $i$  阶段第  $j$  种温室气体活动水平；

$EF_{i,j}$  为产品生命周期中第  $i$  阶段第  $j$  种温室气体排放因子；

$GWP_j$  为第  $j$  种温室气体全球增温潜势。

### 5.2 计算结果

根据获取的活动水平数据与相关排放因子数据，计算出 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品从“摇篮到坟墓”的具体碳足迹数据如表 5.1 所示。产品全生命周期各阶段碳足迹贡献如图 5.1 所示。

表 5.1 产品“摇篮到坟墓”碳足迹结果

排放源	碳足迹 (kgCO <sub>2e</sub> /套)	占比
<b>1、原辅材料获取</b>		
1) 原辅材料		
悬垂线夹本体	40.86	45.04%
悬垂线夹压板	6.69	7.37%
6.8 级 U 型螺丝	4.23	4.66%
悬垂线夹 U 型挂板	6.08	6.70%
6.8 级带孔六角螺栓	2.06	2.27%

排放源	碳足迹 (kgCO <sub>2</sub> e/套)	占比
6.8级带孔六角螺栓	2.65	2.93%
不锈钢闭口销	0.08	0.09%
平垫	0.13	0.14%
弹垫	0.10	0.11%
05级薄螺帽	0.22	0.24%
小计	<b>63.10</b>	<b>69.55%</b>
<b>2、原辅材料运输</b>		
1) 原辅材料运输	0.22	0.24%
小计	<b>0.22</b>	<b>0.24%</b>
<b>3、产品生产</b>		
1) 电力消耗	10.38	11.44%
2) 燃料消耗(天然气)	14.72	16.22%
5) 温室气体逸散	0.02	0.02%
小计	<b>25.12</b>	<b>27.69%</b>
<b>4、产品运输</b>		
1) 产品运输	1.60	1.76%
小计	<b>1.60</b>	<b>1.76%</b>
<b>5、废弃处置</b>		
1) 废弃处置	0.69	0.76%
小计	<b>0.69</b>	<b>0.76%</b>
总计	<b>90.74</b>	<b>100%</b>

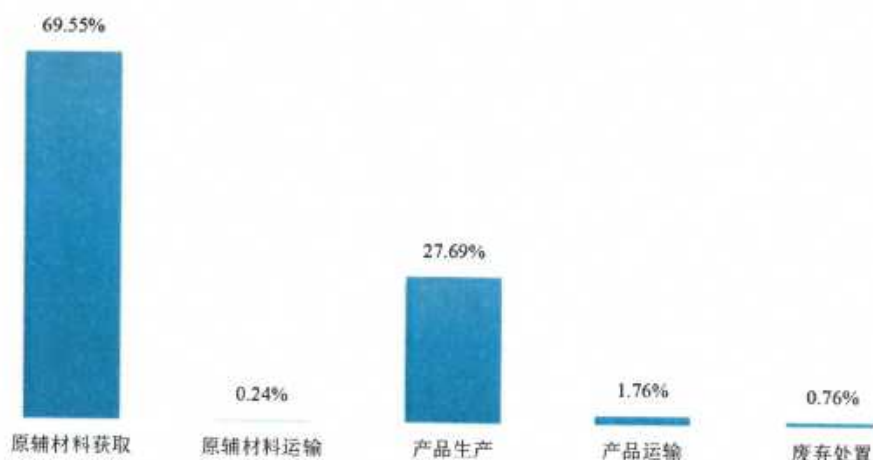


图 5.1 悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）  
生命周期各阶段碳足迹贡献

### 5.3 不确定性分析

由于下述原因，温室气体排放计算中存在不确定性和局限性：

(1) 数据库偏差。使用中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD, China Products Carbon Footprint Factors Database）等国内数据库，某些特定的原材料也无法找到与其 100% 匹配的排放因子，只能用属于其大类的材料或近似的材料因子去代替。

(2) 活动水平数据误差。产品生产线无精确计量设备，依赖生产加工线的各类加工耗能设备功率及工时等分摊用能数据，不能 100% 准确反映该产品生产的实际能耗。

## 6 结论与建议

### 6.1 结论

浙江泰昌实业有限公司 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品从“摇篮到坟墓”的碳足迹值为 90.74 kgCO<sub>2</sub>e。其中原辅材料获取阶段碳排放量最大，碳排放量为 63.10kgCO<sub>2</sub>e，排放占比达到 69.55%；其次为产品生产阶段，排放量为 25.12kgCO<sub>2</sub>e，排放占比达到 27.69%；接下来为产品运输阶段碳排放量为 1.60kgCO<sub>2</sub>e，排放占比为 1.76%。产品废弃、原辅材料运输阶段的碳排放量较小，各阶段的碳排放量及排放占比分别为 0.69 kgCO<sub>2</sub>e（0.76%）、0.22 kgCO<sub>2</sub>e（0.24%）。

### 6.2 建议

根据浙江泰昌实业有限公司 1 套悬垂线夹（固态模锻）（型号：XGD-25/70-44）产品“从摇篮-坟墓”的碳足迹评价结果，在企业可行的条件下，可考虑从以下方面减少产品碳足迹：

（1）降低原辅材料消耗，提高物料利用率，在工艺允许的情况下，采用温室气体影响较小的原辅材料替代。

（2）对原辅材料供应商进行一定的碳足迹调查，选择碳足迹较低的原料供应商。

（3）加强生产数据管理，在以后的生产中尽量收集回收再利用材料的数据。

（4）通过就近采购，采用电动汽车运输，提高单次运输效率的方式，有效减少运输过程中的燃料消耗。

（6）根据内部温室气体排放管理方法和制度，实现标准化管理，有利于逐步减少温室气体排放。也可选择第三方机构进行定期验证。

(7) 每年定期披露产品碳足迹，制定产品碳足迹下降目标，编制碳减排计划并实施减排方案，不断降低产品碳足迹。