

评价报告编号：T40008

申恒电力设备有限公司
一二次融合成套柱上真空断路器
(ZW32-12/630-20)
产品碳足迹报告

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司



报告签发日期：2024年9月23日

企业名称	申恒电力设备有限公司	地址	浙江省乐清市经济开发区中心大道261号				
联系人	吴金丹	联系方式	15757780026				
核算和报告依据		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》； ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》； GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价 原则与框架》； GB/T 24044-2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》。					
<p>评价结论：</p> <p>三信国际检测认证有限公司受申恒电力设备有限公司委托，对一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）的产品碳足迹进行评价，确认结论如下：</p> <p>1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖</p> <p>确认此次产品碳足迹报告符合 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》；</p> <p>ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》；</p> <p>GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价 原则与框架》；</p> <p>GB/T 24044-2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》的要求。</p> <p>2.单位产品碳足迹结果</p> <table border="1" data-bbox="245 1503 1345 1653"> <thead> <tr> <th>一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）</th> <th>单位产品碳排放量 (kgCO₂eq)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>摇篮到大门</td> <td>975.56</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.评价过程中需要特别说明的问题描述</p> <p>(1) 本次产品碳足迹评价的系统边界为摇篮到大门，包括原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段。</p> <p>(2) 本次产品碳足迹评价工作采用GIS-LCA平台系统建立了产品生命周期模型，计算得到产品碳足迹结果。</p>				一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)	摇篮到大门	975.56
一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)						
摇篮到大门	975.56						

编制	甘智勇	签名		日期	2024.09.23
组员	甘智勇 王静				
审核	王静	签名		日期	2024.09.23
批准	甘智勇	签名		日期	2024.09.23

目 录

摘要	1
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍	2
2 企业及产品介绍	4
2.1 企业介绍	4
2.2 厂区布局	6
2.3 产品工艺流程	7
3 目标与范围定义	8
3.1 评价目的	8
3.2 评价范围	9
3.2.1 功能单位	9
3.2.2 系统边界	9
3.2.3 分配原则	10
3.2.4 取舍准则	10
3.2.5 相关假设和限制	11
3.2.6 影响类型和评价方法	11
3.2.7 数据库	11
3.2.8 数据质量要求	12
4 数据收集	13
4.1 数据收集说明	13
4.2 活动水平数据	14
4.2.1 原辅料获取	14
4.2.2 原辅料运输	15
4.2.3 产品生产	16
4.3 排放因子数据	17
5 碳足迹计算	18
5.1 计算方法	18
5.2 计算结果	18

5.3 不确定性分析	23
6 结论与建议	24
6.1 结论	24
6.2 建议	24

摘要

本评价的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 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》；ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》；GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价 原则与框架》；GB/T 24044-2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》为标准，计算得到一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）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，本评价的功能单位定义为：1台一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品。评价的系统边界定义为部分产品碳足迹，即“摇篮到大门”，其中涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段。评价得到：一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）“摇篮到大门”的碳足迹值为 975.56kg CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 974.52 kg CO₂ eq（99.89%），原辅料运输阶段碳排放为 0.27 kg CO₂ eq（0.03%），生产阶段碳排放为 0.77 kg CO₂ eq（0.08%）。

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。本报告采用泛能源大数据与战略研究中心自主研发的 GIS-LCA 平台系统，建立了产品生命周期模型，并计算得到产品碳足迹结果。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，背景数据来自《乐清市电力电

器产品碳足迹评价（试点）规范要求及工作指南》规定的数据库，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（CFP）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（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、废弃处置等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（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、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（CO₂e）表示。全球变暖潜值（Global 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，用于产品碳足迹认证，目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种：（1）《PAS2050:2011 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：产品生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）《ISO14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》，此标准以 PAS2050 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

申恒电力设备有限公司，成立于 2012 年，注册资金 23200 万，现有职工 200 余人，经营面积 20000 m²。申恒电力是一家以输配成套设备为主导，集研发、制造、销售服务等一体化的科技型企业。公司坐落于浙江省乐清市经济开发区，产品系列有箱式变电站系列、高压成套开关柜系列、高压电缆分接箱系列、低压成套开关柜系列、高低压元器件系列等。

公司以国际化公司为导向，以专业的研发团队和技术支持为支撑，以完善的质量管理体系为保证，为成套输配电系统提供一站式产品配套解决方案，为用户提供安全可靠、性能卓越的产品。长期以来公司为各类冶金、电厂、电网、石化、采矿、工业制造、轨道交通、数据中心、商务楼宇、民用住宅及可再生能源等诸多行业提供高质量输配电成套装置和电器控制设备。

申恒电力的战略经营理念——“共享智慧 S，成就未来格局”！在科技快速发展、人才蓬勃涌出的国际时代，我们贯彻“与世界同步、与客户共赢”的企业宗旨，坚持“开拓、务实、规范、创新”的管理理念，提倡“无边界”人才观，优化人才资源格局，展现公司员工价值。面向新世纪经济全球化的机遇，申恒全体员工不断开拓进取，务实创新的精神，为国家电力建设服务谱写新篇章。

申恒电力累计获得 56 项国家专利，于 2017 年评为“浙江省科技型中

小企业”，2018年评为“国家高新技术企业”、“乐清市研发中心”，2020年评为“温州市高成长型企业”，2021年评为“乐清经济开发区明星企业”，“A级守合同重信用企业”，2022年评为“温州市申恒电力设备高新技术企业研究开发中心”“温州市创新型中小企业”、“乐清市清洁生产企业”，2023年评为国家级“专精特新小巨人”、“浙江省专精特新中小企业”“乐清市50强制造业企业”“国家级专精特新小巨人”“AA级守合同重信用企业”等荣誉,2024年荣获乐清市50强制造业企业，乐清创新50强企业。

我们遵循“谦学、务实、创新、共赢”的企业方针，以创建国际品牌战略为目标，愿与国内外真诚合作以求共同发展，为我国输配电设备产品进入世界先进行列作不懈努力！



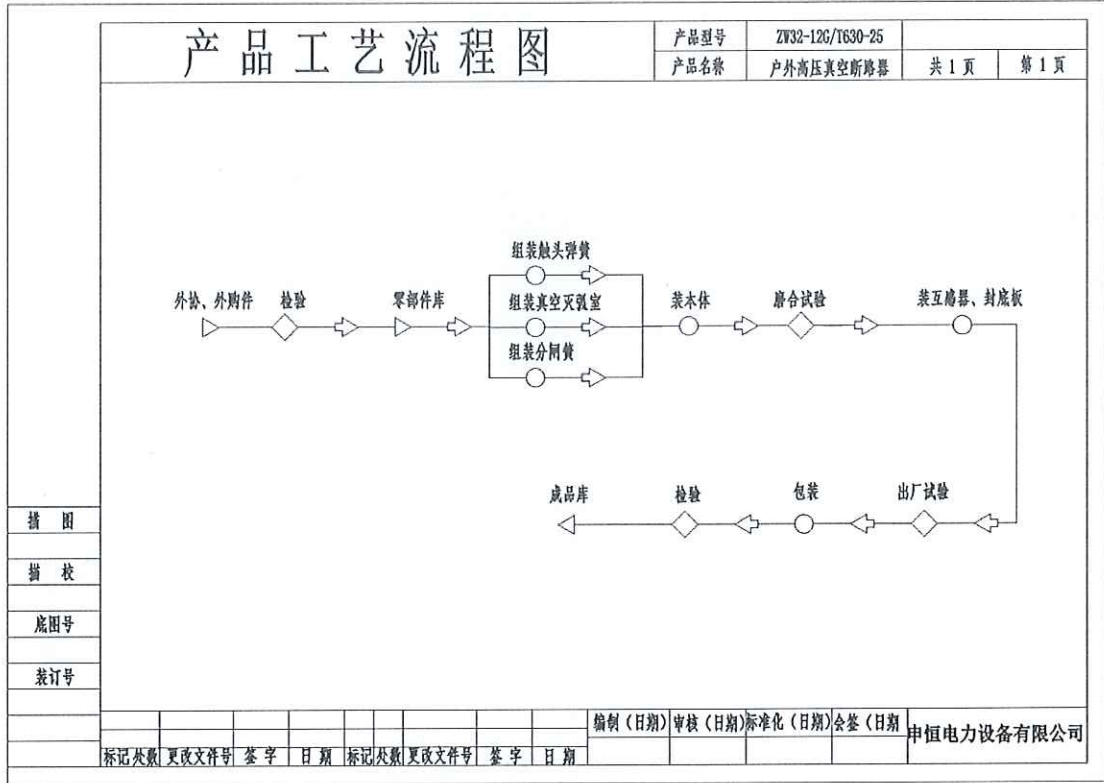
2.2 厂区布局

由 Autodesk 教育版产品制作



由 Autodesk 教育版产品制作

2.3 产品工艺流程



3 目标与范围定义

3.1 评价目的

本评价的目的是根据 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》；

ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》；

GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价 原则与框架》；

GB/T 24044-2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》标准的要求，科学地评估一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）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。评价的结果将为认证方、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：第三方认证机构，申恒电力设备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 台一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界“摇篮到大门”，涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段等阶段。一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品从“摇篮到大门”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 各阶段包含及不包含的过程

阶段类型	包含的过程	未包含的过程
原辅料获取阶段	主轴,储能手柄,合分手柄等	
原辅料运输阶段	主轴,储能手柄,合分手柄等的运输	
生产阶段	电等	

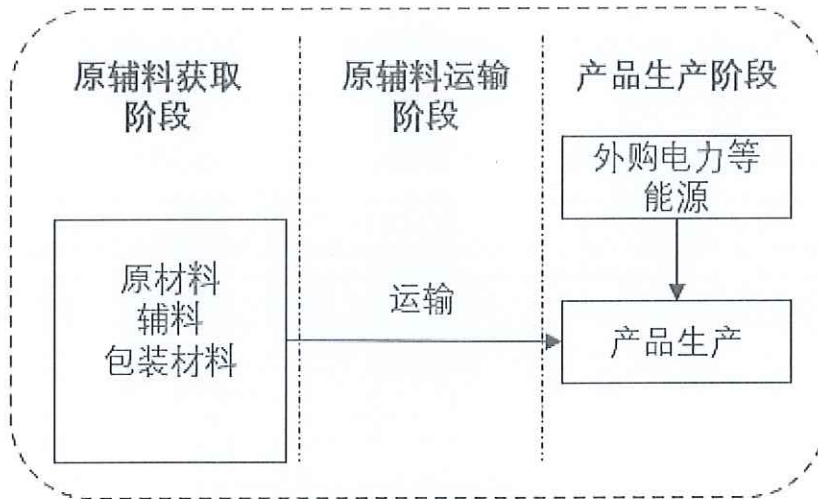


图 3.1: 系统边界

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。

由于各车间用电量未按产品及工序分开统计，因此本评价根据实际情况采用以产品产量等物理因果关系为基准来进行分配。

3.2.4 取舍准则

此次评价采用的取舍规则具体如下：

(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。

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（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFC）、全氟化碳（PFC）等。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2014 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 CO₂ 当量（CO₂e）。

3.2.7 数据库

本评价过程中使用到的数据库，包括 Ecoinvent3.9 数据库等。

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 Ecoinvent3.9 数据库；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上的 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

根据标准的要求，三信国际检测认证有限公司组建了碳足迹评价工作组，对一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）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。本次评价的数据统计周期为 2023 年 01 月 01 日-2023 年 12 月 31 日。数据代表了一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）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，如：电力的排放因子可表示为 $\text{CO}_2\text{e}/\text{kWh}$ 。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。

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 Ecoinvent3.9 数据库。

4.2 活动水平数据

生产一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

4.2.1 原辅料获取

原辅料获取的活动水平数据包括主轴，储能手柄，合分手柄等原辅料的的活动水平数据，及原辅料开采、生产、加工等过程的活动水平数据。一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1。

表 4.1 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位 耗材	单位	材质
滚子	12	Item(s)	40Cr 钢 100%
软连接	3	Item(s)	T2 铜 100%
导电夹	3	Item(s)	T2 铜 100%
铜棒	3	Item(s)	T2 铜 100%
超程弹簧	3	Item(s)	弹簧钢 100%
法兰铜套	3	Item(s)	黄铜 100%
缓冲垫	3	Item(s)	铁 100%
上出线板	3	Item(s)	T2 铜 100%
真空灭弧室	3	Item(s)	铜 80%瓷 20%
电流互感器	3	Item(s)	硅橡胶铁芯漆包线 塑料外壳
下出线板	3	Item(s)	T2 铜 100%

分闸簧	2	Item(s)	弹簧钢 100%
储能手柄	1	Item(s)	304 不锈钢 100%
合分手柄	1	Item(s)	304 不锈钢 100%
壳体	1	Item(s)	18-20% 的 铬、8-10.5% 的 镍 和 0.08% 的 碳
操作机构（弹操）	1	Item(s)	铁 90% 铜 5% 塑料 2%
航空插件	1	Item(s)	黄铜 90% 橡胶 10%
电压互感器	1	Item(s)	环氧树脂铁芯：30% 漆包线塑料外壳 10%
密封条	1	Item(s)	
塑料袋	1	Item(s)	尼龙（聚(PA)）
木箱	1	Item(s)	木材
辅助开关	1	Item(s)	铁
储能轴	1	Item(s)	304 不锈钢 100%
主轴	1	Item(s)	钢 100%
绝缘件	1	Item(s)	环氧树脂 硅橡胶

4.2.2 原辅料运输

原辅料运输的活动水平数据包括主轴，储能手柄，合分手柄等原辅料从上游供应商运输至厂区过程中的活动水平数据。生产一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2。

表 4.2 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
滚子	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区

软连接	货车	2.574	乐清市经六路
导电夹	货车	2.574	乐清市经六路
铜棒	货车	2.118	乐清市纬十二路 212 号
超程弹簧	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区
法兰铜套	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区
缓冲垫	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区
上出线板	货车	2.574	乐清市经六路
真空灭弧室	货车	12.104	乐清市新光大道 111 号
电流互感器	货车	1.993	乐清市纬 18 路
下出线板	货车	2.574	乐清市经六路
分闸簧	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区
储能手柄	货车	10.9	柳市陕门村开兴路 168 号
合分手柄	货车	10.9	柳市陕门村开兴路 168 号
壳体	货车	8.101	乐清市滨海南三路 67 号
操作机构（弹操）	货车	12.194	柳市镇
航空插件	货车	24.493	乐清市盐盘经济开发区
电压互感器	货车	1.993	乐清市纬 18 路
密封条	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区
塑料袋	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区
木箱	货车	8.101	乐清市盐盘经济开发区
辅助开关	货车	2.574	乐清市经六路
储能轴	货车	10.9	柳市陕门村开兴路 168 号
主轴	货车	10.9	柳市陕门村开兴路 168 号
绝缘件	货车	2.118	乐清市纬十二路 212 号

4.2.3 产品生产

产品生产阶段的活动水平数据包括电等过程的活动水平数据。

生产一二次融合成套柱上真空断路器 ZW32-12/630-20 产品的活动水平数据具体见表 4.3。

表 4.3 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	1.0 千瓦时

4.3 排放因子数据

生产一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品生命周期各阶段“摇篮到大门”的具体排放因子数据来源具体见表 4.4。

表 4.4 产品生命周期排放因子数据来源

阶段类型	数据来源
原辅料获取阶段	Ecoinvent 3.9
原辅料运输阶段	Ecoinvent 3.9
生产阶段	Ecoinvent 3.9

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：

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

其中：

E_{CO_2e} 为产品全生命周期碳排放量，kgCO_{2e}；

A_{ij} 为产品生命周期中第*i*阶段第*j*种温室气体活动水平；

EF_{ij} 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

在 GIS-LCA 平台上建立一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品生命周期模型，计算出生产 1 台产品从“摇篮到大门”的碳足迹结果。模型部分截图如图 5.1 所示，具体碳足迹数据如表 5.1 所示。

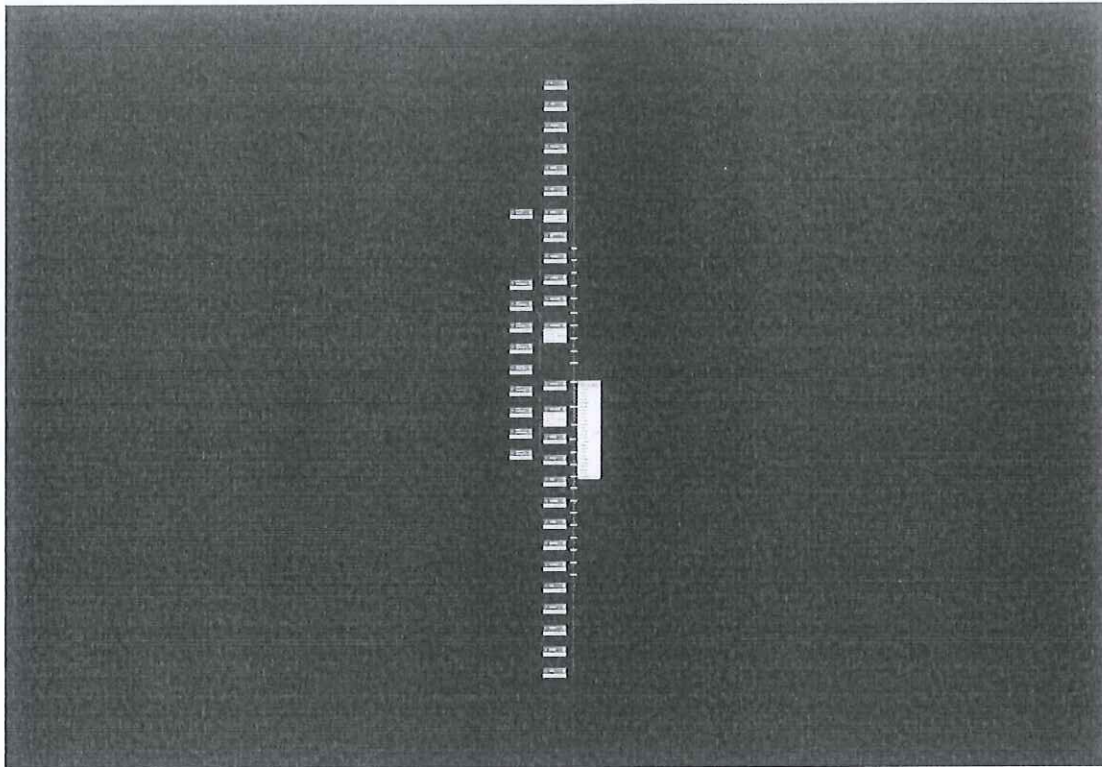


图5.1 产品生命周期模型图

表5.1 产品从“摇篮到大门”碳足迹结果及贡献表

类型	名称	数量	百分比	单位
阶段	原辅料获取阶段	974.519	99.89%	kg CO2 eq
-	brass production brass Cutoff, S	309.655	31.74%	kg CO2 eq
-	urea formaldehyde resin production urea formaldehyde resin Cutoff, S	164.662	16.88%	kg CO2 eq
-	steel production, converter, unalloyed steel, unalloyed Cutoff, S	142.851	14.64%	kg CO2 eq
-	brass production brass Cutoff, S	86.015	8.82%	kg CO2 eq
-	壳体	45.854	4.70%	kg CO2 eq
-	urea formaldehyde resin production urea formaldehyde resin Cutoff, S	45.74	4.69%	kg CO2 eq
-	steel production,	39.681	4.07%	kg CO2 eq

	converter, unalloyed steel, unalloyed Cutoff, S			
-	真空灭弧室	27.525	2.82%	kg CO2 eq
-	extrusion, plastic pipes extrusion, plastic pipes Cutoff, S	27.086	2.78%	kg CO2 eq
-	操作机构（弹操）	21.163	2.17%	kg CO2 eq
-	铜棒	11.182	1.15%	kg CO2 eq
-	extrusion, plastic pipes extrusion, plastic pipes Cutoff, S	7.524	0.77%	kg CO2 eq
-	synthetic rubber production synthetic rubber Cutoff, S	7.019	0.72%	kg CO2 eq
-	下出线板	6.038	0.62%	kg CO2 eq
-	上出线板	5.832	0.60%	kg CO2 eq
-	urea formaldehyde resin production urea formaldehyde resin Cutoff, S	4.676	0.48%	kg CO2 eq
-	航空插件	4.587	0.47%	kg CO2 eq
-	软连接	4.146	0.42%	kg CO2 eq
-	主轴	3.527	0.36%	kg CO2 eq
-	导电夹	2.701	0.28%	kg CO2 eq
-	木箱	1.757	0.18%	kg CO2 eq
-	法兰铜套	1.032	0.11%	kg CO2 eq
-	分闸簧	0.882	0.09%	kg CO2 eq
-	超程弹簧	0.805	0.08%	kg CO2 eq
-	辅助开关	0.723	0.07%	kg CO2 eq
-	密封条	0.61	0.06%	kg CO2 eq
-	合分手柄	0.407	0.04%	kg CO2 eq
-	塑料袋	0.317	0.03%	kg CO2 eq
-	储能轴	0.208	0.02%	kg CO2 eq
-	储能手柄	0.205	0.02%	kg CO2 eq
-	滚子	0.076	0.01%	kg CO2 eq

-	缓冲垫	0.032	0.00%	kg CO2 eq
阶段	原辅料运输阶段	0.27	0.03%	kg CO2 eq
-	电压互感器运输	0.102	0.01%	kg CO2 eq
-	木箱运输	0.046	0.00%	kg CO2 eq
-	壳体运输	0.04	0.00%	kg CO2 eq
-	电流互感器运输	0.028	0.00%	kg CO2 eq
-	操作机构（弹操）运输	0.028	0.00%	kg CO2 eq
-	真空灭弧室运输	0.011	0.00%	kg CO2 eq
-	主轴运输	0.004	0.00%	kg CO2 eq
-	航空插件运输	0.004	0.00%	kg CO2 eq
-	绝缘件运输	0.002	0.00%	kg CO2 eq
-	铜棒运输	7.800E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	塑料袋运输	7.649E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	分闸簧运输	7.649E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	超程弹簧运输	6.839E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	下出线板运输	5.119E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	上出线板运输	4.944E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	合分手柄运输	4.745E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	软连接运输	3.515E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	密封条运输	3.060E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	法兰铜套运输	2.754E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	储能轴运输	2.429E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	储能手柄运输	2.398E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	导电夹运输	2.290E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	辅助开关运输	1.993E-4	0.00%	kg CO2 eq
-	滚子运输	6.609E-5	0.00%	kg CO2 eq
-	缓冲垫运输	2.754E-5	0.00%	kg CO2 eq
阶段	生产阶段	0.775	0.08%	kg CO2 eq
-	电	0.775	0.08%	kg CO2 eq

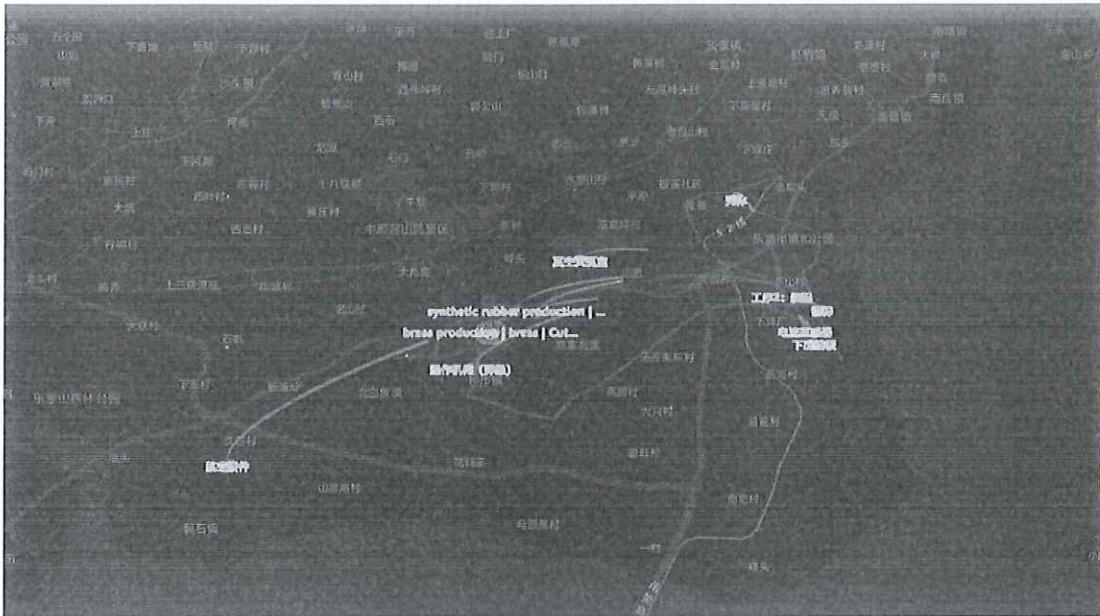


图5.2 产品碳足迹贡献—空间分布图

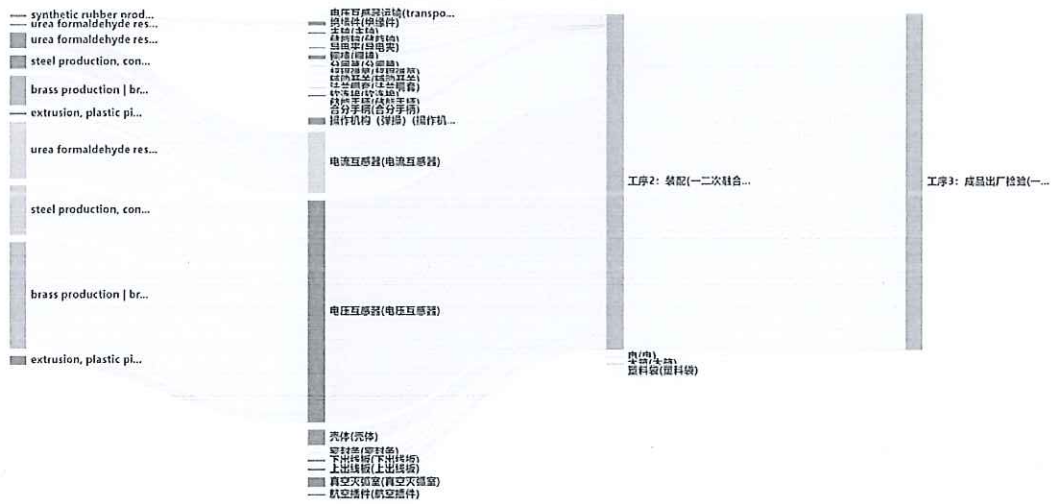


图 5.3 产品碳足迹贡献—桑基图

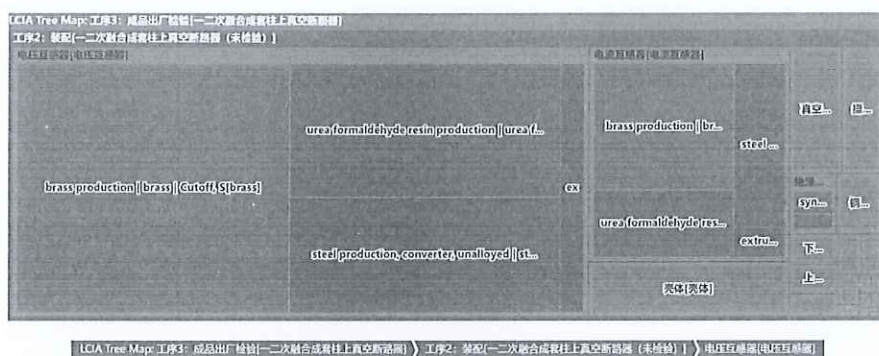


图 5.4 产品碳足迹贡献—矩形树图

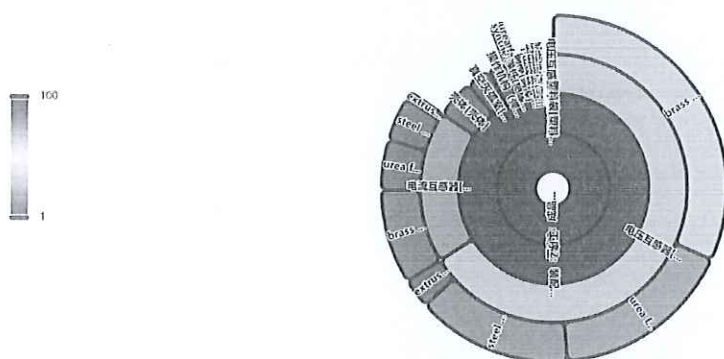


图 5.5 产品碳足迹贡献—旭日图

5.3 不确定性分析

不确定性的主要来源为活动水平数据存在测量误差和统计误差。

减少不确定性的方法主要有：

使用准确率较高的活动水平数据；

对每一阶段的数据跟踪监测，提高活动水平数据的准确性。

6 结论与建议

6.1 结论

一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 975.56kg CO₂ eq。

6.2 建议

根据一二次融合成套柱上真空断路器（ZW32-12/630-20）产品“摇篮到大门”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) 优化产品的设计、工艺。建议从原材料选取阶段优先选择对环境排放较少的原料，降低原材料生产产生的二氧化碳排放；
- 2) 加强供应商管理，促进产品供应链持续降碳；
- 3) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源电力等措施，减少生产过程中的能源消耗，减少生产阶段的产品碳足迹；
- 4) 加强原材料和产品运输管理，提升运输效率，使用新能源替换燃油车辆，减少运输阶段碳排放。