

评价报告编号：T40004

浙江康格电气有限公司
一二次融合成套环网箱
(KGW-12(H))
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19日

企业名称	浙江康格电气有限公司	地址	浙江省温岭市石塘镇 上马工业区朝阳北路8 号				
联系人	项晓永	联系方式	15026504768				
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浙江康格电气有限公司委托，对一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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="264 1576 1361 1724"> <thead> <tr> <th>一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）</th> <th>单位产品碳排放量 (kgCO₂eq)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>摇篮到大门</td> <td>12468.32</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>				一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)	摇篮到大门	12468.32
一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)						
摇篮到大门	12468.32						

编制	甘智勇	签名	甘智勇	日期	2024.09.19
组员	甘智勇 王静				
审核	王静	签名	王静	日期	2024.09.19
批准	甘智勇	签名	甘智勇	日期	2024.07.24

目录

摘要.....	1
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍.....	3
2 企业及产品介绍	5
2.1 企业介绍	5
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 原辅料获取阶段	14
4.2.2 原辅料运输阶段	16
4.2.3 生产阶段	19
4.3 排放因子数据	19
5 碳足迹计算.....	21
5.1 计算方法	21
5.2 计算结果	21

5.3 不确定性分析	32
6 结论与建议	33
6.1 结论	33
6.2 建议	33

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环网箱（KGW-12(H)）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 台一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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：一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）“摇篮到大门”的碳足迹值为 12468.32kg CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 12271.96 kg CO₂ eq（98.43%），原辅料运输阶段碳排放为 109.69 kg CO₂ eq（0.88%），生产阶段碳排放为 86.67 kg CO₂ eq（0.70%）。

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（CO₂eq）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) 《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

浙江康格电气有限公司创建于 2010 年，是一家专业以电能计量箱、柱上断路器、一二次融合成套柱上断路器、一二次融合成套环网箱、电缆分支箱为主，从产品研发、生产、销售、服务于一体的省级科技型企业。公司自创建以来始终坚持发扬“诚信、创新、品质”为企业宗旨，以“技术、服务”为立业之本。

所有产品已通过国家强制性 CCC 认证、ISO9001 质量管理体系认证、ISO14000 环境管理体系认证、OHSAS18000 职业安全健康认证，拥有电能表箱生产线 8 条，一二次融合成套柱上断路器智能生产线 3 条，一二次融合成套环网箱自动生产流水线 6 条，保障注塑工艺成型的大型注塑机（MA16000--MA250）等不同规格共计 30 台，数控三大件各 3 台，专业实验设备 55 台，实验室 2 个，保证为客户提供高质量、高性能的产品，不断学习国内外同类产品的优点，在产品开发上不断完善和创新。且公司获得了电能计量箱产品 30 项专利证书，柱上断路器专利证书 8 个，另有 12 项发明专利正在审核阶段。2017 年 4 月 8 日获得国家高新技术企业。



浙江省温州市乐清市乐清经济开发区纬八路 199 号

图 2.1 厂区平面图

2.2 厂区布局

工厂总部坐落于中国电器之都--浙江乐清，占地总面积 10032.69m²，建筑面积 18019.78 多 m²，低压生产基地坐落于温岭市石塘镇上马工业区朝阳北路 8 号，占地总面积 39837.83m²，建筑面积 38467.44 多 m²，公司总建筑面积为：56487.22 多 m²。

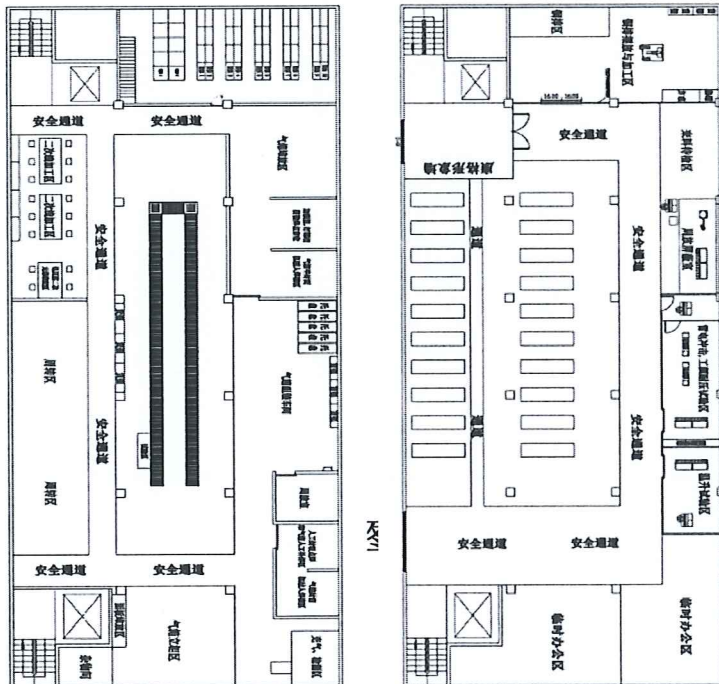


图 2.2 厂区平面图

2.3 产品工艺流程

产品生产工艺如图 2.3 所示，包括领料配料，焊接，套管装配，开关装配、机构装配等工艺流程。

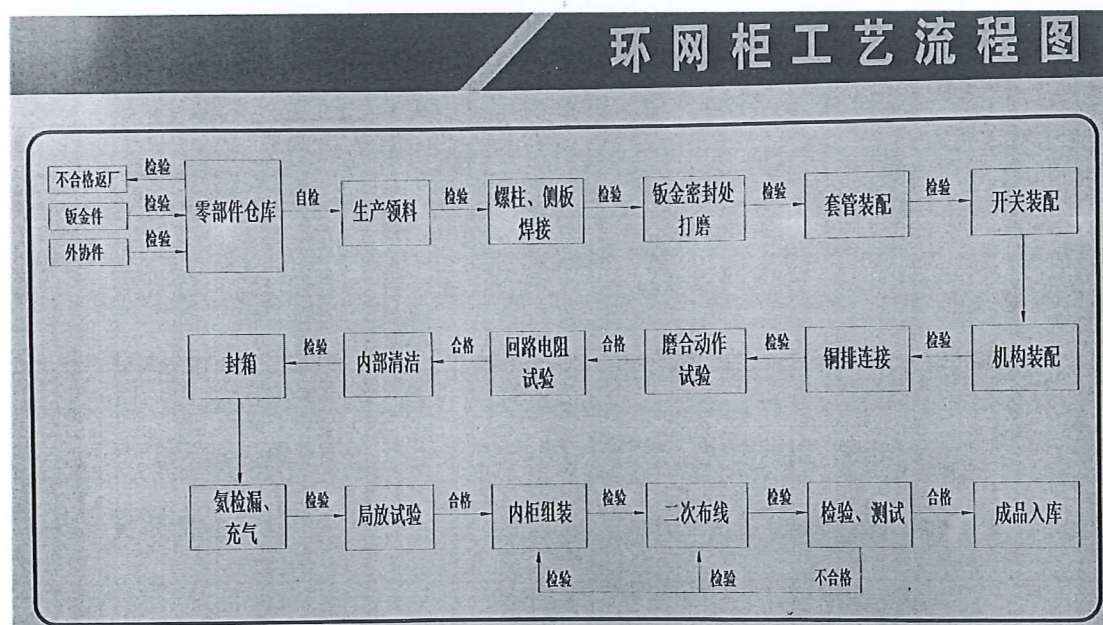


图 2.3 一二次融合成套环网箱 (KGW-12(H)) 工艺流程图

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环网箱(KGW-12(H))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,浙江康格电气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台一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）。

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。一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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	环保柜钣金、进线机构、下隔离断路器机构等原辅料的开采、生产、加工等过程	/
原辅料运输阶段	环保柜钣金、进线机构、下隔离断路器机构等原辅料从上游供应商运输至厂区过程	/
生产阶段	外购电力的使用	/

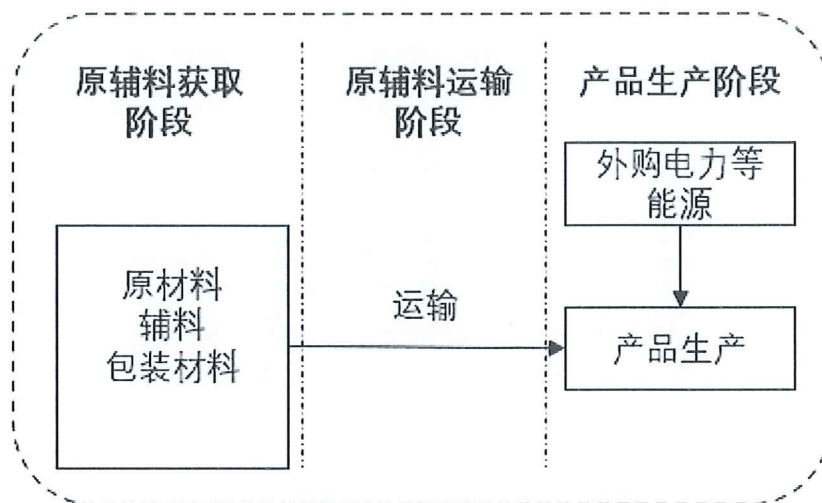


图 3.1 一二次融合成套环网箱产品碳足迹评价系统边界

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。

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（2011 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（CO₂eq）。

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 2024 年 6 月 6 日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，对一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日。数据代表了一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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 $\text{CO}_2\text{eq/kWh}$ 。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环网箱（KGW-12(H)）产品生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

4.2.1 原辅料获取阶段

原辅料获取的活动水平数据包括环保柜钣金，进线机构，下隔离断路器机构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。一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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
电线 1.5	1203	m	无氧铜 95% 聚氯乙烯 5%
电线 2.5	540	m	无氧铜 96% 聚氯乙烯 4%
UK 端子	350	Item(s)	聚乙烯 20% 黄铜 50% Q235 钢 30%
电流端子	78	Item(s)	聚乙烯 20% 黄铜 50% Q235 钢 30%
铜排（主排）	26	kg	无氧铜 100%
直流小型断路器	22	Item(s)	聚乙烯 20% 铜配件 30% 铁配件 20% 无氧铜 30%
进出线套管	21	Item(s)	无氧铜 30% 环氧树脂 70%
电流表指针式	18	Item(s)	PC 塑料 60% 铁配件 40%
铜排（主地排）1	16.5	kg	无氧铜 100%
铜排（主地排）2	15.3	kg	无氧铜 100%
旋钮	14	Item(s)	ABS 塑料 60%、铁配件 20%、电子

名称	功能单位耗材	单位	材质
			元器件 20%
柜内照明灯	14	Item(s)	聚乙烯 40%、有机玻璃 10%、磁铁 10%、铁配件 40%
侧扩展伞裙套管	12	Item(s)	无氧铜 30%、环氧树脂 70%
除湿器	10	Item(s)	PC 塑料 40%、线路板 20%、硅橡胶 10%、铁配件 30%
继电器 1	8	Item(s)	PC 塑料 30%、铜配件 35%、铁配件 35%
继电器 2	8	Item(s)	PC 塑料 30%、铜配件 35%、铁配件 35%
交流小型断路器 1	8	Item(s)	聚乙烯 20%、铜配件 30%、铁配件 30%、无氧铜 20%
带灯观察窗	7	Item(s)	聚乙烯 80% 玻璃 20%
三合一在线监测装置	7	Item(s)	冷轧板 10% PC 塑料 20% Q235 钢 20% 电子元器件 50%
带电显示器	7	Item(s)	冷轧板 10% PC 塑料 30% 铁配件 20% 电子元器件 40%
后接避雷器	7	Item(s)	无氧铜 30% 环氧树脂 40% 硅橡胶 30%
一体式电流互感器	6	Item(s)	硅钢片 30% 无氧铜 20% 环氧树脂 50%
零序互感器	6	Item(s)	硅钢片 30% 无氧铜 20% 环氧树脂 50%
下隔离断路器机构	6	Item(s)	Q235 钢 60% 45 号钢 30% 电子元器件 10%
三工位下隔离机构	6	Item(s)	Q235 钢 60% 45 号钢 30% 电子元器件 10%
环保柜 V 柜铜棒	6	Item(s)	无氧铜 100%
环保气体绝缘断路器开关	6	Item(s)	无氧铜 40% 绝缘板 30% 冷轧板 10% Q235 钢 20%
信号灯 2	6	Item(s)	ABS 塑料 80% 电子元器件 20%
按钮 1	6	Item(s)	ABS 塑料 60% 铁配件 20% 电子元器件 20%
信号灯 1	6	Item(s)	ABS 塑料 80% 电子元器件 20%
万能转换开关	6	Item(s)	PC 塑料 30% 无氧铜 35% 铁 35%
欧式前接头	6	Item(s)	无氧铜 30% 环氧树脂 40% 硅橡胶 30%
按钮 2	6	Item(s)	ABS 塑料 60% 铁配件 20% 电子器

名称	功能单位耗材	单位	材质
			件 20%
10KV 冷缩三芯准备件	6	Item(s)	硅橡胶 50% 硅脂 20% 无氧铜 30%
铜排（低压箱地排）	3.4	kg	无氧铜 100%
环保柜气压表（带继电器）	3	Item(s)	Q235 钢 60% 玻璃 10% 电子元器件 30%
电压表指针式	3	Item(s)	PC 塑料 60% 铁配件 40%
侧扩母联器	2	Item(s)	无氧铜 30% 环氧树脂 40% 硅橡胶 30%
交流小型断路器 2	2	Item(s)	聚乙烯 20% 铜配件 30% 铁配件 30% 无氧铜 20%
环保柜钣金	1	Item(s)	304 不锈钢 40% 覆铝锌板 60%
环保柜 PT 柜铜棒	1	Item(s)	无氧铜 100%
核相仪	1	Item(s)	聚乙烯 30% 电子元器件 70%
交流小型断路器 3	1	Item(s)	聚乙烯 20% 铜配件 40% 铁配件 20% 无氧铜 20%
三相五柱互感器	1	Item(s)	硅钢片 35% 无氧铜 25% 环氧树脂 40%
开闭所外箱	1	Item(s)	304 不锈钢 80% 槽钢 20%
DTU	1	Item(s)	环氧树脂 15% 断路器 15% 线路板 5% 电子元器件 5% 电线 35% 铝 5% 铁 20%
环保气体绝缘隔离开关	1	Item(s)	无氧铜 40% 绝缘板 30% 冷轧板 10% Q235 钢 20%
进线机构	1	Item(s)	Q235 钢 60% 45 号钢 30% 电子元器件 10%
PT 前插连接线	1	Item(s)	无氧铜 30% 环氧树脂 40% 硅橡胶 30%
缠绕膜	1	Item(s)	PE 聚乙烯 100%
标牌	1	Item(s)	不锈钢 100%

4.2.2 原辅料运输阶段

原辅料运输的活动水平数据包括环保柜钣金，进线机构，下隔

离断路器机构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环网箱（KGW-12(H)）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
电线 1.5	货车	2.182	乐清经济开发区纬十二路 261 号
电线 2.5	货车	2.182	乐清经济开发区纬十二路 261 号
UK 端子	货车	2001.201	成都高新区科园南一路 7 号
电流端子	货车	2001.201	成都高新区科园南一路 7 号
铜排（主排）	货车	515.281	江西省贵溪市铜产业循环经济基地
直流小型断路器	货车	53.001	浙江省温州市鹿城区仰义街道渔盛路 98 号 401 室
进出线套管	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
电流表指针式	货车	11.09	浙江省乐清市经济开发区(柳市人民工业园)
铜排（主地排） 1	货车	515.281	江西省贵溪市铜产业循环经济基地
铜排（主地排） 2	货车	515.281	江西省贵溪市铜产业循环经济基地
旋钮	货车	1.386	乐清市经济开发区纬八路 228 号
柜内照明灯	货车	8.848	浙江省乐清市翁垟街道（东方科技园）东方东路
侧扩展伞裙套管	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
除湿器	货车	992.123	长沙市雨花区正塘坡路 69 号
继电器 1	货车	11.09	浙江省乐清市经济开发区(柳市人民工业园)
继电器 2	货车	11.09	浙江省乐清市经济开发区(柳市人民工业园)
交流小型断路器 1	货车	53.001	浙江省温州市鹿城区仰义街道渔盛路 98 号 401 室
带灯观察窗	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
后接避雷器	货车	8.493	浙江省乐清市翁垟街道王宅村

名称	运输工具- 燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
三合一在线监测装置	货车	507.293	常州市钟楼区飞龙西路 59 号
带电显示器	货车	1234.167	广东省珠海市高新区金鸿七路 68 号
信号灯 1	货车	1.386	乐清市经济开发区纬八路 228 号
信号灯 2	货车	1.386	乐清市经济开发区纬八路 228 号
下隔离断路器机构	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
三工位下隔离机构	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
零序互感器	货车	1597.883	北京市昌平区百善镇狮子营村东 300 米
一体式电流互感器	货车	1597.883	北京市昌平区百善镇狮子营村东 300 米
环保柜 V 柜铜棒	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
环保气体绝缘断路器开关	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
10KV 冷缩三芯准备件	货车	8.493	浙江省乐清市翁垟街道王宅村
万能转换开关	货车	11.09	浙江省乐清市经济开发区(柳市人民工业园)
按钮 1	货车	1.386	乐清市经济开发区纬八路 228 号
按钮 2	货车	1.386	乐清市经济开发区纬八路 228 号
欧式前接头	货车	8.493	浙江省乐清市翁垟街道王宅村
铜排(低压箱地排)	货车	515.281	江西省贵溪市铜产业循环经济基地
环保柜气压表(带继电器)	货车	13.263	浙江省温州市乐清市柳市镇新光工业区新光大道 16 浩
电压表指针式	货车	11.09	浙江省乐清市经济开发区(柳市人民工业园)
交流小型断路器 2	货车	53.001	浙江省温州市鹿城区仰义街道渔盛路 98 号 401 室
侧扩母联器	货车	8.493	浙江省乐清市翁垟街道王宅村
开闭所外箱	货车	1.994	浙江省温州市乐清市乐清经济开发区纬十六路 180 号
交流小型断路器 3	货车	53.001	浙江省温州市鹿城区仰义街道渔盛路 98 号 401 室

名称	运输工具- 燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
核相仪	货车	8.848	浙江省乐清市翁垟街道（东方科技园）东方东路
DTU	货车	989.837	湘潭经开区白石路 28 号
PT 前插连接线	货车	8.493	浙江省乐清市翁垟街道王宅村
环保柜 PT 柜铜棒	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
环保柜钣金	货车	3.127	浙江省温州市乐清市乐清经济开发区纬十九路 77-2 号
标牌	货车	11.166	浙江省温州市乐清市柳市镇三宅村
缠绕膜	货车	13.359	浙江省温州市乐清市柳市镇龙泾村横泾东一路 60 号
三相五柱互感器	货车	1597.883	北京市昌平区百善镇狮子营村东 300 米
进线机构	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村
环保气体绝缘隔离开关	货车	10.413	浙江省乐清市柳市镇桥后村

4.2.3 生产阶段

产品生产阶段的活动水平数据包括电力等过程的活动水平数据。生产一二次融合成套环网箱 KGW-12(H)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
电力	8947.37 千瓦时

4.3 排放因子数据

生产一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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：

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

其中：

E_{CO_2e} 为产品全生命周期碳排放量，kgCO₂eq；

$A_{i,j}$ 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

在 GIS-LCA 平台上建立一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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。

表5.1产品“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	12271.95	98.43%	kg CO ₂ eq
-	304不锈钢-开闭所外箱	2011.842	16.14%	kg CO ₂ eq
-	304不锈钢-环保柜钣金	1163.974	9.34%	kg CO ₂ eq
-	覆铝锌板-环保柜钣金	962.185	7.72%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-环保气体绝缘断路器开关	846.33	6.79%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-下隔离断路器机构	601.307	4.82%	kg CO ₂ eq
-	线路板-DTU	539.306	4.33%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-三工位下隔离机构	464.814	3.73%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-DTU	461.125	3.70%	kg CO ₂ eq
-	槽钢-开闭所外箱	405.627	3.25%	kg CO ₂ eq
-	电线-DTU	358.787	2.88%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-三相五柱互感器	235.705	1.89%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-DTU	230.581	1.85%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-三相五柱互感器	196.479	1.58%	kg CO ₂ eq
-	绝缘板-环保气体绝缘断路器开关	196.00	1.57	kg CO ₂ eq
-	铜排（主排）	177.685	1.43%	kg CO ₂ eq
-	冷轧板+Q235钢-环保气体绝缘断路器开关	163.80	1.31%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-电缆1.5	156.206	1.25%	kg CO ₂ eq
-	钢-下隔离断路器机构	155.232	1.25%	kg CO ₂ eq
-	铝-DTU	146.01	1.17%	kg CO ₂ eq
-	铜-电缆2.5	141.711	1.14%	kg CO ₂ eq
-	环保柜V柜铜棒	127.113	1.02%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	环氧树脂-侧扩展伞裙套管	120.517	0.97%	kg CO ₂ eq
-	Q235钢+45号钢-三工位下隔离机构	119.995	0.96%	kg CO ₂ eq
-	铜排（主地排）1	112.762	0.90%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-三合一在线监测装置	107.596	0.86%	kg CO ₂ eq
-	铜排（主地排）2	104.561	0.84%	kg CO ₂ eq
-	黄铜-UK端子	100.351	0.80%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-后接避雷器	93.285	0.75%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-后接避雷器	93.257	0.75%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-进出线套管	90.388	0.72%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-欧式前接头	88.569	0.71%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-欧式前接头	88.543	0.71%	kg CO ₂ eq
-	线路板-除湿器	86.289	0.69%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-一体式电流互感器	76.86	0.62%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-进线机构	73.78	0.59%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-零序互感器	69.174	0.55%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-侧扩展伞裙套管	68.887	0.55%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-带电显示器	68.861	0.55%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-环保气体绝缘隔离开关	63.693	0.51%	kg CO ₂ eq
-	硅钢片-三相五柱互感器	56.683	0.45%	kg CO ₂ eq
-	冷轧钢-DTU	52.908	0.42%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-进出线套管	51.665	0.41%	kg CO ₂ eq
-	黄铜-电流端子	44.728	0.36%	kg CO ₂ eq
-	硅橡胶-后接避雷器	41.655	0.33%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	无氧铜-一体式电流互感器	41.004	0.33%	kg CO ₂ eq
-	硅橡胶-欧式前接头	39.549	0.32%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-零序互感器	36.904	0.30%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-旋钮	34.431	0.28%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-环保柜气压表 (带继电器)	33.201	0.27%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-10KV冷缩三芯准备件	23.372	0.19%	kg CO ₂ eq
-	铜排 (低压箱地排)	23.236	0.19%	kg CO ₂ eq
-	Q235钢-UK端子	22.961	0.18%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-PT前插连接线	20.707	0.17%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-PT前插连接线	20.701	0.17%	kg CO ₂ eq
-	Q235钢+45号钢-进线机构	19.047	0.15%	kg CO ₂ eq
-	环保柜PT柜铜棒	18.452	0.15%	kg CO ₂ eq
-	硅橡胶-10KV冷缩三芯准备件	17.394	0.14%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-UK端子	16.304	0.13%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-按钮1	14.756	0.12%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-按钮2	14.756	0.12%	kg CO ₂ eq
-	绝缘板-环保气体绝缘隔离开关	14.751	0.12%	kg CO ₂ eq
-	PC塑料-除湿器	13.607	0.11%	kg CO ₂ eq
-	硅钢片-一体式电流互感器	12.674	0.10%	kg CO ₂ eq
-	冷轧板+Q235钢-环保气体绝缘隔离开关	12.328	0.10%	kg CO ₂ eq
-	硅钢片-零序互感器	11.407	0.09%	kg CO ₂ eq
-	Q235-电流端子	10.234	0.08%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-带灯观察窗	9.864	0.08%	kg CO ₂ eq
-	硅橡胶-PT前插连接线	9.246	0.07%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	无氧铜-直流小型断路器	9.021	0.07%	kg CO ₂ eq
-	电子器元件-核相仪	8.608	0.07%	kg CO ₂ eq
-	ABS-旋钮	7.706	0.06%	kg CO ₂ eq
-	铜配件-直流小型断路器	7.569	0.06%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-信号灯1	7.378	0.06%	kg CO ₂ eq
-	电子元器件-信号灯2	7.378	0.06%	kg CO ₂ eq
-	硅脂-10KV冷缩三芯准备件	7.316	0.06%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-电流端子	7.267	0.06%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-侧扩母联器	6.561	0.05%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-侧扩母联器	6.559	0.05%	kg CO ₂ eq
-	PC塑料-电流表指针式	6.123	0.05%	kg CO ₂ eq
-	PC塑料-带电显示器	4.762	0.05%	kg CO ₂ eq
-	PC塑料-三合一在线监测装置	3.969	0.03%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-柜内照明灯	3.913	0.03%	kg CO ₂ eq
-	有机玻璃-柜内照明灯	3.661	0.03%	kg CO ₂ eq
-	磁铁-柜内照明灯	3.597	0.03%	kg CO ₂ eq
-	ABS-按钮1	3.303	0.03%	kg CO ₂ eq
-	ABS-按钮2	3.303	0.03%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-交流小型断路器1	3.28	0.03%	kg CO ₂ eq
-	聚氯乙烯-电缆1.5	3.046	0.02%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-除湿器	2.98	0.02%	kg CO ₂ eq
-	硅橡胶-侧扩母联器	2.93	0.02%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-万能转换开关	2.87	0.02%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-柜内照明箱	2.784	0.02%	kg CO ₂ eq
-	铜配件-交流小型断	2.752	0.02%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
	路器1			
-	ABS-信号灯2	2.202	0.02%	kg CO ₂ eq
-	ABS-信号灯1	2.202	0.02%	kg CO ₂ eq
-	聚氯乙烯-电缆2.5	2.188	0.02%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-直流小型断路器	2.05	0.02%	kg CO ₂ eq
-	PC-万能转换开关	2.041	0.02%	kg CO ₂ eq
-	Q 235钢-环保柜气压表 (带继电器)	1.905	0.01%	kg CO ₂ eq
-	硅橡胶-除湿器	1.831	0.01%	kg CO ₂ eq
-	玻璃-带灯观察窗	1.624	0.01%	kg CO ₂ eq
-	缠绕膜	1.549	0.01%	kg CO ₂ eq
-	Q235钢-三合一在线监测装置	1.531	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-直流小型断路器	1.458	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-电流表指针式	1.193	0.01%	kg CO ₂ eq
-	PC塑料-电压表指针式	1.021	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-带电显示器	0.928	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-旋钮	0.928	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铜配件-继电器2	0.803	0.01%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-交流小型断路器1	0.745	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铁-万能转换开关	0.696	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铜配件-交流小型断路器3	0.688	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铜配件-交流小型断路器2	0.688	0.01%	kg CO ₂ eq
-	PC-继电器2	0.68	0.01%	kg CO ₂ eq
-	标牌	0.656	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铜配件-继电器1	0.642	0.01%	kg CO ₂ eq
-	冷轧板-三合一在线	0.617	0.00%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
	监测装置			
-	无氧铜-交流小型断路器2	0.547	0.00%	kg CO ₂ eq
-	PC-继电器1	0.544	0.00%	kg CO ₂ eq
-	生铁-交流小型断路器1	0.53	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-电压表指针式	0.497	0.00%	kg CO ₂ eq
-	冷轧钢-带电显示器	0.494	0.00%	kg CO ₂ eq
-	无氧铜-交流小型断路器3	0.41	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-按钮1	0.398	0.00%	kg CO ₂ eq
-	生铁-按钮2	0.398	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-继电器2	0.232	0.00%	kg CO ₂ eq
-	玻璃-环保柜气压表(带继电器)	0.209	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-交流小型断路器2	0.199	0.00%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-交流小型断路器2	0.186	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-继电器1	0.186	0.00%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-交流小型断路器3	0.14	0.00%	kg CO ₂ eq
-	聚乙烯-核相仪	0.14	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铁配件-交流小型断路器3	0.099	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	原辅料运输阶段	109.695	0.88%	kg CO₂ eq
-	三相五柱互感器运输	34.703	0.26%	kg CO ₂ eq
-	DTU运输	28.04	0.21%	kg CO ₂ eq
-	UK端子运输	13.228	0.10%	kg CO ₂ eq
-	一体式电流互感器运输	9.053	0.07%	kg CO ₂ eq
-	零序互感器运输	8.148	0.06%	kg CO ₂ eq
-	电流端子运输	5.896	0.04%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	铜排（主排）运输	2.53	0.02%	kg CO ₂ eq
-	铜排（主地排）1运输	1.606	0.01%	kg CO ₂ eq
-	铜排（主地排）2运输	1.489	0.01%	kg CO ₂ eq
-	除湿器运输	1.124	0.01%	kg CO ₂ eq
-	带电显示器运输	0.653	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环保柜钣金运输	0.65	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环保气体绝缘断路器开关运输	0.609	0.00%	kg CO ₂ eq
-	开闭所外箱运输	0.433	0.00%	kg CO ₂ eq
-	三合一在线监测装置运输	0.335	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜排（低压箱地排）运输	0.331	0.00%	kg CO ₂ eq
-	下隔离断路器机构运输	0.192	0.00%	kg CO ₂ eq
-	三工位下隔离机构运输	0.149	0.00%	kg CO ₂ eq
-	后接避雷器运输	0.073	0.00%	kg CO ₂ eq
-	欧式前接头运输	0.069	0.00%	kg CO ₂ eq
-	侧扩展伞裙套管运输	0.066	0.00%	kg CO ₂ eq
-	进出线套管运输	0.05	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环保气体绝缘隔离开关运输	0.046	0.00%	kg CO ₂ eq
-	直流小型断路器运输	0.044	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环保柜V柜铜棒运输	0.037	0.00%	kg CO ₂ eq
-	进线机构运输	0.024	0.00%	kg CO ₂ eq
-	10KV冷缩三芯准备件运输	0.018	0.00%	kg CO ₂ eq
-	PT前插连接线运输	0.016	0.00%	kg CO ₂ eq
-	交流小型断路器1运输	0.016	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电线1.5运输	0.01	0.00%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	带灯观察窗运输	0.01	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电线2.5运输	0.009	0.00%	kg CO ₂ eq
-	柜内照明灯运输	0.007	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环保柜PT柜铜棒运输	0.005	0.00%	kg CO ₂ eq
-	侧扩母联器运输	0.005	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环保柜气压表（带继电器）运输	0.005	0.00%	kg CO ₂ eq
-	交流小型断路器2运输	0.004	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电流表指针式运输	0.004	0.00%	kg CO ₂ eq
-	交流小型断路器3运输	0.003	0.00%	kg CO ₂ eq
-	万能转换开关运输	0.003	0.00%	kg CO ₂ eq
-	缠绕膜运输	0.001	0.00%	kg CO ₂ eq
-	继电器2运输	8.377E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	旋钮运输	7.329E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	继电器1运输	6.702E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	标牌运输	6.326E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电压表指针式运输	6.283E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	核相仪运输	3.342E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	按钮1运输	3.141E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	按钮2运输	3.141E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	信号灯1运输	1.570E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
-	信号灯2运输	1.570E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	生产阶段	86.673	0.70%	kg CO₂ eq
-	电力	86.673	0.70%	kg CO ₂ eq

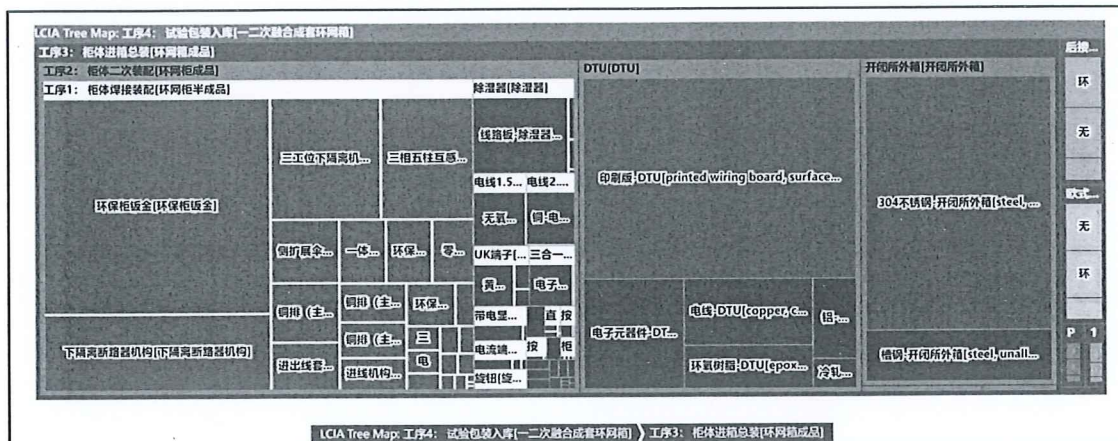


图 5.4 产品碳足迹贡献—矩形树图

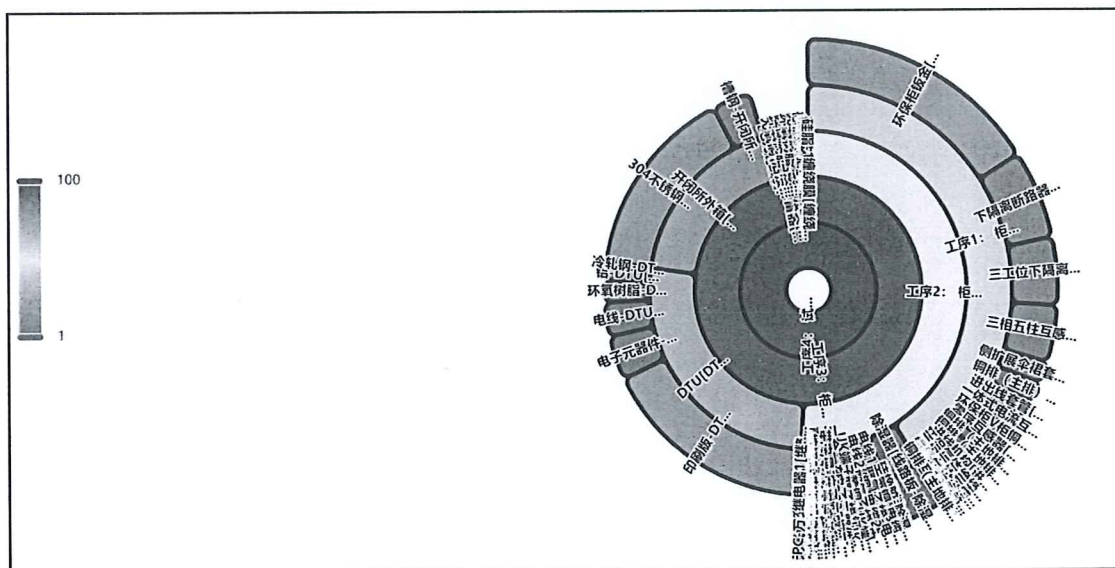


图 5.5 产品碳足迹贡献—旭日图

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

一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 12468.32kg CO₂ eq。

6.2 建议

根据一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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：

根据一二次融合成套环网箱（KGW-12(H)）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）以能源管理体系为抓手，诊断各部门、各工段、主要机电设备的能源消耗水平和运行情况，对标国家和地方的节能减碳要求，开展严格的节能减碳管理；

（2）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。

（3）降低原材料、产品在运输过程中的能源消耗，在满足生产需求的前提下，招投标时优先考虑近距离供货方，同时加强车辆运输中的管理，合理制定发货时间、频次和路线，尽量避免货载率低的无效运输，从而减少运输能耗，减少运输碳足迹。

(4) 进一步收集各生产车间工艺设备运行参数调节范围，对工艺参数调整情况进行分析比较，判断是否存在进一步优化的空间，重新制定更为科学合理节能的工艺设备参数调节范围。

(5) 应当综合考虑成本和节能效益，有计划的推动能源结构转型，通过售电公司购买绿电或购买可再生能源绿证，最终实现全部电力消耗的绿色零碳。