

评价报告编号：T40002

黄华集团有限公司
干式变压器
(SCB13-630KVA)
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14日

企业名称	黄华集团有限公司	地址	浙江省温州市乐清市柳市镇华山北路2、6、8号				
联系人	杨素丹	联系方式	13867770100				
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》。					
评价结论： 三信国际检测认证有限公司受黄华集团有限公司委托，对干式变压器（SCB13-630KVA）的产品碳足迹进行评价，确认结论如下： 1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖 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》； 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》的要求。 2.单位产品碳足迹结果 <table><tr><td>干式变压器（SCB13-630KVA）</td><td>单位产品碳排放量 (kgCO₂eq)</td></tr><tr><td>摇篮到大门</td><td>7082.42</td></tr></table> 3.评价过程中需要特别说明的问题描述 （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。 （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。				干式变压器（SCB13-630KVA）	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)	摇篮到大门	7082.42
干式变压器（SCB13-630KVA）	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)						
摇篮到大门	7082.42						

编制	甘智勇	签名		日期	2024.09.14
编制	王静	签名		日期	2024.09.14
组员	甘智勇 王静				
审核	王静	签名		日期	2024.09.14
批准	甘智勇	签名		日期	2024.09.14

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	9
3.1 评价目的	9
3.2 评价范围	10
3.2.1 功能单位	10
3.2.2 系统边界	10
3.2.3 分配原则	11
3.2.4 取舍准则	11
3.2.5 相关假设和限制	12
3.2.6 影响类型和评价方法	12
3.2.7 数据库	12
3.2.8 数据质量要求	13
4 数据收集	14
4.1 数据收集说明	14
4.2 活动水平数据	15
4.2.1 原辅料获取	15
4.2.2 原辅料运输	16
4.2.3 产品生产	18
4.3 排放因子数据	18
5 碳足迹计算	19
5.1 计算方法	19
5.2 计算结果	19

5.3 不确定性分析	24
6 结论与建议	25
6.1 结论	25
6.2 建议	25

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，计算得到干式变压器（SCB13-630KVA）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 台干式变压器（SCB13-630KVA）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：干式变压器（SCB13-630KVA）“摇篮到大门”的碳足迹值为 7082.42kg CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 6855.41 kg CO₂ eq（96.80%），原辅料运输阶段碳排放为 146.96 kg CO₂ eq（2.07%），生产阶段碳排放为 80.05 kg CO₂ eq（1.13%）。

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

黄华集团有限公司始创于 1980 年，是集研发、生产、销售为一体的专业化输配电产品国家高新技术企业，是原国家机电部、能源部两部联合定点生产高低压开关设备企业。研发主导产品有欧式箱变、美式箱变、华式风电和太阳能箱变，干式、油浸式节能电力变压器，高低压成套开关设备、高压真空断路器、高压负荷开关、低压智能断路器、无功补偿柜、物联网智能低压开关柜、工商业分布式储能和预制舱集中式储能设备、直流充电桩、交流充电桩、分布式太阳能光伏等系列产品和 EPC 总分包、智慧能源管理及合同能源管理。公司先后获得国家高、低压成套开关设备生产秩序和产品质量合格证书，国家“CCC”、“CQC”认证，ISO9001 质量管理体系认证，ISO14001 环境质量体系认证、ISO45001 职业健康安全体系认证，取得武器“装备承制”资质、武器装备“二级保密资格”、“国军标质量体系”等证书。

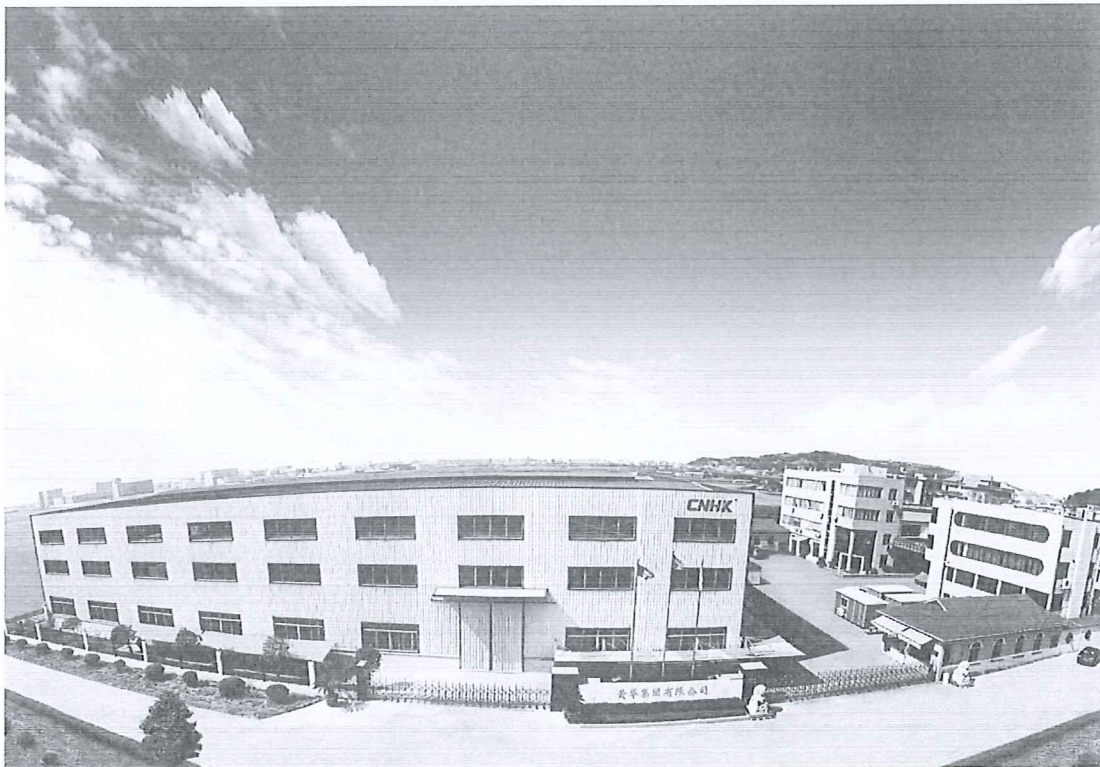


图 2.1 企业照片

2.2 厂区布局

厂区布局如图 2.2 所示，厂区有行政办公楼、原料区、元件车间、喷涂车间、总装车间、仓库等。

厂区平面图

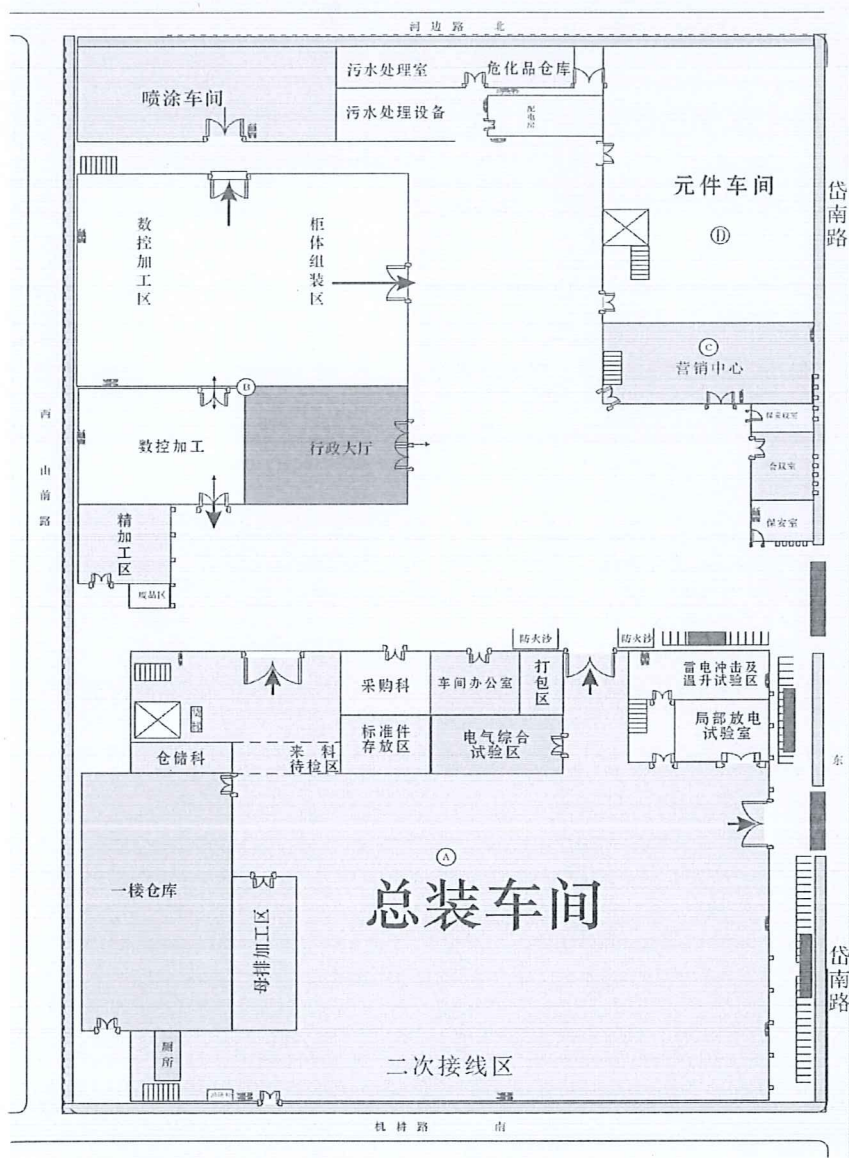


图 2.2 厂区布局图

2.3 产品工艺流程

产品生产工艺如图 2.3 所示，包括来料检验、高低压线圈制作、过程检验、变压器总装、成品出厂检验等工序。

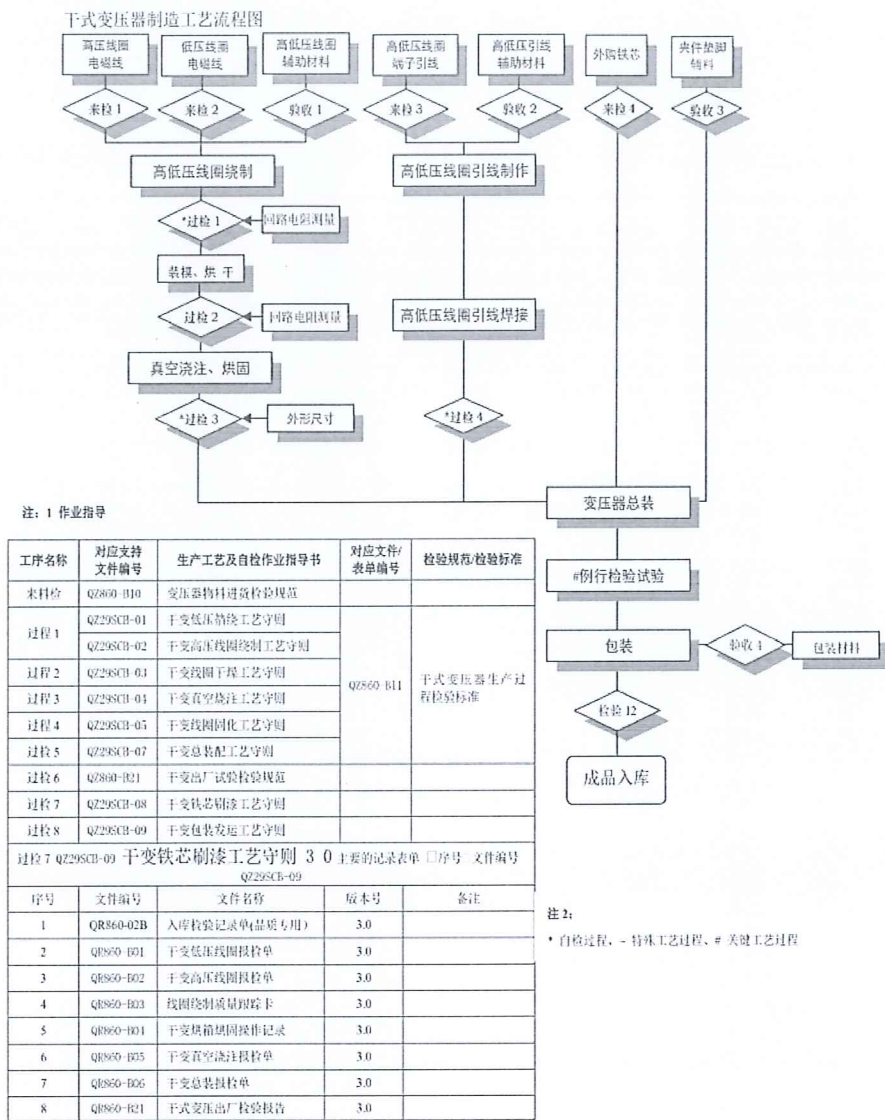


图 2.3 产品生产工艺流程图

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,科学地评估干式变压器(SCB13-630KVA)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,黄华集团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 台干式变压器（SCB13-630KVA）。

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。干式变压器（SCB13-630KVA）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	膜包铜线，F级DMD，网格布等	
原辅料运输阶段	膜包铜线，F级DMD，网格布等的运输	
生产阶段	电等	

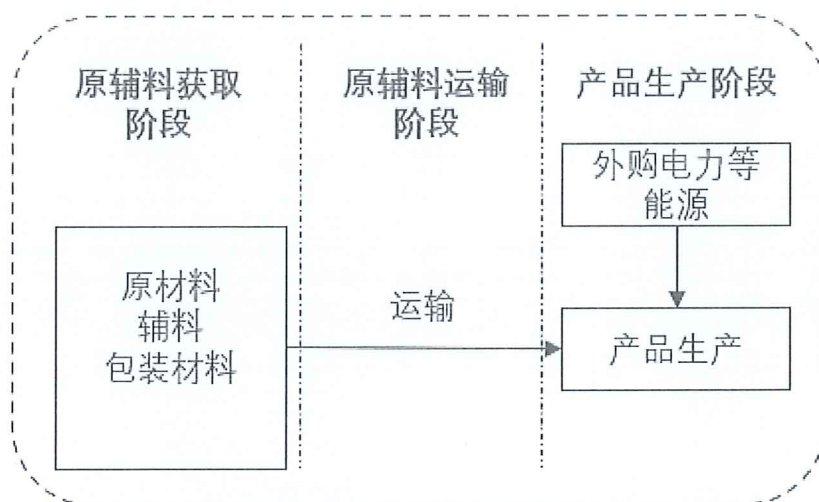


图 3.1 干式变压器产品碳足迹评价系统边界

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。

由于黄华集团有限公司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（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 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 5 月 28 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，对干式变压器（SCB13-630KVA）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。数据代表了干式变压器（SCB13-630KVA）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

生产干式变压器（SCB13-630KVA）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

原辅料获取的活动水平数据包括膜包铜线，F 级 DMD，网格布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。干式变压器（SCB13-630KVA）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
膜包铜线	214	kg	100%紫铜
铜箔	175	kg	100%T2 紫铜
热缩管	100	m	交联聚乙烯
树脂	100	kg	甲基四氢苯酐 32%聚苯二醇 8%二氧化硅 60%
工字条	45	Item(s)	树脂 12%不饱和改性聚酯 30%玻璃纤维纱 44%增强填料 10%固化剂 4%
铜排	40	kg	100%紫铜
软垫块	24	Item(s)	高强度不饱和 DMC 树脂
铜接线端子	24	Item(s)	100%黄铜
F 级预浸布	15	kg	膜和无纺布
下硬垫块	12	Item(s)	高强度不饱和 DMC 树脂
上硬垫块	12	Item(s)	高强度不饱和 DMC 树脂

名称	功能单位耗材	单位	材质
铜鼻子	12	Item(s)	紫铜
网格布 1	6	kg	硅钢片 89.3%夹件 9.8%绝缘件 0.9%
F 级 DMD	5	kg	100%T2 紫铜
风机	4	Item(s)	电机，不锈钢，铝型材，轴承
连接片	3	Item(s)	紫铜
绝缘筒	3	kg	硅胶
铜螺丝	12	Item(s)	紫铜
高压绝缘子	3	Item(s)	100%DMC
低压绝缘子	3	Item(s)	100%DMC
高压连接线	2	Item(s)	紫铜
网格布 2	2	kg	甲基四氢苯酐 32%聚苯二醇 8%二氧化硅 60%
缠绕膜	1	Item(s)	LLDPE
高压引出线	1	kg	铜
铁芯	1	Item(s)	硅钢片 89.3%夹件 9.8%绝缘件 0.9%
塑料袋	1	Item(s)	聚氯乙烯
温控器	1	Item(s)	线路板，芯片
铜焊条	1	kg	紫铜

4.2.2 原辅料运输

原辅料运输的活动水平数据包括膜包铜线，F 级 DMD，网格布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。生产干式变压器（SCB13-630KVA）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
膜包铜线	货车	15.094	温州市乐清市乐清经济开发区纬十路 227 号
铜箔	货车	191.329	永康市象珠镇工业功能分区清柳路 96
热缩管	货车	15.066	乐清市柳市镇仙垞村
树脂	货车	1015.607	湖北省潜江市经济开发区漳华北路 219 号
工字条	货车	352.835	浙江省嘉兴市秀洲区王店镇瑞银东路 158 号二号厂房二楼东边
铜排	货车	27.297	乐清市城东街道城东产业功能区永兴二 路 1 号（乐清市汇丰铜业有限公司内）
软垫块	货车	15.066	浙江省乐清市柳市镇后垞路 10 号
铜接线端 子	货车	4.597	乐清市柳市镇下渎村
F 级预浸 布	货车	478.653	江苏省宜兴市屺亭街道骏马路 5 号
下硬垫块	货车	15.066	浙江省乐清市柳市镇后垞路 10 号
上硬垫块	货车	15.066	浙江省乐清市柳市镇后垞路 10 号
铜鼻子	货车	9.374	柳市东风工业区腾飞路 11 号
网格布 1	货车	475.174	无锡市锡山区东港工业园 A 区
F 级 DMD	货车	191.329	永康市象珠镇工业功能分区清柳路 96
风机	货车	13.926	浙江省温州瓯江口产业集聚区昆鹏街道 灵德路 500 号
连接片	货车	4.597	乐清市柳市镇下渎村
绝缘筒	货车	8.578	浙江省温州市乐清市柳市镇沙湖工业区 （乐清市乐湖电器配套厂内）
高压绝缘 子	货车	12.916	乐清市柳市镇前州村
低压绝缘 子	货车	12.916	乐清市柳市镇前州村
高压连接 线	货车	7.207	乐清市柳市镇有色金属材料市场 700 号
网格布 2	货车	1015.624	湖北省潜江市经济开发区漳华北路 219 号
缠绕膜	货车	7.002	浙江省乐清市柳市镇柳青南路 2555 号五 洲电工电器城 D 区 4 幢 114 室
高压引出 线	货车	4.088	柳市镇七里港曹田前村

名称	运输工具- 燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
铁芯	货车	475.174	无锡市锡山区东港工业园 A 区
塑料袋	货车	6.77	浙江省温州市乐清市翁垟街道地盐村
温控器	货车	13.926	浙江省温州瓯江口产业集聚区昆鹏街道 灵德路 500 号
铜焊条	货车	6.175	浙江省温州市乐清市柳市镇凰屿村
铜螺丝	货车	6.674	柳市镇虎啸路 288 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。

生产干式变压器 SCB13-630KVA 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	统计周期单台用量
电	103.3 千瓦时

4.3 排放因子数据

生产干式变压器（SCB13-630KVA）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：

$$E_{CO2e} = \sum_{i,j} \sigma_{ij}^n A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j(1)$$

其中：

E_{CO2e} 为产品全生命周期碳排放量，kgCO₂eq；

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 平台上建立干式变压器（SCB13-630KVA）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。

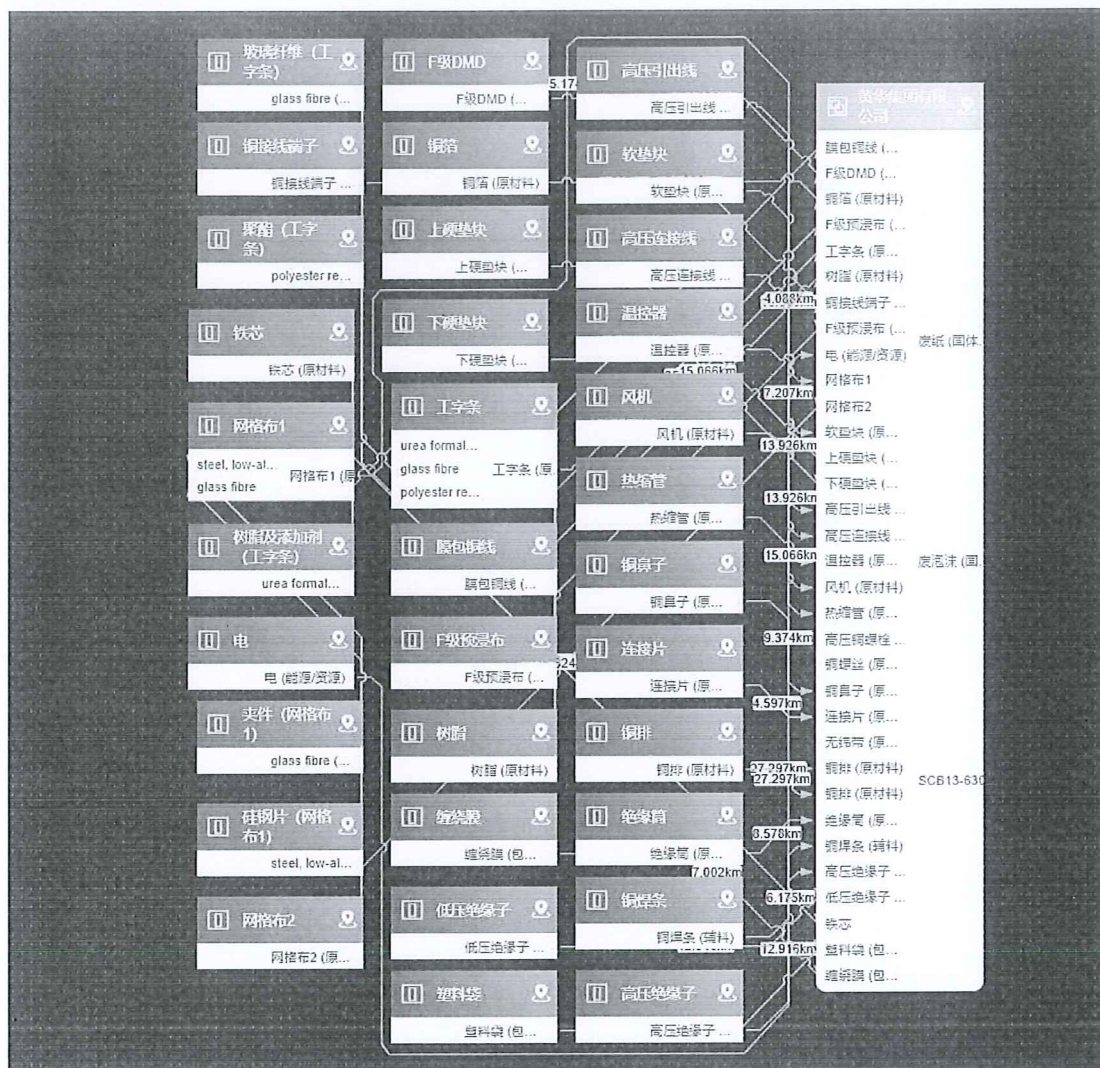


图 5.1 产品生命周期模型图

表5.1产品“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	6855.413	96.80%	kg CO ₂ eq
-	铁芯	1689.921	23.86%	kg CO ₂ eq
-	膜包铜线	1227.153	17.33%	kg CO ₂ eq
-	铜箔	1003.513	14.17%	kg CO ₂ eq
-	风机	859.799	12.14%	kg CO ₂ eq
-	上硬垫块	254.458	3.59%	kg CO ₂ eq
-	下硬垫块	254.458	3.59%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	铜排	229.374	3.24%	kg CO ₂ eq
-	树脂	205.711	2.91%	kg CO ₂ eq
-	聚酯（工字条）	184.205	2.61%	kg CO ₂ eq
-	铜螺丝	164.016	2.32%	kg CO ₂ eq
-	软垫块	152.675	2.22%	kg CO ₂ eq
-	铜接线端子	137.625	2.00%	kg CO ₂ eq
-	树脂及添加剂 （工字条）	125.957	1.83%	kg CO ₂ eq
-	玻璃纤维 （工字条）	105.598	1.49%	kg CO ₂ eq
-	热缩管	71.312	1.01%	kg CO ₂ eq
-	铜鼻子	68.812	0.97%	kg CO ₂ eq
-	F级DMD	32.241	0.47%	kg CO ₂ eq
	高压绝缘子	13.935	0.20%	kg CO ₂ eq
-	高压连接线	13.668	0.19%	kg CO ₂ eq
-	连接片	9.672	0.14%	kg CO ₂ eq
-	绝缘筒	9.627	0.14%	kg CO ₂ eq
-	硅钢片（网格布1）	7.545	0.11%	kg CO ₂ eq
-	低压绝缘子	6.967	0.10%	kg CO ₂ eq
-	高压引出线	6.834	0.10%	kg CO ₂ eq
-	铜焊条	5.734	0.08%	kg CO ₂ eq
-	网格布2	5.215	0.08%	kg CO ₂ eq
-	缠绕膜	5.032	0.07%	kg CO ₂ eq
-	夹件（网格布1）	1.674	0.02%	kg CO ₂ eq
-	F级预浸布	1.625	0.02%	kg CO ₂ eq
-	塑料袋	0.957	0.01%	kg CO ₂ eq
-	温控器	0.096	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	原辅料运输阶段	146.959	2.07%	kg CO ₂ eq
-	铁芯运输	107.685	1.53%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	树脂运输	19.18	0.28%	kg CO ₂ eq
-	工字条运输	8.996	0.13%	kg CO ₂ eq
-	铜箔运输	6.323	0.09%	kg CO ₂ eq
-	F级预浸布运输	1.175	0.02%	kg CO ₂ eq
-	膜包铜线运输	0.61	0.01%	kg CO ₂ eq
-	网格布1运输	0.538	0.01%	kg CO ₂ eq
-	网格布2运输	0.384	0.01%	kg CO ₂ eq
-	上硬垫块运输	0.341	0.00%	kg CO ₂ eq
-	下硬垫块运输	0.341	0.00%	kg CO ₂ eq
-	热缩管运输	0.285	0.00%	kg CO ₂ eq
-	风机运输	0.21	0.00%	kg CO ₂ eq
-	软垫块运输	0.205	0.00%	kg CO ₂ eq
-	F级预浸布运输	0.181	0.00%	kg CO ₂ eq
-	F级DMD运输	0.181	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜排运输	0.134	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜排运输	0.072	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜鼻子运输	0.021	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜接线端子运输	0.021	0.00%	kg CO ₂ eq
-	高压绝缘子运输	0.015	0.00%	kg CO ₂ eq
-	温控器运输	0.008	0.00%	kg CO ₂ eq
-	低压绝缘子运输	0.007	0.00%	kg CO ₂ eq
-	绝缘筒运输	0.005	0.00%	kg CO ₂ eq
-	高压连接线运输	0.003	0.00%	kg CO ₂ eq
-	缠绕膜运输	0.003	0.00%	kg CO ₂ eq
-	塑料袋运输	0.003	0.00%	kg CO ₂ eq
-	连接片运输	0.001	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜焊条运输	0.001	0.00%	kg CO ₂ eq
-	高压引出线运输	7.720E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	生产阶段	80.054	1.13%	kg CO ₂ eq

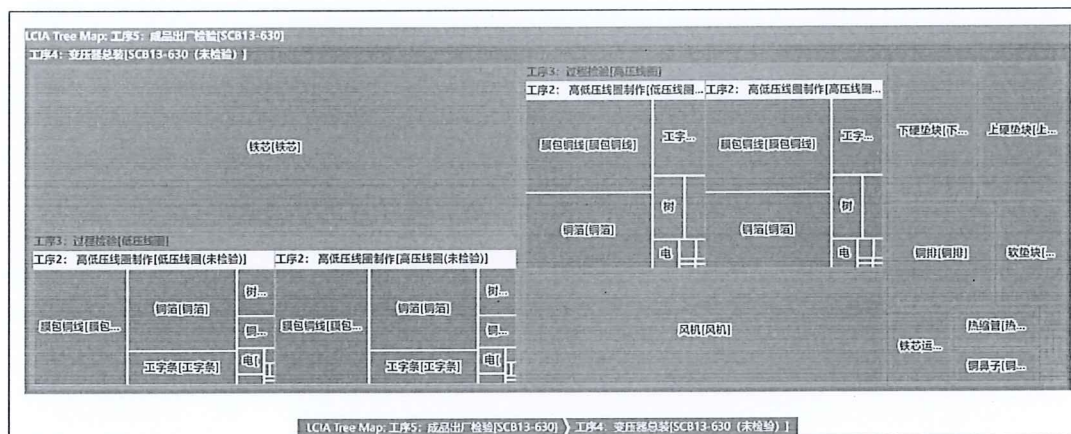


图 5.4 产品碳足迹贡献—矩形树图

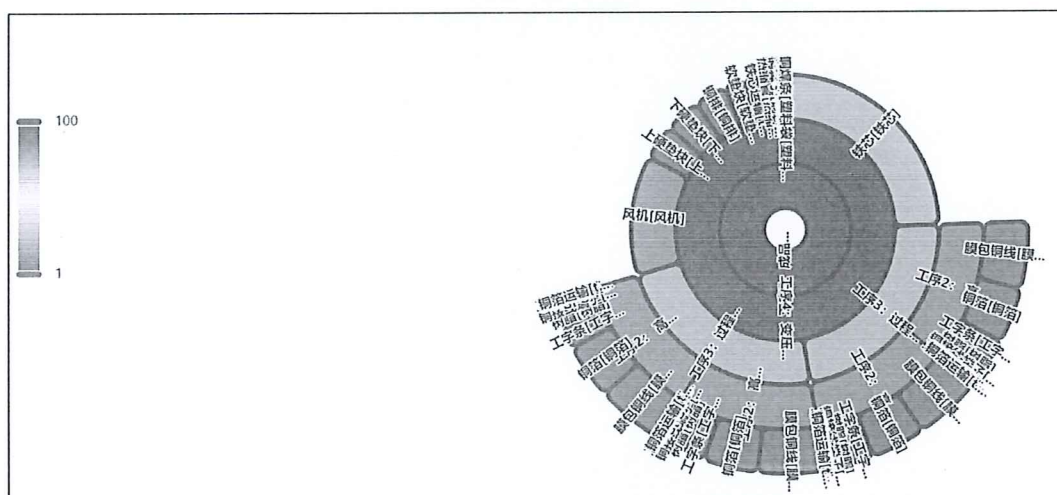


图 5.5 产品碳足迹贡献—旭日图

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

干式变压器（SCB13-630KVA）产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 7082.42kg CO₂ eq。

6.2 建议

根据干式变压器（SCB13-630KVA）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或者再生原材料替代，例如再生塑料。
- （2）强化供应商管理，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）优化采购方式，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。
- （5）加强能源管理水平，提高能源利用率，对主要产品或主要生产工序加装电能表，精确统计各产品或各生产工序的能源消耗情况。