

评价报告编号：T40006

维益宏基(浙江)电力股份有限公司
干式变压器
(SCB14-800/10)
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20日

编制	王静	签名		日期	2024.09.20
组员	甘智勇 王静				
审核	王静	签名		日期	2024.09.20
批准	甘智勇	签名		日期	2024.09.20

目录

摘要	5
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍	7
2 企业及产品介绍	9
2.1 企业介绍	9
2.2 厂区布局	10
2.3 产品工艺流程	11
3 目标与范围定义	12
3.1 评价目的	12
3.2 评价范围	13
3.2.1 功能单位	13
3.2.2 系统边界	13
3.2.3 分配原则	14
3.2.4 取舍准则	14
3.2.5 相关假设和限制	15
3.2.6 影响类型和评价方法	15
3.2.7 数据库	15
3.2.8 数据质量要求	15
4 数据收集	17
4.1 数据收集说明	17
4.2 活动水平数据	18
4.2.1 原辅料获取阶段	18
4.2.2 原辅料运输阶段	19
4.2.3 生产阶段	21
4.2.4 分销和仓储阶段	21
4.2.5 使用阶段	21
4.2.6 废弃处置阶段	22
4.3 排放因子数据	22

5 碳足迹计算	23
5.1 计算方法	23
5.2 计算结果	23
5.3 不确定性分析	29
6 结论与建议	30
6.1 结论	30
6.2 建议	30

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（SCB14-800/10）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（SCB14-800/10）产品。评价的系统边界定义为“摇篮到坟墓”，其中涵盖了原辅材料获取、原辅材料运输、产品生产阶段。评价得到：干式变压器（SCB14-800/10）“摇篮到坟墓”的碳足迹值为 8320.09kg CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 6571.06 kg CO₂ eq（78.98%），原辅料运输阶段碳排放为 299.29 kg CO₂ eq（3.60%），生产阶段碳排放为 29.37 kg CO₂ eq（0.35%），分销和仓储阶段碳排放为 82.92 kg CO₂ eq（1.00%），使用阶段碳排放为 1221.34 kg CO₂ eq（14.68%），废弃处置阶段碳排放为 116.11 kg CO₂ eq（1.40%）。

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

维益宏基(浙江)电力股份有限公司，于 2020 年 10 月 16 日在浙江省温州市海经区昆鹏街道灵展路 1005 号正式成立。作为维益宏基集团的核心子公司，维益宏基(浙江)电力股份有限公司专注于电力设备市场的精准细化，为客户提供精准而高效的服务。

业务布局分为电气设备制造、电气工程总包、综合能源服务三大板块。电气设备制造包括：环保型中压环网开关设备站所终端(一次二次融合)、箱式变电站全绝缘全密封金属封闭环网开关设备、户内交流高压金属铠装移开式开关设备、SF6 气体绝缘环网柜、SF6 气体绝缘环网箱(箱式开闭所)、环保气体绝缘环网柜、环保气体绝缘环网箱(箱式开闭所)、电力变压器、箱式变电站、新能源组合式变压器、低压开关柜、电容补偿柜、母线槽、低压断路器等电力相关产品，生产基地主要为温州市海经区、乐清经济开发区、温州金竹工业园与苏州高新区等地，占地共计 160 余亩。

在电气工程总包方面，拥有电力行业(新能源发电、送电工程、变电工程)乙级资质的维宏电力设计院进行精心设计，依托集团内强大的电力设备制造能力，以及电力工程和市政公用工程施工总承包贰级资质的泰声电力专业的施工团队，确保每一个项目都能高效、优质地完成。同时，集团在综合能源服务领域也取得了显著成就，包括分布式能源站的投资与建设、能源管理系统的开发与应用，以

及充电桩的全产业链服务等。

集团已通过了 ISO9001、ISO14001、ISO45001 等多项国际认证，并荣获“国家高新技术企业国家级重合同守信用 AAA”“清洁生产企业”“绿色低碳工厂”“浙江省科技型中小企业”“温州市两化融合示范企业”等荣誉称号，并连续多年被分别评为“乐清百强企业”、“乐清制造业经开区年度功勋企业”。

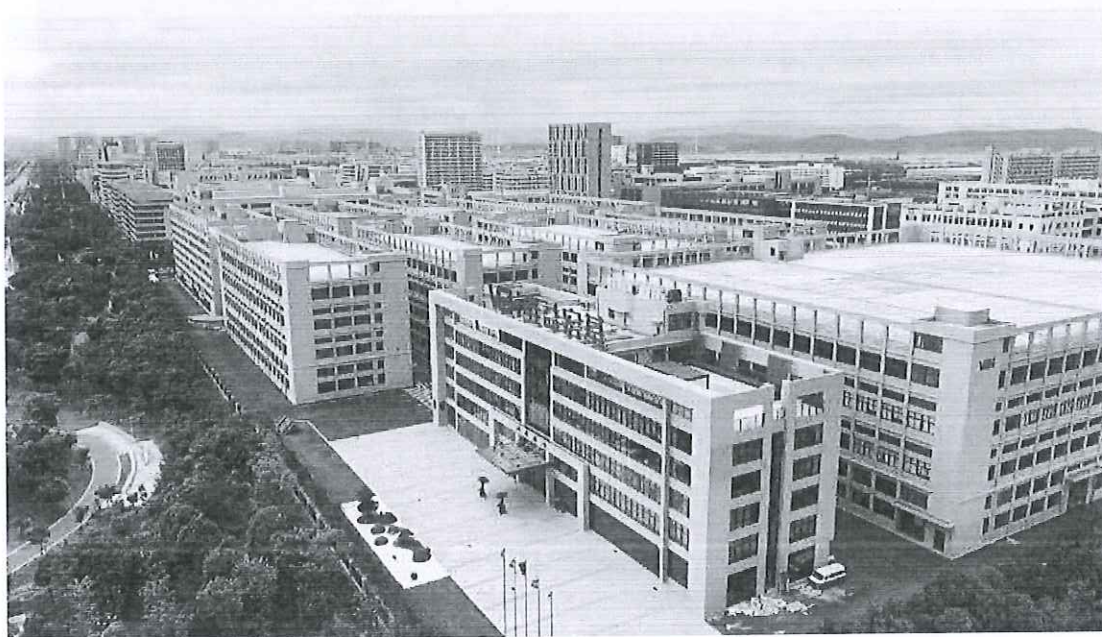


图 2.1 厂区平面图

2.2 厂区布局

公司共有八幢厂房，涉及到本次报告获取产品的为 2、4、5#楼。其中 2#楼主要生产成套产品，含钣金制作，高低压柜生产(VEJS-12 与 VEJS-12 在三楼)，4 楼为 BXS2 三相多表位金属计量箱生产场地；4、5#楼为变压器生产场地。

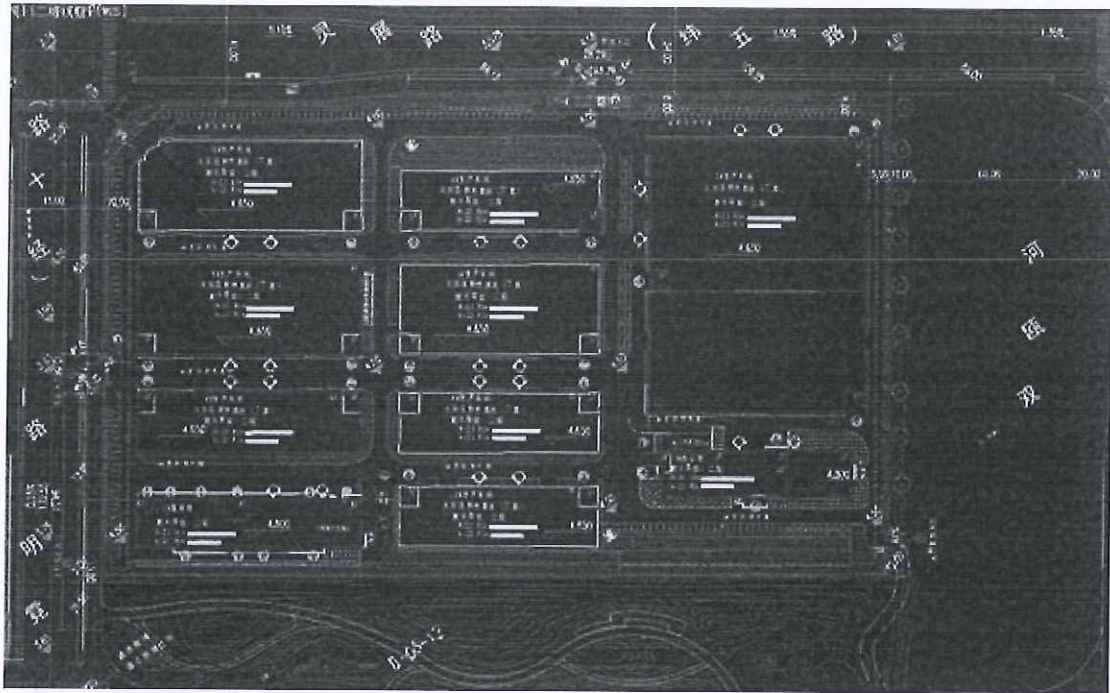


图 2.2 厂区平面图

2.3 产品工艺流程

产品生产工艺如图 2.3 所示，包括叠装铁芯、绝缘材料热压成型、钣金焊接、装配等。

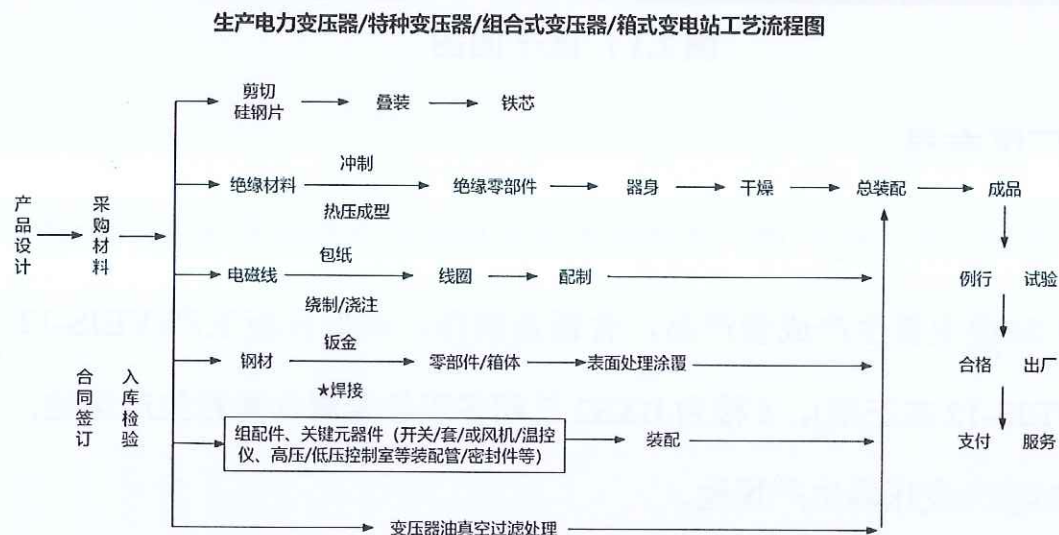


图 2.3 干式变压器（SCB14-800/10）工艺流程图

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(SCB14-800/10)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,维益宏基(浙江)电力股份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（SCB14-800/10）。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界“摇篮到坟墓”，涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段、分销和仓储阶段、使用阶段、废弃处置阶段等阶段。干式变压器（SCB14-800/10）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 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	硅钢片、不锈钢外壳、带点显示器等 原辅料的开采、生产、加工等过程	/
原辅料运输阶段	硅钢片、不锈钢外壳、带点显示器等 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	/
分销和仓储阶段	从厂区到下游客户的运输过程	
使用阶段	产品寿命周期内的电力消耗	/
废弃处置阶段	产品废弃处置过程的排放	/

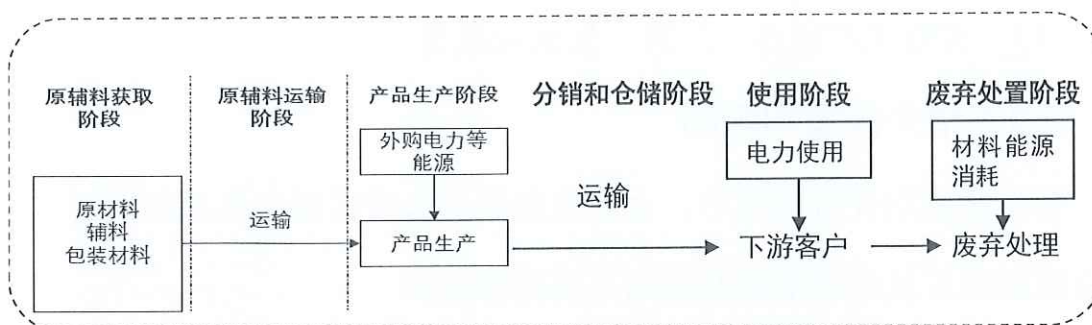


图 3.1 干式变压器产品碳足迹评价系统边界

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。

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 6 月 5 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，对于式变压器（SCB14-800/10）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 2024 年 2 月 20 日-2024 年 5 月 20 日。数据代表了干式变压器（SCB14-800/10）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（SCB14-800/10）产品全生命周期各阶段的具
体活动水平数据如下：

4.2.1 原辅料获取阶段

原辅料获取的活动水平数据包括铜线，预浸布 1，网格板 1 等原辅料的
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（SCB14-800/10）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
硅钢片	1295	kg	铁 97.5%、硅 2.8%、0.05%锰、0.01% 铝、红磷 0.035%、硫 0.008%
铜线	279	kg	99.9999 铜
铜箔	171	kg	99.9999 铜
夹件	116	kg	硅钢片 91%、钢板 Q23B8.60%、聚脂薄 膜 0.20%、环氧树脂漆 0.20%
树脂	80	kg	双酚 A 型环氧树脂 20%、聚乙二醇 7%、活性稀释剂 2%、酸酐固化剂 20%、硅微粉 50%、红色粉 1%
铜嘴	24	Item(s)	铜 57.36%、铅 2.793%、铝 0.115%、铁 0.538%、锌 38.31%、砷 0.012%、锡 0.489%、锰 0.053%、镍 0.267%、镉 0.0066%、其他杂质 0.0564%
树脂垫 块	16	kg	不饱和聚酯 21%、低轮廓收缩剂 6%、玻 纤纤维 0.2%、增稠剂 0.2%、引发剂 0.36%、颜料 1%、助剂 0.5%、脱模剂 1.2%
铜螺杆	12	Item(s)	61.5%铜、0.10%铁、0.03 铅%、余量锌

预浸布 2	8.69	kg	聚脂薄膜 55.55%、33.33%无纺布、11.11%环氧树脂
电缆 1	8	kg	聚氯乙烯 70%、铜 30%
打包带	7	m	塑料
预浸布 1	6.82	kg	55.55%聚脂薄膜、33.33%无纺布、11.11%环氧树脂
风机	6	kg	铝 60%、铜 15%、不锈钢 25%
环氧树脂漆	5.5	kg	环氧树脂 40%、聚乙二醇 2%、苯甲醇 18%、硅微粉 30%、多胺%
工字条	5.08	kg	树脂 12%、不饱和改性聚酯 30%、玻璃纤维纱 44%、增强填料 10%、色浆 1.5%、固化剂 bpo1.5%、催促剂 tbpb1%
复合板	4.5	kg	聚脂薄膜 100%
减振器	4	kg	热轧钢板 65%、丁晴橡胶 15%、弹簧 20%
电缆 2	4	kg	聚氯乙烯 70%、铜 30%
纸板	4	Item(s)	木材
网格板 1	3.5	kg	90.83%玻璃丝网格布、9.16%环氧树脂
传感器	3	kg	树脂 33.33%、固化剂 33%、33%硅粉
绝缘子	3	kg	不饱和聚酯 21%、低轮廓收缩剂 6%、玻纤纤维 0.2%、增稠剂 0.2%、引发剂 0.36%、颜料 1%、助剂 0.5%、脱模剂 1.2%
网格板 2	2	kg	83.33%玻璃丝网格布、16.66%环氧树脂
铜排	1	Item(s)	99.9999 铜
不锈钢外壳	1	Item(s)	不锈钢管 100%、不锈钢板 100%
带电显示器	1	kg	外壳 15%、线路板 8%、面膜 2%、电子元件 75%
塑料袋	1	Item(s)	塑料

4.2.2 原辅料运输阶段

原辅料运输的活动水平数据包括铜线，预浸布 1，网格板 1 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（SCB14-800/10）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
硅钢片	货车	867.089	武汉市青山区股份公司机关
铜线	货车	508.928	江西省鹰潭市贵溪市铜产业循环经济基地
铜箔	货车	377.92	浙江省湖州市德清县阜溪街道伟业路 15 号 2 幢 302 室
夹件	货车	484.6	锡山区东港镇港下工业园区 A 区
树脂	货车	639.279	江西省抚州市崇仁县工业园区
铜嘴	货车	22.268	浙江省乐清市城南街道上米岙村
树脂垫块	货车	22.268	浙江省乐清市柳市镇后垟路 10 号
铜螺杆	货车	22.268	浙江省乐清市城南街道上米岙村
预浸布 2	货车	23.894	浙江省乐清市经济开发区经七路 360 号
电缆 1	货车	22.162	乐清经济开发区纬十二路 261 号
打包带	货车	22.4	浙江省温州市乐清市乐清经济开发区纬十路 246
预浸布 1	货车	23.894	浙江省乐清市经济开发区经七路 360 号
风机	货车	606.709	海安县海安镇陈港村 7 组
环氧树脂漆	货车	639.279	江西省抚州市崇仁县工业园区
工字条	货车	362.261	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
复合板	货车	23.894	浙江省乐清市经济开发区经七路 360 号
减振器	货车	3.735	浙江省温州瓯江口产业集聚区昆鹏街道灵德路 500 号
电缆 2	货车	22.162	乐清经济开发区纬十二路 261 号
纸板	货车	4.352	温州市洞头区霓翔北路与灵昌西路交汇处附近西南
网格板 1	货车	23.894	浙江省乐清市经济开发区经七路 360 号
传感器	货车	22.338	浙江省乐清市经济开发区经六路 151 号
绝缘子	货车	22.268	浙江省乐清市柳市镇后垟路 10 号

名称	运输工具- 燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
网格板 2	货车	23.894	浙江省乐清市经济开发区经七路 360 号
铜排	货车	282.251	浙江省江北区慈城城西西路 1 号
不锈钢 外壳	货车	607.654	南通海安工业园区西园大道 28-8
带电显 示器	货车	360.867	江山市清湖镇新塘村许男自然村 18 号
塑料袋	货车	22.4	浙江省温州市乐清市乐清经济开发区纬 十路 246

4.2.3 生产阶段

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 SCB14-800/10 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	37.9 千瓦时

4.2.4 分销和仓储阶段

从企业调研得到统计周期内该产品的消费地点及数量，如表 4.4 所示。

表 4.4 产品销售情况

产品数量	单位	目的地
24	台	浙江省宁波大埠村滨海旅居小镇
2	台	浙江省温州市龙湾区浙江德朗凯法兰有限公司西 北 50 米(明珠路北)龙湾区明珠路
1	台	浙江省温州市乐清市中心大道 186 号
6	台	浙江省温州市平阳县师范路附近

4.2.5 使用阶段

本评价产品在使用过程中仅消耗电力，且不产生其他排放。根

据产品运行功率，计算得到使用 30 年的电力耗量，，如表 4.5 所示。

表 4.5 产品使用阶段能源消耗

类型	数量	单位
电力	1576	千瓦时

4.2.6 废弃处置阶段

由于废弃处置阶段的数据难以获取，本次采用 LCA 数据库废弃电气和电子设备的处理数据来计算产品废弃处置阶段产生的碳排放。

4.3 排放因子数据

生产干式变压器（SCB14-800/10）产品生命周期各阶段摇篮到坟墓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
原辅材料获取	Ecoinvent 3.9
原辅料运输阶段	Ecoinvent 3.9
生产阶段	Ecoinvent 3.9
分销和仓储阶段	Ecoinvent 3.9
使用阶段	Ecoinvent 3.9
废弃处置阶段	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（SCB14-800/10）产品生命周期模型，计算出生产 1 台产品从“摇篮到坟墓”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。

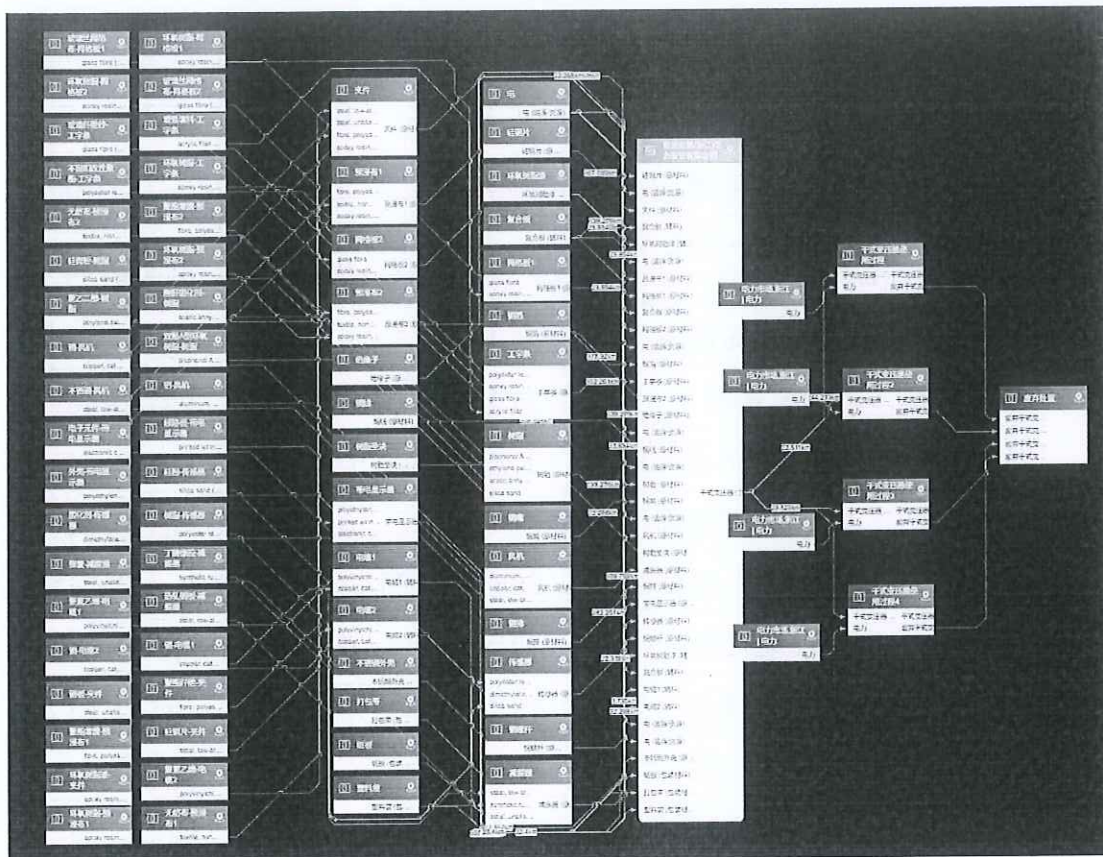


图 5.1 产品生命周期模型图

表 5.1 产品“摇篮到坟墓”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	6571.059	78.98%	kg CO ₂ eq
-	铜线	1906.697	22.92%	kg CO ₂ eq
-	硅钢片	1823.707	21.92%	kg CO ₂ eq
-	铜箔	1168.621	14.05%	kg CO ₂ eq
-	不锈钢外壳	437.357	5.26%	kg CO ₂ eq
-	铝-风机	210.255	2.53%	kg CO ₂ eq
-	铜排	205.021	2.46%	kg CO ₂ eq
-	硅钢片-夹件	148.657	1.79%	kg CO ₂ eq
-	热轧钢板-减振器	87.926	1.06%	kg CO ₂ eq
-	树脂垫块	83.968	1.01%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	双酚A型环氧树脂-树脂	74.436	0.89%	kg CO ₂ eq
-	酸酐固化剂-树脂	71.781	0.86%	kg CO ₂ eq
-	电子元件-带电显示器	32.279	0.39%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂漆	28.182	0.34%	kg CO ₂ eq
-	铜嘴	27.525	0.33%	kg CO ₂ eq
-	丁腈橡胶-减振器	27.465	0.33%	kg CO ₂ eq
-	弹簧-减振器	21.163	0.25%	kg CO ₂ eq
-	聚酯薄膜-预浸布2	20.696	0.25%	kg CO ₂ eq
-	复合板	19.293	0.23%	kg CO ₂ eq
-	铜-风机	18.452	0.22%	kg CO ₂ eq
-	钢板-夹件	17.594	0.21%	kg CO ₂ eq
-	线路板-带电显示器	17.064	0.21%	kg CO ₂ eq
-	聚酯薄膜-预浸布1	16.243	0.20%	kg CO ₂ eq
-	聚乙二醇-树脂	13.367	0.16%	kg CO ₂ eq
-	不锈钢-风机	9.841	0.12%	kg CO ₂ eq
-	无纺布-预浸布2	8.49	0.10%	kg CO ₂ eq
-	不饱和改性聚酯-工字条	7.998	0.10%	kg CO ₂ eq
-	树脂-传感器	7.874	0.09%	kg CO ₂ eq
-	铜螺杆	6.881	0.08%	kg CO ₂ eq
-	无纺布-预浸布1	6.663	0.08%	kg CO ₂ eq
-	固化剂-传感器	5.834	0.07%	kg CO ₂ eq
-	玻璃纤维纱-工字条	5.828	0.07%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-预浸布2	4.951	0.06%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-预浸布1	3.886	0.05%	kg CO ₂ eq
-	铜-电缆1	3.28	0.04%	kg CO ₂ eq
-	绝缘子	3.149	0.04%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-工字条	3.124	0.04%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	聚氯乙烯-电缆1	2.836	0.03%	kg CO ₂ eq
-	铜-电缆2	1.64	0.02%	kg CO ₂ eq
-	纸板	1.52	0.02%	kg CO ₂ eq
-	聚氯乙烯-电缆2	1.418	0.02%	kg CO ₂ eq
-	硅微粉-树脂	1.407	0.02%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂漆-夹件	1.189	0.01%	kg CO ₂ eq
-	玻璃丝网格布-网格板1	1.078	0.01%	kg CO ₂ eq
-	聚酯纤维-夹件	0.995	0.01%	kg CO ₂ eq
-	玻璃丝网格布-网格板2	0.891	0.01%	kg CO ₂ eq
-	打包带	0.881	0.01%	kg CO ₂ eq
-	塑料袋	0.503	0.01%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-网格板2	0.35	0.00%	kg CO ₂ eq
-	增强填料-工字条	0.294	0.00%	kg CO ₂ eq
-	外壳-带电显示器	0.245	0.00%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂-网格板1	0.214	0.00%	kg CO ₂ eq
-	硅粉-传感器	0.053	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	原辅料运输阶段	299.288	3.60%	kg CO ₂ eq
-	硅钢片运输	212.058	2.55%	kg CO ₂ eq
-	铜线运输	26.815	0.32%	kg CO ₂ eq
-	不锈钢外壳运输	22.951	0.28%	kg CO ₂ eq
-	铜箔运输	12.204	0.15%	kg CO ₂ eq
-	夹件运输	10.616	0.13%	kg CO ₂ eq
-	树脂运输	9.658	0.12%	kg CO ₂ eq
-	风机运输	2.062	0.02%	kg CO ₂ eq
-	铜排运输	1.599	0.02%	kg CO ₂ eq
-	环氧树脂漆运输	0.604	0.01%	kg CO ₂ eq
-	工字条运输	0.348	0.00%	kg CO ₂ eq
-	树脂垫块运输	0.067	0.00%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	环氧树脂漆运输	0.06	0.00%	kg CO ₂ eq
-	带电显示器运输	0.048	0.00%	kg CO ₂ eq
-	减振器运输	0.042	0.00%	kg CO ₂ eq
-	预浸布2运输	0.039	0.00%	kg CO ₂ eq
-	预浸布1运输	0.031	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜嘴运输	0.02	0.00%	kg CO ₂ eq
-	传感器运输	0.019	0.00%	kg CO ₂ eq
-	复合板运输	0.009	0.00%	kg CO ₂ eq
-	复合板运输	0.009	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电缆1运输	0.007	0.00%	kg CO ₂ eq
-	铜螺杆运输	0.005	0.00%	kg CO ₂ eq
-	电缆2运输	0.003	0.00%	kg CO ₂ eq
-	绝缘子运输	0.003	0.00%	kg CO ₂ eq
-	复合板运输	0.002	0.00%	kg CO ₂ eq
-	网格板1运输	0.002	0.00%	kg CO ₂ eq
-	网格板2运输	0.002	0.00%	kg CO ₂ eq
-	纸板运输	0.002	0.00%	kg CO ₂ eq
-	打包带运输	0.001	0.00%	kg CO ₂ eq
-	塑料袋运输	8.461E-4	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	生产阶段	29.371	0.35%	kg CO₂ eq
-	电	29.371	0.35%	kg CO ₂ eq
阶段	分销和仓储阶段	82.917	1.00%	kg CO₂ eq
-	干式变压器运输	77.155	0.93%	kg CO ₂ eq
-	干式变压器运输	4.865	0.06%	kg CO ₂ eq
-	干式变压器运输	0.593	0.01%	kg CO ₂ eq
-	干式变压器运输	0.304	0.00%	kg CO ₂ eq
阶段	使用阶段	1221.34	14.68%	kg CO₂ eq
-	电力市场,浙江 电力	888.28	10.68%	kg CO ₂ eq
-	电力市场,浙江 电力	222.04	2.67%	kg CO ₂ eq

类型	名称	数量	百分比	单位
-	电力市场,浙江 电力	74.013	0.89%	kg CO ₂ eq
-	电力市场,浙江 电力	37.007	0.44%	kg CO ₂ eq
阶段	废弃处置阶段	116.115	1.40%	kg CO ₂ eq
-	废弃处置	116.115	1.40%	kg CO ₂ eq

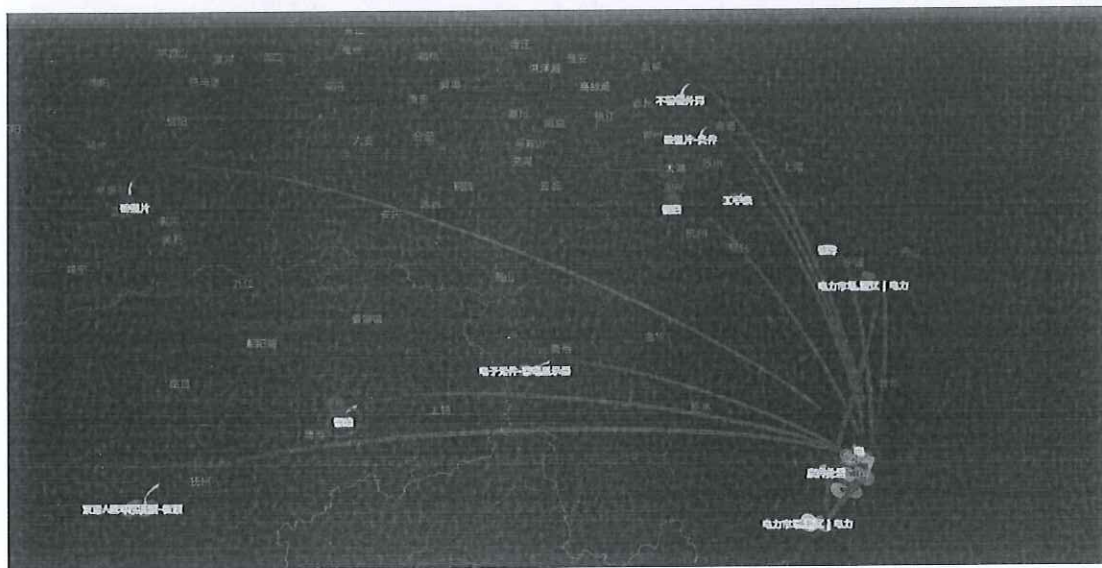


图 5.2 产品碳足迹贡献—空间分布图

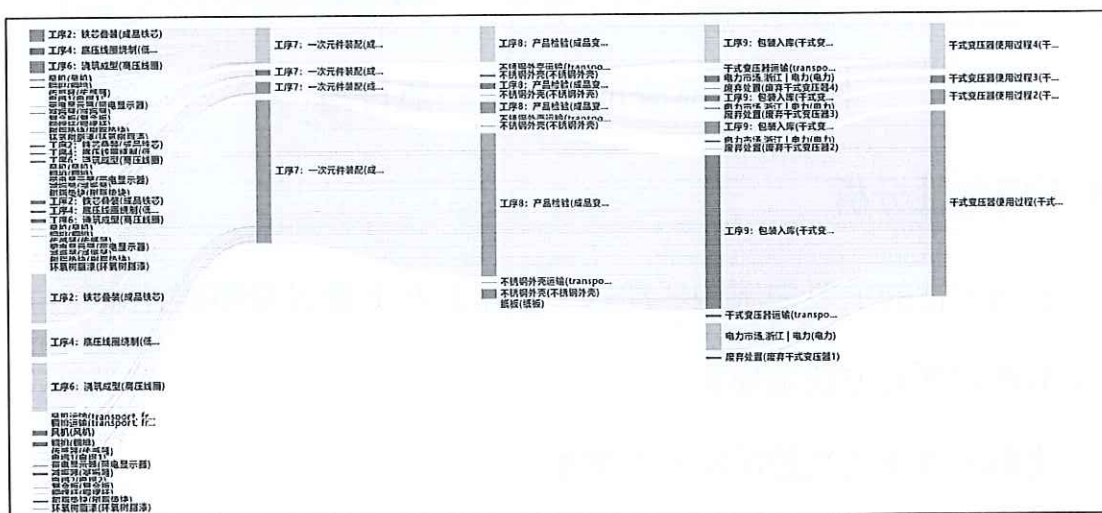


图 5.3 产品碳足迹贡献—桑基图

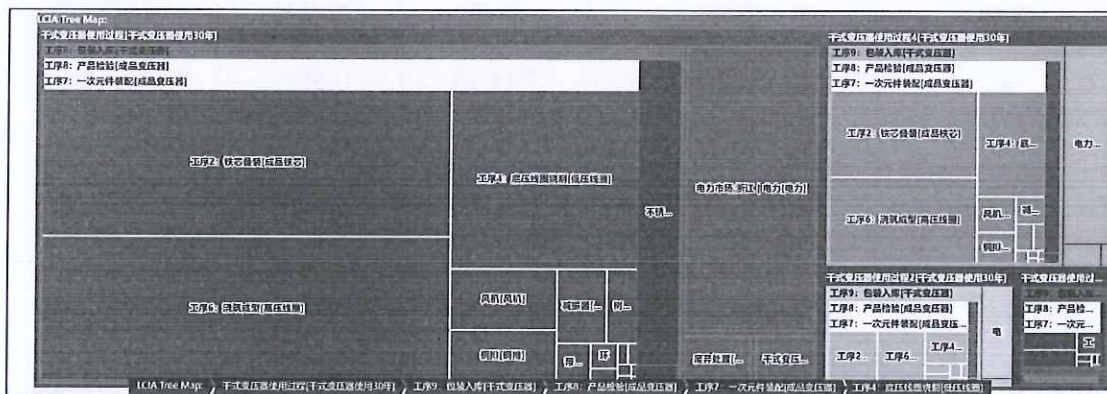


图 5.4 产品碳足迹贡献—矩形树图

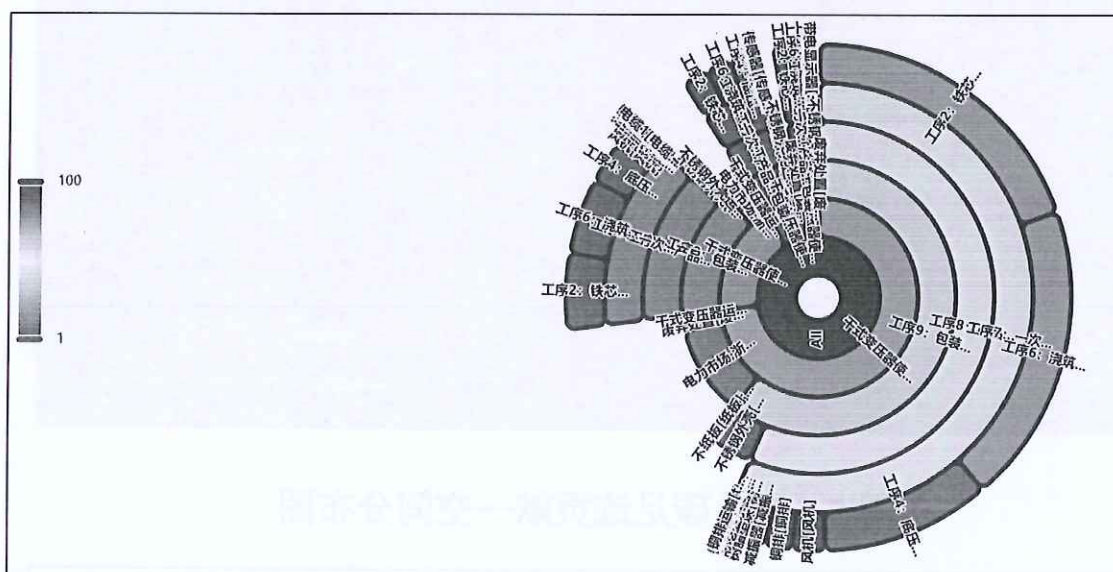


图 5.5 产品碳足迹贡献—旭日图

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

干式变压器（SCB14-800/10）产品“摇篮到坟墓”的碳足迹值为 8320.09kg CO₂ eq。

6.2 建议

根据干式变压器（SCB14-800/10）产品“摇篮到坟墓”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。

（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。