

正泰电气股份有限公司
高能效变压器
产品碳足迹核查报告
2022 年度

核查机构名称：上海添唯认证技术有限公司

核查报告签发日期：2023 年 4 月



产品碳足迹核查信息表

核查委托方	正泰电气股份有限公司	地址	上海市松江区思贤路3555号		
联系人	李灿	联系方式	15021239025		
产品生产者 (制造商)	正泰电气股份有限公司	地址	上海市松江区思贤路3555号		
产品名称		高能效变压器			
产品系列/规格/型号		SZ22-240000-220-NX1			
核算依据		ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》 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》 IPCC 2006《国家温室气体清单指南》			
生命周期阶段		原材料获取、生产制造、分销运输、安装调试、使用、废弃回收			
产品碳足迹功能单位		1台SZ22-240000-220-NX1高能效变压器			
碳足迹 (tCO ₂ -eq)		54800			
<p>核查结论:</p> <p>依据 ISO 14067: 2018 和 PAS 2050: 2011 要求对正泰电气股份有限公司在上海市松江区思贤路 3555 号生产的型号为 SZ22-240000-220-NX1 的高能效变压器执行产品生命周期温室气体排放量的核查, 核查结果确认符合相关标准要求。经核查, 1 台 SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器全生命周期阶段碳足迹排放为 54800t CO₂-eq, 其中使用阶段排放为 54200 t CO₂-eq(按使用寿命 30 年计算), 占比 98.91%。</p>					
核查组长	李岩峰	签名		日期	2023 年 4 月 10 日
技术复核人	贺文琦	签名		日期	2023 年 4 月 10 日
批准人	肖鹰	签名		日期	2023 年 4 月 10 日

目录

1.基本信息	1
1.1 公司基本资料	1
1.2 公司简介	1
1.3 主要产品及生产工艺	1
2.生命周期评价与产品碳足迹	3
2.1 生命周期评价与产品碳足迹介绍	3
2.2 目标和范围定义	4
2.2.1 产品信息	4
2.2.2 目的	4
2.2.3 功能单位与基准流	5
2.2.4 数据代表性	5
2.2.5 系统边界	5
2.2.6 数据取舍原则	6
2.2.7 环境影响类型	7
2.2.8 数据质量要求	7
2.2.9 软件与数据库	8
3.数据收集和建模计算	9
3.1 原辅料获取阶段	9
3.2 产品生产阶段	9
3.3 配送及零售阶段	10
3.4 污染物输出	10
3.5 建模计算分析	10
4.产品碳足迹结果与分析	12
5.生命周期解释	14
5.1 假设和局限性	14
5.2 数据质量评估	15
5.2.1 代表性	15
5.2.2 完整性	15
5.2.3 可靠性	15
5.2.4 一致性	15
6.结论	16

1. 基本信息

1.1 公司基本资料

企业名称	正泰电气股份有限公司		
企业地址	上海市松江区思贤路 3555 号		
统一社会信用代码	91310000630505898N	所属行业	电气机械和器材制造业
企业性质	股份有限公司	营业期限	2004 年 1 月 2 日至无固定期限
企业法定代表人	朱信敏	联系人	李灿
联系人电话	15021239025	电子邮件	li2017@chint.com

1.2 公司简介

正泰电气股份有限公司成立于 2004 年 1 月 2 日，注册地位于上海市松江区思贤路 3555 号，法定代表人为朱信敏。经营范围包括电气机械及器材、自动化设备的设计、制造、安装、销售、科研及维修，技术咨询服务、建筑业，承包与其实力、规模业绩相适应的国外工程项目。正泰电气股份有限公司对外投资 15 家公司，具有 2 处分支机构。

1.3 主要产品及生产工艺

公司生产高能效变压器型号主要为：

- (1) SZ-240000-220-NX1 (SZ22-240000-220-NX1)
- (2) SZ-50000/110-NX1 (SZ22-50000/110-NX1)
- (3) SZ-40000/110-NX1 (SZ22-40000/110-NX1)
- (4) SZ-31500/110-NX1 (SZ22-31500/110-NX1)
- (5) SZ-25000/110-NX1 (SZ22-25000/110-NX1) 等。

电力变压器工艺流程见下图：

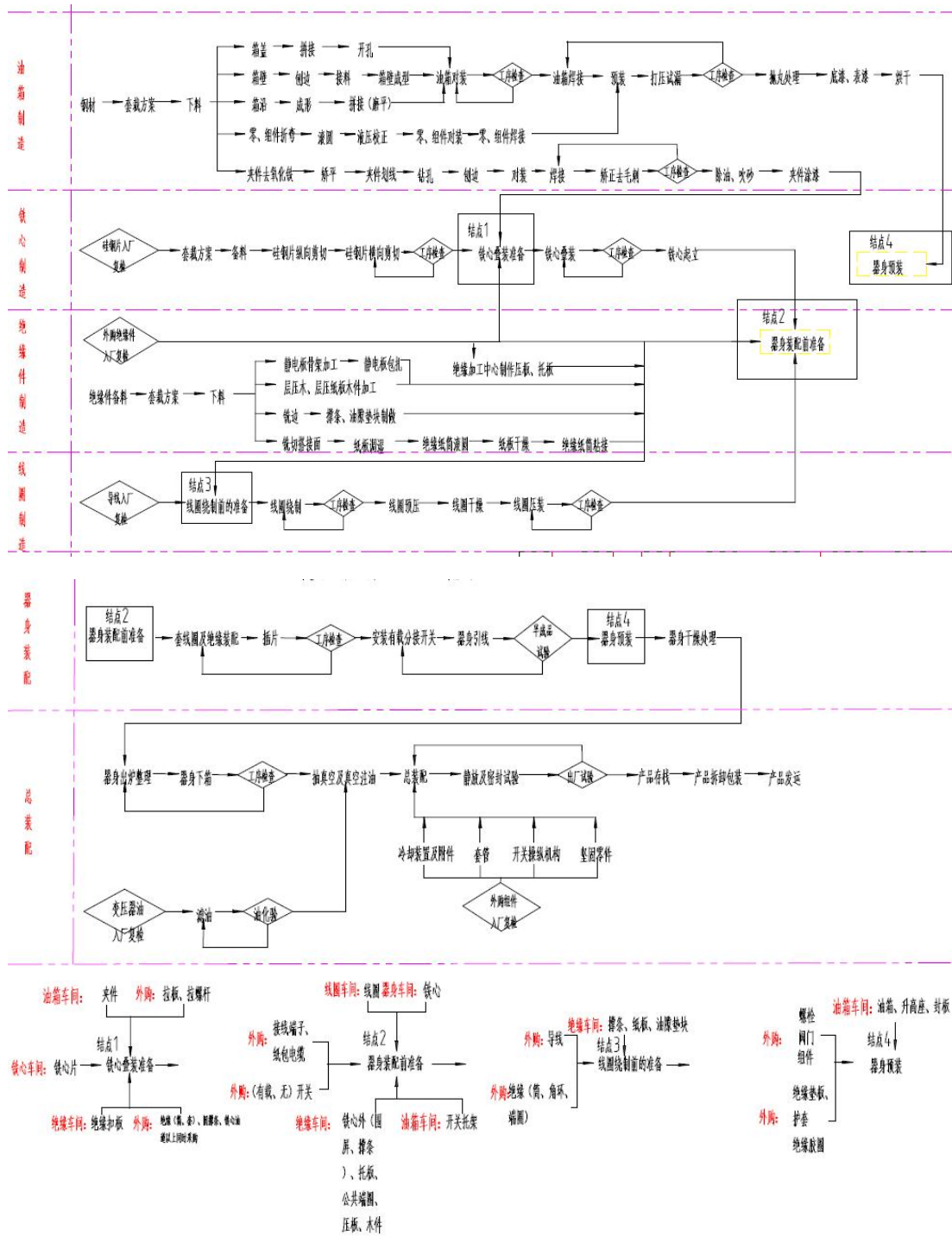


图 1.1 工艺流程图

该型号产品生产过程中的能源消耗主要为电力、天然气和柴油。2022 年企业生产 170 台 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器。

2.生命周期评价与产品碳足迹

2.1 生命周期评价与产品碳足迹介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛的为全世界使用。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）是指某个产品在其生命周期过程中所释放的直接和间接的温室气体总量，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终再生利用/处置等多个阶段的各种温室气体排放的累加。产品碳足迹已经成为一个行之有效的定量指标，用于衡量企业的绩效、管理水平和产品对气候变化的影响大小。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。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量（CO₂e）表示，单位为 kg CO₂e 或者 gCO₂e。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，目前这套因子被全球范围广泛适用。

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（Carbon Trust）、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/TS 14067：2013 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》，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。

生命周期评价方法（Life Cycle Assessment, LCA）是系统化、定量化评价

产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法，它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯，帮助生产者识别环境问题所产生的阶段，并进一步规避其在产品不同生命阶段和不同环境影响类型之间进行转移。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价，用于行业内企业的对标和改造、行业外部的交流，并为行业政策制定提供参考的依据。

2.2 目标和范围定义

2.2.1 产品信息

企业 2022 年生产 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器 170 台。主要原材料包括硅钢、绝缘油、钢板、无氧铜、纸板等，每台重量：231024kg。



图 2.1 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器

2.2.2 目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础，近年来已经成为人们研究和关注的热点，开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排，对于行业绿色发展和产业升级转型、应为出口潜在的贸易壁垒而言，都是很有价值和意义的。

本项目按照 ISO 14040:2006《环境管理生命周期评价原则与框架》、ISO14044:2006《环境管理生命周期评价要求与指南》、ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》的要求，建立 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器从原材料获取到产品废弃回收的生命周期模型，编写碳足迹核查报告，结果和相关分析可用于以下目的：

(1) 得到产品的生命周期碳足迹指标结果，用于 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器生产企业比较不同工艺下产品的碳排放情况，选择更为环境友好的工艺技术；

(2) 下游企业可根据 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器的生命周期碳足迹指标选择更为低碳的产品；

(3) 报告用于市场宣传，展示本企业产品在碳排放方面的优势，为行业企业绿色采购提供支撑。

本项目通过碳足迹指标的核查，为企业减少产品温室气体排放、实现节能减排提供数据支撑，同时也是一种促进绿色消费的重要手段，从而支持可持续的生产与消费。通过对产品碳足迹的核查，为企业评估和实施有针对性的改进提供基础数据。

2.2.3 功能单位与基准流

为方便系统中输入/输出的量化，本报告的功能单位定义为 1 台 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器。

2.2.4 数据代表性

时间、地理、技术代表性如下：

(1) 时间代表性：2022 年

(2) 地理代表性：中国上海市松江区思贤路 3555 号

(3) 技术代表性：工艺流程上，主要生产设备为绕线机、干燥炉、滤油机、氩弧焊机、切割机、折弯机等；主要原材料上，包括硅钢、钢板、绝缘油、铜等；主要能耗上，生产过程主要消耗电力、天然气和柴油；制造工艺见图 1.1。

2.2.5 系统边界

根据本项目核查目的，按照 ISO 14067-2018、PAS 2050:2011 标准的要求，

本次产品碳足迹评价的边界为正泰电气股份有限公司 2022 年全年生产 SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器的活动及非生产活动数据。根据 PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》绘制 SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到消费者（B2B）评价：包括原材料获取，生产制造、分销运输、安装调试、使用和废弃回收的排放。



图 2.2 LCA 系统边界

因此，确定本次评价边界为产品生命周期评价。产品碳足迹=原材料+生产+运输+能源消耗+废弃物处理

2.2.6 数据取舍原则

本报告采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

（1）原则上可忽略对碳足迹结果影响不大的能耗、原辅料、使用阶段耗材等下好。例如，小于产品重量 1% 的普通消耗可忽略，而含有稀贵金属（如金银铂钯等）或高纯物质（如纯度高于 99.99%）的物料小于产品重量 0.1% 时可忽略，但总共忽略的物料推荐按不超过产品重量的 5%；

（2）大多数情况下，路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；

（3）在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

（4）低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，忽略其上游生产数据。

本报告中的原辅料和能源等消耗数据都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理，忽略的物料占产品总重量的 0.68%。

2.2.7 环境影响类型

基于核查目标的定义，本报告只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品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。

本报告采用了 IPCC 第四次评估报告（2007 年）提出的方法来计算产品生产周期的 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）。例如，1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 25kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（CO₂e）为基础，甲烷的特征化因子就是 25kg CO₂e。

2.2.8 数据质量要求

数据质量评估的目的是判断碳足迹核查结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本报告数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完整性、可靠性、一致性。

（1）数据代表性：包括地理代表性、时间代表性、技术代表性三个方面。

a) 地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关；

b) 时间代表性：应优先选取与研究基准年接近的企业、文献和背景数据库数据；

c) 技术代表性：应描述生产技术的实际代表性。

（2）数据完整性：包括产品模型完整性和数据库完整性两个方面。

a) 模型完整性：依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料（对碳足迹指标影响超过 5% 的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要原辅料需在报告中解释说明。

b) 背景数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

(3) 可靠性：包括实景数据可靠性、背景数据可靠性、数据库可靠性。

a) 实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用企业实际生产记录数据。所有数据将被详细记录从相关的数据源和数据处理算法。采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。

b) 背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并应在报告中解释和说明。

c) 数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平。

(4) 一致性：所有实景数据（包括每个过程消耗与排放数据）应采用一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。若存在不一致的情况，应在报告中解释和说明。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在核查过程中首选选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本次在 2023 年 6 月进行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 IPCC 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 IPCC 数据库中数据。

2.2.9 软件与数据库

本项目采用 GaBi 软件及其提供的 CML2001 方法，建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果，核查过程中的数据库采用 GaBi 软件数据库，其包含最精确的现实数据，和其他商业数据库和地区数据库如中国生命基础数据库 CLCD、瑞士的 Ecoinvent 数据库、美国 USLCI、ELCD 及其他。该软件数据库基于最精确的工业、行业协会、公共机构和 PE Know How 信息，收录超过 4500 组数据组，涵盖了绝大多数工业、农业、汽车和交通、建材和建筑、化工和材料、消费品电子和 ICT 信息技术产品、能源和设施、食品和饮料、保健和生命科学、工业产品、金属和采矿、石油和天然气、零售业、服务业、纺织等，包含了主要

能源、基础原材料、化学品的开发、制造和运输过程。

数据库的数据是经严格审查，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 3 章对每个过程介绍时说明。

3.数据收集和建模计算

3.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段从上游厂家供货开始，到原材料到达生产设施时终止。原材料的运输过程也包含在内，还包括在运输过程中的能源资源使用。由于上游供应链调查的局限性，原材料均为外协零部件，其包装材料由企业统一按固废处理，无详细记录暂不纳入到本次评价，以下原材料数量均按毛重统计。本次核查原材料的能源资源使用排放数据将引用 GaBi 软件数据库的排放因子。

表 3-1 主要原料运输信息表

物料名称	毛重 (kg)	终点	运输距离 (km)	运输方式
硅钢片	94834	本厂	30	货车
磁屏蔽	3267.3	本厂	0	货车
绝缘油	49500	本厂	4200	货车
铁心紧固件	5820	本厂	0	货车
钢材 (油箱)	22850.7	本厂	130	货车
钢材 (辅助支架)	353.7	本厂	30	货车
钢材 (拆卸钢件)	15717	本厂	30	货车
网包自粘换位导线	10680	本厂	30	货车
纸包自粘换位导线	17458	本厂	30	货车
纸包组合导线	1473	本厂	30	货车
纸包扁导线	72	本厂	30	货车
引线电缆	800	本厂	0	货车
纸板 (自制)	5400	本厂	160	货车
绝缘成型件 (外	1237	本厂	160	货车

物料名称	毛重 (kg)	终点	运输距离 (km)	运输方式
购)				

3.2 产品生产制造阶段

产品生产阶段始于原辅料进入工厂，经过一系列生产过程，到成品生产线完成生产结束。生产阶段数据主要包括制造过程中的能源消耗、直接排放的温室气体和待处置的废弃物及其运输过程，详细清单见表 3-2。

表 3-2 产品生产过程数据清单

类型	清单名称	数量	单位	数据来源
能源消耗	电力	40538.04	kWh	工厂生产报表
能源消耗	天然气	7400	m ³	工厂生产报表
能源消耗	柴油	0.0288	t	工厂生产报表

3.3 分销运输阶段

分销运输阶段从产品成品包装完毕后装车出厂，由货车公路运输到各个分销商结束。详细清单见表 3-3。

表 3-3 产品配送及零售信息表

序号	产品名称	目的地	运输距离 (km)	运输方式
1	SZ22-240000-220-NX1	内蒙古包头市	1916	货车

3.4 安装调试阶段

安装调试阶段默认采用三天 72 小时的运行能耗数据进行该阶段碳足迹计算。

3.5 使用阶段

使用阶段采用公司提供的 30 年为 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器的使用寿命进行碳足迹计算，该型号变压器消耗的能源类型主要为电力。

3.6 废弃回收阶段

废弃回收阶段主要将已超出使用寿命等待报废的产品进行拆解，并将其中的可回收材料进行回收。

3.7 建模计算分析

由以上各阶段数据收集情况,1台 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器生产消耗的原辅料、能源消耗获取的上游生产过程的排放因子数据引用 GaBi 软件数据库,同时参考《IPCC2006 年碳排放数据》。在 GaBi 软件中建立该产品的全生命周期评价模型,详见图 3.1。



图 3.1 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器全生命周期评价模型

详细数据来源见表 3-4。

表 3-4 原料、能耗、排放背景数据库来源汇总表

类型	清单名称	所属过程	上游数据来源	数据集名称
原材料	硅钢	原材料获取	Ecoinvent	Steel sheet 1.5mm EG
原材料	钢板	原材料获取	Ecoinvent	Steel plate worldsteel
原材料	绝缘油	原材料获取	Ecoinvent	Crude coconut oil
原材料	铜	原材料获取	Ecoinvent	Copper wire mix
原材料	纸板	原材料获取	CLCD	Kraft paper
运输	硅钢	原材料获取	Ecoinvent	Truck, Euro 1, Load 24.7t (GLO)
运输	钢板	原材料获取	Ecoinvent	Truck, Euro 1, Load 24.7t (GLO)
运输	绝缘油	原材料获取	Ecoinvent	Truck, Euro 1, Load 24.7t (GLO)
运输	铜	原材料获取	Ecoinvent	Truck, Euro 1, Load 24.7t (GLO)
运输	纸板	原材料获取	Ecoinvent	Truck, Euro 1,

类型	清单名称	所属过程	上游数据来源	数据集名称
				Load 24.7t (GLO)
能源消耗	生产电耗	生产制造	上海市生态环境局文件	上海市电力排放因子
能源消耗	生产天然气消耗	生产制造	CLCD	Natural gas mix (CN)
能源消耗	生产柴油消耗	生产制造	CLCD	Diesel mix (CN)
运输	产品运输	分销运输	Ecoinvent	Truck, Euro 6, Load 32t (GLO)
使用电耗	安装调试电耗	安装调试	上海市生态环境局文件	上海市电力排放因子
使用电耗	使用电耗	使用	上海市生态环境局文件	上海市电力排放因子
报废和回收电耗	废弃回收电耗	废弃回收	上海市生态环境局文件	上海市电力排放因子

4. 产品碳足迹结果与分析

根据企业提供生产流程图、产品原辅材料清单、收集的生产过程的能源消耗数据、安装和使用过程中的电耗数据和部分原料的文献调研数据，在 GaBi 软件中建立了 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器的生命周期模型。

1 台 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器的碳足迹结果为 54800t CO₂-eq，即产生 54800t 二氧化碳当量的排放。表 4-1 中列出了各个部分对产品碳足迹贡献结果。

表 4-1 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器的生命周期碳足迹贡献结果

名称	GWP (t CO ₂ -eq)
原材料获取环节	522
生产制造环节	40.6
分销运输环节	27.9
安装调试环节	3.76
使用环节	54200
废弃回收环节	0.941
合计	54800

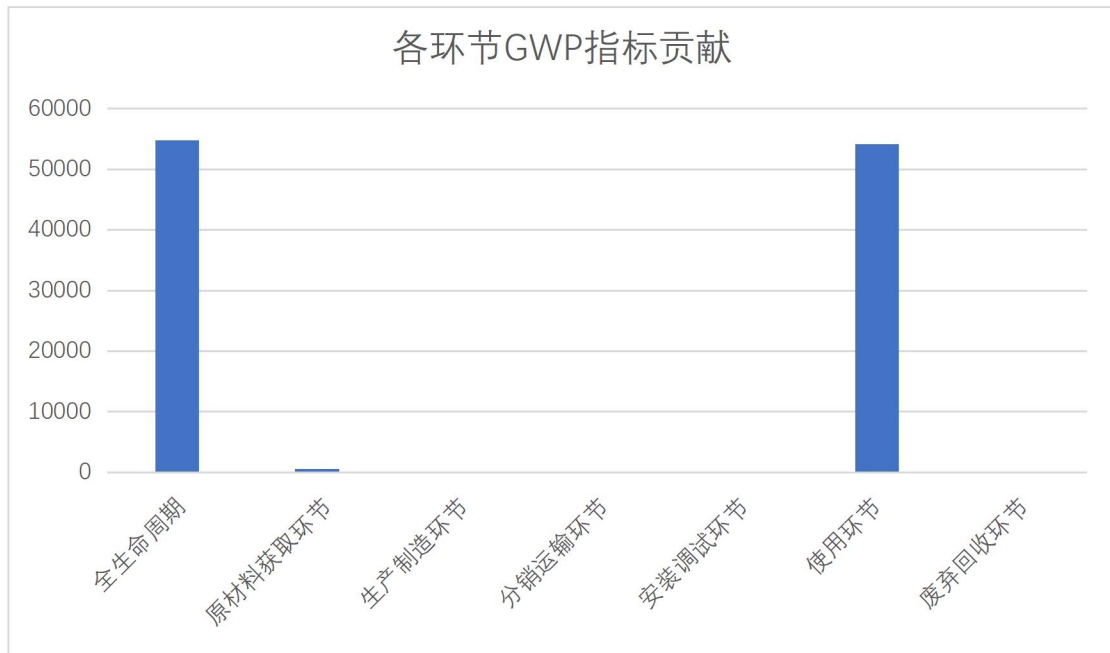


图 4.1 1 台 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器各环节的 GWP 指标贡献
各过程排放对产品生命周期碳排放占比贡献见表 4-2。

表 4-2 1 台 SZ22-240000-220-NX1 高效变压器各环节碳足迹贡献占比

所属过程	GWP (t CO ₂ -eq)	贡献占比
全生命周期	54800	100%
原材料获取	522	0.95%
生产制造	40.6	0.07%
分销运输	27.9	0.05%
安装调试	3.76	<0.01%
使用	54200	98.91%
废弃回收	0.941	<0.01%

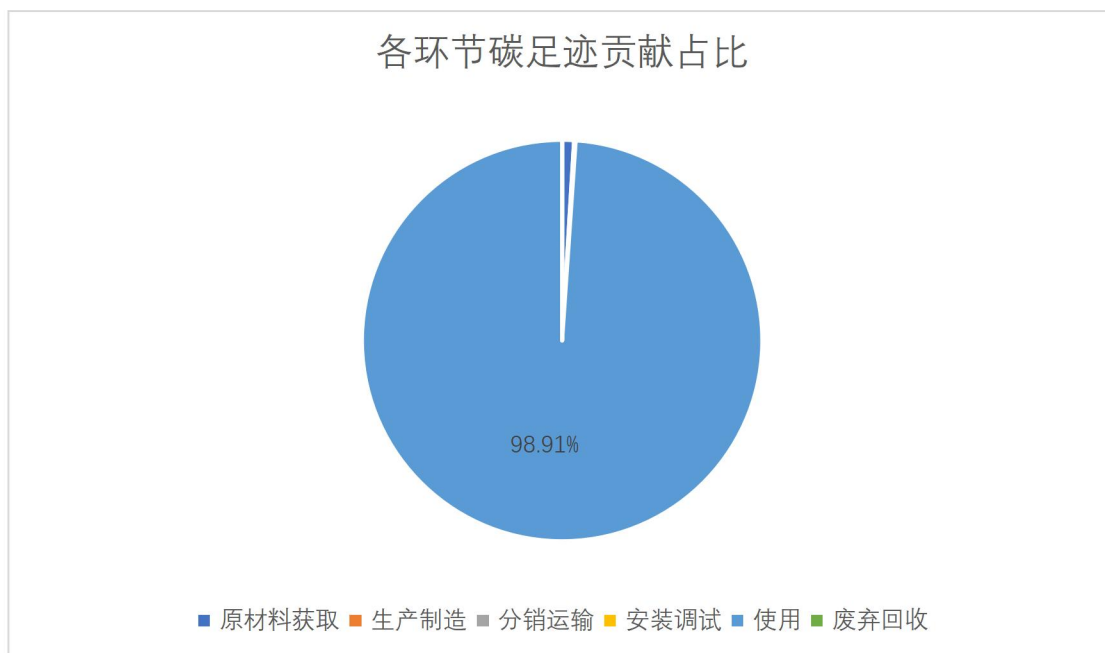


图 4.2 1 台 SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器各过程碳足迹贡献占比

由以上结果可知，对于产品碳足迹结果贡献最大的是产品的使用阶段，占比达 98.91%，其他阶段均占比较低，不超过 1%。平均生产 1 台 SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器时在原材料获取阶段全球变暖潜值（GWP）为 522t CO₂-eq，生产制造阶段全球变暖潜值（GWP）为 40.6t CO₂-eq，分销运输阶段全球变暖潜值（GWP）为 27.9t CO₂-eq，安装调试阶段全球变暖潜值（GWP）为 3.76t CO₂-eq，使用阶段全球变暖潜值（GWP）为 54200t CO₂-eq，废弃回收阶段全球变暖潜值（GWP）为 0.941t CO₂-eq。因此，企业可继续完善绿色供应链，加强对全生命周期碳排放的管理。

5. 生命周期解释

5.1 假设和局限性

本次产品 LCA 报告的实景数据中 SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器的生产过程数据来源与企业调研的 2022 年生产数据，背景数据来自 GaBi 软件数据库，部分原料生产过程的数据采用文献数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要外购原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应量上推动协同改进提供数据支持。

5.2 数据质量评估

5.2.1 代表性

本次报告中个单元过程实景数据均发生在上海市松江区，数据代表特定生产企业的一般水平。实景数据采用 2022 年的企业生产统计数据，背景数据库数据采用近 6 年的数据，文献调查数据采用近 6 年的数据。

5.2.2 完整性

(1) 模型完整性

本次报告中产品生命周期模型均包含上游原辅料获取、产品生产、分销运输、安装调试、使用以及最后废弃回收，满足本报告对系统边界的定义。

(2) 背景数据库完整性

本报告所使用的背景数据库主要为 GaBi（版本 9.2.1.68）软件数据库，其包含最精确的现实数据、其他商业数据库和地区数据库如 Ecoinvent，美国 USLCI、ELCD 及其他。该软件数据库基于最精确的工业、行业协会、公共机构和 PE Know How 信息，收录超过 4500 组数据组，涵盖了绝大多数工业、农业、汽车和交通、建材和建筑、化工和材料、消费品电子和 ICT 信息技术产品、能源和设施、食品和饮料、保健和生命科学、工业产品、金属和采矿、石油和天然气、零售业、服务业、纺织等，包含了主要能源、基础原材料、化学品的开发、制造和运输过程，满足背景数据库完整性的要求。

5.2.3 可靠性

(1) 实景数据可靠性

本次报告中，各实景过程原料和能源消耗数据均来自企业统计台账表或实测数据，数据可靠性高。

(2) 背景数据可靠性

本报告中数据库采用中国地区或相近特定地区的统计数据、调查数据和文献数据，数据代表了中国生产技术及市场平均水平，数据收集过程的原始数据和算法均被完整记录，使得数据收集过程随时可重复、可追溯。

5.2.4 一致性

本报告所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程产出进行统计。所有背景数据采用一致的统计标准，GaBi（版本 9.2.1.68）软件数据库在开发过

程中建立了统一的核心模型，并进行详细文档记录，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

6. 结论

本次报告主要得出以下结论：

(1) 1 台 SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器的碳足迹结果为 54800t CO₂-eq。

(2) SZ22-240000-220-NX1 高能效变压器生产过程中发生在制造企业内的二氧化碳排放较少，该变压器的主要原材料为硅钢、钢板、铜、绝缘油和纸板等，原材料生产过程能耗非常小，碳排放主要集中在使用阶段。因此，建议企业进一步完善绿色供应链管理，参考碳足迹核查等结果，加强对产品全生命周期的管理，从而减少环境影响。

(3) 受企业供应链管控力度限值，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链环境表现有一定偏差。建议企业在条件允许的情况下，进一步调研主要原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。