

无锡赛晶电力电容器有限公司

1 台 AAM6.54-593-1W 电力电容器
产品碳足迹评价报告

北京国金衡信认证有限公司



目录

一、项目背景及研究现状	1
1.1 项目背景	1
1.2 研究内容	1
二、 目标与范围定义	2
2.1 基本信息	2
2.1.1 公司信息	2
2.1.2 报告编辑信息	3
2.2 目标定义	3
2.2.1 评价目标	3
2.2.2 产品信息	3
2.2.3 功能单位与基准流	3
2.2.4 数据代表性	4
2.3 范围定义	4
2.3.1 系统边界	4
2.3.2 取舍原则	5
2.3.3 多产品分配	5
2.3.4 环境影响类型	6
2.3.5 数据质量要求	6
2.3.6 软件与数据库	6
三、 数据收集	8
3.1 清单分析流程	8
3.2 数据质量	9
3.2.1 数据质量	9
3.2.2 数据缺失	10
3.2.3 数据的统计或采样周期	10
3.3 清单数据的收集	10
3.3.1 电容器【生产】	11

3.3.2 绝缘油【生产】	14
3.4 清单计算程序	14
3.4.1 数据的确认	14
3.4.2 数据与单元过程的关联	15
3.4.3 数据与功能单位的关联	15
四、 生命周期影响分析	15
4.1 碳足迹结果	15
4.2 过程累积贡献分析	16
4.3 清单数据灵敏度分析	16
五、 生命周期解释	19
5.1 假设与局限性说明	19
5.2 数据质量评估结果	19
六、 结论	20

电力电容器产品碳足迹评价报告

一、项目背景及研究现状

1.1项目背景

气候变化正在以越来越快的速度，愈演愈烈的强度和规模对人类生存环境的方方面面造成影响。当前，面对全球气候变化及其影响是如今人类面临的严峻挑战，因气候变化带来的全球海平面上升、粮食减产、生态系统恶化、极端天气频发及能耗增加的问题将直接影响人类社会经济系统，危害人类生存环境。根据联合国政府间气候变化委员会（IPCC）的评估报告，基于化石燃料为主要能源的生产活动排放的温室气体与气候变化有着强相关性。以 CO₂ 为主的温室气体由于“温室效应”导致全球气候变暖已成为全球科学家们的共识。为面对全球气候变化，控制温室气体排放，2015 年 12 月《联合国气候变化框架公约》近 200 个缔约方通过《巴黎协定》，同意将 21 世纪内全球平均升温控制在工业化前的 2°C 以内，并为控温 1.5°C而努力。中国积极应对气候变化，坚守巴黎协定承诺，承诺建设全国统一的碳排放权交易市场，二氧化碳排放 2030 年达峰值并争取尽早达峰，2060 年实现碳中和。为有效应对碳交易市场对工业生产的影响以及工业产品对气候变化的影响，须对工业生产过程的碳排放、碳足迹进行研究并以此为理论依据指导工业发展的节能减排技术改造以及低碳发展。

1.2研究内容

以 2023 年无锡赛晶电力电容器有限公司型号为 AAM6.54-593-1W 电力电容器(以下简称电容器)生产工艺过程为研究对象,基于全生命周期观点,利用 LCA 工具对其进行产品的碳足迹进行研究。

本产品碳足迹报告将会以如下结构进行组织：明确目标与范围，确定生产周期清单，进行生命周期影响评价，进行生命周期解释。

二、目标与范围定义

2.1 基本信息

2.1.1 公司信息

无锡赛晶电力电容器有限公司是赛晶科技集团（香港上市公司）旗下的全资子公司，于 2008 年 5 月注册成立，注册资金 5800 万美元。公司位于无锡惠山经济开发区春惠路 18 号，厂区面积 60 亩，现有员工 140 余名。公司专业从事高压电力电容器及其成套装置的技术研究、产品开发、制造、销售及相关工程服务，设计总产能为 1800 万 kvar/年。

公司拥有专业的技术和管理团队，通过稳固的国际化专业原材料供给、完善的产品设计、顶级的工艺工装、严格的质量控制，向客户提供外形美观、性能优异的产品。2013 年公司成立了无锡市无功补偿工程技术研究中心，共有研发人员 30 余名。其中教授级高级工程师 2 名（其中 1 人享有国务院特殊津贴），高级工程师 6 名，硕士学历 3 人，专业分布在电气自动化、高电压绝缘技术、绝缘材料学、机电一体化等专业，具有丰富的研究开发经验。近几年，先后完成了数十种规格电容器及无功补偿装置的研究开发，并联电容器、串联电容器、交流滤波电容器、直流滤波电容器共 9 种规格产品通过国家级能源科学技术成果鉴定，使公司的研发水平、产品性能、品质、种类和规格迅速达到国内先进水平，现在已经开始向国际先进水平进军。

公司自成立以来取得了国内首个柔性直流输电工程 $\pm 500\text{kV}$ 张北柔直工程并联电容器运行业绩、 $\pm 400\text{kV}$ 闽粤联网工程运行业绩、 $\pm 500\text{kV}$ 宜都换流站和葛洲坝换流站改造工程业绩。先后承担了 $\pm 800\text{kV}$ 灵州-绍兴、 $\pm 800\text{kV}$ 酒泉-湖南、 $\pm 800\text{kV}$ 上海庙-临沂、 $\pm 800\text{kV}$ 扎鲁特-青州、 $\pm 1100\text{kV}$ 昌吉-古泉特高压直流输电工程昌吉换流站、 $\pm 800\text{kV}$ 青海-河南、 $\pm 800\text{kV}$ 陕北-武汉、 $\pm 800\text{kV}$ 雅中-江西、 $\pm 800\text{kV}$ 白鹤滩-江苏、 $\pm 800\text{kV}$ 白鹤滩-浙江等 17 项特高压直流输电工程中的电力电容器及其装置的研制和生产，运行业绩良好。其中， $\pm 1100\text{kV}$ 昌吉-古泉特高压直流输电工程（以下简称吉泉直流），是世界首条 $\pm 1100\text{kV}$ 电压等级的直流工程，也是目前世界上电压等级最高、输送容量最大、输送距离最远、技术最先进的特高压直流输电工程。

公司目前共申请专利 70 件，获授权专利 39 件，其中 5 件发明专利，33 件实用新型专利，1 件软件著作权。主导完成了《GB/T 30841-2014 高压并联电容器装置的通用技术要求》、《GB/T 11024.1-2019 标称电压在 1000V 以上交流电力系统用并联电容器 第 1 部分：总则》两项国家标准的制修订工作，其中主持制定的标准《GB/T 30841-2014 高压并联电容器装置的通用技术要求》荣获了中国机械工业科学技术奖三等奖、电工标准-正泰创新奖一等奖。2016 年获评国家级高新技术企业并连续保持；2017 年获评苏南国家自主创新示范区瞪羚企业，获评惠山区智能制造示范工程-智能车间和无锡市智能车间荣誉称号；2018 年获评国家级、省级两化融合管理体系贯标试点；2019 年获得无锡市企业技术中心认定，2022 年获得江苏省专精特新中小企业认定，2023 年获得省级企业技术中心认定。

2.1.2 报告编辑信息

eFootprint 产品碳足迹及生命周期评价与管理系统。

2.2 目标定义

2.2.1 评价目标

本研究对无锡赛晶电力电容器有限公司电力电容器产品进行碳足迹评价，获得 1 台型号为 AAM6.54-593-1W 电力电容器产品的碳足迹。

2.2.2 产品信息

本研究的研究对象为：电力电容器，具体信息如下：

规格型号：AAM6.54-593-1W

形状与形态：方形

产品信息表

电容器型号	AAM6.54-593-1W
额定电压	6.54kV
额定容量	593kvar
额定电容	44.10uF
绝缘水平	50/125kV

温度类别	-40/B℃
海拔高度	<2000m
箱壳尺寸	380x180x935mm
放电电阻	10min 内降到 50V

2.2.3功能单位与基准流

本报告以 1 台为功能单位。

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：2023
- （2）地理代表性：中国

2.3范围定义

2.3.1系统边界

- （1）边界范围

本研究的系统边界为：原材料获取、原材料运输、产品生产的生命周期各阶段。

主要包括：

上游阶段：包括薄膜、铝箔、绝缘油、绝缘纸等原辅料的加工或生产。

电容器产品制造阶段：包括外购能源（电、蒸汽）、电容器的生产。

运输阶段：外购的原辅料和能源的厂外运输过程的环境负荷。

本次评价的边界范围为“摇篮到用户大门”。

- （2）主要生产流程

收料-原材料检验-元件卷绕-芯体压装-芯体焊接-芯体绕包-芯体装箱-箱盖焊接-真空浸渍-热烘试漏-高压实验-表面处理-电容器单元。

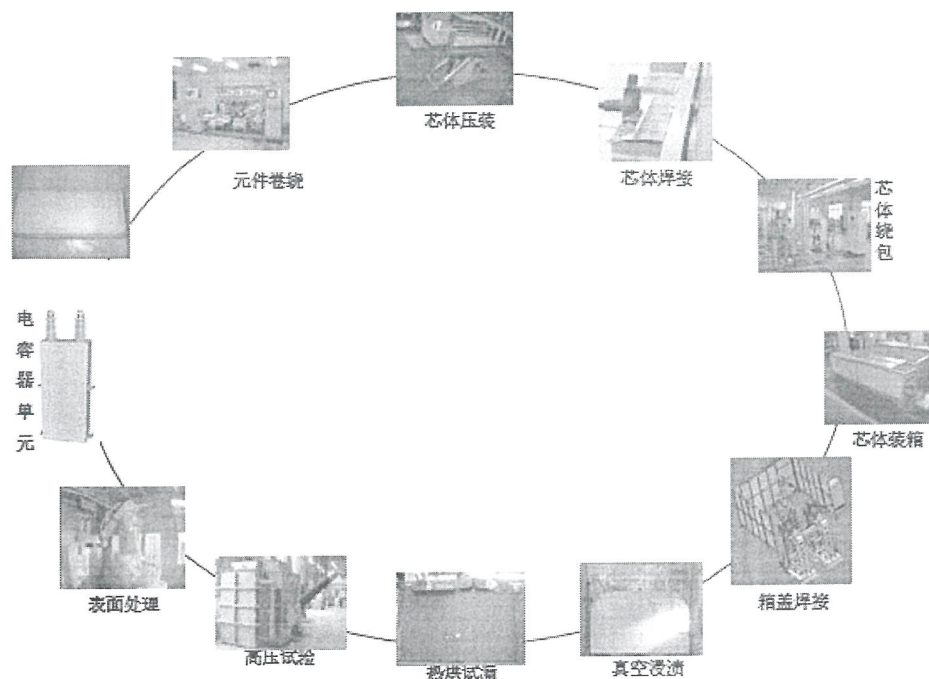


图 2.3.1 电容器生产工艺流程图

2.3.2取舍原则

本研究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：

- 普通物料重量 $<1\%$ 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5% ；
- 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；
- 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；
- 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

2.3.3多产品分配

复杂多样的多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响

进行分配，从而得到主、副产品各自的环境影响，常见的方法有分段法、物理化学性质分配法、经济价值分配法、系统扩展法（替代法）等。企业产品为单一电容器，不涉及多产品分配。

2.3.4 环境影响类型

表 2.3.1 环境影响类型指标

环境影响类型指标	影响类型指标单位	主要清单物质
气候变化	kg CO ₂ eq.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O...
初级能源消耗	MJ	硬煤, 褐煤, 天然气...
非生物资源消耗	kg Sb eq.	铁, 锰, 铜...
水资源消耗	kg	淡水, 地表水, 地下水...
酸化	kg SO ₂ eq.	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
富营养化	kg PO ₄ ³⁻ eq.	NH ₃ , NH ₄ -N, COD...
可吸入无机物	kg PM _{2.5} eq.	CO, PM ₁₀ , PM _{2.5} ...
臭氧层消耗	kg CFC-11 eq.	CCl ₄ , C ₂ H ₃ Cl ₃ , CH ₃ Br...
光化学臭氧合成	kg NMVOC eq.	C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ ...

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以 CO₂ 为基准物质，其他各种温室气体按温室效应的强弱都有各自的 CO₂ 当量因子，因此产品生命周期的各种温室气体排放量可以各自乘以当量因子，累加得到气候变化指标总量（通常也称为产品碳足迹，Product Carbon Footprint, PCF），其单位为 kg CO₂ eq.。

2.3.5 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用 CLCD 方法。

CLCD 方法对模型中的消耗与排放清单数据，从①清单数据来源与算法、②时间代表性、③地理代表性、④技术代表性等四个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到产品碳足迹结果的不确定度。

2.3.6 软件与数据库

本研究采用 eFootprint 产品碳足迹及生命周期评价与管理系统，建立了电力电容器生命周期模型，并计算得到产品碳足迹结果。eFootprint 产品碳足迹及生命周期评价与管理系统是由亿科环境科技有限公司研发的在线 LCA 分析软件，

支持全生命周期过程分析，并内置了中国生命周期基础数据库（CLCD）、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

研究过程中用到的中国生命周期基础数据库（CLCD）是由亿科开发，基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。CLCD 数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集。

在eFootprint产品碳足迹及生命周期评价与管理系统中建立的电力电容器 LCA模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表 2.3.2 背景数据来源表

清单名称	规格型号	所属过程	数据集名称	数据库名称	备注
薄膜	-	电容器[生产]	聚丙烯（液相本体法）（薄膜类聚丙烯）	CLCD 数据库	
铝箔	-	电容器[生产]	铝箔(未分类)	CLCD 数据库	
绝缘油	-	电容器[生产]	/	/	数据来源 供应商碳 足迹数据
一体式箱盖	-	电容器[生产]	不锈钢(未分类)	CLCD 数据库	
不锈钢板	-	电容器[生产]	不锈钢(未分类)	CLCD 数据库	
箱底	-	电容器[生产]	不锈钢(未分类)	CLCD 数据库	
吊攀	-	电容器[生产]	不锈钢(未分类)	CLCD 数据库	
铭牌	-	电容器[生产]	不锈钢(未分类)	CLCD 数据库	
抽芯铆钉	-	电容器[生产]	铝板带	CLCD-China-E CER 0.8	
封口盖	-	电容器[生产]	铜箔(未分类)	CLCD 数据库	
内熔丝	-	电容器[生产]	铜线(其他)	CLCD 数据库	
哈夫夹	-	电容器[生产]	铜箔(未分类)	CLCD 数据库	
防鸟帽	-	电容器[生产]	硅橡胶(未分类)	CLCD 数据库	
铜螺母	-	电容器[生产]	铜管(空心铜管)	CLCD 数据库	
平垫片	-	电容器[生产]	铜箔(未分类)	CLCD 数据库	
弹性垫圈	-	电容器[生产]	不锈钢(未分类)	CLCD 数据库	
绝缘纸	-	电容器[生产]	特种纸(未分类)	CLCD 数据库	
连接片	-	电容器[生产]	铜箔(未分类)	CLCD 数据库	
焊锡	-	电容器[生产]	焊锡丝(焊锡丝 (锡含量>99%))	CLCD 数据库	
聚丙烯打包带	-	电容器[生产]	聚丙烯	CLCD-China-E CER 0.8	
牛皮纸胶带	-	电容器[生产]	中包纸(未分类)	CLCD-China 0.9	

油漆	-	电容器[生产]	热塑性聚氨酯 TPU(未分类)	CLCD 数据库	
稀释剂	-	电容器[生产]	环氧树脂(未分类)	CLCD 数据库	
电	-	电容器[生产]	华东电网电力(到用户)	CLCD-China-E CER 0.8	
蒸汽	-	电容器[生产]	0.7MPa 蒸汽(未分类)	CLCD-China 0.9	
自来水	-	电容器[生产]	自来水(未分类)	CLCD-China 0.9	
废油漆渣	-	电容器[生产]	热塑性聚氨酯 TPU(未分类)	CLCD 数据库	
废活性炭	-	电容器[生产]	活性炭(未分类)	CLCD 数据库	
油水混合物	-	电容器[生产]	润滑油(未分类)	CLCD 数据库	
废过滤棉	-	电容器[生产]	棉纱(未分类)	CLCD 数据库	
废有机溶液	-	电容器[生产]	苯	CLCD-China-E CER 0.8	

三、数据收集

3.1 清单分析流程

生命周期评价的清单分析流程如图 3.1.1 所示。

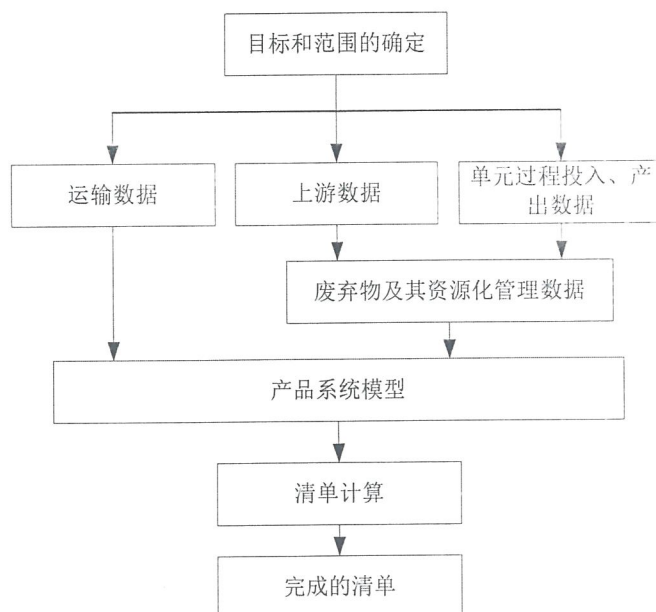


图 3.1.1 清单分析程序图

(1) 产品系统模型

产品碳足迹研究要建立表述物理系统关系的模型（有时称为过程树）。对于产品系统模型包括了产品系统所有的单元过程之间的所有关系，但产品系统与环境间的所有关系往往难以实现。产品系统模型是在目标与范围确定后开展的，产品生命周期系统模型往往根据研究的目的忽略次要的过程。

（2）上游及运输的外部数据

根据产品生命周期系统模型，确定无锡赛晶电力电容器有限公司系统外的上游过程和运输过程，并对这些过程的数据进行收集。

（3）单元过程的投入产出数据

根据产品生命周期系统模型，确定产品在无锡赛晶电力电容器有限公司内部的生产工序，按照无锡赛晶电力电容器有限公司生产工序的投入产出数据收集要求完成数据收集。

（4）产品的单元过程构成及内在联系

完成（1）~（3）步骤后，就需考虑产品单元过程之间的内在联系。单元过程是产品生产的基本单位，各单元过程间并不是孤立的，他们之间相互关联、相互支撑、相互制约，弄清楚单元过程的内在联系后对需要进行合并或分离的数据进行相应的操作。

（5）清单计算

根据单元过程数据的内在联系，由单元过程的投入产出数据计算产品清单数据。

（6）完成的清单

完成步骤 1~6，清单分析的工作结束，最后可得到完成的清单。在研究过程中，有时还要根据研究的结果，调整研究目标和范围。

3.2 数据质量

3.2.1 数据质量

本项目中，按以下方式对数据质量的控制：

（1）实际操作过程中，每个数据都记录了其数据来源、数据时间、数据的来龙去脉等信息。

（2）根据 ISO 14044 标准中数据质量评价要求，对数据质量评价做出以下评价：

①活动数据为现场数据，数据采集时间为 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。 针对具体技术及技术组合进行收集，能够切实地反映时间跨度、地理范围和技术覆盖面的特点，具有良好的代表性。

②背景数据即上游数据，采用的“CLCD 数据库”的数据。

3.2.2 数据缺失

本次研究使用的数据无数据缺失。

3.2.3 数据的统计或采样周期

本次研究使用数据统计周期为无锡赛晶电力电容器有限公司 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。

3.3 清单数据的收集

无锡赛晶电力电容器有限公司产品生命周期清单研究的数据来源为无锡赛晶电力电容器有限公司内部数据。无锡赛晶电力电容器有限公司内部的数据通过企业实际消耗报表得出，由各生产部门中参与碳足迹研究的人员完成。内容包括：产品、原料、能源、辅料、以及原料、燃料及其运输的方式和距离。

上游阶段过程等数据来源于文献和其他 LCI 数据库。

数据收集程序如图 3.3.1 所示。

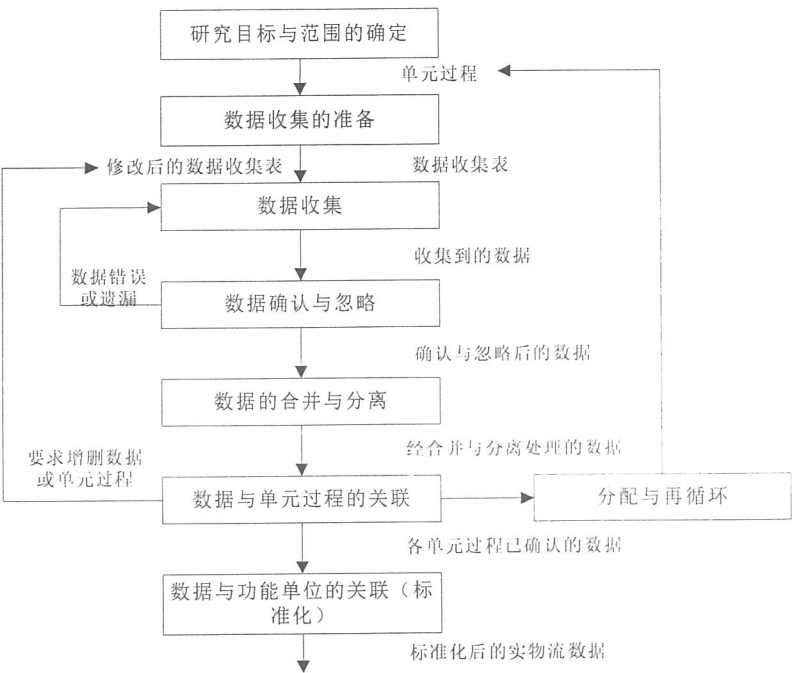


图 3.3.1 数据收集程序

其主要步骤有：

（1）根据评价的目标与范围确定的单元过程，进行数据收集的准备，包括：
①绘制单元过程的输入输出流程图；②设计统计单元过程的实物流输入输出的数据收集表；③对数据收集技术、要求做出表述，以使报送数据人员能正确理解碳足迹研究需要的信息；④对报送数据的特殊情况、异常点和其他问题进行明确说明。

3.3.1 电容器【生产】

（1）过程基本信息

过程名称：电容器[生产]

过程边界：包括外购能源（电、蒸汽）、外购原料（薄膜、铝箔、绝缘油、绝缘纸等）的加工或生产，以及运输阶段（定义为外购的原辅料和能源的厂外运输过程的环境负荷）。

（2）数据代表性

主要数据来源：代表企业及供应链实际数据

企业名称：无锡赛晶电力电容器有限公司

产地：无锡

基准年：2023

工艺设备：全自动卷绕机、冲床、真浸罐、绝缘油处理机、产品清洗机、热烘炉、抛丸机、空中积放链、箱盖焊接工作站、箱底焊接工作站、纵缝焊机、喷漆机器人工作站。

主要原料：薄膜、铝箔、绝缘油、绝缘纸等。

主要能耗：电、蒸汽。

生产规模：1800 万 kvar。

表 3.1.1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	电容器	1	Item(s)	--	--
原材料/物料	薄膜	28.73	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	铝箔	11.62	kg	CLCD 数据库	

原材料/物料	绝缘油	22	kg	实景过程数据	
原材料/物料	一体式箱盖	7.5	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	不锈钢板	12.3	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	箱底	0.87	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	吊攀	0.26	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	铭牌	0.02	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	抽芯铆钉	0.2	kg	CLCD-China-ECE R 0.8	
原材料/物料	封口盖	0.02	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	放电电阻	0.05	kg	可忽略：重量比< 1%的物料	
原材料/物料	内熔丝	0.06	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	哈夫夹	0.35	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	防鸟帽	0.2	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	铜螺母	0.04	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	平垫片	0.02	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	弹性垫圈	0.02	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	绝缘纸	5.21	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	连接片	0.49	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	焊锡	0.4	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	聚丙烯打包带	0.07	kg	CLCD-China-ECE R 0.8	
原材料/物料	牛皮纸胶带	0.05	kg	CLCD-China 0.9	
原材料/物料	油漆	0.5	kg	CLCD 数据库	
原材料/物料	固化剂	0.25	kg	可忽略：重量比< 1%的物料	
原材料/物料	稀释剂	0.1	kg	CLCD 数据库	
能源	电	171.93	kWh	CLCD-China-ECE R 0.8	
能源	蒸汽	0.28	t	CLCD-China 0.9	
能源	自来水	0.77	t	CLCD-China 0.9	
环境排放	总氮[排放到水体（未指定类型）]	0.68	g	CLCD 数据库	
环境排放	non-methane volatile organic compounds[排放到大气（未指定类型）]	0.01	kg	CLCD 数据库	
环境排放	Suspended solids, unspecified[排放到水体（未指定类型）]	1.67	g	CLCD 数据库	

环境排放	总颗粒物[排放到大气 (未指定类型)]	0	kg	CLCD 数据库	
环境排放	总磷[排放到水体(未指定类型)]	0.05	g	CLCD 数据库	
环境排放	化学需氧量[排放到水体 (未指定类型)]	3.21	g	CLCD 数据库	
环境排放	氨氮[排放到水体(未指定类型)]	0.37	g	CLCD 数据库	
危险废物	废油漆渣	0.26	kg	CLCD 数据库	
危险废物	废活性炭	0.09	kg	CLCD 数据库	
危险废物	油水混合物	1	kg	CLCD 数据库	
危险废物	废过滤棉	0	kg	CLCD 数据库	
危险废物	废有机溶液	0.72	kg	CLCD-China-ECE R 0.8	

(3) 运输信息

表 3.1.2 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
油漆	0.5Kg	上海	无锡	200km	货车运输(30t)-柴油
平垫片	0.02Kg	无锡	无锡	20km	货车运输(2t)-柴油
铝箔	11.62Kg	丹阳	无锡	100km	货车运输(30t)-柴油
绝缘纸	5.21Kg	无锡	无锡	10km	货车运输(2t)-柴油
薄膜	28.73Kg	宁波	无锡	300km	货车运输(30t)-柴油
聚丙烯打包带	0.07Kg	无锡	无锡	15km	货车运输(2t)-柴油
绝缘油	0Kg	烟台	无锡	600km	货车运输(46t)-柴油
封口盖	0.02Kg	无锡	无锡	10km	货车运输(2t)-柴油
不锈钢板	12.3Kg	无锡	无锡	20km	货车运输(30t)-柴油
防鸟帽	0.2Kg	衢州	无锡	500km	货车运输(30t)-柴油
稀释剂	0.1Kg	上海	无锡	200km	货车运输(30t)-柴油
焊锡	0.4Kg	无锡	无锡	25km	货车运输(2t)-柴油
铭牌	0.02Kg	无锡	无锡	20km	货车运输(2t)-柴油
弹性垫圈	0.02Kg	无锡	无锡	20km	货车运输(2t)-柴油
铜螺母	0.04Kg	无锡	无锡	20km	货车运输(2t)-柴油
牛皮纸胶带	0.05Kg	无锡	无锡	25km	货车运输(2t)-柴油
哈夫夹	0.35Kg	台州	无锡	350km	货车运输(30t)-柴油

一体式箱盖	7.5Kg	西安	无锡	1300km	货车运输（30t）-柴油
箱底	0.87Kg	西安	无锡	1300km	货车运输（30t）-柴油
连接片	0.49Kg	无锡	无锡	10km	货车运输（2t）-柴油
吊攀	0.26Kg	无锡	无锡	20km	货车运输（8t）-柴油
抽芯铆钉	0.2Kg	无锡	无锡	10km	货车运输（2t）-柴油
固化剂	0.25Kg	上海	无锡	200km	货车运输（30t）-柴油
放电电阻	0.05Kg	西安	无锡	1300km	货车运输（30t）-柴油
内熔丝	0.06Kg	衢州	无锡	500km	货车运输（30t）-柴油

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

3.3.2 绝缘油【生产】

（1）过程基本信息

过程名称：绝缘油【生产】

（2）数据代表性

主要数据来源：来自供应商碳足迹数据。

企业名称：烟台金正精细化工有限公司。

产地：烟台

基准年：2023

表 3.2.1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	绝缘油	22	kg	--	--
环境排放	二氧化碳[排放到大气(未指定类型)]	46.57	kg		

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

3.4 清单计算程序

3.4.1 数据的确认

在数据的收集过程中，必须检查数据的有效性，进行物料平衡、工序能耗验证。在数据的确认过程中如发现明显不合理的数据，应分析原因，予以替换。用来进行替换的数据应满足数据质量的要求。

对每种数据类型的数据如发现缺失，对缺失的数据要进行断档处理，代之以合理的“非零”数据、合理的“零”数据或采用同类技术单元过程报送的数据计

算出来的数值。

3.4.2 数据与单元过程的关联

对每一单元过程确定适宜的基准流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出数据。

3.4.3 数据与功能单位的关联

数据与功能单位的关联也就是对收集的数据进行标准化，即将收集的实物流的输入输出处理为单位产品（功能单位）的输入输出。数据标准化的计算方法是将各个工序或单元过程的投入产出数据除以产品的产量，即可以得到产出系数、能耗系数、原料消耗系数、辅料消耗系数以及排放系数。

四、生命周期影响分析

4.1 碳足迹结果

产品碳足迹结果在 eFootprint 上建模计算了 1Item(s)电力电容器的碳足迹结果，计算指标为气候变化(GWP)、气候变化(GWP-2021)、一次能源消耗(PED)、非生物资源消耗潜值(ADP)、水资源消耗(WU)、酸化(AP)、富营养化潜值(EP)、可吸入无机物(RI)、臭氧层消耗(ODP)、光化学臭氧合成(POFP)结果如下

表 4.1.1 电力电容器碳足迹结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
GWP	kg CO2 eq	825.68
GWP-2021	kg CO2 eq	825.39
PED	MJ	1.77E+04
ADP	kg antimony eq.	0.14
WU	kg	8680.94
AP	kg SO2 eq	4.47
EP	kg PO43-eq	0.6
RI	kg PM2.5 eq	1.28
ODP	kg CFC-11 eq	4.91E-06
POFP	kg NMVOC eq	0.47

4.2过程累积贡献分析

过程累积贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献（即原料消耗所贡献）的累加值。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。

表 4.2.1 电力电容器 LCA 累积贡献结果

过程名称	GWP	GWP-2021	PED	ADP	WU	AP	EP	RI	ODP	POFP
电容器【生产】	825.68	825.39	1.77E+04	0.14	8680.94	4.47	0.6	1.28	4.91E-06	0.47
绝缘油	46.57	46.57	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3清单数据灵敏度分析

清单数据灵敏度是指清单数据单位变化率引起的相应指标变化率。通过分析清单数据对各指标的灵敏度，并配合改进潜力评估，从而辨识最有效的改进点。表中罗列了灵敏度>0.5%的清单数据。

表 4.3.1 清单数据灵敏度表（单位同上表）

清单名称	所属过程	GW P	GW P-2021	PED	ADP	WU	AP	EP	RI	ODP	POFP
油水混合物	电容器【生产】	15.69%	15.65%	0.71%	0.02%	17.24%	37.44%	51.97%	23.82%	10.03%	1.05%
铝箔	电容器【生产】	25.27%	25.29%	15.97%	4.07%	7.57%	11.02%	6.92%	21.28%	36.14%	19.07%
电	电容器【生产】	19.77%	19.78%	12.09%	0.07%	7.35%	20.62%	9.61%	21.45%	8.52%	14.62%
焊锡	电容器【生产】	0.91%	0.91%	0.54%	85.4%	23.42%	1.53%	1.3%	1.28%	1.63%	2.84%
不锈钢板	电容器【生产】	9.86%	9.86%	5.82%	4.27%	7.31%	14%	9.56%	15.83%	11.42%	20.95%

										%	
薄膜	电容器【生产】	5.34 %	5.34 %	44.8 6%	1.35 %	1.39 %	0.62 %	2.3 9%	0.71 %	4.6 %	14.1 9%
一体式箱盖	电容器【生产】	6.01 %	6.01 %	3.55 %	2.61 %	4.46 %	8.54 %	5.8 3%	9.65 %	6.9 6%	12.7 7%
蒸汽	电容器【生产】	5.95 %	5.95 %	11.4 2%	0.28 %	3.8 %	0.67 %	0.9 1%	0.44 %	0.0 3%	0.12 %
绝缘纸	电容器【生产】	1.64 %	1.64 %	1.2 %	0.02 %	12.6 7%	0.68 %	0.8 5%	0.85 %	2.1 7%	2.6%
绝缘油	电容器【生产】	5.64 %	5.64 %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
二氧化碳	绝缘油【生产】	5.64 %	5.64 %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
自来水	电容器【生产】	9.61 E-03 %	9.62 E-03 %	6.47 E-03 %	9.21 E-05 %	9.21 %	2.23 E-03 %	0.0 1%	1.69 E-03 %	0.0 1%	4.47 E-03 %
废有机溶液	电容器【生产】	0.16 %	0.16 %	0.29 %	0.01 %	0.06 %	0.11 %	0.0 9%	0.16 %	6.8 9%	0.58 %
箱底	电容器【生产】	0.7 %	0.7%	0.41 %	0.3 %	0.52 %	0.99 %	0.6 8%	1.12 %	0.8 1%	1.48 %
油漆	电容器【生产】	0.36 %	0.36 %	0.3 %	0.04 %	1.01 %	0.28 %	1.4 9%	0.13 %	2.4 9%	1.24 %
连接片	电容器【生产】	0.58 %	0.58 %	0.4 %	0.66 %	1.44 %	0.59 %	0.3 9%	0.48 %	0.3 %	0.35 %
内熔丝	电容器【生产】	0.03 %	0.03 %	0.02 %	0.16 %	0.22 %	0.04 %	3.3 4%	0.16 %	0.1 9%	0.45 %
抽芯铆钉	电容器【生产】	0.58 %	0.58 %	0.32 %	0.04 %	0.22 %	0.53 %	0.2 8%	0.62 %	0.8 2%	0.57 %
哈夫夹	电容器【生产】	0.41 %	0.41 %	0.28 %	0.47 %	1.03 %	0.42 %	0.2 8%	0.35 %	0.2 1%	0.25 %
废油漆渣	电容器【生产】	0.18 %	0.18 %	0.16 %	0.02 %	0.52 %	0.14 %	0.7 6%	0.07 %	1.2 7%	0.64 %

防鸟帽	电容器【生产】	0.24 %	0.24 %	1.18 %	6.55 E-03 %	0.13 %	0.57 %	0.5 7%	0.44 %	0.1 7%	0.41 %
一体式箱盖 - 重型柴油货车运输 (30t) - 中国	电容器【生产】	0.09 %	0.09 %	0.04 %	1.78 E-03 %	6.87 E-03 %	0.32 %	0.4 4%	0.21 %	1.2 5%	0.94 %
薄膜 - 重型柴油货车运输 (30t) - 中国	电容器【生产】	0.08 %	0.08 %	0.03 %	1.57 E-03 %	6.07 E-03 %	0.29 %	0.3 9%	0.19 %	1.1 1%	0.83 %
吊攀	电容器【生产】	0.21 %	0.21 %	0.12 %	0.09 %	0.15 %	0.3 %	0.2 %	0.33 %	0.2 4%	0.44 %
稀释剂	电容器【生产】	0.09 %	0.09 %	0.09 %	6.99 E-03 %	0.07 %	0.06 %	0.1 8%	0.1 %	1.0 6%	0.23 %
non-methane volatile organic compounds	电容器【生产】	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.78 %
废活性炭	电容器【生产】	0.05 %	0.05 %	0.08 %	1.40 E-03 %	0.01 %	0.02 %	0.0 9%	0.03 %	0.3 9%	0.96 %
铜螺母	电容器【生产】	6.46 E-03 %	6.47 E-03 %	4.86 E-03 %	0.04 %	0.03 %	0.02 %	0.7 5%	0.03 %	0.0 3%	0.1%
聚丙烯打包带	电容器【生产】	0.02 %	0.02 %	0.03 %	1.01 E-03 %	8.05 E-03 %	0.01 %	0.0 1%	0.02 %	0.6 9%	0.11 %
铝箔 - 重型柴油	电容器【生产】	0.01 %	0.01 %	4.64 E-03	2.12 E-04	8.19 E-04	0.04 %	0.0 5%	0.03 %	0.1 5%	0.11 %

货车运输 (30t) - 中国				%	%	%					
-----------------------	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	--

五、生命周期解释

5.1 假设与局限性说明

各单元过程模型数据假设描述见下表

表 5.1 模型假设描述

过程名称	模型假设分析
电容器【生产】	«ModelAssumptions»
绝缘油【生产】	«ModelAssumptions»

5.2 数据质量评估结果

报告采用 CLCD 质量评估方法,在 eFootprint 产品碳足迹及生命周期评价与管理系统上完成对模型清单数据的不确定度评估。本报告研究类型为,得到数据质量评估评估结果见表。

表 5.3.1 LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写 (单位)	LCA 结果	结果不确定度	结果上下限 (95%置信区间)
气候变化	GWP(kg CO2 eq)	8.257E+002	5.10%	[783.59,867.81]
气候变化	GWP-2021(kg CO2 eq)	8.254E+002	5.10%	[783.3,867.5]
一次能源消耗	PED(MJ)	1.768E+004	3.81%	[1.70E+04,1.84E+04]
非生物资源消耗潜值	ADP(kg antimony eq.)	1.366E-001	3.03%	[0.13,0.14]
水资源消耗	WU(kg)	8.681E+003	3.03%	[8417.97,8944.03]
酸化	AP(kg SO2 eq)	4.468E+000	3.72%	[4.3,4.63]
富营养化潜值	EP(kg PO43-eq)	5.951E-001	3.38%	[0.57,0.62]
可吸入无机物	RI(kg PM2.5 eq)	1.281E+000	3.94%	[1.23,1.33]
臭氧层消耗	ODP(kg CFC-11 eq)	4.913E-006	5.91%	[4.62E-06,5.2E-06]
光化学臭氧合成	POFP(kg NMVOC eq)	4.652E-001	2.92%	[0.45,0.48]

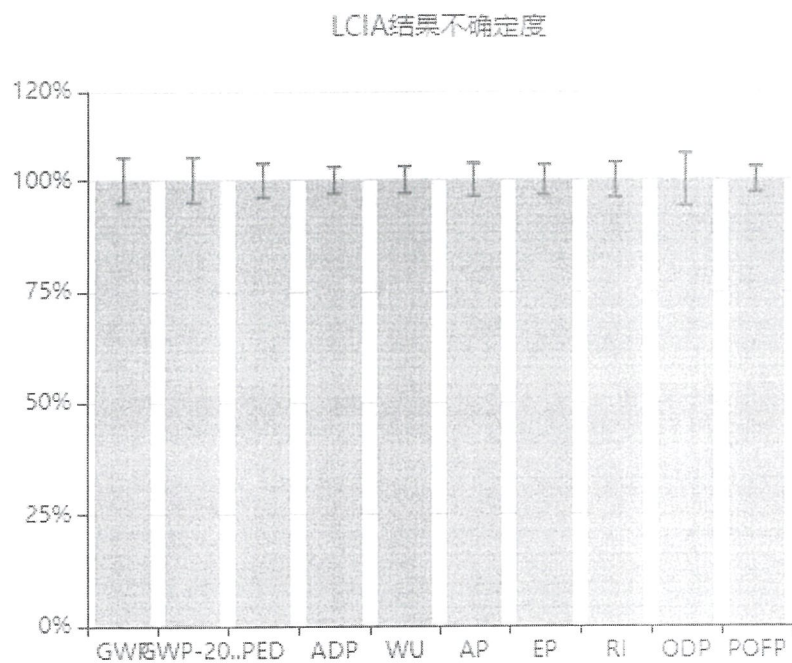


图5.3.1 LCA结果不确定度

六、结论

产品名称及规格型号：电力电容器；AAM6.54-593-1W

申请方名称：无锡赛晶电力电容器有限公司

申请方地址：无锡惠山经济开发区工业园春惠路 18 号

评价依据：ISO14067 温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南

功能单位：1 台

系统边界：从摇篮到大门

时间范围：2023 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日

功能单位产品碳足迹：871.96(kgCO₂eq)