

# 产品碳足迹报告

产品名称：40.5KV 及以下高压成套开关设备  
和控制设备，低压成套开关设备  
和控制设备（资质范围内）、  
500KV 电力输电线路铁塔、电力  
铁附件、电力标准金具、12KV 和  
40.5KV 箱式变电站、油浸式电力  
变压器、干式电力变压器、非晶  
合金电力变压器

报告编号：202406124GR01020304CMGHG

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司

报告签发日期：2025年03月15日



企业名称	聊城华瑞电气有限公司	地址	山东省聊城市东昌府区凤凰工业园新南环路 180 号
法定代表人	蒋广振	联系方式	13356359918
授权人 (联系人)	杨广东	联系方式	13356359918
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》 GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018 《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》；		
<p><b>企业概况：</b></p> <p>聊城华瑞电气有限公司成立于 2002 年 10 月 28 日，注册地位于聊城凤凰工业园。经营范围包括承装（修、试）电力设施（凭有效期内的承装（修、试）电力设施许可证经营，有效期限以许可证为准）。光伏发电项目建设；电力工程施工总承包。建筑劳务分包；建筑工程、钢结构工程施工。高低压输配电设备及控制装置、箱式变电站、电力变压器、电器产品技术开发、生产、销售及相关技术服务；电力设备、输电线路设备、输电线路铁塔、通信线路铁塔、线路铁附件、水泥制品、地脚螺栓生产、销售。灯杆、监控杆、照明器材安装、销售、维修及相关技术服务。货物或技术进出口（国家禁止或涉及行政审批的货物和技术进出口除外）。电气设备租赁服务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）聊城华瑞电气有限公司对外投资 3 家公司，具有 1 处分支机构。</p> <p><b>1. 评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖</b></p> <p>确认此次产品碳足迹报告符合：</p> <p>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>GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018 《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》；</p>			

## 2. 单位产品碳足迹结果

产品功能单位	单位产品碳排放量 (tCO <sub>2</sub> eq)
1 台 40. 5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备	0. 2937
1 台低压成套开关设备和控制设备	0. 2454
1 台 12KV 和 40. 5KV 箱式变电站	1. 1688
1 基 500KV 电力输电线路铁塔	0. 6315
1 吨电力铁附件	0. 2067
1 吨电力标准金具	0. 2067
1 台油浸式电力变压器	0. 4705
1 台干式电力变压器	0. 7091
1 台非金合金电力变压器	0. 6108
系统边界“摇篮到坟墓”：原料获取及加工、运输、生产制造、仓储、成品运输阶段、产品处置阶段的碳排放	

## 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包括原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段。

(2) 本次产品碳足迹评价工作建立了产品生命周期模型，计算得到产品碳足迹结果。

编制	穆相龙	签名	
组内职务			
组长	穆相龙	签名	

# 目 录

摘要 .....	1
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍 .....	5
2 企业及产品介绍 .....	7
2.1 企业介绍 .....	7
2.2 厂区布局 .....	9
2.3 产品介绍 .....	9
2.3.1 产品功能 .....	9
2.3.2 产品工艺流程 .....	11
2.3.3 产品图片 .....	12
3 目标与范围定义 .....	15
3.1 评价目的 .....	15
3.2 评价范围 .....	16
3.2.1 功能单位 .....	16
3.2.2 系统边界 .....	16
3.2.3 分配原则 .....	17
3.2.4 取舍准则 .....	18
3.2.5 相关假设和限制 .....	18
3.2.6 影响类型和评价方法 .....	18
3.2.7 数据来源 .....	19
3.2.8 数据质量要求 .....	19
4 数据收集 .....	21
4.1 数据收集说明 .....	21
4.2 活动水平数据 .....	23
4.3 排放因子数据 .....	31
5 碳足迹计算 .....	33
5.1 计算方法 .....	33
5.3 不确定性分析 .....	44



6 改进建议 .....	45
6.1 改进建议 .....	45
附件 .....	46
附件 1：本公司 2024 年度温室气体报告核查组专家名单 .....	46

## 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》; GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》为标准,计算得到 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备,低压成套开关设备和控制设备(资质范围内),500KV 电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具,12KV 和 40.5KV 箱式变电站,油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器的生产所涉及原材料获取及加工、原料运输、产品生产、仓储、成品运输、产品处置阶段的碳排放

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 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备,1台低压成套开关设备和控制设备(资质范围内),1基 500KV 电力输电线路铁塔、1吨电力铁附件、1吨电力标准金具,1台 12KV 和 40.5KV 箱式变电站,1台油浸式电力变压器、1台干式电力变压器、1台非晶合金电力变压器。评价的系统边界定义为全生命周期产品碳足迹,系统边界为原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段。

评价得到:1台 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.2937 t CO<sub>2</sub> eq,原辅料获取阶段碳排放为 0.1791 tCO<sub>2</sub> eq (60.98%),原辅料运输阶段碳排放为

0.0081t CO<sub>2</sub> eq (2.76%)，生产阶段碳排放为 0.0937 t CO<sub>2</sub> eq (31.90%)，成品运输阶段 0.0013 t CO<sub>2</sub> eq (0.44%)，产品处置阶段 0.0115 t CO<sub>2</sub> eq (3.92%)。

1 台低压成套开关设备和控制设备(资质范围内)“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.2454 t CO<sub>2</sub> eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.01707 tCO<sub>2</sub> eq (69.56%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0037 t CO<sub>2</sub> eq (1.51%)，生产阶段碳排放为 0.0618 t CO<sub>2</sub> eq (25.18%)，成品运输阶段 0.0010 t CO<sub>2</sub> eq (0.41%)，产品处置阶段 0.0082 (3.34%)。

1 基 500KV 电力输电线路铁塔“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.6315 t CO<sub>2</sub> eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0343CO<sub>2</sub> eq (5.43%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0156 t CO<sub>2</sub> eq (2.47%)，生产阶段碳排放为 0.4510t CO<sub>2</sub> eq (71.42%)，成品运输阶段 0.1140 t CO<sub>2</sub> eq (18.05%)，产品处置阶段 0.0166 t CO<sub>2</sub> eq (2.63%)。

1 吨电力铁附件“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.2067 t CO<sub>2</sub> eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0134CO<sub>2</sub> eq (6.48%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0061 t CO<sub>2</sub> eq (2.95%)，生产阶段碳排放为 0.1726t CO<sub>2</sub> eq (85.24%)，成品运输阶段 0.0045t CO<sub>2</sub> eq (2.18%)，产品处置阶段 0.0065 t CO<sub>2</sub> eq (3.14%)。



1 吨电力标准金具“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.2067 t CO<sub>2</sub> eq, 原辅料获取阶段碳排放为 0.0134CO<sub>2</sub> eq (6.48%), 原辅料运输阶段碳排放为 0.0061 t CO<sub>2</sub> eq (2.95%), 生产阶段碳排放为 0.1726t CO<sub>2</sub> eq (85.24%), 成品运输阶段 0.0045t CO<sub>2</sub> eq (2.18%), 产品处置阶段 0.0065 t CO<sub>2</sub> eq (3.14%)。

1 台 12KV 和 40.5KV 箱式变电站的生产“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 1.1688 t CO<sub>2</sub> eq, 原辅料获取阶段碳排放为 0.6066CO<sub>2</sub> eq (51.90%), 原辅料运输阶段碳排放为 0.0719 t CO<sub>2</sub> eq (6.15%), 生产阶段碳排放为 0.4404t CO<sub>2</sub> eq (37.68%), 成品运输阶段 0.0041t CO<sub>2</sub> eq (0.35%), 产品处置阶段 0.0458 t CO<sub>2</sub> eq (3.92%)。

1 台油浸式电力变压器、“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.4705 t CO<sub>2</sub> eq, 原辅料获取阶段碳排放为 0.1954CO<sub>2</sub> eq (41.53%), 原辅料运输阶段碳排放为 0.0248 t CO<sub>2</sub> eq (5.27%), 生产阶段碳排放为 0.2155t CO<sub>2</sub> eq (45.80%), 成品运输阶段 0.0030t CO<sub>2</sub> eq (0.64%), 产品处置阶段 0.0318t CO<sub>2</sub> eq (6.76%)。

1 台干式电力变压器“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.7091 t CO<sub>2</sub> eq, 原辅料获取阶段碳排放为 0.2496CO<sub>2</sub> eq (35.20%), 原辅料运输阶段碳排放为 0.0584 t CO<sub>2</sub> eq (8.24%), 生产阶段碳排放为



0.3373t CO<sub>2</sub> eq (47.57%)，成品运输阶段 0.0047t CO<sub>2</sub> eq (0.66%)，产品处置阶段 0.0591 t CO<sub>2</sub> eq (8.33%)。

1 台非晶合金电力变压器“原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段”的碳足迹值为 0.6108 t CO<sub>2</sub> eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.2344CO<sub>2</sub> eq (38.38%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0208 t CO<sub>2</sub> eq (3.41%)，生产阶段碳排放为 0.3111t CO<sub>2</sub> eq (50.93%)，成品运输阶段 0.0044t CO<sub>2</sub> eq (0.72%)，产品处置阶段 0.0401 t CO<sub>2</sub> eq (6.57%)。

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。本报告采用了企业的合格供应商环评报告，同行业环保报告，企业的实际数据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，背景数据来自发改委发布的《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》、《陆上交通运输企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》等规定的缺省值。

# 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、产品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（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、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（CO<sub>2</sub>eq）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：产品生命周期核

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）GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》，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

人杰地灵、物华天宝的江北水城——聊城，积淀和厚重的光岳文化底蕴，孕育和造就了科技、创新型企业聊城华瑞电气有限公司。

聊城华瑞电气有限公司组建于 2002 年，注册资金 2.6 亿元，占地 17 万平方米，建筑面积 6.7 万平方米，现有员工 189 人。公司致力于为客户提供更佳的供配电系统电气解决方案，是国家电网的优质合作伙伴和供应商，主要服务国家电网建设、城市电网和新农村电网建设、石油、化工、房产等重点行业。

公司现为“国家高新技术企业”、山东省专精特新中小企业、山东省制造业单项冠军企业、山东省数字经济晨星工厂；国家标准 GB/T 18216.7 和 GB/T 18216.11 主要起草单位；已取得 ISO9001 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系和 ISO45001 职业健康安全管理体系认证证书；27 种低压电器产品获得国家低压电器 CQC 认证证书，37 种高、低压成套电器设备，21 种油浸式、干式和非晶合金变压器获得国家质量检测/检验中心型式试验报告；500kV 及以下输电线路铁塔和电力线路器材获得国家颁发的生产许可证；公司已取得“承装、承修、承试”三级资质、电力工程施工总承包二级资质、输变电工程专业承包二级资质，可承担 110kV 及以下电压等级的施工许可。



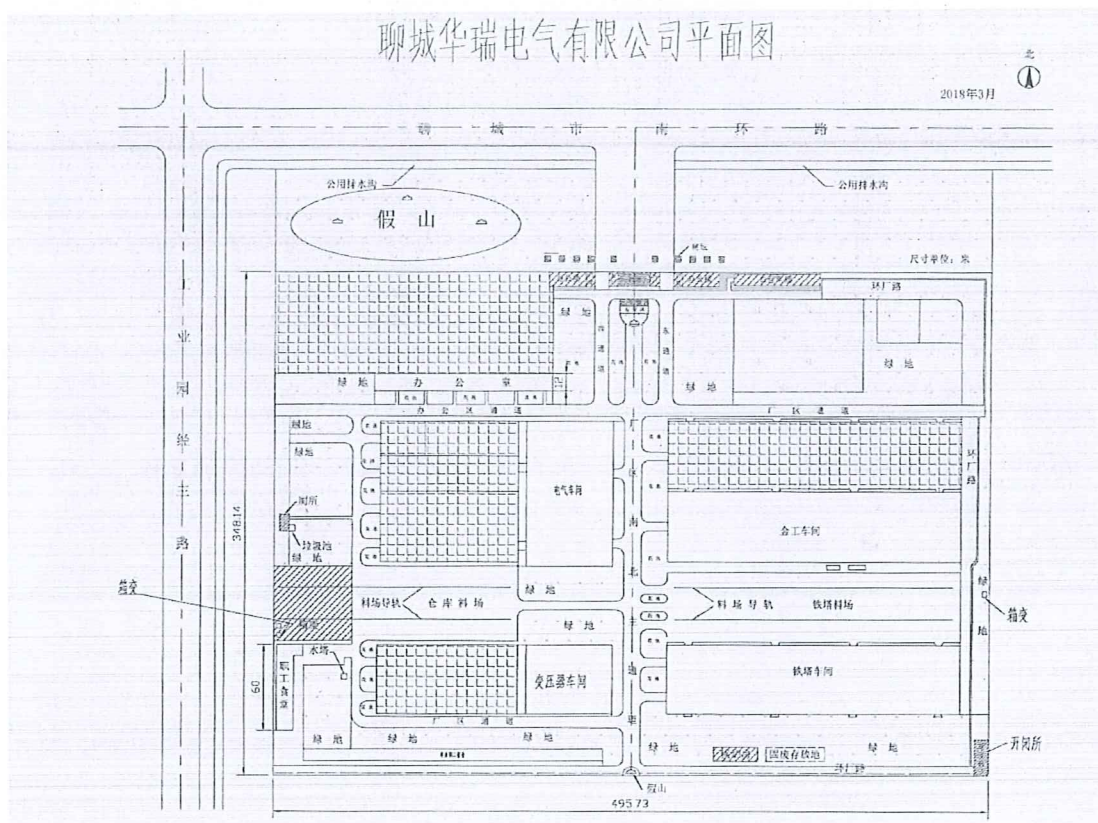
公司 11 种科技成果通过省级评审，鉴定结论：达到国内领先水平，其中 2 种产品获得“聊城市科技进步三等奖”；现有发明专利和实用新型专利 50 余项，其中一项发明专利获得“聊城市发明专利二等奖”；拥有 6 座省/市级实验室/研究中心，与多所院校建立了战略合作关系，有研发人员 29 人，其中高级工程师 5 人，工程师 19 人，在科技平台的水平和数量上，处于省内及同行业的领先地位。

公司自成立以来，就不断优化和升级服务体系和服务能力，秉承科技、创新的经营理念，公司已发展成集科研、设计制造和安装一体的专业化综合性基地。公司自主创新的智能化电力设备已成功应用于国内二十几个城市国家电网等基础设施建设领域中，智能电力设备产品具有较高市场占有率，得到全国客户的广泛认可，也得到了行业的高度认同。朴实无华的华瑞人将继续往开来，砥砺前行，拼搏奋进，再创辉煌！



企业概貌

## 2.2 厂区布局



产区布局图

## 2.3 产品介绍

公司主导产品：40.5kV 及以下电压输配电电气成套设备；节能环保变压器；500kV 及以下输电线路铁塔、电力线路器材和金具；新型电光源和光伏发电新能源技术和装备；40.5kV 以下电压电力工程的设计、施工。

### 2.3.1 产品功能

40.5KV及以下高压成套开关设备和控制设备：用于5KV及以下电压等级的电力系统中，负责电能的分配、控制和保护。通过开关设备实现电路的接通、断开和转换，控制设备则用于监控和保护电力



系统，确保其安全运行。

低压成套开关设备和控制设备（资质范围内）：用于低压电力系统中，负责电能的分配、控制和保护。通过开关设备实现电路的接通、断开和转换，控制设备则用于监控和保护低压电力系统，确保其安全运行。

500KV电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具：用于支撑和固定500KV高压输电线路，确保输电线路的稳定性和安全性。电力铁附件和标准金具则用于连接和固定导线、绝缘子等部件，确保输电线路的机械强度和电气性能。

12KV和40.5KV箱式变电站：用于12KV和40.5KV电压等级的电力系统中，集成了变压器、开关设备、保护设备等，实现电能的变压、分配和控制。箱式变电站结构紧凑，便于安装和维护，适用于城市、乡村等不同场合的电力供应。

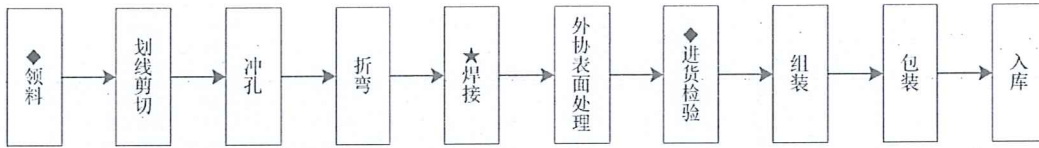
油浸式电力变压器：用于电力系统中，通过电磁感应原理实现电压的升降。油浸式变压器利用绝缘油进行冷却和绝缘，适用于大容量、高电压的电力系统。

干式电力变压器：与油浸式变压器类似，但采用空气或其他气体作为冷却和绝缘介质，适用于对防火、防爆要求较高的场合，如高层建筑、地铁等。

非晶合金电力变压器：采用非晶合金材料作为铁芯，具有低损耗、高效率的特点，适用于节能要求较高的电力系统，能够有效降低电能损耗，提高能源利用效率。

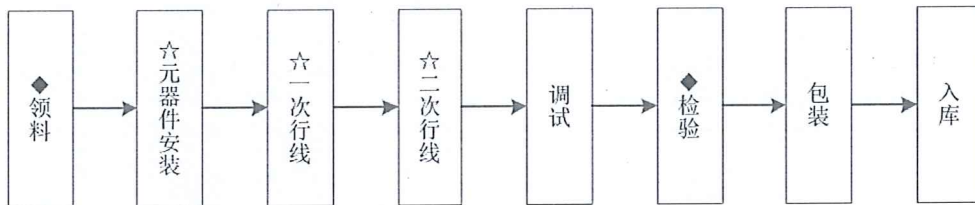
## 2.3.2 产品工艺流程

高低压柜壳体实现过程流程图



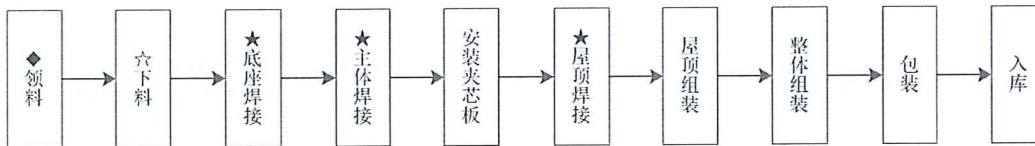
注：★：表示特殊过程；☆：表示关键过程；◆表示质控点

高低压成套开关设备实现过程流程图



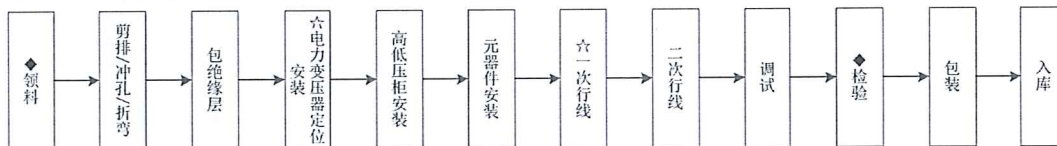
注：★：表示特殊过程；☆：表示关键过程；◆表示质控点

箱变壳体实现过程流程图



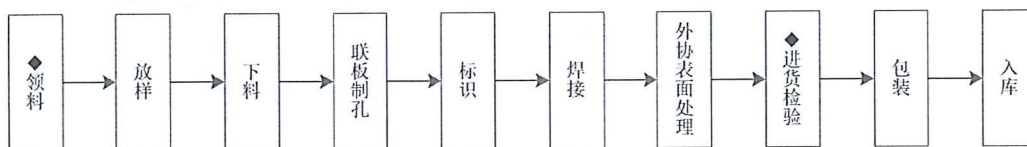
注：★：表示特殊过程；☆：表示关键过程；◆表示质控点

箱式变电站实现过程流程图



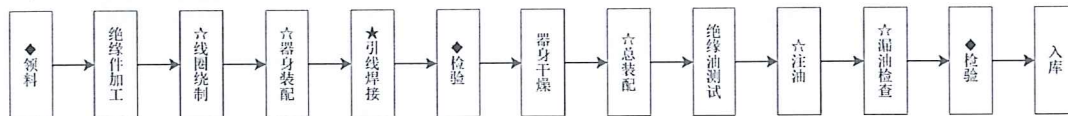
注：★：表示特殊过程；☆：表示关键过程；◆表示质控点

500kV电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具实现过程流程图



注：★：表示特殊过程；☆：表示关键过程；◆表示质控点

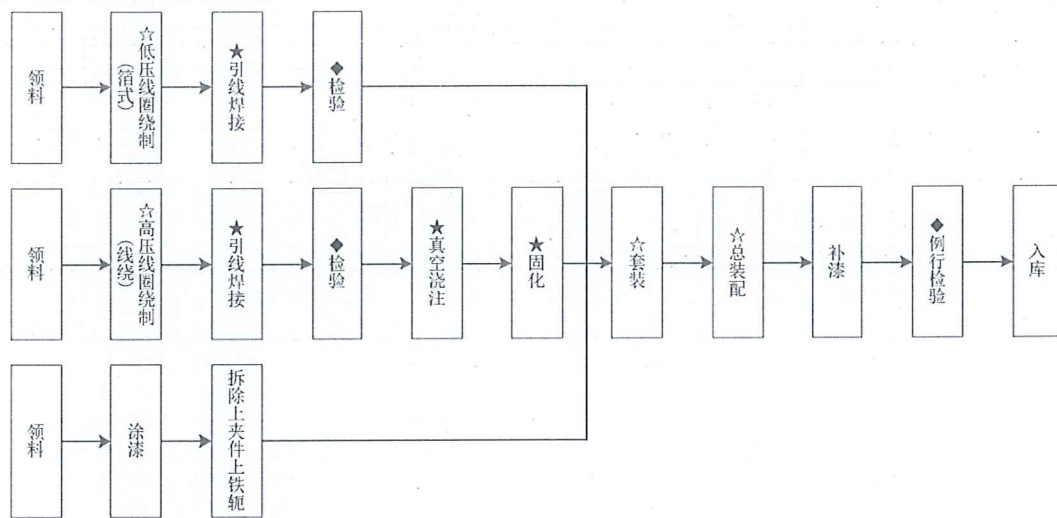
油浸式变压器实现过程流程图



注：★：表示特殊过程；☆：表示关键过程；◆表示质控点

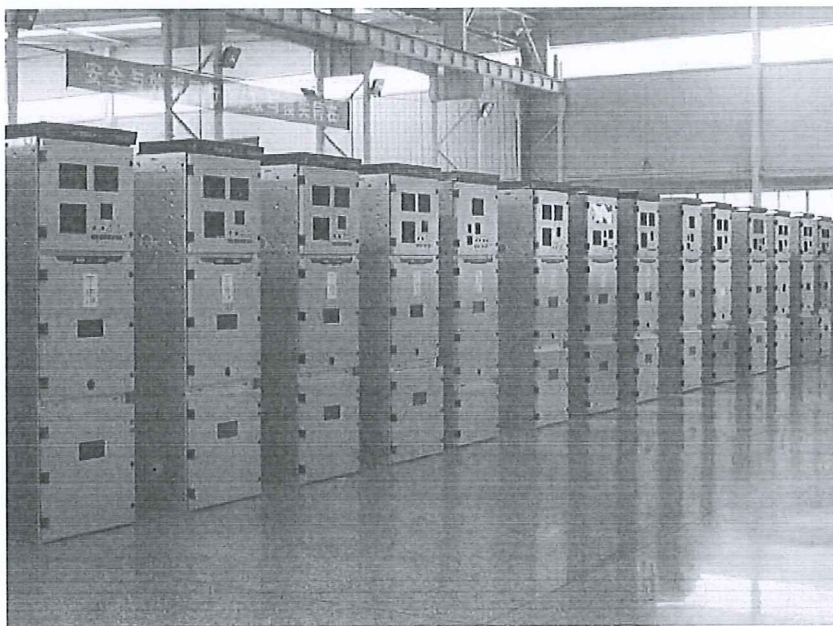


干式变压器实现过程流程图

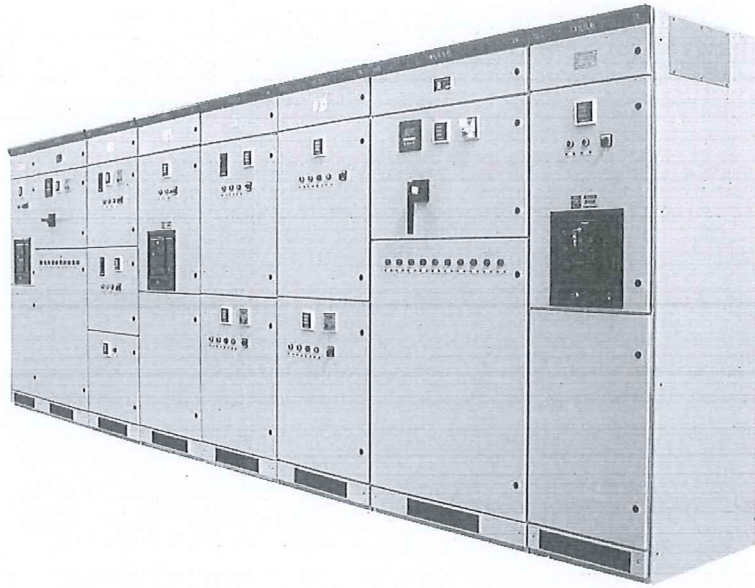


注：★：表示特殊过程；☆：表示关键过程；◆：表示质控点

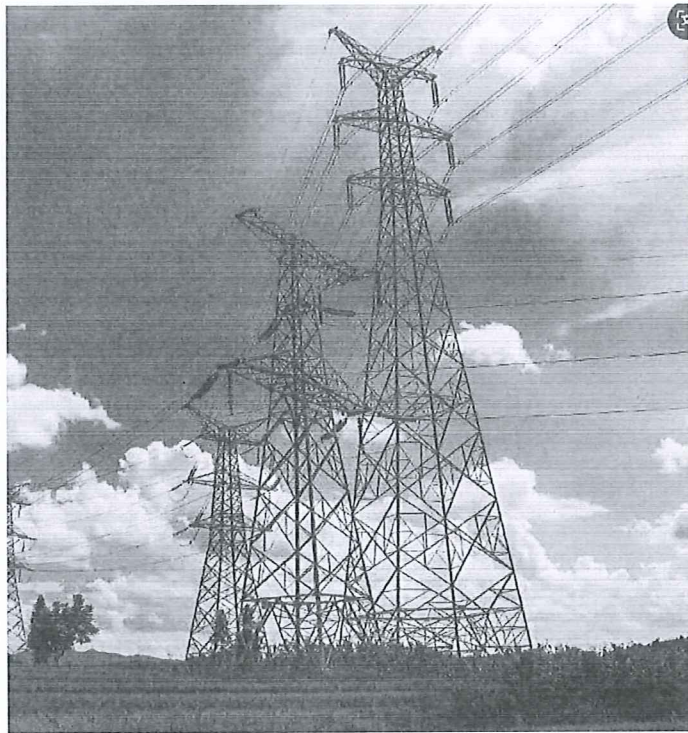
### 2.3.3 产品图片



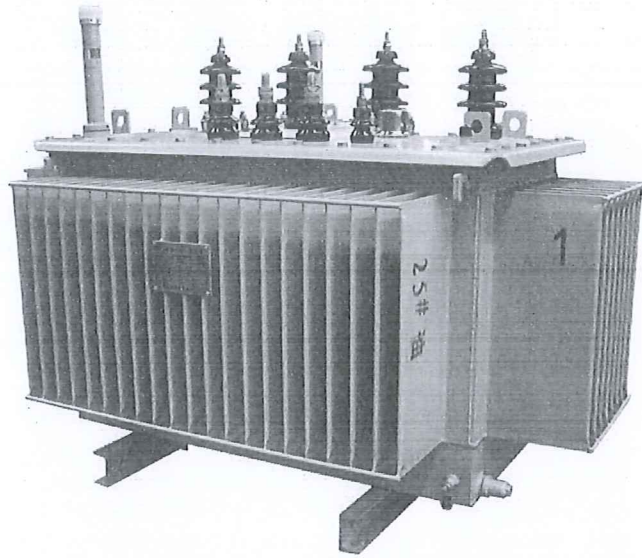
KYN28A-12 高压开关柜



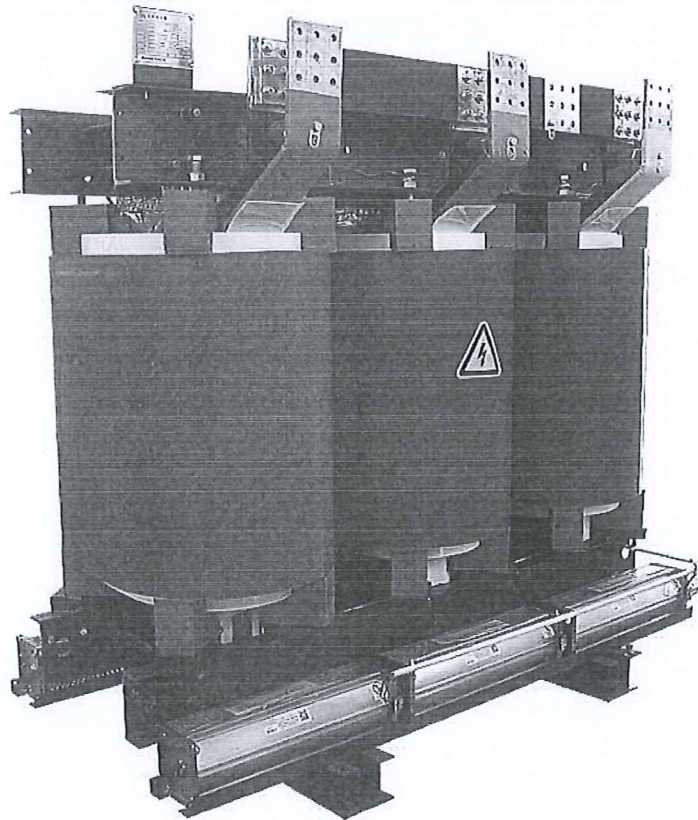
GCS 低压开关柜



电力输电线路铁塔



油浸式电力变压器



干式电力变压器



## 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》；

GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018 《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》标准的要求，科学地评估 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备，低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），500KV 电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具，12KV 和 40.5KV 箱式变电站的生产，油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器的产品碳足迹。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，聊城华瑞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40.5KV及以下高压成套开关设备和控制设备，1台低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），1基500KV电力输电线路铁塔、1吨电力铁附件、1吨电力标准金具，1台12KV和40.5KV箱式变电站的生产，1台油浸式电力变压器、1台干式电力变压器、1台非晶合金电力变压器。

### 3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界从原材料获取阶段到产品处置阶段，涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段、成品运输、产品处置等阶段，40.5KV及以下高压成套开关设备和控制设备，低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），500KV电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具，12KV和40.5KV箱式变电站的生产，油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器产品从“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	壳体板材, 断路器等配件、铜排线缆等辅材的获取	包装材料获取
原辅料运输阶段	壳体板材, 断路器等配件、铜排线缆等辅材运输	包装材料运输
生产阶段	厂区内生产产品阶段	/
成品运输	汽、柴油运输	/
产品处置阶段	壳体等金属类、绝缘材料的回收	/

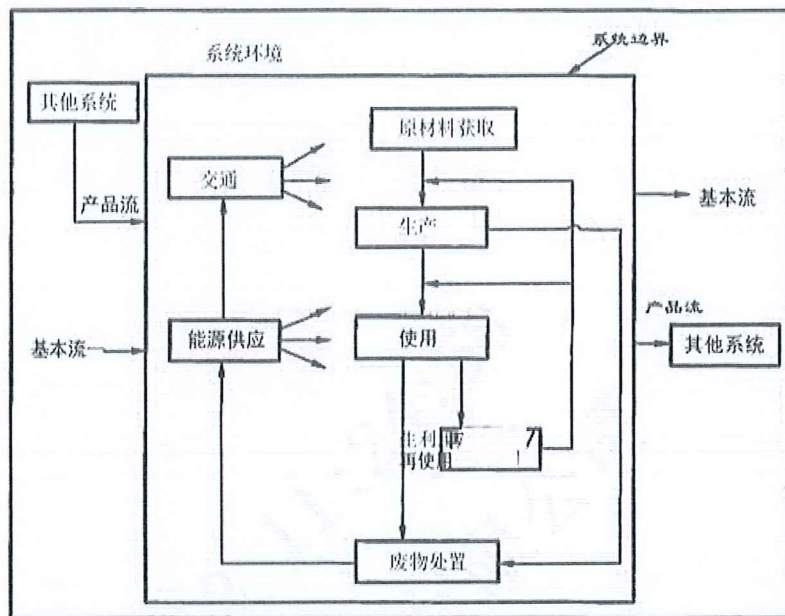


图 3.2: 产品系统边界示意图

### 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，本次核查主要包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2014 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 CO<sub>2</sub> 当量（CO<sub>2</sub>eq）。

### 3.2.7 数据来源

本评价过程中使用到的数据来源于企业的台账，记账凭证，供应商资质信息等。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相关行业企业温室气体核算方法与报告指南的缺省值；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。

备注：初级数据和次级数据界定

初级数据：通过直接测量或基于直接测量计算得到的过程\或活动的量化值。注释 1:原始数据不一定来自所研究的产品系统(3.3.2)，因为原始数据可能与研究的不同但可比较的产品系统相关。注释 2:原始数据可包括温室气体排放因子(3.2.7)和/或温室气体活动数据(定义见 GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018,3.6.1,3.6.2,3.6.3)

次级数据:不符合原始数据(3.1.6.1)要求的数据。注释 1:次级数据可包括数据库和出版文献的数据、国家数据库中的默认排放因子、计算数据估计或其他经主管当局审定的代表性数据。

注释 2:次级数据可包括从代理进程或估计中获得的数据。

## 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 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备，低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），500KV 电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具，12KV 和 40.5KV 箱式变电站，油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器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 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日。数据代表了 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备，低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），500KV 电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具，12KV 和 40.5KV 箱式变电站，油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器产品的平均生产水平。

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：电力排放因子数据来源：2024年12月20日，生态环境部、国家统计局关于发布2022年电力二氧化碳排放因子的公告，后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子。

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。排放因子数据来自相关行业企业温室气体核算方法与报告指南的缺省值查询

## 4.2 活动水平数据

40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/台)
原材料获取		电力 kwh	180568.58	0.5366	0.1791
生产		电力 kwh	94468.32	0.5366	0.0937
		柴油 t	/	/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	1.393	0.0726	0.0081
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	0.224	0.0726	0.0013
	仓储	/	/	/	
使用		/	/	/	/
生命末期		电力 kwh	11594.30	0.5366	0.0115

表 4.2-1: 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备生命周期碳排放清单说明

低压成套开关设备和控制设备产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/台)
原材料获取		电力 kwh	1446464.59	0.5366	0.1707
生产		电力 kwh	523676.11	0.5366	0.0618
		柴油 t	/	/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	5.348	0.0726	0.0037
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	1.445	0.0726	0.0010
	仓储	/		/	/
使用		/		/	/
生命末期		电力 kwh	69484.53	0.5366	0.0082

表 4.2-2 低压成套开关设备和控制设备生命周期碳排放清单说明



12KV 和 40.5KV 箱式变电站产品全生命周期各阶段的具体活动

水平数据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/台)
原材料获取		电力 kwh	57653.00	0.5366	0.6066
生产		电力 kwh	41856.88	0.5366	0.4404
		柴油 t	/	/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	5.920	0.0726	0.0719
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	0.066	0.0726	0.0041
	仓储	/		/	/
使用		/		/	/
生命末期		电力 kwh	4352.96	0.5366	0.0458

表 4.2-3: 12KV 和 40.5KV 箱式变电站生命周期碳排放清单说明

### 500V 电力输电线路铁塔产品全生命周期各阶段的具体活动水平

数据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/基)
原材料获取		电力 kwh	19376.05	0.5366	0.0343
生产		电力 kwh	254769.61	28.122	0.4510
		柴油 t	/	/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	1.503	0.0726	0.0156
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	10.985	0.0726	0.1140
	仓储	/		/	/
使用		/		/	/
生命末期		电力 kwh	9377.33	0.5366	0.0166

表 4.2-4: 500V 电力输电线路铁塔生命周期碳排放清单说明

电力铁附件产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/吨)
原材料获取		电力 kwh	8465.52	0.5366	0.0134
生产		电力 kwh	111315.32	0.5366	0.1762
		柴油 t	/	/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	0.657	0.0726	0.0061
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	0.485	0.0726	0.0045
	仓储	/	/	/	
使用		/	/	/	/
生命末期		电力 kwh	4106.41	0.5366	0.0065

表 4.2-5 电力铁附件生命周期碳排放清单说明



电力标准金具产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/吨)
原材料获取		电力 kwh	1972.79	0.5366	0.0134
生产		电力 kwh	25940.74	0.5366	0.1762
		柴油 t		/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	0.153	0.0726	0.0061
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	0.113	0.0726	0.0045
	仓储		/	/	/
使用			/	/	/
生命末期		电力 kwh	956.95	0.5366	0.0065

表 4.2-1 电力标准金具生命周期碳排放清单说明

油浸式电力变压器产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据

如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/台)
原材料获取		电力 kwh	67002.61	0.5366	0.1954
生产		电力 kwh	73894.89	0.5366	0.2155
		柴油 t	/	/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	1.451	0.0726	0.0248
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	0.175	0.0726	0.0030
	仓储	/		/	/
使用		/		/	/
生命末期		电力 kwh	10904.21	0.5366	0.0318

表 4.2-7 油浸式电力变压器生命周期碳排放清单说明

干式电力变压器产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/台)
原材料获取		电力 kwh	28374.21	0.5366	0.2496
生产		电力 kwh	38343.83	0.5366	0.3373
		柴油 t		/	/
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	1.132	0.0726	0.0584
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	0.091	0.0726	0.0047
	仓储		/	/	/
使用			/	/	/
生命末期		电力 kwh	6718.41	0.5366	0.0591

表 4.2-8 干式电力变压器生命周期碳排放清单说明



非晶合金电力变压器产品全生命周期各阶段的具体活动水平数

据如下：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> e/台)
原材料获取		电力 kwh	58097.65	0.5366	0.2344
生产		电力 kwh	77108.27	0.5366	0.3111
		柴油 t		/	0.186
运输/ 交付	原材料运输	柴油 t	0.879	0.0726	0.0044
		汽油 t	/	/	/
	成品运输	柴油 t	0.186	0.0726	0.0044
	仓储		/	/	/
使用			/	/	/
生命末期		电力 kwh	9939.06	0.5366	0.0401

表 4.2-9 非晶合金电力变压器生命周期碳排放清单说明

### 4.3 排放因子数据

40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备，低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），500KV 电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具，12KV 和 40.5KV 箱式变电站的生产，油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器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，具体为排

放因子数据来自《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》、《陆上交通运输企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》的缺省值查询。电力排放因子数据来源：2024年12月20日，生态环境部、国家统计局关于发布2022年电力二氧化碳排放因子的公告，为落实《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》相关要求，生态环境部、国家统计局组织计算了2022年全国、区域和省级电力平均二氧化碳排放因子，全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量），以及全国化石能源电力二氧化碳排放因子，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。2022年电力二氧化碳排放因子为0.5366 kgCO<sub>2</sub>/kWh。后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子。

# 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、排放因子之和。计算公式如下：

$$E = E_{\text{原材料获取}} + E_{\text{原材料运输}} + E_{\text{产品生产}} + E_{\text{产品运输}} + E_{\text{产品处置}}$$

其中：

E：产品碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO<sub>2</sub>e/t) 或千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>e)；

E 原材料获取：原材料获取阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO<sub>2</sub>e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>e)；

E 原材料运输：原材料运输环节产生的碳排放总量，单位为二氧化碳当量/吨(tCO<sub>2</sub>e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>e)；

E 产品生产：生产加工和装配阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO<sub>2</sub>e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>e)；

E 产品运输：运输阶段的碳足迹，包括现场组立过程，单位为二氧化碳当量/吨 (tCO<sub>2</sub>e/t) 或千克二氧化碳当量 (kgCO<sub>2</sub>e)；

E 产品处置：使用处置阶段的碳足迹，包括现场使用年限周期内排放、报废处置过程，单位为二氧化碳当量/吨 (tCO<sub>2</sub>e/t) 或千克二氧化碳当量 (kgCO<sub>2</sub>e)；



## 5.2 计算结果

5.2.1 聊城华瑞电气有限公司生产的 1 台 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为 0.2937 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.1-1 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	百分比/%
原材料获取	0.1791	60.98%
运输(原材料运输)	0.0081	2.76%
生 产	0.0937	31.90%
运输(成品交付)	0.0013	0.44%
使 用	/	/
生命末期(产品处置)	0.0115	3.92%
总 计	0.2937	100%

表 5.2.1-1: 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备产品生命周期各阶段碳排放情况

聊城华瑞电气有限公司生产的 1 台低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为 0.2454 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.1-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	百分比/%
原材料获取	0.1707	69.56%
运输（原材料运输）	0.0037	1.51%
生 产	0.0618	25.18%
运输（成品交付）	0.0010	0.41%
使 用	/	/
生命末期（产品处置）	0.0082	3.34%
总 计	0.2454	100%

表 5.2.2-2 低压成套开关设备和控制设备（资质范围内）产品生命周期各阶段碳排放情况

聊城华瑞电气有限公司生产的1基500KV 电力输电线路铁塔, 从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为0.6315 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表5.2.1-3所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	百分比/%
原材料获取	0.0343	5.43%
运输(原材料运输)	0.0156	2.47%
生 产	0.4510	71.42%
运输(成品交付)	0.1140	18.05%
使 用	/	/
生命末期(产品处置)	0.0166	2.63%
总 计	0.6315	100%

表 5.2.2-3500KV 电力输电线路铁塔产品生命周期各阶段碳排放情况



聊城华瑞电气有限公司生产的1吨电力铁附件，从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为0.2067 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表5.2.1-4所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	0.0061
原材料获取	0.0134	0.1762
运输（原材料运输）	0.0061	2.95%
生 产	0.1762	85.24%
运输（成品交付）	0.0045	2.18%
使 用	/	/
生命末期（产品处置）	0.0065	3.14%
总 计	0.2067	100%

表 5.2.2-4 电力铁附件产品生命周期各阶段碳排放情况

聊城华瑞电气有限公司生产的1吨电力标准金具，从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为0.2067 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表5.2.1-5所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	0.0061
原材料获取	0.0134	0.1762
运输（原材料运输）	0.0061	2.95%
生 产	0.1762	85.24%
运输（成品交付）	0.0045	2.18%
使 用	/	/
生命末期（产品处置）	0.0065	3.14%
总 计	0.2067	100%

表 5.2.2-5 电力标准金具产品生命周期各阶段碳排放情况

聊城华瑞电气有限公司生产的1台12KV和40.5KV箱式变电站，从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为1.1688 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表5.2.1-6所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	百分比/%
原材料获取	0.6066	51.90%
运输（原材料运输）	0.0719	6.15%
生 产	0.4404	37.68%
运输（成品交付）	0.0041	0.35%
使 用	/	/
生命末期（产品处置）	0.0458	3.92%
总 计	1.1688	100%

表 5.2.2-6 12KV 和 40.5KV 箱式变电站产品生命周期各阶段碳排放情况



聊城华瑞电气有限公司生产的1台油浸式电力变压器，从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为0.4705 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表5.2.1-7所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	百分比/%
原材料获取	0.1954	41.53%
运输（原材料运输）	0.0248	5.27%
生 产	0.2155	45.80%
运输（成品交付）	0.0030	0.64%
使 用	/	/
生命末期（产品处置）	0.0318	6.76%
总 计	0.4705	100%

表 5.2.2-7 油浸式电力变压器产品生命周期各阶段碳排放情况

聊城华瑞电气有限公司生产的1台干式电力变压器，从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为0.7091 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表5.2.1-8所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	百分比/%
原材料获取	0.2496	35.20%
运输（原材料运输）	0.0584	8.24%
生 产	0.0047	47.57%
运输（成品交付）	0.0047	0.66%
使 用	/	/
生命末期（产品处置）	0.0591	8.33%
总 计	0.7091	100%

表 5.2.2-8 干式电力变压器产品生命周期各阶段碳排放情况

聊城华瑞电气有限公司生产的1台非晶合金电力变压器，从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为0.6108 t CO<sub>2</sub> eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表5.2.1-9所示。

生命周期阶段	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/件)	百分比/%
原材料获取	0.2344	38.38%
运输（原材料运输）	0.3111	3.41%
生 产	0.0044	50.93%
运输（成品交付）	0.0123	0.72%
使 用		/
生命末期（产品处置）	0.0401	6.57%
总 计	0.6108	100%

表 5.2.2-9 非晶合金电力变压器产品生命周期各阶段碳排放情况

聊城华瑞电气有限公司生产的 40.5KV 及以下高压成套开关设备和控制设备，低压成套开关设备和控制设备（资质范围内），500KV 电力输电线路铁塔、电力铁附件、电力标准金具，12KV 和 40.5KV 箱式变电站的生产，油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器产品生命周期阶段碳排放分布图 5.2.2-1、5.2.2-3、5.2.2-4 所示。

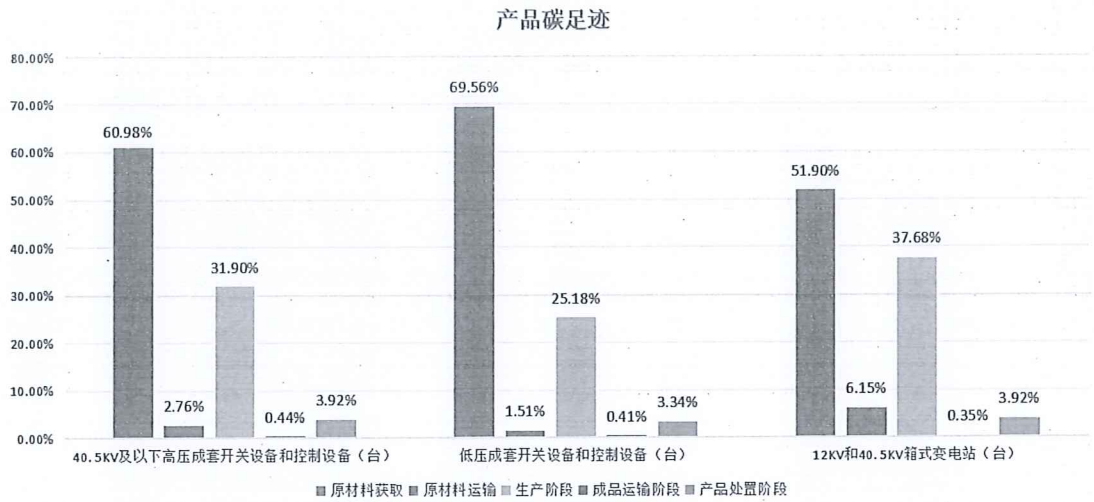


图 5.2.2-1 生命周期阶段碳排放分布图

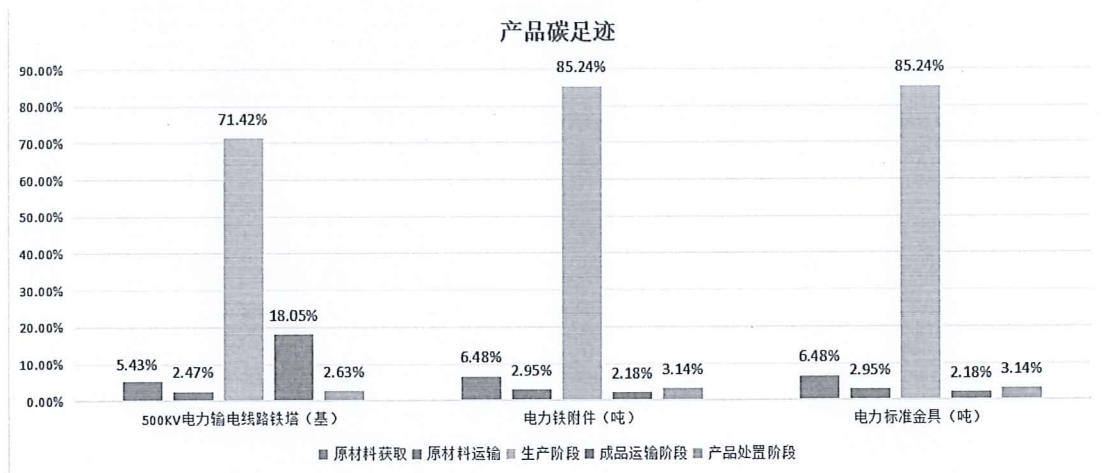


图 5.2.2-2 生命周期阶段碳排放分布图



图 5.2.2-3 生命周期阶段碳排放分布图



### 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 改进建议

### 6.1 改进建议

根据环保气体环网箱、组合互感器、环保气体绝缘多功能分界计量箱产品从原材料获取到产品处置阶段的碳足迹评价结果，在企业可行的条件下，可考虑从以下方面加强碳足迹的管理：

1、建立文档管理规范，保存、维护有关温室气体年度报告的文档和数据记录，确保相关文档在第三方核查以及向主管部门汇报时可用。

2、数据收集与管理，建议采用数字化工具（如 ERP 系统、碳管理软件）实现数据的自动化收集和实时更新。加强与供应商的合作，确保供应链数据的透明性和完整性。建立数据的内部审核和验证程序，通过不同数据源的交叉验证、统计核算期内数据波动情况、与多年历史运行数据的比对等。

3、认证流程的优化，引入第三方认证机构，确保认证结果的独立性和权威性。定期对认证流程进行内部审核和外部评估，确保合规性。

4、员工培训与能力建设，组织碳足迹管理相关培训，提升员工的专业能力。设立专门的碳管理团队，负责碳足迹认证的日常管理和优化。

5、产品分类管控，从原材料到生产过程、成品运输进行控制。

附件

附件 1：本公司 2024 年度温室气体报告核查组专家名单

### 2024 年温室气体报告核查组专家名单

姓名	工作单位	中国认证认可协会 温室气体核查员证书号
穆相龙	三倍国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1308550

上述专家名单，经过本企业确认并同意开展温室气体排放量核查工作，专家组成员在本公司进行了 2.0 天的数据收集、数据验证、数据计算和数据核查工作，特此证明。

企业代表(签字):



(企业盖公章)

2025 年 03 月 15 日

