

产品碳足迹报告

产品名称：智能型户外高压交流真空断路器

产品规格型号：ZW32-12/630-25

生产者名称：河南丰源电力科技有限公司

报告编号：T410184-3

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司

报告签发日期：2026年4月8日



企业名称	河南丰源电力科技有限公司	核查地址	河南省济源市虎岭产业集聚区西环路与济源大道交叉口东南角1号				
法定代表人	陈建珍	联系方式	0391-2180800				
授权人（联系人）	卫林华	联系方式	16690988911				
核算和报告依据	GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》；						
<p>企业概况：</p> <p>河南丰源电力科技有限公司位于“济水”发源地，黄河北岸，太行山南麓的河南省济源市虎岭工业集聚区。公司成立于2010年7月，注册资金5600万元，是国网公司专业生产高、低压开关柜的合作单位，职工140余人，年产值逾亿元。公司主要产品有35KV及以下高低压开关柜体及电气成套设备、预装式箱式变电站、高低压断路器、变压器及精细化补偿装置等。公司加工检测设备先进，有多套引进国外的数控加工设备以及全自动喷塑流水线，有强大的生产能力及技术力量，并先后通过了质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系的三大体系认证。</p> <p>公司现有专利55项，并获得“国家高新技术企业”“河南省专精特新中小企业”“河南省工程技术研究中心”“河南省知识产权优势企业”“河南省质量诚信A级企业”、“河南省重合同守信用企业”等荣誉。销售网络遍布全国30多个省市，先后成为国家电网公司、南方电网公司、广东科源、特变电工、中国电子、中国中铁等知名单位的合格供方。</p> <p>公司将立足于电力行业，坚持“科技兴企，创新务实”的发展思路，一如既往为社会电力事业服务，为企业和客户创造价值。</p>							
<p>2. 单位产品碳足迹结果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>产品功能单位</th> <th>单位产品碳排放量 (kgCO₂e)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1台 智能型户外高压交流真空断路器 (ZW32-12/630-25)</td> <td>38.8333</td> </tr> </tbody> </table> <p>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</p>				产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ e)	1台 智能型户外高压交流真空断路器 (ZW32-12/630-25)	38.8333
产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ e)						
1台 智能型户外高压交流真空断路器 (ZW32-12/630-25)	38.8333						
<p>3. 评价过程中需要特别说明的问题描述</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>							
编制	孙振歌	签名	孙振歌				
组内职务							

组长	孙振歌	签名	孙振歌
组员	王 焕	签名	王 焕
组员	寇振涛	签名	寇振涛

目 录

摘要	1
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍	2
2 企业及产品介绍	3
2.1 企业介绍	3
2.2 厂区形象图	3
2.3 产品介绍	4
2.3.1 产品功能	4
2.3.2 产品工艺流程	4
2.3.3 产品图片	5
3 目标与范围定义	6
3.1 评价目的	6
3.2 评价范围	6
3.2.1 功能单位	6
3.2.2 系统边界	6
3.2.3 分配原则	7
3.2.4 取舍准则	7
3.2.5 相关假设和限制	8
3.2.6 影响类型和评价方法	8
3.2.7 数据来源	8
3.2.8 数据质量要求	8
4 数据收集	10
4.1 数据收集说明	10

4.2 活动水平数据	11
4.3 排放因子数据	11
5 碳足迹计算	12
5.1 计算方法	12
5.2 计算结果	12
5.3 不确定性分析	13
6 改进建议	14
6.1 改进建议	14
附件	18
附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	18

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 1 台智能型户外高压交流真空断路器(ZW32-12/630-25)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 台智能型户外高压交流真空断路器(ZW32-12/630-25)。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 台智能型户外高压交流真空断路器(ZW32-12/630-25)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 38.8333 kgCO₂eq,原辅料获取阶段碳排放为 16.3200 kgCO₂eq (42.03%),原辅料运输阶段碳排放为 6.8786 kgCO₂eq (17.71%),生产阶段碳排放为 8.9119 kgCO₂eq (22.95%),成品运输阶段为 1.6582kgCO₂eq (4.27%),产品处置阶段为 5.0646 kgCO₂eq (13.04%)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)》、国家市场监督管理总局发布的《温室气体排放核算与报告要求第 27 部分:陆上交通运输企业》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、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台完整生命周期评估（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）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。2024 年 8 月 23 日，中国国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布 GB/T 24067-2024《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》，2024 年 10 月 1 日实施。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

河南丰源电力科技有限公司位于“济水”发源地，黄河北岸，太行山南麓的河南省济源市虎岭工业集聚区。公司成立于2010年7月，注册资金5600万元，是国网公司专业生产高、低压开关柜的合作单位，职工140余人，年产值逾亿元。公司主要产品有35KV及以下高低压开关柜体及电气成套设备、预装式箱式变电站、高低压断路器、变压器及精细化补偿装置等。公司加工检测设备先进，有多套引进国外的数控加工设备以及全自动喷塑流水线，有强大的生产能力及技术力量，并先后通过了质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系的三大体系认证。

公司现有专利55项，并获得“国家高新技术企业”“河南省专精特新中小企业”“河南省工程技术研究中心”“河南省知识产权优势企业”“河南省质量诚信A级企业”、“河南省重合同守信用企业”等荣誉。销售网络遍布全国30多个省市，先后成为国家电网公司、南方电网公司、广东科源、特变电工、中国电子、中国中铁等知名单位的合格供方。

公司将立足于电力行业，坚持“科技兴企，创新务实”的发展思路，一如既往为社会电力事业服务，为企业和客户创造价值！

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

ZW32-12/630-25 是额定电压 12kV、三相交流 50Hz 的户外高压配电设备，核心用于开断 / 关合负荷电流、过载电流及短路电流，适配 10kV 配网线路分段、联络、分界及工矿企业配电系统，是城农网改造、频繁操作场景的主流设备。

2.3.1 产品功能

- 基础保护与控制可可靠开断/关合负荷、过载及短路电流，内置真空灭弧室，具备无燃爆、免维护、体积小、寿命长特性，适配户外严苛环境。

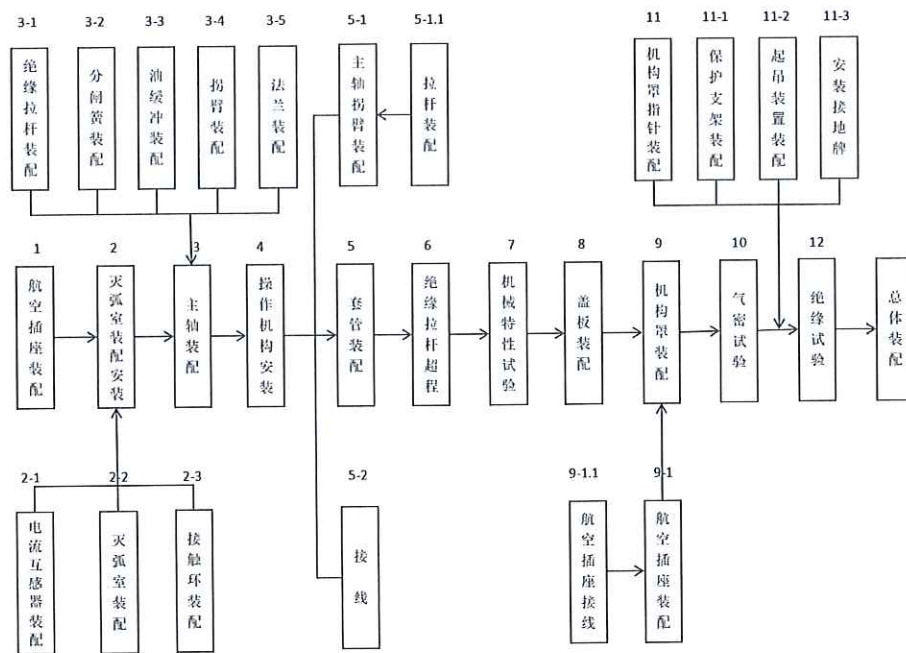
- 智能化（可选配）支持一二次融合配置，集成 FTU 终端、PT 互感器，实现四遥功能：遥测：三相电流/电压、零序量、有功/无功及电能计量；遥信：设备状态、故障告警；遥控：远程分合闸；遥调：保护定值整定。

- 故障处理能力具备三段式过流保护、三次重合闸、单相接地故障选线/隔离功能，支持就地馈线自动化，可快速定位并隔离故障区段，非故障区域快速恢复供电。

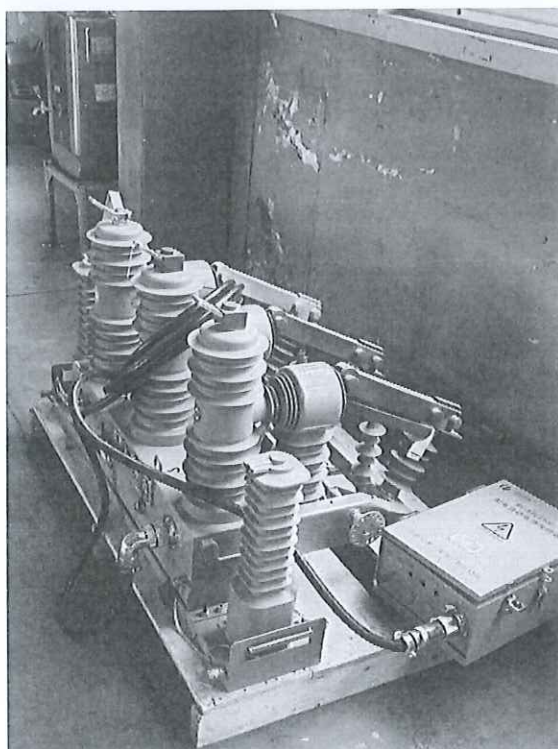
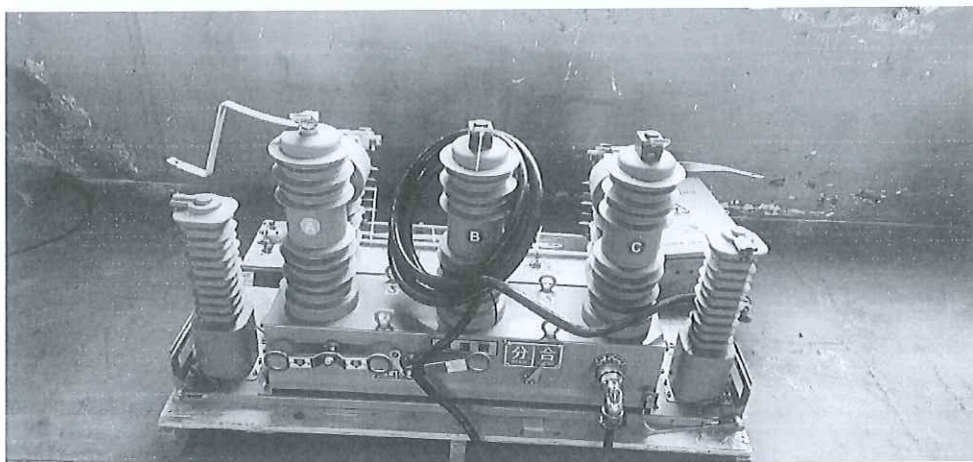
- 操作与安全保障支持手动/电动/遥控合分闸，机构密封于箱体内部，防锈蚀、防潮凝露；配备机械联锁，确保检修安全。

2.3.2 产品工艺流程

一二次融合柱上断路器生产流程图



2.3.3 产品图片



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 1 台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25）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，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 台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25）。

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。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	断路器灭弧室、操作机构、电流互感器、分体式散件等	包装材料获取
原辅料运输阶段	断路器灭弧室、操作机构、电流互感器、分体式散件器等的货车运输过程	包装材料运输
生产阶段	厂区内生产阶段	/
成品运输阶段	柴油货车运输	/
产品处置阶段	废旧金属、废旧塑料回收处置	/

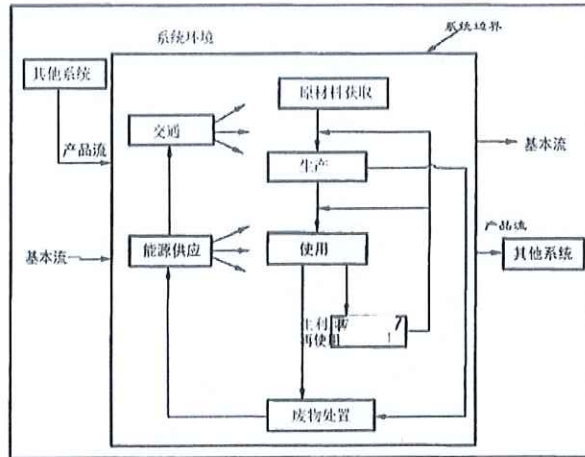


图 3.2: 产品系统边界示意图

3.2.3 分配原则

许多流程通常不只一件功能或输出，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，如果相同影响在一件过程/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（CO₂）。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2013 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 1 台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25）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 2025 年 01 月 01 日-2025 年 12 月 31 日。数据代表了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：2025 年 10 月 23 日，生态环境部、国家统计局关于发布 2024 年电力碳足迹因子的公告，后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

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

1 台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25），2025 年度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	排放因子	活动数据		温室气体量 (kgCO ₂ eq)
原材料获取	0.5777	电力 kwh	28.2500	16.3200
	0.055539	天然气 m ³	/	
	18.3026	柴油 kg	/	
原材料运输	0.0679	汽油 kg	/	6.8786
	18.3026	柴油 kg	2.2218	
产品生产	0.5777	电力 kwh	13.7954	8.9119
	0.055539	天然气 m ³	/	
	18.3026	柴油 kg	0.3044	
成品运输	0.5777	电力 kwh	/	1.6582
	18.3026	柴油 kg	0.5356	
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力 kwh	8.7669	5.0646
	0.055539	天然气 m ³	/	
	18.3026	柴油 kg	/	

表 4.2.1 1 台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25）生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25）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）》、《温室气体排放核算与报告要求第 27 部分：陆上交通运输企业》的缺省值查询。电力排放因子数据来源：2025 年 10 月 23 日，生态环境部、国家统计局关于发布 2024 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 2024 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，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。2024 年全国电力平均碳足迹因子为 0.5777kgCO₂e/kWh。后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

5.2 计算结果

河南丰源电力科技有限公司生产 1 台智能型户外高压交流真空断路器 (ZW32-12/630-25) 产品碳足迹是 38.8333 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2-1 和图 5.2-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO ₂ eq)	百分比/%
原材料获取阶段	16.3200	42.03%
原材料运输阶段	6.8786	17.71%
生产阶段	8.9119	22.95%
成品运输阶段	1.6582	4.27%
产品处置阶段	5.0646	13.04%
合计	38.8333	100.00%

表 5.2-1 一台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25）产品生命周期各阶段碳排放情况

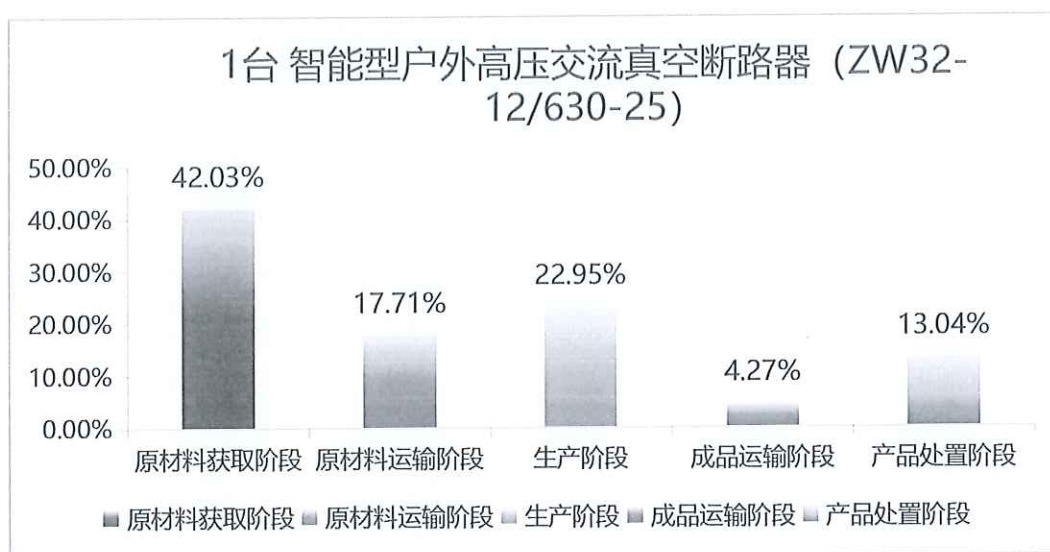


图 5.2-2 一台智能型户外高压交流真空断路器（ZW32-12/630-25）生命周期阶段碳排放分布图

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) 制定数据缺失、生产活动或报告方法发生变化时的应对措施。若仪表失灵或核算某项排放源所需的活动水平或排放因子数据缺失，企业应采用适当的估算方法获得相应时期缺失参数的保守替代数据。

(2) 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。

(3) 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主要逻辑审核关系，确保活动水平数据的完整性和准确性。

(4) 结合柱状图分析，基于该产品 ZW32-12/630-25 智能型户外高压交流真空断路器全生命周期碳足迹占比（原材料获取 42.03% > 生产 22.95% > 原材料运输 17.71% > 产品处置 13.04% > 成品运输 4.27%），结合电力设备制造行业实践与企业可落地性，分阶段给出针对性改进方案：

一、核心减排重点：原材料获取阶段（占比 42.03%，最高优先级）

该阶段是碳足迹的最大来源，核心优化方向为低碳选材、循环利用、供应链降碳、轻量化设计：

1. 低碳材料替代与再生利用

金属材料优化：柜体、机构件优先选用再生钢材/绿钢（再生钢碳足迹仅为原生钢的 1/4~1/5）；铜排、触头、线圈等铜材，替换为再生铜（原生铜冶炼碳排放极高，再生铜可减排 80% 以上）；不锈钢件优先采购含高比例再生镍、铬的环保不锈钢。

绝缘与结构件优化：用生物基塑料、再生工程塑料替代部分传统绝缘件、外壳；真空灭弧室、环氧树脂等核心绝缘件，优先选择已通过碳足迹认证、低碳工艺生产的供应商产品。

辅料低碳化：选用低 VOC、低碳排放的环保喷塑粉末、密封胶、润滑脂，替代高碳传统辅料；减少一次性包装材料，采用可循环包装。

2. 供应链碳足迹管控

建立供应商碳足迹准入机制，要求钢材、铜、真空灭弧室等核心原材料供应商提供产品碳足迹报告，优先选择碳绩效优秀的供应商。与核心供应商签订低碳采购协议，推动其使用绿电、优化生产工艺，逐步降低原材料生产端碳排放。

3. 产品轻量化设计

优化断路器壳体、机构结构，通过力学仿真在满足机械强度、防护等级（IP67）的前提下，减少钢材、铜材用量，从源头降低原材料碳足迹。优化内部元器件布局，减少铜排、电缆的冗余用量，实现铜材轻量化。

二、第二减排重点：生产阶段（占比 22.95%，高优先级）

该阶段核心是能源结构优化、工艺节能、生产效率提升：

1. 能源结构深度脱碳

厂区全面采购绿电（风电、光伏、水电），替代传统火电；自建厂房屋顶光伏，自发自用，覆盖生产用电，直接降低电力碳排放。

生产用蒸汽、热水优先采用太阳能、空气能等可再生能源，替代燃煤/燃气锅炉。

2. 生产工艺节能改造

针对真空灭弧室封装、环氧树脂浇注、激光焊接、喷塑等核心工序，升级高效节能设备（如节能型浇注炉、静电喷塑回收系统），降低单位产品能耗。优化工艺参数，缩短生产周期，减少能源浪费；采用余热回收系统，回收浇注、焊接工序的余热用于车间供暖/热水。

3. 生产过程精细化管理

建立生产碳足迹台账，实时监控各工序碳排放，识别高碳工序并针对性优化。推行精益生产，减少生产过程中的原材料浪费、返工率，降低无效碳排放。优化生产排班，错峰用电，降低电网高碳时段的用电占比。

三、第三减排重点：原材料运输阶段（占比 17.71%，中高优先级）

该阶段核心是运输路径优化、运输方式低碳化、供应链本地化：

1. 供应链本地化布局

优先选择本地 / 区域内的原材料供应商，缩短运输距离，减少长途运输的碳排放。对于钢材、铜等大宗原材料，与区域内大型钢厂、铜加工企业建立长期合作，实现就近供货。

2. 运输方式优化

大宗原材料运输：优先采用铁路、水路等低碳运输方式，替代公路运输（公路运输碳排放是铁路的 3~5 倍）。零担运输：优化拼单发货，提高车辆装载率，减少空驶率；选用新能源物流车（电动重卡）进行短途运输。

3. 物流数字化管理

搭建物流管理系统，智能规划运输路线，减少绕路、空驶；实时监控运输过程，优化运输效率。

四、第四减排重点：产品处置阶段（占比 13.04%，中优先级）

该阶段核心是全生命周期闭环管理、循环利用，是提升产品绿色属性的关键：

1. 产品全生命周期回收体系建设

建立产品退役回收机制，为客户提供退役断路器的回收、拆解服务，实现钢材、铜、不锈钢等金属材料 100% 回收再利用。拆解后的再生材料优先回用于生产，形成“原材料 - 生产 - 使用 - 回收 - 再生”的闭环，大幅降低产品处置阶段的碳排放。

2. 产品可拆解、可回收设计

产品设计阶段融入可拆解、易回收理念，优化结构，减少不同材质的混合连接，提高拆解

效率和材料回收率。避免使用难以回收的复合材料，优先选用单一材质、易分离的结构件；对关键材料进行标识，便于拆解分类。

3. 环保处置与资源化利用

对于不可回收的辅料、废弃物，采用专业环保处置方式，避免二次污染；推动废塑料、废环氧树脂等废弃物的资源化利用。

五、第五减排重点：成品运输阶段（占比 4.27%，低优先级，优化空间有限）

该阶段可通过以下方式进一步降碳：

1. 优化成品运输路线，提高车辆装载率，减少空驶；优先选择铁路、水路等低碳运输方式进行长途运输。

2. 短途配送采用新能源物流车，降低运输碳排放。

3. 与客户协同，优化交货周期，减少多次运输、紧急运输带来的额外碳排放。

六、长效保障措施

碳足迹全生命周期管理：建立产品碳足迹动态核算体系，定期更新碳足迹数据，跟踪改进措施的减排效果，持续优化。

数字化赋能：搭建碳管理平台，实现从供应链、生产、运输到回收的全链条碳数据监控，精准识别减排机会。

标准与认证：依据 ISO 14067、PAS 2050 等标准，开展产品碳足迹认证，获取绿色产品认证，提升产品市场竞争力。

全员低碳意识培养：开展低碳培训，将碳减排目标纳入部门绩效考核，推动全员参与碳减排。

附件

附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单

2025 年度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
孙振歌	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1277222
王 焕	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1346867
寇振涛	三信国际检测认证有限公司	2026-CCAA-GHG0-1298954

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):

卫林宇

