

# 产品碳足迹报告

产品名称：高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备

产品规格型号：YBM-12/0.4-630、ZW32-12/630-25  
XGW18-12、KYN28A-12

生产者名称：河南帷幄电气有限公司

报告编号：T4100012026-02

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04月12日



企业名称	河南帷幄电气有限公司	地址	注册地址：河南省许昌市许由路东段（东城区产业集聚区） 温室气体排放与核查边界（场所）：河南省许昌市许由路东段（东城区产业集聚区）河南帷幄电气有限公司控制范围内
法定代表人	李明	联系方式	15038945237
授权人（联系人）	张玉阳	联系方式	15038945237
核算和报告依据		GB/T24067-2024/ISO14067:2018《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》	

**企业概况：**

河南帷幄电气有限公司成立于 2010 年 11 月 17 日，注册地位于许昌市许由路东段（东城区产业集聚区），法定代表人为李明。经营范围包括输配电及控制设备、输变电及控制设备、电力金具及铁附件、电力安全工器具、电力线路装置及器材、电力仪器仪表、机柜及空屏柜的生产销售和服务；水泥预制构件的生产销售；五金建材、电线电缆、机电设备、高低压电器、家电家具、办公用品、标准件、电力线路施工用工器具的销售和维修服务；电力设备技术咨询；电力工程的安装、施工及服务；河南帷幄电气有限公司对外投资 1 家公司。

**1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖**

确认此次产品碳足迹报告符合：

GB/T24067-2024/ISO14067:2018《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》

**2.单位产品碳足迹结果**

产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO <sub>2</sub> eq)
一套高压/低压预装式变电站（YBM-12/0.4-630）	433.7525
一套柱上真空断路器（ZW32-12/630-25）	317.4369

一套交流金属封闭式环网开关设备 (XGW18-12)		459.8590	
一台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12)		108.8543	
系统边界“摇篮到坟墓”：原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段的碳排放活动			
<p><b>3.评价过程中需要特别说明的问题描述</b></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>			
5编制	王丹丹	签名	王丹丹
组内职务			
组长	王丹丹	签名	王丹丹
组员	冯玉茹	签名	冯玉茹
组员	王焕	签名	王焕

# 目录

摘要 .....	1
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍 .....	3
2 企业及产品介绍 .....	5
2.1 企业介绍 .....	5
2.2 企业布局 .....	7
2.3 产品介绍 .....	8
2.4 产品工艺流程 .....	11
2.5 产品图片 .....	12
3 目标与范围定义 .....	13
3.1 评价目的 .....	13
3.2 评价范围 .....	13
3.2.1 功能单位 .....	14
3.2.2 系统边界 .....	14
3.2.3 分配原则 .....	15
3.2.4 取舍准则 .....	15
3.2.5 相关假设和限制 .....	16
3.2.6 影响类型和评价方法 .....	16
3.2.7 数据来源 .....	17
3.2.8 数据质量要求 .....	17
4 数据收集 .....	19
4.1 数据收集说明 .....	19
4.2 活动水平数据 .....	20
4.3 排放因子数据 .....	22
5 碳足迹计算 .....	24
5.1 计算方法 .....	24
5.2 计算结果 .....	24
5.3 不确定性分析 .....	28

6 改进建议 .....	29
6.1 改进建议 .....	29
附件 .....	32
附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单 .....	32

## 摘要

本评价的目的是以生命周期评价方法为基础,采用 PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》；GB/T24067-2024/ISO14067:2018《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》为标准，计算得到高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备的碳足迹。

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：一套高压/低压预装式变电站、一套柱上真空断路器、一套交流金属封闭式环网开关设备、一台铠装移开式交流金属封闭开关设备，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：一套高压/低压预装式变电站（YBM-12/0.4-630）“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 433.7525 kgCO<sub>2</sub>eq，原辅料获取阶段碳排放为 223.6983 kgCO<sub>2</sub>eq(51.57%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0910 kgCO<sub>2</sub>eq(0.02%)，生产阶段碳排放为 31.1374 kgCO<sub>2</sub>eq(7.18%)，成品运输阶段 173.8113 kgCO<sub>2</sub>eq(40.07%)，产品处置阶段 5.0144 kgCO<sub>2</sub>eq(1.16%)。

一套柱上真空断路器（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 317.4369 kgCO<sub>2</sub>eq，原辅料获取阶段碳排放为 125.1053 kgCO<sub>2</sub>eq(39.41%)，原辅料运输阶段碳排放为 58.3437 kgCO<sub>2</sub>eq(18.38%)，生产阶段碳排放为 20.4474 kgCO<sub>2</sub>eq(6.44%)，成

品运输阶段 110.2477 kgCO<sub>2</sub>eq(34.73%)，产品处置阶段 3.2929 kgCO<sub>2</sub>eq(1.04%)。

一套交流金属封闭式环网开关设备 (XGW18-12) “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 459.8590kgCO<sub>2</sub>eq，原辅料获取阶段碳排放为 194.2805 kgCO<sub>2</sub>eq(42.25%)，原辅料运输阶段碳排放为 156.7815 kgCO<sub>2</sub>eq (34.09%)，生产阶段碳排放 25.1108 kgCO<sub>2</sub>eq(5.46%)，成品运输阶段 79.6423 kgCO<sub>2</sub>eq(17.32%)，产品处置阶段 4.0439 kgCO<sub>2</sub>eq(0.88%)。

一台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12) “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 108.8543 kgCO<sub>2</sub>eq，原辅料获取阶段碳排放为 40.8154 kgCO<sub>2</sub>eq(37.50%)，原辅料运输阶段碳排放为 19.6603 kgCO<sub>2</sub>eq(18.06%)，生产阶段碳排放为 7.1745 kgCO<sub>2</sub>eq(6.59%)，成品运输阶段 40.0487 kgCO<sub>2</sub>eq(36.79%)，产品处置阶段 1.1554 kgCO<sub>2</sub>eq(1.06%)。

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 GB/T32151.24-2024《温室气体排放核算与报告要求第 24 部分:电子设备制造企业》、GB/T32151.27-2024《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（CarbonFootprintofaProduct,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（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（GlobalWarmingPotential，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（WorldResourcesInstitute,简称WRI）和世界可持续发展工商理事会（WorldBusinessCouncilforSustainableDevelopment,简称WBCSD）发布的产品和供应链标准；（3）GB/T24067-2024/ISO14067:2018《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

河南帷幄电气有限公司（简称：帷幄电气）于 2015 年入驻许昌市东城区产业集聚区。公司始终恪守“质量为魂、效率为根、成本贯穿、优化创新”的经营理念，致力于开发和提供高效智能的输配电产品，促进能源的可持续发展。

帷幄电气现有员工百余人，拥有一支具备卓越研发能力、深厚技术底蕴及丰富工程实践经验的科研团队。在配电设备以及智能化融合终端设备等领域，公司凭借坚实的技术积淀与创新实力，不断取得显著成果。公司成功组建了“河南省高能效立体型新能源变压器工程技术研究中心”及“帷幄电气智慧配电系统技术创新中心”，紧跟行业技术发展趋势，围绕国家战略需求，开展关键核心技术攻关，为行业进步贡献智慧与力量。

凭借在输配电设备制造领域的深厚技术底蕴，帷幄电气积极参与多项国家标准的制定工作，并取得专利和软件著作权三十余项。在数字化有载调压变压器研制方面，技术达到国际先进水平，并通过省级科技成果鉴定。“10kV 柱上变压器台成套设备”及“电能计量箱”荣获 2023 年度中国电力电气十大品牌称号。公司先后荣获“国家高新技术企业”、“河南省专精特新中小企业”、“许昌市市长质量提名奖”、“许昌市名优工业产品”等荣誉，同时通过了质量管理、环境管理、职业健康安全管理及两化融合管理体系认证，是河南省电器

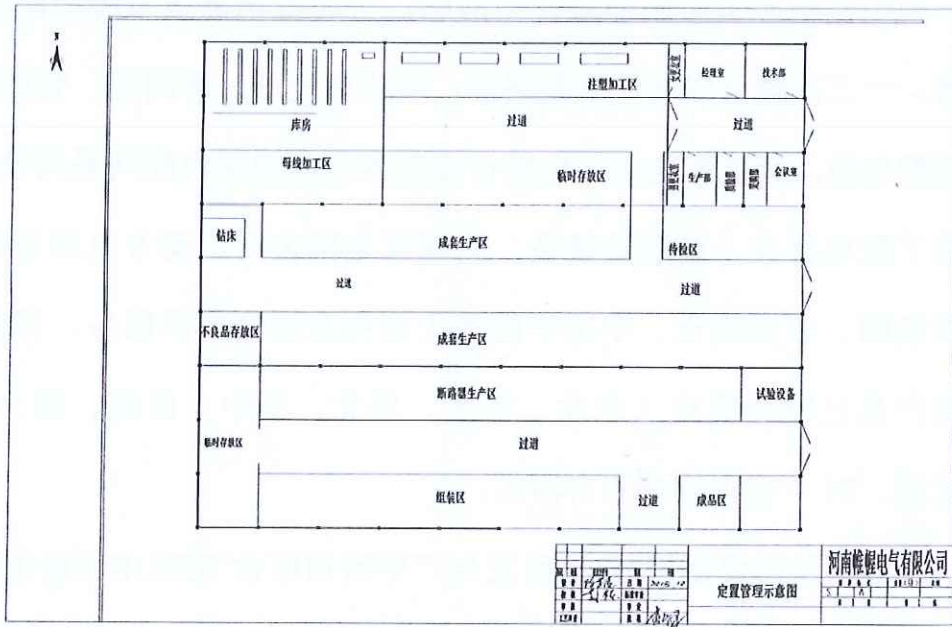
工业协会理事单位，在行业内品牌影响力不断增强。

为积极响应国家新能源转型战略，公司推出高效节能型配电变压器、一二次融合成套柱上断路器，箱式变电站，环网箱，智能高、低压配电柜，智能配电箱，电能计量箱等全品类绿色配网系列设备，打通了配电行业上游制造链条，为国家电网公司、南方电网公司、三峡集团、中国航天、中国华能等大型央企国企提供服务。目前，公司产品已覆盖国内（东北、华东、华北、华中、西南、西北）6大区域、24个省直辖市和自治区。

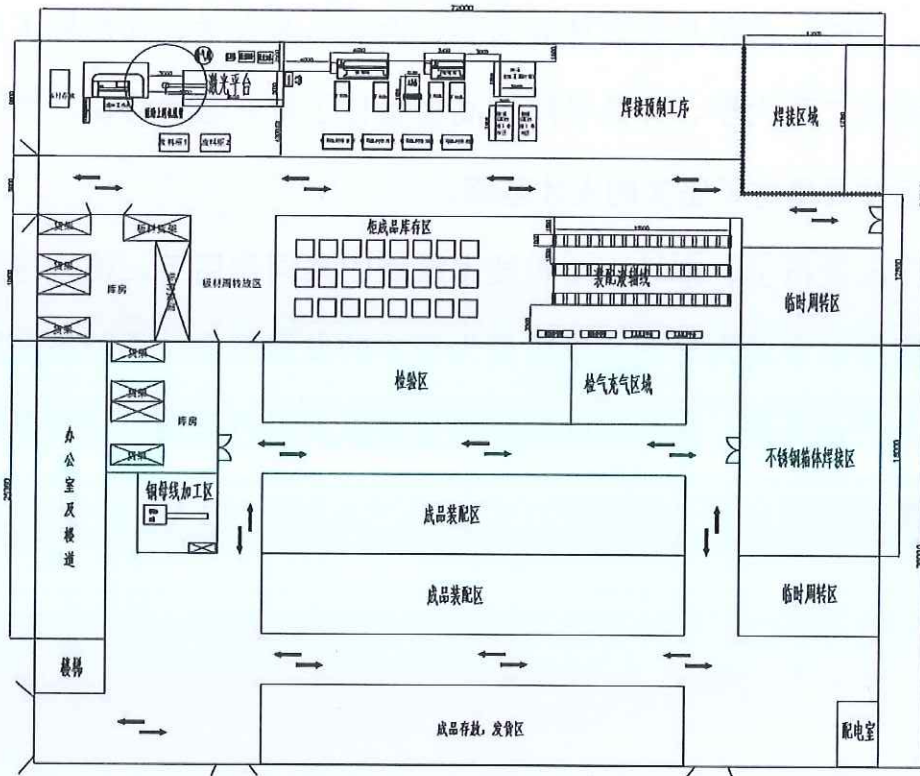
帷幄电气始终坚持“自主研发与产学研相结合”的技术创新道路，高度重视研发团队的建设与培养。公司与郑州大学、中原工学院等多所高校建立了紧密的产学研合作关系，共同推动技术创新与人才培养。同时，公司与北京林业大学、西安石油大学、郑州轻工业大学、武汉工程大学、许昌学院等高校签订了就业基地协议，为公司的长远发展奠定了坚实的人才基础。

在政策指引、市场驱动和技术赋能的共同作用下，帷幄电气将继续坚持以市场为导向、以质量为本的发展理念，不断推动技术创新与产业升级，为实现区域经济发展以及绿色能源目标贡献自己的力量。

## 2.2 企业布局



线束车间布局



生产布局图

## 2.3 产品介绍

### 2.3.1 高压 / 低压预装式变电站（YBM-12/0.4-630）

产品定义：将高压开关柜、变压器、低压开关柜集于一体的紧凑型成套配电装置，又称“箱式变电站 / 欧式箱变”。

核心参数：额定电压：高压 12kV，低压 0.4kV；额定容量：630kVA；额定频率：50Hz；防护等级：IP54（户外）；符合标准：GB/T 17467-2010《高压 / 低压预装式变电站》。

产品结构：高压室：配置负荷开关、熔断器、避雷器；变压器室：内置 630kVA 油浸式 / 干式变压器；低压室：含进线柜、出线柜、无功补偿柜、计量装置；箱体：采用复合板材 / 不锈钢，隔热、防腐、防雨。

主要特点：占地小：仅为传统土建变电站的 1/5~1/10；安装快：工厂预装，现场仅需基础施工与电缆连接；可靠性高：全封闭结构，适应户外恶劣环境；可移动：支持临时供电场景（工地、园区）；智能化：可选配远程监控、故障报警、电能管理。

适用场景：城市住宅小区、工业园区、商业中心；农村电网改造、临时施工用电、矿山油田。

### 2.3.2 柱上真空断路器（ZW32-12/630-25）

产品定义：安装于电线杆上的 12kV 户外高压开关设备，用于配电线路的控制与保护。

核心参数：额定电压：12kV；额定电流：630A；额定短路开断电流：25kA（有效值）；额定短路关合电流：63kA（峰值）；机械

寿命：≥10000 次；操作方式：手动 / 电动（DC220V/110V）

产品结构：本体：三相极柱、真空灭弧室、环氧树脂绝缘；操作机构：弹簧储能机构，密封于金属箱内；附件：可配隔离开关、电流互感器、智能控制器。

主要特点：户外耐用：防污、防潮、防凝露，适应 -40℃ ~+70℃；分断能力强：真空灭弧，无火灾爆炸风险；一二次融合：内置传感器，支持配电自动化；安装简便：单杆 / 双杆架设，维护量小。

适用场景：10kV 配电网线路分段、联络、分支保护；城乡电网、工矿企业、农网线路的故障隔离。

### 2.3.3 交流金属封闭式环网开关设备（XGW18-12）

产品定义：户外型 12kV 环网供电单元，用于电缆环网、终端配电，又称“户外环网柜 / 开闭所”。

核心参数：额定电压：12kV；额定电流：630A；额定短时耐受电流：20kA/3s；防护等级：IP33~IP54；绝缘介质：SF6 气体 / 固体绝缘。

产品结构：模块化设计：负荷开关单元、熔断器组合单元、电缆连接单元；柜体：不锈钢 / 覆铝锌板，双层顶盖、防腐蚀；功能：可实现环网供电、双电源切换、终端配电。

主要特点：全密封全绝缘：不受凝露、粉尘、潮湿影响；安全可靠：五防联锁，带电显示，接地保护；免维护：SF6 绝缘，寿命长达 20 年；扩展灵活：多回路组合，适应复杂配网。

适用场景：城市电缆环网、小区配电、工业园区、商业楼宇；  
电网改造、地下配电、紧凑型开闭所。

#### 2.3.4 铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12）

产品定义：户内 12kV 中置式高压开关柜，为发电厂、变电站、  
工矿企业的核心配电设备。

核心参数：额定电压：12kV；额定电流：630A~3150A；额定  
短路开断电流：25kA~40kA；防护等级：IP4X（前门）、IP2X（后  
门）；符合标准：GB 3906、IEC 60298；

产品结构（四室独立）；断路器室：可抽出式真空断路器手车  
（VS1）；母线室：主母线、分支母线，独立封闭；电缆室：CT、  
PT、接地开关、避雷器、电缆终端；低压室：二次控制、保护、仪  
表、信号回路。

主要特点：安全性高：金属铠装，隔室隔离，防止故障扩散；  
维护便捷：断路器手车可抽出，检修不停电；通用性强：标准化设  
计，兼容主流保护装置；智能化：配综合保护、在线监测、远程控  
制。

适用场景：变电站、发电厂、工矿企业、高层建筑；10kV 配电  
系统受电、馈电、电动机保护。

## 2.4 产品工艺流程

### 2.4.1 高压/低压预装式变电站

（箱变外壳、高/低压成套设备、变压器）检验、组装、检验、  
入库。

### 2.4.2 柱上真空断路器

（壳体、元器件、原材料）检验、母排加工、二次线配置、装  
配、检验、交付。

### 2.4.3 交流金属封闭式环网开关设备

（壳体、元器件、原材料）检验、母排加工、二次线配置、装  
配、检验、交付。

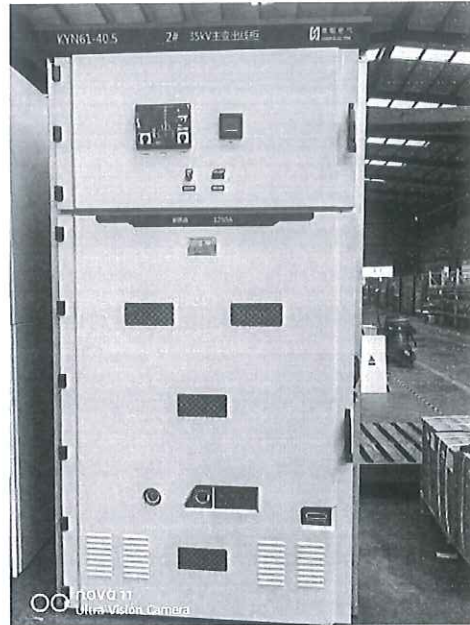
### 2.4.4 铠装移开式交流金属封闭开关设备

（壳体、元器件、原材料）检验、母排加工、二次线配置、装  
配、检验、交付。

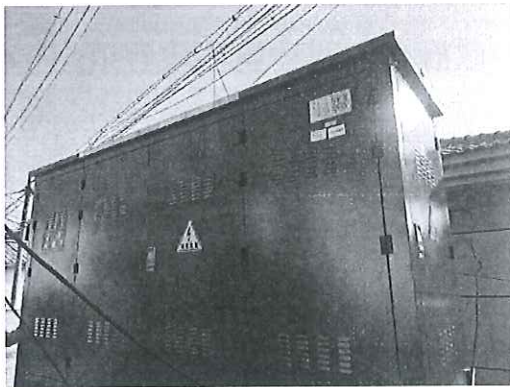
## 2.5 产品图片



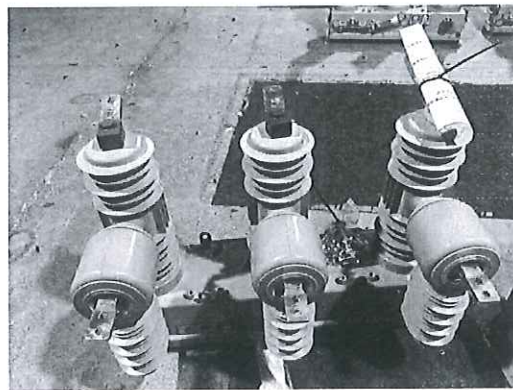
高压/低压预装式变电站



铠装移开式交流金属封闭开关设备



交流金属封闭式环网开关设备



柱上真空断路器

## 3 目标与范围定义

### 3.1 评价目的

本评价的目的是根据 PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》； GB/T24067-2024/ISO14067:2018 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》标准的要求，科学地评估高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备产品的碳足迹。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：一套高压/低压预装式变电站（YBM-12/0.4-630）、一套柱上真空断路器（ZW32-12/630-25）、一套交流金属封闭式环网开关设备（XGW18-12）、一台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12）。

### 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。高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备产品从“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 3.2 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	变压器、壳体、高压柜、低压柜、机构、真空灭弧室、散件、互感器、断路器、铜排等的获取	包装用纸箱的获取
原辅料运输阶段	变压器、壳体、高压柜、低压柜、机构、真空灭弧室、散件、互感器、断路器、铜排等的运输	包装用纸箱的运输
生产阶段	厂区内生产过程	/

成品运输	柴油运输	包装用纸箱的运输
产品处置阶段	废旧输配电控制柜等的回收利用	/

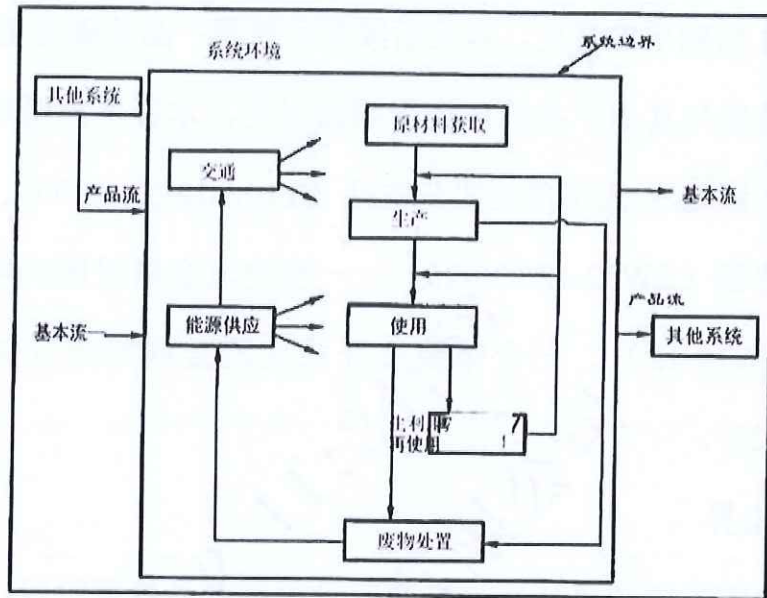


图 3.2: 产品系统边界示意图

### 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/T24067-2024/ISO14067:2018,3.6.1,3.6.2,3.6.3)

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，对高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备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。数据代表了高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备的平均生产水平。

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 09 月 28 日，生态环境部、国家统计

局关于发布 2024 年全国电力平均碳足迹因子的公告，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

生产一套高压/低压预装式变电站（YBM-12/0.4-630）、一套柱上真空断路器（ZW32-12/630-25）、一套交流金属封闭式环网开关设备（XGW18-12）、一台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12）产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据见表 4.2.1-4.2.4。

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (kgCO <sub>2</sub> eq/套)
原材料获取	电力 kwh	387.2222	0.5777	223.6983	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	
生产	电力 kwh	53.8989	0.5777	31.1374	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	
	柴油 kg	0.0000	0.0726	0.0000	
运输/ 交付	原材料运输	柴油 kg	19.7123	0.0726	0.0910
		电力 kwh	0.0000	0.5777	0.0000
	成品运输	柴油 kg	56.1422	0.0726	173.8113
	仓储	/	/	/	
使用	/	/	/		
生命末期	电力 kwh	8.6800	0.5777	5.0144	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	

表 4.2.1 高压/低压预装式变电站（YBM-12/0.4-630）产品生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (kgCO <sub>2</sub> eq/套)
原材料获取	电力 kwh	216.5576	0.5777	125.1053	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	
生产	电力 kwh	35.3945	0.5777	20.4474	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	
	柴油 kg	0.0000	0.0726	0.0000	
运输/ 交付	原材料运输	柴油 kg	19.7123	0.0726	58.3437
		电力 kwh	0.0000	0.5777	0.0000
	成品运输	柴油 kg	35.6108	0.0726	110.2477
	仓储	/	/	/	
使用		/	/	/	
生命末期	电力 kwh	5.7000	0.5777	3.2929	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	

表 4.2.2 柱上真空断路器（ZW32-12/630-25）产品生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (kgCO <sub>2</sub> eq/套)
原材料获取	电力 kwh	336.3000	0.5777	194.2805	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	
生产	电力 kwh	43.4669	0.5777	25.1108	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	
	柴油 kg	0.0000	0.0726	0.0000	
运输/ 交付	原材料运输	柴油 kg	19.7123	0.0726	156.7815
		电力 kwh	0.0000	0.5777	0.0000
	成品运输	柴油 kg	25.725	0.0726	79.6423
	仓储	/	/	/	
使用		/	/	/	
生命末期	电力 kwh	7.0000	0.5777	4.0439	
	天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000	

表 4.2.3 交流金属封闭式环网开关设备（XGW18-12）产品生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (kgCO <sub>2</sub> eq/台)
原材料获取		电力 kwh	70.6515	0.5777	40.8154
		天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000
生产		电力 kwh	12.4191	0.5777	7.1745
		天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000
		柴油 kg	0.0000	0.0726	0.0000
运输/ 交付	原材料运输	柴油 kg	19.7123	0.0726	19.6603
		电力 kwh	0.0000	0.5777	0.0000
	成品运输	柴油 kg	12.9360	0.0726	40.0487
	仓储	/	/	/	/
使用		/	/	/	/
生命末期		电力 kwh	2.0000	0.5777	1.1554
		天然气 m <sup>3</sup>	0.0000	0.0555	0.0000

表 4.2.4 铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12）产品生命周期碳排放清单说明

### 4.3 排放因子数据

高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备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 GB/T32151.24-2024《温室气体排放核算与报告要求第 24 部分：电子设备制造企业》、GB/T32151.27-2024《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 09 月 28 日，生态环境部、国家统计局、国家能源局关于发布 2024 年电力碳足迹因子的公告，为落实《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》相关要求，生态环境部、国家统计局、

国家能源局组织中国电力企业联合会等单位计算了 2024 年燃煤发电、燃气发电、水力发电、核能发电、风力发电、光伏发电、光热发电、生物质发电碳足迹因子和输配电碳足迹因子以及全国电力平均碳足迹因子，供各行业产品核算电力生产和消费产生的碳足迹使用。2024 年全国电力平均碳足迹因子为 0.5777kgCO<sub>2</sub>/kWh。后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

发电类型	碳足迹因子 (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	发电类型	碳足迹因子 (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
燃煤发电	0.8242	核能发电	0.0000
燃气发电	0.4911	风力发电	0.0000
水力发电	0.0000	光伏发电	0.0000
核能发电	0.0000	光热发电	0.0000
风力发电	0.0000	生物质发电	0.0000
光伏发电	0.0000	输配电	0.0000
光热发电	0.0000	全国电力平均	0.5777

# 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 河南帷幄电气有限公司生产的一套高压/低压预装式变电站（YBM-12/0.4-630）原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为 433.7525kgCO<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 和图 5.2.1.2 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO <sub>2</sub> e/套)	百分比/%
原材料获取	223.6983	51.57%
运输（原材料运输）	0.0910	0.02%

生产	31.1374	7.18%
运输(成品交付)	173.8113	40.07%
使用	/	/
生命末期(产品处置)	5.0144	1.16%
总计	433.7525	100%

表 5.2.1.1 高压/低压预装式变电站 (YBM-12/0.4-630) 产品生命周期各阶段碳排放情况

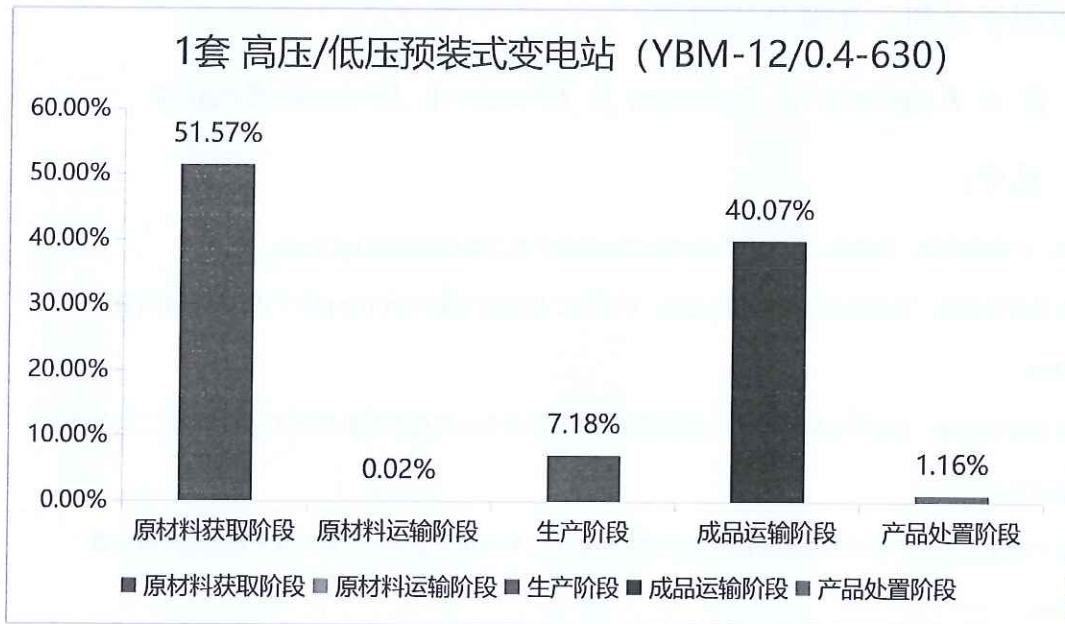


图 5.2.1.2 高压/低压预装式变电站 (YBM-12/0.4-630) 生命周期阶段碳排放分布图

5.2.2 河南帷幄电气有限公司生产的 1 套柱上真空断路器 (ZW32-12/630-25) 从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为 317.4369kgCO<sub>2</sub>e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.2.1 和图 5.2.2.2 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO <sub>2</sub> e/套)	百分比/%
原材料获取	125.1053	39.42%
运输(原材料运输)	58.3437	18.38%
生产	20.4474	6.44%
运输(成品交付)	110.2477	34.73%
使用	/	/
生命末期(产品处置)	3.2929	1.04%
总计	317.4369	100%

表 5.2.2.1 柱上真空断路器 (ZW32-12/630-25) 产品生命周期各阶段碳排放情况

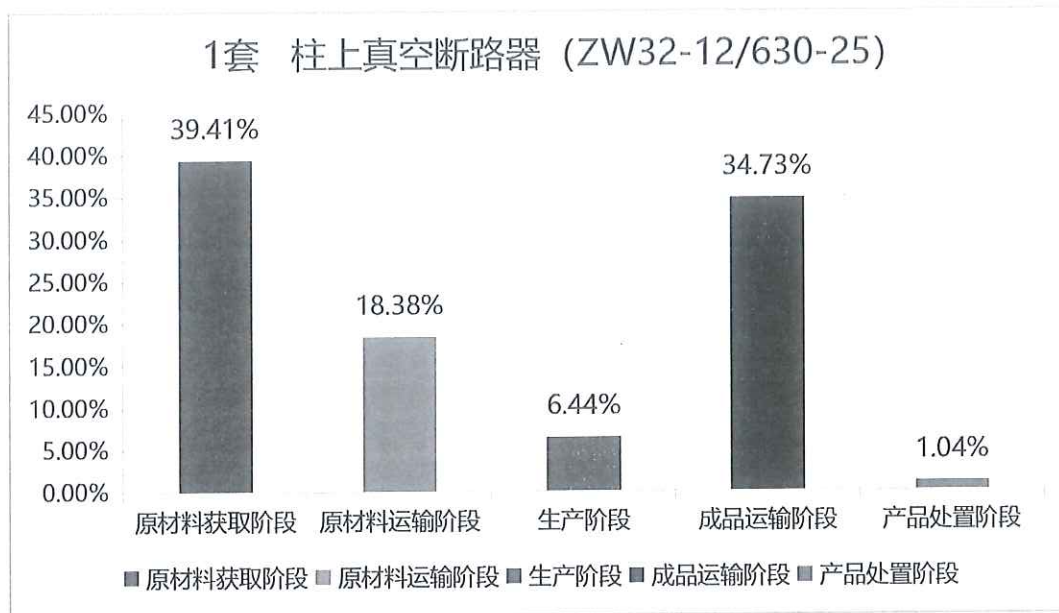


图 5.2.2.2 柱上真空断路器 (ZW32-12/630-25) 生命周期阶段碳排放分布图

5.2.3 河南帷幄电气有限公司生产的 1 套交流金属封闭式环网开关设备 (XGW18-12) 从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为 459.8590kgCO<sub>2</sub>eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.3.1 和图 5.2.3.2 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO <sub>2</sub> e/套)	百分比/%
原材料获取	194.2805	42.25%
运输 (原材料运输)	156.7815	34.09%
生产	25.1108	5.46%
运输 (成品交付)	79.6423	17.32%
使用	/	/
生命末期 (产品处置)	4.0439	0.88%
总计	459.8590	100%

表 5.2.3.1 交流金属封闭式环网开关设备 (XGW18-12) 产品生命周期各阶段碳排放情况

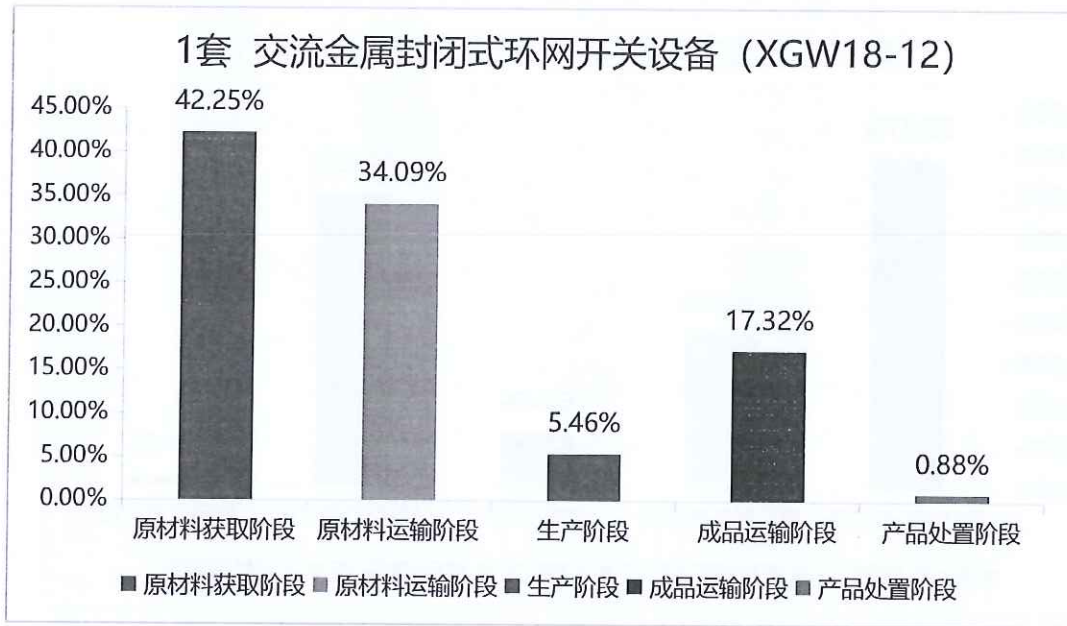


图 5.2.3.2 交流金属封闭式环网开关设备 (XGW18-12) 生命周期阶段碳排放分布图

5.2.4 河南帷幄电气有限公司生产的 1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12) 从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为 108.8543kgCO<sub>2</sub>e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.4.1 和图 5.2.4.2 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO <sub>2</sub> e/台)	百分比/%
原材料获取	40.8154	37.50%
运输 (原材料运输)	19.6603	18.06%
生产	7.1745	6.59%
运输 (成品交付)	40.0487	36.79%
使用	/	/
生命末期 (产品处置)	1.1554	1.06%
总计	108.8543	100%

表 5.2.4.1 铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12) 产品生命周期各阶段碳排放情况

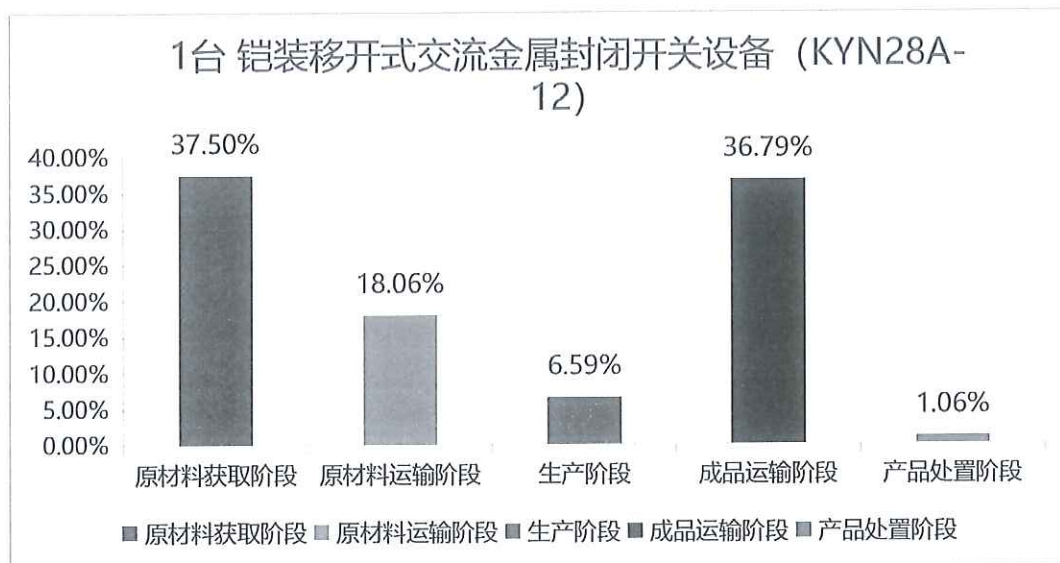


图 5.2.4.2 铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12) 生命周期阶段碳排放分布图

### 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

根据高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备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）企业可满足 GB/T24067-2024/ISO14067:2018 碳足迹认证要求，同时定位关键减排环节，为低碳转型提供决策基础。

（5）结合河南帷幄电气有限公司生产的 4 款核心产品（高压/低压预装式变电站、柱上真空断路器、交流金属封闭式环网开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备）碳足迹评价结果，针对原

材料获取、运输两大高碳核心环节，结合生产、处置阶段优化空间，提出以下可落地改进建议：

### 一、原材料环节改进（核心重点）

1. 优化原材料选型，优先采购再生钢材、再生铜铝等低碳材料，逐步提升其在柜体、铜排等核心部件的使用比例，替代高碳原生金属，从源头降低碳足迹；替换高碳绝缘材料为生物基环保型产品，减少绝缘件生产碳排放。

2. 规范供应链管理，建立供应商碳足迹评价体系，将碳减排指标纳入准入与考核，优先选择通过 ISO 14064 认证的上游供应商；推动核心供应商协同降碳，建立原材料碳足迹溯源数据库，实现采购环节碳数据可追溯。

3. 推进循环利用，建立生产边角料（钢材、铜排等）回收机制，实现 100%回收再利用；搭建退役产品拆解回收体系，将可复用部件重新投入生产，形成闭环管理。

### 二、运输环节改进（重点优化）

1. 成品运输优化，采用集中配送、拼车模式，优化运输路线，减少空驶率；远距离订单优先选择铁路等低碳运输方式，替代公路运输；箱变等大型产品采用模块化拆分运输，提升单车运输效率，减少运输次数。

2. 原材料运输优化，优先选择本地及区域内供应商，缩短运输距离；与供应商签订联合运输协议，提升运输满载率；推动供应商采用新能源运输车辆，降低燃油运输碳排放。

### 三、生产与处置环节改进（补充完善）

1. 生产环节，升级节能数控加工、焊接设备，优化生产流程，减少返工报废，降低无效能耗；安装分布式光伏，提升绿电使用比例，规范生产废弃物分类处置，降低工艺碳排放。

2. 处置环节，建立产品退役回收机制，为客户提供拆解回收服务；专业回收 SF6 等温室气体，避免直接排放；产品设计融入可拆解、可回收理念，延长使用寿命，减少更换频率。

### 四、管理体系改进（长效保障）

建立符合 ISO 14067 标准的碳足迹核算体系，设定年度减排目标并分解至各部门；搭建数字化碳管理平台，实现全环节碳数据实时采集、核算；推动产品及企业绿色认证，开展全员低碳培训，将减排指标纳入绩效考核，确保改进措施落地见效，助力企业实现碳减排目标

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	中国认证认可协会资质 温室气体核查员证书号
王丹丹	三信国际检测认证有限公司	2025-P1VP-3255944 2023-CCAA-GHG1-1255944
冯玉茹	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1300462
王焕	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1346867

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 3.0 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):



