

产品碳足迹报告

产品名称：铠装移开式交流金属封闭开关设备

产品规格型号：KYN28-12/1250-31.5

生产者名称：天津尼凯斯电器设备股份有限公司

报告编号：T4102472026-2

机构名称（公章）：三倍国际检测认证有限公司

报告签发日期：2026年5月17日



企业名称	天津尼凯斯电器设备股份有限公司	核查地址	天津宝坻口东工业区长兴道支路2号				
法定代表人	郭致成	联系方式	022-22586618				
授权人(联系人)	王丹	联系方式	18920294962				
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>企业经营范围概况:</p> <p>一般项目: 配电开关控制设备制造; 电力电子元器件销售; 配电开关控制设备研发; 配电开关控制设备销售; 电线、电缆经营; 安全系统监控服务; 专用化学产品销售(不含危险化学品); 五金产品零售; 日用品销售; 橡胶制品销售; 消防器材销售; 信息咨询服务(不含许可类信息咨询服务); 技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广; 信息技术咨询服务; 网络技术服务; 网络设备销售; 技术进出口; 货物进出口; 喷涂加工; 电器辅件制造; 电器辅件销售; 金属材料销售; 金属结构制造; 金属结构销售。(除依法须经批准的项目外,凭营业执照依法自主开展经营活动)许可项目: 道路货物运输(不含危险货物)。(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,具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准)。</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台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28-12/1250-31.5)</td> <td>142.3380</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台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28-12/1250-31.5)	142.3380
产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ e)						
1台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28-12/1250-31.5)	142.3380						
<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	刘芳芳	签名	刘芳芳				
组员	冯玉茹	签名	冯玉茹				

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 厂区布局	4
2.3 产品介绍	6
2.3.1 产品功能	6
2.3.2 产品工艺流程	6
2.3.3 产品图片	8
3 目标与范围定义	9
3.1 评价目的	9
3.2 评价范围	9
3.2.1 功能单位	9
3.2.2 系统边界	9
3.2.3 分配原则	10
3.2.4 取舍准则	10
3.2.5 相关假设和限制	11
3.2.6 影响类型和评价方法	11
3.2.7 数据来源	11
3.2.8 数据质量要求	11
4 数据收集	13
4.1 数据收集说明	13

4.2 活动水平数据	14
4.3 排放因子数据	14
5 碳足迹计算	16
5.1 计算方法	16
5.2 计算结果	16
5.3 不确定性分析	17
6 改进建议	19
6.1 改进建议	19
附件	23
附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	23

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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28-12/1250-31.5) 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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28-12/1250-31.5)。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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28-12/1250-31.5) 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 142.3380 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 71.6915 kgCO₂eq (50.37%), 原辅料运输阶段碳排放为 16.7766 kgCO₂eq (11.79%), 生产阶段碳排放为 17.3671 kgCO₂eq (12.20%), 成品运输阶段为 0.2808 kgCO₂eq (0.20%), 产品处置阶段为 36.2220 kgCO₂eq (25.45%) 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

天津尼凯斯电器设备股份有限公司系制造高铠装移开式交流金属封闭开关设备的企业，地处京津联动发展桥头堡—天津市宝坻区，公司位于宝坻口东工业区，口东工业区是天津市示范工业区，位于津蓟高速宝坻城区南出口处，规划面积 10.8 平方公里，距正在修建的京滨、京唐高铁宝坻站不足 3 公里，距京蓟高速宝坻南出口 2 公里，紧临潮白河国家湿地公园，园区重点发展高端装备制造、电器设备、新材料等产业。

本公司成立于 2013 年，注册资金 5188 万元，是国家科技型中小企业、天津市高新技术企业，国家高新技术企业（GR202312000194），拥有专利 30 余项，产品销往全国各地，我公司占地面积为 12488.4 平方米，现拥有职工近 100 人，工程技术人员及管理人员 20 余名。

公司主要产品有：10KV 环保气体环网箱、一二次融合环网箱、环网柜；10KV 及以下高、低压全型号开关柜（含国网标准化产品：低压标准化柜：SLVA；高压柜标准化：KYN28），10KV 真空手车式断路器（VS1）；配电箱（JP 柜）及国网标准化 JP 柜（SGJP）；电能计量箱；铠装移开式交流金属封闭开关设备（10KV~40.5KV）；低压电缆分支箱（刀熔、塑壳、条形开关）；箱式变电站；10KV 柱上断路器；一二次融合柱上断路器；10KV 户外隔离开关（国网标准化）；NKS-8800 站所型配网自动化终端（DTU）；NKS-F8810 配电自动化馈线终端（FTU）；及其它非标定制类钣金及成套产品。

公司已经通过 ISO9001 质量体系认证、ISO24001 环境体系认证、ISO45001 职业健康安全认证及 GB/T27922-2011 服务体系认证，所有产品均已获得中国质量认证中心 CCC 认证、CQC 自愿认证以及自我声明自愿认证。被天津市科学技术局、天津市财政局、国家税务总局天津市税务局联合评定为“高新技术企业”；被天津市工业和信息化局评定为“天津市创新型中小企业”。公司多年来为工客户提供了大批优质产品，近年来产品远销全国各地，具有良好的商业信誉和广泛的知名度。

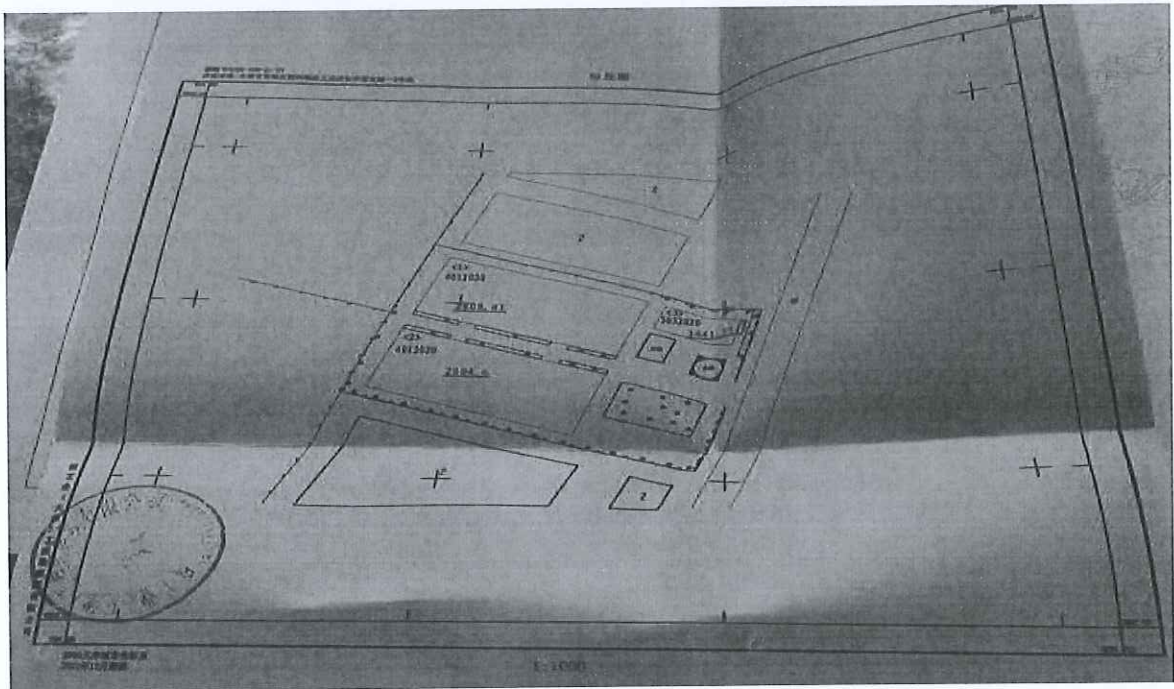
公司一贯注重科技进步和人才的引进与培养，采用电工电气一体化 ERP 系统（V3.0），对产品生产实现信息化产业管理、精细化数据应用、一体化高效协同！



引进先进的数控硬件设施，采用计算机网络管理及 CAD 辅助设计，目前拥有生产设备：光纤激光切割机、数控剪板机、数控冲床、数控折弯机，C 型材一次性成型设备，充气柜焊接自动化系统（ABB）、数控母排加工机等。试验设备：工频耐压测试仪、雷电冲击测试仪、回路电阻测试仪、机械特性测试仪、绝缘电阻测试仪、微水检测仪、SF6 定量检漏仪、局部放电测试仪、伏安特性综合测试仪、镀银层厚度检测仪、接地电阻测试仪、继电保护测试仪、氦质谱检漏系统、智能无功补偿柜噪声测试平衡负载系统、工频过电压保护测试仪、电容器充放电测试仪、防护等级验证等试验设备。先进的软硬件设施，成熟的生产工艺，完善的检测手段，保证了产品的质量和技术水平，产品受到广大用户的一致赞许，在同行业中享有较高的声誉。

公司始终坚持以“客户至上，精益求精”的服务宗旨，秉承“以质量求生存，以信誉求发展”的经营管理理念，不断提升企业形象，优化产品结构，使企业成为全国制造高、低压开关设备行业的排头兵，产品质量稳居国内领先水平！

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

KYN28-12/1250-31.5 是 12kV 户内铠装移开式（中置式）高压开关柜，俗称“中置柜”，用于 3.6~12kV、50Hz 三相交流系统，接受与分配电能，并对电路实施控制、保护、监测与计量。

• 型号释义（逐位解析）：

K：铠装式（金属封闭）

Y：移开式（手车可抽出）

N：户内型

28：设计序号（中置柜主流型号）

12：额定电压 12kV

1250：额定工作电流 1250A

31.5：额定短时耐受电流 31.5kA（4s）

2.3.1 产品功能

1. 电能接受与分配（12kV 配电核心）

- 作为进线/出线/PT/计量/联络/电动机控制柜，构成单母线或单母线分段系统
- 1250A 长期运行、31.5kA 短路耐受，满足工业与电网大容量负荷需求

2. 短路/过载 /接地故障保护

• 配真空断路器（VS1）：

- 短路：瞬时/短延时保护，31.5kA 快速切断
- 过载：长延时反时限保护
- 接地/漏电：配零序保护，切除接地故障
- 真空灭弧、无燃烧爆炸风险，安全性远超油开关

3. 测量、监测与计量

- 集成：电压表、电流表、有功/无功电能表、功率表、频率表
- 配微机保护装置：实时监测电压、电流、功率、频率、温度、故障信号
- 支持遥测/遥信/遥控（三遥），接入配电自动化系统，远程监控与告警

4. 控制与操作

- 本地：按钮+指示灯+手车操作机构，就地分合闸、手车推拉

• 远程：后台/调度遥控分合闸、位置与状态信号上传

• 手车三位置电气+机械双重联锁，防止误操作

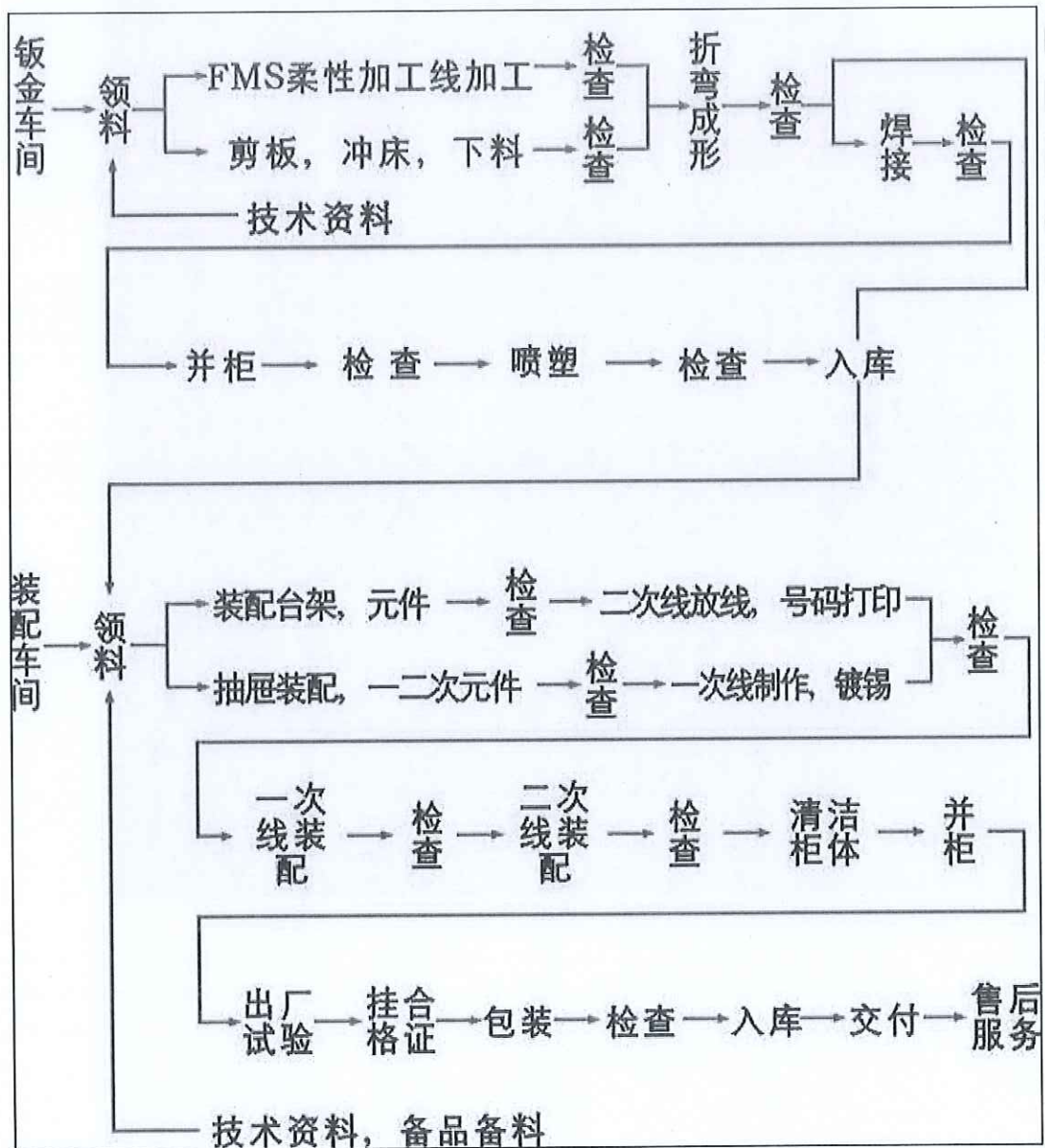
5. 绝缘与防凝露

• 高压绝缘件（绝缘子、套管、触头盒）采用环氧树脂浇注，绝缘可靠

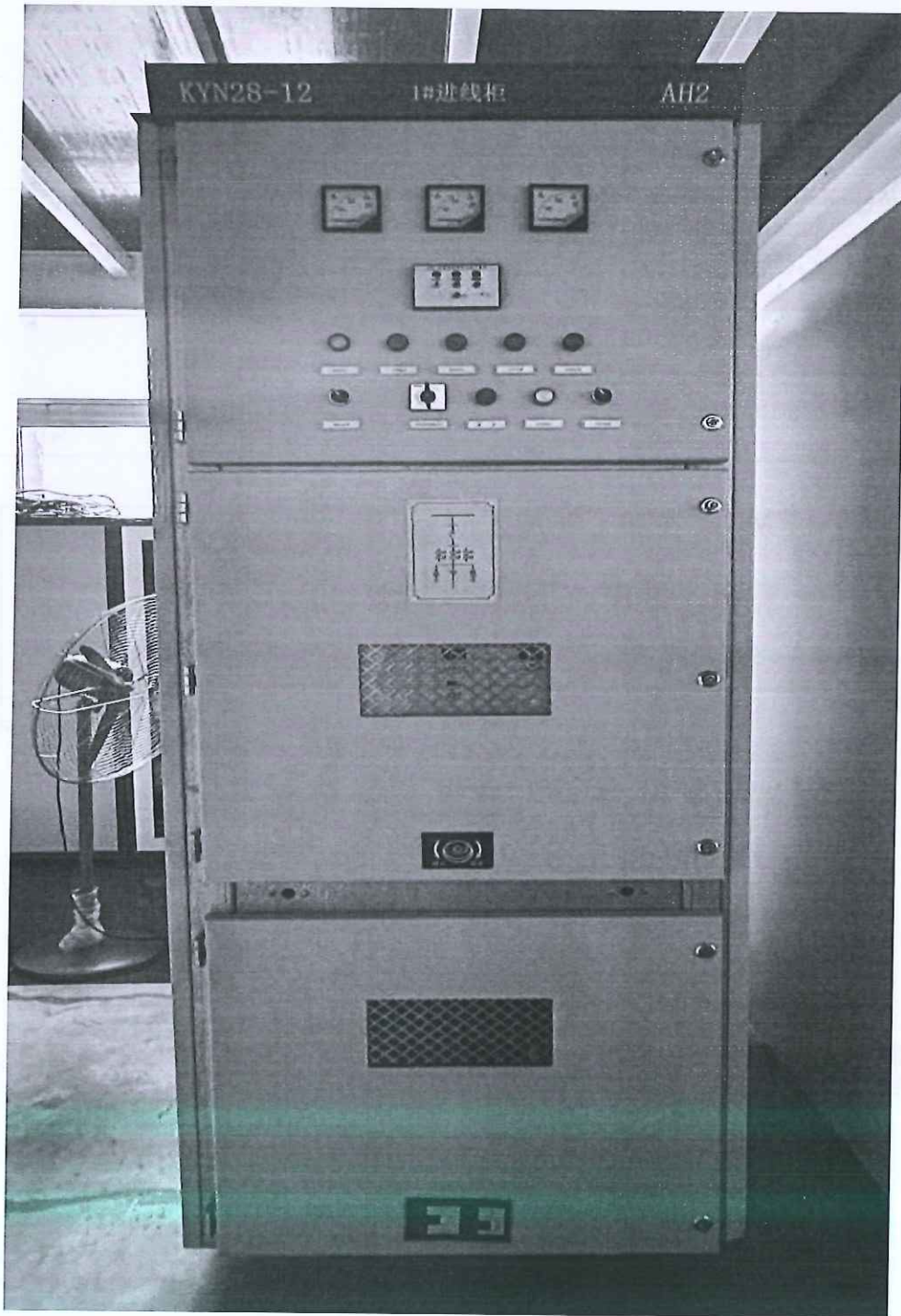
• 可选加热器 + 温湿度控制器，防止潮湿凝露，延长设备寿命。

2.3.2 产品工艺流程

工艺流程图



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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）。

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、真空灭弧室、操动机构、接地开关、互感器、304 不锈钢、母线等原材料	包装材料获取
原辅料运输阶段	断路器、真空灭弧室、操动机构、接地开关、互感器、304 不锈钢、母线等原材料的运输过程	包装材料运输
生产阶段	厂区内生产阶段	/
成品运输阶段	新能源电动货车运输	/
产品处置阶段	废旧金属、废旧塑料回收处置	/

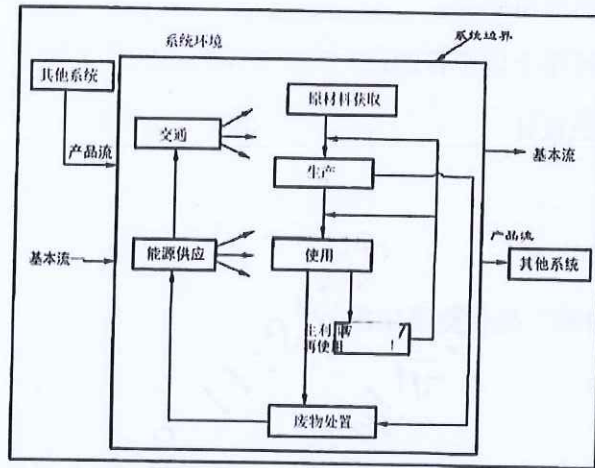


图 3.2: 产品系统边界示意图

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（2021 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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5），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	124.0982	71.6915
	0.055539	天然气 m ³	/	
	0.0726	柴油 kg	/	
原材料运输	0.0679	汽油 kg	/	16.7766
	0.0726	柴油 kg	5.4189	
	0.0520	电力 kwh	/	
产品生产	0.5777	电力 kwh	30.0625	17.3671
	0.055539	天然气 m ³	/	
	0.0726	柴油 kg	/	
成品运输	0.0520	电力 kwh	5.4000	0.2808
	0.0726	柴油 kg	/	
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力 kwh	22.4936	36.2220
	0.055539	天然气 m ³	11.1216	
	0.0726	柴油 kg	/	

表 4.2.1 1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）

生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）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 $0.5777\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ 。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

天津尼凯斯电器设备股份有限公司生产 1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）产品碳足迹是 142.3380 kgCO₂e/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	71.6915	50.37%
原材料运输阶段	16.7766	11.79%
生产阶段	17.3671	12.20%
成品运输阶段	0.2808	0.20%
产品处置阶段	36.2220	25.45%
合计	142.3380	100.00%

表 5.2-1 一台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）产品生命周期各阶段

碳排放情况

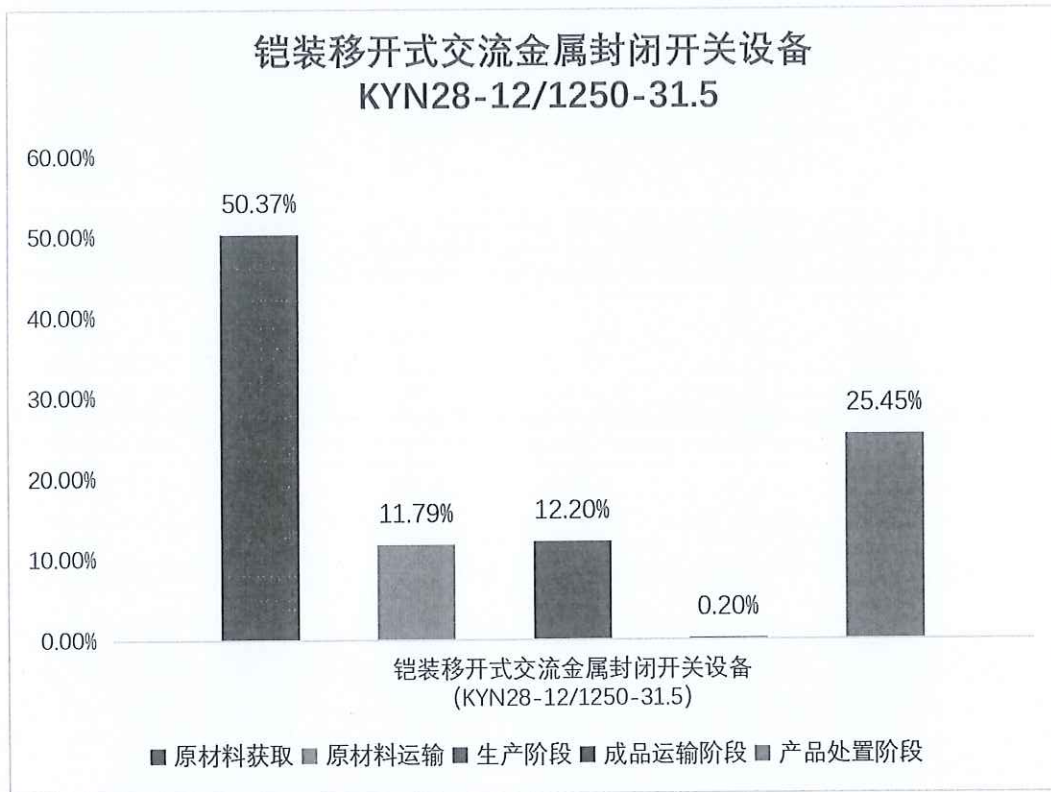


图 5.2-2 1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28-12/1250-31.5）

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。

阶段	活动水平数据	准确率
第一阶段
第二阶段
第三阶段
第四阶段
第五阶段

图 1-1 活动水平数据跟踪监测流程图



图 1-2 活动水平数据跟踪监测结果图

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) 根据柱状图数据，该设备的碳排放分布呈现“原材料获取阶段主导、产品处置阶段为次重点，生产与原材料运输阶段协同”的特征：原材料获取阶段：50.37%（核心排放源），产品处置阶段：25.45%（第二大排放源），生产阶段：12.20%，原材料运输阶段：11.79%，成品运输阶段：0.20%（占比极低）：

4.1 核心主战场：原材料获取阶段（50.37%），这是碳减排的首要突破点，设备壳体钢材、铜排母线、绝缘件、关键元器件的隐含碳是主要来源。

4.1.1 关键材料低碳替代与优化

- 壳体材料：优先选用再生钢/低合金高强度钢（再生钢碳足迹仅为原生钢的 10%-20%），在满足机械强度和防护等级的前提下，通过拓扑优化设计降低板材用量；喷塑环节改用低固化温度的环保粉末涂料，减少涂料生产与固化过程的碳排放。

- 导电材料：推广高导电率铝合金母线/铜铝复合母线，减少原生铜材使用；优化母线截

面设计，通过温升仿真计算，在满足载流量要求的前提下降低母线材料用量。

- 元器件与辅材：优先选用通过碳足迹认证的断路器、互感器等元器件；选用低能耗、可回收的热塑性绝缘材料替代部分环氧树脂，减少高碳复合材料使用。

4.1.2 绿色供应链采购优化

- 优先选择近地、低碳排放的原材料供应商，筛选使用绿电生产的钢材、铜材供应商，建立供应商碳足迹溯源体系，将碳排放表现纳入采购考核指标。

- 推行模块化、标准化采购，减少定制化加工带来的材料损耗，降低边角料产生率。

4.1.3 原材料循环利用

- 生产过程中产生的废钢、废铜、废铝 100% 分类回收，交由专业再生企业处理；对报废设备的壳体、母线进行拆解回收，实现金属材料的闭环循环。

4.2 次重点优化：产品处置阶段（25.45%），该阶段占比仅次于原材料获取，需通过全生命周期设计优化实现降碳。

4.2.1 可回收设计优化

- 采用模块化、易拆解的结构设计，减少不可逆焊接连接，改用螺栓连接，方便报废后拆解分类；壳体喷塑涂层选用可剥离环保粉末涂料，便于涂层去除，提高金属再生利用率。

- 绝缘件、塑料件优先选用单一材质可回收材料，避免使用难以降解的复合材料；关键元器件采用可更换式设计，减少设备整体报废率。

4.2.2 规范拆解与循环利用

- 报废设备交由具备资质的机构拆解，对钢、铝、铜等金属材料分类回收再生；绝缘材料、塑料部件统一回收处理，避免焚烧或填埋；建立产品报废溯源机制，追踪拆解回收过程的碳排放。

4.2.3 延长产品生命周期

- 优化材料选型，提高设备耐腐蚀性和使用寿命，减少提前报废；推行设备翻新再制造，

对退役设备的壳体、母线等部件进行修复改造，实现二次利用，减少新设备生产碳排放。

4.3 重点优化：生产阶段（12.20%），围绕壳体加工、喷塑焊接、组装三大工艺环节精准降碳。

4.3.1 能源结构低碳化改造

- 绿电替代：在生产车间安装分布式光伏系统或直接采购绿电，替代火电用电；对焊机、喷塑固化炉等高能耗设备进行节能改造，更换为一级能效设备。

- 余热回收：喷塑固化炉加装余热回收系统，回收高温废气用于车间供暖或工件预热，降低固化炉能耗。

4.3.2 关键工艺优化降碳

- 壳体加工：采用激光切割 + 自动化机器人焊接工艺，减少材料损耗和焊接废气排放；优化焊接工艺，采用低能耗中频焊接、冷压连接替代传统高能耗焊接方式。

- 喷塑工艺：改用低固化温度环保粉末涂料，降低固化炉加热温度和保温时间；推广静电喷涂工艺，提高涂料利用率，减少涂料浪费和 VOC 排放。

- 组装工艺：采用模块化、标准化组装流程，减少返工和调试时间，降低设备空转能耗；优化生产排班，减少设备启停次数，降低启动能耗。

4.3.3 精益生产与废料管理

- 推行精益生产，优化生产流程，减少不良品率和返工率；建立生产废料分类回收机制，对废金属、废涂料桶、废绝缘材料统一回收处理。

4.4 辅助优化点：原材料运输阶段（11.79%）& 成品运输阶段（0.20%），原材料运输阶段占比显著，需重点优化；成品运输阶段占比极低，可作为补充优化项。

4.4.1 原材料运输优化

- 整合采购订单，采用批量运输提高车辆装载率，减少空驶率；优先选择铁路、水路等低碳运输方式替代长距离公路运输；与供应商约定使用新能源车辆或低碳燃油车辆运输。

- 优先选择近地供应商，减少原材料跨区域运输里程，降低运输碳排放。

4.4.2 成品运输优化

- 采用可循环金属周转箱替代一次性木质 / 纸质包装，减少包装废弃物；利用智能物流调度系统优化运输路线，减少运输里程；短途配送优先使用电动货车。

(5) 关键结论

从占比来看，原材料获取阶段是减排的重中之重，是碳减排的核心抓手；产品处置阶段的减排则是重要补充，该产品的碳减排优先级建议详见下表：

阶段	减排优先级	核心措施	预期减排效果
原材料获取阶段	★★★★★	再生材料替代、铜铝复合母线、 绿色供应链采购	降低整体碳足迹 40%- 50%
产品处置阶段	★★★★☆	可回收设计、规范拆解、延长生 命周期	降低整体碳足迹 8%-15%
生产阶段	★★★★☆	绿电替代、节能工艺改造、精益 生产	降低整体碳足迹 7%-12%
原材料运输阶段	★★☆☆☆	近地采购、批量运输、低碳运输 方式	降低整体碳足迹 1%-3%
成品运输阶段	★★☆☆☆	路线优化、新能源运输、循环包 装	降低整体碳足迹 0.5%- 1%

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
刘芳芳	三信国际检测认证有限公司	2025-CCAA-GHG1-2242000
冯玉茹	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1300462

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):



