

产品碳足迹报告

产品名称：预装式金属封闭环网箱

产品规格型号：WKHWX-12

生产者名称：天津市威匡电气设备有限公司

报告编号：T4102582026-2

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5月19日



企业名称	天津市威匡电气设备有限公司	核查地址	天津市西青区张家窝镇安泽道8号
法定代表人	黄文荣	联系方式	022-23833369
授权人（联系人）	宋珊珊	联系方式	18526061266
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》；		

企业概况：一般项目：光伏设备及元器件销售；水泥制品销售；金属结构销售；机械电气设备制造；电工机械专用设备制造；电力测功电机销售；电力电子元器件制造；电工器材制造；电气信号设备装置制造；电工仪器仪表制造；电气设备修理；电气设备销售；电子元器件与机电组件设备销售；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；普通机械设备安装服务；信息系统运行维护服务；电工仪器仪表销售；智能输配电及控制设备销售；配电开关控制设备制造；配电开关控制设备销售；电容器及其配套设备制造；机械零件、零部件加工；金属材料制造；金属链条及其他金属制品制造；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；电容器及其配套设备销售；金属制品销售；五金产品零售；光通信设备销售；劳务服务（不含劳务派遣）；建筑材料销售；轻质建筑材料销售；建筑装饰材料销售；金属材料销售；建筑用钢筋产品销售；有色金属合金销售；金属丝绳及其制品销售；砼结构构件销售；紧固件销售；金属工具销售。（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：输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验。（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）。

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 ₂ e)
1台预装式金属封闭环网箱 (WKHWX-12)	872.0857
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	孙振歌	签名	孙振歌
组内职务			
组长	孙振歌	签名	孙振歌
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	5
2.3.1 产品功能	5
2.3.2 产品工艺流程	5
2.3.3 产品图片	7
3 目标与范围定义	8
3.1 评价目的	8
3.2 评价范围	8
3.2.1 功能单位	8
3.2.2 系统边界	8
3.2.3 分配原则	9
3.2.4 取舍准则	9
3.2.5 相关假设和限制	10
3.2.6 影响类型和评价方法	10
3.2.7 数据来源	10
3.2.8 数据质量要求	10
4 数据收集	12
4.1 数据收集说明	12

4.2 活动水平数据	13
4.3 排放因子数据	13
5 碳足迹计算	15
5.1 计算方法	15
5.2 计算结果	15
5.3 不确定性分析	16
6 改进建议	17
6.1 改进建议	17
附件	21
附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	21

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 台预装式金属封闭环网箱 (WKHWX-12) 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 台预装式金属封闭环网箱 (WKHWX-12)。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 台预装式金属封闭环网箱 (WKHWX-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 872.0857 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 643.4359 kgCO₂eq (73.78%), 原辅料运输阶段碳排放为 0.5950 kgCO₂eq (0.07%), 生产阶段碳排放为 184.8640 kgCO₂eq (21.20%), 成品运输阶段为 40.7898 kgCO₂eq (4.68%), 产品处置阶段为 2.4010 kgCO₂eq (0.28%) 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：产品寿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

天津市威匡电气设备有限公司是集高低压电器成套设备，调度自动化生产制造，研发及电气工程，变电站项目总承包为一体的高科技现代化企业。公司现坐落于天津市西青区张家窝工业区，公司下辖有三家控股子公司，是天津市高新技术企业。

公司主要从事开发与生产低压成套设备，直流电源装置，自动化控制装置，大屏幕显示装置等产品。并通过了 ISO9001:2000 质量体系认证和 ISO1400 环境管理体系认证及中国国家强制性产品认证(ccc)等。并先后获得天津市“重合同守信用”单位、天津市“文明”单位、天津市 AAA 级资信企业、天津市安全生产监督管理局“优胜企业”等多种荣誉称号。产品多次获得天津市“优质产品奖”、天津市“科技进步二等奖”等奖项。其中多项自主开发的技术获得了国家专利。公司一贯将质量作为企业的生命，在生产经营活动中，始终把提升产品质量放在第一位。坚持“科技创新、诚信服务、持续发展、一流品牌”的经营理念，建立严格的管理制度，使企业在激烈的市场竞争中稳步的前进发展。

公司生产设备主要从德国、芬兰引进，有数控多工位加工中心、母线加工中心、数控剪板机、数控弯板机、数控弯排机等先进加设备。为了加国际和国内的竞争能力，公司与国内外多家科研单位、企业集团公司等相关单位开展全方位的合作。公司以优质的产品、优良的服务、合理的价格赢得了国内外客户的青睐！

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

WKHWX-12 是 12kV/50Hz 户外预装式金属封闭环网箱（俗称“户外环网柜 / 箱变配套开闭所”），采用环保气体 / 干燥空气绝缘、全密封全金属箱体，工厂预装调试、现场直接落地，用于城市电缆网、工业 / 小区配电的环网供电、负荷分配与故障隔离。

型号特点：

WKHWX：户外预装式金属封闭环网箱

12：额定电压 12kV

（常规额定电流 630A，短路电流 20kA，与 WKH-12 匹配）

2.3.1 产品功能

1. 环网供电与电能分配

- 双电源/环网拓扑，多回路进出线（最多 8 路），接线灵活、扩展方便
- 故障段快速隔离，非故障区不停电，供电可靠性高
- 户外直接落地，无需土建、占地小、工期短

2. 开关控制与安全连锁

- 三工位操作：合闸（送电）、分闸（断电）、接地（检修安全）
- 断口可视 + 验电可靠，防止带电误接地
- 五防连锁：防误合、防误分、防带电合地刀、防带地刀合闸、防误入带电间隔

3. 保护功能（标配 + 可选）

- 短路/过载保护：负荷开关 + 熔断器组合，快速切除故障
- 接地/漏电保护：接地故障检测、电弧故障保护
- 变压器/线路保护：过流、速断、零序保护
- 避雷器保护：防雷过电压，保护设备安全

4. 测量、监测与智能运维

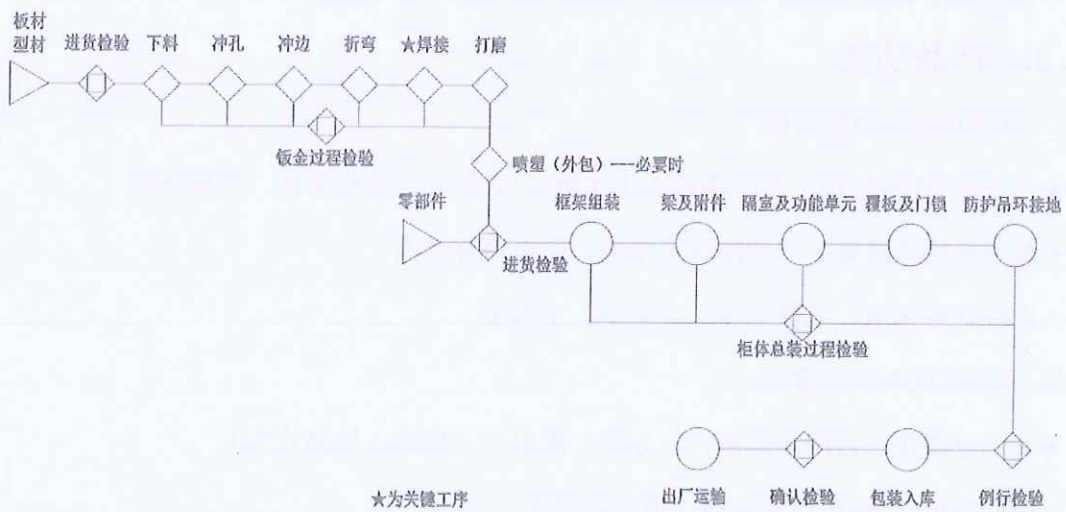
- 实时监测：三相电压/电流、功率、功率因数、频率
- 状态监测：气体压力、温湿度、局放在线监测（可选）
- 电能计量：集成计量表计，能耗统计、数据远传
- 一二次融合：集成 FTU/RTU、通信（光纤/无线），支持远程四遥（遥测/遥信/遥控/遥调）、故障告警、云端运维

5. 环保与安全防护

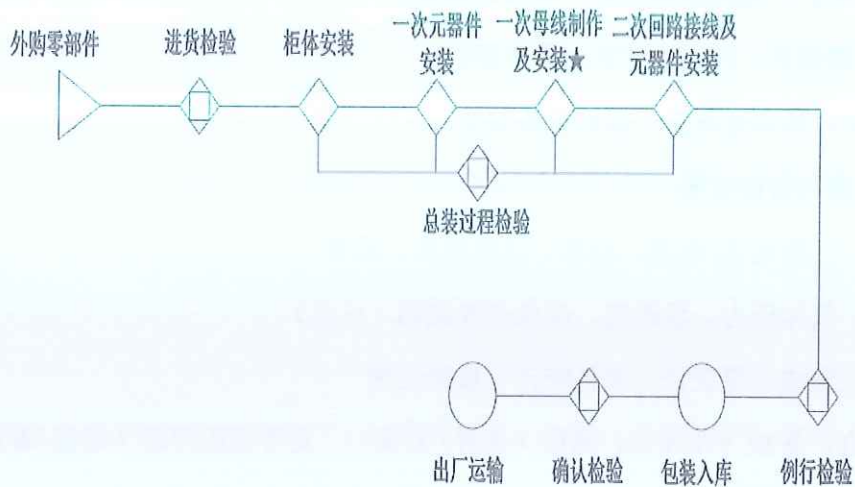
- 无 SF₆ 设计：干燥空气/环保气体绝缘，零温室效应、无泄漏风险
- 全绝缘全密封：防触电、防爆泄压、防凝露
- 金属外壳：机械防护 + 电磁屏蔽，适应户外恶劣环境。

2.3.2 产品工艺流程

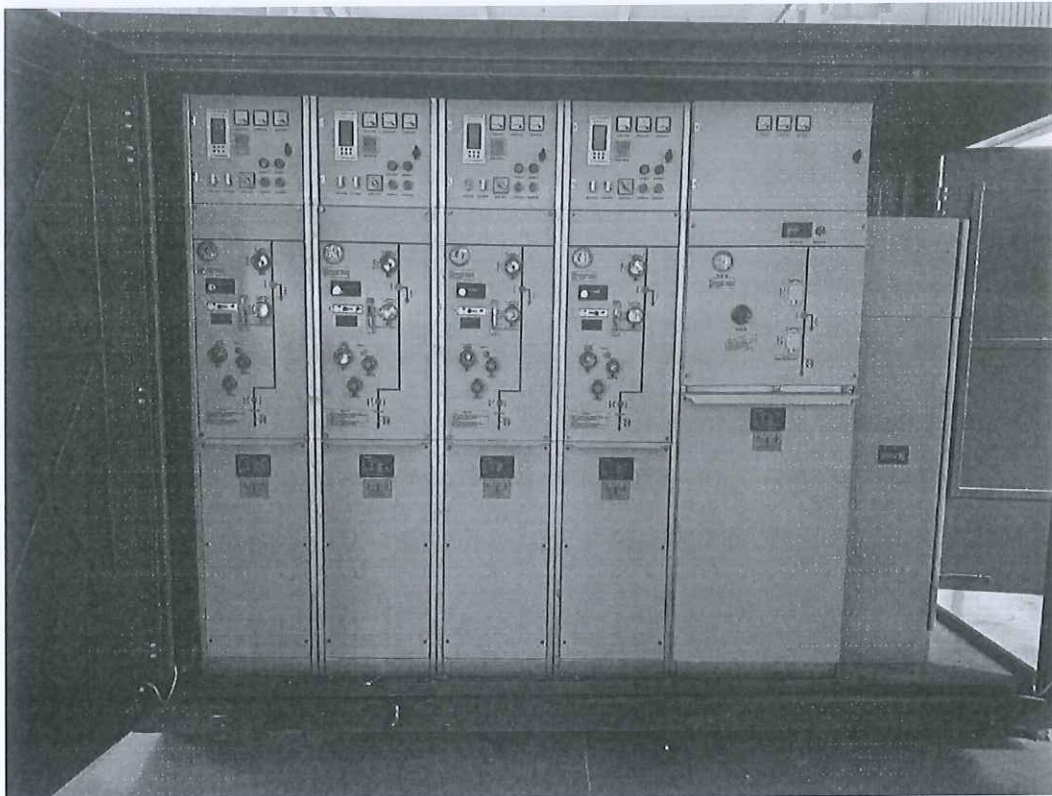
组装流程



壳体钣金加工流程图



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 台预装式金属封闭网箱（WKHWX-12）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 台预装式金属封闭网箱（WKHWX-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。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、PT单元、DTU、壳体等原材料	包装材料获取
原辅料运输阶段	断路器、PT单元、DTU、壳体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	/

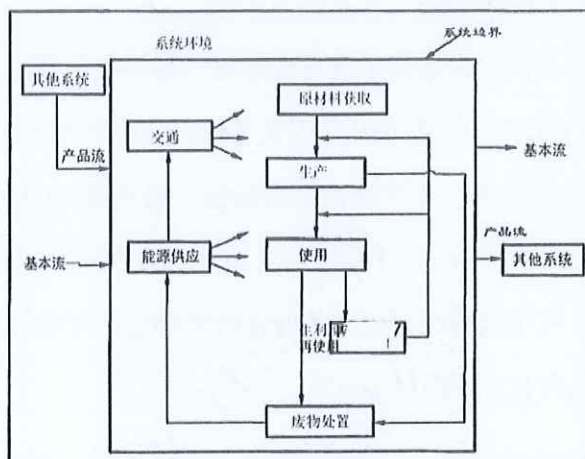


图 3.2: 产品系统边界示意图

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 台预装式金属封闭网箱（WKHWX-12）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 台预装式金属封闭环网箱（WKHWX-12），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	1113.7890	643.4359
	0.055539	天然气 m ³	/	
	0.0726	柴油 kg	/	
原材料运输	0.0679	汽油 kg	/	0.5950
	0.0520	电力 kwh	0.2000	
	0.0726	柴油 kg	0.1905	
产品生产	0.5777	电力 kwh	320.0000	184.8640
	0.055539	天然气 m ³	/	
	0.0726	柴油 kg	/	
成品运输	0.0520	电力 kwh	/	40.7898
	0.0726	柴油 kg	6.5891	
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力 kwh	4.1559	2.4010
	0.055539	天然气 m ³	/	
	0.0726	柴油 kg	/	

表 4.2.1 1 台预装式金属封闭环网箱（WKHWX-12）

生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 台预装式金属封闭环网箱（WKHWX-12）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

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

天津市威匡电气设备有限公司生产 1 台预装式金属封闭环网箱 (WKHWX-12) 产品碳足迹是 872.0857 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	643.4359	73.78%
原材料运输阶段	0.5950	0.07%
生产阶段	184.8640	21.20%
成品运输阶段	40.7898	4.68%
产品处置阶段	2.4010	0.28%
合计	872.0857	100.00%

表 5.2-1 一台预装式金属封闭环网箱（WKHWX-12）产品生命周期各阶段碳排放情况



图 5.2-2 1 台预装式金属封闭环网箱（WKHWX-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) 结合这张碳足迹阶段占比图，分阶段拆解如何降低各环节的碳排放建议（按优先级排序）：

4.1 第一优先级：原材料获取阶段（73.78%），这是 WKHWX-12 环网箱降碳的核心杠杆点，碳足迹超七成来自材料本身，核心抓手是材料选型、用量优化与供应商碳管理。

4.1.1 金属壳体与结构件降碳（占比最高的部分）

- 优先选用再生钢材/低碳钢：再生钢的碳排放比原生钢低 60% 以上，是壳体降碳的直接手段。

- 结构轻量化设计：在满足 GB 3906 标准的机械强度、防护等级前提下，通过拓扑优化、型材优化、壁厚优化减少钢材用量，从源头降低碳消耗。

- 表面处理材料降碳：优先选用低能耗、低排放的镀锌/喷涂工艺，减少表面处理过程的间接碳排放。

4.1.2 导电与绝缘部件降碳

- 铜排/导体：选用再生铜材，或高电解效率的低排放电解铜供应商产品；在满足载流量和温升要求的前提下，合理优化截面尺寸，避免过度选型造成材料浪费。

- 绝缘件/绝缘子：优先选用低排放环氧树脂、硅橡胶材料，或再生/生物基绝缘材料，降低材料碳足迹。

4.1.3 供应商碳管理

- 要求原材料供应商提供产品环境声明（EPD），优先采购碳足迹更低的材料；将碳足迹纳入供应商考核指标，推动上游供应链降碳。

- 优先选择本地/近区域的原材料供应商，减少跨区域运输的间接排放（虽运输占比低，但可进一步优化）。

4.2 第二优先级：生产阶段（21.20%），核心工序是壳体加工（冲/剪/折/焊）和成品组装，碳源主要来自设备用电和工艺过程。

4.2.1 能源结构优化

- 绿电替代：将生产用电替换为光伏/风电直购电、绿证，直接降低碳排放。

- 设备节能：更换冲床、折弯机为高能效型号；加装变频控制，降低空载能耗。

4.2.2 工艺优化

- 壳体加工：优化模具设计，减少冲压、折弯工序的废品率和返工率；采用激光焊接替代传统电弧焊，降低能耗和焊材消耗。

- 组装与测试工序：优化作业流程，减少不合格品率；优化耐压试验、回路电阻测试等工序的能耗，采用自动化测试设备，减少待机能耗。

4.2.3 辅料与废弃物管理

- 焊材、保护气体、清洗溶剂等辅料，优先选用低碳排放的环保产品；回收利用钢材边角料，实现材料循环利用。

4.3 第三优先级：成品运输阶段（4.68%），这部分占比约 5%，是运输阶段中唯一有降碳空间的环节，核心抓手是运输方式优化与包装减量化。

4.3.1 运输方式优化

- 优先选择铁路/新能源货车公路运输，减少柴油货车的运输；采用整车运输，提高单次运输的装载率，降低单位产品的运输碳排放。

- 优化运输路线，减少迂回运输，优先选择直达运输方式。

4.3.1 包装减量化与循环利用

- 采用轻量化、可循环的包装材料（如可重复使用的塑料托盘、蜂窝纸板替代木质包装），减少包装材料消耗；优化包装设计，提高装载率，减少运输次数。

- 推动包装材料的回收再利用，与客户建立包装回收机制，降低一次性包装的碳排放。

4.4 低优先级：其他阶段（合计 0.35%），这两个阶段的占比极低，降碳投入产出比不高，可作为辅助优化项：

- 原材料运输：集中采购，提高单次运输的装载率，减少运输频次。

- 产品处置阶段：采用模块化、易拆解设计，方便报废后回收利用，降低处置阶段的碳排放。

(5) 降碳效果的量化参考

如果针对前三大核心阶段进行优化，大致可实现以下效果：

阶段	优化目标	预计降碳效果
原材料获取阶段	再生材料替代+轻量化设计	降低该阶段碳排放 30%-40%，对应整体碳足迹降低约 22%-29%
生产阶段	绿电替代+工艺节能	降低该阶段碳排放 20%-30%，对应整体碳足迹降低约 4%-6%
成品运输阶段	运输方式优化+包装减量化	降低该阶段碳排放 40%-50%，对应整体碳

		足迹降低约 2%-2.5%
合计	-	整体碳足迹降低约 28%-37.5%

(6) 降碳效果的量化参考：

- 精准核算先行：按照 GB/T 24067-2024 标准，对产品碳足迹进行精准核算，识别出碳排放最高的原材料（如钢材、铜排）和工序，避免盲目降碳。
- 聚焦核心阶段：优先把资源投入到原材料获取阶段，这是 WKHWX-12 环网箱降碳的最大杠杆点，降碳投入产出比最高。
- 建立材料碳管理体系：建立原材料碳足迹数据库，优先选用低碳材料，将碳足迹纳入供应商考核。

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
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):



(企业盖公章)

2026 年 5 月 19 日

