

产品碳足迹报告

产品名称：环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端

产品规格型号：XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B

生产者名称：湖南旭日电气设备有限公司

报告编号：T4100332026-2

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4月21日



企业名称	湖南旭日电气设备有限公司	核查地址	湖南省长沙经济技术开发区西冲路36号				
法定代表人	周士海	联系方式	400-960-7797				
授权人(联系人)	聂容	联系方式	18670727587				
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>湖南旭日电气设备有限公司成立于2009年02月11日，注册地位于长沙经济技术开发区西冲路36号，法定代表人为周士海。经营范围包括许可项目：输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验；电气安装服务。（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，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：配电开关控制设备研发；配电开关控制设备制造；智能输配电及控制设备销售；电力电子元器件制造；充电桩销售；充电控制设备租赁；太阳能发电技术服务；光伏设备及元器件制造；电动汽车充电基础设施运营；电气设备修理；非居住房地产租赁；土地使用权租赁；机械设备租赁；租赁服务（不含许可类租赁服务）。</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 环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAr(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B)</td> <td>898.9325</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 环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAr(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B)	898.9325
产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ e)						
1台 环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAr(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B)	898.9325						
<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	张肖楠	签名	张肖楠				

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	4
2.3 产品介绍	4
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	8
3 目标与范围定义	8
3.1 评价目的	8
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	10
3.2.6 影响类型和评价方法	10
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

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 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端 (XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B) 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 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端 (XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B)。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 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端 (XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B) 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 898.9325 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 375.5979 kgCO₂eq (41.78%), 原辅料运输阶段碳排放为 302.6817 kgCO₂eq (33.67%), 生产阶段碳排放为 0.5353 kgCO₂eq (0.06%), 成品运输阶段为 180.5918 kgCO₂eq (20.09%), 产品处置阶段为 39.5259 kgCO₂eq (4.40%) 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

湖南旭日电气设备有限公司成立于 2009 年，公司自有产权厂房面积为 30232.24 平方米。以集设计开发、生产和销售为一体的现代化企业，拥有数控、剪、折三大件，并拥有齐全的检测设备和适用各项产品的工艺标准及工装设施，一二次融合成套环网箱、一二次融合柱上断路器、高低压成套电气设备、欧式箱变、动力箱等具有独立的产品自主开发设计、加工制造能力。

目前公司拥有一支朝气蓬勃、开拓进取的高素质人才队伍。公司现有职工 150 余人，中高级技经人员 30 人，技术研发人员超过 20%，年产能总额 2 亿。公司设有研发中心，拥有核心产品的自主知识产权 10 余项专利，计算机软件著作权 4 项。公司不断总结经验，开拓创新。在产品的设计开发方面，力求使每一个产品符合市场需求；同时我们不断充实研发队伍，长期与国内设计院和研发机构保持合作，加强技术交流，进一步提高产品的市场竞争力，确保了我们的产品处于同行业的先进行列。同时我们将不断完善企业内部管理，使企业健康发展。

公司配备 2 条全自动生产线，先进生产设备 60 余台，检验设备 40 余台，生产线集现代化、自动化、智能化于一体的生产线。4 个通用实验室（冲击电压/工频耐压实验室、局放实验室、温升实验室、捡漏实验箱）。

公司目前产品覆盖全国各省市，被广泛使用于各省市、自治区“两网”建设和改造工程中，产品市场占有率不断提升年销售平均增长 30% 以上。公司是高新技术企业、专精特新企业、AAA 级信用企业，已通过了 ISO9001、ISO14001、ISO45001 质量/环境/职业健康三体系整合认证，能源管理体系认证证书、绿色工厂认证证书。获得国家税务局 A 级纳税人称号。面临着如此好的市场环境，我们将致力于以品质、品牌和服务来赢得和巩固市场。为顾客提供优质产品和周到服务是全体旭日人的心愿！

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B 型号的环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端

XRAir(V、V、PT)-12/630-20 是新一代 12kV 环保型干燥空气（或氮气）绝缘环网柜，替代传统 SF₆ 气体柜，核心为真空断路器（V 型）+ 电压互感器（PT）组合单元，适用于 10kV 配电网开闭所、环网单元、箱变及配电室。

XR: 系列代号（环保气体绝缘）

Air: 绝缘介质（干燥空气，GWP=0，温室效应为零）

(V、V、PT): 单元配置（2 回断路器单元 + 1 回 PT 单元）

12: 额定电压 12kV

630: 额定电流 630A

20: 额定短路开断电流 20kA

2.3.1 产品功能

环保安全

零环保危害：采用干燥空气绝缘，完全替代 SF₆，无温室效应、无毒性、无回收处理问题。

高安全性：气箱微正压、无高压风险；内部电弧故障限流，防爆设计。

全绝缘密封：一次回路全密封，防潮、防凝露、防盐雾、防尘，适应恶劣户外 / 地下环境。

开关与保护功能

正常分合：可靠分合 630A 负荷电流，断路器快速分闸 $\leq 60\text{ms}$ 。

短路保护：开断 20kA 短路电流，配过流、速断保护。

接地与检修：具备独立接地开关，满足安全接地与检修要求。

PT 监测：实时采集三相母线电压，用于保护、测量、同期与备自投。

智能扩展（一二次融合）

内置电子式电流 / 电压传感器，精度 0.5 级。

可集成就地控制器、FTU/DTU 接口，支持三遥、FA 馈线自动化。

支持故障录波、事件记录、温湿度监测。

模块化与扩展

单元模块化：负荷开关（F）、断路器（V）、熔断器（FR）、PT、电缆连接单元自由组合。

灵活扩展：双侧扩展母线，可组成多间隔环网柜 / 开闭所。

体积紧凑：单间隔宽 $\leq 500\text{mm}$ ，占地小、可靠墙安装。

KE-7120-B 是科林电气生产的集中式三遥站所终端（DTU），用于环网柜、开闭所、配电室、箱变的多回路集中监控，满足国网一二次融合标准。

功能介绍

三遥（遥测 / 遥信 / 遥控）

遥测：三相电流、电压、零序电流 / 电压、有功 / 无功、功率因数、频率、谐波（2 - 31 次）、双向电能。

遥信：开关位置、储能、接地、压力、通讯、告警、门节点；SOE 事件顺序记录。

遥控：远程分合闸、就地 / 远程切换、闭锁 / 解锁、重合闸投退。

保护与故障处理

三段式过流保护：速断、限时速断、过流。

零序保护：小电流接地（稳态 + 暂态），适应不接地 / 消弧线圈 / 小电阻系统。

自动重合闸：0 - 4 次，间隔可编程，涌流闭锁。

过负荷、PT 断线、失压、过压、逆功率告警与保护。

故障录波：支持 Comtrade 格式，故障前后波形记录。

馈线自动化（FA）

就地型 FA：不依赖主站，电压时间型 / 电流电压型 / 自适应复合型。

故障定位隔离：毫秒级判断故障区段，自动隔离、恢复非故障区供电。

网络重构：支持环网、多电源备自投、合环操作。

通信与规约

主协议：DL/T634.5101、DL/T634.5104、Modbus-RTU。

安全加密：内置国密 SM2/SM3/SM4 芯片，支持身份认证与数据加密。

级联功能：可接入线损模块、温湿度、电池监测、保护装置等从设备。

高级应用

线损管理：双向电能、冻结电量、分线损统计。

远程运维：远程参数配置、软件升级、日志下载。

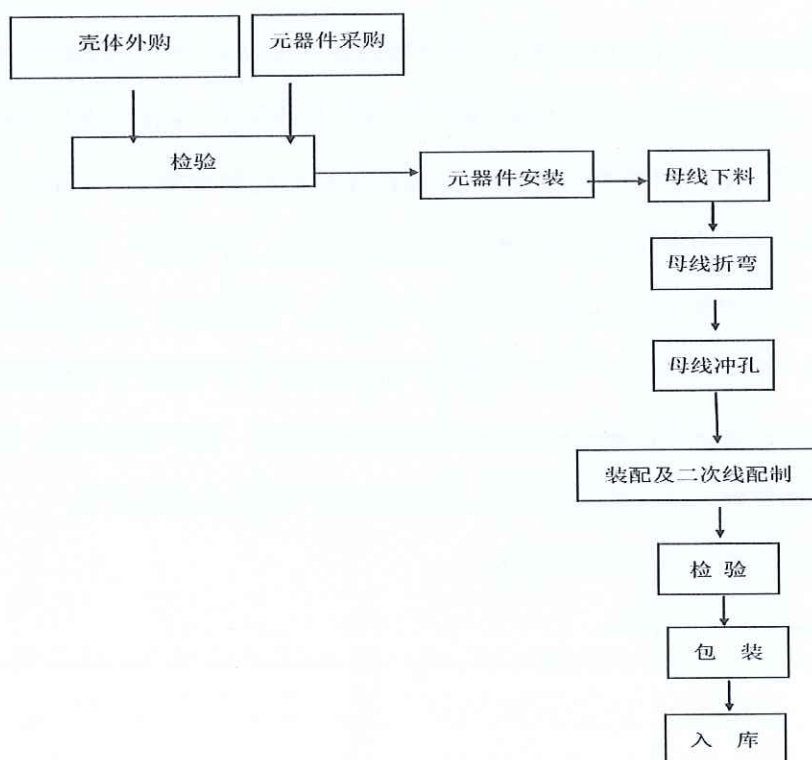
对时：北斗 / GPS、网络 NTP、主站对时。

组合应用（XRAir + KE-7120-B）

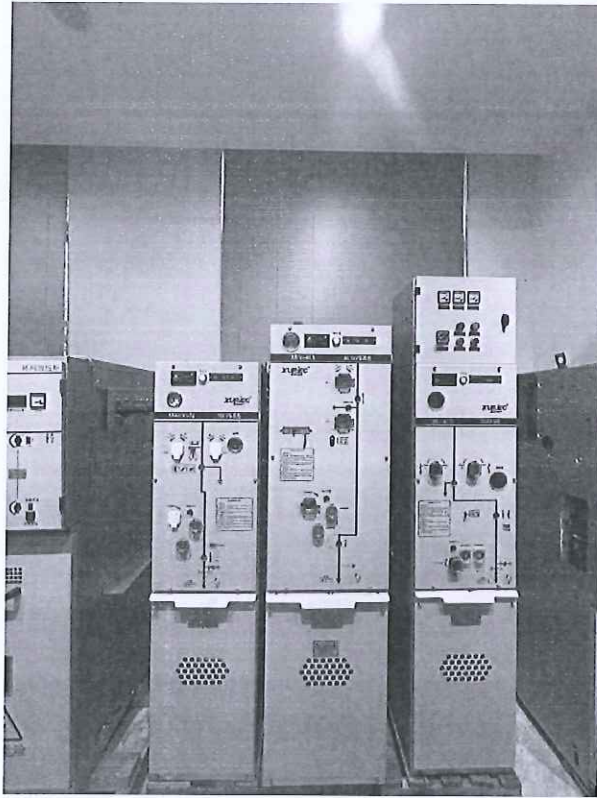
智能环网柜 / 开闭所：XRAir 提供一次开关与环保绝缘，KE-7120-B 实现三遥、保护、FA，构成一二次深度融合智能配电站所。

优势：无 SF₆ 环保、高可靠、少维护、故障秒级处理、远程可视化监控，适配新型配电自动化系统。

2.3.2 产品工艺流程



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 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B）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 台环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B）。

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	箱体、开关设备、互感器、母线及电缆、绝缘材料等原材料	包装材料获取
原辅料运输阶段	箱体、开关设备、互感器、母线及电缆、绝缘材料等原材料的柴油货车运输过程	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	/

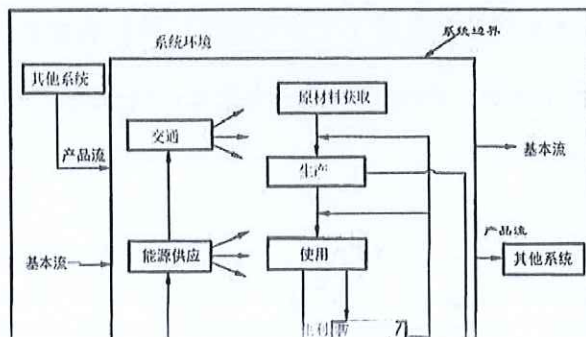


图 3.2: 产品系统边界示意图

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（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；当目前数据库中并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套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B）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 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B），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	463.0230	375.5979
	0.055539	天然气 m ³	108.1094	
	0.0726	柴油 kg	/	
原材料运输	0.0679	汽油 kg	/	302.6817
	0.0726	柴油 kg	19.7123	
产品生产	0.0520	电力 kwh	10.2937	0.5353
	0.055539	天然气 m ³	/	
	0	CO2 焊接 kg	0	
	0.0726	柴油 kg	0	
成品运输	0.5777	电力 kwh	/	180.5918
	0.0726	柴油 kg	58.3324	
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力 kwh	55.2089	39.5259
	0.055539	天然气 m ³	3.5296	
	0.0726	柴油 kg	/	

表 4.2.1 1 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B）

生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端（XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B）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 kgCO₂e/kWh，光伏发电力碳足迹因子为 0.0520kgCO₂e/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

湖南旭日电气设备有限公司生产 1 套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端(XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B)产品碳足迹是 898.9325 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	375.5979	41.78%
原材料运输阶段	302.6817	33.67%
生产阶段	0.5353	0.06%
成品运输阶段	180.5918	20.09%
产品处置阶段	39.5259	4.40%
合计	898.9325	100.00%

表 5.2-1 一套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端 (XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B)

产品生命周期各阶段碳排放情况

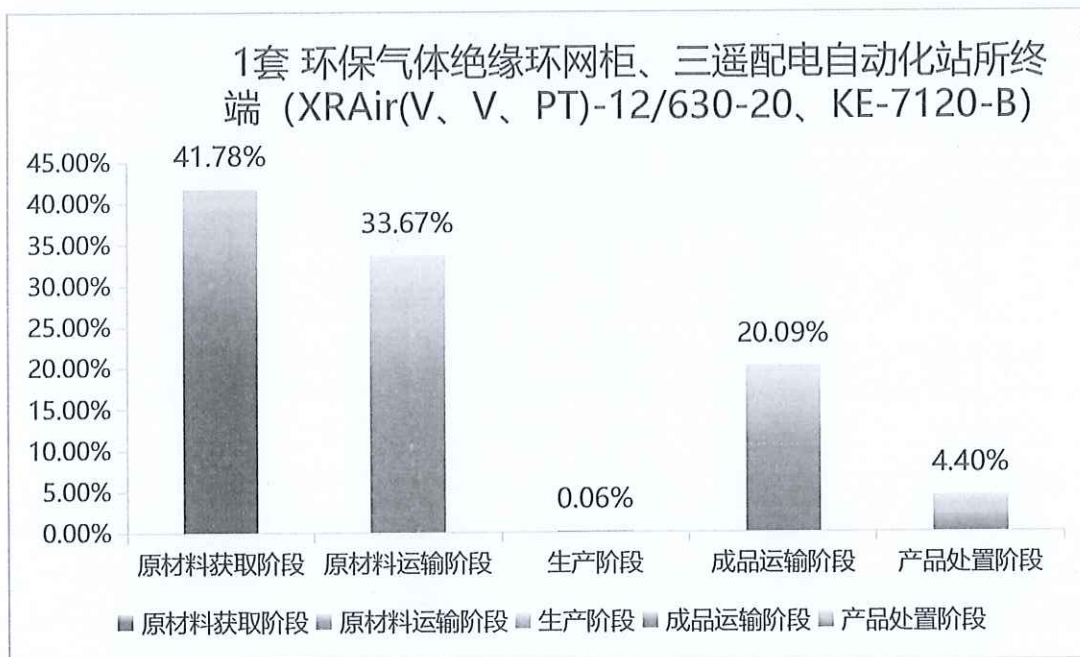


图 5.2-2 一套环保气体绝缘环网柜、三遥配电自动化站所终端 (XRAir(V、V、PT)-12/630-20、KE-7120-B)

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	1000	95%
第二阶段	2000	98%
第三阶段	3000	99%
第四阶段	4000	97%
第五阶段	5000	96%



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. 原材料获取阶段

这是减碳的重中之重，优化效率最高，建议从以下方向发力：

优先选用低碳、再生材料：

用再生铜、再生铝替代原生金属，降低冶炼环节的高碳排放；同时优化绝缘材料、壳体材料，优先选用可回收、低能耗生产的环保材料，减少高碳材料（如部分塑料、高耗能钢材）的使用。

推行轻量化与减材设计：

在满足设备电气性能、机械强度和安全标准的前提下，优化柜体结构设计，减少不必要的材料冗余，降低原材料总用量，从源头减少碳排放。

建立低碳供应商准入机制：

将供应商的碳足迹、清洁能源使用比例纳入采购评估标准，优先选择具备低碳认证、采用绿电生产的原材料供应商，推动上游产业链协同减碳。

2. 原材料运输阶段

运输环节的核心是“降距离、提效率、换方式”：

本地化采购与就近配套：

优先选择距离生产基地更近的核心原材料供应商（如铜材、铝材、柜体板材），缩短跨区域长途运输距离，减少公路运输带来的碳排放。

优化运输方式与装载效率：

大宗原材料优先选择铁路、水路等低碳运输方式替代公路运输；同时规划最优运输路线，提高单车装载率，减少空驶率和运输频次。

推动运输环节绿色化：

与物流供应商合作，逐步引入新能源货车、使用生物柴油等低碳燃料，降低运输环节的单位碳排放。

3. 成品运输阶段

该环节占比接近两成，优化空间显著：

优化配送网络与订单模式：

合理规划成品仓网点，减少跨区域长距离配送；推行批量运输、集中配送模式，提高单车装载率，减少零散发货带来的碳排放。

优先选择低碳物流合作方：

与具备绿色物流认证的企业合作，优先使用新能源配送车辆、低能耗运输工具，同时优化配送路线，减少无效里程。

推动客户端就近选型：

引导客户优先选择就近生产基地的产品，减少成品的长途运输需求。

4. 产品处置阶段

虽然当前占比不高，但作为全生命周期闭环环节，优化仍有价值：

推行易拆解、可回收设计：

采用模块化、标准化的产品结构，便于报废后的拆解、维修和部件更换，延长设备使用寿命；同时减少粘接、复合结构的使用，降低材料回收难度。

建立报废产品回收体系：

搭建旧环网柜回收渠道，对报废设备中的铜、铝、钢材等金属材料进行再生利用，减少原生资源开采冶炼的碳排放；同时对环保气体进行回收再利用，避免泄漏排放。

推动部件再制造：

对报废设备中可复用的核心部件（如开关机构、终端模块）进行翻新、检测，实现再制造再利用，减少新部件生产的碳排放。

5. 生产阶段

该阶段碳排放占比极低，无需投入过多资源，可做精细化优化：

生产环节优先使用光伏、风电等清洁能源，替代传统火电；

优化生产工艺，降低设备运行能耗，减少生产过程中的直接和间接排放。

6. 整体减碳策略建议

聚焦三大高占比环节：将减碳资源优先投入原材料获取、原材料运输、成品运输这三个合计占比超 95% 的环节，实现最高的减碳效率。

建立全生命周期碳管理台账：定期跟踪各环节的碳排放数据，对比优化前后的效果，动态调整减碳策略。

推动产业链协同减碳：联合上游供应商、物流方和下游客户，共同制定低碳目标，推动原材料采购、运输、回收全链条的绿色转型。

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
张肖楠	三信国际检测认证有限公司	2026-CCAA-GHG1-1304976

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 1.5 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): 郑博洲



2026 年 4 月 21 日

