

产品碳足迹报告

产品名称：专变采集终端、能源控制器、智能融合终端

产品规格型号：专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43- SH609

能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702

智能融合终端 IFT-SH801

生产者名称：郑州三晖电气股份有限公司

报告 编 号：2026T410017

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 06 月 25 日



企业名称	郑州三晖电气股份有限公司	地址	河南自贸试验区郑州片区（经开）崇光路102号																				
法定代表人	胡坤	联系方式	/																				
授权人（联系人）	徐来	联系方式	***																				
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： 郑州三晖电气股份有限公司创建于1996年，主要从事电能计量仪器仪表的研发、设计、生产和销售，能为智能电网计量器具用户、生产企业和检定机构提供标准与校验综合解决方案。现已形成由电能计量装置、电力集中器、专变采集终端、能源控制器和电力负荷管理采集终端三大产业块。产品全部服务于国家智能电网建设。三晖公司以深厚的技术和行业经验积累、快速、灵活的技术响应体制和较强的市场应变能力、稳定可靠的产品性能、过硬的产品品质、丰富完善的产品线和主动高效的产品开发机制在行业内赢得了良好的口碑，树立了良好的品牌形象，产品在行业竞争中具有较强的竞争优势。 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/T 24067-2024/ISO 14067:2018《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 <table><thead><tr><th>序号</th><th>名称</th><th>型号</th><th>功能单位</th><th>单位产品碳排放量 (kgCO₂eq)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>专变采集终端 III 型 (无线公网 4G)</td><td>FKTA43- SH609</td><td>台</td><td>3.8858</td></tr><tr><td>2</td><td>能源控制器(专变-无线公网 4G 双模)</td><td>ECU4D13-SH702</td><td>台</td><td>8.4175</td></tr><tr><td>3</td><td>智能融合终端</td><td>IFT-SH801</td><td>台</td><td>5.9407</td></tr></tbody></table> 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				序号	名称	型号	功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)	1	专变采集终端 III 型 (无线公网 4G)	FKTA43- SH609	台	3.8858	2	能源控制器(专变-无线公网 4G 双模)	ECU4D13-SH702	台	8.4175	3	智能融合终端	IFT-SH801	台	5.9407
序号	名称	型号	功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)																			
1	专变采集终端 III 型 (无线公网 4G)	FKTA43- SH609	台	3.8858																			
2	能源控制器(专变-无线公网 4G 双模)	ECU4D13-SH702	台	8.4175																			
3	智能融合终端	IFT-SH801	台	5.9407																			

(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	郭茗茗	签名	郭茗茗
组内职务			
组长	郭茗茗	签名	郭茗茗
组员	孙芳芳	签名	孙芳芳

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 厂区布局	5
2.3 产品介绍	6
2.3.1 产品功能	6
2.3.2 产品工艺流程	7
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	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	12
4 数据收集	14
4.1 数据收集说明	14
4.2 活动水平数据	15
4.3 排放因子数据	16
5 碳足迹计算	17
5.1 计算方法	17
5.2 计算结果	17

5.3 不确定性分析	20
6 改进建议	21
6.1 改进建议	21
附件	22
附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	22

摘要

本评价的目的是以生命周期评价方法为基础,采用 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,计算得到专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43-SH609、能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702、智能融合终端 IFT-SH801 产品的碳足迹。

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 台专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43-SH609、1 台能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702、1 台智能融合终端 IFT-SH801。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 台专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43-SH609“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 3.8858 kgCO₂ eq,原辅料获取阶段碳排放为 3.2826 kgCO₂ eq (84.48%),原辅料运输阶段碳排放为 0.0086 kgCO₂ eq (0.22%),生产阶段碳排放为 0.5625kgCO₂ eq (14.48%),成品运输阶段碳排放为 0.0204 kgCO₂ eq (0.53%),产品处置阶段碳排放为 0.0115 kgCO₂ eq (0.30%)。

1 台能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702“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 8.4175 kgCO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 7.8145 kgCO₂ eq（92.84%），原辅料运输阶段碳排放为 0.0089 kgCO₂ eq（0.11%），生产阶段碳排放为 0.5722 kgCO₂ eq（6.8%），成品运输阶段碳排放为 0.0128 kgCO₂ eq（0.15%），产品处置阶段碳排放为 0.0091 kgCO₂ eq（0.11%）。

1 台智能融合终端 IFT-SH801“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 5.9407 kgCO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 5.2179 kgCO₂ eq（87.83%），原辅料运输阶段碳排放为 0.0157 kgCO₂ eq（0.26%），生产阶段碳排放为 0.6392 kgCO₂ eq（10.76%），成品运输阶段碳排放为 0.0544 kgCO₂ eq（0.92%），产品处置阶段碳排放为 0.0135 kgCO₂ eq（0.23%）。

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，背景数据来自国家发布的 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（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两种：（1）《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

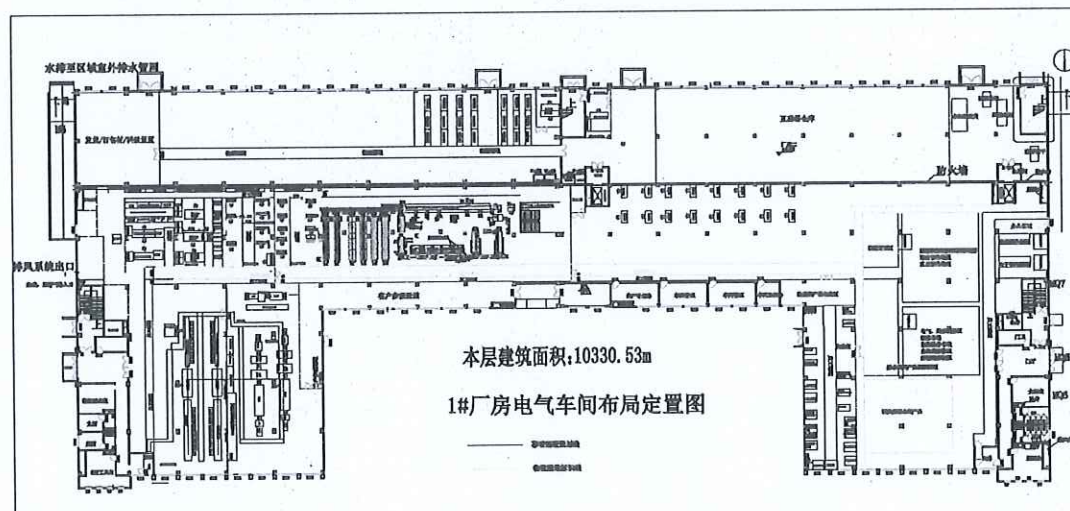
标准；（2）GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》，此标准由国际标准化组织（ISO）编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

2 企业及产品介绍

2.1 企业介绍

郑州三晖电气股份有限公司创建于 1996 年，主要从事电能计量仪器仪表的研发、设计、生产和销售，能为智能电网计量器具用户、生产企业和检定机构提供标准与校验综合解决方案。现已形成由电能计量装置、电力集中器、专变采集终端、能源控制器和电力负荷管理采集终端三大产业块。产品全部服务于国家智能电网建设。三晖公司以深厚的技术和行业经验积累、快速、灵活的技术响应体制和较强的市场应变能力、稳定可靠的产品性能、过硬的产品品质、丰富完善的产品线和主动高效的产品开发机制在行业内赢得了良好的口碑，树立了良好的品牌形象，产品在行业竞争中具有较强的竞争优势。

2.2 厂区布局



2.3 产品介绍

2.3.1 产品功能

FKTA43-SH609 专变采集终端 III 型是根据有关技术标准和规程并结合广大电力客户的实际需求，综合了 GPRS/CDMA 移动通信技术及交流采样技术，采用面向工业控制的 ATMEL 高性能 32 位嵌入式 CPU，使用先进的嵌入式 linux 操作系统平台，集成企业多年从事负荷管理、配变监测、电能质量监测等应用经验设计开发而成的新一代采集终端，具有数据采集、数据处理与保存、远程抄表、购售电控制、负荷监控、配变参数测量、电能计量、交流采样、远程维护与远程软件升级、监控用电异常等功能。

ECU4D13-SH702 能源控制器（专变）是根据有关技术标准和规程并结合广大电力客户的实际需求，该终端综合了 4G 移动通信技术、HPLC 通信技术、交流采样技术、容器技术、网络安全技术等，采用面向工业控制的高性能 64 位嵌入式 CPU，集成企业多年从事负荷管理、配变监测、电能质量监测等应用经验设计开发而成的终端，具有负荷管理、配变监测、电能质量监测、回路状态巡检、状态控制等功能。终端采用模块化设计，实现功能模块的互换性，以及终端功能的灵活配置；同时各个模块相对独立，实现终端故障点监测和隔离功能。

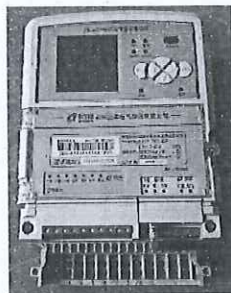
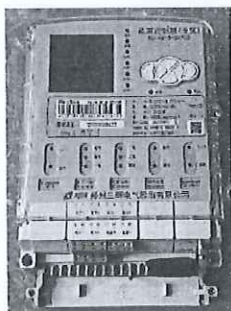
IFT-SH801 智能融合终端是根据有关技术标准和规程并结合广大电力客户的实际需求，综合了移动通信技术、HDC 高速双模通信技术、交流采样技术、容器技术、网络安全技术等，采用面向

工业控制的高性能 64 位嵌入式 CPU，集成企业多年从事负荷管理、配变监测、电能质量监测等应用经验设计开发而成的新一代采集终端，具有负荷管理、配变监测、电能质量监测、遥信状态控制、RS-485 通信等功能。终端采用模块化设计，实现功能模块的互换性，以及终端功能的灵活配置；同时各个模块相对独立，实现终端故障点监测和隔离功能。终端能够同时登录采集和配电后台主站，依据不同的配置参数要求，将现场实时动态数据，及时传回各自后台主站，为实时处理现场决策提供数据支持。该终端支持多种通信方式、维护成本低廉、运行稳定可靠，是广大电力用户用于现场数据采集和远程抄表管理的优选设备。

2.3.2 产品工艺流程

原材料采购→来料检验→免清洗工艺→锡膏印刷→自动贴片→检验→回流焊→AOI 光学检验→检验→可编程分板→手工焊→程序烧录→FCT 测试→防湿热防盐雾防霉菌工艺→检验→整机装配→装配检验→整机高温老化→自动调试→耐压测试→出厂检验→出厂参数设置→参数检查→外观检验→包装→成品抽检→入库

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 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，科学地评估专变采集终端、能源控制器、智能融合终端的碳足迹。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，郑州三晖电气股份有限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 台专变采集终端 III 型(无线公网 4G)FKTA43-SH609、1 台能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702、1 台智能融合终端 IFT-SH801。

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。专变采集终端、能源控制器、智能融合终端产品从“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	贴片电阻、贴片电容、贴片二极管、贴片红色发光管、RS-485芯片、II 型集中器核心板、贴片电感等获取	包装材料获取
原辅料运输阶段	贴片电阻、贴片电容、贴片二极管、贴片红色发光管、RS-485芯片、II 型集中器核心板、贴片电感等运输	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、汽油运输	/
产品处置阶段	废旧电子电器产品等的处置	/

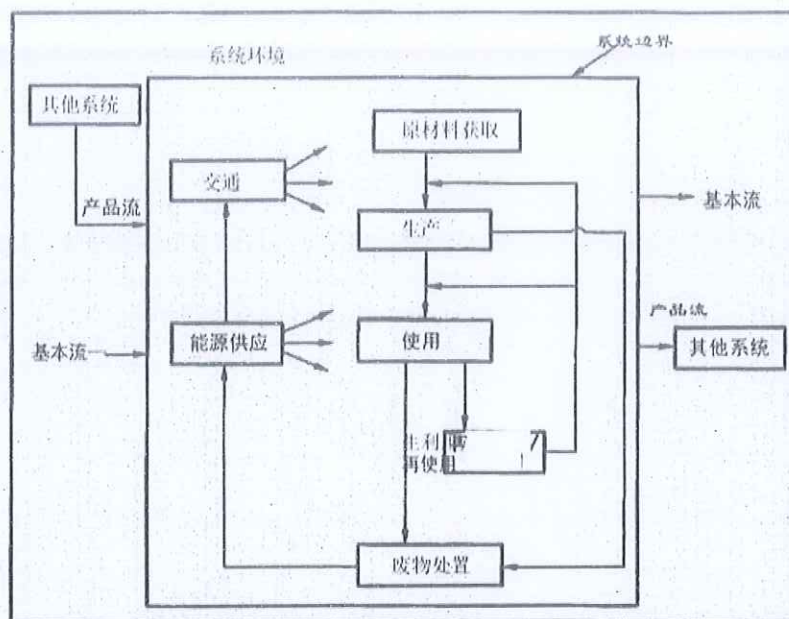


图 3.2: 产品系统边界示意图

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（CO₂）。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2011 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，对专变采集终端、能源控制器、智能融合终端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。数据代表了专变采集终端、能源控制器、智能融合终端的平均生产水平。

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

专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43- SH609，2025 年度产量 33900 台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/台)
原材料获取	0.5777	电力kW·h	5.6250	3.2826
	0.055539	天然气m ³	0.0153	
原材料运输	0.0726	柴油kg	0.0028	0.0086
产品生产	0.5777	电力kW·h	0.9737	0.5625
成品运输	0.0726	柴油kg	0.0066	0.0204
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力kW·h	0.0168	0.0115
	0.055539	天然气m ³	0.0008	

表 4.2.1 专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43- SH609 生命周期碳排放清单说明

能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702，2025 年度产量 1050 台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/台)
原材料获取	0.5777	电力kW·h	13.4690	7.8145
	0.055539	天然气m ³	0.0155	
原材料运输	0.0726	柴油kg	0.0029	0.0089
产品生产	0.5777	电力kW·h	0.9905	0.5722
成品运输	0.0726	柴油kg	0.0041	0.0128
生命末期(产 品处置阶段)	0.5777	电力kW·h	0.0132	0.0091
	0.055539	天然气m ³	0.0007	

表 4.2.2 能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702 生命周期碳排放清单说明

智能融合终端 IFT-SH801，2025 年度产量 235 台产品全生命

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/台)
原材料获取	0.5777	电力kW·h	8.9774	5.2179
	0.055539	天然气m ³	0.0146	
原材料运输	0.0726	柴油kg	0.0051	0.0157
产品生产	0.5777	电力kW·h	1.1064	0.6392
成品运输	0.0679	汽油L	0.0257	0.0544
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力kW·h	0.0197	0.0135
	0.055539	天然气m ³	0.0010	

表 4.2.3 智能融合终端 IFT-SH801 生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

专变采集终端、能源控制器、智能融合终端生命周期各阶段“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国家发布的 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、GB/T 32151.38-2024 《温室气体排放核算与报告要求第 38 部分：水泥制品生产企业》等规定的缺省值。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 0.5777kgCO₂/kW·h。后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子。

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($\text{kgCO}_2\text{e/kg}$) 或千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$E_{\text{原材料获取}}$ ：原材料获取阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨($\text{kgCO}_2\text{e/kg}$)或千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$E_{\text{原材料运输}}$ ：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($\text{kgCO}_2\text{e/kg}$)或千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$E_{\text{产品生产}}$ ：生产加工和装配阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨($\text{kgCO}_2\text{e/kg}$)或千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$E_{\text{产品运输}}$ ：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 ($\text{kgCO}_2\text{e/kg}$) 或千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)；

$E_{\text{产品处置}}$ ：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 ($\text{kgCO}_2\text{e/kg}$) 或千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)；

5.2 计算结果

郑州三晖电气股份有限公司生产的 1 台专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43- SH609 3.8858 kgCO_2eq 。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/($\text{kgCO}_2\text{eq/台}$)	百分比/%
原材料获取	3.2826	84.48%
运输（原材料运输）	0.0086	0.22%

生 产	0.5625	14.48%
运输(成品交付)	0.0204	0.53%
生命末期(产品处置)	0.0115	0.30%
总 计	3.8858	100.00%

表 5.2-1 专变采集终端 III 型(无线公网 4G) FKTA43- SH609

产品生命周期各阶段碳排放情况

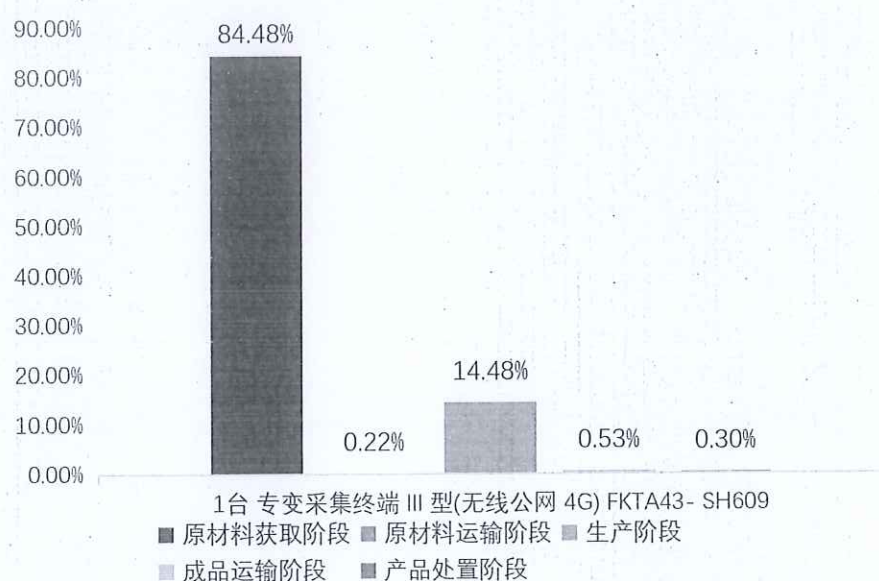


图 5.2-2 生命周期阶段碳排放分布图

郑州三晖电气股份有限公司生产的 1 台能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702 8.4175 kgCO₂ eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2-3 和图 5.2-4 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	7.8145	92.84%
运输(原材料运输)	0.0089	0.11%
生 产	0.5722	6.80%

运输(成品交付)	0.0128	0.15%
生命末期(产品处置)	0.0091	0.11%
总 计	8.4175	100.00%

表 5.2-3 能源控制器(专变-无线公网 4G 双模) ECU4D13-SH702

产品生命周期各阶段碳排放情况

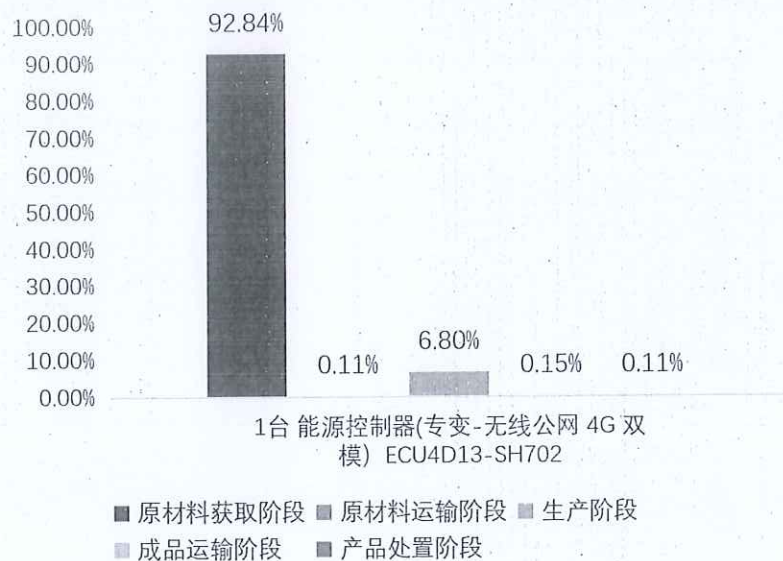


图 5.2-4 生命周期阶段碳排放分布图

郑州三晖电气股份有限公司生产的 1 台智能融合终端 IFT-SH801 5.9407 kgCO₂ eq。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2-5 和图 5.2-6 所示。

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	5.2179	87.83%
运输(原材料运输)	0.0157	0.26%
生 产	0.6392	10.76%
运输(成品交付)	0.0544	0.92%
生命末期(产品处置)	0.0135	0.23%

总 计	5.9407	100.00%
-----	--------	---------

表 5.2-5 智能融合终端 IFT-SH801 产品生命周期各阶段碳排放情况

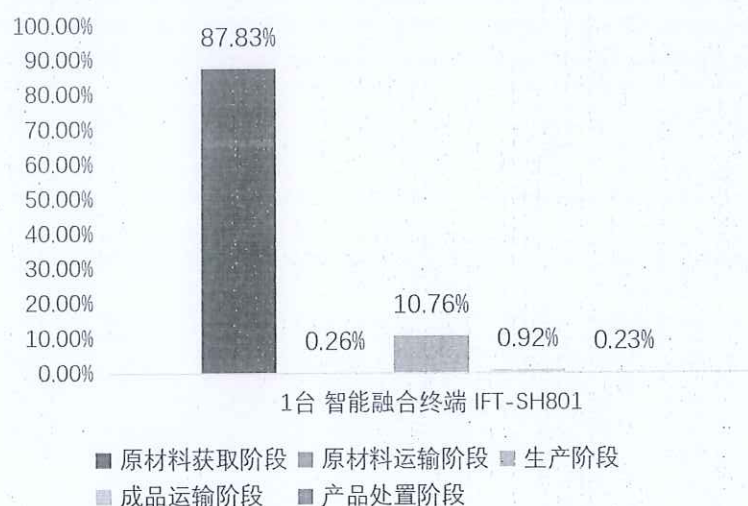


图 5.2-6 生命周期阶段碳排放分布图

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）配备设备级用能计量设备，分析主要排放源及高耗能工序，有利于识别节能降耗的改进方向。

附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单

姓名	工作单位	证书号
郭茗茗	三信国际检测认证有限公司	2023-CCAA-GHG1-1264246
孙芳芳	三信国际检测认证有限公司	2025-CCAA-GHG1-2270116

企业代表(签字):

2026 年 06 月 25 日