

产品碳足迹报告

产品名称：微机保护测控装置

产品规格型号：PMF710

生产者名称：许昌智能继电器股份有限公司

报告编号：T4101642026-02

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03月25日



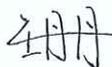
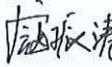
企业名称	许昌智能继电器股份有限公司	地址	许昌市中原电气谷许继集团新能源产业园
法定代表人	张洪涛	联系方式	0371-68061669
授权人（联系人）	陈凌钧	联系方式	15290992276
核算和报告依据		GB/T24067-2024/ISO14067：2018《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》	
<p>企业概况：</p> <p>许昌智能继电器股份有限公司成立于2009年05月14日，注册地位于许昌市中原电气谷许继集团新能源产业园，法定代表人为张洪涛。经营范围一般项目：配电开关控制设备制造；配电开关控制设备销售；配电开关控制设备研发；电工仪器仪表制造；电工仪器仪表销售；智能仪器仪表制造；智能仪器仪表销售；输配电及控制设备制造；输变配电监测控制设备制造；输变配电监测控制设备销售；安防设备制造；安防设备销售；电力电子元器件制造；电力电子元器件销售；机械电气设备制造；城市轨道交通设备制造；轨道交通专用设备、关键系统及部件销售；智能输配电及控制设备销售；变压器、整流器和电感器制造；计算机系统服务；信息系统集成服务；租赁服务（不含许可类租赁服务）；充电控制设备租赁；光伏发电设备租赁；消防器材销售；智能机器人的研发；智能机器人销售；数字视频监控系统制造；数字视频监控系统销售；充电桩销售；电动汽车充电基础设施运营；货物进出口；技术进出口；软件开发；软件销售；软件外包服务；工程技术服务（规划管理、勘察、设计、监理除外）；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广（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：供电业务；输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验；建筑劳务分包；建设工程勘察；建设工程设计；建设工程施工（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>1. 评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖</p> <p>确认此次产品碳足迹报告符合：</p> <p>GB/T24067-2024/ISO14067：2018《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》</p> <p>2. 单位产品碳足迹结果</p>			

产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)
一台微机保护测控装置 (PMF710)	4.9076
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	

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	王丹丹	签名	
组内职务			
组长	王丹丹	签名	
组员	王焕	签名	
组员	刘芳芳	签名	
组员	寇振涛	签名	

目录

摘要.....	1
1 产品碳足迹（CFP）介绍.....	2
2 企业及产品介绍.....	4
2.1 企业介绍.....	4
2.2 企业布局.....	7
2.3 产品介绍.....	9
2.4 产品工艺流程.....	11
2.5 产品图片.....	11
3 目标与范围定义.....	12
3.1 评价目的.....	12
3.2 评价范围.....	12
3.2.1 功能单位.....	13
3.2.2 系统边界.....	13
3.2.3 分配原则.....	14
3.2.4 取舍准则.....	14
3.2.5 相关假设和限制.....	15
3.2.6 影响类型和评价方法.....	15
3.2.7 数据来源.....	15
3.2.8 数据质量要求.....	16
4 数据收集.....	18
4.1 数据收集说明.....	18
4.2 活动水平数据.....	19
4.3 排放因子数据.....	19
5 碳足迹计算.....	21
5.1 计算方法.....	21
5.2 计算结果.....	21
5.3 不确定性分析.....	22

6 改进建议	23
6.1 改进建议	23
附件	24
附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	24

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,计算得到微机保护测控装置的碳足迹。

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:一台微机保护测控装置。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:一台微机保护测控装置(PMF710)“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 4.9076kgCO₂eq,原辅料获取阶段碳排放为 4.3082kgCO₂eq(87.79%),原辅料运输阶段碳排放为 0.1742kgCO₂eq(3.55%),生产阶段碳排放为 0.1235 kgCO₂eq(2.52%),成品运输阶段 0.2125 kgCO₂eq(4.33%),产品处置阶段 0.0892kgCO₂eq(1.82%)。

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（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（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

许昌智能继电器股份有限公司（简称：许昌智能）成立于 2009 年 5 月，前身是许继智能控制技术有限公司，并继承了许昌继电器研究所。2024 年 1 月在北京证券交易所上市（证券代码：920496，证券简称：许昌智能）。公司致力于能源互联网技术在配用电侧的应用研究，发展至今已成为中国优秀的智能配用电系统解决方案提供商和新能源系统解决方案提供商。

公司实行集团化布局发展战略，在北京设立营销总部和国际业务部，在郑州设立集团运营中心和数字化研发中心，在武汉设立创新研发中心和华中营销中心，在海口设立南方运营中心和内外贸基地，许昌定位为生产基地和锚点。在全国各省会城市及榆林、哈密等地设有办事处，并在新加坡设立海外总部。

公司现有员工 750 余人，形成了以技术开发、营销服务为主体的人才倒三角结构，组建有六大实验室支撑研发体系，分别为变配电系统测试实验室、嵌入式软件测试实验室、硬件抗干扰实验室、雷电冲击实验室、局放实验室及温升实验室。公司被认定为国家发改委开放式研发平台、省级企业技术中心，在智能配用电领域拥有河南省电力智能测控工程技术研究中心，在新能源领域拥有河南省光储充智能微电网工程技术研究中心。公司是清华大学能源互联网创新研究院能源链网研究中心河南分中心、清华大学河南校友会许

昌联络处和华中科技大学北京校友会电气分会、华中科技大学电气校友总会河南分会挂靠单位。

公司被授予国家级专精特新“小巨人”企业、国家智能光伏试点示范企业、国家发展和改革委员会战略性新兴产业《轨道交通智能供电及安全设备》产业化项目基地、全国五一劳动奖状、全国设备管理优秀单位、全国工商联高端装备委员会委员单位、河南省博士后创新实践基地、许昌市市长质量奖等多项荣誉称号。公司成功入围中央国家机关办公区节能监管体系建设项目，是国家电网、南方电网、国家电投、中国华能集团、中国能源建设集团、中国电力建设集团、国家能源集团等大型能源央企合格供应商。公司同时具备电力工程施工总承包二级资质、电子与智能化工程专业承包二级资质、电力行业（变电工程、新能源发电、送电工程）专业乙级设计资质、工程勘察专业类（工程测量）乙级资质、承装（修、试）二级资质（110kV及以下）。

凭借骨干员工在保护自动化领域多年的技术沉淀，公司积极推进能源互联网领域产品的软硬件融合，陆续成功推出了 CDZ-8100 智能变配电系统、

ECLLOUD-8000 能源运维云平台、EMS-8000 能量管理系统、SEMS-8000 能效管理系统、CLZ8000 电气火灾监控系统、FPMS-8000 消防设备电源监控系统、配网自动化系统（环网柜/箱+DTU、柱上断路器+FTU、配变台区+TTU）、KED 型地铁牵引供电直流成套开关及保护设备、高低压成套开关设备及智能开关元件、电力保

护及测控仪表、充电桩等配用电侧一二次成套电力设备，并提供“一站式”电力施工总承包交钥匙工程，拥有多项专利和软件著作权，参与多项国家和行业标准的制定，主营产品均已通过省部级科技成果鉴定，技术达到行业内领先水平。

为顺应全球新能源发展趋势与需求变化，公司推出光伏并网逆变器、防孤岛保护装置、电能质量在线监测及治理装置，新能源发电、汇流、升压、并网及一体化集成成套设备、节能型变压器、储能系统等新能源产品。公司投资并运营光储充一体化系统、工商业储能系统、电网侧共享储能系统、充换电站、县域光伏开发、低碳智慧园区、售电及虚拟电厂业务等，坚持“向新能源和数字能源转型升级”的发展方向，持续巩固“构建以双碳为中心的产品体系”，深耕数字化配电网和微电网，实现能量流、信息流、价值流“三流合一”，致力于成为分布式智能电网解决方案的领军者，推动全球低碳转型与可持续发展目标。

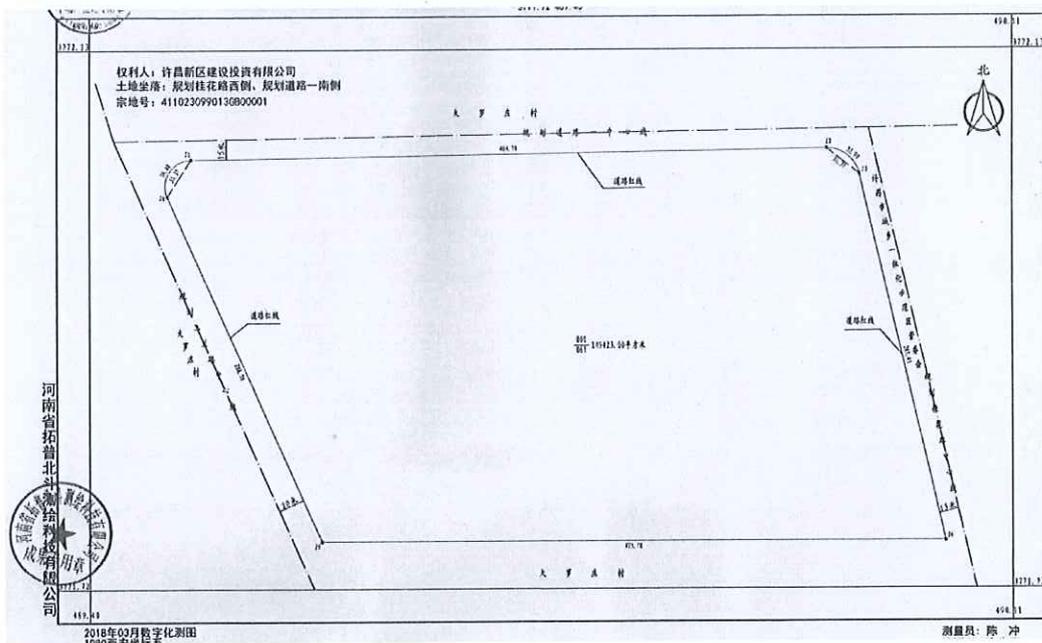
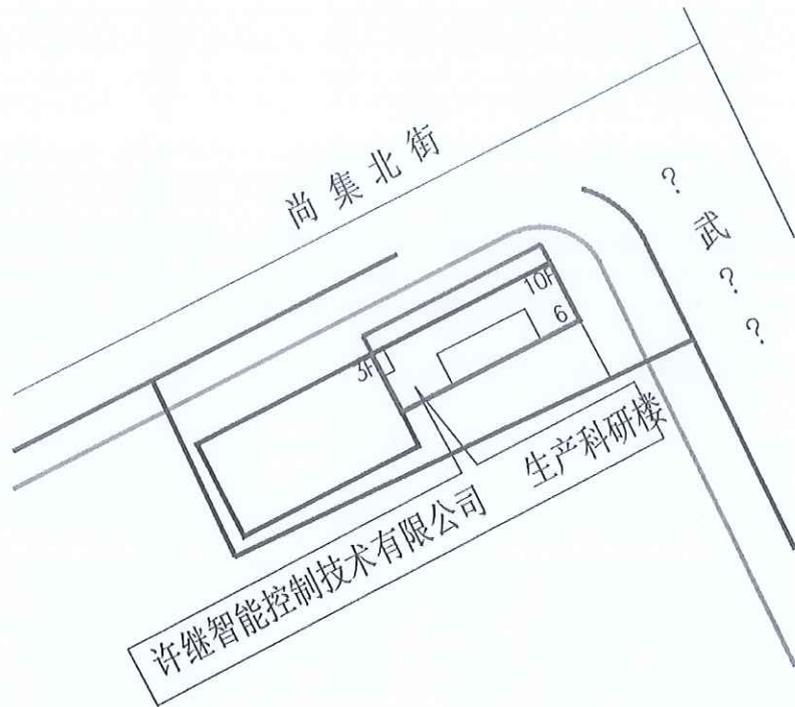
公司始终坚持“自主研发与产学研相结合”的技术创新道路，高度重视研发团队建设和培养，以达到国际领先水平为研发目标。公司与清华大学、华中科技大学、郑州大学、上海交通大学、中国电力科学研究院、河南省电力公司电力科学研究院等多所高校和科研院所开展合作，并与华中科技大学、华北水利水电大学签订了就业（教学）实习基地协议。

“赢商莲城、许君以昌”。公司以“诚信、责任、创新、包容、专业”为核心价值观，秉持“对外一切以用户为中心，一切为用户

服务；对内一切以市场为中心，一切为市场服务”的经营理念，引进、消化、吸收国内外先进的科学技术和卓越的管理经验，坚持技术创新和管理创新，致力于促进员工与企业的共同成长，企业与合作伙伴的合作共赢。以“用许昌智能产品、享受胖东来品质”的服务理念，为全球合作伙伴提供满意的产品和服务，共享发展机遇、共谱合作新篇！

2.2 企业布局





厂区平面图

2.3 产品介绍

2.3.1 产品概述

PMF710L 微机线路保护测控装置(以下简称装置)实现中低压线路

的保护和测控功能，主要应用于 66kV 及以下电压等级的线路及馈出线。可以直接安装在高压开关柜上，也可以组屏安装。

2.3.2 产品特点

a.加强型单元机箱按抗强振动、强干扰设计，特别适应于恶劣环境，可分散安装于开关柜上运行。

b.集成电路全部采用工业品或军品，使得装置有很高的稳定性和可靠性。

c.采用 32 位高性能 SoC 嵌入式微机处理器，配置大容量的 RA 和 FlashMemory;数据运算、逻辑处理和信息存储能力强，可靠性高，运行速度快。

d.采用高精度 A/D 作为数据采集，数据采集每周 24 点，保护测量精度高。

e.采用图形液晶，全中文显示菜单式人机交互;可实时显示各种运行状态及数据，信息详细直观，操作、调试方便。

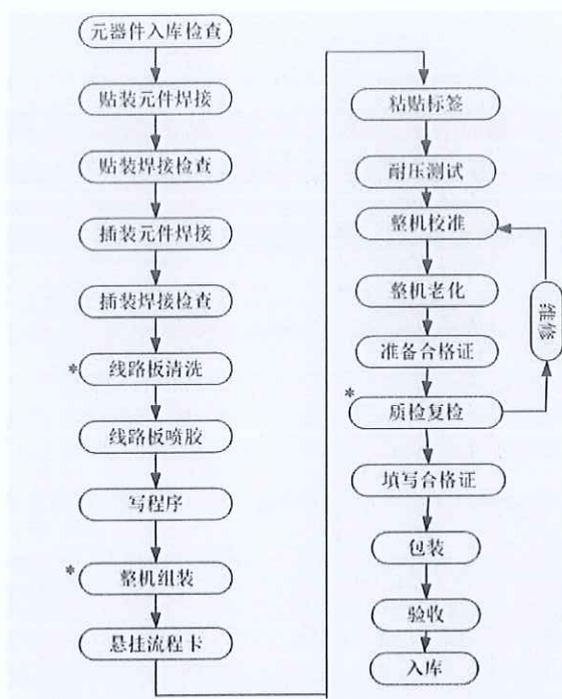
f.可独立整定 8 套保护定值，定值区切换安全方便。

g.大容量的信息记录：可保存不小于 80 个最近发生的历史报告，可带动作参数，掉电保持，便于事故分析。

h.双 RS485 通信接口，采用 IEC60870-5-103 规约/RTU-MODBUS 规约：双以太网口，每个以太网口最多可同时连接 2 个工程师站 (TCP103)和 4 个监控站(IEC60870-5-104);组网经济、方便，可直接与微机监控或通过通讯管理机联网通讯。

2.3.2.1 功能配置包括：保护功能、测控功能。

2.4 产品工艺流程



2.5 产品图片



微机保护测控装置 PMF710

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，科学地评估微机保护测控装置的碳足迹。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：一台微机保护测控装置（PMF710）。

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。微机保护测控装置产品从“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	端子接插件、电源模块、壳体、电流/电压互感器等的获取	包装辅料的获取
原辅料运输阶段	端子接插件、电源模块、壳体、电流/电压互感器等的运输	包装辅料的运输
生产阶段	厂区内生产过程用电，辅助生产转运使用电叉车	/
成品运输	柴油运输	包装辅料的运输
产品处置阶段	废旧输配电控制柜、废旧电线电缆、回收拆解	/

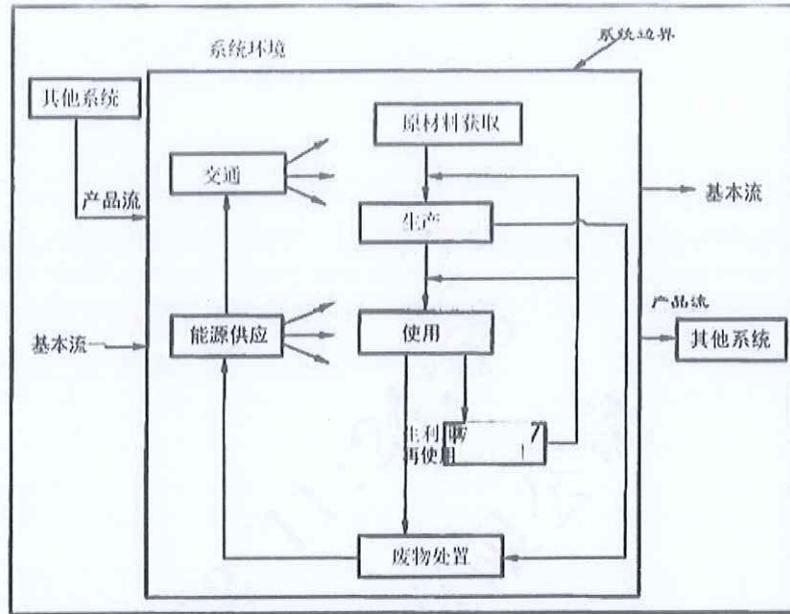


图 3.2: 产品系统边界示意图

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（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/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微机保护测控装置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。数据代表了微机保护测控装置的平均生产水平。

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

生产一台微机保护测控装置（PMF710）产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如表 4.2.1：

生命周期阶段		活动数据		排放因子	温室气体量 (kgCO ₂ eq) /台
原材料获取		电力 kwh	20.3007	0.5777	30.1646
		天然气 m ³	0.0000	0.0555	0.0000
生产		电力 kwh	0.2138	0.5777	0.1235
		柴油 kg	0.0000	0.0726	0.0000
运输/交付	原材料运输	柴油 kg	0.4782	0.0726	1.4805
	成品运输	柴油 kg	0.4533	0.0726	1.4034
	仓储	/		/	/
使用		/		/	/
生命末期		电力 kwh	1.0192	0.5777	0.5888
		天然气 m ³	0.0000	0.0555	0.0000

表 4.2.1 微机保护测控装置（PMF710）产品生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

微机保护测控装置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 0.5777kgCO₂/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

许昌智能继电器股份有限公司生产的一台微机保护测控装置（PMF710）从原材料获取到产品处置阶段生命周期碳足迹为 4.9076 kgCO₂eq。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 e/台)	百分比/%
原材料获取	4.3082	87.79%
运输(原材料运输)	0.1742	3.55%
生产	0.1235	2.52%
运输(成品交付)	0.2125	4.33%
使用	/	/
生命末期(产品处置)	0.0892	1.82%
总计	4.9076	100%

表 5.2.1 微机保护测控装置(PMF710) 产品生命周期各阶段碳排放情况

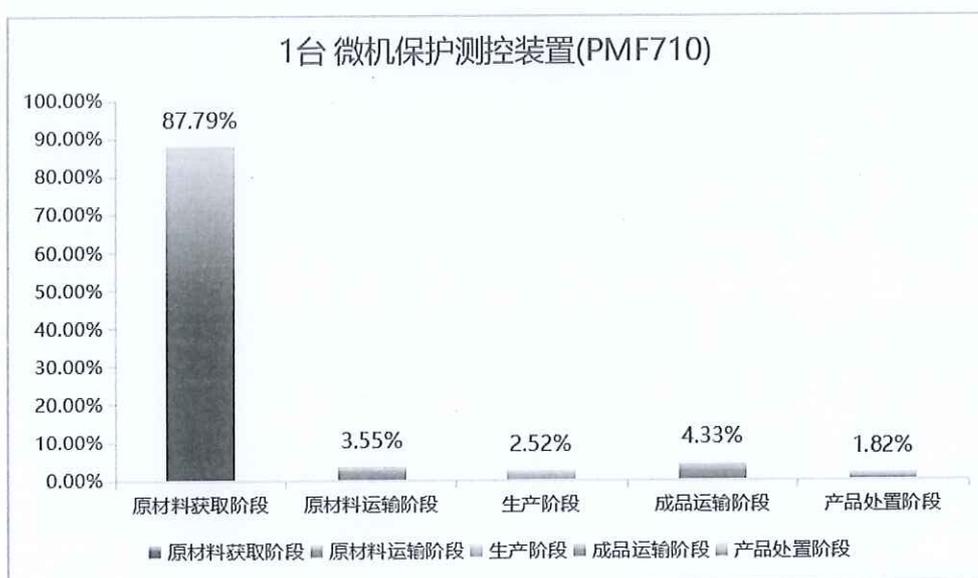


图 5.2.2 微机保护测控装置(PMF710) 生命周期阶段碳排放分布图

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

根据微机保护测控装置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：

一、以“低碳材料替代”为核心重构供应链

将碳减排责任从企业内部延伸到上游 Tier 2、Tier 3 层级，通过采购权驱动上游低碳转型。

二、用“供应链地理重组”系统性降低物流碳排放

运输环节合计占比近 8%，这一比例已不容忽视。实施供应商区域化策略，通过缩短运输距离从根本上降低物流碳强度。

总体而言，该产品碳足迹改进的关键在于：以原材料低碳替代为主干，以供应链地理重组为支撑，将碳约束嵌入产品开发与采购决策流程，形成从设计到回收的闭环管理体系。

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
王焕	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1346867
刘芳芳	三信国际检测认证有限公司	2025-CCAA-GHG1-2242000
寇振涛	三信国际检测认证有限公司	2026-CCAA-GHG0-1298954

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 2.5 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)



(企业盖公章)

2026年3月25日