

产品碳足迹报告

产品名称：低压开关柜

产品规格型号：MNS

生产者名称：广东省顺德开关厂有限公司

报告编号：T4102142026-2

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16日



企业名称	广东省顺德开关厂有限公司	核查地址	广东省佛山市顺德区大良街道五沙社区新汇路1号				
法定代表人	高 衍	联系方式	0757-22383688				
授权人（联系人）	霍楚云	联系方式	13924829272				
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>广东省顺德开关厂有限公司（以下简称“公司”）成立于1984年，注册资本人民币12000万元，银行信用等级A级。公司2020年迁入佛山市高新区顺德园五沙工业园。占地面积3.8万m²，建筑面积6万m²，是目前全国最具规模，集研产销一体化的大型综合型成套开关设备制造基地之一，年产规模达5亿元，2025年度营收4.3亿元。</p> <p>公司2025年有专职研究与试验发展人员73人，占职工总数的24.3%。专业方面涵盖机械设计制造及其自动化、电气工程及其自动化、材料成型及控制工程、机电一体化和电气自动化等。</p> <p>公司作为配电开关控制设备制造行业的龙头企业，拥有国内先进自动化生产设备，坚持走企业自主研发创新为主、深耕高低压开关、变压器、高压电器元件的研发与制造。经过四十多年发展，现已成为全国输配电设备规模生产企业。</p> <p>2025年营收为4.3亿元。2025-2027年规划目标预测每年收入增长约15%，2028-2030年规划目标预测年收入增长约10%，预计2030年营收达10亿元。未来公司通过提升信息化实现全流程数据管控；追加投入自动化设备及精益生产提升产能，产能扩建，突破新的市场领域，争取更多份额。</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 (kgCO₂eq)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1台 低压开关柜 (MNS)</td> <td>864.0970</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 eq)	1台 低压开关柜 (MNS)	864.0970
产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)						
1台 低压开关柜 (MNS)	864.0970						
<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	殷洁萍	签名	殷洁萍

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	5
2.3.1 产品功能	5
2.3.2 产品工艺流程	6
2.3.3 产品图片	6
3 目标与范围定义	7
3.1 评价目的	7
3.2 评价范围	7
3.2.1 功能单位	7
3.2.2 系统边界	7
3.2.3 分配原则	8
3.2.4 取舍准则	9
3.2.5 相关假设和限制	9
3.2.6 影响类型和评价方法	9
3.2.7 数据来源	9
3.2.8 数据质量要求	9
4 数据收集	11
4.1 数据收集说明	11

4.2 活动水平数据.....	12
4.3 排放因子数据.....	12
5 碳足迹计算.....	13
5.1 计算方法.....	13
5.2 计算结果.....	13
5.3 不确定性分析.....	14
6 改进建议.....	15
6.1 改进建议.....	15
附件.....	18
附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单.....	18

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 台低压开关柜 (MNS) 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 台低压开关柜 (MNS)。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 台低压开关柜 (MNS) 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 864.0970 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 64.5323 kgCO₂eq (7.47%), 原辅料运输阶段碳排放为 5.5891 kgCO₂eq (0.65%), 生产阶段碳排放为 76.7701 kgCO₂eq (8.88%), 成品运输阶段为 16.0353 kgCO₂eq (1.86%), 产品处置阶段为 701.1701 kgCO₂eq (81.14%) 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

广东省顺德开关厂有限公司（以下简称“公司”）成立于1984年，注册资本人民币12000万元，银行信用等级A级。公司2020年迁入佛山市高新区顺德园五沙工业园。占地面积3.8万m²，建筑面积6万m²，是目前全国最具规模，集研产销一体化的大型综合型成套开关设备制造基地之一，年产规模达5亿元，2025年度营收4.3亿元。

公司2025年有专职研究与试验发展人员73人，占职工总数的24.3%。专业方面涵盖机械设计制造及其自动化、电气工程及其自动化、材料成型及控制工程、机电一体化和电气自动化等。

公司作为配电开关控制设备制造行业的龙头企业，拥有国内先进自动化生产设备，坚持走企业自主研发创新为主、深耕高低压开关、变压器、高压电器元件的研发与制造。经过四十多年发展，现已成为全国输配电设备规模生产企业。

2025年营收为4.3亿元。2025-2027年规划目标预测每年收入增长约15%，2028-2030年规划目标预测年收入增长约10%，预计2030年营收达10亿元。未来公司通过提升信息化实现全流程数据管控；追加投入自动化设备及精益生产提升产能，产能扩建，突破新的市场领域，争取更多份额。

企业核心价值：为顾客创造真正的价值

顾客为本，注重与顾客的和谐健康发展、注重顾客的满意度；通过人文关怀提升服务质量，提供有效、合理的价值管理，给顾客带来收益，并通过对顾客价值的提升来实现企业的持续发展。

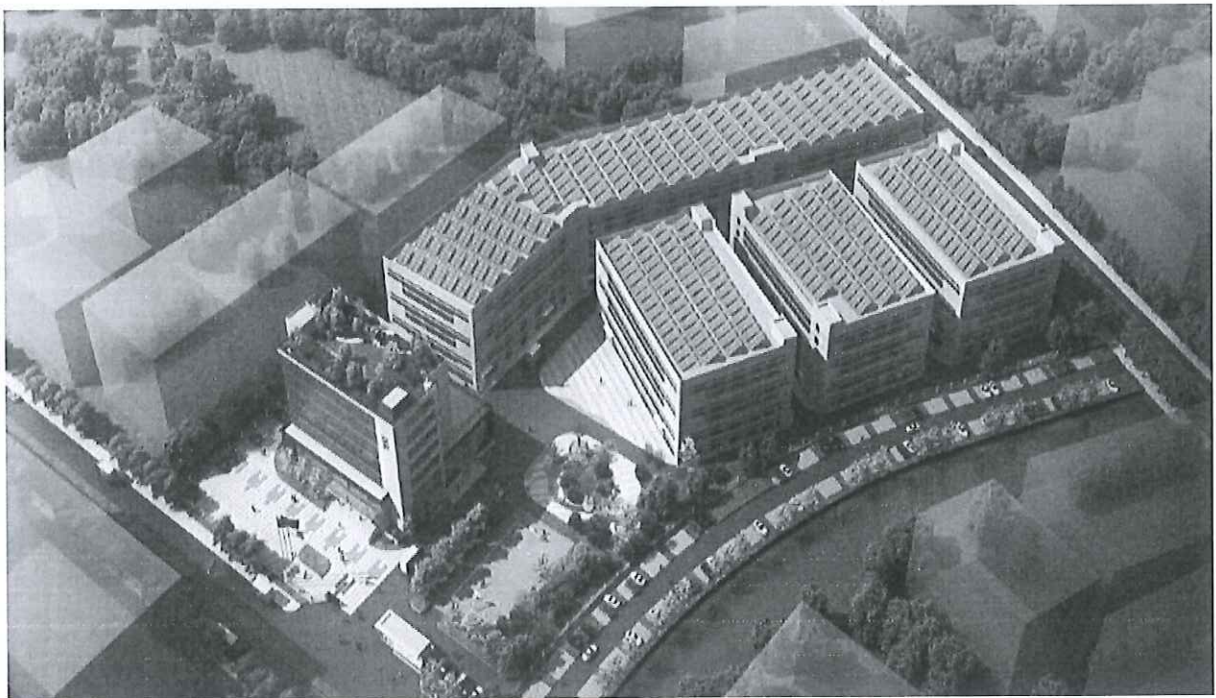
企业精神风貌：团结 拼搏 求实 创新

团结是企业的力量之源，拼搏是企业的奋进之光，求实是企业的优化之链，创新是企业的发展之道；企业只有始终保持高尚的精神风貌，才能乘风破浪，迎接新的辉煌。

企业管理方针

以科技创新和管理理念创新，打造知名品牌；以全程服务和持续提升质量，创造忠诚客户；重视环境，预防污染，节约能源，服务社会；遵守法规，以人为本，保障安全，持续改进。

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

MNS 是一款全组装式、抽出型低压开关柜，主要用于交流 50/60Hz、额定工作电压 660V (690V) 及以下的配电系统中，实现电能的转换、分配、控制与保护，结构类型：以抽出式为主，也可兼容固定式、插入式功能单元。

2.3.1 产品功能

2.3.1.1 动力配电与控制

- 馈电功能：作为主配电柜，分配电能至下级配电箱或负载，配置框架断路器（ACB）或塑壳断路器（MCCB）。

- 电动机控制中心（MCC）：集中控制多台电机，集成断路器、接触器、热继电器、软启动器或变频器。

2.3.1.2 全面的电气保护

- 过载保护、短路保护、欠压 / 失压保护、断相保护。
- 部分配置可增加漏电保护、过频 / 欠频保护。

2.3.1.3 无功功率补偿（电容柜）

- 内部可集成自动投切电容器组，用于功率因数校正（PFC），降低电网损耗，改善电能质量。

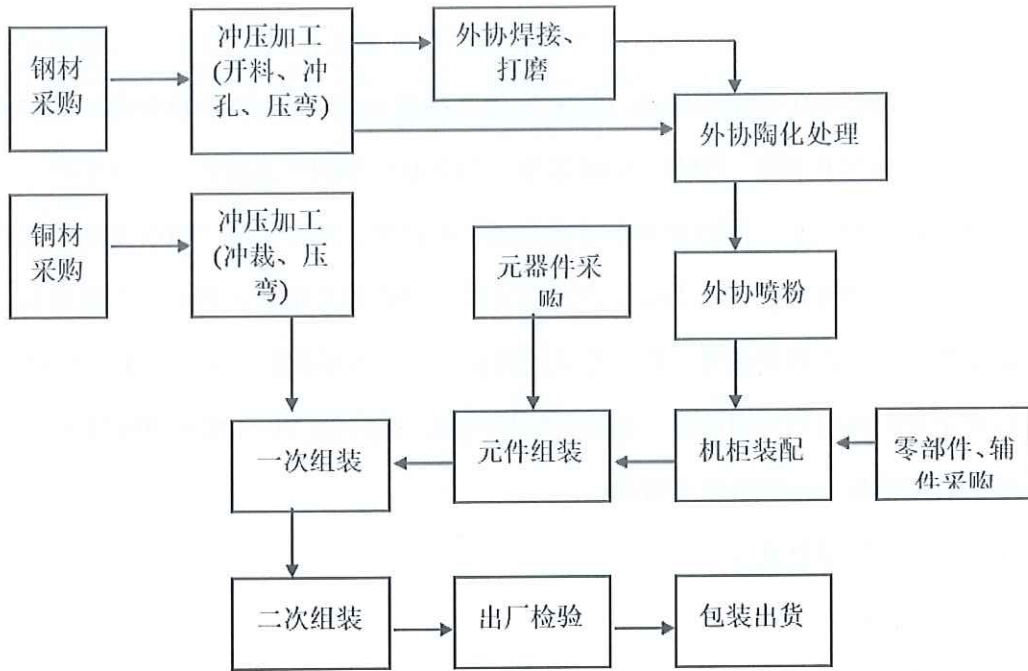
4 测量、计量与监控

- 标配电流表、电压表、功率表、电度表。
- 智能化型号可集成多功能电力仪表、PLC、HMI，支持远程通讯（Modbus、Profibus 等），接入 SCADA/DCS 系统。

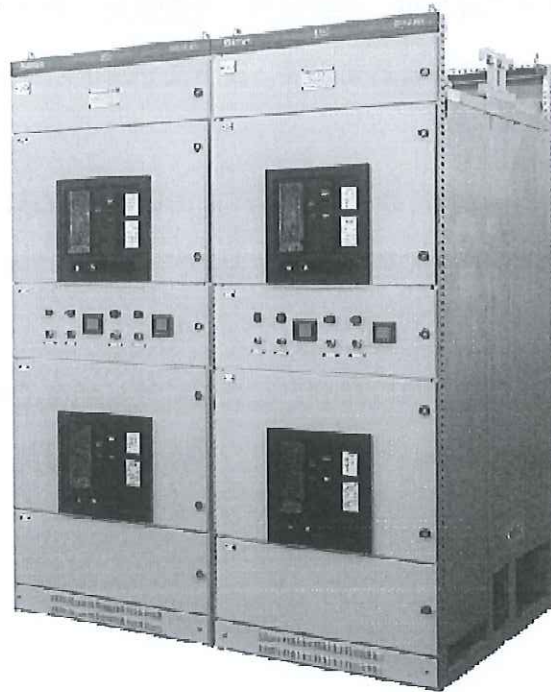
2.3.1.5 便捷维护与高可用性

- 抽出式设计：故障单元可不停电快速更换，极大缩短检修时间，保障供电连续性。
- 标准化组件：备件通用性强，降低库存与维护成本。。

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 台低压开关柜（MNS）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 台低压开关柜（MNS）。

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	万能断路器、塑壳断路器、电流互感器、铜排、绝缘导线等原材料	包装材料获取
原辅料运输阶段	万能断路器、塑壳断路器、电流互感器、铜排、绝缘导线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	/

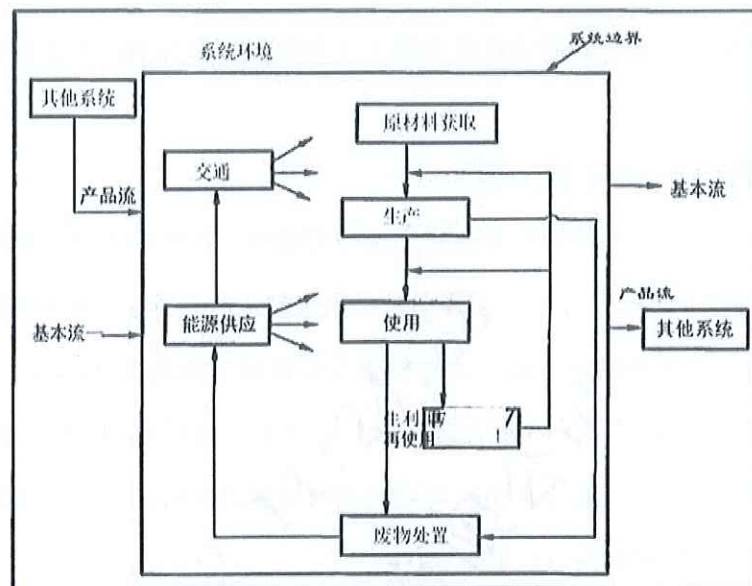


图 3.2: 产品系统边界示意图

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 台低压开关柜（MNS）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 台低压开关柜（MNS），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 e)
原材料获取	0.5777	电力 kwh	111.7056	64.5323
	0.055539	天然气 m ³	488.6364	
	0.0726	柴油 kg	/	
原材料运输	0.0679	汽油 kg	/	5.5891
	0.0726	柴油 kg	19.7123	
产品生产	0.5777	电力 kwh	132.3540	76.7701
	0.055539	天然气 m ³	/	
	/	CO2 焊接 kg	0.3090	
	0.0726	柴油 kg	0.0001	
成品运输	0.5777	电力 kwh	/	16.0353
	0.0726	柴油 kg	5.1795	
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力 kwh	1173.6933	701.1701
	0.055539	天然气 m ³	10.6963	
	0.0726	柴油 kg	/	

表 4.2.1 1 台低压开关柜（MNS）生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 台低压开关柜（MNS）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 0.5777kgCO₂e/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

广东省顺德开关厂有限公司生产 1 台低压开关柜 (MNS) 产品碳足迹是 864.0970 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	64.5323	7.47%
原材料运输阶段	5.5891	0.65%
生产阶段	76.7701	8.88%
成品运输阶段	16.0353	1.86%
产品处置阶段	701.1701	81.14%
合计	864.0970	100.00%

表 5.2-1 一台低压开关柜（MNS）产品生命周期各阶段碳排放情况

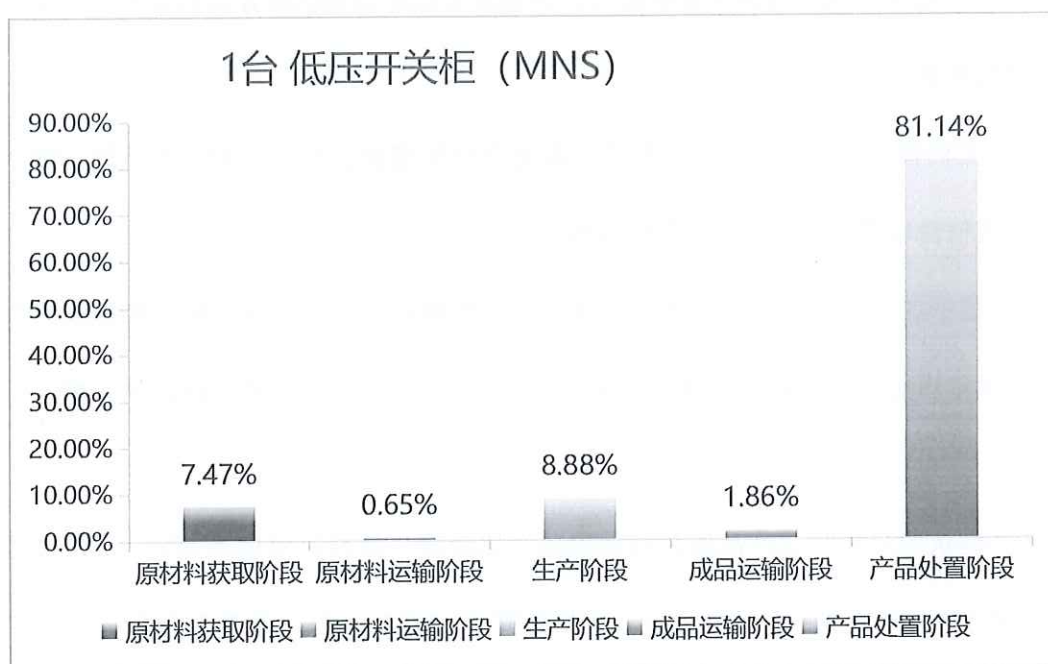


图 5.2-2 一台低压开关柜（MNS）生命周期阶段碳排放分布图

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) 结合柱状图分析，该产品碳足迹各阶段占比数据（原材料获取 7.47%、原材料运输 0.65%、生产阶段 8.88%、成品运输 1.86%、产品处置 81.14%），以下是基于企业可行条件下给出的改进建议，按优先级排序：

4.1 产品处置阶段（占比 81.14%，降碳核心），这部分的碳排放，本质上来自开关柜报废后的拆解、材料回收、废弃物处理（如危废处置、填埋/焚烧），以及全生命周期内的电力损耗（运行阶段的间接碳排放）：

- 延长设备使用寿命：MNS 为模块化设计，可通过抽屉单元升级、母线系统扩容、功能模块替换实现“柜壳复用”，避免因技术迭代直接整柜报废，减少报废频次。

- 提高材料回收率与循环利用率：柜体钢材、铜排、塑料件、绝缘件采用易拆解结构设计，优先使用可回收材料；报废时对钢材、铜排 100% 回收再利用，减少原生材料二次开采的碳排放。

- 优化运行阶段能耗（间接降碳）：选用低损耗铜排、高效断路器，降低开关柜自身的电力损耗；配合无功补偿功能，提升系统功率因数，减少电网传输损耗，间接降低用电侧的碳排放。

- 危废合规减量化：避免使用含卤、含重金属的绝缘材料，减少报废时的危废产生量；优先选用无铅、无镉的环保元器件，降低处置阶段的环保成本与碳排放。

4.2 生产阶段（占比 8.88%），碳排放主要来自生产过程的电力/柴油消耗、焊接等工艺排放：

- 清洁能源替代：生产车间优先使用光伏、风电等绿电，降低电力生产环节的碳排放。
- 推广激光焊接、自动化组装，减少生产过程的能源浪费与边角料产生。
- 生产过程节能降耗：优化生产排班，减少设备待机能耗；对空压机、焊机等高耗能设备进行能效改造，降低单位产品能耗。

4.3 原材料获取阶段（占比 7.47%），碳排放来自钢材、铜材、塑料、绝缘件等原材料的开采与冶炼：

- 优先选用再生/低碳原材料：柜体钢材优先选用再生钢，铜排选用再生铜，降低原生矿开采与冶炼的碳排放；塑料件、绝缘件选用可回收、低能耗生产的环保材料（如再生 PA、无卤阻燃材料）。

- 轻量化设计，减少材料用量：在满足机械强度与电气性能的前提下，优化 MNS 柜体结构设计，减少钢材、铜材的使用量；比如采用高强度型材、优化铜排截面，避免材料浪费。

- 选用低碳认证的元器件：断路器、接触器等外购件，优先选择提供碳足迹声明、低碳认证的供应商，降低上游供应链的隐含碳排放。

4.4 成品运输阶段（占比 1.86%），碳排放来自成品运输过程中的燃油消耗，就近配套，缩短运输距离：

- 优先选择本地或近距离的客户订单，或在目标市场就近设生产基地，减少长途运输。

• 优化包装与运输方案：采用模块化、可堆叠的运输包装，提高单车装载率，减少运输次数；优先选择铁路、水路等低碳运输方式，替代公路运输。

• 绿色物流合作：选用新能源货车、LNG 货车等低碳运输工具，降低运输环节的燃油碳排放。

4.5 原材料运输阶段（占比 0.65%），影响最小，可作为辅助优化项：

- 优先选择本地供应商采购钢材、铜排等大宗原材料，缩短运输距离；
- 大宗材料采用整车运输，减少零散发运的空驶率，提升运输效率。

五、降碳优先级建议

• 核心突破点：处置阶段（占比超 80%），重点从延长设备寿命、提升材料回收利用率、降低运行能耗入手，效果最显著。

• 次重点：生产 + 原材料获取阶段，通过清洁能源替代、再生材料使用、工艺优化实现降碳。

• 辅助优化：运输阶段，以就近配套、低碳物流为主，投入小、见效快。

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
殷洁萍	三信国际检测认证有限公司	2026-CCAA-GHG1-1303931

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)：

李聚



2026 年 4 月 16 日

