

产品碳足迹报告

产品名称：高低压成套开关设备

产品规格型称：SwiTEK、ZF35(GFM)-126/T3150-40、

KYN96(AMS)-12(Z)/T4000-40、

KYN96(AMS)-40.5(Z)/T2500-31.5、

XGN□-12(Z)/T630-20(Airing-E-CB)、

XGN □(GIM)-40.5(Z)/T4000-40、

XGN □-12(Z)/T630-25(Enerswit+-E-D)

生产者名称：厦门华电开关有限公司

报告编号：T410157-2601

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18日



企业名称	厦门华电开关有限公司	地址	厦门火炬高新区火炬园马垄路453号、 厦门火炬高新区信息光电园围里路559号1-2楼
法定代表人	朱文利	联系方式	0592-5798367
授权人(联系人)	郑育财	联系方式	13459004098
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:

厦门华电开关有限公司在 2002 年到 2005 年期间, 走过了一期发展阶段, 截止到 2005 年底, 公司共有员工 204 人, 年产值达到 2.5 亿元人民币, 拥有厦门同安工业园区, 产品线主要为中压一次配电开关设备, 如 VEP 固封式真空断路器和 AMS 铠装移开式金属封闭开关设备等产品。2006 年至 2010 年是厦门华电的二期发展阶段, 在此期间厦门华电持续扩大产品范围和公司规模, 截止到 2010 年底, 公司共有员工 884 人, 年产值达到 10 亿元人民币, 同时拥有厦门同安工业园区、厦门湖里工业园区、北京分公司和阿海珐-华电合资公司, 产品范围扩大至高压开关、中压一次配电开关和中压二次配电开关产品。

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

产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)
1台 智能低压成套开关设备SwiTEK	1185.3877
1台 高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35(GFM)-126/T3150-40	12243.8696
1台 铠装移开式户内交流金属封闭开关设备KYN96(AMS)-12(Z)/T4000-40	3168.8435
1台 铠装移开式户内交流金属封闭开关设备KYN96(AMS)-40.5(Z)/T2500-31.5	7751.1889
1台 箱型环保固定式交流金属封闭开关设备XGN□-12(Z)/T630-20(Airing-E-CB)	1035.8060
1台 箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备XGN□(GIM)-40.5(Z)/T4000-40	7638.2326
1台 箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备XGN□-12(Z)/T630-25(Enerswit+-E-D)	1087.5324

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	穆相龙	签名	穆相龙
组内职务			
组长	穆相龙	签名	穆相龙
组员	李亚丽	签名	李亚丽

目 录

摘要	3
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍	6
2 企业及产品介绍	7
2.1 企业介绍	7
2.2 厂区布局	8
2.3 产品介绍	9
2.4 产品工艺流程	12
3 目标与范围定义	16
3.1 评价目的	16
3.2 评价范围	16
3.2.1 功能单位	16
3.2.2 系统边界	17
3.2.3 分配原则	18
3.2.4 取舍准则	18
3.2.5 相关假设和限制	18
3.2.6 影响类型和评价方法	18
3.2.7 数据来源	19
3.2.8 数据质量要求	19
4 数据收集	20
4.1 数据收集说明	20
4.2 活动水平数据	21
4.3 排放因子数据	24

5 碳足迹计算	25
5.1 计算方法	25
5.2 计算结果	26
5.3 不确定性分析	33
6 改进建议	34
6.1 改进建议	34
附件	35
附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	35

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》;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》为标准,计算得到智能低压成套开关设备 SwiTEK、高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35(GFM)-126/T3150-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-12(Z)/T4000-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-40.5(Z)/T2500-31.5、箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12(Z)/T630-20(Airing-E-CB)、箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN □(GIM)-40.5(Z)/T4000-40、箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN □-12(Z)/T630-25(Enerswit+-E-D)的产品碳足迹。

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。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。

产品 1: 智能低压成套开关设备 SwiTEK

评价得到: 1 台智能低压成套开关设备 SwiTEK 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 1185.3877 kgCO₂ eq, 其中原辅料获取阶段碳排放为 1076.3356 kgCO₂ eq (90.80%), 原辅料运输阶段碳排放为 5.3631 kgCO₂ eq (0.45%), 生产阶段碳排放为 74.1230 kgCO₂ eq (6.25%), 成品运输阶段为 14.3729 kgCO₂ eq (1.21%), 产品处置阶段为 15.1931 kgCO₂ eq (1.28%)。

产品 2: 高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35 (GFM)-126/T3150-40

评价得到: 1 台高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35 (GFM)-126/T3150-40 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 12243.8696 kgCO₂ eq, 其中原辅料获取阶段碳排放为 10910.7403 kgCO₂ eq (89.11%), 原辅料运输阶段碳排放为 45.2651 kgCO₂ eq (0.37%), 生产阶段碳排放为 827.6766 kgCO₂ eq (6.76%), 成品运输阶段为 305.2557 kgCO₂ eq (2.49%), 产品处置阶段为 154.9319 kgCO₂ eq (1.27%)。

产品 3: 铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-12 (Z)/T4000-40

评价得到：1 台铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-12 (Z)/T4000-40 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 3168.8435 kgCO₂ eq，其中原辅料获取阶段碳排放为 2947.8459 kgCO₂ eq (93.03%)，原辅料运输阶段碳排放为 8.7697 kgCO₂ eq (0.28%)，生产阶段碳排放为 150.8211 kgCO₂ eq (4.76%)，成品运输阶段为 32.0235 kgCO₂ eq (1.01%)，产品处置阶段为 29.3834 kgCO₂ eq (0.93%)。

产品 4：铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-40.5 (Z)/T2500-31.5

评价得到：1 台铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-40.5 (Z)/T2500-31.5 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 7751.1889 kgCO₂ eq，其中原辅料获取阶段碳排放为 7254.3574 kgCO₂ eq (93.59%)，原辅料运输阶段碳排放为 21.5924 kgCO₂ eq (0.28%)，生产阶段碳排放为 349.4634 kgCO₂ eq (4.51%)，成品运输阶段为 57.4633 kgCO₂ eq (0.74%)，产品处置阶段为 68.3124 kgCO₂ eq (0.88%)。

产品 5：箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12 (Z)/T630-20 (Airing-E-CB)

评价得到：1 台箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12 (Z)/T630-20 (Airing-E-CB) 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 1035.8060 kgCO₂ eq，其中原辅料获取阶段碳排放为 963.0921 kgCO₂ eq (92.98%)，原辅料运输阶段碳排放为 4.5668 kgCO₂ eq (0.44%)，生产阶段碳排放为 45.9820 kgCO₂ eq (4.44%)，成品运输阶段为 12.9285 kgCO₂ eq (1.25%)，产品处置阶段为 9.2365 kgCO₂ eq (0.89%)。

产品 6：箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN □ (GIM)-40.5 (Z)/T4000-40

评价得到：1 台箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN □ (GIM)-40.5 (Z)/T4000-40 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 7638.2326 kgCO₂ eq，其中原辅料获取阶段碳排放为 6999.6711 kgCO₂ eq (91.64%)，原辅料运输阶段碳排放为 15.7943 kgCO₂ eq (0.21%)，生产阶段碳排放为 331.0706 kgCO₂ eq (4.33%)，成品运输阶段为 98.1569 kgCO₂ eq (1.29%)，产品处置阶段为 193.5397 kgCO₂ eq (2.53%)。

产品 7：箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN 口 - 12 (Z)/T630-25 (Enerswit+E-D)

评价得到：1 台箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN 口 - 12 (Z)/T630-25 (Enerswit+E-D) 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 1087.5324 kgCO₂ eq，其中原辅料获取阶段碳排放为 1006.4405 kgCO₂ eq (92.54%)，原辅料运输阶段碳排放为 4.2049 kgCO₂ eq (0.39%)，生产阶段碳排放为 41.3838 kgCO₂ eq (3.81%)，成品运输阶段为 13.2245 kgCO₂ eq (1.22%)，产品处置阶段为 22.2786 kgCO₂ eq (2.05%)。

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 GB/T32151.29-2024《温室气体排放核算与报告要求 第 29 部分：机械设备制造企业》、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（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

厦门华电开关有限公司成立于 2002 年，是一家中外合资高新技术企业，注册资本 3.5 亿元人民币。公司以客户为中心，融合全球电工行业先进技术与经验，专注于智能配电设备的研发与创新，为客户提供全系列产品与系统解决方案。

公司拥有厦门火炬、围里及浙江海盐三大制造基地。各厂区均采用模块化功能布局，实现生产、仓储、检验及办公分区高效协同，保障运营效率与办公环境。

我们坚持“人才优先，赋能发展”的理念，打造涵盖研发、制造、销售、服务与管理的专业化团队，并与国内外顶尖科研机构及高校保持长期合作，构建系统化培训体系。

以科技创新为核心驱动力，厦门华电持续提升产品稳定性、安全性与智能化水平，已成为输配电行业领先企业之一，荣获国家级专精特新“小巨人”企业、福建省科技小巨人领军企业等多项认定。公司研发中心被认定为厦门市工程技术研究中心，年研发投入占比超营业收入 5%，拥有国际化研发团队。截至 2026 年 02 月，累计申请专利 381 件，其中发明专利 106 件，并被评为全国企事业知识产权优势企业。

我们在全球范围内建立了完善的销售与服务网络，覆盖中国各大区域，并延伸至欧洲、亚洲、非洲、南美及大洋洲，通过区域销售、大客户管理与行业解决方案团队，为客户提供本地化支持。

面向未来，厦门华电以“成为可靠、经济高效的智能产品与解决方案的市场领导者”为战略目标，持续整合全球技术、人才与制造资源，坚持自主创新与国际合作并举，致力于为客户与社会提供高性能、高品质的智能输配电设备，推动可持续发展，赋能绿色未来。

2.3 产品介绍

产品 1: 智能低压成套开关设备 SwiTEK

SwiTEK低压柜产品综述

品质认证



全方位的应用方案和服务

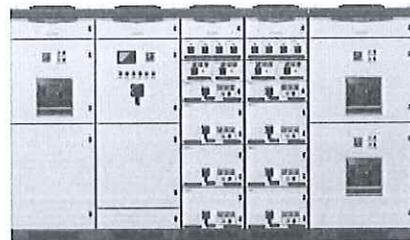
SwiTEK产品满足 IEC/EN61439-2、GB/T7251.1、GB/T7251.2、GB/T7251.8 等外国国内众多标准, 通过知名实验室权威型式试验, 并获得TUV、CE、CQC机构等认证。



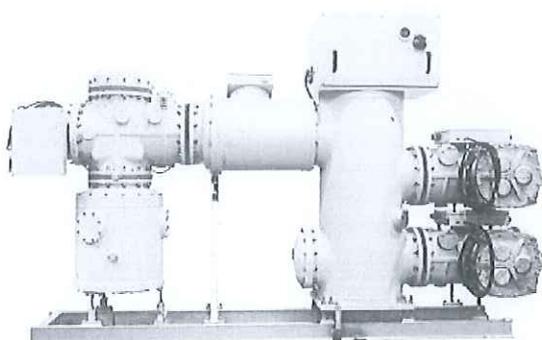
主要型式试验项目

- 耐腐蚀性
- 外壳热稳定验证
- 绝缘材料耐受内部电效应引起的非正常发热和着火的验证
- 耐紫外线 (UV) 辐射验证
- 机械碰撞试验
- 成套设备的防护等级验证
- 电气间隙和爬电距离验证
- 电击防护和保护电路完整性
- 介电性能验证
- 温升验证
- 短路耐受强度验证
- 电磁兼容性(EMC)
- 机械操作

* SwiTEK不单仅限以上试验项目, 可根据行业客户定制化要求做相应验证试验。



产品 2: 高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35 (GFM)-126/T3150-40



概述

GFM SF₆ 气体绝缘金属封闭开关设备 (GIS) 集合了断路器、隔离开关、接地开关、电流和电压互感器、避雷器、连接母线等, 并充以灭弧和绝缘性能优异的 SF₆ 气体作为相间和对地绝缘。具有占地少、运行不受外界环境影响、维护简单、使用周期长、全生命周期经济性高等众多优势, 受广大用户青睐。

技术特点

- 技术来源德国 BW、Voith Turbo 以及瑞士 Plansee
- SF₆ 气体绝缘
- 额定电压 72.5kV, 126kV, 145kV
- 三相共箱, 结构紧凑, 高度集成, 占地面积小
- 采用自能式灭弧, 开断能力高, 操作功小
- 具备机械联锁功能, 确保正确可靠的顺序操作
- 能够很好地解决开断小电流和大电流的问题
- 触头烧蚀率低、极高的抗电磨损性
- 弧触头采用全过程全自动生产线, 确保弧触头性能一致性和可靠性
- 集成结构灵活, 能满足各种接线方式及各种布置方式
- 采用模块化弹簧操动机构, 维修更换快捷
- 壳体材料为铝合金, 重量轻, 防锈性能好, 适用于各种严酷环境
- 高效密封、泄漏率低

适用领域

- 配电网
- 石油化工
- 冶金钢铁
- 机场
- 轨道交通
- 数据中心

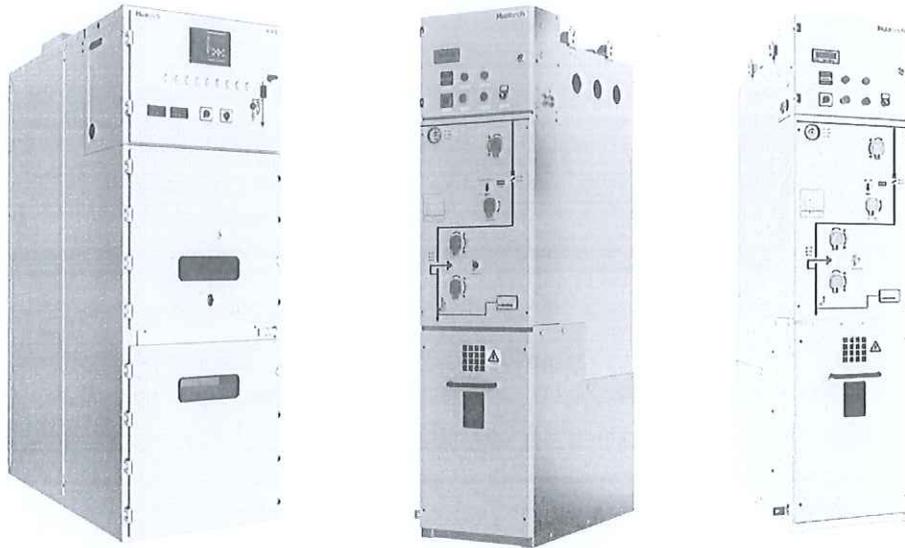
产品 3、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-12 (Z) /T4000-40

产品 4、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-40.5 (Z) /T2500-31.5

产品 5、箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12 (Z) /T630-20 (Airing-E-CB)

产品 6、箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN □ (GIM)-40.5 (Z) /T4000-40

产品 7、箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN □-12 (Z) /T630-25 (Enerswit+-E-D)



AMS 铠装移开式金属封闭开关设备是在中德资深开关设备专家的领导下，研发的最新一代中置式金属封闭开关设备，产品具有国际先进水平，其设计制造完全符合 GB、DL、IEC、DIN/VDE 及世界上主要工业化国家的标准要求。

Enerswit+ 40.5kV 系列 SF6 气体绝缘开关设备核心单元采用独创的基于高压 GIS 成熟技术的一款兼具压气式灭弧和产气式灭弧自能式负荷开关、超低阻值的真空断路器，一次带电部件封装于充满 SF6 气体的不锈钢气箱中，与外界隔离，确保了气箱内的开关设备和所有一次带电部分不受外界环境变化的影响，实现了设备的免维护，提高供电可靠性、增强了人员安全性，满足经济稳定运行的需求。Enerswit+ 40.5kV 系列简洁高效的结构设计具有实用新型专利、发明专利，完美融合紧凑、性能、经济于一体。

Enerswit+12~24kV 系列 SF6 气体绝缘环网柜核心单元采用具有发明专利的旋转式负荷开关、超低阻值的真空断路器，一次带电部件封装于充满 SF6 气体的不锈钢气箱中，与外界隔离，确保了气箱内的开关设备和所有一次带电部分不受外界环境变化的影响，实现了设备的免维护，提高供电可靠性、增强了人员安全性，满足经济稳定运行的需求。Enerswit+12~24kV 系列 SF6 气体绝缘环网柜广泛应用于城市配网、智能微电网、商业地产、市政工程、工业园区、住宅小区等领域，践行经济可靠理念，为客户持续创造价值。

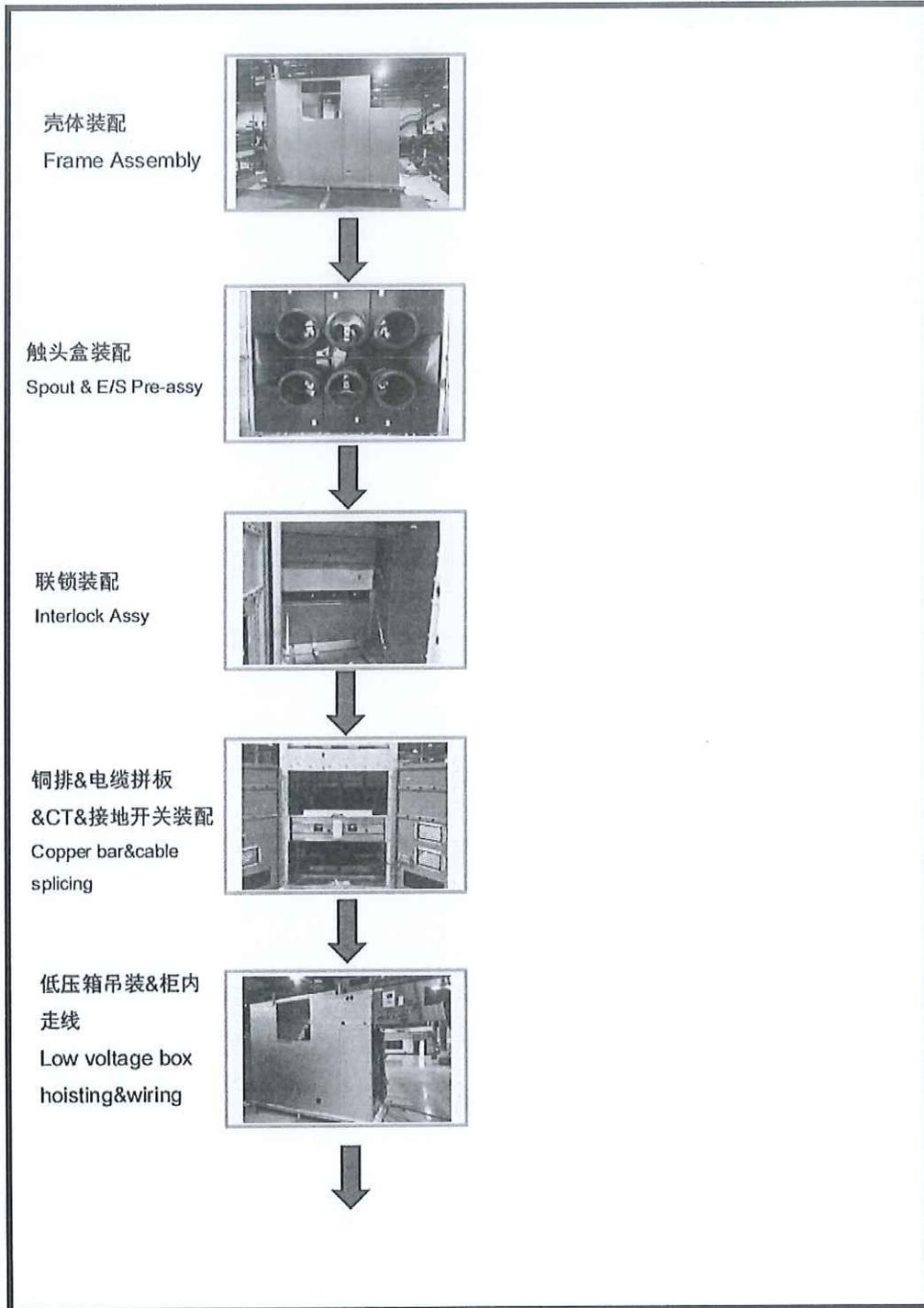
2.4 产品工艺流程

Huatech

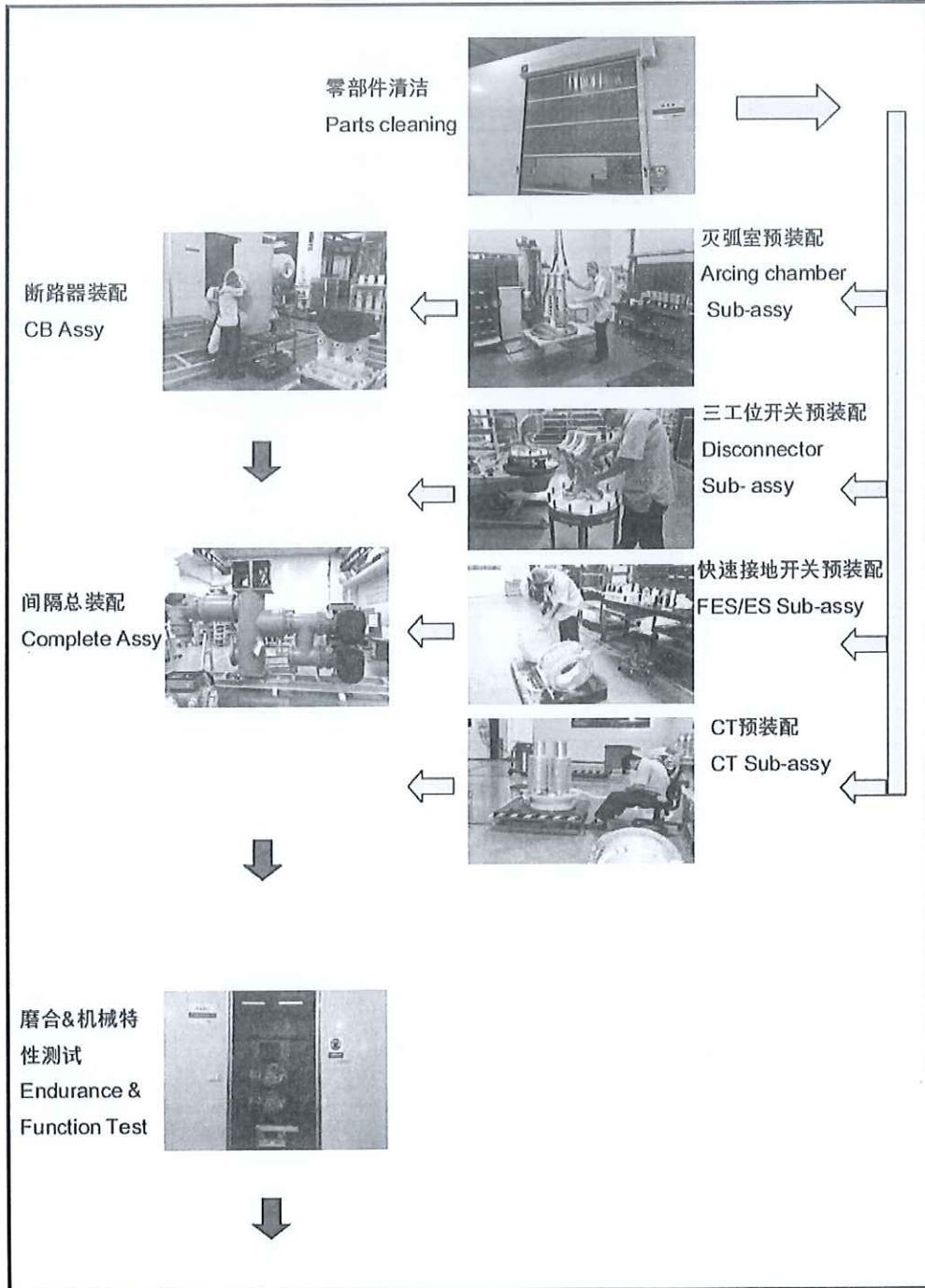
AMS40.5kV 工艺流程
AMS Process Flow

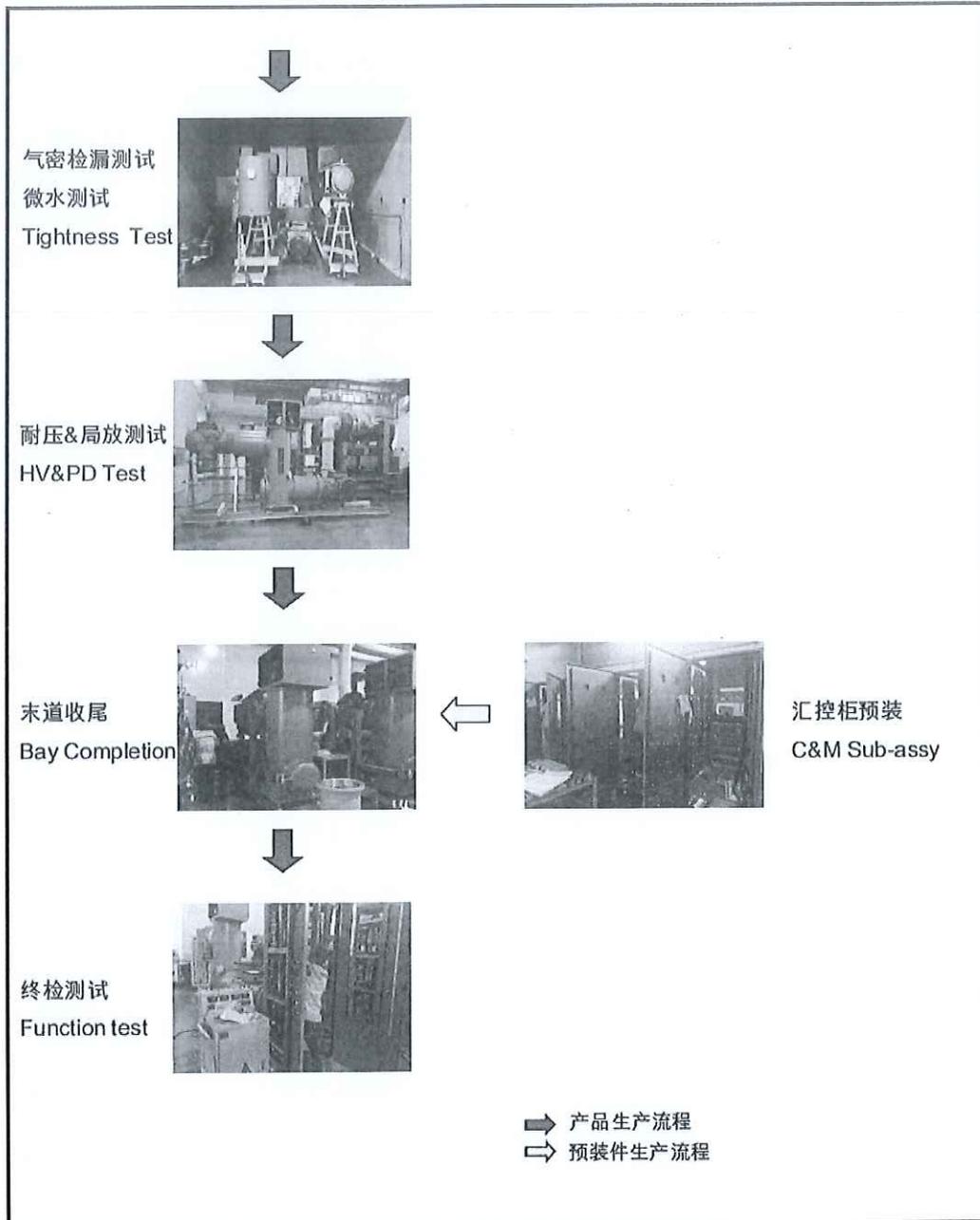
MI07-08-112

发行









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》；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》标准的要求，科学地评估了智能低压成套开关设备 SwiTEK、高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35(GFM)-126/T3150-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-12(Z)/T4000-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-40.5(Z)/T2500-31.5、箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12(Z)/T630-20(Airing-E-CB)、箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN □(GIM)-40.5(Z)/T4000-40、箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN □-12(Z)/T630-25(Enerswit+-E-D)所涉及原辅料获取阶段、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。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：台。

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。

阶段类型	包含的过程	未包含的过程
原辅料获取阶段	不锈钢、敷铝锌板壳体、气箱，断路器、操作机构、隔离开关、铜排、导线、真空灭弧室、电流电压互感器等的获取	包装材料获取
原辅料运输阶段	不锈钢、敷铝锌板壳体、气箱，断路器、操作机构、隔离开关、铜排、导线、真空灭弧室、电流电压互感器等的运输	包装材料运输
生产阶段	厂区内生产阶段	/
成品运输阶段	柴油运输	/
产品处置阶段	拆解、塑料焚烧；金属分类、压制	循环材料回收

表 3.1 各阶段包含的过程

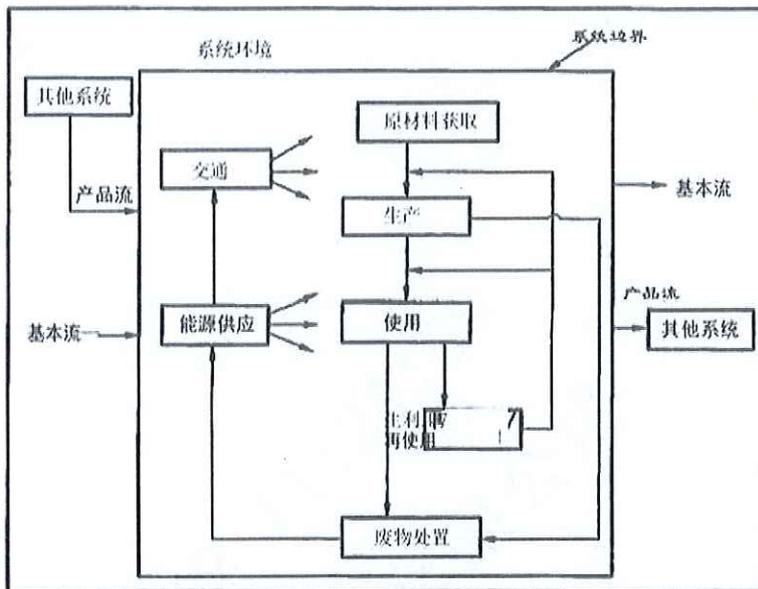


图 3.2: 产品系统边界示意图

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台下的次级数据，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，对智能低压成套开关设备 SwiTEK、高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35 (GFM)-126/T3150-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-12 (Z)/T4000-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-40.5 (Z)/T2500-31.5、箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12 (Z)/T630-20 (Airing-E-CB)、箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN □ (GIM)-40.5 (Z)/T4000-40、箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN □-12 (Z)/T630-25 (Enerswit+-E-D) 所涉及原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段的产品碳足迹进行了调研。

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

生产 1 台智能低压成套开关设备 SwiTEK，每单位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	1863.1393	1076.3356
原材料运输	0.0726	柴油kg	1.7320	5.3631
产品生产	0.5777	电力kwh	128.3071	74.1230
成品运输	0.0726	柴油kg	4.6416	14.3729
生命末期	0.5777	电力kwh	26.2993	15.1931

表 4.2.1 产品生命周期碳排放清单说明

生产 1 台高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35 (GFM)-126/T3150-40，每单位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	18886.5160	10910.7403
原材料运输	0.0726	柴油kg	14.6180	45.2651
产品生产	0.5777	电力kwh	1432.7100	827.6766
成品运输	0.0726	柴油kg	98.5798	305.2557
生命末期	0.5777	电力kwh	268.1875	154.9319

表 4.2.2 产品生命周期碳排放清单说明

生产 1 台铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-12 (Z) /T4000-40，每单位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	5102.7279	2947.8459
原材料运输	0.0726	柴油kg	2.8321	8.7697
产品生产	0.5777	电力kwh	261.0716	150.8211
成品运输	0.0726	柴油kg	10.3417	32.0235
生命末期	0.5777	电力kwh	50.8627	29.3834

表 4.2.3 产品生命周期碳排放清单说明

生产 1 台铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96 (AMS)-40.5 (Z) /T2500-31.5，每单位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	12557.3090	7254.3574
原材料运输	0.0726	柴油kg	6.9731	21.5924
产品生产	0.5777	电力kwh	604.9220	349.4634
成品运输	0.0726	柴油kg	18.5573	57.4633
生命末期	0.5777	电力kwh	118.2489	68.3124

表 4.2.4 产品生命周期碳排放清单说明

生产 1 台箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12(Z)/T630-20(Airing-E-CB)，每单位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	1667.1146	963.0921
原材料运输	0.0726	柴油kg	1.4748	4.5668
产品生产	0.5777	电力kwh	79.5950	45.9820
成品运输	0.0726	柴油kg	4.1752	12.9285
生命末期	0.5777	电力kwh	15.9884	9.2365

表 4.2.5 产品生命周期碳排放清单说明

生产 1 台箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN 口(GIM)-40.5(Z)/T4000-40，每单位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	12116.4464	6999.6711
原材料运输	0.0726	柴油kg	5.1006	15.7943
产品生产	0.5777	电力kwh	573.0840	331.0706
成品运输	0.0726	柴油kg	31.6989	98.1569
生命末期	0.5777	电力kwh	335.0177	193.5397

表 4.2.6 产品生命周期碳排放清单说明

生产 1 台箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN 口-12(Z)/T630-25(Enerswit+-E-D)，每单位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	1742.1508	1006.4405
原材料运输	0.0726	柴油kg	1.3579	4.2049
产品生产	0.5777	电力kwh	71.6355	41.3838
成品运输	0.0726	柴油kg	4.2708	13.2245
生命末期	0.5777	电力kwh	38.5643	22.2786

表 4.2.7 产品生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

智能低压成套开关设备 SwiTEK、高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35(GFM)-126/T3150-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-12(Z)/T4000-40、铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-40.5(Z)/T2500-31.5、箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12(Z)/T630-20(Airing-E-CB)、箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN 口(GIM)-40.5(Z)/T4000-40、箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN 口-12(Z)/T630-25(Enerswit+-E-D)所涉及原辅料获取阶段、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）》、《陆上交通运输企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》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

厦门华电开关有限公司生产的每功能单位的智能低压成套开关设备 SwiTEK 产品碳足迹是 1185.3877 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.1-1 和图 5.2.1-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	1076.3356	90.80%
运输(原材料运输)	5.3631	0.45%
生产	74.1230	6.25%
运输(成品交付)	14.3729	1.21%
生命末期(产品处置)	15.1931	1.28%
总计	1185.3877	100.00%

表 5.2.1-1 产品生命周期各阶段碳排放情况

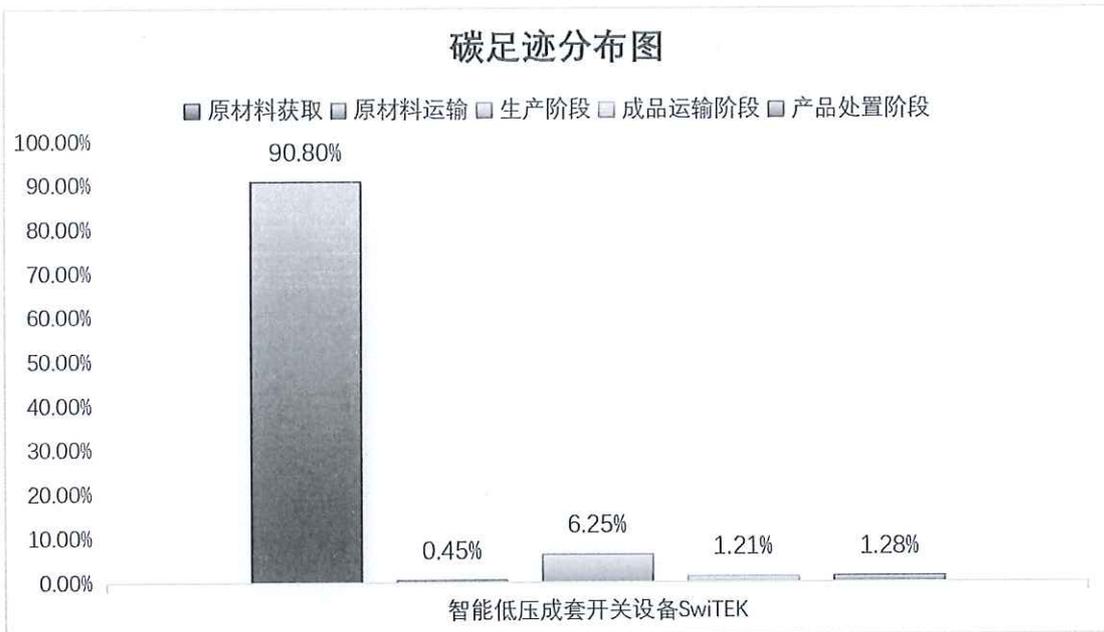


图 5.2.1-2 产品生命周期阶段碳排放分布图

厦门华电开关有限公司生产的每功能单位的高压气体绝缘金属封闭开关设备 ZF35(GFM)-126/T3150-40 产品碳足迹是 12243.8696 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.2-1 和图 5.2.2-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	10910.7403	89.11%
运输(原材料运输)	45.2651	0.37%
生产	827.6766	6.76%
运输(成品交付)	305.2557	2.49%
生命末期(产品处置)	154.9319	1.27%
总计	12243.8696	100.00%

表 5.2.2-1 产品生命周期各阶段碳排放情况

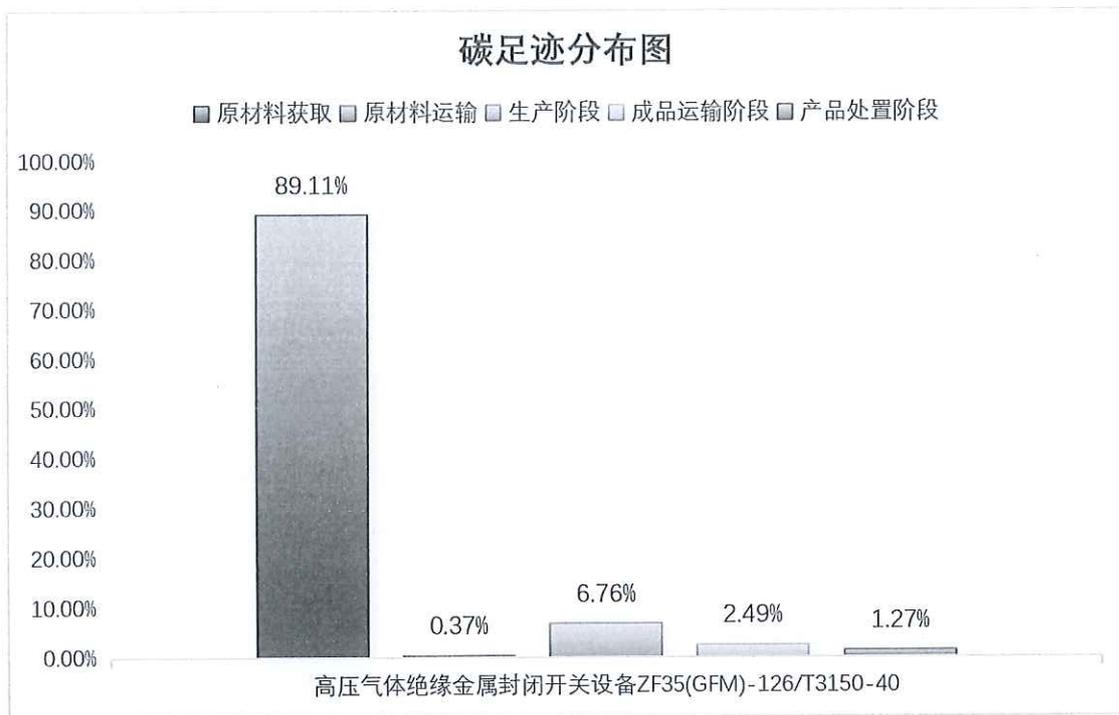


图 5.2.2-2 产品生命周期阶段碳排放分布图

厦门华电开关有限公司生产的每功能单位的铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-12(Z)/T4000-40 产品碳足迹是 3168.8435 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.3-1 和图 5.2.3-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	2947.8459	93.03%
运输(原材料运输)	8.7697	0.28%
生产	150.8211	4.76%
运输(成品交付)	32.0235	1.01%
生命末期(产品处置)	29.3834	0.93%
总计	3168.8435	100.00%

表 5.2.3-1 产品生命周期各阶段碳排放情况

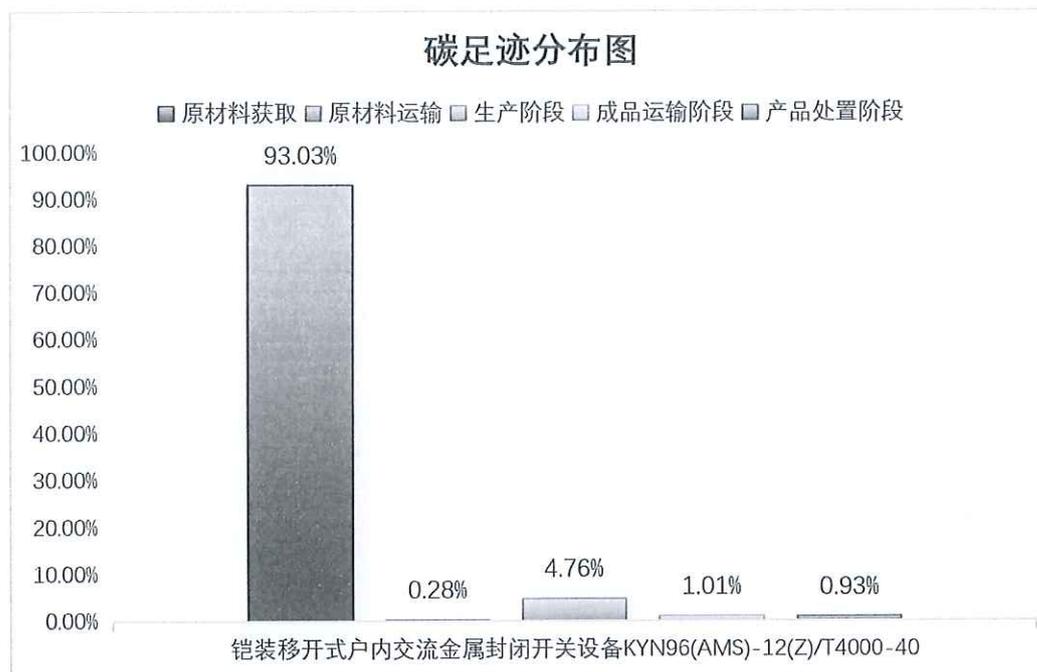


图 5.2.3-2 产品生命周期阶段碳排放分布图

厦门华电开关有限公司生产的每功能单位的铠装移开式户内交流金属封闭开关设备 KYN96(AMS)-40.5(Z)/T2500-31.5 产品碳足迹是 7751.1889 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.4-1 和图 5.2.4-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	7254.3574	93.59%
运输(原材料运输)	21.5924	0.28%
生产	349.4634	4.51%
运输(成品交付)	57.4633	0.74%
生命末期(产品处置)	68.3124	0.88%
总计	7751.1889	100.00%

表 5.2.4-1 产品生命周期各阶段碳排放情况

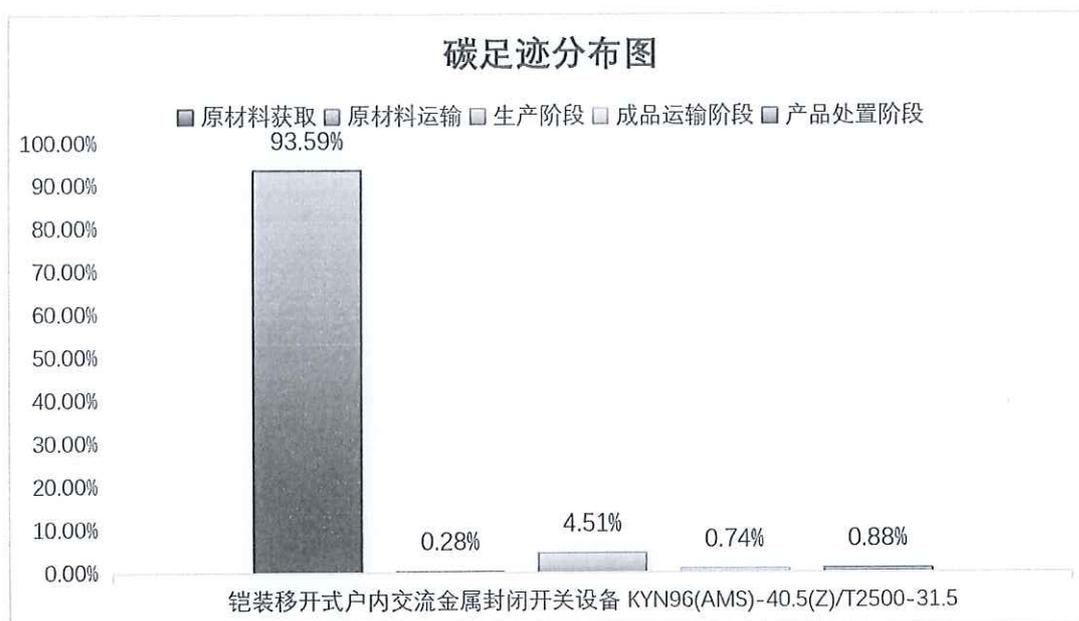


图 5.2.4-2 产品生命周期阶段碳排放分布图

厦门华电开关有限公司生产的每功能单位的箱型环保固定式交流金属封闭开关设备 XGN□-12(Z)/T630-20(Airing-E-CB) 产品碳足迹是 1035.8060 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.5-1 和图 5.2.5-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	963.0921	92.98%
运输(原材料运输)	4.5668	0.44%
生产	45.9820	4.44%
运输(成品交付)	12.9285	1.25%
生命末期(产品处置)	9.2365	0.89%
总计	1035.8060	100.00%

表 5.2.5-1 产品生命周期各阶段碳排放情况

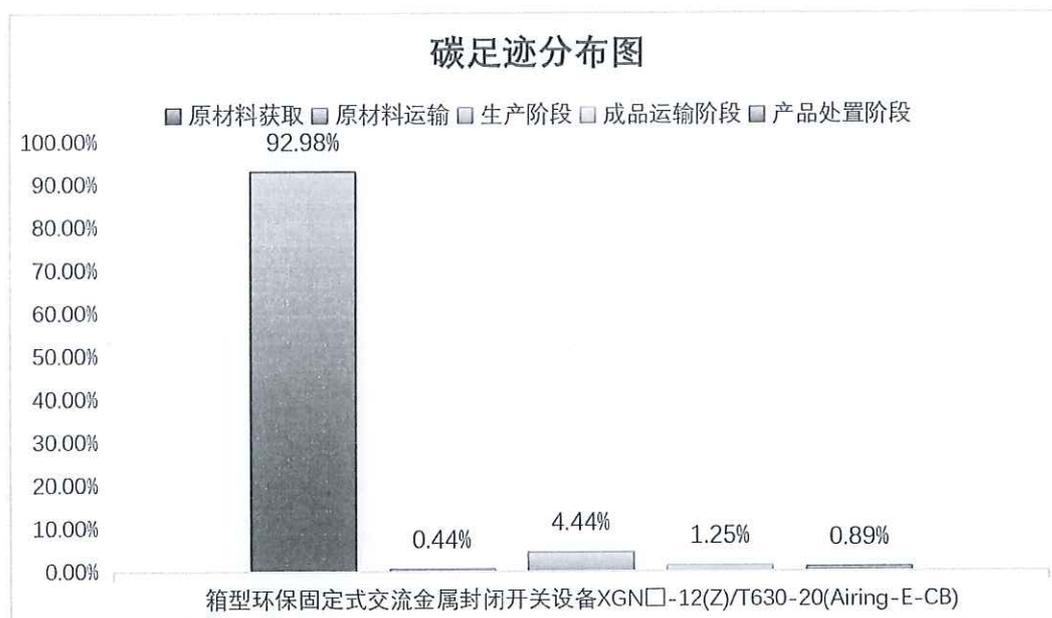


图 5.2.5-2 产品生命周期阶段碳排放分布图

厦门华电开关有限公司生产的每功能单位的箱型固定式气体绝缘金属封闭开关设备 XGN 口 (GIM)-40.5 (Z)/T4000-40 产品碳足迹是 7638.2326 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.6-1 和图 5.2.6-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	6999.6711	91.64%
运输(原材料运输)	15.7943	0.21%
生产	331.0706	4.33%
运输(成品交付)	98.1569	1.29%
生命末期(产品处置)	193.5397	2.53%
总计	7638.2326	100.00%

表 5.2.6-1 产品生命周期各阶段碳排放情况

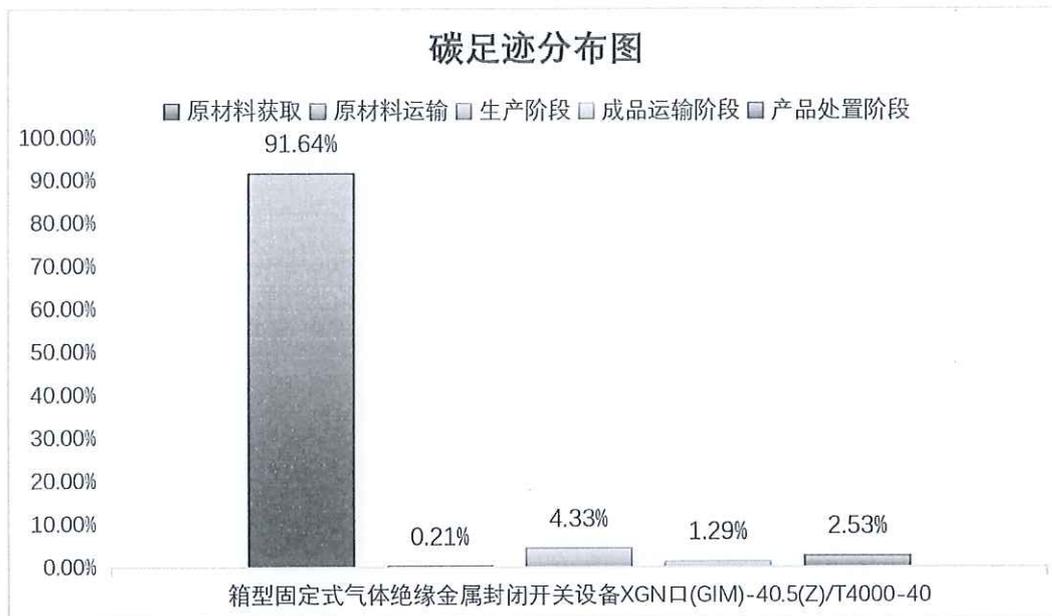


图 5.2.6-2 产品生命周期阶段碳排放分布图

厦门华电开关有限公司生产的每功能单位的箱型固定式交流金属封闭六氟化硫开关设备 XGN 口-12(Z)/T630-25(Enerswit+-E-D) 产品碳足迹是 1087.5324 kgCO₂eq/台。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2.7-1 和图 5.2.7-2 所示。

生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq/台)	百分比/%
原材料获取	1006.4405	92.54%
运输(原材料运输)	4.2049	0.39%
生产	41.3838	3.81%
运输(成品交付)	13.2245	1.22%
生命末期(产品处置)	22.2786	2.05%
总计	1087.5324	100.00%

表 5.2.7-1 产品生命周期各阶段碳排放情况

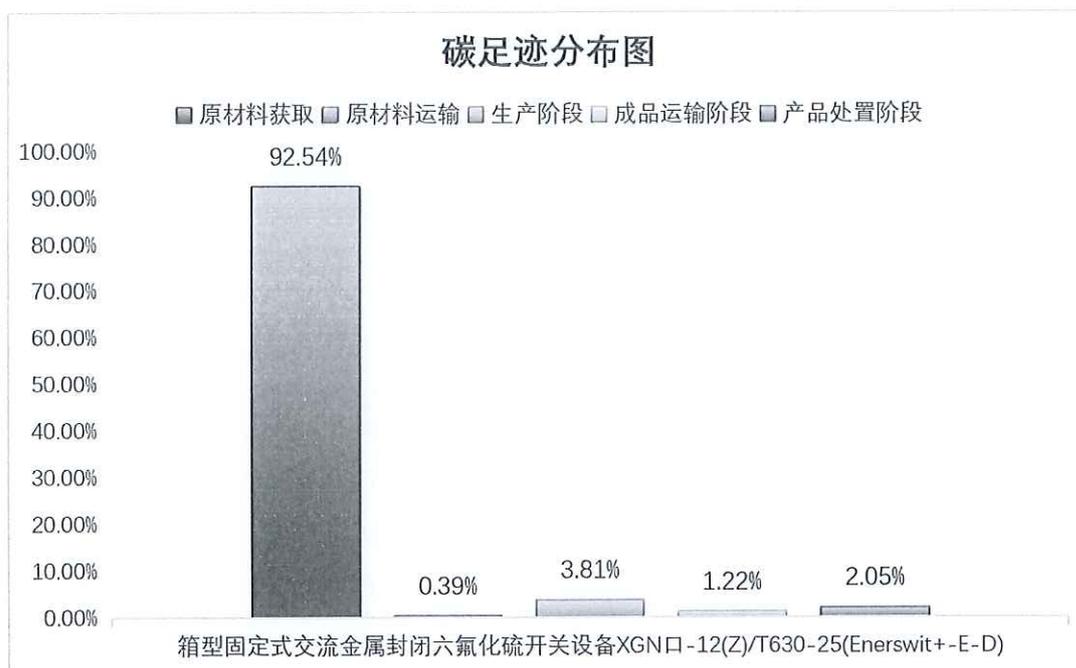


图 5.2.7-2 产品生命周期阶段碳排放分布图

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，在企业可行的条台下，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) 产品分类管控，从原材料到生产过程、成品运输进行控制。原材料购销存台账记录清楚，选择低碳环保的原材料，提高原材料的利用率、减少固废；对供应商进行碳管理数据评审，完善完整供应链碳数据收集和信息公开。完善成品运输环节的管理，记录运输车辆的油耗、载重等参数及运输距离和频次。

(5) 落实企业碳管理，包括组织碳排放核查、产品碳足迹核算和碳达峰路径规划。

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
穆相龙	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1308550
李亚丽	三信国际检测认证有限公司	2024-CCAA-GHG1-1339988

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):

