

产品碳足迹报告

产品名称：铠装移开式交流金属封闭开关设备

产品规格型号：KYN28A-12/1250-31.5

生产者名称：上海长江电气设备集团有限公司

报告编号：T4102212026-2

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29日



| 企业名称 | 上海长江电气设备集团有限公司 | 核查地址 | 上海市松江区佘山镇勋业路376号 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------------------|--------|---------------------------------|---|----------|----|-----|----|-----|------|--|--|--|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
| 法定代表人 | 施卫国 | 联系方式 | 400-808-6488 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 授权人(联系人) | 陈海明 | 联系方式 | 18321648188 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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>上海长江电气设备集团有限公司成立于1988年03月12日，注册地位于上海市松江区佘山镇勋业路376号，法定代表人为施卫国。经营范围包括一般项目：高低压成套开关设备、传感器、雷达、半导体、高低压电气元器件、仪器仪表、自动化系统与装置、监测监控系统与装置的生产及销售，电子产品、机械成套、电线电缆、服装、皮革制品、金属材料、贵金属（除金银）、化工产品（除危险品）、建筑材料、通讯器材、家用电器的销售，自有房屋租赁，电气技术咨询及技术服务，工业设计服务，从事货物及技术进出口业务（国家法律法规禁止、限制的除外），实业投资，附设分支机构。</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台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5)</td> <td>110.4000</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> <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> <table border="1"> <tr> <td>编制</td> <td>孙振歌</td> <td>签名</td> <td>孙振歌</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">组内职务</td> </tr> <tr> <td>组长</td> <td>孙振歌</td> <td>签名</td> <td>孙振歌</td> </tr> <tr> <td>组员</td> <td>史冬霞</td> <td>签名</td> <td>史冬霞</td> </tr> </table> | | | | 产品功能单位 | 单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq) | 1台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5) | 110.4000 | 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 | 史冬霞 | 签名 | 史冬霞 |
| 产品功能单位 | 单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5) | 110.4000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 史冬霞 | 签名 | 史冬霞 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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 厂区布局 | 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 | 5 |
| 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 | 8 |
| 3.2.2 系统边界 | 8 |
| 3.2.3 分配原则 | 9 |
| 3.2.4 取舍准则 | 9 |
| 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 | 10 |
| 3.2.8 数据质量要求 | 10 |
| 4 数据收集 | 12 |
| 4.1 数据收集说明 | 12 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 4.2 活动水平数据 | 13 |
| 4.3 排放因子数据 | 13 |
| 5 碳足迹计算 | 15 |
| 5.1 计算方法 | 15 |
| 5.2 计算结果 | 15 |
| 5.3 不确定性分析 | 16 |
| 6 改进建议 | 17 |
| 6.1 改进建议 | 17 |
| 附件 | 21 |
| 附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单 | 21 |

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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5) 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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5)。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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5) 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 110.4000 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 25.4204 kgCO₂eq (23.03%), 原辅料运输阶段碳排放为 6.4055 kgCO₂eq (5.80%), 生产阶段碳排放为 63.9381 kgCO₂eq (57.91%), 成品运输阶段为 4.1951 kgCO₂eq (3.80%), 产品处置阶段为 10.4409 kgCO₂eq (9.46%) 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

上海长江电气设备集团有限公司是一家集科、工、贸为一体的跨地区、跨行业的全国大型无区域企业集团。于 1988 年注册成立，位于上海市松江区佘山镇勋业路 376 号。公司占地 3.67 万平方米，主要生产高低压电器、成套电气、建筑电气、输配电设备、仪器仪表和电线电缆等产品。被国家发改委评为全国 500 家最具成长型企业，是中国机械 500 强企业，国家级高级技术企业。另外，公司还代理德国西门子、ABB、法国法雷、丹麦波斯曼等产品。

总注册资金 6200 万元，实施多元化经营战略，我司已通过了 ISO9001 质量管理、ISO14001 环境管理和职业健康安全管理认证及国家强制性产品 (CCC 及 CQC) 认证。

上海长江电气设备集团有限公司系中石油电气设备全球十大供应商之一，拥有一流的人才及先进的生产设备，秉承专业、专心、专注的经营理念，致力于电气行业的品质铸造和技术创新，为客户提供最佳的解决方案，以创造最大的价值

公司主导产品包括：箱式变电站(欧式、美式)、高、低压成套开关设备、小三箱(配电箱、电缆分支箱、电能计量箱)等系列产品。过去，我们取得了千倍的跨越发展，奠定了中国制造的价值与涵义。而今我们面对全新挑战，更是制定了恢弘的发展战略，明确的发展方向，以更强大的实力来适应国家的快速发展和风云变幻的全球一体化趋势。

我们在跨越中持续创新，不断改进并自我超越，以更丰富、更充实、更完美的品牌形象和文化造诣进入公众的生活和视线。我们始终秉承“以市场为导向、以客户为中心”的企业宗旨和“构建和谐电力新生活”的企业愿景，成就百年基业，实现从中国品牌到世界品牌的飞跃！

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

YBW-12/0.4-630 非金属型高压 / 低压预装式变电站（俗称“非金属箱变”），是把 12kV 高压开关、630kVA 变压器、0.4kV 低压配电及辅助设备，整体预装非金属外壳箱体内的紧凑型户外变配电成套装置；核心优势为耐腐蚀、抗老化、隔热阻燃、免维护，广泛用于城乡电网、小区、工业园、市政道路等户外场景。

型号说明：

Y：预装式变电站

B：非金属外壳

W：户外型

12：高压侧额定电压 12kV

0.4：低压侧额定电压 0.4kV

630：变压器额定容量 630kVA。

2.3.1 产品功能

1. 电能变换与分配（核心）

高压受电：12kV 高压接入，经负荷开关 / 断路器控制、保护、隔离。

电压变换：630kVA 变压器将 12kV 降为 0.4kV，供低压用电。

低压配电：0.4kV 侧多路出线，动力 / 照明 / 补偿 / 计量一体化，适配多负荷场景。

组网灵活：支持环网供电、终端供电、双电源互投，提升供电可靠性。

2. 安全保护与联锁

高压五防：防误分合开关、防带负荷拉合隔离开关、防带电挂地线、防带地线合闸、防误入带电间隔。

保护配置：

高压：过流、速断、接地、瓦斯保护（油变）；

低压：过载、短路、漏电、过欠压保护；

防雷：高压 / 低压侧均配 SPD 浪涌保护器。

安全隔离：高低压室均设明显断开点，检修安全；箱体可靠接地，防触电。

3. 环境适应与运维

隔热阻燃：非金属外壳导热系数低，夏季防高温、冬季防凝露；阻燃等级 V0，防火安全。

防腐耐候：抗紫外线、抗酸雨、耐腐蚀，户外 20 年免维护，优于金属箱变。

智能运维：可选配温控、湿控、烟感、门磁、视频监控，支持远程监测与告警。

快速安装：工厂预装调试，现场仅需基础就位 + 电缆连接，1~2 天投运，比土建变电站周期缩短 80%。

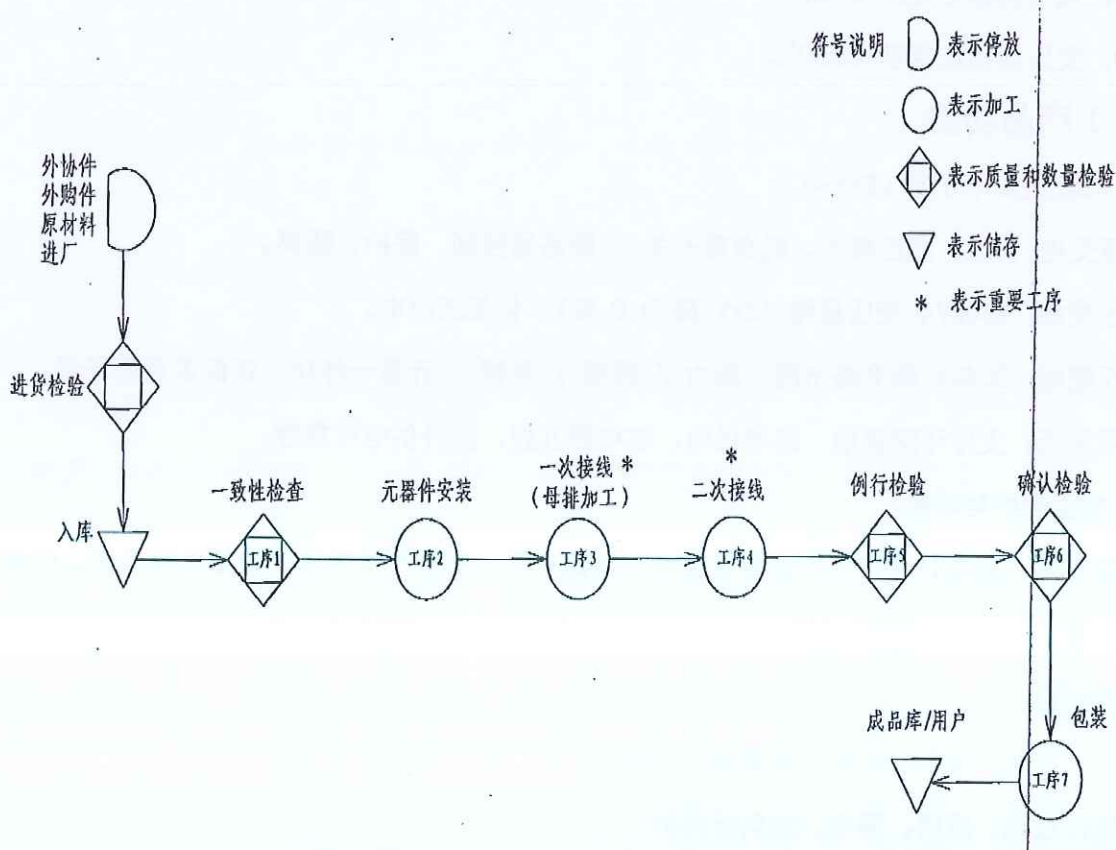
4. 节能与环保

低损耗变压器：S13/S15 油变或 SCB14 干变，空载损耗低、节能显著。

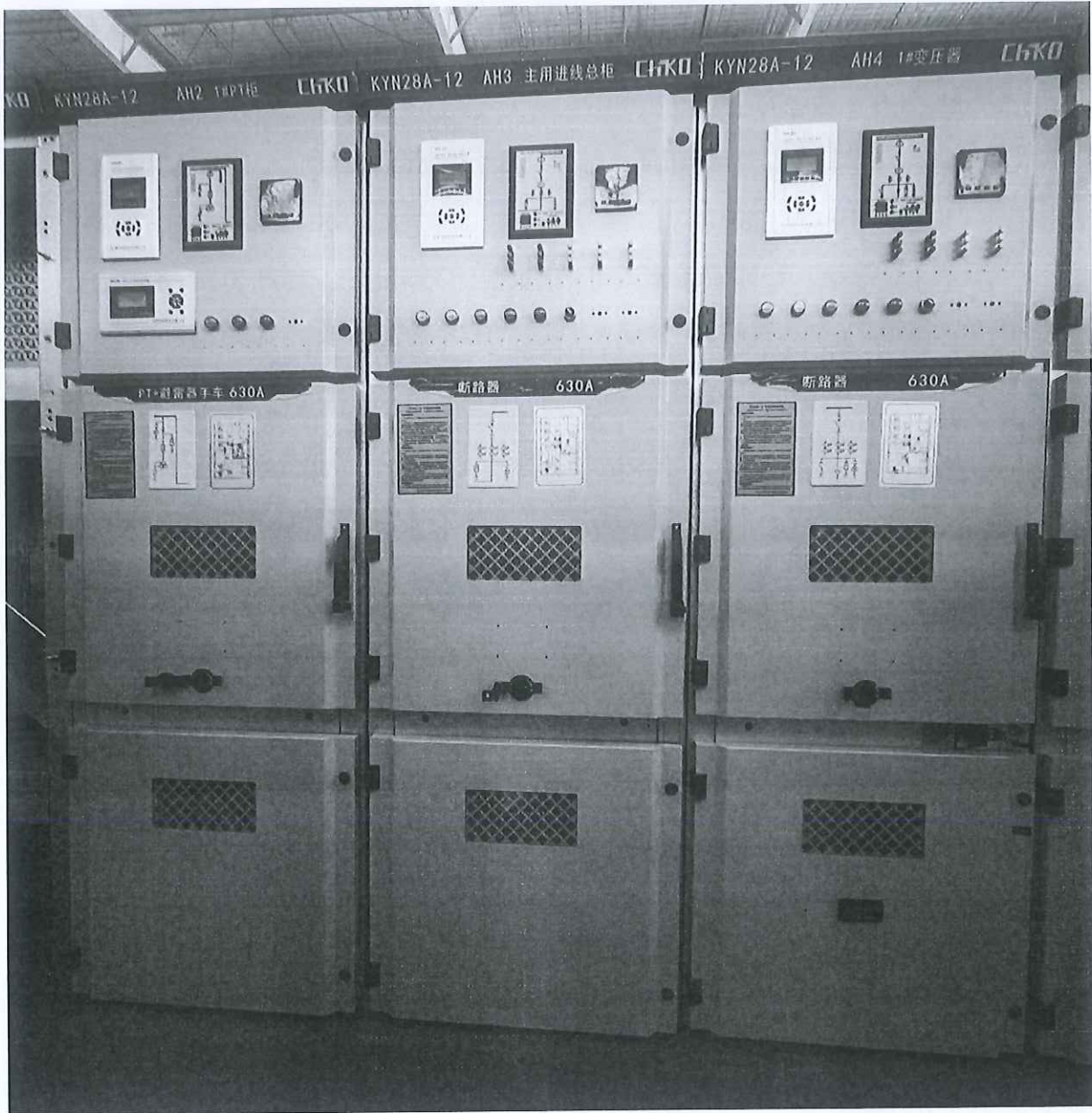
无功补偿：低压室配智能电容器，自动投切、功率因数达标 (≥ 0.95)，降损节能。

环保材质：非金属外壳可回收，无重金属污染，绿色环保。

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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12/1250-31.5）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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12/1250-31.5）。

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 | 断路器、固封极柱、真空灭弧室、操作机构、接地开关、电流互感器、母线铜排、绝缘套管、壳体、五金件等原材料 | 包装材料获取 |
| 原辅料运输阶段 | 断路器、固封极柱、真空灭弧室、操作机构、接地开关、电流互感器、母线铜排、绝缘套管、壳体、五金件等原材料的运输过程 | 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 | / |

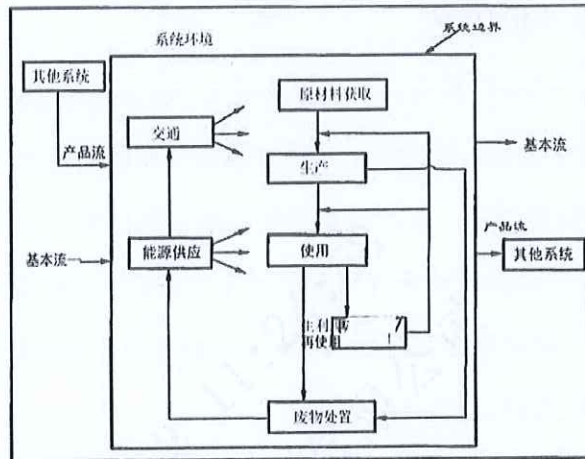


图 3.2: 产品系统边界示意图

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台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12/1250-31.5）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 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12/1250-31.5），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 | 37.2032 | 25.4204 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | / | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |
| 原材料运输 | 0.0679 | 汽油 kg | / | 6.4055 |
| | 0.0726 | 柴油 kg | 2.0690 | |
| 产品生产 | 0.5777 | 电力 kwh | 109.9546 | 63.9381 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | / | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | 0.1349 | |
| 成品运输 | 0.5777 | 电力 kwh | / | 4.1951 |
| | 0.0726 | 柴油 kg | 1.3551 | |
| 生命末期(产品 处置阶段) | 0.5777 | 电力 kwh | 7.1198 | 10.4409 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | 2.9266 | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |

表 4.2.1 1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12/1250-31.5）生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12/1250-31.5）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。

| 能源名称 | 单位 | 折算系数 | 排放因子 | 备注 |
|------|-----------------|--------|--------|------|
| 电 | 1kWh | 0.5777 | 0.5777 | 电网平均 |
| | 1kWh | 0.5777 | 0.5777 | |
| | 1kWh | 0.5777 | 0.5777 | |
| 天然气 | 1m ³ | 2.33 | 2.33 | 工业 |
| | 1m ³ | 2.33 | 2.33 | |
| | 1m ³ | 2.33 | 2.33 | |
| 柴油 | 1kg | 2.68 | 2.68 | 工业 |
| | 1kg | 2.68 | 2.68 | |
| | 1kg | 2.68 | 2.68 | |
| 汽油 | 1kg | 2.42 | 2.42 | 工业 |
| | 1kg | 2.42 | 2.42 | |
| | 1kg | 2.42 | 2.42 | |

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

上海长江电气设备集团有限公司生产 1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备（KYN28A-12/1250-31.5）产品碳足迹是 110.4000 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 | 25.4204 | 23.03% |
| 原材料运输阶段 | 6.4055 | 5.80% |
| 生产阶段 | 63.9381 | 57.91% |
| 成品运输阶段 | 4.1951 | 3.80% |
| 产品处置阶段 | 10.4409 | 9.46% |
| 合计 | 110.4000 | 100.00% |

表 5.2-1 一台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5)

产品生命周期各阶段碳排放情况

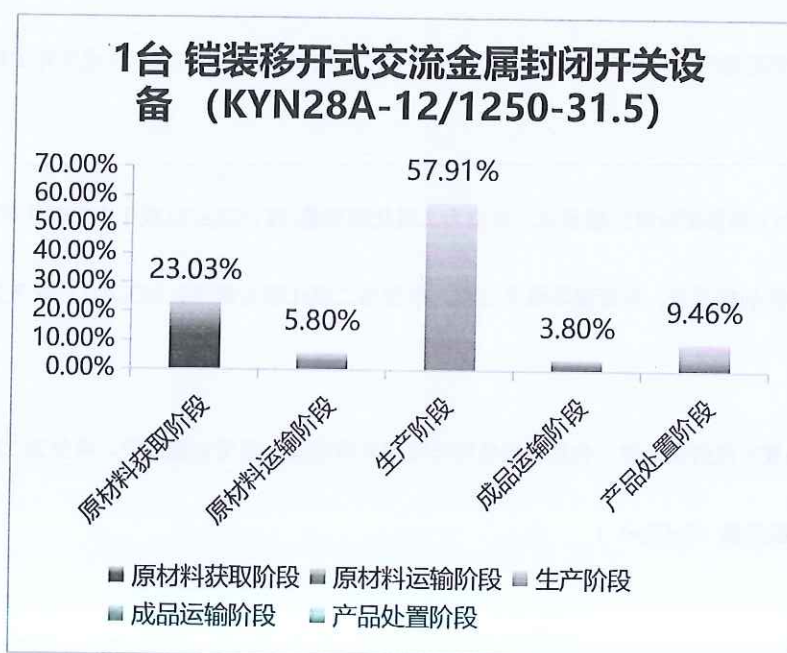


图 5.2-2 1台铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN28A-12/1250-31.5)

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) 从柱状图数据看，该设备碳排放占比由高到低为：生产阶段（68.54%）：占比接近七成，是减排的核心战场；原材料获取阶段（19.93%）：第二大排放来源，原材料运输阶段（5.74%）；成品运输阶段（3.10%），产品处置阶段（2.69%）：占比最低，各阶段降碳建议：

4.1 生产阶段（减排优先级：最高），核心问题：生产制造环节贡献了近 70% 的碳排放，是该产品减排的绝对核心，主要来自变压器、高低压柜、箱体等部件的加工、焊接、装配过程的电力/能源消耗。

4.1.1 能源结构绿色化改造

- 生产车间全面使用绿电（分布式光伏、直购绿电）或购买绿证，直接降低电力消耗的碳排放因子，这是降低生产阶段碳排放最直接的方式。

- 淘汰高能耗老旧设备，更换为节能型变压器绕制设备、数控冲床、激光切割机、焊机设备，降低单位产品能耗。

4.1.2 工艺优化与节能降损

- 推广高效钣金加工、自动化焊接和粉末喷涂等低能耗工艺，降低单位工序的能耗与排放。
- 优化生产排程，推行批量集中生产，减少设备空转待机能耗，降低单位产品的固定能耗分摊。

4.1.3 生产过程碳数据精细化管理

- 建立生产车间的能耗/碳排放台账，对关键工序（如变压器绕制、焊接）进行碳足迹核算，识别高能耗工序并针对性改造。

4.2 原材料获取阶段（减排优先级：高），核心问题：该阶段碳排放占比约 20%，主要来自钢材、铜材、变压器油、绝缘材料、非金属箱体材料等原材料的开采、冶炼和加工过程。

4.2.1 优先选用低碳/再生原材料

- 柜体、框架用钢优先采购再生钢材或低碳工艺冶炼的钢材，降低冶炼环节的碳排放。
- 变压器绕组、铜排等导电部件优先选用再生铜材，再生铜的碳排放仅为原生铜的约 30%，减排效果显著。

• 非金属箱体优先选用可回收、低 VOC 的环保复合材料，减少石油基材料的使用；绝缘件优先选用环保型绝缘材料。

4.2.2 轻量化与材料优化设计

- 在满足电气性能、机械强度和防护等级的前提下，优化箱体和结构件设计，减少钢材、铜材的用量，避免“超配”设计。
- 采用高强度轻量化材料替代部分传统钢材，降低原材料消耗总量。

4.2.3 建立供应商碳准入机制

• 优先选择拥有低碳认证、采用绿电生产的上游供应商，将供应商的碳足迹数据纳入采购评价体系，倒逼上游降碳。

4.3 原材料运输阶段（减排优先级：中低），核心问题：该阶段碳排放占比约 5.74%，主

要来自钢材、铜材、变压器部件等原材料的运输过程。

4.3.1 优化供应链布局，缩短运输半径

- 优先选择本地或近距离供应商，减少跨区域长途运输，直接降低柴油货车的燃油消耗与碳排放。

- 与区域内大型钢厂、铜材加工厂、变压器部件供应商建立直供合作，取消中间物流环节。

4.3.2 低碳运输方式替代

- 长途大宗原材料优先采用铁路、水路运输替代公路运输，降低碳排放。

- 短途运输逐步替换为新能源货车（电动/氢能），降低运输环节的直接排放。

4.3.3 提升运输装载率，减少空载率

- 采用整车运输、拼单集运的方式，提高单次运输的装载率，降低单位产品的运输碳排放。

4.4 成品运输阶段（减排优先级：低），核心问题：该阶段碳排放占比仅 3.10%，主要来自成品预装式变电站从工厂到项目现场的运输过程。

4.4.1 优化成品物流方案

- 按项目区域就近配送，避免重复运输、跨区域调货，采用“干线运输 + 区域分拨”的模式，减少空驶里程。

- 优先采用铁路/水路进行大宗成品的长途运输，降低公路运输占比。

4.4.2 轻量化与标准化包装设计

- 采用轻量化、可循环的标准包装，降低单台变电站的运输重量，同时提高车辆装载率。

- 优化包装尺寸，实现同车型装载数量最大化，减少运输车次。

4.5 产品处置阶段（减排优先级：低），核心问题：该阶段碳排放占比仅 2.69%，主要来自产品报废后的拆解、回收和无害化处理过程。

4.5.1 推行易拆解、模块化设计

- 采用标准化接口、模块化设计，便于报废后快速拆解，降低回收处理的能耗和成本。

- 明确标注各部件的材料类型，提高回收分拣效率，提升金属、塑料的回收利用率。

4.5.2 建立回收与再制造体系

• 对退役设备中的变压器、高低压柜、铜排等部件进行翻新和再制造，延长产品生命周期，减少原生材料的消耗。

• 与专业回收企业合作，确保危废部件（如废旧变压器油、绝缘件）得到合规、低碳处理，避免二次污染和额外排放。

（5）降碳优先级建议

源头减量：从材料选择、轻量化设计入手，从根本上减少资源消耗与碳排放；

能源清洁化：生产与运营环节全面转向可再生能源，降低化石能源依赖；

循环经济：建立“生产-使用-回收-再利用”闭环，最大化资源利用率，减少末端处置压力；

数字化赋能：用智能系统优化生产、物流与运维，提升全流程效率与低碳水平。

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 |
| 史冬霞 | 三信国际检测认证有限公司 | 2024-CCAA-GHG1-1446869 |

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):



(企业盖章)

2026 年 4 月 29 日

