

报告编号：SC-TZJ-2502-005

青岛益和电气集团股份有限公司  
铠装移开式交流金属封闭开关设备  
(KYN61-40.5)

产品碳足迹评价报告



评价机构名称（公章）：国泰认证（山东）有限公司

评价报告签发日期：2025 年 8 月 20 日

报告查询：[www.gqc.org.cn](http://www.gqc.org.cn)



企业名称	青岛益和电气集团股份有限公司		
企业地址	山东省青岛市黄岛区淮河西路 717 号		
统一社会信用代码	913702002646303720		
企业性质	其他股份有限公司(非上市)		
联系人	徐敬学	联系方式(电话、email)	18653201232
评价目的	评价生产 1 套铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN61-40.5) 的碳足迹		
功能单位	1 套铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN61-40.5)		

#### 评价结果:

依据 GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067 等碳足迹评价相关标准, 国泰认证(山东)有限公司对青岛益和电气集团股份有限公司生产的 1 套铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN61-40.5) 产品的碳足迹进行了评价, 评价范围及结果如下所示:

#### (1) 系统边界

本研究的系统边界为原材料获取、原材料运输、产品生产、产品运输、产品使用、产品回收的 1 套铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN61-40.5) 产品的生命周期各阶段。

#### (2) 评价结果

表 1 1 套铠装移开式交流金属封闭开关设备产品碳足迹评价结果

生命周期阶段	排放量 (kgCO <sub>2eq</sub> )	占比
原材料阶段	13897.87	10.25%
原材料运输	250.54	0.18%
产品生产	605.97	0.45%
产品运输	170.22	0.13%
产品使用	123764.46	91.31%
产品回收	-3146.27	-2.32%
合计	135542.79	100.00%

#### (3) 评价建议

基于青岛益和电气集团股份有限公司生产的 1 套铠装移开式交流金属封闭开关设备 (KYN61-40.5) 产品碳足迹的分析结果, 对企业减少碳排放提出以下建议:

1) 优化产品的设计、工艺和产品所需物料配比, 从设计阶段, 减少原材料的消耗, 或尽量选择对环境排放较少的原材料, 降低原材料生产产生的二氧化碳排放;

2) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、加强电力消耗控制水平等措施, 减少生产过程中的能源消耗, 减少生产阶段的产品碳排放。

3) 加强产品节能设计, 合理开展产品能效提升活动, 降低产品交付后生命周期内能源消耗, 进而降低产品使用阶段二氧化碳排放。

4) 通过原材料合理选材及优化回收工艺手段等方式, 进一步提高可再生废料的回收能力。

评价组长	吴爱芹	签名		日期	2025年8月10日
评价组成员	朱云飞	签名		日期	2025年8月10日
技术复核人	朱颖莉	签名		日期	2025年8月18日
批准人	王英宁	签名		日期	2025年8月20日



## 目 录

1 目标与范围定义 .....	6
1.1 目标定义 .....	6
1.2 范围定义 .....	6
2 数据收集 .....	10
2.1 开关设备 .....	10
2.2 开关设备生产 .....	11
2.3 电流互感器生产 .....	13
2.4 零序电流互感器生产 .....	13
2.5 避雷器生产 .....	14
2.6 接地刀生产 .....	15
2.7 接地开关联锁生产 .....	16
2.8 套管生产 .....	16
2.9 绝缘子生产 .....	17
2.10 触头盒生产 .....	17
2.11 热缩管生产 .....	18
2.12 铜排生产 .....	18
2.13 真空断路器机构生产 .....	19
2.14 固封极柱生产 .....	20
2.15 断路器手车硫化触臂生产 .....	21
2.16 推进机构生产 .....	21
2.17 导线生产 .....	22
2.18 开关设备运输 .....	23
2.19 开关设备使用 .....	23
2.20 开关设备回收 .....	23
3 生命周期影响分析 .....	24
3.1 LCA 结果 .....	24

3.2 过程累积贡献分析 .....	24
4 生命周期解释 .....	26
4.1 假设与局限性说明 .....	26
4.2 结论与建议 .....	26



# 1 目标与范围定义

## 1.1 目标定义

### 1.1.1 产品信息

本研究的研究对象为：铠装移开式交流金属封闭开关设备，具体信息如下：  
规格型号：KYN61-40.5

### 1.1.2 功能单位与基准流

本报告以 1 套铠装移开式交流金属封闭开关设备为功能单位。

### 1.1.3 数据代表性

时间、地理、技术代表性如下：

- (1) 时间代表性：2024
- (2) 地理代表性：中国

## 1.2 范围定义

### 1.2.1 系统边界

本研究的系统边界为，主要包括：

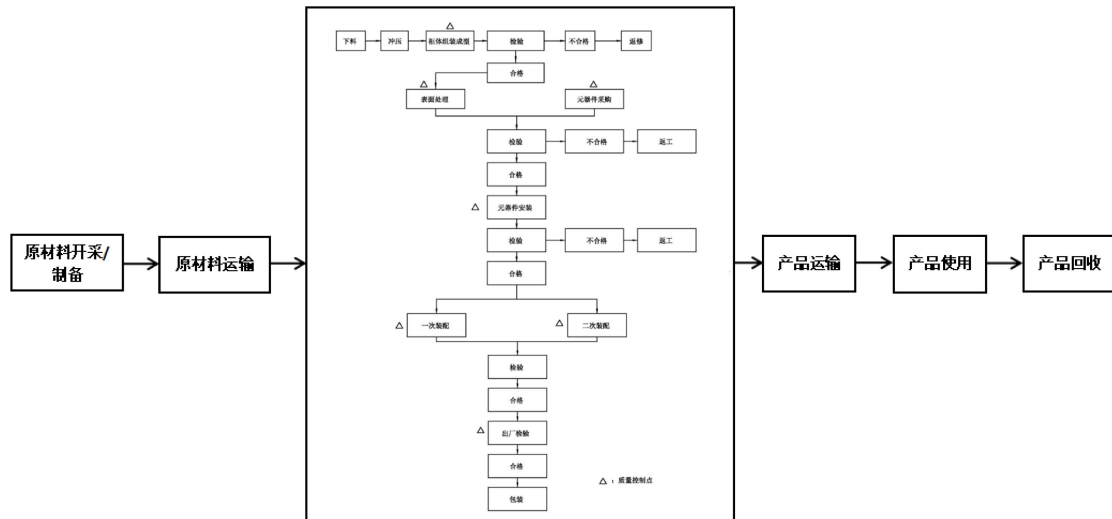


图 1.2 铠装移开式交流金属封闭开关设备产品碳足迹系统边界图

### 1.2.2 取舍原则

本研究采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

- 普通物料重量<1%产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量<0.1%

产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5%；

- 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；
- 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；
- 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

### 1.2.3 多产品分配

复杂多样的多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响进行分配，从而得到主、副产品各自的环境影响，常见的方法有分段法、物理化学性质分配法、经济价值分配法、系统扩展法（替代法）等。

本研究报告中产品生产过程电力消耗采用的分配方法见下表。

表 1.2-1 多产品及分配方法描述

过程名称	主产品	副产品	分配方法描述
产品生产电耗	/	/	功率负荷法

### 1.2.4 环境影响类型

表 1.2-2 环境影响类型指标

环境影响类型指标	影响类型指标单位	主要清单物质
气候变化	kg CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O...

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以 CO<sub>2</sub> 为基准物质，其他各种温室气体按温室效应的强弱都有各自的 CO<sub>2</sub> 当量因子，因此产品生命周期的各种温室气体排放量可以各自乘以当量因子，累加得到气候变化指标总量（通常也称为产品碳足迹，Product Carbon Footprint, PCF），其单位为 kg CO<sub>2</sub> eq。

### 1.2.5 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用 CLCD 方法。

CLCD 方法对模型中的消耗与排放清单数据，从①清单数据来源与算法、②时间代表性、③地理代表性、④技术代表性等四个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

### 1.2.6 软件与数据库

本研究采用 eFootprint 软件系统，建立了断路器生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 软件系统是由亿科环境科技有限公司研发的在线 LCA 分析软件，支持全生命周期过程分析，并内置了中国生命周期基础数据库（CLCD）、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

研究过程中用到的中国生命周期基础数据库（CLCD）是由亿科开发，基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。CLCD 数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集。

在 eFootprint 软件中建立的铠装移开式交流金属封闭开关设备 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表 1.2-3 背景数据来源表

清单名称	所属过程	数据集名称	数据库名称
铁芯（硅钢）	电流互感器生产	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
铜	电流互感器生产	电解铜	CLCD-China-ECER 0.8
铜线	电流互感器生产	铜线	807323304@qq.com 1.0
环氧树脂	电流互感器生产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
固化剂（苯酚）	电流互感器生产	苯酚	CLCD-China-ECER 0.8
硅胶粉	电流互感器生产	硅橡胶	yxt@ike-global.com 1.0
电	电流互感器生产	华北电网电力（到用户）	CLCD-China 0.9
铁芯（硅钢）	零序电流互感器生产	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
铜线	零序电流互感器生产	铜线	807323304@qq.com 1.0
环氧树脂	零序电流互感器生产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
固化剂（苯酚）	零序电流互感器生产	苯酚	CLCD-China-ECER 0.8
硅胶粉	零序电流互感器生产	硅橡胶	yxt@ike-global.com 1.0
电	零序电流互感器生产	华北电网电力（到用户）	CLCD-China 0.9
硅橡胶	避雷器生产	硅橡胶	yxt@ike-global.com 1.0
不锈钢	避雷器生产	不锈钢	hql@ike-global.com 1.0
电	避雷器生产	华北电网电力（到用户）	CLCD-China 0.9
氧化锌	电阻片芯体生产	氧化锌	CLCD-China-ECER 0.8
三氧化二铋	电阻片芯体生产	-	不可得
三氧化二锑	电阻片芯体生产	三氧化二锑	736842836@qq.com 1.0
圆钢	接地刀生产	热轧带钢	CLCD-China 0.9
铜	接地刀生产	电解铜	CLCD-China-ECER 0.8
冷轧钢板	接地刀生产	冷轧碳钢板卷	CLCD-China-ECER 0.8
电	接地刀生产	华北电网电力（到用户）	CLCD-China 0.9
环氧树脂	传感器生产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
固化剂（苯酚）	传感器生产	苯酚	CLCD-China-ECER 0.8
硅微粉（石英砂）	传感器生产	石英砂	CLCD-China-ECER 0.8

阻燃剂(三氧化二锑)	传感器生产	三氧化二锑	736842836@qq.com 1.0
圆钢	接地开关联锁生产	热轧带钢	CLCD-China 0.9
冷轧钢板	接地开关联锁生产	冷轧碳钢板卷	CLCD-China-ECER 0.8
电	接地开关联锁生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
环氧树脂	套管生产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
固化剂(苯酚)	套管生产	苯酚	CLCD-China-ECER 0.8
硅微粉(石英砂)	套管生产	石英砂	CLCD-China-ECER 0.8
阻燃剂(三氧化二锑)	套管生产	三氧化二锑	736842836@qq.com 1.0
电	套管生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
环氧树脂	绝缘子生产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
固化剂(苯酚)	绝缘子生产	苯酚	CLCD-China-ECER 0.8
硅微粉(石英砂)	绝缘子生产	石英砂	CLCD-China-ECER 0.8
阻燃剂(三氧化二锑)	绝缘子生产	三氧化二锑	736842836@qq.com 1.0
电	绝缘子生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
环氧树脂	触头盒生产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
固化剂(苯酚)	触头盒生产	苯酚	CLCD-China-ECER 0.8
硅微粉(石英砂)	触头盒生产	石英砂	CLCD-China-ECER 0.8
阻燃剂(三氧化二锑)	触头盒生产	三氧化二锑	736842836@qq.com 1.0
电	触头盒生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
高分子聚乙烯	热缩管生产	聚乙烯	CLCD-China-ECER 0.8
聚烯烃弹性体	热缩管生产	三元乙丙橡胶	yxt@ike-global.com 1.0
电	热缩管生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
铜	铜排生产	电解铜	CLCD-China-ECER 0.8
电	铜排生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
冷轧钢板	真空断路器机构生产	冷轧碳钢板卷	CLCD-China-ECER 0.8
弹簧	真空断路器机构生产	热轧带钢	CLCD-China 0.9
电	真空断路器机构生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
漆包线圈	永磁直流/交流电机生产	铜线	807323304@qq.com 1.0
铝壳	永磁直流/交流电机生产	铝	CLCD-China-ECER 0.8
铜线	分合闸线圈生产	铜线	807323304@qq.com 1.0
硅钢	分合闸线圈生产	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
铝合金	分合闸线圈生产	铝合金锭	display@ike-global.com 0.9
钢	分合闸线圈生产	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
铜	固封极柱生产	电解铜	CLCD-China-ECER 0.8

铝	固封极柱生产	铝	CLCD-China-ECER 0.8
钢	固封极柱生产	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
环氧树脂	固封极柱生产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
硅粉	固封极柱生产	工业硅/金属硅	CLCD-China-ECER 0.8
尼龙	固封极柱生产	连续聚合工艺生产尼龙 66 切片	lcacontest-s-lxa7@ike-glob al.com 1.0
陶瓷	固封极柱生产	氧化铝陶瓷管	736842836@qq.com 1.0
电	固封极柱生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
环氧树脂	断路器手车硫化触臂生 产	电解铜	CLCD-China-ECER 0.8
电	断路器手车硫化触臂生 产	环氧树脂	709003654@qq.com 1.0
环氧树脂	断路器手车硫化触臂生 产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
冷轧钢板	推进机构生产	冷轧碳钢板卷	CLCD-China-ECER 0.8
电	推进机构生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
漆包线圈	永磁直流/交流电机生产	铜线	807323304@qq.com 1.0
铝壳	永磁直流/交流电机生产	铝	CLCD-China-ECER 0.8
铜线	导线生产	铜线	807323304@qq.com 1.0
PVC	导线生产	PVC 塑料管	lcacontest-t-r7ul@ike-glob al.com 1.0
电	导线生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
热镀锌	热镀锌生产	热镀锌板卷(碳钢)	CLCD-China 0.9
镀锌板	镀锌板生产	热镀锌板卷(碳钢)	CLCD-China 0.9
电	开关设备使用	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
电	开关设备生产	华北电网电力(到用户)	CLCD-China 0.9
铜	开关设备废弃	回收杂铜	CLCD-China 0.9
钢	开关设备废弃	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
铝	开关设备废弃	铝	CLCD-China-ECER 0.8

## 2 数据收集

### 2.1 开关设备

#### (1) 过程基本信息

过程名称：开关设备

过程边界：原材料开采/制备、原材料运输、铠装移开式交流金属封闭开关设备生产、产品运输、产品使用、产品回收。

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：原材料 BOM、生产统计报表。

企业名称：青岛益和电气集团股份有限公司

产地：山东省青岛市

基准年：2024

工艺设备：数控激光切割机、数控板料折弯机、数控冲床、开式可倾压力机、多功能焊接机器人、激光自动上下料设备、螺杆式压缩机、数控铣床、数控母线加工机、数控母线折弯机、智能刷镀机、全电脑切线剥皮机等。

主要原料：电流互感器、零序电流互感器、避雷器、接地刀、接地开关联锁、套管、绝缘子、触头盒、热缩管、铜排、真空断路器机构、固封极柱、断路器手车硫化触臂、推进机构、导线、热镀锌板、镀锌板等。

主要能耗：电力

表 2.1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	开关设备	1	套	--	--
原材料/物料	开关设备	1	套	实景过程数据	

## 2.2 开关设备生产

### (1) 过程基本信息

过程名称：开关设备生产

过程边界：开关设备生产系统、辅助生产系统及附属生产系统

### (2) 数据代表性

主要数据来源：原材料 BOM、生产统计报表。

企业名称：青岛益和电气集团股份有限公司

产地：山东省青岛市

基准年：2024

工艺设备：数控激光切割机、数控板料折弯机、数控冲床、开式可倾压力机、多功能焊接机器人、激光自动上下料设备、螺杆式压缩机、数控铣床、数控母线加工机、数控母线折弯机、智能刷镀机、全电脑切线剥皮机等。

主要原料：电流互感器、零序电流互感器、避雷器、接地刀、接地开关联锁、套管、绝缘子、触头盒、热缩管、铜排、真空断路器机构、固封极柱、断路器手车硫化触臂、推进机构、导线、热镀锌板、镀锌板等。

主要能耗：电力

表 2.2-1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	开关设备	1	套	--
原材料/物料	电流互感器	161.7	kg	来自 Bom
原材料/物料	零序电流互感器	8.21	kg	来自 Bom
原材料/物料	避雷器	42.6	kg	来自 Bom
原材料/物料	接地刀	42	kg	来自 Bom
原材料/物料	接地开关联锁	10	kg	来自 Bom
原材料/物料	套管	64.65	kg	来自 Bom
原材料/物料	绝缘子	14.94	kg	来自 Bom
原材料/物料	触头盒	203.04	kg	来自 Bom
原材料/物料	热缩管	10.044	kg	来自 Bom
原材料/物料	铜排	93.984	kg	来自 Bom
原材料/物料	真空断路器机构	125.4	kg	来自 Bom
原材料/物料	固封极柱	91.95	kg	来自 Bom
原材料/物料	断路器手车硫化触臂	60	kg	来自 Bom
原材料/物料	推进机构	28.8	kg	来自 Bom
原材料/物料	导线	21.85	kg	来自 Bom
原材料/物料	热镀锌	779.7895	kg	CLCD-China 0.9
原材料/物料	镀锌板	224.981	kg	CLCD-China 0.9
能源	电	477	kWh	CLCD-China 0.9
能源	液化石油气	2	kg	CLCD-China-ECER 0.8
环境排放	non-methane volatile organic compounds[排放到大气(未指定类型)]	8.88E-03	kg	
环境排放	城市垃圾(未指定类型)[生产废弃物]	3.85	kg	
环境排放	总颗粒物[排放到大气(未指定类型)]	0.02	kg	

## (3) 运输信息

表 2.2-2 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
电流互感器	161.7kg	大连	青岛	1190km	货车运输(18t)-柴油
零序电流互感器	8.21kg	大连	青岛	1190km	货车运输(18t)-柴油
避雷器	42.6kg	浙江绍兴	青岛	940km	货车运输(18t)-柴油
接地刀	42kg	浙江洞头	青岛	1230km	货车运输(18t)-柴油
接地开关联锁	10kg	浙江洞头	青岛	1230km	货车运输(18t)-柴油
套管	64.65kg	浙江开化	青岛	1040km	货车运输(18t)-柴油

绝缘子	14.94kg	浙江开化	青岛	1040km	货车运输（18t）-柴油
触头盒	203.04kg	浙江开化	青岛	1040km	货车运输（18t）-柴油
热缩管	10.044kg	青岛	青岛	15km	货车运输（2t）-汽油
铜排	93.984kg	江西上饶	青岛	1190km	货车运输（18t）-柴油
真空断路器机构	125.4kg	西安	青岛	1050km	货车运输（18t）-柴油
固封极柱	91.95kg	辽宁锦州	青岛	740km	货车运输（10t）-柴油
断路器手车硫化触臂	60kg	浙江台州	青岛	1120km	货车运输（18t）-柴油
推进机构	28.8kg	浙江温州	青岛	1210km	货车运输（18t）-柴油
导线	21.85kg	青岛	青岛	15km	货车运输（2t）-汽油
热镀锌	779.7895kg	天津	青岛	600km	货车运输（30t）-柴油
镀锌板	224.981kg	青岛	青岛	15km	货车运输（10t）-柴油

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

## 2.3 电流互感器生产

### （1）过程基本信息

过程名称：电流互感器生产

过程边界：/

### （2）数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.3 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	电流互感器	161.7	kg	--
原材料/物料	铁芯（硅钢）	45	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	铜	28.5	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	铜线	10.8	kg	807323304@qq.com 1.0
原材料/物料	环氧树脂	15	kg	709003654@qq.com 1.0
原材料/物料	固化剂（苯酚）	10.8	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	硅胶粉	51.6	kg	yxt@ike-global.com 1.0
能源	电	180	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.4 零序电流互感器生产

### （1）过程基本信息

过程名称：零序电流互感器生产

过程边界：/

(2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.4 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	电流互感器	8.21	kg	--
原材料/物料	铁芯（硅钢）	3	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	铜线	0.31	kg	807323304@qq.com 1.0
原材料/物料	环氧树脂	1	kg	709003654@qq.com 1.0
原材料/物料	固化剂（苯酚）	0.7	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	硅胶粉	3.2	kg	yxt@ike-global.com 1.0
能源	电	20	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.5 避雷器生产

(1) 过程基本信息

过程名称：避雷器生产

过程边界：/

(2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.5 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	避雷器	42.6	kg	--
原材料/物料	电阻片芯体	18.6	kg	实景过程数据
原材料/物料	硅橡胶	21	kg	yxt@ike-global.com 1.0
原材料/物料	不锈钢	3	kg	hql@ike-global.com 1.0
能源	电	306	kWh	CLCD-China 0.9

### 2.5.1 电阻片芯体生产

(1) 过程基本信息

过程名称：电阻片芯体生产

过程边界：/

(2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.5.1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	电阻片芯体	18.6	kg	--
原材料/物料	氧化锌	16.5	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	三氧化二铋	1.05	kg	不可得
原材料/物料	三氧化二锑	1.05	kg	736842836@qq.com 1.0

## 2.6 接地刀生产

(1) 过程基本信息

过程名称：接地刀生产

过程边界：/

(2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.6 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	接地刀	42	kg	--
原材料/物料	圆钢	18	kg	CLCD-China 0.9
原材料/物料	铜	12	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	传感器	6	kg	实景过程数据
原材料/物料	冷轧钢板	6	kg	CLCD-China-ECER 0.8
能源	电	55	kWh	CLCD-China 0.9

### 2.6.1 传感器生产

(1) 过程基本信息

过程名称：传感器生产

过程边界：/

(2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.6.1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	传感器	6	kg	--
原材料/物料	环氧树脂	0.92	kg	709003654@qq.com 1.0
原材料/物料	固化剂（苯酚）	0.92	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	硅微粉（石英砂）	3.9	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	阻燃剂（三氧化二锑）	0.26	kg	736842836@qq.com 1.0

## 2.7 接地开关联锁生产

（1）过程基本信息

过程名称：接地开关联锁生产

过程边界：/

（2）数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.7 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	接地开关联锁	10	kg	--
原材料/物料	圆钢	7	kg	CLCD-China 0.9
原材料/物料	冷轧钢板	3	kg	CLCD-China-ECER 0.8
能源	电	40	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.8 套管生产

（1）过程基本信息

过程名称：套管生产

过程边界：/

（2）数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.8 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	套管	64.65	kg	--
原材料/物料	环氧树脂	10.77	kg	709003654@qq.com 1.0
原材料/物料	固化剂（苯酚）	10.77	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	硅微粉（石英砂）	40.32	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	阻燃剂（三氧化二 铋）	2.79	kg	736842836@qq.com 1.0
能源	电	90	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.9 绝缘子生产

### （1）过程基本信息

过程名称：绝缘子生产

过程边界：/

### （2）数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.9 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	绝缘子	14.94	kg	--
原材料/物料	环氧树脂	2.49	kg	709003654@qq.com 1.0
原材料/物料	固化剂（苯酚）	2.49	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	硅微粉（石英砂）	9.33	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	阻燃剂（三氧化二 铋）	0.63	kg	736842836@qq.com 1.0
能源	电	96	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.10 触头盒生产

### （1）过程基本信息

过程名称：触头盒生产

过程边界：/

### （2）数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.10 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	触头盒	203.04	kg	--
原材料/物料	环氧树脂	33.84	kg	709003654@qq.com 1.0
原材料/物料	固化剂（苯酚）	33.84	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	硅微粉（石英砂）	126.9	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	阻燃剂（三氧化二锑）	8.46	kg	736842836@qq.com 1.0
能源	电	210	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.11 热缩管生产

### （1）过程基本信息

过程名称：热缩管生产

过程边界：/

### （2）数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.11 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	热缩管	10.044	kg	--
原材料/物料	高分子聚乙烯	2.844	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	聚烯烃弹性体	7.2	kg	yxt@ike-global.com 1.0
能源	电	216	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.12 铜排生产

### （1）过程基本信息

过程名称：铜排生产

过程边界：/

### （2）数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.12 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	铜排	93.984	kg	--
原材料/物料	铜	93.984	kg	CLCD-China-ECER 0.8
能源	电	103.3824	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.13 真空断路器机构生产

### (1) 过程基本信息

过程名称：真空断路器机构生产

过程边界：/

### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.13 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	真空断路器机构	125.4	kg	--
原材料/物料	冷轧钢板	121	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	弹簧	1.6	kg	CLCD-China 0.9
原材料/物料	永磁直流/交流电机	1.8	kg	实景过程数据
原材料/物料	分合闸线圈	1	kg	实景过程数据
能源	电	108	kWh	CLCD-China 0.9

### 2.13.1 永磁直流/交流电机生产

#### (1) 过程基本信息

过程名称：永磁直流/交流电机生产

过程边界：/

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.13.1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
----	------	----	----	--------

产品产出	永磁直流/交流电机	1.8	kg	--
原材料/物料	漆包线圈	1.2	kg	807323304@qq.com 1.0
原材料/物料	铝壳	0.6	kg	CLCD-China-ECER 0.8

### 2.13.2 分合闸线圈生产

#### (1) 过程基本信息

过程名称：分合闸线圈生产

过程边界：/

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.13.2 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	分合闸线圈	1	kg	--
原材料/物料	铜线	0.7	kg	807323304@qq.com 1.0
原材料/物料	硅钢	0.1	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	铝合金	0.1	kg	display@ike-global.com 0.9
原材料/物料	钢	0.1	kg	CLCD-China-ECER 0.8

### 2.14 固封极柱生产

#### (1) 过程基本信息

过程名称：固封极柱生产

过程边界：/

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.14 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	固封极柱	91.95	kg	--
原材料/物料	铜	13.95	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	铝	8.34	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	钢	4.2	kg	CLCD-China-ECER 0.8

原材料/物料	环氧树脂	9.9	kg	709003654@qq.com 1.0
原材料/物料	硅粉	48	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	尼龙	3	kg	lcacontest-s-lxa7@ike-global.com 1.0
原材料/物料	陶瓷	4.56	kg	736842836@qq.com 1.0
能源	电	186	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.15 断路器手车硫化触臂生产

### (1) 过程基本信息

过程名称：断路器手车硫化触臂生产

过程边界：/

### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.15 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	断路器手车硫化触臂	60	kg	--
原材料/物料	铜	58.8	kg	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	环氧树脂	1.2	kg	709003654@qq.com 1.0
能源	电	168	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.16 推进机构生产

### (1) 过程基本信息

过程名称：推进机构生产

过程边界：/

### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.16 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	推进机构	28.8	kg	--
原材料/物料	冷轧钢板	27	kg	CLCD-China-ECER 0.8

原材料/物料	永磁直流/交流电机	1.8	kg	实景过程数据
能源	电	25	kWh	CLCD-China 0.9

### 2.16.1 永磁直流/交流电机生产

#### (1) 过程基本信息

过程名称：永磁直流/交流电机生产

过程边界：/

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.16.1 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	永磁直流/交流电机	1.8	kg	--
原材料/物料	漆包线圈	1.2	kg	807323304@qq.com 1.0
原材料/物料	铝壳	0.6	kg	CLCD-China-ECER 0.8

### 2.17 导线生产

#### (1) 过程基本信息

过程名称：导线生产

过程边界：/

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：供应商生产信息

基准年：2024

表 2.17 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	导线	21.85	kg	--
原材料/物料	铜线	14.95	kg	807323304@qq.com 1.0
原材料/物料	PVC	6.9	kg	lcacontest-t-r7ul@ike-global.com 1.0
能源	电	3.45	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.18 开关设备运输

### (1) 过程基本信息

过程名称：开关设备运输

### (2) 数据代表性

主要数据来源：/

基准年：2024

表 2.18 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
开关设备	2075kg	青岛	江苏淮安	600km	货车运输（30t）-柴油
开关设备	2075kg	青岛	重庆	2000km	货车运输（30t）-柴油
开关设备	2075kg	青岛	山东滨州	400km	货车运输（30t）-柴油

## 2.19 开关设备使用

### (1) 过程基本信息

过程名称：开关设备使用

过程边界：/

### (2) 数据代表性

主要数据来源：产品设计文件

企业名称：青岛益和电气集团股份有限公司

产地：山东省青岛市

基准年：2024

表 2.19 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	开关设备	1	套	--
产品使用	设计使用寿命	30	年	产品设计文件
产品使用	功耗	0.364	kW	产品实测
能源	电	95659.2	kWh	CLCD-China 0.9

## 2.20 开关设备回收

### (1) 过程基本信息

过程名称：开关设备回收

过程边界：/

(2) 数据代表性

主要数据来源：/

基准年：2024

表 2.20 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	开关设备	1	套	--
可再生废料	钢	1240.4	kg	CLCD-China-ECER 0.8
可再生废料	铝	9.64	kg	CLCD-China-ECER 0.8
可再生废料	铜	233.944	kg	CLCD-China 0.9
可再生废料	再生回收率	100	%	/
可再生废料	价格质量修正系数	1	/	/

### 3 生命周期影响分析

#### 3.1 LCA结果

LCA 结果在 eFootprint 上建模计算了 1 套开关设备的 LCA 结果，计算指标为气候变化(GWP)结果如下：

表 3.1 断路器 LCA 结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
GWP	kg CO <sub>2</sub> eq	135542.79

#### 3.2 过程累积贡献分析

过程累积贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献（即原料消耗所贡献）的累加值。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。

表 3.2 开关设备 LCA 累积贡献结果

过程名称	GWP (kgCO <sub>2</sub> eq)
开关设备	135542.79
开关设备生产	14924.6
电流互感器	1564.76

电流互感器运输	40.79
零序电流互感器	81.65
零序电流互感器运输	5.27
避雷器	809.96
避雷器运输	2.63
接地刀	205.45
接地刀运输	13.17
接地开关联锁	73.75
接地开关联锁运输	3.29
套管	285.79
套管运输	13.17
绝缘子	160.68
绝缘子运输	3.03
触头盒	795.48
触头盒运输	50.54
热缩管	1154.10
热缩管运输	0.01
铜排	517.59
铜排运输	13.17
真空断路器机构	586.07
真空断路器机构运输	43.83
固封极柱	1876.74
固封极柱运输	13.17
断路器手车硫化触臂	454.37
断路器手车硫化触臂运输	13.17

推进机构	147.51
推进机构运输	6.32
导线	1743.93
导线运输	0.01
热镀铝锌	2673.54
热镀铝锌运输	26.34
镀锌板	766.5
镀锌板运输	2.63
电	605.66
液化石油气	0.31
开关设备运输	170.22
开关设备使用	123764.46
开关设备回收	-3146.27

## 4 生命周期解释

### 4.1 假设与局限性说明

本产品生命周期模型建立过程中所有原材料的消耗量均来自于企业实际生产数据，未进行假设。原材料的上游数据来源于上游供应商提供，但上游供应商对于原材料生产的相关排放信息提供不全，研究过程中对数据根据物料平衡等进行了合理性修正。产品废弃回收阶段，因无可靠数据支持，因此该阶段中拆解破碎、焚烧、填埋、运输的排放没有考虑。

### 4.2 结论与建议

在统计期 2024 年 1 月至 2024 年 12 月内，分析各生命周期阶段的碳排放足迹，该产品碳足迹分析中各个过程的排放量如表 4.2 所示。

表 4.2 开关设备碳足迹指标汇总表

生命周期阶段	排放量 (kgCO <sub>2eq</sub> )	占比
原材料阶段	13897.87	10.25%
原材料运输	250.54	0.18%
产品生产	605.97	0.45%
产品运输	170.22	0.13%
产品使用	123764.46	91.31%
产品回收	-3146.27	-2.32%
合计	135542.79	100.00%

图 4.2-1 1 套开关设备 (KYN61-40.5) 产品碳足迹各过程排放量占比

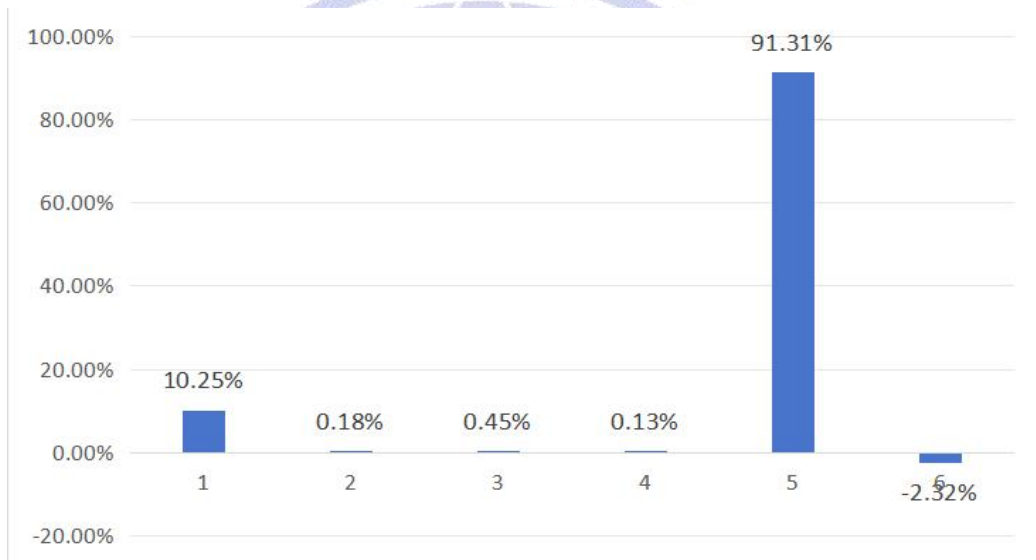


图 4.2-2 1 套开关设备 (KYN61-40.5) 产品碳足迹各过程排放量 (kgCO<sub>2eq</sub>)



对比本报告 4.2 部分清单数据分析，对企业减少碳排放提出以下建议：

1) 优化产品的设计、工艺和产品所需物料配比，从设计阶段，减少原材料的消耗，或尽量选择对环境排放较少的原材料，降低原材料生产产生的二氧化碳排放；

2) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、加强电力消耗控制水平等措施，减少生产过程中的能源消耗，减少生产阶段的产品碳排放；

3) 加强产品节能设计，合理开展产品能效提升活动，降低产品交付后生命周期内能源消耗，进而降低产品使用阶段二氧化碳排放；

4) 通过原材料合理选材及优化回收工艺手段等方式，进一步提高可再生废料的回收能力。

