

# 产品碳足迹报告

## CARBON FOOTPRINT OF A PRODUCT REPORT

版本号： 1.0

产品名称： 小型功率继电器

型号： SRG 系列

报告编号： CTISC-SC-CBN-202409028-4



三友联众集团股份有限公司

2024年11月29日

## 目 录

报告摘要 .....	1
本报告信息 .....	2
缩略语 .....	3
1 碳足迹概述 .....	4
2 企业和产品简介 .....	5
2.1 企业简介 .....	5
2.2 产品简介 .....	5
3 碳足迹研究目的和范围 .....	6
3.1 研究目的 .....	6
3.2 研究范围 .....	6
3.2.1 本研究依据的标准和 PCR .....	6
3.2.2 功能单位 .....	6
3.2.3 系统边界 .....	6
3.2.4 取舍原则 .....	7
3.2.5 本研究采用的假设 .....	7
3.2.6 本研究的局限性 .....	8
3.2.7 影响种类和评价方法 .....	9
3.3 采用的分析软件和数据库 .....	9
3.4 数据质量要求 .....	9
4 生命周期清单分析 .....	11
4.1 数据收集程序 .....	11
4.1.1 数据来源 .....	11
4.1.2 分配 .....	11
4.2 单元过程 .....	11
4.2.1 产品原材料生产与获取 .....	11
4.2.2 产品生产 .....	13

4.2.3	产品运输分配.....	14
4.2.4	产品使用.....	15
4.2.5	废弃产品处置.....	15
4.3	数据质量评价.....	16
5	碳足迹分析结果.....	17
5.1	产品碳足迹总体情况.....	17
5.2	碳足迹贡献分析.....	17
5.3	单元过程贡献.....	19
6	结果解释.....	23
6.1	识别的重大问题.....	23
6.2	假设和局限性的解释.....	23
6.3	完整性检查.....	23
6.4	敏感性分析.....	23
6.5	不确定性分析.....	23
7	结论和建议.....	27
	参考资料.....	28
	附录 A 背景数据集信息.....	29

## 报告摘要

产品名称	小型功率继电器
产品型号	SRG 系列
制造商名称	三友联众集团股份有限公司
制造商地址	广东省东莞市塘厦镇莆心湖中心二路 27 号
功能单位	1pc
数据时间界限	2023 年 9 月 1 日至 2024 年 8 月 31 日
生命周期边界	摇篮到坟墓（原材料获取与加工阶段、产品生产阶段、产品运输分配阶段、产品使用阶段、废弃物处置阶段）
核算标准	ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》
LCA 分析软件及版本	Simapro 9.6
背景数据库及版本	Ecoinvent 3.10
取舍原则	5%
影响种类和评价方法	IPCC 2021 GWP 100
报告目的	树立绿色低碳的企业形象，提升企业可持续发展能力； 确保符合相关客户、法规和政策要求，并及时采取相应的措施； 获取评价目标产品真实准确的碳足迹数据； 以碳足迹评价结果作为开展绿色设计、推动绿色生产的依据。
目标用户	产品生产经营活动涉及的利益相关方
碳足迹核算结果	0.37 kgCO <sub>2</sub> e

## 本报告信息

本报告由以下人员编写：

姓名	角色	公司名称	电子邮箱
段桂华	评价组长	三友联众集团股份有限公司	dgqsqe03@sanyourelay.com
廖纯梅	评价组员	三友联众集团股份有限公司	syhac01@sanyourelay.com

本报告由三友联众集团股份有限公司总监批准发布：

何明荣



2024 年 11 月 29 日

本报告经以下第三方机构核查验证：

公司名称：华测认证有限公司

核查组长：廖怀玉

核查组员：周璐

日期：2024 年 11 月 29 日



## 缩略语

简称	全称
IPCC	International Panel on Climate Change, 联合国政府间气候变化专门委员会
CFP	Carbon Footprint of a Product, 产品碳足迹
CO <sub>2</sub> e	Carbon Dioxide Equivalent, 二氧化碳当量
LCA	Life Cycle Assessment, 生命周期评价
ISO	International Organization for Standardization, 国际标准化组织
GWP	Global Warming Potential, 全球暖化潜值
PCR	Product Category Rules, 产品种类规则
GHG	Greenhouse Gases, 温室气体

## 1 碳足迹概述

随着气候变化日益严峻，各国政府和企业纷纷将视线聚焦到碳排放管理上。产品碳足迹作为评估产品或服务碳排放的重要工具，正在受到广泛关注。

碳足迹指在产品或服务整个生命周期内所产生的温室气体排放量。20 世纪 90 年代，英国提出碳足迹的概念，之后相关国际标准陆续出台，为企业核算碳足迹提供了方法指南。目前主要的碳足迹标准包括英国 BIS 发布的 PAS 2050、国际标准化组织发布的 ISO 14067、美国温室气体核算体系的产品标准等。这些标准都要求采用生命周期评估，将产品不同生命阶段的碳排放量化，以供企业比较不同产品的环境影响。随着标准的不断完善，碳足迹核算正在朝着更系统、规范的方向发展。

与此同时，各国为应对气候变化也提出了更积极的碳减排目标和行动计划。企业开展碳足迹核算，可以清楚自身的碳排放情况，并据此制定减排策略，为实现这些减排目标贡献力量。一些国家还要求高碳排放行业的企业进行碳信息披露。碳足迹数据的透明度提高，也使企业面临公众和监管部门更严格的审视，有助于企业主动管理碳风险，避免声誉损失。

市场方面，低碳和环境保护也成为消费者选择品牌的重要考量。碳足迹信息使消费者可以选择碳排放更少的产品。同时，碳足迹数据也帮助价值链伙伴识别更环保的供应商。进行碳足迹核算使企业形象与消费者需求和市场可持续发展的大趋势保持一致。这不仅提升了企业形象，也为企业创造了商业机会。

综上所述，碳足迹核算是企业落实气候战略、适应政策要求、满足市场需求的重要手段。它使企业看清自身碳排放概况，有利于制定减排行动方案；它提高企业运营的透明度，帮助企业管理碳风险；它也将企业与低碳环保的品牌形象 and 市场需求连接起来。进行碳足迹核算，是企业实现碳中和目标、可持续发展的重要一步。

## 2 企业和产品简介

### 2.1 企业简介

三友联众集团股份有限公司，是一家专业的集继电器研发、制造、销售为一体的高新技术企业、中国电子元件百强企业，于 2021 年 1 月在深圳证券交易所创业板上市。旗下拥有 12 家子公司，职工 3000 余名。据中国电子元件行业协会调研数据显示，公司连续七年入选中国电子元件百强企业，并在继电器领域的销售额连续多年排名第二。

### 2.2 产品简介

小型功率继电器是一种用来控制信号转换和微型载荷控制的装置，通过电磁吸合的方式来控制接通或断开电路信号，实现对电力系统中电路的控制。小型功率继电器被广泛应用于自动控制系统、电力系统、电子电路、物联网技术、家电控制、通信设备等领域。本报告评价的产品型号为 SRG 系列，产品净重约 15g，产品规格如下图所示：



小型功率继电器	SRG
<b>特点</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●高触点容量：17A 触点切换能力。</li> <li>●超小型标准印刷板引出脚。</li> <li>●满足 IEC60335-1 GWIF 85°C/ GWIT 775°C 要求 CTI &gt;=250V</li> <li>●使用环境高达-40°C~105°C，负载切换能力 17A/277VAC TV-8/125VAC，最大 20A/277VAC</li> <li>●低线圈功耗 0.36W，F 级线圈绝缘等级。</li> <li>●线圈与触点间抗浪涌电压 6KV，介质耐压 2.5KV。</li> </ul>	
<b>安规认证</b> <p>UL, cUL 认证号：E190598                      VDE 认证号：40037165                      CQC 认证号：CQC13002089151</p>	

## 3 碳足迹研究目的和范围

### 3.1 研究目的

本报告书旨在从生命周期评价的角度出发,向经营活动涉及的利益相关方揭示 SRG 系列小型功率继电器原材料获取与加工阶段、产品生产阶段、产品运输分配阶段、产品使用阶段、废弃物处置阶段的碳足迹(摇篮到坟墓),具体目的包括:

- 1) 树立绿色低碳的企业形象,提升企业可持续发展能力;
- 2) 确保符合相关客户、法规和政策要求,并及时采取相应的措施;
- 3) 获取评价目标产品真实准确的碳足迹数据;
- 4) 以碳足迹评价结果作为开展绿色设计、推动绿色生产的依据。

### 3.2 研究范围

#### 3.2.1 本研究依据的标准和 PCR

本研究所依据的标准为 ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》。

根据 ISO 14067:2018 标准的要求,若存在产品种类规则(PCR),则应当参照使用。通过网络搜索查询,中国政府部门、行业协会暂未发布小型功率继电器的 PCR。

#### 3.2.2 功能单位

产品碳足迹分析中,功能单位是对产品系统中输出功能的度量。功能单位的基本作用是在进行碳足迹分析时为软件提供一个统一计量输入和输出的基准。

根据 ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》的要求,本报告以 1pc 小型功率继电器 SRG 系列产品为评价目标产品的功能单位。

#### 3.2.3 系统边界

小型功率继电器产品碳足迹系统边界包括五个阶段:产品原材料生产与获取阶段、产品加工阶段、产品运输分配阶段、产品使用阶段、废弃物处置阶段。系统边界如图 1 所示:

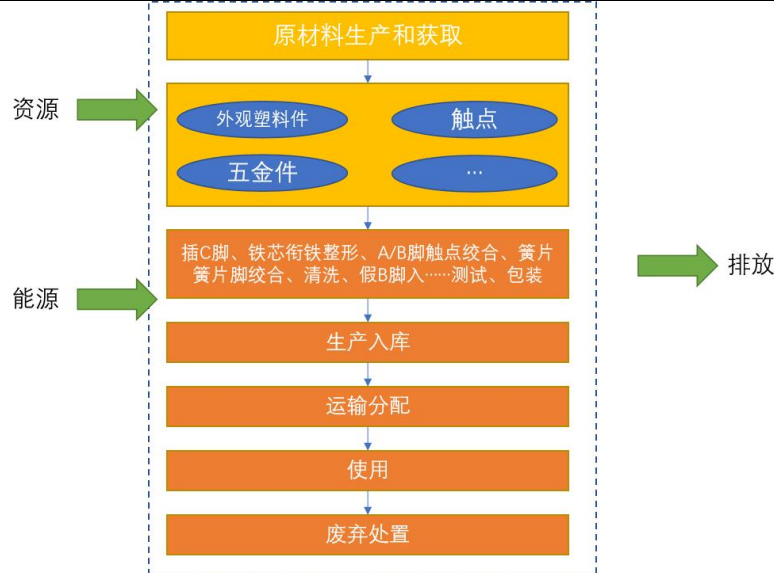


图 1 产品碳足迹系统边界

### 3.2.4 取舍原则

一般而言，本报告应包括分析系统的所有过程和流程。如果发现个别物质流或能量流对特定过程的碳足迹不重要，出于实际原因，可以将其排除在外，并报告为未考虑的过程。

本报告设定的实质性门槛是 5%。其中单个物质流或能量流的排除门槛是 1%，排除总量不超过总排放量的 5%。由于就某些可能产生环境影响的过程，在出现以下情况时，对应的过程将会被排除。

- (1) 技术上无适当核算及量化方法；
- (2) 虽然量化过程可行但不符合经济效益，且排放量占总体排放量的比例小于 1%。

本报告排除的过程包括：

1. 未考虑部分道路和工厂等基础设施、生产设备和生活设施的建设过程，员工通勤和差旅过程等产生的排放；
2. 废气产生于注塑车间，废气处理工艺为 UV 催化降解+活性炭吸附，废气处理设施消耗电力，其能耗已计入注塑车间（即第六事业部包含的能耗），且活性炭消耗量较少且无详细统计数据，故未考虑注塑车间废气处理过程消耗活性炭产生的排放。

### 3.2.5 本研究采用的假设

本报告在评价过程中采用了如下假设条件：

1. 此次计算的小型功率继电器产品为全年规模化生产，因此以生产统计单位作为功能单位，即 1pc，选择 2023 年 9 月 1 日至 2024 年 8 月 31 日的原辅材料、包材、能源消耗量作为活动数据用于计算，该数据为 1pc 的 SRG 系列小型功率继电器消耗量平均值，基于 2023 年 9 月 1 日至 2024 年 8 月 31 日的生产情况计算 1pc 的

小型功率继电器的产品碳足迹。

2. 本产品所采用的辅助材料在全厂各产品的生产中规模化利用，厂内未区分产品类型统计消耗总量，但有平均每单位产品辅料耗用量经验值，假设辅料损耗率为 4%，产品辅料的耗用量在统计周期内无异常波动，采用经验值计算本产品的辅料耗用量。
3. 本产品生产阶段和废弃产品处置阶段的污染物处置过程中，一般固体废弃物离开产品系统，由第三方公司进行回收再生处置，故一般固体废弃物不参与其环境影响的分配，即不承担下游废弃物处理的环境影响，也不分享回收带来的环境收益。
4. 本产品报废后的废弃物运输方式和距离无实测数据，也难以调研，假设运输距离为 100km，运输方式为货运。
5. WD40 试剂在使用过程中消耗二氧化碳气体作为推进剂，试剂中二氧化碳含量约为 3%，其逸散排放量难以量化，故排除 WD40 使用过程的碳排放影响。
6. 产品使用阶段无实测数据，故采用产品设计寿命、额定功率等设计参数作为产品使用阶段的数据来源。
7. 由于缺乏实测数据，本报告调研最新发布的废弃物回收数据，假设处置场景如下：根据《全球电子废弃物监测报告》，只有 22.3%的废弃物得到了有文件记载的回收再利用，剩余部分均进行其它综合处置。此外，根据经济合作与发展组织(OECD)发布题为《全球塑料展望：经济驱动因素、环境影响和政策选择》，仅有 9%的塑料垃圾最终被回收利用，剩余部分均进行其它综合处置；根据中国造纸协会发布的《中国造纸工业 2023 年度报告》，我国 2023 年废纸箱回收率为 51.20%。

### 3.2.6 本研究的局限性

依据 ISO 14067:2018 标准附录 A 的要求，本报告对目标产品碳足迹研究的局限性做出如下说明：

此次产品碳足迹评价出于了解和掌握基本数据的目的，将气候变化作为单一影响类别，生命周期边界为摇篮到坟墓（原材料获取与加工阶段、产品生产阶段、产品运输分配阶段、使用阶段、废弃产品处置阶段）。产品碳足迹反映了随着时间的推移对全球辐射能量平衡的潜在影响，即 GHG 排放量和产品系统的移除量之和，与原材料采购、设计、生产、运输相关。产品碳足迹可能是影响“气候变化”关注领域的产品生命周期的一个重要环境方面，除此之外，产品生命周期可能会对其他相关领域产生影响（例如：资源枯竭、空气、水、土壤和生态系统）。产品碳足迹引起的气候变化只是产品生命周期可能产生的各种环境影响之一，不同影响的相对重要性因产品而异。仅基于单一环境问题的产品影响决策可能与其他环境问题相关的目标相冲突。

根据 LCA 方法计算 CFP。ISO14040 和 ISO14044 解决了其固有的局限性和权衡。这包括建立一个功能或声明的单元和系统边界、适当数据源的可用性和选择、分配程序以及有关传输的假设。一些选定的数据可能仅限于特定的地理区域（如：国家电网）和/或可能随时间变化（如：季节变化）还需要选择值（例如用于选择功能单元或声明单元或分配过程）来建模生命周期。如本报告在评价过程中的假设包括：1）选择 2023 年 9 月 1 日至 2024

年 8 月 31 日的原辅材料、包材及能源消耗量和总产量作为活动数据用于计算 1pc 的 SRG 系列小型功率继电器消耗量平均值；2)一般固废运往第三方公司进行回收再生处置，本次评价的产品不承担一般固废回收处置过程产生的环境影响或分享环境收益；3)产品报废的活动数据无法实测，仅仅基于公开调研报告的参数进行推算；这些方法限制可能对计算结果产生影响。因此，定量 CFP 的准确性有限，也难以评估。

### 3.2.7 影响种类和评价方法

本报告采用 IPCC 2021 GWP 100 分析方法，将二氧化碳当量 (CO<sub>2</sub>e) 作为单一指标，对产品全生命周期碳足迹进行评价计算。

### 3.3 采用的分析软件和数据库

本报告采用 SimaPro (版本: 9.6) 软件进行产品碳足迹评价，所使用的 LCA 数据库为 Ecoinvent 3.10。

### 3.4 数据质量要求

在计算 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹时，本报告所收集的数据质量符合 ISO 14067:2018 标准要求：

- a) 时间范围：所收集的活动数据发生在 2023 年 9 月 1 日至 2024 年 8 月 31 日；
- b) 地理范围：背景过程和参数优先选用物料的主要产地或过程的发生地数据，由先到后依次考虑区域数据、国家数据、国际数据；
- c) 技术范围：背景过程和参数优先选取与目标产品工艺、技术或技术组合一致的数据；
- d) 信息精度：选择最准确的数据；
- e) 完整性：所有活动数据都被测量，不存在数据缺失或者代表性不够等问题；
- f) 代表性：定性评价数据集，能代表所研究产品的平均生产水平及相应排放；
- g) 一致性：各相关数据按照一致的质量要求和资料选取顺序进行搜集和统计；
- h) 再现性：评价报告的数据、方法及过程均可在 LCA 软件中再现（因原理问题，量化不确定性的蒙特卡罗模拟每次数值有所不同），计算结果单独导出为 EXCEL 文件；
- i) 数据来源：本报告的现场数据由三友联众集团股份有限公司各部门协同参与，根据实际生产情况提供。报告的背景数据来源于 Ecoinvent 3.10 数据库中适用于中国区域或适用于全球的数据和其他权威文献调研数据。
- j) 不确定性：见 6.5 章节。

其他有关数据质量的工作内容如下所述：

- a) 产品生命周期碳足迹清单质量管理：在活动数据收集中，每一项数据的收集都

对应着相应的数据质量，尽量使用经过测量的数据质量较高的原始数据，但由于产品系统不可避免的需要进行分配，会影响最终的数据质量；

b) 产品生命周期碳足迹清单质量管理人员：工作小组保留了各部门收集信息获取数据的责任人联系方式。

碳足迹计算数据质量定义见表 1：

**表 1 数据质量定义**

数据质量	定义
高	引用初级数据
中	引用次级数据
低	引用推估数据

## 4 生命周期清单分析

### 4.1 数据收集程序

#### 4.1.1 数据来源

本报告的现场数据由三友联众集团股份有限公司相关部门协同参与，根据实际生产情况提供，主要包括生产过程的能源消耗、产品原辅材料的使用量、原辅材料的运输距离、生产过程的废弃物产生量、产品使用阶段的能耗等数据。

本报告的背景数据包括主要原料、辅料、包材的生产数据、权威的电力排放因子数据、运输排放因子数据、废弃物处理的排放因子数据。本报告的背景数据来源于 Ecoinvent 3.10 数据库中适用于中国区域或适用于全球的数据和其他权威文献调研数据。

#### 4.1.2 分配

1. SRG 系列小型功率继电器的主要原材料消耗量来源于《三友继电器物料领用明细》，不涉及分配。
2. 生产过程废弃物的产生量根据成品继电器产量进行分配。
3. 本次评价的成品继电器生产涉及第一事业部、第六事业部和辅助系统的能耗，生产过程的电耗根据继电器产量进行分配。
4. 水资源消耗包括生产用水、生活用水，其中生活用水较少，所有用水视为生产用水，产品水耗根据全厂继电器产量分摊。

### 4.2 单元过程

#### 4.2.1 产品原材料生产与获取

原材料获取阶段产生的 GHG 主要来源于原辅材料的生产加工和采购运输过程。根据原辅材料清单及原辅材料消耗情况的调研统计，2023 年 9 月 1 日—2024 年 8 月 31 日期间生产的小型功率继电器产 SRG 系列产品的原辅材料消耗量及运输情况的信息如表 2 和表 3 所示。

表 2 原辅材料、包材清单

序号	材料名称	重量	单位	占原材料总重量比例 (%)
1	外壳	1.5722469	g/pc	9.58
2	骨架	1.2283964	g/pc	7.48
3	绝缘片	0.2138453	g/pc	1.30
4	底板	0.2797999	g/pc	1.70
5	铁芯	1.4531619	g/pc	8.85
6	衔铁	0.8788075	g/pc	5.35

7	轭铁	2.6567765	g/pc	16.19
8	A 脚组件	0.4206117	g/pc	2.56
9	B 脚组件	0.1307514	g/pc	0.80
10	簧片组件	0.9071792	g/pc	5.53
11	漆包线	4.4791667	g/pc	27.29
12	胶水	0.1979166	g/pc	1.21
13	UV 胶	0.0041666	g/pc	0.03
14	工业酒精	0.0135416	g/pc	0.08
15	异丙醇	0.0006249	g/pc	0.004
16	锡丝	0.0101040	g/pc	0.06
17	锡条	0.0047397	g/pc	0.03
18	纸箱	0.2486735	g/pc	1.51
19	塑盒	0.0827486	g/pc	0.50
20	塑管	1.6311911	g/pc	9.94

**表 3 原辅材料、包材运输信息表**

序号	材料名称	原材料产地	运输方式	运输距离 (km)
1	外壳	广东省东莞市塘厦镇河畔路 10 号/广东省东莞市横沥镇三江工业区 118 号	汽运	47
2	基座	广东省东莞市横沥镇三江工业区 118 号	汽运	48
3	绝缘片	广东省东莞市横沥镇三江工业区 118 号	汽运	48
4	挂钩	广东省东莞市横沥镇三江工业区 118 号	汽运	48
5	铁芯	宁波市鄞州区姜山镇科技园区雁湖路 645 号	汽运	1300
6	衔铁	广东省东莞市塘厦镇河畔路 10 号	汽运	3
7	轭铁	广东省东莞市塘厦镇河畔路 10 号/广东省东莞市凤岗镇油甘埔同兴路 152 号 3 栋 101 室	汽运	20
8	A 脚组件	广东省东莞市塘厦镇河畔路 10 号	汽运	3
9	B 脚组件	广东省东莞市塘厦镇河畔路 10 号	汽运	3
10	簧片组件	广东省东莞市塘厦镇河畔路 10 号	汽运	3
11	漆包线	广东梅州兴宁市合水镇合水工业区/甘肃省白银市白银区高新区创业大厦 512 室	汽运	875
12	胶水	惠州市博罗县龙溪镇小蓬岗深湖村/上海双流路 100 号 100 铺位	汽运	430
13	UV 胶	深圳市宝安区新桥街道沙企社区中心路 18 号高盛大厦 A 座七层 A709	汽运	40
14	工业酒精	东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 36 号	汽运	7
15	异丙醇	东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 36 号	汽运	7
16	锡丝	深圳市宝安区西乡前进路 38 号	汽运	47
17	锡条	深圳市宝安区石岩街道应人石社区	汽运	45

		永新街天宝路 34 号		
18	纸箱	广东省东莞市清溪镇铁松路 116 号 5 栋 102 室	汽运	15
19	塑盒	东莞市大岭山镇鸡翅岭斯麦特工业园/深圳市宝安区新桥街道新二社区东环路 494 号第 1 栋厂房 3 层	汽运	37
20	塑管	广东省东莞市沙田镇轮渡路沙田段 150 号 2 栋 201 室/东莞市虎门小捷滘长德路 263 号	汽运	62

#### 4.2.2 产品生产

SRG 系列小型功率继电器的生产工艺流程图如下所示：

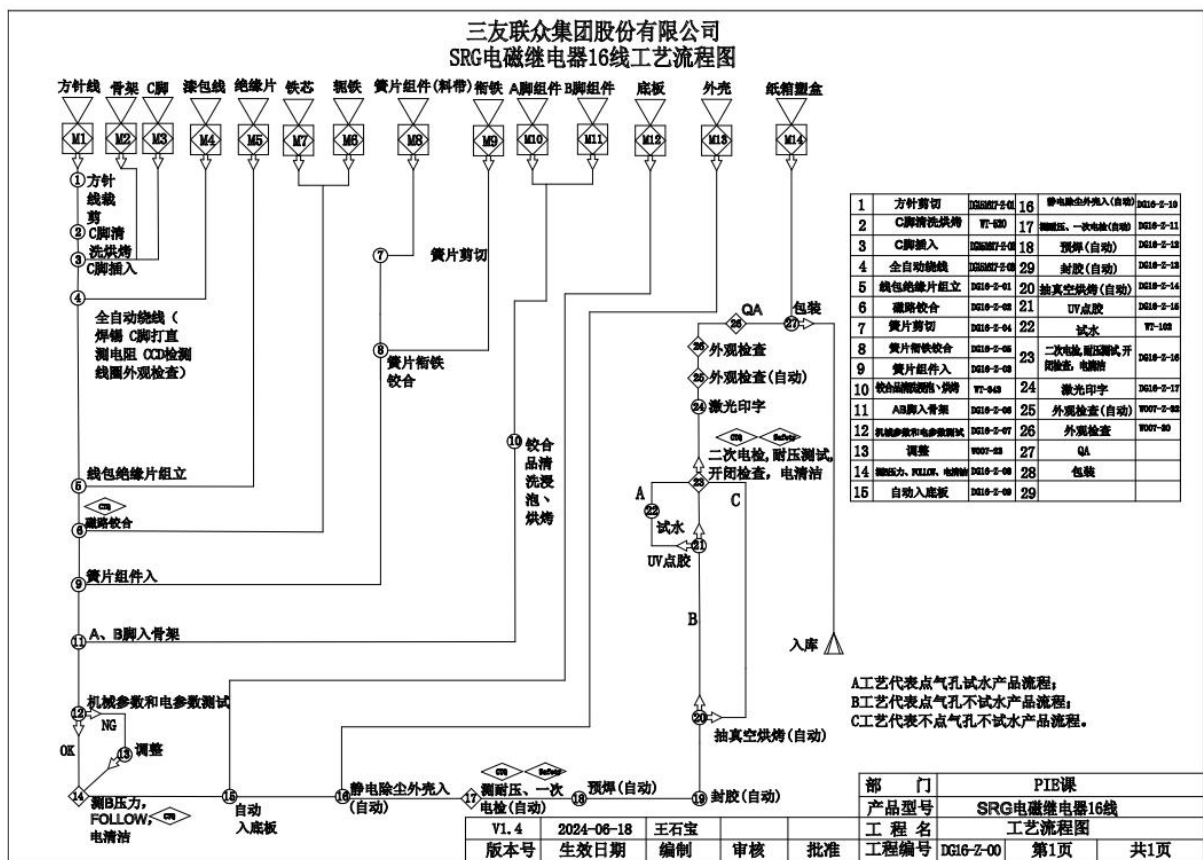


图 2 产品生产工艺流程图

SRG 系列小型功率继电器生产过程中主要使用电力和水资源，生产过程中产生废水和危废（废清洗液、废空桶），根据三友联众集团股份有限公司提供的《2022-24 年能耗数据统计及目标监测表》、《水费发票》、《废水站数据明细》和《危废台账(三友联众)2023/2024》，结合 4.1 章节分配过程，SRG 系列小型功率继电器在生产过程中主要用能、废弃物运输及危废产生量信息如表 4 所示。

表 4 产品生产阶段能源、资源消耗、废弃物产生和运输情况

类别	名称	数值	单位
----	----	----	----

生产设备维护保养	环氧树脂除胶剂	0.00000013	kg/pc
生产设备维护保养	高温油脂	0.00000005	kg/pc
生产设备维护保养	工业酒精-保养	0.0000023	kg/pc
生产设备维护保养	WD40	0.0000027	kg/pc
生产设备维护保养	抗磨液压油	0.0000008	kg/pc
生产设备维护保养	生产设备维护耗材运输	0.00000011	t·km/pc
能源	生产用电	0.0781111	kWh/pc
资源	自来水	0.4207006	kg/pc
废弃物处置	危废焚烧	0.0000412	kg/pc
废弃物处置	物化处理后回收利用	0.0000124	kg/pc
废弃物处置	PAM	0.0000089	kg/pc
废弃物处置	PAC	0.0000072	kg/pc
废弃物处置	氢氧化钠	0.0000003	kg/pc
废弃物处置	废水综合	0.0163007	kg/pc
废弃物处置	危废运输	0.0000034	t·km/pc

#### 4.2.3 产品运输分配

SRG 系列小型功率继电器主要外销新加坡、墨西哥、香港等地，主要内销南京、安徽、广东等地，根据三友联众集团股份有限公司提供的《产品主要运输信息统计》，得出产品运输分配阶段信息如表 5 所示。

表 5 产品运输分配阶段情况

起送点	终止点	毛重 (kg)	陆运距离 (km)	海运距离 (km)	加权陆运距离 km	加权海运距离 km	单位产品陆运合计 (t·km/pc)	单位产品海运合计 (t·km/pc)
东莞	安徽	21,050.99	1206		626.61	452.02	0.010629	0.007667
东莞	北京	67.33	2140.2					
东莞	波兰	13.77		8367				
东莞	德国	19.89		8960				
东莞	东莞	30,882.01	50					
东莞	福建	3.14	645					
东莞	广州	4,284.00	128.4					
东莞	杭州	14,178.21	1030					
东莞	合肥	199.52	1052					
东莞	湖北	61.20	1034.3					
东莞	湖南	167.38	603					
东莞	惠州	8,571.56	50					
东莞	江苏	32,171.65	1324.1					

东莞	江西	1,346.42	674				
东莞	明光	275.40	1382.4				
东莞	墨西哥	13,076.18		13563.3			
东莞	南京	110,955.94	1132				
东莞	宁波	2,316.03	1089				
东莞	青岛	1,753.93	1598				
东莞	山东	244.80	1854.2				
东莞	上海	1,326.51	1191				
东莞	深圳	115,471.33	34.5				
东莞	顺德	14,237.80	80				
东莞	苏州	481.95	1365				
东莞	天津	818.08	1838				
东莞	威海	742.05	1148				
东莞	无锡	1,725.38	1430.3				
东莞	芜湖	2,549.02	1233.7				
东莞	西班牙	45.90		10487.3			
东莞	香港	2,218.67		58			
东莞	新加坡	13,760.98		2636			
东莞	浙江	61,561.61	1029				
东莞	中山	19,603.86	76				
东莞	澳大利亚	137.70		5620.1			

#### 4.2.4 产品使用

SRG 系列小型功率继电器使用阶段消耗电力为估算值，即根据产品设计使用寿命、使用频次、额定功率等计算得出，基本信息如表 6 所示。

表 6 产品使用阶段情况

指标	单位	数据
产品功率	W	0.37
产品使用寿命	次	100000
脉冲宽度	ms	1000
产品使用期内的消耗电力量	kWh	0.01

#### 4.2.5 废弃产品处置

小型功率继电器 SRG 系列产品的废弃阶段主要为产品本身和包装材料至废弃物处置场所的运输和废弃处理。

由于缺乏实测数据，本报告调研最新发布的废弃物回收数据，假设处置场景如下：根据《全球电子废弃物监测报告》，只有 22.3%的废弃物得到了有文件记载的回收再利用，剩余部分均进行其它综合处置。此外，根据经济合作与发展组织（OECD）发布题为《全球塑料展望：经济驱动因素、环境影响和政策选择》，仅有 9%的塑料垃圾最终被回收利用，剩余部分均进行其它综合处置。并且，由于废弃产品运输距离无法获取实测数据，假设废弃物运输至报废场所的距离为 100km。产品废弃阶段的废弃物处置排放见表 7。

**表 7 废弃产品处置阶段情况**

类别	部件名称	单位产品重量 (g)	处理方式	比例	废弃物重量: g	运输距离 (km)	运输方式	运输 t·km
产品	废电子器件	15.00	回收	22.30%	3.345	100	陆运	0.0003345
	废电子器件		按电子器件处理	77.70%	11.655	100	陆运	0.0011655
包装	废塑料	1.71	回收	9%	0.176	100	陆运	0.0000154
	废塑料		按废塑料处理	91%	1.777	100	陆运	0.0001560
	废纸箱	0.25	回收	51.20%	0.127	100	陆运	0.0000127
	废纸箱		按废纸箱处理	48.80%	0.121	100	陆运	0.0000121
合计		16.96						0.0016963

### 4.3 数据质量评价

本报告开展 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹评价过程中,对收集的数据类别与来源进行汇总,并根据 3.3 章节的定义,对数据类别进行数据质量评价,如表 8 所示:

**表 8 碳足迹评价数据质量**

数据质量	数据类别		数据来源
高	初级数据	原辅材料及包装材料消耗量	企业生产统计
		电、自来水消耗量	企业生产统计
		产品使用阶段能耗量	产品设计参数
		废弃物产生量	企业生产统计
中	次级数据	原辅材料生产排放因子	Ecoinvent 3.10 数据库、CPCD 数据库、中国钢铁 EPD 平台
		运输排放因子	Ecoinvent 3.10 数据库
		能源生产及消耗排放因子	Ecoinvent 3.10 数据库
		能源生产及消耗排放因子	Ecoinvent 3.10 数据库
低	推估数据	原辅包材料运输距离	网络查询
		废弃物运输距离	网络查询

## 5 碳足迹分析结果

### 5.1 产品碳足迹总体情况

本报告采用 SimaPro（版本：9.6）软件进行产品碳足迹评价。基于上述产品碳足迹输入输出分析，构建产品原材料生产与获取阶段、产品生产阶段、产品运输分配阶段、产品使用阶段和废弃产品废弃处置阶段 5 个 LCA 模型；采用 IPCC 2021 GWP 100 分析方法，对产品全生命周期碳足迹进行评价计算。根据标准要求，将二氧化碳当量(CO<sub>2</sub>e)作为单一指标。具体评价结果如表 9 所示。功能单位为 1pc。

表 9 产品碳足迹评价结果

阶段	碳足迹	单位	占比
原材料生产与获取阶段	0.2733	kgCO <sub>2</sub> e	74.87%
产品生产阶段	0.0806	kgCO <sub>2</sub> e	22.07%
产品运输分配阶段	0.0017	kgCO <sub>2</sub> e	0.48%
产品使用阶段	0.0074	kgCO <sub>2</sub> e	2.03%
废弃产品处置阶段	0.0020	kgCO <sub>2</sub> e	0.55%
合计	0.37	kgCO <sub>2</sub> e	100.00%

下图展示了 SRG 系列小型功率继电器在生命周期各阶段对产品碳足迹的贡献：

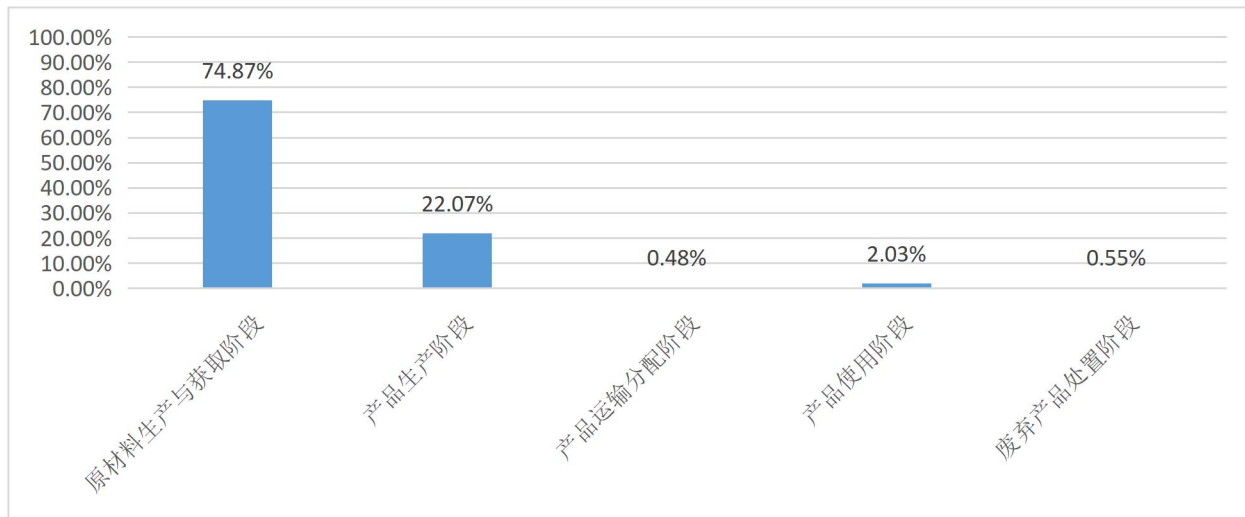


图 3 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹阶段分析

从图中可以看出，SRG 系列小型功率继电器产品的原材料生产与获取阶段对产品碳足迹贡献最大，其次是产品的生产加工阶段。

### 5.2 碳足迹贡献分析

产品生命周期各阶段对产品碳足迹影响最大的过程是产品原材料生产与获取阶段中原材料簧片组件的生产加工过程，占比 55.97%；其次是产品生产阶段中的电力消耗过程，

占比 20.58%；再次是原材料生产与获取阶段的漆包线生产加工过程，占比 7.65%，如表 10 所示：

表 10 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹过程贡献分析

序号	过程贡献	排放量 kgCO <sub>2</sub> e	占比	所属阶段
1	簧片组件	0.2043256	55.97%	原材料生产与获取阶段
2	生产用电	0.0751428	20.58%	产品生产阶段
3	漆包线	0.0279276	7.65%	原材料生产与获取阶段
4	外壳	0.0140937	3.86%	原材料生产与获取阶段
5	产品使用用电	0.0074100	2.03%	产品使用阶段
6	轭铁	0.0052273	1.43%	原材料生产与获取阶段
7	骨架	0.0048644	1.33%	原材料生产与获取阶段
8	塑管	0.0048283	1.32%	原材料生产与获取阶段
9	废水综合	0.0047598	1.30%	产品生产阶段
10	铁芯	0.0028592	0.78%	原材料生产与获取阶段
11	A 脚组件	0.0026154	0.72%	原材料生产与获取阶段
12	衔铁	0.0017291	0.47%	原材料生产与获取阶段
13	陆运	0.0016591	0.45%	产品运输阶段
14	胶水	0.0012595	0.34%	原材料生产与获取阶段
15	底板	0.0011080	0.30%	原材料生产与获取阶段
16	混合废塑料	0.0009436	0.26%	废弃产品处置阶段
17	绝缘片	0.0008468	0.23%	原材料生产与获取阶段
18	B 脚组件	0.0008130	0.22%	原材料生产与获取阶段
19	自来水	0.0005220	0.14%	产品生产阶段
20	废电子器件	0.0004478	0.12%	废弃产品处置阶段
21	废纸板	0.0003575	0.10%	废弃产品处置阶段
22	纸箱	0.0003332	0.09%	原材料生产与获取阶段
23	塑盒	0.0003277	0.09%	原材料生产与获取阶段
24	报废物运输	0.0002648	0.07%	废弃产品处置阶段
25	锡丝	0.0001083	0.03%	原材料生产与获取阶段
26	危废焚烧	0.0001056	0.03%	产品生产阶段
27	海运	0.0000783	0.02%	产品运输阶段
28	锡条	0.0000508	0.0139%	原材料生产与获取阶段
29	PAM	0.0000357	0.0098%	产品生产阶段
30	UV 胶	0.0000196	0.0054%	原材料生产与获取阶段
31	PAC	0.0000130	0.0036%	产品生产阶段
32	工业酒精	0.0000066	0.0018%	原材料生产与获取阶段
33	WD40	0.0000037	0.0010%	产品生产阶段
34	异丙醇	0.0000021	0.0006%	原材料生产与获取阶段
35	抗磨液压油	0.0000015	0.00041%	产品生产阶段
36	工业酒精-保养	0.0000011	0.00030%	产品生产阶段
37	原辅包材运输	0.0000010	0.00027%	原材料生产与获取阶段
38	危废运输	0.0000005	0.00014%	产品生产阶段
39	氢氧化钠	0.0000005	0.00013%	产品生产阶段
40	环氧树脂除胶剂	0.0000003	0.000076%	产品生产阶段

41	高温油脂	0.0000001	0.0000243%	产品生产阶段
42	设备保养耗材运输	0.0000000	0.0000048%	产品生产阶段
43	物化处理后回收利用	0.0000000	0.0000000%	产品生产阶段
44	废纸板回收利用	0.0000000	0.0000000%	废弃产品处置阶段
45	废塑料回收利用	0.0000000	0.0000000%	废弃产品处置阶段
46	废电子器件回收利用	0.0000000	0.0000000%	废弃产品处置阶段

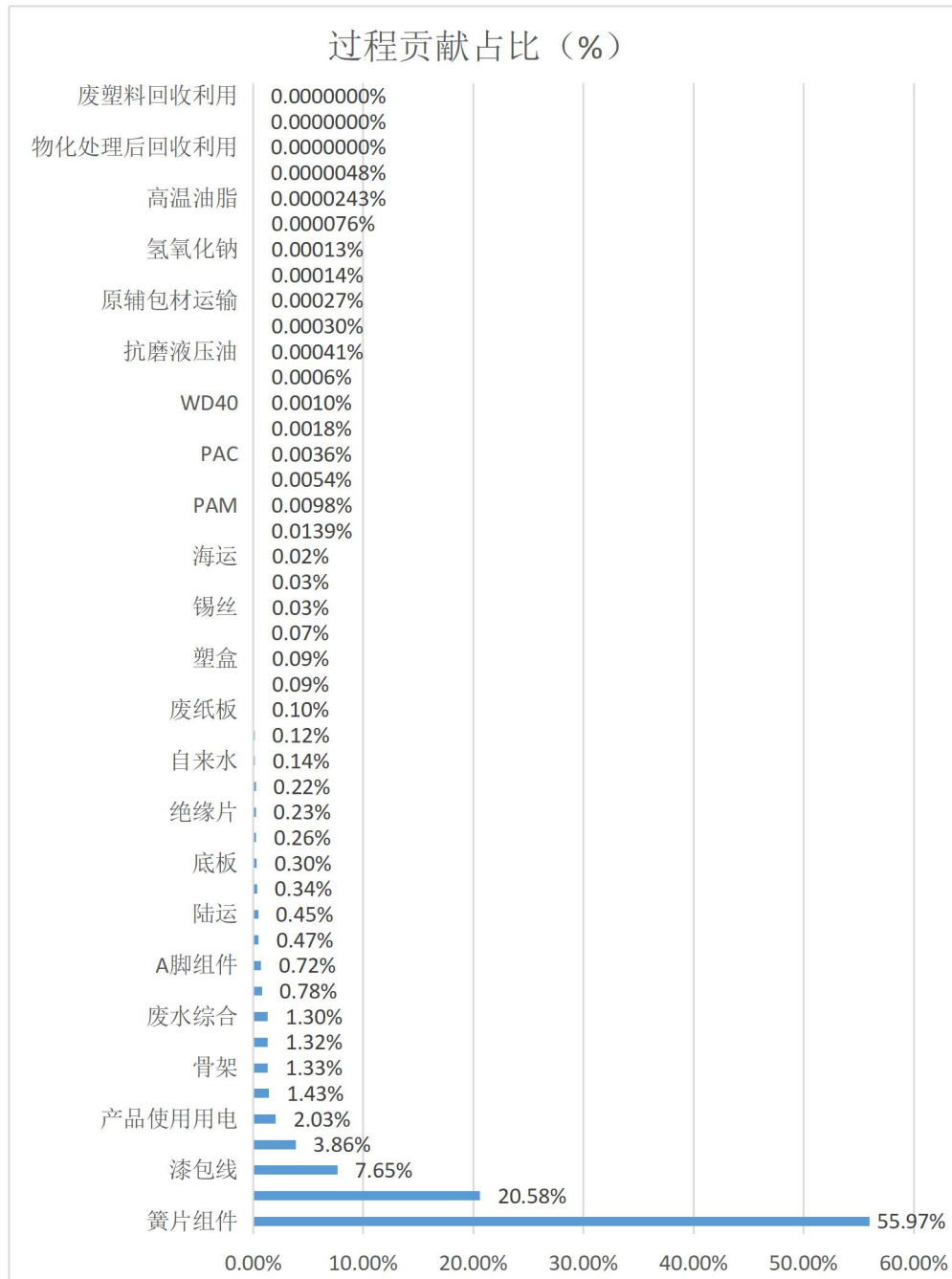


图 4 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹过程贡献分析

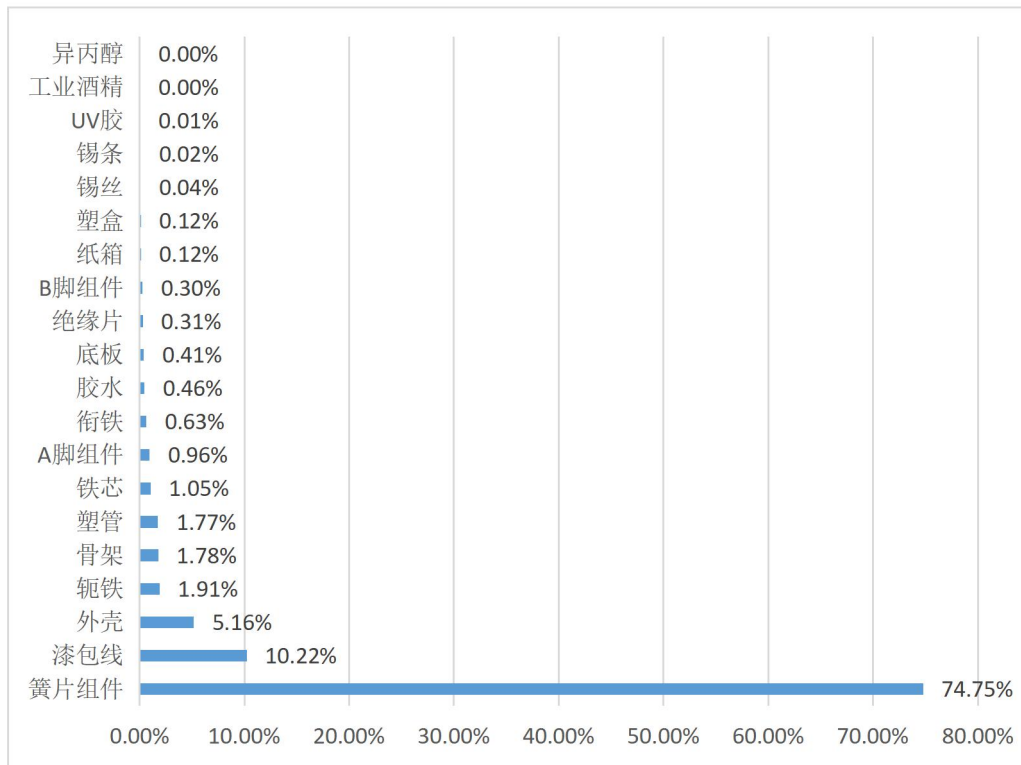
### 5.3 单元过程贡献

原材料生产与获取阶段中,排放量占比最大的是簧片组件的生产过程,占比为 74.75%,

其次为漆包线的生产过程，占比为 10.22%。

表 11 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹原材料生产与获取阶段贡献

序号	过程贡献	排放量 kgCO <sub>2</sub> e	占比
1	簧片组件	0.2043256	74.75%
2	漆包线	0.0279276	10.22%
3	外壳	0.0140937	5.16%
4	塑管	0.0052273	1.91%
5	轭铁	0.0048644	1.78%
6	骨架	0.0048283	1.77%
7	铁芯	0.0028592	1.05%
8	A 脚组件	0.0026154	0.96%
9	衔铁	0.0017291	0.63%
10	胶水	0.0012595	0.46%
11	底板	0.0011080	0.41%
12	绝缘片	0.0008468	0.31%
13	B 脚组件	0.0008130	0.30%
14	纸箱	0.0003332	0.12%
15	塑盒	0.0003277	0.12%
16	锡丝	0.0001083	0.04%
17	锡条	0.0000508	0.02%
18	UV 胶	0.0000196	0.01%
19	工业酒精	0.0000066	0.00%
20	异丙醇	0.0000021	0.00%
21	原辅包材运输	0.0000010	0.00%

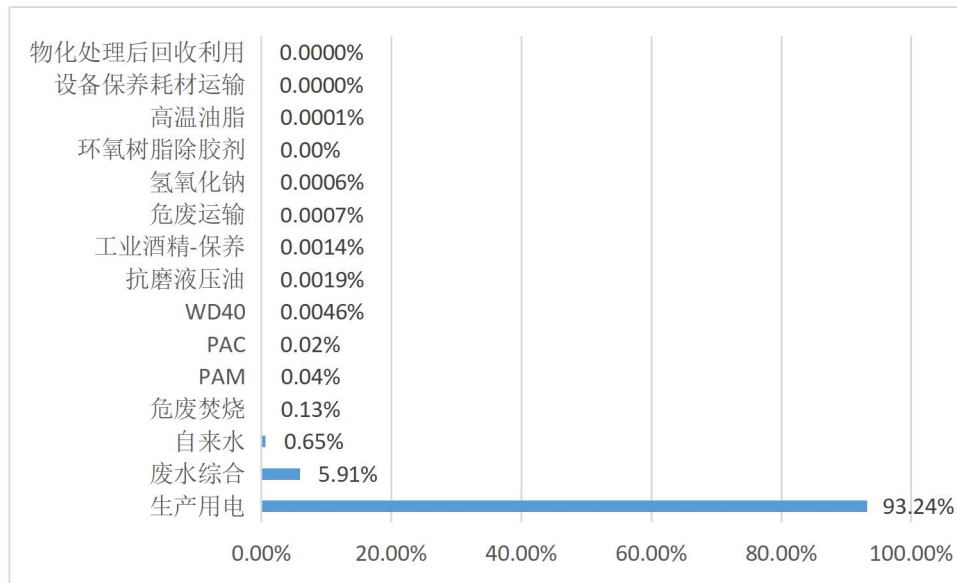


**图 5 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹原材料生产与获取阶段贡献**

生产阶段中，排放量占比最大的是电力的生产过程，占比为 93.24%，其次为废水综合处置过程，占比为 5.91%。

**表 12 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹生产阶段贡献**

过程贡献	排放量 kgCO <sub>2</sub> e	占比
生产用电	0.0751428	93.24%
废水综合	0.0047598	5.91%
自来水	0.0005220	0.65%
危废焚烧	0.0001056	0.13%
PAM	0.0000357	0.04%
PAC	0.0000130	0.02%
WD40	0.0000037	0.0046%
抗磨液压油	0.0000015	0.0019%
工业酒精-保养	0.0000011	0.0014%
危废运输	0.0000005	0.0007%
氢氧化钠	0.0000005	0.0006%
环氧树脂除胶剂	0.0000003	0.00%
高温油脂	0.0000001	0.0001%
设备保养耗材运输	0.0000000	0.0000%
物化处理回收再利用	0.0000000	0.0000%


**图 6 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹生产阶段贡献**

产品运输分配阶段中，排放量占比最大的是产品陆运的生产过程，占比为 95.50%，其次为产品陆运过程，占比为 4.50%。

**表 13 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹产品运输阶段贡献**

过程贡献	排放量 kgCO <sub>2</sub> e	占比
陆运	0.0016824	95.50%

过程贡献	排放量 kgCO <sub>2</sub> e	占比
海运	0.0000794	4.50%

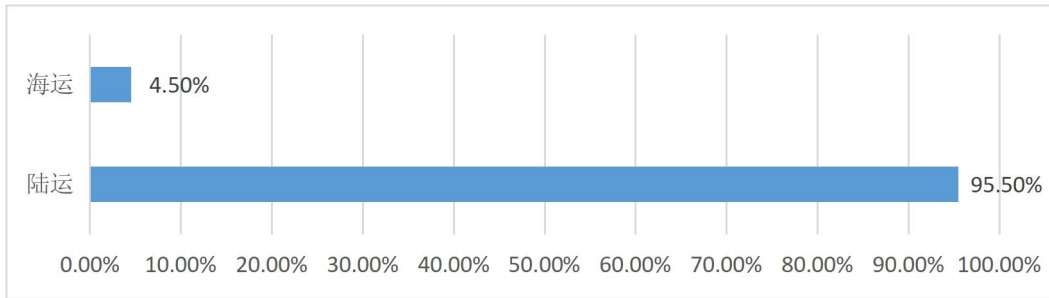


图 7 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹产品运输阶段贡献

产品使用阶段中，排放量占比最大的是产品电力消耗过程，占比为 100.00%。

表 14 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹产品使用阶段贡献

单元过程名称	排放量 (kgCO <sub>2</sub> e)	贡献占比 (%)
产品使用用电	0.00741000	100.00%

废弃产品处置阶段中，排放量占比最大的是混合废塑料的处置过程，占比为 46.86%，其次为废电子器件处置过程，占比为 22.24%。

表 15 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹产品废弃物处置阶段贡献

过程贡献	排放量 kgCO <sub>2</sub> e	占比
混合废塑料	0.0009436	46.86%
废电子器件	0.0004478	22.24%
废纸板	0.0003575	17.75%
报废物运输	0.0002648	13.15%
废电子器件回收利用	0.0000000	0.00%
废塑料回收利用	0.0000000	0.00%
废纸板回收利用	0.0000000	0.00%

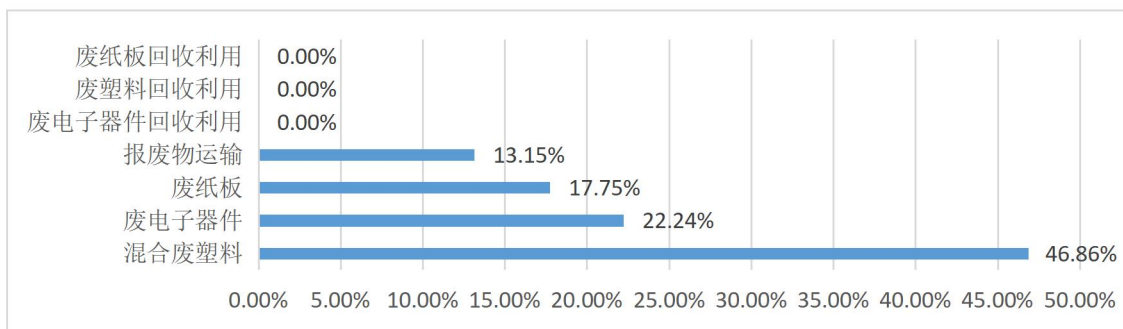


图 8 SRG 系列小型功率继电器产品碳足迹废弃产品处置阶段贡献

## 6 结果解释

### 6.1 识别的重大问题

在开展三友联众集团股份有限公司生产的 SRG 系列小型功率继电器评价过程中, 包含产品原材料生产与获取阶段、产品生产阶段、产品运输分配阶段、产品使用阶段、废弃产品处置阶段, 过程中未识别出重大问题。

### 6.2 假设和局限性的解释

本报告在量化方法、取舍原则、假设等方面均会使产品碳足迹评价的研究结果具有局限性。

量化方法方面, 遵循了相关性原则, 综合考虑了可行性和尽量提高精度的需求; 本产品碳足迹评价工作对依据取舍原则确认的排除项进行了评估, 确保其不会对评价结果产生实质性影响; 本报告所使用的假设场景遵循相关性原则, 考虑了国内的、所属行业的实际情况, 尊重并借鉴了一线工作人员的业务经验。

### 6.3 完整性检查

本报告依据 ISO 14044:2006 对目标产品的碳足迹评价过程进行了完整性检查和一致性检查。

碳足迹评价过程完全依据企业实际的生产情况开展, 所填报的各个过程清单数据来自企业的生产台账、采购发票等凭证, 并通过现场走访确认数据信息, 所有数据收集没有遗漏, 截断和分配均已做出说明, 满足生命周期评价的完整性要求。

### 6.4 敏感性分析

原材料生产与获取阶段簧片组件的生产与获取是 SRG 系列小型功率继电器生产过程中占比最大的阶段, 占比为 55.97%。因此, 对簧片组件生产与获取进行敏感性分析, 以描述对产品碳足迹结果的影响。调整的重点是排放水平, 簧片组件生产与获取排放量的调整范围为 $\pm 20\%$ 。1pc SRG 系列小型功率继电器的敏感性分析结果如表 15 所示, 反映出小型功率继电器全生命周期的总影响。

表 15 生产过程电力消耗量对 1pc 小型功率继电器的敏感性分析

参数	单位	基准碳足迹	-20%水平	波动比例	+20%水平	波动比例
气候变化	kgCO <sub>2</sub> e	0.37	0.32	-11.19%	0.41	11.19%

### 6.5 不确定性分析

本报告碳足迹计算的不确定性采用定性分析法, 对于数据的不同来源, 采用以下数据质量分级和打分:

**表 16 活动数据质量级别**

质量级别	描述
好	量测值：实际量测数值，如电表、水表、领料单、采购单据等。
较好	工程师推估值：以合理方法进行推估的数值。
一般	理论值/经验值：根据理论推导算出的数值或现场操作经验值，如单位产品下脚料重量。
差	参考文献：由其它文献（如学术文献、法规限制值）取得的资料或其他企业公开披露的数值。

活动数据质量分析结果如表 17 所示：

**表 17 活动数据质量分析结果**

活动数据类别	数据质量级别	说明
能源	较好	SRG 系列继电器生产过程涉及第一事业部、第六事业部、辅助系统的能耗，各部门耗电量单独计量，产品能耗根据产品产量分配。
原材料	好	依据《三友继电器物料领用明细》获得。
包材	较好	纸箱、塑盒根据实际包装规格测量获得、塑管消耗量根据《三友继电器物料领用明细》获得。
产品使用能耗	较好	根据产品设计寿命、额定功率等设计参数作为产品使用阶段的数据估算依据。
产品报废处置	一般	根据《全球电子废弃物监测报告》，只有 22.3%的废弃物得到了有文件记载的回收再利用，剩余部分均进行其它综合处置。此外，根据经济合作与发展组织（OECD）发布题为《全球塑料展望：经济驱动因素、环境影响和政策选择》，仅有 9%的塑料垃圾最终被回收利用，剩余部分均进行其它综合处置。并且，由于废弃产品运输距离无法获取实测数据，假设废弃物运输至报废场所的距离为 100km。
运输	一般	运输车型为假设值、运输距离在百度地图中查询。

对于排放因子，参考 PAS 2050:2011 Guide Annex F 的方法进行数据质量分析。排放因子的质量等级和质量分析评分标准如表 18 至表 22 所示：

**表 18 排放系数的评分等级-时间相关性**

时间相关性	分数
<5 年	5
5-10 年	3
10-15 年	2

时间相关性	分数
>15 年（及未知年份）	1

**表 19 排放系数的评分等级-地域相关性**

地域相关性	分数
完全符合所盘查产品生产地点	5
数据为国家层面的数据	3
数据为全球平均数据	1

**表 20 排放系数的评分等级-技术相关性**

技术相关性	分数
完全符合所盘查产品生产技术	5
行业平均数据	3
替代数据	1

**表 21 排放系数的评分等级-数据准确度**

数据准确度	分数
变异性低	5
变异性高	2
变异性未量化，考虑为较低	3
变异性未量化，考虑为较高	1

**表 22 排放系数的评分等级-方法学适用性**

方法学的合适及一致性	分数
ISO 14067/PAS 2050 补充要求所规定的排放因子	5
政府/国际政府组织/行业/权威数据库发布的排放因子	4
公司/其他机构发布的排放因子	2
公司/其他机构发布的排放因子	1

排放因子的质量等级和质量分析结果如表 23 和表 24 所示：

**表 23 排放因子数据质量结果分析**

排放因子类别	时间相关性得分	地域相关性得分	技术相关性得分	数据准确度得分	方法学适用性得分	得分平均值
能源	5	3	3	3	4	3.6
原材料	5	1	3	3	4	3.2
包材	5	1	3	3	4	3.2

产品使用 能耗	5	1	3	3	4	3.2
产品报废 处置	5	1	3	3	4	3.2
运输	5	1	3	3	4	3.2
总平均分	3.27					

**表 24 排放因子数据质量结果总结**

排放因子类别	数据质量平均得分 (5分为最高分)	说明
能源	3.60	排放因子来源为 LCA 数据库和 IPCC 指南，无替代因子；
原材料	3.20	排放因子来源为 LCA 数据库，存在替代因子；
包材	3.20	排放因子来源为 LCA 数据库，存在代因子；
产品使用能耗	3.20	排放因子来源为 LCA 数据库，无替代因子；
产品报废处置	3.20	排放因子来源为 LCA 数据库，存在替代因子；
运输	3.20	排放因子来源为 LCA 数据库，存在替代因子；
总平均分	3.27	排放因子数据质量较好。

## 7 结论和建议

本报告采用 SimaPro（版本：9.6）软件进行产品碳足迹评价。基于上述产品碳足迹输入输出分析，构建原材料生产与获取阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品使用阶段及废弃产品处置阶段 5 个 LCA 模型；采用 IPCC 2021 GWP 100 分析方法，对产品全生命周期碳足迹进行评价计算。

综上所述，核算组依据 ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》对 1pc SRG 系列小型功率继电器产品的碳足迹进行核算，其全生命周期碳足迹为 0.37 kgCO<sub>2</sub>e。产品生产过程的电力消耗阶段产生的碳排放、原材料获取加工阶段是造成小型功率继电器产品全生命周期碳足迹的最主要来源。三友联众集团股份有限公司可在能效管理、使用可再生能源、供应商管理等方面开展进一步的绿色设计和绿色产品开发的工作。

## 参考资料

- [1] ISO 14040:2006 - 《环境管理 生命周期评价 原则与框架》
- [2] ISO 14044:2006- 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》
- [3] ISO 14067:2018 - 《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》
- [4] PAS 2050:2011 - 《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》
- [5] 中国产品全生命周期温室气体排放系数库
- [6] 《中国再生塑料行业发展报告》，国家发改委宏观经济研究院&中国社会科学院数量与技术经济研究所
- [7] 《废弃电器电子产品回收处理管理条例》
- [8] 中国钢铁全产业链 EPD 平台

**附录 A 背景数据集信息**

序号	材料/活动	成分/材质	排放因子	单位	数据项	数据来源	备注
1	外壳	PA46	8.96	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Glass fibre reinforced plastic,polyamide, injection moulded {GLO}market for glass fibre reinforced plastic, polyamide, injection moulded   Cut-off S	Ecoinvent 3.10	/
2	骨架	PBT	3.96	kgCO <sub>2</sub> e/kg	/	CPCD	热塑性材料近似替代
3	绝缘片	PBT	3.96	kgCO <sub>2</sub> e/kg	/	CPCD	热塑性材料近似替代
4	底板	PBT	3.96	kgCO <sub>2</sub> e/kg	/	CPCD	热塑性材料近似替代
5	铁芯	电工纯铁	1.97	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Steel, unalloyed {GLO}  market for steel, unalloyed   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
6	衔铁	电工纯铁	1.97	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Steel, unalloyed {GLO}  market for steel, unalloyed   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
7	轭铁	电工纯铁	1.97	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Steel, unalloyed {GLO}  market for steel, unalloyed   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
8	簧片组件	0.1134g 簧片：45.7%铜 +0.1346g 动触点： 48.6%银，其他 5.7%	225.23	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Copper, anode {CN}  smelting of copper concentrate, sulfide ore   Cut-off, S Silver {GLO}  market for silver   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
9	A 脚组件、B 脚组件	铜	6.22	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Copper, anode {CN}  smelting of copper concentrate, sulfide ore   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
10	漆包线	98%铜 2%聚氨酯	6.24	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Copper, anode {CN}  smelting of copper concentrate, sulfide ore   Cut-off, S Polyurethane, rigid foam {RoW}  market for	Ecoinvent 3.10	/

序号	材料/活动	成分/材质	排放因子	单位	数据项	数据来源	备注
					polyurethane, rigid foam   Cut-off, S		
11	胶水	环氧树脂	6.36	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Epoxy resin, liquid {RoW}  market for epoxy resin, liquid   Cut-off, S		/
12	UV 胶	丙烯酸酯	4.70	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Methyl acrylate {GLO}  market for methyl acrylate   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	丙烯酸甲酯 近似替代
13	工业酒精	乙醇	0.49	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Ethanol, without water, in 95% solution state, from fermentation {CN}  ethanol production from sweet sorghum   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
14	异丙醇	异丙醇	3.37	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Isopropanol {RoW}  market for isopropanol   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
15	锡丝	锡	10.72	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Tin {RoW}  tin production   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
16	锡条	锡	10.72	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Tin {RoW}  tin production   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
17	纸箱	瓦楞纸板	1.34	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Corrugated board box {RoW}  market for corrugated board box   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
18	塑盒	PET	3.96	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RoW}  polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
19	塑管	PVC	2.96	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Polyvinylchloride, bulk polymerised {RoW}  polyvinylchloride production, bulk polymerisation   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
20	陆运	货运 unspecified	0.16	kgCO <sub>2</sub> e/t·km	Transport, freight, lorry, unspecified {RoW}  market for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
21	海运	集装箱海运	0.01	kgCO <sub>2</sub> e/t·km	Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/

序号	材料/活动	成分/材质	排放因子	单位	数据项	数据来源	备注
22	环氧树脂除胶剂	丙酮	2.14	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Acetone, liquid {RoW}  market for acetone, liquid   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
23	高温油脂	润滑油	1.78	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Lubricating oil {RoW}  market for lubricating oil   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
24	工业酒精-保养	乙醇	0.48	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Ethanol, without water, in 95% solution state, from fermentation {CN}  ethanol production from sweet sorghum   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
25	WD40	70%正己烷, 3%二氧化碳推进剂, 17%润滑油, 其他 10%	1.38	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Hexane {GLO}  market for hexane   Cut-off, S Lubricating oil {RoW}  market for lubricating oil   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
26	抗磨液压油	润滑油	1.78	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Lubricating oil {RoW}  market for lubricating oil   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
27	能源	电力	0.96	kgCO <sub>2</sub> e/kwh	Electricity, low voltage {CN}  market group for electricity, low voltage   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
28	资源	自来水	0.0012	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Tap water {RoW}  market for tap water   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
29	危废	危废焚烧	2.56	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Hazardous waste, for incineration {RoW}  market for hazardous waste, for incineration   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
30	危废	物化处理后回收利用	0.00	kgCO <sub>2</sub> e/kg	/	/	/
31	PAM	PAM	4.003	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Polyacrylamide {GLO}  market for polyacrylamide   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
32	PAC	PAC	1.82	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Polyaluminium chloride {GLO}  market for polyaluminium chloride   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/

序号	材料/活动	成分/材质	排放因子	单位	数据项	数据来源	备注
33	片碱	氢氧化钠	1.49	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RoW}  market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
34	废水并市政管网处置	废水综合	0.29	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Wastewater, average {RoW}  market for wastewater, average   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
35	产品使用	电力	0.74	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Electricity, low voltage {GLO}  market group for electricity, low voltage   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
36	废电子器件	废电子器件	0.04	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Electronics scrap {GLO}  market for electronics scrap   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
37	废塑料	混合废塑料	0.61	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Waste plastic, mixture {RoW}  market for waste plastic, mixture   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
38	废纸箱	废纸板	2.95	kgCO <sub>2</sub> e/kg	Waste paperboard {RoW}  market for waste paperboard   Cut-off, S	Ecoinvent 3.10	/
39	废塑料回收利用	废塑料	0	kgCO <sub>2</sub> e/kg	/	/	/
40	废纸板回收利用	废纸板	0	kgCO <sub>2</sub> e/kg	/	/	/
41	废电子器件回收利用	废电子器件	0	kgCO <sub>2</sub> e/kg	/	/	/