

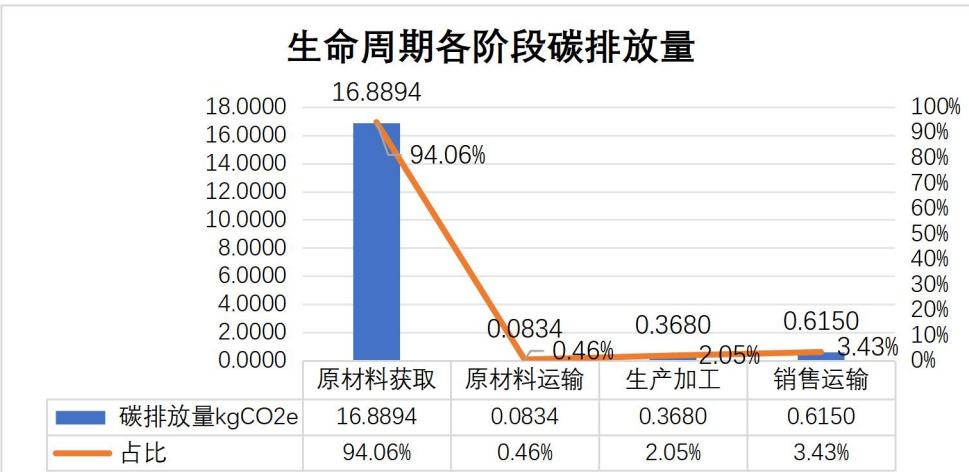
评价报告编号: HUIC-CFP20250525

台邦电机工业集团有限公司
微型单相四极电机 (5RK90CC)
产品碳足迹报告

机构名称 (公章) : 慧诚企业管理 (温州) 有限公司

报告签发日期: 2025年5月25日

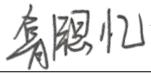
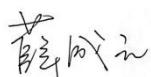


企业名称	台邦电机工业集团有限公司																					
组织机构代码	91330382766444959P																					
地址	浙江省乐清市经济开发区纬16路216号																					
联系人	凌陆	联系方式	13780110779																			
核算和报告依据	PAS 2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》； ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》； GB/T 24040-2008 《环境管理 生命周期评价 原则与框架》； GB/T 24044-2008 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》 GB/T 24067-2024 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》。																					
评价结论： 慧诚企业管理（温州）有限公司受台邦电机工业集团有限公司委托，对微型单相四极电机（5RK90CC）的产品碳足迹进行评价，确认结论如下：																						
1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖 确认此次产品碳足迹报告符合 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》； ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》； GB/T 24040-2008 《环境管理 生命周期评价 原则与框架》； GB/T 24044-2008 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》 GB/T 24067-2024 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》的要求。																						
2.单位产品碳足迹结果 <table border="1" data-bbox="314 1365 1283 1493"> <thead> <tr> <th>微型单相四极电机（5RK90CC）</th> <th>单位产品碳排放量（kgCO₂e/台）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>摇篮到大门</td> <td>17.9557</td> </tr> </tbody> </table>  <table border="1" data-bbox="357 1897 1214 1976"> <thead> <tr> <th>阶段</th> <th>碳排放量kgCO₂e</th> <th>占比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原材料获取</td> <td>16.8894</td> <td>94.06%</td> </tr> <tr> <td>原材料运输</td> <td>0.0834</td> <td>0.46%</td> </tr> <tr> <td>生产加工</td> <td>0.3680</td> <td>2.05%</td> </tr> <tr> <td>销售运输</td> <td>0.6150</td> <td>3.43%</td> </tr> </tbody> </table>				微型单相四极电机（5RK90CC）	单位产品碳排放量（kgCO ₂ e/台）	摇篮到大门	17.9557	阶段	碳排放量kgCO ₂ e	占比	原材料获取	16.8894	94.06%	原材料运输	0.0834	0.46%	生产加工	0.3680	2.05%	销售运输	0.6150	3.43%
微型单相四极电机（5RK90CC）	单位产品碳排放量（kgCO ₂ e/台）																					
摇篮到大门	17.9557																					
阶段	碳排放量kgCO ₂ e	占比																				
原材料获取	16.8894	94.06%																				
原材料运输	0.0834	0.46%																				
生产加工	0.3680	2.05%																				
销售运输	0.6150	3.43%																				

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摇篮到大门，包括原辅材料获取阶段、原辅材料运输阶段、生产阶段、销售运输阶段。

(2) 本次产品碳足迹评价工作采用SimaPro 9.5平台系统建立了产品生命周期模型，计算得到产品碳足迹结果。

编制	鲁锶忆	签名		日期	2025.05.20
组员	鲁锶忆、周恋、黄建伟				
审核	薛成元	签名		日期	2025.05.22
批准	叶建华	签名		日期	2025.05.25

目 录

摘要	1
1 产品碳足迹（CFP）介绍	2
2 企业及产品介绍	4
2.1 企业介绍	4
2.2 厂区布局	5
2.3 产品介绍及工艺流程	6
3 目标与范围定义	11
3.1 评价目的	11
3.2 评价范围	12
3.2.1 功能单位	12
3.2.2 系统边界	12
3.2.3 分配原则	13
3.2.4 取舍准则	13
3.2.5 相关假设和限制	14
3.2.6 影响类型和评价方法	14
3.2.7 数据库	14
3.2.8 数据质量要求	15
4 数据收集	16
4.1 数据收集说明	16
4.2 活动水平数据	17
4.2.1 原辅材料获取	17

4.2.2 原辅材料运输	18
4.2.3 产品生产	20
4.2.3 销售运输	20
4.3 排放因子数据	21
5 碳足迹计算	22
5.1 计算方法	22
5.2 计算结果	22
5.4 不确定性分析	29
6 结论与建议	31
6.1 结论	31
6.2 建议	31

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》、ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》、GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价 原则与框架》、GB/T 24044-2008《环境管理 生命周期评价 要求与指南》、GB/T 24067-2024《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》为标准，计算得到微型单相四极电机（5RK90CC）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只微型单相四极电机（5RK90CC）产品。评价的系统边界定义为部分产品碳足迹，即“摇篮到大门”，其中涵盖了原辅材料获取阶段、生产阶段、销售运输阶段。

评价得到：生产1只微型单相四极电机（5RK90CC）“摇篮到大门”的碳足迹值为17.9557g CO₂ eq。

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 SimaPro 9.5 平台系统，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 Ecoinvent 3、USLCI 等、USLCI 等规定的数据库，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。

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（CO₂e）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）《ISO14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》，此标准以 PAS2050 为种子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布。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；

（4）GB/T 24067-2024 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》，此标准借鉴国际标准化组织（ISO）发布的 ISO 14067 国际标准，采用与国际通行的生命周期评价标准（GB/T 24040 和 GB/T 24044）一致的方式，规定了产品碳足迹的研究范围、原则和量化方法等，为产品碳足迹核算方法和数据国际交流互认打下基础，填补了国内产品碳足迹核算通用标准的空白，将为各方研究编制具体产品碳足迹核算标准提供指导。

2 企业及产品介绍

2.1 企业介绍

台邦电机工业集团有限公司，于一九九五年在北京创立，专注于电气动力传递与控制，是智能化装备核心部件供应商，主营产品包括各类高效电机、各类精密减速器、PLC、驱动控制器、编码器、电磁制动器。公司“机器人核心部件项目”于2018年列入国家重大项目建设库，于2019年承接工业机器人用高精密行星齿轮减速机“卡脖子”项目。公司拥有省级精密传动技术研究院、省级研发中心，公司通过了ISO9001、ISO14001、ISO45001、UL、TUV、CE、ROHS、CQC等认证，在北京、浙江、广东、上海、天津、江苏、福建设有事业部，公司拥有世界一流的加工检测设备及软件，为六万多家客户提供产品及服务，运营规模包括五个工业园、1500余名员工、三十大系列四十多万种型号产品，年产销各种小微型减速电机系统400万台套以上，在中国业界首屈一指。





图 2-1 企业外观及车间照片

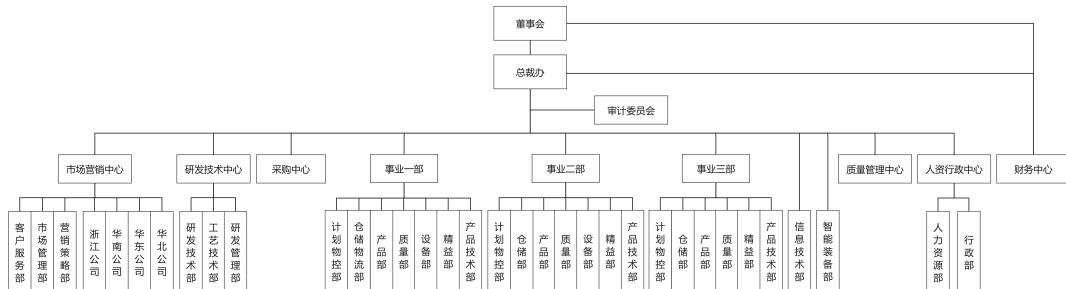


图 2-2 企业组织机构图

2.2 产品介绍

产品名称	微型单相四极电机
产品型号	5RK90CC
产品重量	2.38 kg/只
评价范围	从摇篮到大门
数据统计期	2024 年 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日
产品介绍	微型单向四极电机是一款超小型化、结构紧凑、专为单向连续旋转设计的微型交流电机。其核心特点在于

	集成了“四极磁路系统”（“四机”通常指四磁极），在微型化尺寸下实现了优化的扭矩输出和运行平稳性。这款电机设计简洁，驱动方便，特别适用于空间极其受限、仅需单方向驱动且要求平稳运行、低噪音的应用场景
包装描述	产品采用纸板外箱，泡沫盒包装
产品图片	

2.3 工艺流程

微型单相四极电机（5RK90CC）的具体工艺流程如下：

1、太阳轮制造：

精车：圆钢经过车床机械车加工，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

滚齿：圆钢经过滚齿机械加工，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

研磨中心孔：圆钢半成品经过机械加工，去除表面杂质，将加工部位研磨光亮，过程中无需使用切削液作为冷却润滑。

磨外圆：经外圆磨床机械加工，打磨材料外表面，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降，以金属边角料核算生产固废。则产生噪声、金属边角料、废切削液。

精滚齿：经过滚齿机进一步精细机械加工，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

2、行星轮制造：

精车：同太阳轮精车工艺。

滚齿：同太阳轮滚齿工艺。

磨内孔、磨平面：圆钢半成品经过磨床，对材料内孔及表面打磨加工，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

精滚齿：同太阳轮精滚齿工艺。

3、转架制造：

精车：同太阳轮精车工艺。

镗孔：在加工中心上对材料内孔进一步加工，扩大孔径，提高精度，减小表面粗糙度，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

磨平面：同行星轮磨平面工艺。

4、输入轴制造：

精车：同太阳轮精车工艺。

铣槽：圆钢经过铣床机械铣加工，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

插键槽：圆钢半成品经过插齿机机械加工，将加工部位研磨光亮，过程中无需使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

磨外圆：同太阳轮磨外圆工艺。

锯槽：经过锯床进一步精细机械加工，过程中使用切削液作为

冷却润滑。

5、内齿圈制造：

半精车：同太阳轮精车工艺。

钻孔：无缝钢管经过加工中心机械打孔，过程中使用切削液作为冷却润滑。

精车一、精车二：无缝钢管半成品经过车床机械加工，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

磨平面：同行星轮磨平面工艺。

插齿：无缝钢管半成品经过插齿机机械加工，过程中使用切削液作为冷却润滑。

6、输出轴制造：

精车：同太阳轮精车工艺。

铣键槽：圆钢经过铣床机械铣加工，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

磨外圆：同太阳轮磨外圆工艺。

攻螺纹：经过加工中心机械加工出相应的螺纹，过程中使用切削

液作为冷却润滑。

7、输入法兰制造：

钻孔：同内齿圈钻孔工艺。

倒角：铝棒半成品经过齿轮倒角机机械加工形成倒角，过程中

无需使用切削液。

精车：同太阳轮精车工艺。

铣平面：铝棒半成品经过加工中心机械加工外表面，过程中使用切削液作为冷却润滑，机加工产生的金属粉尘于车间地面自然沉降。

攻螺纹：同输出轴攻螺纹工艺。

8、输出法兰制造：

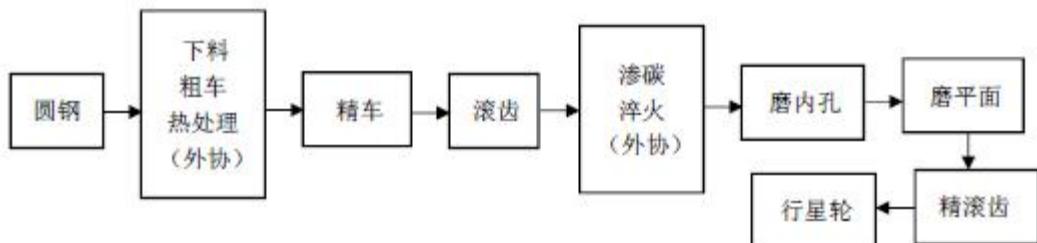
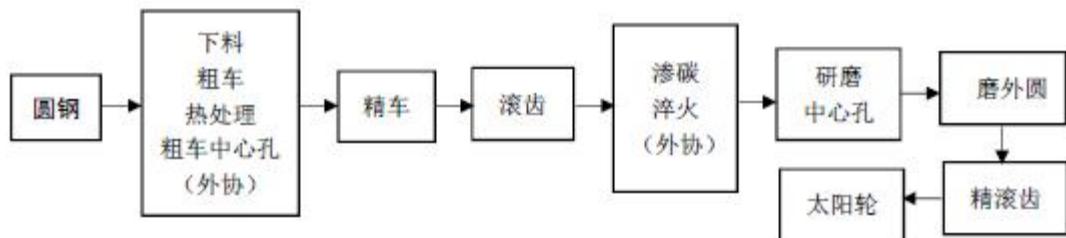
钻孔：同内齿圈钻孔工艺。

攻螺纹：同输出轴攻螺纹工艺。

精车：同太阳轮精车工艺。

装配：将太阳轮、行星轮、输入轴等半成品与外购件装配在一起形成精密齿轮减速器。

加油脂：经加油机按照一定的量度向精磨齿轮减速器灌入油脂。



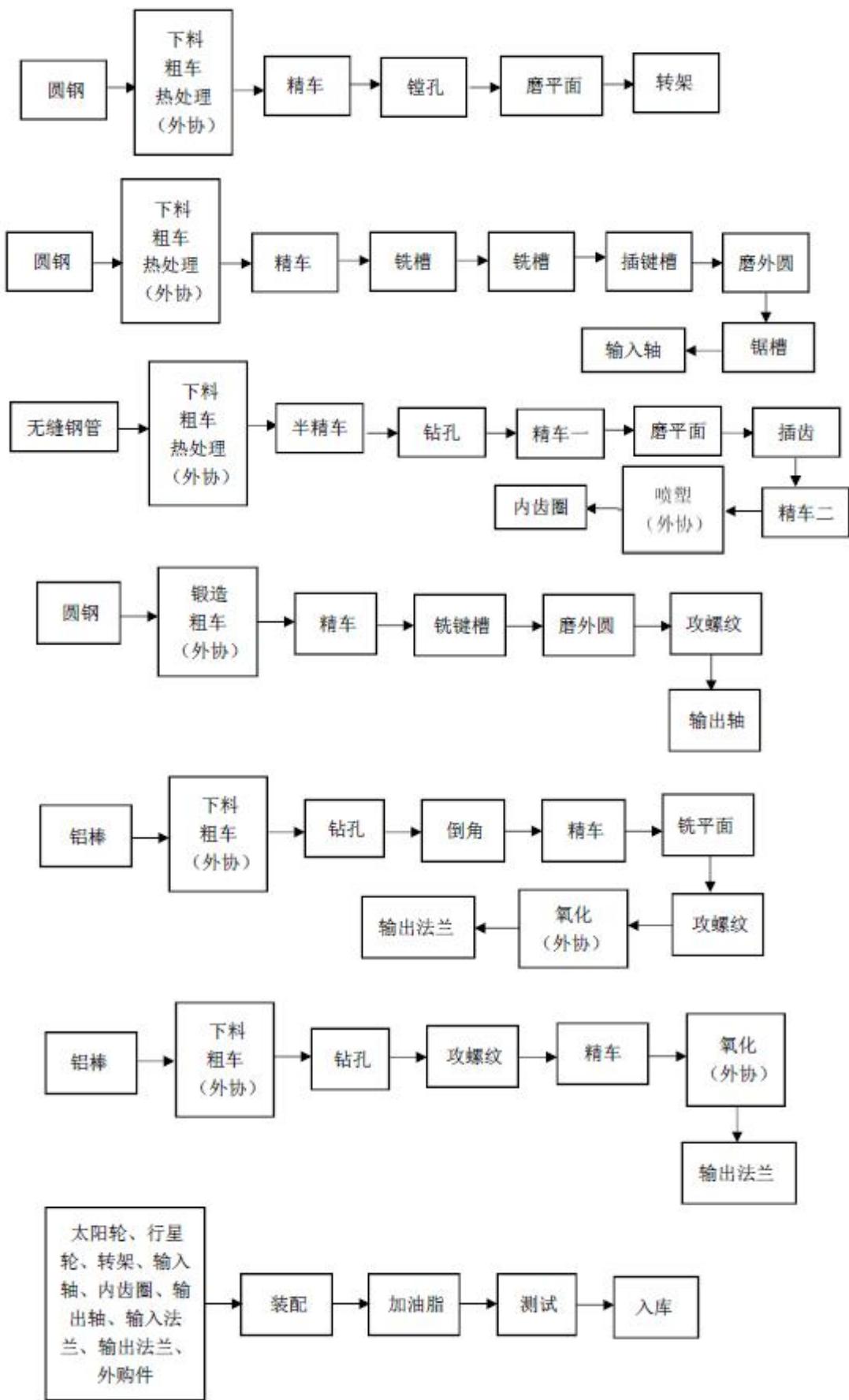


图 2-3 生产工艺流程

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》；

ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》；

GB/T 24040-2008 《环境管理 生命周期评价 原则与框架》；

GB/T 24044-2008 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》；

GB/T 24067-2024 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》标准的要求，科学地评估微型单相四极电机（5RK90CC）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，台邦电机工业集团有限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只微型单相四极电机（5RK90CC）。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界“摇篮到大门”，涵盖了原辅材料获取阶段、原辅材料运输阶段、生产阶段、销售运输阶段等阶段。微型单相四极电机（5RK90CC）产品从“摇篮到大门”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 各阶段包含及不包含的过程

阶段类型	包含的过程	未包含的过程
原辅材料获取阶段	圆钢、永磁铁、定子组件、橡胶等	
原辅材料运输阶段	圆钢、永磁铁、定子组件、橡胶等的运输	
生产阶段	汽油、柴油、电力等	
销售运输阶段	5RK90CC产品的运输	

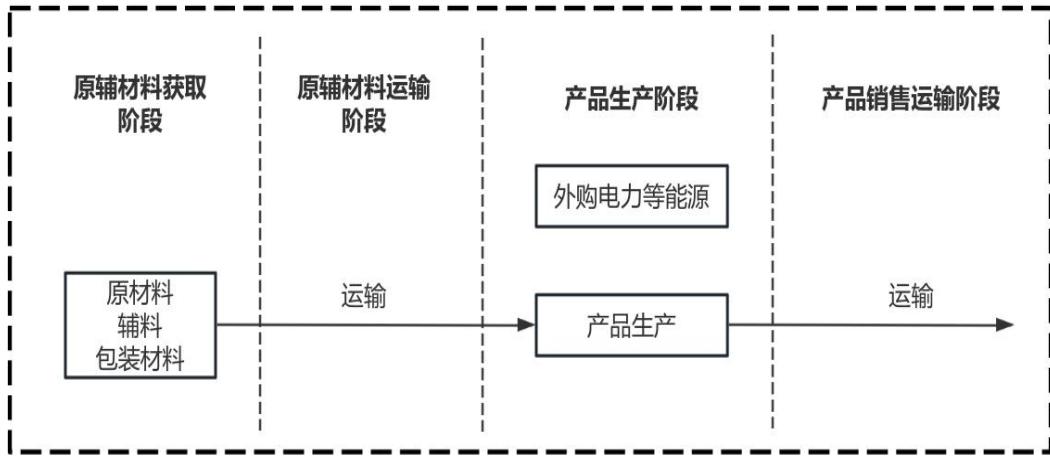


图 3-1 系统边界

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。

本报告采用避免分配原则。

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，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFC）、全氟化碳（PFC）等。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 数据库

本评价过程中使用到的数据库，包括 Ecoinvent 3、USLCI 等数据库。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 Ecoinvent 3、USLCI 等数据库；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。

4 数据收集

4.1 数据收集说明

根据标准的要求，慧诚企业管理（温州）有限公司组建了碳足迹评价工作组，对微型单相四极电机（5RK90CC）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 2024 年 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日。数据代表了微型单相四极电机（5RK90CC）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：汽油、柴油、电力的排放因子可表示为 $\text{CO}_2\text{e}/\text{kWh}$ 。全球增温潜势（GWP）是将单位质量的某种温室气体（GHG）在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度的影响相关联的系数。

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 Ecoinvent 3、USLCI 等数据库。

4.2 活动水平数据

生产微型单相四极电机（5RK90CC）产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

4.2.1 原辅材料获取

原辅材料获取的活动水平数据包括圆钢、永磁铁、定子组件、橡胶等原辅材料的活动水平数据，及原辅材料开采、生产、加工等过程的活动水平数据。

1只微型单相四极电机（5RK90CC）产品的原辅材料获取活动水平数据具体见表 4-1。

表4-1 原辅材料获取活动水平数据

类别	材料名称	规格型号	材质	1件产品用量	
				重量	单位
原材料	风叶	Φ84×Φ9×H11	08F	60.03	g
	风叶罩	□90.5×41	08F	183	g
	磁环组件	Φ22.7×Φ9×H13.5	Y30H-2+H62	26.17	g
	机壳	Φ84.5-Φ87.5	YL102	340	g
	转子组件	L=148.8Φ51.2×H51×0.8m×9z	40Cr	820	g
	前端盖	Φ32×Φ87.5×H22.45	YL102	153	g
	定子组件	F 220V-60W-1350rpm	PA66+50WW 600+漆包铜圆线	230	g
	测速发电机组件	Φ9	08F	71.38	g
	PVC 套管	8	PVC	0.5	g
辅料	波形弹性垫圈 26	19×24.5×0.4	65Mn	0.62	g
	绝缘纸垫	Φ78×Φ47×t0.3	青壳纸	1.1	g
	出线护套	Φ8	橡胶	0.49	g
	十一字槽盘头螺钉	M3×5	45	0.5	g

类别	材料名称	规格型号	材质	1件产品用量	
				重量	单位
材料	十一字槽盘头螺钉	M4×5	45	1.03	g
	十一字槽盘头螺钉	M4×6	45	1.12	g
	内六角平端紧定螺钉	M4×4	22H	0.32	g
	十一字槽组合螺钉	M3×8	45	0.77	g
	旋转轴唇形密封圈	12×28×5	丁腈橡胶	1.6	g
	深沟球轴承	6000-2RS_10×26×8	65Mn	25.22	g
	深沟球轴承	6201-2RZ_12×32×10	65Mn	47.72	g
	白色扎带	3×120mm	尼龙	0.02	g
	接插件插头	24.2×6.3×6P	塑料	1.23	g
	插针	3.96×0.3	BRASS	0.89	g
	O形圈	83×1	橡胶	0.005	g
	密封垫	19×23×2	丁腈橡胶	1.26	g
包装	纸板箱	325×295×260	5层瓦楞纸	310	g
	泡沫盒	306×284×120	可发性聚苯乙烯	86	g
	尼龙袋	100#	PA	12.54	g
	干燥剂	/	氧化钙	0.96	g

4.2.2 原辅材料运输

原辅材料运输的活动水平数据包括圆钢、永磁铁、定子组件、橡胶等原辅材料从上游供应商运输至厂区过程中的活动水平数据。

微型单相四极电机（5RK90CC）产品的原辅材料运输活动水平数据具体见下表。

表4-2 原辅材料运输活动水平数据

类别	组件	规格	材质	供应商名称	距离 km
原材料	风叶	Φ84×Φ9×H11	08F	8633.0149	3
	风叶罩	□90.5×41	08F	8633.0149	3
	磁环组件	Φ22.7×Φ9×H1 3.5	Y30H-2+H62	8633.0627	5.4
	机壳	Φ84.5-Φ87.5	YL102	8633.1378	24
	转子组件	L=148.8Φ51.2 ×H51×0.8m×9 z	40Cr	8633.1353	307
	前端盖	Φ32×Φ87.5×H 22.45	YL102	8633.1127	12
	定子组件	F 220V-60W- 1350rpm	PA66+50WW6 00+漆包铜圆线	8633.1353	307
	测速发电机组件	Φ9	08F	8633.0149	3
	PVC 套管	8	PVC	8633.0433	25
辅料	波形弹性垫圈 26	19×24.5×0.4	65Mn	8633.0237	48
	绝缘纸垫	Φ78×Φ47×t0.3	青壳纸	9999.0201	9.3
	出线护套	Φ8	橡胶	8633.0136	18
	十一字槽盘头螺钉	M3×5	45	8633.0797	2.2
	十一字槽盘头螺钉	M4×5	45	8633.0797	2.2
	十一字槽盘头螺钉	M4×6	45	8633.0797	2.2
	内六角平端紧定螺钉	M4×4	22H	8633.0076	23
	十一字槽组合螺钉	M3×8	45	8633.0797	2.2
	旋转轴唇形密封圈	12×28×5	丁腈橡胶	8633.0264	114
	深沟球轴承	6000- 2RS 10×26×8	65Mn	8633.03	31
	深沟球轴承	6201- 2RZ_12×32×1 0	65Mn	8633.03	31
	白色扎带	3×120mm	尼龙	8633.1079	12
	接插件插头	24.2×6.3×6P	塑料	8633.0905	16
	插针	3.96×0.3	BRASS	8633.0905	16
	O 形圈	83×1	橡胶	8633.1055	61
	密封垫	19×23×2	丁腈橡胶	8633.0136	18
包装材	纸板箱	325×295×260	5 层瓦楞纸	8633.0168	22

类别	组件	规格	材质	供应商名称	距离 km
料	泡沫盒	306×284×120	可发性聚苯乙烯	8633.0898	24
	尼龙袋	100#	PA	8633.0082	11
	干燥剂	/	氧化钙	8633.1376	16

注：保密原则，供应商名称由代码表示。

4.2.3 产品生产

产品生产阶段的活动水平数据包括汽油、柴油、电力等过程的活动水平数据。生产微型单相四极电机 5RK90CC 产品的活动水平数据具体见下表。

表4-3产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量	单位
国网用电	0.9578	kWh/只
光伏发电	0.2484	kWh/只
汽油	25.4626	g/只
柴油	5.6391	g/只

4.2.3 销售运输

产品销售运输阶段的活动水平数据从企业运输至下游采购商过程中的活动水平数据。

表4-5产品生产的活动水平数据

产品名称	销量	单位	采购商名称	运输方式	运输距离
微型单相四极电机	7406	台	北京**医疗设备有限责任公司	货运	1613 km
	4937	台	惠州**智能设备有限公司	货运	1060 km
	3832	台	温州**机械有限公司	货运	32 km

注：本报告只公布部分采购商信息。

4.3 排放因子数据

生产微型单相四极电机（5RK90CC）产品生命周期各阶段“摇篮到大门”的具体排放因子数据来源具体见下表。

表 4-6 产品生命周期排放因子数据来源

阶段类型	数据来源
原辅材料获取阶段	Ecoinvent 3、USLCI等
原辅材料运输阶段	Ecoinvent 3、USLCI等
生产阶段	Ecoinvent 3、USLCI等
销售运输阶段	Ecoinvent 3、USLCI等

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、排放因子和全球增温潜势的乘积之和。计算公式如下：

$$E_{CO2e} = \sigma_{i,j}^n A_{i,j} \times EF_{i,j} \times GWP_j \quad (1)$$

其中：

E_{CO2e} 为产品全生命周期碳排放量, kgCO₂e;

$A_{i,j}$ 为产品生命周期中第 i 阶段第 j 种温室气体活动水平;

$EF_{i,j}$ 为产品生命周期中第 i 阶段第 j 种温室气体排放因子;

GWP_j 为第 j 种温室气体全球增温潜势。

5.2 计算结果

在 SimaPro 9.5 平台上建立微型单相四极电机（5RK90CC）产品生命周期模型，计算出生产 1 只微型单相四极电机（5RK90CC）从“摇篮到大门”的碳足迹结果。模型部分截图下图所示，具体碳足迹数据如表 5-1 所示。

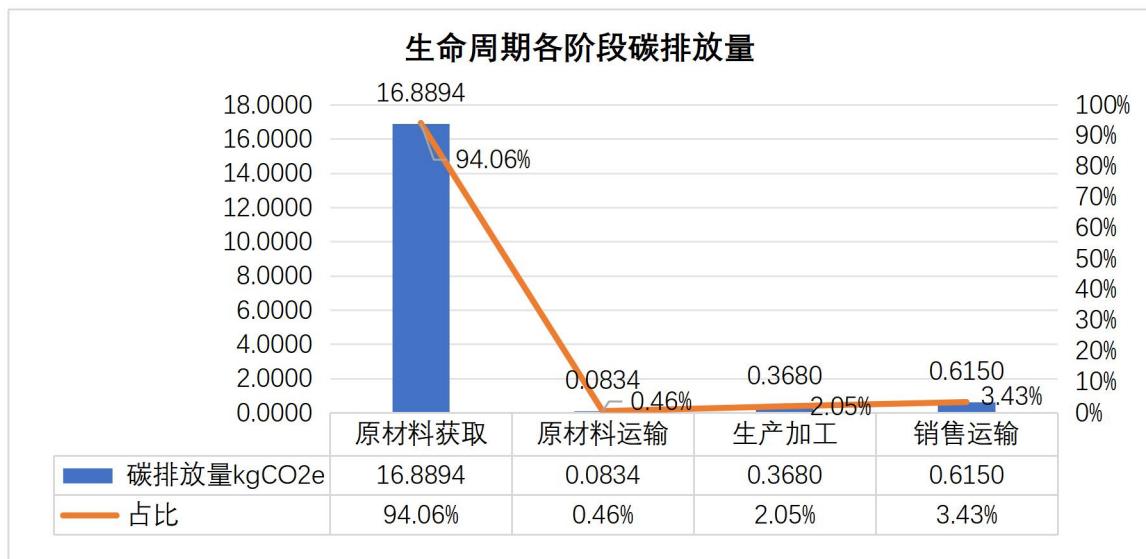
表 5-1 产品从“摇篮到大门”碳足迹结果及贡献表

阶段	名称	消耗量	单位	碳排放量 kgCO ₂ e	占比
原辅材料 获取阶段	风叶	60.03	g	0.296	1.65%
	风叶罩	183	g	0.903	5.03%
	磁环组件	26.17	g	0.878	4.89%
	机壳	340	g	6.46	35.98%
	转子组件	820	g	4.05	22.56%
	前端盖	153	g	2.91	16.21%
	定子组件	230	g	0.0264	0.15%

阶段	名称	消耗量	单位	碳排放量 kgCO ₂ e	占比
原辅材阶段	测速发电机组件	71.38	g	0.352	1.96%
	PVC 套管	0.5	g	0.0013	0.01%
	波形弹性垫圈 26	0.62	g	0.00122	0.01%
	绝缘纸垫	1.1	g	0.00428	0.02%
	出线护套	0.49	g	0.00145	0.01%
	十一字槽盘头螺钉	0.5	g	0.000988	0.01%
	十一字槽盘头螺钉	1.03	g	0.00203	0.01%
	十一字槽盘头螺钉	1.12	g	0.00221	0.01%
	内六角平端紧定螺钉	0.32	g	0.000632	0.00%
	十一字槽组合螺钉	0.77	g	0.00152	0.01%
	旋转轴唇形密封圈	1.6	g	0.00691	0.04%
	深沟球轴承	25.22	g	0.0498	0.28%
	深沟球轴承	47.72	g	0.0943	0.53%
	白色扎带	0.02	g	0.000187	0.00%
	接插件插头	1.23	g	0.0115	0.06%
	插针	0.89	g	0.00514	0.03%
	O 形圈	0.005	g	0.0000148	0.00%
	密封垫	1.26	g	0.00544	0.03%
	纸板箱	310	g	0.363	2.02%
	泡沫盒	86	g	0.345	1.92%
	尼龙袋	12.54	g	0.117	0.65%
	干燥剂	0.96	g	0.0000353	0.00%
	合计			16.8894	94.06%
原辅材运输阶段	陆运	0.3450	t*km	0.0834	0.46%
生产阶段	国网用电	0.9578	kwh	0.318	1.77%
	光伏用电	0.2484	kwh	0.0202	0.11%
	汽油	25.4626	g	0.0251	0.14%
	柴油	5.6391	g	0.00465	0.03%
	合计			0.3680	2.05%
销售运输阶段	陆运	2.5431	t*km	0.615	3.43%
合计				17.9557	100.00%

表 5-2 各阶段碳足迹结果及贡献表

阶段	碳排放量 kgCO ₂ e	占比
原材料获取	16.8894	94.06%
原材料运输	0.0834	0.46%
生产加工	0.3680	2.05%
销售运输	0.6150	3.43%
合计	17.9557	100.00%



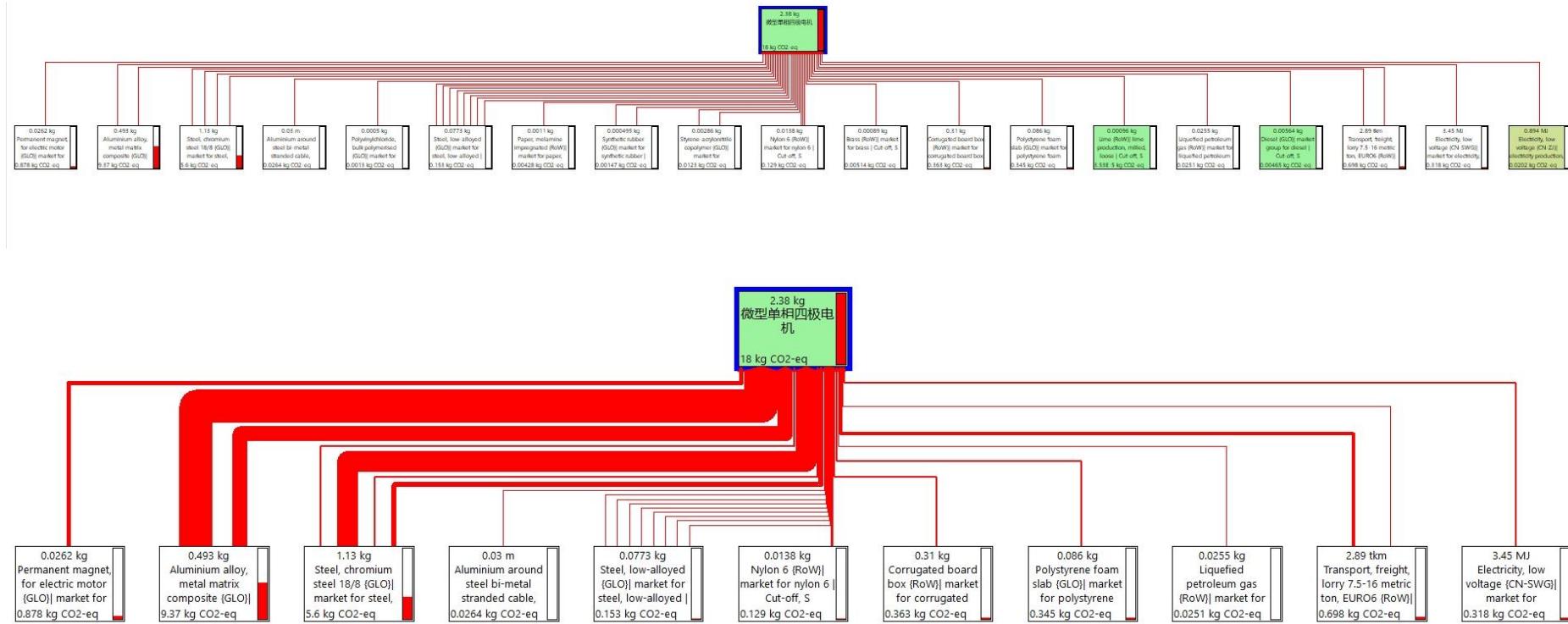
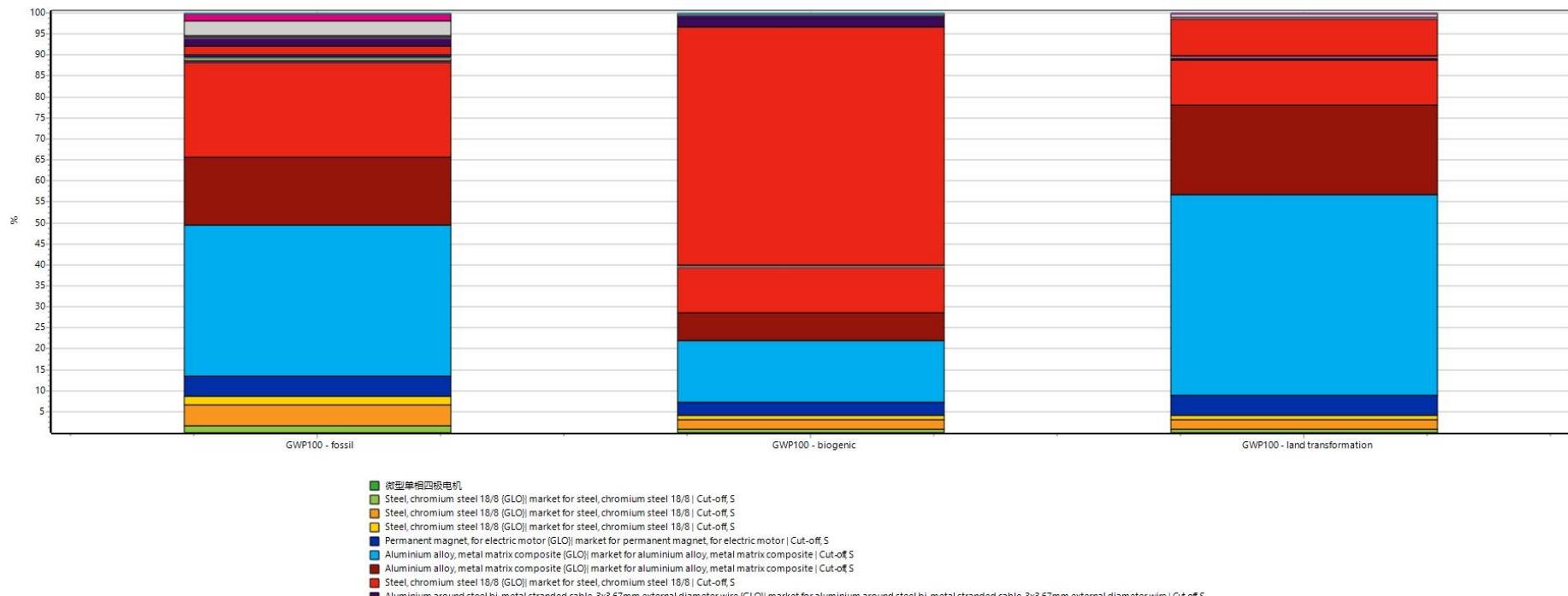
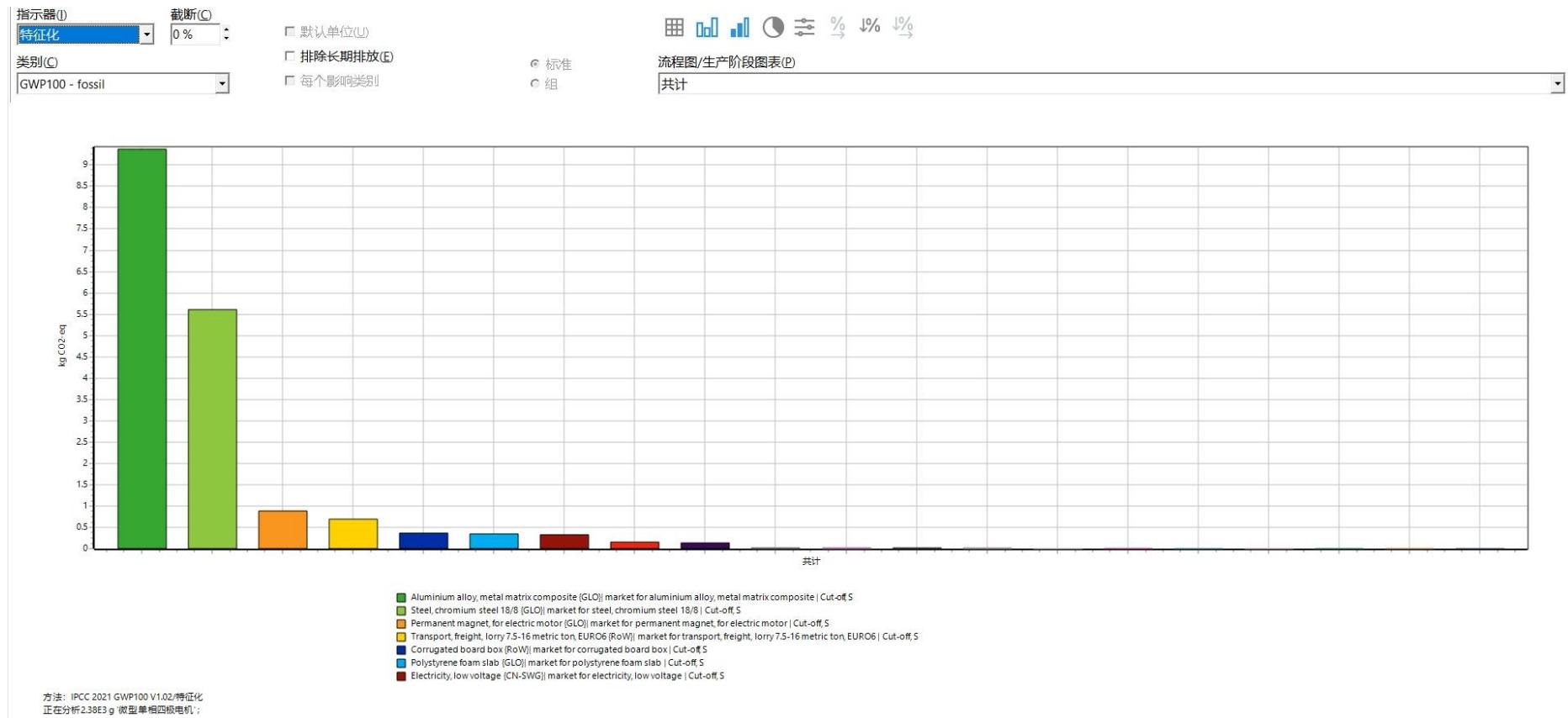


图5-1 产品影响评价网状结构图



方法: IPCC 2021 GWP100 V1.02/特征化
正在分析2.38E3 g '微型单相四极电机';



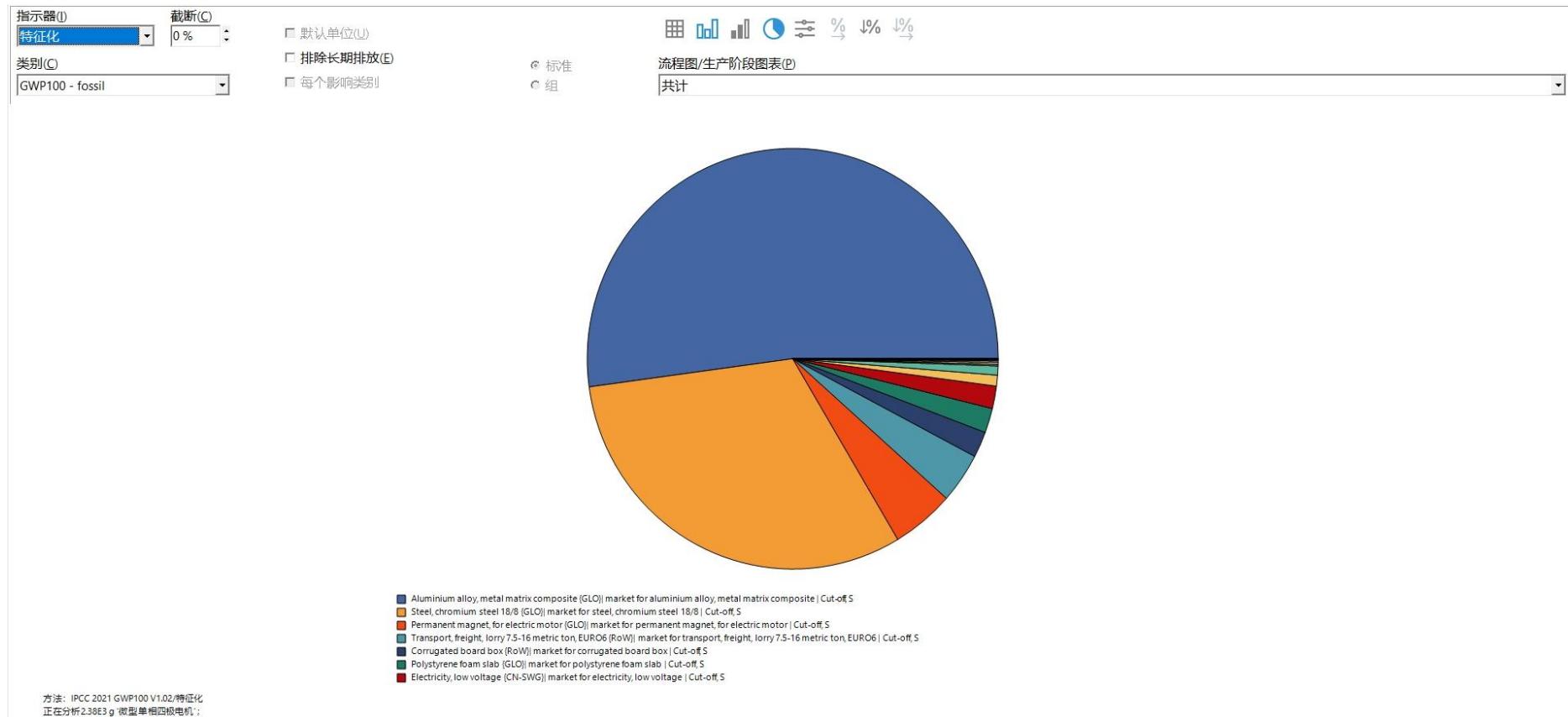


图5-2 产品特征化评价

5.4 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。

评价组根据各排放类型的活动水平数据等级、排放因子等级和仪器校准级别对受评价方的数据不确定性进行分析。不确定性根据三个方面相应的要求进行赋值，并通过各排放类型的排放量占比进行加权平均，计算得出每一排放类型数据的精确度级别的加权平均值，将其相加得出数据的整体精准度。精准度级别要求，分值 ≥ 5.0 的为一级； $5.0 > \text{分值} \geq 4.0$ 的为二级； $4.0 > \text{分值} \geq 3.0$ 的三级； $3.0 > \text{分值} \geq 2.0$ 的二级；分值 < 2.0 的为五级。分值越高，精准度越高。

1) 活动水平数据按照采集来源分为三类，并分别服务1、3、6的分值。如下表所示：

活动水平数据采集分类	赋予分值
自动连续量测	6
定期测量/铭牌资料	3
自行推估	1

2) 排放因子类别和等级按照采集来源分为六类，并分别赋予1~6的分值。如下表所示：

项目	排放因子来源	排放因子类别	排放因子赋值	备注
1	量测/质量平衡所得因子	1	6	排放因子类别是计算

2	同制程/设备经验因子	2	5	排放量时的参数，可分成六类，数字号小表示起精准度越高。排放因子等级分值代表数据的精准度，越精准分值越大，由1至6表示。
3	制造厂提供因子	3	4	
4	区域排放因子	4	3	
5	国内排放因子	5	2	
6	国际排放因子	6	1	

3) 仪表校正等级按照校准情况，分别赋值6、3、1的分值。如下表所示：

项目	仪表校正等级	赋予分值
1	没有相关规定要求执行	1
2	没有规定执行，但数据被认可或有规定执行但数据不符合要求	3
3	按规定执行，数据符合要求	6

4) 排放源数据不确定性评估如下表所示：

排放类别	能源/物料种类	活动水平数据级别	排放因子级别	仪器校正级别	平均得分	排放量 kgCO2e	排放量占比%	加权平均分值
原辅材料获取阶段	/	3	2	6	3.67	16.8894	94.06%	3.45
原辅材料运输阶段	/	3	1	6	3.33	0.0834	0.46%	0.015
产品生产阶段	汽油、柴油、电力	6	3	6	5.00	0.3680	2.05%	0.10
销售运输阶段	/	3	1	6	3.33	0.6150	3.43%	0.11
数据不确定性分值								3.68

经评价组确认，受评价方2024年微型单相四极电机（5RK90CC）产品碳足迹核算数据不确定性分值均为3.68，精准度级别为3级，数据质量符合相关标准要求，数据来源合理准确。

6 结论与建议

6.1 结论

生产 1 只微型单相四极电机（5RK90CC）产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 17.9557g CO₂ eq。

6.2 建议

根据微型单相四极电机（5RK90CC）产品“摇篮到大门”的碳足迹评价结果，在企业可行的条件下，可考虑从以下方面减少产品碳足迹：

- 1、优先选用国内绿色供应商，考虑近距离的供应商，减少原材料的碳排放量；
- 2、各生产环节合理用电，减少生产过程中能源浪费；
- 3、建议采用新能源运输车辆，在上下游原材料与产品运输过程中的碳排放量。