

常州祥明智能动力股份有限公司
有刷直流电动机碳足迹报告

编制单位：常州祥明智能动力股份有限公司

编制日期：2025 年 05 月 20 日

企业名称	常州祥明智能动力股份有限公司																	
企业地址	江苏省常州市中吴大道 518 号																	
统一社会信用代码	91320412608126066W																	
企业性质	股份有限公司(台港澳与境内合资、上市)																	
联系人	翟海军	联系方式（电话）	13196751111															
评价目的	评价1台有刷直流电动机的碳足迹																	
声明单位	1 台有刷直流电动机																	
评价摘要： 基于ISO 14067以及GB/T 24040、GB/T 24044等碳足迹评价相关标准，常州祥明智能动力股份有限公司对有刷直流电动机的碳足迹进行了评价，范围及结果如下所示： （1）系统边界 评价的系统边界划定“摇篮到大门”，包含原材料获取及加工、原材料运输和产品生产阶段。 （2）评价结果 表1 1台有刷直流电动机碳足迹核算结果 <table><tr><th>生命周期阶段</th><th>碳足迹（kg CO₂ eq）</th><th>贡献比</th></tr><tr><td>原材料获取及加工</td><td>5.54E+00</td><td>80.94%</td></tr><tr><td>原材料运输</td><td>1.88E-02</td><td>0.28%</td></tr><tr><td>产品生产</td><td>1.29E+00</td><td>18.79%</td></tr><tr><td>总和</td><td>6.85E+00</td><td>100.00%</td></tr></table> （3）评价建议 基于常州祥明智能动力股份有限公司有刷直流电动机碳足迹的评价结果，提出了以下减碳方案： 1.产品生产中涉及电力使用中尝试引进光伏电供应生产过程低耗电、非核心设备（如车间照明），配合光伏引进储能系统适用于调峰、备用、黑启动，提高新能源并网发电平稳性和系统备用，方同时对设备进行及时检查更新，减少生产设备造成的能源损耗。 2.加强原材料运输管理，提升运输效率，采购量大、供应商远的原材料采用铁路、大型货运车等低排放运输方式，尝试引进新能源替换燃油车辆，减少运输阶段碳足迹。 3.产品生产涉及的生产原料采用大多采用数据库数据，根据生产原材料清单向相关供应商追溯原料生产的实际碳足迹情况，可以更加准确反应产品生产的实际排放情况。				生命周期阶段	碳足迹（kg CO ₂ eq）	贡献比	原材料获取及加工	5.54E+00	80.94%	原材料运输	1.88E-02	0.28%	产品生产	1.29E+00	18.79%	总和	6.85E+00	100.00%
生命周期阶段	碳足迹（kg CO ₂ eq）	贡献比																
原材料获取及加工	5.54E+00	80.94%																
原材料运输	1.88E-02	0.28%																
产品生产	1.29E+00	18.79%																
总和	6.85E+00	100.00%																

目 录

一、 企业介绍	1
二、 评价依据	2
三、 碳足迹评价	2
3.1 目标和范围的确定	2
3.1.1 目的	2
3.1.2 声明单位	2
3.1.3 系统边界	2
3.1.4 数据的时间边界	3
3.1.5 数据确认	3
3.1.6 数据质量要求	4
3.1.7 软件与数据库	5
3.2 清单数据收集及说明	8
3.2.1 原材料获取及加工阶段	8
3.2.2 原材料运输阶段	9
3.2.3 产品生产阶段	9
3.3 产品碳足迹生命周期结果和解释	10
3.3.1 假设与局限性说明	10
3.3.2 完整性说明	10
3.3.3 碳足迹计算	11
3.3.4 数据质量评估	12
3.3.5 不确定性分析	14
3.3.6 结论与建议	14

一、企业介绍

常州祥明智能动力股份有限公司，前身为常州祥明电机有限公司，成立于1995年，2016年公司股改为股份有限公司，2022年3月公司成功登陆深圳证券交易所创业板上市，股票代码301226。公司注册资本10880万元人民币，位于常州市中吴大道518号。

常州祥明智能动力股份有限公司深耕微特电机制造业三十年，以电机技术为核心，集电磁、电子、控制、流体、软件、传动等技术，专注于微特电机及组件类产品的技术突破和精密制造，对标国际先进技术，为下游整机产业链提供产品及整体解决方案。在专业化、精细化、特色化、创新化等方面形成鲜明特色，成为中国电子元件行业“百强企业”。

公司结合产品特点进行多领域的应用开发，形成了微特电机、风机及智能化组件丰富的产品线，为HVACR（采暖、通风、空调、净化与冷冻）、交通车辆、通信系统、医疗健康、智能家居等行业客户提供定制化、智能化、模块化的组件及整体解决方案，是一家具有自主研发和创新能力的国家高新技术企业。

企业目前主要装备为定转子、机壳加工设备（金加工设备）、电机绕组生产设备（绕嵌线设备），绝缘处理设备、装配流水线、组件部件生产设备（注塑机、钣金加工等）、电子线路生产设备（贴片及焊接设备）、供电及空压机设备等，各类电机及组件类产品的生产制造能力为600万台/年。企业暖通空调末端、工业净化、新能源车热管理等产品细分市场，拥有较高的市场份额和市场占有率，在同行业中名列前茅。

祥明以自主知识产权的核心技术为支撑，聚焦微特电机及其组件在高端领域应用，专注并服务于信息产业、高端制造、交通车辆、医疗健康、HVAC及冷链物流等产业，提供高新技术装备关键部件和国产化解决方案。公司研发的“全集成智能化直流无刷电机”、“数据中心空调用 EC 风机”等产品获得“首台（套）重大技术装备及关键部件”的认定。

祥明围绕微特电机产业的技术创新和制造建立了完整的人才链、技术链和产业链。公司建有“一站三中心”（博士后科研工作站、江苏省微特电机及应用集成与控制工程技术研究中心、江苏省企业技术中心、江苏省微特电机及应用集成工程研究中心）研发创新平台和CNAS认可试验室，并与国内一流高校建立产学研用合作平台。公司承担完成“省产业前瞻与关键核心技术重点研发计划项目”、“省科技成果转化专项资金项目的研发和产业化”等政府科技项目，取得各类专利和计算机软件著作权80余项，获得省部级、行业协会科技进步一、二等奖等奖项。一系列的技术突破，实现了诸多产品核心技术的自主可控。祥明是国内微特电机行业极少数具备电机、驱动、流体机械、后端应用组件化、集群控制、应用软件多门类学科技术整合和集成研发能力的创新型企业。公司打造的典型工程应用“工业

洁净厂房净化风机集群控制系统”，成功配套半导体集成电路、平板显示器等生产洁净系统，成为该领域替代进口风机的主要品牌。

祥明通过开展“精益化、数字化、网络化、智能化”的四化建设，建成了基于互联网平台的绿色电机智能制造工厂，实现了关键设备、应用系统、业务数据的集成互联，实现生产单元、经营管理之间的互动协同，被认定为“江苏省先进级智能工厂”。

作为江苏省“专精特新”企业，凭借自主可控的核心技术和精良制程的优势，不断进行产品的迭代与创新，为下游产业链补链强链及关键领域补短板以及为下游整机产业创新、成本控制和国产化替代提供强有力的支撑。布局新兴产业领域，对数据中心、新能源车热管理系统、储能及电力逆变系统、充电桩、特种装备环控系统等产业领域，进行了一系列技术研发和产品布局，助跑我国新兴产业关键部件的国产化替代和微特电机产业升级，赋能“碳达峰、碳中和”。

二、评价依据

1. ISO 14067 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification

2. GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

3. GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

4. 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南.

5.其他相关指导性文件

三、碳足迹评价

3.1 目标和范围的确定

3.1.1 目的

本 CFP 报告用于评价常州祥明智能动力股份有限公司有刷直流电动机碳足迹。由于部分上游原材料数据为次级数据，因此本评价结果仅用于表明所评价产品在现有数据基础情况下的碳足迹，不能作为同类产品对比论断依据。

3.1.2 声明单位

本报告以 1 台有刷直流电动机为声明单位，具体型号为 ZYT75-3。

3.1.3 系统边界

评价的系统边界结合企业实际计量水平，划定“摇篮到大门”，包含原材料获取及加

工、原材料运输和产品生产阶段，系统边界如图 1 所示。

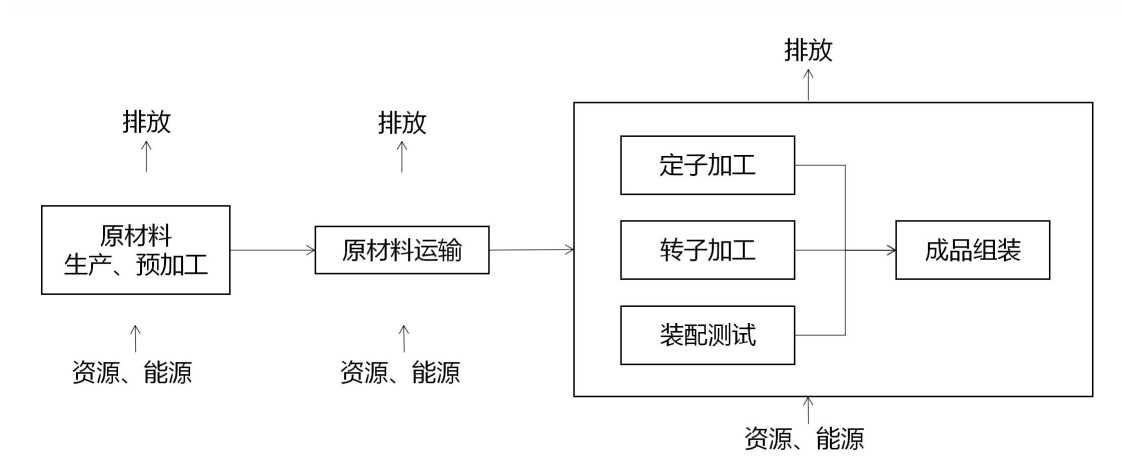


图 1 有刷直流电动机碳足迹评价系统边界图

3.1.4 数据的时间边界

2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日

3.1.5 数据确认

(1) 数据核算

评价中消耗能源涉及化石燃料使用时，对于化石燃料的使用优先采用生产线监测排放数据，对于没有监测情况下，采用各行业温室气体核算方法进行核算至少二氧化碳的生产排放，或采用相关温室气体排放计算指南方法进行计算并进行说明。采用各行业温室气体核算方法基本核算公式见式（1）：

$$E_{CO_2} = \sum_i (AD_i \times EF_i \times CG_i \times \alpha_i \times 44/12) \quad (1)$$

式中：

E_{CO_2} ：化石燃料燃烧排放 CO_2 总量，单位 tCO_2 ；

i ：化石燃料种类

AD_i ：第 i 种化石燃料的消耗量，单位 t 或 $万\ Nm^3$ ；

EF_i ：第 i 种化石燃料的低位发热量，单位 GJ/t 或 $GJ/万\ Nm^3$ ；

CG_i ：第 i 种化石燃料的单位热值含碳量 tC/GJ ；

α_i ：第 i 种化石燃料的碳氧化率，单位%。

蒸汽计量统计采用热值单位进行计算，热值优先采用生产采购合同热值，质量转热值常用公式（温度、焓值）进行计算。

本评价涉及柴油燃烧，使用排放核算温室气体包含二氧化碳、甲烷和氧化亚氮，其他排放包含基本的硫、氮、重金属等物质，核算依据为 IPCC 和 EAA 指南。

（2）取舍原则：

评价参考《电机产品生命周期评价方法》（GB/T40100—2021）中的取舍原则：

即生命周期评价范围内所有可评价的输入和输出均应包括在内：——通过收集原始数据，用于追溯初级流，如果该数据可获得；

——或者，从生命周期清单数据库或文件中的科学模型获得的次级数据。可采用取舍原则，忽略对生命周期评价结果影响较小的输入和输出，包括：

a)可忽略小于产品重量 1%，由非稀贵金属或非高纯度(纯度大于 99.99%)物质构成的零部件、原材料、辅料；

b)可忽略小于产品重量 0.1%，由稀贵金属或高纯度(纯度大于 99.99%)物质构成的零部件、原材料、辅料。所忽略的输入和输出零部件、原材料、辅料重量总和不得超过产品重量的 5%。

（3）分配原则：

对于多输出产品系统，或是废物管理过程和材料生产的回收过程中处理多个废物流的系统需要对产品清单进行分配，在生命周期评价研究中实施清单分配推荐三步执行层次：

第一步：尽可能避免分配，通过细化生产系统和扩展产品系统两种方式达到避免分配的目的；

第二步：无法避免分配时，系统的输入和输出应在不同的产品或功能之间进行划分，分配方法需反映生产流程的基本因果关系，即与生产系统产物变化相对应的过程输入-输出的改变方式；

第三步：在不能单独建立或使用物理关系作为分配基础的情况下，应以反映产品和功能之间其他关系的方式将输入分配给产品和功能。

本评价中有刷直流电动机的生产过程不涉及共生产品（副产品）产出。

3.1.6 数据质量要求

产品碳足迹评价中数据质量影响评价结果与生产实际量化结果的差异，本评价的数据质量评估参考使用 DQR 分析方法。背景数据评价范围覆盖结果影响的 70%以上的关键数据的数据质量评分宜 ≤ 3 分。数据质量评价体系包括数据来源（可信程度）、代表性（完整程度）、时间相关性、地理相关性和技术相关性 5 项评价指标，并在每项指标中用 5 级分制定义数据质量，指标平均分表征该项数据数据质量，并基于分数越低，质量越好的评分原则进行打分评判，最终数据质量采用各项背景数据质量加权各排放贡献加权综合 DQR 表征。数据质量要求见表 2，数据质量等级见表 3。

数据质量评估过程中对于不适用的指标评分为“0”并不参与该项计算，未知情况数据指标评分为“5”参与该项计算。最终采用蒙特卡洛分析方法对环境影响结果的不确定性表征置信区间。

表2 数据质量要求

指标等级 (分值)	1	2	3	4	5
可信程度	监测校验值	部分或未校验的监测值	部分假设的非校验值	合格预测	不合格的预测
完整程度	有代表性、充分周期内市场所有站点活动平稳的值	有代表性、充分周期内>50%市场站点活动水平平稳的值	有代表性但<50%市场站点或>50%市场站点但周期不充分的值	有代表性但只考虑1个市场站点或来自多个站点但周期不充分的值	代表性未知或数据来自更少的站点并且来自更短的周期
时间相关性	与研究相差少于3年	与研究相差少于6年	与研究相差少于10年	与研究相差少于15年	未知或与研究相差15年以上
地理相关性	来自正在研究的区域	来自包含所研究区域的更大区域的平均数据	数据来自有类似生产线的区域	数据来自有略微类似生产线的区域	数据来自未知区域或明显不同的区域
技术相关性	来自正在研究的企业、流程和材料	来自不同企业正在研究流程和材料	来自正在研究流程和材料，但来自不同的技术	相关过程或材料的数据	相关过程的数据但是关于不同技术的实验室规模

3.1.7 软件与数据库

本研究基于 Simapro10.2.0 系统，采用 IPCC 2021 GWP100 计算 1 台有刷直流电动机产品的碳足迹，评价过程涉及次级数据采用国内外公开数据库、相关标准、年鉴和权威论文等，说明和来源见表 3：

表3 背景数据说明及来源

清单名称	数据集名称	数据库名称
PET 盘带	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RoW} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, U	Ecoinvent3
转轴	Steel, chromium steel 18/8 {RoW} steel production, electric, chromium steel 18/8 Cut-off, U	
换向器	铜及铜合金	CPCD
转子铁芯	铁心-冷轧硅钢	
绝缘骨架	Nylon 6-6 {RoW} nylon 6-6 production Cut-off, U	Ecoinvent3
漆包线	漆包线	CPCD
护线环	Nylon 6-6 {RoW} nylon 6-6 production Cut-off, U	Ecoinvent3
刷盒护套	Nylon 6-6 {RoW} nylon 6-6 production Cut-off, U	

防振垫	Synthetic rubber {RoW} synthetic rubber production Cut-off, U	
方颈螺钉	碳素钢	CPCD
轴承	不锈钢	
三角螺钉	Cast iron {RoW} cast iron production Cut-off, U	
六角螺母	Cast iron {RoW} cast iron production Cut-off, U	Ecoinvent3
端子	Bronze {RoW} bronze production Cut-off, U	
刷架总成	Printed wiring board, through-hole mounted, unspecified, Pb containing {GLO} printed wiring board production, through-hole mounted, unspecified, Pb containing Cut-off, U	
碳刷-石墨	Graphite {GLO} market for graphite Cut-off, U	
碳刷-阴极铜	Copper, cathode {GLO} market for copper, cathode Cut-off, U	
电机热保护器	Electronic component, passive, unspecified {GLO} electronic component production, passive, unspecified Cut-off, U	
电子线	线束材料	CPCD
机壳	碳素钢	CPCD
磁极	Ferrite {GLO} ferrite production Cut-off, U	Ecoinvent3
轴用弹性挡圈	Steel, unalloyed {RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	
端盖（毛坯）	Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to aluminium, cast alloy market Cut-off, U	
波形弹性垫圈	Steel, unalloyed {RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	
外齿垫圈	Cast iron {RoW} cast iron production Cut-off, U	
无溶剂浸渍树脂	Polyester resin, unsaturated {RoW} polyester resin production, unsaturated Cut-off, U	
粘合剂	Methyl acrylate {GLO} methyl acrylate production Cut-off, U	
活化剂	Chemical, organic {GLO} chemical production, organic Cut-off, U	
纸箱	Corrugated board box {RoW} corrugated board box production Cut-off, U	
托盘	Structural timber {RoW} structural timber production Cut-off, U	
大塑料袋	Packaging film, low density polyethylene {RoW} packaging film production, low density polyethylene Cut-off, U	
PET 盘带-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16	Ecoinvent3
转轴-运输		

换向器-运输	metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	
转子铁芯-运输		
绝缘骨架-运输		
漆包线-运输		
护线环-运输		
刷盒护套-运输		
防振垫-运输		
方颈螺钉-运输		
轴承-运输		
三角螺钉-运输		
六角螺母-运输		
端子-运输		
刷架总成-运输		
碳刷-运输		
电机热保护器-运输		
电子线-运输		
机壳-运输		
磁极-运输		
轴用弹性挡圈-运输		
端盖 （毛坯）-运输		
波形弹性垫圈-运输		
外齿垫圈-运输		
无溶剂浸渍树脂-运输		
粘合剂-运输		
活化剂-运输		
纸箱-运输		
托盘-运输		
大塑料袋-运输		
生产用水	Tap water {RoW} market for tap water Cut-off, U	Ecoinvent3
柴油	Diesel {RoW} market for diesel Cut-off, U	
电力	2023 年全国电力平均碳足迹因子	/
柴油使用	柴油使用	IPCC 估算
非甲烷总烃	NMVOC, non-methane volatile organic compounds	基本流
漆渣	Waste paint {RoW} treatment of waste paint, hazardous waste incineration Cut-off, U	Ecoinvent3
废乳化液	Hazardous waste, for incineration {RoW} market for hazardous waste, for incineration Cut-off, U	
废矿物油	Waste mineral oil {RoW} treatment of waste mineral oil, hazardous waste incineration Cut-off, U	
漆渣-运输	Transport, freight, lorry, 16-32 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 16-32 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	
废包装桶-运输		
废乳化液-运输		
废矿物油-运输		

清洗废液-运输		
废铁-运输		
废带线转子-运输		
废铝-运输		
废铜（漆包线）-运输		

3.2 清单数据收集及说明

3.2.1 原材料获取及加工阶段

有刷直流电动机涉及的原材料见下表4所示，原材料消耗量来自于企业计量统计ERP系统导出BOM表，为结合数据库次级数据统计量纲，通过电子称对原料进行称重转化活动水平数据进行计算。

表4 有刷直流电动机的原材料上游数据说明

清单名称	数值	单位	数据来源
PET 盘带	3.23E+00	g	ERP 系统导出 BOM
转轴	9.10E+01	g	ERP 系统导出 BOM
换向器	2.30E+01	g	ERP 系统导出 BOM
转子铁芯	2.76E+02	g	ERP 系统导出 BOM
绝缘骨架	7.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
漆包线	1.33E+02	g	ERP 系统导出 BOM
护线环	1.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
刷盒护套	4.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
防振垫	2.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
方颈螺钉	2.50E+01	g	ERP 系统导出 BOM
轴承	2.30E+01	g	ERP 系统导出 BOM
三角螺钉	1.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
六角螺母	3.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
端子	2.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
刷架总成	1.80E+01	g	ERP 系统导出 BOM
碳刷	7.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
电机热保护器	3.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
电子线	2.80E+01	g	ERP 系统导出 BOM
机壳	3.15E+02	g	ERP 系统导出 BOM
磁极	1.90E+02	g	ERP 系统导出 BOM
轴用弹性挡圈	1.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
端盖（毛坯）	4.50E+01	g	ERP 系统导出 BOM
波形弹性垫圈	1.00E+00	g	ERP 系统导出 BOM
外齿垫圈	3.90E-01	g	ERP 系统导出 BOM
无溶剂浸渍树脂	1.00E+01	g	ERP 系统导出 BOM
粘合剂	7.69E-01	g	ERP 系统导出 BOM
活化剂	6.25E-02	g	ERP 系统导出 BOM
纸箱	8.13E+01	g	ERP 系统导出 BOM
托盘	4.75E+01	g	ERP 系统导出 BOM
大塑料袋	9.68E-01	g	ERP 系统导出 BOM

3.2.2 原材料运输阶段

有刷直流电动机原材料运输数据涉及原辅材料运送到企业的运输方式和距离。运输阶段考虑了 BOM 表涉及外购原料的运输，采用柴油货车公路运输为主，运输距离主要依据采购合同供应商发货地进行估算。本产品涉及的主要原材料运输数据说明见下表 5 所示。

表 5 有刷直流电动机的原材料运输说明

清单名称	数值	单位	数据来源
PET 盘带-运输	6.14E-05	t*km	供应商位置估算距离
转轴-运输	4.55E-03	t*km	供应商位置估算距离
换向器-运输	6.47E-03	t*km	供应商位置估算距离
转子铁芯-运输	1.38E-03	t*km	供应商位置估算距离
绝缘骨架-运输	6.58E-05	t*km	供应商位置估算距离
漆包线-运输	1.54E-02	t*km	供应商位置估算距离
护线环-运输	9.40E-06	t*km	供应商位置估算距离
刷盒护套-运输	3.76E-05	t*km	供应商位置估算距离
防振垫-运输	3.38E-05	t*km	供应商位置估算距离
方颈螺钉-运输	2.68E-03	t*km	供应商位置估算距离
轴承-运输	5.61E-03	t*km	供应商位置估算距离
三角螺钉-运输	7.80E-06	t*km	供应商位置估算距离
六角螺母-运输	3.22E-04	t*km	供应商位置估算距离
端子-运输	3.08E-04	t*km	供应商位置估算距离
刷架总成-运输	3.58E-04	t*km	供应商位置估算距离
碳刷-运输	1.44E-04	t*km	供应商位置估算距离
电机热保护器-运输	1.08E-04	t*km	供应商位置估算距离
电子线-运输	2.72E-04	t*km	供应商位置估算距离
机壳-运输	3.78E-03	t*km	供应商位置估算距离
磁极-运输	2.80E-02	t*km	供应商位置估算距离
轴用弹性挡圈-运输	3.76E-04	t*km	供应商位置估算距离
端盖（毛坯）-运输	4.95E-04	t*km	供应商位置估算距离
波形弹性垫圈-运输	3.76E-04	t*km	供应商位置估算距离
外齿垫圈-运输	1.46E-04	t*km	供应商位置估算距离
无溶剂浸渍树脂-运输	1.52E-03	t*km	供应商位置估算距离
粘合剂-运输	8.07E-06	t*km	供应商位置估算距离
活化剂-运输	6.56E-07	t*km	供应商位置估算距离
纸箱-运输	1.52E-03	t*km	供应商位置估算距离
托盘-运输	2.33E-04	t*km	供应商位置估算距离
大塑料袋-运输	2.32E-06	t*km	供应商位置估算距离

3.2.3 产品生产阶段

评价产品生产过程中能源消耗为柴油和电力，排放源主要为燃料使用排放以及工艺过程（焊接和浸漆）排放，其中柴油数据来源于结算发票；电力来源于抄表数值。生产过程产生的非甲烷总烃来源于《环境检测报告》估算；废弃物相关数据《危险废物转移联单》和《固废台账》和废弃物处置合同估算，见表 6。

表6 有刷直流电动机生产过程数据说明

清单名称	数值	单位	数据来源
生产用水	1.53E+01	kg	发票
柴油	1.09E-02	kg	发票
电力	1.96E+00	kWh	抄表
柴油燃烧	3.44E-02	kg	IPCC 估算
非甲烷总烃	2.30E-02	g	环境检测报告
漆渣	1.89E+00	g	危险废物转移联单
废包装桶	1.74E+00	g	危险废物转移联单
废乳化液	1.48E-01	g	危险废物转移联单
废矿物油	2.32E-01	g	危险废物转移联单
清洗废液	4.23E+01	g	危险废物转移联单
废铁	7.60E+01	g	固废台账
废带线转子	2.32E+00	g	固废台账
废铝	3.83E+01	g	固废台账
废铜（漆包线）	1.84E-01	g	固废台账
漆渣-运输	5.23E-04	t*km	处置商位置估算距离
废包装桶-运输	1.88E-05	t*km	处置商位置估算距离
废乳化液-运输	4.10E-05	t*km	处置商位置估算距离
废矿物油-运输	6.42E-05	t*km	处置商位置估算距离
清洗废液-运输	3.64E-04	t*km	处置商位置估算距离
废铁-运输	2.30E-03	t*km	处置商位置估算距离
废带线转子-运输	7.03E-05	t*km	处置商位置估算距离
废铝-运输	3.14E-04	t*km	处置商位置估算距离
废铜（漆包线）-运输	5.58E-06	t*km	处置商位置估算距离

3.3 产品碳足迹生命周期结果和解释

3.3.1 假设与局限性说明

产品进行评价的生命周期清单收集和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或基于企业生产情况的合理性估计，对于企业无法获得上游原材料生产数据的情况，上游数据可调研采用数据库和相关文献、标准和年鉴等公开数据。

评价中产品 BOM 表涉及相关电子电器组件等原料次级数据库等未收录相匹配数据，采用原料主要成分集成、主要成分替代等方式利用相近、相似数据替代，原料替代情况见表 3 中数据名称所示。

3.3.2 完整性说明

评价中产出固体废弃物中包装桶等包材在企业内部进行回收清洗使用，数据核算中生产阶段产出废铁、废带线定子、废铝、废铜去向为相关制造商企业，评价中按照待处置废物进行处理，计算截断至废弃运输，清洗废液采用中和沉淀处置，未获取相关处置数据，本次碳足迹量化未包含该部分内容。此外，核算次级数据中托盘数据的质量、体积转换系

数为 640kg/m³。

3.3.3 碳足迹计算

根据以上各项数据，使用 IPCC 2021 GWP100 计算方法，对 1 台有刷直流电动机产品碳足迹进行计算，终点损害结果见表 7。

表7 1台有刷直流电动机碳足迹结果

碳排负荷阶段及项目		排放量 (kgCO ₂ e)	占比
原材料获取和加工	PET 盘带	1.23E-02	0.18%
	转轴	4.51E-01	6.58%
	换向器	9.73E-02	1.42%
	转子铁芯	6.60E-01	9.64%
	绝缘骨架	5.76E-02	0.84%
	漆包线	2.91E-01	4.25%
	护线环	8.23E-03	0.12%
	刷盒护套	3.29E-02	0.48%
	防振垫	6.47E-03	0.09%
	方颈螺钉	5.46E-02	0.80%
	轴承	1.56E-01	2.28%
	三角螺钉	1.81E-03	0.03%
	六角螺母	5.44E-03	0.08%
	端子	1.41E-02	0.21%
	刷架总成	1.32E+00	19.24%
	碳刷	2.39E-02	0.35%
	电机热保护器	1.90E-01	2.78%
	电子线	8.32E-02	1.21%
	机壳	6.88E-01	10.04%
	磁极	3.73E-01	5.45%
	轴用弹性挡圈	1.82E-03	0.03%
	端盖（毛坯）	8.39E-01	12.25%
	波形弹性垫圈	1.82E-03	0.03%
	外齿垫圈	7.08E-04	0.01%
	无溶剂浸渍树脂	6.03E-02	0.88%
	粘合剂	3.08E-03	0.05%
	活化剂	1.62E-04	0.00%
	纸箱	1.02E-01	1.48%
	托盘	5.53E-03	0.08%
	大塑料袋	3.45E-03	0.05%
原材料获取和加工贡献		5.54E+00	80.94%
原材料运输	PET 盘带-运输	1.56E-05	0.00%
	转轴-运输	1.15E-03	0.02%
	换向器-运输	1.64E-03	0.02%
	转子铁芯-运输	3.50E-04	0.01%
	绝缘骨架-运输	1.67E-05	0.00%
	漆包线-运输	3.91E-03	0.06%
	护线环-运输	2.38E-06	0.00%

	刷盒护套-运输	9.53E-06	0.00%
	防振垫-运输	8.57E-06	0.00%
	方颈螺钉-运输	6.79E-04	0.01%
	轴承-运输	1.42E-03	0.02%
	三角螺钉-运输	1.98E-06	0.00%
	六角螺母-运输	8.15E-05	0.00%
	端子-运输	7.81E-05	0.00%
	刷架总成-运输	9.08E-05	0.00%
	碳刷-运输	3.64E-05	0.00%
	电机热保护器-运输	2.74E-05	0.00%
	电子线-运输	6.88E-05	0.00%
	机壳-运输	9.58E-04	0.01%
	磁极-运输	7.10E-03	0.10%
	轴用弹性挡圈-运输	9.52E-05	0.00%
	端盖（毛坯）-运输	1.25E-04	0.00%
	波形弹性垫圈-运输	9.52E-05	0.00%
	外齿垫圈-运输	3.71E-05	0.00%
	无溶剂浸渍树脂-运输	3.85E-04	0.01%
	粘合剂-运输	2.05E-06	0.00%
	活化剂-运输	1.66E-07	0.00%
	纸箱-运输	3.85E-04	0.01%
	托盘-运输	5.90E-05	0.00%
	大塑料袋-运输	5.89E-07	0.00%
原材料运输贡献		1.88E-02	0.28%
产品生产	生产用水	1.83E-02	0.27%
	柴油	9.42E-03	0.14%
	电力	1.22E+00	17.76%
	柴油使用	3.44E-02	0.50%
	漆渣	6.86E-03	0.10%
	废乳化液	3.71E-04	0.01%
	废矿物油	6.61E-04	0.01%
	漆渣-运输	1.03E-04	0.00%
	废包装桶-运输	3.71E-06	0.00%
	废乳化液-运输	8.11E-06	0.00%
	废矿物油-运输	1.27E-05	0.00%
	清洗废液-运输	7.20E-05	0.00%
	废铁-运输	4.56E-04	0.01%
	废带线转子-运输	1.39E-05	0.00%
	废铝-运输	6.21E-05	0.00%
	废铜（漆包线）-运输	1.11E-06	0.00%
产品生产贡献		1.29E+00	18.79%
综合贡献		6.85E+00	100.00%

3.3.4 数据质量评估

根据数据质量需求对选取数据进行质量分析，评估范围为参与计算的所有背景数据，并将各单项数据 DQR 值关联各清单排放占比（表 7）加权计算后得到背景数据综合 DQR

值。数据质量评估中 DQI 代表数据质量指标等级；DQR 表示数据质量评估结果，反映单项或单元过程数据质量的高低。DQR 值和数据质量高低成反比，即 DQR 值越低，数据质量越高。背景数据综合 DQR 值根据式（3）计算：

$$\text{背景数据综合 DQR} = \frac{\sum_i (\text{DQR}_{Bi} \times \text{PF}_i)}{\sum_i \text{PF}_i} \quad (3)$$

式中：

背景数据综合 DQR：背景数据质量评估结果；

i：单项数据；

DQR_{Bi}：对应数据单项数据 DQR；

PF_i：对应数据项目排放贡献占比。

本评价采用单项数据和背景数据综合 DQR 表征数据质量评估结果，数据来源于数据库和其他相关指导性文件，评估结果见表 8。

表8 产品碳足迹评价数据质量

数据项目		次级数据质量		排放占比	综合 DQR
		DQI	DQR		
原材料获取和加工	PET 盘带	(2,3,5,3,4)	3.4	0.18%	2.78
	转轴	(2,2,5,3,4)	3.2	6.58%	
	换向器	(4,5,2,2,4)	3.4	1.42%	
	转子铁芯	(4,5,3,2,2)	3.2	9.64%	
	绝缘骨架	(2,2,5,3,4)	3.2	0.84%	
	漆包线	(2,4,2,3,2)	2.6	4.25%	
	护线环	(2,2,5,3,4)	3.2	0.12%	
	刷盒护套	(2,2,5,3,4)	3.2	0.48%	
	防振垫	(2,2,5,3,4)	3.2	0.09%	
	方颈螺钉	(2,5,2,3,4)	3.2	0.80%	
	轴承	(2,5,3,3,4)	3.4	2.28%	
	三角螺钉	(2,2,5,3,4)	3.2	0.03%	
	六角螺母	(2,2,5,3,4)	3.2	0.08%	
	端子	(2,2,5,3,4)	3.2	0.21%	
	刷架总成	(2,4,5,2,4)	3.4	19.24%	
	碳刷	(5,5,5,2,4)	4.2	0.35%	
	电机热保护器	(2,4,5,2,4)	3.4	2.78%	
	电子线	(4,5,3,3,4)	3.8	1.21%	
	机壳	(2,5,2,3,4)	3.2	10.04%	
	磁极	(2,2,5,2,2)	2.6	5.45%	
	轴用弹性挡圈	(2,2,5,3,4)	3.2	0.03%	
	端盖（毛坯）	(2,2,5,2,4)	3	12.25%	
	波形弹性垫圈	(2,2,5,3,4)	3.2	0.03%	
	外齿垫圈	(2,2,5,3,4)	3.2	0.01%	
	无溶剂浸渍树脂	(2,2,5,3,4)	3.2	0.88%	
	粘合剂	(2,4,5,2,4)	3.4	0.05%	

	活化剂	(2,3,5,2,4)	3.2	0.00%
	纸箱	(3,2,5,3,2)	3	1.48%
	托盘	(2,2,5,3,4)	3.2	0.08%
	大塑料袋	(2,3,5,3,4)	3.4	0.05%
运输		(2,2,5,3,2)	2.8	0.29%
产品生产	生产用水	(2,2,5,3,2)	2.8	0.27%
	柴油	(2,2,5,3,2)	2.8	0.14%
	电力	(1,1,1,1,1)	1	17.76%
	柴油使用	(4,5,4,2,1)	3.2	0.50%
	漆渣	(2,2,5,3,2)	2.8	0.10%
	废乳化液	(2,2,5,3,4)	3.2	0.01%
	废矿物油	(2,3,5,3,2)	3	0.01%

3.3.5 不确定性分析

报告采用蒙特卡洛模拟数据的不确定对评价结果影响，设置运行 1000 次（或终止因子 0.005），得到数据质量不确定性结果以 95%置信区间表示，见表 9。

表9 CFP数据质量不确定性分析结果

指标名称	缩写（单位）	CFP 结果	95%置信区间
全球变暖	GWP (kgCO ₂ eq)	6.85E+00	[5.76E+00,8.36E+00]

3.3.6 结论与建议

在统计期 2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日内，分析各生命周期阶段的碳排放足迹，该产品碳足迹指标见下表 10 所示。

表10 有刷直流电动机碳足迹各过程排放量占比

生命周期阶段	碳足迹 (kg CO ₂ eq)	贡献比
原材料获取及加工	5.54E+00	80.94%
原材料运输	1.88E-02	0.28%
产品生产	1.29E+00	18.79%
总和	6.85E+00	100.00%

由表 7 可知 1 台有刷直流电动机生命周期碳排放量，原材料获取及加工阶段占比 80.94%，原料运输占比 0.28%，产品生产阶段占比 18.79%。结合本评价中清单数据和排放贡献结果分析，对企业减少碳排放提出以下建议：

- （1）产品生产中涉及电力使用中尝试引进光伏电供应生产过程低耗电、非核心设备（如车间照明），配合光伏引进储能系统适用于调峰、备用、黑启动，提高新能源并网发电平稳性和系统备用，方同时对设备进行及时检查更新，减少生产设备造成的能源损耗。
- （2）加强原材料运输管理，提升运输效率，采购量大、供应商远的原材料采用铁路、大型货运车等低排放运输方式，尝试引进新能源替换燃油车辆，减少运输阶段碳足迹。
- （3）产品生产涉及的生产原料采用大多采用数据库数据，根据生产原材料清单向相

关供应商追溯原料生产的实际碳足迹情况，可以更加准确反应产品生产的实际排放情况。