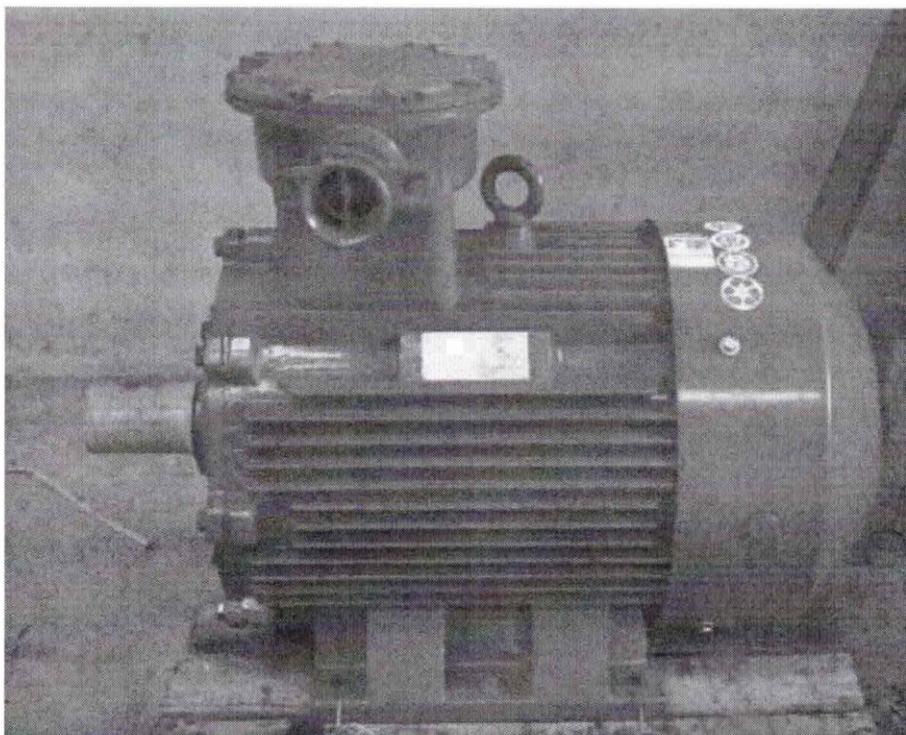


AB 系列超高效同步电动机 生命周期评价报告



申请单位：瑞昌市森奥达科技有限公司

报告单位：北京耀阳高技术服务有限公司

报告时间：2024年1月



基本信息

报告信息

编写单位：北京耀阳高技术服务有限公司

编制人员：田利君

审核人员：高婷

发布日期：2024 年 1 月 15 日

申请者信息

公司全称：瑞昌市森奥达科技有限公司

组织机构代码：913604815610725224

地址：瑞昌市工业园西园兴隆路

联系人：王贤长

联系方式：0792-4218858、15979944567

采用的标准信息

本报告基于 GB/T24040、GB/T24044 和《绿色设计产品评价技术规范 交流电动机》提及的生命周期方法编写。

目录

1. 目标与范围定义.....	1
1.1. 目标定义.....	1
1.1.1. 产品信息.....	1
1.1.2. 功能单位与基准流.....	1
1.1.3. 数据代表性.....	1
1.2. 范围定义.....	2
1.2.1. 系统边界.....	2
1.2.2. 取舍原则.....	3
1.2.3. 再生循环方法.....	3
1.2.4. 数据质量要求.....	5
1.2.5. 环境影响类型.....	6
1.2.6. 软件与数据库.....	7
2. 生命周期清单分析.....	9
2.1. 产品生产阶段.....	9
2.2. 产品使用阶段.....	11
2.3. 产品废弃阶段.....	12
3. 生命周期影响评价.....	13
3.1. 全生命周期 LCA 结果.....	13
3.2. 生命周期各阶段 LCA 结果.....	14
3.3. 产品生产阶段 LCA 结果分析.....	15
3.4. 清单数据灵敏度分析.....	20
4. 生命周期解释.....	22
4.1. 假设与局限性说明.....	22
4.2. 完整性说明.....	23
4.3. 数据质量.....	23
4.3.1. 数据质量评估.....	23
4.3.2. 数据质量改进.....	24
4.4. 结论与改进建议.....	25
4.4.1. 结论.....	25
4.4.2. 建议.....	25
附件 1·产品样图或分解图.....	27
附件 2·产品零部件及材料清单.....	29
附件 3·产品工艺表.....	30
附件 4·各单元过程的数据收集表.....	31
附录 5·运输阶段数据清单.....	33
附录 6·使用阶段数据清单.....	34
附录 7·废弃再生阶段数据清单.....	35

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瑞昌市森奥达科技有限公司的 AB 系列超高效同步电动机，型号为 AB280S-4，具体产品信息见表 1-1。

表 1-1 产品基本信息表

基本信息	参数
产品名称	参数
规格型号	AB 系列超高效同步电动机
额定电压	AB280S-4
额定频率	380V
空载输入功率	50HZ
空载转速	75kw
样机质量	1500r/min
使用寿命	550kg
使用频率	15 年
净重	S ₁
毛重	550kg
包装尺寸	560kg
功能描述	结构主要是中空木底支座规格 980*600*120mm、机体包装采用聚乙烯薄膜包裹。
生产厂家	产品主要是用来拖动机械设备运转的电力设备，可以实现正、反单向运转功能

1.1.2. 功能单位与基准流

本报告以 1 台 AB280S-4 型 AB 系列超高效同步电动机为功能单位，同时考虑其生产、使用、废弃阶段的环境影响。

1.1.3. 数据代表性

本报告代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），时间、地理、技术代表性如下：

- (1) 时间代表性：2023

- (2) 地理代表性：中国
- (3) 技术代表性，包括以下方面：
 - 主要原料与零部件：定子、转子、机壳、端盖等
 - 主要能耗：电力

1.2. 范围定义

1.2.1. 系统边界

本研究的系统边界为全生命周期（从资源开采到产品废弃），主要包括 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）零部件上游原材料获取、运输阶段，产品装配阶段，销售运输、使用阶段以及使用后回收再制造阶段。

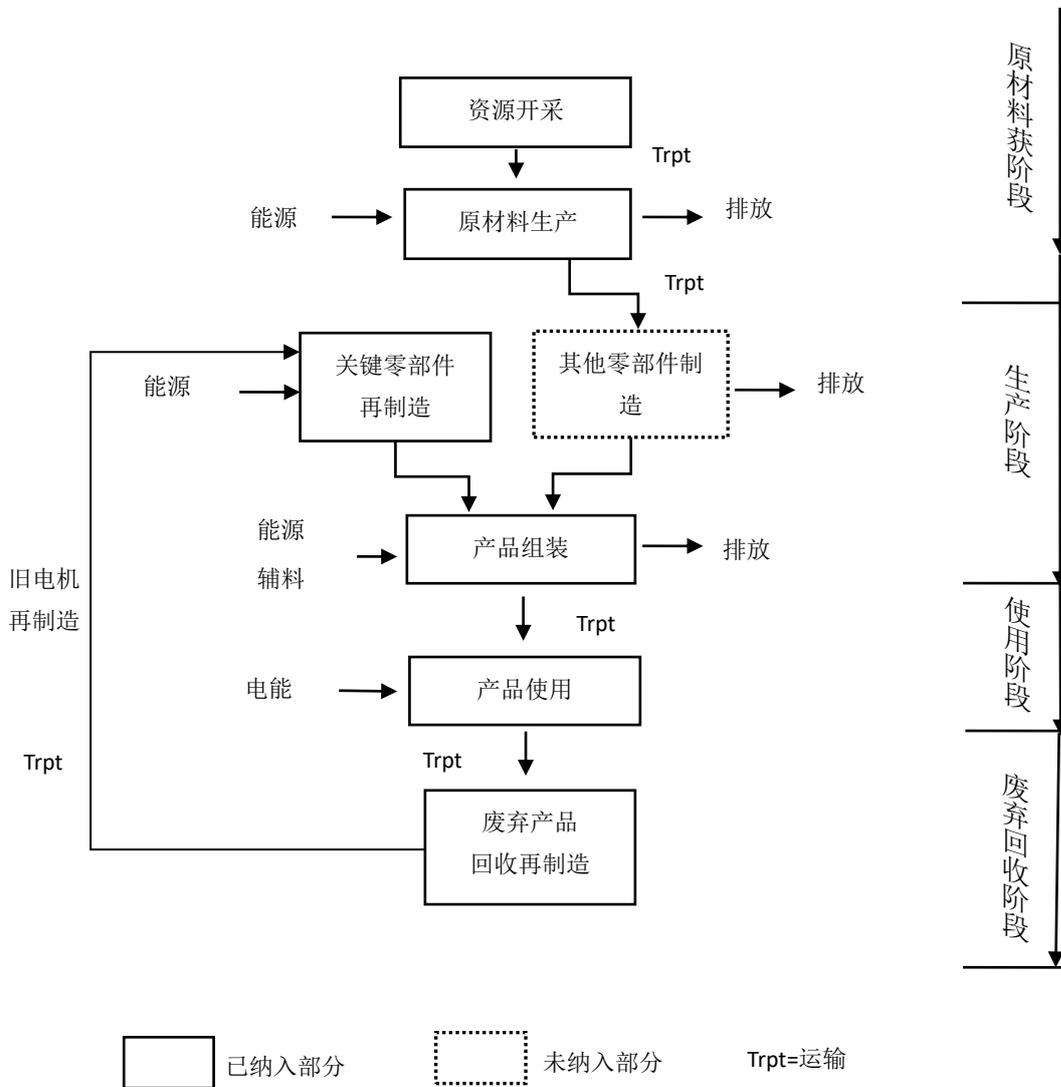


图 1 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）生命周期系统边界图

1.2.2. 取舍原则

本研究采用的取舍规则为《T/CEEIA 410-2019 绿色设计产品评价技术规范·交流电动机》所描述的取舍原则，取舍原则如下：

- 能源的所有输入均列出；
- 原料的所有输入均列出；
- 小于产品重量 1% 的普通物耗可忽略；
- 含有稀贵金属（如金银铂钯等）或高纯物质（如纯度高于 99.99%）的物耗小于产品重量 0.1% 时可忽略（同类物料，如芯片、螺钉，可按此类物料合计重量判断）；
- 总忽略的物耗推荐不超过产品重量的 5%；
- 大气、水体的各种排放均列出；
- 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略；
- 任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中，不可忽略。

1.2.3. 再生循环方法

产品在使用废弃后可获取再生料，通过拆解得到如废钢、废铜、废铝、废塑料等再生原料，也包括部分再生原料进一步通过再生加工得到可以用于产品生产的再生材料，如再生钢、再生塑料等。因此，需要合理的再生建模方法来计算该阶段因为再生料带来的环境效益。

常见的再生方法通常将再生料的环境影响用相应的初生料表示，均较主观，故本研究报告再生方法采用较为折中的 50-50 法思想，再生料承担一半的初生料的环境影响，这样无论是使用再生料，还是产出再生料的生命周期系统均能获得一半的环境效益，此外考虑到再生料与替代的初生料品质存在差异，需要进行品质修正，修正系数可以根据两者的成分含量、经济价值等计算得到。再生料环境影响计算方法如公式（1）所示。

$$E_{rm} = \frac{1}{2} * Q * E_v \quad (1)$$

—Q 为再生料与初生料的品质修正系数

—E_v 为初生料环境影响

—E_{rm} 为再生料环境影响

当产品全生命周期有再生料输入与输出时，仅需考虑再生料的投入量，以及根据产品含量与回收再生率计算再生料的产出量，抵扣相应的初生材料即可。具体如公式（2）所示。本研究中，AB 系列超高效同步电动机产品在生产时未使用再生料，而是进行再制造，因此 E_{rm} 为 0，再制造所需旧电机的计算见公式（3）。

$$E_{p+eol} = y * E'_{rm} + X_p + X_{rrm} - z * (R_w * R_{rrm} * R_{rm}) * E_{rm} \quad (2)$$

—y 为产品生产时使用的再生料的量

—X_p 为产品以上游初生原料生产过程的环境影响

—X_{rrm} 为回收拆解过程的环境影响

—z 为废弃产品中可再生成分的含量

—R_w 为产品回收率

—R_{rrm} 为再生原料回收率

—R_{rm} 为再生材料产率

本研究中，产品在使用废弃后的处置方式较为特殊，电机使用后的旧件运回生产企业，绝大部分旧件通过企业专利技术重复再制造，不需要通过二次冶炼来达到回收的目的。

故本研究报告中，使用重复利用次数对来自旧电机的零部件进行折算，将使用初生料制造初生零部件的环境影响，除以再制造次数均摊到每次再制造得到的

电机产品上。再制造电机中，来自旧电机的零部件环境影响计算方法如公式(3)所示。

$$E_{rp} = \frac{1}{n} * E_{vp} \quad (3)$$

—n 为零部件可通过再制造方式重复利用的次数

— E_{vp} 为初生零部件环境影响

— E_{rp} 为旧电机零部件环境影响

1.2.4. 数据质量要求

1.2.4.1 实际生产过程调查的数据质量

实际生产过程调查的数据质量宜具备：

- a) 技术代表性：数据需反映实际生产情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能耗类型、生产规模等因素的影响；
- b) 数据完整性：按照环境影响评价指标、数据取舍准则，判断是否已收集各生产过程的主要消耗与和排放数据。缺失的数据需在 LCA 报告中说明；
- c) 数据准确性： 零部件、辅料、能耗、包装、原料与产品运输等数据需采用企业实际生产统计记录，环境排放数据优先采用环境监测报告。所有数据均详细记录相关的数据来源和数据处理算法。估算或引用文献的数据需在 LCA 报告中说明；
- d) 数据一致性：每个过程的消耗与排放数据需保持一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。存在不一致情况时需在 LCA 报告中说明。

1.2.4.2 产品生命周期模型的数据质量

产品生命周期模型的数据质量宜具备：

- a) 生命周期代表性：产品 LCA 模型尽量反映产品供应链的实际情况。重要的外购零部件和原辅料的生产过程数据需尽量调查供应商，或是由供应商提供经第三方独立验证的 LCA 报告，在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据， 但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要供应商需在 LCA 报告中说明；

-
- b) 模型完整性：依据系统边界定义和数据取舍准则，产品 LCA 模型需包含所有主要过程，包括从资源开采开始的主要原材料和能源生产、主要零部件和原辅料生产、产品生产以及运输过程。如果是可以交付给消费者直接使用的产品，还需包含产品使用、废弃处理过程；
 - c) 背景数据准确性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。仅在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并需在 LCA 报告中说明；
 - d) 模型一致性：如果模型中采用了多种背景数据库，需保证各数据库均支持所选的环境影响类型指标。如果模型中包含分配和再生过程建模，需在 LCA 报告中说明。

1.2.4.3 背景数据库的数据质量

背景数据库的数据质量宜具备：

- a) 完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性；
- b) 准确性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平；
- c) 一致性：背景数据库需建立统一的数据库生命周期模型，以保证模型和数据的一致性。

1.2.5. 环境影响类型

本报告按照《T/ CEEIA 410-2019 绿色设计产品评价技术规范·交流电动机》要求，考虑市场目标、客户、相关方所关注的环境问题，计算了气候变化（Climate Change, GWP）、初级能源消耗（Primary energy demand, PED）、非生物资源消耗（Abiotic Depletion Potential, ADP）和酸化（Acidification, AP）四个环境影响类型指标，具体见表 1-2。

表 1-2. 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 ₂ eq.	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O.....
初级能源消耗	MJ	硬煤,褐煤,天然气.....
非生物资源消耗	kg Sb eq.	铁,锰,铜.....
酸化	mol H ⁺ eq.	SO ₂ , NO _x , NH ₃
富营养化	kg PO ₄ ³⁻ eq.	NH ₄ -N, COD, 总磷.....

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ eq.。

1.2.6. 软件与数据库

本研究采用 eFootprint 软件系统，建立了森奥达 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）全生命周期模型，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。研究过程中用到的数据库，包括 CLCD，ELCD 和 Ecoinvent 数据库，分别介绍如下：

CLCD-China 由亿科环境科技开发，是一个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 包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集，其中电力（包括火力发电和水力发电以及混合电力传输）和公路运输被本研究所采用。

ELCD 由欧盟研究总署开发，其核心数据库包含超过 300 个数据集，其清单数据来自欧盟行业协会和其他来源的原材料、能源、运输、废物管理数据。

Ecoinvent 数据库由瑞士生命周期研究中心开发，数据主要来源于瑞士和西欧国家，该数据库包含约 4000 条的产品和服务的数据集，涉及能源，运输，建材，电子，化工，纸浆和纸张，废物处理和农业活动。

在 eFootprint 软件中建立的 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）的全生命周期 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表 1-3。

表 1-3 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
铸铁	大端盖	铸造生铁	CLCD-China-ECER 0.8
铸铁	小端盖	铸造生铁	CLCD-China-ECER 0.8
塑料	接线柱	聚丙烯	CLCD-China-ECER 0.8
铁	风罩	铸造生铁	CLCD-China-ECER 0.8
AB 胶	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [生产]	epoxy resin, liquid	Ecoinvent 3.1
绝缘油漆	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [生产]	chemical, organic	Ecoinvent 3.1
绝缘纸	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [生产]	glass fibre reinforced plastic, polyamide, injection moulded	Ecoinvent 3.1
漆包线	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [生产]	电解铜(99.95%)	CLCD-China-ECER 0.8
聚酯纤维	收缩带	glass fibre reinforced plastic, polyamide, injection moulded	Ecoinvent 3.1
碳钢	小端盖螺丝	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
碳钢	钢套	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
铸铁	机壳	铸造生铁	CLCD-China-ECER 0.8
碳钢	吊环螺丝	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
塑料	风扇	聚丙烯	CLCD-China-ECER 0.8
铁	接线盒	铸造生铁	CLCD-China-ECER 0.8
钢铁	轴承	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
硅钢	定子硅钢	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
稀土永磁体	磁瓦	稀土硅铁合金	CLCD-China-ECER 0.8
碳钢	大端盖螺丝	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
钢	转子	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8

铝合金	转子	aluminium, wrought alloy	Ecoinvent 3.1
电力	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [生产]	华中电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8
使用电耗	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [使用]	全国平均电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8
产品包装	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [生产]	cleft timber, measured as dry mass	Ecoinvent 3.1
废钢	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [废弃]	铁水	CLCD-China-ECER 0.8
废铜	AB 系列 (AB280S-4 型) 超高效同步电动机 [废弃]	电解铜(99.95%)	CLCD-China-ECER 0.8

2. 生命周期清单分析

2.1. 产品生产阶段

AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 的生产工艺流程主要由旧电机拆解, 转子、定子、其他配件加工处理和总装配三个部分组成。产品生产工艺流程详见图 2-1, 各工段具体工艺流程图见附件 3。

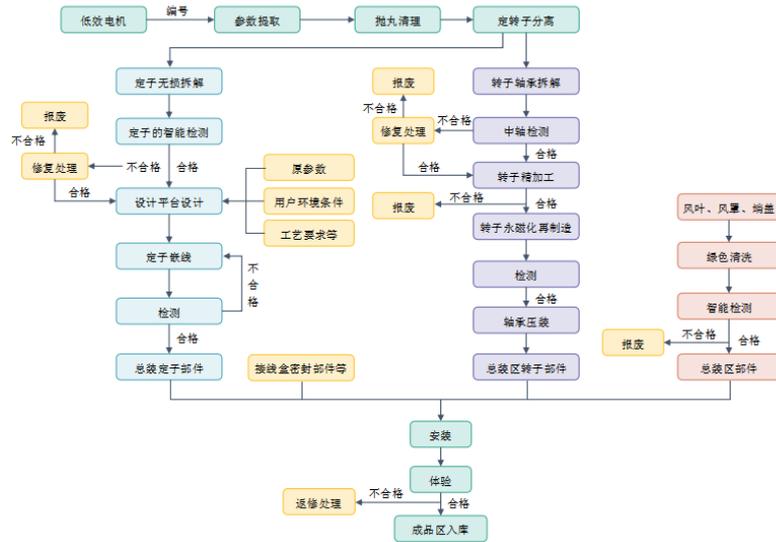


图 2-1. AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）工艺流程图

表 2-1 中列出了产品生产过程投入的主要部件及原材料消耗，以及原材料的上游数据来源。生产材料清单详见附件 2。

表 2-1. 产品主要零部件及材料消耗表

零部件名称	数量	单位	单件重量 (kg)	材质信息	规格型号/备注
磁瓦	80	片	0.115	稀土永磁体	R192*R182*9.5 83.5 弧度
轴承	2	个	2.50	钢铁	6317 规格
钢套	1	套	0.58	碳钢	0.5mm 厚 202 规格
收缩带	0.23	kg	0.23	聚酯纤维	
机壳	1	个	82.50	铸铁	旧电机回收
转子轴	1	个	85.40	钢	旧电机回收
转子	1	个	54.20	铝合金	旧电机回收
大端盖	1	个	36.10	铸铁	旧电机回收
小端盖	1	个	36.10	铸铁	旧电机回收
定子硅钢	1	个	198.00	硅钢	旧电机回收
风罩	1	个	3.80	铁	旧电机回收
风扇	1	个	0.70	塑料	旧电机回收
接线盒	1	个	1.70	铁	旧电机回收
接线柱	1	个	1.10	塑料	旧电机回收
大端盖螺丝	4	个	0.025	碳钢	旧电机回收
小端盖螺丝	4	个	0.025	碳钢	旧电机回收
吊环螺丝	1	个	0.37	碳钢	旧电机回收
漆包线	47.00	kg	47.00	铜	铜

表 2-2 列出了产品生产辅料消耗、能源消耗及主要排放，具体的辅料消耗、能耗、废弃物排放表分别详见附件 4。

表 2-2. 辅料、能耗、排放数据清单表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
消耗投入	电力	20	kWh	CLCD-China-ECER 0.8	能耗
消耗投入	绝缘油漆	3.8	kg	Ecoinvent 3.1	辅料，高分子聚合物
消耗投入	绝缘纸	0.32	kg	可忽略，重量比<1%	辅料，聚脂薄膜和聚酯纤维复合而成
消耗投入	502 胶水	20	g	可忽略，重量比<1%	辅料
消耗投入	AB 胶	0.19	kg	Ecoinvent 3.1	辅料
消耗投入	防锈漆	0	kg	可忽略，重量比<1%	辅料
消耗投入	包装材料	10	kg	Ecoinvent 3.1	包装材料，木材+聚乙烯薄膜
排放与废弃	固体废物	0.5	kg	—	包装材料等固废废物

AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）生产过程中消耗的部分原材料和零部件属外购零部件，采用货车运输（运输信息详见附件 5）。本研究根据外购零部件和原材料的质量和运输距离整理得到一台电动机（AB280S-4 型）生产所需各项原材料和零部件的运输量见表 2-3，其上游数据来源来自 CLCD 数据库。

表 2-3. 原材料与零部件运输过程清单数据表

类型	清单名称	重量 (kg)	运输距离 (km)	上游数据来源	载重与燃油
消耗投入	磁钢运输	9.2	572	CLCD-China-ECER 0.8	30T 柴油货车运输
消耗投入	旧电机运输	540.8	586	CLCD-China-ECER 0.8	30T 柴油货车运输

2.2. 产品使用阶段

产品的销售运输方式主要为 30t 重型柴油货车运输，运输毛重为 560kg，货

车运输平均运距为 586km。平均运距根据附录 5 中 AB280S-4 型号 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）运往各省市的销售份额以及运距加权计算得到。表 2-4 为该产品运输信息。

表 2-4. 产品销售运输信息表

产品名称	净重 (kg)	毛重 (kg)	起点	终点	平均运输距离 (km)	载重与燃油
AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4)	550	560	九江	全国各省市	586	30t-重型柴油

在 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）的使用阶段，主要消耗为电力。再制造后的电机，由原来的三级能效，提升到一级能效，平均使用能耗可降低 10% 以上。

AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）产品的设计使用寿命为 15 年，电动机可连续运转，每年使用时间约为 3600 小时，每小时使用电耗为 60kWh，年耗电量为 3240000kWh。整个使用阶段电耗信息信息如表 2-5 所示，详见附件 6。

表 2-5. 使用过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
消耗	电力	3240000	kWh	CLCD	使用阶段耗电

2.3. 产品废弃阶段

电机产品使用到达一定年限后，严重磨损，导致电机发生故障，从而要进行维修，再重复使用，久而久之电机使用就会成为旧电机。

本研究中，企业对旧电机进行回收再制造，经调查，企业旧电机的回收率可达 95% 以上，旧件中 80% 以上零部件可通过再制造的方式重复利用 10 次以上，这部分零部件废弃的环境影响，按初生零部件的环境影响均摊到每次再制造的产品上进行处理，将来自旧电机的零部件消耗折算为实际消耗量的 1/10。

旧电机中其余部分可再利用性能较差，本研究中电机的废弃过程仅考虑这些的材料回收再生，其中废铜、废钢进行再生，剩余部件由专门废物处理机构协议处理。

由于企业是承接外单位旧电机进行再制造的，旧电机的运进与再制造后的电

机外运基本相当，因此废弃过程的运输距离取产品运输距离相同值 816.28km。

废旧 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）拆解过程仅有电耗投入，已包含在再制造生产阶段电耗中，废弃过程不再单独考虑。废弃过程清单见表 2-6（详细数据见附件 7）。

表 2-6. 废弃阶段清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
消耗投入	回收运输	586	km	CLCD-China-ECER 0.8	30T 柴油货车
输出	废铜	47.00	kg	CLCD-China-ECER 0.8	再生废料
输出	废钢	1.7	kg	CLCD-China-ECER 0.8	再生废料
输出	其他废物	13.46	kg	—	由专门废物处理 机构协议处理

3. 生命周期影响评价

3.1. 全生命周期LCA结果

在 eFootprint 上建模计算得 1 台 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4）的全生命周期模型计算结果，计算指标分为气候变化（GWP）、初级能源消耗（PED）、非生物资源消耗（ADP）、酸化（AP）、富营养化（EP），结果见表 3-1 所示。

表 3-1. AB 系列超高效同步电动机全生命周期 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 ₂ eq	3108123.33
PED	MJ	41585470.15
ADP	kg antimony eq.	2.84
AP	kg SO ₂ eq	13476.41

EP	kg PO ₄ ³⁻ eq.	1006.56
----	--------------------------------------	---------

指标说明：

- 1) 气候变化 (GWP)：1 台 75kW 的 AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 的全生命周期过程排放的二氧化碳当量；
- 2) 初级能源消耗 (PED)：1 台 75kW 的 AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 的全生命周期过程消耗的一次能源量；
- 3) 非生物资源消耗 (ADP)：1 台 75kW 的 AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 的全生命周期过程消耗的非生物资源梯当量；
- 4) 酸化 (AP)：1 台 75kW 的 AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 的全生命周期过程排放的二氧化硫当量；
- 5) 富营养化 (EP)：1 台 75kW 的 AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 的全生命周期过程排放的磷酸根当量。

3.2. 生命周期各阶段LCA结果

全生命周期各阶段的 GWP、PED、ADP、AP、EP 指标值如表 3-2 所示

表 3-2. 生命周期各阶段各指标值

生命周期阶段	GWP	PED	ADP	AP	EP
AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	1115.22	17760.03	1.40	4.51	130.75
AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【使用】	3107069.74	41568902.8	1.61	13471.73	888.66
AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【废弃】	-61.63	-1192.68	-0.17	0.17	-12.85

生命周期各阶段环境影响

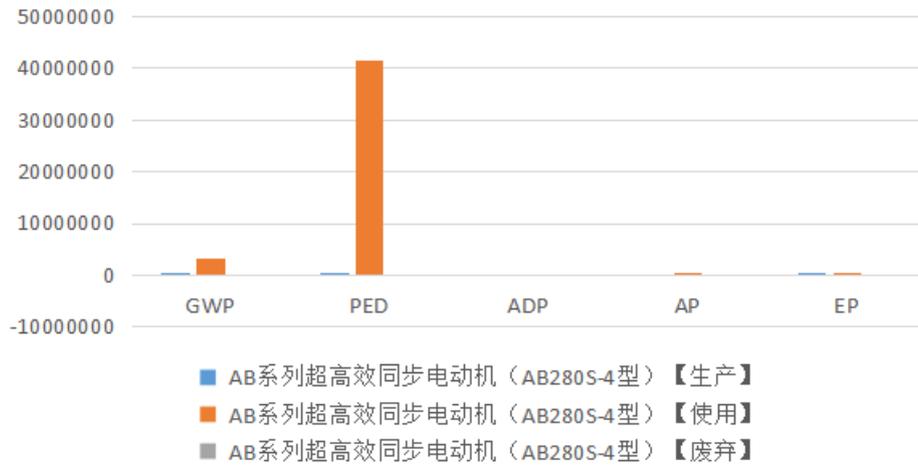


图 3-1.电动机 (AB280S-4 型) 生命周期各阶段环境影响

由表 3-2 可知，对 GWP、PED、ADP、AP 和 EP 指标，其主要贡献来自于使用过程，这主要是由于产品使用过程消耗了大量的电力，而电力的上游生产过程消耗了大量的一次能源，排放了大量的温室气体和酸性气体。根据能耗测试数据，再制造后的电机，由原来的三级能效，提升到一级能效，平均使用能耗可降低 10%以上，否则使用阶段的环境影响会进一步增加，在电机全生命周期环境影响中的贡献将更为突出。

而废弃回收阶段，各环境影响指标均为负值，是由于废弃过程产生的再生废料可以抵扣部分初生材料，产生环境正影响。

3.3. 产品生产阶段LCA结果分析

表 3-3 为 AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 生产阶段，各零部件、能耗、原辅料对 GWP、PED、ADP、AP 和 EP 指标的过程累积贡献值。过程累积贡献值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。

表 3-3. AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 生产阶段的累积贡献值

过程名称	GWP	PED	ADP	AP	EP
AB 系列超高效同步电动机 【生产】	1115.218495	17760.0258	1.402611631	4.509574915	130.7466244

磁瓦	104.983871	1360.586022	1.24E-04	0.41218638	2.99E-02
轴承	11.55882353	166.6470588	1.37E-04	0.058823529	4.59E-03
钢套	1.3456	19.3256	1.59E-05	5.50E-03	5.34E-04
收缩带	0.4232	7.6176	1.97E-06	1.88E-03	4.93E-04
机壳	19.5	238.0588235	3.35E-05	0.088235294	6.66E-03
转子	120.25625	1325.641667	3.71E-03	1.023307292	0.176432292
大端盖	8.540731707	104.1617073	1.47E-05	0.029349593	2.92E-03
小端盖	8.55	104.1833333	1.46E-05	2.96E-02	2.93E-03
定子硅钢	45.81176471	659.8447059	5.44E-04	0.155294118	1.82E-02
风罩	0.906153846	10.96153846	1.54E-06	3.13E-03	3.07E-04
风扇	0.21	4.76	1.38E-06	6.51E-04	6.16E-05
接线盒	0.425	4.93	6.91E-07	1.39E-03	1.38E-04
接线柱	0.33	7.48	2.17E-06	1.02E-03	9.70E-05
大端盖螺丝	0.025	0.3375	2.74E-07	9.49E-05	9.18E-06
小端盖螺丝	0.016666667	0.333333333	2.73E-07	9.48E-05	9.18E-06
吊环螺丝	8.57E-02	1.2025	1.01E-06	3.51E-04	3.39E-05
漆包线	7.41E+02	1.27E+04	1.40E+00	2.07E+00	1.30E+02
绝缘纸	2.94E+00	4.61E+01	1.19E-05	1.14E-02	3.00E-03
AB胶	1.32E+00	2.47E+01	5.12E-06	8.48E-03	1.29E-03
绝缘油漆	5.79E+00	3.55E+02	2.14E-04	4.43E-02	9.63E-03
电力	1.55E+01	2.17E+02	9.36E-06	8.03E-02	5.48E-03
旧电机运输	2.32E+01	2.23E+02	7.91E-05	4.71E-01	8.44E-02
磁瓦运输	3.86E-01	3.70E+00	1.31E-06	7.84E-03	1.40E-03
产品包装	1.60E+00	2.19E+02	2.29E-05	9.13E-03	5.77E-03

图 3-2、图 3-3、图 3-4、图 3-5、图 3-6 直观展示 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）生产阶段，各部件、辅料、能耗的 GWP、PED、ADP、AP 和 EP 指标贡献占比。由图 3-2、图 3-3 可见，在电动机生产阶段对 GWP、PED 指标的贡献较大的是磁瓦、轴承、机壳、转子、定子硅钢、漆包线、电力消耗、旧电机运输、绝缘油漆、产品包装，其中磁瓦对生产阶段 GWP 和 PED 指标的贡献分别为 9.41%、7.66%，轴承对生产阶段 GWP 和 PED 指标的贡献分别为 1.04%、0.94%，机壳对生产阶段 GWP 和 PED 指标的贡献分别为 1.75%、1.34%，转子对生产阶段 GWP 和 PED 指标的贡献分别为 10.78%、7.46%，定子硅钢对生产阶段 GWP 和 PED 指标的贡献分别为 4.11%、3.72%，漆包线对生产阶段 GWP 和 PED 指标的贡献分别为 66.48%、71.26%，旧电机运输对生产阶段 GWP 和 PED 指标的贡献分别为 2.08%、1.25%。

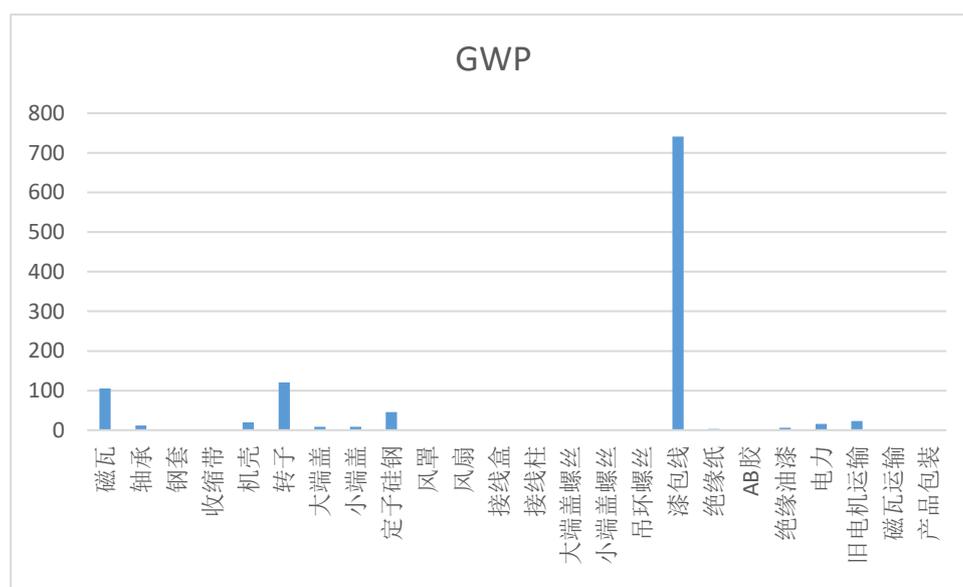


图 3-2.电动机生产阶段各部件的 GWP 指标贡献占比

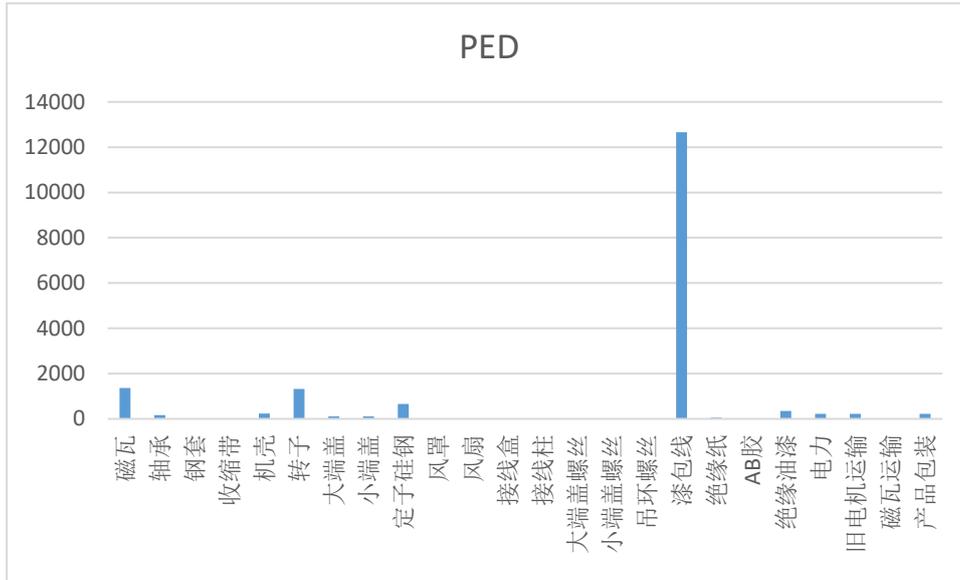


图 3-3.电动机 (AB280S-4 型) 生产阶段各部件的 PED 指标贡献占比

由图 3-4 可知，对电机生产阶段 ADP 指标贡献最大的是漆包线，其贡献占比为 99.83%（考虑了废弃再生的环境收益后），其次是转子，其贡献占比分别为 0.26%，其他零部件和消耗对 ADP 指标的贡献均小于 0.1%。

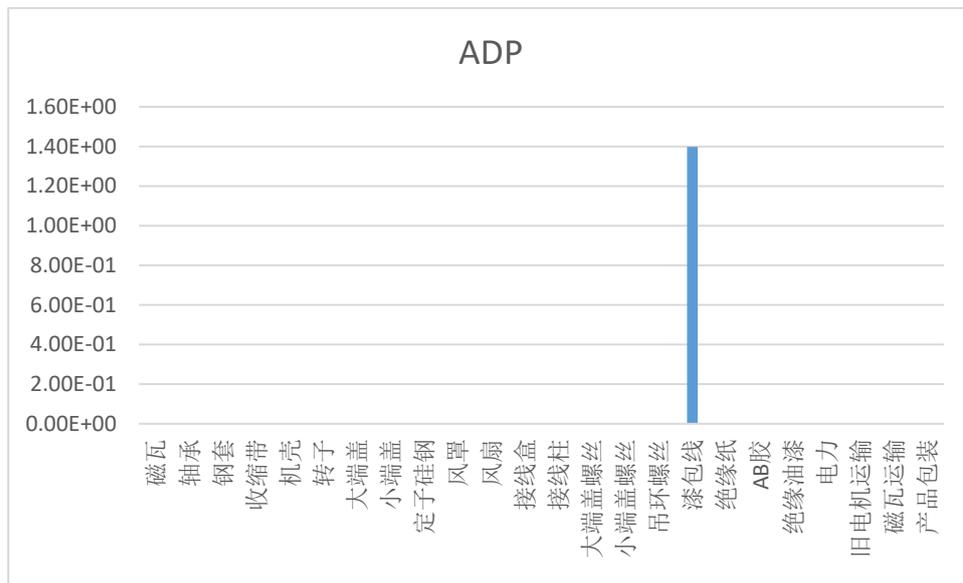


图 3-4.电动机 (AB280S-4 型) 生产阶段各部件的 ADP 指标贡献占比

由图 3-5 可知，对电机生产阶段 AP 指标贡献最大的是漆包线，其贡献占比为 45.82%，其次是转子、旧电机运输和磁瓦，其贡献占比分别为 22.69%、10.44%、9.14%，再次是定子硅钢其贡献占比分别为 3.44%，其他零部件和消耗

对 AP 指标的贡献均小于 2%。

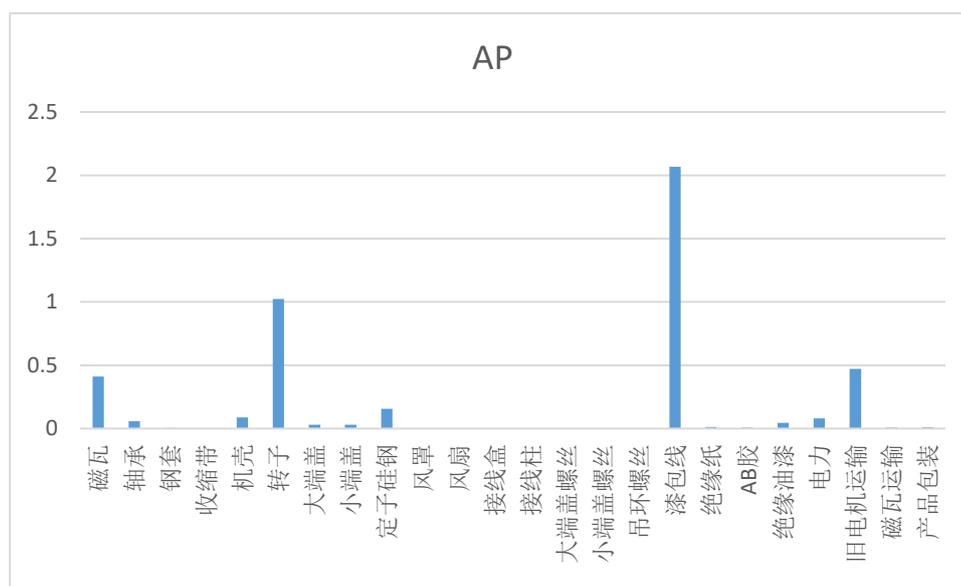


图 3-5.电动机 (AB280S-4 型) 生产阶段各部件的 AP 指标贡献占比

由图 3-6 可知，对电机生产阶段 EP 指标贡献最大的是漆包线，其贡献占比为 99.73%，其次为转子，其贡献占比为 0.13%其他零部件和消耗对 EP 指标的贡献均小于 0.1%。

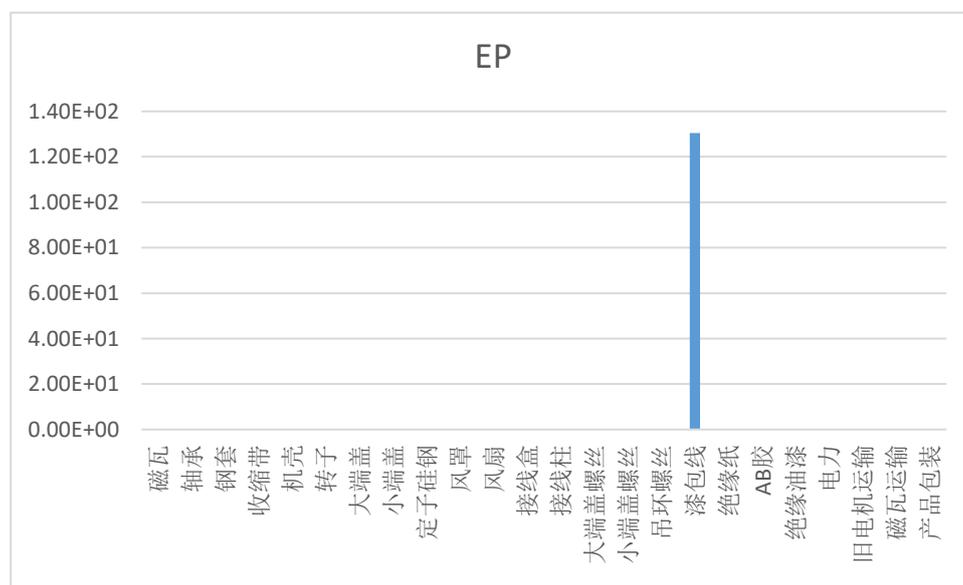


图 3-5.电动机 (AB280S-4 型) 生产阶段各部件的 EP 指标贡献占比

3.4. 清单数据灵敏度分析

清单数据灵敏度是指清单数据单位变化率引起的相应指标变化率。通过分析清单数据对各指标的灵敏度，并配合改进潜力评估，从而辨识最有效的改进点。表中罗列了对 GWP、PED、ADP、AP 和 EP 指标平均灵敏度的清单数据。

由表 3-4 可知，AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）生产过程的漆包线、铝合金、磁瓦、硅钢、铸铁等对 GWP、PED、ADP、AP 和 EP 指标的灵敏度较大，是改进的重点。

表 3-4. 清单数据灵敏度表

清单名称	所属过程	GWP	PED	ADP	AP	EP
AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）【生产】	AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）	99.8%	104%	190.23%	80.91%	188.51%
漆包线	AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）【生产】	66.4843%	71.2596%	99.8336%	45.8243%	99.7265%
转子	AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）【生产】	10.7832%	7.4642%	0.2646%	22.6897%	0.1349%
铝合金	转子	9.83%	6.60%	0.26%	21.71%	0.13%
磁瓦	AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）【生产】	9.4137%	7.6609%	0.0089%	9.1394%	0.0229%
电力	AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）【生产】	1.3920%	1.2196%	0.0007%	1.7797%	0.0042%
旧电机运输 - 重型柴油货	AB 系列超高效同步电动机	2.0841%	1.2541%	0.0056%	10.4363%	0.0646%

车运输 (30t) -中国	(AB280S-4 型) 【生产】					
绝缘油漆	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	0.5191%	2.0012%	0.0153%	0.9813%	0.0074%
硅钢	定子硅钢	4.1079%	3.7153%	0.0388%	3.4433%	0.0139%
定子硅钢	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	4.1079%	3.7153%	0.0388%	3.4433%	0.0139%
轴承	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	1.0365%	0.9383%	0.0098%	1.3043%	0.0035%
钢铁	轴承	1.0365%	0.9383%	0.0098%	1.3043%	0.0035%
机壳	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	1.7485%	1.3404%	0.0024%	1.9564%	0.0051%
铸铁	机壳	1.7485%	1.3404%	0.0024%	1.9564%	0.0051%
钢	转子	0.95%	0.86%	0.01%	0.98%	0.00%
大端盖	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	0.7658%	0.5865%	0.0010%	0.6508%	0.0022%
铸铁	大端盖	0.7658%	0.5865%	0.0010%	0.6508%	0.0022%
产品包装	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	0.1435%	1.2331%	0.0016%	0.2025%	0.0044%
AB 胶	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4	0.1184%	0.1391%	0.0004%	0.1881%	0.0010%

	型) 【生产】					
小端盖	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	0.7667%	0.5866%	0.0010%	0.6558%	0.0022%
铸铁	小端盖	0.7667%	0.5866%	0.0010%	0.6558%	0.0022%
绝缘纸	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	0.2637%	0.2595%	0.0009%	0.2519%	0.0023%
钢套	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	0.1207%	0.1088%	0.0011%	0.1219%	0.0004%
碳钢	钢套	0.1207%	0.1088%	0.0011%	0.1219%	0.0004%
铁	风罩	0.0813%	0.0617%	0.0001%	0.0694%	0.0002%
风罩	AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 【生产】	0.0813%	0.0617%	0.0001%	0.0694%	0.0002%

4. 生命周期解释

4.1. 假设与局限性说明

AB 系列超高效同步电动机 (AB280S-4 型) 全生命周期考虑了上游原材料的生产与运输、产品主要零部件的生产与装配、使用和废弃带来的环境影响, 产品生产过程中, 质量小于 0.1% 的部分次要辅料被忽略, 如 502 胶水、防锈漆等辅料。

本报告研究对象 AB280S-4 型号 AB 系列超高效同步电动机, 本研究中生产及销售运输数据代表的是 2023 年的有效值。用户终止使用后, 产品进入再制造流程, 部分零部件重新进入新一轮电机生产, 剩余零部件作为废弃物进入回收、

拆解、再生流程，或者由专门废物处理机构协议处理。

4.2. 完整性说明

生命周期模型数据模型中上游生产数据完整，无需补充。生产过程所用到的 502 胶水、防锈漆等其重量小于 1%产品重量，因此其上游生产数据可忽略。本评价研究中产品重量为 560kg，忽略物料的总占比为 0.0036%，小于 5%，符合取舍规则。

表 4-1. 数据缺失或忽略的物料汇总表

消耗名称	所属过程	上游数据来源	数量单位	重量比	检查结果
502 胶水	AB 系列超 高效同步电 动机 (AB280S- 4 型) [生 产]	未定义	20g	0.0036%	符合取舍规则
防锈漆	AB 系列超 高效同步电 动机 (AB280S- 4 型) [生 产]	未定义	0kg	0%	符合取舍规则

注：* 重量比=物料重量*数量/产品重量；

* 总忽略物料重量比=数据缺失的重量比+符合取舍规则的重量比。

4.3. 数据质量

4.3.1. 数据质量评估

根据《T/CEEIA 410—2019 绿色设计产品评价技术规范·交流电动机》相关要求，对本研究中 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）全生命周期评价的数据质量进行评估，具体评估见表 4-2。

表 4-2. 数据质量评估表

项目	描述
模型完整性	本研究的系统边界为摇篮到坟墓类型，包含 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）生产过程中各零部件、原辅料、能源的生产、运输过程，产品销售运输、使用过程和产

	品废弃再生过程。	
数据取舍准则	参照《T/CEEIA410—2019 绿色设计产品评价技术规范·交流电动机》所描述的数据取舍准则，详见 1.2.2 节。	
数据准确性： 实际的生产过程调查确使用了估算或文献数据且生命周期贡献大于 1%	物料消耗	本研究中对 LCA 指标贡献大于 1% 的物料消耗、能源消耗及环境排放数据均来自企业生产统计数据。
	能源消耗	
	环境排放	
物料重量大于 5% 产品重量，却未调查此物料上游生产过程	无	
物料重量大于 1% 产品重量，却被忽略的物料	无	
物料重量大于 1% 产品重量，且所选上游背景数据代表性不一致的	包装材料	电动机包装材料的上游生产过程数据来自 ecoinvent3.1 数据库，代表全球平均生产水平。
	收缩带	电动机生产使用的聚酯纤维收缩带的上游生产过程数据来自 ecoinvent3.1 数据库，代表全球平均生产水平。
	绝缘油漆	电动机生产使用的绝缘油漆的上游生产过程数据来自 ecoinvent3.1 数据库，代表全球平均生产水平。
采用的背景数据库	本研究主要采用中国生命周期基础数据库（CLCD 0.8）、瑞士的 ecoinvent 3.1 数据库，背景数据块介绍详见 1.2.4 节。	
采用的 LCA 软件工具	eFootprint V1.0	
评估结论	本研究中影响数据质量和结论可信度的主要因素是部分原料上游背景数据库地理代表性不完全匹配但本研究无缺失过程，无缺失数据，因此当前模型和数据是能满足 LCA 目的和要求的。	

4.3.2. 数据质量改进

根据上述数据质量要求和评估结果，当前模型提高数据质量关键因素和持续改进数据质量的建议如下：

（1）对于电动机生产使用的绝缘油漆、包装材料、收缩带应继续追溯其上游供应商的生产过程，直至资源开采，尽量做到采用实际生产数据代替背景数据。

（2）若无法继续追溯物料上游供应商的生产数据，尽量采用匹配度更高的背景数据。

4.4. 结论与改进建议

4.4.1. 结论

经本评价得到一台 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）全生命周期的气候变化（GWP）指标结果为 3108123.33 kg CO₂ eq.，初级能源消耗（PED）指标结果为 41585470.15MJ，非生物资源消耗（ADP）指标结果为 2.84kg Sb eq.，酸化（AP）指标结果为 13476.41 kg SO₂ eq.，富营养化为 1006.56kg PO₄³⁻ eq.

4.4.2. 建议

针对报告第 3 部分生命周期影响评价结果，分析得到以下结论与改进建议：

（1）AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）产品全生命周期各阶段中，使用阶段对 GWP、PED、ADP、AP 和 EP 指标的贡献均为最大，其原因使用阶段消耗的主要是电力，在上游电力生产过程中我国火力发电比例较大，发电过程中燃煤排放较多温室气体，导致超高效同步电动机使用阶段各指标均较大。因此推进节能产品的制造是减少整个超高效同步电动机行业产品生命周期环境影响的关键。企业再制造后的电机，已经由原来的三级能效，提升到一级能效，平均使用能耗可降低 10%以上，在此基础上可以进一步挖掘节能潜力，同时继续打造绿色标杆，增进宣传推广，协助全行业改进提升。

（2）就 AB 系列超高效同步电动机（AB280S-4 型）生产过程而言，转子、磁瓦、漆包线等各零部件使用的钢、铸铁、铝合金等对生产过程各指标的环境影响贡献较大，生产过程的能耗、旧电机运输对各指标的贡献也较大，因此在保证产品质量和使用寿命的前提下，可以通过优化生产流程优化，优化供应链，通过绿色采购降低原辅料及运输过程的环境影响，减少生产过程环境影响。

（3）产品运输对各指标的贡献均较小，但仍应考虑产品和包装轻量化设计、减少产品运输量，优化物流配送方案，选择更短运输路线、更低碳绿色的运输方式，减小产品运输带来的环境影响。

（4）产品废弃回收阶段，通过拆解拣选得到再生原料，这些再生料带来的

再生效益抵扣了 AB 系列超高效同步电动机生产阶段 61.63kg CO₂ eq 的温室效应环境影响、1192.68MJ 的初级能源消耗环境影响、0.17 kg Sb eq 的非生物资源消耗环境影响和 12.85 kg PO₄³⁻ eq 的富营养化环境影响；但增加了 0.17kg SO₂ eq 的酸化环境影响，这主要是由于废弃部分远距离运输导致。由此看来，鼓励废旧 AB 系列超高效同步电动机的回收，提高产品的回收率，就地进行部分拆解，不能再制造的零部件就近回收、再生或由专门废物处理机构协议处理，对 AB 系列超高效同步电动机减少全生命周期环境影响是非常必要的。此外，在产品初期设计就考虑投入更多的可回收再生材料，同时兼顾产品的易拆解回收性，也能提高再生料的综合回收率。

附件1·产品样图或分解图



产品图片



产品铭牌



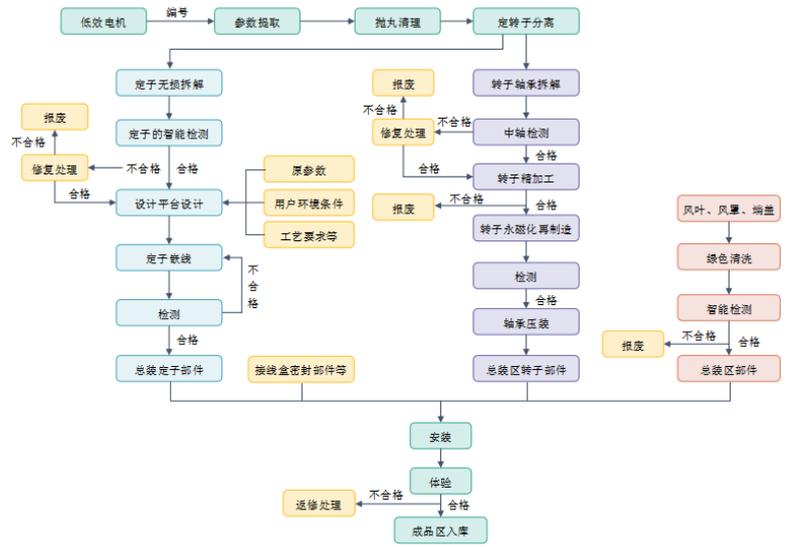
产品包装图片

附件2·产品零部件及材料清单

产品零部件及材料清单表

零部件名称	数量	单位	单件重量 (kg)	材质信息	规格型号/备注
磁瓦	80	片	0.115	稀土永磁体	R192*R182*9.5 83.5 弧度
轴承	2	个	2.50	钢铁	6317 规格
钢套	1	套	0.58	碳钢	0.5mm 厚 202 规格
收缩带	0.23	kg	0.23	聚酯纤维	
机壳	1	个	82.50	铸铁	旧电机回收
转子轴	1	个	85.40	钢	旧电机回收
转子	1	个	54.20	铝合金	旧电机回收
大端盖	1	个	36.10	铸铁	旧电机回收
小端盖	1	个	36.10	铸铁	旧电机回收
定子硅钢	1	个	198.00	硅钢	旧电机回收
风罩	1	个	3.80	铁	旧电机回收
风扇	1	个	0.70	塑料	旧电机回收
接线盒	1	个	1.70	铁	旧电机回收
接线柱	1	个	1.10	塑料	旧电机回收
大端盖螺丝	4	个	0.025	碳钢	旧电机回收
小端盖螺丝	4	个	0.025	碳钢	旧电机回收
吊环螺丝	1	个	0.37	碳钢	旧电机回收
漆包线	47.00	kg	47.00	铜	铜

附件3·产品工艺表



工艺流程图

附件4·各单元过程的数据收集表

生产过程辅料、能耗和排放数据收集表（电机型号 AB280S-4）

分类	名称	数量	单位	单件重量 (kg)	材质信息/备注
产品产出	AB 系列超高效同步电动机	1	台		—
零部件	磁钢 (R192*R182*9.5)	80	片	0.115	稀土永磁体
	轴承 (6317)	2	个	2.50	钢铁
	钢套 (0.5mm)	1	套	0.58	碳钢
	收缩带	0.23	kg	0.23	聚酯纤维
	机壳	1	个	82.50	铸铁
	转子	1	个	85.40	钢
	转子	1	个	54.20	铝合金
	大端盖	1	个	36.10	铸铁
	小端盖	1	个	36.10	铸铁
	定子硅钢	1	套	198.00	硅钢
	风罩	1	个	3.80	铁
	风扇	1	个	0.70	塑料
	接线盒	1	个	1.70	铁
	接线柱	1	个	1.10	塑料
	大端盖螺丝	4	个	0.025	碳钢
	小端盖螺丝	4	个	0.025	碳钢
	吊环螺丝	1	个	0.37	碳钢
	漆包线	47.00	kg	47.00	铜
辅料	绝缘油漆	3.80	kg		辅料, 高分子聚合物
	绝缘纸	0.32	kg		辅料, 聚脂薄膜和聚酯纤维复合而成
	502 胶水	20	g		辅料
	AB 胶	0.19	kg		辅料

	防锈漆	0.42	kg		辅料
能耗	电力	20	kWh		能耗
包装	包装材料	10.00	kg		包装材料, 木材+聚乙烯薄膜
排放与废弃	固体废物	0.50	kg		包装材料等固废废物

附录5·运输阶段数据清单

产品销售运输数据收集表（电机型号 AB280S-4）

起运地	目的地	运距 (km)	数量 (台)	运输方式	燃料类型	备注
瑞昌市森奥达科技有限公司	江西亚东水泥有限公司	16	157	物流 (货车)	柴油	2023 年度
	中材高新成都新能源技术有限公司	1367	10			
	靓能（上海）环保科技有限公司	711	420			
	江苏苏仪集团有限公司	622	10			
	江苏红光仪表厂有限公司	622	10			
	江苏瑞斯曼节能技术有限公司	667	20			
	武汉先能能源管理有限公司	260	10			
	南京森奥达能源有限公司	507	114			
	淮北矿业股份有限公司物资分公司	635	165			
	江西理文化工有限公司	14	17			
	陕西有色旺峪矿业有限公司	1025	113			
			平均距离 586			

附录6·使用阶段数据清单

使用阶段电耗计算表

	单位	数量
设计使用寿命	年	15
使用频率	h/年	3600
单次使用电耗	kWh/h	60
使用阶段电耗	kWh	3240000

附录7.废弃再生阶段数据清单

再生利用信息表 1.再制造部分（电机型号 AB280S-4）

模块	零部件名称	材料描述	质量 (kg)	再生利用方式
定子	定子铁心	硅钢片	198.00	再制造
	定子绕组漆包线	铜芯漆包线材	47.00	
	定子槽楔	竹制材料	0.18	
	定子绕组绝缘纸	聚脂薄膜和聚酯纤维复合而成	1.20	
	定子绕组引出线	铜芯线	0.78	
	定子绕组扎带	聚酯纤维	0.13	
	定子绕组热缩套管	聚烯烃特制而成	0.02	
	定子绕组绝缘套管	玻璃纤维	0.03	
	机座	铁	136.00	
转子	转子铁心	硅钢片	85.40	
	铸铝转子	铝合金	53.20	
	转轴	铁	43.70	

再生利用信息表 2.回收再生部分

名称	数量	单位	回收率	品质修正系数
回收运输	586	km	——	——
废铜	47.00	kg	100%	0.99
废钢	1.7	kg	100%	0.98
由专门废物处理机构协议处理	13.46	kg	——	——