

风机主轴产品 产品碳足迹评价报告

报告编写方： 华测认证有限公司

报告日期： 2023年6月12日



执行摘要

技术工作组通过与工厂有关部门协同进行数据收集，并对行业文献进行广泛调研，严格按照相关国际标准完成了目标风机主轴产品碳足迹的分析评价。

1t 风机主轴产品半生命周期(“摇篮到大门”)的碳足迹为 4330.01kgCO₂e，具体的信息如下表所示：

| | |
|---------|-------------------------------------|
| 产品名称 | 风机主轴 |
| 核算和报告依据 | ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》 |
| 产品功能单位 | 1t |
| 系统边界 | 半生命周期/“摇篮到大门” |
| 产品碳足迹 | 4330.01kgCO ₂ e |

其中，生命周期各阶段的碳足迹由下表所示：

| 生命周期阶段 | 碳足迹 | 单位 | 占比 |
|--------------|---------|---------------------|--------|
| 产品原材料生产与获取阶段 | 4017.16 | kgCO ₂ e | 92.77% |
| 产品生产阶段 | 312.85 | kgCO ₂ e | 7.23% |

核查结果符合 ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》的相关要求。



目 录

| | |
|------------------------|----|
| 执行摘要..... | II |
| 1 基本信息..... | 1 |
| 1.1 报告信息..... | 1 |
| 1.2 评估对象主要技术参数和功能..... | 1 |
| 1.3 采用的标准信息..... | 1 |
| 2 产品碳足迹评价对象及工具..... | 2 |
| 2.1 评价对象概述..... | 2 |
| 2.2 功能单位选择..... | 2 |
| 2.3 系统边界说明..... | 2 |
| 2.4 评价工具..... | 2 |
| 3 产品碳足迹清单分析..... | 3 |
| 3.1 数据来源..... | 3 |
| 3.2 数据质量..... | 3 |
| 3.3 分配..... | 4 |
| 3.4 产品碳足迹清单..... | 5 |
| 4 产品碳足迹影响评价..... | 7 |
| 4.1 综合评价结果..... | 7 |
| 4.2 产品碳足迹过程贡献分析..... | 7 |
| 5 结论..... | 10 |
| 声明..... | 11 |
| 参考文献..... | 12 |

1 基本信息

1.1 报告信息

| | |
|------|------------|
| 编制人员 | 王清沅 |
| 评审人员 | 苏颖 |
| 发布日期 | 2023年6月12日 |

1.2 评估对象主要技术参数和功能

风电主轴是风机传动系统的核心部件，在风机中起到连接叶片轮毂和齿轮箱，传递动能的作用。

风电主轴的几何形状是由多个轴段组成的回转体，各轴段之间有台肩、过渡倒角和圆角，以及卸荷槽、螺孔、锁紧螺纹和销槽等细节结构。

根据风电机组的特殊要求，主轴具有合理强度及刚度。

| 元素名称 | C | Si | Mn | P | S |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| 微调前 | 0.30-0.45 | ≤0.40 | 0.60-0.90 | ≤0.025 | ≤0.035 |
| 微调后 | 0.35-0.45 | 0.15-0.33 | 1.00-1.30 | ≤0.020 | ≤0.020 |
| 元素名称 | Cr | Ni | Mo | V | Cu |
| 微调前 | 0.90-1.20 | 1.30-1.70 | 0.15-0.30 | - | - |
| 微调后 | 0.95-1.35 | 0.70-0.95 | 0.22-0.38 | 0.03-0.14 | ≤0.25 |

1.3 采用的标准信息

ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》

2 产品碳足迹评价对象及工具

2.1 评价对象概述

风机主轴产品属于振宏重工（江苏）股份有限公司生产的产品。在该产品原材料获取与加工、生产等半生命周期过程中会向大气中释放温室气体，通过评价其半生命周期的产品碳足迹，为绿色设计改进提供基础数据支撑，提升风机主轴产品的环境友好性。

2.2 功能单位选择

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，本报告以吨（t）风机主轴产品为评价的功能单位。

2.3 系统边界说明

风机主轴产品碳足迹系统边界包括两个阶段：产品原材料生产与获取阶段、产品生产阶段。系统边界如图所示：

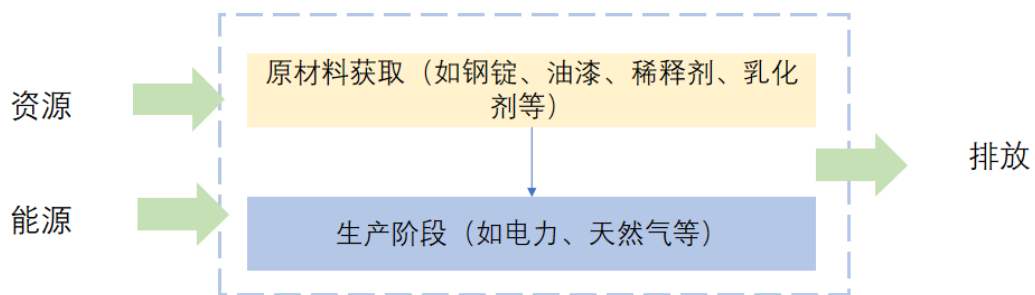


图 1 产品碳足迹系统边界

2.4 评价工具

本报告采用 SimaPro（版本：9.5）软件进行产品碳足迹评价。

3 产品碳足迹清单分析

3.1 数据来源

本报告的现场数据由振宏重工各部门协同参与，根据实际生产情况提供，主要包括生产过程的能源消耗、产品原材料的使用量、产品主要包装材料的使用量、产品原料及包装从供应商至工厂的运输距离等数据。

本报告的背景数据包括主要原料的生产数据、权威的电力排放因子的数据、不同运输类型造成的碳排放数据。本报告的背景数据来源于 Ecoinvent 3.8 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。

3.2 数据质量

本次评价过程中所输入的现场数据的时间范围为：2022 年 1 月 1 日—2022 年 12 月 31 日。背景数据来源于 Ecoinvent 3.8 数据库中适用于中国区域和全球的最新的的数据。

3.2.1 本报告采用的假设

(1) 企业生产过程中钢锭领料时间与下料时间存在时间差，以领料时间为边界核算钢锭用量与实际生产不符。企业有根据多年生产经验总结出风机主轴成材率数值，与实际生产情况较为相符。故本次评价假设钢锭用量为成材率 50%倒推得出。

(2) 本产品生产阶段污染物处置过程中，废弃物离开产品系统，由第三方公司进行处置，故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。

3.2.2 本报告未考虑的过程

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：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，产品生产过程中使用的循环水和厂内运输使用的柴油等。本产品生产阶段消耗的间接能源为电力，未考虑其能源上游生产及传输分配过程的损失。

3.3 分配

由于风机主轴生产环节，厂家同时在生产线上生产多种型号的产品，很难就单个型号产品来收集清单数据。由于风机主轴产品与生产线上的其他产品工艺一致，因此本报告能耗、原材料消耗量（钢锭除外）按照“产品重量分配”原则来计算分摊比例，即按照各车间风机主轴产品重量/各车间产品重量的比例计算其能耗，按照全厂风机主轴产品重量/全厂产品重量的比例计算其原材料消耗量（钢锭除外）。

3.4 产品碳足迹清单

3.4.1 原材料获取与加工

根据企业采购订单、环评报告、生产工艺流程图得出的数据，1t 风机主轴产品的主要原材料如表 1 所示：

表 1 主要原材料信息

| 原料名称 | 规格材质 | 单位产品使用量 /t | 运输方式 | 运输距离 /km |
|------|---------------|---------------|------|-------------|
| 钢锭 | 低合金钢 | 2.0000 | 汽运 | 9.4 |
| 稀释剂 | 75%二甲苯，25%环己酮 | 0.0002 | 汽运 | 23 |
| 固化剂 | / | 0.0000 | 汽运 | 23 |
| 底漆 | 环氧树脂 | 0.0002 | 汽运 | 23 |
| 中漆 | 环氧树脂 | 0.0002 | 汽运 | 23 |
| 面漆 | 丙烯酸 | 0.0002 | 汽运 | 23 |
| 钢砂 | 钢丸 | 0.0001 | 汽运 | 147 |
| 锌丝 | 锌 | 0.0001 | 汽运 | 976 |
| 乳化液 | / | 0.0001 | 汽运 | 8,1 |
| 液压油 | / | 0.0001 | 汽运 | 3.6 |

考虑到用量及原材料成分问题并简化 LCA 模型，本报告对于固化剂进行舍弃。

1t 风机主轴产品外包装采用纸箱包装，具体包装材料信息如表 2 所示：

表 2 包装材料信息

| 序号 | 材料 | 单位产品用量/t | 运输方式 | 运输距离/km |
|----|------|----------|------|---------|
| 1 | PE 膜 | 0.0002 | 汽运 | 5.9 |

3.4.2 产品生产

1t 风机主轴产品生产阶段始于进入生产设施，结束于产品离开生产设施。

1t 风机主轴产品的生产过程消耗的主要能源为电力、天然气。

单位产品能耗情况见

表 3，数据来源为工厂生产线实测：

表 3 生产过程电耗、天然气消耗及柴油消耗

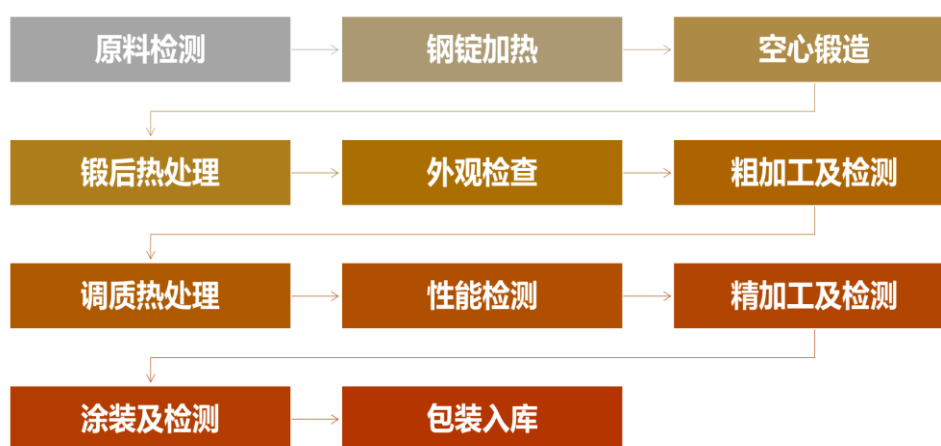
| 产品名称 | 单位产品电耗 kWh/t | 单位产品天然气消耗 m ³ /t |
|------|-----------------|--------------------------------|
| 风机主轴 | 428.0643 | 25.0974 |

单位产品化石燃料燃烧排放量计算如下表所示：

表 4 产品生产阶段化石燃料燃烧排放量计算

| 排放源 | 基本资料 | 温室气体排放量 (kgCO ₂ e/t) | | | |
|-------|---------|---------------------------------|-----------------|------------------|---------|
| | 活动水平 | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | 排放总量 |
| | | 排放系数 | 排放系数 | 排放系数 | |
| 天然气燃烧 | 25.0974 | 2.19 | 0.000039 | 0.000004 | 54.9307 |

风机主轴产品生产具体工艺流程图如下所示：



超大功率风力发电机组高强度空心主轴的工艺路线图

图 2 产品生产工艺流程图

4 产品碳足迹影响评价

4.1 综合评价结果

本报告采用 SimaPro（版本：9.5）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和产品生产阶段 2 个 LCA 模型；采用 IPCC GWP 方法学（2021）对产品半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(CO₂eq)作为单一指标。具体评价结果如表 8 所示。功能单位为 1t。

表 5 产品碳足迹评价结果

| 影响类型 | 单位 | 总计 | 原材料获取与加工 | 生产阶段 |
|----------|------------------------|---------|----------|--------|
| 气候变化/碳足迹 | kgCO ₂ 当量/t | 4330.01 | 4017.16 | 312.85 |

下图展示了风机主轴产品在生命周期各阶段对产品碳足迹的贡献：

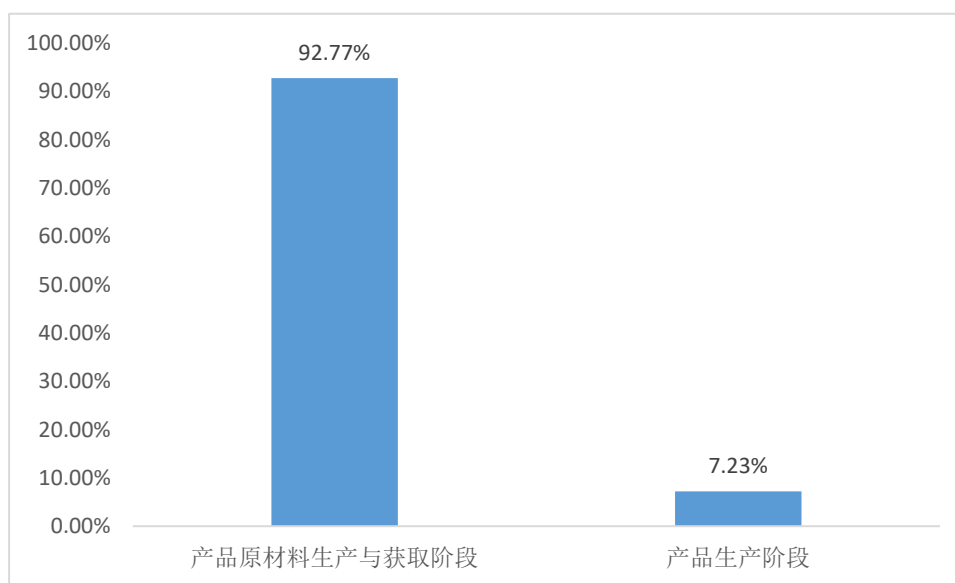


图 3 风机主轴产品碳足迹阶段分析

从图中可以看出，风机主轴产品的原材料生产与获取阶段对产品碳足迹贡献最大，其次是产品的生产阶段。

4.2 产品碳足迹过程贡献分析

产品碳足迹影响评价包括化石燃料、生物质和土地利用变化三个部分，考

考虑到化石燃料占比达到 99%以上，故在进行过程贡献等分析时，仅对化石燃料产生的产品碳足迹做进一步分析。

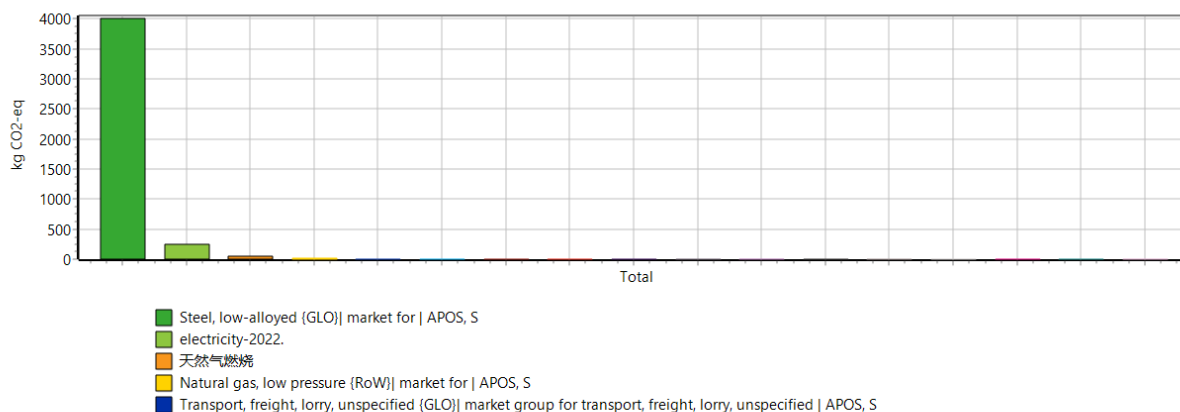
产品半生命周期各阶段对产品碳足迹影响最大的过程是原材料生产与获取阶段钢锭的获取，占比 92.64%，其次是生产阶段电力的使用，占比 5.65%。

表 6 过程贡献分析

| 序号 | 过程 | 占比 | 原材料阶段 | 生产阶段 |
|----|---|---------|----------------------|----------------------|
| | 单位 | 百分比 | kgCO ₂ /t | kgCO ₂ /t |
| | Total of all processes | 100.00% | 4010.3330 | 312.8364 |
| 1 | Steel, low-alloyed {GLO} market for APOS, S | 92.64% | 4004.9859 | 0.0000 |
| 2 | electricity-2022. | 5.65% | 0.0000 | 244.1251 |
| 3 | 天然气燃烧 | 1.27% | 0.0000 | 54.9307 |
| 4 | Natural gas, low pressure {RoW} market for APOS, S | 0.32% | 0.0000 | 13.7806 |
| 5 | Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified APOS, S | 0.06% | 2.5102 | 0.0000 |
| 6 | Epoxy resin, liquid {RoW} market for epoxy resin, liquid APOS, S | 0.02% | 0.8581 | 0.0000 |
| 7 | Polyethylene, low density, granulate {RoW} production APOS, S | 0.01% | 0.4352 | 0.0000 |
| 8 | Xylene {RoW} market for xylene APOS, S | 0.01% | 0.3224 | 0.0000 |
| 9 | Acrylic binder, without water, in 34% solution state {RoW} market for acrylic binder, without water, in 34% solution state APOS, S | 0.01% | 0.3097 | 0.0000 |

风机主轴产品碳足迹评价报告

| | | | | |
|----|---|-------|--------|--------|
| 10 | Cyclohexanone {RoW} market for cyclohexanone APOS, S | 0.01% | 0.2645 | 0.0000 |
| 11 | Polyvinylchloride, emulsion polymerised {GLO} market for APOS, S | 0.00% | 0.1905 | 0.0000 |
| 12 | Base oil {GLO} market for base oil APOS, S | 0.00% | 0.1651 | 0.0000 |
| 13 | Zinc {GLO} market for APOS, S | 0.00% | 0.1467 | 0.0000 |
| 14 | Steel, unalloyed {GLO} market for APOS, S | 0.00% | 0.1448 | 0.0000 |



Method: IPCC 2021 GWP100 V1.02 / Characterization / Excluding infrastructure processes
 Analyzing 1 ton '风机主轴';

图 4 过程贡献分析

5 结论

综上所述，钢锭的获取与加工过程是造成风机主轴产品碳足迹的主要来源。振宏重工可持续关注行业内最新技术，即时迭代生产设备与工艺，用较少的原料和能源投入来达到既定的生产目的。

声明

本报告依据振宏重工（江苏）股份有限公司提供的数据和公开可得资料、文献、数据编制而成。本报告评价结果在特定假设下进行，可用于风机主轴环境信息的披露、交流与沟通，可用于振宏重工（江苏）股份有限公司的气候变化管理和排放绩效追踪，也可应用于风机主轴产品供应链上的生命周期评估。本研究结果不应用于对比论断，即不应用于不同地区或同类型公司之间的比较，此外，不应用于对风机主轴产品与其他相似产品的环境表现差异提出主张。

参考文献

[1]ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》

[2]《2006年IPCC国家温室气体清单指南目录》

[3]生态环境部，全国电网排放因子（2023年更新）