

德州大陆架石油工程技术有限公司
尾管悬挂器
产品碳足迹评价报告

编制单位：方圆标志认证集团山东有限公司

编制日期：2024年3月6日



企业名称	德州大陆架石油工程技术有限公司		
企业地址	山东省德州市天衢新区常兴路 1286 号		
统一社会信用代码	9137140069809233X0		
企业性质	国有企业		
联系人	楚广川	联系方式（电话、email）	18765341118
评价目的	评价1套尾管悬挂器的碳足迹		
声明单位	1套尾管悬挂器的碳足迹		

评价结果：

依据GB/T 24040、GB/T 24044、ISO 14067等碳足迹评价相关标准，德州大陆架石油工程技术有限公司对1套尾管悬挂器的碳足迹进行了评价，评价范围及结果如下所示：

（1）系统边界

本研究的系统边界为原材料获取和加工阶段（包含外购原辅料与能源开采、生产和运输阶段）、原材料运输、产品生产阶段的生命周期各阶段。

（2）评价结果

表1 1套尾管悬挂器产品碳足迹评价结果

碳足迹核算结果——CC		
生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq)	贡献比(%)
原材料获取和加工	9038.02	81.705%
原材料运输	167.02	1.510%
产品生产	1856.76	16.785%
总和	11061.80	100.00%

（3）评价建议

基于德州大陆架石油工程技术有限公司生产的1套尾管悬挂器产品碳足迹的分析结果，提出了以下减少碳排放的优化方案：

1) 优化产品的设计、工艺和产品所需配料配比，从原材料选取阶段优先选择对环境排放较少的原料，降低原材料生产产生的二氧化碳排放；

2) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源电力等

措施，减少生产过程中的能源消耗，减少生产阶段的产品碳足迹。

3) 加强运输管理，提升运输效率，选择原料供应地较近的供应商，减少原料运输阶段碳足迹。

目 录

一、企业介绍	1
二、评价依据	1
三、碳足迹评价	1
3.1 目标与范围定义	1
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 时间范围	2
3.1.5 数据取舍原则、分配原则	2
3.1.6 数据质量要求	3
3.1.7 软件与数据库	3
3.2 清单数据收集及说明	5
3.2.1 原材料制备阶段	5
3.2.2 原材料运输阶段	6
3.2.3 生产阶段	7
3.3 碳足迹计算	7
3.4 产品碳足迹生命周期解释	8
3.4.1 假设与局限性说明	8
3.4.2 完整性说明	8
3.4.3 数据质量评估结果	8

一、企业介绍

受核查方隶属于中国石化集团石油工程技术研究院有限公司，是一家集石油井下工具和油田化学助剂研发、生产、销售与服务于一体的国家级高新技术企业和专精特新“小巨人”企业，入选国务院国资委首批“科改企业”，具有近 60 年的发展历史，研发实力雄厚，生产设施先进，检测手段完善，市场分布广泛，目前已成为国内最大的固完井工具研发和生产基地，在国内外同行中享有盛誉。

目前，大陆架公司的产品已基本覆盖国内所有陆地和海上油气田，并出口到美国、俄罗斯、加拿大、苏丹、伊朗、印度尼西亚、朝鲜、尼日利亚、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、哈萨克斯坦、蒙古、阿塞拜疆、古巴、哥伦比亚、泰国、缅甸、尼日尔、尼日利亚、沙特、科威特、孟加拉、伊拉克等三十多个国家和地区。

大陆架公司的产品包括系列固井工具、非常规完井工具、钻井提速工具、油田化学剂等，共计 50 类 680 余种。其中尾管悬挂器、分级注水泥器、压裂完井工具、特色油田化学剂等产品居国内领先水平，部分产品达国际先进水平。主要产品尾管悬挂器及回接装置主要用于尾管固井和回接固井，可以减少深井一次下井的套管重量，改善下套管时钻机提升系统负荷，降低注替水泥浆流动阻力，有利于安全施工；通过尾管回接，可以解决因上层套管磨损而影响钻井作业的问题；使用尾管悬挂固井技术，还可减少套管用量，节约钻井成本。分级注水泥器主要用于多级注水泥固井工程中，通过分段注水泥达到固井效果，解决一次性固井效果差的问题。

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. ISO 14064-1 温室气体 第一部分 组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南
- 5 其他相关标准

三、碳足迹评价

3.1 目标与范围定义

3.1.1 目的

本CFP报告用于评价德州大陆架石油工程技术有限公司生产的生产的1套尾管悬挂器温室气体排放足迹，由于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，不作为对比论断。

3.1.2 声明单位

1套尾管悬挂器

3.1.3 系统边界

原材料获取和加工阶段（包含外购原辅料与能源开采、生产和运输阶段）、原材料运输、产品生产阶段本研究的系统边界为1套尾管悬挂器的生命周期。1套尾管悬挂器产品生命周期系统边界原材料获取和加工阶段（包含外购原辅料与能源开采、生产和运输阶段）、原材料运输、产品生产阶段。

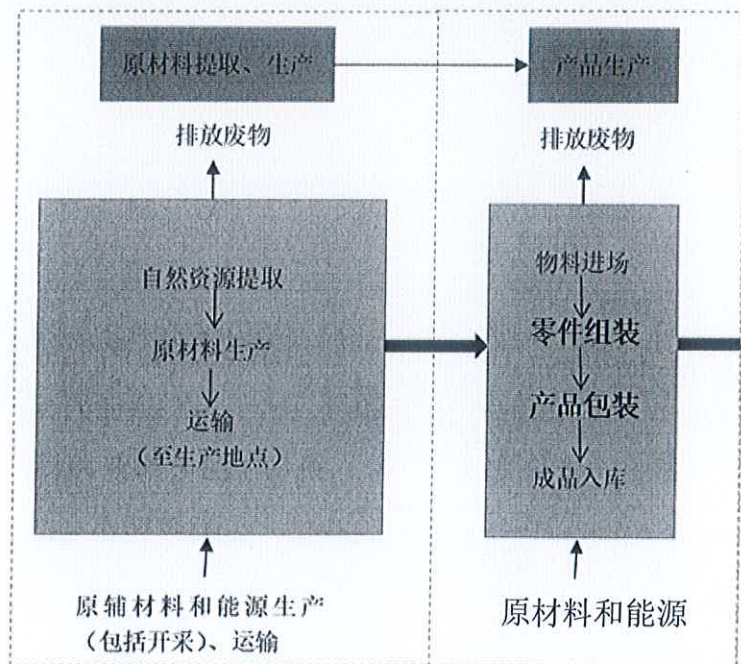


图 1 1 套尾管悬挂器碳足迹评价系统边界图

3.1.4 时间范围

2023年1月1日-2023年12月31日

3.1.5 数据取舍原则、分配原则

本研究采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。

具体规则如下：

取舍原则：

本研究采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

能源的所有输入均列出；

原料的所有输入均列出；

普通物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5%；

低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；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及排放，均忽略。

分配原则：

复杂多样的多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响进行分配，从而得到主、副产品各自的环境影响，常见的方法有分段法、物理化学性质分配法、经济价值分配法、系统扩展法（替代法）等。

本报告中评价的产品为尾管悬挂器，根据规格型号不同，在生产过程中根据生产经验能源物料消耗进行分摊，本次评价以 1 套尾管悬挂器为声明单位进行评价。

3.1.6 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用蒙特卡洛分析方法。

蒙特卡洛分析方法对模型中的消耗与排放清单数据，从可靠性、完整性、时间相关性、地域相关性、进一步的技术关系等五个方面进行评估。数据库中包含背景数据库的上游背景过程数据的不确定度。完成清单不确定度评估后计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

3.1.7 软件与数据库

本研究采用 SimaPro 9.5.0 软件系统，建立了尾管悬挂器产品生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。

在 SimaPro 9.5.0 软件中建立的本产品 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表 2. 背景数据来源表

清单名称	活动水平数据	单位	数据集名称	数据库名称
悬挂器总成 1	1258	kg	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RoW} steel production, chromium steel 18/8, hot rolled Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
悬挂器总成 2	0.1	kg	Synthetic rubber {RoW} synthetic rubber production Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
悬挂器总成 3	4.590	kg	Brass {RoW} brass production Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
密封总成 1	306.9	kg	Chromium steel pipe {GLO} chromium steel pipe production Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
密封总成 2	0.32	kg	Synthetic rubber {RoW} synthetic rubber production Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
密封总成 3	3.56	kg	Brass {RoW} brass production Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
封隔器总成 1	694.8	kg	Steel, unalloyed {RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
封隔器总成 2	1.48	kg	Synthetic rubber {RoW} synthetic rubber production Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
封隔器总成 3	3.860	kg	Brass {RoW} brass production Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
电力	1955.22	KWh	Electricity, low voltage {CN-NCGC} market for electricity, low voltage Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
生产用水	10447.00	kg	Tap water {RoW} tap water production, direct filtration treatment Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
悬挂器总成 1 运输	1031.560	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
悬挂器总成 2 运输	0.038	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
悬挂器总成 3 运输	4.223	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
密封总成 1 运输	294.624	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
密封总成 2 运输	0.122	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
密封总成 3 运输	3.275	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
封隔器总成 1 运输	837.929	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton,	Ecoinvent 3.9

			EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	
封隔器总成 2 运输	0.562	tkm	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9
封隔器总成 3 运输	3.551	tkm	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.9

3.2 清单数据收集及说明

3.2.1 原材料制备阶段

表 3. 原材料获取和加工阶段数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	尾管悬挂器			/
原材料/物料	悬挂器总成 1	1258	kg	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RoW} steel production, chromium steel 18/8, hot rolled Cut-off, U
原材料/物料	悬挂器总成 2	0.1	kg	Synthetic rubber {RoW} synthetic rubber production Cut-off, U
原材料/物料	悬挂器总成 3	4.590	kg	Brass {RoW} brass production Cut-off, U
原材料/物料	密封总成 1	306.9	kg	Chromium steel pipe {GLO} chromium steel pipe production Cut-off, U
	密封总成 2	0.32	kg	Synthetic rubber {RoW} synthetic rubber production Cut-off, U
	密封总成 3	3.56	kg	Brass {RoW} brass production Cut-off, U
	封隔器总成 1	694.8	kg	Steel, unalloyed {RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U
原材料/物料	封隔器总成 2	1.48	kg	Synthetic rubber {RoW} synthetic rubber production Cut-off, U
原材料/物料	封隔器总成 3	3.860	kg	Brass {RoW} brass production Cut-off, U

普通物料重量<0.1%产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量<0.1%产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5%。

上游的数据包括原料、能源和辅料的清单环境负荷数据。上游数据选自 SimaPro 9.5.0 软件中的 Ecoinvent 3.8-allocation, cut-off by classification-unit; 数据库。

尾管悬挂器原材料消耗数据均为生产 BOM 表估算及原材料称重，具体估算方法如下：

悬挂器总成1消耗量(kg)=2023年悬挂器总成1出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 悬挂器总成2消耗量(kg)=2023年悬挂器总成2出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 悬挂器总成3消耗量(kg)=2023年悬挂器总成3出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 密封总成1消耗量(kg)=2023年密封总成1出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 密封总成2消耗量(kg)=2023年密封总成2出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 密封总成3消耗量(kg)=2023年密封总成3出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 封隔器总成1消耗量(kg)=2023年封隔器总成1出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 封隔器总成2消耗量(kg)=2023年封隔器总成2出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。
 封隔器总成3消耗量(kg)=2023年封隔器总成3出库的总重量/2023年尾管悬挂器台数。

3.2.2 原材料运输阶段

表 5. 原材料运输信息数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
原材料/物料运输	悬挂器总成1	1031.560	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	悬挂器总成2	0.038	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	悬挂器总成3	4.223	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	密封总成1	294.624	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	密封总成2	0.122	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	密封总成3	3.275	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	封隔器总成1	837.929	tkm	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	封隔器总成2	0.562	tkm	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 Cut-off, U
原材料/物料运输	封隔器总成3	3.551	tkm	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 Cut-off, U

原材料运输数据涉及原辅材料运送到生产基地的运输方式和距离，原材料的运输方式

仅为公路运输。由于山东省在评价日期 2021 年之前实施了国六排放实施标准，则默认为所有运输车辆（包括原材料和产品的运输车辆）均为符合 EURO6 标准。

3.2.3 生产阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：1 套尾管悬挂器

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2023 年 1 月至 12 月

表 6. 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品生产	电力	1955.22	KWh	Electricity, low voltage {CN-NCGC} market for electricity, low voltage Cut-off, U
产品生产	生产用水	10447.00	kg	Tap water {RoW} tap water production, direct filtration treatment Cut-off, U

单元过程投入产出数据包括能源及能源介质、原材料、辅助材料、产品、副产品或固体废弃物、大气排放、水体排放。这些数据来源于现场的统计和测试，获得的数据为实物流，即单元过程的输入和输出的实际量。

3.3 碳足迹计算

根据以上各项数据，在 SimaPro 9.5.0 软件中，使用 IPCC 2021 GWP100 计算方法，对 1 套尾管悬挂器 产品碳足迹进行计算，结果如下：

表 8 碳足迹计算表

阶段		排放量 (kgCO2)	百分比
原材料阶段	悬挂器总成 1	6230.35	56.323%
	悬挂器总成 2	0.28	0.003%
	悬挂器总成 3	23.55	0.213%
	密封总成 1	1556.07	14.067%
	密封总成 2	0.90	0.008%
	密封总成 3	18.26	0.165%
	封隔器总成 1	1184.61	10.709%
	封隔器总成 2	4.18	0.038%
	封隔器总成 3	19.80	0.179%
原材料阶段小计		9038.02	81.705%
原料运输	悬挂器总成 1 运输	78.45	0.709%
	悬挂器总成 2 运输	0.00	0.000%

	悬挂器总成 3 运输	0.32	0.003%
	密封总成 1 运输	22.41	0.203%
	密封总成 2 运输	0.01	0.000%
	密封总成 3 运输	0.25	0.002%
	封隔器总成 1 运输	63.72	0.576%
	封隔器总成 2 运输	0.25	0.002%
	封隔器总成 3 运输	1.61	0.015%
	原料运输小计	167.02	1.510%
产品生产	电力	2.26	0.020%
	生产用水	1854.50	16.765%
	产品生产小计	1856.76	16.785%
	单位产品排放量 (kgCO ₂ e)	11061.795	100.00%

3.4 产品碳足迹生命周期解释

3.4.1 假设与局限性说明

本产品生命周期模型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。由于企业无法获得上游原材料生产数据，因此原材料的上游数据均来自于数据库。

3.4.2 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。

3.4.3 数据质量评估结果

报告采用蒙特卡洛分析质量评估方法，在 SimaPro 9.5.0 系统上完成对模型清单数据的不确定度评估。本报告研究类型为企业 LCA-代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），得到数据质量评估评估结果见表。

表 9. LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写（单位）	LCA 结果	结果上下限 (95%置信区间)
全球变暖 (GWP)	GWP(kg CO ₂ eq)	1.1E4	7.88E3, 1.6E4]

3.4.4 结论与建议

在统计期 2023 年 1 月至 2023 年 12 月内，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，各个过程的排放量及占比见下图 2-图 7 所示。

表 10 1 套尾管悬挂器 碳足迹各过程排放量占比

碳足迹核算结果		
生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq)	贡献比(%)
原材料获取和加工	9038.02	81.705%
原材料运输	167.02	1.510%
产品生产	1856.76	16.785%
总和	11061.80	100.00%

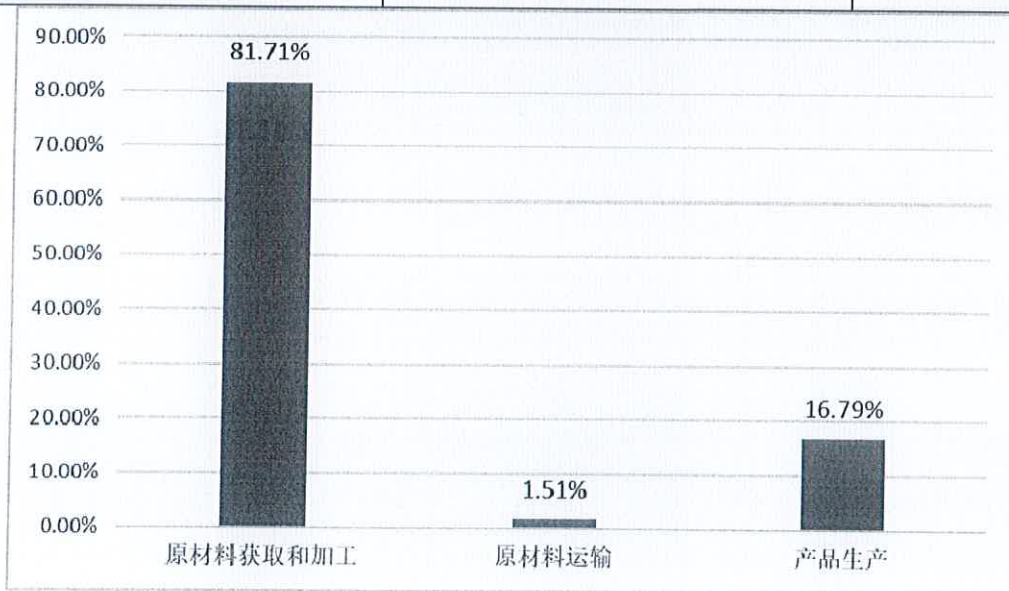


图 2 1 套尾管悬挂器 产品碳足迹各过程排放量占比

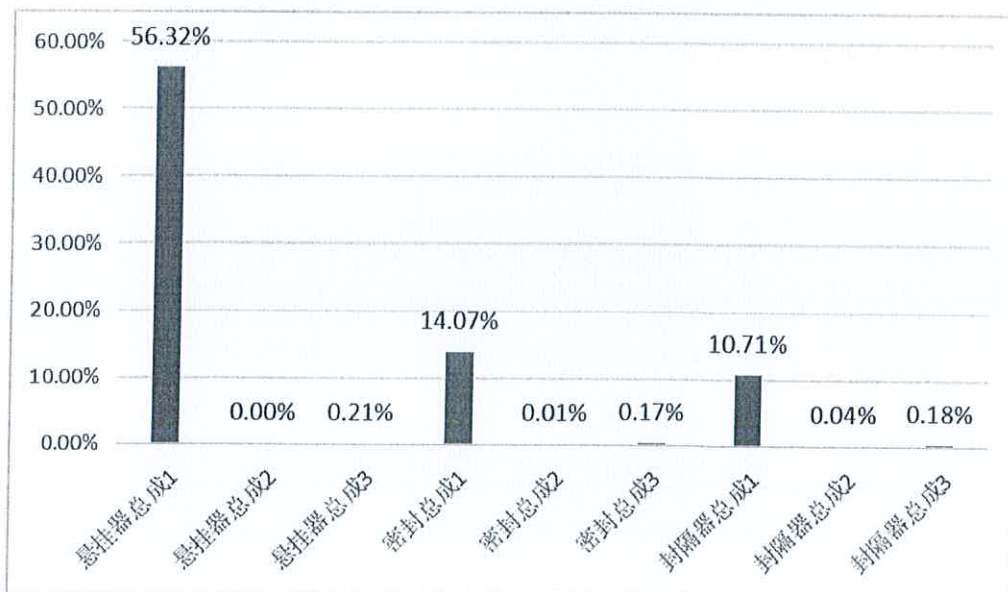


图3 1套尾管悬挂器 原材料阶段碳足迹各过程排放量占比

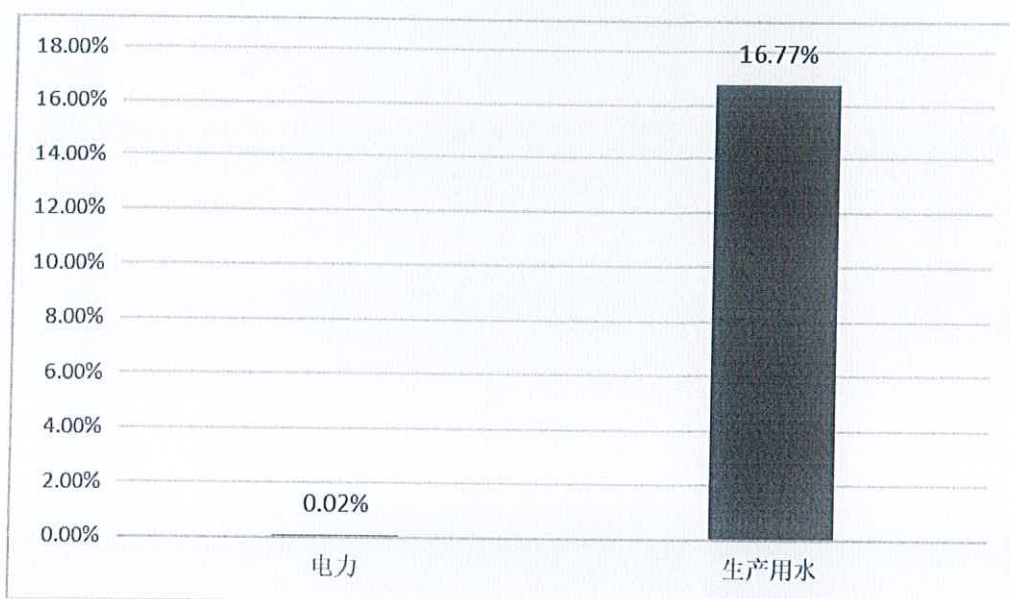


图4 1套尾管悬挂器 生产阶段碳足迹各过程排放量占比

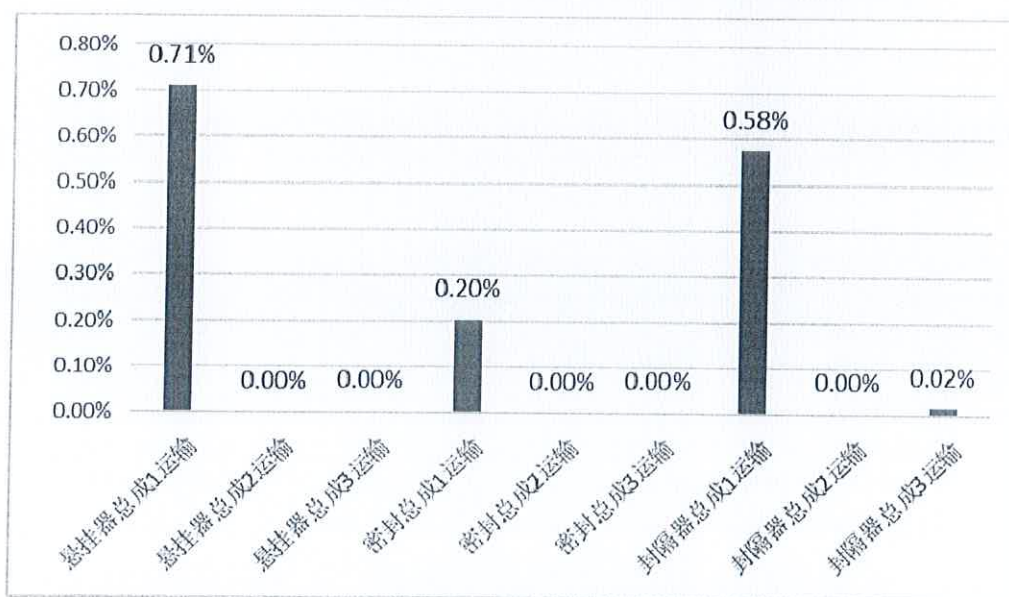


图5 1套尾管悬挂器 运输阶段碳足迹各过程排放量占比

由上图 2-5 和表 9,表 10 可知 1 套尾管悬挂器生命周期碳排放量，原材料阶段占比 81.71%，原材料运输占比 1.51%，生产阶段占比 16.79%。其中原材料阶段排放量最大；在原料生产阶段中，占比较高的为悬挂器总成 1 的生产，占总排放的 56.32.00%；生产阶段中消耗能源占比较高的为生产用水，占总排放的 16.77%，在原料运输阶段中，占比较高的为悬挂器总成 1 运输，占总排放的 0.71%。

1) 优化产品的设计、工艺和产品所需配料配比，从原材料选取阶段优先选择对环境

排放较少的原料，降低原材料生产产生的二氧化碳排放；

2) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源电力等措施，减少生产过程中的能源消耗，减少生产阶段的产品碳足迹。

3) 加强产品运输管理，提升运输效率，选择原料供应地较近的供应商，减少原料运输阶段碳足迹。