

任务控制号：2025JNJS00088

江苏腾龙石化机械有限公司
井口装置和采油树产品
碳足迹评价报告

评价机构：中国船级社质量认证有限公司

签发日期：2025年09月12日



项目基本情况表

委托方	江苏腾龙石化机械有限公司										
委托方注册地址	江苏省滨海县阜东北路 239 号										
委托方联系人	徐婷婷	联系方式	15502111179								
生产者名称	江苏腾龙石化机械有限公司										
生产者地址	江苏省盐城市滨海县东坎产业园富民路 1 号										
生产企业名称	江苏腾龙石化机械有限公司										
生产企业地址	江苏省盐城市滨海县东坎产业园富民路 1 号										
评价依据准则	《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》（PAS 2050:2011）；《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）										
评价产品名称	井口装置和采油树										
产品型号规格	KQ 系列										
时间边界	2024 年 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日										
系统边界	从摇篮到大门										
评价结论： 中国船级社质量认证有限公司（以下简称“CCSC”）受江苏腾龙石化机械有限公司委托，对江苏腾龙石化机械有限公司（以下简称“受评价方”）在 2024 年 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日期间生产的井口装置和采油树碳足迹进行核算和评价，确认评价结果如下： 1) 评价标准符合性 评价组确认本次产品碳足迹报告符合《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）和《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》（PAS 2050:2011）等标准的要求。 2) 经评价确认的单位产品碳排放量为： <table border="1"> <thead> <tr> <th>产品名称</th> <th>功能单位</th> <th>产品碳足迹 (kgCO₂e)</th> <th>备注</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>井口装置和采油树</td> <td>1t</td> <td>2575</td> <td>/</td> </tr> </tbody> </table>				产品名称	功能单位	产品碳足迹 (kgCO ₂ e)	备注	井口装置和采油树	1t	2575	/
产品名称	功能单位	产品碳足迹 (kgCO ₂ e)	备注								
井口装置和采油树	1t	2575	/								
评价组组长	许昊	日期	2025/09/05								
评价组成员	李文豪	日期	2025/09/05								
复核决定人员	钟婷婷、刘强	日期	2025/09/12								



目 录

1. 概述	1
1.1. 评价目的	1
1.2. 评价范围	1
1.3. 评价准则	1
1.4. 数据取舍规则	1
1.5. 分配规则	2
1.6. 数据质量要求	2
1.7. 软件和数据库	3
2. 评价过程和方法	3
2.1. 评价策划	3
2.1.1. 战略分析	3
2.1.2. 风险评估	4
2.2. 工作组安排	5
2.2.1. 人员安排	5
2.2.2. 时间安排	5
2.3. 文件审查	5
2.4. 现场评价	6
2.5. 评价报告编制及批准	6
3. 评价对象基本信息	7
3.1. 受评价方基本信息	7
3.2. 受评价产品基本信息	7
3.3. 产品生命周期评价信息	9
3.4. 产品碳足迹识别	10
4. 数据收集	10
4.1. 数据收集方法	10
4.2. 各过程数据收集与使用的数据库	11
4.2.1. 井口装置和采油树活动数据	11
4.2.2. 井口装置和采油树运输数据	12
5. 数据计算	12
5.1. 计算公式	12
5.2. 计算结果	12
5.2.1. 井口装置和采油树排放清单	13
5.2.2. 全生命周期各个过程汇总排放清单	14
6. 不确定分析	17
7. 评价结果	17
7.1. 结果说明	17
7.2. 改进建议	17
附件：支持性文件清单	19

1. 概述

1.1. 评价目的

受江苏腾龙石化机械有限公司委托，中国船级社质量认证有限公司对江苏腾龙石化机械有限公司在 2024 年 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日期间生产的井口装置和采油树产品进行碳足迹评价。

本次评价以生命周期评价方法为基础，采用《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）和《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》（PAS 2050:2011）等标准中规定的碳足迹核算方法，核算并评价由江苏腾龙石化机械有限公司生产的井口装置和采油树产品生命周期碳足迹。

1.2. 评价范围

本次评价的功能单位为 1t，系统边界为“从摇篮到大门”类型，包括从原材料获取、原材料运输、能源获取、产品生产过程直接贡献和废弃物处理的生命周期过程。

1.3. 评价准则

本报告依据以下准则执行：

- 1) 《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）
- 2) 《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》（PAS 2050:2011）

1.4. 数据取舍规则

本评价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：

普通物料重量<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数据；总共忽略的物料重量不超过 3%；

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等进行忽略；

在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

本报告所有原辅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。

1.5. 分配规则

产品碳足迹研究应包括确认与其他产品系统共享的单元过程，并按照以下步骤进行处理。

宜通过以下方法避免分配，将拟分配的单元过程划分为两个或多个子过程，并收集与这些子过程相关的输入和输出数据；扩展产品系统，使其包括共生产品相关的额外功能。

(1) 若无法避免分配，宜以能反映它们之间潜在物理关系的方式，将系统的输入和输出数据划分到不同产品或功能中；

(2) 当物理关系无法建立或无法用来作为分配基础时，宜以能反映它们之间非物理关系的方式（经济、环境效益影响等）将输入和输出数据在产品或功能之间进行分配。

有些输出可能同时包括共生产品和废物，此时应确定两者的比例，因为输入和输出只对其中共生产品部分进行分配。对系统中相似的输入和输出，应采用同样的分配程序。

生命周期清单是以输入和输出之间的物质平衡为基础的。因此，分配程序宜尽可能反映这些基本的输入或输出关系和特征。

1.6. 数据质量要求

为满足数据质量要求，本次评价主要考虑以下几个方面：

(1) 可靠性

对于初级数据，原材料获取、原材料运输、产品生产等使用的是受评价方的实际生产数据；计算过程中使用次级数据来自国家或地方地区的统计数据、调查数据和官方数据，反映该特定国家或地区的能源结构、生产体系特征和平均生产技术水平。

(2) 完整性

为完整的报告受核查产品在生命周期过程中的碳足迹影响，本报告中初级数据与次级数据均已计算，无缺失的过程与数据。

(3) 一致性

为了保证一致性，所有包括各工艺的消耗和排放的初级数据，均统一进行监测和统计。报告中尽量使用相同的碳足迹因子库，对于无法直接获取的次级数据，

则使用其他因子库中近似数据进行替代。

(4) 代表性

本报告中所选用的次级数据符合目标和范围所界定的地理、时间和技术要求。不可获得相应的数据，采用近似代表性的数据进行替代。

1.7. 软件 and 数据库

本次评价采用Simapro软件系统，建立井口装置和采油树产品生命周期模型，并计算得到LCA结果。SimaPro软件系统是由荷兰Leiden大学环境科学中心（CML）研发的LCA分析软件，该软件是国际上用户最多的LCA分析软件之一，支持产品全生命周期过程分析，并内置了Ecoinvent数据库。

评价过程中用到的数据库，包括Ecoinvent数据库，数据库中生产和处置过程数据都是“从摇篮到大门”的汇总数据。

2. 评价过程和方法

2.1. 评价策划

2.1.1. 战略分析

评价组对碳足迹核算和评价工作进行战略分析，战略分析的输入包括：

- 1) 约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；
- 2) 产品及其测量/监测过程的复杂性；
- 3) GHG信息和数据的提供过程；
- 4) 利益相关方、责任方、客户和目标用户之间的组织关系及相互作用；
- 5) 组织环境，包括开发和管理产品GHG信息的组织结构；
- 6) 生命周期评价的结果，包括结论和局限；
- 7) 功能单元；
- 8) 单元过程的特征；
- 9) 生命周期阶段；
- 10) 数据取舍；
- 11) 分配原则。

经过战略分析，审核组确认信息如下：

- 1) 本次评价满足约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；
- 2) 受评价方GHG信息客观真实、表述清晰；
- 3) 被评价产品原辅料、能耗清单统计完善；

4) 识别被评价产品系统边界内各流程的GHG排放：包括产品生产过程中原辅材料获取、原辅材料运输、能源获取和使用、生产过程直接贡献和固体废弃物处置的生命周期过程产生的排放。

5) 评审受评价方建立的核算和报告质量管理体系符合要求；

6) 组织受评价方在开发和管理产品GHG信息中对各数据的提供过程、数据保存、GHG管理组织架构等进行了约定；

7) 生命周期评价的结果，包括结论和限制性符合相关准则要求；

8) 功能单元反映产品实际碳足迹状况，产品间具有可比性；

9) 单元过程清晰、明确；

10) 生命周期为从摇篮到大门；

11) 本评价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：

普通物料重量 $<1\%$ 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数据；总共忽略的物料重量不超过 3% 。依据上述原则，结合标的产品的实际情况，本报告在数据收集时，未纳入计算范围的忽略项如下表2-1所示：

表 2-1 未纳入计算范围的忽略项

序号	忽略项	取舍依据
1	天然气、水等能源的运输	该部分运输采用管道的方式运输，并且难以量化，占比远小于 1%
2	产品铭牌、焊丝等辅料的获取	该部分辅料，用量较小，占比远小于 1%
3	废弃物等的运输	该部分排放量较小，占比远小于 1%

12) 本评价采用的分配原则为物理分配原则。

江苏腾龙石化机械有限公司生产井口装置和采油树的过程中不存在副产品，因此不涉及分配。由于同一条生产线或生产车间会同时生产多种型号的产品，很难就单个型号的产品来收集清单数据，同时考虑到同一生产线上的不同型号的产品部件组成及生产过程较为一致，有完整的记录，且产品单位为吨，因此本报告采用“产品重量占比”的原则来计算各类资源的分摊比例，即按照2024年井口装置和采油树产品重量与江苏腾龙石化机械有限公司2024年生产总重量的占比来计算其能源消耗及各项废弃物排放的数据。

2.1.2. 风险评估

评价组对评价活动有关的潜在错误、遗漏和错误表达的来源和严重性进行评估，包括：

- a) 产品的复杂程度和系统边界；
- b) 在不同生命阶段的排放和清除的贡献；
- c) 分配程序；
- d) 来源于可对比产品/服务的生命周期结果的可获得性；
- e) 生命情景的使用和结束的代表性；
- f) 所使用的任何碳足迹研究的可靠性；
- g) 任何鉴定性评审的结果。

通过上述分析评估，确认：本次被评价产品系统边界明确，活动水平数据产生、传递、汇总方式透明、准确，主要 GHG 活动水平数据证据材料均可获取，因此本次评价出现以上风险的可能性较低，评价结果能够满足重要性偏差要求。

2.2. 工作组安排

2.2.1. 人员安排

表 2-2 工作组成员及复核决定人员安排

姓名	职责/分工
许昊	组长
李文豪	组员
钟婷婷	复核
刘强	决定

2.2.2. 时间安排

表 2-3 时间安排

日期	时间安排
2025.09.01	文件审查
2025.09.03	现场评价
2025.09.12	完成产品碳足迹评价报告

2.3. 文件审查

评价组对受评价方提供的支持性文件（详见本报告“支持性文件清单”）进行评审，识别出现场核查的重点为：生命周期阶段、功能单元和核算边界的确定，现场查看排放单位的实际用能设施和计量设备，通过交叉核对判断排放量核算中的活动数据和排放因子是否真实、可靠、正确。

2.4. 现场评价

结合文件审查发现，评价组于2025年9月3日对受评价方进行了现场评价。现场评价通过相关人员的访问、现场设施勘查、资料查阅、人员访谈等多种方式进行。评价过程详见表2-4。

表 2-4 现场评价记录表

序号	主要评价内容	访谈对象	部门/职位
1	评价组现场查验： 1) 系统边界的确定 2) 功能单元的确定 3) 生命周期阶段的确定 4) 生产过程中直接排放识别 5) 内部质量控制活动		
2	评价组现场查验： 1) 查阅受评价方基本信息 2) 了解产品的生产工艺流程 3) 了解受评价方产品基本信息 4) 查阅设备设施台账、运行记录 5) 查阅产品生产台账、消耗报表 6) 查阅产品包装信息 7) 查阅原料辅料运输信息 8) 检查 GHG 信息流 9) 检查记录的保存	罗旭	生产部/经理
		朱楠	质量部/经理
		陈云震	采购部/经理
3	对 GHG 信息和现场数据进行分析： 1) 沟通现场数据、污染物排放情况、以及固体废弃物处置情况，确定现场数据源 2) 根据受评价方提供的产品生产工艺流程、收集的原料辅料、能源、产品包装、原料辅料运输（供应商）、生产过程直接排放等，对现场数据进行分析	洪峰	财务部/经理
	查看现场： 1) 针对设备设施清单，查看各类设备设施、计量设备，访谈工作人员，对原始数据的产生进行评价 2) 查看生产车间，访谈工作人员，了解生产工艺流程		

2.5. 评价报告编制及批准

完成文件审查与现场评价后，评价组编写产品碳足迹评价报告，并提交复核决定，复核决定人员是由独立于评价组并具备相关行业领域的专业知识的人员，通过复核决定后，将报告提交批准。

3. 评价对象基本信息

3.1. 受评价方基本信息

江苏腾龙石化机械有限公司,始建于1992年,是中国石油装备行业的排头兵企业,专业从事井口装置,节流压井井口装置和采油树,高,中,低压阀门,管件,紧固件,油田用抽油机配件,井口配件,井下配件及各类电站辅助设备和非标准件制造,是集设计研发、制造、试验、销售、服务于一体的高科技创新型石油机械企业,公司注册资本20228万元,占地面积66600平方米,现有员工260多人,研发及专业技术人员50余人,一线操作人员140余人,检测人员26人,销售服务人员40多人。

公司具备国内同行业一流的生产规模、设备保障能力和专业检测能力,尤其机加工能力已达国内先进水平。拥有高端加工中心、高端数控机床、复合镗铣加工中心等加工设备,可以完成各种复杂、高精度的零件加工。拥有全自动热处理设备,其中包括进口的全自动内壁热丝 TIG 堆焊系统、埋弧焊机、等离子自动堆焊机、HH级自动焊接机器人以及超音速热喷涂等业内高端设备,除锈设备、磨削设备、清洗设备、喷漆设备、全自动低应力打标机、自动液压扭力扳手等精良设备200多台套。已建立了具有科学的检测手段、高精密仪器检测、检验的阵地,拥有自己的检测中心,公司实验室经中国合格评定国家认可委员会认定为国家级CNAS实验室,具备全套检验、检测设备及人员资质,公司各类检验检测人员26人,均持有必要的国家或行业授权上岗资质。

3.2. 受评价产品基本信息

受评价产品的基本信息如表3-1所示:

表 3-1 受评价产品基本信息表

产品名称	井口装置和采油树
产地	江苏省盐城市滨海县东坎产业园富民路1号
主要原料	锻钢件、密封件、紧固件等。
主要能耗	电、水、柴油等
规格	KQ系列

生产工艺	<pre> graph TD A[原材料] --> B[下料] B --> C[车] B --> D[洗] B --> E[刨] B --> F[磨] B --> G[钻] B --> H[焊] B --> I[热处理] B --> J[无损检测] B --> K[外协件] C --> L[装配] D --> L E --> L F --> L G --> L H --> L I --> L J --> L K --> L L --> M[试压] M --> N[成品] N --> O[入库] </pre>										
产品特点	<table> <tr> <td>执行标准</td><td>GB/T 22513-2023、API Spec 6A</td></tr> <tr> <td>材料级别</td><td>DD, EE, FF, HH级, 符合 NACE MR 0175 标准</td></tr> <tr> <td>性能级别</td><td>PR1, PR2</td></tr> <tr> <td>规范级别</td><td>PSL1, PSL2, PSL3 (PSL3G) , PSL4</td></tr> <tr> <td>适用介质</td><td>原油, 天然气, 盐水, 酸碱, 泥浆, 硫化氢, 二氧化碳等</td></tr> </table>	执行标准	GB/T 22513-2023、API Spec 6A	材料级别	DD, EE, FF, HH级, 符合 NACE MR 0175 标准	性能级别	PR1, PR2	规范级别	PSL1, PSL2, PSL3 (PSL3G) , PSL4	适用介质	原油, 天然气, 盐水, 酸碱, 泥浆, 硫化氢, 二氧化碳等
执行标准	GB/T 22513-2023、API Spec 6A										
材料级别	DD, EE, FF, HH级, 符合 NACE MR 0175 标准										
性能级别	PR1, PR2										
规范级别	PSL1, PSL2, PSL3 (PSL3G) , PSL4										
适用介质	原油, 天然气, 盐水, 酸碱, 泥浆, 硫化氢, 二氧化碳等										



图 3-1 产品照片

3.3. 产品生命周期评价信息

1) 时间边界

2024 年 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日。

2) 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位定义为：1t。

3) 系统边界

本次评价的系统边界为“从摇篮到大门”，包括原料辅料获取、原辅料运输、能源获取和使用、产品生产过程直接贡献、环境排放和固体废弃物处置，如图 3-2 所示。

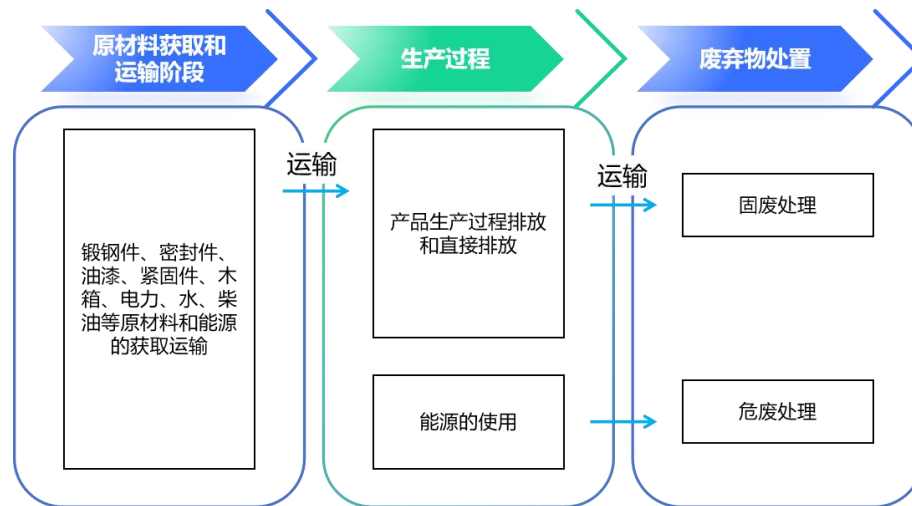


图 3-2 产品系统边界图

4) 环境影响指标

根据研究目标的定义，本报告采用生命周期评价的方法计算气候变化这一种影响类型，采用全球变暖潜值（Global Warming Potential, GWP）来量化产品碳足迹。评价的温室气体种类包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）7 种。

本次评价采用《IPCC 第六次评估报告》提出的方法和温室气体特征化因子来计算产品生命周期碳足迹值。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（CO₂e）。表 3-2 中列出了部分温室气体的特征化因子。

表 3-2 GWP 特征化因子

环境影响类型指标	单位	主要清单物质	特征化因子
GWP	kg CO ₂ e	CO ₂	1
		CH ₄	27.9
		N ₂ O	273

注：e 是 equivalent 的缩写，意为当量。

3.4. 产品碳足迹识别

表 3-3 碳足迹过程识别表

序号	过程	活动内容	备注	是否包含
1	原辅材料及能源的获取与运输	原料的开采、生产、加工	/	包含的碳足迹过程
		辅料的开采、生产、加工	/	
		能源获取	/	
		原辅材料的运输	/	
2	生产制造阶段	直接贡献	产品生产过程中化石燃料的燃烧排放	未包含的碳足迹过程
3	废弃物处置阶段	废弃物处理	生产过程中产生的废弃物处理	
4	产品运输	产品运输	/	
5	生产设备的生产及维修	/	/	
6	产品使用	/	/	未包含的碳足迹过程
7	最终处置	/	/	

4. 数据收集

4.1. 数据收集方法

评价组于2025年9月进行受评价方现场数据的调查、收集和整理工作，受评价方提供的活动水平数据区间为2024年01月01日~2024年12月31日。

为满足对数据质量的要求，确保计算结果的可靠性，本次评价过程中的初级数据首选来自生产商和供应商直接提供的数据。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，如：Ecoinvent 数据库等。

表 4-1 产品数据来源与核查过程汇总表

产品碳足迹数据	支撑性材料	计算说明
产品产量	受评价方生产统计报表	通过生产报表统计 2024 年 01 月 01 日-2024 年 12 月 31 日产品对应的产量。
原辅材料使用量		通过生产部门原辅材料消耗报表和生产报表等实际生产数据计算单位产品所消耗材料量。
原辅材料、包装运输、产品距离		通过供应商信息，通过高德地图距离查询得出原辅材料、包装运输距离。
能源消耗种类及消耗量		通过能耗报表和生产报表，对电、水、柴油、二氧化碳进行分摊，计算单位产品的能源消耗量。
污染物排放和固体废物废弃物处置		固体废物处置量来源于产品废弃物排放表。

4.2. 各过程数据收集与使用的数据库

4.2.1.井口装置和采油树活动数据

评价组按照上述数据收集方法，通过文件审查和现场评价进行活动数据收集，收集到的井口装置和采油树数据如下表所示。

表 4-2-1 井口装置和采油树活动数据收集表

种类	名称	数量	单位	排放因子来源
产品	井口装置和采油树	1	吨	/
原材料	锻钢	0.8974	t	Ecoinvent
	密封件	0.0526	t	Ecoinvent
	油漆	0.0018	t	Ecoinvent
	紧固件	0.0438	t	Ecoinvent
	木箱	0.0060	t	Ecoinvent
	圆钢（A105/20#）	0.0039	t	Ecoinvent
	圆钢（12Cr13）	0.0023	t	Ecoinvent
	圆钢（35CrMo）	0.0128	t	Ecoinvent
能源及耗能工质	外购电力	136.0460	kwh	2023 年全国电力平均碳足迹因子
	生产用水	0.7474	t	Ecoinvent
	柴油	0.0003	t	Ecoinvent
	二氧化碳	0.0001	t	Ecoinvent
	氩气	0.0008	t	Ecoinvent
直接排放	柴油燃烧	0.0003	t	Ecoinvent
	二氧化碳逸散排放	0.0001	t	Ecoinvent
废弃物处置	一般固废(废铁屑等)	0.0127	t	Ecoinvent
	危废(废包装物等)	3.09×10^{-05}	t	Ecoinvent

本报告中收集到的企业生产数据均为企业统计得到的初级数据，上游数据采

用的排放因子优先来自于 Ecoinvent 数据库。电力排放因子来自《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》（公告 2025 年第 3 号）。

4.2.2.井口装置和采油树运输数据

原材料的运输数据收集数据如下表所示。下表中运输距离来自高德地图，运输排放因子均内来源于 Ecoinvent 数据库。

表 4-2-2 井口装置和采油树运输数据收集表

种类	物料名称	毛重 (t)	运输距离 (km)	运输类型
原材料	锻钢	0.8974	160	汽运
	密封件	0.0526	80	汽运
	油漆	0.0018	95	汽运
	紧固件	0.0438	80	汽运
	木箱	0.0060	1	汽运
	圆钢 (A105/20#)	0.0039	400	汽运
	圆钢 (12Cr13)	0.0023	400	汽运
	圆钢 (35CrMo)	0.0128	400	汽运
产品	井口装置和采油树产品	1	350	汽运

5. 数据计算

5.1. 计算公式

本报告碳足迹计算公式如下：

$$CFP_{GHG} = \sum [\sum (\text{活动数据 } i \times \text{排放因子 } i_j) \times GWP_j]$$

式中：

CFP_{GHG} ——产品碳足迹或产品部分碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每功能单位或声明单位 ($kgCO_2e/\text{功能单位或声明单位}$)；

活动数据 i ——系统边界内，各功能单位（声明单位）中第 i 种活动的 GHG 排放和清除相关数据（包括初级数据和次级数据），单位根据具体排放源确定；

排放因子 i_j ——第 i 种活动对应的温室气体 j 的排放系数，单位与 GHG 活动数据相匹配；

GWP_j ——温室气体 j 的 GWP 值。

5.2. 计算结果

基于以上调研数据和计算公式，录入各个装置输入、输出清单数据等工作，结合背景数据和实景数据，在 SimaPro 软件中建立产品 LCA 模型并计算得到生产

单位产品的碳足迹。采用 IPCC 2021 GWP 100a 方法对产品各生命周期阶段对气候变化的影响进行评价计算,评价指标为 kg CO₂ e。具体评价结果:生产 1t 井口装置和采油树的全生命周期碳足迹为 2575 kgCO₂e/吨。

表 5-1 产品碳足迹结果声明

产品名称	产品碳足迹 (kgCO ₂ e/吨)
井口装置和采油树	2575

5.2.1.井口装置和采油树排放清单

在 SimaPro 软件中建立产品 LCA 模型具体分析的结果如下:

表 5-2 井口装置和采油树排放清单

类别	影响类别	GWP100 - fossil	GWP100 - biogenic	GWP100- LU	总计
	单位	kg CO ₂ -eq	kg CO ₂ -eq	kg CO ₂ -eq	kgCO ₂ -eq
原材料获取	锻钢	2.07E+03	1.61E+00	1.40E+00	2.07E+03
	密封件	1.28E+02	7.40E-02	6.83E-02	1.28E+02
	油漆	9.56E+00	1.62E-02	1.83E+00	1.14E+01
	紧固件	7.98E+01	2.59E-02	3.28E-02	7.99E+01
	木箱	7.86E-04	9.90E-07	5.24E-06	7.93E-04
	圆钢 (A105/20#)	1.92E+01	2.74E-02	2.15E-02	1.92E+01
	圆钢 (12Cr13)	1.13E+01	1.61E-02	1.27E-02	1.13E+01
	圆钢 (35CrMo)	6.31E+01	9.01E-02	7.08E-02	6.33E+01
能源获取	外购电力	8.44E+01	0.00E+00	0.00E+00	8.44E+01
	生产用水	9.47E-02	1.36E-04	6.77E-05	9.49E-02
	柴油	2.61E-01	6.88E-05	6.51E-05	2.62E-01
	二氧化碳	4.45E-02	3.84E-05	3.88E-05	4.46E-02
	氩气	1.80E+00	2.96E-03	3.62E-03	1.81E+00
直接排放	柴油燃烧	1.12E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.12E+00
	二氧化碳逸散排放	5.10E-02	0.00E+00	0.00E+00	5.10E-02
运输排放	原材料运输	7.08E+01	1.60E-02	3.17E-02	7.08E+01
	产品运输	3.22E+01	7.26E-03	1.44E-02	3.22E+01
废弃物处理	一般固废(废铁屑等)	1.06E-01	4.55E-05	3.20E-04	1.06E-01
	危废(废包装物等)	7.75E-02	3.04E-05	1.93E-05	7.76E-02
共计		2.57E+03	1.89E+00	3.49E+00	2.58E+03

5.2.2 全生命周期各个过程汇总排放清单

表 5-3 井口装置和采油树全生命周期过程排放清单

类别	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
原材料获取	2384.51	92.59%
能源获取	86.63	3.36%
直接排放	1.17	0.05%
运输排放	102.99	4.00%
废弃物处置	0.18	0.01%
合计	2575	100%

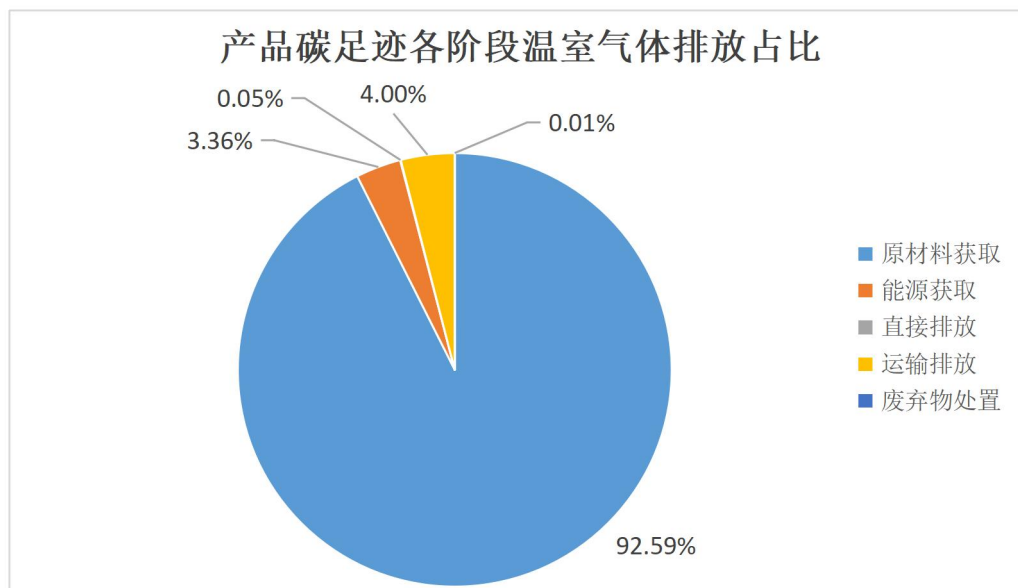


图 5-1 产品碳足迹各阶段温室气体排放占比示意图

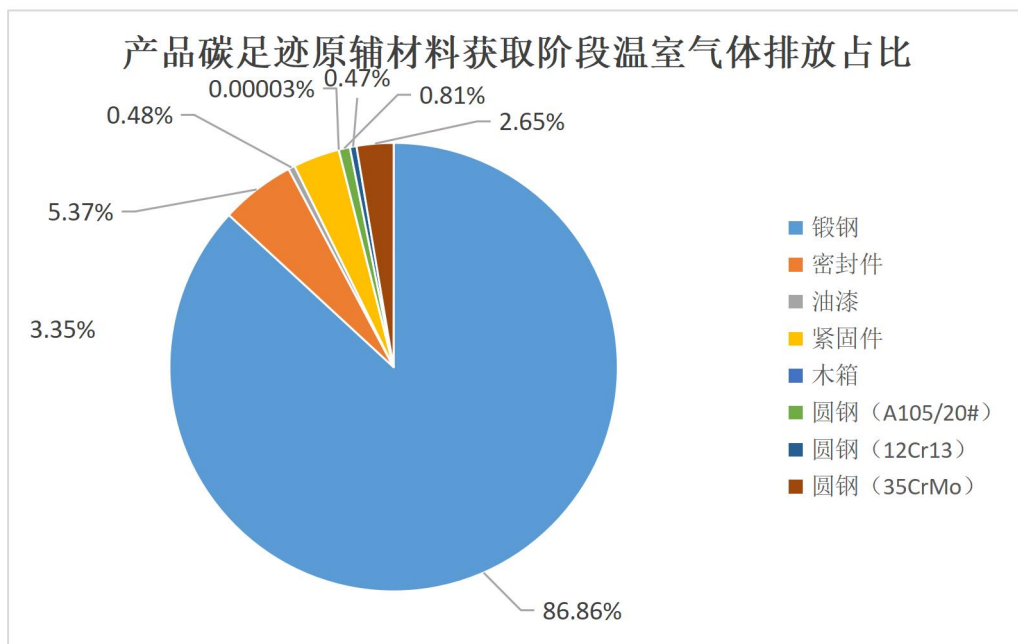


图 5-2 产品碳足迹原辅材料获取阶段温室气体排放占比示意图

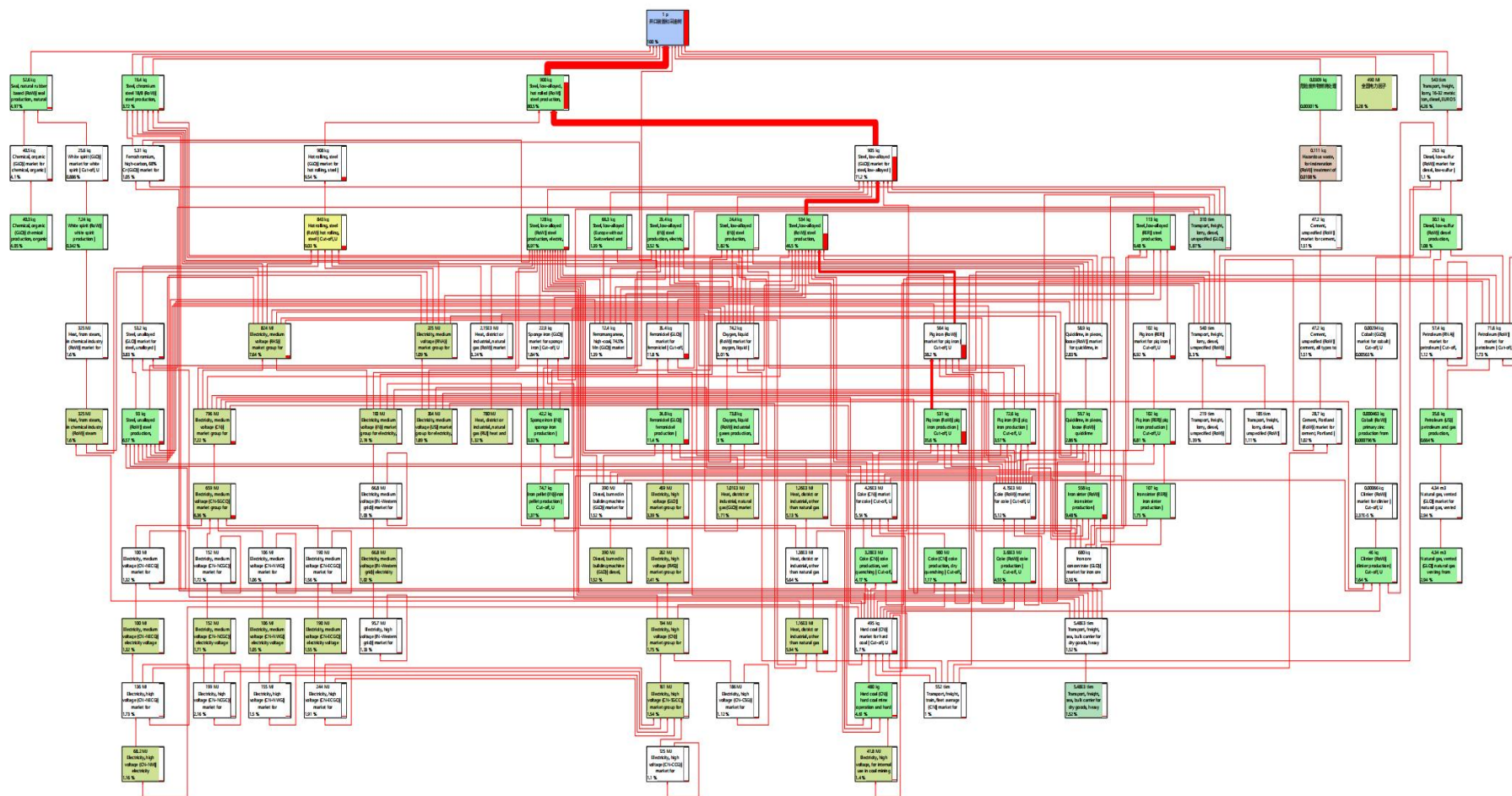


图 5-3 井口装置和采油树产品碳足迹结果网状结构分析数值图 (1%截断节点)

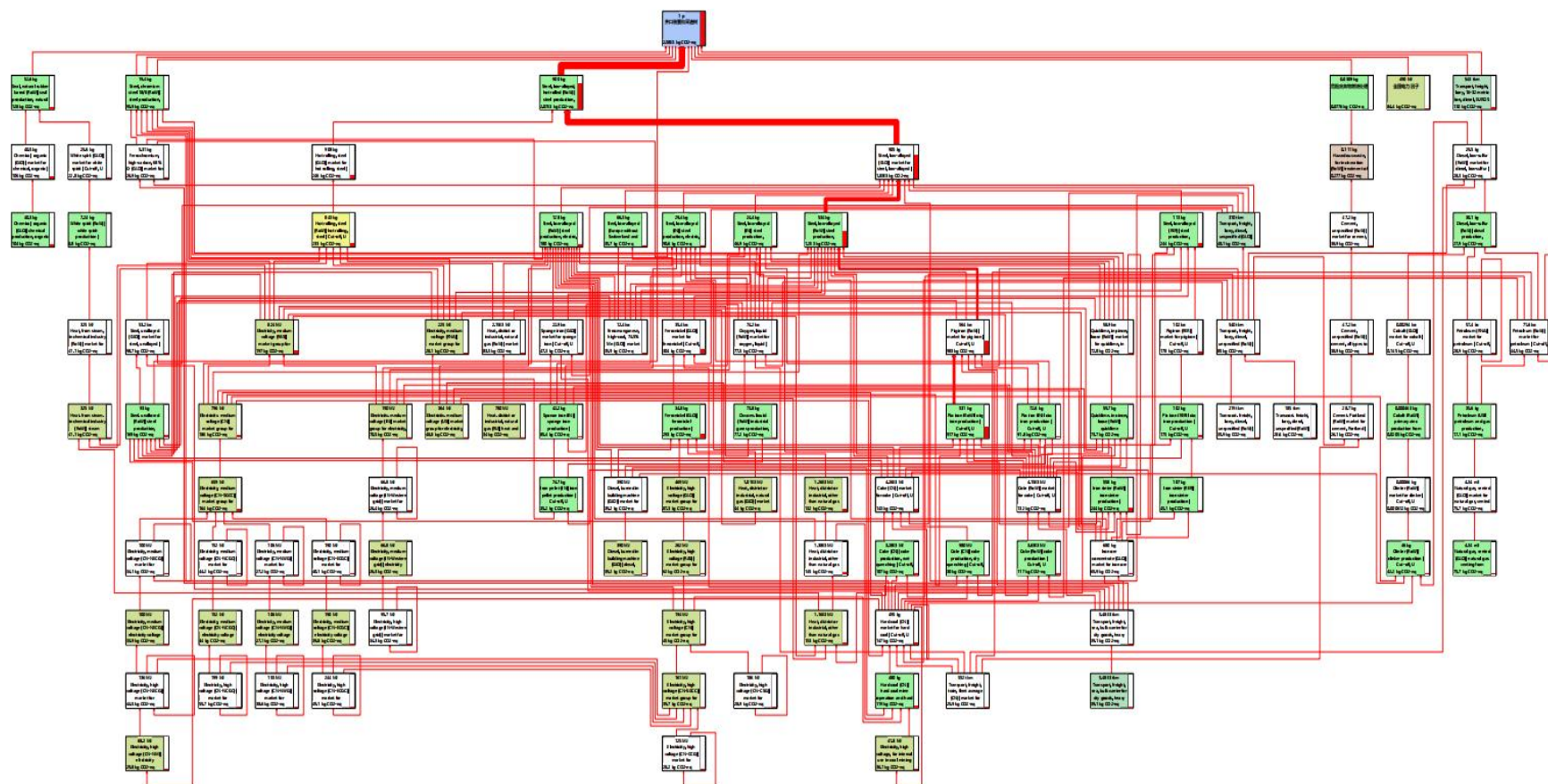


图 5-4 井口装置和采油树产品碳足迹结果网状结构分析占比图 (1%截断节点)

从表 5-1、表 5-2、表 5-3、图 5-1、图 5-2、图 5-3 和图 5-4 中，1t 井口装置和采油树产品“从摇篮到大门”的碳足迹为 2575 kgCO₂e。其中，原辅材料获取占比 92.59%，运输占比 4.00%，能源获取占比 3.36%，直接排放占比 0.05%，废弃物处置占比 0.01%。进一步分析碳足迹占比最大的原材料为锻钢，占原材料获取环节温室气体排放的 86.86%。

6. 不确定分析

不确定性的主要来源为初级数据与次级数据的完成性，时间相关性，地理相关性技术代表性等参数的差异性。不确定性分析使用 Simapro 系统中的 IPCC2021 方法进行蒙特卡洛模拟质量评估方法，完成对模型生命周期清单数据的不确定度评估。得到数据质量评估评估结果见表 6-1。

表 6-1 产品碳足迹结果不确定性分析结果

影响类别	单位	平均数	中值	标准差	标准平均误差
GWP100 - biogenic	kg CO ₂ -eq	1.90E+00	1.85E+00	4.17E-01	2.19E-01
GWP100 - fossil	kg CO ₂ -eq	2.62E+03	2.58E+03	3.74E+02	1.42E-01
GWP100 - land transformation	kg CO ₂ -eq	3.49E+00	3.33E+00	9.41E-01	2.70E-01
GWP100	kg CO ₂ -eq	2.63E+03	2.59E+03	3.75E+02	6.31E-01

减少不确定性的方法主要有：

- 1) 使用准确率较高的初级数据；
- 2) 对每一道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性；
- 3) 尽可能选择上游的初级数据，若没有则选用对应实际生产情况的次级数据。

7. 评价结果

7.1. 结果说明

基于上述产品碳足迹输入输出分析，构建各装置的原辅材料获取与加工、原辅材料运输、产品生产的 LCA 模型，对产品全生命周期碳足迹进行评价计算。评价组依据《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）和《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》（PAS 2050: 2011）确认江苏腾龙石化机械有限公司生产的 1t 井口装置和采油树，从原辅材料获取、加工与运输、产品生产到废弃物处置生命周期碳足迹为 2575kgCO₂e/吨。

7.2. 改进建议

针对受评价方在减少井口装置和采油树碳足迹改进建议如下：

- 1) 开发设计新产品，使用绿色环保新材料，减少高能耗原材料的使用；
- 2) 优化生产过程排放精细化管理，降低生产使用过程产品碳足迹；
- 3) 优化能源结构，降低电网电力的消耗量，使用可再生能源电，可降低产品的碳足迹；
- 4) 采用运输距离较近的原辅材料，同时优化产品设计，在技术可行的条件下，降低物料消耗，也可以一定程度的减少产品的碳足迹；
- 5) 推进绿色低碳发展意识，坚定树立企业可持续发展原则，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善。
- 6) 推进产业链的绿色设计发展，制定生态设计管理体制和生态设计管理制度，明确任务分工；构建支撑企业生态设计的核查体系；建立打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进。

附件：支持性文件清单

1	营业执照
2	企业简介
3	组织架构图
4	厂区平面图
5	生产工艺流程图
6	产品照片、介绍
7	生产设备台账
8	计量器具台账
9	井口装置和采油树产品生产统计表
10	井口装置和采油树产品碳足迹结果网状结构分析数值图
11	井口装置和采油树产品碳足迹结果网状结构分析占比图