

航煤产品碳足迹评价报告

中国石油化工股份有限公司安庆分公司

二〇二〇年八月

# 一、研究背景

碳足迹是对某一产品或活动在全生命周期内直接及间接引起的温室气体排放量的度量，以二氧化碳质量当量（CO2e）为评价单位。

研究产品碳足迹，可以发掘企业温室气体减排的潜力；用于企业环境保护报告、可持续发展报告和社会责任报告，提升企业形象和声誉；提供产品更新决策依据、引领低碳经济发展；引导消费者实施绿色消费；掌握产品碳足迹的影响，评估产品替代、营运及资源的选择。

目前国际上除了学术界研究外，多个国际组织大力推出了相关碳足迹评价标准。英国碳信托公司（Carbon Trust）和英国环境食品农业部门委托英国标准协会（BSI）所制定了《PAS2050产品和服务生命周期温室气体排放评估规范》。PAS2050于2008年公告后，成为全球首个产品碳足迹方法标准，作为国际社会推动碳足迹计算的主要参考依据，亦成为国际标准组织（ISO）制定产品碳足迹标准（ISO14067）的重要参考文件。PAS2050规定了两种评价方法：企业到企业B2B（business-to-business）和企业到消费者B2C(business-to-COnsumer)。生命周期内的GHG排放是指各种商品和服务作为以下过程的一部分产生的排放：商品和服务的制造/建立、改变、运输、储存、使用、提供、再利用或处置等过程。

除此外，日本于2009年公告其碳足迹标准TSQ0010，而世界可持续发展工商理事会与世界资源研究院于2010年底推出了“Product and Supply Chain Standards”。国际标准化组织（ISO）也正在积极制定产品碳足迹标准ISO14067，其内容框架以PAS2050为主要参考依据。2006年发布了ISO14040环境管理-生命周期评估--原则与框架，将全生命周期评价分为四个部分：（1）定义目标和范围；（2）清单分析；（3）影响评价；（4）解释。2006年还发布了ISO14064，该标准规定了国际上最佳的温室气体资料和数据管理、汇报和验证模式。组织可以通过使用标准化的方法，计算和验证排放量数值，确保1吨二氧化碳的测量方式在全球任何地方都是一样的。这使排放声明不确定度的计算在全世界得到统一。

目前，碳足迹评价工作在各行业初步启动了相关研究工作，但是各行业数据基础较薄弱，各行业之间物料存在关联互供，数据质量与数据涵盖行业范围较局限。不同的方法和标准存在一定的差异。不同的产品进行碳足迹研究需要有所选择。在炼厂碳足迹的研究中，固定资产的碳排放占比较少，可以不予考虑。

ISO14067标准由于仍然存在争议，目前还没有在全世界推广。PAS2050标准严格的对温室气体碳足迹进行评价，而且由于英国标准化协会的大力推广，PAS2050标准在全世界范围内得到了广泛的应用。按照对上述研究方法的比较和表述，选择规范PAS2050作为石化产品碳足迹研究的基础方法依据。

# 二、研究方法

本报告以航煤产品为评价对象，依据PAS2050标准，按照企业到企业B2B的生命周期内的温室气体排放评价方法，研究安庆石化炼油航煤产品碳足迹。

中国石油化工股份有限公司安庆分公司坐落在安徽省安庆市西北郊，地处长江中下游北岸。

目前，安庆石化拥有年综合加工能力800万吨的炼油装置，日处理煤2000吨的壳牌粉煤气化装置，以及年产33万吨合成氨、21万吨丙烯腈、7万吨腈纶、10万吨乙苯—苯乙烯等主要生产装置70余套。同时拥有20万千瓦发电机组、吞吐能力760万吨/年的油品码头、50万吨/年的固体产品装船码头、20万吨/年的液态烃码头、80万吨/年的卸煤码头和日产24万吨的供水系统，以及全长13公里的厂内铁路专用线。

## 总流程

航煤产品的生产主要由炼油一部航煤加氢装置完成，生产航煤的原料包括航煤原料油和氢气，航煤原料油由两套常减压装置生产提供；氢气来自氢气管网，包括煤气化装置供氢、苯乙烯烃化尾气、炼油重整装置供氢及少量凯美特公司供氢，其流程如图1所示。

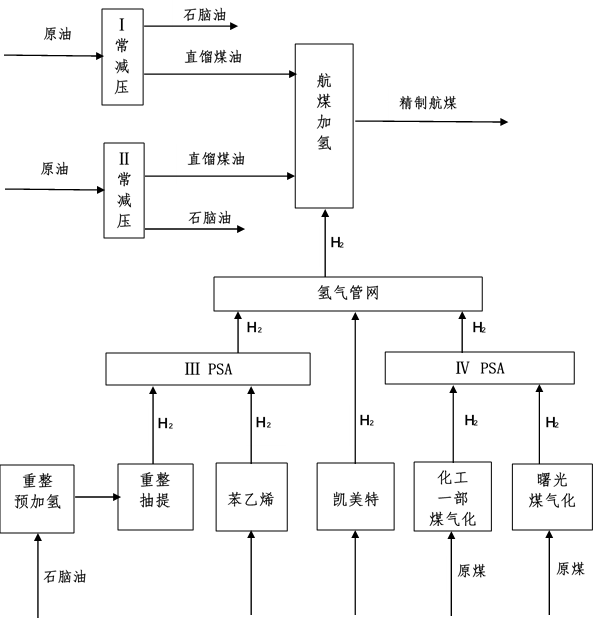


图1 航煤生产流程框图

## 评价方法

航煤产品碳足迹是生产每单位（吨）产品过程中产生的二氧化碳排放量，产品生产过程二氧化碳排放量包括原料带入排放、辅助材料带入排放、能源消耗排放以及工艺排放。即：

产品排放量=原料带入排放+辅助材料生产排放+能源消耗排放+工艺排放（副反应，副产物）

原料带入排放是指原料获取阶段产生的二氧化碳，辅助材料带入排放指产品生产过程中所用到的辅助材料生产阶段产生的二氧化碳，在本报告中只考虑辅助材料氢气产生的二氧化碳排放，其他辅助材料因为用量较小，且具体材料信息无法获取，均忽略不计。能源消耗排放是指产品生产过程中所涉及装置能耗工质消耗产生的二氧化碳，能耗工质涉及水、电、蒸汽、燃料气等。工艺排放是指产品生产过程工艺副产的二氧化碳，本报告中的工艺排放主要是煤气化装置制氢过程产生的工艺排放。

## 排放因子

各能耗工质二氧化碳排放因子依据其能耗折标系数折算成二氧化碳排放因子。

**表1 各能耗工质二氧化碳排放因子**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 能耗工质 | 单位 | 能源折算值 （kgeo/t) | CO2排放因子 （kgCO2/t) |
| 新鲜水 | 吨 | 0.15 | 0.45 |
| 循环水 | 吨 | 0.1 | 0.30 |
| 除盐水 | 吨 | 2.3 | 6.86 |
| 除氧水 | 吨 | 9.2 | 27.46 |
| 凝结水 | 吨 | 3.65 | 10.89 |
| 电 | KWh | 0.23 | 0.7035 |
| 3.5MPa蒸汽 | 吨 | 88 | 262.64 |
| 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 76 | 226.82 |
| 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 66 | 196.98 |
| 净化风 | NM3 | 0.038 | 0.11 |
| 非净化风 | NM3 | 0.028 | 0.08 |
| 氮气 | NM3 | 0.15 | 0.45 |
| 干气 | 吨 | 950 | 2649.48 |
| 燃料油 | 吨 | 1000 | 3236.56 |

# 三、航煤生产过程碳足迹排放

1. Ⅰ常减压蒸馏装置
2. **流程说明**

**蒸馏部分**

自罐区来的原油经原油泵升压后分为两路经脱盐压力控制阀再分为四路与常顶油气换热，再并为两路继续换热。再进入原油电脱盐罐进行脱水脱盐。

脱后原油换热后温度达230℃进入初馏塔。分离出的初顶油一部分返回塔顶作冷回流；另一部分出装置至罐区或轻烃回收装置；分离出的油气进催化裂化或催化裂解压缩机。

初底油温度达317℃后进入常压炉加热至365℃后进入常压塔。

常顶油一部分返回塔顶作冷回流；另一部分出装置至罐区或轻烃回收装置。分离出的塔顶油气回收至催化裂化装置。

常一线油冷却到70℃后至八罐区或热供料至柴油加氢装置作柴油原料,可以到七罐区或热供料至航煤加氢装置作航煤原料，也可以一部分至催化装置作反应原料。

常二线、常三线油冷却到80℃至八罐区或热供料至柴油加氢装置，常三线也可以一部分至催化装置作反应原料。

常四线油抽出并入蜡油线。

常底油抽出送到减压炉加热到380℃进入减压塔。

塔顶油气经冷凝冷却和气液分离，分出的凝缩油送出装置或至原油进料泵入口回炼；不凝气提压回收至催化裂化装置或改至低瓦管网。

减一线、减二线、减三线并入蜡油线。蜡油发生蒸汽后分两部分，热蜡油直接进入催化裂化和催化裂解装置，冷蜡油冷却到80℃出装置。

减四线油抽出后返回减压塔塔底，部分可改进净洗油和热蜡管网。

减压渣油一路直供渣油加氢装置,另一路冷至130℃至渣油罐区。

**电脱盐部分**

原油注入破乳剂，在高压电场的作用下进行脱盐、脱水。一级脱后原油从罐顶排出，含盐污水由界位自控从罐底经换热器排入含盐污水总管。

一级脱后原油经高压电场进行二级脱盐脱水，再与相同比例的净化水或新鲜水及原油脱钙剂混合后经高压电场进行三级脱盐脱水，三级脱后原油从罐顶排出进入初馏塔。

三级脱盐排水加压后回注到二级脱盐罐入口混合器前，或者进入含盐污水总管油水分离，轻相的污油送至三罐区(或至初馏塔)；重相的含盐污水排入含盐污水系统管网。

1. **物料平衡**

2019年安庆石化Ⅰ常减压蒸馏物料平衡如表1所示。

表1 2019年安庆石化Ⅰ常减压蒸馏装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 原油罐区 | 2937919 | 初常顶 | 395211 |
| 2 |  |  | 常一线航 | 201167 |
| 3 |  |  | 柴油 | 589709 |
| 4 |  |  | 蜡油 | 786780 |
| 5 |  |  | 渣油 | 956505 |
| 6 |  |  | 气体 | 3331 |
| 7 |  |  | 污油 | 3480 |
| 8 |  |  | 损失 | 1736 |
| 9 | 合计 | 2937919 | 合计 | 2937919 |

注：上表中进料加工量和出料产量数据来源于生产统计。

2020年1~6月安庆石化Ⅰ常减压蒸馏物料平衡如表2所示。

表2 2020年1~6月安庆石化Ⅰ常减压蒸馏装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 原油罐区 | 1159193 | 初常顶 | 151890 |
| 2 |  |  | 常一线航 | 98812 |
| 3 |  |  | 柴油 | 239480 |
| 4 |  |  | 蜡油 | 290341 |
| 5 |  |  | 渣油 | 375046 |
| 6 |  |  | 气体 | 1280 |
| 7 |  |  | 污油 | 1730 |
| 8 |  |  | 损失 | 614 |
| 9 | 合计 | 1159193 | 合计 | 1159193 |

1. **排放清单**

A、原材料带入排放

对于基于B2B的碳足迹核算评价方法，常减压装置原材料带入CO2排放应为0。

B、能源消耗排放

Ⅰ常减压蒸馏装置排放主要包括常压炉燃烧排放、减压炉燃烧排放和消耗蒸汽、电等产生的能源间接排放，2019年具体数值如表3所示，2020年1~6月份具体数值如表4所示。

表3 2019年安庆石化Ⅰ常减压蒸馏装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 10832 | 4849 | 0.005% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 11431542 | 3411767 | 3.77% |
| 3 | 除氧水 | 吨 | 27.46 | 50158 | 1377217 | 1.52% |
| 4 | 电 | KWh | 0.84 | 21962702 | 15450761 | 17.10% |
| 5 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 23485 | 5326950 | 5.89% |
| 6 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | -11501 | -2265448 | -2.51% |
| 7 | 燃料干气 | 吨 | 2649.48 | 25314 | 67069058 | 74.21% |
| 8 | 合计 |  |  |  | 90375154 | 100.00% |

表4 2020年1~6月年安庆石化Ⅰ常减压蒸馏装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 9182 | 4111 | 0.013% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 2848551 | 850156 | 2.63% |
| 3 | 除氧水 | 吨 | 27.46 | 17509 | 480755 | 1.49% |
| 4 | 电 | KWh | 0.84 | 9461546 | 6656198 | 20.56% |
| 5 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 10761 | 2440848 | 7.54% |
| 6 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | -3153 | -621073 | -1.92% |
| 7 | 燃料干气 | 吨 | 2649.48 | 8518 | 22568312 | 69.70% |
| 8 | 合计 |  |  |  | 32379307 | 100.00% |

C、Ⅰ常减压蒸馏装置排放汇总

由以上过程可汇总得到Ⅰ常减压装置的CO2排放量，2019年合计排放量为90375155 kgCO2。 2020年1~6月份合计排放量为32379307 kgCO2

1. **排放分配**

2019年Ⅰ常减压蒸馏装置的碳排放分配可按全装置质量分配法，即：90375154 kgCO2 ÷ 2937919 t = 30.76 kgCO2/t。

2020年1~6月Ⅰ常减压蒸馏装置的碳排放分配可按全装置质量分配法，即：32379307 kgCO2 ÷ 1159193 t = 27.93 kgCO2/t。

1. Ⅱ常减压蒸馏装置
2. 流程说明

Ⅱ常减压蒸馏装置主要由原油电脱盐脱水部分、500万吨/年常减压蒸馏部分、轻烃回收部分等组成，采用电脱盐→闪蒸塔→常压塔→减压塔的工艺路线；并设有吸收塔、脱吸塔、稳定塔、再吸收塔的四塔吸收-稳定系统来实现回收轻烃。

原油在本装置内经脱盐脱水、常压蒸馏、减压蒸馏后被分为石脑油、航煤、柴油、减压蜡油和减压渣油等满足后续加工装置要求的物料。其中常一线（航煤馏分）设计时适当增加了分馏精度，满足生产航煤的要求。本装置减压部分采用SEI的减压深拔技术，重质蜡油的原油切割深度为580℃（TBP）。

**常压系统**

原油由原油泵提压送入装置，与一定浓度的破乳剂及净化水或二级脱盐排水混合后分两路进换热器与常顶油气进行换热；两路原油汇合后再均分为三路与本装置的热油品进行换热。

电脱盐系统设二级电脱盐，经过脱盐脱水后的原油再次均分为二路进入换热网络，继续与热的油品进行换热，汇合后进入闪蒸塔进行闪蒸。

闪蒸塔顶气进入常压塔常一中回流的下部（常压塔31层塔盘）；闪底油由闪底油泵自闪蒸塔底抽出送入换热网络分两路换热，换热后的两路闪底油汇合与减渣线换热；换热终温约309℃，然后进入常压炉。

换热后的闪底油分8路进入常压炉，先经过对流室再入辐射室，加热至约365℃送入常压塔第6层进行分馏。常顶设冷凝冷却系统。常压塔设三条侧线，常一线冷却至≯45℃作为航煤料送至航煤加氢精制装置，也可不经冷却直接进入混合柴油线；常二线作为柴油加氢料合并至柴油热出料线出装置；常三线作为混合柴油热出料至柴油加氢装置，也可冷却至60℃至混合柴油罐区。常压塔设两个中段回流和一个顶循环回流。常压塔底的常压重油由常底泵抽出去减压炉加热。

**减压系统**

常底重油分8路进入减压炉，加热至约404℃的常压重油进入减压塔进行分馏。

三级抽真空排出的减顶不凝气和分水罐的不凝气送至减顶气脱硫塔，脱去硫化氢的减顶气去减顶燃料气分液后，去常压炉作为燃料。

减顶分液罐内的减顶油抽出送至混合柴油出装置线；罐内含硫污水送至含硫污水出装置总管。

减压塔设四条侧线：减一线部分作为减顶循环冷回流，余下部分可作为柴油产品去混合柴油线送出装置，也可与减二、减三线混合出装置。减二线一路返回减压塔第Ⅲ段填料上方，另一路与减三线合并作为蜡油热出料送出装置。减三线一部分作为净洗油打回至第Ⅴ段填料顶部，，另一部分再分二路：一路作为减二中返回减压塔第Ⅳ段填料上方；另一路与减一线和减二线混合作为蜡油热出料送至蜡油加氢装置和重油加氢装置。混合蜡油如果不作蜡油加氢、重油加氢原料可去新热蜡罐区，也可冷却后送去老区冷蜡罐。减四线为减压塔过汽化油，一部分作为减四线急冷油返回减压过汽化油罐，另一部分去作重油加氢原料，如果不作重油加氢原料可冷却后去罐区。

减压渣油一部分作为减渣线急冷油返回减压塔底，另一部分分为两路：一路去重油加氢，另一路去焦化装置作原料，如果不作重油加氢、焦化装置的原料，可由本装置改去罐区，或由焦化装置改去罐区。

**轻烃回收单元**

轻烃回收单元加工新区常压蒸馏塔顶气、柴油加氢Ⅳ塔顶气、重油加氢塔顶气等低压不凝油气共6.16万吨/年，加工常顶石脑油、老区来石脑油（常减压Ⅰ初常顶石脑油、柴油加氢装置的粗石脑油、蜡油加氢装置的粗石脑油）、新区重油加氢装置和柴油加氢Ⅳ装置的分馏塔顶石脑油。低压气经压缩机提压后，采用部分常顶石脑油作为贫吸收油、采用常一中油作为贫再吸收油对其进行吸收，在回收气体中的液化气的同时，使得干气的质量满足干气脱硫装置的要求；富吸收油进入脱吸塔脱吸后，和其余的常顶石脑油、老区来的石脑油（常减压Ⅰ初常顶石脑油、柴油加氢装置的粗石脑油、蜡油加氢装置的粗石脑油）、新区重油加氢装置石脑油、柴油加氢装置石脑油混合进入稳定塔以生产合格的液化气及石脑油，富再吸收油则返回常压塔进行处理。

1. 物料平衡

2019年安庆石化Ⅱ常减压蒸馏物料平衡如表1所示。

表1 2019年安庆石化Ⅱ常减压蒸馏装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 原油罐区 | 3643412 | 化工轻油 | 568428 |
| 2 |  |  | 常一线航煤料 | 231209 |
| 3 |  |  | 柴油 | 788947 |
| 4 |  |  | 蜡油 | 1041015 |
| 5 |  |  | 渣油 | 983934 |
| 6 |  |  | 三顶气 | 7153 |
| 7 |  |  | 污油 | 19926 |
| 8 |  |  | 损失 | 2799 |
| 9 | 合计 | 3643412 | 合计 | 3643412 |

注：上表中进料加工量和出料产量数据来源于生产统计。

2020年1~6月安庆石化Ⅱ常减压蒸馏物料平衡如表2所示。

表2 2020年1~6月安庆石化Ⅱ常减压蒸馏装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 原油罐区 | 2147889 | 化工轻油 | 335623 |
| 2 |  |  | 常一线航煤料 | 121915 |
| 3 |  |  | 柴油 | 456297 |
| 4 |  |  | 蜡油 | 585913 |
| 5 |  |  | 渣油 | 630457 |
| 6 |  |  | 三顶气 | 4367 |
| 7 |  |  | 污油 | 12100 |
| 8 |  |  | 损失 | 1217 |
| 9 | 合计 | 2147889 | 合计 | 2147889 |

1. **排放清单**

A、原材料带入排放

对于基于B2B的碳足迹核算评价方法，常减压装置原材料带入CO2排放应为0。

B、能源消耗排放

Ⅱ常减压蒸馏装置排放主要包括常压炉燃烧排放、减压炉燃烧排放和消耗蒸汽、电等产生的能源间接排放，2019年具体数值如表3所示，2020年1~6月份具体数值如表4所示。

表3 2019年安庆石化Ⅱ常减压蒸馏装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 2792 | 1250 | 0.001% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 10601120 | 3163925 | 2.81% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 104959 | 720480 | 0.64% |
| 4 | 除氧水 | 吨 | 27.46 | 21108 | 579575 | 0.51% |
| 5 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -22268 | -242576 | -0.22% |
| 6 | 电 | KWh | 0.70 | 23802647 | 16745162 | 14.86% |
| 7 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 66103 | 14993715 | 13.30% |
| 8 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | 25690 | 5060373 | 4.49% |
| 9 | 净化风 | NM3 | 0.11 | 807658 | 91598 | 0.08% |
| 10 | 非净化风 | NM3 | 0.08 | 702017 | 58665 | 0.05% |
| 11 | 氮气 | NM3 | 0.45 | 886573 | 396899 | 0.35% |
| 12 | 干气 | 吨 | 2649.48 | 26852 | 71143966 | 63.12% |
| 13 | 合计 |  |  |  | 112713032 | 100.00% |

表4 2020年1~6月年安庆石化Ⅱ常减压蒸馏装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 1586 | 710 | 0.001% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 5309289 | 1584568 | 2.10% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 41395 | 284152 | 0.38% |
| 4 | 除氧水 | 吨 | 27.46 | 3971 | 109034 | 0.14% |
| 5 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -13104 | -142748 | -0.19% |
| 6 | 电 | kWh | 0.70 | 13913198 | 9787935 | 13.00% |
| 7 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 43392 | 9842326 | 13.07% |
| 8 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | 21851 | 4304173 | 5.72% |
| 9 | 净化风 | NM3 | 0.11 | 719206 | 81566 | 0.11% |
| 10 | 非净化风 | NM3 | 0.08 | 39114 | 3269 | 0.00% |
| 11 | 氮气 | NM3 | 0.45 | 309093 | 138374 | 0.18% |
| 12 | 干气 | 吨 | 2649.48 | 18601 | 49283067 | 65.47% |
| 13 | 合计 |  |  |  | 75276425 | 100.00% |

C、Ⅱ常减压蒸馏装置排放汇总

由以上过程可汇总得到Ⅱ常减压装置的CO2排放量，2019年合计排放量为112713032 kgCO2。 2020年1~6月份合计排放量为75276425 kgCO2

1. **排放分配**

2019年Ⅱ常减压蒸馏装置的碳排放分配可按全装置质量分配法，即：112713032 kgCO2 ÷ 3643412 t = 30.94kgCO2/t。

2020年1~6月Ⅱ常减压蒸馏装置的碳排放分配可按全装置质量分配法，即：75276425 kgCO2 ÷ 2147889 t = 35.05 kgCO2/t。

1. 储运系统
2. **流程说明**
3. **原油储运**

原油罐区现有原油储罐7台，总罐容31万m3。罐区配套机泵7台，用于原油调和及向常减压装置供料。

原油进厂有管输及水路两种方式。原油管输主要由原油末站通过2条管输线输送进入原油罐区。原油水路进厂主要由油轮自沙默洲码头自1条原油水路进厂线输送。

存储于原油罐区的原油供应2套常减压装置生产。原油向Ⅰ套常减压装置通过高度差自压方式供料，向Ⅱ套常减压装置通过机泵输送供料。

1. **航煤原料油储运**

罐区设有1台航煤原料油罐，主要收储Ⅰ套常减压装置的常一线油。在异常情况下，Ⅱ套常减压装置的常一线可以在航煤加氢装置内通过不合格航煤线转送至航煤原料油罐。

航煤原料油罐的油品通过配套的2台原料泵向航煤加氢装置供料。根据生产变化，原料油的供应量会相应调整，甚至停止供料。

1. **成品航煤储运**

成品航煤储罐现有7台，总罐容4.3万m3，用于收储航煤加氢装置的成品航煤。成品航煤主要通过管输、水路、公路及铁路方式出厂，航煤罐区通过配套的出厂泵将成品航煤输送至对应的收油方。

1. **物料平衡**

2019年储运系统相关物料平衡如表1所示。

表1 2019年储运系统物料平衡表

| **序号** | **进料** | **入库量，t** | **出料** | **出库量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 原油罐区 | 6569585 | 原油至常减压 | 6581332 |
| 2 | 航煤原料罐区 | 35382 | 航煤原料至加氢 | 35543 |
| 3 | 成品航煤罐区 | 410845 | 成品航煤出厂 | 395720 |
| 4 | 合计 |  | 合计 |  |

注：上表中进料成品航煤罐区入库量、出料出库量中原油至常减压2项数据来源于生产计划部统计，其他数据来源于储运部生产统计。入库量与出库量的绝对差量为罐区库存变化量。

2020年1~6月储运系统相关物料平衡如表2所示。

表2 2020年1~6月份储运系统物料平衡表

| **序号** | **进料** | **入库量，t** | **出料** | **出库量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 原油罐区 | 3374123 | 原油至常减压 | 3307083 |
| 2 | 航煤原料罐区 | 1242 | 航煤原料至加氢 | 1249 |
| 3 | 成品航煤罐区 | 154448 | 成品航煤出厂 | 155835 |
| 4 | 合计 |  | 合计 |  |

注：上表中进料成品航煤罐区入库量、出料出库量中原油至常减压2项数据来源于生产计划部统计，其他数据来源于储运部生产统计。入库量与出库量的绝对差量为罐区库存变化量。

1. **排放清单**

A、原材料带入排放

罐区原材料带入CO2排放为0。

B、能源消耗排放

2019年储运系统排放主要包括消耗蒸汽、电等产生的能源间接排放，具体数值如下。

表3 2019年原油储运CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 2600 | 1164 | 0.033% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 4200 | 12535 | 0.36% |
| 3 | 电 | KWh | 0.7035 | 4100000 | 2884350 | 83.24% |
| 4 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 2500 | 567059 | 16.37% |
| 5 | 合计 |  |  |  | 3465108 | 100% |

表4 2019年航煤原料油储运CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 24 | 11 | 0.009% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 50 | 15 | 0.012% |
| 3 | 电 | KWh | 0.7035 | 176000 | 123816 | 99.98% |
| 4 | 合计 |  |  |  | 123842 | 100% |

表5 2019年成品航煤储运CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 240 | 107 | 0.025% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 200 | 60 | 0.014% |
| 3 | 电 | KWh | 0.7035 | 620000 | 436170 | 99.96% |
| 4 | 合计 |  |  |  | 436337 | 100% |

由以上过程可汇总得到2019年储运系统的的CO2排放量，其中原油储运碳排放量为3465108 kgCO2、航煤原料油储运碳排放量为123842 kgCO2、成品航煤储运碳排放量为436337kgCO2。

2020年1~6月储运系统排放主要包括消耗蒸汽、电等产生的能源间接排放，具体数值如下表。

表6 2020年1~6月原油储运CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 1260 | 564 | 0.031% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 21000 | 6267 | 0.35% |
| 3 | 电 | kWh | 0.7035 | 2160600 | 1519982 | 84.49% |
| 4 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 1200 | 272188 | 15.13 % |
| 5 | 合计 |  |  |  | 1799002 | 100% |

表7 2020年1~6月航煤原料油储运CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 12 | 5 | 0.38% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 20 | 6 | 0.45% |
| 3 | 电 | KWh | 0.7035 | 1870 | 1316 | 99.17% |
| 4 | 合计 |  |  |  | 1327 | 100% |

表8 2020年1~6月成品航煤储运CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 120 | 54 | 0.073% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 100 | 30 | 0.018% |
| 3 | 电 | KWh | 0.7035 | 235000 | 165323 | 99.91% |
| 4 | 合计 |  |  |  | 165406 | 100% |

由以上过程可汇总得到2020年1~6月份储运系统的CO2排放量，其中原油储运碳排放量为1799002 kgCO2、航煤原料油储运碳排放量为1327 kgCO2、成品航煤储运碳排放量为165406kgCO2。

1. **排放分配**

储运系统的碳排放分配按质量分配法。

2019年相关储运系统的碳排放分别为；

原油储运：3465108 kgCO2 ÷ 6581332t = 0.527 kgCO2/t。

航煤原料油储运：123842 kgCO2 ÷ 35543 t = 3.484 kgCO2/t。

成品航煤储运：436337 kgCO2 ÷395720 t = 1.103 kgCO2/t。

储运系统的碳排放分配按质量分配法，2020年1-6相关储运系统的碳排放分别为；

原油储运：1799002 kgCO2 ÷ 3307083t = 0.544 kgCO2/t。

航煤原料油储运：1327 kgCO2 ÷ 1249 t = 1.062kgCO2/t。

成品航煤储运：165406 kgCO2 ÷155835 t = 1.061 kgCO2/t。

## 煤气化联合装置

**空分装置**

空气装置主要设备及冷箱由杭氧设计、制造，为分子筛净化空气、氮气增压、氧气内压缩流程，带中压氮增压透平膨胀机，采用规整填料上塔，氮膨胀循环、全精馏制氩工艺，装置氧提取率设计为92％。原料空气过滤后的空气进入离心式空压机，加压冷却清洗后的空气进入分子筛纯化器除去空气中的二氧化碳、碳氢化合物和水分。净化后的空气进入主换热器，与返流气体（压力氮气、低压氮气、污氮气）换热达到空气液化温度～-173℃，从换热器底部抽出后进入下塔。在下塔，空气被初步分离成氮气和富氧液空，顶部氮气液化，同时主冷的低压侧液氧被气化，一部分液氮经上塔进一步精馏后，在上塔顶部获得低压氮气，上塔底部获得液氧。

上塔顶部获得产品低压氮气分别压缩至0.46 MPa（g）和0.7MPa（g）送用户。

上塔底部获得液氧作为产品进入氧气管网送至气化装置。

**气化装置**

原料煤及石灰石粉经研磨，气粉分离后的粉煤储存于粉煤储罐内。粉煤加压后靠重力流入V1205。

来自空分装置的纯氧经高温锅炉水预热到180℃，与300℃的过热工艺蒸汽充分混合后，和来自V-1205A/B的粉煤一起通过水平对称布置的四个粉煤烧嘴喷入气化炉(V-1301)内，在4.0MPa(G)的压力下进行部分氧化反应。气化炉内高温熔融炉渣向下流入气化炉底部的灰渣激冷罐(V-1401)，迅速分解成灰渣小颗粒，通过排渣系统及送渣皮带排至渣场，反应后的高温合成气在气化炉顶部出口被来自循环气压缩机(K-1301)的冷合成气激冷至约900℃，然后经合成气冷却器冷却至340℃后进入干法除灰单元，由高温高压过滤器S-1501过滤除灰后直接送往洗涤单元，过滤下来的飞灰通过飞灰收集罐(V-1501)落入飞灰放料罐(V-1502)，由飞灰放料输送系统送至灰仓(V-1507)并最终输出到界区外。合成气则送至洗涤塔经进一步洗涤和冷却，除去粗合成气中的HCl、HF和微量的固体颗粒后送至下游净化装置。

**净化装置**

净化装置包含耐硫变换、低温甲醇洗、甲烷化、制冷系统等单元。

Shell粉煤气化工段送来的160℃、3.7 MPa(G)的粗合成气进入气液分离器V2101分离后进入变换炉进气加热器E2102，加热至210℃后，与蒸汽及冷凝液混合后，进入预变炉吸附掉粗合成气中煤粉尘、炭黑和As、Cl－等毒物，并进行适度变换后进入第一中温变换炉R2102进行深度CO变换反应，出口气体经换热降温后再进入第二中温变换炉R2103继续进行变换反应，出口气体换热温度降至210℃后进入低变炉R2104进行变换反应，CO含量降为0.40%。

来自变换40℃、3.0MPa（g）、229640Nm3/h的原料气经甲醇洗单元脱H2S、CO2及痕量组分如NH3 后送入甲烷化

由低温甲醇洗单元来的净化气，在压力2.92MPa(G)、温度32℃下与来自空分单元压力3.2 MPa(G)、温度178℃的中压氮气按比例调节配氮，使得工艺气中氢氮比例保持在3左右。配氮后的合成气换热至280℃，进入甲烷化炉上层脱硫段脱除残余H2S，以保护甲烷化触媒；然后进入下层甲烷化触媒催化剂床层进行甲烷化反应，进一步除去合成气中的碳氧化物，使甲烷化炉出口合成气中的CO和CO2含量低于10×10-6（V/V）。出口合成气经换热冷却至40℃，在水分离器V2301分离出微量的水后，送往下游的氨冷器E1459,再到合成气压缩机进口分离器D1510。

**合成装置**

来自净化的合成气经合成气压缩机加压后，送入合成塔进行反应，进合成塔气体温度为129℃、压力22.7MPa。出塔气体含氨量17%（体积），温度325℃，经换热后合成气温度降至170℃，然后气体进入热热交换器E1502，加热来自K1502的循环气，本身被冷却到68℃，再进入水冷器E1503，在E1503有部分氨冷凝下来，气体和液氨混合物约37℃离开，进入冷热交换器E1504，与氨分离器D1502来的冷循环气换热，温度被冷至22.3℃，这时有更多的氨被冷凝，为使气相的氨含量降得更低，从E1504出来的气液混合物送入氨冷器E1505、E1506，逐级冷却到11℃和0℃，更多的氨被冷凝下来。E1506出来的气液混合物进入氨分离器D1502，液氨被分离，分离后的冷工艺气再经前述冷热交换器E1504的壳侧，被加热到31℃，进入K1502，经加压到22.9MPa后，进入E1502壳程，气体被加热到129℃，送入合成塔。

1. **物料平衡**

2019年煤气化联合装置物料平衡如表1所示。

表1 2019年煤气化联合装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 空气 | 845312 | 合成氨 | 257285 |
| 2 | 原料煤 | 583103 | 氢气 | 26579 |
| 3 | 脱盐水 | 339713 | 驰放气 | 11461 |
| 4 | 石灰石 | 7018.3 | 二氧化碳 | 61316 |
| 5 |  |  | 克劳斯气 | 16708 |
| 6 |  |  | 损失 | 1400857 |
| 7 | 合计 | 1775146 | 合计 | 1774206 |

注：上表中进料加工量数据来源于不同部门，两者略有差异，在研究误差范围内，对计算结果无影响，以下情况相同，不再赘述。

2020年1~6月年煤气化联合装置物料平衡如

表所示。

表2 2020年1~6月年煤气化联合装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 空气 | 477086 | 合成氨 | 143393 |
| 2 | 原料煤 | 325457 | 氢气 | 16957 |
| 3 | 脱盐水 | 190311 | 驰放气 | 3741 |
| 4 | 石灰石 | 4474 | 二氧化碳 | 19918 |
| 5 |  |  | 克劳斯气 | 11072 |
| 6 |  |  | 损失 | 802246 |
| 7 | 合计 | 997328 | 合计 | 997327 |

1. **排放清单**

A、原材料带入排放

对于基于B2B的碳足迹核算评价方法，煤制氢联合装置原材料带入CO2排放应为0。

B、能源消耗排放

煤气化联合装置排放主要包括循环水、除盐水和消耗蒸汽、电等产生的能源间接排放，具体数值如表3所示。

表3 2019年煤气化联合装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 239139 | 107057 | 0.016% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 265777310 | 79321770 | 12.20% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 1862664 | 12786063 | 1.97% |
| 4 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -2552043 | -27800675 | -4.28% |
| 5 | 电 | KWh | 0.7035 | 72295244 | 50859704 | 7.82% |
| 6 | 10MPa蒸汽 | 吨 | 274.58 | 1389431 | 381504184 | 58.71% |
| 7 | 3.5MPa蒸汽 | 吨 | 262.64 | 748278 | 196526058 | 30.24% |
| 8 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | -117905 | -26743627 | -4.11% |
| 9 | 氮气 | NM3 | 0.45 | -22923359 | -10262284 | -1.57% |
| 10 | 干气 | 吨 | 2649.48 | -2464.5 | -65296556 | -1.004% |
| 11 | 燃料油 | 吨 | 3236.56 | 3.3 | 10681 | 0.0016% |
| 12 | 合计 |  |  |  | 6497793 | 100.00% |

表4 2020年1~6月煤气化联合装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 111448 | 49892.81774 | 0.013% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 157765332 | 47085379 | 12.54% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 1076885 | 7392165 | 1.97% |
| 4 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -1472890 | -16044924 | -4.27% |
| 5 | 电 | KWh | 0.7035 | 40346120 | 28383495 | 7.56% |
| 6 | 10MPa蒸汽 | 吨 | 274.58 | 840282 | 230721136 | 61.46% |
| 7 | 3.5MPa蒸汽 | 吨 | 262.64 | 376988 | 99011284 | 26.37% |
| 8 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | -55118 | -12502059 | -3.33% |
| 9 | 氮气 | NM3 | 0.45 | -12849824.8 | -5752584 | -1.53% |
| 10 | 干气 | 吨 | 2649.48 | -1122.3 | -2973517 | -0.79% |
| 11 | 燃料油 | 吨 | 3236.56 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 合计 |  |  |  | 375370268 | 100% |

C、生产过程工艺排放

工艺排放按照碳质量平衡核算：

表5 2019年煤气化联合装置碳平衡汇总

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **物流名称** | **全年量** | | **碳含量（年均值）** | **碳产量** | **产品碳分布** |
| **单位** | **吨** | | **%** | **吨** | **%** |
| 输 入 | | | | | |
| 原煤 | 583103 | | 61.58 | 359066 | 99.54 |
| 石灰石粉 | 7009 | | 11.59 | 812 | 0.23 |
| 燃料气 | 974 | | 60.76 | 592 | 0.16 |
| 甲醇 | 720 | | 37.50 | 270 | 0.07 |
| 输入合计 |  | |  | 360740 | 100.00 |
| 输 出 | | | | | |
| 渣 | | 88486 | 1.00 | 884 | 0.25 |
| 灰 | | 29880 | 9.85 | 2943 | 0.82 |
| 滤饼 | | 13938 | 26.29 | 3664 | 1.02 |
| 磨煤惰性气放空 | | 13091 | 4.52 | 592 | 0.16 |
| CO2去凯美特 | | 61316 | 27.22 | 16692 | 4.63 |
| 净化尾气 | | 1229179 | 24.54 | 301618 | 83.61 |
| 克劳斯气 | | 16708 | 16.00 | 2673 | 0.74 |
| 甲烷化出口合成气 | | 256555 | 1.13 | 2896 | 0.80 |
| 向炼油供氢 | | 81638 | 2.13 | 1736 | 0.48 |
| 气化装置碳损失 | |  |  | 24420 | 6.77 |
| 净化装置碳损失（含变换汽提污水、工艺冷凝液等） | |  |  | 2624 | 0.73 |
| 输出合计 | |  |  | 360740 | 100.00 |

根据表5，2019年煤气化联合装置工艺排放为磨煤惰性气放空、净化尾气、气化装置碳损失、净化装置碳损失所排放的二氧化碳量：

（592+301618+24420+2624）\*44/12=1207262 tCO2

表6 2020年1~6月煤气化联合装置碳平衡汇总

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **物流名称** | **全年量** | | **碳含量（年均值）** | | **碳产量** | **产品碳分布** |
| **单位** | **吨** | | **%** | | **吨** | **%** |
| 输 入 | | | | | | |
| 原煤 | 325457 | | | 63.24 | 205832 | 99.55 |
| 石灰石粉 | 4470 | | | 11.57 | 517 | 0.25 |
| 燃料气 | 3294 | | | 9.00 | 296 | 0.14 |
| 甲醇 | 325 | | | 37.50 | 122 | 0.06 |
| 输入合计 |  | | |  | 206768 | 100.00 |
| 输 出 | | | | | | |
| 渣 | | 44569 | 0.82 | | 366 | 0.18 |
| 灰 | | 10832 | 7.50 | | 812 | 0.39 |
| 滤饼 | | 15444 | 25.01 | | 3863 | 1.87 |
| 磨煤惰性气放空 | | 6559 | 4.52 | | 296 | 0.14 |
| CO2去凯美特 | | 24618 | 27.23 | | 6704 | 3.24 |
| 净化尾气 | | 708990 | 24.65 | | 174789 | 84.53 |
| 克劳斯气 | | 11072 | 16.00 | | 1771 | 0.86 |
| 甲烷化出口合成气 | | 142534 | 0.91 | | 1304 | 0.63 |
| 向炼油供氢 | | 54856 | 1.69 | | 925 | 0.45 |
| 气化装置碳损失 | |  |  | | 15300 | 7.40 |
| 净化装置碳损失（含变换汽提污水、工艺冷凝液等） | |  |  | | 638 | 0.31 |
| 输出合计 | |  |  | | 206768 | 100.00 |

根据表6，2020年1~6月煤气化联合装置工艺排放为磨煤惰性气放空、净化尾气、气化装置碳损失、净化装置碳损失所排放的二氧化碳量：

（296+174789+15300+638）\*44/12=700416 tCO2

D、煤气化联合装置排放汇总

由以上过程可汇总得到化工一部煤气化联合装置的CO2排放量，2019年合计排放量为1857040895 kgCO2，2020年1~6月合计排放量为1075785929 kgCO2。

1. **排放分配**

煤气化联合装置的碳排放分配可按全装置质量分配法计算，则煤制氢碳排放强度为：

2019年：1857040895 kgCO2 ÷ 283864 t = 6542.01 kgCO2/t。

2020年1~6月：1075785929 kgCO2 ÷ 160350 t = 6708.97 kgCO2/t。

## 苯乙烯联合装置

**乙苯单元**

1）催化干气脱丙烯系统

催化干气进装置后，首先进入催化干气水洗罐（D-101）。自催化干气水洗罐（D-101）顶部出来的干气依次换热，温度降至15℃，从中部进入丙烯吸收塔（C-101），将催化干气中的丙烯绝大部分除去。自丙烯吸收塔（C-101）顶部出来的催化干气换热回收部分冷量后去反应部分。

2）烃化及反烃化反应

来自丙烯吸收塔顶的脱丙烯催化干气分三路进入烃化反应器（第四段床层干气进料备用）。

来自多乙苯塔（C-108）顶，温度为121.7℃的反烃化料，由反烃化料泵（P-120）输送，经循环吸收剂-反烃化料换热器（E-124）加热至210℃，同循环苯混合后进入反烃化反应进料罐（D-106）。

3）反应产物冷凝、吸收

4）乙苯产品分离

分离部分共有五个塔：即循环苯塔、脱非芳塔、乙苯精馏塔、丙苯塔及多乙苯塔。

**苯乙烯单元**

1）脱氢反应

来自乙苯装置的中间产品乙苯在第一脱氢反应器（R-301），在负压绝热条件下发生脱氢反应。经历了第一阶段脱氢反应的物流进入R-302 的催化剂床层，实现第二阶段负压绝热脱氢反应。

2）工艺凝液处理

来自脱氢反应系统的反应产物，被冷却至55℃（呈气、液两相），并实现气液分离。未冷凝的尾气则排向尾气处理系统。

3）脱氢尾气处理

来自后冷器（E-306）的不凝性气体（尾气），进入压缩机吸入罐（D-307），经尾气压缩机（K-301）抽吸排出的气液两相物流进入压缩机排出罐（D-310），然后再经尾气冷却器（E-310）冷却，实现气液分离。

4）苯乙烯精馏

粗苯乙烯精馏，粗苯乙烯塔处理来自北山罐区或D305的脱氢液，或者北山罐区不合格苯乙烯。

乙苯、甲苯和苯回收

来自上游粗苯乙烯分馏系统的粗塔回流泵（P-402A/B）的物流进入本系统的乙苯回收塔（C-402）中部。

来自乙苯回收塔回流泵（P-404A/B）的物流进入苯/甲苯塔（C-404）中部。C-404 是一座在正压条件下操作的波纹规整填料分馏塔。

精苯乙烯塔处理粗塔釜液泵（P-401A/B）输送过来的釜液（粗苯乙烯），或者不合格苯乙烯（来自北山化工料罐区）。

1. **物料平衡**

2019年苯乙烯联合装置物料平衡如表1所示。

表1 2019年苯乙烯联合装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 炼油苯 | 64538 | 苯乙烯 | 91727 |
| 2 | 化工纯苯 | 9918 | 苯乙烯焦油 | 1948 |
| 3 | 干气 | 108977 | 甲苯 | 1772 |
| 4 |  |  | 丙苯 | 6022 |
| 5 |  |  | 富丙烯干气 | 3649 |
|  |  |  | 脱氢尾气 | 10228 |
|  |  |  | 烃化尾气 | 30501 |
|  |  |  | 乙苯 | 158 |
| 6 |  |  | 损失 | 37427 |
| 7 | 合计 | 183433 | 合计 | 18343 |

2020年1~6月苯乙烯联合装置物料平衡如表2所示。

表2 2020年1~6月苯乙烯联合装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 炼油苯 | 31866 | 苯乙烯 | 46895 |
| 2 | 化工纯苯 | 6297 | 苯乙烯焦油 | 896 |
| 3 | 干气 | 54496 | 甲苯 | 8950 |
| 4 |  |  | 丙苯 | 7680 |
| 5 |  |  | 富丙烯干气 | 2066 |
|  |  |  | 脱氢尾气 | 6444 |
|  |  |  | 烃化尾气 | 13815 |
|  |  |  | 乙苯 | 252 |
| 6 |  |  | 损失 | 5661 |
| 7 | 合计 | 92659 | 合计 | 92659 |

1. **排放清单**

A、原材料带入排放

对于基于B2B的碳足迹核算评价方法，苯乙烯联合装置原材料带入CO2排放应为0。

B、能源消耗排放

苯乙烯联合装置排放主要包括循环水、除盐水和消耗蒸汽、电等产生的能源间接排放，具体数值如下表所示。

表3 2019年苯乙烯联合装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 13363 | 5982 | 0.0038% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 40146191 | 11981711 | 7.67% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 119326 | 819101 | 0.52% |
| 4 | 冷冻水 | 吨 | 1.10 | -189696 | -209476 | -0.13% |
| 5 | 电 | KWh | 0.7035 | 18274784 | 12856311 | 8.23% |
| 6 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 177595 | 40282723 | 25.78% |
| 7 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | 32147 | 6332262 | 4.05% |
| 8 | 净化风 | 吨 | 0.11 | 3195183 | 362371 | 0.23% |
| 9 | 非净化风 | NM3 | 0.08 | 4384 | 366 | 0.0002% |
| 10 | 氮气 | 吨 | 0.45 | 6665647 | 2984064 | 1.91% |
| 11 | 干气 | 吨 | 2649.48 | 30501 | 80811936 | 51.73% |
| 12 | 合计 |  |  |  | 156227351 | 100.% |

表4 2020年1~6月苯乙烯联合装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 7083 | 3171 | 0.004% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 20082692 | 5993720 | 7.62% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 62607 | 429756 | 0.55% |
| 4 | 冷冻水 | 吨 | 1.10 | (113568) | (125410) | -0.16% |
| 5 | 电 | KWh | 0.7035 | 10120800 | 7119983 | 9.06% |
| 6 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | 99880 | 22655133 | 28.82% |
| 7 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | 21156 | 4167273 | 5.30% |
| 8 | 净化风 | 吨 | 0.11 | 1392361 | 157910 | 0.20% |
| 9 | 非净化风 | NM3 | 0.08 | 128 | 11 | 0.00001% |
| 10 | 氮气 | 吨 | 0.45 | 3593193 | 1608593 | 2.05% |
| 11 | 干气 | 吨 | 2649.48 | 13815 | 36602633 | 46.56% |
| 12 | 合计 |  |  |  | 78612772 | 100% |

C、苯乙烯联合装置排放汇总

由以上过程可汇总得到苯乙烯联合装置的CO2排放量，2019年全年合计排放量为156227351 kgCO2；2020年1~6月合计排放量为78612772 kgCO2。

1. **排放分配**

苯乙烯联合装置的碳排放分配可按全装置质量分配法计算，则碳排放强度为：

2019年：156227351 kgCO2 ÷ 115504 t = 1352.57 kgCO2/t

2020年1~6月：78612772 kgCO2 ÷ 73183 t = 1074.19 kgCO2/t

## 重整装置

**重整预加氢**

预处理部分的目的是为重整反应部分制备在杂质含量和馏份上均满足重整进料要求的原料，该部分包括预加氢和分馏两个过程。为了保证轻、重石脑油中硫、氮等杂质含量均满足下游装置的要求，故采用先加氢、后分馏，即全馏分加氢的工艺流程。

由装置外来的混合石脑油依次进入预加氢反应器和预加氢脱氯反应器。反应产物自脱氯反应器流出，预加氢产物分离罐底液体进入汽提塔进料／塔底换热器。汽提塔塔顶油气经汽提塔顶／低温水换热器，进入汽提塔回流罐。汽提塔底产物经进入石脑油分馏塔。

石脑油分馏塔塔顶油气经石脑油分馏塔顶／低温水换热器、石脑油分馏塔顶空冷器、石脑油分馏塔顶后冷器冷却后，进入石脑油分馏塔回流罐，罐底液体一部分作为回流送至石脑油分馏塔，另一部分作为轻石脑油送出装置。石脑油分馏塔塔底物送下游重整部分。

**连续重整**

本部分包括重整、再接触、重整生成油分离及混合二甲苯精制等工艺过程，其目的是生产高辛烷值汽油组分、混合二甲苯和高纯度的含氢气体，同时给下游苯抽提装置提供原料。

由预处理部分来的精制石脑油与重整循环氢气混合后，经过重整进料换热器与重整反应产物换热、并经重整进料加热炉加热后，进入重整第一反应器上部，在反应器内与自上而下流动的催化剂径向接触进行反应。

设置了四台反应器及四台加热炉，以便进行“接力”加热。换热后的反应产物冷却后，进入重整产物分离罐进行气液相分离。

重整产物分离罐顶部含氢气体，一部分经重整循环氢压缩机升压后，在重整反应循环使用，其余部分作为重整反应副产的含氢气体经压缩，冷却，经脱氯后的含氢气体其中少部分作为预如氢补充氢，其余作为重整产氢送出装置。

再接触罐底的重整生成油经换热后进入脱戊烷塔。由脱戊烷塔顶来的分经C4/C5分离塔，塔顶物进入塔顶回流罐。罐底液体一部分作为回流返回塔顶，另一部分作为液化气产品送出装置；塔底物料冷却后作为戊烷产品送出装置。

脱戊烷塔底来的脱戊烷油进入脱C6塔，塔底物料升压后送至脱C7塔。C7组分经脱C7塔作为汽油产品与二甲苯塔产品混合后出装置。二甲苯塔底产品送至催化一中返塔线或重加装置分离塔进料线。

C-404的第8层塔盘抽出口产品自压经E-207与脱戊烷塔进料换热后，再经重整汽油／低温水换热器E-209至二甲苯塔侧线抽出缓冲罐D405，C9-C10产品自D405经P410与C-403塔顶产品混合后，经重整汽油水冷器E-208冷却作为稳定汽油送出装置。

1. **物料平衡**

2019年全年、2020年1~6月安庆石化连续重整装置物料平衡如表1、2所示。

表1 2019年安庆石化连续重整装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** | **收率，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | RLG重整料 | 7006 | 干气 | 56593 | 5.08 |
| 2 | 烃石脑油 | 1023845 | 精制油 | 2872 | 0.26 |
| 3 | 加石脑油 | 2999 | 拔头油 | 150484 | 13.52 |
| 4 | 购石脑油 | 79475 | 汽油 | 491759 | 44.17 |
| 5 |  |  | 氢气 | 35880 | 3.22 |
| 6 |  |  | 污油 | 1099 | 0.10 |
| 7 |  |  | 液化气 | 76448 | 6.87 |
| 8 |  |  | 苯 | 64919 | 5.83 |
| 9 |  |  | 混合二甲苯 | 142932 | 12.84 |
| 10 |  |  | 重芳烃 | 86394 | 7.76 |
| 11 |  |  | 损失 | 3945 | 0.35 |
| **12** | **合计** | **1113325** |  | **1113326** | **100.00** |

表2 2020年1~6月安庆石化连续重整装置物料平衡表

| **序号** | **进料** | **加工量，t** | **出料** | **产量，t** | **收率，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | RLG重整料 | 5861 | 干气 | 26720 | 4.76 |
| 2 | 烃石脑油 | 534676 | 精制油 | 5352 | 0.95 |
| 3 |  |  | 拔头油 | 81564 | 14.52 |
| 4 |  |  | 汽油 | 217403 | 38.69 |
| 5 |  |  | 氢气 | 15702 | 2.79 |
| 6 |  |  | 污油 | 586 | 0.10 |
| 7 |  |  | 液化气 | 45904 | 8.17 |
| 8 |  |  | 苯 | 31485 | 5.60 |
| 9 |  |  | 混合二甲苯 | 69276 | 12.33 |
| 10 |  |  | 重芳烃 | 65978 | 11.74 |
| 11 |  |  | 损失 | 1934 | 0.34 |
| 12 | 合计 | 561904 |  | 561904 | 100.00 |

1. **排放清单**

A、原材料带入排放

对于基于B2B的碳足迹核算评价方法，连续重整装置2019年全年原材料带入CO2排放应为41405127kg。2020年1~6月原材料带入CO2排放应为22183923kg。

B、能源消耗排放

连续重整装置能源消耗排放主要包括五河一炉、四合一炉加热炉燃烧排放、压缩机消耗蒸汽、机泵消耗电等产生的能源间接排放，具体数值如下表所示。

表3 2019年重整装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | CO2排放因子 （kgCO2/t) | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 933 | 418 | 0.00% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 9957575 | 2971858 | 1.21% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 764855 | 5250268 | 2.13% |
| 4 | 除氧水 | 吨 | 27.46 | -308062 | -8458638 | -3.44% |
| 5 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -359516 | -3916387 | -1.59% |
| 6 | 电 | kWh | 0.7035 | 31661459 | 22273836 | 9.06% |
| 7 | 3.5MPa蒸汽 | 吨 | 262.64 | 690855 | 181444610 | 73.77% |
| 8 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | -473655 | -107436094 | -43.68% |
| 9 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | 24653 | 4856107 | 1.97% |
| 10 | 干气 | 吨 | 2649.48 | 56230 | 148980530 | 60.57% |
| 11 | 合计 |  |  |  | 245966507 | 100.00% |

表4 2020年1~6月重整装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2**排放因子 （kgCO2/t) | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 6025 | 2697 | 0.00% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 6396080 | 1908923 | 1.56% |
| 3 | 除盐水 | 吨 | 6.86 | 375132 | 2575055 | 2.10% |
| 4 | 除氧水 | 吨 | 27.46 | -191769 | -5265513 | -4.29% |
| 5 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -181325 | -1975264 | -1.61% |
| 6 | 电 | kWh | 0.7035 | 17702220 | 12453512 | 10.15% |
| 7 | 3.5MPa蒸汽 | 吨 | 262.64 | 398878 | 104760424 | 85.41% |
| 8 | 1.0MPa蒸汽 | 吨 | 226.82 | -271470 | -61575781 | -50.20% |
| 9 | 0.35MPa蒸汽 | 吨 | 196.98 | 11009 | 2168534 | 1.77% |
| 10 | 干气 | 吨 | 2649.48 | 25518 | 67609553 | 55.12% |
| 11 | 合计 |  |  |  | 122662140 | 100.00% |

C、连续重整装置排放汇总

由以上过程可汇总得到连续重整装置的CO2排放量，2019年全年合计排放量为287371634 kgCO2。2020年1~6月合计排放量为144846064 kgCO2。

1. **排放分配**

连续装置的碳排放分配可按全装置质量分配法，即：

2019年：

287371634 kgCO2 ÷ 1113326 t = 258.12kgCO2/t。

2020年1~6月：

144846064 kgCO2 ÷ 561904 t = 257.78kgCO2/t

## **航煤加氢装置**

航煤加氢装置主要由反应部分、汽提部分、公用工程以及辅助系统等部分组成。

**反应系统**

来自Ⅰ常和Ⅱ常（或7罐区）的航煤原料混合后约90℃进入原料油缓冲罐D-201/1，经原料油泵P-201/1.2升压后进自动反冲洗过滤器SR-203过滤，之后进入滤后原料油缓冲罐D-201/2。滤后航煤原料经反应进料泵P-202/1.2升压后进入换热器E-203/1~4与精制航煤充分换热，再经换热器E-201/1~3与反应产物换热后约250℃，再进入反应加热炉F-201加热后进入加氢反应器R-201。反应产物温度约269℃，之后经E-201/1~3换热后再经换热器E-202/1~4与冷低分油换热，最后进入反应产物空冷器A-201/1.2冷却至50℃，然后进入反应产物水冷器E-204冷却至40℃后进入低压分离器D-202进行气液分离。自D-202顶出来的循环氢经循环氢分液罐D-203分液后，进入循环氢压缩机K-202/1.2，升压的循环氢与Ⅰ加氢来的新氢混合后与原料油一起混合，加热后进入反应器R-201。D-202尾氢间断排至火炬系统。

为防止出现氨盐结晶堵塞系统，间断地将装置外来的除氧水用注水泵P-207/1.2升压后注入E-202/1~4 或A-201/1.2前冲洗溶解氨盐。含硫、氮污水从D-202底排出，去污水汽提装置处理。

**汽提塔系统**

自D-202底部来的液体降压后经反应产物与汽提塔进料换热器E-202/1~4与反应产物换热后进汽提塔C-201。塔顶油气经汽提塔顶空冷器A-202、汽提塔顶水冷器E-206/1.2冷凝冷却至40℃后进入汽提塔顶回流罐D-204。塔底通过汽提塔底重沸器E-205加热，汽提出H2S、NH3和溶解在油中的氢气及小分子烃，由D-204排至火炬脱硫系统。塔顶液体通过分馏塔回流泵P-204/1.2升压后分两路，一路作为汽提塔顶回流，另一路并入Ⅰ加氢粗汽油出装置管线。汽提塔底抽出的油经精制航煤泵P-203/1.2升压后与航煤原料油换热，再进精制油空冷器A-203/1~4、精制油水冷器E-207冷却，然后进脱硫罐D-205/1.2脱除无机硫（H2S），经抗氧剂自动加剂设施加入抗氧剂以后出装置。

1. **物料平衡**

2019年1-12月安庆石化航煤加氢物料平衡如下表所示。

表1 2019年1-12月航煤加氢装置物料平衡表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **进料** | **加工量t** | **出料** | **产量t** |
| 1 | 一常 | 201167 | 干气 | 12000 |
| 2 | 二常 | 212125 | 粗汽油 | 984 |
| 3 | 氢气 | 402 | 精制航煤 | 399965 |
| 4 |  |  | 污油 | 100 |
| 5 |  |  | 损失 | 645 |
| **6** | **合计** | **413694** |  | **413694** |

2020年1~6月安庆石化航煤加氢物料平衡如下表2所示。

表2 2020年1~6月安庆石化航煤加氢装置物料平衡表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **进料** | **加工量t** | **出料** | **产量t** |
| 1 | 一常 | 98812 | 干气 | 5323 |
| 2 | 二常 | 104917 | 粗汽油 | 576 |
| 3 | 氢气 | 162 | 精制航煤 | 197615 |
| 4 |  |  | 污油 | 69 |
| 5 |  |  | 损失 | 308 |
| **6** | **合计** | **203891** |  | **203891** |

**2、排放清单**

A、原材料带入排放

对于基于B2B的碳足迹核算评价方法，原材料带入CO2排放应为0。

B、能源消耗排放

航煤加氢装置排放主要包括加热炉燃烧排放、消耗蒸汽、电等产生的能源间接排放，具体数值如下表所示。

表3 2019年航煤加氢装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 1357 | 607 | 0.0035% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 2029866 | 605818 | 3.54% |
| 3 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -23529 | -256313 | -1.20% |
| 4 | 电 | KWh | 0.84 | 4307543 | 3030357 | 17.72% |
| 5 | 3.5MPa蒸汽 | 吨 | 262.64 | 27784 | 7297128 | 42.67% |
| 6 | 燃料干气 | 吨 | 2649.48 | 2425 | 6425001 | 37.57% |
| **7** | **合计** |  |  |  | **17102598** | **100%** |

表4 2020年1~6月航煤加氢装置CO2排放量统计表

| **序号** | **能耗工质** | **单位** | **CO2排放因子**  **kgCO2/t** | **消耗量** | **碳排放量kgCO2** | **占比，%** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 新鲜水 | 吨 | 0.45 | 765 | 342 | 0.0046% |
| 2 | 循环水 | 吨 | 0.30 | 1041920 | 310963 | 4.15% |
| 3 | 凝结水 | 吨 | 10.89 | -7390 | -80503 | -1.07% |
| 4 | 电 | kWh | 0.84 | 2938346 | 2067478 | 27.59% |
| 5 | 3.5MPa蒸汽 | 吨 | 262.64 | 4301 | 3755983 | 50.13% |
| 6 | 燃料干气 | 吨 | 2649.48 | 543 | 1438670 | 19.20% |
| **7** | **合计** |  |  |  | **7492935** | **100%** |

C、Ⅱ常减压蒸馏装置排放汇总

由以上过程可汇总得到航煤加氢装置的CO2排放量，2019年1-12月合计排放量为17102597.62 kgCO2；2020年1~6月合计排放量为7492934.64 kgCO2

**3、排放分配**

航煤加氢装置的碳排放分配可按全装置质量分配法，即：

2019年1-12月

17102597.62 kgCO2 ÷413292 t = 41.38kgCO2/t

2020年1~6月

7492934.64 kgCO2 ÷203728t = 36.78kgCO2/t

## 生命周期—航煤产品碳足迹排放汇总

根据下列航煤产品评价核算表和氢气比例分配表，最终计算航煤产品生产阶段的碳足迹排放量为：2019年全年为76.91 kgCO2/t，2020年1~6月为72.27 kgCO2/t。

**2019年航煤加氢氢气比例分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 供氢源 | 氢气量，吨 | 占比 |
| 化工一部供氢 | 122.25 | 30.41% |
| 凯美特供氢 | 10.32 | 2.57% |
| 曙光供氢 | 57.36 | 14.27% |
| 脱氢尾气 | 47.04 | 11.70% |
| 重整氢气 | 165.03 | 41.05% |
| 小计 | 402.00 | 100% |

**2020年1~6月航煤加氢氢气比例分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 供氢源 | 氢气量，吨 | 占比 |
| 化工一部供氢 | 60.76 | 37.51% |
| 凯美特供氢 | 3.75 | 2.32% |
| 曙光供氢 | 18.13 | 11.19% |
| 脱氢尾气 | 23.09 | 14.25% |
| 重整氢气 | 56.26 | 34.73% |
| 小计 | 162.00 | 100% |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2019年航煤产品评价核算表** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | **I常减压** | | **II常减压** | | **化肥（曙光）供氢** | | **苯乙烯（凯美特）供氢** | | **重整供氢** | | **原油储运** | | **航煤原料油储运** | | **成品航煤储运** | | **航煤加氢装置** | |
| 物料平衡 | 入方 | 原油罐区 | 2937920 | 原油罐区 | 3643412 | 空气 | 845312 | 炼油苯 | 64538 | RLG重整料 | 7006 | 原油 | 6581332 | 航煤原料油 | 35543 | 成品航煤 | 395720 | I常原料油 | 201167 |
|  |  |  |  | 原料煤 | 583103 | 化工纯苯 | 9918 | 烃石脑油 | 1023845 |  |  |  |  |  |  | II常原料油 | 212125 |
|  |  |  |  | 脱盐水 | 339713 | 干气 | 108977 | 加石脑油 | 2999 |  |  |  |  |  |  | 氢气 | 402 |
|  |  |  |  | 石灰石 | 7018 |  |  | 购石脑油 | 79475 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合计 | 2937920 | 合计 | 3643412 | 合计 | 1775147 | 合计 | 183433 | 合计 | 1113326 | 合计 | 6581332 | 合计 | 35543 | 合计 | 395720 | 合计 | 413693 |
| 出方 | 化工轻油 | 395211 | 化工轻油 | 568428 | 液氨 | 257285 | 苯乙烯 | 91727 | 干气 | 15457 | 原油 | 6581332 | 航煤原料油 | 35543 | 成品航煤 | 395720 | 干气 | 12000 |
| 常一线航煤料 | 201167 | 常一线航煤料 | 231209 | 向炼油供氢 | 26579 | 苯乙烯焦油 | 1948 | 精制油 | 886194 |  |  |  |  |  |  | 粗汽油 | 984 |
| 柴油 | 589709 | 柴油 | 788947 | 驰放气 | 11461 | 甲苯 | 1772 | 拔头油 | 150484 |  |  |  |  |  |  | 精制航煤 | 399965 |
| 蜡油 | 786780 | 蜡油 | 1041015 | 外供二氧化碳 | 61316 | 丙苯 | 6022 | 液化气 | 58944 |  |  |  |  |  |  | 污油 | 100 |
| 渣油 | 956505 | 渣油 | 983934 | 克劳斯气 | 16708 | 富丙烯干气 | 3649 | 损失 | 2247 |  |  |  |  |  |  | 损失 | 645 |
| 三顶气 | 3331 | 三顶气 | 7153 | 氮气 | 942 | 脱氢尾气 | 10228 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 污油 | 3482 | 污油 | 19926 | 损失 | 1400857 | 烃化尾气 | 30501 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 损失 | 1736 | 损失 | 2799 |  |  | 乙苯 | 158 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | 损失 | 37427 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合计： | 2937920 | 合计 | 3643412 | 合计 | 1775147 | 合计 | 183433 | 合计 | 1113326 | 合计 | 6581332 | 合计 | 35543 | 合计 | 395720 | 合计 | 413694 |
| 排放清单 | 原料 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 航煤原料油 | 12750524 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 氢气 | 1185891 |
| 储运 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 777779 |
| 工艺 |  |  |  |  |  | 1207261620 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 能源 |  | 90375155 |  | 112713032 |  | 649779276 |  | 156227351 |  | 287371634 |  | 3465108 |  | 123842 |  | 436337 |  | 17102597 |
| 产品碳排放强度 |  | 化工轻油 | 30.76 | 化工轻油 | 30.94 | 液氨 | 5933.52 | 苯乙烯 | 1352.57 | 干气 | 258.12 | 原油 | 0.53 | 航煤原料油 | 3.48 | 成品航煤 | 1.10 | 干气 | 76.91 |
|  | **常一线航煤料** | **30.76** | **常一线航煤料** | **30.94** | **向炼油供氢** | **5933.52** | **脱氢尾气** | **1352.57** | **精制油（氢气）** | **258.12** |  |  |  |  |  |  | 粗汽油 | 76.91 |
|  | 柴油 | 30.76 | 柴油 | 30.94 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **精制航煤** | **76.91** |
|  | 蜡油 | 30.76 | 蜡油 | 30.94 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 污油 | 76.91 |
|  | 渣油 | 30.76 | 渣油 | 30.94 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 碳足迹分布 | |  | 14.96 |  | 15.86 |  | 2.58 |  | 0.19 |  | 0.10 |  | 0.53 |  | 0.30 |  | 1.05 |  | 41.34 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2020年1~6月航煤产品评价核算表** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | **I常减压** | | **II常减压** | | **化肥（曙光）供氢** | | **苯乙烯（凯美特）供氢** | | **重整供氢** | | **原油储运** | | **航煤原料油储运** | | **成品航煤储运** | | **航煤加氢装置** | |
| 物料平衡 | 入方 | 原油罐区 | 1159194 | 原油罐区 | 2147889 | 空气 | 477086 | 炼油苯 | 31866 | RLG重整料 | 5861 | 原油 | 3307083 | 航煤原料油 | 1249 | 成品航煤 | 155835 | I常原料油 | 98812 |
|  |  |  |  | 原料煤 | 325457 | 化工纯苯 | 6297 | 烃石脑油 | 534676 |  |  |  |  |  |  | II常原料油 | 104917 |
|  |  |  |  | 脱盐水 | 190311 | 干气 | 54496 | 加石脑油 | 0 |  |  |  |  |  |  | 氢气 | 162 |
|  |  |  |  | 石灰石 | 4474 |  |  | 购石脑油 | 21367 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合计 | 1159194 | 合计 | 2147889 | 合计 | 997328 | 合计 | 92659 | 合计 | 561904 | 合计 | 3307083 | 合计 | 1249 | 合计 | 155835 | 合计 | 203890 |
| 出方 | 化工轻油 | 151890 | 化工轻油 | 335623 | 液氨 | 143393 | 苯乙烯 | 46895 | 干气 | 9063 | 原油 | 3307083 | 航煤原料油 | 1249 | 成品航煤 | 155835 | 干气 | 5323 |
| 常一线航煤料 | 98812 | 常一线航煤料 | 121915 | 向炼油供氢 | 16957 | 苯乙烯焦油 | 896 | 精制油 | 433387 |  |  |  |  |  |  | 粗汽油 | 576 |
| 柴油 | 239480 | 柴油 | 456297 | 驰放气 | 3741 | 甲苯 | 8950 | 拔头油 | 81564 |  |  |  |  |  |  | 精制航煤 | 197615 |
| 蜡油 | 290341 | 蜡油 | 585913 | 外供二氧化碳 | 19918 | 丙苯 | 7680 | 液化气 | 36796 |  |  |  |  |  |  | 污油 | 69 |
| 渣油 | 375046 | 渣油 | 630457 | 克劳斯气 | 11072 | 富丙烯干气 | 2066 | 损失 | 1094 |  |  |  |  |  |  | 损失 | 308 |
| 三顶气 | 1280 | 三顶气 | 4367 | 氮气 | 0 | 脱氢尾气 | 6444 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 污油 | 1730 | 污油 | 12100 | 损失 | 802246 | 烃化尾气 | 13815 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 损失 | 616 | 损失 | 1217 |  |  | 乙苯 | 252 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | 损失 | 5661 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合计： | 1159194 | 合计 | 2147889 | 合计 | 997328 | 合计 | 92659 | 合计 | 561904 | 合计 | 3307083 | 合计 | 1249 | 合计 | 155835 | 合计 | 203890 |
| 排放清单 | 原料 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 航煤原料油 | 6437052 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 氢气 | 527865 |
| 储运 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 277558 |
| 工艺 |  |  |  |  |  | 700415661 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 能源 |  | 32379306 |  | 75276425 |  | 375370268 |  | 78612772 |  | 144846064 |  | 1799002 |  | 1249 |  | 165406 |  | 7492934 |
| 产品碳排放强度 |  | 化工轻油 | 27.93 | 化工轻油 | 35.05 | 液氨 | 6141.61 | 苯乙烯 | 1074.19 | 干气 | 257.78 | 原油 | 0.54 | 航煤原料油 | 1.06 | 成品航煤 | 1.06 | 干气 | 72.27 |
|  | **常一线航煤料** | **27.93** | **常一线航煤料** | **35.05** | **向炼油供氢** | **6141.61** | **脱氢尾气** | **1074.19** | **精制油（氢气）** | **257.78** |  |  |  |  |  |  | 粗汽油 | 72.27 |
|  | 柴油 | 27.93 | 柴油 | 35.05 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **精制航煤** | **72.27** |
|  | 蜡油 | 27.93 | 蜡油 | 35.05 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 污油 | 72.27 |
|  | 渣油 | 27.93 | 渣油 | 35.05 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 碳足迹分布 | |  | 13.54 |  | 18.03 |  | 2.38 |  | 0.19 |  | 0..07 |  | 0.54 |  | 0.01 |  | 0.81 |  | 36.75 |

# 四、结果评价及改善建议

2019年航煤产品碳足迹汇总

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 阶段 | 碳排放强度,kgCO2/t | 碳足迹分布，% |
| I常减压 | 14.96 | 19.45% |
| II常减压 | 15.86 | 20.62% |
| 氢气系统 | 2.87 | 3.73% |
| 储运系统 | 1.88 | 2.44% |
| 航煤加氢 | 41.34 | 53.75% |
| 合计 | **76.91** | **100%** |

2020年1~6月航煤产品碳足迹汇总

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 阶段 | 碳排放强度,kgCO2/t | 碳足迹分布，% |
| I常减压 | 13.54 | 18.73% |
| II常减压 | 18.03 | 24.95% |
| 氢气系统 | 2.59 | 3.58% |
| 储运系统 | 1.36 | 1.88% |
| 航煤加氢 | 36.75 | 50.85% |
| 合计 | **72.27** | **100%** |

**1、原料油部分**

航煤加氢原料油由Ⅰ、Ⅱ套常减压提供，其中Ⅱ套常减压转置的碳足迹较高，能源排放75276425 kgCO2，Ⅱ套常减压装置碳足迹当中能源排放带入的CO2排放量较大。同时，Ⅱ套常减压装置属于流程前端装置，其CO2排放会带入航煤加氢中，影响航煤加氢的碳足迹。降低Ⅱ套常减压装置的CO2排放，对于改善产品碳足迹具有重要作用。

Ⅰ套常减压的碳足迹较Ⅱ套常减压低，且Ⅰ套常减压碳足迹由14.96kgCO2/t降至13.54kgCO2/t。基于常减压装置对于产品碳足迹的影响，通过一些正在进行或即将开展的改造项目可以在一定程度上，降低产品的碳足迹。

**2、氢气部分**

航煤加氢的氢气涉及多个装置，包括：化肥装置、苯乙烯装置、重整装置等。化肥装置碳足迹由2.58 kgCO2/t降至2.38 kgCO2/t；苯乙烯装置碳足迹由0.19 kgCO2/t降至0.14 kgCO2/t；重整装置碳足迹由0.10 kgCO2/t降至0.07 kgCO2/t。氢气碳足迹的减少使得航煤加氢碳足迹原料带入排放减少。氢气部分在整个碳足迹中占比不大，不到3%，，所以对航煤产品碳足迹影响小。

**3、储运部分**

航煤加氢原料油储运碳足迹由0.3 kgCO2/t降至0.01 kgCO2/t；成品航煤储运碳足迹由1.05 kgCO2/t降至0.81 kgCO2/t。降低罐区的碳足迹排放对航煤加氢碳足迹排放有一定的影响。同氢气部分类似，储运系统产生的碳排放在整个碳足迹中占比也很小，不到2%，对航煤产品碳足迹的影响也很小。

**4、航煤加氢部分**

航煤加氢部分是整个航煤产品碳足迹分布最重要的单元，碳排放强度占整个碳足迹分布的50%以上，降低生产过程中的碳足迹对航煤加氢碳足迹有很大的影响。通过例如提高加热炉炉效率、降低装置燃料消耗，优化装置进料性质等，对于降低航煤加氢产品的碳足迹会有较为明显的效果。其中能有效影响航煤产品碳足迹的项目有：航煤进料由冷进料改为热进料，减少燃料气的消耗。调节加热炉火嘴燃烧情况，保证其充分燃烧。对3.9MPa蒸汽加强保温，减少蒸汽耗量，目前3.9MPa蒸汽温度只有320℃左右。对换热器进行射流清洗，提高换热效率。航煤加氢单元的碳排放强度由41.34 kgCO2/t降至36.75 kgCO2/t。航煤产品整个生产阶段的碳排放强度由76.91kgCO2/t降至72.27kgCO2/t。