

生活用纸原纸碳足迹报告

申请单位：中顺洁柔（湖北）纸业有限公司

编制单位：造纸工业生产力促进中心

2022年9月2日

前言

本报告基于 PAS 2050: 2011 和 ISO 14067: 2013 提及的产品碳足迹评价方法编写。

报告受托方信息

报告编写单位：造纸工业生产力促进中心

报告主要编写人：黄举

编制日期：2022 年 9 月 1 日

报告审核人：梁川、郭彩云

审核日期：2022 年 9 月 2 日

报告委托方信息

公司名称：中顺洁柔（湖北）纸业有限公司

组织代码：91420900764132820H

联系人：吴曼

联系方式：13396189066

地址：湖北省孝感市孝南经济开发区中顺路 6 号



说 明

本项目受中顺洁柔（湖北）纸业有限公司（以下简称“湖北中顺”）委托，由造纸工业生产力促进中心执行完成。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用国际标准化组织（International Organization for Standardization，简称 ISO）编制的 ISO 14067 标准和英国标准协会（British Standards Institution，简称 BSI）编制的 PAS 2050 标准中规定的碳足迹核算方法，计算得到湖北中顺生产的生活用纸原纸的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需要，本报告的功能单位定义为生产 1 t 生活用纸原纸。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调查了湖北中顺从原料采购到生活用纸原纸出厂的过程，其他物料、能源获取数据来源于数据库。报告中对生产生活用纸原纸的生命周期各生产过程碳足迹、各生产阶段碳足迹和清单灵敏度进行了分析。

研究过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是，数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。现场调查了湖北中顺从原料进厂到生活用纸原纸出厂的过程，包含制浆造纸和废水处理两个过程。大部分国内生产的大宗原材料的数据来源于 CLCD 数据库，此数据库由成都亿科环境科技有限公司开发，代表了中国基础工业平均水平，CLCD 数据库缺乏的原材料数据由 Ecoinvent 提供，中国的混合电力生产的数据来源于 CLCD 数据库。本研究选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

此外，通过 eFootprint 软件实现了产品的生命周期建模、计算和结果分析，以保证数据和计算结果的可溯性和可再现性。

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 1 产品碳足迹 (CFP) 介绍 | 1 |
| 2 目标与范围定义..... | 2 |
| 2.1 公司及产品简介..... | 2 |
| 2.2 研究目的..... | 2 |
| 2.3 研究范围..... | 2 |
| 2.3.1 功能单位..... | 3 |
| 2.3.2 系统边界..... | 3 |
| 2.3.3 分配原则..... | 4 |
| 2.3.4 取舍原则..... | 4 |
| 2.3.5 影响类型和评价方法..... | 4 |
| 2.3.6 数据质量要求..... | 4 |
| 2.3.7 软件与数据库..... | 5 |
| 3 过程描述..... | 6 |
| 3.1 生活用纸原纸【造纸】 | 6 |
| 3.2 废水【处置】 | 7 |
| 4 生命周期影响分析..... | 8 |
| 4.1 LCA 结果..... | 8 |
| 4.2 过程累积贡献分析..... | 8 |
| 4.3 清单数据灵敏度分析..... | 9 |
| 5 生命周期解释..... | 9 |
| 5.1 完整性说明..... | 9 |
| 5.2 数据质量评估结果..... | 10 |
| 6 结 论..... | 10 |

1 产品碳足迹（CFP）介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这3个层面。产品碳足迹（Carbon Footprint of Products, CFP）是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFC）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）等。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量（CO₂e）表示，单位为 kg CO₂e 或者 g CO₂e。全球变暖潜值（Global Warming Potential, 简称 GWP），即各种温室气体的二氧化碳当量值，通常采用联合国政府间气候变化专家委员会（IPCC）提供的值，目前这套因子被全球范围广泛适用。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估（LCA）的温室气体的部分。基于LCA的评价方法，国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求，用于产品碳足迹认证，目前广泛使用的碳足迹评估标准有3种：①《PAS2050：2011商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，此标准是由英国标准协会（BSI）与碳信托公司（Carbon Trust）、英国食品和乡村事务部（Defra）联合发布，是国际上最早的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准；②《温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所（World Resources Institute, 简称WRI）和世界可持续发展工商理事会（World Business Council for Sustainable Development, 简称WBCSD）发布的产品和供应链标准；③《ISO/TS 14067：2013 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》，此标准以PAS 2050为种子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

2 目标与范围定义

2.1 公司及产品简介

湖北中顺由中顺洁柔纸业股份有限公司(以下简称中顺洁柔)于2004年投资成立,是中顺洁柔控股的子公司,位于孝感市孝南经济开发区中顺路6号,注册资本2亿元人民币。湖北中顺是中顺洁柔规划建设年产30万t的造纸生产基地。项目分期建成,项目以外购漂白针叶木浆及漂白阔叶木浆为纤维原料生产卷筒卫生纸、纸面巾、纸手帕等系列产品。

中顺洁柔不仅市场占有率名列前茅,在生产中也不断创新,开发出了众多能够满足人民日益增长的美好生活需要的生活用纸;同时,还通过优化生产工艺,使用低碳环保的设备设施,坚持清洁生产,在节能降耗和减少污染物排放上不断发力,使各项能耗指标和环保指标等于或者优于国家和地方标准。公司作为生活用纸龙头企业之一,积极践行绿色发展理念,在行业内倡导绿色环保生产方式,积极落实国家“双碳”目标,从而带动企业新一轮的转型升级。

2.2 研究目的

本研究的目的是得到湖北中顺生产的生活用纸原纸生命周期过程的碳足迹,为公司制定绿色发展规划提供详细信息和数据支持。

碳足迹核算是中顺洁柔实现低碳、绿色发展的基础和关键性工作之一,披露产品的碳足迹是中顺洁柔洁柔环境保护工作和社会责任的一部分。本项目的研究结果将为中顺洁柔与生活用纸原纸的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径,对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体:一是中顺洁柔内部管理人员及其他相关人员,二是企业外部利益相关方,如上游原料供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.3 研究范围

根据本项目研究目的,按照 **PAS 2050** 和 **ISO 14067** 标准的要求。确定本研

究的研究范围包括功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、影响评价方法和数据质量要求等。

2.3.1 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化,功能单位被定义为生产 1 t 的生活用纸原纸,具体信息如下:

表 2.1 产品信息表

| 基本信息 | 内容 |
|---------|----------------|
| 生产厂家 | 中顺洁柔(湖北)纸业有限公司 |
| 产品名称 | 生活用纸原纸 |
| 原料类型 | 漂白针叶木浆、漂白阔叶木浆 |
| 工艺路线及类型 | 外购木浆-生活用纸原纸生产 |

2.3.2 系统边界

本报告生活用纸原纸碳足迹评价的系统边界如下:

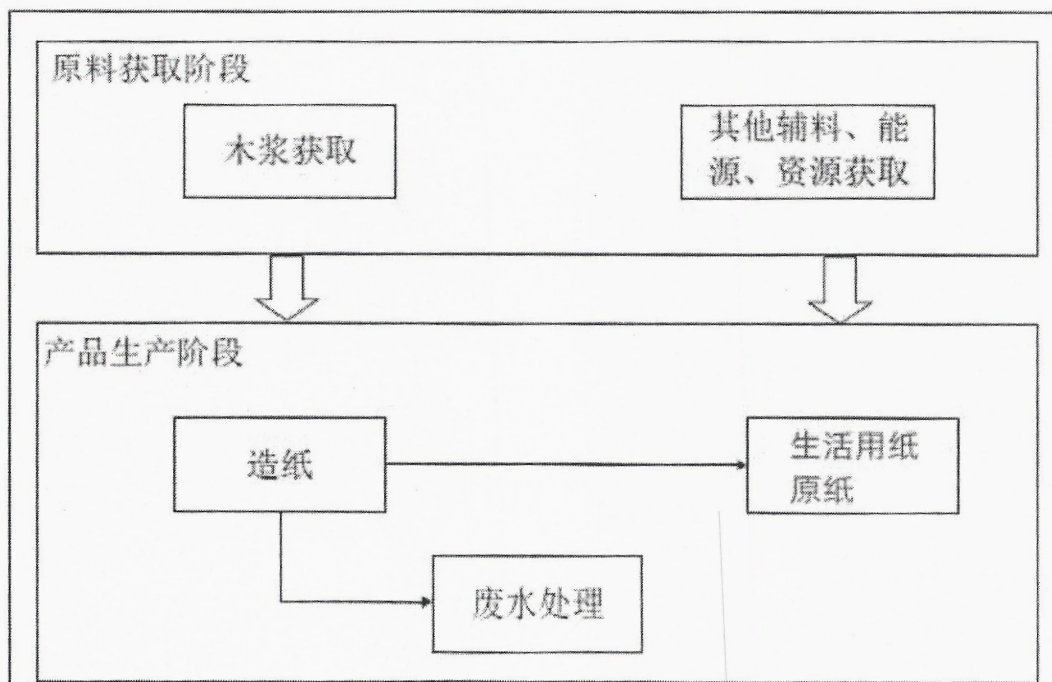


图 2.1 生活用纸原纸生产系统边界图

在本项研究中,产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型,为了实现上述功能单位,生活用纸原纸的系统边界见下表:

表 2.1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

| 包含的过程 | 未包含的过程 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ 生活用纸原纸生产的生命周期过程包括：原料获取 →造纸 ✓ 华中电力和蒸汽的获取 ✓ 外购木浆、湿强剂、杀菌剂、消泡剂、树脂控制剂 等原辅料的获取 ✓ 上游原料的运输 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 产品包装 ✓ 资本设备的生产及维修 ✓ 产品终端销售和使用 ✓ 产品回收、处置和废弃阶段 |

2.3.3 分配原则

由于在本系统边界下，生活用纸原纸生产过程不产生副产品，因此不涉及分配。

2.3.4 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质量或过程总投入的质量比为依据。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生产数据；总共忽略的物料质量不超过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；
- 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；
- 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

2.3.5 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

2.3.6 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 CLCD 方法。

CLCD 方法对模型中的消耗与排放清单数据，从①清单数据来源与算法、②时间代表性、③地理代表性、④技术代表性等 4 个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

2.3.7 软件与数据库

本研究采用 eFootprint 软件系统，建立了生活用纸原纸生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 软件系统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 Ecoinvent 数据库。

研究过程中用到的中国生命周期基础数据库（CLCD）是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 数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集。

在 eFootprint 软件中建立的生活用纸原纸 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表 2.2 背景数据来源表

| 清单名称 | 所属过程 | 数据库名称 |
|------------|------------|---------------------|
| 漂白针叶木浆 | 生活用纸原纸【造纸】 | Ecoinvent 3.5 |
| 漂白阔叶木浆 | 生活用纸原纸【造纸】 | Ecoinvent 3.5 |
| 氢氧化钠 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 次氯酸钠 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 杀菌剂 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 磷酸一铵 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 消泡剂 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 湿强剂 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 树脂控制剂 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 蒸汽 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 电力 | 生活用纸原纸【造纸】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 尿素 | 废水【处置】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 聚合氯化铝（PAC） | 废水【处置】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 聚丙烯酰胺 | 废水【处置】 | CLCD-China-ECER 0.8 |
| 电力 | 废水【处置】 | CLCD-China-ECER 0.8 |

3 过程描述

3.1 生活用纸原纸【造纸】

(1) 过程基本信息

过程名称：生活用纸原纸【造纸】

过程边界：外购木浆到生活用纸原纸生产为止

(2) 数据代表性

主要数据来源：车间统计

企业名称：中顺洁柔（湖北）纸业有限公司

产地：中国

基准年：2021 年

工艺设备：链板输送机、水力碎浆机、压力筛、磨浆机、流浆箱、真空箱、胸辊、伏辊、压榨辊、烘缸、卷取机等

主要原料：漂白针叶木浆、漂白阔叶木浆

主要能耗：电力、蒸汽

技术补充描述：备浆-碎浆-磨浆-成形部-压榨部-干燥部-卷取-分切-成品

表 3.1 过程主要清单数据表

| 类型 | 清单名称 | 数量 | 单位 | 上游数据来源 | 用途/排放原因 |
|--------|--------|-------|----|-------------------------|---------|
| 产品产出 | 生活用纸原纸 | 1 | t | -- | -- |
| 原材料/物料 | 漂白针叶木浆 | 0.24 | t | Ecoinvent 3.5 | 造纸原料 |
| 原材料/物料 | 漂白阔叶木浆 | 0.82 | t | Ecoinvent 3.5 | 造纸原料 |
| 原材料/物料 | 氢氧化钠 | 0.001 | t | CLCD-China-E CER 0.8 | 造纸原料 |
| 原材料/物料 | 杀菌剂 | 0.4 | kg | CLCD-China-E CER 0.8 | 助剂 |
| 原材料/物料 | 磷酸一铵 | 0.16 | kg | CLCD-China-E CER 0.8 | 助剂 |
| 原材料/物料 | 湿强剂 | 0.02 | t | CLCD-China-E CER 0.8 | 助剂 |

| | | | | | |
|--------|-------|--------|-----|-------------------------|------|
| 原材料/物料 | 树脂控制剂 | 0.2 | kg | CLCD-China-E CER 0.8 | 助剂 |
| 能源 | 蒸汽 | 2.1 | t | CLCD-China-E CER 0.8 | 纸张干燥 |
| 能源 | 电力 | 552.26 | kwh | CLCD-China-E CER 0.8 | 驱动设备 |
| 待处置废物 | 固废 | 0.8 | kg | 可忽略：环境 影响为“0”的 物料 | 后续处理 |
| 待处置废物 | 废水 | 8.91 | t | 实景过程数据 | 综合利用 |

3.2 废水【处置】

(1) 过程基本信息

过程名称：废水【处置】

过程边界：生产废水进厂到达标废水出厂

(2) 数据代表性

主要数据来源：车间统计

企业名称：中顺洁柔（湖北）纸业有限公司

产地：中国

基准年：2021

工艺设备：中空冷却塔、气动隔膜泵、隔膜压滤机、刮泥机、板框压滤机等

废水来源：生产工艺废水

主要能耗：电力

技术补充描述：预处理+厌氧+好氧+深度处理

表 3.5 过程主要清单数据表

| 类型 | 清单名称 | 数量 | 单位 | 上游数据来源 | 用途/排放原因 |
|--------|------|------|-----|-------------------------|-----------------|
| 废水处理 | 废水 | 1 | t | -- | -- |
| 原材料/物料 | 电力 | 0.4 | kWh | CLCD-China-E CER 0.8 | 驱动设备 |
| 待处置废物 | 污泥 | 0.09 | kg | 实景过程数据 | 全部回用电力厂 锅炉掺烧 |

4 生命周期影响分析

4.1 LCA结果

在 eFootprint 上建模计算了 1 t 生活用纸原纸的 LCA 结果，计算指标为气候变化(GWP)，结果如下：

表 4.1 生活用纸原纸 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 e | 2538.96 |

4.2 过程累积贡献分析

过程累积贡献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。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。

表 4.2 生活用纸原纸 LCA 累积贡献及灵敏度结果

| 生产过程 | | 全球变暖 (kgCO ₂ eq) | 占比 |
|------|--------|-----------------------------|--------|
| 原料采购 | 漂白针叶木浆 | 334.4 | 13.17% |
| | 漂白阔叶木浆 | 1107 | 43.6% |
| 造纸 | 电力 | 320.86 | 12.64% |
| | 蒸汽 | 627 | 24.70% |
| 运输 | | 149.7 | 5.9% |

注 原料采购指浆料获取的生命周期过程资源环境影响。

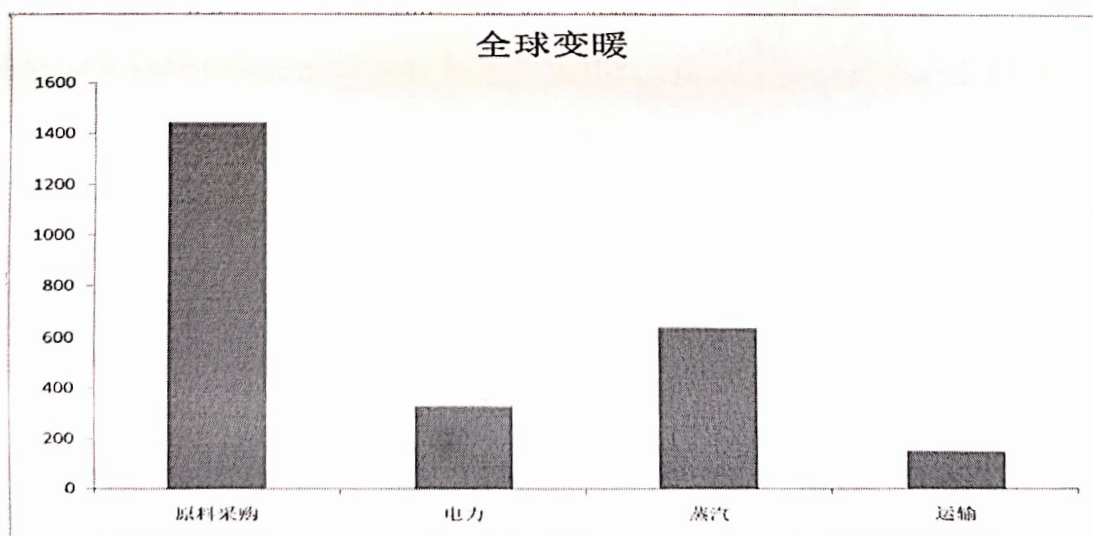


图 4.1 生活用纸原纸 LCA 贡献结果细分图

4.3 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。表中罗列了不同清单数据的灵敏度。

表 4.3 清单数据灵敏度表

| 清单名称 | 灵敏度 | |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| 原料采购 | 漂白针叶木浆 | 13.17% |
| | 漂白阔叶木浆 | 43.6% |
| 能源 | 电力【造纸】 | 12.64% |
| | 蒸汽【造纸】 | 24.70% |
| 化学品 | 氢氧化钠【造纸】 | $1.38 \times 10^{-7}\%$ |
| | 杀菌剂【造纸】 | $2.35 \times 10^{-7}\%$ |
| | 磷酸一铵【造纸】 | $1.07 \times 10^{-7}\%$ |
| | 湿强剂【造纸】 | $1.99 \times 10^{-6}\%$ |
| | 树脂控制剂【造纸】 | $5.52 \times 10^{-9}\%$ |
| 废水处理【造纸】 | $7.47 \times 10^{-3}\%$ | |
| 运输 | 5.9% | |

5 生命周期解释

5.1 完整性说明

表 5.1 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 | 质量比 | 检查结果 |
|------|------|--------|----------|-------|--------|
| 次氯酸钠 | 造纸 | 可忽略 | 0.003 t | 0.3% | 符合取舍规则 |
| 柔软剂 | 造纸 | 可忽略 | 0.0002 t | 0.02% | 符合取舍规则 |

| | | | | | |
|-------|------|-----|-------------------------|-------------------------|--------|
| 湿强解离剂 | 造纸 | 可忽略 | 0.0006 t | 0.06% | 符合取舍规则 |
| 剥离剂 | 造纸 | 可忽略 | 0.0004 t | 0.04% | 符合取舍规则 |
| 粘缸剂 | 造纸 | 可忽略 | 0.0009 t | 0.09% | 符合取舍规则 |
| 消泡剂 | 造纸 | 可忽略 | 0.0002 t | 0.02% | 符合取舍规则 |
| 毛布保洁剂 | 造纸 | 可忽略 | 0.0002 t | 0.02% | 符合取舍规则 |
| PAC | 废水处理 | 可忽略 | 1.99×10^{-8} t | 1.99×10^{-6} % | 符合取舍规则 |
| PAM | 废水处理 | 可忽略 | 6×10^{-6} t | 6×10^{-4} % | 符合取舍规则 |

注：* 质量比=物料质量/产品质量；

* 总忽略物料质量比=数据缺失的质量比+符合取舍规则的质量比。

5.2 数据质量评估结果

报告采用 CLCD 质量评估方法，在 eFootprint 系统上完成对模型清单数据的计算，本报告得到数据结果见下表。

表 5.2 LCA 数据质量评估结果

| 指标名称 | 缩写（单位） | LCA 结果 |
|------|----------------------------|---------|
| 气候变化 | GWP(kg CO ₂ eq) | 2538.96 |

6 结论

- (1) 经计算，湖北中顺生产 1 t 生活用纸原纸的碳足迹为 2538.96 kg CO₂e。
- (2) 生活用纸原纸产品整个生产过程中，原料采购对产品 GWP 贡献最大，占 55.77%；其次是蒸汽，占 24.7%；电力占 12.64%。

附件 1 生产单元过程数据搜集表

| 单元过程名称：造纸 | | | | |
|------------------------|-----|------------|------|------|
| 数据来源日期：2021年1月-12月生产报表 | | | | |
| 1.产品产出 | | | | |
| 产品类型 | 单位 | 数量 | 数据来源 | 备注 |
| 生活用纸原纸 | t | 105360.506 | 生产报表 | |
| 2.原料消耗 | | | | |
| 原料类型 | 单位 | 数量 | 数据来源 | 备注 |
| 漂白针叶木浆 | t | 25286.52 | 生产报表 | 造纸原料 |
| 漂白阔叶木浆 | t | 86395.61 | 生产报表 | 造纸原料 |
| 烧碱 | t | 104.22 | 生产报表 | 助剂 |
| 次氯酸钠 | t | 316.3415 | 生产报表 | 助剂 |
| 杀菌剂 | t | 40.61 | 生产报表 | 助剂 |
| 柔软剂 | t | 20.49 | 生产报表 | 助剂 |
| 湿强解离剂 | t | 65.625 | 生产报表 | 助剂 |
| 树脂控制剂 | t | 17.68 | 生产报表 | 助剂 |
| 剥离剂 | t | 46.44 | 生产报表 | 助剂 |
| 改良剂 | t | 5 | 生产报表 | 助剂 |
| 磷酸一铵 | t | 17 | 生产报表 | 助剂 |
| 粘缸剂 | t | 97.59 | 生产报表 | 助剂 |
| 消泡剂 | t | 22.96 | 生产报表 | 助剂 |
| 毛布保洁剂 | t | 16.79 | 生产报表 | 助剂 |
| 毛布清洗剂 | t | 8.05 | 生产报表 | 助剂 |
| 湿强剂 | t | 2365.04 | 生产报表 | 助剂 |
| 3.水资源消耗 | | | | |
| 水资源类型 | 单位 | 数量 | 数据来源 | 备注 |
| 新鲜水 | t | 986189 | 生产报表 | 能源 |
| 4.能源消耗 | | | | |
| 能源类型 | 单位 | 数量 | 数据来源 | 备注 |
| 电力 | kwh | 58185988 | 生产报表 | 驱动设备 |
| 蒸汽 | t | 221521 | 生产报表 | 纸张干燥 |
| 5. 污染物排放 | | | | |
| 污染物类型 | 单位 | 数量 | 数据来源 | 备注 |
| 废水 | t | 938902 | 生产报表 | 深度处理 |
| 固废类型 | 单位 | 数量 | 数据来源 | 备注 |
| 浆渣 | t | 80.77 | 生产报表 | 综合利用 |

附件 2 生产工艺流程图

备浆、抄纸工艺流程:

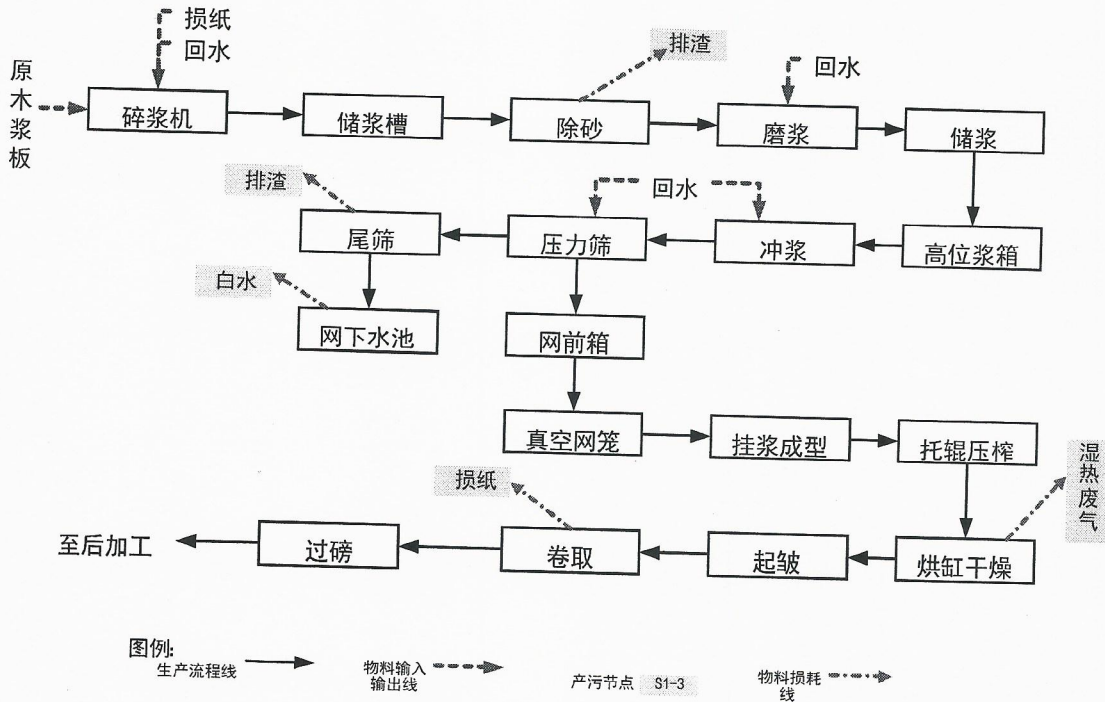


图 1 备浆、抄纸生产工艺流程图

后加工工艺流程:

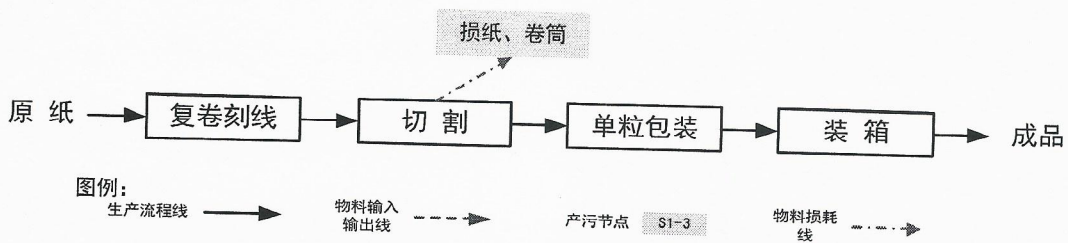


图 2 卫生卷纸生产工艺流程图

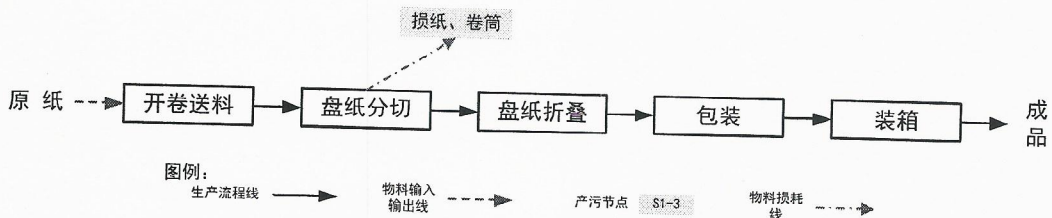


图 3 手帕纸、面巾生产工艺流程图