ICS 85.010
CCS Y 30

团 体 标 准

T/CPICC 002—2025

制浆造纸产品环境足迹评价细则

Category rules for product environmental footprint assessment of pulp and paper

2025－09－19 发布　　2025－09－21 实施

全联纸业商会　发布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语定义 1
4 目标与范围定义 2
4.1 目标产品种类 2
4.2 功能单位和基准流 3
4.3 系统边界 3
4.4 涵盖的指标和方法 4
4.5 生命周期过程 4
5 数据收集与建模 5
5.1 单元过程数据收集 5
5.2 背景数据集选择 8
5.3 特殊问题 9
6 结果与数据质量评估 12
6.1 结果计算 12
6.2 结果分析 13
6.3 数据质量评估 13
7 报告与文档 14
7.1 环境足迹研究报告 14
7.2 环境足迹公开文档 14
8 审核 15
8.1 认证申请 15
8.2 审核与认证要求 15
8.3 数据保密性 16
附　录　A　（资料性）　单元过程数据收集表 17
附　录　B　（资料性）　数据质量评分表 28
附　录　C　（资料性）　产品环境足迹评价报告模板 29
附　录　D　（资料性）　环境足迹公开文档模板 33
参 考 文 献 35

前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全联纸业商会和成都亿科环境科技有限公司共同提出。

本文件由全联纸业商会归口。

本文件起草单位：玖龙纸业（控股）有限公司、华泰集团有限公司、山东太阳纸业股份有限公司、中国纸业投资有限公司、山东博汇纸业股份有限公司、亚太森博（山东）浆纸有限公司、亚太森博（广东）纸业有限公司、山东世纪阳光纸业集团有限公司、东莞建晖纸业有限公司、胜达集团有限公司、东莞金洲纸业有限公司、环龙工业集团有限公司、浙江荣晟环保纸业股份有限公司、厦门建发浆纸集团有限公司、理文造纸有限公司、芬林集团、山东杰锋机械制造有限公司、索理思（上海）化工有限公司、浙江传化华洋化工有限公司、深圳市裕同包装科技有限公司、中远海运特种运输股份有限公司、成都亿科环境科技有限公司。

本文件主要起草人：樊惠娜、徐伟伟、张凤山、缪效真、刘纪营、姜红梅、唐珲军、陈明勇、徐海军、范丰涛、金昌华、许正茂、林秀雁、韩陈晓、黄学海、冉虎、黎锡康、舒奎明、邹学东、苏朝锐、黎一帆、沈根莲、许愿、冯晟宇、张晓晖、刘凯、宋望球、张吉祥、张鹏、刘继文、周月明、谢慧平、李华杰、程雁飞、郭蕊、胡浩帆、梁俊、王洪涛、何巧玲、周金蓉、夏雪。

本文件为首次发布。

制浆造纸产品环境足迹评价细则

1 范围

本文件采用与生命周期评价（LCA）标准（GB/T 24040 和 GB/T 24044）一致的方式，本文件规定了制浆造纸生命周期环境足迹的术语和定义、排放与清除计算的边界、评价方法步骤、环境足迹评价报告的内容和方式。

本文件适用于指导组织开展基于生命周期方法学的纸浆及原纸产品环境足迹评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 24021 环境标志和声明 自我环境声明（II 型环境标志）

GB/T 24025 环境标志和声明 III 型环境声明 原则和程序

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 4754 国民经济行业分类

GB/T 4687 纸、纸板、纸浆及相关术语

GB/T 4146.1 纺织品 化学纤维 第 1 部分：属名

DB44/T 1154-2013 生活用纸中原生纤维的判定

T/CPICC 001—2023 纸及纸制品产品环境足迹评价通则

ISO/TS 14071 环境管理 生命周期评价 鉴定性评审过程和评审员能力：ISO 14044:2006 的附加要求和指南 (Environmental management-Life cycle assessment - Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006)

ISO19011 管理体系审核指南 (Guidelines for auditing management systems)

3 术语定义

GB/T 4146.1、GB/T 24044、T/CPICC 001—2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

原纸 Intermediate paper

经过备料，打浆，上网成型，压榨，干燥，压光，卷取，包装等步骤，生产终点为原纸包装设备。

注：原纸包括但不限于包装用纸、印刷用纸、书写用纸、生活用纸、加工纸原纸等机制纸，不包括手工纸产品。

3.2

白水 White water

造纸机网部脱水过程中产生的废水。

注：白水的主要成分为纤维碎片、填料（碳酸钙、高岭土）、胶料（松香胶、AKD）、溶解性有机物（半纤维素、木素衍生物）及化学添加剂残留。

3.3

黑液 Black liquor

造纸工业的碱法（烧碱法和硫酸盐法）制浆工艺产生的废液。

注：黑液的主要成分为木素、半纤维素降解产物和残余化学药剂。

[来源：GB/T 4687-2007，2.5，有修改]

3.4

商品浆 Market pulp

专门生产出来用于在公开市场上出售的纸浆，是造纸产业链中的中间商品。

3.5

原生浆 Original pulp

原生浆即原生纤维，指以木材、草类、竹子等天然植物纤维物料为原料制得的纸浆纤维。

注：原生浆按照原料可分为木浆和非木浆，木浆可分为针叶木浆、阔叶木浆，非木浆包括草浆、竹浆、甘蔗浆、苇浆、棉秆浆等类型。

[来源：DB44/T 1154—2013，3]

3.6

再生纸浆 Recycled pulp

利用分类回收的纸、纸板及纸制品为原料，经拣选、碎解（干法或湿法）和筛选等处理得到的纸浆。

[来源：GB/T 43393—2023，3.1]

4 目标与范围定义

4.1 目标产品种类

按照 GB/T 4754—2017 对国民经济行业分类的规定，本文件适用的行业类别及其代码为 221 纸浆制造、2221 机械纸及纸板制造。具体行业类别及说明见表 1。

表 1 行业类别及说明

代码	名称	说明
221	纸浆制造	经机械或化学方法加工纸浆的生产活动
2221	机制纸及纸板制造	用纸浆悬浮在流体中的纤维，经过造纸机成型而成的原纸制造
注：本文件不适用非纸浆造纸产品，手工纸产品，以及需对原纸及纸板进行进一步加工的加工纸产品和纸制品。		

本文件适用的主要产品种类见表 2。

表 2 产品种类

产品	大类	小类
纸浆	木浆	机械木浆
		化学木浆
		半化学木浆
		化学机械木浆
	非木浆	生物法非木浆
		化学非木浆
		化学机械非木浆
	废纸浆	脱墨废纸浆
		未脱墨废纸浆
机制纸	印刷用纸	新闻纸
		未涂布印刷书写纸
		涂布印刷纸
	卫生用纸	卫生纸原纸
		面巾纸原纸

		厨房纸原纸
		擦手纸原纸
	包装用纸	牛卡纸
		白纸板
		箱板纸
		瓦楞原纸

4.2 功能单位和基准流

纸浆及原纸产品功能单位应定义为：1 吨纸浆（绝干）。

基准流应定义为 1 吨。收集的所有定量输入和输出数据均应根据该基准流进行计算。

表 3：用于定义功能单位的关键方面

名称	根据统计用产品分类目录[1]确定适用本文件的纸制品名称，如新闻纸
重量	1 吨
技术代表性	规格型号、原辅材料类型、工艺技术类型、能源类型等
其他	其他需要补充说明的关键因素

4.3 系统边界

纸浆及原纸产品环境足迹系统边界应为“从摇篮到大门”，包括所有与环境相关的上游和生产过程。

“从摇篮到大门”的系统边界应从大自然中提取资源开始——从原材料获取阶段开始，在本章定义的纸机设备末端结束，包含废纸的收集回收，木材、非木植物纤维原料、水、能源产品和其他所需材料（如化学品）的上游生产过程和运输，经过纸浆制造，在纸机末端生产出成品纸。如果某些步骤如压光、机内涂布、复卷等是纸机的一部分，则系统边界应包括这些工序步骤。系统边界图如图 1 所示。

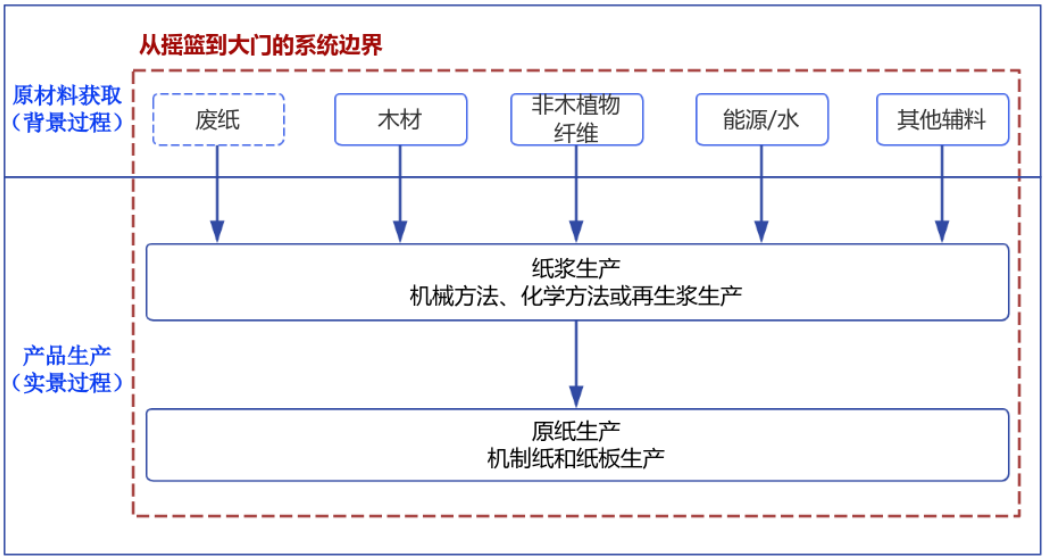


图 1 制浆造纸系统边界图

[1] http://www.stats.gov.cn/sj/tjbz/tjypflml/

4.4 涵盖的指标和方法

根据本文件进行的每项环境足迹研究应覆盖资源、能源、温室气体、主要污染物相关的环境影响类型。表4中给出了制浆造纸产品环境足迹宜包含的10种环境影响类型，各影响类型所推荐的Mid-point LCIA方法学及其当量因子。此外，环境足迹研究可结合行业特点、政策要求、市场导向等增加环境影响类型。

注1：Mid-point即中点模型，是将清单结果转化一系列的影响类型，如气候变化、资源消耗等。

注2：LCIA即生命周期影响评价，旨在了解和评估产品系统在产品的整个生命周期中潜在环境影响的大小和重要性。

表 4 环境足迹影响类型列表

影响类型	指标	单位	推荐的 LCIA 方法
气候变化	全球变暖潜值（GWP100）	kg CO_2eq	IPCC，100 年基准模型（基于 IPCC 2021）
气候变化-生物			
气候变化-土地利用变化			
臭氧层消耗	臭氧消耗潜值（ODP）	kg CFC-11eq	基于世界气象组织（WMO）在无限时间范围内的 ODPs 的 EDIP 模型（WMO 2014 +集成）
颗粒物	对人类健康的影响	发病率	PM 模型（Fantke 等人，2016 年，UNEP，2016 年）
光化学臭氧形成-人体健康	对流层臭氧浓度增加	kg NMVOCeq	LOTOS-EUROS 模型（Van Zelm et al, 2008）
酸化	累计超额（AE）	mol H+ eq	累计超额（Seppälä 等，2006；Posch 等人，2008）
富营养化	富营养化潜值（EP）	kg PO_4^{3-}eq	CML2002（Guinée 等，2002）
水资源消耗	用户缺水潜值（加权缺水消耗量）	m^3	新鲜水消耗量累加
资源利用-矿物和金属	非生物资源枯竭（ADP 最终储量）	kg Sb eq	CML2002（Guinée 等，2002）和 van Oers 等，2002
固体废弃物	固体废弃物产生量	kg	质量累积相加
资源利用-初级能源	非生物资源枯竭——初级能源（PED）	MJ	包含可再生能源和化石能源，按能量累加

4.5 生命周期过程

根据制浆造纸行业情况，结合纸浆和原纸产品环境足迹测算结果，系统边界应包括表 5 中给出的生命周期阶段和过程。

表 5 生命周期阶段和过程

生命周期阶段	包含的过程	过程数据来源
原辅材料及能源获取（上游过程）	木材的生产	可采用行业和基础数据库，重要原料可调查供应链数据
	非木植物纤维原料生产或收集	
	废纸的收集	
	辅助材料的生产	
	外购电力、燃料、蒸汽等能源的生产	
	原辅材料及能源运输	

制浆造纸 （生产过程）	备料工序	应采用企业实际数据
	制浆工序	
	碱回收工序	
	造纸工序	
	自供热力、自供电力生产过程	
	产品厂内运输过程	
	空压、制氧工序	
	化学品制备及储存工序	
	给水净化及污水处理过程	

5 数据收集与建模

5.1 单元过程数据收集

5.1.1 基本要求

单元过程数据收集应满足下列基本要求：

a) 完整性：在给定的取舍规则（见 5.1.2）下，对照实际生产情况，单元过程包含的输入输出数据应完整。

b) 准确性：在给定单元过程目标代表性下，单元过程数据收集应准确反映过程指定条件下的实际生产过程。尽可能减少偏差和不确定性。

5.1.2 取舍规则

取舍规则如下：

a) 机器和厂房等固定资产、生产管理等辅助设施以及与人员相关的活动可忽略；

b) 使用废弃物或低价值物料作为原料时，可忽略上游过程，但应收集消耗量数据，并应在报告中明确说明；

c) 原料重量小于产品重量的 1%，含稀贵或高纯成分的原料重量小于产品重量的 0.1%时，若没有背景数据集可选择，可忽略上游过程但应在产品报告中明确说明。

5.1.3 数据收集方法步骤

数据收集宜遵循下列步骤：

a) 参照附录 A 给出的单元过程数据收集表进行单元过程数据收集；

b) 单元过程的产品产量、原辅材料消耗量、能源和资源消耗量、废弃物产生量、污染物排放量及运输相关信息（进场和场内运输距离、方式），应收集初级数据，且宜为一年内数据的平均值；

c) 温室气体直接排放量可采用次级数据。

相关数据可通过下列途径获取：

a) 工厂信息化系统：产品产量、原辅材料消耗量等数据可从企业资源计划系统或制造执行系统（MES）中获取；

b) 计量系统：蒸汽、电力等能源消耗可从流量表、电表等计量系统中获取，尽可能根据单元过程划分情况分别统计消耗数据；

c) 直接测量：环境排放数据可采用直接测量的监测数据；

d) 排放因子法：能源燃烧导致的温室气体直接排放，可通过能源消耗量和能源燃烧对应的排放因子计算获得。

5.1.4 过程划分

根据制浆造纸生产工艺流程，可将制浆造纸全过程细分为备料过程、制浆过程、造纸过程、自供热力/电力生产过程和污水处理过程，但最终划分情况依据企业实际生产情况而定。若企业无法细分制浆和造纸过程的物耗能耗等数据，可将制浆和造纸过程合并。

若使用商品浆，则需要供应商参照本章的内容及要求，完成备料和制浆过程的建模计算。

5.1.5 备料过程

备料是浆料制备前处理纤维原料的生产过程，从外购原料进厂开始到送往蒸煮设备为止。该过程需要收集的数据主要包括：

a) 输入数据：备料过程输入的原辅材料消耗、能源消耗、运输等数据；

b) 输出数据：备料过程产生的除废水以外的废弃物处置量、处置方式等数据。

5.1.5.1 原生浆的备料

表 6 中列出了原生浆备料过程的主要类型。木浆、草浆的原生浆备料过程数据收集可参照附录 A 表 A.1 进行。

表 6 原生浆备料过程的主要类型

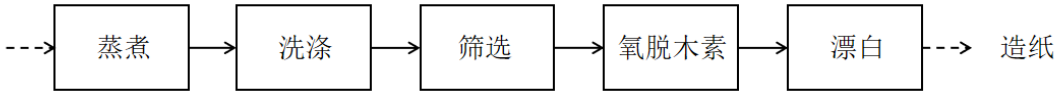
过程名称	分类	备料方法	主要设备
原生浆备料	木浆备料	/	剥皮机、削片机、木片筛
	草浆备料	干法备料	切草机、切苇机
			辊式除尘器
		湿法备料	水力碎解机
			鼓式洗草机、水力洗草机、脱水螺旋机、螺旋挤压机

5.1.5.2 再生纸浆的备料

再生纸浆备料过程数据收集可参照附录 A 表 A.2 进行。

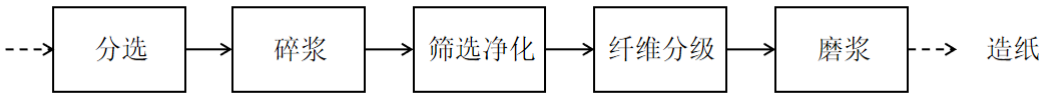
5.1.6 制浆过程

图 2 给出了原生浆（化学浆）制浆过程的一般工序，包含蒸煮、洗涤、筛选、氧脱木素和漂白等工序。图 3 给出了再生纸浆制浆过程一般工序，包含分选、碎浆、筛选净化、纤维分级、磨浆等工序。表 7 中列出了原生浆制浆过程主要的技术分类。



注：虚线表示上/下一个生产过程。

图 2 原生浆（化学浆）制浆过程工序流程图



注：虚线表示上/下一个生产过程。

图 3 再生纸浆制浆过程工序流程图

表 7 制浆过程技术分类

过程名称	大类	小类
制浆	机械制浆	磨石磨木浆
		热磨机械木浆
		压力磨木浆
	化学制浆	烧碱法
		硫酸盐法
		亚硫酸盐法
	化学机械制浆	化学热磨机械浆 CTMP
		化学机械浆 CMP
		碱性过氧化氢化机械浆 APMP

制浆过程需要收集的数据主要包括：

a) 输入数据：制浆过程各工序输入的原辅材料消耗、能源消耗、运输等数据；

b) 输出数据：制浆过程产生的除废水以外的废弃物处置量、处置方式等数据。

化学法制浆、机械法制浆、再生纸浆制浆过程数据收集可参照附录 A 表 A.3-A.5 进行。

5.1.6.1 化学品制备过程

制备漂白工序过程中使用到的化学品的过程，需要收集的主要数据包括：

a) 输入数据：制备化学品的原辅材料消耗、能源消耗、运输等数据；

b) 输出数据：该过程产生的除废水以外的废弃物处置量、处置方式等数据。

常用化学品二氧化氯、臭氧的制备过程技术分类分别见表 8 和表 9，其制备过程的数据收集可参照附录 A 表 A.6 和 A.7 表进行。

若企业不涉及化学品制备，则忽略本过程。

表 8 二氧化氯制备过程技术分类

过程名称	大类	小类
二氧化氯制备	综合法	二氧化氯配套氯气制备（氯碱制备）
		二氧化氯制备外加外购盐酸（盐酸为原料）
		二氧化氯制备加液氯气化装置（液氯为原料）
	还原法	R8 法
		R10 法
		R10 法加干燥系统

表 9 臭氧制备过程技术分类

过程名称	大类	小类
臭氧制备	电晕放电法	平板式
		玻璃管式
		滑轮式

5.1.6.2 碱回收过程

碱回收过程以黑液为燃料，通过燃烧方式回收碱液中的含碱无机物和热能，需要收集的数据主要包括：

a) 输入数据：碱回收过程的原辅材料消耗、能源消耗、运输等数据；

b) 输出数据：碱回收过程产生的除废水以外的废弃物处置量、处置方式等数据。

碱回收过程的数据收集可参照附录 A 表 A.8 进行。

5.1.7 造纸过程

造纸过程包含浆料经过流送系统上网成型，经过压榨干燥后抄出原纸，后续经过复卷、分切、打包、过磅、包装入库，交付客户使用。一般生产流程见图 4。若抄纸、后处理（复卷、分切、打包、涂布等）与纸机为同一机器，应在报告内进行说明。



图 4 造纸过程工序流程图

造纸过程的数据收集可参照附录 A 表 A.9 进行。所有的输入和输出以重量计，若计量单位为非重量单位（如 m^3 或 m），需备注原始数据和换算系数以便转换。

5.1.8 自供热力、电力生产过程

企业自备热电站电力和热力生产过程应收集下列数据：

a) 输入数据：能源投入量，以及与能源生产及输送过程相关的排放，用水量；

b) 输出数据：年产电力和热力总量及外输电力和热力量，自供热力、电力生产过程所产生的废气、废水、废弃物处理相关的环境排放数据。

热电站电力和热力生产单元过程数据收集可参照附录 A 表 A.10 进行。

热电站生产的电力和热力需进行环境影响分配，为体现燃料利用率差异，本文件规定按燃料用量分配电力和热力的环境影响。在计算产品 LCIA 结果时，热力应以 1GJ 为基准流，电力应以 1kWh 为基准流。

为计算分配系数，需要收集单位电力能耗、单位热力能耗、热力供热量、电力供电量。依据《GB 35574-2017 热电联产单位产品能源消耗限额》计算单位产品能耗。热力包括不同规格蒸汽和热水，依据《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》进行电力和热水计量单位 GJ 与 t 之间的换算。

5.1.9 污水处理过程

污水处理过程应收集下列数据：

a) 输入数据：污水处理过程的污水处理量、物料消耗、能源消耗及运输等数据；

b) 输出数据：污水处理过程所产生废水、废弃物处理相关的环境排放数据。

污水处理单元过程数据收集可参照附录 A 表 A.11 进行。

5.2 背景数据集选择

背景过程指产品生命周期中无法直接获取数据的过程，如原材料、能源等上游生命周期过程和废弃处置等下游生命周期过程。对于系统边界中的大宗原材料和能源的上游生产过程，可采用生命周期背景数据。所选择的背景数据集，应透明可追溯，且数据集的目标与范围定义、实景过程数据代表性、建模或计算方法、LCA 结果分析、数据质量评估和数据集适用范围等信息需要有相应的记录。

对于背景数据集的选择，按照下列两种情况分情况处理。

a) 附录 A 中给出了推荐背景数据集：

1) 可采用推荐数据集；

2) 若有比推荐数据集更匹配的数据集，可采用更匹配的数据集；

3) 若供应商能够提供生命周期数据，可采用供应商提供的数据集；

4) 可调查供应商生产过程，尤其是贡献率大的中间流，可提高数据质量评分。

b) 附录 A 中未给出推荐背景数据集：

1) 优先采用供应商提供的生产数据或经第三方审核的生命周期结果；

2) 在供应商生产数据或生命周期结果不可得的情况下，应采用代表原材料或能源产地国家、代表相同生产技术的背景数据集，优先选择近年数据；

3) 在原产地、相同技术的背景数据不可得的情况下，可采用其他国家、类似技术生产的背景数据，并在报告中记录和说明差异。

5.3 特殊问题

5.3.1 分配

表10给出了制浆造纸过程中涉及副产品产生的环节以及对应的分配方法。若同时有多种分配方法适用，则应进行敏感性检查，分析几种分配方法的结果差异。

表10 主副产品分配及建模说明

过程名称	主（副）产品	分配方法	建模说明
原生浆备料	木片、木屑、树皮	物理分配	应使用不同产品的干重
原生浆制备	纸浆、黑液	替代扣除/经济价值	当企业将制浆黑液回收碱和热能再供制浆生产使用时，采用替代扣除法；当企业将制浆黑液外售给第三方处置时，采用经济价值分配。
造纸	不同类型/型号纸产品	过程拆分/物理分配	当需要对不同类型/型号纸产品进行分配时，如果能通过过程拆分避免分配，则采用过程拆分；否则采用物理分配；

5.3.2 再生材料建模

若制浆造纸生产过程存在使用废纸作为原料的情况，应采用公式（1）对再生材料进行建模：

$$E_M = E_{recycled} + W * \frac{1}{2} * rp * E_V * \frac{Q_{sin}}{Q_p} \quad (1)$$

式中：

E_M——再生纸浆的环境影响；

W——再生材料的使用量，以kg计；

rp——再生材料的回收率，以%计；

E_V——原纸材料的获取和预处理过程中（包括相关的上游造林、运输或木材加工、制浆，不包括中间纸生产），每计算基准流产生的特定排放和消耗的资源；

Q_{sin}——再生材料的品质，即替代点再生纸浆的品质；

Q_p——原生材料的品质；

$E_{recycled}$——再生纸浆的回收过程中，每计算基准流产生的特定排放和消耗的资源，包括回收点到工厂的运输、分选、制浆（见图5），废纸收集过程划分给上一个生命周期。

本文件中“Qsin/Qp”使用质量比，来考虑使用的再生回收材料的品质。对于纸浆和原纸产品，当回收过程考虑纤维损失时，因为再生纸浆性能与原生浆基本一致，该值默认为1。

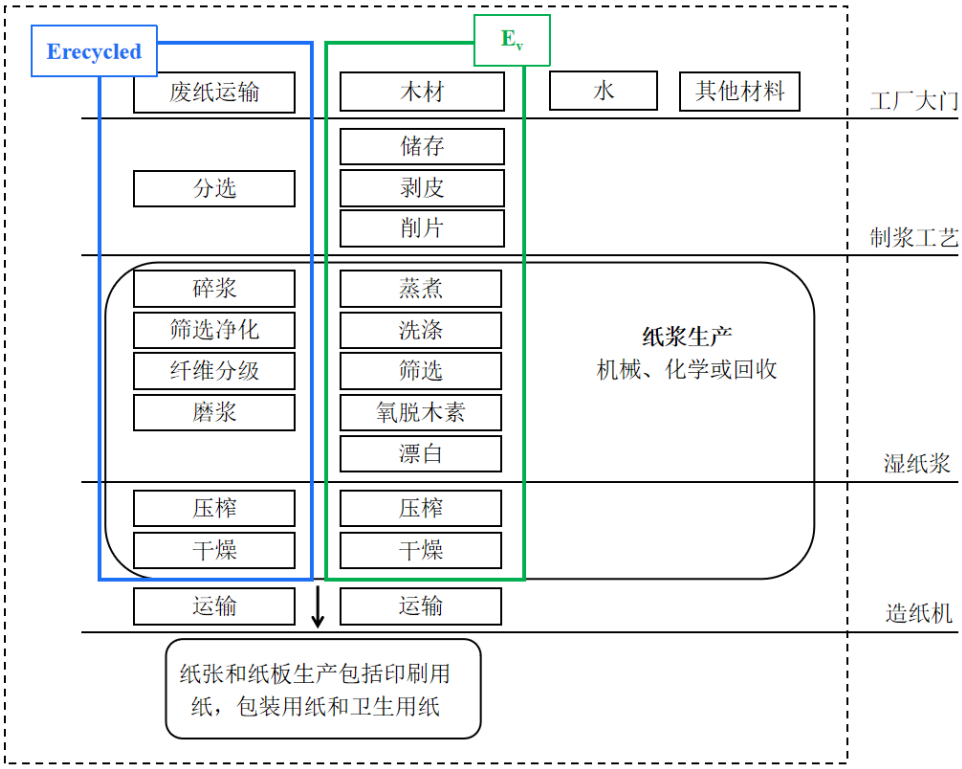


图5 原生材料（以木材为例）与再生材料加工过程系统边界图

5.3.3 电力

5.3.3.1 实际生产过程的用电

如果电力供应来自能源消耗工厂内的生产资产，则应按照以下顺序对电力进行建模：

a) 直连电（不经电网混合且未出售 EAC 的电量），可以连接数据库中最接近的发电技术背景数据集，或自建直连电的生命周期模型；

b) 来自电网的混合电力，优先采用供电电网提供的、基于潮流追踪和数据统计期累计的发电技术混合比例，可以连接供电电网提供的各发电技术模型，或数据库中最接近的发电技术背景数据集；供电电网不应过于细分，以其区域发电为基数，其用电比例应至少在±50%以内。环境足迹研究不应包含基于绿电绿证或其他类型的减排量抵扣。在有潮流追踪的情况下，各储能方可以增加低碳电力实时消纳，这部分低碳电量如果体量适当，可以代替绿电 PPA（长期购电协议），可自由购买，并计入产品环境足迹的电耗。尽管其符合额外性，但最好不开发 CCER（国家核证自愿减排量）；

c) 如果供电电网不能提供潮流追踪的电力环境足迹，可以采用供电电网提供的年度剩余消费平均（有绿电绿证 EAC 销售的情况）或年度平均（无 EAC 销售的情况）电力环境足迹，并且在 DQR 评估中数据质量应降级；

d) 如果供电电网不能提供年度剩余消费平均或年度平均电力环境足迹，应使用更上一层供电电网的年度平均电力环境足迹，DQR 应再降级。如果使用并不相连或包含的电力环境足迹，DQR 为最差。

注：能源属性证书EAC常指Energy Attribute Certificate，是一种用于证明能源特定属性的凭证。

5.3.3.2 基于情景假设过程的用电

例如基于情景假设的使用阶段、废弃阶段，应采用环境足迹研究选择的地理范围的国家/地区平均（或剩余平均）电力环境足迹。

5.3.4 土地利用与土地利用变化

由土地利用和直接土地利用变化引起的生物源温室气体排放和清除量应使用“气候变化-土地利用变化”这个类型进行建模，包括来自森林砍伐、道路建设或其他土壤活动（如土壤碳排放）的生物碳交换。对于森林，所有相关的CO_2排放都包含并进行建模（包括相关的土壤排放、来自森林的产品和残留物），CO_2吸收不包括在内。应使用以“土地利用变化”结尾的排放流。

5.3.4.1 土地利用和管理

对于生物成因的产品和材料，由土地利用和管理引起的温室气体排放和清除反映在与农业和林业实践相关的过程，如生长、施肥、栽培和收获。

示例：水稻种植由于淹水条件下产生的甲烷排放，应包含在稻谷环境足迹研究的清单中。

应评估由人为土地利用和管理引起的土壤温室气体排放，包括施肥引起的N_2O和CO_2排放、生物质燃烧排放的非CO_2温室气体，并在报告中单独说明。

纸浆及纸制品上游涉及森林管理和树木种植，树木在生长阶段通过光合作用吸收大气中的CO_2，并以生物量的方式将生物碳固定下来。当存在长期生物碳固定时（持续固定时间不少于5年），对于从大气中清除的CO_2，宜使用“气候变化-土地利用变化”这个类型进行建模，并将生长期总固碳量转化为二氧化碳当量，以100年评估时间的加权因子进行建模。

5.3.4.2 土地利用变化

土地利用变化是指人类使用土地的目的发生改变（例如在农田、草地、林地、湿地、工业用地之间的转换）。其中，被评估产品生产地点土地使用的变化为直接土地利用变化。其他地方土地使用的变化为间接土地利用变化。由于间接土地利用变化与研究的产品无直接关系，因此不宜对间接土地利用变化产生的排放和清除进行评估。

由直接土地利用变化产生的温室气体排放和清除量应纳入产品环境足迹中。对土地变化影响的评估应包括在进行评估前发生的不超过20年或单一收获期的所有直接土地利用变化（以较长的时间为准）。在此期间，直接土地利用变化产生的温室气体排放和清除总量应在每年平均分配的基础上，纳入该土地产生的产品温室气体排放量的量化，计算方法见公式（2）。

$$\mathrm{DLUC}=\frac{A\times \mathrm{F_{DLUC}}\times t}{T\times P_{total}} \qquad (2)$$

式中：

DLUC——每吨生物质材料土地利用变化温室气体排放量，单位kg CO_2 e/t；

A——土地面积，单位公顷；

t——纸浆原材料收获周期，单位为年；

$\mathrm{F_{DLUC}}$——直接土地利用变化排放因子，单位为kg CO_2 e/公顷；

T——分摊年份，默认为20年；

P_{total}——收获周期 t 年内生物质材料干物质总产量，单位为吨。

直接土地利用变化排放因子的计算方法见公式（3）。

$$\mathrm{F_{DLUC}}=（\mathrm{C}_{B前}-\mathrm{C}_{B后}）\times\frac{44}{12}+\mathrm{C_L} \qquad (3)$$

式中：

$\mathrm{C}_{B前}$——土地类别转换前，土地类别对应的生物碳库量，单位为kg C/公顷；

$C_{B后}$——土地类别转换后，土地类别对应的生物碳库量，单位为kg C /公顷；

C_L——因土地利用变化产生的非二氧化碳温室气体排放，如生物质燃烧、矿化等，单位为kg CO_2 e/公顷。

土地类别对应的生物碳库量计算方法见公式（4）。

$$C_B=C_{生物}+C_{死有机质}+C_{土壤} \quad (4)$$

式中：

$C_{生物}$——土壤类别对应的地上和地下生物碳含量，单位为kg C/公顷；

$C_{死有机质}$——土壤类别对应的死有机质生物碳含量，单位为kg C/公顷；

$C_{土壤}$——土壤类别对应的土壤有机碳含量，单位为kg C/公顷。

因土地利用变化产生的非二氧化碳温室气体排放的计算方法见公式（5）。

$$C_L=L_{燃烧,CH4}\times GWP+(F_{SOM}\times EF_1+F_{SOM}\times Frac\times EF_2)\times\frac{44}{28}\times 273 \quad (5)$$

式中：

$L_{燃烧}$——由土地利用类型变化引起的生物质燃烧甲烷和氧化亚氮排放，计算方法见《2006年IPCC国家温室气体清单指南》[11]第4卷公式2.27，单位 kg；

GWP——甲烷和氧化亚氮对应的温室效应潜值；

F_{SOM}——由土地利用类型变化引起的矿化温室气体排放，计算方法见《2006年IPCC国家温室气体清单指南》[11]第4卷公式11.8，单位kg-N；

EF_1——有土地矿化引起N_2O的直接排放因子，默认值0.01；

Frac——溶淋/径流发生地区，管理土壤中通过溶淋和径流损失的所有施加氮/矿化氮的比例，默认值0.24；

EF_2——氮溶淋和径流引起的N_2O间接排放的排放因子，默认值0.0075。

6 结果与数据质量评估

6.1 结果计算

生命周期专业软件通过逐个累加单元过程得到整个生命周期模型的环境足迹指标结果。对于每个单元过程的产品而言，每个环境足迹指标结果为中间流带来的间接影响与本单元过程产生的直接影响之和。一个单元过程的指标结果用于计算下一个单元过程中间流带来的间接影响。环境足迹计算方法见公式（6）。

$$PEF_n=\sum\left(M_{n,i}\times PEF_{Mn,i}\right)+\sum\left(AD_{n,j}\times EF_{n,j}\right) \quad (6)$$

式中：

PEF——单元过程产品第n类环境足迹结果，单位视环境足迹类型确定；

M_i——第i项中间流的消耗或产生量，单位根据实际情况确定（如kg、m^3、kWh、t·km等）；

PCF_{Mi}——第i项中间流的第n类环境足迹结果，单位视环境足迹类型确定；

$AD_{n,j}$——单元过程涉及与第n类环境足迹相关的第j项资源消耗或环境排放数据，单位根据实际情况确定（如kg、m^3、t·km等）；

$EF_{n,j}$——第j项资源消耗或环境排放对第n类环境足迹的特征化因子。

6.2 结果分析

6.2.1 过程直接贡献分析

过程直接贡献即一个单元过程的直接资源消耗和环境排放对结果的影响大小。具体分析要求如下：

a) 计算各单元过程的直接贡献；

b) 对单元过程直接贡献进行排序，识别直接贡献较大的过程；

c) 说明造成直接贡献较大的原因并分析单元过程的减排措施。

6.2.2 过程累积贡献分析

过程累积贡献分析过程直接贡献加上中间流上游生产过程的累积贡献，即本过程对目标产品的贡献率。具体分析要求如下：

a) 计算各单元过程的累积贡献；

b) 对单元过程累积贡献进行排序，识别贡献率较大的过程；

c) 说明造成过程累积贡献较大的原因，如某条中间流贡献大或直接贡献大；

d) 对过程累积贡献较大的过程进行减排分析。

6.2.3 清单灵敏度分析

清单灵敏度即实景过程中每一项清单，对每一项指标结果的贡献率，具体要求如下：

a) 计算各条清单的灵敏度；

b) 对清单灵敏度进行排序，识别灵敏度大的清单数据；

c) 分析背景数据贡献比例和实景数据贡献的比例。

6.3 数据质量评估

数据质量评估是评估各单元过程数据与所研究产品系统的目标和范围的符合程度。每个单元过程的数据质量由三部分组成，即中间流、直接排放、中间流与背景数据匹配度。应计算并报告每个环境指标的数据质量得分，数据质量得分的计算方法见公式（7）。

$$DQR=\frac{TeR+GR+TiR+P}{4} \tag{7}$$

式中：

TeR——技术代表性；

GR——地理代表性；

TiR——时间代表性；

P——准确性。

6.3.1 计算步骤

数据质量评估的计算步骤如下：

a) 按贡献率从大到小分别列出各环境指标的清单，选出贡献率累加至少为 80%的清单和 80%之外但贡献大于 5%的清单，这些清单为重要清单；

b) 计算每个重要中间流和每个重要环境流的 TeR、TiR、GeR 和 P 得分，得分要求见附

录 B 表 B.1。对于每一个重要的环境流，应评估 4 个标准，分别为：TeR-ef、TiR-ef、GeR-ef、P-ef；对于每一个重要的中间流，应评估 4 个标准，分别为：TeR-if、TiR-if、GeR-if、P-if；

c) 计算每个重要清单占所有重要清单的贡献率，以贡献率为权重加权求得总的 TiR、TeR、Ge 和 P 得分；

d) 按公式（7）算出 DQR。

注：if为intermediate flow的缩写，即中间流；ef为elementary flows的缩写，即环境流。

6.3.2 中间流/环境流的数据质量评估

中间流包括原辅材料、能耗、包装、运输、设施设备等，中间流的数据质量评分规则见附录B中表B.1。

7 报告与文档

7.1 环境足迹研究报告

产品环境足迹研究报告应详细记录原始生命周期模型、数据来源、计算过程、数据质量评估等重要信息，制浆造纸产品环境足迹评价报告格式和内容可参考附录B。报告至少包含以下内容。

a) 生产企业基本信息：企业名称，生产场地的地理位置信息。

b) 目标与范围定义：产品描述（种类规格型号，生产技术，工艺流程，主要原料，生产产地和基准年份），功能单位和基准流，系统边界，涵盖的实景过程，涵盖的指标及采用的 LCIA 方法。

c) 单元过程数据收集：各单元过程基本描述（包括单元过程名称和技术），各单元过程输入输出清单（包括每项清单的物质名称、单位和数量、原产地信息、运输信息、等级或纯度、回收成分和其他技术或环境相关特性），数据来源，数据处理方法，单元过程数据收集完整性和准确性检查情况，取舍情况。

d) 生命周期模型建立：采用的建模工具和使用的背景数据库，各清单对应的背景数据集（描述背景数据集的名称、来源与代表性），说明未追溯上下游的清单及未追溯原因。

e) 特殊问题说明：说明采用的分配方法及选择理由，采用的分配参数及数据来源，再生循环建模方法和建模参数及其数据来源，电力建模或电力背景数据集选择说明，涉及土地利用时说明采用的方法及参数。

f) 假设与局限性：如涉及使用寿命、废弃处理、循环回收、初级数据、背景数据集等情景假设，应按照相关产品标准规范、参考文献、企业资料或长期经验确定并说明依据，例如对不同类型制浆造纸产品的使用寿命和循环回收效率等进行说明。针对假设应提出可行的改进建议，包括对不同假设情况下的结果差异大小进行灵敏度分析，识别关键假设因素进行改进；深入开展供应链调查，获取更符合实际情况的数据用于替换假设数据进行改进等。

g) 结果与数据质量评估：LCIA 结果，结果分析，数据质量评估结果，潜在的减排改进建议。

h) 附加环境信息：如中间产品的生物碳含量，产品生命周期碳清除。

7.2 环境足迹公开文档

产品环境足迹公开文档用于向消费者和其他最终用户提供有关环境足迹计算的重要且可公开的信息。若企业计划公开环境足迹信息，可参照附录D中表D.1给出的示例。

8 审核

制浆造纸产品环境足迹报告的认证应按照ISO/TS 14071、ISO19011中所包含的一般要求进行。并特别注意以下内容：

a) 认证应涵盖本章中规定的所有内容；

b) 认证应至少涵盖本通则第4章~第7章的相关规定。

8.1 认证申请

制浆造纸产品环境足迹报告申报人应向审核认证机构提交制浆造纸产品环境足迹报告的认证申请。

申请文件中应说明产品设计、材料成分和生产工艺，以及环境足迹研究的所有步骤和使用的所有数据。申请文件中应该至少包括以下内容：

a) 制浆造纸产品环境足迹报告申报人的姓名和地址，如果由授权代表提出申请，还应提供授权代表的姓名和地址；

b) 1 份书面声明，声明未向任何其他审核认证机构提交同一环境足迹报告认证申请；

c) 根据当前的环境足迹计算规则计算出的环境足迹结果；

d) 环境足迹研究报告和环境足迹公开文档。

如果需要，审核认证机构可要求提供进一步的信息。

审核认证机构应对申请文件进行核实和认证，以确定申报的环境足迹信息是否可靠、可信和正确。

8.2 审核与认证要求

审核认证机构应该认证：

a) ——用于计算环境足迹的数据和信息是否一致、可靠、可追溯；

b) ——所有计算都是正确的。

审核认证机构应结合研究报告和对环境足迹模型进行认证。特别是，审核认证机构应访问该模型，以认证其结构、所使用的数据以及其与环境足迹研究的一致性。

应审查的文件包括制浆造纸产品环境足迹研究报告和环境足迹公开文档。审核认证机构可以采取“远程审查”或“现场审查”方式，或同时采取两种方式，来组织进行文件审查。公司数据的审核认证可以通过实地访问生产现场进行。对于进行了供应链调查评估的产品环境足迹研究，还应对供应商生产现场进行调查评估。

审核认证机构至少应：

a) 确保模型中使用的所有背景数据集都是适当的，且符合本文件要求；

b) 确保对公司数据的认证包括：覆盖范围、精密度、完整性、代表性、一致性、再现性、来源和不确定性；数据的合理性、质量和准确性；基础文件的质量和准确性；

c) 确保正确应用本文件规定的电力建模规则；

d) 评估并确认计算是否具有可接受的准确性、可靠性、适当性，并按照本文件规定进行报告；

e) 确认正确转换测量单位；

f) 评估估算方法是否合理，是否已一致应用；

g) 评估选择的替代方案是否为保守方案；

h) 识别超过预期的不确定性，并评估已有的不确定性对制浆造纸产品环境足迹报告结果的影响。

8.3 数据保密性

核查数据应以系统、全面的方式提交给审核认证机构。包括环境足迹模型、机密信息、数据、报告与文档。审核认证机构应对所有正在核实的信息和资料进行保密，只在核查过程中使用。

注：由于竞争方面、知识产权或类似的法律限制，商业数据可能具有机密性质。在认证过程中提供的被识别为机密的业务数据需要被保密。因此，未经申报人（业主）许可，审核认证机构不能传播在核查过程中向其披露的任何信息供使用。制浆造纸产品环境足迹报告声明人能够要求审核认证机构及其认证人签署保密协议（NDA）。

附 录 A
（资料性）
单元过程数据收集表

单元过程数据收集表模板见表 A.1-A.11。

表 A.1 原生浆备料过程数据收集表

单元过程名称	原生浆备料						
单元过程描述	过程边界	木浆：从原木经抓木机送入链式输送机，经剥皮鼓、削片机等设备，到制出合格木片送往蒸煮工段。 草浆：草料从进料皮带进入系统，经切草机、除尘机、水力洗草机等设备后由皮带输送机、脱水螺旋，送到蒸煮车间。					
	技术描述	-					
单元过程产出	送往蒸煮车间的原料						
填表日期		填表人					
数据统计周期							
数据统计期间总产量							
单元过程产出量							
原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
原木	备料	t			（如 32t 柴油货车，100km）		
竹片		t				market for bamboo culm，中国，Ecoinvent3.8	
稻草		t					
甘蔗渣		t				可忽略	
水		kg				工业用自来水，CLCD0.9	
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注	
电	备料全过程	kWh		全国电网电力（到用户），CLCD0.9	-		
蒸汽		t		蒸汽，CLCD0.9		需注明蒸汽的压力和温度，如 9.8MPa, 540℃	
向大气的排放							

排放种类	单位	数量	数据来源	备注
二氧化碳	kg			
氧化亚氮	kg			
甲烷	kg			
氮氧化物	kg			
二氧化硫	kg			
固体废弃物				
排放种类	单位	数量	数据来源	处理方式
边角料	kg			外售

表 A.2 再生纸浆备料过程数据收集表

单元过程名称	再生纸浆备料						
单元过程描述	过程边界	废纸原料经过拆包、分拣后，再通过碎浆机进行碎解，筛选净化，然后送至制浆车间。					
	技术描述	-					
单元过程产出	送往制浆过程的原料						
填表日期		填表人					
数据统计周期							
数据统计期间总产量							
单元过程产出量							
原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
废纸		t					
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	运输方式和距离	推荐数据集	备注	
电	备料全过程	kWh			全国电网电力（到用户），CLCD0.9		
蒸汽		t			蒸汽，CLCD0.9	需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃	
向大气的排放							
排放种类	单位	数量	数据来源			备注	
二氧化碳	kg						
氧化亚氮	kg						
甲烷	kg						
固体废弃物							
排放种类	单位	数量	数据来源			处理方式	
边角料	kg					外售	

表 A.3 化学法制浆过程数据收集表

单元过程名称	纸浆制备						
单元过程描述	过程边界	蒸煮、洗涤、筛选、氧脱木素、漂白					
	技术描述	化学法制浆					
单元过程产出	纸浆						
填表日期		填表人					
数据统计周期							
数据统计期间总产量							
单元过程产出量							
原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
经备料阶段处理后的木片	蒸煮	t					
蒸煮液	蒸煮	t					
ClO_2	漂白	t					
臭氧	漂白	t					
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注	
电	制浆全过程	kWh					
蒸汽		t		蒸汽，CLCD0.9	-	需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃	
水		t		工业用自来水，CLCD0.9			
向大气的排放							
排放种类	单位	数量	数据来源			备注	
二氧化碳	kg						
氧化亚氮	kg						
甲烷	kg						
固体废弃物							
排放种类	单位	数量	数据来源			处理方式	
轻渣	t						
重渣	t						
废渣	t						
油墨	kg						

表 A.4 机械法制浆过程数据收集表

单元过程名称	纸浆制备	
单元过程描述	过程边界	磨浆、筛选、净化、浓缩、漂白
	技术描述	机械制浆
单元过程产出	纸浆	

填表日期		填表人	
数据统计周期			
数据统计期间总产量			

单元过程产出量

原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
经备料阶段处理后的木片		t					

能源消耗						
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注
电	制浆全过程	kWh				
煤	备料全过程	t		硬煤(烟煤、无烟煤)开采，CLCD0.9；原煤开采，CLCD0.9；褐煤运输后，CLCD0.9		需注明煤的种类，如无烟煤、褐煤等
蒸汽		t		蒸汽，CLCD0.9	-	需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃
水		t		工业用自来水，CLCD0.9		

向大气的排放				
排放种类	单位	数量	数据来源	备注
二氧化碳	kg			
氧化亚氮	kg			
甲烷	kg			

固体废弃物				
排放种类	单位	数量	数据来源	处理方式
轻渣	t			
重渣	t			
废渣	t			
油墨	kg			

表 A.5 再生纸浆制浆过程数据收集表

单元过程名称	再生纸浆制备	
单元过程描述	过程边界	分选、碎浆、筛选净化、纤维分级、磨浆
	技术描述	再生纸浆
单元过程产出	再生纸浆	

填表日期			填表人				
数据统计周期							
数据统计期间总产量							
单元过程产出量							
原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
废纸		t					
液碱		kg					
工业皂		kg					
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注	
电	制浆全过程	kWh					
蒸汽		t		蒸汽，CLCD0.9	-	需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃	
水		t		工业用自来水，CLCD0.9			
向大气的排放							
排放种类	单位	数量	数据来源			备注	
二氧化碳	kg						
氧化亚氮	kg						
甲烷	kg						
固体废弃物							
排放种类	单位	数量	数据来源			处理方式	
轻渣	t						
重渣	t						
浆渣	t						

表 A.6 二氧化氯制备过程的数据收集表

单元过程名称	二氧化氯制备（化学法）						
单元过程描述	过程边界	氯酸钠溶解、反应、冷凝、吸收					
	技术描述	氯酸钠法					
单元过程产出	二氧化氯						
填表日期		填表人					
数据统计周期							
数据统计期间总产量							
单元过程产出量							
原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位	单位	数量	主要成分及占	运输方式和距	推荐数	备注

	置			比	离	据集	
氯酸钠	ClO2制备	t				氯酸钠，CLCD0.9	
盐酸							
甲醇							
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注	
电	全过程	kWh		全国电网电力（到用户），CLCD0.9	-		
蒸汽		t		蒸汽，CLCD0.9		需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃	
向大气的排放							
排放种类	单位	数量	数据来源			备注	
二氧化碳	kg						
氧化亚氮	kg						
甲烷	kg						
氯气	kg						
二氧化氯	kg						

表 A.7 臭氧制备过程的数据收集表

单元过程名称	臭氧制备		
单元过程描述	过程边界	氧气受轰击、分解、碰撞	
	技术描述	电晕放电法	
单元过程产出	臭氧		
填表日期		填表人	
数据统计周期			
数据统计期间总产量			
单元过程产出量			
原辅材料消耗			

原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
氧气	臭氧制备	t					
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注	
电	全过程	kWh		全国电网电力（到用户），	-		

				CLCD0.9		
蒸汽		t		蒸汽，CLCD0.9		需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃
向大气的排放						
排放种类	单位	数量	数据来源			备注
二氧化碳	kg					
氧化亚氮	kg					
甲烷	kg					
氯气	kg					
二氧化氯	kg					

表 A.8 碱回收过程的数据收集表

单元过程名称	碱回收						
单元过程描述	过程边界	蒸发、燃烧、苛化、石灰制备					
	技术描述						
单元过程产出	含碱无机物						
填表日期		填表人					
数据统计周期							
数据统计期间总产量							
单元过程产出量							
原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
黑液	苛化	t					废料可忽略
芒硝	燃烧还原	t				硫酸钠（芒硝），CLCD0.9	
氧化钙		t				生石灰，CLCD0.9	
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注	
电	全过程	kWh					
燃料油		t		CLCD0.8；重油/燃料油			
蒸汽		t		蒸汽，CLCD0.9		需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃	
向大气的排放							
排放种类	单位	数量	数据来源			备注	
二氧化碳	kg						

氧化亚氮	kg			
甲烷	kg			
挥发性有机物	kg			
氮氧化物	kg			
二氧化硫	kg			
固体排放物				
绿泥	t			
白泥	t			

表 A.9 造纸过程数据收集表

单元过程名称	造纸						
单元过程描述	过程边界	备浆、上网成型、压榨、干燥等工段。					
	技术描述	-					
单元过程产出	原纸						
填表日期		填表人					
数据统计周期							
数据统计期间总产量							
单元过程产出量							
原辅材料消耗							
原材料名称	消耗位置	单位	数量	主要成分及占比	运输方式和距离	推荐数据集	备注
纸浆	湿部系统	t				实景过程	
碳酸钙	湿部系统	t				碳酸钙，CLCD0.9	
助剂	湿部系统	kg		需注明			
AKD	湿部系统	kg					
ASA	湿部系统	kg					
淀粉	干燥	t				淀粉，CLCD0.9	
表面施胶剂	干燥	kg		需注明			
工业硫酸铝	干燥	kg				硫酸铝，CLCD0.9	
涂料	涂布	kg		需注明			
水		t				自来水，CLCD0.9	
能源消耗							
能源类型	消耗位置	单位	数量	推荐数据集	运输方式和距离	备注	
蒸汽	干燥	t		蒸汽，CLCD0.9		需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃	
电		kWh		全国电网电力（到用户），			

				CLCD0.9		
向大气的排放						
排放种类	单位	数量	数据来源			备注
二氧化碳	kg					
氧化亚氮	kg					
甲烷	kg					
固体废弃物						
排放种类	单位	数量	数据来源			处理方式

表 A.10 自产电力和热力阶段数据收集表

单元过程名称	热电联产				
单元过程描述		供热比			
供电煤耗		供热煤耗			
综合信息					
填表日期		填表人			
数据统计周期					
能源消耗					
能源类型	单位	数量	数据集及来源	运输方式和距离	备注
天然气	m^3		天然气（全国平均），CLCD0.9	-	
煤	t		硬煤(烟煤、无烟煤)开采，CLCD0.9；原煤开采，CLCD0.9；褐煤运输后，CLCD0.9	（如 32t 柴油，300km）	需注明煤的种类，如无烟煤、褐煤等
产品产出					
产品名称	单位	数量	数据来源		备注
电力	kWh				
蒸汽	GJ				需注明压力和温度
向大气的排放					
排放种类	单位	数量	数据来源		备注
二氧化碳	kg				
二氧化硫	kg				
氧化亚氮	kg				
甲烷	kg				
固体废弃物					
排放种类	单位	数量	数据来源	运输方式和距离	处理方式
煤渣	t			（如 10t 柴油货车，300km）	

表 A.11 污水处理过程数据收集表

单元过程名称	污水处理				
单元过程描述	过程边界				
	技术描述				
污水处理量					
填表日期		填表人			
数据统计周期					
数据统计期间总处理量					
原材料消耗					
原材料名称	单位	数量	运输方式和距离	推荐数据集	备注
PAC	kg				
APAM	kg				
CPAM	kg				
硫酸亚铁	kg			硫酸亚铁，CLCD0.9	
硫酸	kg			硫酸，CLCD0.9	
盐酸	kg			盐酸（市场平均），CLCD0.9	
除臭剂	kg			需注明成分	
液碱	kg			液体烧碱，CLCD0.9	
能源消耗					
能源类型	单位		数量	推荐数据集	备注
电	kWh			全国电网电力（到用户），CLCD0.9	
蒸汽	t			蒸汽，CLCD0.9	需注明蒸汽的压力和温度，如9.8MPa, 540℃
天然气	m^3			天然气（全国平均），CLCD0.9	
处理前水质					
排放种类	单位		数量	数据来源	备注
COD	kg				
氨氮	kg				
总氮	kg				
总磷	kg				
向水体的排放					
排放种类	单位		数量	数据来源	备注
COD	kg				
氨氮	kg				
总氮	kg				
总磷	kg				
向大气的排放					
排放种类	单位		数量	数据来源	备注
甲烷	kg				

固体废弃物				
排放种类	单位	数量	数据来源	处理方式
污泥	t			

附 录 B
（资料性）
数据质量评分表

数据质量评分表见表 B.1。

表 B.1 数据质量评分表

得分	P-if 和 P-ef	TiR-if 和 TIR-ef	TeR-if 和 TeR-ef	GeR-if 和 GeR-ef
1	测量/计算并通过外部验证	与报告发布日期同年	准确反映过程实际技术	准确反映过程发生的实际地理位置
2	测量/计算并通过内部的合理性审核	在报告发布日期 2 年内	可替代过程实际技术	部分确反映过程发生的实际地理位置
3	测量/计算/来自文献但并没有通过合理性检查或基于审核人检查检查结果的合格估计	在报告发布日期 3 年内	不适用	不适用
4-5	不适用	不适用	不适用	不适用

附 录 C
（资料性）
产品环境足迹评价报告模板

1 生产企业基本信息

1.1 企业名称

1.2 注册地址

1.3 生产地址

1.4 企业简介

2 目标与范围定义

2.1 产品描述

表 C.1 产品描述

产品名称	
规格型号	
生产技术	
工艺流程	
主要原料	
生产产地	
基准年份	

2.2 功能单位和基准流

表 C.2 功能单位和基准流描述

产品名称	根据统计用产品分类目录确定适用本文件的纸制品名称，如新闻纸
重量	1 吨（1000kg）
技术代表性	规格型号、原辅材料类型、工艺技术类型、能源类型等
其他	其他需要补充说明的关键因素

2.3 系统边界

系统边界为“从摇篮到大门”。

涵盖的实景单元过程：

（1）原材料获取（上游过程）：□木材的生产 □废纸的收集 □纸浆和纸张生产所需的其他原辅材料 □原材料的运输 □外购电力、燃料

（2）制浆造纸（生产过程）：□备料过程 □制浆过程 □造纸过程 □现场电力、热力生产过程 □污水处理过程

（3）其他：□

展示系统边界图。

2.4 涵盖的环境影响指标及方法

3 数据收集与建模

3.1 单元过程数据收集

3.1.1 XX 过程

数据来源：主要来源于生产管理系统/生产统计报表/生产台账，XXX 清单来源于行业/文献数据。

数据处理方法：

清单完整性：说明实际数据收集与本文件给出的数据收集表清单的一致性。

清单准确性：说明单元过程物料平衡检查结果为 XX，解释数据异常原因。

展示 XX 单元过程数据收集表。

3.2 生命周期模型建立

3.2.1　建模工具和数据库

采用的建模工具：

采用的背景数据库：

3.2.2　背景数据集信息

表 C.3　背景数据集信息

单元过程名称：					
清单名称	背景数据集名称	时间代表性	技术代表性	地理代表性	数据集来源
单元过程名称：					
清单名称	背景数据集名称	时间代表性	技术代表性	地理代表性	数据集来源

3.3 特殊问题

3.3.1 分配（若有）

分配方法说明可按下表格式说明。

表 C.4　分配方法

单元过程名称	分配方法	主副产品	分配比例
		主：	
		副：	

3.3.2 再生循环（若有）

说明涉及的单元过程、清单，说明计算方法和参数取值。

3.3.3 电力

说明电力的来源和数量比例，如电网电力、自发电力、外购绿电的数量。

3.3.3 土地利用

说明土地利用情况，说明涉及的单元过程、采用的计算方法及参数取值。

4 结果分析与数据质量评估

4.1 环境足迹结果

表 C.5　XX 产品环境足迹结果

环境影响类别	单位	数量

4.2 结果分析

4.2.1 直接贡献分析

表 C.6　XX 产品环境足迹过程直接贡献分析

单元过程名称	环境影响类别			
	碳足迹	臭氧层消耗	颗粒物	……
原生浆备料	XX%			
再生纸浆备料	XX%			
制浆过程	XX%			
造纸过程	XX%			
……				

4.2.2 过程累积贡献分析

表 C.7　XX 产品环境足迹过程累积贡献分析

单元过程名称	环境影响类别			
	碳足迹	臭氧层消耗	颗粒物	……
原生浆备料	XX%			
再生纸浆备料	XX%			
制浆过程	XX%			
造纸过程	XX%			
……				

4.2.3 清单灵敏度分析

表 C.8　XX 产品环境足迹灵敏度分析

单元过程名称	清单	环境足迹影响类别			
		碳足迹	臭氧层消耗	颗粒物	……
原生浆备料	木片	XX%			
	竹片	XX%			
	……				
再生纸浆备料	废纸	XX%			
	……				
制浆过程	蒸煮液	XX%			
	ClO_2	XX%			
	……				
造纸过程	纸浆				
	碳酸钙				
	……				
废水处置	PAC				
	APAM				
	……				

4.3 数据质量评估

表 C.9　数据质量评估结果

环境足迹影响类别	DQR

4.4 假设与局限性

表 C.10　假设与局限性

单元过程名称	假设与局限性
	假设，取舍情况、未追溯上下游的清单等

4.5 改进建议

根据结果分析情况提出环境足迹改进建议。

附 录 D
（资料性）
环境足迹公开文档模板

环境足迹公开文档模板见表 D.1。

表 D.1 环境足迹公开文档模板

<table>
<tr><td colspan="6">一、企业基本信息</td></tr>
<tr><td>生产企业名称</td><td colspan="2">XXX</td><td>生产地理位置</td><td colspan="2">XX省XX市XX区</td></tr>
<tr><td colspan="6">二、目标与范围定义</td></tr>
<tr><td>产品名称</td><td colspan="2">再生纤维文化纸</td><td>规格型号</td><td colspan="2">70g/m^2</td></tr>
<tr><td>基准流</td><td colspan="2">1t</td><td>产品生物碳含量</td><td colspan="2">33%</td></tr>
<tr><td>国民经济行业分类代码及名称</td><td colspan="2">C2221
机制纸及纸板制造</td><td>统计用产品分类代码及名称</td><td colspan="2">2202020200
轻量涂布纸</td></tr>
<tr><td>基准年份</td><td colspan="2">2023年</td><td>系统边界</td><td colspan="2">从摇篮到大门</td></tr>
<tr><td colspan="6">三、单元过程信息</td></tr>
<tr><td>单元过程名称</td><td>技术描述</td><td colspan="2">输入清单名称</td><td>输出清单名称</td><td>主要数据来源</td></tr>
<tr><td>造纸过程</td><td>机械法抄纸</td><td colspan="2">原辅材料：再生纸浆、木浆、淀粉、碳酸钙、增白剂、施胶剂、水
能源：电力、蒸汽</td><td>产品：再生纤维文化纸
待处置废弃物：废水、固废</td><td>生产管理系统
生产统计台账</td></tr>
<tr><td>制浆过程
（再生纸浆）</td><td>脱墨再生</td><td colspan="2">原辅材料：废纸、钠皂、液碱、水、还原漂白剂、脱墨剂、双氧水、亚硫酸氢钠、PAC
能源：电力、蒸汽</td><td>产品：再生纸浆
待处置废弃物：灰浆板、轻渣、废水</td><td>生产管理系统
生产统计台账</td></tr>
<tr><td>分配方法</td><td colspan="5">不涉及分配</td></tr>
<tr><td>完整性检查</td><td colspan="5">造纸过程：主要原辅材料、能源与《制浆造纸产品环境足迹评价细则》给出的数据收集表一致。
制浆过程：在《制浆造纸产品环境足迹评价细则》给出的数据收集表的基础上增加了漂白剂、脱墨剂等用量较小的输入清单。</td></tr>
<tr><td>准确性检查</td><td colspan="5">造纸过程输入输出物料平衡约为1.02，再生纸浆制浆过程输入输出物料平衡约为1.05，无异常数据。</td></tr>
<tr><td colspan="6">四、背景数据集信息</td></tr>
<tr><td colspan="6">对环境足迹指标贡献＞10%的背景数据集</td></tr>
<tr><td colspan="2">背景数据集名称</td><td colspan="2">所连接的单元过程及清单名称</td><td colspan="2">数据集来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">中国电网电力（上网混合传输后）kWh；全国各类发电技术平均；来自资料调查；中国2023</td><td colspan="2">造纸过程，电力</td><td colspan="2">CLCD数据库</td></tr>
<tr><td colspan="2">0.7MPa蒸汽t，未分类，从摇篮到大门 (从资源开采到产品出厂)，来自资料调查-代表典型水平，中国2020</td><td colspan="2">造纸过程，蒸汽</td><td colspan="2">CLCD数据库</td></tr>
</table>

木浆t，未分类，从摇篮到大门 (从资源开采到产品出厂)，来自资料调查-代表典型水平，中国2015	造纸过程，木浆	CLCD数据库
玉米淀粉（t，干淀粉）；+湿法+天然气蒸汽；中国2023，从摇篮到大门	造纸过程，淀粉	CLCD数据库
木浆t，未分类，从摇篮到大门 (从资源开采到产品出厂)，来自资料调查-代表典型水平，中国2015	制浆过程，废纸	CLCD数据库
market for soap	制浆过程，钠皂	ecoinvent数据库
双氧水-双氧水（50%，浓缩法）(中国)	制浆过程，双氧水	CLCD数据库
market for sodium hydrogen sulfite	制浆过程，液体亚硫酸钠	ecoinvent数据库
中国电网电力（上网混合传输后）kWh；全国各类发电技术平均；来自资料调查；中国2023	制浆过程，电力	CLCD数据库
五、情景假设		
单元过程名称	假设	
制浆过程	假设废纸再生回收率为100%。	

注：本表为再生纤维文化纸产品的环境足迹公开文档填写示例。

参 考 文 献

[1] GB T 24001-2016 环境管理体系 要求及使用指南

[2] GB/T 24062-2009 环境管理 将环境因素引入产品的设计和开发

[3]GB 35574-2017 热电联产单位产品能源消耗限额

[4]GB/T 36514-2018 碱回收锅炉

[5]GB/T 27722-2011 木浆备料系统能量平衡及能量效率计算方法

[6]GB/T 27707-2011 草浆备料系统能量平衡及能量效率计算方法

[7] IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, 2021

[8] European Commission. Product Environmental Footprint Method. Brussels: European Commission, 2021

[9] Schau, Erwin M. "Product environmental footprint (PEF) category rules (PEFCR) for intermediate paper products - overview and discussion of important choices made in the development." In 1st International Conference on Circular Packaging, Ljubljana, 2019, pp. 1-10

[10] WebLCA 开放数据库开发指南，www.weblca.net/database

[11] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. EGGLESTON H.S, BUENDIA L MWA K, NGARA T and TANABEK.(eds).IGES, Japan, 2006

[12] BSI. PAS 2050:2008 – Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, 2008