ICS 85.010
CCS Y 30

团 体 标 准

T/CPICC 001—2023

纸及纸制品产品环境足迹评价通则

General principles for product environmental footprint assessment of intermediate paper and paper products

2023－10－26 发布　　2024－01－01 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 术语和定义 1
4 目标与范围定义 3
4.1 目标产品种类 3
4.2 功能单位和基准流 3
4.3 系统边界 4
4.4 涵盖的指标和方法 4
4.5 生命周期过程 5
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 7
5.3 特殊问题 7
6 结果与数据质量评估 11
6.1 结果计算 11
6.2 结果分析 12
6.3 数据质量评估 12
7 报告与文档 13
7.1 环境足迹研究报告 13
7.2 环境足迹公开文档 14
8 审核 14
8.1 认证申请 14
8.2 审核与认证要求 15
8.3 数据保密性 15
附　录　A　（资料性）　单元过程数据收集表 16
附　录　B　（资料性）　数据质量评分表 17
附　录　C　（资料性）　环境足迹公开文档 18
参 考 文 献 19

前言

本文件按照GB/T1.1—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。

本文件由全联纸业商会、成都亿科环境科技有限公司提出。

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、成都亿科环境科技有限公司、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、芬林集团、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、CEPI。

本文件主要起草人：王洪涛、何巧玲、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、宋望球、程雁飞、郭蕊、胡浩帆、梁俊、周金蓉、程锐、杨念梅、夏雪、刘倩琛、邓清辰。

本文件某些内容可能涉及专利。本文件不承担识别专利的责任。

纸及纸制品产品环境足迹评价通则

1 范围

本文件规定了纸及纸制品的产品环境足迹评价的术语和定义、目标和范围定义、数据收集和处理、生命周期建模、结果与分析、数据质量评估、文档和报告、审定核查的通用内容与和要求。

本文件适用于纸及纸制品的产品环境足迹评价细则的制定，细则应遵守本文件的通则要求。另外，在具体的纸及纸制品产品环境足迹评价和产品碳足迹测算中可参考本文件通则的要求。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，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。在具体的产品种类细则中，应引用和补充与具体产品种类相关的标准。

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 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 24025 环境标志和声明 III 型环境声明 原则和程序

3 术语和定义

GB/T 4146、GB/T 24044-2008规定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

产品系统 product system

拥有基本流和产品流，同时具有一种或多种特定功能，并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

[来源：GB/T 24044-2008，3.28]

3.2

产品种类 product category

具有同等功能的产品组群。

[来源：GB/T 24024-2001，3.3]

3.3

副产品 co-product

同一单元过程或产品系统中除主产品以外的产品。

[来源：GB/T 24044-2008，3.10，有修改]

3.4

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

[来源：GB/T 24044-2008，3.34]

3.5

中间产品 intermediate product

在系统中还需要作为其他过程单元的输入而发生继续转化的某个过程单元的产出。

[来源：GB/T 24040-2008，3.23]

3.6

中间流 intermediate flow

生命周期模型中，介于单元过程之间和单元过程与背景过程之间的中间产品或待处置废物。

[来源：GB/T 24044-2008，3.22，有修改]

3.7

基准流 reference flow

在给定产品系统中，为实现一个功能单位的功能所需的过程输出量。

[来源：GB/T 24040-2008，3.29]

3.8

供应链 supply chain

通过上游和下游的联接向用户提供产品的有关过程和活动的实体。

注：实际应用中，用“连结链”表述产品从供应端到生命终止的所有过程，其中可能包括供应商、制造设施、物流提供商、内部配送中心、分销商、批发商和其他通往最终用户的实体。

[来源：GB/T 24064-2024，3.5.2]

3.9

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

[来源：GB/T 24064-2024，3.6.1]

3.10

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

[来源：GB/T 24064-2024，3.6.3]

3.11

活动数据 activity data

单元过程中的中间流数据。

3.12

背景过程 background process

生命周期模型中的单元过程或汇总过程，其数据来自于数据库或其他研究结果。

3.13

背景数据集 background dataset

背景过程输入输出汇总后的结果。

3.14

不确定性 uncertainty

与量化结果相关的参数，可用来合理反映量化结果的数值离散程度。

[来源：GB/T 24064-2024，3.6.4]

3.15

数据质量评估 data quality rating (DQR)

在模型完整的前提下，采用半定量的方式，从技术代表性、地理代表性、时间相关代表性等方面对单元过程清单数据、背景过程匹配度进行评分，并汇总得到总的数据质量评估结果。

3.16

产品环境足迹结果 PEF results

环境足迹研究的量化结果。包括对各种环境影响类型所产生影响的量化，及需要报告的其他环境信息。

3.17

环境足迹报告 EF report

总结环境足迹研究结果的文件。

3.18

准确性 precision

数据的获取方式及其相关的不确定性程度。

3.19

碳储存 carbon storage

保留来自大气的生物或化石来源的碳。

4 目标与范围定义

4.1 目标产品种类

纸及纸制品按中华人民共和国国家统计局国民经济行业分类，代码为：22 造纸和纸制品业。在具体纸及纸制品环境足迹细则中应明确规定目标产品种类及行业分类代码。

表 1 包含的产品及说明

代码	名称	说明
221	纸浆制造	指经机械或化学方法加工纸浆的生产活动。
222	造纸	指用纸浆或其他原料（如矿渣棉、云母、石棉等）悬浮在流体中的纤维，经过造纸机或其他设备成型，或手工操作而成的纸及纸板的制造。
223	纸制品制造	用纸及纸板为原料，进一步加工制成纸制品的生产活动。

注：本文件不适用于手工纸产品，行业代码为：2222。

4.2 功能单位和基准流

产品环境足迹应明确规定功能单位和基准流。在计算时，应在生命周期模型中指定基准流，然后计算得到产品环境足迹结果。

制定纸产品细则时应给出具体的基准流，优先采用重量为单位。如果允许同一产品有多个基准流定义，应给出不同的基准流的换算系数。细则中如果包含上下游产品，应定义各种产品的基准流。

4.3 系统边界

纸及纸制品的系统边界包括以下两种：

a) 从原材料提取加工到产品离开生产组织（从“摇篮”到“大门”）的产品环境足迹评价，此类系统边界适用于中间纸产品。系统边界从自然资源开采开始的各种原料和能源的生产阶段，例如木材的生产、废纸的回收、水、能源和其他原料（如造纸化学品）的生产和运输过程，经过制浆、造纸、加工等过程后，到中间纸产品出厂为止，不包含下游的纸产品生产、产品使用和废弃阶段；

b) 涵盖整个生命周期阶段（从“摇篮”到“坟墓”）的产品环境足迹评价，此类系统边界适用于终端纸产品。系统边界从自然资源开采开始，经过各种中间原料和中间能源的生产以及运输，直到终端消费纸产品的生产、使用和废弃的过程。

产品系统边界不包括任何与产品生产无直接物理关系的过程，通常厂房设备等生产资料、人员相关活动，在满足取舍原则时可忽略。

纸产品细则应明确系统边界的类型，描述产品生命周期各个阶段具体要求，并给出相应的生命周期系统边界示意（见图1），细则中应画出并特别指出该细则所规范的单元过程。

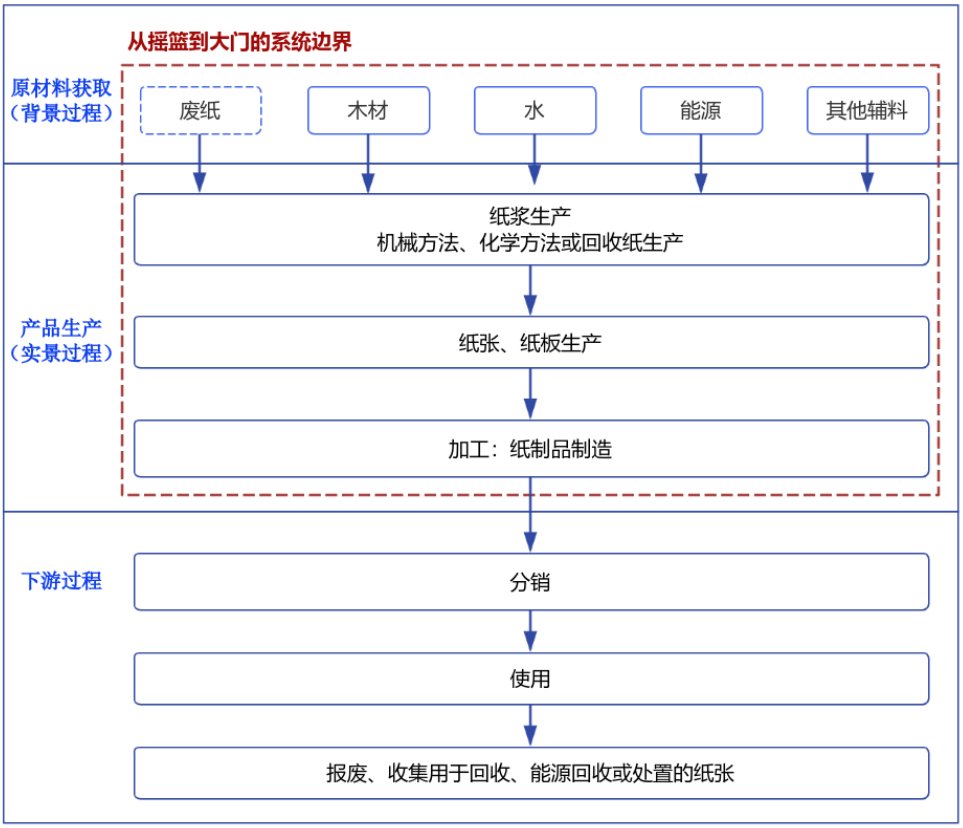


图1 纸及纸产品系统边界图（示意）

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。纸产品环境足迹宜包含表2所列出的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见表2。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 2 推荐包含环境足迹影响类别列表

影响类别	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	重量累积相加
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

注：可考虑中国本土化稀缺度等环境类型指标。

4.5 生命周期过程

制订细则时应根据行业情况，结合典型产品环境足迹测算结果，明确该产品环境足迹测算中必须通过实际企业调查获得数据的过程范围。细则覆盖的过程范围应给出单元过程数据收集表及主要数据收集处理规则。

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以下基本要求。

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尽可能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。

细则应给出产品涉及的每一个单元过程数据收集表模板（见附录A中表A.1）。

5.1.2 取舍规则

在制订细则时应测算分析典型产品环境足迹结果，按照下列原则，制订取舍规则。在具体产品核算中也可参照下列规则。

a) 原料重量大于产品重量的 1%或含稀贵或高纯成分原料大于 0.1%，不可忽略。若数据库中没有与其匹配的数据集，可以考虑结合文献资料调查，自建匹配的上游生产过程数据集；

b) 原料重量小于产品重量的 1%或含稀贵或高纯成分原料小于 0.1%，可以按照与其匹配的数据集、产品种类规格和生产技术相同的类似数据集、仅产品种类相同的代理数据集的顺序依次选择。当以上三种数据集均不存在，原则上可忽略上游过程但应在细则或报告中明确说明。

注1：当产品种类和规格相同、主要生产技术相同、国家/地区相同时，可视为中间流与背景数据集是匹配的。

注2：若同属于《国家统计用产品分类目录》倒数第三级及以下等级或纸产品细则规定的产品规格型号相同，可视为产品种类和规格型号相同。

注3：若同属于《国家统计用产品分类目录》或细则的相同技术分类，可视为主要生产技术相同。

c) 使用废弃物或价值很低的物料作为原料时，应收集消耗量数据，但不必追溯其上游生产过程，并应在细则或报告中明确说明；

d) 在制定细则时应测算典型产品模型结果，若机器和厂房等固定资产、生产管理等辅助设施满足上述条件则可以忽略，不必追溯其上游生产过程，不必收集相关数据，并应在细则中明确说明；

e) 人员生活相关的消耗不属于 LCA 研究范围。

如果发生取舍但未遵循以上任一原则，则认为模型缺失，应在报告的模型假设章节进行说明。

在细则中，按照上述基本取舍规则，通过典型产品调研计算分析，可以规定某些中间流及其上游生产过程可忽略。当采用的类似数据集或代理数据集对一种或多种影响类型指标的贡献率超过1%时，细则中可以具体规定是否需要自建匹配的上游生产过程数据集。

5.1.3 过程划分

将被研究的过程划分为连续的单元过程，单元过程的细分程度，取决于实际工作中数据的可得性。细则应给出具体的过程划分规定。

5.1.4 清单种类

应收集系统边界内各个单元过程中的输入和输出。

a）五类输入：

1) 原辅料：所有直接用于生产加工的原材料，以及在生产加工过程中发挥辅助作用的材料，如催化剂、防腐剂等；
2) 能源：生产过程中直接或间接消耗的能源，如电力、蒸汽以及原材料运输或叉车搬运等辅助过程所消耗的能源和燃料；
3) 自然资源：直接从自然环境获取的，如井水、矿物资源等；
4) 运输：原辅料运输到工厂的运输距离和运输方式；
5) 设施设备：一般可忽略。

b）五类输出：

1) 主产品：单元过程定义的目标产品；
2) 副产品：来自同一单元过程的除主产品外的其他产品；
3) 温室气体：生产过程中产生的各类温室气体排放，包括CO_2、CH_4、N_2O等；
4) 污染物：生产过程中排放到自然环境中的各类污染物，如SO_2、颗粒物、COD等；
5) 待处置废弃物：生产过程中产生的需要进一步处置的废弃物，如废水、固体废物等。

5.1.5 清单检查

完成数据收集后，应对每个单元过程清单数据进行完整性和准确性检查。

a) 完整性检查：按细则提供的清单表来收集数据，与实际生产情况相比，若清单表中有缺失的清单，则自行补充；若实际生产中主要原辅料与数据收集表不一致，则应在报告中进行说明。
b) 准确性检查：应对每个单元过程清单数据做物料平衡检查或与历史数据、行业数据进行对比，若有异常数据，则在报告中说明。

5.2 背景数据集选择

中间流在连接背景数据集时，应选择技术、时间和地理代表性匹配度最好的数据集，应按以下顺序进行选择：

a) 首先选择进行供应商调查，并根据供应商实际数据进行建模计算；
b) 其次可采用供应商提供的，已经过第三方审核，且符合本标准规范要求的背景数据集；
c) 无法获得供应商数据时，可在已通过第三方评审，且评审规则明确的背景数据库中选择背景数据集。背景数据集选择方法应依据 DQR 评分方法（见 6.3 数据质量评估），应优先选择能够获得更好的 DQR 评分的背景数据集。

5.3 特殊问题

5.3.1 分配

若生产过程中有副产品产生，则输入和输出应按照合理的分配方法分配给主副产品，应按照以下优先级处理。

a) 优先考虑避免分配，可采用以下方法：

- 拆分法：将过程拆分成可以明确分配给单一产品的子过程；
- 替代扣除法：将副产品的环境影响进行扣除。

b) 在无法避免分配的情况下，可采用以下分配方法：

- 物理分配：按照主副产品的物理关系进行分配，如重量；
- 经济价值分配：按照主副产品经济价值进行分配。若各种产品（或功能）的经济价值差异大于10倍，应首先采用经济价值分配方法。

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。

细则应基于典型产品环境足迹研究，明确主副产品种类，并给定具体分配方法及分配比例。

5.3.2 再生循环

在制订产品细则时，应按照下列基本公式建模测算再生原料使用、可再生废料产生、能量回收、废物处置过程，并在细则中规定应考虑的再生循环与废弃处置情况，以及应采用的算法和参数。制造、运输、零售、使用阶段或使用后的产品应纳入产品生命周期的整体建模。总之，应该在产生废物的生命周期阶段进行建模和报告。本节提供了有关如何对产品的废弃以及回收阶段进行建模的指南。

循环足迹公式用于评价产品的报废以及回收的内容，包含了“材料+能源+废物处置”的环境影响计算的组合，即：

使用再生材料原料的环境影响：

$$A_1 * E_{recycled} + W_1 * \frac{1}{2} * rp * \mathrm{E}_V * \frac{\mathrm{Q}_{sin}}{\mathrm{Q}_p} \tag{1}$$

产生可再生废料的环境影响：

$$A_2 * \mathrm{E}_{recyclingEoL} - W_2 * \frac{1}{2} * rp^* * E_V^* \times \frac{Q_{Sout}}{Q_P} \tag{2}$$

式中：

A_1——再生材料处置过程在使用者和供应商之间的环境负担和收益的分配系数，当再生材料价值高时，A1=1，当再生材料价值低时，A1=0；

A_2——可再生废料处置过程在产生者和使用者之间的环境负担和收益的分配系数，当可再生废料价值高时，A2=0，当可再生废料价值低时，A2=1；

W_1——再生材料的使用量，以 kg 计；

W_2——可再生废料的产生量，以 kg 计；

rp——再生材料的回收率，以 % 计；

rp^*——可再生废料的回收率，以 % 计；

E_V——原生材料获取和预处理产生的特定排放和资源消耗；

E_V^*——可回收材料替代的原生材料获取和预处理产生的特定排放和资源消耗；

Q_{sin}——使用再生材料的品质，即回收点再生材料的品质；

Q_{sout}——产出再生材料的品质，即回收点可回收材料的品质；

Q_p——原生材料的品质；

$E_{recycled}$——再生（再利用）材料的回收过程中产生的特定排放和资源消耗，包括收集、分选和运输过程；

$E_{recyclingEoL}$——废弃处置阶段回收过程产生的特定排放和资源消耗，包括收集、分选和运输过程。

能量回收的环境影响：

$$(1-B)W_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec}) \quad (3)$$

废物处置的环境影响：

$$W_4 \times E_D \quad (4)$$

式中：

B——能源回收过程的分配系数，在所有环境足迹研究中，B=0；

W_3——产品废弃处置阶段材料进行能量回收的材料重量，以 kg 计；

E_{ER}——能量回收过程（例如焚烧能量回收，垃圾填埋能量回收等）产生的特定排放和资源消耗；

LHV——产品中可进行能量回收材料的低位热值；

$E_{SE,elec}$——特定替代能源、热能和电力产生的特定排放和资源消耗；

$X_{ER,elec}$——热能和电能能量回收过程的效率；

W_4——产品废弃处置阶段材料进行最终处置（如填埋）的材料重量，以 kg 计。

E_D——在所分析产品的废弃处置阶段产生的特定排放量和资源消耗，没有能量回收。

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

例如基于情景参数的使用阶段、废弃阶段，电耗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 土地利用与产品碳储存

5.3.4.1 土地利用与土地利用变化

在制订产品细则时，如涉及土地利用和土地利用变化，应按照下列类型进行测算，并在细则中规定具体算法和参数。

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。对于原始森林，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、来自原始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。

a) 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。

土地利用和管理会影响多种生态系统过程，进而对温室气体流量产生影响，如光合作用、呼吸作用、分解作用、硝化/反硝化作用、燃烧等。这些关于碳和氮转换的过程由微生物过程（微生物，植物和动物的活动）和物理过程（燃烧，淋溶和径流）引起，涉及纸产品上游原料种植过程的温室气体有CO_2、N_2O和CH_4。涉及纸及纸制品的土地利用和管理包含：生物量、死有机质、土壤3个类别。

生物量：纸及纸制品上游涉及森林管理和树木种植相关，树木在生长阶段通过光合作用吸收大气中的CO_2，并以生物量的方式把生物碳固定下来。当存在长期生物碳固定（持续固定时间大于等于5年），对于从大气中清除的CO_2，应使用“气候变化-土地利用变化”这个类型进行建模。并根据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，计算方法参照PAS 2050-2008附录C。

死有机质和土壤相关温室气体排放和清除应依照《IPCC国家气候变化排放清单》[6]的有关章节进行评价。

b) 土地利用变化

对人类使用土地的目的的改变（例如在农田、草地、林地、湿地、工业用地之间的转换）称为土地利用变化。其中，被评估产品生产地点土地使用的变更称为直接土地利用变化。其他地方土地使用的变化称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碳足迹中。对土地利用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使用变化（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，核算方法参照《IPCC国家气候变化排放清单》[6]。

5.3.4.2 产品生命周期过程中的碳清除与碳储存

产品在某一生命周期阶段或过程发生碳清除，且具有较长使用寿命，例如书本等其他生物质衍生的产品。当大气中的CO_2被产品获得且该产品不是一个活的有机体时，在产品投入使用后，使用阶段和/或生命终止阶段产生超过10年碳清除的情况下，则应在生命周期清单中注明相较于该产品生产年份的温室气体除的时间，计算在100年评估期间这部分碳储存的影响（以二氧化碳当量计）。

产品加权平均碳储存的计算方法可参考PAS 2050-2008附录C。产品碳储存计算结果不计入环境足迹结果，但应在环境足迹研究报告的附加环境信息部分进行单独报告。

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（5）。

$$\mathrm{PEF}_{n} = \sum\left(\mathrm{M_{n,i}} \times \mathrm{PEF_{Mn,i}}\right) + \sum\left(\mathrm{AD_{n,j}} \times \mathrm{EF_{n,j}}\right) \tag{5}$$

式中：

PEF_{n}——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；

$\mathrm{M_{n,i}}$——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）；

$\mathrm{PEF_{Mn,i}}$——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、$t \cdot km$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

过程累积贡献是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。具体要求如下：

a) 计算各单元过程累积贡献；

b) 对单元过程累积贡献进行排序，识别贡献率最大的过程；

c) 说明造成过程累积贡献大的原因，某条中间流贡献大或直接贡献大；

d) 对过程累积贡献排名靠前的进行减排分析。

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际数据贡献的比例。

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，数据质量的计算应基于以下公式（6）。

$$\mathrm{DQR} = \frac{TeR+GR+TiR+P}{4} \tag{6}$$

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，得分值按照见附录 B 中表 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) 求每个重要清单占所有重要清单的贡献率，用贡献率加权求得总的 TiR、TeR、Ge 和 P 得分；

d) 用公式（6）算出 DQR 得分。

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，至少包含以下内容。在制订细则时，宜给出具体产品的环境足迹研究报告模板。

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，涉及土地利用与产品碳储存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，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，例如不同类型纸及纸制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，包括对比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与碳储存。

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的且可公开的信息。若企业计划公开环境足迹信息，宜公开的内容及其要求见附录C中表C.1。制定细则时宜给出具体产品的环境足迹公开文档模板。

8 审核

纸及纸制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。应特别注意以下内容：

——认证应涵盖本章中规定的所有内容；

——认证应至少涵盖本通则第四章到第七章中相关规定。

8.1 认证申请

纸及纸制品环境足迹报告申报人应向审核认证机构提交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) 纸及纸制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

审核认证机构应认证：

——用于计算环境足迹的数据和信息是否一致、可靠、可追溯；

——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。

应审查的文件包括纸及纸制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：

——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；

——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；

——确保正确应用本文件规定的电力建模规则；

——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；

——确认正确转换测量单位；

——评估估算方法是否合理，是否已一致应用；

——评估选择的替代方案是否为保守方案；

——识别超过预期的不确定性，并评估已有的不确定性对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。因此，在认证过程中提供的被识别为机密的业务数据可以被保密。因此，未经申报人（业主）许可，审核认证机构不得传播在核查过程中向其披露的任何信息供使用。纸产品环境足迹报告声明人可以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。

表A.1 单元过程数据收集表模板

<table>
<tr><td>单元过程名称</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">单元过程描述</td><td>过程边界</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>技术描述</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>单元过程产出</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>填表日期</td><td colspan="2"></td><td>填表人</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>数据统计周期</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>数据统计期间总产量</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="7">单元过程产出量</td></tr>
<tr><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="7">原辅材料消耗</td></tr>
<tr><td>原材料名称</td><td>单位</td><td>数量</td><td>原料种类等要求</td><td>运输方式和距离</td><td>推荐数据集</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">能源消耗</td></tr>
<tr><td>能源类型</td><td>单位</td><td>数量</td><td>能耗要求</td><td>运输方式和距离</td><td>推荐数据集</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">环境排放</td></tr>
<tr><td>排放种类</td><td>单位</td><td>数量</td><td colspan="3">数据来源</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">固体废弃物</td></tr>
<tr><td>排放种类</td><td>单位</td><td>数量</td><td colspan="3">数据来源</td><td>处理方式</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td></tr>
</table>

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）
环境足迹公开文档

环境足迹公开文档见表 C.1。

表C.1 环境足迹公开文档

一、企业基本信息				
生产企业名称		生产地理位置		
二、目标与范围定义				
产品名称		规格型号		
基准流		产品生物碳含量		
国民经济行业分类代码及名称		统计用产品分类代码及名称		
基准年份		系统边界		
三、单元过程信息				
单元过程名称	技术描述	输入清单名称	输出清单名称	主要数据来源
分配方法	说明涉及分配的单元过程名称，采用的具体分配方法			
完整性检查	说明完整性检查情况			
准确性检查	说明准确性检查情况			
取舍规则	说明			
四、背景数据集信息				
对环境足迹指标结果的贡献>10%的背景数据集				
背景数据集名称	所连接的单元过程及清单名称	数据集来源		匹配性说明
五、情景假设				

注1：企业不便公开的敏感清单可以用功能等替代命名，如稀释剂等，其对应的背景数据集名称可隐藏敏感信息。

注2：对任一环境足迹指标结果的贡献>10%的背景数据集应在背景数据集信息部分全部列出。

注3：不能提供数据集文档的背景数据集视为来源不明。

注4：应说明数据集不匹配的情况，包括国家不匹配、产品种类规格不匹配、生产技术不匹配。

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

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

[4] 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

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

[6] 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