

团体标准

T /GDPPA xxx-xxx

一次性纸制品生产企业碳中和实施指南

Implementation guidelines for carbon neutrality of disposal
paper products manufacturer

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

广东省造纸行业协会

发布

前言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由复旦大学、维达纸业（浙江）有限公司和华南理工大学提出。

本文件由广东省造纸行业协会归口。

本文件起草单位：复旦大学、维达纸业（浙江）有限公司、华南理工大学、南昌大学、SGS 通标标准技术服务有限公司、广东省造纸行业协会、广东省造纸研究所有限公司。

本文件主要起草人：王玉涛、陈斌、梁国峰、满奕、石磊、梁梓阳、贺晗、张翠梅、陈竹、张铭晖、陈洋。

一次性纸制品生产企业碳中和实施指南

1 范围

本文件详细规定了一次性纸制品生产企业碳中和实施工作的基本原则和实施流程，包括确定与文件相关的术语和定义、碳排放核算、减碳增汇及碳抵消路径等方面的要求。此外，本文件还包括对碳中和评价、碳中和实现声明等方面的指导和要求。

本文件适用于从事一次性纸制品生产企业开展的碳中和相关工作。本文件涉及的温室气体包含二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）和一氧化二氮（ N_2O ）。

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此文件必不可少的条款。其中，注明日期的引用文件仅该日期对应的版本适用本文件；不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改版本）适用于本文件。

PAS 2060-2010 碳中和证明规范

BS EN ISO 14064-1: 2006 温室气体—第1部分：组织层面上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南

IPCC 2006 国家温室气体清单指南

IPCC 2006 国家温室气体清单指南（2019 修订版）

温室气体核算体系：企业核算与报告标准（修订版）

温室气体核算体系：企业供应链（范围三）核算与报告标准

造纸和纸制品生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）

3 术语和定义

3.1

碳中和 carbon neutrality

企业在核算年度内实施减少温室气体排放措施后，将不可避免的温室气体排放量通过购买碳配额、碳信用等方式抵消。

3.2

企业碳中和 enterprise carbon neutralization

在核算年度内，企业碳排放核算边界内产生的所有温室气体排放量，按照二氧化碳当量计算，将不可避免的温室气体排放量通过购买核算边界外相应数量的碳配额、碳信用等方式完全抵消。

3.3

一次性纸制品 disposable paper

一次性纸制品包括卫生纸、餐巾纸、纸尿裤、卫生巾、湿巾、纸杯、纸餐具、纸袋、纸盒、纸浆模塑制品等一次性使用纸类产品。

3.4

碳汇 carbon sink

通过植树造林、森林管理、植被恢复等措施，利用植物光合作用吸收大气中的二氧化碳，并将其固定在植被和土壤中，从而减少温室气体在大气中浓度的过程、活动和机制。

3.5

碳存储 carbon storage

以非气体形式保存的碳。

注：本文件涉及的碳存储过程包括产品碳存储和废弃物填埋处置中的碳存储

3.6

活动水平 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动强度的表征。

3.7

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放量的系数。

3.8

全球变暖潜能（简称 GWP） global warming potential

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

3.9

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent (CO₂e)

与单位质量的某种温室气体辐射强度相当的二氧化碳的质量。

注：温室气体二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜能

3.10

剩余排放量 residual emissions

排放单位在实施减排措施后仍剩余的温室气体排放量。

3.11

碳抵消 carbon offsetting

排放单位用核算边界以外所产生的温室气体排放的减少量以及碳汇，以碳信用、碳配额或(和)新建林业项目等产生碳汇量的形式用来补偿或抵消边界内的温室气体排放的过程。

3.12

碳配额 carbon allowances

在碳排放权交易市场下，参与碳排放权交易的单位和个人依法取得，可用于交易和碳市场重点排放单位温室气体排放量抵消的指标。1 个单位碳配额相当于 1 吨二氧化碳排放当量。

3.13

碳信用 carbon credits

温室气体减排项目按照有关技术标准和认定程序确认减排量效果后，由政府部门或国际组织签发或其授权机构签发的碳减排指标，1 个额度碳信用相当于 1 吨二氧化碳当量。

4 基本要求和原则

开展碳中和工作的企业，应结合实际情况，明确核算范围，优先实施自身温室气体减排策略，不可避免的温室气体最终排放量通过碳抵消方式抵消，最后，企业在核算年度内温室气体排放量小于等于碳抵消量或（和）碳汇量时，实现碳

中和。碳中和声明、碳中和承诺以及碳中和报告编制均按照国际标准 PAS 2060 的规定和要求实施。

本文件要求以下列原则为基础：

透明度 在商业机密允许的范围内披露用于碳排放核算、碳减排、碳增汇及碳抵消工作的数据、方法和假设

完整性 实施碳中和工作的相关流程、数据及材料必须完整

准确性 尽可能减少误差和不确定性

自愿性 企业是否进行实施碳中和工作或申请认证是完全取决于自身的意愿。企业实施碳中和工作或申请认证不会增加或改变企业在环境保护所应承担的法律责任，企业可以通过自身特点及在经济、技术可行的条件加以选择采用

5 一次性纸制品生产企业碳中和实施流程

一次性纸制品生产企业碳中和实施流程如下图所示：

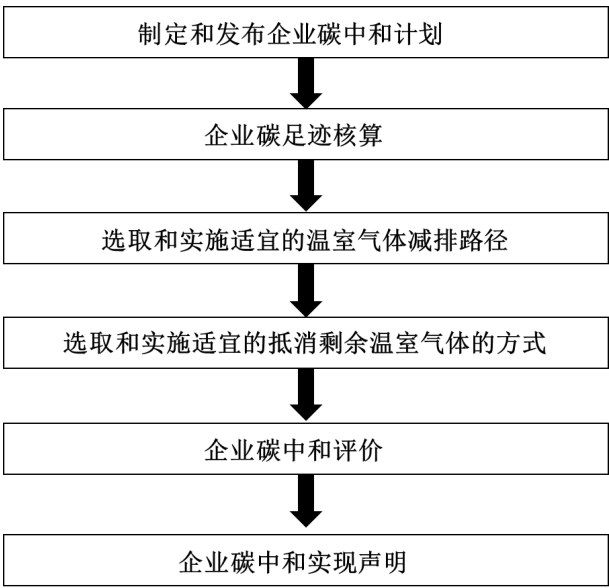


图 5.1 一次性纸制品生产企业碳中和实施流程

6 碳排放核算方法

6.1 核算流程

报告主体进行企业碳排放核算和报告的完整工作流程包括以下步骤：

6.1.1 确定企业碳排放核算边界

6.1.2 识别碳源、土地碳存储变化量、碳存储及废物焚烧能源回收的碳抵消效应

6.1.3 收集活动水平数据

6.1.4 选择和获取排放因子数据

6.1.5 分别计算各碳源的排放量、碳存储量及废物焚烧能源回收的碳抵消量

6.1.6 汇总计算企业碳排放

6.2 核算边界确定

企业碳排放核算边界为范围一、范围二、范围三、碳存储及废物焚烧能源回收的碳抵消效应。范围一包括企业所有或控制的温室气体直接排放源，例如企业的锅炉、熔炉、车辆等产生的燃烧排放、企业的工艺设备及生产过程化学品所产生的排放；范围二包括企业采购的热力、电力所产生的温室气体直接排放；范围三包括不是由企业所有或控制的间接排放源，例如采购的原料、非企业车辆的运输、售出产品的使用、加工及最终处置等；碳存储包括土地碳存储变化量、产品和填埋处置中的碳存储；废物焚烧能源回收的碳抵消效应包括由焚烧处置回收能源而避免的化石能源碳排放。从事一次性纸制品生产及销售的企业碳排放核算范围、类别及其说明见附录 A。不同碳排放核算类别在企业碳中和认证中的核查要求参考《The Carbon Neutral Protocol 2021》，详见附录 B。

如企业还从事一次性纸制品生产及销售以外的产品生产活动，并存在本指南未涵盖的温室气体排放环节，则应参考相关标准，将其计入碳排放总量之中。

6.3 碳排放计算

企业碳排放总量等于企业核算边界内所涉及的单元过程的碳排放的总和，按公式（1）计算。国际标准 PAS 2050 和温室气体核算体系均基于 2006 IPCC 国家温室气体清单指南提供的计算公式，各阶段碳排放通常以活动数据与相应排放因子的乘积表述，如公式（2）所示：

$$E = \sum E_{unit\ process} \quad (1)$$

$$E_{unit\ process}=AD \times EF \quad (2)$$

E —一次性纸制品的碳足迹总量

$E_{unit\ process}$ —单元过程的碳足迹

AD —该单元过程的活动数据

EF —该单元过程的排放因子

本文件采用 IPCC 2006 的默认排放比例，各种温室气体计算排放需乘以相应的全球变暖潜能值（GWP）， CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的 GWP 值分别为 1、25 和 298。企业碳排放核算的活动水平来源、排放因子参考值及数据来源，见附录 C。

6.3.1 范围一

6.3.1.1 燃料燃烧造成的碳排放

燃料燃烧造成的碳排放总量是报告年度内企业各种化石燃料燃烧产生的碳排放量的加总，按公式（3）计算。

$$E_a = \sum_{m=1}^n (AD_m \times EF_m) \quad (3)$$

E_a —报告年度内化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

AD_m —报告年度内第 m 种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）

EF_m —第 m 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 百万千焦（ tCO_2/GJ ）

6.3.1.2 自有运输设备产生的碳排放

在报告年度内企业自有运输设备运输和配送所产生碳排放量按公式（4）计算：

$$E_b = AD_b \times EF_b \quad (4)$$

E_b —报告年度内企业所有或控制的车辆和设备进行的运输和配送产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

AD_b —自有运输设备燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）

EF_b —燃料的二氧化碳排放因子，单位为（ tCO_2/GJ ）

6.3.1.3 生产过程产生的碳排放

纸制品生产过程产生的碳排放是企业消耗的石灰石（主要成分为碳酸钙）发生分解反应导致的二氧化碳排放量，按公式（5）计算。

$$E_c = AD_c \times EF_c \quad (5)$$

E_c —报告年度内企业生产过程排放的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

AD_c —报告年度内的石灰石原料消耗量，单位为吨（t）

EF_c —煅烧石灰石的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨石灰石（tCO₂/t 石灰石）

6.3.2 范围二

6.3.2.1 电力消耗造成的碳排放

在报告年度内企业购入的电力消费所造成的间接碳排放总量按公式（6）计算：

$$E_d = AD_d \times EF_d \quad (6)$$

E_d —报告年度内企业购入的电力所对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

AD_d —报告年度内的耗电量，单位为兆瓦时（MWh）

EF_d —区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳/兆瓦时（tCO₂/MWh）

6.3.2.2 热力消耗产生的碳排放

在报告年度内企业购入的热力消费所造成的间接碳排放总量按公式（7）计算：

$$E_f = AD_f \times EF_f \quad (7)$$

E_f —报告年度内企业购入的热力所对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

AD_f —报告年度内的蒸汽用量，单位为百万千焦（GJ）

EF_f —年平均供热排放因子，单位为吨二氧化碳/百万千焦（tCO₂/GJ）

6.3.3 范围三

6.3.3.1 购买的产品/服务生的碳排放

在报告年度内企业购买的产品或服务（燃料、电热除外）所产生的碳排放总量按公式（8）计算：

$$E_g = \sum_{q=1}^n (AD_q \times EF_q) \quad (8)$$

E_g —报告年度内企业购买的产品或服务所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

AD_q —报告年度内购买的第 q 种产品或服务的活动水平，单位为吨（t）

EF_q —第 q 种产品或服务的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（tCO₂/t）

6.3.3.2 固定资产产生的碳排放

在报告年度内企业资本产品（如企业设备、机器、建筑物等）所产生的碳排放总量按公式（9）计算：

$$E_j = \sum_{h=1}^n (AD_h \times EF_h) \quad (9)$$

E_j —报告年度内企业资本产品所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

AD_h —报告年度内第 h 种资本产品的活动水平，单位为吨（t）

EF_h —第 h 种资本产品的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（tCO₂/t）

6.3.3.3 燃料和能源相关活动产生的碳排放（范围一、二除外）

在报告年度内企业燃料和能源相关活动（如上、下游燃料、蒸汽、输配电损失等）所产生的碳排放总量按公式（10）计算：

$$E_l = \sum_{k=1}^n (AD_k \times EF_k) \quad (10)$$

E_l —报告年度内企业燃料和能源相关活动所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

AD_k —报告年度内购买的第 k 种燃料和能源相关活动的活动水平，单位为吨（t 或 kWh）

EF_k —第 k 种燃料和能源相关活动所对应的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（tCO₂/t 或 tCO₂/kWh）

6.3.3.4 上、下游运输和配送产生的碳排放

在报告年度内上游和下游运输和配送所产生的碳排放量按公式（11）分别计算：

$$E_p = \sum_{i=1}^n (L_i \times F_i \times EF_i) \quad (11)$$

E_p —报告年度内上游或下游运输和配送产生的二氧化碳排放量, 单位为吨二氧化碳 (tCO_2);

L_i —报告年度内第 i 种运输方式的行驶总距离, 单位为千米 (km)

F_i —第 i 种运输方式所运输货物的总重量, 单位为吨 (t)

EF_i —运输方式或车辆类型的二氧化碳排放因子, 单位为 ($tCO_2/km \cdot t$)

6.3.3.5 运营过程中废物的碳排放

在报告年度内运营产生的固体废弃物所造成的碳排放量按公式 (12) 计算:

$$E_r = \sum_{r=1}^n (AD_r \times R_g \times EF_g) \quad (12)$$

E_r —报告年度内生产运营产生的固体废弃物所造成的二氧化碳排放总量, 单位为吨二氧化碳 (tCO_2)

AD_r —报告年度内第 r 种废弃物, 单位为吨 (t)

R_g —第 g 种废弃物处置类型所对应的比例, 单位为百分比 (%)

EF_g —第 g 种废弃物处置类型对应的二氧化碳排放因子, 单位为吨二氧化碳 / 吨 (tCO_2/t)

6.3.3.6 运营过程中废水处理产生的碳排放

在生产过程中产生的工业废水经厌氧处理导致的甲烷排放量按公式 (13) 计算:

$$E_S = ((L - S) \times EF - R) \times GWP_{CH_4} \quad (13)$$

E_S —废水厌氧处理过程产生的二氧化碳排放当量, 单位为吨二氧化碳当量 ($tCO_2 eq$)

L —废水厌氧处理去除的有机物总量, 单位为吨有机物 ($t COD$)

S —以污泥方式清除掉的有机物总量, 单位为吨有机物 ($t COD$)

EF —甲烷排放因子, 单位为吨甲烷/吨有机物 ($t CH_4/t COD$)

R —甲烷回收量, 单位为吨甲烷 ($t CH_4$)

GWP_{CH_4} —甲烷的全球变暖潜能值

6.3.3.7 商务旅行产生的碳排放

在报告年度内企业员工使用第三方所有或运营的车辆(如飞机、火车、公共

汽车和客车等)进行与商业相关活动所产生的碳排放总量按公式(14)计算:

$$E_u = \sum_{t=1}^n (AD_t \times EF_t) \quad (14)$$

E_u —报告年度内企业商务旅行所产生的二氧化碳排放量,单位为吨二氧化碳(tCO₂)

AD_t —报告年度内第 t 种交通方式的行驶总距离,单位为千米(km)

EF_t —第 t 种交通方式的二氧化碳排放因子,单位为吨二氧化碳/吨(tCO₂/km)

6.3.3.8 员工出行产生的碳排放

报告年度内企业员工通勤所产生的碳排放总量按公式(15)计算:

$$E_v = \sum_{v=1}^n (Z \times D_v \times H_v \times 2 \times WD \times EF_v) \quad (15)$$

E_v —报告年度内企业员工通勤所产生的二氧化碳排放量,单位为吨二氧化碳(tCO₂)

Z —报告年度内企业的员工数量,单位为个

D_v —使用第 v 种交通方式的员工数量占总员工数量的比例,单位为百分比(%)

H_v —使用第 v 种交通方式的员工单程通勤平均距离,单位为千米(km)

W —报告年度内员工平均上班天数,单位为天

EF_v —第 v 种交通方式的二氧化碳排放因子,单位为吨二氧化碳/千米(tCO₂/km)

6.3.3.9 上、下游租赁资产产生的碳排放

租赁资产所产生的碳排放是指企业在报告年度内租赁的、尚未包括在范围一或范围二中的资产经营过程中的碳排放(如燃料、能源、建筑物等),上游租赁资产适用于承租方,下游租赁资产适用于出租方。在报告年度内企业上游或下游租赁资产所产生的碳排放总量按公式(16)计算:

$$E_w = \sum_{z=1}^n (AD_z \times EF_z) \quad (16)$$

E_w —报告年度内企业上游或下游租赁资产所产生的二氧化碳排放量,单位为吨二氧化碳(tCO₂)

AD_z —报告年度内第 z 种租赁资产类型的活动水平

EF_z —第 z 种租赁资产类型的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 资产类型（ tCO_2 /资产类型）

6.3.3.10 投资产生的碳排放

在报告年度内企业投资所产生的碳排放总量按公式（17）计算：

$$E_P = \sum_{p=1}^n (AD_p \times EF_p) \quad (17)$$

E_P —报告年度内企业投资所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

AD_p —报告年度内第 p 种投资类型的活动水平

EF_p —第 p 种投资类型的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 投资类别（ tCO_2 /投资类别）

6.3.3.11 特许经营产生的碳排放

在报告年度内企业特许经营（加盟商）范围一、范围二所产生的碳排放总量按公式（18）计算：

$$E_Y = \sum_{y=1}^n (AD_y \times EF_y) \quad (18)$$

E_Y —报告年度内企业特许经营所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

AD_y —企业加盟商在范围一、范围二内第 y 种排放类别的活动水平

EF_y —企业加盟商在范围一、范围二内第 y 种排放类别的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（ tCO_2 /类别）

6.3.3.12 售出产品的加工产生的碳排放

企业（如制造商）售出产品为中间产品，后续加工过程的碳排放也纳入碳排放计算范围，主要包括加工过程的燃料、电力、热力、废弃物的碳排放。在报告年度内企业售出产品的加工所产生的碳排放总量按公式（19）计算：

$$E_M = \sum AD_m \times EF_m \quad (19)$$

E_M —报告年度内企业售出产品的加工过程所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

AD_m —加工过程（燃料/电力/热力/废弃物）的活动水平

EF_m —加工过程（燃料/电力/热力/废物）的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（ tCO_2/t ）

6.3.3.13 售出产品的使用产生的碳排放

纸制品在使用阶段不使用燃料、能源，不产生额外的废弃物，因此在此阶段不产生碳排放。

6.3.3.14 售出产品最终处置产生的碳排放

1) 纸制品

本文件考虑纸制品废弃处置过程所引起的延迟排放。产品寿命超过 1 年，其使用或废弃处置过程中的排放可视作延迟排放，延迟排放可能发生在不同时间点而对大气产生不同的影响。

1. 回收

纸制品废弃物的回收处置被视为无排放。

2. 堆肥

纸制品废弃物在堆肥处置产生 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 。报告年度内纸制品废弃物堆肥所产生的二氧化碳排放总量等于堆肥过程产生的各温室气体所对应的二氧化碳排放量之和，按公式（20）计算：

$$E_{df} = \sum_{i=1}^n (T \times P_{df} \times EF_i \times GWP_i \times DWF_{一般}) \quad (20)$$

E_{df} —报告年度内纸制品废弃物堆肥所产生的二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

T —报告年度内纸制品废弃物的总重量，单位为吨（t）

P_{df} —城市废弃物堆肥处置占废弃物总量的比例，单位为百分比（%）

EF_i —第 i 种温室气体在堆肥处置中的排放因子，单位为吨气体/吨（ $t \text{ 气体}/t$ ）
（IPCC 2006 默认比例是 50%干堆肥，50%湿堆肥）

GWP_i —第 i 种温室气体的温室效应因子，单位为吨二氧化碳/吨气体（ $tCO_2/t \text{ 气体}$ ）

$DWF_{一般}$ —一般延迟加权系数，计算过程见公式（23）

另外，计算堆肥处置中甲烷对应的二氧化碳排放，需乘以甲烷修正因子的缺省值（数据参考于 IPCC 2006 废弃物）

3. 焚烧

纸制品废弃物在焚烧处置产生 CO_2 ，同时有部分能量被回收。报告年度内纸制品废弃物焚烧所产生的二氧化碳排放总量等于产品各部分焚烧所产生的二氧化碳排放之和，按公式（21）计算：

$$E_{fs} = T \times P_{fs} \times EF_{fs} \times DWF_{\text{单次}} \quad (21)$$

E_{fs} —报告年度内纸制品废弃物焚烧所产生的二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

T —报告年度内纸制品废弃物的总重量，单位为吨（t）

P_{fs} —城市废弃物焚烧处置占废弃物总量的比例，单位为百分比（%）

EF_{fs} —焚烧处置的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（ tCO_2/t ）

$DWF_{\text{单次}}$ —单次延迟加权系数，计算过程见公式（24）

4. 填埋

废弃物在填埋过程部分降解产生 CH_4 和 CO_2 ，另一部分则永久填埋，形成碳存储，IPCC 2006 推荐的比例为 50%降解，50%存储。报告年度内纸制品废弃物填埋所产生的二氧化碳排放总量等于填埋过程产生的各温室气体所对应的二氧化碳排放量之和，按公式（22）计算：

$$E_{tm} = \sum_{i=1}^n (T \times P_{tm} \times K \times EF_i \times GWP_i \times DWF_{\text{一般}}) \quad (22)$$

E_{tm} —报告年度内纸制品废弃物填埋所产生的二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

T —报告年度内纸制品废弃物的总重量，单位为吨（t）

P_{tm} —城市废弃物填埋处置占废弃物总量的比例，单位为百分比（%）

K —纸制品废弃物填埋处置的降解比例，单位为百分比（%）（IPCC 2006 推荐值为 0.5）

EF_i —第 i 种温室气体在填埋处置中的排放因子，单位为吨气体/吨（ $t \text{ 气体}/t$ ）

GWP_i —第 i 种温室气体的温室效应因子，单位为吨二氧化碳/吨气体（ $tCO_2/t \text{ 气体}$ ）

t 气体)

$DWF_{一般}$ ——一般延迟加权系数，计算过程见公式 (23)

另外，计算填埋处置中甲烷对应的二氧化碳排放量时，需乘以甲烷修正因子的缺省值（数据参考于 IPCC 2006 国家温室气体清单指南 2019 修订版 固体废物处置）

国际标准 PAS 2050 规定了延迟加权系数（delay weighting factor，简称 DWF）的计算方法，延迟加权系数基于产品的使用寿命（即延迟系时间）估算，包括一般延迟排放和单次延迟释放。

1) 一般延迟排放

在使用或最终处理阶段，产品温室气体排放的延迟加权系数用公式 (23) 计算（本文件用该公式计算填埋和堆肥处置方式的延迟加权系数）。

$$DWF_{一般} = \frac{\sum_{i=1}^{100} X_i (100-i)}{100} \quad (23)$$

i=排放发生的每一年

X_i =在第 i 年内产生的排放量占总排放量的比例

2) 单次延迟释放

在使用或最终处理阶段，若产品在其形成后的 25 年内作为废弃物一次性释放二氧化碳时，温室气体排放的延迟加权系数用公式 (24) 计算（本文件用该公式计算焚烧处置方式的延迟加权系数）。

$$DWF_{单次} = \frac{100 - (0.76 \times t_0)}{100} \quad (24)$$

t_0 = 产品形成到一次性排放之间的年数

2) 塑料包装

纸制品一般包括纸和外包装，若外包装为塑料制品，则需要另外计算塑料包装的最终处置所产生的碳排放，按公式 (25) 计算。

$$E_u = \sum_{w=1}^n (AD_u \times R_w \times EF_w) \quad (25)$$

E_u —报告年度内纸制品塑料外包装最终处置所造成的二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳 (tCO_2)

AD_u —报告年度内塑料外包装的重量，单位为吨 (t)

R_w —第 w 种废弃物处置类型所对应的比例，单位为百分比（%）

EF_w —第 g 种废弃物处置类型对应的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（ tCO_2/t ）

（一）碳存储

（1）土地碳存储变化量

土地碳存储包括地上部和地下部的生物质、死有机质和土壤有机质中的碳库。土地碳存储变化量是指由于土地类别之间或类别内的土地转换导致该土地碳存储量的变化。若纸浆原料获取涉及土地利用变化，相应的土地碳存储变化量按公式（26）计算，详细参照《IPCC 2006 国家温室气体清单指南（修订版）》的相关章节对土地利用变化引发的温室气体排放进行核算。

$$G = \sum_{i=1}^n (R_{2i} - R_{1i}) \times 44/12 \quad (26)$$

G —土地碳存储变化量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

R_{2i} —第二年该区域第 i 种树木种类对应的土地碳存储量，单位为吨碳（ tC ）

R_{1i} —第一年该区域第 i 种树木种类对应的土地碳存储量，单位为吨碳（ tC ）

另外，根据欧洲造纸协会（CEPI）提出的建议，可持续森林管理有利于土地碳储量保持稳定。因此，经由可持续森林认证的木材可认为不产生额外的土地利用变化碳排放，即土地碳储存变化量为 0。

（2）产品中的碳存储

在报告年度内，产品中的碳存储量按公式（27）（28）计算：

$$D_1 = H_1 \times DOC_1 \times 44/12 \times DW \quad (27)$$

$$DW = \frac{0.76 \times t_0}{100} \quad (28)$$

D_1 —报告年度内纸制品中所对应的碳存储量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）

H_1 —报告年度内纸制品量，单位为吨（ t ）

DOC_1 —单位纸制品的碳含量，单位为吨碳/吨纸制品（ tC/t 纸制品）（IPCC 2006 推荐的纸和纸板的碳含量为 46%，水分含量为 7%，本报告推荐值为 $(1 - 0.07) \times 0.46 = 0.43 tC/t$ 纸制品）

DW —反映延迟年限的产品碳存储权重系数

t_0 —纸制品在市场上流通以及使用总时间，单位为年（ a ）（本报告推荐值为 2 年）

（3）填埋中的碳存储

本文件参考 IPCC 2006 国家温室气体清单指南的方法进行计算。在报告年度内纸制品废弃物填埋处置的碳存储量按公式（29）计算：

$$D_2 = T \times P \times DOC_2 \times (1 - DOC_f) \times 44/12 \quad (29)$$

D_2 —报告年度内纸制品废弃物填埋处置的碳存储量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

T —报告年度内纸制品废弃物的总重量，单位为吨（t）

P —城市废弃物填埋处置占废弃物总量的比例，单位为百分比（%）

DOC_2 —可降解有机碳比例，单位为吨碳/吨废弃物（t C/t 废弃物）（IPCC 2006（2019 修订版）推荐的纸和纸板的可降解有机碳比例为 0.5）

DOC_f —可降解有机碳的降解比例（IPCC 2006 推荐值为 0.6）

（二） 废物焚烧能源回收的碳抵消效应

纸制品废弃物在焚烧处置中有部分能量被回收进行发电、供暖等。报告年度内纸制品废弃物焚烧所产生的废物焚烧能源回收的碳抵消量，按公式（30）算：

$$E_{en} = T \times P_{fs} \times EF_{en} \quad (30)$$

E_{en} —报告年度内纸制品废弃物焚烧所产生的废物焚烧能源回收的碳抵消量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）

T —报告年度内纸制品废弃物的总重量，单位为吨（t）

P_{fs} —城市废弃物焚烧处置占废弃物总量的比例，单位为百分比（%）

EF_{en} —焚烧处置部分能量回收的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳 / 吨（tCO₂/t）

6.4 数据质量要求

6.4.1 技术代表性

数据反映实际生产技术情况；

6.4.2 时间代表性

数据反映生产活动的实际时间或产品寿命；

6.4.3 地域代表性

数据反映生产活动发生的所处位置，相关参数使用当地数据；

6.4.4 数据完整性

保证数据的连续性和正确性，尽量减少数据缺失；

6.4.5 数据精确性

原料、能耗、产品运输等数据需采用企业实际生产统计数据；环境排放数据优先采用环境监测报告；所有数据均需注明来源和处理过程；估算或引用文献的数据需在报告中说明；

7 减碳增汇及碳抵消

7.1 减碳增汇

在企业的碳中和规划中，碳减排应优先于碳抵消。企业应着力降低企业自身及产品的碳排放。针对范围一排放，企业可采取优化工艺及生产设备，引进低碳/无碳技术等措施；针对范围二排放，企业可采取转换或采购可再生能源，提高电力和热力的使用效率等措施；针对范围三排放，企业可采取优化企业绿色供应链，综合提高企业运营能效，加强垃圾分类的引导等措施；同时，建议企业加强森林管理提高森林碳存储能力或使用可持续森林管理认证的木材原料等措施。详细的企业减碳增汇路径建议见附录 D。

7.2 碳抵消

7.2.1 碳抵消的方式

碳抵消是指企业通过外部减排项目或是直接购买相应的环境权益来抵消剩余温室气体排放，相关实践主要包括购买可再生能源证书、参与碳交易、购买官方体系下的碳配额和碳信用等方式。

企业首先采用购买碳排放权交易市场碳配额的方式抵消，不足部分则采用投资碳信用项目的抵消方式，碳信用的项目类型如下所示：

1. 购买国家温室气体自愿减排项目的核证自愿减排量（CCER）
2. 购买政府批准、备案或者认可的碳普惠项目减排量

3. 购买政府核证节能项目碳减排量

企业可以通过购买可再生能源证书的方式来抵消范围二的间接碳排放。可再生能源电力如风电、光伏新能源等抵消剩余温室气体排放需要相关认证机构颁发可再生能源证书，以证明其有效性。一般来说，购买可再生能源证书相当于获得了使用绿色电力的声明权，企业可用其抵消范围二中等量电力所产生的碳排放。中国的可再生能源证书被称为绿色电力证书，简称绿证，是由国家可再生能源信息管理中心对电力企业非水可再生能源上网电量核发的电子证书。每份绿证对应 1 兆瓦时结算电量，并标记等量的温室气体减排量。

7.2.2 碳抵消的原则

根据国际标准 PAS 2060 碳中和证明规范，在任何情况下，抵消剩余温室气体排放所采用的方法论和类型均应符合以下原则：

1、购买的抵消额或返还的补偿信用额，应真实的代表其他地方温室气体额外减排量。

2、交易抵消额中涉及的项目应满足额外性、永久性、泄露性和重复计算性等准则。

3、碳抵消应经由独立第三方进行认证。

4、碳抵消项目的信用额，应在实现与抵消项目相关的减排后方可发行。

5、碳抵消项目的信用额应在实现声明公布之日起 12 个月内撤销。

6、碳抵消项目的信用额应由在注册处公开可用的项目文档予以支持，其中应提供的信息包括抵消项目、量化方法论以及审定和核查程序。

7、碳抵消项目的信用额应在一个独立可信的注册处予以保存和撤销。

8 碳中和评价

一次性纸制品生产企业在获得碳中和认证前应委托独立的具备认证资质的第三方机构进行碳中和审定和核查。

第三方机构需明确核查所采用的国际标准、认证的开始及结束时间、碳排放核算范围等，确保数据来源和结果的准确性和真实性，编制评价报告，报告应当

真实完整、逻辑清晰、客观公正，内容包括评价过程和方法、评价发现和结果、评价结论等。

9 碳中和实现声明

一次性纸制品生产企业碳中和实现并经评价后，应发布碳中和实现声明。

一次性纸制品生产企业碳中和实现声明应包含但不限于以下内容：

1. 企业基本信息
2. 企业碳排放核算范围和结果
3. 碳中和覆盖的时间
4. 企业碳减排、碳增汇路径及实现情况
5. 企业碳抵消方式及抵消量
6. 碳中和的评价方式、第三方评价机构基本信息（如有）及评价结论
7. 声明的企业单位/组织/人、声明时间
8. 其他需要说明的情况

附 录 A

企业碳排放核算要素的范围、类别及其说明

范围	类别	类别说明
范围一	燃料消耗	企业所涉及的化石燃料燃烧排放是指煤炭、燃气、柴油等燃料在各种类型的固定或移动燃烧设备（如锅炉、窑炉、内燃机等）中与氧气充分燃烧产生的二氧化碳排放
	自有运输设备	企业所有或控制的车辆和设备进行的运输和配送
	过程中的排放	企业所涉及的过程排放主要是部分企业外购并消耗的石灰石（主要成分为碳酸钙）发生分解反应导致的二氧化碳排放。
范围二	购买的热力（蒸汽、热水）	企业消费的购入热力（蒸汽、热水）所对应的二氧化碳排放（该部分排放实际发生在热力生产企业）
	购买的电力	企业消费的购入电力所对应的二氧化碳排放（该部分排放实际发生在电力生产企业）
范围三 （上游排放）	类别 1：购买的产品和服务	企业在报告年内购买或的产品或服务的获取、生产和运输
	类别 2：固定资产	企业在报告年度内购买或要求的资本产品的获取、生产和运输
	类别 3：燃料和能源相关活动（不包括范围 1 和 2 提到的）	范围一或二未核算的，企业消耗的燃料和能源相关的活动： A:企业消耗的燃料的提取、生产和运输 B:企业在电力、热力、采暖、制冷中的获取、生产和运输 C: 输配电 (T&D) 损失 D:企业购买的以及出售给终端用户(由效用

		企业或能源零售商报告)的电力、热力的生产
类别 4: 运输和配送(上游)		A: 企业在报告年度内购买的产品的第三方运输和配送, 包括企业一级供应商和各运营方之间、企业设备之间、企业和客户之间(企业付费) B: 在报告年度购买的第三方运输和配送服务(直接或通过中介), 包括入境物流、出境物流
类别 5: 运营中产生的废物		废水: 制浆造纸企业产生工业废水, 采用厌氧技术处理高浓度有机废水时会产生甲烷排放。 (注: 造纸和纸制品生产企业废水处理所导致的氧化亚氮排放不足企业总排放量的 1%, 因此本方法予以忽略)
		废物: 生产过程中产生的固体废物, 其温室气体排放按照售出产品废弃物处理方式计算
类别 6: 商务旅行		企业使用第三方所有或运营的车辆(如飞机、火车、公共汽车和客车)和进行与商业相关活动员工运输所产生的排放
类别 7: 员工通勤		企业员工上下班的通勤, 包括企业所有或租用的实体和设施的员工以及其他非公司雇员, 但往返于公司拥有和运营的设施的个人
类别 8: 租赁资产(不包括范围一和二提到的)		企业(承包方)在报告年度内租赁的、尚未包括在范围一或范围二中的资产的经营排放

	类别 9：投资（不包括范围一和二提到的）	范围一和范围二不包括的投资运营, 包括股权投资和债务投资
范围三 （下游排放）	类别 10：运输和配送（下游）	售出产品从出售时到终端用户的第三方运输和配送(非报告企业付费), 包括零售和储存
	类别 11：售出产品的加工	下游价值链合作伙伴(如制造商)进行的售出产品的加工
	类别 12：售出产品的使用	消费者使用企业在报告年售出的产品和服务
	类别 13：售出产品的最终处理	回收
		堆肥
		焚烧
		填埋
	类别 14：租赁资产（不包括范围一和二提到的）	企业（出租方）在报告年度内租赁的、尚未包括在范围一或范围二中的资产的经营排放
	类别 15：特许运营（不包括范围一和二提到的）	企业的加盟商在报告年度内的范围一、范围二的排放
碳存储	土地碳存储变化量	由于土地利用变化而产生的土地碳存储量的改变
	产品中的碳存储	储存在纸制品中的碳在使用过程中的延迟排放
	填埋中的碳存储	储存在纸制品中的碳在填埋处理过程的延迟排放
废物焚烧能源回收的	废物焚烧能量回收	废物焚烧产生的能量回收利用(如用于发电或供暖等)

碳抵消 效应		
-----------	--	--

附 录 B

企业碳中和认证的核查要求

范围	类别	碳中和认证核查类别
范围一	燃料消耗	✓
	自有运输设备	✓
	过程中的排放	✓
范围二	购买的热力（蒸汽、热水）	✓
	购买的电力	✓
范围三（上游排放）	类别 1：购买的产品和服务	●
	类别 2：固定资产	●
	类别 3：燃料和能源相关活动（不包括范围一和二提到的）	✓
	类别 4：运输和配送（上游）	●
	类别 5：运营中产生的废物	✓
	类别 6：商务旅行	✓
	类别 7：员工通勤	●
	类别 8：租赁资产（不包括范围一和二提到的）	●
	类别 9：投资（不包括范围一和二提到的）	●
范围三（下游排放）	类别 10：运输和配送(下游)	✓
	类别 11：售出产品的加工	●
	类别 12：售出产品的使用	●
	类别 13：售出产品的最终处理	●
	类别 14：租赁资产（不包括范围一和二提到的）	●
	类别 15：特许运营（不包括范围一和二提到的）	●

碳存储	土地碳存储变化量	•
	产品中的碳存储	•
	填埋中的碳存储	•
废物焚烧能源回收的 碳抵消效应	废物焚烧能量回收	•

说明：✓必需 • 推荐

附 录 C

企业碳排放核算的活动水平来源、排放因子参考值及数据来源

范围	类别		活动水平来源	排放因子数据	排放因子数据来源
范围一	燃料消耗		天然气、煤炭等消费量(原始数据)		IPCC 2006 固定燃料
	自有运输设备		车辆燃料消费量(原始数据)		IPCC 2006 移动源排放
	过程中的排放		消耗的石灰石量(主要成分为碳酸钙)	0.405 tCO ₂ /t 石灰	《造纸和纸制品生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》
范围二	购买的热力(蒸汽、热水)		蒸汽与热力消费量(原始数据)	0.11 tCO ₂ /GJ	《造纸和纸制品生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》
	购买的电力		电力消费量(原始数据)		生产地电网排放系数
范围三 (上游 排放)	类别 1: 购买的产品和服务		财务数据(产品和服务的类别、数量)		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)
	类别 2: 固定资产		财务数据		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)
	类别 3: 燃料和能源相关活动 (不包括范围一和二提到的)		燃料及能源消耗量 (原始数据)		IPCC 2006 固定燃料
	类别 4: 运输和配送(上游)		财务数据(平均运输和配送距离)		IPCC 2006 移动源排放
	类别 5: 运营中产生的废物	废水	废水厌氧处理去除的有机物总量、以污泥方式清除掉的有机物总量以及甲烷回收量		《造纸和纸制品生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》
		废物	废物类型、数量		IPCC 2006 废弃物
	类别 6: 商务旅行		财务数据(运输方式、距离、酒店类型及居住天数)		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)

	类别 7: 员工通勤	企业员工数量(原始数据)、员工的通勤方式、每天出行的平均距离、一天内上班时长及一年内的上班天数		IPCC 2006 移动源排放
	类别 8: 租赁资产 (不包括范围一和二提到的)	财务数据(租赁区域的范围一、范围二相关数据及租赁面积)		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)
	类别 9: 投资 (不包括范围一和二提到的)	财务数据		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)
范围三 (下游 排放)	类别 10: 运输和配送(下游)	估算财务数据		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)
	类别 11: 售出产品的加工	产品销售量(原始数据)、下游工艺的相关活动数据		IPCC 2006 其他产品制造和使用
	类别 12: 售出产品的使用	-	-	-
	类别 13: 售出产品的最终处理	产品销售量(原始数据)、当地废物处置情况	-	Simapro 软件(8.0.3.14 分析版)中 Ecoinvent 数据库
			CH_4 0.015kgCO ₂ eq	
			N_2O 0.012kgCO ₂ eq	
			CO ₂ 0.247kgCO ₂ eq	
			CH_4 2.75kgCO ₂ eq CO ₂ 0.3kgCO ₂ eq	
	类别 14: 租赁资产 (不包括范围 1 和 2 提到的)	财务数据(出租区域的范围一、范围二相关数据及出租面积)		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)
	类别 15: 特许经营 (不包括范围一和二提到的)	财务数据(加盟商范围一、范围二及范围三的排放数据)		环境投入产出分析 (Environmental Extended Input- Output, EEIO)
土地碳 存储变 化量	-	木材来源、使用量		IPCC 2006 农业、林业和其他土地利用

碳存储	产品中的碳存储	生产数据	0.43 t C/t 纸制品	IPCC 2006 木质林产品
	填埋中的碳存储	产品销售量(原始数据)、当地废物处置情况		IPCC 2006 废弃物 废弃物中储存的碳
废物焚烧能源回收的碳抵消效应	废物焚烧能量回收	产品销售量、地区生活垃圾回收情况	-0.074 kgCO ₂ <i>eq</i>	Simapro 软件中 IVAM LCA Data 4.06 数据库

附录 D

企业减碳增汇减排路径建议

范围	类别	减排路径建议
范围一	燃料消耗	1. 优化工艺及设备，改进能源供应结构 2. 转向低碳燃料来源
	自有运输设备	1. 减少供应商和客户之间的距离 2. 近地取原材料，优化运输和分配效率 3. 转向低温室气体排放强度的燃料来源，使用新能源汽车等
	过程中的排放	1. 使用绿色低碳的原材料，提高化学品利用效率 2. 改进工艺及设备，使用低排放强度的先进技术
范围二	购买的热力（蒸汽、热水）	1. 园区使用可再生能源电力，风力、光伏发电、太阳能供热等可再生能源供应，优化办公园区的能源供应结构。
	购买的电力	2. 采取多元化节能减排措施，对现有办公园区进行绿色化升级改造。比如：优化空调负荷、使用节能设备等，从源头减少能源消耗。
范围三 （上游排放）	类别 1：购买的产品和服务	1. 使用低温室气体排放强度的原材料替代高温室气体排放强度的原材料 2. 实现低温室气体排放采购政策，建设绿色采购机制，推进供应链的碳中和，优先选择低碳高效生产/服务模式的供应商。
	类别 2：固定资产	1. 使用低温室气体排放的资本产品替代高温室气体排放的资本产品
	类别 3：燃料和能源相关活动（不包括范围一和二提到的）	1. 减少能源消耗，改善能源结构
	类别 4：运输和配送（上游）	1. 减少供应商和客户之间的距离 2. 近地取原材料，优化运输和分配效率 3. 转向低温室气体排放强度的燃料来源，使用新能源汽车等
	类别 5：运营中产生的废物	1. 减少使用化学品 2. 物料回收循环利用，从源头减排 3. 改进技术，采用降低污染物及废弃物的技术和废弃物处理方法
	类别 6：商务旅行	1. 减少商务旅行的数量（例如，鼓励视频会议和网络会议代替现场会议） 2. 鼓励采用少排放的旅游方式（如：火车代替飞机）

	类别 7：员工通勤	1. 减少员工通勤距离 2. 提出开车上下班的不利因素(如停车政策)提供公共交通、自行车等激励机制 3. 实施远程办公方案 4. 合理安排工作时间，减少每周工作的天数
	类别 8：租赁资产（不包括范围一和二提到的）	1. 增加运营能效 2. 转向低温室气体排放强度的燃料和原材料等
	类别 9：投资（不包括范围一和二提到的）	1. 增加运营能效 2. 转向低温室气体排放强度的燃料和原材料等
范围三 （下游排放）	类别 10：运输和配送(下游)	1. 减少供应商和客户之间的距离 2. 近地取原材料，优化运输和分配效率 3. 转向低温室气体排放强度的燃料来源，使用新能源汽车等
	类别 11：售出产品的加工	1. 增加运营能效 2. 转向低温室气体排放强度的燃料和原材料等
	类别 12：售出产品的使用	1. 开发新的低或零温室气体排放强度的产品 2. 使用温室气体排放强度低的包装
	类别 13：售出产品的最终处理	1. 加强垃圾分类的引导，增强纸制品能源回收效率 2. 采用能减少室气体总量的产品包装(如减少产品的包装量，开发减少温室气体排放的新包装材料等) 3. 加强垃圾填埋、堆肥过程中温室气体收集与回收
	类别 14：租赁资产（不包括范围一和二提到的）	1. 增加运营能效 2. 转向低温室气体排放强度的燃料和原材料等
	类别 15：特许经营（不包括范围一和二提到的）	1. 增加运营能效 2. 转向低温室气体排放强度的燃料和原材料等
碳存储	土地碳存储变化量	1. 使用经可持续森林认证的木材原料 2. 加强森林管理，提高森林碳存储能力

参 考 文 献

- [1] PAS 2060-2010 Specification for the demonstration of carbon neutrality
- [2] PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
- [3] ISO 14064-1:2019 Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emission and removal
- [4] The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol): Corporate Standard
- [5] The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol): Corporate Value Chain (Scope 3) Standard
- [6] IPCC 2006 国家温室气体清单指南
- [7] IPCC 2006 国家温室气体清单指南 (2019 修订版)
- [8] 造纸和纸制品生产企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)
- [9] 李楠, 刘盈, 王震. 2020. 国际标准差异对产品碳足迹核算的影响分析——以胶版印刷纸为例 [J]. 环境科学学报, 40(2): 707-715.