

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/ATCRR

北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟团体标准

T/ATCRR XXXX—XXXX

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 饮 料纸基复合包装

Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for
quantification
Beverage carton package

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025 年 07 月）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟

发布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本原则.....	2
5 功能单位.....	3
6 系统边界.....	3
7 碳足迹计算方法.....	5
8 饮料纸基复合包装产品碳足迹报告.....	9
附录 A （资料性） 2023 年减排项目中国区域电网基准线排放因子.....	1
附录 B （资料性） 废弃饮料纸基复合包装焚烧和填埋过程的能源回收产生排放的计算.....	2
附录 C （资料性） 焚烧能源回收效率计算说明.....	5
参 考 文 献.....	6

前 言

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

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 饮料纸基复合包装

1 范围

本文件为饮料纸基复合包装产品碳足迹核算的术语和定义、功能单位、系统边界、数据收集、分配与计算方法提供指导性建议和要求。

本文件适用于饮料纸基复合包装产品碳足迹的计算。

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。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4122.1 包装术语 第1部分：基础

GB/T 4122.4 包装术语 第4部分：材料与容器

GB/T 20861 废弃物产品回收利用术语

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 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

T/ATCRR 27 饮料纸基复合包装再生利用企业评价标准

T/ATCRR 35 生产者责任延伸履责绩效评价 饮料纸基复合包装

ISO 14067:2018 温室气体管理 产品碳足迹量化要求和指南（Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification）

EUR 29682 EN 有关更新产品环境足迹方法的建议（Suggestions for updating the Product Environmental Footprint method）

3 术语和定义

GB/T 4122.1、GB/T 4122.4、GB/T 20861、GB/T 24040、GB/T 32150 和 T/ATCRR 35界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

饮料纸基复合包装 beverage carton package

以纸板作为基本结构材料，与塑料、铝箔等材料经复合工艺生产而成用来密闭存放液态食品的包装。

[来源：T/ATCRR 35—2021，定义 3.1]

3.2

产品碳足迹 carbon footprint of a product; CFP

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

注1：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每个功能单位的二氧化碳当量表示。

[来源：ISO 14067:2018，定义 3.1.1.1]

3.3

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

示例：质量（1 公斤、1 吨）。

[来源：GB/T 24044-2008,3.20]

3.4

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent (CO₂e)

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注：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势。

[来源：GB/T 32150—2015，定义 3.16]

3.5

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24044-2008，3.1]

3.6

分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源：GB/T 24044-2008，3.15]

3.7

全球变暖潜势 global warming potential; GWP

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强迫影响相关联的系数。

[来源：GB/T 32150-2015，3.15]

4 基本原则

4.1 相关性

在产品碳足迹研究中，所有选择的数据和方法适用于所研究系统引起的温室气体排放量和清除量

的评估。

4.2 完整性

在产品碳足迹研究中，所有对产品系统有显著贡献的温室气体排放量和清除量都应包括在内，显著程度取决于取舍原则。实施碳足迹核算工作的相关流程、数据及材料必须完整。

4.3 一致性

保证产品碳足迹研究的全过程应用相同的假设、方法和数据，以得到与目的和范围一致的结论。

4.4 连贯性

采用国际上已认可并已应用于具体产品种类的方法、标准和指南，以提高任何特定产品种类中产品碳足迹之间的可比性。

4.5 准确性

产品碳足迹的量化是准确的、可核查的、相关的、无误导性的，在进行碳足迹核算时尽可能减少误差和不确定性。

4.6 透明性

在商业机密允许的范围内，以公开、全面和可理解的信息表述方式处理和记录所有相关假设、方法、数据来源、估算等问题，以使产品碳足迹研究报告如实地阐明其内容。

5 功能单位

饮料纸基复合包装产品碳足迹核算应明确规定功能单位。功能单位应与饮料纸基复合包装产品碳足迹研究的目的和范围保持一致。本文件推荐使用的功能单位为灌装特定容量的饮料（如 1000L）所使用的包装。

6 系统边界

6.1 系统边界的确定

在本文件中，所核算的碳足迹总量用二氧化碳当量表示。所核算的温室气体的排放主要包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。本文件推荐的系统边界如图 1 所示，为饮料纸基复合包装从原材料获取到生命末期废弃处置的典型过程，核算主体可根据具体情况合理选取从摇篮到大门（从原材料获取到产品完成制造离开工厂）、从摇篮到坟墓（从原材料获取到产品废弃后焚烧或填埋处置）或从摇篮到摇篮（从原材料获取到产品废弃后循环再生利用）的系统边界。

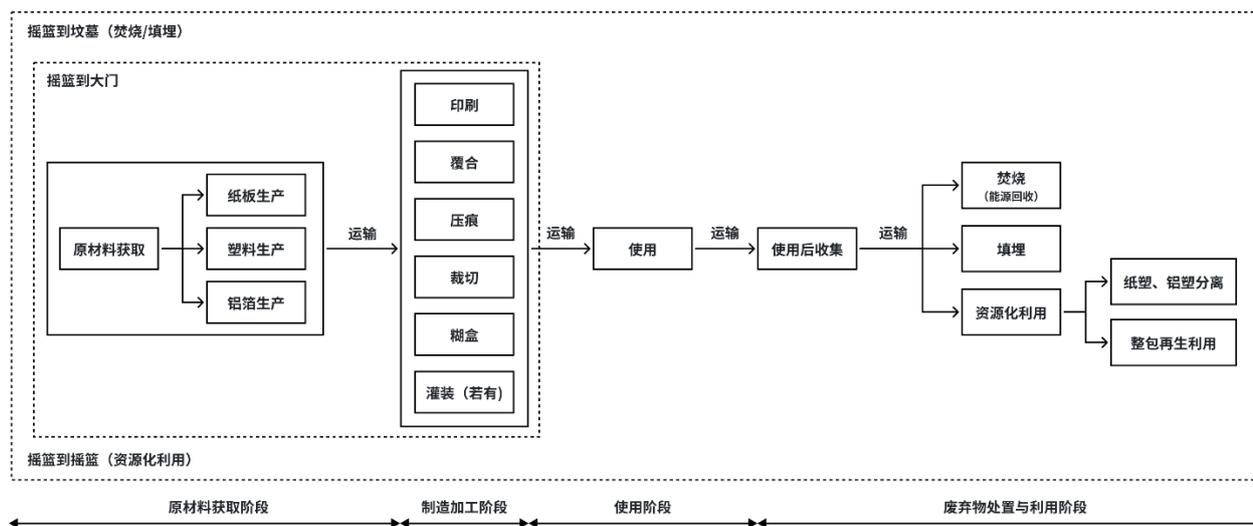


图1 饮料纸基复合包装产品碳足迹核算系统边界图

6.2 生命周期阶段

6.2.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段包括进入生产阶段的所有原材料的获取和加工。饮料纸基复合包装的产品碳足迹中应包括但不限于以下过程的温室气体排放：

- a) 纸板原材料的生产与运输相关过程；
- b) 塑料原材料的生产与运输相关过程；
- c) 铝箔原材料的生产与运输相关过程；
- d) 再生材料的生产与运输相关过程（若有）；
- e) 原材料获取阶段所产生废弃物的运输及处理相关过程。

注1：原材料获取阶段的再生材料一般指在生产饮料纸基复合包装时输入的再生纸板、再生铝箔和再生塑料等材料。

注2：饮料纸基复合包装的生产过程所使用的塑料原材料根据生产厂家的工艺流程不同，可能包括PE（聚乙烯）、EMA（乙烯-丙烯酸甲酯共聚物）、EAA（乙烯丙烯酸共聚物）、MLLDPE（茂金属线性低密度聚乙烯）、LPE（线型聚乙烯）等。

6.2.2 制造加工阶段

制造加工阶段可大致分为印刷、复合、压痕和裁切、灌装（若有）四个阶段。饮料纸基复合包装的产品碳足迹中应包括但不限于以下过程的温室气体排放：

- a) 纸板上卷、展开、收卷和打孔等过程；
- b) 印刷相关过程；
- c) 复合相关过程（包括火焰处理、射线或激光检验、加热、粘合塑料层、粘合铝层等相关过程）；
- d) 压痕与裁切相关过程；

- e) 包装成型相关过程（包括糊盒等）；
- f) 灌装相关过程（若有）。

6.2.3 零售和使用阶段

因饮料纸基复合包装在使用过程中几乎不产生温室气体排放，故饮料纸基复合包装的零售和使用阶段的温室气体排放主要考虑运输过程的排放。

6.2.4 废弃物处置阶段

饮料纸基复合包装的废弃物处置阶段从其废弃后开始，至其回归自然或分配到另一产品的生命周期结束。饮料纸基复合包装在废弃物处置阶段所产生的所有温室气体的排放与清除均应纳入产品碳足迹中，包括但不限于以下过程：

- a) 废弃处置：
 - 1) 焚烧产生的温室气体排放及能源回收；
 - 2) 填埋和因填埋场有机物分解而产生的温室气体排放，如甲烷；
 - 3) 将饮料纸基复合包装垃圾从回收点运输到生活垃圾焚烧厂或填埋场过程中而产生的温室气体排放。
- b) 资源化利用：
 - 1) 废弃饮料纸基复合包装的收集、分拣和运输；
 - 2) 材料回收过程（例如经粉碎、分离后制成再生纸浆、再生塑料颗粒、再生铝粉等材料）。

6.3 取舍原则

不应将对产品碳足迹有实质性贡献的温室气体排放排除在外。应量化至少 95% 与功能单位相关的生命周期内预计会产生温室气体排放，即温室气体排放小于所核算产品温室气体总排放估测值 1% 的可予以舍去，但累计不应超过 5%。所选择的取舍准则对核算结果产生的影响应在核算报告中作出解释。

7 碳足迹计算方法

饮料纸基复合包装的产品碳足迹核算总共分为三个部分，包括原材料获取阶段的排放、制造加工阶段的排放和废弃物处置的排放。本文件针对饮料纸基复合包装碳足迹计算方法和回收过程所产生的温室气体排放的分配原则均参考自欧盟《有关更新产品环境足迹方法的建议》中所推荐的循环足迹法（The Circular Footprint Formula, CFF）。

7.1 原材料获取阶段的排放

7.1.1 原生材料输入的排放

$$VIRG = \sum_{i=1}^n (1 - R_{1,i}) \times E_{V,i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$VIRG$ ——每功能单位饮料纸基复合包装在原材料获取阶段产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

i ——材料序号。其中， $i=1,2,3$ 分别代表纸板、塑料和铝箔；

$R_{1,i}$ ——原材料 i 中再生材料的份额，单位为百分比（%）。当原材料 i 的生产过程没有涉及再生材料的输入时，该值为0；

$E_{V,i}$ ——原材料 i 的获取和预处理所产生的排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）。

其中， $E_{V,i}$ 可按下式计算：

$$E_{V,i} = M_{P,i} \times EF_{v,i} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$M_{P,i}$ ——每生产功能单位重量的饮料纸基复合包装在原材料生产阶段所使用的原材料 i 的重量，单位为千克（ kg ）；

$EF_{v,i}$ ——每生产单位重量的原材料 i 所产生的排放量，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $kgCO_2e/kg$ ）。推荐优先从上游原材料供应商处取得相关参数。

7.1.2 再生材料输入的排放

当生产饮料纸基复合包装所使用的原材料中含有再生材料时（例如使用了再生塑料等），还应当考虑因再生材料输入而产生的排放，可按式（3）进行计算。若饮料纸基复合包装的生产均使用原生材料，则该部分排放为零。

$$REC_{in} = \sum_{i=1}^n R_{1,i} \times [A_i \times E_{R,in,i} + (1 - A_i) \times E_{V,i} \times \theta_i] \dots\dots\dots(3)$$

式中：

REC_{in} ——每功能单位饮料纸基复合包装生产过程中因再生材料输入而产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

A_i ——原材料 i 的供需市场平衡参数， $0.2 \leq A \leq 0.8$ 。当 $A > 0.8$ 时，意味着原材料 i 在市场上供大于求；当 $A < 0.2$ 时，意味着原材料 i 在市场上供不应求。本文件中，各原材料的供需市场平衡参数推荐值为：纸板 $A_1 = 0.2$ ，铝箔 $A_2 = 0.2$ ，塑料薄膜 $A_3 = 0.5$ ；

$E_{R,in,i}$ ——再生材料 i 的回收过程所产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

θ_i ——材料 i 的修正系数，无量纲。

其中， θ 为再生材料输入阶段的材料修正系数，无量纲比率，表示再生材料相对于原生材料的品质水平（ $Q_{S,in,i}/Q_{P,i}$ ），即回收材料相对于原生材料的品质损失或降级程度，通常有 $0 < \theta \leq 1$ 。当 θ 值越大时，说明该材料在回收再利用过程中质量保持得越好。推荐优先从上游原材料供应商处取得更新的且更全面的参数。若无相关信息，可使用本文件推荐值：再生纸板 $\theta_1=0.9$ ，再生铝箔 $\theta_2=1$ ，再生塑料 $\theta_3=0.75$ （参考自《再生塑料产品碳足迹计算方法》（T/CRRA 0305—2022））。

再生材料*i*的回收再利用过程所产生的温室气体排放 $E_{R,in,i}$ 包括其收集、运输、加工阶段，可按下式进行计算：

$$E_{R,in,i} = M_{S,in,i} \times EF_{r,i} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$M_{S,in,i}$ ——每生产功能单位重量的饮料纸基复合包装在原材料生产阶段所使用的再生材料*i*的重量，单位为千克（kg）；

$EF_{r,i}$ ——每生产单位重量的再生材料*i*所产生的排放量，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）。推荐优先从上游原材料供应商处取得相关参数。

7.2 制造加工阶段的排放

$$MANU = \sum_{j=1}^n M_j \times EF_j \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$MANU$ ——每功能单位饮料纸基复合包装制造生产阶段产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

j ——制造生产阶段所消耗的资源，包括电力、天然气、水和辅料等；

M_j ——生产功能单位的饮料纸基复合包装所消耗的资源*j*的量，单位为千克（kg）、立方米（m³）或千瓦时（kwh）；

EF_j ——消耗每单位的资源*j*所产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）或千克二氧化碳当量每立方米（kgCO₂e/m³）或千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）；

7.3 使用阶段的排放

$$USE = E_U \dots\dots\dots (3)$$

式中：

USE ——每功能单位饮料纸基复合包装使用阶段产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

E_U ——每功能单位饮料纸基复合包装在使用阶段因产品使用所产生的温室气体排放，主要以运输过程为主，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）。

7.4 废弃物利用处置的排放

7.4.1 资源化利用的排放

$$REC_{out} = \sum_{i=1}^n (1 - A_i) \times R_{2,i} \times (E_{R,out,i} - E_{V,i}^* \times \theta_i) \dots\dots\dots (6)$$

$$E_{V,i}^* = M_{S,out,i} \times EF_{V,i}^* \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- REC_{OUT} ——每功能单位饮料纸基复合包装在废弃物处置阶段回收利用过程所产生的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；
- $R_{2,i}$ ——饮料纸基复合包装在废弃物处置阶段用于回收利用的材料比例（通常以重量计），应在回收厂的输出端进行测量，单位为百分比（%）；
- $E_{R,out,i}$ ——每功能单位饮料纸基复合包装在废弃物处置阶段经回收利用而得到回收材料*i*的过程所产生的温室气体排放，包括收集、分类和运输等过程，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；
- $E_{V,i}^*$ ——假定由回收材料*i*替代的原生材料的获取和预处理过程产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）。例如，若经回收利用后得到再生纸浆，则其替代的是原生纸浆的生产过程；
- $M_{S,out,i}$ ——回收每功能单位饮料纸基复合包装得到的回收材料*i*的重量，单位为千克（ kg ）。例如，每回收灌装1000L饮料所使用的包装，得到了 $M_{S,out,1}$ 重量的再生纸浆；
- $EF_{V,i}^*$ ——每生产单位重量的由回收材料*i*替代的原生材料产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $kgCO_2e/kg$ ）。例如，每生产单位重量原生纸浆所产生的温室气体排放。

7.4.2 焚烧处置的排放

未经回收的饮料纸基复合包装大部分被送往焚烧厂进行焚烧处理（含能源回收过程），能源回收阶段的排放可按式计算：

$$ER_{OUT} = R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER} \times E_{SE}) \dots\dots\dots(8)$$

式中：

- ER_{OUT} ——每功能单位饮料纸基复合包装在废弃处置阶段被用于能源回收过程所产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；
- R_3 ——饮料纸基复合包装在废弃处置阶段被用于能源回收过程的比例，单位为百分比（%）；
- E_{ER} ——饮料纸基复合包装因能源回收过程（焚烧）所产生的温室气体排放,单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）。有关 E_{ER} 值计算的详细说明见附录B；
- LHV ——饮料纸基复合包装的低位热值，单位为MJ/kg。优先推荐使用实验室测得数据，若无该数据，则参考本文件推荐值），取23.61 MJ/kg；
- X_{ER} ——饮料纸基复合包装的能源回收效率，等于输出的能量的含量（如电力输出）除以用于能量回收的产品的能量含量的比值，单位为百分比（%）。有关 X_{ER} 值计算与取值的详细说明见附录D；
- $E_{SE,i}$ ——假定由原材料*i*进行焚烧并能源回收所替代的能源来源所产生的排放量，单位为 gCO_2e/J 。 $E_{SE,i}$ 值的取值见附录A表A.4。

7.4.3 填埋处置的排放

饮料纸基复合包装在废弃物处置阶段既未被回收也未被能源回收的部分被彻底报废，这部分产品主要以填埋方式进行处置。该部分的温室气体排放可按下式计算：

$$DISP = (1 - R_2 - R_3) \times E_D \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$DISP$ ——每功能单位饮料纸基复合包装在废弃处置阶段被彻底报废处置而产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

E_D ——废弃饮料纸基复合包装被填埋处置而产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。有关 E_D 值的计算的详细说明见附录C；

7.5 产品碳足迹核算

$$E_{GHG} = VIRG + REC_{in} + MANU + REC_{out} + ER_{OUT} + DISP \dots\dots\dots (10)$$

式中：

E_{GHG} ——每功能单位饮料纸基复合包装产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。

8 饮料纸基复合包装产品碳足迹报告

饮料纸基复合包装产品碳足迹核算报告内容需遵循本文件所要求的基本原则。报告包含但不限于以下内容：

- 产品名称、规格和功能描述；
- 功能单位；
- 系统边界；
- 量化期；
- 量化依据；
- 生命周期阶段描述；
- 取舍原则描述；
- 饮料纸基复合包装产品碳足迹；
- 结论和不确定性说明；
- 其他需要说明的情况。

附录 A
(资料性)

2023 年减排项目中国区域电网基准线排放因子

饮料纸基复合包装在废弃物处置阶段因能源回收而产生一定的温室气体清除量，其中，假定由原材料进行焚烧并能源回收所替代的能源来源所产生的排放量可由焚烧发电的电力输出量乘以中国区域电网基准线排放因子（电量边际排放因子 OM）获得。焚烧发电的电力输出量应由焚烧厂实际生产过程中测得，电力平均二氧化碳因子数据来源于《2023 年减排项目中国区域电网基准线排放因子》。如有更新，则以官方发布的更新数据为准。

表A.1 2023 年减排项目中国区域电网基准线排放因子

电网名称	OM (tCO ₂ e/MWh)
华北区域电网	0.9350
东北区域电网	1.0472
华东区域电网	0.7703
华中区域电网	0.8771
西北区域电网	0.9014
南方区域电网	0.7738
西南区域电网	0.5959

注3：表中OM为2019-2021年电量边际排放因子的加权平均值；

注4：本结果以公开的上网电厂的汇总数据为基础计算得出。

附录 B
(资料性)

废弃饮料纸基复合包装焚烧和填埋过程的能源回收产生排放的计算

废弃饮料纸基复合包装能源回收（焚烧）产生排放包括运输至生活垃圾焚烧厂排放以及生活垃圾焚烧产生的排放等。

$$E_{ER} = E_{tr} + E_I \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- E_{tr} ——将功能单位饮料纸基复合包装垃圾从回收点运输到生活垃圾焚烧厂而产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；
- E_I ——每功能单位饮料纸基复合包装焚烧产生的排放，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。

运输阶段的排放主要为由于燃料燃烧引起的直接排放，参考《陆上交通运输业温室气体排放核算指南》中推荐方法，可由下式进行计算：

$$E_{tr} = V \times FC \times EF_{fuel} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- V ——某货运交通工具在一定时间内所完成的货物周转量，单位为吨·千米（ $\text{t} \cdot \text{km}$ ），以企业统计数据为准；
- FC ——某货运交通工具完成单位货物周转量所消耗的燃料量，单位为千克每吨每千米（ $\text{kg/t} \cdot \text{km}$ ）；根据车辆类型、燃料种类及运输状况抽样统计单位运输周转量能耗，并以国家或地区交通主管部门最新发布的全国或地区运输车辆单位运输周转量能耗作为参考；
- EF_{fuel} ——某货运交通工具所使用的燃料因燃烧而产生的二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）。

焚烧产生的排放 E_I 按照《IPCC 国家温室气体排放清单指南》中推荐方法计算（式 B.3~B.6），不考虑露天燃烧。因纸板燃烧而产生的 CO_2 排放属于生物源碳排放，被认为是碳中性的，故不应被计入产品碳足迹当中。此外，当生产饮料纸基复合包装所使用的塑料为植物基塑料时，其焚烧而产生的 CO_2 排放也属于生物源碳排放，同样不计入产品碳足迹中。

$$E_I = E_{I,\text{CO}_2} + E_{I,\text{CH}_4} + E_{I,\text{N}_2\text{O}} \dots\dots\dots (B.3)$$

$$E_{I,\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^n (M_i \times DM_i \times CF_i \times FCF_i) \times OF_B \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$E_{I,CH_4} = M \times EF_{I,CH_4} \times GWP_{CH_4} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(B.5)$$

$$E_{I,N_2O} = M \times EF_{I,N_2O} \times GWP_{N_2O} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(B.6)$$

式中：

- M_i ——焚烧成分中材料i的重量，计算二氧化碳气体排放时不包括纸板材料、植物基塑料的燃烧，下同；
- DM_i ——焚烧成分中材料i的干物质含量，单位为百分比（%）。当材料i为塑料（非植物基塑料）时，参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，推荐缺省值为100%；
- CF_i ——焚烧成分中材料i的湿重含量中的含碳比例，单位为百分比（%）。当材料i为塑料（非植物基塑料）时，参考《IPCC国家温室气体排放清单指南》，推荐缺省值为75%；
- FCF_i ——焚烧成分中材料i的干物质含量的总碳含量中矿物碳的比例，单位为百分比（%）。当材料i为塑料（非植物基塑料）时，参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，推荐缺省值为100%；
- OF_B ——氧化因子，单位为百分比（%）。此处以焚烧为默认管理作法，参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，取推荐值100%；
- EF_{I,CH_4} ——焚烧阶段的CH₄排放因子，单位为千克甲烷每吨焚烧的废弃饮料纸基复合包装（kgCH₄/t）。此处以连续焚烧的机械炉排炉为默认作法，参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，取缺省值0.0002；
- EF_{I,N_2O} ——焚烧阶段的N₂O排放因子，单位为千克甲烷每吨焚烧的废弃饮料纸基复合包装（kgCH₄/t）。此处以连续和半连续焚烧炉为默认管理作法，参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，取缺省值0.05。

废弃饮料纸基复合包装未被回收和能源回收的部分被送往填埋场进行填埋处置，产生排放包括运输至垃圾填埋场排放以及填埋产生的排放等。垃圾填埋产生的排放按照《IPCC 国家温室气体排放清单指南》中推荐方法计算。废弃饮料纸基复合包装中填埋分解的主要成分为纸板。此外，与焚烧阶段类似，生物源碳排放不应被纳入，视作碳中性。因此，可由下式进行计算：

$$E_D = M_{paper} \times DOC \times DOC_f \times MCF \times F \times GWP_{CH_4} \times \frac{16}{12} \dots\dots\dots(13)$$

式中：

- DOC ——填埋的废弃饮料纸基复合包装中可降解有机碳含量，单位为百分比（%）。参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，推荐缺省值40%；
- DOC_f ——填埋的废弃饮料纸基复合包装中的可降解有机碳分解的比例，单位为百分比（%）。参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，取缺省值0.5；

- M_{paper} ——用于填埋的废弃饮料纸基复合包装中纸板材料的重量，单位为千克（kg），等于功能单位饮料纸基复合包装乘以纸板材料含量；
- MCF ——甲烷校正系数，此处以中国平均管理水平（严格厌氧）为默认做法，取缺省值0.9；
- F ——产生的填埋气体中CH₄的体积分数。参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南》，推荐默认值0.5；
- $\frac{16}{12}$ ——转换因子，单位为吨甲烷每吨碳（tCH₄/tC）。

附录 C
(资料性)
焚烧能源回收效率计算说明

能源回收效率等于输出能量的含量除以用于能源回收的产品的能量含量的比值，反映了废弃物中可用能量被回收并转换为有用形式（如电能或热能）的效率。 X_{ER} 考虑了能量转换过程中各种损失，如燃烧不完全、热量损失等。

$$X_{ER} = \frac{\text{焚烧回收过程输出的能量的含量 (电力输出)}}{\text{用于能量回收的产品中材料的总能量输入}} \times 100\%$$

X_{ER} 与焚烧厂的能效水平有关，以纯发电厂为例，可计算为：

$$X_{ER} = \frac{\text{吨垃圾发电量 (kWh/t)}}{\text{生活垃圾平均热值 (MJ/t)}} \times 100\%$$

其中，生活垃圾平均热值和吨垃圾发电量优先采用特定焚烧厂运行实测数据，其次采取国家有关部门最新数据。若数据都难获取，可采用本文件推荐值 20%。

参 考 文 献

- [1] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
 - [2] IPCC Sixth Assessment Report
 - [3] CM-072-V01 多选垃圾处理方式
 - [4] 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
 - [5] 《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
 - [6] PEFCR Guidance Document, - Guidance for the Development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs)
 - [7] PEFCR Guidance Document-Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs)
-