

ICS xxxx

C xxx

T/SHBX 0xx-2021

团体标准

产品包装碳排放核算方法与规则

General accounting methods and rules for carbon footprint of

product packaging

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

上海市包装技术协会 发布

目录

前言	I
1 范围	1
2 规范性 引用文件	1
3 术语和定义	1
4 核算原则	2
5 产品包装碳排放核算范围	3
6 产品碳排放核算	4
7 产品包装碳排放报告	9
附录 A	11
附录 B	15
附录 C	17

前言

本标准按照 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。

本标准由上海市包装技术协会提出并归口。

本标准为首次发布。

本标准起草单位：上海市环境能源交易所、当纳利（中国）投资有限公司、上海出版印刷高等专科学校、上海市绿色包装专业技术服务平台、云南贝泰妮生物科技集团股份有限公司、上海烟草包装印刷有限公司、上海宝钢包装股份有限公司、上海新通联包装股份有限公司、上海创亚纸业包装有限公司、上海雅丰包装制品有限公司、上海超彩油墨有限公司、沃时派客（上海）包装科技有限公司、上海树人木业有限公司、无锡市利佳包装装潢有限公司。

本标准起草人：崔庆斌、宾晖、沈杰、常铃雪、邵芬娟、葛惊寰、张清、周敏、吕昱、程兆良、黄昌海、丁波、张龙斌、郭向飞、王宇露、王亚东、张嘉伟。

本规范的“附录 A”以及“附录 B”是本规范提示的指导性资料。

产品包装碳排放核算方法与规则

1 范围

本文规定了产品包装碳排放核算方法与规则的目标、核算范围、功能单位、系统边界、数据收集与处理、核算等内容。

本文件适用于指导产品包装碳排放核算活动。

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 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

ISO/TS 14067 温室气体 产品碳排放 量化与通报要求及指南（Greenhouse gases - Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication)

PAS 2050 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范（Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 产品包装 product packaging

产品包装是指在产品运输、储存、销售等流通过程中，为了保护产品、方便储存、促进销售，按一定技术方法而采用容器、材料和辅助物等对产品所附的装饰总称。

3.2 产品碳排放 carbon footprint of a product(CFP)

基于生命周期评价，以 CO₂e 表示的产品系统中温室气体排放和清除之和。

3.3 功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

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。

4 核算原则

4.1 相关性

选取适用于所评价的产品系统温室气体排放与清除评价的数据与方法。

4.2 完整性

应对产品包装的碳排放进行全面的核算和报告。

4.3 一致性

在产品包装碳排放评价的整个过程中应采用相同的假设、方法和数据，以得到与评价目标和内容相一致的结论。

4.4 统一性

选取某产品种类中已被认可和采用的方法学、标准和指导性文件，以提高任何特定产品种类的产品碳排放直接的可比性。

4.5 准确性

对产品包装碳排放进行准确的计算，尽可能地减少偏差和不确定性。

4.6 透明性

具有明确的数据收集方法和计算过程，并对数据来源及计算方法给与充分说明。

4.7 可操作性

确保核算及报告的各环节具有明确的指导性和可行性。

5 产品包装碳排放核算范围

5.1 定义系统边界

5.1.1 原材料获取阶段

a) 原材料生产加工过程，包括纤维素、高分子聚合物（如 PE、PP、PET、PS 等等）、氧化硅酸、氧化硼、钢、铝等生产过程；

b) 物料获取过程（例如油墨等）

c) 废水、废弃物处理过程

5.1.2 包装制造阶段

a) 包装产品生产加工过程，不同类型的产品生产制造阶段需要根据实际情况定义。例如瓦楞纸箱制造阶段，可以根据实际生产情况进行定义：瓦楞纸板生产-印刷-模切-粘合-打包；或者瓦楞纸板生产-印刷模切-粘合-打包；也可以是瓦楞纸板生产-印刷模切粘合-打包：根据实际的生产情况细分工艺，工艺与生产设备息息相关。

b) 废水、废弃物处理过程。

5.1.3 物流阶段

产品包装的物流过程，包括存储、运输等过程。

5.1.4 后处理阶段

产品包装后处理阶段包括回收再利用过程或作为废弃物的处理、处置过程。

5.2 识别排除项目

对产品包装碳排放评价结果不会造成显著影响的设施/单元过程才被允许排除，但应明确说明并解释排除的原因及可能造成的后果，主要的排除项目有以下几个方面：

a) 劳力的间接资源（工人的食物、服装和饮水等）

b) 员工私人运输和差旅；

c) 包装使用阶段；

d) 对产品环境影响相对较小，并且质量占总输入质量的比例小于 5% 的部分原材料可以被排除在研究之外。

5.3 功能单位

对于产品包装，宜采用数量、质量单位为数量单位，最终结果按照 GB/T 8170 修约为小

数点后的两位有效数字。

5.4 核算时间段选择

应优先考虑数据的年份和收集数据的最短期限,以及针对具体被评价产品包装的时间数据。所有核算采用数据应标明数据收集的时间跨度。

与产品生命周期中具体单元过程相关的温室气体排放和清除随时间变化,选择的时间范围可以确定产品生命周期中温室气体排放和清除的平均值,如:季节性生产的产品应覆盖产品生产的整个时间周期,不能仅使用部分时间段的数据进行核算。

6 产品碳排放核算

6.1 产品包装碳排放

产品包装碳排放的核算应包括原材料获取、制造、物流、后处理阶段所设计的所有单元过程计算见公式(1):

$$CFP=(E_a+E_b+E_c+E_d+E_f)\times 1000\cdots\cdots(1)$$

式中:

CFP---产品碳排放,单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)

E_a---产品原材料获取阶段温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e);

E_b---产品包装辅助材料获取阶段温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e);

E_c---产品包装制造阶段温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e);

E_d---产品包装物流阶段温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e);

E_f---产品包装回收利用和废弃物处理阶段温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e);

6.2 产品原材料化石燃料燃烧排放

6.2.1 计算公式

产品原材料消耗的化石燃料,如汽油、柴油、天然气、液化石油气等,燃烧产生的二氧化碳排放量按照式(2)计算:

$$E_a = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

E_a ---生产产品包装化石燃料燃烧产生的排放量, 单位为 tCO_2e ;

AD_i ---为产品包装原材料消耗的第 i 种燃料的活动水平, 单位为吉焦耳 (GJ);

EF_i ---第 i 种燃料的二氧化碳排放因子, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

i ---原材料消耗的化石燃料类型代号。

6.2.2 活动水平数据

第 i 中化石燃料燃烧的活动水平 AD_i 按照公式 (3) 计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \dots\dots\dots (3)$$

式中:

AD_i ---为原材料消耗的第 i 种燃料的活动水平, 单位为吉焦 (GJ);

NCV_i ---为原材料消耗的第 i 种燃料的平均低位发热量, 固体和液体燃料单位为吉焦每吨 (GJ/t); 气体燃料单位为吉焦每万标立方米 ($GJ/10^4Nm^3$);

FC_i ---为原材料消耗的第 i 种燃料的消耗量, 固体和液体燃料单位为吨 (t); 气体燃料单位为万标立方米 (10^4Nm^3)。

6.2.3 排放因子数据

第 i 种化石燃料排放水平 EF_i 按照公式 (4) 计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

EF_i ---第 i 种燃料燃烧的二氧化碳排放因子, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

CC_i ---第 i 种燃料的单位热值含碳量, 单位为吨碳每吉焦 (tC/GJ);

OF_i ---第 i 种燃料的碳氧化率, 单位为%;

$\frac{44}{12}$ ---碳转换成二氧化碳的转换比例。

6.3 辅助材料化石燃料燃烧排放

6.3.1 计算公式

辅助材料消耗的化石燃料, 如汽油、柴油、天然气、液化石油气等, 燃烧产生的二氧化碳排放量按照式 (5) 计算:

$$E_b = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

E_b ---生产产品包装辅助材料化石燃料燃烧产生的排放量，单位为 tCO_2e ；

AD_i ---为产品包装辅助材料消耗的第 i 种燃料的活动水平，单位为吉焦耳（GJ）；

EF_i ---第 i 种燃料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦(tCO_2/GJ)；

i ---辅助材料消耗的化石燃料类型代号。

6.3.2 活动水平数据

第 i 中化石燃料燃烧的活动水平 AD_i 按照公式（6）计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \dots\dots\dots (6)$$

式中：

AD_i ---为辅助材料消耗的第 i 种燃料的活动水平，单位为吉焦（GJ）；

NCV_i ---为辅助材料消耗的第 i 种燃料的平均低位发热量，固体和液体燃料单位为吉焦每吨（GJ/t）；气体燃料单位为吉焦每万标立方米（GJ/ $10^4 Nm^3$ ）；

FC_i ---为辅助材料消耗的第 i 种燃料的消耗量，固体和液体燃料单位为吨（t）；气体燃料单位为万标立方米（ $10^4 Nm^3$ ）。

6.3.3 排放因子数据

第 i 种化石燃料排放水平 EF_i 按照公式（7）计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

EF_i ---第 i 种燃料燃烧的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2e/GJ ）；

CC_i ---第 i 种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（ tC/GJ ）；

OF_i ---第 i 种燃料的碳氧化率，单位为 %；

$\frac{44}{12}$ ---碳转换成二氧化碳的转换比例。

6.4 产品包装制造和后处理阶段的温室气体排放

产品包装制造和后处理阶段的温室气体排放都可能包含多个单元过程，包括电、热以及水的温室气体排放，具体如下，按照公式（8）计算。

$$E_c + E_f = \sum_i (E_{g,i} + E_{h,i} + E_{j,i}) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$E_{g,i}$ ---产品包装制造和后处理阶段电力消耗温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{h,i}$ ---产品包装制造和后处理阶段热力温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{j,i}$ ---产品包装制造和后处理阶段水温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

i ---产品包装制造阶段和后处理过程。

6.4.1 净购入电力排放

6.4.1.1 电力温室气体排放量

电力消耗温室气体排放量的计算见公式（9）。

$$E_g = \sum_{i=1}^n (AD_{g,i} \times EF_{g,i}) \dots\dots\dots (9)$$

式中：

E_g ---产品包装制造和后处理阶段电力消耗温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$AD_{g,i}$ ---各产品包装制造和后处理阶段的电力消耗量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{g,i}$ ---各产品包装制造和后处理阶段的电力排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时（tCO₂e/MWh）；

i ---产品包装制造和后处理阶段。

6.4.1.2 电力活动水平数据

电力消耗量可以通过查读电力计量器具获得。

6.4.1.3 电力排放因子

电力排放因子应采用地方主管部门最新发布的数据或相关计算方法进行计算。

6.4.2 净购入热力排放

6.4.2.1 热力温室气体排放

热力消耗温室气体排放量的计算见公式（10）：

$$E_h = \sum_{i=1}^n (AD_{h,i} \times EF_{h,i}) \dots\dots\dots (10)$$

式中：

E_h ---产品包装制造和后处理阶段热力消耗温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量

(tCO₂e)；

AD_{h, i}---各产品包装制造和后处理阶段的热力消耗量，单位为兆瓦时（GJ）；

EF_{h, i}---各产品包装制造和后处理阶段的热力排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（tCO₂e/GJ）；

i---产品包装制造和后处理阶段。

6.4.2.2 热力活动水平数据

热力消耗量可以通过查读热力计量器具获得。

6.4.2.3 热力排放因子

热力排放因子应采用地方主管部门最新发布的数据或相关计算方法进行计算。

6.4.3 外购水温室气体排放

6.4.3.1 水温室气体排放

水消耗温室气体排放量的计算见公式（11）：

$$E_j = \sum_{i=1}^n (AD_{j, i} \times EF_{j, i}) \dots\dots\dots (11)$$

式中：

E_j---产品包装制造和后处理阶段水消耗温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂eq）；

AD_{j, i}---各产品包装制造和后处理阶段的水消耗量，单位为吨（t）；

EF_{j, i}---各产品包装制造和后处理阶段的水排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO₂e/t）；

i---产品包装制造和后处理阶段。

6.4.3.2 水活动水平数据

水消耗量可以通过查读水计量器具获得。

6.4.3.3 水排放因子

水排放因子应采用地方主管部门最新发布的数据或相关计算方法进行计算。

6.5 物流阶段温室气体的排放

物流阶段指的是产品包装的储藏和运输，包括电和石油加工品的温室气体排放。

$$E_d = E_{k, i} + E_{l, i} \dots\dots\dots (12)$$

6.5.1 净购入电力排放

其中 $E_{k,i}$ 指的是物流阶段外购电的温室气体排放，具体计算同 6.4.1。

6.5.2 石油加工品温室气体排放

6.5.2.1 石油加工品温室气体排放

石油加工品消耗温室气体排放量的计算见公式（13）：

$$E_{l,i} = \sum_{i=1}^n (AD_{l,i} \times EF_{l,i}) \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$E_{l,i}$ ---产品包装物流阶段石油加工品消耗温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$AD_{l,i}$ ---各产品包装物流阶段的石油加工品消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{l,i}$ --- 各产品包装物流阶段的石油加工品排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO₂e/t）；

i ---产品物流阶段。

6.5.2.2 石油加工品活动水平数据

石油加工品消耗量可以通过查读水计量器具获得。

6.5.2.3 石油加工品排放因子

石油加工品排放因子应采用地方主管部门最新发布的数据或相关计算方法进行计算。

7 产品包装碳排放报告

7.1 产品包装碳排放报告内容

产品包装碳排放报告应该至少包含以下内容：

----产品名称、规格、型号和功能描述；

----功能单位；

----核算期；

----生命周期阶段描述；

----数据取舍准则描述；

---产品包装碳排放；

----结论和不确定性说明；

----其他需要说明的情况。

7.2 产品包装碳排放核算报告

产品包装碳排放核算报告模板可参考附录 A。

附录 A
(资料性附录)

产品包装碳排放评价报告框架

产品名称：_____

委托单位名称：_____

评价报告编号：_____

评价依据：_____

评价结论：_____公司（填写产品生产者的全名）生产（或填写“提供”）_____的（填写所评价的产品名称），从制造阶段到使用阶段的碳排放为_____ kg CO₂e。

批准人：_____（签名）

评价机构：_____（盖章）

批准日期：_____ 年_____ 月_____ 日

一、基本情况

表一 基本情况

生产单位	单位名称					
	单位地址					
	法定代表人					
	联系人					
	联系方式					
评价产品	产品名称					
	功能单位					
	产品介绍					

二、 评价目标

披露产品生命周期碳排放对于产品生产企业的发展而言具有重要意义。企业对产品生命周期温室气体排放进行评价后，可根据评价结果采取有效可行的措施来减少供应链中的碳排放，这样不仅可降低企业能，还可节约生产成本并提高企业效益。

三、系统边界及范围

3.1 系统边界及范围描述

XXXX

3.2 周边流程图

XXXX

四、计算方法

XXXX

五、产品碳排放计算

5.1 各阶段活动数据及排放因子说明

表二 产品各阶段活动数据说明

周期阶段	活动数据	单位	数据来源
------	------	----	------

制造			
分销			
使用			

表三 产品各阶段排放因子说明

周期阶段	排放因子	单位	数据来源
制造			
分销			
使用			

5.2 产品生命周期碳排放清单及说明

---（每功能单位的产品）从制造阶段到使用阶段的碳排放为---kgCO₂eq。
各阶段的排放情况及占比如下表。

表四 每功能单位的产品生命周期阶段排放情况及占比

周期阶段	碳排放（kgCO ₂ e）	百分比（%）
制造		
分销		
使用		
总计		

5.3 其他说明

XXXX

六、报告管理及保存

本报告由 xx 单位 xx 部门以纸质版/电子版的形式保管，保存年限为 xx 年；
报告可用于 xxx 用途，报告中 xxx 为保密性信息，如须使用请联系相关方。

七、参考文献

XXXX

八、支持性文件

（资料性附录）

附录 B
(资料性附录)
全球变暖潜势 (GWP)

表 B.1 温室气体的全球增温潜势 (GWP)

温室气体名称	化学分子式	GWP(100-yr)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	28
化石甲烷	CH ₄	30
氧化亚氮	N ₂ O	265
氢氟碳化合物		
HFC-23	CHF ₃	12,400
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
HFC-41	CH ₃ F	116
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3,170
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1120
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,300
HFC-143	CH ₂ FCHF	328
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4800
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	16
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	4
HFC-227ca	CF ₃ CF ₂ CHF ₂	2640
HFC-227ea	CF ₃ CHF ₂ CF ₃	3350
HFC-236ea	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	1210
HFC-236fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1330
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8060
HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	716
HFC-245cb	CF ₃ CF ₂ CH ₃	4620
HFC-245ea	CHF ₂ CHFCHF ₂	235
HFC-245eb	CH ₂ FCH ₂ CF ₃	290
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	858
HFC-263fb	CH ₃ CH ₂ CF ₃	76
HFC-272ca	CH ₃ CF ₂ CH ₃	144
HFC-329p	CHF ₂ CF ₂ CF ₂ CF ₃	2360
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	804
HFC-43-10mee	CF ₃ CH ₂ CH ₂ CF ₂ CF ₃	1650
HFC-1132a	CH ₂ =CF ₂	<1
HFC-1141	CH ₂ =CHF	<1
(Z) -HFC-1225ye	CF ₃ CF=CHF(Z)	<1
(E) -HFC-1225ye	CF ₃ CF=CHF(E)	<1

(Z)-HFC-1234ze	$\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHF}(\text{Z})$	<1
HFC-1234yf	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$	<1
(E)-HFC-1234ze	Trans- $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$	<1
(Z) -HFC-1336	$\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHCF}_3$ (Z)	2
HFC-1243zf	$\text{CF}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	<1
HFC-1345zfc	$\text{C}_2\text{F}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	<1
3,3,4,4,5,5,6,6,6-Nonafluorohex-1-ene	$\text{C}_4\text{F}_9\text{CH}=\text{CH}_2$	<1
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Tridecafluorooct-1-ene	$\text{C}_6\text{F}_{13}\text{CH}=\text{CH}_2$	<1
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-Heptadecafluorodec-1-ene	$\text{C}_8\text{F}_{17}\text{CH}=\text{CH}_2$	<1
全氟碳化物		
PFC-14	CF_4	6630
PFC-116	C_2F_6	11100
PFC-c216	c- C_3F_6	9200
PFC-218	C_3F_8	8900
PFC-318	c- C_4F_8	9540
PFC-31-10	C_4F_{10}	9200
Perfluorocyclopentene	c- C_5F_8	2
PFC—41-12	C_5F_{12}	8550
PFC-51-14	C_6F_{14}	7910
PFC-61-16	n- C_7F_{16}	7820
PFC-71-18	C_8F_{18}	7620
PFC-91-18	$\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	7190
Perfluorodecalin(cis)	Z- $\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	7240
Prefluorodecalin(trans)	E- $\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	6290
PFC-1114	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	<1
PFC-1216	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2$	<1
Perfluorobuta-1,3-diene	$\text{CF}_2=\text{CFCF}=\text{CF}_2$	<1
Perfluorobut-1-ene	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CF}_2$	<1
Perfluorobut-2-ene	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CFCF}_3$	2
六氟化硫	SF_6	23500

附录 C

（资料性附录）

表 C.1 中国区域电力和热力平均 CO₂ 排放因子

名称	数值	单位
电力排放因子	0.6101	tCO ₂ /MWh
热力排放因子	0.11	tCO ₂ /GJ