

团 体 标 准

T/CPPIA 23—2023

替换一次性不可降解制品温室气体减排量
核算方法学

Methodology of GHG Emission Reduction for Replacing Single-use non-degradable
products

2023 - 01 - 01 发布

2023 - 01 - 01 实施

中国塑料加工工业协会 发布

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。

本标准由中国塑料加工工业协会提出。

本标准由中国塑料加工工业协会团体标准化技术委员会归口。

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。

本标准起草单位：广州赛宝认证中心服务有限公司，阿里巴巴（中国）有限公司，阿里云计算有限公司，成都享澈科技有限公司，中国塑料加工工业协会，盒马（中国）有限公司、浙江天猫供应链管理有限公司、深圳二零五零科技有限公司

本标准主要起草人：陈菊芳、周凡珂、陈春艳、周文闻、程永杰、王丽珊、刘小路、武依伶、袁灿、肖镭、谢予丛、朱姗姗、任剑青、袁涛、田辉、杨灵叶、王小乔、侯轶丁



替换一次性不可降解制品温室气体减排量核算方法学

1 范围

本文件规定了替换一次性不可降解制品温室气体减排量核算边界、基准线情景的确定、减排量计算和数据监测及来源。

本文件适用于一次性生物基可降解塑料或纸质制品替代不可降解一次性塑料制品使用后回收处理产生的温室气体减排量核算方法。

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 2035 塑料术语及其定义

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas, GHG

自然与人为产生的大气气体成分，可吸收与释放由地球表面、大气层和云层所释放的波长在红外光谱范围内特定波长的辐射。

3.2

温室气体排放 greenhouse gas emissions; GHG emissions

向大气中排放温室气体。

3.3

温室气体排放量 greenhouse gas emission

向大气中排放温室气体的总质量。

3.4

温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor, GHG emission factor

将活动数据与GHG排放相关联的因子。

3.5

全球变暖潜能值 global warming potential, GWP

基于温室气体辐射特性的指数，当前大气中给定质量温室气体在选定时间内的排放水平，测量其脉冲辐射强度，相当于二氧化碳的系数。

3.6

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent, CO₂e

比较温室气体和二氧化碳的辐射强度的单位。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以其全球变暖潜能值。

3.7

基准线情景 baseline scenario

指没有替换发生的情景。

3.8

基准线排放 baseline emission

指没有替换情景下的温室气体碳排放。

注：按照方法学，指一次性不可降解塑料废弃后回收处理阶段温室气体排放。

3.9

项目排放 project emission

指用纸质或生物基可降解塑料制品替换后回收废物处理阶段的温室气体排放。

注：按照方法学，指用纸质或生物基可降解塑料制品替换一次性不可降解塑料制品废物后回收处理阶段的温室气体排放。

3.10

一次性生物基可降解塑料制品 single-use bio-based degradable plastic products

一次性生物基可降解塑料制品是指以生物基塑料为原料，通过挤塑、注塑、吹塑、压延、层压等工艺加工成型的吸管、饮料瓶/杯、餐盒、塑料包装袋等可以降解的一次性塑料制品。包括使用生物基可降解制成的纸塑复合制品。

3.11

一次性纸制品 Single-use paper products

一次性纸质制品主要是指由纸质材料通过热压、粘贴等生产工艺制成的吸管、饮料瓶/杯、餐盒、包装袋等一次性纸制品，包括有生物基可降解塑料作为淋膜材料的淋膜纸制品。

4 核算边界

该方法学的核算边界指与营业范围一致的一次性零售、餐饮制品废弃后回收处理所产生的温室气体排放，不包括制品生产到使用过程的温室气体排放。

温室气体类型包括CO₂、N₂O和CH₄。

5 基准线情景的确定

5.1 基准线情景

被使用的不可降解一次性塑料制品，在使用寿命结束后回收作为废弃物进行焚烧或卫生填埋处理。

5.2 减排机理

与基准线情景相比，使用生物基可降解一次性塑料或纸质制品废弃后回收处理阶段产生较少的温室气体排放。

6 减排量计算

6.1 基准线排放量

基准线情景下温室气体排放包括两方面，一是废弃的一次性不可降解塑料制品在运输和处理过程消耗能源产生的排放；二是废弃的一次性不可降解塑料制品填埋或焚烧过程中本身发生化学变化产生的温室气体排放。如下式(1)：

$$BE_i = BE_{n,i} + BE_{p,i} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

BE_i ——基准线情景下，核算周期内（通常指1年），一次性不可降解塑料制品*i*废弃后回收处理产生的温室气体排放量（tCO₂e）；

i ——一次性不可降解塑料制品*i*；

$BE_{n,i}$ ——基准线情形下，核算周期内，一次性不可降解塑料制品在废弃后因为运输和处理过程消耗能源所产生的温室气体排放量（tCO₂e）。因为一次性生物基可降解塑料、纸质制品和不可降解塑料制品废弃后均会产生运输和相关处理的能源消耗，这部分视为相同互相抵消，本方法学不考虑此部分的计算。

$BE_{p,i}$ ——基准线情景下，核算周期内，一次性不可降解塑料制品在废弃后作为垃圾处理过程中塑料发生化学变化产生的温室气体排放量（tCO₂e）。

6.1.1 $BE_{p,i}$ 计算：

鉴于目前垃圾处理方式为焚烧和卫生填埋两种并存，因此废弃后处置排放量取两种处理方式排放量的和。如下式（2）：

$$BE_{p,i} = BE_{f,i} + BE_{t,i} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$BE_{p,i}$ ——一次性不可降解塑料制品*i*废弃后作为垃圾处理时产生的排放（tCO_{2e}）。

$BE_{f,i}$ ——核算周期所属年份，通过焚烧处理的生活垃圾量产生的排放（tCO_{2e}）；

$BE_{t,i}$ ——核算周期所属年份，通过卫生填埋处理的生活垃圾量产生的排放（tCO_{2e}）；

（1） $BE_{f,i}$ ，计算：

按式（3）～（6）计算，代入有关参数默认值后，计算得到式（7），按式（7）计算：

$$BE_{f,i} = BE_{f,CO_2} + BE_{f,CH_4,N_2O} \dots \dots \dots (3)$$

$$BE_{f,CO_2} = \omega_{bf} \times Q_{bf,i} \times EF_b \times FCC_{bf,i} \times FFC_{bf,i} \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (4)$$

$$BE_{f,CH_4,N_2O} = \omega_{bf,i} \times Q_{bf,i} \times (EF_{bN_2O} \times GWP_{N_2O} + EF_{bCH_4} \times GWP_{CH_4}) \dots \dots \dots (5)$$

$$Q_{bf,i} = q_{b,i} \times N_{b,i} \times \alpha \times 10^{-6} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

BE_{f,CO_2} ——一次性不可降解塑料制品焚烧处理时产生的CO₂排放，单位为（tCO_{2e}）；

BE_{f,CH_4,N_2O} ——一次性不可降解塑料制品焚烧处理时产生的CH₄、N₂O排放（tCO_{2e}）；

ω_{bf} ——一次性不可降解塑料制品干重比，参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4，取默认值100%；

$Q_{bf,i}$ ——一次性不可降解塑料制品*i*焚烧的总重量（t），保留6位小数；

EF_b ——一次性不可降解塑料制品废弃后焚烧处理时所采用的焚烧设备的燃烧效率，参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷5.4.1.3 氧化因子部分，默认值取100%；

$FCC_{bf,i}$ ——一次性不可降解塑料制品中的总碳含量占干重的比重（%），参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4，取默认值75%；

$FFC_{bf,i}$ ——一次性不可降解塑料制品总碳含量中的化石碳比例（%），参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4，默认值取100%；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳及碳的相对分子质量之比（tCO₂/tC）；

EF_{bN_2O} 、 EF_{bCH_4} ——一次性不可降解塑料焚烧处理时N₂O、CH₄排放因子（tN₂O/t或tCH₄/t），参考《多选垃圾处理方式》（CM-072-V01），本方法学N₂O排放因子取1.21×50×10⁻⁶ tN₂O/t（按连续焚烧炉计），甲烷取0 tCH₄/t（按连续焚烧流化床类型计）；

GWP_{N_2O} 、 GWP_{CH_4} ——氧化亚氮、甲烷全球变暖潜能值，参考《IPCC第五次评估报告》，氧化亚氮取265，甲烷取28；

$q_{b,i}$ ——一次性不可降解塑料制品*i*重量（g）；

$N_{b,i}$ ——使用的一次性不可降解塑料制品*i*作为生活垃圾处理的个数。

α ——核算周期所属年份，通过焚烧处理的生活垃圾量占生活垃圾总处理量的比例（%），可参考《城乡建设统计年鉴》中数据进行计算，若当年数据不可得，可采用最新可得数据进行计算；

根据上述默认值，单位一次性不可降解塑料焚烧处理时产生的温室气体排放量按式（6）计算：

$$BE_{f,i} = EF_{bf,i} \times Q_{bf,i} = EF_{bf,i} \times q_{b,i} \times N_{b,i} \times \alpha \times 10^{-6} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$EF_{bf,i}$ ——一次性不可降解塑料*i*焚烧排放系数（tCO₂/t），废弃塑料焚烧的排放因子为2.7660 tCO₂/t。

6.1.2 $BE_{t,i}$ 计算：

计算时，仅考虑填埋场甲烷收集和销毁，不考虑甲烷的综合利用（比如发电、供热等），按式（8）～（11）计算，代入有关参数默认值后，计算得到式（11）计算：

$$BE_{t,i} = BE_{t,CO_2} + BE_{t,CH_4} \dots\dots\dots (8)$$

$$BE_{CH_4} = \varphi \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF \times \left(Q_{bt,i} \times DOC_{bt,i} \times e^{-k \times (y-x)} \times (1 - e^{-k}) \right) \dots\dots (9)$$

$$BE_{t,CO_2} = \eta \times BE_{CH_4} \times \frac{44}{16} \dots\dots\dots (10)$$

$$BE_{t,CH_4} = (1 - \eta) \times BE_{CH_4} \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$BE_{t,i}$ —— 一次性不可降解塑料进行卫生填埋处理时产生的温室气体排放量(tCO₂) ;

BE_{t,CO_2} —— 一次性不可降解塑料制品进行卫生填埋处理时产生的CO₂排放 (tCO₂) ;

BE_{t,CH_4} —— 一次性不可降解塑料制品卫生填埋处理时产生的CH₄排放 (tCO₂e) ;

η —— 垃圾填埋气收集系统的效率,参考《垃圾填埋气项目》(CM-077-V01),取默认值50%;

$\frac{44}{16}$ —— 甲烷及二氧化碳的相对分子质量之比 (tCO₂/t CH₄) ;

φ —— 计算模型不确定性矫正系数,参考《Emissions from solid waste disposal sites》(《固体废弃物处理站的排放计算工具》),取默认值0.75;

F —— 填埋气中甲烷含量,参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.5,取默认值0.5;

DOC_f —— 经过分解的可降解的有机碳的含量,参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.5,取默认值0.5;

MCF —— 甲烷矫正系数,参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.5,取默认值1;

$Q_{bt,i}$ —— 一次性不可降解塑料制品*i*填埋的总重量(t),保留6位小数;

$DOC_{bt,i}$ —— 一次性不可降解塑料制品*i*中可降解有机碳含量(DOC含量占湿废弃物比重),参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4,塑料取默认值0;

k —— 塑料的腐烂速率,参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.3,塑料不考虑;

x —— 计算期年份,从项目实施开始算;

y —— 排放计算年,参考《Emissions from solid waste disposal sites》(《固体废弃物处理站的排放计算工具》)简化计算部分,取21年。

GWP_{CH_4} —— 甲烷全球变暖潜势,参考《IPCC第五次评估报告》,取28;

根据上述默认值,基准线情景下,废弃一次性不可降解塑料进行卫生填埋处理时产生的排放量按式(12)计算:

$$BE_{t,i} = EF_{bt,i} \times Q_{bt,i} = EF_{bt,i} \times N_{b,i} \times q_i \times \beta \times 10^{-6} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$EF_{bt,i}$ —— 取废弃塑料卫生填埋排放系数(tCO₂/t) 0。

β —— 核算周期所属年份,通过填埋处理的生活垃圾占生活垃圾总处理量的比例(%),可参照《城乡建设统计年鉴》中的数据进行计算,若当年数据不可得,按照最新可得的数据进行计算。

6.2 项目情景碳排放量

项目情景排放包括回收过程运输、处置的能源消耗和制品分解产生的温室气体排放。

$$PE_i = PE_{n,i} + PE_{p,i} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

PE_i —— 项目情景下,核算周期内(1年),一次性生物基可降解塑料或纸质制品*i*废弃后回收处理产生的排放量(tCO₂e) ;

i —— 一次性生物基可降解塑料或纸质制品类型*i*。

$PE_{n,i}$ —— 项目情景下,核算周期内,一次性生物基可降解塑料或纸质制品在废弃后因为运输和处理过程消耗能源所产生的温室气体排放量(tCO₂e)。因为一次性不可降解塑料制品和一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后都会产生运输和废弃处理的能源消耗,这部分视为相同不考虑。

$PE_{p,i}$ ——项目情景下,核算周期内,一次性生物可降解塑料或纸质制品在废弃后作为垃圾处理发生化学变化产生的温室气体排放量(tCO₂e)。

6.2.1 $PE_{f,i}$ 计算:

按式(14)~(16)计算,代入有关参数默认值后,计算得到式(17),按式(17)计算:

$$PE_{f,i} = PE_{f,CO_2} + PE_{f,CH_4,N_2O} \dots\dots\dots (14)$$

$$PE_{f,CO_2} = \omega_{pf} \times Q_{pf,i} \times EF_p \times FCC_{pf,i} \times FFC_{pf,i} \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (15)$$

$$PE_{f,CH_4,N_2O} = \omega_{pf} \times Q_{pf,i} \times (EF_{pN_2O} \times GWP_{N_2O} + EF_{pCH_4} \times GWP_{CH_4}) \dots\dots\dots (16)$$

$$Q_{pf,i} = q_{p,i} \times N_{p,i} \times \alpha \times \theta \times 10^{-6} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

$PE_{f,i}$ ——核算周期所属年份,一次性生物基可降解或纸质制品通过焚烧处理的生活垃圾量产生的排放(tCO₂e);

PE_{f,CO_2} ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后焚烧处理时产生的CO₂排放(tCO₂e);

PE_{f,CH_4,N_2O} ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后焚烧处理时产生的CH₄, N₂O排放(tCO₂e);

ω_{pf} ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品干重比,参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4,纸张、塑料分别取默认值90%、100%;

$Q_{pf,i}$ ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品i焚烧的总重量(t),保留6位小数;;

EF_p ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后焚烧处理时所采用的焚烧设备的燃烧效率,参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷5.4.1.3氧化因子部分,取默认值100%;

$FCC_{pf,i}$ ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品中的总碳含量占干重的比重(%),参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4,纸张和纸板、塑料分别取默认值46%、75%;

$FFC_{pf,i}$ ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品总碳含量中的化石碳比例(%),参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4,纸张和纸板、塑料分别取默认值1%、0%;

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳及碳的相对分子质量之比(tCO₂/tC);

EF_{pN_2O} 、 EF_{pCH_4} ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后焚烧处理时N₂O、CH₄排放因子(tN₂O/t或tCH₄/t),参考《多选垃圾处理方式》(CM-072-V01),本方法学N₂O排放因子取1.21×50×10⁻⁶ tN₂O/t(按连续焚化炉计),甲烷取0 tCH₄/t(按连续焚烧流化床类型计);

$q_{p,i}$ ——一次性生物基可降解塑料或纸质制品i的重量(g);

$N_{p,i}$ ——使用一次性生物基可降解塑料或纸质制品i作为生活垃圾处理的个数(个)。

θ ——为了达到相同使用功能,单位一次性不可降解塑料制品和一次性生物基可降解塑料制品或一次性纸质制品重量之比。默认值取1。

根据上述默认值,一次性生物基可降解塑料或纸质制品焚烧处理时产生的温室气体排放量按式(18)计算:

$$PE_{f,i} = EF_{pf,i} \times Q_{pf,i} = EF_{pf,i} \times q_{pi} \times N_{pi} \times \alpha \times \theta \times 10^{-6} \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$EF_{pf,i}$ ——单位一次性生物基可降解塑料或纸质制品i焚烧排放系数(tCO₂/t),其中废纸张和纸板为0.0296 tCO₂/t,一次性生物基可降解塑料制品为0。

6.2.2 $PE_{t,i}$ 计算:

计算时,仅考虑填埋场甲烷收集和销毁,不考虑甲烷的综合利用(比如发电、供热等),按式(19)~(22)计算,代入有关参数默认值后,计算得到式(23)计算:

$$PE_{t,i} = PE_{t,CO_2} + PE_{t,CH_4} \dots\dots\dots (19)$$

$$PE_{CH_4} = \varphi \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF \times \sum_{x=1}^n (Q_{pt,i} \times DOC_{pt,i} \times e^{-\delta \times (y-x)} \times (1 - e^{-\delta})) \dots (20)$$

$$PE_{t,CO_2} = \eta \times PE_{CH_4} \times \frac{44}{16} \dots\dots\dots (21)$$

$$PE_{t, CH_4} = (1 - \eta) \times PE_{CH_4} \times GWP_{CH_4} \dots \dots \dots (22)$$

式中:

PE_{t, CO_2} —— 一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后进行卫生填埋处理时产生的CO₂排放(tCO₂);

PE_{t, CH_4} —— 一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后卫生填埋处理时产生的CH₄排放(tCO₂e);

η —— 垃圾填埋气收集系统的效率, 参考《垃圾填埋气项目》(CM-077-V01), 取默认值50%;

PE_{CH_4} —— 一次性生物基可降解塑料或纸质制品废弃后进行卫生填埋处理时产生的CH₄排放量(tCH₄);

GWP_{CH_4} —— 甲烷全球变暖潜势, 参考《IPCC第五次评估报告》, 取28;

ϕ —— 计算模型不确定性修正系数, 参考《Emissions from solid waste disposal sites》(《固体废弃物处理站的排放计算工具》), 取默认值0.75;

$\frac{44}{16}$ —— 甲烷及二氧化碳的相对分子质量之比 (tCO₂/ tCH₄);

F —— 填埋气中甲烷含量, 参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.5, 取默认值0.5;

DOC_f —— 经过分解的可降解的有机碳的含量, 参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.5, 取默认值0.5;

MCF —— 甲烷修正系数, 参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.5, 取默认值1;

$DOC_{pt,i}$ —— 一次性生物基可降解塑料或纸质制品*i*中可降解有机碳含量(DOC含量占湿废弃物比重), 参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第2章表2.4, 纸张和纸板、塑料分别取默认值40%、0;

θ —— 塑料的腐烂速率, 参考《2006 IPCC国家温室气体排放清单指南》第5卷第3章表3.3, 纸张和纸板取默认值0.07, 塑料不考虑;

x —— 计算期年份, 从项目情景实施开始算;

y —— 排放计算年, 参考《Emissions from solid waste disposal sites》(《固体废弃物处理站的排放计算工具》)简化计算部分, 取21年。

根据上述默认值, 基准线情景下, 废弃生物基可降解塑料或纸质制品进行卫生填埋处理时产生的排放量按式(23)计算:

$$PE_{pt, i} = EF_{pt, i} \times Q_{pt, i} \dots \dots \dots (23)$$

$$Q_{pt, i} = q_{p, i} \times N_{p, i} \times \beta \times \theta \times 10^{-6} \dots \dots \dots (24)$$

式中:

$EF_{pt, i}$ —— 其中废纸张和纸板为1.2193tCO₂/t, 废弃塑料卫生填埋排放系数(tCO₂/t废旧物品)为0。

6.3 泄露排放量

本方法学不考虑泄漏排放量。

6.4 减排量计算

本方法学基准线情景下温室气体减排就是基准情景排放与项目排放的差, 按照按式(25)计算:

$$ER_i = BE_i - PE_i \dots \dots \dots (25)$$

式中:

ER_i —— 核算周期内, 项目情景废弃处置减排量, (tCO₂e)。

7 数据监测及来源

数据以核算周期内的数据为准, 具体按照表1提供。

表1 所需监测的参数和数据

数据/参数	q_i	N_i
数据单位	g	个
描述	核算周期内, 制品的单位 i 重量;	核算周期内, 制品使用的 i 个数
数据来源	收费系统, 发票等	收费系统
测量方法和程序	记录 (如发票) 进行核对	记录 (如发票) 进行核对
监测频率	按批次监测统计, 在每次分类后/处理后的材料运出回收工厂时或个人每次参与旧物回收时	按批次监测统计, 在每次分类后/处理后的材料运出回收工厂时或个人每次参与旧物回收时
QA/QC 程序	无	无



参 考 文 献

- [1] 《中国城乡建设统计年鉴》中国住房和城乡建设部
- [2] 国家温室气体排放清单指南
- [3] CMS-061-V01从固体废物中回收材料及循环利用
- [4] CM-072-V01多选垃圾处理方式
- [5] CM-077-V01垃圾填埋气项目
- [6] IPCC第五次评估报告
- [7] Emissions from solid waste disposal sites (《固体废弃物处理站的排放计算工具》)
- [8] ISO 14064-1 组织层次上对温室气体排放和清除的量化与报告的规范及指南



T/CPPIA 23-2023

中国塑料加工工业协会

团体标准

替换一次性不可降解制品
温室气体减排量核算方法学

T/CPPIA 23-2023

中国塑料加工工业协会印发

地址：北京市朝阳区东三环南路 19 号

联合国际大厦 910 室

邮政编码：100021

电话：010-65126978

网址：www.cppia.com.cn

电子邮件：cppeatbz@163.com

版权所有 侵权必究

打印日期：2023 年 1 月 1 日