

团 体 标 准

T/CACE XXXX—2024

基于项目的温室气体减排量评估技术规范 循环经济领域资源化过程 废塑料薄膜再生 利用

Technical specification at the project level for assessment of greenhouse gas emission reductions—Recycling process in circular economy area—Recycling of waste plastic film

(征求意见稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国循环经济协会 发 布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 核算边界	错误!未定义书签。
5 基准线情景排放量核算	4
6 项目排放量核算	5
7 项目减排量计算	5
8 项目监测和数据质量要求	6
9 减排量报告编制	6
附录 A 典型材料及再生工艺流程的温室气体排放量	7
附录 B 燃料排放因子	8
附录 C 温室气体的全球变暖潜势	9
附录 D 监测参数示例	10
附录 E 废塑料薄膜再生利用项目的温室气体减排量评估报告模版	错误!未定义书签。

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。

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。

本文件由中国循环经济协会提出并归口。

本文件起草单位：北京工业大学、华南理工大学、华中科技大学、中国科学院广州能源研究所、金发科技股份有限公司、江苏中车云汇科技有限公司、首都机场集团有限公司北京大兴国际机场、常州厚德再生资源科技有限公司、中国循环经济协会。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

引 言

发展循环经济，推动资源回收与综合利用成为实现碳达峰碳中和目标任务的重要举措。废塑料薄膜再生利用可获得大量再生高分子材料，这些再生材料可以部分代替原生高分子材料的生产，避免了相应温室气体排放，从而实现能源节约和减少温室气体排放。

本文件基于保守的基准线情景进行废塑料薄膜再生利用项目减排量评估，旨在指导废塑料薄膜再生利用企业识别温室气体源、监测温室气体排放，评估温室气体减排量，并以量化的温室气体减排数据分析考虑企业发展中面临的能源环境问题。

本文件提及的温室气体避免排放，是指循环经济领域资源化过程中，因避免了从矿物或原生原料生产高分子材料而排放的温室气体。这部分避免的排放量相当于通过传统方法生产相同数量的能源或材料产生的排放量。不包括由于循环经济避免的废料填埋焚烧所产生的温室气体排放。

本文件废塑料薄膜指在国内回收的废地膜、废保鲜膜、废便携袋和废工业包装膜等高分子材料。本文件中原生材料是指直接由矿物或原生原料生产的高分子材料。再生高分子材料是指全部或质量分数90%以上利用废塑料生产的高分子材料。

欢迎相关方研究提供更多原材料生产过程的特定排放系数（或能量消耗参数），以使本文件能够囊括更多类型的高分子材料。

基于项目的温室气体减排量评估技术规范 循环经济领域资源化过程 废塑料薄膜再生利用

1 范围

本文件规定了废塑料薄膜再生利用项目温室气体减排量评估的总则、基准线情景排放量核算、项目排放量核算、项目减排量计算、项目监测和数据质量要求、减排量报告编制。

本文件适用于废塑料薄膜再生利用项目的温室气体减排量的评估与报告。

本文件中废塑料薄膜源自以下来源：

——消费前的废塑料来源包括加工过程中产生的洗机料和废料、不合格的塑料薄膜材料及半成品、样品或者检验拒收的产品。

——消费后的废塑料来源包括地膜、保鲜膜、便携袋、工业包装膜等消费报废后产生的废塑料薄膜。

本文件不包含来自医疗废弃物、农药包装等危险品废塑料薄膜以及包含（或接触）放射性、生物毒性材料的废塑料薄膜。

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 30102 塑料废弃物的回收和再循环指南

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求

GB/T 37821 废塑料再生利用技术规范

GB/T 39171 废塑料回收技术规范

GB/T 40006.2 塑料 再生塑料 第2部分：聚乙烯（PE）材料

GB/T 40006.3 塑料 再生塑料 第3部分：聚丙烯（PP）材料

GB/T 40006.8 塑料 再生塑料 第8部分：聚酰胺（PA）材料

GB/T 40006.9 塑料 再生塑料 第9部分：聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）材料

GB/T 40006.11 塑料 再生塑料 第11部分：聚氯乙烯（PVC）材料

GB/T 41638.1 塑料 生物基塑料的碳足迹和环境足迹 第1部分：通则

GB/T 41638.2 塑料 生物基塑料的碳足迹和环境足迹 第2部分：材料碳足迹 由空气中并入到聚合物分子中 CO₂ 的量（质量）

GB/T 41638.3 塑料 生物基塑料的碳足迹和环境足迹 第3部分：过程碳足迹 量化要求与准则

CMS-061-V01 从固体废物中回收材料及循环利用

CMS-073-V01 电子垃圾回收与再利用

T/CACE 034 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 循环经济领域资源化过程

3 术语和定义

GB/T 30102、GB/T 32150、GB/T 33760界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废塑料薄膜 waste plastic film

被废弃的各种塑料薄膜制品及塑料薄膜材料。

注1：废塑料薄膜包括在塑料薄膜原料及塑料薄膜制品生产加工过程中产生的下脚料、边角料和残次品等。

注2：限定的厚度随国家和材料的不同而不同，但某些情况下为0.25mm。

[来源：GB/T 39171-2020，2.1，GB/T 2035-2024，3.465 有修改]

3.2

机械再生利用 mechanical recycling

将塑料废弃物转化成二次原材料或产品的加工过程，在这一过程中材料的化学结构没有发生显著变化。

[来源：GB/T 30102-2024，3.9，有修改]

3.3

物理再生利用 physical recycling

经过系列净化步骤，将一种或多种目标聚合物与其他聚合物、添加剂和加入的其他材料（如纤维、填料、着色剂和污染物）分离，得到回收的聚合物的过程，该聚合物很大程度上不受过程的影响，能够重新用于塑料配方。

[来源：GB/T 30102-2024，3.10，有修改]

3.4

化学再生利用 chemical recycling

通过裂解、气化或解聚反应、焦炉处理（不包括能量回收和焚烧）等技术，使塑料废弃物的化学结构发生改变，生成新的单体或原材料。

[来源：GB/T 30102-2024，3.11，有修改]

3.5

基准线情景 baseline scenario

用来提供参照的，在不实施项目的情景下可能发生的假定情景。

[来源：GB/T 33760，3.4]

3.6

温室气体减排量 greenhouse gas emission reduction

经计算得到的一定时期内项目所产生的温室气体排放量与基准线情景的排放量相比较的减少量。

[来源：GB/T 33760，3.5]

3.7

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

活动数据与温室气体排放相关的系数。

[来源：GB/T 24067-2024，3.2.7]

3.8

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注：给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 24067-2024，3.2.7，3.2.2]

3.9

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150，3.12]

3.10

项目业主 project owner

对项目进行全面控制并负责任的组织或个人。

[来源：GB/T 33760，3.10]

3.11

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影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

[来源：GB/T 24067，3.2.4]

4 总则

4.1 本文件评估流程为基准线排放量核算、项目排放量核算、项目减排量计算三个阶段，其中项目排放量边界如图1所示。

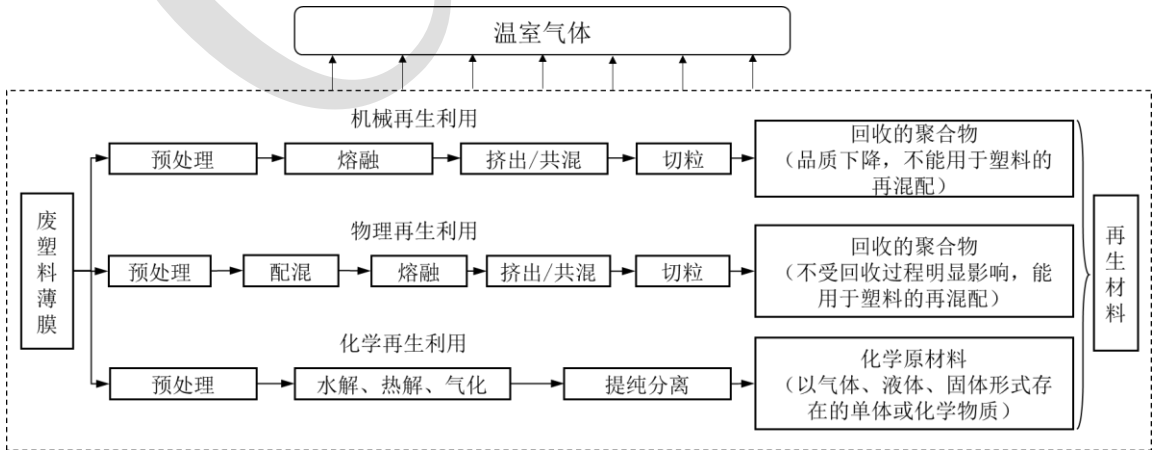


图1 项目排放量边界

4.2 本文件核算基准线排放量的系统边界应包括自然资源向原生高分子材料生产转化过程直接产生和间接产生的温室气体排放。生物基塑料薄膜的温室气体排放量应考虑由空气中并入到聚合物分子中CO₂的量，应按照GB/T 41638（所有部分）进行核算。

4.3 本文件核算项目排放量的系统边界应包括与废塑料薄膜再生利用项目业主直接产生和间接产生与项目相关的温室气体排放。直接产生的温室气体排放包括因化石燃料燃烧的温室气体排放以及在生产过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。间接产生的温室气体排放包括项目净购入电力、热力以及辅料等所对应的生产环节产生的排放。

4.4 项目排放量核算中包括了废塑料薄膜机械再利用、物理再利用、化学再利用三种方式。

a) 废塑料薄膜包括废可降解塑料薄膜，其在可控条件下通过有氧（堆肥）或厌氧（消化）等生物处理的方式，不在本标准的再生利用范围内。

b) 废塑料薄膜通过直接可控燃烧产生有用能量或发电的回收方式，不在本标准的再生利用范围内。

c) 本文件仅包含从预分类的废塑料薄膜材料进行处理以获得再生材料的过程，不包含废塑料薄膜回收、分类过程以及再生原料使用后的处理处置过程。废塑料薄膜应按照材料类型分类回收并标识，回收过程应符合地方法规有关健康安全、环保及能源管理等方面的要求。

4.4.1 机械再利用方式通常包括对废塑料薄膜的预处理、熔融、挤出共混、切粒等操作单元。若再生料为片料，切粒可省略。

4.4.2 物理再利用方式是一种通过去除、维持或补充某些添加剂来调整其用量并相应去除降解的部件，以回收共聚物塑料材料的方法。为了回收不同用途的再生料所用的主要或目标聚合物，需要采取适当的工艺（如溶剂萃取）去除其他聚合物、添加剂、填料和污染物。

4.4.3 化学再利用方式是通过水解、热解、气化等多种工艺将某些塑料转化为其基本的单体化学成分或相应的碳氢化合物。这些化学品能用作聚合反应的原料，或用于其他化学加工过程。

a) 通过水解对 PET 薄膜进行化学回收。在此过程中，废 PET 薄膜在高温和甲醇的存在下被分解，产生对苯二甲酸和乙二醇两种单体。这两种单体是 PET 合成的原料，因此可以重新用于合成新的 PET 塑料。

b) PE 薄膜可以通过热裂解过程进行化学回收。在无氧环境下加热 PE 薄膜，可以将其分解成较小的烃类化合物，如乙烯、丙烯等。这些烃类化合物是许多化工产品的基本原料，可以用于制造新的塑料或作为燃料使用。

4.4.4 由废塑料薄膜再生利用形成的再生材料应与基准线情景中所获得的材料符合同种性能要求。

4.4.5 项目排放量中温室气体排放种类仅为二氧化碳。

4.5 本文件核算的数据来源应从已稳定运行一年以上的项目获得，应选择或建立相关准则和程序，对与项目有关的和受项目影响的温室气体源进行定期监测或估算，对于不选择定期监测的温室气体源，说明其理由。项目业主应测量和记录入厂及出厂过程中，原料、辅料及再生产品类别及重量；并测量和记录设备运行过程消耗的各类燃料及电量等。

4.6 项目业主应依据GB/T 32150，对与项目相关或受项目影响的温室气体源进行识别，按照国家相关政策要求及目标用户需求，确定需要核算的温室气体种类，可能包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

5 基准线情景排放量核算

废塑料薄膜再生利用的基准线情景排放量，按从自然资源生产等量原生高分子材料的温室气体排放量为基准线，由式（1）进行计算。

$$BE_y = \sum_i \{ Q_{i,y} \times L_i \times [SEC_i \times ECF + \sum_n (SFC_{i,n} \times FCF_n) + \sum_m (GWP_m \times NC_{i,m})] \} \dots (1)$$

式中：

i -----	高分子材料种类；
y -----	涉及的核算年份；
n -----	化石能源燃料的种类；
m -----	非二氧化碳温室气体的种类；
BE_y -----	y 年的基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e），若无法获得可采用附录 A 规定的数值；
$Q_{i,y}$ -----	y 年送至处理工厂的高分子薄膜材料 i 所生产再生材料量，单位为吨（t）；采用项目业主统监测计数据；
L_i -----	按照 CMS-061-V01 及 CMS-073-V01，废塑料薄膜材料在分类过程中材质退化和损耗而设定的（净重/毛重）修正系数；如果 $Q_{i,y}$ 是机械再利用的再生原料，采用 0.75，如果 $Q_{i,y}$ 是物理再利用或化学再利用的再生材料，采用 1；
SEC_i -----	使用自然资源生产 1 吨第 i 种高分子材料时消耗的净购入电力，单位为兆瓦时每吨（MWh/t）；
ECF -----	项目所在地区电网基准线排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时（tCO ₂ e/MWh）；采用国家或地方主管部门发布的最新值；
$SFC_{i,n}$ -----	使用自然资源生产第 i 种高分子材料时消耗的第 n 种化石能源原料及燃料量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；数据宜从国家发布的文件或生命周期数据库中获取；
FCF_n -----	第 n 种化石能源的排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（tCO ₂ e/GJ）；采用附录 B 规定的数值；
GWP_m -----	第 m 种非二氧化碳温室气体的全球变暖潜势，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO ₂ e/t）；采用附录 C 规定的数值；
$NC_{i,m}$ -----	使用自然资源生产第 i 种高分子材料时产生第 m 种非二氧化碳温室气体量，单位为吨（t）；采用项目业主统监测计数据。

6 项目排放量核算

6.1 废塑料薄膜再生利用的项目温室气体排放量，由式（2）进行计算。

$$PE_y = \sum_i [SEC_{y,i} \times ECF + \sum_n (SFC_{y,in} \times FCF_n)] \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

i -----	废塑料薄膜材料种类；
y -----	涉及的核算年份；
n -----	化石燃料种类；
PE_y -----	y 年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）；
$SEC_{y,i}$ -----	y 年第 i 种废塑料薄膜再生利用过程中消耗的净购入电力，单位为兆瓦时（MWh）；
ECF -----	项目所在地区电网基准线排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时（tCO ₂ e/MWh）；采用国家或地方主管部门发布的最新值；
$SFC_{y,in}$ -----	y 年第 i 种废塑料薄膜再生利用过程中消耗的第 n 种化石燃料量的热值，单位为吉焦（GJ）；
FCF_n -----	第 n 种化石燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（tCO ₂ e/GJ）；采用附录 B 规定的数值。

7 项目减排量计算

7.1 废塑料薄膜再生利用项目减排量等于基准线排放减去项目排放量，按式（3）进行计算。

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- ER_y ----- y 年的项目减排量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- BE_y ----- y 年的基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- PE_y ----- y 年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

8 项目监测和数据质量要求

8.1 项目业主应建立监测计划用于指导取得、记录和分析项目和基准线情景的温室气体排放量的活动数据和信息，见附录D。监测计划包括但不限于：

- a) 监测目的；
- b) 数据和信息的类型及计量单位；
- c) 数据来源；
- d) 监测方法，包括估算、测量或计算方式；
- e) 监测次数和周期（考虑目标用户的需求）；
- f) 数据和信息的质量保证和质量控制；
- g) 监测职责；
- h) 温室气体信息系统，包括数据的保存和存放位置。

8.2 项目业主应采取必要措施，确保监测计划有效实施。

8.3 项目业主应对与项目和基准线情景有关的数据和信息进行管理，对准确性进行常规检查；定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理，并记录存档；定期对温室气体排放数据进行交叉校验，识别产生数据误差的风险，并提出相应的解决方案。

9 减排量报告编制

项目业主应编制项目温室气体减排量评估报告，并可被目标用户获取。温室气体减排量评估报告应确保格式和内容与目标用户需要相一致，可参照GB/T 33760和T/CACE 034给出的报告内容和格式编制评估报告。

附录 A
(资料性)

典型材料及再生工艺流程的温室气体排放量

表 A.1 典型材料及再生工艺流程的温室气体排放量

表 A.1 典型材料及再生工艺流程的温室气体排放量

材料种类及再生工艺流程	温室气体排放量 ^a
HDPE 颗粒	1.79
LDPE 颗粒	1.87
PP 颗粒	1.63
尼龙-6 (PA6)	4.34
尼龙-6.6 (PA6.6)	6.42
PET 颗粒	2.25
PVC (悬浮法)	1.99
石脑油	0.43
乙烯	1.44
丙烯	1.24
乙二醇	1.57
对苯二甲酸	1.56
己内酰胺	5.12
氯化氢	0.21
己二酸	5.57
己二胺	5.12
破碎清洗 1kg 塑料薄膜	0.046

^a数据取自 Gabi (2023) 数据库。

附录 B

(资料性)

燃料排放因子

表 B.1 给出燃料的排放因子。

表 B.1 燃料的排放因子

燃料品种	热值 (GJ/t、GJ/万 Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率	CO ₂ 与 碳分子量比	排放因子, (× 10 ⁻³ tCO ₂ e/GJ)
无烟煤	26.700 ^a	27.40 ^b	0.94	3.67	94.525
一般烟煤	19.570 ^d	26.10 ^b	0.93	3.67	89.082
褐煤	11.900 ^c	28.00 ^b	0.96	3.67	98.650
洗精煤	26.334 ^a	25.41 ^b	0.90	3.67	83.929
其他洗煤	12.545 ^a	25.41 ^b	0.90	3.67	83.929
煤制品	17.460 ^d	33.60 ^d	0.90	3.67	110.981
石油焦	32.500 ^c	27.50 ^b	1.00	3.67	100.925
焦炭	28.4435 ^a	29.50 ^b	0.98	3.67	106.100
焦炉煤气	179.810 ^a	13.58 ^b	0.99	3.67	49.340
高炉煤气	33.000 ^d	70.80 ^c	0.99	3.67	257.238
转炉煤气	84.000 ^d	49.60 ^d	0.99	3.67	180.212
其他煤气	52.270 ^a	12.20 ^b	0.99	3.67	44.326
天然气	389.310 ^a	15.30 ^b	0.99	3.67	55.589
原油	41.816 ^a	20.10 ^b	0.98	3.67	72.292
燃料油	41.816 ^a	21.10 ^b	0.98	3.67	75.888
汽油	43.070 ^a	18.90 ^b	0.98	3.67	67.976
柴油	42.652 ^a	20.20 ^b	0.98	3.67	72.651
煤油	43.070 ^a	19.60 ^b	0.98	3.67	70.493
液化天然气	44.200 ^c	17.20 ^b	0.98	3.67	61.862
液化石油气	50.179 ^a	17.20 ^b	0.98	3.67	61.862
炼厂干气	45.998 ^a	18.20 ^b	0.98	3.67	65.458
焦油	33.453 ^a	22.00 ^c	0.98	3.67	79.125

^a 数据取自《中国能源统计年鉴 2021》

^b 数据取自《省级温室气体清单指南（试行）》

^c 数据取自《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南（2019 年修订版）》

^d 数据取自行业经验数据

附录 C

(资料性)

温室气体的全球变暖潜势

表 C.1 温室气体的全球变暖潜势 (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
氧化亚氮	N ₂ O	265
六氟化硫	SF ₆	23500
三氟化氮	NF ₃	16100
CFC-11	CCl ₃ F	4660
CFC-12	CCl ₂ F ₂	10200
HCFC-22	CHClF ₂	1760
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	782
HFC-23	CHF ₃	12400
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1300
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4800
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138
PFC-14	CF ₄	6630
PFC-116	C ₂ F ₆	11100

*数据取自《IPCC 第五次评估报告》

附录 D

(资料性)

监测参数示例

表 D.1 给出监测计划相关监测参数的示例。

表 D.1 监测参数列表

参数	描述	单位	监测/记录频率	监测方法和程序
$Q_{i,y}$	y年运往处理工厂的第i种废塑料薄膜的数量	t	在每次材料运入处理工厂时	直接称量并记录重量，与公司记录（如发票）进行交叉核对
电力消耗量	y年处理工厂的净购入电力量	MWh	连续	使用校准过的设备测量
化石燃料消耗量	y年回收工厂的化石能源原料及燃料消耗量	单位质量或体积	连续	重量或体积与密度和热值
废弃物证明	可证明项目活动处理的均是使用后丢弃的废塑料薄膜证据资料	——	核算时	在减排量报告中描述废塑料薄膜可识别的收集区域以及废弃物的来源

参 考 文 献

- [1] GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
 - [2] GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [3] GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求
-

CASCADE