

ICS 13.020.40;83.080.01

CCS G 31

T/SGIPA

团 体 标 准

T/SGIPA **—2023

基于生物基材料制作的餐饮具减塑固碳 计算方法

(征求意见稿)

2023-**-**发布

2023-**-**实施

深圳市绿色产业促进会 发 布

目录

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 生物基材料	2
5 生物基制品减塑计算方法	3
6 固碳计算方法	4
附录A（资料性）生物基合成聚合物含量的计算示例	7
附录B（资料性）用生物基合成聚合物含量计算生物基碳含量的示例	9

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》给出的规则起草。

本标准由深圳市绿色产业促进会提出并归口。

本标准起草单位：待定

本标准起草人：待定

本标准为首次发布。

基于生物基材料制作的餐饮具减塑固碳计算方法

1 范围

本文件规定了基于生物基材料制作的餐饮具减塑固碳计算方法的适用范围、术语和定义、解释了什么是生物基材料、及生物基材料的种类和应用领域。使用生物基材料制作的餐饮具减塑固碳的分析及计算方法。

本文件适用于全部或部分由生物基材料制得的塑料制品。该减塑固碳计算方法适宜的处理对象主要包括生物基材料餐饮具。其他相似的生物基材料制品，可根据产品实际情况做适当调整后参照执行。

明确生物基材料制品的减塑和固碳量有助于评估其对环境的影响。

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。

《生物基材料定义、术语和标识》GB/T 39514-2020；

《塑料 生物基塑料的碳足迹和环境足迹 第1部分：通则》（GB/T41638.1-2022/ISO 22526-1:2020）；

《塑料 生物基含量 第1部分：通用原则》（GB/T 39715.1-2021/ISO 16620-1:2015）；

《塑料 生物基含量 第2部分：生物基碳含量的测定》（GB/T 39715.2-2021/ISO 16620-2:2019）；

《塑料 生物基含量 第3部分：生物基合成聚合物含量的测定》（GB/T 39715.3- 2021/ISO 16620-3:2015）

ISO 22526-2:2020 《Plastics – Carbon and environmental footprint of biobased plastics-Part 2:Material carbon footprint, amount (mass) of CO₂ removed from the air and incorporated into polymer molecule》

3 术语和定义

3.1

生物基材料 Biobased materials

利用生物质为原料或（和）经由生物制造得到的材料。

注1：包括以生物质为原料或（和）经由生物合成、生物加工、生物炼制过程制备得到的生物醇、有机酸、烷烃、烯烃等基础生物基化学品和糖工程产品，也包括生物基聚合物、生物基塑料、生物基化学

纤维、生物基橡胶、生物基涂料、生物基材料助剂、生物基复合材料及各类生物基材料制得的制品。

3.2

减塑 Reduction of plastic

减少塑料的使用。生物基材料的原料基本都是来自于可再生资源，如小麦和玉米的秸秆、甘蔗渣、滑石粉、植物纤维、淀粉等，因为其具有良好的生物降解性，废弃后一年内可被土壤中的微生物完全降解，产生少量的二氧化碳和水，不污染环境，不会排入大气，不会造成温室效应，使用生物基材料制作的餐饮具，可以从源头上减少塑料及一次性塑料制品的使用。

3.3

固碳 Carbon fixation

生物基材料固碳是利用秸秆、甘蔗渣、滑石粉、植物纤维、淀粉等可再生资源，经过物理化学生物的方法，将秸秆转化为生物基材料，再通过加工制作成餐饮具，可以将碳有效的固定在产品中，实现碳封存，减少因燃烧植物秸秆等活动释放大量的二氧化碳。而在餐饮具使用丢弃后，可以通过微生物的活动分解成极少量的二氧化碳、水、甲烷等，减少因焚烧垃圾而产生大量的二氧化碳。

3.4

生物基合成聚合物 Biobased synthetic polymers

通过化学和（或）生物工业过程获得的聚合物，其原料全部或部分来源于生物质。

3.5

生物基合成聚合物含量 Biobased synthetic polymer content

m_{SBP}

产品中生物基合成聚合物的含量。

注：产品中生物基合成聚合物的含量表示为生物基合成聚合物质量与总质量百分比或分数表

4 生物基材料

4.1 概念

生物基材料是以秸秆、甘蔗渣、滑石粉、植物纤维、淀粉等可再生生物质为原料，通过生物转化获得生物高分子材料或单体，然后进一步聚合形成的高分子材料。

4.2 种类

4.2.1 按产品属性分为二类

生物基聚合物(塑料)和生物基材料助剂。

生物基聚合物(塑料)又可分为环氧树脂(EP0)、聚氨酯(PU)、醋酸纤维(CA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丙二酯(PTT)、三元乙丙橡胶(EPDM)、聚乙烯(PE)、聚丁二酸丁二醇酯(PBS)、聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯(PBAT)、聚酰胺(PA)、聚羟基脂肪酸酯(PHA)、聚乳酸(PLA)和淀粉混合物。

生物基材料助剂又分为生物基阻燃剂、生物基表面活性剂、生物基润滑剂、生物基增塑剂、生物基胶黏剂、生物基清洁剂。

4.2.2 按常见产品形式分为五类

生物基复合材料、其他生物基制品、生物基橡胶、生物基涂料和生物基化学纤维。

生物基复合材料包括：淀粉基塑料材料及制品、木塑材料和竹塑材料。

其他生物基制品包括：功能糖产品、化妆品、护肤品和生物柴油。

生物基橡胶包括：生物基植物橡胶和生物基合成橡胶。

生物基涂料包括：生物基改性沥青卷材、生物基高分子防水卷材和生物基防水涂料。

生物基化学纤维包括：海洋生物基纤维、生物基可再生纤维和生物基合成纤维。

4.2.3 按生物降解性分为二类

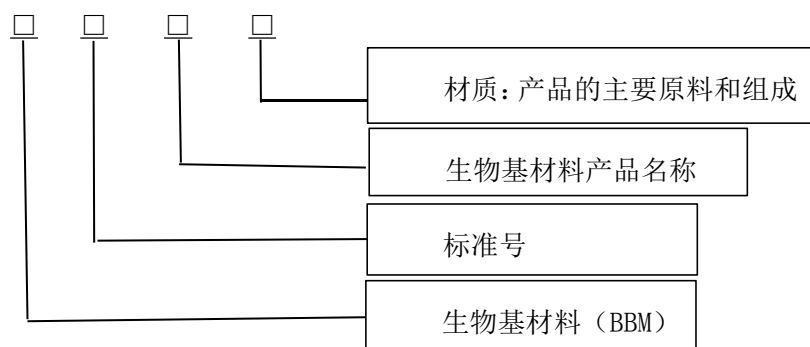
生物降解生物基塑料和非生物降解生物基塑料。

生物降解生物基塑料：这类塑料是指原材料全部或部分来自于生物质的，且可被微生物降解的塑料包括PLA，PHA，PBS等。

非生物降解生物基塑料：这类塑料是指原材料全部或部分来自于生物质的，但不能被微生物降解的塑料。包括生物基PE、PP、PET、PTT、TPC-ET、PA、PBT、PBT、PUR等。

4.3 生物基材料的标识方法

生物基材料产品可在产品或外包装上使用相应的标识，使用方法如下图所示：



示例1: 聚乳酸塑料片材, 表示为BBM GB/T 39514-2020 聚乳酸塑料片材PLA;

示例2: 生物聚乙烯塑料薄膜, 表示为BBM GB/T 39514-2020 生物聚乙烯塑料薄膜Bio-PE 70+St30。

4.4 应用领域

生物基材料的应用领域很广，涉及到餐饮具行业的一次性餐饮具、包装用途、医药生物降解材料、农业及园艺用途、汽车内饰零部件等等。

5 生物基制品减塑计算方法

生物基制品所需塑料量等于减塑量。

注：生物基材料制作的餐饮具，原材料是以秸秆、甘蔗渣、滑石粉、植物纤维、淀粉等可再生生物质为原料不添加塑料，所以生物基制品所需塑料量为零。

6 固碳计算方法

本文件依据ISO 22526-2:2020 提供了两种从空气中去除且被1kg聚合物固定的CO₂量的计算方法，一种方法是依据生物基碳含量计算，另一种方法是依据生物基合成聚合物含量计算。

6.1 依据生物基碳含量计算

从空气中去除并且被1kg生物基聚合物固定的CO₂量（M_{CO₂}）的计算如式（1）所示：

$$M_{CO_2} = M_B \times \frac{44}{12} \quad (1)$$

—M_{CO₂}:从空气中去除并且被1kg生物基聚合物固定的CO₂量

—M_B:每千克聚合物的生物基碳含量

— $\frac{44}{12}$:44表示二氧化碳的相对质量分数，12表示碳的相对质量分数

其中每千克聚合物的生物基碳含量（M_B）（以质量计）的测定或计算如式（2）所示：

$$M_B = \left(\frac{m_c}{100} \right) \times \left(\frac{X_B^{TOC} \text{ or } X_B^{TC}}{100} \right) \quad (2)$$

m_c为产品中的碳含量，单位为%，其获得方法如下：

——以元素分析法进行试验确定，或

——根据分子结构式计算得出。

X_B^{TC}生物基碳含量与总碳含量之比，X_B^{TOC}生物基碳含量占总有机碳含量之比，根据GB/T39715.2-2021中8.3.1、8.3.2和8.3.3，以放射性碳分析法确定。

6.2 依据生物基合成聚合物含量计算

如果产品中生物基来源聚合物的分子结构是确定，合成路线确定，从空气中去除的CO₂的量（kg）可依据式（3）进行。

$$M_{CO_2} = M_{CO_{2,x}} \times m_{BSP} \quad (3)$$

式中： $M_{CO_{2,x}}$ 为每1kg某聚合物中所含从空气中去除的 CO_2 的量(质量)。生物基合成聚合物的含量(m_{BSP})可根据式(4)计算

$$m_{BSP} = \frac{W_A \times m_{BSP,A}}{100} \quad (4)$$

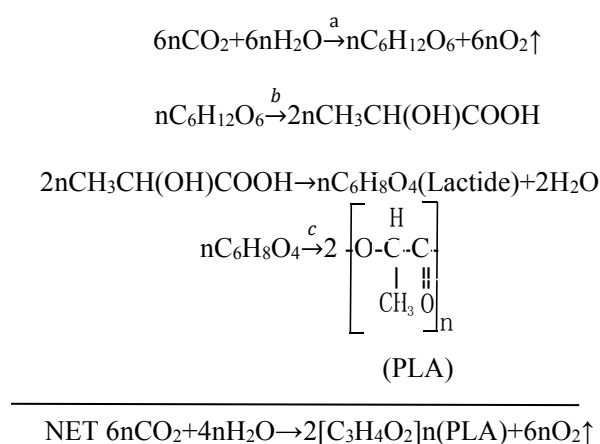
式中:

W_A —产品中组分A(生物基合成聚合物)的质量分数, %;

$m_{BSP,A}$ —组分A的生物基合成聚合物含量。

$M_{CO_{2,x}}$ 可参考下面几种聚合物的计算方法进行:

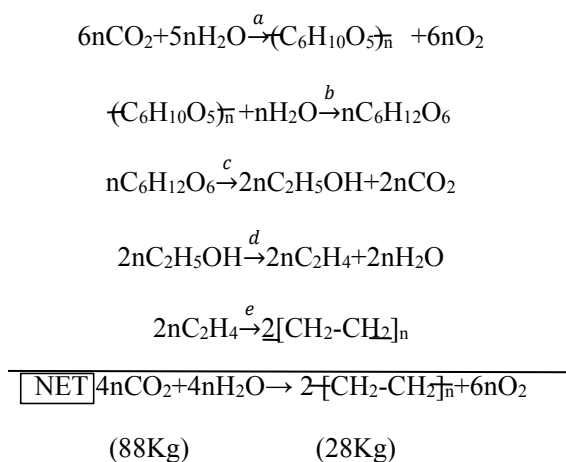
(a) 对于PLA, 则每生产1千克PLA, 将从环境中去除1.83千克的 CO_2 。见图A. 1。



- a) 光合作用
- b) 发酵
- c) 聚合

图A. 1-聚乳酸 (PLA)

(b) 对于生物基聚乙烯, 则每生产1千克生物基聚乙烯, 将从环境中去除3.14千克 CO_2 , 见图A. 2。

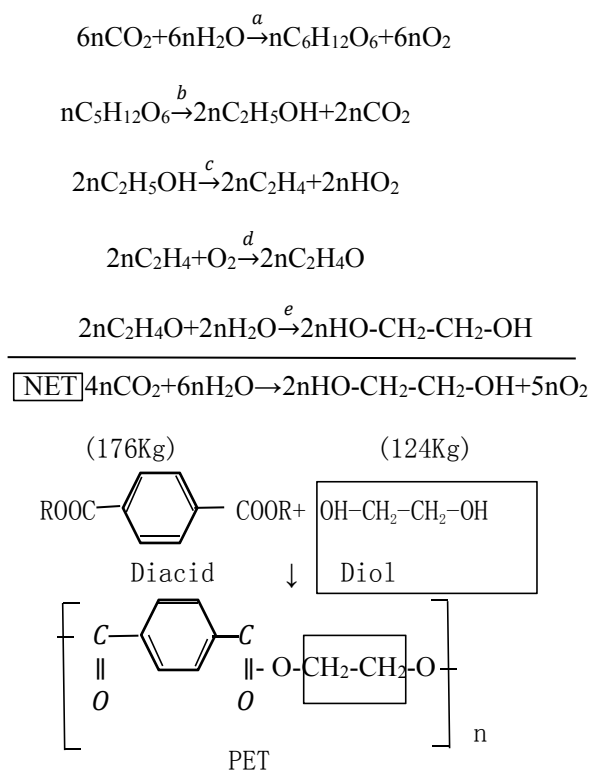


- a) 光合作用

- b) 水解
- c) 发酵
- d) 脱水
- e) 聚合

图A. 2-生物基聚乙烯 (PE)

(C) 对于bio-PET，其部分(约30%)来源于生物基，每生产1千克生物基乙二醇单体(bio-MEG)，将从空气中去除1.42千克CO₂。此外每生产1千克bio-PET，将从空气中去除0.46千克CO₂，见图A. 3



对苯二甲酸=8C；乙二醇=2C；生物基含量占总碳或总有机碳的20%；酸组分=68.75%；乙二醇组分=31.25%（以总质量计）

- a) 光合作用
- b) 发酵
- c) 脱水
- d) 氧化
- e) 水解图

图A. 3-生物基聚对苯二甲酸乙二醇酯 (bio-PET)

附录 A
(资料性)
生物基合成聚合物含量的计算示例

依据国际标准ISO 16620:2015, 计算生物基合成聚合物含量时, 只计算生物基碳而排除化石基碳。有时, 客户可方便地将产品中的生物基含量表示为质量分数。配混料和共聚物的生物基合成聚合物含量的计算示例分别见表A. 1和表A. 2。该配混料由生物基合成聚合物聚乳酸(PLA)、化石基合成聚合物聚丙烯、生物基添加剂淀粉、邻苯二甲酸二丁酯和碳酸钙组成。

表A. 1 产品中生物基合成聚合物含量的计算示例

组成	化学式	干质量分数 %	生物基合成聚合物含量 m_{BSP} %
PLAa	C ₃ H ₄ O ₂	30	100
PPb	C ₃ H ₆	30	0
淀粉	C ₆ H ₁₀ O ₅	20	0
DBPc	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	5	0
碳酸钙	CaCO ₃	15	0
产品 (总计)		100	30
a 聚乳酸 b 聚丙烯 c 邻苯二甲酸二丁酯			

生物基合成聚合物含量定义为产品中生物基合成聚合物的质量分数。如表A. 1所示, 该产品中只有PLA是生物基合成聚合物, 因此, PLA的质量分数30%即为产品中生物基合成聚合物含量。

表A. 2给出了一个部分生物基合成聚合物(聚对苯二甲酸乙二醇酯/PET)的示例, 其中PET的乙二醇单元是生物基的, 对苯二甲酸单元是化石基的。

表A. 2 共聚物的生物基合成聚合物含量的计算示例

单体单元	化学式	相对分子质量 g	干质量分数 %	生物基合成聚合物含量 m_{BSP} %
乙二醇	C ₂ H ₄ O ₂	60	31.25	100
对苯二甲酸	C ₈ H ₄ O ₂	132	68.75	0
共聚物 (总计)		192	100	31.25
聚对苯二甲酸乙二醇酯: $[-(O-CH_2-CH_2-O)-(CO-C_6H_4-CO-)]_n$				

表A. 3给出了生物基合成聚合物产品的示例, 该产品成分包括PLA、生物基PET (Bio-PET, 见表A. 3)、聚丙烯、淀粉、DBP与碳酸钙。

表A.3 产品中生物基合成聚合物含量的计算示例

组成	化学式	干质量分数 %	生物基合成聚合物含量mBSP %
PLAa	C ₃ H ₄ O ₂	30	100
生物基PET	d	20	31.25e
PPb	C ₃ H ₆	10	0
淀粉	C ₆ H ₁₀ O ₅	20	0
DBPc	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	5	0
碳酸钙	CaCO ₃	15	0
产品（总计）		100	36.25f
a 聚乳酸 b 聚丙烯 c 邻苯二甲酸二丁酯 d 生物基PET（聚对苯二甲酸乙二酯） $\left[-(O-CH_2-CH_2-O-) (-CO-C_6H_4-CO-) \right]_n$ e 此值根据表A.2计算 f 生物基合成聚合物含量=30+（20*31.25）/100（%）			

附录 B (资料性)

用生物基合成聚合物含量计算生物基碳含量的示例

当样品的生物基合成聚合物含量为100%时, 则其生物基碳含量(可根据ISO 16620-2测量)为100%。

对于聚对苯二甲酸乙二醇酯(生物基PET)这类部分生物基合成聚合物, 其乙二醇单元(EG)是生物基的, 对苯二甲酸单元(TA)是化石基的, 从生物基合成聚合物含量和碳的质量分数(含量)计算生物基碳含量的方法见表B. 1。生物基PET的生物基合成聚合物含量为31. 25%(见表A. 2)。

表B. 1 用部分生物基合成共聚物的生物基合成聚合物含量计算生物基碳含量的示例

	生物基PET	
	EG	TA
组成/%	31. 25	68. 75
重复单元化学式	-OC2H4O-	-OC8H4O-
重复单元相对分子质量 (重复单元中碳相对分子质量)	60 (24)	132 (96)
碳的质量分数	0. 4	0. 727
共聚物中碳的相对质量	31. 2*0. 4=12. 5	68. 75*0. 727=49. 98
共混物中生物基碳含量/%	【12. 5/(12. 5+49. 98)】*100=20. 01	

可以通过每一组分的化学式计算出碳的质量分数或通过元素分析来测量。可以计算出共聚物中生物基碳与化石基碳的相对质量。通过这些值, 可以计算出共聚物的生物基碳含量, 其可与根据ISO 16620-2的测量值进行比较。

表B. 2给出了一个共混物的示例, 该共混物由生物基PET与PE(质量比:85/15)组成。生物基合成聚合物含量应通过式(B. 1)计算。

$$m_{BSP} = \frac{W_A \times m_{BSPA}}{100} = (85 \times 31. 25) / 100 = 26. 56 (\%) \dots \dots \dots (B. 1)$$

表B. 2 由生物基PET/PE共混物(质量比:85/15)中生物基合成聚合物含量计算生物基碳含量的示例

	生物基PET		PE
	EG	TA	
组成/%	85%		15
组成/%	26. 56	58. 44	15
重复单元化学式	-OC2H4O-	-OC8H4O	-C2H4-
重复单元相对分子质量 (重复单元中碳相对分子质量)	60 (24)	132 (96)	28 (24)
碳的质量分数	0. 4	0. 727	0. 857
共聚物中碳的相对质量	26. 56*0. 4=10. 62	58. 44*0. 727=42. 49	15*0. 857=12. 86
共混物中生物基碳含量 /%	【10. 62/(10. 62+42. 49+12. 86)】*100=16. 10		