



中华人民共和国国家标准

GB/T 39715.4—2021/ISO 16620-4:2016

塑料 生物基含量 第4部分：生物基物质含量的测定

Plastics—Biobased content—
Part 4: Determination of biobased mass content

(ISO 16620-4:2016, IDT)

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 39715《塑料 生物基含量》分为 5 个部分：

- 第 1 部分：通用原则；
- 第 2 部分：生物基碳含量的测定；
- 第 3 部分：生物基合成聚合物含量的测定；
- 第 4 部分：生物基物质含量的测定；
- 第 5 部分：生物基碳含量、生物基合成聚合物含量与生物基物质含量的报告。

本部分为 GB/T 39715 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 16620-4:2016《塑料 生物基含量 第 4 部分：生物基物质含量的测定》。

本部分由中国石油和化学工业联合会提出。

本部分由全国塑料标准化技术委员会(SAC/TC 15)归口。

本部分起草单位：广州质量监督检测研究院、上海金发科技发展有限公司、合肥普和普耐磨材料技术有限公司、吉林省产品质量监督检验院、中蓝晨光化工研究设计院有限公司、中华人民共和国青岛大港海关、青岛中新华美塑料有限公司。

本部分主要起草人：吴淑焕、袁绍彦、杨亦楠、王寒冰、孟坤、高建国、陈敏剑、王万卷、何国山、曹沛、葛磊、李尚禹。

引 言

在塑料产品制造中增加生物质资源的使用可以有效减少全球变暖与化石资源的消耗。

当前的塑料产品由生物基合成聚合物、化石基合成聚合物、天然聚合物与助剂(可能包含生物基材料)组成。

生物基塑料是指含有全部或部分生物来源材料的塑料。

在本系列标准中,生物基塑料的生物基含量仅仅是指生物基碳的含量、生物基合成聚合物的含量或生物基物质的含量。

本文件与 EN 16785-1:2015 保持一致。

塑料 生物基含量

第4部分:生物基物质含量的测定

1 范围

GB/T 39715 的本部分规定了基于放射性碳分析与元素分析以测定塑料产品中生物基物质含量的方法。

本部分适用于由生物基和(或)化石基成分制成的塑料产品、塑料材料、聚合物树脂、单体或添加剂。也适用于含有碳元素的塑料制品,并提供其元素组成及其生物基物质含量。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 16620-2:2015 塑料 生物基含量 第2部分:生物基碳含量的测定(Plastics—Biobased content—Part 2:Determination of biobased carbon content)

3 术语、定义、符号和缩略语

3.1 术语和定义

ISO 16620-1 界定的术语和定义适用于本文件。

ISO 与 IEC 在以下地址维护用于文件化的术语数据库:

——IEC 电子百科全书:<http://www.electropedia.org/>

——ISO 在线浏览平台:<http://www.iso.org/obp/>

3.2 符号

^{14}C :原子量为 14 的碳同位素。

C:碳元素。

H:氢元素。

N:氮元素。

O:氧元素。

m_{B} :生物基物质含量,表示为占试样总质量的百分数。

x_{B} :生物基碳含量,表示为占试样总质量的百分数。

x^{TC} :总碳含量,表示为占试样总质量的百分数。

x^{TH} :总氢含量,表示为占试样总质量的百分数。

x^{TN} :总氮含量,表示为占试样总质量的百分数。

x^{TO} :总氧含量,表示为占试样总质量的百分数。

W:试样质量,单位为克。

3.3 缩略语

CL:置信水平。

TC:总碳。

TH:总氢。

TN:总氮。

TO:总氧。

4 原理

4.1 产品组

为了满足本部分的目的,两组产品的区别如下:

- a) I 组产品由化学或生物反应获得;
- b) II 组产品通过混合 I 组产品获得,不存在化学或生物反应。

天然组分(4.4)能被用于生产 I 组产品,也可作为 II 组产品的组分。

4.2 I 组产品

由第 6 章所述规则支持的本方法符合:

- a) 分别用放射性碳分析与元素分析(6.3)测定产品的生物基碳含量与元素组成;
- b) 将以下两者进行比较:
 - 1) 声明(6.1)产品组成与来源(生物基和/或化石资源)的数据;
 - 2) 用放射性碳分析及元素分析测定的产品结果数据(6.3)。

注:本部分意义上的“声明”与本方法得到的生物基物质含量的“声明”(属于 ISO 16620-5)有区别。

4.3 II 组产品

本方法符合:

- a) 用放射性碳分析(7.3)测定产品的生物基碳含量;
- b) 将以下两者进行比较:
 - 1) 声明(7.1)产品组成与来源(生物基和/或化石资源)的数据;
 - 2) 用放射性碳分析测定的产品结果数据(7.3)。

注:本部分意义上的“声明”与本方法得到的生物基物质含量的“声明”(属于 ISO 16620-5)有区别。

4.4 天然组分

本方法不需要测定完全来自生物质的天然组分(如,天然聚合物)中的生物基物质含量。

天然组分的生物基物质含量等于 100%。

天然组分的生物基碳含量,表示为占总碳含量的质量分数,等于 100%。

注:需区分根据本部分的生物基物质含量的计算与根据 GB/T 39715.3—2021 的生物基合成聚合物含量的计算,其中天然组分的生物基合成聚合物含量为 0%(参见 ISO 16620-1:2015,第 4 章)。

4.5 单体和添加剂

当化合物和原材料/化学物质的单体和添加剂已知、化学成分明确的情况下,该方法可只测定生物基碳含量。利用确认标准(6.4)确认生物基物质含量时,只需考虑生物基碳含量。

5 元素归属规则

注：以现有技术水平，无法通过同位素测定来区分元素（诸如氧，氢或氮）是来自于生物质还是非生物质。

以下规则适用于由化学或生物反应获得的产品/产品组分（I 组产品）：

- a) 如果反应物仅来自生物质，则产品/产品组分的生物基物质含量为 100%；
- b) 如果反应物来自非生物质，则产品/产品组分的生物基物质含量为 0%；
- c) 如果反应物，既有来自生物质，也有来自非生物质，则以下规则适用：
 - 1) 如果氧(O)和/或氢(H)和/或氮(N)元素和生物质的碳结构相连，则其质量分数应认为是生物基物质含量的一部分；
 - 2) 在本部分中，仅考虑 C、H、O 与 N 元素，其他元素不被考虑在内。

示例：酸与伯醇反应得到的酯保持了来自伯醇的氧。

6 I 组产品的测定规则

6.1 声明

产品审议时，需要提供的声明应包含如下信息：

- a) 与产品生产相关的化学或生物反应及原材料/化学物质的信息；
- b) 产品完整的元素组成(x_1^{TC} 、 x_1^{TH} 、 x_1^{TO} 与 x_1^{TN})；
- c) 按照第 5 章计算获得的产品生物基碳含量(x_{BI})与生物基物质含量(m_{BI})。

注 1：生物基碳含量可以在总有机碳(TOC)或总碳(TC)或总质量的基础上表示。

注 2：本部分中，“生物基碳含量”指的是“生物基碳质量含量，表示为占总质量的百分数”。

对于含水产品，生物基物质含量(m_{BI})表示为占干物质总质量的百分数。

示例：通过从化石资源得到的对苯二甲酸与从生物基得到的乙二醇缩聚获得的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)(见表 1)。

表 1 聚对苯二甲酸乙二酯(PET)的计算示例

成分	C %	H %	O %	总计 %
化石基部分(来自对苯二甲酸)	50.0	2.1	16.6	68.7
生物基部分(来自乙二醇)	12.5	2.1	16.6	31.2
总计	62.5	4.2	33.3	100.0
$x_1^{TC} = 62.5\%$ $x_1^{TH} = 4.2\%$ $x_1^{TO} = 33.3\%$		$x_{BI} = 12.5\%$ $m_{BI} = 31.2\%$		

6.2 取样

样品应具有代表性。

尽可能使用测定生物基碳含量与元素组成的产品取样程序，并记录细节。

6.3 测定生物基碳含量与元素组成

6.3.1 步骤

根据 ISO 16620-2 测定样品的生物基碳含量。

生物基碳含量(x_{bi})表示为占试样总质量的百分数。

根据合适的标准分析方法测定试样的总碳含量(x_2^{TC})、总氢含量(x_2^{TH})、总氧含量(x_2^{TO})和/或总氮含量(x_2^{TN})。如果有其他元素存在,也将测定其含量。

可以在 ISO 609、ISO 8245、ISO 10694、ISO 15350、ISO 17247、ASTM D5291-02、ASTM E1019-11 或 EN 13137 中选用合适的方法来测定总碳含量与有机碳含量。

氧含量应通过测量获得,不能通过计算获得[如从总含量(100%)中减去 C、H 与 N 的含量]。

总碳含量(x_2^{TC})、总氢含量(x_2^{TH})、总氧含量(x_2^{TO})和/或总氮含量(x_2^{TN})以占试样总质量的百分数表示。

使用测试结果进行确认时(6.4),测试结果显示为占干物质总质量的百分数。

6.3.2 测试结果的变化

通过分析方法获得的结果,与标称值存在差异的原因如下:

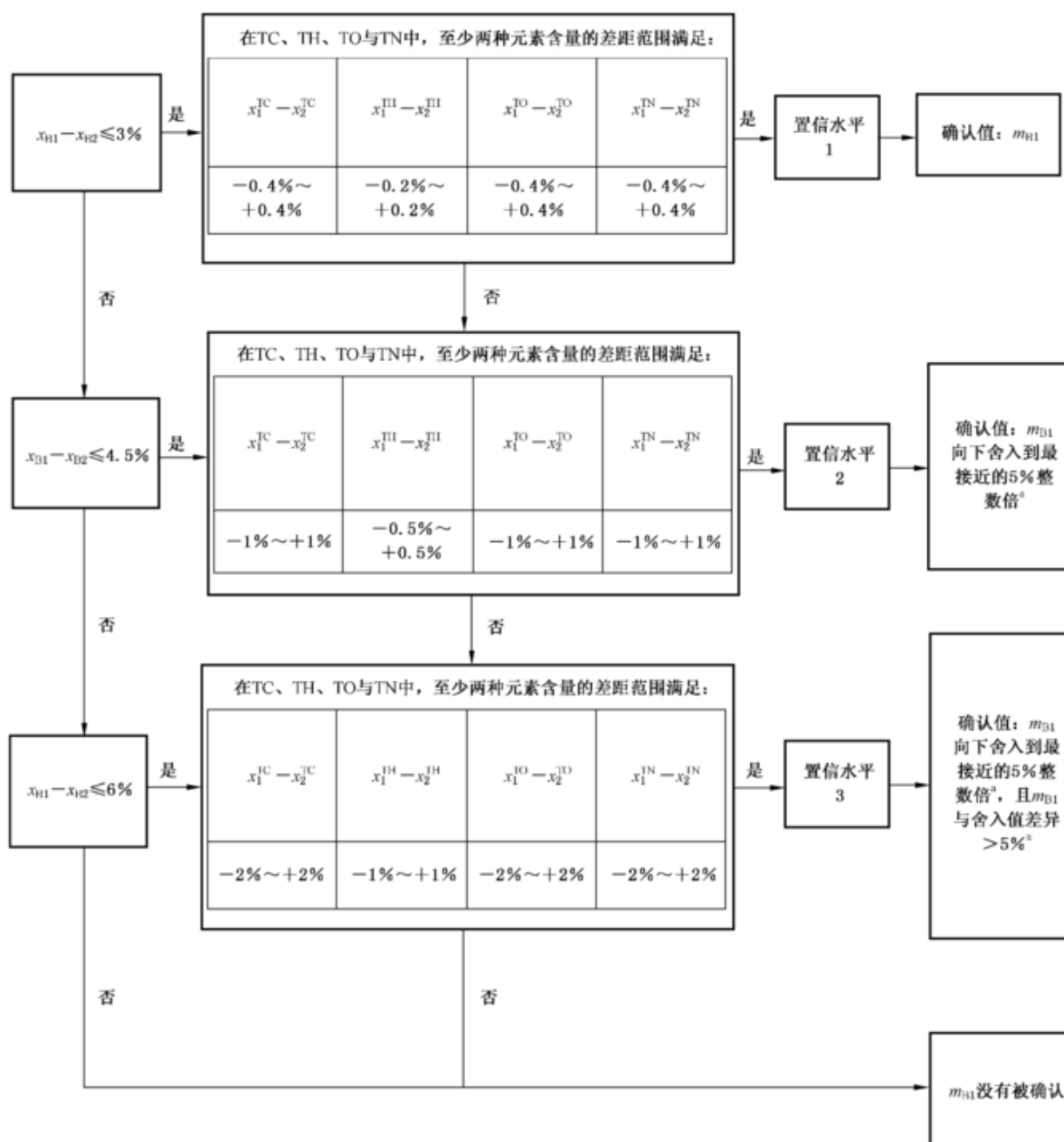
- a) 产品的组成可能因为天然来源的不同而产生变化;
示例:用于生产脂肪酸酯的天然脂肪酸。
- b) 在一定程度上,生产过程可能会引起最终产品的组成发生变化;
- c) 分析方法也是不确定性的来源,如下所示:
 - 1) 生物基碳含量测量值的 $\pm 3\%$;
 - 2) 总碳、总氧与总氮含量测量值的 $\pm 0.4\%$;
 - 3) 总氢含量测量值的 $\pm 0.2\%$ 。

6.4 生物基物质含量的确认标准

测定声明(6.1)中给出的值与生物基碳含量、总碳含量、总氢含量、总氧含量和/或总氮含量相关的测试结果(6.3.1)之间的差距。

根据图 1,应用判定方案来确认生物基物质含量。

对单体与添加剂,见 4.5。



^a 与样品总质量相关的百分数。

图 1 I 组产品判定方案

示例 1: 对置信水平 2, 52% 向下舍入到 50%, 57% 向下舍入到 55%。

示例 2: 对置信水平 3, 48% 向下舍入到 40%, 42% 向下舍入到 35%。

如果分子中不存在氮和/或氧元素, 则不将其计入。

如果生物基碳含量的标称值比生物基碳含量的测量值低, 则其差距被认为满足置信水平 1 的标准。

示例 3: 生物基碳含量标称值: 53.2%, 生物基碳含量测量值: 56.5%, 两个值间的差距: 3.3%。因为标称值低于测量值, 对该值运用置信水平 1。

示例 4: 对于聚对苯二甲酸乙二酯(PET)(见 6.1, 示例), 分子中不存在 N, 因此 N 不计入。通过比较生物基碳含量的值, 以及 TC 含量和 TH 含量来进行确认。也可以考虑用 TO 含量代替 TC 含量或 TH 含量。

6.5 应用判定方案的示例

示例见表 2、表 3 与表 4。

表 2 示例 1

	生物基碳含量 %	总碳 %	总氢 %	总氧 %	生物基物质含量 %
标称值	25,0	50,0	5,6	44,4	56
测量值	25,9	49,8	5,7	44,6	—
标称值与测量值的差距	$x_{BI} - x_{BE}$	$x_1^{TC} - x_2^{TC}$	$x_1^{TH} - x_2^{TH}$	$x_1^{TO} - x_2^{TO}$	
	-0.9	0.2	±0.1	±0.2	
置信水平 1 的标准	≤3	±0.4	±0.2	±0.4	
符合文件	是	是	是	是	
生物基物质含量确认值:56%。					

表 3 示例 2

	生物基碳含量 %	总碳 %	总氢 %	总氧 %	生物基物质含量 %
标称值	40.8	53.0	9.0	24.2	52
测量值	40.1	52.1	8.8	22.5	—
标称值与测量值的差距	$x_{BI} - x_{BE}$	$x_1^{TC} - x_2^{TC}$	$x_1^{TH} - x_2^{TH}$	$x_1^{TO} - x_2^{TO}$	
	+0.7	+0.9	+0.2	+1.7	
置信水平 2 的标准	≤4.5	±1.0	±0.5	±1.0	
符合文件	是	是	是	否	
生物基物质含量确认值:50%。					

表 4 示例 3

	生物基碳含量 %	总碳 %	总氢 %	总氧 %	生物基物质含量 %
标称值	47.2	50.2	7.2	42.6	67
测量值	42.2±6	47.5±2	7.9	40.8	—
标称值与测量值的差距	$x_{BI} - x_{BE}$	$x_1^{TC} - x_2^{TC}$	$x_1^{TH} - x_2^{TH}$	$x_1^{TO} - x_2^{TO}$	
	+5	+2.7	−0.7	+1.8	
置信水平 3 的标准	≤6	±2	±1	±2	
符合文件	是	否	是	是	
生物基物质含量确认值:60%。					

6.6 测试报告

测试报告至少应包括以下信息：

- a) 注明采用 GB/T 39715 的有关部分,即 GB/T 39715.4—2021;
- b) 完全区分待审议产品的所有必要信息;
- c) 产品组,即 I 组产品;
- d) 在 6.1 中定义的声明(m_{BI} 、 x_{BI} 、 x_1^{TC} 、 x_1^{TH} 、 x_1^{TO} 、 x_1^{TN}),表示为占试样总质量的百分数;
- e) 测定生物基碳含量的方法,即 ISO 16620-2:2015,方法 C;
- f) 生物基碳含量(x_{B2})测试值,表示为占试样总质量的百分数;
- g) 测定元素组成的分析方法;
- h) 每个现有元素 C, H, O 和/或 N(x_2^{TC} 、 x_2^{TH} 、 x_2^{TO} 、 x_2^{TN})的测量值,表示为占试样总质量的百分数;
- i) 生物基物质含量的确认值(m_B),表示为占干物质总质量的百分数;
- j) 任何附加信息,包括偏离测试方法的细节、可能影响测试结果的文件未规定的操作;
- k) 进行测试的实验室的标识;
- l) 测试日期。

附录 A 给出了 I 组产品报告结果格式的示例。

7 II 组产品的测定规则

7.1 声明

如果除了天然组分(4.4),产品的每个组分都已经事先根据第 6 章进行了分析,且每个组分的生物基物质含量标称值都已经被确认,则本方法适用。

产品审议时,需要提供的声明应包含如下信息:

- a) 与生产过程和生产产品的原材料/化学物质有关的信息;
 - b) 根据 ISO 16620-2 获得的测试报告中确认的生物基碳含量($x_{B,i}$)与根据 6.6 获得的测试报告中产品每种生物基组分的生物基物质含量($m_{B,i}$),不包括天然组分;
 - c) 按附录 B 的要求计算获得的产品生物基碳含量(x_{BI})与生物基物质含量(m_{BI})。
- 对含水产品来说,生物基物质含量(m_{BI})表示为占干物质总质量的百分数。

7.2 取样

样品应具有代表性。

尽可能使用测定生物基碳含量组成的产品取样程序,并记录细节。

7.3 测定生物基碳含量

7.3.1 步骤

根据 ISO 16620-2 测定样品的生物基碳含量。

生物基碳含量(x_{B2})表示为占试样总质量的百分数。

使用测试结果进行确认时(7.4),测试结果显示为占干物质总质量的百分数。

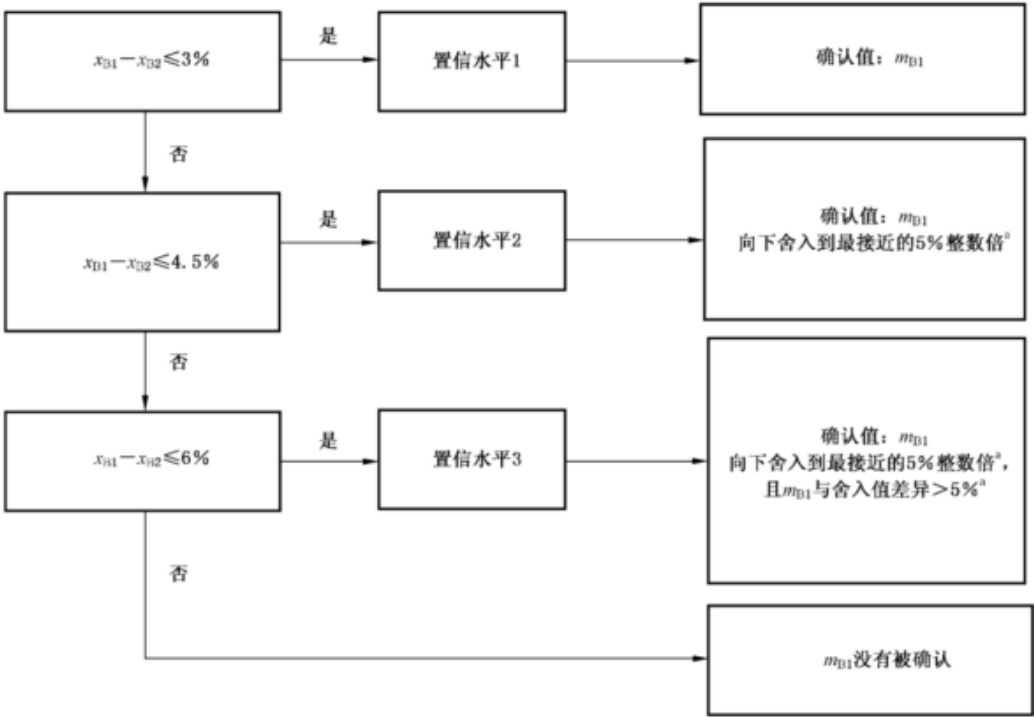
7.3.2 测试结果的变化

通过放射性碳法获得的结果,与标称值存在差异的原因如下:

- a) 产品的组成可能因为天然来源的不同而产生变化；
- b) 在一定程度上,生产过程可能会引起最终产品的组成发生变化；
- c) 放射性碳法也是不确定性的来源:测量值的 $\pm 3\%$ 。

7.4 生物基物质含量的确认标准

测定声明(7.1)中给出的值与生物基碳含量的测试结果(7.3.1)之间的差距。
根据图 2,应用判定方案来确认生物基物质含量。



^a 与样品总质量相关的百分数。

图 2 II 组产品判定方案

示例 1:对置信水平 2,52%向下舍入到 50%,57%向下舍入到 55%。
示例 2:对置信水平 3,48%向下舍入到 40%,42%向下舍入到 35%。

7.5 应用判定方案的示例

示例:生物基物质含量标称值:53%；
生物基碳含量标称值:48%；
生物基碳含量测量值:44%；
标称值与测量值的差距:48%－44%＝4%(处于置信水平 2)；
生物基物质含量确认值:50%。

7.6 测试报告

- 测试报告至少应包括以下信息：
- a) 注明采用 GB/T 39715 的有关部分,即 GB/T 39715.4—2021；
 - b) 完全区分待审议产品的所有必要信息；
 - c) 产品组,即 II 组产品；
 - d) 在 7.1 中定义的声明；

- e) 生物基碳含量的计算值(x_{BI}),表示为占试样总质量的百分数;
- f) 生物基物质含量的计算值(m_{B}),表示为占试样总质量的百分数;
- g) 测定生物基碳含量的方法,即 ISO 16620-2:2015,方法 C;
- h) 生物基碳含量(x_{B2})测试值,表示为占试样总质量的百分数;
- i) 生物基物质含量的确认值,表示为占干物质总质量的百分数;
- j) 任何附加信息,包括偏离测试方法的细节、可能影响测试结果的文件未规定的操作;
- k) 进行测试的实验室的标识;
- l) 测试日期。

附录 C 给出了 II 组产品报告结果格式的示例。

附录 A
(资料性附录)

I 组产品报告结果格式的示例

表 A.1 报告结果格式的示例

试样:	%	置信水平	%
生物基物质含量标称值, m_B (由厂商或其代表提供)			
生物基碳含量标称值, x_{BI} (由厂商或其代表提供)			
生物基碳含量测量值, x_{B2}			
标称值与测量值的差距, $x_{BI} - x_{B2}$			
生物基碳的置信水平(基于差距: $x_{BI} - x_{B2}$)			
总碳含量标称值, x_1^{TC} (由厂商或其代表提供)			
总碳含量测量值, x_2^{TC}			
总碳含量的标称值与测量值的差距, $x_1^{TC} - x_2^{TC}$			
总碳的置信水平(基于差距: $x_1^{TC} - x_2^{TC}$)			
总氢含量标称值, x_1^{TH} (由厂商或其代表提供)			
总氢含量测量值, x_2^{TH}			
总氢含量的标称值与测量值的差距, $x_1^{TH} - x_2^{TH}$			
总氢的置信水平(基于差距: $x_1^{TH} - x_2^{TH}$)			
总氧含量标称值, x_1^{TO} (由厂商或其代表提供)			
总氧含量测量值, x_2^{TO}			
总氧含量的标称值与测量值的差距, $x_1^{TO} - x_2^{TO}$			
总氧的置信水平(基于差距: $x_1^{TO} - x_2^{TO}$)			
总氮含量标称值, x_1^{TN} (由厂商或其代表提供)			
总氮含量测量值, x_2^{TN}			
总氮含量的标称值与测量值的差距, $x_1^{TN} - x_2^{TN}$			
总氮的置信水平(基于差距: $x_1^{TN} - x_2^{TN}$)			
指定的最终置信水平[使用 ¹⁴ C定义的置信水平和剩余四个元素(C、H、N、O)中的两个最佳置信水平]			
根据指定的最终置信水平得到生物基物质含量的确认值[m_B 或依照置信水平(6.4)向下舍入的 m_B]			

附录 B

(规范性附录)

计算Ⅱ组产品的生物基碳含量与生物基物质含量

B.1 计算生物基碳含量

通过式(B.1)计算生物基碳含量:

$$x_B = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot x_{B,i}}{W} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

 x_B ——生物基碳含量,表示为占试样总质量的百分数,%; $x_{B,i}$ ——组分 i 的生物基碳含量,以组分 i 的质量分数表示,%; W_i ——组分 i 的质量,单位为克(g); W ——试样总质量,单位为克(g); n ——试样组分数。

B.2 计算生物基物质含量

通过式(B.2)计算生物基物质含量:

$$m_B = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot m_{B,i}}{W} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

 m_B ——产品生物基物质含量,表示为占试样总质量的百分数,%; $m_{B,i}$ ——组分 i 的生物基物质含量,以组分 i 的质量分数表示,%; W_i ——组分 i 的质量,单位为克(g); W ——试样总质量,单位为克(g); n ——试样组分数。

附录 C
(资料性附录)

II 组产品报告结果格式的示例

表 C.1 报告结果格式的示例

试样:	%	置信 水平	%
生物基物质含量标称值, m_B (由厂商或其代表提供)			
生物基碳含量标称值, x_{BI} (由厂商或其代表提供)			
生物基碳含量测量值, x_{BC}			
标称值与测量值的差距, $x_{BI} - x_{BC}$			
生物基碳的置信水平(基于差距: $x_{BI} - x_{BC}$)			
根据指定的最终置信水平得到生物基物质含量的确认值[m_B 或依照置信水平(7.4)向下舍入的 m_B]			

参 考 文 献

- [1] GB/T 39715.3—2021 塑料 生物基含量 第3部分:生物基合成聚合物含量的测定
 - [2] ISO 609 Solid mineral fuels—Determination of carbon and hydrogen—High temperature combustion method
 - [3] ISO 8245 Water quality—Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC)
 - [4] ISO 10694 Soil quality—Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis)
 - [5] ISO 15350 Steel and iron—Determination of total carbon and sulfur content—Infrared absorption method after combustion in an induction furnace (routine method)
 - [6] ISO 16620-1:2015 Plastics—Biobased content—Part 1:General principles
 - [7] ISO 16620-3 Plastics—Biobased content—Part 3:Determination of biobased synthetic polymer content
 - [8] ISO 16620-5 Plastics—Biobased content—Part 5:Declaration of the biobased carbon content, biobased synthetic polymer content and biobased mass content
 - [9] ISO 17247 Coal—Ultimate analysis
 - [10] ASTM D5291-10 Standard test methods for instrumental Determination of Carbon, Hydrogen, and Nitrogen in Petroleum Products and Lubricants
 - [11] ASTM E1019-11 Standard Test Methods for Determination of Carbon, Sulfur, Nitrogen, and Oxygen in Steel, Iron, Nickel, and Cobalt Alloys by Various Combustion and Fusion Techniques
 - [12] EN 13137 Characterization of waste—Determination of total organic carbon (TOC) in waste, sludges and sediments
 - [13] EN 16785-1:2015 Bio-based products—Bio-based content—Part 1:Determination of the bio-based content using the radiocarbon analysis and elemental analysis
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

塑料 生物基含量

第4部分:生物基物质含量的测定

GB/T 39715.4—2021/ISO 16620-4:2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2021年8月第一版

*

书号:155066·1-66804

版权专有 侵权必究



GB/T 39715.4—2021