



中华人民共和国国家标准

GB/T 39715.1—2021/ISO 16620-1:2015

塑料 生物基含量 第1部分:通用原则

Plastics—Biobased content—Part 1: General principles

(ISO 16620-1:2015, 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

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。

本文件为 GB/T 39715《塑料 生物基含量》的第1部分。GB/T 39715 已经发布了以下部分：

- 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。

本文件使用翻译法等同采用 ISO 16620-1:2015《塑料 生物基含量 第1部分：通用原则》。

与本文件中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 2035—2008 塑料术语及其定义(ISO 472:1999, IDT)
- GB/T 39715.2—2021 塑料 生物基含量 第2部分：生物基碳含量的测定(ISO 16620-2:2019, IDT)
- 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(ISO 16620-3:2015, IDT)
- GB/T 39715.4—2021 塑料 生物基含量 第4部分：生物基物质含量的测定(ISO 16620-4:2016, IDT)

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国塑料标准化技术委员会(SAC/TC 15)归口。

本文件起草单位：金发科技股份有限公司、中蓝晨光化工研究设计院有限公司、安徽集虹材料科技有限公司、吉林省产品质量监督检验院、广州质量监督检测研究院、厦门长塑实业有限公司。

本文件主要起草人：李建军、陈敏剑、陈海、张川洲、陈曦、何国山、王万卷、王琦玲、徐进、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含量、生物基合成聚合物含量或生物基物质含量。

鉴于生物基含量对应的相关内容篇幅过长,将通用原则、生物基碳含量、生物基合成聚合物含量和生物基物质含量分为对应的4个部分编制,各部分间相互协调补充。

塑料 生物基含量

第1部分：通用原则

1 范围

本文件规定了塑料产品中生物基含量测定的通用原则和计算方法。该计算方法是基于塑料产品中碳的质量或每种组分的质量。

本文件适用于由生物基和(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。明确塑料产品的生物基含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。

ISO 472 塑料 术语和定义(Plastics—Vocabulary)

ISO 16620-2 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)

ISO 16620-3 塑料 生物基含量 第3部分:生物基合成聚合物含量的测定(Plastics—Biobased content—Part 3:Determination of biobased synthetic polymer content)

ISO 16620-4 塑料 生物基含量 第4部分:生物基质量含量的测定(Plastics—Biobased content—Part 4:Determination of biobased mass content)

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

ISO 472 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

生物基碳含量 biobased carbon content

产品中来源于生物质的碳含量。

注:生物基碳含量用试样的质量百分数表示,如总碳含量百分数,或总有机碳含量百分数。

3.1.2

生物质 biomass

生物来源的材料,不包括矿物和/或化石的材料。

3.1.3

合成聚合物 synthetic polymer

通过化学和(或)生物工业过程获得的聚合物。

3.1.4

生物基合成聚合物 biobased synthetic polymer

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。

注:天然聚合物(见 3.1.7)不属于生物基合成聚合物。

3.1.5

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

m_{BSP}

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产品总质量百分比或分数。

3.1.6

碳含量 carbon content

组分、材料或产品中的碳含量,以质量百分数表示。

3.1.7

天然聚合物 natural polymer

从生物质获得的聚合物,其中聚合物保留了生物质中的原始化学结构和组分。

示例:淀粉、纤维素、木质素或木质纤维素。

3.1.8

产品 product

由生产过程产生的树脂、材料、制品或制件。

注:产品可以是材料、半成品或最终产品。如由石油或生物质获得的聚乙烯树脂、生物基 PE 膜、PET 树脂、PET 瓶、单体与增塑剂。

3.1.9

总碳 total carbon

TC

试样中存在的有机碳、无机碳和元素碳形式的总碳量。

3.1.10

总有机碳 total organic carbon

TOC

通过燃烧转化成二氧化碳的碳量,不包括通过酸处理释放出二氧化碳的碳量。

3.1.11

生物基物质含量 biobased mass content

m_{B}

产品中生物基合成聚合物、天然聚合物与生物基添加剂的总量。

注:产品中生物基物质的总含量用生物基合成聚合物、天然聚合物与生物基添加剂的和相对产品总质量的质量百分数或分数来表示。

3.2 符号

x_{B}^{TC} :生物基碳含量相对总碳含量的百分数。

$x_{\text{B}}^{\text{TOC}}$:生物基碳含量相对总有机碳量的百分数。

M_x :组分 x 的碳质量。

W_x :组分 x 的质量。

4 原理

如图 1a)所示,塑料产品通常包含以下 6 个种类的组分:

- a) 生物基合成聚合物(组分 A)与化石基合成聚合物(组分 B);
- b) 天然聚合物(组分 C);
- c) 生物基添加剂(有机和/或无机的)(组分 D),化石基有机添加剂(组分 E)与无机添加剂(组分 F)。

ISO 16620 中,添加剂也包括填料。

塑料产品的生物基含量可以被分为以下几类:

- 1) 生物基碳含量[见图 1 b1)、图 1 b2),计算方法见 5.1]。ISO 16620 第 2 部分中生物基碳含量可用生物基碳相对于总有机碳之比的质量百分数 x_B^{TOC} ,或生物基碳相对于总碳之比的质量百分数比来 x_B^{TC} 表示。在塑料产品中,为了性价比,会添加无机化合物如碳酸钙。因此,计算生物基碳含量时,要考虑是否含有无机碳。当生物基合成聚合物与生物基添加剂都是“完全生物基”时,则这些组分中的所有碳都是生物基碳[见图 1 b1),5.1.1.1 与 5.1.2.1]。当生物基合成聚合物与生物基添加剂是“部分生物基”时,则其组分中的碳不但有生物基碳,还有化石基碳[见图 1 b2),5.1.1.2 与 5.1.2.2]。
- 2) 生物基合成聚合物的含量[见图 1 c1)、图 1 c2),计算方法见 5.2]。ISO 16620 第 3 部分中,这种报告方法考虑了组分的总质量而不仅仅是碳的质量。生物基合成聚合物含量的计算为生物基合成聚合物中生物基质量与产品总质量的比率,以百分数表示。产品的总质量还应包括无机碳组分的质量。制造商在生产中通常使用质量含量,因而易于计算出生物基合成聚合物的含量。当生物基合成聚合物为“完全生物基”时,其整个质量都计算为生物基的[见图 1 c1)与 5.2.1]。当为“部分生物基”时,其部分质量被计算为生物基的[见图 1 c2)与 5.2.2]。
- 3) 生物基物质含量[见图 1 d1)、图 1 d2),计算方法见 5.3]。ISO 16620 第 4 部分中,这种报告方法除了生物基合成聚合物成分和生物基添加剂之外,还考虑了天然聚合物成分。因此,生物基物质含量为天然聚合物组分+生物基合成聚合物组分+生物基添加剂组分的质量之和相对于产品总质量的比值。产品的总质量还应包括无机碳组分的质量。当生物基合成聚合物与生物基添加剂是“完全生物基”时,则这些组分的整个质量都计算为生物基的[见图 1 d1)与 5.3.1]。当为“部分生物基”时,其部分质量被计算为生物基的[见图 1 d2)与 5.3.2]。

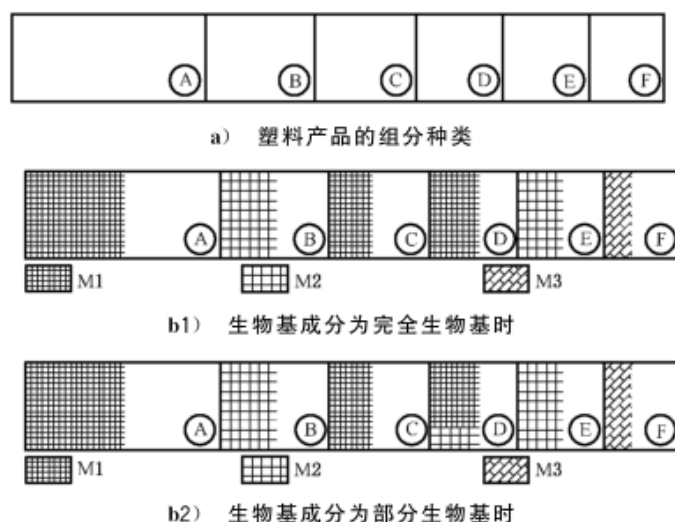
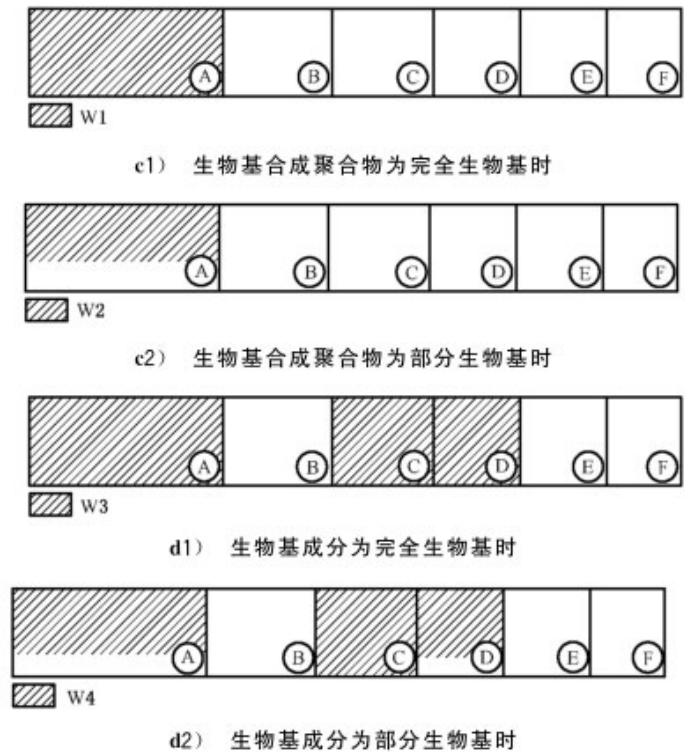


图 1 塑料产品的生物基含量



标引序号说明:

A——生物基合成聚合物;

B——化石基合成聚合物;

C——天然聚合物;

D——生物基添加剂(有机的与无机的);

E——化石基添加剂;

F——非生物基无机添加剂。

M1——生物基碳;

M2——化石基碳;

M3——无机碳;

W1——生物基合成聚合物;

W2——生物基合成聚合物的生物基部分;

W3——生物基组分;

W4——生物基组分的生物基部分。

图 1 塑料产品的生物基含量(续)

5 生物基含量的计算方法

5.1 生物基碳含量—— x_B^{TOC} 与 x_B^{TC}

5.1.1 相对于总有机碳的生物基碳含量

5.1.1.1 产品中生物基成分为完全生物基时

生物基碳含量,即生物质来源的碳量[见图 1 b1)],表示为相对于总有机碳的百分比,应用式(1)计算。

$$x_B^{\text{TOC}} = \frac{M_A + M_C + M_D}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

M_A 、 M_B 、 M_C 、 M_D 、 M_E ——组分 A、B、C、D 与 E 的碳质量。

式(1)中不考虑无机添加剂 M_F 中的碳质量。

ISO 16620-2 给出了用于测定产品(其生物基成分完全来源于生物质)生物基碳含量的方法。

5.1.1.2 产品中生物基成分为部分生物基时

如果生物基合成聚合物和(或)生物基添加剂是部分生物基时[见图 1 b2)],则生物基碳含量(相对于总有机碳的百分比)应用式(2)计算。

$$x_B^{\text{TOC}} = \frac{M_{A1} + M_C + M_{D1}}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

M_{A1}, M_{D1} ——组分 A 与 D 中的生物基碳质量;

M_A, M_B, M_C, M_D, M_E ——组分 A、B、C、D 与 E 的碳质量。

ISO 16620-2 给出了用于测定产品(其生物基成分部分来源于生物质)生物基碳含量的方法。

计算示例参见附录 A。

5.1.2 相对于总碳的生物基碳含量

5.1.2.1 产品中生物基成分为完全生物基时

生物基碳含量,即生物质来源的碳量[见图 1 b1)],表示为相对于总碳的百分比,应用式(3)计算。

$$x_B^{\text{TC}} = \frac{M_A + M_C + M_D}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E + M_F} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$M_A, M_B, M_C, M_D, M_E, M_F$ ——组分 A、B、C、D、E 与 F 的碳质量。

ISO 16620-2 给出了用于测定产品(其生物基成分完全来源于生物质)生物基碳含量的方法。

5.1.2.2 产品中生物基成分为部分生物基时

如果生物基合成聚合物和(或)生物基添加剂是部分生物基的[如图 1 b2)],则生物基碳含量(相对于总碳的百分比),应用式(4)计算。

$$x_B^{\text{TC}} = \frac{M_{A1} + M_C + M_{D1}}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E + M_F} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

M_{A1}, M_{D1} ——组分 A 与 D 的生物基碳质量;

$M_A, M_B, M_C, M_D, M_E, M_F$ ——组分 A、B、C、D、E 与 F 的碳质量。

ISO 16620-2 给出了生物基碳含量的测定方法。

计算示例参见附录 A。

5.2 产品中生物基合成聚合物含量

5.2.1 产品中生物基合成聚合物为完全生物基时

生物基合成聚合物含量,即生物质来源的生物基合成聚合物的量[见图 1 c1)],表示为相对于产品总质量的百分比,应用式(5)计算。

$$m_{\text{BSP}} = \frac{W_A}{W_A + W_B + W_C + W_D + W_E + W_F} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$W_A, W_B, W_C, W_D, W_E, W_F$ ——组分 A、B、C、D、E 与 F 的质量。

ISO 16620-3 给出了生物基合成聚合物含量的测定方法。

计算示例参见附录 B。

5.2.2 产品中生物基合成聚合物为部分生物基时

如果生物基合成聚合物是部分生物基时[见图 1 c2)],则生物基合成聚合物含量(相对于产品总质量的百分比),应用式(6)计算。

$$m_{\text{BSP}} = \frac{W_{\text{AI}}}{W_{\text{A}} + W_{\text{B}} + W_{\text{C}} + W_{\text{D}} + W_{\text{E}} + W_{\text{F}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

W_{AI} ——组分 A 中的生物基的质量;

$W_{\text{A}}、W_{\text{B}}、W_{\text{C}}、W_{\text{D}}、W_{\text{E}}、W_{\text{F}}$ ——组分 A、B、C、D、E 与 F 的质量。

计算示例参见附录 B。

至今仍然没有测定生物基合成聚合物含量的实验方法。然而,根据生物基碳含量与结构式/质量组分,可计算出生物基合成聚合物含量、生物基添加剂含量与总生物基物质含量。

ISO 16620-3 给出了产品中生物基合成聚合物含量的测定方法。

5.3 生物基物质含量

5.3.1 产品中生物基成分为完全生物基时

塑料产品的生物基物质含量表示为相对于产品总质量的百分比,应用式(7)计算[见图 1 d1)]。

$$m_{\text{B}} = \frac{W_{\text{A}} + W_{\text{C}} + W_{\text{D}}}{W_{\text{A}} + W_{\text{B}} + W_{\text{C}} + W_{\text{D}} + W_{\text{E}} + W_{\text{F}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$W_{\text{A}}、W_{\text{B}}、W_{\text{C}}、W_{\text{D}}、W_{\text{E}}、W_{\text{F}}$ ——组分 A、B、C、D、E 与 F 的质量。

计算示例参见附录 B。

5.3.2 产品中生物基成分为部分生物基时

如果生物基合成聚合物与生物基添加剂是部分生物基的[见图 1 d2)],则塑料产品的生物基物质含量(相对于产品总质量的百分比),应用式(8)计算。

$$m_{\text{B}} = \frac{W_{\text{AI}} + W_{\text{C}} + W_{\text{DI}}}{W_{\text{A}} + W_{\text{B}} + W_{\text{C}} + W_{\text{D}} + W_{\text{E}} + W_{\text{F}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$W_{\text{AI}}、W_{\text{DI}}$ ——组分 A 与 D 中生物基的质量;

$W_{\text{A}}、W_{\text{B}}、W_{\text{C}}、W_{\text{D}}、W_{\text{E}}、W_{\text{F}}$ ——组分 A、B、C、D、E 与 F 的质量。

计算示例参见附录 B。

至今仍然没有测定生物基质量含量的实验方法。然而,根据生物基碳含量与结构式/质量组分,可计算出生物基合成聚合物含量、生物基添加剂含量与总生物基物质含量。

ISO 16620-4 给出了产品中生物基物质含量的测定方法。

附录 A

(资料性)

生物基碳含量的计算示例

表 A.1 给出了含有生物基合成聚合物(聚乳酸/PLA)和生物基添加剂(淀粉)的聚合物配混料的计算实例。聚丙烯(PP)与邻苯二甲酸二丁酯(DBP)分别是化石基聚合物与添加剂。碳酸钙为无机添加剂。该聚合物配混料并非真实的商业产品,而是用于解释生物基碳含量计算的模型。

表 A.1 产品中生物基碳含量的计算示例

组分	化学式	干质量分数 %	各组分中的 碳含量 %	总碳含量 %	各组分中的生物基碳 含量(相对于 TC) x_B^{TC} %	各组分中的生物基碳 含量(相对于 TOC) x_B^{TOC} %
PLA ^a (组分 A)	$C_5H_8O_2$	30	50.0	15	100	100
PP ^b (组分 B)	C_3H_6	30	85.7	25.7	0	0
淀粉(组分 C)	$C_6H_{10}O_5$	20	44.4	8.8	100	100
DBP ^c (组分 E)	$C_{16}H_{22}O_4$	5	69.1	3.4	0	0
碳酸钙(组分 F)	$CaCO_3$	15	12	1.8	0	—
产品(总计)	—	100	—	54.7	43.5 ^d	45 ^e
^a 聚乳酸。 ^b 聚丙烯。 ^c 邻苯二甲酸二丁酯。 ^d $x_B^{TC} = 100 \times (15 + 8.8) / 54.7$ 。 ^e $x_B^{TOC} = 100 \times (15 + 8.8) / (54.7 - 1.8)$ 。						

附录 B
(资料性)

生物基合成聚合物含量与生物基物质含量的计算示例

表 B.1 给出了含有生物基合成聚合物(聚乳酸/PLA)和生物基添加剂(淀粉)的聚合物配混料的计算实例。聚丙烯(PP)与邻苯二甲酸二丁酯(DBP)分别是化石基聚合物与添加剂。碳酸钙为无机添加剂。该聚合物配混料并非真实的商业产品,而是用于解释生物基物质含量计算的模型。

表 B.1 产品中生物基含量的计算示例

组分	化学式	干质量分数 %	生物基合成聚合物含量 m_{ISP} %	生物基物质含量 m_{B} %
PLA ^a (组分 A)	C ₃ H ₄ O ₂	30	100	100
PP ^b (组分 B)	C ₃ H ₆	30	0	0
淀粉(组分 C)	C ₆ H ₁₀ O ₅	20	0	100
DBP ^c (组分 E)	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	5	0	0
碳酸钙(组分 F)	CaCO ₃	15	0	0
产品(总计)	—	100	30	50
^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百分比。在表 B.1 中,生物基合成聚合物仅为 PLA。因此,PLA 的质量分数(30%)即为生物基合成聚合物含量。

生物基物质含量定义为产品中生物基组分的质量百分比。在表 B.1 中,生物基组分是 PLA 和淀粉。因此,PLA 和淀粉的质量分数之和(50%)是该产品的生物基物质含量。

表 B.2 给出了生物基合成聚合物(聚对苯二甲酸乙二醇酯/PET)的示例。PET 中的乙二醇单元为生物基的,而对苯二甲酸单元为化石基的。

表 B.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	分子质量 g	干质量分数 %	生物基合成聚合物含量 m_{ISP} %	生物基物质含量 m_{B} %
乙二醇	C ₂ H ₄ O ₂	60	31.2	100	100
对苯二甲酸	C ₈ H ₄ O ₂	132	68.8	0	0
共聚物(总计)	—	192	100	31.2	31.2



参 考 文 献

- [1] ASTM D6866-12, Standard Test Methods for Determining the Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis
- [2] ASTM D7026-04, Standard Guide for Sampling and Reporting of Results for Determination of Biobased Content of Materials via Carbon Isotope Analysis
- [3] CEN/TR 14980, Solid recovered fuels—Report on relative difference between biodegradable and biogenic fraction of SRF
- [4] CEN/TR 15591, Solid recovered fuels—Determination of the biomass content based on the ^{14}C method
- [5] CEN/TS 16137, Plastics—Determination of bio-based carbon content
- [6] CEN/TS 16295, Plastics—Declaration of the bio-based carbon content
- [7] EN 13137, Characterization of waste—Determination of total organic carbon (TOC) in waste, sludges and sediments
- [8] ISO 13833:2013, Stationary source emissions—Determination of the ratio of biomass (biogenic) and fossil-derived carbon dioxide—Radiocarbon sampling and determination
- [9] NTA 8204:2003, Solid recovered fuels and biomass—Determination of the biomass content
- [10] Commission Decision of 29 January 2004 establishing guidelines for the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council
- [11] CURRIE L.A., KLINEDINST D.B., BURCH R., FELTHAM N., DORSCH R. Authentication and dating of biomass components of industrial materials; links to sustainable technology. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B. 2000, 172 pp. 281-287
- [12] K.M., JUNGNER H., ANTSON O., J., TORMONEN K., ROINE J. Measurement of Biocarbon in Flue Gases Using ^{14}C . Radiocarbon. 2007, 49 (2) pp. 325-330
- [13] NARAYAN R. Bio-based and Biodegradable Polymer Materials; Rationale, Drivers, and Technology Exemplars, ACS Symposium Ser. 939, Chapter 18, 282-306(2006)
- [14] NARAYAN R. Biobased and Biodegradable Polymer Materials; Rationale, Drivers, and Technology Exemplars; ACS Symposium Ser. 1114, Chapter 2, pg 13-31(2012)

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

塑料 生物基含量

第 1 部分:通用原则

GB/T 39715.1—2021/ISO 16620-1:2015

*

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

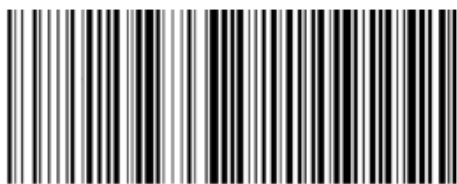
服务热线:400-168-0010

2021 年 8 月第一版

*

书号:155066·1-67570

版权专有 侵权必究



GB/T 39715.1—2021