



中国合成橡胶工业协会团体标准

T/CSRIA XXXX—2026

生物基可降解聚酯橡胶 通用技术规范

Biodegradable and biobased polyester rubber-General technical specification

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国合成橡胶工业协会 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。

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。

本文件由中国合成橡胶工业协会提出并归口。

本文件起草单位：华南理工大学、北京化工大学、江苏恒诺新材料科技有限公司、黄埔绿色先进材料技术研究院、广州合成材料研究院有限公司。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

生物基可降解聚酯橡胶 通用技术规范

1 范围

本文件规定了生物基可降解聚酯橡胶（Biodegradable and biobased polyester rubber，以下简称BD-BPE，也可简称BBPE或BPE）的术语和定义、牌号命名、技术要求、检验规则、标志和随行文件、包装、运输与贮存等。

本文件适用于主链以酯基官能团为主要结构的合成橡胶—生物基可降解聚酯橡胶，符合生物质碳含量大于30%、生物降解率大于80%的通用要求。

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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 1232.1 未硫化橡胶 用圆盘剪切粘度计进行测定 第1部分：门尼粘度的测定
- GB/T 2941 橡胶 物理试验方法试样制备和调节通用程序
- GB/T 3516—2024 橡胶 溶剂抽出物的测定
- GB/T 4498.1—2013 橡胶 灰分的测定 第1部分：马弗炉法
- GB/T 5576 橡胶与胶乳 命名法
- GB/T 5577 合成橡胶牌号规范
- GB/T 6038 橡胶试验胶料 配料、混炼和硫化设备及操作程序
- GB/T 6678-2003 化工产品采样总则
- GB/T 6679-2003 固体化工产品采样通则
- GB/T 15340-2025 天然、合成生胶 取样及其制样方法
- GB/T 19188-2003 天然生胶和合成生胶贮存指南
- GB/T 19277.1—2025 受控堆肥条件下材料最终需氧生物分解能力的测定 采用测定释放的二氧化碳的方法 第1部分：通用方法
- GB/T 24131.2-2017 生橡胶 挥发分含量的测定 第2部分：带红外线干燥单元的自动分析仪加热失重法
- GB/T 25268-2010 橡胶 硫化仪使用指南
- GB/T 28206—2011 可堆肥塑料技术要求
- GB/T 39514—2020 生物基材料术语、定义和标识
- ISO 19984-2:2025 橡胶和橡胶制品 生物基含量的测定 第2部分：生物基碳含量（Rubber and rubber products-Determination of biobased content – Part 2: Biobased carbon content）
- EN 14582:2016 废弃物的特性 卤素含量和硫含量 密封设备中氧的燃烧和测定方法（Characterization of waste-Halogen and sulfur content-Oxygen combustion in closed systems and determination methods）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 生物基可降解聚酯橡胶

生物基可降解聚酯橡胶Biodegradable and biobased polyester rubber（BD-BPE）是主链以酯基官能团为主要结构的合成橡胶，符合生物质碳含量大于30%、且生物降解率大于80%的通用要求。生物降解率在50%~80%之间的为部分可生物降解聚酯橡胶，50%以下的不属于可生物降解聚酯橡胶。

4 牌号命名

4.1 总则

生物基可降解聚酯橡胶BD-BPE牌号由橡胶代号、特征信息和其它附加信息3个字符组组成，每个字符组之间用空格隔开，牌号构成基于下列模式：

牌号		
字符组1	字符组2	字符组3

字符组1：橡胶代号（见4.2）。

字符组2：特征信息（见4.3）。

字符组3：其它附加信息（见4.4）。

4.2 字符组 1

在此字符组中，聚酯橡胶由于是全新的合成橡胶，橡胶代号参照GB/T 5576和GB/T 5577的命名规律，将其定义为“E”系列橡胶，根据生物基可降解聚酯橡胶的大分子主链化学组成，代号为BD-xBPE，其中x代表不同特征单体。

表1 BD-xBPE 系列代表型橡胶字符组 1 规则

结构特征	内容
通用型生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased polyester rubber, BD-BPE
乳酸系生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased lactic acid-polyester rubber, BD-LBPE
呋喃系生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased furane-polyester rubber, BD-FBPE
苯二甲酸系生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased phthalic acid-polyester rubber, BD-PBPE
甘油系生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased glycerol-polyester rubber, BD-GBPE
醚键系生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased ether-polyester rubber, BD-EBPE
衣康酸系生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased itaconic acid-polyester rubber, BD-IBPE
饱和型生物基可降解聚酯橡胶	Biodegradable and biobased saturated polyester rubber, BD-SBPE
等等，其它	BD-xBPE

4.3 字符组 2

在此字符组中，用字母符号表示BD-BPE的功能特征信息，由描述其功能特性的关键词英文字母组合而成，应符合表1的规定。

表2 BD-BPE 字符组 2 规则

功能特征信息	内容
改善加工性能型 (Improved processing)	IP
耐油型 (Oil resistance)	OR
耐高温型 (High temperature resistance)	HT
耐低温型 (Low temperature resistance)	LT
等等，其它	

4.4 字符组 3

其他附加信息应符合表3的规定。

表3 BD-BPE 字符组 3 规则

数字位数	特征信息	内容
第一位数	生物基碳含量	3: 30%-39 %
		4: 40%-49 %
		5: 50%-59 %
		6: 60%-69 %

数字位数	特征信息	内容
		7: 70%-79 % 8: 80%-89 % 9: 90%-100 %
第二位数	生胶门尼粘度ML中值	1: 5~14; 门尼粘度ML中值10 2: 15~24; 门尼粘度ML中值20 3: 25~34; 门尼粘度ML中值30 4: 35~44; 门尼粘度ML中值40

该字符组为可选项，根据需要添加相关的附加信息，如用途、外观等。

4.5 牌号示例

某种BD-LBPE，耐油型，生物基碳含量56%，生胶门尼粘度中值为26，其牌号为BD-LBPE OR 35，示例如图1。

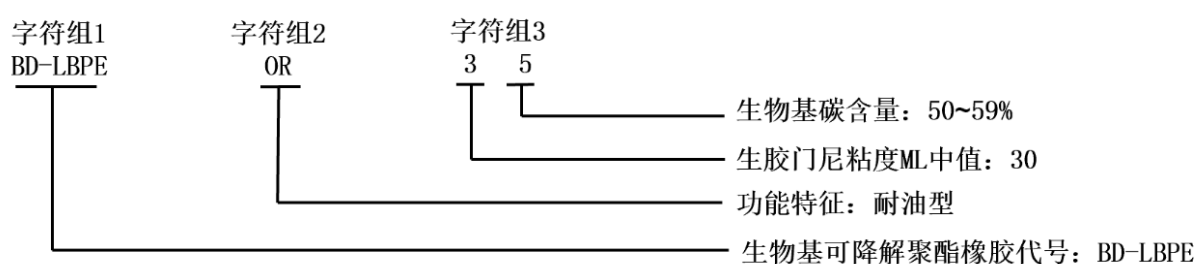


图1 牌号示例

5 技术要求

5.1 技术指标

BD-BPE的技术指标要求见表4。

表4 BD-BPE 技术指标

项目	BD-BPE	测试标准
外观	半透明至浅黄色块状固体	
生胶门尼粘度ML (1+4) 100°C	10~20	GB/T 1232.1
挥发分含量 (质量分数) /%	≤0.5	GB/T 24131.2
灰分含量 (质量分数) /%	≤0.5	GB/T 4498.1—2013
生物基碳含量 (质量分数) /%	30-100	ISO 19984-2
密度/ kg/cm ³	1.20±0.03	
基于附录A配方及工艺的技术指标		
硬度/Shore A	65~85	GB/T 528-2009
300%定伸应力/MPa	≥10.0	GB/T 528-2009
拉伸强度/MPa	≥17.5	GB/T 528-2009
拉断伸长率/%	≥300	GB/T 528-2009

5.2 降解性能

180天内工业堆肥条件下，降解性能应符合

- 测试样品至少 70% (绝对值) 有机碳应转化为二氧化碳，即绝对生物降解率达到 70%以上；
- 测试样品至少 80% (相对值) 有机碳应转化为二氧化碳，即测试样品和参比物质的生物降解率均达到平稳期后，测试样品的相对生物降解率达到 80%以上。

如产品宣称可堆肥时，应符合GB/T 28206-2011的规定。

5.3 重金属和特定元素含量

产品重金属和特定元素含量限量应符合表5要求。

表5 产品重金属和特定元素含量限量要求

重金属和特定元素	限量 (mg/kg干重)
As	≤5
Cd	≤0.5
Co	≤38
Cr	≤50
Cu	≤50
F	≤100
Hg	≤0.5
Ni	≤25
Mo	≤1
Pb	≤50
Se	≤0.75
Zn	≤150

5.4 试验方法

5.4.1 外观

按自然光下目测的方法进行测定。

5.4.2 生胶门尼黏度

按照GB/T 1232.1规定的方法进行测定。

5.4.3 挥发分

按照GB/T 24131.2规定的方法进行测定。

5.4.4 灰分

按照GB/T 4498.1—2013中7.1方法A的规定进行测定。

5.4.5 生物基碳含量

按照ISO19984-2规定的方法进行测定。

5.4.6 硫化特性

按照附录A的规定进行测定，测试条件：165 °C，60 min。

5.4.7 300%定伸应力

按照附录A的规定进行测定，在165 °C下硫化20 min制备硫化胶片。

5.4.8 拉伸强度

按照附录A的规定进行测定，在165 °C下硫化20 min制备硫化胶片。

5.4.9 拉断伸长率

按照附录A的规定进行测定，在165 °C下硫化20 min制备硫化胶片。

5.4.10 生物分解率

按照GB/T 19277.1-2011规定进行测试。

如产品宣称可堆肥，按照GB/T 28206-2011规定进行测试。

5.4.11 重金属和特定元素含量

重金属含量按照GB/T 37833-2019规定进行测试。
氟含量按照EN 14582-2016规定进行测试。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品的检验分为型式检验和出厂检验两类。

6.2 检验项目

6.2.1 型式检验

第5章中所列要求均为型式检验项目。型式检验每个牌号每年至少进行一次，当存在以下情况时，需进行型式检验：

- a) 国家质量监督检验机构提出进行型式检验要求时；
- b) 装置停车半年以上，恢复生产时；
- c) 产品开始批量生产时；
- d) 原材料和/或工艺变化，可能影响产品质量时。

6.2.2 出厂检验

出厂检验项目为外观、生胶门尼粘度、挥发分和灰分。

6.3 组批规则和抽样方案

6.3.1 组批规则

产品应以同一生产线上、相同原料、相同工艺生产的同一牌号的产品组批；生产单位可以一个班次生产的产品为一批，也可按其它适宜方式确定批次。

6.3.2 抽样方案

产品应按照GB/T 19187的规定确定抽样方案。产品应在出料口处抽样，样品量应不低于300g。产品应按照GB/T 15340-2025的规定制取实验室样品。

6.4 判定规则

产品应以批为单位进行检验和验收，按照第5章的要求对产品做出质量判定。若检验结果某项指标不符合产品标准要求时，应取保留的样品对不符合项进行复验。如复验结果不满足要求，应从双倍包装单元重新取样进行检验，以此次检验结果作为该批产品的质量判定依据。

7 标志和随行文件

7.1 标志

产品外包装上应有明显的标志。标志内容可包括：产品名称、牌号、批号（生产日期）、净含量、标准编号、储存有效期、生产厂名称、厂址等。

7.2 随行文件

产品出厂时，每批产品应附有产品质量检验单。产品质量检验单上应注明产品名称、牌号、批号、执行标准等，并加盖质量检验专用章。

8 包装、运输与贮存

8.1 包装

产品为块状胶，胶块用PTFE或PE+EVA（乙烯-醋酸乙烯共聚物）、合适规格的EVA中的一种材料的薄膜热合封装，包装规格：每块胶块净含量为30kg或其它包装单元，也可根据用户要求包装。包装容器应清洁、干燥、不得有破损的现象。

8.2 运输

产品在运输时要保持密封、常温、干燥、通风、清洁，应避免日光直接照射和雨水浸泡，同时避免包装破损和杂物混入。

8.3 贮存

贮存条件应符合GB/T 19188-2003的要求。在贮存条件下，产品贮存期限自生产日期起为12个月。

附录 A

(规范性)

生物基可降解聚酯橡胶评价方法

警示——使用本文件的人员应有正规实验室工作的实践经验。本文件并未指出所有可能的安全问题，使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

A.1 概要

本文件规定了评价BD-BPE硫化特性所用的标准材料、标准试验配方、设备、操作程序以及评价硫化橡胶拉伸应力-应变性能的方法。

A.2 试剂评价用混炼胶试样的制备

A.2.1 标准试验配方

标准试验配方见表A.1。

应使用符合国家或国际标准的标准样品。如果没有标准样品，应使用有关团体认可的材料。

表A.1 标准试验配方

材料	质量份
生胶BD-BPE	100.00
气相白炭黑Aerosil 200 ^a	40.00
过氧化物BIPB-40 ^b	2.50
抗氧剂703 ^c	1.00
合计	143.5

^a 应使用赢创 Aerosil 200 型气相白炭黑，并符合其指标要求。
^b 40% 活性含量 BIPB 和 60% 惰性无机填料作为载体预分散。
^c 抗氧剂 703(2,6-Di-tert-Butyl-4-dimethylamido)-p-cresol)粒径分布 D97 应在 65 微米以下，挥发分不应该超过 0.5%。

A.2.2 程序

A.2.2.1 通则

试验胶料的配料、混炼和硫化设备及操作程序按照GB/T 6038的规定进行。

A.2.2.2 胶料的调节

胶料在混炼后和硫化前调节2 h~24 h。如有可能，按照 GB/T 2941 规定的标准温度和湿度调节。

A.3 硫化特性评价

按照GB/T 25268-2010的规定，测定以下标准试验参数：ML，MH，ts1，t'c(50)和t'c(90)。试验条件：

——振荡频率：1.7 Hz (100 r/min)；

——振幅：0.5°；

——量程选择：至少选择 MH 为满量程的 75%。

注：对某些橡胶可能达不到75%。

——模腔温度：165°C±0.3°C；

——预热时间：无。

A.4 硫化胶拉伸应力-应变性能评价

在165°C下硫化试片，从10min、20 min、30 min、40 min和50 min中选择3个硫化时间。试验过程所选择的3个硫化时间应包括欠硫、正硫和过硫。

将硫化胶片调节16 h ~ 96 h，如有可能，按照GB/T 2941规定的标准实验室温度和湿度调节。按照GB/T 528的规定测定硫化胶拉伸应力-应变性能。

《生物基可降解聚酯橡胶通用技术规范》团体标准

编制说明

一、工作简况（包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等）；

根据 2024 年 11 月 07 日中国合成橡胶工业协会（CSRIA）组织的“生物基可降解聚酯橡胶团标”立项汇报线上会议，2025 年 1 月，合成橡胶工业协会 CSRIA 反馈，建议到 2025 年 06 月份提交更新版的“生物基可降解聚酯下降一通用技术规范”的团标初稿，和更新修改稿，目前已提交。主要参加起草单位：华南理工大学、北京化工大学、江苏恒诺新材料科技有限公司、黄埔绿色先进材料技术研究院、广州合成材料研究院有限公司。

牵头单位：

华南理工大学—拥有目前全球唯一“生物基可降解聚酯橡胶 BD-BPE”专项研发团队，联合共建了 BD-BPE 千吨级中试平台及万吨级生产平台

参与单位：

北京化工大学—率先开发了 BD-BPE，具有雄厚的研究基础

江苏恒诺新材料科技有限公司—规划 11 万吨 BD-BPE 产能，在建首条 1 万吨产线

黄埔绿色先进材料技术研究院—在建全球首条 BD-BPE 千吨级中试和应用研究平台

广州合成材料研究院有限公司—可降解橡胶抗老化性研究

二、项目的必要性、可行性，拟解决的主要问题

1、生物基可降解聚酯橡胶团标项目充分可行

2008 年张立群院士在国际上首次提出、完全独立自主开发的我国原创橡胶。

2008-2024 科研团队突破了生物基可降解聚酯橡胶合成、加工、应用及工业化生产技术

2024 年正在建设全球首条万吨级生产线。

生物基可降解聚酯橡胶技术相对成熟，即将实现规模化生产及应用。

2、生物基可降解聚酯橡胶团标项目紧迫而必要

国际上对生物基可降解聚酯橡胶尚未有明确规范，限制了产品的推广应用

国内统一制定生物基可降解聚酯橡胶产品标准，规范其工业化产品质量和市场应用，实现产品规模化整体发展

引导相关行业的发展方向和行业的重新定位，推动我国橡胶产品可持续及高质量发展。

3、拟解决的主要问题

我国橡胶消耗量居世界第一，但天然橡胶产能严重不足，80%以上依赖进口，合成橡胶严重依赖石化资源

合成橡胶自主知识产权不足

目前商品化橡胶均不可生物降解，废弃橡胶制品及在使用过程中产生的磨屑（橡胶类“微塑料”，全球每年约 600 万吨）很难回收且无法生物降解

基于生物质资源开发新的合成橡胶及其生产技术并实现工业化应用对我国橡胶产业的绿色可持续发展势在必行

三、项目适用范围和主要技术内容

1、本标准适用范围

主链以酯基官能团为主要结构的合成橡胶材料，即生物基可降解聚酯橡胶，其生物质碳含量大于 30%、生物降解率大于 80%

2、主要技术内容

生物基可降解聚酯橡胶的术语和定义

牌号命名

技术要求

检验规则

标志和随行文件

包装、运输与贮存等部分

由于 BD-BPE 是一种国际首创的、全新的合成橡胶，其牌号命名需要特定指出：

生物基可降解聚酯橡胶牌号由橡胶代号、特征信息和其它附加信息 3 个字符组组成，字符组之间用空格隔开

字符组 1 — 橡胶代号

生物基可降解聚酯橡胶由于是全新合成橡胶，其代号参照 GB/T 5576 和

GB/T 5577 的命名规律，将其定义为“E”系列橡胶，根据其大分子主链化学组成，代号为 BD-xBPE，其中 x 代表不同特征单体如通用型 BD-BPE、乳酸系 BD-LBPE、呋喃系 BD-FBPE、苯二甲酸系 BD-PBPE、甘油系 BD-GBPE、醚键系 BD-EBPE、衣康酸系 BD-IBPE、及饱和型 BD-SPBE 等等

字符组 2 — 功能特征信息

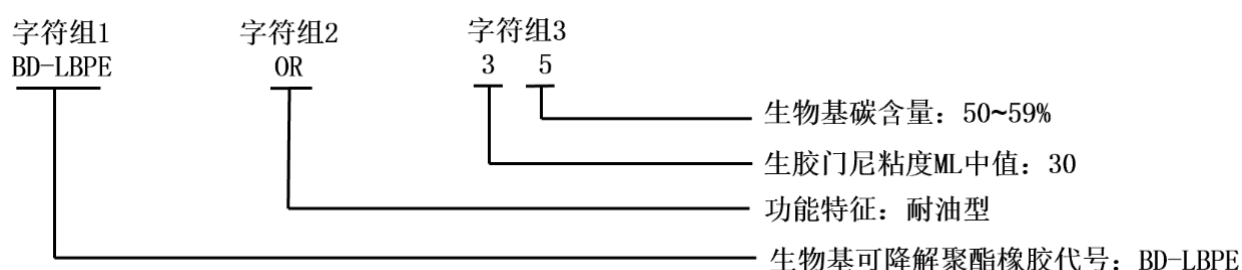
由描述其功能特性的关键词英文字母组合而成，如：改善加工性能型 IP、耐油型 OR、耐高温型 HT、耐低温型 LT 等等

字符组 3 — 其它附加特征信息

由数字组成：第一位数是“生胶门尼粘度 ML 中值”；第二位数是“生物质碳含量”

牌号示例

某种乳酸系 BD-LBPE，用于耐油型橡胶制品，生胶门尼粘度 ML 中值为 26；生物质碳含量为 56%，其牌号为 BD-LBPE OR 35，如下图：



四、项目的技术先进性、创新性和产业化情况

1、 技术先进性、创新性

生物基可降解聚酯橡胶是以生物质衍生单体为原料、我国首创和自主开发的一种新型生物基橡胶

全球唯一可生物降解橡胶

2021 年鉴定为“国际领先”水平

2、 产业化情况

完成了千吨级连续化聚合工艺流程

完成了万吨级生产线的建设

研制了生物基可降解轮胎概念胎

开发了全生物基可降解鞋等制品

五、国内、外标准情况，和政策导向

- 1、生物基可降解聚酯橡胶分子结构及制备关键技术为我国原创，国外尚无同类产品。
- 2、国内外尚无此项目标准。
- 3、2021年，工业和信息化部发布的《重点新材料首批次应用示范指导目录（2021年版）》中新增了“生物基可降解聚酯橡胶”。
- 4、2022年，国家发改委出台《“十四五”生物经济发展规划》，将“生物基材料替代传统化学原料”等列入发展目标。
- 5、项目符合《国家标准化发展纲要》“二、推动标准化与科技创新互动发展”，以及《战略新兴产业分类（2022）》（3.3.4）“高性能橡胶及弹性体制造”、（3.3.8）“生物基合成材料”。
- 6、综上，本标准项目与现行的产业政策是相符的。

六、前期工作基础

- 1、国际上率先提出了“生物基可降解聚酯橡胶”的概念，原创了生物基可降解聚酯橡胶大分子结构，开发了十余种具有不同结构和特性的产品品种
- 2、系统研究了不同产品结构-性能构效关系，开发了配套的聚合、加工及应用技术
- 3、开展了系统的工业化生产研究，打通了千吨级连续化聚合工艺流程，启动了万吨级生产线的建设
- 4、开发了配套的制品应用技术，研制了生物基可降解轮胎概念胎、全生物基可降解鞋等制品
- 5、相关工作得到了 CCTV-10 等主流媒体的积极报道

七、涉及专利情况及说明

- 1、本项目涉及的中国专利 30 余项（授权 20 余项），国际专利 10 项（授权 2 项），代表性专利包括：
PCT/CN2020/137013.（进入 10 个国家，已授权 2 项，其余实审中）
ZL202010045414.1（已授权）
ZL202210155588.2（已授权）
ZL200910076032.9（已授权）
ZL202210155588.2（已授权）
CN202210201490.6（已授权）
- 2、本标准项目产品为我国原创，国内外尚无同类产品，因此本标准内容不涉及国内外专利及知识产权问题。