

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF XXXX—20XX

绿色设计产品评价技术规范  
乳液聚合苯乙烯-丁二烯橡胶

Technical specification for green-design product assessment—Emulsion-polymerized  
styrene-butadiene rubber

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化学工业联合会 发布

征求意见稿

## 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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院等。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

征求意见稿

征求意见稿

# 绿色设计产品评价技术规范 乳液聚合苯乙烯-丁二烯橡胶

## 1 范围

本文件规定了乳液聚合苯乙烯-丁二烯橡胶（简称乳聚丁苯橡胶）绿色设计产品的术语和定义、评价要求、评价方法和生命周期评价报告编制方法。

本文件适用于以苯乙烯和丁二烯为单体，采用乳液聚合法生产的丁苯橡胶绿色设计产品的评价。

## 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 2589 综合能耗计算通则

GB/T 3915 工业用苯乙烯

GB 8979 污水综合排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 13291 工业用丁二烯

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 23331 能源管理体系 要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评级 要求与指南

GB/T 24131.1 生橡胶 挥发分含量的测定 第1部分：热辊法和烘箱法

GB/T 28001 职业健康安全管理体系 规范

GB 31571 石油化学工业污染物排放标准

GB/T 32151.10 温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业

GB/T 32161 生态设计产品评价通则

GB/T 33761 绿色产品评价通则

GB/T 41945 生胶和硫化胶 用电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP-OES）测定金属离子含量

GB/T 42162 生橡胶 毛细管气相色谱测定残留单体和其他挥发性低分子量化合物 热脱附（动态顶空）法

SH/T 1840 充油苯乙烯-丁二烯橡胶（SBR）中多环芳烃含量的测定 气相色谱-质谱法

EN 16143 石油产品 填充油中苯（a）并芘（BaP）和选定的多环芳烃（PAH）含量的测定 使用双液相（LC）清洗和 GC/MS 分析程序（Petroleum products—Determination of content of Benzo(a)pyrene (BaP) and selected polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in extender oils—Procedure using double LC cleaning and GC/MS analysis）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 绿色设计产品 green-design product

在原材料获取、产品生产、使用、废弃处置等全生命周期过程中，在技术可行和经济合理的前提下，具有能源消耗少、污染排放低、环境影响小、对人体健康无害、便于回收再利用的符合产品性能和安全要求的产品。

[GB/T 33761—2017，定义 3.1]

### 4 评价原则和方法

#### 4.1 评价原则

##### 4.1.1 生命周期评价与指标评价相结合的原则

依据生命周期评价方法，考虑乳聚丁苯橡胶产品的整个生命周期，从产品设计、原材料获取、产品生产、废弃物回收处理等阶段，深入分析各个阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素，选取不同阶段，可评价的指标构成评价指标体系。在满足评价指标要求的基础上，采用生命周期评价方法，开展生命周期清单分析，进行生命周期影响评价，编制生命周期评价报告并作为绿色设计产品的必要条件。

##### 4.1.2 环境影响种类最优选取原则

为降低生命周期评价难度，根据乳聚丁苯橡胶生产工艺和产品特点，选取具有影响大，社会关注度高，国家法律或政策明确要求的环境影响种类，选取气候变化、人体毒性、酸化、富营养化-水体、矿物和化石能源消耗等种类。

#### 4.2 评价方法和流程

##### 4.2.1 评价方法

同时满足以下条件的乳聚丁苯橡胶产品可称为绿色设计产品：

- a) 满足基本要求（见5.1）和评价指标要求（见5.2）；
- b) 提供乳聚丁苯橡胶产品生命周期评价报告。

##### 4.2.2 评价流程

根据乳聚丁苯橡胶产品的特点，明确评价范围，根据评价指标体系的指标和生命周期评价方法，收集相关数据，对数据进行分析，对照基本要求和评价指标要求，对乳聚丁苯橡胶产品进行评价，符合基本要求和评价指标要求的，可以判定该乳聚丁苯橡胶产品符合绿色设计产品的评价要求；符合要求的乳聚丁苯橡胶产品生产企业，还应提供该产品的生命周期评价报告。评价流程见图1。

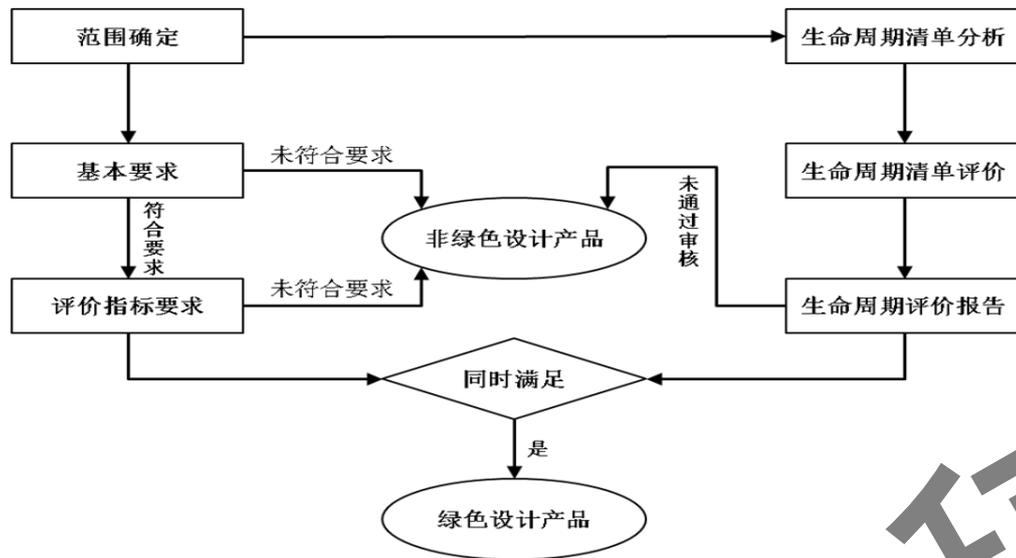


图1 乳聚丁苯橡胶绿色设计产品评价流程

## 5 要求

### 5.1 基本要求

5.1.1 生产企业宜采用国家鼓励的先进技术工艺，不应使用国家或有关部门发布的淘汰的或禁止的技术、工艺和装备。

5.1.2 生产企业的污染物排放应符合相关环境保护法律法规，达到国家或地方污染物排放标准（GB 8979、GB 16297）的要求，近三年无重大安全事故和重大环境污染事件。

5.1.3 生产企业的污染物总量控制应达到国家和地方污染物排放总量控制指标。

5.1.4 生产企业应按照 GB/T 24001、GB/T 19001、GB/T 23331 和 GB/T 28001 分别建立并运行环境管理体系、能源管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系。

5.1.5 生产企业应定期披露企业的环境信息。

5.1.6 产品质量水平应满足相关产品标准要求。

### 5.2 评价指标要求

指标体系由一级指标和二级指标组成。一级指标包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。乳聚丁苯橡胶评价指标应符合表1的要求。

表1 乳聚丁苯橡胶评价指标要求

序号	一级指标	二级指标	单位	基准值	判定依据/方法	所属阶段
1	资源属性	苯乙烯	-	-	符合 GB/T 3915	原材料验收
2		丁二烯	-	-	符合 GB/T 13291	原材料验收
3		填充油限量物质（8种 PAHs）	mg/kg	≤10	EN 16143	原材料验收
4		单位产品原材料消耗量	t/t	≤1	按 A.1 计算	产品生产
5		单位产品新鲜水消耗量	t/t	≤6.0	按 A.2 计算	产品生产
6	能源低碳	单位产品综 非充油丁苯橡胶	kgce/kg	≤250	按 A.3 计算	产品生产

7	属性	合能耗	充油丁苯橡胶	kgce/kg	≤210	按 A. 3 计算	产品生产	
8		单位产品碳排放量		kgCO <sub>2</sub> /t	≤700	按 A. 4 计算	产品生产	
9	环境属性	单位产品废水排放量		t/t	≤6.5	按 A. 5 计算	产品生产	
10		废水中 COD 含量		mg/L	≤650	GB 31571	产品生产	
11		废水中氨氮含量		mg/L	≤50	GB 31571	产品生产	
12		废气中苯乙烯含量		mg/m <sup>3</sup>	≤30	GB 31571	产品生产	
13		废气中非甲烷总烃含量		mg/m <sup>3</sup>	≤80	GB 31571	产品生产	
14		厂界环境噪声		昼间	dB(A)	≤65	GB 12348	产品生产
15				夜间	dB(A)	≤55	GB 12348	产品生产
16	品质属性	挥发分		%	0.45	GB/T 24131.1	产品生产	
17		残余苯乙烯含量		mg/kg	100	GB/T 42162	产品生产	
18		多环芳烃含量 (8 种 PAHs)		mg/kg	2	SH/T 1840	产品生产	
19		N-亚硝基胺化合物		mg/kg	N. D.	提供第三方检测报告	产品生产	
20		壬基酚		mg/kg	N. D.	提供第三方检测报告	产品生产	
21		二甲基甲酰胺		mg/kg	N. D.	提供第三方检测报告	产品生产	
22		重金属		铅	mg/kg	N. D.	提供第三方检测报告	产品生产
23				汞	mg/kg	N. D.	提供第三方检测报告	产品生产
24				镉	mg/kg	N. D.	提供第三方检测报告	产品生产
25				六价铬	mg/kg	N. D.	提供第三方检测报告	产品生产

### 5.3 检验方法和指标计算方法

检验方法和指标计算方法见附录A。

## 6 产品生命周期评价方法及评价报告编制方法

### 6.1 评价方法

按照GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161、GB/T 33761给出的生命周期评价方法与框架、总体要求及其附录实施乳聚丁苯橡胶生命周期评价并编制报告，见附录B。

### 6.2 评价报告的编制方法

#### 6.2.1 基本信息

报告应提供报告信息、申请者信息、评估对象信息、采用的标准信息、产品种类等基本信息。其中：

- 报告信息：包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期等；
- 申请者信息：包括公司全称、组织机构代码、地址、联系人、联系方式等；
- 评估对象信息：评估对象名称、主要性能指标等；
- 采用的标准信息：包括标准名称、标准号等；
- 产品种类：包括所有原材料、中间产物及最终产品。

#### 6.2.2 符合性评价

报告中应提供基本要求和评价指标要求的符合性情况,并提供所有评价指标报告期比基期改进情况的说明。其中报告期为当前评价的年份,一般是指产品参与评价年份的上一年;基期为一个对照年份,一般比报告期提前1年。

### 6.2.3 生命周期评价

#### 6.2.3.1 评价对象及工具

报告中应详细描述评估的对象、功能单位和产品主要功能,提供产品的材料构成及主要技术参数表,绘制并说明产品的系统边界,披露所使用的软件工具。

以吨乳聚丁苯橡胶为功能单位。

#### 6.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应提供考虑的生命周期阶段,说明每个阶段所考虑的清单因子及收集到的现场数据或背景数据,涉及到数据分配的情况应说明分配方法和结果。

#### 6.2.3.3 生命周期影响评价

报告中应提供产品生命周期各阶段的不同影响类型的特征化值,并对不同影响类型在生命周期阶段的分布情况进行比较分析。

#### 6.2.3.4 绿色设计改进方案

在分析指标的符合性评价结果以及生命周期评价结果的基础上,提出产品绿色设计改进的具体方案。

### 6.2.4 评价报告主要结论

应说明该产品对评价指标的符合性结论、生命周期评价结果、提出的改进方案,并根据评价结论初步判断该产品是否为绿色设计产品。

## 6.3 附件

报告应在附件中提供:

- a) 三废检测报告;
- b) 产品生产材料清单;
- c) 产品工艺表(产品生产工艺过程等);
- d) 各单元过程的数据收集表;
- e) 其他。

附 录 A  
(规范性)  
检验方法和指标计算方法

### A.1 单位产品原材料消耗量

单位产品主要原材料消耗量 ( $m_i$ ) 以生产每吨合格产品所消耗的主要原材料总量与合格产品产量的比值计, 数值以吨每吨 (t/t) 表示, 按式 (A.1) 计算:

$$m_i = \frac{M_i}{Q} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$M_i$ ——统计期内产品所消耗主要原材料 (苯乙烯单体、丁二烯单体、填充油) 总量, 单位为吨 (t);

$Q$ ——统计期内丁苯橡胶合格产品产量, 单位为吨 (t)。

### A.2 单位产品新鲜水消耗量

单位产品新鲜水的消耗量 ( $w_x$ ) 以新鲜水消耗量与合格产品产量的比值计, 数值以立方米每吨 ( $m^3/t$ ) 表示, 按照式 (A.2) 计算。

$$w_x = \frac{W_x}{Q} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$W_x$ ——统计期内新鲜水的综合消耗量, 主要包含原料配制、生产工艺和车间清洁用的新鲜水 (含软化水), 不包括生活用水, 单位为立方米 ( $m^3$ );

$Q$ ——统计期内丁苯橡胶合格产品的产量, 单位为吨 (t)。

### A.3 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗 ( $e$ ), 数值以千克标准煤每吨 (kgce/t) 表示, 按公式 (A.3) 计算。

$$e = \frac{E}{Q} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$E$ ——统计期内工厂实际消耗的各种能源实物量, 即主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的综合能耗, 按 GB/T 2589 的规定进行计算, 采用 GB/T 2589 附录 A 中折标准煤系数, 单位为千克标准煤 (kgce);

$Q$ ——统计期内丁苯橡胶合格产品产量, 单位为吨 (t)。

#### A.4 单位产品碳排放量

单位产品碳排放量  $C_c$ ，数值以千克二氧化碳当量每吨 ( $\text{kgCO}_2/\text{t}$ ) 表示，按公式 (A.4) 计算。

$$C_c = \frac{C}{Q} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

$C$ ——统计期内工厂边界内二氧化碳当量排放量，即化石燃料、购入电力和购入热力生产的排放，按 GB/T 32151.10 的规定进行计算，单位为千克二氧化碳当量 ( $\text{kgCO}_2$ )；

$Q$ ——统计期内丁苯橡胶合格产品产量，单位为吨 (t)。

#### A.5 单位产品废水产生量

单位产品废水产生量 ( $w$ ) 以排放出厂界的废水量与合格产品产量的比值计，数值以立方米每吨 ( $\text{m}^3/\text{t}$ ) 或者千克每吨 ( $\text{kg}/\text{t}$ ) 表示，按式 (A.5) 计算。

$$w = \frac{W}{Q} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

$W$ ——统计期内排出厂界的废水总量，单位为立方米 ( $\text{m}^3$ )；

$Q$ ——统计期内丁苯橡胶合格产品产量，单位为吨 (t)。

征求意见稿

## 附录 B

(资料性)

## 乳聚丁苯橡胶生命周期评价(LCA)方法

## B.1 评价目的

通过评价乳聚丁苯橡胶全生命周期的环境影响大小,提出乳聚丁苯橡胶绿色设计改进方案,从而提升乳聚丁苯橡胶的环境友好性。

## B.2 评价范围

## B.2.1 总则

根据评价目的确定评价范围,确保两者相适应。在某些情况下,可对评价范围进行调整,但需要对调整的范围和理由进行书面说明。

产品生命周期评价的范围应包括过程单位、系统边界、影响类型。

## B.2.2 功能单位

功能单位必须是明确规定并且可测量的,针对乳聚丁苯橡胶全流程生产过程,各独立生产阶段根据过程输入、输出明确功能单位,如原料消耗/吨产品,单位t/t。

## B.2.3 系统边界

本附录界定的乳聚丁苯橡胶产品生命周期系统边界如图B.1所示。



图 B.1 乳聚丁苯橡胶产品生命周期系统边界图

LCA 评价的覆盖时间应在规定的期限内。数据应反映具有代表性的时期(取最近3年内有效值)。如果未能取得3年内有效值,应做具体说明。

原材料数据应为原材料参与产品生产使用地数据;生产过程乳聚丁苯橡胶产品所涉及的原材料数据。

## B.2.4 数据取舍原则

单元过程数据种类很多,应对数据进行适当的取舍,原则如下:

- a) 能源的所有输入均列出;
- b) 原料的所有输入均列出;
- c) 各单元过程产品产量;
- d) 辅助材料质量小于原材料总消耗0.1%的项目输入可忽略;
- e) 大气、水体的各种排放均列出;
- f) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放,均忽略;
- g) 任何有毒有害材料和物质均应包含于清单中,不可忽略。

## B.3 生命周期清单分析

## B.3.1 总则

应编制乳聚丁苯橡胶产品系统边界内的所有材料/能源输入和排放到空气、水的排放物清单，作为产品生命周期评价的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其他问题，应在报告中明确说明。

当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。然后，确定每个单元过程的基本流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出。此后，将每个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位的资源消耗和环境排放。最后，将产品各单元过程中相同的影响因素的数据求和，以获取该影响因素的总量，为产品影响评价提供必要的数据库。

### B.3.2 数据收集

#### B.3.2.1 概况

应将以下要素纳入数据库清单：

- a) 原材料采购和预加工；
- b) 产品生产及现场管理；
- c) 产品分配和贮存；
- d) “三废”处理。

基于LCA的信息中要使用的数据库分为两类：现场数据和背景数据库。主要数据库尽量使用现场数据库，如果“现场数据库”收集缺乏，可以选择“背景数据库”。

现场数据库是在现场具体操作过程中收集来的。主要包括生产过程的能源与水消耗、产品原辅材料的使用量、三废产生量等。

背景数据库应当包括主要原料的生产数据库、电力组合数据库（如火力、水、风力发电等自备电厂电及外购电数据库）造成的环境影响以及产品生产过程中的“三废”处理过程的排放数据库。

#### B.3.2.2 现场数据库采集

应描述代表某一特定设施或设施的活动而直接测量或收集的数据库相关采集规程。可直接对过程进行的测量或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的测量值为特定过程最具代表性的数据库来源。

现场数据库的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据库应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据库。
- b) 完整性：现场数据库应采集完整的生命周期要求的数据库。
- c) 准确性：现场数据库中的原材料、能源消耗数据库应该来自于生产单元的实际生产统计记录；
- d) 一致性：企业现场数据库收集时应保持相同的数据库来源、统计口径、处理规格等。典型现场数据库来源包括：

乳聚丁苯橡胶生产过程的能源、原材料和水资源消耗数据库；

乳聚丁苯橡胶原材料分配及用量数据库；

乳聚丁苯橡胶包装材料数据库，包括原材料包装数据库；

乳聚丁苯橡胶生产装置排放的废水、废气污染物测量值。

#### B.3.2.3 背景数据库采集

背景数据库不是直接测量或计算而得到的数据库。所使用数据库的来源应有清楚的文件记载并载入产品生命周期评价报告。

a) 代表性：背景数据库应优先选择企业的原材料供应商提供的符合相关LCA标准要求的、经第三方独立验证的上游产品LCA报告中的数据库。若无，须优先选择代表国内平均生产水平的公开LCA数据库，数据库的参考年限应优先选择近年数据库，一般近三年数据库。在没有符合要求的国内数据库的情况下，可以选择国外同类技术数据库作为背景数据库。

- b) 完整性：背景数据的系统边界应该从原辅材料或能源到产品出厂为止。
- c) 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本部分确定的生命周期清单因子，并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。

#### B.3.2.4 生产及现场管理

该阶段始于原辅材料的预加工，结束于乳聚丁苯橡胶离开生产装置。例如生产聚合反应过程、产品分离、干燥、包装等过程。主要如下：

- a) 原辅材料的预加工处理，例如乳聚丁苯橡胶单体聚合反应过程所需要的分散剂、引发剂、缓冲剂等助剂的储存及配制过程；
- b) 中间原辅料加工生产过程，例如聚合后的剩余单体进行闪蒸回收。

#### B.3.2.5 生产过程资源综合利用及“三废”处理阶段

该阶段始于原辅材料的预加工，结束于乳聚丁苯橡胶离开生产装置。主要针对乳聚丁苯橡胶生产过程中各个环节产生的废水、废气及固废处理处置及回收利用，包括水综合回用、蒸汽回用、大宗固废综合利用等处置再使用情况。

#### B.3.3 数据分配

在进行乳聚丁苯橡胶生命周期评价的过程中涉及到水、电、气数据分配问题，同时对于部分乳聚丁苯橡胶生产厂家而言，往往存在同时生产多种类型的产品，各生产线生产不同型号的产品，对于原辅材料同样存在分配问题，所以具体针对某个牌号的产品生产收集清单数据存在一定困难，往往采用车间为数据收集单元，根据不同牌号橡胶产量按照产能或配方用量进行分配。整体分配原则，各独立单元水、电、气无明确计量，按照各单元产品产量进行分配；对于独立单元助剂根据配方比例进行分配。

#### B.3.4 生命周期影响评价

##### B.3.4.1 数据分析

根据表B.1进行数据收集，收集的数据为功能单位1 t产品的消耗量。

- a) 现场数据可通过企业调研、上游厂家提供、采样监测等途径进行收集，所收集的数据要求为企业3年内平均统计数据，并能够反映企业的实际生产水平。
- b) 从实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用相关数据库进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括乳聚丁苯橡胶行业相关原材料生产、能源消耗、包装材料以及废弃物处理方式。

表 B.1 数据收集清单

制表人：		制表日期：				
单元过程名称：		报送地点：				
时段：        年		起始月：		终止月：		
单元过程表述（如需可加附页）：						
1. 原材料运输						
发货地点	运输车辆最大 运载量（t）	总运载量（t）	运输方式	燃料类型	运输距离（km）	平均运输距离 *总运载量 （t*km）
2. 原辅材料消耗						
原辅材料	单位	数量	取样程序描述			数据来源
	吨（t）					

	吨 (t)			
	吨 (t)			
	...			
3. 能源消耗				
电耗	千瓦时 (kW·h)	数量	取样程序描述	数据来源
水	吨 (t)			
蒸汽	吨 (t)			
天然气	吨 (t)			
	...			
4. 包装消耗				
材料	单位	数量	取样程序描述	数据来源
	千克 (kg)			
	...			
5. 环境排放				
项目	单位	数量	取样程序描述	数据来源
废水	吨 (t)			
化学需氧量 (COD)	mg/L			
总磷	mg/L			
废胶	吨 (t)			
其它固废	吨 (t)			
废气 (非甲烷总烃)	mg/kg			

#### B. 3. 4. 2 清单分析

所收集的数据进行核实后,利用生命周期评估软件进行数据的分析处理,用以建立生命周期评价科学完整的计算程序。企业可根据实际情况选择软件,通过建立各个过程单元模块,输入各过程单元的数据,可得到全部输入与输出物质和排放清单,选择表B.1中各个清单因子的量(以kg为单位),为分类评价做准备。

### B. 4 影响评价

#### B. 4. 1 影响类型

依据国际上使用较多的CML分类方法,将影响类型分为资源消耗、生态环境影响和人体健康危害三类。乳聚丁苯橡胶产品的影响类型采用非生物资源消耗、温室效应、酸化效应、人体健康损害和水体富营养化五个指标。

#### B. 4. 2 清单因子归类

根据清单因子的物理化学性质,将对某影响类型有贡献的因子归到一起,见表B.2。例如,将对气候变化有贡献的二氧化碳清单因子归到温室效应影响类型,将对人体健康有影响的苯乙烯、1,3-丁二烯、致癌多环芳烃清单因子归到人体健康损害。

表 B. 2 生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
非生物资源消耗 (ADP)	原油、原煤、天然气
温室效应 (GWP)	CO <sub>2</sub>
酸化效应 (AP)	SO <sub>2</sub> 、SO <sub>3</sub> 、硫酸、磷酸、氮氧化物、硝酸
人体健康损害 (HTP)	苯乙烯、1,3-丁二烯、致癌多环芳烃

水富营养化 (EP)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、COD
------------	------------------------------------

### B.4.3 分类评价

计算出不同影响类型的特征化模型。分类评价的结果采用表B.3中的当量物质表示。

表 B.3 产品生命周期影响评价

环境类别	单位	指标参数	特征化因子
非生物资源消耗 (ADP)	Kg-铈当量	原油	0.0201
		原煤	0.134
		天然气	0.0187
温室效应 (GWP)	Kg-CO <sub>2</sub> 当量	CO <sub>2</sub>	1
酸化效应 (AP)	Kg-SO <sub>2</sub> 当量	SO <sub>2</sub>	1
		SO <sub>3</sub>	0.8
		硫酸	0.65
		磷酸	0.98
		氮氧化物	0.7
		硝酸	0.51
人体健康损害 (HTP)	Kg-1,4-二氯苯当量	苯乙烯	4.7×10 <sup>2</sup>
		1,3-丁二烯	2.2×10 <sup>3</sup>
		致癌多环芳烃	5.7×10 <sup>5</sup>
水富营养化 (EP)	Kg-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 当量	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1
		COD	0.022

### B.4.4 计算方法

影响评价结果按式B.1进行计算。

$$EP_i = \sum EP_{ij} = \sum Q_j \times EF_{ij} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- EP<sub>i</sub> ——第i种影响类型特征化值；
- EP<sub>ij</sub> ——第i种影响类别中第j中清单因子的贡献；
- Q<sub>j</sub> ——第j种清单因子的排放量；
- EF<sub>ij</sub> ——第i种影响中第j种清单因子的特征化因子。

## B.5 解释和报告

### B.5.1 丁苯橡胶生命周期模型的稳健性评价

乳聚丁苯橡胶产品的生命周期模型的稳健性评价用于评价系统边界、数据来源、分配选择和生命周期影响类型等方法选择对结果的影响程度。

宜用于评价乳聚丁苯橡胶产品生命周期模型的工具包括：

a) 完整性检查：评价数据清单，以确保其相对于确定的目标、范围、系统边界和质量准则完整。这包括过程范围的完整性（即包含了所考虑的各供应链阶段的所有过程）和输入/输出范围（即包含了与各过程相关的所有材料或能量输入以及排放量）；

b) 敏感性检查：通过确定最终结果和结论是如何到数据、分配方法或类型参数等的不确定性的影响，来评价其可靠性；

c) 一致性检查：一致性检查的目的是确认假设、方法和数据是否与目的和范围的要求相一致。

#### B.5.2 热点问题识别与改进方案确定

为了产生环境效益或至少将环境责任降至最低，应根据清单分析和影响评价阶段的信息提出一系列与乳聚丁苯橡胶产品相关的生态设计改进方案。

#### B.5.3 结论、建议和限制

应根据确定的乳聚丁苯橡胶产品生命周期评价的目标和范围阐述结论、建议和限制。结论宜包括评价结果、热点问题和改进方案。

征求意见稿

参 考 文 献

- [1] Van Oers L, De Koning A, Guinée J B, et al. Abiotic resource depletion in LCA-Improving characterization factors for abiotic resource depletion as recommended in the new Dutch LCA handbook[J]. Road and Hydraulic Engineering Institute, 2002.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis [R/OL]. 2013:731. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- [3] Potting J, Schöpp W, Blok K, et al. Site-dependent life-cycle impact assessment of acidification[J]. Journal of industrial ecology, 1998, 2(2): 63-87.
- [4] Huijbregts M A J, Thissen U, Guinée J B, et al. Priority assessment of toxic substances in life cycle assessment. Part I: Calculation of toxicity potentials for 181 substances with the nested multi-media fate, exposure and effects model USES-LCA[J]. Chemosphere, 2000, 41(4): 541-573.
- [5] Heijungs R, Guinée J B, Huppes G, et al. Environmental life cycle assessment of products: guide and backgrounds (Part 2)[J]. 1992.

# 团体标准

绿色设计产品评价技术规范  
乳液聚合苯乙烯-丁二烯橡胶

编制说明

(征求意见稿)

编制单位：中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院

2024年1月

# 绿色设计产品评价技术规范 乳液聚合苯乙烯-丁二烯橡胶

## 一、工作简况

### 1、任务来源

按照中石化联质发[2022]157号“关于印发2022年第一批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知”要求，由中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院牵头制定《绿色设计产品评价技术规范 乳液聚合苯乙烯-丁二烯橡胶》团体标准。

参与单位：中国石油天然气股份有限公司吉林石化分公司、中国石油化工股份有限公司齐鲁分公司、中国石油天然气股份有限公司兰州石化分公司、申华化学工业有限公司、中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司、浙江维泰橡胶有限公司。

### 2、制定背景

《中国制造2025》提出全面推行绿色制造，支持企业开发绿色产品，建设绿色工厂，开展绿色评价，构建高效、清洁、低碳、循环的绿色制造体系。《十四五工业绿色发展规划》明确指出立足产业结构调整、绿色低碳发展需求，完善绿色产品、绿色工厂评价标准体系。2022年，工信部发布的《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展指导意见》和《工业领域碳达峰实施方案》，对石化行业大宗产品明确提出了单位产品能耗和碳排放的要求。因此，推行绿色制造是产业绿色转型升级的重要任务，特别是资源消耗多，污染排放多的行业。

合成橡胶行业是国民经济基础性支柱产业，其发展面临越来越严峻的环境和资源的约束与限制，推动行业向绿色产业转型升级、实现可持续发展是行业“十四五”面临的紧迫性任务。丁苯橡胶（SBR）是第一大合成橡胶胶种，广泛应用于生产轮胎制品、胶管、胶带、汽车零部件、电线电缆及其他多种工业橡胶制品。我国是丁苯橡胶制造大国，目前丁苯橡胶产能达到195万吨/年，乳聚丁苯橡胶生产厂家达到10余家。丁苯橡胶各生产厂的工艺技术水平、资源和能源消耗水平、环境污染物排放、产品质量控制等有较大差异。

丁苯橡胶在生产过程中消耗大量的苯乙烯、丁二烯单体，水资源消耗、产品综合能耗均较高。生产过程中排放的大量废水中含有耗氧有机物，对生态环境有一定影响。产品中会残留未聚合的苯乙烯、丁二烯单体，苯乙烯单体对人体有刺

激麻痹作用，具有致癌性，进入环境，危害人类健康。同时，欧盟 REACH 法规和 RoHS 指令对丁苯橡胶中的亚硝胺、多环芳烃、重金属含量等有害物质提出明确的限定要求，需要检测产品的环保性。因此，急需建立一套丁苯橡胶绿色设计产品评价体系，为评价丁苯橡胶绿色设计产品提供统一的技术依据。

### 3、编制过程

2022 年 4 月，全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会合成橡胶分技术委员会联合中国合成橡胶工业协会共同举办了丁苯橡胶绿色产品评价标准推动会。会议宣贯了绿色制造政策及标准化有关要求，解读了生态设计产品评价通则（GB/T 32161—2015）及绿色产品评价通则（GB/T 33761—2017），讨论了制定丁苯橡胶绿色产品评价标准工作方案。

2022 年 7 月，接到联合会团体标准计划任务下达通知，成立标准起草工作组，由科研院所、丁苯橡胶生产企业等单位相关专家组成，落实了牵头单位和参加单位的工作任务。

2022 年 8 月~9 月，从丁苯橡胶全生产过程出发，围绕资源消耗、能源消耗、环境属性、产品品质等四个维度初步提出评价指标项目的设置建议，在乳聚丁苯橡胶生产企业开展生产现状和评价指标设置的调研，收集整理调研回函情况，对提出的建议和意见进行沟通，讨论解决调研中存在的问题。

2023 年 3 月 16 日，组织召开了标准第一次工作会，来自中国石油和化学工业联合会、中国合成橡胶工业协会、丁苯橡胶各生产企业、标准起草单位等 10 余家单位的 20 余名代表参加了会议，会议讨论了评价指标项目设置及计算依据、计算边界的确定，解决前期工作中存在的问题，安排了下一步工作。

2023 年 5 月，对丁苯橡胶生产企业进行了现场调研，详细了解丁苯橡胶生产装置、生产过程、讨论前期数据及计算依据，发现部分企业未统计废水处理系统的能耗、综合能耗没有折合为标准煤等问题，针对这些问题，各生产企业提供了产品综合能耗和单位产品碳排放的详细计算过程和数据，并重新提供了数据，按照重新统计的数据修改了征求意见稿中的技术指标。

2023 年 7 月 7 日，组织行业协会、生产企业、有关专家召开了项目指标讨论会。由于各企业在计算综合能耗时，折标准煤的系数均是采用各企业实测的折算系数，导致计算结果差异较大，会议要求应统一给出综合能耗各能源项目的折算系

数，以保证计算结果的可比性。各家企业水的单耗应包括新水、软化水。对综合能耗和水的消耗这两项数据进行了重新统计。废气和废水中污染物的排放限值基准值达到国家相关强制性标准的要求。

2023年8~9月，收集国内6家生产企业丁苯橡胶样品，标准牵头单位对样品中残留苯乙烯含量、多环芳烃含量进行统一检测。

2023年10~12月，研究乳聚丁苯橡胶生命周期评价方法，确定影响类型、清单因子归类、不同影响类型的特征化模型。完成标准征求意见稿和编制说明。

## 二、制定的原则和依据

### 1、制定原则

遵循我国绿色制造要求，建立一个科学、合理、规范且与我国丁苯橡胶生产管理制度、技术标准协调一致的绿色设计产品评价体系，以利于引导企业采用节能减排技术、资源利用和环境治理技术，提高绿色生产管理水平，促进丁苯橡胶行业向绿色、低碳、环保方向转型，助力行业高质量发展。

### 2、主要依据

本标准 GB/T 32161—2015《生态设计产品评价通则》、GB/T 33761—2017《绿色产品评价通则》为主要依据确定评价内容、评价指标项目和评价要求，重点结合目前我国丁苯橡胶的技术特点、生产实际和产品发展需求进行制定。

## 三、主要内容及其确定依据

### 1、调研工作

#### (1) 乳聚丁苯橡胶生产现状

乳聚丁苯橡胶是最大的通用合成橡胶品种，其物理机械性能、加工性能和制品使用性能都接近于天然橡胶（NR），是橡胶工业的重要产品，广泛应用于生产轮胎与轮胎制品、鞋类、胶管、胶带、汽车零部件、电线电缆及其他多种工业橡胶制品。ESBR 开发历史悠久，生产和加工工艺成熟，应用广泛，其生产能力、产量和消耗量在合成橡胶中均占首位。目前国内 ESBR 企业面临巨大的环保压力，环保设施如废气、废水治理。

据中国合成橡胶工业协会统计，我国 ESBR 主要生产企业、产能及其产品牌号见表 1。其中，福建福橡化工有限责任公司生产装置于 2018 年 7 月起永久关闭拟异地搬迁；天津陆港石油橡胶有限公司装置于 2015 年 7 月停车至今近期仍

无开车计划。

表 1 我国 ESBR 生产装置及产能情况

生产企业	产能/万吨·年	技术来源	产品牌号
齐鲁石化	23	瑞翁	1500、1502、SBR1507、1712、1721、1778、1779、1714、1516
吉林石化	14	日本JSR	1500、1502、1712、1778、1503、1706
兰州石化	15	自有技术	1500、1712、1502、1778、1500E、1502E、1712E、1723、1723N
中华化工	20	台橡技术	1502、1500E、1712E、1721、1723
扬子石化	10	齐鲁石化	1500、1502、1712
普利司通	5	日本JSR	1500、1502、1712、1778、1503、1706
杭州宜邦	10	-	1502、1500、1712
抚顺石化	20	中国石油	1500、1502、1712、1778、1503、1706
福橡化工	10	齐鲁石化	1500、1502、1712、1721、1778、1779、1714、1516
天津陆港	10	-	SBR1500、SBR1502、SBR1712
浙江维泰	10	-	1500E、1502、1723、1712E

丁苯橡胶行业重点发展高质量、差别化、绿色化产品。开发使用高效乳化剂、引发剂及新型的相对分子质量调节剂以提高聚合转化率，缩短聚合反应时间，节能降耗，降低生产成本；开发环保助剂及工艺，实现清洁生产，提高自控水平；改进脱气、凝胶、后处理等关键设备，降低能耗；开发原位杂化、活性自由基聚合、纳米技术、第三单体接枝/共聚改性等技术，拓宽乳聚丁苯橡胶应用领域。持续推进高端定制化开发模式，定制化新产品实现精细化，开发差异化产品。

## (2) 丁苯橡胶生产工艺

国内乳聚丁苯橡胶生产技术主要有两类：一类是引发体系采用亚铁盐-过氧化氢二异丙苯，电解质采用氯化钾；另一类是引发体系采用亚铁盐-过氧化氢对孟烷，电解质采用磷酸钾，具体见表 2。

表 2 国内丁苯橡胶生产技术

项目	中华化学	吉林石化	齐鲁石化	兰州石化	抚顺石化	浙江维泰
生产线, 条	3	4	2	3	4	2
引发体系	亚铁盐-过氧化氢二异丙苯	亚铁盐-过氧化氢对孟烷	亚铁盐-过氧化氢二异丙苯	亚铁盐-过氧化氢二异丙苯	亚铁盐-过氧化氢对孟烷	亚铁盐-过氧化氢对孟烷
电解质	氯化钾	磷酸钾	氯化钾	氯化钾	磷酸钾	氯化钾

乳聚丁苯橡胶生产流程主要包括原料接收贮存与配制、化学品接收与配制、聚合、单体回收、胶乳贮存掺配、凝聚干燥压块等，此外，还有废水处理、废弃

物燃烧等辅助工序。生产工艺流程见图 1。

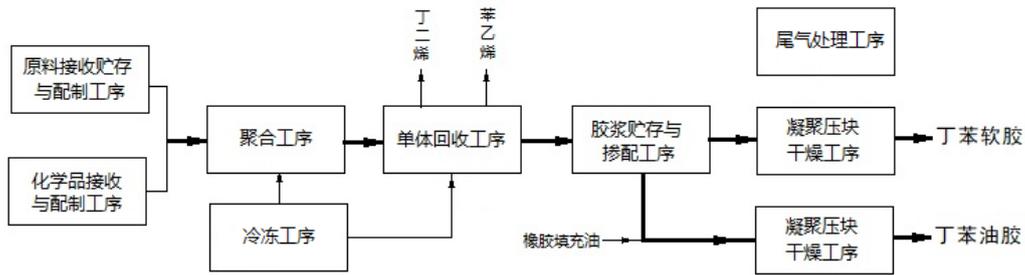


图 1 乳聚丁苯橡胶生产工艺流程

### 1) 原料接收贮存与配制工序

接收和贮存精制丁二烯、苯乙烯，以及单体回收工序返回的丁二烯、苯乙烯。根据生产的乳聚丁苯橡胶牌号，按配方连续配制丁二烯与苯乙烯混合物，并送往聚合工序。

### 2) 化学品接收与配制工序

在此工序中，生产所需的脱盐水、乳化剂、电解质、络合剂、还原剂、除氧剂、终止剂、阻聚剂、防老剂等化学品，并按照要求配制成相应的水溶液，然后送往聚合工序。

### 3) 聚合工序

丁二烯与苯乙烯混合物和混合物水溶液经集束管混合、预冷后，依次经过串联聚合釜，当转化率达到 64%~74%时，在末釜加入终止剂停止反应，可得到质量分数约为 20%的共聚物乳液（胶乳）、未反应单体等混合物。

### 4) 单体回收工序

聚合工序的胶乳和未反应单体混合物，经常压闪蒸、微负压和高负压压缩单元后分离出丁二烯，少量丁二烯气体经煤油吸收、解吸，再与闪蒸出的丁二烯混合，然后，经冷却后送往单体接收贮存与配制工序；胶乳和未反应苯乙烯混合物由脱气塔顶部进入，由低温蒸汽加热后，未反应的苯乙烯和水蒸气在塔顶分离，经冷却、油-水分离，苯乙烯送往单体接收贮存与配制工序；胶乳从脱气塔底部采出，并且送往胶乳贮存与掺配工序。

### 5) 胶乳贮存与掺配工序

丁苯橡胶生产过程中所得聚合物的门尼黏度高低不等，为了使产品门尼黏度

达到要求的指标和品质均一化，需将先后生产并经脱气的胶乳进行掺混。胶乳的掺混是物理混合过程。根据不同牌号产品门尼黏度的要求，对各贮槽胶乳掺混，门尼黏度符合凝聚投料开车加入的胶乳门尼黏度要求后送往后序单元。

#### 6) 凝聚干燥压块工序

由胶乳贮存掺配工序来的胶乳与防老剂乳液、填胶乳充油乳液（生产充油丁苯橡胶时）等在线混合后进入凝聚槽，再与浓硫酸、凝聚剂溶液和凝聚乳清进行凝聚反应；然后，胶乳破乳，胶粒析出，并随乳清、水等进入皂转化槽；橡胶中的乳化剂盐转化为酸留于胶乳中，胶粒则进入水洗槽中，脱除未转化的乳化剂和其他杂质，再经过筛网脱水，挤压机脱水，热风干燥，压块成型，最后得到乳聚丁苯橡胶。

#### (3) 评价项目调研及数据统计

起草工作组通过全国橡标委合成橡胶分技术委员会向丁苯橡胶各生产单位开展生产情况、绿色设计产品评价指标设置的调研，具体包括资源属性、能源属性、环境属性、产品品质 4 个一级指标下的 30 多个项目。统计分析国内 6 家代表性企业近三年绩效数据，这 6 家企业的产能和产量均占丁苯橡胶行业的 80%，见附表 1。

#### (4) 标准资料调研

调研分析我国关于绿色制造、绿色设计产品的政策和标准，确定本标准制定原则。广泛收集并分析研究有关法律法规、国内外标准，结合行业调查情况，确定了本标准的引用文件。

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 3915 工业用苯乙烯

GB/T 7119 节水型企业评价导则

GB 8979 污水综合排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 13291 工业用丁二烯

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 23331 能源管理体系 要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评级 要求与指南

GB/T 24131.1 生橡胶 挥发分含量的测定 第1部分：热辊法和烘箱法

GB/T 28001 职业健康安全管理体系 规范

GB/T 30919—2014 苯乙烯-丁二烯生橡胶 N-亚硝基胺化合物的测定 气相色谱-热能分析法

GB 31571 石油化学工业污染物排放标准

GB/T 32151.10 温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业

GB/T 32161 生态设计产品评价通则

GB/T 41945 生胶和硫化胶 用电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP-OES）测定金属离子含量

GB/T 42162 生橡胶 毛细管气相色谱测定残留单体和其他挥发性低分子量化合物 热脱附（动态顶空）法

SH/T 1840 充油苯乙烯-丁二烯橡胶（SBR）中多环芳烃含量的测定 气相色谱-质谱法

EN 16143 石油产品 填充油中苯并芘(BaP)和选定的多环芳烃(PAH)含量的测定 使用双液相(LC)清洗和 GC/MS 分析程序

## 2、主要技术内容及确定依据

### 2.1 总则

#### (1) 评价边界

以丁苯橡胶生产系统划分边界，包括主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统，具体包括单体贮存及配制单元、化学品配制单元、聚合单元、单体回收单元、胶乳贮存及掺混单元、凝聚、干燥、压块、包装单元、氨冷冻单元、废水预处理、废弃物燃烧单元。

#### (2) 评价原则

a) 采用生命周期评价与指标评价相结合的原则。依据生命周期评价方法，考虑乳聚丁苯橡胶产品的整个生命周期，从产品设计、原材料获取、产品生产、废弃物回收处理等阶段，深入分析各个阶段的资源消耗、生态环境、人体健康因

素，选取不同阶段，可评价的指标构成评价指标体系。定量指标主要侧重在能够反映绿色特性指标，如废水产生量、废气污染物、单位产品综合能耗和单位产品碳排放量等量化指标。

b) 环境影响种类最优选取原则。为降低生命周期生命评价难度，根据乳聚丁苯橡胶生产工艺和产品特点，选取具有影响大，社会关注度高，国家法律或政策明确要求的环境影响种类，选取污染物排放、水资源消耗等方面。

### (3) 评价方法

同时满足以下条件的乳聚丁苯橡胶产品可称为绿色设计产品：

- a) 满足基本要求和评价指标要求；
- b) 提供聚乳聚丁苯橡胶产品生命周期评价报告。

### (4) 评价流程

根据乳聚丁苯橡胶产品的特点，评价指标体系的指标和生命周期评价方法，收集相关数据，对数据进行分析，对照基本要求和评价指标要求，对乳聚丁苯橡胶产品进行评价，符合基本要求和评价指标要求的，可以判定该乳聚丁苯橡胶产品符合绿色设计产品的评价要求；符合要求的乳聚丁苯橡胶产品生产企业，还应提供该产品的生命周期评价报告。评价流程见图2。

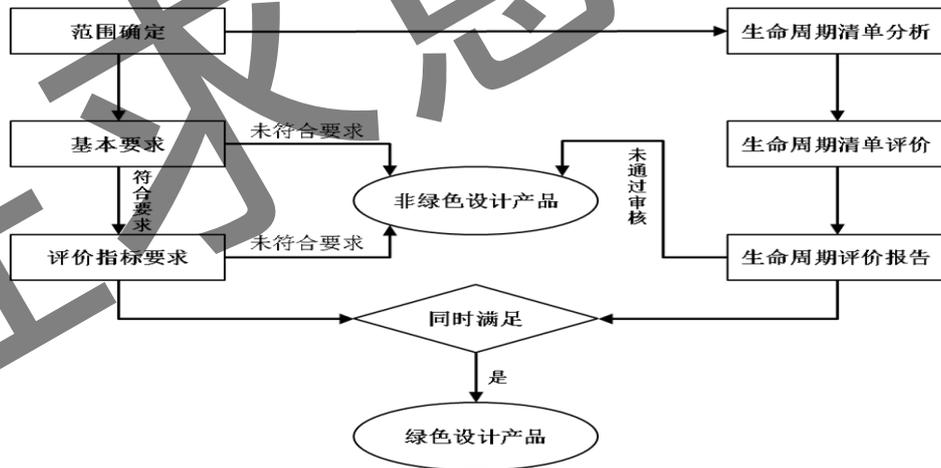


图2 乳聚丁苯橡胶绿色设计产品评价流程

## 2.2 评价要求

### 2.2.1 基本要求

基本要求为绿色设计产品必须达到的门槛要求，按照 GB/T 32161—2015《生态设计产品评价通则》、GB/T 33761—2017《绿色产品评价通则》的要求，企业应满足国家推行绿色产业发展和技术进步政策、资源和环境保护法律法规、管理

体系、生产运行管理措施等方面的基本要求。

### 2.2.2 评价指标要求

#### (1) 资源属性

丁苯橡胶行业所消耗的主要原材料包括苯乙烯单体、丁二烯单体、填充油。化学品包括乳化剂、引发剂、抗氧剂、稳定剂等各种助剂。结合本行业特点，应选用低毒、无害的环保型乳化剂、引发剂、抗氧剂、稳定剂等助剂；水主要包含原料配制用水、生产工艺用水和车间清洁用水，主要为新鲜水、软化水，对物耗较大的水资源规定了节约用水、提高循环利用率等行为规范。

根据丁苯橡胶产品生产特点，资源属性指标重点选取原材料中有害物质控制、生产过程原材料消耗、水资源消耗等方面的指标，主要为“单位产品主要原材料消耗量”、“单位产品新鲜水的消耗量”。单位产品主要原材料消耗量（苯乙烯单体、丁二烯单体、填充油）基准值指标按照行业数据统计平均值，6家企业单位产品主要原材料消耗水平相当。其中，单位产品新鲜水消耗量基准值的确定考虑了生产工艺的不同，在平均值的基础上进行了适当调整，为企业进行工艺改造预留一定的发展空间，具体指标见表3。

表3 资源属性指标

指标	单位	基准值
单位产品主要原材料消耗量	t/t	≤1
单位产品新鲜水消耗量	m <sup>3</sup> /t	≤6.0

#### (2) 能源低碳属性

丁苯橡胶生产过程中主要能源消耗为蒸汽、电力、化石燃料等及其产生的碳排放，基于本行业的特点，本标准设置“单位产品综合能耗”和“单位产品碳排放量”两项量化指标。由于充油丁苯橡胶和非充油丁苯橡胶生产装置能耗差异较大，将“单位产品综合能耗”设置为充油丁苯橡胶和非充油丁苯橡胶两类。

在综合能耗计算中，一次能源按实际使用量计算标准能耗；购入电力、热力二次能源综合能耗均采用当量计算标准能耗。耗能工质消耗纳入了综合能耗的计算，包括新鲜水、循环水、软化水、凝结水、压缩空气、氮气、工业风、仪表风等。由于各企业计算综合能耗的折算标准煤的系数不同，导致综合能耗在单耗相当的情况下耗能差异较大。因此，综合能耗折算系数统一按照 GB/T 2589—2020

《综合能耗计算通则》附录 A 中的折标准煤的系数，蒸汽折标准煤系数按照热力学当量值进行计算。

在碳排放的计算中，包括购入蒸汽、购入电力、化石燃料产品的碳排放，按照 GB/T 32151.10—2015《温室气体排放核算与报告要求 第 10 部分：化工生产企业》进行计算。购入电力的排放因子根据企业所在区域，东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门的最近年份发布数据相应区域电网排放因子；购入蒸汽的排放因子为 0.11 tCO<sub>2</sub>/GJ [GB/T 32151.10 中 5.2.5.3 b) ]；化石燃料的排放因子按照 GB/T 32151.10—2015 中“表 B.1 常见化石燃料特性参数推荐值”中低发热值、单位热值含碳量、碳氧化率进行计算。

单位产品综合能耗基准值指标的确定在平均值的基础上综合考虑了各企业生产装置、生产负荷、所处地域等存在的差异，具体指标见表 4。

表 4 能源低碳指标

指标		单位	基准值
单位产品综合能耗	非充油丁苯橡胶	kgce/t	≤250
	充油丁苯橡胶	kgce/t	≤210
单位产品碳排放量		kgCO <sub>2</sub> /t	≤700

### (3) 环境属性

“水污染物”、“大气污染物”、“固体废物”是丁苯橡胶生产的主要环境污染因素。根据有关法律法规和强制标准要求，结合生产实际情况，对以上方面污染因素进行了针对性规定。

**废水：**废水是本行业主要污染因素，废水主要来自聚合物后处理凝聚、脱水、洗涤和溶剂回收等工序。规定了“废水中 COD 排放限值”、“废水中氨氮排放限值”和“单位产品废水生产量”三项废水控制量化指标。根据附表 1 中的统计数据，确定了单位产品废水产生量的基准值，丁苯橡胶装置产生的废水中 COD 含量和氨氮含量的基准值。经处理后的废水直接排放应满足 GB 31571《石油化学工业污染物排放标准》的要求。

**废气：**丁苯橡胶废气主要来自干燥箱排气口、脱水筛和后处理工艺等。检测项目主要有废气中非甲烷总烃、苯乙烯等。规定“非甲烷总烃排放限值”和“苯乙烯排放限值”两项废气控制量化指标。废气中苯乙烯含量、非甲烷总烃含量基准值严于国家强制标准 GB 31571《石油化学工业污染物排放标准》中的规定。

固体废物：固体废物是本行业的主要污染源之一，固体废物主要有废胶废料，本标准宜按照“固体废物处置率”作为考核要素，指标为 100%，以达到对所有企业的统一要求。

表 5 环境属性指标

指标		单位	基准值	污染物排放检测位置
单位产品废水产生量		m <sup>3</sup> /t	≤6.5	生产装置废水排放口
水污染物 (丁苯橡胶生 产装置排放)	废水中 COD 含量 <sup>a</sup>	mg/L	≤650	生产装置废水排放口
	废水中氨氮含量	mg/L	≤50	生产装置废水排放口
废气中苯乙烯含量		mg/m <sup>3</sup>	≤30	车间或生产设施排气筒
废气中非甲烷总烃含量		mg/m <sup>3</sup>	≤80	车间或生产设施排气筒
<sup>a</sup> 按照 GB/T 11914 进行测定。				

(4) 产品品质

丁苯橡胶绿色设计产品品质项目选取对人体健康造成潜在危害的指标，残余单体、充油橡胶中多环芳烃含量、N-亚硝基胺化合物、壬基酚、二甲基甲酰胺、重金属等含量的高低直接反应产品的绿色特性。分析了国内 6 家生产企业丁苯橡胶中残留苯乙烯含量，具体见图 1-图 6，从图中数据可知：抚顺石化和齐鲁石化 SBR 1502 产品中残余苯乙烯含量很高，齐鲁石化产品超过了 400 mg/kg，其他生产企业控制在 100 mg/kg 以内。而 SBR 1500E 产品中残余苯乙烯含量相对较低，基本可以控制在 100 mg/kg 以内。

N-亚硝基胺化合物、壬基酚、二甲基甲酰胺、重金属含量等欧盟环保法规限定的指标由第三方检测机构进行检测。同时对挥发分提出了高于现有标准的指标。产品品质具体指标见表 6。

表 6 产品品质指标

指标		单位	基准值	测定方法
挥发分		%	0.45	GB/T 24131.1
残余苯乙烯含量		mg/kg	100	GB/T 42162
多环芳烃含量		mg/kg	2	SH/T 1840
N-亚硝基胺化合物		mg/kg	N. D.	GB/T 30919
壬基酚		mg/kg	N. D.	有资质的第三方检测
二甲基甲酰胺		mg/kg	N. D.	有资质的第三方检测
重金属	铅	mg/kg	N. D.	有资质的第三方检测
	汞	mg/kg	N. D.	有资质的第三方检测
	镉	mg/kg	N. D.	有资质的第三方检测
	六价铬	mg/kg	N. D.	有资质的第三方检测

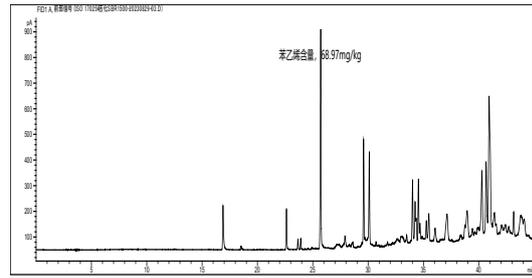
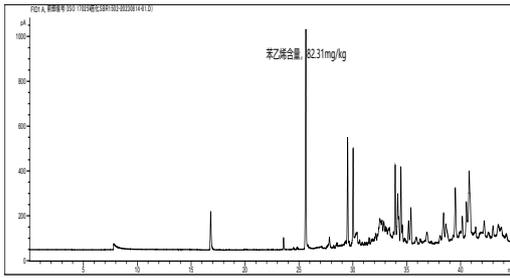


图3 吉林石化 SBR 1502、1500 样品中残余苯乙烯含量

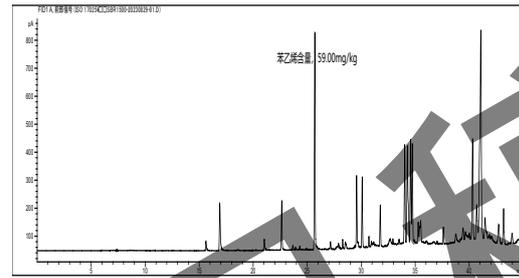
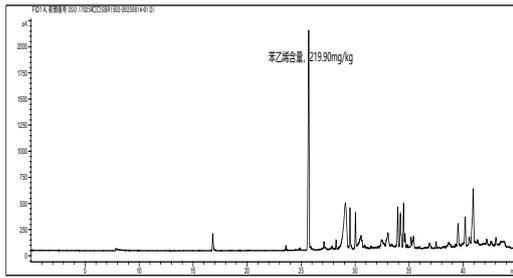


图4 抚顺石化 SBR 1502、1500 样品中残余苯乙烯含量

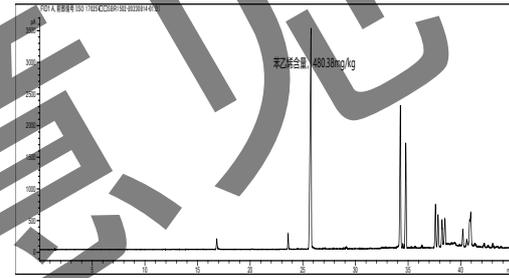
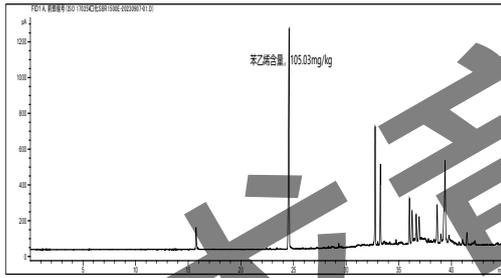


图5 兰州石化 1500 中残余苯乙烯含量

图6 齐鲁石化 SBR 1502 中残余苯乙烯含量

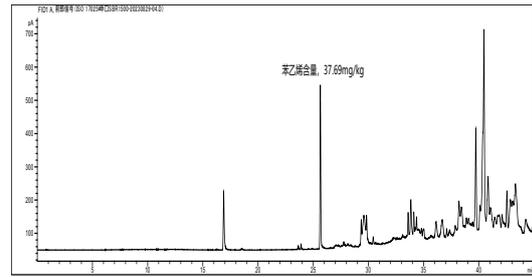
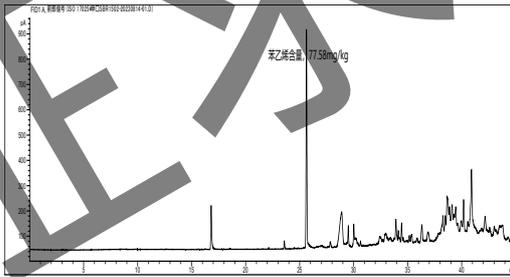


图7 申华化学 SBR 1502、1500 样品中残余苯乙烯含量

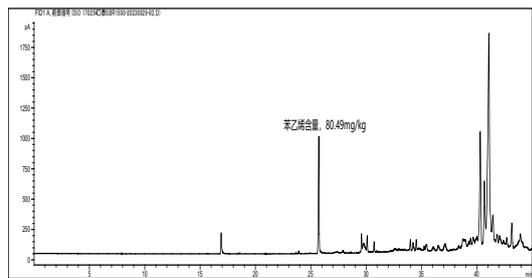
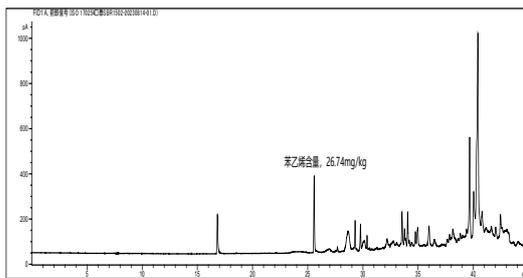


图8 浙江维泰 SBR 1502、1500 样品中残余苯乙烯含量

## 2.3 产品生命周期评价

### 2.3.1 影响类型

依据国际上使用较多的CML分类方法，将影响类型分为三大类：材料和能源消耗（非生物和生物资源的消耗）、污染（温室效应的加强、臭氧层的耗竭、生态毒性、酸化和其他）和损害。依据产品工艺特点，选取非生物资源消耗、温室效应、酸化效应、人体健康损害和水体富营养化五个影响类型。

### 2.3.2 清单因子归类

根据清单因子的物理化学性质，将对某影响类型有贡献的因子归到一起，见表7。将原油、原煤、天然气等清单因子归类到非生物资源消耗影响类型；将对气候变化有贡献的二氧化碳、甲烷等清单因子归到温室效应影响类型里；将硫酸、磷酸、氮氧化物等清单因子归类到酸化效应中；将苯乙烯、1,3-丁二烯、致癌多环芳烃等清单因子归到人体健康影响损害类型； $PO_4^{3-}$ 、COD等清单因子归到水富营养化中。

表7 生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
非生物资源消耗 (ADP)	原油、原煤、天然气
温室效应 (GWP)	$CO_2$ 、 $CH_4$
酸化效应 (AP)	$SO_2$ 、 $SO_3$ 、硫酸、磷酸、氮氧化物、硝酸
人体健康损害 (HTP)	苯乙烯、1,3-丁二烯、致癌多环芳烃
水富营养化 (EP)	$PO_4^{3-}$ 、COD

### 2.3.3 分类评价

计算出不同影响类型的特征化模型。分类评价的结果采用表8中的当量物质表示。

表8 产品生命周期影响评价

环境类别	单位	指标参数	特征化因子
非生物资源消耗 (ADP)	Kg-铈当量	原油	0.0201
		原煤	0.134
		天然气	0.0187
温室效应 (GWP)	Kg- $CO_2$ 当量	$CO_2$	1

		CH <sub>4</sub>	28
酸化效应 (AP)	Kg-SO <sub>2</sub> 当量	SO <sub>2</sub>	1
		SO <sub>3</sub>	0.8
		硫酸	0.65
		磷酸	0.98
		氮氧化物	0.7
		硝酸	0.51
人体健康损害 (HTP)	Kg-1,4-二氯苯当量	苯乙烯	4.7×10 <sup>2</sup>
		1,3-丁二烯	2.2×10 <sup>3</sup>
		致癌多环芳烃	5.7×10 <sup>5</sup>
水富营养化 (EP)	Kg-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 当量	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1
		COD	0.022

#### 四、预期的效益

本标准的制定为评价丁苯橡胶绿色设计产品提供统一的评价依据,规范丁苯橡胶绿色生产,指导我国丁苯橡胶生产企业优化能源资源结构、降低生产成本、减少污染排放、提高产品质量,提升竞争实力,促进我国丁苯橡胶可持续健康发展。标准的实施对促进企业技术提升、设备升级,提高工艺技术先进性,减少能耗物耗等将起到积极作用。进一步促进行业绿色转型升级,进而实现节能、降耗、减排、增效,推动丁苯橡胶行业可持续健康发展,促进丁苯橡胶上下游产业链绿色发展。

#### 五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

标准评价体系与GB/T 32161—2015《生态设计产品评价通则》、GB/T 33761—2017《绿色产品评价通则》一致;废水、废气、噪音等技术要求与国家强制性标准相关内容协调一致。

#### 六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

#### 七、涉及专利的有关说明

无。

#### 八、贯彻标准的要求和措施建议

标准发布后,建议在行业内及时组织标准宣贯,使企业了解标准内容,加快

行业应用，促进本行业绿色制造水平的整体提升。

#### 九、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，无废止现行有关标准的建议。

#### 十、其他应予说明的情况

无。

征求意见稿

附表1

2020-2022年度代表性丁苯橡胶生产企业绩效数据平均值统计表

一级指标	二级指标项目	单位	单位1	单位2	单位3	单位4	单位5	单位6
资源属性	单位产品原材料消耗量	t/t	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94
	单位产品新鲜水消耗量	m <sup>3</sup> /t	4.89	6.5	5.85	5.08	5.91	5.65
环境属性	单位产品废水产生量	m <sup>3</sup> /t	4.84	8.68	6.4	4.64	8.85	5.18
	废水中COD控制要求	≤mg/L	500	500	1000	500	600	900
	废水中COD含量	mg/L	261	330	817	336	390	636
	废水中氨氮排放要求	≤mg/L	45	-	50	32	20	80
	废水中氨氮含量	mg/L	5.69	35	17.67	4.85	4.13	9.82
	废气中苯乙烯含量	mg/m <sup>3</sup>	2.26	12.5	13.33	2.87	1.21	1.95
	废气中非甲烷总烃含量	mg/m <sup>3</sup>	10.08	19.75	60	30.03	9.53	4.77
	固体废物处置率	%	100	100	100	100	100	100
	厂界噪音, 昼间	dB (A)	56.47	59.5	65	62.27	57	60.34
	厂界噪音, 夜间	dB (A)	47.27	51.67	55	53.7	52	51.67
能源低碳属性	单位产品综合能耗(非充油SBR)	kgce/t	189.07	239.99	225.77	181.92	280.78	212.38
	单位产品综合能耗(充油SBR)	kgce/t	150.80	-	225.77	142.89	-	202.60
	单位产品碳排放量	kgeCO <sub>2</sub> /t	634.19	749.65	667.2	592.7	800.41	669.29
产品品质	挥发分	%	0.04	0.3	0.28	0.11	≤0.50	0.43
	灰分	%	0.13	0.13	0.08	0.14	≤0.40	0.09
	残余苯乙烯含量	mg/kg	77.58	219.90	105.03	80.49	82.31	480.38
	N-亚硝基胺	mg/kg	N. D.	N. D. /0.01	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.

	化合物							
	多环芳烃含量	mg/kg	N. D.	N. D.	N. D.	2.1	N. D.	1.2
	壬基酚	mg/kg	N. D.	N. D. /10	N. D.	N. D.	N. D.	-
	二甲基甲酰胺	mg/kg	N. D.	-	N. D.	N. D.	N. D.	-
	铅	mg/kg	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
	汞	mg/kg	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
	镉	mg/kg	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.

征求意见稿