

中华人民共和国石油化工行业标准

HG/T 5870-2021

绿色设计产品评价技术规范
聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂

Technical specification for green-design product assessment—

Polybutylene terephthalate resin

2021-04-19 发布

2021-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出并归口。

本标准起草单位：新疆蓝山屯河聚酯有限公司、南通星辰合成材料有限公司、河南开祥新材料有限公司、中国石化仪征化纤有限责任公司、中国化工环保协会。

本标准主要起草人：李鹏、王永刚、和进伟、季克均、刘江斌、王战平、吴刚、周波。

绿色设计产品评价技术规范 聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂

1 范围

本标准规定了聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂绿色设计产品的术语和定义、评价原则和方法、评价要求和生命周期评价报告编制方法。

本标准适用于由直接酯化法工艺生产的聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂绿色设计产品的评价。

2 规范性引用文件

下列文件对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。

- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 17593 纺织品 重金属离子检测方法 原子吸收分光光度法
- 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 24768 工业用1,4-丁二醇
- GB/T 28001 职业健康安全管理体系 要求
- GB/T 31572 合成树脂工业污染物排放标准
- GB/T 32161 生态设计产品评价通则
- GB/T 32685 工业用精对苯二甲酸（PTA）
- GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- AQ/T 9006 企业安全生产标准化基本规范
- 《企业事业单位环境信息公开办法》（环境保护部令第31号）

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，满足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。

3.2

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

3.3

生命周期评价 life cycle assessment (LCA)

理解和评价产品系统在产品整个生命周期中的潜在环境影响大小和重要性的阶段。

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，考虑聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂产品的整个生命周期，从产品设计、原材料获取、产品生产、产品使用、废弃后回收处理等阶段，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。

4.1.2 环境影响种类最优选取原则

根据聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂产品的特点，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，选取资源属性、污染物排放等方面进行生命周期评价。

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聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂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) 提供聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂生命周期评价报告。

4.2.2 评价流程

根据聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂产品的特点，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，对聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂进行评价，符合基本要求和评价指标要求的，可以判定该聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂符合绿色设计产品的评价要求，同时提供该产品的生命周期评价报告。评价流程见图 1。

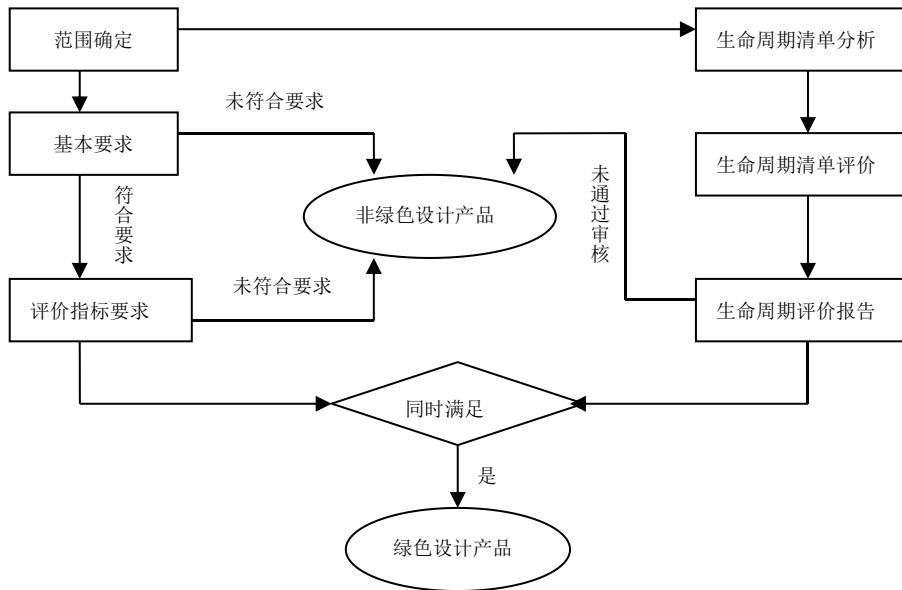


图 1 聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂绿色设计产品评价流程

5 评价要求

5.1 基本要求

5.1.1 应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或禁止的技术、工艺和装备；积极推行清洁生产审核工作。

5.1.2 不应使用国家、行业明令淘汰或禁止的材料，不应超越范围选用限制使用的材料，生产企业应持续关注国家、行业明令禁用的有害物质。

5.1.3 生产企业的污染物排放应达到国家和地方污染物排放标准的要求，严格执行节能环保相关国家标准。危险废物的管理应符合国家和地方的法规要求。

5.1.4 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。

5.1.5 待评价产品的企业截止评价日三年内无重大生产安全和突发环境污染事件。

5.1.6 企业安全生产标准化水平应符合 AQ/T 9006 的要求。

5.1.7 生产企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具。

5.1.8 生产企业应按照 GB/T 24001、GB/T 19001、GB/T 28001（或石油化工企业职业健康安全管理体系）分别建立并运行环境管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系；开展能耗、物耗考核并建立考核制度，或按照 GB/T 23331 建立并运行能源管理体系。

5.1.9 鼓励企业对剩余产品及包装物进行处置或回收。

5.1.10 鼓励企业按照《企业事业单位环境信息公开办法》第九条～第十二条公开环境信息，鼓励企业承诺实施责任关怀。

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。评价指标基准值见表1。

表 1 评价指标要求

一级指标	二级指标	单位	指标方向	评价指标基准值	判定依据	所属生命周期阶段
资源属性	原材料 (PTA) 中对羧基苯甲醛含量	mg/kg	≤	25	依据 GB/T 32685 检测, 提供质量报告	原材料获取
	原材料 (PTA) 中对甲基苯甲酸含量	mg/kg	≤	150	依据 GB/T 32685 检测, 提供质量报告	原材料获取
	原材料 1,4 丁二醇 (BDO) 纯度	%	≥	99.7	依据 GB/T 24768 检测, 提供质量报告	原材料获取
	对苯二甲酸 (PTA) 消耗量	t/t	≤	0.756	依据 A.1 计算, 提供说明	产品生产
	1,4 丁二醇 (BDO) 消耗量 (不含四氢呋喃-THF)	t/t	≤	0.496	依据 A.1 计算, 提供说明	产品生产
	单位产品新鲜水消耗量	t/t	≤	1.0	依据 A.2 计算, 提供说明	产品生产
能源属性	单位产品综合能耗	kgce/t	≤	260	依据 GB/T 2589 计算, 提供说明	产品生产
环境属性	有组织排放 VOC _s 浓度	mg/m ³	≤	4.0	依据 GB 37822 检测, 提供检测报告	产品生产
	污水总排口 COD 浓度	mg/L	-	符合国家及地方环保要求	依据 GB 31572 或地方标准检测, 提供检测报告	产品生产
	单位产品废水排放量	t/t	≤	3.0	符合 GB 31572, 提供说明	产品生产
	厂界环境噪声排放	dB(A)	≤	符合 GB12348 要求	依据 GB 12348, 提供检测报告	产品生产
产品属性	Cd 镉含量	mg/kg	≤	未检出	依据 GB/T 17593 检测, 提供产品第三方检验报告	产品生产
	Pb 铅含量	mg/kg	≤	未检出		
	Hg 汞含量	mg/kg	≤	未检出		
	Cr 铬含量	mg/kg	≤	未检出		
	PBBs 多溴联苯总和	mg/kg	≤	未检出		
	PBDEs 多溴联苯醚	mg/kg	≤	未检出		
	DEHP 邻苯二甲酸二酯	mg/kg	≤	未检出		
	BBP 邻苯二甲酸甲基丁酯	mg/kg	≤	未检出		
DBP 邻苯二甲酸苯基丁基酯	mg/kg	≤	未检出			

5.3 检验方法和指标计算方法

污染物监测方法、产品检验方法以及各指标的计算方法依据附录A。

6 产品生命周期评价报告编制方法

6.1 方法

依据GB/T24040、GB/T24044、GB/T32161给出的生命周期评价方法与框架、总体要求及其附录编制聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂的生命周期评价报告，参考本标准附录B。

6.2 报告内容

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。评估对象信息包括产品型号/类型、主要技术参数、制造商及厂址等，采用的标准信息应包括标准名称及标准号。

6.2.2 符合性评价

报告中应提供对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。

本部分以吨产品质量为功能单元来表示。

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 生态设计改进方案

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，提出绿色产品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。

6.2.5 附件

报告中应在附件中提供：

- a) 产品原始包装图；
- 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
(规范性附录)
检验方法和指标计算方法

A.1 单位产品BDO或PTA的消耗量

每生产1tPBT产品所消耗的BDO或PTA质量按式(A.1)计算:

$$L = \frac{M_i}{M_c} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

L——每生产1tPBT产品的BDO或PTA消耗量,单位为吨每吨(t/t);

M_i——在一定计量时间内(一年)产品所用BDO或PTA的总投入量,单位为吨(t);

M_c——在一定计量时间内(一年)产品的总产量,单位为吨(t)。

A.2 单位产品新鲜水消耗量

每生产1t产品所消耗的新鲜水量,主要包含生产工艺用水和车间清洁用水,不包括原料用水和生活用水。新鲜水指从各种水源取得的水量,各种水源包括取自地表水、地下水、城镇供水工程以及从市场购得的蒸馏水等产品,按式(A.1)计算:

$$V = \frac{V_i}{M_c} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

V——每生产1t产品的新鲜水消耗量,单位为吨每吨(t/t);

V_i——在一定计量时间内(一年)产品生产用新鲜水量,单位为吨(t);

M_c——在一定计量时间内(一年)产品的总产量,单位为吨(t)。

附 录 B
(资料性附录)

聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂生命周期评价方法

B.1 目的

聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂的原料生产、生产过程控制、产品运输过程中对环境造成的影响, 通过评价聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂全生命周期的环境影响, 提出聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂绿色设计改进方案, 从而大幅提升聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂的环境友好性。

B.2 范围

根据评价目的确定评价范围, 确保两者相适应。定义生命周期评价范围时, 应考虑以下内容并作出清晰描述。

B.2.1 功能单位

功能单位应是明确规定并且可测量的。本部分以生产吨产品聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂为功能单位来表示。

B.2.2 系统边界

本附录界定的聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂产品生命周期系统边界, 分为原辅料、反应、切粒、质检、包装、运输及销售环节等阶段。后续产品加工、废弃等环节在编制报告中也应充分考虑, 尤其是质量控制指标、安全等相应的要求。如图B. 1所示:



图 B. 1 聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂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。

原材料数据应是在参与产品的生产和使用的地点/地区。

生产过程数据应是在最终产品的生产中所涉及的地点/地区。

B.2.3 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) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.3%的项目输入可忽略;
- d) 大气、水体的各种排放均列出;
- e) 小于固体废弃物排放总量 1%的一般性固体废弃物可忽略;
- 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

应编制聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂产品系统边界内的所有资源/能源输入、污染物输出清单，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，应在报告中进行明确说明。

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（即吨产品聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂）的资源、能源消耗和环境排放。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，为产品级的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清单：

- a) 原材料采购和预加工；
- b) 生产全流程及污染物排放；
- c) 产品分配和储存；
- d) 使用阶段；
- e) 运输；
- f) 寿命终止。

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

现场数据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、产品原材料的使用量、产品主要包装材料的使用量和废弃物产生量等。现场数据还应包括运输数据，即产品原料、主要包装等从制造地点到最终交货点的运输距离。

背景数据应当包括主要原料的生产数据、权威的电力组合数据（如火力、水、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响以及产品成分在环境中降解或在本企业污水处理设施内处理过程的排放数据。

B.3.2.2 现场数据采集

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相关采集规程。可直接对过程进行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来源。

现场数据的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据。
- b) 完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据。
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均

须转换为单位产品，即克/立方米为基准计算，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。

d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规格等。典型现场数据来源包括：

- 原材料采购和预加工；
- 原材料由原材料供应商运输至聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂生产商处的运输数据；
- 生产过程的碳能源和水资源消耗数据；
- 原材料分配及用量数据；
- 包装材料数据，包括原材料包装数据；
- 产品生产现场三废排放及资源化利用数据
- 由生产商处运输至经销商的运输数据；
- 生产废水经污水处理厂所消耗的数据。

B.3.2.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。所使用数据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。

背景数据的质量要求包括：

a) 代表性：背景数据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。若无，须优先选择代表中国国内平均生产水平的公开LCA数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据。

b) 完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止。

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 原材料采购和预加工

该阶段始于从大自然提取资源，结束于聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂进入产品生产设施，包括：

- a) 开采和提取；
- b) 所有材料的预加工；
- c) 原料净化、转换回收的材料；
- d) 原料的前处理及管道输送。

B.3.2.5 生产

该阶段始于聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂产品进入生产设施，结束于产品离开生产储存设施。生产活动包括合成、精制、及半成品的输送、副产物回收利用及三废的无害化处理等。

B.3.2.6 产品分配

该阶段将聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂产品分配给各地经销商，可沿着供应链将其储存在各点，包括运输方式、车辆类型、燃料消耗量、装货速率、回空数量、运输距离、根据负载限制因素的商品运输分配及运输车辆的燃料使用量。

B.3.2.7 使用阶段

该阶段始于消费者拥有产品，结束于聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂使用过程向环境挥发。包括使用模式、使用期间的资源消耗等。

B.3.2.8 物流

应考虑的运输参数包括运输方式、车辆类型、燃料消耗量、装货速率、回空数量、运输距离、根据负载限制因素（即高密度产品质量和低密度产品体积）的商品运输分配以及燃料用量。

B.3.2.9 寿命终止

该阶段始于消费者使用聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂，结束于产品作为废弃物处理后进入大自然的生命周期。

B.3.2.10 用电量计算

对于产品系统边界上游或内部消耗的电力，应使用区域供应商现场数据。

B.3.3 数据分配

在进行聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂产品的生产环节。对于该产品生产线而言，由于生产环节较多，同时存在三废的资源化利用和副产物的提纯回收。很难就该产品生产来收集清单数据，往往会就整条生产线来收集数据，然后根据产品、副产物和三废资源再分配到具体的产品上。

B.3.4 生命周期影响评价

B.3.4.1 数据分析

根据表B.1表B.4对应需要的数据进行填报：

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聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂行业相关原材料生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输。

表 B.1 原材料成分、用量及运输清单

原材料	含量/%	吨产品消耗量	原材料产地	运输方式	运输距离/km	单位产品运输距离（km/kg）
PTA						
1,4-丁二醇						

--	--	--	--	--	--	--

表 B.2 生产过程所需清单

能耗种类	单位	装置生产总消耗量	单次使用产品消耗量
电耗	千瓦时 (kW·h)		
水	吨		
煤耗	兆焦 (MJ)		
蒸汽	立方米 (m ³)		

表 B.3 运输过程所需清单

过程	运输方式	运输距离/km	单位产品运距/ (km/kg)
从生产地到总经销商			
从总经销商到分经销商			
从生产地到分经销商的总运输距离			

聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂成分在环境中降解或在废弃物处理厂处理过程的排放相关的排放因子如表B.4所示。

表 B.4 废弃物处理背景数据

项目	产生量	处理方式
污水总排口 COD 浓度		
有机废液无害化处理率		
产品废水排放量		

B.3.4.2 清单分析

所收集数据进行核实后,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.5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

影响类型分为资源能源消耗、生态环境影响和人体健康危害三类。聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 树脂的影响类型采用化石能源消耗、气候变化、富营养化和人体健康危害4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.5。例如,将对气候变化有贡献的二氧化碳、一氧化氮等清单因子归到气候变化影响类型里面。

表 B.5 聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂产品生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
化石能源消耗	煤、天然气
气候变化/碳足迹	二氧化碳（CO ₂ ）
富营养化	总磷、总氮、氨氮
人体健康危害	氮氧化物、二氧化硫、粉尘颗粒物

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.6中的当量物质表示。

表 B.6 聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）树脂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
能源消耗	铈当量·kg ⁻¹	煤	5.69×10 ⁻⁸
		天然气	1.42×10 ⁻⁴
全球变暖	CO ₂ 当量·kg ⁻¹	CO ₂	1
富营养化	NO ₃ ⁻ 当量·kg ⁻¹	TN	2.61
		NH ₃ -N	3.64
		TP	28.2
人体健康危害	1,4-二氯苯当量·kg ⁻¹	NO _x	1.2
		SO _x	0.096
		颗粒物	0.82

B.4.4 计算方法

影响评价结果计算方法见式（B.1）

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

式中：

EP_i ——第i中影响类型特征化值；

EP_{ij} ——第i种影响类别中第j种清单因子的贡献；

Q_j ——第j中清单因子的排放量；

EF_{ij} ——第i中影响类型中第j种清单因子的特征化因子。