

## 中华人民共和国石油化工行业标准

HG/H 5867-2021

### 绿色设计产品评价技术规范 1,4-丁二醇

Technical specification for green-design product assessment—

1,4-Butanediol

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：新疆蓝山屯河能源有限公司、新疆天业（集团）有限公司、重庆建峰工业集团有限公司弛源化工分公司、新疆美克化工有限责任公司、河南开祥精细化工有限公司、长连化工（盘锦）有限公司、华陆工程科技有限责任公司、中国化工环保协会。

本标准主要起草人：李鹏、胡金明、赵松彪、许鹏飞、廖鹏、陈德义、邓健康、张铎耀、孙凯、曾文虔、孙俊涛、骆彩萍、杨亮、吴刚、熊梅。

# 绿色设计产品评价技术规范 1,4-丁二醇

## 1 范围

本标准规定了1,4-丁二醇(BDO)绿色设计产品的术语和定义、评价原则和方法、要求、产品生命周期评价报告编制方法。

本标准适用于炔醛法、烯丙醇法、顺酐法等生产1,4-丁二醇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 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 生命周期评价要求与指南

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 31571 石油化学工业污染物排放标准

GB 31824 1,4-丁二醇单位产品能耗限额

GB/T 32161 生态设计产品评价通则

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

依据生命周期评价与指标评价相结合的原则，考虑1,4-丁二醇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、所产工业三废综合利用等阶段，深入分析各个阶段的资源能源消耗、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1,4-丁二醇产品特点和生产工艺特性，同时考虑到社会关注度高，国家法律或政策明确要求的环境影响种类，选取关键资源属性、能源属性、环境属性和产品属性进行评价，本技术规范选取原料单耗、新鲜水使用量、废物回收及资源化利用率、单位产品综合能耗、单位产品废水排放量和有机废液无害化处置率、纯度、水分、重金属和羰基数等指标进行评价。

### 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1,4-丁二醇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1,4-丁二醇产品生命周期评价报告。

#### 4.2.2 评价流程

根据1,4-丁二醇产品的特点，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，对产品进行评价，符合基本要求和评价指标要求，同时提供该产品的生命周期评价报告，可以判定该产品符合绿色设计产品的评价要求。评价流程见图1。

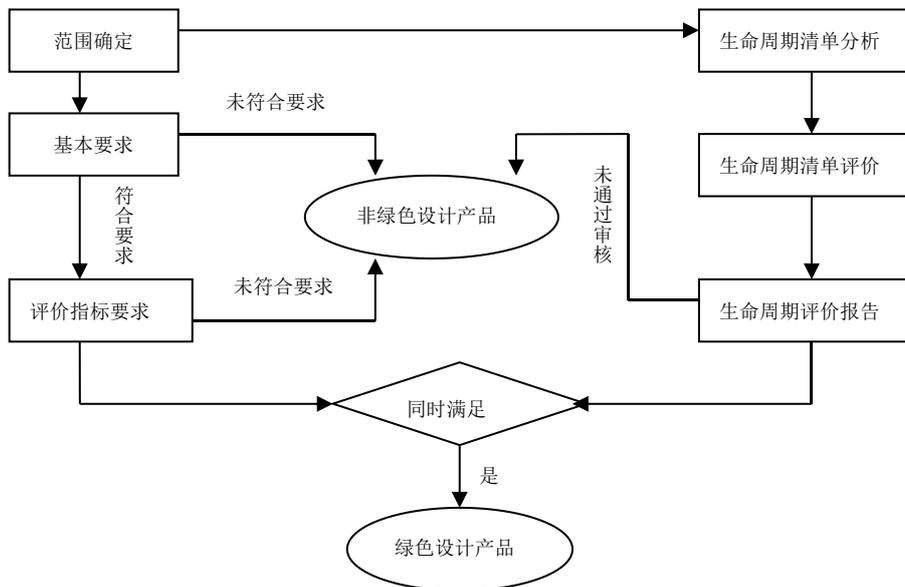


图 1 1,4-丁二醇产品绿色设计产品评价流程

## 5 评价要求

### 5.1 基本要求

- 5.1.1 应使用国家鼓励的先进技术工艺，综合能耗符合 GB 31824 的先进值指标，积极推行清洁生产审核工作。
- 5.1.2 污染物排放应符合国家和地方排污许可和总量控制相关的规定，污染物排放限值符合 GB 31571 要求，生产中产生或使用的危险废物在储存、使用和处置时应符合国家和地方危险废物管理办法或制度相关的规定。
- 5.1.3 生产企业应对装置生产的废物进行资源化利用或无害化处理，所产“三废”达标排放。
- 5.1.4 禁止使用国家或行业明令淘汰的材料和用能设备。
- 5.1.5 应采用 DCS 控制系统并设置独立的 SIS 系统，确保生产装置的安全性和可靠性。
- 5.1.6 截止评价日 3 年内生产企业无重大安全、环境污染事故。
- 5.1.7 安全生产标准化水平符合 AQ/T 9006 标准化的要求。
- 5.1.8 生产企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具，设备使用二级节能以上的电机。
- 5.1.9 生产企业应按照 GB/T 24001、GB/T 19001 和 GB/T 28001 或行业 HSE 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。
- 5.1.10 企业应按照《危险化学品安全管理条例》（国务院令第591号）建立并运行危险化学品安全管理制度。

5.1.11 鼓励企业按照《企业事业单位环境信息公开办法》（环境保护部令第31号）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	原材料消耗量	炔醛法	乙炔	t/tBDO	≤	0.325	依据A.1计算，提供计算说明	原材料获取
			甲醛			0.77		
			氢气			0.055		
		顺酐法	正丁烷	t/tBDO	≤	1.10		
			氢气			0.13		
		烯丙醇法	100%烯丙醇	t/tBDO	≤	0.975		
	甲醇		0.60					
	新鲜水消耗量			t/t	≤	18	依据A.2计算，提供计算说明	
	净化废酸再生重复利用率（不包括烯丙醇法和顺酐法）			%	≥	90	依据A.3计算，提供计算说明	
	弛放气回收利用率			%	≥	90	依据A.4计算，提供计算说明	
丁醇资源化利用率			%	≥	90	依据A.5计算，提供计算说明		
能源属性	单位产品综合能耗	炔醛法	kgce/t	≤	900	按照GB/T 2589的规定，提供计算说明	产品生产	
		顺酐法			760			
		烯丙醇法			890			
环境属性	单位产品废水排放量		t/t	≤	2.25	依据A.6计算		
	有机废液处置率		%	-	100	提供说明		
产品属性	1,4-丁二醇质量分数		%	≥	99.7	依据GB/T 24768，提供检测报告		
	水		mg/kg	≤	200			
	重金属（镍、铬、铁、铜、锰）总量		mg/kg	≤	5	依据GB/T 17593 ICP检测法，提供报告		
	羰基数		%	≤	0.005	自动电位滴定法，提供检测报告		

## 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/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161给出的生命周期评价方法与框架、总体要求及其附录编制1,4-丁二醇的生命周期评价报告，参考附录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 原材料消耗量

指统计期内生产1t1,4-丁二醇产品所消耗原材料总用量。原材料总用量是指产品配方中用到的所有原材料（不含水）的总投入量，按式（A.1）计算：

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

式中：

- L——每生产1t产品的原材料消耗量，单位为吨每吨（t/t）；
- M<sub>i</sub>——在一定计量时间内（一年）产品所用原材料的总投入量，单位为吨（t）；
- M<sub>c</sub>——在一定计量时间内（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.2 新鲜水消耗量

指统计期内生产1吨1,4-丁二醇产品所需使用的生产水、生活水、原水、循环水、蒸汽等用水量的总和，按式（A.2）计算。

$$V = V_p + V_l + V_r + V_c + V_v + V_o \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- V——生产1吨1,4-丁二醇产品所消耗水的总量，单位吨（t）；
- V<sub>p</sub>——生产1吨1,4-丁二醇所需消耗的生产水总量，单位为立方米（m<sup>3</sup>）；
- V<sub>l</sub>——生产1吨1,4-丁二醇所需消耗的生活水总量，单位为立方米（m<sup>3</sup>）；
- V<sub>r</sub>——生产1吨1,4-丁二醇所需消耗的原水总量，单位为立方米（m<sup>3</sup>）；
- V<sub>c</sub>——生产1吨1,4-丁二醇所需消耗的循环水总量，单位为立方米（m<sup>3</sup>）；
- V<sub>v</sub>——生产1吨1,4-丁二醇所需消耗的蒸汽水总量，单位为立方米（m<sup>3</sup>）；
- V<sub>o</sub>——生产1吨1,4-丁二醇所需消耗的其他新鲜水总量，单位为立方米（m<sup>3</sup>）；

A.3 净化废酸再生重复利用率

净化废酸再生重复利用率是指用于乙炔净化所产生的废硫酸经过废硫酸再生装置再生后重复使用量占净化所产废硫酸总量百分比，主要取决于废硫酸再生装置的二氧化硫转化率，按式（A.3）计算：

$$\omega_s = \frac{W_{RS}}{W_{PS}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- ω<sub>s</sub>——净化废酸再生重复利用率，单位为百分率（%）；

$W_{RS}$ ——年度内废酸再生回收利用量，单位为吨（t）；

$W_{PS}$ ——年度内净化废酸产生量，单位为吨（t）。

#### A.4 弛放气回收利用率

放空氢气（弛放气）回收利用率是经过PSA变压吸附回收再利用的放空氢气量占理论放空氢气总量的百分比，正常工况下加氢后富余排空氢气可以通过PSA变压吸附回收后再利用，异常工况只能放空，按式（A.4）计算：

$$\omega_H = \frac{W_{RH}}{W_{PH}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

$\omega_H$ ——放空氢气回收利用率，单位为百分率（%）；

$W_{RH}$ ——年度内通过PSA变压吸附回收再利用的氢气量，单位为吨（t）；

$W_{PH}$ ——年度内理论放空氢气总量，单位为吨（t）。

#### A.5 丁醇回收利用率

丁醇回收利用率是指通过净化提纯装置以商品化出售的副产丁醇产量占丁醇理论生成总产量的百分比，主要取决于丁醇提纯装置的回收率，按式（A.5）计算：

$$\omega_B = \frac{W_{RB}}{W_{PB}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

$\omega_B$ ——丁醇回收利用率，单位为百分率（%）；

$W_{RB}$ ——年度内通过净化提纯装置以商品化出售的副产丁醇产量，单位为吨（t）；

#### A.6 单位产品废水排放量

指统计期内生产1吨1,4-丁二醇合格产品导致的废水外排量（末端处理前），废水不含清净下水。单位产品废水排放量按公式（A.6）计算：

$$V_{ci} = \frac{V_c}{P} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

$V_{ci}$ ——单位产品废水排放量，单位为立方米每吨（ $m^3/t$ ）；

$V_c$ ——在统计期内废水产生量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$P$ ——在统计期内1,4-丁二醇合格产品产量，单位为吨（t）。

**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**1,4-丁二醇生命周期评价方法**

**B.1 目的**

1,4-丁二醇的原料储存、产品生产、运输、出售、废物资源化利用到最终废物处理的过程中对环境造成的影响，通过评价1,4-丁二醇全生命周期的环境影响大小，提出产品设计改进方案，从而大幅提升产品的环境友好性。

**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**

功能单位必须明确规定并且可测量，以1,4-丁二醇吨产品质量为功能单元来表示。

**B.2.2 系统边界**

本附录界定的1,4-丁二醇产品生命周期系统边界，分3个阶段：原辅料与能源的获取、生产阶段；产品的生产、储存、装卸、运输、销售、储存及三废无害化处理阶段；废弃阶段。如图 B.1所示，具体包括：



**图 B.1 1,4-丁二醇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1,4-丁二醇产品系统边界内的所有材料/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库清单：

- 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。现场数据库还应包括运输数据库，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。

背景数据库应当包括主要原料的生产数据库、权威的电力组合数据库（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库。

#### 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数据库。
- c) 准确性：现场数据库中的资源、能源、原材料消耗数据库应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据库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。所有现场数据库均

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 1,4-丁二醇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1,4-丁二醇产品进入产品生产设施，包括：

- a) 开采和提取；
- b) 所有材料的预加工，例如催化剂的制备及活化等；
- 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1,4-丁二醇产品进入生产设施，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1,4-丁二醇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1,4-丁二醇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1,4-丁二醇，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1,4-丁二醇生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是1,4-丁二醇产品的生产环节。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的单元过程包括1,4-丁二醇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/%	单次使用消耗量/kg	原材料产地	运输方式	运输距离/km	单位产品运输距离 (km/kg)
甲醛						
乙炔						
氢气						
.....						

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 <sup>3</sup> )		

表 B.3 包装过程所需清单

材料	单位产品用量/kg	单次使用产品消耗量/kg
镀锌桶		
铁系磷化桶		
TANK 罐		

表 B.4 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			

1,4-丁二醇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.5所示。

表 B.5 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.6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。1,4-丁二醇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.6。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.6 1,4-丁二醇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 <sub>2</sub> )
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.7中的当量物质表示。

表 B.7 1,4-丁二醇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	梯当量·kg <sup>-1</sup>	煤	5.69×10 <sup>-8</sup>
		天然气	1.42×10 <sup>-4</sup>
全球变暖	CO <sub>2</sub> 当量·kg <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub>	1
富营养化	NO <sub>3</sub> 当量·kg <sup>-1</sup>	TN	2.61
		NH <sub>3</sub> -N	3.64
		TP	28.2
人体健康危害	1,4-二氯苯当量·kg <sup>-1</sup>	NO <sub>x</sub>	1.2
		SO <sub>x</sub>	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。