

ICS 71.100.99

CCS G17

团体标准

T/HAEPCI 40-2022

绿色设计产品评价技术规范

己内酯单体

Technical specification for green-design product assessment—

Caprolactone monomer

2022-04-19 发布

2022-05-27 实施

湖南省环境治理行业协会 发布

目 次

目 次 I

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 评价原则和方法 2

 4.1 评价原则 2

 4.2 评价方法和流程 2

5 评价要求 3

 5.1 基本要求 3

 5.2 评价指标要求 4

6 产品生命周期评价方法及评价报告编制方法 5

 6.1 评价方法 5

 6.2 评价报告的编制方法 5

附 录 A （规范性附录） 检测方法和指标计算方法 7

附 录 B （资料性附录） 己内酯单体生命周期评价方法 9

参 考 文 献 14

前 言

本文件根据GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》起草。

本文件由湖南省环境治理行业协会提出并归口。

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这些专利的责任。

本文件起草单位：湖南聚仁化工新材料科技有限公司、湖南师范大学、四川大学、湖南柯林瀚特技术服务有限公司、重庆华峰化工有限公司、阜阳市天翊化工有限公司、湖南湘江关西涂料（长沙）有限公司、邦弗特新材料股份有限公司、江西禾尔斯环保科技有限公司。

本文件主要起草人：刘京军、王湘杰、曾祥会、高伟、陶志豪、李镓豪、彭友智、黄雅璇、易春旺、吴刚、廖奇林、胡俐琴、蒋林、夏训西、刘巍、徐小红、罗先才、阳娜、翟国强。

本文件由湖南省环境治理行业协会负责管理和解释，湖南聚仁化工新材料科技有限公司负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送湖南省环境治理行业协会标准管理部门。

绿色设计产品评价技术规范 己内酯单体

1 范围

本文件规定了己内酯单体绿色设计产品评价的基本要求、资源属性、能源属性、环境属性和产品属性的评价指标要求、产品生命周期评价方法和报告编制方法。

本文件适用于己内酯单体绿色设计产品评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于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/T 6283 化工产品中水分含量的测定 卡尔·费休法(通用方法)
- GB/T 14675 空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 19001 质量管理体系 要求
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- 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 26125 电子电气产品 六种限用物质(铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚)的测定
- GB/T 32161 生态设计产品评价通则
- GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范
- GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
- HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法
- HJ 505 水质 五日生化需氧量(BOD₅)的测定 稀释与接种法
- HJ 734 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法
- HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

3 术语和定义

GB/T 24040给出的以及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。

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。

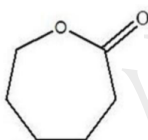
3.3

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。

3.4 己内酯单体 caprolactone monomer

己内酯单体是一种用途广泛的化学中间体，无色液体，密度 1.0693，沸点 99℃ (1.33kPa)，熔点约为-5℃，折射率 1.4611。它的化学式为 $C_6H_{10}O_2$ ，结构式如下所示。



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，考虑己内酯单体的整个生命周期，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、人体健康等因素，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

为降低生命周期生命评价难度，根据己内酯单体的特点，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、环境属性、能源属性和产品属性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己内酯单体可称为绿色设计产品：

- 满足基本要求（见 5.1）和评价指标要求（见 5.2）；
- 提供己内酯单体生命周期评价报告。

4.2.2 评价流程

根据己内酯单体的特点，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，对己内酯单体进行评价，符合基本要求和评价

指标要求的，可以判定该己内酯单体符合绿色设计产品的评价要求；符合要求的己内酯单体生产企业，还应提供该产品的生命周期评价报告。评价流程见图 1。

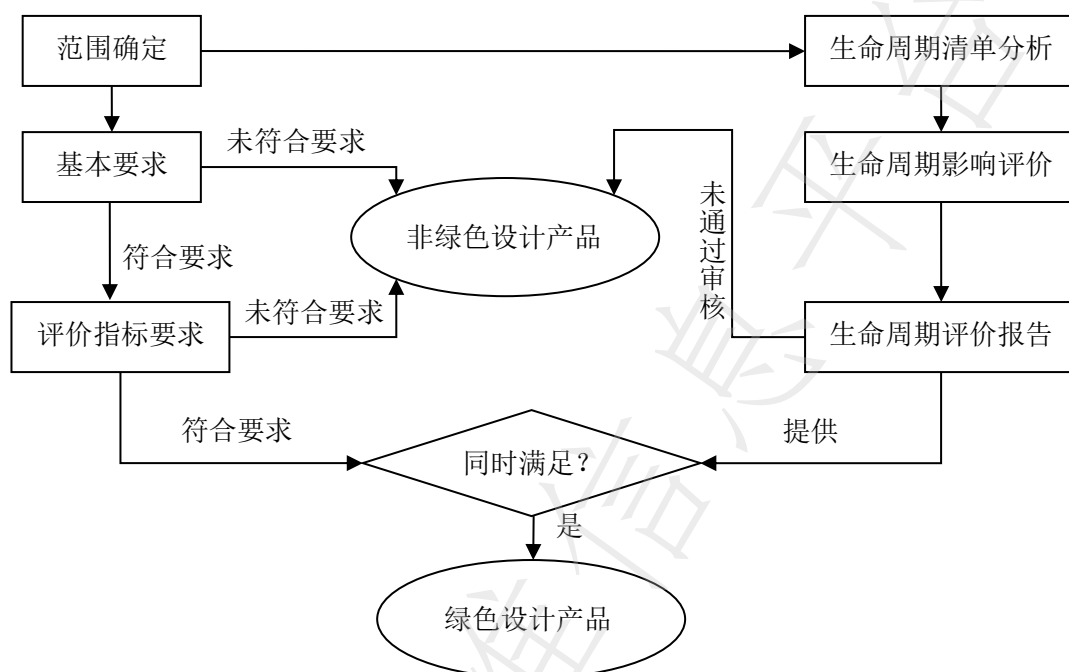


图 1 己内酯单体绿色设计产品评价流程

5 评价要求

5.1 基本要求

5.1.1 生产企业应采用国家鼓励的先进技术工艺和装备，应开展清洁生产审核工作，并达到国内清洁生产先进水平。

5.1.2 生产企业不应使用国家、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 生产企业按照 GB 17167 配备能源计量器具。

5.1.7 生产企业应按照 GB/T 19001、GB/T 24001 和 GB/T 45001 分别建立并运行质量管理体系、环境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。

5.1.8 企业应按照《危险化学品安全管理条例》（国务院令 591 号）建立并运行危险化学品安全管理制度。

5.1.9 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。

5.1.10 企业应按照 GB/T 33000 的要求开展安全生产标准化。

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 己内酯单体评价指标

一级指标	二级指标		单位	基准值	判断依据	所属阶段
资源属性	单位产品环己酮消耗量		t/t	≤1.05	依据附录A.1计算，提供计算说明	原材料获取
	单位产品双氧水（100%）消耗量		t/t	≤0.475	依据附录A.2计算，提供计算说明	
	单位产品丙酸乙酯消耗量		t/t	≤0.06	依据附录A.3计算，提供计算说明	
	单位产品新鲜水消耗量		t/t	≤10	依据附录A.4计算，提供计算说明	
能源属性	单位产品综合能耗		kgce/t	≤2200	按GB/T 2589规定进行计算，提供计算说明	产品生产
环境属性	非甲烷总烃 ^{a)}		mg/m ³	≤100	依据HJ 38规定进行检测，提供检测报告	产品生产
	VOCs ^{a)}		mg/m ³	≤120	依据HJ 734规定进行检测，提供检测报告	
	臭气浓度 ^{a)}		无量纲	≤2500	依据GB/T 14675规定进行检测，提供检测报告	
	COD ^{d)}	集中处置 ^{b)}	mg/L	≤1000	依据HJ 828规定进行检测，提供检测报告	
		自行处置 ^{c)}		≤50		
	BOD ₅ ^{d)}	集中处置 ^{b)}	mg/L	≤300	依据HJ 505规定进行检测，提供检测报告	
		自行处置 ^{c)}		≤10		
	单位产品废水排放量		t/t	≤2.0	依据附录A.5计算，提供计算说明	
有机废液的无害化处理率		%	100	提供计算说明或证明材料		
产品属性	镉		mg/kg	不得检出	依据GB/T 26125规定进行检测，提供检测报告	产品生产
	铅		mg/kg	不得检出		
	汞		mg/kg	不得检出		
	六价铬		mg/kg	不得检出		
	多溴联苯		mg/kg	不得检出		
	多溴二苯醚		mg/kg	不得检出		
	水分质量分数		%	≤0.030	依据GB/T 6283规定进行检测，提供检测报告	
^{a)} 废气中污染物含量的监测位置是企业废气处理设施排放筒；						
^{b)} 《石油化学工业污染物排放标准》（GB 31571）规定公司废水进入园区污水处理厂，则执行表1间接排放限值，该项指标未规定限值，由企业或与园区污水处理厂根据其污水处理厂商定相关标准，并报当地环境保护主管部门备案；						
^{c)} 企业通过自有污水处理站废水处理达标排放；						
^{d)} 废水中污染物含量的监测位置是企业废水处理设施排放口。						

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

依据 GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161 给出的生命周期评价方法学框架、总体要求及其附录编制己内酯单体生命周期评价报告，参考附录 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：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：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、原始包装的材质。

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。

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。

6.2.5 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) 单元过程的数据收集表；
- e) 其他。

附 录 A
(规范性附录)
检测方法和指标计算方法

A.1 单位产品环己酮消耗量

每生产1t产品所消耗环己酮总用量。环己酮总用量是指产品配方中用到的所有环己酮（不含水）的总投入量，按式（A.1）计算：

$$L = \frac{M_{RC}}{M_{PC}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

L ——每生产 1t 产品环己酮的消耗量，单位为吨每吨（t/t）；

M_{RC} ——在一定计量时间内（一年）产品所用环己酮的总投入量，单位为吨（t）；

M_{PC} ——在一定计量时间（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.2 单位产品双氧水（100%）消耗量

每生产1t产品所消耗双氧水总用量。双氧水总用量是指产品配方中用到的所有双氧水（不含水）的总投入量，按式（A.2）计算：

$$L = \frac{M_{RH}}{M_{PH}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

L ——每生产 1t 产品双氧水（100%）的消耗量，单位为吨每吨（t/t）；

M_{RH} ——在一定计量时间内（一年）产品所用双氧水（100%）的总投入量，单位为吨（t）；

M_{PH} ——在一定计量时间（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.3 单位产品丙酸乙酯消耗量

每生产1t产品所消耗丙酸乙酯总用量。丙酸乙酯总用量是指产品配方中用到的所有丙酸乙酯（不含水）的总投入量，按式（A.3）计算：

$$L = \frac{M_{RE}}{M_{PE}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

L ——每生产 1t 产品丙酸乙酯的消耗量，单位为吨每吨（t/t）；

M_{RE} ——在一定计量时间内（一年）产品所用丙酸乙酯的总投入量，单位为吨（t）；

M_{PE} ——在一定计量时间（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.4 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.4）计算：

$$K = \frac{V_i}{M_c} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- K ——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（一般为一年）产品生产用新鲜水量，单位为吨（t）；
- M_c ——在一定计量时间（一般为一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.5 单位产品废水排放量

统计期内生产1吨产品导致的废水外排量（末端处理前），废水不含清浄下水。单位产品废水排放量按公式（A.5）计算：

$$V_{ci} = \frac{V_c}{P} \dots\dots\dots (A.5)$$

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 ——在一定计量时间（一般为一年）废水产生量，单位为立方米（ m^3 ）；
- P ——在一定计量时间（一般为一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

附 录 B
(资料性附录)
己内酯单体生命周期评价方法

B.1 目的

己内酯单体的原料保存、生产、运输、出售到最终废弃处理的过程中对环境造成的影响,通过评价己内酯单体全生命周期的环境影响大小,提出己内酯单体设计改进方案,从而大幅提升己内酯单体的环境友好性。

B.2 范围

应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,应考虑以下内容并做出清晰描述。

B.2.1 功能单位

功能单位必须是明确规定并且可测量的。本文件以“1 t己内酯单体”为功能单位来表示。

B.2.2 系统边界

本附录界定的己内酯单体生命周期系统边界,包括原材料与能源的获取、产品生产和成品包装阶段,后续图己内酯单体运输、使用、废弃处置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。具体如图B.1所示。

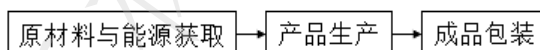


图 B.1 己内酯单体生命周期系统边界图

LCA评价(Life Cycle Assessment生命周期评价)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

应编制己内酯单体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) 原材料预加工和运输；
- b) 产品生产全流程及污染物排放；
- c) 产品包装；

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、水力发电、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响以及企业污水处理设施、废弃处理设备、固废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：
 - 原材料预加工；
 - 原材料由原材料供应商运输至己内酯单体生产商处的运输数据；
 - 生产过程的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。

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，结束于己内酯单体进入产品生产设施，包括：

- a) 开采和提取；
- b) 所有材料的预加工，例如环己酮的精制等；
- 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

该阶段始于己内酯单体进入生产设施，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.3.3 数据分配

在进行己内酯单体生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是己内酯单体的生产环节。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.3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己内酯单体行业相关原材料生产、包装材料、能源消耗等。

表 B.1 原材料成分、用量及运输清单

原材料	含量 %	单位产品消耗量 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
环己酮						
双氧水						
丙酸乙酯						
.....						

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	单位产品消耗量
电	千瓦时		
水	吨		
天然气	立方米		
蒸汽	兆焦		
.....			

表 B.3 包装过程所需清单

材料	单位产品用量 kg
塑料桶	
.....	

表 B.4 废弃物处理背景数据

项目	废弃物产生量 kg废弃物/t产品	处理方式
COD		
氨氮		
非甲烷总烃		
.....		

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.5各个清单因子的量，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。己内酯单体的影响类型采用能源消耗、气候变化2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。

表 B.5 己内酯单体生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
能源消耗	天然气等
气候变化	二氧化碳（CO ₂ ）、甲烷（CH ₄ ）等

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 己内酯单体生命周期影响评价

环境类别	单位	指标参数	特征化因子
能源消耗	锶当量 · kg ⁻¹	天然气	1.42 × 10 ⁻⁴
全球变暖	CO ₂ 当量 · kg ⁻¹	CO ₂	1
		CH ₄	25

B.4.4 计算方法

影响评价结果计算方法见式：

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

式中：

EP_i ——第 i 种环境类别特征化值；

EP_{ij} ——第 i 种环境类别中第 j 种污染物的贡献；

Q_j ——第 j 种污染物的排放量；

EF_{ij} ——第 i 种环境类别中第 j 种污染物的特征化因子。

参 考 文 献

- [1] GB/T 24256 产品生态设计通则
 - [2] GB/T 32162 生态设计产品标识
-