

绿色设计产品评价技术规范
聚四亚甲基醚二醇

Technical specification for green-design product assessment

poly tetra methylene ether glycol for industrial use

2019 -12 - 31 发布

2019 - 12- 31 实施

中国石油和化学工业联合会 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。

本标准由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本标准起草单位：新疆蓝山屯河能源有限公司、重庆弛源化工有限公司、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

本标准起草人：潘哆吉、祁生柱、秦加涛、陈德义、吴刚、周波。

绿色设计产品评价技术规范 聚四亚甲基醚二醇

1 范围

本标准规定了聚四亚甲基醚二醇(PTMEG)绿色设计产品的适用范围、规范性引用文件、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。

本标准适用于均相聚合和非均聚合法生产的聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品的评价。

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 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则
- GB 13223 火电厂大气污染物排放标准
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- 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 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18598 危险废物填埋污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- 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 25254 工业用聚四亚甲基醚二醇(PTMEG)
- GB/T 28001 职业健康安全管理体系 要求（安环部职业健康）
- GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- GB/T 32161 生态设计产品评价通则
- 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
《国家危险废物名录》（环境保护部 第39号令）

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。

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

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，考虑聚四亚甲基醚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

根据聚四亚甲基醚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、吨产品四氢呋喃消耗量、溶剂甲醇消耗量、单位产品综合能耗、固废产生量、单位产品废水排放量和有机废液无害化处置率、分子量、水分、重金属和色度等指标进行评价。

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聚四亚甲基醚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) 提供聚四亚甲基醚二醇产品生命周期评价报告。

4.2.2 评价流程

根据聚四亚甲基醚二醇产品的特点，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。

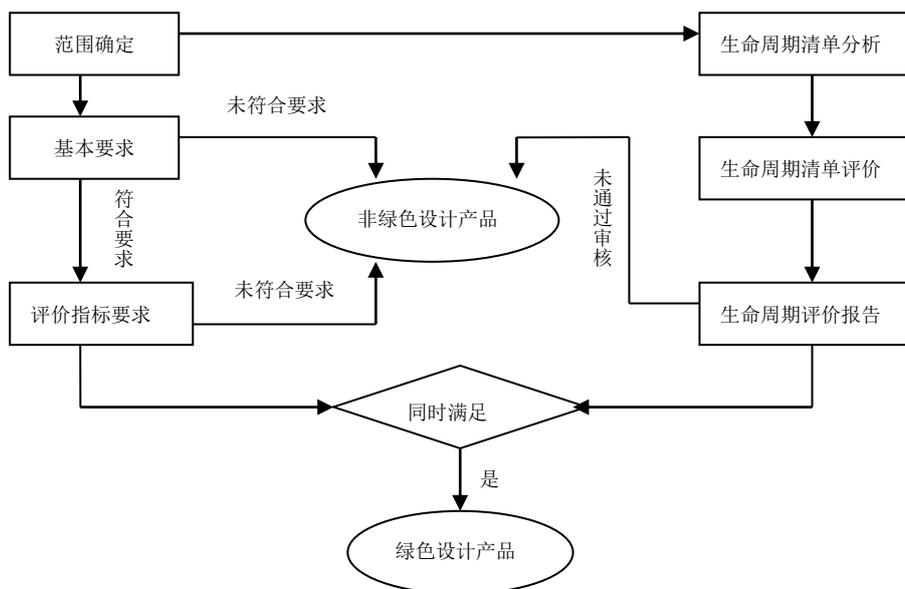


图 1 聚四亚甲基醚二醇产品绿色设计产品评价流程

5 要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 应使用符合国家鼓励的先进技术工艺，推行清洁生产，推荐责任关怀。
- 5.1.2 污染物排放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 生产企业应该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、行业明令淘汰或禁止的材料和用能设备。
- 5.1.5 应采用 DCS 集散控制系统，必须设置独立的 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 企业安全生产标准化水平应达到 AQ/T 9006 二级标准化的要求。
- 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 19001、GB/T 24001 和 GB/T 28001 或行业 HSE 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。
- 5.1.10 鼓励企业对挥发性有机物（VOC）和工业三废进行处置，降低外排量和环境影响度。

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 评价指标基准值

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	1, 4 丁二醇 (BDO) 消耗量	t/t	≤	1.265	依据 A1 计算, 提供计算说明	原材料提供
	不合格品回收利用率	%	达到	100	依据 A2 计算, 提供计算说明	
	四氢呋喃消耗量	t/t	≤	1.05	依据 A3 计算, 提供计算说明	
	溶剂甲醇消耗量	t/t	≤	0.2	依据 A4 计算, 提供计算说明	
	新鲜水取水量	t/t	≤	8.5	依据 A5 计算, 提供计算说明	
能源属性	产品综合能耗	kgce/t	≤	750	按照 GB/T 2589 的规定, 提供计算说明	产品生产
环境属性	固废产生量	kg/t	≤	0.2	依据 A6 计算, 提供计算说明	
	单位产品废水排放量	t/t	≤	5	依据 A9 计算	
	有机废液的无害化处理率	%	-	100	提供计算说明	
产品属性	水	mg/kg	≤	80	依据 GB/T 25254, 提供检测报告	
	色值	APHA	≤	10		
	重金属 (镍、铬、铁、铜、锰) 总量	mg/kg	≤	5	GB/T 17593 ICP 检测法提供报告	

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

依据附录 B 给出产品生命周期评价方法学框架、总体要求及编制聚四亚甲基醚二醇生命周期评价报告。

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

每生产1t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_i ——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_c ——在一定计量时间内（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.2 不合格品回收利用率

不合格品回收利用率是指转产所产过渡料、过保质期、被污染及其它不合格产品通过解聚再聚合生产合格品量占所产不合格品总量的百分比，按式（A.2）计算：

$$\omega_D = \frac{W_{RD}}{W_{PD}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- ω_D ——不合格品回收利用率，单位为百分率（%）；
- W_{RD} ——年度内不合格品解聚再聚合的总量，单位为吨（t）；
- W_{TD} ——年度内转产所产过渡料、过保质期、被污染及其它不合格品的总产生量，单位为吨（t）。

A.3 四氢呋喃消耗量

每生产1t产品所消耗四氢呋喃总用量。四氢呋喃总用量是指产品配方中用到的所有四氢呋喃（不含水）的总投入量，按式（A.3）计算：

$$L = M_{RT} / M_{PT} \dots\dots\dots (A.3)$$

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_{RT} ——在一定计量时间内（一年）产品所用四氢呋喃的总投入量，单位为吨（t）；
- M_{PT} ——在一定计量时间内（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.4 溶剂甲醇消耗量

每生产1t产品所消耗溶剂甲醇总用量。溶剂甲醇总用量是指产品配方中用到的所有甲醇（不含水）的总投入量，按式（A.4）计算：

$$L = M_{RM} / M_{PM} \dots \dots \dots (A.4)$$

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_{RM} ——在一定计量时间内(一年)产品所用四氢呋喃的总投入量,单位为吨(t);

M_{PM} ——在一定计量时间内(一年)产品的总产量,单位为吨(t)。

A.5 新鲜水取水量

指生产1吨聚四亚甲基醚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。

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

式中:

K——吨产品聚四亚甲基醚二醇生产所需取水的总量,单位吨(t);

V_p ——生产吨产品所需消耗的生产水总量,单位为立方米(m^3);

V_l ——生产吨产品所需消耗的生活水总量,单位为立方米(m^3);

V_r ——生产吨产品所需消耗的原水总量,单位为立方米(m^3);

V_c ——生产吨产品所需消耗的循环水总量,单位为立方米(m^3);

V_v ——生产吨产品所需消耗的蒸汽水总量,单位为立方米(m^3);

V_o ——生产吨产品所需消耗的其他新鲜水总量,单位为立方米(m^3)。

A.6 单位产品固废产生量

每生产1t产品所产生固体废物的量。如采用板框压滤法指每生产1t产品所产谷壳灰固废的量,如用离子交换树脂法指每生产1t产品所产离子交换树脂固废的量,按式(A.6)计算:

$$L = \frac{M_s}{M_p} \dots \dots \dots (A.6)$$

式中:

L——每生产1t产品的固体废物的产生量,单位为吨每吨(t/t);

M_s ——在一定计量时间内(一年)产品所产生固体废物的总量,单位为吨(t);

M_p ——在一定计量时间内(一年)产品的总产量,单位为吨(t)。

附录 B (规范性附录)

聚四亚甲基醚二醇生命周期评价方法

B.1 目的

聚四亚甲基醚二醇的原料储存、产品生产、运输、出售、废物资源化利用到最终废弃处理的过程中对环境造成的影响，通过评价聚四亚甲基醚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

功能单位必须是明确规定并且可测量的。

B.2.2 系统边界

本附录界定的聚四亚甲基醚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：

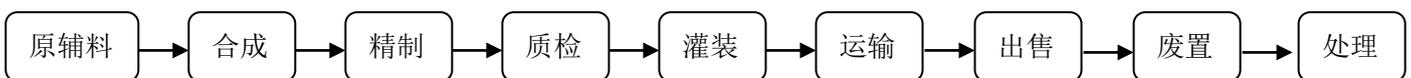


图 B.1 聚四亚甲基醚二醇产品生命周期系统边界图

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

应编制聚四亚甲基醚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使用寿命要求数据库。
- 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，即千克/平方米为基准计算，且需要详细记录相关的原始数据库、数据库来源、计算过程等。

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：

- 原材料采购和预加工；
- 原材料由原材料供应商运输至聚四亚甲基醚二醇生产商处的运输数据库；
- 生产过程的碳能源和水资源消耗数据库；
- 原材料分配及用量数据库；
- 包装材料数据库，包括原材料包装数据库；
- 产品生产现场三废排放及资源化利用数据库
- 由生产商处运输至经销商的运输数据库；
- 生产废水经污水处理厂所消耗的数据库。

B.3.2.3 背景数据库采集

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，结束于聚四亚甲基醚二醇进入产品生产设施，包括：

a) 开采和提取；

b) 所有材料的预加工，例如离子交换树脂活化及再生等；

c) 转换回收的材料；

d) 提取或与加工设施内部或与加工设施之间的运输。

B.3.2.5 生产

该阶段始于聚四亚甲基醚二醇产品进入生产设施，结束于合格产品离开生产储存设施。生产活动包括聚合、纯化、半成品的输送、再生资源的循环利用及三废的无害化处理等。

B.3.2.6 产品分配

该阶段将聚四亚甲基醚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，结束于聚四亚甲基醚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聚四亚甲基醚二醇，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

在进行聚四亚甲基醚二醇生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是聚四亚甲基醚二醇的生产环节。对于聚四亚甲基醚二醇生产而言，由于厂家往往同时生产不同分子量的产品，一条工艺线上会同时生产多种牌号的聚四亚甲基醚二醇。很难就某个牌号的产品生产来收集清单数据，往往会就该工艺生

产线来收集数据，然后再分配到具体的产品上。针对聚四亚甲基醚二醇生产阶段，因生产的产品主要成分比较一致，因此本研究选取“产量分配”作为分摊的比例，即产量越大的产品，其分摊额度就越大。

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四亚甲基醚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)
四氢呋喃	99.95	25000	昌吉	罐车	240	0.0096
四氢呋喃	99.95	1000	界区	管道	0.05	0.00005
甲醇	99.85	25000	阜康	罐车	200	0.008
.....						

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 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			

聚四亚甲基醚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	废弃物产生量	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.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。聚四亚甲基醚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 聚四亚甲基醚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
气候变化/碳足迹	二氧化碳 (CO ₂)
富营养化	总磷、总氮
人体健康危害	氮氧化物、二氧化硫、粉尘颗粒物

B.4.4 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 聚四亚甲基醚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	锑当量·kg ⁻¹	煤	5.69×10 ⁻⁸
全球变暖	CO ₂ 当量·kg ⁻¹	CO ₂	1
富营养化	NO ₃ ⁻ 当量·kg ⁻¹	NO ₃ ⁻	1
		PO ₄ ³⁻	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)

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

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。



《绿色设计产品评价技术规范-聚四亚甲基醚二醇》 编制说明

绿色产品设计评价规范编制组

2019年11月

目 录

1 项目背景.....	16
1.1 任务来源.....	16
1.2 编制过程.....	18
2 标准编制的必要性.....	18
2.1 推进生态文明建设.....	18
2.2 强调环保重点.....	19
2.3 填补废物资源化利用率标准缺失	19
2.4 加强生命周期评价的应用.....	19
3 行业概况.....	20
3.1 行业发展现状.....	20
3.2 行业存在问题.....	21
3.3 行业发展趋势.....	22
4 编制依据及参考文献.....	23
5 研究方法和技术路线.....	24
5.1 研究方法.....	24
5.2 技术路线.....	24
6 相关内容确定说明.....	25
6.1 总体说明.....	25
6.2 适用范围.....	25
6.3 评价流程说明.....	25
6.4 指标体系说明.....	26
6.5 检测分析方法.....	28
6.6 生命周期评价说明.....	28
7 标准实施的可行性分析.....	29

1 项目背景

1.1 任务来源

聚四亚甲基醚二醇也称聚四氢呋喃醚二醇(简称PTMEG),是分子两端具有伯羟基的直链聚醚二醇,工业化生产主要由四氢呋喃在催化剂条件下进行阳离子开环聚合而得,分为均相聚合和非均相聚合,其中均相聚合是指在聚合过程中,聚合物-单体(或溶剂)始终成均相体系的聚合。聚四亚甲基醚二醇生产常用均相催化剂有叔氧正离子、碳正离子、强质子酸(高氯酸-醋酸酐、氟磺酸和发烟硫酸)、路易斯酸、含硅化合物、酰基阳离子、稀土配合物、共价化合物等,该工艺催化剂比较便宜且不需消耗酸酐等优点,但三废产生量大、设备腐蚀严重、催化剂与反应产物分离困难无法循环利用、难以实现连续生产等缺点。早期的PENN Special Chemicals采用高氯酸、英威达采用氟磺酸,巴斯夫采用发烟硫酸等,现已逐步被淘汰。而非均相聚合,又称多相聚合,是指在溶液聚合反应中,生产的聚合物不溶于单体溶剂而析出者的聚合反应,非均相催化剂有分子筛(黏土、沸石)、复合氧化物(杂多酸、无定型硅酸铝)、固体超强酸类(负载型固体超强酸、复合型固体超强酸、固体酸催化剂),该工艺主要采用固体催化剂,具有可重复利用、没有腐蚀性、生产成本低、产品质量高等优点,适用于连续生产;美国杜邦采用磺酸基超强酸树脂Nafion,德国巴斯夫采用蒙脱土,日本旭化成采用杂多酸,意大利Conser采用中性高岭土,英威达采用固体全氟磺酸树脂等,是目前国内的主流工艺。

室温下聚四亚甲基醚二醇为白色蜡状固体,目前工业化的主要方法有醋酸酐-高氯酸法、氟磺酸法、浓硫酸法、黏土法和杂多酸法等。①醋酸酐-高氯酸法于1994年由美国杜邦公司实现了工业化生产,采用醋酸酐-高氯酸作催化剂,由THF原料经二醋酸酯中间体制得PTMEG。THF与醋酸酐在催化剂作用下聚合生成PTMEA,采用固定床反应器,反应温度54℃,反应时间4h,THF转化率50%。聚合物PTMEA在第二反应器中进行醇解反应,使其转化生成PTMEG,并且生成醋酸甲酯和甲醇的副产物。该工艺最大优点是催化剂高氯酸价廉易得,活性高,低温聚合反应速度快;副产盐的水溶性好,易除去;产品色泽浅,相对分子质量分布窄,含大环齐聚物少。其缺点是使用强酸催化剂要求设备耐腐蚀,副产物较多,水洗等后处理步骤较多,物耗、能耗较高,影响过程的经济性。②氟磺酸法是传统的方法,杜邦、巴斯夫等早期均采用此法,该生产工艺有引发、水解、精制等步骤。聚合反应釜由几个独立的容积组成。THF和催化剂入第一反应器中,在搅拌条件下聚合,反应热能由冷却盘管移出,反应物料送到下一个反应器中,反应后的产物与水混合,在80~100℃下进行水解,两段水解后,蒸汽脱除未反应THF,再进行干燥和净化后,循环到加料工段作原料。逆流萃取底部产物,除去大部分酸。粗品PTMG用10%的Ca(OH)₂溶液中和洗涤、过滤,并采用两段蒸发脱水,生成的钙盐过滤除去。最后得到的PTMG以活性炭脱色,在100~120℃过滤脱除活性炭和残留的盐。该工艺催化剂的质量分数为6%,聚合时间4h,四氢呋喃转化率约65%,对设备材质要求较高,大部分采用不锈钢,局部采用特殊材料,造价昂贵,所需氟磺酸用量大。③浓硫酸法是指四氢呋喃在聚合反应器通过发烟硫酸的催化作用,聚合为聚四亚甲基醚二磺酸,反应过程中温度控制不能太高(9℃左右),温度较高反应剧烈,容易产生超温超压爆炸的危险。聚合反应物进入水解反应器加水水解,水解温度约70℃左右,水解产物分为水相和油相。水相中含有硫酸和未反应四氢呋喃,通过蒸馏浓缩回收50%左右的硫酸。油相经过离子交换树脂去除残留的硫酸、磺酸聚合物后进入蒸馏塔浓缩得到成品PTMG。水、油两相浓缩废气中的四氢呋喃由氮气吹扫至四氢呋喃精馏塔提纯。④黏土法是指具有层状铝硅酸盐结构的黏土矿物质,如高岭土、白土、蒙脱石、水母石、皂石等,经酸化处理后可以催化四氢呋喃开环聚合。采用黏土作催化剂并开发成功的生产工艺有德国BASF公司工艺和韩国PTG公司工艺。以后者为例,用于制造催化剂的原料为多水高岭土,将经高温灼烧、酸化活化处理后的硅酸铝粉末制成一定大小的条、球等形状。四氢呋喃的聚合过程应用固定床反应器,反应温度30~55℃,常压,醋酐为封端剂,四氢呋喃单程转化率约40%。聚合反应生成的二酯在镍或铜-铬催化剂存在下进行加氢,然后在甲醇钠存在下与甲醇进行酯交换反应,得到两端为羟基的聚醚二元醇产品,加氢的目的是脱除聚合过程中产生的低分子齐聚物和冠醚等。该工艺在BASF及韩国PTG公司都建有万吨规模的工业装置,其优点是催化剂可以连续使用,过程避水,没有强酸物料,大大改善了对设备的腐蚀性,简化了流程,降低了能耗。其缺点是催化剂为天然矿物,组成不稳定,制成的催化剂活性较低,必须提高聚合反应温度以增加反应速率,但平衡转化率降低,副反应增多,从而带来一系列

附加过程，即高温高真空蒸馏、脱色、加氢、过滤、解聚等专用过程。⑤杂多酸法目前拥有此项工艺的有日本旭化成和中化太仓两家公司，催化剂是由Mo, W, V的氧化物与磷酸反应制得，分为六聚酸，九聚酸和十二聚酸。旭化成新工艺采用十二磷钨酸作为催化剂，主要工艺过程为：低温聚合、反应液分为两层，上层为聚合物和未反应的四氢呋喃及少量被溶解的催化剂，下层主要由催化剂、四氢呋喃及聚合物组成的粘稠物。静止后下层粘稠物返回反应釜继续使用；上层经萃取、吸附，除去含有的催化剂，然后经过降膜、刮膜蒸出大部分溶剂，再由高真空蒸馏脱除残余溶剂和少量环醚，最后得到聚四氢呋喃产品。此法（1）流程较短，控制的稳定性和可调性好；（2）原料THF利用率高，几乎达到100%；（3）产品PTMG分子量分布窄；（4）催化剂可回收循环利用，对环境无污染。

前三种方法为均相催化体系，虽经多次改进，但仍存在腐蚀设备和三废污染严重等问题，而且催化剂无法回收利用，致使生成成本较高，用氟磺酸作催化剂，比较便宜，且不需消耗酸酐。后两种方法为非均相催化体系，催化剂可重复使用，适于连续化生产，产品质量较高。其中杂多酸作为一种固体酸催化剂具有腐蚀性小、产物后处理容易、催化剂可全部回收使用等优点，因而受到青睐，目前国内主流聚合工艺是美国英威达固体全氟磺酸树脂非均相聚合工艺，如四川天华、重庆驰源、宁夏长城能源、蓝山屯河、陕西比迪欧、陕西延长石油等。随着社会和国家对环保的要求越来越严格，以清洁绿色无污染的生产PTMG技术取代传统的生产工艺是大势所趋，而随着市场的急迫需求，更绿色环保，更高效和低廉的催化剂技术决定了整个PTMG产品的命运。值得一提的是清华大学和上海应用技术大学联合课题组余焱博士团队近期利用其杂多酸催化剂库中的几种催化剂催化合成了聚四亚甲基醚二醇（PTMG），以绿色温和的反应条件获得非常好的效果，取得了重大进展。主要用于生产聚氨酯弹性体^[1]、聚氨酯弹性纤维和酯醚共聚弹性体^[2]，国际上70%产品用于生产氨纶，而国内占90%以上，剩余20%左右用于生产聚氨酯弹性体和酯醚共聚弹性体（详见图1），广泛用于生产各类复合功能性材料，如轮胎、传动带、垫圈、泡沫、合成革、粘合剂、涂料、防水剂、铺装材料、薄膜、医用高分子材料等工业领域^[3-9]。

全球PT产品下游应用占比 国内PT产品下游应用占比

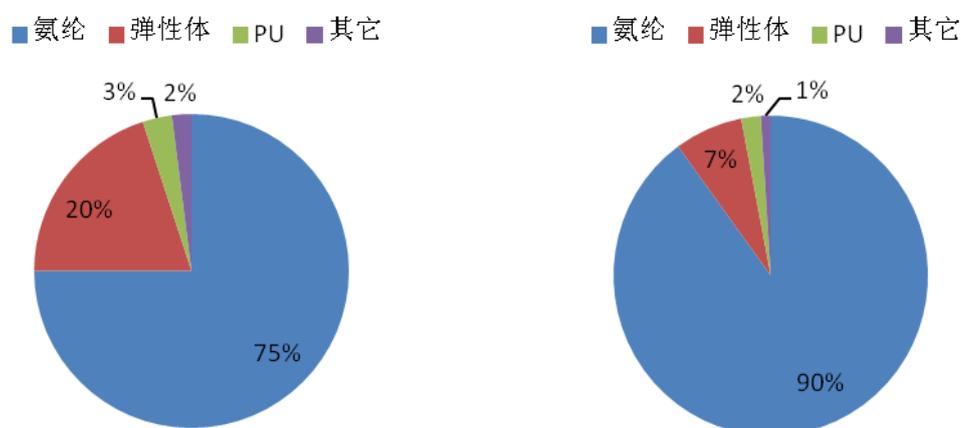


图 1：聚四亚甲基醚二醇下游应用占比

注：图 1 数据来源于中国产业信息网

2018 年全球聚四亚甲基醚二醇产能达到 142 万吨，其中中国大陆产能为 82 万吨，占全球 58%左右的份额，开工率为 67%，价格同比上涨 2.7%，预计 2019 年新增产能 4.6 万吨，全球聚四亚甲基醚二醇聚合技术主要分为均相聚合和非均相聚合，目前工业化的生产工艺主要有：杂多酸法、氟磺酸法、高氯酸-酸酐法、糠醛法和黏土法^[10-12]。我国引进工艺路线以英伟达和巴斯夫的固相催化聚合为主，个别企业采用旭化成杂多酸聚合技术。随着我国聚四亚甲基醚二醇行业技术的不断进步^[13-17]，围绕固体催化聚合生产聚四亚甲基醚二醇的一些突出环保问题已基本得到解决^[18-20]，如降低产品色度提高产品质量、精细化控制催化和醇解参数、生产废水处理等问题，但上述问题解决仅限于小试实验阶段，特别受环境条件的制约，距离

工业化生产阶段很远，目前仍有固废的再生及循环利用、原料及溶剂的提纯及回收、有机废液的无害化处理及资源化利用、减少 VOC 和污水的外排量、不合格品的回收再造及节能减排降耗等问题仍然制约着行业的发展。

随着 2012 年 7 月《清洁生产促进法》的实施，2015 年 9 月 18 日，中共中央、国务院印发《生态文明体制改革总体方案》（中发【2015】25 号）。2016 年工信部发布了《关于开展绿色制造体系建设的通知》（工信厅节函【2016】586 号），并于 6 月 30 日制定了《工业绿色发展规划（2016-2020 年）》，提出：建立工业绿色设计产品标准体系，开展绿色设计试点示范，制定绿色产品评价标准。2016-2018 年工信部连续三年评选国家级绿色工厂、绿色设计产品、绿色园区和绿色供应链管理示范企业（参照《绿色工厂评价通则》（GB/T36132-2018）及《通知》中绿色工厂评价有关要求），第三方机构可参照《绿色制造体系评价参考程序》（工信厅节函【2017】564 号）开展评价工作。2018 年为积极响应“中国制造 2025”行动计划，为推进行业绿色发展进程，以产品生命周期评价理论为指导，提升产品在其生命周期中的综合环境绩效为目标，针对行业产品环境安全和节能减排问题，选取聚四亚甲基醚二醇为研究目标，从废物资源化利用、三废无害化处理、能源高效及循环再利用等方面开发绿色生产工艺技术，制定低能耗、高品质、环境友好的绿色产品设计技术规范应运而生。

1.2 编制过程

本标准遵循生命周期的基本指导思想，在广泛收集国内外聚四亚甲基醚二醇行业环境保护、清洁生产相关的政策、法律法规、技术导则、标准等文献，选择典型企业开展系统深入地调研，结合我国聚四亚甲基醚二醇行业环保的现状，进行全面系统研究的基础上，完成了本标准征求意见稿的撰写。该标准给出了聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品的基本要求、评价指标体系框架、生命周期评价要求和评价方法。具体编制过程如下：

（1）2018 年 7 月，任务下达，成立标准编制组；

（2）2018 年 7-9 月，开展行业现状调研，国内外相关标准，资料分析。

（3）2018 年 9 月，中国石油和化工联合会组织开展聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品标准立项答辩，标准编制组于 2018 年 10 月底完成了《绿色产品评价技术规范 聚四亚甲基醚二醇》编制说明；

（4）2019 年 3 月，中国石油和化工联合会组织行业内的典型企业开展了聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品标准专项讨论会，月底完成征求意见稿的编制；

（5）2019 年 9 月，由石化联合会组织标准征求意见；

（6）2019 年 12 月，中国石油和化学工业联合会组织召开了《绿色产品评价技术规范 聚四亚甲基醚二醇产品》标准送审稿讨论会，对标准进行终审审查。

2 标准编制的必要性

2.1 推进生态文明建设

“十三五”规划纲要明确提出，加快建设资源节约、环境友好型社会，形成人与自然和谐发展现代化建设新格局。生态型产品作为生态型社会的重要组成部分，是建立生态型消费模式的基础。国家发展改革委编制的《“十三五”节能环保产业发展规划》中提出，完善绿色产品推广机制。建立统一的绿色产品认证、标识等体系，逐步将目前分头设立的环保、节能、节水、循环、低碳、再生、有机等产品统一整合为绿色产品，加强绿色产品全生命周期计量测试、质量检测和监管。目前我国聚四亚甲基醚二醇行业只有《工业用聚四亚甲基醚二醇》产品质量标准，没有绿色（生态型）设计产品评价标准，其它评价标准要求参差不齐，政策机制不够健全。因此，有必要通过开展绿色产品评价及其标准化工作，制定与国际接轨、高水

平的绿色聚四亚甲基醚二醇产品评价技术标准，并通过评价标准的示范应用，不断提升聚四亚甲基醚二醇产品的生态性，为生态型社会建设提供评价技术、评价标准等基础支撑。

绿色产品作为建设生态型社会一项重要内容，主要是指在原材料获取、生产、使用、废弃处理等全生命周期过程中，在技术可行和经济合理的前提下，确保产品的资源和能源利用高效性、生物安全性、无毒无害或低毒低害性、低排放性，实现产品环境负荷的最小化。聚四亚甲基醚二醇作为弹性纤维、弹性体、酯醚共聚物和聚氨酯特性材料的主要功能性二醇原料，绿色发展势在必行。绿色聚四亚甲基醚二醇产品在开发应用过程中应以产品生态设计理念为指导，降低产品资源、能源消耗强度和环境影响，最大程度地采用从原料、生产、使用等各个环节减少对人类健康和环境产生危害的绿色先进技术和手段，减少或消除对人类和环境危害大的原料、产品、副产品、溶剂、试剂和添加剂的生产和使用，实现聚四亚甲基醚二醇产品和生产工艺的高效、低毒、无污染或少污染。面对“十三五”期间生态型社会建设和环保产业发展要求，我国对绿色聚四亚甲基醚二醇产品评价及其标准化工作存在着十分迫切的需求。

2.2 强调环保重点

据统计，我国 2018 年聚四亚甲基醚二醇总产量达 55 万吨，其中固定床催化法和杂多酸法占 97%，是行业中主体生产工艺方法，目前全球产能 142 万吨，对化工行业整体能耗具有较大的影响，国内还没有相关清洁生产标准，没有综合能耗准入值和先进值，通过此次标准制定可以解决目前无据可依的问题。通过采用离子交换树脂法脱除产品中的微量金属离子，减少了中和、干燥两道工序，消除了产品中引入硫酸镁中和剂等杂质，减少经典板框压滤法脱除金属离子所用谷壳灰等固废的排放量，所用离子交换树脂可通过酸洗再生，降低了固废中产品的吸附量和外排量，进一步降低产品综合能耗。通过对装置产生的“三废”进行资源化利用，减少三废排放和 VOC 排放，最大限度利用余热资源，对易燃液体进行无害化处理，降低危废储存、运输风险，为同类企业指明改进方向。另外产品主要原辅料是易挥发性有机物（如：THF、甲醇、醋酸及醋酸酐等），装置每年还会产生 5 万吨以上的废焦油、含有丙醇、四氢呋喃、丁醇、甲醇等有机废液和醋酸甲酯溶液，还有寿命终止废弃的离子交换树脂、循环 THF、窄化蒸出液和不合格品、有机污水和各类凝液。这些危险废物、废气、废液、固废的排放将会对当地环境造成严重污染，危险废物和废液的转运也存在很大的危险性，随着 2018 年 10 月《大气污染防治法》修订并实施，环保部办公厅印发《关于重点地区环境空气挥发性有机物监测方案》（环办监测函【2017】2024 号），国家对挥发性有机物排放和能源管理的要求越来越严格，地方政府相继出台挥发性有机物污染防治管理办法、排放标准和治理方案，编制以节能减排、废物资源化利用、降低单耗提升副产品附加值及废弃物的循环利用和无害化处理为重点的标准势在必行。

2.3 填补废物资源化利用率标准缺失

目前国内外均无聚四亚甲基醚二醇绿色产品评价标准，现各生产企业的通用型产品检测标准执行 GB/T 25254，对该产品属性 5 大指标进行质量表征；未能体现该产品生产过程资源属性、能源属性、环境属性等方面进行综合评价，也没有产品清洁生产标准，没有相关的不合格品回用率、循环四氢呋喃回收利用率、生产水的重复利用率、溶剂甲醇回收利用率、有机废液无害化处理率、产品综合能耗、原料消耗量、羰基比、装置污水总排口浓度、产品废水和有机废液的排放量等指标的评价标准，无法体现全生命周期过程绿色化程度，所以制定聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品评价技术规范是推进引导该行业绿色化进程的必要工作。

2.4 加强生命周期评价的应用

企业要想协调好自身利益与社会利益的关系，就须在降低生产成本的基础上把对社会环境和自然环境

的污染降至最低。生命周期评价方法（Life Cycle Assessment,即 LCA）是国际上环境管理和产品设计的重要工具之一。采用 LCA 方法对我国聚四亚甲基醚二醇工业进行分析，进而指导该产业向节约资源、能源，减少污染物排放，与环境相协调的可持续方向发展，具有非常现实和重要的意义。

LCA 是聚四亚甲基醚二醇行业开展产品生命周期评价，推动行业绿色化进程不可或缺的分析工具。目前聚四亚甲基醚二醇行业应率先在大公司中运用 LCA，以引领国内 LCA 的发展。但需要注意的是 LCA 的结果，尤其是影响评价阶段的结果所能提供的信息只是单一环境评价指标。而在聚四亚甲基醚二醇产品和生产系统的评价过程中，还需要考虑如何将其融入可持续性综合评价工具之中，进而促进业健康的可持续发展。聚四亚甲基醚二醇正在向满足消费者对于安全、使用性能和个性化需求方面发展，高效、环保、专用、功能化是发展方向，具有广阔的发展前景。

3 行业概况

3.1 行业发展现状

2014-2016 年国内 PTMEG 产能快速扩张由 31.6 万吨增加到 75.6 万吨，年均增速 35%，而需求增长缓慢，年均增速仅为 12%，导致行业开工率走低，盈利能力下降。2017 年以来受产能增速放缓、需求增加及产品价格回升带动的影响，行业开工率回升，行业供给过剩局面有所缓解（详见图 2）。2018 年国内聚四亚甲基醚二醇产能 82 万吨，年内新增国泰新华 6 万吨产能，除新建装置及山西三维和河南能源因原料、成本问题装置开工率较低外，其它企业开工率都较高（详见表 1）。而从生产工艺上分析，目前英伟达和巴斯夫生产工艺比例越来越高，2018 年国内聚四亚甲基醚二醇市场均价较上年度小幅上涨，但下半年受下游氨纶市场需求不足影响，产品价格震荡下行，预计后期产业链利润缓慢下行，行业盈利能力进一步压缩（详见图 3）。聚四亚甲基醚二醇随着分子量增加，产品强度升高，平均分子量 650-1000 的产品弹性较好，主要用于生产聚氨酯弹性体，1800-2000 的产品主要用于生产氨纶，国内企业主要生产分子量为 1000/1800/2000 产品，而分子量为 650/3000 产品国内用量少，价格高，全部依赖进口。

图 2：2013-2016 国内聚四亚甲基醚二醇供需情况

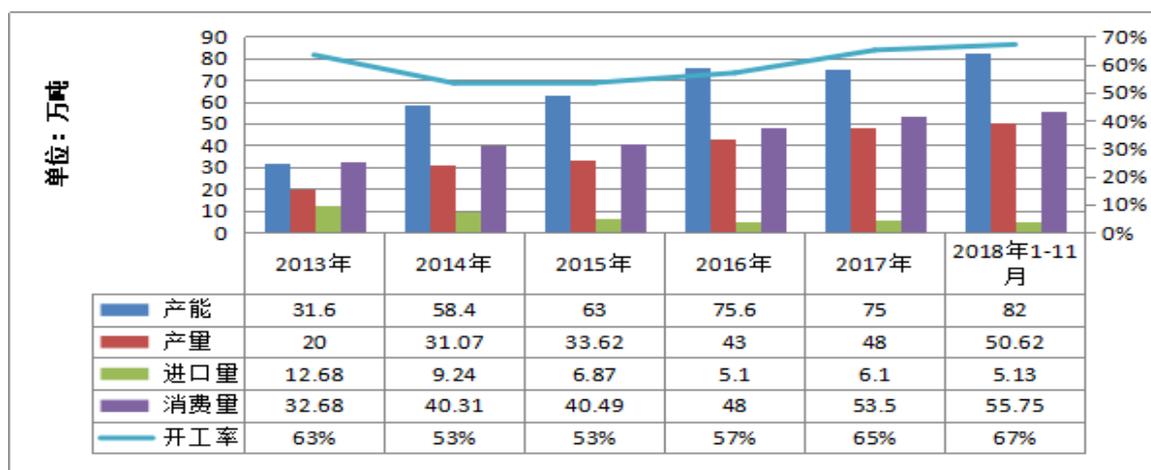


表 1：2018 PTMEG 现有及新增企业产业链具备情况

运行状态	企业	PTMEG 产业链产能				备注
		BDO	THF	PTMEG	氨纶	
	上海巴斯夫	/	8	10	/	开工维持在 85%以上。
	山西三维	7.5	6.9	4.5	/	低负荷运行，开工不足 10%
	韩国晓星	/	6	7.4	5	自用为主，开工 90%以上。
	杭州三隆	/	2.5	5.5	有	开工负荷 90%以上
	四川天华	6	4.6	4.6	/	开工负荷 95%以上
	重庆池源	6	/	4.6	/	开工负荷 90%以上
	大连化工（仪征）	6.6	/	4	/	开工负荷 95%左右
	长连化工（盘锦）	15	/	6	/	开工负荷 95%左右
	河南能源化工（鹤煤）	10	/	6	/	低负荷，开工 20%左右
	陕西比迪欧	10	/	4.6	/	开工负荷 70%左右。
	中石化长城能源 I 期	10	/	4.6	3	开工负荷 65%左右
	中石化长城能源 II 期	10		4.6	/	开工负荷 65%左右
	新疆蓝山屯河	10		4.6	/	开工负荷 80%左右
	新疆美克&BASF	10		5	/	开工率 80%左右
	新疆国泰新华	20		6	/	2018 年 8 月试生产
在建	陕西延长石油	10		4.6	/	2016 年 9 月项目开工建设
	合计：(万吨)			86.6		

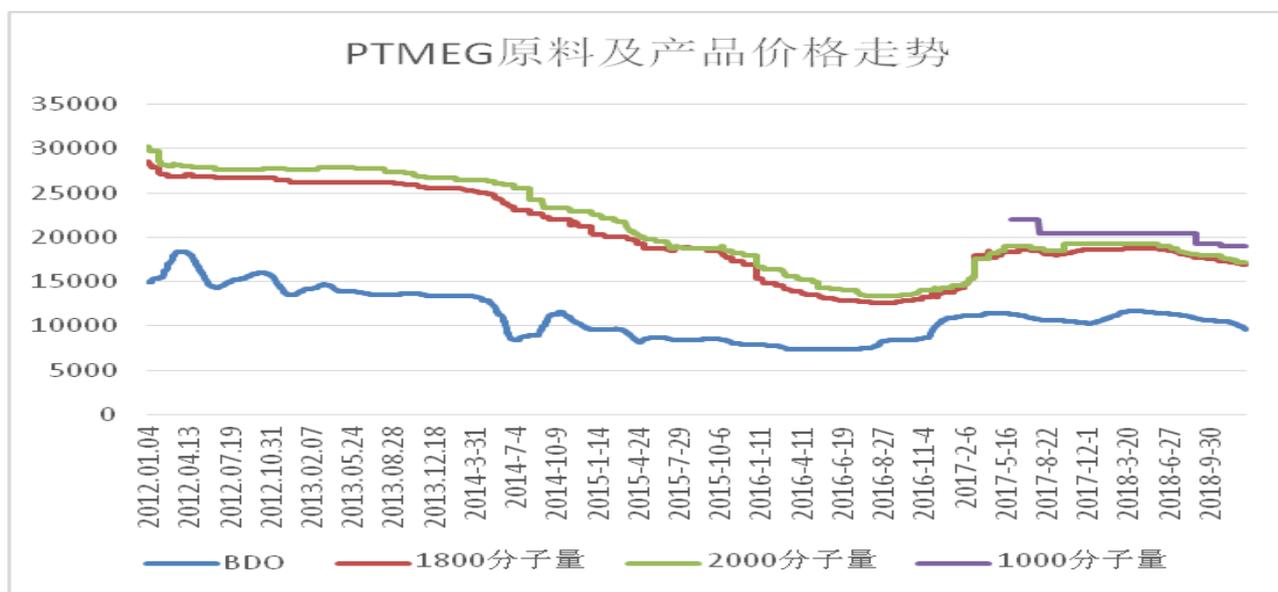


图 3：2012-2018 国内聚四亚甲基醚二醇原料及产品价格走势

注：图 2、图 3、表 1 数据来源于环球聚氨酯网

3.2 行业存在问题

随着近几年新建或扩建装置的建成投产，我国聚四亚甲基醚二醇的生产能力得到较快发展，但下游需求增速慢于产能增长速度，行业已经由供不应求步入供应过剩，由高利润时代进入微利润时代，市场竞争

将十分激烈，一些竞争力不强的装置甚至将面临淘汰。作为大宗化工和工程塑料原料，聚四亚甲基醚二醇行业仍然存在三废排放较大、环境影响度较高、废物资源化利用率较低、所用原料四氢呋喃和甲醇对职业健康危害性较大的问题。氨纶仍然是我国聚四亚甲基醚二醇主要的消费领域，但未来这些传统应用领域发展空间有限，因此应该加大产品新应用领域的开发力度，实现一体化生产。建议重点开发聚四亚甲基醚二醇在特性聚氨酯、聚酯、功能性弹性体和胶黏剂、涂料等方面的应用，以拓展应用领域，扩大国内需求量。此外，生产企业在完善产业链的同时，应该通过提升技术水平和产品质量，积极扩大出口，以规避市场风险，确保聚四亚甲基醚二醇行业健康稳步发展。

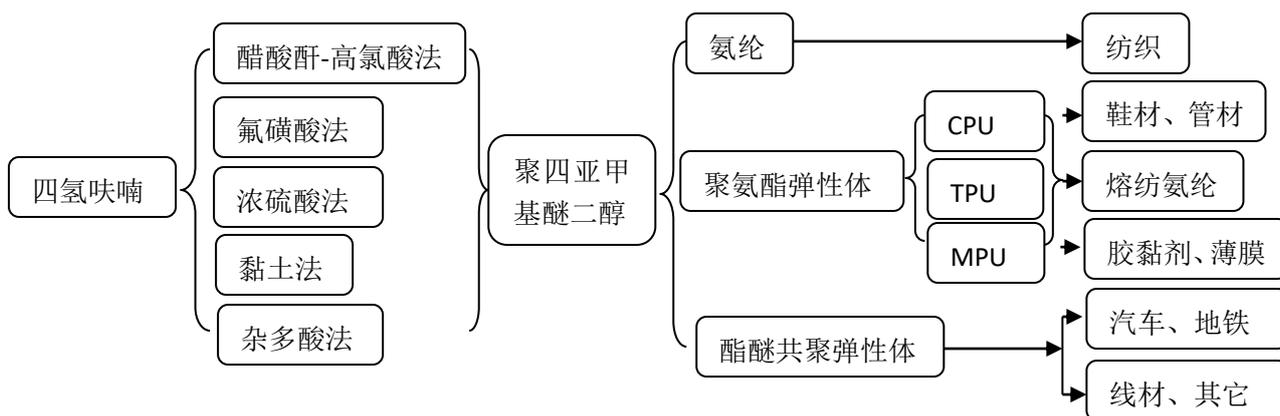


图 4 聚四亚甲基醚二醇下游产品需求及应用情况图

注：图 4 数据来源于中国产业信息网

3.3 行业发展趋势

聚四亚甲基醚二醇主要用于生产氨纶、聚氨酯弹性体及酯醚共聚弹性体（TPEE）。2018 年，氨纶行业产能、产量同时增加，开工率保持 80% 以上高位，近年来环保政策趋严，江浙地区推行煤改气政策，小企业成本提高，部分规模小或技术落后的企业逐步关停。2018 年国内氨纶新投产 11.8 万吨产能，拆除 0.5 万吨，预计 2019 年将出现投产高峰，产能将提升至 94 万吨，新投产 16 万吨，老装置关停 3.9 万吨，继 2017 年底泰和新收购宁夏越华氨纶后，2018 年底青云集团收购了浙江雅迪，随着国内氨纶新增产能投放，产量大幅增长，而下游需求增长缓慢，导致库存高起价格下行，预计 2019 年在新增产能持续投放及库存高位的共同影响下，氨纶价格继续走低，将打压产业链内商品价格。

国内 TPU 产品以中低端为主，聚酯型产品较多，而高端聚醚型生产技术由外企掌握，近年来国内产能快速增长，导致中低端产品供给严重过剩，产能利用率降至 47%，国内 TPU “三分天下”，万华、华峰占据高中低端市场以量铺市，而外资企业以技术优势锁定中高端市场，2018 年主流生产厂平均开工率 80%，而内资企业在中低端市场竞争，生存困难，开工率不足 40%。国内 TPU 聚醚型价格高于聚酯型，从产品及原料价格走势来看，普通聚酯型 TPU 价格与原料价格关联度大，价格主要由供方生产成本决定，普通聚醚型 TPU 价格由供需双方决定，相对平稳。TPU 下游行业消费维持稳定增长，其中普通注塑、挤出型、鞋材、胶黏剂、管材增长率在 5-8%，聚醚挤出型：薄膜、页岩气管材、阻燃线缆需求增长率 10-20%，手机配套材料市场萎缩，预计未来三年，电线电缆领域以机器人、汽车和通讯线缆需求增长旺盛，年均增长在 15-20%，新能源线、充电桩线、3C 线将是 TPU 努力发展方向。2018 年全球 TPEE 产能 21.85 万吨，消费量 13.6 万吨，美国、欧洲、中国三大区域占全球总消费量的 80% 以上，中国为最大进口国。国内 TPEE 产能 6.55 万吨，年需求在 3 万吨左右，售价在 2.4-7 万元/吨，国内厂家主要在低端领域，由于较高的技术壁垒和复杂的制

造工艺，大部分高端产品依赖进口，国内自给率低，近年新增产能主要来自 PBT 或 PBAT 现有装置改造。由于 TPEE 具有突出的机械强度、优良的回弹性和宽广的使用温度等综合性能，在汽车制件、液压软管、电缆电线、电子元件、工业制品、文体用品、透气性薄膜、轨道交通等领域得到了广泛的应用，其中在汽车工业中的应用最广，未来三年氨纶仍为聚四亚甲基醚二醇的主要需求市场，在其它下游产品消费增长带动下国内需求量将保持年均 2.9% 的增速，到 2020 年需求量将达到 58.14 万吨，由于受到技术要求高、产品型号复杂、与产品应用联系紧密等因素的影响，这些新型产品普遍具有较高的进入门槛，因此未来较长的时间内将具有良好的市场空间，这将给具有原料、技术、资金优势的聚四亚甲基醚二醇生产企业实现转型、培育新兴业务带来契机。BDO-PTMEG-氨纶产业链产品价格相对平稳，产业链内各产品利润水平同时也达到一种动态平衡，各产品都有利润，但整体利润水平偏低，国内 PTMEG 产能增速放缓，产品价格平稳，产能利用率提升，随着氨纶行业持续扩能将提升 PTMEG 需求，但其行业集中度提升，将削弱 PTMEG 企业议价能力，预计 2019 年 PTMEG 行业将维持平稳运行态势，产品价格重心下移，行业利润将受到进一步压缩。

4 编制依据及参考文献

《绿色设计产品评价技术规范 聚四亚甲基醚二醇》编制严格按照国家标准规范性文件的基本要求进行，在符合国家现行法律、法规以及涂料行业政策要求的前提下，从产品生命周期的角度，对聚四亚甲基醚二醇产品绿色设计做出了详细的规定。依据生命周期评价方法，考虑到聚四亚甲基醚二醇产品的整个生命周期，从设计开发、原材料获取、生产、包装、运输、使用及废弃后回收处理等阶段，深入分析各阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素，选取不同阶段的典型指标构成评价指标体系。本标准在满足评价指标体系要求的基础上，采用生命周期评价方法，建立聚四亚甲基醚二醇产品种类规则，开展生命周期清单分析，进行生命周期影响评价，将环境影响评价结果作为产品生态设计评价的重要参考依据，以体现标准的系统性、科学性和可操作性。

主要编制依据包括：

中华人民共和国环境保护税法

中华人民共和国大气污染防治法

中华人民共和国水污染防治法

中华人民共和国土壤污染防治法

GB 2589 综合能耗计算通则

GB/T 25254 工业用聚四亚甲基醚二醇（PTMEG）

GB/T36132 绿色工厂评价通则

“十三五”节能环保产业发展规划

工业绿色发展规划（2016-2020年）

中国制造2025

中发【2015】25号 生态文明体制改革总体方案

工信厅节函【2016】586号 关于开展绿色制造体系建设的通知

工信厅节函（2017）564号 绿色制造体系评价参考程序

环办监测函【2017】2024号 关于重点地区环境空气挥发性有机物监测方案

Q/THNY 001-2017 聚四亚甲基醚二醇（PTMEG）

主要参考文献包括：

[1] 聚醚多元醇的合成及其聚氨酯弹性体制备研究【D】.张彬，中北大学 2015

[2] 聚四氢呋喃及其哌嗪扩链的聚醚型聚氨酯的研究【D】.刘晓娜，重庆大学 2017

[3] 低发泡高强度高韧性聚氨酯树脂的制备与性能研究【D】.张波，武汉理工大学 2017

[4] 合成革用无溶剂聚氨酯面层树脂的制备与应用【D】.高静，陕西科技大学 2017

- [5]医用透明聚醚酯弹性体的制备与性能研究【D】.金纯,湖北大学 2016
- [6]新型热塑性聚酯弹性体的合成及性能研究【D】.郑雪,沈阳工业大学 2015
- [7]双组分聚氨酯密封胶的制备及性能研究【D】.张雷,哈尔滨工业大学 2014
- [8]热塑性聚酯弹性体的制备与研究【D】.郑譞,湖北大学 2013
- [9]功能性聚酯弹性体制备及性能研究【D】.陆波,安徽建筑工业学院 2011
- [10]李相元.聚四氢呋喃的生产方法与技术发展的研究[J].化工管理,2018, 22:185-187.
- [11]程亮,李健达,马骏,苏军平,卫世锋,刘旭.聚四氢呋喃的生产工艺及发展建议[J].广州化工,2018, 19:114-115.
- [12]杨虎岗.聚四亚甲基醚二醇的生产与前景研究[J].中国高新技术企业,2014, 35(02):3-4.
- [13]乔钟缘,汪晖.短程蒸馏工艺参数对聚四亚甲基醚二醇分子量的影响[J].广州化工,2015, 05:98-100.
- [14]磷钨酸引发四氢呋喃阳离子开环聚合研究【D】.邓杭军,浙江大学 2014
- [15]改性MCM-41固体酸催化四氢呋喃聚合的研究【D】.赵敏,山西大学 2010
- [16]李健达,李志音,程亮,张亮亮,张洪波.聚四氢呋喃生产工艺中醇解反应的研究[J].化学工程,2019, 02:75-78.
- [17]汪先富.影响聚四氢呋喃生产的色度分析[J].化工管理,2018, 22:184-185.
- [18]聚四氢呋喃生产废水处理研究【D】.崔彦鹏,上海师范大学 2016
- [19]屈战成.BDO与聚四亚甲基醚二醇生产中废液循环利用关键技术研究[J].中氮肥,2018, 04:44-47.
- [20]糠醛法生产聚四氢呋喃废水处理研究【D】.田曦,东北师范大学 2015

5 研究方法和技术路线

5.1 研究方法

标准研究采用文献搜集、专家咨询、问卷发放和现场考察等方法对我国聚四亚甲基醚二醇行业的经营现状、污染物排放现状和主要环境问题进行调研。在此基础上,为研究及评价构建做准备。

(1) 行业现状分析:国内外聚四亚甲基醚二醇行业有关节能、环保的政策法规的分析,国内外聚四亚甲基醚二醇行业现状和发展趋势调查(包括研发、装备、排污处理设施等)

(2) 行业调研:对聚四亚甲基醚二醇生产企业进行函调,调查内容主要包括:地理位置、建筑面积、周边环境敏感点、经营规模、统计近3年用能种类(电、热力、煤炭、燃气、燃油、蒸汽、热水等)以及能源、水资源消耗量;配套设施的基本情况(型号、生产厂家、使用年限等);目前已采取的节能、节水措施;污染物排放及控制情况、固体废物回收利用情况和空气质量监管情况等。

(3) 专家咨询:为了使其不偏离相对应的标准,标准在制定过程中会向行业的节能、环保专家进行咨询;

(4) 广泛征求意见:初稿完成后,为保证标准的合理性、可操作性,选择对聚四亚甲基醚二醇企业征求意见,通过对意见的汇总、分析,进行相应的修正。

5.2 技术路线

标准制订的技术路线如下所示。

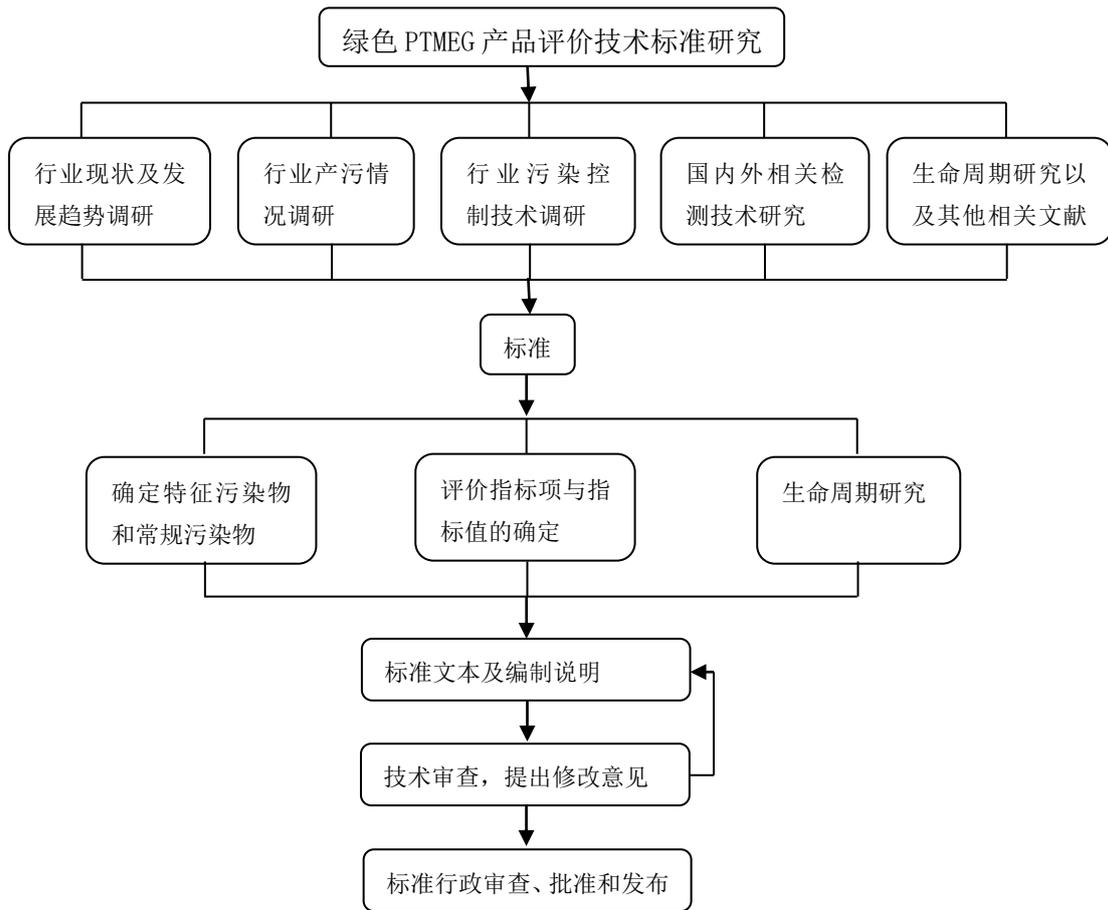


图 5 标准制定技术路线

6 相关内容确定说明

6.1 总体说明

主要包括以下几个方面：

- (1) 适用范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 评价原则和方法
- (5) 评价要求
- (6) 产品生命周期评价方法及评价报告编制方法

6.2 适用范围

本标准规定了聚四亚甲基醚二醇绿色产品生态设计评价规范的术语和定义、评价原则和方法、评价指标要求、生命周期评价报告编制要求，本标准适用于均相聚合和非均相聚合生产工艺绿色产品的评价。

6.3 评价流程说明

本标准采用指标体系评价和生命周期评价相结合的方法。

首先，确定评价的目的，根据评价对象的特点和评价目的，明确评价的范围；

此后，根据评价指标体系中指标和生命周期评价方法，收集需要的数据，同时要对数据质量进行分析；

然后，对照指标体系中指标的基准值，对产品开展指标体系评价。通过指标评价，判定该产品属于绿色型产品。

最后，绿色型产品的生产企业应向信息需求方提供绿色产品评价结果，以供信息需求方编制绿色产品评价报告。其中，应依据生命周期评价方法，通过生命周期清单分析、生命周期影响评价等过程，详细评价产品全生命周期过程对环境的影响大小，并在绿色报告中提出绿色化改进的方向和方案。

在评价过程中，尽管未将生命周期评价结果作为绿色型产品评价筛选的核心依据，但绿色报告发挥了以下几个方面作用：

- 全面展示产品生命周期过程中的资源能源消耗、生态环境影响和人体健康危害；
- 帮助企业诊断产品不符合生态设计评价指标要求的原因，并据此提出改进措施和方案；
- 为产品评价提供参考，并可粗略验证指标体系评价的准确性；
- 可向消费者、政府、合作企业等有关方提供产品的环境声明。

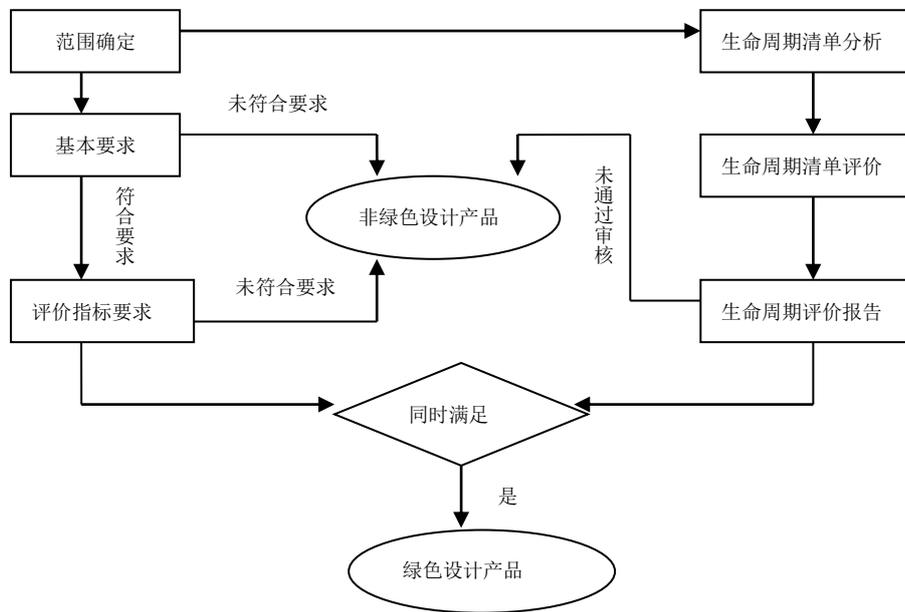


图 6-1 聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品评价流程

本标准采用指标体系评价和生命周期评价相结合的方法。

同时满足以下条件的聚四亚甲基醚二醇产品可称为生态设计产品：

- 1) 满足基本要求和评价指标要求；
- 2) 提供经过评审的产品生命周期评价报告。

6.4 指标体系说明

首先企业需满足以下基本条件：

1 产品生产企业的污染物排放状况，应要求其达到国家或地方污染物排放标准的要求，近三年无重大安全和环境污染事故；

2 宜采用国家鼓励的先进技术工艺，不得使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质；

3 对于生产企业的污染物总量控制,生产企业的污染物排放达到国家和地方污染物排放总量控制指标;
4 对于生产企业的环境管理情况,按照 GB/T 24001、GB/T 19002 和 GB/T 28001 分别建立并获取环境管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系的认证;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;开展清洁生产审核。

5 生产企业按照 GB 17167 配备能源计量器具,并根据环保法律法规和标准要求配备污染物检测和在线监控设备。

6 生产的产品质量符合企业备案标准 Q/THNY 001-2017 规定的产品质量要求。

6.4.1 资源属性

资源属性从吨产品原料消耗量、不合格品回用率、循环四氢呋喃回收利用率、生产水的重复利用率、溶剂甲醇回收利用率、吨产品固废产生量等方面提出指标要求,具体指标的提出参考现行其他标准,具体见下表。

表 6-1 资源属性相关指标现行标准

序号	项目	单位	指标	经典法	拟设定值	标准来源
			方向	指标值		
1	吨产品原料消耗量	t	≤	1.273	1.265	工艺技术包设计值
2	不合格品回用率	%	≥	/	100	/
3	循环四氢呋喃回收利用率	%	≥	/	90	/
4	生产水的重复利用率	%	≥	/	90	/
5	溶剂甲醇回收利用率	%	≥	/	90	/
6	单位产品固废产生量	t/t	≤	/	0.2	/

6.4.2 能源属性

根据综合能耗计算通则,结合历年聚四亚甲基醚二醇行业能效领跑者情况以及行业能耗平均水平,确定指标如下:

表 6-3 本标准制定的能源指标

名称	产品综合能耗先进值(kgce/t)	拟设定值(kgce/t)	标准来源
聚四亚甲基醚二醇	未有限额标准,不存在先进值	≤750	/

6.4.3 环境属性

环境属性从装置污水总排口 COD 浓度、吨产品废水排放量和吨产品有机废液排放量等方面提出指标要求,具体指标的提出参考工艺技术包设定值以及现行其他标准,具体见下表。

表 6-3 环境属性相关指标现行标准

序号	项目	单位	指标	经典法	拟设定值	标准来源
			方向	指标值		
1	常规废气污染物排放	-	-	/	符合 GB13223/13271	法律、法规或地方标准,检测方法依据 HJ/T399
2	含 VOC 有机废气排放	-	-	/	符合 GB 31571	
3	污水总排口 COD 浓度	mg/L	≤	/	达标排放	
4	单位产品废水排放量	t/t	≤	/	5	
5	危险废物处置率	%	-		100	
6	有机废液无害化处理率	%	达到	/	100	
7	厂界噪声	LeqdB(A)	-		符合 GB 12348	

注:由于 PTMEG 产品缺乏产品限额标准和清洁生产标准,故经典生产工艺的指标值无统一标准,虽属有机化工产品,但国内同类企业未有检测相关污染物排放公开统一标准数据。

6.4.3 产品属性

产品属性从产品的羟基值和分子量、水分、色度、碱值、过氧化物和羰基比等方面提出指标要求，具体指标的提出参考国家标准工业用聚四亚甲基醚二醇（PTMEG）（GB/T 25254）、企业备案标准聚四亚甲基醚二醇（PTMEG）（Q/THNY 001-2017）以及现行其他标准，具体见下表。

表 6-3 产品属性相关指标现行标准

序号	项目	单位	指标	GB/T 25254-2010	拟设定值	标准来源
			方向	指标值		
1	分子量	g/mol	±	50	20	企业备案标准聚四亚甲基醚二醇（PTMEG）（Q/THNY 001-2017）和 GB/T 25254-2010
2	羟基值	mg/g	±	0.5%	0.1%	
3	水分	ppm	≤	100	80	
4	运动粘度	mm ² /s	±	/	0.1-0.35	
5	色度	APHA	≤	30	10	
6	酸值	mg/g	≤	0.05	/	
	碱值	mg/30kg	±	/	0.5	
7	过氧化物	ug/g	≤	5	1	
8	羰基比	1	≤	/	0.5	
9	金属离子含量	ug/g	≤	/	2	
10	稳定剂（BHT）	ug/g	±	供需双方协商	150-250	
11	分子量比	1	±	/	0.01	
12	正丁醇含量	ug/g	±	/	1200±50	

注 1：国标 GB/T 25254-2010 主要控制分子量、羟基值、水分、色度、酸值、过氧化物和稳定剂含量，而企业备案标准除上述六个指标外，还控制运动粘度、羰基比、金属离子含量、分子量比、添加剂含量等指标，每个指标的控制都严于目前的国家标准。分子量和羟基值下游客户只要求稳定，不同批次样品测试值所差越小越好；运动粘度和分子量比是表征产品中分子或大分子聚合物占比高低，原则上粘度越集中越好，分子量比距离中心值越接近表明聚合物分子量分布越集中，产品质量越稳定；色度和过氧化物是表征产品对下游制品色值影响的主要因素，原则上越低越好，而羰基比是表征潜在影响下游制品色值和产品稳定性的主要因素，越低聚合链越稳定，下游制品寿命越长，长期放置后色值和过氧化物含量增加越小；水分对于下游聚合属于副反应，消耗引链剂，越低越好，而金属离子含量对于下游聚合会成为链终止剂，在氨纶生产中会出现断丝等，也是越低越好；稳定剂和正丁醇含量以供需双方协商为准，不同批次含量偏差越小越好；产品的酸值和碱值主要影响下游聚合反应速率，精度越高越好，根据下游客户喜好调整酸碱值大小，越稳定越好。

注 2：国标 GB/T 25254-2010 以山西三维和江苏太仓传统生产工艺和检测方法为准，目前国内主要生产装置已不再使用上述指标和检测方法，以英威达为首的生产工艺都使用企业备案标准内指标和检测方法，以山西三维延伸的国泰新华生产装置和巴斯夫生产装置也逐渐使用近红外光谱法或凝胶液相色谱法测定羟基值和分子量，逐步取代了耗时耗力的酰化滴定法。

6.5 检测分析方法

检测分析方法主要是针对环境和产品属性指标，各项指标检测频次及分析方法进行明确。具体如下：

表 6-8 废水检测明细表

污染源类型	监测项目	监测位置	检验方法	采样频次	测试条件
废水	化学需氧量(COD)	污水处理设施排放口	重铬酸盐法 HJ 828	每天采样 1 次	生产负荷 75%以上
聚四亚甲基醚二醇产品	分子量	产品临时储罐入口	Q/THNY 001-2017	每批采样 1 次	精制产品产出
	水分		Q/THNY 001-2017	每批采样 1 次	
	色度		Q/THNY 001-2017	每批采样 1 次	
	羰基比		Q/THNY 001-2017	每批采样 1 次	

6.6 生命周期评价说明

6.6.1 研究意义

随着人民生活品质的提高和消费习惯的变化，消费者对日常生活绿色环保的要求也在不断提高；为实

现聚四亚甲基醚二醇产品在医药、纺织、日化、交通、涂料等工业领域的推广应用，相应的就必须提高产品的绿色环保要求。在满足产品后加工性能需求的基础上，更节能、高效、功能性以及环境更友好的聚四亚甲基醚二醇产品也成为关注的焦点。所以绿色聚四亚甲基醚二醇既符合国家绿色发展的要求，同时也是提高我国聚四亚甲基醚二醇产品质量性能，提高聚氨酯企业绿色制造水平，推动聚氨酯行业绿色可持续发展的重要途径。生命周期评估方法作为一种在国际上应用最为广泛的产品环境影响评价方法，通过对产品在其全生命周期过程（从原材料获取、生产、运输、消费乃至最终残留）对环境的影响进行量化评估，从而提供环境信息以辅助支持决策分析和政策制定。制定本标准的目的是通过生命周期的研究，可以得出绿色聚四亚甲基醚二醇的环境影响量化数据，更直观的评估绿色聚四亚甲基醚二醇生产过程对环境影响带来的变化，为推进聚氨酯行业生态化的发展提供数据支撑。

6.6.2 流程说明

6.6.2.1 系统边界说明

原料获取过程包括基础化学材料和大宗原材料的获取。主要包括助剂原辅材料的生产及原辅材料的采购、运输到生产厂地以及所有原辅材料的储存。

生产过程始于原辅材料的预加工，结束于聚四亚甲基醚二醇产品离开生产设施。生产活动包括聚四亚甲基醚二醇生产的各个生产单元、产品分离、干燥、包装等过程以及生产活动中半成品的运输、材料组成包装等。

生产过程能源综合利用始于原辅材料的预加工，结束于聚四亚甲基醚二醇产品离开生产设施。主要针对聚四亚甲基醚二醇生产过程中各个环节产生的固废、液废以及废气进行回收再利用，包括水综合回用、蒸汽阶梯回用、大宗固废综合利用，废硫酸等液废处置再使用情况。

本研究环境影响的地理范畴为中华人民共和国。有部分生产助剂来源于英国、美国及日本，在生命周期评价过程中仅限于中华人民共和国地域范围内。

6.6.2.2 资源利用和排放数据清单说明

本研究所依据的基础数据包括：

- 聚四亚甲基醚二醇生产所需的原材料及用量数据
- 原材料由原材料供应商运输至聚四亚甲基醚二醇生产企业
- 聚四亚甲基醚二醇生产过程的能源与水资源消耗数据
- 聚四亚甲基醚二醇由生产企业处运输至用户的运输数据
- 离子交换树脂吨产品使用量及再生数据
- 聚四亚甲基醚二醇生产过程环境排放数据

7 标准实施的可行性分析

《绿色设计产品评价技术规范-聚四亚甲基醚二醇》是在系统调研和反复论证的基础上完成的。不仅汲取了发达国家的成熟经验，还紧密结合了国内现状与发展需求。技术要求设置合理、实践可行。内容侧重以产品生命周期评价理论为指导，加强对聚四亚甲基醚二醇产品供应链（上游）、产品的生产过程等整个产品生命周期过程链的管理控制为手段，以提升产品在其生命周期中的综合环境绩效的为目标，构建包含该产品生命周期相关阶段的绿色设计评价指标体系，确定聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品的定量定性指标以及评价基准值，并制定相关评价技术标准；以提高聚四亚甲基醚二醇绿色设计评价的科学性、客观性和可操作性，确保聚四亚甲基醚二醇产品的质量安全性和生态友好性，促进产品的规模化推广，为构建“两

型”社会和促进绿色消费模式提供技术支撑。本标准可为聚氨酯行业聚四亚甲基醚二醇生产管理人员提供有益的参考和借鉴，对于引导我国推行绿色聚四亚甲基醚二醇产品将起到积极的作用。

意见反馈表

标准名称		聚四亚甲基醚二醇绿色设计产品评价技术规范			
标准主编单位					
序号	标准条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
1	封面	PTMEG 省去, 由聚四氢呋喃醚二醇改为聚四亚甲基醚二醇	石化联合会	删除英文缩写	
2	2 规范性引用文件	根据标准权威性和出版顺序调整引用顺序	石化联合会	已调整	
3	3 术语和定义	增加聚四亚甲基醚二醇产品的定义	石化联合会	已增补	
4	5.1 基本要求	进一步修订标准的适用性	辽宁盘锦石化	已修订	
5	5.2 评价指标要求	调整表格, 增加单位、指标方向	石化联合会	已修订	
6	5.2 评价指标要求	调整指标内容及顺序	重庆驰源化工	已修订	
7	附录 A1-13	判定依据和检验方法不一致	石化联合会	已修订	
8	附录 B 2.2 系统边界	简化系统边界图	石化联合会	已修订	
9	编制说明 1-4 部分	更新引用数据至 2018 年	重庆驰源化工	已修订	
10	封面(备案号及分类号错误)	ICS 71.040.30 G60 修改为 ICS 13.020.20 Z04	付允	采纳, 修订分类号及备案号	
11	前言	增加本标准起草人信息	吴刚	采纳, 修订技术规范	
12	1. 范围(与标题内容一致)	术语和定义、评价要求...修订为术语和定义、评价原则和方法、要求、产品生命周期评价报告编制方法	杨建海	采纳, 修订技术规范适用范围与标题一致	
13	2. 规范性引用文件	GB、GB/T 按从小到大罗列, 不区分 GB 和 GB/T, 删除《危化品安全管理条例》	李宇静	采纳, 修订技术规范	
14	5.1 基本要求	依据 2019 年产业发展目录, 查找鼓励工艺及生产技术,	杨建海	采纳, 修订技术规范	

		罗列限制工艺及物质			
16	5.1 基本要求	鼓励企业推行清洁生产, 推荐企业责任关怀, 能源器具使用二级节能以上	周献慧	采纳, 修订基本要求	
17	5.2 评价指标要求	循环 THF 和溶剂甲醇回收利用率修改为循环 THF 和溶剂甲醇消耗量	杨建海	采纳, 修订技术规范	
18	5.2 评价指标要求	固废产生量放至环境属性, 重金属明确指哪些重金属, 提供检测方法	杨建海	采纳, 修订技术规范	
19	5.2 评价指标要求	水重复利用率修改为单位产品新鲜水取水量	周献慧	采纳, 修订基本要求	
20	5.2 评价指标要求	符合法律法规内容的指标省去, 提出特性环境指标	杨建海	采纳, 修订环境属性指标	
21	6.1 方法	评价报告编制方法依据附录 B	付允	采纳, 修订环境属性指标	
22	6.2.3.1 评价对象及工具	吨/吨为功能单元来表示修订为 1 吨产品质量为功能单元来表示	杨建海	采纳, 修订技术规范	
23	B.2.2 系统边界	增加出售后的废料回收及处理环节, 确保全生命周期	催广洪	采纳, 修订技术规范	
24	B.3.4.1 数据分析	增加部分主要原料成分、用量及运输清单	王金成	采纳, 修订技术规范	
25	B.4.2 清单因子归类	修订气候变化/碳足迹和富营养化清单因子	朱传俊	采纳, 修订技术规范	
26	B.4.3 分类评价	针对清单因子梳理指标参数及特征化因子	付允	采纳, 修订技术规范	
27	附录 A	针对评价指标修订附录 A 计算公式	卜新平	采纳, 修订技术规范	
28	编制说明	依据评价指标修订编制说明部分指标体系说明	蔡杰	采纳, 修订技术规范	

征求意见单位为 10 个; 收到回函和书面意见的单位为 3 个, 征求意见经归纳整理后共为 9 条, 其中采纳和部分采纳意见 9 条, 占所提意见总数的 100%; 未予采纳意见有 0 条, 占所提意见总数的 0%。