

中国聚氨酯工业协会
《聚氨酯硬泡化学回收》团体标准
征求意见稿 编制说明

日期： 2025年03月

目 录

一、工作概况.....	4
(一) 任务来源.....	4
(二) 主要工作过程.....	4
(三) 主要参加单位和工作组人员.....	4
(四) 起草工作组分工.....	5
二、标准编制的主要原则和依据.....	5
(一) 国内依据.....	5
(二) 国外依据.....	6
三、标准的主要内容.....	6
(一) 指标项目.....	6
(二) 指标参数的确定 (第 1 部分: 粉料技术要求)	8
1. 堆密度.....	8
2. 含湿量.....	8
3. 灰分.....	8
4. 粒径分布.....	9
(三) 指标参数的确定 (第 2 部分: 再生聚醚多元醇)	9
1. 外观.....	9
2. 环保要求.....	9
3. 色度 L*值.....	9
4. 醇解剂残留.....	10
5. 羟值.....	10
6. 粘度.....	10
7. 钾离子、钠离子.....	10
8. 水分.....	11
9. pH 值.....	11
10. 酸值.....	11
(四) 方法研究报告.....	12
1. 气相色谱分析.....	错误!未定义书签。
(五) 主要试验验证情况.....	14
(六) 其他要求.....	15
A. 第 1 部分: 粉料技术要求.....	15

§8 检验规则	16
§9 包装、运输及贮存	16
B. 第 2 部分：再生聚醚多元醇	16
§7 检验规则	16
§8 包装标识	17
四、标准中涉及的专利	18
五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况	18
六、采用国际标准或国外先进标准的，说明采标程度，以及 国内外同类标准水平的对比情况	18
七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性	18
八、重大分歧意见的处理经过和依据	18
九、标准性质的建议说明	18
十、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度方法、实施日期等）	18
十一、无废止现行相关标准的建议	19
十二、其它应予说明的事项	19

一、工作概况

（一）任务来源

国家“十三五”和“十四五”规划明确提出发展绿色环保产业，绿色化处理废旧聚氨酯被提到了战略高度，从事聚氨酯行业的企业逐步进入化学回收聚氨酯的工作中。为了更好的促进该产业的发展，聚氨酯行业协会计划制订聚氨酯硬泡化学回收的团体标准，鼓励企业发展循环回收技术。

我国每年废弃的聚氨酯多达500万吨,主要通过填埋或焚烧处理，产生严重的二次污染和碳排放。聚氨酯硬泡化学回收采用醇解的工艺，将冰箱、冷柜、热水器生产过程中产生的PUR泡沫边角料或消费后的PUR泡沫，转化为再生聚醚多元醇，重新应用于聚氨酯硬泡行业。

聚氨酯在化学回收过程是氨基甲酸酯的酯交换反应，生成再生聚醚多元醇。另外由于泡沫原料的差异，导致回收产物的指标波动较大，难以满足行业的应用要求，所以建立聚氨酯硬泡化学回收团体标准势在必行，规范聚氨酯粉料及再生聚醚的指标要求。此次团体标准建立有利于尽快规范市场，提升再生聚醚行业品质水平，满足下游对品质提升的需求，推动聚氨酯循环回收产业升级和行业健康发展。

（二）主要工作过程

1. 2023年6月，中国聚氨酯工业协会下达2023年第一批团体标准立项计划，由万华化学集团股份有限公司牵头《聚氨酯硬泡化学回收》团体标准制订工作。

2. 2023年7月-12月，由万华化学集团股份有限公司牵头、联合青岛海绿源循环科技有限公司等单位组建《聚氨酯硬泡化学回收》标准起草小组，并明确职责、制订工作计划、实施方案，形成标准草案。

3. 2024年，起草小组开展了大量的资料、样品收集和实验验证工作，逐步完善《聚氨酯硬泡化学回收》团体标准草稿和编制说明，后续持续进行样品数据积累。

4. 2025年3月，标准起草小组召开了《聚氨酯硬泡化学回收》团体标准研讨会，邀请了行业专家对标准进行讨论质询，目前根据讨论意见完成标准的修改，形成了标准征求意见稿和编制说明。

（三）主要参加单位和工作组成员

标准负责起草单位：万华化学集团股份有限公司。

参与起草单位：青岛海绿源循环科技有限公司、科思创（上海）投资有限公司、巴斯夫聚氨酯特种产品（中国）有限公司、陶氏化学（中国）投资有限公司、中华全国供销合作总社天津再生资源研究所、浙江蓝天废旧家电回收处理有限公司。

标准主要起草人：肖应鹏、陈盟、迟森森、高振华、徐丹、辛波、王勤隆、姜涛。

(四) 起草工作组分工

万华化学集团股份有限公司主要负责牵头标准起草、资料查询、编制说明编写、组织和协调等工作。

万华化学集团股份有限公司、青岛海绿源循环科技有限公司、科思创（上海）投资有限公司、巴斯夫聚氨酯特种产品（中国）有限公司、陶氏化学（中国）投资有限公司、中华全国供销合作总社天津再生资源研究所、浙江蓝天废旧家电回收处理有限公司参与标准起草、资料查询、异议讨论处理。

二、标准编制的主要原则和依据

(一) 国内依据

塑料污染是迄今为止全球面临的重要环保问题之一，塑料循环利用是解决塑料污染的重要途径。聚氨酯硬泡广泛应用于家电、建筑工程、交通运输等领域。由于聚氨酯硬泡属于热固性塑料，采用机械回收的方式对其塑料废弃物进行回收受到一定制约，化学回收是聚氨酯硬泡的重要回收方法。塑料化学回收的主要工艺有醇解、热解、气化等，聚氨酯硬泡可采用以上三种工艺进行化学回收，目前行业内研究最多的是醇解工艺。

经过多年的行业发展，聚氨酯硬泡化学回收已完成实验室阶段的研发，技术路线可行。通过醇解方式，聚氨酯硬泡回收得到再生聚醚多元醇和再生聚酯多元醇等，可继续应用于聚氨酯硬泡的生产（例如冰箱、冷柜、热水器等）。当前的醇解工艺可应用于聚氨酯泡沫（PUR泡沫），推广到聚异氰脲酸酯泡沫还存在一定的技术难度。聚氨酯硬泡化学回收的产业化还处于起步阶段，通过化学回收-醇解工艺产生的聚醚多元醇种类有限，本文件综合了目前聚氨酯硬泡化学回收的最新技术发展，结合实际情况编制而成，是首个聚氨酯硬泡化学回收的标准，对于聚氨酯硬泡化学回收的行业发展具有重要的意义。

参照我国聚醚多元醇已有的国家标准和企业标准，结合客户对聚醚多元醇的应用要求，制定本团体标准。

本标准规范性引用文件：

聚氨酯硬泡化学回收 第1部分：粉料技术要求

GB/T 2547-2008 塑料取样

GB/T 6003.1-2012 试验筛 技术要求和检验

GB/T 9345.1-2008 灰分的测定

GB/T 16913-2008 粉尘物性试验方法

聚氨酯硬泡化学回收 第2部分：再生聚醚多元醇

GB/T 601-2016 化学试剂 标准滴定溶液的制备

GB/T 603-2002 化学试剂 试验方法中所用试剂及制品的制备

GB/T 6678-2003 化工产品采样总则

GB/T 6680-2003 液体化工产品采样通则

GB/T 35773-2017 包装材料及制品气味的评价

HG/T 4961-2016 冰箱、冰柜用聚氨酯硬泡组合聚醚

GB/T 12008.2-2010 塑料 聚醚多元醇 第2部分：规格

GB/T 12008.3-2009 塑料 聚醚多元醇 第3部分：羟值的测定

GB/T 12008.4-2009 塑料 聚醚多元醇 第4部分：钠和钾的测定

GB/T 12008.5-2010 塑料 聚醚多元醇 第5部分：酸值的测定

GB/T 12008.7-2010 塑料 聚醚多元醇 第7部分：粘度的测定

GB/T 22313-2008 塑料 用于聚氨酯生产的多元醇 水含量的测定

HG/T 4961-2016 冰箱、冰柜用聚氨酯硬泡组合聚醚

GB/T 45090 塑料 再生塑料的标识和标志

ISO 14021 Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

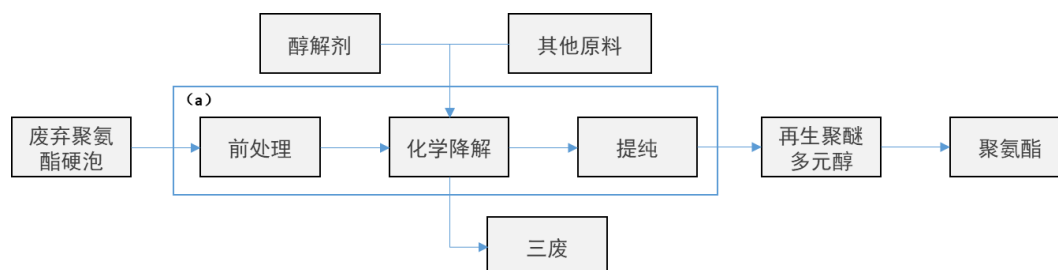
(二) 国外依据

目前聚氨酯硬泡化学回收还没有企业进行工业化，都停留在实验室研究阶段，所以涉及到的聚氨酯粉料、再生聚醚多元醇没有相关的国际标准。

三、标准的主要内容

(一) 指标项目

在回收材料的化学回收过程中，所需的各类其他原料（如醇解剂、催化剂等）可与聚氨酯硬泡废料一同作为原料进行处理。大部分塑料废弃物会发生化学反应生成再生聚醚多元醇，少量未参与反应的塑料废弃物将转化为固废或废液，同时化学回收过程可能产生少量废气。生成的再生聚醚多元醇可作为聚氨酯生产的原料。聚氨酯硬泡化学回收的物料流示意图见下图。



注：（a）为聚氨酯硬泡的化学回收过程，也是再生聚醚多元醇的生产过程。

图1 聚氨酯硬泡化学回收的整体物料流示意图

目前聚氨酯硬泡废弃物在化学回收方面没有相关的技术指标，为了提升泡沫的化学回收效率，需要对原料泡沫提出技术要求，主要从运输成本、副反应、固废量、反应效率等角度提出了堆密度、含湿量、灰份、粒径分布四个指标，应符合表1的规定。

表1 粉料技术要求

项目	要求
堆密度, g/L	50~100
含湿量, %	≤ 2.0
灰分, %	≤ 3.0
粒径分布, mm	1~10
泡沫有效含量, %	≥ 80

聚氨酯化学回收过程中会产生二氨基二苯基甲烷，属于致癌类物质之一，在欧盟的REACH法规中，要求市场上流通的产品中其含量小于0.1%，所以再生聚醚中，规定二氨基二苯基甲烷的含量应小于0.1%。另外采用醇解工艺处理聚氨酯，小分子醇解剂会残留在再生聚醚中，从而影响产品的发泡性能，所以规定醇解剂的含量小于0.1%。

不同的化学回收工艺中，产品再生聚醚中的回收成分含量有较大差别，鼓励行业尽可能提升再生聚醚中的回收泡沫的成份，同时有利于下游选择合适的产品，需要在产品名称中体现回收成份的含量，参考了GB/T 12008.1《塑料 聚醚多元醇 第1部分：命名系统》。

聚氨酯硬泡化学回收聚醚多元醇的命名由固定名称和特殊项目组成，固定名称为化学回收聚醚多元醇，命名系统基于如下模式：

表2 命名规则

命名		
固定名称 ^a	特殊项目	
	字符组 1 (两位数字, 代表回收泡沫含量 ^b 百分数)	字符组 2 (两位数字, 代表羟值的百位和十位)
注: 例如 RR5048, 代表回收泡沫含量 50%, 羟值 480 的回收硬泡聚醚。		
a: 定名称为: RR。		
b: 回收成分含量按附录 A 规定的方法测定。		

再生聚醚多元醇的技术要求应符合下表的规定。

表3 再生聚醚多元醇技术要求

项目		RR30**	RR50**
色度 L*值	≥	90	90
醇解剂残留, µg/g	≤	1000	1000
羟值, mg KOH/g		400-500	400-500
粘度 (25°C), mPa s		1000-3000	60000-80000
钠离子, mg/kg	≤	50	50
钾离子, mg/kg	≤	50	50
水分, %	≤	0.05	0.05
pH 值		5-8	5-8
酸值, mgKOH/g		0.8-1.8	0.8-1.8

上述技术要求参照HG/T 4961-2016《冰箱、冰柜用聚氨酯硬泡组合聚醚》，对指标进行了优化以满足客户的需求，同时根据回收聚醚的特点，制定了上述技术要求。

(二) 指标参数的确定 (第1部分: 粉料技术要求)

附表1是冰箱拆解厂废弃聚氨酯泡沫，经过一系列提纯，得到的多批次泡沫粉料测试指标，将其化学回收，得到了再生聚醚多元醇，产品满足下游的应用要求，装置安全稳定运行，所以制定了泡沫粉料堆密度、含湿量、灰分和粒径分布等指标。

1. 堆密度

粉料的堆密度会影响压缩工艺、运输成本和回收效率。堆密度过高对于粉料压缩具有较高要求，存在压缩过程中高温自燃的风险，堆密度过低则占用更多空间，增加运输成本。另外堆密度影响物料与化学试剂的接触面积，过高可能导致反应不完全，过低则可能降低反应效率。综合现有冰箱拆解厂压缩设备运行情况和化学回收需求，参考附表1测试结果，规定堆密度要求为50-100 g/L。

2. 含湿量

在聚氨酯泡沫化学回收过程中，含湿量过高会带来诸多不良影响：水分可能导致副反应（如水解反应），生成不需要的副产物，影响产品的纯度和质量；含湿量高会增加反应体系的沸点，需要更多能量来维持反应温度，导致能耗上升；水分可能导致催化剂失活或中毒，降低催化效率。严格控制粉料的含湿量是确保化学回收反应稳定性和产品质量的关键。

综合现有冰箱拆解厂压缩设备运行情况和化学回收需求，参考附表1测试结果，规定含湿量要求为≤2%。

检测方法根据GB/T 16913-2008规定的“4.7 含湿量的测定（干燥法）”的规定进行。

3. 灰分

灰分是影响聚氨酯硬泡中有效成分的主要因素，灰分过高不仅会引起投料偏离预期值，导致最终的产品不合格，而且灰分中的固体颗粒可能加速反应设备的磨损，堵塞管道和过滤

器影响反应体系的正常运行，增加清理频率和维护成本，另外灰分含量高会增加废料处理难度，可能需要额外的分离和处理步骤，增加成本，所以醇解前需严格控制聚氨酯泡沫的灰分含量。参考附表1测试结果，规定灰分要求为 $\leq 3\%$ 。

检测方法根据GB/T 9345.1-2008“5.3 方法A——直接煅烧”的规定进行，温度选择850-900°C。

4. 粒径分布

泡沫粉料的粒径影响反应效率和储运安全：大颗粒的表面积较小，与反应物的接触不充分，导致反应速率降低，时间长，能耗增加。颗粒小存在粉尘问题，过小的颗粒易产生粉尘，影响操作环境，增加安全风险。所以需要粉料粒径进行限制。参考附表1测试结果，规定粒径1-10 mm的泡沫比例 $\geq 80\%$ 。检测方法根据附录A的规定进行。

5. 泡沫有效含量

泡沫有效含量显著影响聚氨酯化学回收原料的质量。高有效含量意味着更少的杂质（如填料、阻燃剂），可提升解聚效率，减少副反应，使再生多元醇的羟值、粘度更稳定，利于后续合成。低有效含量则可能引入杂质，导致再生料色深、酸值升高，影响下游产品性能。此外，泡沫类型（软/硬泡）差异也会导致有效成分比例不同，需针对性调整回收工艺参数以确保质量一致性。参考附表1测试结果，规定泡沫有效含量 $\geq 98.5\%$ 。检测方法根据附录A的规定进行。

（三）指标参数的确定（第2部分：再生聚醚多元醇）

1. 外观

再生聚醚多元醇的外观是棕色并且无机械杂质，机械杂质会影响客户使用，造成发泡机头堵塞引起发泡效率下降，因此外观要求透明均匀，无机械杂质。

将试样置于50 mL的比色管中，在透光条件下从侧面进行目测。

2. 环保要求

再生聚醚多元醇需满足欧盟REACH法规，二氨基二苯基甲烷含量不超过1000 ug/g。且在GB/T 35773测试条件下，气味等级小于2。

3. 色度L*值

聚醚多元醇的色度直接影响产品质量。色度加深通常由氧化、催化剂残留或热降解引起，可能导致羟值、酸值变化，影响与异氰酸酯的反应活性，降低聚氨酯制品的力学性能和外观。色度异常还可能预示分子量分布变宽或交联，导致加工性能下降。严格控制生产工艺和储存

条件可有效避免色度异常，确保产品质量稳定。

色度对发泡本身通常影响不大，但会造成泡沫制品外观加深，高端客户对色度要求较高，参考附表2测试结果，设定色度指标（L*色） ≥ 90 。检测方法根据附录C的规定进行。

4. 醇解剂残留

醇解剂残留对再生聚醚多元醇的质量有显著影响。残留的醇解剂（如乙二醇、丙二醇）会改变产品的羟值和分子量分布，影响与异氰酸酯的反应活性，导致聚氨酯制品性能不稳定。此外，醇解剂残留可能引发副反应，生成不溶性物质，影响加工性能和制品外观。残留物还可能降低储存稳定性，促进水解或氧化反应。严格控制醇解剂残留量是确保再生聚醚多元醇反应可控性、加工性能和制品质量的关键。

附表2可知，醇解剂含量均低于400 $\mu\text{g/g}$ ，结合行业应用要求，将醇解剂残留含量技术指标设定为小于1000 $\mu\text{g/g}$ 。

5. 羟值

聚醚多元醇的羟值直接影响产品质量。羟值过高表明分子量较低，可能导致制品硬度不足、强度下降；羟值过低则表明分子量较高，可能影响反应活性和加工流动性。羟值偏差还会影响与异氰酸酯的配比，导致聚氨酯制品性能不稳定。严格控制羟值范围是确保产品一致性和应用性能的关键。

市场上无相关类似的产品可参考，结合HG/T14961-2016《冰箱、冰柜用聚氨酯硬泡组合聚醚》中规定的羟值范围及化学回收过程中原料产物贡献羟值的特性，规定了本标准的技术要求（400-500 mg KOH/g）。羟值按GB/T 12008.3-2009规定的方法测定。

6. 粘度

聚醚多元醇的粘度是其质量的关键指标，直接影响加工性能和最终制品质量。粘度过高会导致流动性差，增加泵送和混合难度，影响发泡或浇注工艺的均匀性，可能导致制品密度不均、空洞或收缩缺陷。粘度过低则可能降低制品强度，导致泡孔结构不均匀或力学性能下降。此外，粘度异常可能反映分子量分布异常、氧化或降解等问题，影响与异氰酸酯的反应活性和交联密度。严格控制粘度范围是确保加工稳定性、制品性能一致性和储存稳定性的关键。按GB/T 12008.7-2010规定的方法测定。市场上无相关类似的产品可参考，参考附表2测试结果，规定RR30**粘度（25°C）范围为1000-3000 mPa s，RR50**粘度（25°C）范围为60000-80000 mPa s。

7. 钾离子、钠离子

聚醚多元醇中的钾离子和钠离子对其质量有重要影响。含量过高会加速与异氰酸酯的反

应，导致聚氨酯制品泡孔结构不均匀、收缩或开裂。此外，可能引发副反应，生成不溶性物质，堵塞加工设备或影响制品外观。高钾钠离子含量还会降低储存稳定性，促进水解或氧化反应，影响产品性能。严格控制钾钠离子含量是确保反应可控性、加工性能和制品质量的关键。

通常钾钠离子可作为发泡的正催化剂，钾钠离子含量高会影响发泡反应速度，因此需要严格控制，国标GB/T 12008.2-2010 塑料《聚醚多元醇 第2部分：规格》中聚氨酯硬质泡沫原料中六羟基聚醚多元醇的钾钠离子指标要求，能满足市场客户要求，因此本标准技术要求规定保持与国标一致。按GB/T 12008.4-2009规定的方法测定。参考附表2测试结果，规定钾离子 ≤ 50 mg/kg，钠离子 ≤ 50 mg/kg。

8. 水分

聚醚多元醇的水分含量直接影响产品质量。水分过高会与异氰酸酯反应生成 CO_2 ，导致聚氨酯发泡制品孔径不均、收缩或开裂，同时消耗异氰酸酯，影响反应计量比，降低制品力学性能。水分还可能引发储存中的水解反应，导致分子量下降和酸值升高。严格控制水分含量是确保产品质量的关键。

附表2可知，水分均小于0.05%，国标GB/T 16576-2010中规定优等品水分 $\leq 0.05\%$ ，能满足大部分客户尤其高端客户对水分含量的要求，因此本标准技术要求规定保持与国标优等品一致，水含量 $\leq 0.05\%$ 。水分的测定按GB/T 22313规定的方法进行。

9. pH值

聚醚多元醇的pH值对其质量有重要影响。pH值过高（偏碱性）可能由残留催化剂（如KOH）引起，导致与异氰酸酯反应过快，影响聚氨酯制品的泡孔结构和力学性能，同时可能引发副反应，生成不溶性物质。pH值过低（偏酸性）可能预示氧化或降解，导致分子链断裂，影响产品稳定性和反应活性。此外，pH值异常可能加速储存中的水解反应，降低产品保质期。严格控制pH值（通常接近中性）是确保聚醚多元醇反应稳定性、加工性能和制品质量的关键。

聚醚多元醇的pH会影响组合聚醚的调配和发泡过程，国标GB/T 12008.2-2010 塑料《聚醚多元醇 第2部分：规格》中聚氨酯硬质泡沫原料中六羟基聚醚多元醇的pH指标要求，能满足市场客户要求，因此本标准技术要求规定保持与国标一致。pH值按GB/T 12008.2-2010规定的方法测定。

10. 酸值

酸值对再生聚醚多元醇的质量有重要影响。酸值过高表明产品中存在较多酸性物质（如羧酸），可能由氧化或降解引起，导致与异氰酸酯反应活性降低，影响聚氨酯制品的交联密度和力学性能。此外，高酸值会加速储存中的水解反应，降低产品稳定性，并可能引发设备

腐蚀。酸值异常还可能影响发泡工艺，导致泡孔结构不均匀或制品收缩。严格控制酸值是确保再生聚醚多元醇反应活性、储存稳定性和制品质量的关键。

附表2可知，酸值介于0.9 mg KOH/g-1.8 mg KOH/g，结合回收产业实际情况，将酸值技术指标设定为 ≤ 2.0 mg KOH/g。

(四) 方法研究报告

1. 醇解剂、二氨基二苯基甲烷含量的测定

1.1 试样信息

表4 试样化学信息

组分	分子式	分子量	CAS号	沸点
1,2-丙二醇	C ₃ H ₈ O ₂	76	57-55-6	187 °C 765 mm Hg (lit.)
二氨基二苯基甲烷	C ₆ H ₈ O ₄	198	9430-83-2	240 °C 2 mm Hg (lit.)

1.2 汽化室温度考察

以甲醇为溶剂，1,2-丙二醇及二氨基二苯基甲烷纯品为溶质，制备质量浓度约 1000 mg/kg 的标准试样，按照实验室常用色谱条件设定仪器参数（汽化室温度：（240、260、280°C），待仪器稳定后，按照先高温后低温的顺序，进行气相色谱分析，比较不同汽化室温度下两者色谱峰峰面积。不同汽化室温度下1,2-丙二醇及二氨基二苯基甲烷色谱峰峰面积RSD小于2%，初步确定汽化室温度（240~280°C）的改变不影响丙二醇及二氨基二苯基甲烷的定量分析。

表5 1,2-丙二醇及二氨基二苯基甲烷汽化室温度考察（直接分析）

分析物	汽化室温度/°C	峰面积-1	峰面积-2	RSD
1,2-丙二醇	280	55.3	54.6	1.26%
	260	56.1	54.6	
	240	54.6	54.9	
二氨基二苯基 甲烷	280	131.4	131.9	0.73%
	260	129.1	130.8	
	240	130.8	130.5	

小结：汽化室温度不影响1,2-丙二醇及二氨基二苯基甲烷的定量。两者在常规气相色谱汽化室高温热稳定。

1.3 色谱参数设置

经过文献调研和技术人员经验分享，选择以下色谱条件进行 1,2-丙二醇及二氨基二苯基甲烷含量的测定。

采用气相色谱法，在选定的色谱操作条件下，使试样汽化后经色谱柱分离，氢火焰离子化检测器检测，外标法计算检测物含量。

试剂和材料：

甲醇：色谱纯。

丙二醇：纯度不低于 99.9%。

二氨基二苯基甲烷：纯度不低于 99.9%。

载气：氮气，纯度不低于 99.999%。

燃气：氢气，纯度不低于 99.999%。

辅助气（隔壁吹扫及尾吹）：与载气具有相同性质的氮气。

助燃气：空气，经充分干燥和净化。

玻璃样品瓶：10 mL、100 mL 容量瓶、2 mL 气相色谱进样瓶，具有可密封性的瓶盖。

仪器和设备：

气相色谱仪：配置有分流/不分流进样口、氢火焰离子化检测器（FID）的气相色谱仪，配备有微量注射器或自动进样器及色谱工作站。

分析天平：精度 0.1 mg。色谱柱及典型操作条件：

本标准推荐的色谱柱和色谱操作条件见下表。典型色谱图及各组分保留时间见附录。其他能达到同等分离程度的色谱柱及色谱操作条件亦可使用。

表6 推荐的色谱柱及典型操作条件

色谱柱	毛细管柱
固定相	5% 苯基-95% 甲基聚硅氧烷
柱长, m	30
柱内径, mm	0.25
液膜厚度, μm	0.25
载气	氮气
载气流速, mL/min	3.0
柱温, $^{\circ}\text{C}$	初始温度 35 $^{\circ}\text{C}$ 保持 4 min, 然后以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 80 $^{\circ}\text{C}$, 保持 1 min, 再以 20 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 260 $^{\circ}\text{C}$, 保持 10 min
进样口温度, $^{\circ}\text{C}$	280
检测器温度, $^{\circ}\text{C}$	300
进样量, μL	0.5
分流比	50:1
氢气流速, mL/min	30
空气流速, mL/min	400
尾吹气流速, mL/min	25
隔垫吹扫气流速, mL/min	3

6.3 min 为丙二醇出峰位置，24.0 min 为二氨基二苯基甲烷出峰位置，典型样品色谱图如下所示。

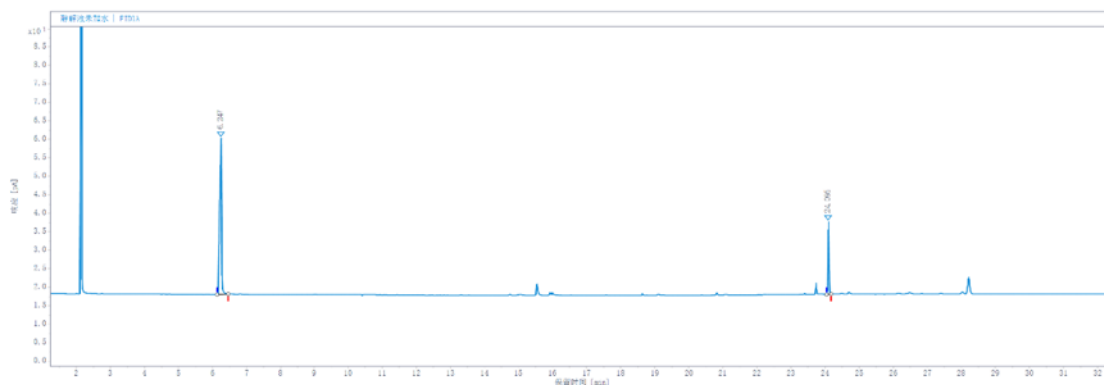


图2 典型试样的气相色谱图

1.4 方法学验证

a. 精密度

同一标准品重复测量三次，RSD 小于 2%，同一试样重复测量 3 次，RSD 小于 2%，精密度满足测试要求。

b. 灵敏度

试样稀释约 30 倍，试样中丙二醇及二氨基二苯基甲烷检出限分别为为 10 ug/g 和 5 ug/g，试样中两者含量较高（300 - 1000 ug/g），该方法可以满足测试需求。

c. 试样平行性

平行测量三次，检测结果如下表所示。RSD 小于 3%，在可接受范围内。

表7 平行检测结果

试样名称	1,2-丙二醇ug/g	RSD%	二氨基二苯基甲烷ug/g	RSD%
醇解液-1	692	1.1	356	2.3
醇解液-2	680		367	
醇解液-3	679		373	

对该方法的精密度，灵敏度以及平行性进行了验证，均能满足项目组的测试需求。

1.5 气相色谱分析小结

在标准文本中，基于以上方法考察的结论，采用气相色谱法可进行试样中丙二醇及二氨基二苯基甲烷含量的分析。

2. 再生聚醚多元醇回收成分含量及聚氨酯硬泡化学回收收率计算

2.1 再生聚醚多元醇回收成分含量计算

假设回收聚氨酯硬泡完全转化为再生聚醚多元醇，再生聚醚多元醇的回收成分含量可以采用质量平衡法来进行，如图 A.1 所示，回收成分=M1/M6，保留至个位数。

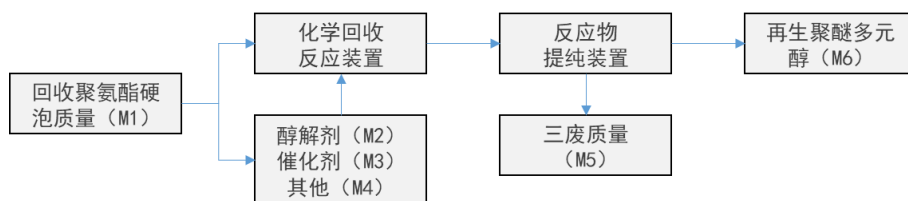


图3 聚氨酯硬泡化学回收示意图

2.2 聚氨酯硬泡化学回收收率计算

再生聚醚多元醇的收率以 Y 计，计算公式如下：

$$Y = M6 \div (M1 + M2 + M3 + M4)$$

(错误!使用“开始”选项卡将 标准_附录 标识 应用于要在此处显示的文字。 .1)

式中：

M6 —— 再生聚醚多元醇质量；

M1 —— 回收聚氨酯硬泡质量；

M2 —— 醇解剂质量；

M3 —— 催化剂质量；

M4 —— 其他物质质量。

(五) 主要试验验证情况

醇解剂、MDA含量的测试：通过样品重复行实验结果表明，确定重复条件下，对同一试样两次独立测定结果的相对标准偏差为5%以内，重复性较好，方法可行。

表8 重复性测试结果

牌号	重复	醇解剂含量 mg/kg	MDA含量 mg/kg
RR5040	1	230	ND
	2	225	ND
	3	236	ND
	相对标准偏差, %	2.4	
RR3043	1	105	ND
	2	98	ND
	3	102	ND
	相对标准偏差, %	3.4	

(六) 其他要求

A. 第 1 部分：粉料技术要求

§8 检验规则

§ 8.1 组批

聚氨酯硬泡粉料以每批次到厂原料为一批，以批为单位进行检验和验收。

§ 8.2 采样

采样单元数按GB/T 2547塑料取样随机取样方法采集。将取得的样品分装入干燥、清洁的两个采样瓶中密封，贴上标签，注明：原料名称、规格、批号、生产日期、取样时间，一瓶供检验，另一瓶密封后保存备查。

§ 8.3 判定

聚氨酯硬泡粉料应由质量检验部门按照本文件规定的试验方法进行检验，依据检验结果和本文件中的要求对原料作出质量判定。产品进厂时，每批产品应附有质量证明书，质量证明书上应注明名称、规格、等级、批号、分析日期、检验人员、检验结果、执行标准等。检验结果全部符合本文件要求时，判定为合格；若有指标不符合本文件要求时，则重新自该批产品中以两倍量的采样单元数采样复检，复检结果全部符合本文件要求时，判定为合格；否则，判该批产品不合格。

§9 包装、运输及贮存

§ 9.1 包装

聚氨酯硬质泡沫可采用符合GB/T 10454要求的集装袋包装，或与客户协商其他包装形式。包装材料应保证在运输、存放时防潮、防尘、不污染、不漏料。

§ 9.2 运输及贮存

在运输和贮存中严禁烟火，不应暴晒或雨淋。放在通风、干燥、有良好消防设施的仓库内，贮存时应远离热源，防止阳光直接照射，不应在露天堆放。

B. 第 2 部分：再生聚醚多元醇

§7 检验规则

§ 7.1 出厂检验

本产品应由质量检验部门逐批检验合格并附检验报告单方可出厂；产品质量证明书内容包括：产品名称、生产单位名称、生产日期或批号、牌号、本文件编号、检验日期、检验人及检验结果等。出厂检验项目为表2中的所有项目。

§ 7.2 采样

采样单元数按GB/T 6678的规定。采样方法按GB/T 6680中的规定进行。取样容器必须干燥、清洁，总取样量不得少于250 mL。将取得的样品分装入干燥、清洁的两个采样瓶中密封，贴上标签，注明：产品名称、规格、批号、生产日期、取样时间，一瓶供检验，另一瓶密封后保存备查。

§ 7.3 组批

本产品以每生产一釜或混合均匀的同一储罐产品为一批。产品以批为单位进行检验和验收。

§ 7.4 判定

本产品应由生产厂的质量检验部门按照本文件规定的试验方法进行检验，依据检验结果和本文件中的要求对产品作出质量判定。产品出厂时，每批产品应附有产品质量证明书，质量证明书上应注明产品名称、规格、等级、批号、分析日期、检验人员、检验结果、执行标准和生产厂名称等，并盖有出厂检验章。检验结果全部符合本文件要求时，判定为合格；若有指标不符合本文件要求时，则重新自该批产品中以两倍量的采样单元数采样复检，复检结果全部符合本文件要求时，判定为合格；否则，判该批产品不合格。

§8 包装标识

§ 8.1 标志

每批产品应有质量检验报告单，每一包装件上应有清晰牢固的标志，标明产品名称、回收成分含量、生产厂家、批号、净含量、生产日期、本文件编号及防湿、防晒标志。

§ 8.2 包装

产品包装容器为清洁干燥过的油漆镀内膜铁桶，包装容器盖要严密密封，并由外封盖，也可采用其他型式的清洁包装容器或散装运输，液袋运输每批产品应附有质量证明书。

§ 8.3 标识

回收产品外包装应印有清晰的回收成分含量标识，应符合ISO 14021的要求（见附录D）。

§ 8.4 运输

在运输中应防止雨淋和玷污，小心轻放，防止与坚硬的物体相撞而漏损。

§ 8.5 贮存

密封贮存在通风、干燥、阴凉处，远离火种和热源。

四、标准中涉及的专利

本标准无涉及专利。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

聚氨酯硬泡废弃物目前还没有化学回收的产业化案例，但随着经济发展水平和科学技术水平的提高，市场追求低碳产品的趋势下，冰箱客户对回收产品的需求越发强烈，《聚氨酯硬泡化学回收》团体标准有利于引导并规范市场，将废弃的聚氨酯硬质泡沫转化为回收聚醚多元醇，满足下游对回收低碳产品的需求，推动聚氨酯产业升级和行业健康发展。

六、采用国际标准或国外先进标准的，说明采标程度，以及国内外同类标准水平的对比情况

目前国内外均没有类似的产品作为对比，设定现有的技术指标，主要参考现有国标硬质泡沫原料的技术指标，并满足硬质泡沫使用要求，从而尽快推动行业内实现硬泡化学回收的产业化。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准未产生重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

建议本标准作为团体标准发布后，进一步申请国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度方法、实施日期等）

在标准通过有关专家审查并发布实施后，建议中国聚氨酯工业协会加强对该标准的宣传力度，强化对相关行业从业人员的培训，使之尽快掌握标准的作用和要点。可采用集中学习、定期培训和派发资料的模式进行标准的宣传和培训。号召和动员企业主动采用本标准，并对外公示按本标准实施管理。

十一、无废止现行相关标准的建议

十二、其它应予说明的事项

暂无。

附表 1 粉料检测数据

用于试验的泡沫粉料指标				
试样	堆密度, g/L	含湿量, g/g	灰分, %	泡沫有效含量, %
1#	84	0.016	2.3	95
2#	84	0.013	0.5	85
3#	76	0.017	2	99
4#	85	0.014	1	83
5#	76	0.018	1.7	90
6#	83	0.016	0.8	94

附表 2 再生聚醚多元醇检测数据

Rpolyol R (400~500) -30系列										
试样	色度L*色值	羟值 mg KOH/g	粘度 (25°C) mPa s	钠离子 mg/Kg	钾离子 mg/Kg	水分 %	PH值	酸值 mgKOH/g	醇解剂 µg/g	MDA µg/g
1#	95	487	1830	3	2	0.02	5.8	1.7	256	ND
2#	93	488	1670	5	27	0.01	6.8	0.9	160	ND
3#	94	441	1720	8	18	0.02	5.6	1.0	277	ND
4#	91	474	1810	10	2	0.03	6.7	1.2	123	ND
5#	90	480	1860	2	9	0.02	6.2	1.5	356	ND
6#	97	468	1520	15	11	0.04	5.5	1.8	277	ND
Rpolyol R (400~500) -50系列										
试样	色度L*色值	羟值 mg KOH/g	粘度 (25°C) mPa s	钠离子 mg/Kg	钾离子 mg/Kg	水分 %	PH值	酸值 mgKOH/g	醇解剂 µg/g	MDA µg/g
1#	96	445	74200	18	23	0.02	5.8	0.9	306	ND
2#	91	458	68100	20	16	0.01	6.4	0.9	273	ND
3#	95	441	68800	17	13	0.04	6.3	1.7	324	ND
4#	93	459	67100	4	16	0.03	6.2	1.4	244	ND
5#	96	478	68700	29	28	0.02	6.8	1.0	205	ND
6#	97	444	71200	4	12	0.02	6.9	1.5	149	ND