

中华人民共和国国家标准

GB/T 40006.13—XXXX

塑料 再生塑料 第13部分：聚苯醚（PPE） 材料

Plastics—Recycled Plastics—Part 13: Polyphenylene ether (PPE) materials

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025.02）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 40006《塑料 再生塑料》的第13部分。GB/T 40006已经发布了以下部分：

- 第1部分：通则；
- 第2部分：聚乙烯（PE）材料；
- 第3部分：聚丙烯（PP）材料；
- 第4部分：聚烯烃混合物材料；
- 第5部分：丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）材料；
- 第6部分：聚苯乙烯（PS）和抗冲击聚苯乙烯（PS-I）材料；
- 第7部分：聚碳酸酯（PC）材料；
- 第8部分：聚酰胺（PA）材料；
- 第9部分：聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）材料；
- 第10部分：聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）材料；
- 第11部分：聚氯乙烯（PVC）材料；
- 第12部分：聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）材料；
- 第13部分：聚苯醚（PPE）材料。

请注意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专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国塑料标准化技术委员会（SAC/TC15）归口。

本文件起草单位：上海聚威新材料股份有限公司、××××、××××、××××、××××、××××、××××等。

本文件主要起草人：×××、×××、×××、×××、×××等。

引 言

塑料工业是国民经济重要支柱产业，随着我国塑料产业的快速发展和塑料制品的大量使用，塑料的回收再生循环利用是行业面临的重要问题，是塑料可持续发展的方式之一，同时也为解决“白色污染”等环保问题提供了有效途径。

2021年至2024年，为满足产业急需，进一步缓解我国塑料再生领域无统一的系统性的产品标准现状，制定发布了GB/T 40006《塑料 再生塑料》系列国家标准。该系列国家标准依据塑料材料产品特点，分为13个部分。其中第1部分通则规定了再生塑料的命名、术语和气味等级、限用物质含量、放射性等通用要求，其余部分标准除通则中共性要求外，按塑料种类规定了该种材料再生塑料的技术要求。

GB/T 40006《塑料 再生塑料》拟由以下13个部分构成。

- 第1部分：通则。目的在于统一该系列产品的通用要求，便于其他部分引用。
- 第2部分：聚乙烯（PE）材料。目的在于确立适用于再生PE材料的产品要求，满足行业需求。
- 第3部分：聚丙烯（PP）材料。目的在于确立适用于再生PP材料的产品要求，满足行业需求。
- 第4部分：聚烯烃混合物材料。目的在于确立适用于再生聚烯烃混合物材料的产品要求，满足行业需求。
- 第5部分：丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）材料。目的在于确立适用于再生ABS材料的产品要求，满足行业需求。
- 第6部分：聚苯乙烯（PS）和抗冲击聚苯乙烯（PS-I）材料。目的在于确立适用于再生PS和PS-I材料的产品要求，满足行业需求。
- 第7部分：聚碳酸酯（PC）材料。目的在于确立适用于再生PC材料的产品要求，满足行业需求。
- 第8部分：聚酰胺（PA）材料。目的在于确立适用于再生PA材料的产品要求，满足行业需求。
- 第9部分：聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）材料。目的在于确立适用于再生PET材料的产品要求，满足行业需求。
- 第10部分：聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）材料。目的在于确立适用于再生PBT材料的产品要求，满足行业需求。
- 第11部分：聚氯乙烯（PVC）材料。目的在于确立适用于再生PVC材料的产品要求，满足行业需求。
- 第12部分：聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）材料。目的在于确立适用于再生PMMA材料的产品要求，满足行业需求。
- 第13部分：聚苯醚（PPE）材料。目的在于确立适用于再生PPE材料的产品要求，满足行业需求。

本文件是系列标准的第13部分。本文件针对聚苯醚材料的特点，规定了聚苯醚再生塑料的特征性能。在规定这些性能要求时，既考虑了原生聚苯醚材料的标准要求，又关注到再生聚苯醚材料的特性。

塑料 再生塑料 第13部分：聚苯醚（PPE）材料

1 范围

本文件规定了聚苯醚（PPE）再生塑料的分类与命名、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于以废弃的聚苯醚/高抗冲聚苯乙烯合金（PPE+HIPS）塑料为原料，经筛选、分类、清洗、挤出熔融造粒等工艺制成的颗粒状聚苯醚再生塑料材料，其中PPE质量占比50%以上。

本文件不适用于来自医疗废物、农药包装等危险废物和放射性废物的聚苯醚再生塑料。

本部分不适用于其他类型聚苯醚合金（PPE Alloy）再生塑料。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法
- GB/T 1040.2—2022 塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件
- GB/T 2035 塑料 术语
- GB/T 2547 塑料 取样方法
- GB/T 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境
- GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第1部分：标准方法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定
- GB/T 9345.1 塑料 灰分的测定 第1部分：通用方法
- GB/T 17037.1 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第1部分：一般原理及多用途试样和长条试样的制备
- GB/T 19466.3 塑料 差示扫描量热法（DSC） 第3部分：熔融和结晶温度及热焓的测定
- GB/T 39812 塑料 试样的机加工制备
- GB/T 40006.1—2021 塑料 再生塑料 第1部分：通则
- SH/T 1541.1 塑料 颗粒外观试验方法 第1部分：目测法

3 术语和定义

GB/T 40006.1—2021和GB/T 2035界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

磁性粒子数量 Magnetic particles number

N_{mp}

1kg聚苯醚再生粒子中含磁性粒子的数量。

注：单位为个每千克（个/kg）。

4 分类与命名

聚苯醚再生塑料的命名和分类按GB/T 40006.1的规定进行。

聚苯醚再生塑料的特征性能为熔体质量流动速率(MFR)和灰分,其数字代号分别按表1和表2规定。

表1 在字符组4中用于熔体质量流动速率的数字代号

数字代号	熔体质量流动速率范围 g/10min
01	≤10
02	>10~20
03	>20~40

表2 在字符组4中用于灰分的数字代号

数字代号	灰分 %
01	≤1
02	≤5

示例:来源于工业品(1)的聚苯醚(PPE)再生塑料,黑色(B1),圆柱状(C),不含填料,用于注塑(M),熔体质量流动速率(MFR 280℃/5)为15g/10 min (02),灰分为0.5% (01),命名为:

国家标准号	特征项目组				
	字符组1	字符组2	字符组3	字符组4	字符组5
可选项	必选项	可选项	可选项	可选项	可选项
GB/T 40006.1—2021	PPE(REC) B1-C-1	无	M	02-01	无
命名: GB/T 40006.1—2021-PPE(REC)B1-C-1, M, 02-01 简化命名: PPE(REC) B1-C-1					

5 要求

5.1 一般要求

聚苯醚(PPE)再生塑料无杂质,无油污,颗粒大小应均匀,无明显色差。

5.2 主体材料定性

5.2.1 红外谱图

聚苯醚(PPE)再生塑料主体材料应为聚苯醚。采用红外光谱法进行主体材料定性,聚苯醚(PPE)再生塑料红外光谱图中应有聚苯醚特征吸收峰。聚苯醚(PPE)再生塑料典型的透射红外光谱图见附录A。

5.3 气味等级

应符合GB/T 40006.1—2021中5.3的要求。

5.4 限用物质含量

5.4.1 重金属含量

应符合GB/T 40006.1—2021中表6的规定。

5.4.2 多溴联苯及其他有机物

应符合GB/T 40006.1—2021中表7的规定。

5.5 放射性物质

应符合GB/T 40006.1—2021中5.5的要求。

5.6 性状及性能

聚苯醚（PPE）再生塑料的性状及性能要求应符合表3要求。

注：聚苯醚（PPE）再生塑料的其他性能要求见附录C。

表3 聚苯醚（PPE）再生塑料的性状及性能要求

序号	项目	要求					
		PPE+HIPS (REC) ,,, 01-01	PPE+HIPS (REC) ,,, 01-02	PPE+HIPS (REC) ,,, 02-01	PPE+HIPS (REC) ,,, 02-02	PPE+HIPS (REC) ,,, 03-01	PPE+HIPS (REC) ,,, 03-02
1.	颗粒外观（大粒和小粒）/（g/kg）≤	1	1	1	1	1	1
2.	灰分/% （850±50℃）≤	1	5	1	5	1	5
3.	密度/（g/cm ³ ）	1.03~1.11		1.03~1.11		1.03~1.11	
4.	熔体质量流动速率（MFR） （280℃，5kg） g/10min	≤10		>10~20		>20~40	
5.	MFR 变异系数/% ≤	6	8	7	9	8	10
6.	拉伸强度/MPa ≥	35	30	35	30	35	30
7.	弯曲强度/MPa ≥	60	50	60	50	60	50
8.	磁性粒子数量 ≤ 个/kg	1	3	1	3	1	3

6 试验方法

6.1 试验结果的修约

应按GB/T 8170的规定对试验结果进行数值修约。

6.2 试样制备

聚苯醚（PPE）再生塑料注塑试样的制备按GB/T 34691.2规定。

采用GB/T 17037.1标准中的ISO/GB相关模具制备符合GB/T 1040.2—2022中1A型试样，以及制备符合GB/T 9341要求的80 mm×10mm×4mm长条试样。

6.3 试样的状态调节和试验的标准环境

6.3.1 试样的状态调节

除非试验方法中另有规定,试样的状态调节应按GB/T 2918的规定进行。状态调节的条件为温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $(50\pm 10)\%$,时间至少16 h。

6.3.2 试验的标准环境

除非试验方法中另有规定,试验应在GB/T 2918规定的标准试验环境下进行,温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $(50\pm 10)\%$ 。

6.4 一般检查

目测。

6.5 主体材料定性

按照GB/T 40006.1—2021中附录A规定的透射法和衰减全反射法的红外光谱进行主体材料定性。薄膜压制的温度 $240^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$,推荐压膜厚度为 $30\ \mu\text{m}\sim 40\ \mu\text{m}$ 。

对压制的薄膜样品进行全波段红外光谱扫描,分辨率: 4cm^{-1} ,扫描次数至少32次。

6.6 气味等级

按GB/T 40006.1—2021中6.1规定进行。

6.7 限用物质含量

按GB/T 40006.1—2021中6.2规定进行。

6.8 放射性物质检测

按GB/T 40006.1—2021中6.3规定进行。

6.9 性状及性能

6.9.1 颗粒外观

按SH/T 1541.1中的规定进行。

6.9.2 灰分

按GB/T 9345.1的规定进行,采用直接煅烧法,灼烧温度为 $850^{\circ}\text{C}\pm 50^{\circ}\text{C}$ 。

6.9.3 密度

采用GB/T 39812规定的机加工或冲切方法,从6.2制备的1A型试样或长条形试样上获取符合GB/T 1033.1要求的试样。

按GB/T 1033.1的规定进行,仲裁方法为浸渍法。

6.9.4 熔体质量流动速率(MFR)

按GB/T 3682.1中的规定进行测试。

样品应烘干至水分 $< 0.02\%$ 。可选择以下任一条件进行干燥:

——充氮气真空干燥箱: $\leq 16\ \text{h}$, 105°C , $< 20\ \text{kPa}$;

——真空干燥箱: $\leq 16\ \text{h}$, 115°C , $< 200\ \text{Pa}$;

——热空气/除湿炉: $< 5\ \text{h}$, 120°C 。

试样条件为280℃, 负荷5kg。取三个试样进行测试, 报告平均值 \overline{MFR} , 作为该样品的熔体质量流动速率。按照公式(1)计算 MFR 的标准偏差 S_{MFR} :

$$S_{MFR} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MFR_i - \overline{MFR})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

n : 测试次数, 取 $n=3$;

MFR_i —— MFR 的单次测量值, $i=1, 2, 3$;

\overline{MFR} —— MFR 的平均测量值。

6.9.5 熔体质量流动速率变异系数

按公式(2)计算 MFR 变异系数 $C.V_{MFR}$:

$$C.V_{MFR} = \frac{S_{MFR}}{\overline{MFR}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

S_{MFR} —— MFR 的标准偏差;

\overline{MFR} —— MFR 的平均值。

6.9.6 拉伸强度

试样为按6.2制备的1A型试样。

试样的状态调节按6.3的规定进行。

测试按GB/T 1040.2的规定进行。试样的标距75mm, 试验速度50mm/min, 如断裂发生时无屈服, 且拉伸断裂应变 $<10\%$, 则使用5mm/min的试验速度。

6.9.7 弯曲强度和弯曲模量

试样为按6.2制备的80 mm×10 mm×4 mm长条试样。

试样的状态调节按6.3的规定进行。

测试按GB/T 9341的规定进行。试验速度为2mm/min。

6.9.8 简支梁缺口冲击强度

试样为按6.2的规定制备的80 mm×10 mm×4 mm长条试样。

测试按GB/T 1043.1—2008的规定进行, 推荐使用加工缺口, 样条应在注塑1 h后加工缺口, 缺口类型为A型。

若无法使用加工缺口制备试样, 也可使用注塑缺口, 缺口类型为A型。

试样的状态调节按6.3的规定进行。

6.9.9 磁性粒子数量

取1kg样品粒子平铺均匀, 推荐平铺面积不小于50cm×50cm。采用磁场强度不低于6000高斯的磁力棒缓慢均匀扫过平铺粒子, 持续扫2min, 扫完后检查并记录吸附在磁力棒上的磁性粒子数量。

结果以个每千克(个/kg)表示, 保留整数。

采用磁力棒吸附粒子之前, 应避免粒子带有静电, 影响吸附结果。

7 检验规则

7.1 检验分类与检验项目

7.1.1 检验分类

聚苯醚（PPE）再生塑料产品的检验分为出厂检验和型式检验两类。

7.1.2 检验项目

7.1.2.1 出厂检验

聚苯醚（PPE）再生塑料出厂检验至少应包括：

- a) 颗粒外观；
- b) 灰分；
- c) 密度；
- d) 熔体质量流动速率；
- e) 拉伸强度；
- f) 弯曲强度；
- g) 磁性粒子数量

7.1.2.2 型式检验

第5章中所有的项目为型式检验项目。

当有下列情况时应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定时；
- b) 正式生产后，若原材料或工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品装置检修，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 首次进口产品或连续生产 12 个月时；
- f) 其他需要进行型式检验的情况。

7.2 组批规则与抽样方案

7.2.1 组批规则

聚苯醚（PPE）再生塑料由同一生产线上、相同原料、相同工艺所生产的同一牌号的产品组批，生产厂也可按一定生产周期或储存料仓为一批对产品进行组批。

产品以批为单位进行检验和验收。

注1：批有申报批、生产批、检验批等，

注2：进口再生塑料一般以申报的“产品批号”组批，同一批号为一批，或按其他规定的方法组批。

7.2.2 抽样方案

聚苯醚（PPE）再生塑料可在料仓的取样口抽样，也可根据生产周期等实际情况确定具体的抽样方案。包装后产品的取样应按GB/T 2547的规定进行。

7.3 判定规则和复验规则

7.3.1 判定规则

聚苯醚（PPE）再生塑料按照第6章的规定进行检验，依据检验结果和第5章的要求做出质量判定，并提出证明。

7.3.2 复验规则

若某项指标不符合本文件要求时，可重新自该批产品中以双倍采样单元数采样对该项目进行复验。以复验结果作为该批产品的质量判定依据。

8 标志和随行文件

聚苯醚（PPE）再生塑料的外包装袋上应有明显的标志。标志内容可包括：商标、生产企业名称、生产厂地址、本文件编号、产品名称、牌号、批号（含生产日期）和净含量等。应在明显处标志：“再生塑料”或“REC”字样。

产品出厂时，每批产品应附有产品质量检验合格证。合格证上应注明产品名称、牌号、批号、执行标准（本文件编号），并盖有质检专用章。

9 包装、运输及贮存

9.1 包装

聚苯醚（PPE）再生塑料可用重包装袋、聚丙烯复合编织袋包装或其他包装形式。包装材料应保证在运输、码放、贮存时不污染和漏料。

每袋产品净含量可为25kg或其他。

9.2 运输

聚苯醚（PPE）再生塑料为非危险品。在运输和装卸过程中不应使用铁钩等锐利工具，不应抛掷。运输工具应保持清洁、干燥，并备有厢棚或苫布。运输时不应与沙土、碎金属、煤炭及玻璃等混装，不应与有毒及腐蚀性或易燃物混装；不应暴晒或雨淋。

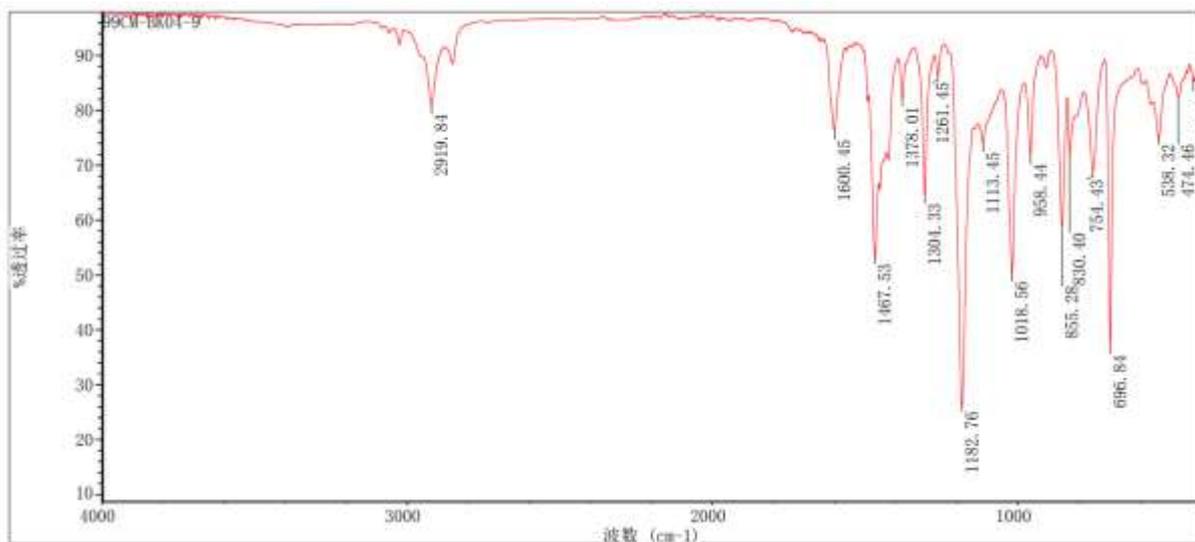
9.3 贮存

改性聚苯醚（PPE）再生塑料应贮存在通风、干燥、清洁并保持有良好消防设施的仓库内。贮存时，应远离热源，并防止阳光直接照射，不应在露天堆放。

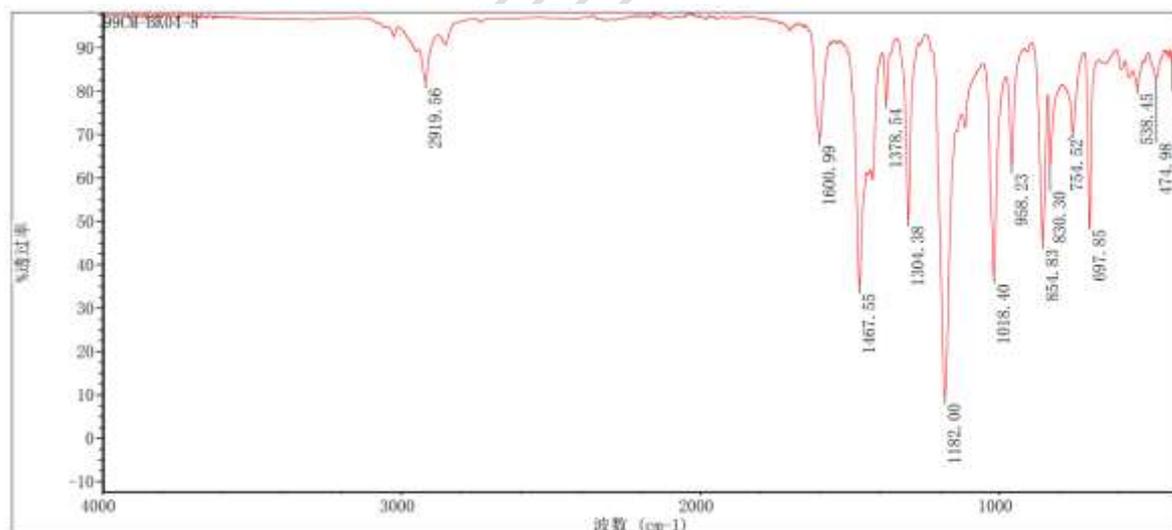
改性聚苯醚（PPE）再生塑料应有贮存期的规定，一般从生产之日起，不超过12个月。

附录 A
(资料性)
聚苯醚红外光谱图

聚苯醚/高抗冲聚苯乙烯原生料[PPE(60)+HIPS(40)]和[PPE(80)+HIPS(20)]的典型红外光谱图分别如图A.1和A.2所示。



A.1 聚苯醚/高抗冲聚苯乙烯原生料[PPE(60)+HIPS(40)]的红外光谱图



A.2 聚苯醚/高抗冲聚苯乙烯原生料[PPE(80)+HIPS(20)]的红外光谱图

使用傅里叶变换红外光谱(FTIR)对PPE+HIPS合金进行定性分析:配制不同质量比的PPE+HIPS合金,基于PPE 1240 cm^{-1} (C-O-C)和HIPS 700 cm^{-1} (苯环)特征峰,通过标准曲线法(峰面积比vs比例)测定组分,需基线校正并验证线性($R \geq 0.99$)。

1. PPE(聚苯醚)的特征峰

1240 cm^{-1} 和 1180 cm^{-1}

归属：醚键（C-O-C）的反对称和对称伸缩振动，是PPE的独有特征峰，直接反映其分子链中的芳香醚结构。

1020 cm^{-1} 附近

归属：苯环邻位取代的C-H面内弯曲振动，与PPE的苯环取代模式相关。

2. HIPS（高抗冲聚苯乙烯）的特征峰

700 cm^{-1} 和 760 cm^{-1}

归属：单取代苯环的C-H面外弯曲振动（聚苯乙烯的典型峰），对应HIPS中苯乙烯单元的振动模式。

1490 cm^{-1} 和 1600 cm^{-1}

归属：苯环骨架的C=C伸缩振动，为HIPS和PPE共有的苯环特征峰，但HIPS中强度更高。

3000–3100 cm^{-1} 区域

归属：芳香族C-H伸缩振动（苯环上的C-H），属于PPE和HIPS共有的特征。

3.

关键区分峰：

PPE：以1240 cm^{-1} （醚键）为核心标志。

HIPS：以700 cm^{-1} （单取代苯环）为明确特征。

重叠区域：

1600 cm^{-1} 附近可能因苯环骨架振动重叠，需结合其他峰辅助判断。

次要峰补充：

2850–2950 cm^{-1} 的弱峰可能为脂肪族C-H（HIPS中橡胶相或添加剂），但非主要特征。

附录 B

(资料性)

聚苯醚 (PPE) 再生塑料的其他性能

聚苯醚 (PPE) 再生塑料的其他性能见表 B.1。

表 B.1 聚苯醚 (PPE) 再生塑料的其他性能

序号	项目	试验方法
1.	拉伸断裂标称应变/ %	GB/T 1040.2
2.	弯曲模量/(MPa)	GB/T 9341
3.	简支梁缺口冲击强度/(kJ/m ²)	GB/T 1043.1

参 考 文 献

- [1] GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则
- [2] GB/T 1043.1 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分：非仪器化冲击试验

征求意见稿