



中华人民共和国国家标准

GB/T 1632.5—2008

塑料 使用毛细管黏度计测定聚合物 稀溶液黏度 第5部分：热塑性均聚和共聚型聚酯(TP)

Plastics—Determination of the viscosity of polymers
in dilute solution using capillary viscometers—
Part 5: Thermoplastic polyester (TP) homopolymers and copolymers

(ISO 1628-5:1998, MOD)

2008-08-24 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 1632《塑料 使用毛细管黏度计测定聚合物稀溶液黏度》分为如下几个部分：

- 第1部分：通则
- 第2部分：聚氯乙烯树脂
- 第3部分：聚乙烯和聚丙烯
- 第4部分：聚碳酸酯模塑和挤出材料
- 第5部分：热塑性均聚和共聚型聚酯(TP)
- 第6部分：甲基丙烯酸甲酯聚合物

本部分为 GB/T 1632 的第 5 部分。

本部分修改采用 ISO 1628-5:1998《塑料——使用毛细管黏度计测定聚合物稀溶液黏度——第 5 部分：热塑性均聚和共聚型聚酯(TP)》(英文版)。

本部分根据 ISO 1628-5:1998 重新起草。在附录 A 中列出了本部分章条编号与 ISO 1628-5:1998 章条编号的对照一览表。在附录 B 中给出了这些技术性差异及其原因的一览表以供参考。

本部分的附录 C 为规范性附录,附录 A、附录 B、附录 D 为资料性附录。

本部分由中国石油化工股份有限公司提出。

本部分由全国塑料标准化技术委员会石化塑料树脂产品分会(SAC/TC 15/SC 1)归口。

本部分起草单位:中国石化北京燕山分公司研究院。

本部分主要起草人:王超先、黄铃、王燕来、王旭辉、姜涛、蔡春飞。

本部分为首次发布。

塑料 使用毛细管黏度计测定聚合物 稀溶液黏度

第 5 部分:热塑性均聚和共聚型聚酯(TP)

1 范围

本部分规定了在某些特定溶剂中热塑性聚酯(TP)稀溶液黏数(也用“比浓黏度”表示)的测定方法。

本部分适用于聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚对苯二甲酸环己烯二亚甲基醇酯(PCT)和聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN),以及 ISO 7792-1:1997 中规定的聚酯共聚物和其他聚酯,它们在规定的条件下能溶于某一种规定的溶剂。

黏数的测定按照 GB/T 1632.1—2008 中规定的通用方法测定,并遵照本部分规定的试验条件。

测定热塑性聚酯的黏数提供了一种用于测定聚合物相对分子质量的方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 1632.1—2008 塑料 使用毛细管黏度计测定聚合物稀溶液黏度 第 1 部分:通则 (ISO 1628-1:1998, IDT)

GB/T 6379.2—2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第 2 部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法

GB/T 8170—1987 数值修约规则

GB/T 9345.2—2008 塑料 灰分的测定 第 2 部分:聚对苯二甲酸烷撑酯 (ISO 3451-2:1998, IDT)

ISO 3105:1994 玻璃毛细管运动黏度计的规格和操作规程

ISO 7792-1:1997 塑料 热塑性聚酯(TP)模塑和挤出材料 第 1 部分:命名系统和分类基础

3 原理

按常规的方法测定 25 °C 的溶剂和浓度为 0.005 g/mL 试样溶液的流出时间,根据测量的流出时间和已知的溶液浓度计算黏数。在本方法中,密度差异和动能修正值很小,不予考虑。

4 溶剂

除非另有说明,在分析中仅使用确认为分析纯的试剂,试剂应放在具塞棕色玻璃瓶中避光保存。

警告——使用的溶剂具有毒性。避免接触皮肤和吸入其蒸气。

4.1 溶剂的种类

饱和聚酯的黏数与所用的溶剂有关,本部分规定了六种不同的溶剂。

每天至少要测量一次所用溶剂的流出时间(见 8.3)。如果溶剂的流出时间超出最初配制初始值的 1%,则应废弃并配制新的溶剂。

4.1.1 苯酚/1,2-二氯苯

称取 1 份质量的苯酚并将其溶解于 1 份质量的 1,2-二氯苯中。称量至少精确到 1%。

4.1.2 苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷

称取 6 份质量的苯酚并将其溶解于 4 份质量的 1,1,2,2-四氯乙烷中,或称取 1 份质量的苯酚并将其溶解于 1 份质量的 1,1,2,2-四氯乙烷。称量至少精确到 1%。苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷溶剂的配制和贮存见附录 C。

4.1.3 邻氯酚

4.1.4 间甲酚

应符合下列规格:

- 外观:透明无色;
- 间甲酚含量的质量分数:不小于 99%;
- 邻甲酚含量的质量分数:不大于 0.3%;
- 水含量的质量分数:不大于 0.1%。

注:用气相色谱法检验溶剂的纯度。可用化学纯的间甲酚减压蒸馏制备符合要求的溶剂,此操作在氮气保护下进行,以防溶剂发生氧化。

4.1.5 二氯乙酸

4.1.6 苯酚/2,4,6-三氯苯酚

称取 6 份质量的苯酚并将其溶解于 4 份质量的 2,4,6-三氯苯酚。

注:可用化学纯的 2,4,6-三氯苯酚蒸馏制备分析纯的 2,4,6-三氯苯酚。

4.2 溶剂的选择

4.2.1 PET 使用下列溶剂:

- 苯酚/1,2-二氯苯(50/50);
- 苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50 或 60/40);
- 邻氯酚;
- 二氯乙酸。

注:使用以上四种溶剂所得的黏数的换算公式参见附录 A.3.1。

4.2.2 PBT 和相应的共聚聚酯使用下列溶剂:

- 苯酚/1,2-二氯苯(50/50);
- 苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50 或 60/40);
- 邻氯酚;
- 二氯乙酸;
- 间甲酚。

注:使用以上五种溶剂所得的黏数的换算公式参见附录 A.3.2。

4.2.3 PCT 使用的溶剂:

苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40);

4.2.4 PEN 使用的溶剂:

无定型 PEN 的溶剂为:苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40)。

结晶 PEN 的溶剂为:苯酚/2,4,6-三氯苯酚(60/40)。

4.2.5 其他热塑性均聚和共聚聚酯使用的溶剂:

推荐使用间甲酚。

5 仪器

5.1 粉碎机,可将试样粉碎成粒径(0.5~0.6)mm 颗粒。

5.2 容量瓶,带磨口玻璃塞,容量 25 mL。

5.3 锥形瓶,带磨口玻璃塞,容量 50 mL。

- 5.4 滴定管,50 mL,分度值为0.1 mL。或达到同等精度要求的移液器具。
- 5.5 蒸汽浴或其他装置,能使锥形瓶内的溶液加热到(90~100)℃。
- 5.6 油浴或其他装置,能使锥形瓶内的溶液加热到(135~140)℃。
- 5.7 磁力搅拌器,或能连续搅拌具塞锥形瓶中溶液的其他装置。
- 5.8 恒温浴,能控制温度在(25±0.05)℃。
- 5.9 黏度计,符合ISO 3105标准规定的悬液式乌氏黏度计,型号为1B、1C或2。也可使用ISO 3105标准中列出的其他类型黏度计,应保证其测定结果与上述规定的乌氏黏度计的测定结果相等。有争议时,应使用乌氏黏度计。
- 5.10 不锈钢滤网,标称孔径为(63~90)μm,或微孔直径为(40~100)μm的玻璃砂芯漏斗。
- 5.11 分析天平,最小分度值为0.1 mg。
- 5.12 计时器,计时精度为0.1 s。
- 5.13 真空干燥箱,真空条件下温度能控制在120℃。

6 试样

6.1 试样应能代表待测的材料。如果试样中无机物或其他添加剂的含量超过其质量分数0.5%时,在制备溶液时,它们的含量应分别计算。

6.1.1 无机物含量测定

如果试样中含有无机材料,如填料或玻璃纤维,应按GB/T 9345.2—2008测定其含量。

6.1.2 其他添加剂含量的测定

如果试样中含有如聚烯烃或阻燃剂类的添加剂,则应以适当的方法测定。

注:如果聚酯是由多种成分组成的混合物(阻燃剂、填料、抗氧化剂、冲击改性剂等),要分析聚酯的精确含量。

6.2 将试样剪碎,不易剪碎的高结晶的PET试样如增黏聚酯,将其放在粉碎机(5.1)中粉碎。

6.3 为避免残余水引起试样水解使黏数降低,则需将试样放在120℃真空干燥箱中干燥3 h。

7 溶液的制备

7.1 方法A

7.1.1 在分析天平上(5.11)称取一份试样,质量为($m_1 \pm 0.010$)g,精确到0.1 mg。

$$m_1 = \frac{0.125}{1 - (w_i + w_o)} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

m_1 ——试样质量,单位为克(g);

w_i ——按6.1.1测得的试样中无机物的含量,以质量分数计(%);

w_o ——按6.1.2测得的试样中其他添加剂的含量,以质量分数计(%);

仅当 w_i 或 w_o 的含量的质量分数分别超过0.5%,才需要对 m_1 进行修正。

7.1.2 将试样转移至容量瓶(5.2)中,加入(15~20)mL溶剂,盖上瓶塞置于蒸汽浴(5.5)或油浴(5.6)中加热。

7.1.3 试样的溶解

试样溶液在(90~100)℃的蒸汽浴(5.5)内加热,偶尔搅拌溶液直至聚合物完全溶解,溶样时间不超过60 min。如使用磁力搅拌器(5.7)连续搅拌溶液,可以加快试样的溶解速度。用苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50)溶剂,使用磁力搅拌器(5.7)溶样,推荐溶样时间为20 min。

高结晶的PET试样在(135~140)℃的油浴(5.6)内加热,连续搅拌使之溶解,为避免聚合物降解,加热时间不能超过30 min。用苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40)溶剂,使用磁力搅拌器溶样,推荐溶样时间为20 min。

7.1.4 样品完全溶解后取出容量瓶,冷却至(25±2)℃,用同温度的补偿溶剂定容到 25 mL,充分混合均匀。

若在溶解时使用了磁力搅拌器,应先把搅拌棒从溶液中取出,并用补偿溶剂冲洗,保证所有的清洗溶剂进入容量瓶。

7.1.5 聚合物在溶液中的浓度按公式(2)计算,该浓度值将用于计算黏数。

$$\rho_c = 0.04[1 - (w_i + w_o)]m_1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

ρ_c ——聚合物溶液的质量浓度,单位为克每毫升(g/mL);

m_1, w_i, w_o ——与公式(1)中意义相同。

注:通常,聚合物溶液浓度与 0.005 g/mL 会有微小的差异,这对黏数的影响可以忽略,因为在所述的范围内,可认为黏度的相对增量与浓度有线性关系。

7.2 方法 B

7.2.1 在分析天平上(5.11)称取一份试样 m_2 ,质量为(0.10~0.15)g,精确至 0.1 mg。

7.2.2 把试样移入锥形瓶(5.3),用滴定管(5.4)加入温度为(25±2)℃体积等于公式(3)的溶剂,精确到 0.1 mL。

$$V = 200[1 - (w_i + w_o)]m_2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

V ——溶剂体积,单位为毫升(mL);

m_2 ——试样质量,单位为克(g);

w_i, w_o ——与公式(1)中意义相同。

仅当 w_i 或 w_o 的质量分数分别超过 0.5%,才需要进行校正。

7.2.3 将锥形瓶加塞后,按 7.1.3 溶解试样,溶解后冷却至室温。

8 试验步骤

8.1 选择黏度计

苯酚/1,2-二氯苯、苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷、邻氯酚、苯酚/2,4,6-三氯苯酚,用 ISO 3105:1994 中表 B.4 的 1C 号黏度计。

间甲酚,用 ISO 3105:1994 表 B.4 的 2 号黏度计。

二氯乙酸,用 ISO 3105:1994 表 B.4 的 1B 号黏度计。

8.2 试验准备

8.2.1 将经不锈钢滤网或玻璃砂芯漏斗(5.10)过滤后的溶剂或溶液充入(8.1)规定的黏度计中,溶剂或溶液的液面应在储液标线之间。

8.2.2 将黏度计垂直置于恒温浴(5.8)中,黏度计的上刻度线要低于恒温浴液表面至少 30 mm。黏度计应在恒温浴中静置不少于 15 min,以使之达到(25±0.05)℃的温度。

8.3 测定溶剂的流出时间

重复测量待测溶剂的流出时间,直至两次连续流出时间之差在 0.25%之内,取两次流出时间的算术平均值作为溶剂的流出时间 t_0 。对于每组测试,只测量一次溶剂平均流出时间即可。

对使用中的溶剂,每天至少要测定一次平均流出时间,若连续两次测定的平均流出时间之差大于 0.4 s,应清洗黏度计。

8.4 测定溶液的流出时间

使用测量试样溶剂时所用的黏度计和方法,重复测量待测溶液的平均流出时间 t 。

9 结果计算

热塑性均聚和共聚聚酯溶液的黏数用 I 表示,按公式(4)计算,单位为 mL/g。

$$I = \frac{t - t_0}{t_0 \rho_c} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

t ——溶液流出时间,单位为秒(s);

t_0 ——溶剂流出时间,单位为秒(s);

ρ_c ——聚合物溶液质量浓度,单位为克每毫升(g/mL)。

用方法 A 制备溶液时,按 7.1.5 计算浓度 ρ_c 。用方法 B 制备溶液时,浓度 ρ_c 等于 0.005 g/mL。

对于每个试样的黏数,至少进行两次测定。每次都需制备新溶液,直至两次连续测量值之差不大于 3%。取两次平行测定的算术平均值作为试验结果,并按 GB/T 8170—1987 规定修约到三位有效数字。

10 精密度

本部分给出了 4 种不同热塑性聚酯材料在多个实验室测定的精密度,见表 1,每种材料进行 2 组重复试验。

注:本方法的精密度按 GB/T 6379.2—2004 进行计算,用 r 和 R 表征。表 1 中的数据只是有限的试验结果,并不能覆盖所有材料、批号及实验室,因此,严格地说,不能将其视为判别接受或拒收的依据。

表 1 部分热塑性聚酯材料黏数试验的精密度

材料编号	材料	实验室数	溶 剂	黏数平均值 m	s_r	s_R	r	R
1#	PET	11	苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50)	75.5	0.17	0.42	0.49	1.18
2#	PET	11	苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40)	97.3	0.18	1.70	0.52	4.80
3#	PET ^a	9	苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50)	75.8	0.15	0.54	0.43	1.54
4#	PBT	9	苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40)	115	0.47	1.39	1.33	3.93
注 1: s_r = 试验室内平均值的标准偏差。								
注 2: s_R = 试验室间平均值的标准偏差。								
注 3: 重现性限 $r = 2.83 \times s_r$ 。								
注 4: 再现性限 $R = 2.83 \times s_R$ 。								
^a 灰分的质量分数为 2.54%。								

11 试验报告

试验报告应包括以下各项:

- 注明引用 GB/T 1632 的本部分;
- 试验样品的完整标识;
- 若试样中添加剂(见 6.1.2)的质量分数大于 0.5%,应阐明测定添加剂所使用的方法;
- 如果使用的黏度计与 ISO 3105 规定的乌氏黏度计不同,则说明所用黏度计的详细情况;
- 所得到的黏数;
- 所使用的溶剂;
- 试验日期。

附录 A
(资料性附录)

本部分章条编号与 ISO 1628-5:1998 章条编号对照

表 A.1 中给出了本部分章条编号与 ISO 1628-5:1998 章条编号对照一览表。

表 A.1 本部分章条编号与 ISO 1628-5:1998 章条编号对照

本部分章条编号	对应的国际标准章条编号
1	1
2	2
3	3
4.1	4
4.2	6.1
5	5
6.1	6.2
6.2	6.4.1 中第 14 行至 17 行
6.3	6.3
7	6.4
7.1	6.4.1
7.2	6.4.2
8	7
8.1	7.1 中第 1 段
8.2.1	7.1 中第 2 段
8.2.2	7.1 中第 3 段
8.3	7.2 中第 2 段
8.4	7.2 中第 1 段
9	8
10	无
11	9
附录 A	无
附录 B	无
附录 C	无
附录 D	附录 A

附 录 B
(资料性附录)

本部分与 ISO 1628-5:1998 技术差异及其原因

表 B.1 中给出了本部分与 ISO 1628-5:1998 技术差异及其原因的一览表。

表 B.1 本部分与 ISO 1628-5:1998 技术差异及其原因

部分章节编号	技术性差异	原 因
5.1	“大约 0.5 mm 左右”修改为“(0.5~0.6)mm”	增加标准的准确性和可操作性
5.2	“容量 100 mL”修改为“容量 25 mL”	制备 100 mL 溶液不易于试样溶解时的温度控制,同时溶剂量浪费过多,不利于环保
5.3	“容量 150 mL”修改为“容量 50 mL”	
5.4	增加“或达到同等精度要求的移液器具”	增加可操作性
6.1.2	删除“这可以通过对聚酯水解后再进行单体分析来实现”	无操作细节,没有注释意义
6.2	增加“将试样剪碎”	增加可操作性
7.1.1	$m_1 = \frac{0.125}{1 - (w_1 + w_2)}$	溶液体积更改为 25 mL,为保证溶液浓度为 0.005 g/mL,公式参数改变
7.1.5	$\rho_c = 0.04[1 - (w_1 + w_2)]m_1$	溶液体积更改为 25 mL,为保证溶液浓度为 0.005 g/mL,公式参数改变
7.1.3	增加“用苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50)溶剂,使用磁力搅拌器溶样,推荐溶样时间为 20 min”	原文没有溶样时间要求,增加可操作性和规范性
7.2.1	“称取一份试样 m_2 ,质量为(0.10~0.15)g,精确至 0.1 mg。”	与方法 A 的称量精度保持一致
9	“修约到整数”修改为“修约到三位有效数字”	原精度不够,三位有效数字能和试验精度相符
11	增加“f)所使用的溶剂;”	不同溶剂的黏数结果不相同

附录 C
(规范性附录)

苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷溶剂的配制和贮存

C.1 仪器

C.1.1 密度计:密度范围(1.200~1.300)g/cm³。

C.1.2 热水浴:能控制温度在 60 °C 左右。

C.2 溶剂的配制

C.2.1 将装有苯酚的试剂瓶放入热水浴(C.1.2)中使苯酚熔化。

C.2.2 擦干苯酚试剂瓶外的水,然后将苯酚和 1,1,2,2-四氯乙烷按 50/50 或 60/40 的质量比称量(精确至 1%)后装入另一试剂瓶中,振摇至充分混匀。

C.2.3 将配制好的溶剂通过不锈钢滤网(5.10)过滤到带塞棕色玻璃瓶中,静止 24 h。

C.2.4 在(25±0.05)°C 的恒温浴(5.8)中用密度计(C.1.1)测定配制好的溶剂的密度。溶剂的密度应符合:苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50),密度为(1.280±0.003)g/cm³;苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40),密度为(1.235±0.003)g/cm³。

C.3 溶剂的贮存

C.3.1 溶剂配制后储存在棕色瓶中,避光放置 24 h 后备用。

C.3.2 为避免苯酚结晶析出,溶剂贮存的环境温度不低于 20 °C,每次使用前需混合均匀。

C.3.3 对使用中的溶剂,每天至少要按(8.3)测定一次平均流出时间。如果溶剂的流出时间超出最初配制初始值的 1%,则应废弃并配制新的溶剂。

附录 D

(资料性附录)

循环试验(Round-robin testing)

D.1 概要

为验证 PET 和 PBT 在不同溶剂中黏数的换算关系,1991 年~1992 年在 9 个试验室进行了循环试验,其中日本 6 个试验室,德国 1 个试验室,法国 1 个试验室,美国 1 个试验室。

注:该附录引自 ISO 1628-5:1998 中附录 A,循环试验所用溶液的体积为 100 mL。

D.2 重复性和再现性

黏数测定的重复性和再现性依赖于所使用的溶剂。试验结果见表 A.1。

表 A.1 PET 和 PBT 在不同溶剂中黏数的重复性和再现性

溶 剂	重复性/%		再现性/%	
	PET	PBT	PET	PBT
苯酚/1,2-二氯苯(50:50)	1.2	0.9	3.2	1.5
苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60:40)	1.1	0.8	—	—
苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50:50)	0.6	1.3	—	—
邻氯酚	2.0	1.5	2.0	3.4
间甲酚	—	1.2	—	3.4
二氯乙酸	1.0	1.8	7.3	5.4

D.3 不同溶剂中黏数的换算

在不同溶剂中测定的黏数之间的关系如下:

D.3.1 PET 黏数的换算

PET 在苯酚/1,2-二氯苯(50/50),苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50,60/40),邻氯酚,二氯乙酸溶剂中所测定的黏数的关系曲线见图 A.1。

从图 A.1 可以得出线性关系,用下列方程表示:

- a) 苯酚/1,2-二氯苯(50/50)和苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50)

$$Y=1.07X-2.00$$

- b) 苯酚/1,2-二氯苯(50/50)和苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40)

$$Y=0.83X+11.07$$

- c) 苯酚/1,2-二氯苯(50/50)和邻氯酚

$$Y=0.82X+8.4$$

- d) 苯酚/1,2-二氯苯(50/50)和二氯乙酸

$$Y=0.83X+15.00$$

其中:Y 为用对应溶剂测定的黏数,X 为用苯酚/1,2-二氯苯(50/50)测定的黏数。

D.3.2 PBT 黏数的换算

PBT 在间甲酚,苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50,60/40),邻氯酚,二氯乙酸溶剂中所测黏数的关系曲线见图 A.2。

从图可以得出下列方程:

- a) 间甲酚和苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50)

$$Y=1.43X-8.00$$

b) 间甲酚和苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40)

$$Y=1.75X-51.13$$

c) 间甲酚和邻氯酚

$$Y=1.18X-3.70$$

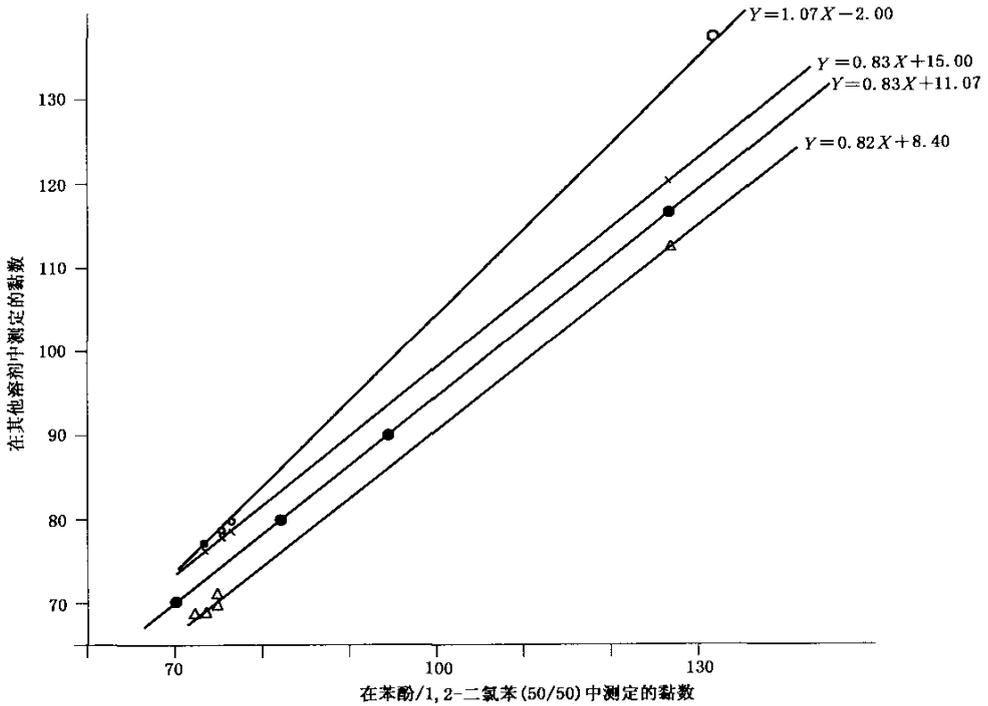
d) 间甲酚和二氯乙酸

$$Y=1.43X-10.50$$

e) 间甲酚和苯酚/1,2-二氯苯(50/50)

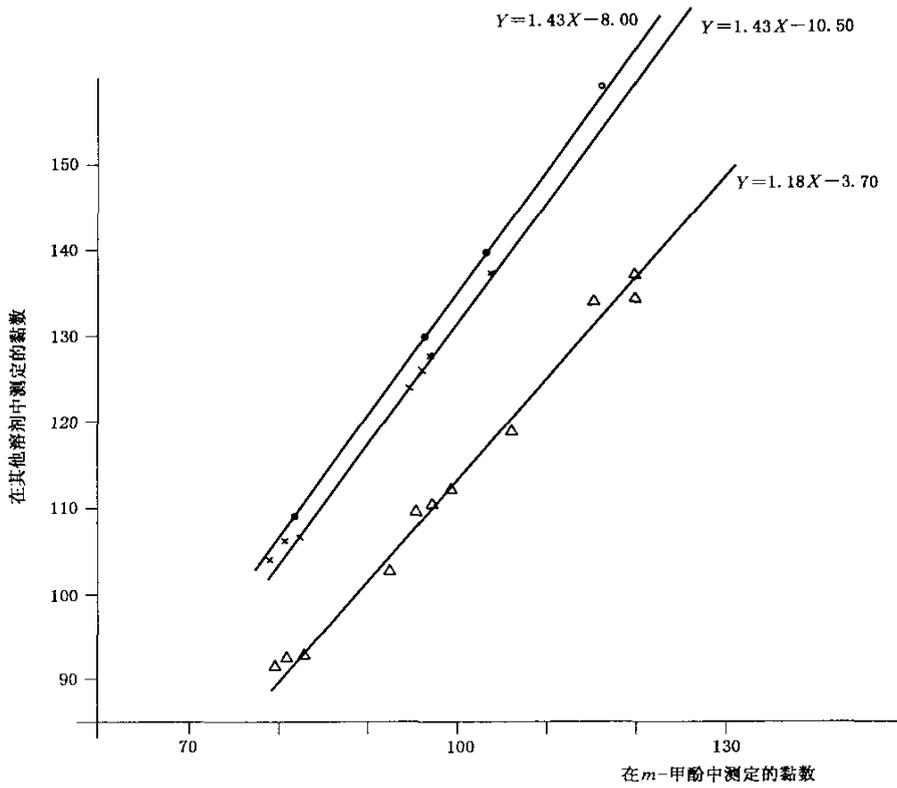
$$Y=1.34X-1.28$$

其中：Y 为用对应溶剂测定的黏数，X 为用间甲酚测定的黏数。



- 苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(60/40)；
- 苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50)；
- × 二氯乙酸；
- △ o-氯酚。

图 D.1 PET 在苯酚/1,2-二氯苯(50/50)测定的黏数与在其他溶剂中测定的黏数的关系



- 苯酚/1,1,2,2-四氯乙烷(50/50);
- × 二氯乙酸;
- △ *o*-氯酚。

图 D.2 PBT 在 *m*-甲酚测定的黏数与在其他溶剂中测定的黏数的关系