

## 聚合物溶液粘度的测定

### 一. 实验目的

1. 了解旋转粘度计的构造
2. 了解流体粘度的测定原理。
3. 掌握流体粘度的测定方法。

### 二. 实验原理

同轴圆筒粘度计又称 Epprecht 粘度计，是测量低粘度流体粘度的一种基本仪器。其原理示意图如图 9—1 所示。

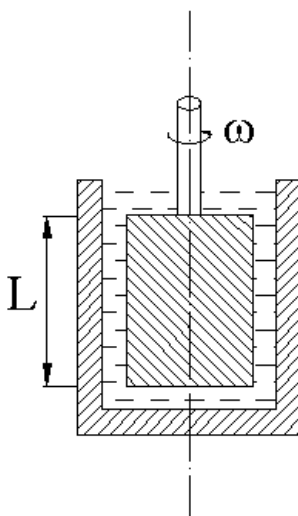


图 9—1 旋转粘度计的简单示意图

仪器的主要部分由一个圆筒形的容器（外筒）和一个圆筒形的转子（内筒）组成，待测液体装入圆筒形的容器内，半径为  $R_1$  的内筒由弹簧钢丝悬挂，并以角速度  $\omega$  匀速旋转，如果内筒浸入待测液体部分的深度为  $L$ ，则待测液体的粘度可用下式计算：

$$\eta = \frac{M}{4\pi L \omega} \left( \frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right) \quad (9-1)$$

其中， $R_1$  和  $R_2$  分别为内筒的外径及外筒的内径。 $M$  为内筒受到液体的粘滞阻力而产生的扭矩。这样，通过内筒角速度和扭矩的测定，就可以通过粘度计的几何尺寸计算出液体的粘度。

### 三. 仪器和试剂

#### 1. NDJ-79 旋转式粘度计（上海安得仪器设备有限公司）

本仪器的主要构造和配件如图 9—2 所示。



- |               |              |                   |                     |
|---------------|--------------|-------------------|---------------------|
| 1 温度计支架       | 5 主机         | 9 转子              | II 组转子：1、10、100     |
|               |              |                   | III 组转子：01、02、04、05 |
| 2 温度计         | 6 避震器拖架      | 10 电源开关           |                     |
| 3 第 III 组测量容器 | 7 第 II 组测量容器 | 11 变速器：1:10、1:100 |                     |
| 4 调零螺钉        | 8 托架         | 12 测定器螺母          |                     |

图 9—2 NDJ—79 型旋转粘度计的构造及配件

本仪器共有两组测量器，每组包括一个测定容器（3 或 7）和几个测定转子（9 所示系列）配合，其有关数据见表 9-1。测定时可根据被测液体的大致粘度范围选择适当的测定容器及转子；为取得较高的测试精度，读数最好大于 30 分度而不得小于 20 分度，否则，应该变换转子或测试容器。

指针（5）指示之读数乘以转子系数即为测得的粘度（单位为  $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ），即：

$$\eta = K \cdot a \quad (9-2)$$

式中： $\eta$ 为待测液体的粘度； $K$ 为系数； $a$ 为指针指示的读数（偏转角度）。

第二测定组用以测定较高粘度的液体，配有三个标准转子（呈圆筒状，各自的因子为1、10和100），当粘度大于10000 mPa•s时，可配用减速器，以测得更高的粘度。1:10的减速器，转子转速为75转/分，1:100的减速器为7.5转/分，最大量程分别为100000 mPa•s和1000000 mPa•s。

第三测定组用来测量低粘度液体，量程为1~50 mPa•s，共有四个转子（呈圆筒形），供测定各种粘度时选用，四个转子各自的因子为0.1、0.2、0.4、0.5。

表 9—1 各测定组及转子所对应的参数

测定组号	因子	转速 (转/分)	量程范围	系数 (每一刻度值)	所需试样量 (ml)
II	1	750	$10^1 \sim 10^2$	1	15
	10		$10^2 \sim 10^3$	10	
	100		$10^3 \sim 10^4$	100	
	F10×100	75	$10^4 \sim 10^5$	1000	
	F100×100	7.5	$10^5 \sim 10^6$	10000	
III	0.1	750	1~10	0.1	70
	0.2		2~20	0.2	
	0.4		4~40	0.4	
	0.5		5~50	0.5	

## 2. 试剂和样品

蒸馏水，浓度分别为1%、5%、10%（重量百分比）的聚乙烯醇水溶液。

## 四. 准备工作

1. 松开滚花螺栓，将黄色避震器脱架（6）取下。
2. 松开测定器螺母，将测定器 II（7）从脱架取下。

3. 接通电源：工作电压为 $\sim 220 \pm 10\%$ ，50Hz。
4. 连轴器安装：连轴器是一左旋滚花带勾的螺母，固定于电机同轴的端部。拆装时用专用插杆插入胶木圆盘上的小孔卡住电机轴。（使用减速器时测定组则配有短小勾，用于转子悬挂）。
5. 零点调整：开启电机，使其空转，反复调节调零螺钉，使指针指到零点。  
（为了节约时间，以上准备工作可由指导教师事先做好）

## 五. 实验步骤

### 1. 蒸馏水粘度的测定

将蒸馏水缓缓地注入第 III 测试容器中，使液面与测试容器锥形面下部边缘齐平，将转子全部浸入液体，测试容器放在仪器的脱架上，同时把转子悬挂在仪器的连轴器上，此时转子应全部浸没于液体中，开启电机，转子旋转可能伴有晃动，此时可前后左右移动脱架上的测试容器，使与转子同心从而使指针稳定即可读数。

### 2. 1%聚乙烯醇溶液粘度的测定

将 1%的聚乙烯醇溶液缓缓注入第 II 测试容器中，按上述步骤读出指针读数。

### 3. 5%聚乙烯醇溶液粘度的测定

将 1:10 的减速器安装在电机轴上，按上述步骤读出指针读数。

### 4. 10%聚乙烯醇溶液粘度得测定

将 1: 100 的减速器安装在电机轴上，按上述步骤读出指针读数。

## 六. 数据处理

根据记录的指针读数，乘以相应的转子系数，计算出蒸馏水和聚乙烯醇溶液的粘度，当使用减速器时，还应该乘以减速器的减速倍率。

## 聚合物溶液粘度的测定



指导教师签字: \_\_\_\_\_ 评 分: \_\_\_\_\_

样品: \_\_\_\_\_ 溶剂: \_\_\_\_\_ 实验温度: \_\_\_\_\_

样品	读数			系数 (K)	减速器 倍率	粘度 (mPa.s)
	最大值	最小值	平均值			
蒸馏水						
1%PVA 溶液						
5%PVA 溶液						
10%PVA 溶液						

根据记录的最大值和最小值，分别计算出相应的平均值；然后乘上相应的转子系数及减速器的倍率，用式 9-2 计算出各样品的粘度。并将数值填写在下表中。

样品	读数（平均值）	系数（K）	减速器倍率	粘度（mPa.s）
蒸馏水				
1%PVA 溶液				

5%PVA 溶液				
10%PVA 溶液				

### 三. 回答问题及讨论

1. 为什么聚合物溶液的粘度要远远大于相应溶剂的粘度？

2. 溶液的浓度如何影响溶液的粘度？

3. 旋转粘度计适合测定什么流体的粘度，为什么？