

# [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 00267764.4

[45] 授权公告日 2001 年 10 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 2456155Y

[22] 申请日 2000.12.27

[73] 专利权人 中国科学院长春应用化学研究所  
地址 130021 吉林省长春市人民大街 159 号

[72] 设计人 张兆膜

[21] 申请号 00267764.4

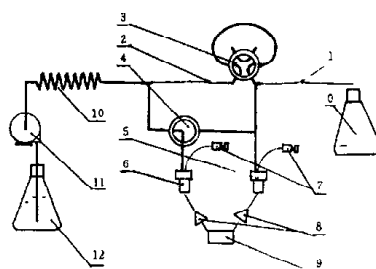
[74] 专利代理机构 中国科学院长春专利事务所  
代理人 曹桂珍

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 1 页

[54] 实用新型名称 比粘式细管粘度计

[57] 摘要

本实用新型属于比粘式细管粘度计的设计。跟 Abbott 的粘度计相同之处都是采用两条测量管串联方式，不同之处是所用的传感器是单腔压力传感器，每个传感器的压力腔仅用一个三通跟测量管的进液端相连接，两个压力传感器的连接管路之间接入一个换向阀。在校准时借助该换向阀把两个压力传感器并联到一条测量管的进液端，而在测量时则分别联到两条测量管的进液端。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种比粘式细管粘度计，其特征在于样品液引入器 3 的出液口接三通并分别跟细管 1 和压力传感器 5 相连接，3 的进液口与细管 2 连接，2 的另一端接三通并分别与平衡器 10 和换向阀 4 的一个切换口相连接，4 的固定口接压力传感器 6，4 的另一切换口接三通与压力传感器 5 的管道连接，传感器 5 和 6 的电讯号用电缆分别输入到两个电子放大器 8 上，在传感器 5、6 接出放气阀 7，经放大器的电讯号同时输入到除法器 9 上，平衡器 10 的另一端与输液泵 11 的出液口连接，输液泵 11 的进液管插入到贮液槽 12 的液体中。

# 说 明 书

---

## 比粘式细管粘度计

本实用新型属于比粘式细管粘度计的设计。

细管式粘度计依据的原理是泊松(poiseuille)粘度定律：

$$P = \frac{8L}{\pi r^4} Q \eta \quad (1)$$

式(1)中,  $L$  和  $r$  分别是所用细管的长度和内半径,  $Q$  和  $\eta$  分别是流经该细管的液体的体积流速和粘度,  $P$  是流经该细管的液体的压力降。早期的细管粘度计多采用固定  $P$  而测量  $Q$  的方法用(1)计算  $\eta$ 。随着传感器技术的进步,使直接测量  $P$  比测量  $Q$  更为方便快捷而出现了许多以测量压力降为基础的粘度计设计,例如 US3808877 和 US4463598 的多管路设计以及 Abbott 等人两管路串联式设计就是其代表。Abbott 设计的细管式粘度计是把两条测量用的细管借助样品液引入器串联,每条测量管的两端借助三通与差压传感器的两个压力腔用管道并联,两个差压传感器的输出电讯号经两个放大器分别放大后同时输入到一个对数放大器上使两个输出讯号相关联。在粘度计校准时用泵驱动一种液体通过两条测量管,当对数放大器的输出讯号稳定后调节放大器的放大倍数使对数放大器的输出讯号为零完成校准。在测量时借样品液引入器改变一条管路中流动的液体种类而不改变体积流速,在对数放大器上输出的数值是流经两条测量管的两种液体的粘度比的函数值,从这个函数值可用 Abbott 给出的公式计算出粘度比。这种粘度计跟以前的粘度计比有许多优点,最突出的优点是高灵敏度,对泵压波动和温度波动的影响很小,使用方便。

本实用新型的目的是提供一种比粘式细管粘度计。跟 Abbott 的粘度计相同之处都是采用两条测量管串联方式,不同之处是所用的传感器是单腔压力传感器,每个传感器的压力腔仅用一个三通跟测量管的进液端相连接,两个

压力传感器的连接管路之间接入一个换向阀。在校准时借助该换向阀把两个压力传感器并联到一条测量管的进液端,而在测量时则分别联到两条测量管的进液端。

本实用新型的实施方案结合附图 1 描述如下:

附图 1 是比粘式细管粘度计的示意图。

图 1 中,0 废液槽,1 和 2 细管,3 样品液引入器,4 换向阀,5 和 6 压力传感器,7 放气阀,8 电子放大器,9 除法器,10 平衡器,11 输液泵,12 贮液槽。

样品液引入器 3 的出液口接三通并分别跟细管 1 和压力传感器 5 相连接,3 的进液口与细管 2 连接,2 的另一端接三通并分别与平衡器 10 和换向阀 4 的一个切换口相连接,4 的固定口接压力传感器 6,4 的另一切换口接三通与压力传感器 5 的管道连接,传感器 5 和 6 的电讯号用导线分别输入到两个电子放大器 8 上,在传感器 5、6 接出放气阀 7,经放大器的电讯号同时输入到除法器 9 上,平衡器 10 的另一端与输液泵 11 的出液口连接,输液泵 11 的进液管插入到贮液槽 12 的液体内。

结合附图 1,该粘度计的原理导出如下:

$$P_2 = \frac{8L_2}{\pi r_2^4} Q \eta_2 + \frac{8L_1}{\pi r_1^4} Q \eta_1 \quad (2)$$

$$P_1 = \frac{8L_1}{\pi r_1^4} Q \eta_1 \quad (3)$$

(2)和(3)式中  $P_2$  和  $P_1$  分别为压力传感器 6 和 5 上的压力降, $L_2$  和  $L_1$  分别为细管 2 和 1 的长度, $r_2$  和  $r_1$  分别为 2 和 1 的内半径, $Q$  为流经管路的流速, $\eta_2$  和  $\eta_1$  分别为流经 2 和 1 的液体的粘度。传感器的电讯号与压力成正比,即

$$v_2 = K_4 P_2 \quad (4)$$

$$v_1 = K_5 P_1 \quad (5)$$

这里  $v_2$  和  $v_1$  分别为传感器 6 和 5 在压力分别为  $P_2$  和  $P_1$  时的电讯号, $K_4$  和  $K_5$  是传感器 6 和 5 的压力系数,为适应除法器的输入要求,一般要把  $v_2$  和  $v_1$  进行放大(或转换),设放大(或转换)值分别为  $G_2$  和  $G_1$ ,则有

$$V_2 = G_2 v_2 = G_2 K_4 \left( \frac{8L_2}{\pi r_1^4} Q \eta_2 + \frac{8L_1}{\pi r_1^4} Q \eta_1 \right) \quad (6)$$

$$V_1 = G_1 v_1 = G_1 K_5 \frac{8L_1}{\pi r_1^4} Q \eta_1 \quad (7)$$

(6)除以(7)得

$$V_2/V_1 = \frac{G_2 K_4}{G_1 K_5} \left( \frac{L_2 r_1^4 \eta_2}{L_1 r_2^4 \eta_1} + 1 \right) \quad (8)$$

在(8)中含有两个常数即  $G_2 K_4 / G_1 K_5$  和  $\frac{L_2 r_1^4}{L_1 r_2^4}$  可分别叫做仪器的电器常数和管路常数。如何方便地确定这两个常数就是关键。在本粘度计中这一问题是通过一个换向阀 4 解决的。在传感器 6 和 5 之间接入这一换向阀,在通常测定条件下换向阀的切换位置如图所示,6 只与 2 的入口处相连。在校准时,该阀切换到与 1 的进口处相连,并且与 5 并联,这时除法器的输出讯号就是电器常数,因为这时仅有一条细管,即在(8)中  $L_2 = 0$ ,所以括号中的值等于 1。这一校准电器常数的方法是很快也很方便的,因为它与温度是否平衡,液体是否有组成的变化,压力是否稳定都无关,与管路的几何常数和性质也都无关,所以速度很快,只是切换阀所需的时间。记下这一电器常数且记为  $K$ ,然后把 4 切换到正常位置,使 2 和 1 中流动的为同一液体时,从除法器输出的值被  $K$  除减 1 就是管路常数,且记为  $C$ 。这样通过切换阀 4,就可在一次泵驱动液达到校正两个常数的目的,迅速而方便,在完成校准过程中不影响管路中液体的流动。这样公式(8)可写为(9)。

$$V_2/V_1 = K(C\eta_2/\eta_1 + 1) \quad (9)$$

结合附图 1,该粘度计的校准过程是,启动泵 11,开启 5 上的放气阀,当从该放气阀流出的液体无气泡时,把 4 切换到校准位置,使传感器 5 和 6 并联,从该放气阀又有液体流出,当流出液无气泡时关闭该放气阀并开启 6 上的放气阀,当从该放气阀流出的液体无气泡时关闭该放气阀。从除法器 9 上输出的值就是电器常数  $K$ 。然后把 4 切换到测量位置,从 9 上的输出值被  $K$  除并减去 1 就是管路常数  $C$ 。

在测量时,停泵,把样品引入器切换到进样位置,用注射器把样品液注入

到贮液环中,然后把 3 切换到正常位置,开启泵 11,驱动液就从贮液槽 12 经泵 11 和平衡器 10 和细管 2 进入样品引入器的贮液环,同时把该环内的样品液顶入细管 1,流入废液槽 0,当除法器的输出值稳定后,该值被 K 除减 1 所得的差再被 C 除所得的商就是驱动液的粘度  $\eta_2$  和样品液粘度  $\eta_1$  的比  $\eta_2/\eta_1$ 。

本实用新型除具有 Abbott 发明的粘度计的全部优点外,还有如下优点:  
1. 采用单腔的压力传感器,每个传感器的压力腔跟测量管路连接只有一个连接点,比用差压传感器的连接点少了一半,连接点对测量管中液体流动所产生的干扰也就减少了一半。

2. 采用单腔压力传感器,每个传感器上只需一个放气阀,而采用差压传感器,每个传感器上必须有两个放气阀。这除了使用更方便外,也可减少压力腔内排气不完全而影响测量达到平衡延长时间的机率。

3. 同样精度的压力传感器比差压传感器便宜许多,可使仪器的成本降低。

4. 在两个压力传感器之间接入换向阀,使原来两个独立的传感器可以相互关联,导出了粘度测量的新原理。根据此原理对仪器进行校准,快速、准确而方便。

5. 采用换向阀这一独特的连接结构,使粘度计的自诊断变得十分容易。

说明书附图

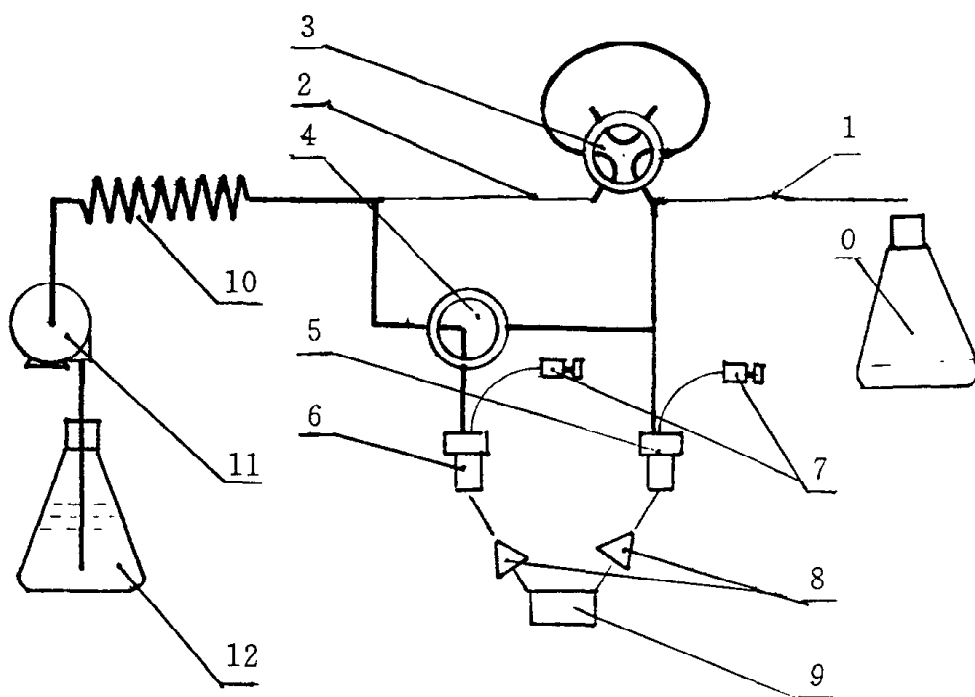


图 1