

浆料相对粘度测试方法的研究

赵其明 刘君妹 贾立霞

(河北科技大学纺织服装学院,石家庄,050031)

摘要:探讨一种新的浆料相对粘度测试方法,该方法能克服恩氏粘度计测试误差大、操作不便等的不足,具有结构简单、造价低、操作简便、测得数据稳定可靠等优点。

关键词:浆料 相对粘度 绝对粘度 测试 粘度计

中图法分类号:TS 103.846 文献标识码:A

粘度是浆料的重要质量指标之一,其大小影响浆液的流变性、成膜性和粘附性,进而影响浆液在浆纱中浸透与被覆的比例、上浆率和毛羽伏贴率等浆纱质量指标。为此,纺织厂和浆料生产厂非常重视浆料粘度这一指标。国内常用的浆料粘度测定仪器有^[1]:毛细管粘度计(如奥氏粘度计和乌氏粘度计)、旋转粘度计(如 NDF-79 旋转式粘度计)、恩氏粘度计和落球式粘度计等。目前,浆料生产厂在浆料出厂前和纺织厂在浆料进厂时一般用 NDF-79 粘度计测试浆料的绝对粘度,但纺织厂在实际生产中,普遍用漏斗测定反映浆料相对粘度的秒数。由于浆料的绝对粘度(单位为 $\text{mPa}\cdot\text{s}$)测试操作不便,并且与漏斗秒数尚无较明确的对应关系,故石家庄国棉一厂等纺织厂仍采用操作简便的恩氏粘度计测定淀粉类浆料的粘度。

恩氏粘度计在实际使用中,存在着以下不足。首先,因其采用手工卡秒表的方式记录液体流动时间,这必然存在人为的操作误差;其次,其终点判别是用人眼观察液面是否到达指定刻度线位置,这必然存在着视觉误差。正因如此,恩氏粘度计的测试误差较大,特别是不同的检验人员测得的数据的可比性较差。为此,使用恩氏粘度计测定浆料的相对粘度值时,不仅需要固定检验人员,而且检验人员需经过长期的操作训练。因恩氏粘度计存在上述不足,大大影响了其在纺织领域的应用,甚至有被淘汰的趋势。

在大量试验的基础上,探讨了一种操作简便、测试精度高、适合测试淀粉类浆料相对粘度的测试方法。

1 新型测试仪器的结构和测试步骤

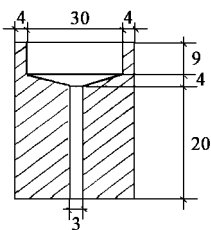
1.1 仪器结构

由测定装置、浆液流动开启装置、容量瓶和自动计时装置四部分组成。

1.1.1 测定装置 用 NDF-79 型旋转式粘度计的第三单元的测定容器改装而成,即将其底板旋转下来,换成图 1 所示的测试头。测试头的材料是防粘性很好的聚四氟乙烯,其上部套有螺纹,使其可旋紧到测定容器的底部螺纹上。测定装置的容器部分可盛 80 mL 浆液,热水流经测定容器的衬套可维持所测浆液的温度恒定。

1.1.2 浆液流动开启装置

浆液流动开启装置由可旋转铁杆、小弹簧和橡胶头组成,橡胶头固定在铁杆的头端,用以堵住测试头孔道的底部出口。为使橡胶头可密切接触测试头孔道的出口,使用小弹簧给铁杆施加以向上的力。



注:图中尺寸为 mm

图 1 测试头示意图

当铁杆旋转时,迫使橡胶头从测试头孔道出口处移开,进而浆液可依靠自身重力从测试头孔道中流出。

1.1.3 容量瓶 从测试头流出的浆液流入容积为 50 mL 的容量瓶。将两根细铜线插入到容量瓶中,铜线的头端与容量瓶刻度线平齐,用以检测浆液液面是否到达刻度线位置。

1.1.4 自动计时装置 由电子秒表改装而成,即从其内部触点上引出两根导线来,两根导线分为两路,分别连接到浆液流动开启装置和容量瓶处。连接到浆液流动开启装置的目的是,在铁杆旋转使浆液流入容量瓶的同时,自动触发电子秒表开始计时。连接到容量瓶处的目的是,当流入容量瓶中的浆液液面升到导线位置时,两根导线连通,自动触发电子秒表停止计时。

1.2 测试步骤

1) 测试前 3 min 使 95 °C 热水在测定容器衬套中循环流动; 2) 将制备好的浆液注入到测定容器; 3) 快速旋转浆液流动开启装置的铁杆,电子秒表自动开始计时,同时浆液从测试头孔道流出,流入其下面

的容量瓶中；4) 当容量瓶中浆液的液面到达导线所在位置时，电子秒表自动停止计时。

1.3 相对粘度值的计算方法

相对粘度值的计算公式为：

$$\eta = t_{浆} / t_{水}$$

式中， $t_{浆}$ 为浆液的秒值； $t_{水}$ 为蒸馏水的秒值。

需注意的是，由于蒸馏水不导电，测定蒸馏水的秒值时，需在其中加入 0.004% 的氯化钠，以使其导电。

1.4 测试参数的优化

采用正交实验对该仪器的测试参数进行优化。

1.4.1 因子和水平的确定^[2] 仪器的测试结果稳定性主要受测试头孔道的孔径大小、制备浆液时保温时间和浆液浓度等因素影响。选用 $L_9(3^4)$ 正交表，因子和其水平值如表 1 所示。

表 1 因子和水平值

水 平	1	2	3
A 孔径大小(mm)	3	2.4	2
B 保温时间(min)	5	30	60
C 浆液浓度(%)	2	2.5	3

1.4.2 试验指标的确定 选用浆液的相对粘度值的 CV 值作为试验指标。相对粘度值的 CV 值越小，仪器的测试结果稳定性越好。 $L_9(3^4)$ 正交表共有 9 个试验号，为了提高测得数据的可靠性，每号试验进行 5 次重复试验，每次重复试验测得 6 个相对粘度值，并计算这 6 个数值的 CV 值。

1.4.3 试验结果统计分析 采用 C 语言编程计算对试验测得数据进行处理，得正交计算表(见表 2)和方差分析表(见表 3)。

表 2 正交计算表

项目	因子 A	因子 B	因子 C	误差
I _i	4.097	5.357	4.364	5.131
II _i	4.900	4.733	5.125	5.286
III _i	5.802	4.709	5.310	4.382

表 3 方差分析表

名称	离差平方和	自由度	方差	F 值	F _{0.05}	F _{0.01}	显著性
因子 A	0.0972	2	0.0486	6.34	3.24	5.21	**
因子 B	0.0038	2	0.0019	0.25	3.24	5.21	
因子 C	0.0336	2	0.0168	2.21	3.24	5.21	
误差	0.2904	38	0.0076				
总和	0.4250						

由表 3 知，因子 A 是特别显著的，因子 B 和因子 C 的影响不显著。对于因子 A，由表 2 知，其 $I_i < II_i < III_i$ ，故孔径优选第一水平值，即 3 mm。对于

因子 B，可选任一水平值，但为了节省试验时间并保障浆液的稳定性，应选 30 min 这一水平值。对于因子 C，可选任一水平值，但为了保证一些粘度较高的浆料的流动性，应选取浓度为 2% 这一水平值。总之，最优测试参数为：孔径为 3 mm，浆液浓度为 2%，浆液制备时的保温时间为 30 min。

2 常用淀粉类浆料的粘度测定^[3]

在孔径为 3 mm、浆液制备保温时间为 30 min 这种测试条件下，使用该新型仪器分别测试了原淀粉、HB-93 多变性淀粉、氨基甲酸酯、复合氧化淀粉和 ZF 复合醚化淀粉这五种浆料在浓度为 2%、2.5% 和 3% 时，浆液的相对粘度值。同时，用 NDF-79 旋转粘度计分别测试了浆料的绝对粘度值，以期加以比较，见表 4。

表 4 常用浆料相对粘度和绝对粘度测定

	3%浓度的粘度		2.5%浓度的粘度		2%浓度的粘度	
	相对	绝对	相对	绝对	相对	绝对
原淀粉	1.190	4.858	1.091	3.317	1.014	2.050
HB-93 多变性淀粉	1.028	1.967	1.024	1.642	0.997	1.217
氨基甲酸酯	1.183	4.925	1.076	3.417	1.020	2.088
复合氧化淀粉	1.039	1.092	1.006	1.050	0.989	1.042
ZF 复合醚化淀粉	1.048	2.808	1.018	2.425	1.002	1.933

由表 4 数据可知，只有浓度为 2% 时，五种浆料的相对粘度值和绝对粘度值的按粘度值大小排列的顺序才完全一致，即氨基甲酸酯 > 原淀粉 > ZF 复合醚化淀粉 > HB-93 多变性淀粉 > 复合氧化淀粉。

3 结 论

1. 新的浆液相对粘度测试方法，克服了恩氏粘度计测试误差大、操作不便等不足，具有结构简单、造价低、操作简便、测得数据稳定可靠等优点。

2. 通过正交试验设计，确定了该新型相对粘度测试仪器的最优测试参数，即孔径为 3 mm，浆液浓度为 2%，浆液制备时的保温时间为 30 min。

3. 新的浆液相对粘度测试方法，具有一定的现实意义和广阔的推广应用前景。

参 考 文 献

- 1 周永元. 浆料化学与物理. 北京: 纺织工业出版社, 1993: 20 ~ 61.
- 2 马振华. 现代应用数学手册—概率统计与随机过程卷. 北京: 清华大学出版社, 2000: 51 ~ 100.
- 3 赵其明等. 变性淀粉浆液粘度的测试方法研究. 纺织学报, 2002 (3): 30 ~ 31.