

CMC溶液的粘度及其测定

楼益明

(上海青东化工厂)

CMC在纺织工业中代替淀粉等作为经纱上浆剂,已为大家所熟悉,它的重要特性是溶解于水后能形成一定粘度的胶体溶液。CMC的粘度和代替度一样,是它最重要的物理化学指标之一。在浆纱工艺中,粘度的差异将影响浆液的流动性和浸透性,影响纱线吸浆量的多少及浆液渗入纱线的程度,从而导致上浆率的差异。一般说来,粘度较高的浆液浸透性较差,容易粘附于纱线表层,上浆率稍高。反之,粘度较低的浆液浸透性较好,对纱线的粘附较少,上浆率稍低。过高的粘度会导致浆液浸透不良,甚至使压浆辊打滑,绒包布起皱,上浆率反而下降,同时还易产生吸浆不均及边纱并绞等现象。与此相反,过低的粘度会使浆液对纱线粘附过少,形成轻浆。过高过低粘度的浆液均会降低浆纱质量,CMC溶液的粘度对浆纱是相当重要的。所以,我们除选择有合适粘度的CMC外,更要了解CMC溶液粘度的变化规律及其测定方法,才能掌握浆纱工艺,提高产品质量。

CMC稀溶液(<0.1克/100毫升)的粘度与一般高分子电解质相类似,遵循Fuoss公式:

$$\frac{\eta_{sp}}{C} = \frac{A}{1 + B\sqrt{C}} + D$$

式中: A、B、D均为常数, C为溶液浓度。

随着溶液浓度的增加,粘度急剧上升,浓度在2~3%时,溶液差不多呈冻胶状,显示出异常的粘度。由于CMC的电荷与溶液中分子结合等相互作用的结果,溶液粘度和非电解质有显著的不同。

影响CMC溶液粘度的因素很多,其中浓度、pH值、温度、加热时间、盐类影响等已有专文叙述,本文仅讨论放置时间、流速梯度、切变触变性等对CMC溶液粘度的影响,以及如何正确进行粘度的测定。

一、放置时间的影响

无论高、中、低粘度的CMC溶液,在放置时粘度都要产生变化,其变化规律如图1所示。从图中可以看出,虽然粘度变化随产品不同而有差异,但变化规律大致相同。即粘度值在开始阶段下降,到某一值后即行回升,至一极大值开始以某一速度缓慢递减。影响放置时粘度变化的因素很多,如样品代替度、聚合度、温度、pH值等。一般讲,高代替度、低聚合度的CMC粘度变化小些。

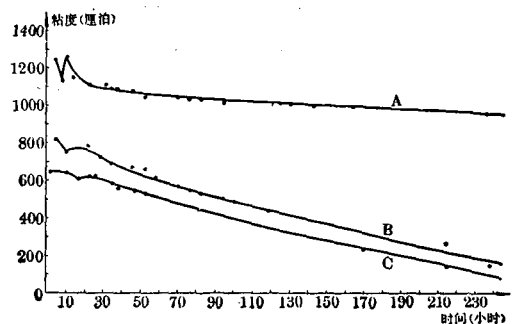


图1 粘度与放置时间关系图

注: 1. A-荷兰产品; B-中国产品; C-法国产品。
2. 用同济大学NDJ粘度计测定,转速为750转/分,温度为25℃,溶液浓度为2%。

二、流速梯度的影响

对于假塑性层流体来说,流速梯度随切向力的增加而增加,即粘度随切向力的增加而减小,CMC溶液就属于此类。

粘度随流速梯度改变的情况,可以这样解释:CMC的分散相是亲水的,吸水后先膨胀,然后以大分子的状态溶解。如将切向力增加,则大分子起定向作用,逐渐将长轴转向流动方向,切向力愈大,转向愈彻底,流动时的粘滞阻力也愈变愈小。同时,它周围的溶剂化层也因切向力而变形,这也是减少阻力的因素。实验证明,在CMC溶液浓度较低时,流速梯度对粘度的影响很小,随着溶液浓度的增加,流速梯度对粘度的影响也随之增加。日本祖父江、田灿证明,对于较浓的CMC溶液,在流速梯度较低和一定温度范围内,可用下列关系式表示流速梯度与切变应力的关系。

$$D = B\tau^n$$

式中: D ——切变速度; τ ——切变应力;
 n, B ——常数。

三、切变触变性的变化

在用回转式粘度计测定CMC溶液时,我们会发现开始时粘度有较大的下降,等转子回转了一定时间后,就可保持原值不变。可以认为此时溶液结构的破坏与再生已达到了平衡状态。如果要进一步破坏内部结构,就必须增大回转(切变)速度。通常把由于增大切变速度而使粘度降低的现象叫切变触变性,随回转速度而变化。在切变速度很大或很小时,切变触变性都小,切变速度适中时,切变触变性就大。就是说,在切变中,溶液结构的破坏与再生,要有一个进行的过程,归结起来是切变速度平衡问题。如切变速度很大,溶液结构短时间立即被破坏,其中一部分立即被再生,短时间即可达到溶液的平衡。反之,如切变速度很小,溶液结构破坏很慢,被破坏部分的再生时间也长,粘度变化不大。只有当切变速度为中等时,由于破坏速度和被破坏部分的再生速度有较大差异,才导致切变触变性的增大。

四、CMC溶液粘度的测定

测定CMC溶液粘度的条件要有严格的规定,对回转式粘度计而言,主要是:试样浓度一定,试样在测定前要进行充分的搅拌,定温度,定时间,定转子和回转数。上述几项,在粘度测定中必须加以注明。

据了解,日本通常采用BM型粘度计测定CMC粘度,如第一制药工业株式会社,他们认为使用BM型粘度计时测定误差小。他们规定转子回转速度为30转/分与60转/分两档,转子旋转三分钟后读出刻度。但如在浓度或粘度极低时,或者CMC浓度较高时,不一定拘泥于三分钟,可多可少,关键是要选择适当的转子回转数。

国内目前CMC溶液粘度的测定,主要使用两种型号的旋转式粘度计:一是丹麦的依米拉(EMILA)粘度计(简称E型)及同济大学NDJ型;另一是日本的BM型和天平仪器厂的NDJ-1型。我们曾用标准甘油溶液对国产两种粘度计进行校核,其结果误差均在5%以内,可以说,对于牛顿型流体甘油而言,两种粘度计测定结果是相同的。但测定CMC溶液的结果(见表1),BM型却是E型的几倍。产生这种现象的原因,是因为E型转速为750转/分,而BM型最高一档仅60转/分,最低只6转/分,前者切变速度要比后者至少大12.5倍,难怪粘度要有较大差别了。

表1 E型与BM型粘度测定值比较

序号	项目	E型(厘泊)	BM型(厘泊)	比值
1		548	2200	4.02
2		605	3000	4.96
3		1037	8400	8.1
4		1258	14800	11.8

注: 1. E型用同济大学的NDJ型,用*2元片。

2. BM型用上海天平仪器厂的NDJ-1型,用*3转子,12转/分。

3. 试样1、2的代替度为0.65,试样3、4的代替度为0.85。

4. 各试样温度都是25℃,浓度是2%。

那末究竟用什么型号的粘度计较好呢？我觉得各有所长，其理由是：1. E型切变速度大，对溶液结构粘度破坏甚大，且粘度愈高愈显著，产品表观粘度不易比较；而BM型粘度计则与此相反，对比较表观粘度较为有利。2. BM型计在日本、美国和欧洲都较为流行，对国际交流有利。3. E型计测定值稳定，使用方便，国内用户较为普遍，上海棉纺织行业基本上都使用此型。

据了解，目前国内CMC粘度测试方法较混乱，除用上述两种粘度计外，还有用落球式等其他类型粘度计的。同一试样在各型号粘度计之间的测定值差异很大，无法统一，因此必须制订统一的质量标准和测试方法。

在目前地区标准和部标准未公布之前，建议棉纺行业和CMC生产工厂尽可能将测试手段统一起来。这包括两个方面：第一，使用统一的回转粘度计，上海纺织行业已由棉纺中心试验室统一用依米拉粘度计或同济大学NDJ粘度计。第二，统一测定粘度的条

件，按目前的国外资料及国内一些单位的做法，对测定参数选择作一介绍。

1. 试验浓度 国外有1%、2%（重量百分数）等数种，国内一般选用2%。我们认为选择2%在中粘度300~800厘泊范围是适宜的。

2. 充分搅拌 就是要使CMC充分溶解，没有颗粒状物质。

3. 定温 国外测试标准中有20°C、25°C两种，我国一般都选用25°C，我认为可考虑取25°C。

4. 定时 放置时间是测定CMC溶液粘度的关键因素之一，测定最好在溶液粘度出现极大值前进行。轻工部试行标准规定为放置12小时，我们认为适宜的。因为代替度0.6左右、粘度在300~800厘泊的CMC产品，12小时已能充分溶解，并且正好不在试样溶液粘度的波峰和波谷中，使试样容易比较。

5. 定转子和回转数 依米拉计的转速（750转/分）是不变的，只需选择适宜的吊桶或圆片，一般中粘度选用2号圆片即可。