

染料泳移性测试方法比较

宋心远 沈煜如

(中国纺织大学)

【摘要】 本文采用 AATCC 法和折叠烘干法测定防泳移剂浓度与分散染料颗粒泳移率 (M_F) 以及 K/S 值的关系。认为 AATCC 试验法只适用于在一定条件下测定染料的泳移性, 而折叠烘干法测定泳移的条件和实际染色时相符, 能反映染色时染料颗粒的泳移或防泳移剂的作用效果。因此, 折叠烘干法是一种非常实用和可靠的方法。

纺织品浸轧染料溶液后, 毛细管中充满染液, 在干燥时未固着的染料分子或颗粒会随水分移向蒸发面, 这种现象称为泳移。泳移最容易发生在烘干过程中。当纺织品各部位蒸发速率不同时, 染料泳移后, 在蒸发快的表面将聚集较多的染料, 产生色差, 降低染色透芯度, 增加浮色和降低固色率及色泽鲜艳度。

因此, 研究染料的泳移性能, 寻找防止或减轻泳移的措施, 建立有效的测试方法是染料制造和染色加工者共同关心的一个重要问题。本文着重介绍和分析两种常用测定染料泳移程度的方法。

一、常用测定染料泳移程度的方法

测定染料泳移程度的方法目前主要有AA-

TCC法、多孔压板法和折叠烘干法三种。

1. AATCC法

此法首先在1974年公布, 1976、1977和1980年作了重申, 1985年作了编辑修订和重申, 1987年再次作了编辑修订, 美国并于1989年在ISO国际标准会议上推荐为评价染料泳移性的试验方法。是国际较常用的一种方法, 我国一些单位也常用此法评定染料的泳移性和防泳移剂的防泳移效果。

其测试过程为, 将 $15 \times 30\text{cm}$ 的织物于室温浸渍染料溶液后, 立即放在 $60 \times 35\text{cm}$ 的玻璃板上, 然后在织物上覆盖一只直径为 9cm 的玻璃表面皿(图1)。织物在室温下干燥后, 移去玻璃表面皿。染料泳移程度通过比较覆盖玻璃表面皿处和未覆盖处的染料浓度来评价。评

价染料浓度的方法有三种:

(1) 目

测: 参比灰色样卡比较图 1 的 A 与 B 处的色差。如果没有色差, 泳移级数为 5.0; 如果 A 处比 B 处的颜色显著浅, 参比灰色样卡。泳移级数依次定为 3.2 等级别。

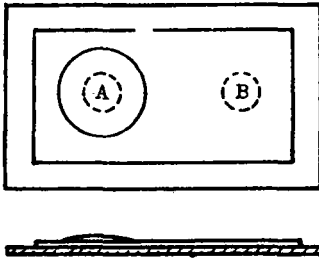


图 1 AATCC 法测定染料颗粒泳移性的装置

(2) 测定织物反射率: 测定织物 A、B 处的反射率 (R), 然后计算两处织物表面颜色深度 (K/S) 和泳移程度。这样可以减少人为主观因素的影响。

由于校正染色织物及对照织物表面反射率后, K/S 值和染料浓度保持直线关系:

$$K/S = a \cdot C \quad (1)$$

式中 C 为染料在织物横截面均匀分布时的浓度, a 实际上为对光的吸收系数。事实上, 即使染料在织物横截面分布不均匀, K/S 仍然可表示为染料浓度的函数, 故可用 K/S 代替染料浓度来计算泳移程度。

染料泳移程度有多种表示方式, 最常用泳移率 $M_P(\%)$ 来表示:

$$M_P = \left[1 - \frac{(K/S)_A}{(K/S)_B} \right] \times 100\% \quad (2)$$

当 $M_P = 0\%$ 时表示无泳移; $M_P = 100\%$ 时表示完全泳移。通常其值介于两者之间。

(8) 测定萃取液的透射率: 在织物 A、B 处分别剪取直径为 2.2cm 的圆形布样。分散染料布样放入 50ml 的 DMF/H₂O/HAC 混合溶液 (DMF 和水的体积比为 80:20, 并加入 5g/L 的 56% HAC 溶液) 中剥色。还原染料布样则放入含 10g/L 氢氧化钠、10g/L 保险粉、20g/L 聚乙烯吡咯酮 (PVP) 和 5g/L N-羟乙基乙二胺三乙酸三钠盐 (HEDTA) 的 50ml 水溶液中剥色。也可用其他适当溶剂剥色。剥色后用分光

光度计或测色仪测定萃取液的吸光度, 然后按下式计算泳移率 $M_P(\%)$:

$$M_P = [1 - (A \text{ 处吸光度} / B \text{ 处吸光度})] \times 100\% \quad (3)$$

2. 多孔压板法

此法测定的原理和 AATCC 法类似。测定时织物在室温浸轧染料溶液后, 立即放在玻璃板上, 然后在织物上压上带圆孔的不锈钢(或硬质塑料)板(图 2)。在室温下干燥后, 移去压板, 通过比较被压和未压处染料浓度或颜色深度来评价泳移程度。评价方法和 AATCC 法类似, 但准确性较差, 目前应用较少, AATCC 法存在的问题 它也存在, 本文不另作比较和讨论。

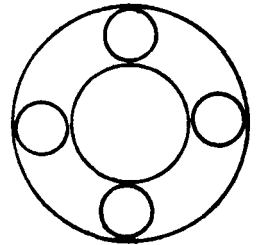


图 2 不锈钢(或硬质塑料)压板

3. 折叠烘干法

此法又简称折叠法。目前未有统一规定, 我们根据分散染料的染色条件确定了测试条件, 根据其他染料染色条件, 作适当修改, 也可应用。分散染料染色的测定过程如下:

将浸轧染液后的织物 (20 × 25cm) 用手工折叠 (折叠长度约三分之一) 和缝合后 (图 3), 进行烘干和焙烘, 留取约 7cm 宽的试样后, 将其余试样进行清洗和烘干 (或烫干)。然后比较或测定清洗后的试样折叠处 (内侧, A 处) 和未折叠处 (B 处) 的色差。未清洗试样作参比用。比较和评价染料浓度、计算泳移程度的方法和 AATCC 法相同。

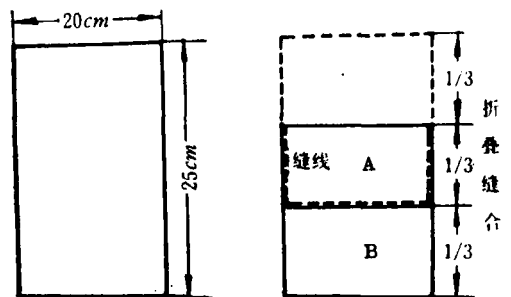


图 3 试样折叠缝合示意图

二、测试结果和讨论

本试验采用 AATCC 法和折叠法测定了防泳移剂浓度与分散染料泳移率、折叠和未折叠处(或覆盖和未覆盖处)的 K/S 以及固色率的关系, 并比较分析了两种方法测定的结果。

1. 染色及测定条件

织物(45×21 涤/棉卡其半制品)二浸二轧(分散蓝 H-GL 10g/L, 不同浓度的防泳移剂 103, 带液率 70%)→烘干(90℃, 3min)→焙烘(210℃, 1.5min)→水洗→还原清洗(保险粉 2g/L, NaOH 2g/L, 浴比 30:1, 70℃, 10min)→水洗→皂洗(洗衣粉 2g/L, 纯碱 1g/L, 浴比 30:1, 95℃, 15min)→水洗→烫干。

防泳移剂 103 为自制亲水性高分子物。AATCC 法测定在浸轧后进行, 折叠法测定在浸轧、折叠和缝合后进行, 部分试样焙烘后不

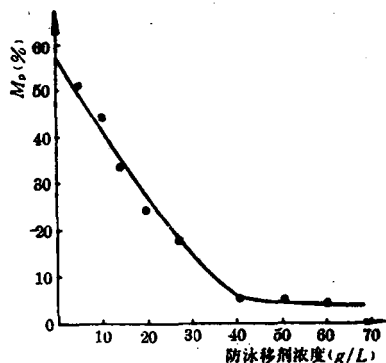


图 4 AATCC 法测定泳移率与防泳移剂浓度的关系

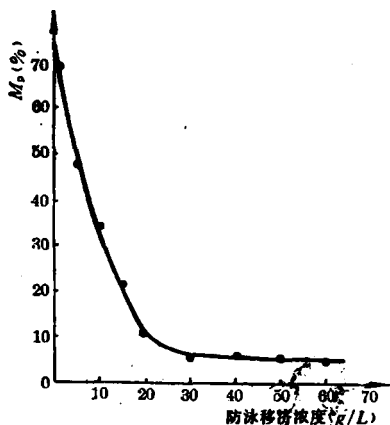


图 5 折叠法测定泳移率与防泳移剂浓度的关系

进行水洗、还原清水等处理。

2. 两种方法测定结果比较

采用 AATCC 法和折叠法测定分散蓝 HGL 的泳移率与防泳移剂浓度的关系见图 4 及 5。

由图 4 及 5 可看出, 两种方法测定结果的规律性大致相同, 但有明显的区别。不加防泳移剂时的泳移率均最高, 又以折叠法高, 达 74.09%。AATCC 法为 57.61%。开始时, 两种方法的结果都表现直线关系, 折叠法在 20g/L 附近出现转折, 以后泳移率随防泳移剂浓度增加下降很少。AATCC 法的转折点在 40g/L 附近。也就是说, 按 AATCC 法测定, 只有当浓度高达 40g/L 后才能使泳移率保持在很低水平。而折叠法结果表明只需 20g/L 就可, 它和实际应用的结果基本一致。

我们还测定了织物外层(B处)的 K/S 值与防泳移剂浓度的关系。结果如图 6 及 7 所示。

总的说来, 染料泳移与织物表面颜色深度(即 K/S 值)的关系较为复杂。一方面泳移后在蒸发面染料浓度增加, 颜色加深。另一方面由于染料从织物内泳移到表面, 与纤维

的接触面减小, 固色率会下降, 这又使颜色深度降低。最后是降低或是增高决定于两种因素影响的程度。同理, 加入防泳移剂后颜色是变浅或是加深也决定于防泳移剂降低染料泳移后

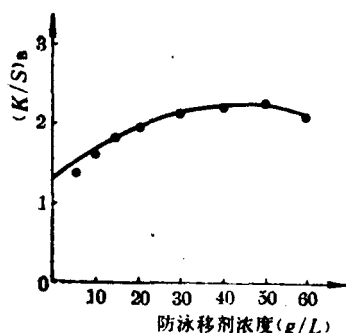


图 6 AATCC 法测定 $(K/S)_B$ 与防泳移剂浓度的关系

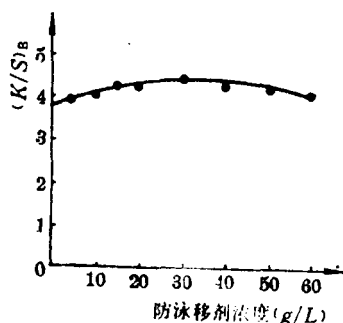


图 7 折叠法测定 $(K/S)_B$ 与防泳移剂浓度的关系

表面染料浓度减小和固色率增加的程度。图6结果表明, $(K/S)_B$ 随防泳移剂浓度先开始增加, 在 30g/l 时最高, 以后又降低。对此结果是很奇怪的, 因为 AATCC 法测定时, 染料不发生上染和固着, 论理防泳移剂减少染料泳移后, $(K/S)_B$ 应减小, 而不会增加。出现 $(K/S)_B$ 增加的原因可能是防泳移剂对染料颗粒有增深作用, 因为我们发现此防泳移剂用于涂料染色时, 对不少涂料有增深作用。增深作用机理不详, 有可能是防泳移剂在纤维表面结膜后, 减少了染料颗粒对光的散射作用, 或者对染料颗粒起一定程度的增溶作用的关系。图7结果表明, $(K/S)_B$ 与防泳移剂浓度开始时也有一定程度增加, 然后又稍有降低, 总的来说变化不大。其原因就是泳移减少表面染料浓度增加少, 而固色率却增加的关系, 防泳移剂浓度过高, 在织物表面结膜太厚阻碍染料上染, 所以 $(K/S)_B$ 值又会有所降低。染料固色率与防泳移剂浓度

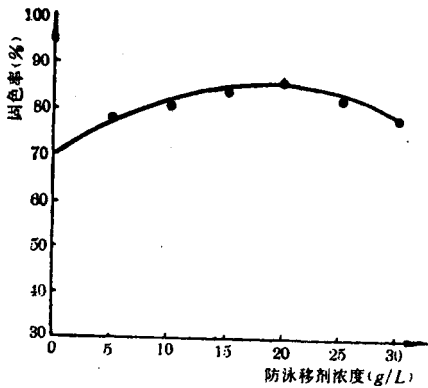


图8 防泳移剂浓度与分散蓝 H-GL 固色率的关系

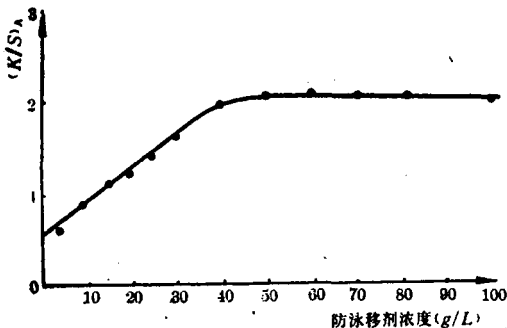


图9 AATCC 法测定 $(K/S)_A$ 与防泳移剂浓度的关系

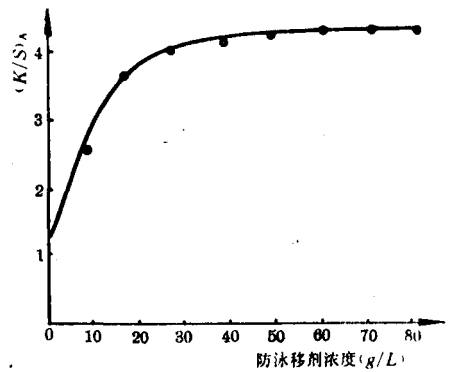


图10 折叠法测定 $(K/S)_A$ 与防泳移剂浓度的关系

的关系见图8。

织物内层或覆盖处(A处)的结果如图9及10所示。从两图可看出, 都是随防泳移浓度增加而增加, 达到 40~50g/l(AATCC法)和 30g/l(折叠法)后基本保持不变。这和泳移率变化规律是一致的, 泳移率越低, $(K/S)_A$ 值越大, 反之越小。AATCC法结果还可能存在防泳移剂的增深作用。因此从测定A处的 $(K/S)_A$ 也能确定防泳移剂的最佳用量和作用效果, 是一有价值的补充参数。而且进一步表明折叠法和实际生产结果较为一致。

三、理论分析及讨论

影响染料颗粒泳移的因素很多, 染料颗粒泳移率和下示一些因素有关:

$$M_p = [1 - (k \cdot d \cdot a / q_t - q_0)] \times 100\% \quad (5)$$

式中 k 为与织物、染料特性有关的常数; d 为染料平均颗粒直径; a 为织物中纤维有效表面积; q_t 为单位重量织物的带液量; q_0 为单位重量织物所带的不能渗吸移动的液量, 即对泳移不起作用的带液量。从式(5)可看出, 染料结构和纤维性质及织物组织结构一定的条件下, 泳移率只决定于 d 和 $q_t - q_0$ 两个因素。染料颗粒直径随防泳移剂加入会增大, q_t 随干燥而减小, q_0 随亲水性防泳移剂加入也会减小, 即溶液粘度增加。泳移只和可渗吸移动的带液量有关。织物上仅是处在连续充满纤维间的水才能渗吸移动, 纤维中的溶胀水、结合水(氢键及偶极

力结合)是不能发生渗吸移动的,他们一般为5~20%(对纤维重),非连续毛细管水(5~10%)一般也难渗吸移动。防泳移剂主要靠增大染料颗粒降低泳移,增加粘度虽然也有一定的效果,一般效果较小,一些不能使染料颗粒增大的亲水性高分子物(淀粉溶液等),则主要靠这种作用。关于渗吸速率和粘度的关系如式(6)及(7)所示:

$$S = A \cdot t^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

式中 S 为渗吸移动距离; t 为时间; A 为特性常数,和液体的表面张力(τ)、毛细管半径(r)以及液体粘度(η)与液/固接触角(θ)有关,它等于:

$$A = [(\tau \cos \theta \cdot r) / (2 \cdot \eta)]^{1/2} \quad (7)$$

由上两式可看出渗吸移动距离与粘度有关,粘度大,距离小,但影响的程度不十分大,而且这仅是液体渗吸,液体移动,其中染料颗粒不一定可以移动,还要决定于毛细管半径和染料颗粒大小,而且后者是主要因素之一。为此,只是那些能显著使染料颗粒增大的防泳移剂才有较大的防泳移能力。

分析两种测试方法的条件,可以发现他们有明显的差别,主要有以下几方面:

(1) 测试干燥温度不同。AATCC法在室温(而且室温随季节变化较大),折叠法是90℃。温度不同,结合水量(q_b)和粘度将不同,干燥速率也不同,干燥快, q_b 减小快,粘度增大快。随着水分减少,染料颗粒还将会增大。此外,折叠法烘干温度已接近涤纶的玻璃化温度,少量染料还可能吸附上纤维表面,这些因素将使测定结果有所不同。

(2) AATCC法的泳移室由玻璃表面皿和玻璃板构成,由于湿的织物与玻璃板直接接触,织物和其中的染液因自身的重力作用,织物两面毛细管网络带液不均匀。折叠法的织物是悬空干燥,受上述因素影响较少。值得指出的是,AATCC法未规定织物的带液率。由式(5)可知, q_b 不同,泳移率将不同(本文采用AATCC法测定时,将带液率规定和折叠一样,均为70%)。AATCC法的泳移室的湿度较高,有时玻璃表面皿上还会出现冷凝水。折叠法干燥速率快。这些因素也使两种方法会有不同结果。

(3) AATCC法主要测定织物横向的泳移,折叠法则主要测定织物正反面方向的泳移,两种方向泳移距离不同,织物中毛细管网络方向不同,结果会有一定差别,折叠法结果精确性较高。

(4) AATCC法的泳移率是根据泳移后的染料颗粒浓度来比较和计算,折叠法则是泳移后染料上染纤维,并将未上染的染料洗除后进行比较和计算泳移率(也可将焙烘后不经水洗的试样比较和计算,相对结果基本一致)。染料状态不同,颜色和色差不一样。例如AATCC法测定时,分散蓝H-GL的最大吸收波长为520nm,折叠法测定为620nm。这些也将使两种方法有一定差别。

四、结 论

我们经测定和分析表明,AATCC法虽然是一种测定染料泳移性的简便方法,但由于未规定带液量和温度(室温可能变化很大),而且未反映染料在实际染色时的泳移条件,故不十分适合用来测定或评价实际染色时的染料泳移程度,也不适合评价防泳移剂在实际染色时的作用效果。较适合在室温下比较各种染料的泳移性。

我们采用并改进的折叠法,由于染料泳移条件和实际染色时很接近,特别是可以反映最终染色效果(色差和颜色深度)。而且规定了温度、带液率等条件,重现性好,还可以反映实际生产时最容易出现的正反色差。所以这种方法不仅可以比较各种染料的泳移性,还可较好地反映染料在实际染色加工时的泳移或匀染性,反映防泳移剂的作用效果。此法经过适当修正测试条件,还可用于测定还原染料、活性染料以及涂料染色的泳移性和防泳移效果。

参 考 资 料

- [1] 《纺织学报》, 1986, 第10期, p. 5.
 - [2] AATCC Test Method 140—1985: Dyes-tuff Migration, Evaluation of, "Document, ISO/TC 38/SCI N 598".
 - [3] 《T.R.J.》, Vol. 57, No. 5, p. 274(1987).
 - [4] 《A.D.R.》, Vol. 77, No. 4, p. 13(1988).
 - [5] 《T.C.C.》, Vol. 21, No. 6, p. 23(1989).
- 参加本测试研究的还有杭志伟、费戟和卢纛同学。