

黑花羊毛双氧水漂白工艺条件的优化

阎克路 王华林 邢志新 刘征 王淑雅

(西北纺织学院)

【摘要】 本文对金属盐预媒处理后的黑花羊毛漂白的三个变量(漂白温度、时间和双氧水浓度)的单独和协同影响进行了研究。在研究中采用中心旋转组合实验设计,建立了与实际情况拟合密切的两次回归模型,并得出了在纤维损伤的允许范围内(碱溶解度为25%和30%)产生最佳羊毛白度的漂白条件。

对黑花羊毛进行漂白,拓宽其应用范围,具有很高的经济价值。我们采用的步骤是先将黑花羊毛用金属盐预媒处理、再进行双氧水漂白工艺条件的优化。根据建立的回归方程,可得出漂白变量在实验范围内做任何改变时已漂羊毛的白度及碱溶解度的预测值。这就在有限的实验组数内为最佳条件的选择提供了大量可靠的数据。

一、实验部分

1. 实验设计

漂白时间、温度和双氧水浓度是考虑白度及纤维损伤情况和在工业生产上可接受的条件范围内、按照中心旋转组合设计方案确定的^[1~3]。表1显示了由中心旋转组合设计覆盖的20组漂白实验的条件。

二元回归方程如下:

$$y = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3 + B_{11}x_1^2 + B_{22}x_2^2 + B_{33}x_3^2 + B_{12}x_1x_2 + B_{13}x_1x_3 + B_{23}x_2x_3$$

式中: B_0, B_1, \dots 为常数; x_1, x_2 和 x_3 是变量, 分别代表时间(时)、浓度(g/L)和温度(°C)。白度和碱溶解度从已漂羊毛上测得。结果的处理由 IBM286 计算机执行。

2. 实验材料和药品

实验材料: 青海产黑花毛条, 级数3~4级, 碱溶解度9.36%, CIE系统Y刺激值10.90。

药品: 双氧水, 分析纯, 浓度30%, 老河

表1 实验设计与测试和预测值

时间 (h)	H ₂ O ₂ (g/L)	温度 (°C)	碱溶解度(%)		白度(Y值)	
			测试值	预测值	测试值	预测值
2	10	40	17.41	16.63	20.60	17.54
6	10	40	18.61	17.86	26.50	25.87
2	30	40	18.52	15.93	32.07	28.67
6	30	40	30.23	29.98	36.88	37.12
2	10	60	23.45	23.53	32.82	30.67
6	10	60	32.06	34.49	39.08	40.51
2	30	60	43.80	44.45	45.74	44.45
6	30	60	67.60	68.22	53.32	54.47
0.6	20	50	16.82	18.29	20.21	25.11
7.4	20	50	40.80	39.55	42.95	40.70
4	3.2	50	14.76	14.13	21.87	23.48
4	36.8	50	41.00	41.86	43.46	44.51
4	20	33	15.34	15.87	22.26	25.37
4	20	67	58.34	56.24	51.73	51.28
4	20	50	30.46	29.35	37.23	38.24
4	20	50	28.22	29.35	39.74	38.24
4	20	50	29.01	29.35	36.32	38.24
4	20	50	30.27	29.35	38.76	38.24
4	20	50	27.43	29.35	40.72	38.24
4	20	50	30.72	29.35	37.03	38.24

口市石化总厂; 焦磷酸钠和氢氧化钠, 分析纯, 西安化学试剂厂。

3. 漂白处理

黑花羊毛试样先用金属盐预媒处理, 然后

本文是与青海省纺织研究所合作的青海省科委资助项目的部分工作。

将处理过的试样投入含焦磷酸钠的双氧水溶液(浴比30:1)中浸漂。漂白后羊毛试样被充分水洗,自然干燥。漂白的各组实验条件见表1。

4. 漂白效果的测定

漂白所引起的纤维损伤程度用测定漂白试样的碱溶解度衡量^[1,4]。碱溶解度的测定方法见资料^[6],每个样品测三组数据取平均值。白度用CIE系统三刺激值中的Y值表示^[6]。Y值用CM-70色度仪(日本)测定,每个样品测5个点取平均值。

二、结果

从表1可见,测试值和预测值之间有良好的 consistency。

将回归方程按多元线型回归方程分解,得表2。表2显示了所建立的回归模型的回归系数、F检验、复相关系数(R)和显著性水平(α)。从表2可见,因为R→1, F>>F_{0.01}(9, 10)=4.94,所以建立的多元线型回归模型与实际情况拟合密切,线性回归方程成立。

表2 回归方程的回归系数及检验

回归系数	碱溶解度(%)	白度(Y值)
B ₀	99.18586	-23.57704
B ₁	-5.860121	4.9778
B ₂	-2.324917	0.8899191
B ₃	-3.103648	0.522699
B ₁₁	3.676136	-0.4614327
B ₂₂	-4.792206 × 10 ⁻³	-1.5048672 × 10 ⁻²
B ₃₃	2.665781 × 10 ⁻²	2.826186 × 10 ⁻⁴
B ₁₂	0.1602484	1.439592 × 10 ⁻³
B ₁₃	0.1215001	1.956661 × 10 ⁻³
B ₂₃	5.402306 × 10 ⁻²	0.64029 × 10 ⁻³
F检验	101.8853	21.33849
复相关系数(R)	0.9945915	0.9749392
显著性水平(α)	0.01	0.01

图1、2和3表示了在不同温度下(双氧水浓度分别为10、20和30g/L)漂白时间对白度和碱溶解度的影响。

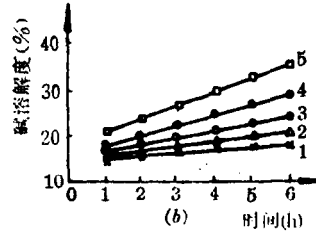
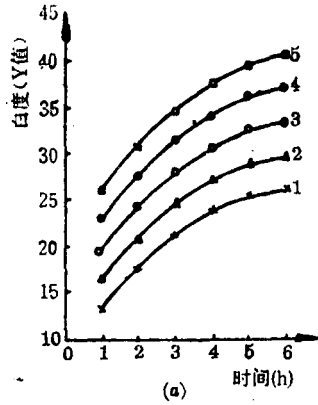


图1 不同温度下时间对白度和碱溶解度的影响(双氧水浓度10g/L) 温度: 1-40℃; 2-45℃; 3-50℃; 4-55℃; 5-60℃(图2、3同)。

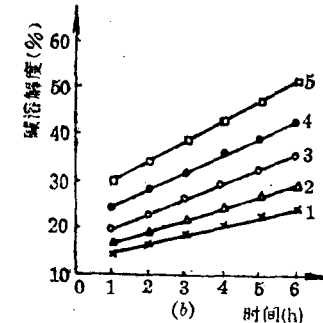
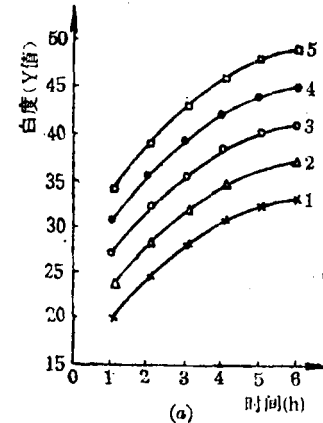


图2 不同温度下时间对白度和碱溶解度的影响(双氧水浓度20g/L)

三、讨论

1. 碱溶解度

由图1~3可见,当任何一个变量——漂白时间、温度和双氧水浓度增加时,碱溶解度就增大。对于给定的浓度和温度,碱溶解度随时间的延长而增大,且近似于线型关系。当温度升高时,浓度愈大,曲线愈陡,碱溶解度随时间延长的递增率变大。因此,当漂白条件比较剧烈时,为使纤维少受损伤,应避免采用长时间漂白。

如果双氧水浓度和时间保持恒定,则温度愈高,碱溶解度愈大,且随温度升高其递增率变大。另外,当双氧水浓度提高时,碱溶解度随温度升高的递增率也变大。例如,当浓度为10g/L、时间4小时、温度由45℃

升至 50℃时, 碱溶解度从 18.34 增加到 20.61; 当浓度为 30g/L、同条件下, 碱溶解度从 29.45 增加到 37.12。

当漂白时间和温度保持不变, 随双氧水浓度的增加, 碱溶解度增大, 且随温度的提高, 其递增率变大。

综上所述, 漂白时间、温度和双氧水浓度对碱溶解度的影响是相互联系的, 当其中一个变量变大时, 其他两个变量对碱溶解度的影响亦增大, 且温度的影响尤为剧烈。因此, 不宜采用高温漂白。

2. 白度(Y值)

由图 1、2 和 3 可知, 对给定的双氧水浓度和温度, 白度随时间的延长而增加, 且开始时增加较快, 达到 5~6 小时后, 白度的增加变慢。但随时间延长, 碱溶解度的增加速率加快, 所以漂白时间不宜超过 5 小时。另外, 随浓度和温度的提高, 白度随时间的递增率变化很小; 而碱溶解度在此条件下随时间延长的递增率很大。因此, 可采用低温较长时间漂白的办法。

当漂白时间和温度不变时, 随浓度提高, 白度值增大, 且在浓度从 10g/L 至 20g/L 时, 白度值增加较快, 浓度从 20g/L 至 30g/L 时增加较慢。当时间恒定, 在高浓度时(20g/L 以

上), 温度的提高比浓度的增加对白度的影响大; 在低浓度时(10g/L), 温度的提高与浓度的增加对白度的影响相近。

漂白时间和双氧水浓度恒定时, 随温度的升高, 白度值增大, 且递增变化率近似相等。

综上所述, 漂白时间、双氧水浓度和漂白温度对白度的影响也是相互联系的。在较高浓度时(20g/L 以上), 温度的影响比浓度大。但对碱溶解度来说, 温度的影响比浓度剧烈的多。因此, 欲要获得较好的白度又要使纤维少受损伤, 宜选用较高的浓度和较低的温度。

3. 碱溶解度和白度(Y值)之间的关系

表 1 显示了最白的羊毛受到了最严重的损伤。漂白是一个降解过程, 在费用最低和纤维具有最小损伤的情况下去取得最佳白度, 这在经济和技术上都具有重要意义。我们规定纤维最大允许损伤为碱溶解度 25% 和 30%, 则对给定的双氧水浓度和温度, 根据与碱溶解度相应的回归模型可计算出漂白时间, 然后再由与白度相应的回归模型计算出白度值。获得的结果由图 4 表示。从图 4 可以看出:

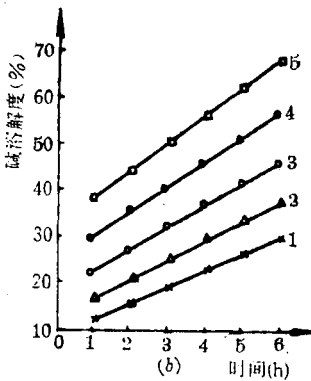
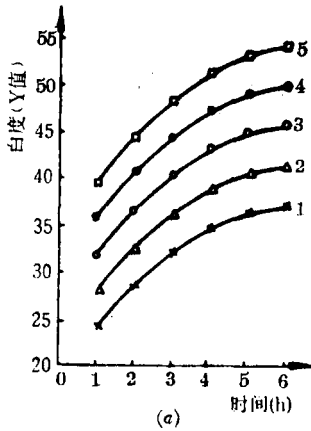
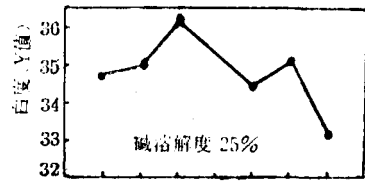
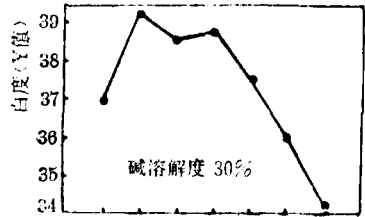


图 3 不同温度下时间对白度和碱溶解度的影响(双氧水浓度 30g/L)



(a) 4.6 4.3 3.0 2.7 1.5 4.5 2.6
(b) 30 20 30 20 30 10 10
(c) 40 40 45 50 50 55 60



(a) 6 4.2 4.2 2.6 2.6 1.1 1.0
(b) 30 30 20 30 20 30 20
(c) 40 45 50 55 55 55 60

图 4 漂白变量对白度的影响

(a) 时间(h); (b) 双氧水浓度(g/L); (c) 温度(℃)。

(1) 白度最佳值在浓度较高、温度较低时出现。

(2) 碱溶解度为 25% 的最佳处方是: 3 小时, 30g/L, 45℃。

(3) 碱溶解度为 30% 的最佳处方是: 4.15

小时, 30g/L, 45℃。

四、结论

1. 采用中心旋转组合实验设计, 可以得出预测已漂羊毛白度和碱溶解度的回归方程模型, 且预测值和测试值之间有良好的 consistency。

2. 已获得的回归模型可用于测算在实验范围内实验条件(时间、浓度和温度)改变时, 羊毛的白度和碱溶解度。

3. 当碱溶解度确定为 25% 和 30% 时, 由改变时间、浓度和温度优化组合, 可找出产生最佳白度的漂白条件。

4. 最佳漂白温度为 45℃, 双氧水浓度为

30g/L, 时间不宜超过 5 小时。

本工作得到姚穆教授的指教, 贺兴时、周晓红(青海纺研所)的帮助, 特致谢意。

参考资料

- [1] «J. S. D. C.», 1978, Vol. 94, p. 85.
- [2] «J. S. D. C.», 1979, Vol. 95, p. 389.
- [3] «J. S. D. C.», 1983, Vol. 99, p. 261.
- [4] «Rev. Prog. Coloration», 1985, Vol. 15, p. 38.
- [5] 金咸瓚等, «染整工艺实验», p. 61, 纺织工业出版社, 1987 年。
- [6] «T. R. J.», 1981, Vol. 51, p. 541.
- [7] M. Peter and H. K. Rouette, «Grundlagender Textilveredlung», Deutscher Fachverlag, 1989, p. 477.