

# 电化学在纤维织物染色中的应用<sup>①</sup>

佟 白\* 高淑珍 王俊哲\* 魏继玲

(齐齐哈尔轻工学院, 齐齐哈尔 161006)

**摘要** 对蛋白质纤维——丝绸的电化学染色方法进行了初步探索. 文中讨论了影响电化学染色上染率的诸因素, 并给出上染率 $\alpha$ 随槽压 $V$ 变化的经验方程. 实验表明: 电化学染色方法较常规染色方法能明显地提高上染率, 降低能耗, 并减少环境污染.

**关键词** 染色化学, 纤维, 染色

真丝绸通常使用酸性染料, 直接染料和活性染料染色, 但都存在上染率低, 色牢度差, 染料消耗大, 能耗高, 环境污染等缺点<sup>[1,2]</sup>. 为了克服上述缺点, 一般采用加固色剂及改变丝绸纤维的活性基团等方法<sup>[3,4]</sup>. 由于这些方法是在常规的染色理论和方法下进行的, 因而虽能改善但却不能很好地克服掉上述缺点. 根据染浴中染料能电离成正负离子, 这一特性, 本文提出于染浴中置加正负电极, 并通以直流电. 在外电场的作用下, 染料离子和纤维之间的结合力除氢键, 盐键(即离子键), 共价键, 范德华力, 配位键<sup>[5]</sup>之外又额外增加了电场引力, 从而增强了染料与纤维之间的结合力与亲和力<sup>[5]</sup>. 这一方法不仅对克服上述染色中的缺点有重要实际意义, 而且也为电化学开辟了新的应用和研究领域<sup>[6]</sup>, 是常规染色理论和方法的改进和发展.

## 1 实验部分

上染率由上海分析仪器厂72型分光光度计测定. 染浴加热用江苏省医疗器械厂HHS型电热恒温水浴锅. 电极系将市售石墨棒, 依染杯大小, 经适当截取而得. 本实验中所用电极直径为0.8 cm, 高为6 cm.

### 1.1 上染率

**试验装置** 将石墨电极置于已配制好的染浴中, 丝绸布样单层紧贴于阳极上, 其尺寸为3.2 cm×3.4 cm, 面积为10.88 cm<sup>2</sup>, 两电极距离为2.4 cm. 然后接通直流电源进行试验.

**工艺流程** 经预处理的丝绸 → 电化学染色 → 水洗 → 烘干

染色过程为始温30℃, 30 min内升温至90℃, 再予90℃下维持30 min, 然后水洗烘干.

**工艺处方:**

染料(弱酸性桃红BS工业级)owf	4%
HAC	40% (分析纯)
	2 mL

① 本文1995-03-15收到, 1995-05-29收到修改稿

\* \* 王俊哲现在齐齐哈尔外商投资区工作

pH

4.5~5

上染率测定 取染色残液稀释5倍后用72型分光光度计测吸光度 $A$ ,作上染率( $\alpha$ )-槽压( $V$ )图.

## 1.2 温度试验

以槽压1.9 V,电极距离2.4 cm,分别作各温度下电化学染色试验,作 $\alpha$ - $T$ 图,找出电化学染色上染率与常规上染率相同的染色温度,在此温度下测定电流 $I$ ~时间 $t$ 曲线.

## 1.3 两电极距离试验

选择染色温度为90℃,槽压1.9 V,在两电极间的不同距离下进行电化学染色,测定其对应的上染率.

# 2 结果与讨论

## 2.1 电化学染色上染率与槽压关系

表1列出不同槽压下测得的电化学染色上染率.图1示出试验的曲线(如图),在一定的槽压范围内,由最小二乘法回归得 $\alpha$ - $V$ 经验方程为: $\alpha=0.0502+0.4615V-0.0836V^2$ .即上染率( $\alpha$ )随槽压( $V$ )呈二次曲线变化,但应指出,当 $V \leq V_0$ 时,电化学染色上染率低于常规染色的上染率,并出现电流负值现象.(有关此现象的产生原因,将另文报导分析), $V_0 < V \leq V_b$ 时,电化学染色上染率大于常规染色上染率,且 $\alpha$ 随 $V$ 升高而迅速增加;槽压增至 $V_b$ 附近时, $\alpha$ 增加渐趋缓慢. $V > V_b$ 时,被染丝绸色泽萎暗,染浴出现混浊,沉淀,染色质量不符合要求.上述结果表明:电化学染色时,其槽压具有明显地选择性,即仅当 $V_0 < V \leq V_b$ 时,才可能使 $\alpha$ 高于常规染色上染率并使染色质量符合要求,小于 $V_0$ 或大于 $V_b$ 的槽压值均不可取.

表1 槽压对上染率的影响

Tab. 1 The influences of trough voltage on the uptake

槽压(V/V)	吸光度(A)	上染率 $\alpha$ (%)
空白染浴	0.520	
常规染浴	0.286	45.0
0.3	0.430	17.3
0.5	0.370	28.8
1.0	0.273	47.5
1.5	0.235	54.9
2.0	0.199	61.8
2.4	0.178	65.8
2.5	0.199	61.8
2.7	0.181	65.2
2.8	0.096	81.6
2.9	0.177	66.0

注: $\alpha=(1-\frac{A_i}{A_0}) \times 100\%$   $A_0$ :空白染浴吸光度, $A_i$ :染色残液吸光度

## 2.2 电化学上染率与温度的关系

图2示出不同温度下的 $\alpha$ - $T$ 变化关系.如图可见,电化学染色上染率随温度增加而增加,且

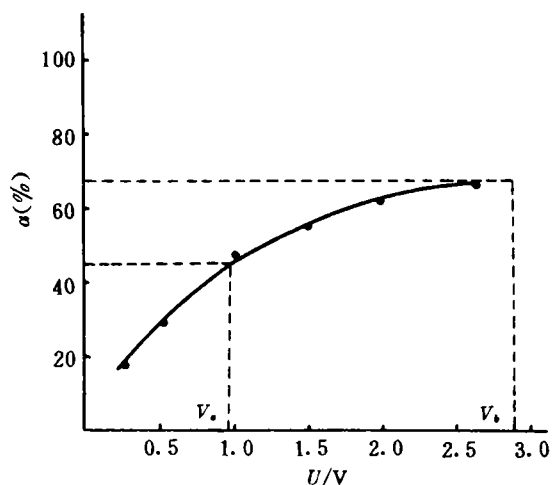


图1 电化学染色上染率与槽压关系

Fig. 1 The relation between the electrochemical uptake and trough voltage

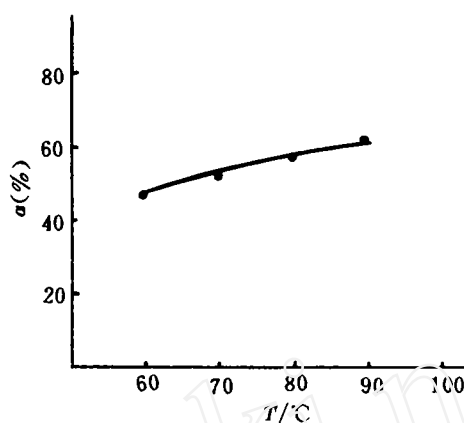


图2 电化学染色上染率与温度关系

Fig. 2 The relation between the electrochemical uptake and temperature

在60℃附近, $\alpha$ 与常规染色上染率近乎相等.图3示出60℃,槽压1.9V时电化学染色的电流~时间变化关系.常规染色能耗高的主要原因是其须在90~100℃下进行染色,而电化学染色仅在60℃左右即可达到常规染色上染率,可见后者必比前者节能.估算如下:

以 $E_0$ 表示常规染色能耗,设室温23℃;染色温度90℃,染液60 mL, $C_i$ , $m_i$ 各表示染色中*i*物质的比热和质量有:

$$E_1 = (C_{\text{水}} \cdot m_{\text{水}} + C_{\text{染料}} \cdot m_{\text{染料}}) \cdot \Delta t$$

$$C_{\text{染料}}, m_{\text{染料}} \text{ 很小可略. } C_i = 4.2 \text{ J/g,}$$

$$\begin{aligned} \text{所以, } E_1 &\cong C_{\text{水}} \cdot m_{\text{水}} \cdot (90 - 23) \\ &= 4.2 \text{ (J)} \times 60 \times 67 \\ &= 16884 \text{ (J).} \end{aligned}$$

以 $E_2$ 表示电化学染色能耗,则

$$E_2 = E_{\text{热}} + E_{\text{电}}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{热}} &= 4.2 \text{ (J)} \times 60 \times (60 - 23) \\ &= 9072 \text{ (J)} \end{aligned}$$

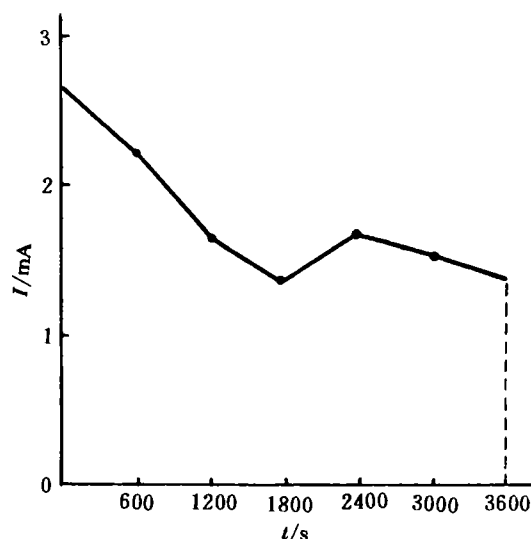


图3 电化学染色电流与时间关系

Fig. 3 The relation between the electric current of electrochemical dyeing and time

而由图3,  $E_{\text{电}} = V \int_0^{3600} I(t) dt = V \times (I-t \text{ 曲线下面积}) = 7.48 \text{ (J)}$

即  $E_2 = 9.072 + 7.48 = 9.779.48 \text{ (J)}$ ,  $E_2/E_1 = 9.079.48/16.884 = 53.8\%$

节能:  $1 - 53.8\% = 46.2\%$ .

### 2.3 两电极间距离与上染率关系

表2 列出两电极间距离与上染率  $\alpha$  变化关系. 如表中  $\alpha$  随两电极距离的变化而不同, 且存在一极大值. 表明在电化学染色中, 电极距离也是一个重要参数. 对不同染料, 不同纤维其最佳电极距离可能不同.

表2 电极距离与上染率关系  
Tab. 2 The relation between electrode distance and uptake

电极距离 (cm)	吸光度 (A)	上染率 $\alpha(\%)$
1.80	0.298	42.6
2.40	0.201	61.4
2.50	0.239	53.9

### 2.4 电极材质的选择

电极材质的选择是纤维织物电化学染色的关键问题. 实验表明用铁和铜作电极, 会使织物得色萎暗, 染色不均, 导致染色质量显著下降. 亦即不宜采用铜、铁材质作电极. 铂电极虽使染色质量好, 但价格昂贵, 在染色工业缺乏实际意义. 而石墨电极则几乎可兼具避免上述二者之优缺点. 诚为最有实用价值.

## Application of Electrochemistry in the Dyeing of Fiber Textile

Tong Bai    Gao Suzhen    Wang Zunze    Wei Jiling

(Qiqihar Lighting Industry Institute, Qiqihar 161006)

**Abstract** An electrochemical dyeing method of protein fiber-silk is presented, and a experimental equation relating to the uptake  $\alpha$  and trough voltage  $V$  is given. It is shown that the electrochemical dyeing method can remarkably raise the uptake than common mtehod, reduce energy consumption and cut down environment pollution. This is a new field for the application of electrochemistry.

**Key words** Dyeing chemistry, Fiber, Dyeing

### References

- 1 叶全兴, 仲竹君. 真丝绸的增深染色. 丝绸, 1994, (2): 32
- 2 倪铸鼎, 王盛才. 染整厂节能概要. 全国纺织工程学会染整专业委员会染整节能学术论文资料选辑, 1985: 67
- 3 阮铁民, 汪建雄, 许惠儿. 改善三芳甲烷类染料湿处理牢度的研究. 丝绸, 1994, (3): 33
- 4 蒲宗耀, 黄玉华, 蒲实, 夏英美. 改善丝绸与活性染料染色性湿和染色法. 丝绸, 1994, (3): 15
- 5 张壮余, 吴祖望编著. 染料应用. 北京: 化学工业出版社, 1991: 76
- 6 [苏] G G 达马斯金, O A 佩特里著, 谷林镁等译. 电化学动力学导论. 北京: 科学出版社, 1989: 8