



# 4 酸性染料(Acid dye)

---

## 主要内容


§ 4.1 引言

§ 4.2 酸性染料分类及合成

§ 4.3 酸性染料的染色方法

§ 4.4 酸性媒染染料和酸性含媒染料简介





## ➤ 羊毛和蚕丝的差异

- ☞ 羊毛有鳞片层(Scale layer)结构，耐强酸，可在强酸条件下染色；
- ☞ 蚕丝不耐强酸，只能在弱酸性或中性条件下染色；
- ❖ 锦纶是合成聚酰胺纤维(Polyamide fiber)。锦纶纤维大分子主要由三部分组成，即疏水性的(Hydrophobic)亚甲基部分、具有亲水性的(Hydrophilic)酰胺基和链端的氨基和羧基；锦纶的染色也更适宜在弱酸性或中性条件下进行。

# 对染料的要求

纤维的结构、理化性能以及与染料的可能结合方式决定其所用染料需要满足一定的条件。就羊毛、蚕丝和锦纶三种纤维而言，所用染料必须符合以下要求：

- 含有**磺酸基(Sulfonic group)**等阴离子基团，赋予染料水溶性，与纤维上离子化的氨基发生**离子键(Ionic bond)**的结合；
- 含有可与纤维形成范德华力结合的疏水性基团；
- 含有氨基、羟基或酰氨基等可与纤维形成**氢键(Hydrogen bond)**结合的基团；
- 有较好的耐酸性，染料中的氨基往往要进行**酰化(Acylation)**。



## 二、酸性染料的结构特点

- 酸性染料是一类结构上带有酸性基团的水溶性染料，在发展的初期(Initial stage)主要在酸性条件下染色，故习惯上称之为酸性染料(Acid dye)。
- 在上染过程中静电引力(Electrostatic attraction)的结合起着重要的作用，染料结构比较简单，染料分子中缺乏较长的共轭双键 (Conjugated double bond)系统，分子芳环共平面性(Coplanarity)或线性(Linearity)特征不强。
- 品种很多，色谱齐全、色泽鲜艳。

## § 4.2 酸性染料的分类及合成

### 简介

- ❖ 名称：早期用于蛋白质纤维染色的染料主要靠离子键与纤维结合，一般在酸性条件下进行，故称为**酸性染料**。
- ❖ 结构分类：
  - **偶氮型(Azo)**：单、双偶氮染料，以浅色为主（黄、橙、红、紫、蓝），品种数量占大多数；
  - **蒽醌型(Anthraquinone)**：单蒽醌为主，主要为深色（紫、蓝、绿），品种数量占第二位，日晒牢度最好
  - **三芳甲烷型(Triarylmethane)**：色泽鲜艳、色光强度大，以紫、蓝、绿为主，日晒牢度最差。



## 一、酸性染料应用分类

❖ 酸性染料按应用性能的不同，可分为三种类型。

- 1、强酸性浴染色的酸性染料(Acid dyes in strong acid dye bath)
- 2、弱酸性浴染色的酸性染料(Acid dyes in weak acid dye bath)
- 3、中性浴染色的酸性染料(Acid dyes in neutral dye bath)

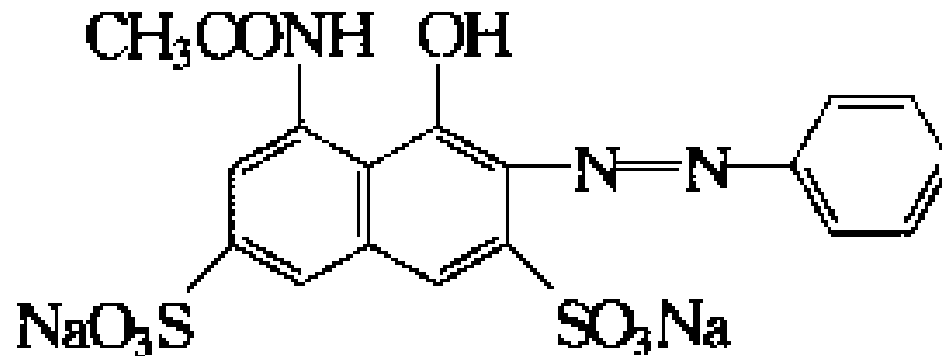


## 1、强酸性浴染色的酸性染料

- ▶ 强酸性浴染色的酸性染料简称强酸性染料，也称**匀染性酸性染料(Leveling acid dyes)**。
- ▶ 染料**结构简单(Simple structure)**，**分子量小(Low molecular weight)**，分子中磺酸基所占比例大，**亲水性强(High hydrophilicity)**，水溶性好，与纤维的范德华力和氢键力较小，染料与纤维的结合主要是离子键结合。
- ▶ 强酸性染料染色的pH值为2-4，染色时染液中加入盐，会降低染料与纤维分子间的库仑引力，起**缓染作用(Retarding)**。



- 对羊毛等纤维的亲和力低(Low affinity), 移染性好(Good migration), 匀染性很好, 需在强酸性浴中染色才能获得很高的上染率, 色泽鲜艳。
- 适用于染淡、中色, 主要用于羊毛染色, 不适合用于湿处理牢度(Wet fastness)要求较高的纺织品的染色。
- 酸性红G是强酸性染料, 其结构式如下所示:

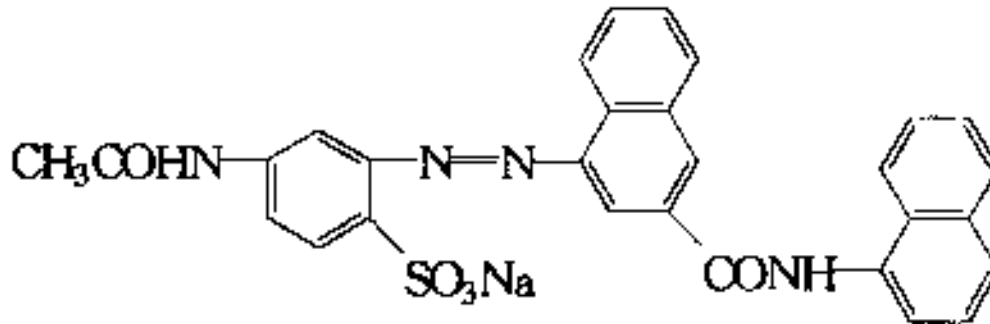




## 2、弱酸性浴染色的酸性染料

- ▶ 弱酸性浴染色的酸性染料简称弱酸性染料，也称半耐缩绒性酸性染料和半匀染性酸性染料。
- ▶ 染料结构稍复杂，分子量中等，分子中磺酸基所占比例相对较小，亲水性、在水溶液中的聚集度和溶解度中等，染料上染纤维后，染料和纤维通过离子键、范德华力和氢键力的**综合作用(Combined action)**结合在一起，
- ▶ 弱酸性染料染色的pH值为4-6，染色时染液中加入盐，对染料的**吸附(Adsorption)**影响较小，但能延缓染料阴离子与纤维中的 $-\text{NH}_3^+$ 的结合，起缓染作用，但作用较小。

- 对纤维的亲合力较高，移染性和匀染性稍差，湿处理牢度较好，染色常在弱酸性浴中进行。
- 染色性能介于匀染性酸性染料和耐缩绒性酸性染料之间。
- 弱酸大红FG是弱酸性染料，其结构式如下：

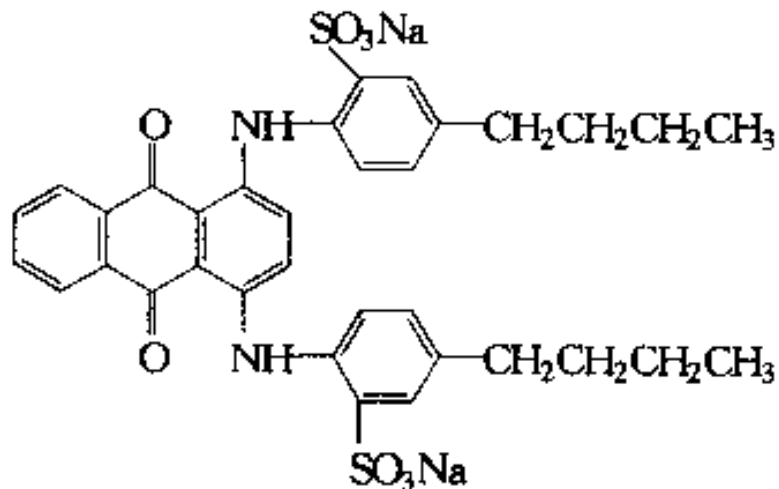




### 3、中性浴染色的酸性染料

- 中性浴染色的酸性染料也称耐缩绒性酸性染料(Milling acid dye), 属于非匀染性(Non-leveling)酸性染料。
- 染料结构复杂(Complex structure), 分子量大(High molecular weight), 分子中磺酸基所占比例小, 疏水性强(High hydrophobicity), 水溶性不好, 染料与纤维的结合主要是依靠范德华力和氢键力。
- 该染料染色的pH值为6-7, 染色时染液中加入盐, 会提高上染速率和上染百分率, 起促染作用(Accelerating)。

- 对羊毛等纤维的亲和力高(High affinity), 移染性很差(Poor migration), 匀染性差, 常在近中性浴中染色, 色泽不够鲜艳, 熨烫和湿处理牢度好。
- 染色毛制品经得起洗呢和缩呢处理, 对湿处理牢度要求高的纺织品可采用这类染料染色。
- 弱酸艳绿G是中性浴染色的酸性染料, 其结构式如下:




## 酸性染料的应用分类和主要应用性能

性能	强酸性染料	弱酸性染料	中性浴染色的酸性染料
分子结构	较简单	较复杂	较复杂
相对分子质量	小	中等	较大
磺酸基在分子中的比例	较大	较小	小
颜色鲜艳度	好	稍差	较差
溶解性与聚集度	好, 基本不聚集	稍差, 聚集	差, 低温聚集
对纤维的亲合力	较小	较大	很大
匀染性	好	中等	差
移染性	好	较差	很差
湿处理牢度	较差	中等	较好
耐缩绒性	不好	较好	很好
染液pH值	2~4	4~6	6~7
染羊毛常用酸剂	硫酸	醋酸	硫酸铵或醋酸铵
中性盐的作用	缓染	缓染作用小	促染
能否低温染色	能	稍困难	困难, 需特殊助剂

## § 4.3 酸性染料的染色方法

### (一) 酸性染料对羊毛的染色


酸性染料染羊毛时，染料和加工方式应根据产品的用途和染色后的加工工序对染色牢度的影响来选择。染色后进行缩绒加工的产品，在染色时应选用耐缩绒(Felting resistance)的酸性染料。



羊毛纤维制品根据品种的不同，可采用不同的染色的染色方法：

- 粗纺呢绒一般先染后纺，采用散毛染色，也可织成呢坯后匹染。
- 精纺花呢一般先染后织，采用毛条染色或毛纱染色。
- 素色呢一般先织造后匹染。
- 针织用毛纱和绒线一般采用绞纱染色，素色羊毛纱也可先成衫后染色。





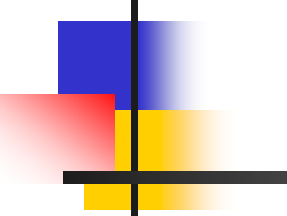
羊毛纤维表面有鳞片层，对染料的扩散有很大的阻力，因此羊毛纤维制品一般在**沸染(Boiling dyeing)**的条件下染色，且染色时间较长，三种主要酸性染料均可对羊毛制品染色：

- 强酸性染料的染液中含有染料、元明粉、硫酸。
- 弱酸性染料的染液中一般含有染料、醋酸、渗透剂；渗透剂的作用：有利于纤维的润湿、膨化及染料的扩散，并有缓染和匀染的作用。
- 中性浴染色的酸性染料的染液中含有染料、元明粉、硫酸铵。

## § 4.3 酸性染料的染色方法

### (二) 酸性染料对蚕丝的染色


- 酸性染料是蚕丝染色的主要染料，丝素对酸的稳定性比羊毛低，在强酸性条件下，蚕丝的光泽(Lustre)、手感(Hand feeling)、强力(Strength)都会受到影响，因此，大都采用弱酸性和中性浴染色的酸染。
- 蚕丝织物一般比较轻薄，对光泽要求高，织物经长时间沸染，容易引起擦伤，光泽变暗，因此染色T为95℃左右。
- 与羊毛相比，蚕丝表面没有鳞片层，其无定形区(Amorphous region)比较松弛，在水中膨化较剧烈，易于染料上染，在染色时，一般采用逐渐升温法以提高匀染效果。

- 
- 酸染在蚕丝上颜色鲜艳，但由于湿处理牢度比在羊毛上低，染色后一般要进行阳离子**固色剂(Fixing agent)**处理，常用的品种是固色剂Y，也有真丝织物专用固色剂AF、3A。
  - 蚕丝酸染有浸染、卷染等方法，丝绸染色设备主要有绳状染色机、平幅喷淋染色机、星形架染色机、卷染机。

## § 4.3 酸性染料的染色方法

### (三) 酸性染料对锦纶的染色

- 酸性染料是锦纶染色的常用染料，得色鲜艳，上染百分率和染色牢度较高，但**匀染性(Leveling)**、**遮盖性(Covering)**较差，常用于染深色。
- 强酸性染料在锦纶上的染色饱和值低、**湿处理牢度(Wet resistance)**差，而且强酸性会对锦纶造成一定的损伤，因此，大都采用**弱酸性和中性浴染色**的酸染。
- 酸性染料染锦纶时，染色温度对上染速率影响很大，锦纶的 $T_g$ 较低，始染温度应低于 $50\text{ }^\circ\text{C}$ ，然后逐渐升温至沸，沸染一定的时间。除采用较低的始染温度外，升温速率**宜慢**，可加阴离子表活作为匀染剂，降低染色速率。

- 
- 锦纶中氨基含量较少，染色饱和度较低。当用两个或两个以上染料**拼色(Color matching)**染色时，会发生染料对染色位置的竞争，即**竞染(Dye competition)**现象。为避免出现色差、批差等现象，拼色时应选用**染色速率相近**的染料。
  - 活染时，锦纶染色加工方式有绞纱染色、平幅匹染、成袜或成衣染色等。

## § 4.4 酸性媒染染料与酸性含媒染料

- 提高酸性染料湿处理牢度的另一有效途径是利用金属与染料形成络合物(Complex)。
- 络合金属为过渡金属元素，如铜、铬、钴等。
- 酸性媒染染料(Acid mordant dye): 络合物在染色过程中形成。
- 酸性含媒染料(Acid premetallized dye): 络合物染料的制备过程中形成。

## § 4.4.1 酸性媒染染料

### 一、特点

- 染料分子较小，水溶性和匀染性好。
- 在染色过程中，染料与**金属媒染剂(Metal mordant)**形成络合物。常用的媒染剂为**重铬酸盐(Dichromate)**，对环境有害。
- 染料具有良好的耐晒（一般4—7级）、耐洗和耐缩绒牢度，但色光不如酸性染料鲜艳。
- 主要用于羊毛染色，也可用于蚕丝和锦纶纤维染色。
- 染色**工艺繁复(Complicated process)**，媒染后的织物色光变化大，不易控制。

## § 4.4.1 酸性媒染染料

### 二、结构

- 按照分子结构区分，酸性媒染染料主要包括偶氮类(Azo)、蒽醌类(Anthraquinone)、三芳甲烷类(Triarylmethane)。
- 染料分子结构一般具有强酸性染料的基本结构，同时含有能与金属元素形成络合物的结构(配位体 Ligand)。



## § 4.4.2 酸性含媒染料

### 一、特点

- 染料可溶于水。
- 染料色泽鲜艳度低于酸性染料，优于酸性媒染染料。
- 耐日晒牢度好(Good fastness to sunlight)，耐洗牢度优于酸性染料，不及酸性媒染染料。
- 可用于羊毛、蚕丝和锦纶纤维的染色。染色后不需媒染处理，染色工艺较简单、方便。
- 根据络合金属与母体染料的比例，酸性含媒染料可分为1:1型和1:2型两类。
  - 1) 1:1型是一个铬离子和一个染料分子的络合物
  - 2) 1:2型是一个铬离子和两个染料分子的络合物