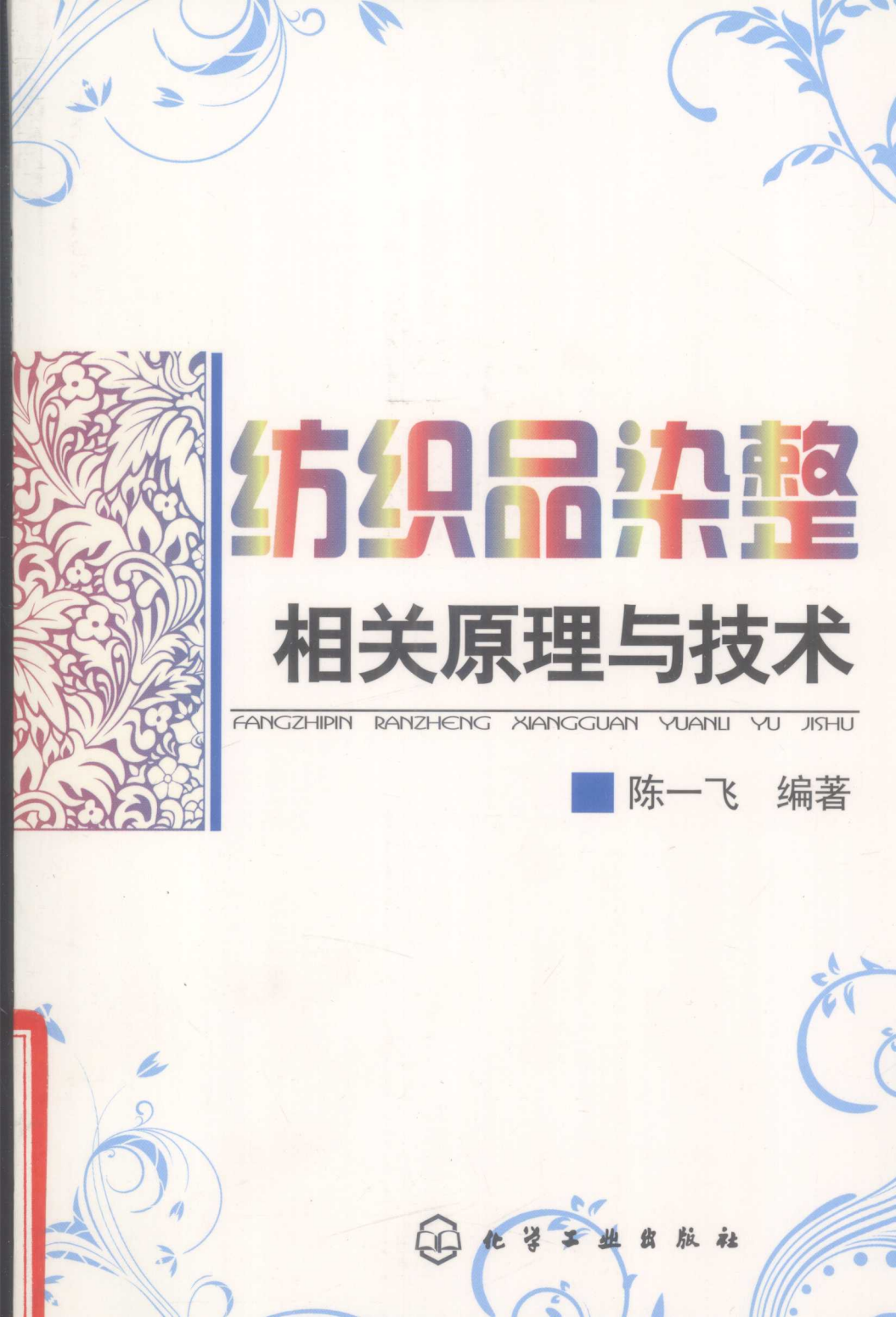




纺织品染整

相关原理与技术

FANGZHIPIN RANZHENG XIANGGUAN YUANLI YU JISHU

■ 陈一飞 编著



化学工业出版社

纺织品染整相关原理 与技术

陈一飞 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要讲述了染料的基础知识及染色的基本原理, 染整过程中用到的一些设备。重点介绍了活性染料、分散染料、直接染料染色的工艺流程、技术要点和涉及的疵病回修。

本书可作为大、中专学生的学习参考书, 也可供染整行业技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

纺织品染整相关原理与技术/陈一飞编著. —北京: 化学工业出版社, 2009.12

ISBN 978-7-122-06820-0

I. 纺… II. 陈… III. 纺织品-染整 IV. TS190.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 182512 号

责任编辑: 李彦玲

文字编辑: 李锦侠

责任校对: 战河红

装帧设计: 杨 北

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

880mm×1230mm 1/32 印张 6 字数 181 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

最近十多年来我国纺织品、服装、玩具在国际市场上大放异彩。虽然这段时间受到国际金融危机的影响，出口速度稍有放慢，但国家及时出台了振兴纺织产业纲要，加上纺织企业自强不息，以及我国劳动力成本相对较低，通过调整产业结构、加大品牌投入，很快就可以走出目前的低谷。

为持续我国纺织品的发展，进一步提升产业界生产效率，设计水准、管理及行销能力是目前业界迫切需要解决的问题。通过提高各生产过程的效率，以期达到产业升级的目的，进而降低生产成本，增强外销竞争能力。

作为纺织业生产过程中最重要的一环——染整，它的技术水平的高低，其实就是纺织产品质量的高低，印染行业是纺织品进行深加工和精加工，提高产品档次和附加值的关键行业。一个国家染整技术的水平直接关系到我国纺织品和服装在世界纺织品贸易中的地位。

本书共分七章，重点介绍了涤纶、超细涤纶、纤维素纤维、混纺织物的染色加工过程。染料方面主要介绍了活性染料、分散染料、直接染料等的染色性能，并对染色、水洗、烘干设备进行了介绍。简要回顾了以前采用的涤纶载体染色，以及在环境因素的压力下已经逐渐淡出的必然规律。对实用性强的染整工艺，均具体介绍了工艺配方、工艺流程、生产技术要点以及病疵的回修。书中对最重要的专业术语进行了英语词汇翻译，以便使读者能相应地掌握一些染整专业的英语词汇。

本书在写作和出版过程中，得到嘉兴职业技术学院领导和老师的大力支持 and 帮助，特别是纺织印染、环保、化学教研室的老师们提出了宝贵意见，在此一并表示感谢！书中不足之处敬请读者批评指正。

编著者

2009 年 10 月

目 录

第一章 染料分类、结构与应用	1
第一节 染料的分类	1
一、天然染料	1
二、合成染料	2
第二节 染料添加物	13
第三节 染料的命名	14
 第二章 棉纤维染色助剂的种类与应用	24
第一节 织造工程中使用的浆料	24
第二节 前处理加工中的酶退浆	26
一、连续式	26
二、分批式	27
三、残存浆料的检验	29
第三节 各种助剂的合理选用及应用实例	29
一、退浆剂	29
二、丝光用渗透剂	30
三、螯合分散剂	31
四、精炼渗透剂	33
五、浴中防皱(柔软)剂	36
六、双氧水安定剂	37
七、双氧水去除剂	38
八、棉染色用均染剂	41
九、盐	42
十、碱及代用碱	43
十一、皂洗剂、固色剂	45
十二、调整手感及丝整理加工用助剂	47

第四节 相关前处理、染色配方及工艺实例	48
第三章 活性染料的染色	53
第一节 活性染料的染色特性和效果	53
一、活性染料三原色染色特性	53
二、染着速度	54
三、相容性	57
四、移染性	57
五、染着的温度依存性	58
六、对盐及碱的敏感性	60
七、浴比依存性	60
八、未固着染料的洗净性	61
九、染料和纤维间的结合强度	63
第二节 活性 Sumifix Supra 染料三原色的染色工艺实例	63
一、Sumifix Supra 染料三原色的构成	63
二、活性染料三原色的染色条件	63
三、活性染料三原色的坚牢度	65
第三节 影响活性染料上染率的相关因素	66
一、适用的纤维	66
二、化学构造	67
三、各种活性染料的性能及适用性	67
四、染色升温曲线	69
五、活性染料的吸尽染色性	70
第四章 直接染料、分散染料对 T/C 混纺织物的染色技术	72
第一节 直接染料	72
一、概述	72
二、化学构造	72
三、性质	73
四、染色方法	74
第二节 分散染料	77
一、分散性染料的分类	77

二、分散性染料的染色性（品质特性）	77
第三节 T/C 混纺织物的浸染方法	82
第五章 直接染料上染纤维素纤维	85
第一节 直接染料种类和性质	85
一、直接染料种类	85
二、直接染料性质	85
第二节 直接染料的一般染色法	91
第三节 染色病疵的修正	94
第四节 直接染料染棉及合纤混纺织物工艺实例	95
第六章 分散染料对聚酯纤维的染色	98
第一节 准备工程	98
一、防缩	99
二、络筒工程	100
三、匹染的准备工程	101
第二节 聚酯纤维坯布前处理工艺	101
一、退浆	101
二、退浆工程用化学药品	103
三、退浆-精炼工程设备	103
四、精炼	103
五、漂白	105
六、松弛	107
七、预定型	109
八、染色前的可染性测试	112
第三节 染色	114
一、高温（高压）染色法	114
二、高温法进行散纤及纱的染色	120
三、高温坯布染色	125
四、导染染色法	131
五、纤维及纱染的导染法	138
六、坯布染色的导染法	140

七、导染剂的高温导染法·····	143
八、散毛纤维及纱的高温导染法染色·····	144
九、匹染的高温导染作业·····	146
十、修色·····	146
第四节 后处理净洗工艺·····	150
一、洗净处理·····	150
二、散毛及纱染的后处理·····	152
三、匹染的后处理·····	153
四、聚酯齐聚物的去除·····	154
第五节 树脂整理·····	157
一、整理加工的目的·····	157
二、整理加工的方法·····	157
三、整理加工的药剂·····	158
四、特殊性能整理加工·····	158
 第七章 超细涤纶纤维的染色加工·····	 159
第一节 超细涤纶纤维概述·····	159
第二节 超细涤纶纤维的形态特征及加工性能特征·····	160
第三节 超细涤纶纤维的染色·····	163
 参考文献·····	 176

第一章 染料分类、结构与应用

在染色过程中的着色，色料为不可或缺的一环，染料（dyestuff）与颜料（pigment）等有色物质总称为色料（colorant），二者以其溶解性及与纤维的亲合力来区分，通常染料系指能溶解于水或高度分散于水中，与纤维有亲和力而使纤维均匀上色染着者。颜料是指不溶于水，与纤维无亲和力，需借助其他药剂，如黏着剂（binder）而使纤维上色者，如油墨、涂料等。

染料用于染色必须具有相当的化学及物理方面的坚牢度，如耐水洗、日光、酸、碱、升华、摩擦、汗、氯漂等。色料的来源可分天然及人工合成两大类，目前使用的染料几乎全部以人工合成的方法制造。人工合成染料始于1856年英国化学家 W. H. Perkin 发现苯胺紫（盐基性染料）后，发展甚为迅速，现在几乎已全部取代了天然染料。

第一节 染料的分类

根据染料的来源分类，如图 1-1 所示。

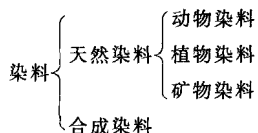


图 1-1 根据染料的来源分类

一、天然染料

自然存在的色素，经简单处理成为可利用的染料者为天然染料，据文献资料记载，在（2~3）万年前，即有矿物性天然染料的应用，直至（5~6）千年前才渐渐有动植物系天然染料的应用。而直至19世纪中叶，由于合成染料的成功，天然染料逐渐被取代，迄今只限少数品种应用于特殊用途及工艺染色。

(一) 动物染料 (animal dye)

来自动物界的染料为数极少，以洋红 (cochineal)、古代紫等较有名，洋红是把寄生于中南美仙人掌科植物的胭脂虫 (甲壳虫的一种) 的雌虫研碎成粉末而得的红色染料。而古代紫则据说是公元前 1500 年，由腓尼基人发现的，它存在于地中海小亚细亚沿岸的骨螺 (murex) 所分泌的黄色液体中，将其氧化即成美丽的紫色染料。

(二) 植物染料 (vegetable dye)

来自植物界的染料，历史上著名的木蓝，日本古代染色中用于“草木染”的多数染料属此类，高等植物的根 (茜草、郁金香、紫草等)、树干 (苏木 logwood 等)、树皮 (阿仙树 katechu、槲树 quercetin 等)、叶 (木蓝等)、花 (红花等) 等所含的色素均可利用。

(三) 矿物染料

如将被染物浸渍于二价铁盐或铬盐的溶液中，再移浸于碱性盐类溶液中，后于空气中氧化，可使这类金属的氧化物着色于被染物上。

二、合成染料

1856 年，英国的化学家柏金 (W. H. Perkin)，在研究疟疾的特效药金鸡纳霜 (Kinine) 的实验中，无意中发现了紫色的盐基性染料——苯胺紫 (mauveine)，从而开启了合成染料开发的先河。迄今已发展出众多的品种及数目。而配合合成纤维的开发，合成染料的品种有越来越多的趋势。

合成染料按照染色性 (应用上) 和依据其合成化学结构又有以下两种分类方法。

(一) 按应用分类

一般使用者比较喜爱按应用分类，按应用分类着重于染料的使用方法及过程，较为实用，这是它被普遍采用的原因 (见表 1-1)。

1. 直接染料 (direct dyes)

此类染料在化学结构上的特征是以偶氮基为主体的直线状构造，另含有磺酸根的亲水基团，故其在水中溶解后呈阴离子性，加盐在染纤维素纤维时有促染作用，即增进染色速率，这是因为中性盐使染料的溶解度下降而增加了对纤维的凝集度，若加碱性的碳酸钠，则促进染料溶解而得到缓染效果，其反应式为：

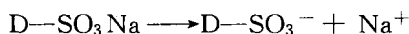


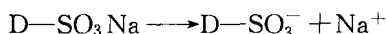
表 1-1 合成染料按应用分类

染料	染色方法	染料类别
合成染料	直接染法	直接染料 酸性染料 盐基型染料
	媒染染法	媒染染料 酸性媒染染料
	还原染法	还原染料 硫化染料
	发色染法	蒽醌(纳夫妥)染料 氧化染料
	分散染法	分散染料
	反应染法	活性染料 荧光增白染料 油溶染料 食用染料 颜料树脂染料

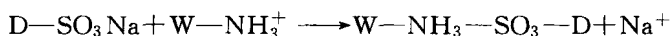
直接染料因其结构具有直线形、共轭双键、平面构造、氢键等特点，使其对纤维素纤维具有高度的直接性。但染色坚牢度普遍不佳，需加固色剂或金属后处理剂加以改善。甲醛后处理因次甲基—CH₂—与染料结合增加分子量可增进水洗坚牢度，但会因生成二苯甲烷(diphenylmethane) R'—CH₂—R'而使耐光牢度降低。此外，直接染料对亲水性的动物纤维羊毛、蚕丝及尼龙(Nylon)亦有高牢度的沾染性。它的特点是色泽广、价廉，使用简便，但耐日光、水洗牢度较差。

2. 酸性染料(acid dyes)

酸性染料因本身为磺酸或羧酸的钠盐，易溶于水，成胶体后与直接染料一样呈阴离子性，其化学反应式如下：



若使染液呈酸性状态，会降低染料的溶解度，同时因酸性存在，羊毛、尼龙等纤维的—NH₂易形成—NH₃⁺，易于产生离子键结合，故pH值降低，会增进酸性染料的上色速率。



酸性染料可分为四类：①均染型染料；②中间型染料；③坚牢型染料；④特优型染料，各类酸性染料的特性详见表 1-2。

表 1-2 酸性染料种类与特性

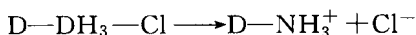
特性种类	染浴 pH 值	染色性状	芒硝影响	染色物性状	化学结构
均染型	强酸性浴	移染性优,易于均染	增大移染性,缓染	织物湿坚牢度差,色泽较鲜艳	碳离子或偶氮
中间型	强酸性浴或弱酸性浴	移染性中等,均染性良好	—	织物湿坚牢度中等,色泽鲜艳	偶氮居多
坚牢型	弱酸性浴或中性浴	移染性较差,不易均染	促进染料的凝集,有促染作用	织物湿坚牢度良好,色泽中等	蒽醌型居多
特优型	—	移染性差,不易均染	—	织物湿坚牢度佳,色泽较暗	—

3. 盐基型染料 (basic dyestuff)

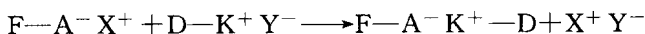
盐基性染料是以色素基卤化物形式存在的阳离子型染料,其水溶液状态呈阳离子性。它也是最初合成的染料,此类染料具有高度鲜艳的色彩,多用于染羊毛及蚕丝,染棉需要用单宁酸媒染法,但日光及湿润坚牢度不佳,已被其他染料取代。

自 1955 年丙烯腈纤维问世以后,使盐基型染料再度受到重视,由于不断的改良成为专供聚丙烯腈纤维染色用的染料,又称为阳离子型染料 (cationic dyes)。

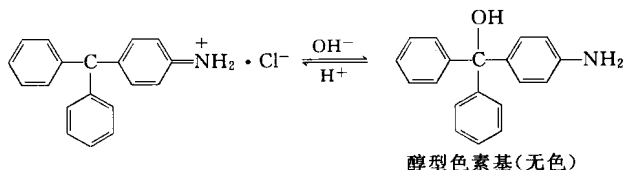
电离反应式为:



与纤维的反应:



与酸碱及热水的反应:



4. 酸性媒染染料 (acid mordant dyestuff)

纤维与染料间无直接亲和性,欲使两者联结而能够染色,必须先将纤维加以处理,此种处理方法称为媒染 (mordanting)。媒染染料是指纤维经金属盐处理才能够染着的染料,大部分天然染料均属此种,若同时具有酸性染料及媒染染料的性质,称为酸性媒染染料。

此种染料染后的水洗及日光坚牢度均佳,但色光较暗,浓色摩擦坚牢度较

差，主要用于羊毛染色，先以酸性染料染色后，再以重铬酸钾使之发色。染色后形成铬的配位键及离子键结合，坚牢度良好，但调色较困难，再现性欠佳。

受金属离子的影响，如水中的 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{2+} ，同样可以作媒染剂，但色相与铬离子不同，故染色用水的金属离子应予避免。

5. 还原染料 (vatdyes)

此类染料因本身具有不溶性，需以碱性的亚硫酸氢盐还原成为溶解性状态而被纤维吸收染色，制成还原液的过程称隐色体化 (vatting)，故有还原染料之称。天然靛蓝即为还原染料的代表，1887 年 Bayer 公司以化学方法合成，1901 年发明阴丹士林 (Indanthrene) 以后陆续发展，迄今已是一种应用非常普遍的染料。

此类染料本身不溶解于水，需在碱性溶液中还原成无色的隐色体 (leuco compound)，被纤维吸收后，再经氧化后发色，其染色后的特点为色彩鲜明，耐日光、水洗坚牢度均佳，耐氯漂白性亦佳，但存在染色较复杂、再现性较差、耐摩擦牢度较低、价格昂贵的缺点。

还原染料按化学结构不同可分为：①靛蓝系；②蒽醌衍生物；③其他。共同的特点是结构上有两个或两个以上 $\text{C}=\text{O}$ 基团。

为达到在还原染色法及印染使用过程中易于迅速还原，增进渗透性及染色性等目的，将染料微粒子化，微粒子化常以化学方法及机械法并用，其过程如图 1-2 所示。

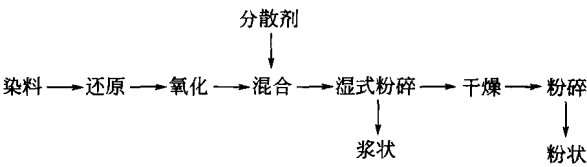


图 1-2 染料微粒子化过程

染色方法依染料的性能不同分为四组，如表 1-3 所列。

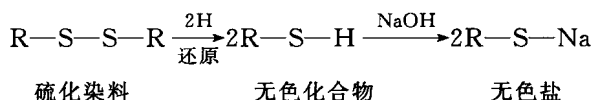
表 1-3 还原染料的染色方法分类

组别	染浴温度/℃	加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 、 $\text{NaOH}/(\text{g/L})$	加食盐或芒硝/(\text{g/L})
1N	50~60	2~12	X
1K	40~50	1~4	4~32
1W	20~26	1~4	8~64
1N 特	视还原染料的各种性能另行决定		

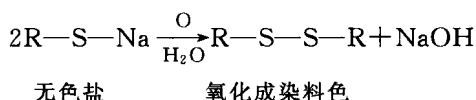
6. 硫化染料 (sulfur dyestuff)

硫化染料顾名思义，其分子结构含有硫及氮，但其详细的化学结构尚未明确，可以用 $R-S-S-R'$ 表示，本身不溶于水，需借硫化钠制成还原浴，将纤维素纤维染色，此类染料染色后对水洗及日光坚牢度良好，但色调较暗，且在空气中易被氧化而使纤维素纤维产生脆化。硫化染料至 20 世纪初才逐渐实用化及工业化。此类染料纯度低，化学结构不明确，1920 年后逐渐改善，至 1940 年新型的硫化染料问世，染色性能大为改进。

(1) 溶解性



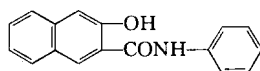
(2) 染色性



(3) 色相及坚牢度 硫化染料色相较暗滞，但对日光及洗涤的坚牢度尚佳，以氧化漂白剂处理会褪色，由于染料结构本身含有硫，会自然氧化生成硫酸而导致织物脆损。

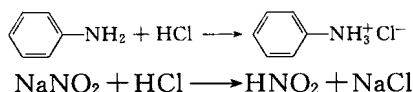
硫化染料需先用 Na_2S 及 $NaOH$ 溶解后再使用，较不方便，新发展的有水溶性染料及分散型染料两类，水溶性染料分为还原性水溶性染料及导入可溶性基的水溶性染料。为改善色泽，使用合成方法制成，1940 年左右研发成功，如 Sulfur green 14。

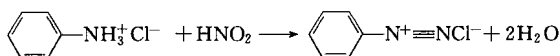
7. 偶氮染料



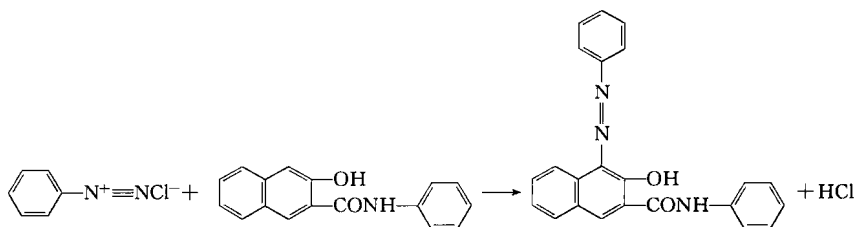
偶氮染料

偶氮染料系偶合成分的底剂，一般常用的 Naphthol AS 与重氮化成分显色剂（显色基或显色盐）在纤维上产生不溶性的偶氮色素，因利用萘酚染色 (naphthol AS dyes)，使用时纤维先以 Naphthol AS 打底烘干，再与已偶氮化的显色剂偶合，重氮化反应如下：



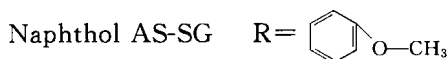
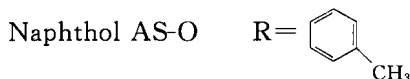
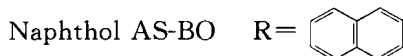
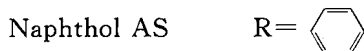
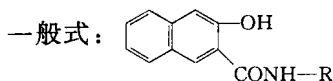


与底剂偶合，反应式为：



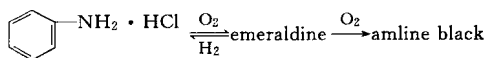
此类染料因底剂对纤维素、蚕丝及羊毛具有亲和力，可以用来染此类纤维，对合成纤维因亲和力低较而不适合使用。例如聚酯纤维，需先使用吸收显色剂，然后再进行偶氮化。

底剂 (grounder) 以 naphthol 为主体，其化学结构如下。

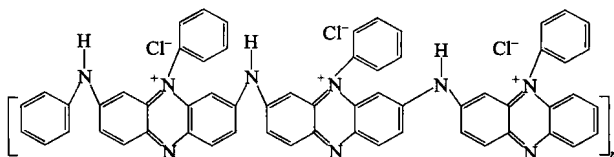


8. 氧化染料 (oxidation dyestuff)

它是含有芳族胺 (amine) 的有机化合物，是一种被纤维吸收后，经过氧化作用而生成链状的有色物质，例如苯胺盐酸盐，氧化后呈黑色，称苯胺黑 (amline black) 其反应代表示：



青黑色



使用的氧化剂，一般的氯酸盐重铬酸钾、过氧化物均可，此类染料的颜色为结构不明的褐色至黑色，黑色较鲜明，坚牢度相当好。由于条件不易控制且腐蚀机械，迄今已很少使用。

9. 分散性染料 (disperse dyestuff)

分散性染料因其分子本身不溶解于水，借分散剂的作用呈分散状态，分散于水中，使聚酯及醋酸纤维等疏水性纤维染色，市售分散染料色素成分为 20%~40%。

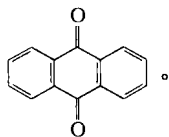
分散性染料的特点如下：

- ① 在水中不溶，呈分散状态；
- ② 色相鲜明，均染性佳，遮盖性 (covering) 佳；
- ③ 湿摩擦坚牢度较差；
- ④ 高热处理会有升华现象；
- ⑤ 有气体变褪色倾向，尤其大气中的氧化氮气体及臭氧等；
- ⑥ 光学变褪色。

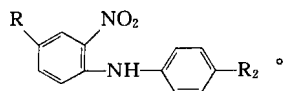
分散性染料适染聚酯纤维、醋酸纤维，各种色相浓度均可，但亦适用于尼龙及聚丙烯腈等纤维的淡色，其化学构造可分为偶氮、蒽醌、硝基二苯胺三大类。

(1) 偶氮系 色相多为黄色至红色，还原剥色性佳， $-N=N-$ 。

(2) 蒽醌系 色相多为紫色至蓝色，坚牢度较偶氮为佳，



(3) 硝基二苯胺系 具有优越耐光坚牢度，色相为黄色，



分散性染料化学构造及其性状如下。

① 粒子的大小关系：为使染料分散状态安定，染料的粒子愈小愈佳，以 $0.5 \sim 2 \mu m$ 为宜，粒子外径愈小，湿润及分散愈不易，一般市售者有粒状、微粒状及浆状三大类。

② 分散性及构造关系：染料本身具有非离子性，因此不易湿润、分散，因此一般导入弱亲水基如 $-NH_2$ 、 $-NHR$ 等容易溶解，使分散安定。

③ 升华性：染料的分子量愈低愈易升华，偶氮系较差，其改善方法为增大分子量。

④ 气体变褪色：以有氨基蒽醌构造者较易受气体影响，改善方法是将 $-\text{NH}_2$ 以 $-\text{OH}$ 或其芳族胺 $-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5$ 取代。

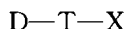
⑤ 光变褪色：不同光线强度照射同一染色物，因光源不同而产生不同的色感称光变褪色，以氨基偶氮体苯系染料占大多数。

10. 活性染料 (reactive dyestuff)

活性染料顾名思义指染料分子与纤维结构上的官能团，产生共价键结合的反应而达到染色的目的，坚牢度较佳，最初由英国 I. C. I 于 1956 研发，目前有染纤维素纤维及羊毛、尼龙用两大类。

活性染料的染色性质如下。

(1) 化学构造 活性染料可用通式表示：



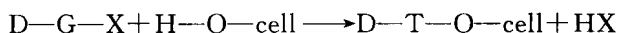
式中，D 为染料母体，T 为架桥基，X 为反应基。

(2) 溶解性 活性染料与一般直接染料、酸性染料等具有高的溶解性，亦有部分成分散状态。

(3) 染料的安定性 活性染料储存过久会降低反应性，水溶液状态会产生水解。温度及 pH 值愈高则愈不安定：



(4) 染色性 应用于纤维素纤维，主要与 $-\text{OH}$ 反应，羊毛与尼龙则与 $-\text{NH}_2$ 反应，其反应式为：



染料染色后色相艳丽，坚牢度良好，但对金属离子较为敏感，需注意水质或添加金属离子封锁剂。

市售活性染料的反应基有下列几种。

① 一氯三聚氰胺 (mono-chloro-triazine)。如 Procion H、Procion HE、Cibacron，具有低反应性：

