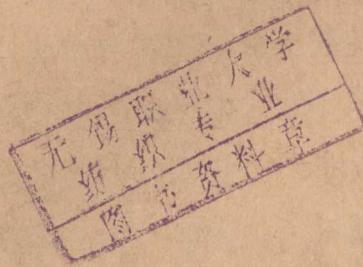


染整工艺学

(染色部分)



上海印染公司七·二一大学



第三篇 染 色

第一章 前 言

染色是借染料与纤维发生物理化学的，化学的结合或者用化学方法在纤维上生成颜料，而使整个纺织品成为有色物体的加工过程。染色产品不但应该色泽均匀，而且必须有良好的染色牢度。染色是研究染料和纤维结合的机理，以及有关产品染色牢度的各种问题，以提高产品质量。

染色的起源很早，我国和埃及是最早应用染料的国家，但在十九世纪中叶以前，以植物染料最为常用，如槐黄、靛兰、炭黑等，有时也用一些其他天然有色物质如胭脂红等来染色。这些天然有色物质的颜色种类不多，牢度也较差，色量不高。十九世纪中叶以来，发现了自硝基苯制备苯胺的方法和品红，盐基紫的合成，随着化学工业的发展，染料工业逐渐成长，相继生产了媒染、硫化、酸性、直接和一些简单的不溶性偶氮染料。进入二十世纪以后，还原染料和不溶性偶氮染料，酸性媒染染料，分散染料相继出现，三十年代以后，发现了酞菁染料，五十年代又有活性染料的出现，现在我们所用的染料绝大部分都是合成染料，不但种类繁多，而且牢度也在日益提高。化学纤维的出现和发展，推动了印染工业，染料工业以及染色理论的发展。

机械工业的发展对染色机械的改进，也起着很大的作用，各种连续轧染设备，高温高压染色设备和自动化装置，使染色产品质量和劳动生产率不断提高。

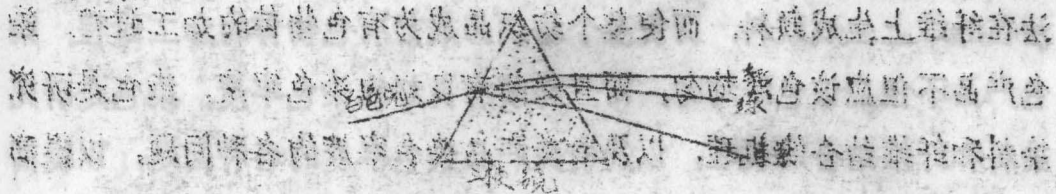
光与色的基本概念

人们的眼睛能看见东西，能分辨出物体的颜色，但是人的眼睛不

是在所有的情况下，都能看见物质的，俗语说：“伸手不见五指”。这是由于黑暗中没有光，因而要看见东西，除了具有眼睛的条件外，还必须要光。

(一) 色

牛顿作了分光的实验，发现了美丽的七色光谱，才弄清了光与色的关系。



印在无光的地方不能感觉到色。另外色的感觉变化是与射入肉眼的光的性质及其量的变化相对应的。

色并不等于光，它是当光射入肉眼，刺激网膜，由此而产生的视神经活动传达到大脑，为大脑所认识的感觉之一。这时把刺激网膜引起色感觉的光叫做“色刺激”。

(二) 光

“光”这个词，有着非常广泛的意义，但可以按如下来区别。

- (1) 对视感觉无关连的物理对象，称之为“辐射”。
- (2) 刺激眼网膜使之产生视感觉的物理对象。
- (3) 通过视感觉人们感觉到概念。在这个意义上，光不是物理概念，而是视觉的概念（例照光度，照度等）。

光从光源以非常快的速度放射，呈波浪形在空间中行进，这个波在1秒钟反复多少次，以 H_z （周/秒）来表示，光无论是可见光，X，Y射线，以及红外线，紫外线都属于电磁波，是空间的电磁扰动，所不同的只是波的长短和频率的不同。

380 ~ 780 μm 一段电磁波会刺激视网膜，因而成可见光部分。光既然是一种不同能量的光子流，因此各种不同能量的光子流在人的视觉神经上引起不同的颜色反应，叫做色，又称光谱色，如将各种光谱综合起来，则变成白。

我们可以通过三棱镜将白色的太阳光源分为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种光线。

物质产生颜色的原因有两种不同的情况，一种由于光的折射所引起的，这与物质本身的分子结构无关，另一种是由物质吸收光波所引起的。当太阳光或灯光投射到某一物质时，该物质吸收了其中的一部分光波后，而将其余的光波反射出来，它的颜色就是吸收光的补色。

吸收光谱波长与物质的颜色

波长区 (\AA)	吸收光带的颜色	所见的颜色
4000 — 4350	紫	黄 绿
4350 — 4800	蓝	黄
4800 — 4900	绿 蓝	橙
4900 — 5000	蓝 绿	红
5000 — 5600	绿	紫
5600 — 5800	黄 绿	紫 (淡)
5800 — 5950	黄	蓝
5950 — 6050	橙	绿 蓝
6050 — 7000	红	蓝 绿

(三) 色感觉

在各种测色装置中，肉眼是最精巧的，当看物体时，由于前房水和晶状体的透镜作用，在网膜上形成物体的象，网膜上有锥体和杆状

两种神经细胞，它们感受光线。锥体细胞在明亮的照明下，引起色的感觉：杆状细胞在明亮的照明下，则变质而失去感光性，但到黑暗的地方，当锥体细胞不能感觉时它就回复其感光性，但不是起色感觉而只是赋与亮度的变化，即在黑暗地方也能略微区别明暗，就是杆状细胞的功能。

- 锥体细胞——三色素
- 杆状细胞——光强弱

在色感觉中有着能区别红光，蓝光的色光的属性，把色赋与象红、黄、绿、蓝等特性的属性叫做色光。色光可以按照光谱显现的红、橙、黄、黄绿、绿、蓝绿、蓝、蓝紫、再加入紫、红紫，首尾相接而排列成环状，这种排列成环状称为色环。此外，具有色光的色叫做彩色，而象白、灰、黑不具色光的色叫做无彩色。

无彩色中，最亮的是白色，最暗的是黑色，其中间有不同亮度的灰色，这亮度的程度叫做深浅度，在彩色上也有这种亮度的差别。

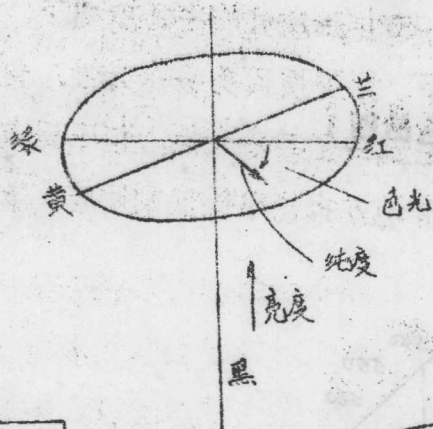
对于色光，深浅度一定的色泽，还可以按其鲜艳的程度而加以区别，这一属性称之为纯度，分别以纯度高低来指明色泽是鲜艳或是委暗。

因此眼观察物体而感到的色泽，即色光(色相)、亮度(明度)、纯度(彩度)，称为色视觉的三属性。

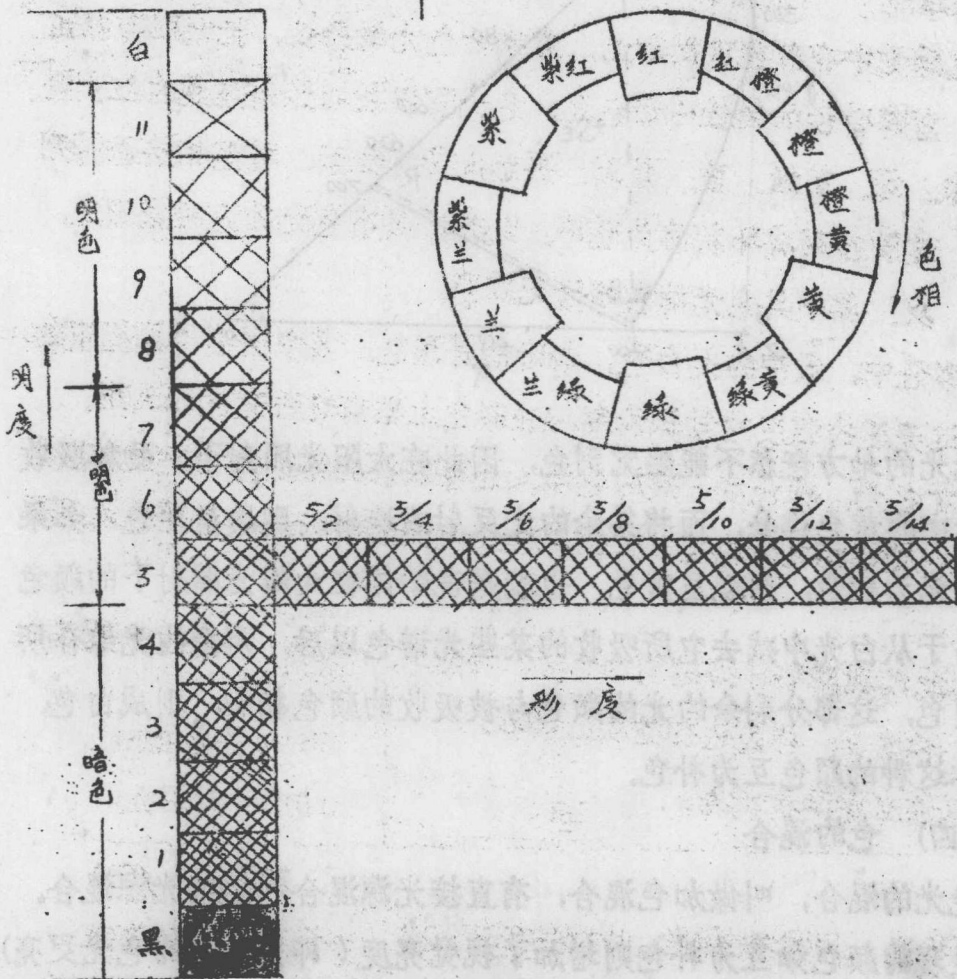
以色立体来表示为：

发感身 (三)

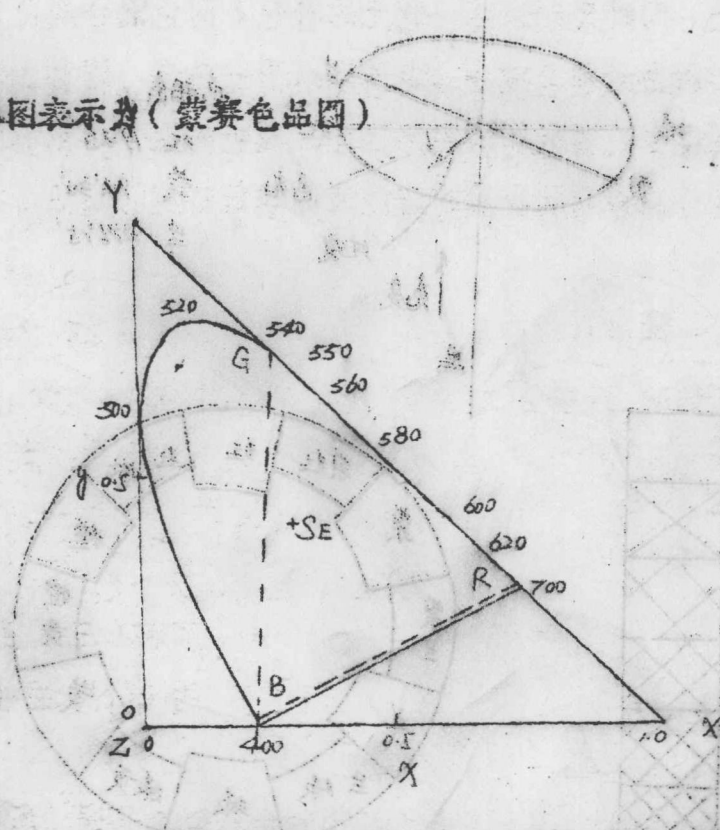
张熟值干由，柑特神柔能，指西徐暴是期肉，中置菜空淡林谷空
林特味着甜亦生梨网，桑柑特甜嫩似乳土梨网空，用着甜益而柑外晶味



色相角
 红 19°45'
 黄 94°30'
 兰 276°15'



以色品图表示为(蒙赛色品图)



无光的地方既然不能感觉到色，因此在太阳光照射下，物体吸收了白光中的黄色部分，而将其余的光反射或透射，则物呈蓝色，如果吸收的光为蓝色，则就呈黄色，也就是说物体在太阳光照射下的颜色就相当于从白光中减去它所吸收的某些光谱色以后，剩余的光综合所成的颜色，这部分剩余的光的颜色与被吸收的颜色相加，则成白色，通常称这种的颜色互为补色。

(四) 色的混合

色光的混合，叫做加色混合，有直接光源混合和间接光源混合。

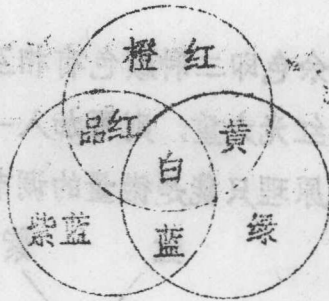
显现的颜色如互为补色则增加了视觉亮度(即比原来的色光更亮)。

加色要取得各种明暗色调和无色的白光是决定于各个原色光量总的辐射能的强度。

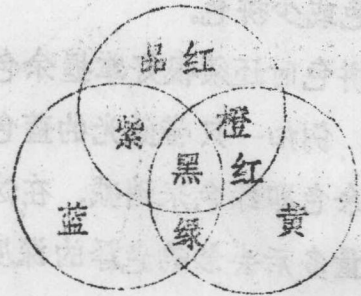
彩色电视，彩色网复印刷即是。

凡使用涂料或染料等色料于纸上或织物上所呈现出物理性的效果

叫做减色混合，也就是说一种色彩，在白色光线下形成选择吸收，减掉某一色光，同时又剩余某一色光的补色（两色混合成白色光者，则互称补色，由白光中，减去一色所剩下一色者，则称为余色）的结果，即减去越多说明吸收的多，因此，^{特上}减色的混合，即使用更多鲜艳的颜色混合，也将越变成晦暗混浊的较低暗度的颜色。



光的加色混合

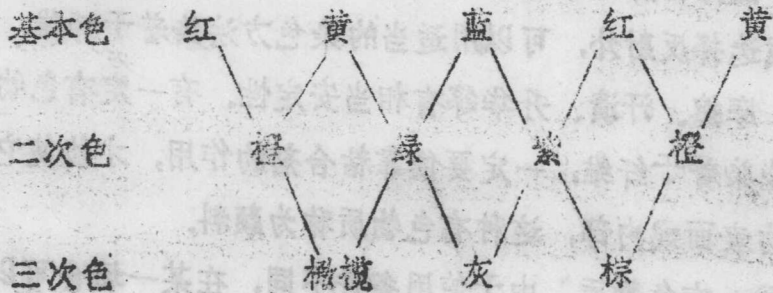


颜料（三原色）
的减色混合

(五) 配色原理

在各种色泽中，绝大多数都可由红色和蓝色配成，所有色泽中，只有红、黄、蓝三种颜色不能用其他颜色来配成，这三种颜色，称它为三原色，或基本色。

用这三种基本色，可以拼染出任何色泽来，用两种基本色拼合在一起配成的颜色，叫做二次色，用^{两种}二次色拼合在一起而成的颜色叫做三次色，它们的关系为：



在实际情况下，能符合基本色要求的染料很少，有时我们所需要的色泽往往不能用一种染料染出来，必须进行拼色，可能拼染的染料色光越多，则染物色光的变化越大，因此我们在染色时，应尽量做到不拼色或少拼色。

拼色时还须很好掌握余色原理，所谓余色即二种颜色有相互消减特性，例如一只带红光的蓝色，如果认为红光太重，则可加入一些红色的余色即绿色来消减，在这里应用余色原理只能是微量的调节，否则用量多后会影晌色泽的深度和光亮度，各颜色的余色关系（对角线二端的颜色称为余色）。



第二章 染料概述

第一节 染料的概念及分类

一般说来，绝大部分染料都是有色的有机化合物，能使纤维材料染成各种鲜明和坚牢的颜色，但并非所有的有机化合物都能作为染料应用，因为作为纤维材料的染料来说，除对可见光线作强烈的选择吸收或选择反射外，可以用适当的染色方法染着于纤维，并对日光、洗涤、摩擦、汗渍、升华等有相当安定性。有一定有色物质不溶于水，也不能染着于纤维，一定要依靠粘合剂的作用，才能使它机械的附在物体的表面或内部，这种有色物质称为颜料。

同一有色物质，由于使用条件不同，在某一场合可以作为染料应用，在另一场合又能作为颜料应用。例如，由可溶性染料与金属盐类所制成的色淀是染料作为颜料应用，而不溶性偶氮染料及酞菁蓝在纤

维上的形成则是颜料作为染料应用。

合成染料是复杂的有机化合物，有些染料化学结构还未确定，工业上染料常含有一些其他物质或者染料异构体的混合物，因此化学名称并不适用于染料，必须有专用的染料名称，在染料品种还不多的时候，用染料的颜色作其命名，如品红、孔雀绿。这种命名是不适应染料品种的迅速发展，同时各染料厂都按他们自己商业上需要对各类染料以一个商业称呼，例如同样是一氯均三嗪活性染料，各厂商分别以 Procion H(1.C.1) Cibacron P(Ciba-Gy) Diacion (三菱) AKTINB (苏联) 以及K型活性染料(中国)等等。

染料的命名通常采用三段命名法，第一段冠称，代表染料的应用类别，第二段色称，说明染料所染得的颜色，第三段尾注，说明染料的色光、牢度等，以拉丁字母表示，现将常用的字尾含意倒述之。

B 蓝光	M 混合染料
D 适宜于印花或稍暗	P 适宜于印花或轧染
F 坚牢度良好	R 红光
G 绿光或黄光	S 耐酸
I 日晒牢度高的染料	W 水洗牢度，摩擦牢度好
K 低温染色染料	Y 黄光
L 耐光牢度好	

又为了表示染料浓度，物理状态，在名称最后附注：高浓度 (couc)，特高浓度 (extra couc)，粉状 (powder)，细粉状 (powder fine)，悬浮体细粉 (colloisol)，浆状 (paste) 液体 (Liquid) 等等。

相同化学结构的染料，因制造厂在市场上用不同名称销售的情况颇多，故使染料分类愈加复杂，为此需要借助于染料索引《Colour

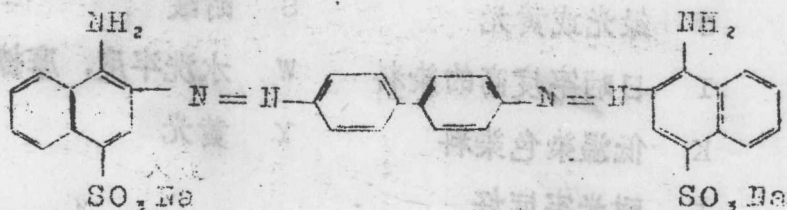
Index》查阅。

随着化学工业，印染工业的发展，新的染料不断的增加，为了便于有系统掌握和研究，对染料必须进行分类，目前主要有两种分类方法，一种是化学分类法，是按照染料的分子结构来分，另一种为应用分类法，是按照染料使用方法和使用范围来分，这种方法是运用我们对于染料应用性能的研究。

一、化学分类

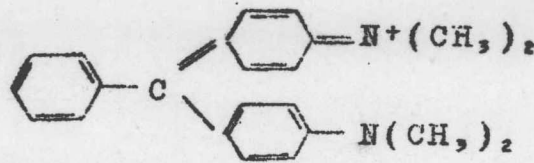
化学分类是根据(1)染料分子中相似的结构，如芳基甲烷，蒽醌等；(2)染料分子中共同的发色基团，如偶氮染料；(3)染料共同的合成方法和性质，如硫化染料。染料的主要结构分类及例子。

(1) 偶氮染料：在染料结构中含有贯通共轭体系的偶氮基(—N=N—)一般有单偶氮，双偶氮和多偶氮之分如：



偶氮染料具有合成较简单，色谱齐全，使用方便和价格便宜等特点，绝大部分偶氮染料是由重氮化和偶合反应进行生产的，就应用分类来说，偶氮染料包括直接、酸性、不溶性偶氮、活性、分散和阳离子染料等。

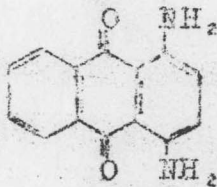
(2) 芳基甲烷染料 染料分子中三个芳基连在一个碳原子上的染料，称三芳甲烷染料，实际上，中心碳原子是成醌型或酮型而不是甲烷结构，三芳甲烷染料大多是阳离子染料，它们色泽浓艳，但极不耐洗、耐晒。



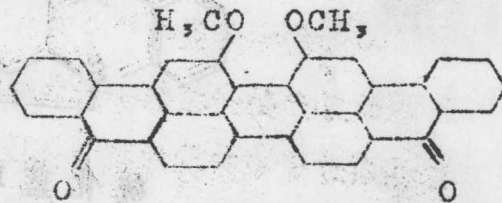
碱性艳绿

(3) 蒽醌染料, 具有蒽醌 () 基本结构, 蒽醌类染料

除包括简单的蒽醌结构外, 还有许多杂环和稠环蒽醌的染料, 是一类结构类型较多、较复杂的染料。



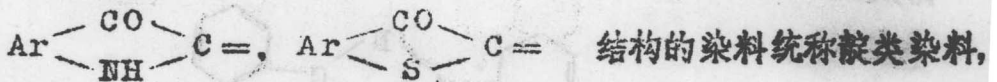
分散紫R



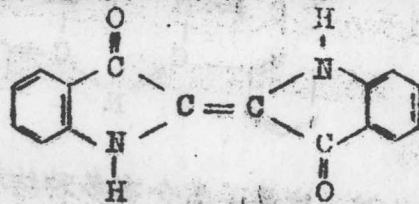
翠绿
(Jade Green) XBN

蒽醌染料在应用分类上包括酸性、分散、活性、还原和阳离子染料等, 一般说来, 蒽醌染料的耐晒牢度比偶氮染料高, 但价格较贵。

(4) 靛系染料 含有

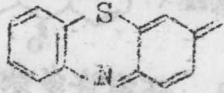
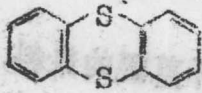


它们的应用类别上都属还原染料, 与蒽醌染料相同, 分子中的羰基也能被还原, 再经氧化回复成原来染料。例如

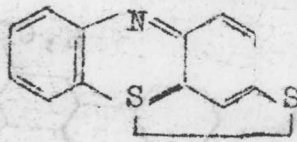


靛蓝 (反式)

(5) 硫化染料 它的分子结构至今还不很清楚, 但已知分子中某些基本环节含有噻唑、噻蒎等结构



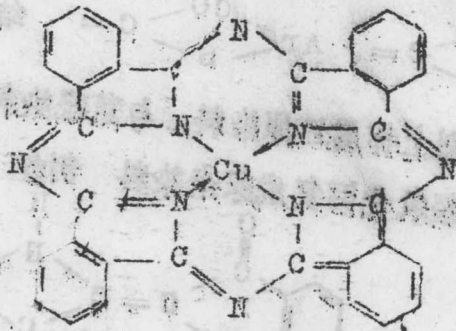
例如:



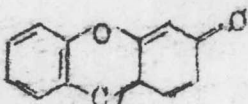
硫化蓝 F

(6) 酞菁染料 由四个 1, 3——二亚胺基异氮苯在有机溶剂中缩合成酞菁环。

酞菁本身是无色的, 酞菁的氮上含有两个氢原子, 可被金属取代, 形成金属酞菁化合物, 但以铜酞菁最常用, 铜酞菁是色泽极鲜艳的蓝色颜料。



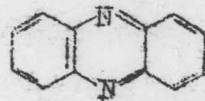
(7) 杂环类染料 这是一类含有多种结构类型的染料, 例如:



Ar
结构



R
噻结构



噻结构

二、应用分类

纤维的品种很多，按照它们的来源可以分为动物纤维、植物纤维和合成纤维。按化学性质来说，动物纤维是蛋白质纤维，植物纤维一般都是纤维素纤维，合成纤维的化学组成随品种不同而不同，但一般地说，碳氢含量比较高，吸湿性比较低，实践经验说明，不同性质的纤维需要用和它们性质相适应的染料才能染色。根据应用特性，可以把它们分成几个大类：

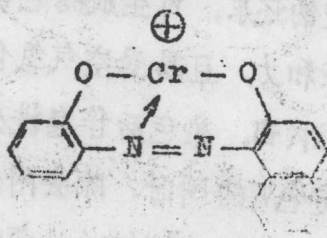
(1) 媒染染料

这类染料本身不会对纤维上染，也就是说，对纤维没有直接性，不会含染液而转移，集中到纤维上去，用这些染料染色，必须先将纺织品用金属盐（叫做媒染剂）处理，在纤维上生成氧化物，染料才能上染到纤维上去，并和媒染剂发生化学结合。要通过媒染剂才能上染的染料，叫做媒染染料。

(2) 酸性染料

这类染料可溶于水，典型的酸性染料对纤维素纤维很少上染，但却能在酸性溶液里对羊毛、蚕丝上染，也可用于聚酰胺纤维的染色。它的化学结构范围甚广，特别是以偶氮类和蒽醌类为主，大部分有磺酸基，它的上染是在酸性染浴中，纤维的阳离子部分与成盐的键合，因此染色性能、匀染性和耐缩絨性染料区别较大。

人们利用从媒染染料里取得的经验，生产能和金属（铬）离子螯合的酸性染料，从而提高染色牢度，这叫做酸性媒染染料。



(3) 直接染料

这类染料可溶于水，能在弱碱性或中性溶液中对纤维素纤维上染。在合成染料出现之前，棉纤维的染色多用诸如靛蓝等植物染料，手续非常麻烦。由于直接染料能对纤维素纤维直接上染而无需麻烦的预先处理手续，所以叫做直接染料。直接染料绝大部分是偶氮结构的染料，此外还有噻唑和吡啶类的直接染料。一般说来，它们耐光性，耐洗性均较差，为了克服这缺点，根据染料的化学结构，可以用不同后处理予以改善。

(4) 不溶性偶氮染料

这是一类用以在纤维上进行反应，生成不溶性偶氮化合物色素，达到染色目的的染料。它们包括芳伯胺（叫做色基）和酚（叫做色酚）二个组分，染色时，一般都要用冰冷却，将色基进行重氮化，所以这类染料也叫做冰染料。因为冰染料不是染料分子的溶解物，故还常只限于染纤维素纤维，但以特殊方法，也可以用于醋酸纤维、涤纶、尼纶，涤纶锦合成纤维的染色。

(5) 还原染料

还原染料的特征是含有醌型结构，分蒽醌类和萘类。洗涤、日晒牢度优良，是纤维素纤维的重要染料之一，这类染料不能直接溶于水，但在碱性中以低亚硫酸钠还原，可生成隐色体的碱性盐溶解于水，隐色体对纤维素纤维有亲和力，且易受空气氧化恢复成原来的不溶性染料，机械地保持在纤维内部，染色后作皂洗处理，促使纤维内部的染料结晶化，在成为稳定色调的同时，除去附着在纤维表面的浮色，这种染料的上染机理，范德华力吸附键合比氢键结合的成分要大。

此外，把还原染料的隐色体制成硫酸酯钠盐，即成为可溶性的可溶性还原染料，这种染料在空气中稳定，它的水溶液吸附于纤维素纤

维后，用酸和氧化剂处理，发生加水分解和氧化反应，使原来的性染料在纤维上再生，这种染料对纤维的亲合力不大，但渗透性、匀染性优良，并由于不使用碱，可用于羊毛、绢丝的染色。

(6) 硫化染料

硫化染料和还原染料一样，其本体的水溶性色素靠还原成可溶性。用这种染浴染色后，空气氧化成不溶性，但不同的是还原用硫化钠。一般说来，它们是由某些芳香胺类化合物加硫反应制成，其结构式不象其他染料那样明确，但已知在加硫时，除形成噻嗪结构外，并生成硫桥。其中与硫化染料溶解性有关系的是硫桥。用硫化钠还原成硫醇的钠盐而成可溶性。上染于纤维，空气氧化则成不溶性的次亚磺酸盐，这种染色机理与还原染料一样，是氢键和范德华力吸附键合。一般说来该染料色泽不鲜明，但日晒，洗涤牢度较好。

(7) 活性染料

在分子结构上有活性基团，能与棉纤维上的羟基($-OH$)，动物纤维上或某些合成纤维上的胺基($-NH_2$)等发生共价键结合，生成染料与纤维的整体，用一般溶剂是不能把它们从纤维上萃取下来，这和其他类别的染料是截然不同的。

从染料与纤维的反应性来看，大致分为亲核性置换型和亲核性加成消除型二种。

活性染料的特点：①与纤维生成共价键结合，因此水洗，摩擦，升华等牢度优良。②染色方便简便多样。③色调范围广而且鲜艳。

(8) 氧化染料

单体在特定条件下，在纤维上发生缩合产生色泽，如苯胺黑等。

(9) 分散染料

分散染料原来是为醋酸纤维素染色而研制的染料，还常在水中以



分散状态进行染色，它的分子结构最多只有苯环和偶氮、羧、氨基等联结，因此，大部分是偶氮类和蒽醌类，为了使分散性更好，多具有乙醚等非离子性亲水基。分散染料的染着力是靠氢键，故一般匀染性较好，但润湿牢度不够理想。出现了聚酯纤维后，给予分散染料新的发展。一般说来，与天然纤维相比，合成纤维都是疏水性高的纤维，而其疏水性差别很大，作为各种合成纤维用的染料，需要对染料分子结构作相应的改变，使之成为与相对应的纤维的疏水性程度相等或接近的染料。

(10) 阳离子染料

这类染料的色素离子带阳电荷，为阳离子，是一类最早合成的染料。因为色素离子是胺类化合物，它们过去一直称为盐基染料。这些染料是胺盐或有季胺基的水溶性染料，通常成色素盐基的硫酸盐、草酸盐或氯化锌复盐形式，用中性或弱酸性溶液对蛋白质纤维，尼纶等形成纤维的羧盐基和离子键合进行染色。对醋酸人造纤维也有亲和力，但对纤维素纤维没有亲和力，须用单宁酸进行媒染处理，染料才能上染，染色手续麻烦，更重要是染色牢度低。其化学结构范围非常广，有偶氮、三苯甲烷、蒽、吡啶、噻嗪等，其特点是色泽鲜明，着色力强，但湿牢度差，耐光性也不好。自聚丙烯腈纤维出现后，发现盐基染料与聚丙烯腈纤维的磺酸盐产生的成盐键合进行染色，反映出极为优良的牢度，因而又发展了许多牢度良好的新品种，通常称为阳离子染料。

其他还有酞菁染料，中性染料，缩聚染料等等。

第二节 染料的选择

我们印染工作者，离不开染料的应用，那末，怎样合理选择染料