

本书由河北省科普专项项目（编号23554002K）提供资金支持

大自然的色彩——植物染料染色

杨文秀 王硕 刘佳音 胡雪敏 王帅 李苏松 著



黄海数字出版社
HUANGHAI DIGITAL PRESS

大自然的色彩——植物染料染色

DAZIRANDESECAI——ZHIWU RANLIAO RANSE

著 者：杨文秀 王 硕 刘佳音 胡雪敏 王帅 李苏松
策 划：刘 顺
责任编辑：胡 琳
责任校对：刘 强
装帧设计：刘 岩

出版发行：黄海数字出版社
网 址：www.huanghaidigital.com
地 址：山东省烟台市北大街 54 号
光盘生产：东莞市新广联光电科技有限公司
开 本：787mm × 1092mm 1/16
印 张：9.75
出版日期：2025 年 9 月第 1 版
书 号：ISBN 978-7-89570-230-1
定 价：56.00 元（U 盘 + 册）

未经许可，不得以任何方式复制或使
用本作品之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究！

序：与自然对话的色彩

人类对色彩的追逐，是一场跨越千年的浪漫叙事。从远古先民以赭石涂抹身躯、用草木汁液浸染织物开始，自然界的斑斓便与人类文明交织共生。在工业染料席卷全球的今天，植物染料却以其独特的生命力，悄然回归现代生活的视野——它不仅是色彩的载体，更是人与自然对话的古老密码。本书《大自然的色彩——植物染料染色》试图以科学与人文的双重视角，探寻这一传统技艺的深邃智慧，并为其在现代社会的重生铺就路径。

在合成染料主导的“速成色彩”时代，植物染料的复兴绝非简单的复古情结。它是对工业化进程中生态失衡的反思，是对“慢工艺”美学的重新诠释，更是对文化基因的自觉传承。一片蓝草、一颗苏木、一捧五倍子，从植物到色彩的转化，是时间、温度与匠心的共谋，是自然法则与人类技艺的默契协作。这种“有温度”的染色过程，恰与现代人渴望回归本真、重建与自然联系的精神诉求形成共鸣。

本书以系统性思维构建植物染料的完整知识谱系：从着色剂分类的科学辨析到植物染料的历史脉络，既梳理技术演化的客观轨迹，亦揭示色彩文化的社会隐喻。敦煌壁画中的矿物彩、马王堆汉墓的朱砂绛纱、江户时代的蓝染和服……植物染料始终是文明进程的见证者。扎染的冰裂纹、蜡染的“蓝白之舞”、香云纱的“三蒸九煮十八晒”——这些看似朴拙的技法，实则暗含材料学、化学与美学的精密平衡。当蓝印花布遇见数码印花，当草木染与纳米纤维结合，古老智慧正在实验室与工作室中迸发新的生命力。谨以本书致敬所有坚守自然之道的染匠、学者与创新者。愿每一株染草都能找到属于它的时代光芒。

本书由河北科技大学杨文秀、王硕、刘佳音、贾宝金、马碧遥、周何鑫编写。具体书写情况如下：第一章由周何鑫、杨文秀编写；第二章由杨文秀、王硕编写；第三章由刘佳音、贾宝金、马碧遥编写；第四章由贾宝金、马碧遥编写；第五章由王硕编写。全书由杨文秀统稿。编写过程中参阅了有关著作和文章，在参考文献中未能一一列出，在此一并向文献的作者表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请各位读者和同仁批评指正。

编者

2025年2月

摘要

在人类文明的长河中，植物染料以其独特的色彩和深厚的文化内涵，成为连接自然与人类生活的桥梁。从古老的染色技艺到现代可持续时尚的探索，植物染料不仅见证了人类对美的追求，也承载着对自然的敬畏与智慧。本书旨在通过系统介绍植物染料的来源、历史发展、传统印染工艺及其在现代社会中的应用，带领读者走进这一充满魅力的领域，感受自然与文化的交融之美。

植物染料的使用可以追溯到数千年前。早在古埃及、印度和中国等文明中，人们就开始利用植物的根、茎、叶、花和果实提取色素，用于纺织品、绘画和装饰。例如，古埃及人使用茜草染制红色，印度人用蓝草提取靛蓝，而中国人则以栀子花和紫草为染料，创造了丰富多彩的丝绸文化。这些古老的染色技艺不仅是技术的结晶，更是人类与自然和谐共处的见证。

植物染料的提取和应用是一门融合了艺术与科学的技艺。传统的提取方法包括浸泡、煮沸和发酵，而现代科技则引入了超声波辅助提取、超临界流体萃取等技术，提高了色素的提取效率和稳定性。染色工艺则涉及媒染剂的使用，以增强染料的附着力和色彩表现。这些工艺不仅展现了人类对自然的深刻理解，也体现了对资源的珍惜与创新利用。

植物染料不仅是色彩的载体，更是文化的象征。在不同的文明中，植物染料被赋予了丰富的文化内涵。例如，在中国传统文化中，红色象征喜庆与吉祥，而蓝色则代表宁静与深远。在印度，靛蓝染料与宗教仪式和节庆活动紧密相关。这些文化意义使得植物染料超越了单纯的实用功能，成为人类精神世界的重要组成部分。

植物染料的印染工艺历经几千年的发展演变，最终流传下来。本书主要对蓝染工艺进行详细的介绍。蓝染工艺有着多样的技法，较为常用的技法有绞染、型染、扎染等。绞染又可细分为“灰绞、绞绞（扎染）、蜡绞（蜡染）、夹绞（镂空印花）”四类，其中蜡绞与绞绞、灰绞三大类，并称为我国古代三大印花技艺。

在现代社会，植物染料因其环保性和健康特性重新受到关注。在时尚产业中，越来越多的设计师选择植物染料，以体现可持续时尚的理念。此外，植物染料还被应用于食品、化妆品和艺术创作等领域。然而，植物染料的应用也面临一些挑战，如色彩稳定性较差、生产成本较高以及规模化生产的难度。这些问题的解决需要科技与传统的结合，以及对自然资源的合理利用。

随着可持续发展理念的深入人心，植物染料的研究与应用正迎来新的机遇。未来，通过基因工程改良植物色素、开发新型提取技术以及推动植物染料标准化生产，有望解决当前面临的挑战。同时，植物染料与时尚、艺术等领域的跨界合作也将为其注入新的活力。我们相信，植物染料不仅能够延续其古老的文化价值，还将在现代社会中焕发出新的生机。

植物染料是自然与人类智慧的结晶，它以其独特的色彩和文化内涵，连接着过去、现在与未来。本书希望通过系统的介绍与深入的探讨，激发读者对植物染料的兴趣与热爱，同时也呼吁更多人关注和支持这一绿色产业的发展。让我们共同探索植物染料的无限可能，为自然与文化的交融谱写新的篇章。

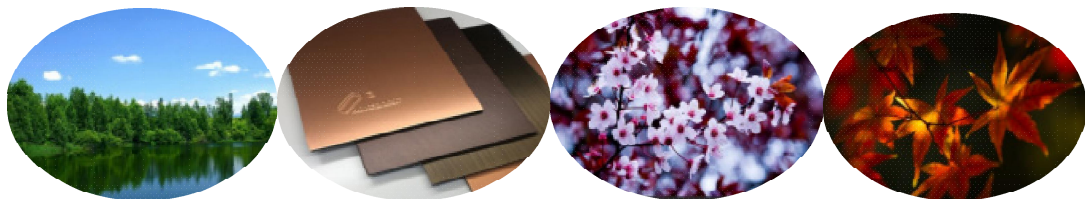
目 录

第一章 着色剂的分类及应用	1
第一节 染料	6
第二节 颜料	25
第二章 植物染料简介	41
第一节 植物染料发展史	51
第二节 植物染料发展现状	55
第三节 植物染料分类	57
第四节 植物染料应用前景	69
第三章 植物染料的染色	74
第一节 植物染料的染色方法	74
第二节 常用植物染料及其染色效果	84
第三节 植物染色样品	102
第四节 影响植物染料染色效果的因素	127
第四章 植物染料的印染工艺技法	131
第一节 蓝染	131
第二节 扎染	138
第三节 蜡染	163
第四节 蓝印花布	183
第五节 夹染	202
第六节 香云纱	211
第五章 中国传统植物染料创新应用及发展	232
第一节 创新应用	232
第二节 发展	233
参考文献	236

第一章 着色剂的分类及应用

着色剂是一种用于改变物质颜色的化学物质，它们可以被添加到许多不同类型的产品中，包括食品、化妆品、织物和油漆等。着色剂的着色原理主要取决于它们的化学结构和作用方式。一般来说，着色剂可以通过两种方式改变物质的颜色：吸收和反射光线。这些作用方式可以通过分子结构和成分来实现。吸收光线：某些着色剂的分子结构可以吸收特定波长的光线，而将其他波长的光线反射出来。这种吸收特定波长的光线会导致物质呈现出特定的颜色。例如，一些着色剂分子可以吸收蓝色光线，而反射红色和绿色光线，从而使物质呈现出红色的外观。反射光线：另一些着色剂分子的结构可以通过反射特定波长的光线来实现着色效果。这意味着这些分子会选择性地反射某些波长的光线，而吸收其他波长的光线。这种选择性反射会导致物质呈现出特定的颜色。总的来说，着色剂的着色原理取决于它们的分子结构和与光线的相互作用方式。不同类型的着色剂会因其化学性质和结构而表现出不同的着色效果。

颜色无比神奇，人们可以用它来形容世间万物，也可以用它来抒发人最深沉的感悟，它给人类带来了无穷的乐趣。我们生活在一个色彩斑斓的世界，如晶莹的水晶、清澈的流水、闪亮的金属、绚丽的花朵、乌黑的煤、雪白的盐等，大自然演奏出和谐的色彩交响曲。人类语言中关于色彩的比喻不胜枚举，无不处处体现着人类与色彩的千丝万缕的联系。色彩促使人类接近大自然，色彩丰富人类的生活。然而，物质的颜色问题是一个很复杂的问题。我们小时候是否有疑问“树叶为什么是绿色的？为什么秋天时，一些树叶会变红（如香山的红叶），多数的树叶会变黄？



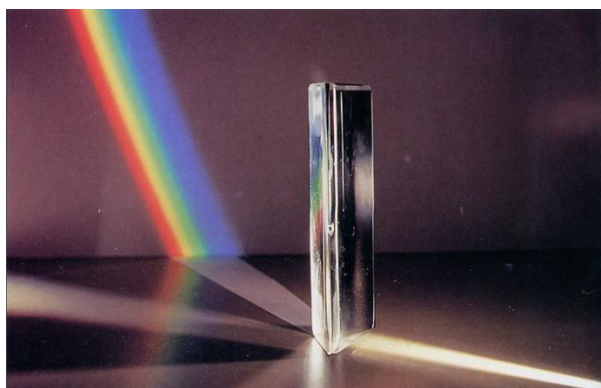


要知道，我们所看到的物体的颜色并不是其本身的颜色，而是物体所反射的颜色透过眼睛在大脑中的反应，有了光才有了颜色。颜色的本质是光，当光从视网膜传入大脑以后，大脑中负责视觉的部分对来自视网膜的光谱信息进行处理，并对不同的光谱信息赋予不同的标签。使人类感知到一个丰富多彩的美好世界。太阳光使得整个世界五彩缤纷，多姿多彩。

物体的颜色是由它反射什么样的光决定的。树叶反射绿光，就显绿色；红色不是苹果本身带有的，而是苹果表面将其他波长的光吸收掉，苹果表面反射的光的波长被我们的眼睛所接受，大脑识别是红色的，所以我们看到的苹果是红色的。如果物体反射所有的光，就显白色；如果物体吸收所有的光，就显黑色^[1]。

1661年英国科学家牛顿在剑桥大学实验室发现了光的秘密，这就是著名的牛顿分光实验。

伟大的科学家牛顿曾写到：“1666年初，我做了一个三角形的玻璃棱柱镜，利用它研究光的颜色。为此，我把房间里弄成漆墨的，在窗户上做一个小孔，让适量的日光射进来。我又把棱镜放在光的入口处，使折射的光能够射到对面的墙上去，当我第一次看到由此而产生的鲜明强烈的光色时，使我感到极大的愉快”。通过这个实验，牛顿在墙上看到了一个彩色光斑，颜色的排列是红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫。牛顿把这种现象叫做光的色散，把这个颜色光斑叫做光谱。他认为这个实验中看到的光谱是不纯的，为了获得很纯的光谱，他设计了一套光学仪器进行实验。这个实验装置由两个三棱镜组成，当白光进入第一个三棱镜被分解为七色光后，射向一个只有一条狭缝的挡板，通过调整挡板，使七色光中的一种透过狭缝。此时，调整挡板后的三棱镜，可以发现透过三棱镜的这一种光的颜色并没有发生变化。这说明，每一种单色的色光都是纯净的，三棱镜只是分解了光线，而不是改变了它的性质。



牛顿三棱镜分光

牛顿三棱镜分解太阳光的实验通过简单的实验手段，利用简单的实验器材，揭示了深刻的科学原理，这个实验的成功，正是源于牛顿善于观察、勤于思考、勇于实践。在后来的实验中为了方便取得光源，人们通常用白光光源替代太阳光。白光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等各种色光组成的，故白光叫做复色光。红、橙、黄、绿等色光叫做单色光。复色

光分解为单色光的现象叫做光的色散。色散可以利用棱镜或光栅等作为色散元件的仪器实现。复色光进入棱镜后，由于它对各种频率的光具有不同折射率，各种色光的传播方向有不同程度的偏折，因而在离开棱镜时就各自分散，形成彩色的光谱。

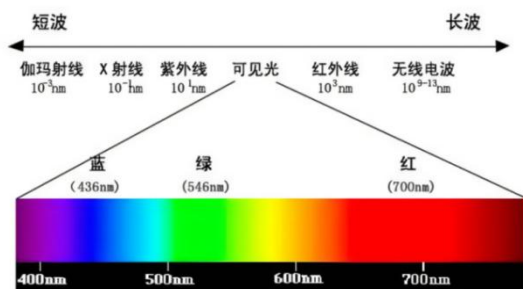
我们熟知的雨后彩虹形成的正是因为阳光射到空中接近球形的小水滴，造成色散及反射而成，阳光射入水滴时，会以不同的角度入射，阳光进入水滴先折射一次，然后在水滴的背面反射，最后离开水滴时，再折射一次，因为水对光有色散的作用，不同波长的光折射率不同，所以红光在最上方，其他颜色在下。



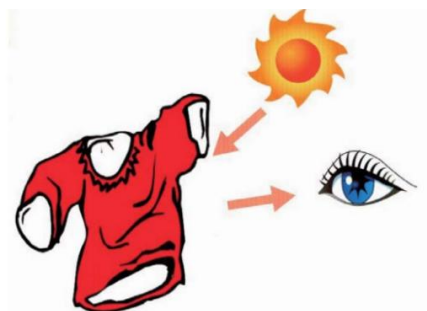
(雨后彩虹)

那我们是如何识别出来物体的颜色呢？

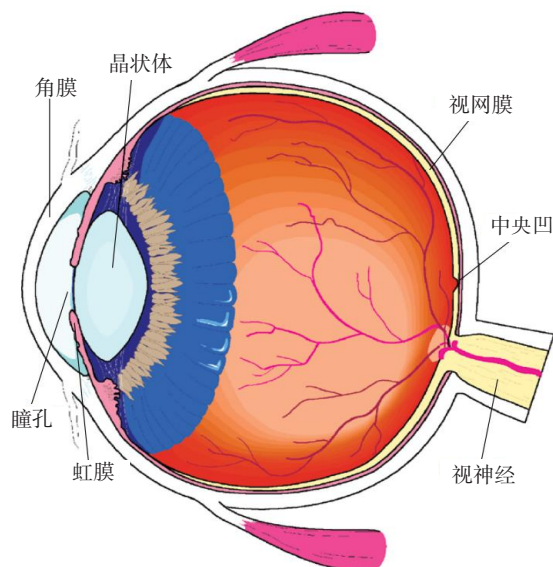
人们能观赏到绚丽多彩的大自然景象，除了需要光照之外，必须具备的另一个条件是人的视觉器官对色彩的反应。人眼，能感知色彩。色彩与美一样，存在于观察者的眼睛和大脑里。眼睛可以看到的一定范围频率内的电磁波，被称为可视光谱。可视光谱范围内的光波经过眼睛和大脑处理，就成为颜色的概念。可见光的波长范围是 380~760 纳米之间，不同波长的光代表不同的颜色。例如，波长 760~622 nm，为红色；622~597 nm，为橙色；597~577 nm，为黄色；577~492 nm，为绿色；492~455 nm，为蓝色；455~380 nm，为紫色。当然，一种颜色可能由某一固定波长的光所形成，也可能由两种或更多种波长光的混合作用而形成。



(可见光光谱)



我们的视觉感知与人眼的结构是紧密相关的，下图是人眼的结构示意图，这些器官都对颜色的感知有重大影响。



(人眼结构示意图)

角膜 (Cornea): 为眼球壁前部外层的透明部分, 主要由无血管的结缔组织构成, 呈圆形, 有折光作用;

晶状体 (Lens): 位于玻璃体前面, 呈双凸透镜状, 是人眼屈光系统的重要组成部分, 与传统光学元器件中的固定折射率不同的是, 晶状体的中心处的折射率高于边缘区域, 有助于减少可存在的各种像差;

虹膜 (Iris): 位于角膜和晶状体之间, 是后置瞳孔大小的括约肌, 虹膜的颜色根据色素的多少和分布而异;

视网膜 (Retina): 为眼球壁的内层, 有感受光刺激的作用, 在视网膜的后面有色素上皮细胞 (pigmented epithelium), 这种色素上皮细胞可以吸收任何通过视网膜的光, 防止光线散射会视网膜, 从而降低感知图像的锐度和对比度;

中央凹 (Fovea): 上图中黄色区域的凹陷处, 是视网膜上辨色力、分辨率最敏锐的区域, 当我们观察视野中的物体时, 我们会移动头部和眼睛, 使物体的图像恰好落在中央凹上;

视神经 (Optic Nerve): 发源于视网膜的神经节细胞的轴突组成;

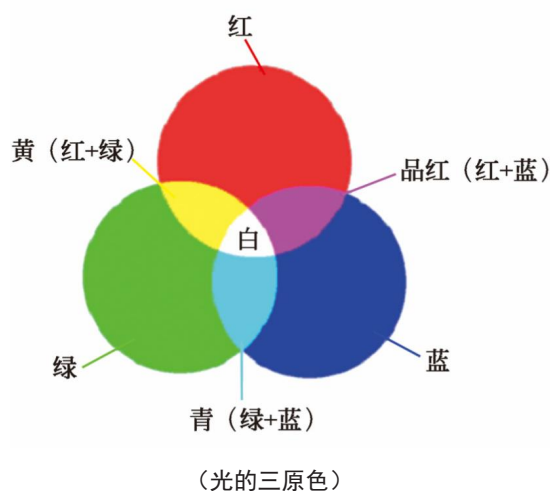
人眼作为光的接收器, 将可视光谱范围内的光信号传递给大脑, 大脑将光信号转变成颜色。光由人类眼球底部薄薄的一层被称为视网膜的细胞所接受, 在视网膜上有两种感光细胞: 杆状细胞和锥状细胞。杆状细胞只有 1 种, 负责在亮度低时接受光; 锥状细胞有 3 种, 分别对应红色、蓝色、绿色。一个拥有正常色觉的人眼睛里有三种不同类型的视锥细胞, 每种视锥细胞对特定波长的光最为敏感, 依次是红色、绿色和蓝色。来自数百万视锥细胞

的信息会以电子信号的形式到达我们的大脑，这些电子信号会传递我们所看到的所有类型的光线，然后在大脑中被解读为不同的颜色。当我们看到光时，不同的锥状细胞会将不同的信息送向脑部。例如黄色，当有一道真正具有黄色频率的光线射入你眼睛时，并没有专门负责接收黄光的锥状细胞。但是因为黄色和绿色接近，也和红色接近，所以负责红色和绿色的锥状细胞会被激活，分别传送信息到人的脑部。又或者当红色和绿色光同时射入人眼，负责红色和绿色的锥状细胞同时被启动。所以对于大脑来说，红光加绿光就成了黄光。

那为何人类无法在黑暗中辨别色彩呢？这是因为在低亮度的状况下，是由视网膜上的杆状细胞来感光，因为只有一种感光细胞，所以它只能送出一种信号：亮或者暗，所以没有办法使人眼看到颜色。

虽然白光可以分解为七色光，但人们在长期的实践活动和对人眼的视觉特性的研究中发现，绝大部分的色彩都是由红、绿、蓝 3 种色光所合成的，就是说用相互独立的红、绿、蓝三种色光，按一定比例混合可以合成出自然界绝大多数颜色的光，这说明颜色是一种三度的量。我们无法从红、绿、蓝三种色光中再分出其他色光，也无法以其他色光混合出这三种色光，因此这三种色光为“光的三原色”，一般通称为 RGB。光的三原色与我们常见的红色、绿色和蓝色的颜料原色有轻微的区别，光的原色红要比颜料的原色红更接近橙色一些，光的原色绿要比颜料的原色绿更显黄色一些，光的原色蓝要比颜料的原色蓝更呈紫色或者靛青。

RGB 三色光不同的比例和强度的混合，组成了可视光谱。三色理论认为，要想得到任何颜色的一种光，只需适当地把可见光光谱中任意三种不同颜色的光混合起来就能实现，比如三种原色光两两等量混合：红色光、绿色光相加得黄色光；绿色光、蓝色光相加得青色光；蓝色光、红色光相加得洋红色光；三种原色光两两以二比一混合，形成天蓝、翠绿、草绿、橙色、粉色和紫色光。红、绿、蓝三种色光等量相加可得到白色光（如图）。





颜色名称最初是以动物、植物、矿物、自然景色等的名称命名的。《色谱》书共给出了 1631 个色彩名称，其中对 625 种颜色给出了俗名，其余的色彩以数字符号表示。系统化颜色命名法则是在色相加修饰语的基础上，又加上了明度和纯度的修饰语。彩色部分用罗马数字 I~Ⅷ 来代表黄、橙、红、品红、紫、蓝、青、绿 8 个基本色，每一基本色由浅至深分为 7 个等级；消色部分从最亮到最暗分成 14 个等级。如红色系，包括黄味红、淡黄味红、极淡黄味红、明灰黄味红、灰黄味红、暗灰黄味红、极暗黄味红、浊黄味红、鲜黄味红等色名。这些颜色名称标定系统虽然精确程度仍不很高，但在一般场合下使用，有一定的实用价值。



英国帝国化学工业公司染料分部 (Imperial Chemical Industries, ICI) 出版了用非荧光耐光颜料所得到的最鲜艳的颜色而印制的色样。这些色样有 1379 块，按顺序分为 12 种卡片，每只卡片通过用 20 种中性灰色滤色片覆盖后共可得到 27580 种不同的颜色。ICI 颜色图谱主要应用于纺织工业，其颜色排列按简单的字母数字规律，任何人员都能用图谱确定所需颜色。苏格兰制的 Paisleg 花呢外套的图案和缝接的缝纫线有不少于 10000 种色彩样。

一般工业和民用着色剂 (Colorant) 主要分为染料 (Dyestuff) 和颜料 (Pigment) 两大类。

第一节 染料

染料是能将纤维或其他基质染成一定颜色的有色有机化合物。染料主要用于织物的染色和印花，它们大多可溶于水，或通过一定的化学处理在染色时转变成可溶状态。染料可直接或通过某些媒介物质与纤维发生物理的或化学的结合而染着在纤维上。有些染料不溶于水而溶于醇油，可用于油蜡、塑料等物质的着色。其中染料又分为天然染料和合成染料。

一、天然染料

天然染料是指从植物或动物资源中获得的，很少或没有经过化学加工的染料。天然染料来源于植物、动物和矿物，其中植物染料是天然染料的主体。它们的品种、生长环境和气候状况不同，因此它们的色素结构和含量也不同。植物的各个部分都会含有色素，因此染色主要依靠这些植物部分来进行。通常植物的根、茎、皮、花、果实的汁液均可作为染液用于染色，因此用作染料的植物很多，有四五千种。

古代将色彩分为原色和间色两大类，原色有青、赤、黄、白、黑，间色是通过原色混合所得的绿、紫、粉等。传统的植物染色中常见有红色、黄色、蓝色、黑色，这些颜色的原液可以直接从大自然中提取。天然染料可以按照颜色分类，分为红色系、蓝色系、紫色系、棕色系和黑色系。其中，红色系包括苏木、茜草和红花，蓝色系包括马蓝、木蓝和菥蓝，紫色系包括紫草、紫檀和落葵，棕色系包括荷叶、桑木和益母，黑色系包括五倍子、皂斗和栎树。使用最广泛的天然染料有：茜草、紫草、苏木、靛蓝、红花、栀子、冬青、茶、桑等，其中茜草、靛蓝、苏木、红花的使用历史极为悠久。动物染料有虫（紫）胶、胭脂红虫等。按化学组成可分为类胡萝卜素类、蒽醌类、萘醌类、类黄酮类、姜黄素类、靛蓝类、叶绿素类共七种^[2]。

我国对纺织品进行染色或涂色加工有着悠久的历史。早在旧石器时代晚期，我们的祖先就已了解着色加工技术，那时多采用矿石（研成粉末状而成颜料），这类颜色统称为矿物色。大约在夏代至战国时期不仅能研制出各种矿物颜色，同时也开始生产植物染料。在先秦时期，我们的祖先已掌握了采集和种植蓝草作为染料的技艺。北魏贾思勰的《齐民要术·种蓝》就专门记述了从蓝草中提取蓝靛的方法。到了明清时期，天然染料的应用获得了极大的发展，达到了较高的工艺水平。染色艺人通过大量的实践和不断摸索，创造并积累了天然染料提取、染色的一套完整技艺，这些技艺一般通过父传子或在家族中口头流传。

自 1856 年英国化学家 W. H. Perkin 从煤焦油中发现了第一个合成染料之后，以其丰富多彩的颜色、低廉的价格以及优良的色牢度得到了广泛的应用。天然染料在迅速崛起的合成染料面前逐渐失去了昔日的辉煌，古老的提取天然染料染色的技术也被慢慢摒弃，几近绝迹。我国只有一些僻远山区的少数民族仍沿用少数几种的天然染料，如云南大理白族自治州周城乡至今还保留着古老的制作靛蓝的技艺。我国藏族人民特有的手工艺品和生活用品藏毯，其工艺独特，以手工纺纱、天然染料染色和手工编织而著称，已有 600 年的历史。其染色工艺以天然染料为主，具有色调柔和、质朴仿古的特点，深受国外客商的青睐。

染料应用的历史长河缓缓流到了今天，人们注意到合成染料除色谱齐全，生产和染色工艺可工业化、标准化外，同时也导致了严重的环境污染、大量能源和资源的不可逆性消耗，有的合成染料还会引发皮肤病，重者可致癌。在全球性绿色革命浪潮的影响下，人们对环境和健康问题日益关注，部分合成染料对人类健康和生态环境所产生的负效应愈来愈



愈受到关注。近年的研究表明,有 100 多种常用染料可能产生致癌物质。1994 年,德国等发达国家颁布了禁用这些染料的法规。不仅如此,随着地球石油资源的消耗,合成染料的原料问题也已暴露出来,因此科研人员开始致力于开发天然环保染料和环保清洁染色工艺,天然染料又开始被世人所重视:它与环境的亲和性好,废物、废水极易分解和利用,基本上没有污染;资源极为丰富,可再生利用;对人体无毒,无害,有的还可杀虫抗菌,带有天然的芳香,对皮肤病有一定的预防和治疗作用;色泽美丽、自然、典雅、柔和、耐久。基于这些优点,对天然染料的研究和应用也日渐兴盛。近年来,国内外众多学者致力于开发和探索其应用价值,以克服其存在的缺陷,如色牢度低、难以标准化和缺乏稳定性等问题,这些问题限制了天然染料的应用。为了克服这些缺陷,目前可以通过探究新的提取方法和染色技术,发现新型环保型媒染剂的使用,使天然染料得以更好的在印染行业上的使用,具有良好的前景。

我国虽然资源丰富,但由于长期使用合成染料,对天然染料的植物资源已知不多。《中国经济植物志》对纤维类、芳香油类、树脂及树胶、药用类等都有系统编写,唯独植物染料却是空缺。天然染料中,使用动物染料的比例相对较小,通常只采用胭脂虫雌虫的干燥躯体和蓝紫色系的贝类,从中提取胭脂红和贝紫两种染料。在中国昆虫资源利用和产业化的众多项目中,虽然有紫胶的加工和利用,但并不涉及发展紫胶染料。全世界胭脂虫的年产约 400 吨,而我国目前尚未开发,由其体液加工的洋红色素,国内几乎还是靠进口。由于技术信息的缺乏,要重新开发和利用植物和动物资源生产天然染料是一个漫长复杂的过程,有待于人们去寻找、筛选,并制订一整套比较标准的染色工艺。

使用自然染料并不会对人体造成危害,因为这些染料大多数都是无毒无害的,因此使用它们不会引起任何负面影响,如过敏或致癌等。此外,部分自然染料具有中草药的属性,因此在提取过程中,其所含的药效成分也会随着色素一同提取出来,经过染色后的织物不仅具有美观的色彩,还能够产生一定的药物治疗和保健功效。举个例子,紫草和大黄能够有效地防止紫外线的伤害,而黄芩和艾蒿则具有杀菌和消炎的作用。这些功效不仅能增加产品的药用价值,也能增加其经济价值。

当然,如果片面地认为所有天然染料均是无毒、安全、对健康无影响的,这是不科学的。这一提法对某些天然染料如靛蓝是正确的,确实值得开发和利用。靛蓝植物染料染色有许多合成染料难以达到的作用,蓝草根是制作感冒冲剂“板蓝根”的原料,据称穿土靛蓝布对人体皮肤有益,特别是对有皮肤炎症的人来说更有益处。而对某些天然染料却有待进一步的研究。一个染料是否对环境有害,不在于它的来源,而在于它的分子结构和生物作用,对于天然染料毒性的评价工作,现在还做得甚少。多数天然染料在使用时,需要用 $KAl(SO_4)_2$ 、 $CuSO_4$ 、 $K_2Cr_2O_7$ 、 $FeSO_4$ 、 $SnCl_2$ 等来进行媒染处理。当用这些媒染剂时,纺织品和染色废液中肯定会存在残留的金属离子,包括 Eco-Tex Standards 所禁止使用的重金属离子。另外,在植物中提取天然染料,也会消耗能源和水,同时产生废弃物和废水。天然染料多来源于

动植物，尤其是植物染料，即使是同一种植物由于产地不同、气候条件不同以及采集时间的不同，都会影响色素的组成及色泽，这就会导致染色重复性差。其次，一些染料的耐晒牢度较低，特别是在丝织物上更为明显；还有一些染料对于纤维素纤维的亲合力很小，只能染浅色，而且水洗牢度也较低。最后，自然界中动植物的数量虽然很多，但由于植物中的色素含量较小，要想获得一定数量的天然染料，就必须砍伐大量的植物，造成生态环境的破坏。这些问题在开发天然染料时都是需要慎重考虑和重视的。

尽管在公元前 2600 年，我国就有关于天然染料对丝绸染色的记载，但是自从合成染料替代天然染料以后，除了以上提及的一些民族地区仍沿用植物染料进行手工艺品的染色外，国内很少有人致力于这方面的研究，政府部门也没有组织有系统地开发和利用植物染料资源。近年来，我国对天然染料的应用也正在积极地探索之中。中科院已制得用于棉和丝绸染色的天然黄 TR-Y 和天然绿 TR-G；北京铜牛集团的“铜牛牌”系列童装选用纯天然植物染料系列染制成衣；东华大学与江苏海澜集团从 2002 年起承担了国家 863 高新技术项目“天然染料制备及其在生态纺织品开发与羊毛清洁生产中的应用技术”课题，在许多方面达到了产业化水平。如用植物染料制成的低特（高支）天素丽绿色环保型高档面料，既符合国内外精纺毛料低特（高支）轻薄化、功能多样化的要求，又符合目前国际上倡导的环保型天然面料的要求。

国际上对天然染料染色性能的研究，主要集中在亚洲，特别是印度、日本。关于天然染料的研究是作为发展中国家间技术合作联合国发展方案（UNDP）计划的一部分，已举行过两个国际专题讨论会，分别在尼泊尔和印度进行。印度的全国织机发展协会（NHDC）对天然染料应用的复兴起着促进作用。印度紫胶研究所（ILRI）在研制紫胶染料的同时，开发了 8 种天然染料，并计划把数量扩展到 30 种。日本设立了专门的植物染料研究机构，进行植物染料的利用和基础研究，并开发了一系列称为“草木染”的纺织品。国外研究的文献资料表明，天然染料可适用于各类纤维的染色。在羊毛染色中，与活性染料、酸性染料相比，天然染料的耐洗牢度稍差一些，通过使用媒染剂可以提高其耐洗牢度，天然染料具有较好的耐光牢度，给羊毛织物的外观和质地方面带来较好的效果。有人也试图将天然染料应用于聚酯纤维染色，经载体处理后，用植物染料染色（称载体法）或用单宁类物质和媒染剂处理后的织物经植物染料染色后，进行热定型处理（称热定型法），结果显示天然染料对合成纤维具有相容性。日本与韩国的研究人员，曾用低温等离子体对羊毛进行处理，然后用天然染料对羊毛进行染色，比较各种不同类型（阳离子、阴离子、非离子等）的植物染料对等离子体处理的羊毛纤维染色效果。

为改善天然染料染色重复性差及牢度低的缺点，日钟纺公司采取集中购入原料，经过提取、浓缩及适当处理制成均一染料，然后与一定量的合成染料拼混，这样可改善染色牢度及染色重复性。目前已开发出含有茜素、石芹及胡萝卜等 80 多种不同颜色的植物染料商品，可用于棉、毛、丝及锦纶等纤维的染色。这些染料在棉织物上水洗牢度为 4 级，耐



日晒牢度为 3~4 级，深受消费者的欢迎。除此之外，为提高天然染料在丝织物上的耐日晒牢度，还可以在染浴中加入紫外线吸收剂和丝绸防泛黄剂。

提高天然染料的产量是工业化应用的首要问题。利用生物工程的方法人工培养植物细胞组织已在某些方面取得成功，用培养液已培育出花麒麟、紫根、茜草根等多种植物，经人工培育的植物组织中天然色素的含量比天然植物中的色素含量高。以紫根为例，细胞组织培养 23 日，干燥后原料中含近 20% 的紫草宁，而天然生长的紫根干燥后仅含 1% 紫草宁，而且需要四年的生长。生物培养的方法可使细胞组织的生长速度大大加快，这样天然染料的生产可以不依靠自然植物，产量大大提高。通过生物方法可以避免大量砍伐自然界中的植物，同时又可获得与天然生长植物相似的色素。改进传统的染色方式或对纤维进行改性，可改善天然染料的染色效果。有些天然染料在水中的溶解性小，染色时为了达到一定深度往往需染几次。例如，矿物染料的水溶性较差，且对纤维的吸附性不强，因此必须采用改性纤维或添加树脂、粘合剂等方法，或制备纳米级矿物染料分散体来实现染料与纤维的结合。经试验对此类染料采用分散染法效果很好，分散法就是用阴离子或非离子表面活性剂使染液中处于悬浊状态的色素颗粒得到分散，染液形成较稳定的分散体系。染色时织物和染料颗粒接触机会增多，染料被吸附的速度也大大加快，因而染色时间和染料的浓度可以减小到最低限度，降低了染色成本。

棉、蚕丝织物经过阳离子化改性可以增加天然染料的上染率，对棉织物来说阳离子化更有实际意义。除阳离子化外，还可利用脱乙酰甲壳质（Chitosan）的醋酸溶液来处理棉织物，同样可以提高染色深度，而且这种方法较阳离子化更为方便实用。

除此之外，许多天然色素还因其特殊的成分及结构而应用于新型功能性纺织品的开发。如大黄防紫外线织物，日本青森试验厂生产的可医治皮炎的艾蒿色织物以及印、韩、日等国用茜草、靛蓝、郁金香和红花染成的具有防虫、杀菌、护肤及防过敏功能的新型织物等。

天然染料由于其良好的环境相容性和药物保健性能，引起了许多国家染料研究和应用机构的关注，其应用也已涉及多个领域。一些天然染料，尤其是一些植物染料本身就来源于药用植物。因而它们在卫生及医药领域都有着广泛的应用。如槲皮苷被用作口腔卫生用品的抑菌剂；茜草根入药能够收疹、止血、抗痢，兼具滋补强身的功效；姜黄对治疗传染性肝炎、胆结石及皮肤病有独到的效果。

虽然天然染料具有合成染料没有的一些优点，但是在印染行业领域中，其应用仍存在限制。这些局限性不仅是在应用天然染料的时候需要注意和避免的，还是天然染料未来发展需要解决的问题和方向。首先，在植物天然染料中，由于地理和天气等自然因素的影响，还有个体的差异，造成了色素含量、色素组成均不相同。因此，在提取和应用天然染料时，难以确保颜色的统一性。不同批次的天然染料会出现色素的组成成分不一样的情况，同时在提取过程中，天然材料中的成分复杂多样且含量不一，因此提取出的天然色素中会含有一定的杂质，对天然染料的染色产生一定的影响。不同植物含有不同的色素，不

同色素在植物中的含量不一样但总体来看色素含量都很少，若想得到足够的植物染料投入到印染行业的应用中，则要消耗大量的植物，一些植物本身具有其它的价值，导致植物本身的成本较高，在提取色素的过程中，需要一些有机溶剂和加热条件，更加大了天然染料的成本，正是因为这些原因，导致天然染料的价格居高不下，对推进天然染料使用的普遍化造成一定的阻碍。其次，天然染料的染色效果不稳定，这使得染色织物的耐晒性和耐洗性都不太好。要提高天然染料的耐光、耐洗、耐摩擦等各项牢度，使用媒染剂可以是一个不错的选择，但是有些染料即使使用媒染剂也很难达到要求，而且很多媒染剂含有重金属离子，不利于环境保护，有些媒染剂的使用也与天然染料的生态理念相违背。目前，天然染料染色纺织品的质量标准尚未得到国际和行业的明确规定，因此在评价其质量时只能参照合成染料染色纺织品的标准，但这种做法可能存在很多局限性和不适用的情况。同时，对于天然染料上染的纺织品，如何判断鉴别布料上是否含有天然染料成分，天然染料的含量有多少，是摆在天然染料纺织品印染相关产业科研和生产人员的一大难题，这个问题也使得消费者购买天然染料纺织品的信心不足。因此，天然染料的应用具有局限性。

二、合成染料

很早以前，人类就开始使用来自植物和动物体的天然染料对毛皮、织物和其他物品进行染色。我国是世界上最早使用天然染料的国家之一，靛蓝、茜素、五倍子、胭脂红等是我国最早应用的动、植物染料。这些染料虽然历史悠久，但品种不多，染色牢度也较差。

1856 年，从年仅 18 岁的英国化学家 Perkin 研制出了第一个合成染料—苯胺紫开始，发展至今合成染料已有 150 多年的历史。当时由于纺织工业的发展，而天然染料在数量和质量上远不能满足需要，便对合成染料提出了迫切的需求；加上煤焦油中发现了有机芳香族化合物，为合成染料提供了所需的各种原料，同时四价碳（1858 年）和苯结构理论模型（1856 年）的确立，使人们能够通过染料分子的结构设计有目的地合成染料。正是由于上述几个契机，促成了现代染料工业的产生和发展。

在此之后，各种合成染料相继出现，如 1868 年 Graebe 和 Liebermann 阐明了茜素（1, 2 - 二羟基蒽醌）的结构并合成出了这一金属络合染料母体，1890 年人工合成出靛蓝，1901 年 Bohn 发明了还原蓝即所谓阴丹士林蓝。20 世纪 20 年代出现了分散染料，30 年代诞生了酞菁染料，50 年代又产生了活性染料等。合成纤维的快速发展，更促进了各类染料的研究和开发，各国科学家先后合成出上万种染料，其中具有实际应用价值的染料已达千种以上，后来以其鲜艳的色彩、较高的色牢度和较低价格等优点取代了天然染料。许多国家建立了本国的染料工业，染料已成为精细化工领域中的一个重要分支。

进入 20 世纪 70 年代，染料工业的发展已转向寻找最佳的制备路线和最经济的应用方法，同时，染料和颜料在新的非染色领域（如功能染料）中的应用也变得越来越重要。近年来，染料和颜料的绿色制备技术和生态应用技术受到了世界各国的广泛重视，这些都为染料和



印染工业的发展带来新的契机。

我国染料工业在过去的 60 年中取得了长足的进步，已形成了门类齐全，科研生产和应用服务健全的工业链，可生产 2000 余种商品染料，常年生产的染料品种近八百个，年产量近 80 万吨；超过一百个品种的染料有分散染料、活性染料和酸性染料等。目前，我国还是世界上第一大染料出口国，占世界染料贸易量的 1/4 以上。但必须看到，尽管我国的染料工业在相当大程度上满足了国内市场的需要，而且染料的大量出口已成为我国染料工业的发展重点，但无论在染料品种上还是在产品质量上与发达国家相比仍有一定的差距，特别是一些高档染料仍需进口。染料工业的发展重点为高品质染料商品化技术和生态友好的染料合成工艺。

染料可按其化学结构和应用性能进行分类。根据染料的应用特性和应用方法来分类称为应用分类，根据染料共轭体系的结构特征进行分类称为结构分类。同一种结构类型的染料，某些结构的改变可以获得不同的应用性质，而成为不同应用类型的染料；同样，同一应用类型的染料，可以有不同的共轭体系（如偶氮、蒽醌等）结构特征，因此应用分类和结构分类常结合使用。为了方便染料的使用，一般商品染料名称大都采用应用分类，而结构分类则主要在染料合成研究中使用^[2]。

（一）染料的化学结构分类

化学分类方法根据染料分子中相似结构，如蒽醌、靛族、芳甲烷、酞菁等；染料分子中共同的发色团，如偶氮基、硝基等；染料共同的合成方法和性质，如硫化染料，主要可以分为以下几类：

（1）偶氮染料：分子中含有偶氮基（ $-\text{N}=\text{N}-$ ）的染料。有单偶氮，双偶氮和多偶氮染料。这是整个染料中最多的一类。

（2）蒽醌染料：分子中含有蒽醌结构的染料。

（3）靛族染料：含有靛蓝或类似结构的染料。包括靛蓝和硫靛结构的染料^[7]。

（4）酞菁染料：分子中含有四氮卟吩的结构，这类染料色泽鲜艳，主要有翠蓝和翠绿两个品种。

（5）芳甲烷染料：分子中含有二芳甲烷和三芳基甲烷结构的染料。

（6）硫化染料：用硫或多硫化钠的硫化作用制成的染料。

（7）菁系染料：又称多甲川或杂氮甲川染料，分子中含有次甲基（ $-\text{CH}=\text{}$ ）_n。

（8）杂环染料：分子中含有杂环结构的染料。

（8）杂环染料：分子中含有杂环结构的染料。

（二）染料的应用分类

用于纺织品染色的染料按应用性能主要可分为以下几类：

（1）酸性染料：这类染料分子中含有磺酸基或羧基，通常以水溶性钠盐存在，在酸性

或弱酸性介质中能染蛋白质纤维、锦纶，但不能染纤维素纤维。这里还包括酸性媒介染料，这类染料与酸性染料的性质相似，其特点是在偶氮基的邻位上含有羟基、羧基等能与金属螯合的基团。经金属媒染剂处理后，染料能够和金属形成坚牢的络合物。

(2) 酸性络合染料和中性染料：酸性络合染料是在染料生产过程中与某些金属离子化合，形成的一种络合物。其中，分子结构中只含有一个或两个磺酸基，偶氮染料与金属离子以 1 : 1 的比例螯合而成的，称为酸性络合染料。这种染料可溶于水，主要在强酸性浴中染毛织物。

如果由二分子单偶氮染料与一个金属离子络合而成的，则称 2 : 1 型金属络合染料，即中性染料。其水溶性较酸性络合染料差，可在弱酸或中性染浴中染羊毛、维纶、锦纶。

(3) 直接染料：直接染料绝大多数是含有磺酸基的偶氮染料，可溶于水。由于染料本身结构的特殊性，对纤维素纤维有较强的亲和力，能在弱碱性或中性染浴中直接上染棉、粘胶织物，但这类染料水洗牢度不好。

(4) 不溶性偶氮染料：又称冰染染料或纳夫妥染料。由重氮剂和偶合剂两部分组成，染色时先用偶合剂打底，然后再浸轧重氮剂，此时在织物上形成染料，由于该染料不溶于水，故称为不溶性偶氮染料，主要用于棉织物的印染。

(5) 硫化染料：染料不溶于水，需用硫化钠还原成为可溶性隐色体而染色，经氧化后又变成不溶性染料而固着在纤维上。主要用于棉织物的染色。

(6) 还原染料：又称士林染料。本身不溶于水，染色时需要用保险粉（低亚硫酸钠）在碱性介质中还原成隐色体钠盐，被纤维吸收，再经空气或氧化剂氧化，变成原来的染料，在纤维上形成坚牢的色泽。主要用于棉，有时也可染维纶。

(7) 活性染料：这类染料分子结构中带有反应性基团（称为活性基），染色时可与纤维分子中的羟基或氨基生成共价键结合，成为“染料—纤维”一个整体故又称为反应性染料。主要用于棉，麻，丝等纤维印染，亦能用于羊毛和合成纤维的染色。

(8) 分散染料：染料分子中不含水溶性基团，在水中溶解度极小，应用时靠分散剂将染料分散成极细颗粒而进行染色，主要用于合成纤维中涤纶、醋酯、锦纶纤维的染色。

(9) 阳离子染料：在溶液中能电离出带阳离子的有色基团和阴离子。主要用于染腈纶。

(10) 有机颜料：用于油墨、涂料印花等。

(11) 荧光增白剂：这是一类无色染料，当它上染纤维基质后，能吸收紫外线^[9]。

(三) 染料的命名

染料通常是分子结构较复杂的有机芳香族化合物，若按有机化合物系统命名法来命名较复杂，而且商品染料中还会含有异构体以及其他添加物，同时，学名也不能反映出染料的颜色和应用性能，因此必须给予专用的染料名称。我国对染料采用统一命名法，按规定，染料名称由三部分组成：第一部分为冠称，表示染料的应用类别，又称属名；第二部分是



色称，表示染料色泽的名称；第三部分是词尾，以拉丁字母或符号表示染料的色光、形态及特殊性能和用途。由于我国还使用部分进口染料，有些染料品种一直沿用国外的商品名称，本节也将国外染料厂商的命名作适当的说明。

1. 冠称

冠称是根据染料的应用对象、染色方法以及性能来确定的。我国的冠称有 31 种，如直接、直接耐晒、直接铜盐、直接重氮、酸性、弱酸性、酸性络合、酸性媒介、中性、阳离子、活性、毛用活性、还原、可溶性还原、分散、硫化、可溶性硫化、色基、色酚、色盐、快色素、氧化、缩聚、混纺等。

国外的染料冠称基本上与国内相同，但常根据各国厂商而异。

2. 色称

色称即色泽名称，表示染料的基本颜色。我国采用了 30 个色泽名称：嫩黄、黄、金黄、深黄、橙、大红、红、桃红、玫红、品红、红紫、枣红、紫、翠蓝、湖蓝、艳蓝、深蓝、绿、艳绿、深绿、黄棕、红棕、棕、深棕、橄榄绿、草绿、灰、黑等。颜色的名称一般可加适当的形容词，如“嫩”“艳”“深”三个字，而取消了过去习惯使用的“淡”“亮”“暗”“老”“浅”等形容词，但由于习惯，至今还仍沿用。有时还以天然物的颜色来形容染料的颜色，如天蓝、果绿、玫瑰红等。

3. 词尾（尾注）

有不少染料，其冠称与色称虽然都相同，但应用性能上尚有差别，故常用词尾来表示染料色光、牢度、性能上的差异，写在色称的后面。我国根据大多数国家的习惯，并结合我国使用情况，用符号代表染料的色光、强度（力份）、牢度、形态、染色条件、用途以及其他性能，而国外有些厂商的染料词尾是任意附加的，不一定具有确切的意义。我国使用词尾中的符号通常用一个或几个大写的拉丁字母来表示，常用符号代表的意义概述如下。

（1）表示色光和颜色品质的常用符号

①表示色光和颜色的常用符号：

B (Blue) ——带蓝光或青光；

G (德语中 gelb 为黄色，grün 为绿色) ——带黄光或绿光；

R (Red) ——带红光。

②表示色品质的常用符号：

F (Fine) 表示色光纯；

D (Dark) 表示深色或色光稍暗；

T (Tallish) 表示深色。

（2）表示性质和用途的常用符号

C (Chlorine, cotton) ——耐氯或棉用；

- I (Indanthren) ——相当于士林还原染料坚牢度；
 K (德语 Kalt) ——冷染 (国产活性染料中 K 代表热染型)；
 L (Light, leveling) ——耐光牢度或匀染性好；
 M (Mixture) ——混合物 (国产染料中 M 表示含双活性基)；
 N (New, normal) ——新型或标准；
 P (Printing) ——适用于印花；
 X (Extra) ——高浓度 (国产染料中 X 代表冷染型)。

有时可用两个或多个字母来表明色光的强弱或性能差异的程度，如 BB、BBB (分别可写成 2B、3B)，其中 2B 较 B 色光稍蓝，3B 较 2B 更蓝，依此类推。同样，LL 比 L 有更高的耐光性能。但需注意，各国染料厂由于标准不同，故各厂商之间所用的符号难以比较。

(3) 表明染料形态、强度 (力份) 的常用符号

- Pdr (Powder) ——(普) 粉状；
 Gr (Grains) ——粒状；
 Liq (Liquid) ——液状；
 Paste (Paste) ——浆状；
 Sf (Supra fine) ——超细粉。

染料强度 (力份) 是按一定浓度的染料作标准，标准染料强度为 100%。若染料的强度比标准染料浓一倍，则其强度为 200%，以此类推，所以染料的强度通常是一个相对数值。

有时对同一类别的不同类型染料，常在词尾前用字母来区别，并用短线 “-” 分开，如活性艳红 X-3B、活性艳红 K-3B 等。

目前我国染料命名法还存在不少问题，许多词尾符号尚未有统一的意义，有时还借用外国商品牌号，没有统一型号，因此不能满足国内染料工业发展的需要，尚需进一步简化统一。

(四) 染料的商品化加工

原染料经过混合、研磨，并加以一定数量的填充剂和助剂加工处理成商品染料，使染料达到标准化的过程称为染料商品化加工。染料商品化加工对稳定染料成品的质量、提升染料的应用性能和产品质量至关重要。

染料可加工成粉状、超细粉状、浆状、液状和粒状商品。浆状不便于运输，长期储存易发生分层、浓度不匀现象。某些染料做成液状方便应用，节约能源，又可降低劳动强度。根据染料种类、品种不同而定出一定规格，粉状和粒状一般规定细度，用通过一定目数的筛网的质量百分数来表示，同时说明外观的色泽。

在染料商品加工过程中，为了获得某些应用性能，往往选用各种助剂，这些助剂在染料应用时可以帮助染料或纤维润湿、渗透，促使染料在水中均匀分散或溶解，使染色或印



花过程顺利进行。

对非水溶性染料如分散染料、还原染料要求能在水中迅速扩散，成为均匀稳定的胶体状悬浮液，染料颗粒的平均粒径在 $1\text{ }\mu\text{m}$ ($10\sim 60\text{ }\mu\text{m}$) 左右。因此，在商品化加工过程中加入扩散剂、分散剂和润湿剂等一起进行研磨，达到所要求的分散度后，加工成液状或粉状产品，最后进行标准化混合。

直接染料主要用硫酸钠作填充剂，溶解性能较差的直接染料常常再加入纯碱以提高其溶解性，倘若溶解度低，需再添加磷酸氢二钠。

酸性染料一般用硫酸钠作填充剂，不易溶解的品种，加纯碱以提高染料的溶解性能。阳离子染料可用白糊精作填充剂。国外活性染料商品用的填充剂种类很多，但国内在这方面的研究还有待加强。中性染料用于染涤纶时一般加扩散剂。溶靛素本身是可溶性的，常加碱性稳定剂。

我国染料的合成技术及原染料质量与国外先进技术相比并不逊色，但由于商品化加工设备和技术问题，有些产品的应用性能与国外相比仍有差距。研究和完善染料商品化技术除需进一步提高硬件水平外，更重要的是需研究添加剂的品种、配方和加入方式，以及染料粒子的形状、晶型和粒径的控制等以使染料获得优异的应用性能。

（五）染色牢度

由书经过染色、印花的纺织品，在服用过程中要经受日晒、水洗、汗浸、摩擦等各种外界因素的作用。经染色、印花以后，有的纺织品还需另外进行一些后加工处理（如树脂整理等）。在服用或加工处理过程中，纺织品上的染料经受各种因素的作用而在不同程度上能保持其原来色泽的性能叫做染色牢度。

染料在纺织品上根据所受外界因素作用的性质不同，而具有相应的染色牢度，例如日晒、皂洗、气候、氯漂、摩擦、汗渍、耐光、熨烫牢度以及毛织物上的耐缩绒和分散染料的升华牢度等。纺织品的用途或加工过程不同，它们的牢度要求也不一样。为了对产品进行质量检验，参照国际纺织品的测试标准，我国制订了一套染色牢度的测试方法。纺织品的实际服用情况比较复杂，这些试验方法只是一种近似的模拟。

（1）耐日晒色牢度分 8 级。1 级为最低，8 级为最高。每级有一个用规定的染料染成一定浓度的蓝色羊毛织物标样。它们在规定条件下日晒，发生褪色所需的暴晒时间大致逐级成倍地增加。这些标样称为蓝色标样。测定试样的耐日晒牢度时，将试样和 8 块蓝色标样在同一规定条件下进行暴晒，观察其褪色情况和哪个标样相当而评定其耐日晒牢度。

（2）耐皂洗色牢度分 5 级。以 5 级为最高，在规定条件下皂洗后，肉眼看不出色泽有什么变化，1 级最低，褪色最严重。测定试样皂洗牢度时，将试样按规定条件进行皂洗（根据品种的不同，皂洗温度一般分为 40°C 、 60°C 、 95°C 三种），经淋洗、晾干后，和衡量褪色程度的灰色标准样卡（褪色样卡）对照进行评定。在试验时，还可以将试样和一块白布

缝叠在一起,经过皂洗以后,根据白布沾色的程度和衡量沾色的灰色标样对照,评定沾色牢度级别。5级表示白布不沾色,1级沾色最严重。

(3)耐汗渍色牢度的定级方法和皂洗牢度一样,也分为5级,也有褪色和沾色两种测试方法。

(4)耐摩擦色牢度以白布沾色程度作为评价指标,共分5级,数值越大,表示摩擦牢度越好。摩擦有干、湿两种摩擦情况。试验时按规定条件将白布和试样摩擦,按原褪色和白布沾色情况分别与褪色、沾色灰色样卡对照而评定级别。织物的摩擦褪色是在摩擦力的作用下使染料脱落而引起的,湿摩擦除了外力作用外,还有水的作用,因此湿摩擦一般比干摩擦牢度约降低一级。

(5)其他染色牢度一般也分为5级。评定染料的染色牢度应将染料在纺织品上染成规定的色泽浓度才能进行比较。这是因为色泽浓度不同,测得的牢度是不一样的。例如浓色试样的耐日晒色牢度比淡色的高,耐摩擦色牢度的情况与此相反。为了便于比较,应将试样染成一定浓度的色泽。主要颜色各有一个规定的标准浓度参比标样。这个浓度写为“1/1”染色浓度。一般染料染色样卡中所载的染色牢度都注有“1/1”“1/3”等染色浓度。“1/3”的浓度为“1/1”标准浓度的1/3。

(六)《染料索引》简介

除了少数天然染料外,现代纺织品加工中所用的染料和颜料都是化学合成产品。《染料索引》(Colour Index,缩写为C.I.)是一部国际性的染料、颜料品种汇编。它将世界各主要染料生产企业的商品,分别按照它们的应用性能和化学结构归纳、分类、编号,逐一说明它们的应用特性,列出它们的结构式,有些还注明合成方法,并附有同类商品名称对照表。

《染料索引》最初由英国利兹大学教授F.M.洛主编,1924年由英国染色工作者协会(SDC)出版发行。1928年发行续编本。SDC于1956~1958年与美国纺织品化学师与染色师协会(AATCC)合编,发行第2版,共4卷。1963年又发行了第2版的续编(1卷),新增了活性染料的内容。1971年两协会合编发行第3版,共5卷。1982年将全书做了第二次修订并发行了《颜料及溶剂染料》卷。1999年出版了合订光盘检索版。第3版《染料索引》共分5卷,增订本2卷,共收集染料品种近八千种,对每一种染料详细地列出了其应用分类类属、色调、应用性能、各项牢度等级、在纺织及其他方面的用途、化学结构式、制备途径、发明者、有关资料来源以及不同商品名称等,下面就其编排加以介绍。

第1、第2、第3卷,按染料应用分类分成20大类(如酸性、不溶性偶氮偶合组分碱性染料(阳离子染料)、直接染料、分散染料、荧光增白剂、食品染料、媒染染料、颜料、活性染料、溶剂染料、硫化染料和还原染料等),并在各类染料中将颜色划分为10类(黄、橙、红、紫、蓝、绿、棕、灰、黑、白),然后再在同一颜色下,对不同染料品种编排序号,称为“染料索引应用类属名称编号”。



如卡普隆桃红 BS (C. I. Acid Red 138)、分散藏青 H-2GL (C. I. Disperse Blue 79)、还原蓝 RSN (C. I. Vat Blue 4)。在这三卷中还以表格形式给出了应用方法、用途、较重要的牢度性质和其他基本数据。

第4卷对已明确化学结构的染料品种,按化学结构分类分别给予《染料索引》化学结构编号,结构未公布的染料无此编号。如卡普隆桃红 BS (C.I. 18073)、分散藏青 H-2GL (C.I. 11345)、还原蓝 RSN (C. I. 69800)。在这卷中还列出了一些染料的结构式、制造方法概述和参考文献(包括专利)。第1、第2、第3卷和第4卷之间的内容可交错参考,相互补充。

第5卷为索引,包括各种牌号染料名称对照、制造厂缩写、牢度试验的详细说明、专利索引以及普通名词和商业名词的索引。

国外染料名称非常繁杂,通过《染料索引》的两种编号,便能查出某染料品种的结构、色泽、性能、来源、染色牢度以及其他可供参考的内容,在各国的刊物和资料中也广泛采用染料索引号来表示某一特定染料。

目前,SDC 和 AATCC 共同开设了《染料索引》网络版,称为《染料索引》第四版。

(七) 禁用染料

禁用染料原本指的是某些染料因在生产制造过程中的劳动保护问题而被禁止生产的染料,如苯胺黑在生产过程中会产生有毒物质而被明令禁止生产。而现在是指可以通过一个或多个偶氮基分解出有害芳香胺的染料。目前常用染料中涉及的禁用染料总共有240种(含涂料),这些禁用染料在整个染料品种中占有很大的比例,再加之配色的需要,纺织品上含有禁用染料的比例就更大。

1. 偶氮染料

近些年来,有关芳香胺偶氮染料的致癌性备受关注。因为某些染料可能会从纺织品转移到人的皮肤上。特别是染色牢度不佳时,在细菌的生物催化作用下,皮肤上已沾有的染料可能发生还原反应,并释放出22种致癌芳香胺,然后这些致癌物透过皮肤扩散到人体内,经过人体的代谢作用使细胞的脱氧核糖核酸(DNA)发生结构与功能的变化,成为人体病变的诱发因素,从而诱发癌症或引起过敏。为此,德国政府在1994年7月15日颁布了一项禁止使用以22种中间体为原料制造偶氮染料的法律。2002年9月11日,欧盟发出第六十一号令,禁止使用在还原条件下会分解产生22种致癌芳香胺的偶氮染料之后,又增加了2,4-二甲基苯胺和2,6-二甲基苯胺两种芳胺,共24种。这些染料属于禁用染料。通过严格测试,规定织物上允许含有致癌芳香胺的最高浓度为30mg/kg。实际上,如果使用这些禁用染料进行印染加工,织物上的被分解芳香胺肯定超过这一指标。中国通过多项条例标准管控禁用偶氮染料,如GB 18401《国家纺织产品基本安全技术规范》规定纺织品禁用可分解致癌芳香胺染料,限量值 $\leq 20\text{mg/kg}$ 。GB/T 17592规定了纺织品中禁用偶氮染料的测定方法。GB 19601规定了染料产品中23种有害芳香胺的限量及测定方法。GB/

T 40904 则明确了家具产品及其材料中 24 种禁用偶氮染料的测定方法。

纺织行业所使用的大约 70% 染料为偶氮染料，大约有 2000 种结构不同的偶氮染料。根据德国化学工业协会的研究和从 1994 年第三版《染料索引》中所登录的染料结构分析，这 24 种中间体所涉及的禁用偶氮染料有 155 种；若按染料的应用类别来区分，则禁用的直接染料有 88 种，酸性染料 34 种，分散染料 9 种，碱性（阳离子）染料 7 种，不溶性偶氮染料的色基 5 种，氧化色基 1 种，媒染染料 2 种和溶剂型染料 9 种等。欧洲经济联盟、瑞士、美国以及亚洲许多国家也相继提出禁止生产和进口使用禁用偶氮染料染色的纺织品、皮革制品和鞋类，并停止上述纺织品、皮革制品和鞋类的市场销售。这一举措对全世界的染料制造业以及人们的日常生活造成了巨大的影响。为此，国外许多公司都致力于禁用染料的代用品研究和产业化工作。一方面大量开发联苯胺类型的中间体的代用品（双胺类化合物）以及邻甲苯胺或邻氨基苯甲醚的代用品，另一方面寻找经济可行的工业化路线，生产出对人体无害的中间体及其性能优良的染料来满足市场要求。我国印染业对替代染料的研究开发研制工作进行了积极摸索，并取得了较好的成效^[5]。

2. 致敏染料

致敏染料是指某些会引起人体或动物的皮肤、黏膜或呼吸道过敏的染料。染料的过敏性并非其必然的特性，而仅是其毒理学的一个内容。有专家将染料直接接触人体的过敏性分成六类：

- ① 强过敏性染料，即直接接触的病人发病率高，皮肤接触试验呈阳性的染料。
- ② 较强过敏性染料，即有多起过敏性病例或多起皮肤接触试验呈阳性的染料。
- ③ 一般过敏性染料，即发现过敏性病例较少的染料。
- ④ 轻微过敏性染料，即仅发现一起过敏性病例或较少皮肤接触试验呈阳性的染料。
- ⑤ 很轻微过敏性染料，即仅有一起皮肤接触试验呈阳性的染料。
- ⑥ 无过敏性染料，即与皮肤接触试验呈阴性的染料。

大量研究表明，目前市场上初步确认的过敏性染料有 28 种（但不包括部分对人体具有吸入过敏和接触过敏反应的活性染料），其中有 23 种分散染料，2 种直接染料，2 种阳离子染料和 1 种酸性染料。这类染料主要用于聚酯聚酰胺和醋酯纤维的染色。在生态纺织品的监控项目中的分散染料，其中的 17 种早期用于醋酯纤维的染色。

3. 致癌染料

致癌染料是指染料未经还原等化学变化即能诱发人体癌变的染料，其中品红（C.I. 碱性红 9）染料，早在一百多年前已被证实与男性膀胱癌的发生有关联。目前市场上已知的致癌染料有 14 种，其中分散染料 3 种，直接染料 3 种，碱性染料 3 种，酸性染料 2 种和溶剂型染料 3 种。



（八）功能染料

功能性染料按照功能分类主要有：

1. 激光染料（Laser dyes）

在高技术中的最早应用是激光染料。染料激光器是一种以染料为工作物质，将染料受激光辐射所产生的光辐射沿某一特定方向反复传播、放大，使之形成一束强度大、方向集中的光束的光电发生装置。由于染料在可见光区域均有较强的吸收，因此可实现激光输出波长的连续可调。可用于同位素分离、光化学、疾病诊断、环境污染检测及彩色全息照相等方面。按化学结构可分为四类：菁类染料（激光范围为 540~1 200nm）；香豆素类染料（激光范围为 425~565nm）；嘧啶类染料（激光范围为 650~700nm）；闪烁材料，主要是些含嘧啶二唑、苯并嘧啶环的芳香族化合物，是紫到紫外区域中的激光染料。

2. 液晶染料（Dichroic dyes）

液晶染料主要指可在液晶中掺杂的具有二色性的染料。二色性染料沿着不同的轴具有不同的光吸收，因而具有不同的颜色。存在于液晶中的二色性染料分子的排列往往取决于主液晶（Host liquid crystal）的取向。在不加电场的情况下，主体液晶及客体染料分子均随机取向，透过液晶显示器的颜色将是不同色轴颜色的混合色；在施加电场的情况下，主液晶的矢量将沿场排列，此时染料主分子轴也将沿场排列，透过液晶显示器的将是主分子轴方向的颜色，从而实现彩色液晶显示。

3. 光致变色色素（pHotochromic colorants）

这类色素受到光照射后，通过共轭链变化、顺一反式结构变化、分子内质子转移，开环—闭环反应、加氧—脱氧反应和光氧化—还原反应等光化学反应，使色素的最大吸收波长（或反射光的波长）发生变化。这类色素有可能在显示材料、传感器以及装潢等方面得到应用。

4. 热致变色色素（Thermochromic colorants）

这类色素在受热时，通过结构和金属络合物几何构型的变化、热分解以及酸碱反应、电荷转移、质子传递和螯合等反应使色素发生颜色变化。热致变色可以是可逆的，也可以是不可逆的。热致变色材料可以是单一的化合物，也可以是由多种成分复合而成的混合物。根据工艺配方的不同，可得到不同变色温度 and 不同颜色变化的热致变色材料（或色素）。热致变色材料可制成示温材料、丝网印刷和凹版印刷用油墨，用于各种薄膜、标签、包装物、日用品、玩具等需要随温度变色制品的印刷。通常先要将热致变色材料制成微胶囊或其他剂型。

5. 电致变色色素（Electrochromic colorants）

这类色素能在外接电压或者电流的驱动下，发生电化学氧化还原反应而引起颜色变化。即在外加电场作用下，物质的光学性能（透射率、反射率等）在可见光范围内产生稳定的

可逆变化。电致变色色素分为无机电致变色色素和有机电致变色色素(如紫精类、稀土酞菁、吡嗪类吩噻嗪类等)。无机电致变色材料主要集中在过渡金属氧化物、络合物、普鲁士蓝、杂多酸等。有机电致变色材料分为有机小分子电致变色材料和高分子电致变色材料。电致变色材料具有:颜色变化的可逆性、方便性、灵敏性,多色性,颜色深度的可控性,颜色的记忆性,电致变色材料的驱动电压低,颜色环境适应性强等优异的特性。近年来已研制开发出了多种电致变色器件,主要有电致变色显示器(Electrochromic display, 简称 ECD)、电致变色智能窗、无眩反光镜、电色储存器件等。此外还包括变色太阳镜,高分辨率光电摄像器材、光电化学能转换和储存器、电子束金属版印刷技术等高新技术产品,前景十分广阔^{[11][12]}。

6. 电致发光色素 (Electroluminescent colorants)

这类色素能在外界电场的作用下,将电能直接转换成光能。发光二极管(LED)是由无机半导体材料制成的。20世纪60年代初发现有机电致发光现象。1987年美国柯达公司的C. W. Tang(邓青云)博士制备了以8-羟基喹啉铝为发光材料的高亮度的多层器件,使有机电致发光研究取得了突破性进展。电致发光器件的发光机理是:将从阴极和阳极产生的电子和空穴分别注入夹在电极之间的有机功能薄膜层,并分别从电子传输层和空穴传输层向发光层迁移。电子和空穴结合产生激子;由电能产生的激子属于高能态物质,其能量可以将发光色素分子中的电子激发到激发态。最后发生电致发光,激发态能量通过辐射失活,产生光子,释放能量。有机电致发光器件(Organic Light Emitting Diode, OLED)具有响应速度快、亮度高、视角广、功耗低、易弯曲、易加工的特点,可制成薄型的、平面的、甚至是柔性的发光器件。正是这些潜在的优势,有机电致发光技术的研究引起了国内外许多科研工作者以及许多企业的极大兴趣。

7. 光盘用色素

这类色素主要用于可刻录式光盘(CD-R)的制作。CD-R是在一定强度激光的照射下,使记录层发生不可逆的物理或化学变化,从而改变光的反射和透射强度来进行信息记录的。有机材料具有:熔化或软化温度低,记录灵敏度高;热导系数小,记录点小,从而可获得高的信噪比;可通过旋转涂布法成膜,成本低、效率高;光学和热变形性质可通过改变有机分子的结构来调整;来源广,毒性小等特点。因而,光盘记录介质的开发已转向功能染料。目前CD-R光盘主要用菁染料、酞菁染料和偶氮染料。在市售的CD-R光盘中,绿盘使用的是菁染料,金盘使用的是酞菁染料,而蓝盘使用的是偶氮染料。

8. 太阳能存储用色素

这类色素能通过光化学的方法将太阳能转换为化学能从而加以存储,用于这一用途的色素又称为太阳能光敏化剂。在太阳能光敏化剂、光催化剂存在下,利用太阳光把H₂O分解为H₂和O₂,再在需要时把氢和氧燃烧,从而放出热能,或者是单独使用氢气。这类色



素主要是吡啶钌络合物、喹啉菁染料、菲类化合物和卟啉类化合物等。

9. 生物医用色素

随着染料化学的发展,人们发现可以通过物理作用或者化学反应将染料分子引入生物大分子的主链或侧链上,染料和底物在分子水平上的结合只要极少量染料便可获得所需的颜色深度,或者发出较强的荧光,从而衍生出生物医学用色素。这类色素的种类很多,主要是荧光探针, DNA 测序用荧光染料和光动力学治疗用色素。

(1) 荧光探针色素:借助荧光探针色素分子的光物理和光化学性质对微环境变化的敏感性,可以在分子水平上研究生物体内结构的变化。根据荧光染料分子与生物大分子作用方式的不同,可以分为嵌入式荧光探针和键合式荧光探针。一般来说,嵌入式荧光探针染料本身不带有活性基团,荧光探针与蛋白质、DNA、核酸等生物大分子只是通过静电吸引或疏水作用相结合并嵌入生物分子中,因此这类染料探针被称为嵌入式荧光探针。键合式荧光探针利用本身带有的活性反应基团与蛋白质、核酸等生物分子中的氨基或巯基等基团反应形成化学键,与生物分子牢固地结合。荧光探针技术方法多样、直观性强、灵敏度高、检测快速、设备依赖性小,因而这种技术已成为人们研究与分子间和分子内弱相互作用密切相关的超分子物理与化学问题的有力手段,广泛应用于蛋白质结构及其微环境的研究、组织化学染色、抗原抗体反应的监测及定位、疾病诊断等方面。随着仪器水平的逐渐提高,利用荧光探针技术,人们不仅可以研究稳态超分子物理与化学问题,而且可以研究与超分子结构形成与破坏相关的动态物理与化学问题。

在生物医学检测方面,荧光探针法与传统的同位素检测方法相比具有响应快、重复性好、用样量少、无辐射等优点,因而在 DNA 自动测序、抗体免疫分析、疾病诊断、抗癌药物分析等方面得到了广泛的应用,也可用于电子学、聚合物化学、医学、法医学和其他领域。

(2) DNA 测序荧光染料:荧光染料特别适合于生物应用,可以形成高灵敏度的试剂,用能与样品中的特定生物组分优先结合的染料,测定特定组分的存在及其数量,能监测特定细胞在不同环境中的分布,进而测定细胞的离子、电荷及新陈代谢性能。对所用的荧光染料的要求是:最大吸收波长应在可见光区,最大发射波长尽量靠近红光区,以避免 DNA 自身的蓝色荧光干扰;能发射足够强度的荧光;不影响 DNA 片段在电场中的泳动;染料本身无毒害。DNA 测序用的荧光染料主要是菁类、荧光素和若丹明、菲啉类染料、1,8-茶酰亚胺类染料和二吡咯烷硼二氟类等化合物,荧光多为黄、绿、红色,荧光量子产率较高。

(3) 光动力治疗用色素:光动力疗法 (photodynamic therapy, 简称 PDT) 的基本原理是:用对光有特殊敏感作用的色素 (即光敏化剂) 标识肿瘤细胞,然后再用强光或激光照射,在氧气参与下,使癌细胞或癌组织上的标记物发生光化学反应,从而杀灭癌细胞。光动力疗法的最大优势在于它的选择性杀伤作用。由于光敏化剂作为有特殊性能的光标识材料,在正常细胞中很容易代谢排除,而在肿瘤细胞上却能停留相当长的时间。因此,在一

定时间之后正常细胞组织上的标记物减少了,甚至消失,但在癌细胞组织上尚保留着这些标记物,这样标记物富集在肿瘤组织内,用适当的光激发可以检测出癌症发病位置,病症的伤害程度等信息,再用特定波长的激光激发,产生能破坏肿瘤组织的自由基物质或引发氧分子转变为能杀灭癌细胞的单线态氧,达到治疗的目的。所以光动力疗法只造成肿瘤的坏死,而不伤害周围的正常细胞组织,从而实现了它的选择性杀伤作用目标。光动力治疗为肿瘤等疑难疾病的诊治开辟一个新的领域。

10. 化学发光用色素化学

发光 (Chemiluminescence) 指由化学反应释放的能量引发它周围的物质使其达到激发态,被激发的物质再通过光辐射衰减能量回到基态的过程。简言之,化学发光是一个将化学反应产生的能量转变成光能的过程。用作照明的化学发光器件是在 20 世纪 60 年代实现商业化的,美国氙胺公司于 1971 年推出人工荧光灯——化学光棒。

化学发光大多伴随着氧化反应的发生,化学发光材料首先被氧化剂(如过氧化氢)氧化,生成高能过氧化物,它降解产生的化学能转移给体系内的某种荧光剂,后者因获得能量而被激发,最后处于激发态的荧光剂回到基态,同时以光的形式衰减能量。常见的化学发光试剂有 3-氨基邻苯二甲酰肼、光泽精、吖啶酯、三苯基咪唑、1,10-邻菲哆啉、草酸酯类等。

11. 有色聚合物(高分子染料)

具有发色体系的高分子聚合物。具有颜料着色和溶剂染料着色的优点,可用于塑料或纤维的原液着色和纺织品的涂层和印花甚至可以和被着色的高分子物质发生反应,通过共价键结合为一体。

有色聚合物具有非吸收性,由于对细胞膜几乎没有渗透性,也不易被细菌和酶分解,因此有色聚合物误食后不会被体内吸收,仍原封不动排出体外。不对肌体产生毒害作用。偶氮苯是一类具有鲜明颜色的化合物,但是小分子偶氮苯是潜在的致癌物质,经高分子化后可以阻止被人体吸收。许多在小分子状态下有毒不能作为食用色素的偶氮类化合物,通过高分子化后毒性消失,广泛用作食品和幼儿玩具色素;可用于粉、霜、发蜡、指甲油等化妆品的着色,提高化妆品的安全性。有色聚合物按色素分子结构可分为偶氮、蒽醌、杂环、酞菁、螺吡喃、芳甲烷型以及噻嗪类、花四甲酸酐类、蔡四甲酐类、卟啉类等;按连接的聚合物单体的性质可分为苯乙烯类、聚丙烯酸酯类。有机硅类等:按发色体和高分子链的相对位置分为骨架式有色聚合物和垂挂式有色聚合物两大类,骨架式有色聚合物是通过聚合方法合成,而垂挂式有色聚合物通常由聚合物化学改性合成^[6]。

(九) 功能染料在纺织染整中的应用

功能染料已经在纺织印染行业中进入实用阶段或已显示出其潜在的应用前景。目前主要应用和研究的有以下几类^[10]:



1. 光变色染料和颜料

具有光致变色（即颜色随光照而变化）性的染料或颜料。

2. 荧光染料和颜料

能在可见光范围强烈吸收和辐射出荧光的染料。而荧光颜料实质上是颗粒很细的荧光染料的树脂固溶体。

3. 红外线吸收染料和红外线伪装染料

红外线吸收染料是指对红外线有较强吸收的染料，被用于太阳能转换和储存；红外线伪装染料（或颜料）指的是红外线吸收特性和自然环境相似的一些具有特定颜色的染料，可以伪装所染物体，使物体不易被红外线观察所发现，主要用于军事装备和作战人员的伪装。

4. 热变色染料和颜料

具有热敏变色性的染料和颜料已越来越多地用于纺织品的染色和印花。

5. 湿敏涂料

由钴盐制成的无机涂料。

6. 有色聚合物

可用于塑料或纤维的原液着色和纺织品的涂层和印花。由于功能高分子染料耐高温性，耐溶剂性和耐迁移性，特别适用于纤维及其织物的着色，可提高被染物的耐摩擦性和耐洗涤性；由于有色聚合物的耐迁移性能优异，安全性高，可用于食品包装材料、玩具、医疗用品等的染色。此外，还应用于皮革染色、彩色胶片和光盘等染色^[8]。

7. 远红外保温涂料

由具有很强的发射红外线特性的无机陶瓷粉末以及一些镁铝硅酸盐加工而成。主要用于加工阳光蓄热保温织物。此外，通过涂料印花或涂层加工，还可赋予织物发射红外线的功能，使织物具备良好的隔热性或保温性。

功能染料的研究与开发，扭转了染料工业被认为是“夕阳工业”的局面，使古老的染料工业焕发出青春。功能高分子染料用量少，作用效果好，耐溶剂性和稳定性较强，在酸碱指示剂、光电显示材料、印染、彩色胶片、核酸亲和色谱、光电化学电池的电极增敏膜以及激光光盘记录材料液晶显示、国防科技等许多领域有广泛的应用，但真正实用化、器件化的高分子染料种类较少，开发更多、稳定性强、可器件化的功能染料将是以后发展的趋势^{[3][4]}。

第二节 颜料

我国有机颜料产品品种约 120 种，颜料的总产量近 15 万吨，已成为世界上重要的有机颜料生产国和出口国。今后的发展趋势是大力开发大分子、耐高温、易分散、无毒性的 高档有机颜料新品种，努力提升我国的颜料商品化技术^[13]。

颜料是不溶于水和一般有机溶剂的有机或无机有色化合物。它们主要用于油漆、油墨、橡胶、塑料以及合成纤维原浆的着色，也可用于纺织品的染色及印花。颜料本身对纤维没有染着能力，使用时通过高分子黏合剂的作用，将颜料的微小颗粒黏着在纤维的表面或内部。染料主要的应用领域是各种纺织纤维的着色，同时也广泛地应用于塑料、橡胶、油墨、皮革、食品、造纸等工业。颜料的主要应用领域是油墨，约占颜料产量的 1/3，其次为涂料、塑料、橡胶等工业。同时，在合成纤维的原浆着色、织物的涂料印花及皮革着色中也有广泛的应用。近年来，染料在光学和电学等方面的特性正逐渐为人们所认识，并逐步向信息技术、生物技术、医疗技术等现代高科技领域中渗透。

有机颜料是有色的不溶性有机物，但是并非所有的有色物都可作为有机颜料使用。有色物质要成为颜料，它们必须具备下列性能：

- (1) 色彩鲜艳，能赋予被着色物（或底物）坚牢的色泽。
- (2) 不溶于水。有机溶剂或应用介质。
- (3) 在应用介质中易于均匀分散，而且在整个分散过程中不受应用介质的物理和化学影响，保留它们自身固有的晶体构造。
- (4) 耐日晒、耐气候耐热、耐酸碱和耐有机溶剂。

与染料相比，有机颜料在应用性能上存在一定的区别。染料的传统用途是对纺织品进行染色，而颜料的传统用途却是对非纺织品（如油墨、油漆、涂料、塑料、橡胶等）进行着色。这是因为染料对纺织品有亲和力（或称直接性），可以被纤维分子吸附、固着；而颜料对所有的着色对象均无亲和力，主要靠树脂、黏合剂等其他成膜物质与着色对象结合在一起。染料在使用过程中一般先溶于使用介质，即使是分散染料或还原染料，在染色时也经历了一个从晶体状态先溶于水成为分子状态后再上染到纤维上的过程。因此，染料自身的颜色并不代表它在织物上的颜色。颜料在使用过程中，由于不溶于使用介质，所以始终以原来的晶体状态存在。因此，颜料自身的颜色就代表了它在底物中的颜色。正因为如此，颜料的晶体状态对颜料而言十分重要，而染料的晶体状态就不那么重要，或者说染料自身的晶体状态与它的染色行为关系不密切。颜料与染料虽是不同的概念，但在特定的情况下，



它们又可以通用。如某些蒽醌类还原染料，它们都是不溶性的染料，但经过颜料化后也可用作颜料。这类染料，称为颜料性染料，或染料性颜料。

近年来，有机颜料的发展极为迅速，这是因为与无机颜料相比，有机颜料有一系列的优点。有机颜料通过改变其分子结构，可以制备出繁多的品种，而且具有比无机颜料更鲜艳的色彩，更明亮的色调。大多数有机颜料品种的毒性较小，而大多数无机颜料含有重金属，如铬黄、红丹、朱红等均有一定的毒性。一些高档的有机颜料品种（如喹吖啶酮颜料、酞菁颜料等）不仅具有优异的耐日晒牢度、耐气候牢度、耐热性能和耐溶剂性能，而且在耐酸、碱性能方面要优于无机颜料。有机颜料的品种、类型、产量以及应用范围都在不断增长和扩大，已成为一类重要的精细化工产品。

一、有机颜料的历史和发展

我们从小就向往颜色丰富的世界，就连形容仙境也常用“五彩斑斓、绚丽多彩”这样的词语。这种对色彩天然的热爱让许多父母将绘画作为自己孩子的重点培养爱好。虽然真正热爱绘画的孩子没有几个，却鲜有孩子能抵抗一盒精美颜料带来的魅力。

敏感的人可能会发现，这些颜色的名称大多是形容性的词，例如草绿、玫瑰红。然而还有一些像“赭石”这样让人摸不着头脑的词。若是知道一些颜料的历史，你就会发现还有更多这样的颜色湮灭在时间的长河中。每一种颜色的背后都是一段尘封的故事。

人类的颜料在很长一段时间里，根本无法描绘这个多彩的世界（哪怕是千分之一）。每一种全新的颜料发现，其所展现的颜色才被赋予了全新的名字。最早的颜料都来自天然矿物，并且大多来自特殊地区出产的土壤。含铁量较高的赭石粉末很早就被当作颜料来使用，它所展现出的那种红褐色就被叫作赭石色。

几千年来，人类的颜料发展都是依靠幸运的发现来推动的。为了提高这种幸运出现的概率，人们做了很多奇怪的尝试，也造就了一批奇葩的颜料和染料。大概在公元前 48 年，恺撒大帝在埃及见到了一种鬼魅的紫色，几乎是一瞬间，他就着了迷。他把这种称作骨螺紫的颜色带回了罗马，并钦定为罗马皇室的专属颜色。从此，紫色成了一种高贵的象征，因此后人用“bominpurple”这样一个短语来形容出身名门。但是骨螺紫染料的生产过程堪称奇葩。将腐烂的骨螺与木灰一起浸泡在盛满馥臭尿液的大桶当中，经过长时间的静置，骨螺鳃下腺的黏稠分泌物会发生变化，生成一种今天被称作紫脲酸铵的物质，呈现蓝紫色。这种方法的产量还特别低，每 25 万只骨螺生产的染料，刚刚够染一件罗马长袍。此外，因为制作过程臭气熏天，这种染料只能在城外生产。就算是最终的成衣也终年散发着一股说不上来的独特气息。类似骨螺紫这样的颜色其实并不少，还有一种同样与尿液结缘的颜料被发明出来。那是一种美丽而通透的黄色，风吹日晒经久不衰，名曰“印度黄”。顾名思义，这是一种来自印度的神秘颜料，据传提取自母牛的尿液。

随着人类科技大爆炸式的发展，颜料也急需一次巨大的革命。然而，这次大革命留下



的是致命的伤痛。铅白是世界上少有的能在不同文明、不同地域都留下印记的一种颜色。公元前4世纪，古希腊人就已经掌握了加工铅白的方法。通常是把数根铅条堆放在醋或动物的粪便里，置于密闭空间中几个月，最终生成的碱式碳酸铅即是白。制作好的铅白呈现一种完全不透明的厚重感，被认为是最好的颜料之一。

但铅白绝不仅仅在绘画作品中大放异彩。罗马贵妇、日本艺伎、中国仕女等全部不约而同地使用铅白涂抹面部。在遮盖脸部瑕疵的同时，她们获得了发黑的皮肤、腐坏的牙齿、熏天的口气，还会导致血管痉挛、肾脏损害、头痛、呕吐、腹泻、昏迷等症状。类似的症状同样出现在画家身上，人们常常把出现在画家身上的莫名疼痛称作“画家绞痛”。可好几个世纪过去了，人们都没有意识到这些怪现象其实就来自他们最爱的颜色。铅白还在这场颜料革命中衍生出了更多的色彩。凡高最爱用的铬黄就是铅的另一种化合物——铬酸铅。这种黄色颜料比起印度黄显得更加明亮，但价格更为便宜。其与铅白一样，其中含有的铅很容易进入人体并伪装成钙，导致神经系统紊乱等一系列疾病。

另一种颜料革命的产物就不像铅白、铬黄这样“默默无闻”了。事情可能要从拿破仑说起。滑铁卢一役后，拿破仑宣布退位，英国人把他流放到圣赫勒拿岛。在岛上度过了短短不到6年，拿破仑就离奇去世，死因众说纷纭。英国人的尸检报告中称拿破仑死于严重的胃溃疡，但有研究发现拿破仑的头发当中含有大量的砷，有人认为拿破仑是被人下毒陷害致死。可事情的真相令人大跌眼镜，拿破仑身体里超量的砷竟是来自墙纸上的绿色颜料。200多年前，大名鼎鼎的瑞典科学家舍勒发明了一种颜色鲜亮的绿色颜料。那种绿色看过一眼就会令人难以忘记，远不是那些天然材料制成的绿色颜料可以匹敌的。这种“舍勒绿”因为成本低廉，一经投入市场就引起了轰动。不仅打败了许多其他的绿色颜料，甚至一举攻占了食品市场。据说有人用舍勒绿给宴会上的食物染色，结果直接导致了三位客人死亡。舍勒绿被商人们广泛用在了肥皂、糕点装饰、玩具、糖果和服装上，当然还有墙纸装饰。一时间，从艺术品到生活用品都被一片盎然的绿意包围，当然也包括拿破仑的卧室和浴室。可舍勒绿的成分是亚砷酸铜，其中的三价砷毒性剧烈。拿破仑的流放之地气候潮湿，使用了舍勒绿的墙纸因此释放出大量的砷。

传说绿色的房间里绝对不会有臭虫出现，大概也是这个原因吧。说来也巧，舍勒绿以及后来同样含砷的巴黎绿最后成了一种杀虫剂。此外，这类含砷的化学染料后来还被用来治疗梅毒，这在某种程度上启发了化学治疗的进程。舍勒绿被禁之后，另一种更为骇人的绿色却大行其道。提起产生这种绿色的原料，现代人大概会立马联想到核弹和辐射，因为它就是铀。很多人想不到，其实铀矿的天然形态已经可以称得上绚丽了，号称矿石界的玫瑰花。人们最早开采铀矿也是将其作为一种调色剂添加到玻璃当中。这样制造出来的玻璃透着幽幽的绿光，着实好看。而铀的氧化物又是明艳的橙红色，同样作为调色剂添加到陶瓷制品当中。

在“二战”之前这些“能量满满”的含铀制品还随处可见。直到核工业兴起，美国才



开始限制铀的民用。1958年，美国原子能委员会又放宽了限制，贫铀再次出现在陶瓷厂和玻璃厂。从天然到提取，从制作到合成，颜料的发展史说到底也是人类化学工业的发展史。这段历史当中一点一滴的奇葩都写在了那些颜色的名称里。骨螺紫、印度黄、铅白、铬黄、舍勒绿、铀绿、铀橙。每一种都是人类文明路上留下的脚印。

人类使用颜料，有着悠久的历史。考古工作者发现，人类在距今三万年前就已经开始使用有色的无机物，如将赫石、赤铁矿等作为一种“色材”应用于绘画等，这可由古代的壁画、岩画得到证明。这种作为色材使用的赫石、赤铁矿，实际上就是最原始的无机颜料。

有机颜料的使用究竟从何时开始，人们很难确定其准确的年代，因为古代的有机颜料很容易褪色，难以保留至今。在远古时代，作为对无机色材的补充，当时的人类使用了植物性的色材（如茜草、靛草）或动物性的色材（如泰尔紫，来自一种海螺）。由于当时的着色剂都是从动植物中提取出来的，生物学家把它们叫做 Pigment，即今天的颜料一词。Pigment 来源于拉丁文 Pigmentum，它是从一种名为 Pingere 植物的根中提取出来的色素。现代的科学研究表明：茜草的有色成分主要为茜素（1, 2-二羟基蒽醌），靛草的有色成分主要是靛蓝（Indigo）。这两种物质或者它们的衍生物至今仍然作为色素被使用着。当然，从今天的观点来看，这些有机色材都具有溶解性，它们应该被归类为染料而不是有机颜料，但至少它们是现代有机颜料的起源。

《释名》中记载的传统颜料的制作方法：

1. 选：矿石采集，尽可能选取颜色鲜艳、杂质少的矿物原石。
2. 洗：用大量清水冲洗干净矿石表面，并尽可能剔除原料中杂质。
3. 捣：将干净的原料放入研磨机或乳钵中锤捣成较小块碎末。
4. 筛：将捣碎后的矿物粉末倒入罗筛中反复过筛，把粗细颗粒分开。
5. 淘：把可洗颜料加清水淘洗，将颜色中杂质进一步清洗分离。这可以提高颜色的纯度。
6. 研：淘洗后可继续放入乳钵中进一步研磨成更细小的颗粒。研磨时需沿着一个方向研磨，否则会把颜料颗粒滚成细小的圆冰，不利于上色和保存。
7. 蒸：将矿物颜料倒入竹筒后加明胶水搅匀，小火慢蒸。在此过程中不断加水，蒸到颜料将干，待冷却后把竹筒取出自然阴干。此时上层颜料除胶后即是上好的矿物色原料。
8. 飞：将矿物原料放入乳钵或球磨机中加入明胶水研磨至越细越好。由于颗粒大小重量不同和胶水遇热上浮的特点，通过增减胶水分析颜料，能使颜料分成深浅不同的色彩。当颗粒较粗时，颜色会顺着乳钵向下流淌。经过一段时间的研磨，颜色会出现粘稠、颜色变浅的倾向。此时加入明胶水继续研磨，细密的颜色浮在水上，可撇到另外一个容器中，剩下部分继续研磨，反复多次即可获得更多颜色。

到18世纪中叶，合成染料大规模兴起，这也为有机颜料的合成工业奠定了基础。有机颜料是伴随着染料工业的发展而逐渐发展起来的。

1856年，英国化学家 W.H. Perkin 制备了第一个合成染料，即苯胺紫（Mauveine）；1858年，

德国化学家 Griess 发现了苯胺的重氮化反应；1861 年，Mene 发现了苯胺重氮盐与芳胺或芳香酚的偶合反应后，才开始人工合成染料和有机颜料。

第一个用水溶性染料制备的颜料是在 1899 年合成的立索尔红（Lithol Red），并且是以钠盐形式出售的。如果把水溶性染料从钠盐转变为水不溶性的钡盐或钙盐，可以明显提高其着色强度，因此自立索尔红颜料问世之后不久，许多水不溶性的钡盐及钙盐等色淀类红色颜料相继上市。1903 年，色淀红 C（Lake Red C，C.I. 颜料红 53 : 1）问世，这个颜料至今仍被大量生产与使用。

在以可溶性偶氮染料通过色淀化合成颜料的基础上，人们开始直接利用不含水溶性基团的原料合成不溶性的偶氮颜料，如 1895 年合成的邻硝基苯胺橙，1905 年合成的 C. I. 颜料橙 5（二硝基苯胺橙）。1909 年发表了许多有关黄、橙色单偶氮颜料的专利，其代表性的品种即为 1910 年投放市场的汉沙系颜料，如 C.I. 颜料黄 1（Hansa Yellow G）。1911 年，以 3, 3' - 二氯联苯胺代替一元胺与乙酰乙酰苯胺偶合得到了重要的双偶氮黄色颜料 C.I. 颜料黄 12（联苯胺黄 G），这类颜料的着色强度相当于汉沙系颜料的 2 倍，且较少发生颜色的迁移现象，至今仍为调制印刷油墨用主要的黄色着色剂。

作为有机颜料发展的另一个里程碑是 1935 年蓝色的酞菁颜料问世，以及在 1938 年问世的绿色酞菁颜料，填补了性能优异的蓝、绿色有机颜料的空白。酞菁颜料的合成工艺非常简便且生产成本低，其色光鲜艳，着色强度高，还具有优异的耐日晒和耐气候牢度，耐热和耐化学试剂稳定性，因此产量不断增加。如今已研究开发出系列的不同晶型的酞菁颜料产品。

从 1950 年起，在有机颜料的主要色谱基本齐全的基础上，又开始开发与蓝、绿色谱具有相近应用牢度的黄、橙、红和紫色的颜料。1954 年，瑞士汽巴—嘉基（Ciba-Geigy）公司开发了耐热性能和耐迁移性能良好的黄色和红色偶氮缩合型颜料，商品牌号为 CROMOpHTAL。1955 年，美国 DuPont 公司开发出喹吖啶酮类红、紫色颜料（以后生产权被瑞士汽巴—嘉基公司买断）。20 世纪 60 年代，德国赫斯特公司将黄、橙、红色苯并咪唑酮类颜料推向市场。70 年代，瑞士汽巴—嘉基公司和德国巴斯夫公司共同开发出了黄色的异吲哚啉酮和异吲哚啉颜料。80 年代，瑞士汽巴公司推出了新产品 1, 4- 吡咯并吡咯二酮（即 DPP 类）红色颜料等。近年来，德国巴斯夫公司推出了变色魔幻颜料，我国则推出了作为荧光标识材料用的无色荧光颜料。

有机颜料工业技术发展至今，随着应用领域工业技术的发展，不断地对有机颜料产品提出更新、更高的要求，从而大幅度地促进相关技术向纵深发展。同时，为了适应某些应用领域对高性能有机颜料的需求，生产具有优异的耐久性能（如耐光、耐气候牢度、耐热稳定性、耐迁移性等）以及高着色强度和良好的应用性能的有机颜料，而研发出了一些新化学结构的有机颜料品种。

近几年，除了开发新型化学结构的有机颜料，研究者在有机颜料的应用性能方面也



做出了大量研究，开发了新型易分散颜料和无粉尘或低粉尘有机颜料。

二、新型易分散颜料

对于塑料的着色通常都是采用色母粒的方法，近年开发出分散在合适的塑料载体介质中的颜料，使用时在挤出或模塑操作中把它们直接加入即可，不需要制成色母粒。这种新颖制备物还能有效地用于种子涂色、蜡烛着色、紫外光/电子束固化加工处理的油墨着色混凝土着色和颜色笔用墨水等。另外，用各种新颖表面处理剂如高分子分散剂等对有机颜料进行表面处理可以大大改进颜料的分散性、光泽、流变性、透明性和体系稳定性等。

无粉尘或低粉尘有机颜料

过去有机颜料多数是以干粉或含水的滤饼供应市场，这样在颜料干燥、包装和使用时容易对工作环境造成污染，而含水的滤饼还增加了运输水的费用。为了适应市场对环境和生态保护的要求以及保证在化学加工的所有工序准确地进行计算机控制而把批次间的误差减到最小的需要，成功开发了用于制造平版印刷油墨的颗粒状有机颜料，它们可用在捏和机和双螺杆挤出机两种不同的制造工艺中，是一种近乎无粉尘的有机颜料。

三、有机颜料的分类

有机颜料品种繁多，有多种方法可对它们进行分类。较为常用的分类方法有：

(1) 按色谱不同分类，可分为：黄、橙、红、紫、棕、蓝、绿色颜料等。

黄色、橙色谱是有机颜料中较为常见的色谱范围，例如汉沙黄系列颜料，具有较好的着色力和鲜艳度，广泛应用于油墨、涂料、塑料等领域。红色有机颜料的品种较多，如甲苯胺红等，在油漆、油墨、橡胶等行业中应用广泛；紫色有机颜料相对较少，但其独特的颜色在一些特定的高端应用场景中有需求。蓝色、绿色谱：酞菁类颜料是蓝色和绿色有机颜料的主要代表，如酞菁蓝、酞菁绿，具有优异的耐光性、耐热性和化学稳定性，常用于塑料、油墨、涂料等对颜色稳定性要求较高的领域。棕色、黑色谱：棕色有机颜料通常是通过混合其他颜色的颜料或对某些颜料进行特殊处理得到的；黑色有机颜料的使用相对较少，部分高性能的黑色有机颜料在一些特殊应用中具有独特的优势。

(2) 功能性分类，可分为：普通颜料、荧光颜料、珠光颜料、变色颜料等。

普通颜料：具有常规的着色功能，用于为产品提供颜色。

荧光颜料：在受到紫外线或其他特定波长的光照射时，能够发出明亮的荧光，具有独特的视觉效果，常用于广告、包装、安全标识等领域。

珠光颜料：能够呈现出珍珠般的光泽和色彩效果，主要是通过颜料颗粒的特殊结构和光学性质实现的，常用于化妆品、涂料、塑料等行业，以增加产品的美观度和装饰性。

变色颜料：在不同的环境条件下（如温度、湿度、光照等）能够发生颜色变化，具有特殊的应用价值，例如在智能材料、防伪标识等领域有应用。

(3) 按应用对象分类,可分为:油漆和涂料专用颜料、油墨专用颜料、塑料和橡胶专用颜料、化妆品专用颜料等。

油墨用有机颜料:要求具有良好的分散性、流动性和耐溶剂性,以满足油墨的印刷性能要求。

涂料用有机颜料:需要具备优异的耐光性、耐候性和耐化学腐蚀性,以保证涂料在长期使用过程中的颜色稳定性。

塑料用有机颜料:应具有良好的耐热性、耐迁移性和分散性,以适应塑料的加工工艺和使用环境。

橡胶用有机颜料:对颜料的耐硫化性、耐老化性和分散性有较高要求,以确保橡胶制品的颜色稳定性和使用寿命。

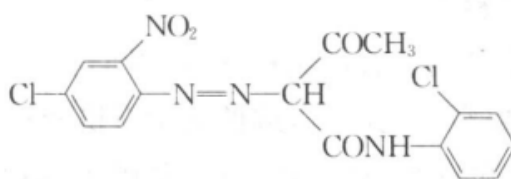
(4) 按化学结构分类,可分为:偶氮类、酞菁类、杂环类、三芳甲烷类和其他类颜料。按颜料分子的发色体可大致将颜料分为偶氮类和非偶氮类颜料两大类。

(一) 偶氮类颜料

偶氮类颜料的品种结构最多,产量最大,色谱丰富,主要为黄、橙、红色,依其结构所含有的偶氮基数目,或是重氮组分和偶合组分的结构特征可进一步进行分类。

1. 单偶氮黄色和橙色类颜料

单偶氮黄色和橙色颜料是指颜料分子中只含有一个偶氮基,而且它们的色谱为黄色和橙色,组成这类颜料的偶合组分主要为乙酰乙酰苯胺及其衍生物和吡唑啉酮及其衍生物。以前者为偶合组分的单偶氮颜料一般为绿光黄色,而以后者为偶合组分的单偶氮颜料一般为红光黄色和橙色。单偶氮黄色和橙色颜料的制造工艺相对较为简单,品种很多,大多具有较好的耐日晒牢度,但是由于相对分子质量较小等原因,使其耐溶剂性能和耐迁移性能不太理想。单偶氮黄色和橙色颜料主要用于一般品质的气干漆、乳胶漆、印刷油墨及办公用品。典型的品种有汉沙黄 10G (C.I. 颜料黄 3),其结构如下。



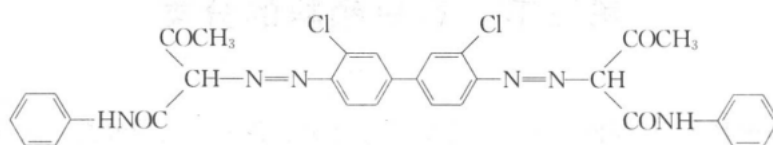
2. 双偶氮类颜料

双偶氮颜料是指颜料分子中含有两个偶氮基的颜料。在颜料分子中导入两个偶氮基一般有以下两种方法:

(1) 以二元芳胺的重氮盐(如 3,3'-二氯联苯胺)与偶合组分(如乙酰乙酰苯胺及其衍生物或吡唑啉酮及其衍生物)偶合。

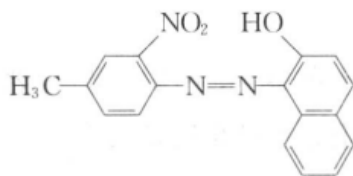
(2) 以一元芳胺的重氮盐与二元芳胺（如双乙酰乙酰苯胺及其衍生物或双吡唑啉酮及其衍生物）偶合。

双偶氮颜料的生产工艺相对要复杂一些，色谱有黄色、橙色及红色，其耐日晒牢度不太理想，但耐溶剂性能和耐迁移性能较好。主要应用于一般品质的印刷油墨和塑料，较少用于涂料。典型的品种有联苯胺黄（C.I. 颜料黄 12），其结构如下。



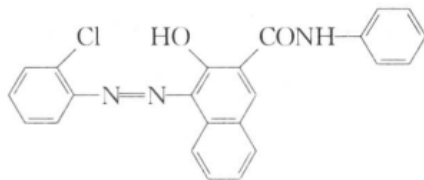
3. β - 萘酚系列颜料

从化学结构上看， β - 萘酚系列颜料也属于单偶氮颜料，只是其以 β - 萘酚为偶合组分，且色谱主要为橙色和红色，为将其与黄色、橙色的单偶氮颜料相区分，故将其归类为 β - 萘酚系列颜料。其耐日晒牢度、耐溶剂性能和耐迁移性能都较理想，但是不耐碱，生产工艺的难易程度同一般的单偶氮颜料，主要用于需要较高耐日晒牢度的油漆和涂料。典型的品种有甲苯胺红（C.I. 颜料红 3），其结构如下。



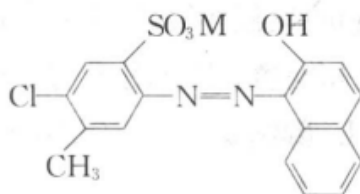
4. 色酚 AS 系列颜料

色酚 AS 系列颜料是指颜料分子中以色酚 AS 及其衍生物为偶合组分的颜料。需要指出的是，以色酚 AS 及其衍生物为偶合组分的颜料既有单偶氮的，也有双偶氮的，习惯上将那些双偶氮的归类为偶氮缩合颜料，故色酚 AS 系列颜料一般指那些单偶氮的、以色酚 AS 及其衍生物为偶合组分的颜料。这类颜料的色谱有黄、橙、红、紫酱、洋红、棕和紫色。其耐日晒牢度、耐溶剂性能和耐迁移性能一般，主要用于印刷油墨和油漆。典型的品种有永固红 FR（C.I. 颜料红 2），其结构如下。



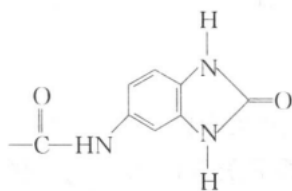
5. 偶氮色淀类颜料（难溶性偶氮颜料）

偶氮色淀类颜料的前体是水溶性的染料，分子中含有磺酸基和羧酸基，经与沉淀剂作用生成水不溶性颜料。所用的沉淀剂主要是无机酸、无机盐及载体。此类颜料的生产难易程度同一般的单偶氮颜料，色谱主要为黄色和红色，其耐日晒牢度、耐溶剂性能和耐迁移性能一般，主要用于印刷油墨。典型的品种有金光红 C (C. I. 颜料红 53)，其结构如下。

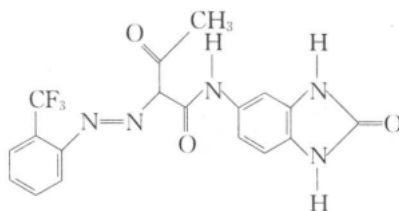


6. 苯并咪唑酮类颜料

苯并咪唑酮颜料得名于分子中所含的 5- 酰氨基苯并咪唑酮基团，其结构如下。

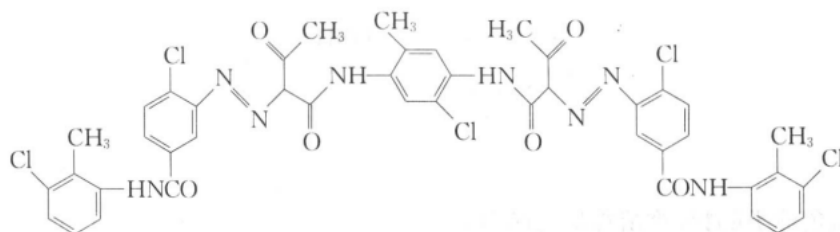


严格来讲，将该类颜料命名为苯并咪唑酮偶氮颜料更为确切，但因习惯上一直称其为苯并咪唑酮颜料。其色谱有黄、橙、红等品种。具有很高的光 and 热稳定性以及较高的耐溶剂牢度和耐迁移牢度。苯并咪唑酮类有机颜料是一类高性能有机颜料，但由于价格的原因，它们主要被应用于高档的场合，如轿车原始面漆和修补漆、高层建筑的外墙涂料以及高档塑料制品等。典型的品种有永固黄 S3G (C.I. 颜料黄 154)，其结构如下。



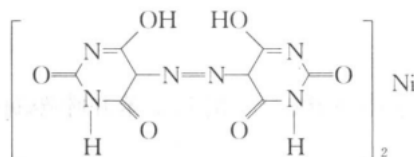
7. 偶氮缩合类颜料

由于偶氮缩合类颜料的相对分子质量比普通偶氮颜料大，且分子结构中都带有 2 个或 2 个以上酰氨基团，因此对颜料的各项物理性能有较好的改进。耐光牢度达到 7 级，并具有优异的耐热性和耐溶剂性，属高性能颜料品种。典型的品种有固美脱黄 3G (C. I. 颜料黄 93)，其结构如下。



8. 金属络合类颜料

金属络合有机颜料是指以某些过渡金属为中心离子，有色的染料（离子或分子）为配位体所形成的不溶性配位化合物，一般作为颜料的大多为螯合物^[14]。一般是偶氮类化合物及氮甲川类化合物与过渡金属的络合物，已商业化生产的品种数较少。络合的优点在于赋予偶氮类化合物及氮甲川类化合物很高的耐日晒牢度和耐气候牢度。现有的此类颜料所用的过渡金属主要是镍、钴、铜和铁，其色谱大多是黄色、橙色和绿色，主要用于需要较高耐日晒牢度和耐气候牢度的汽车漆和其他涂料。典型的品种有 C. I. 颜料黄 150，其结构如下。

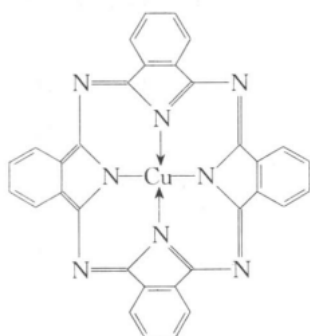


(二) 非偶氮类颜料

非偶氮类颜料一般指多环类或稠环类颜料。这类颜料一般为高级颜料，具有很高的各项应用牢度，主要用于高品位的场合。除了酞菁类颜料外，它们的制造工艺相当复杂，生产成本也很高。

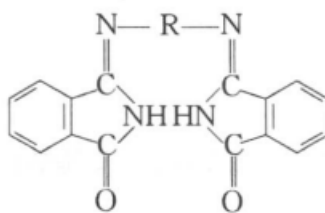
1. 酞菁类颜料

酞菁颜料的色谱主要是蓝色和绿色，它们具有很高的各项应用牢度，适合在各种场合使用。金属以共价键方式与酞菁结合，其中稳定性较好的有铜、钴、镍、锌等。金属酞菁几乎不溶于一般有机溶剂，但是可以通过取代反应或改变金属元素来改进溶解性。用稀无机酸处理，能脱除金属生成无金属酞菁。典型的品种有酞菁蓝 B (C.I. 颜料蓝 15)，其结构如下。



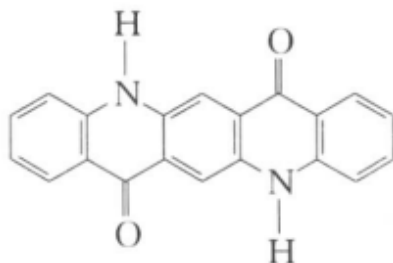
2. 异吡啶酮颜料

这类颜料一般是通过 1mol 双亚氨基异吡啶酮和 2mol 具有活泼亚甲基的化合物缩合反应而制得。具有极好的耐光牢度，耐溶剂性能以及耐热稳定性能，但是耐气候牢度不高。颜料主要结构为：



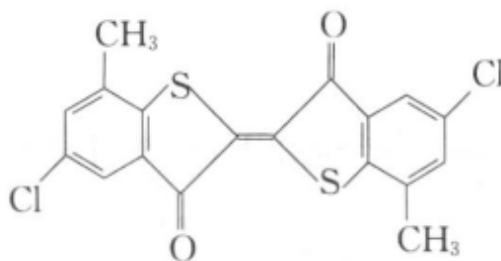
3. 喹吡啶酮类颜料

喹吡啶酮颜料的化学结构是四氢喹啉二吡啶酮，但习惯上都称其为喹吡啶酮。喹吡啶酮颜料为一类高性能有机颜料，具有较佳的化学和光化学稳定性，非常低的溶解度，高遮盖力，良好的耐光和耐气候牢度，优异的耐溶剂性和耐热稳定性能^[15]。主要用于塑料、涂料、树脂、涂料印花、油墨、橡胶的着色，也适用于合成纤维的原浆着色。因它们的色谱主要是红紫色，所以在商业上，常称其为酞菁红。典型的品种有酞菁红 (C.I. 颜料紫 19)，其结构如下。



4. 硫靛系颜料

硫靛是靛蓝的硫代衍生物，硫靛本身在工业上无多大价值，但它的氯代或甲基化的衍生物作为颜料使用较有价值，一度深受消费者的欢迎。这类颜料具有很高的耐日晒牢度、耐气候牢度和耐热稳定性能，其生产工艺并不十分复杂，色谱主要是红色和紫色，常用于汽车漆和高档塑料制品。由于它们对人体的毒性较小，故又可作为食用色素使用。典型的品种有 Cosmetic Pink RC 01 (C.I. 颜料红 181)，其结构如下。

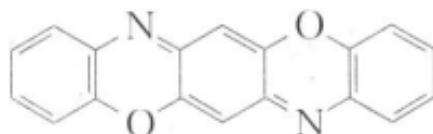


5. 蒽醌类还原颜料

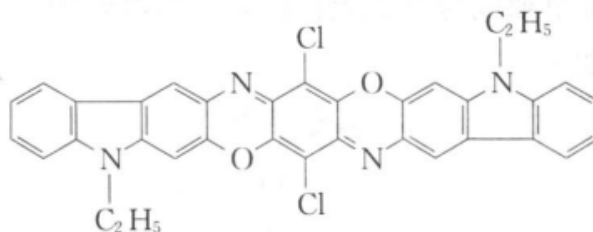
蒽醌类还原颜料是指分子中含有蒽醌结构或以蒽醌为原料的一类颜料，蒽醌本身为淡黄色，分子结构中含有两个羰基，并且母核中常有羟基、甲基、甲氧基和羧基等取代基，这些取代基的存在和位置会影响颜料的颜色和性能。该类颜料具有优异的耐光牢度（至少 6~7 级）、耐气候牢度（经过 9 周的暴晒耐气候牢度仍能达到 4~5 级），光泽鲜亮，透明度高，化学性能稳定，易分散，耐热，耐酸碱以及耐有机溶剂等优良性能，使得它们在一些对颜色稳定性要求高的应用领域具有重要价值。此外，蒽醌还原颜料着色力强，用较少的用量就能达到较好的着色效果。在纺织行业中用于棉、麻、粘胶等纤维的染色；适用于各种塑料的着色，并且在加工过程中能保持颜色的稳定性。

6. 二恶嗪类颜料

二恶嗪颜料的母体为三苯二恶嗪，其结构如下，它本身是橙色的，没有作为颜料使用的价值。

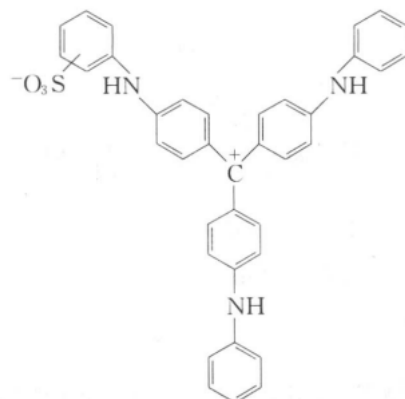


它的 9, 10- 二氯衍生物，经颜料化后可作为紫色的颜料使用。现有的二恶嗪颜料品种较少，最典型的品种是永固紫 RL (C.I. 颜料紫 23)，其结构如下。该颜料几乎耐所有的有机溶剂，所以在许多应用介质中都可使用，且各项牢度都很好。该颜料的基本色调为红光紫，通过特殊的颜料化处理也可得到色光较蓝的品种。它的着色力在几乎所有的应用介质中都特别高，只要很少的量就可给出令人满意的颜色深度。

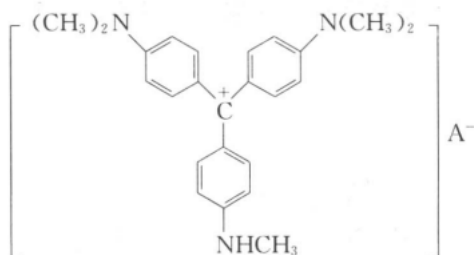


7. 三芳甲烷类颜料

甲烷上的三个氢被三个芳香环取代后的产物称作三芳甲烷。准确地说，作为颜料使用的三芳甲烷实际上是一种阳离子型的化合物，且在三个芳香环中至少有两个带有氨基（或取代氨基）。这类化合物也较为古老，有两种类型，一是内盐形式的，即分子中含有磺酸基团，与母体的阳离子形成内盐；二是母体的阳离子与复合阴离子形成的盐。其特点是颜色非常艳丽，着色力非常强，但是各项牢度不太好，色谱为蓝、绿色，主要用于印刷油墨。典型的品种有射光蓝 R (C.I. 颜料蓝 61) 和 C.I. 颜料紫 3。



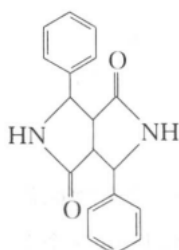
C. I. 颜料蓝 61



C. I. 颜料紫 3

8.1, 4-吡咯并吡咯：二酮系颜料

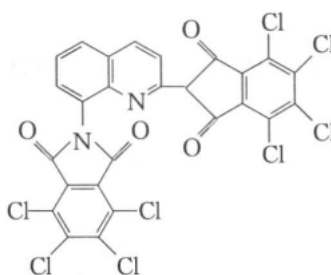
1, 4-吡咯并吡咯二酮系颜料（即 DPP 系颜料）是近年来最有影响的新发色体颜料，是由汽巴公司在 1983 年研制成功的一类具有全新结构的高性能有机颜料，生产难度较高。DPP 系颜料属交叉共轭型发色系，色谱主要为鲜艳的橙色和红色，具有很高的耐日晒牢度、耐气候牢度和耐热稳定性能，但不耐碱。常单独或与其他颜料拼混使用以调制汽车漆，典型的品种有 DPP 红（C. I. 颜料红 255），其结构如下。



9. 喹酞酮类颜料

喹酞酮本身是一类较古老的化合物，但是作为颜料使用的历史不长。喹酞酮类颜料具

有非常好的耐日晒牢度、耐气候牢度、耐热性能、耐溶剂性能和耐迁移性能，色光主要为黄色，颜色非常鲜艳，主要用于调制汽车漆及塑料制品的着色，典型的品种有 C.I. 颜料黄 138，其结构如下^[15]。



10. 茚花系颜料

茚花系颜料是一类高档有机颜料，是由 3, 4, 9, 10- 茚花四甲酸酐和不同的胺类缩合反应制得，色谱以红色为主。花系颜料具有优异的耐日晒、耐高温和耐溶剂性能，可用于耐高温塑料、合成纤维的原浆着色、高级汽车漆及涂料印花浆等。花系颜料还具有荧光性能和光电转化性能，还可用作功能颜料^{[16][17]}。



- 任慧娟,崔振峰.光、颜色及有机色素分子结构的关系[J].吉林工学院学报(自然科学版),2002,(04):4-6.
- 叶建军,伏宏彬.有机化合物颜色与分子结构的关系[J].成都纺织高等专科学校学报,2001,(03):8-11.
- 高婷,周妍妍.精细化学品化学[M].化学工业出版社:202406.317.
- 孙戒,袁爱琳,郑春玲.染料化学[M].化学工业出版社:202206.261.
- 李云霞.替代禁用偶氮染料化合物的合成及应用研究[D].郑州大学,2004.
- 唐炳涛.聚胺型可交联高分子染料的合成与应用[D].大连理工大学,2005.
- Shindy H.Fundamentals in the chemistry of cyanine dyes: A review[J].Dyes and Pigments,2017,145505-513.
- 王润梅.光盘中的化学知识[J].化学教育,2005,(08):4-6+44.
- 马雅娟.荧光增白剂 MST 在纯棉织物上的应用[J].印染助剂,1999,(04):25-26.
- 程侣柏.功能染料导论[J].染料工业,1991,(02):44-48+55.
- 余响林,王世敏,许祖勋,等.光电功能性有机染料及其应用研究进展[J].染料与染色,2004,(02):63-66+80.
- 商成喜.功能染料的应用研究[J].山西财经大学学报,2012,34(S2):261.
- 李媛媛.颜料化学与工艺学[M].化学工业出版社:202007.260.
- 曾卓,林原斌.金属络合有机颜料的研究和开发[J].精细化工中间体,2001,(03):7-8+20.
- 蔡小飞,王利民,王峰,等.喹吖啶酮类颜料及其功能化研究进展[J].染料与染色,2013,50(03):24-27+44.
- 缪建明.有机颜料概况及应用性能[J].涂料工业,2004,(09):20-23.
- 毕胜.国内外颜料工业概况及发展趋势[J].涂料工业,2003,(07):44-47+56.

第二章 植物染料简介



一、草木染

草木染是指利用某些植物提取的染料来对材料进行染色的一种方法。《说文解字》中对染的解释是以纉染为色。从水、杂声。把“染”字拆开看,“木”指用于染色的原料,传统印染多使用植物作为染料进行染色;“水”指浸渍染料的溶液,原料需要浸渍出染液后方可进行染色;“九”则指染色的次数,织物要经过多次染色颜色才能逐渐加深^[1]。将自然界中的植物进行适当的处理制成染料,在印染过程中要添加媒染剂或固色剂来增强水洗牢度。根据生产实际,植物染料与工业染料一样,都需微量重金属才具有良好的染色效果^[2]。从而令产品兼具天然的艺术风格和良好的生态相容性。植物染色中最重要的技术是色素提取以及染色方法,这2项技术在植物染料应用过程中逐渐成熟并不断创新,有效促进了植物染色工艺的快速发展。

草木染与现代科学下的化学染料有着本质上的区别。草木染的提取工艺繁琐,因其材料取之自然,更受到季节、气候、地域的制约,所以草木染所呈现的色彩不及化学染料的绚丽丰富,但其独特的韵味是化学染料无法比拟的。草木染液是一种有生命的活性物质,



颜色变化多样,由于温度、时间、质地、染液比例、媒染剂、染色次数等等的不同,从而产生不同的色彩^[3]。

植物染料染色历史悠久,在历史上曾一直是纺织印染的主要手段。据历史调查,人们在新石器时代开始使用矿物颜料,与此同时也开始使用天然染料。我们在实践中总能陆续地找到新的事物,在经过不断地尝试后,人们发现,漫山遍野的植物的根、茎、叶、皮都可以用温水浸泡来提取染液。而将这些染液着色于麻、丝、皮、葛、棉、毛等天然纤维材料上的技艺,在中国被称为“草木染”。这些染料是在漫长的生产实践中一点点实验出来的,是全人类宝贵财富,有了这些染料,染色的方法就可以多种多样,在纱线阶段叫纱染,做成布匹后再染叫做匹染,单色的比较简单,在染叶中多次浸泡,晾干即可。

草木染艺术是通过天然植物性染料,采用手工印染的方式完成的染色活动。根据古书记载,商周时期我国已经具备了最早、居于一定水平的染色技术。“青,取之于蓝,而青于蓝。”《荀子·劝学篇》中的这句名言就是指用蓝草制成的靛蓝可以染出更加青的颜色。并且,在《诗经》中大量的“青青子衿”之类的诗句也体现了植物染料当时的风靡。春秋战国时期,草木染技术已经发展得相对成熟并且到唐代成为了染色的主要方法和技术,应用广泛。正如《唐六典》记载所说“凡染大抵以草木而成,有以花叶、有以茎实、有以根皮,出有方土,采以时月。”由此可见,草木印染在封建时期极为常用。直到明、清时期,草木染技术达到鼎盛,不仅自给自足,还通过丝绸的出口宣传而大量出口。封建社会的繁荣也带动着草木染工艺的空前繁荣,染色技术、形式不断多样化、艺术效果也更加绚烂。

随着19世纪中期化学染料的发明,化学染料因具有颜色鲜艳、易于工业化等优势迅速取代植物染料染色,成为纺织印染领域的主流。而植物染色一直以作坊加工为主,这种传统染色技艺大多作为文化遗产进行保留与传承。近年来,随着经济的发展,全球工业对于生态化和绿色化的要求,以及人们对绿色健康产品的需求,原料取自天然的植物染产品又开始逐渐出现了市场需求,植物染的工业化生产研究亦不断得到业界的重视。植物染工业化技术的研究始于二十世纪八十年代,以美国、日本、德国为代表开展植物染色基础技术研究,日本早在1983年申请的专利提出了用茶叶植物染料染色纤维制品的方法。二十世纪以来,植物染工业化技术研究飞速发展,特别是中国、韩国、日本研究团队和成果大幅增加。日本专门成立了“草木染”研究所应用现代技术对天然植物染料进行研究,在提高色牢度方面取得了系列成果。韩国天然染色协会在植物染料提取技术、匀染性和提高耐日晒色牢度方面深入研究,取得了一定的进展。印度大学技术学院和AMA公司致力于植物染料提取技术与工业化生产。我国东华大学、浙江理工大学、常州大学、青岛大学、武汉纺织大学、常州美胜生物材料有限公司等也相继开展植物染色、植物染料提取等技术的研究。美国Allegro天然植物染料公司、美国PBO公司可提供100多种天然植物染料。特别是2010年后,植物染在世界范围内取得广泛关注,在十多个国家几十家科研机构和企业开展植物染色相关技术的研究,在科技研发成果上已形成中日韩遥遥领先的局面,美国

和法国、德国、比利时、意大利等欧洲国家也有一定的研发成果。

古代用染料染色有两种情况：一是先对丝质品进行印染，然后再进行纺织，这种被叫做织锦；二是先对丝质品进行纺织，然后对已成的纺织品进行印染，这种方法又叫做织纹。这两种方式，都是在充分开发染料特性的基础上，并在纤维纺织品上恰到好处地表现。在工艺处理方面，大致可分为无媒印染、先媒后染及先染后媒等多种加工处理工艺。在染色过程中，匠人们会利用媒染、拼色等处理手法，进一步丰富面料的颜色。为了让面料在色彩表达上更丰富，古代匠人常通过二次印染方式创作新的颜色，如用红色染料与靛蓝色面料制作紫色面料。千变万化的色彩及丰富的纹样图案既体现古代印染匠人高超的印染技术，也让人们感受到传统手工印染的魅力^[4]。

二、“五色”色系

星转斗移、四时交替、日月晨昏、天地互映，这一切自然现象把自然妆扮得五彩斑斓，令人眼花缭乱。古人除了将对大自然的现象予以描述、总结为五种正色外，还加以附会出相应的间色。孔颖达疏曰：“皇氏云：‘正谓青、赤、黄、白、黑，五方正色也。不正谓五方间色也，绿、红、碧、紫、骝黄也。’”“五色”中的间色体系是在战国时就已有的相生相克的理论基础上发展而来的。荀子在其著作《荀子·正论》中记曰：“衣被则服五采，杂间色。”说明了古人服饰除用正色外，开始使用间色。《说文》曰：“绿，青黄也；红，赤白也；碧，白青也；紫，黑赤也；骝黄，黄黑也。”由此可见，古代即以青上盖红而得紫，黄上盖青而得绿。

中国传统五色是青、赤、黄、白、黑。青色象征着东方，红色象征着南方，黄色象征着中央，白色象征着西方，黑色象征着北方^[5]。在社会文化因素，尤其是社会等级制度、道德信仰等的影响下，正、间色的区分，在人们心理上形成了尊卑贵贱之别。由于封建等级制度的限制，皇宫与平民百姓使用的色彩不可逾越，服饰的色彩不可逾越，许多宗教信仰活动中特定的色彩也有特定的文化涵义，在这样的背景下“散民不敢服杂彩”，形成了用色上的尊卑贵贱心理。

司马迁在《史记·五帝本纪》中记载：“黄帝作冕旒，正衣裳，以表贵贱。”在古代，色彩是封建等级制度的象征。秦朝，天子服装是黑色，亦称天玄。西汉时期，天子服装是上黑下红色。到宋朝，皇帝着黄色服装，三品以上官员着紫色和红色服装，四品官员着蓝色服装，五品官员着绯色服装，六、七品官员着绿色和青色服装。由于紫色和红色是三品以上官员的服饰，所以“满朝朱紫贵，尽是读书人”这句诗词正来源于此情此景。

按照现代色彩学的界定，所谓五正色，即今日所说的三原色加两极色。现在的色彩学证明由三原色可以得到一切色。而所谓极色即色之极也。黑为最深的色，白为最浅的色，故黑白二色可谓一切色的极色，所以从一定意义上讲可替代一切色。

“五色”的象征性：



在一定程度上,象征色彩是生命本能的体现。原始时代,色彩象征性基本是建立在人类对自然现象认识不清、心怀敬畏的心理状态下,对色彩产生的一种神秘感。“五色”中的赤、黑、白是原始色彩活动中最常见的三种色彩:红色是直接联系着动物性特征和血液的颜色,是生命的象征;白色是阳光的颜色,它象征着光明、温暖、安全;黑色则是夜晚的来临,它象征着神秘、死亡、恐怖。这是原始人类对大自然色彩的最初的心理感应,并且一直在人类发展过程中作为生命本能需要而成为推动色彩感知变化的内在动力。

三、印染工艺流程

印染工艺流程是植物印染技术中至关重要的一环,它涉及从原材料准备到最终产品完成的一系列复杂步骤。首先,原材料的选择和准备是基础,包括选择合适的植物染料和面料。面料通常需要预处理如洗涤和漂白,以去除杂质并提高染色效果。其次,染料的提取,通常是将植物原材料在水中煮沸,不同植物及提取时间会影响最终的色彩深浅和饱和度。提取后的染料液需要过滤,以去除固体残留物。固色处理是印染过程中的关键步骤。在染色之前,面料往往需要预处理,以提高对染料的亲和力,这可以通过使用媒染剂或固色剂来实现,如铝盐或铁盐,这些物质有助于染料与纤维的结合。染色过程涉及将处理过的面料浸泡在染料液中,时间的长短和温度的高低都会影响最终的染色效果。染色后的面料需要经过清洗和干燥,清洗可以去除未固定的染料,而干燥则确保色彩的固定和面料的整理。在某些情况下,还可能进行后处理,如蒸汽固色或使用特殊化学品处理,以提高染色的耐久性和稳定性。最后,经过印染处理的面料可以用于各种服装和家居用品,展现出植物染料独特的自然美感。整个印染工艺不仅需要精确的操作技术,还需对不同植物染料的特性有深入的了解。这一过程体现了植物印染的艺术性和技术性,同时凸显了其在可持续设计中的价值。通过精心设计的工艺流程,植物印染能够将天然之美转化为面料上的艺术作品^[6]。

草木染的概念其实连接着中国传统印染技艺的根脉,和扎缬、蜡缬、夹缬、灰缬都有着千丝万缕的联系,如今四大传统印染技艺均已列入非物质文化遗产名录^[7]。这些技艺来自于不同的民族和地域,受到当地的植物、面料、审美和习俗的影响,形成了独具特色的印染方法和技艺门类。面对一块纯白的面料,当人们希望在上面创造出纹样时,基本手段就是两大类:加法或者减法。画缬、刺绣、贴布等属于加法,是用其他材料为白布加上纹样;扎缬、蜡缬、夹缬、灰缬就属于减法,通过“防染”手段,遮挡住部分白底,使其在染色过程中不能上色,形成纹样^[8]。

传统草木植物染色艺术是中华民族优秀传统文化的重要组成部分,深入研究靛蓝染色,对保护传统文化、传承非遗、增强文化自信和探索传统与当代艺术结合具有重要意义。随着中国经济和科技的蓬勃发展,以及文化软实力的提升,未来将有更多展现中国传统美学资源的当代艺术作品在国际舞台上获得瞩目和认可。靛蓝染色艺术的研究不仅能守护中华优秀传统文化的根脉,还可以为当代艺术创作提供试验和灵感。近年来,众多的艺术家开

始将传统蓝染艺术与当代艺术融合，创作出独具风格和文化内涵的艺术作品。这些作品不仅彰显了传统植物染色艺术的美学价值，更为当代艺术的发展注入了新的活力^[9]。

四、植物印染工艺在服装设计中的应用原则

（一）植物印染与刚性材料的结合

在现代化的社会发展进程中，人们对于服饰方面所产生的需求呈现出一种多样化特征，那些较为硬朗的服饰风格也受到了社会各界的重点关注，尤其是在男性青年群体中，部分青年为了追求硬汉风格，其通常都会选择一些较为朴素的服饰，而在应用植物印染工艺时，就可以利用各类天然的纤维材料与植物染料，从而形成风格更多样的服饰。为了保证设计出的服装更硬朗、朴素，设计人员在实际设计中还会在内部引入鱼骨或钉珠等装饰材料，在充分结合主要植物印染工艺的基础上设计出个性化服饰。除此之外，植物印染工艺还能够通过与亮片、珠宝等材料之间的充分结合，进一步提高服装设计的创意性，保证服装具备更强的舒适感，完全符合现代审美需求^[10]。

（二）不同材料的有机融合

在现代化社会发展进程中，尽管植物印染工艺的应用水平已经得到了全面提升，但通常只是将其应用在各种天然纤维的服装设计阶段。简单来说，服装设计中所采用的具体材料，其蛋白含量越高，就越有利于后续进行印染与上色，还能够全面提升整体色牢度。随着人们整体审美水平的逐步提升，如果只是采用某种单一材料设计对应服饰，已经很难满足消费者自身的基本需求，部分设计师在实际设计阶段中通过对羊毛、蚕丝等多种材料的全面融合，也可以设计出风格完全不同的服饰，从而在内部体现出更优异的艺术呈现效果。举例说明，在采取各类植物印染工艺对各类天然纤维面料进行染色过后，通过彼此间的互相混合，能够获取到更优异的艺术呈现效果，这也有利于提升服饰的整体舒适度。

（三）植物染料对毛皮的染色

我国的毛皮原料皮分家畜和野兽两大类。有 400 多种，其中毛皮动物有 80 多种，这些动物毛皮的颜色各异，有白色、黄色、棕色到黑色等各种颜色，就是同一张皮或同一根毛上也会呈现好几种颜色。毛皮的漂白或褪色就是用化学的方法将不美、深色或杂色毛皮呈现出所需要的均匀颜色，从而改善天然毛被外观。对于白色毛皮，由于受到污染或长期光照等，毛被往往发黄，甚至变成很深的颜色，通过洗涤、氧化漂白、还原漂白、荧光增白等处理可去除毛被的黄色，使产品更加洁白悦目，明亮喜人。

植物染料可用刷染法或浸染法染色，也可将两者同时用于毛皮染色，由于此类染料需要媒染剂，因此可采用三种方法进行染色：一是先经过媒染再进行染色；二是媒染剂和染料同时使用进行染色；三是在毛皮用染料染色后再用媒染剂处理。



1. 植物染料刷染法染色

刷染法在毛皮上应用仅限于相对较少的几种天然染料的染色,即对毛皮产生特殊效果,或者给毛皮的毛尖涂刷上一层与底色不同的染料。以一种将红狐改色成银狐的工艺为例,首先,用柔软的刷子将石灰、硫酸铁和明矾的稀混合液涂刷在鞣制和修饰过的毛皮上,使其表面脱色,以便只渗透到毛尖,静置 4~6h,干燥,并除去灰尘。刷上稀释的硫酸铁溶液,这样只会湿润毛被,毛皮保持湿润 12~24 h。然后在不干燥的情况下,用硬刷子冷刷由硫酸铁、氯化铵、一氧化铅、红色粗酒石和木灰组成的混合溶液,以便渗透所有毛被,直到非常接近皮板。毛皮此时完全褪去了红色,转变成了淡黄色,这样就可以染色了。将烤五倍子浸泡在水里煮 3~4 h,然后用软刷子冷涂在毛被上,让其保持 2~3 h。在不干燥的情况下,用硬刷子涂抹一种低浓度的烤五倍子溶液,以彻底浸透毛被,干燥并击打。根据所用溶液的浓度,毛被将被染成蓝灰色到黑色,可以通过调整溶液的浓度来改变颜色。

2. 植物染料浸染法染色

正是由于将浸染法应用到毛皮染色工艺中,所以使植物染料的应用更加广泛,虽然天然有机染料在很大程度上已被氧化染料和其它合成染料所取代,但出于某些需要,特别是用于生产黑色,木材染料仍然能够保持自有的特色。在黑色染色中,将毛皮分为从各种绵羊身上获得的毛皮和从其它动物身上获得的毛皮,这两类毛皮的染色配方组成和染色方法都有所不同^[1]。在波斯羔羊、宽尾羊、甲壳动物等毛皮的黑色染色中,使用苏木和五倍子与必要的媒染剂的组合;在野兔、中国绵羊、狐狸、浣熊、负鼠等毛皮的染色中,则使用苏木和姜黄或黄颜木的混合物,搭配适当的媒染剂。

植物染料浸染法染色流程:将染料磨成粉末,然后在内衬铜的釜或大锅中用水煮沸,从外部通过蒸汽加热。通常的布置是有一个夹套的水壶,支撑在一个支架上,并设有水龙头和阀门,以使液体能够被抽出或旋转,从而使水壶可以倾斜,并将染料溶液倒出。染料溶液冷却后,加入溶解的媒染剂,然后搅动混合物。将染料混合物倒入开放式桶或桨叶旋转时可封闭的桨叶缸中。染料混合物的温度保持在 40~45℃,因为只有在该温度下,毛被才能正常吸收染料而不会损伤皮板。在染浴中浸泡一段时间,通常是一夜,然后将其取出,排干并挂起,毛被一侧暴露在空气中,在大气氧气的帮助下进一步进行染色。再次将染浴调温度到合适的范围,然后投入毛皮,重复进行相同的过程,以获得所需的颜色深度。染色后的毛皮要彻底清洗以去除多余的染料,然后干燥整理,完成染色。

(四) 植物印染与其他工艺的结合应用

植物印染除了整染单色布匹之外,还会与其他工艺结合,比如绞缬、蜡缬、刺绣、编织等等。两种工艺“碰撞”,形成了许多有特色的传统手工艺品,例如扎染、蜡染等。由此,传统的植物染工艺在现代中也有了更多的延伸发展,比如吊染、植物拓染、植物热转染等工艺。

在吊染过程中,织物扎结的疏密、松紧与大小程度不同,会使布料产生浓淡不一的色晕,这一特点恰恰使其有无穷趣味。同时,渐变处理还与中国传统的水墨画晕染效果有异曲同工之妙,体现了中国传统艺术以意传神、气韵生动的特点。植物拓染则是指将植物作为色素载体或者染色来源,以织物作为媒介,通过捶打、蒸染、煮染、媒染等方式将植物叶片形状和根茎形态保留在织物上的工艺手法。虽然植物拓染与植物染色同宗同根,但它是以获取植物原生形态为主要目的,而植物染色以获取植物色彩为主。运用不同的拓染方式,织物会呈现不同的纹样特征以及色彩表现。

(五) 植物印染工艺在服装设计中的具体应用措施

在植物印染工艺的实际应用过程中,其内部涉及了直接染色法、还原染色法等多种技术类型,而那些水溶性较为优异的植物染料,能够将其直接应用在纺织物的融合印染过程中,采取媒染工艺也会逐步提升纺织物的色牢度,而如果纺织物中已经引入了对应的植物染料,就需要在其中采取还原染色法,以此为基础来逐步丰富服装的图案设计和色彩设计,还要通过全方位的市场调查,进一步明确植物印染工艺在现代化服装设计中的主要发展趋势,利用植物印染工艺来提升服装配饰的合理性。在我国部分民族地区,所传承下来的各类民族服饰大多应用传统的植物印染工艺,将这部分工艺技术与现代服装设计理念之间融合应用,也有利于进一步提升服装设计的整体水平,从而稳步提高消费者对于服饰的喜爱程度。

(六) 植物印染工艺在服装色彩设计中的应用

在应用传统扎染技术的实际进程中,其内部所采用的主要为各类天然性的植物染料,这样能够保证服装后续呈现出的色彩更完整,尤其是通过对于不同纹理面料的合理应用,还可以丰富色彩的层次感从而激发出人们的消费欲望。服装设计人员在后续工作开展进程中也要充分意识到植物印染工艺的基本特征,在明确面料主要材质特征的基础上,为服装设计提供出全新的思路。在应用植物印染工艺的实际进程中,处理完的面料有着更自然的色彩,不仅能够有效满足现代人们的审美习惯,还具备较强的可降解性与安全性。

举例说明,设计师在针对蚕丝连衣裙进行染制的实际进程中,应当采取针对性措施来确保裙摆部位可以呈现出一种渐变色彩,这样就可以有效凸显真丝裙所具备的民族特征。在应用现代工艺的过程中,其整体印染效果相对较差,由于植物印染工艺的发展历史较为悠久,其与各类传统色彩文化之间有着较为紧密的联系,大多数经过植物印染工艺处理的服饰,其内部都蕴含较为丰富的中华传统文化,这也使这部分色彩被称为中国蓝、中国红等,有利于促进整体植物印染工艺后续的传承与发展。

(七) 植物印染工艺在服装面料、纹样设计中的应用

在当前的社会发展进程中,针对各类服饰流行面料与纹样进行选择与设计的实际进程



中,服装消费场所产生的变化属于其中的主要影响因素,因此,服装的设计人员就要在明确消费者消费能力与消费兴趣的同时,合理选择所用的面料。在后续针对服装的色彩搭配情况进行设计时,还要选择与之对应的颜色模式,如果采取单一化的植物印染技术,就会严重影响服装的整体色彩保护度,不利于提高服装的整体设计效果。为了解决这部分问题,设计师通常都会将传统的植物印染工艺与各类现代化印染技术之间结合在一起,这样也有利于提高服装面料的整体质量,并通过对于不同纹样的合理搭配来强化服装所具备的综合价值。

设计植物印染服装的时候,经常使用的元素包括缠枝纹、忍冬纹以及卷草纹,将各种植物纹饰用于植物印染中,表达对美好生活的寓意。人们按照植物的特点进行服饰产品的设计与印染,完成各类纹样的设计。比如应用缠枝石榴纹样的时候,考虑的是石榴具有耐寒与耐旱的生长习性,石榴有着饱满的果实,所以将石榴作为印染图案,目的是将石榴作为吉祥祝福的元素,缠枝石榴纹样带有积极向上表达祝福的寓意。再比如使用缠枝菊纹样的时候,考虑的是菊花具有耐寒的属性,能够经受寒霜的打击并且本身的造型使然,所以人们通常将该纹样看作是典雅、高贵的象征。再比如缠枝葡萄纹样的应用中,因为葡萄藤果实能够被用于各种食品的制作,所以葡萄藤本身自带美好如意的祝福。植物印染产品的设计中,上述植物纹样被广泛使用。另外服饰设计中使用植物印染技术,还可以在不同位置使用不同纹样,带给服饰更强的冲击力与影响力,如茱萸纹、竹子纹以及莲花纹^[12]。

另外,在植物印染工艺的应用阶段,其内部所采用的各类原料都是以植物为主,为了避免在后续染色阶段中出现稳定性较差等问题,就要在后续印染阶段中合理引入各种类型的化工助剂,也要在其中适当引入各类现代化技术手段。这样不仅能够有效提高植物印染工艺的整体应用效果还可以提升印染质量,使服装设计阶段中所形成的纹样不会出现缺陷,以此保证植物印染工艺能够有效发挥出自身所具备的重要作用。

（八）植物印染工艺在服装图案设计中的应用

在应用植物印染工艺时,各类印染图案都有着完全不同的意义,对多种图案进行搭配与组合,也能够服装设计阶段中发挥出更大的优势,使社会各界对于植物印染工艺的重视程度逐步提升,为这部分现代化服装赋予古典韵味。在实际设计阶段,部分设计人员大多会将印染图案合理应用在平面设计理念中,并在后续采取图形构思等多种措施,有效实现对于多种图形的合理渗透与交叉处理,保证图形元素可以与各类植物印染图案之间融合在一起,并将其放置在服装中更合适的部位,这样就可以确保植物印染图案在现代化的服装设计阶段中更好地发挥出自身所具备的重要作用,以此为基础,促进传统植物印染艺术的传承发展。一般情况下,植物印染工艺在应用阶段中所形成的图案都有着较强的规整性,涉及的主题内容也相对较为单一,而将传统文化合理应用在现代化的服装设计阶段,能够更好地突出服装所具备的民族性特征,在根本上强化现代化服饰图案所具备的美感,有效

满足现代社会发展进程中人们对于审美方面所产生的基本需求。

（九）植物印染在家居服装中的应用

提及家居服，我们首先想到的关键词便是安全与舒适，家居服的面料通常选用的都是棉麻，丝绸等亲肤性强的天然纤维，这些布料和草木染料一起，可以达到很好的着色效果，植物染料的色泽温和，给人舒缓放松的视觉效果，很适合在居家生活中的长时间穿着，给人的生理和心理都产生了潜移默化的影响。除了温和的色泽之外，草木染料还具有很丰富的功能性，部分植物因其自身的特性而具有一定的抗菌防臭功能，很多植物染料原本便是中药，古时候人们在炖煮中药时，染色效果被慢慢发掘。近年来，随着科研人员的不断研发，植物染色的功能性也被慢慢发掘，甚至研究出了可以预防感冒的板蓝根植物染色的面料，非常具有实用价值。

五、植物印染工艺在应用面临的挑战

（一）植物染料自身原因

植物染料受生长环境、天气、温度、阳光的影响，植物的色素含量不稳定，染色效果不如化学染料稳定。因为是自然生长，不同批次或地点的植物所含的染料量是不同的，甚至颜色都会发生改变。这些势必导致植物染料的质量不一致，进而造成植物染料染色重现性差。植物染料所具有的颜色较为局限，且其互相拼色性很差，很难满足时下人们的审美需求。植物染料的使用性能并不能达到理想状态，无法按照指定颜色进行染色。

（二）生产成本较高

在植物印染过程中，之所以会出现成本较高的情况，关键在于植物色素萃取的全过程时间较长，同时每个步骤都需要人工操作来完成，这在无形中增加了印染工艺的时间成本和人工成本。具体而言，在生产过程中需要经过采集植物、提取染料、手工染色等多种复杂工序，并且色素在植物当中的含量非常低，造成色素提取效率较低，因此植物染料的成本十分高昂，想要大批量生产是极其困难的。此外，在植物色彩的萃取中，操作步骤较为复杂，同时每个操作步骤都需要精细处理，这样才能保证最终加工成的染料更加具有持久性和稳定性。另外，不同的服装面料通常需要找寻与之高度适合的植物染料，而这选择过程也需要耗时费力。

（三）色彩的持久性较弱

色彩能否具有高度持久性，无疑直接决定着印染工艺的质量。植物染料由于其分子结构相对较为单一，无法进行人工干预，在纤维上的附着力较差，与工业印染相比，相同的印染步骤往往并不能呈现工业印染效果。对此，设计师在进行服装面料植物印染过程中需要进行反复印染和固色，进而才能确保服装面料的色彩更加持久，而这无疑也为服装设计



过程带来了较为严峻的考验。

（四）供应链追溯难度较大

就高质量的服装面料印染过程而言，找到与服装面料相适合的植物染料显然是首要环节。其间，设计师需要对植物染料的来源进行准确鉴别，由此才能确保植物染料与服装面料高度匹配。这就需要植物染料供应链能够将其所选择的原材料和萃取过程进行全程记录，这显然是一项系统工程，工作量较大同时将其转化成为现实也有着较大的难度。针对此，需要建立一整套跨界合作机制，还要建立一套完整的质量标准和监督机制，缺少任意一个环节，都会导致植物染料的来源存在不确定性，最终对服装面料植物印染工艺的应用效果造成直接或间接影响^[13]。

（五）植物染料的改良开发

草木染料在纯正的天然生态纺织品领域中具有一定的实力，但要在主流纺织品消费领域中争取发展空间，拓展竞争力，就必须通过改良开发克服其现有的致命弱点。

1. 人工培育染料植物

现在利用生物工程的方法已人工培育了茜草、紫草等多种植物，人工培育的植物色素含量比天然植物高且稳定。由于生物培养的方法可使细胞生长速度大大加快，这样使得草木染料的产量也可大为提高，从而解决染料供应困难的问题。

2. 染料提取专门化

为了保证染色加工的连续性、高效性，不能再采用传统的随取随用方式，而应采取染料提取专门化，即预先加工成半成品或成品染料，供染色直接使用。青海省青工业研究所在藏毯染色的研究中，采用提取精制好的植物染料色素染色，从而根本改变了直接水煮染色造成的染色成品色差大的缺憾。

3. 色素萃取新方法

大部分植物色素是可溶于水的，故对草木染料一般直接用水萃取。但这样制得的染液染料粒度大，影响染色牢度。为提高色素萃取的效能，用乙醇代替水为溶剂是不错的选择，尤其适用于那些难溶于水的染料。目前有研究表明，利用超声波分散作用时的空化现象，使溶剂中的微气泡周围产生上千个大气压的压力，使染料解聚，从而获得微粒径的染料，可改善染色效果。

4. 染液制备新方法

传统的染色方法是將萃取后的染液直接应用于染色但有些草木染料在水中的溶解度小，为了达到一定的染色深度，往往需要染几次。试验表明对这类染料采用加分散剂的方法，效果很好。用阴离子或非离子表面活性剂使染液中的染料颗粒得以分散，这样染液可形成较稳定的分散体系，而且织物和染料接触的机会也增多，上染速度也加快。染料的水溶性

越小，加分散剂染色的效果就越明显。

5. 媒染剂的新进展

我国的染色工作者用稀土-柠檬酸络合物作为媒染剂对苧麻纤维进行了染色试验，草木染料-稀土-织物三者形成稳定络合物，稀土离子可作为中心离子和作为配位体的染料离子络合。此外，它还具有类似电解质的作用，有促染性。纤维素纤维经处理后其表面具有大小不等的孔穴，由此稀土离子可进入纤维的非晶区甚至晶区的边缘，与染料分子及纤维素分子形成多元络合，从而提高染色牢度。这一多元络合体系的形成使染料能够抗击因溶液 PH 值波动而产生色光变化^[14]。

第一节 植物染料发展史

植物染料的使用可以追溯到史前时代，早期人类利用植物、树皮、树叶和根茎来染色纺织品。他们发现了一些植物可以提取出颜色鲜艳的染料，用于装饰和保暖。古代文明如古埃及、古希腊、古罗马等文明都有悠久的植物染料历史。这些文明发展了许多染料的提取和应用方法，并且染料工艺逐渐成为一门专业技术。在中世纪，植物染料在欧洲得到了广泛应用，尤其是蓝靛染料和茜草染料。这些染料成为了欧洲纺织品的主要颜料来源。随着工业革命的到来，合成染料的发明和大规模生产逐渐取代了植物染料。合成染料具有更稳定的颜色和更便宜的生产成本，使得植物染料的应用逐渐减少。20 世纪末至 21 世纪，随着人们对环保和可持续发展的关注增加，植物染料再次受到重视。许多人重新发现了植物染料的优点，例如天然、环保、对皮肤友好等。植物染料的应用逐渐在手工艺品、高端时装和可持续时尚领域得到重视^[15]。

植物染料的染色在我国可以追溯到旧石器时代，从目前已出土的考古资料来看，从图腾文化开始，人类就用植物汁液在墙壁、配饰、器具用品上染出色彩，或画出具有某种意义的图像和符号。旧石器时期的山顶洞人会用赤铁矿粉染红绳，常作为饰品挂绳系于腰间或颈间。发展到新石器晚期，我们的先祖就已经可以把麻布染红。在这个时期，天然植物染色的进一步延续和发展一直都潜藏在原始生活和礼仪的图腾活动之中。到轩辕黄帝时期，人们开始真正因审美而制作出植物染成衣。三皇五帝时期的“玄衣”、“黄裳”之说也都证明了这是最早追寻美而制作出的植物染艺术。



(石器工具)

夏朝开始就有了种植蓝草的记录。从西周开始，植物染随着纺织业的兴起不断发展。早期对植物染材记载最多的当属《诗经》，其中出现的植物至少有上百种，可用于染色的植物种类超过五十种，其中也有许多描写桑麻等的诗歌，体现了染织业在当时的重要地位。古书的记载证实了我国早在西周就已经有了“染人”“掌蜃”和“掌染草”的职务，主要看管植物染材和染色的工人。《尚书益稷》载有“以五彩彰施于五色，作服”，在《周礼》中也有类似说法，可见周朝在服饰、服色及染色机构上建立制度。《考工记》有载“三人为纁，五人为纁，七人为纁”的说法。此文献说明周朝就产生了多次套染技术。

到了春秋晚期，我国在植物染材的品种和媒染剂的使用等诸多方面有了特别准确的了解，染色工艺也有了一套完整的制作流程，技术已相当成熟。初具雏形的印染工艺在这一时期分为版印、敷彩等工序。敷彩，又称彰施。所谓敷彩，就是用预先调制的颜（染）料按照花纹在织物或衣裳上进行涂绘。古籍上称为画绘（绘），它是印花的前身。这一时期，此类风格的衣裳就已经得到普及，深受各阶层人民的喜爱。在秦汉至魏晋南北朝植物染材的种植规模飞速扩大，染色工艺也在不断完善，人们的审美也在不断提高。

秦汉这一时期，在长期的染色实践中人们有了防染意识，这也意味着简单的植物染艺术开始出现。《史记·货殖列传》中有“千亩茜，其人与千户侯等”的记载，文中的“茜”指茜草，“与千户侯等”也间接表示了茜草的价值高昂。相较于先秦，汉朝政府出现了专门管理练染的官府，官员名为“平准令”，负责练染，作彩色等职务。东汉时期的《说文解字》所记载的植物色彩名称就多达三十九种，且当时种植的植物染材极其丰富，主要有梔子、蓝草、红花、紫草、橡碗子等。1954年广西贵县（今贵港市）东湖汉墓出土了一个五甬三眼红陶灶，其灶上有三眼，分置釜、双耳锅和甑各一件，二甬在旁操作。一甬呈正从中间锅内捞出染布状；一甬呈正往釜里投放物体状。陶灶左右两侧下方则各有一缸一甬，两甬皆呈双手向缸内舀水状（如图）。专家认为这是一个染坊的明器。



（汉代印花襜褕）



（东汉五俑三眼红陶灶明器）

随着植物染技术的不断发展，当时在西南的少数民族地域首现了把蜡融化作为防染剂的印染工艺，但色彩趋于单色。但魏晋南北朝之后人们开始尝试用拓黄、槐花、姜黄、栀子等黄色天然染料制作蜡染。由此可见植物染色工艺一步步走向成熟，其色彩也越来越多样化。



（顾恺之洛神赋穿大袖衫的贵族与穿衫子的侍从）

到了唐时期，兴盛的纺织业带动了植物染的繁荣发展取得了斐然的成就，据史料记载，这一时期用于丝绸染色的染料，就多达三十多种^[6]。在这些众多的染料中，有很多是唐朝新开发的，如郁金、槐花等。《唐六典》卷二“织染署”载：“凡染，大抵以草木而成；有以花叶，有以茎实，有以根皮。出有方土，采以时月。”从这里，可以了解植物染在传统染色中的重要性。唐代印花织物繁多，工艺上亦有不少创新。唐代植物性染料的色谱已较

齐全。我国的纺织品经丝绸之路大量出口到欧洲、中亚、西亚等地区，精美的丝织品不仅促进了唐朝经济的发展，而且对外交事业有着莫大的贡献。



（初唐女子穿着“间彩裙”）

宋元时期的植物染色谱种类也逐步增多，染色工艺也愈发成熟。两宋时期发展了染纈技术，古汉语里“纈”专指丝织品上印染的图案花样。从后世的文献史料来看，上到王公将臣，下到平民百姓，染纈丝绸都十分受欢迎，如绞纈在当时得到大家的一致青睐。宋代还创制了防染新技术，就是用石灰和豆粉调制成浆在织物上完成防染工艺，这类织物被称为“药斑布”，也就是后世的蓝印花布。

宋代纈类织物主要是夹纈，依其使用情况，夹纈染花，前后约可区分两个阶段：（1）北宋时期，明令禁止民间使用染纈，而是以之作为军用、官用之品。（2）南宋时期，逐渐开始解禁，夹纈染色便在民间流传开来。而蜡纈染花，在宋代中原地区使用较少，多流行于西南少数民族中。

明代染色技术已达较高水平，其色谱较宽。明代植物性染料在栽培、采集和加工上都积累了丰富的经验。如红花，汉代便已种植，南北朝便已推广，明代红花加工技术有了很大的进步，尤其是处理红原料前，采用了“青蒿覆一宿”的处理法。明代已掌握了红花染色织物的脱色技术。明代染色工艺较多，且往往较为简便，仅《天工开物》卷三所云便有复染、酸性染（如红花染色等）、碱性染（黄檗染色等）、还原染（如蓝靛染色等），以及媒染剂染色。明代的染色牢度也明显提高，在考古发掘和传世品中所见许多纺织品，至今依然艳色不减，色泽宜人。元代使用的拼色、套色技术，明代亦使用较多，并增加了一批新的媒染染料。明代更注意到了水质对织物染色质量的影响。水质对染帛质量存在影响，已是时人常识。

《彰施篇》记载了包括诸色质料、红花、蓝靛、造红花法等部分，共记载有十三种植物染料。同时，书中记载印染所得的颜色有二十八种，有月白、大红、水红、天青、天蓝、葡萄青、紫色、玄色、金黄、毛青布色、豆绿、油绿、象牙白、草白等。书中还详细说明

了各种染料的染色制作工艺，系统地展现了明朝染色技术的先进。



（明代杜堉《仕女卷》）

清代早、中期的植物染，无论是对植物染材的研究还是在染色工艺上的探索都达到了巅峰。清代的《雪宦绣谱》已出现各类色彩名称共计 704 种。清代蓝印花布制作极为普遍，遍及全国各地。盛极必衰，极致的繁荣景象也预示着衰败的开始。清末到民国，随着合成染料流入中国市场，传统的天然染料和染织技术在成本高和生产力弱的情况下丧失了市场竞争力，中国传统染色技术逐渐走向衰落。至民国时期，传统植物染工艺在我国基本失传。

第二节 植物染料发展现状

时代的快速发展，带走了很多东西，人们越来越意识到可持续发展与环保的重要性，基于此，健康的植物染吸引了不少人的关注，植物染在当代散发着属于自己的独特魅力。植物染色的技术作为一种优秀的文化遗产，其自身价值不仅是在艺术方面，更是存在于环保、实用、药用、经济等方面。

一、环保价值

植物染料在制作的过程中，将植物的色素提取了以后会剩下大量的残渣，这些残渣经



过一定的处理之后，可以成为优质的肥料再作用于植物，最大程度上减少了原料的浪费，最大化地利用了天然植物^[4]。染材在使用的过程中，更像是借用的一个过程，对大自然没有实质的消耗，符合绿色生态的环保趋势。而化学染料在提炼的过程中，改变了原料的原本特性，不少材料形成不可逆的反应，产生了一些不易分解的物质，处理不当则会对大自然造成沉重的负担，在我国温州苍南县龙港镇的新美洲河、河南省洛阳市汝阳县马兰河分别于2014年7月、9月先后出现过因化学染料废水造成的河川污染问题，其次化学染料染制的衣物长时间与身体接触，无形中也会影响人类的健康。而植物染的很多种染料都是一些中药材，当我们将这些药草作为染料在使用的同时它自身的药性也在对我们产生着影响，例如：染材石榴皮中的鞣质能有效地抑制病毒在人体细胞内的繁殖；黄柏具有清热解毒、杀菌消炎、活血化痰的作用。

另观植物染的取材很多都是生活中被人类丢弃的垃圾，实现了废物利用资源回收的意义。例如：生活中我们不用的洋葱皮、核桃皮等，这些都可以染出很漂亮的颜色。还有路边随处可见的野花野草，例如：苎草等。甚至花店修剪的玫瑰花枝、公园清扫的落叶、家庭整理庭院的残枝等都是用来染色的好材料。本着保护环境，珍惜自然资源、尽量利用身边废物，实现资源循环利用的观点，植物染来源自然，贴近生活，利于群众，是一项纯天然，无污染的手工艺。

二、美学价值

植物染的美主要是来源于其色彩的生命感。一种有着呼吸的色彩。天然植物染材是有生气的活性染材，每一次染色就是一场植物与织物的对话，所出色调就是丰富细致的情感语录，细细品之，深入人心，久久不得忘怀。因此传统植物染的色彩是富有生命力的。每一种颜色都有它独特的个性，无论如何搭配都会给人亲切耐看的感受。合成染料是冷冰冰的，每一种染料都是肯定式的答案，不会有任何意外和惊喜，不似植物染料那样富有生机。植物染色彩，既能在视觉上给人以典雅享受，又能体会到中国传统艺术的亲切情感。其次植物染色都要经过多次的复染，使被染物充分吸收色素，因而可以形成非常丰富的细腻层次，这种具有色彩深度的高贵色质也体现了较高的美学价值。

与化学染料相比，大自然赋予的颜色更加丰富，植物染的色泽更加丰富具有创造性。草木染色的色彩选择范围之广非但不逊于化工染料，其独有的创造性和气韵常令化工染料“乃知造化无穷尽”。用藤本植物薯蓣的汁液浸染的香云纱也充分地揭露了植物染艺术品的这一艺术特质。薯蓣汁液和泥土在坯绸的正反面留下了奇巧两色：黑的一面泛着幽幽的光泽，如黑陶；啡的一面有着不规则龟裂肌理，如商周甲骨残片，浑然天成。

三、实用价值。植物染有着很高的安全性，可用于多个方面。例如：纺织产业，据了解，日本纺织产业在开发了以绿色生态型材料为主题的新型纺织材料后，大受消费者欢迎，一改数十年的停滞现象。近些年，国人绿色环保的理念也越来越重，开始追求健康产品。

许多地区正在重新挖掘和传承传统的植物染料工艺，尤其是一些具有丰富植物资源和染料传统的地区。这种传统工艺复兴不仅有助于保护文化遗产，也为当地经济和就业提供了新的机会。传统植物染在现代社会出现了广阔的市场，越来越多的社会企业将目光投注在此，研发和设计推广无害的植物染产品。例如：北京国染坊创始人黄荣华先生成功研发出多种天然植物色彩；染织界享有声誉的台湾工艺之家——天染工坊推出饰品、家饰与生活用品等文化创意类产品，创造性地发展了传统艺术，使之符合时代节拍，适应时代要求。

我国经济的发展、生活水平的提高，带动了人们消费观念的转变，对商品的要求不仅仅只是在价值、外在等方面，更是对其质量的要求越来越高。植物染因其绿色、环保、无污染的属性，开发前景广阔，不仅能够在服饰、家居装饰等领域得到应用，还能够凭借自身绿色、保健等特点开发应用于成人贴身衣物、室内装修、婴儿用品、床品、洗浴用品等方面。然而当今社会，中国传统植物染艺术面临着生存危机，只有少数地区保存着植物染的技术，且植物染产品样式老套，毫无新意。想要拓展传统植物染的发展空间则必须提供新的思路与方法，与时代发展有机结合，顺应时代要求，方可在现代社会拥有一席之地。

四、科技创新。现代科技的发展为植物染料的提取和应用带来了新的可能。一些研究机构和企业利用生物技术、纳米技术等手段，提高了植物染料的稳定性、色彩鲜艳度和耐久性，使其更适合现代纺织品的需求。

第三节 植物染料分类

植物染料是从植物的根、茎、叶、花、果实中提取得到的。据统计，至少有 1000–5000 种植物可以提取出色素，如茜草、苏木、红花、石榴皮、姜黄、大黄、黄檗、紫草、冬青、栀子、洋葱、板栗皮、橘子皮、菊花茶、菱角皮、绿茶、槐花等。

植物来源：根据植物的来源，植物染料可以分为多种类型，包括来自树木、树叶、树皮、根茎、花朵、果实等不同部位的植物染料。草本植物中，蓼蓝可提供经典的蓝色，茜草能制取鲜艳的红色，它们在传统染色工艺中占据重要地位。木本植物如苏木和黄栌，分别可提取红色和黄色染料，为染色增添多样色彩。花卉类的玫瑰和万寿菊，花朵能带来粉色、红色和黄色等美丽色彩。果实方面，栀子果实有黄色素，石榴皮可出棕红色染料。根茎类的姜黄和紫草，一个提供黄色，一个产出紫色，为植物染料的宝库增添更多璀璨色彩。



按染料色素的化学成分予以染料植物分类

色素成分	染料植物
吲哚类	蓝草（含有靛蓝的植物）
类胡萝卜素	栀子、藏红花等
异喹啉类	黄柏、黄连等
二酮类	郁金、姜黄等
花色素	凤仙花、杜若等
叶绿素	山蓝（叶）及所有绿色植物的绿叶
查尔酮	红花
黄酮类	槐花、杨梅、苧草、青茅草等
单宁类焦性单宁	五倍子、野梧桐、橡、柏、栗等
鞣花酸	石榴
儿茶单宁	玫瑰、胡桃、杜鹃等

植物染料用途分类：

1. 纺织印染类

用于天然纤维染色，如棉、麻、丝、毛等。可以染出各种色彩丰富、风格独特的织物，满足服装、家纺等领域的需求。例如，用茜草可以染出红色调的丝绸织物，给人以高贵典雅的感觉；用靛蓝可将棉布染成经典的蓝色牛仔布风格。在传统手工纺织中应用广泛，为手工艺品增添艺术价值^[19]。如一些民族特色的手工织布，采用植物染料染色后，色彩自然且具有文化底蕴，成为独特的旅游纪念品和艺术品。

2. 食品添加类

在传统饮食中，人们比较注重色、香、味的搭配，喜欢食用感官较好的食物。食用色素可改善食品色泽，作为一种重要的食品添加剂被广泛应用于食品加工生产和研究中，主要分为人工合成食用色素和天然食用色素两种类型。此次主要介绍天然食用色素。

天然食用色素如花青素类、番茄红素、类胡萝卜素、胭脂虫红等，为食品赋予特定的颜色，使其颜色更加诱人，在一些特色食品中起到标识和装饰作用。例如某些传统糖果，使用天然植物染料染色后，不仅颜色美观，还能增加产品的辨识度。植物源天然食用色素不仅安全性高、来源丰富、色调柔和，某些色素还具有一定的生理活性，如保健、营养、抗衰老等，提高了消费者对食品安全的信赖度

3. 化妆品类

“爱美之心，人皆有之”，自有人类文明以来，人们就开始使用天然植物作为美容护肤用的化妆品。在原始社会，一些氏族部落在进行各种图腾崇拜仪式时，便将从自然界采集到的各种颜色涂抹在脸上，画成图腾的模样以示接近于神。在公元前 5 世纪到公元 7 世纪，各国也有不少关于制作和使用化妆品的传说和记载，如古埃及皇后用铜绿描画眼圈，古希腊美人亚斯巴齐用鱼胶掩盖皱纹等。中国古代喜好用胭脂抹腮，衬托容颜的美丽和魅力。胭脂、鸭蛋粉、头油、香囊此 4 大物件是中国古代化妆品的代表。当今人们在选择化妆品特别是口红、唇彩、眼影、粉底、腮红、胭脂及染发剂等产品时除了要求色彩亮丽之外，更加注重安全无害。越来越多的消费者开始重视对皮肤和毛发的护理与保养，美容化妆几乎成为现代人日常生活中必不可少的组成部分。天然植物色素在化妆品中的应用前景十分广阔。

比如从玫瑰花瓣中提取的色素可用于制作口红，颜色柔和且具有滋润效果。紫草素可用于唇彩、腮红和眼影等化妆品。在护肤品中，一些植物染料可作为天然的着色剂，使产品更具吸引力，同时避免使用合成色素可能带来的皮肤刺激。

4. 医疗保健类

随着医学的发展和人们对健康意识的加强，很多人已经认识到疾病预防是促进和保障健康的有效手段，而一些天然植物色素由于同时含有中药材特有的有效成分，对人体的多种疾病如高血压、糖尿病等慢性非传染性疾病不仅具有治疗效果，还具有预防和保健的功能。在《医学科技发展“十二五”规划》中，首次提出传统养生保健的理念“治未病”，“上医治未病”最早源自于《黄帝内经》中提出来的防病养生谋略，是我国中医药文化的重要组成部分，是至今我国医疗卫生界所遵守的“预防为主”的思想。近年来，通过对天然植物色素的不断深入研究，发现植物色素具有广泛的生物活性，包括抗氧化、抗衰老、抗辐射、清除自由基、抗癌、抗肿瘤、抗动脉粥样硬化、预防冠心病、保护心血管功能、增强免疫力等生理功能，在疾病预防和养生保健方面具有广阔的开发与应用前景^[21]。

5. 染发剂

从植物中萃取的色素较安全，不刺激头皮，又不污染环境，而且有些植物本身还具有药理特性，染发的发色较化学染剂更自然。从何首乌根茎中提取出的蒽醌衍生物可用于黑色染发剂和洗发水。五倍子是蚜科昆虫寄生在盐肤木上形成的虫瘿，提取五倍子单宁可用作黑色染发剂。从茶叶中提取的茶叶色素可用作黑色染发剂和洗发水。从金缕梅中提取的金缕梅鞣质可用于头发或睫毛黑色染色剂。从槟榔种子中提取的槟榔色素可用作红色染发剂。从栀子果实中提取的栀子黄色素用作黄色染发剂。从甘菊中提取的花甘菊兰也可用于染发剂^[20]。

染料提取方式：根据提取染料的方式，植物染料可以分为直接染料和间接染料。直接染料是指可以直接从植物中提取并应用于染色的染料，而间接染料则需要经过一定的加工



处理才能得到可用于染色的染料。

根据染料性质，天然植物染料分为还原染料、直接染料、媒染染料以及直接媒染染料。还原染料是指经过还原后才能上染织物的一类染料，它们不易溶于水，如木蓝、马蓝、蓼蓝等。直接染料是指易溶于水，染液色素能直接吸附在织物上的染料，如红花、石榴、冻绿等。媒染染料是指为提高织物染色牢度，需采用媒染剂进行染色的一类植物染料，如苏木、五倍子、茜草、栀子等。

根据纤维或者织物染色后颜色的不同，分为不同的色相。已统计的植物染料中以黄色、红色品种最多，青蓝色、棕色、紫色、绿色、黑色最少。

一、黄色

很多中国古装剧都用服装“告诉”我们，黄色在古代是一种“皇家专用色”，老百姓甚至皇族以外的官员都不能随便使用。古人认为黄是土地之颜色，是富贵与皇权的象征。黄色染料颜色生动，也是自然界存在的所有色相中原料最充足的染料。植物界能够作为黄色染材的最多，如栀子、石榴皮、姜黄、槐米、福木、地黄、苧草、拓木、黄柏、洋葱皮等。



自然界中的黄色染料色泽各不相同，从鲜艳、亮丽的黄色到灰暗的黄色调应有尽有，其中从姜黄的新根或干根中提取的姜黄染料是黄色植物染料中最鲜艳的染料之一。姜黄，多年生宿根型草本植物，根茎肥大，形状与生姜极为相似，各节椭圆形或长椭圆形，里面为黄色或橙色，根茎即为染材使用部位，也可做食品染色剂，我们经常吃的黄咖喱就是用姜黄制成的。姜黄色素含量多，传统染色将姜黄根茎切碎煎煮，煮液本身为黄色，可直接将被染物置于煮液中煮沸染色，染出颜色为高明度、高彩度之黄色调。所染颜色虽鲜艳，但不耐日晒。如图为农历三月初三，广西壮族歌节，用姜黄、山栀子、苏木等织作的五色饭，使用天然染料进行浸泡染色。

栀子，茜草科，古代又名薝卜。著名的中药及黄色染材。栀子树多为常绿灌木，浆果为橙色长椭圆形或卵形，栀子刚进果期时，果实为绿色，成熟时变为黄色。



黄色栀子果含有萘类的藏红花素和黄酮类的栀子黄色素，其中藏红花素和藏花酸能对羊毛纤维进行有效染色，栀子黄色素则对羊毛、蚕丝等蛋白质纤维有较好的染色效果，且栀子色素容易溶于水，这说明制取工艺比较简单，我们可以在家中重现古人的“煎煮法”：取新鲜的栀子果，捏碎，用水浸泡若干小时，过滤，即可获得黄色染液；或取成熟干燥的栀子果，先放入冷水浸泡一夜，变软后将果实剥开或捏碎，加火煎煮，过滤取第一次染液；再煎煮、过滤，重复取 3~4 次染液。最后直接放织物进染液中，便能收获一件健康环保无公害的手工制品了。另外，我们可用酸性物质和媒染剂来调控“栀子黄”的深浅，如添加醋酸可使“栀子黄”更为明艳，添加铬媒染剂可得灰黄色，添加铜媒染剂可得嫩黄色，添加铁媒染剂可得暗黄色。遗憾的是，取色容易，褪色也很容易。栀子色素抗日晒性较弱，所以用栀子染色最大的缺陷是不能“曝光”。最适合用来染制一些室内用品，也可作为其他染料的底染。



黄檗是我国传统的染材，含有小檗碱，在宋锦染色中有着不可替代的作用。自隋朝黄色开始用于帝王常服，从“南檀北柘”之称名贵树种的柘木或黄栌中提取，柘木与黄栌的黄色光彩夺目，后来成为古代帝王的专属用色。

黄柏又名黄木。为落叶型乔木，外皮呈灰白色，有不规则的裂痕。内皮呈鲜黄色，具苦味，



为药用和染材使用部位。《天工开物·彰施第三》记载“鹅黄色：黄柏煎水染，靛水盖上。……豆绿色：黄柏水染，靛水盖。”因黄柏含有小蘗碱成分，自古被用来作为防菌防虫的材料，像裱画师常将黄柏粉调入浆糊中，以免淀粉类的浆糊被虫啃食。且利用黄柏染制出的面料，这一药效也会附着到面料之上。古代妇女常以此布做内衣、包布、婴儿衣物之用。由此可见，黄柏在古时也是一味经常被使用的黄色植物染材。



二、红色

如果说每个国家都有一款代表自己民族喜好、性格、文化和特征的颜色，那“红”肯定是中国的“国色”之一。



（从茜草根部分可提取染料）

红色染料不像黄色染料那样大量存在于自然界中，大多数红色染料隐藏在植物的根、树皮或花中。尽管红色染料来源有限，但它们在一种植物中存在大量色基，因此容易提取。较主要的红色植物染料来源有茜草、苏木、红花等。周代已经开始使用茜草，以明矾为媒染剂可以染出红色。在出土的大量的丝织品文物中，茜草染色占了相当大的比重，如长沙马王堆一号汉墓出土的深红绢就是用茜草浸染成的。茜草生命力强健，常以草质攀援藤本

的姿态出现在山林荒地中，叫人过目不忘。因为茜草及其所在的茜草属，都长得很有个性——细长柔韧的攀缘茎表面密生糙毛或小皮刺，如果你穿着短裤短袖从茜草丛中穿过，那茜草总喜欢给你的皮肤留下道道浅显的刮痕。最有趣的是茜草属的叶，常常茎上每一节有 4~6 片叶互不遮挡地聚生着，拎起一长条攀缘茎看，叶的排列很有层次和相当规整，植物学家便把这样一个茎节上同时长着两片以上的叶的排列方式叫作“轮生”。所以茜草也被叫作“风车叶”“锯拉草”“穿心草”。

但茜草提取出的红色是暗土红色，后世逐渐发明红花染色技术，红花又叫红蓝、黄蓝。为一年生草本，其花朵为提制染色之原材。红花的用途很多，可做药用、胭脂、染色、食用色素、子可榨油。红花含有两种色素：红色素和黄色素，红色素即红花素，在干制的红花中含量极低，仅有 0.5% 左右，黄色素含量则有 30% 左右。所以，若用红花制取高纯度的真红，就得想方设法去除黄色素及其他杂质了。这样低含量的红花素，也难怪曾经贵如黄金了。《天工开物》有关红花的记载，可见我国古代人民很早就掌握了红花染料的制备工艺，即先将花瓣里的黄色素用水浸泡溶解去除，然后以适当碱度的水浸泡溶解，才得到色相艳丽，“纯正”的真红。苏木含有苏木红素，是我国古代著名的红色系染料，称为“苏枋色”。



（红花的花其实是橙黄色）

三、青蓝色

从古至今，靛蓝一直是最主要和最常见的蓝色染料之一，它从生长在亚洲、非洲、菲律宾、美国等地的蓝草植物的叶子中提取。远在石器时代，我们的祖先用手揉搓蓝草的鲜叶时，发觉手上起初是青绿色，用水冲洗后逐渐变成经久不褪的蓝色，由此启示了他们利用蓝草鲜叶来搓染纺织纤维品。后来，人们把“搓”逐步改造成“浸”，将蓝草鲜叶置于容器内捣碎，加冷水浸渍，除去叶渣，把纤维制品扔进容器内浸泡，再取出风干、水洗，若要取得深色效果，可反复浸染几次。

我国历来较常用的只有四种，分别为：马蓝又名大青、山蓝，性喜阴湿，不爱强光日照，多栽种于山区。身高多在 50~80 公分之间，茎近方柱形，有明显的节。叶多为椭圆形，



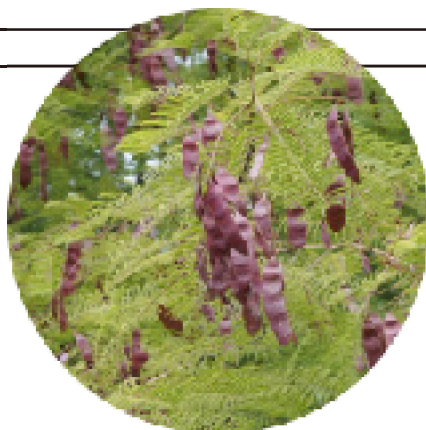
波状锯齿缘，叶中含多量色素，以手揉搓即可流出黄绿色汁液，之后在空气中氧化则会变为蓝色；木蓝，因叶形似槐，又称槐蓝。热带向阳性植物，即可耐干旱，又可耐贫瘠。直立亚灌木，一般高为 60-120 公分，分枝少。树叶对生，倒卵状长圆形或倒卵形，先端圆钝或微凹，可供提取蓝靛染料；蓼蓝在中国的使用历史悠久，《荀子·劝学篇》。记载的“青出于蓝，而胜于蓝”，所指之蓝，据研究皆为蓼蓝。蓼蓝分布在温带至亚热带之间，中国黄河流域以南及长江流域中下游皆适合其生长。一年生或两年生草本。六七月间，蓝叶成熟，呈绿色。碾碎后，黄液汁变青，即可采集，叶中所含蓝甙是抽取靛蓝素制得染液的主要成分；菘蓝，又名茶蓝，二年生草本，茎直立，绿色，叶为莲座状，长圆形至宽倒披针形，蓝绿色。此外，栀子蓝也是常见的蓝色染料。如今依然有一些少数民族用马蓝进行染色制衣，颜色牢固，工艺素朴大方，也吸引了大量染色爱好者尝试研究。



（古代以染业闻名的山东淄博周村大染坊）

四、棕色

天然棕色染料的主要来源有茶叶、槟榔、石榴皮等。不同来源的棕色染料有不同的特点。用茶叶做天然染料染黄麻，加不加媒染剂对黄麻染色后颜色没有影响，都只是黑色或暗棕色。石榴皮的主要成分是鞣花酸类物质，具有多酚类脂的结构，显酸性，天然石榴皮染色的真丝绸具有很高的干摩擦牢度，低温时耐水洗色牢度较高，且具有一定的抗菌性。儿茶棕系树脂状萃取物，取自金合欢属儿茶棕树的硬木之中，丝绸用儿茶棕天然染料染色可以染得光泽柔和的浅淡色。如浅黄褐色（铬）、铜棕色（硫酸铜）和深浓色，如黑色和棕黑色（硫酸亚铁）。



(金合欢属儿茶棕树)

五、黑色

我国古代不同时期对待黑色的态度很不一致。西周时期，黑色被视为低贱的颜色，是奴隶和平民服装的标准色彩。秦灭周，统一中国后，秦始皇推崇黑色，要求服饰、旄旌、节旗上均要有黑色。汉朝建立初期，承袭了秦王的“黑色癖好”，汉文帝赞赏“身衣弋绋”，弋绋是指黑色粗厚的丝织物。文武百官则“虽有五时之服，至朝皆着皂衣”，所谓的“皂衣之吏”即源于此。皂，最主要的意思是黑色，与白色相对，故有“不分青红皂白”一说。汉朝分裂后，魏晋时期仍崇尚黑色。当时的都城建康（今南京）以“染黑”著称，据说秦淮河南有个地方的贵族子弟都穿黑色绸衣，即乌衣，以显身份尊贵，此地便被称作“乌衣巷”。还记得语文课本中要求背诵的那首《乌衣巷》吗？经过唐代大诗人刘禹锡这首传世之作的渲染和宣传，曾经“乌衣云集”的地方，如今成为了中国最知名的古巷景点。总的来说，不管哪个朝代，对黑色染料的需求量都是很大的，能被用来提取黑色素的染料作物也比较丰富，其中利用最早、最久、也最广泛的应该是皂斗了。



(秦始皇推崇黑色，要求衣服上必须有黑色)

皂斗(今为麻栎的果实),亦称橡斗,《周礼地官·大司徒》“其植物宜皂物”,汉郑玄注:“皂物,柞栗之属,今世间谓柞实为皂斗。”李时珍《本草纲目·果二·橡实》[集解]引苏颂



曰：“橡实，栎木子也，所在山谷皆有。木高二三丈，三四月开花黄色，八九月结实为皂斗。”皂斗内含丰富的单宁质，经铁离子媒染 3-5 次便得黑色，但若直接染色只能得到淡黄色。



（麻栎的果实成熟后变为褐色）

五倍子、桤木树皮和阿拉伯金合欢的树皮中也都存在黑色染料。五倍子含有丰富的鞣酸与铁离子结合时，可将纤维染成蓝黑色。根据《本草纲目》记载，五倍子染出的色相为“皂色”，即黑色。栗又名板栗、毛栗。多年生的乔木。果实为带刺球形，熟时开裂，出现黑褐色蒜瓣型坚果，可供食用，一般作蒸煮加工，味道异常鲜美，大众喜食。其果壳、树皮和叶皆可为染料。乌桕又名木油树、乌油、木蜡树。落叶性乔木。树皮灰色，有浅裂痕，叶片菱形卵形，叶面绿色，叶背初为粉白，后变黄绿。其枝叶都可作为染材。乌桕除了作染色用，还可以取脂做蜡烛。在加水蒸煮萃取色素的过程中，染液会浮出一层蜡质，应取抹布将其拭去。

六、绿色

绿色是我们对植物的第一印象。几乎每种植物的体内都含有可以反射绿色光波、又能进行光合作用的叶绿素，而古人利用植物制备绿色染料，实际上就是提取叶绿素。所以，理论上每种披着绿衣裳的植物都能作为绿色染料，物种选择应该相当丰富，可事实却没这么简单。



（植物细胞的叶绿素反射绿光）

植物总以绿色面貌走进我们的视野，以至于我们不知不觉地产生一个误解：植物很喜

欢绿光。实际上,植物不仅不喜欢绿光,还制造出一种叫叶绿体的细胞器来反射大部分绿光。这些绿光被反射进我们的眼球后,便使我们对植物产生了绿色的“视觉印象”。如果我们能把叶绿素提取出来,通过某种染色技术将其“粘”到织物上,那织物不就可以反射绿光,和植物一样呈现绿色了吗?可惜的是,中华大地上草木千千万,能够大批量生产绿色染料的植物却寥寥无几。因为,叶绿素化学结构不稳定,往往在高温熬煮的过程中就被破坏了,使得染液最终变成黄色!

所以不管东方或西方,古人染绿大多采用蓝和黄两种色素混合复染的方法,而极少单独拿某种植物来制绿。但这也不代表没有合适的植物能提供绿色染料。

通过长期的摸索实践,我国古代人民还是找到了一些可以单独染绿的植物,例如苎草,苎草的茎叶中含有丰富的苎草素,是一种主要的绿色植物染料。周朝便有“绿衣丝兮,女所治兮”。苎草是一种媒染性植物染料,若经明矾媒染只能得黄色,但若用绿矾作媒染剂,经预媒染后可得灰绿,经后媒染后得墨绿。



(可单独染绿色的苎草)

七、紫色

古今中外,某种颜色流行的最好载体总是服饰。特别是古代的君主及上流阶层对颜色的选择和推崇,会直接影响百姓对某种颜色的喜恶和制染工业的发展趋势。《韩非子》中便讲述了一个关于流行色的故事:春秋时期,齐国之王齐桓公喜欢穿紫色衣服,上有所好,下必效之,结果全国都风靡紫衣,搞得紫色布料价格飞涨,五匹未染色的布料也换不了一匹紫色布料。于是,齐桓公很忧心,招来聪明的管仲商量怎么办。管仲建议他别再穿紫衣了,并告诉底下人,他讨厌紫色的恶臭味。齐桓公听取管仲意见,以“吾恶紫臭”拒绝了之后进献紫衣的人,渐渐地,全国也不再流行紫色了。



（紫草开直径很小的白花）

紫草是大自然中唯一一种能够直接染出紫色的天然植物染料。紫色可以从紫草或紫苏、紫檀等中提取。中国传统紫色只有紫草，多年生草本植物，高约 15-35 公分，根部粗壮，多成扭曲形，有意思的是，紫草虽名紫，其花却常呈白色（有时出现浅紫色），而且很小，直径不到 1 厘米，生于叶腋，若不是有绿叶衬托着，人们几乎就认为这种小草不会开花了。更有意思的是紫草以及整个紫草科植物的花序形态。由于花的尺寸小，紫草们便把多朵花聚集起来，按一定模式排列在一根长长的花茎（花序轴）上。植物学家把这样“按顺序排队”的群花叫作花序，又把紫草科的花序叫作镰刀状花序，因为它们的花序喜欢弯向一侧生长，好像农民伯伯割麦用的刀具。八、九月茎叶枯萎时可采根做染材。《授时通考》载“紫草生殽山山谷、南阳、新野及楚地，……秋月则其根紫色，可以染紫，味干气寒，无毒。”由此可知紫草的根部可以染色紫色，因此叫作紫草根或紫根。



（茎叶枯萎时采根做染材）

紫色制取复杂，其色素难溶于水，逐渐发展为高贵的服用色彩。唐代在制定服制时，就把紫定在红色系之上，有“满朝文武皆朱紫”的诗句。紫草为典型的紫色染料来源，属

于低温性染料，内含乙酰紫草素，是一种直接—媒染染料，其色素在高温下会褪色变浊，故不得以熬煮的方法萃取色素，一般萃取的方法是以冷浸搓揉法或酒精浸泡法为之，因酒精对紫草色素具有良好的溶解功能，所以酒精浸泡能将色素充分利用。直接染色可得紫红色，而用明矾媒染后颜色会更偏紫一些。中药紫草为紫草科植物的干燥根，性寒味甘、咸，入肝、心经，用于清热凉血，解毒透淤。其主要有效成分为萘醌类紫草素，紫草素有很强的抑菌作用。《本草图经》载：“治伤寒时疾，发疮疹不出者，以此作药，使其发出。”《本草纲目》载：“治斑疹、痘毒，活血凉血，利大肠。”



（满朝文武皆朱紫）

第四节 植物染料应用前景

植物染料的特点使其特别的适用于高档的、健康的绿色产品。植物染料在多个领域有着广泛应用。在纺织领域，能为布料赋予自然柔和的色彩，且具有独特的质感和环保特性。许多传统的丝绸、棉布等材质常采用植物染料染色，制作出的衣物不仅美观，还对人体无害。在工艺美术领域，可用于染纸、绘制传统画作等，为作品增添古朴韵味。此外，一些植物染料还应用于家居装饰中，如染制窗帘、地毯等，营造出自然、温馨的氛围。植物染料的应用既体现了对传统文化的传承，又符合现代社会对环保、可持续发展的追求。



一、植物染料在面料上的应用

真丝绸是由蚕吐丝结茧、缫丝纺织而成的一种高级天然绿色面料，经线和纬线都是用桑蚕丝所织造，优雅高贵，与肌肤的亲性好，穿着舒适柔软，吸湿保暖，可有效地防止皮肤病。真丝绸织物质地细密柔软、表面光滑明亮、精致细腻，表面有珍珠般的光泽，光泽柔和，手感柔软，贴近皮肤滑爽舒适，其本色呈米黄色，以本白色为主，为高级服装材料。真丝是蛋白质纤维，有良好的染色性能，对酸性染色、中性染色、直接染料等都能上染。丝绸历史悠久，距今已有五千年的历史。我国是丝绸之乡，在古代诗人所著的诗词歌赋中经常含有对丝绸华丽的赞扬，丝绸还具有“衣料女皇”的尊称。

丝绸是中国的特产，是一种用蚕丝或合成纤维、人造纤维、长丝纤维织成纺织品。在古代人们就用蚕丝织造成丝绸，现代由于纺织品原料的发展，只要是经线采用了人造或天然长丝纤维织造的纺织品，在广义上都可以称之为丝绸。经线和纬线都是用桑蚕丝所织造的丝绸称为“真丝绸”^[17]。

在新石器时期的中期人们便开始了养蚕、取丝、织造成绸。到了商朝，丝绸生产具有了较高的工艺水平，那时的织机也相对复杂，织造的手艺也较为成熟。从汉代起，中国丝绸大批地销往国外，受到各国人们的喜爱，从此丝绸闻名中外。中国被誉为“丝国”，经过几个朝代的进一步发展，丝绸业的发展也逐渐成熟起来。新中国成立后，丝绸业的发展进入了全新的历史时期，丝绸产量也成倍增长，每年出口生丝的产量约占世界的80%以上。通过多年的努力，中国在世界丝绸市场上的地位也逐步提高。

真丝绸穿着舒适，除用于高档礼服外，还多用于内衣、睡衣、衬衫、围巾等贴身衣物，这些用途提高了真丝对染整加工的环保生态要求。长期实践证明，大部分植物染料可用于真丝、羊绒染色。我国古代劳动人民就是用各种天然染料将丝织品染成绚丽的色彩^[18]。马王堆一号汉墓出土的深红绢和长寿绣袍的底色，是用植物染料中的茜草染成的。尽管在地下埋藏了两千多年，但其色泽依然鲜艳。真丝被誉为“纤维皇后”。具有质地柔软、滑爽飘逸的质感，以及亲肤美容的性能，是制作夏季服装和内衣的首选面料，是高档的服装面料，一直深受消费者的喜爱。真丝因其自身的价值，在对其进行染色染料的选择上也是十分重要的。合成染料虽然可以满足它色彩的丰富性，但织物本身的性能也会受到一定的影响。选用天然染料对真丝织物进行染色不仅不会破坏织物本身的性能，还能提高染色后织物的附加价值。

在真丝织物上使用天然植物染料染色，可以通过直接染色、媒染染色和复合染色等多种方式来实现。直接染色是最简单的染色方法，适用于容易上色的染料；媒染染色则是通过加入媒介物质，使染料更容易上染和固着；复合染色则结合了两种或多种染色方法，以达到更好的染色效果。

除了最基本的着色性能外，多样的天然成分也为植物染料引入了各种功能特性。与合

成功能整理剂相比，来源于天然植物的有效成分具有更高的生物亲和力，可以避免对人体的潜在损害。随着功能纺织品在消费市场的兴起，对于植物染料的功能性研究也开始受到关注。

二、抗菌植物染纺织品

中草药是中医预防和治疗疾病所使用的独特药物，现代医学研究也证明了天然植物中所含有的类黄酮、单宁、多酚等成分具有抗菌、消炎等功效。植物染料在染色的同时，其有效成分也赋予了织物抗菌清洁的功能。SABYRKHANOVA 等制备了四种农业废料（核桃壳、洋葱皮）和野花（艾菊、金丝桃）染色织物，发现其对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和白色念珠菌具有优良的抗性。MIRNEZHAD 等提取紫荆树皮中的天然色素用于羊毛染色，制备的染色纱线具有抗菌、抗氧化的功能特性。SADEGHI - K 等使用壳聚糖 - 聚氨基酸树状大分子杂化物对羊毛纱线进行预处理，得到的纱线对于胭脂红和茜草染料的着色率有所提升。更重要的是，在植物染料与壳聚糖的双重作用下，染后样品达到了 99% 以上的优异抗菌、抗氧化性能。该作者还在使用锦葵染料上染棉纤维的同时，向染浴中添加 AgNO_3 ，通过锦葵染料的还原作用将 AgNO_3 转化为银纳米颗粒（AgNPs）结合在纤维表面。在保证了一定色牢度的同时，AgNPs 的存在大大提高了织物的抗菌性能，且经过 10 次水洗其抗菌效率仍保持在 95 % 以上。

三、防紫外线植物染纺织品

过度的紫外线暴露是导致皮肤病变的诱因之一，生活中越来越多的人开始注重日常防晒。天然植物染织物具有良好的紫外线阻隔性能，这主要归因于植物染料对紫外线的吸收。JANG 等测试了樟树叶染色丝织物的若干性能，发现该织物在阻挡 UVA 和 UVB 辐射的方面十分有效。SHAHIDI 等对比了棉织物通过藏红花、肉桂和姜黄染料染色后的紫外线防护性能，结果显示三者均具有不同程度的紫外线遮蔽能力，其中以藏红花最为显著。作者认为这是由于藏红花色素的复杂大分子结构有效减少了紫外线在纺织品中的传输造成的。WANG 等综合考察了大血藤提取物染料对蚕丝织物染色和抗紫外线整理的可能性，在优化条件下制得的样品经 10 次洗涤后仍能保持优异的防紫外线性能。DANIELE 等针对植物染色麻织物，表征了不同染浴浓度下茜草、栗子、洋葱、旋覆草和罗木染后织物的 UPF 值。作者认为植物染色能为普通织物提供功能性附加值，并可以满足当今日益扩大的环保型消费需求。植物染料或可在防晒服装的研制上开辟新的道路。

四、环境响应植物染纺织品

部分植物染料具有酸碱、温度指示等环境响应性能，利用此特点可制备环境响应型植物染纺织品。常见的化学合成指示剂如酚酞、甲基橙等具有一定毒性，长时间接触会对人



体造成不利影响。因此，低成本、易制取、环境友好的植物色素指示剂开始引起研究者的兴趣。周培剑从紫甘蓝和紫薯中提取花青素成分，与真丝织物结合得到具有酸碱指示功能的纺织产品。与一般酸碱试纸相比，酸碱指示织物能长时间、反复多次使用，可应用于医疗、防护领域。郑辉等基于红甘蓝花青素和姜黄素混合色素的 pH 响应性能制备了用于猪肉鲜度检测的指示标签，产品具有灵敏准确、安全无毒的优点。ABBAS 等在西葫芦叶染料染色的研究中发现，染料会随着温度的变化而变色。加之该染料自身良好的抗氧化和抗菌性能，未来在医用材料的应用上具有一定前景。

参考文献:

- 王思懿. 植物染色在服装设计与制作中的创新应用 [J]. 植物学报, 2022, 57(03): 400–401.
- 崔士友. 传统植物印染工艺在国风服饰设计中的应用 [J]. 植物学报, 2024, 59(01): 158.
- 张文静. 草木染艺术的发展及在服饰中的创新应用研究 [D]. 湖南师范大学, 2016.
- 谭壮, 李建勋. 我国传统草木印染工艺在现代服装设计中的应用 [J]. 染整技术, 2018, 40(12): 56–57+61.
- 周姝敏. 传统草木印染系列研究——天玄地黄 [J]. 轻工科技, 2018, 34(07): 111–112.
- 吕强强, 张鲁鲁. 植物印染在面料创意设计中的应用研究 [J]. 化纤与纺织技术, 2024, 53(01): 35–37.
- 袁珍, 姜建文. 基于中华优秀传统文化的化学校本课程开发——印染工艺 [J]. 化学教育 (中英文), 2023, 44(21): 23–34.
- 朱日能. 草木染的工艺语言与时尚契机分析 [J]. 轻纺工业与技术, 2020, 49(09): 191–193.
- 吴齐超, 单栋, 毛新军, 等. 天然染料的提取及在扎染中的应用 [J]. 上海染料, 2024, 52(02): 33–38.
- 王文静. 植物印染工艺在服装设计中的应用研究 [J]. 化纤与纺织技术, 2024, 53(07): 142–144.
- 张红鸣, 徐侃衍. 毛皮染料和染色 (六) [J]. 上海染料, 2023, 51(02): 11–24.
- 罗远. 传统植物印染在服装设计中的应用 [J]. 西部皮革, 2024, 46(09): 49–51.
- 蒋黎文, 于珏. 植物印染工艺在服装设计中的应用探讨 [J]. 化纤与纺织技术, 2024, 53(06): 50–52.
- 王玮. 传统草木染料的五色色素萃取及应用研究 [D]. 西南交通大学, 2006.
- 张弛, 崔永珠. 国内外天然植物染料的应用及发展现状 [J]. 针织工业, 2009, (01): 75–78.
- 文美莲. 天然染料在纺织品中的应用研究进展 [J/OL]. 印染助剂, 1–4[2024–12–22].
- 孙颀晴, 周慧娴, 杨晓丽, 等. 植物染料的纺织工业化应用与发展 [J]. 纺织工程学报, 2023, 1(06): 54–70.
- 王毅. 中国传统印染技术文本化研究 [J]. 西部皮革, 2023, 45(02): 136–138.
- 王晴. 草木染服饰在生活中的美学价值研究 [D]. 天津工业大学, 2021.
- 叶水英. 色素植物与植物色素的应用探析 [J]. 现代农业科技, 2018, (14): 236–238.
- 胡玉莉, 骆骄阳, 胡淑荣, 等. 天然植物色素在大健康产业中的应用进展 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(13): 2433–2438.