

染料生产 工艺学

成都科技大学出版社

赵国俊 主编



PDG

责任编辑：葛人仪

封面设计：罗 光

ISBN7—5616—0152—2/TQ·25 (课)

定价：3.15元

新
知
子
航

PDG

染料生产中级技术培训教材

染料生产工艺学

赵国俊 主编

成都科技大学出版社

内 容 提 要

本书是染料化工中级技术培训的专业课教材。全书共分两篇，主要介绍染料的基础知识，着重介绍制备染料及其中间体的基本反应、生产原理、工艺流程及工艺条件，并适当介绍染料生产中的新工艺和新技术。

本书除作为染料中级工人的培训教材外，还适合中等专业学校有关专业选用。

成都科技大学出版社出版、发行

四川省新华书店经销

成都市第二汽车运输公司印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张10.125插页4

1989年10月第1版 1989年10月第1次印刷

印数1—8500 字数230千字

ISBN7—5616—0152—2/TQ·25 (课)

船 夢
PDG

前 言

本书是受全国化工技术培训教材编审委员会的委托，并根据《染料生产工艺学教学大纲》及《化工技术等级标准》，结合染料生产实际而编写的。

全国化工技术培训教材编审委员会东北、华北组的同志，吉林化学工业公司有关领导和染料专业有关的技术人员参加了《大纲》审订会，并对大纲及教材编排内容提出了宝贵意见，在此谨致衷心谢意。

参加本书编写的有黄志群（绪论、第三章第八节、第九章）、吴宝善（第一、七、十二章）、孙云绮（第二章、第三章第三、四、六、七节）、郑文敏（第三章第一、五节、第八章）、关恩昌（第三章第二节）、吴振威（第三章第九节、第十一章）、蔡建岚（第四、五、六章）、申恩浩（第十章）、黄树萍（第十三章）。全书由黄志群负责整理、统稿。赵国俊主编，章志光审订。

本书根据中级工的实际情况，简要介绍染料基础知识，重点介绍中间体及染料生产的工艺过程和反应原理。作为染料化工中级技术培训的专业课教材，各厂可根据本厂的生产实际，适当取舍，以利于中级技术培训的顺利进行。

由于时间仓促，水平有限，错误和不当之处在所难免，恳请关心染料生产的同仁及广大读者给予批评指正。

编者

一九八八年三月十二日

目 录

第一篇 染料及其中间体.....	(1)
绪 论.....	(1)
第一章 染料的概述.....	(6)
第一节 染料与颜色的关系.....	(6)
第二节 染料的分类和命名.....	(8)
第三节 染料的商品化.....	(12)
第二章 染料中间体的合成.....	(17)
第一节 中间体合成的基本反应.....	(17)
第二节 中间体的生产途径.....	(21)
第三章 常用的化学反应.....	(29)
第一节 磺化反应.....	(29)
第二节 硝化反应.....	(38)
第三节 卤化反应.....	(45)
第四节 氨基化反应.....	(51)
第五节 羟基化反应.....	(59)
第六节 酰化反应.....	(69)
第七节 烷基化和烷氧基化反应.....	(74)
第八节 重氮化和偶合反应.....	(81)
第九节 缩合和闭环反应.....	(90)
第二篇 染料的生产.....	(99)
第四章 酸性染料及中性染料.....	(99)
第一节 概述.....	(99)
第二节 强酸性染料.....	(99)

第三节	弱酸性染料.....	(105)
第四节	酸性媒染染料和酸性络合金属染料.....	(108)
第五节	中性染料.....	(112)
第五章	直接染料.....	(116)
第一节	概述.....	(116)
第二节	联苯胺类直接染料.....	(117)
第三节	尿素型直接染料.....	(118)
第四节	二苯乙烯型直接染料.....	(121)
第五节	三聚氰氰型直接染料.....	(123)
第六章	冰染染料.....	(125)
第一节	概述.....	(125)
第二节	色酚.....	(126)
第三节	色基.....	(130)
第四节	色盐.....	(132)
第七章	分散染料.....	(135)
第一节	概述.....	(135)
第二节	偶氮型分散染料.....	(137)
第三节	蒽醌型分散染料.....	(146)
第四节	其他类型的分散染料.....	(153)
第八章	碱性染料与阳离子染料.....	(158)
第一节	概述.....	(158)
第二节	染色原理.....	(159)
第三节	隔离型阳离子染料.....	(161)
第四节	共轭型阳离子染料.....	(165)
第五节	生产实例.....	(174)
第九章	活性染料.....	(180)

第一节	概述.....	(180)
第二节	活性染料的活性基.....	(183)
第三节	活性染料的母体.....	(188)
第四节	活性染料的生产.....	(194)
第五节	活性染料的应用.....	(212)
第十章	还原染料.....	(215)
第一节	概述.....	(215)
第二节	醌族染料.....	(215)
第三节	稠环酮类染料.....	(223)
第四节	可溶性还原染料.....	(251)
第十一章	硫化染料.....	(259)
第一节	概述.....	(259)
第二节	硫化染料的结构和分类.....	(259)
第三节	硫化染料的生产.....	(261)
第十二章	有机颜料.....	(267)
第一节	概述.....	(267)
第二节	影响有机颜料性能的因素.....	(269)
第三节	有机颜料的质量鉴定.....	(273)
第四节	偶氮颜料.....	(275)
第五节	酞菁颜料.....	(281)
第六节	色淀颜料.....	(283)
第七节	还原颜料.....	(289)
第八节	杂环颜料.....	(289)
第十三章	助剂和荧光增白剂.....	(293)
第一节	助剂.....	(293)
第二节	荧光增白剂.....	(304)

第一篇 染料及其中间体

绪 论

一、染料工业在国民经济中的地位

1. 染料的概念 染料和颜料都能使被着色物上色，但其上色的机理不同。主要区别在于它们对被附着物的亲和力不同：染料与被附着物有着很强的亲和力；或借助其他物质能牢固地与被附着物相结合；而颜料与被附着物之间一般没有亲和力，不能和被附着物结合，它只能借助其它介质附着在被附着物表面上，一旦失去介质，颜料也就脱落。

经过长期实践，人们总结出染料或颜料应具备下列性质：

- (1) 艳丽的颜色。
- (2) 简便易行的染色或着色方法。
- (3) 一定的坚牢度。
- (4) 对人体及环境没有危害。

颜料和染料虽然不同，但也有相同点，即都属化工产品；其结构和制造工艺有许多相同或相似处；原料也大致相同。

2. 染料工业的重要性 染料工业是化学工业的重要组成部分，它在国民经济中的作用越来越大，并占有重要的地位。

从染料的功能可以看到染料工业的重要性：

- (1) 能满足人们对多种颜色的需要 在印染行业中，人们常采用拼混的方法(用几种染料)拼混出人们所需要的颜

色。但由于各种染料的性能不同，拼混出的染料往往不能满足要求。因此，人们需要的各种颜色，并不都是拼混出来的，而是用不同的专用染料染出来的，这样才能各具特色，令人满意。

(2) 能适应多种纤维的染色 染料主要用于纤维的染色和印花。由于纤维的种类和性质不同，因此，对染料的要求也不相同。各种纤维要求能与之配套的染料，并采用一定的印染工艺染色。

可溶性还原染料和活性染料能提高染料的功能，是常用的染料品种。

主要纤维常用的染料

纤维	染料	还原	分散	活性	酸性	中性	阳离子	直接	硫化	冰染	可溶性还原
棉		✓		✓				✓	✓		✓
毛				✓	✓	✓					✓
丝				✓	✓	✓		✓			✓
粘胶纤维		✓		✓				✓	✓		✓
涤纶			✓								
锦纶			✓	✓	✓	✓					
维纶		✓				✓		✓	✓		✓
腈纶			✓				✓				
电氧化											
铝丝				✓	✓	✓					

注：✓为适宜染色的染料。

(3) 能适应多种印染工艺的需要 染料在织物上上色，主要通过染色和印花两种方法来实现。染色指纤维或织物被均匀地染上颜色，印花指织物局部被染上颜色。

常用的染色方法有适于小批量间歇操作的卷染染色法和适于大批量连续生产的轧染染色法。

随着合成纤维的发展，出现了一些新的染色工艺，以涤纶染色为例，既有间歇操作的高温高压和载体法，又有连续操作的热熔染色法，此外，还有纯涤纶原浆着色法等。在染色过程中，对不同的染料，要求采用不同的印染工艺和操作条件，方能取得令人满意的效果。

(4) 能满足不同用途的要求 染料和颜料主要用于织物的染色和印花。此外，还广泛用在油墨、涂料、塑料、橡胶、造纸、皮革、医药、照相、食品以及国防工业中。

总之，染料与人们的生活和生产是密不可分的。为了满足不同的需要，适应各种对象，就要生产相应的染料。

二、染料工业的发展史

早在五千年前，人类就知道应用自然界中的有色物质，作为染料或颜料。

天然的有色物质主要来源于矿物、植物，以及动物的血液等。但从这些物质制得的染料牢度低，颜色不够鲜艳，而且品种少，产量低，价格高。随着人们对染料需要量的增加，天然染料越来越不能满足要求。从而，合成染料逐渐发展起来。

1856年英国的伯琴发明了第一个合成染料——苯胺紫，1907年德国化学家朋恩又发明了第一个稠环酮染料，一百年以后的1956年，出现了活性染料，活性染料的广泛应用，使

得染料的性能向满足纤维的需要方面迈进了一大步。

合成染料比天然染料的牢度高，色泽鲜艳，色谱齐全，原料来源广泛，生产成本低，深受人们的欢迎，因而逐渐取代了天然染料，占了主导地位。

三、染料工业的特点

染料工业一般包括染料、染料中间体、有机颜料、各种助剂和添加剂的生产以及染料商品化加工等几部分。

染料的生产主要经过下列三步：

第一步：将简单的基本有机原料（如苯、萘、蒽等），经过一系列的化学反应，生产出比原料结构复杂的中间体。

第二步：将中间体经过适当的处理或必要的化学反应，制成染料，这样的染料称为原染料。

第三步：将原染料进行商品化加工，制成商品染料，这就是人们常说的染料。

染料生产中所使用的原料、介质，很多是易燃、易爆的；有些还具有腐蚀性或毒性，而且有些生产过程是在高温高压下进行的，因此，染料工厂是一个易燃、易爆、易中毒、有腐蚀性的生产部门，要求工艺路线合理。

染料生产的工艺复杂、流程长、周期长。同时，几乎每一步化学反应都有副产物，因此收率低，成本高。很多副产物作为废物排放，又给环境造成污染。

染料中间体的通用性大，相同的中间体经过不同的工艺路线，可以生产出不同的染料，以至其它产品。

四、我国染料工业的概况

我国是应用天然染料最早的国家之一，其历史悠久。近

年在长沙马王堆汉墓出土的汉代女尸，身着色彩鲜艳的彩缎，虽然经历千年湮没，仍可看出其丰彩，充分显示了我国古代在应用天然染料方面的卓越成就。然而，鸦片战争以后的旧中国，染料大都依靠进口，国内仅能生产一些简单染料。

新中国成立以后，我国的现代染料工业获得了突飞猛进的发展，已逐步建立起自己的染料生产体系。目前，我国染料的生产能力已达十万吨以上，居世界第四位，有机颜料已越过三万五千吨，居世界第一位。现在已能生产十一大类染料，五百多个品种，常年生产的也有二百多个品种，并向世界上八十多个国家和地区出口，有些品种已达到国际标准。

虽然我国染料工业取得了很大成就，但与我国国民经济发展的实际需要仍不相适应，与国外先进技术相比，仍有很大差距。首先，从生产的商品染料来看，在应用性能方面存在差距，表现在色光、牢度、匀染性和稳定性不够，尤其是后处理，这就影响到纺织品的质量和染料工业的经济效益及社会效益。其次，染料品种少，色谱不配套。不能满足印染工业的需要。再次，我国有些染料厂还采用几十年前的老设备、老工艺，因此收率低、三废多、污染严重、成本高、缺乏竞争力。因此，大力开发新技术，采用先进的工艺和设备，提高质量和生产能力是我们这一代染料工作者应有的责任。

第一章 染料概述

第一节 染料与颜色的关系

一、物质颜色与光的关系

染料的颜色与染料分子本身的结构有关，也与照射在染料上的光线的性质有关。在不同光线的照射下，物质所显示的颜色不同。

某物质能透过所有的有色光，它就是无色透明体。如果只能透过某种颜色的光，它就是该种颜色的透明体。如果吸收了全部有色光，那就是黑色不透明体。如果把各种有色光全部反射出来，那就是白色不透明体。如果吸收一部分，反射部分，则反射的是与物体相同的颜色。

白光照射在物体上，如果看到的是紫红色，物体吸收的就是绿色，它们之间互为补色。人们看到的物体颜色就是该物体吸收光的补色。

二、染料分子结构与颜色的关系

不同染料具有不同的颜色，这除了与照射在染料上的光线有关外，主要还与染料的分子结构有关。一定的结构吸收一定的光，而反射出剩余的光，这就是我们看到的颜色。

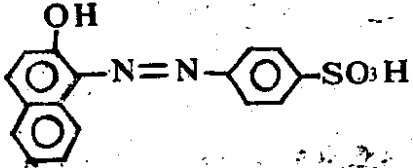
把颜色和分子结构联系起来的学说有发色团学说和共轭双键学说等。

1. 维特的发色团学说 有色的有机物是因为含有发色团，含有发色团的有机物称发色体。但不是所有含发色团的有机物都能产生颜色，发色团只有连接在苯、萘、蒽等芳烃上，才能产生颜色。然而，含有发色团的发色体虽有颜色，但并

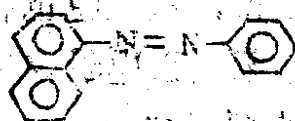
不一定能成为染料,要成为染料,还必需含有助色团。发色团一般为 乙烯基—CH=CH—、硝基—NO₂、偶氮基—N=N—、羰基>C=O、硫碳基>C=S、碳亚胺基>C=N—、氧化偶

氮基—N= $\overset{\text{O}}{\parallel}$ —N—等。助色团有 氨基—NH₂、羟基—OH、甲

基—CH₃、二甲氨基—N(CH₃)₂、氯基—Cl、溴基—Br、

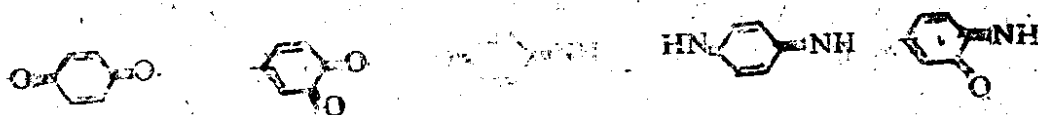
碘基—I等。例如,在酸性橙  中,

—N=N—为发色团,—OH为助色团,

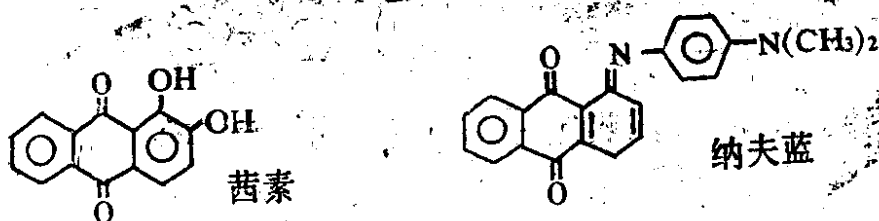


发色体。

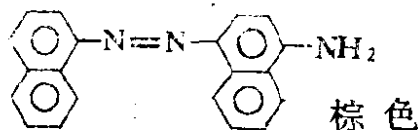
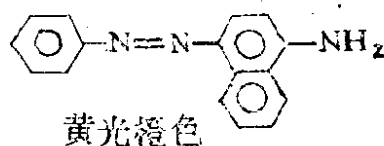
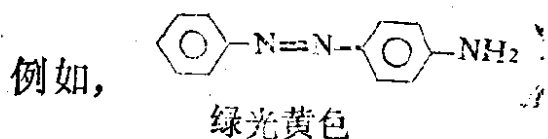
2. 醌构理论 分子中如果存在醌型结构,就会发色,一般常见的醌构有:



等。茜素、纳夫蓝等为含醌构的染料例子。

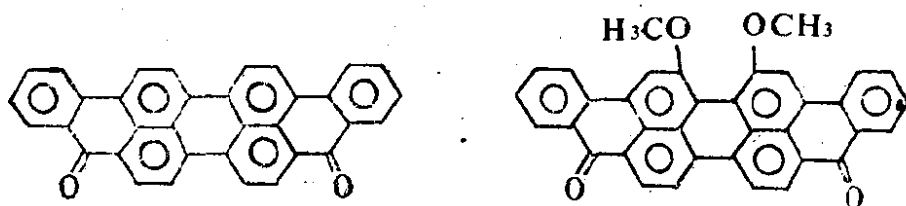
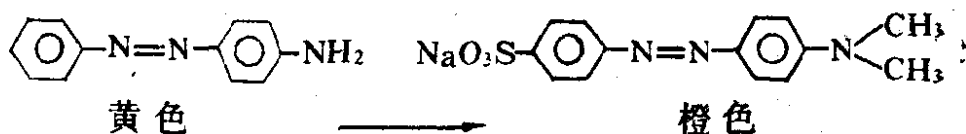


3. 共轭双键长短对颜色的影响 有机物分子中,原子间以单键和双键相互交替连接的系统称共轭双键。染料分子中,共轭双键系统越长,颜色越深,反之则浅。



4. 取代基的影响 共轭双键系统中, 取代基的性质和位置不同, 对颜色也有影响。引入给电子取代基, 使颜色加深。某些吸电子取代基如硝基—NO₂, 羰基>C=O等, 也能使颜色加深。

例如



还原深蓝 BO $\longrightarrow$ 深蓝色 $\longrightarrow$ 艳绿色 还原艳绿 FFB

第二节 染料的结构和命名

染料的分类有两种方法。一种是根据染料的结构分类,

另一种是根据染料的应用性能分类。为应用方便，一般商品染料名称都是根据染料的应用来分类命名的。

一、按染料的化学结构分类

1. 偶氮染料 分子结构中含有偶氮基— $\text{N}=\text{N}$ —的染料。

2. 硝基染料 分子结构中含有硝基— NO_2 ，且硝基是其
主要发色团的染料。

3. 亚硝基染料 分子结构中含有亚硝基— NO ，且是染料的主要发色团。

4. 蒽醌染料 分子中含有蒽醌结构的染料。

5. 芳甲烷染料 分子中含二芳甲烷和三芳甲烷结构的染料。

6. 靛族染料 分子中含靛蓝及类似靛蓝结构（硫靛等）
的染料。

7. 稠环酮类染料 分子中含有稠环酮类结构及其衍生物的染料。

8. 硫化染料 分子中含有硫键，制造时须用硫磺或多硫化钠硫化而得的染料。

9. 酞菁染料 含有酞菁金属络合结构的染料。

10. 酰亚胺染料 分子中含有苯醌的一个或两个氧换成
亚胺基结构的染料。

11. 活性染料 分子中含有能与纤维发生反应的反应性
基团，或能与纤维生成共价键的染料。

此外，尚有其它结构类型的染料。如甲川和多甲川基，
二苯乙烯等结构的染料。