



全国纺织高职高专规划教材

染料化学

RANLIAO
HUAXUE

路艳华 张 峰 主编

 中国纺织出版社



全国纺织高职高专规划教材

染料化学

路艳华 张峰 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书对染料、颜料的基本概念,染料的命名和分类,各种染料的现状及前景做了概述;重点介绍了各种染料发色的基本原理以及化学结构与其应用性能之间的关系。同时介绍了无机颜料和有机颜料、禁用染料及其代用染料以及天然染料、功能染料等相关内容。

本书可作为高等职业、中等职业染整技术专业基础课教材,印染企业培训教材,也可作为印染企业及染料生产企业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

染料化学/路艳华,张峰主编.—北京:中国纺织出版社,2005.11

全国纺织高职高专规划教材

ISBN 7-5064-3408-3/TS·1988

I.染… II.①路… ②张 III.染整—染料化学—高等学校:技术学校—教材 IV.TS190.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 108367 号

策划编辑:冯 静 责任编辑:阮慧宁 特约编辑:贾 超
责任校对:楼旭红 责任设计:何 建 责任印制:黄 放

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

http://www.c-textilep.com

E-mail:faxing@c-textilep.com

三河新科印刷厂印刷 各地新华书店经销

2005 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.5

字数:251 千字 印数:1—4000 定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

序

翻开中国教育史,早在19世纪60年代,在清政府的洋务运动中,就已经孕育出职业教育的胚芽。民国初年,职业教育得到了初步发展。新中国成立之后,我国的职业教育才进入了一个新的历史时期,建立了社会主义职业教育体系,为我国国民经济的恢复、发展和工业基础的奠定做出了历史性的贡献。然而,由于当时对职业教育缺乏准确的界定和社会对职业教育的认可程度不高,阻碍了职业教育的发展。随着我国社会、经济的不断发展和教育改革的逐步深入,职业教育的地位才逐步被社会、国家所重视。特别是1996年和1998年,当时的国家教委和后来的教育部先后提出“三改一补”和“三多一改”的大力发展高等职业教育的方针,全国高等职业院校才如雨后春笋般地发展起来。

纺织高等职业技术学院就是在这样的背景下建立和发展起来的,目前已发展成为纺织行业各类教育中一支重要的教育体系。

为了使纺织高等职业技术教育健康稳步发展,中国纺织服装教育学会高职高专教学工作委员会按照《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》的有关要求,在制定了纺织高职高专专业目录(指南)的基础上,召开了专门工作会议,成立了六个专业教学指导委员会和相关教材编写委员会,并与中国纺织出版社和东华大学出版社一道规划了纺织高职高专首批教材三十余种。在中国纺织服装教育学会高职高专教学工作委员会的直接领导下,在全国纺织高职高专院校、中国纺织出版社和东华大学出版社的积极支持参与下,在各个教材编写委员会的共同努力下,终于完成了首批纺织高职高专全国统编教材,以期满足纺织高职高专院校教学的需要。

尽管有如此众多的单位、院校、部门和众多的专家、教授、学者的共同努力,但仍不能说这套教材已经尽善尽美,错误及不准确之处在所难免。希望广大同行、教师和使用及时提出宝贵意见,以期提高这套教材的整体质量。

中国纺织服装教育学会
高职高专教学工作委员会

全国高职高专染整专业教材编写委员会

主任委员 夏建明

副主任委员 杭伟明 蔡苏英

委 员 (按姓氏笔画排序)

于松华	王 宏	王淑荣	田 丽	刘妙丽	杨蕴敏
李振华	李锦华	沈志平	张 峰	陈祝军	陈晓玉
林 杰	林细姣	杭伟明	郑光洪	夏 冬	夏建明
曹修平	谢 冬	路艳华	蔡苏英	廖选亭	戴桦根

前言

《染料化学》是按中国纺织服装教育学会高职高专染整专业教学工作委员会 2004 年通过的编写大纲编写的专业教材。该教材是根据染整技术专业高职高专教育的特点,由编者及作者们经过多年的教学实践,在吸取有关院校教学经验的基础上集体完成的。本教材在内容的安排上充分考虑了高职高专学生的特点,吸收了原有教材的优点,并更加注重实用性。全书共分十五章,第一章由咎惠云执笔;第二章、第八至第十章由郑向红执笔;第三、第四、第六章由周家伟执笔;第五、第七、第十二至第十四章由孟春丽执笔;第十一章由路艳华执笔;第十五章由张峰执笔。本书由路艳华和张峰统稿。

本书在编写及审阅过程中,中国纺织服装教育学会染整分会的夏建明主任、郑光洪教授等专家提出了许多建设性的意见,苏州大学程万里教授详细评阅了整个书稿,并提出许多宝贵建议,使这一教材更加趋于完善。同时,辽东学院李成勤教授、林杰老师,苏州大学的林红老师也为本书的编写提供了许多帮助。此外,书中还参考了其他教材的内容及一些现有的资料,在此一并致以诚挚的谢意。

由于染料科学的迅速发展,专业教学改革工作又带有很强的复杂性和探索性,同时限于编者学识水平和经验,本书在反映这些新成果时可能会有所疏漏及错误,不当之处敬请读者批评指正。

编者
2005 年 5 月

目录

第一章 绪论	1
第一节 染料概述	1
一、染料的基本概念 / 1	
二、染料的历史沿革 / 1	
三、染料品种多样性的原因 / 3	
第二节 染料的分类和命名	4
一、染料的分类 / 4	
二、染料的命名 / 7	
三、染料索引 / 10	
第三节 染料的质量指标	10
一、染料的染色牢度 / 10	
二、商品染料的质量指标 / 11	
思考题	12
第二章 染料的颜色与结构的关系	13
第一节 光和色的基本概念	13
一、光的概念 / 13	
二、关于物体颜色的概念 / 14	
第二节 染料的发色理论	15
一、早期发色理论 / 15	
二、近代发色理论 / 16	
第三节 染料分子结构与颜色的关系	16
一、共轭双键系统与染料颜色的关系 / 16	
二、染料分子的同平面性对颜色的影响 / 17	
三、共轭双键系统上极性基团对染料颜色的影响 / 18	
第四节 外界条件对吸收光谱的影响	18
一、溶剂性质的影响 / 18	

二、染料浓度的影响 / 19	
三、温度的影响 / 19	
四、pH值的影响 / 19	
思考题	20
第三章 直接染料	21
第一节 引言	21
第二节 直接染料的类型	21
一、直接染料 / 21	
二、直接耐晒染料 / 24	
三、直接铜盐染料 / 25	
四、直接重氮染料 / 26	
第三节 直接染料的结构与性能的关系	26
一、直接染料的分子结构与颜色 / 26	
二、直接染料的分子结构与直接性 / 28	
三、直接染料的分子结构与耐光牢度 / 29	
第四节 直接染料的发展	30
一、涤/棉、涤/粘一浴一步法染料 / 30	
二、直接交联染料 / 30	
思考题	31
第四章 酸性染料、酸性媒染染料及酸性含媒染料	32
第一节 引言	32
第二节 酸性染料的结构类型	33
一、偶氮酸性染料 / 33	
二、蒽醌酸性染料 / 34	
三、三芳甲烷及咕吨酸性染料 / 35	
第三节 酸性染料的分子结构与性能的关系	36
一、酸性染料的分子结构与颜色 / 36	
二、酸性染料的分子结构与匀染性能 / 37	
三、酸性染料的分子结构与湿处理牢度 / 37	
四、酸性染料的分子结构与耐光性能 / 39	
第四节 酸性媒染染料和酸性含媒染料	39

一、酸性媒染染料 / 39	
二、酸性含媒染料 / 42	
思考题	43
第五章 不溶性偶氮染料	45
第一节 引言	45
第二节 色酚	45
一、色酚的分类 / 45	
二、色酚的化学性质 / 47	
第三节 色基与色盐	48
一、色基 / 48	
二、色盐 / 49	
第四节 不溶性偶氮染料结构与性能的关系	51
一、不溶性偶氮染料的分子结构与颜色 / 51	
二、不溶性偶氮染料的分子结构与牢度 / 51	
第五节 稳定不溶性偶氮染料	54
一、快色素 / 54	
二、快胺素和中性素 / 54	
三、快磺素 / 54	
思考题	55
第六章 活性染料	56
第一节 引言	56
第二节 活性染料的结构及性能	56
一、活性染料的结构 / 56	
二、活性基团 / 57	
三、染料母体 / 62	
四、活性染料的性能指标 / 63	
第三节 活性染料与纤维的染色机理	65
一、纤维素纤维的染色机理 / 65	
二、影响活性染料与纤维素纤维反应速率的因素 / 66	
三、蛋白质纤维的染色机理 / 68	
第四节 活性染料的发展	69

一、纤维素纤维用活性染料的发展 / 69	
二、蛋白质纤维用活性染料的发展 / 72	
三、合成纤维及混纺纤维用活性染料的发展 / 72	
思考题	74
第七章 还原染料	75
第一节 引言	75
第二节 还原染料的结构类型	75
一、靛族染料 / 75	
二、稠环酮类染料 / 78	
第三节 还原染料分子结构与性能的关系	87
一、隐色体的分子结构与颜色 / 87	
二、隐色体的分子结构与溶解度 / 88	
三、还原染料的分子结构与副反应 / 88	
四、还原染料的结构与直接性 / 91	
五、还原染料的结构与光敏脆损性 / 91	
第四节 可溶性还原染料	92
思考题	93
第八章 硫化染料	95
第一节 引言	95
第二节 硫化染料的结构及主要类型	96
一、硫化染料的结构 / 96	
二、硫化染料的主要类型 / 96	
第三节 硫化染料的性质	98
一、硫化染料的染色过程 / 98	
二、硫化染料的还原溶解 / 98	
三、硫化染料隐色体的直接性 / 99	
四、硫化染料隐色体的氧化 / 99	
五、硫化染料染色后织物的性质 / 99	
六、硫化染料的鉴别 / 100	
第四节 缩聚染料	100
一、缩聚染料概述 / 100	

二、缩聚染料的结构 / 100	
思考题	101
第九章 阳离子染料	102
第一节 引言	102
一、概述 / 102	
二、腈纶与阳离子染料 / 102	
三、酸改性聚酯纤维与阳离子染料 / 103	
第二节 阳离子染料的结构与性能	104
一、隔离型阳离子染料 / 104	
二、共轭型阳离子染料 / 105	
三、新型阳离子染料 / 110	
第三节 阳离子染料的性质	113
一、阳离子染料的溶解性 / 113	
二、阳离子染料对 pH 值的敏感性 / 113	
三、阳离子染料的配伍性 / 113	
四、阳离子染料的耐光性能 / 114	
第四节 阳离子染料的发展	115
一、改善染料的耐光牢度 / 115	
二、改善染料的匀染性 / 115	
三、高性能的新型阳离子染料 / 116	
四、环保型阳离子染料 / 116	
思考题	117
第十章 分散染料	118
第一节 引言	118
第二节 分散染料的结构类型	119
一、偶氮型分散染料 / 119	
二、蒽醌型分散染料 / 119	
三、其他类型分散染料 / 121	
第三节 分散染料的基本性质	123
一、溶解特性 / 123	
二、结晶现象 / 123	

三、染色特性 / 124	
第四节 分散染料结构与性能的关系	124
一、分散染料的分子结构与颜色 / 124	
二、分散染料的分子结构与耐升华牢度 / 128	
三、分散染料的分子结构与耐光牢度 / 130	
第五节 分散染料的成品处理	132
第六节 分散染料的发展	134
一、混合染料 / 134	
二、转移印花用分散染料 / 135	
三、液体分散染料 / 136	
四、涤纶混纺—浴染料 / 136	
五、涤纶超细纤维用分散染料 / 137	
思考题	140
第十一章 天然染料	142
第一节 引言	142
一、天然染料的优点 / 142	
二、天然染料存在的问题 / 142	
第二节 天然染料的分类及性质	143
一、叶绿素类 / 143	
二、类胡萝卜素类 / 143	
三、类黄酮类 / 144	
四、鞣质(单宁) / 145	
五、醌类 / 145	
六、生物碱类 / 146	
七、吲哚类 / 146	
八、其他类 / 146	
第三节 天然染料的发展	146
思考题	147
第十二章 颜料	148
第一节 引言	148
第二节 有机颜料	149

一、有机颜料的结构类型 / 149	
二、有机颜料的结构与性能的关系 / 154	
第三节 无机颜料	156
一、氧化物类颜料 / 156	
二、硫化物类颜料 / 158	
三、铬酸盐类颜料 / 158	
四、群青 / 158	
五、炭黑 / 159	
六、特殊颜料 / 159	
思考题	160
第十三章 荧光增白剂	161
第一节 引言	161
第二节 荧光增白剂的增白原理	161
第三节 常用的荧光增白剂	162
一、二苯乙烯型荧光增白剂 / 162	
二、香豆满酮类 / 163	
三、含氮杂环类 / 164	
四、苯二甲酰亚胺型荧光增白剂 / 166	
思考题	166
第十四章 禁用染料及其代用	167
第一节 引言	167
第二节 禁用染料	170
一、含有致癌芳香胺的禁用染料 / 170	
二、致敏染料 / 176	
三、致癌染料 / 176	
第三节 代用染料	177
一、直接染料 / 177	
二、酸性染料 / 179	
三、分散染料 / 179	
四、活性染料 / 180	
第四节 纺织品上禁用染料的检测方法	180

染料化学

一、样品制备 / 180	
二、定性分析方法 / 181	
三、禁用染料检测新方法 / 182	
思考题	183
第十五章 功能染料	184
第一节 引言	184
一、变色异构染料 / 184	
二、能量转化染料 / 184	
三、信息及显示记录用染料 / 184	
四、生化及医用染料 / 184	
五、化学反应用染料 / 184	
第二节 功能染料的应用	185
一、热变色染料和颜料 / 185	
二、光变色染料 / 189	
三、荧光染料和颜料 / 191	
四、近红外吸收和伪装染料 / 193	
思考题	195
主要参考文献	196

第一章 绪论

第一节 染料概述

一、染料的基本概念

跨入新世纪,我们的生活更加绚丽多姿。色彩鲜艳、图案美丽的纺织品,五光十色、色彩斑斓的塑料制品,印制精美、光彩夺目的各色广告单和画报等,让人眼花缭乱、美不胜收。这里有一种有色的物质——着色剂功不可没,将它施加于另一无色物质(如纤维、塑料、纸张)上,我们就拥有了多彩的世界。

着色剂可分为染料和颜料两种。所谓染料是指采用适当的方法,能使纤维或其他物质染成鲜艳而坚牢颜色的有色有机物质。染料可以溶解于水或其他溶剂,或者可以转变成液态而染色,或者经后处理成为分散状态而被应用。往往某种染料仅能使某些纤维染色,而另一些纤维则不能。也有些可溶性的染料,转变成不溶于水的色淀沉积在纤维内部。另有一些染料,是用中间体直接在纤维上生成的。颜料是不溶于水的有色物质,经适当处理后能粘附在物体表面而着色。颜料对哪种纤维都可以着色,但是因其只在表面,故不耐磨。

染料与颜料的主要区别在于:染料可以溶解于水或分散于染色介质(如水)中,并可扩散到纤维的内部,与纤维以某种结合力相结合,作为纺织纤维染色之用;而颜料不溶于水,主要用于制造油墨或涂料等。但是随着科学技术的飞速发展,以是否溶于水来区别染料和颜料,其局限性已可见一斑。

染料与颜料的共同点在于:具有深浓的颜色和较高的化学稳定性;能以方便的方法,使被染物体着色;具有使用要求的坚牢度。

染料主要用于纤维和织物的染色,如棉、麻、毛、丝、毛皮和皮革以及再生纤维,合成纤维如涤纶、锦纶、维纶、腈纶等。此外,亦广泛应用于橡胶制品、塑料、油脂、油墨、墨水、照相材料、印刷、造纸、食品、医药等方面。染料在医药方面作为细胞的染色物质,近年来还应用于阐明蛋白质结构、探索酶的活性等,具有较好的发展前景。颜料则主要用于油墨、涂料、橡胶、塑料、搪瓷和文具用品等。颜料在纺织品印花和染色中的使用已不容忽视,因此,本书将对有机颜料的结构、性能及应用做详细介绍。

二、染料的历史沿革

关于染料的历史,可追溯到约 5000 年前,那时人们已略知染色技术。中国和印度可能在公

元前 2500 年已经开始染色,我国马王堆汉墓出土的丝绸制品证明当时我们的祖先已经掌握了先进的染色技术。公元前 1400 年的亚麻布已能染成较齐全的色彩。公元前 150 年人们已能在织物上将红、黄、蓝三原色的染料配成第二级及第三级的色调。东方出产的地毯颜色和花样的绚丽多彩,在 16 世纪已登峰造极。

从上古直至 19 世纪中叶所用的染料大多来源于植物。许多染料对纤维没有直接的上色作用,而用铝、铜、铁等金属盐溶液处理,在染色过程中沉淀于纤维上的金属媒染剂与染料反应,生成不溶于水的复合物,这种染色技术称为媒染,其颜色取决于媒染剂。如今仍应用的苏木(Logwood)产自南美洲,由它的浸出物苏木精(Haematein)和重铬酸钾一起媒染,可染得黑色。天然靛蓝原以化学的结合状态(靛蓝配糖体)存在于木蓝属和菘蓝属植物内,经过长时间的发酵过程,才变成靛蓝染料隐色体,可对棉和毛直接染色。由于多数天然染料颜色不够鲜艳,自从 19 世纪中叶合成染料问世以来,逐渐失去其重要性。

自 1856 年英国化学家伯琴(W. H. Perkin)发现苯胺紫以来,开创了合成染料的新纪元。1862 年 P. Griess 发现了偶氮染料,其逐渐成为染料家族中的一大成员。目前在“绿色消费”浪潮冲击下,有些偶氮染料已被禁用(本书第十四章将详细阐述)。1884 年第一只染棉的直接染料——刚果红问世,可以直接上染纤维素纤维,而无需媒染。冰染染料出现于 1911 年。分散染料则随着合成纤维的问世于 1923 年出现,当时主要解决了醋酸纤维的染色问题。1936 年酞菁染料的发现,使各种翠绿、翠蓝色的颜料和染料颜色更加鲜艳。恰逢伯琴发明合成染料 100 周年后的 1956 年,第一种可以与纤维反应形成共价键结合的活性染料问世。

自从 1856 年迄今一百多年以来,各国生产了各种不同的染料、颜料,品种约七千余种。其中各国经常生产的品种也有二千多种,分别满足纺织、塑料、油墨、涂料、橡胶、造纸等行业的需要。

解放前我国的染料工业相当落后,只能生产少数几个品种。解放后发展迅速,相继建立了大型的综合性染料厂,生产的染料品种逐年增多。并且对染料生产中的环境保护问题予以高度重视,在改革工艺路线、采用无毒或低毒原料、对“三废”进行综合治理以及发展染料新品种等方面取得了有效成果,但是与世界发达国家相比尚有差距。

近几年来,我国的染料产量已跃居世界首位,约占世界染料产量的 1/3。目前已能生产的染料品种超过 1200 个,其中常年生产的品种约 600 个。品种过百的染料有分散染料、活性染料和酸性染料。我国可生产的有机颜料品种约 240 个,经常生产的品种有 120 个。此外,进入新世纪以来,我国染料、颜料新品种的开发速度明显加快,新品种不断涌现,国外所有已生产的染料、颜料类别我国均已投入工业化生产。同时,我国染料、颜料的质量也有了很大提高,不少产品的质量已经达到或接近国外同类产品水平。

三、染料品种多样性的原因

(一) 满足多种纤维染色的需要

染料主要用于纺织纤维的染色和印花。目前,应用较为广泛的纤维材料有下列几种:

- (1)天然纤维:羊毛、蚕丝、兔毛、驼毛、棉、麻。
- (2)再生纤维:粘胶纤维、天丝、竹纤维等。
- (3)合成纤维:涤纶、锦纶、丙纶、维纶、氯纶、腈纶、氨纶等。
- (4)金属纤维:电氧化铝丝(俗称金丝、银丝)。

由于各种纤维的结构和性能不同,染色时需要的染料也不同。如活性染料可以使棉纤维染得鲜艳而坚牢的颜色,却不能使涤纶着色;分散染料很好地解决了涤纶的染色难问题。如果染色时选用染料不当,就会出现牢度差或染不上颜色,甚至损伤纤维的现象。若使用适合羊毛纤维染色的酸性染料染棉纤维,就会出现不能染色、染色牢度差甚至损伤棉纤维的现象。

在实际使用中,单一纤维的纺织品,可用单一类别的染料染色。混纺或交织织物则需根据不同的要求来选择染料。如混纺织品染单色时,要用不同类别的染料分别染不同性质的纤维,使所得的颜色和牢度一致;交织物染双色时(如闪光织物),则可采用两种纤维染成不同的颜色或只染一种纤维的方法。

(二) 满足多种颜色的需要

我国国土辽阔,民族众多。要使生产的染料能满足各地区、各民族及外销商品对颜色的要求,应有齐全的色谱。例如,常见的蓝色就有翠蓝、湖蓝、艳蓝、蓝、深蓝等各种色调;还有红光蓝、黄光蓝、绿光蓝等区别。使使用起来更加方便、快捷。

此外,纺织用的纤维品种很多,既要有适于各种纤维染色用的染料,又要有各自配套的色谱,这就需要生产相当数量的染料品种,才能满足客观实际的需要。

(三) 适应多种印染工艺的要求

在纺织品上使用染料,主要有染色和印花两种方法。

常用的染色方法,有适于小批量间歇生产的卷染染色法,也有适于大批量连续生产的绳状轧染染色法。对合成纤维,如涤纶或其混纺织品的染色,有热熔染色法、高温高压染色法、载体染色法和纯涤纶的原液染色法等。

印花工艺中有直接印花、防染印花、拔染印花,也有涂料印花、转移印花等。

不同的印染方法,对染料都有不同的要求,并要有相应的配套品种与之适应。例如涤纶染色,如果采用热熔染色,则需要选择耐升华牢度高的染料,否则就会污染设备和布匹。但若采用高温高压染色法,一般情况下对染料的耐升华牢度要求则不很高。

(四) 满足多种用途的要求

染料和颜料除用于各种纺织纤维染色外,还广泛地应用在造纸、塑料、皮革、橡胶、食品、涂料和油墨等方面。