



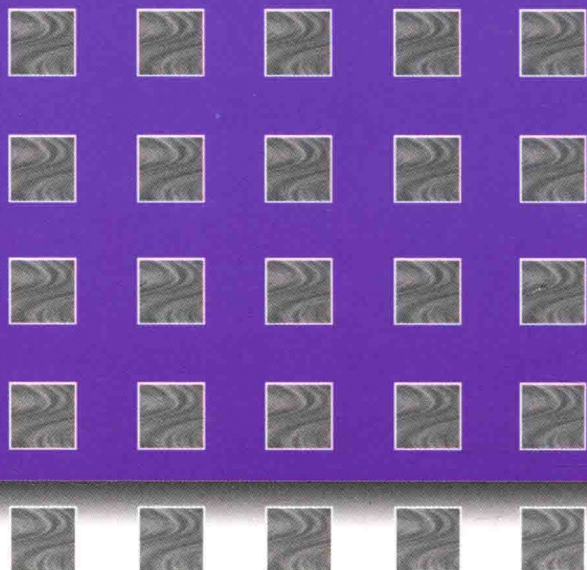
“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

染料化学

第②版

◎ 何瑾馨 主编

RANLIAO HUAXUE



 中国纺织出版社



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

染料化学

(第2版)

何瑾馨 主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书按照染料的应用分类,叙述了各类染料(包括天然染料)、颜料和荧光增白剂的基本特性和应用范畴;着重阐述染料的化学结构与其应用性能和颜色坚牢度的关系、染料应用中涉及的化学反应及其影响因素;同时,介绍了染料及其中间体合成中的一些主要化学反应。

本书为轻化工程(纺织化学和染整工程方向)的专业基础教材,同时也可供轻化工程、应用化学和纺织工程专业的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

染料化学/何瑾馨主编. --2版. --北京:中国纺织出版社,2016.11

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978-7-5180-2910-5

I. ①染… II. ①何… III. ①染料化学—高等学校—教材 IV. ①TQ610.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 208441 号

责任编辑:范雨昕 责任校对:王花妮
责任设计:何 建 责任印制:何 建

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

销售电话:010—67004422 传真:010—87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 <http://weibo.com/2119887771>

三河市延风印装有限公司印刷 各地新华书店经销

2009 年 1 月第 1 版 2016 年 10 月第 2 版第 7 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 20.25

字数: 436 千字 定价: 50.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

第 2 版前言

编写《染料化学》的初衷是为了提高我国印染行业技术人员的理论水平和高等院校轻化工程专业(染整工程方向)学生理论联系实际的能力,并为刚进入印染行业的技术人员提供比较全面的染料化学基础知识。本教材自 2009 年 1 月出版发行以来已印刷多次,受到了读者的欢迎并于 2011 年获得上海市普通高校优秀教材一等奖;《染料化学》作为国内轻化工程专业基础课的主要教材,现在市场仍有需求,我们深感欣慰,同时也感谢广大读者对本教材的肯定。

《染料化学》第 1 版发行至今已有八年。在这期间,科学与技术飞速发展,并取得了空前的进步,染料和印染行业出现了不少新概念、新技术、新工艺及新产品,再版时我们本着“夯实基础,拓宽口径,提高素质,强化能力”的基本原则,尽可能将这些内容补充在相关章节中,以体现学科发展与人才需求的时代特征,注重生态纺织标准和检测等领域的交叉渗透,使学生能适应现代纺织染整工程与多学科高度融合发展的趋势。同时,考虑到现有课程体系的完整性和少学时教学的需要,我们保留了教材构架,对部分章节的内容进行了增删和调整。

《染料化学》再版时,我们还对第 1 版存在的错误进行了修改。但由于作者水平所限,难免仍有错误与不妥之处,敬请读者批评指正。

本教材的再版得到了中国纺织出版社范雨昕的热情支持和帮助。东华大学董霞副教授和本人指导的博士研究生王振华、瞿建刚、张宾和张韡参与了资料的收集和教材的修订工作;华东理工大学的沈永嘉教授审定了相关章节的修改稿,在此深表感谢。

编者
2016 年 5 月

第 1 版前言

自 1856 年英国 W. H. Perkin 发明苯胺紫以来,染料的合成及其应用性能的研究随着现代有机化学、胶体化学、物理化学和量子化学等学科的发展历经 150 多年。合成染料现已能满足各类天然纤维和合成纤维的印染要求,染料研究的重点已从新染料的研发向生态友好合成技术、功能染料和染料商品化加工技术方向转移。

我国是纺织品和纺织化学品的生产大国,染整加工在提升纺织品的品质,增加其附加值和市场竞争力等方面发挥着重要作用。“染料化学”课程是轻化专业的专业基础课程。从 20 世纪 80 年代起,国内轻化工程专业的染料化学教材主要采用由东华大学王菊生教授主编的《染整工艺原理》第三册,内容包括染料化学及染色原理和工艺的有关内容。2002 年,受教育部轻工与食品学科教学指导委员会轻化工程专业教学指导分委员会的推荐,作者负责主编了《染料化学》教材并于 2004 年 7 月由中国纺织出版社正式出版。教材较好地体现了轻化专业“染料化学”课程的教学要求,为国内众多相关院校选用。2006 年,由教育部轻工与食品学科教学指导委员会轻化工程专业教学指导分委员会推荐,《染料化学》列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

在《染料化学》教材的编写过程中,作者力求保持《染料化学》教材固有的教学体系和基础理论,充分反映轻化专业多学科交叉的特点和显著的行业应用特性以及节能减排生态染整的时代要求。教材编写遵循“基础、创新和发展”的主导思想,注重当今新知识、新概念和新方法、新技术的引入,并提出作者或他人的创新性观点,建议今后进一步发展的方向。在有限的教学时间里,使学生对“染料化学”课程的精粹和当前发展有一个简明扼要的认识,对染料化学的研究方法和研究方向有所了解,以拓宽学生的知识面。

作者根据轻化专业人才培养的目标,对专业所需知识点进行了进一步的梳理,在反映专业发展前沿的同时增加了实用性的教学内容,加强了与后续专业课程间的衔接;教材编写注重理论联系实际,把对学生应用能力的培养融汇于教材之中,并贯穿始终。

在教材内容的安排上,第一章“染料概述”中,以适当的篇幅介绍了功能染料及其在纺织染整加工中的应用。为保持教材的系统性和完整性,精简后续各章染料合成的教学内容,保留了第二章“中间体及重要的单元反应”。第二章除了简明扼要地介绍染料中间体合成中主要采用的亲电取代、亲核置换和成环缩合等反应机理及其在染料中间体合成中的作用外,还详细介绍了磺化、硝化、卤化、氨化、羟基化、还原、氧化、烷基化、考尔培(Kolbe)、弗-克(Friedel-Crafts)等反应在中间体合成中的反应机理、合成方法以及引入这些取代基的目的。重点阐述了重氮化和偶合反应的机理及其影响反应的各种因素,给出了各类芳胺的重氮化方法,以方便学生自学不溶性偶氮染料等章节。在第三章“染料的颜色和结构”中,阐述了染料对光的吸收和

吸收光谱曲线、吸收光谱曲线的量子概念以及染料颜色与分子结构的关系和外界条件的影响,对分子轨道等量子化学理论仅作一般介绍。在新增的第四章“染料的光化学反应及光致变色色素”中,结合编者近年来的科研工作,较系统地描述了染料的各种光化学反应及其影响染料光褪色的因素;同时,根据功能色素在纺织印染行业应用发展的需要,介绍了各类光致变色色素。结合生态纺织品发展的需要,增编了第十四章“天然染料”。按照染料的应用分类,在随后的各类染料章节中,叙述了各类染料,包括颜料和荧光增白剂的基本结构特性、分类和应用范畴。在这些章节中,除了一般介绍各类染料的主要合成途径外,还着重阐述了染料的化学结构与其应用性能和颜色坚牢度的关系、染料应用中所涉及的化学反应及其影响因素,包括重氮和偶合反应(不溶性偶氮染料)、氧化和还原反应(还原染料)、亲核取代和亲核加成反应(活性染料)。因此,教材的教学重点应放在染料应用性能的概述及其在应用过程中所涉及的化学反应,以增强教材的实际参考价值。作者还增加了相关领域的最新综述性阅读材料,在体现严谨求实的科学态度的同时,注重引导学生扩展对专业文献的阅读量。

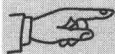
为了方便教学,在第五章至第八章分别阐述了用于纤维素纤维染色的直接染料、不溶性偶氮染料、还原染料和硫化染料;第九章和第十章阐述了用于蛋白质纤维染色的酸性染料和酸性媒染与酸性含媒染料;而活性染料的教学内容放在第十一章,主要基于如下考虑:活性染料的母体染料主要选自酸性染料,便于阐述活性染料母体结构与应用性能的关系;有利于阐述活性染料对纤维素纤维和蛋白质纤维这两类纤维的染色机理;有利于简化活性染料合成的教学。

本书第十五章和第十六章由华东理工大学沈永嘉教授编写;第六章和第十三章主要参考西安工程大学李质和教授编写的内容,由南通大学王春梅副教授作补充修订。其余各章由东华大学何瑾馨教授编写并负责全书的统稿和修订工作。东华大学青年教师俞丹、刘栋良以及研究生薛旭婷、庄德华、李玲等参加了部分章节的编写和资料收集工作。

由于本教材的内容涉及面较广,且限于编者的水平,谬误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2008年10月于东华大学松江校区



课程设置指导

课程名称:染料化学

适用专业:轻化工程专业

总学时:32~42

理论教学课时数:32~42

课程性质

本课程是轻化工程专业基础课

课程目的

通过课程学习,使学生获得染料、颜料和荧光增白剂的基本知识及其相关的合成途径;掌握染料结构与颜色以及应用性能间的关系、染料应用中涉及的化学反应及其影响因素;了解染料和颜料的发展趋势(功能染料、商品化加工技术和生态纺织化学品等),为学习染整工艺原理打下扎实的基础。

课程教学基本要求

教学环节包括课堂教学、专题或读书报告、作业及考试。实践教学包含在染整专业实验和工厂实习课程中。

1. 课堂教学:课堂教学遵循“基础、创新和发展”的主导思想,注重当今新知识、新概念和新方法、新技术的引入,使学生对“染料化学”课程的精髓和当前发展有一个简明扼要的认识,对染料化学的研究方法和研究方向有所了解,以拓宽学生的知识面。同时,教学中应注重对学生应用能力与创新能力的培养。教学时可根据课程的学时数增删标注“自学”的章节,并鼓励学生自学。

2. 作业:作业布置既重视基本理论与各章知识点,更要重视相关的拓展阅读资料和发展前沿,加强对学生综合素质与创新能力的培养。

3. 考试:期末安排一次考试,采用闭卷笔试。课程成绩考试由作业(10%)、专题报告(10%)和期末考试(80%)组成。



教学学时分配

章目	讲授内容	学时分配
第一章	染料概述	2
第二章	中间体及重要的单元反应	6
第三章	染料的颜色和结构	4
第四章	染料的光化学反应及光致变色色素	自学
第五章	直接染料	2
第六章	不溶性偶氮染料	自学
第七章	还原染料	2
第八章	硫化染料	自学
第九章	酸性染料	2
第十章	酸性媒染染料与酸性含媒染料	2
第十一章	活性染料	4
第十二章	分散染料	4
第十三章	阳离子染料	2
第十四章	天然染料	自学
第十五章	有机颜料	2
第十六章	荧光增白剂	自学
合计		32

第一章 染料概述	1
第一节 有机染料与颜料的概念	1
第二节 有机染料的发展史	1
第三节 染料的分类及命名	2
一、染料的分类	2
二、染料的命名	4
第四节 染料的商品化加工	6
第五节 染色牢度	6
第六节 《染料索引》简介	8
第七节 禁用染料	9
一、偶氮染料	9
二、致敏染料	11
三、致癌染料	12
拓展阅读:功能染料概述	12
复习指导	16
思考题	16
参考文献	17
第二章 中间体及重要的单元反应	18
第一节 引言	18
第二节 重要的单元反应	19
一、磺化反应	19
二、硝化反应	20
三、卤化反应	21
四、胺化反应	22
五、羟基化反应	24
六、烷基化和芳基化反应 (Friedel - Crafts 反应)	26
七、考尔培 (Kolbe - Schmitt) 反应	27
八、氨基酰化反应	28
九、氧化反应	28

十、成环缩合反应·····	29
第三节 常用苯系、萘系及蒽醌系中料·····	30
一、苯系中料·····	30
二、萘系中料·····	32
三、蒽醌系中料·····	33
第四节 重氮化和偶合反应·····	35
一、重氮化反应·····	35
二、偶合反应·····	40
拓展阅读:非诱变性染料中料研究进展·····	43
复习指导·····	46
思考题·····	47
参考文献·····	48
 第三章 染料的颜色和结构·····	49
第一节 引言·····	49
第二节 吸收现象和吸收光谱曲线·····	50
一、颜色和吸收·····	50
二、吸收定律·····	50
三、吸收光谱曲线·····	51
第三节 吸收光谱曲线的量子概念·····	52
一、吸收波长和能级·····	53
二、吸收强度和选律·····	54
第四节 染料的颜色和结构的关系·····	57
一、共轭双键系统·····	57
二、供电子基和吸电子基·····	59
三、分子的吸收各向异性和空间位阻·····	61
第五节 外界条件对吸收光谱的影响·····	62
复习指导·····	64
思考题·····	64
参考文献·····	65
 *第四章 染料的光化学反应及光致变色色素·····	66
第一节 染料的光化学反应·····	66
一、光致异构化反应·····	67
二、光致氧化—还原反应·····	68
三、光敏反应·····	73

第二节 影响染料光褪色的因素	75
一、光源与照射光的波长	75
二、环境因素	76
三、纤维的化学性质与结构	77
四、染料与纤维的键合强度	77
五、染料的化学结构	78
六、染料浓度与聚集态	80
七、汗液在染料光褪色中所起的作用	80
八、整理剂的影响	82
第三节 光致变色色素	83
一、有机光致变色色素	83
二、光致变色色素的应用	86
复习指导	87
思考题	87
参考文献	87
 第五章 直接染料	91
第一节 引言	91
第二节 直接染料的发展	91
第三节 直接染料的结构分类	93
一、直接染料	93
二、直接耐晒染料	95
三、直接铜盐染料	98
四、直接重氮染料	100
五、直接交联染料	101
六、直接混纺染料	101
第四节 直接染料的染色性能	102
复习指导	105
思考题	105
参考文献	106
 * 第六章 不溶性偶氮染料	108
第一节 引言	108
第二节 色酚	109
一、2-羟基萘-3-甲酰芳胺及其衍生物	109
二、乙酰乙酰芳胺(β -酮基酰胺)衍生物	112

三、其他邻羟基芳甲酰芳胺类	112
四、色酚与纤维的直接性	113
第三节 色基和色盐	115
一、色基	115
二、色盐	117
第四节 印花用稳定的不溶性偶氮染料	119
一、快色素染料	119
二、快磺素染料	119
三、快胺素染料	120
四、中性素染料	121
复习指导	121
思考题	122
参考文献	122
 第七章 还原染料	123
第一节 引言	123
第二节 还原染料的发展	123
第三节 还原染料的分类、结构和性质	125
一、蒽醌类还原染料	125
二、靛族类还原染料	129
三、稠环类还原染料	131
四、可溶性类还原染料	134
第四节 还原染料的还原原理	135
一、染料隐色体	135
二、隐色体电位	136
三、还原速度	137
四、过度还原现象	140
第五节 还原染料的光敏脆损作用	140
一、还原染料的光敏脆损现象	140
二、还原染料的光敏脆损作用与其结构的关系	141
复习指导	143
思考题	143
参考文献	144
 *第八章 硫化染料	145
第一节 引言	145

第二节 硫化染料的制造方法和分类	146
一、硫化染料的制造方法	146
二、硫化染料的分类	147
第三节 硫化染料的染色机理	150
一、染料的还原溶解	150
二、染液中的染料隐色体被纤维吸着	151
三、氧化处理	151
四、后处理	151
第四节 缩聚染料	152
一、缩聚染料概述	152
二、缩聚染料的结构	152
复习指导	152
思考题	153
参考文献	153
第九章 酸性染料	154
第一节 引言	154
第二节 酸性染料的化学结构分类	155
一、偶氮类酸性染料	155
二、蒽醌类酸性染料	159
三、其他酸性染料	162
第三节 酸性染料结构与应用性能的关系	165
一、染料分子结构与耐光性能的关系	165
二、染料分子结构与湿处理坚牢度的关系	167
三、染料分子结构与匀染性能的关系	168
第四节 酸性染料的发展趋势	169
一、发展现有染料的新剂型	169
二、开发含杂环基团的新型酸性染料	170
三、开发新型染色匀染剂	170
四、锦纶专用酸性染料的进展	170
五、酸性染料的应用领域	171
复习指导	171
思考题	171
参考文献	172

第十章 酸性媒染染料与酸性含媒染料	174
第一节 引言	174
第二节 酸性媒染染料的结构分类	175
一、偶氮类酸性媒染染料	175
二、蒽醌酸性媒染染料	178
三、三芳甲烷类酸性媒染染料	178
四、氧蒽类酸性媒染染料	180
第三节 酸性媒染染料和铬离子的络合反应	180
第四节 酸性含媒染料的结构	181
复习指导	185
思考题	185
参考文献	186
 第十一章 活性染料	 187
第一节 引言	187
第二节 活性染料的发展	188
第三节 活性染料的结构及性能	189
一、活性染料的结构	189
二、活性基团	190
三、染料母体	194
四、桥基	194
五、活性染料的性能指标	194
第四节 活性染料的合成	196
一、含氮杂环活性染料	196
二、乙烯砷型活性染料	199
三、含复合(多)活性基的活性染料	201
第五节 活性染料与纤维的固色机理	202
一、纤维素纤维的固色机理	202
二、影响活性染料与纤维素纤维反应速率的因素	206
三、蛋白质纤维的染色机理	209
第六节 活性染料和纤维间共价键的稳定性	210
第七节 节能减排型活性染料	212
复习指导	212
思考题	213
参考文献	214

第十二章 分散染料	216
第一节 引言	216
第二节 分散染料的结构分类和商品加工	218
一、分散染料的结构分类	218
二、分散染料的商品化加工	222
第三节 分散染料的基本性质	224
一、溶解特性	224
二、结晶现象	225
三、染色特性	225
第四节 分散染料的化学结构和染色性能	227
一、化学结构与染料颜色的关系	227
二、化学结构与染料耐日晒牢度的关系	229
三、化学结构与升华牢度的关系	231
四、化学结构与热迁移牢度的关系	232
复习指导	233
思考题	234
参考文献	234
第十三章 阳离子染料	236
第一节 引言	236
第二节 阳离子染料的分类	237
一、按化学结构分类	237
二、按应用分类	243
第三节 新型阳离子染料	244
一、迁移型阳离子染料	244
二、改性合成纤维用阳离子染料	245
三、分散型阳离子染料	246
四、活性阳离子染料	247
五、新型发色团阳离子染料	248
第四节 阳离子染料的性质	249
一、阳离子染料的溶解性	249
二、对 pH 的敏感性	250
三、阳离子染料的配伍性	250
四、阳离子染料的耐日晒性能	251
复习指导	252
思考题	252

参考文献	252
* 第十四章 天然染料	253
第一节 引言	253
第二节 天然染料的近代研究与应用开发	254
第三节 天然染料的分类、结构及性能	256
一、天然染料的颜色及种类	256
二、天然染料的应用分类	257
三、天然染料的化学结构分类	257
第四节 天然染料的制备	260
一、天然染料的提取	260
二、天然染料的提纯	262
第五节 天然染料的染色	263
一、媒染染料型	264
二、还原染料型	265
三、染料组合型	265
四、再生型	266
五、亲水型	266
六、配糖体染色型	267
复习指导	267
思考题	268
参考文献	268
* 第十五章 有机颜料	270
第一节 引言	270
第二节 有机颜料的历史和发展	271
第三节 有机颜料的分类	273
一、偶氮类颜料	273
二、非偶氮类颜料	276
第四节 有机颜料化学结构与应用性能的关系	281
一、有机颜料的化学结构与耐日晒牢度和耐气候牢度的关系	281
二、有机颜料的化学结构与耐溶剂性能和耐迁移性能的关系	283
复习指导	285
思考题	285
参考文献	286

* 第十六章 荧光增白剂	287
第一节 引言	287
第二节 荧光增白剂的发展历史	287
第三节 荧光增白剂的增白机理	291
第四节 荧光增白剂的分类与命名	292
一、按化学结构分类	292
二、按用途分类	300
三、荧光增白剂的命名与商品名	301
第五节 荧光增白剂的应用性能和商品化加工	301
一、荧光增白剂的一般性能	301
二、影响荧光增白剂性能的因素	302
三、荧光增白剂的商品化加工	304
复习指导	304
思考题	305
参考文献	305