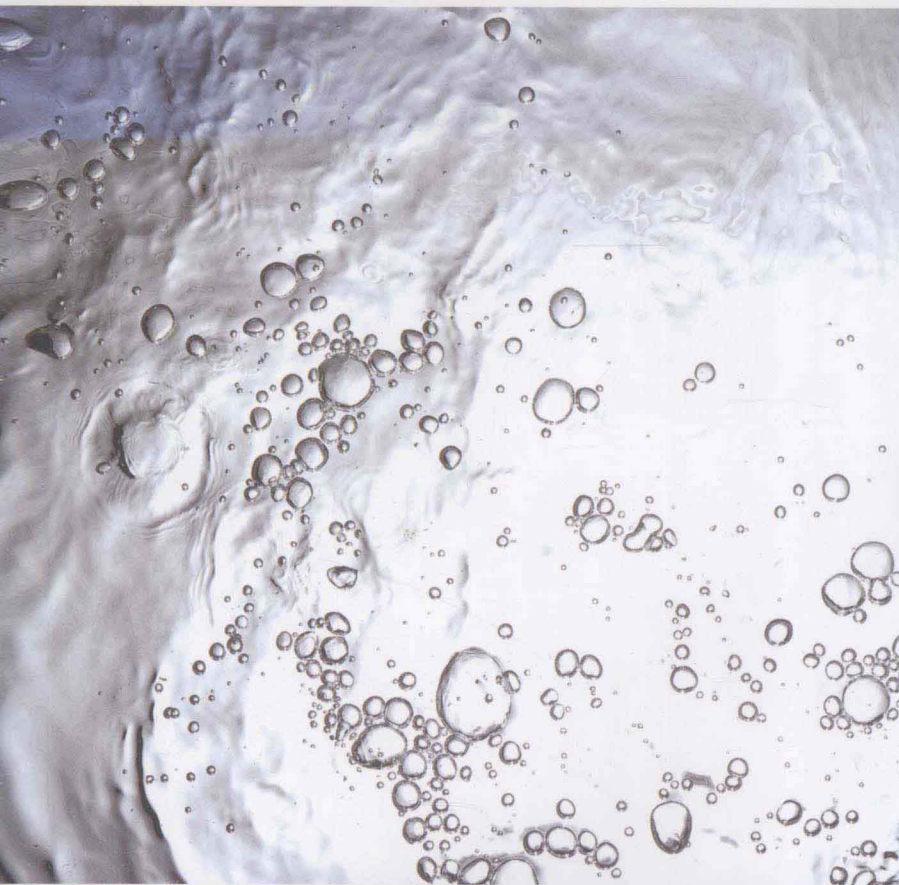


| 纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材

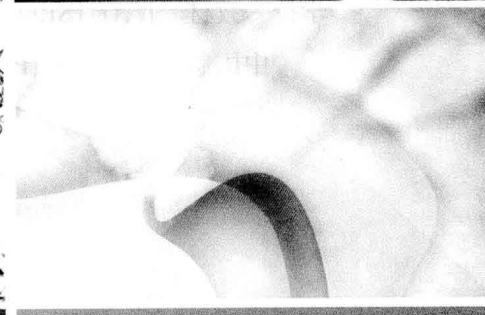
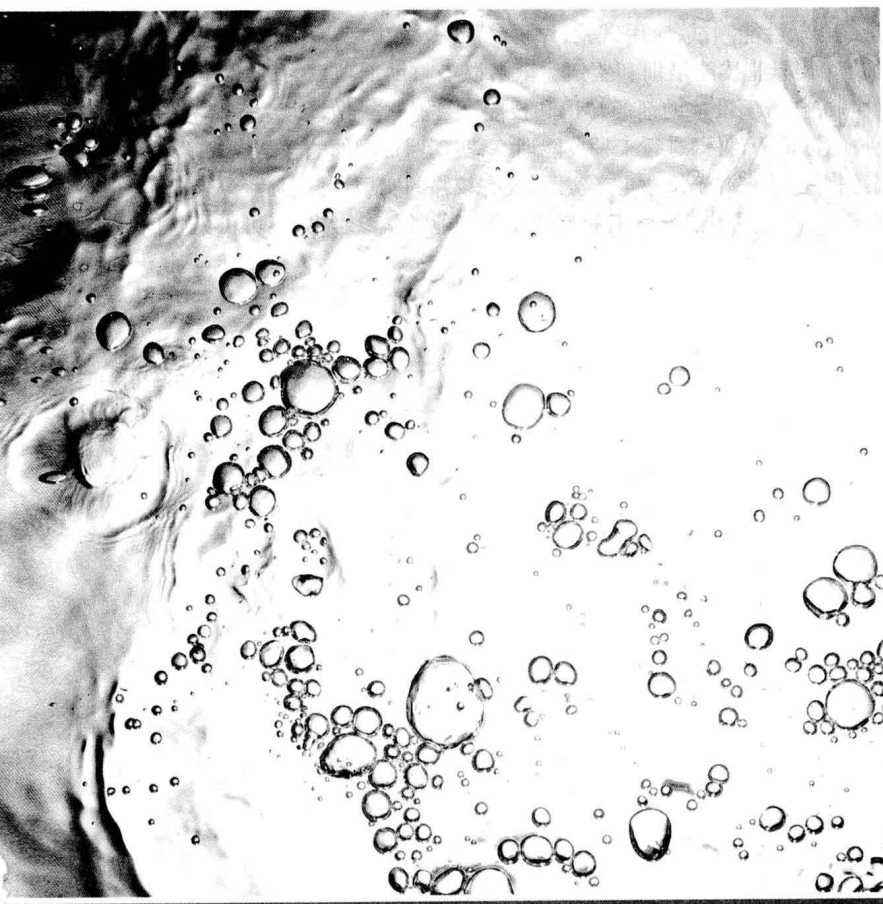


染整助剂 综合实训

刘建平 主编

东华大学出版社

| 纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材



染整助剂 综合实训

刘建平 主编

东华大学出版社

内 容 提 要

本书是基于染整助剂市场背景、生产、性能测试、应用试验、评价、优化及大生产应用实例编写的教材,内容包括实训指导书、项目实施案例、职业技能培训和鉴定。全书以染整助剂项目为载体,真题真做,培养学生的创新能力和团队精神;综合所学染整助剂的知识和技能,融“教、学、做、创”为一体,在真实的工作环境中完成任务;以职业技能鉴定为目标,进行工种技能训练,实现课证融通的教学模式。

本书所写染整助剂项目实施案例大多数来源于企业生产实践,具有较强的实用性。因此,该书既可作为高职高专院校染整技术专业教学用书,也可作为本科院校轻化工程专业教学参考书,还可供染整助剂行业和染整行业等技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

染整助剂综合实训/刘建平主编. —上海:东华大学出版社,2011.9

ISBN 978-7-81111-931-2

I. ①染… II. ①刘… III. ①染整—印染助剂—高等学校—教材 IV. ①TS190.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 178079 号

责任编辑:杜燕峰

封面设计:魏依东

染整助剂综合实训

刘建平 主编

东华大学出版社出版

上海市延安西路 1882 号

邮政编码:200051 电话:(021)62193056

新华书店上海发行所发行 苏州望电印刷有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14 字数:350 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册

ISBN 978-7-81111-931-2/TS·282

定价:31.00 元

前言

《染整助剂综合实训》教材与《染整助剂》教材相配套,是染整技术专业一门核心技能课程的教材。书中以染整助剂市场背景、生产、性能测试、应用试验、评价和优化工作构建项目,为开发项目化课程,实现工学结合教学创造条件。该教材设计以项目为载体,明确工作任务和目标,引导学生在工作中学习知识,进行技能训练,勇于创新。全书设立的项目对口职业工种进行职业技能训练和鉴定。

本教材内容包括染整助剂实训指导书、项目实施案例、职业技能培训和鉴定三个模块,重点介绍染整助剂市场背景、生产、性能测试、应用试验、评价、优化和大生产应用,培养学生独立工作能力、创新能力和团队精神。书中以真实的工作任务引领,提高学生操作水平和职业素养,培养学生的敬业爱岗精神,造就当今企业所需的高技能人才。

本教材共分三个模块。模块一、模块二(项目一、项目二、项目三、项目四、项目五、项目六、项目十、项目十一、项目十二、项目十三)、模块三由刘建平编写;模块二(项目七)由许磊编写;模块二(项目八、项目九)由袁红萍编写;模块二(项目十四、项目十五、项目十六)由臧健编写。刘建平、袁红萍、臧健为常州纺织服装职业技术学院教师,许磊为苏州经贸职业技术学院教师。全书由刘建平统稿。

本教材在编写过程中,参考、吸收和采用了许多专家学者的著作和研究成果,我们在此向他们致以诚挚的谢意。同时,由于编者水平有限,染整助剂新工艺、新产品层出不穷,教材难免存在不完善及疏漏之处,敬请读者指正。

编 者

2011年7月

目录

模块一 实训指导书

任务一	实训安排	1
任务二	资讯	3
任务三	试验方案设计	6
任务四	项目申请书及任务书	11
任务五	技能训练	12
任务六	技术报告	15
任务七	PPT 演播及答辩	16
任务八	成果展示	19

模块二 项目实施案例

项目一	退浆剂	22
任务一	碱退浆剂	22
任务二	酸退浆剂	24
任务三	氧化型退浆剂	26
任务四	酶退浆剂	28
项目二	精练剂	32
任务一	棉用精练剂	32
任务二	羊毛清洗剂	38
任务三	丝绸精练剂	40
任务四	涤纶碱减量促进剂	42
项目三	螯合分散剂	48
任务一	无机磷酸盐	49
任务二	有机磷酸盐	50
任务三	聚丙烯酸类	53
项目四	氧漂稳定剂	63
任务一	硅酸钠	64
任务二	有机磷酸镁盐	66
任务三	葡萄糖酸镁盐	68

任务四	聚- α -羟基丙烯酸镁盐	70
项目五	匀染剂	73
任务一	棉用匀染剂	73
任务二	羊毛匀染剂	76
任务三	涤纶匀染剂	79
任务四	腈纶匀染剂	82
项目六	皂洗剂	85
任务一	肥皂	85
任务二	表面活性剂复配物	87
任务三	聚羧酸	89
任务四	还原清洗剂	91
项目七	固色剂	93
任务一	棉用固色剂	95
任务二	真丝用固色剂	98
任务三	锦纶用固色剂	100
项目八	黏合剂	103
任务一	自交联型涂料印花黏合剂	106
任务二	生态型涂料印花黏合剂	109
任务三	生态型涂料染色黏合剂	111
任务四	静电植绒黏合剂	112
项目九	增稠剂	114
任务一	乳化增稠剂	118
任务二	聚丙烯酸类增稠剂	121
任务三	反相法制备增稠剂	122
项目十	柔软剂	125
任务一	HC 柔软剂	125
任务二	MC 柔软剂	126
任务三	非离子柔软剂	127
任务四	阴离子氨基硅柔软剂	129
任务五	氨基硅油柔软剂	130
任务六	非硅与有机硅复配柔软剂	132
任务七	柔软剂与打样	133
项目十一	防水防油剂	137
任务一	烃类防水剂	137

任务二	有机硅防水剂	139
任务三	氟系防油剂	141
任务四	易去污剂	146
项目十二 记忆整理剂		150
任务一	2D 树脂	151
任务二	多元羧酸	153
任务三	聚合多元羧酸	156
任务四	壳聚糖	158
项目十三 阻燃剂		162
任务一	混纺织物用阻燃剂	163
任务二	棉用阻燃剂	165
任务三	涤纶用阻燃剂	168
项目十四 抗静电整理剂		171
任务一	非耐久性抗静电剂	172
任务二	耐久性抗静电整理剂	174
项目十五 抗菌防臭整理剂		178
任务一	有机硅类抗菌整理剂	179
任务二	双胍类抗菌整理剂	182
项目十六 抗紫外线整理剂		184
任务一	无机抗紫外线整理剂	185
任务二	有机抗紫外线整理剂	186

模块三 职业技能培训和鉴定

项目一 印染助剂分析工		195
任务一	高锰酸钾法测定过氧化氢溶液浓度	196
任务二	紫外分光光度法测定 APEO 溶液浓度 ...	202
项目二 化工工艺试验工		209
任务一	耐碱渗透剂的制备及测试	210
任务二	柔软防水剂的制备及测试	212
参考文献		215

实训指导书

《染整助剂综合实训》以“项目构建、任务引领、知识链接、技能训练、成果评价”为理念。项目构建的依据为染整助剂的由来、原理、原料、技术路线和解决问题。学生在立项过程中,指导教师提供各类染整助剂背景、生产与应用、评价与优化的参考资料,设定了实训项目的大类。学生通过资讯,了解某类染整助剂国际国内现状及市场背景,结合参考资料选择实训项目的大类,通过项目组成员的讨论,确定具体项目名称。在填写项目申请书时,学生联系以前学过的知识和技能,设计染整助剂生产与应用的方案。方案包括染整助剂的生产设备、工艺流程、配方、操作方法、性能测试、应用试验、评价及优化。学生在项目申请书中应明确项目的预期成果,项目申请书报指导教师审核,指导教师修改项目申请书内容后下达任务书。在项目实施过程中,学生对测试和试验得到的数据进行科学处理,得出正确的结论并评价,从而不断优化试验方案。在技能训练过程中,教师指导学生安全操作,消除安全隐患。在安全得到保障的情况下,放手让学生自己做,尽量不要去打扰他们,即使做错而失败了,也不要否定学生的成绩。指导教师与学生一起分析原因,指导学生重新设计方案并实施。最后根据所得结果进一步优化染整助剂的配方、生产工艺和应用工艺,不断提高染整助剂的性能和应用效果。但真正具有应用价值的染整助剂必须得到大生产应用检验,要经得起工艺的考验和市场的认可。染整助剂批量生产前要对染整助剂大生产应用效果、染整助剂的生态性、染整助剂的成本核算进行评估。这三个方面评估要与市场同类产品进行比较,不断优化自制产品,获得应用效果好、成本低、符合生态要求的染整助剂。

任务一 实训安排

一、项目学时安排

1. 安全教育及分组:介绍有关安全事故的案例,增强学生的安全意识。学生在染整助剂综合实训期间一定要遵守规程操作,特别要注意危险化学品的安全使用,保证工作安全和人身安全,圆满完成实训任务。每班学生分成若干个组,每组推举一名组长,选择实训项目的大类。具体过程:实训动员→资讯→小组讨论→确定项目名称、方案和预期成果→递交项目申请书(9学时)。

2. 下达任务书:指导教师审批、下达项目具体任务,根据任务要求,小组修订项目实施方

案和预期成果,根据任务分工合作(3 学时)。

3. 实际操作:各组学生依据方案进行实际操作,合作完成项目任务,达到预期目标(42 学时)。

4. PPT 演播及答辩:成果展示与交流,每组选一个代表进行项目简介,展示所取得的实物成果,并进行染整助剂整理织物的功能演示,小组所有成员就项目情况针对师生的提问进行答辩(6 学时)。

5. 职业技能训练及鉴定:每组选择一项考工项目,考工项目为印染助剂分析工或化工工艺试验工。考工项目训练与实训项目同时进行实施,学生穿插进行这些工作,优化项目方案的时候,轮换工作。职业技能鉴定向政府劳动部门申请,并由他们安排实施及颁发证书。

二、提交材料

1. 项目申请书(项目名称、项目组成员、指导教师、实施时间、目的和意义、技术指标、项目方案、实施过程、预期成果等)。

2. 项目任务书(指导老师审批意见及任务要求)。

3. 实物(染整助剂样品、试验样布、测试样布)。

4. 项目技术报告。

5. 项目简介(PPT 电子文件)。

三、成绩评定标准(满分 100 分)

- | | |
|-----------|------|
| 1. 项目方案设计 | 10 分 |
| 2. 实操情况 | 30 分 |
| 3. 实训成果 | 30 分 |
| 4. 递交材料 | 10 分 |
| 5. 答辩情况 | 20 分 |

四、项目大类及分组安排

表 1-1 项目大类及分组安排

序 号	项目名称	小组成员(每组 4~5 人)及项目选做
1	高锰酸钾法测定过氧化氢溶液浓度或紫外分光光度法测定 APEO 溶液浓度(印染助剂分析工)	考工项目选做
2	耐碱渗透剂的制备及测试或柔软防水剂的制备及测试(化工工艺试验工)	考工项目选做
3	退浆剂	实训项目选做
4	精练剂	实训项目选做
5	螯合分散剂	实训项目选做
6	氧漂稳定剂	实训项目选做
7	匀染剂	实训项目选做
8	皂洗剂	实训项目选做

(续 表)

序 号	项目名称	小组成员(每组 4~5 人)及项目选做
9	固色剂	实训项目选做
10	黏合剂	实训项目选做
11	增稠剂	实训项目选做
12	柔软剂	实训项目选做
13	防水防油剂	实训项目选做
14	记忆整理剂	实训项目选做
15	阻燃剂	实训项目选做
16	抗静电整理剂	实训项目选做
17	抗菌防臭整理剂	实训项目选做
18	抗紫外线整理剂	实训项目选做

任务二 | 资 讯

学生构建实训项目第一步就是资讯,为立项找到依据,建立在人们研究已取得的成果基础之上开展工作,进行实践创新训练。学生资讯一般可以从以下几个方面进行:

一、专家与教师

- 1. 教科书
- 2. 参考资料
- 3. 指导教师
- 4. 企业专家

二、学院图书馆

- 1. 本馆书目查询
- 2. 中文数据库
- 3. 外文数据库
- 4. 试用数据库
- 5. 电子图书

三、纺织染整助剂常用中文检索工具

- 1. 《中国纺织文摘》:由中国纺织科技信息中心出版。以文摘简介为主,题录为辅,报道163种纺织专业期刊及纺织部情报所馆藏的出国考察、来华技术座谈、年会论文等特种文献情报的纺织专业情报检索刊物。
- 2. 《纺织文摘》:由上海纺织研究院编辑出版,它是我国专门报道国外纺织科技期刊及特

种文献的重要检索刊物。

3. 《国外染料文摘》:专门报道美国《化工文摘》中与纺织有关的染料、有机颜料、中间体、增白剂及其加工方面文献的中文检索工具。

4. 《专利文献通报》纺织分册:专门用于查阅纺织科技领域国外专利文献的情报检索刊物,由原上海纺织高等专科学校和中国专利局文献服务中心共同编辑出版。

5. 《化纤文摘》:由上海合成纤维研究所编辑,中国纺织科技中心出版,报道国外化学纤维生产的期刊论文和特种文献,其中由助剂专栏。

6. 《中国化工文摘》:由化工部科技情报所编辑出版,系统检索全国化工领域文献情报,与纺织、染整助剂相关的有本刊中化学部分的有机化学、高分子化学和化工部分的有机化学工业、高分子化学工业、化纤、助剂、染料等。

四、纺织染整助剂常用外文检索工具

1. *World Textile Abstracts*:《英国世界纺织文摘》,简称 WTA,由英国锡莱(Shirely)研究所编辑出版,分 10 大类,49 小类,其中第 4 大类化学加工和整理与纺织、染整助剂最为密切。

2. *Textile Technology*:《美国纺织工艺文摘》,简称 TTD,由美国纺织工艺研究所编辑出版。分 9 大类 30 小类,其中第 4 大类整理与纺织、染整助剂直接有关。

3. *Chemical Abstracts*:《化学文摘》,简称 CA,由美国化学会文摘服务社(简称 CAS)编辑出版,为世界公认的最权威的化学文摘。每周一期,单号期为生物化学、有机化学;双号期为高分子化学、应用化学、化学工程、物理化学和分析化学 5 大类 80 小类,其中第 40 类纺织品、第 41 类染料、荧光增白剂及光敏剂、第 46 类表面活性剂、洗涤剂 and 纺织染整助剂直接有关。

五、专利文献

1. 中国专利文献

(1) 中国专利信息网:国内有好几个网站可查阅中国专利,其中中国专利信息网运行较好,需要登录后方可使用,免费用户可查摘要,并可以文本和图文形式查看专利说明书的首页,要查看全文,必须缴费。<http://www.patent.com.cn/>

(2) 中国专利信息检索系统:中华人民共和国知识产权局,中国专利信息检索系统,也是查阅中国专利的专业网站,可查阅专利说明书全文,但要先下载有关软件(TIFF 文件),并且运行速度较慢。注意不可过量下载。<http://www.sipo.gov.cn/>

2. 美国专利

美国是世界上拥有专利数量最多的国家,每年公布专利十万件,现有专利 680 多万。美国专利在一定程度上反应了世界技术发展的水平的趋势。美国发明专利说明书可在网上查阅,并可全文下载(文本文件下载或原文原貌下载)。

(1) 美国专利商标局专利数据库:美国专利有多种查阅方式,进入美国专利商标局专利数据库,在主页上最常用的是快速搜索(Quick Search)和专利号搜索(Patent Number Search)两个主题,前者用于一般性查询,后者用于查询已知专利号的专利。在快速查询中有两个查询窗口,可联合使用,以增加查询内容的准确性。网址为 <http://www.uspto.gov/patft/index.html>。

(2) USPTO 的站点:美国专利商标局可直接提供 1976 年至今的美国专利全文的文本形

式,可全文下载。要看到专利的原文(图像形式)须先下载安装 TIF F G4 插件,这个插件可在 USPTO 的站点下载。网址为 <http://www.uspto.gov/menu/plugins/index.html>

(3) 欧洲专利

欧洲专利有多种查阅方式,进入欧洲专利局的 esp@cenet 数据库,在主页上最常用的是快速搜索(Quick Search),高级搜索(Advanced Search)和专利号搜索(Patent Number Search)三个主题。前两者用于一般性查询,后者用于查询已知专利号的专利。快速查询只有一个查询窗口,高级搜索有多个窗口,可增加查询内容的准确性。欧洲专利局数据库可直接提供:奥地利(AT)、比利时(BE)、加拿大(CA)、丹麦(DK)、法国(FR)、芬兰(FI)、德国(DE)、英国(GB)、希腊(GR)、爱尔兰(IE)、意大利(IT)、日本(JP)、葡萄牙(PT)、西班牙(ES)、瑞典(SE)、瑞士(CH)、美国(US)等国家以及世界知识产权组织(WO)、欧洲专利组织(EP)等专利机构专利全文,以 PDF 文件形式提供,可以全文下载。网址为 <http://ep.espacent.com>。

六、染整助剂相关专业刊物

1. 中文专业刊物

(1)印染助剂 (2)印染 (3)染整技术 (4)丝绸 (5)毛纺科技 (6)针织工业 (7)纺织学报 (8)棉纺技术 (9)山东纺织科技 (10)现代纺织技术 (11)天津工业大学学报 (12)天津纺织科技 (13)北京纺织 (14)纺织科学研究 (15)国外纺织技术 (16)国际纺织导报 (17)上海纺织科技 (18)精细与专用化学品 (19)精细化工 (20)中国胶粘剂 (21)日用化学工业 (22)石油化工 (23)染料与染色。

2. 主要外文专业刊物

(1)*Textile Colorist* 美国 (2)*Textile Chemist and Colorist* 美国 (3)*Color Research and Application* 美国等。

七、专业网站

1. <http://chin.icm.ac.cn/>国家化学信息网 ChIN(The International Chemical Information Network)
2. <http://www.cdfn.com.cn/>中国印染信息网
3. <http://www.kedas.com/>中国精细化工网
4. <http://www.surfactant.org/>中国表面活性剂网
5. <http://www.cntextech.org.cn/>中国纺织工业学会
6. <http://www.yrzj.com.cn/>中国印染助剂网
7. <http://www.fibreadd.com/>中国纺织助剂网
8. <http://www.sinodf.com/>印染资讯

八、其他网站

1. <http://www.baidu.com/>百度
2. <http://www.sohu.com/>搜狐

任务三 试验方案设计

在染整助剂综合实训中,染整助剂合成、复配、性能测试、应用试验等都需要设计试验方案。学生首先根据已掌握的专业基础知识、参考资料和实践经验,进行探索试验方案的设计,探索试验方案也可能是教科书或参考资料中的试验方法。探索试验方案主要包括产品的配方设计、制备工艺制定、试制产品。若产品试制成功,则进行优化产品性能的试验方案设计。根据产品的理化性质、生态性质和功能性质确定试验指标,分析影响产品性质的因素,设定每个影响因素的水平,进行调整产品的优化试验,得到制备产品的最佳配方和工艺。所得自制产品与市场同类产品进行平行对比试验,若自制产品质量低于市场同类产品质量,则重新进行试验方案的设计,再优化产品,直至自制产品质量达到或超过同类产品质量。怎样进行试验方案的设计呢?设计试验方案的原则是合理安排试验以及试验所得的数据如何分析等,即通常怎样找到最佳试验条件?怎样通过数理统计原理用最少的试验次数找到最佳试验条件?下面介绍两种常用的试验方案设计。

一、单因素水平试验法

1. 首先确定试验指标,分析影响试验指标的因素,并对影响因素按主次进行排序。
2. 对影响因素按序进行试验。在试验时,分别只考虑一个因素,即一个变量,其他因素保持不变,则成为单因素问题。其他因素根据资料、经验等估计初始值。第一因素也根据资料、经验等估计最佳试验范围,然后进行分档试验。由试验数据分析得知该因素的最佳水平试验值。
3. 采用该因素的最佳水平试验值进行下一因素的试验,其余同上,得出第二因素的最佳水平试验值,依次进行试验得出所有因素的最佳水平试验值。
4. 如果影响因素没有主次,则任选一因素根据资料、经验等估计最佳试验范围,其他因素根据资料或经验确定初始值。优选这一因素最佳水平试验值,其他因素依次在一定范围内试验,优选它们的最佳水平试验值。
5. 按各因素最佳水平试验值进行试验,验证是否得到最佳试验指标。

二、正交试验法

用正交试验表安排多因素试验的方法,称为正交试验法。多因素试验中的正交试验法可以全面考虑一系列影响因素同时变动带来的结果,是目前使用较多的方法之一。正交试验法是基于数理统计原理来科学地安排试验,并按一定规律分析处理试验结果,能较快找到主要因素及其对应值,还能判断因素之间的相互影响情况。

1. 正交试验法的特点

- (1) 完成试验指标优选,所需的试验次数少。
- (2) 数据点的分布很均匀,这是设计正交试验表的基本准则。在正交试验表任意一列中不同的数字出现的次数相等,表示在试验中所挑选出来的水平组合是均匀分布的,即每个因素的各水平出现的次数相同,说明试验数据点具有均衡分散性。在正交试验表任意两列中,把同行的两个数字看成有序数对时,所有可能的数对出现的次数相同。这表示任意两因素的各种

水平搭配在所选试验中出现的次数相等,说明试验数据点具有整齐可比性。

(3) 可用极差分析方法、方差分析方法、回归分析方法等对试验结果进行分析,得出许多有价值的结论。

2. 正交试验法常用的术语定义

(1) 试验指标:指作为试验研究过程的因变量,常为试验结果特征量。如毛效、白度、强力、染色牢度、折皱回复角、防水等级等。

(2) 因素:指作为试验研究过程的自变量,常常是造成试验指标按某种规律发生变化的原因,如原料的配比、催化剂用量、反应温度、反应时间等。

(3) 水平:指试验中因素所处的具体状态或情况,又称为等级。如反应温度该因素可分为 5 个水平,30℃、40℃、50℃、60℃、70℃。

3. 正交试验表

使用正交试验法进行试验方案的设计,就必须用到正交试验表。正交试验表是一种特别的表格,是正交设计的基本工具。下面介绍它的符号、特点和使用方法。

正交试验表符号: $L_N q^s$; L: 正交试验表试验号; N: 正交试验表行数,即需要做的试验次数; q: 各因素的水平数; s: 正交试验表的列数,即最多安排的因素个数,包括交互作用、误差等。各列水平数均相同的正交试验表称为单一水平正交试验表。

正交试验设计是研究多因素多水平的一种试验设计方法,它是根据正交性从全面试验中挑出部分有代表性的点进行试验,这些有代表性的点具备了“均匀分散,整齐可比”的特点,是一种高效、快速、经济的试验设计方法。例如,做一个三因素三水平的实验,须进行 $3 \times 9 = 27$ 种组合的试验,且尚未考虑每一组合的重复次数。若按 $L_9(3^4)$ 正交表安排实验,只需作 9 次,按 $L_{18}(3^7)$ 正交表进行 18 次实验,显然大大减少了工作量,因而正交试验设计在很多领域的研究中已经得到广泛的应用。

实际应用中,对于多因素多水平的试验,安排全面试验是不现实的。根据经验,无论是配方设计还是工艺优化,正交试验设计方法都有广泛的应用。因此,学生在染整助剂综合实训中为了获得最佳染整助剂配方、最佳染整助剂合成或复配操作条件、最佳染整助剂性能或应用试验结果,就要优化影响这些试验结果的影响因素,应该学会使用正交试验设计的方法。

4. 正交试验的内容

正交试验设计包括三部分的内容:安排试验方案、分析试验结果、试验验证。

(1) 构建因素水平表。明确实验目的,得到试验结果,挑选因素选取水平,构建因素水平表(见表 1-2)。

表 1-2 正交试验的因素水平表

水平	因素		
	A	B	C
1			
2			

表 1-3 正交试验的因素水平表

水平	因素			
	A	B	C	D
1				
2				
3				

(2) 选用正交表安排试验。例如, $L_4(2^3)$ (见表 1-2)、 $L_9(3^4)$ (见表 1-3)。前者表示只需作 4 次实验,最多可以观察 3 个因素,每个因素为 2 个水平。后者表示需要作 9 次实验,最多可以观察 4 个因素,每个因素为 3 个水平。从正交表的数据结构可以看出,正交表是一个 N

行 S 列的表。每行组合构成一次实验的基本条件,整个设计过程可用一句话概括:“因素顺序上列,水平对号入座,试验横着做”。

(3) 分析试验结果

试验结果列在正交表的最后一栏,用直观分析法分析试验结果。按表中方法计算各因素不同水平(1, 2, 3, 4, 5)试验指标之和。最后计算极差,极差越大的对试验指标的影响越大。各种因素中,K 值最大的水平为最佳水平。从而,根据正交试验表,找出最佳工艺条件。

表 1-4 L₉(3⁴)试验结果分析表

试验号	列 号				试验指标
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	X ₁
2	1	2	2	2	X ₂
3	1	3	3	3	X ₃
4	2	1	2	3	X ₄
5	2	2	3	1	X ₅
6	2	3	1	2	X ₆
7	3	1	3	2	X ₇
8	3	2	1	3	X ₈
9	3	3	2	1	X ₉
K _{j1}	X ₁ +X ₂ +X ₃	X ₁ +X ₄ +X ₇	X ₁ +X ₆ +X ₈	X ₁ +X ₅ +X ₉	
K _{j2}	X ₄ +X ₅ +X ₆	X ₂ +X ₅ +X ₈	X ₂ +X ₄ +X ₉	X ₂ +X ₆ +X ₇	
K _{j3}	X ₇ +X ₈ +X ₉	X ₃ +X ₆ +X ₉	X ₃ +X ₅ +X ₇	X ₃ +X ₄ +X ₈	
极差	上三个和最大减去最小	上三个和最大减去最小	上三个和最大减去最小	上三个和最大减去最小	

(4) 正交试验举例一:某涂料印花黏合剂合成单体配比优化

表 1-5 正交试验中考察的因素和水平

水平	因 素			
	A	B	C	D
1	35	1	0.5	1
2	32	3	1.0	2
3	30	5	1.5	3

注:A 为软单体含量%; B 为硬单体含量%; C 为自交联单体含量%; D 为丙烯酸单体含量%。

表 1-6 L₉(3⁴)正交试验结果及计算分析

试验号	列 号				评分
	A	B	C	D	
1	35	1	0.5	1	40
2	35	3	1.0	2	90
3	35	5	1.5	3	10

(续 表)

试验号	列 号				评分
	A	B	C	D	
4	32	1	1.0	3	20
5	32	3	1.5	1	80
6	32	5	0.5	2	70
7	30	1	1.5	2	30
8	30	3	0.5	3	50
9	30	5	1.0	1	60
K ₁	140	90	160	180	
K ₂	170	220	170	190	
K ₃	140	140	120	80	
R	30	130	50	110	

注:黏合剂的稳定性、印花织物的手感和摩擦牢度综合考虑,依次给予评分,最好 90,最差 10。

从表 1-6 可知:因素主次关系为 B>D>C>A,由 K 值进一步分析可知,取 A₂B₂C₂D₂ 时,黏合剂综合指标最好,即单体的最佳配比为软单体 32%、硬单体 3%、自交联单体 1%、丙烯酸单体 2%。

(5) 正交试验举例二:某染色工艺参数优化

棉织物用活性染料染色的常规工艺为轧—烘—轧—蒸,染色深度是染色织物的一个重要试验指标。现讨论影响织物染色深度的因素,在该工艺中影响染色深度的因素为汽蒸时间、Na₂SO₄ 用量、Na₂CO₃ 用量、ECO 助剂用量。现用 4 因素 5 水平正交试验筛选出该染料的最佳染色工艺参数。

表 1-7 L₂₅(5⁴) 正交试验结果及计算分析

试验号	列 号				K/S 值
	时间(s)	Na ₂ SO ₄ (g/L)	Na ₂ CO ₃ (g/L)	ECO(mL/L)	
1	50	30	20	8	41.954
2	50	40	30	9	42.542
3	50	50	40	10	44.323
4	50	60	50	11	43.176
5	50	70	60	12	43.168
6	70	30	30	10	43.848
7	70	40	40	11	46.596
8	70	50	50	12	45.787
9	70	60	60	8	44.375
10	70	70	20	9	45.868
11	90	30	40	12	44.603
12	90	40	50	8	46.573
13	90	50	60	9	45.418

(续 表)

试验号	列 号				K/S 值
	时间(s)	Na ₂ SO ₄ (g/L)	Na ₂ CO ₃ (g/L)	ECO(mL/L)	
14	90	60	20	10	46.396
15	90	70	30	11	44.890
16	110	30	50	9	45.059
17	110	40	60	10	45.151
18	110	50	20	11	46.642
19	110	60	30	12	45.697
20	110	70	40	8	44.648
21	130	30	60	11	43.328
22	130	40	20	12	43.386
23	130	50	30	8	43.628
24	130	60	40	9	44.065
25	130	70	50	10	41.987
K ₁	43.031	43.758	44.849	44.236	
K ₂	45.295	44.850	44.121	44.590	
K ₃	45.576	45.160	44.711	44.341	
K ₄	45.439	44.742	44.516	44.926	
K ₅	43.279	44.112	44.288	44.528	
R	2.545	1.402	0.728	0.69	

由表 1-7 的计算结果我们可以看出该染料的最佳染色工艺是:汽蒸时间 90 s、Na₂SO₄ 50 g/L、Na₂CO₃ 20 g/L、ECO 助剂 11 mL/L。

表 1-8 各因素最佳水平试验结果

时间(s)	Na ₂ SO ₄ (g/L)	Na ₂ CO ₃ (g/L)	ECO(ml/L)	K/S 值
90	50	20	11	47.316

由表 1-8 可知,各因素最佳水平试验结果表明,试验所得 K/S 值比正交试验表中任何一次试验所得 K/S 值高。

5. 正交试验的注意事项

(1) 因素水平表排列的随机化。每个因素的水平序号从小到大时,因素的数值总是按由小到大的顺序排列。按正交试验表做试验时,所有的 1 水平要碰在一起,而这种极端的情况有时是不希望出现的,有时也没有实际意义。因此在排列因素水平表时,最好不要简单地按因素数值由小到大或由大到小的顺序排列。从理论上讲,最好能使用一种叫随机化的方法。所谓随机化就是用抽签或随机数值表的办法,来决定排列的顺序。

(2) 试验进行的先后没必要完全按照正交试验表上试验号的顺序。为减少试验中由于先后试验操作熟练程度不匀带来的误差,理论上推荐用抽签的办法来决定试验的次数先后。

(3) 在确定每一个试验的试验条件时,只需考虑所确定的几个因素和分区组该如何取值,