



纺织高等教育“十一五”部委级规划教材

# 纺织品 功能性设计

吴 坚 主编 / 李 淳 副主编

ANGZHIPIN  
GONGNENGXING SHEJI

 中国纺织出版社



纺织高等教育“十一五”部委级规划教材

# 纺织品功能性设计

吴 坚 主 编

李 淳 副主编



中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本书是纺织高等教育“十一五”部委级规划教材中的一种。本书从纺织品功能性设计的概念入手,从纺织品外观功能设计、服用功能设计、防护功能设计、生产功能设计及生态环保功能设计五个方面,系统地介绍了纺织品功能性设计的原理和设计方法,并且介绍了纺织品各种功能性指标的检测方法。本书取材广泛,内容新颖,结合设计理论,重点介绍了大量功能性纺织品的设计实例和设计效果,可以为纺织产品的功能性设计提供参考。

本书可作为纺织工程、纺织品设计、服装设计、服装工程、纺织品贸易等专业的教材和参考书,也可供纺织企业产品设计人员、纺织染整及商业贸易检验人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

纺织品功能性设计/吴坚主编. —北京:中国纺织出版社, 2007. 1

纺织高等教育“十一五”部委级规划教材

ISBN 978 - 7 - 5064 - 4172 - 8

I. 纺… II. 吴… III. 纺织品 - 设计 - 高等学校 - 教材

IV. TS105. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 147552 号

---

策划编辑:孔会云 唐小兰 责任编辑:王文仙  
责任校对:楼旭红 责任设计:李 然 责任印制:何 艳

---

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

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:21.5

字数:450 千字 印数:1—4000 定价:40.00 元

ISBN 978 - 7 - 5064 - 4172 - 8/TS · 2305

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

全面推进素质教育,着力培养基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的人才,已成为当今本科教育的主题。教材建设作为教学的重要组成部分,如何适应新形势下我国教学改革要求,与时俱进,编写出高质量的教材,在人才培养中发挥作用,成为院校和出版人共同努力的目标。2005年1月,教育部颁发了教高[2005]1号文件“教育部关于印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》”(以下简称《意见》),明确指出我国本科教学工作要着眼于国家现代化建设和人的全面发展需要,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力。《意见》提出要推进课程改革,不断优化化学科专业结构,加强新设置专业建设和管理,把拓宽专业口径与灵活设置专业方向有机结合。要继续推进课程体系、教学内容、教学方法和手段的改革,构建新的课程结构,加大选修课程开设比例,积极推进弹性学习制度建设。要切实改变课堂讲授所占学时过多的状况,为学生提供更多的自主学习的时间和空间。大力加强实践教学,切实提高大学生的实践能力。区别不同学科对实践教学的要求,合理制订实践教学方案,完善实践教学体系。《意见》强调要加强教材建设,大力锤炼精品教材,并把精品教材作为教材选用的主要目标。对发展迅速和应用性强的课程,要不断更新教材内容,积极开发新教材,并使高质量的新版教材成为教材选用的主体。

随着《意见》出台,教育部组织制订了普通高等教育“十一五”国家级教材规划,并于2006年8月10日正式下发了教材规划,确定了9716种“十一五”国家级教材规划选课,我社共有103种教材被纳入国家教材规划。在此基础上,中国纺织服装教育学会与我社共同组织各院校制订出“十一五”部委级教材规划。为在“十一五”期间切实做好国家级及部委级本科教材的出版工作,我社主动进行了教材创新型模式的深入策划,力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应,充分体现教材的适用性、科学性、系统性和新颖性,使教材内容具有以下三个特点:

(1)围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点,从提高学生分析问题、解决问题的能力入手,教材附有课程设置指导,并于章首

介绍本章知识点、重点、难点及专业技能,增加相关学科的最新研究理论、研究热点或历史背景,章后附形式多样的思考题等,提高教材的可读性,增加学生学习兴趣和自学能力,提升学生科技素养和人文素养。

(2)突出一个环节——实践环节。教材出版突出应用性学科的特点,注重理论与生产实践的结合,针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容。

(3)实现一个立体——多媒体教材资源包。充分利用现代教育技术手段,将授课知识点制作成教学课件,以直观的形式、丰富的表达充分展现教学内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分,为出版高质量的教材,出版社严格甄选作者,组织专家评审,并对出版全过程进行过程跟踪,及时了解教材编写进度、编写质量,力求做到作者权威,编辑专业,审读严格,精品出版。我们愿与院校一起,共同探讨、完善教材出版,不断推出精品教材,以适应我国高等教育的发展要求。

中国纺织出版社  
教材出版中心

随着科学技术的发展和人们衣着消费、装饰家居品位的提高,各种新型纺织品、新型纤维材料不断涌现。纺织产品结构也在发生深刻的变化,由过去的“经济实用型”向“功能性、装饰性、保健性”方面转化。人们不再把纺织品的耐用性能作为消费的首选指标,而纺织品的装饰效果、保健性和功能性已经成为消费者选择纺织品时考虑的主要因素。功能性纺织品本身所具有的高科技含量与高附加值已成为我国纺织行业一个新的经济增长点,是我国纺织品增加出口、加强国际市场竞争力的潮流所在。功能性纺织品的设计与开发,不仅可以满足人们日渐提高的生活需求,还可以使人们的生活变得更健康、更舒适、更环保。

现代生活方式的改变,使人们有了更多的休闲时间和保健意识,服装则根据使用功能不同有了更详细的分工,如家居服装、休闲服装、礼仪服装等,这些服装的面料也应该具有相应的功能要求;特殊环境下穿着的防寒服装、野外工作服、军服和病员服装的面料则更注重防护功能。家居环境的改善,使人们对家用纺织品有了抗菌除臭、吸音避光、防水抗污和阻燃的功能要求。因此,以提高耐用性为设计理念的传统纺织品,必然要让位于以人为本的功能性纺织品,纺织产品设计也必然要由实用性设计向功能性设计转型,即根据纺织品的功能需要进行全方位的目标设计。

针对消费者对纺织产品的消费观念的变化,本书将从纺织品外观功能设计、服用功能设计、防护功能设计、生产功能设计及生态环保功能设计五方面系统地介绍纺织品功能性设计的原理、设计方法和功能性指标检测,介绍各种功能性纺织品的设计实例。本书较全面地介绍了最新的天然纤维改性技术,各种新型功能纤维、新型纱线的结构设计,织物结构的功能性设计以及不同织物的抗皱、柔软、抗菌、阻燃、抗紫外线等新型功能性整理的方法。本书取材广泛,内容新颖,在专业教学中可以开阔学生的知识领域,融会专业知识,训练学生的设计能力和创新能力。

本书由大连轻工业学院吴坚、李淳、于永玲、崔永珠、赵玉萍五位老师共同编写。全书共分五章,具体编写分工如下:第一章、第二章由吴坚编写;

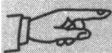
---

第三章、第四章由李淳编写;第五章由于永玲、崔永珠、赵玉萍编写;全书由吴坚负责整体构思和统稿。本书编写过程中得到大连轻工业学院纺织工程系吕丽华、孙永刚、任亮、刘长江的热情帮助,在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有疏误之处,敬请读者不吝赐教。

编者

2006年8月



## 课程设置指导

**课程设置意义** 随着社会的进步和人们生活水平的提高,功能性纺织品在人们的生活和生产中占有越来越重要的地位,具有各种功能的纺织品的社会需求也会越来越大。因此,“以人为本”的功能性纺织品将逐步取代,以提高耐用性为设计基础的传统纺织品,纺织产品设计也必然要由实用性设计向功能性设计转型,21世纪的纺织专业学生如不了解功能性纺织品设计的原理和方法,至少在专业知识结构上是一个缺陷。因此,设置《纺织品功能性设计》课程有很重要的实际意义。

**课程教学建议** 《纺织品功能性设计》作为纺织工程专业“纺织材料及纺织品设计”、“纺织品检验与贸易”培养方向的专业方向课程。建议64课时,每课时讲授字数建议控制在5500字以内,教学内容包括本书全部内容。

纺织工程专业“纺织工艺”、“染整技术”及其他专业方向应将《纺织品功能性设计》课程设置为选修课。建议学时36学时,每课时讲授字数建议控制在5500字以内,各专业方向可根据自己的特点和需要对教材的内容进行处理,讲授适合于本专业方向的内容。

**课程教学目的** 通过本课程的学习,学生应了解功能性纺织品的种类、用途,纺织品功能性的表征、测试标准和检测的方法等知识。应掌握纺织品从服用、外观、防护到生产功能的设计机理和设计方法,学会针对纺织品功能进行目标设计。还应掌握各种功能性纺织品的结构、性能及生产方法。



---

<b>第一章 纺织品外观功能设计</b> .....	1
第一节 光泽与变色功能 .....	1
第二节 弯曲与造型功能 .....	9
第三节 装饰与包装功能 .....	17
第四节 抗起毛起球功能 .....	25
思考题 .....	36
<b>第二章 纺织品服用功能设计</b> .....	37
第一节 保暖防寒功能 .....	37
第二节 吸湿透气功能 .....	48
第三节 抗菌防霉功能 .....	60
第四节 抗皱免烫功能 .....	72
第五节 拒水防污功能 .....	82
第六节 防缩防落功能 .....	92
第七节 清香愉悦功能 .....	101
第八节 柔软与舒适功能 .....	110
思考题 .....	119
<b>第三章 防护功能设计</b> .....	121
第一节 阻燃防护功能 .....	121
第二节 静电防护功能 .....	133
第三节 紫外线防护功能 .....	144
第四节 电磁辐射防护功能 .....	155
第五节 热防护功能 .....	161
第六节 伪装防护功能 .....	168
第七节 噪声防护功能 .....	178
第八节 防毒功能 .....	185

第九节	防弹功能 .....	189
第十节	运动防护功能 .....	196
思考题	.....	199
<b>第四章</b>	<b>生产功能设计 .....</b>	<b>200</b>
第一节	过滤功能 .....	200
第二节	传输功能 .....	212
第三节	密封功能 .....	221
第四节	阻尘功能 .....	224
第五节	遮盖功能 .....	229
第六节	缝纫功能 .....	238
思考题	.....	245
<b>第五章</b>	<b>生态环保功能设计 .....</b>	<b>246</b>
第一节	生态环保纤维 .....	246
第二节	清洁纺织生产 .....	270
第三节	生态前处理技术 .....	274
第四节	生态染色技术 .....	283
第五节	生态整理技术 .....	296
第六节	生态纺织品检测 .....	301
思考题	.....	324
<b>参考文献</b>	.....	<b>325</b>

# 第一章 纺织品外观功能设计

## 本章知识点

1. 纺织品光泽的设计原理及光泽评价方法。
2. 变色和发色纺织品的设计思路和设计手段。
3. 纺织品弯曲性能、悬垂性能和剪切性能的设计原理。
4. 纺织品弯曲性能、悬垂性能和剪切性能的特征及检测。
5. 纺织品色彩和图案对人的感觉与心理作用。
6. 纱线结构、织物组织和整理工艺对纺织品纹理效果的作用。
7. 抗起毛起球纺织品的设计原理和设计方法。
8. 纺织品起毛起球的影响因素及检测指标。

纺织品由服装用纺织品、家用纺织品和产业用纺织品三大部分组成,是实用性和艺术性相结合的产品。服装具有实用、审美和标识三大功能,被称为“人体包装”。家用纺织品具有特殊的色彩图案、质感、光泽、造型效果,被称为“室内软装饰”。

服装是一种符号系统,人类的第一次沟通往往是通过服装来传递信息的。服装用纺织品的外观特点向人们提供了着装者的信息,这是比人类语言更古老、更具有通用性的服装语言。美国服装史学者说:“一个人在穿衣服和装扮自己时,就像在填一张调查表,写上了自己的性别、年龄、民族、宗教信仰、职业、社会地位、经济条件、婚姻状况、为人是否忠诚可靠、他在家中的地位以及心理状况等”。

家用纺织品在家居环境中是一个特殊的角色,它用质感、色彩、纹理、造型等特殊语言体现居住者的艺术内涵、生活情趣、个性特点、装饰风格、色彩爱好、流行品位等。如果说纺织品的物理和化学性能决定其实用性,那么外观性能就直接影响其艺术装饰效果和消费者的购买欲望。

## 第一节 光泽与变色功能

纺织品的光泽是产品视觉风格的重要特征。人们评价织物光泽时,往往根据产品的属性(原料)联想其用途(适用的产品),然后对织物的光泽进行评价。纺织品表面对光线的反射状况决定了纺织品光泽的强弱,当光线照射到纺织品表面时,在纤维和空气的界面上同时产生反射和折射。反射光是纺织品光泽的主体部分;折射光在纤维内部到达另一界面时,还会产生内反射和折射,并且从另外一面透射出去。织物光泽是正反射光、表面散射反射光和

来自内部的散射反射光共同作用的结果。评价纺织品光泽的术语很多,如极光、柔光、电光、膘光等。

### 一、影响纺织品光泽的因素

纺织品的光泽与组成纺织品的纤维原料、纱线结构、织物结构和后整理工艺有密切的关系。

**1. 纤维的光泽** 纤维是半透明体,其光泽的强弱既取决于表面反射光,又与透射光有关。因此,纤维的光泽受纤维表面状态、纤维截面形状、纤维内部结构等因素的影响。

(1)纤维的表面状态:纤维表面平滑、粗细均匀,投射到纤维表面的平行光,仍然以平行光反射出来,纤维有较强的光泽;若纤维表面凹凸不平,反射光就以不同角度向各个方向漫反射,纤维的光泽较弱。天然蚕丝、化学纤维的表面光滑,纤维有较强的反射光泽;仿金银丝织物具有金属的闪光效果;棉纤维的表面皱纹和天然转曲、羊毛的鳞片和卷曲、麻纤维的表面沟槽、半光或无光化学纤维的表面凹凸不平等都使纤维的光泽变暗。金银丝线是以聚酯薄膜为基底,运用真空镀膜技术,在表面镀铝并覆盖颜色涂料层,切割后形成扁平截面的细丝。金银丝表面光滑,反光效果好,具有较强的装饰性。

(2)纤维截面形状:纤维截面形状不同对光泽的反射能力就不同,圆形截面的纤维在光线照射下会起到凸透镜的作用,透光能力强,垂直于纤维轴向的入射光在纤维后部会形成一条亮线。圆形截面的纤维总的反射光不一定最强,但是观感明亮,容易形成“极光”的观感。三角形截面的纤维在三角形的边上是镜面反射,光泽强。在纤维内部的棱边上会产生全反射,改变入射角时,就会产生“闪光”效应。三角形截面的天然蚕丝具有绚丽多彩的光泽,三叶形、Y形异形纤维也具有天然蚕丝的闪光效果。

(3)纤维内部结构:大分子取向度好的纤维,内部结构较均匀,纤维的反射光强,光泽明亮。具有层状结构的纤维,光线照射时,除了表面反射光,折射到纤维内部的光每当遇到分层的界面都会出现反射和折射现象,各层的反射光之间还会互相干涉,形成较强的内部反射光,光泽柔和、均匀而有层次。天然蚕丝和天然珍珠都具有优雅独特的光泽,这种光泽来源于其层状结构。珍珠是由蛋白质和碳酸钙多层重叠形成的,蚕丝由多层丝胶和无数纳米级的原纤和微原纤组成。蚕丝纤维的微观结构和光泽情况如图1-1、图1-2所示。

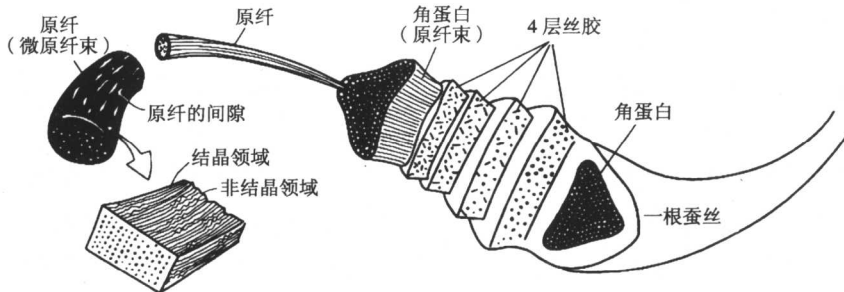


图 1-1 蚕丝纤维的微观结构

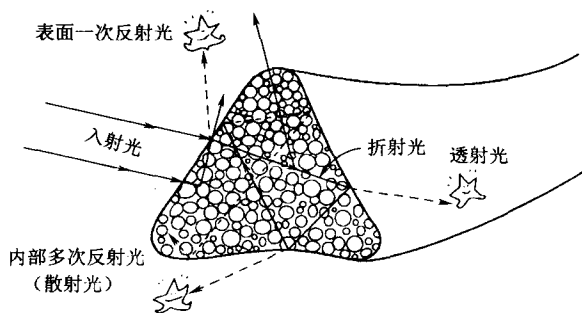


图 1-2 蚕丝纤维的光泽

**2. 纱线的光泽** 纱线的光泽主要取决于纤维的光泽,还取决于纤维在纱线中的排列状态。当纱线表面的纤维沿纱线轴向平行排列、纤维粗细均匀、露出纱线表面的毛羽少时,纱线的光泽好。精梳纱线的光泽好于普梳纱线;普通长丝纱线的光泽好于短纤维纱线,空气变形丝、弹力丝的光泽较差;环锭纱的光泽好于转杯纱和摩擦纺纱。

开始加捻时随着捻度的增加,纱线的表面逐渐光滑,反射光线的能力增加,纱线的光泽逐渐加强,直至达到最大值。继续增加纱线捻度时,纱线表面会变得凹凸不平,反射光减弱,纱线光泽下降。

**3. 织物的光泽** 织物光泽的强弱不仅受纤维光泽、纱线光泽的影响,还取决于织物的结构和后整理工艺。经、纬两系统纱线在织物表面覆盖率的比例直接影响织物的反射光分布,经、纬纱线在织物表面覆盖率的差异越大,织物的光泽度越好,缎纹织物的光泽好于斜纹织物,斜纹织物的光泽又好于平纹织物。表面平整、纱线排列整齐、浮长线长的织物组织光泽好;在一定范围内,纱线密度大的织物光泽好。

**4. 后整理工艺** 表面起绒、拉绒或陈旧处理(磨砂、水洗等)的织物光泽柔和,经轧光、涂层、压膜等处理的织物光泽加强,金属光泽整理、光洁整理、回归反射整理可以使织物具有特殊的光泽效果。

(1) 光洁整理:光洁整理能使织物表面光洁、平整、纹理清晰、光泽明亮,光洁整理主要有烧毛、剪毛、轧光、烫光、电光等整理方法。烧毛是利用高温火焰烧除织物表面的毛羽,增加织物的光洁度,提高布面效果;剪毛是利用剪毛机剪短、剪齐织物表面的毛羽;轧光整理是通过机械压力的作用,将织物表面的纱线压扁压平,将竖立的毛羽压伏,使织物表面光洁,提高织物的光泽;电光整理与轧光整理类似,在织物表面不仅轧光,还轧出互相平行的线纹,可以使光线产生规则的反射,从而获得较好的光泽感。

(2) 光泽整理:在树脂和涂层剂中加入增光剂、金属粉末、珠光粉等,经此整理的织物外观丰满,光泽明亮,具有闪光或珠光效果。闪光印花或闪光整理又称为钻石印花或钻石整理,整理后的纺织品具有钻石般的闪光效果。天然钻石具有极好的反光和闪光性能,不仅折射率高,反光性强,还会发生色散而产生彩虹色。闪光印花和涂层整理是将闪光特别强的细小颗粒物质,通过涂料印花或涂层整理施加到纺织品上,使纺织品具有良好的反光能力和随

观察角度变化的彩虹色。珠光体可以从天然珍珠和鱼鳞中得到,其主要成分是 2 - 氨基 - 6 - 羟基脲环,对光有很强的反射能力并能产生干涉色彩。珠光印花和涂层整理除了采用天然珠光体外,还可以使用合成珠粉,如云母片和二氧化钛组合成微小薄片的珠光涂料,反射光的颜色随薄片厚度增加由银色至黄色、红色、青色到绿色变化,对应的透射光颜色则为青、绿、黄和红色。

(3)回归反射整理:动物的眼睛在夜间受到灯光照射时有定向反射光泽的现象,人们由研究动物眼睛结构找到了开发反光材料的途径。20 世纪 30 年代,人们采用猫眼石、细小的玻璃珠等制成安全反光材料,并且逐步拓展到塑料膜和纺织品中。回归反射又称定向反光,是由定向反光物体将光线通过内折射后回归入射方向,并且返回光源方向并反射出来,使处于光照射处的物体照光后,大大提高自身的能见度。织物回归反射光泽是将玻璃微珠固着在织物上,利用光线在玻璃珠内折射,在另一界面发生反射,再从入射方向折射和反射出来的光学性能,使大部分反射光按照入射光方向返回光源方向,它可以清晰地反映出反射体的形状和位置。

回归反射织物的反光能力取决于玻璃微珠的大小和折射率,底布的颜色和反射能力也会影响反光效果。玻璃微珠应该透明且折射率高、大小均匀;粘着剂应与玻璃微珠粘着牢固,但是不能将其完全包覆;底布的颜色不要太深,多为银白色或柠檬黄色,底布有荧光或磷光物质可以增加反射光的亮度。回归反射织物在较暗的背景环境中可以起到醒目的标识作用,可以用于交通、公安、环卫、石油勘探、铁路、煤矿和航海等工作人员的工作服上的安全标识。回归反射织物手感硬、弹性差、耐洗性能不好、白天色泽灰暗等缺点也影响其服用效果。

(4)增深色整理:提高纺织产品颜色深度的主要途径是减弱其对光的反射或散射能力,使更多的可见光进入纤维内部,使染料发生选择吸收后产生深色效果。减弱纺织品对光的反射能力有改变纤维的形态结构、改变纤维超分子结构和改变纺织品表面结构等方法。

纺织品的增深色整理主要是改变纤维表面平整度或在纤维表面施加一层对光反射能力很弱的薄膜,以提高光的透入和吸收。可以通过低温等离子体对纤维表面刻蚀、涤纶碱减量处理等方法使纤维表面形成微小的凹坑,增加其对光的散射,减少反射和透射。纺织品的一些增深剂多为折射率小于 1.5 的高分子成膜物质,随着薄膜厚度的变化,减少光对其的反射和干涉强度,达到增深纺织品色泽的作用。

## 二、变色纺织品的变色原理与应用

在常用的纤维材料中,除了天然纤维本身固有的颜色外,化学纤维大多为乳白色。这是因为无定形的高分子化合物一般为无色透明的,而大多数纤维是部分结晶的高聚物,由于光散射而呈现乳白色。纤维的各种颜色是在纺丝液中加入染料或是对织物进行染色而形成的,织物的色泽一般不会发生变化。变色纺织品是其颜色会随着光线、温度、湿度、pH 值等因素变化而改变的织物。

**1. 光致变色纺织品** 含有光色基团的化合物受一定波长的光照射,会发生色泽的变化,在另一波长的光或热的作用下还可以恢复到原来的色泽,这种可逆的变色现象称为光色

互变或光致变色。

光致变色一般要经过显色反应和消色反应。显色反应是化合物经过一定波长的光照射后显色和变色;消色反应是化合物经过另一波长的光照射(或者加热处理)恢复到原来的颜色。光致变色材料的变色机理有键的异裂、键的均裂、顺反互变异构、价键互变异构、氧化还原光反应等。

光致变色纺织品是将光色基团导入高聚物的侧链,制成光致变色高分子材料,可以加入纺丝液中制成光致变色纤维,也可以制成变色染料或变色胶囊对织物进行后整理,得到光致变色特性的织物。这种织物可以用于舞台布景、表演服装、窗帘、军队迷彩服装等产品中。

**2. 温度变色纺织品** 温度变色纺织品是由温度的变化而发生可逆变色和不可逆变色的织物,又称为热敏变色纺织品。这种变色纺织品是利用一些物质在一定温度下由于结构变化发生可逆的颜色变化的特性制成的,如碘化汞铜( $\text{Cu}_2\text{HgI}_4$ )在常温下是红色的,在 $69.6^\circ\text{C}$ 变为暗紫色, $70.6^\circ\text{C}$ 又变为黑色;碘化银( $\text{AgI}$ )在常温下是黄色的,在 $147^\circ\text{C}$ 变为深红色。将酸与高级醇混合并制成胶囊涂于织物上,高温时,酸溶解在醇类中而消色;低温时,酸与隐色型色素结合而发色,温度变色原理如图1-3所示。温度变色纺织品对温度的变化很敏感,室内外温度差、人体体温的变化都可以引起织物色彩的变化。这种织物可以用于滑雪服、T恤衫、领带、被褥、高温防护服装等产品中。

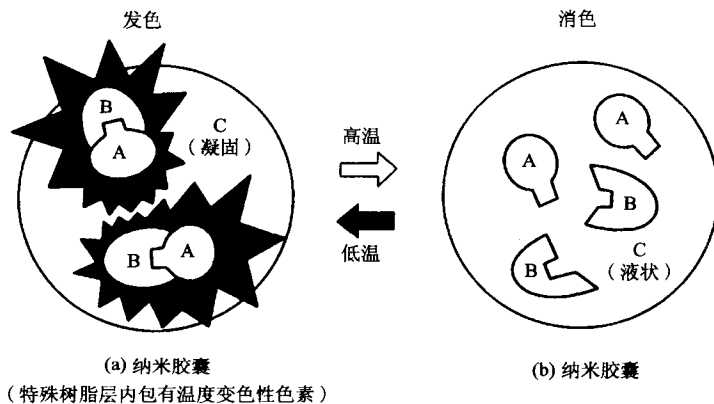


图1-3 温度变色的原理

A—色素 B—发色剂(酸) C—消色剂

**3. 湿敏变色纺织品** 湿敏变色纺织品的颜色随着空气中湿度的变化而变化,或是在水中发生变化,可用于制作泳衣、花样游泳运动服装、毛巾、浴巾等。如由钴复盐制成的湿敏涂料在干燥时为蓝色,润湿时为桃红色。将含有采光珍珠粉和纳米级 $\text{SiO}_2$ 的涂料涂于纺织品表面,在干燥时为无色,潮湿时为珍珠色。

### 三、发色纺织品发色原理与应用

自然界中,有许多具有绚丽色彩的动物和植物,其靓丽迷人的色彩、完美奇妙的图案、微

妙精巧的发色结构,令人叹为观止。

在南美洲的亚马逊河流域有一种美丽的“闪蝶”,又称太阳蝶、Morpho 蝴蝶,蝴蝶的翅膀呈现漂亮的蓝色和金属般的光泽,光线照射的角度不同时,色彩还会发生微妙的变化。科学家研究闪蝶翅膀结构时发现,蝴蝶的翅膀是无色的,其美丽的色彩和光泽与其翅膀上的翅瓣鳞粉的复杂结构有关。翅瓣鳞粉由支条和鳞粉组成。支条高约  $1.7\mu\text{m}$ ,鳞粉规格约为  $150\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ ,厚度约  $0.54\mu\text{m}$ ,其上有许多平行排列的羊齿草状的微小凸起薄片(又称隆

线)、间距约  $0.7\mu\text{m}$ 。光线照射到蝴蝶翅膀时,入射光进入狭窄平行的细缝内部,在无数个微小的凸起处不断发生反射、折射和干涉,就产生了艳丽的色彩和光泽。鳞粉表面平行薄片对光的干涉作用如图 1-4 所示。日本可丽乐公司模仿闪蝶翅膀的鳞片结构,开发出多重扁平织物 Dephor。

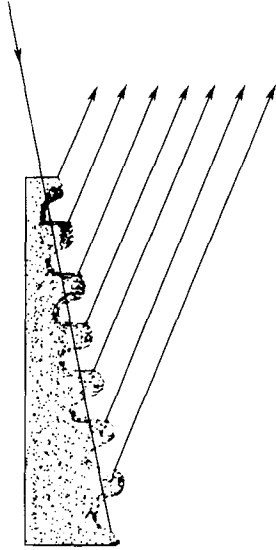


图 1-4 鳞粉表面平行薄片对光的干涉作用

鸟类羽毛艳丽而明亮的色彩是从多种途径获得的,一是羽毛中含有天然色素;二是羽毛上的羽枝含有许多小的倒刺,对光发生散射;三是羽毛的小倒刺表面还有许多大小不一的薄片,组成相互平行的层状结构,会对可见光产生多重干涉。后两种因素是由羽毛的结构发色,不会降低光的强度,所以产生的色彩特别明亮,有些还具有金属光泽。

纺织品染色都是用含有色素的染料浸染得到的,人眼观察到的纺织品色彩是由色素选择吸收可见光而产生的颜色,这种色彩的纯度、明度都不够理想,随着染料化学结构的变化或破坏,这些颜色会发生变化或消失。自然结构发色的颜色明亮、纯粹且具有金属光泽,结构发色不吸收可见光,光强度不仅不降低,反而由于干涉、衍射的作用而在局部得到明显增强,光泽明亮;结构发色的干涉和衍射光的波长范围很窄,所以色调特别纯;干涉和衍射光的波长随观察角度发生变化,可以形成彩虹色;结构发色只要材料的折射率和尺寸不变,颜色不会发生变化且具有良好的色牢度。

#### 四、纺织品光泽指标测试

**1. 织物光泽的感观评定** 感观评定是凭人的视觉对织物光泽进行主观的评定。一般是集中一些具有经验的检验人员,在特定的环境下对织物分别进行检验,按照自己的判断将织物光泽排定优劣秩序,然后根据各种织物的总秩位数评定织物的光泽。感观评定法具有简便、快速的优点,但是这种方法人为的因素较大,并且受检验人员技术的熟练程度和心理状态的影响。

**2. 织物光泽的仪器评定** 织物光泽的仪器评定是将各种与反射光有关的物理量进行量化,如测定织物表面反射光的数量,或者测定织物表面反射光的分布方向等。

(1) 镜面光泽度: 镜面光泽度又称正反射光泽度,以物体正反射方向的光强度来评价其



光泽。这一方法对不同色调染色的丝织物,当光线沿着织物经向入射,入射角为  $60^\circ$  及  $45^\circ$  时,测试结果与视觉评价具有较好的相关性。

(2) 二维对比光泽度:二维对比光泽度是在入射光线与试样法线组成的入射面上,正反射发光强度与漫反射发光强度的比值。常用的对比方式是取入射角和反射角都等于  $45^\circ$  时的反射光的发光强度为  $I_{\max}$ ,用它与入射角为  $0^\circ$ 、反射角为  $45^\circ$  的反射光发光强度的比值,表示二维对比光泽度。二维对比光泽度测试方法如图 1-5 所示。

$$G_2 = I_{\max} / I_{0-45}$$

式中:  $G_2$  ——二维对比光泽度;

$I_{\max}$  ——入射角和反射角都等于  $45^\circ$  时的反射光的发光强度;

$I_{0-45}$  ——入射角为  $0^\circ$ 、反射角为  $45^\circ$  的反射光的发光强度。

(3) 垂直轴旋转法(Jeffries 法):垂直轴旋转法入射光、受光器和试样面法线在同一平面内,如图 1-6 所示,光源与受光器固定,试样绕入射点法线轴旋转。一般取入射角  $\phi_1 = 45^\circ$ , 受光角  $\phi_2 = 75^\circ$ 。其对比光泽度为:

$$G_j = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\min}}$$

式中:  $G_j$  ——光泽度;

$I_{\max}$  ——最大发光强度;

$I_{\min}$  ——最小发光强度。

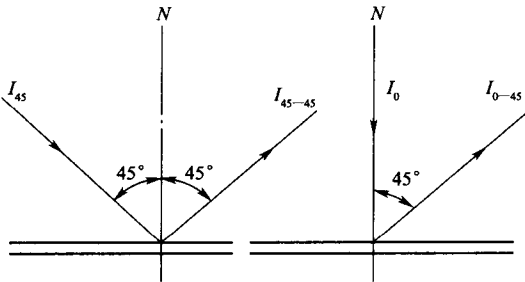


图 1-5 二维对比光泽度测试方法

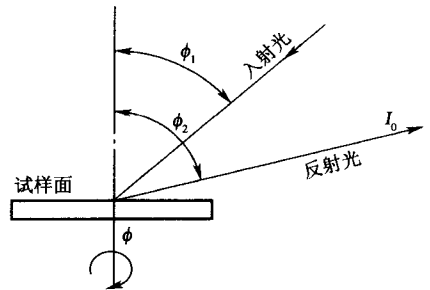


图 1-6 垂直轴旋转法(Jeffries 法)

## 五、设计实例

### 1. 丝光毛织物

原料:纯羊毛花呢坯布。

药品:1398 蛋白酶(活力 1.3 万单位)、氨基硅微乳液 WR1300、自制聚合氨基硅平滑剂、表面活性剂等。

(1) 酶处理工艺:1398 蛋白酶 浴比 1:30、温度  $50^\circ\text{C}$ 、pH 值 7、时间 60min。

(2) 复合改性有机硅处理:混合有机硅 6.5% (o. w. f.)、温度  $35^\circ\text{C}$ 、pH 值 6、浴比 1:25、