

纺织新技术书库 36

特种功能
纺织品的开发

特种功能纺织品的开发

王树根 马新安 © 等编著



中国纺织出版社

策划编辑：李东宁

责任编辑：王文仙

封面设计：李 强

纺织新技术书库 **new 36**



特种功能纺织品的开发

ISBN 7-5064-2657-9



9 787506 426572 >

定价：26.00 元

纺织新技术书库③⑥

Gong Neng
特种功能纺织品的开发

王树根 马新安 等编著



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书重点介绍了生产各种特种功能纺织品的原理和方法,给出了整理或涂层的一般工艺流程、工艺条件、配方和评价方法;详细介绍了各种特种纤维的性能、结构、生产方法及其产品性能和用途。

本书可供从事特种功能纺织品开发的人员参考,也可作为纺织大专院校相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

特种功能纺织品的开发/王树根,马新安等编著. —北京:中国纺织出版社,2003.8

(纺织新技术书库⑤)

ISBN 7-5064-2657-9/TS·1671

I. 特... II. ①王... ②马... III. 纺织品,特种功能—基本知识 IV. TS106

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 044584 号

策划编辑:李东宁 责任编辑:王文仙 责任校对:楼旭红
责任设计:何建 责任印制:刘强

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

电话:010-64160816 传真:010-64168226

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

2003年8月第一版第一次印刷

开本:889×1194 1/32 印张:8.25

字数:191千字 印数:1—3000 定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

前 言

随着纺织技术的不断提高,市场竞争的日益激烈,纺织新产品的研究开发已成为提高产品档次、功能和附加值的重要手段。

纺织品除了人们日常穿着、装饰等一般功能外,还有人们所需的多种特殊功能,如常见的抗静电、洗可穿(免烫)、防缩、防蛀、防水等,还有阻燃、防紫外线、防红外线、电磁屏蔽、抗菌除臭、远红外线、防辐射等等。这些特种功能的纺织品有单一的功能,也有几种功能叠加在一种织物上,使其成为多功能纺织品。这些具有特殊功能的纺织品称为特种功能纺织品。

通常所述的特种功能纺织品,按其功能的属性可分为:

(1)物理性功能纺织品:电气、电子性功能,如导电性、抗静电性、高绝缘性、光电性、热电性以及信息记忆性等;热学功能,如耐高温性、防火阻燃性、热敏性以及耐低温性等;光学功能,如光导性、光折射性、光吸收性以及偏光性;

(2)化学性功能纺织品:光化学功能,如光降解性、光交联性等;化学反应功能,如消臭功能、催化活性功能等;

(3)物理分离性功能纺织品:分离性功能,如中空分离性、微孔分离性、反渗透性等;吸附交换功能,如离子交换

性、选择吸附性等；

(4)生物适应性功能纺织品：医疗保健功能，如抗菌性、芳香性、生物适应性等；生物功能，如人工透析性、生物吸收性、生物相容性等。

按其用途，常见的功能纤维有：抗静电纤维、导电纤维、高吸湿纤维、抗紫外线纤维、远红外纤维、抗菌纤维、磁性纤维等。

生产特种功能纺织品的方法多种多样，既涉及纺织、染整行业，也涉及化纤、精细化工等行业。在织物成品上采用整理剂对织物整理、涂层或改性，赋予织物所需的功能。如用有机氟整理的耐久性抗油拒水织物，采用聚四氟乙烯涂层生产的防水防风透湿织物，用抗菌剂整理的长效抗菌织物等等。随着高科技纤维的不断出现，可以采用特种功能纤维生产具有所需功能的产品。如采用芳纶生产防弹衣、耐高温服，用阻燃纤维生产阻燃服，用导电纤维生产防静电或电磁屏蔽服等。

本书重点介绍了生产各种特种功能纺织品的原理和方法，既给出了整理或涂层的一般工艺流程，包括其工艺条件、配方和评价方法，还较详细地介绍了各种特种纤维的性能、结构、生产方法及其产品性能和用途。本书尽可能将理论和实际生产相结合，便于实际生产应用。

本书附录部分引用了部分国家标准，在引用时有删节。

本书既可作为大专院校师生的教学参考书，也可作为生产企业、研究机构从事特种纺织品开发人员的参考

资料。

参加本书编写的有王树根、马新安、贺江平、赵振河同志,最后由王树根同志统稿。

随着高新技术的不断发展,特别是精细化工产品的开发和新纤维、新材料的出现,更多更好的特种功能纺织品不断涌现,产品性能也在不断提高,产品应用范围也在不断扩大。本书仅是作者长期教学、科研、生产实践的总结,难免有错误、遗漏和不足,资料收集也不够完善,敬请专家和读者批评指正。

作者

2003.4

目 录

第一章 阻燃纺织品	1
第一节 阻燃机理	3
一、纺织纤维的热裂解和燃烧性能	3
二、阻燃机理	10
第二节 阻燃整理纺织品	12
一、阻燃剂的结构与性能	12
二、非耐久性阻燃纺织品的阻燃整理	16
三、半耐久性阻燃纺织品的整理	18
四、耐久性阻燃纺织品的整理	20
第三节 阻燃纤维纺织品	23
一、阻燃粘胶纤维	23
二、阻燃聚丙烯腈纤维	26
三、阻燃聚乙烯醇纤维	28
四、阻燃聚酯纤维	29
五、阻燃聚丙烯纤维	30
六、阻燃聚酰胺纤维	32
七、阻燃聚芳酰胺纤维	33
八、PBI 纤维	34
九、PPS 纤维	35
十、PTO 纤维	36
第四节 阻燃纺织品用途及阻燃性能测试	37
第二章 抗静电纺织品	41
第一节 静电的消除机理	42

第二节 抗静电整理纺织品	45
一、非耐久性抗静电整理	45
二、耐久性抗静电整理	47
第三节 防静电纤维纺织品	51
一、金属纤维	51
二、金属及其氧化物镀层纤维	52
三、复合导电纤维	54
四、其它导电纤维	55
第四节 抗静电纺织品应用及测试方法	56
第三章 拒水拒油纺织品	61
第一节 拒水拒油的原理	61
第二节 拒水整理	64
一、非耐久性拒水整理	64
二、半耐久性拒水整理	65
三、耐久性拒水整理	66
第三节 拒水拒油涂层	78
第四节 纳米材料应用于拒水拒油纺织品	80
第四章 抗菌消臭纺织品	82
第一节 抗菌消臭机理	84
第二节 抗菌消臭整理	87
一、非耐久性抗菌消臭整理	87
二、耐久性抗菌消臭整理	87
第三节 抗菌防臭纤维	91
一、内含抗菌剂的抗菌防臭纤维	94
二、应用纳米材料的抗菌抗臭纤维	100
第四节 抗菌消臭效果的检验	101

第五章 棉、毛纺织品的免烫“可机洗”	102
第一节 棉纺织品服装的免烫“可机洗”	103
一、纤维素纤维织物(服装)的抗皱、免烫机理	103
二、免烫“可机洗”织物(服装)整理工艺	110
第二节 毛纺织品(服装)的免烫“可机洗”	130
一、毛织物的防缩“可机洗”	130
二、毛织物抗皱“免烫”	140
三、毛织物免烫“可机洗”	142
第六章 远红外保健纺织品	144
第一节 后整理型保健织物	147
第二节 远红外辐射性纤维	151
一、远红外辐射性涤纶	152
二、远红外辐射性腈纶	154
三、远红外辐射性锦纶	155
四、远红外辐射性丙纶	156
第七章 防辐射纺织品	157
第一节 辐射的种类和危害	157
一、紫外线	157
二、电磁波	158
第二节 防紫外线辐射	160
一、防紫外线整理	163
二、防紫外线纤维	168
第三节 防辐射纺织品	168
一、涂层防辐射织物	170
二、金属纤维混纺防电磁波织物	171

第八章 纳米纺织品	173
第一节 纳米材料的新特性	175
一、纳米微粒的物理性能	175
二、纳米微粒的化学特性	176
三、纳米固体材料的性能	176
第二节 纳米材料用于开发功能性纺织产品	178
一、紫外线屏蔽功能纺织品	180
二、抗菌除臭纺织品	182
三、抗静电、抗电磁辐射纺织品	186
四、远红外功能	187
五、高性能纤维	187
六、特殊界面性能的织物	188
第九章 其它功能纺织品	189
第一节 防酸纺织品	189
第二节 止血纺织品	194
第三节 香味纺织品	199
附录	208
一、纺织品阻燃效果评定	208
二、纺织品抗静电效果评定	222
三、纺织品拒水拒油效果评定	235
四、纺织品防酸效果评定	239
五、纺织品抗紫外线效果评定	243
参考文献	246

第一章 阻燃纺织品

据统计,约 50% 以上的火灾事故是因纺织品不阻燃而引起或扩大的。尤其是住宅火灾,因纺织品着火或蔓延而酿成事故的比例更大。显然,纺织品的阻燃功能对消除火灾隐患、延缓火势蔓延、降低人民生命财产损失至关重要。我国纺织品阻燃技术起步于 20 世纪 60 年代,但真正较全面、系统并且迅速地发展却始于 80 年代。一些发达国家早已对纺织品的阻燃制定了较系统的法规,我国也相继推出了不少阻燃规定和防火规范,如 1988 年我国颁布了《阻燃防护服》国家标准,1998 年颁布实施了《消防法》;根据国家工程建设消防技术标准的规定,公共场所的室内装修、装饰应当使用不燃或难燃材料;一些部委也先后颁布了相应的规定。阻燃防护材料的应用有了法律保证。随着经济的发展及人民生活水平的提高,人们对阻燃纺织品的需求更加迫切。阻燃产品推广很快,现已被广泛应用于高层建筑、宾馆、医院、酒店以及飞机、轮船和汽车的内部装修。

几乎所有常用的纺织纤维都是有机高分子材料,绝大多数在 300℃ 以下就会发生分解,并有可燃性气体和可挥发性液体析出。即使经过阻燃整理,也不能使它成为在火焰中不燃烧和不受损伤的材料。只不过是程度不同地降低了可燃性,在离开火源后,能迅速停止燃烧。因此,所谓的可燃性只有相对的意义,而不是绝对的。纺织材料的阻燃性能主要通过两种方法获得,一种是对纺织材料进行阻燃后处理而达到阻燃目的,该方法成本低,加工容易,但阻燃性

随使用年限和洗涤次数的增加而降低或消失;另一种方法是直接生产阻燃纤维,阻燃纤维具有永久阻燃性。

可以通过整理剂整理或使用阻燃纤维使纺织品阻燃,评定织物的可燃性是一个比较复杂的问题,影响因素很多,如织物吸湿率、重量等,但主要可从两方面加以考虑。一是易点燃性,即着火点的高低,表示织物起火的难易;另一个是燃烧性能,即在特定条件下,沿着样品燃烧的速率。为了测定织物的可燃性,曾提出过很多检验方法。对阻燃整理过的织物来说,通常是将织物样品按规定的方法与火焰接触一定时间,然后测定移去火焰后,织物发生剩余的有焰(续燃)和无焰(阴燃)燃烧的时间以及被损毁的程度。续燃时间、阴燃时间越短,表示该织物阻燃性能越好。有人提倡测定极限氧指数(LOI)或需氧指数(OI),用以表示织物的可燃性。极限氧指数越大,维持燃烧所需的氧气浓度越高,即越难燃烧。空气中,氧气的体积百分浓度为21%,从理论上讲,纤维的极限氧指数只要超过21,在空气中就有自熄作用,但实际上发生火灾时由于空气的对流、相对湿度等环境因素的影响,达到自熄的极限氧指数有时必须超过27。一般认为,LOI值低于20的为易燃纤维;20~26之间的为可燃纤维;26~34之间的为难燃纤维;35以上的为不燃纤维。用极限氧指数区分纤维的燃烧性具有可定量、分辨率高、能直接比较、重现性好等优点,但是测得的结果随纤维制品的形状、结构、厚度和有无熔滴现象而有所差异。所谓LOI是指样品在氮、氧混合气的环境中保持烛状燃烧所需氧气的最小体积分数,可用下式表示:

$$\text{LOI} = \frac{\phi_{\text{O}_2}}{\phi_{\text{O}_2} + \phi_{\text{N}_2}} \times 100\%$$

我国阻燃合成纤维的研制工作起步于20世纪60年代初期。当

时,上海地区研制出了氯纶、腈氯纶、氯化聚氯乙烯等品种。近 10 年来,我国已有一些科研单位和工厂相继研制开发了若干阻燃纤维并批量投入生产,如阻燃锦纶、阻燃丙纶、阻燃腈纶、阻燃粘胶纤维等,品种繁多,为我国纺织品的阻燃技术开辟了新的途径。但就品种、数量及阻燃性能而言,还远远达不到现代化建设和人民生活水平逐步提高的需要,与发达国家的差距还很大。随着经济的发展和国家法制的健全,阻燃纺织品的推广应用将引起全社会的重视,阻燃纺织品在我国具有广阔的市场需求,开发潜力巨大。

第一节 阻燃机理

一、纺织纤维的热裂解和燃烧性能

在研究纺织纤维织物阻燃整理以前,必须对各种纺织纤维的燃烧性能有所了解,如着火性能、热性能、热裂解产生的气体、热裂解产生的烟雾和毒气等等,现分述如下:

1. 纤维素纤维的热裂解和燃烧性能

纤维素纤维受热不熔融,遇火焰后燃烧很快。纤维素纤维的热裂解首先是降解,高分子的纤维素降解成低分子的纤维,然后再分解成左旋葡萄糖。左旋葡萄糖在热的作用下进一步分解成羟基丙酮、异丁烯醛、乙醛、丙烯醛、甲醇等。由于裂解产物中含有大量可燃性气体,如乙烷和乙烯等,这些气体很易燃烧,是使织物燃烧的主要原因。燃烧现象可分为有焰燃烧和无焰燃烧两种,前者主要是纤维素热裂解时产生的气体或挥发性液体的燃烧,后者则是固态残渣的氧化,前者所需温度比后者要低得多。目前国内外研究阻燃整理的着眼点主要是采用阻燃剂,使纤维素纤维热裂解时减少或阻止可

燃性物质(主要是气体)的产生,促进难燃性或不燃性物质(主要是固体碳)的产生。例如未经阻燃整理的棉织物,热裂解时可燃物达80%左右,而经阻燃整理后,可燃物或易燃物下降至30%~40%。

2. 合成纤维的热裂解和燃烧性能

与天然纤维的性能对比,将各种纺织纤维的着火性能列于表1-1中加以说明。

表 1-1 各种纤维的着火性能

名 称	燃烧性能	着火点/℃ (延迟 10s)	极限氧指数
棉纤维	助燃,燃烧快,有阴燃	493	18.0
粘胶纤维	助燃,燃烧很快,无阴燃	449	19.0
羊毛纤维	难助燃	650	24.0
醋酯和三醋酯纤维	助燃,燃烧前熔融	480	17.0
锦纶	难助燃,熔融	504	22.0
锦纶 66	不立即助燃,熔融	—	—
腈纶	立即燃烧,燃烧时有噼啪声	540	18.5
腈氯纶	熔融,燃烧很慢	650	27~29
涤纶	难助燃,熔融	575	23.5
聚丙烯纤维	熔融,燃烧慢	—	—
聚氯乙烯纤维	不立即助燃	650	37~40
聚偏氯乙烯纤维	不立即助燃	436	42~50

表 1-1 中的数据摘自不同的资料,由于纤维原料和试验条件的不同,各数据间可作相对比较。从表中的数据,可以对比各种合成纤维在受热情况下着火的难易。对比各种纤维,3种合成纤维中以涤纶需氧指数最大,相对说较难燃烧。腈纶极限氧指数最小,容易燃烧。变性腈纶、聚氯乙烯纤维、聚偏氯乙烯纤维等极限氧指数在30左右,不易燃烧。

合成纤维与棉纤维不同,着火时先熔融,后裂解,再燃烧。作阻燃整理时可改变其热性能或选择适当阻燃剂,在裂解时能阻止化学纤维裂解物的燃烧。

3. 蛋白质纤维的热裂解和燃烧性能

蛋白质纤维包括动物毛和丝,纺织中常见的为羊毛和蚕丝。本身除含有碳、氢元素外,还含有大量氮元素和硫元素,在足量空气中燃烧时,可以产生以下气体:二氧化碳、不饱和碳氢化合物、饱和碳氢化合物、硫化氢、二氧化硫、甲烷、氨气、氢气、氨的氧化物、一氧化碳和氢氰酸等,最后两种气体毒性较大,数量较多。羊毛毯经燃烧后所产生的--氧化碳为 $200 \sim 400 \text{mm}^3/\text{m}^3$,氢氰酸为 $30 \sim 70 \text{mm}^3/\text{m}^3$ 。

4. 烟雾和毒气

纤维燃烧时产生的烟雾和毒气,如一氧化碳等是造成火灾中死亡的主要原因。很多死亡是由于烟雾毒气而窒息,而不是由于烧死或烧伤。燃烧时除了织物,各种建筑材料也产生大量烟雾。烟雾和毒气不易区别,但很多人认为纺织品燃烧所产生的烟雾比毒气更为危险。烟雾不仅本身有毒并能遮住视线和造成窒息。有人曾用光电池来测定烟雾的光密度,但还没有详细的数据来说明烟雾和毒气的产生。

羊毛燃烧时产生烟雾的情况比其他很多纤维要好。聚酯/羊毛(55/45)混纺织物,比单纯的羊毛和聚酯纤维能产生更多的烟雾。因此有关混纺织物燃烧的烟雾问题。不能单纯的用纤维来分析,这是因为混纺织物受热燃烧时,由于不同的热分解作用和燃烧物的相互作用,其结果发生了变化。棉纤维与其他纤维相比,产生的烟雾最少,但经阻燃整理后产生很大的烟雾,这主要是由于阻燃剂和织物的不完全燃烧所致。在选择阻燃剂时,烟雾少也是考虑的一项因

素。钛、锆络合物对羊毛的阻燃整理,其烟雾可与未整理时相近,是一种有效的整理剂。

5. 评定燃烧性的参数

从燃烧过程的分析和燃烧结果对环境的影响,纤维和纺织品的燃烧性可用引燃、火焰蔓延及持续性、能量和燃烧产物四个方面所属的许多具体评定项目来表征(表 1-2)。

表 1-2 表征纺织品燃烧性的参数

参 数	评 定 项 目
引 燃	火源的性质 引燃的容易程度
火焰的蔓延和持续性	各方向的蔓延速度 引燃方式的影响 燃烧程度 样品消耗速率 火焰熄灭速率 余辉性质
能 量	放出的总能量 能量释放速率 能量消耗速率 能量转移到相邻表面(皮肤)的速率 能量穿越样品的转移速率
燃烧产物	气体产物组成和浓度 发烟性 气体的毒性 燃烧残骸的性质 焦炭的性质

表 1-2 所列各种参数的具体评定项目受纤维、纱线、织物结构、密度、尺寸、几何形态(水平或垂直的)以及织物上的染料、印染助剂、污染物和环境条件(如周围温度、湿度、空气流速)等因素的影响。测定某一给定纤维在各种环境条件下的上述各种参数是一项繁复的任