



纺织服装高等教育“十一五”部委级规划教材

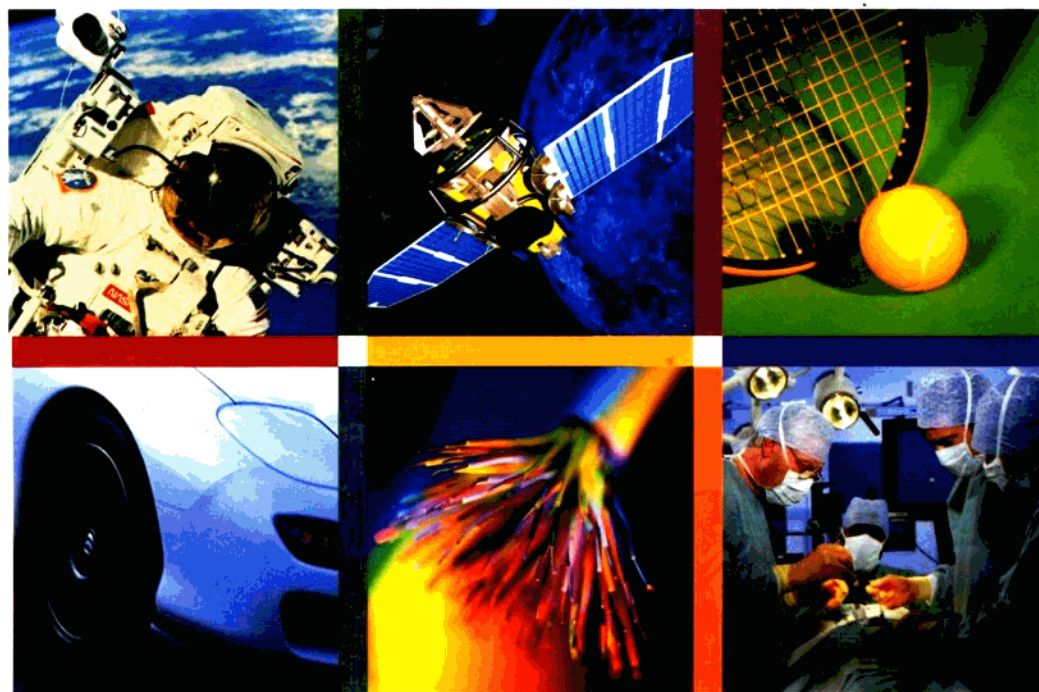
世纪高等教育精品大系

Shiji Gaodeng Jiaoyu Jingpin Da Xi

产业用纺织品

● 主 编 熊 杰

● 副主编 胡国樑



浙江科学技术出版社



纺织服装高等教育“十一五”部委级规划教材

世纪高等教育精品大系

Shiji Gaodeng Jiaoyu Jingpin Da Xi

浙江省高等教育重点教材

产业用纺织品

- 主 编 熊 杰
- 副主编 胡国樑

浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

产业用纺织品 / 熊杰主编. —杭州:浙江科学技术出版社, 2007.6

(世纪高等教育精品大系·纺织服装系列)

ISBN 978-7-5341-3059-5

I. 产… II. 熊… III. 纺织品—应用—高等学校—教材
IV. TS106

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 061811 号

丛 书 名 世纪高等教育精品大系·纺织服装系列
书 名 产业用纺织品
主 编 熊 杰
副 主 编 胡国樑

出版发行 浙江科学技术出版社
杭州市体育场路 347 号 邮政编码:310006
联系电话:0571-85152719
E-mail:qj@zkpress.com

排 版 杭州富春电子印务有限公司
印 刷 杭州飞达工艺美术印刷厂
经 销 全国各地新华书店

开 本	787×1092 1/16	印 张	13.75
字 数	352 000		
版 次	2007 年 6 月第 1 版	2007 年 6 月第 1 次印刷	
书 号	ISBN 978-7-5341-3059-5	定 价	28.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社负责调换)

丛书策划 郑汉阳 责任编辑 钱 珺
封面设计 孙 菁 责任校对 张 宁
责任印务 田 文

前 言

从全球范围而言,产业用纺织品是最具创新性和发展潜力的领域之一,产业用纺织品的经济规模和重要性已远远超越了纺织工业本身,几乎对人类经济和社会活动的每一个领域都有着深远的影响。

我国的产业用纺织品行业经过 20 多年的快速发展,已取得了巨大的进步,早已不再局限于采用传统的纺织加工方法,而是大量采用高技术和高性能纤维,广泛利用宽幅机织、多轴向经编、非织造、涂层、层压和复合加工等先进的加工工艺及方法。产业用纺织品已广泛地应用于各个产业领域,起着其他工程材料不可替代的作用。未来 5~10 年,国内产业用纺织品将成为增长最快的行业之一。尽管如此,相比国际先进水平,我国的产业用纺织品行业仍存在着较大差距。一方面,行业规模仍需扩大。目前世界上发达国家的产业用纺织品在纤维制品加工总量中所占的比例大致为 1/3,有些国家的比例更高,而我国产业用纺织品占纤维制品加工总量的比例不到 20%。另一方面,产品水平亟待提高。尽管国内产业用纺织产品不断推陈出新,但仍缺少在国际市场中有竞争力的新产品,加快技术进步和产品创新仍是今后的重要课题。

为了适应这种发展的形势,更好地在纺织工程类专业中开展产业用纺织品的教学,我们组织部分教师编写了这本《产业用纺织品》教材,并被列入浙江省高等教育重点教材和纺织服装高等院校“十一五”部委级规划教材。全书分为 11 章,第一章介绍了产业用纺织品的定义、与非产业用纺织品的区别、分类、发展及其意义以及在 21 世纪中应起的作用;第二章介绍了产业用纤维;第三章介绍了产业用纺织品的生产方法;第四、五、六、七、八、九、十、十一章较为系统地介绍了产业用纺织品的应用。编者力图兼顾深度与广度,采用深入浅出的介绍,以适应本科生教学的要求,也可供纺织科技人员和相关专业学生阅读。

本书第一章、第四章由熊杰编写,第二章、第五章、第六章由胡国樑编写,第三章由王利君、王银燕、王家俊和熊杰编写,第七章、第九章由王家俊编写,第八章由熊杰、李庆和张华鹏编写,第十章由王利君、熊杰编写,第十一章由王银燕、熊杰和

王家俊编写,附录由吴子婴编写。全书由熊杰统稿,胡国樑校稿。

本书在编写过程中,得到了浙江省高等教育重点教材建设基金和教育部“长江学者和创新团队发展计划(IRT0654)”的资助和浙江理工大学的大力支持,吕伟元提供了大量相关的资料,在此一并致谢。

限于编者水平,难免会存在疏漏与谬误之处,恳请专家和读者批评指正。

编 者

2006 年 11 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 产业用纺织品的定义	1
第二节 产业用纺织品与非产业用纺织品的区别	1
第三节 产业用纺织品的分类	3
第四节 产业用纺织品的发展及其意义	5
第五节 产业用纺织品在 21 世纪中应起的作用	7
第二章 产业用纤维	11
第一节 概 述	11
第二节 产业用天然纤维	12
第三节 产业用化学纤维	15
第三章 产业用纺织品的生产	30
第一节 概 述	30
第二节 机 织	31
第三节 针 织	34
第四节 编 织	43
第五节 非织造布	47
第六节 涂层和层压	52
第四章 纺织结构复合材料	63
第一节 概 述	63
第二节 纺织结构复合材料的纤维体系和增强结构	64
第三节 纺织结构复合材料的聚合物基体体系	64
第四节 纺织结构复合材料的复合成型工艺	73
第五节 纺织结构复合材料的应用	78
第五章 过滤用纺织品	80
第一节 概 述	80
第二节 过滤的机理	80
第三节 过滤的形式	83
第四节 过滤材料的性能要求与测试指标	85
第五节 过滤纺织品的应用设计	86
第六章 土工布	90
第一节 概 述	90
第二节 土工布的功能	90
第三节 土工布的种类和应用	93
第四节 土工布的性能要求与测试	97

第七章 医疗卫生用纺织品	102
第一节 概 述	102
第二节 医用纺织品原料	102
第三节 移植类纺织品	105
第四节 非移植类纺织品	114
第五节 体外医疗装置用纺织品	117
第六节 保健和卫生纺织品	120
第八章 安全与防护用纺织品	125
第一节 概 述	125
第二节 阻燃纺织品	125
第三节 热防护纺织品	130
第四节 静电防护纺织品	134
第五节 电磁辐射防护纺织品	138
第六节 防毒纺织品	143
第七节 单兵防护用纺织品	146
第八节 宇航服	151
第九章 交通运输用纺织品	153
第一节 概 述	153
第二节 轮胎用纺织品	153
第三节 安全气囊	156
第四节 座位安全带	158
第五节 汽车地毯	159
第六节 汽车内装饰纺织品	160
第七节 其他汽车用纺织品	161
第八节 其他交通运输用纺织品	163
第十章 体育运动与休闲用纺织品	165
第一节 概 述	165
第二节 运动服装	165
第三节 运动鞋	170
第四节 体育运动与休闲娱乐器材	170
第五节 体育场地铺设纺织品	179
第十一章 其他产业用纺织品	183
第一节 农业用纺织品	183
第二节 渔业水产用纺织品	187
第三节 建筑和设施用纺织品	188
第四节 电子行业用纺织品	193
第五节 橡胶增强用纺织品	194
第六节 造纸用纺织品	197
第七节 包装用纺织品	198

附 录.....	200
附录一 纤维、纱线特性测试标准	200
附录二 织物测试标准.....	201
附录三 服装产品及试验方法标准.....	205
附录四 其他产品及试验方法标准.....	206
主要参考文献.....	211

第一章 绪 论

第一节 产业用纺织品的定义

纺织品按最终用途分为服装用、装饰用和产业用 3 大类。产业用纺织品 (Industrial textiles) 是指用于许多非纺织行业的产品、制造过程和配套服务中的经过专门设计的工程类纺织结构材料。

根据这一定义,产业用纺织品通常用于以下 3 个不同的方面:

第一,产业用纺织品作为其他产品的一个组成部分,可直接对产品的强度、使用性能以及其他特性产生影响。例如:轮胎中加入帘子布、纺织结构复合材料等。

第二,产业用纺织品可作为加工其他产品的过程中使用的一个组件。例如:食品生产过程中使用的过滤用纺织品,造纸过程中造纸机使用的织物等。

第三,产业用纺织品可单独使用,实现一种或几种功能。例如:用于体育场篷盖的涂层织物。

显然,产业用纺织品与用于服装和装饰的普通纺织品不同,它通常由非纺织行业的专业人员用于各种性能要求高或耐用的场合。因此,产业用纺织品也叫做“技术纺织品 (Technical textiles)”、“高性能纺织品 (High performance textiles)”、“高技术纺织品 (High tech-textiles)”、“工程纺织品 (Engineered textiles)”、“产业织物 (Industrial fabrics)”以及“技术织物 (Technical fabrics)”等。

产业用纺织品的历史可能和传统纺织品一样古老,可以追溯到几千年以前,但只是在 20 世纪前半叶化学纤维发明之后,才彻底改变了产业用纺织品的功能。化学纤维作为一种高分子材料,具有很多其他材料无可比拟的功能,它强度高、弹性好、均匀、耐化学性、耐磨损、耐腐蚀、阻燃,它们可以在同一产品中具有多种优异的性能,既柔软、具有弹性,又可以有很高的强度。纺织技术是十分成熟的技术,它包括众多可变因素,如聚合类型、纤维种类和结构、纱线品种和结构、织物的加工方法以及多种制造参数等等,这些可变因素的组合可以构成各种各样的形态和性能,加之可以采用涂层、叠层、复合等不同的后加工方法,可以做成适合多种用途的产品,这就使得产业用纺织品的应用领域大大扩展。

第二节 产业用纺织品与非产业用纺织品的区别

产业用纺织品与服装和装饰用纺织品的区别在于以下几个方面:

(1) 产业用纺织品的应用领域和使用对象不同。产业用纺织品属于生产资料领域,服装和装饰用纺织品属于消费领域。产业用纺织品通常用于非纺织行业,使用产业用纺织品的主要行业有广告、农业、汽车、航空、建筑、陶瓷、化工、计算机、电力、环境保护、渔业、食品、家具、园艺、景观设计、制革、机械工程、医疗、采矿、石油工业、包装、造纸、制药、塑料、印刷、回收、橡

胶、航天、交通运输、木材加工等,几乎没有一个行业不使用纺织品。服装和装饰用纺织品的购买和使用对象是消费者,而产业用纺织品的购买者在绝大多数情况下不是直接的使用者,即产业用纺织品的使用对象通常不是个体用户。

(2) 外观形态不同。产业用纺织品的外观形态多种多样,既可以纤维形态投入使用,如通讯用的光纤、过滤用的中空纤维,也可以线、绳结构直接使用,如缝纫线、麻绳等,也可以片状形态投入使用,如蒸呢布、帆布,还可以三维形态投入使用,如各种立体机织、编织而成的预成型件等。服装和装饰用纺织品一般以片状形态,即由纱线编织而成的布面为消费者所使用。

(3) 性能要求不同。通常情况下,产业用纺织品的使用场合对性能的要求很高。服装和装饰用纺织品在使用过程中出现问题至多使消费者感到不便,然而产业用纺织品如果在使用过程中出现问题,将会导致灾难性的后果。例如,发生车祸时,汽车的安全气囊出现了问题或在太空中行走的宇航员的宇航服出现了问题等,后果将不堪设想。

(4) 所用材料不同。由于使用场合和性能要求不同,产业用纺织品所用的材料与服装和装饰用纺织品也不同。产业用纺织品所用原料比服装和装饰用纺织品原料范围要广泛,除一般服装和装饰用纺织品所用的原料外,还大量使用一些高性能和高功能的特殊原料,如碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维、钢丝、铜丝等,因而通常产业用纺织品所用材料的强度很高,抵抗各种外部环境的影响能力较强,这必然使产业用纺织品具有较高的强度和优异的性能。相比之下,服装和装饰用纺织品对物理机械性能的要求较低,而对外观以及穿着舒适性要求较高。

(5) 加工方法和使用的设备不同。有些产业用纺织品所用的材料比较刚硬,其加工难度就比柔软材料大。此外,由于性能方面的要求,某些产业用纺织品需要具有较高的紧密度,使其比服装和装饰用纺织品厚重,因此其加工设备和方法也会与服装和装饰用纺织品不同。例如,造纸过程中使用的单丝成形织物在普通织机上是不可能织造的,这是由于其高密度、粗重的经纱和纬纱及其织造过程中产生的巨大织造张力是普通织机所不能耐受的。

(6) 最终产品的处理不同。产业用纺织品不管是机织物、针织物、编织物,还是非织造物,其最终产品绝大部分都要经过涂层、层压或复合处理,从而使其更好地发挥产品特性,弥补中间产品的各种缺陷。这些缺陷通常是不防水、不阻燃、不拒油、不防霉、不耐腐蚀、不抗辐射、不保温隔热、缺乏整体性、稳定性差或缺乏多种功能等。

(7) 测试方法不同。产业用纺织品的测试具有一定的难度,许多时候在实验室里不可能完全模拟产业用纺织品现场的实际使用情况,因为产业用纺织品一旦在实际场合使用,往往很难更换或改变。例如,用于加固和稳定道路的土工织物,如果不将道路完全拆掉,则不可能进行更换。显然,不可能先修一段“试验道路”来测试土工织物,因为这样要等好多年后才能得到试验结果。此外,实测方法即使实现了,也不可靠。因此,从事产业用纺织品设计的工程技术人员往往不得不依靠从实验室得到的试验结果,这就要求试验结果必须具备足够的精度和可靠性。传统纺织品的试验方法通常不适用于产业用纺织品,因此产业用纺织品必须建立自己的试验方法和手段。

(8) 使用寿命不同。通常,产业用纺织品的寿命要比服装和装饰用纺织品长得多。与服装和装饰用纺织品不同,流行趋势对产业用纺织品的寿命没有任何影响。在诸如楼房、公路、体育场以及飞机场等大型建筑中使用的产业用纺织品,应具有很长的寿命,一般要使用许多年;在某些场合,则希望产业用纺织品的使用寿命得到控制或限制,例如在手术过程中置入人

体内部或外部的某些纺织品,希望它在完成使命之后(如人体器官或组织愈合到具有足够的强度,一般为几周或几个月)就开始降解,降解后的物质通过体液排出体外。

(9) 价格不同。由于产业用纺织品具有许多优异性能,因此通常它的价格比传统纺织品高,然而从整体上来看,就其具有较长的使用寿命和其他的一些优点以及它在国家基本建设和国民经济中的巨大作用而言,价格因素显得并不重要。实际上,如果设计和使用得当,产业用纺织品完全可以替代更贵重的材料,从而大大降低成本。

第三节 产业用纺织品的分类

产业用纺织品可按以下几种方法分类:

(1) 按加工过程中使用的原料分类。例如:由合成纤维、再生纤维制成的产业用纺织品。

(2) 按加工方式或生产技术分类。例如:非织造产业用纺织品、机织产业用纺织品、针织产业用纺织品。

(3) 按产业用纺织品的主要产品品种分类。例如:帆布、过滤布。

(4) 按最终用途分类。例如:土工织物、医疗用纺织品、造纸机用织物。

目前,国际上主要是根据产业用纺织品的最终用途进行分类。下面分别介绍我国和欧、美一些国家对产业用纺织品的分类方法。

一、我国产业用纺织品的分类

我国按最终用途将产业用纺织品分为 16 大类,即:

- (1) 农业栽培用纺织品。
- (2) 渔业和水产养殖用纺织品。
- (3) 土工织物。
- (4) 传动、传送、通风等带管的骨架材料。
- (5) 篷盖、帐篷用帆布。
- (6) 工业用呢、毡、垫等。
- (7) 产业用线、带、绳、缆。
- (8) 革、毡、瓦等的基布。
- (9) 过滤材料及筛网。
- (10) 隔层材料及绝缘材料。
- (11) 包装材料。
- (12) 各类劳保、防护用材料。
- (13) 文娱、体育用品的基布。
- (14) 医疗卫生及妇幼保健材料。
- (15) 国防、航空、航天及尖端工业用纺织品。
- (16) 其他类产业用纺织品。

二、欧洲产业用纺织品的分类

德国 Messe Frankfurt 展览公司按最终用途将产业用纺织品分为 12 大类,即:

- (1) 农业用纺织品。
- (2) 土木工程用纺织品。
- (3) 建筑用纺织品。
- (4) 环保用纺织品。
- (5) 交通运输用纺织品。
- (6) 工业用纺织品。
- (7) 防护用纺织品。
- (8) 医疗卫生用纺织品。
- (9) 功能性服装用纺织品。
- (10) 包装用纺织品。
- (11) 体育与休闲用纺织品。
- (12) 其他产业用纺织品。

三、美国产业用纺织品的分类

根据美国 Wellington Sears《产业用纺织品手册》,产业用纺织品被分成 12 大类,即:

(1) 农用纺织品。主要包括景观设计用纺织品,袋类制品,昆虫和鸟网,农作物苫布,绳具,软管类制品,防水布类制品,柔性和刚性容器,饲料存储系统,柔性料仓,种床保护用纺织品,临时农用建筑物,稳固土壤用纺织品,地膜,排灌用纺织结构制品,土壤水分保持制品,遮阳纺织品,防冰雹和土壤霜冻网状织物,土壤密封系统,液体肥料池密封系统,畜牧业用纺织品,园艺用纺织品,防侵蚀用纺织品,遮阳织物,温室用纺织品等。

(2) 建筑结构用纺织品。如纤维增强混凝土和塑料制品,体育场增强圆顶和篷盖,增强用纺织片状制品,纺织材料增强构件、型材以及管道,纺织材料增强模塑制品,纺织材料增强容器,纺织材料增强轻型建筑材料,加固地基用纺织品,纺织材料结构排水系统,公共建筑和会议室内用纺织品,纺织品屋顶防水材料,隔冷、隔热和隔音用纺织品,帐篷以及帐篷支架,临时建筑物,用于仓储的充气建筑物等。

(3) 纺织结构复合材料。如纺织材料增强构件、模压制品以及型材,纺织材料增强飞行器、水陆交通运输工具和机器部件等。

(4) 过滤用纺织品。如气体以及液体清洁和分离用纺织品,香烟过滤嘴用纺织品,食品工业过滤用纺织品,污水过滤用纺织品等。

(5) 土工织物。如土木工程以及修路用纺织品,堤岸和海岸加固用纺织品,水利工程用纺织品,废池塘和湿地的加固与内衬用纺织品,稳固土壤用增强材料,排水系统用纺织品,土工膜类制品等。

(6) 医疗纺织品。如卫生用非织造织物,绷带,手术缝合线,外科手术用纺织制品,纺织增强修补材料,人造皮肤,医生和护士工作服,医疗设备用纺织品等。

(7) 军事国防用纺织品。如纺织材料盔甲,个人防护用品,空间和电子产品材料,防化服装,空气调节服装,防弹服,军用帐篷,飞机和坦克驾驶员服装,陆、海、空救助系统等。

(8) 造纸机用织物。如排水、托持和输送用的造纸成形用单丝织物,压榨用毡和织物,干燥机用织物等。

(9) 安全防护用纺织品。如透气防水织物以及屏障用层压织物,防护工作服,防冲击和压力用纺织品,防离子和非离子辐射用织物,防风雨和防寒服装,耐高温和防火用纺织品,防化装备,宇航服,防火装备,防护覆盖系统,室内外纺织材料防噪音系统等。

(10) 运动以及娱乐用纺织品。如运动服饰织物,体育场篷盖和圆顶,体育场毡毯,运动充气建筑物,网球拍,热气球织物,高尔夫球杆等。

(11) 交通运输用纺织品。如汽车用纺织品,航天工业用材料,航海业用材料,铁路车辆用材料,自行车用材料,安全带,充气安全袋,轮胎帘子布,帆布等。

(12) 其他产业用纺织品。如导电纺织品,抗静电纺织品,金属喷涂制品,表面处理制品,电子和信息技术用纺织品,光导纤维,吸油毡毯,打字机色带,包裹用织物,洗涤用纺织品等。

四、本书中产业用纺织品的分类

产业用纺织品的分类其实并不是一件容易的事情。产业用纺织品市场是纺织行业中一个非常复杂的领域,一方面,产业用纺织品是现代纺织品中最具活力和宽阔的领域之一;另一方面,产业用纺织品的发展变化非常快,很难对产业用纺织品及其市场的范围和内容给予一个严密的、界限明确的定义和分类,因此每种分类方法都各有优点和不足。在本书中,综合了上述分类方法,主要是根据产业用纺织品的最终用途,从9个方面对其进行介绍,目的是方便读者。因此,每一章的章名都表明产品的用途,但第四章“纺织结构复合材料”这一章例外。由于纺织结构复合材料的应用范围越来越广泛,因此将其作为产业用纺织品的一个种类加以论述比较方便。本书中产业用纺织品的分类如下:

- (1) 纺织结构复合材料。
- (2) 过滤用纺织品。
- (3) 土工布。
- (4) 医疗卫生用纺织品。
- (5) 安全与防护用纺织品。
- (6) 交通运输用纺织品。
- (7) 体育运动与休闲用纺织品。
- (8) 其他产业用纺织品。

第四节 产业用纺织品的发展及其意义

世界性的产业用纺织品正以较快的速度在增长。表1-1是英国DRA预测系统统计的1995~2010年产业用宽幅织物的世界消费量。从表1-1可知:1995~2005年的年增长速度为2.2%左右,而2005~2010年的年增长速度将达到2.9%。

表 1-1 不同纱线类型的产业用宽幅织物的世界消费量

纱线形式	年 份				增长率(%)		
	1995	2000	2005	2010	1995~2000	2000~2005	2005~2010
短纤纱	239.0	262.5	280.7	312.5	1.9	1.9	2.2
纺织复丝	55.2	65.5	75.4	78.1	3.9	3.9	3.9
工业复丝	119.1	136.8	152.5	173.0	2.5	2.5	2.5
单丝	3.4	3.9	4.5	5.4	3.7	3.7	3.8
带	96.7	103.8	122.8	149.9	1.4	1.4	4.1
合计	513.4	572.5	635.9	718.9	2.3	2.2	2.9

我国作为世界上经济发展最快的国家之一,产业用纺织品市场充满了活力,国民经济的迅速发展,推动了我国产业用纺织品市场的迅速发展。

1988 年我国产业用纺织品的产量只有 53 万吨,2004 年达到 318.5 万吨,1998~2004 年年均增长率达 11.9%。表 1-2 是我国 1988 年至 2004 年产业用纺织品增长的情况,表 1-3 是 2000 年和 2004 年我国主要产业用纺织品的产量。

表 1-2 1988 年至 2004 年中国产业用纺织品的产量(万吨)

年份	1988	1993	1997	1998	2000	2002	2003	2004
产 量	53	86	132	155.5	173.8	208.1	261.7	318.5

表 1-3 2000 年和 2004 年中国主要产业用纺织品的产量(万吨)

名称	2000 年	2004 年	名称	2000 年	2004 年
骨架材料	20.5	30.5	过滤用纺织品	15.0	24.0
篷帆布	25.0	61.0	建筑用纺织品	1.2	10.5
渔业用纺织品	20.6	22.5	包装用纺织品	10.0	24.0
造纸用纺织品	1.5	1.5	文体用纺织品	3.0	6.0
合成革基布	17.0	36.2	国防用布	4.0	6.0
土工合成材料	4.0	8.0	绳、带、缆	7.0	10.6
运输用纺织品	5.0	9.8	医疗卫生用纺织品	20.0	28.0
工业用毡瓦	5.0	7.4	绝缘隔音材料	4.0	6.0
防护服	7.0	9.0	其他		9.5
农用纺织品	4.0	8.0	合计	173.8	318.5

目前,我国产业用纺织品的应用遍及各个行业,从日常生活用品、一次性医疗用品到大型体育场馆用的建筑膜结构材料,直至“神舟”飞船发射和回收都离不开产业用纺织品。现阶段,我国产业用纺织品的生产和消费正处在持续增长期。在过去的 20 年里,产业用纺织品增长迅速,充分显示了产业用纺织品的重要性。到 2010 年,产业用纺织品的年产量将达 400 万吨,大致占当年纤维加工总量的 15%。目前,世界上发达国家的产业用纺织品在纤维加工总量中所占的比重大致为 1/3。这一切均表明,我国的产业用纺织品有着巨大的发展空间和潜力。

现代产业用纺织品在国民经济各部门中起着十分重要的作用。例如:汽车轮胎强力的75%来自于轮胎中的帘子布;碳纤维用于航天、市政和机械工程的纺织结构复合材料与钢材相比,重量减轻了3/4,而强度则提高了4倍;产业用纺织品在航天探索方面同样起着举足轻重的作用,由多层织物做成的宇宙服为宇航员提供了保护和舒适性,为登月舱及宇航员返回地面的降落伞提供了坚韧质轻的材料,太空运载工具的热屏蔽罩系统由纺织纤维制成,能经受上千度的高温;随着医学技术的进步,现在微型纤维束可植入人体替代或增强人体功能,透析用的人工肾由7000多根中空纤维组成,而整体直径只有2英寸。产业用纺织品已经在航空航天、建筑、交通运输、高速公路、水利建设、环境保护等各个方面起到了不可替代的作用,它已深入人类生活的各个方面。

第五节 产业用纺织品在21世纪中应起的作用

产业用纺织品在21世纪中应起怎样的作用呢?首先,应分析和预测人类社会在21世纪面临的问题、社会的特点和重点需求,特别要涉及我国的客观实际。世界的发展趋势是人类将进入高度信息化的社会,同时对生活质量和健康水平的追求也会更高。其次,地球存在非常严重的问题:环境污染已经到了不可容忍的地步,人口的极度膨胀使地球能提供的清洁淡水日趋紧张,提供食物的可耕地已经达到不堪重负的境地。更为严重的是,陆地可开采的资源在21世纪将面临枯竭和短缺,社会将会陷入能源危机和原材料匮乏的境地。这些情况无疑使产业用纺织品的发展面临很大的机遇和挑战。

一、在电子信息技术方面

随着电子元器件制造技术的飞速进步,电子产品正向小型轻量薄型化、高性能化、多功能化的方向发展,从而推动电子材料的不断发展。纺织复合材料具有许多优异性能,如比强度高、比刚度大、抗疲劳性好、耐腐蚀性好、尺寸稳定、密度低以及独特的材料可设计性等,因此自问世以来便发展迅速,已广泛应用在电子工业上,用作结构件及结构功能件,赋予产品以轻质、高强度、高刚度、高尺寸精度等特性,提高了产品的技术指标,更好地适应了现代高科技的发展要求。例如,电子设备的电路板都是由织物增强聚合物复合材料制成的,其用量十分可观;由于信息处理的速度越来越快,因此研制具有优良超高频介电性能的复合材料是当前和今后的重要内容;此外,机壳和屏蔽板也大量使用纺织复合材料。

信息的传输,在地面上要通过光缆和微波,光缆中的光导纤维就是一种复合纤维。另外,光缆护套也大量采用纺织复合材料。

信息的执行除声、光、图像外,重要的是在机械动作上,例如信息指挥机械手和机器人以及其他一些自控机械进行的动作。对前两种,要求其动作臂的运动惯性小,从而使动作快速而准确,这就需要运动部位的结构材料具有低密度、高刚度和高强度的特性,纺织复合材料是最能胜任的。可以预见,纺织复合材料在这方面会有好的发展前景。

显然,信息技术在21世纪的大发展将给纺织复合材料提供很多机遇,同时纺织复合材料由于自身的发展与进步,也会在信息技术所用的材料中占有重要地位。

二、在提高人类生活质量方面

随着社会的不断进步,人们对生活质量的要求主要表现在提高舒适性、安全性和健康水平上等。在人类生活中,衣、食、住、行是四大基本要素,产业用纺织品对这四大基本要素起着直接的和间接的重要作用。

1. 改善舒适性

一些具有防水透湿、湿度控制、温度控制、拉伸弹性的高性能运动与休闲服装,不仅使运动员在比赛中穿着感觉舒适,而且人们在平时生活中穿着也同样感觉舒适,美观得体。

经过特殊加工的产业用纺织品,如柔性的纺织复合材料和一些刚性的纺织复合材料具有轻质高强、隔音隔热、减振降噪的特点,这正是提高舒适性所需要的。例如,在建筑方面,用它们制作的墙体、门窗、窗帘、内装饰件和生活必需设施,既美观耐用,又隔音保温。

在交通运输方面,为了保持车厢内的温度,降低运行时的噪声和减少振动,国外各种铁路车辆和微型汽车(包括电动车)均计划采用纺织复合材料。例如,瑞士用玻璃纤维和碳纤维缠绕并嵌入泡沫塑料制成车体结构;日本也计划用碳纤维-酚醛树脂制造车厢,用于新干线高速列车。此外,为了不受强磁场的影响,未来的磁悬浮超高速列车的车身结构使用材料更是非纺织复合材料莫属。

2. 提高安全性

一系列阻燃、隔热、防静电、防辐射、防毒的纺织品用于许多产业领域的职业服装,可大大增强工作人员的安全性。

高性能的汽车安全带和安全气囊将使车祸中人员的伤亡率大大降低。另外,纺织复合材料的特点之一是抗冲击韧性好,能吸收冲击能量。目前,纺织复合材料已用来制造汽车保险杠和轿车底板,主要就是利用了其无可比拟的抗撞击性能和弹性回复性能,以较大地减少发生车祸时人体受到的伤害。

在航空方面,空难事故一直困扰着人类。最近,美国正在军用飞机上尝试将光导纤维埋入结构复合材料中,制成一种具有自诊断功能的机敏复合材料。用这种材料来制造飞机主体结构,通过光波的传导和产生的干涉作用,就能监视飞机各部位发生的异常应变和断裂现象,从而给出预警。此外,在高层建筑抗地震灾害方面,由于纺织复合材料具有损伤容限大的特点,因此被视为优选材料。

3. 提高人类健康水平

医用纺织品是具有极好开发前景的产业用纺织品之一,这需要生物医疗界和纺织科技界的跨学科协作开发。例如,血液透析装置、人造血管、人工关节和骨骼、支架、疝修补网、缝合线等。

在医院,患疝气病需进行疝修补术的病人很多。传统的疝修补网是合成纤维的经编网状织物,织物重量在 $60\sim 120\text{g}/\text{m}^2$ 之间,是比较重的,柔性也不够。因为这种修补网要求永久植入人体内,发炎的潜在性和随后需要介入治疗的可能性很大,因此对材料的组织相容性要求也很高。现在新型的疝修补网是在经编合成的纤维网上涂上钛,构成了专门用于外科手术的钛网。钛金属是一种公认的非常好的生物相容性材料,标准型的钛网重量为 $35\text{g}/\text{m}^2$,轻型的为 $16\text{g}/\text{m}^2$ 。目前,我国这类疝修补网都依赖进口,价格昂贵。

有许多人因为心肌扩大而导致了心脏病。美国已开发出了一种心脏支撑装置,由一个袋

状的弹力经编网组成,所用的原料是 PET 变形丝。这种原料有生物适应性,并且与心脏的外膜表面非常相容。这种织物采用经缎结构,保证了正反两面平滑,并且赋予织物所需的弹性,不仅能包住肥大的心包,同时还能起到有效的支撑作用。经编织物是在一定的条件下制作并在一定的温度下成型为袋状的,它就像第二层皮肤一样包在心包上。心脏支撑装置还能有效防止心脏尺寸的增大,改善心脏功能。

复合材料既具有选材的自由度,又有综合多种材料特点的可设计性,最适合制造用于修复和更换骨骼的植入型人造代用品。例如,修复骨骼的人工关节、骨夹板等,过去用金属制造,由于金属的强度和刚度太高,无法与骨骼相适配,产生应力遮挡效应,使新生骨质萎缩、疏松;复合材料则可以用组分配比设计将其调整到最佳状态,而且可采用与人体组织相容性好的原材料,使之促进、配合骨的生长。可以预言,未来的植入材料将大量采用复合材料。

三、在解决资源短缺和能源危机方面

目前,人类使用的能源大部分是不可再生的石油、天然气、煤和铀等。最近,对世界上能源资源储量的调查发现,除煤以外的其他三种资源均将在 21 世纪内枯竭。陆地上用作原材料的矿藏中,有相当部分也会陆续短缺。这意味着在 21 世纪,人类必须大力开发新能源,尽量节约能源和资源,并且寻找陆地上尚未充分利用的资源加以开发。更重要的是,要设法大量开采海洋资源甚至空间资源。

1. 在开发新能源和节约能源方面

在新能源方面,太阳能是取之不尽的最干净的理想能源,但目前的利用尚不理想。近年来,各国均在努力提高各种光电池的转换效率,其中包括功能复合材料的光电池。另外,光电池的框架采用纺织复合材料制造是最理想的,因为它轻质高强,非常适合于大面积的光电池结构板框和支架。

风力也是一种来源于自然界的清洁能源,目前全世界风能利用容量已达 2.5 万兆瓦,美国居于第一位。我国是风能大国,可开发储量约 100 万兆瓦。在我国,除北部、西北和东北部的草原、戈壁滩具有丰富的风能资源外,东部沿海的浅海海上风电开发前景同样广阔。风力发电装置,包括叶片和支柱均用纺织复合材料制造,特别是大型化的风力发电装置,更需要高性能的纺织结构复合材料。

关于节约能源和资源方面,纺织复合材料可以充分发挥其生产工艺耗能少、能够整体成型(或净形成型),以及使运载工具轻量化(包括车辆、飞机和船舶)的优势,达到节约能源的目的。

2. 在开发海洋和空间资源方面

由于开采有难度,目前人类尚未充分利用海底蕴藏的资源,但是受陆地资源即将出现短缺的形势所迫,人们不得不把注意力转向海洋。现已初步探明,海底有相当丰厚的资源储量,而且以不同的形式存在(如锰结核),但勘探和开采海底资源需要用耐高压和耐海水腐蚀的深潜装置。由于纺织复合材料具有轻质高强及耐各种介质腐蚀的特点,因此在开发海洋资源方面具备明显优势。试验表明,用碳纤维增强树脂制造的深潜器已能潜入近 1000 米的深海。至于实现未来开发宇宙空间的设想,需制造各式航天器和空间站,无疑更需要采用纺织复合材料作为主体材料。

3. 在延长基础设施的使用寿命方面

基础设施的建造要花费大量的材料(如钢铁和水泥),而生产这些能耗很大的原材料要消