

纺织新技术书库

77

功能纺织材料

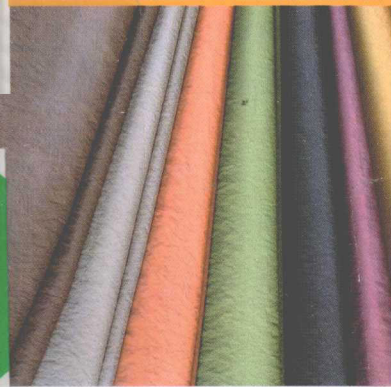
和防护服装

GONGNENG FANGZHI CAILIAO
HE FANGHU FUZHUANG

郝新敏 杨元 编著

NEW

TEXTILES




中国纺织出版社

纺织新技术书库 ⑦⑦

功能纺织材料和防护服装

郝新敏 杨元 编著

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书对功能纺织材料与防护服装进行了详细的介绍,系统地论述了防水透湿材料、屏蔽材料、阻燃隔热材料、生物质纤维材料、吸附材料、智能材料等的结构与性能、制备方法、测试方法及其在防护服装领域的应用情况。

本书内容丰富,实用性强,可供纺织、轻工、医疗卫生、化工、服装、军事后勤、劳动保护、体育旅游等院校师生、科研人员、工厂技术人员及军事伪装工程技术人员阅读使用,也可供相关行业有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

功能纺织材料和防护服装/郝新敏,杨元编著. —北京:中国纺织出版社,2010.11

(纺织新技术书库⑦)

ISBN 978-7-5064-6909-8

I. ①功… II. ①郝…②杨… III. ①纺织纤维:功能性纤维
②防护服 IV. ①TS102.52②TS941.731

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第196977号

策划编辑:秦丹红 责任编辑:阮慧宁 责任校对:余静雯
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 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2010年11月第1版第1次印刷

开本:710×1000 1/16 印张:16.75

字数:301千字 定价:42.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前 言

在工作和生活中,人们经常会不同程度地暴露在危及健康和生命的环境之中。生活中的电器产品或多或少都会产生电磁辐射,这种辐射对一些敏感人群如老人、儿童、孕妇和病人等会产生危害和影响;由于大气污染的影响,臭氧层日益稀薄,到达地面的紫外线辐射强度不断增加;在一些高温场所,如冶炼行业、铸造行业、火灾现场等,会有强烈的热辐射;工业生产中的爆炸、火灾、剧毒化学物泄漏等灾难性事故频发;在世界政治军事形势时有变幻的情况下,核武器、恐怖分子利用爆炸、生化毒剂袭击等手段危害公众安全的威胁也时有发生。因此,作为保护人体安全的必备用品,防护服的开发与生产受到越来越多的关注。

防护服是针对某一环境中存在的某种或某几种特征性的危害因素,具有特定的防护功能,适用于特定环境下穿着的服装。防护服具有高强度、高模量、耐高温、阻燃、防紫外线、防辐射、耐腐蚀等性能,使穿着人员在高空、深海、严寒、高温、细菌、毒气等复杂、危险环境下得以生存,是一种高科技含量的服装。防护服的种类有阻燃隔热服、防寒保暖服、防静电服、防化服、防水服、防辐射服、抗菌防臭服、抗油拒水服、防紫外线服、防尘服、微波防护服和防毒服等。目前防护服装的应用领域已从最初的军事领域,拓宽到了公共事业、医疗卫生、工业、建筑业、农业和娱乐业等普通民用领域。防护服在人类挑战生命极限、拓展生存空间、进行宇宙探索、开发新型资源等方面发挥着重要作用。

防护服装的防护功能是伴随着材料与技术的发展进步而不断增加与提高的。在防护服的更新换代过程中,纺织纤维的发展起到了积极的推动作用。纤维原料向差别化、功能化和高性能化发展,各种具有新原理和高性能的材料不断出现。许多高技术纤维如芳纶、高强聚乙烯纤维、聚苯并咪唑纤维、碳纤维、不锈钢纤维、抗菌纤维、防辐射纤维、防紫外线纤维以及阻燃纤维等在防护服中都得到应用。一些传统的纤维材料如棉、麻和羊毛以及由天然材料经过改性开发的具有新功能的纤维也在某些防护服领域中大量使用,并可以提供良好的保护性能。

相变材料、纳米技术和微电子技术等在防护服上的应用使其变得智能化。例如在防护服中加入微电子系统,可以实时地反馈穿着者所处的环境状况,实现自我调节。纳米技术的应用不仅提高了防护服的防护性能,还使其具有识别功能、隐身功能、治疗功能等特殊作用。智能纺织品集中体现着高科技的发展及其在纺织品

中的应用,具有自发光、温度调节、产热、保暖、跟踪、定位、防紫外线等功能的智能产品应用于防护服装,不仅扩展了智能纺织品的应用领域,而且增加和提高了防护服装的功能性。智能纺织品不仅用于服装领域,在军事领域的应用潜力更大。在战争中,赋予作战服装更多功能如安全防护功能,对于减少士兵的负重和提升战斗力都很有必要。智能服装可以集成报警、定位和传感系统于一体,从而提高对人的防护能力。

防护服在提供较好的防护性能的同时,也要有较好的穿着舒适性。这样才能降低穿着者的不适感,提高工作人员的工作效率。防护服的穿着舒适性与材料的重量、手感、透气透湿性能等因素密切相关,防水透湿层压织物、相变材料等在高性能防护服上应用,减轻了防护服的重量,增加了透气透湿性能,还可以调节温度,显著地改善了防护服的穿着舒适性。

随着社会的发展和科学技术的进步,防护服装将向多功能化、复合化、系统化的方向发展。如阻燃与防静电兼容,防化与透湿兼备等,同时把高技术纤维与复合、涂层等特种加工工艺结合起来,并综合考虑功能性防护服装与人体服装系统、头盔系统、微气候调节系统、能源系统等方面的有机结合。未来的防护服装将是多功能的载体,能提供更全面的保护。

本书第一作者郝新敏博士长期从事新型纺织材料、印染技术和防护服装研究,是功能服装材料、染整专业专家,在化纤、染整、纺织材料、防护服装等方面具有扎实的基础理论知识和丰富的实践工作经验。先后参与主持了“军用防护材料研究及其应用”、“选择性渗透膜及核生化防护服装”、“新型防水透湿材料系列与应用研究”、“防静电织物、工作服及其标准”、“医用‘非典’防护服装系列研究”等十多个项目的研究工作,产品广泛应用于防护服装、环保领域,获得多项军队、国家和地方科技奖励。

本书是作者多年工作经验与科研成果的总结,并对防护材料及防护服装领域的现状、发展趋势进行了论述,希望能为从事纺织、服装研究开发的生产技术人员及科研工作者们提供具有参考价值的信息和资料,对促进防护材料及服装的发展起到一定的促进作用。

编著者

2010年8月

目 录

第一章 防水透湿涂层材料与防护服装	1
第一节 防水透湿涂层材料与技术概述	1
一、防水透湿涂层织物发展概况	1
二、防水透湿涂层材料	2
三、防水透湿涂层工艺	6
第二节 聚氨酯涂层胶	9
一、聚氨酯涂层胶简介	9
二、聚氨酯涂层胶的老化性能	10
三、改善聚氨酯性能的方法	14
第三节 耐老化高防水透湿聚氨酯涂层胶及其涂层织物	20
一、耐老化高防水透湿聚氨酯涂层胶	20
二、耐老化高防水透湿涂层织物	29
三、高透湿耐老化合成革	37
四、防水透湿涂层织物测试方法与评价	38
第四节 耐低温防风透湿聚氨酯涂层胶及其涂层织物	40
一、聚氨酯耐低温改性技术	40
二、耐低温防风透湿聚氨酯涂层胶的性能	44
三、耐低温防风透湿涂层织物	46
第五节 防水透湿涂层织物在防护服装中的应用	48
一、防风耐寒服装	48
二、防水透湿雨衣	51
三、高透湿耐老化 PU 合成革的应用	53
参考文献	54
第二章 屏蔽材料与防护服装	56
第一节 电磁屏蔽与屏蔽材料概述	56
一、电磁波及电磁辐射的危害	56
二、电磁波的屏蔽	58
三、电磁屏蔽材料	59
四、电磁屏蔽效能及测试表征	62

第二节 微波屏蔽织物与防护服装	65
一、微波屏蔽织物	65
二、微波防护服装	70
第三节 防紫外线纤维与防护服装	71
一、防紫外整理剂	72
二、防紫外线纤维及织物的制备方法	73
三、纳米防紫外线技术	75
四、纺织品防紫外性能的评价指标	77
五、防紫外纤维在防护服装中的应用	78
第四节 隐身防护材料与防护服装	78
一、光学隐身及防护服装	79
二、红外隐身及防护服装	80
三、纳米材料在雷达隐身中的应用	84
四、激光隐身技术	86
第五节 多频谱迷彩伪装材料与防护服装	87
一、国内外发展概况	87
二、ITO 改性 IR/EM 功能纤维材料	88
三、多频谱迷彩伪装服	92
第六节 放射性防护材料与防护服装	95
一、防中子辐射纤维及防护服装	95
二、防 X 射线纤维及防护服装	98
三、防 γ 射线纤维及防护服装	99
四、放射性尘埃防护服装	99
参考文献	102
第三章 阻燃隔热纤维与防护服装	105
第一节 阻燃材料概述	105
一、阻燃材料的阻燃机理	105
二、阻燃剂	106
第二节 耐高温阻燃纤维	111
一、普通纤维的阻燃改性	111
二、有机耐高温阻燃纤维	113
三、无机耐高温阻燃纤维	121
第三节 芳纶 1313 及其超高温染色加工技术	123
一、芳纶 1313 的性能	124
二、芳纶 1313 的染色技术	125

第四节 高性能阻燃隔热防护服	131
一、阻燃隔热防护服的性能要求	131
二、阻燃隔热防护服的基本组成及热防护原理	132
三、阻燃隔热防护服的品种	134
四、阻燃隔热防护服阻燃性能测试评价方法	137
参考文献	141
第四章 生物质纤维与防护服	144
第一节 生物质纤维概述	144
一、生物质原生纤维	144
二、生物质再生、合成纤维	145
第二节 汉麻及其黏胶纤维	149
一、汉麻纤维的结构与性能	149
二、汉麻黏胶纤维	155
第三节 竹浆纤维和含竹炭纤维	161
一、竹浆纤维的制备方法及其结构与性能	162
二、含竹炭纤维的制备方法及其性能	165
第四节 甲壳素纤维	168
一、甲壳素/壳聚糖结构及其制备方法	168
二、甲壳素纤维的制备方法及其性能	171
第五节 功能性天然纤维织物与防护服	175
一、汉麻织物与防护服	175
二、甲壳素织物与防护服	177
三、竹纤维织物与防护服	178
四、其他功能性天然纤维材料与防护服	179
参考文献	180
第五章 活性炭类吸附材料与防护服	183
第一节 吸附材料概述	183
一、吸附材料的分类	183
二、常用的吸附材料	184
三、吸附材料的发展趋势	189
第二节 活性炭吸附材料	190
一、活性炭的分类	190
二、活性炭的制备	191
三、活性炭的吸附性能	193

四、汉麻秆活性炭	196
第三节 活性炭纤维吸附材料	201
一、活性炭纤维的制备与改性	202
二、活性炭纤维的结构及其吸附机理	203
三、汉麻活性炭纤维	204
四、黏/麻活性炭纤维	206
第四节 活性炭类吸附材料在防护服装中的应用	209
一、核生化武器对人体的伤害及防护	209
二、核生化防护服装	211
三、呼吸防护用品	213
四、核生化防护服装防护性能的检测方法	215
参考文献	221
第六章 智能材料与防护服装	224
第一节 智能纺织材料概述	224
一、智能材料	224
二、智能纺织品	228
第二节 智能调温纺织品	229
一、相变材料和调温机理	229
二、相变调温纺织品的制备	231
三、Outlast 空调纤维	235
四、EKS 吸湿产热纤维	237
第三节 形状记忆纺织品	238
一、形状记忆材料概述	238
二、形状记忆聚氨酯	240
三、智能型防水透湿织物	241
四、PTT 形状记忆纤维	244
第四节 智能纺织材料在防护服装中的应用	246
一、调温防护服装	247
二、红外隐身防护服装	249
三、形状记忆防护服装	250
四、变色防护服装	251
五、电子智能防护服装	252
六、其他功能防护服装	254
参考文献	256

第一章 防水透湿涂层材料与防护服装

第一节 防水透湿涂层材料与技术概述

一、防水透湿涂层织物发展概况

防水透湿织物(Waterproof and Moisture Permeable Fabric)也叫防水透气织物,在国外又称“可呼吸织物”(Waterproof, Windproof, and Breathable Fabric or WWB)。从织物功能与舒适性角度看,防水透湿织物是指具有一定压力的水或者具有一定动能的雨水,及各种服装外的雪、露、霜等,不能透过或浸透织物,而人体散发的汗液、汗气能够主要以水蒸气的形式传递到外界,不会积聚冷凝在体表和织物之间而使人体保持干爽和温暖,从而实现了织物防水功能与织物热、湿舒适性的统一^[1]。从加工方法看,防水透湿织物可以分为高密度织物、涂层织物、层压织物和高科技非织造布等,这也是目前最常用的分类方法。高密度织物一般采用细棉纤维(长绒棉)或超细合成纤维长丝织成高密度织物,使这类织物纱线间隙小到不允许水滴通过。这类织物的特点是具有优良的透湿性、悬垂性和较好的手感,但防水性差,其耐水压值一般不超过1m,织物的撕破强力低,耐折边摩擦性也较差。由于织物密度相当大,纺纱必须采用特殊工艺处理,织布时断头多,次品率高,一般染整加工较困难。高科技非织造布以美国杜邦公司防水透湿非织造布为代表,由100%高密度聚乙烯通过闷蒸法技术制作而成,其特殊致密结构能防水透湿、透气,适用于服装内衬,特别是羽绒服装。目前研究和应用较多的是层压织物和涂层织物,本章主要讨论涂层织物。

人们在日常生活中经常要接触水,这就使人们对穿着的衣物提出了防水的要求。据文献记载^[2],早在公元1600年以前,中美和南美的居民就生产出了防水织物。以后随着高分子科学的发展,多种合成材料出现了,作为涂层材料作用于织物上,制成防水织物。

在织物上涂漆,将织物加工成漆布作为御雨蔽日的用品,也作为工作服和包装使用,这是有文献记载的最早的防水织物。油布是另一种很好的防水材料,在我国的隋唐时期,用桐油来制作油布。油布历经宋朝、元朝的发展,到明清时期,又增加了油绸、油绢等品种,用来制作雨伞、雨冠、雨衣等^[3]。橡胶涂层防雨布最早出现在1600年左右,哥伦布在美洲大陆发现当地居民将从橡胶树流出的浆液涂在布上,生产防水织物。1735年,巴黎科学院将美洲居民的橡胶涂层防雨布介绍到欧洲。橡胶涂层构成了现代涂层的基础。这些早期的涂层防水织物有一定的防水效果,但不透湿,人体散发的汗

气不能及时通过织物扩散到外界,积聚在体表和织物之间,使服用者产生不舒适甚至低温寒冷的感觉,在极端气候条件下,可能会危及人的健康,甚至生命。这促使人们着手研究防水透湿织物^[4],在“二战”期间,Shirley 学院的研究人员最先研制出防水透湿织物,主要用于军事、户外活动、医生手术服等。Shirley 防水透湿织物是一种相当紧密的全棉牛津布,在干态时透湿性较好,湿态时棉纤维吸水膨胀,纱线之间的孔隙减少,在短时间内可以防止水的渗透^[5]。

今天,人们已成功地将矛盾的防水和透湿性能集于一种织物之中,巧妙地将防水透湿织物的设计与纺织品转移水蒸气及液态水的机理密切结合起来。在涂层法制备防水透湿织物方面,最先利用的涂层材料为丙烯酸和聚氨酯系列。在 20 世纪 60 年代末和 70 年代初期,很多学者对涂层织物进行了大量的研究。当把水滴在荷叶上时,水不会浸入到荷叶中,而是在其上形成了滚动的水滴。用电子显微镜观察荷叶表面会发现,荷叶表面因覆盖着稠密的细短绒毛及连续的蜡质层,绒毛之间存有很多空气,绒毛与空气在荷叶表面上自然地混合覆盖着。这样的混合覆盖层,使水不能浸入荷叶内而形成水滴滑落下来。超高密防水织物就是利用荷叶防水这一自然现象制成的。在 20 世纪 80 年代以前,一般是利用溶液或溶剂体系产生的聚合物来作为涂层体系。自 20 世纪 80 年代以来,水溶性涂层材料的研究引起了很多研究者的兴趣。现在研制成功的水溶性涂层防水材料,主要为聚氨酯(PU)及其改性产品。以聚氨酯为代表的干/湿工艺技术的研发,对开发防水透湿功能产品起着巨大的推动作用。20 世纪 80 年代中期,又出现了一种新的涂层工艺——放电涂层。此种技术是利用物理和化学手段,借助等离子体镀膜技术,在织物表面进行改性,使其具有憎水、防水能力。

二、防水透湿涂层材料

涂层织物是工程复合材料,由纺织品(基布)与其表面的聚合物通过黏合剂相结合而成。涂层织物将纺织品的优点和其表面聚合物的优点结合在一起,而具有许多新的性质,如防尘、拒液、不透气、增加织物的耐磨性等,这些性质由任何单一组分都无法实现。基布为其提供机械强度,如撕裂强度、拉伸强度、伸长率和尺寸稳定性等,并支撑涂在上面的涂层;聚合物为其提供化学性质,如耐磨性、防水性、阻隔气体通过等。但实际上涂层织物的许多特性是由二者共同决定的。因此,生产涂层织物的关键是基布和聚合物的选择。当然加工设备、加工方法等对涂层织物的性能、用途同样具有重要影响。

1. 纺织品(基布)

基布是开发涂层产品的基础,过去几年中对基布的选用和设计做了很多工作,但与国外差距还不少,大量基布还需进口。一般说来,干法直接涂层产品,基

布在外,涂层面在内,对基布要求较高,选择或设计基布时,特别要注意质量和外观。转移涂层产品基布在内,涂层面在外,对基布的要求是成本要低一些,着重考虑涂层面的加工。基布的选择或设计,在纤维品种方面,以棉和黏胶较多,成本低、透湿好,穿着也舒适;如要考虑牢度和强度可用混纺织物,通常涤纶混纺织物较多,涤棉混纺织物作为基布量大面广,也有与腈纶或锦纶混纺的。纯化纤维织物作为基布,美观牢固,锦纶和涤纶可用于衣着,丙纶和腈纶等以工业用较多。湿法仿麂皮绒以涤纶为主,也有用锦纶的,最好用超细纤维,细纤维比超细纤维质量要差一些。织造方面,机织(包括色织)、针织和非织造布都有应用,机织布量大面广,针织布伸长和弹性较好,非织造布成本较低,后两者多用于转移涂层。湿法涂层基布经纱可用涤棉混纺的普通纤维,纬纱可用细旦涤纶长丝来代替超细纤维,织造时纬密可大一些,经密不宜太大。很多坯布经物理处理后性能更好,起绒后的基布用于转移涂层可以增加黏结力,减少渗透。湿法涂层仿麂皮最后要磨削,使外观和风格更接近麂皮。

根据不同的用途要求,可用于涂层织物基布的纺织品种类很多。诸如棉、涤纶和锦纶等,前者与聚合物有很好的黏合力,是最早用于涂层的纺织品,且用量很大;而后两者的强度、拒水拒油性、抗微生物性、抗收缩性、尺寸稳定性等更好。表1-1是常用涂层基布的特点。

表1-1 涂层中常用基布的特点

基布	优点	缺点
棉织物	非常好的黏合力,无需黏合剂,热收缩小	强力低,易吸湿,易发霉,易虫蛀
涤纶织物	高强度,低收缩,价格低,不易发霉、虫蛀、腐烂,耐磨性好	回潮率低,回弹性稍差
锦纶织物	高强度,弹性及回弹性好,耐磨,热吸收性能好,不易发霉、虫蛀、腐烂	价格高,抗紫外性能差,吸湿变形
乙纶、丙纶织物	质量轻,价格低,化学惰性,不易发霉、虫蛀、腐烂	熔点低,乙纶尤其如此,有些物质黏合困难
芳纶织物	强度非常高,强制质比高,熔点高,阻燃性能优异	价格昂贵,在日光或紫外线照射下会降解
玻璃纤维织物	耐高温,韧度高,阻燃性能优异,尺寸稳定性好,零回潮,不易发霉、虫蛀、腐烂,抗紫外线性能非常好	难黏合,密度大,易碎,弯曲性能差

某种纤维织物是否能够作为涂层的基布,主要取决于纤维的密度、强度、熔点、耐磨性、刚度等基本性能。表1-2是几种常用涂层基布纤维的主要性能指标。

表 1-2 常用涂层基布纤维的主要性能指标

纤维	密度 /(g/cm ³)	熔点 /℃	强度 /(cN/tex)	弯曲刚度 /(cN/tex)	限氧指数 (氧气)/%	耐磨性	抗阳光及 紫外线性能
聚丙烯腈纤维	1.12 ~ 1.19	150(d)	17.6 ~ 44.1 (HT)	44.1 ~ 70.6	18	中等	很好
改性聚丙烯腈纤维	1.37	150(d)	17.6 ~ 30.9	33.5	27	中等	很好
锦纶 6	1.13	215	37.9 ~ 77.6(HT)	150.0 ~ 423.4	20	很好	差(稳定化处理后好)
锦纶 66	1.14	260	37.9 ~ 77.6 (HT)	44.1 ~ 50.3	20	很好	差(稳定化处理后好)
聚酯纤维	1.40	260	37.0 ~ 66.2	88.2 ~ 264.6	21	很好	好(稳定化处理后很好)
棉纤维	1.51	150(d)	28.2	529.2 ~ 617.4	18	中等	中等
羊毛	1.15 ~ 1.30	132(d)	9.7 ~ 15.0	39.7	25	中等	中等
聚丙烯纤维	0.9	165	35.3 ~ 75.0 (HT)	176.4 ~ 264.6	18	好	差(稳定化处理后好)
超高模量 聚乙烯纤维	0.97	144	264.6	12.3 × 10 ³ ~ 17.6 × 10 ³	19	好	好
芳纶	0.38 ~ 1.45	427 ~ 482 (d)	46.7 ~ 194.0	4.4 × 10 ³ ~ 13.2 × 10 ³	29 ~ 33	中等	中等
碳纤维	1.86 ~ 1.97	3500(d)	86.4 ~ 168.5	2.7 × 10 ³ ~ 13.2 × 10 ³	64	易碎	很好
玻璃纤维	2.5 ~ 2.7	700	55.6 ~ 103.2	2.7 × 10 ³ ~ 3.4 × 10 ³	不燃	易碎	很好

注 1. d 表示不熔融但开始降解。

2. HT 表示高强度。

3. 数据来源不同仅供参考。

2. 涂层胶

纺织品涂层整理剂又叫涂层胶,也叫涂层剂,是一种均匀涂布于织物表面的高分子类化合物,它通过黏合作用,在织物表面形成一层或多层薄膜,使织物改善外观和风格,增加附加功能,具有防水、透湿、阻燃等特殊功能。涂层剂通常以溶液、水分散体或

在溶剂中未交联状态涂在织物上。聚合物沉积在织物上后进行交联,以提高涂层耐磨性、耐水性及耐溶剂性。但交联又会影响到织物的手感。能够用作涂层剂的化合物主要有聚丙烯酸酯类(PA)、聚氨酯(PU)、有机硅类、聚氯乙烯、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、丁苯橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶等。聚合物的性能、交联剂的类型和浓度、催化剂的类型和浓度、交联温度和时间等都会影响交联的效果,从而影响涂层织物的使用性能。聚合物树脂的具体性能及用途概括为表 1-3。

表 1-3 涂层织物常用聚合物^[6]

聚合物	性能及优点	缺 点	主要用途
聚氯乙烯 (PVC)	阻燃性能好,耐磨、耐油、耐溶剂性好,通过加热或射频焊接可以使接缝获得良好的防水效果	低温下龟裂、增塑剂迁移、耐热及抗老化性能一般	防水油布,覆盖物,大型帐篷及建筑,座椅装饰,人造革,防护服装,输送带,休闲产品,旗布
聚偏氯乙烯 (PVDC)	阻燃性非常好,透气性非常低,可热焊接,透明,光泽度高	硬而易裂	与丙烯酸树脂混合以提高涂层阻燃性,用于卷帘或百叶窗
聚氨酯 (PU)	韧性和延伸性好,耐候性和耐磨性好,可制成薄膜用于层压,可提供多种溶剂型或胶乳型	价格高,阻燃性一般,有些易褪色,耐水解性差	防水透湿防护服,飞行救生衣,PVC 防水油布或人造革的涂漆
丙烯酸树脂	可与其他胶乳混合使用,价格低,抗紫外线性能好,光学透明性好	阻燃性差,需与具有阻燃性物质混合	黏合剂,防水油布涂漆,座椅背面涂层
乙烯—乙酸乙酯共聚物	对所有纤维都有良好的黏合性,低温下柔韧性好,热封性能好,热塑性和热成膜性能好,价格便宜	有可能褪色,耐洗性能差	地毯,装饰物背面涂层,墙壁覆盖物,展板背胶,黏合剂
低密度聚乙烯,高密度聚乙烯,聚丙烯	耐酸碱,化学性能稳定,易回收,质量轻,价格低	熔点低,阻燃性能和抗老化性能差	轻质覆盖物,防水油布,袋子,散货袋
硅树脂	无气味,惰性,对许多化学物质和微生物抵抗力好,使用温度宽,涂层织物抗冲击性和抗撕裂性非常高,低毒,拒水,有透气性,可做流体使用	价格高,难以印刷,难接缝	安全气囊,降落伞,垫圈和密封圈,食品和药用
聚四氟乙烯 (PTFE)	对酸碱溶剂等化学物质具有非常好的抵抗力,抗氧化性、耐候性非常好,不发黏,电性能突出,使用温度范围宽	价格昂贵	防护服装,建筑用,轧光机带,垫圈,密封圈,食品包装及医用

续表

聚合物	性能及优点	缺点	主要用途
天然橡胶 (NR)	拉伸性、弹性非常好,可以通过混合获得不同种类不同性能的天然橡胶	抗光照、抗氧化、抗溶剂、抗油脂性一般,可燃,未经改性有生物降解	地毯背面上胶,轮胎,救生筏,传送带,防护服,救生降落伞
丁苯橡胶 (SBR)	与天然橡胶相似,耐磨性、耐屈挠性及抗微生物性能更好	基本同天然橡胶	基本同天然橡胶
丁腈橡胶 (NBR)	耐油性非常好,耐热性及耐日照性优于天然橡胶	阻燃性差	抗油服装,耐油密封圈,用于处理油质产品的传送带或其他物品
丁基橡胶 (BR)	非常低的气体穿透性,比天然橡胶更好的耐热性、耐氧化性、耐化学性	抗溶解性差,阻燃性差,不易接缝	救生筏,轻量救生服,化学和酸防护服,气垫风箱
氯丁橡胶 (CR)	耐油性、耐化学性及抗氧化性优异,工作温度可达 120℃,价格低,阻燃性好,功能多样	难以着色,通常只有黑色	防护服,三角带,气囊,气垫,救生服,救生筏,天线屏蔽器罩
氯磺化橡胶 (CSM)	耐油性、耐化学性及抗氧化性优异,工作温度可达 135℃,价格高于 CR,可容纳更多填充剂	—	与氯丁橡胶类似,用于需要着色或耐热性要求更高的地方
含氟弹性体 (FKM)	耐热性、耐候性、耐化学性、耐溶剂性非常好,工作温度可达 -20 ~ 200℃	价格高,对于酮类化合物抵抗性差	专业人员防护服,对性能要求高的密封圈和密封垫

从表中可以看出,聚氨酯对于基布的黏合力好,即使在很低的温度下也有较好的延伸性和非常好的弹性,表面耐磨性非常好,常用于皮革的漆料。丙烯酸树脂的透明性好,同时具有很好的抗紫外线性能。涂层高聚物树脂的混合是一个极其专业化的过程,多数由专门公司完成。原料筛选、制定配方、物理混合均匀、最佳黏稠度、长期存储稳定等都是高聚物树脂混合的关键所在。

三、防水透湿涂层工艺

涂层本质上是将一种聚合物以一定厚度铺展在织物表面,形成连续的聚合层,使织物表面孔隙为涂层剂所封闭或减小到一定程度,因而得到防水性。织物透湿性则通过涂层上经特殊方法形成的微孔结构或涂层剂中的亲水基团的作用来获得。涂层织物的涂布方法应按产品要求进行选择,常见涂布方法有以下几种。

1. 干法涂层

干法涂层是利用相分离原理,在聚合物体系的涂层树脂中混入低沸点的溶剂,并添加必要的助剂配制成涂布浆,借涂布器均匀涂布于基布上。低沸点的溶剂在干燥及

焙烘过程中首先蒸发,涂层剂在基布表面形成坚韧的薄膜。其工艺流程为:

织物→前整理(预处理)→底涂→干燥→二次涂层→干燥→面涂→焙烘干燥→防水透湿织物

为使产品具有特定的性能和风格,织物在涂布前须经相应的前处理,如烧毛、轧光、前拒水、预定形等,这些步骤根据织物的用途而有选择性地应用。对于“微多孔型”防水透湿涂层织物,涂布量的多少将直接影响产品的质量指标,因此要严格控制微孔层的膜厚,其涂刀间隙的大小和树脂合成后的特性决定了其膜厚。首先在浆料配比时调节浆料的流变性,使其尽量具有较高的低剪切黏度。其次,防水透湿服装面料应手感柔软、轻盈,膜厚通常控制在 $0.015 \sim 0.02\text{mm}$ 之间,因此加工中其间隙控制在织物上增加 $0.015 \sim 0.025\text{mm}$ 之间。涂布量根据织物的不同而有所改变,如轻质织物通常增重约 $20\text{g}/\text{m}^2$ 干基,重质合成及混纺织物增重约 $40\text{g}/\text{m}^2$ 干基。干燥过程是微多孔层的形成及固化阶段,干燥温度及时间的控制决定了微孔的形状、大小和开孔率。因此干燥的温度和时间要严格加以控制,配备强制空气流通系统,使发泡均匀,并且在整个混合及涂布工艺中尽量防止溶剂的过量挥发,以免形成疵点^[7]。面涂主要是通过各种不同的整理剂获得提高涂层面的滑性、风格化及抗摩擦性,并且所有的整理工艺都将明显提高织物的防水功能,通常涂布量为 $5 \sim 15\text{g}/\text{m}^2$ 干基,取决于所希望达到的效果。

干法涂层的工艺及设备较为简单,一般将涂层浆配制后即可涂布,比利时 UCB 公司的 Ucecoat NPU/TO 和 Ucecoat 2000 special、日本油墨公司的 Crioron NYT-20、朗盛公司的 Impranil、Baxenden 公司的 Witcoflex 等,都是使用这种方法制造的。

2. 湿法涂层

由于干法涂层采用的溶剂易燃、易爆、易挥发且有害,所以人们较倾向于使用湿法涂层。湿法涂层又称凝固涂层或加水凝聚法,是利用聚氨酯体系的涂层树脂可溶于二甲基甲酰胺(DMF)中而不溶于水的特性,以 DMF 溶解涂层剂(如聚氨酯)制成涂层浆,涂布后浸入水中成凝固膜。由于 DMF 能和水成无限混溶,在水中 DMF 溶出,而聚氨酯不溶于水,浓度迅速增大,最后沉积在基布上面。在涂层凝固过程中,DMF 从聚氨酯中急剧渗出,形成垂直于薄膜表面的通道微孔。因此,这种高聚物膜的表面呈多孔状,如果把微孔的直径控制在 $0.5 \sim 5\mu\text{m}$ 以内,则可制成既透气又能防水、透湿的防雨布。在湿法加工中重点是如何调整微多孔层的形状、大小和开孔率,以适应多种用途的性能需求^[8]。东丽公司的 Entrant,还有美国 Builington 公司的 Ultrex 都是用这种方法生产的^[9]。湿法涂层的工艺流程为:

基布→预处理→涂布→凝固水洗→干燥→后处理→防水透湿织物

3. 热熔法

热熔法是将热塑性树脂作为涂层剂加热涂布于基布上,待用时,用热压辊或熨斗热压,使原来涂布在基布上的点状、线状或网状的树脂再次熔化,黏结在被加工的面料

上,常用于黏合领衬。其工艺流程视涂布方法而异,常见的有以下几种:

(1)撒粉法。撒粉法是将粉末树脂用电磁振动装置均匀撒于基布面上,然后用不接触烘箱(或红外管)进行固着。此法常用乙烯—乙酸乙烯酯涂层剂,简称 EVA 衬布加工。

(2)粉点法。粉点法是在两只热辊和一只雕刻辊组合设备上涂布。这种雕刻辊上部有涂层剂和刮刀,树脂落入雕刻辊的阴纹槽内,经辊加热后的织物布面温度可达 $160 \sim 180^{\circ}\text{C}$,在与雕刻辊接触的瞬间完成粉末成点的转移。热辊温度控制在 $160 \sim 240^{\circ}\text{C}$,聚酰胺粉末转移温度在 55°C 左右,聚乙烯粉末在 95°C 左右。

(3)浆点法。浆点法主要用于非织造布,基本工艺同圆网印花。

(4)转移成膜法。转移成膜法是将涂层浆涂在经过有机硅预处理过的转移纸或金属带上,然后将基布与转移纸面对面叠合经轧压辊转移到基布上,冷却后,将转移纸和加工织物分离即成。该法主要用于轻薄疏松组织且对张力较敏感的一类织物,如纱罗、针织物、非织造布等,全机运行烘干装置都采用网带输送。其工艺流程为:

转移纸涂布→纸布叠合→轧压→冷却→转移纸和涂层织物分离上卷

4. 防水透湿涂层的成孔方法

(1)湿法涂层成孔法。PU 基的多孔膜利用了 PU 的化学特性将二甲基甲酰胺(DMF)和水通过一种溶剂交换加工的方法凝固成相互连接的孔洞结构。这种方法可以制造出非常精细的相互连接的孔洞结构,它的微孔相当小,以阻止液态水滴的渗入,却能够允许水汽分子的渗透。在一些应用中,需要将亲水的 PU 层加至织物的一面。Porelle 膜(聚亚胺酯)由 Porvair/GB 制成,Repels 膜(聚丙烯酸酯)由 Gelman Sciences/USA 制成,光致聚合在一些多孔膜的加工中经常应用到。多孔性还可以通过用水滤盐的膜处理方法实现。相关的产品有 Porvair、Porelle、Permair 等。在涂层溶液中添加拒水剂和非离子表面活性剂,能够让孔洞具有拒水性从而得到防水效果更好的涂层织物,经防水处理后的涂层的防水效果更佳。更高的水汽渗透及防水效果则可以通过使用约 1% 无孔无机滤材来实现,例如,PU 树脂中的硅或氧化镁,其颗粒尺寸小于 $0.1\mu\text{m}$ 。湿法凝固能够得到尺寸小于 $1\mu\text{m}$ 的极细孔洞,另外,还会产生 $1 \sim 20\mu\text{m}$ 的蜂巢状的皮芯结构。这些微孔的产生可以通过控制树脂颗粒表面细微的凝固速率来实现,它可以增加水汽渗透的效果。

(2)溶剂挥发成孔法。涂层聚合物采用易挥发溶剂与一定比例的高沸点非溶剂混合应用于织物上,在干燥时,溶剂比非溶剂挥发快,聚合物沉淀成了一层多孔层。Ucecoat 2000 系统是一种应用热凝固技术的 PU 基的涂层加工系统,在这个系统中,PU 与丁酮、甲苯和水进行混合,固含量为 $15\% \sim 20\%$,涂至织物上后,低熔点溶剂快速挥发致使非溶剂中的 PU 发生沉淀。当非溶剂达到一定浓度时,PU 会沉淀成多孔状,剩余的溶剂和非溶剂在涂层织物烘干时挥发去除。

(3)泡沫涂层成孔法。在泡沫涂层加工中,PU 与 PU/聚丙烯酸酯混合后分散在水