

第6届功能性纺织品及纳米技术研讨会论文集

主办单位: 纺织行业生产力促进中心
中国纺织科学研究院
北京纺织工程学会
天津工业大学“改性与功能纤维”天津市重点实验室



天津工业大学“改性与功能纤维”天津市重点实验室 Tianjin Municipal Key Laboratory of Fiber Modification & Functional Fiber(FMFF), Tianjin Polytechnic University

天津工业大学材料学科是在原天津纺织工学院化学纤维专业的基础上发展起来的, 2005年被天津市确立为市级“重中之重”建设学科。“改性与功能纤维”长期以来一直是天津工业大学重点支持和发展的方向, 完成了一批国家、省部级重大科研项目, 形成了“纤维结构与性能研究”、“化学纤维成形原理及制备技术”、“新型功能纤维的研究”、“中空纤维分离膜”等的特色, 并拥有一支较高学术水平、结构合理的学术梯队。拥有材料学、材料加工工程、纺织功能材料科学与技术等博士点。实验室拥有各种纤维成形加工机、多种必需的大型结构分析测试仪器和完备的各种纤维专用测试与观察手段。实验室将建成面向国内外开放性的实验室, 对外实行开放课题资助计划和访问学者制度, 吸引国内外中青年科学家来实验室进行短期的工作访问, 扩大学术交流。同时, 实验室愿意为社会提供优质服务, 欢迎社会各界的朋友与我们进行技术合作, 携手发展。

实验室主任: 陈莉

实验室副主任: 张宇峰、张兴祥、邓新华、齐鲁

联系人: 张宇峰

电话: 022-24528074, 022-81274195

传真: 022-24528054

Email: zyf9182@tjpu.edu.cn

http://www.tjpu.edu.cn



扫描电子显微镜



高级扩展流变仪



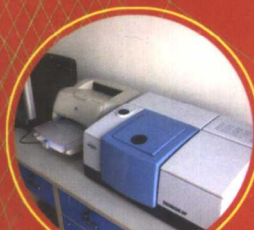
转矩流变仪



多功能光学显微镜



X光衍射仪



傅立叶红外光谱仪



中子辐射防护服

蓄热调温服

X-射线辐射防护服

第六届功能性纺织品及纳米技术应用研讨会

论 文 集

主办单位

中国纺织科学研究院

纺织行业生产力促进中心

北京纺织工程学会

天津工业大学改性与功能纤维天津市重点实验室

2006年5月26日----27日 北京

前 言

中国纺织工业经过二十多年来的改革开放,得到飞速发展。2005年,我国纺织服装出口达到了1175亿美元,占世界贸易额的四分之一,但我国纺织工业在国际竞争中的收益只占全部利润的五分之一。我国入世后面临着更加激烈的竞争和挑战,当前只有转变增长方式,加快产业升级,依靠科学技术,不断提高职工素质,才能变“中国制造”为“中国创造”。传统的纺织工业也只有积极吸取不同领域、交叉学科的最新科技成就,才能进一步提升自身的持续发展能力,继续为国民经济的增长做出更大的贡献。为此我们搭建了这一交流互动平台,并已连续成功召开了五届“功能性纺织品及纳米技术应用研讨会”。

通过前几届研讨会,有的单位已将会上所得到的信息、科研成果,结合自身特点,用于产品开发和科研立项;同时有更多的客户前来咨询,希望能解决他们的难题。这既令我们感到鼓舞,也确实感到责任重大,因此我们希望通过本届研讨会能进一步提高论文水平、拓宽研讨领域、强化实用技能、结识更多良师益友。本次活动继续得到了天津工业大学、西北工程科技学院、东华大学、清华大学等院校及美国 Charles Q.杨教授、韩国权宁昱教授的大力支持,在此表示衷心感谢!

本届研讨会,我们继续得到生产企业和新闻媒体的大力支持,特别是“张家港安顺科技发展有限公司”、“北京光华五洲纺织集团”、“北京小护士纺织科技发展有限公司”、“北京洁尔爽高科技有限公司”、“天津华林园科技有限公司”等单位,对会议的圆满举办做出了很多努力和支持。在会议筹备阶段,《中国纺织报》、《化纤信息周刊》、《中国纳米科技信息网》等报刊杂志及网站均为此作了报道,在此我们向上述单位表示衷心地感谢!

在征集论文过程中,来稿踊跃,已超过100多篇,但因篇幅有限,有的文章未能入选,希望有关作者谅解。另外,我们还收集了部分有关功能性纺织品和纳米技术的摘录、信息等,仅供参考。

参加本次研讨活动筹备及《论文集》编校工作的有:纺织行业生产力促进中心李庆峰、方锡江、文永奋、刘佳力、邹兆京,北京纺织工程学会顾凤珍、王惠明、王旭山,天津工业大学陈莉、程博闻、张宇峰等同志。在此,向所有关心和支持本次研讨会的同仁们表示感谢!

“第六届功能性纺织品及纳米技术应用研讨会”组委会

2006年5月26日

目 录

功能性纤维

- 1 世界功能纤维新进展.....1
罗益锋 全国特种合成纤维信息中心
- 2 红外隐身纤维性能的研究.....6
于斌 齐鲁 天津工业大学
- 3 导电纤维的发展现状及应用前景.....10
丁长坤 程博闻 任元林 康卫民 张金树 天津工业大学
- 4 磁性纤维的研究.....17
于俊林 齐鲁 天津工业大学
- 5 功能性聚酰胺纤维的研制.....23
宣孟阳 刘宵 于俊林 杜启云 天津工业大学
- 6 玄武岩纤维的研究与应用.....29
陆青 周华 梁海川 梁小平 天津工业大学 青海省有色地质矿产勘查局地质矿产勘查院
- 7 氧化铝功能纤维的制备及其应用.....32
吕超 梁小平 高永扬 王剑臣 岳雪梅 辛少波 天津工业大学
- 8 涤纶纤维增强改性研究.....36
赵义平 陈莉 唐京涛 天津工业大学
- 9 纤维在水泥混凝土中的应用.....40
王小会 梁小平 辛少波 王剑臣 高勇扬 天津工业大学
- 10 可生物降解聚乳酸纤维的纺丝与拉伸.....44
汤恩旗 夏磊 张迪 天津工业大学

智能纺织品

- 11 形状记忆聚合物纺织品的研究进展.....48
胡金莲 吕晶 香港理工大学
- 12 形状记忆聚合物包芯纱及织物开发.....52
吕晶 刘岩 胡金莲 香港理工大学
- 13 智能纤维的发展现状及应用前景.....58
杨艳玲 李青山 燕山大学
- 14 电子器件与服装的结合.....62
张美玲 刘俊茹 天津工业大学 莱州市电子仪器有限公司

纳米技术

- 15 材料化学贡献于工业实例.....66
權寧昱 (Young-Uk Kwon) 韩国成均馆大学
- 16 多壁碳纳米管改性智能水凝胶的研究.....67
赵家森 苏亚平 许明 天津工业大学
- 17 纳米三维担体枕的应用前景.....69
徐明玉 天津华林园科技发展有限公司
- 18 纳米 TiO_2 与 ACF 复合材料净化空气性能的影响因素分析.....70
申祚飞 黄翔 颜苏芊 西安工程大学
- 19 纳米材料织物的抗电磁波性能模拟分析.....74
张亚 王进美 西安工程大学
- 20 纳米分形涤纶加工技术.....78
孙冰 王贤瑞 徐静 王柏华 邯郸新维印染股份有限公司 北京服装学院
- 21 纳米技术, 有益, 抑或有害?83
蒋晓文 西安工程科技学院服装与艺术设计学院
- 22 弱光源纳米光催化活性碳纤维滤料净化室内甲醛的实验研究.....87
黄翔 赵丽宁 狄育慧 西安工程大学 厦门中福元建筑设计研究院
- 23 碳纳米管纤维的性能与应用.....96
孟庆杰 张兴祥 天津工业大学
- 24 纳米羟基磷灰石微生物过滤材料的制备和性能研究.....101
杨磊 宁晓山 肖群芳 陈克新 周和平 清华大学
- 25 聚丙烯/多壁碳纳米管复合材料的结晶行为.....106
李宏伟 高绪珊 童俨 四川大学 北京服装学院
- 26 含碳纳米管的新型抗静电纤维的制备和性能.....114
李宏伟 高绪珊 童俨 四川大学 北京服装学院
- 27 功能纤维用纳米 CeO_2 的制备方法及应用.....118
高永扬 梁小平 王剑臣 吕超 岳雪梅 王小会 天津工业大学
- 28 溶胶-凝胶制备纳米 TiO_2 的 X 衍射分析.....123
辛少波 边栋才 梁小平 王小会 天津工业大学
- 29 水热合成一维纳米材料.....126
周晓峰 杨小勤 赵永男 天津工业大学
- 30 水相 CdTe 纳米晶的合成及其量子产率的计算.....131
陈智 宋秀云 张纪梅 肖文幸 季文学 尹雪莹 董全喜 天津工业大学

- 31 防水透湿织物上碳氟膜的纳米结构及均匀性的初步研究.....135
王东 路建军 齐宏进 青岛出入境检验检疫局 青岛大学
- 32 聚(丙烯腈-乙酸乙烯酯)/黄粘土纳米复合材料研究.....139
祖丽华 李青山 华北油田采油三厂 燕山大学
- 33 纳米稀土发光纤维的研究与展望.....145
储德清 王立敏 尹航 高尚 天津工业大学
- 34 纳米技术在功能纺织品上的应用.....148
王立敏 曹宇合 储德清 天津工业大学
- 35 纳米生物医用材料的研究及发展趋势.....152
王涵 张华 天津工业大学
- 36 纳米纤维和纳米材料在非织造布中的应用.....156
王旭 焦晓宁 天津工业大学
- 37 PMMA/MMT 纳米复合材料研究.....161
朱宁 常万宏 李青山 燕山大学 北京方拓奇才科技产品营销有限公司
- 38 纳米氧化物紫外屏蔽剂的制备与应用.....165
樊小伟 梁小平 高永扬 王小会 辛少波 天津工业大学
- 39 纳米材料在抗紫外纺织品中的应用.....168
郑海涛 于俊林 天津工业大学
- 40 纳米 TiO_2 抗紫外线整理剂的整理工艺探讨.....171
李秀明 邓桦 天津工业大学
- 41 纳米 CaCO_3 对均相成核体系炭质中间相的影响.....176
刘秀军 刘希东 天津工业大学
- 42 再生丝素/壳聚糖共混纳米纤维的结构与性能.....179
常丽娜 尹桂波 张幼珠 苏州大学
- 43 静电纺丝素纳米纤维工艺影响分析.....182
尹桂波 耿琴玉 马顺彬 南通纺织职业技术学院 苏州大学

保健、防护、环保纺织品

- 44 负离子远红外保健整理面料的研制.....187
武绍学 商成杰 王伟昭 青岛大学 北京洁尔爽高科技有限公司 天津飞天家纺印染有限公司
- 45 驻极体空气过滤材料的功能整理及其性能分析.....190
黄翔 谢小军 狄育慧 西安工程大学
- 46 *释放负离子功能纤维作用机理与评价.....195
刘卓 李青山 王新伟 燕山大学

47 负离子织物产生负离子的机理和影响因素.....	200
黄春松 黄翔 吴志湘 西安工程大学	
48 负离子系列产品的抗菌性能研究.....	205
李武 李青山 王新伟 燕山大学	
49 一种释放负离子的天然纳米材料增强丙纶蠕变性研究.....	208
姜亮靓 翟佳 李青山 燕山大学	
50 负离子保健防臭鞋垫的进一步研究.....	212
周光举 李青山 范玉岗 燕山大学	
51 天然纤维与释放负离子功能织物研究 ^[1]	216
杨秀珍 李青山 燕山大学	
52 关于负离子纤维织物的研究和市场调查.....	220
李青山 杨秀珍 刘卓 范磊 燕山大学	
53 一种新型保暖保健纤维的开发.....	224
钟正刚 王寅生 蔡意文 林经玲 安泰科技股份有限公司	
54 东亚功能性离子协会与离子行业的发展前景.....	226
金宗哲 东亚功能性离子协会	
55 国内外功能离子纺织品加工现状(提纲)	228
李强 吕世静 北京矿业研究院	
56 抗菌纤维及其织物的加工技术.....	229
吴建华 浙江纺织服装职业技术学院	
57 新型银离子抗菌剂的制备及应用.....	234
骆小红 姜玉彩 王艳蕾 中国乐凯胶片集团公司研究院	
58 织物抗菌整理及抗菌整理剂的现状与发展趋势.....	237
赵广明 霍瑞亭 顾振亚 天津工业大学	
59 保暖内衣的过去, 现在和将来.....	242
顾钰良 王震声 江苏悦达纺织集团有限公司 盐城纺织职业技术学院	
60 防水透湿防静电织物的开发及其应用.....	249
靳云平 新乡市护神特种织物有限公司	
61 竹炭改性涤纶及针织物功能研究.....	255
王其 赫淑彩 马李军 东华大学 无锡百和织造有限公司	
62 棉纺织品耐久性阻燃整理技术的最新进展(摘要)	259
Charles Q. Yang 美国佐治亚大学纺织系教授	
63 阻燃纤维用无机阻燃剂的开发和应用.....	260
岳雪梅 梁小平 程博闻 王剑臣 高永扬 吕超 辛少波 天津工业大学	

- 64 芳纶/晴纶混纺阻燃纱线的生产实践.....267
董艺 鞍山华芳纺织有限公司
- 65 卧具是保证科学睡眠的关键.....270
刘光恩
- 66 芳香纺织品制备的新途径.....274
刘夺奎 顾振亚 汪季娟 张莹 天津工业大学 中国纺织科学研究院
- 67 防电磁辐射服装的测试及屏蔽效能的研究.....278
汪秀琛 张欣 中原工学院 西安工程科技学院
- 68 防电磁辐射纤维和织物研究.....282
杨俊玲 天津工业大学
- 69 涤/棉混纺织物的抗菌吸湿排汗整理.....286
王兴福 马树胜 北京洁尔爽高科技有限公司 天津印染厂股份有限公司
- 70 高吸水聚(丙烯酸-丙稀酰胺)成纤共聚物的研制.....290
贾广霞 肖长发 安树林 孔令元 任雅文 天津工业大学
- 71 活性炭/腈纶离子交换吸附纤维制备及吸附性能研究.....294
张华 梁晓飞 王学晨 牛建津 天津工业大学
- 72 聚酰胺/聚砜纳滤中空纤维复合膜的研制.....300
田国军 天津工业大学
- 73 吸湿排汗纤维及面料的应用与发展.....304
赵兴 张兴祥 张华 天津工业大学
- 74 活性炭纤维上负载纳米二氧化钛及其光催化降解作用的研究.....308
王剑臣 梁小平 高永扬 吕超 岳雪梅 王小会 天津工业大学

新材料、新技术、新工艺、新设备

- 75 常压等离子体纺织面料的处理设备及工艺介绍.....313
赵玲利 唐久英 王守国 中国科学院光电研究院
- 76 防皱整理强力损失改善的研究.....316
刘宏光 戴瑾瑾 上海东华大学
- 77 防污自洁 PVC 建筑膜材的设计思路.....321
赵晓娣 顾振亚 天津工业大学
- 78 功能性防水透湿涂层织物性能及其影响因素.....326
高诚贤 中国纺织科学研究院
- 79 甲壳胺改性聚乙烯醇纤维的制备及其性能.....332
金小芳 中国纺织科学研究院

80 壳聚糖对高吸水纤维性能的影响.....	335
邓新华 孙元 白志勇 周晓峰 边栋材 张涛 天津工业大学	
81 壳聚糖高吸水纤维对 Vc 释放性能的研究.....	337
孙元 邓新华 白志勇 周晓峰 边栋材 张涛 天津工业大学	
82 柔软剂的配伍对丝光羊毛手感及后加工影响的探讨.....	339
曲娴 罗群芳 狄友波 品德羊毛(太原)有限公司	
83 PTFE-PU 复合膜层压织物结构与透湿量的研究.....	342
杨建忠 王新艳 西安工程科技学院	
84 防水透湿织物变色问题的初探.....	347
王东 路建军 齐宏进 山东出入境检验检疫局技术中心 青岛大学	
85 聚乳酸纳/微胶囊技术及其应用.....	351
李伟 张兴祥 天津工业大学	
86 纳滤技术处理纺织印染废水.....	358
张岩 张宇峰 王刚 田国军 天津工业大学	
87 纯水体系溶胶性能的研究以及在固定化酶织物方面的应用初探.....	363
李凤艳 邢彦军 丁辛 东华大学纺织学院 东华大学化学与化工学院	
88 新型材料在文胸中的应用.....	369
梁素贞 张欣 周捷 西安工程大学	
89 不同共聚单体对丙烯腈聚合物可熔融性能的影响.....	372
韩娜 张兴祥 王学晨 李军 天津工业大学	
摘要.....	375
2006 纳米有梦.....	383
功能性纺织品性能评价与纺织品认证.....	384
周世香 中纺标检验认证中心	

世界功能纤维新进展

罗益锋

全国特种合成纤维信息中心

摘要: 主要介绍国外特别是日本各种功能纤维及其制品的研发和应用情况, 共列举了 25 个项目

关键词: 特种纤维、功能纤维、新材料

引言

特种合成纤维(又称科技纤维)分为高性能纤维和功能纤维两大类, 目前两者皆呈现高速增长的势头, 前者主要体现在生产规模和市场需求的不断扩大, 并打破少数公司的垄断, 而新品种的开发少。自 2000 年以来只有旭化成公司导入 25~50t/a 的聚酮高强高模纤维, 还有杜邦公司收买 Magellan 系统国际公司的 M-5 杂环类芳纶中式装置和专利, 于 2005 年实现产业化, 产品主要应用于新一代的防弹等防护材料领域; 后者除需求量不断增长外, 还体现在品种的日新月异变化, 新品种不断出现。

日本新能源与产业技术综合开发机构(NEDO)正启动纤维状材料的高功能化研究, 按照该 5 年开发计划, 自 2006 年起将研发出由该新纤维制备的各种新部件, 其课题名为“发现具有高端功能型新结构材料的基础技术开发”, 总研发费为 56 亿日元。它关系到在纤维状材料上实施微细的界面加工和复合材料的高功能化新材料的开发, 它们可望广泛应用于信息产业, 生物工程和环保等领域。在欧美也在开展类似项目的战略组合, 而在日本则开展官、产、学的协作, 在上述 5 年计划的头 2~3 年, 先奠定超极细新结构纤维材料的稳定化成形技术和取向结构控制等领域的基础技术研究, 其后再将重点转移至实用化研究, 开发功能性材料及其混杂制品。有关实用化研究的经费来源, 由参与该计划的企业承担 50%。^[1]

根据目前的发展形势及未来的发展计划, 今后日本将成为高科技纤维品种最全、产量最大的特种纤维王国, 而我国近年来在功能纤维研究方面也呈现了多样化的趋势, 但真正实现产业化的品种却不多, 以下仅介绍功能纤维的新品种及其制品。

1 防“非典(SARS)”杀菌纤维材料^[2]

日本环境净化研究所采用接枝技术, 在现有的口罩材料上成功地将罂粟酮碘(ポビドンヨード)杀菌剂与之进行化学结合而合成出杀菌滤材, 作为“抗非典”的对策。涛和化学公司开发了具有抗“非典”等菌类的广泛抗、杀菌性能无纺布湿态防护口罩, 并打入了防病毒口罩市场。和光堂公司在 2003 年应对“非典”的影响, 其除菌用乙醇擦巾纸产量倍增至 40 万个/日, 而日本拜玲(ベリン)公司为预防“非典”再流行, 将无纺布制的成型防尘口罩的产量增至 3 倍。

2 抗菌消臭滤布

日本富基尤(フジユ-)公司与和丽佳娃米科伦(ホリカワミクロン)公司共同开发了经脱乙酰甲壳素浸渍处理过的无纺布抗菌、消臭滤布, 这在日本是初次生产。^[2]

3 光触媒纤维

日本 EXLAN 工业公司开发了具有自净化功能的光触媒聚丙烯腈纤维“Selfclear”, 它是在 PAN 纤维中混入纳米级的钛粉, 其大小相当于以往用于光触媒纤维的二氧化钛的 1/10, 它不仅能除去四大恶臭和烟臭, 而且对以往用化学消臭所难以除去的苯、甲苯、二甲苯等挥发性有机物也有消臭功能。其纤维表面具有直径数十纳米的极微细孔的多层结构, 与以往的制品相比, 表面积大幅度提高,

正是由于这种结构,可吸附臭味、菌类和污染物等有机物质。^[3]

宇部兴产公司于 2005 年春开发了具有表面倾斜结构的高强氧化钛光触媒纤维“アクアソリエーション”,并实现商品化,它可以通过光照而将各种有机物进行氧化分解。它还可将菌类杀死并完全分解成 CO₂ 和水,可应用于温泉等处理。^[4]曾获 2004 度第四次 GSC(清洁可持续发展化学)奖。

4 抗花粉夹克

ゴールドウイン公司于 2005 年开始销售两种牌号的抗花粉夹克,花粉易从其表面脱落。其表面采用抗静电的导电聚酯纤维“ド-デン”,由钟纺合纤公司生产,它可抑制在低温度下因摩擦而产生的静电,内层采用真空镀银聚酯膜切割纤维“ミエ-ファン”,它可抑制花粉附着于衣服上。^[5]

5 高效吸附毒气的活性炭纤维

尤尼吉卡和大阪瓦斯公司共同开发并销售一种特殊的活性炭纤维,它可吸附相当于市售炭的 3000 倍以上的有毒气体。^[2]

6 吸香烟臭气的活性炭纤维

尤尼吉卡公司开发了一种新型活性类纤维无纺布,它具有吸附高 100 倍香烟臭气的能力。^[2]

7 吸油纤维材料

日本 インサルテック 公司开发了一种耐热吸油材料,其原料为超细玻璃纤维,是一种面向厨房排水处理的无纺布球体。^[2] エアテクス 公司则采用独自の无纺布技术,开发聚丙烯和木棉混合吸油材料,吸油性比 PP 纤维高 4 倍^[2]。トスエ 公司则开发采用含钛碳纤维的厨房用滤材,油滴可沿纤维下流。^[2]

8 空气净化滤材

松下精工公司开发了高性能无纺布的双层滤材,作为空气清净器的滤材,原料为儿蔡素 HEPA 和活性炭纤维。^[2]

9 新型防尘口罩

日本兴研公司和东北电力公司共同开发了抗静电无纺布所构成的新型防尘口罩,应用于原子能发电站,尘埃捕集率为 99.9%。^[2]日本生物公司与北海岛大学将青蛙的 DNA 固定于聚酯无纺布上,而开发成功吸收和回收二恶英优良的空气清净器滤材。^[2]

10 隔音材料

日本无机纤维公司开发了用废玻璃纤维的再利用技术而制得的汽车用隔音材料。日本特殊涂料公司则由热塑性纤维无纺布开发出轻量的隔音材料“リエタワ、ウルトテタイト”,并应用于丰田、日产和本田汽车上^[2]。美国 Cascade Engineering 公司则开发了熔喷法无纺布,且可 100%再生的吸音材料^[2]。

11 新型音响材料

山一和纸工业公司开发了由 100%香蕉纤维制成的音响喇叭纸盒。^[2]

12 新型止血纤维

日本高研公司开发出最适合于手术时的止血材料,由纤维状的胶原蛋白组成,由于表面积大,止血能力比以往品质高 3 倍。^[2]

13 电波吸收材料

东丽公司开发出能吸收电波的纸状新材料,它比以往的电波吸收材料的吸收能力高 10~100 倍。^[2]

14 电磁波屏蔽材料

大林组和大阪瓦斯公司开发了采用碳纤维无纺布将屋内全部覆盖的电磁波屏蔽法及其材料。^[2]

15 可调湿的无纺布片材

日本ブロー-公司开发了在无纺布上涂覆高分子调湿剂的调湿片材,将它贴附于屋外控制盘等的里面,而制成控制盘用调湿片材。

16 新型土工布材料

东洋纺织和エスピー-公司共同开发出具有高施工性的土木工程用密封材料,它是由超吸水纤维和水膨胀橡胶张力材料组成的。ダイニシク、伊藤忠商事、竹中工务店、竹中土木和荻原工业 5 家公司共同开发了使用可降解塑料的土木片材^[2]。

17 新型水溶性无纺布

日本バイリン-公司采用可乐公司生产的 100% “Kuralon K-II” 纤维,开发出新型的水溶于常温或微温水的水溶性无纺布。^[2]

18 超极细纤维人造革

可乐丽公司采用超微细纤维(万分之一旦),开发出厚度仅为 0.25mm 的衣料用极薄的人造革。^[2]

19 细胞培养载体

日本バイリン-公司开发出由粘胶纤维、蛋白质和氨基酸所组成的无纺布作为细胞培养载体(空隙率 90%)。^[2]

20 各种生物降解片材

2002 年尤尼吉卡公司开发成功世界首例的耐热聚乳酸(PLA)防粘法无纺布生物降解片材(可耐 130℃)^[2]。2005 年东洋建设公司有效地利用 PLA 所组成的生物降解性无纺布片材,确立了有效利用疏竣土的人工沙滩实施技术^[1]。同年尤尼吉卡公司开发出采用 PLA 纤维,而不采用一切抗燃剂就制成防粘法无纺布抗燃制品,并取得认证,其抗燃性可与间位芳酰胺相媲美,这在日本是首例。^[2]

21 分析二恶英用无纺布

大阪瓦斯和三浦工业公司共同开发了碳纤维无纺布滤材,用于分析二恶英。^[2]

22 高弹性运动员色带

美国 3M 公司开发成功由熔喷法无纺布网片制成的高弹性运动员包带,其纤维组成为小于 50 μm 直径的纤维。^[2]

23 二次电池用耐热滤材

三菱造纸公司于 2005 年底开发了面向镍氢电池和镍铬电池等二次碱电池的特殊尼龙纤维制的高耐热性电池隔膜“SP 系列”。特殊尼龙纤维由可乐丽公司提供,并共同申报专利,它已经过国内外电池厂家的评价试验,于 2005 年秋正式销售。这种电池隔膜大幅度改进了镍氢电池的自放电特性,二次电池的使用周期与寿命可倍增,而且可实现大电流放电和高速充电,而且取得了中国电池大厂

家、电动工具厂家等的认证,将应用于汽车用电池,还可应用于大功率的打钉机和切断机等领域。该公司预计初年度的销售额为5亿日元,3年后将增至10亿日元。^[6]

24 新型保温纺织品

デサント公司最近开发了具有保温功能的高尔夫服“マンツングウェア”,其上衣是在PAN纤维中混入高性能远红外放射性陶瓷粉,并采用钛特殊加工的片材,它可高效反射人体所放出的红外线而达到冬季防寒的目的^[7]。J东洋纺销售冷暖2种纤维产品,其中“cool science”在冷房28℃也有快适感,触摸时有冷、凉(通气性5000以上)、干、爽、毛织品感和不透性感(衣服内温度33℃以下,湿度60%RH以下)。其原料为:①“アルサスPRH50”,最外层用棉覆盖,衣服内采用温湿度快适的复合纺织丝。②“フィテツス”系超长棉与特殊聚酯长丝的复合纺织丝。③“アイスツール”,系羊毛与混有陶瓷粉的聚酯复合丝经特殊加工的功能丝,具有阻挡太阳热和吸湿吸热功能。④“エスパブレズ”,系混有特殊粉末的吸放湿性聚氨酯弹性丝。“warm science”在20℃暖房也有快适感,暖而又难以通风(通气性5000以下),具有柔软的性能,衣服内温度为31℃、湿度60%RH以上。其原料为:①“エクス”(聚丙烯酸酯系纤维),吸湿率为27%,具有吸湿发热性,抗静电性、难燃性、抗菌性、消臭性、控制PH性等功能。②新产品“オメガ”,系羊毛的改质品,吸湿性提高10%,发热性也提高约3℃。③“ヤテムタ”,系混入远红外陶瓷粉的PAN纤维。④“エスパサ-モ”,系混入特殊粉末并具有吸湿发热功能的聚氨酯弹性丝新产品。^[8]

25 碳纳米管(中空纳米碳纤维)

碳纳米管由于具有比通常碳纤维更精致设计的纳米结构,会呈现出特异的电子放出特性和吸氢储存能力。最近OHC北海道公司发明了由废轮胎生产碳纳米管的新方法,今年4月投入生产,投资额14亿日元,废轮胎处理能力和碳纳米管的产能各为3000~3500t/日,从业人员60人,该产品具有耐热性和强度及导电性等特性,可望用于工厂、一般家电产品及医疗领域等。^[9]

日本产业技术总合研究所开发了并将单层碳纳米管(SWNT)进行取向,并具有偏光发光特性的薄膜,其方法是明胶作为分散介质,使每根纳米碳管均质分散,然后制成沿一定方向取向的薄膜,使薄膜显示出强的、光学各向异性(偏光吸收、偏光发光、折射)。今后随着研究的进展,如果能实现强光的SWNT,就可应用于可控制近红外发光元件及具有广感光波长领域的近红外光电变换元件等光通信领域,而且有可能用作纳米尺寸的极微小近红外光源。^[10]

单壁碳纳米管(SECNT)具有高的强度、模量、导电性及纵横比,是一种具有魅力的增强材料。为此最近国外研究出用它均匀增强聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)的制法。在实际使用时,先将SWCNT在空气中加热或使用硫酸硝酸在液体中处理,使表面氧化制成OSWCNT。先将1.4丁二醇和0.01~0.2%OSWCNT进行混合、脱气、超声波反复处理6次,使之充分混合,使增强材料分散,最后在50℃再次脱气。另外,在DMT中很好地作为催化剂的原四丁基钛,然后综合加入OSWCNT-1.4-丁二醇,混合后加热,该过程发生酯交换和偏聚反应,最终可制得PBT-OSWCNT纳米复合体,下表1示出不同OSWCNT加入量的复合体机械强度。^[11]

表1 PBT-OSWCNT复合体的机械强度

	横量 (mpa)	拉伸强度 (mpa)	断裂伸长 (%)	硬度 (肖氏 D)
PBT	2240	38	4.0	75.2
SW01	2325	43	11.4	76.1
SW05	2360	44	11.5	78.1
SW1	2555	49	7.0	77.7
SW2	2650	43	3.2	77.7

注: SW01表示在PBT中加入0.01(wt)%的OSWCNT, SW05、SW1和SW2分别表示OSWCNT在PBT中的加入量各为0.05、0.1和0.2(wt)%。

结束语

由于篇幅的关系,本综述只介绍国外部分新商品化的功能纤维及其制品,以及重要的研究成果,而没有将功能纤维的老品种的新进展加以介绍,如中空纤维分离膜、活性炭纤维、离子交换纤维、塑料光纤纤维及有机纳米纤维等,这些品种曾在其它文章中作过介绍,同时也没有将国内的研究进展加以简介,好在许多与会者会介绍自己的研究成果。

参考文献

- [1]有关纤维状材料高功能化及其新部件开发的大计划。工业材料, 2005, 53 (12): 12
- [2]不织布情报, 2006, (1) 29~44
- [3]混有纳米尺寸特殊钛的光触媒聚丙烯腈纤维。工业材料, 2005, 53 (12): 13
- [4]水净化用光触媒纤维商品化。石油化学新闻, 2005, (4473): 3
- [5]抗花粉夹克开始销售。日本合成纤维新闻, 2005, (2385): 6
- [6]三菱制纸开发二次电池用耐热滤材。化学工业时报, 2005, (2385): 5
- [7]デサント充实具有保温功能的商品。日本合成纤维新闻, 2005, (2422): 6
- [8]东洋纺的“ウォーム&クルビス”来年度销售额 50 亿日元。日本合成纤维新闻, 2005, (2423): 2
- [9]OHC 北海岛由废轮胎生产碳纳米管。石油化学新报, 2005, (3988): 11
- [10]产总研开发碳纳米管取向的偏光发光性膜。石油化学新报, 2005, (3938): 8
- [11]碳纳米管增强聚对苯二甲酸丁二酯。化学工业时报, 2005, (2582): 7

红外隐身纤维性能的研究

于 斌 齐 鲁

天津工业大学

摘 要: 对红外隐身纤维进行了力学、拉伸性能及其红外发射性能等的研究, 结果发现, 随着拉伸倍数的提高, 纤维的强度增加; 随着粉体含量的增加, 纤维的力学性能降低, 聚合物组分的结晶度、熔融温度降低。金属粉和纳米粉体都有利于纤维红外发射率的降低, 两者在复合使用时具有协同作用。隐身纤维的最低红外发射率可达0.60。

关键词: 红外隐身; 红外发射率; 力学性能; 纤维

随着红外探测技术的发展和先进红外探测器的问世, 红外探测在现代战争中占有越来越重要的地位, 如海湾战争中美国击落的飞机, 有40%是由红外制导的空一空导弹击中的^[1]。因此, 红外隐身材料的研究已成为继雷达吸波材料之后未来隐身材料研究中的一个重要内。热红外隐身材料实现伪装主要利用红外迷彩对目标物的外形进行有效的红外分割, 或通过材料降低目标表面红外发射率以缩小被伪装物与背景间在表面温度及热发射率上的差异。无论采用什么具体实施方案, 获得发射率足够低的材料是技术关键。以林地背景为例, 一般希望红外发射率在0.5~0.6左右。对红外隐身, 红外隐身涂料是比较经济、方便、有效的方法, 也是国内外都很重视的研究课题^[2-4], 但伪装涂料有涂层厚、比重大和使部件增重大等缺点。而红外隐身纤维材料是红外隐身材料的一种, 是能够吸收或屏蔽红外波以达到隐身作用的功能性纤维材料。根据其功能, 红外隐身纤维材料要求对红外波有强吸收能力或屏蔽作用。国内外由于涉及军事机密, 因此有关红外隐身纤维的报道, 不论期刊还是专刊都很少。另据美国《防务新闻》(1998.4.6~12)报道, 美国正在研制一种低成本射频吸波材料, 可以用作纤维使用, 明显降低人体的红外信号特征。但由于涉及军事机密, 没有详细报道。但直到现在还没有将红外吸收剂加入聚合物中制成红外纤维隐身材料的报道。毫无疑问, 红外隐身纤维材料必定是未来隐身材料的发展方向。因此, 我所通过复合纺丝, 制备了一种红外隐身纤维, 本文对这种纤维进行了多种检测并分析了纤维的性能及结构变化。

1 实验部分

1.1 样品

红外隐身纤维: 自行研制, 用经充分干燥的共混物切片在自制皮芯复合纺丝机上进行。纤维皮层料是红外吸收剂与聚丙烯的混合物, 芯层料是聚丙烯, 采用七辊拉伸机, 在一定温度下对纤维进行不同倍数的后拉伸。

1.2 红外隐身纤维力学性能测试

纤维力学性能测试采用YG-003A型单纤强力仪对纤维的力学性能进行测试。初始长度10 mm, 拉伸速度5mm/min, 每种样品重复30次, 然后计算其平均值作为最后值。

1.3 纤维热性能的测定

用Perkin-Elmer DSC-7差示扫描量热仪对纤维样品进行热分析, 先将纤维剪碎称取5mg左右的样品放入样品盘中以10 0C/min的升温速率从40 0C 至 200 0C对样品进行检测, 用计算机对数据进行处理

1.4 纤维的红外发射率的检测。

(1) 5DX傅立叶变换红外光谱仪(美国NICOLET 公司生产)及其光谱比辐射率测量附件, 光谱范围 5-25 μ m, 噪声<0.7% (2) JD-1 黑体炉(吉林大学生产), 有效发射率>0.998, 孔径10mm。

2 结果与讨论

2.1 红外吸收剂含量对纤维力学性能的影响

由于在纤维中,无机粒子与高聚物毕竟是一种物理的混合,因此无机粒子的添加无疑会影响纤维的物理机械性能。表1列出了几种红外隐身纤维的样品的力学性能。

表1 红外吸收剂含量对纤维物理机械性能的影响

The particles content (Wt%)	5	15	30
Breaking elongation (%)	85%	60%	42%
Breaking stress(CN/dtex)	5.45	4.89	4.18

从表1中可以看出,随着填料含量的增加,断裂强度和断裂伸长率都降低,这是因为粒子和高聚物之间都是一种物理的结合,两相之间界面比较明显,随着粒子含量的增加,共混物中就有了更多的界面,形成较多的应力集中点,因此纤维在外力作用下伸长更小、更易断裂。

2.2 拉伸对纤维物理机械性能的影响

由于初生纤维伸长较大,力学性能脚差,缺乏实用性能,因此纤维必须经过拉伸提高其力学性能,表2列出了同一样品的纤维经过拉伸后的力学性能。

表2 拉伸后纤维的力学性能

Drawing ratio	2	3	4
Breaking elongation (%)	89%	66%	45%
Breaking stress (CN/dtex)	2.71	3.58	4.34

可以看出。随着拉伸倍数的增加,即取向度提高,断裂伸长率变小,断裂强度增大。这是因为纤维的断裂伸长取决于纤维的初始取向度,取向度小的分子还有更大的伸长,因此断裂伸长增大。随着拉伸倍数的增加,纤维的断裂强度随之增大,这是因为随着拉伸的进行,纤维中的大分子产生取向,增强了纤维的抗拉伸性能,从而断裂强度增加。

2.3 隐身纤维的热性能

隐身纤维经DSC检测 (Fig.1) 结果表明,随着填料含量的增加,聚合物组分的结晶度、熔融温度降低。这是因为填料以粒子的形式存在于聚合物中,当聚合物熔融时,其分子链的热运动在空间上受到填料粒子的摩擦、碰撞等阻碍作用,这种作用减缓了晶体的生长速度。随着填料含量的增加,这种阻碍作用越强,因此聚合物组分的结晶度随着填料含量的增加而降低,熔融温度也随之略有降低。

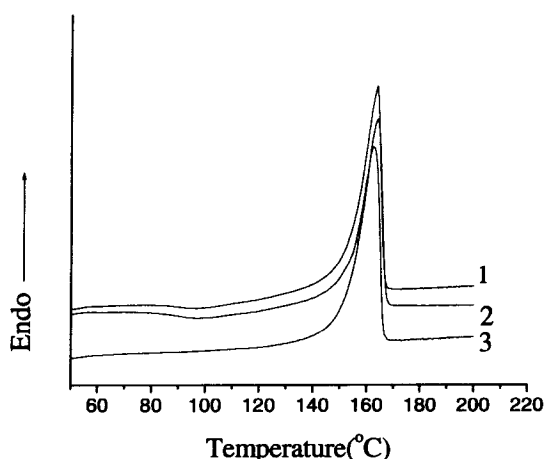


图1 隐身纤维的DSC曲线 粉体含量

1: 10 Wt%; 2: 15 Wt%; 3: 30 Wt%;

2.4 红外隐身纤维的红外发射性能

我们知道,不透明材料的发射率 ε 与反射率 R 之和为1,即 $\varepsilon=1-R$ 。因此,物体发射率越高,其反射率会越低。因为金属一般都有相当高的反射率,所以它的发射率很低。为此我们首先研究了微米金属填料对高聚物红外发射率的影响(Figure 2)。

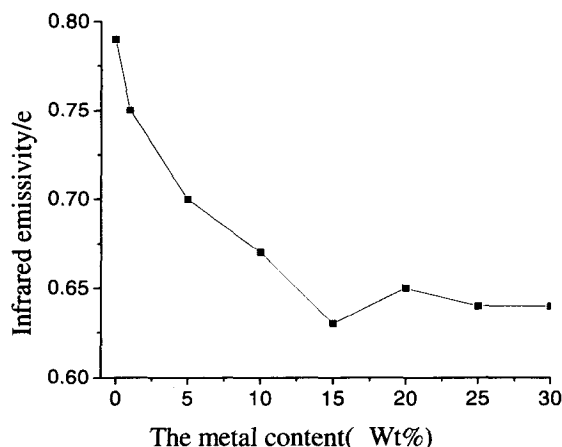


图2 金属粉体含量对纤维红外发射率的影响

研究表明随着金属粉体含量的增加,纤维的红外发射率急剧下降,当金属粉的质量百分数达到15%之后,红外发射率不再降低,之后金属粉对红外发射率的影响波动较小,变化不明显。由此得出,用金属粉来降低红外发射率,不应大量添加金属,实际上,当金属粉的含量到达某一数值时,材料的物理性能受到影响较大,而其红外发射率变化不明显且有下降趋势。此外,金属粉的含量过大,不利于可见光伪装和雷达的隐身。因此,皮层金属粉的含量为15%时,纤维即能有较低的红外发射率。

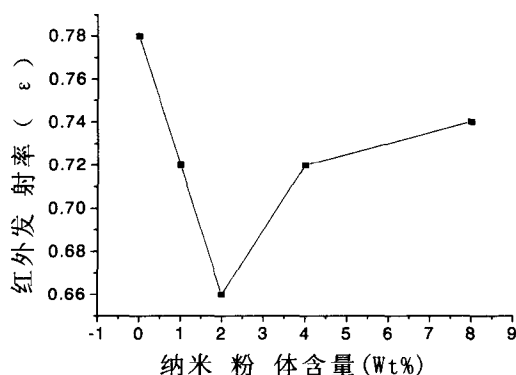


图3 纳米粉体含量对纤维红外发射率的影响

图3是从Figure 3 中的曲线1可以看出,随着纳米粉体的增加,纤维的红外发射率下降,当添加量达 2Wt% 时,其红外发射率降至最低,随后又上升。这主要是由于一方面,由于纳米微粒的表面效应和小尺寸效应,它的加入会降低红外线的发射,另一方面由于纳米粒子极易团聚,因此随着纳米粒子含量的增加,其会积聚成团,从而使纤维的红外发射率急剧上升。