

防严寒纺织品和服装的研究与应用(I)

张 华

(天津工业大学,天津,300160)

摘 要:防护严寒、保持体温正常是服装最重要的功能。综述金属涂层织物、超细纤维、中空纤维、三维卷曲纤维和光热转换纤维纺织品的研究及应用情况。

关键词:御寒服 超细纤维 光热转换纤维 应用 研究

中图法分类号:TS 941.736 文献标识码:A

登山、冬季室外运动、极地探险、冬季海上作业、飞行、宇航和寒带居民及野战士兵等都需要防严寒服装^[1]。因此研究和开发防严寒服装一直是服装科技的一个重要方面。表1列出国外一些著名品牌的高保温纺织品的性能和主要用途。

1 金属涂层织物

金属涂层织物俗称“太空棉”,这种由美国航空

航天总署于20世纪60年代为宇航员开发的保暖服装,由于在织物的内侧镀有铝合金层,红外线反射率可达到90%以上^[2],可以良好地反射人体发射出的远红外线,因而保温效果明显。

由杜邦公司生产的纺粘非织造布—Tyvek[®],其一侧用铝喷涂后用于救生服装和救生袋,使用这类服装可以使落入温度在10℃以下海水中的落水者的生存时间由不足10 min,延长到70~85 min^[3]。

表1 部分高保温纺织品的性能和主要用途

产品名称	制造厂	组成与特性	最终用途
Diaplex [®]	Mitsubishi	亲水性聚氨酯膜层压织物	运动衣、潜水服面料
Drylete [®]	Hind	亲水性尼龙和疏水性涤纶相结合,使湿气散离人体,并通过织物向外传递,保持快干	滑雪衣、运动服、自行车装
Gore-Tex [®]	W. L. Gore	防水透气层压织物,其孔隙大小可使水气外逸而水滴不能透过	外衣、手套、帽子、运动衣和自行车装、鞋靴
Hydrofil [®]	Allied	新颖超级吸湿性尼龙,能把皮肤上的汗气吸离	内衬料、自行车装、长内衣
Outlast [®]	Outlast	含有8%相变材料微胶囊的腈纶织物	滑雪服、登山服
Primaloft [®]	Albany	一种0.5D涤纶超细纤维,比羽绒更好,质轻、耐用,即使受潮仍能保持良好的保暖性能	睡袋、滑雪衣、帐篷
Silmond [®]	Teijin	超细涤纶纤维材料制成的耐久拒水防风织物	外衣
Solar α [®]	Desscente	含有碳化锆的尼龙织物	滑雪衣
SympaTex [®]	Acordis	聚对苯二甲酸丁二酯—聚乙二醇膜层压织物	运动衣、潜水服面料
Synera [®]	Amoco	强度高、重量轻的聚丙烯织物,能传递湿气	长内衣、茄克衫衬料
Tactel [®]	Dupont	特别柔软、快干尼龙织物,结构平滑松软	外衣、滑雪衣、运动服、自行车装
Thermolite [®]	Dupont	涤纶纤维隔热织物,经涂层后手感光滑,具有悬垂性	滑雪衣、登山服
Thermoloft [®]	Dupont	中空涤纶制半厚隔热织物,保暖性好	滑雪衣、户外服装
Thinsulate [®]	3M	直径小于10 μm的涤纶(55%~35%)和聚丙烯纤维(45%~65%)的薄型隔热织物	滑雪衣、手套、鞋靴
Thintech [®]	3M	防水透气层压织物,抗洗涤剂、抗污染性好	滑雪衣、外衣

瑞典海军医疗机构开发的潜艇服可以使受试者在模拟冬天环境的冷水中保持体温20 h以上^[3]。铝涂层为服装提供了部分绝热性能。

由于穿着该类服装从事剧烈运动时,易在皮肤表面积存汗液,造成舒适性下降。因此,自20世纪90年代中期以来,金属涂层织物除继续用于空调机、冷冻箱保温隔热外,已经很少用于服装。

2 超细纤维

纤度在1 dtex以下,尤其是0.5 dtex以下的超细纤维,直径较常规纤维小,纤维的比表面积相应增大,可以吸附更多的静止空气,因而保温效果较好。

Albany国际公司开发的超细聚酯纤维无纺布—Primaloft[®],具有高热阻和高压缩回弹性,无纺布有2.54 cm厚,80%的纤维直径小于12 μm,20%的纤维

直径大于 $12\ \mu\text{m}$ ^[4]。它以及鸭绒、常规纤维扫描电子显微镜下观察到的情形,见图1。超细纤维可以吸附更多的静止空气,而粗旦纤维具有良好的压缩弹性。

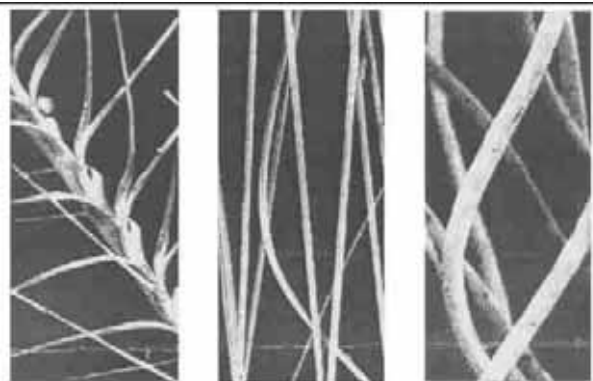


图1 鸭绒、Primaloft[®]和常规保温纤维的扫描电子显微镜照片

Primaloft[®]与羽绒相比其最大的特点是耐潮湿保温性能显著提高,在潮湿环境中其携带的水分不会超过本身重量的20%。Primaloft[®]受潮后,其保暖性能仍优于羽绒。

NASA的研究机构进行的研究中报道了对Primaloft[®]在高真空条件下的保温性能,模拟了用于宇航服使用环境下的测试结果^[5]。

3M公司自上世纪60年代以来致力开发的Thinsulate[®]保温材料,这种聚酯短纤维与聚丙烯的保暖材料中纤维的直径均小于 $15\ \mu\text{m}$,见图2。材料

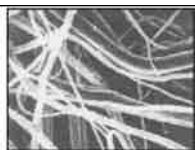


图2 Thinsulate[®]扫描电子显微镜照片

中含有55%~35%的涤纶和45%~65%的丙纶^[6]。一般Thinsulate[®]的外层由低熔点聚合物制成,因而在受热后可以发生粘结,而不需要使用额外的粘合剂增加重量。3M公司的测试结果证明,Thinsulate[®]具

有1.5倍于羽绒或2倍于普通涤纶的保温性能。而且只吸收不到其重量1%的水,可以保证在潮湿状态下也具有好的保温性能。这种服装用于水下作业人员,效果良好。已经对该材料进行过广泛的实验室和现场实验。实验者包括邮递员、滑雪者以及美国海军的潜水员等^[6]。

McGregor等人在Thinsulate[®]中加入可加温膨化的聚合物微球,使Thinsulate[®]具有良好的防压缩功能^[7],结合使用防水透湿面料,可制成高性能保温材料。

天津泰达公司采用引进美国设备,自行开发生产的“泰达棉[®]”,采用高熔融指数聚丙烯为原料,经熔喷后制成纤维直径在 $0.5\sim 7\ \mu\text{m}$,平均直径 $2\ \mu\text{m}$

的非织造布,面密度在 $150\ \text{g}/\text{m}^2$ 以下时具有良好的单位厚度热阻和单位面积质量热阻,在保温衬衣和保温裤方面应用获得了很好的效果。

Primaloft[®]和 Thinsulate[®]已被用于美军服装中的保温隔热材料^[4],并在一些著名品牌的运动服装中得到应用。预计超细纤维将是保温纺织品发展的主流,用途还会增大。

3 中空纤维

中空纤维内部含有不产生对流的滞留空气,目前市场上已经销售的单孔、4孔和7孔纤维,都是靠提高中空度来增大滞留空气量,以使产品达到更轻、更暖的效果。

帝人公司生产的一种高中空度聚酯长丝 Aero-capsule-dry[®],中空度可达35%~40%,与同种厚度的实心聚酯长丝织物的保暖性相比较,高中空度聚酯长丝高60%~70%,而在同样保暖率下,中空纤维比实心纤维织物轻60%~70%^[8]。

日本小松精练公司将玻璃微珠和红外线吸收剂添加在聚合物中制成了一种保温纤维 Dyna-Live[®]^[9],利用红外线吸收剂的红外吸收功能以及玻璃微珠增加纤维中的静止空气含量,保温性能比一般纤维织物高20%以上,服装内部温度较对比织物高3~7℃。

4 三维卷曲纤维

三维卷曲纤维采用双组分复合纺丝法或不对称冷却法制成,与一般卷曲纤维的平面卷曲结构不同,具有立体卷曲的特点,用于滑雪衫、被褥等的填充料具有弹性回复好,不怕压缩的特点。20世纪90年代后期开发的一些产品将中空纤维技术和三维卷曲纤维技术相结合,显著地提高了织物的保温性能。如东洋纺公司开发的高中空度(20%~30%)三维卷曲聚酯纤维 Twinair[®]等^[7]。

已经开发的三维卷曲纤维包括涤纶、丙纶和腈纶等,可选择范围很大。三维卷曲纤维具有独特压缩回弹性,使其在高蓬松填充材料方面具有不可替代的作用。

5 光热转换纤维

尤尼吉卡公司利用第四过渡族金属元素的碳化物具有吸收近红外线,反射远红外线的特点,将碳化锆微粉添加在尼龙复合纤维的芯部,制成阳光蓄热保温纤维 Solar-a[®]。这种纤维的织物用于滑雪衫具有良好的阳光吸收作用,阳光照射下温度较对比服

装高 $8^{\circ}\text{C}^{[10]}$,其缺点是如果没有阳光照射,其内部温度会很快下降。

20世纪90年代末,三菱人造丝公司将氧化锡与氧化锑的复合物微粉添加在腈纶纺丝原液中,开发出近红外线吸收纤维 Thermocatch[®]。这种织物即使在阴天的情况下,也能够显著地提高内部温度达 $2\sim 10^{\circ}\text{C}^{[11]}$ 。帝人、钟纺、富士纺等公司也开发有阳光蓄热保温纤维和纺织品。

日本的一些企业将金属或非金属氧化物微粉,如氧化钛、氧化铝、氧化硅等,添加在纤维中制成的吸收和发射远红外线的纤维品牌则多达数十种,服装表面或皮肤表面温度测量、血流量测定结果证实,远红外纤维的保温性能优于对比纤维^[12]。预计该类纺织品在保温纺织品和服装方面的应用范围还会继续扩大。

(未完待续)

参 考 文 献

1 徐向东等.低温环境对作业人员的影响及评价.中国安全科学学

报,1993(4):39.

2 郭红等.镀铝反辐射隔热材料隔热性能的研究.纺织学报,1990(7):4.

3 Horrocks A R et al. Handbook of Technical Textiles. England: Woodhead Publishing Limited, 2000:4~67.

4 徐朴等译,[美]S阿达纳主编.威灵顿产业用纺织品手册.北京:中国纺织出版社,2000.

5 Trevino L. Thermal Insulation Performance for Textile Structures for Spacesuit Application at Martian Pressure and Temperature. Second International Conference on Safety & Protective Fabrics, April 26~28, 2000. VA.

6 Keeping Warm Underwater. Technical Textiles International, 1999(11):9.

7 McGregor G L et al. Puffed Insulative Material, US5571592.

8 机能素材总览.株式会社大阪纤维研究社,2001:103.

9 小松精练.吸热·蓄热保温技术 Dyna-Live[®].加工技术,1998(5):59.

10 古田常胜.蓄热保温纤维素材.[日]纤维と工业,1993(11):9.

11 柳康夫等.白色系蓄热保温·导电アクリル纤维の開発.纤维と工业,2000(9):8.

12 加藤三贵.纤维制品における远红外纤维效果の評価方法.加工技术,1999(3):5.