

纺织品远红外性能及其测试研究

中国纤检杂志

摘要：本文概述了国内外远红外纺织品的发展状况，纺织品远红外性能作用机理、测试方法和评价标准等。远红外纺织品具有非常大的发展前景，需要进一步加强远红外性能测试方法和评价标准等基础性研究。

关键词：远红外线；发射率；温升；评价标准

1 远红外纺织品发展概况

在纺织服装领域，日本、美国、德国、俄罗斯等发达国家最早开展对远红外技术的应用研究，推动了远红外纺织品的发展[1]。尤其在日本，20世纪80年代中期远红外纤维制品的相关专利在日本大量涌现，形成一股开发远红外功能纺织品的热潮。日本钟纺公司采用陶瓷粉末渗入尼龙或腈纶聚合物中，分别纺出“玛索尼克N”和“玛索尼克A”远红外纤维；旭化成公司采用碳化锆陶瓷溶液涂层开发出新型尼龙保暖织物“SOLAR-V”，主要用于滑雪衫。

我国从20世纪90年代开始开发远红外纺织品。江苏省纺织研究所开发了远红外涤纶短纤维；天津工业大学开发的远红外丙纶，导湿性好，价格低廉，轻便，抗菌防蛀性好[2]。

目前开发出的各种远红外纺织品主要采用将超细陶瓷粉末作为添加剂加入到纺丝液中制备远红外纤维，或者采用陶瓷粉末制成的整理液对纺织品进行整理。主要应用的陶瓷粉末：金属氧化物，如 Al_2O_3 ， TiO_2 ， BaO ， ZrO ， SiO_2 等；金属碳化物，如 SiC ， TiC ， ZrC 等；金属氮化物，如 BN ， AlN ， ZrN 等[3]。

2 远红外纺织品作用机理

2.1 远红外线

红外线位于可见光和微波之间，红外线的波长范围很宽，科学上将其划分为三个波段：近红外波段： $0.77\sim 3\mu m$ ；中红外波段： $3\sim 30\mu m$ ；远红外波段： $30\sim 1000\mu m$ 。由于中红外波段范围很窄，在医疗保健领域，将中红外波段纳入远红外波段[4]。

2.2 作用机理

热辐射是以电磁波形式传递能量为特征的传热方法。热辐射主要包括紫外

线、可见光、红外线。

根据基尔霍夫定律，一个好的辐射体必然是一个好的吸收体，即一个物体发射热辐射的能力强，则其吸收的能力也强，两者成正比。人体既能辐射远红外线，又能吸收远红外辐射。由于人体 60%~70% 为水，根据匹配吸收理论，当红外辐射的波长和被辐照的物体吸收波长相对应时，物体分子共振吸收。人体所发射的热辐射的主波长在 10 μm 左右，远红外纺织品在吸收外界能量后辐射出 3~25 μm 的远红外线，与人体能够吸收的红外线相符，能形成共振。远红外纺织品吸收来自人体的红外波能量，并反馈给人体，提高了皮肤温度，从而达到蓄热保暖的目的。被皮肤吸收的热量可以通过介质传递和血液循环，使热能到达肌体组织，达到保健和辅助医疗效果[4]。远红外纺织品一般通过提高表面发射率来提高发射功率。

2.3 功能

远红外纺织品主要有保暖功能(即保温功能)、保健功能和抗菌功能等[3]。

远红外纺织品由于添加了发射率高的远红外线辐射材料，其保温性能表现为利用生物体的热辐射，吸收、存贮外界向生物体辐射的能量，使生物体产生“温室效应”，阻止热量流失，起到良好的保温效果。因此，远红外织物具有显著的保暖作用，适宜制作防寒织物、轻薄型的冬季服装。

被皮肤吸收的热量可以通过介质和血液循环，使热能到达肌体组织，可促进人体血液循环和新陈代谢，具有消除疲劳、恢复体力及对疼痛症状缓解的功能，对身体炎症有一定的辅助医疗作用。因此，远红外产品对血液循环或微循环障碍等引起的疾病具有一定的症状改善和辅助治疗功效。适宜制作贴身内衣、袜子、床上用品，以及护膝、护肘、护腕等。

纤维中微粒子的加入，使纤维表面出现多孔性，表面积增加，表面活性及表面状态的吸附、扩散等特性明显提高，使产品具有吸汗、除臭、杀菌等功能。抑菌试验表明：远红外纺织品对金黄色葡萄球菌、白色念珠菌、大肠杆菌等致病菌的抑菌率达 95%，利用这些特性可制作卫生、医疗用品等产品。

3 测试方法与相关标准

3.1 标准

目前关于远红外纺织品功能测试标准主要有国家标准 GB/T18319—2001《纺织品红外蓄热保暖性的试验方法》、纺织行业标准 FZ/T64010—2000《远红外纺

织品》、中国标准化协会标准 CAS115—2005《保健功能纺织品》。

GB/T18319—2001 标准规定了用红外辐射计测定纺织品红外反射率和透射率，计算吸收率，以及用点温度计测定辐照升温速率的方法。主要从红外吸收率和红外辐照升温速率两方面测试及评价[5]

FZ/T64010—2000 标准规定了远红外纺织品的技术要求、试验方法、检验规则、结果判定和使用说明等。该标准以法向发射率作为远红外纺织品远红外功能的评价指标，以试样法向发射率减去对比样(即相应非远红外产品)法向发射率的差值作为法向发射率提高值。试验仪器为红外光谱仪和黑体炉。最后计算的法向发射率是 $8\sim 15\mu\text{m}$ 波段的法向发射率[6]。

CAS115—2005 标准采用测定法向发射率的方法，制定了远红外功能评价指标，是我国目前适用于保健功能纺织品的唯一标准，其中关于具有发射远红外线功能纺织品的部分规范了其术语定义、试验方法、结果判定、标志等内容，适用于远红外法向发射率大于 0.2 的各种织物、粉末等材料及导热物体的远红外法向发射率的检测。样品法向发射率采用温度为 100°C 时样品法向全辐射亮度与相同温度下标准黑体法向全辐射亮度比较的方法测量。试验仪器包括红外光谱仪(或红外辐射计)和黑体炉。计算机通过程序将黑体炉的辐射亮度、试样的辐射亮度、对比样的辐射亮度进行数据处理，计算出 $4\sim 16\mu\text{m}$ 波段的法向发射率[7]。三个标准的内容比较如表 1 所示。表 1 三个标准的比较

标准领域性质波长范围技术要求洗涤性能

FZ/T 64010-2000 行业标准产品标准

$8\sim 15\mu\text{m}$ 远红外纺织品法向发射率提高值应 $\geq 8.0\%$

印染后整理织物洗涤 10 次后，法向发射率提高值应 $\geq 7.0\%$

GB/T 18319-2001 国家标准方法标准 $0.8\sim 10\mu\text{m}$ ——

CAS115-2005 协会标准产品标准

$4\sim 16\mu\text{m}$ 法向发射率提高值应不小于 0.08，其法向发射率应不小于 0.80；
洗涤 30 次后，法向发射率提高值应不小于 0.06

表 1 三个标准的比较

3.2 测试指标与方法

远红外纺织品主要功能是保暖功能，因此其保温性能为主要考查指标。针对远红外纺织品，评价其远红外性能的指标主要有发射率和温升。保健功能指标主

要为血液的微循环等。卫生指标只是附加功能，只有当使用要求时才需要考查。

3.2.1 发射率

只要不是绝对零度，任何物体都能辐射红外电磁波。物质远红外线辐射能量强弱的指标有辐射功率和辐射度等，但在实际应用中，常采用发射率来表征。发射率指在一个波长间隔内，在某一温度下测试试样的辐射功率(或辐射度)与黑体的辐射功率(或辐射度)之比。发射率是介于0~1之间的正数。一般发射率依赖于物质特性、环境因素及观测条件等。

发射率可分为半球发射率和法向发射率。半球发射率又分为半球全发射率、半球积分发射率、半球光谱发射率；法向发射率又分为法向全发射率、法向光谱发射率。目前国际上采用法向发射率来衡量产品的远红外性能。远红外发射率采用傅里叶红外光谱仪测定。国内没有统一的测试方法，天津测定法向光谱发射率，上海测定法向全发射率[8]。

关于黑体，指在任何条件下，完全吸收任何波长的外来辐射而无任何反射的物体。按照基尔霍夫辐射定律，在一定温度下，黑体是辐射本领最大的物体，其反射率为0，吸收率为100%，辐射率等于1，可叫完全辐射体。现实中不存在真正的黑体，只是近似的。

物体的发射率跟温度有关，在描述织物的发射率时一定要注明温度。

3.2.2 温升法

温升法测定在一定条件、一定时间内织物温度的变化，温升法实验简单，能直接反映织物的温度升高情况。温升法包括红外测温仪法和不锈钢锅法。

红外测温仪法指在温度为20℃，相对湿度为60%的恒温室中用红外灯照射同规格、同组织的普通织物和远红外织物，用红外仪记录下不同时间间隔下两种织物的温度，然后求差值；不锈钢锅法指采用高30cm，容积为250mL的不锈钢圆筒，圆筒上下底采用泡沫塑料，温度计插在盖上，分别将织物包覆在不锈钢圆筒外，在红外灯照射下，分别测得两种织物的温度，然后求其差值[2]。

张平等[9]选用不同浓度整理液整理后的织物及不同织物结构的远红外织物进行温升测试，测试的纯棉平纹布试样中，整理剂浓度越大，试样随时间变化温升越快。结果表明，温升这种测试方法侧面反映了远红外织物吸收远红外线产生的热效应。

3.3 远红外功能评价

对远红外纺织品的功能评价应该建立以发射率为主体，以温升、人体试验为辅的评价体系。对织物的功能评价可以从以下几个方面进行，一是直接测试纺织品所具有的发射率；二是用外界手段作用纺织品，测试其变化情况，如温升法；三是人体试验法，织物与人体发生作用，测试对人体的作用情况[10]。

4 结论

进入 21 世纪以来，远红外功能纺织品产业发展迅猛，产品种类丰富，但该行业一直缺乏技术规范及相关标准，对远红外纺织品远红外功能评价缺乏统一规范的测试标准。因此需要加强对远红外纺织品测试方法和评价标准等基础研究。

www.cwta.org.cn

中国毛纺织行业协会