



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部普通高等教育精品教材

纺织材料学

(第5版)

姚 穆◎主编 孙润军◎副主编

FANGZHI CAILIAOXUE



中国纺织出版社有限公司

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

第五节 纺织材料防电磁辐射性能评价	338
一、电磁波的特性及电磁辐射的危害	338
二、纺织品防电磁辐射的评价指标及方法	340
三、纺织品防电磁辐射的方法	342
思考题	343
参考文献	343
第十三章 纺织材料的光学性质	345
第一节 折射率和双折射率	345
一、折射率	345
二、双折射率	347
第二节 反射率、透射率和吸收率	349
一、反射、透射和吸收的基本规律	349
二、纤维反射光及其应用	351
第三节 衍射性质	352
第四节 纺织材料的吸收光谱	353
思考题	356
参考文献	356
第十四章 纺织品的服用性能	357
第一节 纺织品的外观性能	357
一、光泽	357
二、白度、色度与色牢度	359
三、折皱回复性和褶裥保持性	360
四、抗起球性与抗钩丝性	362
五、悬垂性	363
六、飘逸性	367
七、织物抗起拱性	367
第二节 织物的手感	367
第三节 纺织品服用的耐用性	370
一、织物的顶破强度或胀破强度	371
二、抗扯裂强度	371
三、抗撕裂强度	372
四、织物耐磨性	373
五、织物的其他特种耐用性	373
第四节 织物的卫生安全性能	373

一、织物的服用舒适性	373
二、抑菌性、抗菌性、防臭性	375
三、紫外线屏蔽率	375
四、红外辐射性	377
五、辐射屏蔽性	381
六、隐身性	381
七、磁场屏蔽性	382
思考题	382
参考文献	383

第十五章 纺织材料的标准与管理 384

第一节 纺织材料标准的概况	384
一、按领域范围制定的标准	385
二、按性质制定的标准	385
三、按形式区别的标准	386
四、按功能区别的标准	387
第二节 标准制定与管理的组织系统	388
一、国际和国外的管理组织	388
二、中国标准的管理组织	391
三、中国纺织产业标准化亟待提升的两个问题	392
思考题	393
参考文献	393

附录 395

指标符号及单位	395
国际单位制词头(倍率代号)	397
参考文献	398

四、织物耐磨性

织物服用中受摩擦力产生纤维损伤、断裂、毛茸伸出、脱落及破坏是常见的破坏形式。织物耐磨性(abrasion property)按模拟方式的不同主要有三类。

1. 平面往复磨损法 织物平展夹持于平台上,用磨料(如400号砂纸)往复磨损一定次数后,测量试样上破损的面积。

2. 平面旋转磨损法 圆形织物试样展平夹于圆形平台上,平台旋转,并与压于织物上面的砂轮在交叉方向摩擦一定转数后,测量织物表面磨损的面积。

3. 屈曲磨损法 织物试样绕过多个磨辊,反复正反方向弯曲、伸展并摩擦,一般测量在一定张力下试样条断裂的磨损次数。

五、织物的其他特种耐用性

织物服用中抵抗特种外力破坏的能力,还有多种。下面简单介绍三种,其中一种是抵抗匕首尖刺穿的能力,即防刺性,这在警服、安全服和防割手套中需要测试和评价。将尖刃刀具固定于跌落架下端,织物水平张紧安装于跌落架下方一定距离处的试样夹中,调整跌落架的高度及重量(即调整刺穿速度及刺穿所作的功),释放跌落架使之加速下落刺击织物,测量刺穿的功及破口的程度(刺入深度)等。其次是防刀刃割伤。

再一种是抵抗子弹及子弹破片击穿的能力,即防弹性,学名为防侵彻性(anti-penetration)(见第十章第八节)。将织物试样夹持于固定样品架中,一般在距试样5m处用适当型号的枪支和一定质量和结构的枪弹头,并要调整好子弹的炸药量(即调整子弹射击织物时的线速度)。当测量一半子弹(如五发子弹)击穿织物、另一半子弹(五发子弹)未击穿织物时,这五对子弹线速度的平均值(规定最高速的子弹与最低速的子弹线速度之差小于30m/s),可称为侵彻临界速度(未击穿及击穿概率各50%时的子弹线速度, v_{50}),参见第十章第八节。

第四节 织物的卫生安全性能

由于服装与人体距离最近,接触时间最长,所以它的卫生防护性能成为最受人类关注的内容。织物的卫生安全性能包括许多层次和方面,以下重点介绍六个方面的性能。

一、织物的服用舒适性

织物服用的要求由远古的防寒、蔽体发展到现代,人类对其舒适性的要求不断提高。织物的服用舒适性包括下面两个重要内容。

(一) 织物和服装的热湿舒适性

冬季人体为防寒要求服用织物减少热传导的损失;夏季人体为热能发散要求服用织物增加

热传导和皮肤水分(汗液)的散发。水分散发有液态水传输、气态水传输和液态水蒸发;热能的散发有固体物质及空气的热传导,有空气的热对流,有热辐射(入射、反射、透射、出射及吸收转变为温升),还有气态水凝结(放热)、液态水蒸发(吸热)等,内容十分复杂,而且热与湿是互相交叉的,很难独立分离。

关于织物和服装的热湿舒适性,已经有许多人进行了数十年的理论研究,发表了各种相应的方程组,并提出了一些数学解析解,但从总的来说其仍然是很复杂的问题。目前对于织物和服装的热湿舒适性的测试和评价基本上有两大方面内容。

1. 单项指标的测试和分析 这方面主要包括织物干态的热传导系数、织物湿态的热传导系数[由于纺织纤维都是轴向有序的高聚物形态,热传导在纤维轴向和纤维径向有很大差异,且一般相差2~40倍(参见第十一章第二节表11-2),因此织物中热传导本身不是沿织物法向直线进行的]、织物液态水传递速度、织物低湿侧液态水的蒸发速度、织物的热辐射率(红外辐射)、织物红外反射率、织物红外吸收率、织物的透气性(对流)等。虽然这些单项测试结果可以局部解释许多现象和问题,但尚无法直接计算人体的热湿舒适性。

2. 综合测试和分析 这方面主要包括三类方法。

(1)综合仪器法:许多单位研制出了能够测试织物两面在不同温湿度差条件下的温湿度变化、热能流、湿量流的仪器。但这些仪器只能用来测试、了解和分析一些现象和规律。由于人体各部位温度分布不同(有时相差很大)、汗腺分布密度不同等原因,这种测试无法表述整个人体的实际情况。

(2)人体着装主观检测法:一些单位研制了温湿度测头,选择适当受测人群(身高、体重、年龄、出生地和生长环境、习惯等),由受测者穿着设计好的整套服装,在恒温恒湿室内,保持一定姿势或运动状态,维持一定时间,用仪器自动连续监测每个被测试者身体各部位的温度、湿度及其变化速度,并记录受测试者每人的主观感受和评价,最后用统计方法评价人体各部位温湿度数据和主观感觉评价数据。这种方法在寒区保暖服装的设计、考核、评价方面,进行得很多,而且取得了比较满意的效果。但是在中高温湿度方面,工作还不多,虽有一定效果,但有一定局限性。而且此测试的工作量庞大,组织受测试者团队最少也得数十人,反复测试时间长(至少半个月,一般为2~3个月),影响变动因素多,受试人员生病、变动,特别是心理状态变化等能严重影响测试结果,因而这类方法尚不能成为真正完整系统的测试方法。

(3)用模仿人体尺寸、温度分布及汗腺分布的出汗暖体假人,穿着设计好的全套服装进行测试。这方面许多单位做了很多努力,取得了一定效果。

(二)织物的接触舒适性

织物的接触舒适性中最主要的部分在织物手感主观评价中已有体现,但还有一项主要内容是纤维端的刺痒、刺扎、戳扎感觉问题。一般情况下,纤维端顶压皮肤,且顶压压力与纤维弯曲刚度及纤维直径平方成正比,纤维越粗,顶压力越大,刺痒感或刺扎感越强[图14-18(a)]。

当纤维细软,特别是纤维尖呈锥状时,顶压中迅速折弯如图14-18(b)所示,不仅压力下降,而且接触面积增加、压强大幅下降,刺痒感减轻甚至消失,呈现柔软、轻抚的舒适感。

但当纤维粗硬,特别是遇到热湿条件(出汗时),不仅纤维润湿膨胀、直径增大,而且皮肤上毛孔口和汗腺口张开,一旦纤维端插入毛孔,将触动毛囊立毛肌的神经末梢、克氏小体神经元等

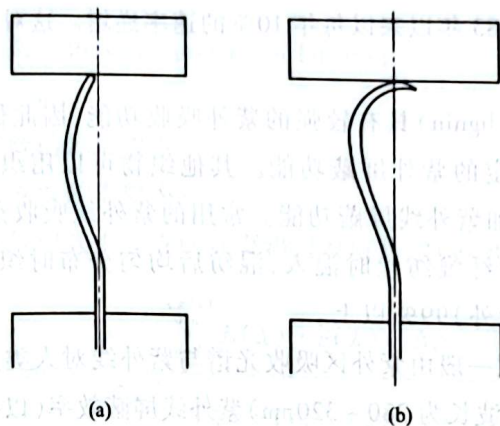


图 14-18 圆柱形及圆锥形纤维端顶压变形

神经丛,此信号传导至脊柱神经反馈触动立毛肌收缩,使汗毛直竖,更导致纤维端深入毛孔,并进一步激化刺激作用,呈现严重的戳扎感觉。这是湿热气候导致出汗条件下,同样织物引起严重戳扎感的主要原因。

因此,作为内衣用的织物表面的毛羽,首先尽量不出现自由端,而有自由端时,纤维应尽量细软,并呈锥状纤维端为佳。这是为什么单纤维较粗的空气变形长丝织物一般没有刺痒感(织物和纱线表面的“毛羽”均是丝圈和丝弧,没有自由端)以及棉织物和无毒或低毒大麻(汉麻)织物基本没有刺痒感(纤维头端是很细的锥形)的原因。

二、抑菌性、抗菌性、防臭性

纺织纤维原料主要是有机高聚物(尤其是内衣)不仅吸纳汗液,更吸纳大量皮屑(表皮细胞新陈代谢脱落的角质细胞)。这些都是部分细菌的滋生条件和营养物质,容易引起细菌繁殖,并且其中一些细菌可能危害人类致病(现在国际标准化组织及各国标准均测试金黄色葡萄球菌、白色念珠球菌、大肠杆菌。但中国人体皮肤病变处取样分析,有害病菌主要为须癣毛癣菌、红色毛癣菌、犬小孢子菌和绿脓杆菌、肺炎杆菌等),而另一些细菌以皮屑为营养源,在吞食分解皮屑时,分解出氨、硫的化合物,产生臭味。织物能抑制对人体有害的细菌,减少繁殖的性能称之为抑菌;若能杀灭这些细菌和霉菌,称为抗菌;若能杀灭会分解产生氨、硫的异味化合物的细菌,称为消臭。

一部分纺织纤维本身具有抑菌、抗菌功能,如汉(大)麻、黄麻、竹纤维等,只要处理得当就能使织物也具备抑菌、抗菌、消臭功能。本身不具备杀菌功能的纤维制成的织物,可以在染整加工中引入抗菌剂整理,使其具备这种功能。

织物抑菌、抗菌、防臭功能一般采用引入专门对象的菌种进行培养,检测培养后细菌数量,以计算出针对各种细菌对象的抑菌率和杀菌率。

三、紫外线屏蔽率

随着地球高空臭氧层变薄,南极出现冬季臭氧层空洞及中国南方臭氧低槽的出现,地球表面紫外线辐照强度增大,其中特别是中紫外(UVB,波长为280~320nm的紫外线)辐照强度的

增加,导致皮肤癌发病率 1983 年以来以每年 10% 的速率递增。这对服用织物的紫外线屏蔽率提出了日益紧迫的要求。

天然纤维中的木质素(lignin)具有较强的紫外吸收功能,因此保留部分木质素的韧皮纤维和叶纤维的织物具有一定的紫外屏蔽功能。其他织物可以用织物整理的方法渗入、吸附或涂敷紫外线吸收剂以增加紫外线屏蔽功能。常用的紫外线吸收剂有纳米级的金属氧化物粉末,如纳米氧化锌在化学纤维纺丝时混入,混纺后均匀分布时织物只要达到 $50\text{mg}/\text{m}^2$,即可吸收紫外线(特别是中紫外)99%以上。

织物紫外线屏蔽的测试一般由紫外区吸收光谱与紫外线对人类皮肤的致变影响因子积分计算。中紫外(UVB)区段(波长为 $280 \sim 320\text{nm}$)紫外线屏蔽效率(以分贝 dB 为单位)称为日晒防护系数 SPF,织物 SPF 最高可达 50 甚至更高。近紫外(UVA,波长为 $320 \sim 400\text{nm}$)及中紫外区段的综合屏蔽效率[以分贝(dB)为单位],称为紫外防护系数 UPF。计算式见式(14-13)及式(14-14),紫外各波段辐射导致人体皮肤红斑效应的系数 $\xi(\lambda)$ 见表 14-6。

表 14-6 北欧日光光谱辐射度与红斑效应系数表^[2]

λ 组中值(nm)	$\xi(\lambda) [W/(m^2 \cdot nm)]$	$\xi(\lambda)$	λ 组中值(nm)	$\xi(\lambda) [W/(m^2 \cdot nm)]$	$\xi(\lambda)$
290	3.090×10^{-6}	1.000	350	5.590×10^{-1}	0.684×10^{-5}
295	7.860×10^{-4}	1.000	355	6.080×10^{-1}	0.575×10^{-5}
300	8.640×10^{-3}	0.640	360	5.640×10^{-1}	0.484×10^{-5}
305	5.770×10^{-2}	0.220	365	6.830×10^{-1}	0.407×10^{-5}
310	1.340×10^{-1}	0.745×10^{-1}	370	7.660×10^{-1}	0.348×10^{-5}
315	2.280×10^{-1}	0.262×10^{-2}	375	6.635×10^{-1}	0.218×10^{-5}
320	3.14×10^{-1}	0.835×10^{-3}	380	7.540×10^{-1}	0.243×10^{-5}
325	4.030×10^{-1}	0.290×10^{-4}	385	6.055×10^{-1}	0.204×10^{-5}
330	5.320×10^{-1}	0.136×10^{-4}	390	7.570×10^{-1}	0.172×10^{-5}
335	5.135×10^{-1}	0.115×10^{-4}	395	6.680×10^{-1}	0.145×10^{-5}
340	5.390×10^{-1}	0.965×10^{-5}	400	1.010	0.122×10^{-5}
345	5.345×10^{-1}	0.860×10^{-5}			

近紫外辐射对人类皮肤辐照常引起表皮底层色素细胞中色素分解酶的破坏而导致皮肤颜色变深(黄、红、褐色),在当今流行希望白皙的趋势下,许多人(特别是女性)也希望屏蔽近紫外辐射,但是近紫外辐射不应该过多屏蔽,这是因为人类体表有害细菌在一定程度上需要依靠 UVA 辐射杀灭,特别是 UVA 辐照到达皮肤下微毛细血管时有利于将血液中从食物内获得的胡萝卜素转变成维生素 D,而后者又是很难从自然界中直接摄取的。

$$UPF = \frac{\sum_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) \cdot \xi(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) \cdot T(\lambda) \cdot \xi(\lambda) \cdot \Delta\lambda} \quad (14-13)$$

式中:UPF——紫外防护系数(ultraviolet protection factor);

λ ——紫外线波长, nm;

$E(\lambda)$ ——各波段紫外线的标准强度;

$T(\lambda)$ ——各波长处紫外线的透射率;

$\xi(\lambda)$ ——各波长紫外线引起人表皮皮肤红斑辐射效应系数(erythema action spectrum)。

$$\text{SPF} = \frac{\sum_{\lambda=280}^{\lambda=320} E(\lambda) \cdot \xi(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=280}^{\lambda=320} E(\lambda) \cdot T(\lambda) \cdot \xi(\lambda) \cdot \Delta\lambda} \quad (14-14)$$

式中:SPF——日晒防护系数(solar protection factor)。

四、红外辐射性

纺织材料除了对红外电磁波有选择性吸收的特征之外,反射分布及吸收以后使电磁能转变成热能,以及在常温下也有相当辐射(使热能转变成电磁能)等特征。

(一) 红外反射率

织物红外线反射率在不同角度方向的分布,与标准漫反射有一定差异。当法向入射(0°)时,在反射角 35° 以内与余弦分布基本吻合,但在反射角 35° 以上比余弦分布明显偏离,如图 14-19 所示。

织物涤/棉(65/35)不同纬密形成不同单位面积质量、不同覆盖系数及不同重叠层数对红外反射率的影响如图 14-20 ~ 图 14-22 所示。由于水对红外波段的波有强吸收率,故织物回潮率对反射率有显著影响,如图 14-23 所示。

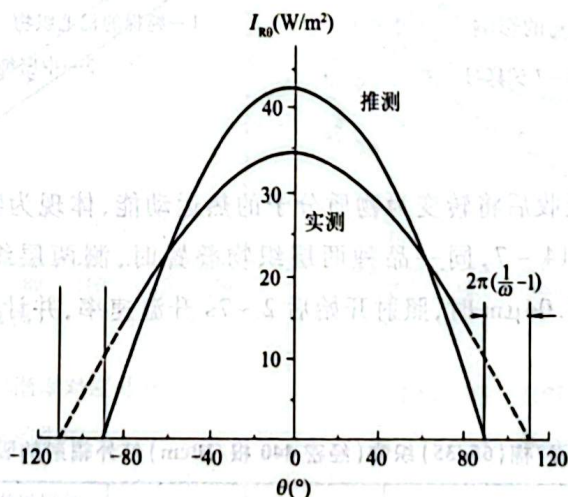


图 14-19 法向入射时织物红外反射分布曲线^[3]

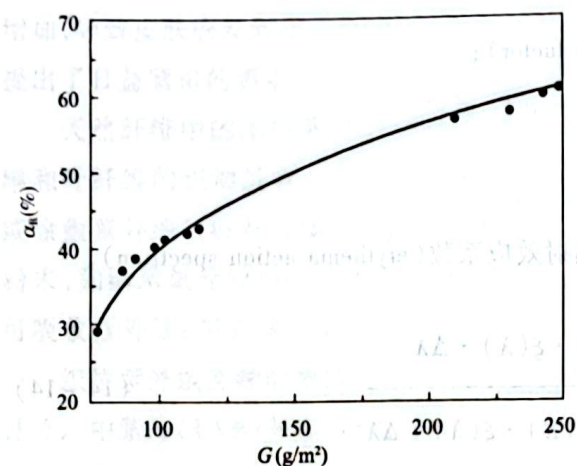


图 14-20 织物单位面积质量 G 对红外反射率 α_R 的影响^[3]

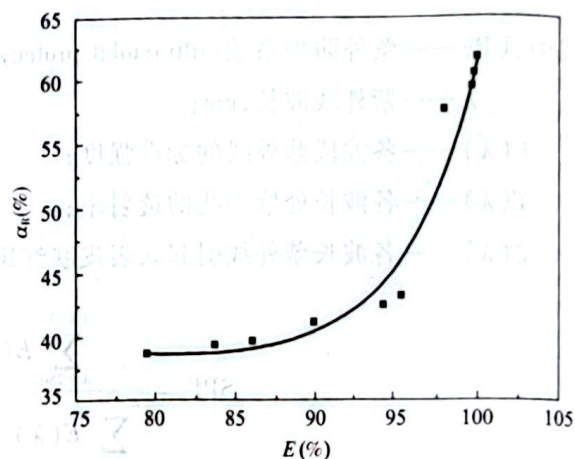


图 14-21 织物覆盖系数 E 对红外反射率 α_R 的影响^[3]

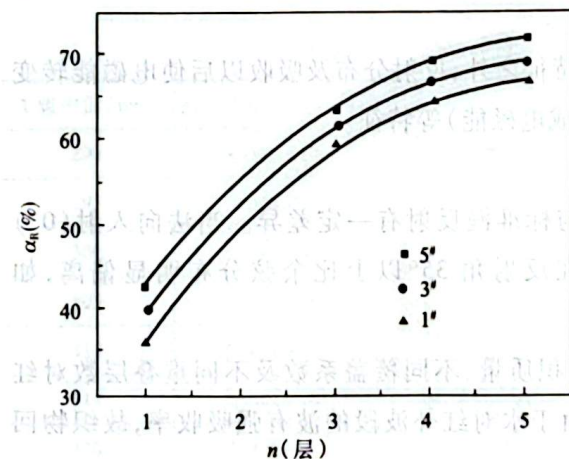


图 14-22 织物重叠层数 n 对红外反射率 α_R 的影响^[3]

图中序号为表 14-7 试样号

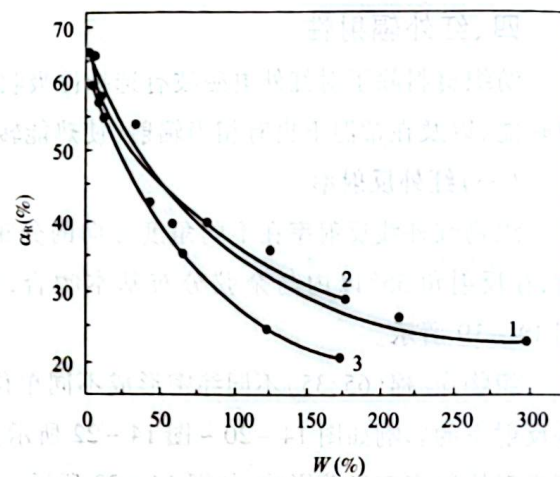


图 14-23 织物回潮率对红外反射率的影响

1—纯棉的棉毛织物 2—高密纯棉平纹织物
3—中密纯棉平纹织物

(二) 红外辐射升温

红外电磁波被物质吸收后将转变为物质分子的热运动能,体现为物质的升温(热能)。对一批样品测试结果见表 14-7,同一品种两层织物叠置时,测两层织物之间在入射功率为 650 W/m^2 、主波长 λ_m 为 $2.04 \mu\text{m}$ 时,照射开始后 2~7s 升温速率,并计算织物吸收红外辐射转变热能的效应。

表 14-7 涤/棉(65/35)织物(经密 440 根/10cm)红外辐射的吸收升温^[3]

试样序号	组织结构	单位面积质量 (g/cm^2)	经纬纱线密度 (tex)	纬纱密度 (根/10cm)	覆盖系数 E (%)	单层织物透射强度 (W/m^2)	升温速度 ($^{\circ}\text{C/s}$)	能量吸收转换率
1	平纹	85.47	13.3×13.3	180	79.0	374	0.3291	11.25

续表

试样序号	组织结构	单位面积质量(g/cm^2)	经纬纱线密度(tex)	纬纱密度(根/10cm)	覆盖系数 $E(\%)$	单层织物透射强度(W/m^2)	升温速度($^{\circ}\text{C}/\text{s}$)	能量吸收转换率
2	平纹	92.10	13.3×13.3	210	84.7	365	0.3080	11.41
3	平纹	96.08	13.3×13.3	240	86.4	354	0.2914	11.20
4	平纹	101.68	13.3×13.3	270	90.1	337	0.2868	11.66
5	平纹	109.00	13.3×13.3	330	94.7	332	0.2768	12.06
6	平纹	116.42	13.3×13.3	360	96.8	317	0.2716	12.65
7	斜纹	190.66	27.7×104.6	180	98.0	205	0.1827	15.25
8	斜纹	230.77	27.7×104.6	210	99.1	188	0.1800	16.62
9	斜纹	242.26	27.7×104.6	240	100.0	176	0.1790	17.35
10	斜纹	250.22	27.7×104.6	270	100.0	173	0.1784	17.86
11	絮片	25.00	—	—	—	448	0.3580	10.74

由于水在红外波段有强吸收峰,故织物在不同回潮率时红外射线吸收和升温情形有明显差别,一些实验结果如图 14-24 和图 14-25 所示。因此,红外辐照也成为织物快速烘干的方法之一。但是用红外辐照织物时,当织物中含有较多水分情况下,由于水分蒸发带走水分子的蒸发潜热,则织物温度并不高(一般在 70°C 左右)。但当织物中水分减少时,织物将快速升温,甚至碳化损坏,且它们的升温典型曲线如图 14-26 所示。

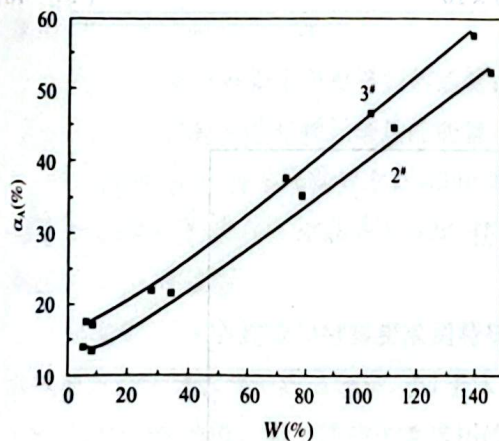


图 14-24 织物回潮率对红外光吸收率的影响^[3]

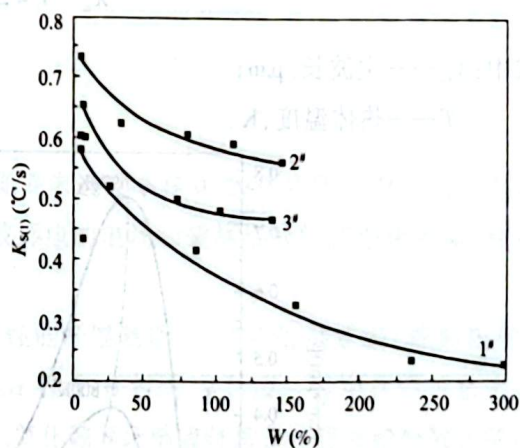


图 14-25 织物回潮率 W 对红外辐射升温速率的影响^[3]

(三) 织物的红外辐射

任何物质在温度 0K 以上都具有辐射红外电磁波的性能,将分子热运动能转换成电磁波辐射,且热体的辐射服从普朗克(Plank)定律。

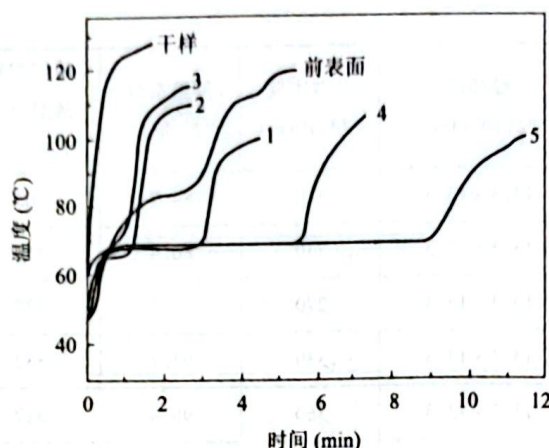


图 14-26 不同回潮率本白棉细布红外辐照下升温曲线^[3]

1— $W = 153.6\%$ 2— $W = 89.02\%$ 3— $W = 75.61\%$

4—两层, $W = 181.60\%$ 5—三层, $W = 182.37\%$

$$E_{\lambda} = \frac{3.743 \times 10^{-16} \times \lambda^{-5}}{e^{1.4387 \cdot 10^{-2}/(\lambda T)} - 1} \quad (14-15)$$

式中: E_{λ} ——在波长 λ 处的辐射强度, $W/(cm^2 \cdot \mu m)$;

λ ——波长, μm ;

T ——热体温度, K。

它的分布如图 14-27 所示, 其峰值即主波长是由方程式 (14-15) 取一阶导数为零 (求极大值) 的方程, 即为维恩位移定律 (Wien's displacement law)。

$$\lambda_m \cdot T = 2.8976 \times 10^{-3} \quad (14-16)$$

式中: λ_m ——主波长, μm ;

T ——热体温度, K。

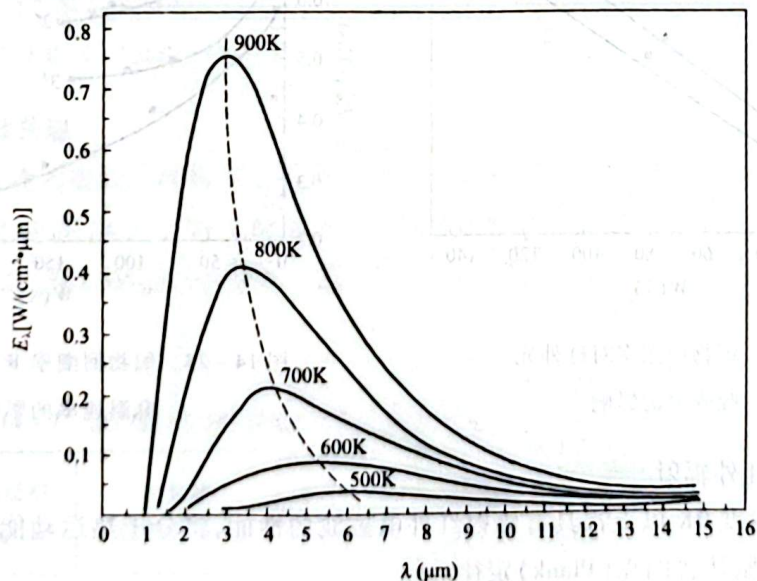


图 14-27 热体辐射温度随波长的变化^[1]

实际物质,对外来的电磁波有选择性共振吸收性能,物质升温后原子和分子热振动加剧将发射(对外辐射)相同频率(或波长)的热辐射,但材料热辐射能力比吸收能力(理论发射能力)要弱一些。减弱的程度一般称为灰度。因此,不同的物质在相同温度下虽然辐射波谱的主波长相同,但辐射强度有很大差异。某些金属氧化物或碳化物陶瓷粉(如 ZrO_2 、 ZrC 、 MgO 等)具有较强的红外辐射性能。近年发现近红外辐射和中红外辐射对人体皮肤有刺激作用,大脑发出信号促使毛细血管动静脉吻合打开阀门,加快血流微循环,有利于局部肿痛的散瘀消肿等,这是红外辐射纺织品的治疗功能。

五、辐射屏蔽性

纺织材料作为辐射屏蔽材料有很宽的范围,除了前述红外、紫外射线的辐射屏蔽以外,对高频电磁波、X 射线、高能粒子(α 射线、 β 射线、 γ 射线、中子等)的屏蔽均已提到日程之中。其中高频电磁波已成为当今世界上继水污染、空气污染、噪声污染之后的第四大污染环境因素,由于高能粒子体积小,能量高(β 粒子能量为 0.511MeV , α 粒子和中子粒子能量为 939.553MeV),中子不带自由电荷,所以它们的破坏性穿透更深,对人体损伤更严重。这就要求除了核电站、核反应堆、核研究室、高能粒子对撞系统等单位工作人员需要屏蔽防护外,在空间技术发展方面,特别是宇航员舱外行走和舱外工作中的屏蔽防护服装已是不可或缺的材料。

由于这些要求都以屏蔽防护为主,因此重点考虑屏蔽防护材料在该环境中的透过率。由于透过率要求已严格到小于 10^{-4} ,因此屏蔽防护服指标采用分贝(dB)为单位,其计算公式如下:

$$E = -10 \lg \frac{I_1}{I_0} \quad (14-17)$$

式中: E ——屏蔽效率,dB;

I_0 ——投向屏蔽防护材料前的能量;

I_1 ——屏蔽防护材料后透过的能量。

一般情况下,要求屏蔽效率在 40dB 左右,即要求透过率在 0.0001 以下。对于高频电磁波屏蔽的纺织材料要求有较高的电导率,使电磁波感应的电场和磁场形成闭路电流回路,使能量消耗而减小透过量。

高能粒子屏蔽的纺织材料要求用特殊的高性能纤维制造,一般用聚酰亚胺(能耐辐射)为基础材料,增加适当的吸收物质。对于 X 射线、 α 射线、 β 射线、 γ 射线一般用含铅等重金属粒子的共混纤维制造。对于防中子要求用碳化硼、氮化硼等纤维或将氟化锂等微粉分散在基体中纺丝形成纤维使用。

六、隐身性(concealed hidden)

二十多年来,多国军工、国防的服装、装备、指挥中心帐篷等进行了大量隐身纺织品研发,大量应用在军服、军用帐篷、坦克、军车、头盔、军用装备及部分保密建筑上。主要有可见光隐身、近红外隐身、雪地等室外隐身三类。

这三种分别形成适应多种环境背景的花纹,常用的分别是绿化丛林背景、沙滩背景及其他(城市建筑群或雪地)。近年应用在空军飞机、船艇等增加对雷达、核潜艇海中防声波等的侦视。

(1)可见光及近红外光隐身技术:为了让对方白天用望远镜和摄像机观察时分辨不出人体和背景,使服装的颜色和图案模拟背景制作。并使用四种染料(将可见光反射率曲线区分为四段,分别模拟树叶、树枝、树干的颜色,形成迷彩)图案,模拟丛林环境。同时,为了让对方黑夜用红外线望远镜及红外相机观察和拍摄的画面中分辨不出人体和背景,使服装相应颜色区域的染料同时具有与环境对象相同的近红外线反射性能,形成模拟丛林的树叶、树枝、树干的发光量的迷彩图案。类似的,模拟沙滩环境的使用相应黄褐色染料及夜晚红外线反射性能,形成与沙漠迷彩环境相似的图案。这类迷彩图案隐身技术也用于头盔、帐篷、背袋、行李箱、子弹袋、鞋面织物等,同时也应用于汽车、坦克及部分武器,也可用于某些保密建筑的外表面。

(2)可见光及紫外光隐身模拟雪地技术:在雪地隐身采用白色织物,使对方用望远镜及摄像机观察时与背景无法分辨。同时,为了防止太阳紫外线影响,应使织物的白色染料具有与雪花相同的紫外线反射条件。

核潜艇是航空母舰的最重要敌对者。近年来,除了使潜艇动力平稳,降低声波及声波反射率来隐身外,根据潜艇在海洋水下磁场的反射率比较高,故侦查核潜艇采用了磁场反射率的方法。为此核潜艇防磁场反射率的问题提到现实中来,近年开始有所进展。

(3)海洋海水中潜艇防声波雷达隐身技术:为防止海洋深水区潜艇、特别是核动力潜艇的威袭,令各国军舰装备深水区声波雷达,利用声波反射信号暴露对方潜艇的威袭。为了防声波雷达的侦察,潜艇(特别是核动力潜艇)外表面加敷一层纤维材料后,利用纤维段弯曲振动消耗声波能量,大幅减少声波反射量,实现潜艇的隐身性能。

(4)飞机在空中、潜艇在海面防电磁波吸收材料:可使雷达波测不到反射信号。

七、磁场屏蔽性

在某些强磁场环境中,长时间停留时对人体器官等会有损伤。例如核动力潜艇内,磁场强度较高,而每次下沉工作常至3个月,对身体健康有影响。因此核动力潜艇人员的服装、鞋、帽等需要具有防磁场功能。现在可以应用的材料主要有两种。

一种是无机复合纤维,用铁、镍、钴、硼和硅作为芯材,以玻璃为壳体生产的复合纤维,见本书第六章第五节之五。

另一种是用 Fe_3O_4 微粉作为添加剂的化学纤维。

思考题

1. 简述纺织品光泽、白度、色度的指标和测试原理。
2. 简述纺织品折皱回复性和褶裥保持性的原理、评价指标、测试方法及表达概念。
3. 简述纺织品抗起球性、抗钩丝性的原理、评价指标、测试方法及表达概念。

4. 简述纺织品悬垂性的测试方法、评价指标及表达概念。
5. 简述纺织品手感的主观、客观评价方法、指标及应用。
6. 简述纺织品的抗顶破、抗扯裂、抗撕裂及特种破坏性能的指标和测试方法。
7. 简述织物卫生安全性的要求、评价、测试方法及其重要性。

参考文献

- [1] 中国标准出版社第一编辑室编. 生态纺织品技术标准汇编[M]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [2] 中国纺织工业协会产业部. 生态纺织品标准[M]. 北京:中国纺织出版社,2005.
- [3] 徐卫林. 红外技术与纺织材料[M]. 北京:中国纺织纤维,2005.
- [4] 梅自强. 纺织辞典[M]. 北京:中国纺织出版社,2007.
- [5] 张建春. 化纤仿毛技术原理与生产实践[M]. 北京:中国纺织出版社,2003.
- [6] 西北纺织工学院纺织材料教研室. 皮肤感觉生理学[M]. 西安:西北纺织工学院教材,1983.
- [7] 中国毛纺织行业协会编译. 国际毛纺织组织仲裁协议及标准总汇[M]. 北京:中国纺织出版社,2005.
- [8] 深圳出入境检验检疫局. 国际纺织服装市场遵循的技术法规与标准解析[M]. 北京:中国标准出版社,2005.
- [9] 李庆云. 神经解剖学[M]. 西安:第四军医大学出版社,2006.
- [10] 武燕. 织物折皱恢复性能的测试研究[D]. 西安:西安工程大学,2008.