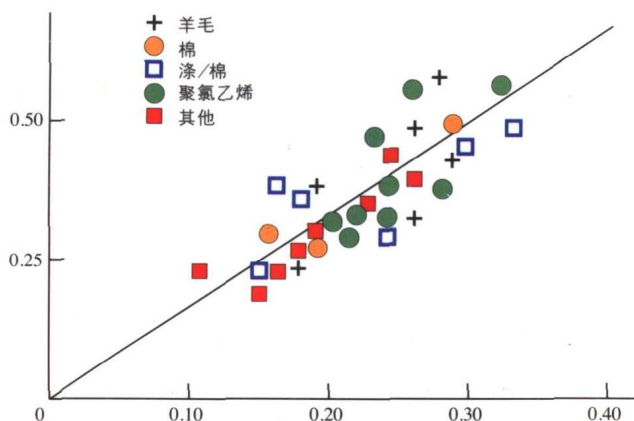


防水透气织物

戴晋明 任玉杰 咎会云 ©编著

舒适性



纺织新技术书库④⑩

Zhi Wu
防水透气织物舒适性

戴晋明 任玉杰 咎会云 编著

中国纺织出版社

图书在版编目(CIP)数据

防水透气织物舒适性/戴晋明,任玉杰,胥会云编著. —北京:中国纺织出版社,2003.6

(纺织新技术书库④)

ISBN 7-5064-2626-9/TS·1666

I. 防… II. ①戴… ②任… ③胥… III. ①织物,吸湿性-舒适性 ②织物,透气性-舒适性 IV. TS101.92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 032213 号

策划编辑:张福龙 责任编辑:吴嘉云 责任校对:楼旭红
责任设计:何建 责任印制:刘强

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

电话:010-64160816 传真:010-64168226

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

2003 年 6 月第一版第一次印刷

开本:889×1194 1/32 印张:7

字数:139 千字 印数:1—2000 定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

编者的话

21 世纪,科学技术的飞速发展推动着传统纺织工业不断革新,越来越快的节奏使得人们对服装提出了舒适化、功能化、回归自然生态化的要求,因此有的学者把服装舒适性定义为“没有焦虑与痛苦的状态,即:生理幸福”。智能纺织品、功能纺织品现在也越来越受到人们的广泛关注,防水透气织物就是其中之一。

防水透气服装既能防风挡雨,又排汗透气,穿着舒适,服用过程中人体产生的汗液能以水蒸气的形式通过织物,而不会在人体与服装之间凝聚,保证干爽舒适。本书在对几种不同类型的防水透气织物进行系列实验的基础上,根据大量实验数据详细分析了织物的含湿量、凝聚以及防水膜的特性等因素对热和水蒸气转移速度的影响,并针对现有凝聚测量技术的局限性,提出了新型测试仪器的构想,旨在为进一步研究提供更科学合理的测试手段。

本书前三章主要为有关服装卫生学、人体生理学、服装材料学等有关方面的内容,旨在为初次涉足该领域的读者提供理论基础。后五章则以实验为基础,科学地分析了有关防水服装舒适性的影响因素,

可以为进一步的研究提供参考。

本书在编写过程中,得到了太原理工大学轻纺工程与美术学院的胡钢锋、和红莉、赵晓芳老师的大力协助,在此表示感谢。由于我们水平有限,书中难免存在这样那样的问题,请广大读者批评指正。

编著者

2003年3月于晋中

内 容 提 要

本书介绍防水透气织物舒适性的相关内容,主要通过系列实验现象和数据图表进行研究分析,从而得出科学结论。防水透气服装近几年有了很大发展,这些服装具有良好的气候适应性,又具有舒适性,应用范围在不断扩大,从全天候休闲服到医用、军用等各种用途都有应用,而且随着人们对各种智能化、功能化服装要求的不断提高,防水透气服装将会越来越受到人们的青睐。

全书共分八章。第一章简要介绍人体的生理特征及环境气候、服装气候;第二章主要介绍服装材料舒适性方面的相关知识;第三章介绍防水透气织物的结构、种类及湿热特性;第四、五、六章在两组实验的基础上,讨论分析了等温及非等温条件下含湿量、凝聚、防水膜的属性对防水透气织物水蒸气转移速度的影响,并建立了一种理论模型;第七章分析了凝聚测试技术的现状,并形成了一种新型测试仪器的构想;第八章则是对该项研究的总结,并为继续研究提出了方向。

本书以大量的实验数据、图表为依据进行了理论分析,内容科学合理,适合高等院校纺织工程、服装工程专业师生使用,也可供科研人员及广大消费者参考。

目 录

第一章 服装卫生学常识	1
第一节 环境气候与服装气候	2
第二节 体温调节	15
第二章 服装材料的舒适性	23
第一节 服装材料的热湿舒适性	23
第二节 织物的热传递性能	30
第三节 织物的湿传递性能	36
第四节 织物的接触舒适性	48
第五节 服装舒适性评价理论	57
第六节 服装舒适性与人体的生理特征	61
第三章 防水透气织物	76
第一节 防水透气织物的种类及结构	76
第二节 防水透气织物的湿热特性	84
第四章 湿量和水蒸气转移	95
第一节 引言	95
第二节 理论假设	96

第三节	实验	100
第四节	结果与讨论	107
第五节	含湿量和凝聚的影响	130
第六节	局限性	132
第五章	防水膜和水蒸气转移	134
第一节	实验	134
第二节	结果与讨论	139
第六章	热流量和水蒸气转移	164
第一节	概述	164
第二节	问题陈述	164
第三节	分析	168
第四节	解决方法	171
第五节	织物相关参数估计	174
第六节	结果和讨论	175
第七节	降低凝聚速度的方式	182
第七章	凝聚测量技术的发展	188
第一节	引言	188
第二节	目前的仪器和方法	189
第三节	现有仪器及方法的局限性	194
第四节	一种新型测试仪器的设想	196
第八章	凝聚对防水透气织物舒适性的影响 ...	199

第一节 研究结果总结	199
第二节 进一步研究的建议	208
附录:缩写索引	211
参考文献	212

第一章 服装卫生学常识

服装卫生学是从生理学、卫生学的角度研究人体生理现象与环境之间的科学关系,根据生理卫生学的观点来指导服装的设计和制作,指导人们科学地购衣与穿衣,以保证人们穿着舒适。简而言之,服装卫生学是研究穿着舒适性问题的科学。

研究服装卫生学的意义在于,首先,随着人类涉足的地理空间范围的不断扩大,人们接触到的天然和人为气候条件更为严酷,这就需要在正确的服装生理卫生学的指导下开发特殊用途的工作服、防护服,从而提高恶劣环境下的工作效率。其次,随着经济的发展和人们生活水平的提高,人们对服装舒适性的追求日趋强烈,除在工作中要求有穿着舒适的工作服、防护服外,休闲、运动中也要求有舒适的休闲服和运动服装。所以,开发各种不同使用要求的休闲服和运动装,可提高运动员的竞技水平,使人们的身心愉快和保障人身安全。此外,化纤纺织品,特别是常规化纤纺织品的热、湿舒适性问题仍然影响着消费者对化纤纺织品和服装的接纳心理。而天然纤维供给量不足,化学纤维势必进一步替代天然纤维,所以,深入研究纺织品结构与舒适性的关系,可指导开发热、湿舒适性优良的服装。

一些特殊功能的军用纺织品,往往因热、湿转移(或者逸散)速度的限制而影响使用,所以,如何建立传热与传湿特殊功能的纺织品设计方法,也是亟待研究的。

在人类的基本生活需求——衣、食、住、行中,衣被列为人们生活四大要素之首,可见服装对人类生存和生活具有重大意义。服装作为人的第二皮肤,在各种场合表现着人的心情和行动意识,发挥着巨大的生活效用。服装是否舒适对人的健康有着很大的影响。服装卫生学,以人——服装——环境为系统,以人为中心进行研究,追求保证人们穿着符合卫生学要求的健康服装。

第一节 环境气候与服装气候

服装及其材料的舒适性,是以人体着装后流向环境热量(含湿量),或从环境流向身体的热量为基础而研究的。因此,描述环境也尤为重要。

一、环境气候

人在气温高时会感到热,气温低时会感到冷。梅雨季节,虽然气温不算很高,但让人感到很闷热。初冬寒风乍起时,气温并非很低,但却让人感到很冷。人们感觉热和冷,不仅仅有气温,还有湿度、气流(风)和辐射热等影响因素。这四个因素称为温湿条件的四大要素,也是构成环境气候的四个条件。

1. 气温

气温是指空气的温度,从地面算起,气温随高度而产生变化。室内的气温也同样,由于供暖及冷气的原因,室内地面与天花板的温度有所不同,所以测定时要多加注意。人体与环境间通过对流和传导产生的热交换与气温有密切的关系。气温是环境条件四大要素中最重要的因素。

在国际单位制中,气温的测量单位使用摄氏度($^{\circ}\text{C}$),它是指在正常大气压力下,将纯水的冰点定为 0°C ,沸点定为 100°C ,其间 100 等分,每等分为 1°C 。在欧美国家还使用华氏度($^{\circ}\text{F}$),它是在正常大气压力下,将纯水的冰点定为 32°F ,沸点定为 212°F ,其间 180 等分,每等分为 1°F 。另外,在热力学领域还使用绝对温度 $T(\text{K})$,它是将水的冰点定为 273.15K ,沸点定为 373.15K ,其间相差 100K 。

气温的测量方法有多种,主要有:

(1)棒状温度计。气温的测量一般使用棒状温度计,棒状温度计有酒精温度计和水银温度计两种,水银温度计在 $-30 \sim 350^{\circ}\text{C}$ 之间测量精度较高。

(2)最高最低温度计。测量一定时间内的最高温度和最低温度时使用的温度计。有 six-bellani 型和 ruthorford 型。将 U 型管酒精柱的一定部分用水银填充,最低值由水银柱的体积决定,最高值由酒精体积和水银柱体积之和决定。

(3)热敏电阻温度计。利用金、银、铜、镍等金属阻抗随温度变化的对应关系,通过测量阻抗来测量温度。这种温度计在一定

区间敏感度特高,所以,应用日渐广泛。

(4)热电偶温度计。是通过测量回路中正比于温度差的热电动势来测定温度的一种方法。所用热电偶的金属不同,测量结果不同。

(5)双金属片温度计。采用两种金属的膨胀差制成,多应用于自动记录式温度计。误差稍大,反应迟钝,但结构简单,使用方便,多用于日间或周、月间测量。

温度计测到的气温只能大致上表示冷暖的程度,冷暖程度取决于皮肤的感觉,空气干燥时汗液能从皮肤表面蒸发,与空气潮湿时汗液难以蒸发的情况不同,也就是说,湿度有一定的影响。因此,气温多以摄氏干球温度来表示($t^{\circ}\text{C}$),使用华氏温度($t^{\circ}\text{F}$)较少。

2. 相对湿度

相对湿度即空气中所含的湿气。湿度与人体的汗液蒸发难易有关,影响着冷热感和闷热感。表示的方法有绝对湿度和相对湿度两种。绝对湿度是指一立方米空气中所含水蒸气的克数。绝对湿度与该气温下一立方米空气中饱和水蒸气的克数之比的百分率,即为相对湿度(%),通常所说的湿度即是指相对湿度,常用 RH 表示。湿度测量的仪器有:

(1)阿库斯特干湿球温度计。由两根棒状温度计组成,其中一根的球部用湿润纱布包覆。干球表示气温,湿球因蒸发热而与干球温度产生差值,由此差值即可得到相对湿度。干湿球温度计因球部暴露在大气中易受阳光和气流的影响,所以多用于

室内。

(2)阿斯曼通风式温湿度计。原理与干湿球温度计相同,但两根棒状温度计插装在镀铬管中,可防止辐射热的产生。并且,对管内球部始终施加一定的气流(3.7m/s)。阿斯曼通风式温湿度计可用于精确的测量。

(3)阻抗式干湿球温度计。原理与干湿球温度计相同,但温度检测不是棒状温度计,而是使用热敏电阻温度计。

(4)湿感阻抗型湿度计。这种湿度计采用湿感阻抗材料(电阻随水分含有量变化的物质)为检测元件,测量大气中的湿度变化。这种方法可使检测头小型化、高精度化,并且反应迅速。

(5)毛发湿度计。除去脂肪的人发,随湿度变化而产生长度变化。利用这一特性制成的毛发湿度计与双金属温度计配合,可用于自动记录式温湿度计等。毛发式湿度计不能表示温度的瞬间值,在温度低时易出现误差,一般在20~50℃之间可忽略不计。

3. 气流

气流(风)是指大气压产生的空气流动。空气在各部分压力保持平衡时是不流动的。但气温一旦发生变化,与其接触的空气受到加热或冷却,受热膨胀变轻而上,或受冷压缩而下降,于是便产生对流。按受热或受冷面的宽窄、冷热程度的剧烈或缓和的情况便形成强风或弱风。气流(风)即空气流动的速率(风速),以米/秒或m/s表示。风的特征以风向和风速来表示,风速的大小可用风力等级来表示。

人体周围的气流是影响体温调节的重要因素。风接触皮肤表面,会带走皮肤表面层的暖空气,具有冷却效果。在寒冷季节,被风吹会感到冷;在酷暑时,被风吹一吹会促进汗液蒸发,感到凉爽舒适。气流以其压力和冷却力施于皮肤以适当的刺激,有利于新陈代谢。初始的强风刺激,会提高身体的兴奋性,但长时间的强风作用,会使身体疲劳。通常,室外的风速平均为 5m/s ,这种风速的风可促使皮肤表面的散热,促进人体的新陈代谢。即使是风速小于 0.5m/s ,人体虽然感觉不到气流(称为不感知气流),对体温调节也有很大影响。

气流有以下测量方法:

(1)风车风速计。根据 8 片风翼风车的回转数来计测风速。测定时间为 1min ,风速的测定范围是 $1\sim 15\text{ m/s}$ 。

(2)卡他温度计。对于微弱的而且方向不固定的气流采用卡他温度计测定,其单位是 $\text{J}/(\text{cm}^2\cdot\text{s})$ 。卡他温度计是 1916 年研究出来的,它根据温度从 37.8°C (100°F) 下降到 35°C (95°F) 所放出固定热量的时间来求取外界空气的冷却力,即单位时间、单位面积所丧失的热量。卡他冷却力 H 的计算式为:

$$H = F/T$$

式中: F ——卡他常数(J/cm^2 ,具体数值见各卡他温度计的标注);

T ——冷却时间(s)。

风速采用下式求取:

当风速大于 1m/s ($H/\theta \geq 0.60$) 时:

$$\text{风速 } v(\text{m/s}) = [(H/\theta - 0.13)/0.47]^2$$

当风速小于 1m/s ($H/\theta \leq 0.60$) 时:

$$\text{风速 } v(\text{m/s}) = [(H/\theta - 0.20)/0.40]^2$$

式中: $\theta = 36.5^\circ\text{C} - t^\circ\text{C}$, 即卡他平均温度(36.5°C)与气温之差。

36.5°C 接近体温, 所以此时的卡他冷却力可以认为是被体温加热的球部在 1s 内所散失的热量。

卡他温度计有干卡他温度计和湿卡他温度计之分。干卡他冷却力表示人体不出汗时通过辐射、传导的热量损失, 湿卡他冷却力表示人体出汗时通过辐射、传导、蒸发所损失的热量大小。安静时的卡他冷却力与人体感觉之间的关系见下表 1-1。

表 1-1 卡他冷却力与人体感觉的关系

单位: $\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

卡他冷却力	83.68	62.76	52.3	41.84	31.78	20.92	10.48
人体感觉	不适	寒冷	舒适	凉	舒适(凉)	舒适(暖)	暑热

(3)热线阻抗式风速计。将白金或镍等金属线圈通电加热后置于气流中冷却, 其电阻发生变化。测定电阻变化, 找出温度随风速大小变化的规律后可求出气流速度。这种风速计测量范围广, 体积小, 反应灵敏。

(4)热敏阻抗式风速计。原理同热线阻抗式风速计, 但使用热敏电阻检测电阻的变化。所以, 较热线阻抗式风速计灵敏, 适用于微风测量。

4. 辐射

辐射指太阳的热辐射, 或其他热源的热辐射。太阳的辐射

热线,可分为红外线、可见光及紫外线三个部分。其中,以红外线的热作用最大。物体向周围放射热线,便是辐射热。人体(或通过服装)不断地与外界环境通过热射线进行交换。例如在室内,周围环境比人体皮肤温度低,则人向周围(如顶棚、墙壁、地板、家具等)放射热线。反之,如人在炉旁,或在晒太阳时,环境较人体皮肤温度高,则人将从周围环境的高温物体吸收辐射热。

辐射热的测定方法有:

(1)黑球温度计。要了解某一指定位置受热辐射的影响程度,可使用黑球温度计等进行测量。所谓黑球温度计是棒状温度计插入到壁厚 0.5mm、直径 15cm(或 7.5cm)的黑色中空铜球中制成的。将黑球温度计吊置于所测空间 15~20min 后读数。黑球温度计表示气温和辐射之间的关系,即黑球温度与气温之差称为有效辐射温度,其值的正负意味着接受或释放出相应的辐射能。一般用下式计算平均辐射温度(℃)。

$$\text{平均辐射温度} = T_g + 2.4 \sqrt{v} (T_g - T_a)$$

式中: T_g ——黑球温度(℃);

v ——风速;

T_a ——气温(℃)。

(2)热电偶堆辐射热温度计。将多个热电偶直交排列并接合起来称为热电偶堆。把接合点指向辐射热源时,接合点的温度会因吸收辐射热而上升,测量不同接合点间的电压和电流,可计算出辐射热。