

热湿舒适性运动面料研究概况

郭利强, 张辉

北京服装学院服装艺术与工程学院, 北京 (100029)

E-mail: GLQ0310@163.com

摘要: 影响运动服装综合舒适性的因素很多, 其中, 热湿舒适性是评价运动服装舒适性的一项重要指标, 它直接影响到人们的健康情况以及运动员在运动项目中的能力发挥情况, 成为运动服装面料开发过程中不可忽视的重要环节。本文介绍了运动面料的热湿传递机理, 通过分析影响运动服装热湿舒适性的重要因素来探讨运动服装面料的研究现状, 并详细介绍了目前已经开发或即将开发的具备热湿舒适性的运动服装面料的种类。

关键词: 热湿舒适性; 健康; 运动服装面料; 研究概况

1. 引言

人们对服装的要求主要体现在两个方面: 一是美学, 即服装必须满足人们审美的要求; 另一个是功能, 即服装除了表达美的元素外, 还必须实现一些功能。随着生活质量的提高, 人们对健康的需求更为强烈和普遍, 运动和休闲已成为大多数人日常生活的重要组成部分, 这就使得运动服装的消费在时间和空间上得以快速延伸, 而运动服装的舒适性功能已经成为人们挑选运动服装的首要考虑要素。从服装工效学的角度考虑, 服装舒适性主要讨论的是服装的热性能、湿性能以及接触手感等各项指标, 其中, 热、湿性能又是最主要的影响因素。

那么, 运动服装应该具备什么样的特点呢? 首先我们对服装影响人体舒适性的机理了解一下: 服装介入人体后, 会对人体的舒适性有一定的调节作用, 在人体—服装—环境之间形成一个微小的气候区。在此微气候区中, 人体与环境之间进行热、湿交换, 其交换途径分别为对流、传导、辐射和蒸发 4 种。

即有如下公式

$$S=M+R+C-E,$$

其中:

M-人体代谢产热量(W/m^2);

R-辐射传热量(W/m^2);

C-对流传热量(W/m^2);

E-蒸发散热量(W/m^2);

S-热平衡差(W/m^2)。

从理论上讲, $S=0$ 时, 表示人体维持热湿平衡, 即处于舒适状态; 而当 $S<0$ 或者 $S>0$ 时, 表示未达到平衡, 人体处于非舒适状态。人体在运动时, 代谢产热量增大, 即 M 值迅速增大, 而人体的辐射和对流等散热量往往变化不大, 因此, 要使 S 值等于或接近于 0, 从以上公式可知, 只有增大另一途径—蒸发散热也即通过汗液蒸发来实现。因此, 我们在评价运动服装舒适性时, 主要是评价服装面料的湿传递性能, 也即服装对人体产生的液态水(汗液)和气态水(水蒸气)的传递能力。^[1-3]

2. 运动服装面料湿传递机理

人体散热时必须依靠发汗才能获得人体产热和散热的热平衡, 如果汗汽大量积聚在服装与皮肤间的微气候中而不能及时扩散或传递到环境中去, 人体将会感到很不舒服。因此, 织物的湿传递性能是服装热湿传递中的非常重要的内容。人体皮肤表面的水分散失可以分为无感出汗(又称无感蒸发, 非显汗或潜汗)和有感出汗(或显汗)两种方式。当皮肤表面无感

出汗时，汗液在汗腺孔附近或在汗腺内蒸发为水汽，皮肤表面看不到液态的汗液，而是气态的汗汽。汗汽可通过微气候区和织物内部的空隙扩散到环境中去，汗汽也可能在织物中凝结成液态水，通过纤维内孔洞和纤维间空隙的毛细管传输到织物外表面，再蒸发成水汽扩散到环境中去（图 1）。

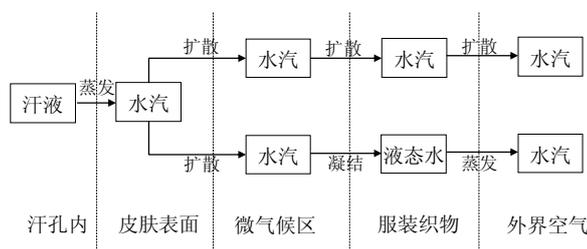


图 1 无感出汗的湿传导通道

当皮肤表面有感出汗时，汗液分布在皮肤表面上，这时，通过织物湿传递的是液态水，通过纤维的吸湿和毛细作用，汗液运输到织物外表面，再蒸发成水汽并扩散到外界空间。在有感出汗时，汗汽也可能与汗液同时存在，汗汽也将以扩散或在织物中凝结成液态水后传输到织物的外表面，蒸发后扩散到外界环境中去（图 2）。因此，织物的吸湿性和透气性与织物的湿传递性能密切相关。^[4-6]

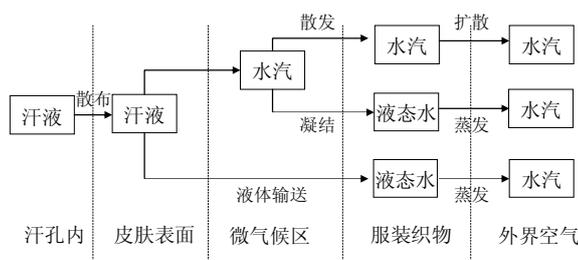


图 2 有感出汗的是传递通道

3. 运动服装湿传递性能的影响因素

我们知道，评价运动服装的舒适性主要是通过测量其在运动状态下的湿传递性能来实现的。影响运动服装湿传递性能的因素很多，主要包括以下几个方面。^[7]

3.1 纤维的性能特点

在运动状态下，运动服装的湿传递性能跟其织物所含原料尤其是纤维的导湿性能有直接关系。天然纤维织物具有较好的吸湿能力，在人体静态或轻度运动状态下有较好的舒适性，但人体在运动状态下，皮肤要经历干燥的过程：大量出汗—蒸发—干燥的过程，而织物也要经历干燥—吸湿—放湿—干燥的过程。这个过程中，天然纤维大量吸湿，却无法将吸收的液态汗水导出，对汗水的蒸发起了阻碍作用。人体所产生的大量汗水无法迅速导出，产生的热量也无法通过汗水的蒸发来扩散。而化学纤维的高导湿性能弥补了天然纤维的不足，大大提高了织物液态水的传递能力，使人体所产生的大量液态汗水能够迅速被织物吸收，并且快速导出织物表面，散失于环境空气中。因此，高导湿的化学纤维比较适合运动状态下人体着装舒适性的需求。

3.2 面料的结构性能

运动服装大多以针织面料为主，因为针织面料采用线圈结构，富有弹性、穿着舒适合

身, 适合缝制健身、运动服装。最主要的原因是其独有的线圈结构有利于透气、导湿排汗, 可以实现抗菌、抑菌等卫生方面的功能。另外, 根据吸湿导湿理论编织出不同结构的针织面料, 并适当加入导湿排汗纤维, 可以改变面料对汗液以及汗气的吸湿、转移、放湿等性能, 实现面料吸湿快干的功能。^[3]

3.3 面料的后整理处理

在织物后整理过程中添加了纯天然矿物添加剂-负离子添加剂中, 它的主要成分是一种典型的极性结晶, 依靠纯天然矿物自身的特性, 通过与空气、水汽等介质接触而不间断地产生负离子。负离子纺织品直接穿在身上, 与人的皮肤接触, 利用人体的热能和人体运动时纺织品与皮肤的摩擦加速负离子的发射, 在皮肤与衣服间形成一个负离子空气层, 使人体内氧自由基无毒化, 消除氧自由基对人体健康的多种危害。

3.4 运动服装的款式与结构

运动时人体产生的热量, 主要通过颈(领)部开口部位来散热, 因而运动服装的颈(领)部不宜封闭, 以免影响体内汗液和汗气的蒸发。此外, 从服装工效学的角度考虑, 服装的空间设计也应符合功能、合身适体、活动自如的要求, 以最大限度适应人体运动的需要。

4. 湿传递性运动服装面料的分类

综上所述, 湿传递性能是影响运动服装舒适性的主要因素之一, 提高湿传递能力成为运动服装面料开发的主导方向。为了增加运动服装的湿传递能力, 所用面料就必须是技术含量较高的功能面料。

4.1 吸湿排汗面料

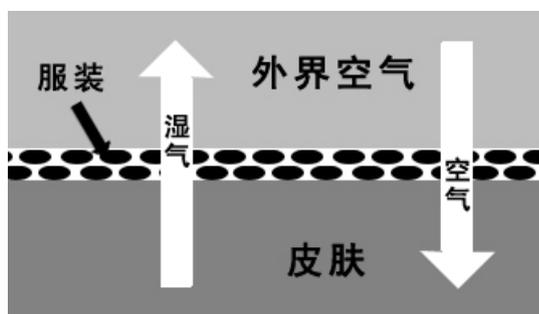


图3 运动服装面料吸湿排汗原理示意图

首先我们要了解一下吸湿排汗原理, 见图3。人体循环、运动产生能量, 而体内过度的能量是通过热能和湿气经皮肤向体外散发的。在温湿度适宜的环境中, 人体在静态条件下, 过度能量释放和周围环境的吸纳达到平衡, 皮肤水蒸气散发或水蒸气压很小, 穿着纯棉或涤纶织物没有显著的舒适性差异。而当人体大量出汗或周围环境温度高、湿度大时则不然, 通常织物覆盖下的皮肤表面的湿度由于织物不同会影响到散发速度, 在湿度很高时就会影响皮肤正常呼吸, 从而使人感到闷热憋气, 使人难受。作为皮肤呼吸传递的媒介, 服装面料尤其是贴身织物理应起保温导湿、调节体温的重要作用。

吸湿排汗功能是透过织物结构设计或纤维改性等方式, 改变织物对水分之吸湿、移动、放湿等性质, 同时具有吸水性和快干性。利用纤维表面微细沟槽所产生的毛细现象使汗水经芯吸、传输、扩散, 迅速迁移至织物的表面并发散, 从而保持人体皮肤的干爽感。同时, 在

湿润状态时也不会像棉纤维那样倒伏,始终能够保持织物与皮肤间舒适的微气候状态,达到了提高舒适性的目的。目前世界上主要的吸湿排汗面料有美国杜邦公司生产研制的 CoolMax 和 Thermostat 材料,美国哥伦比亚公司研制类似 CoolMax 的材料 Omni-Dry,美国 Malden Mills 公司研制的快干面料,日本 Toray 公司研制的 Fiedsensor XX 涤纶针织物以及中国石化仪征股份有限公司涤纶短纤厂研制开发的 Coolbst 材料和 FCLS-75 材料等等。^[7-9]

4.2 温度控制面料

在温度控制织物领域最重要的发展是相变材料(PCM)的应用,这种材料可以根据温度的变化从晶态转化为液态,而且在不同相态之间转变的同时,材料可储存、释放或吸收热量。与常规绝缘材料不同,以 PCM 为基布的织物是与人体相互作用的,当人体运动程度加剧或周围温度升高时,可以防止“热量尖峰”的形成,因此尤其适应于短时间高强度运动或有中途休息的运动时所穿的服装和鞋袜。

另外,最近日本大和化学工业株式会社开发了以高级脂肪族碳化氢为主要组分的微胶囊整理剂 Prethermo 系列,有“PrethermoC-25”和“PrethermoC-31”,这两种功能整理剂能使纺织面料通过连续吸热和放热,控制面料温度,赋予纺织面料调温功能。Prethermo 一般采用浸轧法整理,它可用于除丝绸之外的各种纤维的加工。经整理的面料能保持恒温,赋予人体舒适感。目前主要应用于内衣、衬衫、床上用品以及工作服等面料的整理。“PrethermoC-25”能将面料的温度始终控制在 25℃ 左右;而“PrethermoC-31”能将面料的温度始终控制在 31℃ 左右,适宜于夏用床单加工。^[3, 10]

4.3 防水透气性面料

防水透湿性面料就是使织物实现如下功能:既能阻止水分子从外界进入,又允许体内的水汽散发到外界。我们知道,水蒸气分子的直径为 0.0004 微米,而雨水中直径最小的轻雾的直径为 20 微米,毛毛雨的直径已经高达 400 微米,如果能够制造出孔隙直径在水蒸气和雨水之间的薄膜,那么既防水又透湿的功能就能得意实现。美国 GORE 公司利用聚四氟乙烯(PTFE)成为第一家生产出该膜的公司,与织物进行复合层压后取商品名为 GORE-TEX。但是由于 PTFE 具有非常强的化学惰性,几乎没有什么材料可以将它与其它织物很好地层压在一起,第一代面料牢度非常差。后来,经过不断的努力,通过与其它亲水薄膜层亚在一起成为复合薄膜,并在膜上进行特殊处理,牢度大大提高。一般认为, Gore-Tex 面料水压可以达到 10000mm,水洗 6-7 次后水压才有明显的下降;透湿量最高可以达到 10000 g/sqm*24hrs,但是这并不是刚做出来的面料就能达到这个数值,需要经过几次水洗,将部分胶水洗去,可用孔隙增多,透湿量上升。^[11]

4.4 拉伸弹性面料

从服装工效学的角度考虑,在运动服装设计过程中,服装的空间更应突出功能、合体舒适、活动自如,以最大限度的适应人的活动的可能性,要求不抑制和不约束人的活动范围,以顺应人的活动进程,真正意义的实现“人适应服装”向“服装适应人”的转变,为了满足以上要求,要求运动服装面料必须具有很好的弹性和拉伸性能。弹性和拉伸面料的性能可以来自于纤维本身的弹性,如氨纶纤维本身就具有很好的拉伸和回弹性能;也可以来自于织物结构的构成,如针织面料,它的结构是由线圈单元构成的。在外力的作用下,线圈发生变形,即圈弧弯曲、圈干位移和转动,统称为“转移”,负荷缓慢增加,当这一转移完成后,随着拉伸力的持续增大,松弛的纱线伸长和伸直,负荷迅速增大;继续拉伸时,纱中的纤维产生相对

滑移, 负荷呈高斜率的线性增大, 直至断裂。因此针织面料的弹性是由前期线圈转移和后期纱线伸长所构成的。当然, 面料的弹性和拉伸性能也可以来自于两者的结合, 即用弹性纤维织造针织面料, 可以获得我们想要的拉伸弹性面料。^[12-13]

5. 结语

新的世纪是科学技术高度发展的时期, 运动服装面料的开发也应吸收科技发展的成果, 既要体验时尚的元素, 又要把功能性设计融入运动服装设计理念之中, 在满足某种运动功能的同时, 尽可能让人们穿着舒适健康。尤其是在运动比赛过程中, 使运动员的能力得以极致发挥, 不会因为运动服装的牵制而影响比赛结果。

参考文献

- [1] 黄灿艺. 运动服装产品的舒适性要求及面料开发运用[J]. 广西纺织科技, 2009, 38 (4) : 56-57
- [2] 刘 瑜, 刘咏梅. 大运动量条件下的运动服装舒适性研究[J]. 体育科学, 2004, 24 (11) : 71-73
- [3] 黄美林, 狄剑锋. 导热排汗针织运动服装面料的开发与研究[J]. 针织技术, 2005 (12) : 63-66
- [4] 吕 聪. 织物热湿舒适性评价[D]. 苏州: 苏州大学, 2007
- [5] A.S WONG Y.LI. 运动服装的热湿舒适性面料液体水分管理力[A]. 中国纺织工程学会. 第六届全国印染后整理学术研讨会论文集[C]. 青岛: 互联网出版, 2005: 541-543
- [6] XU Rui-chao, CHEN Li-n. Study on the oriented liquid moisture transmitting property of sportswear fabric[J]. 西安工程大学学报, 2009 (4) : 609-612
- [7] 翟 涵, 徐小丽. 吸湿排汗纤维及其作用原理研究[J]. 上海纺织科技, 2004(4), 32(2):6-7
- [8] http://www.100ye.com/shopdetail/mall/sort_goods/979625/497942.html, 2009-12-02
- [9] 张 辉, 周永凯. 服装工效学[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2009: 199-200.
- [10] 日本推出能控制面料温度整理剂系列[EB/OL]. <http://info.fushi.hc360.com/2005/02/25095814009.shtml>, 2005-02-25
- [11] 防水透湿面料性能及测试方法(一)[EB/OL]. <http://www.hshoe.com/manager/detail/5-118.html>, 2008-04-11
- [12] 吴济宏, 于伟东. 针织面料的拉伸弹性与服装压[J]. 武汉科技学院学报, 2006 (6) : 21-22
- [13] 张 星, 周 江. 服装造型空间特征与人体运动的适应性[J]. 天津工业大学学报, 2002,21(5): 49-52

Overview on Development of Thermal-wet comfort sportswear Fabric

Guo Liqiang, Zhang Hui

The School of Fashion Art and Engineering, Beijing Institute of Fashion Technology,
Beijing, PRC, (100029)

Abstract

There are many factors which affect the composite comfort of sportswear, among which thermal-wet comfort is an important indicator of evaluating sport apparel comfort, which has a direct impact on people's health and ability in some sports, it has become an important part on the process of design and development of sportswear fabrics. In this paper, the author has described the mechanism of wet transferring, and introduced overview on development of the sportswear fabrics by analysing some factors which affect the thermal-wet comfort of sportswear fabrics, described various kinds of sport fabrics with thermal-wet comfort which have already been developed in detail or will be developed in future.

Keywords: Thermal-wet comfort; health; sportswear fabrics; development situation