

服装热湿舒适性评价指标及方法概述

陆丽娅,张 辉*

(北京服装学院 服装艺术与工程学院,北京 100029)

摘 要:服装热湿舒适性是服装舒适性的一个重要指标。从客观评价和主观评价两个方面概述了服装热湿舒适性的常用评价指标及评价方法,分析了服装热湿舒适性的评价系统和数据的常用处理方法,提出了今后的研究方向。

关键词:服装舒适性;评价指标;评价方法

中图分类号:TS941.79

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2014)04-0058-04

服装的热湿舒适性能是评价服装舒适性的一个重要指标。从服装工效学角度看,人体—服装—环境是一个不可分割的系统,相互影响、相互制约。服装的热湿舒适性着重研究三者热、湿两方面的相互耦合作用,使人体与外界环境达到必要的热平衡。研究服装的热湿舒适性评价方法,确定评价指标,对于调节人体热平衡,并在一定程度上提高服装的穿着舒适性具有指导意义。

人体着装的舒适状态是指在所有物理、生理、神经生理和心理过程的综合基础上着装者的主观感知判断^[1]。服装热湿舒适性评价分面料和服装两个方面,现综合客观评价及主观评价,从物理学、生理学及心理学等方面介绍服装热湿舒适性的评价指标、评价体系及相关的数据处理方法。

1 客观评价

客观评价是指借用相关仪器和设备对服装的热、湿传递性能进行测定,该方法通过测试服装的某些物理指标及人体穿着服装时的各项生理指标的变化来完成对服装的热湿舒适性的定量评价^[2]。客观评价包括物理指标评价方法和生理指标评价方法。

1.1 物理指标评价方法

物理指标评价方法是指服装单项指标的测试,它是基于热平衡的研究。

1.1.1 热舒适性物理指标

服装热舒适性物理指标以热阻、保温率为主。1941年生理学家格杰等人在 Science 杂志上提出了一个服装的保暖性指标,即现在通用的服装热阻单

位——克罗(clo)^[3]。克罗解决了服装热传递的定量测试问题,并用来比较不同服装的保暖性能,是目前普遍采用的热阻单位。1960年英国人 Peirce 等也提出了一种热阻单位——托格(Tog),1 clo 相当于 1.55 Tog^[4]。服装热舒适性的测试仪器以暖体假人为代表,暖体假人分恒温假人、变温假人和出汗假人 3 类,其中前两类可用于测量服装的热阻值。

除暖体假人外,Jelka 等人利用三维模拟技术提出了一种新方法,创建与实测生理值相近的 3D 人体模型(包括姿势、活动量和皮肤表面温度等),模拟环境因素(包括空气温度、湿度、热辐射和风速等)、服装款式及构成服装的面料组织结构、厚度等,同时设置人体与外界环境的热传递模式、人体在该条件下的新陈代谢率,最后通过计算机软件预测和评价人体、服装及环境三者之间的热舒适性情况^[5]。

1.1.2 热湿舒适性综合评价

由于人体穿着服装时,更多是强调服装热湿动态的舒适性。而温度、湿度差同时存在,因此两者需要综合考虑。1962年,伍德科克提出了服装的透湿指数,并把它作为热环境下评价服装热湿舒适性的指标^[6]。透湿指数数值范围在 0~1 之间,值越大,表示服装在该环境中维持热平衡的能力越强。但 Spencer Smith 指出,伍德科克在定义透湿指数时忽略了辐射热的影响,透湿指数并不是无因次指数^[7]。此外,美国著名服装生理学家戈德曼博士于 1965 年将服装的透湿指数与克罗值相结合,提出了蒸发散热效能指数,该指数描绘了服装热阻与服装透湿性的交叉影响,其值越低,服装的透湿性能愈差。

服装热湿性能的评价实验需要通过假人模拟法,利用出汗假人进行服装透湿性试验研究。该方法可按需要在任何条件下进行连续试验,数据重复性好,并可排除生理及心理因素的影响,获得的实验结果稳定且

收稿日期:2014-04-06

作者简介:陆丽娅(1990-),女,在读硕士研究生,主要研究方向为人体工学与服装舒适性。

* 通信作者:张 辉,教授,E-mail:gdcad@126.com。

误差较小,主要的评价指标为透湿指数和湿阻。出汗假人属于第3代暖体假人,它不仅能够模拟人体的出汗,还可做出比较复杂的动作,能更真实地反映人体、服装和环境的热湿交换过程。目前国内外对假人的研制如火如荼,国内有东华大学研制的用于舱内舱外航天服测试的具备国际领先技术的暖体假人,以及重复性好、测量精确度高的出汗假人,国外有瑞士的出汗假人“SAM”和韩国的暖体假人“NEWTON”^[8]。在服装热湿舒适性综合评价的运用中,比较有代表性的是香港理工大学范金土教授研制的出汗假人“Walter”,它是世界上首例采用水循环和高强度“可呼吸面料”制成的出汗假人。“Walter”可以模拟人体的潜在出汗和人体的温度分布,也可以通过更换具有不同透气性的模拟皮肤来调节出汗速率。该假人可同时测量干热传递量、蒸发散热量、热阻和湿阻值等,另外假人四肢还可模拟人体步行活动^[9]。

虚拟仪器的诞生推动了服装热湿舒适性测试方法的新发展,它以计算机为核心硬件,通过配置 I/O 接口设备将传感器采集到的信号输送至计算机,利用显示器来模拟传统仪器的控制面板,通过用户编写不同测试功能的软件,对采集到的信号进行显示、分析和处理,是一种用户通过对软件编程并同仪器硬件有机地结合在一起的仪器,同时它能够实现连续的、动态的数据采集^[10]。虚拟仪器优点在于它的应用软件集成了仪器的所有采集、数据分析、结果输出和用户界面等功能,使传统仪器的某些硬件可被计算机软件所代替。2006年李玲等学者基于 Labview 编程语言,运用虚拟仪器自行研制了一个新型的模拟皮肤出汗性能测试装置,可测量在不同压力和温度下模拟皮肤的出汗蒸发速度及模拟皮肤的湿阻^[11]。

1.2 生理指标评价方法

生理指标评价方法是受试者在特定实验环境下,穿着试验服装并记录和分析的人体生理参数变化来评价服装舒适性的一种有效方式。具体评价指标包括心率、体核温度、皮肤温度、血压、出汗量、出汗速度、汗蒸率、服装内微气候的温度与湿度等。但生理实验的可重复性较差,不利于标准化。由于服装舒适性的影响因素非常多,生理评价也常常和心理学相结合,从而避免了一些因指标繁多而产生的系统性方面较为薄弱的缺点。通过对服装热湿舒适性的生理学评价,可以发现人体生理指标尽管因人而异,但也有其变化的规律。湛玉红等人曾设计出一款便携式衣内微气候仪,该仪

器硬件包括温度传感器、湿度传感器、脉冲变换器等,测量仪的软件部分主要完成温度、湿度和心率信号的采集、计算和存储工作^[12]。该测量仪便携方便、抗干扰性能好,且测量精度高,工作稳定、可靠。

在生理评价研究方面,王强等人曾利用受试者心率的变化规律结合心理评价来研究服装的放松量及重量对服装舒适性的影响,从而确定了服装的放松量变化是主要的作用因素^[13];张辉等人利用受试者的平均皮肤温度、出汗量、代谢产热量、衣内温度、衣内湿度等研究宽松度对运动 T 恤热湿舒适性的影响^[14-15];李栋高等人以皮肤温度、生理饱和压差、无感发汗量等为参数,研究在潜汗状态下服装的热湿舒适性^[16]。蒋培清等在 31℃、75%RH 的人工气候室中通过测量穿着者的皮肤温度、皮肤与服装间微气候的温湿度、人体代谢量、汗蒸发率等值,对服装的热湿舒适性进行综合分析,探讨高温环境中服装材料的选择^[17]。

2 主观评价

主观评价是人体穿着实验的重要内容,是能反映人体穿着舒适感的最直接、最有效的方式。然而,主观舒适感因人而异,所以没有一种准确的定义。主观评价法即心理评价法,是对客观评价方法的补充及检验,它是在特定的实验环境中(如人工气候室)让受试者穿着不同的服装进行舒适感觉评分。主观评价实验主要通过人体生理心理学实验或人体穿着实验进行。人体生理心理学实验主要是借助生理测试进行心理评估。进行人体穿着实验时,首先要设计好评价问卷,对所研究对象的性能采用语意差别进行描述,将受试者的感觉强度赋予数值,选择能准确表达舒适感的术语或指标建立合理的评价标尺,再进行相关的测试和评分。在实验前,有必要对受试者进行培训,从而统一受试者对舒适感的感知和表达标准,将人体的主观感觉量化。最后利用数学方法处理实验结果以达到评价的目的。

主观感觉评价指标的确立和标尺的划分是心理学评价方法中的一个重要环节,目前已有的评价指标包括热湿感、适穿感两大类,以及 PMV(预测平均投票数)和 PPD 值(不满意百分数)等。PMV 指标表示大多数人对热环境的平均投票值,并与七级热感相对应,其值从-3 到 3。PPD 表示对热环境不满意的人数占总人数的百分比。PMV 与 PPD 之间有一定的相关性,可用公式表达,多以组合形式使用来评判^[18]。心理评价标尺包括 Hollies 四级标尺和五级标尺、Natick

McGinnis 热舒适标尺、Fritz 语意差异标尺及热感主观比例标尺^[19]等,另外还有较为常用的三点标尺、五点标尺和 ASHARE 七点标尺等。但目前也有研究者在心理评估时主要根据实验需求自行设定标尺,因此评价标尺没有较完整的定义,也没有考虑扩大到不同环境的应用。

在服装舒适性主观评价实验中已经使用了大量的心理学评价方法和心理学标尺,所获得的研究成果量化了人体的主观感觉。然而主观评价虽兼顾物理和生理因素,但更多受到了个人主观因素的影响,所获得实验结果仍会具有一定的离散性,因此需要进行大量的实验使研究结果更为精确、稳定。此外,数据结果会因实验中所采用的主观标准有所差异,所以需将心理学定律和数学处理方法相结合使用。

3 评价系统及数据处理方法

3.1 评价系统

服装热湿舒适性的评价系统已经在不断完善过程中,而且基本都是基于主、客观相结合的综合评价体系。但客观上物理指标定义和检测仪器的选取具有一定的不一致性,从而导致客观评价方面的不统一性。而主观评价方面公认标尺的选取和受试者个人判断的误差也会影响评价结果的准确性,因此整个服装热湿舒适性的评价系统只能理解为主、客观评价在一定意义上的结合,还需不断精确和统一,才能使整个评价体系更加全面。

目前国际上针对设计生产的新型服装产品的研制开发的评价普遍采用五级评价系统。第1级为皮肤模型试验(织物的物理分析),第2级为暖体假人试验(服装的生物物理分析),第3级为人体穿着试验(受试者的生理评价),第4级为有限的现场穿着试验,第5级为大规模的现场穿着试验。随着等级的不断提高,实验所需要人力和物力成本将不断升高。

3.2 数据处理方法

数据处理是数值模拟和模型建立的重要步骤,也是更直观地分析研究实验结果的有效手段。目前有方差分析法、回归分析法、矩阵计算、非线性方程等常用的相关性研究的数理统计方法,可以测定各指标间的关联性和显著性。对于服装的热湿舒适性方面的评价,可用的数学方法有很多,主要有3种较常使用的方法。

(1)主因子分析法。找出主因子并得出各主因子

方差的百分比并将其作为各因子的权值,最终得出综合舒适性与各主因子的线形模型。刘茜等对所测量的物理指标进行主因子分析,借助一定的数学方法获得具有明显独特物理意义的2个因子,如主因子1与人体皮肤湿润率、微气候区相对透湿速率、综合透气速率成正比,而与衣内湿度、衣内水气分压成反比,因此得出主因子1是描述服装综合性能的,其值越大,服装的湿舒适性就越好^[20]。

(2)灰色聚类方法。将舒适性从好到差分为3个、4个或更多个灰色类,可用于不同因子舒适性判定的多指标的综合评价系统^[21]。黄淑萍曾用灰色关联分析法找出热、湿、透气指标等多个不确定因素对热湿舒适性主观评价值的关联程度^[22],另一方面又进行加权平均确定不同因素的权重系数,从而建立竹原纤维织物热湿舒适性的评价模型。

(3)人工神经网络。该法是理论化的人脑神经网络的数学模型,它利用大量的非线性并行处理器来模拟人脑众多神经元,是以权值描述变量与目标之间的特殊非线性回归分析。在预测能力方面,与多因子预测相比,它有更强的可靠性、更快的预测速度等优点^[23]。王美丽在进行休闲运动胸衣的舒适性研究时,利用人工神经网络通过对不同面料基本结构参数和基本性能指标来实现对热湿舒适性能及压力舒适性能的预测^[24]。

4 结语

影响服装热湿舒适性的指标很多,交叉关系复杂,因此进行服装的热湿舒适性评价不仅要减少主观评价中心理因素及重复测试误差的影响,优化评价指标,确定最合理标尺,还要通过客观的仪器测量,直观的数据分析作为支撑,互相补充,使主观和客观相结合,最终形成全面评价服装的热湿舒适性较科学的方法。目前关于服装的热湿舒适性研究仍处在发展阶段,而国外研究遵循以人为本,已经开始把研究重心转向心理和生理评价方面,未来各种评价体系将会不断丰富和完善,新的实验仪器、方法和数据处理方法的发掘也将使服装的热湿舒适性评估得到更好的延伸。

参考文献:

- [1] 香港理工大学纺织及制衣学系,香港服装产品开发与营销中心. 服装舒适性与产品开发[M]. 北京:中国纺织出版社,2002. 7.
- [2] Gagge A P, Burton A C, Bazett H C. A practical system

- of units for the description of heat exchange of man with his environment[J]. Science, 1941, 94: 428-430.
- [3] 刘君妹, 贾立霞, 王联军. 服装(织物)热湿舒适性主客观评判的探讨[J]. 天津纺织科技, 2005, 43(3): 43.
- [4] Oktay Pamuk. Clothing comfort properties in textile industry[J]. E-Journal of New World Science Academy, 2008, 53: 69-74.
- [5] Jelka Gersak, Milan Marcic. Assessment of thermophysiological wear comfort of clothing systems [J]. Tekstil, 2008, 57(10): 498-503.
- [6] 张辉. 服装工效学[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2009. 106-114.
- [7] 李创. 服装动态热湿舒适性理论及测试技术概述[J]. 北京纺织, 2002, 23(1): 47-49.
- [8] 倪冰选. 假人技术在纺织领域的发展与应用[J]. 上海纺织科技, 2012, 40(9): 7-9.
- [9] 陈益松, 范金土, 张渭源. 新型出汗假人“Walter”与“一步法”测量原理[J]. 东华大学学报, 2005, 31(3): 100-103.
- [10] 刘玉玲. 新型面料室内健身服的动态热湿舒适性研究[D]. 上海: 上海工程技术大学, 2011.
- [11] 李玲. 模拟皮肤出汗性能的研究[D]. 上海: 东华大学, 2006.
- [12] 谌玉红, 唐世军, 夏鹏泽. 便携式衣内微气候测量仪[J]. 中国个体防护装备, 2001, (1): 25-27.
- [13] 王强, 陈永生. 从心率角度评定服装舒适性的方法[J]. 山东纺织科技, 2008, (6): 36-37.
- [14] 王丽敏. 女性乒乓球服的热湿舒适性研究[D]. 北京: 北京服装学院, 2012.
- [15] 马素想. 服装结构与宽松量对乒乓球服舒适性影响的研究[D]. 北京: 北京服装学院, 2013.
- [16] 李栋高, 蒋兴. 真丝绸服装内小气候状态特征分布[J]. 苏州丝绸工学院学报, 1994, 14(4): 44-50.
- [17] 蒋培清, 严灏景. 亲水性疏水性织物动态热湿舒适性比较研究[J]. 东华大学学报, 2004, (8): 43-46.
- [18] ISO 7730 - 2005, Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria[S].
- [19] 肖红. 服装卫生舒适与应用[M]. 上海: 东华大学出版社, 2009. 86-87.
- [20] 刘茜. 从服装热湿舒适性的测试看主客观评判的关系[J]. 中国纤检, 2004, (10): 23-24.
- [21] 王林玉, 王后冰. 服装及面料的舒适性评价方法探讨[J]. 辽宁丝绸, 2005, (4): 12.
- [22] 黄淑萍, 马崇启, 周衡书. 竹原纤维织物热湿舒适性的灰色关联评价模型[J]. 纺织学报, 2009, 30(9): 34-36.
- [23] 张渭源. 服装舒适性与功能[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2011. 83-84.
- [24] 王美丽. 基于人工神经网络休闲运动胸衣舒适性的研究[D]. 江苏: 江南大学, 2009.

Introduction for the Evaluation Indexes and Methods of Clothing Thermal-wet Comfort

LU Li-ya, ZHANG Hui*

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

Abstract: The clothing thermal-wet comfort was an importance aspect of wearing comfort. The evaluation indexes and methods for clothing thermal-wet comfort were summarized in both subjective and objective aspects. The evaluation system of clothing thermal-wet comfort and the data processing methods for clothing comfort were analyzed. Finally the research direction was proposed.

Key words: clothing comfort; evaluation indexes; evaluation methods

可降解大豆纤维合成革

可降解大豆纤维合成革在内在物理性能上超过真皮,外在表现具有天然表现力,能保护生态,减少环境污染,充分利用非自然资源,实现了保护环境的目的。合成革领域大多数采用以100%化学合成纤维(涤纶、尼龙)的无纺布做为底基,由于化学纤维的可降解的难度大,易对环境产生污染,且大多数化学纤维由于其对皮肤的不可亲和性造成穿着不舒适。大豆纤维属于再

生植物蛋白纤维类,是以榨过油的大豆豆粕为原料,利用生物工程技术提取出豆粕中的球蛋白,通过添加功能性助剂与氟基等高聚物接枝、共聚、共混,制成一定浓度的蛋白丝液,改变蛋白质空间结构,经湿法纺丝而成,被誉为“新世纪的健康舒适纤维”。

(来源:网上轻纺城)