

紧身服装着装压力舒适性的研究现状

马巧云, 刘 驰*

(西安工程大学 服装与艺术设计学院, 陕西 西安 710048)

摘 要:为给消费者和企业 在紧身服装设计、制作、穿戴上提供舒适的着装压参考,从与着装压力舒适性相关的 4 个方面进行梳理分析,即着装压力舒适性影响因素、着装压力舒适阈值、着装压力对人体生理的影响、着装压力预测。结合研究现状,得出以下结论:当前生理因素研究停留在定性表达上;主客观相结合得出舒适阈值的方式易受个体差异性影响;将人的生理、心理因素融入到服装力学舒适性能工程设计中,建立压力预测模型是今后科研的重点。

关键词: 紧身服装; 着装压力; 影响因素; 舒适阈值; 人体生理; 压力预测

中图分类号: TS 941.17 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2019)01-0018-05

Recent Researches on the Pressure Comfort of Tight Clothing

MA Qiaoyun, LIU Chi*

(Apparel and Art Design College, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: This paper summarized and analyzed clothing comfort from four aspects: factors affecting pressure comfort, pressure comfort threshold, the impacts of pressure comfort to human physiology, and pressure prediction, to provide references for consumers and enterprises in the design, production and wear of the tight clothing. The results combining current research showed that: the study of physiological factors was still limited to the qualitative expression. The way to obtain the comfort pressure threshold through the combination of subjective and objective was easily affected by individual differences. Combining the human physiological and psychological factors into the engineering design of clothing's mechanical comfort performance to establish the model of pressure prediction would be a focus of further research.

Key words: tight clothing, dressing pressure, influencing factors, comfort threshold, body physiology, pressure prediction

压力舒适性是评价服装整体舒适性的重要指标,是人们在穿着紧身类服装或者身体姿势发生变化时,包覆身体的服装对人体产生动态力学刺激,从而获取的舒适感。目前对着装压力舒适性研究主要包括 4 个方面,即着装压力舒适性影响因素研究、着装压力舒适阈值研究、着装压力对人体生理影响的研究和着装压力预测研究。

1 紧身服装着装压力舒适性

1.1 紧身服装着装压力舒适性影响因素

影响紧身服装压力舒适性的人体体型因素包

括身体曲率、脂肪含量、运动幅度和软组织结构等;面料性能因素包括面料的弯曲性能、剪切性能、拉伸性能、摩擦系数、柔软度及光滑度等;服装款式因素包括服装宽裕量和弹性模量等。

姚艳菊等^[1]通过对塑身内衣压力舒适性影响因素的研究,得出人体体表的曲率与所受内衣压力呈正比,服装压力在其他条件一致的情况下随人体体表曲率增大而增强。钟安华等^[2]通过对受试者穿着女式紧身无缝内衣时的着装压力进行测量,发现了紧身无缝内衣着装压力与宽裕量在女性胸、背及腰的曲线关系,为不同身材的人群提供了与其相

收稿日期:2018-09-21; 修订日期:2018-11-14。

作者简介:马巧云(1993—),女,硕士研究生。

* 通信作者:刘 驰(1966—),女,教授,硕士生导师。主要研究方向为内衣人体工效学、服装结构设计研究等。

Email:liuchi@xpu.edu.cn

适应的服装压力参考。

HARUMI M 等^[3]在静态和常规动态两种状态下对穿着胸衣时的压力值进行对比和分析,得出人体运动幅度、运动姿态及呼吸是影响着装压力的重要因素,并通过对比不同体质指数的受试对象在相同测试点的压力值,发现人体的脂肪含量对着装压力有影响。

徐军等^[4]对女性胸部 8 个测量点在 10 种运动状态下的压力值进行测量和分析,得出运动姿态和贴体度是影响胸部着装压力的重要因素,并发现胸部各测量点着装压力随着运动状态会有一定的规律性变化。SHIMIZU Y 等^[5]对比人体 8 个不同测量点在安静和运动两种状态下的压力值,发现在安静状态下,压力值从小到大的部位依次是背部、侧部和肩部;在运动状态下,压力较大的部位是肩部与背部,并且在运动状态下各个测量点的压力值普遍高于安静状态下的压力值。

诸多研究者通过问卷调查与主观评价相结合的方式得出了与运动内衣舒适性相关的关系,并分析了压迫感、束缚感、重量感、刺痒感和刺扎感等主观评价因子间的联系。如从面料性能方面,发现面料的弹性、拉伸性能会影响服装舒适性^[6-8]。

由芳等^[9]通过研究不同尺寸、不同弹力性能的紧身长裤与服装着装压感的关系,以代表服装合体程度的服装宽裕量与代表弹性性能的织物弹性模量为指标,预测人体在穿着服装时受到的压力。

1.2 紧身服装着装压力舒适阈值

因人体部位的不同及个体差异的存在,着装压对人体舒适性的影响程度并不相同,目前确定紧身服装着装压力的方法大多是通过针对不同部位着装压力进行测量,再结合主观舒适评价得出压力的舒适阈值。

DENTON M J^[10]研究发现舒适的着装压力范围为 1.96 ~ 3.92 kPa,超出这个范围人体会感觉不适,且人体各部位的舒适着装压存在一定的差异。

MAKABE H 等^[11-12]通过研究紧身裤和文胸的压力,发现紧身裤着装压力的舒适范围为 4 ~ 5.33 kPa,臀部的舒适压约 0.78 kPa,大腿前部的舒适压为 1.27 kPa,高于大腿后部的舒适压 0.88 kPa,肩带的舒适压为 3.2 kPa,侧面和胸下围的舒适压范围为 1.47 ~ 2.13 kPa。

MAKABE H 等^[13]针对腹带进行研究,发现其着装压力舒适值为 2.46 kPa,当压力超过 2.46 kPa 时人体会明显感觉到不适。

1999 年有研究表明,当着装压力保持在

3.92 kPa 以内时,服装不会引起人体的生理不适(如阻碍血液循环、肠胃消化不良、便秘等)^[14]。

王小兵等^[15]通过对体育防护用品进行着装压力的研究,发现在一般情况下前臂、小腿和腰部的着装压力舒适范围为 0.49 ~ 2.6 kPa,在进行剧烈运动时的舒适着装压力要比一般情况下高 1.96 kPa。

TSUJISAKA T 等^[16]通过研究得出男士短袜顶部的着装压力舒适范围是 2.02 ± 0.29 kPa。

张文斌等^[17]发现不同品类的服装有着不同的着装压力舒适范围,研究得出游泳衣着装压力舒适范围为 1.96 ~ 1.98 kPa,紧身胸衣的着装压力舒适范围为 2.94 ~ 4.9 kPa,医用长袜的着装压力舒适范围为 2.94 ~ 5.88 kPa。

陈星毅^[18]研究人体穿着高领针织衫时在不同状态下的压力舒适性,发现颈部着装压力舒适值为 1.046 kPa,当超过 1.258 kPa 时会有不适感。

刘红^[19]以主客观评价相结合的方式对弹力运动文胸舒适性进行研究,得出了弹力运动背心在女性不同部位的服装压力舒适范围分别是:胸部 0.95 ~ 1.36 kPa,背部 0.59 ~ 0.9 kPa,肩部 1.135 ~ 1.64 kPa,侧缝部 0.48 ~ 0.73 kPa,腹部 0.29 ~ 0.43 kPa。

许黛芳等^[20]对泳装舒适性进行研究,发现当胸部着装压力大于 1.1 kPa、腰部着装压力大于 0.37 kPa、腹部着装压力大于 0.57 kPa 时,会给穿着泳装的人带来不适。

尹玲等^[21]以心率变异和脑波分析为指标,从生理学角度确定了女性腹凸位置的着装压力舒适范围为 0 ~ 12 mmHg,腰侧位置为 0 ~ 18 mmHg。

岑司竹^[22]基于运动心率和皮肤血流对运动文胸压力舒适性进行研究,得出颈侧点的压力舒适范围为 4.15 ~ 5.67 kPa,胸乳点(BP 点)压力舒适范围为 2.56 ~ 3.97 kPa,BP 点垂直于下胸围的交点压力舒适范围为 1.69 ~ 2.74 kPa,乳房侧下点压力舒适范围为 2.02 ~ 3.33 kPa,侧中点压力舒适范围为 1.63 ~ 2.18 kPa,后背肩胛骨提肌点压力舒适范围为 3.32 ~ 4.48 kPa。

学者们对紧身服装着装舒适阈值的研究,均建立在生理健康指标的基础上,并糅合了心理学等多方面的研究方法,获得了人体不同部位、不同品类的紧身服装着装压力舒适阈值,以避免紧身服装压力过大对人体造成损害。此类研究具有积极的意义。

1.3 紧身服装着装压力对人体生理的影响

关于压力对人体影响的研究,主要包括皮肤血流、人体体表温度、心率、直肠温度、血压和去甲肾

上腺素等生理指标。通过对生理指标的分析,可以在一定程度上评价出人体对外界环境变化所作出的反应,能够间接反映刺激的强烈程度,进而体现穿着舒适度。

着装压力对唾液分泌率的影响表现为显著的紧身着装压力能够降低唾液的分泌率^[23];长形腰带造成的服装压力会极大阻碍唾液的分泌,延长唾液的分泌消化时间,进而导致便秘^[24]。着装压力对直肠温度的影响体现为一定的着装压力可以抑制夜间人体唾液中褪黑激素的升高,致使人体的直肠温度升高^[25]。着装压力会对心率产生影响,在休憩状态下,当穿着者受到腰带和连裤袜的着装压力时,其心率明显降低^[26];在日常工作状态下,当穿着者受到紧身服装的着装压力时,其夜间心率明显上升^[27];在保持站立状态下,穿着者受到泳装的着装压力时,其心率降低^[28]。着装压力对血流的影响表现在,对穿着者下肢的不同面积进行施压会对末梢皮肤血流的变化造成影响,加压面积越大,末梢皮肤血流速度下降越快,二者呈现正比关系^[29];对脚踝和小腿施以相同压力时,脚踝处血流增加量明显高于小腿处血流增加量^[30]。着装压力对血压的影响体现在穿着紧身胸衣后,会造成人体心脏收缩时的血压升高和心跳减慢^[31]。着装压力对呼吸率和人体温度的影响显现在,当服装压在4~6.6 kPa时,人体的呼吸率和手指脉搏数会有一定程度提升,但体核温度会降低^[32]。

1.4 紧身服装着装压力预测

目前对着装压力舒适性预测的研究,主要利用数学方法探究客观压力与主观舒适程度评价之间的关系;部分学者运用弹性力学和有限元等方法建立了相应的预测模型;另有部分学者运用模糊逻辑、人工智能神经网络等理论建立了服装舒适感的预测模型^[33]。

YEUNG K W 等^[34]基于弹性力学的薄膜大变形理论和三维人体几何模型,建立了描述人体与服装动量平衡的三维力学模型。该模型将人体分为3层:较硬的骨骼、较软的皮肤和弹性软组织。定量设计三维人体和服装的数字结构、接触力学模型、材料物理属性、边界条件,从而提出可模拟人体穿着过程动态压力分布的一种几何非线性数学模型。但是该模型需借助功能强大的计算设备,与实际穿着状态还有一定差距,所以其实际应用仍存在困难。LI Y 等^[35]提出纺织及服装产品的机械力学工程设计系统,借助人体三维几何模型预测产品的织物性能。

2 紧身服装着装压力舒适性研究现状的特点、不足与趋势预测

2.1 研究现状特点

着装压力舒适性研究一直以来是服装领域的研究热点,它涉及心理学、生理学、人体工效学等多门学科。紧身着装压力舒适性研究现状的特点可从以下3方面进行总结:

1) 紧身服装着装压力舒适性的影响因素涉及众多领域,包括物理、生理、神经生理、心理等。目前国内外在紧身服装着装压力舒适性影响因素的研究上主要从人体体型、面料性能和服装款式等方面着手。

2) 紧身服装压力舒适阈值是国内外学者研究的热点。大多数研究通过人体试穿,再结合主客观评价的方法获得舒适阈值,小部分以生理指标为基准确定。通过对不同种类紧身服装和人体不同部位着装舒适压力进行研究,可以为服装的设计和开发提供理论参考。

3) 紧身服装着装压力对生理因素的影响主要通过改变压力大小、运动状态、受压面积和加压方式等,探析人体对外界作出的反应,生理指标多为皮肤血流、脑电波、心率等,能够间接体现服装舒适度。

2.2 研究现状的不足与趋势预测

1) 目前,生理因素研究还仅停留在定性表达上,且主要是1项或2项生理因素与压力之间关系的研究。

2) 通过主客观相结合的方法得出舒适压力阈值易受到个体差异性影响,实验的可重复性低,目前朝着基于生理指标确定舒适压力阈值的方向转变。

3) 紧身服装着装压力预测虽是当下学者研究的热点,但如何将人的生理、心理因素融合到服装的力学舒适性工程设计中,综合全面地建立压力预测的模型是今后科研的难点与热点。

3 结语

通过对紧身服装着装压力舒适性的研究,可为服装企业和公司对舒适紧身服装的款式设计、材料选择和制作工艺等方面提供依据,也为消费者的穿戴提供了良好的参考。随着生活水平的提高和科学技术的进步,对服装着装压力舒适性的研究会越来越深入和全面。

参考文献:

- [1] 姚艳菊,陈雁. 塑身内衣压力舒适性的影响因素分析[J]. 国际纺织导报,2010,38(11):76-79.
YAO Yanju, CHEN Yan. The analysis of influence factors in pressure comfort of the moulding underwear[J]. Melliland China, 2010, 38(11):76-79. (in Chinese)
- [2] 钟安华,张强. 弹力女内衣压力舒适性研究[J]. 针织工业,2006(4):27-28.
ZHONG Anhua, ZHANG Qiang. A research on the pressing comfortability of elastic women's underwear[J]. Knitting Industries, 2006(4):27-28. (in Chinese)
- [3] HARUMI M, REIKO F, MIYUKI N, et al. Clothing pressure and wear feeling at under-bust part on push-up type brassiere[J]. Sen'i Gakkaishi, 2005, 61(2):55-60.
- [4] 徐军,陶开山,苏丹. 女性胸部着装压力测量与运动分析[J]. 青岛大学学报(工程技术版),2008,23(4):50-55.
XU Jun, TAO Kaishan, SU Dan. Survey and analysis of clothing pressure on human body chest[J]. Journal of Qingdao University (Engineering and Technology Edition), 2008, 23(4):50-55. (in Chinese)
- [5] SHIMIZU Y, SASAKI M, WATANABE K, et al. Dynamic measurement of clothing pressure on the body in a brassiere[J]. Sen'i Gakkaishi 1993, 49(1):57-62.
- [6] ITO N, INOUE M, NAKANISHI M, et al. The relation among the biaxial extension properties of girdle cloths and wearing comfort and clothing pressure of girdles[J]. Japan Research Association for Textile End-Uses, 1995, 36(1):102-108.
- [7] MOROOKA H, NAKAHASHI M. Compressive property of legs and clothing pressure of pantyhose from the viewpoint of difference in age[J]. Japan Research Association for Textile End-Uses, 1997, 38(6):44-52.
- [8] AYAKO I, NAKAHASHI M, MSSAKO N. Relationship between wearing comfort and physical properties of girdles[J]. Japan Research Association for Textile End-Uses, 1995, 36(1):109-118.
- [9] 由芳,张欣. 紧身服的宽裕量及弹性模量与服装压感的关系[J]. 西北纺织工学院学报,2000,14(2):133-137.
YOU Fang, ZHANG Xin. Predictability of pressure sensation by the garment's fitness and fabric's extensibility for tight-fitness[J]. Journal of Northwest Institute of Textile Science and Technology, 2000, 14(2):133-137. (in Chinese)
- [10] DENTON M J. Fit stretch and comfort[J]. Textiles, 1972(3):12-17.
- [11] MAKABE H, MOMOTA H, MITSUNO T, et al. A study of clothing pressure developed by the girdle[J]. Japan Research Association for Textile End-Uses, 1991, 32(9):424-438.
- [12] MAKABE H, MOMOTA H, MITSUNO T, et al. A study of clothing pressure developed by the brassiere[J]. Journal of the Society of Fiber Science and Textile End-Uses, 1991, 32(9):416.
- [13] MAKABE H, MOMOTA H, MITSUNO T, et al. Effect of covered area at the waist on clothing pressure[J]. Sen'i Gakkaishi, 1993, 49(10):513-521.
- [14] 成秀光,金玉顺. 服装环境学[M]. 北京:中国纺织出版社,1999:112-118.
- [15] 王小兵,姚穆. 体育防护用品的压力舒适性及运动功能性探讨[J]. 西北纺织工学院学报,2001,15(2):56-59,65.
WANG Xiaobing, YAO Mu. Study on pressure comfort and function of sport-guard textiles[J]. Journal of Northwest Institute of Textile Science and Technology, 2001, 15(2):56-59,65. (in Chinese)
- [16] TSUJISAKA T, AZUMA Y, MATSUMOTO Y I, et al. Comfort pressure of the top part of men's socks[J]. Textile Research Journal, 2004, 74(7):598-602.
- [17] 张文斌,方方. 服装人体工效学[M]. 上海:东华大学出版社,2008.
- [18] 陈星毅. 基于人体心血管生理的颈部服装压力舒适研究[D]. 无锡:江南大学,2010.
- [19] 刘红. 弹力运动背心的压感舒适性研究[D]. 无锡:江南大学,2012.
- [20] 许黛芳,刘冬云,吴志明. 女性泳装压力对人体生理指标的影响[J]. 北京服装学院学报(自然科学版),2012,32(1):1-8.
XU Daifang, LIU Dongyun, WU Zhiming. Analysis of physiological response by pressure developed by female swimsuit[J]. Journal of Beijing Institute of Clothing Technology(Natural Science Edition), 2012, 32(1):1-8. (in Chinese)
- [21] 尹玲,夏蕾. 基于生理学指标的着装压力舒适性研究[J]. 人类工效学,2015,21(6):11-16.
YIN Ling, XIA Lei. Study on wearing pressure comfort based on females' physiological index[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2015, 21(6):11-16. (in Chinese)
- [22] 岑司竹. 基于血流量和运动心率的运动文胸压力舒适性研究[D]. 上海:东华大学,2017.
- [23] KAORI O, TOMOKO M T, HIROMI T. Effects of skin pressure applied by cuffs on resting salivary secretion[J]. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 2000, 19(2):107-111.
- [24] TANAKA S, MIDORIKAWA T. Effects of clothing applied to the skin on salivary secretion and amounts of amylase: differences in pressing areas and body regions[J]. Japan Society of Physical Anthropology, 2003(5):97-102.
- [25] LEE A, HYUN J, TOKURA H. The effects of skin pres-

- sure by clothing on circadian rhythms of core temperature and salivary melatonin[J]. *Chronobiology International*, 2000,17(6):783-793.
- [26] WATANUKI S, MURATA H. Effects of wearing compression stockings on cardiovascular responses[J]. *Annals of Physiological Anthropology*, 1994,13(3):121-127.
- [27] MOROOKA H, NAKAHASHI M, MOROOKA H, et al. Effects of clothing pressure exerted on a trunk on heart rate, blood pressure, skin blood flow and respiratory function[J]. *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 2001,54(2):37-42.
- [28] MORI Y, KIOKA E, TOKURA H. Effects of pressure on the skin exerted by clothing on responses of urinary catecholamine and cortical heart rate and nocturnal urinary melatonin in humans[J]. *International Journal Biometeorology*, 2002,47(1):1-5.
- [29] NAKAHASHI M, MOROOKA H. An effect of a compressed region on a lower leg on the peripheral skin blood flow[J]. *Journal of the Japan Research Association for Textile End Uses*, 1998,39(6):64-69.
- [30] 卢业虎. 下肢着装压迫对皮肤血流的影响与作用机制研究[D]. 苏州:苏州大学, 2010.
- [31] NAGAYAMA Y, NAKAMURA T, HAYASHIDA Y, et al. Cardiovascular responses in wearing girdle[J]. *Journal of the Japan Research Association for Textile End Uses*, 1995,36(1):68-73.
- [32] 郭兆蓉, 徐军, 刘雪婷. 塑身内衣对人体生理影响的测试实验[J]. *西安工程大学学报*, 2012, 26(2):168-173.
- GUO Zhaorong, XU Jun, LIU Xueting. The test experiment of corset on human physiological effects[J]. *Journal of Xi'an Polytechnic University*, 2012, 26(2):168-173. (in Chinese)
- [33] WONG A S W, LI Y, YEUNG P K W, et al. Neural network predictions of human psychological perceptions of clothing sensory comfort[J]. *Textile Research Journal*, 2003,73(1):31-37.
- [34] YEUNG K W, LI Y, ZHANG X. A 3D biomechanical human model for numerical simulation of garment-body dynamic mechanical interactions during wear[J]. *Journal of the Textile Institute*, 2004,95(1):59-79.
- [35] LI Y, ZHANG X. Mechanical sensory engineering design of textile and apparel products[J]. *Journal of the Textile Institute*, 2002,93(2):56-75.
- (责任编辑:沈天琦, 邢宝妹)

(上接第17页)

- LI Qi, LI Pengwei, HONG Zhenglin, et al. The impact analysis of measured values for the measuring psychological status[J]. *Jiangsu Textile*, 2014(1):50-52. (in Chinese)
- [8] JIA S, TIAN Y, JI J, et al. The effect of measurers' view angle deviation on measurement data[J]. *Advanced Materials Research*, 2014(6):2237-2242.
- [9] 卢晨, 王辉, 张广泉. 人体胸围曲线的拟合方法[J]. *苏州大学学报(工科版)*, 2009,29(3):47-50.
- LU Chen, WANG Hui, ZHANG Guangquan. Fitting method of size of human bodies chest circumference[J]. *Journal of Soochow University (Engineering Science Edition)*, 2009,29(3):47-50. (in Chinese)
- [10] 刘红, 张明, 陈东生, 等. 标准女体胸围曲线研究[J]. *纺织学报*, 2011,32(2):117-120.
- LIU Hong, ZHANG Ming, CHEN Dongsheng, et al. Study on bust curve of female figure[J]. *Journal of Textile Research*, 2011,32(2):117-120. (in Chinese)
- [11] LIU H, CHEN D, WEI Q, et al. A study of the relationship among clothing pressure and garment bust strain and young's modulus of fabric, based on a finite element model[J]. *Textile Research Journal*, 2011,17(13):413-416.
- [12] 田亚楠, 乐逸朦, 贺莉文, 等. 颈根围控制基准点获取方法的优化分析[J]. *纺织报告*, 2016(9):35-40.
- TIAN Yanan, LE Yimeng, HE Liwen, et al. The measure method's optimization for neck base girth through controlling the benchmark[J]. *Textile Report*, 2016(9):35-40. (in Chinese)
- (责任编辑:卢杰, 邢宝妹)