

防寒服保暖性真人测试方法研究

郑倩男,江辉

(波司登羽绒服饰有限公司,江苏 苏州 215533)

摘要:为得到一种可以测试人体穿着防寒服时体温变化以及小空间温度变化的测试方法,参照有关测试理论及文献,提出一种合理的真人测试方法。通过温度传感器精准测量人体穿着防寒服时各部位的温度数据,并结合小空间的温度数据,科学分析出服装的保暖性强度。根据不同保暖服装对人体不同部位温度区间的影响,同时根据最终的体表温度变化率和小空间温度变化率,得出服装保暖性的判定结果,验证了真人测试法有效可行,能够为防寒服保暖性测试提供一种新的方法。

关键词:防寒服;保暖性测试;体温;小空间温度;传感器;真人测试法

中图分类号:TS 107

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2025)03-0073-05

Human Testing Method for Thermal Insulation of Cold-proof Clothing

Zheng Qiannan, Jiang Hui

(Bosideng Down Clothing Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215533, China)

Abstract:In order to obtain a testing method that can assess the temperature changes in the human body when wearing cold-proof clothing, as well as the temperature variations in confined spaces, a reasonable human testing method is proposed based on relevant testing theories and literature. By accurately measuring the temperature data of different body parts using sensors and combining it with the temperature data of the confined space, the thermal insulation intensity of the clothing is scientifically analyzed. Taking into account the impact of different thermal garments on temperature ranges in various parts of the body, and considering the final rate of change in body surface temperature and the rate of change in confined space temperature, the determination of garment thermal insulation is derived. The effectiveness and feasibility of the human testing method are confirmed, which provides a new approach for testing the thermal performance of cold-weather garments.

Key words:Cold-proof Clothing; Thermal Insulation Testing; Body Temperature; Small Space Temperature; Sensor; Real Person Testing Method

防寒服是冬季保暖的必要装备,对人体的舒适性有着至关重要的影响^[1]。目前,我国针对服装保暖性测试采用的方法是暖体假人法,通过此方法可以得出服装的热阻值^[2]。为了进一步增强服装保暖性测试的真实性和科学性,减少由于机器问题带来的误差,可以通过真人测试法掌握人体的温度变化趋势,对防寒服做出保暖度评价判定。本文通过对真人测试方法的探析,研究开发一种可以测试人体穿

着防寒服时体温变化以及小空间温度变化的方法。

1 防寒服保暖性研究方法

1.1 防寒服保暖性研究背景

防寒服为现代社会冬季所不可或缺的服装品类,通过文献分析及调查研究,总结出以下几点防寒服保暖性的研究背景。

防寒服的重要性:在寒冷环境中防寒服是保持人体温暖的必要装备,在提供保护和舒适性方面起到了关键作用。在寒冷气候下防寒

服的保暖性对人体体温调节存在潜在的影响。

现有测试方法的局限性:目前用于评估防寒服保暖性能的测试方法具有局限性,例如,传统的实验室测试可能无法准确模拟真实的穿着环境和活动条件,以及无法考虑个体差异和服装的真实使用情况等。

消费者需求和市场趋势:消费者对防寒服保暖性能的要求不断提高,市场对更高质量、更有效的

作者简介:郑倩男(1994—),女,工程师,硕士。主要从事防寒服装保暖性研究。

防寒服的需求也在不断加大,因此更加需要一套可靠的测试评估标准和指导方案,以满足消费者需求,同时在竞争激烈的市场中脱颖而出。

技术和材料创新:在防寒服保暖性能研究中,技术和材料必须具备创新趋势,例如,新型绝缘材料、热辐射反射技术、智能温控系统等的应用,可提高防寒服的保暖性能和舒适度。

1.2 防寒服保暖性研究目标

根据防寒服保暖性的研究背景,进行研究目标的设定,包括测试防寒服保暖性、开发测试方法、研究保暖性和舒适性之间的关系、验证现有标准、探索新技术 5 个方面^[3],具体目标如下。

评估和比较不同防寒服的保暖性能:测试不同品类防寒服的保暖性能,包括其在不同温度条件下的保温效果、热损失减少程度等,通过比较不同防寒服的保暖性能,为消费者提供选择和购买指导。

开发新的防寒服保暖性能测试方法:开发更准确、更可靠的测试方法和评估标准,以测试防寒服的保暖性能,包括设计新的试验流程、引进新的测试设备或传感器,以更加精确地测量保暖性能和温度变化。

研究防寒服保暖性与舒适性的关系:研究防寒服的保暖性能与穿着者的舒适度之间的关系,通过调查和测试穿着者的体感和舒适度,了解不同保暖服的设计和材质对穿着者舒适性的影响,并提出改进建议。

验证和改进现有防寒服保暖性能评估标准,确保其准确性和适用性,涉及到与现有标准的对比试验、数据分析和提出改进建议。

探索新的防寒服材料和技术,

以提高防寒服的保暖性能,包括研究新型保温材料、热辐射反射技术、智能温控系统等的应用,并评估其在保暖服设计中的效果和潜力。

1.3 防寒服保暖性研究方法

通过对防寒服保暖性研究方法的文献查阅及调研,总结出防寒服保暖性研究方法包括以下几种^[4]。

反馈调查和评估法:通过调查问卷、焦点小组讨论等方式,收集穿着防寒服用户的反馈和评估,包括舒适度、保暖性能满意度、使用体验等方面的主观评价,用于了解用户对不同防寒服的感受和需求。

暖体假人测试法^[5]:使用试验室条件下的设备和仪器,通过模拟特定的温度和湿度条件,对防寒服的保暖性能进行测试,包括使用热传导计测量保温材料的热传导性能,使用热板法或热模拟人体测量防寒服的绝热性能。

真人测试法:通过在真实环境中进行人体试穿试验,评估防寒服在实际使用中的保暖性能,包括在户外或室内环境中让参与者穿着不同类型的防寒服进行活动,并通过测量体表温度、调查热舒适感等方式来评估防寒服的保暖性能。

传感器监测法^[6]:使用温度传感器、湿度传感器等设备,对穿着防寒服的人体各部位的温度变化进行监测和记录。这可以提供详细的数据,用于分析防寒服的保暖性能以及人体在不同环境条件下的温度调节能力。

数值模拟和计算机模型法:使用计算机模拟和数值分析方法,对防寒服的保暖性能进行模拟和预测。通过输入防寒服的材料参数、穿着条件和环境参数,计算模型可以提供保暖性能的定量预测和比较。

本研究采用真人测试法与传

感器监测法相结合的方法,真人测试中,真人为服装的载体,传感器为温度数据的载体,通过监测人体体表温度以及小空间温度进行服装保暖性的把控,对人体关键部位的温度进行实时监测,经过计算得到温度变化率,再以此判定防寒服装的保暖性。

2 防寒服保暖性研究方法的测试原理及验证

2.1 防寒服保暖性研究方法的测试原理

在真人测试者体表贴放温度传感器,服装第一层小空间中也贴放温度传感器,通过传出的数据实时掌握被测试者的身体温度变化情况。若温度骤降则停止试验,即测出服装极限耐寒温度;若温度保持稳定没有较大浮动,则可考虑延长测试时间。最终根据测试出的温度数据来判断人体的舒适程度以及确定服装的保暖程度。

2.1.1 测试技术原理研究

为进一步规范测试技术,对防寒服真人测试的技术手段进行研究,结合人体与实际环境情况进行一系列测试试验,来验证这种技术手段是否合理、有效。

a. 真人测试过程中的动作研究

在试验室内可重复做以下动作,见表 1,根据人体生理代谢过程的研究,在环境温度变化较大的情况下,人体会会有一个适应阶段,然后开始散发热量,进入稳定阶段后代谢会加快,然后进入稳定阶段,这是一个人体热湿循环过程,因此测试时间不能少于 120 min。

b. 传感器贴放位置研究

在没有提出特殊测试需求的情况下,按照表 2 的点位贴放传感器,这样可以比较全面地检测到人体不同部位的温度变化情况。若有

特殊测试需求则按照测试需求进行传感器点位的贴放,如测试一款新材料专用于某个部位的防寒服装,则该部位一定要贴放传感器。

通过深入研究和分析测试技术的原理,可以提高防寒服保暖性测试的准确性、可靠性和有效性,并为测试方法的改进和优化提供基础。通过研究传感器的工作原理和响应特性,可以了解其如何感知和测量被测量目标的参数或特征,同时研究测量仪器的原理和构造,理解其如何采集、记录和处理来自传感器的数据。测试技术原理研究还包括对测试方法和测试系统的研究,包括对测试过程中真人动作的设计,以及传感器粘贴部位的研究,以此来对测试方法的原理和适用性进行分析。总的来说,本测试技术原理研究对于测试领域的进步和发展具有重要意义,为测试技术的改进、新技术的引入和应用提供了理论基础,促进了测试结果的精确度和可信度。通过不断深入研究和理解测试技术的原理,可以为服装行业防寒服测试工作提供更好的支持和指导。

2.1.2 测试时内搭服装研究

对各温度段内的内搭服装进行 clo 值评估,根据 GB/T 24254—2009《纺织品和服装 冷环境下需求热阻的确定》规定 clo 值所对应的保暖环境温度即为耐寒温度,从而搭配出适用于该温度段内的整套测试服装搭配组合,见表 3,方便模拟人们在低温环境中的真实穿着感受,有利于对防寒服装保暖性的全方位测评^[6]。

通过对防寒服测试内搭服装的研究可以模拟真实穿着状态下服装的保暖情况,根据每个不同的室温阶段进行不同的内搭穿着,以此为基础进行防寒服装保暖性测

表 1 真人测试动作

进入试验室时间/min	动作要求	异常信号手势
0	进入试验室后便可以随意走动	举起一只手
10	上下楼梯	举起一只手
15	蹲起动作	举起一只手
20	打开手臂举起手臂同时蹲起的动作	举起一只手
30	一些伸展动作	举起一只手
40	开始重复以上动作	举起一只手
40~120	开始重复以上动作	举起一只手

表 2 传感器贴放位置

项目	体表传感器		第一层小空间传感器	
	身体部位	对应编号	身体部位	对应编号
传感器贴放位置	胸部	1	胸部	9
	背部	2	后背	10
	腰部	3	腰部	11
	腹部	4	腹部	12
	小胳膊	5	手臂	13
	手	6	后脖	14
	膝盖	7	膝盖	15
	脚	8	脚	16

表 3 温度适配服装表

温度设定/℃	配套服装	
	女(160/84A)	男(175/92A)
-15	毛线帽、口罩、皮手套、棉围脖、保暖内衣、毛衣、测试用外套、秋裤、薄毛裤、测试用裤子(外裤)、厚棉袜、雪地靴	毛线帽、口罩、皮手套、棉围脖、保暖内衣、毛衣、测试用外套、秋裤、薄毛裤、测试用裤子(外裤)、厚棉袜、雪地靴
-25	抓绒帽、厚口罩、抓绒手套、羊绒围巾、保暖内衣、抓绒衣、测试用外套、秋裤、抓绒裤、测试用裤子(外裤)、羊毛袜、加厚雪地靴	抓绒帽、厚口罩、抓绒手套、羊绒围巾、保暖内衣、抓绒衣、测试用外套、秋裤、抓绒裤、测试用裤子(外裤)、羊毛袜、加厚雪地靴
-35	厚帽子、加厚头套、抓绒手套+皮手套、羊绒围脖、保暖内衣、抓绒衣、秋羽绒、测试用外套、秋裤、抓绒裤、秋羽绒裤、测试用裤子(外裤)、加厚羊毛袜、加厚户外雪地靴	厚帽子、加厚头套、抓绒手套+皮手套、羊绒围脖、保暖内衣、抓绒衣、秋羽绒、测试用外套、秋裤、抓绒裤、秋羽绒裤、测试用裤子(外裤)、加厚羊毛袜、加厚户外雪地靴
-45	加厚毛线头套、抓绒手套+加厚发热手套、护目镜、加厚羊绒围脖、发热保暖内衣、抓绒衣、厚秋羽绒、测试用外套、秋裤、抓绒裤、厚秋羽绒裤、测试用裤子(外裤)、加厚羊毛袜、加厚军用雪地靴	加厚毛线头套、抓绒手套+加厚发热手套、护目镜、加厚羊绒围脖、发热保暖内衣、抓绒衣、厚秋羽绒、测试用外套、秋裤、抓绒裤、厚秋羽绒裤、测试用裤子(外裤)、加厚羊毛袜、加厚军用雪地靴
-55 及以上	加厚毛线头套、抓绒手套+加厚发热手套、护目镜、加厚羊绒围脖、发热保暖内衣、抓绒衣、厚秋羽绒、测试用外套、秋裤、抓绒裤、厚秋羽绒裤、测试用裤子(外裤)、加厚羊毛袜、加厚登山用雪地靴	加厚毛线头套、抓绒手套+加厚发热手套、护目镜、加厚羊绒围脖、发热保暖内衣、抓绒衣、厚秋羽绒、测试用外套、秋裤、抓绒裤、厚秋羽绒裤、测试用裤子(外裤)、加厚羊毛袜、加厚登山用雪地靴

注: -15℃及以下的温度,需要自发热保暖措施,比如暖宝宝(在手脚部位)。

试,确保安全性及准确性。

2.2 防寒服保暖性研究方法的验证

整个测试过程中需要对测试环境以及测试流程和测试结果进行判定,确保服装保暖性测试流程严谨有效。

2.2.1 测试环境条件

气候室主试室温度由测试需求主观设定^[7],测试湿度则是在温度调节就绪之后根据试验室内循环风来调节对应湿度。一般-15℃时对应湿度为18%;-25℃时对应湿度为25%;-35℃时对应湿度为38%;-45℃时对应湿度为50%;-50℃及以下时对应湿度为55%。

2.2.2 测试过程概述

首先设定气候室过渡间温度(根据气候室主试室温度设定,比主试室温度高15℃即可),被测试者静待在过渡间内适应温度由高到低的变化过程,10 min后进入主试室,主试室温度设置为测试所要求的耐寒温度,进入主试室40 min后若体表温度保持平衡,被测试者身体无异样情况出现,测试时间可延长,期间根据被测试者身体状况控制试验时间^[8]。

2.2.3 测试案例验证

根据测试时传感器所输出温度数据,来计算和分析被测试者体表的温度变化情况,以及测试服装的保暖度情况。为测试人体体表温度及小空间温度是否能够体现服装的保暖性,特邀请10位175/92A体型的男性对同一件服装进行保暖性测试,取各部位的温度平均值,测试结果如图1和图2所示。

如图1所示,这件保暖防寒服装测试的环境温度为-30℃,可以看出各部位温度基本呈先下降再逐渐升高的趋势,这是人体代谢带来的热量交换,因此测试2 h即可

得出该件服装的保暖性。从测试者描述中得知腹部位置有冷感,其他部位均没有出现冷感,因此跟测试数据相对应,测试准确。

如图2所示,这件保暖防寒服装测试的环境温度为-30℃,可以看出与图1所示服装测试结果趋势一样,各部位温度基本呈先下降再逐渐平稳升高的趋势。从测试者描述中得知腰部、腹部位置有冷感,其他部位均没有出现冷感,因此跟测试数据相对应,测试准确。

由以上穿着防寒服装人体体表温度以及小空间温度测试结果,可以得出以下温度变化率对应判断标准。

a. 体表温度变化率

体表温度变化率是指在某一

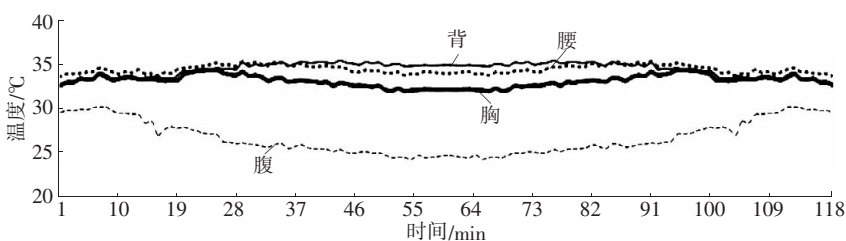


图1 被测试者穿着保暖防寒服装(高等级)试验体表温度变化

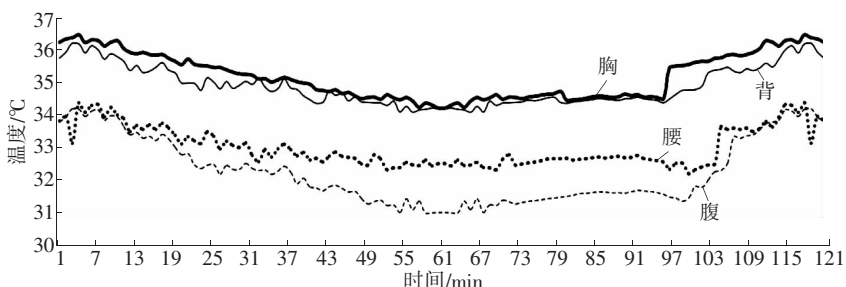


图2 保暖防寒服装(高等级)小空间温度变化

$$\text{体表温度变化率} = \frac{\text{起始体表温度} - \text{最终体表温度}}{\text{起始体表温度}} \times 100\% \quad (1)$$

表4 体表温度变化率对应表

体表温度变化率判定指数范围	温度变化范围	判定结果
6%及以下	2℃以内	体感舒适
7%~14%	2~5℃	出现冷感
15%~28%	5~10℃	冷感逐渐强烈
29%及以上	10℃以上	冷感强烈

注:该体表温度变化率判定标准不适用于手脚温度的变化。

$$\text{小空间温度变化率} = \frac{\text{起始小空间温度} - \text{最终小空间温度}}{\text{起始小空间温度}} \times 100\% \quad (2)$$

表5 小空间温度变化率对应表

小空间温度变化率判定指数范围	温度变化范围	判定结果
15%及以下	6℃以内	服装可有效保暖
16%~28%	6~10℃	服装具有保暖度
29%~54%	10~19℃	服装保暖度略低
55%以上	19℃以上	服装保暖度很低

注:该小空间温度变化率判定标准不适用于手脚温度的变化。

环境的部位,所以将脚部温度的监测点放在大拇指指尖处,保持脚趾尖的温度不低于15℃。

3 结束语

真人测试可以直观地通过人体体表温度变化得出身体的冷感部位分布,通过小空间温度变化得出所测试服装的保暖度,也可在测试结束后通过被测试者的语言描述来确定冷感部位以及服装保暖性需要加强的部位,这样便能以最高效的形式得到最终的防寒服保暖性测试结果。本文根据真人测试法的结果和数据分析,对不同防寒服的保暖性能进行评估和比较,以温度变化率来判断不同服装在保温效果方面的性能;说明穿戴不同

防寒服时人体体表温度和小空间温度的变化情况,描述不同部位的温度差异,例如胸、背、肩、腰、腹部等,并与不同穿着状态下的情况进行对比分析;根据研究结果和分析,对所测试的防寒服的保暖性进行评定,根据体表温度变化率、小空间温度变化率以及参与者的主观反馈,对防寒服的保暖性能进行判定分类。研究表明,本研究所采用的真人测试法具备有效性和可行性,真人测试法在评估防寒服保暖性能方面很有优势,下一步可在方法的完善和改进上进一步深入研究。本研究对防寒服保暖性能研究做出了实质的应用价值,填补了现有防寒服保暖性真人测试方法

的空白,提供了一种可靠的评估防寒服保暖性能的方法,对相关行业具有重要意义。

参考文献

- [1]李晨明,谌玉红,刘雪强.冬季保暖服装对比实验研究[J].纺织导报,2018(11):103-105.
- [2]刘美娜,罗胜利,王府梅.服装保暖性的国内外检测技术研究现状与发展趋势[J].纺织导报,2017(4):83-86.
- [3]聂凤明,廖银琳,罗胜利.基于低温环境下服装保暖性测试研究[J].纺织科技进展,2018(11):103-105.
- [4]潘文丽,李璇.服装的保暖性能测试标准和评价标签[J].染整技术,2020(1):56-60.
- [5]GB/T 18398—2001 服装热阻测试方法 暖体假人法[S].
- [6]张梦妮.环境对羽绒服保暖性影响研究[D].上海:东华大学,2021.
- [7]陶俊.服装保暖性的测试仪器与标准测试方法研究[D].上海:东华大学,2017.
- [8]GJB 58A—2006 冬服保暖标准[S].

收稿日期 2024年5月10日

信息直通车

《针织工业》官方微信邀您访问!

《针织工业》微信公众平台是针织行业重要的资讯与技术平台。登录微信加关注,您可以通过微信与我们进行互动交流,并可以每天获得即时的行业新闻、企业动态、技术知识、经营管理等信息资讯,提前了解每期《针织工业》刊登内容,而且微信平台特别开设印花、圆机、面料、检测等专栏,让您关注一个微信号可知行业动态,学习行业知识。

关注方法:微信搜索针织工业官方微信“zzgy1973”或扫描二维码加关注。

关注微信后,本刊作者输入“3”并按提示回复,即可成为微信会员,享有随时查询稿件信息和发表进度,反馈文章信息等权益。普通读者也可申请微信会员,回复“申请+姓名”,并按照回复提示输入信息,即可享有微信会员权益。

