

消防服性能测评技术及其综合评价原则

李莎莎^{1,2}, 李俊^{*1,2,3}

(1. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051; 2. 东华大学 功能防护服装研究中心, 上海 200051; 3. 东华大学 现代服装设计与技术教育部重点实验室, 上海 200051)

摘要:消防服作为保护消防员身体免受热火场中各种伤害的重要防护装备,其性能的测试与评估是使用前的关键步骤。分析了消防服各种性能之间的交互作用,阐述消防服热防护性能、热湿舒适性能、工效性能的测评手段以及评价指标,并对测评结果进行综合分析,在此基础上提出建立测评结果综合分析原则,从而更加合理、客观地分析测评结果。

关键词:消防服;热防护性;热湿舒适性;工效性;测评技术;评价原则

中图分类号:TS 941.73 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2017)03-0212-06

Study on the Performance Evaluating Methods and Comprehensive Evaluation Principles of Fire Fighting Clothing

LI Shasha^{1,2}, LI Jun^{*1,2,3}

(1. Fashion and Art Design Institute, Donghua University, Shanghai 200051, China; 2. Protective Clothing Research Center, Donghua University, Shanghai 200051, China; 3. Key Laboratory of Clothing Design and Technology, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: Firefighting clothing is an important protective equipment to protect firefighters from heat damage in fire. Performance testing and evaluation are the key steps in the practical application. This paper analyzed the interaction of thermal protective performance, thermal-moisture comfort and ergonomic performance, and had a comprehensive analysis of the evaluation results. The comprehensive testing and evaluation principles were then established based on the above discussion to analyze the evaluation results more reasonably and objectively.

Key words: fire fighting clothing, thermal protective performance, thermal-moisture comfort, ergonomic performance, testing method, evaluation principle

消防环境热威胁通常来自火焰、爆炸等过程的对流热、辐射热以及接触受热物体时的热传导^[1]。消防服的热防护作用是减少热流透过服装传递到皮肤上,可最大化减少皮肤烧伤,为消防人员提供宝贵的安全工作时间。热防护是消防服设计时需要满足的最基本条件,只有满足这一性能,才有进一步研究其他性能需求的必要性。现有的消防服大多是4层面料组合结构,可以提供较好的热防护性能^[2]。但厚重的消防服,其透气、透湿性能大打折扣,影响了服装的热湿舒适性能,同时较差透气、

透湿性能的面料会阻碍人体产热散失,服装内部因此会积聚过多的热量,从而降低消防服的热防护效果。据报道,消防员穿着消防服执行任务时,30 min内产生的热应激就会使消防员的生理指标达到极限^[3]。提高消防服的热湿舒适性能,减少消防员在灭火救援过程中的热应激反应,可以有效减少消防员受到的热伤害。另外,Nunneley^[4]指出消防服束缚了人体活动,降低了消防员运动灵活性,需要付出更多的力量以确保完成作业,这不仅影响了作业效率,同时负荷工作加快人体产热,使得消防员承

收稿日期:2017-03-11; 修订日期:2017-04-20。

基金项目:上海市自然科学基金项目(17ZR1400500)。

作者简介:李莎莎(1991—),女,硕士研究生。

*通信作者:李俊(1970—),男,教授,博士生导师。主要研究方向为服装舒适性及功能。Email:lijun@dhu.edu.cn

受更大的热荷载,威胁其生命安全。优化消防服的工效性,减少对人体活动的限制,可以减轻人体生理负荷,降低服装蓄热作用,提高消防服的热湿舒适性能和热防护性能。

1 热防护性能测评技术

1.1 小规模台式测试

Behnke^[5]指出早期的用于阻燃整理织物的阻燃性能测试,不足以评价织物的防护等级,国际上通常使用的小规模台式测试有热防护性能(Thermal protective performance, TPP)测试、热辐射防护性能(Radiant protective performance, RPP)测试、以及热蓄积测试(Stored energy test, SET)测试。

根据火场的环境温度和热流密度,通常将热环境划分为常规、危险、和紧急环境 3 种类型^[6]。TPP 测试真实模拟火场环境中热辐射和热对流的混合作用,TPP 值为评价消防服综合热防护性能的关键指标,常用于建筑火灾领域等紧急环境下的测试。消防员工作时,多数情况是在火场周围工作,不会直接接触火焰,热辐射环境是消防人员经常面临的火场环境^[7],故以热辐射为热源的测试条件被单独提出来,RPP 值主要用来表征织物耐热辐射防护性

能^[8],它在森林消防等领域已得到了较广泛的应用。

当作业人员持续在低强度热辐射环境中作业时,虽然消防服面料表面没有明显损坏,但是仍然可能导致皮肤烧伤^[9]。在对建筑消防的研究中发现,5~20 kW/m²的低水平热辐射是比较常见的造成皮肤烧伤的热威胁,特别是在热暴露结束后由于消防员的运动或者受到其他外界压力时,会加剧蓄热的释放^[10]。SET 测试主要用以评价一定条件下消防服用织物热蓄积性能,该装置可以测试织物达到二级烧伤的最小热暴露时间,SET 测试弥补了低热辐射环境下 RPP 测试中对织物热蓄积的作用考虑不足。

Alex Hummel 等^[11]在低辐射热 7.1 kW/m²强度下,分别使用 RPP 和 SET 测试仪测试织物热防护性能,结果表明 RPP 测试仪测得 RPP 值明显高于 SET 的。传统的 RPP 测试仅仅关注热暴露阶段织物对热量传递的阻隔性能,在此基础上测得消防服织物的热防护性能结果可能会很片面,高估甚至误判消防服的热防护性能。Eni E U^[9]也证明了同样的结论。消防织物热防护性能测试手段与评价指标见表 1。

表 1 消防织物热防护性能测试手段与评价指标

Tab. 1 Evaluation methods of the thermal protective performance for fire fighting fabrics

性 能	测试仪器	标 准	热流密度/(kW/m ²)	评价准则	评价指标
热传递性能	TPP 测试仪	ASTM F2703—08 ^[12]	84±2	Stoll 准则	TPP = q · t ₂
			(50% 辐射热, 50% 对流热)		q 为规定的热流量(J/(cm ² · s)); t ₂ 为引起二级烧伤时间(s)
	RPP 测试仪	ASTM F2702—08 ^[8]	21±2; 84±2	Stoll 准则	RPP = q ~ t ₂
					q 为规定的热流量(J/(cm ² · s)); t ₂ 指二级烧伤时间(s)
热防护性能	SET 测试仪	ASTM F2731—11 ^[13]	8.5±0.5	Henriques 烧伤模型	烧伤程度 二级烧伤时间 t(s)

1.2 全尺度测试

消防面料的热防护性能并不能完全反映出消防服装整体的热防护性能,消防服整体的结构设计、合体度、款式、辅料的性能以及使用的环境等也与之密切相关^[14]。为弥补面料测试的不足,保证消防人员人身安全免受外界环境的威胁,还需要进行消防服整体的热防护性能测评^[15]。目前,国际上主要借助燃烧假人^[16]和辐射热假人^[17]进行测试。燃烧假人系统非常复杂,环境中的热流透过服装传递至假人表面,假人利用其表面分布的传感器记录热流量及温度变化,通过 Henriques 烧伤积分模型计算各区域的皮肤烧伤等级及面积百分比,进而评估消

防服整体的热防护性能^[18]。燃烧假人测试方法不仅能更加真实地模拟火场的情况,而且还可提供比较全面的服装热防护、热收缩等信息,是国际上公认的定量评估服装整体热防护性能的测试设备。

但是 Rossi R M 等^[19]表示燃烧假人测试的一级、二级、三级烧伤数据是不连续的阶跃性指标,微小的热量差异即会将相似的烧伤程度划分为不同等级,或者传递至皮肤表面的热量不同时却判为相同的烧伤等级,未来可以基于消防服装和皮肤的表面温度建立新指标。另外,目前燃烧假人和辐射假人均均为静止状态,且不能模拟人体出汗,改进燃烧假人,实现燃烧假人与出汗假人的完美结合,就可

以为防护服的整体防护性能及舒适性能测试提供更客观的测试结果,未来可研发用于服装热防护性测试的动态假人和出汗假人^[18]。

1.3 小规模台式测试与全尺度测试综合评价

现有的小规模台式测试与全尺度测试之间存在较大的差异性。其测试原理和测试程序不同,二者的热防护性能评价指标也不同。长期以来,学者对于消防服织物与服装整体测评均是分开进行。HE J Z 等^[20]构建了适用织物试样测试和燃烧假人测试的热防护程度评估模型,即二级烧伤最大衰减因 MAF (Maximum Attenuation Factor to Second-degree Burn Injury),统一了二者测试的实验程序以及评价指标,实现了织物层面和服装层面测试结果的直接比较。

2 热湿舒适性测评技术

消防员由于穿着消防服而产生的热应激是近年来消防领域研究的热门话题。消防员通常需要长时间着消防服奋战在高温火场,高强度的作业会极大地消耗消防员的体力,产生热应激,给着装人员带来巨大的生理压力,其危险性可能等同于甚至超过外界热环境的威胁。在使用前,对服装热湿舒适性进行准确客观的评价,对于保障着装人体的热湿舒适性,提高作业效率,甚至维持人体正常生理机能,保障生命安全,具有重要意义。针对消防服热湿舒适性的测试主要包括着装人体实验和暖体假人实验。

2.1 着装人体实验

消防服着装人体实验实际为消防人员的生理负荷测试,通过人体生理指标的监测结果以及受试者访谈评价结果评估服装的舒适性。田苗等^[21]利用动态心率计实时监测受试者在运动过程中心率的变化,从动态的角度评估防护服对着装人体造成的生理负荷,并利用 5 级标尺的方法对服装舒适性进行主观评价。消防服着装人体实验测试指标可以分为热生理参数和热心理参数两个方面,具体见表 2。

着装人体实验从着装人体的角度能够直观地反映出服装热湿舒适性,实验测试的结果准确、可靠,测评手段具有代表性、可操作性等优点;但是人体实验可重复性差,受试者个体差异明显,会对评价结果产生不可控的影响,并且评价指标缺少相应的标准,很难根据生理参数的数值对服装热湿舒适性给出非常具体的评估和改进建议。

表 2 着装人体实验测评技术
Tab.2 Testing and evaluation techniques for the clothed human body

参 数	测评指标
热生理参数	心率、皮肤温度、出汗率、鼓膜温度、耗氧量等
热心理参数	主观热湿舒适感受:闷热、清爽、潮湿、柔软滑腻,宽松、厚重、束缚感等

2.2 暖体假人实验

暖体假人的出现和发展有效地促进了消防服热湿舒适性的测评研究。热阻和透湿指数是服装热湿舒适评价的基础客观指标。目前国内外主要采用透湿率、湿阻以及温差条件下的总热量散失 (Total Heat Loss, THL) 3 项指标对消防服热湿舒适性进行评价,而 THL 更能客观、全面地评价消防服的整体热湿舒适性能。NFPA (National Fire Protection Association) 1977 规定,消防服的 THL 值不得小于 205 W/m^{2[22]}。消防服整体的 THL 值可以通过暖体假人系统评估,ROSS K A^[23]选取消防服装为样本研究了出汗暖体假人作为中间工具弥补了出汗热板仪和生理测试之间的空白,同时尝试预测消防服使用过程中产生的热应激。

暖体假人测评装置在不断发展更新,从传统的出汗暖体假人、热生理假人,发展至数值热生理假人。期望能够达到模拟人体热生理反应的目的,从而使假人突破单纯从服装热湿传递性能角度评价服装热湿舒适性,发展至从人体热生理角度来评价。但是,目前热生理假人比传统出汗暖体假人更接近人体实验结果,热生理假人和人体实验结果在局部仍存在差异^[24]。

3 工效性能测评技术

工效性能是指服装能够允许人体自由活动、减少束缚、根据需要保持身体形状的能力^[25]。消防服的结构设计应满足人体工效学原理,尽可能提高服装的穿脱灵活性、可活动范围、提高消防队员的工作效率,保护消防队员的安全。

目前,关于消防服运动工效性测试通常以真人作为对象,采用主观、客观以及数字模拟等方法,评价关节活动角度、人体可及距离和操作灵活性。Havenith G 等^[26]以消防员为研究对象,模拟其消防作业过程,要求受试者以最快的速度进行攀爬消防梯、负重运动、越窗等运动;另外对受试者着装所需时间、80 m 短跑、坐与立情况下人体的可及距离等进行测试,测试评价其完成障碍任务所需的时间,

同时评价在完成过程中服装对人体的阻碍作用。

何佳臻等^[27]提出建立防护服工效性能综合评价体系,在虚拟现实仿真条件下对防护服工效性能进行评价研究。但是,目前关于消防服运动工效性评价尚未形成统一的评价指标,国际上也没有完善的标准。因此,对人体着装运动工效性测评方法进行研究可为评价标准的建立提供很好的依据。

4 测评结果综合分析

4.1 测评结果的分析及应用

消防服设计者应从实际使用的条件出发预估热防护性能、舒适工效性能等需求,找出最优平衡方案,处理热防护、舒适和工效等需求之间的矛盾。在消防服的研究中,增强服装热防护性能与增强热湿舒适性能、降低人体热负荷总是相互矛盾的,片面强调热防护或者生理热负荷都可能增加着装人员受到热伤害的危险^[28]。另外,有学者尝试将测试结果进行统一。

4.1.1 寻找最优组分 国内外很多学者研究了消防服热防护性能和热湿舒适性能之间的关系,二者在一定程度上相互抑制,即热湿舒适性越好,热防护性能越差。周亮等^[29]根据现有的消防服面料进行搭配组合,通过测试分析建立起 TPP 值和 THL 值两个指标与面料基本性能之间的关系,并利用综合平衡法等寻找出各值都比较高的最优组分。

随着热蓄积的概念提出,张欢等^[30]在考虑热蓄积的基础上,再次探讨低辐射热条件下热湿舒适性及热防护性能之间的关系,分析织物系统热湿舒适性指标 THL 值及考虑蓄热后的热防护性能指标面料基本性能之间的关系,发现织物系统热湿舒适性及其热防护性能之间的关系并非完全对立,并获得考虑热蓄积后织物系统最优组分及空气层最优厚度。

4.1.2 建立综合指标 消防服的热防护性能 TPP 值和热湿舒适性能 THL 值在一定程度上确存在着此消彼长的关系,但是两种关系也存在着波动变化。辛丽莎等^[31]提出防护性能和热舒适性性能综合指标(Integrated index of TPP and THL,ITT),用以指导选择适合所需服用条件的多层面料组合。综合指标的设定可定量表征 TPP 和 THL 值的相对差异关系,并将其余面料的基本属性建立定性关联,从而减少因盲目选配面料组合而造成不必要的实验测试,从而有效节省人力、资源,提高面料组合的选配效率,并客观反映消防织物的整体性能。

4.1.3 服用环境 消防服的设计研发必须充分考

虑实际的服用环境,根据不同的环境需要,平衡服装热防护性能和热湿舒适性能,设计专门化的消防服。服用环境中热威胁较大时,在充分保证热防护的基础上达到一定的热湿舒适性能,选择热防护性能值相对较高而热湿舒适性能值相对较低的面料组合;当服用环境中热威胁较小时,在满足基本热防护强度的基础上尽可能提高热湿舒适性,选择热湿舒适性值相对较高而热防护性能值相对较低的面料组合,选取两者性能均较高的最优组分^[29,31]。

4.2 测评结果综合分析原则

消防服热防护性能、热湿舒适性能、工效性能之间相互独立,又存在着促进、制约的关系,消防服性能交互关系如图 1 所示。

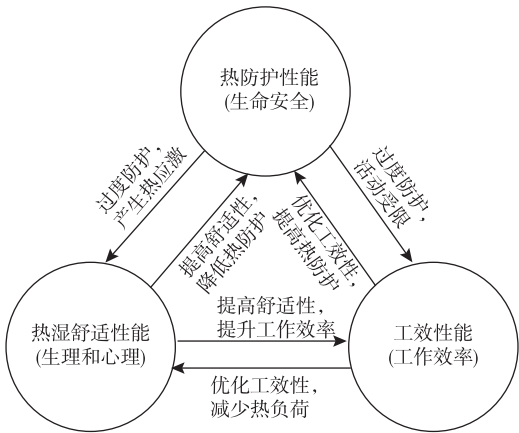


图 1 消防服性能交互关系

Fig. 1 Performance interaction diagram of the fire fighting clothing

消防服各性能的评价指标比较多,各个指标之间存在着矛盾、协调、不相矛盾等交互关系,建立指标之间的交互关系矩阵有助于认知测评结果。表 3 和表 4 分别列出了消防服性能指标及测评结果的交互矩阵。在此原则的基础上,可以更加合理、客观地分析测评结果。

表 3 消防服性能测评指标

Tab.3 Performance testing indexes for fire fighting clothing

性 能	指 标	代 号
热防护性能	TPP 值	A ₁
	RPP 值	A ₂
	最小热暴露时间	A ₃
	烧伤百分比	A ₄
热湿舒适性能	THL 值	A ₅
	热阻	A ₆
	皮肤温度	A ₇
工效性能	作业时间	A ₈
	活动范围	A ₉
	穿脱灵活度	A ₁₀

表 4 消防服性能测评指标的交互矩阵

Tab.4 Interactive matrix diagram of the performance testing indexes for fire fighting clothing

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀
A ₁		2	2	2	0	2	0	1	0	0
A ₂			2	2	0	2	0	1	0	0
A ₃				2	0	2	0	1	0	0
A ₄					0	2	0	1	0	0
A ₅						0	2	0	2	2
A ₆							1	1	2	1
A ₇								2	2	1
A ₈									1	1
A ₉										2
A ₁₀										

注:0 为矛盾;1 为互相协调;2 为不相矛盾。

5 结 语

文中首先从消防服热防护性、热湿舒适性能以及工效性能等方面分别阐述了消防服性能测评手段以及评价指标。热防护性测试包括 TPP 测试、RPP 测试、SET 测试以及燃烧假人测试,并通过二级烧伤时间(对应 TPP 值,RPP 值)、最小热暴露时间、烧伤百分比等指标进行评估。热湿舒适性测试包括着装人体实验以及暖体假人实验,通过测试人体热生理参数、热心理参数以及 THL 等值表征。工效性测试主要为着装人体实验,通过对实验着装人员的作业时间、肢体活动范围、穿脱灵活度等指标进行描述。

国内外学者对消防服热防护性能的研究比较广泛,但是热湿舒适性能和工效性能的研究相对很少,并且评价上缺少成熟的国际标准。消防服各性能之间存在交互作用,科研人员尝试建立综合的评价指标,但是这远远不够,建立全面评价消防服综合性能的评价体系势在必行。另外,文中提出测评结果综合分析原则,建立了消防服性能测评指标交互矩阵图,有助于对消防服性能测评结果的认知分析。

参考文献:

[1] Barker R. A review of gaps and limitations in test methods yield meaningful protective clothing and equipment[R]. Pittsburgh:National Institute for Occupational Safety and Health,2005.

[2] 中华人民共和国公安部. 消防员灭火防护服 GA10—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2003.

[3] 崔志英. 消防服用织物热防护性能与服用性能的研究[D]. 上海:东华大学,2009.

[4] Nunneley S A. Heat stress in protective clothing;interac-

tions among physical and physiological factors[J]. Scandi-navian Journal of Work and Environmental Health,1989 (15):52-57.

[5] Behnke W P. Thermal protective performance test for clothing[J]. Fire Technology,1977,13(1):6-12.

[6] 张梦莹,苗勇,李俊. 防火服热蓄积的影响因素及其测评方法[J]. 纺织学报,2016,37(6):171-176.

ZHANG Mengying, MIAO Yong, LI Jun. Influence factors and evaluation methods of stored thermal energy in fire-fighters protectiveclothing [J]. Journal of Textile Research,2016,37(6):171-176. (in Chinese)

[7] 付明,翁文国,袁宏永,等. 低热辐射强度下防护服热防护性能的实验研究[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2014,54(6):719-723.

FU Ming, WENG Wenguo, YUAN Hongyong, et al. Bench scale test of the thermal protective performance of protective clothing for low intensity thermal radiation[J]. Journal of Tsinghua University(Natural Science Edition), 2014,54(6):719-723. (in Chinese)

[8] Standard test method for radiant heat performance of flame resistant clothing materials with burn injury prediction ASTM F2702—08 [S]. West Conshohocken, PA: ASTM International,2008.

[9] Eni E U. Developing test procedures for measuring stored thermal energy in firefighter protective clothing [D]. Raleigh:North Carolina State University,2005.

[10] Hoshcke B N. Standard and specification for firefighters’ clothing[J]. Fire Safety Journal, 1981, 4(2):125-137.

[11] Hummel A, Watson K, Baker R. Comparisons of two test methods for evaluation the radiant protective performance of wildland firefighter protective clothing materials[C]// Performance of Protective Clothing and Equipment. San Antonio:Lowa State University,2016:178-194.

[12] Standard test method for unsteady-state heat transfer evaluation of flame resistant materials for clothing with burn injury prediction ASTM F 2703—08 [S]. West

- Conshohocken, PA; ASTM International, 2008.
- [13] Standard test method for measuring the transmitted and stored energy of firefighter protective clothing systems ASTM F2731—11 [S]. West Conshohocken, PA; ASTM International, 2011.
- [14] 王敏, 何佳臻, 李俊, 等. 基于燃烧假人的民用防火服热防护性能测评[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(2): 150-156.
- WANG Min, HE Jiazhen, LI Jun, et al. A flash-fire manikin-based evaluation of the thermal protective performance of civilian fire-proof suits [J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2014, 36(2): 150-156. (in Chinese)
- [15] 胡淑蓉, 李俊. 防护服性能测评进展[J]. 纺织学报, 2011, 32(5): 148-154.
- HU Shurong, LI Jun. Progress in research of protective clothing performance test and evaluation [J]. Journal of Textile Research, 2011, 32(5): 148-154. (in Chinese)
- [16] Gasperin M, Juricic D. The uncertainty in burn prediction as a result of variable skin parameters; an experimental evaluation of burn-protective outfits [J]. Burns, 2009, 35(7): 970-982.
- [17] Wastonk L. From radiant protective performance to RadMan TM: the role of clothing materials in protecting against radiant heat exposures in wildland forestfires [D]. Raleigh: North Carolina State University, 2014.
- [18] 王敏, 李俊, 李小辉. 燃烧假人在火场热防护服装研究中的应用[J]. 纺织学报, 2013, 34(3): 154-160.
- WANG Min, LI Jun, LI Xiaohui. Application of flame manikin in thermal protective clothing research [J]. Journal of Textile Research, 2013, 34(3): 154-160. (in Chinese)
- [19] Rossi R M, Schmid M, Camenzind M A. Thermal energy transfer through heat protective clothing during a flame engulfment test [J]. Text Research Journal, 2014, 84(13): 1451-1460.
- [20] HE J Z, WANG M, LI J. Determination of the thermal protective performance of clothing during bench-scale fire test and flame engulfment test; evidence from a new index [J]. Journal of Fire Sciences, 2015: 1-14.
- [21] 田苗, 王云仪, 张向辉, 等. 高温防护服的舒适工效性能评价与优化对策[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2013, 39(6): 754-759.
- TIAN Miao, WANG Yunyi, ZHANG Xianghui, et al. Comfort-ergonomics evaluation and optimization of thermal protective clothing [J]. Journal of Donghua University (Natural Science Edition), 2013, 39(6): 754-759. (in Chinese)
- [22] Standard on protective clothing and equipment for wildland fire fighting NFPA1977—2011 [S]. Quincy, MA; National Fire Protection Association, 2011.
- [23] Ross K A. Evaluation of an instrumented sweating manikin for predicting heat stress in firefighters' turnout ensembles [D]. Raleigh: North Carolina State University, 2006.
- [24] Kai Sirén E F. A thermal manikin with human thermoregulatory control: implementation and validation [J]. International Journal Biometeorol, 2012, 56(5): 959-971.
- [25] 李毅. 服装舒适性与产品开发[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2002: 107-109.
- [26] Havenith G, Heus R. A test battery related to ergonomics of protective clothing [J]. Applied Ergonomics, 2004, 35(1): 3-20.
- [27] 何佳臻, 李俊. 防护服工效性能评价方法研究进展[J]. 纺织学报. 2014, 35(1): 158-164.
- HE Jiazhen, LI Jun. Advances in research of ergonomic evaluation for protective clothing [J]. Journal of Textile Research, 2014, 35(1): 158-164. (in Chinese)
- [28] 孔庆岭. 阻燃消防防护纤维及织物的研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2007.
- [29] 周亮, 李俊. 消防服材料热舒适性与热防护性能的影响研究[D]. 上海: 东华大学, 2011.
- [30] 张欢, 李俊. 阻燃织物热湿舒适性及热防护性能研究[D]. 上海: 东华大学, 2016.
- [31] 辛丽莎, 李俊. 消防服用面料系统热防护性能和热舒适性能的关系研究[D]. 上海: 东华大学, 2016.

(责任编辑: 邢宝妹)