

消防裤结构参数模糊正交优化

宁玲, 杨子田*, 王丽

(东华大学服装与艺术设计学院, 上海 200051)

摘要:针对现役消防裤裆部与膝部活动性较差的情况,选取立裆深、臀围、膝部加量为影响裤装活动舒适性的关键结构因子,进一步优化消防裤的结构设计。以消防裤号型 175/76A 为例,通过正交实验与模糊评价研究方法,发现裤装活动舒适性受臀围影响较大,膝部加量和立裆深次之。得出并键结构参数最优设计方案为: $C = C_0 + 7\text{ cm}$, $H = H_0 + (18 \sim 22)\text{ cm}$, $K = 6\text{ cm}$,结果表明其动态舒适性优于 U 公司现役消防裤。通过模糊正交法得到的消防裤最佳关键结构参数组合具有一定的实践意义,为消防服关键结构参数的进一步优化提供了方法。

关键词:消防裤;活动舒适性;正交实验;模糊评价;结构参数优化

中图分类号:TS 941.731.3 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2018)01-0014-06

Fuzzy Orthogonal Optimization on Structure Parameters of Firefighter's Trousers

NING Ling, YANG Zitian*, WANG Li

(College of Fashion and Art Design, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract:Based on the structure optimization of active firefighter's trousers in recent work, orthogonal experiment selected the crotch vertical depth, the hip circumference depth and the knee ease as the key activity comfort structure factors to optimize structure parameters of firefighter's trousers for obtaining better activity comfort of the crotch and knee. According to the experimental results of fuzzy comprehensive evaluation, it was showed that the hip circumference had more significant impacts on the activity comfort of firefighter's trousers than that of the knee ease and the crotch vertical. The design formulas of optimal structure parameters to the pants with size of 175/76A were: $C = C_0 + 7\text{ cm}$, $H = H_0 + (18 \sim 22)\text{ cm}$, $K = 6\text{ cm}$. By making the optimal sample, it was verified that the dynamic comfort of the optimal sample was better than that of the sample provided by U company. The combination of key structure parameters has a practical significance, and the fuzzy orthogonal method provides an approach on further structure optimization for firefighter's clothing.

Key words:firefighter's trousers, activity comfort, orthogonal experiment, fuzzy evaluation, parameter optimization

消防服^[1],又名消防灭火防护服,是为消防员在火场灭火战斗中保护自身而设计的一种防护服装,其防护性能直接关系到消防员的生命安全。尤其是昆山“8·2”爆炸事故^[2]和天津港“8·12”爆炸事故^[3]的发生,使人们更加关注消防安全。

设计消防服时,除应注意防护安全性外,活动舒适性也尤为重要^[4]。服装结构设计的不合理,会

限制消防员的正常作业与训练,影响作业效率,严重的可导致事故的发生^[5]。目前,已有研究者从消防服结构设计的角度进行分析,以改善消防服的运动机能需求^[6-7],但缺少关于款式结构改进后服装关键结构参数进一步优化的研究。文中将从消防服活动舒适性改善角度,在前期对 U 公司现役消防裤款式改进的基础上,通过模糊综合评定和正交实

收稿日期:2017-09-10; 修订日期:2017-12-16。

基金项目:基于人体工学消防灭火防护服创新设计项目(10714475)。

作者简介:宁玲(1992—),女,硕士研究生。

*通信作者:杨子田(1971—),男,副教授,硕士生导师。主要研究方向为服装数字化、人体工学等。

Email:yangzitian@dhu.edu.cn

验相结合的方法对裤装关键结构因子进行进一步研究,以探讨影响消防裤动态舒适性的主要因素和关键结构参数的最佳配伍。

1 实验设计

1.1 正交实验设计

应用人体工效学的活动适应性分割设计对 U 公司现役消防服进行款式结构改善,解决其消防裤立裆过大和膝部结构设计的不合理,使得新设计的消防裤结构符合消防作业下肢自然形态。根据优化后消防裤与现役消防裤的主观舒适性评价结果,发现新设计消防裤裆部和膝部的活动舒适性优于现役消防服,其细节和规格设计总体合理,但仍需改进,要注意立裆深、膝部加量等参数大小的设置。基于此,可通过正交设计进一步研究消防服裤装关键结构参数的设置,以提高消防裤裆部与膝部的活动舒适性。

1.1.1 确定因素个数及水平 从款式实验结果和企业节约成本方面考虑,确定消防裤较优款式,正交实验的样衣款式如图 1 所示。考虑到大部分穿着 U 公司消防服的目标群体为现役消防员,其年龄为 (22 ± 4) 岁,身高 (175 ± 5) cm,体质量 (71 ± 8) kg,故在正交设计时将消防裤号型设置为 175/76A(L 码)。

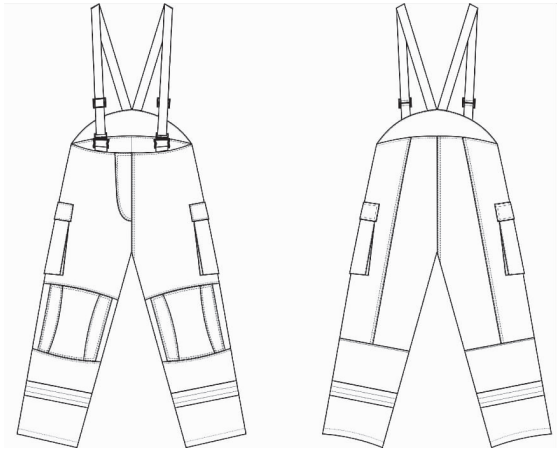


图 1 消防服试样裤装款式

Fig.1 Basic style of the sample pants

人体下半身皮肤的主要伸展路线可概括为臀部—臀沟—大腿内侧—膝盖,当下肢运动时,在此线路上任一位置增加面积或距离,就会增加下肢运动功能^[8]。因此,可选择臀围、立裆深、膝部加量作为正交实验设计方案裤装的结构因子,以探究其对裤装运动舒适性的影响,并寻求使消防裤动态舒适性相对较佳的关键结构参数组合。其中,膝部加量为前裤片膝关节处设置的适应前部膝关节活动的

增量,具体说明如图 2 所示。同时,根据消防常见作业^[9]:梯子训练、地面水带连接训练、高空水带连接训练和救援等,通过动作分解确定腿抬高 45°、抬腿至 90°、体前屈 90°和完全下蹲为消防作业常见动作。参考相关学者利用体表描线法对人体运动所引起的皮肤变形量的研究与实验验证^[10-11],可归纳总结出消防常见动作下人体下肢关键部位对应的皮肤变形量,具体见表 1。

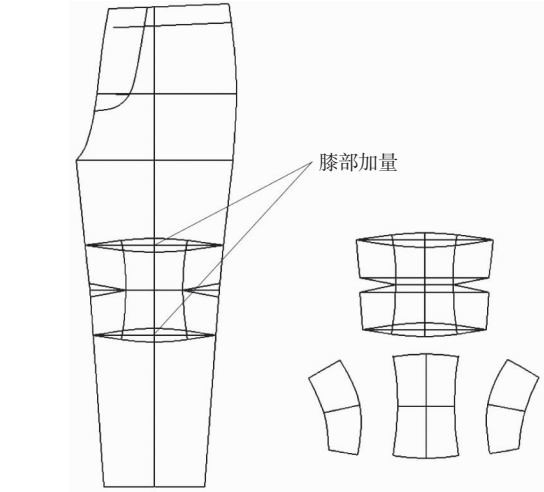


图 2 前膝部加量说明

Fig.2 Explanation of the front knee ease

表 1 下肢运动皮肤变化率

Tab.1 Skin change rates of the legs				%
部位	腿抬高 45°	抬腿至 90°	体前屈 90°	完全 下蹲
半臀围	2.85	4.76	2.47	6.59
前半臀围	4.00	-8.02	-2.18	2.90
后半臀围	6.00	11.60	14.10	9.52
股上长	2.04	2.36	3.67	2.04
膝部纵向(5 cm 内)	24.00	28.00	-14.00	34.00

由表 1 可知,175 cm 成年男性臀围为 92 cm 左右,半臀围皮肤变化率为 2.47%~6.59%,由于运动臀围所需的放松量约为 5~12 cm,穿着内衣所需的放松量约为 10 cm,臀围尺寸可以设计为 107~114 cm。考虑到人体弯腰、下蹲时消防作业下肢活动需求较大,臀围取 110 cm 和 114 cm 两个水平进行正交实验。同样地,根据表 1 可知膝部活动松量需 4.5~5.4 cm,考虑到消防裤内衣物的穿着,膝部加量的设置考虑 6 cm 和 8 cm 两个水平。而该实验体型男子的股上长约为 25 cm,结合股上长皮肤变化量为 0.5~1 cm,加上较宽松裤装裆底设计松量约为 1~2 cm,实验裤装腰头宽设计为 4 cm,则立裆深可设计为 32 cm 或 33 cm 进行参数组合配伍试验。消防裤正交实验因素水平汇总具体见表 2。因此,本实验属于 3 因素 2 水平的正交实验设计,且不

考虑因素间的交互作用,可选用 $L_4(2^3)$ 的正交表^[12]设计消防裤,通过正交实验方案来制作样裤 $T_1 \sim T_4$,以代替全部的 8 种可能性,具体见表 3。

表 2 消防裤正交试验因素水平表

Tab.2 Orthogonal design of the firefighter's trousers			
水平	C 立裆深	H 臀围	K 膝部加量
1	32	110	6
2	33	114	8

表 3 消防裤正交实验方案

Tab.3 Orthogonal test program of the firefighter's trousers			
样裤	立裆深 C	臀围 H	膝部加量 K
T_1	32	110	6
T_2	32	114	8
T_3	33	110	8
T_4	33	114	6

1.1.2 样衣制作 根据 GB/T 1335.1—2008《服装号型 男子》设置消防裤其余部位规格参数为:裤长 102 cm,腰围 88 cm,膝围 56 cm,脚口 44 cm。样裤 $T_1 \sim T_4$ 制作时选用白胚布,由同一人采用同一工艺,在同一台机器上完成,以避免样衣制作差异对样衣活动舒适性评价造成影响。

1.2 实验过程

选取 5 名适合穿着 L 码裤装的青年男性,对 4 条样裤进行着装实验和主客观评价,其身高区间为 170 ~ 175 cm,体质量区间为 59 ~ 72 kg,腰围区间为 72 ~ 80 cm。实验在温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,相对湿度 $(65 \pm 2)\%$ 的人工气候室内进行。并根据消防常见作业,确定裤装舒适性主客观评价指标为静态、抬腿至 90° 、体前屈 90° 和完全下蹲状态下消防服试样裤装的动态舒适性。

1.2.1 主观动态舒适性实验 采用七阶标尺^[13]对 4 条实验裤装的动态舒适性进行主观评价,舒适评分值为 1 ~ 7。其中:1 代表相应动作下有严重拉扯、紧绷、压迫等不舒适感;3 代表相应动作下明显感觉有拉扯、紧绷、压迫等不舒适感;5 代表相应动作下轻微感觉有拉扯、紧绷、压迫等不舒适感;7 代表相应动作下感到舒适,无拉扯、紧绷、压迫等感觉。

1.2.2 客观压力测试实验 根据常见消防作业关节活动特点,实验选择表征下肢运动的关键人体特征点:腹突点(P_1)、大腿前侧点(P_2)、膝点(P_3)和臀突点(P_4),进行裤装压力测试,以更全面客观地评价关键结构部位对消防裤穿着舒适性的影响。每个动作压力测试时间持续 1 min,实验设备为日

本 AMI TECHNO CO 公司生产的 AMI3037 气囊式压力测量系统,测试频率为 1 s^{-1} ,实验时风速 $\leq 0.1\text{ m/s}$ 。

1.3 模糊综合评价方法

模糊综合评价法^[14]以模糊数学为基础,把定性评价转化为定量评价,可对受多因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。实验采用模糊数学的方法对消防裤主客观综合评价结果进行处理,从中挑选出动态舒适性最优的试样裤装。

1.3.1 定义模糊集合 ①对象集。4 件被评裤装构成模糊综合评价对象集: $P = \{T_1, T_2, T_3, T_4\}$ 。②因素集。定义裤装动态舒适性的因素集: $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\} = \{\text{静态,抬腿至 } 90^\circ, \text{体前屈 } 90^\circ, \text{完全下蹲}\}$ 。③评语集。主观评价时,根据七阶评价标尺建立评价集: $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7\} = \{\text{很差,差,较差,一般,较好,好,很好}\}$;评语赋值: $Q_z = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ 。压力评价时,压力测试均值构成评价集;同时,实验认为 4 个测试点在各动作状态下对样裤的整体承受压力贡献均等,评语赋值: $Q_k = \{0.25, 0.25, 0.25, 0.25\}$ 。

1.3.2 确定各评价因素权重系数 采用专家咨询法^[15]经 5 位专家对裤装主客观评价指标进行权重系数确定。专家从很不重要、不重要、一般、重要到非常重要 5 个级别进行打分,计算每项指标的得分均值,归一化处理后,得出裤装评价指标权重向量: $A = (\text{静态,抬腿至 } 90^\circ, \text{体前屈 } 90^\circ, \text{完全下蹲}) = (0.05, 0.24, 0.12, 0.59)$ 。

2 结果与分析

2.1 模糊综合评价结果

裤装主客观舒适性测试中压力均值为 1 min 内各评价指标下各测试点的压力测试平均值。从而可以得到试样裤装 T_1 的主观评价矩阵 R_{T_1} (经归一化处理)和压力评价矩阵 R_{T_1}' 分别为:

$$R_{T_1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0.4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.4 & 0.6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0.4 & 0 \end{bmatrix},$$
$$R_{T_1}' = \begin{bmatrix} 0.001 & 0.019 & 0.006 & 0.003 \\ 0.001 & 0.122 & 0.539 & 0.025 \\ 0.001 & 0.017 & 0.008 & 0.047 \\ 0.005 & 0.037 & 0.773 & 0.071 \end{bmatrix}。$$

依据模糊变换原理 $Y = A \cdot R$,可得到试样裤装

T_1 的主观模糊综合评价结果 Y_{T_1} 和压力模糊综合评价结果 Y_{T_1}' 分别为:

$$Y_{T_1} = (0 \quad 0 \quad 0 \quad 0.048 \quad 0 \quad 0.570 \quad 0 \quad 0.362 \quad 0 \quad 0.020 \quad 0);$$
$$Y_{T_1}' = (0.003 \quad 4 \quad 0.054 \quad 1 \quad 0.586 \quad 7 \quad 0.053 \quad 7)$$

再按照公式 $S = \sum_{i=1}^n a_i Y_{ij}$, 可得裤装 T_1 主观综合评价得分 S_{T_1} 和压力综合值 S_{T_1}' 分别为:

$$S_{T_1} = 1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0.048 + 5 \times 0.57 + 6 \times 0.362 + 7 \times 0.02 = 5.354;$$
$$S_{T_1}' = 0.25 \times 0.0034 + 0.25 \times 0.0541 + 0.25 \times 0.5867 + 0.25 \times 0.0537 = 0.174。$$

同理,根据模糊评价模型,最终得到样裤 $T_1 \sim T_4$ 的主观综合评价得分 S 和客观压力综合值 S' 分别为:

$$S = (S_{T_1} \quad S_{T_2} \quad S_{T_3} \quad S_{T_4}) = (5.354 \quad 5.354 \quad 5.182 \quad 5.512);$$
$$S' = (S'_{T_1} \quad S'_{T_2} \quad S'_{T_3} \quad S'_{T_4}) = (0.174 \quad 0.269 \quad 0.223 \quad 0.242)。$$

由此可初步认为,主观活动适应性评价方面,试样裤装中 T_4 表现最优, T_3 相对最差;客观压力测试方面,样裤 T_1 表现最优,样裤 T_2 相对表现最差。裤装主观舒适性测试结果具体见表 4。

表 4 试样裤装主客观测试结果

Tab.4 Subjective evaluation results and pressure mean values of the sample trousers

样裤	评分	各评价指标下评分人数/人				测试点	各评价指标下压力均值/kPa			
		静态	抬腿至 90°	体前屈 90°	完全下蹲		静态	抬腿至 90°	体前屈 90°	完全下蹲
T_1	4			2		P ₁	0.001	0.001	0.001	0.005
	5		3	3	3	P ₂	0.019	0.122	0.017	0.037
	6	3	2		2	P ₃	0.006	0.539	0.008	0.773
	7	2				P ₄	0.003	0.025	0.047	0.071
T_2	4		2			P ₁	0.002	0.003	0.012	0.060
	5		1	3	3	P ₂	0.012	0.090	0.014	0.037
	6	3	2	2	2	P ₃	0.005	0.905	0.007	1.177
	7	2				P ₄	0.004	0.028	0.065	0.110
T_3	4		2	1		P ₁	0.002	0.007	0.035	0.039
	5		1	1	4	P ₂	0.009	0.107	0.025	0.053
	6	3	1	2	1	P ₃	0.006	0.742	0.008	0.891
	7	2	1	1		P ₄	0.003	0.030	0.065	0.140
T_4	4				1	P ₁	0.008	0.000	0.002	0.005
	5		3	1	1	P ₂	0.008	0.060	0.011	0.029
	6	4	2	3	3	P ₃	0.004	0.864	0.008	1.044
	7	1		1		P ₄	0.003	0.030	0.099	0.146

2.2 正交实验综合评价

用极差分析法^[16]对正交实验结果进行分析,根据各因素综合平均值极差大小确定各因素对着装

舒适度的影响程度。极差越大,说明该因素水平的变动对消防裤动态舒适性的影响越大。试验裤装主观评价结果见表 5。

表 5 试验裤装主客观评价结果分析

Tab.5 Subjective and objective evaluation results analysis of the sample trousers

因素	主观评价				压力评价			
	k_1 /分	k_2 /分	R /分	优水平	k_1 /kPa	k_2 /kPa	R /kPa	优水平
C	5.354	5.347	0.014	1	0.222	0.233	0.022	1
H	5.258	5.433	0.33	2	0.199	0.256	0.114	1
K	5.423	5.268	0.33	1	0.208	0.246	0.076	1

注: k_1 为各因素 1 水平对应评价指标值之和的算术平均值; k_2 为各因素 2 水平对应评价指标值之和的算术平均值。

由表 5 可知,主观评价时,3 个因素对消防裤活动舒适性影响程度从大到小依次为: $H = K > C$ 。号型为 175/76A 的裤装结构最优方案为:立裆深 32 cm,臀围 114 cm,膝部加量 6 cm;压力评价时,3 个因素对消防裤活动舒适性影响程度从大到小依次为: $H > K > C$ 。号型为 175/76A 的裤装结构最优方案为: C 32 cm, H 110 cm, K 6 cm。综合主客观评价可以看出:臀围对消防裤舒适性的影响较大,膝部加量和立裆深次之;臀围是造成裤装主客观评价最优方案不同的因素。对比臀围 H_1, H_2 两个水平下主观评价综合得分的算术平均值 ($k_1 = 5.258, k_2 = 5.433$) 和客观评价压力综合值的算术平均值 ($k_1 = 0.199, k_2 = 0.256$),发现 H_1, H_2 水平下主客观评价时 k_1, k_2 间差值均较小,因此认为臀围取值在 110 ~ 114 cm 间均是合理的。所以对于号型为 175/76A 的消防裤,其最优实验方案为: $C = 32$ cm, $H =$

110 ~ 114 cm, $K = 6$ cm。参考相关人体尺寸实际测量值(股上长 $C_0 = 25$ cm,净臀围 $H_0 = 92$ cm),从而可得到消防裤活动舒适性最佳时,其关键结构因子的设计公式为: $C = C_0 + 7$ cm, $H = H_0 + (18 \sim 22)$ cm, $K = 6$ cm。

2.3 样衣验证

根据正交实验主客观综合评价得到的最优实验方案,取 C 32 cm, K 6 cm, H 110 cm制作最优消防裤 TO(The Optimal Sample),并与 U 公司提供的现役消防裤 TP(The Provide Sample)进行动态舒适性压力验证,以分析研究结果的实用性。消防裤 TO、TP 面料的选择采用 3 层织物结构,即阻燃外层使用藏青色芳纶 3A 阻燃面料,防水透气层使用 SPF70 阻燃 PTFE 防水透湿面料,隔热层和舒适层使用芳纶粘胶阻燃面料加上芳纶水刺隔热毡。具体压力验证实验结果见表 6。

表 6 压力验证实验结果
Tab.6 Results of the pressure verification experiment kPa

测试点	消防裤 TO				消防裤 TP			
	静态	抬腿至 90°	体前屈 90°	完全下蹲	静态	抬腿至 90°	体前屈 90°	完全下蹲
P ₁	0.011	0.011	0.103	0.105	0.006	0.029	0.060	0.118
P ₂	0.007	0.074	0.009	0.010	0.009	0.062	0.024	0.008
P ₃	0.003	1.106	0.010	1.964	0.006	1.334	0.010	2.491
P ₄	0.001	0.077	0.046	0.187	0.002	0.147	0.095	0.132

根据客观压力综合评价模型和表 6 中压力验证实验结果,得到消防裤 TO 和 TP 的客观压力综合评价结果:

$Y_{TO} = (0.077\ 5\ 0.025\ 1\ 1.425\ 6\ 0.134\ 4);$

$Y_{TP} = (0.084\ 1\ 0.022\ 9\ 1.791\ 4\ 0.124\ 7)$

经加权平均得到各样裤客观压力综合值为:

$S_{TO} = 0.416;$

$S_{TP} = 0.506$

实验发现在规定动作下, $S_{TO} < S_{TP}$,认为优化后消防裤的动态舒适性优于 U 公司现役消防服,研究得到的消防服关键结构最佳组合是合理的,具有一定的实践意义。

3 结 语

从消防服关键结构因素角度,选取立裆深、臀围和膝部加量为影响裤装活动舒适性的关键结构因子,对消防裤活动舒适性进行进一步优化。实验设置消防裤号型为 175/76A,通过人体着装实验和模糊正交评价得到裤装活动舒适性以臀围影响较

大,膝部加量和立裆深次之。其关键结构参数最优的设计方案为: $C = C_0 + 7$ cm, $H = H_0 + (18 \sim 22)$ cm, $K = 6$ cm。经样衣验证,根据最优方案得到的消防裤,其动态舒适性优于 U 公司现役消防服,研究得到的最佳关键结构参数组合具有一定的实践意义。模糊正交法作为一种关键结构参数优化方法可在其他防护服结构优化的过程中加以运用与拓展。

参考文献:

[1] 中华人民共和国公安部. 消防员灭火防护服: GA10-2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014: 1.
[2] 公安部消防局. 中国消防年鉴[M]. 昆明: 云南人民出版社, 2015.
[3] 崔薏薏, 范达, 张进军. 天津港“8·12”爆炸事故的教训与启示[J]. 中华急诊医学杂志, 2015, 24(10): 1078-1081.
CUI Mengmeng, FAN Da, ZHANG Jinjun. Lessons and illuminations of Tianjin port “8·12” explosion hazard [J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2015, 24

- (10): 1078-1081. (in Chinese)
- [4] BOORADY L M, BARKER J, LEE Y A, et al. Exploration of firefighter turnout gear part 1: Identifying male firefighter user needs[J]. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 2013, 8(1): 1-13.
- [5] LI J, BARKER R L, DEATON A S. Evaluating the effects of material component and design feature on heat transfer in fire fighter turn out clothing by a sweating manikin[J]. Textile Research Journal, 2007, 77(2): 59-66.
- [6] 刘荣平, 李俊. 基于有限现场试验探讨消防服活动适应性的提高[J]. 中国个体防护装备, 2015(1): 12-18.
- LIU Rongping, LI Jun. A study on promoting the wearing mobility of firefighter's protective clothing based on limited field tests [J]. China Personal Protective Equipment, 2015(1): 12-18. (in Chinese)
- [7] 崔琳琳. 消防服的款式结构改进[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2016, 36(1): 77-85.
- CUI Linlin. Structure improvement of firefighter's clothing [J]. Journal of Beijing Institute of Clothing Technology (Natural Science Edition), 2016, 36(1): 77-85. (in Chinese)
- [8] 中泽愈. 人体与服装[M]. 袁观洛, 译. 北京: 中国纺织出版社, 2000: 222-223.
- [9] 赵天娇. 消防作业动作分析与工效学评价方法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2011: 23-24.
- [10] 张文斌, 方方. 服装人体工效学[M]. 上海: 东华大学出版社, 2015: 72-73, 82.
- [11] 赵莉, 陈东生, 王建刚. 基于皮肤拉伸的男裤结构设计及面料关系研究[J]. 武汉纺织大学学报, 2016, 29(4): 3-7.
- ZHAO Li, CHEN Dongsheng, WANG Jiangang. Study on relationship between ease and fabric elasticity of men's trousers based on skin expansion[J]. Journal of Wuhan Institute of Science and Technology, 2016, 29(4): 3-7. (in Chinese)
- [12] 卢纹岱, 朱红兵. SPSS 统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015: 540-542.
- [13] CHOU C, UMEZAKI S, SON S Y, et al. Effects of wearing trousers or shorts under firefighting protective clothing on physiological and subjective responses [J]. Journal of the Human-Environment System, 2009, 12(2): 63-71.
- [14] 陈松, 刘静伟. 服装模糊综合评价[J]. 陕西纺织, 2004(1): 38-40.
- CHEN Song, LIU Jingwei. Fuzzy comprehensive evaluation in clothing[J]. Shaanxi Textile, 2004(1): 38-40. (in Chinese)
- [15] 贺佳, 高尔生, 楼超华. 综合评价中权重系数及标准化方法的研究[J]. 中国公共卫生, 2001, 17(11): 1048-1050.
- HE Jia, GAO Ersheng, LOU Chaohua. Study on weight and standardization methods in comprehensive evaluation [J]. China Public Health, 2001, 17(11): 1048-1050. (in Chinese)
- [16] 程红, 胡彦波. 科技文献中正交试验表的组合设计与编排——以发表在科技期刊中的文章为例[J]. 编辑学报, 2014, 26(2): 134-137.
- CHENG Hong, HU Yanbo. Combinational design and arrangement of orthogonal-factor tables in published scitech literatures: a case of orthogonal-test tables in papers published in academic journals [J]. Acta Editologica, 2014, 26(2): 134-137. (in Chinese)

(责任编辑: 张雪, 邢宝妹)