

# 应急自救防火服的设计

张春媛<sup>1</sup>, 王军<sup>1,2</sup>, 潘力<sup>1,2</sup>, 姚彤<sup>1,2</sup>, 张梅<sup>1</sup>, 张小妞<sup>1</sup>, 徐敬茹<sup>1</sup>

(1.大连工业大学 服装学院, 辽宁 大连 116034; 2.大连工业大学 服装设计与工程国家级实验教学示范中心, 辽宁 大连 116034)

**摘要:** 针对火灾发生过程中错过最佳逃离时间的人群,设计了一款阻燃性能好、防护性能高、具有定位功能的应急自救防火服,以延长火场生存的时间,争取自救或被救援。应急自救防火服选取 PBO 防火面料,款式设计为长款连帽罩衫,腰部抽绳调节围度,弧形下摆更有利于行动,以保护被困人员不被烧伤、烫伤、灼伤;胸前设计口袋存放水袋,火灾时用水浸湿口罩,防止窒息;安装射频标签、设计反光条,利用射频技术与光反射原理使搜救人员能更迅速准确地定位火灾现场被困人员,增加救援准确度,缩短救援时间,减少救援人员与被困人员的伤亡。

**关键词:** 防护服; 防火; 服装设计; 定位识别

中图分类号: TS941.3

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)07-0018-03

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.07.006

## Design of emergency self-help fireproof suit

ZHANG Chunyuan<sup>1</sup>, WANG Jun<sup>1,2</sup>, PAN Li<sup>1,2</sup>, YAO Tong<sup>1,2</sup>, ZHANG Mei<sup>1</sup>, ZHANG Xiaoniu<sup>1</sup>, XU Jingru<sup>1</sup>

(1.School of Fashion, Dalian polytechnic University, Dalian 116034, China)

(2.National Demonstration Center for Experimental Fashion Design and Engineering Education, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

**Abstract:** An emergency self-help fireproof suit is designed which has good flame retardant performance, high protection performance and the function of positioning for the people missed the best time in the fire, extending the survival time for self-help alive or waiting for rescue. The emergency self-help fireproof suit is a long hooded blouse, which chooses PBO fireproof fabrics, drawstring on waist to adjust surrounded degree, and using curved hem for easy movement to protect persons from burns. Pockets to store water bags in chest, and water wet mask in fire is designed to prevent suffocation. Radio tag and reflective stripes, using radio frequency technology and light reflection principle is also installed to make rescue workers accurate localization, which increases the accuracy of rescue, shortens the rescue time, and reduces the casualties of rescue workers and the people in the fire.

**Key words:** protective clothing; fire retardance; apparel design; positioning identification

近年来,大型火灾屡屡发生,造成惨重的财产损失及大量的人员伤亡,所以火灾自救装备备受关注。目前已有的自救产品包括灭火毯、火灾急救箱、家庭防火服等。火灾防护服在很大程度上保护了人们的安全,研究人员对火灾防护服进行设计与改进,比如马素琴、陈晓鹏等人<sup>[1-2]</sup>对防火服结构进行改进,由王敏、李小辉研究的“东华火人”燃烧假人系统已广泛应用于火灾防护服的设计研究中<sup>[3-4]</sup>。本文重点研究应急自救防火服的设计与开发,针对火灾发生地点与可能遇到的各种状况,基于人体形态、运动学、工效学、成本等多方面因素,设计出一款具有防护、定位功能的防火服。

## 1 需求分析

根据消防年鉴统计,我国 2010 年约发生 13.17 万

起火灾,2015 年达到 33.8 万起,比 2010 年增加了 157%,火灾发生数量庞大,并呈逐年增加的趋势,因此设计一款自救防火服很有必要。自救防火服能延长人们在火灾中的生存时间,增加获得救援的可能性。

## 2 功能设计

应急自救防火服主要具有阻燃功能、防护功能和定位功能等。

### 2.1 阻燃功能

防火服的基本功能是阻燃功能,主要通过应用阻燃材料来实现,服装所用材料的面料和辅料都要具有防火性能。

### 2.2 防护功能

应急自救防火服的防护功能主要体现在两个方面。一是在发生火灾之后,错过最佳的逃生时间,通过穿着防火服实现逃生;二是在无法识别方向或不能强行逃离火海而等待救援时,全面保护身体,防止被烧伤、烫伤或窒息。

### 2.3 定位功能

定位功能是为应急自救防火服设计的特殊功能,

收稿日期: 2017-11-24

基金项目: 辽宁省教育厅科研项目(L2015051、2016J00);教育部人文社科青年基金(17YJC760096);辽宁省科学“十三五”规划基金(JG17DB052)

作者简介: 张春媛(1994—),女,在读硕士研究生,主要从事服装数字化技术与应用的研究。

通信作者: 王军。E-mail:wangjundl@126.com。

能够发出位置信息,使搜救人员更精准地确定被困人员的位置情况。如果能够确定火场中被困人员的分布情况,搜救人员就可以准确地进行搜救,减少进入危险地带造成的伤亡概率。

### 3 阻燃面料的选用

阻燃面料主要分为本质型阻燃面料和阻燃后整理面料。本质型高性能阻燃纤维自身具有高极限氧指数和热容,具有永久阻燃性和良好的耐热、隔热性能,以及较好的热稳定性,比阻燃后整理面料的阻燃性能更好、更稳定。现在市场上较为常见的阻燃纤维有 Nomex(芳纶 1313)、TWARON、PBO、碳纤维。

Nomex、TWARON、PBO、碳纤维阻燃面料的性能见表 1<sup>[5]</sup>。

表 1 4种阻燃面料的性能比较分析

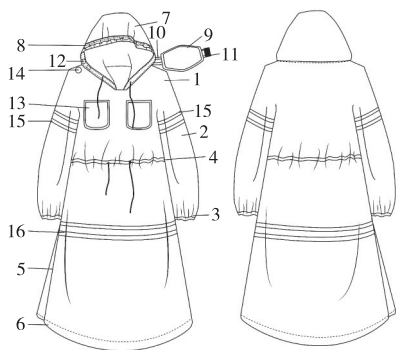
面料名称	密度 /[根·(10 cm) <sup>-1</sup> ]		面密度 /(g·m <sup>-2</sup> )	厚度/mm	阻燃性能
	经向	纬向			
Nomex	250	230	300	0.47	3
TWARON	150	80	250	1	2
PBO	120	120	140	0.29	1
碳纤维	230	150	190	0.43	4

由表 1 可见,PBO 面料阻燃性能最好,厚度仅为 0.29 mm,面密度约为 140 g/m<sup>2</sup>,面料轻薄、柔软,所以本款应急自救防火服选择 PBO 阻燃面料。

## 4 款式结构

### 4.1 款式结构设计

应急自救防火服款式设计为长款连帽罩衫,见图 1。



1-本体;2-连身袖;3-袖口;4-腰部抽绳;5-开叉;6-弧形下摆;7-连帽;8-帽子抽绳;9-口罩;10-口罩与帽子连接处;11、12-粘扣;13-口袋;14-射频标签;15、16-反光条

图 1 应急自救防火服款式图

#### 4.1.1 主体结构

防护服主体部分为罩衫,呈上窄下宽的结构,胸围松量为 32~36 cm。宽松款式松量设计为 24~28 cm。

由于防火服是在穿着衣服的基础上使用,衣服厚度设计为 8 cm,腰围在胸围的基础上再增加 20 cm,有利于穿脱,弧形下摆,侧开叉。腰部设计抽绳,正常状态下为放松状态,穿着后调整松紧度,以贴合人体,使躯干部成封闭的内空间,阻隔热空气进入。宽松连身袖设计,结构简单。袖长增加 8~12 cm,在手臂自然下垂状态下使袖口长至指尖处。袖口设计为松紧带,防止行动中袖口滑动造成皮肤暴露。帽子与衣服相连接,帽口收紧,保护头部。

#### 4.1.2 下摆设计

下摆设计为弧形,底摆至三分之一小腿处,约为 100~104 cm。侧开叉到二分之一大腿处,约为 68~72 cm,下摆围度为 100~110 cm。这种款式在保护双腿的同时,可以减少腿部运动时的束缚。在爬行时可以将前身的下摆向内翻,折进腰部抽绳里,以便于行动。宽大的下摆在等待救援时能更多地遮蔽身体,延长等待时间。

#### 4.1.3 辅助设计

在火灾中烟雾是造成死亡的重要原因之一,因此防火服的辅助功能设计主要是防烟口罩。材料选用棉布,也可以增加几层特殊面料,比如过滤层、吸附层等<sup>[6]</sup>,以遮住口鼻,达到更好的防烟、防毒效果。口罩设计成一边固定在帽子左侧,另一边为粘贴式,与帽子右侧贴合。

设计了一种与口罩配合使用的封闭水袋。水袋中水的含量应足够沾湿口罩,且水袋包装容易被弄破。在胸部设计口袋,以存放水袋,因为在胸部位置拿取方便,结构稳定,不像腰部位置变动比较大。水袋平时存放在口袋中,在火灾中,用其中一个水袋中的水将口罩沾湿,带上口罩后阻隔烟尘,防止窒息,另外一个水袋作为备用,在等待救援时使用。

#### 4.2 款式结构要求

此款应急自救防火服的设计重点是自救。自救最重要的是时间,在发觉火灾并且错过了最佳逃生时间后,应能快速找到防火服,并快速穿着服装。所以防火服应便于存放,易于整理,体积和质量不宜过大,款式宽松,结构简单,便于穿着。

防火服必须具备防护性能,能够很好地保护头部、胸背部等重要部位,所以服装结构设计应完整,封闭性好。此外,防火服不能影响行动的灵活性,穿戴后可灵活行动,对跑、跳、爬等动作没有限制,不易被其他物体

勾、挂、扯住,以帮助被困者快速逃离火灾现场。

## 5 定位功能设计

### 5.1 射频识别定位

射频识别技术是比较常见的无线定位技术。射频定位系统主要包括3个部分:射频标签、射频读写器、天线<sup>[7]</sup>。射频识别无需在识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触,具有快速、高效的识别能力,并且射频信号不会干扰其他仪器设备,所以非常适用于搜救工作;射频读写器具有低功耗的优越性能,且体积大小可调;射频标签体积小,低功耗,容易安置,可全球流通,且耐高温、防水、防污损、抗破坏能力强,适用于火灾情况。

在应急自救防火服的肩膀位置缝制直径为1 cm、厚度为1 mm的圆形射频标签,搜救人员携带移动射频读写器,可以更好地识别与掌握被困人员的位置,以便采取救援措施。

### 5.2 反光条定位

火灾自救防护服在袖子、下摆处分别设计反光条,使用5 cm宽的绿色防火反光条。反光条利用光反射原理,在逃生过程中,被困人员互相确定位置,防止发生踩踏事故。在等待救援时,配合射频标签使用反光条,有利于搜救人员快速确定被困人员的具体位置。防火服在存放时,反光条暴露在外,火灾发生后,可使

被困人员快速确定防火服的位置。

## 6 结语

应急自救防火服应用于大火发生后和不能及时逃离火区时,具有阻燃、防护、定位功能。其采用PBO阻燃面料,款式为长款罩衫,套头式、连袖结构、弧形下摆,设计了可配合使用的水袋与口罩,使用射频标签与反光条定位,可以保护被困人员不被烧伤、烫伤、灼伤,防止窒息,有助于被困人员自救逃离火区,或延长等待救援的时间,增加被救概率。



### 参考文献:

- [1] 马素琴,徐强.基于工效学的防火服的优化设计[J].国际纺织导报,2007(11):74-76.
- [2] 陈晓鹏,孟瑾.消防服上装结构分析和调整[J].纺织学报,2012(4):106-109.
- [3] 王敏,李小辉.我国建成国际领先的服装燃烧假人系统——“东华火人”[J].中国个体防护装备,2011(5):54-55.
- [4] 王敏,李俊,李小辉.燃烧假人在火场热防护服装研究上的应用[J].纺织学报,2013(3):154-160.
- [5] 王晶晶,解芳,朱方龙.阻燃面料的阻燃性能探讨[J].染整技术,2016,38(6):1-6.
- [6] 李建华.溶合润湿型火灾疏散防毒防烟口罩[J].消防科学与技术,2015(12):1661-1663.
- [7] 郭学渊.火灾救援中人员定位系统-无线定位技术在消防救援中的应用[J].科技展望,2014(5):149-150.

## 《上海纺织科技》征稿启事

《上海纺织科技》创刊于1973年,是由上海市纺织科学研究院有限公司主办的综合性纺织技术类期刊,国内外公开发刊,已连续七届(1992、1996、2000、2004、2008、2011、2014年)被评为全国中文核心期刊,2013年中国科技核心期刊,2015年RCCSE中国核心学术期刊。现将本刊来稿要求公示如下:

(1)内容翔实,数据精确,层次清楚,论点鲜明,行文规范流畅,以5 000字以内为宜。作者可通过在线投稿系统<http://sfkk.cbpt.cnki.net>或<http://tg.cntexcloud.com>投稿,两者选其一即可。作者需先注册、登录后,方可投稿。

(2)标题、作者名、摘要(100~200字,包括目的、方法、结果、结论)、关键词和所在单位全称,均要求中英文对照,并提供第一作者简介(包括姓名、性别、出生年份、籍贯、职称或职务、从事的研究工作或研究方向)以及详细的通信地址和有效联络方式。基金项目应注明项目名称及编号。

(3)稿件中应尽量避免繁杂的数学理论公式推导。

(4)参考文献应根据GB/T 7714—2015《信息与文献 参考文献著录规则》的要求详细列出作者名、题名、书/刊名、出版年份、卷期号、起止页码,图书应有出版者及出版地,报纸、网页还应注明年月日、版次、网址。

稿件录用与否一般在一个月内容答。