

# 搜救犬交互服装设计研究及虚拟设计

吴忻舟 汪家俊 韩子博 程哲

武汉纺织大学 服装学院(中国)

**摘要:** 从搜救犬服装的切实需求出发,明确搜救犬服装的定义,归纳搜救犬纺织产品领域研究现状。通过查阅已有文献,探讨搜救犬交互服装设计的基本框架与流程,依据此类交互服装设计要点,结合搜救犬交互服装设计应用,利用 CLO 3D 虚拟试衣系统,阐述利用三维虚拟试衣技术实现搜救犬交互服装结构与面料设计的细节,并对设计结果进行展示与评价。研究对搜救犬训练与工作的系统化管理、智能服装交互特性的优化,以及借助三维虚拟试衣系统实现服装即时性开发等具有一定意义。

**关键词:** 交互服装; 搜救犬; 服装建模; 智能穿戴

## Research and virtual design of interactive clothing for SAR dog

Wu Xinzhou, Wang Jiajun, Han Zibo, Cheng Zhe

School of Fashion, Wuhan Textile University, Wuhan/China

**Abstract:** Starting from the practical needs of SAR (search and rescue) dog clothing, SAR dog clothing is defined, and the current research status in the field of SAR dog textile products is summarized. By reviewing existing literature, the basic framework and process of interactive clothing design for SAR dogs are explored. Based on the key points of such interactive clothing design and in combination with the application of SAR dog interactive clothing design, the CLO 3D virtual fitting system is used to elaborate on the details of the structure and fabric design of SAR dog interactive clothing. The design results were presented and evaluated. This research has significant implications for the systematic management of SAR dog training and work, the optimization of interactive features in smart clothing, and the real-time development of clothing through the use of 3D virtual fitting systems.

**Keywords:** interactive clothing; SAR (search and rescue) dog; clothing modeling; smart wearable

作为特殊型工作犬,搜救犬在地震、雪崩等各种灾难后帮助寻找和搜救失踪的受难者中的作用不可替代。随着搜救犬在突发性灾难现场完成搜救任务能力的提升,其工作范围逐渐拓展,工作环境也更为复杂、恶劣。随着中国国际救援队的成立,我国搜救犬的队伍也逐渐壮大,训练逐步规范化<sup>[1]</sup>。鉴于搜救犬训练的高要求、工作的高难度及工作环境的恶劣,其救援服装不仅需具备良好的救援技术,还应融入更多的犬类友好型元素,以实现高效、安全的救援效果,并科学管理和关怀搜救犬的生理与心理状态。基于此,本文对搜救犬服装设计进行调查研究,通过虚拟

设计探讨搜救犬交互服装对搜救犬搜救工作的辅助作用及对搜救犬的科学管理。

## 1 搜救犬服装研究现状

### 1.1 概念界定

当前,国内外对于搜救犬服装的定义尚未统一。国外对其解释一般被归纳为“为搜救犬提供保护并帮助其完成特殊任务的 SAR (search and rescue) 装备”<sup>[2]</sup>;而在中国,搜救犬服装普遍被归纳为“为搜救

犬提供保护的专用设备”。结合既有概念与文献,本文将搜救犬服装定义为“能够辅助搜救犬训练与搜救职能,并能兼顾其生理、心理变化监测的功能性纺织产品”。

## 1.2 研究现状

国外在搜救犬服装功能领域的研究起步较早,进行了诸多创新性探索。一些研究者提出了搜救犬的智能穿戴设计,使搜救犬与训导员可以通过智能服装和移动界面进行沟通协作<sup>[3]</sup>;美国北卡罗来纳州立大学 Bozkurt 等<sup>[4]</sup>提出了建立一个由计算机主导的网络增强工作搜救犬系统。除整体的智能服装研究外,国外学者还在局部设计上考虑了与搜救犬生理结构(如嗅觉互动)的适配性,开发了智能项圈、智能胸带等设备,通过传感器与深度学习算法提升搜救工作效率<sup>[5-6]</sup>。

由于中国的搜救犬训练与工作管理体系相对滞后,对搜救犬服装的研究深度不够,关于搜救犬服装的研究论文较少。随着人们对搜救犬的重视和搜救工程技术的不断提升,相关研究逐渐取得进展,中国搜救犬服装的研究也在逐步推进。李大伟等<sup>[7]</sup>提出了基于无线图传技术的搜救犬应用指挥系统,并将其应用于搜救犬服装中。国内一些企业也开始将先进技术应用于搜救犬服装,如激光切割技术和无缝缝合技术等<sup>[8-9]</sup>,使搜救犬服装的生产工艺及其质量均有所提高。

## 1.3 现有产品与研究的不足

目前,既有搜救犬服装与研究有很多不足:一是理论基础薄弱。学术界对搜救犬服装的研究仍处于理论探索阶段,尚未形成规范的设计体系。二是实用功能单调。现有搜救犬服装一般只具有某一功能特性,如 GPS 定位、前方照明等,缺乏能适应不同突发情况并满足不同搜救要求的功能性搜救犬工作服装。三是忽视犬类友好。现有搜救犬服装均以搜救活动为导向,忽视了搜救犬自身心理、生理状态变化,不能对其进行即时的监测与预测。

此外,目前相关宠物服装的设计中,设计者或通过传统设计方式,即绘制服装二维款式图、效果图,或仅依据宠物服装原型样板进行款式结构设计。前者为静态展示,无法清晰地呈现着装效果;后者虽为动态实物展示,但需反复进行试样修正,设计与开发效率相对较低<sup>[10]</sup>。

可见,辅助搜救犬训练及搜救职能,并能兼顾搜救犬生理、心理变化监测的交互服装设计领域存在一定的可探究空间。

## 2 搜救犬交互服装设计基本流程

基于目前学者对搜救犬服装设计的研究,结合“交互”的特点,总结归纳出搜救犬交互服装设计的基本流程为了解试验对象、设计试验目标、制定实施方案、评测设计效果。

### 2.1 研究对象

搜救犬常见品种为拉布拉多犬、史宾格犬、德国牧羊犬、金毛猎犬等,不同搜救环境需要不同品种、不同体型的搜救犬。除一般犬类所拥有的高度发达的神经系统、敏锐的嗅、听、视觉等特点外,搜救犬还具有高度的服从性、注意力、耐久性、亲和力以及工作热情<sup>[11]</sup>。目前,搜救犬主要工作于各种灾难救援现场,在训练与工作过程中需要其精神的高度集中与体力的持久耐力。

辅助搜救员进行信息的采集能力与面对不同搜救环境的适应能力是搜救犬训练与工作的核心<sup>[12]</sup>。辅助搜救员进行信息的采集能力是指搜救犬迅速收集生命迹象、危险参数和环境参数的能力。面对不同搜救环境的适应能力是指搜救犬跟踪、区域搜索、尸体搜索、水上搜索、雪崩搜索、自然灾害搜索等能力。

### 2.2 试验目标

从搜救犬训练与工作的特性出发,确定“辅助搜救犬日常训练与搜救工作并监测其生理、心理变化”的试验目标,并将其分解为情境交互模拟、情绪模型的构建和系统融合设计”等3个子目标。情境交互模拟指产品设计过程中应关注搜救犬执行任务时与环境之间的互动,以及救援人员在训练和管理过程中与搜救犬之间的协作与互动;情绪模型的构建要求通过大规模的调研和具体分析搜救犬不同工作情况的需求后,选择不同的传感器等硬件或软件,通过相关算法分析情绪与生理之间的映射关系<sup>[13]</sup>;系统融合设计是指在一般犬类生理工效学的基础上,兼顾多重元素的设计,并尝试建立搜救犬交互服装的局部工业化系统。

### 2.3 实施方案

搜救犬交互服装的设计不仅需符合搜救犬特殊

的工作职能,还应体现设计理念,同时兼顾对搜救犬生理、心理变化的监测。根据这一设计目标,本研究从结构、面料、颜色及工艺设计等4方面解析设计要点,以构建产品原型,完成设计实践。

### 2.3.1 结构

立足于搜救犬工作与训练的现实需求的服装结构应具备良好的服用性能的基本要求,其款式应根据不同的搜救环境而有所不同。搜救犬服装应遵循醒目美观、方便活动的基本原则。由于搜救犬服装需负载电子元件与电路来实现交互效果,因此搜救犬交互服装设计必须考虑电子元件放置与柔性传感线分布的合理性,在不影响服装整体功能的情况下应确保安全,并优化性能<sup>[14]</sup>。搜救犬服装需要根据多样化的功能需求进行设计。不同的任务要求的服装不同,可依据任务特点提供多个配置和组合,确保不同搜救场景与训练过程中的使用。

### 2.3.2 面料

搜救犬服装应具有较高的耐磨性,一定的驱蚊、抑菌性,良好的吸湿透气性、防水性及轻便性等。搜救犬执行任务时需要在环境复杂的地形中穿行,故面料应选用耐磨损、抗划伤材料,使服装具有一定的耐用性和稳定性;在草丛、灌木丛、废墟等环境中工作时,搜救犬面临蚊虫和细菌的威胁,服装需具有一定的驱蚊和抗菌能力;由于搜救犬执行任务时运动量大,面料还应具备良好的吸湿透气性,以使犬体保持舒适干燥;在雨天工作时,为避免身体受寒,服装还应具备防水性,确保犬体不被浸湿;同时,考虑到搜救犬工作时间相对较长的特性,轻便、柔软的面料将有助于提高犬只的活动性和灵活性。

### 2.3.3 颜色

基于搜救犬工作的特殊性,搜救犬服装的颜色一般应醒目美观,或与搜救员制服相匹配。搜救犬执行任务时,需要快速定位和识别目标,故服装颜色应该鲜明醒目,便于远距离识别。服装颜色的稳定性也是设计搜救犬服装时需要考虑的因素之一。在复杂的环境中,颜色的稳定性可以更好地确保搜救犬的可见度。服装的颜色需合理选择,应不会对搜救犬的工作效率及其情绪产生负面影响。通常采用鲜红或橙色为主色调,黑色或深蓝色作为亮色的配色方案,以确保犬体的舒适度及其可见度。

### 2.3.4 工艺

搜救犬服装制作需要精细的缝纫技术,应尽量规避多余的线、绊、带的设计,以不影响犬体的正常活

动,防止复杂的搜救环境对搜救犬的阻碍与伤害。在服装制作过程中还应针对面料特性考虑洗涤和干燥过程中的缩水问题,确保服装尺寸稳定。同时,在图案工艺设计时,还应考虑加工成本和制作工艺的选择。数字喷墨技术<sup>[15]</sup>克服了丝网印刷套色的局限性,加速了图案的个性化进程,便于满足不同搜救队伍标识的制作需求,不仅能美化图案外观,还有利于降低经济成本,提高生产效率。

## 2.4 效果评述

从搜救犬服装自身特性出发,参考既有服装功能性与舒适性的文献,搜救犬服装的效果评述可从防护性与功能性、舒适性、经济性与可持续性等方面展开。

防护性是搜救犬服装设计的关键要素,包括材料、工艺与技术安全,要求确保不影响搜救犬工作,规避搜救环境对其安全工作的威胁。功能性要求搜救犬服装满足基本搜救职能要求,包括且不限于GPS定位、灯光引导、红外探测、生理监测、情绪感知等。

舒适性的评价可选用主观评价与客观评价相结合的方法。主观评价需要搜救犬训导员辅助参与评价,通过李克特五级量表法<sup>[16]</sup>、层次分析法<sup>[17]</sup>、模糊综合评价法<sup>[18]</sup>等进行服装着装舒适度的主观评价调查。评价之前需对训导员进行相关术语的解释与等级划分训练,尽量避免主观因素对结果的影响。客观评价角度可从湿热、服装压、可接受度等因素展开。

经济性与可持续性方面,相关政府单位是搜救犬交互服装的购买者和使用、维护者,可从购买成本、清洗维护难度、使用寿命方面进行评价。可持续性以与环境相互协调为要义,搜救犬交互服装的可持续性主要体现在款式结构、材质、工艺技术等方面,在搜救犬交互服装中还需要检测智能模块的续航能力、使用寿命、技术持久性等。

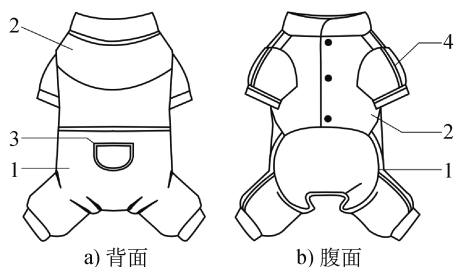
## 3 设计效果展示及测评

### 3.1 设计应用

依据宠物服装基础版,选择易于穿脱的纽扣式两脚制服为服装款式,以纯棉针织物为主面料,柔和的橙黄色为主色调。服装背部束带嵌置微型集成电路模块,支持WIFI联网、手机热点连接和离线使用。

### 3.2 效果展示

本设计利用 CorelDRAW 软件对搜救犬交互服装进行款式设计,同时借助 CLO 3D 软件进行结构设计和虚拟仿真展示。将动态的面料与静态的二维结构设计进行结合,以减少样衣制作次数,快速生成试衣效果。考虑到该服装为一款特殊工种的功能产品,本研究选择四脚短袖作为服装款式的基础版型。图 1 为该款搜救犬交互服装的结构设计图,图 2 为平面制版图。



1-外套; 2-里套; 3-口袋; 4-反光条。

图 1 结构设计图

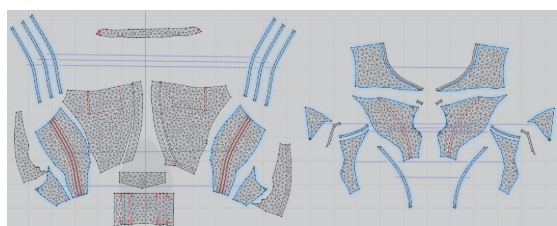


图 2 平面制版图

采用参数化建模技术,选择 S 号型的两脚服作为 2D 制版规格<sup>[19]</sup>,搜救犬交互服装的虚拟模特部位尺寸参数如表 1 所示,虚拟模特效果如图 3 所示。

表 1 搜救犬交互服装尺寸参数 单位:cm

部位	胸围	颈围	腰围	背长	后背宽	裆围
尺寸	40	29	33	28	24	32

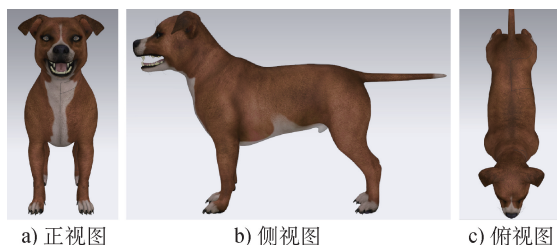


图 3 虚拟模特效果图

为更好呈现三维效果,在 CLO 3D 软件中的属性编辑器上,将服装主体面料的物理属性设置为“Knit\_Cotton\_Jersey”,100%棉针织,厚度设置为 2.0 mm,面密度设置为 260 g/m<sup>2</sup>。服装下摆和领口位置面料物理属性设置为“罗纹 1+1\_319 g/m<sup>2</sup>”,100%棉针织物,厚度设置为 2.0 mm,面密度为 260 g/m<sup>2</sup>。随后对面料的粒子间距、透明度、色彩、弯曲强度、对角张力等相关数据进行调参,最终的虚拟仿真效果如图 3 所示。



图 4 虚拟仿真三视图

### 3.3 效果评述

本设计选用具有保温、防寒、抗热、超轻、超薄、耐磨、抗皱特性的太空棉作为外料,选用对金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌等微生物的生长有一定抑制作用的石墨烯与棉纤维的混纺织物作为里料,并用艾草提取液进行浸渍烘干处理,以实现驱蚊效果<sup>[20]</sup>。

为实现醒目美观的需求,服装以整洁大方的黄橙色为主色调,并在服装前、后腿两侧表面缝贴反光条,使搜救犬活动、工作时更为醒目。在该服装背部置有工装口袋,用以放置具有监测生理、心理功能和 GPS 定位功能的微型集成电路模块。此外,为实现易穿脱、收纳的需求,设计用纽扣代替拉链,以避免卡毛现象。

此外,3D 虚拟试衣技术能够快速、直观、立体地呈现服装设计效果,整个设计过程耗时较短、调整容易、成本低廉、经济便捷;智能交互设备能耗较小、质量偏小、续航能力较强,符合可持续设计理念。

## 4 结语

进一步推进搜救犬交互服装的研究和创新,不仅是对搜救犬的保护和对搜救犬工作效率的提升,更是搜救工程和技术不断发展的重要组成部分。搜救犬自身管理与工作的特殊性要求此类服装能优化搜救

犬培养与训练体系、提升工作与管理的效率,最终促进相关搜救活动的科学化、有效化。

三维虚拟试衣技术缩短了搜救犬服装的开发时间,提高了开发效率,能够有效减少实物样衣的制作次数,提升制版的精确度,从而节省从设计研发到落地生产过程中的人力、物力和财力的投入。未来可从进一步分析搜救犬状态与其生理、心理数据变化之间的映射关系、提高产品适用度,以及提升虚拟仿真精确效果等方面展开深入研究。

基金项目:

- 1.湖北省教育厅哲学社会科学基金项目(21Q104);
- 2.大学生创新创业训练计划项目(S202210495053X);
- 3.武汉纺织大学教学研究项目(2021JY105, 20220100108)。

### 参 考 文 献

- [1] 闫文鹏,徐斌.搜救犬的发展概况及其使用价值[J].中国工作犬业,2008(10):45.
- [2] CONTINI M S, MARTINS L E G. Development of a wearable device to provide electronic assistance to search and rescue dogs[J]. Research on Biomedical Engineering 2024,40(1):265-280.
- [3] KASNESIS P, DOULGERAKIS V, UZUNIDIS D, et al. Deep learning empowered wearable-based behavior recognition for search and rescue dogs[J]. Sensors, 2022, 22(3):993.
- [4] BOZKURT A, ROBERTS D L, SHERMAN B L, et al. Toward cyber-enhanced working dogs for search and rescue[J]. IEEE Intelligent Systems, 2014, 29(6):32-39.
- [5] KUMPULAINEN P, KUMPULAINEN P, CARDO A V, SOMPPI S, et al. Dog behaviour classification with movement sensors placed on the harness and the collar[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2021, 241:105393.
- [6] MAO A, HUANG E, WANG X, et al. Deep learning-based animal activity recognition with wearable sensors: Overview, challenges, and future directions [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2023, 211:108043.
- [7] 李大伟,吴疆.基于无线图传技术的搜救犬应用指挥系统[J].中国工作犬业,2019(6):45-48.
- [8] 蒋水秀,张森林,殷建军.花样激光自动裁剪系统的DSP控制[J].纺织学报,2012,33(5):127-130.
- [9] 郭秋晨.集成不同导电材料针织柔性传感器的智能无缝服装的研发[D].上海:东华大学,2017.
- [10] 吴忻舟,陈嘉怡,程哲.自闭症儿童交互服装研究与虚拟设计[J].天津纺织科技,2024(2):1-4.
- [11] 孙勇,宋珍华,方建强,等.搜救犬训犬员综合素质的培训与评估[J].中国工作犬业,2010(1):38-40.
- [12] 宋珍华,王媛,方建强,等.搜救犬基础能力培训方法的研究[J].中国工作犬业,2010(5):26-28.
- [13] 张迪,万柏坤,明东.基于生理信号的情绪识别研究进展[J].生物医学工程学杂志,2015,32(1):229-234.
- [14] 吴忻舟,汪家俊,程哲,等.基于情绪反馈的智能宠物犬服装研究[J].纺织导报,2024(2):62-64.
- [15] 匡迁.壮族传统刺绣在皮革时装中的创新设计应用[J].皮革科学与工程,2022,32(4):98-103.
- [16] 亓莱滨.李克特量表的统计学分析与模糊综合评判[J].山东科学,2006,19(2):18-23.
- [17] 张辉,信晓瑜,马嘉琪,等.基于层次分析法的新疆尼雅出土服饰虚拟复原效果评价[J].毛纺科技,2022, 50(4):66-72.
- [18] 黄智威,石雅杰,陆冯,等.《宫乐图》中仕女服饰的数字化复原[J].纺织学报,2024,45(6):155-164.
- [19] 郑倩男.宠物犬服装的智能化设计构建[J].中国工作犬业,2020(10):44-50.
- [20] 王亚静,霍德薪,田宏.基于艾草功能的纺织品开发与应用[J].轻纺工业与技术,2023,52(4):126-128.

倡导绿色生活

共创美好未来