

# 基于 SciMAT 的防护服装研究动态演进分析

陈晓鹏, 严晓燕, 孙洋, 王伶俐, 王洁

(中原工学院 服装学院, 河南 郑州 451191)

**摘要:**为了对防护服装研究现状有系统认识,运用 SciMAT 软件对 Web of Science 数据库中有关防护服装的核心文献进行关键词共现分析;利用生成的关键词战略图、演化图揭示防护服装的发展现状及领域成熟度。研究发现:随着时间的推移,防护服装研究关键词不断增多,演化关系逐渐复杂,涉及的领域越来越广泛,形成了热防护、职业与医用、日常行为 3 条主要演化路径;随着不同时期社会和自然环境的变迁,防护服装研究不断涌现出新的内容;个人防护、纺织技术、功能设计、人类行为等主题是目前防护服装研究领域的热点。

**关键词:** 防护服装;主题演化;研究综述;战略图

**中图分类号:** TS 941.13 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2023)06-0521-08

## Analysis on the Dynamics Evolution of Protective Clothing Research Based on SciMAT

CHEN Xiaopeng, YAN Xiaoyan, SUN Yang, WANG Lingli, WANG Jie

(College of Fashion Design, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 451191, China)

**Abstract:** In order to provide a systematic cognition of the whole picture of protective clothing research, this paper analyzed the keywords co-occurrence in the core literature of Web of Science by SciMAT. The generated theme evolution map and strategy map were used to reveal the development status of protective clothing and the maturity of the field. The results show that the research themes on protective clothing continue to grow, and the evolution of the keywords have become more complex and the research scope has become broader. Three main evolutionary pathways are formed: thermal protection, occupational and medical application, and daily behavior. New topics on protective clothing continue to emerge in different periods of social and natural environments. Personal protection, textile technology, functional design, and human behavior are the current hot topics in protective clothing research.

**Key words:** protective clothing, theme evolution, research review, strategy map

随着人们自我保护意识的不断提高,功能性防护服装成为服装领域的发展热点,同时给相关产业带来新的机遇<sup>[1]</sup>。目前国内外对防护服装的综述性分析大多集中在特殊防护服装新型面料的开发、服装材料性能研究等小、特、精、专领域,如 HARRIET M 等<sup>[2]</sup>对服装面料功能特性和耐久性进行研究;黄关林等<sup>[3]</sup>开发出新型咖啡炭纤维多功能针织面料,然而缺少对防护服装研究成果的概括性、系统性研究。对防护服装研究的综述分析有助于系统、全面地梳理相关领域知识结构和发展脉

络,为进一步的研究和应用带来启发。目前已有研究主要以 CiteSpace 为工具,梳理纺织服装、服装设计等方向的整体发展脉络和前沿热点,尚未有使用可视化工具探讨防护服装研究关键词的动态演化路径。文中以时间为轴,分析国际防护服装核心论文的研究情况,由此呈现该领域的知识演化状态,并据此对未来的研究热点和趋势进行预测。

文献的数字化和数据分析工具的发展为文献的定量分析提供了便利<sup>[4]</sup>。利用 SciMAT 对防护服装研究演化的数据进行处理,把复杂的进程以可视

收稿日期:2023-02-20; 修订日期:2023-11-02。

基金项目:河南省高等学校哲学社会科学基础研究重大项目(2022-JCZD-34)。

作者简介:陈晓鹏(1970—),女,教授,硕士生导师。主要研究方向为服装设计与管理。Email: chen9764@163.com

化形式清晰地展示出来,从点、面、纵向联系等方面揭示主题的演进情况<sup>[5-6]</sup>,以探明防护服装研究的发展与现状,总结其研究热点与趋势,为进一步研究防护服装提供参考。

1 研究方法 with 数据

为探索防护服装领域研究关键词的动态路径,文中采用共词分析法,从综合性学术信息资源 Web of Science 核心合集数据库中获取数据,对关键词进行清洗和分析,获得有关防护服装领域的数据流和战略图。关键词演化路径分析框架如图 1 所示。

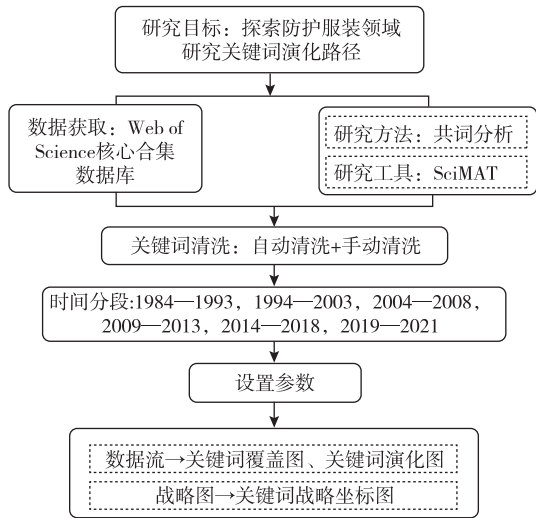


图 1 关键词演化路径分析框架

Fig.1 Keyword evolutionary path analysis framework

1.1 研究方法

文中以 SciMAT 软件为工具,共词分析为方法<sup>[7]</sup>,统计关键词在文献中出现的频次,构建共现矩阵,并计算词与词之间的距离,借助聚类算法,将距离较近的关键词聚集形成概念相对独立的类团<sup>[8]</sup>,由此分析关键词随时间演化的趋势,并通过战略坐标法和数据流法展现。

1.2 研究数据

1.2.1 数据获取 Web of Science 收录了自 1900 年以来众多期刊发表的文献资源,包含 SCI,SSCI, A&HCI 等收录论文,其中的核心期刊文献更能反映防护服装研究发展的主要动态。文中基于此核心合集数据库进行文献检索,制定检索式为: TS = (“protective clothing”)。检索发现,自 1984 年在丹麦召开第一次国际防护学术讨论会后<sup>[9]</sup>,有关防护服装的论文开始大量发表,因此选择时间跨度为 1984—2021 年,得到论文 4 186 篇。再对检索结果进行精炼,精炼依据为文献类型: Article,共得到论文 3 418 篇。

1.2.2 关键词清洗 SciMAT 具有较强的数据预处

理功能,可通过系统自定方式和手工方式提高分析数据的质量<sup>[10]</sup>。文中使用其 Find similar words by plurals 功能进行数据的自动清洗,并结合手动清洗进行了兼并同义词、删除指向性弱的关键词等操作<sup>[11]</sup>。

1.2.3 时间分段 为了获取防护服装研究的持续性演变情况,需要对研究时间进行分段。文中研究时间跨度大、早期研究的文献数量较少,故采用文献量和固定时间窗口相结合的方式<sup>[12]</sup>,早期以 10 年为期,2004 年开始以 5 年为期,将研究区间分为 6 个时间段。

1.2.4 参数选择 在共词分析中,文中在 SciMAT 系统中选择了 Association strength 作为网络的标准方法,Simple centers algorithm 作为聚类方法,Core mapper 作为图谱类型,Salton’s cosine 作为进化图的标准方法进行分析。为了确保图谱清晰、聚类类团个数合理,设置网络最大值为 15,最小值为 5。

2 结果与分析

2.1 年发文量分析

基于 Web of Science 收录论文统计,1984—2021 年防护服装领域共发表的核心研究论文 3 418 篇,2021 年的发表量最多,为 301 篇。防护服装领域的知识点呈明显增长趋势(见图 2)。1991 年之前,防护服装研究文献数量较少;1991—2007 年,相关文献数量逐渐增加;2008 年后发文量迅速增多,反映出防护服装领域研究热度逐步加强。

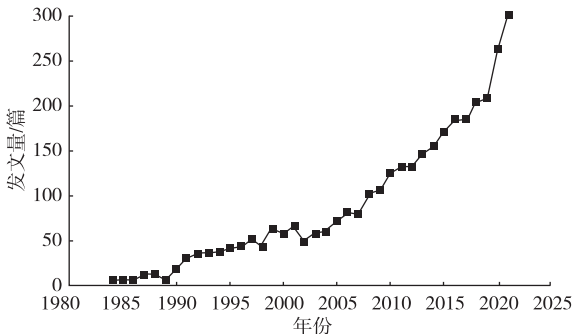


图 2 1984—2021 年防护服装研究文献情况

Fig.2 Research literature of protective clothing from 1984 to 2021

2.2 关键词分析

关键词反映了论文的核心主题与研究重点<sup>[13]</sup>。在分析防护服装研究的关键词时,为了避免数据量过大导致信息杂乱,文中通过阈值设置突出主要信息<sup>[14]</sup>,去除不重要信息,使得图谱更加清晰。

2.2.1 关键词主题覆盖图 主题覆盖图以关键词

数表征主题数,以数据流展示研究主题的新旧更替和稳定性情况<sup>[15]</sup>。SciMAT 可视化图谱系统分析所得的防护服装研究关键词情况如图 3 所示。其中,斜向下的箭头表示新生词,斜向上的箭头表示消亡

词,圈内的数字代表各时间段的关键词数量,水平箭头括号前数字表示从上一阶段保留到下一阶段的关键词<sup>[6]</sup>,括号内数值表示两个时间段间关键词的稳定指数,指数越大越稳定。

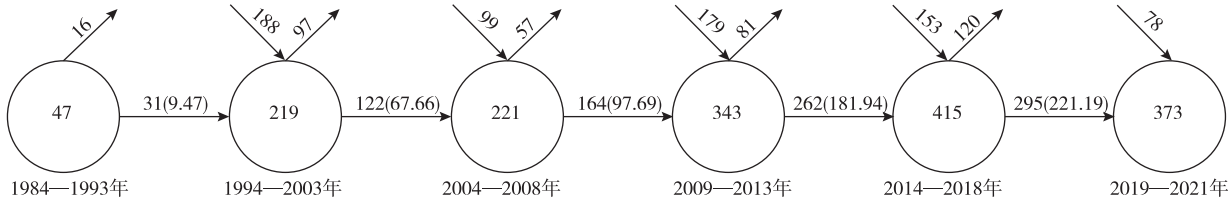


图 3 防护服装研究关键词演进覆盖图

Fig. 3 Research keyword evolution coverage map of protective clothing

1984—1993 年的研究处于初期发展阶段,研究内容多为新生关键词。1994—2013 年新生关键词大量涌现,研究文献迅速增加,关键词内容得到充分延展,是防护服装领域飞速发展的阶段。2014—2021 年的演化路径趋于平稳,形成较为稳定的防护服装研究方向。各时间段的稳定性指数逐渐变大,说明研究不断深化,领域知识发展状态趋于平稳。图 3 表明,①关键词稳定增加,学科趋向成熟,研究的连续性强;②研究逐渐固化,有待注入新鲜内容,

拓展新生研究主题。

2.2.2 关键词的战略坐标图 战略坐标图展现了研究领域内部的联系情况和领域间的相互影响情况<sup>[16]</sup>,防护服装关键词战略坐标图可以描述该关键词在各研究阶段所处的位置,呈现聚类关键词的内部联系和不同关键词之间的相互关联,同时结合关键词各阶段所处位置的变化判断其演变情况,揭示防护服装领域的演化方向、发展脉络,为研究者把握学术发展方向。图 4 为防护服装研究的关键词战略图。

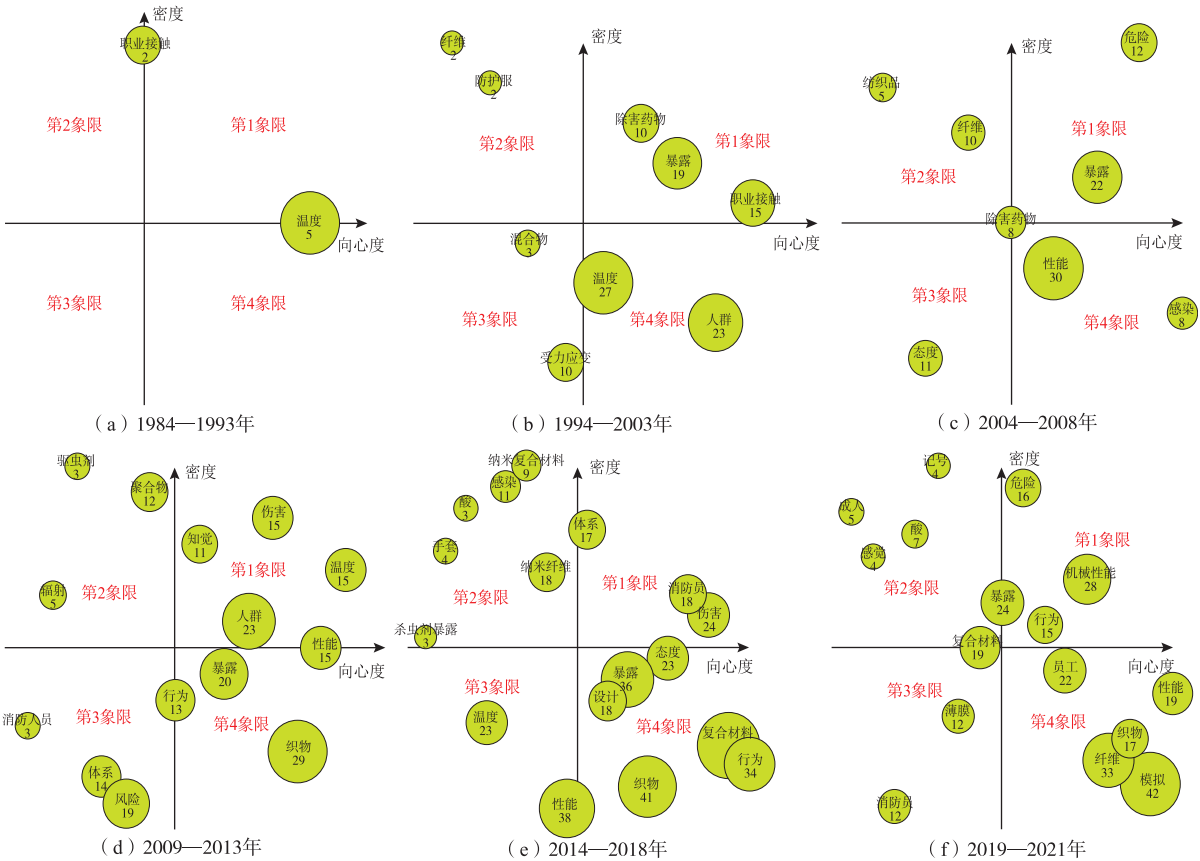


图 4 各时间段防护服装研究的关键词战略图

Fig. 4 Keyword strategy map for protective clothing research by time period

图 4 中,横轴向心度表示研究时间段内某主题与其他主题的关联强度,向心度越大,则该领域与

其他领域的联系越强,该领域就越趋于中心地位<sup>[17]</sup>。纵轴密度表示某一领域内部关键词间的关

联强度,密度越高表明内部聚类的关键词间联系越紧密,发展成熟度越高,主题演化路径中潜力越大<sup>[18]</sup>。图 4 中圆圈代表不同防护服装研究方向的关键词聚类,圆圈大小代表文献发表的数量。战略图 4 个象限的聚类具有不同性质:第 1 象限说明关键词内部联系紧密,发展程度高;第 2 象限表示研究

成熟度高但不具有重要的外部联系,往往专业性较强;第 3 象限表示研究薄弱且处于边缘位置,一般为新生的类团或衰退的类团;第 4 象限表示主题处于核心地位但成熟度不高,发展潜力大,对研究领域有很大的影响力<sup>[19]</sup>。将得到的 66 个关键词聚类按不同战略区域进行划分,具体见表 1。

表 1 防护服装研究的关键词聚类象限

Tab. 1 Keyword clustering quadrant for protective clothing research

关键词聚类/年	第 1 象限	第 2 象限	第 3 象限	第 4 象限
1984—1993	职业接触,温度			
1994—2003	除害药物,暴露,职业接触	纤维,防护服	混合物,受力应变	温度,人群
2004—2008	危险,暴露,除害药物	纺织品,纤维	态度	性能,感染
2009—2013	伤害,知觉,温度,人群,性能	驱虫剂,聚合物,辐射	行为,消防人员,体系,危险	暴露,织物
2014—2018	体系,消防员,伤害	纳米复合材料,感染,酸,手套,纳米纤维,杀虫剂暴露	温度,性能	态度,暴露,设计,复合材料,行为,织物
2019—2021	危险,机械性能,暴露,行为	记号,成人,酸,感觉,复合材料	薄膜,消防员	员工,性能,织物,纤维,模拟

结合图 4 与表 1,综合考虑聚类节点体积和数量可以发现,关键词“温度”从成熟度高、向心度高的位置演化到成熟度低、向心度低的位置,反映出关于热防护研究的影响程度和关注度都在降低。关键词“暴露”在 5 个时间段都有出现,并且该类团一直较大,体现出利用纺织服装技术为暴露在危险环境中的人体提供防护的研究是连续性热点。2004 年前,论文及主题词的数量较少。2004 年后,大量关键词是从上一时间段演进而来,并与物理、医学、电子等学科有交叉;“消防员”是此阶段新生的类团,消防服是防护服装研究的重要领域。2014 年以前,影响大的主题在 4 个象限都有分布,2014 年之后,影响大的关键词都位于第 4 象限,说明纺织材料研究开始趋于成熟与稳定,织物、纤维等性能研究取得较多成果。“职业接触”“暴露”以及“风险”成为重要的研究方向;“功能性材料”已经形成专业化的研究领域;“温度”“消防员”等属于新兴的研究方向;“复合材料”“织物”“纤维”等研究属于基础的研究内容。

结合图 3 与图 4 分析发现国际防护服装领域早期研究节奏较慢、热度低,相关论文及关键词的数量较少,但为后期研究奠定了基础;后期关键词数量不断增多,呈多样化发展,新的关键词不断涌现。防护服装研究在各阶段不断补充新生关键词,并且前一阶段关键词都向后覆盖,这在一定程度上反映了防护服装领域新旧研究不断交替;总重叠关键词所占的比例超过关键词数量的一半,说明:①防护服装研究具有良好继承性和稳定性,学科发展较为成熟;②该领域研究内容较为单一,需要纳入新思

维和新视角。

对比同一时期的 4 大聚类区域可以发现,第 2、第 4 象限的关键词聚类数量多于第 1、第 3 象限,说明整体研究处于稳步前进的态势,新生关键词有待增加。防护服装作为一个多学科交叉的领域,新的关键词不断出现,但这些关键词受关注程度低,并未成为研究中心。位于可视化战略图谱不同象限的关键词一直在变化,没有固定的关键词一直处于高成熟度、高向心度的位置。除了关于专业性防护服装的研究,生活领域的防护服装研究在不断增加,针对不同人群、不同环境和用途的防护服装研究越来越细分化,专业化深入和日常化拓展成为齐头并进的两个方向。

2.2.3 关键词的演化路径图 1984—2021 年防护服装研究的关键词演化图如图 5 所示。图 5 以数据流的形式展示各时间段关键词的演化趋势,追踪关键词的动态演变<sup>[20]</sup>。演化图中的圆形类团表示热点关键词,类团大小与关键词相关文献量成正比。类团间的实线表示关键词演化或分裂,有共同的主要关键词;虚线表示关键词分化,类团间有共同的次要关键词。线的深浅、粗细与关键词相似度成正比,连线颜色深且粗,说明关键词的关联强度高,演化关系强;关键词孤立团表示相关研究较为成熟、稳定<sup>[21]</sup>。

纵向来看,各时间段的关键词数量、关键词类别和类团大小都有所不同,说明研究重点和关注内容在不断变化。横向来看,随着时间推移,防护服装研究关键词数量不断增多,各类团关键词通过演化、分裂、融合,形成多条演化路径,研究内容更加丰富,研究分支更加细化。结合图 3 发现,借助演化



图分析各阶段国际防护服装研究关键词的发展变化及消亡,并从演化趋势中识别该领域的关键词演化路径。由图 5 可以直观地识别出所有时间段都出现过的关键词、已经消失的关键词和在最后阶段出

现的关键词。总体而言,关键词演化图呈现出节点间的数据流更多、更复杂的趋势,反映了1984—2021年防护服装研究受到国际广泛关注,不断衍生新的研究主题。

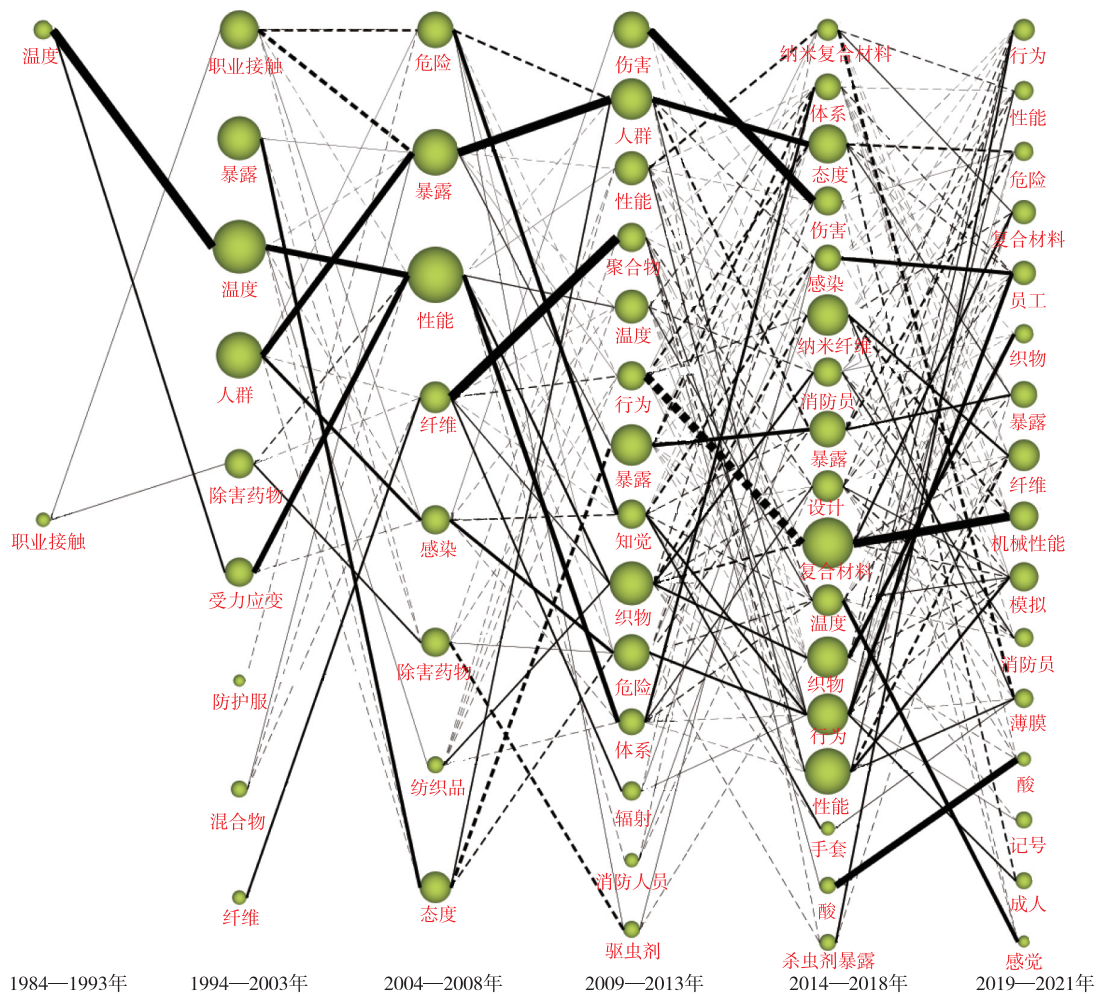


图5 防护服装研究的关键词演化图

**Fig.5** Keyword evolution chart of protective clothing research

由图 5 可以看出,1984—1993 年期间,研究关键词较少,关联程度低;1994—2008 年期间,大量新生关键词出现,关键词间的连线增多,部分主要和次要研究方向得以演化发展;2009—2021 年期间,关键词间演化更加复杂,研究主题不断细化和深入。总体而言,1984—2021 年国际防护服装研究关键词可归纳为热防护、职业与医用和日常行为 3 个方向。

1) 热防护方向。该方向是由温度-温度、受力-应变-性能-织物、体系-体系、消防员-模拟构成。演化的关键词包括复合材料、功能设计等, 主要位于第4象限, 具有内部联系紧密、研究热度高的特点。从研究内容来看, 热防护演化路径重点关注热防护

材料、防护性能等内容,研究成果集中在服装材料的热湿传递性能、多功能化、复合化等方面<sup>[22-24]</sup>,强调防护服的舒适性和扩展防护服的多功能性。由于消防员常暴露在强辐射、高温危险环境中,服装内微环境热量蓄积导致的皮肤烧伤以及热应力等专业性强的课题不断涌现<sup>[25-26]</sup>。

2) 职业与医用方向。该方向在 2004—2008 年阶段不断发展融合,影响力增强,由 3 条子路径组成,即“人群-暴露-人群-态度-危险”“暴露-态度-危险-感染-纤维”和“人群-伤害-感染-危险-行为-员工”。3 条子路径相互交叉融合,不断分化和转移,职业主题逐渐趋向日常行为主题,连线较粗,且均位于 1,4 象限,是发展潜力大的研究方向。以暴

露为关键问题的研究内容一直较稳定,是持续的热点<sup>[27-29]</sup>。随着医用防护服研究热度逐年上升,在流行性病毒传播的影响下,有关防护服装面料性能的研究开始增多,其中,解决人体暴露问题的研究不断强化。

3) 日常行为方向。该方向数据流相对较少且分散,相关文献量缓慢增长。在这一方向中识别出两条演化子路径,即:“危险-知觉-行为-成人”和“行为-复合材料-机械性能”。第1条子路径前期研究主要为特种防护方向,后期研究演化为人行为方向;相关研究在3个时间段位于战略图的第1、第3象限,且类团增大,说明此类研究正在发展。第2条子路径中相关主题早期位于第3象限,是新兴研究主题,后期演化成以材料性能为主题,并转移到第1象限,研究发展逐渐成熟。防护服装研究延伸到日常生活领域<sup>[30-32]</sup>,不再局限于特殊环境下的专业防护,相关研究和产业存在巨大的发展空间,防护性能和舒适性是当下获得较多关注的主题。

热防护方向研究的演化路径是国际防护服装领域的热点研究方向,近些年该主题与其他主题关联度降低,演化路径相对稳定且较为明晰;职业与医用主题是防护服装领域稳定的专业研究方向,研究热度高,且持续时间长,演化路径较为复杂,在演化路径中有较多的主题分裂和融合,关键词间数据流多且密,分裂与融合现象明显;日常行为方向研究是防护服装领域的新兴研究方向,此方向融合较多新主题,近些年相关文献量不断增加,在领域中的影响力也逐渐升高,是具有发展潜力的研究方向。

### 3 结 语

利用 SciMAT 工具得到防护服装研究的关键词战略分布与关键词演化脉络,从多角度分析防护服装研究的动态演进过程,清晰地展现出研究的发展状态及知识结构的变化情况。

1) 从关键词数量来看,国际防护服装领域整体研究数量呈上升趋势,其研究热度逐年上升,并伴有良好发展态势。

2) 从关键词发展来看,随着防护服装领域技术的发展及防护服装适用领域的扩展,各阶段新生词的进入量均大于消亡词的退出量,说明该领域的研究引起了越来越多研究人员的关注与重视,且研究力量不断壮大,涉及的研究范围也日益扩大。

3) 从关键词聚类团来看,各研究时间段的关键词聚类不断增加,新热点和新内容不断出现,其中,纺织品技术与服装的结合以防护暴露在危险环境

中的人体为研究热点。防护服装研究是一个交叉学科,需要重点关注新兴主题,在个人防护、纺织技术、功能设计等方面加大研究力度,尝试不同领域间的交叉融合,从而促进防护服装领域持续发展。

4) 从关键词演进来看,防护服装的关键词动态演化比较清晰,呈现出3个方向6条主题演化路径,即热防护、职业与医用和日常行为。防护服装研究针对新出现的危害因素探索防护服装的解决方法,不断拓展新的应用领域。

通过分析国际防护服装研究的动态变化趋势,预测其未来可能的发展走向,认为:防护服装研究仍会在热防护、医用、纺织材料等领域不断深入,防护服装正在走进日常生活。2020年,受新型冠状病毒感染疫情的影响文献量激增,目前该领域的研究受到了全世界的极大关注;伴随着大众对防护需求的提高,健康安全的功能性服装将与日常化需求的设计相结合,使防护服装真正进入日常生活领域。例如研究抗菌抗病毒服装,开发抗菌面料、可重复使用的防护服装,使得防护服装具有高阻隔、高舒适、高强力的性能,让抗菌抗病毒服装能够日常应用。当前国际交流合作越发紧密,关于防护服装的研究已取得不少成果,对防护服装研究进行动态演进分析有利于反思当前区域服装研究的问题。

### 参考文献:

- [1] 崔森. 浅谈防护服装的现状和对策[J]. 中国纤检, 2014(20): 76-77.  
CUI Miao. Discussion on the present situation and countermeasures of protective clothing [J]. China Fiber Inspection, 2014(20): 76-77. (in Chinese)
- [2] HARRIET M, MINNA V. Clothing and textiles for disabled and elderly people [M]. Authoaffiliation: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo(Finland), 2002.
- [3] 黄大林, 钟国能, 何立锋, 等. 咖啡碳纤维添纱结构多功能针织面料的开发[J]. 针织工业, 2014(5): 12-13.  
HUANG Guanlin, ZHONG Guoneng, HE Lifeng, et al. Development of multifunctional plated knitted fabric using coffee carbon fibers [J]. Knitting Industries, 2014(5): 12-13. (in Chinese)
- [4] 邱均平, 段宇锋, 陈敬全, 等. 我国文献计量学发展的回顾与展望[J]. 科学学研究, 2003, 21(2): 143-148.  
QIU Junping, DUAN Yufeng, CHEN Jingquan, et al. The retrospect and prospect on bibliometrics in China [J]. Studies in Science of Science, 2003, 21(2): 143-148. (in Chinese)
- [5] 张云, 华薇娜, 袁顺波, 等. WoS 数据库中专利分析论

- 文的主题动态演进研究[J]. 现代图书情报技术, 2015(1): 17-23.
- ZHANG Yun, HUA Weina, YUAN Shunbo, et al. Research on the themes dynamic evolutions of the patent analysis papers from WoS database[J]. New Technology of Library and Information Service, 2015(1): 17-23. (in Chinese)
- [6] COBO M J, LÓPEZ-HERRERA A G, HERRERA-VIDEIRA E, et al. SciMAT: a new science mapping analysis software tool[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2012, 63(8): 1609-1630.
- [7] CALLON M, COURTIAL J P, LAVILLE F. Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: the case of polymer chemistry[J]. Scientometrics, 1991, 22(1): 155-205.
- [8] 唐果媛. 基于共词分析法的学科主题演化研究方法的构建[J]. 图书情报工作, 2017, 61(23): 100-107.
- TANG Guoyuan. Building the method system of the subject theme evolution based on the co-word analysis method[J]. Library and Information Service, 2017, 61(23): 100-107. (in Chinese)
- [9] 高方. 国外防护服技术的发展[J]. 中国安全科学学报, 1993, 3(4): 18-21, 2.
- GAO Fang. Recent development of protective clothing in foreign countries[J]. China Safety Science Journal, 1993, 3(4): 18-21, 2. (in Chinese)
- [10] 刘艳华, 华薇娜, 钱爱兵. 国际健康信息研究主题的演化路径分析[J]. 现代情报, 2018, 38(7): 135-141.
- LIU Yanhua, HUA Weina, QIAN Aibing. Analysis of themes evolutions of international research papers on health information[J]. Journal of Modern Information, 2018, 38(7): 135-141. (in Chinese)
- [11] 郑彦宁, 许晓阳, 刘志辉. 基于关键词共现的研究前沿识别方法研究[J]. 图书情报工作, 2016, 60(4): 85-92.
- ZHENG Yanning, XU Xiaoyang, LIU Zhihui. Study on the method of identifying research fronts based on keywords co-occurrence[J]. Library and Information Service, 2016, 60(4): 85-92. (in Chinese)
- [12] 袁永旭, 闫秀琳, 王思源, 等. 基于 SciMAT 的国际医学信息学主题动态演进研究[J]. 中华医学图书情报杂志, 2021, 30(9): 32-41.
- YUAN Yongxu, YAN Xiulin, WANG Siyuan, et al. SciMAT-based dynamic evolution of international medical information[J]. Chinese Journal of Medical Library and Information Science, 2021, 30(9): 32-41. (in Chinese)
- [13] 李丽霞, 任卓明, 张子柯. 基于关键词的知识图谱挖掘信息技术学科演化趋势[J]. 电子科技大学学报, 2020, 49(5): 780-787.
- LI Lixia, REN Zhuoming, ZHANG Zike. Trend of information technology discipline based on mining the keywords of knowledge graph[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2020, 49(5): 780-787. (in Chinese)
- [14] 陶文兵, 金海. 一种新的基于图谱理论的图像阈值分割方法[J]. 计算机学报, 2007, 30(1): 110-119.
- TAO Wenbing, JIN Hai. A new image thresholding method based on graph spectral theory[J]. Chinese Journal of Computers, 2007, 30(1): 110-119. (in Chinese)
- [15] 董雪季, 王晓慧. 国际科学计量学研究主题动态演化路径分析[J]. 数字图书馆论坛, 2018(10): 9-17.
- DONG Xueji, WANG Xiaohui. Analysis of themes dynamic evolution of the international scientometrics research[J]. Digital Library Forum, 2018(10): 9-17. (in Chinese)
- [16] 李永忠, 陈静, 谢隆腾. 共词分析法中战略坐标图的改进研究[J]. 情报理论与实践, 2019, 42(1): 65-69.
- LI Yongzhong, CHEN Jing, XIE Longteng. Improvement of strategic diagram in the co-word analysis[J]. Information Studies, 2019, 42(1): 65-69. (in Chinese)
- [17] 梁晓婷, 奉国和. 当代知识图谱的构建方法研究[J]. 图书馆杂志, 2013, 32(5): 10-16.
- LIANG Xiaoting, FENG Guohe. Review of knowledge mapping construction method[J]. Library Journal, 2013, 32(5): 10-16. (in Chinese)
- [18] 李文婷, 祝朝伟. 基于 SciMAT 的国际译学动态演化(2010—2019)分析研究[J]. 外国语, 2022, 38(1): 123-132.
- LI Wenting, ZHU Chaowei. An analysis of the dynamic evolution in international translation studies based on SciMAT (2010—2019)[J]. Foreign Language and Literature, 2022, 38(1): 123-132. (in Chinese)
- [19] LÓPEZ-HERRERA A G, COBO M J, HERRERA-VIDEIRA E, et al. A bibliometric study about the research based on hybridizing the fuzzy logic field and the other computational intelligent techniques: a visual approach[J]. International Journal of Hybrid Intelligent Systems, 2010, 7(1): 17-32.
- [20] 宋敏, 韦正现, 印桂生. 面向数据流的网构软件服务动态演化分析[J]. 软件学报, 2013, 24(12): 2797-2813.
- SONG Min, WEI Zhengxian, YIN Guisheng. Evolution analysis of data flow oriented internetware service[J]. Journal of Software, 2013, 24(12): 2797-2813. (in Chinese)
- [21] 李悦, 苏成, 贾佳, 等. 基于科学计量的世界人工智能

- 领域发展状况分析[J]. 计算机科学, 2017, 44(12): 183-187.
- LI Yue, SU Cheng, JIA Jia, et al. Analysis of development status of world artificial intelligence based on scientific measurement [J]. Computer Science, 2017, 44(12): 183-187. (in Chinese)
- [22] 金鹏, 薛哲彬, 沈雷, 等. 可调温材料在服装中的应用及性能测试评价[J]. 针织工业, 2020(4): 66-69.
- JIN Peng, XUE Zhebin, SHEN Lei, et al. Application of thermo-regulated materials in clothing and performance testing evaluation[J]. Knitting Industries, 2020(4): 66-69. (in Chinese)
- [23] CELCAR D, MEINANDER H, GERSAK J. Heat and moisture transmission properties of clothing systems evaluated by using a sweating thermal manikin under different environmental conditions [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 2008, 20(4): 240-252.
- [24] 杨婕, 任祥放. 多功能服装设计系统构建与评价体系研究[J]. 毛纺科技, 2020, 48(6): 52-57.
- YANG Jie, REN Xiangfang. Research on construction and evaluation system of multifunctional clothing design system[J]. Wool Textile Journal, 2020, 48(6): 52-57. (in Chinese)
- [25] ROSSI R. Fire fighting and its influence on the body[J]. Ergonomics, 2003, 46(10): 1017-1033.
- [26] 张士进, 刘红, 田明伟. 消防服智能化改进的研究进展[J]. 服装学报, 2023, 8(4): 323-329.
- ZHANG Shijin, LIU Hong, TIAN Mingwei. Research progress of intelligent improvement of firefighting clothing [J]. Journal of Clothing Research, 2023, 8(4): 323-329. (in Chinese)
- [27] BURMAOGLU S, SARITAS O, KDAK L B, et al. Evolution of connected health: a network perspective [J]. Scientometrics, 2017, 112(3): 1419-1438.
- [28] NIGG H N, STAMPER J H, QUEEN R M. Dicofol exposure to Florida citrus applicators: effects of protective clothing [J]. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 1986, 15(1): 121-134.
- [29] OZAKI H, NAGAI Y, TOCHIHARA Y. Physiological responses and manual performance in humans following repeated exposure to severe cold at night [J]. European Journal of Applied Physiology, 2001, 84(4): 343-349.
- [30] 李洁涵, 刘晓刚, 曹霄洁, 等. 疫情时期上班族防护服的需求研究[J]. 针织工业, 2020(7): 1-5.
- LI Jiehan, LIU Xiaogang, CAO Xiaojie, et al. Demand study of office workers' on protective clothing during against the epidemic situation [J]. Knitting Industries, 2020(7): 1-5. (in Chinese)
- [31] 陈红宇, 刘明涵, 田源星, 等. 医用防护服的日常化探究[J]. 辽宁丝绸, 2021(2): 19-20, 7.
- CHEN Hongyu, LIU Minghan, TIAN Yuanxing, et al. Discussion on the daily use of medical protective clothing [J]. Liaoning Tussah Silk, 2021(2): 19-20, 7. (in Chinese)
- [32] 王伟, 李艳梅, 王方明. 充气面料抗冲击性能及其应用[J]. 服装学报, 2021, 6(6): 471-477.
- WANG Wei, LI Yanmei, WANG Fangming. Impact resistance of inflatable fabric and application [J]. Journal of Clothing Research, 2021, 6(6): 471-477. (in Chinese)

(责任编辑: 卢杰)