

基于专利挖掘的中国智能纺织/服装技术主题发展研究

余可¹, 胡琴^{2*}, 曾婷玉¹, 彭汉平¹, 韩明静¹, 张金团²

1. 景德镇陶瓷大学, 知识产权信息服务中心, 江西 景德镇, 333403

2. 贺州学院, 广西 贺州, 542899

摘要: 我国作为传统纺织大国, 纺织/服装技术与国民生活息息相关。随着大数据、人工智能等技术的快速发展, 智能纺织/服装技术正逐步从单一功能向多功能集成方向发展, 本研究聚焦于智能纺织/服装技术这一融合了纺织科学、材料工程与信息技术的交叉领域, 旨在通过专利挖掘方法, 深入分析智能纺织/服装技术, 以揭示其技术主题及发展情况。本研究以 IncoPat 专利数据库为数据来源, 检索智能纺织/服装技术相关专利并分析其发展情况, 运用 LDA 主题模型提取专利数据中隐含的技术主题。研究表明中国智能纺织/服装专利以发明专利为主, 正处于成熟初期, 专利申请主要集中在江苏、浙江、广东等东部沿海地区, 并识别出纺织机械与设备、功能性纤维与智能材料、服装模块化与 AI 检测技术、智能衣物温控调节技术四大技术主题。

关键词: 专利挖掘; 智能纺织/服装; 技术识别

Patent Mining-based Study on the Development of Smart Textile/Garment Technology Topics in China

Ke Yu¹, Qin Hu^{2*}, Tingyu Zeng¹, Hanping Peng¹, Mingjing Han¹, Jintuan Zhang²

1. Jingdezhen Ceramic University, Intellectual Property Information Service Center, Jingdezhen 333403, China.

2. Hezhou University, Hezhou, Guangxi, China, 542899.

Abstract: As a traditional textile country, China's textile/apparel technology is closely related to national life. With the rapid development of big data, artificial intelligence and other technologies, smart textile/apparel technology is gradually developing from single function to multi-functional integration. This study focuses on smart textile/apparel technology, a cross-field integrating textile science, materials engineering and information technology, and aims to analyze smart textile/apparel technology in-depth to reveal its technical themes and development through patent mining methods. This study takes IncoPat patent database as the data source, searches for patents related to smart textile/apparel technology and analyzes its development, and applies the LDA theme model to extract the technology themes implied in the patent data. The study shows that China's smart textile/apparel patents are mainly invention patents, which are in the early stage of maturity, and the patent applications are mainly concentrated in the eastern coastal regions such as Jiangsu, Zhejiang, and Guangdong, etc. The study also identifies four major technical themes, namely, textile machinery and equipments, functional fibers and smart materials, modularization of apparel and AI detection technology, and temperature control and adjustment technology for smart clothing.

Keywords: patent mining; intelligent textile/garment; technical identification

近年来,随着物联网、人工智能、大数据分析、柔性电子技术以及智能穿戴设备的快速发展与深度融合,中国纺织服装技术正逐步从传统制造向智能化、个性化方向转型。中国政府也积极推动纺织服装行业的智能制造与数字化转型。工业和信息化部发布的《纺织工业发展规划(2016-2020年)》明确提出推动纺织行业向智能化、绿色化转型^[1]。中国纺织工业联合会发布的《纺织行业“十四五”发展纲要》也指出,“十四五”期间要继续推进新一代信息技术与纺织工业的深度融合,加快行业数字化转型^[2]。在技术融合与政策的支持下,我国作为全球最大的纺织品生产和消费国,其智能纺织品市场呈现出欣欣向荣的态势。

因此,深入研究智能纺织/服装技术的主题发展与研发趋势,不仅对于推动纺织服装产业向更高层次、更高质量的发展阶段迈进,还能为纺织服装产业的转型升级提供理论支持和实践指导。而专利文献是世界上数量最大的信息源之一,世界上每年发明创造成果的90%~95%可以在专利文献中查到^[3]。根据世界知识产权组织(WIPO)的统计,全球每年新增的专利申请量超过300万件,其中涵盖了从传统制造业到新兴技术领域的广泛主题^[4]。专利文献成为科研人员、企业和政策制定者了解技术发展动态的重要工具。基于此,研究通过专利挖掘的方法,深入分析智能纺织/服装专利文本,系统地梳理出智能纺织/服装技术的主题发展与研发趋势。

1 相关研究

1.1 专利挖掘

专利挖掘是指从专利数据中挖掘出具有价值的技术信息和战略情报这一过程。专利挖掘作为技术情报获取的重要途径,国内外学者对专利挖掘进行了广泛且深入的研究。专利挖掘的核心目标是从专利数据中提取技术情报,支持技术创新和决策制定。早期学者从不同视角对专利挖掘进行了系统性梳理:胡正银等^[5]基于文本挖掘技术总结了专利分析的成果;屈鹏等^[6]将研究范围拓展至文本与数据挖掘的融合;L.Zhang等^[7]进一步整合机器学习与自然语言处理技术,将其定义为支持专利文献深度分析的工具集,奠定了当前研究的理论基础。在专利数据的高效获取与标注方面,J. Zhu等^[8]指出数据标注的准确性直接影响算法性能,而专利的领域依赖性使得跨领域标注资源匮乏问题突出。J. Risch等^[9]通过训练领域专用词嵌入向量(如fastTEXT),显著提升了专利分类任务的准确率。专利信息处理的核心任务包括术语抽取、命名实体识别(NER)和语义关系抽取。E. Bolshakova等^[10]利用经典主题模型LDA(latent Dirichlet allocation)对特定领域术语进行抽取;S. Dewulf^[11]基于句法规则识别功能型与属性型术语;J. Yoon等^[12]结合统计特征(如C-value)与语义规则优化技术结构识别。语义关系抽取中,SAO三元组与功能-属性对成为主流表示形式,L. Chen等^[13]利用图网络建模实体共现关系,进一步优化了语义关系分类模型。

1.2 智能纺织/服装技术

智能纺织服装技术作为融合纺织科学、材料工程与信息技术的交叉领域,近年来在理论与实践均取得显著进展。理论研究方面,学者们围绕设计模式、智能材料开发及人机交互机制展开深入研究与探讨。沈雷等^[14]系统梳理了智能服装材料的研究现状,指出导电纤维与纳米复合材料的应用潜力;田苗等^[15]提出了以用户为中心的智能服装设计模式,强调技术、面料与结构的三维整合;王侠团队^[16]则聚焦柔性传感器的理论创新,探讨其在生理信号监测中的应用机理。此外,部分学者的

研究倾向于电子元件制造与智能纤维开发,如 Wang Zhonglin 团队^[17]通过柔性超级电容器技术提升储能效率,而有些学者的研究则更侧重交互设计与应用场景优化,如夏帆等^[18]基于服装设计要素开发智能配搭算法。在实践应用层面上,智能纺织服装技术已在健康监测、可穿戴设备及功能性服装领域实现突破。孙悦等^[19]综述了可穿戴技术在纺织服装中的集成应用,强调传感器与纺织品的无缝融合;洪岩团队^[20]开发了基于织物电极的生理监测系统,通过优化电极接触状态提升信号质量。针对老年群体,沈雷等^[21]设计了防走失智能服装,集成 NFC 芯片实现定位功能;余望瑶等^[22]人开发了适老化冲锋衣,结合液态氨纶与微纳传感技术增强户外安全性。

2 研究思路与方法

本研究使用 IncoPat 科技创新情报平台(<http://www.incopat.com/>)作为数据检索平台,选取数据库中智能纺织/服装技术的相关专利作为研究样本,通过分析专利文本,获取智能纺织/服装技术的专利申请数据及其基本情况,掌握该技术的发展现状。然后研究采用 LDA(潜在狄利克雷分配)模型提取专利文本中的隐含技术主题,识别智能纺织/服装技术专利的几大主题,并通过计算专利摘要关键词频次并构建共词矩阵,了解技术热点及技术关联关系,分析和发现技术的发展方向。研究过程主要为定量分析,以减少技术识别的主观性,旨在更精准地识别智能纺织/服装领域的技术主题和分析技术发展情况。

(1) 具体研究思路如下:首先,通过查找智能纺织/服装技术相关资料,确定好检索式,采用 IncoPat 专利数据库,检索出智能纺织/服装技术相关专利,并去除无关专利,然后选择需要的著录项(如专利标题、摘要、国际专利分类号等),将检索结果下载下来。根据专利申请趋势,确定智能纺织/服装技术的专利生命周期,再通过专利类型、专利 IPC 分布及地域分布情况探寻其发展现状。其次,去除如“本申请”“本发明”“其特征在于”等无意义的专利文本常用词,构建适用于研究的停用词表,使用 LDA 主题模型识别关键技术主题。最后,分别对专利摘要进行技术热点分析和技术关联分析,揭示智能纺织/服装技术的关键技术热点及其关联关系。

(2) 研究方法:①采用 LDA(Latent Dirichlet Allocation)模型进行主题提取。LDA 是一种基于概率图模型的主题模型,能够从大量文本数据中提取出隐含的主题结构。LDA 模型假设每篇文档是由多个主题混合而成,而每个主题又由一组词语构成。通过计算文档中词语的概率分布,LDA 可以识别出同一主题下的文档及其关键词。通过 LDA 模型,研究将智能纺织/服装技术的专利文本划分为若干主题,并提取每个主题下的关键词,从而识别出该领域的主要技术方向。②技术热点分析:基于专利摘要中的高频关键词,生成技术热点词云图,直观展示智能纺织/服装技术在不同发展阶段的技术热点。通过分析词云图中关键词的频次变化,揭示技术热点的演变趋势。③技术关联分析:通过构建技术关键词共词矩阵,再可视化为社会网络关系图,展示关键词之间的关系。节点大小表示关键词的频次,线条粗细表示关键词之间的共现次数。通过分析社会网络关系图,识别智能纺织/服装技术领域的技术关联及其应用重点。

3 实证研究

3.1 专利数据收集与分析

本研究使用 IncoPat 专利数据库作为数据检索来源。IncoPat 专利数据库目前收录了全球 170 个国家/组织/地区专利信息,拥有 1.9 亿余件专利文献数据,并且对收录的专利进行了全面的数据整合加工,可以检索的字段达 400 多个,还提供专利法律、引用、运营等信息,支持专利全文下载等功能,

因此 IncoPat 专利数据库在数据的全面性方面具有。研究选取 IncoPat 专利数据库中智能纺织/服装领域的相关专利数据作为研究样本, 确认检索式为“((TI=(织带 OR 布料 OR 服装 OR 面料 OR 针织 OR 纺织 OR 服饰 OR 衣服 OR 锦纶 OR 裤 OR 熨烫 OR 缝纫 OR 涤纶 OR 衫) OR (TI=(材料 OR 纤维) AND TIAB=(织带 OR 布料 OR 服装 OR 面料 OR 针织 OR 纺织 OR 服饰 OR 衣服 OR 锦纶 OR 裤 OR 熨烫 OR 缝纫 OR 涤纶 OR 衫))) AND TI=(智能 OR 智慧 OR AI)) NOT TI=(衣柜 OR 片剂 OR 烘干机 OR 洗衣机 OR 衣帽架 OR 衣架 OR 穿衣镜 OR 通风 OR 衣帽柜 OR 服装架 OR 烫衣板 OR 烘干机 OR 收纳盒 OR 药品 OR 纸尿裤 OR 首饰)”, 检索的地理范围为中国(不包括港澳台地区), 检索时间至 2023 年 12 月 31 日, 共检索到 3715 件专利(申请号合并后), 经过去噪后共计获得 3586 件专利数据。由于本文主要研究中国智能纺织/服装技术主题的发展情况, 为确保专利数据的准确度, 选择的检索字段以“TI(标题)”为主, 辅以“TIAB(标题摘要)”。

3.1.1 专利申请趋势分析

本文按照智能纺织/服装技术相关专利的申请时间, 将总的申请趋势分为萌芽期、成长期以及成熟初期以进行分析, 绘制的专利生命周期如图 2 所示。

根据图 2 所示, 将智能纺织/服装专利分布时序分为三个阶段。第一个阶段为萌芽期, 时间为 2004 年至 2011 年。中国智能纺织/服装领域出现专利时间较晚, 且专利申请量长期较少。2004 年, 东华大学成立智能纺织研究中心, 科研人员开始对其进行初步的研究和探索, 这标志着中国在智能纺织领域的研究进入系统化阶段。由于技术尚未成熟, 专利申请的数量和速度都相对较慢。第二阶段为成长期, 2012-2019 年, 智能纺织/服装专利申请量迅速提高。随着传感器、人工智能等技术的快速发展, 智能纺织/服装技术进入成长期。在这一阶段, 专利申请量显著上升, 越来越多的企业和科研机构开始投入资源研发智能纺织/服装技术。2018 年, 智能纺织材料被列入国家重点研发计划, 国家加大对智能纺织技术的支持力度。第三阶段为成熟初期, 时间为 2020 年至今。智能纺织/服装专利申请量达到了新高度, 年专利申请量超 500 件。近几年来, 中国智能纺织品技术不断创新和突破, 开发出了一系列具有新功能和高性能的智能纺织品。2024 年, 由中国纺织工程学会发布的《2024 版纺织科技成果汇编》中涵盖了智能纺织品的创新成果, 覆盖了纤维新材料、智能制造以及高端产业用纺织品等多个领域。

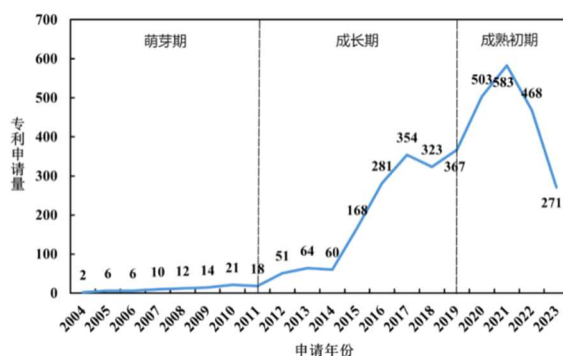


图 1 智能纺织/服装专利申请量时序分布图

Fig. 1 Distribution of smart textile/ garment patent applications in chronological order

3.1.2 专利申请类型分析

图2为智能纺织/服装专利类型分布,如图3所示,智能纺织/服装专利类型包括发明、实用新型与外观设计。其中发明专利占总数的一半以上,共有1865件;其次是实用新型,专利数量为1602件;外观设计专利数量最少,仅占总数3%。发明专利是指对产品、方法或者其改进所提出的新的技术方案,它要求具有突出的实质性特点和显著的进步,并且发明专利申请需要通过实质审查才能获得授权。而实用新型专利则是指对产品的形状、构造或者其结合所提出的适于实用的新的技术方案,它主要侧重于产品的形状或构造上的改进,因此创新程度相对较发明专利低。在智能纺织/服装领域,由于涉及的技术方案往往较为复杂和深入,因此即便发明专利技术创新及审查难度较高,但其更能满足该领域对技术创新和知识产权保护的需求。

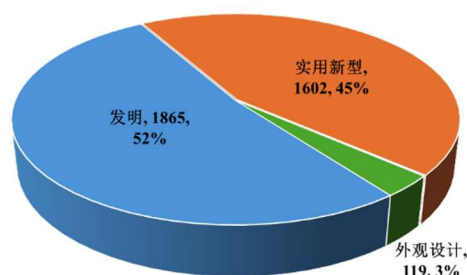


图2 智能纺织/服装专利类型分布图

Fig. 2 Distribution of smart textile/garment patent types

3.1.3 专利技术分布分析

图3为2014-2023年智能纺织/服装专利申请量技术分布图。根据智能纺织/服装专利分布的IPC小类,智能纺织/服装技术主要集中在A41D(外衣、防护服、衣饰配件)、D05B(缝纫、绣花、簇绒等)、A61B(诊断、外科、鉴定等)、B65H(搬运薄或细丝状材料)、D06H(纺织材料处理、染色、洗涤等)等IPC类。从申请趋势来看,2014-2017年,A41D和D05B等IPC大类下的专利申请量整体快速增长,因此这一阶段主要集中在传统服装行业的智能化改造;2018年后,传统技术方向(如A41D、D05B)的专利数量开始下降,而新兴方向B65H、D06H、G06Q(数据处理)、G06F(电数字数据处理)的专利申请量开始增长。表明技术研发从传统服装智能化向纺织材料处理、数据技术和自动化生产等领域扩展,随着G06Q、G06F等数字技术方向的专利申请量增长,可以看出近几年来智能纺织/服装技术与数字化、物联网、人工智能等新兴技术的融合逐渐成为趋势。

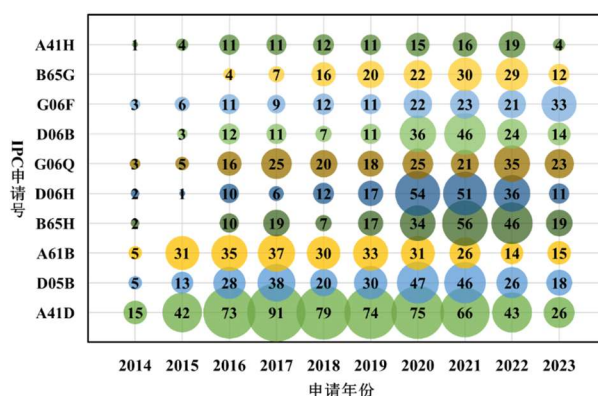


图3 智能纺织/服装专利申请量技术分布图

Fig. 3 Technology distribution of smart textile/garment patent applications

3.1.4 专利地域分布分析

图4为中国智能纺织/服装专利申请量地域分布图,专利申请量整体呈现出由东南向西北递减的趋势。如图4所示,中国智能纺织/服装技术专利具有明显的地域聚集效应,专利申请主要集中在东部沿海地区(江苏、浙江、广东、福建等),这些地区自古就是我国的纺织大省,相比其他地区,有着天然的人力资源、自然资源以及地理优势。“十四五”时期,我国纺织行业立足现代化发展新目标和以国内大循环为主体的“双循环”发展新格局,在坚持自主自强的科技创新发展战略上,大力优化产业链结构,推动产业区域结构调整,进一步强化产业基础。目前,江苏、浙江、广东、福建等地区拥有完善的纺织产业链、产业集群和强大的科研支撑体系,为智能纺织/服装技术的发展提供了有力保障。而中西部地区纺织行业发展基础薄弱,智能纺织/服装技术发展较慢,专利申请量相对较少。

其中江苏省以682件专利申请量位居全国首位。江苏作为全国纺织服装产业的重要基地,纺织产业总量多年来全国第一,拥有苏州盛泽纺织创意园等30余个省级以上纺织产业园区,形成从纤维材料研发到智能设备制造的完整产业链。2022年,江苏省工业和信息化厅、发展改革委、科技厅、财政厅、商务厅、市场监督管理局联合制定了《关于进一步推动全省纺织服装产业高质量发展的若干政策措施》,推动江苏省纺织服装产业以高端化、智能化、绿色化、品牌化、国际化为发展方向^[23]。其次是浙江省,以613件专利申请量位居第二,其优势源于产业链韧性与数字化转型。浙江省是中国纺织服装产业最发达的省份之一,拥有完善的纺织产业链和产业集群,省内杭州、宁波等地集聚全国60%的化纤产能,形成“原料-织造-印染-服装”垂直整合体系。在智能化方面,浙江省的企业和科研机构也取得了显著成果,如宁波市春禾时装有限公司通过引入AI技术,实现了服装研发到生产全流程的智能化改造,大幅提升了设计效率和生产效率。广东省以548件专利申请量居第三位。广东省既是中国纺织大省,也是中国制造业和科技创新的重要基地,深圳、广州等城市在智能硬件、物联网、人工智能等领域具有显著优势。依托其优势,广东的纺织服装产业也在向智能化、高端化转型,尤其是在智能穿戴设备、智能纺织材料等方面有较多创新。



图4 智能纺织/服装专利申请量地域分布

Fig. 4 Geographical distribution of smart textile/garment patent applications

3.2 LDA 主题模型识别结果

一致性得分是衡量主题内部词语一致性的重要指标,它能够评估主题中词语的相似性和相关性,从而提高主题模型的解释性和应用效果,一致性分数越高表示更好的 aspect 可解释性,意味着更有意义。绘制出的主题个数在2-9之间的一致性曲线如图5所示,可以看出当主题个数=4时,一致性

系数最高，从而确定最优主题个数为 4，然后运用 LDA 主题聚类模型对专利数据进行聚类分析，可视化结果如图 6 所示。

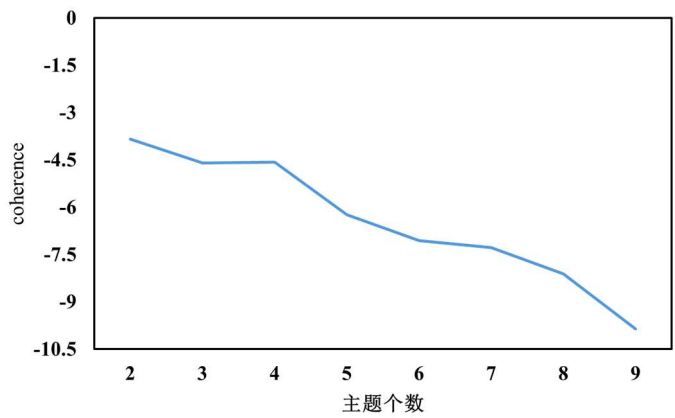


图 5 主题一致性分析结果
Fig. 5 Results of thematic coherence analysis

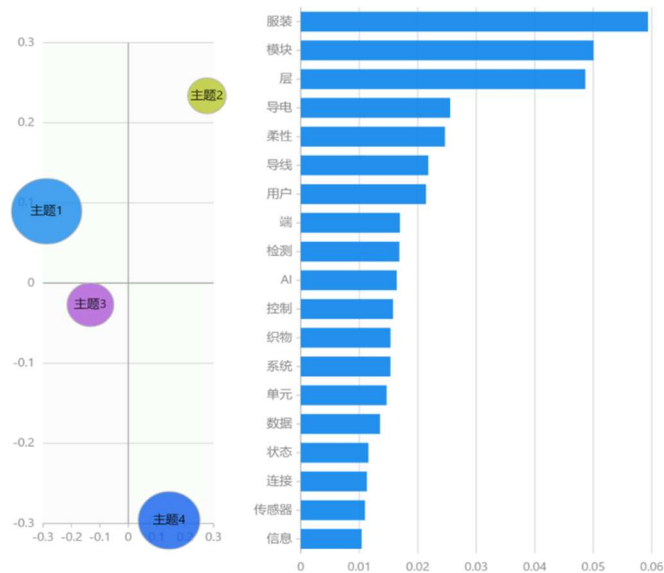


图 6 智能纺织/服装技术的 LDA 主题聚类结果
Fig. 6 LDA theme clustering results for smart textile garment technologies

根据得出的智能纺织/服装技术关键词的特征，将这四类智能纺织/服装主题分布命名为：1-纺织机械与设备、2-功能性纤维与面料、3-服装模块化与导电检测系统与 4-智能纺织与服装调节系统。

（1）纺织机械与设备。智能纺织机械与设备是指通过自动化、数字化和智能化技术提升纺织生产效率和质量的设备，如智能纺纱机、织布机和印染设备。中国纺织服装行业的生产线正在自动化、智能化及节能化发展路线上持续迈进。纺织机械制造需要将纺织加工与机械制造、传感技术、自动控制技术、信息技术等多学科深度融合，以满足纺织企业生产高质量纺织品以及提高劳动生产率、节能降耗的提质增效需求。

（2）功能性纤维与智能材料。指具有特殊功能或性能的纤维和面料，如防水、防火、防辐射等，这些纤维和面料通常通过特殊的生产工艺或添加特定的功能性材料来实现其特殊功能，满足特定需求。中国已开发出多种功能性纤维，如石墨烯纤维和相变纤维。功能性纤维与面料的应用范围也在

不断扩大,从运动服饰、户外装备到航空航天、生物医用等领域。例如东华纺织学院教授陈南梁课题组从柔性材料领域破题,该团队研发了具有高强高密的结构增强高密经编等创新技术,成功用于嫦娥中继卫星鹊桥号等。2021年《纺织行业“十四五”科技发展指导意见》和2022年中国《新材料产业发展指南》的发布也推动了功能性纤维与智能材料的研发。

(3) 服装模块化与 AI 检测技术。服装模块化是指将服装的设计和生产过程分解为若干个相对独立的模块,通过模块的组合和变换来满足不同消费者的需求;AI 检测技术则是利用人工智能技术对产品进行检测和质量控制,提高生产效率和产品质量。2024年12月30日,工业和信息化部发布了《2024年度智能制造系统解决方案“揭榜挂帅”项目名单》^[24],中国航天科技集团有限公司一院的“纺织行业基于数字孪生与 AI 智能检测的人机协同作业解决方案”名列其中。由此可见,近年来 AI 智能检测技术在纺织/服装行业的快速发展及其重要性。

(4) 智能衣物温控调节技术。智能衣物温控调节技术是指利用智能材料、传感器、控制器等技术手段,通过内置加热元件、温度传感器、自动调节系统等实现衣物温度的自动调节和控制。这种技术可以根据人体温度、环境温度等因素,自动调节衣物的保暖或散热性能,为消费者提供更加舒适、个性化的穿着体验。

表1 技术主题词表

Table 1 List of technical subject headings

主题	主题关键词
纺织机械与设备	固定、纺织、安装、机构、断切、电机、收卷、切割
功能性纤维与智能材料	纤维材料、面料、涤纶、调温、相变、制备、纳米、电极
服装模块化与 AI 检测技术	服装、模块、导电、检测、AI、控制、系统、传感器
智能衣物温控调节技术	设置、装置、布料、加热、空调、调节、提高、温度

3.3 技术热点与关联分析

专利摘要是专利文本的核心组成部分,是对专利发明内容的高度概括,通常蕴含了发明的目的、技术方案、技术效果等核心要素,因此基于专利摘要提取关键词可用来分析智能纺织/服装技术热点以及技术关联情况。

3.3.1 技术热点分析

依据上述划分的智能纺织/服装专利生命周期,运用词云展现专利摘要中高频关键词,技术热点词云如图7所示。图中技术关键词字体越大,表示出现的频次越高。

根据图7可以看出各个阶段都显示出多样化的特点,其中萌芽期的主要技术热点为装置、模块、生产、系统、传感器、数据等,这些关键词体现了智能纺织/服装专利这一时期主要涉及高效的制作流程和先进的生产系统,以确保产品的质量和性能。成长期的技术热点词汇为设置、装置、连接、模块、控制、传感器等,控制系统是智能纺织/服装的核心部分,负责接收传感器的数据并作出相应的控制决策。控制连接则确保了各个组件之间的通信和数据传输。这些关键词的高频次出现表明,这一时期智能纺织/服装的智能化水平在很大程度上取决于控制系统的设计和性能。到了成熟初期,除了有成长期的热点关键词设置、装置等,检测、面料、布料、机构、技术、纺织等关键词的频次较高,这些关键词直接关联到智能纺织/服装的基础材料,这意味材料领域方面的技术研发逐渐受到重视。



图 7 技术热点词云

Fig. 7 Technical hot word cloud

3.3.2 技术关联分析

图 8 为智能纺织/服装专利摘要技术关键词组成社会网络关系图。社会网络关系图展示关键词之间的关系情况，其中节点大小表示技术关键词的频数情况，节点越大表示关键词出现的次数越多；线条粗细展示共词次数，越粗则表示共词次数越高。

如图 8 所示，服装作为核心关键词，与其他关键词的共现频率较高，其中与设置、装置、技术和系统之前的线条较粗，表明服装与这些关键词的关联性较强。其中装置与设置共现频率较高，表明在专利中，装置的设计和设置（如参数配置、功能调整）是紧密相关的，是智能纺织设备或服装功能实现的核心部分。传感器与控制、检测之间的关联性也较强，表明传感器与控制、检测之间关系密切，在智能纺织/服装领域，传感器技术在检测以及智能控制系统方面具有重要应用。其他关键词之间也大多互有关联，这些关键词之间的关系反映了智能纺织/服装领域的多学科、多技术交叉特点，涵盖了从材料、设备到系统集成和智能控制的技术链条。

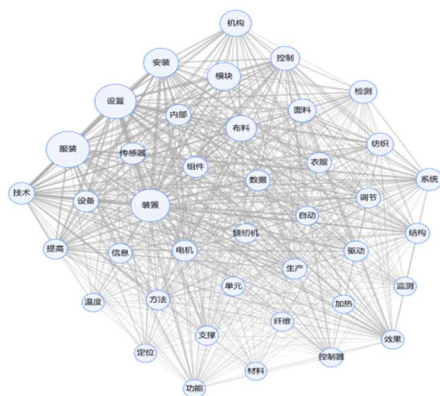


图 8 社会网络关系图

Fig. 8 Social network relationship diagram

4 结论

研究首先对中国智能纺织/服装专利的申请趋势、IPC 分布以及地域分布进行分析。结果表明，中国智能纺织/服装技术的专利申请量在不同阶段呈现出不同的特点，从萌芽期到成长期再到成熟初期，专利申请量逐渐增多。近几年来 G06Q、G06F 等数字技术方向的专利申请量增长较快，技术不断创新和突破。中国智能纺织/服装技术的专利申请量呈现出明显的地域聚集效应，主要集中在江苏、浙江、广东等东部沿海地区，这些地区凭借完善的纺织产业链、产业集群和强大的科研支撑体系，在智能纺织/服装技术领域取得了显著的发展成果。然后结合 LDA 主题模型、技术热点分析和技术关联分析，研究结果显示，智能纺织/服装技术正处于快速发展阶段，技术主题主要集中在纺织机械

与设备、功能性纤维与智能材料、服装模块化与 AI 检测技术、智能衣物温控调节技术四大领域。这些技术主题反映了当前智能纺织/服装技术的核心研究方向,也体现了纺织产业与多学科技术的深度融合。从技术热点与关联来看,智能纺织/服装技术在纺织机械的自动化、智能化以及功能性纤维材料的创新方面取得了显著进展。随着人工智能、物联网、大数据等新兴技术的深度融合,智能纺织/服装技术不断进步,应用场景不断扩展,从单一功能向多功能集成方向发展。

尽管本研究通过专利挖掘揭示了中国智能纺织/服装技术的主题演进与区域集聚特征,但仍存在以下局限性:数据来源局限于单一专利数据库(IncoPat 专利数据库),且检索字段偏重标题与摘要信息,可能遗漏非核心字段中的关键技术描述,导致技术主题覆盖度受限;研究时间范围截至 2023 年,未能纳入 2024 年最新公开的专利数据,削弱了结论的时效性;地域分析聚焦中国境内,缺乏国际专利数据的横向对比,难以研判全球技术竞争格局;检索策略侧重专利查准率而弱化查全率,缺乏对 IPC 分类号的组合运用,可能遗漏跨领域交叉技术(如纺织机械与人工智能的深度融合方向)。未来研究将通过整合 Derwent、WIPO 等全球专利数据库,延长数据观测周期至近五年,构建多维度检索式提升查全率,并引入技术成熟度预测模型与专利运营数据,进一步探索智能纺织/服装技术的商业化路径与国际竞争力演化规律。

参考文献

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部.《纺织工业发展规划(2016-2020 年)》正式发布[EB/OL]. [2016-09-28].
- [2] 中国纺织工业联合会.《纺织行业“十四五”发展纲要》[EB/OL]. [2021-6-11].
- [3] 国家知识产权局.专利文献与信息检索[M].北京:知识产权出版社,2013.
- [4] World Intellectual Property Indicators 2023[M]. Geneva,Switzerland:World Intellectual Property Organization, 2023.
- [5] 胡正银,方曙.专利文本技术挖掘研究进展综述[J].现代图书情报技术,2014,30(6): 62-70.
- [6] 屈鹏,张均胜,曾文,等.国内外专利挖掘研究(2005-2014)综述[J].图书情报工作,2014,58(20): 131-137.
- [7] Zhang L, Li L, Li T. Patent mining: a survey[J]. ACM sigkdd explorations newsletter, 2015, 16(2): 1-19.
- [8] Zhu J, Kaplan R, Johnson J, et al. HiDDeN: hiding data with deep networks[J]. arXiv preprint arXiv: 1807.09937, 2018.
- [9] Risch J, Krestel R. Domain-specific word embeddings for patent classification[J]. Data technologies and applications, 2019, 53(1): 108-122.
- [10] Bolshakova E, Loukachevitch N, Nokel M. Topic models can improve domain term extraction[C]. European conference on information retrieval. Heidelberg: Springer, 2013: 684-687.
- [11] Dewulf S. Directed variation of properties for new or improved function product DNA, a base for connect and develop[J]. Procedia engineering, 2011(9): 646-652.
- [12] Yoon J, Kim K. Trend perceptor: a property-function based technology intelligence system for identifying technology trends from patents[J]. Expert system with application, 2012, 39(3): 2927-2938.
- [13] Chen L, Xu S, Zhu L, et al. A deep learning based method benefiting from characteristics of patents for semantic relation classification[J]. Journal of informetrics, 2022, 16(3): 101312.
- [14] 沈雷,方东根,唐颖,等.智能服装材料的研究现状与发展趋势[J].上海纺织科技,2016,44(2): 1-4.
- [15] 田苗,李俊.智能服装的设计模式与发展趋势[J].纺织学报,2014,35(2): 109-115.
- [16] 王侠,于淼,张春明,等.基于智能服装的柔性传感器应用与进展[J].纺织高校基础科学学报,2019,32(2): 133-137.
- [17] Wang X F, Lu X H, Liu B, et al. Flexible energystorage devices:Design consideration and recent progress[J]. Advanced Materials, 2014, 26(28): 4763-4782.
- [18] 夏帆,刘翔.基于服装设计要素和法则的智能配搭设计[J].纺织学报,2015,36(7): 94-99.
- [19] 孙悦,范杰,王亮,等.可穿戴技术在纺织服装中的应用研究进展[J].纺织学报,2018,39(12): 131-138.

- [20] 洪 岩, 杨 敏, 陈 雁. 人体生理指标与服装微气候监测系统研发[J]. 纺织学报, 2013, 34(1): 96-100.
- [21] 沈 雷, 桑盼盼. 防走失老年智能服装的设计开发[J]. 针织工业, 2019(8): 61-64.
- [22] 余望瑶, 洪文进. 适老化智能冲锋衣设计与性能评价[J]. 针织工业, 2022(12): 86-89.
- [23] 江苏省发展和改革委员会. 关于印发进一步推动全省纺织服装产业高质量发展若干政策措施的通知[EB/OL]. [2022-09-07](2025-2-13).
- [24] 中华人民共和国工业和信息化部. 两部门关于公布 2024 年度智能制造系统解决方案“揭榜挂帅”项目名单的通知[EB/OL]. [2024-12-30](2025-2-13).
- [25] 陈 亮, 陈利利, 许海云, 等. 国内外专利挖掘研究进展与前瞻[J]. 图书情报工作, 2024, 68(2): 110-133.
- [26] 周 捷, 刘长青, 张文博. 基于 CiteSpace 的智能纺织服装产品研究进展[J]. 西安工程大学学报, 2024, 38(1): 31-42.
- [27] 李梦柯, 冉 萍. 数字经济背景下我国纺织出口企业的创新策略研究[J]. 商展经济, 2024, (21): 16-19.

基金项目: 本研究获得以下科研项目资助: 江西省研究生创新专项资金项目(YC2024-S787)、广西住房城乡建设科学技术计划项目(科研开发类)、广东省普通高校重点领域专项(2023ZDX3106)、广西高校中青年教师科研基础能力提升项目(2025KY0792)以及大学生创新创业训练计划项目(202411838006、202411838034、S202411838154、S202411838155)。谨向所有支持单位及资助机构致以诚挚谢意。

¹ **第1作者:** 余可(2000-), 女, 硕士研究生在读, 研究方向: 专利信息分析。E-mail: 14779564360@163.com。

* **通讯作者:** 胡琴(1986-), 女, 硕士研究生, 工程师、助理研究员, 研究方向: 知识产权管理与信息分析、绿色建筑材料。E-mail: huqin051@hzxy.edu.cn。