

传感器件在智能监测服装中的应用

汪婉婉 赵蒙蒙

上海工程技术大学 纺织服装学院, 上海 201620

摘要:从传感器件及其电池、储能系统入手,介绍了它们的研究现状以及在智能监测服装中的应用,同时对智能监测服装的发展前景进行了展望,指出传感器件的微型化与柔性化,电池及储能系统的安全化与舒适化,监测系统精确化与专业化,是智能监测服装未来的重要发展方向。

关键词:智能监测服装;传感器件;电池与储能系统;微型化;柔性化

中图分类号:TS 941.73; TP 212.6

文献标志码:A

文章编号:1004-7093(2024)01-0008-07

Application of sensor in intelligent monitoring garments

Wang Wanwan, Zhao Mengmeng

School of Textiles and Fashion, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China

Abstract: Starting from the sensor devices and their batteries and energy storage systems, the research status of them and their applications in intelligent monitoring garments were introduced, and the development prospect of intelligent monitoring garments was also prospected. And it was pointed out that the miniaturization and flexibility of sensor parts, the safety and comfort of battery and energy storage system, and the precision and specialization of monitoring system were the important development directions of intelligent monitoring garments in the future.

Keywords: intelligent monitoring garment; sensor; battery and energy storage; miniaturization; flexibility

智能服装作为集材料、传感器和计算机通信技术等于一体的新型服装,是多学科交叉融合的产物,能为用户提供智能分析、反馈控制和决策支持,具有实用性。因为智能监测服装可以实时获取人体生理数据,并能长期准确地进行持续性监测,所以智能监测服装用于健康监测成为当前纺织服装领域的研究热点。Fang等^[1]基于智能纺织品的类型对智能纺织品的制备方法和穿着性能等进行了介绍。Li等^[2]介绍了几种智能监测服装材料,并分析了其研

究现状,探讨了智能监测服装在安全、环保、工业技术等方面存在的问题。然而,为使智能监测服装更加舒适且满足日常需求,传感器件的制备显得尤为重要,其中柔性传感器件较刚性传感器件,前者具有体积小、柔软性好等特点^[3]。若将柔性传感器件与服装相结合,则能更方便地获得人体各项生理数据。但是如何解决传感器件的微型化与柔性化,实现监测的精确化与准确化,是传感器件研究的关键问题。本文将综述传感器件在智能监测服装中的应用,阐

收稿日期:2023-10-31

基金项目:国家自然科学基金项目(1908349)

作者简介:汪婉婉,女,2000年生,在读硕士研究生,主要研究方向为服装人体工效学与舒适性、智能可穿戴服装通信作者:赵蒙蒙,副教授, mengmengzhao@126.com

述智能监测服装中柔性传感器、电池及储能系统的发展现状,分析近年来国内外各类柔性传感器在体育运动、安全防护、医疗健康等智能监测服装中的应用,并展望其未来发展方向,以期传感器件和纺织服装的结合提供理论借鉴。

1 柔性传感器件

柔性传感器件作为智能监测服装的主要部件,采用柔性材料制作,主要由敏感元件、转换元件及测量电路等组成,其能将收集的外界数据转化为电信号输入控制系统^[4],具有柔韧性好、体积小等特点,能改善智能监测服装的舒适性^[5]。按照功能,柔性传感器件可以分为柔性湿度传感器、柔性温度传感器、柔性压力传感器等。

1.1 柔性湿度传感器

柔性湿度传感器是基于基体表面覆盖的一层由感湿材料制成的膜工作的。当空气中的水蒸气吸附于感湿膜表面时,传感器即能感知其中的湿度信息并将信息转化为电信号供系统处理。随着智能可穿戴技术的不断发展,柔性湿度传感器被逐渐应用到人体热湿舒适性监测中^[6]。Lazarova 等^[7]以溅射过 Au/Pd 的聚酯(PET)材料作为柔性基板,在其表面沉积部分缩醛化的聚乙烯醇共聚物(即湿敏介质),制得了一种敏感度高且信号传输速度快的柔性湿度传感器。Duan 等^[8]开发了一款与皮肤贴合的柔性湿度传感器。该传感器以导电性能和力学性能较好的银纳米线作为导电材料,以拉伸性能优异的硅胶作为包裹银纳米线的载体,确保了人体日常活动中电极与皮肤保持良好的贴合。挪威实验室开发了一款可感知人体反应的智能监测服装,其利用集成在服装上的湿度传感器实时监测人体的生理状况,确保恶劣环境中穿着者安全^[9]。

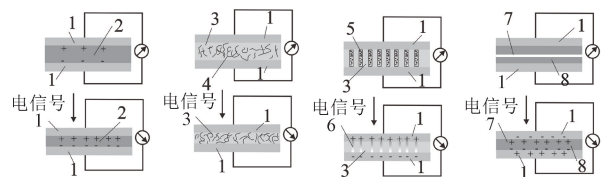
1.2 柔性温度传感器

柔性温度传感器是指将外界温度或人体温度等信息转化为电信号的一类传感器。相较于传统的刚性温度传感器,柔性温度传感器舒适性佳、体积质量小且接触面更加均匀,适合人体贴身使用或长期佩戴。Lee 等^[10]基于泽贝克效应(Seebeck effect),以柔性聚酰亚胺薄膜为基底,利用 N 型 Bi-Te 和 P 型 Sb-Te 光刻再蒸镀,制得了 2 种柔性热电薄膜(厚约

18.64 μm)。可基于温度变化时 2 片薄膜之间产生的电压差判断并输出温度信号,且信号输出灵敏度高,不易受外界应力作用的影响。Shih 等^[11]通过在柔性聚酰亚胺薄膜上涂覆石墨/聚二甲基硅氧烷复合材料,研制了一款拥有 64 个传感器单元的柔性温度传感器,可作为仿生皮肤集成到机器人感知系统中。

1.3 柔性压力传感器

柔性压力传感器是指将外力导致的形变转变为电信号的一类传感器。按照工作原理,柔性压力传感器可以分为电容式、压阻式、压电式和摩擦发电式^[12]等 4 种,它们的传导机制和器件示意^[13]如图 1 所示。柔性压力传感器具有较好的柔韧性及压效应,在智能运动服装、特种服装及机器人领域具有广阔的应用前景。Lu 等^[14]采用聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)和原位聚合单体吡咯(PPy) 2 种材料,以锥型阳极氧化铝为模板,制得纳米锥阵列 PPy&PMMA 导电膜,再采用互锁结构研制出低迟滞性和高灵敏度的柔性压力传感器。Shoieb 等^[15]将碳纳米纤维(CNF)分散到聚二甲基硅氧烷(PDMS)中,获得了具有压阻传感功能的 PDMS/CNF 纳米复合材料。该材料导电性能好,成本较低,可广泛应用于传感器的制作。



1—电极; 2—介电层; 3—基质; 4—导电网格; 5—还未产生压电效应的压电材料; 6—产生压电效应的压电材料; 7—摩擦电材料; 8—不同摩擦电序的压电材料。

a) 电容式 b) 压阻式 c) 压电式 d) 摩擦发电式

图 1 4 种柔性压力传感器传导机制和器件示意

Fig. 1 Conduction mechanism and device schematic of four kinds of flexible pressure sensors

2 电池及储能系统

智能监测服装的续航能力及能源的储存与转换,是影响智能监测服装应用与推广的重要因素。传统的电池及转换器件较为笨重,而新型柔性电池与储能系统能在提供续航能力及能源储存与转换的同时,确保穿着者轻松、舒适^[16]。根据能量储存器件和转换方式的不同,新型柔性电池与储能系统可分为太阳能电池、热电发电机、锂离子电池和超级电容器等。

2.1 太阳能电池

太阳能电池是一种极具发展前景的可再生能源储存器件,其供电来源于太阳光。随着太阳能电池向柔性化方向的不断发展,其在服装领域的应用也在不断扩大。赵扬等^[17]以钛箔为基体,采用沉积法,在钛箔上原位生长 TiO_2 薄膜,然后以该薄膜为电子传输层,制备了光电转化效率高、柔性好的钙钛矿太阳能电池。Chen 等^[18]开发了一款能发电的智能单层织物,成功实现了将光能和部分机械能转化为电能。

2.2 热电发电机

热电发电机能将热能直接转换成电能,其能源可来源于人体或周围的环境。如 Sun 等^[19]将热电材料印刷到玻璃纤维上,通过减少热量散失、增加电量输出,最终研发出可利用人体体温发电的装置(图2)。该装置非常轻薄,面密度仅约 1.3 kg/m^2 ,厚度仅约 0.5 nm 。Wang 等^[20]利用 52 对热电偶收集人体热量,研制出一款柔性可穿戴发电机,可为传感器提供持续且较为稳定的电力。



图2 人体体温发电装置
Fig. 2 Body temperature generating device

2.3 锂离子电池

锂离子电池是一种可充放电的高能电池,其内部的锂离子能在正负极之间来回移动,实现充放电,故其可被看作是一种锂离子浓度差电池,工作原理如图3所示^[21]。Liu 等^[22]基于聚乙烯醇(PVA)- LiNO_3 凝胶聚合物电解质及碳布基底,研发了一款准固态水性可充电锂离子电池,具有非常好的安全性、电化性学性及耐弯折性。

2.4 超级电容器

超级电容器是一种同时具备传统电容器和通用电池特点的新型储能元件,其既能快速充放电,又能起储能作用,具备多重优点,也被称为双层电容器。其储能工作原理基于电解质离子在电极表面的吸附

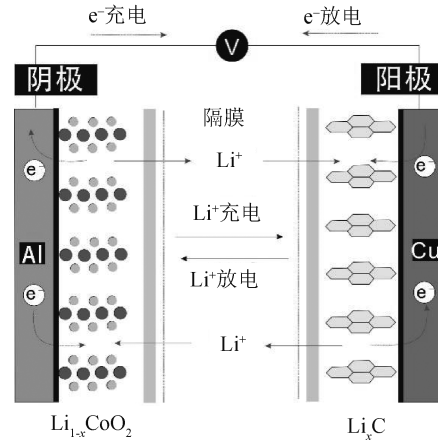


图3 锂离子电池工作原理
Fig. 3 Working principle of Lithium-ion battery

与脱附,如图4所示^[23]。Ai 等^[24]研发了一款能够为可穿戴设备储存能量的可编织线状电化学超级电容器,长度为 1.2 m ,其能为使用者身上的电子设备提供电源,拥有很好的应用前景。顾伟等^[25]以 PVA/ H_3PO_4 凝胶为电解质,结合 3D 多孔石墨烯薄膜为电极材料,研制了一款固态微型超级电容器,具有输出功率高,耐久性和柔韧性较好等特点,因此有望在可穿戴领域发挥作用。

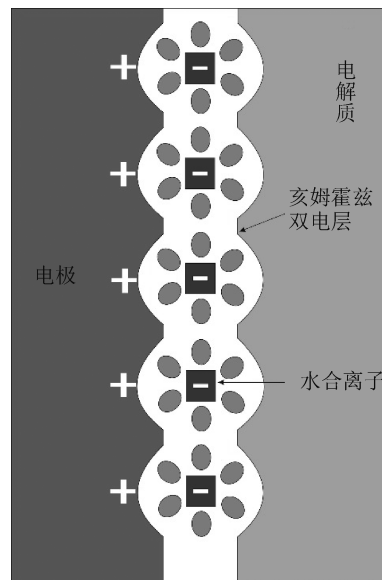


图4 超级电容器储能工作原理示意
Fig. 4 Working principle of ultracapacitor energy storage

3 传感器件在智能监测服装中的应用

得益于电子通信技术及柔性传感技术的发展,智能监测服装已逐渐由原先的笨重化、零散化、有线

化转向了轻便化、集成化和无线化;其将监测技术和服装技术相结合,对人体生理数据及外部环境进行监测,且信号端口的集中整合也使得测试更加方便、灵活^[26],数据收集快速且处理可靠^[27]。此外,基于客户端程序及 APP 的人衣交互技术还能实现人体与服装的沟通^[28]。使用者可借助文字、图像及语音等方式输入需求,再转换成电信号传递给服装,最后

智能监测服装内部的电子设备根据输入的信号或外界环境的变化做出相应的反馈,这便实现了服装与穿着者之间的人衣交互(包括认知交互、运动交互、情感交互及行为交互等)^[29]。当前,智能监测服装的应用主要涉及体育运动、安全防护和医疗健康等三大领域(表 1)。

表 1 智能监测服装的应用

Tab. 1 Application of intelligent monitoring garments

应用领域	主要功能	应用人群	代表性产品
体育运动	记录并分析穿着者的各项数据,为穿着者在训练、运动或康复方面提供帮助	普通运动人群、专业化运动员等	Athos 智能运动服装、智能运动衣和短裤等
安全防护	为使用者提供安全防护	儿童、妇女、老人、残障人士及特殊作业人群等	尿湿感应裤、安全监护仪等
医疗健康	连续监测使用者的生理数据,用于预防疾病或康复治疗等	病人、医护人员等	心电监测服、近场通信(near field communication, NFC)纽扣等

3.1 体育运动类

体育运动类智能监测服装主要用于记录并分析穿着者的各项数据,为穿着者在进行训练、运动或康复时提供帮助,这一方面能使穿着者获得更好的锻炼效果,另一方面还能保障穿着者安全^[30]。体育运动类智能监测服装按照应用人群可分为针对普通运动人群的服装和针对专业化运动员的服装两大类^[31]。滑铁卢大学研发了一款智能运动衣和短裤,其利用面料中内置的肌电运动传感器测定人体肌肉纤维收缩的情况,分析人体运动部位及肌肉的疲劳状态,再通过蓝牙将这些数据传输到移动终端的软件中,并以图表的形式告知使用者各部位及肌肉的运动状态^[32]。美国 Athos 公司新开发出一款能感知运动员训练数据的可穿戴智能运动服装^[33],如图 5 所示,其能将监测到的肌肉状态与肌电图进行对比,判断穿着者的训练方式是否合理,并给出相应的数据和建议。

3.2 安全防护类

安全防护类智能监测服装应用也较为广泛,其主要为使用者包括儿童、妇女、老人、残障人士及特殊作业人群等提供安全防护。例如,婴幼儿尿湿感应裤采用温湿度传感器和发声器实时监测婴幼儿裤子是否被尿湿,以免长时间不被发现导致婴幼儿皮肤产生湿疹等问题。图 6 为 Mimo 公司生产的一款



图 5 Athos 智能运动服装
Fig. 5 Athos intelligent sportswear

智能婴儿连体衣,其将传感器隐藏于可拆卸的小乌龟壳部位,并利用无线传输技术实时将婴儿的监测信息传输到监护人移动端的 APP 上,在实现监测婴儿睡眠时呼吸、体温等状态的同时又保障了舒适性^[34]。余永纪^[35]研发了一款安全监护仪,能实时、长期、稳定地监测使用者的心率变化,并能在使用者出现心率失常时及时发出警报,减少意外发生。Roh 等^[36]研发了一款可交互的智能电子温控可穿戴织物。区别于传统温控服装的手动调节,该款织物能够实时监测外界及服装内部的温度,并能和人体形成交互作用,在感应到外界温度变化时迅速将服装内部温度调整到令人舒适的状态,为穿着者提供最佳的人体热舒适环境。

3.3 医疗健康类

医疗健康类智能监测服装的应用主要划分为针对



图6 Mimo 智能婴儿连体衣
Fig.6 Mimo intelligent bodysuit

对病人和针对医护人员 2 种。这类智能监测服装可以在低负荷状态下长时间连续监测使用者的生理健康数据,实时关注身体状态,并在需要时发出预警信息,从而起到了预防疾病、医疗保护、康复治疗等作用^[37],突破了部分医疗设备不能移动的局限性,成为了智能监测服装的研究热点之一^[38-39]。近年,柔性传感器件的快速发展也推动了智能监测服装在医疗健康领域的应用。柔性传感器件可以将传统的电生理监测很好地融入服装中,同时利用导电纤维实现心电图、肌电图等多种生物电信号的健康监测^[40]。Hexoskin 公司研发了一款可以监测心率、运动步数、热量消耗等数据,以及对睡眠、睡姿等进行追踪的智能监测服装。曾仲文^[41]开发了一款能监测更年期女性内分泌状况的智能服装。其将温湿度传感器、中央处理器等电子元件有效合理地安装到服装内部,满足了穿着者对舒适和美观的需求。该智能服装通过监测女性出汗情况判断闷热程度,并采取科学的手段分析女性内分泌生理数据,以此判断穿着者是否患有更年期综合征。

4 智能监测服装发展趋势

4.1 传感器件的微型化与柔性化

如今,智能监测服装中传感器件应用越来越多,部分传感器件还存在体积大、硬度高等问题。此外,柔性传感器件与传统刚性传感器件相比,在耐久性、稳定性和精确性等实际应用方面尚有欠缺,柔性传感器件与智能监测服装结合后仍需外部电源实现信息传递,无法独立发挥传感功能。因此,加强传感器件微型化与柔性化的研发,提高电池性能及数据收集、转化能力,是传感器件未来发展趋势之一。

4.2 电池及储能系统的安全化与舒适化

服装作为人体的第二层皮肤,需具备较强的安

全性。智能监测服装的物理安全包括穿着时电路安全、电池及储能系统安全、辐射安全等,信息安全是指人体生理数据安全^[42]。此外,智能监测服装为了获取穿着者的生理健康等数据,往往要求紧贴人体穿着,加之大众对智能监测服装功能性需求的不断增加,产品的舒适性与美观性也有待提高。

4.3 监测系统的精确化与专业化

智能监测服装将电子监测技术和服装技术相结合,需要不断地优化监测系统的精确性与专业性。首先,收集与分析人体生理数据和外界环境数据需准确,以保证监测结果的精确性^[43-46]。其次,数据的收集和反馈应快速,同时分析处理应专业、可靠。最后,应因人而异地展开数据分析,根据不断更新的穿着者生理数据,建立穿着者不同使用状态、不同使用场景下的综合数据库。

5 结语

本文从柔性传感器件及其电池、储能系统入手,介绍了它们的研究现状以及在智能监测服装中的应用,同时对智能监测服装的发展前景进行了展望,指出智能监测服装需要在传感器件的微型化与柔性化,电池及储能系统的安全化与舒适化,监测系统的精确化与专业化这三方面进行更深入的研究。此外,为使智能监测服装的发展更加安全和规范,建议尽快制定相关的行业标准。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

- [1] FANG J L, DU J X. Classification of preparation methods and wearability of smart textiles [J]. Journal of Donghua University (English Edition), 2022, 39(4): 379-391.
- [2] LI X L, SHAN Y F, QIAN X M, et al. Research status and development direction of smart clothing materials [J]. Journal of Donghua University (English Edition), 2022, 39(5): 511-518.
- [3] 刘欢欢. 柔性传感器在纺织品中的应用[J]. 纺织报告, 2018(12): 40-42.

- [4] ZHANG S D, LIU H, YANG S Y, et al. Ultrasensitive and highly compressible piezoresistive sensor based on polyurethane sponge coated with a cracked cellulose nanofibril/silver nanowire layer [J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2019, 11(11): 10922-10932.
- [5] 律睿慙,张云雷,王濛濛. 基于触屏设备的手势交互拾色方案设计[J]. 传感器与微系统, 2021, 40(6): 79-82.
- [6] 李浩宇,王海楼,魏发云,等. 柔性可穿戴湿度传感器的研究进展[J]. 产业用纺织品, 2023, 41(9): 1-12.
- [7] LAZAROVA K, BOZHILOVA S, IVANOVA S, et al. Flexible and transparent polymer-based optical humidity sensor[J]. Sensors, 2021, 21(11): 3674.
- [8] DUAN Z, JIANG Y, YAN M, et al. Facile, flexible, cost saving and environment friendly paper based humidity sensor for multifunctional applications[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2019, 11(24): 21840-21849.
- [9] WIGGEN Y. Smart protective solutions for industrial safety and productivity in the cold [EB/OL]. (2015-06-16) [2023-09-19]. <https://www.sintef.no/en/projects/2015/smart-protective-solutions-for-industrial-safety-a/>.
- [10] LEE M H, RHYEE J S, KIM S, et al. Thermoelectric properties of $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3/\text{Ag}_2\text{Te}$ bulk composites with size- and shape-controlled Ag_2Te nano-particles dispersion [J]. Journal of Alloys and Compounds, 2016, 657: 639-645.
- [11] SHIH W P, TSAO L C, LEE C W, et al. Flexible temperature sensor array based on a graphite-polydimethylsiloxane composite [J]. Sensors, 2010, 10(4): 3579-3610.
- [12] SHUSTAK S, INZELBERG L, STEINBERG S, et al. Home monitoring of sleep with a temporary-tattoo EEG, EOG and EMG electrode array: a feasibility study[J]. Journal of Neural Engineering, 2019, 16(2): 1-7.
- [13] 钱鑫,苏萌,李风煜,等. 柔性可穿戴电子传感器研究进展[J]. 化学学报, 2016, 74(7): 565-575.
- [14] LU Y, HE Y, QIAO J, et al. Highly sensitive interlocked piezoresistive sensors based on ultrathin ordered nancone array films and their sensitivity simulation [J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2020, 12(49): 55169-55180.
- [15] SHOIEB A C, MRINAL C S, STEVEN P, et al. Highly conductive polydimethylsiloxane/carbon nanofiber composites for flexible sensor applications[J]. Advanced Materials Technologies, 2019, 4(1): 1800398-1800408.
- [16] 李卉,刘皓,陈莉. 智能服装关键制备技术的研究进展[J]. 针织工业, 2021(12): 53-58.
- [17] 赵扬,贺素姣,何璐红. 柔性钙钛矿太阳能电池的制备及性能研究[J]. 无机盐工业, 2020, 52(7): 52-54.
- [18] CHEN J, HUANG Y, ZHANG N, et al. Micro-cable structured textile for simultaneously harvesting solar and mechanical energy[J]. Nature Energy, 2016, 1(10): 16138.
- [19] SUN J K, JU H W, CHO B J. A wearable thermoelectric generator fabricated on a glass fabric [J]. Energy & Environmental Science, 2014, 7(6): 1959-1965.
- [20] WANG Y C, SHI Y G, MEI D Q, et al. Wearable thermoelectric generator to harvest body heat for powering a miniaturized accelerometer [J]. Applied Energy, 2018, 215: 690-698.
- [21] 杨娜,吴刚,李晓燕. 可穿戴储能纺织材料的研究进展[J]. 天津纺织科技, 2022(1): 61-64.
- [22] LIU Z, LI H F, ZHU M S, et al. Towards wearable electronic devices: a quasi-solid-state aqueous lithium-ion battery with outstanding stability, flexibility, safety and breathability [J]. Nano Energy, 2018, 44: 164-173.
- [23] 张鑫,陈星,白天,等. 柔性纤维状超级电容器的研究进展[J]. 物理学报, 2020, 69(17): 86-106.
- [24] AI Y F, LOU Z, LI L, et al. Meters-long flexible CoNiO_2 -nanowires @ carbon-fibers based wire-supercapacitors for wearable electronics[J]. Advanced Materials Technologies, 2016, 1(8): 1600142.
- [25] 顾伟,侯成义,张青红,等. 智能服装的现状及其发展趋势[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2019, 45(6): 837-843.
- [26] 王朝晖,程宁波. 智能服装的应用现状及发展方向[J]. 服装学报, 2021, 6(5): 451-456.
- [27] 马菡婧,田宝华,何源. 可穿戴智能电子服装的研究进展[J]. 棉纺织技术, 2020, 48(2): 80-84.
- [28] 孔建建,朱达辉,黄伟峰,等. 智能运动服饰的研究现状[J]. 毛纺科技, 2023, 51(1): 106-112.
- [29] 沈雷,李仪,薛哲彬. 智能服装现状研究及发展趋势[J]. 丝绸, 2017, 54(7): 38-45.
- [30] 张荫楠. 改变服装穿着方式的 9 种新技术[J]. 纺织导报, 2019(3): 86-88.
- [31] 刘成扬. 纤维基柔性智能可穿戴技术在智能运动服装上的应用[J]. 毛纺科技, 2020, 48(5): 66-70.
- [32] 李卉,刘皓,陈莉. 智能服装关键制备技术的研究进展[J]. 针织工业, 2021(12): 53-58.
- [33] 佚名. 聚焦新材料与纺织智能制造[J]. 纺织报告, 2017(1): 1-12.

- [34] 杨洁. 智能纺织品大热[J]. 纺织科学研究, 2014(3): 52-53.
- [35] 余永纪. 便携式心电监测仪的设计[D]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2009.
- [36] ROH J, KIM S. All-fabric intelligent temperature regulation system for smart clothing applications [J]. Journal of Intelligent Material Systems and Structures, 2016, 27(9): 1165-1175.
- [37] 杨璨, 赖慧娟. 纺织电极在心电监测服装设计中的应用及发展[J]. 产业用纺织品, 2019, 37(6): 8-12.
- [38] 季婷婷, 丛杉. 智能健康监测服装的研究现状与发展趋势[J]. 针织工业, 2021(3): 82-85.
- [39] 于静静, 邓咏梅. 基于生理监测的可穿戴智能服装应用与展望[J]. 纺织科技进展, 2021(2): 6-9.
- [40] 文栋, 雷健波. 可穿戴设备在医疗健康领域的应用与问题综述[J]. 中国数字医学, 2017, 12(8): 26-28.
- [41] 曾仲文. 更年期女性内分泌监控的智能服装创新研究[D]. 广州: 广州大学, 2017.
- [42] 吕秀君, 孙艳丽, 齐晓晓, 等. 智能服装技术发展现状及建议[J]. 毛纺科技, 2020, 48(8): 96-99.
- [43] 杨娜, 吴刚, 李晓燕. 可穿戴储能纺织材料的研究进展[J]. 天津纺织科技, 2022(1): 61-64.
- [44] 席立锋, 周衡书, 张淳, 等. 智能可穿戴产品的开发及应用现状[J]. 针织工业, 2021(4): 70-75.
- [45] 李楠, 徐磊, 刘丽妍, 等. 老年人健康监测可穿戴设备的应用研究[J]. 针织工业, 2022(6): 60-63.
- [46] 张祥磊, 杨翠钰, 于维晶. 浅谈可穿戴智能纺织品的发展现状[J]. 棉纺织技术, 2020, 48(9): 80-84.

《产业用纺织品》征稿启事

《产业用纺织品》创刊于1983年,由教育部主管,东华大学、全国产业用纺织品科技情报站主办,中国产业用纺织品行业协会协办,东华大学期刊中心编辑出版,月刊,是全国产业用纺织品领域具有权威性的期刊之一;为《中国学术期刊影响因子年报》统计源期刊,已入编中国学术期刊(网络版)、万方数据-数字化期刊群、中文科技期刊数据库、超星期刊域出版平台等;多次入选北大版中文核心期刊。

《产业用纺织品》秉承“创新、严谨、求实”的办刊作风,致力于建设成为高质量高水平国际一流学术期刊。期刊以“产业用纺织品”为特色,主要刊登国内外有关产业用纺织品的综述文章,科研、生产技术报告,报道相关领域的新产品、新材料、新技术及新设备,并介绍相关的专利、标准、测试方法,以及相关领域的行业动态、市场信息等。

热忱欢迎国内外产业用纺织行业相关企业工程技术人员、纺织高等院校师生、科研人员将优秀研究论文首发在《产业用纺织品》上。

投稿须知

一、学术要求

投稿内容须为产业用纺织品某一领域或专题的

综述评、研究性或技术性文章,可读性强,学术参考及引用价值高,技术方法实用,研究思路及内容能给读者启迪和借鉴。

二、2024年重点选题方向

电子织物与智能服饰;医疗健康用纺织品;高品质非织造材料;安全防护与应急救援用纺织品;航空航天用高性能纺织品;海洋产业与渔业用纺织品;交通运输用纺织品;土工建筑用纺织品;过滤用纺织品;等等。

三、投稿注意事项

1) 本刊只刊登首发稿,请勿一稿多投;来稿须符合期刊定位,文责自负。

2) 本刊全部采用线上投稿方式,投稿网址为 <https://cyyf.cbpt.cnki.net> (谨防虚假网站),注册后点击“作者投稿系统”。投稿二维码:



3) 本刊联系邮箱 techtex@dhu.edu.cn。

4) 本刊暂不收取审稿费和版面费,切勿向任何冒用本刊名义的单位及个人汇款。稿件刊发后,编辑部向作者支付稿酬,且优稿优酬,并赠送当期期刊。