

# 跨学科视角下的可穿戴类设计实证研究

黄亦佳

南京艺术学院工业设计学院, 江苏 南京

收稿日期: 2023年11月25日; 录用日期: 2023年12月15日; 发布日期: 2024年2月26日

## 摘要

本文旨在探讨可穿戴类设计的实证研究过程, 从跨学科的角度来分析和评估其设计原则、用户体验和技术创新等方面的问题。在技术导向的跨学科设计实践过程中, 分析设计师所属的团队角色和创新驱动的工作过程。

## 关键词

跨学科, 可穿戴类设计, 产品设计, 设计过程

# Empirical Study on Wearable Design from a Cross-Disciplinary Perspective

Yijia Huang

School of Industrial Design, Nanjing University of the Arts, Nanjing Jiangsu

Received: Nov. 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Dec. 15<sup>th</sup>, 2023; published: Feb. 26<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

The paper aims to investigate the empirical study of wearable design, focusing on the analysis and evaluation of design principles, user experience, and technological innovations from a cross-disciplinary perspective. It explores the role of designers and their team dynamics in a technology-driven, cross-disciplinary design practice.

## Keywords

Cross-Disciplinary, Wearable Design, Product Design, Design Process

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来可穿戴技术迅速演进，人类接入信息网络的入口有更多样的选择。从智能手表到虚拟现实类的头戴式显示设备，再到智能贴片，产品研发的整体趋势在往小而精的方向发展。然而，要实现高质量的可穿戴类产品设计，需要跨越多个学科领域的研究和合作。

## 2. 研究背景

### 2.1. 可穿戴类产品的跨学科研究

在可穿戴类产品的设计中，计算机科学和工程领域的专业知识是研发的基础，传感器技术、数据分析和算法开发等技术保证了功能实现；电子工程的研究为产品的小型化、高效能耗、无线通信和数据传输等方面提供技术支持；数据分析和机器学习为大量数据处理提供了关键手段。从人机交互的角度看，可穿戴设备需要与用户进行高效、自然的交互，如手势识别、语音控制等类似技术的成熟应用可以实现更加智能且便捷的用户体验。此外，材料科学的发展为产品的舒适性和耐用性提供了新的可能，选择柔软、透气、环保的面料和轻质、柔韧的材料，并且与时尚设计、纺织专业合作，产品能够具备时尚外观和符合人体工学的设计，以提供令人愉悦和个性化的穿戴体验。同时，医学的研究对于开发健康监测的可穿戴设备至关重要，通过在合适位置合理监测人体的生理参数，设备可以提供有效的健康数据，帮助人们更好地管理和改善自身健康状况。

从上述分析中得出，实现可穿戴设备设计的完整产出需要跨学科的知识储备或合作模式来进行探索和实践。本项目是一个通过在可穿戴产品领域应用光纤传感器监测系统来实践新健康生活方式的实验项目。该项目与纺织设计师合作开展，由智能纺织品公司提供技术支持，并由医疗机构担任医学顾问。它始于对纺织和技术的探索，试图通过清晰地设计定位，找到新的技术应用场景和产品开发可能性。

### 2.2. 关于光纤传感器的技术理解

在项目开端，通过技术合作方智能纺织品公司的演示和交流得以初步接触光纤传感器的基本知识。对于设计师而言，了解技术很有必要，但是更多需要挖掘的是技术与人之间的关系，以及能够给人们生活带来的新机遇，例如技术的使用条件和创新突破等。

光纤传感器(Optical fiber sensor)是一类把光学性质转换成可调制光信号的器件。在光纤材料表面施加外部压力会导致光纤的弹性变形，如压缩、弯曲或扭转，会产生光线的外散或衰减，这类似于捏住水管中间以减少水流量。这种光衰减的程度被光纤传感器转化为光信号，再转为电信号，经由实时过滤、放大和分析，以数据的形式记录外部环境的刺激和变化[1]。相比传统的传感器技术，光纤传感器在可穿戴设备中具有多重优势。首先，它能够提供更丰富的测量数据，包括绝对压力、温度、湿度、心率和血氧等生物参数，这些参数覆盖了人体的生理输出、肢体运动和本体感觉多个方面，收集的数据集可以为用户提供全面的健康监测和个性化的医疗服务。其次，塑料制光纤相比玻璃光纤具有更高的柔韧性，能够实现更加纤细灵活的设计，且适用于往复弯折的活动结构。此外，光纤传感器具有高准确性和敏感性，能够实时监测微小的生理变化，提供精确的数据反馈。光纤作为传感器的核心部件，可以通过计算机控制的专业针织机被集成到各种材料和纺织品中，和导电纤维技术、微电源共同组成的纺织结构，称之为智

能纺织品[2]。

### 3. 方向定位

#### 3.1. 技术切入点

智能纺织品是本次项目一个明确的技术切入点，随着计算机人机交互的快速发展，进一步的可穿戴设计允许通过织物的创新构造在人体周围开发出更多的交互界面[3]。作为团队中的产品设计师，兴趣在于探索数字技术连接到人体的更优方式是什么？在进一步融入日常生活的过程中，数字技术可以承担何种角色？即如何帮助这项技术进入人们的生活并形成正向影响，如何运用这类科技为人类带来更高价值，那么问题的解决即为寻找目标的过程。光纤传感器作为一类持续开发且较成熟的检测和监测技术，正在逐步应用于医疗可穿戴设备和功能性运动服装的研发和设计中。然而，它仍处于规模性应用的前期阶段，虽然光纤传感器在理论和实验层面已经展现了潜力，但在实际应用中仍面临技术有效落地的挑战，以期实现大规模的商业化应用。而在项目开发的这个阶段，设计师刚接触到技术知识，在与之接触的认知过程中会产生无限的可能性猜想，也会吸收科技行业内的一些既定方向，而此时设计的职能并不是去寻找缺失的内容，设计师并不会去寻找一座迷失之城或被埋葬的宝藏，与之相反，他们会自己建造一座城池。

在初步了解和理解技术的基础上，设计团队开始寻找这项技术的突破点。相对于传统的传感器技术而言，光纤传感器的成本相对较低；同时，团队提出了一类名为“纺织品即传感器”的解决方案，该方案无需使用固态传感器，而是将传感器功能集成到纺织品结构中，使得纺织品本身具备传感器的功能。结合这两项技术特点和研发人员的反馈，分析材料的潜在应用点：相较于目前可穿戴设备仅能在身体的单个点位进行有限范围的测量，光纤传感器能够在较大的距离和面积上提供分布式传感。如果布置更多的传感器数据窗口并建立更多的信号传送通道，则可以实现较大范围的人体数据监测，代替传统的单点监测，达成密集型数据覆盖和收集。通过对这类应用方向进行分析和探讨，为材料实验和潜在产品应用场景提供了新的方向和可能性。

#### 3.2. 机会领域

项目进入双线并行阶段，即同时进行确保舒适性、可穿戴性和耐久性的材料实验，并寻找可落地的产品方向。但问题定义仍在进行中，在设计项目中，问题的确切定义通常不太明确，可能客户只是进行了模糊的界定，或是被技术的现有导向框定了一定的范围，具体的限定和标准尚未确定。在项目的每个阶段，设计师都需要意识到其中一个任务是重新定义问题。一般来说，设计师在设计初期并不严格定义问题，而是大范围的搜寻和浏览相关的设计问题和解决方案，经验丰富的设计师知道，收集与设计问题相关的信息和数据是推动设计进展的关键方式，问题通常只能通过与相关的设计解决方案的关联来确定[4]。

结合相关设计解决方案，目前可知可穿戴设计的产品方向分布在各个领域，例如聚焦于功能性的健康与健身、医疗护理和智能手术、以及工业与职业安全方面，此外在注重体验感的娱乐媒体、时尚配饰和虚拟现实和增强现实领域，可穿戴设备也提供了个性化的娱乐内容和交互体验。随之而来的问题是谁需要检测或监测？又需要检测或监测什么数据？以上提到的各个方向都有技术应用的潜力和概念拓展的可能性，设计师需要综合考虑客户需求、技术支持、项目可行性、预期影响力和自身的实践经验等等，以更好地做出判断，把控项目方向。他们需要选择有价值的信息，并以此不断创造解决方案。所以在这一设计步骤中需要注意的是关键信息的采集和罗列，尽可能兼顾到每一个可能性，不要轻易放弃细小的思绪和灵感。

基于材料的潜在应用点，以及通过大量文献检索筛选出的适用情况有术后护理、帕金森病、脊椎间

盘突出治疗、动态心电监护仪、运动员监测、极限运动体温监测以及冥想与正念等。1) 在术后护理中, 需要特别关注患者的血压情况, 而心率过快往往表明患者正在经历疼痛; 2) 帕金森病作为一种复杂的神经退行性疾病, 其典型症状包括动作缓慢、运动不足、肌肉僵硬和震颤, 以及需要家庭长期监测; 3) 腰椎间盘突出治疗需要日夜关注对脊柱和椎间盘的压力, 和此类慢性病的预防也不能松懈; 4) 动态心电监护仪用于记录孩子的心脏电活动, 需要注意定期检查贴片的牢固性, 并保护监护仪远离潮湿; 5) 运动员监测和极限运动体温监测旨在理解压力因素和生物系统对压力的反应, 以时刻追踪和调节运动员的身体参数; 6) 冥想与正念作为一种对抗现代生活混乱的方法, 通过测量呼吸模式、计算步数以及心率等方式, 帮助用户找到内心的平静。

### 3.3. 定义问题

其中, 团队聚焦于多次提到的医疗护理领域, 认为医疗护理领域的人性化关怀是一个不断发展的趋势, 它旨在提供更加温暖、关怀和个性化的医疗服务[5]。传统医疗护理往往以医生和医疗机构为中心, 而人性化关怀的发展趋势是将患者置于中心地位, 强调不仅关注患者的身体健康, 也关注其心理和社会福祉, 特别是在面对严重疾病、慢性病或术后康复过程中。在人性化关怀中, 越来越重视不同文化背景和多样性对医疗护理的影响, 尊重患者的个人习俗和偏好, 以建立信任和合作关系。同时, 科技的不断进步为医疗护理提供了新的机遇, 使人性化关怀成为可能。例如, 电子病历系统可以帮助医务人员更好地了解患者的医疗历史和个人信息, 以提供更加个性化的护理。由此设计目标正在逐步明晰, 设计和开发基于光纤传感器工作平台的穿戴类创新产品, 它反映了最新的科技成果在日常生活中的实践应用, 最重要的是, 以更积极的方式创造并传达人们与科技之间的相互信任及影响。

全球有 6.19 亿人正在遭受短期或长期背痛的困扰, 九成患者在首次发作后六周内自行缓解, 但是在第一阶段的背痛后, 超过一半的人会出现复发情况; 并且 7% 的病症患者会发展为慢性下背痛, 持续时间超过三个月。下背痛症状通常在 20 至 40 岁之间开始出现, 40 岁至 80 岁之间的人群中情况更为常见, 受影响的总人数预计会随着人口老龄化而增加。超过 2600 名受访者分享了他们关于下背痛如何影响日常活动的感受, 54% 的受访者表示在经历疼痛时大部分工作日的时间都是坐着度过的[6], 漫长的工作时间圈定了人们的活动范围, 久坐成为了腰椎间盘突出的重要原因。因此得知大多数病例来自办公室的上班族, 同时也是此项目的潜在用户。经过用户调研和医疗机构的信息辅助, 了解到在预防, 缓解和治疗这三个步骤中, 医生在前两个步骤中几乎没有干预, 要想在早期控制疼痛, 需要做到日常的控制干预。据此进一步细化设计目标, 旨在如何帮助症状较轻的患者在医生的诊断和建议下, 提供更好的医疗服务, 从而作为保守治疗降低患者的二次发病概率, 以及减少其他治疗方法(例如止痛药)的使用。

## 4. 概念发展

### 4.1. 材料实验

在英国设计协会(British Design Council)制定的“双钻模型”中, 第一个菱形表示发现问题和定义问题, 第二个菱形指导流程则包括构思方案和交付方案。这个模型帮助拆解项目的思考和推进过程, 使其更加有逻辑性和计划性。在寻找前期设计方向的同时, 产品设计师和纺织设计师开始进行材料的可能性试验。纺织和面料的实验分为三个部分, 旨在确定材料选择和纺织结构应用(如图 1)。首先是辅助固定材料的拉伸测试, 需要将光纤传感器的数据接收窗口固定在热固性材料中, 并保持一定的运动适应性, 这部分测试通过尝试不同的激光切割折痕图案来评估热固性纱线织物的拉伸程度。其次是选择贴近日常衣物材料且易于打理的混纺纱线进行测试, 这包括羊毛纱线、羊毛和涤纶混纺纱线以及羊毛和热固性尼龙混纺纱线, 通过测试这些材料在曲臂活动中的弹力表现和运动适配性, 以找到最合适的材料。第三部分



是测试光纤镶嵌的纺织结构。通过控制纺织结构中的技术变量，实验不同材料在结构中的表现效果，以达到技术表现和可穿戴功能之间的平衡。



**Figure 1.** Material tests and textile structure experiments  
**图 1.** 材料选择和纺织结构实验

传感器作用于身体表面，我们身体与外界物体之间的接触点取决于肌肉形状，为了更好地将传感器贴合放置在运动状态的身体上，我们从人体肌肉结构中获得灵感。以身体后背部为研究对象，研究肌肉的分布和走向。经过医疗专家的指导和协助，明确腰部肌肉的监测范围，从而绘制出最初版本的传感器分布图。纺织设计师使用传统的平板和圆形编织机进行纺织结构的实验，同时兼顾光纤传感器在材料内的定位和布局，最终借助新型无缝技术编织机完成第一版的产品打样(如图 2)。

## 4.2. 产品设计

产品的功能也在不断完善，经过反复的调研、数据分析、总结和讨论，从概念到定义的过程需要不断打磨。通过细分领域和类似产品的市场调研得知市面上存在一类纯物理形式的座椅附件提供腰部支撑功能，但并非解决方案。学会主动控制疼痛应当是一种认知行为，并且应该侧重于让人们尝试自行纠正，意味着需要在日常活动中对自身的姿态持续关注，并且主动进行调整。为此，我们提供一种便捷实用的解决方案，一种不影响日常生活且负担得起的全天使用的便携设备，帮助用户提高对正确身体姿势的习得能力，掌握自己身体的主动性，适用于各种场景，包括进餐和通勤时间等，并且将医疗专业人士纳入其中，以实现更全面的关怀和支持。该设备通过光纤传感器监测两种数据：一是外界对肌肉的压力，二是通过创新的编织结构测量不同动作时肌肉表面产生的张力变化，利用这些数据来判断用户的姿势，并纠正不良姿态，实现全天候不同场景下的辅助改善行为。当设备检测到过高的压力时，在相应的位置会产生振动反馈。为了保护个人隐私，所有数据会被加密并上传到云端。如果连续疼痛的情况发生，可以在用户允许的情况下生成分析报告并发送给医生，以便进行进一步的诊断和治疗。

对于慢性疾病的患者来说，治疗是一个缓慢的过程。作为保守治疗方式之一的可穿戴设备设计，在满足功能需求的同时，也需要考虑到人们的情感需求。这意味着产品功能应该在外观上有一定的隐藏性，以尊重用户的隐私和个人事务。特别是对于职场人士的用户来说，他们的身体状况是私人的，在用户、医疗与环境之间搭建良好且安全的沟通和信任关系，也是设计师需要考虑的。后期产品迭代更多关注产品外观和功能与办公环境的相协调性，从而开发出模块化的纺织结构(如图 2)，以适应不同范围的后背痛问题，并考虑在不同场合佩戴的更多可能性。



**Figure 2.** Product iteration process  
**图 2.** 产品迭代过程

## 5. 结语

在跨学科的设计团队中工作是极具挑战性的，一方面项目涉及的专业问题在不同学科成员的帮助下可以快速得到解答，使我们清楚认知到并不是一个人在工作，团队提供了可靠的支持和助力，这对于推进项目无疑是非常有效率的组织形式；另一方面，组内有分工，但是在项目的各个节点需要有一致的设计决策，团队成员的知识背景不同意味着考虑问题的方式和角度不同，在决策过程中的思考和判断有时会经历很长时间的讨论。每位成员需要明确的是在项目中的分工和定位，产品设计师负责定义潜在问题的特征，需要对收集和组织信息有娴熟的能力用以构建解决方案；纺织设计师在目标框架下进行材料试验和产品的更新迭代，在实际操作中做到技艺与技术的结合；医疗顾问提供专业的信息和指导，以及帮助团队在用户测试部分完成有效评估。综上所述，为了进行可穿戴设备的设计和研发，需要组织跨学科的设计团队，利用各个学科的优势与特长，综合考虑多种因素，使得无负担的人体数据追踪成为可能，实现医疗设备的日常化应用。

## 基金项目

基金项目：江苏高校文化创意协同创新中心第三期(2021~2024)“基于柔性制造的智能康养产品原型创新设计”(NYXT2022010)。

## 注 释

文中所有图片均为作者自绘或者自摄。

## 参考文献

- [1] 王银, 王萍, 匡才远, 等. 柔性传感器在智能可穿戴中的应用研究进展[J]. 纺织科技进展, 2020(7): 13-16.
- [2] <https://www.footfallsandheartbeats.com/technology>
- [3] Briggs-Goode, A., Glazzard, M., Walker, S., Kettley, S., Heinzl, T. and Lucas, R. (2016) Wellbeing and Smart Textiles: Reflecting on Collaborative Practices and the Design Process. *Journal of Textile Design Research and Practice*, **4**, 63-83. <https://doi.org/10.1080/20511787.2016.1256599>
- [4] [英]奈杰尔·克罗斯. 设计思考: 设计师如何思考和工作[M]. 程文婷, 译. 济南: 山东画报出版社, 2013.
- [5] Desmet, P.M. and Hekkert, P. (2009) Special Issue Editorial: Design & Emotion. *International Journal of Design*, **3**, 1-6.
- [6] Hoy, D., Bain, C., Williams, G., et al. (2012) A Systematic Review of the Global Prevalence of Low Back Pain. *Arthritis & Rheumatology*, **64**, 2028-2037. <https://doi.org/10.1002/art.34347>