

# 可穿戴技术影响下的城市居民休闲性体力活动 研究进展与展望

牛月<sup>1,2,3</sup>, 甄峰<sup>1,3\*</sup>, 席广亮<sup>1,3</sup>, 常恩予<sup>1,3</sup>, 徐京天<sup>1,3</sup>

(1. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093; 2. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810016;  
3. 江苏省智慧城市规划与数字治理工程研究中心, 南京 210093)

**摘要:**新一轮科技革命及全民健康意识提升背景下,可穿戴技术得到迅猛发展和广泛应用,并深度嵌入城市居民休闲性体力活动的实践中。论文首先借助CiteSpace软件探究该领域的总体研究趋势和研究方向,并从数字化决策、新时空特征、多元化体验3个方面对可穿戴技术影响下的城市居民休闲性体力活动变化进行梳理,得到以下研究启示:未来需要深化对居民休闲性体力活动决策机制的理解、强化休闲性体力活动复杂时空规律的分析、注重多情境下休闲性体力活动体验满意度的研究。在此基础上,构建了可穿戴技术影响下的城市居民休闲性体力活动研究框架,提出要重视多学科理论的交叉和融合,从研究主体、技术、活动、空间、时间5个方面进一步丰富分析的构成要素,同时创新研究方法、拓展研究内容,并强化以健康为导向的规划实践应用。结论可为数字健康时代背景下的居民休闲性体力活动研究以及城市空间规划实践提供新思路。

**关键词:**可穿戴技术;休闲性体力活动;数字化;虚实空间;空间规划;健康

休闲性体力活动(leisure-time physical activity)指居民在闲暇时间进行的如跑步、骑行和打球等类型的身体活动<sup>[1]</sup>。由于该活动能产生显著的健康效益,已被居民视为进行健康干预的重要途径<sup>[2]</sup>。当前,过度依赖机动交通、体力劳动大幅减少等生活方式所导致的身体活动不足,已加剧了肥胖、心血管疾病等慢性病的发生<sup>[3]</sup>。据统计,2020年中国成年人经常参加体育锻炼的人数比例仅为30.3%<sup>[4]</sup>。近年来,国务院相继印发《全民健身计划(2021—2025年)》和《“健康中国2030”规划纲要》等政策文件,为提升中国全民健身公共服务水平提出了总体要求和行动指南。中国城镇化已进入下半程,如何增强高品质休闲活动空间环境及设施的供给、如何提高居民的休闲性体力活动水平及健康素养等现

实问题值得重点关注。

可穿戴技术(wearable technology, WT)表现为多媒体、传感技术、物联网和无线通信等技术在可被随身携带或可被人体植入的小型移动设备中的集成应用<sup>[5-6]</sup>。该技术以多种物理和逻辑应用的形态而存在,充分体现了智能—生物—技术(intelligent bio-technology, IBT)的融合<sup>[7]</sup>。自20世纪60年代美国麻省理工学院最早提出可穿戴技术的想法和原型以来,其发展大致经历了20世纪末期可穿戴设备发明的实验阶段,到21世纪以来在技术进步和用户需求增长共同推动下的快速普及应用阶段<sup>[8]</sup>。基于其智能化、低负荷、交互性、无线数据传输和可移动性等特点,可穿戴技术逐渐在军事、工业等诸多领域体现了突出的应用价值<sup>[7]</sup>。休闲性体力活动

收稿日期:2023-09-13;修订日期:2024-01-19。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(42330510)。[Foundation: Key Project of National Natural Science Foundation of China, No. 42330510.]

第一作者简介:牛月(1990—),女,青海西宁人,博士生,讲师,研究方向为智慧健康城市、城市与区域规划。

E-mail: niuyue510@126.com

\*通信作者简介:甄峰(1973—),男,陕西汉中,教授,研究方向为城市地理、智慧城市、城市与区域规划。

E-mail: zhenfeng@nju.edu.cn

引用格式:牛月,甄峰,席广亮,等.可穿戴技术影响下的城市居民休闲性体力活动研究进展与展望[J].地理科学进展,2024,43(5):1008-1020. [Niu Yue, Zhen Feng, Xi Guangliang, et al. Progress and prospect of research on leisure-time physical activity of urban residents under the influence of wearable technology. Progress in Geography, 2024, 43(5): 1008-1020.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2024.05.012

也是其中重要的应用领域,目前该场景中使用到的可穿戴技术主要包括智能手机、手环、手表等硬件设备,以及具有专业运动、地图导航、场馆预定、即时交流等功能的软件应用服务。《国民运动健康洞察报告(2021年)》<sup>[9]</sup>显示,中国使用过可穿戴技术的用户当中,超过6成的居民已经养成了持续记录运动数据的习惯。随着相关应用服务的普及,可穿戴技术逐渐成为支撑居民个性和科学化的休闲性体力活动中的重要组成部分<sup>[10]</sup>。人们在活动中除了通过自身经验获取有限的空间及个体活动状态信息之外,还能通过可穿戴技术获取大量活动所需的知识经验<sup>[11]</sup>。可穿戴技术不仅充当着居民活动信息的“收集器”,也让个体自身扮演着移动“传感器”的角色贡献空间活动信息<sup>[12]</sup>。同时,可穿戴技术也改变并丰富了居民参与休闲性体力活动的模式,通过人机交互情境中线上线下活动资源的链接、定制化的活动供给等,使居民活动不再受固有活动时间、空间以及形式的约束<sup>[13]</sup>。可穿戴技术持续改变着居民活动时空间资源的需求结构,并对城市运动休闲设施服务的供给和配置方式产生影响。尽管可穿戴技术已在休闲性体力活动中得到广泛普及和应用,但对于居民活动时空间效应及作用机制的相关理论探索远滞后于实际的发展需求。

大众已迎来数字健康的新时代,这对如何提升居民运动休闲空间及服务设施的供给质量提出了更高的要求。可穿戴技术的快速发展将持续影响和重塑居民休闲性体力活动的时空间利用模式,并逐渐推动实体空间设施的智能化改造。厘清当前可穿戴技术对城市居民休闲性体力活动形成的影响,将有助于研判未来的城市居民休闲性体力活动模式及空间设施改造方向,同时明确当前需要关注和研究的重点。基于此,本文拟结合当前学界关注的重点内容,系统梳理可穿戴技术影响下城市居民休闲性体力活动的变化。在阐述所得研究启示的基础上,进一步构建未来城市居民休闲性体力活动的研究框架,以期为开展具体实证研究和组织营建智慧化公共休闲活动空间场景提供借鉴,对提升公共休闲活动空间品质、促进居民健康产生积极作用。此外,不同软硬件服务类型的可穿戴技术在不同休闲性体力活动中的作用方式具有差异性,本文侧重于探讨可穿戴技术对居民休闲性体力

活动在决策、时空规律以及感知体验方面的普遍性影响特征。

## 1 可穿戴技术影响城市居民休闲性体力活动的总体研究特征

### 1.1 数据来源与处理方法

本文采用篇名与主题词结合的检索方式收集了来自中国知网(CNKI)和Web of Science(WoS)核心集的文献,首先利用CiteSpace软件(5.7.R5版本)进行定量分析,了解该研究领域的总体特征。其中,在CNKI中以篇名检索文献,用“AND”分别连接“可穿戴”和“休闲性体力活动/活动/锻炼/跑步<sup>①</sup>/步行/骑行/APP”等关键词,并汇总了关键词分别为“健身类APP/运动APP/运动类APP”的相关文献;WoS首先检索标题包含“leisure-time physical activity”和“mobile app + physical activity”的文献,然后扩大搜索范围,以主题检索的方式,用“AND”连接“wearable”和“app”进行搜索,得到所需的文献。考虑到可穿戴技术在2000年开始逐渐得到广泛应用<sup>[10]</sup>,检索文献发表时间设定为2000—2022年。排除内容重复、与主题不相关的文章,并通过参考文献追踪补充与研究内容高度相关的文献。为确保筛选结果的准确性,该过程由两名研究人员独立进行,有不一致处与其余研究人员进行讨论。最终对391篇中文、498篇英文文献做数据分析。

### 1.2 总体研究趋势

与主题相关的文献发表数量总体呈上升趋势,2020、2021、2022三年虽有些许下降趋势,但很有可能与新冠疫情所导致的居民外出活动减少、人口流动性下降有关,预期未来该领域的相关研究将恢复增长趋势。相较而言,英文文献关注可穿戴技术在休闲性体力活动中的应用研究比中文研究起步更早,相关研究最早可追溯至20世纪80年代,呈现出小范围波动增长趋势。而国内研究起步虽相对较晚,在2000—2015年间仅有极为零散的相关探索,但从2016年起文献数量上升趋势显著(图1)。

### 1.3 主要研究方向

从研究关键词共现图谱来看(图2),中文文献主要关注可穿戴技术对居民休闲性体力活动参与动

① 由于有研究关注可穿戴技术对休闲性体力活动细分项目的影响,基于艾瑞咨询研究院联合华为运动健康App于2021年发布的《国民运动健康洞察报告》,本文对参与度排名前三位的活动(跑步、步行和骑行)进行了补充检索。



机、习惯、满意度等的影响,并重视可穿戴技术在中国体育教学和全民健身促进中的应用。英文文献关注的内容主题相对庞杂,总体上更加关注数字化的休闲性体力活动对居民身心健康、生活质量的影响。且在其高频关键词中,预防、公共卫生、肥胖、心血管病等医学名词占比较高,利用可穿戴技术研究因缺乏休闲性体力活动引发的特定健康问题已经初步形成了研究范式。此外,在研究对象的选择方面,大多数研究都专注于某类特定人群。中文文献主要以大学生作为研究对象,而英文文献则包括了儿童、青少年、成年人、女性、老年人等多类群体,活动研究主体涉及范围更加广泛。

此外,不同研究领域学者在自身研究方向上各有建树。一方面,地理学以及城乡规划学专业的学者专注于探索不同空间环境特征与居民休闲性体力活动在参与意向<sup>[14]</sup>、时空规律<sup>[2,15]</sup>以及感知体验<sup>[16]</sup>

等方面的关联性。随着研究数据和研究方法的创新,越来越多的学者尝试利用可穿戴技术记录的居民活动空间轨迹和时间等数据进行相关分析,为揭示居民休闲性体力活动与建成环境的关系提供了更加科学的支撑<sup>[17-20]</sup>,但聚焦可穿戴技术本身对居民休闲性体力活动在决策、时空特征和体验等方面的影响关注不足。另一方面,基于可穿戴技术应用于活动中较强的社交媒体属性,以及在监测居民运动、生理以及情绪状态等方面更加便捷、低干扰的优势,已有关于可穿戴技术影响居民休闲性体力活动的研究在新闻传播学、体育健康学、社会学和心理学学科中展开了较多讨论,重点分析了居民对于可穿戴技术的使用特征<sup>[21]</sup>、居民通过可穿戴技术在运动社交网络中的话语空间关系和身份构建过程<sup>[22]</sup>,以及可穿戴技术的使用对于居民参与休闲性体力活动的动机、运动表现和健康效应等方面的影响<sup>[11,23-25]</sup>。

研究方法主要以传统的参与观察法、深度访谈法和回顾性分析方法为主,强调在微观尺度下对可穿戴技术影响的居民个体休闲性体力活动特征进行详实的调查和具有逻辑性的描述性分析。但该研究领域由于缺少宏观和空间的视角,并未对可穿戴技术影响居民休闲性体力活动在空间决策、表现特征以及体验方面的反馈有针对性的剖析,其研究结论难以对接具体的活动空间优化实践。

总体来看,当前缺乏以学科交叉融合的视角,对可穿戴技术影响下的居民休闲性体力活动进行深入和系统化的解读,研究创新潜力有待激发。

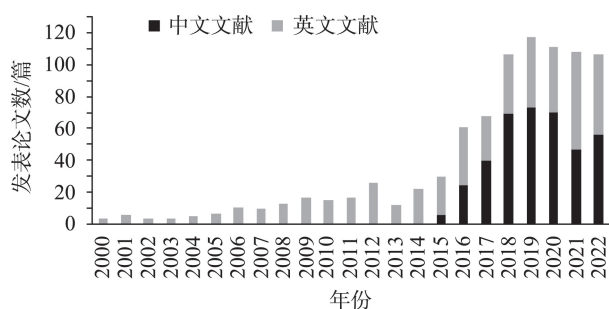
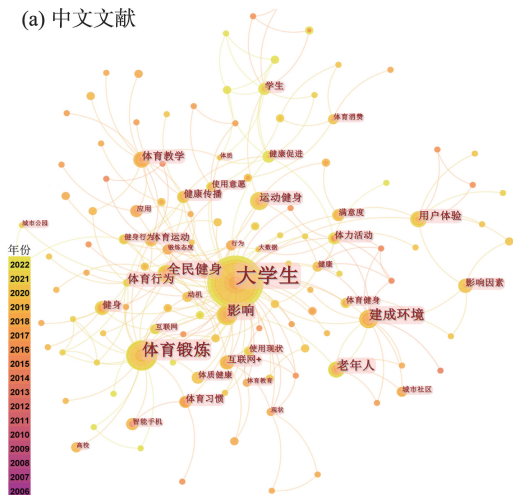


图1 2000—2022年可穿戴技术影响休闲性体力活动研究发文量年度变化

Fig.1 Annual number of publications on the impact of wearable technology on leisure-time physical activity during 2000–2022

(a) 中文文献



(b) 英文文献



注:图中关键词及其圆圈半径越大,表示在文献中出现的频次越高,反之则反。

图2 2000—2022年可穿戴技术影响休闲性体力活动中英文研究关键词共现图谱

Fig.2 Keywords co-occurrence map of the impact of wearable technology on leisure-time physical activity research during 2000–2022

## 2 可穿戴技术影响城市居民休闲性体力活动的主要研究内容

在对已有研究成果量化分析的基础上,本文试图从跨学科的视角出发,充分发挥地理学综合性和系统性的理论研究优势,进一步结合文献梳理法,对其中具有重要学术价值的文献进行剖析。

时空行为地理学中强调居民活动的完整过程<sup>[26]</sup>,休闲性体力活动是居民一种动态、系统的空间行为表现,包括了该活动发生的决策、活动时空特征以及体验环节。其中决策是促使居民进行休闲性体力活动的前提和内在机理。活动时空特征是居民休闲性体力活动的时间消耗和空间位移特征,也是活动产生的外在表现。而体验发生在居民休闲性体力活动的过程中及完成后,是决定居民进行再次活动发生的重要前提。基于此,本文从三方面梳理可穿戴技术对居民休闲性体力活动的影响。

### 2.1 数字化决策

可穿戴技术正在改变居民参与休闲性体力活动的决策方式。例如Fogg<sup>[27]</sup>将可穿戴设备视为一种说服技术,它能够以非强制性的手段影响参与者的态度或行为。作为一种辅助决策工具,它改变了居民看待身体的方式<sup>[28]</sup>。人们不再仅凭主观感受来衡量参与休闲性体力活动的状态,而是通过该技术设备中的各种数据和指标来实现“量化自我”的过程<sup>[29]</sup>。基于此,居民能够深入了解自身活动的过程及健康状况,进而更好地管理并调整所参与的活动。这既满足了现代活动者精准了解自我的需求,同时也带给他们自我监督、自我管理的满足感和荣誉感<sup>[30]</sup>。在此过程中,可穿戴技术的数据收集行为明显区别于购物网站以及社交媒体留下的行为痕迹,属于个体的自发性决策,而非被动的结果<sup>[31]</sup>。

可穿戴技术提供的可移动在线服务刷新了居民的认知,进而改变了居民参与休闲性体力活动的形式。有学者关注到以往居民参与休闲性体力活动,出于对专业化指导以及社交需求等因素的考量,常常选择健身房或者户外空间,而可穿戴技术的多样态和便携性特征使居民个性化与即时性的活动需求得到了满足,线上线下结合的活动模式成为运动参与的常态<sup>[31]</sup>。尤其在新冠疫情期间,众多居民调整了自己的运动方式,借助体感游戏设备和健身App等类型的可穿戴技术进行了虚实空间交互式的居家锻炼,对传统活动形式进行了一定的替

代和补充<sup>[32-33]</sup>。即便疫情结束,居民休闲性体力活动方式的变化也已衍生出其内在必然性,活动需求呈现出更加复杂、多元的特征。

可穿戴技术能够干预休闲性体力活动计划<sup>[11]</sup>。具有地图导航功能的可穿戴设备已被证明能够通过作用于个体的认知地图,进而影响居民的步行速度、轨迹、停顿、转弯等空间决策<sup>[34]</sup>。可穿戴设备连接的健身类应用程序可以根据活动者的运动水平以及所要达成的目标提供定制化的训练安排。通过专业指导,并辅以各种激励的正向反馈,使活动参与者获得一种自我赋权感<sup>[35]</sup>,进而影响居民休闲性体力活动的参与意向、运动成绩、身体机能水平和减重效果等<sup>[36-39]</sup>。但也有学者认为现有研究大多依赖小样本被试的主观经验,针对不同的活动人群和类型缺乏差异化的调研手段,同时研究发现有部分参与休闲性体力活动的居民在使用一段时间的可穿戴设备后有停止使用的现象<sup>[40]</sup>。因此,有必要对使用者进行更长时间序列的观察,并对可穿戴技术影响居民休闲性体力活动决策的作用机制进行更深入的挖掘<sup>[41]</sup>。

### 2.2 新时空特征

可穿戴技术延伸了居民参与休闲性体力活动的空间概念。在众多媒介与传播地理学者看来,可穿戴技术是一种地理媒介(geomedia)<sup>[42-43]</sup>或位置感知媒介(locative mobile social networking, LMSN)<sup>[44]</sup>,其微小体型、可便携性及可移动性意味着人类身体与技术边界的模糊,活动使用者自身将越来越接近“赛博格”(cyborg)以及“义肢性主体”(prosthetic subject)所描述的人机复合体<sup>[45-48]</sup>。相应地,“实体—虚拟”二元空间论被打破,当居民在使用可穿戴技术进行休闲性体力活动时,居民将进入到Silva<sup>[49]</sup>所定义的复合空间(hybrid space)中,即体验由活动者所处的实体空间与可穿戴设备上的虚拟空间相互耦合而促生的新空间。一方面,活动者所处的实体空间信息被映射到可穿戴设备界面的虚拟空间中,并伴随着活动者地理空间位置的变化而实时变化<sup>[23]</sup>;另一方面,融合了智能算法的可穿戴技术又将在虚拟空间中加工过的信息实时反馈给实体空间中的活动个体,从而影响活动者在地理空间的移动方向和目的地的选择等<sup>[50]</sup>。以此形成反馈回路,不断重塑参与者和活动空间的互动关系。

可穿戴技术拓展了休闲性体力活动的自由度,使活动空间和时间呈现碎片化特征<sup>[51-52]</sup>。并进一步



反映出休闲性体力活动场景中空间重要性的相对下降和时间重要性的相对提高<sup>[33]</sup>。在空间利用方面,可穿戴设备的便携性使互联网实现了可移动实时接入,通过地理位置服务、数据记录反馈服务以及应用程序提供的热点空间推荐服务,休闲性体力活动的开展逐渐向生活场景迁移<sup>[31]</sup>。活动的可能性空间拓展至街道、公园、家等任何卫星定位系统可以覆盖的场所,而非局限于特定的、具有明显运动健身性质的空间<sup>[30]</sup>。同时,由于“虚拟在场”和“异步在场”等新型在场方式的存在,活动参与者能够随时通过可穿戴技术在虚拟空间进行联系并线下参与活动,传统实体活动空间及设施可达性(accessibility)的限制被打破<sup>[53-54]</sup>。在时间利用方面,可穿戴技术各类应用软件服务提高了居民参与休闲性体力活动的效率、弹性和即时性,使居民既可以在零碎时间通过可穿戴技术参与在线运动课程,还可以自主查找和预定可使用的活动场地空间<sup>[55]</sup>。

### 2.3 多元化体验

情感在休闲性体力活动实践的当下时刻作用于身体,能够造成瞬间的身体强度变化和心理情绪波动<sup>[56]</sup>。使用可穿戴技术进行休闲性体力活动,将同时促生积极和消极两种不同的微妙情感体验。弹力健身环、腿部识别固定带、运动跟踪平衡板等可穿戴设备配合相应的软件服务能够支撑居民参与到情景化和游戏化的运动场景中,该种方式很大程度上激发了居民的活动体验热情<sup>[57-58]</sup>。同时,在程序中的音频反馈提示以及来自亲朋同伴的鼓励能够即时增加活动者的感知陪伴<sup>[59]</sup>。但随着新鲜感减弱,活动者在掌握自身运动数据规律后可能会对该技术产生无趣感<sup>[60]</sup>;当应用程序所记录的活动成绩较为理想时,活动者的自我效能感和成就感相应提升<sup>[35]</sup>,而当指标记录不尽如人意时则会产生沮丧感<sup>[61]</sup>;实时的数据监测和反馈会使活动者对所处环境产生安全感和掌控感<sup>[62]</sup>,进而对可穿戴技术形成依赖<sup>[31]</sup>,但也可能使活动者因过度关注自身的身体状况而导致焦虑<sup>[63]</sup>;此外,活动者通过分享活动数据,引入外在“凝视”来督促自己的活动行为,但也一定程度上增加了活动者的竞争和压迫感<sup>[64]</sup>。

可穿戴技术丰富了休闲性体力活动所隐喻的深层社会意义,通过增强居民个体与社会的连接性,改变居民的活动社交体验<sup>[65]</sup>。当前居民的运动状态数据已与微博、朋友圈、Twitter内容一样,成为了一种社会化信息<sup>[66]</sup>。居民可以通过可穿戴技术添加好友、分享运动数据、进行信息交换,即使地理

空间距离相隔较远,也可塑造活动者之间的身份认同感<sup>[67]</sup>。此外,各类活动社群在可穿戴技术的支撑下也得到了快速发展,成为休闲性体力活动的主要组织单元。以地方跑团为例,可穿戴技术以地理位置为纽带,将位置邻近的跑步者聚集在一起构建了虚拟社群,而这种网络关联依托地理空间的邻近性进一步形成了实体社交关系,虚拟社群被赋予了实体组织的特征。这种组织既不同于传统意义上以地理空间为坐标的城市社区,又不同于纯粹的网络虚拟社区,而是由趣缘、地缘和信息网络共同作用而形成的、具有松散片区特征的新型城市共同体<sup>[68]</sup>,这种新的社交关系将有助于居民在活动过程中获得身份认同和集体认同的交织体验。

## 3 研究启示与展望

### 3.1 对未来城市居民休闲性体力活动研究的启示

可穿戴技术的应用,使居民在参与休闲性体力活动过程中实现了数字化决策,呈现出新的时空特征,并衍生出多元活动体验。基于上述对现有研究的梳理,本文认为未来还需加强以下方面的研究:

(1) 深化对居民休闲性体力活动决策机制的理解。活动者进行决策的基本依据是信息<sup>[69]</sup>,现有休闲性体力活动研究多将居民看作是“有限理性人”,讨论建成环境以及个体身心条件对居民活动决策产生的影响<sup>[70-71]</sup>,未对可穿戴技术的信息供给、获取以及行为干预给予足够重视。而可穿戴技术带来居民在活动中信息能力的延展以及自我效能感等方面的提升已成为改变居民空间认知、影响活动决策的重要因素。只有深刻理解可穿戴技术在居民活动信息供给层面的增强和调整机制,才能对活动居民在数字化时代背景下的时空选择偏好以及决策过程有更深刻的认知,进而在规划中相应调整城市休闲资源供需结构,对居民的活动行为模式进行更科学的干预和引导<sup>[72]</sup>。

(2) 强化对休闲性体力活动复杂时空规律的分析。可穿戴技术的应用使居民休闲性体力活动的时空行为呈现出日益复杂化的趋势。可穿戴技术一方面拓展了居民参与活动的空间维度,加剧了不同活动群体间在技术介入下感知建成环境的能力分异;另一方面,也增强了活动空间和时间资源的供给弹性,进而打破了人们对于固有活动时间的分配以及活动空间的选择。当前针对休闲性体力活动在虚拟空间以及虚实空间交互的活动特征研究

多停留在描述性解释层面,且主要将虚拟活动空间视为相对独立的系统和客体影响因素<sup>[50]</sup>,因此,有必要跳出现有的活动时空间研究框架,从全要素、多维度、多尺度的视角对居民休闲性体力活动时空规律展开分析。

(3) 注重对多情境下休闲性体力活动体验满意度的研究。休闲性体力活动体验满意度往往与居民的情绪状态、压力减缓水平显著相关<sup>[73]</sup>,是提高居民运动表现、身心健康和幸福感的重要抓手<sup>[74-75]</sup>。可穿戴技术的嵌入丰富了居民休闲性体力活动的参与体验,且在过去以居民活动个体内在感知为主导的活动体验中,纳入了更多社会连接层面的影响因素,这些影响拓展了数字时代下休闲性体力活动的内涵。为了更准确地把握可穿戴技术影响下的居民活动体验需求,帮助城市管理者优化活动空间服务、提升居民活动体验满意度和福祉,未来研究要重视居民更加精细化的时空感知体验,基于可穿戴技术应用的多情景性(人与技术、技术与空间、人与人、人与空间等),进一步扩展居民休闲性体力活动体验的研究范畴。

### 3.2 可穿戴技术影响下城市居民休闲性体力活动研究展望

在可穿戴技术迭代更新、空间环境持续改善以及居民活动观念和习惯不断变化等复杂因素驱动下,全面、系统、动态理解城市居民休闲性体力活动的决策发生逻辑、时空规律以及福祉效应,是数字变革时代提升居民健康水平和生活品质要求下研究面临的首要前提和挑战。

因此,本文提出可穿戴技术影响下的城市居民休闲性体力活动研究框架(图3),未来研究需要通过重新构建理论支撑体系来丰富研究视角和内涵,并以多元研究方法的创新为支撑,对休闲性体力活动的决策机制、时空规律、体验满意度等重点内容进行分析,为未来以健康为导向的城市空间规划应用提供支撑。

#### 3.2.1 构建理论支撑体系

理论支撑体系的构建为透视智慧社会下的城市居民休闲性体力活动研究提供了必要的认知基础和依据。在理论基础方面,应通过多学科理论的对话与融合,强化对可穿戴技术作用下居民活动复

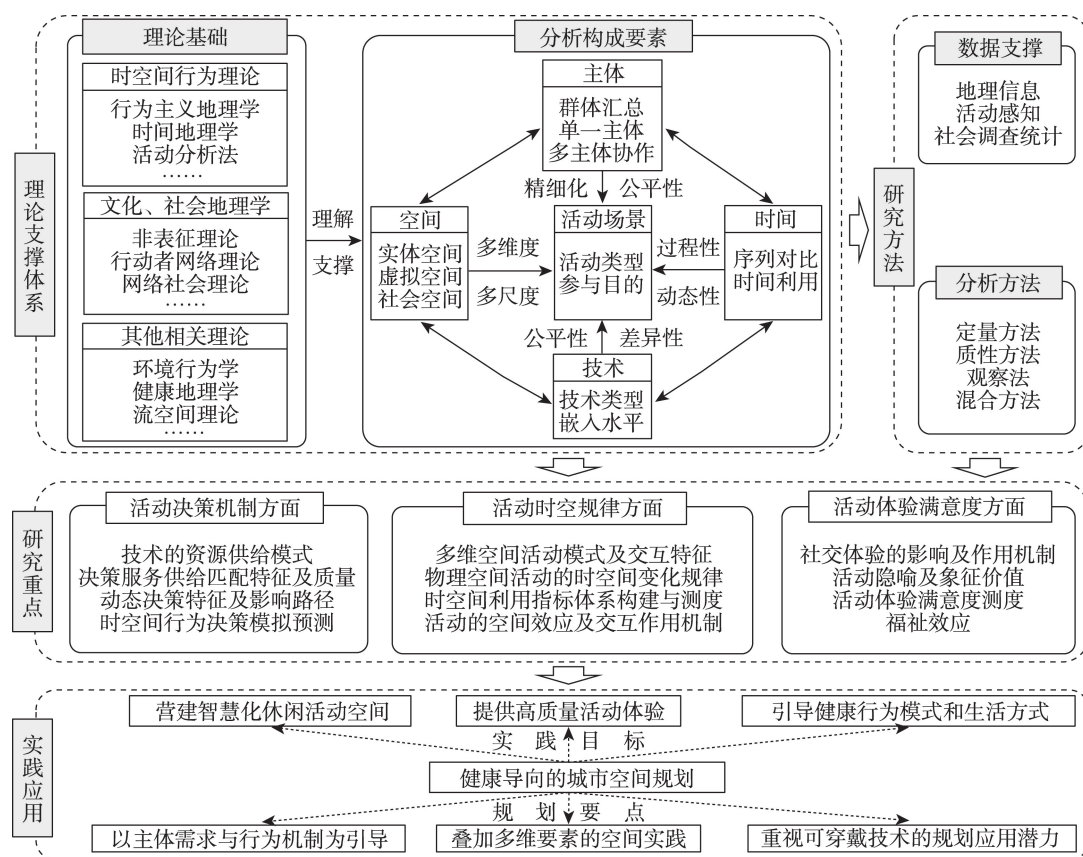


图3 可穿戴技术影响下的城市居民休闲性体力活动研究框架

Fig.3 A research framework of leisure-time physical activity of urban residents under the influence of wearable technology



杂性的机制解释。在汲取、完善和拓展时空间行为理论、文化地理学以及社会地理学的基础上<sup>[76-77]</sup>,充分吸纳环境行为学、健康地理学以及流空间理论中对于技术的认知以及有关居民活动与空间环境相互作用的理论知识,为研究提供多元的认知和理解。

另外,需丰富分析的构成要素。在研究主体方面,为了对接基于居民个体需求的精细化和公平性视角的空间优化实践,在挖掘群体休闲性体力活动规律的同时,要更进一步探讨微观个体尺度下不同行为主体对活动时空间资源的利用差异性,例如区分活动人群中是否使用可穿戴技术的居民,以及在创新偏好、社交偏好等方面具有特殊性的群体,要特别关注包括老年人、儿童和低收入人群在内的技术使用弱势群体,以及缺乏休闲性体力活动习惯的居民。同时,注重比较可穿戴技术在单一主体活动和需要由多主体协作完成的活动中的特征差异。在技术要素方面,基于公平性视角下不同种类的可穿戴技术应用于不同休闲性体力活动中具有的差异性,研究应聚焦于更加具体的活动场景,进一步细分休闲性体力活动的类型和参与目的。例如关注大众参与度较高的跑步、骑行、健身操等活动,对比运动手环/手表、运动App等不同样态和不同嵌入水平下可穿戴技术在活动中带来的不同影响。在空间要素方面,可穿戴技术作用下的休闲性体力活动空间由实体空间(活动设施、空间设计等建成环境)、虚拟空间(实体空间映射、线上行为等)与社会空间(制度文化、社会网络、社会资本等)复合构成,不同维度空间要素间相互作用且协同变化。同时,由于休闲性体力活动对于物理发生的必然要求,实体空间仍是未来研究关注的重点,要构建起从居民活动发生的建筑、社区、生活圈、功能区以及城市尺度的多层级实体空间研究网络。在时间要素方面,同一活动场景在不同时间点上形成的秩序不同,从而呈现出动态性和过程性<sup>[78]</sup>。要对比居民活动在发生瞬时以及在日常的工作日和休息日、不同季节甚至更长时间序列中的特征,并重视居民因使用可穿戴技术对活动时间利用本身的变化,在考虑可穿戴技术应用对居民休闲性体力活动的移动实时可接入性、供给时间弹性等作用下,探索居民休闲性体力活动时间与空间的互动关系。以上不同研究要素系统既相互独立,又存在着特定的交互关系,需要针对具体研究问题,对所关注要素进行有侧重性的、系统化的分析。

### 3.2.2 创新研究方法

未来需要进行基于多元数据和方法的融合创新。地理信息数据和活动感知数据是未来休闲性体力活动研究需主要获取的数据类型,这些数据能够提供居民个体在物理层面表现的活动空间分布、时间分配、活动强度,心理层面形成的情绪、满意度、幸福感,以及社会层面的人际交往等方面的精细尺度信息。尤其是可穿戴技术的应用本身,为监测活动个体在空间中的行为、形成个体“生命日志”提供了更多可能<sup>[79-80]</sup>。同时,仍要重视对传统包括问卷调查、民族志和访谈等社会调查统计数据的应用,该类数据能够更好地解析个体背景与经历,并捕捉居民休闲性体力活动过程中的决策偏好、情感体验等隐性要素的情景性和具身性,为探讨可穿戴技术使用影响下居民活动的底层变化机制提供了有力支撑。对此,要合理选择、融合以及创新相应的分析方法。通过数理统计、空间分析、机器学习等定量模型分析法,实地观测与行为注记等观察法以及质性分析方法的结合,推动对可穿戴技术影响下各要素交互作用更加复杂的休闲性体力活动更具科学性和洞察力的解读和预测。

### 3.2.3 拓展研究内容

研究的重点内容围绕以下三个方面展开。(1) 活动决策机制方面,要在厘清可穿戴技术多元化活动资源供给模式的基础上,对其在居民休闲性体力活动决策所需的服务供给匹配特征和质量进行分析。进而探索可穿戴技术如何影响居民在活动态度、活动方式、空间选择、路径调整、出行距离等方面的动态选择以及行为背后的决策过程,以便对居民的时空间行为决策进行模拟预测,为活动设施的精准化配置提供应用支撑。(2) 活动时空规律方面,首先分析活动在可穿戴技术介入下,居民在实体、虚拟以及社会不同空间维度的活动模式以及动态交互特征,重点关注在虚拟空间干预下,居民参与物理空间活动的时空变化规律。构建居民活动时空间利用指标体系,以便量化居民参与休闲性体力活动的新时空规律和特征。例如以居民为中心,测度活动者在不同场景对完成休闲性体力活动所需要的虚实空间资源的可获得性、虚拟空间的可接入性以及时间利用弹性等。此外,要特别关注对于可穿戴技术影响下居民休闲性体力活动变化所带来的空间效应及交互作用机制,为引导未来的空间组织优化提供理论依据。(3) 活动体验满

意度方面,重点关注可穿戴技术影响居民活动参与过程中,在社会资本、即时性社会支持以及社群关系方面的变化及作用机制。并从更综合的视角刻画活动开展的多重内涵,关注其中丰富的隐喻和象征价值,包括使用可穿戴技术对活动所产生的情感变化、感知情绪等的影响,进而从多个维度对居民参与休闲性体力活动的体验满意度进行测度,并探讨其与居民在健康和幸福感等福祉效应方面的关联性。

#### 3.2.4 强化以健康为导向的规划实践应用

上述研究旨在将其成果应用于健康导向的城市空间规划实践中,拟为城市居民营造功能完备、服务便捷、更具包容性和创新活力的智慧化休闲性体力活动空间场景,使其获得高质量的休闲性体力活动体验,最终引导个体形成有利身心健康的活动参与模式和生活方式。在实际应用中,还需注重对以下方面的考虑:首先,要以活动主体的需求与行为机制作为优化城市空间资源的出发点<sup>[81]</sup>,根据受可穿戴技术不同程度影响下不同人群的活动特征,探索差异化的健身服务设施配置标准与智慧化改造策略,力求对活动空间的优化能够动态、精准匹配居民休闲性体力活动规律。其次,充分研判在可穿戴技术、建成环境、居民社会经济属性等要素叠加作用下活动的新发展趋势,可以从空间、时间、行为三个维度推进具体的规划实践,前两者从供给的视角对时空资源进行优化,后者则从需求端对时空行为进行干预<sup>[82]</sup>。此外,规划中要同时对各类实体和虚拟的空间要素进行组织和调控,引导居民活动空间和健身服务设施的数字化、共享化、个性化以及高效率运行管理<sup>[83]</sup>,构建虚实协同的休闲性体力活动场景。再次,要重视可穿戴技术在规划实践中的广泛应用潜力。传统基于实体公共空间的组织优化在居民活动偏好和需求日益分化的过程中应对乏力,因而在规划中体现活动设施资源分配的公平性方面存在不足。而可穿戴技术在改变居民对活动时空间资源的信息获取及功能建构方面具有重要应用价值,特别是其信息沟通和数字化决策等功能已被证明在引导个体形成健康意识、干预其外显行为方面起到了重要作用<sup>[84-85]</sup>,为实现基于居民个性化活动需求的空间规划提供了可能。同时,融合了虚拟现实和增强现实技术的可穿戴技术还能够为沉浸式的空间方案设计展示提供支撑<sup>[86]</sup>,通过可穿戴技术采集的居民活动信息也可作为活动空间运营管理策略的制定提供有力支持。

## 4 结论与讨论

休闲性体力活动场景的数字化已成为重塑居民现代休闲生活方式和提升民生福祉的重要方面,不断迭出的可穿戴技术正深刻作用于城市居民休闲性体力活动场景中。本文从数字化决策、新时空特征、多元化体验三个方面总结了已有研究中有关可穿戴技术对城市居民休闲性体力活动带来的变化,在结合由这些影响分析所得启示的基础上,对未来城市居民休闲性体力活动的研究进行了展望。提出需要在考虑可穿戴技术的影响下重构休闲性体力活动研究的理论支撑体系、创新研究方法、拓展现有研究内容,并面向未来健康导向的智慧城市空间探索相应的规划实践路径。这对于优化城市健康资源服务供给质量、提升居民健康水平具有重要意义。

中国城市人居环境治理、基础设施配置、城市空间布局等已经进入到由智能技术驱动其高质量发展的新时期。可穿戴技术作为当前城市发展阶段下智能技术在居民休闲性体力活动场景中的主要应用形态,深刻影响着居民活动与城市空间的关系。居民的活动需求、可穿戴技术的服务供给以及城市空间环境的关系是一个动态匹配、不断协调优化的过程。一方面,我们需要主动调整城市空间的功能和布局模式来适应这种变化下居民休闲性体力活动的新需求;另一方面,城市活动空间以及健身设施的智能化也将成为未来的必然发展趋势。对此需要强调的是,该过程要符合城市的社会经济发展阶段以及居民对于创新技术的承接能力,盲目超前的设施智能化应用不仅无法对接居民实际的活动需求,且将造成空间设施的低效利用以及不必要的投资浪费,加重政府和企业的支付责任负担。此外,面对可穿戴技术以及已经在城市空间中萌芽的智能化健身设施应用于居民休闲性体力活动中带来的新现象,未来还需要不断补充和更新相应的研究理论和方法,为服务于人本化的、动态的、精细化的城市活动空间规划提供支撑。

## 参考文献(References)

- [1] World Health Organization. The world health report: 2002 [EB/OL]. 2002-09-11 [2023-07-07]. <https://www.who.int/publications/i/item/9241562072>.
- [2] 戴颖宜, 朱战强, 周素红. 绿色空间对休闲性体力活动影响的社区分异: 以广州市为例 [J]. 热带地理, 2019, 39



- (2): 237-246. [Dai Yingyi, Zhu Zhanqiang, Zhou Suhong. The effects of green space on leisure time physical activities from the perspective of community differentiation: A case study of Guangzhou, China. *Tropical Geography*, 2019, 39(2): 237-246. ]
- [3] 姜玉培, 甄峰, 王文文, 等. 城市建成环境对居民身体活动的影响研究进展与启示 [J]. *地理科学进展*, 2019, 38(3): 357-369. [Jiang Yupei, Zhen Feng, Wang Wenwen, et al. Influence of urban built environment on residents' physical activity: Review and implications. *Progress in Geography*, 2019, 38(3): 357-369. ]
- [4] 国家体育总局. 国家国民体质监测中心发布《2020年全民健身活动状况调查公报》[EB/OL]. 2022-06-07 [2023-07-07]. <https://www.sport.gov.cn/n315/n329/c24335053/content.html>. [General Administration of Sport of China. The national physical fitness monitoring center issued the "2020 national fitness activities survey communique". 2022-06-07 [2023-07-07]. <https://www.sport.gov.cn/n315/n329/c24335053/content.html>. ]
- [5] Luczak T, Burch R, Lewis E, et al. State-of-the-art review of athletic wearable technology: What 113 strength and conditioning coaches and athletic trainers from the USA said about technology in sports [J]. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2020, 15(1): 26-40.
- [6] Ometov A, Shubina V, Klus L, et al. A survey on wearable technology: History, state-of-the-art and current challenges [J]. *Computer Networks*, 2021, 193: 108074. doi: 10.1016/j.comnet.2021.108074.
- [7] 颜延, 邹浩, 周林, 等. 可穿戴技术的发展 [J]. *中国生物医学工程学报*, 2015, 34(6): 644-653. [Yan Yan, Zou Hao, Zhou Lin, et al. The development of wearable technologies. *Chinese Journal of Biomedical Engineering*, 2015, 34(6): 644-653. ]
- [8] Jiang H, Chen X, Zhang S, et al. Software for wearable devices: Challenges and opportunities [C]// 2015 IEEE 39th annual computer software and applications conference, vol. 3. Washington D C, USA: IEEE, 2015: 592-597.
- [9] 艾瑞咨询研究院联合华为运动健康App. 国民运动健康洞察报告(2021年) [EB/OL]. 2021-01-07 [2023-07-07]. [https://report.iresearch.cn/report\\_pdf.aspx?id=3733](https://report.iresearch.cn/report_pdf.aspx?id=3733). [Iresearch Institute & Huawei Sports Health App. National sports health insight report. 2021-01-07 [2023-07-07]. [https://report.iresearch.cn/report\\_pdf.aspx?id=3733](https://report.iresearch.cn/report_pdf.aspx?id=3733). ]
- [10] Friedrich M J. Global obesity epidemic worsening [J]. *The Journal of the American Medical Association*, 2017, 318(7): 603. doi: 10.1001/jama.2017.10693.
- [11] Girginov V, Moore P, Olsen N, et al. Wearable technology-stimulated social interaction for promoting physical activity: A systematic review [J]. *Cogent Social Sciences*, 2020, 6(1): 1742517. doi: 10.1080/23311886.2020.1742517.
- [12] 何诗, 阴劼. 认知地图的地理学研究进展与展望 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(1): 73-85. [He Shi, Yin Jie. Cognitive map research in the field of geography: A review and prospect. *Progress in Geography*, 2022, 41(1): 73-85. ]
- [13] 牛强, 朱玉蓉, 姜祎笑, 等. 城市活动的线上线下化趋势、特征和对城市的影响 [J]. *城市发展研究*, 2021, 28(12): 45-54. [Niu Qiang, Zhu Yurong, Jiang Yixiao, et al. Trends, characteristics of online and offline urban activities and its impacts on cities. *Urban Development Studies*, 2021, 28(12): 45-54. ]
- [14] 李智轩, 胡宏. 基于计划行为理论的城市居住分异对居民健康活动的影响研究 [J]. *地理科学进展*, 2019, 38(11): 1712-1725. [Li Zhixuan, Hu Hong. Using the theory of planned behavior to understand the effects of urban residential differentiation on residents' physical activities. *Progress in Geography*, 2019, 38(11): 1712-1725. ]
- [15] 吴志建, 王竹影, 宋彦李青, 等. 城市老年人户外体力活动时空特征的社区分异: 基于GIS、GPS、加速度计的实证研究 [J]. *人文地理*, 2019, 34(5): 53-61. [Wu Zhijian, Wang Zhuqing, Song Yanliqing, et al. Community differentiation of spatial and temporal characteristics of outdoor physical activity in urban elderly: An empirical study based on GIS, GPS and accelerometer. *Human Geography*, 2019, 34(5): 53-61. ]
- [16] Ettema D. Runnable cities: How does the running environment influence perceived attractiveness, restorativeness, and running frequency? [J]. *Environment and Behavior*, 2016, 48(9): 1127-1147.
- [17] 许翔, 黄鼎曦, 廖绮晶, 等. 基于多源数据的城市绿地开放空间体力活动与夏季热环境协同优化研究: 以广州为例 [J]. *城市发展研究*, 2022, 29(11): 27-32, 41. [Xu Xiang, Huang Dingxi, Liao Qijing, et al. Coordination and optimization of outdoor physical activity and heat environment on urban green open space in summer: A study in Guangzhou based on multi-source data. *Urban Development Studies*, 2022, 29(11): 27-32, 41. ]
- [18] Zhang A, Song L Y, Zhang F. Perception of pleasure in the urban running environment with street view images and running routes [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2022, 32(12): 2624-2640.
- [19] Chen L, Zhang Z X, Long Y. Association between leisure-time physical activity and the built environment in China: Empirical evidence from an accelerometer and GPS-based fitness App [J]. *PLoS One*, 2021, 16(12): e0260570. doi: 10.1371/journal.pone.0260570.
- [20] Liu Y, Hu J, Yang W, et al. Effects of urban park environment on recreational jogging activity based on trajectory data: A case of Chongqing, China [J]. *Urban Forestry & Urban*

- Greening, 2022, 67: 127443. doi: 10.1016/j.ufug.2021.127443.
- [21] Villalobos-Zúñiga G, Cherubini M. Apps that motivate: A taxonomy of app features based on self-determination theory [J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2020, 140: 102449. doi: 10.1016/j.ijhcs.2020. 102449.
- [22] 李彪, 郑满宁, 钱瑾. 跑步社群的话语空间与关系结构: 以“北京跑步爱好者”群为例 [J]. *上海体育学院学报*, 2020, 44(6): 23-30, 39. [Li Biao, Zheng Manning, Qian Jin. Discourse space and relationship structure of running community: Taking "Beijing runners" group as an example. *Journal of Shanghai University of Sport*, 2020, 44 (6): 23-30, 39. ]
- [23] 杨娟. 技术、空间与身体: 基于位置媒介技术的媒介实践: 以Keep线上马拉松运动为例 [J]. *东南传播*, 2022 (11): 13- 16. [Yang Juan. Technology, space and the body: Media practices based on location- based media technology: A case study of the Keep online Marathon. *Southeast Communication*, 2022(11): 13-16. ]
- [24] Dehghan Ghahfarokhi A, Vosadi E, Barzegar H, et al. The effect of wearable and smartphone applications on physical activity, quality of life, and cardiovascular health outcomes in overweight/obese adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Biological Research for Nursing*, 2022, 24(4): 503-518.
- [25] Glynn L G, Hayes P S, Casey M, et al. Effectiveness of a smartphone application to promote physical activity in primary care: The smart move randomised controlled trial [J]. *British Journal of General Practice*, 2014, 64: 384-391.
- [26] Hägerstrand T. Diorama, path and project [J]. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 1982, 73(6): 323-339.
- [27] Fogg B J. Persuasive technology: Using computers to change what we think and do [J]. *Ubiquity*, 2002(12): 89-120.
- [28] Munson S A, Consolvo S. Exploring goal-setting, rewards, self-monitoring, and sharing to motivate physical activity [C]// *Proceedings of the 6th International conference on pervasive computing technologies for healthcare (pervasive health) and workshops*. Washington D C, USA: IEEE, 2012: 25-32.
- [29] Lupton D. The diverse domains of quantified selves: Self-tracking modes and dataveillance [J]. *Economy and Society*, 2016, 45(1): 101-122.
- [30] 宋庆宇, 张樹沁. 身体的数据化: 可穿戴设备与身体管理 [J]. *中国青年研究*, 2019(12): 13-20. [Song Qingyu, Zhang Shuqin. The datafication of the body: Wearables and body management. *China Youth Study*, 2019(12): 13-20. ]
- [31] 宋美杰, 徐生权. 作为媒介的可穿戴设备: 身体的数据化与规训 [J]. *现代传播(中国传媒大学学报)*, 2020, 42 (4): 46-50. [Song Meijie, Xu Shengquan. Wearable devices as media: The datatization and discipline of the body. *Modern Communication (Journal of Communication University of China)*, 2020, 42(4): 46-50. ]
- [32] Symons M, Meira Cunha C, Poels K, et al. Physical activity during the first lockdown of the COVID-19 pandemic: investigating the reliance on digital technologies, perceived benefits, barriers and the impact of affect [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(11): 5555. doi: 10.3390/ijerph18115555.
- [33] 李春江, 张艳. 日常生活数字化转向的时间地理学应对 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(1): 96-106. [Li Chunjiang, Zhang Yan. The time geography response to the digital transition of everyday life. *Progress in Geography*, 2022, 41(1): 96-106. ]
- [34] Laurier E, Brown B, McGregor M. Mediated pedestrian mobility: Walking and the map App [J]. *Mobilities*, 2016, 11(1): 117-134.
- [35] Litman L, Rosen Z, Spierer D, et al. Mobile exercise apps and increased leisure time exercise activity: A moderated mediation analysis of the role of self-efficacy and barriers [J]. *Journal of Medical Internet Research*, 2015, 17(8): e4142. doi: 10.2196/jmir.4142.
- [36] Müller A M, Alley S, Schoeppe S, et al. The effectiveness of E- & mHealth interventions to promote physical activity and healthy diets in developing countries: A systematic review [J]. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2016, 13(1): 109. doi: 10.1186/s12966-016-0434-2.
- [37] 娄虎, 刘萍. 运动健身类App能促进体育锻炼吗? 来自元分析的证据 [J]. *中国体育科技*, 2022, 58(6): 94-103. [Lou Hu, Liu Ping. Can sports and fitness Apps promote physical exercise? A systematic review and meta-analysis. *China Sport Science and Technology*, 2022, 58(6): 94-103. ]
- [38] 李海鹏, 陈小平, 何卫, 等. 科技助力竞技体育: 运动训练中可穿戴设备的应用与发展 [J]. *成都体育学院学报*, 2020, 46(3): 19-25. [Li Haipeng, Chen Xiaoping, He Wei, et al. Competition sports under the assistance of technology: The application and trend of wearable devices in sports training. *Journal of Chengdu Sport University*, 2020, 46(3): 19-25. ]
- [39] Muntaner A, Vidal-Conti J, Palou P. Increasing physical activity through mobile device interventions: A systematic review [J]. *Health Informatics Journal*, 2016, 22(3): 451-469.
- [40] Attig C, Franke T. Abandonment of personal quantification: A review and empirical study investigating reasons for wearable activity tracking attrition [J]. *Computers in*



- Human Behavior, 2020, 102: 223-237.
- [41] Helbostad J L, Chiari L, Chastin S, et al. Advances in long term physical behaviour monitoring [J]. *BioMed Research International*, 2016, 2: 6745760. doi: 10.1155/2016/6745760.
- [42] McQuire S. Geomedia: Networked city and the future of public space [M]. Cambridge, UK: Polity Press, 2016: 11-20, 30-40.
- [43] 亚当斯 P C. 媒介与传播地理学 [M]. 袁艳, 译. 北京: 中国传媒大学出版社, 2020. [Adams P C. *Geographies of media and communication*. Translated by Yuan Yan. Beijing, China: Communication University of China Press, 2020. ]
- [44] Sutko D M, de Souza e Silva A. Location-aware mobile media and urban sociability [J]. *New Media & Society*, 2011, 13(5): 807-823.
- [45] 王维涛, 张敏. 地理媒介与第三空间: 西方媒介与传播地理学研究进展 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(6): 1082-1096. [Wang Weitao, Zhang Min. Geomedia and third-space: The progress of research of geographies of media and communication in the West. *Progress in Geography*, 2022, 41(6): 1082-1096. ]
- [46] Haraway D J. Simians, cyborgs and women: The reinvention of nature [M]. New York, USA: Routledge, 1991: 149-180.
- [47] Lupton D. Monsters in metal cocoons: Road rage' and cyborg bodies [J]. *Body & Society*, 1999, 5(1): 57-72.
- [48] Ingold T. Culture on the ground: The world perceived through the feet [J]. *Journal of Material Culture*, 2004, 9 (3): 315-340.
- [49] de Souza e Silva A. From cyber to hybrid: Mobile technologies as interfaces of hybrid spaces [J]. *Space and Culture*, 2006, 9(3): 261-278.
- [50] 王杨, 孙中伟, 刘宁涛. 网络空间信息对地理空间人流的导引作用: 以石家庄行者户外为例 [J]. *世界地理研究*, 2015, 24(4): 85-93. [Wang Yang, Sun Zhongwei, Liu Ningtao. Guiding role of cyberspace information to geospatial human flow: Taking traveler outdoor in Shijiazhuang as an example. *World Regional Studies*, 2015, 24 (4): 85-93. ]
- [51] Xi G L, Zhen F, Gilles P, et al. Spatio-temporal fragmentation of leisure activities in information era: Empirical evidence from Nanjing, China [J]. *Chinese Geographical Science*, 2017, 27(1): 137-150.
- [52] 孔宇, 甄峰, 张姗姗. 智能技术对城市居民活动影响的研究进展与展望 [J]. *地理科学*, 2022, 42(3): 413-425. [Kong Yu, Zhen Feng, Zhang Shanqi. Progress and prospects of the impact of smart technology on urban residents' activities. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42 (3): 413-425. ]
- [53] Yu H B, Shaw S L. Exploring potential human activities in physical and virtual spaces: A spatio-temporal GIS approach [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2008, 22(4): 409-430.
- [54] 肖作鹏. 数字社会下人类时空行为的逻辑变化与研究展望 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(1): 86-95. [Xiao Zuopeng. Human spatiotemporal behavior in the digital society: Logic change and research prospects. *Progress in Geography*, 2022, 41(1): 86-95. ]
- [55] 董芹芹, 张心怡, 沈克印. 健康中国背景下“互联网+体育产业”发展的领域、趋势及策略 [J]. *体育文化导刊*, 2018(5): 74-78. [Dong Qinqin, Zhang Xinyi, Shen Keyin. Development fields, tendency and strategy of "internet + sports industry" under the background of Health China. *Sports Culture Guide*, 2018(5): 74-78. ]
- [56] 黄敏瑶, 张敏. 具身实践下的地方认知: 非表征理论与南京马拉松 [J]. *地理研究*, 2019, 38(6): 1355-1366. [Huang Minyao, Zhang Min. Cognition of place in embodied practice: Non-representational theory and Nanjing Marathon. *Geographical Research*, 2019, 38(6): 1355-1366. ]
- [57] Smeddinck J D, Herrlich M, Wang X Y, et al. Work hard, play hard: How linking rewards in games to prior exercise performance improves motivation and exercise intensity [J]. *Entertainment Computing*, 2019, 29: 20-30.
- [58] Millington B. Fit for prosumption: Interactivity and the second fitness boom [J]. *Media, Culture & Society*, 2016, 38(8): 1184-1200.
- [59] Jang J, Kim J. Healthier life with digital companions: Effects of reflection-level and statement-type of messages on behavior change via a perceived companion [J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2020, 36(2): 172-189.
- [60] Goodyear V A, Kerner C, Quennerstedt M. Young people's uses of wearable healthy lifestyle technologies, surveillance, self-surveillance and resistance [J]. *Sport, Education and Society*, 2019, 24(3): 212-225.
- [61] 李彩宁, 毕新华, 杨一毫, 等. 智能可穿戴健康技术用户行为研究的系统综述 [J]. *图书情报工作*, 2022, 66(17): 141-151. [Li Caining, Bi Xinhua, Yang Yihao, et al. A systematic literature review of research on smart wearable health technology users' behaviors. *Library and Information Service*, 2022, 66(17): 141-151. ]
- [62] Lozano Domínguez J M, Mateo Sanguino T J. Walking secure: Safe routing planning algorithm and pedestrian's crossing intention detector based on fuzzy logic App [J]. *Sensors*, 2021, 21(2): 529. doi: 10.3390/s21020529.
- [63] Andersen T O, Langstrup H, Lomborg S. Experiences with

- wearable activity data during self-care by chronic heart patients: Qualitative study [J]. *Journal of Medical Internet Research*, 2020, 22(7): e15873. doi: 10.2196/15873.
- [64] Ajana B. Self-tracking: Empirical and philosophical investigations [M]. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2018: 43-59.
- [65] Zhu Y G, Dailey S L, Kreitzberg D, et al. "Social networkout": Connecting social features of wearable fitness trackers with physical exercise [J]. *Journal of Health Communication*, 2017, 22(12): 974-980.
- [66] 卢新元, 卢泉, 王雪霖, 等. 自我决定VS他人促进: 基于长时面板数据的运动行为对主观幸福感的影响研究 [J]. *情报科学*, 2023, 41(5): 42-49. [Lu Xinyuan, Lu Quan, Wang Xuelin, et al. Self determination vs others promotion: Exploring influence of exercise behavior on subjective well-being using intensive longitude panel data. *Information Science*, 2023, 41(5): 42-49. ]
- [67] 贾卓昀. 媒介可供性理论视角下 Keep APP使用者行为实践研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2022. [Jia Zhuoyun. Research on the practice of Keep APP users' behavior from the perspective of media availability theory. Hohhot, China: Inner Mongolia Normal University, 2022. ]
- [68] 吴占勇, 张卓. 空间自我: 位置服务技术下社交网络用户的身份认同构建: 以咕咚应用为例 [J]. *当代传播*, 2019(2): 86-89, 96. [Wu Zhanyong, Zhang Zhuo. Spatial self: Identity construction of social network users under location service technology: A case study of Codoon. *Contemporary Communication*, 2019(2): 86-89, 96. ]
- [69] Gibson J J. The ecological approach to visual perception [M]. Mahwah, USA: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [70] 康茜, 王丽娟. 基于计划行为理论分析青少年休闲性体力活动的影响因素 [J]. *中国学校卫生*, 2016, 37(6): 851-855. [Kang Xi, Wang Lijuan. Influencing factors of adolescents' leisure time physical activity based on the theory of planned behavior. *Chinese Journal of School Health*, 2016, 37(6): 851-855. ]
- [71] 欧阳琳欣, 王德, 殷振轩, 等. 上海市市民健身行为的时空特征与规划应对研究 [J]. *现代城市研究*, 2023, 38(10): 1-8, 26. [Ouyang Linxin, Wang De, Yin Zhenxuan, et al. A study on the spatial-temporal features of citizens' exercise behavior in Shanghai and urban planning responses. *Modern Urban Research*, 2023, 38(10): 1-8, 26. ]
- [72] 柴彦威, 申悦, 肖作鹏, 等. 时空间行为研究动态及其实践应用前景 [J]. *地理科学进展*, 2012, 31(6): 667-675. [Chai Yanwei, Shen Yue, Xiao Zuopeng, et al. Review for space-time behavior research: Theory frontiers and application in the future. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 667-675. ]
- [73] 赵莹, 闫鸿钰, 毛子丹. 休闲环境与态度对休闲行为的影响关系研究: 以广州外地务工人员为例 [J]. *热带地理*, 2023, 43(12): 2381-2393. [Zhao Ying, Yan Hongyu, Mao Zidan. Effect of the relationship between environment and attitude on behavior: Migrant workers' leisure behavior in Guangzhou. *Tropical Geography*, 2023, 43(12): 2381-2393. ]
- [74] Kim J, James J D. Sport and happiness: Understanding the relations among sport consumption activities, long- and short-term subjective well-being, and psychological need fulfillment [J]. *Journal of Sport Management*, 2019, 33(2): 119-132.
- [75] 阳家鹏, 向春玉. 体育锻炼提升大学生心理幸福感的途径研究: 社会自我效能感的中介作用 [J]. *成都体育学院学报*, 2021, 47(3): 132-136, 142. [Yang Jiapeng, Xiang Chunyu. Research on the path of improving college students' psychological happiness through physical exercise: The mediating effect of social self-efficacy. *Journal of Chengdu Sport University*, 2021, 47(3): 132-136, 142. ]
- [76] 柴彦威, 谭一泓, 申悦, 等. 空间—行为互动理论构建的基本思路 [J]. *地理研究*, 2017, 36(10): 1959-1970. [Chai Yanwei, Tan Yiming, Shen Yue, et al. Space-behavior interaction theory: Basic thinking of general construction. *Geographical Research*, 2017, 36(10): 1959-1970. ]
- [77] 王德, 蔚丹. 空间行为研究的视角与技术范式 [J]. *城市规划*, 2023, 47(9): 4-11. [Wang De, Wei Dan. Spatial behavior research: Perspective and technical paradigm. *City Planning Review*, 2023, 47(9): 4-11. ]
- [78] 柴彦威, 张艳. 时间地理学 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2022: 11. [Chai Yanwei, Zhang Yan. Time geography. Nanjing, China: Southeast University Press, 2022: 11. ]
- [79] 张昭希, 龙瀛. 穿戴式相机在研究个体行为与建成环境关系中的应用 [J]. *景观设计学*, 2019, 7(2): 22-37. [Zhang Zhaoxi, Long Ying. Application of wearable cameras in studying individual behaviors in built environments. *Landscape Architecture Frontiers*, 2019, 7(2): 22-37. ]
- [80] Karakas T, Yildiz D. Exploring the influence of the built environment on human experience through a neuroscience approach: A systematic review [J]. *Frontiers of Architectural Research*, 2020, 9(1): 236-247.
- [81] 柴彦威, 李彦熙, 李春江. 时空间行为规划: 核心问题与规划手段 [J]. *城市规划*, 2022, 46(12): 7-15. [Chai Yanwei, Li Yanxi, Li Chunjiang. Spatiotemporal and behavioral planning: The key issue and planning strategies. *City Planning Review*, 2022, 46(12): 7-15. ]
- [82] 王德, 胡杨. 城市时空行为规划: 概念、框架与展望 [J]. *城市规划学刊*, 2022(1): 44-50. [Wang De, Hu Yang. Urban spatial-temporal activity planning: Concept, framework and prospect. *Urban Planning Forum*, 2022(1): 44-50. ]



- [83] 席广亮, 甄峰, 项欣怡, 等. 智能技术作用下的城市生活服务供需匹配研究进展与展望 [J]. 地理科学进展, 2023, 42(11): 2231-2241. [Xi Guangliang, Zhen Feng, Xiang Xinyi, et al. Progress and prospect of research on supply-demand matching of urban residential services under the influence of smart technologies. *Progress in Geography*, 2023, 42(11): 2231-2241. ]
- [84] Latomme J, Cardon G, De Bourdeaudhuij I, et al. Effect and process evaluation of a kindergarten-based, family-involved intervention with a randomized cluster design on sedentary behaviour in 4- to 6-year old European pre-school children: The ToyBox-study [J]. *PLoS One*, 2017, 12(4): e0172730. doi: 10.1371/journal.pone.0172730.
- [85] Marsh S, Taylor R, Galland B, et al. Results of the 3 Pillars Study (3PS), a relationship-based programme targeting parent-child interactions, healthy lifestyle behaviours, and the home environment in parents of preschool-aged children: A pilot randomised controlled trial [J]. *PLoS One*, 2020, 15(9): e0238977. doi: 10.1371/journal.pone.0238977.
- [86] 孔宇, 甄峰, 张姗姗. 智能技术影响下的城市空间研究进展与思考 [J]. 地理科学进展, 2022, 41(6): 1068-1081. [Kong Yu, Zhen Feng, Zhang Shanqi. Research progress and prospect of urban space under the influence of smart technology. *Progress in Geography*, 2022, 41(6): 1068-1081. ]

## Progress and prospect of research on leisure-time physical activity of urban residents under the influence of wearable technology

NIU Yue<sup>1,2,3</sup>, ZHEN Feng<sup>1,3\*</sup>, XI Guangliang<sup>1,3</sup>, CHANG Enyu<sup>1,3</sup>, XU Jingtian<sup>1,3</sup>

(1. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. College of Geographical Science, Qinghai Normal University, Xining 810016, China;

3. Provincial Engineering Research Center of Smart City Planning and Digital Governance, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** In the context of a new technological revolution and the rise of public health awareness, wearable technology has experienced rapid development and widespread adoption, deeply integrating into the practice of urban resident leisure-time physical activities. However, the current theoretical exploration on the spatiotemporal effects and mechanism of residents' activities lags far behind the actual development needs. From an interdisciplinary perspective, this study focused on the comprehensive and systematic theoretical research of geography. The initial step of this study involved a quantitative analysis of the literature using the CiteSpace 5.7 software, providing insights into the general research trend and direction in the field. Then, the study summarized the changes in urban resident leisure-time physical activities under the influence of wearable technology from three perspectives: digital decision making, new spatiotemporal characteristics, and diversified experiences. The research implications underscore the need to deepen the understanding of the decision-making mechanism of resident leisure-time physical activity, strengthen the analysis of complex spatiotemporal rules of leisure-time physical activity, and emphasize research on satisfaction with leisure-time physical activity experiences in multiple situations. Furthermore, the article proposed a research framework for urban resident leisure-time physical activity under the influence of wearable technology. It stressed the importance of the crossover and integration of multidisciplinary theories, with a call to enrich analyses across five dimensions: research subject, technology, activity, space, and time. Additionally, the article argued for innovating research methods, expanding research content, and strengthening the application of health-oriented spatial planning practices. This comprehensive approach may enhance the understanding of the dynamic relationship between wearable technology, urban spaces, and resident leisure-time physical activities, and provide valuable references for urban spatial planning practices guided by residents' activity needs in the digital health era.

**Keywords:** wearable technology; leisure-time physical activity; digitization; virtual-real space; spatial planning; health