

# 公共卫生事件下面向老年宜居的国外智慧型社区防疫策略

## Intelligent Community Prevention Strategies of Foreign Countries Towards Elderly Livability Under Public Health Events

闫楚倩 马航 王墨晗  
Yan Chuqian, Ma Hang, Wang Mohan

**摘要：**社会隔离手段有效地保护了传染病疫情中易感、高危的老年群体，却也因生活空间的强制控制造成了社会保障服务的缺失、生活习惯的中断，以及行为方式的转变，对其身心健康产生负面影响。如何在保障老年人生命安全的基础上，构建稳定、宜居的生活环境，是当下老龄化社会应对公共卫生事件时的重要议题。本文首先总结了社区因疫情防护需求而产生的非宜居性环境因素，以及对老年人日常生活状态、身体机能与精神情绪带来的危害。其次，阐释了国外城市社区在处理此类危机时采取的智慧型防疫策略及其特点，并将其对老年宜居环境的支持归纳为三个方面：构建具有实时监测功能的公共场所与建筑物，搭建远程提供各类社会支援服务的线上交互平台，布置用于虚拟传感的智能家居和可穿戴设备。最后，针对我国现阶段智能养老产业与老年人卫生防疫工作的主要目标与限制，提出创建综合老年人多元需求于一体的社区智慧交互平台，以期构建本土化智慧型老年宜居社区提供思路。

**Abstract:** Social isolation means effectively protects the vulnerable and high-risk elderly population in infectious disease epidemics, but also causes a lack of social security services, disruption of living habits, and changes in behavior that negatively affect their physical and mental health due to the mandatory control of living space. How to build a stable and livable living environment based on safeguarding the life safety of the elderly is an essential issue in dealing with such public health events in the aging society nowadays. This paper first summarizes the non-livable environmental factors arising from the need for epidemic protection in the community and the hazards to the daily living status, physical function, and mental and emotional well-being of the elderly. Second, it explains the smart prevention strategies and characteristics adopted by foreign urban communities in dealing with such crises, and summarizing their support for a livable environment for the elderly in three areas: building public places and buildings with real-time monitoring functions, building online interactive platforms that provide various social support services remotely, and arranging smart homes and wearable devices for virtual sensing. At last, given the main objectives and constraints of the intelligent elderly industry and elderly health prevention work in China at the present stage, we propose to create a community intelligent interactive platform that integrates multiple needs of the elderly, to provide ideas for building a localized intelligent elderly livable community.

**关键词：**公共卫生事件；老年人；日常生活状态；宜居环境；智慧型防疫

**Keywords:** Public Health Event; The Elderly; State of Daily Life; Livable Environment; Intelligent Epidemic Prevention

广东省自然科学基金面上项目 (2021A1515010892)，国家自然科学基金 (52008126)，广东省基础与应用基础研究基金项目 (2021A1515010404)

**作者：**闫楚倩，哈尔滨工业大学（深圳）建筑学院，博士研究生。yanchuqian@foxmail.com  
马航，博士，哈尔滨工业大学（深圳）建筑学院，教授，博士生导师。mahang@hit.edu.cn  
王墨晗，博士，哈尔滨工业大学（深圳）建筑学院，助理教授，硕士生导师。  
wangmohan@hit.edu.cn

## 引言

人口老龄化已成为波及全球的社会发展趋势，截至 2019 年，全球 65 岁及以上人口达 7.03 亿，占总人口的 9%；老年抚养比达 16%<sup>[1]</sup>。我国 2021 年出台的《第七次全国人口普查公报（第五号）》表明，截至 2020 年 11 月，我国 60 岁及以上人口已占比 18.70%，其中 65 岁及以上人口占比 13.50%<sup>[2]</sup>。联合国经济与社会事务部人口司统计中国历年人口数据，估算预测后表明，2050 年我国 60 岁及以上人口有可能达到 30% 以上，或将成为全球老龄化现象最严重的国家之一<sup>[3]</sup>。面对如此严峻挑战，《“健康中国 2030”规划纲要》中着重提出要重视老年群体的身心健康，从各个方面为其营造友好、宜居的居住环境<sup>[4]</sup>。

突发性、反复性、持续性暴发的传染性灾害是老年群体的重要健康威胁。一方面，老年人生理机能弱、免疫力差、常合并其他基础性疾病，在病毒暴发时多表现出患病率高、病情进展快、病死率高等特征，成为疫情下的高风险易感群体<sup>[5]</sup>；另一方面，社区作为防疫基础单元，采取的封闭性防疫措施频繁打破宜居的环境氛围，导致习惯性生活行为延缓中断，也给老年人的生理与心理带来难以消解的健康伤害。世界卫生组织（WHO: World Health Organization）在“2020 年新的健康城市计划”中，明确表示要致力于加强社区对公

共卫生事件的应对能力，制定全生命周期的应急措施<sup>[6]</sup>。

目前，我国在针对公共卫生风险易感人群的学术研究上，多以隔绝感染源、切断传播途径、配置基础应急设施等保护性方针为主，较少关注由此引发的环境与生活习惯交互关系危机。针对此类防疫次生问题，国外社区多应用数字信息技术及其衍生的智慧设备与平台来降低隔离风险，提高老年人的生活质量。利用先进的计算机技术手段，为老年人提供及时有效的智能化养老服务一直是我国老龄产业的重要内容，国务院办公厅、工信部、国家卫生计生委等部门先后在《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》<sup>[7]</sup>、《智慧健康养老产业发展行动计划（2017—2020年）》<sup>[8]</sup>、《推进养老服务发展的意见》<sup>[9]</sup>等报告中阐述其重要性与现实意义。现阶段我国在智慧养老领域的研究与应用仍处于探索发展期<sup>[10]</sup>，研究重点主要聚焦在相关国家政策制定、服务模式、平台设计与技术实现等方面，对智能家居、智能穿戴式设备、远程服务等内容的探索略显薄弱<sup>[11]</sup>，在公共卫生时期更是显现出缺少公共空间应急响应预案和综合性社会支援服务体系，存在技术壁垒等，亟待探索解决途径。故本文以老年人日常生活习惯与突发性预防需求为切入点，梳理国外社区的各类智慧性应对手法，总结其背后的技术应用体系，进而提出支持我国社区老年宜居环境的综合性智慧防疫建议。

## 1 社会隔离防疫策略对老年宜居生活的负面影响

### 1.1 社区老年宜居环境的要求与特征

1973年，劳顿（Lawton）提出“环境压力与个体适应水平模型”（P-E Fit）<sup>[12]</sup>，强调老年人的福祉取决于其个人属性与环境特征之间的适应程度，即适宜居住的环境能够对老年人的行为与能力起到积极的支持作用，进而首次提出“老年宜居性环境”<sup>[13]</sup>概念。

2007年，WHO征集全球33个城市中老年人、照料者和相关服务提供者的问题意见，出台通用性标准《全球老年友好城市建设指南》（Global Age-friendly Cities: A Guide），将老年宜居环境定义为“能够促进积极老龄化的包容、可及的居住环境”，希望以此为老年群体营造具有安全性（safety）、保健性（health）、便利性（convenience）与舒适性（amenity）的居住氛围，从而提高其生活质量<sup>[14]</sup>。该指南涵盖了支持生活行为的物质空间环境和促进互动沟通的社会环境两方面影响因素，将老年宜居环境特征归纳为八项主题：室外空间与建筑；交通；住房；社会参与；尊老与社会包容；社区参与和就业；信息交流；社区支持和保健服务。2015年，WHO推出《老龄友好城市框架和指标》（Measuring the Age-friendliness of Cities: A Guide to Using Core Indicators），结合最新的老年需求意见，在原有环境建设原则上进一步强调公

平性（equity）要求，增加“规划与土地利用”主题，明确指出老年宜居环境应同时具备可及的物质空间环境、包容的社会环境和公平的健康效益三方面要求特征<sup>[15]</sup>。

### 1.2 社会隔离防疫策略的负面影响

“社会隔离”（social isolation）是在空气式传播的病毒出现时，采取的一种非药物性有效防护手段<sup>[16]</sup>。在疫情暴发期间，可通过采取个人居家隔离与公共隔离措施（控制接触距离、关闭公共场所、隔离建筑物等）降低居民的交叉感染风险，延缓病毒的传播程度。然而，以WHO为首的研究机构及其研究人员认为，限制性的隔离手段可能会阻碍老年人与居住环境之间原本存在的交互反应，对居民日常生活状态、个体身心健康、社会凝聚力、经济稳定性以及社区的复原力与信任度产生消极影响，进而背离宜居环境的建设意愿，引发次生健康危机。

本文通过总结WOS、MEDLINE、PubMed等数据库内与“社会隔离对社区环境影响”“老年群体日常行为”和“身心状态特征”等内容相关的文献可知，公共空间与社会服务是老年宜居环境的基本要素，在社会隔离策略下，这两项要素的缺失限制并中断了五种基本的老年日常生活需求：体力活动、医疗照料、社会参与、社会交流和购物行为（图1）。

#### 1.2.1 封闭公共空间的负面影响

社会隔离切断了老年人与宗教场所、商场、日间照料中心、公园绿地、公共交通工具等公共空间环境的交互，让

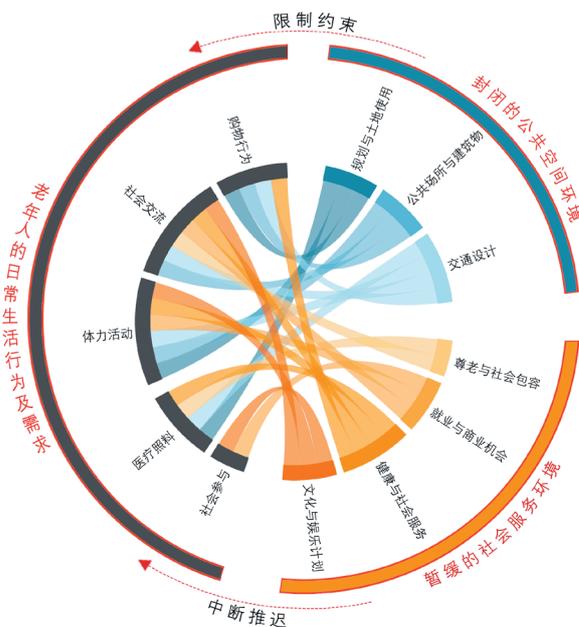


图1 社会隔离对老年社区生活的负面影响  
资料来源：作者绘制

原本可及、适宜的空间变得难以接触，进而直接导致老年人的体力活动、社会交流、购物采买等方面生活行为受到影响（表1）。

首先，在体力活动方面。长时间的久坐行为和低频率、低强度的体力活动是导致残疾、瘫痪的主要原因，更是全球第四大致死因素，在日常生活中会让老年群体面临动脉僵硬度增加、新陈代谢减缓、腿部肌肉减少，精神焦虑紧张、抑郁失眠等恶性危害<sup>[25]</sup>。在传染性疫情影响下，实证研究表明室外活动空间、健身场所、公共交通的关闭对老年人的体力活动有直接抑制作用。在疫情期间，老年群体每周总运动量<sup>[17]</sup>、日均步数均有所减少<sup>[18]</sup>。从体力活动强度水平来看，隔离期间散步、柔韧锻炼等轻度运动，慢跑、游泳、阻力锻炼等中度运动最受影响，与疫情前的基线水平差距最大<sup>[19]</sup>。

其次，在社会交流方面。多元而稳定的社会联系有助于维系老年人与家人、朋友、邻居、同事等社会关系的紧密交流互动，进而降低个体所面临的压力，提升个人幸福感。反之，单调且疏离的联系交流则会加大本就失去部分社会扮演角色的老年人与社会脱节的可能性<sup>[26]</sup>。在公共卫生事件中，封闭的公共空间环境阻隔了老年人固有的社交方式和潜在的社交渠道<sup>[20]</sup>。互动性刺激的减少使部分老年人因无法接受社会隔离，而产生心理方面的失落感与孤独感<sup>[21]</sup>。其中，独居老年人受到的社会交流压力最为严重<sup>[22]</sup>。

最后，在购物采买方面。社会隔离的环境阻碍效应致使购物采买、物流配送、仓储管理等一系列物资供需环节紊乱失衡，进而对老年群体的日常消费行为造成一定程度的双向

极端影响。一方面，购物场所地理位置的封闭性与局限性使老年人难以进行消费采买。在埃博拉病毒、非典型肺炎病毒、新型冠状病毒蔓延期间，老年人的购物行为难以满足，日常物资补给或来源于家庭成员援助<sup>[23]</sup>，或出现中断现象<sup>[24]</sup>。另一方面，部分老年人会因为担心未来基本需求产品的不稳定供应而出现囤积行为<sup>[27]</sup>。

### 1.2.2 暂缓社会服务的负面影响

社会服务在社区老年人的日常生活中扮演必要性角色。因衰老而出现的生理指标恶化趋势，使卫生保健和生活支持性服务成为老年人保持健康和独立自主的关键；同时，由于自身社会角色的转变，同质化倾向的社会网络让活动策划、岗位提供、信息资源普及等促进互动参与的交互性服务成为维持老年人日常生活活力、保证生活质量的重要支持。然而，在公共卫生事件下，因居住所在地的强制性接触距离要求以及对自身与家人的感染风险担忧，社区老年人与相关服务人员之间的日常接触不得不中断，暂缓常规服务，继而老年人在日常护理与社会参与方面造成恶性伤害（表2）。

首先，在支持性的照料护理方面。在传染性及其导致的社会隔离要求干扰下，包括助餐计划、卫生诊疗、居家照料、定期慰问等为老年人日常生活提供支持性助力的社区照料服务系统因人力的缺失出现了常规性服务中断与推迟现象。WHO报告指出，91%的国家中断了康复治疗 and 牙科服务，76%暂停了非传染性疾病的诊断与治疗<sup>[32]</sup>；加拿大卫生研究院老龄研究所（CIHR-IA: Canada Institute of Health Research-

表 1 封闭的公共空间环境对老年日常生活状态的负面影响

日常生活行为	研究的第一作者	研究发表时间	调查对象	调查方法	调查结果
体力活动	山田 (Yamada) <sup>[17]</sup>	2020.05	日本东京 1 600 名 65-84 岁老人	横断面研究；在线国际体力活动问卷	每周总体力活动量减少 26.5%
	布朗尼 (Browne) <sup>[18]</sup>	2020.10	巴西里约热内卢 35 名高血压老人	纵向跟踪研究（新冠疫情前后）；实验法（加速度计）	日均轻、中强度的体力活动减少；不间断久坐行为明显增加
	王 (Wang) <sup>[19]</sup>	2020.10	中国长沙 3 544 名中老年人	纵向跟踪研究（新冠疫情后 10 天、30 天）；实验法（智能手机微信计步）	日均步数下降 5.5%~27.3%，老年群体受影响程度最为明显
社会交流	迪桑托 (Santo) <sup>[20]</sup>	2020.10	意大利罗马 128 名轻度认知障碍老年人	横断面研究；电话访谈	超过 35% 的老年人表示原有社交行为被迫取消
	海德 (Heid) <sup>[21]</sup>	2020.09	美国新泽西州 1 272 名 64 岁以上老年人	横断面研究；在线网络问卷	51% 的老年人描述了一种因无法会面而产生的社会联系上的失落感
	爱默生 (Emerson) <sup>[22]</sup>	2020.06	全美国范围内 833 名 65 岁以上老年人	横断面研究；网络问卷	42.5% 的老年人表示因无法外出而失去社交渠道，尤其是独居老年人
购物采买	布朗 (Brown) <sup>[23]</sup>	2020.11	英国布拉德福德 184 名 76-97 岁老年人	横断面研究；电话访谈	40.1% 老年人表示无法外出采买，日常补给援助主要来自家庭成员
	卡莱奥 (Caleo) <sup>[24]</sup>	2018.02	塞拉利昂凯拉洪区 94 名老年人	横断面研究；半结构化访谈	埃博拉病毒暴发时，食品、卫生物品采买困难，供应周期较长

资料来源：作者根据参考文献 [17-24] 绘制

Institute of Aging) 发现, 社会隔离为社区独居老年人的支持性护理带来严重威胁<sup>[28]</sup>; 吉达和卡尔彭蒂耶里 (Guida & Carpentieri) 的研究发现, 米兰社区医院在疫情期间更关注防疫, 会减少面向老年人的基础医疗服务供应<sup>[33]</sup>。然而, 习惯性助力的消失为老年人的饮食结构、睡眠作息和受虐现象方面带来恶化风险。意大利流行病学和临床研究实验室 (LASERC: Laboratory-service of Epidemiology and Clinical Research) 表示, 近 1/3 的痴呆症高危老年人不再食用健康食品<sup>[20]</sup>, 并因过于焦虑而存在睡眠障碍<sup>[34]</sup>; WHO 统计全球媒体数据后发现, 在疫情期间由于与施暴者接触时间增加、行动受限无法进入保护性支持网络、家访性护理慰问减少等原因, 老年人受虐现象增加了 10 倍左右<sup>[35]</sup>。而对于社区照料系统而言, 隔离阶段所导致的服务需求积压亦会对后疫情时代的系统资源容量造成冲击, 进一步延缓服务的提供效率<sup>[29]</sup>。

其次, 在计划性的社区参与方面。活动策划、就业提供等聚集性参与行为均受到冲击, 部分社区暂停了既有活动计划和就业安排。如美国商会暂停了老年社区服务就业计划 (SCSEP: Senior Community Service Employment Program), 禁止老年群体重返工作场所<sup>[30]</sup>; 新加坡政府机构停止为老年组织社交活动<sup>[36]</sup>; 等等。同时, 老年人也会自主性拒绝接受活动与工作安排<sup>[31]</sup>。

## 2 数字技术支持下的智慧型防疫策略概念与特点

### 2.1 智慧型防疫策略概念

新冠疫情暴发后, WHO 就如何在大流行期间为老年群体提供最佳服务和应对“新常态”制定了指导性建议, 并指出应协助老年群体使用信息与通信技术 (ICT: Information and Communications Technology) 以满足其社会联系、教育娱乐、健康护理等方面的需求, 降低隔离风险<sup>[32]</sup>; 加拿大卫生研究院老龄研究所、美国国家老龄化研究所 (NIA: National Institute on Aging) 等老年人问题研究机构提出采

用智慧性技术维持并改善公共卫生事件中老年人的生活质量<sup>[28]</sup>; 英国马斯顿 (Hannah Ramsden Marston) 教授也在研究疫情阶段不同社会背景老年人的实际生活状态后, 以数字技术为切入点, 在老年宜居环境框架的基础上, 提出了“适老化智慧环境概念” (CASE: Concept of Age-friendly Smart Ecologies) 模型<sup>[37]</sup>。智慧型技术成为公共卫生时期构建老年宜居环境的可行性防疫策略。

智慧型防疫策略是用于实现疫情防控与居住环境宜居性的技术、方法、设备和过程的集合表现, 是一种借助传感器设备、物联网 (IoT: Internet of Things)、人工智能 (AI: Artificial Intelligence)、人机交互 (HCI: Human-Computer Interaction) 等一系列数字化、信息化技术要素解决疫情及其衍生生活问题的现代化、智慧化手段。

从本质上看, 智慧型防疫策略可以说是一种“新城市科学”式应用, 通过颠覆性的新数据、新方法、新技术在不同空间范围的设施配置以及多层网络链接, 传输关于人与物的动态连续数据, 形成城市物质与社会空间的决策信息流, 使城市居民的生活空间变得更可持续、更具韧性、更加宜居<sup>[38]</sup>。

### 2.2 智慧型防疫策略的特点

相较于人工摸查、高密度空间布局等传统处理方法进行防疫防控, 融合了技术性手段的防疫策略更具安全性与高效性、资源节约性和生活状态稳定性。

#### 2.2.1 安全性与高效性

及时性的追踪排查有利于社区掌握该区域内的感染情况与风险等级, 继而采取相应的防控措施。传统防疫手段在社区识别感染者、追踪移动轨迹、监测接触距离、警告聚集人群等问题上, 多采用点对点人工登记排查、手抄健康记录等方法进行疫情防控, 不仅在感染人员的发现方面产生了时间上的滞后性, 更在过程中存在极大的交叉感染隐患<sup>[39]</sup>。

表 2 暂缓的社会服务环境对老年日常生活状态的负面影响

日常生活行为	研究的第一作者	研究发表时间	调查对象	调查方法	调查结果
支持性照料护理中断	莱莱特 (Rylett) <sup>[28]</sup>	2020.08	加拿大社区居家老年人及相关护理人员等	在线网络问卷	社会隔离严重影响社区支持性服务系统向独居老年提供常规护理服务
	豪威尔 (Howell) <sup>[29]</sup>	2020.04	全球范围内社区老年人	网络数据爬取	社区送餐计划中断; 老年人和工作人员退出家庭护理支持计划; 卫生保健预约被推迟, 定期检查、非紧急就诊被取消
计划性社区参与与暂缓	哈尔沃森 (Halvorsen) <sup>[30]</sup>	2020.06	美国低收入社区老年工人	网络数据爬取	近 75% 的老年工人因无法外出而面临失去工作的风险
	高特尔斯 (Goethals) <sup>[31]</sup>	2020.05	法国新冠疫情前参加某社区活动的老年人 / 项目工作人员	半结构化访谈	疫情出现后参加社区活动的老年人数量下降; 活动因社会隔离要求而暂停

资料来源: 作者根据参考文献 [28-31] 绘制

而智慧型防疫在物联网等信息与通信技术的支持下,以传感设备为媒介、网络平台为枢纽、智能算法为数据处理手段,网络化分析疫情传播现状,减少了管理人员、医护人员与居民相互之间的密切接触,也提升了整体流程的运转效率,降低无意识蔓延风险。如以GPS定位技术、蓝牙技术、远程监控设备、自动化机器等方法实时监测人群的接近情况与持续时间。

### 2.2.2 资源节约性

在传统技术条件下,应对疫情和社会隔离的主要模式是控制社区中医疗机构、护理设施、公共休闲空间的规模、数量、场地布置与分布方式,以满足限定的社交距离要求,支持传染病隔离治疗,日常病症诊治、紧急疾病处置等多种需求需要系统化的空间规划和大量的社会资源调动。尽管保障了居民的社交安全,却也需要在疫情封锁期间与封锁解除后对空间进行一定程度的二次整理与设计,造成人力与物力的资源浪费。而借助智能设备与线上平台的信息化智慧手段,可以通过远程交互的方式自动对接供应端与需求端,实现社区基本生活服务的无人化供应链,减轻空间资源压力。如WHO老龄化移动保健(The WHO Mobile Health for Ageing)方案先通过分析住宅内传感设备反馈信息确定隔离期老年人身心状态,再由专业保健人员向老人提供个性化护理计划<sup>[40]</sup>。

### 2.2.3 生活状态稳定性

随着年龄增长而出现的感官损伤、记忆认知能力下降等问题降低了老年人对居住环境的适应能力。在传统防疫要求下,强制性隔离管控所导致的封闭性公共空间与暂缓性社会服务限制了老年人的生活范围,阻碍了其与外界接触的机会。对居家隔离老年人而言,基于嵌入式智能家居、穿戴式智能设备及其相关技术所构建的线上活动参与平台和远程照料护

理系统可在社会隔离要求下满足日常习惯性行为需求,保证疫情时期老年人的身心健康水平。如澳大利亚的维多利亚州健康促进基金会(Victorian Health Promotion Foundation)即监督老年民众在疫情期间利用在线视频和课程在家中进行身体活动<sup>[41]</sup>。

## 3 智慧型防疫策略对社区老年宜居环境的支持

国际上,智慧型防疫策略对社会隔离防疫要求下老年人宜居环境的支持主要集中在三方面:(1)实时监测公共场所与建筑物;(2)远程提供各类社会支援服务;(3)布置虚拟传感的智能家居和穿戴设备。

### 3.1 实时监测公共场所与建筑物

数字技术及其设备的应用,使老年人与社区如同有共生关系的“有机生命体”<sup>[42]</sup>,在5G、WI-FI、低能耗蓝牙(BLE: Bluetooth Low Energy)、射频识别(RFID: Radio Frequency Identification)等通信技术和GPS定位技术的支持下,形成了信息收集、数据分析、可视化传递的社区社会隔离实时监测系统,增强了公共场所与建筑物在疫情时期的可用性与安全性。首先,经由居民携带的移动设备端、公共场所与建筑物内投放的传感仪器、社区发布的信息分享平台等数据源所共同整合而成的物联传感媒介,实时为社区防疫管控采集体温、地理信息、接触距离、交易点、社交媒体内容等数据<sup>[43]</sup>。其次,在网络云层内通过人工智能、深度学习与机器学习等算法判别数据的准确性与来源的可靠性<sup>[44]</sup>,并掌握数据用户的移动轨迹,计算社会隔离情况。最后,返回到设备层的应用程序界面,向有外出活动的老年人提供可通行标识,图示化疫情实际与预测风险区域,或对打破接触距离要求的老年群体发出警告,降低无意识蔓延风险<sup>[45]</sup>(图2)。

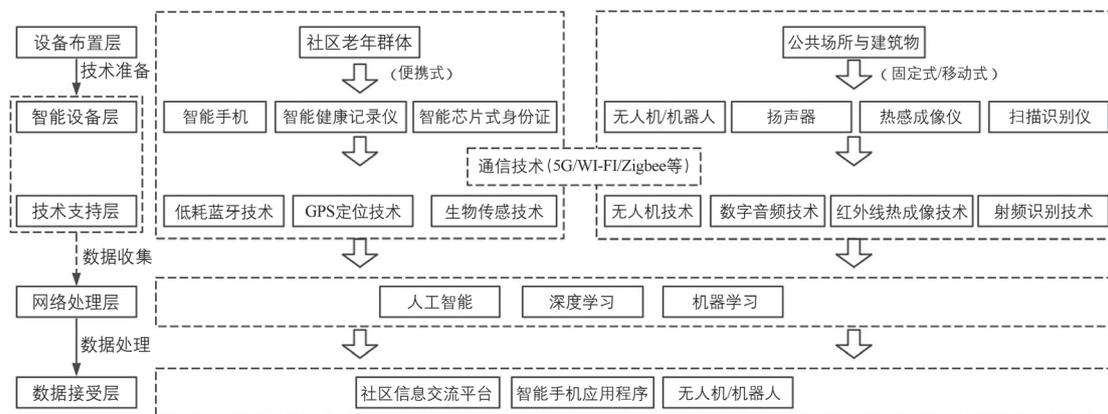


图2 公共场所与建筑物内实时监测的技术路线流程图

资料来源:作者根据参考文献[42-45]绘制

在对公共场所与建筑物内人群的识别追踪、接触监测方面，各个国家分别有不同方式的响应举措（表3）。以新加坡<sup>[46]</sup>、澳大利亚<sup>[47]</sup>、韩国<sup>[48]</sup>等为代表的国家多以智能手机的应用程序为媒介，并仅将其个人信息保留21天以保证数据隐私。新加坡还对没有移动设备或具有一定技术障碍的老年群体采用身份证内的植入式芯片进行公共场所出入扫描，以保证对老年人的技术友好性。意大利、英国、荷兰<sup>[49]</sup>等国家通过佩戴式智能运动手环设备，收集社区居民日平均心率、离家最大距离等九项日常生活特征，并通过开源健康信息平台“远程疾病评估”工具汇总数据，可视化公共场所与建筑物内居民的聚集情况。而西班牙<sup>[50]</sup>、美国<sup>[51]</sup>等国家则在各个公共场所与建筑物内定点布置携带扬声器与热感成像仪的机器人，以热成像的方式探查空间内人群的接触距离，并通过扬声器提醒密切接触者。

除上述已经组织实施的智能监测手段外，美国还提出一种基于爬虫引擎的网络词频分析方法——“COVIDSens”系统，以便从社交媒体发布的信息中探寻疫情的蔓延状态、居民的隔离情况、老年人的症状表述等内容<sup>[52]</sup>，并通过数字孪生（Digital Twins）的技术手段为每个实体物理对象提供虚拟副本，模拟危机过程，以便提高危机事件发生时的反应效率<sup>[53]</sup>。在此方面，日本国土交通省亦在2021年推出“PLATEAU”项目，希望通过数字孪生技术搭建3D城市模型，以开放数据平台的方式让居民自下而上地参与并思考城市在活动实时监测、灾害管理、智慧规划等方面的解决方案，通过数字技术重塑人与人、人与空间之间的联系<sup>[54]</sup>。

### 3.2 远程提供各类社会支援服务

固定的公共空间地理位置与接触式的社会交互服务已经无法满足社会隔离期间社区老年人对宜居环境的意象，传统

的社区服务供给需要借助信息与通信技术被赋予更为灵活多变的载体渠道，以代替性服务交付机制应对老年人的日常生活需求。

#### 3.2.1 线上活动参与平台

疫情期间，美国、法国等国家纷纷表明老年人不应因遵守“社会隔离”要求而出现“社交距离”现象，并以定制个性化且具有监督服务的在线活动网络平台的方式缓解其健康危害。

在社区志愿者机会与就业计划问题上，美国退休人员协会（AARP: American Association of Retired Persons）通过“社区联系”（C & C: Community Connections）平台向老年人提供志愿者服务机会，以帮助需要情感支持的同龄老年人<sup>[55]</sup>；马萨诸塞州老年人社区服务就业计划的部分参与者通过电子邮件和虚拟Zoom会议的方式持续远程办公操作<sup>[50]</sup>。在体育活动锻炼与社交联系问题上，法国体育部网站发布老年人在线体育活动支持系统，并通过社区服务机构向老年人提供体育锻炼手册<sup>[56]</sup>；美国退休人员协会的“居家锻炼更简单”（Exercising at Home Just Got Easier）平台等也免费向老年人提供数字社区锻炼计划，并督促社区服务工作人员协助老年人克服技术障碍，减少久坐行为<sup>[57]</sup>。西班牙以“TV-AssistDem”计划对轻度失智老年人提供认知刺激活动，并发现视频辅助技术对老年人认知的恢复起到正向作用<sup>[58]</sup>。

#### 3.2.2 远程照料护理系统

在物联网、触觉互联网、机器人等技术方法的支持下，社区远程照料护理系统作为信息传递枢纽，有效维持了老年人与社区内外的养老服务中心、医疗机构、商业等产业组织及其工作人员之间的联系，为卫生医疗、康复保健、购物采

表3 不同国家对社区内公共场所与建筑物内人群的识别追踪与接触监测

监测方法	代表国家	数据采集	技术手段	设备工具
智能手机应用程序	新加坡	地理位置信息；用户之间的距离与相遇时间	蓝牙技术	自愿性“TraceTogether”应用程序
		购物中心、公园等公共场所的签到情况与进入时长	身份证芯片；无线射频识别技术（RFID）	强制性“SafeEntry”应用程序
	澳大利亚	地理位置信息；用户之间接触的日期、时间、距离和接触时长	蓝牙技术	自愿性“COVIDSafe”应用程序
	韩国	隔离者的地理位置信息与居家时长	GPS技术	“自我隔离”应用程序
距感染区100m处的地理位置范围		GPS技术	“CORONA 100M”应用程序	
便携式生物传感器	意大利；英国	周围蓝牙设备数量；离家距离与步数；居家时长	生物传感器；蓝牙技术	Fitbit Charge 2设备；RADAR开源健康平台
无人机、机器人技术	西班牙	公共场所内是否具有距离较近的体感热成像	机器人；应用技术；红外热成像技术	携带扬声器与热感成像仪的机器人
	美国	居家隔离警报	机器人；应用技术	携带扬声器的无人机

资料来源：作者根据参考文献[46-51]绘制

买等日常生活提供助力支持。

在医疗问诊与康复保健方面，社区居家老年人比养老院老年人更难获得医疗护理<sup>[59]</sup>。而远程医疗所具备的健康信息全域整合化、咨询问诊异地化、病毒感染隔绝化等特性，使其成为维持老年人常规卫生服务的可行性解决方案<sup>[60]</sup>。巴斯卡等（Bhaskar et al.）通过总结对比新加坡、美国、印度、澳大利亚等全球 15 个不同发展阶段国家在疫情前后的远程医疗实施情况与成熟度发现，多个国家将远程问诊纳入医疗保险受理范围，数字技术手段提供的低成本、高质量医疗服务使其在疫情居家老年患者中的使用率大幅增加，从而在卫生系统绩效方面发挥了积极作用。而社区构建的远程医疗护理平台是实现卫生资源统筹再分配，缓解医疗系统压力，保障患者就医效率的有效途径<sup>[61]</sup>。

在社区远程医疗流程中，老年患者首先基于对自身症状的主观感受、居家传感器的数据异动警告、定期复查与药物补充等原因，以电话咨询、视频咨询或网页文字描述等方式向社区远程医疗保健平台提交就医意向。随后，平台整合老年人在社区卫生服务中心、医院、其他保健护理机构等多方预留的电子健康记录（electronic health records）、住宅内传感器的实时监测数据、移动行程轨迹等医疗信息，以人工智能、机器学习等技术算法对老年人的病症进行评估预判<sup>[62]</sup>，初步掌握其病情类型、紧急度与严重性。对于疑似传染病感染患者，执行社区替代性防疫控制场所隔离措施，并实行二次试剂检测；若为感染患者，计算各传染病医院患者容量情况后将其转移；若非感染患者，则与其他老年患者类似，双方协商系统内纳入的符合症状诊疗等级的医疗机构，经老年人及其家属同意对其发布定向分类转诊的预约需求<sup>[63]</sup>。最后，指定的医疗机构人员以移动式门诊、远程视频会话或必要性家访等形式为老年人提供医疗问诊与康复保健，并由社区平台对其进行结果跟踪与辅助护理<sup>[64]</sup>。推行社区远程医疗的代表性国家及其平台包括新加坡中央医院（Singapore General Hospital）布置的新加坡东南健康护理社区在线平台（Sing Health Southeast Communities of Care）<sup>[36]</sup>，美国宾西法尼亚州杰弗逊健康中心（Jeff Connect Health）急症远程医疗平台<sup>[65]</sup>，华盛顿州百余家门诊、医院参与的医疗执行保健系统（Medstar Health）<sup>[66]</sup>等。这些平台纷纷对具有日常体检保健、慢性病诊疗复查、突发性急诊检测、心理咨询等不同医疗需求的老年患者提供相对应的远程诊疗手段（图 3）。

除医疗保健方面外，社区远程照料护理系统也为老年人的日常购物行为提供支持性服务。美国零售供应商亚马逊、沃尔玛<sup>[67]</sup>等着重为老年人推出便捷的商品采购方法，即与社区合作，由老年人向社区系统提交采购清单，再由社区向供应商程序系统发送在线订单，并在收货后统一分配送，

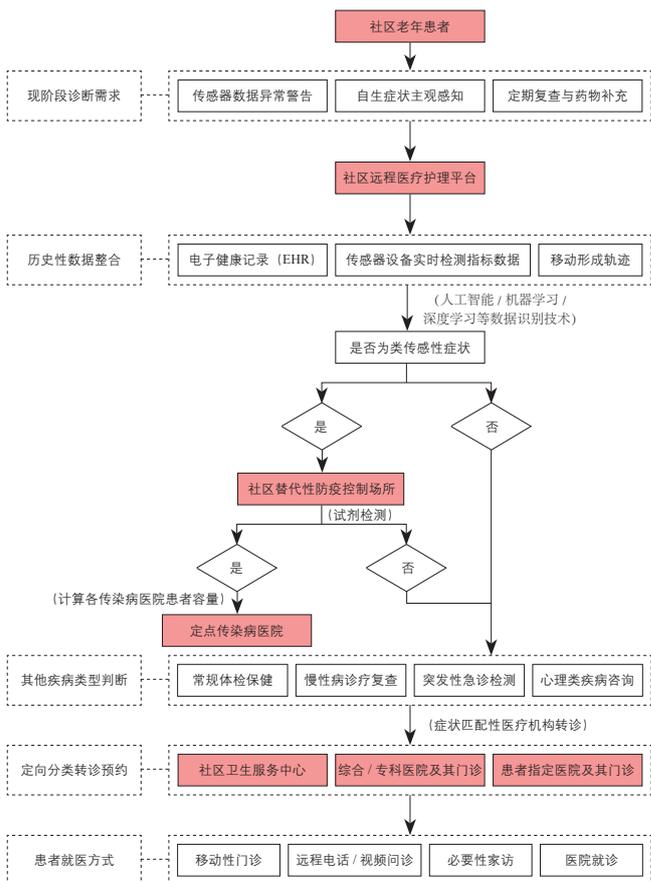
以确保老年人特别是独居老年人能够在疫情时期获得充足的食物、药物和防护用品，并减少其与人群的接触。

### 3.3 布置虚拟传感的智能家居和穿戴设备

在住房内嵌入式智能家居与个人穿戴式智能设备等配件构成的异构传感器网络是以智慧型防疫策略构建社区老年宜居环境的基础配置<sup>[43]</sup>。作为收集生理数据与服务需求意向的主要手段，智能设备以实时监测传感的方式，有效地支撑着社区远程照料护理系统对信息的识别感知、分析挖掘、通信应答，不仅维持相关服务机构与居家老年人的远程交互，更能够量化老年人自身的健康状态，促进其监督生活规律与风险评估。

#### 3.3.1 嵌入式智能家居

用于家庭环境自动化控制与重要生命参数健康监测的嵌入式智能家居以其低干扰性、低附着性与高便利性等特点成为社区辅助老年人居家行为、识别意外风险、保障老年人生命安全的重要组件<sup>[68]</sup>。



图例 ■ 接受“社区远程医疗护理平台”信息的基本载体

图 3 社区远程医疗护理平台上患者筛查—分诊—定向转诊流程图  
资料来源：作者根据参考文献 [63-65] 绘制

其中,家庭自动化控制设备借助物联网技术,以烟雾探测器、照明调节装置、红外线遥控发射器等环境传感器控制住宅内全范围的灯光、温度、安防、厨卫等硬件设施,增加老年人在使用上的安全性、便利性、舒适性与独立性。如米哈伊洛夫等(Mikhailov et al.)设计的具有拦截与消毒作用的窗户胶囊与滴剂装置<sup>[69]</sup>;霍普金斯等(Hopkins et al.)通过自动调节式照明设备,减少蓝光对轻度失智老年人的认知干扰<sup>[70]</sup>。监测重要生命体征的健康装置则借助布置在家居内的生物传感器,以非介入式方法对居家老年人的姿势、行为、位置、面部表情等参数进行持续关注。如阿尔万等(Alwan et al.)将压力传感器、雷达传感器等设施布置在地板内以监测老年人在室内是否出现跌倒行为<sup>[71]</sup>;奥斯丁等(Austin et al.)以安装在住宅天花板的被动红外传感器(PIR)探测老年人的日常行为模式,并作出风险预判等<sup>[72]</sup>。

### 3.3.2 穿戴式智能设备

“穿戴式智能设备”泛指可佩戴在皮肤、手腕等身体任意部位上的智能化技术设备,多用于实现医疗保健、用户互动、娱乐等自我评估与远程交互功能<sup>[73]</sup>。在自我评估方面,穿戴式移动终端可作为健康数据的传感与监测设备,对个人身体指标如体温、心率、血糖水平、脉搏等生理参数进行量化监测,便于老年人及其社区服务网络掌握其基本身体情况,判断健康水平。英国牛津大学丁晓蓉等(Ding et al.)归纳了可用于心血管、呼吸、温度、咳嗽等主要冠状病毒临床症状诊断的穿戴式智能设备,以期通过非接触的方式诊断病毒感染<sup>[68]</sup>。在公共卫生危机下的远程交互方面,作为老年人与网络系统的交接媒介,沉浸式虚拟现实(VR: Virtual Reality)、增强现实(AR: Augmented Reality)头戴显示器,基于体感技术的非沉浸式运动辅助装置等被广泛有效地应用于加强老年人体力活动水平、改善认知记忆功能、促进康复保健效果、协助日常生活活动能力评估等方面<sup>[74]</sup>。美国明尼苏达大学高赞等探讨了公共卫生危机期间使用穿戴式智能设备的必要性,并综述了虚拟现实运动对老年人健康的促进意义<sup>[75]</sup>。

## 4 结论

社会隔离的防疫手段封闭了原本可及的物质空间环境,阻碍了老年人体力活动、社会交流、购物等日常行为的发生,进而中断了常规化的社区支持与卫生服务,打破了公平的健康效益,对老年居民日常生活状态、个体身心健康、经济稳定性等方面产生消极影响。我国在新冠疫情暴发之后,于最新的“十四五”规划和2035年远景目标纲要中提出,应推动社区服务平台建设,注重感知设施与家庭终端的联通,发展智能预警、应急救援救护和智慧养老等社区惠民服务;继

续新型城市化建设工程,完善社区养老托育、医疗卫生、文化体育、物流配送、便民商超等服务网络和线上平台,实现城市社区综合服务设施的全覆盖。此外,在《国务院办公厅印发关于切实解决老年人运用智能技术困难实施方案的通知》(国办发〔2020〕45号)中,要求设计适合老年人运用的技术交互手段,提高老年人的数字健康素养,以避免因数字鸿沟而产生额外的伤害。

国外社区在当前信息与通信技术的支持下,以数字孪生、物联传感等方法实时监测公共场所与建筑物,提高疫情期间的应对能力,扩大老年群体的空间活动范围;借助传感器设备、物联网、人工智能、虚拟现实等数字技术构建多层次、多维度的远程交互平台,以线上沟通、场景模拟等对策促进老年人的社会联系与体力活动,提供持续性的身体健康诊疗、治疗指导、日常陪伴和情绪疏解等为老支援服务;通过布置虚拟传感的智能家居与穿戴式设备,识别、评估、应对公共卫生事件突发期间居家老年人的生活需求、行为模式与身心健康状态,减轻空间隔离带来的安全隐患与负面影响,维持社区的适老性宜居环境。

在此政策方针与国外创新性经验的指导下,今后针对我国公共卫生事件中老年人次生健康问题的应对,应大范围地将包容性数字技术手段融入传统技术手段以增强疫情时期公共空间与社会服务的可用性。我们应聚焦老年人日常生活的多元需求,综合空间实时监测与远程服务提供的技术手段,搭建一体化的智慧型线上社区老年宜居平台,加强对突发性事件的应急预案准备工作,提高响应效率,保障与老年人健康和福祉相关的行为活动。综合应用各类智慧型防疫策略,能够最大程度地降低公共卫生事件中老年人的健康风险,对我国应对人口老龄化问题具有重要价值与巨大潜能。UPI

## 参考文献

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population ageing 2019: highlights[R]. United Nations, 2019.
- [2] 国家统计局,国务院第七次全国人口普查领导小组办公室.第七次全国人口普查公报(第五号)[N].中国信息报,2021-05-12(002).
- [3] United Nations. World Population Prospects 2022[EB/OL]. (2019.12.02) [2023-08-18]. <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/60plus/156>.
- [4] 中共中央国务院. “健康中国2030”规划纲要[Z]. 2016-10-25.
- [5] World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected[EB/OL]. (2020-01-28)[2021-04-11]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330854>.
- [6] World Health Organization. Healthy cities effective approach to a rapidly changing world[R]. Geneva: World Health Organization, 2020.
- [7] 中华人民共和国国务院. 国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见[EB/OL]. (2015-07-14)[2021-04-11]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-07/04/content\\_10002.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-07/04/content_10002.htm).
- [8] 工业和信息化部等部门. 智慧健康养老产业发展行动计划(2017-2020)

- [EB/OL]. (2017-02-20)[2021-04-11]. <http://www.mca.gov.cn/article/gk/ghjh/201801/20180115007164.shtml>.
- [9] 国务院办公厅. 关于推进养老服务发展的意见 [EB/OL]. (2019-04-16)[2021-04-11]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-04/16/content\\_5383270.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-04/16/content_5383270.htm).
- [10] 赵宁, 张健. 国外智慧养老发展模式的经验与启示 [J]. 社会科学动态, 2020(8): 67-71.
- [11] 王丹锐, 胡海波. 基于知识图谱的国内外智慧养老研究进展述评 [J]. 情报工程, 2019, 5(1): 56-70.
- [12] LAWTON M P, NAHEMOW L. Ecology and the aging process[M] // EISDORFER C, LAWTON M P, eds. The psychology of adult development and aging. Washington DC: American Psychological Association, 1973: 619-674.
- [13] LAWTON M P. Environment and other determinants of well-being in older people[J]. Gerontologist, 1983, 23(4): 349.
- [14] World Health Organization. Global age-friendly cities: a guide[R]. Geneva: World Health Organization, 2007.
- [15] World Health Organization. Measuring the age-friendliness of cities: a guide to using core indicators[R]. Kobe: WHO Centre for Health Development, 2015.
- [16] FRASER C, RILRY S, ANDERSON R M, et al. Factors that make an infectious disease outbreak controllable[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2004, 101(16): 6146-6151.
- [17] YAMADA M, KIMURA D, ISHIYAMA D, et al. Effect of the COVID-19 epidemic on physical activity in community-dwelling older adults in Japan: a cross-sectional online survey[J]. The journal of nutrition health and aging, 2020, 24(9): 948-950.
- [18] BROWNE R A V, MACEDO G A D, CABRAL L L P, et al. Initial impact of the COVID-19 pandemic on physical activity and sedentary behavior in hypertensive older adults: an accelerometer-based analysis - science direct[J]. Experimental gerontology, 2020, 142(12): 111-121.
- [19] WANG Y L, ZHANG Y Q, BENNELL K, et al. Physical distancing measures and walking activity in middle-aged and older residents in Changsha, China during the COVID-19 epidemic period: longitudinal observational study[J]. Journal of medical internet research, 2020, 22(10): e21632.
- [20] SANTO S, FRANCHINI F, FILIPUTTI B, et al. The effects of COVID-19 and quarantine measures on the lifestyles and mental health of people over 60 at increased risk of dementia[J]. Frontiers in psychiatry, 2020, 11: 578628.
- [21] HEID A R, CARTWRIGHT F, WILSON-GENDERSON M, et al. Challenges experienced by older people during the initial months of the COVID-19 pandemic[J]. The gerontologist, 2020, 61(1): 48-58.
- [22] EMERSON K G. Coping with being cooped up: social distancing during COVID-19 among 60+ in the United States[J]. Revista Panamericana de Salud Pública, 2020, 44(81): 1.
- [23] BROWN L, MOSSABIR R, HARRISON N, et al. A telephone survey to investigate the impact of COVID-19 lockdown measures on the lives of older people (≥ 75years)[J]. Age and ageing, 2020, 50(2): 341-346.
- [24] CALEO G, DUNCOMBE J, JEPHCOTT F, et al. The factors affecting household transmission dynamics and community compliance with Ebola control measures: a mixed-methods study in a rural village in Sierra Leone[J]. BMC public health, 2018, 18(1): 248.
- [25] GOMES M, FIGUEIREDO D, TEIXEIRA L, et al. Physical inactivity among older adults across Europe based on the SHARE database[J]. Age and ageing, 2017, 46(1): 71-77.
- [26] LEUNG A, KIER C, FUNG T, et al. Searching for happiness: the importance of social capital[J]. Journal of happiness studies, 2011, 12(3): 443-462.
- [27] Kantar accidental stockpilers driving shelf shortages[EB/OL]. [2020-03-24]. <https://www.kantarworldpanel.com/global/News>.
- [28] RYLETT R J, ALARY F, GOLDBERG J, et al. La COVID-19 et les priorités de la recherche sur le vieillissement[J]. Canadian journal on aging La revue canadienne du vieillissement, 2020, 39(4): 506-512.
- [29] HOWELL N, GALUCIA N, SWINFORD E. Recovering from the COVID-19 pandemic: a focus on older adults[J]. Journal of aging & social policy, 2020, 32(4-5): 526-535.
- [30] HALVORSEN C J, YULIKOVA O. Older workers in the time of COVID-19: the senior community service employment program and implications for social work[J]. Journal of gerontological social work, 2020(1): 1-12.
- [31] GOETHALS L, BARTH N, GUYOT J, et al. Impact of home quarantine on physical activity among older adults living at home during the COVID-19 pandemic: qualitative interview study[J]. JMIR aging, 2020, 3(1): e19007.
- [32] World Health Organization Regional Office for the Western Pacific. Guidance on COVID-19 for the care of older people and people living in long-term care facilities, other non-acute care facilities and home care[EB/OL]. World Health Organization, 2020-04-01[2021-04-11]. <https://iris.wpro.who.int/handle/10665.1/14500>.
- [33] GUIDA C, CARPENTIERI G. Quality of life in the urban environment and primary health services for the elderly during the Covid-19 pandemic: an application to the city of Milan (Italy) [J]. Cities, 2020, 110: 103038.
- [34] SHIMOKOHARA S, MARUTA M, HIDAKA Y, et al. Relationship of decrease in frequency of socialization to daily life, social life, and physical function in community-dwelling adults aged 60 and over after the COVID-19 pandemic[J]. International journal of environmental research and public health, 2021, 18(5): 2573.
- [35] World Health Organization. Addressing violence against children, women and older people during the COVID-19 pandemic: key actions[EB/OL]. World Health Organization, 2020-05-17[2021-04-11]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332458>.
- [36] XU Y, JAMIL N B, GAIK I, et al. Community nursing services during the COVID-19 pandemic: the Singapore experience[J]. British journal of community nursing, 2020, 25(8): 390-395.
- [37] MARSTON H R, SHORE L, WHITE P J. How does a (smart) age-friendly ecosystem look in a post-pandemic society?[J]. International journal of environmental research and public health, 2020, 17(21), 8276. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218276>.
- [38] EDWARDS P. What is the new urban science?[EB/OL]. (2016-01-13)[2021-04-11]. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-new-urban-science>.
- [39] 杨俊安, 史北祥, 史宜, 等. 高密度城市的多尺度空间防疫体系建构思考 [J]. 城市规划, 2020, 44(3): 17-24.
- [40] World Health Organization & International Telecommunication Union. A handbook on how to implement m-ageing[EB/OL]. World Health Organization, 2018-09-19[2021-04-11]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/274576>.
- [41] VicHealth. Physical activity resources about coronavirus[EB/OL]. (2020-07-19)[2021-04-11]. [https://www.vichealth.vic.gov.au/media-and-resources/publications/physical\\_activity\\_covid\\_19](https://www.vichealth.vic.gov.au/media-and-resources/publications/physical_activity_covid_19).
- [42] CHAMOSO P, GONZÁLEZ-BRIONES A, PRIETA F, et al. Smart city as a distributed platform: toward a system for citizen-oriented management[J]. Computer Communications, 2020, 152: 323-332. DOI: 10.1016/j.comcom.2020.01.059.
- [43] NDIAYE M, OYEWABI S S, ABU-MAHFOUZ A M, et al. IoT in the wake of COVID-19: a survey on contributions, challenges and evolution[J]. IEEE access, 2020, 8: 186821-186839. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3030090.
- [44] OTOOM M, OTOUM N, ALZUBAIDI M A, et al. An IoT-based framework for early identification and monitoring of COVID-19 cases[J]. Biomedical signal processing and control, 2020, 62: 102149.
- [45] NGUYEN C T, SAPUTRA Y M, VAN HUYNH N, et al. A comprehensive survey of enabling and emerging technologies for social distancing—part i: Fundamentals and enabling technologies[J]. IEEE access, 2020, 8: 153479-153507.
- [46] DAS D, ZHANG J J. Pandemic in a smart city: Singapore's COVID-19 management through technology & society[J]. Urban geography, 2021,

- 42(3): 408-416.
- [47] ABBAS R, MICHAEL K. COVID-19 contact trace app deployments: learnings from Australia and Singapore[J]. IEEE consumer electronics magazine, 2020, 9(5): 65-70.
- [48] COSTA D G, PEIXOTO J. COVID-19 pandemic: a review of smart cities initiatives to face new outbreaks[J]. IET smart cities, 2020, 2(2): 64-73.
- [49] SUN S, FOLARIN A, RANJAN Y, et al. Using smartphones and wearable devices to monitor behavioural changes during COVID-19[J]. Journal of medical internet research, 2020, 22(9): 1-19. DOI: 10.2196/19992.
- [50] Spain's police are flying drones with speakers around public Places to warn citizens on coronavirus lock down to get inside[EB/OL]. (2020-03)[2020-08-03]. <https://www.pulse.com.gh/bi/tech/spains-police-are-flying-drones-with-speakers-around-public-places-to-warn-citizens/994mk90>.
- [51] Social distancing enforcement drones arrive in the U.S.[EB/OL]. [2020-12-04]. <https://nymag.com/intelligencer/2020/04/social-distancing-enforcement-drones-arrive-in-the-u-s.html>.
- [52] RASHID M T, WANG D. CovidSens: a vision on reliable social sensing for COVID-19[J]. Artificial intelligence review, 2020, 54(1): 1-25.
- [53] GUPTA M, ABDELSALAM M, MITTAL S. Enabling and enforcing social distancing measures using smart city and ITS infrastructures: a COVID-19 use case[J/OL]. arXiv, 2020[2021-04-11]. <https://arxiv.org/abs/2004.09246v1>.
- [54] 日本国土交通省. “PLATEAU 项目”, 推动 3D 城市模型建立及开放数据获取 [EB/OL]. [2021-04-11]. <https://www.mlit.go.jp/plateau/>.
- [55] SON JS, NIMROD G, WEST S T, et al. Promoting older adults' physical activity and social well-being during COVID-19[J]. Leisure sciences, 2021, 43(1/2): 287-294.
- [56] Ministère Français des Sports. Bouger Chez Vous[EB/OL]. [2020-05-04]. <https://bougezchezvous.fr/>.
- [57] American Association of Retired Persons. Exercising at home just got easier[EB/OL]. (2020-04-01) [2021-04-11]. <https://www.aarp.org/health/healthy-living/info-2020/exercising-at-home.html>.
- [58] GOODMAN-CASANOVA J M, DURA-PEREZ E, GUZMAN-PARRA J, et al. Telehealth home support during COVID-19 confinement for community-dwelling older adults with mild cognitive impairment or mild dementia: survey study[J]. Journal of medical internet research, 2020, 22(5): e19434.
- [59] FRANZOSA E, GORBENKO K, BRODY A A, et al. At home, with care: lessons from New York City home-based primary care practices managing COVID-19[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2020, 69(2): 300-306.
- [60] PORTONY J, WALLER M, ELLIOTT T. Telemedicine in the era of COVID-19[J]. Journal of allergy and clinical immunology-in practice, 2020, 8(5): 1489-1491. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2020.03.008>.
- [61] BHASKAR S, BRADLEY S, CHATTU V K, et al. Telemedicine across the globe-position paper from the COVID-19 Pandemic Health System Resilience PROGRAM (REPROGRAM) international consortium (Part 1)[J]. Public health, 2020, 8: 556720.
- [62] MONAGHESH E, HAJIZADEH A. The role of telehealth during COVID-19 outbreak: a systematic review based on current evidence[J]. BMC Public Health, 2020, 20(1): 111.
- [63] KING D, EMARA A K, NG M K, et al. Transformation from a traditional model to a virtual model of care in orthopaedic surgery: COVID-19 experience and beyond[J]. Bone & joint open, 2020, 1(6): 272-280.
- [64] NAN J, XIANG T, BONATO P, et al. Potential applications of wearable sensors in closed-loop management of STEMI patients during pandemics (submitted)[C] The 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Montreal, Canada, 2020.
- [65] JOSHI A U, LEWISS R E, AINI M, et al. Solving community SARS-CoV-2 testing with telehealth: development and implementation for screening, evaluation and testing[J]. JMIR mhealth and uhealth, 2020, 8(10): e20419.
- [66] DIXIT R A, STEPHEN H, ADAMS K T, et al. Rapid development of visualization dashboards to enhance situation awareness of COVID-19 telehealth initiatives at a multihospital healthcare system[J]. Journal of the American Medical Informatics Association, 2020, 27(9): 1456-1461.
- [67] XIE B, CHARNNESS N, FINGERMAN K, et al. When going digital becomes a necessity: ensuring older adults' needs for information, services, and social inclusion during COVID-19[J]. Journal of aging & social policy, 2020(1): 1-11.
- [68] DING X R, CLIFTON D, NAN J I, et al. Wearable sensing and telehealth technology with potential applications in the coronavirus pandemic[J]. IEEE reviews in biomedical engineering, 2020(99): 1.
- [69] MIKHAILOV L, MIKHAILOVA S, YERSAIYN R, et al. Modernization of mechatronic smart windows system to counteract the spread of COVID-19[J]. Journal of physics: conference series, 2020, 1615: 012018.
- [70] HOPKINS S, MORGAN P L, SCHLANGEN L J M, et al. Blue-enriched lighting for older people living in care homes: effect on activity, actigraphic sleep, mood and alertness[J]. Current medicinal chemistry, 2017, 14(10): 153-1062.
- [71] ALWAN M, RAJENDRAN P J, KELL S, et al. A smart and passive floor-vibration based fall detector for elderly[C]. International Conference on Information & Communication Technologies: from Theory to Applications, 2006.
- [72] AUSTIN D, HAYES T L, KAYE J, et al. On the disambiguation of passively measured in-home gait velocities[J]. Multi-person smart homes, 2011(1): 165-174.
- [73] ROBLER D. Perspective on the increasing role of optical wearables and remote patient monitoring in the COVID-19 era and beyond[J]. Journal of biomedical optics, 2020, 25(10): 102703.
- [74] KURILLO G, FERDA O, MARCOE J, et al. Multi-disciplinary Design and in-home evaluation of kinect-based exercise coaching system for elderly[C]. Ist International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population (ITAP) Held as Part of 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International), 2015.
- [75] GAO Z, LEE J E, MCDONOUGH D J, et al. Virtual reality exercise as a coping strategy for health and wellness promotion in older adults during the COVID-19 pandemic[J]. Journal of clinical medicine, 2020, 9(6): 1986.

(本文编辑：王枫)



本文更多增强内容扫码进入