

主动健康理念下社区居民健康管理系统设计与实践^{*}

丁佳俊¹ 李建华²

(¹ 上海市青浦区卫生健康事业发展中心 上海 201799 ² 上海健康医学院 上海 201318)

〔摘要〕 目的/意义 构建以主动健康为主要特色的社区居民健康管理系統，解决当前社区居民健康管理中存在的缺乏连续动态跟踪与个性化干预手段等问题。方法/过程 综合运用多生理参数采集、物联网、移动互联网、健康大数据等技术手段，对采集的数据进行分析，进而实现健康预警，通过制定并实施保健处方，进行主动健康干预。系统能够连续动态地跟踪社区居民个体的生理指标，实现社区健康管理的个性化和精准化。结果/结论 该系统有效提供了连续动态的健康监测服务，有助于对健康风险进行精准评估与预测，其主动健康特色对社区居民个体及整个社区的健康管理产生了积极影响。

〔关键词〕 主动健康；健康管理；大数据分析；健康预警；保健处方

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.12.013

Design and Practice of a Health Management System for Community Residents under the Concept of Active Health

DING Jiajun¹, LI Jianhua²

¹ Health Development Center of Qingpu District, Shanghai 201799, China; ² Shanghai University of Medicine and Health Sciences, Shanghai 201318, China

〔Abstract〕 **Purpose/Significance** To build a health management system for community residents with active health as the main feature, and to solve the problems existing in the current community residents' health management, such as the lack of continuous dynamic tracking and personalized intervention means, and so on. **Method/Process** The researchers comprehensively use multiple physiological parameter acquisition, internet of things (IoT), mobile internet, health big data and other technical means to carry out analysis of the collected data, and then achieve health early warning, through the formulation and implementation of health prescriptions, and then achieve active health interventions. The system can continuously and dynamically track the physiological indicators of individual community residents, and realize the personalization and precision of community health management. **Result/Conclusion** The system effectively provides continuous and dynamic health monitoring services, which helps to accurately assess and predict health risks. Its characteristics of active health have a positive impact on the health management of individual residents and the whole community.

〔Keywords〕 active health; health management; big data analysis; health early warning; health prescription

〔修回日期〕 2024-09-18

〔作者简介〕 丁佳俊，高级工程师，发表论文 5 篇。

〔基金项目〕 国家重点研发计划（项目编号：2020YFC2004702）；上海市青浦区卫生健康委员会科技计划项目（项目编号：QKY2022-39）。

1 引言

随着时代的发展和科学技术的进步，健康管理正日益融入人们的日常生活。在此背景下，主动健康管理概念应运而生，其强调对个体生理参数进行长期、连续、动态跟踪，实现从健康监测向健康管理的转变，进而达到疾病预防和健康促进的目标^[1]。该理念的提出，与当前信息技术的高速发展相得益彰，特别是 5G、大数据、云计算、物联网和机器学习等领域的快速发展，为解决传统社区健康管理存在的无法精准化、智能化预测等问题提供了新思路^[2]。2022 年末发布的《“十四五”全民健康信息化规划》明确提出要构建全生命周期的卫生健康服务模式，强调数字健康管理服务的革新。“互联网+医疗健康”的推进，为主动健康理念的落实提供了良好的政策和社会支持。

本文旨在设计一个全新的社区居民健康管理系统。综合运用健康大数据、移动互联网、物联网等前沿信息技术，基于居民健康档案和群体健康监控系统，为居民提供连续动态的健康监测服务。基于系统评估及预测结果，为社区居民提供个性化的健康干预方案及保健（运动）处方，实现个性化的精准健康干预，形成全闭环的管理流程^[3-4]。应对社区居民健康管理方面存在的挑战^[5-6]，从而改变传统的社区居民健康管理理念，探索主动健康在健康管理领域的实际应用与价值。

2 系统总体设计

与传统健康管理系统相比，该社区居民健康管理系统充分体现主动健康理念，更侧重于预防，强调连续性和个性化的健康服务。系统为使用者（如老年人、儿童、孕妇）设计健康管理计划，并持续进行健康监测。通过早期筛查、风险评估和健康促进活动降低慢性病发生率，并通过早期介入减轻疾病的严重程度^[7]。

该系统的用户角色主要包括社区健康管理员、社区居民和系统管理员。社区健康管理员是系统的核心使用者，主要需求包括社区健康数据管理、保

健方案与运动处方制定与管理；社区居民则主要通过系统采集和查看个人健康数据；系统管理员主要负责系统配置和健康数据处理模块中的数据分析与预警算法配置等工作。

系统通过多种生理参数采集设备（如血糖仪、人体成分分析仪等）获取社区居民的基本生理数据，并为其建立数字化健康档案。系统对采集到的生理数据进行分析，跟踪社区居民健康状况，并以体检报告和统计图表等形式反馈给社区居民。健康管理员可根据分析后的数据及预测结果制定保健处方，并利用健康数据采集设备动态跟踪居民保健处方的执行过程及结果。系统应用大数据技术提升健康数据效能，对社区居民的健康情况进行感知、分析、干预、监测。

系统主要由 5 部分组成：基础信息管理模块、健康数据采集模块、健康数据处理模块、健康数据管理模块、保健处方管理模块，见图 1。基础信息管理模块主要负责用户基本信息的管理和查询；健康数据采集模块由数据采集硬件和软件接口组成，其中数据采集硬件包括移动智能医疗设备和定点健康体检设备；健康数据处理模块主要对采集的数据进行解析，利用大数据技术和算法处理、分析数据，并根据结果进行健康预警；健康数据管理模块包括数据存储管理等功能，并提供数据可视化展示，如社区健康数据看板、个人健康数据驾驶舱等；保健处方管理模块包括处方的生成及发布、处方执行及监测，便于社区健康管理员将基层医疗服务由“被动”转向“主动”，使社区居民能够主动获取健康信息和服务，以维护和提升自身健康状态^[8]。

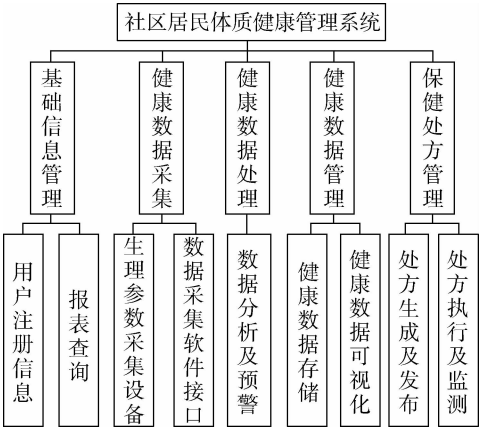


图 1 系统功能模块

3 功能模块设计

3.1 基础信息管理

用户（社区居民）基础信息（如姓名、年龄、性别等）可在注册时通过微信小程序自行填报，也可由健康管理员现场人工录入。社区健康管理员、系统管理员等用户角色可根据居住地、性别、年龄等参数生成居民基本信息报表，供管理人员查询使用。

3.2 健康数据采集

结合移动通信网络，如 5G、Wi-Fi、物联网，采集并存储日常生活、工作中的健康数据，用于疾病的早期筛查、风险评估和健康促进活动，以期降低慢性病发生率，或者通过早期介入减轻疾病严重程度，体现主动健康理念^[9]。主要生理参数采集设备，见图 2。如通过佩戴定制的智能健康手环自动采集心率、血氧、步数等参数，该手环主要基于窄带物联网（narrow band internet of things, NB-IoT）技术，具有覆盖广、连接多、速率快、成本低、功耗低、架构优等特点^[10]，不依赖手机作为辅助数据收发及传输工具，可直接接入移动通信网络，实时传输静止或运动状态的生理参数。还可利用智能便携式生理采集设备定期采集社区居民的血压、血糖、心电等参数，这些设备具备以太网网络通信或移动通信网络数据传输功能，可将采集到的数据直接传输至服务器存储。此外，还可通过人体成分分析仪定期采集体重、身高、体脂率、脂肪重量、去脂体重、身体质量指数等参数，并通过网络传输至服务器存储。数据采集软件接口具备从外部信息系统（如公共卫生服务信息系统）中读取数据，以及接收常见体检设备推送数据的功能。

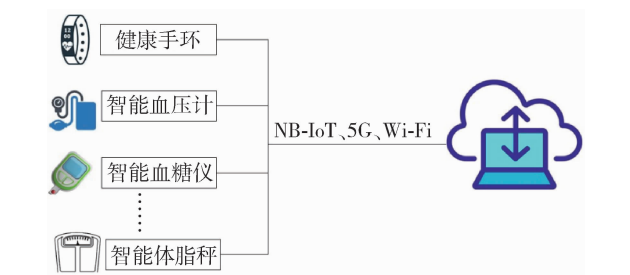


图2 生理参数采集主要设备

3.3 健康数据处理

健康数据处理模块在服务器端运行，专为社区健康管理人员设计。其主要负责从庞杂的数据中提取有价值的信息，以更好地了解社区居民的健康状况，发现潜在的健康风险，并为居民提供精准的健康数据分析、及时的预警及干预，体现主动健康预防优于治疗的理念。健康数据处理流程，见图 3。

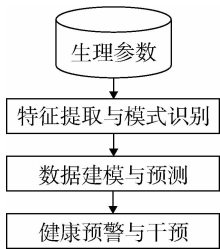


图3 健康数据处理流程

3.3.1 特征提取与模式识别 对已采集的社区居民生理参数进行相关特征提取。例如，针对血压数据，采用随机森林算法识别血压波动模式、昼夜节律等相关特征，揭示血压的变化趋势及其节律性，进而评估用户血压控制情况并预测潜在的高血压风险。在特征提取的基础上，进一步通过聚类算法和分类算法实现模式识别。用户的血压数据被分类为正常血压、高血压前期以及高血压等类别，系统可自动判别并标注用户健康状况，为后续制定个性化健康管理策略提供重要依据。

3.3.2 数据建模与预测 社区居民的生理参数时间序列数据可能受多种因素影响，展现出复杂的非线性特征。单纯依赖经典时间序列分析方法难以全面捕捉内在规律，因此，将经典时间序列分析方法与机器学习模型有机结合，实现更准确的未来趋势预测。通过自回归移动平均模型（autoregressive moving average model, ARMA）对心率、血压、血糖等生理参数的历史数据进行细致拟合，可以有效地捕捉数据中的线性依赖关系和周期性变化规律。先利用 ARMA 对数据进行初步拟合和预处理，能够去除数据中的随机波动和噪声，再利用长短期记忆网络（long short-term memory, LSTM）进一步学习和预测，充分融合两种方法的优点，既能捕捉数

据中的线性趋势和周期性变化，又能处理复杂的非线性特征。时间序列数据建模与预测流程，见图 4。

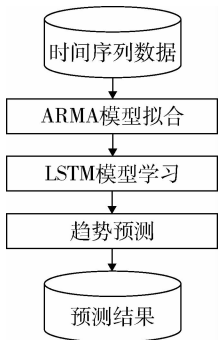


图 4 时间序列数据建模与预测

3.3.3 健康预警与干预 系统能够实时生成健康预警，当检测到社区居民生理参数出现异常波动或超出正常范围时，会立即触发系统的预警机制。预警信息中详细列出异常参数数值、变化趋势以及可能的健康风险。

3.4 健康数据管理

3.4.1 健康数据存储 健康数据存储于专用服务器。在数据库逻辑设计层面，系统主要包含居民基本信息结构表、居民健康数据结构表、运动处方结构表、角色表、管理员信息表等。以数据库逻辑结构为依据，设计物理结构，包括存储结构和访问模式。

3.4.2 健康数据可视化 为了更直观地展示社区居民的健康状况和分析结果，采用大数据可视化技术，将复杂的健康数据转化为易于理解的图表和图形，以清晰展示社区居民的生理参数变化趋势、健康风险分布以及健康管理效果评估等信息。例如，利用折线图展示居民的心率、血压等生理参数随时间的变化；利用柱状图比较不同居民或不同时间段的健康指标差异；散点图能够展示居民的健康指标与年龄、性别等因素的关系；热力图则用于表示健康风险的分布和集中程度。可视化界面的数据下钻功能允许社区居民查看更详细的个人健康数据，社区健康管理员可以了解所管理社区的总体健康情况。通过健康数据可视化展示，增强了社区居民的参与感和体验感，体现了主动健康管理中的主动参与和自我健康管理；同时，也提高了社区健康管理

员对健康数据的利用效率。

3.5 保健处方管理

3.5.1 保健处方生成及发布 社区健康管理员可根据健康数据处理模块中居民个体健康数据及预警结果，生成具有针对性的个性化健康干预方案。这些方案涵盖饮食、运动、作息等多个方面，旨在帮助居民改善生活习惯、降低健康风险。处方将通过系统、微信、短信等方式，及时推送给相关用户，实现精准的点对点健康管理。

3.5.2 保健处方执行及监测 社区居民在保健处方执行过程中，由系统持续采集其生理参数及公共卫生管理系统中的体检、检查报告等数据，进而获得处方执行及健康干预结果的实时反馈，实现社区居民健康多方位、低滞后的主动健康管理。此环节体现了本系统长期连续动态跟踪的特点，能够对个人自身状态、演化方向和程度进行准确识别和评估，从而主观上改善个人身体健康状况。

4 系统应用效果

2021 年 10 月—2023 年 3 月上海市青浦区白鹤镇社区卫生服务中心试用社区居民健康管理系统。两年间持续收集了 203 名参与者的健康数据，其中男性 106 人，女性 97 人；年龄 1~60 岁，平均年龄为 45.3 岁。该系统在风险监测方面表现较好，对所有参与者进行了实时监测，成功预警 40 例潜在健康风险事件，其中 30 例高血压，10 例血糖异常。这些预警结果得到临床医生确认。通过饮食、运动、药物等方面的主动干预和健康监测，其中 9 例高血压和 8 例血糖异常居民的数据已经恢复正常，证明该系统在健康风险预警和监测方面的有效性。通过问卷调查分析用户对系统的满意度，随机选择 130 名社区居民进行为期一年的系统试用，平均分为研究组与参照组，其中参照组居民未纳入本社区居民健康管理系统进行管理，研究组居民纳入。结果显示，研究组满意度显著高于参照组 ($P < 0.05$)，见表 1。

表 1 社区居民满意度对比 [例 (%)]

组别	不满意	基本满意	很满意	总满意度
参照组 (n = 65)	20 (30.76)	31 (47.69)	14 (21.53)	45 (69.23)
研究组 (n = 65)	5 (7.69)	23 (35.38)	37 (56.92)	60 (92.31)
t				11.925
P				<0.001

5 结语

主动健康理念及健康大数据技术的充分应用，促进了我国医疗卫生健康事业的建设和发展^[1]。本文设计并实践社区居民健康管理系统，综合运用健康大数据、移动互联网和物联网技术，通过采集和分析生理参数，实现居民健康预警、干预及健康管理，一改传统健康管理系统数据利用价值低的情况，建立体质健康状态信息的大数据管理模式及处理方式^[11]，体现了大健康时代背景下的主动健康理念。与国内外相关研究^[12-16]相比，本设计方案不仅强调信息技术在健康管理中的重要性，更将主动健康管理理念融入社区居民健康管理，侧重于日常健康数据监测、预警及健康干预，能够更好地满足居民的主动健康管理需求。本设计也存在一些局限性。一是持续健康数据采集和个性化健康干预方案实施，需要社区居民具备较强的自我保健意识。二是健康风险预警模型需要更多数据进行训练，以提升预测精准性。

作者贡献：丁佳俊负责文献分析、系统设计及实施、论文撰写；李建华负责数据分析、论文修订。
利益声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

1 蔡琼, 李瑞锋, 杜松星, 等. 主动健康在智慧医疗中的应用与发展趋势分析 [J]. 医学信息学杂志, 2023, 44 (1): 20-24.

2 张兆阳, 赵允伍, 王晓松, 等. 主动健康视角下的“互联网+社区健康管理” [J]. 南京医科大学学报 (社会科学版), 2023, 23 (2): 138-143.

3 白书忠. 中国健康产业体系与健康管理学科发展 [J]. 中华健康管理学杂志, 2007, 1 (2): 67-70.

4 陈大方. 疾病防控新理念: 精准健康管理 [J]. 中国慢性病预防与控制, 2020, 28 (2): 81-84.

5 曹健敏, 朱金芬. 老年冠心病患者医院-社区健康管理模式的经验分享 [C]. 上海: 第五届上海国际护理大会, 2022.

6 叶清, 刘迅, 周晓梅, 等. 健康医疗大数据应用存在的问题及对策探讨 [J]. 中国医院管理, 2022, 42 (1): 83-85.

7 叶恬恬, 赵允伍, 王晓松, 等. 基于“主动健康”理念的社区慢性病管理模式研究 [J]. 卫生经济研究, 2021, 38 (8): 45-48.

8 黎婉钰, 金花, 于德华. 基于社区卫生服务机构的主动健康实施策略 [J]. 中国全科医学, 2022, 25 (31): 3928-3932.

9 吕新新, 阳昊, 李隆威, 等. 广西主动健康服务体系的构建策略 [J]. 中国临床新医学, 2023, 16 (12): 1211-1214.

10 CHANGLE Y, PENGFEI Z, MINGHAO Y, et al. Design of remote wireless collection system for multi-meter based on narrow band internet of things [C]. Hefei: Optoelectronic Materials and Devices (ICOMD 2020), 2021.

11 柏杰, 白亚哲, 陈玲, 等. 军队人员健康管理信息系统构建 [J]. 解放军医院管理杂志, 2019, 26 (7): 641-644.

12 宋雅男, 肖杨. 大数据视角下互联网健康管理产业分析 [J]. 经济研究导刊, 2022 (25): 37-39.

13 LI D, LI Q, HAN S. Using extended technology acceptance model to assess the adopt intention of a proposed IoT-based health management tool [J]. Sensors, 2022, 22 (16): 6092.

14 李丹, 张美琴, 唐诗. 基于物联网的远程医疗在老年健康管理中的应用研究进展 [J]. 医学信息学杂志, 2022, 43 (9): 47-53.

15 翁苏湘, 蔡全福. 基于移动互联网的社区居民自我健康管理应用研究 [J]. 吉林医药学院学报, 2022, 43 (6): 409-412.

16 弓孟春, 刘莉, 王媛媛, 等. 主动健康管理模式的构建策略 [J]. 科技导报, 2022, 40 (6): 93-100.