

银发浪潮下的智慧乡村：基于多模态AI的农村养老服务生态构建研究

荣若繁

南京林业大学人文社会科学学院、生态文明传播学院，江苏 南京

收稿日期：2026年3月18日；录用日期：2026年5月13日；发布日期：2026年5月27日

摘要

随着中国人口老龄化进程加速，农村养老问题日益凸显。受到多重困境影响，现有的服务体系不能满足多元化养老需求。本研究引入多模态人工智能技术，探讨其在农村养老服务领域的适配逻辑与赋能路径。研究发现多模态AI凭借语音交互、视觉识别、情感计算等技术优势，能够有效跨越农村老人的数字鸿沟，在需求侧实现健康监测、应急响应、精神慰藉与生活辅助的协同整合。在此基础上，本文以破解数字鸿沟、设施短板、人力困境、情感缺失四大核心困境为主线，提出基于多模态AI的农村养老服务的生态构建方案，将技术嵌入、主体协同、制度规范与文化适配整合为有机整体，推动农村老人真正实现老有所养、老有所安、老有所乐。

关键词

多模态人工智能，农村养老服务，服务生态构建，适老化技术

Smart Villages in the Wake of Silver Hair: Research on the Construction of Rural Elderly Care Service Ecosystem Based on Multimodal AI

Ruofan Rong

School of Ecological Civilization Communication, Faculty of Humanities and Social Sciences, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: March 18, 2026; accepted: May 13, 2026; published: May 27, 2026

Abstract

As the aging process of the Chinese population accelerates, the issue of rural elderly care has

become increasingly prominent. Due to multiple predicaments, the current service system cannot meet the diversified demands of elderly care. This study introduces multimodal artificial intelligence technology to explore its adaptation logic and enabling path in the field of rural elderly care services. The research finds that multimodal AI, with its technological advantages such as voice interaction, visual recognition, and emotional computing, can effectively bridge the digital divide among rural elderly people and achieve coordinated integration of health monitoring, emergency response, spiritual comfort, and life assistance on the demand side. Based on this, this paper takes solving the four core dilemmas of the digital divide, facility shortages, human resource constraints, emotional deficiencies as the main thread, and proposes an ecological construction plan for rural elderly care services based on multi-modal AI. It integrates technology embedding, subject collaboration, institutional norms, and cultural adaptation into an organic whole, promoting the true realization of elderly care, security, and happiness for rural seniors.

Keywords

Multimodal Artificial Intelligence, Rural Elderly Care Services, Service Ecosystem Construction, Age-Friendly Technologies

Copyright © 2026 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

人口老龄化是 21 世纪人类社会面临的共同挑战，而中国正以前所未有的速度与规模经历这一历史性转变。根据第七次全国人口普查数据，2020 年我国 60 岁及以上老年人口已达 2.64 亿，占总人口的 18.7%；预计至 2035 年，这一比例将突破 30%，正式迈入“超老龄社会”门槛¹。在这一宏观趋势之下，农村老龄化问题尤为严峻。受城镇化进程持续推进的影响，大量农村青壮年劳动力向城市转移，农村老龄化程度已显著高于城市，“空心村”“老人村”现象触目惊心。与此同时，农村养老服务体系的严重滞后，养老资源高度集中于城市，导致农村养老基础设施薄弱、专业护理人员极度匮乏，家庭养老功能又因劳动力外流而持续弱化。此时，现代社会多模态人工智能技术的迅猛发展。不同于单一模态的技术方案，多模态 AI 能够同时处理语音、图像、文本、生理信号等多维度信息，构建更为全面、精准的感知与响应能力。其交互自然、门槛低的技术特性，使其在面对农村老年群体时，展现出远优于传统数字工具的适配潜力，为破解农村养老服务结构性困境提供了新的力量。

《“十四五”国家老龄事业发展和养老服务体系规划》²明确提出推动人工智能等技术在养老服务中的深度应用，政策红利与技术突破的双重叠加，为多模态 AI 赋能农村养老服务创造了难得的历史窗口期。基于此，本研究以农村养老的现实困境为出发点，以多模态 AI 的赋能逻辑为核心线索，围绕“如何适配、怎样赋能、如何构建生态”三个递进问题展开研究，希望为农村养老服务现代化转型提供理论参考与实践路径。

2. 文献综述与理论基础

2.1. 文献综述

近年来，学界围绕数字化与智能化养老，特别是农村智慧养老领域展开了广泛探讨，形成了多维度

¹https://www.stats.gov.cn/xgk/jd/sjjd2020/202105/t20210512_1817342.html

²<https://www.mca.gov.cn/n152/n166/c45259/content.html>

的研究成果。在技术赋能层面，学者们从不同视角揭示了人工智能对养老服务的作用路径。江维国、刘雅喆聚焦农村养老资源匮乏、响应滞后的问题，提出 AI 通过智能生活助手、穿戴设备、智能终端、智慧平台四大维度赋能养老服务[1]。宋嘉豪认为人工智能赋能的核心逻辑在于数据驱动供需匹配、技术赋能破解人力困局、模式创新重构养老生态[2]。刘承芳、陈思玮则从更宏观的视角，提出 AI 能够推动老年人力资本“经验增值”与养老资源配置“动态风险共担”[3]。

在困境分析与应对路径方面，研究者们普遍关注农村养老的结构性障碍。王志鑫引入 TOE 理论，阐释了数字化赋能农村养老“技术 - 组织 - 生态”的逻辑，指出治理思维局限、结构壁垒是主要障碍[4]。刘晓艳、彭寒婷认为数字技术重构乡村养老服务供给范式的关键在于技术、需求、社会资本与政策支持的协同[5]。姜礼尧等以盐城市为例，指出政策不完善、供需错配等问题，并提出了“五位一体”服务体系构建路径[6]。邹毅、熊海峰阐释了数字技术优化需求识别、重塑服务流程的作用机理[7]。

在技术应用与治理的前沿探索上，曾鹏翔等学者利用 TopicGPT 模型挖掘发现，智慧养老研究正聚焦适老化智能产品设计、数字鸿沟治理等核心方向，生成式 AI 等新兴技术主题呈增长趋势，同时强调需兼顾技术赋能与伦理治理[8]。

综上所述，现有研究在人工智能赋能农村养老的机理、困境及路径方面奠定了坚实基础。然而，多数研究仍以单一模态技术或宏观政策探讨为主，对多模态 AI 这一融合感知、交互与决策能力的前沿技术在农村养老场景下的适配逻辑、生态构建及其伴生的伦理风险，缺乏系统性的整合研究。本研究正是基于此，尝试从多模态 AI 的技术特性出发，构建一个涵盖技术嵌入、生态协同与风险治理的综合性分析框架。

2.2. 理论基础

2.2.1. 技术 - 组织 - 环境(TOE)理论

TOE 理论是 Tornatzky 与 Fleischer 在 1990 年提出，其认为，组织对一项新技术的采纳与应用并非由单一因素决定，而是受到技术因素(Technology)、组织因素(Organization)和环境因素(Environment)三个层面共同作用的复杂过程。该框架源于技术创新扩散研究，提供了一个综合性的分析工具，其各维度下的具体变量可根据研究情境灵活选取[9]。

2.2.2. 积极老龄化理论

积极老龄化理论由世界卫生组织于 2002 年正式提出，以健康、参与、保障三大支柱为核心，强调从制度设计与服务供给层面为老年群体创造积极参与生活的条件与机会。本研究以此为价值导向，明确多模态 AI 在农村养老中的根本目标不仅在于被动照护，更在于激活老年群体的生命活力，促进其健康自主与社会融入，为生态构建的价值取向提供理论锚点[10]。

2.2.3. 社会嵌入理论

社会嵌入理论由格兰诺维特(Granovetter)提出，他认为个人既非完全受社会规范支配的“社会人”，也非完全脱离社会影响的“经济人”，而是嵌入社会关系网络中的理性行动者，其行为受社会结构与个人利益的双重影响[11]。

2.2.4. 需求层次理论

1954 年，美国心理学家亚伯拉罕·马斯洛出版了一本巨著《动机与人格》，在这本书中，他从人类动机的角度提出的需求层次理论。该理论强调人的动机是由人的需求决定的。而且人在每一个时期，都会有一种需求占主导地位，而其他需求处于从属地位。马斯洛理论把需求分成生理需求、安全需求、爱和归属感、尊重和自我实现五类，依次由较低层次到较高层次排列[12]。

3. 农村养老服务现状与核心困境

3.1. 农村养老服务现状概览

近年来，随着国家对农村养老问题的持续重视，农村养老服务体系建设取得了一定进展。《“十四五”国家老龄事业发展和养老服务体系规划》³明确提出健全农村养老服务网络，推动县乡村三级养老服务设施建设；各地积极推进农村幸福院、互助养老点等基层养老服务设施建设，部分地区探索“中心村+周边村”辐射式服务模式。总体而言，农村养老服务体系仍处于起步阶段，服务供给的数量与质量均难以满足快速增长的老龄化需求，城乡养老服务鸿沟依然显著。

3.2. 核心困境一：老年人普遍存在数字鸿沟

农村老年群体数字素养普遍偏低，对智能技术接受和操作存在明显障碍，数字养老服务接入难度大；根据中国互联网络信息中心(CNNIC)第 53 次《中国互联网络发展状况统计报告》，截至 2023 年 12 月，我国农村地区 60 岁及以上老年网民规模占农村网民整体的比例不足 15%，且其非网民比例远高于城镇⁴。现有养老数字产品多为城市设计思路的简单移植，缺乏方言交互、适老化操作等本土化适配设计，加剧老人技术排斥感。

3.3. 核心困境二：基础设施服务供给严重不足

从供给侧审视，农村养老服务面临总量短缺与结构失衡的双重困境。一方面，农村养老基础设施建设不完善，网络覆盖不均且稳定性不足，硬件资源高度集中于县城及中心乡镇。民政部数据显示，另一方面，农村养老服务在内容上高度同质化，普遍停留于基本生活照料层面，难以回应老年群体多层次、差异化的养老需求。

3.4. 核心困境三：专业人才极度匮乏

人力资源短缺是制约农村养老服务质量提升的根本瓶颈。受制于薪酬待遇低、工作强度大、职业发展空间有限等因素，专业养老护理人员向农村流动的意愿极低，农村养老服务队伍长期依赖缺乏专业训练的本地农村妇女与低龄老年志愿者，护理能力参差不齐。与此同时，城镇化进程的持续推进导致农村青壮年劳动力大量外流，家庭养老的人力支撑日益薄弱，“一人照护、多方失能”的家庭困境屡见不鲜。专业人才的持续流失与家庭照护能力的结构性萎缩相互叠加，形成农村养老服务人力资源的恶性循环。

3.5. 核心困境四：情感关怀严重缺失

相较于物质层面的照护不足，农村老年群体精神与情感需求的长期忽视更值得关注。子女常年外出务工造成的“情感空巢”，使大量农村老人长期处于孤独、焦虑乃至抑郁的心理状态。农村地区心理健康服务资源极为匮乏，社区层面的精神关怀活动也因组织能力有限而难以持续开展。老年人的情感孤立不仅严重损害其心理健康与生活质量，还可能加速身体机能的衰退，进一步加重整个养老服务体系的负担。

4. 多模态 AI 与农村养老服务的适配逻辑与赋能路径

4.1. 多模态 AI 的系统架构

多模态 AI 并非单一技术工具，而是一个由感知层、分析层、决策层与服务层构成的完整技术生态体系。感知层通过语音传感、图像采集、生理监测等渠道持续获取环境与用户信息；分析层通过融合算法

³同脚注 2

⁴<https://www.cnnic.net.cn/n4/2024/0322/c88-10964.html>

对多源数据进行综合处理；决策层基于分析结果生成个性化的服务方案与建议；服务层则通过语音交互、视觉呈现、智能设备等多种形式将服务指令传递给老人及服务人员。这一四层架构的完整性，使多模态 AI 具备构建养老服务生态系统的技术基础，能够在技术层面支撑“感知-分析-决策-服务-反馈”的全链条闭环运转。

4.2. 适配逻辑一：需求侧的天然契合

从需求侧适配逻辑分析，农村老年群体的特殊性与多模态 AI 的技术优势之间存在高度的内在契合。农村老人普遍存在数字素养低、需求多元交织、主动求助能力弱三大特征，而多模态 AI 恰好在降低交互门槛、整合多维服务、主动感知预警三个维度上具备针对性的技术优势。需求与技术之间的这种结构性契合，不是偶然的技术巧合，而是多模态 AI 作为新一代人工智能范式，在向“以人为中心”方向持续演进过程中形成的深层次适配性。这一适配性为多模态 AI 嵌入农村养老场景提供了充分的现实依据，也为后续生态构建的合理性奠定了基础。

4.3. 适配逻辑二：供给侧的结构性互补

从供给侧适配逻辑分析，农村养老服务体系的三大结构性短板与多模态 AI 的核心能力之间形成精准的互补关系。针对服务覆盖范围有限的空间约束，多模态 AI 依托网络基础设施实现服务的“无边界延伸”；针对专业人力资源匮乏的能力约束，多模态 AI 通过技术替代与智能辅助实现服务能力的“无人化扩容”；针对信息孤岛与供需错配的信息约束，多模态 AI 通过多源数据融合与智能预测实现资源配置的“精准化升级”。三重互补关系的叠加，构成了多模态 AI 系统性破解农村养老服务结构性困境的完整逻辑链条，也赋予了技术嵌入以超越单一功能应用的生态建构价值。

4.4. 赋能路径一：个体层面的精准服务赋能

个体服务方面，多模态 AI 的帮助路径，可梳理为覆盖生理心理社会三个方向的完整服务能力搭建，生理方向，多模态健康监测系统集成可穿戴传感、视觉跌倒检测与远程医疗会诊能力，完成日常健康管理到紧急事件响应全流程的守护，心理方向，情感计算驱动的智能陪伴系统可二十四小时识别情绪变化，输出精神支持，填补专业心理服务供给不足的空白。社会方向，多模态 AI 搭建起老年群体同子女、村社、医疗机构之间的数字化连接渠道，重构城镇化进程中断裂的社会支持网络，帮助老年群体找回社会参与感，建立价值认同。

4.5. 赋能路径二：系统层面的生态协同赋能

系统方面，多模态 AI 可以作为数据基础设施，打通政府机构社区家庭之间的信息壁垒，支撑多元主体进行协同治理。多模态 AI 也可以作为资源调度引擎，结合实时需求数据，动态优化跨域跨机构的资源配置，形成数据流动带动资源流动的配置机制，多模态 AI 引入农村养老服务领域，可推动原有分散供给被动响应的传统模式，转变为生态协同主动服务的新运行方式。

5. 多模态 AI 应用于农村养老的伦理风险与应对策略

5.1. 核心伦理风险

多模态 AI 在农村养老落地过程中，面临数据隐私泄露、算法歧视、过度监视、情感异化四大突出伦理风险。第一，隐私与数据安全风险。多模态 AI 需采集语音、图像、位置、生理数据等敏感信息，农村数据治理体系薄弱，存储、传输、使用环节易发生泄露与滥用。第二，算法歧视与公平性风险。训练数据多以城市、高学历、健康老人为主体，在方言识别、慢病判断、需求预测中易出现农村老人误判率高、服

务优先级低、资源分配不公等歧视现象，加剧数字不平等。第三，技术监视与权利侵害风险。全天候视觉、行为监测易滑向“过度监视”，忽视老人自主意愿，侵犯隐私与人格尊严，形成“被照护、被监控”的压迫感。第四，情感异化与人文弱化风险。AI 陪伴替代人际互动，易消解亲情、邻里情，弱化乡土社会人情纽带，违背积极老龄化初衷。

5.2. 伦理风险应对策略

坚持“以人为本、安全可控、人文优先”原则，构建技术、制度、文化协同的伦理防控体系。第一，建立农村养老数据分级分类治理原则。推行最小必要采集、本地优先存储、知情同意撤回、全程可追溯制度，敏感数据必须加密存储与脱敏处理，严禁商业利用；明确数据权属归老人所有，建立村级数据安全全员制度，强化基层监管。第二，强化算法公平与透明度要求。构建乡土适配算法数据集，纳入方言、慢病、农村生活场景等样本；推行算法备案与公示制度，明确决策逻辑，禁止算法设置服务等级歧视；建立老人与第三方监督机制，保障算法公平。第三，划定技术监视边界，保障自主权利。明确“照护必需而非无限监控”边界，关闭非必要监测功能，提供一键关闭、模式切换选项；尊重老人生活习惯与隐私空间，杜绝以安全为名强制监控，维护人格尊严。第四，坚守人文不可替代性，防范情感异化。确立“AI 辅助而非替代”定位，将 AI 作为情感支持工具，而非人情替代；强制要求服务生态保留线下陪伴、家庭互动、邻里互助模块，把技术效率与乡土温情结合，实现有温度的智慧养老。

6. 基于多模态 AI 的农村养老服务生态构建与实施路径

6.1. 农村养老服务生态构建

本研究认为，单一技术应用的叠加无法从根本上破解农村养老服务的系统性困境，必须从生态视角出发，将技术嵌入、主体协同、制度规范与文化适配整合为有机整体，构建真正意义上的农村养老服务生态系统。为此，本部分以破解农村养老四大核心困境为主线，提出基于多模态 AI 的农村养老服务生态构建的五条系统性实施路径，力图实现技术赋能效应从“单点突破”向“生态涌现”的质的跨越。

6.2. 破解数字鸿沟：构建“零门槛”技术接入体系

针对农村老年群体数字素养低、技术接受障碍高的核心困境，生态构建的第一条路径是以多模态 AI 为技术底座，构建零门槛技术接入体系。在产品设计上，推行农村养老场景适老化标准，要求多模态 AI 产品具备方言语音交互、图形化操作界面、大字体显示与一键紧急呼叫四大基础功能，彻底摒弃“城市移植”的简单化思路。赵思燕等学者的黄山实证研究表明，村民对数字产品的接受度与产品的本土化适配程度高度相关，方言语音助手等本土化设计能显著降低老人的排斥感^[13]。在推广策略上，采用“本土信任节点”先行模式，由乡村医生、村干部、返乡青年率先试用示范，同步开展数字技能培训，使数字养老技术真正扎根乡土。

6.3. 破解设施短板：构建分层次数字基础设施网络

针对农村数字基础设施薄弱、网络覆盖不均的结构性约束，生态构建的第二条路径是构建“县域数据中心 - 乡镇数据分中心 - 村级感知节点”的三级分层数字基础设施网络。县域层面建设标准化大数据处理中心，承担全域养老数据的汇聚、分析与跨村域调度功能；乡镇层面建设轻量化数据分中心，实现本地数据缓存与应急响应；村级层面部署多模态感知终端与边缘计算节点，保障在网络不稳定条件下的基本服务连续性。资金来源上，建立“中央财政引导 + 地方配套 + 社会资本参与”的多元投入机制，探索“政府 + 企业 + 村集体”共建共营模式，破解基础设施建设的资金瓶颈。

6.4. 破解人力困境：构建技术增能与人才培养双轮驱动机制

针对农村养老专业人力资源持续短缺的结构性困境，生态构建的第三条路径是构建“技术替代 + 人力增能”双轮驱动机制。技术替代层面，通过多模态 AI 承接重复性监测类工作，释放有限人力资源；人力增能层面，建立“本地育才 - 返乡引才 - 城乡人才共享”三元供给机制，设立村级数字养老服务员专项岗位，并通过 AI 智能辅助决策系统，使非专业村级服务员也能在技术支持下完成超出其原有专业边界的服务任务，提高农村养老服务的专业能力。

6.5. 破解情感缺失：构建“AI 陪伴 + 社会支持”复合情感关怀体系

针对农村老年群体精神关怀制度性缺失的深层困境，生态构建的第四条路径是构建“AI 情感陪伴 + 家庭数字反哺 + 社区情感支持”三位一体的复合情感关怀体系。多模态 AI 情感计算系统负责全天候情绪感知与主动陪伴；家庭层面通过“数字反哺”机制引导子女定期通过多模态终端与父母互动，弥补情感空巢；社区层面依托村级服务站定期组织线下情感支持活动，以技术与人情共同编织农村老年群体的精神关怀安全网。

7. 结论与展望

老龄化是人类社会必须直面的长期发展命题，也最不能被忽略的内容，本研究的出发点希望技术发展能覆盖那些留在数字化浪潮边缘的农村老人，围绕这一出发点，本文梳理农村养老服务当前遭遇的各类困境，论证多模态 AI 对农村养老各类场景的适配特点，提出以破解四类困境为主线建立服务生态的具体方案。研究结论指出，多模态 AI 不是解决农村养老所有问题的最终方案，只是特定条件下拥有比较优势的技术方向，它的真正价值，不是用技术替代人与人之间的情感联结，是依托技术的支撑，为农村老人争取更多有质量有尊严的晚年生活，从搭建理论框架到落地实际应用，中间还有很长距离要走。持续投入数字基础设施，迭代完善适老化产品，调动多元主体参与热情，完善农村老年群体数字权益的制度保障，都是这套生态模式走向成熟必须跨过的现实关卡，面向未来，大模型技术持续发展，农村数字基础设施逐步完善，多模态 AI 和农村养老服务的融合空间会进一步拓展。但无论技术如何迭代以人为本的价值取向不应动摇，让每一位农村老人老有所养、老有所安、老有所乐，始终是这一研究领域最根本的价值归宿。

参考文献

- [1] 江维国, 刘雅喆. AI 赋能农村居家养老服务高质量供给的机理、障碍与政策应对[J]. 重庆工商大学学报(社会科学版), 2026, 43(1): 137-145.
- [2] 宋嘉豪. 人工智能赋能农村养老服务: 现实基础、关键问题与实践路径[J]. 农业经济与管理, 2025(6): 21-30.
- [3] 刘承芳, 陈思玮. 人工智能赋能农村养老: 理论基础、实践路径与风险挑战[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2026, 25(1): 23-33.
- [4] 王志鑫. 数字化赋能农村养老服务高质量发展: 理论逻辑、现实障碍及实现进路[J]. 地方治理研究, 2026(1): 52-66+80.
- [5] 刘晓艳, 彭寒婷. 数字技术赋能乡村养老高质量发展的现实基础、制约因素与路径对策[J]. 宏观经济研究, 2025(11): 62-73.
- [6] 姜礼尧, 于爱华, 汪琦, 等. 数字乡村视域下农村智慧养老服务体系构建研究——以盐城市为例[J]. 农业科技与信息, 2025(8): 93-97+103.
- [7] 邹毅, 熊海峰. 数字技术赋能养老服务高质量发展的作用机理、典型案例与路径探索[J]. 改革与战略, 2025, 41(3): 34-41.
- [8] 曾鹏翔, 刘天畅, 蒲政同, 等. 基于 TopicGPT 模型的智慧养老研究主题挖掘与演化分析[J]. 情报科学, 1-23.

- [9] Tornatzky, L.G., Fleischer, M. and Chakrabarti, A.K. (1990) Processes of Technological Innovation. Lexington Books.
- [10] 世界卫生组织. 积极老龄化政策框架[M]. 中国老龄协会, 译. 北京: 华龄出版社, 2003: 9.
- [11] Granovetter, M. (1985) Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. *American Journal of Sociology*, **91**, 481-510. <https://doi.org/10.1086/228311>
- [12] Maslow, A.H. (1968) Toward A Psychology of Being. Van Nostrand.
- [13] 赵思燕, 陈军硕, 叶良均. 数智技术赋能农村居家养老的困境与路径——基于黄山乡村的实证研究[J]. 海南开放学报, 2025, 26(3): 140-146.