

# 基于区块链技术的虚拟养老院：逻辑、技术与应用<sup>\*</sup>

天津大学管理与经济学部 张 琴

太原理工大学经济管理学院 郭 艳<sup>\*\*</sup>

天津大学管理与经济学部 白 鋆

**摘 要：**老龄化社会是全球日益面临的共同问题，既有的专业养老机构、家庭养老和社区养老在支持我国养老模式运转过程中，显示出规模局限、选择偏好、缺乏标准、效率制约等不足。本文探讨了在区块链分布式技术支持下，结合多维先导技术，集合三种传统养老模式的虚拟养老院生态模型，继而分析其逻辑、技术与应用。

**关键词：**区块链 虚拟养老院 老龄化 边缘计算

中图分类号: F820 文献标识码: A 文章编号: 2095 - 3151(2021) 19 - 034 - 13

DOI:10.16110/j.cnki.issn2095-3151.2021.23.003

## 一、引言

我国作为人口大国在经济发展的同时老龄化程度也在不断加深，根据国家统计局年度统计数据，2001 ~ 2019 年，我国 65 岁及以上人口占比从 7.1% 急剧增长到 12.6%，已经远高于“老龄化社会”的国际标准<sup>①</sup>。更值得注意的是，从 1982 年开始实施并于 2015 年终止的计划生育政策，使得 30 余年间增加 1.76 亿名独生子女，中国家庭结构逐渐形成“4—2—1”模式，老龄抚养比<sup>②</sup>从 2001 年的 10.1% 上升到 2019 年

---

\* 基金项目：国家社会科学基金“基于 OLG 模型的社会养老保险制度优化与经济增长良性互动路径研究”（No. 18BGL194）。

\*\* 郭艳为本文通讯作者。

① 国际上通常把 60 岁以上人口占总人口比例达到 10%，或 65 岁以上人口占总人口比例达到 7% 作为国家或者地区进入老龄化社会的标准，本文以 65 岁及以上占比为标准进行分析。

② 老龄抚养比是指老年人口数与劳动年龄人口数之比，用以表示每 100 名劳动年龄人口要负担多少名老年人口，是反映人口老龄化社会后果的指标之一。

的 17.8%<sup>①</sup>，养老问题进一步凸显，如何实现“老有所养”成为普通百姓和学术界共同关注的焦点。

目前，我国存在的养老模式大致可以归为三类，即家庭养老、机构养老和社区养老。家庭养老就是基于传统的居家方式，老人单独生活或与子女共同生活，但在“4—2—1”的家庭结构下与子女合住已经出现较大缺口，家庭养老功能逐渐弱化，不能满足需要子女照料生活的部分老人的需求。机构养老模式正日益被新一代老年人接受，这些养老机构考虑到不同经济条件和不同精神需求的老年人特质，出现了多元化和差异化的形态，在提供养老服务方面取得显著进步，然而机构养老一直固有的信息不对称以及品质、规模、设施不稳定的问题始终存在，此外，居住地依恋情节严重、拥有丰富生活兴趣和朋友圈的老年人仍然对机构养老不感兴趣。社区养老是为了填补在家庭养老和机构养老不足情况下，由政府、社区、社会组织、志愿团队、企业等社会力量为老年人提供的养老服务和生活帮助，通常是非营利性服务，其服务的系统性、专业性、全面性和稳定性并没有特别的保障。

在以上三种养老模式的发展过程中，新近呈现出另一种养老服务模式的探索，就是将机构养老、家庭养老和社区养老进行组合，把专业养老服务和服务整合到传统居家养老之中，在物理形态上老年人分散居住在各自家庭中，而在服务供给和养老机制上实现专业化运营，在虚拟市场中通过有价值的活动形成价值链的传递，从而形成一种虚拟养老院，既能满足希望留在自己家庭生活的老人偏好，又可以提供相应专业的养老医疗服务，保障居家老人的生活需求、健康监测和护理需求。虚拟养老院希望在养老产品和服务质量上达到或者超越机构养老水准，建立一套基于互联网的数字经济平台是其关键环节，养老服务跨越空间和时间，实现对服务人员、健康资源、医疗救助的整合，这需要大数据、云计算、边缘计算、人工智能、物联网等技术的支持，从这个意义上说，虚拟养老院就是智慧养老、科技养老。我国政府也在官方文件<sup>②</sup>中明确提出，要促进智慧养老产业的发展，许多地方和社区随之进行了相应探索和实践，因地制宜地开展虚拟养老院试验，并逐渐发现了相应的困境和问题。在这套系统中，由于高度依赖中央信息平台，如何确保中央中心服务器的高速运转、有效提取相应数据、保证老年人个人信息安全、对突发事件进行应急响应都成为潜在的发展限制，解决这些问题成为虚拟养老院推广和深化发展的关键。

2008 年以来，区块链技术作为一种新型的数据存储和交易模式以其独特的优势被

① 国家统计局年度数据。

② 参见 2015 年 7 月 4 日国务院《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》。

众多学者研究探讨，逐步应用到物流、溯源、金融、出版等多种行业中，其分布式账本技术不再依赖中央中心，点对点的信息传输和非对称加密钥匙使信息具有不可篡改、可追溯性和安全性，与物联网、边缘计算形成技术匹配；其内部嵌套的智能合约在达到临界条件时会自动执行响应事件，在与人工智能和机器学习结合方面又前进了一大步。这些新技术手段和运行逻辑的运用对解决虚拟养老院目前的困境提供了全新的视角和支持。本文在此基础上进行探索，研究并尝试设计基于区块链技术的虚拟养老院生态模型，继而分析其逻辑、技术与应用。

## 二、研究综述与回顾

基于区块链等多元先导信息技术的虚拟养老院，目前国内外都处于起步、试验阶段，学术界相应的研究成果不算丰硕，但有学者已经开拓到该领域，提出了一些视角和探讨，以下从虚拟养老院和区块链技术应用两个方面来进行相关文献评述。

在虚拟养老院的发展理论方面，杜孝珍和孙婧娜（2020）探讨了支撑虚拟养老院发展的虚拟价值链、福利多元和协同治理三种理论，强调在服务过程中国家、社区、福利组织等共同作用以达到养老目标，实现政府、企业、社区和公民等共同参与合作的模式。在虚拟养老院的技术支持方面，Demiris 和 Hensel（2008）从英国生命信托基金提出的“互联网+居家养老”模式展开探讨，强调技术层面的互联网科技和智能家居对虚拟养老模式的重要性。Stanford（2002）在嵌入医疗远程监控、健康数据追踪预警机制方面进行了设计和可行性探讨，尝试提高虚拟养老院相对于其他养老模式的便捷性和舒适性。Paganelli 和 Giuli（2011）推出的信息共享平台和 Vichitvanichphong 和 Kerr（2013）将云计算引入智慧养老领域，为虚拟养老院在技术支持方面提供了实践场景，通过综合信息平台大数据和相应的云计算处理，使老人的具体需求和生活数据得以进行高阶计算和模拟，并作出智能化预判。在虚拟养老院的平台设施方面，管鹏飞和汤晓（2019）、王小荣等（2020）对老人需求、使用意愿、平台信任程度和建设原则进行了探讨；左显兰和张君华（2013）、林瑜胜（2017）、马凯元等（2020）关注的焦点为虚拟养老院目前的困境，运营成本高、筹资渠道单一、建设门槛过高、市场主体参与度低、服务供给不够通畅等都是棘手问题所在。

区块链和比特币在 2008 年第一次进入大众和学界的视野，伴随着对比特币持续至今的激烈争论，作为比特币底层技术的区块链逐渐成为一种独立考量的对象，它在技术手段和业务逻辑上的颠覆性陆续得到众多学科和行业的审慎对待。赵赫等（2015）对于基于区块链技术的采样机器人数据保护方法的文章可以说是国内对于区块链领域最初的有重要价值的研究；随后袁勇和王飞跃（2016）基于信息技术和密码技术层面

对于区块链的技术现状和原理基础进行了深刻探讨和普及性介绍; 郭艳等 (2017, 2018, 2020) 对区块链在无中心机构信任背书情况下如何重塑人类社会信任生态进行了持续性研究, 对于该技术的逐步演进和对各种业态的价值贡献有所评析。2018 年以后, 区块链在中国的落地项目急剧增多, 金融、医疗、司法、出版、物流、供应链等各个社会生产和生活领域都有所触及, 尤其是在 2019 年 11 月中央政治局集体学习区块链技术之后, 这股浪潮更是形成时代的潮流。随后区块链在养老领域的研究也逐步开展。李思旖和熊健益 (2020) 基于区块链的数据网络层、合约层与应用层对智慧型社会居家养老进行了探讨; 李华晶等 (2020) 的研究侧重于服务机构、政府调控和资金运转三个方面; 胡漠和马捷 (2020) 的研究则立足于多元信息协同网络, 通过构建不同结构的区块链架构汇集成智慧养老的多元信息网络, 着眼于提高智慧养老的效率, 极大地丰富了应用场景, 讨论的范畴已经非常接近于基于区块链的虚拟养老院。国外学者在这一层面更多的是关注医疗数据平台和智能设备。Ekblaw 等 (2016) 对区块链带来的病历安全存储和及时调用展开研究; Angraal 等 (2017) 对于区块链电子病历的医患共享、改善就医环境提出设想, Moniruzzaman 等 (2020)、Rupasinghe 等 (2019) 对区块链支持的智能家居和养老平台管理以及预警系统进行了设计; Yu 和 Tantidham (2019) 则集中研究了利用以太网平台的智能合约系统如何改善现有的智能家居养老服务。

通过以上文献综述发现, 进入 21 世纪以来区块链技术在影响和改变着人类生活的各个领域, 分布式多中心的账本技术和信任机制具有丰富的应用场景, 对于需要多元先导信息技术集成的虚拟养老院建设与运营而言, 是重要的新技术和新视野。而面对新时代老龄社会所应运而生的虚拟养老院, 在结合家庭养老、机构养老、社区养老的专业服务、市场管理的同时, 亟须通过技术平台实现交易成本的降低和运营效率的提升, 从而获得更广阔的前景。目前学术界的研究多涉及相关发展的展望和技术的应用, 但缺乏系统的技术推演和逻辑框架, 本文希望能在此方面作出一定探索。

### 三、虚拟养老院: 服务架构与运营

区块链在虚拟养老院中主要承担数据集成、信息记录和事件跟踪三个功能角色, 在运营前期需要整合数据和资源, 如养老需求方的健康数据、住址、经济情况等基本数据以及养老提供方的各种养老、医疗资源情况等, 区块链可以在保证数据安全的基础上预测相关需求并匹配到对应的服务商。运营中要记录信息, 对于养老双方相互之间的交易有明确的记录, 区块链的可追溯性能保证信息的可靠性, 避免发生因为信息记录不当或者不清楚带来的冲突, 同时还可以保证统一的养老服务标准, 避免因信息

不对称产生的矛盾。在运营过程中出现的后续事件，如保险赔付，上门服务供给等，在区块链的智能合约的保证下，养老服务接受方可以享受到更快更专业的赔付，并且自动规划出节省成本的服务路线和流程等，提高满意度、降低成本。围绕以上三个功能，下面将具体描述虚拟养老院的服务架构与运营。

基于区块链的虚拟养老院服务架构和运营体系中，有多个参与方节点。首先，政府充当引导者的角色，通过政府将社会中可以用于养老的资源整合起来，利用优惠政策、财政补贴和示范效应来带动和鼓励其他相关机构的加入。其次，养老机构、家政企业、物流企业、体检机构、社区医院、上级医院、福利中心、智能家居企业、餐饮商超企业等作为虚拟养老系统的养老服务提供方，每个机构在该系统运转过程中点对点地获取与自身服务相关的老年人需求信息，并根据大数据和边缘计算进行智能分析与预测，完善、优化和设计对系统内老年人的相关服务。同时，区块链网络支持公司、医疗信息系统、社区管理系统、大数据公司、地理信息公司将同时提供技术支持和数据提取服务。由于既有公共物品提供者政府机构的参与，又有市场商品提供者如养老机构、医疗机构、物流家政、商超文娱企业的加入，还涉及半公共物品的提供者社区机构和 NGO 组织等，从而实现了高度信息集成化的智能养老系统，多方面整合数据与信息，形成超越以往家庭养老、社区养老和机构养老单一模式的全新架构（见图 1）。

#### （一）超越单一机构的养老全息信息集成系统

虚拟养老院平台中，由于政府角色的介入，得以调用各个领域的信息系统进行集成，医疗系统（包括基层社区医院、上级医院、商业体检机构）中的健康状况、过往病史、体检记录信息，公安系统中的年龄、地址、家庭等基础信息，社会保障系统中的养老金、医疗保险信息，银保监会系统中的商业保单和赔付信息，社区系统中的家庭常住人口、老人参与社区各项兴趣活动信息，药店和超市系统中老人日常生活用品和药品需求种类和频率信息，餐饮配送系统中老人订单偏好与禁忌信息，智能家居系统获取老人身体各项关注指标的实时数据和购物购药需求信息等，这些相对分散独立的信息系统集成到虚拟养老院平台，就成为超越任何现有机构和企业的区域性老年人全息信息系统，在数据的全面性、立体性、实时性、准确性方面有着卓越表现，同时这样的数据库如何保证安全性就成为非常关键的环节。在区块链分布式账本技术支持下，养老信息集成系统不再是以往中央存储模式，产生了分散生成和存储的边缘节点，通过公钥和私钥两把密码钥匙的非对称加密技术，避免了养老数据应用风险和隐私暴露，能够确保数据的授权、使用与共享，点对点按照需求调用和处理信息。

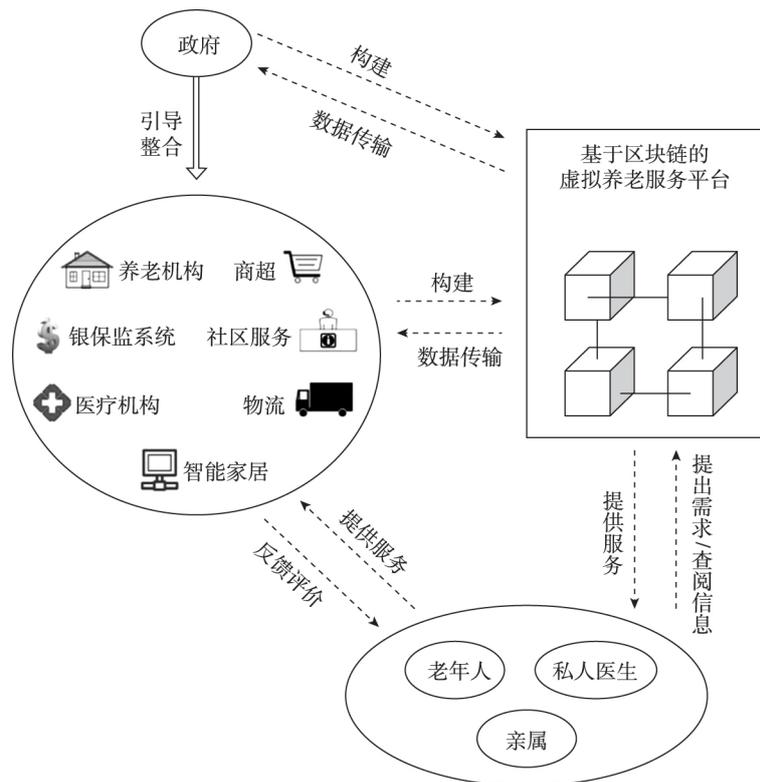


图 1 虚拟养老院系统运营架构

## （二）多维先导数字技术与养老信息智能演算

在养老数据来源的集成状态下，需要进一步运用多领域的数字先导技术对其进行运算、分析、预测、学习，最终实现智能演算和与现实世界的连接。

人工智能和边缘计算通过对集成数据的分析运算、信息交互，使传统机构养老和社区养老中由于信息不对称造成的服务不充分得到很大程度降低；地理信息系统结合智能家居和穿戴装备能对老人家庭和行动位置以及相关日用品、药品物流配送以及保健理疗设计最佳路线；哈希值和时间戳跨越时间和空间的真实记录使社会保障部门和商业保险机构的报销及赔付过程更加顺畅；区块链智能合约功能还可以在符合预设触发条件时自动执行医疗保险、养老保险合约，进行医药费用的垫付和报销，减轻老人独自办理就医入院等手续时的烦琐程序和时间成本；机器学习、联邦学习、数字孪生技术使不同节点能够在确保老年人隐私的同时进行学习交互和分散训练，将自身边缘节点的学习结果与动态数据分析参数上传至区块链，并及时获取他人的更新参数和学习结果，解决政府、养老机构、社区组织、家庭、医疗系统、商超物流、健身体检等不同机构“自私”节点的分享与协作的困境，在各取所需而又保障信息安全的前提下，进一步支持更富创新性和更富弹性的养老服务出现。虚拟养老院信息集成系统形成的

这种智能演算和运行，可以准确获取和预判老人的需求与帮助，监控健康和慢性病实况，定向推送相关兴趣社团活动，适时配送相关生活用品和药品，还可以对急性病症在快速响应、医疗机构水准、距离路程、保险覆盖等方面加以均衡考虑，规划最佳医疗服务方案。

### （三）交易成本、覆盖范围与服务效率

基于以上技术优势和信息优势的虚拟养老院高度集成智能演算养老体系与传统家庭养老、机构养老和社区养老相比较，在交易成本、覆盖范围和服务效率等多个方面有了富有成效的变革与改进。

在交易成本和覆盖范围方面，由于信息的快速提取、传导和智能合约的自动执行，极大地缩减了各个参与机构和老年人的时间成本和费用成本，一定程度上减轻了社区养老和机构养老日益增长的成本压力，也缓解了政府的财政补贴困境；对老年人而言，居住在原有家庭，减少了机构养老费用中占很大一部分的住宿成本，使很多经济条件不宽松并不具备参与机构养老的人也可以参加到虚拟养老院服务之中。

在服务效率和水准方面，虚拟养老院统一标准化的服务项目和智能信息体系提供的响应速度，规避了以往机构养老中收费和服务不对等、无法兑现服务承诺的道德危害问题，以及不同机构之间养老服务质量缺乏统一标准问题和医疗保健救助没有专业团队问题；实现了医疗、保健、智能穿戴设备、生活用品、娱乐活动的定向智能个性化服务，行动不便的老人、有食物禁忌的老人、需要组团健身锻炼的老人、希望文艺演出排练的老人都可以通过区块链点对点网络提出需求，并迅速得到反馈。在整个养老系统的各个节点，相关监管部门都可以通过分布式账本技术全程观察、监督、评估各个参与机构的服务，并及时纠错，从而保障虚拟养老系统中的老年人的权益、安全和隐私，同时也与各养老参与机构进行富有成效的沟通。

### （四）以老为本，提高老人接受度

除了具体功能设计外，要想令虚拟养老院真正被老人接受，在应用服务层更应该将老人的接受度纳入考虑，让老人从心理上产生认可，以下主要从两个方面进行分析。

首先是老人自身因素。老人对新技术的接受能力低，在大多数人眼中的日常操作都可能成为老人无法使用的阻碍，要想让老人顺畅使用要最大限度代入老人视角，以老人需求为本，考虑老人生活习惯，将设备的操作简易化，针对不同层次、不同需求的老年人提供不同的服务种类。例如，应急医疗这一服务功能，对于自理能力良好且对智能穿戴等有一定了解和兴趣的老人需要有较为完善的“主动”功能，如可以进行双方通信沟通遇到的紧急事件，老人能简单描述自己的情况，医院或者养老服务方根据不同的事件作出不同的回应；而对于自理能力较差、本身有基础性疾病且对智能操作

毫无了解的老人，该功能则更应该将重点放在“被动”功能上，应该能够随时监测老人状态，对于紧急情况有预设的一套判断逻辑，老人发生突发事件后不需要自己求助信息就可以自动传输，避免因信息沟通不畅而错失抢救机会。总而言之，要充分降低设备、智能穿戴等的使用门槛，使老人能够达到随心使用的程度。

其次是老人亲属因素。在很多人眼中，如果有良好的养老环境则代表着可以减轻自己的负担，出于这种心理老年人可能面临一种选择，即为了亲属的关爱而抗拒周到的养老服务还是接受养老服务导致亲属对自己的疏忽而被迫降低精神需求，显然哪种选择对老人接受虚拟养老院都是一种阻碍。要想让这种养老模式顺利实施，就要做好老人亲属的工作，让其保证在老人接受虚拟养老院的基础上也会按时对其进行关爱陪伴，从心理上让老人认为有了虚拟养老也不会有其他方面的损失。

#### 四、基于区块链的虚拟养老院技术生态模型

根据以上讨论的虚拟养老院服务架构和运营模式，可以进一步探究虚拟养老院中区块链各个层面的技术设计。虚拟养老院技术生态模型如图 2 所示。

数据来源层和云基础设施层是虚拟养老院系统中所有参与方的数据流动、更新、存储、计算层，这些数据系统通常是彼此相对独立存在，但在政府牵头参与的虚拟养老院平台中，分散的信息岛实现了数据汇聚。如上所述，政府掌握的基本人口社会保障信息、医疗系统的病患就诊体检信息、银保监监管系统中的商业保险信息、物流企业和智能家居与穿戴设备企业的实时数据信息，都集成在这一数据层，并进而通过云基础设施层的公有云、各类专有云、混合云得以进行大数据挖掘、边缘计算和联邦学习。由于区块链具有分布式记账的功能，处在区块链结构上的每一个节点都有所有信息的完整备份，避免了以往中心服务器的信息垄断与泄露，共识机制使改变区块链中的信息必须经过超半数节点的验证确认，时间戳技术使数据具有可追溯性，从而保证数据完整性、可靠性，实现真正的共享、公开、透明，增强了各数据提供方的信任程度。

底层核心平台层处于数据云设施层与平台服务层之间，是最基础的区块链技术平台，通常可以通过 SQL 和 API 接口为更上层的养老服务场景提供用户身份管理、特定共识算法、隐私保护、密钥管理、P2P 网络和存储机制等基础技术支持。在该层的设计中，可以根据不同程度的去中心化划分为公有链、联盟链和私有链三种不同类型的区块链，将不同性质的信息分别放入不同的区块链网络中，在保证信息被相关方快速提取共享的同时，提供老年人隐私方面的保护。虚拟养老院数据分类如表 1 所示。

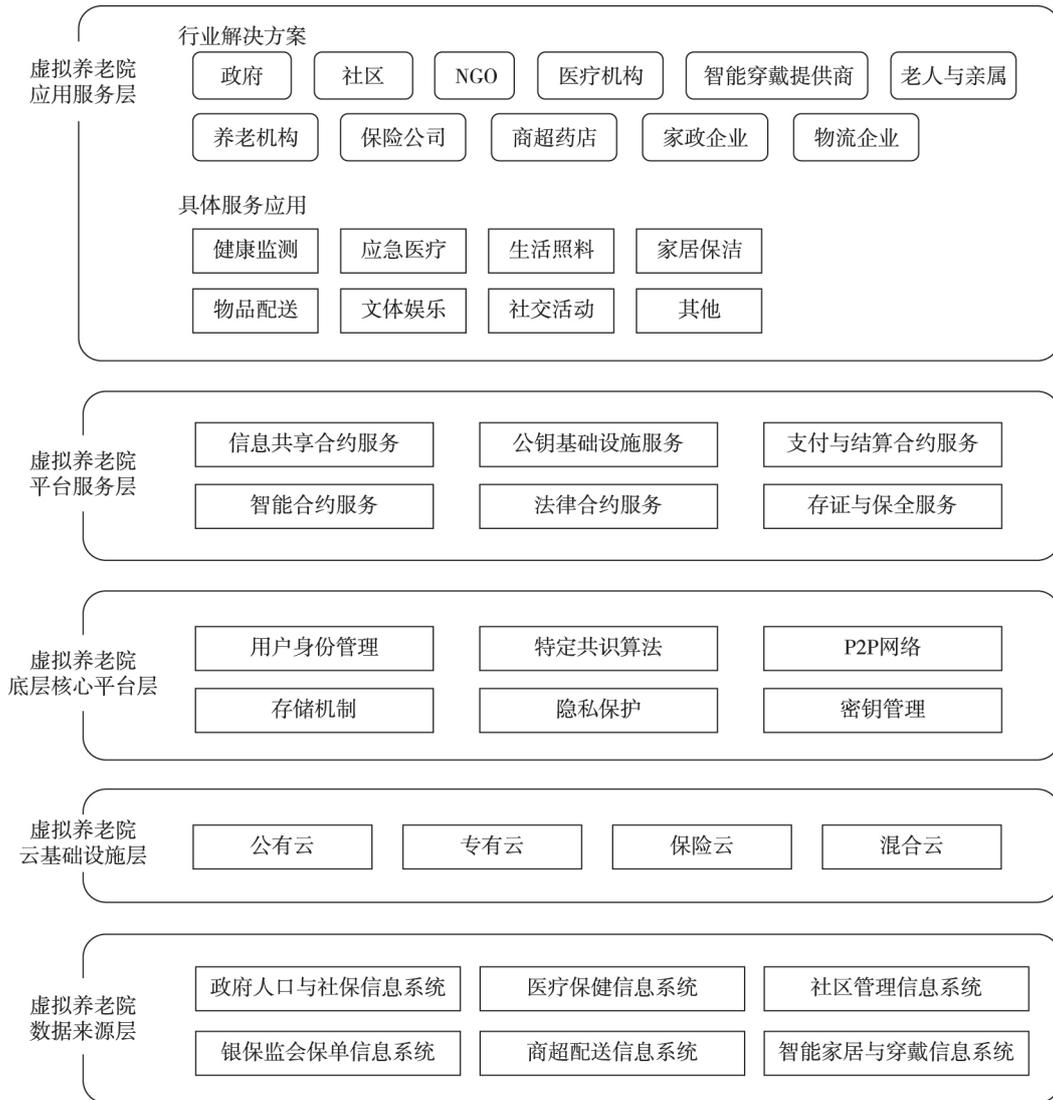


图2 虚拟养老院技术生态模型

表1 虚拟养老院数据分类

项目	政府人口与社保信息	医疗健康信息	社区服务管理信息	银保监会系统信息	智能家居与穿戴数据	商超配送物流数据	老年人个性化信息
信息来源	政府	医疗机构	社区	银保监会	设备供应商	相关企业	老年人
区块链类型	联盟链	联盟链	联盟链	联盟链	联盟链	联盟链	私有链
共识算法	PBFT/DBFE						PAXOS/RAFT
访问权限	相关服务提供方	老年人, 保险, 政府	老年人, 医院, 政府, 相关企业	医院, 政府, 老年人	医院, 老年人, 社区, 相关企业	老年人, 社区, 相关企业	社区, 亲属, 相关企业

平台服务层介于底层核心技术层和顶层服务应用层之间，是把底层技术集成一般意义上的抽象应用，这些应用适应于各个行业场景，不同领域的区块链网络可以在此基础上叠加业务特点，从而进一步形成具体应用。在虚拟养老院系统中，该层的平台可以包括信息共享合约服务、公钥基础设施服务、支付与结算合约服务、智能合约服务、法律合约服务和存证与保全服务。以智能合约为例，能够在触发要求后不需要其他实体干预自动匹配相关养老服务并更新信息，将服务流程规范化、简单化，节约时间成本和金钱成本，避免老年人为了事务性流程而进行的不必要消耗，提升养老服务的及时性、智能性和准确性。

应用服务层是处于虚拟养老院最顶端的设计，也是日常所能接触到的各项养老服务应用服务领域，它直接面向用户操作，在安全便捷的前提下，为政府、社区、NGO、医疗机构、老人与亲属、养老机构、保险公司、商超物流、家政服务以及智能穿戴提供商提供具体行业解决方案。各参与机构通过应用层直接获取老年人实时状态数据，政府可以调整变更补贴内容和相关鼓励政策，养老机构能够及时提供保健需求精神陪伴需求，医疗机构对老人实行紧急救助并配置后续保健服务和药品服务，商超物流机构则根据老人具体的需求进行响应，老人和子女随时可以通过平台系统查询相关政策和信息服务信息，直接面对应用层选择自己需要的服务，实现健康监测、应急医疗、生活照料、家居保洁、物流配送以及文体娱乐、社会交往等日常个性化需求。

## 五、从虚拟养老院探索公共服务供给侧改革：围绕区块链等先导数字技术

从以上基于区块链的虚拟养老院生态模型探索和技术架构设计中，我们看到了21世纪以来源于数字科学的大数据、云计算、物联网、人工智能、联邦学习等多维先导技术带来的变革，为养老体制运营这一涉及公共物品、半公共物品供给的领域提供了新政策视野和新操作手段。这对于我们正在进行中的公共服务供给侧改革也有着积极的启发。

新技术范式在发挥公共服务的社会意义和市场价值方面具有重要推动作用。养老服务等公共服务供给是我国建设全面现代化国家与和谐社会的重要环节，是促进社会整合和公平正义的必要途径，有利于缓解城乡发展差距、资源环境约束、贫富差距加剧等问题。但长期以来，我国社会公共资源整体配置效率不高，政府和市场之间缺乏分工契约和问责机制，当整个国民经济发展到中等发达国家的新阶段后，作为社会整体的生活质量和公平效率就会越发显著起来。一系列数字先导技术提供了在公共服务领域数字治理的普遍应用，创新了社会治理模式，能够帮助公共服务的现代化和精细化，从而有利于社会整体对于人类价值、公益责任和理性秩序的维护。

新技术范式在公共服务供给者方面，从单一政府或者单一市场主体转变为多元机构供给，提高了专业分工效率和服务供给质量。区块链机制下的分布式账本技术在激励和约束方面的关键作用，使政府牵头调动和引导多元社会资源加入公共服务供给的可能性得以出现。各参与方在信息数据共享、服务类别、运行机制方面拥有各自的权限和通道，在各自降低交易成本提高市场效率的同时，协同合作，无缝衔接，并实现事件处理和监督测评，在整体上改善了整个社会的公共服务供给水平。

新技术范式在公共服务的现代化、智能化方面带来全新的场景。在区块链的基本业务逻辑下，大数据和地理信息系统提供了数据来源、存储和提取技术，云计算、分布式计算和边缘计算改善了数据分析和运用效率，人工智能、智能合约、机器学习、联邦学习进一步挖掘了公众行为轨迹和趋势，提高服务的预测性和前瞻性。整个技术范式实现了多重社会生态大数据的整合分析和隐私保护，也能充分和及时体现社会公众的需求表达、认知意识和评价反馈，在公共服务供给过程中实现了资源的科学计算和优化配置，从而可以深化公共服务的专业化、个性化和精准化。

## 六、简短的结论

老龄化社会是全球日益面临的共同趋势，我国在达到中等发达国家经济发展水平之后，如何建立更加公正、平等、福利、关爱的社会秩序和养老服务供给，是必须解决的关键问题。既有的专业化养老机构、家庭养老和社区养老在支持我国养老模式运转的过程中，显示出规模局限、选择偏好、标准不足、效率制约等问题。随着区块链分布式技术支持的多维先导技术逐渐普及应用，集合三种传统养老模式的虚拟养老院系统正在实践和探索中。居住在实体自身家庭的老年人，通过技术网络与现实世界中的政府、社区、医院、商超、物流和老年社团连接，享受家居、医疗、保健、物流、社交、文娱等养老服务内容，由价值链传递勾连起虚拟养老院系统。本文基于新技术范式探索了此类养老服务的崭新供给方式，在大数据集成存储和智能化运算分析的基础上，利用智能合约触发方式提供数字化养老运营，同时规避多方数据冗余和个人隐私泄露，有助于精准、规范地提高养老服务质量与效率，逐渐覆盖更多、更广泛老年群体，为我国的养老模式探索提供了新的实践图景和技术设计。

## 参考文献

- [1] 班涛. 社区主导、多元主体协同参与：转型期农村居家养老模式的路径探讨与完善对策[J]. 农村经济, 2017 (5): 91 - 96.
- [2] 陈友华. 居家养老及其相关的几个问题 [J]. 人口学刊, 2012 (4): 51 - 59.

- [3] 杜鹏,孙鹃娟,张文娟,王雪辉. 中国老年人的养老需求及家庭和社会养老资源现状——基于2014年中国老年社会追踪调查的分析 [J]. 人口研究,2016,40(6): 49-61.
- [4] 杜孝珍,孙婧娜. 我国虚拟养老院发展的优势、风险及路径 [J]. 上海行政学院学报,2020,21(4): 74-85.
- [5] 范忠宝,王小燕,阮坚. 区块链技术的发展趋势和战略应用——基于文献视角与实践层面的研究 [J]. 管理世界,2018,34(12): 177-178.
- [6] 管鹏飞,汤晓. 虚拟养老院标准化对公众购买意愿影响研究 [J]. 华东经济管理,2019,33(12): 179-184.
- [7] 郭艳,王立荣,韩燕. 金融市场中的区块链技术: 场景应用与价值展望 [J]. 技术经济,2017,36(7): 110-116.
- [8] 郭艳,王立荣,张琴. 重新定义货币: 法币、竞争性货币与数字加密货币的理论演进 [J]. 经济研究参考,2018(25): 25-35.
- [9] 郭艳,王立荣,张琴. STO: 重新定义证券与泛金融工具发轫 [J]. 经济研究参考,2020(17): 59-72+109.
- [10] 胡漠,马捷. 异构区块链网络视域下智慧养老多元信息协同模式研究 [J]. 图书情报工作,2020,64(7): 110-118.
- [11] 李华晶,魏思宜,张纯如. 基于区块链技术的养老模式创新研究 [J]. 创新科技,2020,20(6): 10.
- [12] 李思旂,熊健益. 基于区块链的智慧养老服务研究 [J]. 就业与保障,2020(18): 189-192.
- [13] 林瑜胜. 我国“虚拟养老院”发展“瓶颈”问题探析 [J]. 东岳论丛,2017,38(11): 168-174.
- [14] 刘立峰. 养老社区发展中的问题及对策 [J]. 宏观经济研究,2012(1): 29-32+66.
- [15] 马凯元,夏晓枫,王进取,黄华,李亦清. 虚拟养老模式市场化的发展问题研究——以兰州市城关区为例 [J]. 中国市场,2020(2): 20-22.
- [16] 容志. 基于区块链技术的公共服务供给侧改革: 运用与前瞻 [J]. 上海对外经贸大学学报,2021,28(1): 88-102.
- [17] 童星. 发展社区居家养老服务以应对老龄化 [J]. 探索与争鸣,2015(8): 69-72.
- [18] 王小荣,刘也,贾巍杨. 社区智慧居家养老系统构建模式研究——天津市既有社区虚拟平台建设探讨 [J]. 建筑学报,2020(S1): 56-59.
- [19] 吴香雪,杨宜勇. 社区互助养老: 功能定位、模式分类与机制推进 [J]. 青海社会科学,2016(6): 104-111.
- [20] 袁勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望 [J]. 自动化学报,2016,42(4): 481-494.
- [21] 赵赫,李晓风,占礼葵,等. 基于区块链技术的采样机器人数据保护方法 [J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2015,43(S1): 216-219.

- [22] 左显兰, 张君华. 虚拟养老院: 社区居家养老服务模式的升级 [J]. 改革与战略, 2013, 29 (9): 114 – 118.
- [23] Angraal S, Krumholz H M, Schulz W L. Blockchain Technology: Applications in Health Care [J]. Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes, 2017, 10 (9).
- [24] Balta-Ozkan N, Davidson R, Bicket M, Whitmarsh L. Social Barriers to the Adoption of Smart Homes [J]. Energy Policy, 2013, 63.
- [25] Demiris G, Hensel B K. Technologies for an Aging Society: A Systematic Review of “Smart Home” Applications [J]. Yearbook of Medical Informatics, 2008, 17 (1).
- [26] Ekblaw A, Azaria A, Halamka J D, et al. A Case Study for Blockchain in Healthcare “Me-dRec” Prototype for Electronic Health Records and Medical Research Data [C]. Open & Big Data Conference, 2016, 8.
- [27] Moniruzzaman M, Khezr S, Yassine A, et al. Blockchain for Smart Homes: Review of Current Trends and Research Challenges [J]. Computers & Electrical Engineering, 2020, 83.
- [28] Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [EB/OL]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. 2016 – 11 – 19.
- [29] Paganelli F, Giuli D. An Ontology-Based System for Context-Aware and Configurable Services to Support Home-Based Continuous Care [J]. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2011, 15 (2).
- [30] Rupasinghe T, Burstein F V, Rudolph C, et al. Towards a Blockchain Based Fall Prediction Model for Aged Care [C] // The Australasian Computer Science Week Multiconference, 2019.
- [31] Stanford V M. Pervasive Computing: Applications-Using Pervasive Computing to Deliver Elder Care [J]. IEEE Distributed Systems Online, 2002, 3 (3).
- [32] Vichitvanichphong S, Kerr D. Analysis of Research in Adoption of Assistive Technologies for Aged Care [R]. Australasian Conference on Information Systems, 2013.
- [33] Yu N A, Tantidham T. Ethereum-Based Emergency Service for Smart Home System: Smart Contract Implementation [C] // 2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2019.