

文章编号: 1003-2053(2020)07-1294-10

国外养老科技创新研究: 趋势、主题与展望

黄鲁成¹ 李晓宇¹ 苗 红¹ 吴菲菲¹ 米 兰² 唐 军³ 王田力⁴

(1. 北京工业大学经济与管理学院, 北京 100124; 2. 哈尔滨工程大学经济管理学院, 黑龙江哈尔滨 150001;
3. 北京工业大学人文社会科学学院, 北京 100124; 4. 北京大学第三医院, 北京 100191)

摘 要: 随着全球人口老龄化的快速发展, 依靠科技创新应对人口老龄化日益成为关注焦点。我国即将步入老龄社会, 系统分析国外养老科技创新研究进展及不足, 对于促进我国养老科技创新研究和实践活动、提升相关对策建议的有效性具有重要意义。本文首先分析了国外养老科技创新概念相关研究及研究趋势。其次, 梳理归纳出 5 个热点主题。再次, 采用关注度与新颖度分析方法, 识别出 4 个新兴主题。最后, 从 7 个方面评述了研究不足及未来的研究方向。

关键词: 养老科技; 人口老龄化; 科技创新; S&T

中图分类号: G304; C913.6

文献标识码: A

DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.2020.07.017

“老龄化是未来 40 年最重要的问题, 与环境挑战相当”^[1]。“这是一个社会必须为之做好准备的挑战, 如果提前做好准备, 这将成为一个更快发展的机会, 在更大程度上实现几代人之间的社会凝聚力。但如果我们没有考虑到人口老龄化带来的挑战, 它也可能成为一种危险”^[2]。

按照世界卫生组织的标准, 2017 年重庆、上海、辽宁、四川和江苏已经进入老龄社会, 北京、天津、黑龙江、吉林、浙江、山东、湖南、湖北、河北可能将在 3 年后进入老龄社会。2018 年, 我国 65 岁以上人口占总人口比重为 11.9%, 预计再有 5 年左右时间, 我国将从老龄化社会步入老龄社会, 届时我国 60 岁及以上老年人口数将达到 3 亿。党和政府十分重视我国人口老龄化迅速发展问题, 习近平总书记在中央政治局第 32 次集体学习会上强调, “努力挖掘人口老龄化给国家发展带来的活力和机遇, 努力满足老年人日益增长的物质文化需求……”。2019 年 11 月, 中共中央、国务院印发的《国家积极应对人口老龄化中长期规划》提出深入实施创新驱动发展战

略, 充分发挥科技创新引领带动作用, 把技术创新作为积极应对人口老龄化的第一动力和战略支撑。

“把技术创新作为积极应对人口老龄化的第一动力和战略支撑”, 挖掘人口老龄化的“活力和机遇”, 对于即将进入老龄社会的我国而言, 是一重大理论和实践问题。因此, 把握国外养老科技创新研究发展态势, 特别是那些先于我国进入老龄社会国家的养老科技创新研究, 对于我国以科技创新应对老龄社会挑战, 具有重要的理论与实践意义。但目前我国理论界尚无相关研究成果。为此, 本文首先分析了国外养老科技创新概念相关研究及研究趋势。其次, 归纳梳理该领域热点主题。再次, 采用关注度与新颖度分析方法, 识别代表性新兴主题。最后, 从 7 个方面评述了研究不足及未来研究方向。

1 养老科技创新概念及研究趋势

1.1 养老科技创新概念的相关研究

养老科技创新是以“养老科技”(gerontechnolo-

收稿日期: 2019-11-04; 修回日期: 2020-02-28

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(17ZDA119)

作者简介: 黄鲁成(1956-), 男, 河北徐水人, 教授、博士生导师, 研究方向为科技与产业创新管理。

李晓宇(1994-), 女, 宁夏固原人, 硕士研究生, 研究方向为科技与产业创新管理。

苗 红(1977-), 女, 吉林镇赉人, 副教授, 研究方向为科技与产业创新管理。通讯作者, E-mail: miaohong@bjut.edu.cn。

吴菲菲(1962-), 女, 北京人, 教授, 研究方向为科技与产业创新。

米 兰(1990-), 女, 河北石家庄人, 博士研究生, 研究方向为科技与创新管理。

唐 军(1963-), 男, 湖北武汉人, 教授、博士生导师, 研究方向为科学社会学。

王田力(1954-), 男, 河北荣成人, 副教授、副主任医师, 研究方向为 CT、MRI。

gy) 为基础的创新。1988年,荷兰埃因霍温技术大学(Eindhoven University of Technology)的一个研究团队开始了一项工作,旨在进一步将工程科学与那些已经涉及到老龄化研究的学科结合起来,在研究工作中,Graafmans和Brouwers创造了gerontechnology这个词,“术语‘gerontechnology’是由两个字组成的,即gerontology——研究人衰老的科学(老年(医学)),technology——新技术、新产品和服务的研发与设计”^[3]。Graafmans和Brouwers^[4]认为,“引入gerontechnology的概念是为了涵盖和提供一些连贯的要素,以便制定一项战略,旨在有效地利用基本资源,以应对人口老龄化引起的问题”。Fozard^[5]认为,“gerontechnology研究技术和老龄化的问题,以便为老年人创造一个适宜的生活和工作环境,并提供适当的医疗”。Silvestro^[6]认为,“养老科技是应对老龄化社会的先进技术方案”。“养老科技是一个技术领域,它将现有和正在开发的技术与老年人的愿望和需求联系起来。这使得养老科技成为社会可持续性的一个关键因素,因为它关注的是基于技术的产品、服务和环境,这些产品、服务和环境可以提高生活质量”^[7]。简而言之,国外学者一般认为养老科技是科学技术与老年(医学)结合的产物,是全面满足老年人需求的科学技术,是可以通过产业和商业模式发挥作用的科学技术,是应对人口老龄化的重要举措。

在阐述养老科技概念时,国外学者特别将其与医药科技进行了区别:首先,养老科技具有特殊功能,即在解决“社会交往”“心理健康”“疾病管理”和“独立性问题”等方面具有独特优势,而这往往是医药科技难以解决的。其次,解决老年人面临困境的驱动模式不同,医药解决老年人面临的困难时,通常是在老年人病重或即将出现严重情况下采取的,是危机驱动的模式;而养老科技则是愿望与需求驱动模式,以补偿老年人日常功能、实现愿望和需求为目的。再次,养老科技可以解决老年人面对环境所产生的问题,而医药则解决不了这些问题。诸如老年人功能下降后,需要有效创造一个技术环境(包括辅助技术和包容性设计),保证老年人在健康、舒适、安全的条件下,获得创新性与独立性生活,并能积极参与社会。复次,养老科技产品与医药产品有差别,养老科技产品是由材料、控制技术、信息技术、机电等构成的,而医药主要体现为化学产品、生物产品等。最后,养老科技在服务社会、降低运行管理成

本方面也是医药无法比拟的。

与养老科技概念相关的另一个重要概念是养老科技体系,虽然有不同视角下的养老科技体系,但尚未形成共识。首先是积极老龄化(active ageing)科技体系,积极老龄化的基础是承认老年人的人权和联合国倡导的老年人独立、参与、尊严、照顾和自我实现的原则。人口老龄化的挑战需要创新的方法来满足越来越多老年人的需要,其主要技术包括虚拟环境及年龄友好设计技术、视频与社会参与技术、娱乐技术、实时生活辅助系统、支持痴呆老人生活的技术、面向老年人的安全技术、辅助技术、医护技术等。其次是健康老龄化(healthy aging)科技体系,2016年3月,总统科技顾问委员会确定了3个健康老龄化技术领域:社交联系和情感健康领域的技术——支撑老年人就业和志愿服务的技术、参与社会活动的技术、获取信息与交流的技术;认知能力领域的技术——远程病人监控、可穿戴设备、认知健康和用药管理;身体能力领域的技术——远程医疗、功能辅助技术。第三是互联老龄化(connected aging)科技体系,技术与老龄化研究中心认为,该体系包括支持监视和管理老年人的生理状态和心理健康,维护健康和管理慢性病的身體场景技术及产品;支持监视和维护老年人的居家场景技术及产品;支持老年人与家人、朋友和当地社区保持联系的社区场景技术。第四是积极辅助生活(active and assisted living)科技体系,这是一个伞概念,包括各类有助于老人执行原本无法执行的任务,或增加执行任务的方便性和安全性的设备或系统。第五是基于技术功能的科技体系,即针对老年人能力的变化,将养老科技分为:具有行为及环境监测与评估功能的技术;具有预防与干预功能的技术;具有恢复功能的技术;具有补偿功能的技术。

目前国外关于养老科技创新的概念并无明确、一致的认识,使用的主要术语通常有“gerontechnology innovation”“technology innovation for ageing”和“innovation in aging”,当然这并不影响人们开展了大量面向老年人和老龄社会的创新研究和实践活动:Jackson等人^[8]在国际会议发表的学术论文“面向老龄化的技术创新合作研究”中,采用了“gerontechnology innovation”的用法,但并未给出定义,而是把“智能化病情监测系统”作为“gerontechnology innovation”的一个例子加以说明。Neven^[9]认为,“养老科技创新是使老年人渴望继续在自己家里生活成

为可能的一种主要方式”。de A Melo 等人^[10]认为,人口老龄化是养老科技创新的机遇和挑战。Laperche 等人^[11]认为自己提出了一个新的术语,即“养老科技的创新(gerontechnology)”,以界定满足老年人需要的各种创新形式。

1.2 养老科技创新研究发展趋势

根据国外学者关于养老科技创新的基本观点,确定如下养老科技创新文献检索策略:检索平台为 Web of Science(包括国际养老科技学会(International Society for Gerontechnology)官方刊物 Gerontechnology 的论文),确立检索表达式的原则是 TS=((科技及创新关键词) AND(人口老龄化相关关键词)),具体检索表达式为 TS=((technology* or science* or gerontechnology* or innovation*) AND ("age* people" OR "elder* people" OR "old* people" OR "senile people" OR "senior people" OR "age* adult" OR "elder* adult" OR "old* adult" OR "senile adult" OR "senior adult" OR "age* per-

son* " OR "elder* person* " OR "old* person* " OR "senile person* " OR "senior person* " OR "age* citizen* " OR "elder* citizen* " OR "old* citizen* " OR "senile citizen* " OR "senior citizen* " OR geriatric OR "old age" OR "age* -friendly" OR "healthy age" OR "aging population" OR population aging OR "the elderly" OR "Silver Age" OR "Silver Market* " OR "Silver Customer* " OR "Active ageing" OR "age* societ* ") ,所检索的文献简称为“养老科技创新论文”,文献语种为英语,文献类型为论文,时间跨度为 1980 年 1 月 1 日-2018 年 12 月 31 日,文献作者来源不包括中国大陆和中国港澳台地区,检索时间为 2019 年 9 月 4 日,检索发现,其中 SCI 文献 5126 篇、SSCI 文献 3162 篇,文献总数 6842 篇(由于 SCI 和 SSCI 有文献重叠,因此文献总数小于二者之和),SCI 文献数、SSCI 文献数及 WOS 文献总数各年变化趋势对比见图 1。

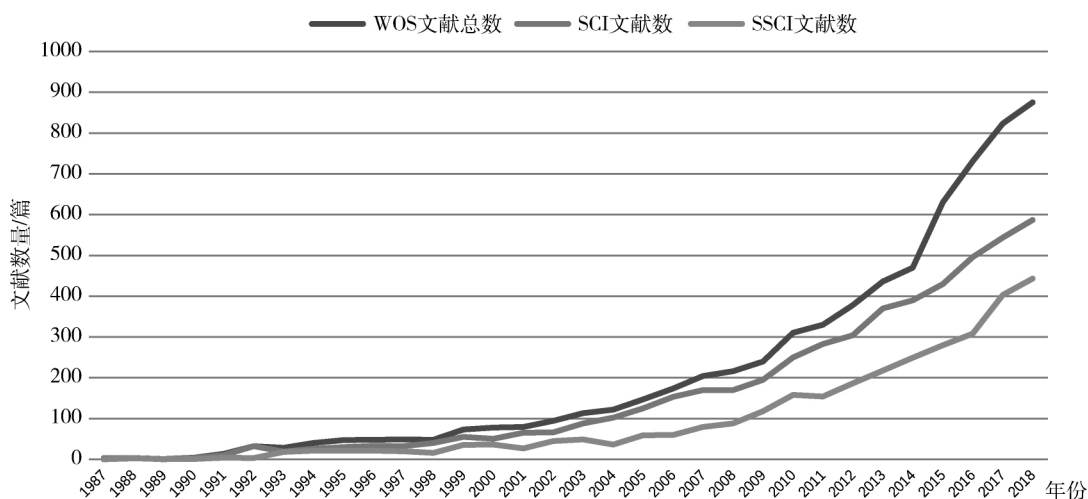


图 1 养老科技创新领域各年发文量

由图 1 可知,近 10 年来,养老科技创新发文量呈快速增长趋势,其中工程科学技术类文献增长更快,总量和速度都高于社科类文献。为进一步分析其快速发展的背景,我们引入全球老龄化程度(用 65 岁及以上人口占总人口的比例表示)变化数据^①,由此得到图 2。由图 2 可知,人口老龄化的发展带动了养老科技创新的研究,学术论文发表量随之快速增长。

实践上,政府、全球性组织和企业的养老科技创

新活动也呈快速发展态势。“欧洲 2020 旗舰计划”中第一个创新合作伙伴计划就是“积极健康老龄化”;法国在全国建立了 65 个产业竞争发展中心,鼓励中小企业面向老龄社会开展创新;意大利建有面向老年人科技创新的“区域科学园”;英国有“快乐生活”计划——鼓励人们采用技术,为老年人健康、护理、服务提供创新方案;丹麦建立了“养老科技区”和“公共养老科技基金”;日本有“积极老龄化与信息技术解决方案”;2019 年 3 月,美国国家

① 数据来源:世界银行官网 <https://data.worldbank.org/indicator>。

科学技术委员会发布了应对老龄社会的新兴技术及产品领域(Emerging Technologies to Support an Aging Population);加拿大政府发布了健康老龄化创新项目。从国际著名组织机构看:2015年OECD举办了“数字经济时代促进积极老龄化:包容、适应与创新”论坛。2015年世界卫生组织在日本召开了“面向老龄人口的全球创新论坛”。2016年世界经济论坛(World Economic Forum)全球老龄化议程委员会

发布了“面向全球老龄人口健康与财富的技术创新”报告。2016年积极老龄化委员会(ICAA)举办了“面向积极老龄化的技术未来”研讨会。2017年《养老科技——研究、实践、技术与老龄化原理》(以下称“养老科技”)获得信息技术年度著作奖。2020年5月国际养老科技学会将在挪威举办第十二届全球养老科技大会,会议主题是“测度积极健康老龄化美好生活质量”。

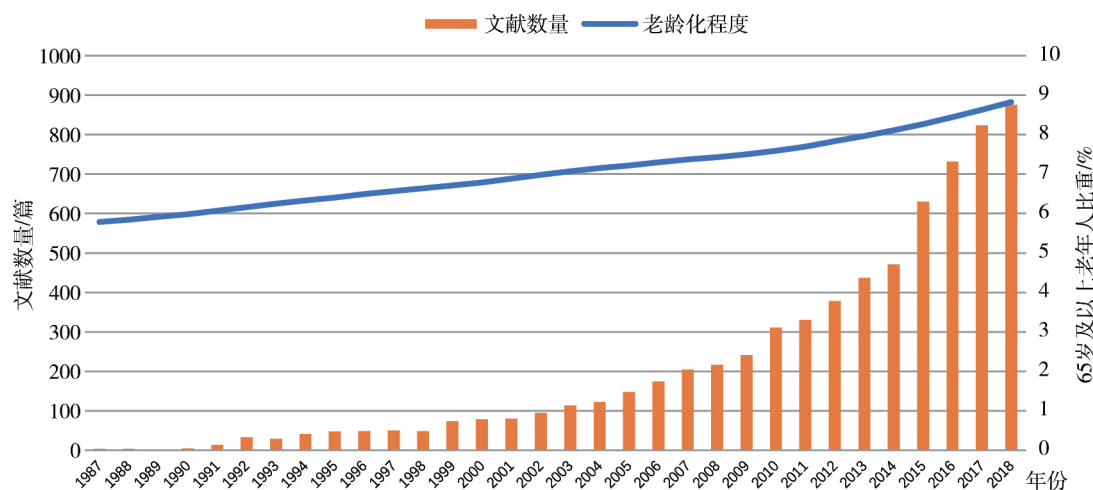


图2 养老科技创新领域各年发文量与人口老龄化程度对比图

1.3 快速发展态势的成因

国外学者认为,养老科技创新理论与实践快速发展的原因包括四个方面:第一,它是由多种趋势共同推动的:一方面是科技的快速发展;另一方面是世界范围内老龄人口的空前增长、残疾人数的增加,导致医疗健康费用不断增加,且难以持续,因此商业、工业和政府机构对利用科技应对医疗健康费用的增加越来越感兴趣。还有研究机构估计,到2020年全球养老市场潜力约为15万亿美元,其中养老科技市场占有很大部分。《养老科技》的作者认为,现代文化的两大趋势——人口的迅速老龄化和技术不可阻挡的进步推动了养老科技的发展。

第二,养老科技(创新)具有独特的功能和作用潜力,是医药科技(创新)所无法取代的,只要人口老龄化深度发展,这两种科技创新都将发挥各自优势,为老年(人)社会造福。

第三,银发经济的强劲发展带动了养老科技创新的发展。银发经济以满足50岁以上人口需求为特征,市场潜力巨大,养老科技是银发经济的关键要素。银发经济要通过养老科技提供商品和服务来满足老年人的需求。还有学者认为,老年人是强有力

的消费者,他们愿意并有经济能力维持独立和高质量的生活。银发市场不仅是商业机会,也是创新发明、创造、学习的机会。

第四,从应用效果上看,养老科技可以在提高老年人的生活质量和独立性方面发挥重要作用,而且能提高老年人的工作效率,减少照顾老年人的个人和社会成本。

2 养老科技创新研究热点主题

热点主题是指持续不断的研究主题,对于把握该研究领域的基本特征、深化研究内容具有重要意义。通过对获取文献的标题、摘要和全文进行筛选,阅读整理归纳后,确定下列5个养老科技创新热点主题。

2.1 养老科技创新基本理论研究

养老科技(创新)理论研究集中在以下几个方面:

关于把握老年人需求及变化的老年(医)学理论研究^[12]认为,只有通过研究生理学、心理学和社会学,才能把握老年人的需求及变化,国外学者在这

三个学科开展了大量研究。

关于提供养老科技产品与服务的理论研究。

(1) 积极活动理论(activity theory)^[13]认为,老年人只要活跃,就会在一生中快乐健康,因此应提供刺激和活动(具体产品和服务)来支持健康的老龄化。(2) 能力与环境平衡理论(competence and environmental press)^[14]从另一个角度解释了为老年人提供产品和服务的必要性,认为养老科技可以通过提供补偿和产品减少环境压力,诸如通过教育活动、交互游戏和通信技术 etc 来增加社会交互,减少老年人面临的环境压力。

关于老年人使用科技应对环境压力的研究。控制点与自我效能感(locus of control and self-efficacy) 理论解释了老年人积极使用养老科技产品的原因^[15],认为老年人更倾向于内部控制点,不太受外部环境的控制,会积极采用技术应对环境压力。人类行为模型(human model) 阐释了是否需要与何时提供养老产品或服务的问题,该模型还可以用来模拟人类的行为和功能,以测试辅助技术和干预措施的有效性,还可以确定个人的总体幸福感,并决定是否需要治疗、干预或改造环境^[3]。

2.2 老年人采用科技产品并参与创新的研究

关于制约老年人采用养老科技产品的因素,有研究表明,“老年人对技术的采用不仅仅是性能和价格的问题,而是受多种因素影响的复杂问题:价值、可用性、可负担性、可接近性、技术支持、社会支持、情感、独立性、经验和信心等,均为老年人采用技术的推动者或决定因素”^[16]。Heinz^[17]的博士论文“老年人采用技术因素探索”对一些重要影响因素进行了验证。

关于老年人特性与新技术采用关系的研究。有学者认为,“鉴于老年人采用技术的复杂过程,应该努力分析老年特性。尽管长期以来,在采用技术方面,老年人被认为是同质群体,但目前的许多研究表明,他们比之前认为的更为异质”^[18]。Thielke 等人^[19]认为,缺乏对用户需求特性的关注可能是许多与年龄相关的技术采用有限的原因之一。重要的是要考虑用户当前的需求水平、患者和护理人员的不同需求、不同需求水平下的预期行为变化程度以及技术的意外后果。

关于老年人在创新中的作用研究。有研究表明,“受过良好教育的员工具有很强的创新能力,而且创新的倾向会随着年龄的增长而快速增加”^[20]。

因此,“仅仅发现老年人的需求是不够的,还必须发现老年人作为消费者、公民和创新者的新角色,要揭示他们表达的问题背后是否有创新来源,以及他们作为技术使用者的习惯。那老年人应如何参与呢?参与式设计(PD) 在养老科技中得到了广泛的应用,应该遵循一个全面的策略——从用户的需求开始,并以评估该方法是否带来了更好的结果结束”^[21]。

2.3 养老科技产品开发研究

关于养老科技产品开发,研究工作主要聚焦于产品开发的原则、护理人员的参与开发、面向老年人的设计创新方面。

自理性产品开发原则是面向老年人产品开发的基本原则。“自理性”是指老年人自主决定并能独立经营自己生活的能力。通常随着年龄的增长,人的功能和心智能力开始下降,因此他们的个人自理性也随之降低,老年人无法完成他们日常生活中曾经做过的事情,依赖他人的程度也越来越高。增强自理的解决方案、改进的或全新的产品和服务,可以帮助填补低能和自理状态之间的差距。

护理人员参与面向老年人的辅助设备开发研究。因为护理人员每天使用辅助设备,他们最了解老年人及其亲属的需要,因此,护理人员参与辅助设备开发变得日益重要^[22]。

关于面向老年人的设计创新,学者们认为,“不论是进行建筑环境设计,还是为老年人在日常生活中寻求独立和尊严所使用的产品设计,都要考虑到衰老过程中发生的生理变化,只有这样的设计才能满足需要”^[23]。因此,在为体弱和其他身体有问题的人设计时,不应把工程科学作为这个领域的唯一和/或主要参与者,应吸收多学科参与其中。

2.4 养老科技创新政策研究

养老科技的特殊性决定了相关政策研究的必要性和重要性。“尽管养老科技和银发经济通常与创新产品或系统联系在一起,但对该行业的分析表明,这基本上是一个自上而下的过程”^[24]。Moody^[25]认为政策比资金更为实际可行,“我们不能指望政府资金来支持现在或未来的老年人服务,解决办法应是在商业、专业和高等教育之间建立新的伙伴关系,并在传统的老年服务提供者 and 代表未来老年人服务行业的商业团体之间展开对话”。而“伙伴”和“对话”需要政策支持。2016 年美国总统科技顾问委员会(President's Council of Advisors in Science and Technology) 的报告为美国联邦政府提供了一套全

面的政策建议,帮助指导政策制定者、供应商、产业和其他利益相关者使用科技造福老年人。包括面向政府部门协调应对老龄化的政策建议和针对特殊问题的政策建议。

目前国外在研究养老科技创新政策时,主要关注以下问题:(1)“尽管使用新技术应对老龄化前景光明,但也带来了重大挑战,主要包括可用性和成本等实际问题,以及隐私等伦理问题。这需要政策解决养老科技产品的负担能力、可接受性以及培训能有效使用新技术的人员”^[26]。(2)如何将养老科技纳入医保和社会服务系统,并更改现有的运行管理系统^[27]。(3)养老科技政策(gerontechnology policy)的设计问题。

2.5 市场与养老科技产品效果评估研究

关于对养老科技产品市场的认识。“老年市场是一个庞大且往往高度多样化的细分市场。公司需要做的不仅仅是探索消费者需求的差异,还必须了解为什么老年消费者的需求会有所不同,以及他们与年轻消费者的需求有何不同”^[28]。

关于养老科技产品的效果评估。目前养老科技产品效果评估主要集中在易用性和有用性方面。研究结果表明,“易用和有用的养老科技产品增强了老年人的权力感,通过拥有更强的权力感,老年人将更有可能使用和推荐其他人使用养老科技产品。这些发现有助于研发人员更好地理解老年人的行为和心理,采用消费者更接受的方式开发和推广养老科技产品”^[29]。

关于养老科技产品效果的评价方法。目前养老科技产品效果的评估主要采用随机对照试验(Randomized Controlled Trial, RCT)和单例试验设计(Single Case Experimental Designs, SCED)。

3 养老科技创新研究新兴主题

新兴主题是指近期出现的并日益受到关注的研究主题,对于把握该领域研究走向,占领研究制高点具有重要意义。根据本文1.2部分检索得到的近三年养老科技创新文献,采用关键词聚类的关注度和新颖度分析方法,识别该研究领域的新兴主题。

3.1 新兴主题关键词识别与聚类

本文参考 Callon 等人^[30]提出聚类原则进行新兴主题划分,将2016-2018年养老科技创新文献的313个关键词划分为34个聚类。剔除与养老科技

创新无关和不能准确反映研究内容的聚类,最后形成有效聚类22个,详细信息如表1所示。

3.2 新兴主题战略坐标构建

得到新兴主题聚类之后,利用 Law 等人^[31]于1988年提出的战略坐标(strategic diagram)方法,以聚类的关注度指标为横轴,新颖度指标为纵轴,建立战略坐标。通过聚类在四个象限中的分布情况,来把握养老科技创新领域各聚类主题的状态——新颖度和关注度。根据新颖度和关注度的指标含义及计算公式,得到养老科技新兴主题的战略坐标如图3所示。在全部聚类中,共有3个聚类位于第一象限,8个聚类位于第二象限,6个聚类位于第三象限,5个聚类位于第四象限。

3.3 战略坐标下的新兴主题分析

由图3可知:C13、C5和C16是新颖度比较高的三个新兴主题聚类,而C3则是具有新兴性且具有最高关注度的新兴主题聚类,故对这四个代表性新兴主题进行详细解读。

新兴主题之一(聚类13)是面向老年人的智能家居科技创新研究,其文献主要出现于2018年,作者单位30多个,相关论文32篇,其中重要文献有:将传感器和家用电器的功率计相结合识别判断老年人日常活动^[32];将智能家居技术和机器学习方法相结合,发现老年人是否在活动过程中遇到问题,进而自动为老年人提供警示等干预措施^[33]。

新兴主题之二(聚类5)是解决老年人孤独与社会隔离问题的科技创新研究,其文献主要出现于2017和2018年,作者单位60多个,发表论文76篇,其中重要文献有:Wilson 等人^[34]对老年人使用技术设备的情况(设备类型多少、设备的互动性和重要性)与情感依赖性的关系进行了研究,力求通过技术设备的使用减少孤独感;Jung 等人^[35]研究了社交网站(SNS)在解决老年人孤独和社会隔绝问题的作用。

新兴主题之三(聚类16)是解决老年人环境压力的环境辅助技术创新研究,其文献主要出现于2017和2018年,作者单位40多个,发表论文21篇,其中重要文献有:环境辅助生活平台的互操作性以及老年人的个性化设计^[36];如何识别不同复杂程度的日常生活活动,实现对老年人日常生活习惯的跟踪分析,对紧急情况做出实时反应,引导更健康的生活方式^[37];如何处理环境智能和环境辅助生活中的隐私泄露问题^[38]。

表 1 养老科技创新领域新兴主题聚类

聚类编号	关键词(技术关键词)
C1	Facebook; 约会; 在线; 交流; 社交媒体; 健康行为
C2	用户接受; 采用; 接受; 模型; 信息技术; 技术接受模型; 养老科技
C3	阿尔兹海默症; 痴呆症; 生活质量; 轻度认知障碍; 生物标志物; 损害; 衰弱
C4	跌倒危险; 步态; 对照试验; 脆弱; 运动; 防跌倒; 平衡; 加速度计
C5	孤独; 移动应用; 社会隔离; 抑郁; 健康
C6	远程医疗; 电子健康; 远程护理; 心力衰竭; 自我管理; 远程健康照护
C7	互联网; 慢性病; 住院治疗; 移动应用 app; 随机试验
C8	压力; 自我效能感; 健康差距; 社会支持; 精神健康
C9	肥胖; 移动健康; 随机对照试验; 体能; 体重
C10	家庭护理员; 照料者; 支持; 负担
C11	数字鸿沟; 信息; 信息通信技术; 互联网; 技能; 差距
C12	虚拟现实; 力量; 演习; 康复; 电子游戏; 记忆
C13	活动识别; 系统; 智能家居; 网络; 行走能力
C14	预测器; 帕金森病; 脑瘫; 行走; 老年医学; 风险
C15	智能手机; 应用程序; 移动技术; 饮食; 移动健康; 干预
C16	糖尿病; 环境辅助生活; 能力; 传感器
C17	社会参与; 电脑; 指南
C18	预防; 心血管疾病; 成本效益; 初级照顾; 行为; 营养
C19	残疾; 机器人; 装置; 框架; 设计; 辅助技术
C20	知识; 态度; 意识; 创新
C21	环境; 生活; 居家养老; 住宅
C22	老年病人; 外径; 植入; 风险因素; 癌症

注: 聚类编号不代表排序。

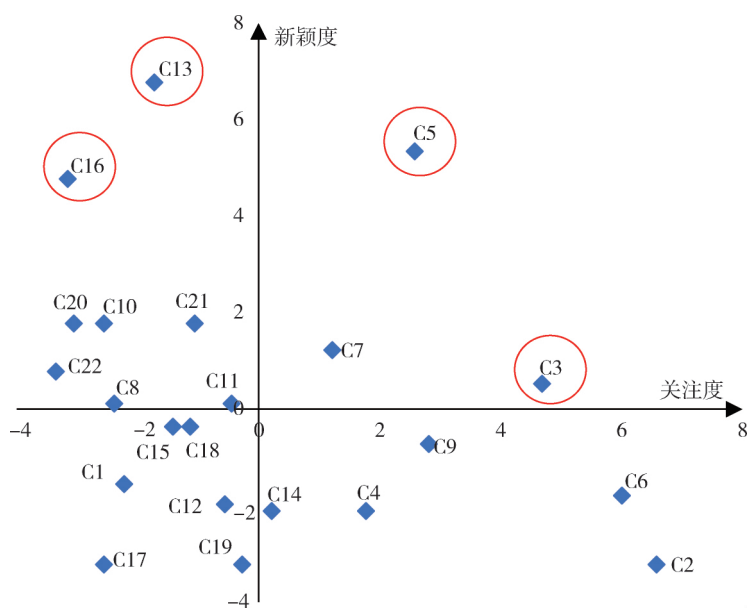


图 3 养老科技创新领域新兴主题战略坐标图

新兴主题之四(聚类 3) 是解决老年痴呆病患者 困境的科技创新研究,其文献主要出现于 2017 年,

作者单位 300 多个,发表论文 149 篇,其中重要文献有:Shirin 等人^[39]开发了一个集成技术和健康管理的物联网平台,可以自动监控老年痴呆患者在家的行动并收集其生理和相关环境信息,通过机器学习算法分析这些信息间的相关性,以识别患者的健康和幸福感的变化,从而尽早发现患者的需求。Robillard 等人^[40]将道德原则深入整合到技术的设计、开发、部署和使用中,提出了“道德采用(ethical adoption)”的概念,力求最大限度地为老年痴呆患者及其护理人员带来益处,同时尽量减少可能的伤害。

4 研究不足与展望

国外养老科技创新研究起步早,研究成果比较丰富,但依然存在研究不足。分析研究中存在的不足,探讨未来的研究方向,对于进一步提高我国研究水平和创新实践能力具有重要意义。

(1) 加强相关基础理论研究。养老科技(创新)虽然具有明确的学科基础,即老年(医)学与应用科学(工程技术),但缺少以这两门学科为基础的理论构架和严密的逻辑内容。如该领域的重要学术著作《适应老龄化的技术》《养老科技》《银发营销环境:老龄化社会的创新与营销》以及《养老科技——为什么与怎么办》等具有的共同特点是:第一,不是在统一的理论框架下组织各部分内容,而是由多篇独立文献组成,似有论文集的风格,逻辑紧密性不足。第二,内容侧重于科技在不同领域的应用问题,对基本理论问题涉及较少。

未来,该领域的基础理论研究应重点布局于老年(医)学与科学技术的整合、融会贯通,形成养老科技(创新)基本概念,发现一些规律,阐述具有解释力和预判事件的原理。拓展假设检验路径,构建基础理论。

(2) 强化养老科技体系构建与技术识别方法研究。目前各类养老科技体系“各说各话”,没有共识。应沿着“需求——产品(服务与环境)——产品(服务与环境)技术——基础共性技术”路径构建养老科技体系;探索识别需求、识别新兴技术、识别颠覆性技术及关键核心技术的方法。

(3) 弥补老龄社会管理与服务的科技创新研究。人口老龄化与老龄社会面临的挑战,起始于个体老年人,但最终影响的是整个社会的管理与服务。目前人们主要关注满足老年人个体需求的科技创新

研究,对老龄社会管理与服务的科技创新关注很少。养老科技创新研究不能仅针对老年人个体需求,应研究如何通过科技创新将资源有效分配于代际之间,如何采用互联网技术与数据改善对老年人和社区的服务,如何采用信息技术提高老龄社会运行管理效率。

(4) 开启人口老龄化对国家创新体系影响的研究。人口老龄化将导致整个社会需求结构发生变化,由此引致供给与研发结构发生变化,所以应研究老龄社会中“需求—供给—政策”是如何变化的,会给整个国家创新体系的结构、运行机制和效率带来哪些变化?这些问题解决不好,将影响国家创新体系的能力和效率,而国家创新体系不完善,也将影响老龄社会的健康发展。

(5) 注重养老科技创新对产业体系的影响研究。老龄社会一方面影响国家产业体系结构,另一方面,养老科技创新的发展又会催生一批新的产业微观主体——新兴养老科技企业,催生一批新的行业——新兴养老科技产业。目前相关研究极为有限,应加强对新兴养老科技企业与产业特征、规律及发展政策的研究,这对于挖掘“活力与机遇”具有重要现实意义。

(6) 开展养老科技创新能力的评价研究。目前养老科技创新能力评价属于空白点。养老科技创新能力评价(指数研究),对于把握区域养老科技创新状态和潜力具有重要意义,有助于完善政府管理部门政策制定,并发挥良好的引导作用;有助于企业和科研机构布局研发和方向调整,保证养老科技创新健康持续发展。另一方面,还应研究各类创新指数是否受到了人口老龄化的影响,是正面还是负面影响?要研究创新指数对老年人和老龄社会的意义是什么?创新能力指数高的区域,可能存在数字鸿沟,要研究如何避免数字鸿沟给老年人带来的不公平。

(7) 开展养老科技创新的标准与规范的研究。领域的专家在呼吁,“应该为养老科技制定规范了……因为有很多理由设置标准和规范养老科技,特别是那些可能影响健康的技术,如果伤害真的发生了,它会给养老科技造成广泛的负面公众舆论,从而影响该学科的声誉。作为养老科技研发人员,我们必须保护使用养老科技产品和服务的消费者,保护我们的集体智力资本,以及最后但并非最不重要的一点,作为养老科技实践者的声誉”。根据养老科技涉及的范围和领域,应重点考虑以下规范和标准

的制定: 养老科技产品与服务试验规范、养老物理环境设计规范及养老科技产品有效性评估规范, 不同类型养老科技产品和服务标准。

参考文献:

- [1] Taipale V T. Politics, policies, and gerontechnology [J]. *Gerontechnology*, 2012, 11(1): 5–9.
- [2] Zaidi A. Features and challenges of population ageing: The European perspective [J]. *Policy Brief March* (1), 2008: 1–16.
- [3] Harrington T L, Harrington M K. *Gerontechnology: Why and How* [M]. Shaker Publishing B. V. 2000.
- [4] Graafmans J A M, Brouwers T. Gerontechnology™, the modelling of normal aging [A]. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* [C]. Los Angeles: SAGE Publications, 1989, 33(3): 187–190.
- [5] Fozard J L. Future perspectives in gerontechnology [EB/OL]. <https://pure.tue.nl/ws/files/4347693/508360.pdf>, 1994–01–01.
- [6] SilvestroMicera. Gerontechnology [EB/OL]. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=4558133> 2008–07–09.
- [7] Bronswijk J E M H, Bouma H, Fozard J L, et al. Defining gerontechnology for R&D purposes [J]. *Gerontechnology*, 2009, 8(1): 3–10.
- [8] Jackson P, Sixsmith J, Mihailidis A, et al. Perspectives on collaboration in technology innovation for ageing [A]. Geissbühler A, Demongeot J, Mokhtari M, et al. *Inclusive Smart Cities and e-Health* [C]. Switzerland: Springer, 2015: 27–37.
- [9] Neven L. By any means? Questioning the link between gerontechnological innovation and older people's wish to live at home [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2015, 93: 32–43.
- [10] de A Melo J E, Rodrigues S S, Martins G A, et al. An analysis of application usage for notes and reminders by older persons – eldernote case study [A]. *DSAI 2016: Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* [C]. New York: Association for Computing Machinery 2016: 339–345.
- [11] Laperche B, Boutillier S, Djellal F, et al. Innovating for elderly people: The development of gerontinnovations in the French silver economy [J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2019, 31(4): 462–476.
- [12] Bouma H, Fozard J L, Bouwhuis D G, et al. Gerontechnology in perspective [J]. *Gerontechnology*, 2007, 6(4): 190–216.
- [13] Mollenkopf H. Aging and technology—social science approaches [J]. *Gerontechnology: Research and practice in technology and aging: A textbook and reference for multiple disciplines*, 2004: 54–70.
- [14] Hooyman N R, Kiyak H A. *Social Gerontology: A Multidisciplinary Perspective* [M]. Pearson Education, 2008.
- [15] Pachana N A. *Encyclopedia of Geropsychology* [M]. Springer Singapore, 2016.
- [16] Lee C, Coughlin J F. Perspective: Older adults' adoption of technology: An integrated approach to identifying determinants and barriers [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2015, 32(5): 747–759.
- [17] Heinz M S. Exploring predictors of technology adoption among older adults [D]. Iowa State University, 2013.
- [18] Kim K O. The emotional responses of older adults to new technology [D]. University of Illinois at Urbana – Champaign, 2013.
- [19] Thielke S, Harniss M, Thompson H, et al. Maslow's hierarchy of human needs and the adoption of health-related technologies for older adults [J]. *Ageing International*, 2012, 37(4): 470–488.
- [20] Ang J B, Madsen J B. Imitation versus innovation in an aging society: International evidence since 1870 [J]. *Journal of Population Economics*, 2015, 28(2): 299–327.
- [21] Merkel S, Kucharski A. Participatory design in gerontechnology: A systematic literature review [J]. *The Gerontologist*, 2018, 59(1): 16–25.
- [22] Saborowski M, Kollak I. “How do you care for technology?” – Care professionals' experiences with assistive technology in care of the elderly [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2015, 93: 133–140.
- [23] Hobson D A. Technology for seniors' living environment: Directions for product development [J]. *Experimental Aging Research*, 1994, 20(4): 291–301.
- [24] Argoud D. Are gerontechnologies a social innovation? [J]. *Retraite et Societe* 2017, 75(3): 31–45.
- [25] Moody H. Silver industries and the new aging enterprise [J]. *Generations*, 2004, 28(4): 75–78.
- [26] Coughlin J, Sheridan T, Shepard V, et al. Technology and aging: Promises and challenges [J]. *The Gerontologist* 2002, 42: 252–252.
- [27] Schulz R, Wahl H W, Matthews J T, et al. Advancing the aging and technology agenda in gerontology [J]. *The Gerontologist*, 2014, 55(5): 724–734.

- [28] Moschis G P , Bovell L. Marketing pharmaceutical and cosmetic products to the mature market [J]. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing* , 2013 , 7(4) : 357 – 373.
- [29] Lim W M , Teh P L , Ahmed P K , et al. Enhancing the sense of power and user adoption in gerontechnology: An experimental investigation of near – field communication lighting systems [A]. 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering & Engineering Management (IEEM) [C]. Bali: IEEE , 2016: 1 – 5.
- [30] Callon M , Courtial J P , Laville F. Co – word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry [J]. *Scientometrics* , 1991 , 22 (1) : 155 – 205.
- [31] Law J , Bauin S , Courtial J P , et al. Policy and the mapping of scientific change: A co – word analysis of research into environmental acidification [J]. *Scientometrics* , 1988 , 14(3 – 4) : 251 – 264.
- [32] Pazhoumand – Dar H. Fuzzy association rule mining for recognising daily activities using Kinect sensors and a single power meter [J]. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* , 2018 , 9(5) : 1497 – 1515.
- [33] Das B , Cook D , Krishnan N , et al. One – class classification – based real – time activity error detection in smart homes [J]. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing* , 2016: 1 – 1.
- [34] Jung E H , Walden J , Johnson A C , et al. Social networking in the aging context: Why older adults use or avoid Facebook [J]. *Telematics and Informatics* , 2017 , 34(7) : 1071 – 1080.
- [35] Costa A , Vicente Julián , Novais P. Advances and trends for the development of ambient – assisted living platforms [J]. *Expert Systems* , 2017 , 34(2) : e12163.
- [36] Miguez A , Soares C , Torres J M , et al. Improving ambient assisted living through artificial intelligence [A]. Rocha Á , Adeli H , Reis L , et al. *New Knowledge in Information Systems and Technologies* [C]. Switzerland: Springer , 2019: 110 – 123.
- [37] Caire P , Moawad A , Efthymiou V , et al. Privacy challenges in ambient intelligence systems [J]. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments* , 2016 , 8(6) : 619 – 644.
- [38] Shirin E , Ahmed Z , Andreas M , et al. Health management and pattern analysis of daily living activities of people with dementia using in – home sensors and machine learning techniques [J]. *PLOS ONE* , 2018 , 13(5) : e0195605.
- [39] Robillard J M , Cleland I , Hoey J , et al. Ethical adoption: A new imperative in the development of technology for dementia [J]. *Alzheimer's & Dementia* , 2018 , 14(9) : 1104 – 1113.

Review on foreign gerontechnology innovation: Trends , themes and prospects

HUANG Lu – cheng¹ , LI Xiao – yu¹ , MIAO Hong¹ , WU Fei – fei¹ , MI Lan² , TANG Jun³ , WANG Tian – li⁴

(1. School of Economics and Management , Beijing University of Technology , Beijing 100124 , China;

2. School of Economics and Management , Harbin Engineering University , Harbin 150001 , China;

3. School of Humanities and Social Science , Beijing University of Technology , Beijing 100124 , China;

4. Peking University Third Hospital , Beijing 100191 , China)

Abstract: With the rapid development of global population aging , relying on science and technology innovation to deal with population aging has increasingly become the focus of attention. China is about to step in an aged society , systematically analyzing the research progress and deficiencies of foreign gerontechnology innovation is of great significance to promote the research and practice of gerontechnology innovation in china and to enhance the effectiveness of relevant countermeasures and suggestions. Firstly , this paper analyzes the related research of foreign gerontechnology innovation concepts and research trends. Secondly , five hot topics in this field are summarized. Thirdly , four emerging themes are identified by the method of concern and novelty analysis. Finally , this paper reviews the research deficiencies and future research directions from seven aspects.

Key words: gerontechnology; population aging; gerontechnology innovation; S&T