

# 智慧养老领域知识图谱初探\*

刘浏，余艳

(中国人民大学 智慧养老研究所，北京 100872)

**摘要** 在当今社会人口老龄化形式日益严峻和计算机技术发展迅速的情况下，利用现代科学技术改善老年人生活的智慧养老学科的发展越来越受到学术界和实践界的重视。为了研究智慧养老学科的作者合作模式和研究现状，本文使用科学知识图谱分析法，分析构建了智慧养老领域的合著网络与关键词网络，找出该领域中较为突出的作者和网络中不同的子群，分析智慧养老从在国内研究中出现以来的主题变化趋势，并讨论智慧养老潜在的研究方向。

**关键词** 智慧养老，知识图谱，合著网络，关键词网络

**中图分类号** C931.6

## 1 引言

在国家统计局 2018 年 2 月 28 号发布的《中华人民共和国 2017 年国民经济和社会发展统计公报》中，中国 60 岁及以上老年人口数量约为 2.41 亿，占总人口的 17.3%。中国老龄化程度处于逐步加重过程中，人口结构也正在经历重大变化。不仅如此，由于人口基数大，中国同时也面临老年人规模大发展快、高龄化现象显著、老龄化与经济发展不同步和老龄化发展不均衡问题。但人口老龄化情况在短时间内并不能有所改变，在一个较长时间内，中国乃至世界人口老龄化趋势在总体上不能改变。人们能够改变的是正视并适应现阶段情况，改变面对人口老龄化的态度和方式，积极面对并设法解决养老、用老和医疗等各方面问题。

在人口老龄化形式加剧背景下，现代科学技术也处在迅速发展过程当中，因此，利用现代科技帮助老年人生活的智慧养老学科也越来越受到关注。智慧养老在国外发展较为领先，IBM (International Business Machines Corporation, 国际商业机器公司) 在 2008 年最先提出了“智慧地球”理念，继而又在 2010 年正式提出“智慧城市”这一发展智能与信息化城市的愿望和前景。在此基础上，将智能化和信息化概念投射到养老行业，孕育出“智能养老”这一概念，经过进一步发展演化，最终“智慧养老”出现。相比“智能”突显的高技术手段，“智慧”一词把关注点更多放在服务对象——老年人身上。相比之下，“智慧养老”更突出人的灵活性和服务的人性化与个性化。中国从 2012 年开始推行“智慧城市”建设，经过一定程度发展，“智慧养老”也逐渐受到关注，最先在 2012 年出现在国内文献中。智慧养老被左美云<sup>[1]</sup>定义为利用信息技术等现代科学技术（如互联网、社交网、移动计算等）支持老年人的生活和管理，对涉老信息自动检测、预测甚至主动处置，实现这些技术与老年人的友好性、自主式、个性化智能交互。智慧养老是使用高科技来帮助老年人生活的一项新的研究领域，并且提出以来该学科获得了外界的一定关注度。

在有一定发展之后，使用不同方式可以将智慧养老领域的研究方向进行不同分类。同时智慧养老

---

\* 基金项目：国家自然科学基金项目（71571184，71771210，91846204），教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目（19JZD021），中国人民大学决策咨询及预研委托项目（20XNQ037），北京市自然科学基金面上项目（9182008），北京市社会科学基金项目（17GLC056）。

通信作者：余艳，中国人民大学信息学院副教授。E-mail: yanyu@ruc.edu.cn。

研究热点也在发展当中。因此本文将通过科学知识图谱分析法与社会网络分析法研究国内智慧养老领域中学者合作情况和智慧养老领域关键词,目标是构建合著网络和关键词网络,分析网络的现状及特征,找出该领域中较为突出的作者和网络中的不同子群,为国内智慧养老领域研究者们的合作与发展提供新思路。

## 2 文献回顾

科学知识图谱起源于文献计量学,早在20世纪60年代,Price<sup>[2]</sup>的专著中提出了文献计量概念,成为科学知识图谱的雏形。进入21世纪后,美国德雷赛尔大学教授陈超美开发CiteSpace系列软件,并在《科学前沿图谱:知识可视化探索》<sup>[3]</sup>一书中介绍了知识图谱基本理论与通过软件制作简单高效图谱的方法。知识图谱研究进入中国后,许多学者对知识图谱本身概念进行解说与梳理,并针对CiteSpace系列软件进行了图谱构建的说明。陈悦和刘则渊<sup>[4]</sup>从算法和可视化两个角度介绍科学知识图谱学科的发展情况;秦长江和侯汉清<sup>[5]</sup>从概念和理论角度介绍了知识图谱研究的发展;而陈悦等<sup>[6, 7]</sup>从理论基础角度阐述了CiteSpace系列软件对研究领域解释与预见上的理论功能,为科学知识图谱使用提供了指导。在具体应用方面,谷歌在2012年就利用知识图谱将搜索结果进行系统化工作,直到现在知识图谱在搜索引擎与问答系统方面的应用也十分广泛。现在有关知识图谱应用的研究范围较广且类型与数量众多,并且涉及许多领域。知识图谱在科研管理中的应用表现为科学知识图谱,以揭示科学研究的脉络及发现未来研究的方向;而在商业管理上的应用则形成商业知识图谱以提升商务决策。

知识图谱在科研管理方面应用广泛。具体来说,当前知识图谱的相关文章已经能够利用全面的基本信息进行分析与研究,研究者们可以通过引文分析识别学科研究前沿和分析学科发展趋势<sup>[8]</sup>,研究不同学科关系<sup>[9]</sup>和进行期刊评价研究<sup>[10]</sup>等;通过关键词分析领域研究主题变迁<sup>[11]</sup>;通过作者分析考察研究者的关系或找出核心作者<sup>[12]</sup>等。当前知识图谱在情报学、经济学、管理学、教育学、医学、语言学等领域均有应用。其中在图书情报学上应用广泛,邱均平和吕红<sup>[13]</sup>通过对中外文期刊的文献进行分析,找出图书情报学近年计量、管理、技术、网络、检索和医学卫生六大研究热点,并且找出了图书情报学研究知识的基础文献。此外,在管理学领域,张雯<sup>[14]</sup>通过对项目管理学文献进行调研分析,发现了项目管理学科的风险管理、软件项目管理、知识管理、进度管理和建设管理五个核心热点。另外在医疗健康领域,吴江等<sup>[15]</sup>从时空角度研究不同时间与地区在线医疗研究现状,发现美国研究者发文量最多,但欧洲国家研究者合作关系较为密切,并通过知识图谱和文献计量方法进行时间和地域分析找出了早期对在线医疗研究影响较大的经典文献,分析了在线医疗领域的发展情况。尽管现在知识图谱已应用于多个领域的文献分析与科研管理中,但针对智慧养老领域的知识图谱分析很缺乏。智慧养老作为一个新兴且日益重要的领域,对领域内的现有研究进行知识图谱分析是必要且重要的。

除了将知识图谱用于科研管理相关研究外,将知识图谱应用于商业领域也是当今大数据时代形势所趋。相较在科研中的应用,商业应用中知识图谱构建更加困难,应用方向也更广泛。王仁武等<sup>[16]</sup>引入深度学习与图数据库的方式,为商业知识图谱构建中隐藏知识单元与关系的提取提供了新思路。关于社会网络问题的研究可用于许多领域,在任务关系网络应用方面,可以通过对开放变化数据进行抽取构建包括各种节点类型的人物关系网络,以此找出案件细节,进一步找到嫌疑者<sup>[17]</sup>;而关键词网络的知识图谱可应用于新闻领域和图书馆系统中。例如,宋卿等<sup>[18]</sup>研究知识图谱在新闻推荐、新闻补充、机器新闻写作和预测性新闻等方面的应用,而陆晓华等<sup>[19]</sup>创新建立了以电影图片为单元的知识图

谱, 从非结构文本中进行语义分析, 抽取知识单元借助图数据库构建网络。除此之外, 由丽萍和郎守翔<sup>[20]</sup>通过对中文情感知识提取与知识图谱构建展示了知识图谱在智能化、个性化检索服务中的应用优势。总之, 商业知识图谱也有诸多应用, 相关图谱构建与分析方法在不同的垂直领域纵深发展。

知识图谱是知识管理中数据挖掘和数据发现的有效手段<sup>[21]</sup>, 通过建立知识图谱并对其分析, 可以将分散、复杂和难以理解的信息单元变为系统化、标准化的信息, 从而进行知识管理与共享。之前提到的科研管理与商业中的应用网络与图谱管理也说明了这一点, 通过知识图谱分析可以找出过去研究重点并对未来研究进行预测, 发现重点作者、文献或期刊, 从而方便后续研究主题和资料选取工作的进行; 通过构建图书网络、图片网络和新闻网络可以提高人们搜索信息的有效性和快速性。在构建知识图谱后, 无序混乱的信息变为有序相连, 因此知识图谱在解释信息关联及规律方面具有不可比拟的优越性与独特性。

### 3 研究方法

本文主要使用科学知识图谱分析法中的社会网络分析法和关键词分析法。知识图谱是将应用数学、图形学、信息可视化技术、信息科学等学科的理论及计量学中的引文分析和共现分析等方法相结合, 用可视化的图谱网络来展示科学的核心结构、发展历史、前沿领域及整体架构的多学科融合的一种研究方法<sup>[5]</sup>。知识图谱的技术发展衍生出多种工具, 本文主要使用 CiteSpace、SATI 和 Ucinet 软件进行分析。

研究样本数据来自万方数据知识服务平台 (www.wanfangdata.com.cn) 和中国知网 (www.cnki.com)。我们采用“智慧养老”“互联网养老”“互联网+养老”这三个主题词, 主题词的关系设为“或”, 并设定资源类型为“期刊”, 在两大数据库中进行检索, 经过人工筛选去掉没有明确作者的文章, 最后一共得到 2012~2018 年 578 篇文章, 共涉及 941 位学者和 1 100 个关键词。

对截至 2018 年 7 月 10 号的上述文章进行初步统计, 结果见图 1。578 篇文章中含有合著文章 263 篇, 涉及学者 633 名, 合作度为 2.41 (人/篇)。合著文章占总文章数量的 45.50%, 合作作者数占总作者数量的 67.27%。数据总体表明 2012~2017 年, 关于智慧养老的文章数和合著文章数都在逐年上升。

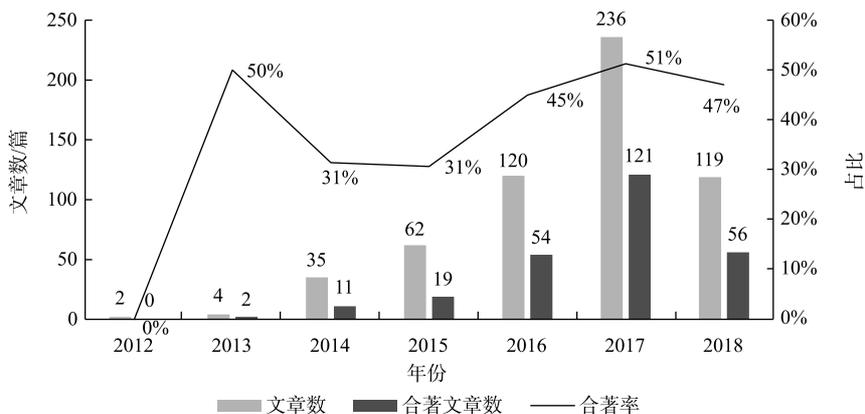


图 1 2012~2018 年论文数量与合著总体情况

同样, 对关键词基本情况进行统计, 得到 2012~2018 年关键词出现情况, 见图 2。从 2012 年只有 16 个关键词, 到 2017 年整年有 431 个关键词, 每年关键词数量也都呈上升趋势, 说明有关智慧养老领域的研究主题在往愈加多样的趋势发展。

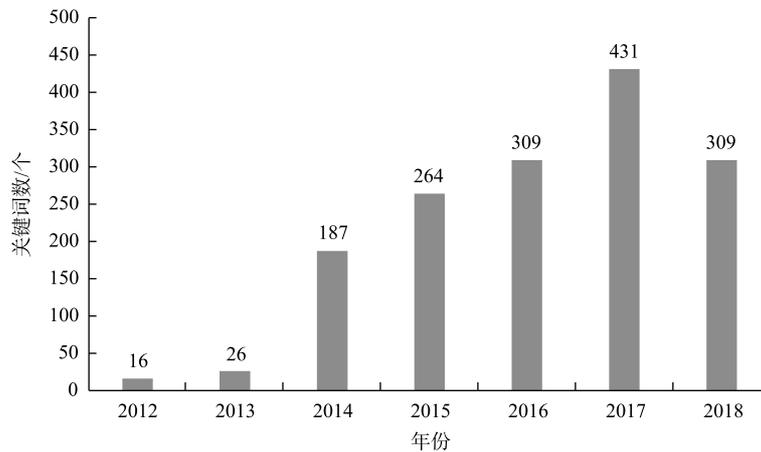


图 2 2012~2018 年关键词出现情况

## 4 数据分析与讨论

### 4.1 合著网络

首先利用 CiteSpace 系列软件针对检索得到的 578 篇文章构造合著网络图, 如图 3 所示。941 名智慧养老领域的学术合作方式主要以小团队为主, 进行小范围内合作, 而人数多或组成复杂的团队很少。

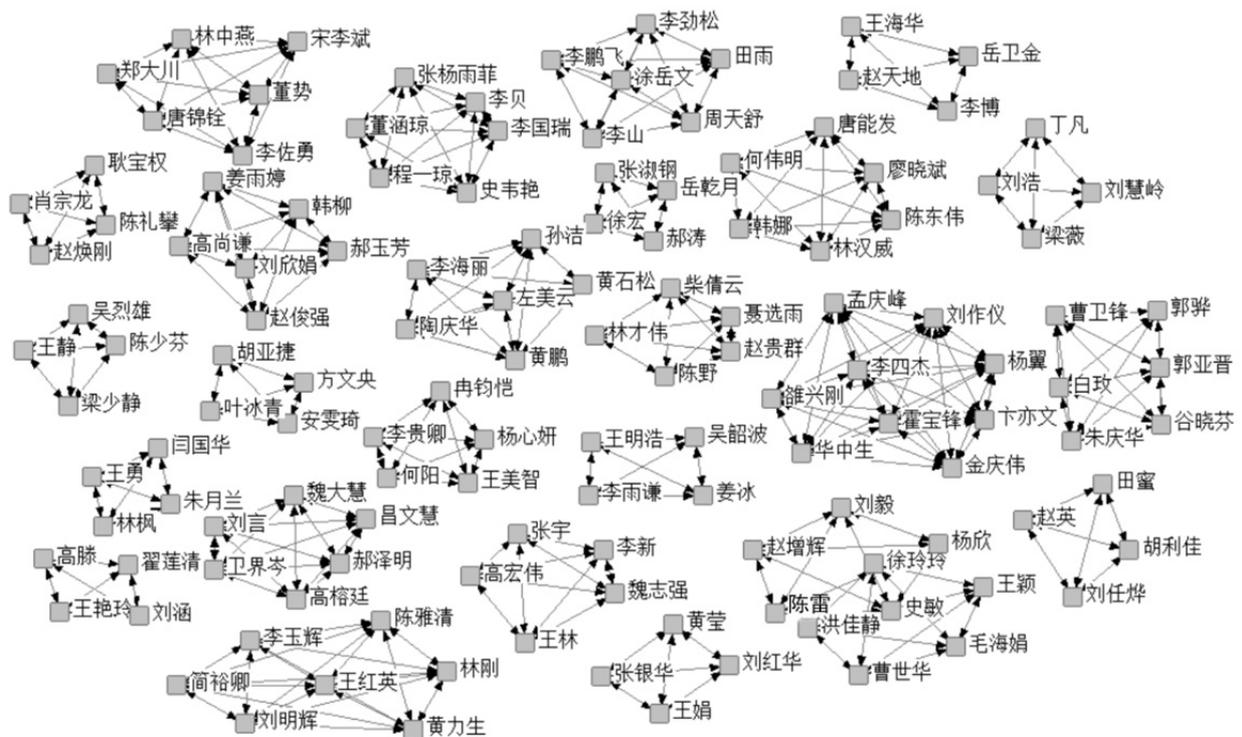


图 3 智慧养老领域合著网络图

### 4.1.1 中心度分析

中心度分析是个体分析，是针对网络中每一个节点不同中心度的计算和统计。本文的中心度分析主要关注点度中心度和中间中心度。

点度中心度指该节点的度数，即与该节点连接的其他节点个数。在 Ucinet 软件中进行点度中心度分析，所得结果见表 1，表中前两列是作者的点度中心度排名。表中位于第一的左美云是点度中心度最高的作者，其绝对点度中心度为 23，即该作者与 23 位学者合作发表过文章。统计数据中最低点度中心度为 0，这类作者没有和其他作者合作发表过文章。网络平均点度中心度为 1.932，即这类作者平均与 1.932 位作者合作发表过文章。整个网络点度中心势为 2.25%，中心势表示网络边缘点及中心点差异情况的指标，中心势不高说明网络中节点的点度中心度差异不大，大部分作者与其他作者合作并不多。

表 1 点度中心度与文献数量前十位比较

排序	作者	绝对点度中心度	作者	文献数量	作者	单独发文数
1	左美云	23	左美云	15	戈晶晶	5
2	卞亦文	8	睢党臣	6	李卿	5
3	雒兴刚	8	刘建兵	5	高盼	4
4	金庆伟	8	李卿	5	屈贞	4
5	刘作仪	8	戈晶晶	5	陈健锋	3
6	杨翼	8	汪长玉	4	林瑜胜	3
7	华中生	8	高盼	4	闫志俊	3
8	孟庆峰	8	郭骅	4	邢帆	3
9	霍宝锋	8	屈贞	4	陈国清	2
10	李四杰	8	闫志俊	4	段菁菁	2

有研究发现作者点度中心度与其发表文章数量呈正相关趋势<sup>[20]</sup>。于是在表 1 中也将点度中心度和文献数量前十位作者进行比较。从表中发现，两个排名相似度不高，这可能是由于文章样本数量不够多，每个作者发表文献数量都相差较小，同时样本中也存在单独发文数较多的作者。

为了进一步比较，在表 1 中列出了单独发文数量的前十位。经过分析，本文将出现在表 1 中不同列的作者分为两类，点度中心度排名较高的被认为“合作型学者”，单独发文数排名较高的被认为“独立型学者”。例如，表 1 中的左美云、卞亦文、雒兴刚等作者可以被认为是“合作型学者”，而戈晶晶、李卿、高盼等作者可以被认为是“独立型学者”。

中间中心度表示一个节点对于资源和信息的控制能力。在 Ucinet 软件中进行中间中心度分析，结果如表 2 所示。表 2 中分别列出了作者和对应的绝对中间中心度与相对中间中心度，结果显示，在 941 位作者中，中间中心度不为 0 的作者只有 13 位。说明大部分节点并没有控制其他节点交流的能力。网络中所有节点平均中间中心度为 0.268，网络中间中心势仅为 0.05%，进一步说明整体节点之间中间中心度区别不大，网络中能控制信息传递的作者数量较少。

表 2 作者中间中心度前三位

排名	作者	绝对中间中心度	相对中间中心度
1	左美云	210	0.048
2	胡燕	6.5	0.001
3	刘建兵	5	0.001
4	郭骅	5	0.001

续表

排名	作者	绝对中间中心度	相对中间中心度
5	郭紫薇	4	0.001
6	刘洁	3	0.001
7	吴雅琴	3	0.001
8	应佐萍	2	0.000
9	谭钦红	2	0.000
10	李伟	2	0.000
11	陈建梅	1	0.000
12	耿永志	1	0.000
13	张泉	1	0.000

中间中心度较高的作者在网络中位于不同小团体或个人中间,根据三元闭包原理,这些与高中间中心度作者合作的作者们之间有未来进行合作的可能。高中间中心度作者可以作为一个桥梁,帮助周围未合作作者之间建立更多关系,从而促进多元化合著网络发展。本文将这样中间中心度较高的作者称为“桥梁型学者”,他们可以充当一个桥梁的作用,其他有关联的作者可以通过他们建立更多合作关系,从而促进更多合著文章产生。

为了找出网络中心作者,本文进行了作者中心度比较,结果见表3。三个指标的第一都是左美云,说明作者左美云发表文章、作为合作作者和对资源的控制程度都最高,在智慧养老领域属于较为核心作者。

表3 中心度与文献数量比较

排序	作者	点度中心度	作者	中间中心度	作者	文献数量
1	左美云	23	左美云	210	左美云	15
2	卞亦文	8	胡燕	6.5	睢党臣	6
3	雒兴刚	8	刘建兵	5	刘建兵	5
4	金庆伟	8	郭骅	5	李卿	5
5	刘作仪	8	郭紫薇	4	戈晶晶	5
6	杨翼	8	刘洁	3	汪长玉	4
7	华中生	8	吴雅琴	3	高盼	4
8	孟庆峰	8	应佐萍	2	郭骅	4
9	霍宝锋	8	谭钦红	2	屈贞	4
10	李四杰	8	李伟	2	闫志俊	4

#### 4.1.2 网络密度分析

网络密度指一个图中节点之间联络的紧密程度<sup>[21]</sup>。网络密度的数值等于网络中实际拥有连线数与最多可能连线总数之比。本文的网络数据涉及作者941位,网络中有连线1818条,网络密度为0.0021。总体来说,该网络密度值较低,合著网络结构较稀疏。

#### 4.1.3 凝聚子群分析

合著网络中存在着不同合作模式,意味着使用一定方法可以划分出不同子群。下面将使用4种方式对智慧养老领域合著网络进行凝聚子群划分。

首先在Ucinet软件中进行成分分析,一共得到477个子群,其中只含有单一孤立点的子群有259个。拥有6个及以上成员的子群只有22个。可见该合著网络结构比较稀疏,单个作者数量较多,且作者之间合作模式以小团体合作为主。具体情况见图4。

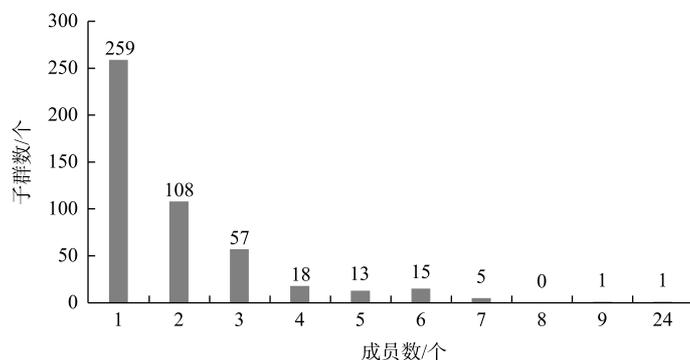


图4 成分子群数量分布

派系子群指子群内节点两两相连的群体。在 Ucinet 软件中进行分析，得到派系 112 个。其中由 3 个节点组成的子群有 64 个，占总数的 57%，说明大多数合作是小团体合作。如图 5 所示。

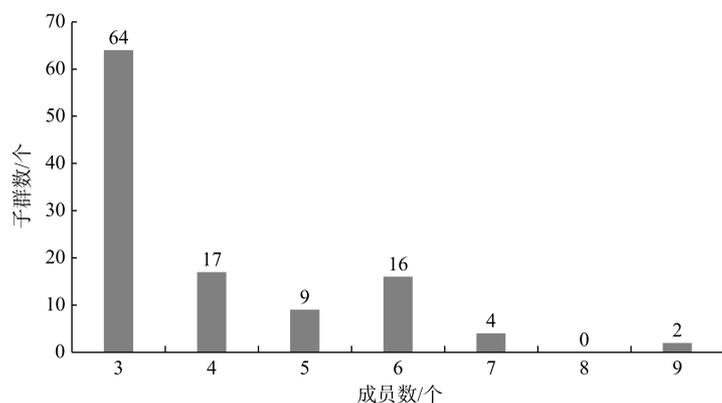


图5 派系子群数量分布

$n$ -派系被定义为群体中任何两点在图中距离最大都不超过  $n$  的子群。 $n$  的值需要根据研究特定情况而定， $n$  越大，子群中对成员的限制越少，子群结构越松散。在 Ucinet 软件中，设定  $n$  为 2，得到 111 个 2-派系。其中，由 3 个作者组成的派系有 58 个，由 4 个作者组成的派系有 19 个，由 5 个作者组成的派系有 12 个，由 6 个作者组成的派系有 15 个，由 7 个作者组成的派系有 5 个，由 9 个作者组成的派系有 1 个，由 24 个作者组成的派系有 1 个。图 6 显示了 2-派系个数的分布情况。

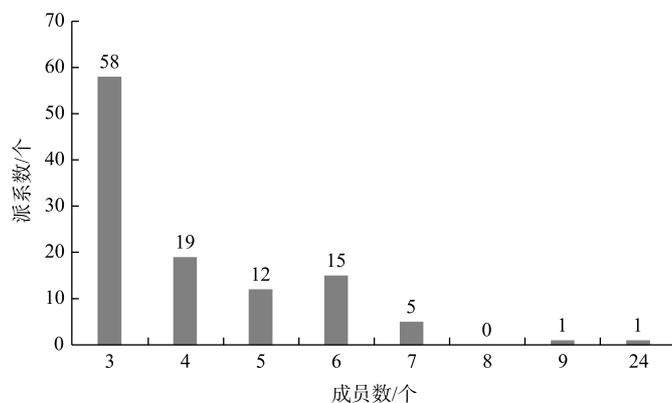


图6 2-派系数量分布

最后进行  $k$ -丛分析。在 Ucinet 软件中将  $k$  规定为 2，一共得到 358 个子群。其中由 3 个作者组成的子群有 309 个，占总数的 86%，由 4 个及以上作者组成的子群只占总数的 14%，见图 7。部分作者属于多个不同 2-丛，如左美云同时属于 215 个 2-丛，郭骅同时属于 6 个 2-丛，说明这些作者同时有着多个合作群体，通过这些作者不同凝聚子群可以建立交流和联系。说明这些作者在合著网络中扮演了较为重要的角色。

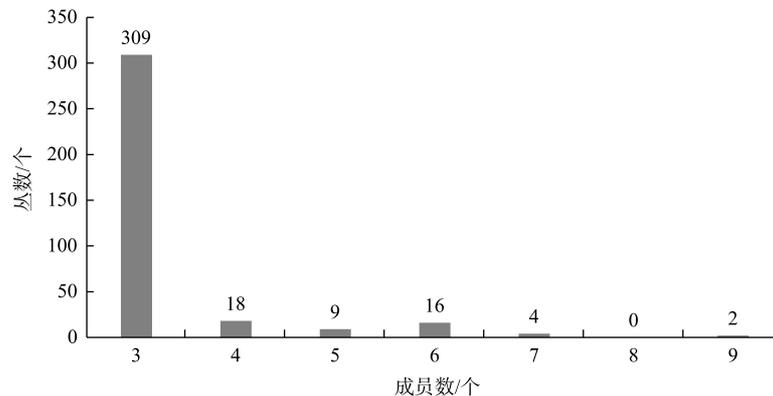


图 7 2-丛数量分布

凝聚子群密度是用来衡量网络中小团体现象程度的指标，取值为 $-1\sim 1$ 。密度越接近 1 说明合作关系越趋近于发生在小团体之内；密度越接近 $-1$ 说明合作关系越趋近于发生在群体之外；越接近 0 说明关系越趋近随机分布。本文使用  $k$ -丛分析得到的子群数据进行凝聚子群密度分析，得到密度为 0.996，非常接近 1，说明该网络小团体情况较为严重。从某个程度上来说，此情况不利于信息大范围传递，进而对智慧养老领域发展有一定不利影响。

#### 4.1.4 核心-边缘分析

由于网络中节点会组成不同的合作关系，节点会因为网络中与其他作者关系的不同而处于不同位置。核心-边缘分析显示核心作者一共有 20 位，边缘作者 921 位。核心作者中所著文章数量最多的有 15 篇，最少的 1 篇。将核心度、点度中心度和中间中心度前十位作者进行比较可以发现，左美云在三个维度上都是第一位，其余的三个排名相似度不高。见表 4。

表 4 核心度与中心度前十位比较

排名	核心度	点度中心度	中间中心度
1	左美云	左美云	左美云
2	王志良	卞亦文	胡燕
3	陈禹	雒兴刚	刘建兵
4	覃琼逸	金庆伟	郭骅
5	刘延申	刘作仪	郭紫薇
6	周红	杨翼	刘洁
7	邱凌云	华中生	吴雅琴
8	杨悦	孟庆峰	应佐萍
9	王欣建	霍宝锋	谭钦红
10	李海丽	李四杰	李伟

## 4.2 关键词网络

对 578 篇文章进行了关键词网络构建和分析, 结果见图 8。关键词网络共涉及 1 100 个关键词, 图中显示的是点度中心度较高的词。该关键词网络的中心关键词主要包括智慧养老、“互联网+”、居家养老、养老服务。网络中包含 2013 年至 2018 年前半年智慧养老领域文章中出现的关键词。



图 8 关键词网络图

### 4.2.1 关键词出现频次分析

我们按关键词在文章中的出现频次进行了统计, 得到 19 个出现次数 20 次以上的关键词。将这 19 个关键词按出现次数从高到低排序分别如下: 智慧养老、互联网+、养老服务、居家养老、物联网、老人、养老模式、老年人、养老产业、医养结合、老龄化、社区养老、养老、居家养老服务、互联网、养老服务业、养老机构、智慧、人口老龄化, 见图 9。其中, 关于养老方式的有居家养老、社区养老和养老机构; 说明智慧养老服务对象的关键词为老年人和老人; 养老服务、养老产业和养老模式关注的是智慧养老给老年人带来改变的内容和方式; 医养结合将医疗和养老结合为老年人服务, 而物联网和“互联网+”则是实现智慧养老的方式与方法。这些关键词代表了智慧养老研究中出现频次较高的内容, 这与之前根据关键词网络进行计算的结果并不完全相同。

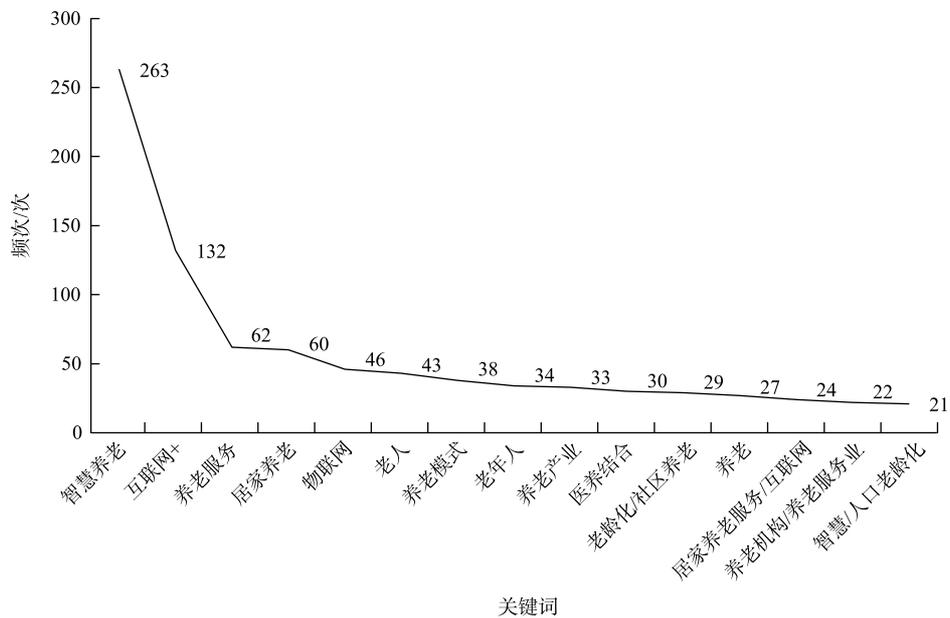


图9 出现20次以上的关键词

#### 4.2.2 研究主题时间分布

在原本网络上进行聚类得到每年不同的主要研究主题，见图10。图10中一共被划分出15个聚类主题，如实现技术方面的互联网+，研究养老制度的供给侧改革，关于养老方式的居家养老和社区居家养老服务等。根据关键词出现年份不同，聚类的颜色也有不同。图中主题颜色规则与关键词网络图相同。

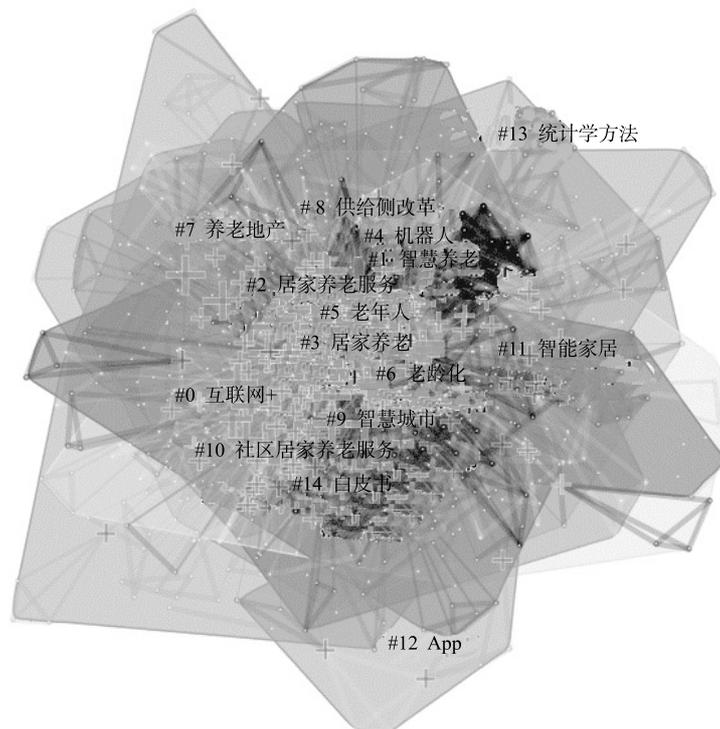


图10 关键词网络聚类图

为了进一步了解智慧养老领域每年研究方向，做出智慧养老领域的关键词时间发展序列图，见图 11。从年代上来看，图 11 清楚表示出每年智慧养老领域主题词的提及热点及联系情况。其中，智慧养老、养老机构与养老服务在一开始就被提出进行讨论，2014 年出现了许多提及度较高的关键词，如居家养老、社区养老、养老模式、老年人等，2015 年出现医养结合和“互联网+”这一热点词，而后两年由于提出时间较短，当前还未出现能形成共识的新关键词。

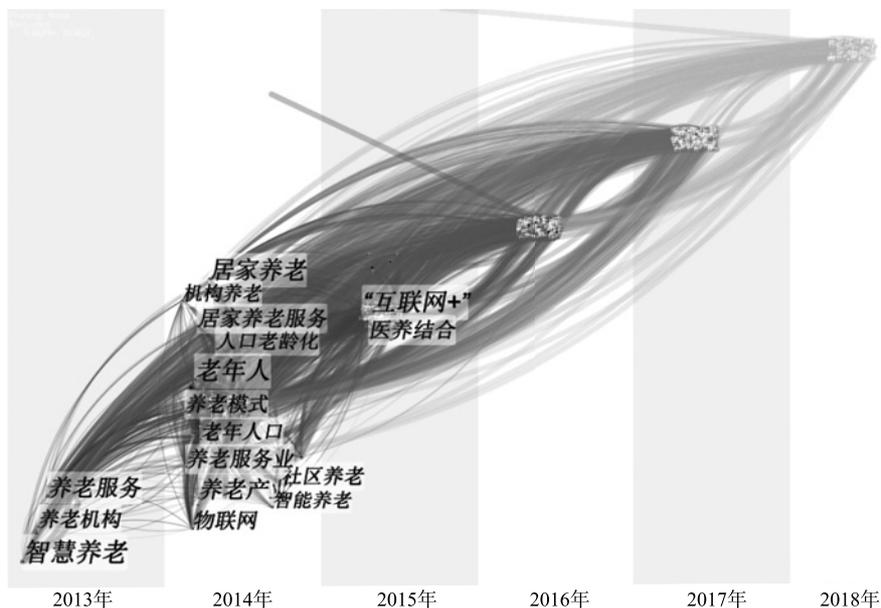


图 11 智慧养老领域关键词的时间主题分布

为了更清楚地了解每年智慧养老领域关注的不同热点和研究主题，下面针对每年关键词网络图进行分析说明。

#### 4.2.3 关键词逐年分析<sup>①</sup>

首先对 2012~2015 年关键词进行分析。2012 年与 2013 年文章数较少，出现的关键词较少且较为杂乱。但智慧养老、养老服务和养老机构这几个提及频率较高的词在此时已经出现。从 2014 年开始，新提及的关键词数量相比前两年明显增多，为了更清楚地表述，列出 2014 年及 2015 年关键词网络聚类图，见图 12。2014 年提出了许多提及次数较高的主题词，如老年人、居家养老、养老服务业、养老模式和养老服务需求等。在网络聚类图中，比较明显的研究主题有智能化养老、养老服务业、服务平台、物联网和老年群体等。由此可知，2014 年除了延续之前养老服务与养老机构研究外，还关注相关养老服务平台、物联网、安防企业和老年群体的研究。尽管 2014 年中国智慧养老领域还处于发展初期，但关于养老服务内容、养老方式、养老服务对象等角度都有研究在进行。2015 年新出现的关键词有医养结合、智能家居、云计算等，较突出的研究主题有养老模式、居家养老服务、机构养老、智慧养老、智慧城市等。前一年的研究主题在这年进行了更多更广的发展，如关于更多养老模式探讨的文章出现。除此之外，新出现的关键词不再拘泥于养老本身，而是加入了新元素，如将医学和养老结合的医养结合，云技术出现而形成的云计算等。总的来说，在 2015 年，学者们除了继续研究之前关注的主题，还在研究中结合了新技术和其他相关领域。

<sup>①</sup> 一些新出现的关键词出现时间较短，在文章中出现次数不多，难以在图中显示。

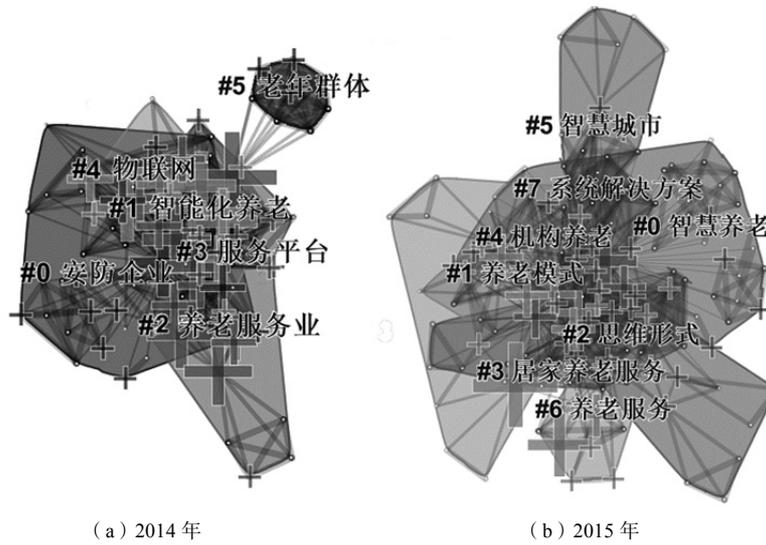
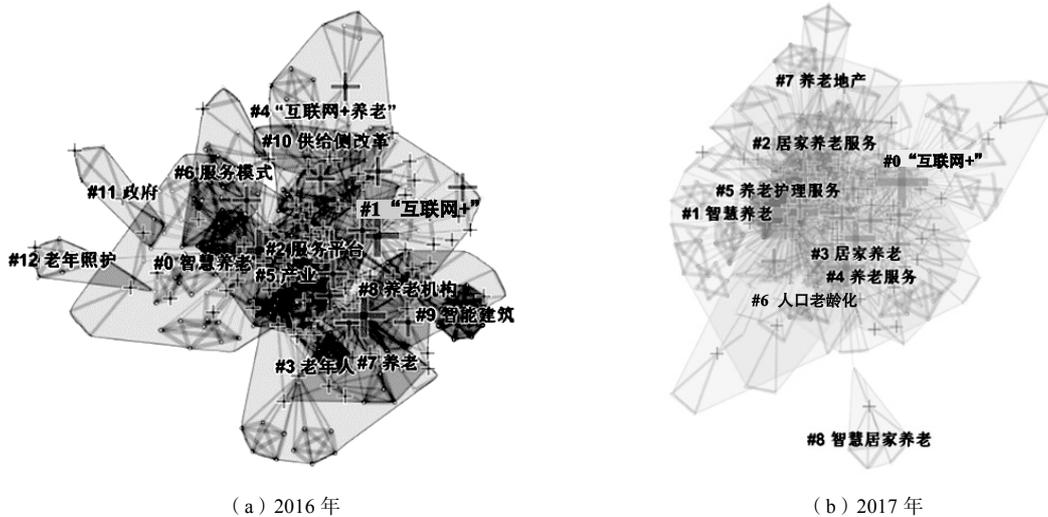


图12 2014年与2015年关键词网络聚类图

图13列出了2016~2018年关键词网络图。在2015年国家一系列相关政策影响下，2016年“互联网+”和大数据在各个领域开始了蓬勃发展，智慧养老领域也是如此。从图13(a)上看，2016年的主要研究主题有“互联网+”、服务模式、服务平台、养老机构、养老、老年照护等。和2015年类似，2016年的研究也是一方面延续养老机构和养老服务主题，并有研究开始探索养老服务平台；另一方面结合新技术和政策进行发展，如大数据和“互联网+”等，但由于刚出现时相关文献数量少，在图中尚不明显。在2017年，新出现了平台建设、智能设备和运营模式等关键词，主题有物联网和人口老龄化等，但由于刚出现时相关文献数量少，在图13(b)中尚不明显。在新出现的关键词中，关于智能设备和平台建设和运营模式方面研究的出现说明随着技术发展，更多智能设备已经投入生产和使用。在2018年上半年中，主要聚类结果中较为明显的有养老服务、物联网、老龄化等，见图13(c)，这说明在“互联网+”养老背景下，养老领域的研究关注了宏观人口老龄化视角下养老模式问题和微观视角的具体养老服务问题，研究者的视角更加广阔。2018年智慧养老领域在进一步发展已有方向研究和结合已有技术的同时，越来越多新产品和服务的出现也带来更多研究方向，说明智慧养老领域在进一步发展过程中，研究内容和成果都变得愈加丰富。





(c) 2018 年

图 13 2016~2018 年关键词网络图

#### 4.2.4 研究主题时间演化

在上述发现基础上，对提及数量前十的关键词关于 2012~2017 年变化情况进行进一步数据分析调研，以此来分析近些年研究重点的变化情况，结果见图 14，图中每个关键词出现次数都在 30 以上。

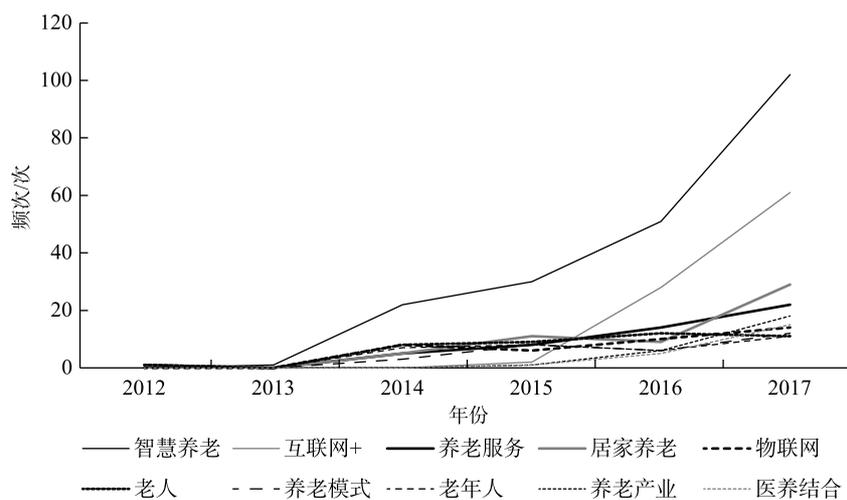


图 14 不同关键词时间维度分布

从图 14 中可知，所有关键词都处于上升趋势之中，推测是因为智慧养老领域发展时间不长，现在正处于文章数量和关键词数量急速上升的时期。所有关键词中，智慧养老出现时间最早，频次最高，一直都处于稳步上升状态中。其次“互联网+”一词于 2015 年出现，提及次数也远高于其他关键词，且尚处于上升趋势当中。其余词中上升趋势较快的有居家养老、养老服务、养老产业、医养结合、物联网。而老年人、老人和养老模式三个词虽然出现频次在上升中，但上升速度较慢。

## 5 总结

本文通过建立和分析智慧养老领域的合著网络和关键词网络，具体分析智慧养老领域目前合作现

状和研究主题过去发展情况。

本文先对合著网络进行了分析,首先针对整体的网络进行网络密度分析、凝聚子群分析和核心-边缘分析。经过2012~2018年发展,目前合著网络仍然处于一个网络密度低、以小团体合作为主的情况。凝聚子群分析使用不同方式将网络分成不同小团体,合著网络中凝聚子群规模都比较小,并且较为分散。其次根据节点中心度和发文数量,初步将网络中突出的作者分为三类:独立型学者、合作型学者和桥梁型学者。独立型学者倾向独立一人发表文章,合作型学者和其他学者合作发表文章较多,而桥梁型学者由于在网络中处于不同小团体或个人当中,可以充当桥梁作用促进不同作者的合作。最后分析比较点度中心度、中间中心度和核心度排名,以此找出网络核心作者。

接下来针对关键词网络进行分析。本文发现在发展初期,关于智慧养老的文章大多集中于养老本身,如养老方式和养老服务。随着技术和智慧养老学科发展,在养老研究继续发展情况下,更多关于“智慧”的文章出现,这样的研究会结合更多高科技技术与产品,说明经过一段时间发展,智慧养老领域正走在发展成熟道路上,不仅在脚踏实地地研究目前问题,同时也有更多新科技结合的研究与对未来的展望。按照这样的趋势推测,在之后的研究中,智慧养老会与更多新技术相结合,“智慧”会进一步凸显;随着新技术的进入,更多研究与技术结合,会对现有关于行为、理论、实践等多个方面的研究进行更深层次的探索。

总的来说,本文使用2012年至2018年8月有关智慧养老的578篇文章,研究智慧养老的合著网络与关键词网络。通过合著网络的中心性分析找出了合作型学者、桥梁型学者和独立型学者,通过对网络进行凝聚子群分析探讨了合著网络处于合作分散且密度低的现状,并研究了关键词网络逐年发展情况。根据分析结果,本文认为在以后智慧养老领域文章发表中,合著文章数量会继续提升,会出现跨度更大、人数更多的合著关系,更多不同方向的学者通过合作实现知识共享,继而夯实和丰富智慧养老领域的科学研究。针对关键词网络现状,本文推测将来研究方向会在现在研究继续发展的情况下,发展出更多与新技术结合的研究主题。通过以上研究,分析合著网络的结构与特征,探讨智慧养老领域的合作模式和发展过程,为推动智慧养老的发展提供新思路。

但由于智慧养老领域发展时间较短,得到数据较少,结果可能会有一定偏差,并且数据中只有中文文献,没有考虑中国作者在国外期刊上的发文情况。另外,本文构建的合著网络是二值网络,没有考虑多次合作和署名顺序问题,使得结果会有一定误差,因此结论有待进一步确认和改善。

## 参 考 文 献

- [1] 左美云. 智慧养老的内涵、模式与机遇[J]. 中国公共安全, 2014, (10): 48-50.
- [2] Price D J. Science Since Babylon[M]. New Haven: Yale University Press, 1975.
- [3] 陈超美. 科学前沿图谱: 知识可视化探索[M]. 2版. 陈悦, 王贤文, 胡志刚, 等译. 北京: 科学出版社, 2014.
- [4] 陈悦, 刘则渊. 悄然兴起的科学知识图谱[J]. 科学学研究, 2005, 23(2): 149-154
- [5] 秦长江, 侯汉清. 知识图谱——信息管理与知识管理的新领域[J]. 大学图书馆学报, 2009, 27(1): 30-37, 96.
- [6] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [7] 李亮, 朱庆华. 社会网络分析方法在合著分析中的实证研究[J]. 情报科学, 2008, 26(4): 549-555.
- [8] 侯海燕, 刘则渊, 陈悦, 等. 当代国际科学学研究热点演进趋势知识图谱[J]. 科研管理, 2006, 27(3): 90-96.
- [9] 秦长江. 基于期刊共引分析法的学科关系知识图谱的实证研究[J]. 现代情报, 2010, 30(5): 9-11.
- [10] 姜春林. 基于知识图谱的我国期刊评价研究评述[J]. 情报科学, 2011, 29(7): 1109-1113.

- [11] 姜春林, 杜维滨, 李江波. 经济学研究热点领域知识图谱: 共词分析视角[J]. 情报杂志, 2008, 27(9): 78-80, 157.
- [12] 赵蓉英, 王静. 社会网络分析(SNA)研究热点与前沿的可视化分析[J]. 图书情报知识, 2011(1): 88-94.
- [13] 邱均平, 吕红. 近五年国际图书情报学研究热点、前沿及其知识基础——基于17种外文期刊知识图谱的可视化分析[J]. 图书情报知识, 2013, (3): 4-15, 58.
- [14] 张雯. 项目管理学科演进与前沿可视化分析[D]. 中国科学院大学硕士学位论文, 2015.
- [15] 吴江, 黄晓, 董克. 基于知识图谱的在线医疗研究综述[J]. 信息资源管理学报, 2016, 6(2): 4-12, 21.
- [16] 王仁武, 袁毅, 袁旭萍. 基于深度学习与图数据库构建中文商业知识图谱的探索研究[J]. 图书与情报, 2016, (1): 110-117.
- [17] 冯元为. 基于知识图谱构建人物关系的设计与实现[D]. 重庆大学硕士学位论文, 2016.
- [18] 宋卿, 戚成琳, 张鹏洲. 知识图谱技术在新闻领域中的应用思考[J]. 中国传媒科技, 2016, (5): 19-21, 39.
- [19] 陆晓华, 张宇, 钱进. 基于图数据库的电影知识图谱应用研究[J]. 现代计算机, 2016, (7): 76-83.
- [20] 由丽萍, 郎宇翔. 基于商品评论语义分析的情感知识图谱构建与查询应用[J/OL]. 情报理论与实践: 2018, 41(8): 131, 132-136.
- [21] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004.

## A Preliminary Study of Knowledge Graph in the Smart Senior Care Domain

LIU Liu, YU Yan

(Institute of Smart Senior Care, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

**Abstract** With the aggravating trend of aging population and the rapid development of Internet technology, the development of the smart care of the aged with using modern technologies has gained increasing attention of scholars and practitioners. In order to study the cooperative model and research status of the authorship the field of smart senior care, this paper uses the scientific knowledge graph to analyze and construct a co-authorship network and keyword concurrence network. We will find out the most prominent authors and different subgroups in the networks, and discuss the potential research directions by analyzing the trend of the theme change since the emergence of the smart care of the aged in the domestic research.

**Keywords** Smart care of the aged, Knowledge graph, Co-authorship network, Keyword concurrence network

### 作者简介

刘浏(1996—),女,中国人民大学信息学院硕士研究生,研究方向为智慧养老。E-mail: liuliu\_@ruc.edu.cn。

余艳(1980—),女,中国人民大学信息学院副教授,研究方向包括知识管理、数字创新、智慧医养。E-mail: yanyu@ruc.edu.cn。