



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

新时期管理学领域学科交叉研究 ——基于科学基金重大研究计划的视角

刘梦琦 王永梅 陈虹枢 汪雪峰

北京理工大学管理与经济学院 北京 100081

摘要: [目的/意义] 管理学作为一门兼具自然科学特征与社会人文属性的综合性学科,在信息化与数字化变革的双重冲击下,凸显出越发鲜明的多学科交叉融通的特点。在全球新一轮科技革命和产业变革加速演进的大背景下,管理学与多个学科的交叉与融合,既是科学进步的必然,也响应了我国国家经济社会发展的号召。[方法/过程] 本文从国家自然科学基金重大研究计划视角出发,综合运用共现分析、True Diversity 指数以及主题模型等方法,对管理学部现有的两项重大研究计划相关的论文成果展开了系统分析,构建起了主题受关注度-跨学科度矩阵。[局限] 本文仅就论文成果进行了分析,在样本选择方面存在一定局限性;在进行学科交叉测度时,本文仅选取了“True Diversity”这一指标,在后续研究中需要进一步拓展。[结果/结论] 从粗粒度的学科分类代码、细粒度的关键词以及反映研究成果内容主题三个维度开展分析,重大研究计划成果视角下,管理学领域与其他学科交叉融合较为显著,表明新时期管理学领域正不断扩展研究方法,迭代研究范式,并同时与多个学科进行交叉互融来更好地解决本领域的科学问题。

关键词: 学科交叉; True Diversity; 主题模型; 重大研究计划

中图分类号: C93; G322

Interdisciplinary Research on Management in the New Era: A Perspective Based on the Major Research Program of the National Natural Science Foundation of China

LIU Mengqi WANG Yongmei CHEN Hongshu WANG Xuefeng

School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China

Abstract: [Objective/Significance] As a comprehensive discipline with both natural science characteristics and social & humanistic attributes, management science is highlighting the distinctive characteristics of multidisciplinary inspiration and

基金项目 北京理工大学青年教师学术启动项目“基于主题模型及深度学习的技术演化路径识别研究”。

作者简介 刘梦琦(2002-),本科生,研究方向为知识管理与创新管理;王永梅(2000-),硕士研究生,研究方向为技术创新管理;陈虹枢(1986-),博士,特别副研究员、助理教授,博士生导师,研究方向为技术创新管理、科技评价与创新政策, E-mail: hongshu.chen@bit.edu.cn;汪雪峰(1977-),教授,博士生导师,研究方向为技术创新管理、科技文本挖掘、技术预测。

引用格式 刘梦琦,王永梅,陈虹枢,等.新时期管理学领域学科交叉研究——基于科学基金重大研究计划的视角[J].情报工程,2023,9(5):3-19.

communication increasingly under the dual impact of information and digital transformation. In the context of a new wave of global technological and industrial revolution, the intersection and integration of management science with multiple disciplines is not only an inevitable part of scientific progress, but also a response to the call for China's national economic and social development. [Methods/Processes] This article presents a systematic analysis of the two existing projects of the major research plan of the National Natural Science Foundation of China (NSFC) and their related publications, using cooccurrence analysis, the True Diversity Index and LDA, and constructs a thematic interdisciplinary degree matrix. [Limitations] This paper only analyses the results of dissertations, which is a limitation in the selection of the sample; besides, only the 'True Diversity' indicator is applied when measuring interdisciplinarity. The future research should further expand on this. [Results/Conclusions] After analyzing the coarse-grained disciplinary classification codes, fine-grained keywords and themes reflecting the content of the research results, we found that publications funded by major research program show high interdisciplinarity, indicating that the field of management science in the new era is constantly expanding its research methods, iterating its research paradigm, and at the same time, applying knowledge from other disciplines to solve research tasks.

Keywords: Interdisciplinary Research; True Diversity; LDA; Major Research Plan

引言

管理学作为一门兼具自然科学与社会人文属性的综合性学科，在其漫长的发展过程中，越来越多地融入了大规模数据处理、系统思维及实证方法等科学范式，并逐渐凸显出鲜明的多学科交叉融通特点^[1]。当前，信息技术革命通过优化决策环境、丰富管理工具、完善管理平台等方式助推了管理学科的发展，并同时加速了管理学科与其他学科交叉融合的脚步，随之而来的新技术伦理、安全与应用边界等问题也带来了更多挑战。因此，系统分析我国管理学领域与其他学科交叉发展的新特征与新模式，已经成为我国持续发展管理学科的崭新命题之一。

管理学领域与其他学科的交叉融合，既是科学进步的必然，也响应了我国国家经济社会发展的号召。早在第九届全国人民代表大会第四次会议的政府工作报告中，朱镕基同志便已明确提出“以自然科学与社会科学的交叉融合，

推动管理科学的发展”^[1]。近年来，数字化逐步颠覆传统的组织管理的方式，进一步推动了管理领域拓展知识体系边界、深入交叉发展，使过去一百多年来形成的管理理论的适用性与有效性面临崭新挑战。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出，要“以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革”。习近平总书记也提出“要运用大数据提升国家治理现代化水平，要建立健全大数据辅助科学决策和社会治理的机制”^[1]。作为解决面向科学前沿和国家经济、社会、科技发展及国家安全的重大需求中的重大科学问题的第一窗口，国家自然科学基金重大研究计划通过学科交叉来汇集创新力量以攻克科学难题并服务创新驱动。管理学部牵头的两个重大研究计划——“非常规突发事件应急管理研究”（以下简称“应急管理”计划）及“大数据驱动的管理与决策研究”（以下简称“大数据”计划），都是在回答和解决带有时代特征的重大管理问题。本研究基于国

国家自然科学基金委员会管理学部的两项重大研究计划的相关论文成果，从主题维度对管理学科在新时期与其他学科的交叉融合现状与趋势展开分析。

1 学科交叉测度方法综述

在已有研究中，学者们主要从参考文献角度、作者合作角度以及文本内容角度进行学科交叉测度，其中基于参考文献角度的研究最为广泛^[3]，从文本内容视角出发测度学科交叉水平的研究则相对较少。学科交叉的本质是知识的交叉融合，论文参考文献的多样性可以很好地测度该领域的知识。当前，有关学科交叉测度的研究主要集中于多样性测度和凝聚性测度两个视角：多样性指标通常被用来测度文献集的异质性，表示知识基础的广泛程度；而凝聚性指标是为了揭示知识体系网络的结构凝聚性，重点反映知识内容的整合情况。

随着学科交叉测度研究的逐渐深入，学科多样性的测度从单一维度的学科数量、基尼系数、差异度发展为综合丰富度和均匀度的香农熵、布里渊指数等。尽管这些指标能够在一定程度上测度学科的交叉程度，但分别存在一定局限性，学者们始终没有停下探索能够涵盖学科交叉丰富度、均匀度和差异度综合性指标的脚步^[4]。其中，Stirling^[5]提出的跨学科性三维测度的论述，即丰富度（variety，学科的数量）、均匀度（balance，学科分布的均匀程度）和差异度（disparity，学科性质的差异程度），为学科交叉测度研究提供了坚实的理论参考。Rao-Stirling 指标将以上 3 个维度综合起来，提出了相应的非参数测度指标——Rao-Stirling

Diversity 指标（简称 RS 指标），常被用以测度跨学科研究的“知识融合度”，在国内外跨学科研究中产生了较大的影响^[6]。但 Leydesdorff 和 Rafols^[7]在测量期刊的学科交叉度时发现 Rao-Stirling 多样性指标的结果并不理想，并通过将其与网络指标（中介中心性）、不均匀性指标（Shannon 指标、Gini 系数）进行对比，得到 Rao-Stirling 指标具有一定局限性的结论。Zhou 等^[8]将 Simpson 指标和 Rao-Stirling 指标结果进行对比，发现其在测度跨学科性的实际应用时显示出了较低的“区分度”。Jost^[9]认为以往的学科交叉测度指标均存在不同程度的局限，不能很好地描述学科交叉概念的实质含义，他提出通过 Hill 型多样性指数来测度“真正学科多样性”的方法。Hill 指数虽能够较好地测度学科多样性情况，但并未包含学科差异度这一维度。基于上述研究，Leinster 和 Cobbold^[10]对 Hill 指数进行了进一步的改进，将差异度添加到该指标中，提出了新的指标^{qD^s}。

目前，在^{qD^s}指标的基础上，Zhang L 等^[11]学者经过反复对比和验证，进一步论证了当 $q=2$ 时的^{qD^s}指标具有良好的数学特性。Leydesdorff 等^[12]学者认为^{2D^s}指标是对 Rao-Stirling 多样性指标的显著改进，使指标值之间具有了可量化操作的可比性，并将其称为“True Diversity”指标（简称 TD 指标）。在学科交叉成果的实际测度研究中，TD 指标从理论和实践的双重角度都显示出了其在测度研究成果学科交叉度时的优越性^[6]：（1）TD 指标值具有“比例”意义，例如，当 TD 值增加或减少 20% 时，可以表示“学科多样性”程度增加或降低 20%；（2）TD 指标的范围是 1 到正无穷，而 Rao-Stirling

指标的范围是 0~1, 因此, TD 在表征“多样性”时具有更大的区分度。

2 管理学部重大研究计划整体统计分析

本文通过学科分类代码及学部信息对国家自然科学基金委员会管理学部的重大研究计划项目进行查询, 共收集获取 2007—2020 年 229 条项目数据^①, 经过整理清洗共保留属于“应急管理”以及“大数据”两个重大研究计划的项目 216 项, 涉及培育项目、重点支持项目、集成项目、战略研究项目以及指导专家组调研项目共 5 个类别, 总经费约为 21300 万元。项目

数量及资助经费情况如图 1 所示。整体看来, 两项计划所涉及的项目经费及项目数量呈现较大的波动性, 二者均在 2010 年出现最大值, 其中项目经费最高值达 4385 万元, 项目数量最多为 32 项。2009 年, “应急管理”计划正式启动, 项目数量及经费在两年间维持较高水平, 2011 年有所回落; 2015 年, “大数据”计划正式启动, 项目数量显著增长, 同时由于该计划连续四年发布了项目指南, 故 2017—2018 年间该计划的项目批准数量也始终保持较高水平; 2020 年的项目数量从 2019 年的 0 项上升至 20 项, 这一现象是由于“大数据”计划在 2020 年发布了新的项目指南, 因而相关的项目数量随之增多。

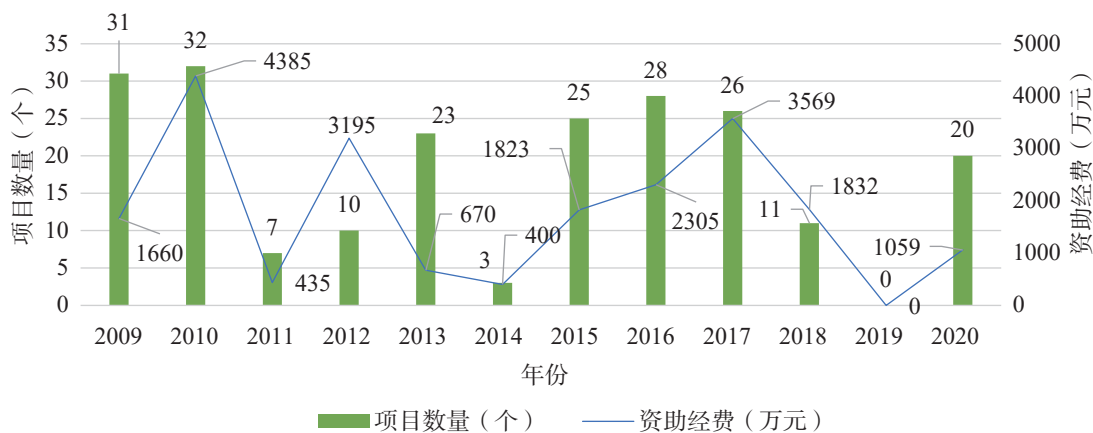


图 1 2009—2020 年管理学部项目数量及经费统计

2.1 “非常规突发事件应急管理研究”计划

在过去十年中, 由于非常规突发事件呈现高频次、多领域发生的复杂态势, “应急管理”计划应运而生。该计划是基金委“十一五”期间启动的第二批重大研究计划, 于 2009 年 2 月启动, 2018 年 1 月 2 日顺利结束。相关成果融

合了管理、信息、心理等多学科领域的理论与技术, 以加强预防和处置突发事件与防灾减灾的能力为目标, 保障了国家管理正常运行以及社会良性发展^[13]。

2009—2017 年, 我国国家自然科学基金资助的“应急管理”计划的项目类型、数量及资

① <https://output.nsf.gov.cn/>, 检索截止至 2022 年 2 月; <http://www.letpub.com.cn> 检索截止至 2022 年 2 月

助经费的具体情况如图 2 所示。本文共收集到“应急管理”计划的 111 个子项，并观察到其项目数量及资助经费均呈现较大的波动趋势：二者均在 2010 年达到最高峰；而在其启动的时间段内，也在 2016 年出现过类似“轮空”的情况，

即当年资助项目数量为 0。从其项目类型来看，前期主要以培育项目与重点支持项目为主，中期出现集成项目及指导专家组调研项目，后期出现战略研究项目，由此可见项目的资助模式呈现出动态变化，逐步由浅入深。

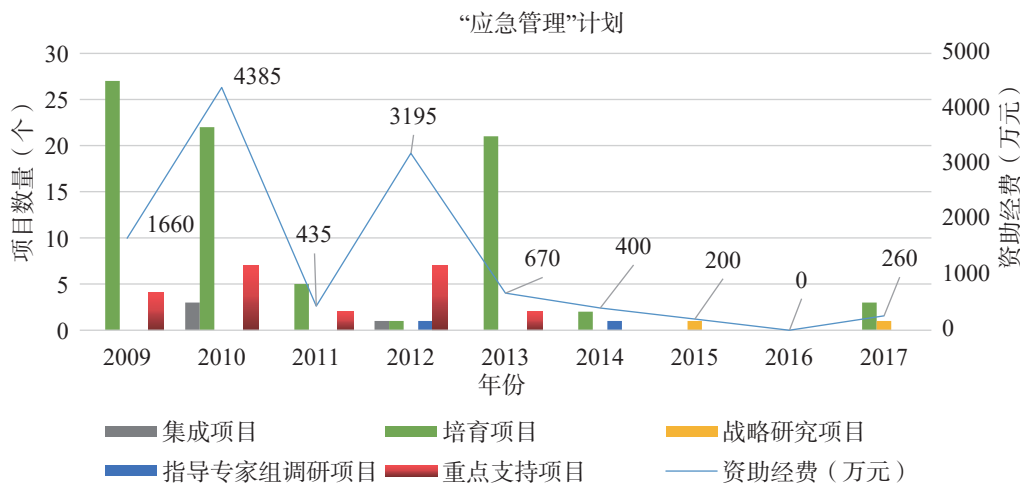


图 2 非常规突发事件应急管理研究计划项目数量及经费统计

2.2 “大数据驱动的管理与决策研究”计划

“大数据”计划发挥了管理、信息、数理、医学等多学科交叉优势，结合公共管理、商务、金融、医疗健康等领域的重要管理决策问题，在大数据决策范式、分析方法、治理共享、使能创新等方向上展开攻关^[4]。2015—2020 年间，我国国家自然科学基金资助的管理学部“大数

据”计划的相关项目资助数量及经费如图 3 所示。该计划共涵盖 105 个项目，总科研经费约 10128 万，项目类型以培育项目、重点支持项目及战略研究项目为主，2017—2018 年出现少量集成项目。该计划的项目数量在 2016 年达到峰值 28 项，随后呈现下降趋势，但在 2020 年有所回升；资助经费在 2015—2017 年间逐年上升，2017 年达到峰值 3309 万元。

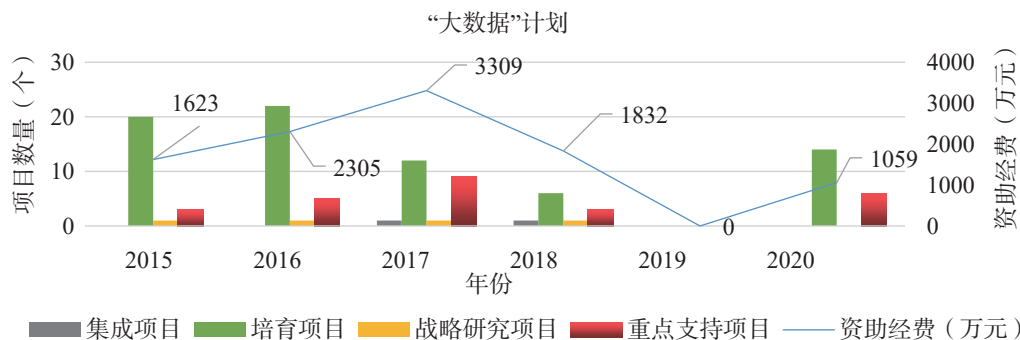


图 3 大数据驱动的管理与决策研究计划项目数量及经费统计

3 数据与研究方法

3.1 数据及预处理

论文作为项目成果的一种,是项目所在领域研究内容创新成果的直接体现。深入分析项目成果论文,探究管理学领域重大研究计划的研究成果内容,能够发掘管理学领域与其他学科交叉发展的新特征与新模式。本文选取 Web of Science 核心合集的 SCI 及 SSCI 数据库为数据来源,依据由学科分类代码及学部信息对管理学部重大研究计划进行查询所得到的 216 项相关项目,通过检索项目编号获得在“基金资助信息”字段包含重大研究计划项目标注的成果论文共 3489 篇,并保留论文检索号、标题、摘要、关键词、参考文献、作者、基金、来源期刊等数据,为后续数据预处理做准备。其中“应急管理”计划对应包含 1159 条数据,“大数据”计划对应包含 2234 条数据。

本文主要利用 ItgInsight^② 软件进行数据清洗及预处理,并在此基础上实现粗粒度及细粒度的共现网络的构建。Web of Science Categories (以下简称 WC) 是 Web of Science 核心合集的学科分类方法,是一种相对而言粗粒度的指标,其在数据集中的共现情况可初步反映该计划成果论文所包括的学科领域及整体学科交叉的情况。同时,关键词作为一篇论文研究的重点内容,是一种相对而言细粒度的内容“标签”,通过对数据集中关键词进行分析,可以通过研究主题的交叠探究学科交叉的程度与重点。在数据清洗阶段,本文首先对数据集中所包含的 WC 及论文关键词进行预处理,分别得到 WC 列表

及关键词词表,对关键词进行“自动+人工”的合并处理,两个列表均保留 TF-IDF 值排名前 60 的分类及关键词,之后采用共现分析的方法分别构建粗粒度 WC 的共现网络和基于细粒度关键词的共现网络,并利用 ItgInsight 进行网络可视化。

3.2 研究方法

本文首先运用共现分析对两项重大研究计划的论文成果展开文献计量视角下的粗粒度及细粒度的内容分析。同时,综合 True Diversity 指数以及主题模型构建起了主题受关注度-跨学科度矩阵,基于文本内容,进一步分析管理学领域主题的跨学科性与影响力。具体的方法模块包括共现网络分析指标、论文学科交叉测度、主题分析及主题受关注度-跨学科度矩阵构建。

3.2.1 共现网络分析指标

节点中心性是社会网络分析法中的常用指标,包括点度中心度 (Degree Centrality)、中介中心度 (Betweenness Centrality) 和接近中心度 (Closeness Centrality)^[15]。本文主要采用点度中心度及中介中心度两种测度方式。点度中心度是利用网络中与某一节点直接相连的其他节点的个数计算节点在网络中地位的指标,用来反映一个节点在网络中的中心位置和“权力”大小^[16]。具体而言,点度中心性测量的是网络中与该节点直接相连的节点数目^[17]。如果一个节点与很多其他节点直接连接,那么该节点就处于较为重要的地位,其计算公式如下,

$$DC = \frac{N_{degree}}{n-1} \quad (1)$$

② <http://cn.itginsight.com/>

N_{degree} 表示现有与节点相连的边的数量, $n-1$ 表示该节点与其他节点都相连的边的数量。

中介中心性则反映了节点传递信息的能力。节点的中介中心性越高, 则表明越多的节点需要通过它才能联系, 反映的是节点的“中介”效用。在共现网络中, 如果一个关键词具有较高的中介中心性, 那么该关键词在网络传播的媒介作用就更明显^[18]。具体地, 中介中心性指网络中经过某点并连接这两点的最短路径占这两点之间的最短路径线总数之比, 以经过某个节点的最短路径数目来刻画节点重要性的指标, 计算公式如下:

$$BC = \sum_{s,t \neq i} \frac{d_{st}(i)}{d_{st}} \quad (2)$$

d_{st} 表示连接节点 s 和节点 t 的最短路径的数量, $d_{st}(i)$ 表示经过节点 i 且为最短路径的数量。

3.2.2 学科交叉测度指标

根据现有研究对学科交叉测度方法的综述, 本文选取了“True Diversity”指标(简称 TD 指标)作为衡量管理学科与其他学科交叉程度的指标, 其计算公式为:

$$TD = \frac{1}{\sum(1-d_{ij})(p_i p_j)} = \frac{1}{\sum(p_i p_j) - \sum p_i p_j d_{ij}} \quad (3)$$

其中, p_i 和 p_j 分别表示参考文献中属于的学科类别 i 和学科类别 j 的参考文献数量占所有学科类别对应参考文献数量之和的比例, $d_{ij} = 1 - S_{ij}$, S_{ij} 表示学科类别 i 和 j 的相似度值。

TD 的数值越大, 表示基于参考文献的跨学科知识融合程度越高^[8]。每一篇论文都有对应的 TD 值, 但这种形式的学科交叉测度本质上是基于论文的, 无法很好地在内容表达上形成主题维度的认知。

3.2.3 主题提取与分析

本文采用 LDA 模型对成果论文进行主题提取与分析。LDA 模型是一种三层贝叶斯概率模型^[19], 涵盖文档、主题、词的分布, 能有效地从大规模文档集合语料库中提取出隐含主题, 具有良好的降维能力、建模能力及扩展性^[20]。该算法假设文档-主题分布与主题-词汇分布的参数都服从狄利克雷分布, 以此来构造一个三层贝叶斯网络结构, 生成模型指能够反映给定输入与模型输出之间生成关系的模型。LDA 模型及其扩展模型已在文本挖掘领域得到广泛应用, 有效辅助了科技期刊、网络舆情、微博话题等文本数据的挖掘处理。如图 4 所示, 假定语料库中共有 M 篇文档, 每篇文档下的主题分布 θ 是一个服从参数为 α 的 Dirichlet 先验分布中采样得到的多项分布, 每个主题下的词分布 ϕ 是一个从参数为 β 的 Dirichlet 先验分布中采样得到的多项分布。对于第 m 篇文章中的第 n 个词 $w_{m,n}$, 首先从该文章中出现的每个主题的多项分布中选择或采样一个主题 $z_{m,n}$, 然后再在这个主题对应的词的多项分布中选择或采样一个词。不断重复这个随机生成过程, 直到 M 篇文章全部生成完成。

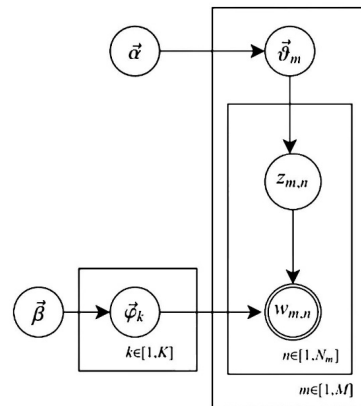


图 4 LDA 主题模型示意图

3.2.4 主题受关注度-跨学科度矩阵构建

为进一步分析上述主题的融合特点,基于论文学科交叉测度指标 TD 及 LDA 模型,本文将二者结合,构建主题受关注度-跨学科度矩阵,分析每个主题的累计平均被引量及累计平均学科交叉程度。本文将论文被引矩阵表示为 A , 论文 TD 指标矩阵为 B , 可用公式 (4) (5) 表示如下。

$$A=[a_1 \dots a_i \dots a_{3489}]^T \quad (4)$$

$$B=[b_1 \dots b_i \dots b_{3489}]^T \quad (5)$$

a_i 表示第 i 篇论文的被引频次, b_i 表示第 i 篇论文的交叉程度值。

$$C = \begin{bmatrix} n_1 & \dots & 0 \\ \vdots & n_j & \vdots \\ 0 & \dots & n_{20} \end{bmatrix}^{-1} \times \theta^T \times A \quad (6)$$

$$D = \begin{bmatrix} n_1 & \dots & 0 \\ \vdots & n_j & \vdots \\ 0 & \dots & n_{20} \end{bmatrix}^{-1} \times \theta^T \times B \quad (7)$$

LDA 模型提取得到的文档-主题矩阵 θ 转置后,分别与论文的被引量矩阵 A 、论文的交叉指标值(TD 值)矩阵 B 相乘后进行累计平均,得出了每个主题的累计平均被引矩阵 C 及累计平均交叉度矩阵 D , 公式 (6) 和 (7) 中的对角矩阵表示第 j 个主题下包含的文档数量 n_j 。主题被引量在一定程度上也代表了主题的关注度, TD 指标则代表主题跨学科度。通过对该矩阵的分析能够更好得出管理学领域重大研究计划的论文成果在内容、学科交叉程度以及受关注程度的整体情况。

4 研究结果

经过数据预处理,本部分基于 3489 篇管理学领域重大研究计划的论文成果开展主题分析

与学科交叉测度,其中“应急管理”计划包含成果论文 1159 篇,“大数据”计划包含成果论文 2234 篇。

4.1 基于重大研究计划论文成果的共现网络分析

4.1.1 “非常规突发事件应急管理研究”计划

WC 共现图能够直观地反映出粗粒度的学科交叉整体情况。图 5 中节点为 WC, 节点的大小反映了各个 WC 在网络中的点度中心性,即点度中心性越大,节点越大; WC 共现的次数决定连接两个节点线段的粗细,共现次数越多连线越粗。

在“应急管理”计划成果所涉及的学科中,管理学与计算机科学、工学、应用数学存在较为明显的学科交叉,相关知识在不断传递与融合。由表 1 可见,以“运筹学与管理科学”(Operations Research & Management Science)为代表,节点的点度中心性与中介中心性的排名存在一定重合。一个节点的中介中心性数值高可能存在两种情况:其一,与该节点直接相连的其他节点很多,导致经过该节点的路径很多,出现最短路径的可能性增大;其二,该节点处于两个子网络的结合部位,从而成为连接两个子网络的“必经之路”^[21]。

“运筹学与管理科学”(Operations Research & Management Science)、“计算机科学”(Computer Science, Interdisciplinary Applications、Computer Science, Artificial Intelligence)、“工学”(Engineering, Electrical & Electronic、Engineering, Civil、Environmental Studies)这些学科的点度中心性和中

介中心性值均很高，属于上述第一种情况。而“Physics, Mathematical”和“Mathematics, Interdisciplinary Applications”等基础学科领域虽然在中介中心性方面排名前10，但点度

中心性相关数值较小，属于上述第二种情况，它们于不同的研究模块中，在不同子团体之间传递信息，起到中介作用，说明其对于学科交叉融合有着重要的作用。

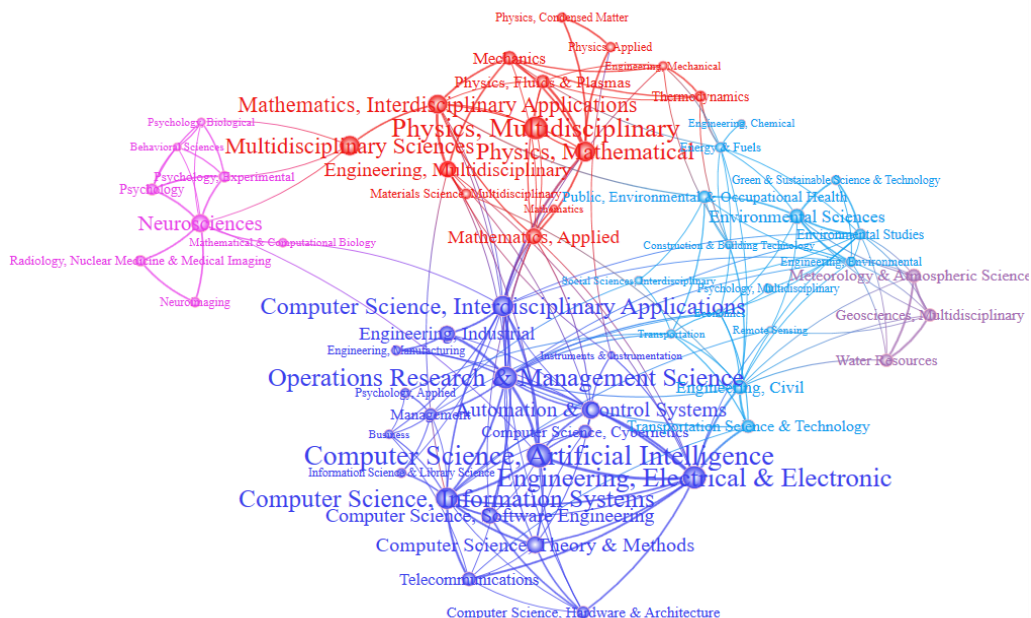


图5 “非常规突发事件应急管理”计划成果论文的WC共现网络

表1 排名前10的WC及其点度中心度与中介中心度

排名	WC	点度中心度	排名	WC	中介中心度
1	运筹学与管理科学	0.333	1	运筹学与管理科学	0.005
2	计算机科学，跨学科应用	0.281	2	计算机科学，跨学科应用	0.003
3	计算机科学，信息系统	0.263	3	工程学，电气与电子	0.003
4	工程学，电气与电子	0.246	4	工程学，土木工程	0.003
5	工程学，土木工程	0.228	5	计算机科学，人工智能	0.003
6	环境研究	0.228	6	数学，跨学科应用	0.003
7	自动化与控制系统	0.211	7	神经科学	0.003
8	计算机科学，人工智能	0.193	8	环境研究	0.002
9	工程学，环境工程	0.193	9	物理，数学物理学	0.002
10	数学，应用数学	0.193	10	多学科科学	0.002

为了进一步对“重大研究计划”视角下管理领域的研究成果进行分析,本文随后以细粒度的“关键词”表示具体的研究内容,共现频率高的关键词在某种程度上可以被认为代表一个相关主题,属于一个话题簇。在此基础上,将关键词按照共现关系连接成网^[22],建立关键词共现网络如图6所示。

结合图6与表2,项目主要涉及的研究内容可以被划分为7个子领域,主要包括复杂网络、社交网络、应急管理。“社交网络”(social network)、“应急管理”(emergency management)、“最优化”(optimization)、

“公共卫生”(public health)等关键词节点的点度中心度值较大,说明它们不仅是“应急管理”计划成果论文涉及较多的关键词,还与网络中的其他关键词广泛联系。如表2所示,上述关键词的点度中心性和中介中心性值双高,说明其为网络中研究重点主题;而“功能性核磁共振成像”(fMRI)、“近似算法”(approximation algorithm)和“遗传算法”(genetic algorithm)节点中介中心性较高,点度中心度较低,因而处于两个子网络的结合部位,位于不同的研究模块中,在不同子团体之间传递信息,起到关键的中介作用。

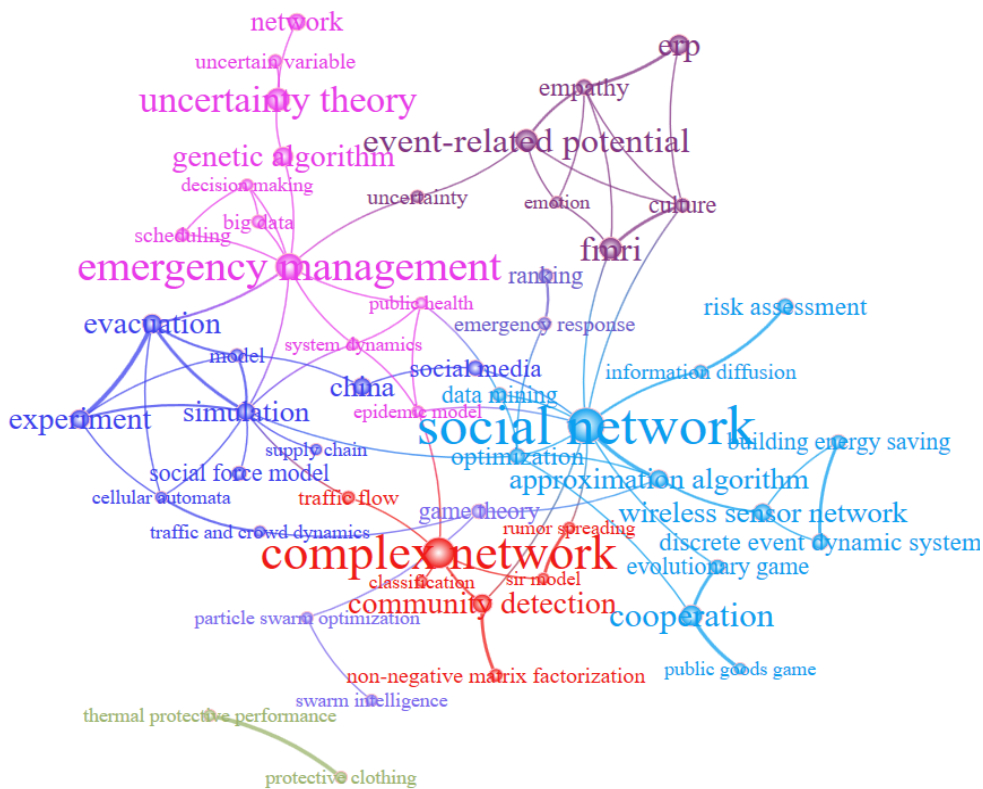


图6 “非常规突发事件应急管理”计划成果论文的关键词共现图

4.1.2 “大数据驱动的管理与决策”计划

在“大数据”计划成果所涉及的学科中,如图7所示,管理学相关学科与计算机科学、

工学、环境科学以及数学等基础学科领域存在明显交叉。其中,如表3所示,“运筹学与管理科学”(Operations Research & Man-

agement Science、Economics)、 “ 计算机科学 ” (Computer Science, Interdisciplinary Applications、Computer Science, Information Systems、Computer Science, Artificial Intelligence)、 “ 工学 ” (Engineering, Electrical & Electronic、Engineering, Civil)、 “ 环境科学 ” (Environmental Studies、Environmental

Sciences) 等学科均具有较高的点度中心性和中介中心性值, 而 “ 统计与概率 ” (Statistics & Probability) 等学科领域虽然在中介中心性方面排名前 10, 但点度中心度较低, 这说明他们在整体网络上不具有主导地位, 但位于较为关键点 “ 桥 ” 通路上, 一定程度上在研究领域间起到了中介作用。

表 2 点度中心度与中介中心度排名前 10 的关键词

排名	关键词	点度中心度	排名	关键词	中介中心度
1	社交网络	0.208	1	社交网络	0.008
2	仿真	0.189	2	仿真	0.007
3	应急管理	0.17	3	最优化	0.007
4	最优化	0.113	4	应急管理	0.006
5	文化	0.094	5	近似算法	0.005
6	复杂网络	0.094	6	遗传算法	0.003
7	移情	0.094	7	文化	0.002
8	疏散	0.094	8	复杂网络	0.002
9	传染病模型	0.075	9	功能性核磁共振成像	0.002
10	公共卫生	0.075	10	社区检测	0.002

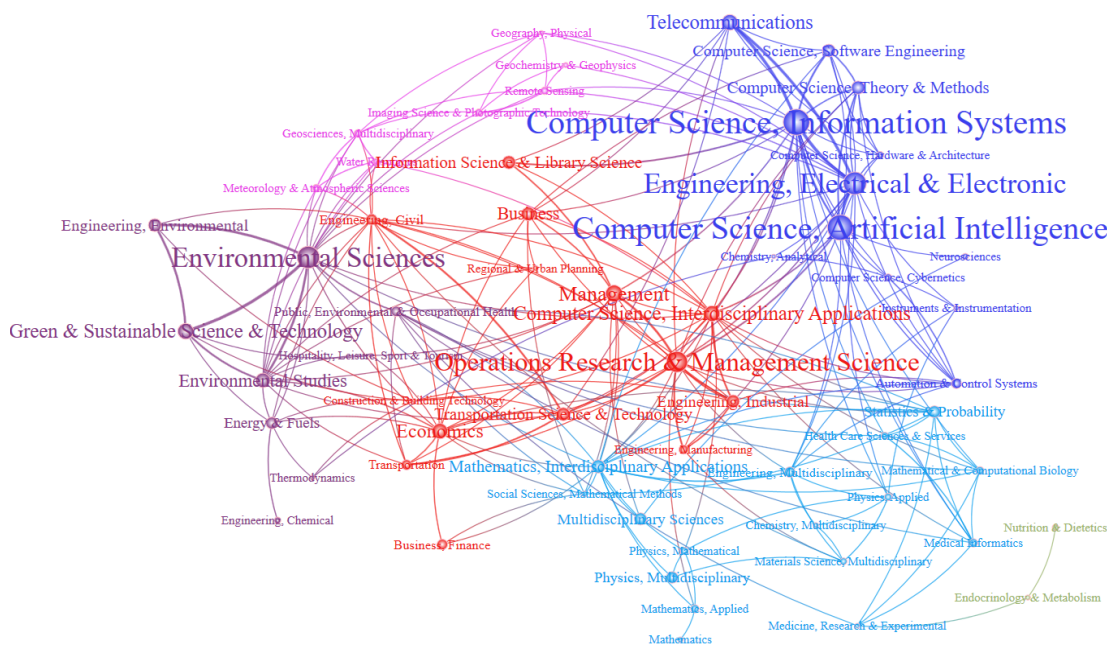


图 7 “大数据驱动的管理与决策”计划成果论文的 WC 共现网络

表3 排名前10的WC及其点度中心度与中介中心度

排名	WC	点度中心度	排名	WC	中介中心度
1	计算机科学, 跨学科应用	0.339	1	计算机科学, 跨学科应用	0.003
2	计算机科学, 信息系统	0.322	2	计算机科学, 信息系统	0.003
3	工程学, 电气与电子	0.322	3	工程学, 电气与电子	0.003
4	运筹学与管理科学	0.305	4	运筹学与管理科学	0.003
5	数学, 跨学科应用	0.305	5	环境科学	0.003
6	工程学, 土木工程	0.288	6	数学, 跨学科应用	0.002
7	环境科学	0.271	7	经济学	0.002
8	经济学	0.254	8	管理	0.002
9	环境研究	0.237	9	统计与概率	0.002
10	计算机科学, 人工智能	0.22	10	医学, 研究与实验	0.002

对“大数据”计划成果的论文进行更细粒度的关键词共现分析，构建共现网络图如图8所示，关键词之间连接紧密，关系较为

复杂，主要被聚类成6个部分，主要涉及深度学习、碳排放、社会网络分析、大数据等主要内容。

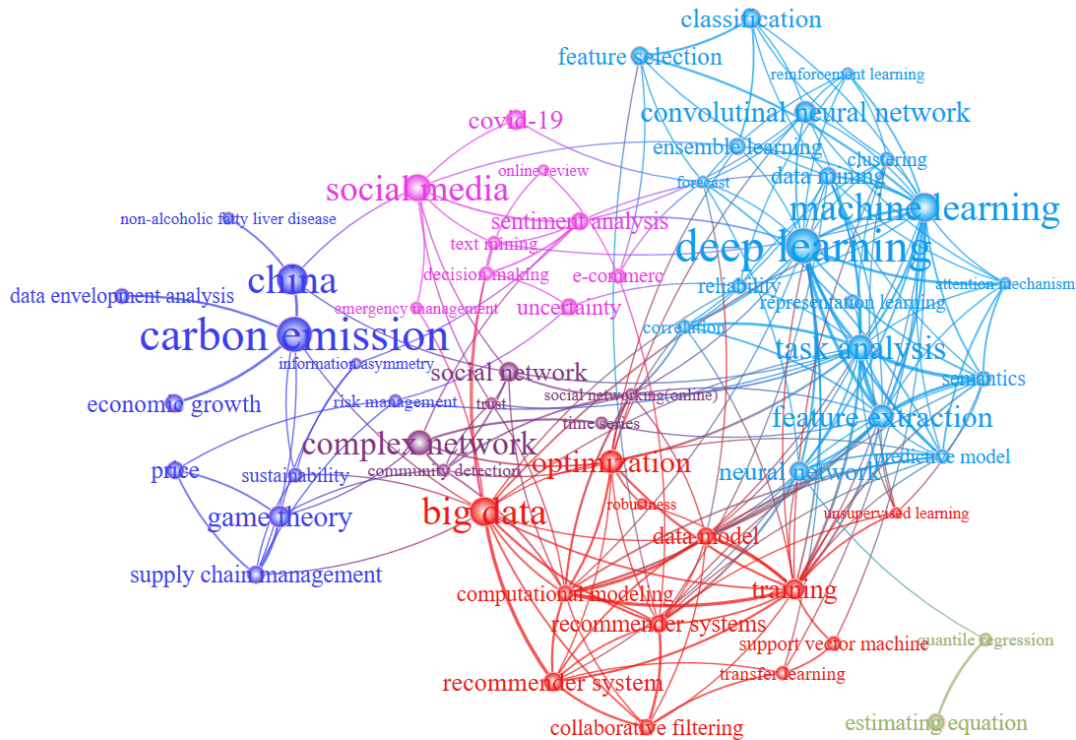


图8 “大数据驱动的管理与决策”计划成果论文的关键词共现网络

本文继续通过“点度中心性”和“中介中心性”来分析关键词簇在共现网络中的不同角色。结合图8与表4可知，“机器学习”（machine learning）、“大数据”（big data）、“深度学习”（deep learning）、“最优化”（optimization）、“神经网络”（neural network）等关键词节点的点度中心度值较大，作为重要的研究方法在网络中的其他关键词广泛联系，拓展了研究组合的多

样性。“机器学习”（machine learning）、“大数据”（big data）、“深度学习”（deep learning）、“最优化”（optimization）等关键词的点度中心性和中介中心性值均很高，是“大数据”计划相关的重点研究内容。而“碳排放”（carbon emission）等节点虽中介中心性较高，但点度中心性相对较低，更有可能在不同研究领域起到关键的“桥梁”作用，促进差异性 or 应用程度高的研究发生碰撞。

表4 点度中心度与中介中心度排名前10的关键词

排名	关键词	点度中心度	排名	关键词	中介中心度
1	机器学习	0.362	1	大数据	0.005
2	任务分析	0.362	2	机器学习	0.004
3	训练	0.345	3	任务分析	0.003
4	深度学习	0.328	4	深度学习	0.002
5	大数据	0.276	5	最优化	0.002
6	特征提取	0.259	6	神经网络	0.002
7	计算模型	0.259	7	碳排放	0.002
8	最优化	0.241	8	训练	0.001
9	推荐系统	0.241	9	特征提取	0.001
10	神经网络	0.224	10	计算建模	0.001

4.2 管理学领域主题跨学科性与影响力分析

4.2.1 基于LDA的主题提取

本文使用Python对3489条管理学部论文数据进行预处理及LDA模型训练。对论文摘要进行分词、过滤分词结果，并构建二元组（bigram）将高频连词组合成一个单词，之后创建词典和向量化语料作为LDA模型的输入。本文设置主题数依次为10, 20, 30，聚类效果如图9所示，其中气泡代表主题，气泡大小表示主题的出现频率，气泡之间的距离表示主题间的差异性，气泡出现重叠说明两个主题的特征词

有交叉。

在实际应用过程中，主题数过大会给主题划分和解释造成一定难度，过小又容易覆盖一些小主题，因此主题数的选择会根据语料体量的大小进行调整。本文涉及3489条摘要数据，且考虑到主题间差异性越大聚类效果越好，故将主题数K确定为20， $\alpha=\beta=auto$ ，迭代次数为400，训练得到了主题-特征词矩阵 φ 和文档-主题矩阵 θ ：

$$\varphi = \begin{bmatrix} t_1 \\ \vdots \\ t_{20} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\theta = \begin{bmatrix} d_1 \\ \vdots \\ d_i \\ \vdots \\ d_{3489} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{1,1} & \cdots & p_{1,20} \\ \vdots & & \vdots \\ p_{3489,1} & \cdots & p_{3489,20} \end{bmatrix} \quad (9)$$

矩阵 φ 代表 20 个主题的特征词分布，保留了每个主题下出现概率最高的前 5 个特征词；矩阵 θ 表示第 i 篇文档 d_i 以概率 $p_{i,j}$ 归纳在第 j 个主题之下。

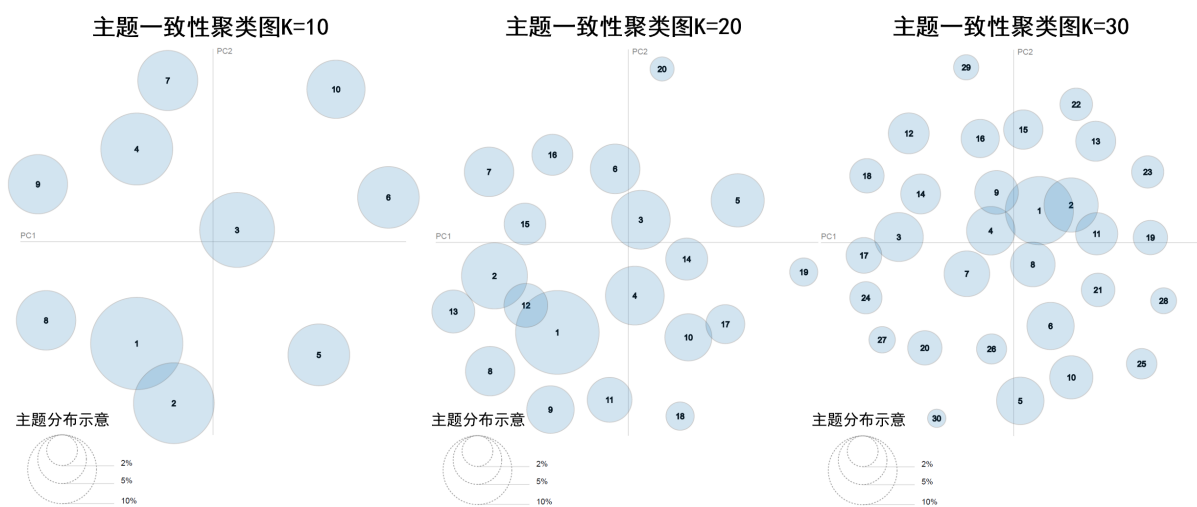


图9 主题数依次为10,20,30的聚类效果图

4.2.2 基于主题的学科交叉分析

从主题和特征词的分布情况可以看出，管理学科与计算机科学、环境科学、医学研究、交通运输、社会学、心理学等领域均有广泛的交叉融合。为进一步分析上述主题的融合特点，本文按3.2.4部分所述方法进行计算处理，分析每个主题的累计平均被引量及累计平均交叉程度，结果如表5所示。

以20个主题的累计平均受关注度和累计平均交叉程度的均值为原点，横轴和纵轴分别表示主题受关注度和跨学科度，本文构建起了反映主题受关注度与跨学科度的四象限图。如图10所示，主题12（应急管理）、主题15（文本情感分析）、主题18（大众健康与医疗分析）、主题2（预测分类算法）、主题6（能源市场预测）、主题4（社会网络分析）及主题16（车

辆路径规划）的累计平均受关注度和累计平均交叉程度位于第一象限，高于横轴均值3.44和纵轴均值0.799，表明这七个主题的学科交叉程度较高，且受关注度较高，其中主题15（文本情感分析）和主题12（应急管理）均具有最高的关注度和学科交叉程度。20个主题中累计平均学科交叉程度大于等于平均值的共9个，占比45%，虽然位于第三象限的主题，其累计平均被引量和累计平均交叉程度均低于均值，但从整体来看，主题的累计平均交叉程度都大于0.4，累计平均被引量都大于1.5，仍表现出重大研究计划论文成果反映出的管理学领域与其他学科交叉融合较为显著的特点。同时，图10也在一定程度上说明在此领域研究主题的学科交叉程度与主题受关注度有相关性。

表 5 主题统计表

标签	主题名称	特征词	累积平均受关注度	累计平均学科交叉度
T01	信息系统分析	信息, 系统, 数据, 分析, 方法	2.1701	0.6213
T02	预测分类算法	算法, 预测, 分类, 数据, 准确度	4.5186	1.1558
T03	最优化算法	最优化, 算法, 问题, 功能, 方法	3.1502	0.9471
T04	社会网络分析	社交网络, 社交, 信息, 关系, 因子	5.4241	0.8394
T05	碳排放	碳, 排放, 环境, 消费, 工厂	1.8122	0.5663
T06	能源市场预测	油, 电, 价格, 市场, 预测	3.7685	0.9926
T07	供应链管理	供应链, 成本, 策略, 供应, 需求	2.6751	0.7324
T08	群决策	决策, 倾向, 群体, 权重, 标准	2.5723	0.7086
T09	动态决策	结构, 动态, 流量, 网络, 程度	2.6027	0.7254
T10	疾病管理研究	癌症, 疾病, 患者, 风险, 因子	3.2937	0.6237
T11	物流管理	平台, 渠道, 顾客, 零售商, 价格	2.6951	0.4766
T12	应急管理	洪水, 管理, 应急, 灾难, 分配	6.6249	1.1720
T13	多准则决策	数据, 维度, 实证, 模型, 模式	2.0897	0.4845
T14	旅游交通运营管理	路线, 运输, 城市的, 驾驶, 旅行	2.7743	0.7051
T15	情感文本分析	信息, 积极, 消极, 情绪, 神经的	5.7927	1.7074
T16	车辆路径规划	轨道, 车辆, 交通, 数据, 网络	4.6358	0.8734
T17	能源分配管理	能源, 火, 分配, 相关, 幂律	2.9477	0.8466
T18	大众健康与医疗分析	健康, 控制, 策略, 大众, 干预	5.7667	0.9455
T19	企业战略管理	系统, 企业, 行为, 神经网络, 计划	1.7070	0.4377
T20	能源与气候政策研究	政策, 能源, 效用, 社区, 结构	1.7055	0.4182

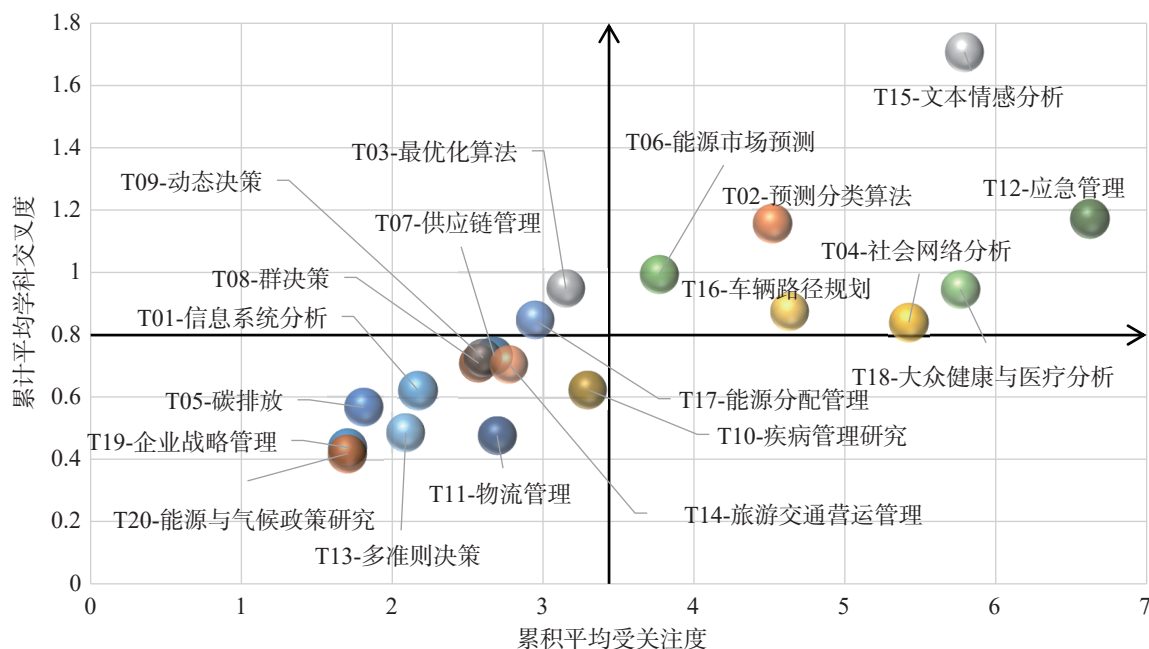


图 10 主题受关注度 - 跨学科度矩阵

5 结语

5.1 研究结论

本文结合共现分析、True Diversity 指数以及主题模型,对国家自然科学基金重大研究计划在管理学领域现有的两项重大研究计划及其相关的论文成果展开了较为系统的分析,得到结论如下:

(1)从粗粒度的学科分类代码、细粒度的关键词以及反映研究成果内容的主题三个维度开展分析,重大研究计划成果视角下,管理学领域与其他学科交叉融合较为显著,表明新时期管理学领域正不断扩展研究方法,迭代研究范式。

(2)从管理学部牵头的两个重大研究计划视角来看,“应急管理”计划在非常规突发事件演变规律、风险治理、应急准备、预警技术、应急处置策略等方面取得了一系列具有重大影响的突破性研究成果。该计划除管理学科的相关知识领域外,在计算机科学、生物制药、医学研究、心理学等诸多领域均有涉及。该项计划的研究成果融合了多学科的知识,在一定程度上促进了其研究领域的研究主题多样化,并反馈增强了重大研究计划服务国家战略需求的现实可能性。“大数据”计划以大数据驱动的管理与决策为研究对象,充分发挥管理、信息、数理、医学等多学科合作研究的优势,着重研究大数据驱动的管理与决策理论范式以及大数据资源治理机制与管理等重要研究问题,其相关产出成果具有较高学科交叉性,以其为透镜,可以看出管理学不断扩展其研究范式与方法,

并同时与多个学科进行交叉互融来更好地解决本领域的科学问题。

(3)管理学在新时期背景下响应“数字化”,与计算机科学领域结合愈发紧密,但亦不局限于此,其与基础科学、人文科学亦有着密不可分的关系。“机器学习”“大数据”“深度学习”等新一代数智技术已经逐步改变管理学所处的信息生态,信息系统管理、信息资源管理等研究领域变迁与升级最为明显。随着研究主题不断深入,管理学领域将进一步运用新方法、融合新范式、接受新思想、产生新观点,从而更好地与时代发展需要相结合,为我国经济社会发展注入新动力。

5.2 研究不足及未来展望

本文从科学基金重大研究计划的视角出发,基于对项目成果数据的 WC 词及关键词的共现分析和指标计算,定量展示了新时期管理学科与其他学科交叉融合情况,并基于 LDA 主题挖掘构建起了主题维度的学科交叉测度模型,从主题维度对管理学科在新时期与其他学科交叉融合现状与趋势展开了分析。本研究存在以下不足之处:

(1)项目资助的成果产出是多样性的,包括了论文、专著、软件、标准、重要报告、专利等,本文仅对论文成果进行了分析,在样本选择方面存在一定局限性。此外,由于时间和精力限制,本文收集的项目成果数据只来源于 web of science 数据库,没有涉及其他数据库中的文献数据。

(2)在进行学科交叉测度时,本文仅选取了“True Diversity”这一指标,尽管 TD 指标具

有一定综合性，但是选取多维指标进行学科交叉测度仍是可行的。

(3) 本文收集的论文数据时间跨度较大，某些研究领域（如计算机科学领域等）发展变化迅速，本文没有从时间维度去探讨此类领域与管理学科交叉融合的趋势。

在未来研究中，在方法层面将继续探索从文本内容视角测度学科交叉水平的有效方式，使得语义信息更加丰富准确；在应用维度，数据来源可考虑不局限于论文数据，充分利用其他成果数据使得测度结果更全面。

参 考 文 献

- [1] 盛昭瀚, 霍红, 陈晓田, 等. 笃步前行 创新不止——我国管理科学与工程学科 70 年回顾、反思与展望 [J]. 管理世界, 2021, 37(2): 185-202.
- [2] 新华社. 习近平: 实施国家大数据战略加快建设数字中国 [J]. 中国信息安全, 2018, 96(1): 28-29.
- [3] 张雪, 张志强. 学科交叉研究系统综述 [J]. 图书情报工作, 2020, 64(14): 112-125.
- [4] 张琳, 孙蓓蓓, 黄颖. 交叉科学研究: 内涵、测度与影响 [J]. 科研管理, 2020, 41(7): 279-288.
- [5] STIRLING A. A general framework for analysing diversity in science, technology and society[J]. Journal of the Royal Society Interface, 2007, 4(15): 707-719.
- [6] 黄颖, 张琳, 孙蓓蓓, 等. 跨学科的三维测度——外部知识融合、内在知识会聚与科学合作模式 [J]. 科学学研究, 2019, 37(1): 25-35.
- [7] LEYDESDORFF L, RAFOLS I. Indicators of the interdisciplinarity of journals: Diversity, centrality, and citations[J]. Journal of Informetrics, 2011, 5(1): 87-100.
- [8] ZHOU Q, ROUSSEAU R, YANG L, et al. A general framework for describing diversity within systems and similarity between systems with applications in informetrics[J]. Scientometrics, 2012, 93(3): 787-812.
- [9] JOST L. Entropy and diversity[J]. Oikos, 2006, 113(2): 363-375.
- [10] LEINSTER T, COBBOLD C A. Measuring diversity: the importance of species similarity[J]. Ecology, 2012, 93(3): 477-489.
- [11] ZHANG L, ROUSSEAU R, GLANZEL W. Diversity of references as an indicator of the interdisciplinarity of journals: Taking similarity between subject fields into account[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2016, 67(5): 1257-1265.
- [12] LEYDESDORFF L. Diversity and interdisciplinarity: how can one distinguish and recombine disparity, variety, and balance? [J]. Scientometrics, 2018, 116(3): 2113-2121.
- [13] “非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划取得系列成果 [J]. 中国安全生产科学技术, 2018, 14(1): 192.
- [14] 国家自然科学基金委员会. 关于发布大数据驱动的管理与决策研究重大研究计划 2021 年度项目指南的通告 [EB/OL]. (2021-08-16)[2023-05-07]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab442/info81625.htm>.
- [15] 马蒙, 李秀霞, 逢顺欣. 基于点度中心度及其均衡性的期刊主题分布特征分析 [J]. 情报理论与实践, 2021, 44(2): 77-82.
- [16] 朱庆华, 李亮. 社会网络分析法及其在情报学中的应用 [J]. 情报理论与实践, 2008(2): 179-183.
- [17] 殷松益. 广义正交模糊社会网络中心度分析及其应用 [D]. 邯郸: 河北工程大学, 2021.
- [18] 李婷, 熊英宏. 近 20 年来中国家庭研究变迁——基于关键词共现的社会网络分析 [J]. 人口与社会, 2021, 37(6): 26-42.
- [19] BLEI D M, NG A Y, JORDAN M I. Latent Dirichlet Allocation[J]. Journal of Machine Learning Research, 2003, 3.
- [20] 邹志文, 秦程. 基于 k-means++ 的动态构建空间主题 R 树方法 [J]. 计算机应用, 2021, 41(3): 733-737.
- [21] 王建冬. 基于复杂网络方法的国内信息服务研究概念网络分析 [J]. 现代图书情报技术, 2009(10): 56-61.
- [22] 张书谕, 王曦, 代继鹏, 等. 基于关键词共现网络的关键词提取算法 [J]. 复杂系统与复杂性科学, 2023, 20(1): 74-80.