

文章编号:1674-8190(2018)03-405-06

社会网络分析法在国内航空安全管理体系研究现状的应用与分析

程程,徐吉辉

(空军工程大学 装备管理与安全工程学院,西安 710051)

摘要: 社会网络分析法能够对国内航空安全管理体系研究现状提供客观定量的分析。以 SMS 为关键词,在 CNKI 里检索收录的相关文献。首先,用 SATI 软件对检索数据进行预处理,构建共词矩阵;然后,用社会网络分析法中的社会密度分析、中心性分析、聚类分析和核心-边缘分析方法对关键词进行研究,分析当前航空安全管理体系研究现状和其研究趋势,为今后研究航空安全管理体系领域提供了参考。

关键词: 航空安全管理体系;社会网络分析法;关键词;共词分析

中图分类号: E25

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2018.03.015

Application and Analysis of Social Network Analysis in Review of Aviation Safety Management System(SMS) Research

Cheng Cheng, Xu Jihui

(College of Equipment Management and Safety Engineering, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China)

Abstract: social network analysis can provide objective and quantitative analysis of aviation safety management system. Taking aviation SMS as key words, related Literature periodical is searched form CNKI. First of all, the retrieval data are processed by STAI, and co-word matrix is constructed. Then key words was analyzed by means of social-density analysis, centrality, cluster multi-dimension and core-periphery analysis of social network analysis, and the current status and trend of aviation safety management is studied, which gives a reference for the study of SMS realm in depth.

Key words: aviation safety management system; social network analysis; key words; co-words analysis

0 引言

航空安全管理体系作为解决航空安全的有效途径,国内外许多学者致力于该领域的研究^[1]。

20世纪90年代后期,加拿大运输部率先提出安全管理体系(Safety Management System,简称SMS)概念,从此,加拿大当局针对CAR705中定义的运营人、航空运输服务提供商和机场运营人制

订了相关的执行手册,建立了安全计划、文件、安全监察、安全培训、质量保证和应急处置六大支柱组成的安全管理体系。2006年,美国FAA开始推行SMS,构建安全政策、风险管理、安全保证和安全促进四大支柱构成的FAA安全管理体系。澳大利亚的SMS由高层管理者的承诺、安全管理体系的政策和目标、安全工作者、安全委员会、风险管理过程、报告系统、培训和教育、运行审核和事故及事故征候调查、文件控制系统、安全管理体系评审等十个部分组成。

而我国在国外研究成果的基础上,于20世纪20年代末提出建立航空安全管理体系,尤其近几年航空安全形势严峻,安全管理体系的研究成为了

收稿日期:2017-06-22; 修回日期:2018-01-11

基金项目:国家自然科学基金(71401174)

国家社会科学基金(140G003-173)

通信作者:程程,chengcheng751010@163.com

研究的热点问题。例如,任汾燕^[2]在首都机场开展实地调研,结合我国民航发展现状,在分析国外的成功案例的基础上,研究了首都机场实施安全管理体系所取得的成功经验,并挖掘出其存在的问题,制订了改进方案并开展了评价。刘江萍^[3]在基于BP神经网络的海南航空公司飞行安全研究中,深入分析南航公司安全管理体系实施情况,并采用基于实际指标数据为样本BP人工神经网络模型对南航安全管理情况实施评价。杨琳^[4]介绍了FAA的SMS现状,分析了其主要做法和SMS理念,指出了其当前的不足和面临的挑战,为我国民用航空开展SMS提供了经验做法。但以上研究缺乏深层次挖掘SMS体系的前因后果。

本文通过社会网络分析,采用社会密度分析、中心性分析、聚类分析以及核心—边缘分析等分析方法,对个体之间的联系进行量化分析,揭示出该领域的研究现状以及发展趋势。

1 方法步骤

共词分析的原理是在一篇文献中两两统计一组词出现的次数,通过聚类分析找出这些词的内在联系,从而分析出该学科的研究现状和热点趋势。

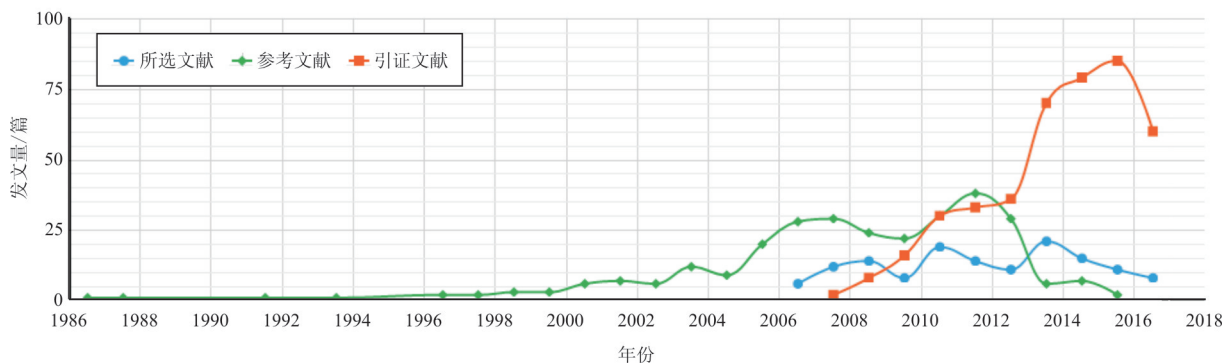


图1 文献发表年限统计

Fig. 1 Statistics of published literature by year

从图1可以看出:文献分布呈先升后降的趋势,起始阶段人们对航空安全领域关注度不大,但随着安全事故频发,人们开始展开安全管理研究。到20世纪90年代,学者开始展开安全管理体系研究。直到2006年,各个国家航空机构以及民航公司建立了安全管理体系,安全事故呈下降趋势,随着安全管理体系不断成熟,其相关研究也有所减缓,但每当有大型安全事故的发生,都会推动该领

域相关理论研究。

本文在词频分析的基础上,分三步展开研究:①从CNKI图书馆以SMS为关键词抽取能够代表研究方向或热点的关键词;②在一篇文献中两两统计一组词出现的次数,构建共词矩阵;③将共词矩阵^[5]转化为0-1矩阵,然后以0-1矩阵为研究对象,开展社会密度分析、中心性分析、聚类分析以及核心—边缘分析,挖掘出研究趋势和热点。

2 数据

2.1 数据来源

为了能够获得客观、较为全面的数据,本文的数据来源期刊网(CNKI),以“SMS”为检索词,以关键词为检索项,按照中国期刊网(CNKI)——中国学术期刊网络出版总库的检索路径—航空航天科学学科路径,不限制统计年限,检索截止日期设为2017年12月30日,共检索出202篇文献,除去与主题不相关的,得到116篇符合要求的文献。

2.2 数据统计

(1) 文献发表年限统计

文献发表年限统计如图1所示^[6]。

(2) 高频关键词统计

运用文献题录信息统计分析工具SATI^[7]对CNKI数据进行统计分析。首先用SATI软件提取选择要抽取的字段名称关键词;然后进行频数统计;最后以EXCEL的文档形式进行保存,并对其在文献中出现的频数进行排序;最后选出频数前25的关键词进行研究分析,来确保分析结果的可

信度。统计结果如表 1 所示。

表 1 安全管理体系 SMS 的高频关键词
Table 1 Security management system high frequency key words

| 关键词 | 词频 | 关键词 | 词频 |
|--------|----|--------|----|
| SMS | 66 | 一体化 | 3 |
| 风险管理 | 21 | 信息管理平台 | 3 |
| 民航安全 | 20 | 中国民航总局 | 3 |
| 民航 | 9 | 管理评审 | 3 |
| ICAO | 8 | 管理系统 | 3 |
| 空中交通管理 | 9 | 人为因素 | 3 |
| 空管安全 | 9 | PDCA | 3 |
| 民航空管系统 | 8 | 管制员 | 2 |
| 指导手册 | 4 | 运行规范 | 2 |
| QMS | 4 | 审定工作 | 2 |
| 安全管理 | 3 | 安全工程 | 2 |
| 风险控制 | 3 | 数据驱动 | 2 |
| 安全信息管理 | 3 | 自愿报告系统 | 2 |
| 管理体系建设 | 3 | 安全文化 | 2 |

3 关键词分析

3.1 社会网络分析图

为了深入直观地分析关键词之间的内部关系特征,将共词矩阵转化为 0-1 矩阵,通过 UCINET6.0 软件^[8],在分析高频关键词的基础上,绘制出其社会网络分析图谱,如图 2 所示。正方形点表示文献关键词,点越大,说明其中心关键作用越大,连线表示关键词之间的联系,线越粗,表示联系性越大,双线表示二者在同一篇文献中共同出现。可以看出:“SMS”、“民航”和“航空安全”和“风险管理”这四个关键点较大,且处于中心位置,由此反映出安全管理体系研究重点领域和发展方向。

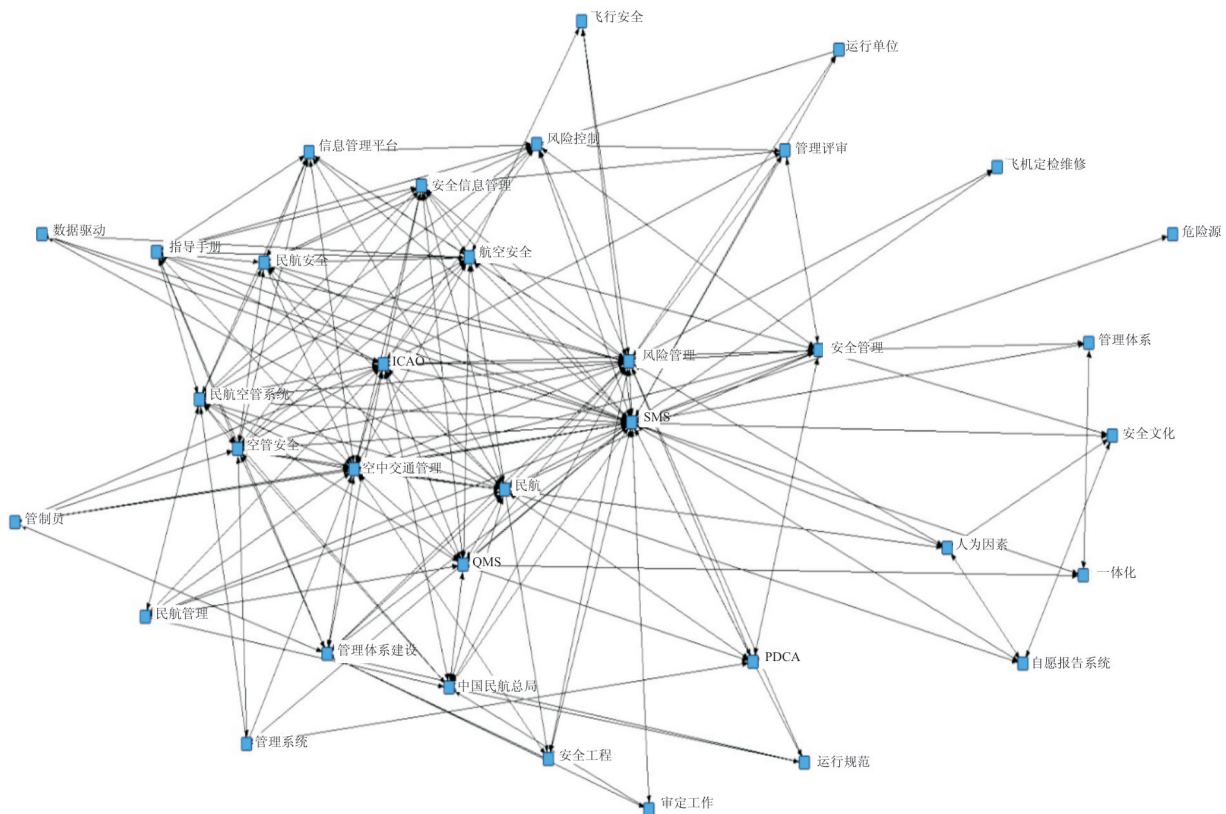


图 2 社会网络分析图

Fig. 2 Social Network Analysis

3.2 社会密度分析

社会密度指的是社会网络图中各点之间联系

的紧密程度,取值范围 $[0, 1]$,网络密度越大,关键词之间联系越紧密^[9]。通过 UNICET6.0 软件计算出网络密度值为 0.280 6,依据式(1)计算出关键

词网络中应得节点数为 561 个,但实际得 157 个。结合网络密度和社群图,可以得出其网络密度较低,表示安全管理体系的深度和广度上研究有待加强。

$$C_n^2 = \frac{P_n^2}{2!} = \frac{n!}{2!(n-1)!} \quad (1)$$

3.3 中心性分析

中心性^[10-11]是基于社会网络的关键词分析的

一个重要的测量指标,它能够表示出关键词在网络中所处的地位。若关键词所处的位置越靠近中心,就表示该关键词越重要,成为该领域的研究重点的概率越大。因此很多学者将中心性分析方法作为预测研究领域趋势的重要途径。通过软件 UCINET 6.0,得到中心性分析结果,如表 2 所示。

表 2 中心性分析结果

Table 2 Results of centrality analysis

| 序号 | 关键词 | 点度中心度 | 中间中心度 | 接近中心度 | 特征根向量 | 序号 | 关键词 | 点度中心度 | 中间中心度 | 接近中心度 | 特征根向量 |
|----|--------|--------|---------|---------|-------|----|--------|-------|-------|--------|-------|
| 1 | SMS | 35.000 | 493.983 | 100.000 | 0.442 | 19 | 管理评审 | 7.000 | 0.286 | 53.836 | 0.103 |
| 2 | 风险管理 | 26.000 | 140.517 | 78.657 | 0.352 | 20 | 管理系统 | 6.000 | 0.950 | 53.467 | 0.087 |
| 3 | 航空安全 | 20.000 | 44.748 | 70.364 | 0.282 | 21 | 人为因素 | 6.000 | 3.000 | 52.968 | 0.073 |
| 4 | ICAO | 18.000 | 32.467 | 67.000 | 0.275 | 22 | PDCA | 6.000 | 2.543 | 52.968 | 0.097 |
| 5 | 空中交通管理 | 16.000 | 35.133 | 66.547 | 0.267 | 23 | 管制员 | 6.000 | 0.000 | 52.968 | 0.092 |
| 6 | 空管安全 | 17.000 | 22.914 | 64.382 | 0.245 | 24 | 运行规范 | 4.000 | 0.320 | 53.120 | 0.070 |
| 7 | 一体化 | 15.000 | 17.227 | 64.151 | 0.234 | 25 | 审定工作 | 4.000 | 0.123 | 54.120 | 0.070 |
| 8 | 民航空管系统 | 14.000 | 12.341 | 62.963 | 0.245 | 26 | 安全工程 | 4.000 | 0.000 | 54.120 | 0.096 |
| 9 | 指导手册 | 13.000 | 3.902 | 60.714 | 0.205 | 27 | 数据驱动 | 4.000 | 0.000 | 54.120 | 0.079 |
| 10 | QMS | 12.000 | 9.784 | 60.714 | 0.200 | 28 | 自愿报告系统 | 4.000 | 1.233 | 53.120 | 0.052 |
| 11 | 安全管理 | 11.000 | 15.7643 | 58.634 | 0.163 | 29 | 安全文化 | 3.000 | 0.543 | 52.308 | 0.045 |
| 12 | 风险控制 | 10.000 | 7.402 | 58.611 | 0.168 | 30 | 飞行安全 | 3.000 | 0.000 | 52.308 | 0.063 |
| 13 | 安全信息管理 | 9.000 | 2.657 | 58.610 | 0.210 | 31 | 运行单位 | 3.000 | 0.000 | 52.308 | 0.069 |
| 14 | 管理体系建设 | 9.000 | 11.491 | 58.610 | 0.159 | 32 | 管理体系 | 3.000 | 1.000 | 52.308 | 0.039 |
| 15 | 民航安全 | 9.000 | 2.239 | 58.610 | 0.243 | 33 | 危险源 | 2.000 | 0.400 | 51.515 | 0.042 |
| 16 | 信息管理平台 | 9.000 | 1.277 | 58.610 | 0.171 | 34 | 飞机定检维修 | 2.000 | 0.000 | 51.515 | 0.037 |
| 17 | 中国民航总局 | 8.000 | 7.560 | 57.627 | 0.150 | | | | | | |

(1) 点度中心度定量出所研究的关键词与其他关键词是否出现同篇所文献,“SMS”、“风险管理”、“ICAO”、“航空安全”、“空中交通管理”这五个关键词的中心度比较高,说明他们处于网络核心位置,即它们与其他关键词相互联系起着桥梁作用,确保整个网络的相互连接,进而表明了它们是学界内研究的热点和重点,也是未来持续深入研究的发展趋势。

(2) 中间中心度所表示的是某一关键词在关键词网络中的桥梁作用。“SMS”、“风险管理”、“ICAO”、“航空安全”、“空中交通管理”,这五个关键词在关键词网络中是其他关键词相互联系的桥梁,而中心度为 0 的关键词在共词网络中严重依赖

这五个关键词来与其他关键词发生联系。

(3) 接近中心度表示所研究的关键词与其他关键词共同出现同篇文献的概率。“SMS”、“风险管理”、“ICAO”、“航空安全”、“空中交通管理”与其他关键词联系路径最短,其他关键词通过这五个关键词进行信息交流。

(4) 特征根向量反映的是关键词在关键词网络中的地位,值越大,则说明该关键词在整个网络中越靠近核心位置。“SMS”、“风险管理”、“ICAO”、“航空安全”、“空中交通管理”五个关键词的特征根向量较大,说明其位于网络的核心位置。

3.4 聚类分析

聚类分析指将物理或抽象对象的集合分组为由类似的对象组成的多个类的分析过程,通过聚类分析可以看出研究主题之间的内部联系和区别。通过 SPSS2.2 软件对所建立的 0-1 矩阵进行聚类分析,选用离差平方和(ward)模型,绘制聚类分析树状图,如图 3 所示。纵坐标为高频关键词,横坐

标数字为关键词与关键词之间的距离,距离越短说明二者关系越密切。由于图中的分类较多,选取主要四类为四个小团体进行分析:①空中交通管理、管理系统、指导手册、空管安全;②风险控制、ICAO、民航和航空安全;③风险管理、安全管理体系(SMS)、管理体系建设、民航管理、QMS;④人为因素、飞行安全、人为因素、运行规范。

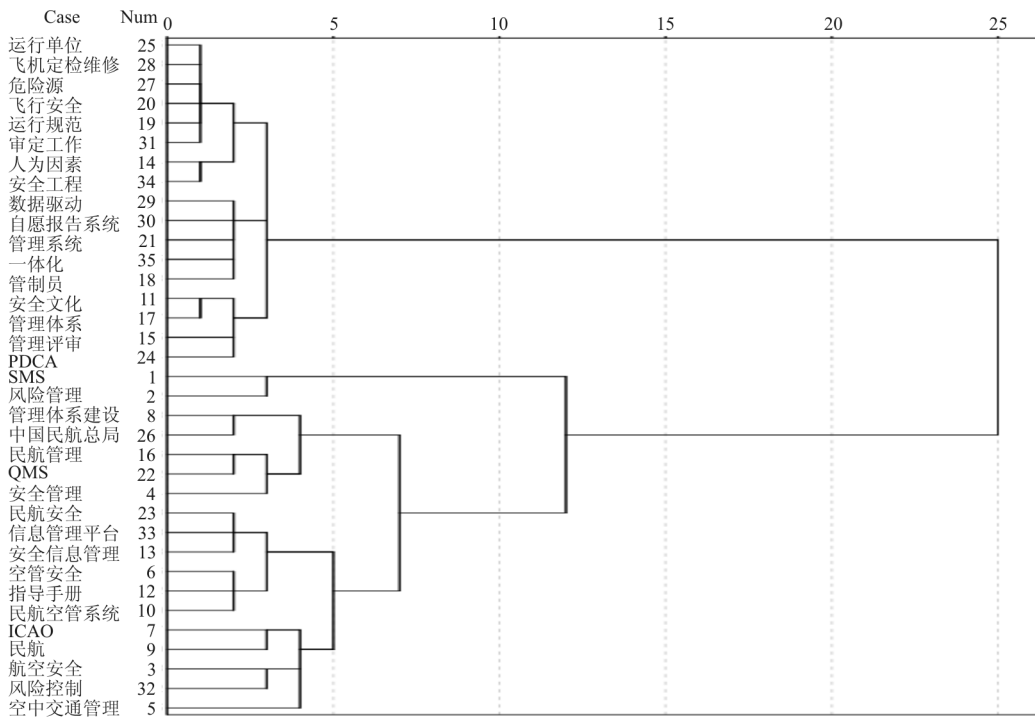


图 3 聚类分析树状图

Fig. 3 Cluster analysis dendrogram

从图 3 可以看出:有的类别包含的关键词多,有的包括的关键词少,有的关键词重复出现,而有的只是个别出现,例如安全管理体系出现率较高,而危险源、飞行安全等出现的频率较少,有的只是在分类中出现。

3.5 核心—边缘分析

核心边缘分析¹²是通过量化关键词来分析其在关键词网络中所处的位置,即核心、半边缘、边缘三种。本文以特征根向量值为标准,值大于 0.2 为核心,处于 0.1~0.2 的为半边缘,值小于 0.1 为边缘关键词。处于核心位置的关键词相互联系密切,处于边缘位置的关键词之间没有联系,但它们与核

心关键词有关联,关键词分析如表 4 所示。

表 4 SMS 关键词核心关键词分类
Table 4 SMS core keyword classification

| 类别 | 关键词 |
|--------|--|
| 核心关键词 | SMS、风险管理、ICAO、空中交通管理、空管安全、航空安全、民航空管系统、一体化、指导手册、QMS、安全信息管理 |
| 半边缘关键词 | 安全管理、风险控制、管理体系建设、信息管理平台、中国民航总局、管理评审 |
| 边缘关键词 | 管制员、运行规范、审定工作、审定工作、审定工作、安全工程、数据驱动、自愿报告系统、自愿报告系统、安全文化、飞行安全、运行单位、管理体系、飞机定检维修、危险源 |

4 结 论

(1) SMS 领域的主题之间的联系依靠于“SMS”、“风险管理”、“ICAO”等关键词,“民航”、“空中交通管理”等词,也处于较重要的位置,其原因近几年是人为因素导致的飞行安全事故有所抬升,尤其在空管领域,因此安全管理体系在空管领域的研究也会逐步上升。

(2) 该研究领域内的“评价体系”、“评价方法”以及“模型”等关键词很少出现,说明目前 SMS 缺乏体系评价研究,即建立的 SMS 体系,但是该体系是否有效,有待考证。

(3) 整体考量,我国 SMS 研究内容相似性较大,研究缺乏创新,多数借鉴成熟经验,研究深度和广度不够。

(4) 建议加强以下三方面的研究:①应加强如何评审安全管理体系方面的研究,例如加强安全管理体系在成熟度评价模型和绩效上的研究;②安全管理体系在民航领域相对成熟,应加强在军机领域研究,例如航管、机务大队等;③应加强 SMS 不同领域之间的横向研究,例如适航与 SMS 等,并开展半边缘与边缘关键词领域的研究,加强 SMS 领域研究的深度与广度。

参考文献

- [1] McIntyre G R. The application of system safety engineering and management techniques at the US Federal Aviation Administration (FAA) [J]. *Safety Science*, 2002 (1-4): 325-335.
- [2] 任汾燕. 首都机场安全管理体系研究[D]. 北京: 首都经济贸易大学, 2014.
Ren Fenyan. Research on the security management system of Capital Airport[D]. Beijing: Capital University of Economics and Business, 2014. (in Chinese)
- [3] 刘江萍. 基于 BP 神经网络的海南航空公司飞行安全研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2014.
Liu Jiangping. Research on flight safety of Hainan airlines based on BP neural network[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2014. (in Chinese)
- [4] 杨琳. 美国 FAA 的 SMS 的实施现状[J]. *中国民用航空*, 2013, 167(12): 51-53.
Yang Lin. The status of SMS implementation of FAA[J]. *China Civil Aviation*, 2013, 167(12): 51-53. (in Chinese)
- [5] 张勤, 马费成. 国外知识管理研究范式—以共同分析为方法[J]. *管理科学学报*, 2007, 10(6): 65-66.
Zhang Qin, Ma Feicheng. The research paradigm of knowledge management in foreign countries—a method of common analysis[J]. *Journal of Management Science*, 2007, 10(6): 65-66. (in Chinese)
- [6] 中国知网. 文献发表年限统计[EB/OL]. [2017-12-01]. <http://kns.cnki.net/KVvisual/ArticleAnalysis/index? t=1528417746282>.
- [7] 侯海燕, 刘则渊, 栾春娟. 基于知识图谱的国际科学计量学研究前沿计量分析[J]. *科学管理*, 2009, 30(1): 164-165.
Hou Haiyan, Liu Zeyuan, Luan Chunjuan. Quantitative analysis on the research front of international scientometrics based on mapping of knowledge [J]. *Scientific Management*, 2009, 30(1): 164-165. (in Chinese)
- [8] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004: 45-57.
Liu Jun. Introduction of social network analysis[M]. Beijing: Social Science Literature Press, 2004: 45-57. (in Chinese)
- [9] Zhang M, Zhang X D, Hu Y. Ranking of collaborative research teams based on social network analysis and bibliometrics[C]// *Cooperative Design, Visualization, and Engineering*, 2015: 236-242.
- [10] Otte E, Rousseau R. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences[J]. *Journal of Information Science* 2002, 28(6): 441-453.
- [11] Pilkington A, Meredith J R. The evolution of the intellectual structure of operations management-1980—2006: A citation/co-citation analysis[J]. *Journal of Operations Management*, 2008, 27(3): 185-202.
- [12] 章磊, 张净敏, 闫莉, 等. 基于社会网络分析的国内军民融合研究综述——2000—2014 年文献计量证据[J]. *装甲兵工程学院学报*, 2016, 30(3): 11-16.
Zhang Lei, Zhang Zhengmin, Yan Li, et al. Review of China's civil-military integration research based on social network analysis-bibliometric evidence from 2000 to 2014[J]. *Journal of Academy of Armed Force Engineering*, 2016, 30(3): 11-16. (in Chinese)

作者简介:

程 程(1989—),男,硕士研究生。主要研究方向:国防采办有项目管理、适航管理。

徐吉辉(1974—),男,博士,教授,博导。主要研究方向:国防采办有项目管理、适航管理。

(编辑:赵毓梅)