

基于文献计量法的新工科研究热点预测

陈 庆, 严海琳

(南京师范大学学报编辑部, 江苏 南京 210097)

[摘要] 研究新工科相关期刊文献, 为新工科的研究方向、研究热点提供参考. 对新工科的期刊文献进行数据收集与统计, 采用文献计量分析方法, 从文献的学科分布、基金论文分布、关键词分布、期刊分布 4 个维度进行分析. 总结新工科文献的研究内容, 与新工科所处的阶段相对应. 预测今后几年新工科的研究热点是人才培养、教育教学改革、创新创业.

[关键词] 新工科, 文献计量, 新工科热点

[中图分类号] G353.1 [文献标志码] A [文章编号] 1001-4616(2018)04-0147-06

Forecast the Research Hotspots of Emerging Engineering Education(3E) Based on Bibliometric Analysis

Chen Qing, Yan Hailin

(Editorial Board of Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: This paper research journal articles of 3E to provide references for developing direction and research hotspots of 3E. Collect and statistics the data of journal articles of 3E, research the four dimensions of distribution about subjects, fund, keywords and journals based on bibliometric analysis. Summarize the contents of 3E, which adapted to the period of 3E. Forecast that talent training model, education and teaching reform, innovative entrepreneurship will being the research hotspots of 3E in the next years.

Key words: emerging engineering education(3E), bibliometric analysis, research hotspots in 3E

当前,新一轮科技革命与产业变革加剧进行,综合国力竞争越发激烈. 工程教育与产业发展紧密联系、相互支撑. 2017 年是新工科正式提出的第一年,随着创新驱动发展、“中国制造 2025”“互联网+”“网络强国”“一带一路”等一系列重大战略的出现,2017 年 2 月份以来,教育部积极推进新工科建设与发展,先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”,并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》及《关于推进新工科研究与实践项目的通知》. 文献明确指出,在全面推进新时期工程教育改革和发展过程中,要树立创新型、综合化、全周期工程教育“新理念”,构建新兴工科和传统工科相结合的学科专业“新结构”,探索实施工程教育人才培养的“新模式”,打造具有国际竞争力的工程教育“新质量”,建立完善中国特色工程教育的“新体系”,实现我国从工程教育大国走向工程教育强国^[1-3]. 可见,以新工科建设和发展为主题的高等工程教育改革进入了一个前所未有的“新革命”阶段. 随之,有关新工科的研究成果层出不穷. 本文试图通过文献计量分析的方法,对新工科期刊文献作概述统计和数据分析,全方位、多角度反映新工科现状,并预测今后几年新工科的研究热点、发展趋势,为新工科建设和发展提供参考.

1 数据收集与研究方法

1.1 数据收集

学科论文发文量的时序变化是衡量某一学科领域发展的重要指标之一^[4]. 对新工科文献的学科分布及其发文量做全面的统计,不仅能明确新工科所处的发展阶段,还能预测其发展趋势和动态. 为保证数据来

收稿日期:2018-06-30.

基金项目:江苏省科技期刊研究基金(JSRFSTP2017B01).

通讯联系人:陈庆,博士,研究方向:数学建模、期刊编辑学、数字出版. E-mail:chenqing@njnu.edu.cn

源的权威性、代表性、科学性与完整性,本文选择 CNKI 中国知网数据库为来源数据库进行检索(本文所有数据截至 2018 年 5 月 20 日).通过试用不同的检索词,得到表 1.并借助 Excel 数据平台,将“主题=新工科”的 330 篇期刊文献的篇名、作者、刊名、关键词、基金项目信息和参考文献等逐一手工输入 Excel 数据库中,自制一个“新工科期刊文献数据库”.通过统计分析发现,新工科已引起多方学者普遍关注和高度重视,每月的发文量总体呈不断增长态势(见图 1).

表 1 各种检索条件下检索结果列表
Table 1 List of searching result under different search conditions

检索条件	文献数	期刊发文数	核心期刊发文数
主题=新工科	420	330	94
篇名=新工科	336	260	65
关键词=新工科	262	238	60
摘要=新工科	386	348	83
全文=新工科	818	627	162

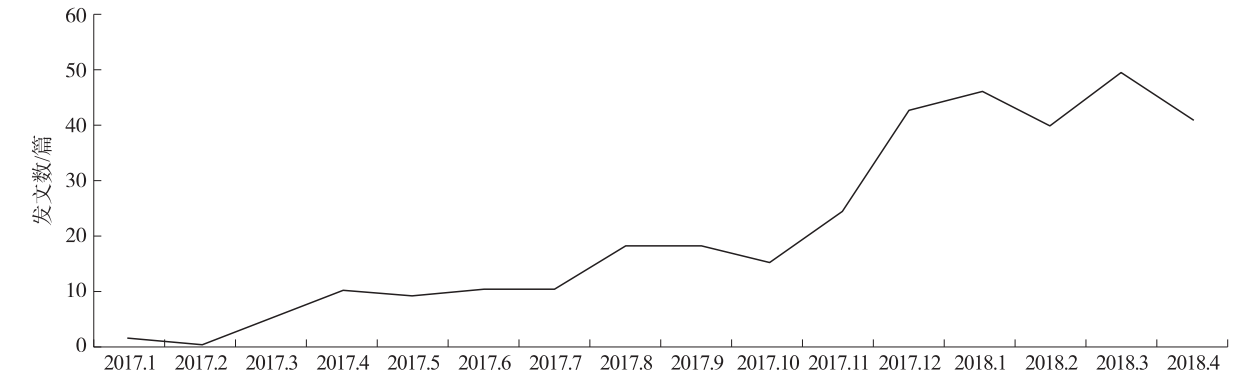


图 1 每月发文量情况统计
Fig. 1 Issue statistics every month

1.2 研究方法

本文采用文献计量分析方法,以“新工科期刊文献数据库”中的 330 篇文献作为样本,依次从文献的学科分布、基金论文分布、关键词分析、期刊分布 4 个维度进行文献计量分析.

2 数据统计与分析

2.1 学科分布与分析

新工科建设是一项涉及面广、影响面宽、具有中国特色的复杂的系统工程,对中国高等教育的改革和发展具有示范和引领作用.根据 CNKI 中国知网数据库的文献分类目录,全面系统地梳理新工科期刊文献存在的领域,除去栏目征稿、期刊总目录等文献,得出各学科发文情况如表 2 所示.

表 2 各学科发文统计表
Table 2 Issue statistics about subjects

学科领域			发文量
一级学科领域	二级学科领域	三级学科领域	
基础科学	数学	数学概论	1
		代数、数论、组合理论	1
	非线性科学与系统科学	系统科学	1
		力学概论	1
		物理学	1
工程科技	化学	原子核物理学、高能物理学	1
		物理化学	1
		分析化学	1
		应用化学	1
		化学工业一般性问题	9
	无机化工	化学工业一般性问题	9
		高分子化合物工业	1
	有机化工	材料科学基础	1
		非金属材料	1
	材料科学	总论	1
		矿山开采工程学	1
	矿业工程	焊接、金属切割及金属粘接	1
		刀具、磨料、磨具、夹具	1
	金属学及金属工艺	冶金工艺总论	1

续表 2 Table 2 continued

学科领域			发文量		
一级学科领域	二级学科领域	三级学科领域			
工程科技	轻工业手工业	概述	1		
		食品工业	1		
		造纸工业	1		
		印刷工业	2		
		安全科学与灾害防治	劳动保障管理	1	
		工业通用技术及设备	工程基础科学	35	
			工业通用技术及设备	1	
		机械工业	机械学	1	
			机械工业总论	1	
		航空航天科学与工程	机械设计、计算与制图	1	
	航空、航天技术的研究与探索		1		
	航空		1		
	船舶工业		船舶驾驶、航海学	3	
	建筑科学与工程	建筑基础科学	1		
		核科学技术	核反应堆工程、核电厂	1	
		电力工业	一般性问题	1	
			电工基础理论	3	
		医药卫生技术	生物医学工程	其他科学技术在医学上的应用	1
			哲学与人文科学	外国语言文学	英语
	中国语言文学			汉学	1
社会科学	公安		保密工作	1	
	人才学与劳动科学	人才学	1		
	教育理论与教育管理	电化教育	6		
	中等教育	教学理论	1		
	高等教育	思想政治教育、德育	2		
		教学理论、教学法	228		
		研究生教育	5		
		教学科研工作	1		
		教师与学生	4		
		学校管理	17		
		各类型高等学校	1		
		世界各地教育	1		
		师范教育	3		
		中国及地方高等教育	19		
		职业教育	教学理论、教学法	6	
				学校管理	1
	世界各国职业技术教育概况		2		
	成人教育与特殊教育		成人教育、业余教育	1	
信息科技	无线电子学	一般性问题	1		
		基本电子电路	1		
	电信技术	无线通信	4		
		通信	3		
	计算机硬件技术	一般性问题	6		
		微型计算机	2		
	计算机软件及计算机应用	程序设计、软件工作	3		
		程序语言、算法语言	1		
		编译程序、解释程序	1		
		数据库理论及系统	1		
		计算机的应用	7		
		计算机网络理论	1		
		网络应用程序	1		
	自动化技术	自动化基础理论	3		
		自动化技术及设备	1		
	经济与管理科学	出版	编辑工作	1	
		宏观经济管理与可持续发展	宏观经济管理	2	
		经济体制改革	中国经济	1	
工业经济		工业经济理论	1		
		中国工业经济	3		
交通运输经济		交通运输经济理论及概况	1		
		航空运输经济	1		
信息经济与邮政经济		信息产业经济	2		
贸易经济		国内贸易经济	1		

从表 2 可见,新工科的期刊文献主要分布在基础科学、工程科技、医药卫生科技、哲学与人文科学、社会科学、信息科技、经济与管理科学 7 个学科类别中,其中发文量最多的是社会科学学科类别,以高等教育学科中的教学理论、教学法学科为新工科研究的主要阵地。值得注意的是,有些文献不仅属于一个学科类别,还可能同时属于其他学科类别。这也是期刊论文总量为 330 篇,而表 2 中发文量总和是 443 篇的原因。例如,文献[5]既属于工程科技学科中工业通用技术与设备学科,又属于社会科学学科中教育理论与教育管理学科,同时还属于信息科技学科中的计算机软件及计算机应用学科。这也反映了新工科内涵的丰富性、内容的交叉融合性。从文献所涉及的研究内容看,新工科的问题已与信息技术、大数据紧密联系在一起,不再是单一学科问题,跨学科、多学科、多层面、多方位交叉融合已成为解决新工科问题的必要手段。

2.2 基金文献分布与分析

文献是否受基金资助以及所资助基金的级别与自身学术水平高低并无必然的相关性,但能从一个侧面反映资助基金的主要来源,以及新工科在整个学科研究中所受的关注程度^[6]。整体而言,新工科的期刊发文量为 330 篇,其中各级别基金论文共 28 篇(如图 2 所示),基金论文率仅为 8.48%,基金论文率相对较低。就基金项目分布来看,国家级基金是新工科研究基金论文的主要来源,共 18 篇,占全部基金论文的 64.29%。省厅级单位的基金资助相对较少,占全部基金论文的 35.71%。究其原因可能在于:在新工科建设的初期,关注新工科建设的学者大都是“内行”人士(例如,清华大学教授林健、中国工程院院士钟登华、复旦大学教授胡波、浙江大学教授陆国栋、天津大学教授张凤宝,在 2017 年分别发表了新工科文献 6 篇、2 篇、2 篇、2 篇、2 篇),其课题层次相对较高。同时也说明,省厅级、各级高校在新工科课题和项目上投入相对较少,建议各省市科研单位、高校广辟新工科基金项目渠道,加强新工科建设在科学研究中所关注的程度。

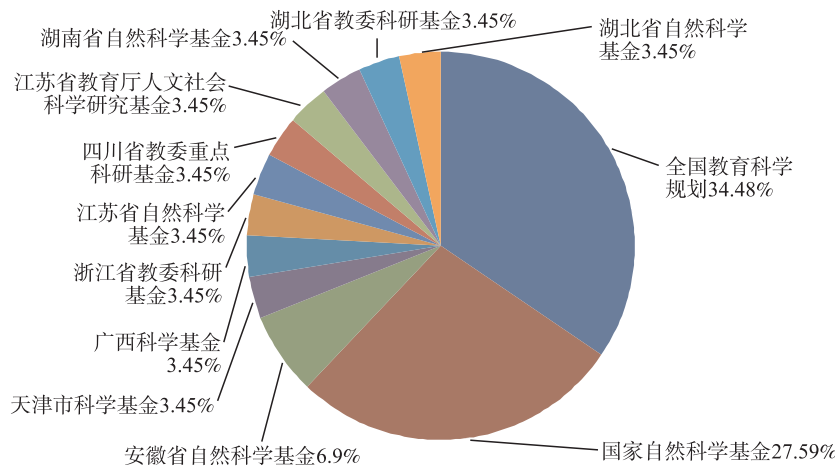


图 2 新工科期刊文献基金论文分布

Fig. 2 Distribution of fund paper in 3E journal articles

2.3 关键词分布及分析

关键词是文献中最能反映主题信息的特征词汇、词组或短语。通过对关键词频的统计分析,有利于分析新工科的研究内容、研究热点及其发展趋势。在 330 篇期刊文献中,标引关键词的文献为 285 篇,除了 45 篇会议简报、研讨会发言、专家采访等没有关键词外,86.36% 的文献都标引了关键词。对所有文献作一一统计,共有关键词 590 个,关键词频次为 1 130,平均每篇关键词个数为 3.96 个,这完全符合《GB/T 3179—92 科学技术期刊编排格式》国家规定:每篇报告、论文选取 3~8 个词作为关键词。其中,总频次位居前 10 位的关键词依次为:新工科、人才培养、工程教育、教学改革、创新创业、实践教学、培养模

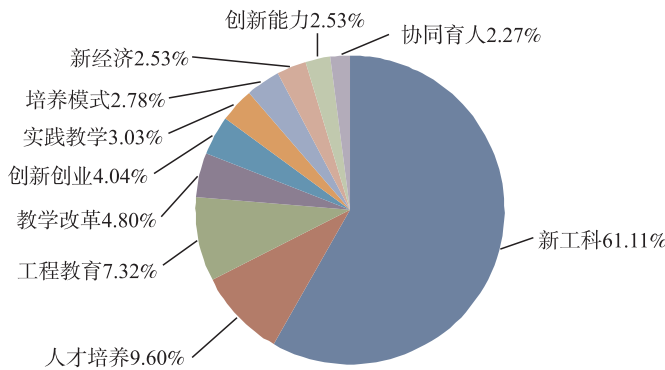


图 3 新工科期刊文献中总频次位居前 10 的关键词分布情况

Fig. 3 Top 10 keywords of 3E journal articles

式、新经济、创新能力、协同育人(如图3所示),他们涵盖了新工科发展研究的主要内容,充分反映了新工科初级阶段的研究现状. 另外,除去“新工科”“工程教育”专指度相对较低的关键词,并将相似度极高的关键词加以合并,预测今后几年新工科发展研究的方向是人才培养、教育教学改革、创新创业.

其次,利用共现分析抽取出高频关键词共现网络. 将新工科期刊文献所有关键词进行共现分析,即统计出2个关键词同时出现在一篇文献内的频率. 286个关键词中,共有121对关键词在330篇文献中同时出现,其中106对出现次数大于1,共现频次最高的10个词对如表3所示. 关键词共现网络如图4所示,图中更直观地反映新工科是问题研究的中心,由新工科展开的各方面的讨论及研究一目了然.

表3 文献关键词共现频次最高的10个词对
Table 3 Top 10 keywords of coexist frequency

共现词对		共现频次
人才培养	新工科	32
工程教育	新工科	26
创新创业	新工科	18
教学改革	新工科	18
实践教学	新工科	13
地方高校	新工科	12
协同育人	新工科	9
创新能力	新工科	9
培养模式	新工科	7
人才培养	教学改革	4

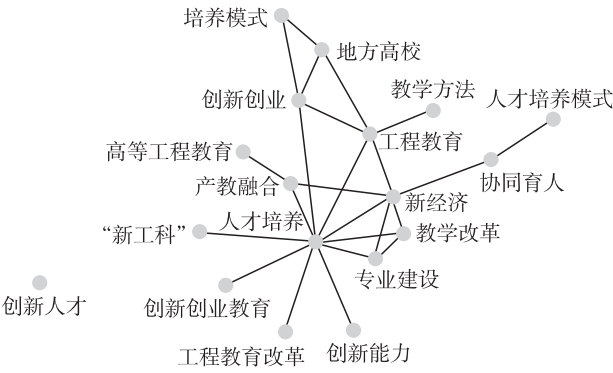


图4 关键词共现网络
Fig. 4 Coexist network of keywords

另外,相比而言,2017年的关键词更具有导向性、综合性. 而2018年的关键词越来越细化、专业化,例如:航海、焊接、盐业、印刷业、电气工程等. 这也反应了新工科已被广泛应用于各行各业.

2.4 期刊分布及分析

从“新工科期刊文献数据库”中可见,有关新工科研究的330篇期刊文献分布在151种不同期刊中,其中核心期刊10种,共发文54篇,约占28.48%. 共有101种期刊只刊发过1篇相关论文,占全部期刊种类的66.89%. 这表明关于新工科的研究成果发表极为分散,涉及期刊种类极多. 而这种分布现状也合理印证了文献计量研究学家布拉德福的相关定律:由于学科间的相互渗透性,科学文献分散分布是普遍现象. 即一个学科的论文分散分布在其他学科的期刊上是屡见不鲜的^[7]. 这一现象不仅有利于提升新工科建设领域的研究水平,有利于在其他相关领域形成一定的影响力,而且还能吸引不同学科领域的研究者进行新工科建设的交叉探索. 但同时,过于广泛地分布在多种学科中必然会给新工科领域的研究学者迅速而全面了解最新研究成果带来更大的难度.

图5为刊发新工科文献最多的10种期刊. 值得注意的是,《高等工程教育研究》对新工科文献的刊发作出了最大的贡献. 截至2018年5月20日,根据CNKI中国知网数据库,2017年约有255.83万条期刊文献,而文献[8]被引用次数排名第3,共被引126次;被下载次数排名第17,共被下载10999次. 另外,为新工科的相关研究、探讨提供园地,《高等工程教育研究》率先特设“新工科研究与实践”专栏. 2017年,该专栏共刊发22篇新工科文献,加上学术动态栏目的《“新工科”建设复旦共识》《“新工科”建设行动路线(“天大行动”))》《新工科建设指南(“北京指南”))》3篇文献,该刊共刊发新工科文献25篇. 将以上25篇文献相关数据录入Excel表格,并进行数据统计与分析. 25篇文献共被下载78598次,每篇约被下载3144次;共被引用476次,每篇约被引用19次.

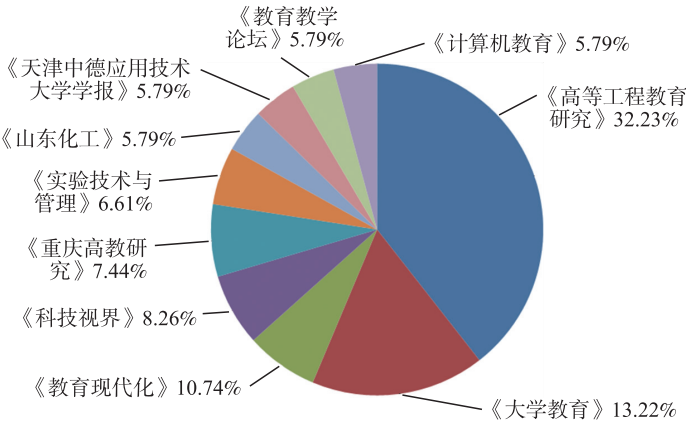


图5 刊发新工科文献最多的10种期刊分布情况
Fig. 5 Top 10 journals of 3E articles

由核心即年指标的算法.

$$\text{即年指标} = \frac{\text{该期刊当年发表论文的被引用次数}}{\text{该期刊当年发表论文总数}}.$$

可得,该 25 篇文献为期刊的核心即年指标提高了约 2.09. 显然,新工科专栏的设立对《高等工程教育研究》影响因子的提升也将是举足轻重的.

3 结语

中国工程院院士钟登华在文献[9]中指出,新工科发展正处于初级阶段,此阶段的目标是:到 2020 年,探索新工科模式,支撑新技术、新产业、新经济的发展. 此阶段的关键任务是:学与教、实践与创新创业、本土化与国际化^[9]. 而新工科提出的第一年,在出版、图书情报与数字图书馆学科领域鲜有出现关于新工科的研究文献(见表 2). 截至 2018 年 5 月 20 日,在中国知网数据库中,出版、图书情报与数字图书馆学科领域仅刊发一篇关于新工科的文献^[10]. 本文用具体数据表明了新工科的内涵十分丰富,涉及范围极其广泛. 同时预测今后几年新工科发展研究的热点是人才培养、教育教学改革、创新创业,该观点与文献[9]的观点相吻合.

[参考文献]

- [1] “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究,2017,35(1):10-11.
- [2] “新工科”建设行动路线[J]. 高等工程教育研究,2017,35(2):24-25.
- [3] 新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等工程教育研究,2017,35(2):20-21.
- [4] 邱均平,杨思洛,宋艳辉. 知识交流研究现状可视化分析[J]. 中国图书馆学报,2012,198(38):78-89.
- [5] 张海生. 跨界融合:“互联网+”背景下“新工科”的发展逻辑与建设目标[J]. 应用型高等教育研究,2017,2(3):13-18.
- [6] 相东升. 《中国图书馆学报》十年基金论文统计分析研究[J]. 现代情报,2005,24(8):145-149.
- [7] 易祖民. 对布拉德定律合理性的思考[J]. 农业图书情报学刊,2011,29(1):146-148.
- [8] 吴爱华,侯永峰,杨秋波. 加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究,2017,35(2):1-9.
- [9] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究,2017,35(1):1-5.
- [10] 邓静,朱晓颖.“新工科”视域下教材出版的初步研究和探索[J]. 科技与出版,2018,36(2):97-100.

[责任编辑:陆炳新]