

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2018.05.001

欢迎按以下格式引用:钟波涛,贺领,孙峻,等.基于计量可视化分析的“新工科”建设研究现状评述[J].高等建筑教育,2018,27(5):1-8.

基于计量可视化分析的 “新工科”建设研究现状评述

钟波涛,贺领,孙峻,骆汉宾

(华中科技大学 土木工程与力学学院,湖北 武汉 430074)

摘要:文章基于计量可视化工具,对新工科概念提出以来公开发表的文献进行整理,选出中国知网(CNKI)中收录的200篇研究性文献,立足文献研究概况、引文网络图、关键词词频、文献研究内容等维度,分析了新工科建设的研究现状、研究热点以及中国过去的高等工程教育改革举措对新工科建设的影响,并针对某些研究现状提出了一些改进建议。

关键词:新工科;中国知网;计量可视化;研究评述

中图分类号:G642.0;TU-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2018)05-0001-08

为响应国家正在实施的“中国制造2025”“互联网+”“网络强国”“一带一路”等重大战略,支撑以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展,迫切需要培养大批创新型卓越工程科技人才^[1]。2016年6月,中国工程专业本科学位加入国际互认的《华盛顿协议》,为深化工程教育改革提供了良好契机。2017年2月18日,教育部在复旦大学召开高等工程教育发展战略研讨会,会议上正式提出新工科概念并达成“复旦共识”^[1]。2月20日,高等教育司正式发布《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》,决定开展新工科研究和实践。4月8日,新工科建设研讨会在天津大学召开,60余所高校参会共商新工科建设的愿景与行动,达成新工科建设行动路线,即“天大行动”^[2]。6月9日,“新工科研究与实践”专家组在北京成立并召开第一次工作会议,30余位专家审议通过了《新工科研究与实践项目指南》,即“北京指南”^[3]。这新工科建设的“三部曲”,为深入系统地开展新工科研究和实践打下了坚实的基础,为深化中国高等工程教育改革开了一个好头。

新工科概念一经推出便受到了广大媒体的关注,如:《中国教育报》《文汇报》《长沙晚报》等媒体纷纷发文报道新工科建设,《光明日报》甚至设立新工科方面的专题,深度跟踪报道新工科的建设

修回日期:2018-04-14

基金项目:华中科技大学教学研究项目(2017009)

作者简介:钟波涛(1978—),男,华中科技大学土木工程与力学学院副教授,博士,主要从事工程管理、数字建造等研究,(E-mail) dadizhong@hust.edu.cn。

情况^[4]。新工科建设的研究和实践也正如火如荼地在各院校和机构开展,从目前的文献来看,除了对新工科建设的理论成果之外,不少针对具体学院和课程的实践成果也不断涌现,如:陕西省教育厅发布了《关于公布陕西省新工科研究与实践项目立项结果的通知》(陕教〔2017〕497号),确定59个项目为省级新工科研究与实践项目^[5],2017年10月12日濮阳职业技术学院与阿里云、慧科集团签署合作协议,共建河南省首家高校“大数据学院”^[6]。

新工科建设的第一年受到了很多关注,也产生了很多成果,根据中国知网(CNKI)2017年3月20日至2018年3月22日的200篇期刊文献,笔者归纳和汇总了目前国内学者关于“新工科”相关的理论和实践研究,从研究的各个维度进行梳理并综合述评,以期总结新工科建设研究的发展历程和现状,为更好地进行新工科建设提供一些建议。

一、数据来源及研究方法

(一) 数据来源

数据来源于中国知网(CNKI)收录的期刊文献,根据主题,检索“新工科”,并将文献类型设定为期刊,剔除其中的新闻报道、征稿通知之类非研究性文献,最终得到200篇有效期刊文献。以此作为研究的原始数据,借助中国知网的计量可视化分析工具从文献的时间分布、文献互引关系、研究热点、作者和机构分布、基金资助等进行计量可视化统计分析,数据统计截止日期为2018年3月22日。

(二) 文献计量法

文献计量分析法是一种基于统计学的分析方法,以科学文献的外部特征为研究对象,研究文献的分布结构、数量关系、变化规律,进而探讨科学技术的结构、特征和规律^[7]。这一研究方法主要用于讨论学科发展态势和研究热点,且主要以期刊文献作为主要数据来源,研究具有一定的客观性和合理性^[8]。文献计量法在综述性的研究中非常常见,但是目前还没有应用到新工科建设方面,因此,笔者借用文献计量法对新工科建设方面的研究成果进行梳理。

(三) 引文网络可视化分析

引文分析法是利用数学及统计学方法进行比较、归纳、抽象、概括等,对期刊论文的引用和被引现象进行分析,以揭示其数量特征和内在规律的一种信息计量研究方法^[9]。研究者通常基于前人的科研工作做进一步探索与讨论,以科学文献为知识节点、引用关系为边构成了特定研究主题的知识网络——引文网络。这一网络清晰地反映了学科间的知识传播关系和科学领域的研究发展^[10]。引文网络的客观存在也说明,科学文献不是孤立存在的,而是相互联系、不断延伸的系统。文章通过对新工科建设方面的文献进行引文网络可视化分析,探索其发展的前因后果。

二、新工科建设研究文献概况

在200篇研究的原始数据中,2017年141篇,2018年59篇,总参考文献893篇,其年限分布如图1所示,通过参考文献的年限分布可以看出中国工程教育以及工科人才培养体系改革是逐步进行的,并非突然出现的热点。

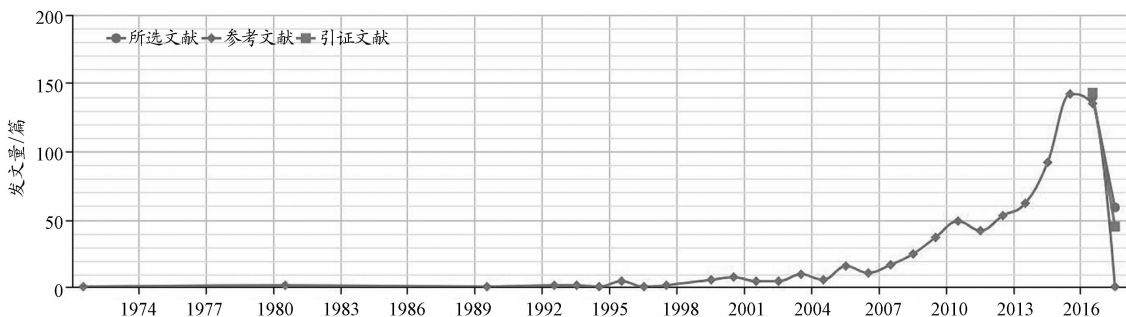


图1 文献总体趋势分析

文献出版来源中,《高等工程教育研究》发表了31篇,占总文献的15.5%,《中国大学教学》发表了11篇,占总文献的5.5%,《实验技术与管理》《教育现代化》《重庆高教研究》3本期刊,分别发表了6篇,占总文献的9.0%,这5本期刊发表的文献数量几乎占据总文献的一半,如图2所示。

文献作者中,林健发表了5篇,占总文献的2.4%,张海生发表了3篇,占总文献的1.4%,叶宏等发表了2篇,占总文献的1.0%,其他作者均只发表了1篇。可见目前新工科建设领域的专家学者大多未进行深入研究,只是浅尝辄止,关于新工科建设的整体研究尚处于初级阶段,还需要进一步深入研究,如图3所示。

文献发表的机构中,清华大学发表8篇,占总文献的3.9%,位居所有机构的第一名,天津大学发表了7篇,占总文献的3.4%,中国工程院、浙江大学、重庆文理学院分别发表了5篇,分别占总文献的2.5%。根据定量统计,清华大学、天津大学目前对新工科建设的研究位于各学校和机构的前列,如图4所示。

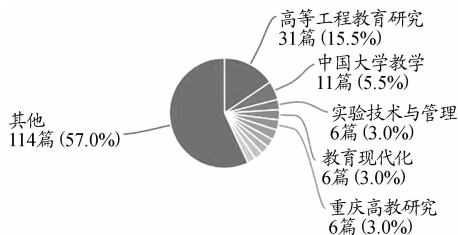


图2 期刊文献出版情况

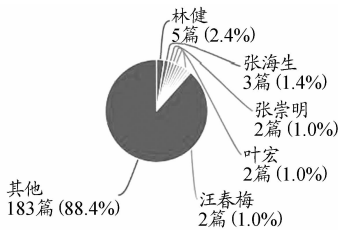


图3 作者文献发表情况

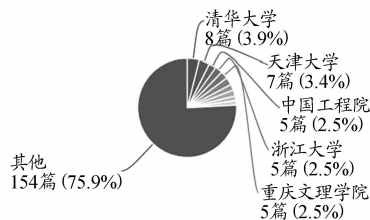


图4 机构文献发表情况

在各基金的成果统计中,全国教育科学规划基金和国家自然科学基金均有6篇成果,分别占总文献的3.0%,四川省教委重点科研基金和天津市科学基金分别有2篇成果,占总文献的1.0%,如图5所示。

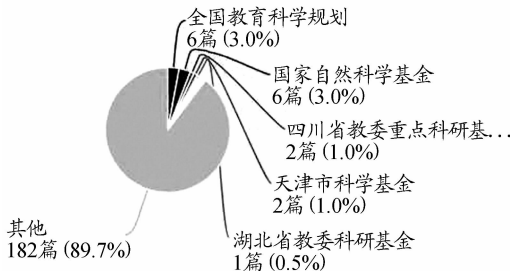


图5 基金文献成果发表情况

三、高等工程教育的改革历程

中国知网(CNKI)的文献引文网络图中包括200篇原始数据及其引用的参考文献,由于文献过多,将文献被引频次阈值设置为15,即被引次数超过15次的文献才可显示,如图6所示。新工科概念虽然2017年才提出,但中国高等教育改革却早已开始,新工科建设中所蕴含的内涵在中国早已开始萌芽。早期关于高等教育的著作,如克拉克于1994年发表的《高等教育系统》、亚伯拉罕于2001年发表的《现代大学论》、杨东平于2003年发表的《大学精神》等都是高被引著作,这些著作中的很多观点对中国高等教育的发展有着深远的影响,克拉克关于高等教育系统的基本特征、组成结构、协调方式以及变革的论述对如今中国高等教育的改革有启示作用。早在1995年,中国曾派遣由10人组成的工程教育考察团赴美国考察高等工程教育的动向、高校办学的多样性和宏观管理机制。考察团了解到当时美国高等工程教育的动向——回归工程和美国宏观管理机制的关键,即各校工程专业的鉴定制度和工程师执照的考试制度^[11]。此行加快了中国高等工程教育的改革步伐。2002年中国工程院院士时铭显发表了《面向21世纪的中国工程教育改革》^[12],通过借鉴美国高等教育改革的经验反思中国高等教育改革方向,提出了“加强工程实践训练,加强各种能力的培养”等前瞻性的建议。2005年两院院士路甬祥发表了《学科交叉与交叉科学的意义》,表示在学科交叉点最有可能产生重大的科学突破。他还提倡对大学生和研究生的科学教育,特别是加强跨学科教育。这为中国高等教育人才培养体系的改革提出了一个思路^[13]。“北京指南”中强调的“探索多学科交叉融合的工程人才培养模式”则是受时铭显院士观点的影响。



图6 引文网络图

2005年10月,汕头大学率先实施CDIO工程教育改革,随后的几年CDIO工程教育模式迅速在中国传播。CDIO工程教育模式对中国工程教育产生了深远的影响。CDIO模式以产品研发到产品的运行、维护和废弃的全生命周期为载体,建立一体化的相互支撑和有机联系的课程体系,让学生以主动、实践的方式学习工程^[14]。CDIO的应用经验在很大程度上影响了2010年开始实施的“卓越工程师计划”。“卓越计划”的主要目标是培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,并创立高校与行业企业联合培养人才的新机制。林健等人对“卓越计划”的研究做了大量的努力^[15-17],产生了很多理论成果,如专业培养方案的制定原则、学校和企业培养标准的制定和实现、课程体系和教学内容的改革建议等,这些理论成果对新工科建设有着宝贵的

表1 部分关键词频次表

| 关键词 | 频次 | 关键词 | 频次 |
|--------|----|--------|----|
| 人才培养 | 78 | 高等工程教育 | 17 |
| 工程教育 | 62 | 工程科技人才 | 16 |
| 工科人才 | 51 | 工程人才 | 11 |
| 教学改革 | 22 | 新经济发展 | 11 |
| 工程教育改革 | 21 | 产业转型升级 | 10 |
| 专业设置 | 19 | 教学方法 | 10 |
| 工科教育 | 18 | | |

通过对关键词的分类分析,可以看出目前新工科建设研究的主要内容。其中,人才培养、工科人才、工程科技人才、工程人才、教育方法、专业设置等关键词可以划为一类,可归纳为新工科建设的目的;工程教育、工程教育改革、工科教育、高等工程教育、教育改革等关键词可划分为一类,归纳为新工科建设的意义——工程教育改革;新经济发展、产业转型升级等关键词可划分为一类,归纳为新工科建设的背景——新经济的发展 and 产业转型升级。根据科技革命、人工智能、新经济、新兴产业、产业转型升级、国家战略、计算机科学、物联网等关键词,可以看出新工科建设提出的背景和科学技术的发展、产业转型升级、国家战略发展有重大关系,随着人工智能、物联网技术等的高速发展,现有的工科人才培养体系需要共同发展,中国的高等工程教育也需要改革。

通过产教融合、学科交叉、CDIO、OBE、问题导向、产学合作等关键词可看出中国高等教育改革方向和理念,秉承过往的经验,结合新时代的特点,探索符合中国特色的高等工程教育改革之路。

在“天大行动”中,与会代表一致认同培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才是当务之急,也是长远之策。可见新工科建设中工科人才培养的重要性。通过关键词词频分析,也可看出人才培养是目前新工科建设研究热点。有学者对新工科背景下整体人才培养的思路进行研究,更多的学者则是针对具体学科、学院或课程深度探讨其人才培养模式。目前涉及的学科相当广泛,包括物联网、计算机、力学、航海、化工、电气、能源、交通、材料、建筑等学科,但涉及学科的关键词词频并不高,可见针对某一具体学科的研究还不够深入。

五、结语

根据对中国知网(CNKI)200篇新工科建设的研究文献的计量统计分析、文献互引和关键词共现的可视化分析,可以看出新工科建设内涵的历史发展以及目前研究的热点。

(一) 新工科建设研究不够深入,需要加大研究力度,深化研究方向

目前对新工科建设研究的机构、组织和学者虽然多,但是大多数发表的文献仅为1~2篇,缺乏深入的研究,对新工科建设的认识和理解较为浅显,还未形成有重大影响力的研究。另外,从关键词的词频分析中可以看出,目前新工科建设研究的关键词出现频次较高的主要是“人才培养”“教育改革”等宽泛的词语,其他涉及具体学科或方法的关键词词频较低,说明目前学者还在探索新工科建设的发展思路,还未出现较热门的子领域,整体研究深度较为欠缺,需要专家学者进一步针对某一具体的子领域进行研究探索,如某种改革理念或某个学科,更需要各学校院系重视对新工科建设

的研究,加大对新工科建设的研究投入,吸纳更多实际参与工科人才培养的教师,深化在“新工科”背景下各工科专业人才培养体系的改革。

(二)新工科建设,对深化工程教育改革有承前启后的作用

中国高等工程教育改革很早就开始了,1995年便开始了对美国工程教育的调研,2005年对汕头大学试点的CDIO教育模式改革,2010年开展了“卓越工程师计划”,2013年成为《华盛顿协议》的预备会员,2016年正式加入《华盛顿协议》。这些以往的改革对新工科建设提供了宝贵的经验,新工科建设既秉承了过往的经验,也根据新形势对高等工程教育改革提出更具前瞻性的规划和布局,对中国工科人才培养目标和体系有了新的要求。因此,新工科建设的研究一方面需要总结并借鉴以往教育改革的经验和成果,另一方面需要立足于新经济、新产业、新业态和新技术,探寻中国高等工程教育改革的新思路。

(三)新工科建设研究内容偏向于理论,缺少实践项目的支持

由文献的关键词分析可看出,目前新工科建设研究的主要内容集中在新工科建设的背景、目的和方法上,主要停留在理论层面,而“实训中心”“课程设计”等实践类关键词的出现频次较低。新工科建设的实践成果非常欠缺,从而研究内容无法深入,论文质量难以提升,也很难形成具有一定规模的研究团队,成果过于分散,无法聚焦,难以吸引学界的关注。因此,后续的研究需要一定的实践项目支持,各院校应积极开展新工科建设的实践工作,理论与实践相结合,凝聚研究力量,提升研究成果的广度与深度,从而催生新的研究热点,提升学界的整体关注度,达到提升研究质量的目的。

参考文献:

- [1]“新工科”建设复旦共识[J].高等工程教育研究,2017(1):10-11.
- [2]“新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J].高等工程教育研究,2017(2):24-25.
- [3]焦以璇.新工科建设形成“北京指南”[N].中国教育报,2017-06-12(1).
- [4]崔庆玲,刘善球.中国新工科建设与发展研究综述[J].世界教育信息,2018,31(4):19-26.
- [5]我校网络安全与信息化学院获批陕西高等学校新工科研究与实践项目[J].渭南师范学院学报,2018(4):35.
- [6]我省成立首家高校“大数据学院”[J].河南教育(高教),2017(11):10.
- [7]钟赛香,袁甜,苏香燕,等.百年SSCI看国际人文地理学的发展特点与规律——基于73种人文地理类期刊的文献计量分析[J].地理学报,2015,70(4):678-688.
- [8]钟赛香,薛照明,杨钰颖,等.基于文献计量的国内地方认同研究述评[J].广西师范学院学报(自然科学版),2018(1):1-7.
- [9]吴志荣.对引文分析法方法论地位的重新思考[J].图书馆杂志,2012,31(5):11-13,81.
- [10]张美平.科学引文网络分析及其应用研究[D].成都:电子科技大学,2015.
- [11]回归工程·多样化·宏观管理——赴美考察报告[J].高等工程教育研究,1996(1):7-15.
- [12]时铭显.面向21世纪的美国工程教育改革[J].中国大学教学,2002(10):38-40.
- [13]路甬祥.学科交叉与交叉科学的意义[J].中国科学院院刊,2005(1):58-60.
- [14]顾佩华,包能胜,康全礼,等.CDIO在中国(上)[J].高等工程教育研究,2012(3):24-40.
- [15]林健.卓越工程师创新能力的培养[J].高等工程教育研究,2012(5):1-17.
- [16]林健.“卓越工程师教育培养计划”专业培养方案研究[J].清华大学教育研究,2011,32(2):47-55.
- [17]林健.面向“卓越工程师”培养的课程体系和教学内容改革[J].高等工程教育研究,2011(5):1-9.
- [18]顾佩华,胡文龙,林鹏,等.基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J].高等工程教育研究,2014(1):27-37.

- [19]方崢. 中国工程教育认证国际化之路——成为《华盛顿协议》预备成员之后[J]. 高等工程教育研究, 2013(6):72-76.
- [20]李培根. 工程教育需要大工程观[J]. 高等工程教育研究, 2011(3):1-3.
- [21]刘国瑞, 林杰. 关于高等教育发展方式转变的几个问题[J]. 现代教育管理, 2013(2):12-17.
- [22]王孙禺, 赵自强, 雷环. 国家创新之路与高等工程教育改革新进程[J]. 高等工程教育研究, 2013(1):14-22.
- [23]吴爱华, 刘晓宇. 深入推进理工科人才培养机制创新[J]. 高等工程教育研究, 2014(2):1-6.
- [24]李拓宇, 李飞, 陆国栋. 面向“中国制造2025”的工程科技人才培养质量提升路径探析[J]. 高等工程教育研究, 2015(6):17-23.
- [25]丁亚东, 荣利颖, 薛海平. 学习型学校研究热点回顾——基于中国知网(1997—2016)文献的计量统计和知识图谱分析[J]. 集美大学学报(教育科学版), 2018, 19(1):35-41.

Review of “new engineering” research status based on metrological visualization analysis

ZHONG Botao, HE Ling, SUN Jun, LUO Hanbin

(School of Civil Engineering and Mechanics, Huazhong University of
Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. China)

Abstract: Based on metrological visualization tool, this paper collates the documents that have been publicly-published since the concept of “new engineering” was proposed, and selects 200 research literatures collected in CNKI. Based on literature research overview, citation network, keywords frequency, literature research content and other dimensions, this paper analyzes the “new engineering” research status, research hotspots and the impact that China’s past higher engineering education reform measures have on the “new engineering” construction. Finally this paper proposes some suggestions for improvement in term of the research status.

Key words: new engineering; CNKI; metrological visualization; research review

(责任编辑 周沫)