

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.02.017

欢迎按以下格式引用:钟波涛,吴海涛,陶婵娟,等.基于知识图谱的工程伦理教育研究现状述评[J].高等建筑教育,2020,29(2):122-129.

# 基于知识图谱的工程伦理 教育研究现状述评

钟波涛,吴海涛,陶婵娟,骆汉宾,孙峻

(华中科技大学 土木工程与力学学院,湖北 武汉 430074)

**摘要:**工程伦理教育是高等工程教育改革的重要一环。在“新工科”及“美丽中国”建设等背景下,掀起了工程伦理教育研究的热潮。基于知识图谱,借助计量可视化工具,通过文献共被引和关键词共现网络,分析中国知网(CNKI)收录的184篇工程伦理教育相关文献,指出中国工程伦理教育的理论基础、研究热点、发展趋势,发现国内研究具有“受国家政策影响”“研究内容逐步细化,向实践转移”,以及“课程教育体系有待完善,教学方式单一”的特点,并从国家、社会、高校角度提出了改进建议。

**关键词:**工程伦理教育;工程伦理;知识图谱

**中图分类号:**G642.0;B82-05 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)02-0122-08

随着“中国制造2025”“互联网+”等重大战略的提出,中国工业化水平快速提升,工程自身的系统性和复杂性不断增加,与外部环境的联系也越发紧密。以往的研究主要关注工程自身的发展,聚焦于如何恰当运用工程技术来获得更大的工程效益,却忽略了工程对外部环境的影响,即工程的社会属性。随着工程复杂性的不断提高和社会影响的不断增加,工程的社会维度需要更加被重视<sup>[1]</sup>。工程活动是一个造物的过程,在这个过程中,所造之“物”与自然、社会、公众关系如何?将带来什么风险?工程师在其中承担什么义务和责任?这些均涉及工程伦理问题。工程伦理是工程技术人员必须具备的核心素养,但工程伦理观并非与生俱来,要提高工程技术人员的伦理意识和能力,就必须开展工程伦理教育。

“美丽中国”建设概念的提出强调了生态文明建设的重要性,侧面印证了工程伦理教育的必要性。2017年2月,教育部在工程教育发展战略研讨会上提出“新工科”的概念,其主要内涵为:以德树人为引领,以应对变化、塑造未来为建设理念,以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要

修回日期:2019-04-02

基金项目:湖北省教改项目“多学科交叉融合的新工科土木工程人才创新能力培养探索与实践”(2017051)

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,主要从事工程社会学、数字建造研究,(E-mail) dadizhong@hust.edu.cn。

途径,培养未来多元化、创新型卓越工程人才<sup>[2]</sup>。“新工科”的提出,为新时代高等工程教育改革和工程人才培养提供了新范式。加强工程伦理教育,全面提高工科人才的质量成为工程教育改革的关键。2018年5月,国务院学位委员会印发《关于制订工程类硕士专业学位研究生培养方案的指导意见》,将工程伦理纳入工程类硕士专业学位必修课程<sup>[3]</sup>,进一步表明加强工程伦理教育研究与实践的必要性。

基于知识图谱,通过文献共被引分析和关键词共现分析探究工程伦理教育的理论基础和研究热点,从而帮助相关研究机构和人员掌握工程伦理教育研究现状和发展趋势,为日后工程伦理教育的研究提供参考。

## 一、数据来源及研究方法

### (一) 数据来源

选取中国知网(CNKI)作为数据库,以工程伦理教育、伦理教育为主题进行检索,初步搜索得到文献403篇(数据截至2018-06-15)。之后,对数据进行人工筛选,除去与中国工程伦理教育关联度不高的研究文献,同时将文章类型限制在期刊、博硕士文章和会议文章,得到有效数据184篇。

### (二) 分析方法

知识图谱,又称科学知识图谱(mapping knowledge domain),起源于美国,于2005年引入中国,作为科学计量学的新方法在中国得到了充分发展<sup>[4]</sup>。以科学文献为研究对象,通过可视化的信息知识图形,识别知识单元或群体之间的合作关系、演化脉络等,能及时发现复杂知识交叉中蕴含的新知识<sup>[5]</sup>。

文献共被引和关键词共现图谱的发展,极大推动了科学计量学的发展<sup>[6]</sup>。文献共被引网络,通过分析文献互引关系,识别特定研究主题的知识脉络,清晰地反映科学研究知识的衍化发展<sup>[7]</sup>。关键词是论文内容的浓缩,是文章主要研究信息的载体。关键词共现网络,对文献中共同出现的关键词进行词频统计和关联分析,发现领域内的研究现状和研究热点,进而通过关键词衍化网络揭示领域内的发展动态<sup>[8]</sup>。

知识图谱被广泛应用在综述性研究中,但是针对中国“工程伦理教育”方面的应用少之又少,因此,借助CNKI计量可视化工具和CiteSpace软件,从文献共被引网络、关键词共现网络及迁移网络等角度进一步挖掘文献信息。

## 二、“工程伦理教育”研究文献概况

184篇文献的发表时间分布如图1所示。由图1可知,工程伦理教育研究在中国2000年左右开始萌芽,2007年、2010年左右有所增长,2017年达到高峰,分别对应了1999年西南交通大学肖平教授首次开设工程伦理学课程,2007年CDIO工程教育改革国际会议首次在中国召开,2010年“卓越工程师培养计划”制定,2017年提出“新工科”建设理念。由此可知,中国的工程伦理教育研究深受国家政策的影响。

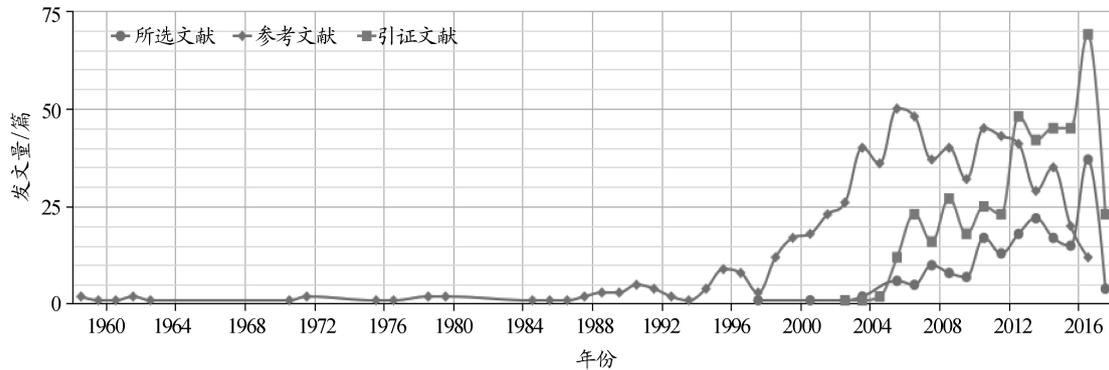


图1 文献总体趋势分析

### 三、文献共被引分析

当两篇文献同时被另一篇文献引用时,这两篇文献便构成了一种共被引关系。文献共被引分析通过文献之间的引用关系,识别领域内的经典文献和理论,进而确定研究起源和重要知识理论基础<sup>[9]</sup>。184篇原始文献及其参考文献的共被引关系如图2所示。在图2中,每一个节点都代表一篇文献,节点的灰度则对应文献发表时间。节点的大小与文献的共被引频次有正向关系,连线则代表了共被引关系。

由图2可知,虽然工程伦理教育相关研究在20世纪90年代末才起步,但其理论知识基础起源很早,如1961年黑格尔的《法哲学原理》、1979年发表的《爱因斯坦文集》、1999年米切姆所著的《技术哲学概论》等。早期的工程伦理研究集中于哲学领域,注重理论的诠释和思辨。而工程伦理作为一个实践性伦理学科,需要从“实践”中来,应用到“实践”中去,“只有哲学家参与的工程伦理研究与其作为交叉学科的学科特质是背道而驰的。”<sup>[10]</sup>其发展迫切需要一线技术人员的加入。由哲学领域专家 Martin 和工程师 Schinzinger 合作所著的《工程伦理学》(Ethics in Engineering)(李世新译,2010版)取得了相当高的被引量,这个结果进一步印证了此观点。

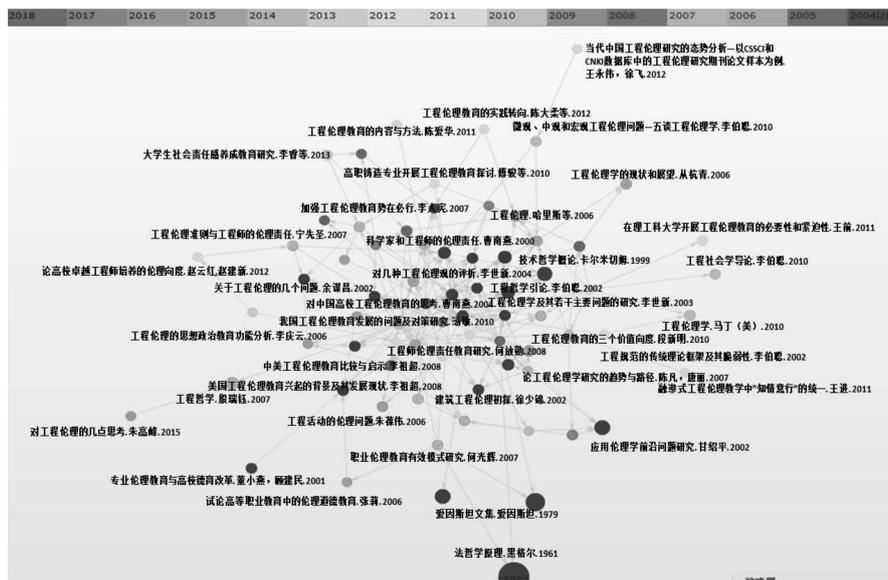


图2 文献共被引网络图

文献的引用量越高,说明该文献代表某一领域基础理论的可能性越大。由此可梳理出中国工

程伦理教育研究领域的理论发展过程和知识脉络。

1998年西南交通大学肖平教授申请了“工程伦理研究”课题,并于1999年开设工程伦理学课程,标志着中国“工程伦理”研究的落地生根,以及工程伦理教育的开始。之后,随着现代化步伐的加快,工程伦理越来越引起学者的重视。2002年,李伯聪所著的《工程哲学引论》<sup>[11]</sup>拓展了波普尔的三个世界概论,加入了人类实践(工程)产物的世界,形成“四个世界理论”,介绍了工程哲学的范畴,并指出科学哲学应向工程哲学转变,从哲学基础上促进了工程伦理的研究。在持续推进工程伦理理论学习和“本土化”氛围下,工程伦理教育越来越受到重视。2004年,曹南燕<sup>[12]</sup>指出中国大多数工科学生,即未来作为工程活动主体的工程师,对工程中存在的伦理问题欠缺思考或懒于思考。

2007年左右,中国改革开放已有20多年,经济能力不断提升,工程技术飞速发展。一方面,技术赋予人们更加强大的工具来改造客观世界,另一方面,强大的技术可能导致更具破坏性的后果,这便对技术人员的伦理要求更进一步<sup>[13]</sup>。2008年,何放勋<sup>[14]</sup>指出伦理责任教育的理论基础为教育哲学、技术哲学、工程哲学。

2010年6月,教育部制定“卓越工程师培养计划”(简称“卓越计划”),再次引起了工程伦理教育的探讨。段新明<sup>[15]</sup>认为伦理教育应避免过度推崇个人道德而导致“责任真空和漏洞”。2011年,赵云红和赵建新<sup>[16]</sup>提出工程伦理教育的总体框架和课程模块(理论课、实践课、拓展课)。2012年,陈大柔等<sup>[17]</sup>指出工程伦理教育应向工程伦理的实践转向。2015年,中国工程院常务副院长、工程院院士朱高峰<sup>[18]</sup>立足于工程,剖析了工程与外界之间的交互关系,提出建立相应学科、行业组织并形成集体自律,研发过程加入伦理分析等。

随着2017年“新工科”“美丽中国”等概念的提出,工程伦理教育研究掀起新高潮。从上述分析可知,工程伦理教育研究越来越受到重视。最初,研究主体都是哲学出身,随着时间的推移,越来越多的工程专家加入其中,对中国工程伦理教育发展具有正面意义。研究内容从论证理工科学生进行工程伦理教育的必要性逐渐过渡到如何更好地在理工科学生中开展工程伦理教育。研究内容逐步细化且逐步向实践应用转移,显示工程伦理教育的体系越发成熟。

#### 四、关键词共现分析

通过CNKI计量可视化分析,得到184篇工程伦理教育相关论文的关键词共现网络图,如图3所示,筛选出频次 $\geq 10$ 的关键词,如表1所示。以此来反映目前中国“工程伦理教育”研究的热点和主要内容。

表1 关键词词频表

关键词	频次	关键词	频次
工程教育	27	工科大学生	14
教育内容	25	道德教育	13
高等工程教育	22	伦理规范	12
伦理责任	22	工程人才	12
人才培养	21	伦理道德教育	11
工程教育改革	17	技术活动	11
技术伦理	16	工程技术	11
伦理意识	15	理工科大学生	11

从表1和图3中可以看出,“工程伦理教育”的研究内容主要分为三大类,即教育改革、人才培养、工程技术与伦理。其中,教育改革类包括的关键词有工程教育、教育内容、高等工程教育、道德教育、伦理道德教育和工程教育改革等。根据关键词共现分析法<sup>[19-20]</sup>,这类关键词的词频占比最

高,是工程伦理教育研究的焦点,代表目前主要的关注点。当前中国正从工业大国向工业强国迈进,这对工程领域从业人员尤其是管理人员的综合素质提出了更高的要求。高校作为工程技术和人才的主要培养基地,是工程伦理教育的“主战场”。而目前,中国高校教育中对人文学科仍缺少关注,工程伦理教育作为教育科类,在高校中也并未得到足够的重视。相比于日益增大的工程规模和工科人才需求,中国的工程伦理教育相对滞后<sup>[21]</sup>。杨少龙<sup>[22]</sup>将工程伦理教育滞后的原因归结于大学生自身的价值取向和高等院校教学课程设置不当。可见,作为工程伦理教育发展的重要前提,当代高校开展教育改革、完善课程配置和教学模式刻不容缓。

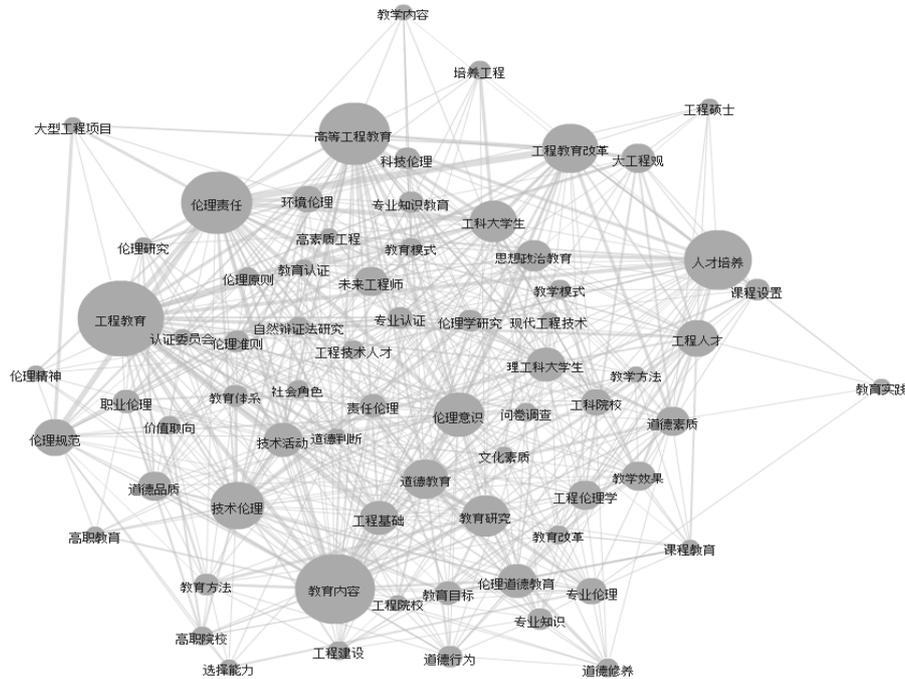


图3 关键词共现网络

人才培养类的关键词包括人才培养、工科大学生、工程人才、理工科大学生等。人才培养是工程伦理教育的目的,除基本的专业知识教育和专业认证外,更强调职业道德素质培养、思想政治教育、伦理道德教育。目前中国高校主要强调大学生的思想品德培养,将工程伦理教育视为思想政治教育的补充,而实际上,即便其具备良好的道德素养,由于对工程所带来的社会影响、潜在风险缺乏概念,对工程活动中的伦理问题缺乏了解,也难以培养学生的伦理决策能力<sup>[21]</sup>。新工科建设的提出为中国新经济时代下的人才培养提供了一个新的视角。陈慧<sup>[23]</sup>指出,在新工科背景下,应注重培养了解国际技术前沿,具有创新能力的工程科技型人才。费翔<sup>[24]</sup>指出,在新工科建设背景下,高校的工科人才培养应积极对接产业需求、注重学科交叉、强调协同育人,从而使人才培养和实际需求更加契合。

工程技术与伦理类包括伦理规范、伦理责任、技术活动、工程技术、技术伦理、伦理意识等关键词,代表了工程伦理教育的主要内容。工程伦理教育是多学科交叉的,涉及工程技术、哲学、管理、经济等多方面的知识,但目前的工程伦理教育课程设置仍然存在一些问题。于建军<sup>[25]</sup>指出,工程伦理教育以课堂教育为主,教学形式单一,难以培养学生的实践伦理决策能力,导致教育与实践脱节。因此,工程伦理教育离不开跨学科协作<sup>[26]</sup>。罗欣<sup>[27]</sup>认为,构建跨学科协作的教育平台是当今工程伦理教育的发展方向,也符合“新工科”教育理念中“融合科技基础和创新能力、与时俱进的新型人才”的培养要求。



(2)加强产学研状态链的开发。对工程伦理教育的推动不能只依靠政策,教学也不能仅依靠理论,要充分发挥市场的作用,让从业人员切实感受到重视工程伦理带来的效益,以产业需求驱动研发和学习,而学习和研发更进一步推动产业的发展和完善。只有学生切实感受到社会对工程伦理的重视,体会到未来工作中可能存在的伦理问题,才能提高对伦理问题的重视度和处理能力。

### (三) 高校层面:加强师资队伍建设,创新教学方法,完善课程体系

(1)加强师资队伍建设。师资力量薄弱是制约工程伦理教育的重要因素。工程伦理涉及管理、哲学、工程、教育等多学科知识,其对教学者跨学科的能力和知识有较高要求。数量足、水平高、拥有跨学科教学能力的专家,是实现工程伦理教育持续发展的根本。

(2)创新教学方法。工程伦理教育应与时俱进,在注重理论教育的基础之上,采纳案例教学法、情景模拟等多种方式来加强引导和教育。案例教学法以案例情景为中心,先介绍伦理规则,再与同类的典型案例作比较,论证较为正确的选择,但是,案例分析法在中国存在一定的局限性。一方面,中国大多数案例教学使用的是哈里斯《工程伦理:概念与案例》中收集的70多个案例,本土化的案例较少。例如,2017年的哈尔滨“3·12”皂角罐爆炸事件、江西丰台发电厂“11·24”冷却塔施工平台倒塌事故等在文献中较少提及。另一方面,案例教学法存在自身的局限性。案例信息难以全方位复刻,也忽略了许多个人以外的伦理维度,造成设想和现实中决策的差别。值得注意的是,随着信息化技术的普及和应用,可尝试利用虚拟现实技术和增强现实技术引导学生体验伦理决策失当造成的事故危害,进一步加强学生的切身感受。

(3)完善工程伦理教学的培养体系。工程伦理课程如何设计,需要教授哪些基本内容,每个课程多少学时较为合适,选取什么教学方式都是目前工程伦理教育需要解决的问题,也是今后研究的重中之重。

## 六、结语

文章基于知识图谱,通过知识可视化的方式论述了中国工程伦理教育现状,利用文献共被引网络分析了工程伦理教育的理论基础,利用关键词共现网络分析了其研究热点及衍化过程。在此基础上,归纳了中国工程伦理教育发展的几大特点:1)工程伦理教育受国家政策影响较大;2)研究内容逐步细化,向实践转移;3)课程教育模块不完善,教学方式尚未专业化。

针对上述现状,从国家、社会、高校3个层面提出推动工程伦理教育发展的建议,以期帮助相关领域的学者快速掌握工程伦理教育现状,进一步推动工程伦理教育的发展。

### 参考文献:

- [1]丁烈云. 工程管理:关注工程的社会维度[J]. 建筑经济, 2009(5):8-10.
- [2]钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3):1-6.
- [3]学位办[2018]14号. 关于转发《关于制订工程类硕士专业学位研究生培养方案的指导意见》及说明的通知[EB/OL]. (2018-05-11) [2019-01-20]. [http://www.moe.gov.cn/s78/A22/A22\\_gggs/A22\\_sjhj/201805/t20180511\\_335692.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A22/A22_gggs/A22_sjhj/201805/t20180511_335692.html).
- [4]陈悦,刘则渊,陈劲,等. 科学知识图谱的发展历程[J]. 科学学研究, 2008, 26(3):449-460.
- [5]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.
- [6]辛宇. 基于知识图谱的我国创业研究进展与发展趋势[J]. 中南财经政法大学学报, 2014(2):150-156.
- [7]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.
- [8]郭树行,谈斯奇. 关键词共现研究趋势分析[J]. 科技资讯, 2011(32):204-205.
- [9]雷二庆. h指数知识图谱分析[J]. 科研管理, 2010(12):20-23.

- [10]王永伟,徐飞.当代中国工程伦理研究的态势分析——以 CSSCI 和 CNKI 数据库中的工程伦理研究期刊论文样本为例[J].自然辩证法研究,2012(5):45-50.
- [11]李伯聪.工程哲学引论[M].郑州:大象出版社,2002.
- [12]曹南燕.对中国高校工程伦理教育的思考[J].高等工程教育研究,2004(5):37-39.
- [13]李人宪,刘丽娜.加强工程伦理教育势在必行[J].江西行政学院学报,2007,9(3):115-118.
- [14]何放勋.工程师伦理责任教育研究[D].武汉:华中科技大学,2008.
- [15]段新明.工程伦理教育的三个价值向度[J].自然辩证法研究,2010(3):71-75.
- [16]赵云红,赵建新.论高校卓越工程师培养的伦理向度[J].高等工程教育研究,2012(2):22-26.
- [17]陈大柔,郭慧云,丛杭青.工程伦理教育的实践转向[J].自然辩证法研究,2012(8):32-37.
- [18]朱高峰.对工程伦理的几点思考[J].高等工程教育研究,2015(4):1-4.
- [19]郭树行,谈斯奇.关键词共现研究趋势分析[J].科技资讯,2011(32):204-205.
- [20]Whittaker, J. Creativity and conformity in science: Title, keywords and co-word analysis[J]. Social Studies of Science, 1989,19(3):473-496.
- [21]王前.在理工科大学开展工程伦理教育的必要性和紧迫性[J].自然辩证法研究,2011(10):110-111.
- [22]杨少龙,徐生雄,樊勇.近15年来国内工程伦理教育研究综述[J].昆明理工大学学报(社会科学版),2017,17(1):46-50.
- [23]陈慧,陈敏.关于综合性大学培养新工科人才的思考与探索[J].高等工程教育研究,2017(2):19-23.
- [24]费翔.新工科建设背景下高校工程人才培养刍论[J].教育评论,2017(12):17-22.
- [25]于建军,贺媛媛,李长玲.工程伦理教育的困境与展望——基于国际工程伦理教育的启示[J].产业与科技论坛,2012(14):187-188.
- [26]陈爱华.工程伦理教育的内容与方法[J].自然辩证法研究,2011,27(10):111-112.
- [27]罗欣,范春萍.中外工程伦理教育研究述评——基于 CNKI 和 WOS 数据库文献的共词分析[J].中国科技论坛,2018(2):169-179.

## Review of engineering ethics education research status based on knowledge graph

ZHONG Botao, WU Haitao, TAO Chanjuan, LUO Hanbin, SUN Jun

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

**Abstract:** Engineering ethics education is an indispensable part of higher engineering education reform. The research on engineering ethics education gets more attention under the background of emerging engineering education and the construction of beautiful China. Based on the knowledge graph, with the support of metrological visualization tool, this article analyzes 184 research articles collected in CNKI. Through documents co-citation network and keywords co-occurrence network, this paper points out the theoretical basis, hot topics and development trends in this domain and summarizes the features of domestic research. It has three features “seriously affected by policies” “gradually refined research content” and “imperfect curriculum education system and education method”. Finally, this paper proposes some suggestion to facilitate the engineering ethics education in term of country society and universities.

**Key words:** engineering ethics education; engineering ethics; knowledge graph

(责任编辑 周沫)