

新工科下工程训练发展脉络、内涵与路径的可视化分析

陈为平

(福州大学 机电工程实践中心, 福建 福州 350108)

[摘要]以1998—2020年中国知网收录的1234篇“工程训练”或“工程实训”为关键词的论文为研究对象,通过文献计量分析与知识图谱的方法对我国工程训练的研究脉络、内涵与发展趋势进行了梳理,并绘制出演化路径图。研究发现:我国工程训练研究的成果呈稳步增长趋势,研究的开展广泛和积极,其内涵也愈发丰富与多元,同时也存在学术力量比较薄弱,尚未形成优势互补、资源共享的集群效应等不足。未来应加强与“四新”建设、“大工程观”“大文科观”等多学科及新时代育人元素的融合发展;构建“多层次+多学科+创新实践”教学体系,因材施教,尤其是通识教育的下沉式普及;结合虚拟教研室等技术,积极搭建青年教师学习、成长成才的交流平台,形成一定的研究力量梯队。

[关键词]新工科;工程训练;发展脉络;内涵研究;可视化分析

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2023.04.017

[中图分类号]G642

[文献标识码]A

[文章编号]1673-9477(2023)04-0119-10

近年来,随着全球工业升级和产业竞争的加剧,高等工程教育迎来了新的转折,机遇与挑战并存。新时代高等工程教育不仅要适应和引领制造业转型升级和高质量发展,更要激发内生动力推进自身内涵式发展和人才培养范式的深刻变革^[1-2]。为此,全球范围内的高等工程教育改革持续兴起,而作为工科院校不可或缺的实践教学环节,工程训练是高等工程教育改革的重要抓手。其强调实践性是工程的本质,也是工程教育的核心,目标是努力培养工程科技领域的创新人才和勇担使命的大国工匠^[3-6]。

新时代的人才建设掀起了新一轮工程训练育人内涵和外延的研究热潮^[7-10]。国内工程训练源自金工实习,其训练内容也已经完成了从金工实习的模式变革为现代工程训练的模式;由“学习工艺知识、提高动手能力”理念向“学习工艺知识、了解工业过程、体验工程文化”的转变;从传统教学模式过于强调单一知识的逻辑性、系统性和完整性转为更加注重课程的综合性、人文精神及学科间的交叉与融合^[11]。2006年开始,全国共建设有国家级的工程训练中心35个,省级的工程训练中心达140个,从而带动各高校建设工程训练中心总数达500多个。从最初的金工实习,到融入创新创业教育^[12]、KAPI^[13]、产教融合^[14]、智能技术^[15]、新工科建设^[16],再到探索新时代的发展内涵与体系构建^[17-18],工程训练系列课程作为学科高

度交叉融合的通识课程,在培养高质量工程人才方面始终起到极其重要的作用。

李双寿等^[19]认为工程训练中心作为综合性工程实践与创新教学新模式载体,不仅服务于课程教学,还应该给学生提供一系列独立设计、制作和综合训练的机会,并提出应依托工程训练中心构建工程实践与创新教育平台,助力新时代创新人才的培养。王书亭等^[20]针对新工科背景下智能制造创新人才培养中存在的学科交叉封闭、实践创新能力不足、教与学方式陈旧等问题,以实践驱动创新的人才培养理念构建贯穿本科全过程、开放协同的智能制造创新人才培养体系。高守峰等^[21]针对以往基于单一模块的实践教学模式存在的弊端,以培养学生解决复杂工程问题的能力为教学改革导向,针对不同类别学生构建阶梯式、层次化实践教学体系,并完善教学模式和考评方式。孙竹等^[22]针对新工科背景下工程训练如何提高学生动手实践能力,训练系统性思维进行了深入探讨。改革过程中,结合教育理念应用于工程训练的价值,对实训模块、目标、内容、方法和评价标准予以优化,形成了完整的实训体系。魏艳等^[23]从现有实践培养模式对拔尖创新人才培养支撑不足入手,为深化面向未来拔尖创新人才培养机制改革,实现个性化人才与应用型人才融合培养的一流研究型大学人才培养定位,从工程引领人

[投稿日期]2023-08-02

[基金项目]教育部高等学校机械基础课程教学指导委员会/教育部高等学校工程训练教学指导委员会教育科学研究面上项目(编号:JJ-GX-JY202155);福建省中青年教育科研项目(编号:JAS22024)

[作者简介]陈为平(1989-),男,福建莆田人,博士研究生,工程师,研究方向:先进制造技术、工程教育研究。

才所需能力结构出发,在南方科技大学通识—专业相融合的整体人才培养框架下,系统化地构建了学科交叉融合的新工科课程体系。但不难发现,当前研究的重点更多偏向人才培养模式、课程体系建设等具体方面的研究,而对于工程训练的整体性发展研究极少。

为了对我国工程训练 20 多年来的研究脉络与内涵发展作一个较为全面而客观的梳理与分析,进而对工程训练的研究现状、主题及热点展开探讨,本文在中国知网数据库中以“工程训练”或“工程实训”为关键词检索搜集了我国高校工程训练研究成果的学术论文。同时考虑到 1998 年以来,在教育部组织的世界银行贷款“高等教育发展”项目资助下,全国 28 所重点院校开始了基础实验教学建设和教学改革,在此之前的相关研究较少,同时,2020 年传统教学秩序和教学方式发生了较大变化。因此,为保证数据的准确性和可靠性,将时间检索范围设定为 1998—2020 年。最后采用文献计量分析和知识图谱可视化分析,从研究成果、学科分布、期刊分布、研究学者的共词分析、聚类分析、关键词突现等方面展开研究与分析,以期揭示工程训练研究的热点分布、内涵变迁与发展趋势。

一、数据来源和研究方法

采用中国知网作为科研文献的检索数据库,检索参数设置如下:关键词是“工程训练”或“工程实训”,检索方式是“精确”,检索年限范围是“1998—2020 年”。在确保研究结果准确的基础上,经数据库检索、校对、文献筛选,最后共获取 1234 篇有效科研文献。同时使用 CiteSpace 软件进行文献的可视化分析,版本号是 CiteSpace5.7.R5W(64-bit),可以通过研究成果时区分布、关键词共现图谱、时间线等多视图数据,分析某个知识领域的聚类状态、关键节点、演化路径以及多维标度等科学知识图谱^[24],这样有助于我们更加直观、有效地整合相关的文献材料,从而快速地进入某个研究领域,了解该研究方向的发展和趋势。

二、工程训练研究可视化分析

(一) 研究成果时区分布

1998—2020 年“工程训练”主题研究成果在中国知网数据库上的年发文量分布如图 1。纵观 20 多年来的研究成果时区分布,“工程训练”主题研究成果整体上为递增发展,研究的关注度持续上升。1998—2005 年,工程训练相关研究成果较少,年均发

文量不足 11 篇,该时间段为我国工程训练中心布点示范阶段。此时,在具有一定理论知识的基础上构建工科学生贯穿于典型工业产品生命周期的认知、设计与体验的重要性开始得到了国家和高校的一致认可^[8]。1999 年 1 月,教育部出台“面向 21 世纪教育振兴行动计划”,启动了“基础课实验教学示范中心建设项目”。同年 9 月,教育部开始实施“世界银行高等教育发展贷款项目”,以 1655.66 万元/校—3311.32 万元/校的资金支持 28 所入选高校开展实验教学改革,其中共有 11 个工程训练实验教学项目得到立项,占了全国立项总数的 10%^[25]。

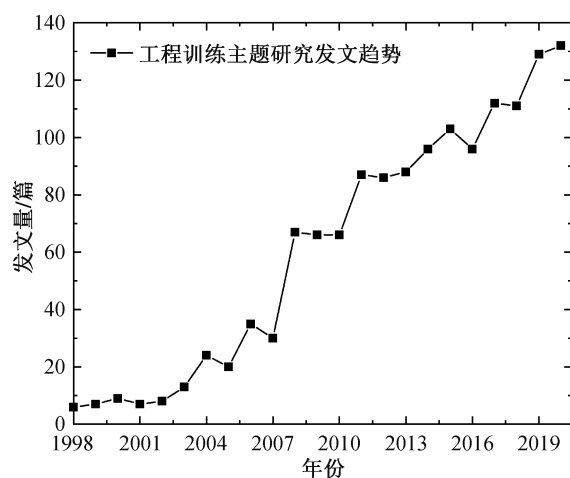


图 1 1998—2020 年“工程训练”主题研究成果时区分布

2006—2010 年,“工程训练”主题的研究成果在中国知网上的论文发表数量比 2006 年以前从不足 11 篇/年增长到了 86 篇/年,该时间段为我国工程训练研究的快速发展阶段。2007 年 1 月,教育部、财政部决定实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”,并提出要重点建设 500 个左右的实验教学示范中心,大力加强和推进高校实验、实践教学的改革与创新^[26]。该工程的实施也对全国高校工程训练中心的建设与工程训练教学的开展起到了一定的推动作用。其间,全国共评出工程训练国家级实验教学示范中心 33 个,工程训练省级实验教学示范中心 100 多个,起到了良好的辐射和带动作用^[11]。2010 年 6 月,为促进工程教育改革与创新,提高工程人才的培养质量,国家实施了“卓越计划”,以期为社会各行各业培养创新型工程技术人才^[27]。

2011 年至今,研究成果的年发文量较之前进一步增多,年均达 86 篇,工程训练研究也进入了全面发展阶段。2013 年,教育部首次组建了工程训练教学指导委员会,用以保障我国工程训练教学的高质量发展。2015 年,工程训练研究成果的发文量首次

突破 100 篇,达 105 篇。同时,在新时代的背景下,为进一步促进高校教学改革与产业升级,适应和引领未来新形势发展需求,教育部于 2017 年 2 月开始大力推进新工科建设^[28-29]。2018 年,习近平总书记在全国教育大会上强调“要坚持中国特色社会主义教育发展道路,培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人”。2020 年 3 月,为落实“五育”并举的教育方针,国务院印发了《关于全面加强新时代大中小学劳动教育的意见》,引导学生崇尚劳动、诚实劳动、创造性劳动。这些科学制定和精准实施的国家发展规划与宏观政策,为新发展阶段的工程训练研究带来了新内涵、新使命与新机遇^[30-33]。截至 2020 年末,工程训练研究成果的年发文量已突破 130 篇,并保持着良好的增长态势,说明工程训练研究一直受到广大学者们的持续关注。

(二) 研究学科分析

图 2 所示为 1998—2020 年的“工程训练”主题

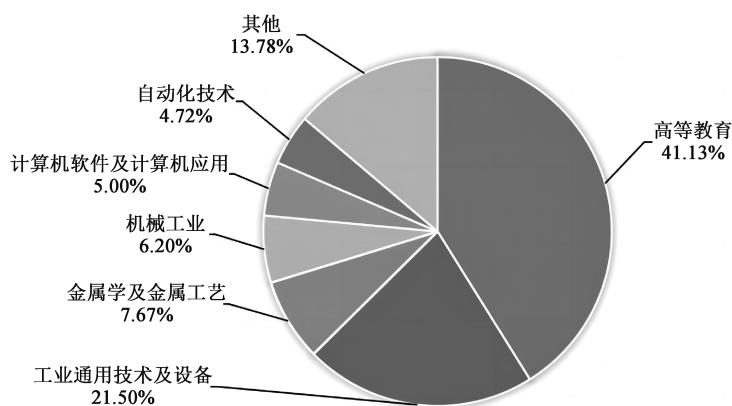


图 2 1998—2020 年“工程训练”主题研究学科分布(前 20)

(三) 期刊分布分析

经文献统计分析,工程训练研究成果的发文量在 10 篇以上的期刊共 31 本。表 1 所示为 1998—2020 年“工程训练”主题研究发文量(Top 10)的期刊分布情况。

从表 1 可看出,发文数量在 35 篇以上的期刊有 6 本:《实验技术与管理》《实验室研究与探索》《教育教学论坛》《实验室科学》《实验科学与技术》《中国现代教育装备》,上述期刊均为省级以上期刊。2020

研究的学科分布情况。涉及的学科种类中:高等教育(发文量 863 篇,占比 41.13%)、工业通用技术及设备(发文量 451 篇,占比 21.50%)、金属学及金属工艺(发文量 161 篇,占比 7.67%)、机械工业(发文量 130 篇,占比 6.20%)、计算机软件及计算机应用(发文量 105 篇,占比 5.00%)、自动化技术(发文量 99 篇,占比 4.72%),这些是本主题研究的主要支撑学科和核心学科力量,在工程训练的发展和研究过程中发挥着至关重要的作用。同时,也充分体现了工程训练中心作为我国 20 多年来教育教学改革与发展的新事物,具有中国特色的高等工程教育模式。其中工程训练是一门新兴的综合性学科,是以高等教育、机械科学和电气科学为主,也是机械工业、通用技术、电子工程、计算机技术、材料科学、互联网技术、安全科学、汽车工业等在高等工程教育中的融合和应用,它推进了多学科间的交叉、会聚以及多技术的跨界、融合。

年,上述期刊的平均复合影响因子为 0.723,为我国“工程训练”主题研究作出了巨大贡献,发表的论文有新意、有价值,对相关研究人员具有较强的参考和借鉴意义。上述刊物中,只有《实验技术与管理》《实验室研究与探索》期刊的发文量占比超过 10%,但均未超 20%。总体而言,工程训练研究目前的整体学术影响力还不够,有关研究成果的发表呈现随意性、分散性等特点,同时尚未形成稳定的期刊平台和成熟的学术聚焦。

表 1 1998—2020 年“工程训练”主题研究刊发期刊分布(Top 10)

期刊名称	发文量	占比	期刊名称	发文量	占比
实验技术与管理	112 篇	17.42%	中国现代教育装备	35 篇	5.44%
实验室研究与探索	96 篇	14.93%	中国教育技术装备	26 篇	4.04%
教育教学论坛	57 篇	8.86%	价值工程	26 篇	4.04%
实验室科学	46 篇	7.15%	教育现代化	25 篇	3.89%
实验科学与技术	35 篇	5.44%	科技视界	22 篇	3.42%

些小的学术团体,但彼此相对独立、交集不多,主要的学术联系体现在同一地域的不同院校之间和同一所院校的不同学者之间。总体而言,当前工程训练研究的学术力量比较薄弱,学术组织结构单一、体制趋同,还没有形成优势互补、资源共享的集群效应。

三、工程训练研究脉络及内涵分析

(一) 关键词共现

关键词是一篇论文研究主题简洁而鲜明的代表,对论文关键词进行分析可以探析文章主旨^[34]。

当关键词对在 同一篇文献中出现的次数越多,则代表这两个主题的关系越紧密。因此,可以通过关键词共现图谱分析来确定文献集所代表的学科中各主题之间的关系及其学科层次。图 4 显示了 1998—2020 年“工程训练”主题研究的关键词共现图谱。图谱中节点大小代表的是关键词频次,频次越大,节点越大,研究主题间的联系也就越紧密。其中工程训练、工程实训、实践教学、教学改革、人才培养、创新能力、实践能力、教学体系、工程教育、新工科等出现频次较高,是该领域主要的核心关键词。

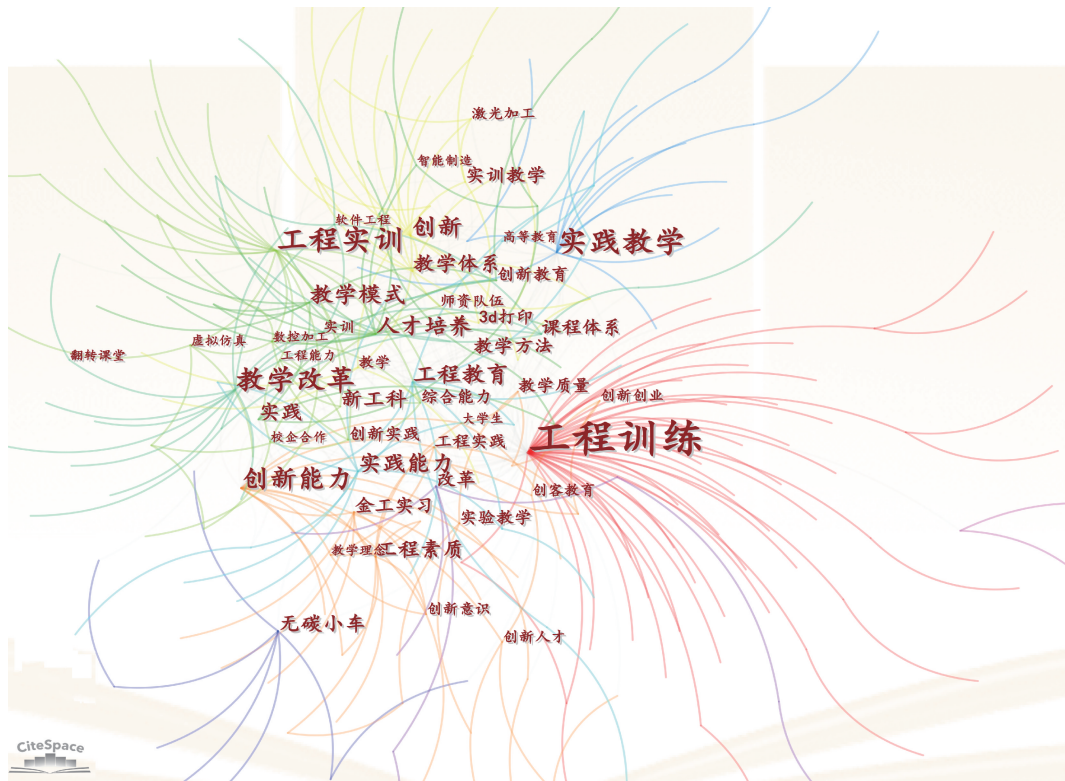


图 4 1998—2020 年“工程训练”主题研究关键词共现图谱

(二) 高频关键词

为了更加全面、清晰地揭示工程训练研究领域各热点之间的演化趋势,利用共词分析法对 1234 篇文献样本进行了统计,共获得 731 个核心高频关键词,并按年度梳理和总结了工程训练的研究脉络与发展趋势。其中,中介中心性值越大,表明该关键词在工程训练的研究脉络和发展趋势中的活力、支配力和影响越强,相应研究结果的认可度和可扩展性越强。

表 3 所示为 1998—2020 年“工程训练”主题研究高频关键词(Top 20)。不难看到,工程训练研究领域从 1998 年开始就主题活跃,热点频出,研究内容较为丰富,同时 2019—2020 年的高频关键词尚未进入排名前 20。因为热点轮动需要累积到一定关注

量,形成规模效应后才有最佳的效果,尤其是研究主题和热点在更迭过程中并不是孤立的,而是相互关联。正是这种前后关联直接推动着研究发展的演化进程。同时,在中介中心性方面,部分核心高频关键词的聚类特征不显著,具有一定的随机性和灵活性。

为更加直观地反映出“工程训练”主题研究核心关键词在 1998—2020 年间的变化情况,进而揭示了工程训练研究的发展脉络和研究内涵演化路径,本文按年度梳理和分析了核心关键词的数量分布情况,结果见图 5。从图 5 可以看出,总体而言,1998—2020 年,以“工程训练”为研究主题的核心关键词数量呈现逐渐增长的态势。其中,1998—1999 年的核心关键词数量要明显多于 2000—2002 年,从 2003 年又开始增多,但 1998—2007 年工程训练研究的年均核

心关键词数不超过 23 个。而从 2008 年开始,工程训练研究核心关键词的数量要明显多于前期阶段,年均

39 个,且近两年工程训练核心关键词数量明显增多,2019 年为 49 个,2020 年为 44 个。

表 3 1998—2020 年“工程训练”主题研究高频关键词(Top 20)

年份	关键词	频次	中心性	年份	关键词	频次	中心性
1998	工程训练	962	1.40	2001	工程实训	151	0.25
	教学改革	127	0.06	2003	人才培养	44	0.01
	工程教育	35	0.02	2004	实践能力	35	0.01
1999	实践	28	0.01	2005	教学体系	34	0.01
	工程素养	27	0.01		教学方法	21	0.02
	改革	23	0.03	2008	教学模式	37	0.01
	金工实习	22	0.01		课程体系	22	0.01
	创新能力	71	0.02	2011	卓越工程师	19	0.01
2000	创新	54	0.02	2014	无碳小车	24	0.03
	实践教学	164	0.11	2018	新工科	29	0.01

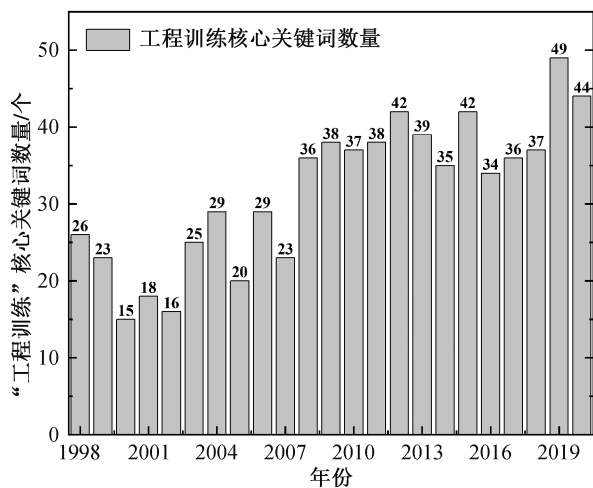


图 5 1998—2020 年“工程训练”主题研究核心关键词分布

上述分析表明,核心关键词数量的分布与工程训练中心发展时段,即 1998—2004 年的布点示范、2006—2010 年的快速发展、2011 年以后的全面发展完全一致。同时,核心关键词数量的递增也体现出工程训练的研究内容也在发生广泛而深刻的变革。其教学模式早已从传统的金工实习模式转向重视多技术的跨界融合和多学科间的交叉、会聚;从单纯强调实践能力转向培养未来优秀的工程创新复合型人才。“工程训练”主题研究的对象、方法、理念及内涵正在变得更加丰富及多元,而且还在不断拓展之中。

(三) 聚类图谱分析

图 6 显示了为深入分析“工程训练”主题研究的发展脉络演进和内涵迁移,通过对关键词共现网络聚成一个不规则区域,以模块化的聚类形式对工程训练的聚焦热点及其演化路径展开研究和分析。在可视化文献分析工具 CiteSpace 的聚类图谱中,如果一个聚类包含更多的突发节点,则意味着该领域的研究更

加活跃,并且很可能在未来形成新的学术聚焦。

在绘制聚类图谱时,其合理性通常是采用模块值 Q 和平均轮廓值 S 这两个参数来评判。通常 Q 值大于 0.3 意味着得到的聚类结构是有效且显著; S 值在 0.5 以上,聚类一般认为是合理的; S 值大于 0.7 时,认为聚类高效且令人信服。1998—2020 年“工程训练”主题研究聚类共有 29 类,其中权重较大的部分聚类如图 6 所示,其中 Q 值为 0.8713, S 值为 0.9795,说明聚类有较高可信度。同时,各聚类之间有许多重叠部分,表明大多数研究热点密切相关,“工程训练”主题研究的开展具有普遍性和连续性。时间线图谱(timeline)是以历史进展为载体,通过系统地绘制出不同研究主题涵盖从提出、发展到更迭中的重要时间节点或里程碑事件,以可视化图文的形式分析了这一领域的研究视角、热点、研究内容、学科发展等知识演进脉络。1998—2020 年“工程训练”主题研究的时间线图谱(timeline),见图 7。可以看到,自 1998 年以来“工程训练”主题的研究视角和内容为适应和服务于社会的发展变化而不断调整,其研究的热点领域、前沿主题等也为对接和培养国家建设需要的工程技术人才而不断更迭。从时间线图谱可以看出,2006 年以来,诸多不同形式和角度的探索使得研究的关键词呈现出“井喷”态势,极大地丰富了工程训练领域的研究内涵。其中,关键词新工科一直受到众多学者的高度重视,表现出持续性的研究热度。新工科建设前景广阔,但从整体上看还是处于起步规划阶段,传统工程学科仍占主体地位^[35],新工科建设存在专业规模小、人才缺口大等现象。更重要的是,各高校在新工科建设过程中往往偏向教育理念的建构和学科专业的增设,而尚未真正触及人才培养模式创新、内涵建设和质量革命

等供给侧结构性改革,从而造成学科建设与人才培养间的不同步^[36],同时还存在工程科学基础薄弱、技术脱离实际应用、设计与审美能力匮乏、跨界融合能力不足、工程伦理意识淡薄等质量短板^[37],以及企业融入协同育人滞后、缺少情境化案例教学、跨学科教育式微、工程实践不足等模式缺陷^[38]。由此所引发的新工科教育范式,如教育模式、内容和方法,仍无法实现对传统工程范式的变革与迭代,其中重知识轻能力、重课堂轻实践、重成绩轻育人^[35]的人才培养路径不利于新工科教育的可持续发展。工程训练作为学科高度交叉融合的实践性环节,经过长期的实践教学,在人才培养模式和教学改革方面已取得了丰硕的成果。工程训练中与新工科相关的内

容表明:2001年涉及能力培养、实践教学改革、创新实践;2006年强调工程能力、培养目标、教学模式;2011年注重产学研用、校企合作、教学质量与效果;2015年注重兴趣培养、创新创业、OBE理念;2018年强化“2+X”创新训练模式、项目教学、虚拟仿真;2020年重视工匠精神、协同育人、一流本科、课程思政。可见,新工科建设背景下工程训练在实践育人方面将不断面临新的机遇与挑战。以上分析表明:新经济背景下,各行各业对工程技术人才素质的要求日新月异,人才需求规模和构成也在悄然变化,这也推动工程训练进入了内涵式发展新阶段,坚持“五育”并举、融合育人,以立德树人为根本,以学生发展为中心,培养面向未来的卓越工程人才。



图6 1998—2020年“工程训练”主题研究聚类图谱(部分)

(四) 关键词突现分析

突发性关键词(burst terms)指的是在较短的时间内文献中出现频率和次数变化较大的词汇^[39]。通过对工程训练研究成果中关键词进行突发性检测与分析,可以对不同时间段的研究热点及其内涵迁移有一个直观的了解。如图7所示为1998—2020年“工程训练”主题研究成果关键词的突发性分析。

从关键词突现的时间角度来看,“工程素质”从2003年首次成为学者关注的焦点,其研究热度持续了11年,直至2014年才慢慢退去,是所有工程训练研究关键词中聚焦持续时间最长的。同时,毕业设计、金工实习、实验教学、软件工程等关键词的突现持续时间也都达到5年以上,这说明学者们的研究重心在较长一段时期内都集中在工程训练教学的基

本问题上,如工程素质和实践教学等通识教育层面。创客教育、创新创业、无碳小车、激光加工、新工科等关键词一经提出就持续到2020年,说明此时学者们研究的重点开始转变为以提升学生综合实践能力、创新思维、学科交叉等新时代工程训练体系的研究,且这些方面已逐渐成为未来工程训练研究新的前沿热点。

从突现强度的角度分析,“新工科”的强度最大,高达12.96。2017年2月以来,教育部启动实施了新工科建设,提出加快发展新兴工科专业,并对传统工科专业进行改造升级,以更好地实现创新型人才的培养^[40]。新工科建设是高等教育面向新一轮科技革命和产业变革的应答,是面向时代发展和变迁超前识变、积极应变和主动求变的应答,是面向

高等教育自身发展服从和服务于社会经济发展大局的主动应答,更是中国高等教育面向国际高等教育改革和创新发展给出的中国应答^[41]。当前,新工科建设已发展成了燎原之势,并为推进工程教育改革开启了新的思路。同时,金工实习、无碳小车及卓越工程师的突变强度也很大,分别为7.53、6.78和6.17;教学质量、实践和教学也具有较大的

突现强度,分别为4.51、4.44和4.44。这些都是工程训练研究的重要主体。综合来看,工程训练研究领域宽广、内涵丰富,其中新工科建设下工程训练强调面向未来的创新型复合人才的培养,尤其是学生创造力、面向复杂工程问题能力的培养,已成为研究的前沿热点,受到国内外学者们的广泛关注。

Top 18 Keywords with the Strongest Citation Bursts

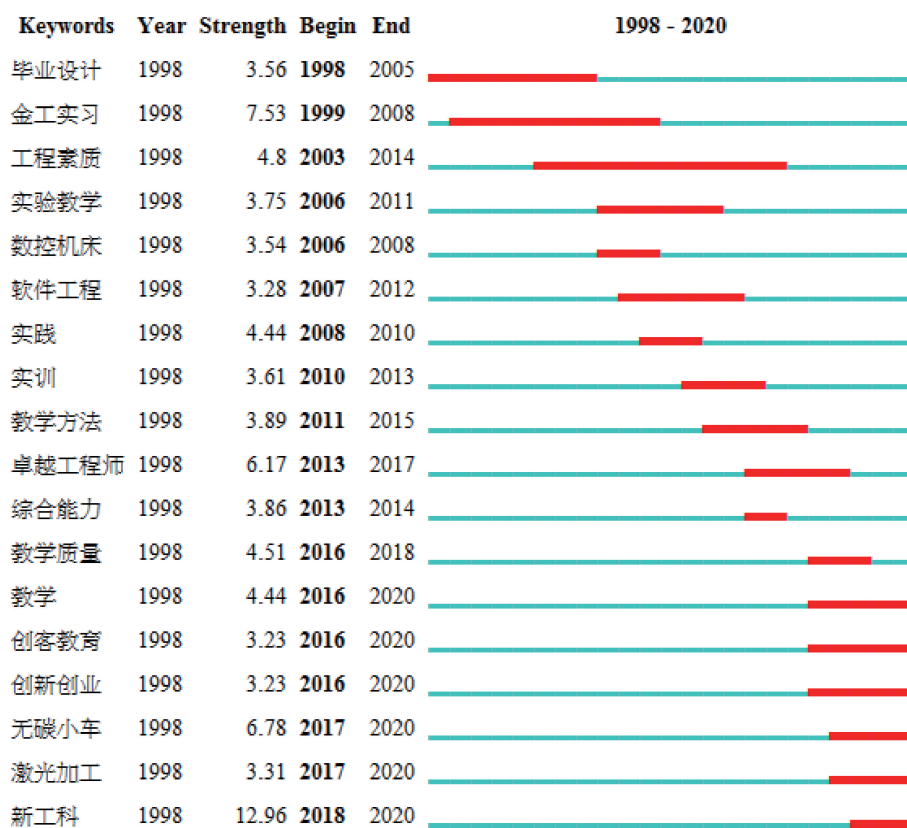


图7 1998—2020年“工程训练”主题研究关键词突发性分析

四、结论与展望

工程训练具有天然的劳动教育属性和多学科交叉融合等综合优势,是有效落实新时代高校劳动教育和课程思政的重要依托课程。本文针对当前工程训练研究重点更多偏向于人才培养模式、课程体系建设等具体方面的研究,而缺乏对工程训练的整体性研究的问题,以1998—2020年中国知网收录的1234篇工程训练研究的文献为样本,通过文献计量分析与知识图谱可视化分析的方法,从整体性发展的角度对我国工程训练的研究脉络、内涵与发展趋势进行了梳理,并绘制出演化路径图。通过可视化分析发现:工程训练研究受到全国各地学者们的持

续关注,研究的开展具有广泛性和积极性;工程训练已从单一的金工实习模式转到注重多学科间的交叉融合;从强调实践动手能力转到培养面向未来的卓越工程创新人才,其研究内涵变得更加丰富和多元。相关研究成果丰硕并呈现出逐年稳步递增的良好态势,同时也存在工程训练研究的学术力量比较薄弱,学术组织结构单一、体制趋同的情况,还没有形成优势互补、资源共享的集群效应。此外,工程训练研究整体学术影响力不足,有关研究成果的发表呈现随意性、分散性等特点,尚未形成稳定的期刊平台和成熟的学术聚焦。

基于此,为了适应和引领新时代工程科技人才培养需求,要着力培养大学生的工程观、质量观、系

统观,充分发挥工程训练独特的育人功能,要进一步加强以下两个方面工作。

(1)融合发展,创新实践。实践是工程的本质,是创新的基础。在学科发展上,要体现时代特征,加强与“四新”建设、“大工程观”“大文科观”等多学科及新时代育人元素的融合发展研究,引导学生树立正确的价值观,培育使命感,厚植家国情怀,同时增强多学科交叉融合意识与关联创新能力;在教学组织上,挖掘符合时代与自身发展规律的核心素养,构建“多层次+多学科+创新实践”教学体系,因材施教,尤其是开展通识教育下沉式普及,采用“赛教融合”等方式开发通识体验课,并面向全校所有学生开放。

(2)强化交流,协同共进。优质师资队伍是教育高质量发展的根本。在师资建设方面,为提升青年教师职业素养,应积极搭建青年教师学习、成长、成才的交流平台,如:教育部虚拟教研室和各省金工/工训教学研究会等跨空间、跨地域、跨学校的新型教学组织;定期开展校际交流活动,不断增强广大青年教师的凝聚力和归属感;同时要充分发挥专家、名师教育教学中的示范、引领,以及传帮带作用,从而有效提升青年教师教学能力,为共建共享教学资源,积极开展教学研究形成一定的研究力量梯队。

参考文献

- [1] 马廷奇. 制造业发展与高等工程教育范式转型[J]. 高校教育管理, 2018, 12(2): 25-29.
- [2] 姚宇华. 新工科视域下高等教育研究: 功能定位与实践路径[J]. 中国高校科技, 2021(3): 58-61.
- [3] 胡德鑫, 逢丹丹. 中国高等工程教育百年发展史回眸: 历史演进、变革逻辑与未来趋向[J]. 高校教育管理, 2023, 17(6): 100-113.
- [4] 樊泽恒, 张辉, 孔垂谦. 中外高等工程教育工程训练模式的比较及启示[J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2006(1): 76-80.
- [5] 贾志雄, 王云力. 基于大工程理念的高等工程教育思维路径研究[J]. 河北工程大学学报(社会科学版), 2015, 32(3): 103-105.
- [6] 王浩程, 冯志友, 王文涛. 基于工程创新教育的实践教学体系探索[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(1): 182-185.
- [7] 邵新宇. 工程训练要着力培养大学生的工程观、质量观、系统观——中国工程院院士邵新宇访谈[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 1-5.
- [8] 王建伟, 许学东, 王丰晓. 六个转变: 大学工程训练中心内涵式发展与创新[J]. 高等工程教育研究, 2011(4): 82-84.
- [9] 付铁, 郑艺, 丁洪生, 等. 工程训练课程的 OBE 教学设计与实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(1): 180-183.
- [10] 宋毅, 高东锋. “世界制造业中心”演变对推进我国高校工程训练改革发展的启示[J]. 中国大学教学, 2019(4): 11-14.
- [11] 梁延德. 我国高校工程训练中心的建设与发展[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(6): 6-8.
- [12] 李双寿, 李乐飞, 孙宏斌, 等. “三位一体、三创融合”的高校创新创业训练体系构建[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 111-116.
- [13] 孙康宁, 于化东, 梁延德. 基于新工科的知识、能力、实践、创新一体化培养教学模式探讨[J]. 中国大学教学, 2019(3): 93-96.
- [14] 全月荣, 陈江平, 张执南, 等. 产教深度融合 协同探索面向新工科的创新人才培养模式——以上海交通大学学生创新中心为例[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(11): 194-198.
- [15] 李双寿. 新时代新业态新工科工程训练教学体系创建[J]. 高等工程教育研究, 2023(1): 33-36.
- [16] 崔继馨, 李学东, 申艳光. 大思政背景下工程伦理课程教学方法研究[J]. 河北工程大学学报(社会科学版), 2020, 37(4): 56-60.
- [17] 付铁, 宫琳, 丁洪生, 等. 新时代背景下工程训练中心建设的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(11): 246-249.
- [18] 李冲, 毛伟伟, 张红哲, 等. 从工程训练中心到学习工厂[J]. 高等工程教育研究, 2021(3): 92-99.
- [19] 李双寿, 张晓晖, 胡庆夕, 等. 面向新工科的工程实践与创新能力竞赛平台构建[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(1): 185-190.
- [20] 王书亭, 谢远龙, 尹周平, 等. 面向新工科的智能制造创新人才培养体系构建与实践[J]. 高等工程教育研究, 2022(5): 12-18.
- [21] 高守锋, 尚妍, 金鑫, 等. 阶梯式项目驱动的工程实践教学改革与探讨[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(5): 179-182.
- [22] 孙竹, 刘贵杰, 郑中强, 等. 面向新工科的多维耦合工程实训体系研究[J]. 高等工程教育研究, 2022(6): 25-31.
- [23] 魏艳, 路冬, 李远, 等. 三维贯通融合的本科工程实践教学体系探索——以南方科技大学机械与能源工程系为例[J]. 高等工程教育研究, 2023(1): 37-43.
- [24] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2017.
- [25] 周远清. 把实践教学改革提到重要日程上来——由考察世界银行贷款“高教发展项目”引发的思考[J]. 中国高

- 教研究,2001(8):3-4.
- [26]周济. 实施“质量工程”贯彻“2号文件”全面提高高等教育质量[J]. 中国大学教学,2007(6):4-8.
- [27]李培根. 工程师教育培养该何以卓越[J]. 中国高等教育,2011(6):13-14.
- [28]吴爱华,侯永峰,杨秋波,等. 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(1):1-9.
- [29]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.
- [30]王秀梅,韩靖然. 新工科背景下工程训练中心存在的问题与实践转向[J]. 实验技术与管理,2019,36(9):8-11.
- [31]CHEN W P, LIN Y X, REN Z Y, et al. Exploration and Practical Research on Teaching Reforms of Engineering Practice Center Based on 3I-CDIO-OBE Talent-Training Mode[J]. Computer Applications in Engineering Education. 2020, 29(1):114-129.
- [32]孙立会,刘思远. 工程教育贯通式培养需要怎样的课程体系——来自东京工业大学楔形课程体系的启示[J]. 重庆高教研究,2020,8(5):91-105.
- [33]江桂云,罗远新,李聪波. “大工程观”视域下一流机械工程专业人才培养研究与实践[J]. 中国大学教学,2020(Z1):37-41.
- [34]张秀萍,王振. 社会网络在创新领域应用研究的知识图谱——基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 经济管理,2017,39(10):192-208.
- [35]林建华. 工程教育的三种模式[J]. 中国高教研究,2021(7):15-19.
- [36]杨冬. 从科学范式到工程范式:高质量新工科人才培养的逻辑向度与行动路径[J]. 大学教育科学,2022(1):19-27.
- [37]王璐瑶,陈劲,曲冠楠. 构建面向“一带一路”的新工科人才培养生态系统[J]. 高校教育管理,2019,13(3):61-69.
- [38]殷朝晖,刘子涵. 知识管理视域下新工科人才培养模式研究[J]. 高校教育管理,2021,15(3):83-91.
- [39]张洪,孙雨茜,司家慧. 基于知识图谱法的国际生态旅游研究分析[J]. 自然资源学报,2017,32(2):342-352.
- [40]吴爱华,杨秋波,郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究,2019(1):1-7.
- [41]吴岩. 国际共识 中国创新——准确把握新时代高等教育发展的着力点[J]. 中国高教研究,2022(8):7-10.

[责任编辑 李 新]

Visual Analysis of the Progress, Connotation and Path of Engineering Train Under New Engineering Education

CHEN Weiping

(Mechanical and Electrical Engineering Practice Center, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350108, China)

Abstract: Taking “engineering train” or “engineering internship” as a key word, 1234 academic papers compiled in CNKI from 1998 to 2020 are chosen as the research object. Through the method of bibliometric analysis and knowledge graph, the research progress, connotation and trend of engineering training have been sorted out, and the evolution path map of the theme has been drawn. It was found that the achievement amount of engineering training research is increasing steadily. With such researches carried out widely and actively, their connotation are greatly enriched and diversified accordingly. At the same time, there are also some shortcomings, such as weak academic strength, lack of complementary advantages and cluster effect of resource sharing. In the future, we should strengthen integrative development with new era education elements and multidisciplinary elements in engineering train, such as the integration with construction of four new disciplines (new engineering, new medicine, new agriculture and new liberal arts), the concept of big engineering and the concept of big liberal arts. It is also necessary to build a multilevel teaching system constituted by “multidiscipline and innovative practice” in which students are instructed in accordance with their aptitude and general education, in particular, which is popularized in general education. Besides, we should build a communication platform for young teachers’ learning and professional development of young teachers, thus forming research teams at different levels.

Key Words: new engineering education; engineering train; progress; research of connotation; visual analysis