

Hot Topics and Trends in Teaching Reform of Fluid Mechanics Course

Wenmei Hao*

School of Technology, Beijing Forestry University, Beijing, 100083, China

Abstract

“Fluid Mechanics” is a fundamental course for undergraduates majoring in mechanical engineering, aerospace engineering, marine engineering and other engineering subjects. In order to understand the hot spots and trends of the fundamental course teaching reform of “Fluid Mechanics” major in China, promote the reform of professional course teaching in a more orderly way, and improve the teaching quality and teaching effect, this paper searched the database of CNKI based on CiteSpace software. This paper selects 498 articles from January 1, 2005 to December 31, 2024 for bibliometric analysis, analyzes the trend of publication and publication journals. It provides reference for the future development trend of “Fluid Mechanics” course teaching reform and construction.

Keywords

Fluid Mechanics, teaching reform, bibliometric, cluster analysis

“流体力学”课程教学改革热点及趋势分析

郝文美

北京林业大学工学院, 中国·北京 100083

摘要

“流体力学”是机械工程、航空航天工程、船舶工程等多专业的本科生专业基础课。为了解我国“流体力学”专业基础课程教学改革的热点及趋势,促进专业课程教学改革更有序的推进,提升教学质量及授课效果,本文基于CiteSpace软件对中国知网数据库进行检索。选择了2005年1月1日至2024年12月31日二十年来的498篇文章进行文献计量分析,对发文趋势及发期刊进行趋势分析。为“流体力学”课程教学改革与建设未来发展趋势提供借鉴与参考。

关键词

流体力学, 教学改革, 文献计量, 聚类分析

1 引言

“流体力学”课程作为机械工程、航空航天工程、船舶工程等多专业的本科生专业基础课。基于三大物理守恒定律(质量守恒/能量守恒/动量守恒),依托数学方法描述流体物理量(流速、压强、温度等)关于时间与空间的函数,为解决诸如水电站建设、载人航天、高铁提速等实际工程问题提供理论基础,其重要性不言而喻。

当前,针对“流体力学”课程已进行了很多教学改革方面的探索,形成了诸多教改文献,但大多针对某一单一学科,纵向的进行课程改革的探索,深度尚可,广度明显不足,以致难以从大量文献中挖掘出有效改革方向,进而难以形成

多学科的课程体系。

本研究基于文献计量学方法,应用CiteSpace软件,对现有“流体力学”课程教学改革的热点主题及其演进趋势进行归纳和分析,以期总结和概括前人的研究成果,并为后续教学改革方法、手段的创新提供思路,同时打破专业与专业间的壁垒,促进“流体力学”课程体系的全面建设。

2 数据来源与研究方法

以中国知网(CNKI)数据库为检索平台,在高级检索中限定了学术期刊数据库为数据源,以主题包含“流体力学”和“教学改革”作为检索条件,日期设置为2005年1月1日至2024年12月31日。共检出498篇文献。

相较于专著图书与学位论文,期刊论文具有较强的前沿性及实时性。因此,文献计量分析是了解当前科学研究热点与变化的有效方法,以知识图谱的形式展示关键词、研究机构分布特征,从而量化研究主题的现状和发展趋势^[1]。

【基金项目】北京林业大学知识图谱和数字教材建设专项资助(项目编号:BJFU2025TPJC18)。

【作者简介】郝文美(1993-),女,中国河北石家庄人,博士,中级,从事流体力学与机械传动研究。

3 结果

3.1 发文量分析

发文量可在较大程度上反映某一研究领域或学科在一定时间内的研究水平及发展情况。如图1所示。从近20年的发文数量可以看出，流体力学课程教学改革逐渐受到更多学者的关注，文章发表数量呈波动上升趋势。特别是在2017年，教育部积极推进“新工科建设”后，发文数量实现了阶梯跃升。2019年，该领域发表的文章数达到峰值46篇。

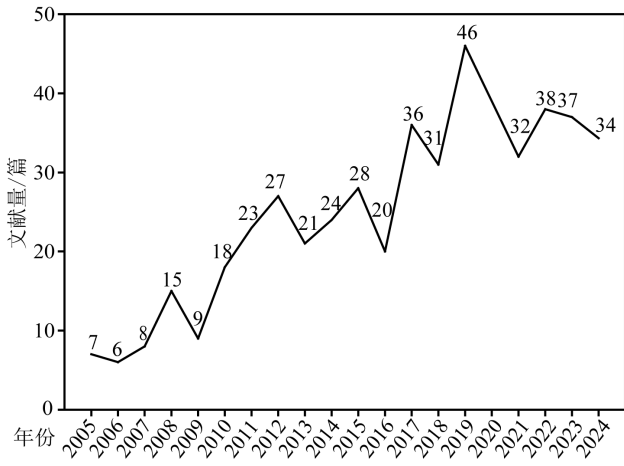


图1 2005-2024年流体力学课程教学改革研究领域年度发文量

3.2 发文期刊

在相关文献的发表期刊中，《教育教学论坛》期刊刊载相关文献最多，达到67篇。刊载10-19篇文献的期刊共10种。其余期刊刊载文章均在10篇以下。就权威性而言，

将文献等级限定于“北大核心”，共筛选出32篇文献，其中《力学与实践》刊载相关文献最多，达到12篇。

3.3 关键词共现分析

以关键词为节点绘制关键词共现网络图谱，深入分析该领域研究现状。去除检索词“流体力学”“教学改革”，出现频次排名前10的关键词分别为：工程流体力学(74次)、水力学(72次)、实验教学(50次)、教学方法(40次)、教学模式(22次)、创新能力(15次)、课程思政(15次)、改革(14次)、新工科(12次)、教学内容(12次)。

3.4 关键词聚类分析

采用对数似然比(LLR)算法对关键词进行聚类分析，绘制关键词聚类图谱。其中最集中(聚类平均轮廓值S值大于0.9)的四个聚类非别为：#1教学设计，#2信息化，#10专业认证，#11创新实践。

4 讨论

4.1 新形势下的“流体力学”专业基础类课程教学改革发展历程

本研究纳入的文献中，最早的发表于2005年。2010年之前，每年发文量较少，基本在10篇以下。2010年至2017年，发文量显著提升。2017年后，发文量进一步增加，“流体力学”课程的教学改革逐步成为研究热点。本文根据发文量将“流体力学”课程教学改革分为三个阶段：2005年-2009年(大多为一线教师通过以实验为主的教学方法进行教学改革，重点在于教师的主观实践与感受。)、2010年-2016年(大多集中于人才培养模式的深度研究)、2017年-2024年(大多集中于专业课程体系的建设)。

表1 关键词聚类

聚类序号	聚类名称	节点数	S 值	主要关键词
#0	教育技术	53	0.82	新工科；目标导向教育；流动模拟
#1	教学设计	50	0.93	OBE；课程思政；双一流
#2	信息化	47	0.90	综合性设计性实验；移动学习；演示实验教学
#3	水力学	46	0.78	教学研究；教学模式；方程推导
#4	实验教学	39	0.86	工程教育专业认证；流体力学教学；CFD
#5	教学内容	38	0.86	热物理基础；大工程观；教学实践
#6	实验教学改革	29	0.88	人才培养；实践创新能力；在线课程
#7	改革	26	0.87	创新；建设；深析
#8	创新能力	22	0.88	应用型本科院校；科教融合；实践教学
#9	计算流体力学	20	0.86	线上线下；混合式教学；虚拟仿真
#10	专业认证	16	0.93	案例教学；应用型人才；富媒体教学
#11	创新实践	13	0.95	学科交叉；虚拟仿真实验；现代实验技术

4.2 “流体力学”课程教学改革热点

根据关键词聚类分析结果，本研究共生成了12个聚类主题，且大部分聚类间存在交互关系。其中，“#1教学设计”，“#2信息化”，“#10专业认证”，“#11创新实践”4个聚类的中心性最强。通过对相关文献进行梳理，本研究将“流

体力学”课程教学改革的主要研究方向分为两部分：“实践性教学改革”和“信息化教学改革”。

4.2.1 实践性教学改革 - 聚焦于教学方式的创新

聚类“#1教学设计”和“#11创新实践”主要聚焦于教学方式创新的实践性教学改革。分析其关键词可以发现，

关注的是通过创新实践的手段,培养学生的创新精神与实践能力。如申峰^[2]在研究中指出建立现代流体力学实验室和虚拟仿真实验室;从科研项目中开发综合创新实验内容;设立独立的关注最新前沿研究的实验流体力学课程,三方面的实验教学改革探索。王冲^[3]依托学校及学科优势,通过自行研制试验设备,将演示型实验提升为综合型或者验证型实验,更好的提高实践教学效果。张晶晶^[4]开发了系列“挑战型”竞赛实验教学模式,使学生在总结概括、自主创新、团队协作、工程设计等高阶思维能力方面得到培养和锻炼,使理论与实践有机结合。笔者认为,实践是联系理论与实际问题的关键,也是工科专业的重要环节,增加学生的课堂实践环节,帮助学生更好的理解如何用所学理论知识解决现实实际问题,助力创新型人才培养。

4.2.2 信息化教学改革 - 聚焦于课程体系的构建

聚类“#2 信息化”和“#10 专业认证”主要聚焦于课程体系构建的信息化教学改革。纵观教育发展史可以看到,技术与教育相生相长,每一次科技革命和产业变革都给教育带来跨越式发展。在大数据、人工智能等信息技术不断发展的时代背景下,运用信息化的手段助力课程教学已成为当下的教学改革的主要研究热点。如刘丽丽^[5]将线上富媒体教学与线下课堂教学相结合,体现了以学生为中心,以产出为导向的工程教育认证理念。曲壮壮^[6]提出“四性、一基、三方、二阻、三要素”模块化教学思路,旨在通过信息化手段,对传统教学模式进行改革与创新,在提高教学效果、培养学生综合素质和应用能力方面具有显著的优势。胡箫^[7]针对计算流体力学课程进行了线上线下混合式教学的改革与探索,提高了学生的课程参与度和学习效率,基于在线平台打造线上、线下融合教学的数字化资料库,推动优质学科资源、科研资源向课程育人资源转化。笔者认为,在“互联网+”及当前信息化手段的不断推陈出新的时代背景下,科技、信息赋能高校课程教学,已成为大势所趋。因此,教学改革需更加关注如何用对、用好信息化手段,建立完整的课程体系,进而促进专业间交叉融合。

5 启示

5.1 开展多知识图谱、多学科专业合作探究,建立多专业交互的课程知识体系

通过以上知识图谱形式的课程构建模式,每个学科内部构建出多个以问题为中心的知识图谱,问题间彼此联系,构成专业内部完整的知识体系,再通过不同专业间的知识体系的交互,构成完整的“流体力学”课程体系。教学内容可

划分为基础理论体系与学科知识体系,基础理论体系主要包括基本的定理和方程,学科知识体系主要包括以问题为中心的知识图谱。教师可以根据专业方向进行精准备课,例如机械工程等工程实践类专业可以以问题为出发,帮助学生更好的构建本专业知识体系,实现不同专业教学内容的个性化定制,更好的理解基础理论知识,掌握理论与实践间的耦合关系,为之后的专业实践类课程及科学研究打下坚实基础。而力学等基础理论类学科,课程理论较深,适应课程需要适时调整。

5.2 依托期刊文献的前沿性、实时性,助力教学内容紧跟科技前沿

期刊文献的前沿性、实时性、权威性,通过文献计量掌握行业发展脉络及未来发展趋势。增加当前颇具前沿性的代表性理论与方法、应用案例。例如,中国“神舟”系列的载人航天工程及“嫦娥”系列的探月工程取得了举世瞩目的成就,其中飞船在发射过程中依靠的就是流体的反作用力,而作为主要喷射结构的拉瓦尔喷管就是连续介质力学的守恒定律在工程实践中的典型应用,通过这样的前沿性案例,取代通用的水管及空调风道中的流体运动,将极大提升学生的学习兴趣。同时,根据关键词共现分析结果,机械工程专业解决流体力学的常用手段为数值模拟及仿真。也为学生解决工程中的流体力学难题,提供了很好的数值模拟及仿真相结合的方法论及工具。基于此,在教学过程中,可以适当增加典型论文的复现,进一步加深学生对理论知识的理解。

参考文献

- [1] 尚尔兴,丁玎,陈俊峰,等. 基于文献计量分析的公共卫生专业课程思政研究[J]. 卫生职业教育, 2024, 42(9): 42-47.
- [2] 申峰,刘赵淼,逢燕. 新时代“实验流体力学”教学改革探索[J]. 实验室科学, 2021, 24(4): 130-132, 136.
- [3] 王冲,邓辉,易文彬. “流体力学”课程实验教学改革研究与实践[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2023, 7: 65-68.
- [4] 张晶晶,李旭阳,薛雷平,等. “挑战型”实验教学研究与实践——以“最大/小阻力系数”实验为例[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(7): 202-205.
- [5] 刘丽丽,范家伟,孙启冀. 基于线上线下混合模式的“工程流体力学”课程教学改革[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2021, 6: 18-19.
- [6] 曲壮壮. 基于信息化的模块化教学模式改革与实践[J]. 办公自动化, 2024, 29: 38-40.
- [7] 胡箫,林培锋. 计算流体力学线上线下混合式课程改革的探讨[J]. 力学与实践, 2023, 45(3): 689-693.