

论工程例证式教学

——部队院校工程实践教学研究

吴聪伟, 王 静

火箭军工程大学基础部/数学教研室, 陕西 西安

收稿日期: 2024年9月28日; 录用日期: 2024年11月29日; 发布日期: 2024年12月6日

摘 要

工程例证式教学法(EETM)是一种以工程案例进行组织教学的教学方法,也是一种更侧重工程实践的过程式教学,以侧重问题牵引和思维启发为基本原则组织教学。与传统的“以理论支撑理论”的教学模式相比,工程例证式教学是一种“以实例支撑理论”的教学模式,贴近工程实际,更符合工程类数学课程“以数学为工具并且学以致用”的根本目的。

关键词

工程案例, 工程例证式教学, 教学模式

Engineering Exemplification Teaching Method

—Research on Engineering Practice Teaching in Military Academy

Congwei Wu, Jing Wang

Department of Basic Courses, Mathematics Teaching and Research Section of the Rocket Force Engineering University, Xi'an Shaanxi

Received: Sep. 28th, 2024; accepted: Nov. 29th, 2024; published: Dec. 6th, 2024

Abstract

The Engineering Example-based Teaching Method (EETM) is an instructional approach that organizes teaching through engineering case studies. It is a process-oriented teaching method that emphasizes engineering practice, with a fundamental principle of problem-driven and thought-provoking instruction. Compared to the traditional “theory-supported-by-theory” teaching model, EETM adopts

文章引用: 吴聪伟, 王静. 论工程例证式教学[J]. 创新教育研究, 2024, 12(12): 65-69.

DOI: 10.12677/ces.2024.1212860

a “theory-supported-by-examples” approach, which is closer to real-world engineering scenarios and better aligns with the fundamental purpose of engineering mathematics courses: to use mathematics as a tool and apply it in practical contexts.

Keywords

Engineering Cases, Engineering Example-Based Teaching, Teaching Model

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景

高等教育中工程类数学课程学习的主要目的之一在于培养学生应用数学理论解决实际工程问题的能力。脱离实际工程背景,以理论讲解为主的教学方式已经不能满足信息互通时代学生对知识应用层面的基本需求,更不利于其后续专业课学习及以后发展。特别地,针对军队院校学习时间灵活度和充裕度不足的实际特点,工程例证式教学将《工程数学》理论讲解与军事工程应用相融合以促进知识内化激发学习兴趣,通过具有专业特色的例证案例设计为学生未来职业发展做好铺垫,具有重要的实际意义。事实上,在工程类课程教学过程中教育者一直都在思考进行工程例证式教学的实践探索[1],早期教育者 Langdell 在法学院率先教学案例教学的主要目的是改善当时主流的“德怀特法”[2][3]。目前国内《工程数学》教学在一定程度上也存在类似的理论教学和实践应用严重脱钩问题。学生在数学课堂上局限于记忆背诵和练习相结合的数学理论知识学习,忽视工程应用背景,不能很好地和后续专业课程相结合。教师在工程数学类课程教学中仅仅滞留在学生学习数学知识层面忽视其应用价值,而等到后续专业课程需要使用之前数学知识时,教学大纲不再安排相关数学知识学习,最终造成“学而不用,用而不学”的困境。

2. 工程例证式教学法的内涵和特征

工程例证式教学法是一种以工程案例为驱动力进行组织教学的教学方法。在工程例证式教学过程中,教师通过采用一些具有鲜明工程背景的案例,利用其直观明了的特点,摆脱传统教学中众多繁琐的公式结论,既可以使得学生有兴趣地主动参与并思考,更重要的是案例本身要能够具有一定实证性,能够从实际应用层面解释并证实理论结果的有效性和正确性。

以《工程数学》课程针对我校测控工程专业设计的 $3R\dot{R}$ 空间定位方法为例,通过简单的几何学原理让学生的直观认识和线性方程组解的理论相融合,意识到 $3R\dot{R}$ 空间定位的几何本质是由三个位置测量元素所表示的三个几何位置面在空间相交的交点来确定目标的位置,而其代数本质则是求解线性方程组 $Ax = v$, 目标的计算和数值分析则依赖于线性方程组理论。 $3R\dot{R}$ 空间定位方法中,当要进行空间定位时,则至少需要四个测量站的测距信息, $T_i(x_i, y_i, z_i), i = 1, 2, 3, 4$ 表示第 i 个测量站的空间坐标, $M(x, y, z)$ 为待定位目标的空间坐标, R_i 和 d_i , 分别表示第 i 个测量站到目标物 M 和坐标原点 O 的空间距离, R 表示目标 M 到坐标原点 O 的空间距离(图 1)。

与传统案例式教学法[4][5]不同的是,工程例证式教学法突出“工程特色”,不仅体现了理论知识在工程中的具体的应用价值,更重要的是,其案例从应用层面为工程数学理论知识提供了支撑,改变了以往“以理论支撑理论”的教学模式。工程上一个具体、简洁而清晰的案例所展现出来的实证性结论,或许在某些层面上胜过课堂过程中整板严谨而漂亮的理论推导过程,这也是工程例证式教学法研究的初衷之

一。以 $3R\dot{R}$ 空间定位法为例, 从数学实证的角度来分析, 要能唯一确定目标, 则必须使矩阵 A 的秩等于 3, 即 A 为列满秩矩阵。若系数矩阵 A 不满秩, 则无法实现对目标的三维空间定位, 系数矩阵是否满秩则在工程实际中不仅与测量站数有关, 而且和测量站的分布有关, 甚至测量误差也会直接影响定位效果。从理论实证角度, 若只有三个测量站, 则一般情况下系数矩阵 A 的秩为 2 (这是由内在几何关系决定的), 此时不能实现空间定位。但若三个测量站布设在同一个等高面且不在一条直线上时, 根据线性方程组解的理论可以成功实现定位。这种工程实际和理论相结合的方式, 能够极大激发学生学习钻研的同时, 也让测控工程专业学生认识到方程组解的理论对工程实践的指导意义, 甚至启发学生考虑更深层次的最优布站问题。所以在效果层面上, 工程例证式教学不是一种侧重结果的教学, 而是过程性教学。通过这种教学方式能够给学生开启一扇门, 门后的世界需要学生自己利用工程例证式教学过程中所掌握的技巧去探索和思考问题, 最终让学生自己达到“尽其意”的目的。

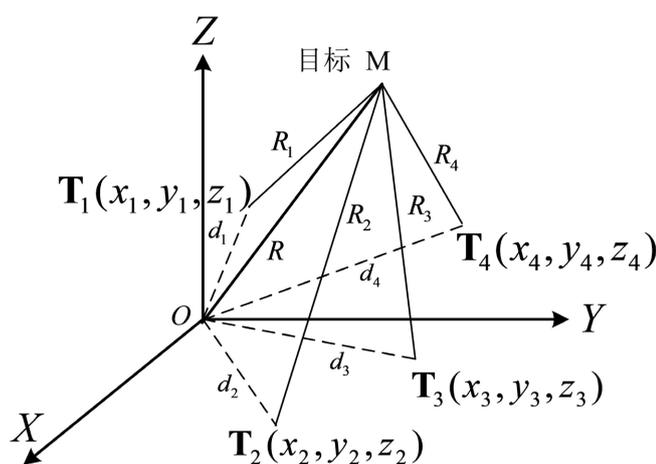


Figure 1. $3R\dot{R}$ spatial positioning schematic diagram
图 1. $3R\dot{R}$ 空间定位示意图

工程例证式教学不仅表面上将教学的各个要素(教师、学生、教学环境及教学内容)有机地结合为一体, 而且通过合理的设计各个教学环节使得这种教学成功诱发了学生学习的内在潜力, 促进了学生未来学习能力的发展。事实上, 在 $3R\dot{R}$ 空间定位法的求解环节会涉及 WGS-84 坐标系下的坐标, 这极大促进了学生对未来专业课程中涉及的常用椭球坐标系的了解进程, 达到较好的教学效果。从教师教学效果角度来看, 这种教育模式是见成效的, 学生进步和发展的潜力被充分挖掘的程度是尽可能大的、理想的。

3. 实施原则以及影响因素

工程例证式教学中例证的建构主要以部队院校不同专业学生后续专业基础课程的需求入手, 寻找合适恰当的例证, 例如针对测控工程专业的 $3R\dot{R}$ 空间定位法可以达到与线性方程组理论深度融合的实证效果, 针对导航控制工程专业的 PnP 相机成像定位问题可以达到与线性方程组理论深度融合的实证效果。针对这些具体的工程问题, 从数学基础理论的角度进行分析、运用, 通过介绍数学理论与其他学科的渗透与融合, 使学生形成理性认知, 树立怀疑和批判、探索与创新的精神, 鼓励学生自主开拓, 提出新问题、新思路、新见解, 提升学生的自主思考和分析的学习能力。教师要以民主式而非权威式的方法鼓励学生进行多元化研讨活动[6], 在学生说话时认真倾听, 努力理解, 不要不理睬或者随意打断学生的话语。这些都是“重引导而轻牵引、重启发轻结果”教学原则的不同表述方式。

具体实施方式需要借助“雨课堂”“头歌”等技术平台, 实现师生在例证教学过程中沟通的畅通性

和有效性。“雨课堂”平台可以系统地将知识点设计的案例及时发布并及时关注,能够将理论授课相关的资料和工程例证案例进行较好的共享,较好地克服了部队院校学生时间灵活性和充裕度不足的影响,让零碎的有效学习时间得到有效整合。“头歌”平台的使用避免了大量二年级学生因程序设计能力不足而不能很好实现相应数值结果的困境,对学生后续专业能力的发展起到重要作用。

工程例证式教学法的影响因素指在教学过程中对预期教学效果的达成产生干扰的各种因素总体。外部因素主要包括社会教育环境、社会主流价值观、家庭教育观、学校的教育环境(学校对教学的重视)、教学课时的多少以及课程本身的难易程度等等;内部因素主要集中在教学过程发生的两个主体对象(教师和学生)身上。

鉴于教学效果是否达成一般是从学生进步和发展角度来衡量的,可见内部影响因素直接左右着学生学习效果(即教师的教学效果)。教学效果在教师身上体现在其教学的各方面能力,然而研究表明并非所有优秀教师在教学各个方面都表现优秀[7][8]。能够直接影响并逐步提高教师教学能力的一个重要因素就是教学方法,鉴于此,文章从教师教学方法角度提出工程例证式教学法,有望对现有部队院校工程类数学课程教学效果有所改善,从学生角度不会在心里产生理论和应用分割的假象,更利于其后续专业课学习及其以后发展。

4. 工程例证式教学法在课程教学中的实践

工程例证式教学法在《工程数学》教学中的实施表明,工程例证式教学的开展极大激发了学生求知欲望,扩展了知识的深度和广度,改善了重理论讲解轻工程应用的不利局面,取得了较好的教学反响。通过为期三年的实践以及问卷调查结果显示,工程例证式教学方法的开展让更多的学生提前投入到与自己后续专业相关的工程领域问题的研究,开阔了不同专业学生的工程视野,“道而弗牵,强而弗抑,开而弗达”的教学思想得到充分体现,达到了《工程数学》课程学以致用用的教学目的,为“工程应用创新型”人才的培养奠定了良好的基础。

问卷调查问题设计如下:问题1:工程例证式教学法对学习兴趣的提高有没有用?问题2:工程例证式教学法对专业知识拓展有没有用?问题3:《工程数学》课程结束后是否有兴趣继续深入研究课程中的一些基本理论和方法?问题4:工程例证式教学法对成绩提高有没有作用?问题5:工程例证式教学法所涉及的案例在学习研究过程中花费时间多不多?问题6:是否愿意将这种方法推荐分享给自己的同学?问题7:工程例证式教学法对理论学习的帮助意义大不大?调查结果表明,通过《工程数学》上半年实践,54%的学生予以了正向反馈,38.5%的学生反馈一般,7.5%的学生予以了负向反馈。《工程数学》下半年实践之后,71.5%的学生予以了正向反馈,26%的学生反馈一般,2.5%的学生予以了负向反馈。

工程例证式教学实施前后,学生对同样问题的回答有了明显的改变。这也从一定程度证实了工程例证式教学法对教学效果的改善是明显的、有效的,极大提高了部队院校学生理论学习和工程应用融合的能力,更利于其后续专业课学习及发展。同时,我们也应认识到教学实践研究是一个综合的漫长的过程,对人才的培养不能一蹴而就,取得正向反馈的同时也应关注基础较为薄弱的学生的学习情况,“因人制宜”,设计更符合不同教学对象、环境的工程例证案例,让工程例证式教学法综合应用到实际教学中,服务于不同层次的学生以及不同类型的数学课堂。

参考文献

- [1] Garvin, D.A. (2003) Making the Case: Professional Education for the World of Practice. *Harvard Magazine*, No. 58, 9-10.
- [2] Hawkins, B. (1999) The Making of the Inclusive School. *British Educational Research Journal*, No. 1, 6-15.

- [3] 杨光富, 张宏菊. 案例教学: 从哈佛走向世界——案例教学发展历史研究[J]. 外国中小学教育, 2008(6): 1-5.
- [4] 张艳. 浅析国内大学法学教学中的案例教学法之不足与对策[J]. 教育理论研究, 2013(12): 279-280.
- [5] 李晓玲. 哈佛的案例教学法及思考[J]. 高等农业教育, 1999(6): 86-88.
- [6] Berliner, D.C. (1996) *Handbook of Educational Psychology*. Simon & Schuster and Macmillan, 736-737.
- [7] Good, T.L., Brophy, J.E. 透视课堂[M]. 陶志琼, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 584.
- [8] Hativa, N., Barak, R. and Simhi, E. (2001) Exemplary University Teachers: Knowledge and Beliefs Regarding Effective Teaching Dimensions and Strategies. *The Journal of Higher Education*, **72**, 699-729.
<https://doi.org/10.1080/00221546.2001.11777122>