

# 新工科背景下大学生创新实践能力培养模式的探索\*

## ——以线性代数为例

刘 莘 王松建

(徐州医科大学医学信息与工程学院 江苏徐州 221000)

**摘要:** 线性代数作为理工科专业的必修课程, 已经成为人工智能、机器学习等前沿科技的重要数学基础。然而现有的线性代数课程存在教学内容无法满足学科发展的需求、教学过程重计算轻理解、教学案例专业适用性不足等问题, 致使学生学完就忘, 用时又不知所措, 无法满足新工科背景下对大学生创新实践能力的要求。因此本文对现有线性代数教学中存在的问题进行深入分析, 结合自身多年的教学实践经验从教学内容、教学方式、教学资源建设等多方面提出探索思路。

**关键词:** 线性代数 创新实践能力 新工科

**中图分类号:** G642.0 **文献标识码:** A

**DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2023.08.121

2017年教育部发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》, 提出了一个新的理念“新工科理念”。<sup>[1-2]</sup>新工科专业是指在新一轮科技和产业革命以及知识生产模式转型的背景下, 面向当前新经济的现实急需和未来发展, 运用新兴技术建设和发展一批新兴工科形态, 或者改造和升级一批传统工科和理科, 构筑具有跨界整合、创新驱动、应用实践等特征的中国本土化的新型工科。<sup>[3]</sup>教育部在有关文件中将新工科的主要研究内容归纳为“五个新”, 即工程教育的新理念、学科专业的新结构、人才培养的新模式、教育教学的新质量、分类发展的新体系, 这基本包含了新工科的内涵。<sup>[4]</sup>而“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”等文件的提出则代表着以新工科为主题的高等工程教育的开展已经得到社会的高度重视。<sup>[5-6]</sup>

线性代数是19世纪后期发展起来的数学分支, 主要研究现代数学中线性关系经典理论的课程, 具有较强的抽象性与逻辑性, 是高等学校理工科各专业的一个重要基础理论课, 线性代数在力学、物理学、自动控制、经济学等自然科学和社会科学领域都有着广泛的应用。近年来随着人工智能和大数据的发展, 作为离散化和数值计算理论基础的线性代数在计算机图形学、计算机辅助设计、机器学习等领域的发展中也凸显线性代数的重要性。因此, 学习线性代数课程对于培养学生的抽象思维能力、逻辑推理能力、解决实际问题的能

力有着重要意义。然而, 目前的线性代数课程的教学内容、教学模式以及教学手段还存在诸多不足之处, 难以满足新工科背景下对大学生的创新实践能力培养的需求, 因此需要进行积极的探索、改革与优化。

### 一、线性代数课程存在的问题

#### (一) 教学内容不能满足新工科发展的需求

虽然很多专业都开设了线性代数课程, 但是不同学科对线性代数需求的侧重点并不相同, 例如物理系侧重于线性空间, 而对于工科专业而言更加侧重于矩阵分析, 如PCA分解、SVD分解、QR分解等。而目前高教出版社出版的《线性代数及其应用》(第三版)<sup>[7]</sup>、《工程数学: 线性代数》(第6版)<sup>[8]</sup>, 清华大学出版社出版的《线性代数》(第二版)<sup>[9]</sup>是使用较为广泛的线代教材, 这些教材虽涵盖基本的知识点, 但是对于线性空间浅尝辄止, 对于矩阵分解等相关知识鲜有涉及。清华大学于2019年率先引用麻省理工学院(MIT)数学系教授威廉·吉尔伯特·斯特朗(William Gilbert Strang)的《Introduction to Linear Algebra》(5th)<sup>[10]</sup>, 这也在一定程度上反映现有的线性代数的教材内容不能满足新工科发展的需求。

#### (二) 教学过程重计算、轻理解

线性代数是讨论有限维空间中线性关系经典理论的课程, 它具有较强的抽象性和逻辑性。虽然很多教师在讲解过程中详细给出各种知识点的定义、推导过程以及计算步骤,

\*基金项目: 徐州医科大学教学改革项目“大数据背景下教学质量评价系统的开发”(Xjy201816)。

同学们沿用自身的学习习惯,通过对背诵、题海战术等方式取得较高的成绩,然而很多同学学完就忘,用时又不知所措,这背离了该门课程设置的初心,更无法培养学生实践能力以及创新能力。例如矩阵“秩”的定义,大家可以给出非常详尽的计算过程以及性质证明,但是很少有人理解“秩”和数据信息之间有何关联,更无法建立起“秩”和数据压缩、矩阵分解的练习;向量的线性相关性的判定方法同学们可以说出很多,然而很少有人能理清为什么4个3维向量一定线性相关这个性质背后的几何意义;而矩阵相乘的步骤很多同学都了熟于心,但是很少有人知道图像变换和矩阵相乘的关联关系,其在工程领域的应用更知之甚少。诸如此类情况的主要原因是我们的教师在教授过程稿中重计算、轻理解,虽然目前教材中也缺乏几何内容的讲解,但是近几年陆续面世了一些书籍,如《线性代数的几何意义》<sup>[11]</sup>《实用大众线性代数》(MATLAB版)<sup>[12]</sup>等,可以在一定程度上弥补了现有教材的不足。

教学的本质是启发学生思考而不是灌输学生知识,应该将之前以“教”为核心的教学理念转变为以“学”为中心的教学模式,在知识的传播过程中要让学生知其然还要知其所以然,这样在今后的工程应用中才能真正做到学以致用。

### (三) 缺乏专业相关性案例

线性代数在数据科学、智能制造、运筹学等工科领域都有着很广泛的应用,以数据科学为例,线性代数与数据科学的关系就像罗宾与蝙蝠侠,它是机器学习、数据预处理、计算机视觉(CV)与自然语言处理(NLP)等热门领域的强力支撑。<sup>[13]</sup>然而,很多线性代数知识在讲授时缺乏专业相关案例,致使学生学完即忘,用时又不知所措。例如矩阵的特征值和特征向量,作为线性代数中非常重要的一个知识点,很多同学会熟练地计算但不知道它的重要性以及在哪些专业领域发挥作用。

### (四) 教学模式鲜少做到与时俱进

绝大多数的线性代数课程学时少、内容多,因此教学方法仍停留在以老师为中心的灌输式教学模式,没有体现出“以本为本,四个回归”的教学理念,与其他专业课程相比,案例式教学、翻转课程等教学改革方法普及率仍不高,这致使学生不能有效锻炼其逻辑思维及动手实践能力。

新工科的人才培养新理念是培养适应未来工程发展需求的具有可持续性竞争力的应用型工程人才。<sup>[14]</sup>综上可知,很多线性代数课程的教学内容、教学方法等方面均不能满足新工

科人才培养的需求。在此背景下,我们依据多年的教学经验探讨如何进行教学内容改革、调整课程教学设计,在引导学生夯实线性代数基础知识的同时,培养学生运用线性代数知识的实践创新能力来解决实际问题以适应新工科建设和发展的要求显得尤为重要。

## 二、新工科背景下线性代数课程教学改革思路

### (一) 教学内容的改革

瑞典数学家拉斯·尔丁(Lars Garding)在其名著《Encounter with Mathematics》中指出:“如果不熟悉线性代数的概念,要去学习自然科学,现在看来就和文盲差不多。对于重要的概念教师除了按照课本上讲解严格的定义之外,还要用学生熟悉的方式及数学模型进行直观的讲解。”<sup>[15]</sup>鉴于目前线性代数课程虽然有较完备的教学体系、但无法有效培养学生逻辑推理能力以及动手实践能力的不足,针对教学内容的改革可以从三个方面着手:增加几何意义的讲解、增加实验内容引入编程模式、增加专业知识案例。

#### 1. 增加几何意义的讲解培养学生逻辑思维能力

“轻理解、重计算”的教学方式使学生无法真正掌握课程的精髓,鉴于此,我们可借鉴国内外经典教材,在讲授课堂知识的同时,争取引用更多的几何案例,构建更合理理工科学生的线性代数教学体系,如MIT大学数学系教授威廉·吉尔伯特·斯特朗(William Gilbert Strang)出版的《Introduction to Linear Algebra》(5th)<sup>[10]</sup>、《Linear Algebra and Its Application (Fifth Edition)》<sup>[16]</sup>、《线性代数的几何意义》<sup>[11]</sup>等。

#### 2. 增加编程环节提升实践动手能力

线性代数的很多应用领域离不开编程实践,我们在教学过程中很多知识点可以通过增加编程实践环节让学生知道知识如何运用,增强其实践动手能力,例如矩阵相乘、线性变化、求行列式、求特征值等在MATLAB以及PYTHON中都非常易于实现,而这些课程均是理工科学生的先修课程,这方面内容也可以借鉴《实用大众线性代数》(MATLAB版)<sup>[12]</sup>这个本参考书。

#### 3. 融合专业知识,构建案例库

线性代数的教学多采用“定义—定理—例题—习题”式的教学方式,虽然学生可以精通各种计算过程,但仍感觉知识抽象枯燥;虽然在内容安排上也涉及一些应用的案例,但大多是求解线性方程组的知识,以“静态”的求解案例居多,而与专业背景及发展相关的“动态”案例较少,我们应针对不同专业需求,重构《线性代数》的教学内容。具体而言,

可以包括以下几个方面:

#### (1) 从应用实例出发加深线性代数概念的理解

教师应该广泛地联系生活场景及其他相关学科,从学生熟悉和感兴趣的问题出发,引出线性代数概念。比如,可以从图像变换中引出矩阵乘法的意义,可以从力对物体做功的物理知识引出向量的内积运算,可以从0没有倒数引出奇异矩阵的概念。

#### (2) 制作专业相关课程案例库

线性代数是很多后续课程的基础和工具,学生通过了解线性代数在后续课程的应用,不仅可以提高学习线性代数的兴趣,同时也为后续课程的学习打下基础。本课程应针对机器学习、信号与系统、数字信号处理、图像处理等课程给出相关专业课程案例,培养学生利用线代知识解决专业问题的能力。例如可以为生物医学工程专业学生讲解图像处理,为信息专业学生讲解SVD分解、最小二乘法等,为生物信息专业学生讲解基因相似性度量等。

#### (二) 教学方式的改革

新工科背景下的教育教学改革内容之一就是信息技术与课程深度融合,即在移动互联网技术、数字技术和人工智能技术等新一代信息技术支持下,将新技术创造性集成融合于课程和教学,以追求学生自主、合作、探究和高效学习为目的的教育信息化过程。

##### 1. 采用案例教学法

针对不同知识点创建专业相关案例库为出发点,在授课过程中针对不同专业方向采用相关的案例式教学,不仅提高学生的专业兴趣,而且提升其知识运用能力。

##### 2. 创建交互式网络教学资源

依托学习通、慕课等线上资源,创建丰富的网络教学资源,通过视频、图片、课件、动画等形式,增强几何部分知识的展示,增强学生的理解力,提升教学效果。

#### (三) 课程思政的建设

在教学内容、教学方法改革的同时,应在教学过程中增加课程思政内容,除了培养学生严谨务实的科学态度、不畏艰难的奋斗精神外,还应树立其民族自信心、自豪感,使他们成为具有家国情怀的新一代建设者和接班人。

### 三、总结与展望

随着计算机和人工智能的迅速发展,科学计算在工程技术中的重要性日益突出,线性问题广泛存在于科学技术的各个领域,许多实际问题也可以直接地或通过离散化、线性化

等转化成为线性方程组问题或矩阵问题,用矩阵方法解决实际问题已渗透到众多领域,尤其在信息科学日益发展的时代,该课程的地位与作用更显得重要。学以致用,让学生真正领悟到线性代数的魅力,使其成为适应并满足未来新兴产业和新经济需要的,具有更强实践能力、创新能力、国际竞争力的高素质、复合型人才。

#### 参考文献

- [1] 王树新. 以“新工科”理念为牵引,推进工程教育改革[OL]. 新华网, 2017-12-1.
- [2] 教育部高教司. 新工科建设指南(“北京指南”)[OL]. 新华网, 2017-06-13.
- [3] 张海生. “新工科”的内涵、主要特征与发展思路[J]. 山东高等教育, 2018, 6(1): 7.
- [4] 李华, 游振声. 新工科: 形态、内涵与方向[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 4.
- [5] 教育部高教司. “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J]. 高等教育工程研究, 2017(2): 2.
- [6] 教育部高教司. “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 1.
- [7] 同济大学数学科学学院. 线性代数及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [8] 同济大学数学系. 工程数学: 线性代数[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [9] 居余马. 线性代数(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [10] 吉尔伯特·斯特朗. 线性代数导论[M]. 美国: 韦尔斯利剑桥出版社, 2021.
- [11] 任广千. 线性代数的几何意义[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2022.
- [12] 陈怀琛. 实用大众线性代数(MATLAB版)[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2014.
- [13] 林伟. 人工智能中的数学基础之一(线性代数篇)[J]. 高等数学研究, 2019, 22(6): 2.
- [14] 王欣. 新工科背景下高校创新型工程人才的培养[J]. 学校党建与思想教育, 2021, 10(649): 3.
- [15] L. 伐丁. 数学概观[M]. 德国, 柏林: 斯普林格出版社, 1983.
- [16] 戴维·C. 雷, 史蒂文 R. 雷, 朱迪·J. 麦克唐纳. 线性代数及其应用(第五版)[M]. 美国, 纽约: 皮尔逊出版社, 2015.