

新工科背景下线性代数课程思政元素的挖掘与实践路径

文 飞^{1,2}, 李杰梅¹, 杨随义³, 高红亮¹

¹兰州交通大学数理学院, 甘肃 兰州

²兰州交通大学应用数学研究所, 甘肃 兰州

³天水师范学院数学与统计学院, 甘肃 天水

收稿日期: 2024年12月8日; 录用日期: 2025年1月9日; 发布日期: 2025年1月16日

摘 要

文章首先从四个方面提出了新工科背景下线性代数课程思政的挖掘方式与教学目的, 即教师在传授知识的过程中通过线性代数包含的数学文化故事、与之相关的生活案例、科学实践以及课程本身所蕴含的传统文化和哲学道理来培养学生的家国情怀、爱国主义、科研精神以及唯物主义辩证思想。其次, 探索并给出了线性代数教学中课程思政的实践路径, 从而为教师在新工科背景下线性代数教学中融入课程思政提供一定的参考。

关键词

线性代数, 课程思政, 多元文化, 立德树人

Explorations and Practice Paths of Course Ideological and Political Elements in Linear Algebra under the Background of New Engineering

Fei Wen^{1,2}, Jiemei Li¹, Suiyi Yang³, Hongliang Gao¹

¹School of Mathematics and Physics, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu

²Institute of Applied Mathematics, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu

³School of Mathematics and Statistics, Tianshui Normal University, Tianshui Gansu

Received: Dec. 8th, 2024; accepted: Jan. 9th, 2025; published: Jan. 16th, 2025

文章引用: 文飞, 李杰梅, 杨随义, 高红亮. 新工科背景下线性代数课程思政元素的挖掘与实践路径[J]. 教育进展, 2025, 15(1): 372-379. DOI: 10.12677/ae.2025.151056

Abstract

This paper first proposes the exploration methods and teaching objectives of courses ideological and political education from four aspects in linear algebra under the background of new engineering, that is, during the process of imparting knowledge, teachers should cultivate students' patriotism, scientific research spirit, and materialistic and dialectic philosophy through traditional culture and philosophical principles contained in mathematical cultural stories, related life cases, scientific practices, and the curriculum itself of linear algebra. Secondly, the practical paths of integrating ideological and political education into linear algebra teaching have been explored and provided, thus it provides some reference for teachers to integrate ideological and political education into linear algebra teaching in the context of new engineering.

Keywords

Linear Algebra, Course Ideological and Political Education, Multiculturalism, Cultivating Virtues and Cultivating People

Copyright © 2025 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. 引言

2016年6月,我国工程教育专业认证体系实现国际实质等效,为深化工程教育改革提供了良好契机[1]。2017年2月以来,教育部积极推进新工科建设,先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”,并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推进新工科研究与实践项目的通知》,全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验,助力高等教育强国建设[2]。自此以后,全国高校围绕新工科的理念积极探索新工科人才的培养。党的二十大报告指出:“教育是国之大计、党之大计。培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题。育人的根本在于立德。全面贯彻党的教育方针,落实立德树人根本任务,培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。”[3]因此,在新工科人才的培养中融入课程思政成为高校全面贯彻党的教育方针,落实立德树人根本任务的必然选择。

线性代数作为理工科院校的一门基础理论课,主要探讨和学习行列式、矩阵、线性方程组、二次型、向量与向量空间以及线性变换等[4]内容来培养学生的逻辑思维和演绎推理能力,同时为学生学习专业知识夯实基础。近年来,在以互联网和工业智能为核心的“新工科”专业中,线性代数的课程内容对于其专业人才的培养具有极为重要的支撑作用[5]。在线性代数教学中,育才和立德是有机统一的,只有德才兼备,才能对国家、对社会做出有益的贡献。立德的途径之一就是在教学实践中实现“传道授业解惑”的同时,以“润物细无声”的方式融入课程思政,从而培养出德才兼备、创新创业能力突出的新工科人才。课程思政主要形式是将思想政治教育元素,包括思想政治教育的理论知识、价值理念以及精神追求等融入到各门课程中去,潜移默化地对学生的思想意识、行为举止产生影响[5]。

如何挖掘线性代数中课程思政元素并将其融入教学实践是新工科背景下线性代数教学亟待解决的问题之一。结合多年的教学实践与总结,笔者及其团队认为,首先从线性代数所包含的数学文化故事、与之相关的生活案例、科学实践以及课程本身所蕴含的传统文化和哲学道理来挖掘和整理所需的思政素材,然后将其所蕴含的多元文化精髓[6],通过一定的路径融入到教学实践活动中,从而使教师在传授知识的

同时,培养学生的家国情怀、爱国主义、科研精神以及唯物主义辩证思想。此外,结合当前的时事,弘扬社会主义核心价值观,从而引导学生树立正确的人生观和价值观。

2. 线性代数中课程思政的挖掘途径与教学目的

工科线性代数主要学习行列式、矩阵、线性方程组、向量空间、二次型以及线性变换等,尽管学习内容具有很强的逻辑性和抽象性,但很多章节包含着丰富的数学文化故事,同时又与现实生活、当前社会主旋律密切相关。在新工科背景下,如果能挖掘和整理出相关课程思政内容,不仅能提高学生的学习兴趣,而且能培养学生的道德修养和价值追求,从而在教学上真正实现全员、全程、全方位的育人目标。笔者及其团队认为,应该从以下四个方面出发来挖掘与整理并达到相应的教学目的。

2.1. 讲好数学文化故事, 增强学生的数学素养和文化自信, 进而培养学生的家国情怀

线性代数中许多内容都与国内外著名数学家以及数学典籍密切相关,挖掘其中的数学文化故事,对培养学生的家国情怀具有重要的现实意义。首先,挖掘和整理概念形成过程所经历的曲折历程和人物故事,增强学生的数学文化素养。我们知道,概念是学习各种理论的基础,而概念的产生过程往往伴随着一些名人故事或曲折经历。如在 n 阶行列式的定义中,讲述行列式的概念的起源及形成过程。行列式是 1683 年前后由德国数学家莱布尼茨(G. W. Leibniz, 1646~1716, 数学家、哲学家)和日本数学家关孝和(约 1642~1708, 日本数学家)分别独立提出的运算式,直到 19 世纪末才传入我国。1899 年,清末数学家华蘅芳和英国传教士傅兰雅合译了《算式别解》十四卷,其中首次将行列式翻译成“定准数”。随后在 1909 年,顾澄在其著作中称为“定列式”,直到 1935 年,中国数学会在审查各种术语译名时才称为行列式,一直沿用至今。通过介绍行列式概念在我国的发展历史,拓展学生的数学文化知识,进而增强学生的数学素养。

其次,从古代数学典籍中寻找与线性代数相关的问题,通过古今方法的求解过程提高学生的文化认同感,增强学生的文化自信,进而培养学生的家国情怀。众所周知,初等变换作为线性代数的一种基本工具,贯穿于线性代数的整个学习过程。在西方数学史上,初等变换也称高斯消去法,由德国数学家高斯(Gauss, 1777~1855, 德国数学家、物理学家)所发现,发表于法国但最早出现在中国。早在 1500 多年的数学典籍《孙子算经》记载了一个有趣的数学问题,即“鸡兔同笼”问题。由于流传版本不同,在数字上略有差异。下面给出流传最广泛的一个版本,具体见案例 1。

案例 1. 今有雉兔同笼,上有五十头,下有一百零八足,问雉兔各几何?

意思是,在同一个笼子中,有鸡和兔子共 50 只,共 108 条腿,问:鸡和兔各有多少只?古人最常用的方法就是“抬腿法”,也叫“砍足法”,让鸡抬起一条腿,兔子抬起两条腿,此时地面上共有 54 条腿,而每只兔子贡献两条腿,鸡贡献一条腿,笼子里只要有一只兔子,腿就比头多 1,因此兔子数目为 $54 - 50 = 4$ 只,从而鸡为 46 只。事实上,该古法求解过程,就是现今学习的线性方程组求解方法,即通过增广矩阵的倍法变换和消法变换求出最简等价线性方程组。

此外,古代数学典籍中探寻明确的线性代数理论,通过中西数学文化的对比,增强学生的文化自信。众所周知,魏晋南北朝数学家刘徽在为我国数学巨著《九章算术》作注时,就明确提出了“方程术”,即借助算筹图(本质上就是现在的矩阵)通过直除法求解线性方程组,直除法与目前我们所学习的通过矩阵的初等变换求解方程组的解一致。而在西方,直到 17 世纪才由莱布尼兹(G. W. Leibniz, 1646~1716, 德国哲学家、数学家)提出完整的线性方程的解法法则,论时间我国要比西方早 1500 多年。课堂上通过这些经典故事所包含线性代数问题的讲解,增强学生文化自信的同时,给予学生传统文化的熏陶,进而培养学生的家国情怀和爱国意识。

2.2. 引入实际生活案例，提高学生的应用实践能力，同时弘扬社会主义核心价值观

线性代数广泛应用于生产生活的各个领域，如密码学、交通运输、计算机科学、通讯工程等。授课中引入实际的生活案例，不仅让学生掌握所学知识，而且能提升学生的实际应用能力。众所周知，L. S. Hill 在 1929 年运用矩阵乘法原理发明了希尔密码，其原理是将 26 个英文字母与 26 个整数一一对应构成密码本，接着将信息转化成密码矩阵发给对方，然后按照约定的密钥进行解密，从而达到信息的安全传递，具体见案例 2。

案例 2. 甲同学要给乙同学发一段电文，设密码本如下表 1：

Table 1. Ciphertext

表 1. 密码本

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
13	14	15	16	17	18	17	20	21	22	23	24	25

甲同学将要发出的信息编码约定为从左到右逐列写成的一个信息矩阵

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 14 & 14 & 7 \\ 8 & 25 & 13 & 20 \\ 22 & 7 & 6 & 0 \end{pmatrix}$$

首先，双方事先约定的密钥矩阵为

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

接着，甲同学将信息 A 左乘密钥矩阵 X 得到加密矩阵

$$B = XA = \begin{pmatrix} 82 & 85 & 58 & 47 \\ 52 & 53 & 39 & 27 \\ 52 & 39 & 25 & 20 \end{pmatrix}$$

然后，甲同学将加密矩阵 B 发给乙同学。当乙同学收到加密矩阵 B 后，根据事先约定的密钥矩阵 X 进行解密。即，依矩阵的乘法得到 $A = X^{-1}B$ ，此时对应的密码为“0-8-22-14-25-7-14-13-6-7-20-0”。最后乙同学通过密码本将信息矩阵转化为拼音“ai wo zhong hua”，译成汉语为“爱我中华”，即为甲同学发给乙同学的电文。

通过上述信息加密和解密过程，让学生熟练掌握矩阵的乘法运算和方阵的求逆运算。此外，教师可以介绍密码学的发展历史，潜移默化地让学生接受国家安全教育，从实际行动上践行爱国意识，进而弘扬社会主义核心价值观。

2.3. 分享科学探索乐趣，激发学生实践创新的科研精神

矩阵理论作为线性代数学习的一部分，在新工科背景下对培养学生的创新精神具有重要的意义。很多实际问题，如信息科学、通讯网络、交通运输等，都可以转划为矩阵相关的问题来解决。而方阵的代数特征作为矩阵理论的重要组成部分，在当前科学研究中发挥着重要作用。如在方阵的特征值和特征向量的学习中，

通过给学生介绍一些前沿问题，来激发学生的创新精神。1966 年，Mac Kac 提出了著名的“听鼓判形”问题 [7]：能通过鼓声确定鼓的形状吗？(Can one hear the shape of a drum?) 随后他根据鼓声给出了鼓面波动方程

$$\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} = v \Delta^2 F$$

从而将该问题转化为拉普拉斯算子的特征值能否确定鼓的形状问题(注：如果学生感兴趣，可建议课外查阅文献[8])。事实上，鼓的形状就是离散数学中所提及的图，而根据图的顶点邻接关系可以定义该图的邻接矩阵。不妨设图 G 的顶点集为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ，定义邻接矩阵 $A(G) = (a_{ij})_{n \times n}$ ，其中当 v_i 与 v_j 相邻时 $a_{ij} = 1$ ，否则 $a_{ij} = 0$ 。此时，该问题可约化为“图的特征值能否确定图的形状？”，为了更加形象具体，下面看案例 3。

案例 3. 设 G 是一个图，如图 1 所示，其对应的邻接矩阵为 $A(G)$ 。容易计算矩阵 $A(G)$ 的特征值为 $\{4, -1, -1, -1, -1\}$ 。反过来，问特征值 $\{4, -1, -1, -1, -1\}$ 能否确定出图 G ，也就是能否确定出矩阵 $A(G)$ ？

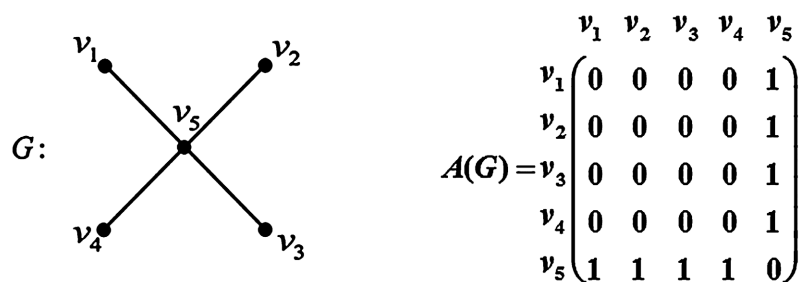


Figure 1. Graph G and its adjacency matrix $A(G)$
图 1. 图 G 与其邻接矩阵 $A(G)$

此时，上述问题就转化为图谱理论研究的核心问题——谱确定问题。对于右边的矩阵 $A(G)$ ，通过直接计算可以其特征值为 $\{4, -1, -1, -1, -1\}$ 。事实上，学生通过查阅文献[8]可以发现， G 存在一个和它具有相同特征值但不相同(同构)的图 H ，如图 2 所示，进而说明图 G 的特征值并不能确定出图 G ，也就是矩阵 $A(G)$ 的特征值 $\{4, -1, -1, -1, -1\}$ 不能确定出 $A(G)$ 。通过以上过程逐步引导学生接触与矩阵相关的前沿问题，从而激发学生的科研兴趣。此外，特征值还与热功当量问题、香农容量问题(Shannon capacity)等密切相关，教师还可以分享一些与特征值相关的其他前沿问题，逐步引导学生学会发现问题、分析问题以及解决问题，从而培养学生在探索的过程中不断学习，在学习的过程中不断思考的好习惯。

在线性方程组的学习中，尽管教材已经给出了线性方程组有解的充要条件，但成式化的计算是远远不够的。近年来，随着计算机科学的飞速发展，单纯的计算问题已经变得轻而易举。教师可以通过变换问题，引导学生去思考，见案例 4。

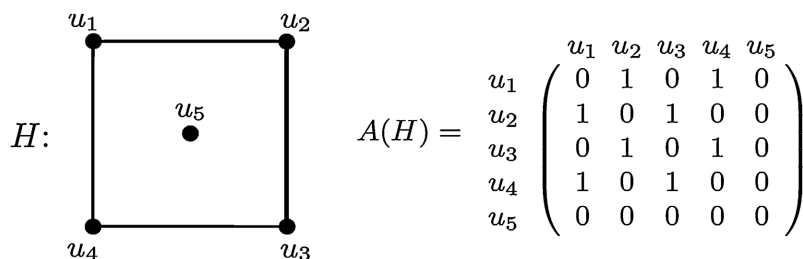


Figure 2. Graph H and its adjacency matrix $A(H)$
图 2. 图 H 与其邻接矩阵 $A(H)$

案例 4. 根据所学线性方程组的知识, 思考下列问题:

(1) 方程组 $A_{m \times n} X = 0$ 与 $A_{n \times m} X = 0$ 的解之间是否存在联系? 如果存在, 应该是怎样的关系?

(2) 设 $J_{m \times n}$ 为 $m \times n$ 的全 1 矩阵, 给矩阵 $A_{m \times n}$ 一个任意小的扰动, 即 $\forall \varepsilon > 0$, 问方程组 $(A_{m \times n} - \varepsilon J_{m \times n}) X = 0$ 与 $A_{m \times n} X = 0$ 的解有什么变化?

通过这样一系列的问题, 引导学生深入思考, 同时查阅相关的资料, 了解问题提出背景及其实际应用, 从而让学生在思考问题的过程中体会科学探索的乐趣。这样, 学生不仅巩固了已学知识并得到了升华, 而且激发了学生的创新实践意识。

2.4. 发挥线性代数课程特点, 培养学生的唯物主义辩证思想和严谨务实精神

线性代数的很多学习内容都包含着重要的辩证思想。如矩阵的秩, 在初等变换过程中体现了变与不变的对立统一。众所周知, 矩阵的等价变换围绕的不变量就是矩阵的秩, 由于初等变换不改变矩阵的秩, 所以不论怎么施行初等变换, 秩作为不变量始终保持不变。但值得注意的是, 在每一步的变换过程中, 一定要遵循换法变换、倍法变换和消法变换的规则, 否则就会出现“差之毫厘, 谬以千里”的后果。另外, 线性方程组的有(无)解的充要条件体现了从特殊到一般再到特殊的哲学思想。其理论来源于若干特殊线性方程组的抽象总结得到的一般性的结论, 反过来又指导特殊线性方程组的求解。而线性方程组的具体求解过程, 主要利用系数矩阵和增广矩阵的秩是否相等来判断其解的存在情况, 一定程度上可以看作是对线性方程组的“打假”过程, 其目的将一部分冗余的方程去掉, 留下真正对解有直接影响的方程。因此, 通过上述内容的学习, 不但可以培养学生严谨的务实精神, 而且能让学生深刻体会到变与不变的辩证思想。

此外, 在向量组的线性相关性学习中, 有一个重要的结论: 向量组整体线性无关, 部分组线性无关; 反过来, 部分组线性相关, 向量组整体一定线性相关。其中包含了部分与整体的辩证关系, 这不难让我们想到个人梦想与国家梦的关系: “中国梦是国家梦、民族梦和个人梦的有机统一, 个体美好的实现统一在集体美好的实现中。要在个体美好和集体美好的辩证统一、互促互进中追求美好生活。” [9]。

3. 新工科背景下线性代数教学中课程思政的实践路径

众所周知, 新工科教育强调学科交叉融合、理工结合、工工交叉、工文渗透, 通过信息化、智能化或其他学科的渗透来转型、改造和升级传统工科专业。新工科专业的“新”体现在人才培养全过程的改革、变化和发展, 旨在培养具有创新能力和跨界整合能力的工程人才。而新工科建设的目标是应对未来科技和产业的发展需求, 培养具备科学素养、社会责任和爱国意识的创新型领军人才。因此, 新工科背景下线性代数不仅要挖掘和整理与之相关的思政元素, 而且更重要的是, 如何将其真正地融入到新工科背景下的课堂教学, 同时做到知识传授和课程思政的有机统一。对于教师而言, 笔者及其团队认为, 应从以下四个方面着手考虑:

3.1. 结合新工科背景做好融合课程思政的教学设计

教师作为课堂的引导者, 不仅要熟练掌握教材内容, 而且要结合新工科背景对教材内容进行重构和设计。课程思政作为课堂教学的重要环节, 只在重构和设计的过程中做到课程内容、新工科背景和课程思政的有机结合, 才能在课堂讲授中条理清楚, 衔接自然。

教学设计作为课程实践的依据, 不仅能提高教学工作的科学性, 而且使教学活动的每个环节都有条不紊, 同时对整节课的实施起着提纲挈领的作用。对学生而言, 课程思政属于认知范畴, 而教学过程是一个理性接收和思考过程, 在新工科背景下两者要融为一体, 教师只有在前期精心设计好每一个思政点, 才能在教学过程中做到“润物细无声”。实践发现, 好的融合了课程思政的教学设计, 不仅能在教学过

程中逻辑清楚、重难点突出，而且能激发学生的学习热情和学习兴趣。因此，对新工科线性代数的教学而言，完美结合课程内容、新工科背景和课程思政的教学设计是必不可少的。

3.2. 教师在讲授过程中把握合适的课程思政切入点，使学生在“润物细无声”中得到思想提升

众所周知，好的切入点往往能让学生接受自然而不显突兀，同时也能让枯燥乏味的数学推理耳目一新。首先，从学科交叉点入手寻找切入点。新工科教育强调学科交叉，而学科交叉本身就是一种创新，因此，通过向学生介绍学科交叉所带来的问题和最近研究成果，激发学生的创新思维和应用能力；其次，类似于线性代数中课程思政的挖掘和整理，从交叉学科中汲取思政元素，推动线性代数的思政教育。特别是线性代数中一些偏向纯计算的章节，更应该从其他学科中借鉴和吸取思政元素；再次，从线性代数的理论类比社会主旋律和社会最强音。比如讲授矩阵的秩时，秩作为矩阵的数字不变量，尽管对矩阵施行一次初等变换后所得的矩阵与原矩阵不同，但秩在线性变换前后始终保持不变。因此，教师可以通过矩阵的秩在各种初等变换下的不变性融入课程思政，将秩比作学生的初心，即理想信念，勉励学生永葆初心，刻苦学习，通过实际行动回馈社会，报效祖国。

3.3. 课后布置与传统文化、生活实例等密切相关的线性代数问题，拓展学生的文化素养和应用能力

中华文化博大精深，古代典籍往往包含许多数学问题，其中不乏与线性代数相关的问题。如，在数学巨著《九章算术》的第八章，古人介绍了许多线性方程组的问题，可以将其作为学生课后习题，让学生自己搜集，自己整理，并通过已学的方法给予解答。同时，让学生了解古人的解题方法与技巧，并与自己所学的方法加以比较，探索古今解法的区别与联系，进而加深对问题的理解与思考。在此期间，学生不仅学习了文言文，而且了解相关的传统古籍，同时也巩固了当前所学知识，并给出了自己的见解，从而提升了学生文化自信和家国情怀。

生活实例中的很多问题，都可约化为线性代数问题，如在图像处理中，图像的平移、旋转和放缩，都可借助于矩阵来实现。教师可以让学生寻找自己感兴趣的生活实例，用所学的内容给予求解，这样不仅锻炼了学生的建模能力，而且加强了学生的应用能力。对于选题新颖，贴合所学内容的优秀案例，与同学一起分享，从而激发学生的学习兴趣，提高学生的应用能力。

3.4. 在结课成绩中适当加入思政方面的考核，激励学生积极探索线性代数中所蕴含的思政素材，从而加强学生的综合素养

笔者认为，应从平时成绩和结课考试两方面入手。平时成绩作为学生日常学习状况的一种考核形式，对学生掌握当前所学知识具有很好的促进作用。在平时成绩中适当加入思政方面的考核，不仅能激发学生的学习兴趣，而且能调动学生对思政探索的积极性。教师可以通过课外作业、学习心得以及方法整理与思考等方式让学生参与到与线性代数相关的传统文化、经典故事、生活实例等相关案例的寻找和整理，不仅能增强学生的学习兴趣和实践应用能力，而且能让学生从不同的角度得到启发和感悟。此外，对于学生所搜集整理的经典案例，教师可以进一步融入到课堂教学中，从而丰富线性代数课程思政的素材。另一方面，在线性代数结课考试中，适当加入与生活实例、中国传统文化相关的应用问题，让学生通过所学的知识给予解答，这样不仅能考核学生对知识点的掌握程度，而且能从侧面反映学生的综合素养，从而达到学以致用，德智并举的考核目标。

4. 结语

目前，笔者所在的兰州交通大学线性代数团队高度重视课程课堂教学改革，近些年在线性代数课程

思政元素的挖掘和整理、思政元素的课堂融入、教师课程思政能力的提升等方面做了大胆地尝试和探索,并取得了一定的成果。本文基于近年来教学团队的一些教学实践和经验总结,给出了在新工科背景下线性代数课程思政的挖掘和实践路径,从而在知识传授的同时,培养学生的家国情怀、爱国主义、科研精神以及唯物主义辩证思想,进而在推动学生在全面发展中体现价值引领和社会责任。目前该课程已获批甘肃省一流课程。

基金项目

兰州交通大学本科教改项目(Nos. JGY202201, JGZ202326); 省级一流课程《线性代数 2》; 兰州交通大学创新创业教育改革项目(No. CXCY2024016); 甘肃省高等学校创新创业教育改革项目; 天水师范学院本科教改项目(No. JY203010)。

参考文献

- [1] 教育部高等教育司. 关于开展新工科研究与实践的通知(教高司函[2017] 6 号) [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html, 2017-02-20.
- [2] 黄毅, 唐宏宾, 何志勇, 周振华. 新工科背景下的机械动力学课程教学新模式[J]. 大学教育, 2021, 7(3): 71-73.
- [3] 人民网. 培养什么人 怎样培养人 为谁培养人[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1676679795251496076&wfr=spider&for=pc>, 2020-09-02.
- [4] 同济大学数学系. 工程数学 线性代数[M]. 第 6 版. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [5] 孙英特. 新工科背景下线性代数的教学改革[J]. 数学学习与研究, 2022(5): 23-25.
- [6] 高忠社. 数值分析教学中融入多元文化精髓的实践探索[J]. 文化创新比较研究, 2022, 6(22): 165-168, 172.
- [7] Kac, M. (1966) Can One Hear the Shape of a Drum? *American Mathematical Monthly*, **73**, 1-23.
- [8] Cvetkovic, D.M., Rowlinson, P. and Simic, S. (2010) An Introduction to the Theory of Graph Spectra. London Mathematical Society Student Texts 75. Cambridge University Press.
- [9] 光明日报. 把握新时代追求美好生活的辩证关系[EB/OL]. 第 15 版. https://news.china.com/zw/news/13000776/20200928/38796473_2.html, 2020-09-28.