

数值计算课程思政探讨及教学案例的思考*

詹飞彪

(南京审计大学统计与数据科学学院 江苏南京 211815)

摘要: 数值计算不仅是高校理工科学生的一门必要课程,而且也逐渐成为金融领域的重要必备课程。文章以数值计算课程为例,探索数学专业教育与思政教育的有机结合。首先,分别从课堂教育,专业课程思政和数值计算课程本身的思政特色介绍数值计算课程思政的必要性;其次,介绍引入课程思政的一些基本思路,包括教师引领以及和学生的互动等等;最后,以龙格-库塔算法为例介绍一个课程思政的教学案例,挖掘合适的教学案例是数值计算课程思政的有效途径。

关键词: 数值计算 教学思考 课程思政 教学案例

中图分类号: G642 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2023.10.061

引言

新时代背景下的课程思政建设,需要使用时代发展的眼光将思政教育和专业课程教育深入融合,将学校专业教育和课程思政有机结合。同时,教师应该适应时代发展新环境,积极响应课程思政的总方针,在教学设计和教学内容中将思政内容融入课程。为此,需要探索数学专业教育和思政教育的协同育人途径,以数值计算课程思政教育为例。

一、数值计算课程思政的必要性

课堂是学生主要学习场所,是实现教学育人的主要渠道。课堂教学需要学生和老师的积极互动,是双边教学活动。在此互动中,教师根据学生对学习内容和课堂表现的反馈,及时调整和确立教学目标,采用合适的教学策略,引导学生思考,积极发挥教师的课堂引领作用。课堂中,教师积极挖掘思政元素和思政案例,不仅要传授知识,还要在潜移默化中传播社会主义核心价值观。调查发现,教师的个人魅力对学生的兴趣影响不容小觑。因此,教师应充分展现个人魅力,敬业负责,积极向上。学生被教师的个人魅力吸引,会极大地促进知识传授和课程思政的价值传播^[1]。

课程思政教育不仅仅要靠专业思政老师来完成,思政内容同样也应该出现在通识课程、专业课程等高校育人的所有课程中。事实上,思政专业老师寻求在思政课堂中加入其他各相关专业知识的元素。作为数学专业课也需要思考并积极融入课程思政的内容,和思政专业教育协同实现立德树人的目标。学生不够重视专业思政课程的教育,这就更需要

兼顾数学专业课程内容和思政教育。思政教育需要教师转变教学思维,理解所有课程“协同育人”的育人途径。

数学专业课老师开展思政教育可以和专业内容结合,开展思政教育。数学课中的思政教育比专业的思政理论课更具体,可以很好地引领学生思考,起到更好的效果。因此,数学专业课老师应承担起育人责任,充分发挥课程的思政育人功能。数值计算是为学生实现计算服务的一门课程,这个特点决定了它和实际应用的紧密结合。其要求教师不仅要关注理论知识的教学,而且还要注重教学和实践的结合。实际案例更能提高学生的学习兴趣,可以使学生清楚学习数值计算的目的。当然,如果老师将自己的研究和教学结合起来,以教促研,以研精教,对教师和学生都是有益的。学生需要学以致用,想要更好地提高学生的能力,就要求有足够的时间来编程练习。目前,由于学习课时的有限性,很难让学生有足够的练习,更合适的教学和实践仍需进一步探索。本文的教学案例是和笔者研究相关的一个小例子。通过这样的例子,让学生了解数值计算的学习是我们以后从事很多工作和研究的基础,特别是能够促进理工科以及金融类一些相关的研究学习^[2]。

数值计算中的算法结合具体实例,更能让学生深刻理解算法的应用。我校相关班级,如金融学、投资学、金融工程、CPA精英、金融数学等,可开设金融数值计算课程,使相关专业学生能够详细掌握基本的数值算法,如牛顿迭代、数值积分、偏微分方程数值算法(有限差分)等。由于学生课时量的问题,可根据不同专业安排具体课时及相关内容,

*基金项目:2022年度国家自然科学基金项目;基金名称:神经元模型的节律转迁机理及网络动力学研究;基金编号:12202208。

讲解具体算法及编程实现。比如，牛顿迭代在数理金融的应用，偏微分方程在金融工程中的应用（期权定价理论和计算方法，量化交易策略设计等实际问题）。数值计算中的课程思政结合实际应用可以为学生的学习带来不一样的角度分析问题。

二、数值计算课程思政的基本思路

首先，教师要有思政的主动性，有意识地在课程中注入思政内容。所以，教师除了要掌握专业知识，还要不断提高自己的思想政治水平，这样能够在教学中无形的体现各项方针政策以及社会主义核心价值观等内容，能够在润物细无声中使学生拓宽学习途径，提升思政水平，在知识的传授中传播正确的价值观。其次，教师的教离不开学生的积极配合，教师应充分尊重学生的主体地位，进行引导式教育，转变学生的学习观念，让学生参与到课堂中。学生自觉提升自身的思想水平会让其收获更大的自信。再次，教师要将育人的目标和提高学生知识能力的目标有机结合起来，在课堂的教学中渗透课程思政元素，确保正确的社会主义核心价值观和科学的思维能够展现在课堂教学中。可见，教师在课堂中的作用之大，教师需要引领学生思考。新时代发展背景下，数学的学习直接影响到其他课程的学习情况。数学源于实践，又服务于生活。数学教师尤其是数值计算课程，需要关注理论和实际的联系，做好实际和理论的衔接。做好专业课程和思政的协同将有助于落实高校育人的价值理念^[3]。

优秀的教学案例将有助于数值计算的教学，需要在教学中不断探索和更新教学案例。比如，数值计算的思政案例一则：通过对中国计算数学家的生平介绍，提升学生的文化自信。介绍冯康学派对计算数学的贡献。冯康先生1920年出生于江苏南京，1944年毕业于中央大学物理系，先后在复旦大学物理系、清华大学物理系和数学系任教。冯康院士早年从事纯数学研究，20世纪50年代后期转向应用数学，他的主要贡献是创立有限元方法的理论。有限元方法的创立是计算数学实现重要发展的一个里程碑，冯康院士的有限元方法的学术观点和西方迥然不同，这使得我国在计算设备落后的条件下做出领先于西方的成果。他的重大贡献已经得到国内外的公认，其创造的有限元方法在国际上属最早之列，这一贡献已为人类所共享。不同的教学案例可以很好地结合不同的思政内容，比如介绍数值积分时引入“刘徽割圆”中“以直代曲”计算的逼近思想等这些案例，可以提升民族自豪感。仍有很多根据教学内容设计体现不同价值观的教学案例亟待挖掘。

三、龙格-库塔方法教学案例

1. 四阶龙格-库塔方法

$$\begin{cases} y' = f(x, y), \\ y(a) = \eta. \end{cases} \quad (1)$$

假设一阶方程(1)在区间[a, b]上存在唯一且足够光滑的解y(x)，数值方法是想找寻一系列离散点 $a \leq x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ 上的近似值 y_0, y_1, \dots, y_n 点的数值。即寻找微分方程的数值解。记 $h_i = x_{i+1} - x_i$ 为相邻两个点的间距，一般总取常数。记为 $h_i = h$ ，节点表示为 $x_i = x_0 + ih, i=0, 1, \dots, n$ 。(1)式初值问题的基本思想是依次计算各点数值，即寻找递推公式，由已知 y_0, y_1, \dots, y_i 求出 y_{i+1} 。下面我们直接给出常用的四阶龙格-库塔方法的计算公式【1, 2】：

$$\begin{cases} y_{i+1} = y_i + \frac{h}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4), \\ k_1 = f(x_i, y_i), \\ k_2 = f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h}{2}k_1\right), \\ k_3 = f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h}{2}k_2\right), \\ k_4 = f(x_i + h, y_i + hk_3). \end{cases}$$

本方法可直接推广至求一阶方程组的数值解（见教学案例）。大多数学生的学习停留在记住公式然后会使用，而没有去真正了解此公式的推导过程。由于篇幅限制，此方法的推导过程不做详细说明，实际教学过程会让学生理解龙格-库塔方法的推导过程，锻炼学生的逻辑思维，学习数学逻辑的缜密性，数学证明的严谨性。

2. 教学案例

例：考察Chay神经元模型的放电模式^[3]：

$$\begin{cases} \frac{dV}{dt} = g_i m_\infty^2 h_\infty (V_i - V) + g_{K,V} n^4 (V_K - V) + g_{K,C} \frac{C}{1+C} (V_K - V) + g_L (V_L - V) + I \\ \frac{dn}{dt} = \frac{n_\infty - n}{\tau_n} \\ \frac{dC}{dt} = \rho \{ m_\infty^2 h_\infty (V_C - V) - k_C C \} \end{cases}$$

其中

$$\begin{aligned} \alpha_m &= 0.1(V+25)/(1-\exp(-0.1V-2.5)) & m_\infty &= \alpha_m / (\alpha_m + \beta_m) \\ \beta_m &= 4 \exp(-(V+50)/18) & h_\infty &= \alpha_h / (\alpha_h + \beta_h) \\ \alpha_h &= 0.07 \exp(-0.05V-2.5) & n_\infty &= \alpha_n / (\alpha_n + \beta_n) \\ \beta_h &= 1/(\exp(-0.1V-2)+1) & V(0) &= -60 \\ \alpha_n &= 0.01(V+20)/(1-\exp(-0.1V-2)) & n(0) &= 0 \\ \beta_n &= 0.125 \exp(-(V+30)/80) & C(0) &= 0 \\ \tau_n &= 1/\lambda_n (\alpha_n + \beta_n) \end{aligned}$$

参数 $g_i^* = 1800, g_{K,V}^* = 1700, g_{K,C}^* = 10, g_L^* = 7, V_i = 64,$

$V_K = -75, V_L = -40, V_C = 100, \lambda_n = 225, \rho = 0.27, k_C = 3.3/18 \cdot$

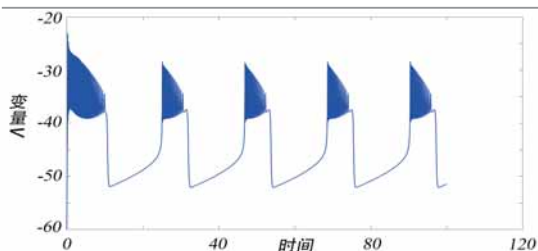


图1 [0, 100]内的数值解

这里我们使用龙格-库塔方法计算Chay神经元模型的解轨迹,其是基于经典的Hodgkin-Huxley神经元模型^[4]实验得到的Chay神经元模型。模型构建根据神经元动作电位的发起和传播机制, Hodgkin-Huxley 神经元模型是计算神经科学的理论基础。模型的解轨迹非常之有趣,这会引来同学们的关注,激发学生的学习兴趣和能够促进学生对计算神经科学领域的认识,对学生而言是一个知识应用的延拓。这个解轨迹的表现形式,在计算神经科学领域称其为“簇(Burst)”。本例的思政意义是学生对书本之外内容的一个延拓,开拓学生的学习思维,不固守书本,提出科学问题,激发学生的研究兴趣。因此,授课老师可以根据自己的研究背景结合数值计算相关知识来讲授课程。学生在学习中能够意识到课程的实践性,意识到课本之外一些科学问题的有趣性,会使学生的学习主动性大大提高^[4]。

结语

笔者在讲授数值计算的过程中发现,部分学生觉得理论知识枯燥,并且不清楚与他们将来的学习研究和工作的关系,所以,必须要调动学生的学习主动性。首先,就需要教师把高深的理论深入浅出地讲授给学生。其次,如果可能的话,教师可以结合课程内容和自己的研究方向帮助学生进行知识延伸,使专业课程教育达到融入课程思政内容的目的。学校可以为有需要的学院开设数值计算公选课,促进教师使用现代教学技术,以问题为驱动,引导学生主动分析和解决问题,能够提高学生的学习兴趣。钻研课程中的思政融合,坚持数学教学和价值引领的结合,有利于培养学生成为德智

体美全面发展的英才,是实现立德树人根本目标的有效途径。

附录:

输入: 端点 a, b ; 整数 n , 初值 η .

$h \leftarrow (b - a) / n$;

$x \leftarrow a, y \leftarrow \eta$;

For $i = 1, 2, \dots, n$

$k_1 \leftarrow f(x, y)$,

$k_2 \leftarrow f\left(x + \frac{h}{2}, y + \frac{h}{2}k_1\right)$,

$k_3 \leftarrow f\left(x + \frac{h}{2}, y + \frac{h}{2}k_2\right)$,

$k_4 \leftarrow f(x + h, y + hk_3)$;

$y \leftarrow y + (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) / 6$;

$x \leftarrow a + ih$.

输出 (x, y) .

参考文献

[1]李庆扬,王能超,易大义.数值分析[M].北京:清华大学出版社,2008:279-290.

[2]孙志忠,袁慰平,闻震初.数值分析[M].南京:东南大学出版社,2011:257-272.

[3]Chay T.R. Chaos in a three-variable model of an excitable cell[J]. Physica D, 1985, 16: 233-242.

[4]Hodgkin A.L.Huxley A.F. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve[J]. Bulletin of Mathematical Biology, 1990, 52(1-2): 25-71.

作者简介

詹飞彪(1991.09—),男,汉族,安徽亳州人,华南理工大学应用数学博士,南京审计大学讲师,研究方向:神经动力学,计算神经科学。