

寻求课程思想与课程思政的融合统一

——浅谈《运筹学》课程思政

赵金玲, 李 娜

(北京科技大学 数理学院, 北京 100083)

[摘 要] 探讨如何在《运筹学》课程思政建设中寻求课程思想与课程思政的融合统一, 以最速下降法和一维搜索方法的讲解为例, 从知识层面提升到思想层面, 将寻优创优思想和科学探索精神根植于学生心中, 从而达到润物无声的课程思政育人效果, 最大程度地发挥《运筹学》课程的育人效能。

[关键词] 课程思政; 运筹学; 课程思想; 融合统一; 课程育人效能

[中图分类号] O221.2 [文献标识码] C [文章编号] 1672-1454(2021)05-0059-05

1 引 言

全国教育大会和全国高校思想政治工作会议为新时代高校人才培养指明了方向, 指出高校立身之本在于立德树人, 要把思想政治工作贯穿于教育教学全过程, 并强调“要用好课堂教学这个主渠道”。教育部 2020 年 6 月印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》, 旨在全面推进高校课程思政建设, 强调要充分挖掘各类课程中的思想政治资源, 发挥好每门课程的育人作用, 以全面提高人才培养质量。

近两年, 一些数学类的课程相继尝试开展了课程思政探索与实践^[1-2]。目前课程思政并没有统一模式, 通常由教师探索和挖掘课程中所蕴含的特定“思政元素”, 加以凝练, 与知识点和课程内容有机地融合起来, 同步传递给学生, 从而起到润物无声的价值塑造和精神引领作用, 实现显性教育与隐性教育的统一, 如: 从数学史角度挖掘数学课程的文化内涵, 从数学家励志故事挖掘求真创新的科学精神, 从哲学角度挖掘哲学思想与数学思维的一致性, 等等^[3-4]。本文在这一基础之上, 进一步寻求课程思想与课程思政的融合统一, 以更大程度地发挥课程育人效能。课程是大学的灵魂, 也是高等教育“质量工程”的核心内容。大学在课程建设中必须以高水平的课程思想引领课程建设^[5]。《运筹学》作为一门应用极为广泛的数学类课程, 与管理学、经济学、工程科技、军事、医疗、社会生产等多个领域深度融合, 优化技术在机器学习和人工智能领域更是处于核心地位^[6-7]。《运筹学》不仅是数学类专业学生的必修课, 也是管理学、金融学等多个专业的专业必修课, 同时还是理工类硕士博士研究生的公共选修课, 学生受众很广, 因而积极推进《运筹学》的课程思政建设、从课程思想中充分发掘课程育人效能是十分必要的。

2 《运筹学》课程思想与课程思政的融合统一

2.1 发挥《运筹学》课程思想的育人效能

课程思想作为课程实施的先行价值判断, 对大学课程的实践具有很大的指导意义^[8]。《运筹学》的课

[收稿日期] 2020-07-03; [修改日期] 2020-11-10

[基金项目] 中央高校基本科研业务费项目(FRF-DF-19-004); 北京科技大学教育教学改革与研究项目(JG2018M38, JG2020M38, JG2019Z03); 北京科技大学教育教学改革重大项目(JG2019ZD05)

[作者简介] 赵金玲(1978—), 女, 博士, 副教授, 从事最优化计算方法研究。Email: jlzha@ustb.edu.cn

程内涵讲求“运筹帷幄之中,决胜千里之外”,它与多学科交叉融合,在决策中发挥着重要作用,其课程思想主要凝聚于“优化”与“探索”之中,并通过特定的量化标准来衡量模型与算法的优劣,进而体现其科学性.运筹学模型与方法的形成皆遵循“创建—寻优—比较—改进”的过程,这既是一个进行创新创造、探索改进的科学研究过程,又是一个持续突破和完善、优中寻优的自我提升过程.在教学过程中让学生深度参与这一过程,有利于培养学生寻优创优、主动探索、追求创新的科学精神,并达到在潜移默化中激励学生不断突破自我、向卓越迈进的育人成效.可见,《运筹学》的课程思想与课程思政目标高度契合,因而,可以在运筹学教学中进一步强化“课程思想”与“课程思政”的融合统一,进而让创新思维培养和科学精神塑造贯穿于课程的始终.

2.2 更新教学目标与教学模式

全面推进课程思政建设,对于《运筹学》的教学理念、教学目标和教学模式等均提出了更高的要求.传统意义上《运筹学》课程的教学理念和目标,注重培养学生建立起系统性思维,掌握定性与定量分析相结合的数学建模方法,运用优化技术手段进行求解,进而指导实践和做出决策;而在《运筹学》课程思政建设中,教学目标则要相应更新,在实现知识转移的同时,要理论与实践相结合地传递课程思想,注重培养学生的系统性思维、创新思维能力,以及不断寻优创优、优中求优、主动探索的科学精神.教学模式往往是围绕着教学目标而设计的,运筹学课程的原有教学模式相对单一地进行知识传递和方法讲解,有些教学理念先进的教师能够注重理论与实践相结合地开展教学活动,但仍停留在知识和应用层面;而更新后的教学模式更为注重通过案例设计激发自主探究,启发学生剖析模型算法思想与改进思路、审视方法的优缺点,将优化思想根植于学生的思维中,引导学生找到创新创造的着力点,完成课程内容教学的同时,将运筹优化思想的培育贯穿始终,从知识层面提升到思想层面,激发创造性思维和探索新方法、新技术的科学创新潜质.同时,以运筹学思想为载体,让勇于创新、科学探索、追求卓越、学以致用、服务社会的科学精神扎根学生心中,帮助学生树立正确的世界观、人生观、价值观,从而达到润物无声的“课程思政”育人效果.

3 科学思维塑造将课程思政贯穿《运筹学》课程

3.1 实例 1 从最速下降法到人生中的梯度寻优

求解多元函数无约束优化问题 $\min f(x)$ 的最速下降法,其迭代步为

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} - \lambda_k \nabla f(x^{(k)}),$$

其中 λ_k 为迭代步长.最速下降法采用当前迭代点 $x^{(k)}$ 处的负梯度方向 $-\nabla f(x^{(k)})$ 作为搜索方向.这一方法的建立,主要是基于“梯度”的下述性质:

性质 1 函数在一点处的负梯度方向是该点处函数值下降最快的方向.

利用 Taylor 公式不难证明此性质,这里略去.注意到负梯度方向能够使得一点处的函数值下降最快,故而负梯度方向也称为“最速下降方向”;同时这也意味着,函数在一点处的梯度方向是该点处函数值上升最快的方向,如图 1 所示.

梯度的人生启示:梯度是上升最快的方向,人生之路也是个不断攀登的过程,找好人生每一步的“梯度”方向,可以帮助你尽快攀上高峰;同时,梯度方向是随着点的变化而变化的,踏出人生的每一步之后要重新计算“梯度”方向以便做出前行方向的修正,把握好前进方向,并与时俱进不断更新知识和能力,才能做好可持续自我发展.

3.2 实例 2 从一维搜索到寻优创优中的科学探索

运筹学中的一维搜索不仅被用于求解一元函数的极值问题,而且是求多元函数极值算法的重要组成部分.Fibonacci 方法是一种经典的一维搜索算法,它根据要求的计算精度,巧妙地运用 Fibonacci 数列来构造搜索区间 $[a, b]$ 中两个对称的试探点:

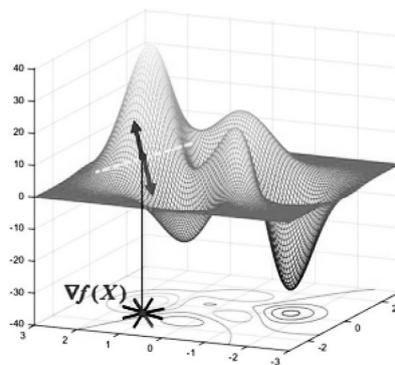


图 1 梯度方向

$$\lambda_1 = a + \frac{F_{n-1}}{F_{n+1}}(b-a), \quad \lambda_2 = a + \frac{F_n}{F_{n+1}}(b-a),$$

进而通过比较试探点处的函数值、舍弃劣点的外侧的过程来不断缩短搜索区间,最终求得一元函数的近似极小点.在授课过程中,既要注重讲解算法的操作过程,又要引导学生分析区间缩减速度和算法收敛性,同时还要启发学生去分析这一方法的优劣.在学生明确 Fibonacci 方法是对于给定计算精度计算函数值次数最少的算法之后,进一步带领学生分析它的缺点,以加深对算法的理解并寻求改进.当学生注意到 Fibonacci 法在产生试探点之前需要根据精度要求来生成 Fibonacci 数列,这一额外的前期计算过程导致了方法的繁琐,则顺其自然地从下述 Fibonacci 数列比值的极限入手,得到黄金分割法(即 0.618 法).

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{F_n}{F_{n+1}} = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 0.618.$$

黄金分割法的两个对称试探点的选取正是借由这一极限而得

$$\lambda_1 = a + 0.382(b-a), \quad \lambda_2 = a + 0.618(b-a).$$

此时,方法前期的 Fibonacci 数列的生成过程可以省略,方法更为简洁;而黄金分割比中所蕴含的数学之美也可以随之展示出来.

教师启发和引领学生深度参与这一算法改进的思考过程,传递优化思想的同时,还需紧紧抓住其兴趣点进一步通过拓展应用来强化理论与实践相结合、学以致用能力.

2020 年,新冠肺炎疫情席卷全球,抗击疫情成为全人类的战役.快速高效的核酸检测,成为疫情防控的关键环节.2020 年 6 月,新发地批发市场聚集性疫情发生后,北京开展大规模核酸检测、排查,在一周之内完成了超过 70 万人的核酸检测.10 月 11 日,青岛发现 6 例确诊病例后,5 天内对全市 900 万人口检测全覆盖.如此高的效率,令西方媒体为之惊叹.那么为什么会如此高效呢?这是因为大量医务人员的辛勤付出和检测技术的不断提升,也是因为采用了混样检测的方法.

提出问题 设有 N 个人要进行检测排查,该人群患病率为 p ,假设每组混采样本数为 m ,若检测为阴性,则该组样本无需再检测;若检测为阳性,则对该组样本再逐一检测.那么混采样本数为 m 为多少时可使得总检测次数最少?

分析问题 设每组检测次数为随机变量 X ,其分布律为

X	1	$m+1$
P_k	$(1-p)^m$	$1-(1-p)^m$



图 2 混样检测(央视新闻图片)

计算可知 X 的期望以及总检测次数的期望分别为

$$E(X) = 1 \cdot (1-p)^m + (m+1)(1-(1-p)^m) = 1 + m - m(1-p)^m,$$

$$E(\text{Total}) = E\left(\frac{N}{m}X\right) = \frac{N}{m} + N - N(1-p)^m.$$

解决问题 用一维搜索方法求使得总检验次数最少的 m ,编程计算结果如表 1 所示.

表 1 混样检验问题的一维搜索求解

参数设置	初始区间	迭代次数	最优混检样本数	最优总检验次数
$N=100000, p=0.05$	[2, 50]	13	5	42622
$N=500000, p=0.05$	[2, 50]	13	5	213110
$N=100000, p=0.001$	[2, 100]	15	32	6276
$N=500000, p=0.001$	[2, 100]	15	32	31380

为了使得学生能够更为直观地了解一维搜索的执行过程,可辅以动画演示搜索过程和结合图片说明.例如当 $N=500000, p=0.001$,初始区间为 [2,100] 时,一维搜索(黄金分割法)的区间缩减过程如图 3 所示.当然,在实际决策中还需要综合考虑潜在风险等诸多其它因素,这里求得的最优混检样本数可以为决策提供参考.

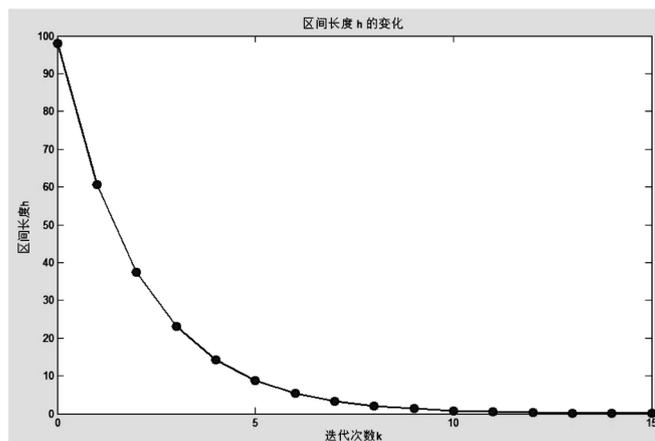


图 3 求解混样检测问题的区间缩减过程

应用拓展问题选择社会热点或关注度高的问题,更能激发学生的兴趣.在这一混样检测问题的分析和解决过程中,学生和老师共同完成了一次科学探索体验,不仅使得学生对于一维搜索方法的理解更为深刻,而且对于学生创新创造科学思维能力、学以致用服务社会的责任意识培养也是大有帮助,同时也有助于在学生心中厚植爱国情怀.

3.3 《运筹学》课程思想的思政意义

《运筹学》课程应用性强,类似上述实例的内容贯穿于整门课程.《运筹学》课程思想贯穿于“持之以恒的寻优创优”,体现于“问题导向的科学探索”,归引于“学以致用、服务社会”.教师在课堂上启发引导学生深度参与数学模型建立过程和寻优探索过程,将蕴含着寻优创优思想和科学探索精神的《运筹学》课程思想根植于学生心中,既能够有效地完成知识的转移,又能够强化对学生的创新能力培养和科学精神塑造,更能够起到潜移默化的思想引领和课程育人作用.作者在本讲台 150 余名学生中开展了关于《运筹学》中最有意义和最具影响力内容的问卷调查,结果显示:学生中有 15%选择了运筹学数学模型的建立,17%的学生选择了优化算法的构造,32%的学生选择了运筹学课程的应用,而 36%的学生则认为运筹学的寻优思想最有意义,影响也最为深远,令他们收获最大,因为寻优思想能够帮助他们建立起分析和解决问题的科学思维,指引他们不断思考和寻求更优的方式方法,更好地解决实际应用以至人生中所面临的各种问题.

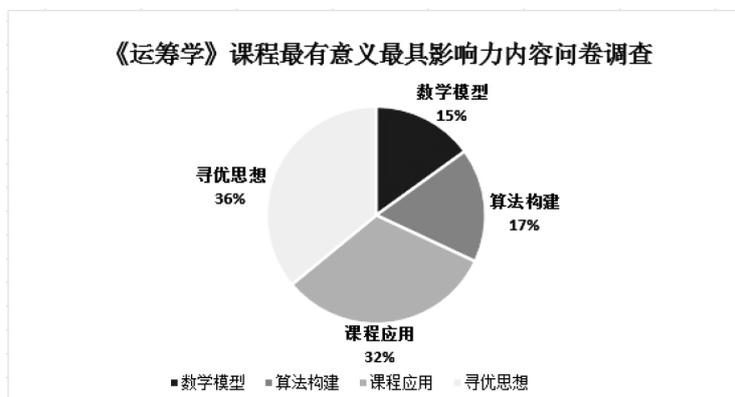


图 4 问卷调查结果

4 结 论

本文主要讨论了如何进行《运筹学》课程思政建设,提出应根据课程特点,注重寻求运筹学的课程思想与课程思政的融合统一,并结合最速下降法和一维搜索方法的讲解两个实例,探索如何从知识层面提升到思想层面,更好地达到课程育人效果,进而极大程度地发挥《运筹学》课程的育人效能,在课程中教

给学生惠及一生的思想,为学生的创新能力培养、科学精神塑造,以及可持续的自我发展和未来的自我提升打好基础。

致谢 作者对参考文献给予本文的重要启示以及审稿人对本文修改所提出的宝贵意见和建议致以深深的感谢!

[参 考 文 献]

- [1] 公徐路. 课程思政下离散数学课堂教学中的改革与实践[J]. 大学数学, 2020, 36(4):25-30.
- [2] 朱婧,申亚男,张志刚. 数学模型“课程思政”的思考与教学实践[J]. 大学数学, 2019, 35(6):27-31.
- [3] 俞能福,闵杰. 挖掘高等数学文化内涵,践行课程思政教学改革[J]. 大学数学, 2020, 36(5):15-19.
- [4] 高晴,李艳馥,黄廷祝. 浅析数学文化引导下的概率论与数理统计教学[J]. 大学数学, 2014, 30(增刊 1):125-128.
- [5] 肖瑞峰. 大学的课程思想与建设策略[J]. 中国高教研究, 2009(6):79-80.
- [6] 杉山将. 图解机器学习[M]. 许永伟,译. 北京:人民邮电出版社,2015.
- [7] 焦季成. 深度学习、优化与识别[M]. 北京:清华大学出版社,2017.
- [8] 张亚丽,陈秋生,王根顺. 试论我国近代大学课程思想的演变及特点[J]. 现代教育科学, 2008(3):90-94.

Seeking the Integration of Curriculum Thought and Curriculum Ideology ——About Curriculum Ideology in the Course of Operational Research

ZHAO Jin-ling, LI Na

(School of Mathematics and Physics, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper discusses how to develop curriculum ideology in the course of operational research. The authors think it is essential to seek the integration of curriculum thought and curriculum ideology. Taking the Steepest Descent Algorithm and Line Search Method as teaching examples, the paper promotes the idea of seeking excellence and the spirit of scientific exploration into the students' hearts, so as to achieve the purpose of ideological education in the course of operational research, and to maximize the effectiveness of curriculum education.

Key words: curriculum ideology; operational research; curriculum thought; integration; effectiveness of curriculum education