

# 运筹学类课程教学中的课程思政研究\*

马满好,刘 进\*

(国防科技大学 系统工程学院,湖南 长沙 410073)

**摘 要:**文章提出了在运筹学类课程教学过程中的三种课程思政思路:一是以运筹学大师的人生经历和追求真理的执着开展人生观、价值观教育;二是以中国学者在运筹学领域的贡献开展文化自信教育;三是以运筹学与人工智能的融合开展时代特征教育。

**关键词:**运筹学课程;课程思政;人生观;价值观;文化自信;时代特征

中图分类号:G641

文献标志码:A

文章编号:2096-000X(2020)35-0176-04

**Abstract:** In this paper, three teaching methods of ideological and political theories in the operations research courses are proposed. First, the hard life experience and the persistence and courage on seeking knowledge truth of some masters of operations research will be taken as materials of educating about the students' outlook on life and values. Second, it is to strengthen the cultural self-confidence of students using the facts of contribution of Chinese scholars on operations research. Finally, it is recognized by the students the temper of times of the amalgamation of operations research and artificial intelligence.

**Keywords:** operations research courses; ideological and political theories teaching in all courses; outlook on life; outlook on values; cultural self-confidence; temper of times

2020年5月28日,教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》,全面推进高校课程思政建设。《纲要》指出,全面推进高校课程思政建设是深入贯彻习近平总书记关于教育的重要论述和全国教育大会精神、落实立德树人根本任务的战略举措,高校要深化教育教学改革,充分挖掘各类课程思想政治资源,发挥好每门课程的育人作用,全面提高人才培养质量。

《纲要》明确了课程思政建设的总体目标和重点内容。《纲要》提出,课程思政建设要在所有高校、所有学科专业全面推进,围绕全面提高人才培养能力这一核心点,围绕政治认同、家国情怀、文化素养、宪法法治意识、道德修养等重点优化课程思政内容供给,提升教师开展课程思政建设的意识和能力,系统进行中国特色社会主义和中国梦教育、社会主义核心价值观教育、法治教育、劳动教育、心理健康教育、中华优秀传统文化教育,坚定学生理想信念,切实提升立德树人的成效。

根据《纲要》的精神,所有的学科专业、所有的课程都需要推动课程思政融入课堂教学建设之中,把思想政治工作贯穿教育教学全过程,实现全程育人、全方位育

人。

笔者常年从事运筹学的教学与科研工作,对照《纲要》的要求,从运筹学的历史脉络与学科特点中梳理课程思政的落脚点。

运筹学分为最优化与博弈论两个分支,最优化主要侧重于单方面决策实现最优、次优或者满意求解,博弈论主要侧重于多方面交互式决策实现稳定求解,它们都是运筹学不可割裂的核心组成部分。最优化伴随第二次世界大战成长,以丹捷格发明的线性规划单纯形算法和康托洛维奇发明的解乘法为诞生标志,至今已经形成了线性规划、整数规划、非线性规划、对偶理论、动态规划、图与网络、决策理论、存储论、排队论、多目标优化等典型的理论板块。博弈论的诞生与最优化差不多同步,1944年冯·诺依曼和摩根斯坦合著的《博弈论与经济行为》出版,标志着博弈论成为一门真正的科学理论;1950年纳什在博士论文中正式提出了纳什均衡的概念,标志着博弈论有了一般意义上的解概念,为博弈论的繁荣发展奠定了最坚实的基础。1994年,诺贝尔经济学奖授予纳什、泽尔腾和海撒尼三位著名的博弈论大师,标志着

\* 基金项目:湖南省2017年普通高等教育教学改革研究课题“面向‘作战任务规划’专业本科生定量对抗思维能力培养的博弈论课程建设研究”(湘教通[2017]452号);国防科技大学2017年本科生教育教学改革课题“面向‘作战任务规划’专业本科生培养的博弈论课程建设研究”(编号:U2017015);国防科技大学2020年研究生教育教学改革课题“面向军事智能的研究生博弈论课程建设研究”(编号:yjsy2020042)

作者简介:马满好(1974-),男,汉族,湖南长沙人,博士,副教授,研究方向:军事运筹。

\* 通讯作者:刘进(1982-),男,汉族,湖南长沙人,博士,副教授,研究方向:博弈论。

博弈论成为核心主流科学。经过几十年的发展,运筹学已经得到空前繁荣,在多个领域得到广泛而深入的运用。

当前运筹学在世界范围内受到学者和民众的普遍关注,主要基于以下几个原因:一是运筹学特别是博弈论与诺贝尔经济学奖的密切关系,使得人们对博弈论充满了崇敬的心理;二是运筹学特别是博弈论领域的少数学者富有传奇色彩的人生经历给了人们茶余饭后的谈资;三是运筹学的发展引起了多个领域的革命性变化,在具有智能特征的网络信息时代,运筹学的作用越来越大,引起了学术界和产业界甚至资本界的高度重视。

总体而言,运筹学还是以数学特征为主的一门综合性学科,很多学者对数学类和智能类相关的课程思政展开了深入研究<sup>[1-5]</sup>,为运筹学类课程的课程思政建设提供了很多有力的启发与证据,但是缺乏对运筹学本身所蕴含的课程思政的剖析。通过对运筹学的梳理以及根据《纲要》的要求,笔者对运筹学类课程教学的课程思政提出如下三个思路:一是以运筹学大师的经历开展人生观和价值观教育;二是以中国学者在运筹学领域的贡献增强文化自信;三是以运筹学与人工智能的融合感知时代特征脉搏。

### 一、以运筹学大师的经历开展人生观与价值观教育

运筹学领域的发展是由运筹学大师推动的,比较典型的有:丹捷格、康托洛维奇、冯·诺依曼、纳什、泽尔腾、海撒尼、沙普利、奥曼、马斯金、迈尔斯、梯若尔等,他们的人生经历和对学问的执着追求对学生的感染是巨大的。

康托洛维奇 1912 年出生于俄国彼得堡,1926 年考入列宁格勒大学数学系,1930 年大学毕业,1934 年任列宁格勒大学教授,1935 年获博士学位,1938 年首次提出求解线性规划问题的方法——解乘法,1939 年创立了线性规划理论,对资源最优分配理论做出了贡献,1949 年因在数学研究工作中的成就获斯大林奖金,1965 年因其在经济分析和计划工作中应用数学方法的成绩而获列宁奖金。从康托洛维奇的人生经历来看,这是非常成功的人生。但是他在 1939 年提出线性规划的时候,他的理论并没有受到苏联国内的重视,因为是以俄语发表的,并且处于战争时期,欧美学术界也并没有充分了解他的工作,从而导致 1947 年丹捷格发表了单纯形算法后,学术界将“线性规划之父”以及“运筹学诞生标志”的荣誉堆积在丹捷格身上。康托洛维奇并没有对他的学问丧失信心,在 1939 年的论文发表之后,康托洛维奇开始致力于效果的普遍性研究。通过思考,在二十世纪四十年代上半期他已经写好了他下一部主要经

济学著作的草稿。但在苏联,这部著作直到 1959 年才出版(直到 1965 年才被译成英文)。这部名为《经济资源的最佳利用》的著作,是一项引人注目的成果。康托洛维奇把他的线性规划结构延伸到把经济作为一个整体的层次上,影子价格的概念被应用到生产过程的所有投入上,包括资本设备的租金和土地及自然资源的租金,他还指出影子价格能够用来评价对邻近最优解的计划的微小调整,这使得迅速地替代比较成为可能。正是由于他的坚持不懈,他的贡献在 1965 年后受到世界的普遍认可,1975 年与美国经济学家库普曼斯共同获得当年的诺贝尔经济学奖,成为第一个获此殊荣的苏联经济学家。

冯·诺依曼出生于匈牙利的富裕家庭,按照传统,他可以继承家族的利润丰厚的银行事业,但他却选择了追求真理、探索未知的学术道路。此时,博弈论已经在欧洲大陆开始萌芽,除了 1913 年泽梅洛的棋类游戏三择一定理之外,法国数学家博莱尔针对二人零和博弈发明了一系列的规范术语,包括混合策略的现代化表述,但是博莱尔对二人零和博弈模型怎么定义解概念陷入了困难。1928 年,25 岁的冯·诺依曼解决了二人零和博弈的解概念的设计问题,提出了博弈双方的最优策略、博弈的最优策略、博弈的值等概念,并证明了极小极大定理,这是博弈论历史上具有里程碑意义的重要定理。1944 年冯·诺依曼和奥斯卡·摩根斯坦出版了《博弈论与经济行为》一书,系统总结了博弈论的理论成果以及在经济中的应用,标志着博弈论真正成为一门科学理论。以 1940 年为界,冯·诺依曼在此之前主要研究纯粹数学,包括集合论、泛函分析、量子力学的数学原理、遍历理论等,是冯·诺依曼代数的发明者;在此之后,主要从事应用数学的研究,包括计算机的数学原理、曼哈顿工程的数值计算等,直到生命的最后一刻,他仍然在从事计算机和大脑相关性的研究工作。冯·诺依曼是天才,但最重要的他对学问极度勤奋、极度执着地追求。

博弈论的另一个大师纳什的一生充满了悲剧与传奇色彩。他在普林斯顿用 27 页的博士论文从根本上改变了博弈论的面貌,提出了纳什均衡的概念,这是对冯·诺依曼二人零和博弈理论的重大突破,是博弈论中最根本最重要的基础创新。纳什在麻省理工任教期间,在流形的嵌入、椭圆方程的正则化估计方面取得了丰硕的成果,足以支持他获得数学领域的菲尔兹奖,但是他陷入了长期的与精神分裂的斗争之中。经过几十年的斗争,在家人的照顾和普林斯顿的宽容之下,纳什在二十世纪 90 年代初的精神状态得到很大缓解。1994 年,因其对博弈论领域的根本性贡献,获得诺贝尔经济学奖;2015

年,因其对微分几何、微分方程的根本性贡献,获得了阿贝尔数学奖,在领奖归来的路上,不幸因车祸离世。纳什的一生个人充满了悲剧,但是整个世界的数学和博弈理论却因他而精彩。

康托洛维奇、冯·诺依曼、纳什的经历可以生动地鼓励学生:人生的苦难一方面是悲剧,另一方面是宝贵的财富,经历生死的挫折都能扛过来,没有任何事能够阻拦我们的前进;人生贵在专一和持之以恒,在大挫折、大困难中坚持道路自信,一定可以取得辉煌的成就。

## 二、以中国学者在运筹学领域的贡献增强文化自信

运筹学是由大师推动发展的,而我们了解的大师大多在西方发达国家作出突出的贡献。作为一门核心科学,难道中国学者没有作出贡献吗?难道中国人不如西方国家的人?答案是否定的。在历史上,中国学者不仅对运筹学做出了贡献,而且是领先西方学者做出了卓越的贡献;在当代,中国学者依然正在对运筹学作出杰出贡献,是世界运筹学研究的重要组成部分。

吴文俊先生是世界著名的拓扑学、代数几何、数学机械化大师,同时他对博弈论在中国的传播与发展以及博弈论理论方面做出了重要的贡献<sup>[6]</sup>。1959年,吴文俊先生发表了新中国第一篇博弈论研究论文《关于博弈论基本定理的一个注记》,1960年,他写了关于博弈论的一篇科普性文章《博弈论杂谈:(一)二人博弈》,深入浅出介绍了博弈论基本定理的证明,在这篇文章中,他提出田忌赛马是博弈论的范畴,使得中国宝贵思想文库中的博弈论思想得以发扬光大。同年,吴文俊先生牵头编写了《对策论(博弈论)讲义》,这是新中国第一本博弈论教材。

吴文俊先生在博弈论方面最大的贡献在于,他和他的学生江嘉禾合作在有限策略型博弈上面提出了本质均衡的概念,并给出了其重要的性质和存在性定理。这是中国数学家在博弈论领域最早的贡献,也是迄今为止最重要的贡献。

吴文俊和江嘉禾先生的本质均衡的意义不仅如此,更重要的是这个理论开创了纳什均衡精炼的先河。纳什均衡的精炼主要从扩展型博弈和策略型博弈展开,最著名的工作是1965年泽尔腾针对扩展型博弈提出了子博弈完美纳什均衡的概念;针对策略型博弈的精炼,主要是要求博弈在各类型的扰动之下,均衡还应该保持稳定,泽尔腾在1975年提出了策略在扰动下的颤抖手均衡的概念,而吴文俊先生的思想是盈利函数在扰动下的本质均衡的概念。同样是扰动保持均衡的思想,吴文俊先生比泽尔腾早了13年。1994年,泽尔腾依靠子博弈完美均衡以及颤抖手均衡的贡献获得诺贝尔经济学奖。

由于历史的原因,吴文俊先生的工作在改革开放之前没有得到应有的重视,在改革开放以后,国外众多学者引用推广了吴先生的结果,其中包括马斯金、梯若尔等诺贝尔经济学奖获得者。可以说,吴先生在博弈论领域的成果是世界级的成果。

叶荫宇先生是国际最知名的运筹学专家之一,发表了多篇在世界范围内有重大影响的论文,取得了一批重大的理论成果。2005年他被ISI选为在世界范围内其科技成果被应用最多的科学家之一。叶荫宇教授多次被邀请为国际重要会议的大会发言者,如2000年和2006年两次被邀请为数学规划会议大会发言者,是麻省理工计算机工程系统2002年杰出报告人,第十七届数学规划大会的发言者,2007年选为国际工业与应用数学学会优化分会副主席。从这些成就来看,叶荫宇先生是无比成功的人生,但是在取得这些成就之前,叶先生经历了最曲折的考验。叶先生出生于1948年,1966年毕业于华中师大一附中,后下乡在农村劳动,1978年考上华中科技大学自动控制系,1982年毕业,此时已经34岁了,他有时不我待的紧迫感,毅然赴美留学,在斯坦福大学追随线性规划之父丹捷格,1983年获得硕士学位,1988年获得工程经济系统和运筹学博士学位,此时已是40岁“高龄”,按照一般规律,错过了学术的黄金时间。但是此后20年,叶先生用顽强的毅力和无可辩驳的杰出成果,攻克了一个又一个高峰。2009年,在美国加州圣地亚哥举办的运筹管理协会年会上叶荫宇被授予运筹管理领域最高奖项—冯·诺依曼理论奖,以表彰其在运筹管理领域所作出的巨大贡献;2012年,叶荫宇成为国际数学规划大会 Tseng Lectureship 奖的首位获奖者;2014年,叶荫宇成为美国应用数学学会三年一度的优化大奖(Optimization Prize)的获奖者。这些奖,叶先生都是目前为止唯一的或者首个华人获得者,体现了叶先生无与伦比的创造力。

这些事实说明,中国人无论是在历史上还是在现在以及将来都已经、正在和即将为运筹学的繁荣发展作出积极贡献。

## 三、以运筹学与人工智能的融合感知时代特征脉搏

进入二十一世纪,以深度学习为代表的人工智能理论与系统在多个领域掀起浪潮,人类已经初步跨入了智能时代,可以说智能是这个时代最显著的脉搏特征。长期以来,我们对于运筹学特别是博弈论的认知停留在它与诺贝尔经济学奖关系密切这个误解上面,导致当前的运筹学以及博弈论课程的开设与教学的主要版图是:大量集中在经济、商业、管理领域,极少量在数学、计算机领域。这种现状使得人们在教学的时代性方面具有比较

明显的缺陷,特别是缺乏智能的时代特征。

事实上,运筹学与智能的关系特别密切<sup>[7-10]</sup>。目前存在几类有代表性的智能系统。一是以围棋为主要应用场景,采用监督范式深度学习模型开发的 Alpha Go 系统;二是以国际象棋、围棋、日本将棋为主要应用场景,采用强化学习范式深度模型开发的 Alpha Zero 系统;三是以星际争霸游戏为主要应用场景的 Alpha Star 系统;四是以德州扑克为主要场景的 Libratus 系统。这些系统与背后的模型都和运筹学有着密切的关系。比如 Alpha Go, Alpha Zero 系统所涉及的模型是利用树图构建的完全信息动态博弈,因为描述此类游戏的树图规模特别巨大,采用了基于深度学习的蒙特卡洛树搜索算法来简化博弈均衡的计算;再比如 Libratus 系统所涉及的模型是不完全信息动态博弈,其主要构建工具是贝叶斯机制和子博弈之间的平衡,利用蒙特卡洛反事实遗憾最小化规则进行了快速计算。参考任何一本机器学习或者人工智能的教材,最优化与博弈论都最核心的理论。比如我们经常所说的支持向量机就是用两个平行超平面分割数据集,以这两个超平面之间的距离最大化为优化目标,尽可能减少误分率,最终建立的模型是典型的最优化模型,对这个模型运用对偶理论进行计算,就可以建立核学习理论,如果数据具有随机特征,那么最大似然估计、最大后验估计、最大熵估计甚至 KL 散度估计、鲁棒估计也都可以构建为最优化模型,然后运用梯度法、牛顿法、内点法实现求解。这些例子表明最优化与博弈论是智能时代背后最重要的数学机理之一。

多位人工智能方面的顶级学者对运筹学非常青睐。如美国国家科学院、国家工程院、艺术与科学学院三院院士 Michael I. Jordan 呼吁重视运筹学在机器学习中的作用,他在加州伯克利长期开设凸优化类课程。华人唯一的图灵奖获得者姚期智院士在清华推动了算法博弈论的研究,培养了几位顶尖的算法博弈论青年学者。Ian Goodfellow 将二人零和博弈模型与深度学习中的生成器、判别器融合产生了著名的生成对抗式网络模型 GAN,被人评价为“最近十年最激动人心的机器学习新思想”。在某种意义上讲,拥抱智能时代必须拥抱运筹学。

这些事实说明,运筹学不仅仅在经济学、管理学等领域具有重要应用,它从来都没有和时代脱节,在智能时代仍然具有其不可替代的重要性,因此在运筹学的课堂教学中赋予其时代特征有利于学生的成长。

#### 四、运筹学类教学课程思政的总结与展望

教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》,全面推进高校课程思政建设的举措为各类型课程开展课程思政教育提供了根本的遵循和依据。运筹学作为理论宏大、内涵丰富、应用广泛的重要课程群,理所当然要扎实开展课程思政教育。运筹学成型于第二次世界大战期间,众多大师在历史的潮流之中历经人生的苦难而不妥协,为运筹学宏伟大厦的建立做出了卓越贡献,这是最好的人生观、价值观素材。中国学者并没有在这个领域落后于人,不仅如此,在某些局部遥遥领先西方学者提出了深邃思想和理论,在当代运筹学研究的大潮中,也形成了中国特色的研究力量,这证明了中国人在任何领域不仅不会不如人,还会超越别人,有力增强我们的民族自信与文化自信。运筹学并不是正在调亡的理论,它不仅在历史上的经济学领域大放异彩,它还在如火如荼的智能时代具有重要作用,是诸多智能系统和模型背后的数学原理,必将推动运筹学在时代适应性方面具有无与伦比的优势,有利于学生把握时代脉搏。

#### 参考文献:

- [1]孙晓青,薛秋芳,秦新强.新工科形式下“课程思政”在《线性代数》课程中的体现[J].当代教育实践与教学研究,2019(13):48-49.
- [2]阎慧臻,刘燕,刘超,等.将思政教育融入高等数学教学模式初探[J].科技视界,2020(16):101-103.
- [3]黄炳超.博弈论在高校思想政治教育中的运用思考[J].金华职业技术学院学报,2014(05):63-66.
- [4]闫睿颖.高校核心价值观课堂教育路径探究——基于博弈论的方法[J].厦门城市职业学院学报,2015(02):86-90.
- [5]周家乐,吴腾.思政教育融入专业课课堂的探索与实践——以《人工智能》课程为例[J].教育现代化,2019(69):175-176+187.
- [6]姜伯驹,等.吴文俊与中国数学[M].上海交通大学出版社,2016.
- [7]张宏达,李德才,何玉庆.人工智能与“星际争霸”:多智能体博弈研究新进展[J].无人系统技术,2019(01):5-16.
- [8]赵美勇,宋思睿.博弈论算法在 AI 中的应用[J].计算机产品与流通,2019(09):278.
- [9]蒋胤傑,况琨,吴飞.大数据智能:从数据拟合最优解到博弈对抗均衡解[J].智能系统学报,2020,15(01):175-182.
- [10]苏景佑,易嗣力,彭康杰,等.量子博弈的多机器人追捕合作方法[J].电子技术与软件工程,2019(10):92.