

启发式教学在运筹学课程中的应用与实践*

李志猛, 祝江汉, 邱涤珊, 徐培德

(国防科学技术大学 信息系统与管理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 本文从分析运筹学的学科性质出发, 研究了启发式教学在运筹学课程中的应用, 给出了若干教学原则, 并根据作者的教学实践, 提出了在运筹学本科教学实践中常用的5类启发式教学法以及教学改革的进一步设想与展望。

[关键词] 启发式教学; 运筹学; 实践

[中图分类号] G642.4 [文献标识码] C [文章编号] 1672-8874 (2008) 04-0058-03

Practices in Heuristic Method of Teaching for the Course of Operational Research

LI Zhi-meng, ZHU Jiang-han, QIU Di-shan, MA Ma-shao

(College of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Operational Research (OR) is a compulsory course for many undergraduates majoring in economics, management or military science. But the model and method of teaching should be improved. The characteristics of OR are analyzed at first, and then heuristic method of teaching for OR courses is presented. Some principles for the this teaching method are given, then 5 particular Heuristic Methods are provided for undergraduate course of OR based on the writer's experience. Finally the prospect and suggestions are given based on the status quo of the writers' school.

Key words: heuristic method of teaching; OR course; practices

运筹学是一门内容丰富、应用广泛、发展迅速的新兴学科, 在我国经济、管理、军事等类别院校广泛开设, 已经成为相关专业的必修课, 但当前运筹学教学实际中存在“从理论到理论”、“大量灌注”等问题, 不利于能力型高素质人才的培养, 旧的教学模式和方法亟待改进。

一、运筹学教学改革的必要性

《运筹学》是近六十年来发展起来的一门新兴的应用学科, 它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法, 解决实际中提出的专门问题, 着重对人、财、物等有限资源进行统筹安排, 为决策者选择最优决策提供定量依据。运筹学中的很多理论方法已经成为现代化管理的有力工具, 在生产管理、工程技术、金融财政、军事作战、经济分析等领域中都得到极为广泛的应用。在我国, 运筹学相关课程已经成为很多院校相关专业的本科与研究生必修课程, 该课程将为学生进一步学习专业课程打下良好的数理基础。

本科运筹学课程的教学内容一般包括线性规划与单纯型法、对偶理论与灵敏度分析、整数规划、目标规划、动态规划、图与网络分析等, 这些内容一方面需要一定的数学理论支撑, 另一方面又与问题背景与应用实践密切相关,

这就要求课程教学中必须两方面并重, 数学理论基础的内容必不可少, 同时必须让学生通过学习掌握典型的问题分析、模型构建技巧, 只有这样才能为进一步学习其他有关课程, 并在以后的实践中灵活运用运筹学的知识、理论解决实际问题打下坚实的基础, 但就我国的运筹学实际教学情况来看, 运筹学学科的发展历程使得许多学校的运筹学教学归类到数学学科范围内, 使得数学理论的教学内容偏多, 而针对学生分析与解决实际问题能力的培养环节偏弱, 相关授课内容与教学方法远不能满足对管理、经济、军事方面人才的培养要求, 有关方面的改革迫在眉睫。

国内外不少高校已经意识到这方面的问题, 推出了一些积极举措, 包括组织编写或者翻译能够反映新需求的高水平教材、丰富教学环节、改革教学内容等。如清华大学组织出版了美国著名的《Introduction to Operations Research》、《运筹学: 决策方法》等一系列教材, 对于国内运筹学教材改革起到了很好的促进作用^[9]; 山东大学通过国家精品课程建设系统地优化了运筹学课程体系, 改革了考核体系, 重视实践教学和学生能力培养等^[9]; 浙江工业大学等高校将运筹学教学和数学建模结合起来, 有力地促进了学生运筹学应用能力的培养^[10]。

近几年, 作者对管理工程、系统工程等专业的本科生

* [收稿日期] 2008-03-24

[作者简介] 李志猛 (1978-), 男, 安徽宿州人, 国防科学技术大学信息系统与管理学院讲师, 博士。

讲授了运筹学课程，深刻体会到课程改革的迫切性和重要性，而对教学方式方法的改革是非常重要而基础的方面，作者在教学实践中较系统地应用了启发式教学法，重点加强了对学生分析问题以及问题建模能力的培养，取得了良好的教学效果，为运筹学课程的教学方法改革提供了实践基础和案例参考。

二、启发式教学在运筹学课程中的应用研究

“启发”一词源于《论语·述而》的“不愤不启，不悱不发”，原意指通过刺激的办法激发学生的求知愿望，通过引起怀疑的办法引导学生努力探索真理。现代启发式教学法是一种现代教学指导思想，同《论语·述而》中的主张类似，它注重调动学生学习的积极性和主动性，通过引导学生自主学习钻研达到教学目标。启发式教学法是针对所谓“注入式”教学法提出来的，所谓注入式，是指把学生当作消极被动装填知识的容器，向其灌输大量现成的定义、公式、原理、例题之类的知识，学生学习的主要任务是接受和记忆相关结果。由此，往往造成学生学到的知识不少，但缺乏灵活运用和发现创造的能力，智力发育和情感世界的发展受到限制和损害。相反地，启发式教学主张学生是学习的主体，而教师的主要任务在于引导学生发现问题、分析问题、解决问题。学生应该始终是主动的、积极的、能动的，学习上特别强调理解、运用、发挥、创造，并通过学习活动使学生的智力和非智力因素都得到发展。

运筹学课程目标是使学员通过学习，了解并掌握运筹学的基本理论、模型和算法，建立运用运筹学模型解决实践问题的观念，学会运用定量理论和模型来表达有关运用、筹划与管理方面的问题，并通过求解优化模型寻求实际问题的优化解决方案。这一目标中关键在于让学生学会运筹学研究问题的思路，并具备一定的分析与解决实际问题的能力，对于这一目标的达成，在应用启发式教学的过程中至少要做到以下几点：

(1) 在教学价值观上，要改变那种认为学生记住了运筹学中相关概念与算法、能够把典型习题计算正确就完成了教学任务的观点，要对思维活跃、经常提出问题甚至“为难”老师的学生公开进行表扬和赞赏，通过逐步激励形成学生竞相提出问题、提供解决问题的思路、甚至相互反驳的课程学习氛围，达成“愤而启”的效果，在这样的气氛熏陶中使学生提出、分析与解决问题的能力不断得到增长，同时获得“成就感”得到满足的情感体验，形成积极提出问题、面对问题的人生态度和科学精神。

(2) 在教学过程中，要确立学生的主体地位，强调与激发学生的能动作用。首先是改变“教师教学生学”的单向传授过程，鼓励学生主动表达运筹学学习中的感受与体会，增加互动环节，通过诱导与启发形成学生主动学习、主动交互的意识；其次要通过各种手段不断强化学生的能动作用，作者曾经用过婴儿被动吃“喂饭”与成人主动去餐馆找“美食”的比喻激励学生不要消极地接受知识，而要靠自己动手、动脑、动口来获得属于自己的“活知识”，增加个人利用运筹学模型方法解决问题的能力。在这样的过程中师生扮

演各自的角色，共同学习、平等相处、教学相长。

(3) 在教学方式方法上，要针对运筹学中不同的内容、教学目标以及学生具体情况综合应用多种启发式手段与方法，通过多种手段来激发学习者的学习热情和内在潜能，不断提高教学效果和学生能力。而不是靠死记硬背、题海战术、加班加点等办法来提高学生成绩，在运筹学教学具体实践中，作者系统使用了多种启发式方法包括演示启发的方法、设疑启发的方法、案例启发的方法、探奇启发的方法等，一般针对特定的教学内容或者教学环节主要采用其中一种方法，有时也针对不同的学生对象采取特定的启发方法。

三、具体实践与效果分析

在作者的教学实践中，经常应用以下5类启发式方法，受到良好的教学效果，包括：

(一) 演示启发法

运筹学中很多理论方法涉及数学基础，有些证明过程还比较抽象，具体教学实践中学生普遍感觉难度很大，而实际上很多时候抽象的定义或者证明都有着其直观形象的描述，这种情况可以通过直观演示激发学生的想象力，减少学生对抽象逻辑的畏难情绪，同时激发学生的学习兴趣。

例如在学习单纯型法的几何理论时，有关证明是学生学习的难点，作者通过将有关证明在二维情况的直观过程在多媒体课件中通过动画表现出来，并启发学生在头脑中想象三维、多维的情况，使学生对线性规划问题“基可行解对应于可行域的顶点”、“最优解必然可以在可行域顶点上得到”等结论有了直观体验，加深了相关证明的理解。

(二) 案例启发法

运筹学是一门应用学科，相关模型和方法都是直接面向应用的，很多是相关专业学生以后工作中解决实际问题的基本工具。一般来讲，只有亲身实践了才能领会其中的奥妙，深入理解并最终牢固掌握。由此，对于运筹学中典型的模型和方法，作者首先通过多种途径搜集相关案例，并对学生的专业背景、兴趣范围以及案例的本身特点进行综合考虑，从众多案例中选择一个最合适的案例，采用多媒体方式图文并茂地向学生介绍案例背景，引出其中的运筹学问题，设置相关疑问，逐步引导学生完成提出问题、分析问题、建立模型、求解模型、检验并完善解法的过程，这一案例启发式（或称为问题导向方法）教学的过程可以让学生亲自参加相关模型的建立过程，让学生确实看到该模型和方法在解决实际问题中的作用，并对模型的前提与限制有了深入了解。一方面掌握相关模型方法，另一方面让学生体验了解决实际问题的全过程，学会了分析并解决类似问题的方法，深刻体会到用科学知识解决实际问题的妙处。

(三) 设疑启发法

有“疑问”是人类进一步探求真知的前提，它既能启发积极的思维，同时又是探索问题的原动力。教学中，通过引起学生的“疑问”促使学生发现新的问题，从而达到训练学生发现问题的能力的目的，同时培养学生学习中的“怀疑”精神，养成独立思考的习惯。在运筹学教学中，适当的时机，提出合理的疑问是有效启发的关键所在，它是师生交流思想的重要方式，也是启发学生主动发现问题、进一步思考问题的引信。

在讲授运筹学整数规划的“割平面法”过程中,首先通过一个较为简单的例子给大家演示了整数规划问题的最优解与相应松弛问题最优解的“空间”距离,提出问题①:能否剪刀“割”去一块没有整数解的可行域,从而让整数最优解“露”出来;继而鼓励大家讨论,提出问题②:如何表达出这样的“剪刀”;接着提出问题③:推广开来,一般情况下,这样的“剪刀”需要什么约束条件;最后通过单纯型法计算过程的联系,引导学生注意非整数最优解的小数部分与整数部分分离的可能用处,最后提出问题④:根据求解松弛问题的最终单纯型表,构造出的不等式能否充分表达出所谓“剪刀”。在这样的层层深入、步步设疑的过程中,引导学生积极思考、乐于思考,并从中获得思考的乐趣,让学生在课堂上保持兴趣盎然的学习状态,激活了学生的思维,获得“举一反三”,触类旁通的教学效果。

(四) 伏线启发法

由于学科自身特点与发展阶段的限制,运筹学中的很多典型模型方法各自成章,相互之间形式上的关联性并不强,学生在学习中往往无法从整体上把握,造成内容上的割裂与理解上的困难,而实际上这些模型方法之所以统一到“运筹学”学科中来,是有其必然性与关联性的。教师在处理教材内容时,要从整体上把握教材的知识体系以及各部分对学生能力培养的支撑关系,有明确的计划,随着教学进程逐步启发,在前端相关内容设置“伏线”,提示后文,在后端相关内容上重提前端的相关内容,响应“伏线”,引导学生掌握运筹学中模型方法的联系,加深对相关模型的本质认识,通过温习、比较、联想与融合,形成整体认知。

运筹学教学中,一条较为明显的“伏线”是运筹学解决问题的思路,即问题提出与界定-问题分析-模型构建-模型求解-解的检验与反馈的过程,这一过程对于所有运筹学模型的学习都是适合的,由此可以在教学中反复提醒学生注意,从而加深学生对相关模型的理解。另外,还存在一些“知识链条”的关联,比如运输问题模型-指派问题模型-二部图的本质相似性。

(五) 探奇启发法

随着学科的发展,运筹学的很多分支有了长足的发展,研究了一些新的,有趣的问题,相关新颖的理论方法其实与传统的模型方法息息相关,适当介绍这方面的最新研究成果对于满足学生年轻好奇的心理、拓展视野、培养学习兴趣是大有裨益的。

作者在讲授网络分析内容时,尝试引入了复杂网络理论的最新研究成果,演示了复杂人际关系网络、Internet网络、IP关联网络、蛋白质分子联系网络以及学术论文引用网络等成果(重点在用很强视角效果的典型复杂网络的拓扑图来激发学生的想象力),简单介绍了一些有趣的结论,包括世界上任何两人之间关联的“跳数”与“小世界”模型等,大大增强了学生的兴趣以及对相关模型方法实用性的认知。在此基础上,在相关内容的学习上,师生之间以及学生之间的讨论明显增多,收到良好的教学效果。

进运筹学教学的重要方法,全程应用案例式启发教学方法,将运筹学办成研讨性、开发式的课程应该是运筹学教学改革的方向,作者所在院校在这方面做出了一定的努力和尝试,取得了初步成果,学生反映良好,个别学生在随后参与的数学建模比赛中取得了优秀成绩,但要全面达到运筹学教学改革的目标还有大量的工作要做,建议在以下方面加速改革:

(1) 改革课堂教学环节,转变课程教学思路。将以“灌输”为主的课程教学改为以“引导”为主,相应教师的主要精力应放在有针对性的辅导和课堂设计上,引导学生在课堂上积极思考、勇于发言,形成一个研讨辩论式的课堂氛围,让学生在这样的氛围中逐步养成积极主动的学习态度和自主分析问题、解决问题的良好习惯。

(2) 改革考核办法,注重平时环节。将以一次性闭卷考试成绩为主的考核方式改变为多种考核手段复合计分,并加大其中的平时环节分数比重,比如平时分计60%,可包括课堂研讨表现、小论文写作、宣讲表现等方面;期末考试成绩计40%,并允许学生带入参考书进入考场。这样可有效引导学生由注重知识记忆转变为注重理解和创新。

(3) 丰富教学资源库,完善现代信息教学手段的使用。运筹学教学改革和启发式教学方法的使用都是以各类信息资源为条件的,要想达到理想效果必须具备较丰富的教学资源,包括编写适合各专业特点的教材、种类齐全难度适中的教学案例、界面友好方便实用的运筹学计算机软件以及其他的图形多媒体资源等。在此基础上,通过教师的精心设计,才能让运筹学课程教学有声有色。

总之,通过教师和学生的共同努力,在教学过程中用心准备、细心体会、真心互动,运筹学教学中启发式应用肯定更加丰富,运筹学课程也一定可以越来越精彩。

[参考文献]

- [1] 赵瑞霞,续朝霞.启发式方法在专业课教学中的运用[J].辽宁师专学报.2002,(6).
- [2] 李苏北,姜英姿,张红雷.运筹学课程建设与改革实践研究[J].大学数学.2005,(10).
- [3] 《运筹学》教材编写组.《运筹学》[M].北京:清华大学出版社.2005.第3版.
- [4] [美]J.J.摩特等主编.运筹学手册[M].上海:上海科学技术出版社.1987.
- [5] [美]Hillier. F. S/Lieberman. G. J.《Introduction to Operations Research》(第八版)[M].北京:清华大学出版社.影印版,2006.
- [6] 甘民.论孔子启发式教学的三种存在形式[J].湖南师范大学教育科学学报.2003,(5).
- [7] 孙喜梅,杨兆升.从交通需求看运筹学的学科建设[J].高教研究与实践.2003,(5).
- [8] 张润红.从整体角度对工程管理专业《运筹学》教学的探索[J].理工高教研究.2005,(2).
- [9] 胡发胜,刘桂真.国家精品课程运筹学的教学改革与实践[J].中国大学教学.2006,(7).

(责任编辑:林聪榕)

四、结论与改革设想

经过研究与实践,作者认为,启发式教学是完善与改