

■教学改革与实践

农业院校水利类专业系统工程 基础教学实践探索

张旭东 孙仕军 付玉娟

(沈阳农业大学,辽宁 沈阳 110866)

摘要:从系统工程科学的特点与主要任务出发,分析了系统工程基础教学中存在的问题,并结合教学实践从目标定位、教学方法的应用、规划求解软件的推广、多媒体课件的运用、教学效果的影响因素等方面提出了改进系统工程基础教学的策略。

关键词:系统工程;农业院校;基础教学;水利类专业

中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-4107(2015)02-0028-03

系统工程科学起源于上世纪40年代,它是一门具有高度综合性的学科。20世纪50年代以后,该门科学在军事、工业、农业、水利等领域逐步得到广泛推广应用。作为一门新兴的工程技术学科,它应用系统理论、近代数学方法、计算机技术等理论和工具来研究系统的规划、设计、组织、管理、运行、评价等问题,用以解决系统的最优化问题。

系统工程的主要任务是应用现代数学和电子计算机等工具,对系统内部元素进行分析研究,实现最优设计、最优控制和最优管理的目标。近年来,随着国家对农业、水利等基础行业的重视,系统工程理论和方法越来越广泛地应用于水利水电、节水农业、灌排管理、水资源规划、农业工程等领域^[1-4]。

本文结合作者多年教学实践和体会对本课程的教学内容、教学方法、相关软件、多媒体应用、教学效果影响因素等进行相关探讨。

一、确立“应用”导向的教学目标定位

系统工程类课程在沈阳农业大学有20余年的授课实践,目前在水利工程、农业工程、农学类专业均有开设。当前,学生对该门课程普遍反映是偏难。其主要原因,一是系统工程是一门“软”技术^[5],基础理论部分内容比较抽象;二是农业院校中大部分学生的数学功底相对薄弱,而该门课程涉及高等数学、线性代数、计算方法等

应用数学知识较多;三是系统工程应用需要良好的专业功底,实践中需要学生把专业知识和系统理论与方法密切结合起来,这对初学者来说,也是不小的挑战。

鉴于系统工程学科知识综合性强、理论要求高并且密切结合实践应用的特点,多年以来,我们把系统工程课程教学目的定位于“应用”,授课内容围绕系统工程的最基本理论,目标是要让学生能够运用系统工程的基本方法,建立数学模型和使用优化技术,解决农业、水利等相关领域的专业问题。因此,在多年授课实践中,从教材的编写、教学内容的选择、应用案例的确定等方面都遵从以应用为主的目标,强调专业知识的应用和系统分析方法两者密切结合,不可偏颇,教学例题的讲解紧紧围绕系统工程的思想、方法、技术在具体学科专业领域的应用来展开。

二、注重常规教学方法的灵活应用

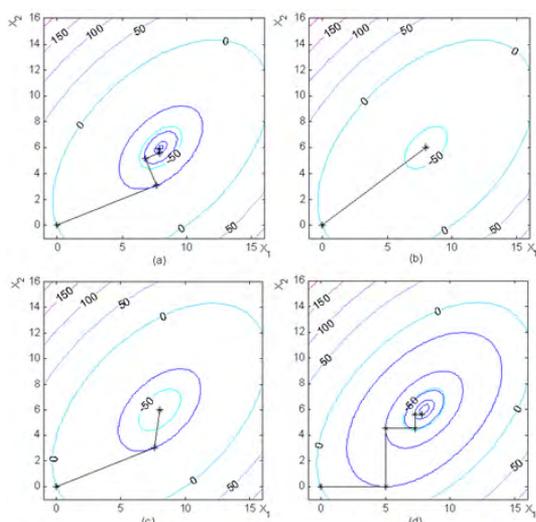
该课程最常用、最经典的教学方法是一题多讲,具体应用时分两种形式。其一为一个实际问题,部分条件(要求)稍微变化,则可建立不同的模型。例如在讲授线性规划及其应用时,涉及了单纯形法、两阶段法、大M法、对偶理论、敏感性分析等诸多内容,这些内容所对应的线性规划模型类似,并且约束条件与目标函数之间有深刻的联系,因此可以运用同一个实际问题贯穿整章内容,只不过在讲解前述内容时分别将某个条件稍加变化

收稿日期:2014-06-27

作者简介:张旭东(1979—),男,河南巩义人,沈阳农业大学水利学院讲师,主要从事节水灌溉理论与技术研究。

基金项目:辽宁高等教育教学改革研究项目“水利类本科生工程实践能力培养模式研究”(2012-1-1);沈阳农业大学教学研究项目“我校农业水利工程专业在全国同类院校中的比较优势及其内涵式发展前景研究”(2014-97)

即可。另一为同一个模型,采用不同的方法求解。如在讲授无约束非线性规划时,涉及函数极值的条件、梯度法、牛顿法、共轭梯度法等内容,可采用同一个二元二次函数非线性模型作为例题,分别用不同的方法求解,每讲完一种方法,用图形将其搜索轨迹表示出来,最后将不同的求解方法进行比较,这样每种方法的优缺点和适用条件很自然就会被学生深刻认识。图1为不同方法的求解非线性规划问题的搜索轨迹。



a.梯度法 b.牛顿法 c.共轭梯度法 d.坐标轮换法

图1 不同方法求解非线性规划问题的搜索轨迹

三、规划求解软件在教学中的应用

近年来,市场上有关线性规划、非线性规划等计算机应用软件陆续推出,对此,在教学中应该适当地予以补充讲解和应用。这样不仅能够让学生感受到计算机在求解模型方面的便利与优势,有助于学生对所学习的求解方法进行深入探讨,也能够激发学生的计算机编程兴趣,在潜移默化中把所学的理论知识同实践相结合,加深印象,使他们能够比较容易地把所学到的系统工程知识运用到以后的工作中去。目前,可以解决该问题的比较流行的软件有 Matlab、Excel、LINDO、LINGO 等。在具体教学中,可以根据专业需求重点推荐一到两种应用软件。

(一)运用 LINDO 软件求解线性规划问题

LINDO (Linear, Interactive and Discrete Optimizer) 是一个解决线性、整数规划问题的方便而强大的工具。LINDO 软件可以运用单纯形法分步骤求解,具体操作过程如下。先在最基本的窗口中输入模型,然后单击“Reports”菜单中的“Tableau”命令,在“Reports”窗口会得到一个初始单纯形表,然后单击“Solve”菜单中的“Pivot”命令,“Reports”窗口就会显示所确定的入基变量、出基

变量和枢轴元素。再次单击“Tableau”命令就会得到轴变换以后的单纯形表。以后,循环单击“Pivot”和“Tableau”这两个命令直到得到最优解。这样在“Reports”窗口内就会将用单纯形法寻求最优的过程显示出来。

在模型求解完毕后,单击“Reports”菜单中的“Range”命令,就会得到在最优解不变的情况下,价格系数的变化范围,同时也得到在最优基不变的情况下,右端常数项的变化范围。

(二)运用 Matlab 软件求解非线性规划问题

Matlab 软件是三大数学软件之一,在数值计算方面首屈一指。它具有面向对象的编程特点,初学者容易上手。在教学中,可以用其将不同的非线性规划算法轻松实现,如梯度法、牛顿法、共轭梯度法、坐标轮换法等,学有余力的学生则可以根据系统工程的原理进行创新性思维,修改已有算法或创造自己的新算法并借助 Matlab 加以实现。Matlab 还具有完备的图形处理功能,可以将各种求解方法的寻优路径反映在目标函数的等值线图上,以此来比较各种算法的优劣,让学生在探索式的学习中增加经验,增长知识,体会乐趣。

(三)运用 Excel 的“规划求解”宏

Microsoft Excel 是本科学生最常接触到的软件,其自带的“规划求解”宏可以解决线性规划、整数规划、目标规划、运输、最短路径、最大流等系统工程规划求解问题。应用时,在“工具”菜单上,单击“加载宏”。在弹出的对话框中“可用加载宏”列表框中,选定待添加的加载宏“规划求解”选项旁的复选框,然后单击“确定”。之后,Excel“工具”菜单下就会出现一项“规划求解”。然后只用在 Excel 的表格中进行目标函数和约束条件的设置,再单击“工具”菜单下的“规划求解”就可自动求解。其优点是学生对 Excel 环境非常熟悉,学得较快。

四、充分利用多媒体教学手段

(一)充分利用多媒体清晰、快速、准确地表达图形的优势

在线性规划部分,运用图解法和单纯形法作对比,加深对基本概念的认识和理解是非常重要的。如线性规划的基解、可行解(域)、基可行解、最优解的概念和它们之间的关系是整个单纯形法的基础。这些抽象概念比较难于理解,若想讲得清楚、明了,必须对其进行几何含义的描述和表达,要让学生“看得见”。再比如在讲整数规划的割平面法时,到底要选择哪条切割方程,只有用几何的方法,表现在图形上,学生才能真正认识到不同的切割方程对可行域的切割程度“深浅”不一。此时,若用

板书在黑板上画图,费时费力,且效果不好,而多媒体表达图形清晰、快速、准确的优势则可充分体现。教学实践中,几何图形要动态地、逐步地、有节奏地给出,让学生对概念、图形有一定的接受时间,切忌不注意学生们的反应,过快而且连续地演示^[9]。

(二)讲课思路应与多媒体密切配合

系统工程基础大部分的内容是用来介绍数学模型的求解方法,因此,一般情况下是按照“概念”“原理”“步骤”“示例”“几何意义”“特点”的思路来讲解。例如在讲授整数规划分枝定界法时,应先对该方法的概念和原理进行简要介绍,并举一个寻找某地最高峰的例子来帮助学生理解“定界”和“分枝”,然后讲解分枝定界法的步骤,同时结合例题讲解计算寻优的过程,该过程中应特别注意强调与各求解步骤对应的模型,最后采用几何表示的方法来说明分枝定界法的求解过程,得出其实质就是把整数规划问题转化为对应的线性规划松弛问题,并在其可行域内进行的一系列线性规划求解的过程。在多媒体课件的配合上,要求达到动静相宜的效果,并不要求每个环节都要动,而是要动静结合,动则连续、和谐、淡雅而不烦乱,静则庄重、醒目、明了而无死气。如“概念”“原理”“特点”环节的多媒体应以静为主,“步骤”“示例”“几何意义”环节的多媒体则应以动为主。

(三)课件的页面布局应紧凑合理

系统工程基础中的每一个问题,每一种方法的结构都是比较紧凑的,每个步骤之间的逻辑性比较强,课堂讲授的时候,既要注意细节问题,又要特别注意整体的逻辑关系。例如在推导不同类型的对偶问题的时候,公式较多,关系比较复杂,多媒体中课件制作中应尽量在一个页面之内完成一种类型的推导,如图2所示。课堂上逐步播放讲解,这样使学生对推导过程在整体上有了一定了解,同时,对于需要掌握的部分,在课件中用蓝色加粗字体将原型(LP)和对偶型(LD)模型重点表示出来,做到主次分明。

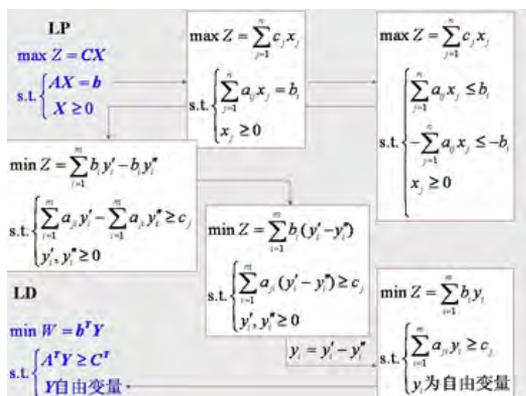


图2 多媒体课件推导布局

五、影响教学效果的因素

课堂教学效果除了与教师课前准备、课堂发挥有关以外,还与下列因素有关。

开课时间对教学效果的影响。系统工程是一门专业基础课程,学生们在学习该课程前须懂得相关专业知识。如对水利专业学生而言,在讲到规划问题数学模型的建立时,涉及灌溉排水工程学、水利工程经济等相关课程内容,如果开课学期过早,学生对灌水定额、年金现值因子等概念不了解,系统工程课程应用就无从谈起。但若本课程开课时间过晚,学生又会与本课程求解方法相关的线性代数有所遗忘。根据作者多年来授课实践,对于四年制8学期的本科专业学生来说,本课程授课学期建议设在第5学期为好。

另外,本课程对教与学的同步性要求很高,学生普遍感觉,如果课堂上不认真听,课后自学费时很多,效果却不理想。鉴于上述情况,尽量采用小班上课,在教室安排上争取在小教室上课。实践证明,大班用大教室上课的效果比小班用大教室上课的效果要好。这些虽然看似细枝末节,但是对教学效果却有相当的影响。

系统工程的原理和方法对提高农业院校本科学生的整体观、系统观和应用能力培养是十分重要的。本文针对目前教学中存在的问题,从教学内容和方法、规划求解软件的引进、多媒体的运用、教学效果的影响因素等多个方面进行了论述和分析,此外,还可以充分利用网络课程平台,课堂教学与课后网络辅导相结合,调动学生自主学习的热情和动力,综合提高系统工程课程教学效果。

参考文献:

- [1]刘肇祯.灌排工程系统分析[M].北京:中国水利水电出版社,2010:14.
- [2]尚松浩.水资源系统分析方法及应用[M].北京:清华大学出版社,2006:8.
- [3]王先甲.水利水电系统工程的研究现状及发展趋势[J].武汉水利电力大学学报,2000,(1).
- [4]陈青春,欧志强.节水农业与农业系统工程[J].农机化研究,2006,(12).
- [5]钱学森.论系统工程[M].长沙:湖南科学技术出版社,1982:16.
- [6]刘晓宇,王洪来,明霞.多媒体辅助教学在高等教育中的选择性应用[J].高等农业教育,2010,(10).