

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2021.03.012

基于实践与程序设计的“离散数学” 教学改革探讨

李冬梅, 刘莎

(湖南科技大学 数学与计算科学学院, 湖南 湘潭 411201)

摘要:以提高教学质量为总目标,以夯实基础、开阔视野、培养创新实践能力为出发点的教学改革理念,将离散数学课程知识与计算机编程紧密联系起来,设计并充分利用实践教学环节,从教学内容、教学方法、考核形式等方面对“离散数学”课程教学进行一系列改革探索,不仅增加了课程的应用性,也提高了学生的综合实践能力。

关键词:离散数学;计算机程序设计;教学改革;实践能力

中图分类号:G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-5884(2021)03-0063-05

1 背景及现状分析

“离散数学”是研究离散对象及其相互间关系的一门学科,它是计算数学、信息和数字化等学科的基础,也是计算机和密码学等专业的核心课程之一。该课程在培养大学生抽象思维、逻辑推理及解决问题的能力方面起着非常重要的作用^[1]。

“离散数学”课程内容丰富、涉及面广,主要包含数理逻辑、代数系统、集合论和图论四个部分^[2]。近年来,部分高校的“离散数学”课程教学中,还增加了组合数学方面的内容。由此看出,离散数学是一门综合了多门数学课程的学科,具有概念多、抽象度高和逻辑性强等特点。正因为这些特点,教师在讲授离散数学课程时,容易把重心放在讲解理论知识和训练逻辑表达上,而忽略其

课程知识的应用。这种重知识轻应用的教学,往往会导致学生在学习过程中遇到许多问题:(1)无法很好地串联各分支知识。由于本课程内容多且杂,学生在学习初期不仅会感到不知为何而学,被动地接受知识,常常“学了后面忘了前面”,难以在头脑中形成较完整的知识体系,而且还会感到数学知识抽象难懂,无法很好地吸收课本知识^[3]。(2)学生难以将书本知识与其具体应用联系起来。学生面对丰富的学习内容,常常忙于应付,无暇思考如何应用书本知识去解决实际问题。这样,学生将无法意识到“离散数学”课程的重要性,缺乏学习的能动性和热情,任课教师也得不到期望的教学效果。基于上述情况,笔者实地走访了我校几个开设该课程的专业,调查学生关于离散数学实用性的看法,调查结果见表1。

表1 学生对于离散数学课程实用性看法调查统计

单位:%

专业	调查结果		
	认为课程无用	认为课程有用,但不会用	认为课程有用,并且懂得如何运用
信息与计算科学	31	52	17
计算机科学	35	54	11
数学与应用数学	39	49	12

收稿日期:2018-10-13

基金项目:国家自然科学基金面上项目(11871207);2019年湖南省普通高校教学改革研究项目(2019-291-477)

作者简介:李冬梅(1979-),女,湖南邵阳人,教授,博士,主要从事代数与符号计算方向的研究。

从表1可以看出,每个专业都有超过30%的学生认为学习“离散数学”课程无用;每个专业有大约50%的学生认为学习“离散数学”课程有用,但不知道如何运用知识。这说明有1/3的学生不知道为何学这门课程,意识不到“离散数学”课程的重要性,更谈不上应用;有1/2的学生能体会到“离散数学”的重要性,却无法应用。由此看出,大部分学生无法将理论知识运用到实际生活中。这也从一定程度上说明,要提高“离散数学”的教学质量和效果,可以从理论知识与实际相结合入手,缩减逻辑表达训练,寓教于生活,激发学生学习兴趣;提高学生的实践应用能力,让学生亲身体会到学有所用,意识到“离散数学”课程的重要性,从而增强学生的学习信心,以达到理想的教学效果。

2 离散数学课程教学改革理念

基于以上调查分析和笔者多年的教学经验总结,本文提出以培养实践应用能力为总目标,以夯实基础、开阔视野、培养创新实践能力为出发点的教学改革理念,对“离散数学”课程进行一系列改革,主要包括教学内容、教学方法和考核形式的改革。

紧紧围绕“让学生学以致用”的目标,优化教学内容,让学生能学到“够用”的知识,利用生活实例和程序实现将抽象知识具体化,加深学生对知识的理解。更进一步地,通过创新实践让学生发挥主观能动性,主动而目标明确地汲取知识,学习如何运用知识解决实际问题,做到“能用、会用”。这样,学生既提高了创新实践能力,又体会到离散数学的重要性和实用性,让离散数学知识“学有所用”,其改革整体框架如图1所示。

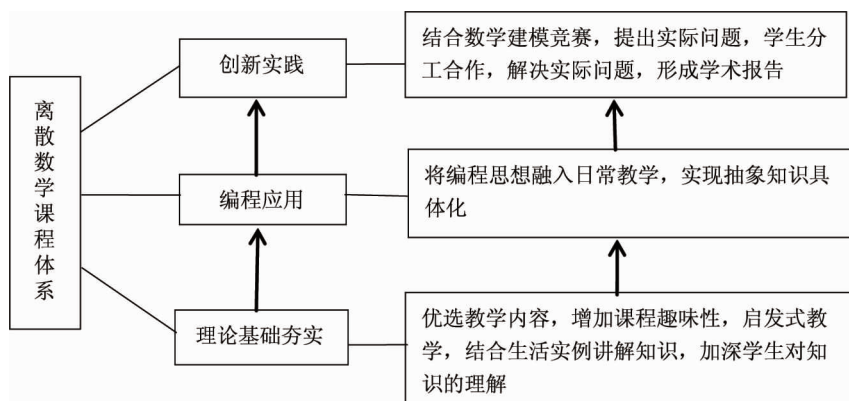


图1 “离散数学”课程教学改革框架

3 “离散数学”课程教学改革路径

3.1 教学内容改革

“离散数学”教学内容涉及面广,主要包含集合论、图论、数理逻辑和代数结构四个独立分支。面对如此丰富的教学内容,一味地求全、求多是不可取的。俗话说“贪多嚼不烂”,我们并不希望看到学生疲于应付,无暇思考,抓不住重点,所以教师应当如何选择合适的授课内容是值得研究的。为此,笔者提出以知识“够用”为原则,以编程实现为主线的教学体系。在教学中减少抽象、理论性较强又不具普遍意义的内容,增加趣味性、实用性内容,精讲、详讲重难点内容,并将重点内容与程序应用案例结合起来。

(1)保持知识体系的系统性,优选教学内容,减少理论性。在选取教学内容时,应体现数学素

养和创造能力的培养,保留离散数学中“必须”且“够用”的知识,特别是有利于培养学生抽象思维和逻辑推理能力的知识点,减少部分定理的复杂证明和部分抽象的逻辑推理^[4]。例如,集合论部分主要介绍集合的运算、笛卡儿积的概念与运算以及二元关系的定义与运算,减少一些复杂的定理证明讲授。

(2)适当穿插有趣的数学问题。“离散数学”实际上是一门非常有趣的课程,其理论大部分源于生活实际,每部分都包含许多非常有意思且具有实际生活背景的数学问题。如图论起源于哥尼斯堡城的“七桥问题”,即如何从哥尼斯堡城的一块陆地出发,不重复地经过连接四块陆地的七座桥,再回到原地。1736年,著名数学家欧拉利用欧拉图分析并证明这是不可能做到的,从而奠定

了图论的基础。此外,还有四色问题、哈密顿问题、迷宫问题、博弈问题等都与生活密切相关,也促进了图论的进一步发展。这些问题看起来简单有趣,能引发人们跃跃欲试,但在最初解决问题时却花费了人们大量的时间。那么在讲授相关知识时,可以先引入这些问题,让学生置身于这些情景中,并主动思考,在数学问题中找到乐趣,体会到离散数学的重要性和趣味性。除此之外,还可以适当加入一些思维游戏,激发学生学习兴趣。

(3)增加与计算机编程密切相关的内容,培养学生的程序设计能力。计算机的普及以及蓬勃发展正对人们的生活和学习产生极大的影响,在“离散数学”课程中引入计算机编程相关内容,是现代化教学的必然趋势。这不仅有助于学生理解抽象知识,而且有益于提高学生设计程序的能力。而在程序设计中,应用离散数学的相关知识,能对程序起到简化的作用。所以,离散数学与计算机编程的结合,能达到“共赢”。例如,在离散数学中增加求和、初等数学、网络优化、逼近等程序设计中的常用内容,能够提高学生的程序设计能力。再者,教师可以提出一些程序设计案例,将离散数学的知识运用到程序设计当中。如下面的排列问题,如何将1到20排成一排,且相邻的两个数相加是素数,而第一个与最后一个数字相加也是素数。这个问题实际上可以转化成哈密顿回路,将数字比作城市,将相邻二数之和为素数比作连通性^[5]。这样,学生就可以利用哈密顿图的理论知识简化程序,既较好地理解了离散数学的知识,又提高了计算机程序设计能力。

(4)结合全国大学生数学建模竞赛,增加实用性内容。所谓数学建模,就是利用数学知识和数学方法抽象地刻画实际问题,是解决实际问题的有用工具^[6]。数学建模竞赛是让一组学生(3人)在3天的时间内,开放思维,自主思考,建立数学模型,并通过计算机编程解决一个官方给定的实际问题。我们可以整理近20年数学建模竞赛的试题,梳理出其中可以利用离散数学知识解决的问题并归纳分类,如最短路径、线性规划和一些优化问题,这些可以利用离散数学中的最短路径和最小生成树等相关知识解决。将数学建模中的这些问题,布置成开放性课程作业,让学生有效地应用、分析和综合离散数学的知识,解决实际问题。学生之间可以合作交流,共同完成作业。进

而,还可以让学生将数学建模中的问题进行类比拓展。例如,最短路径优化问题可以拓展到高速铁路线路规划和西气东输工程管道布置、最优二叉树问题可以拓展到信息编码中的霍夫曼编码等。任课教师可以选定一类问题,让学生在感兴趣的应用领域进行调查研究,包括网上查找资料、实体调查、论坛自助等,并利用程序将其具体实现出来,提高学生发现问题、分析问题、解决问题的能力以及创新实践能力。学生在交流学习和自主学习下获取的知识与信息量之多,是单纯的课堂教学所无法比及的。

3.2 教学方法改革

提高一门课程的教学质量,不仅依赖于教学内容的改革,教学方法的改革与完善也同样非常重要。及时更新教学理念,将现代教学理念融入传统教学,是现代化教学的基本要求^[7]。传统的教学方式以教师为中心,灌输式教学,学生被动地接受知识,缺乏独立思考。而现代教学理念提倡启发式教学,以学生为中心,鼓励学生独立思考。所以,笔者在“离散数学”课程的日常教学中融入了启发性、应用性等现代教学理念。

(1)启发式教学。启发式教学从实际问题出发,利用多种办法,致力于启发学生思维,充分调动学生学习的积极性和主动性,摆脱枯燥的教学方式,让学习生动活泼起来。其核心在于情景预设,将学生的思维拉到真实的生活场景中,引导学生发现问题、提出问题、分析问题,由学生大胆猜想验证,形成知识体系。例如,逻辑推理部分,可以联系生活实际中的民事案件,让学生分别扮演案件中的角色,再推理得出结论。在讲授欧拉图时,引入经典的“七桥问题”,假设学生是哥尼斯堡城的居民,作为城堡中的一员,自然跃跃欲试。我国古代著名教育学家孔子曾说:“不愤不启,不悱不发。”在学生百思不得其解时,方可引导学生将问题转换成“一笔画”问题继续研究,启发学生总结思考图形特点,进而得到欧拉图的概念与性质。这样的启发式教学,会让学生有醍醐灌顶之感,教学效果显著。相比传统的“填鸭”式教学,学生更能积极主动地思考问题,激发起学习兴趣,顺其自然地了解到知识的形成过程,在轻松自然的情况下掌握知识。

(2)结合生活实例教学。对于本课程中一些抽象的概念,可以联系生活实例,将其具体化,并

生动形象地展现出来,以助于学生理解。例如,数理逻辑部分,很多学生都无法理解蕴含式 $A \rightarrow B$ 的真值赋值情况,即为什么只有在前件 A 为 1、后件 B 为 0 时,蕴含式 $A \rightarrow B$ 的真值为 0,其余情况皆为 1。其真值如表 2 所示。

表 2 蕴含式 $A \rightarrow B$ 的真值

A	B	$A \rightarrow B$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

对于这个抽象的知识点,我们可以结合学生身边事例进行讲解。假设学生甲与学生乙做如下约定:如果甲通过了大学生英语四级考试(以下简称四级),就请乙吃饭,那么会出现如下 4 种情况:①如果甲没有通过四级,也没有请乙吃饭。那么甲没有违反约定,真值为 1。②如果甲没有通过四级,但甲因为其他高兴的事请了乙吃饭。明显甲没有违反约定,真值还是为 1。③如果甲通过了四级,但却没有请乙吃饭。那么甲违反了约定,真值为 0。④如果甲通过了四级,知道成绩后,甲高兴地请乙吃了饭。那么皆大欢喜,甲信守承诺,真值为 1。通过这样的生活实例讲解知识,做到了将抽象知识具体化、通俗化。而且像“通过四级请吃饭”这样的案例在大学生中是较为常见的,容易引起学生的关注,激发学生的学习兴趣。

(3)将编程思想引入日常教学中。数学课程中计算随处可见,本课程中也有一些较难的、计算量大的知识。为了学生能更好地理解应用这些知识,可以让学生利用计算机编程,设计出能将计算结果直接呈现出来的软件。这样不仅减少了学生的计算负担,而且增加了内容的实用性。例如,求一个连通图中长度为 k 的通路数与回路数,可以通过求邻接矩阵的 k 次幂来计算。但矩阵的乘法计算量较大,所以可以让学生利用 Matlab 软件进行编程实现。又如,范式是数理逻辑中的一个抽象概念,范式的计算对于学生来说也是比较复杂和“头痛”的,那么可以让学生利用编程思想,开发设计出一个命题公式的主析取范式或主合取范式生成器,在计算机上直接得到范式计算的结果。进一步地,可以将命题公式与生活中的实际推理联系起来。首先将实际命题符号化,再利用命题

公式在范式生成器中直接得到计算结果,判断结果关于推理形式结构公式的类型,从而判断出该生活实际问题的推理是否正确。这样,一方面,学生可以切身体会到离散数学知识的实用性,能够解决生活中的实际问题;另一方面,学生在程序开发设计过程中也提高了编程能力,做到了数学思维与编程能力的友好结合。

(4)增加实践教学环节。为培养学生的创新能力,提高学生解决实际问题的能力,让学生深刻理解离散数学知识,笔者提出在“离散数学”课程教学中加入实践环节,主要包括课程实验和课程设计。我校“离散数学”课程属于大班教学,每个班超过 100 人,目前有 5 个专业开设了该课程。面对不同专业的学生,该课程的实践教学实行了分层次教学,大致分为验证层实验、综合应用层实验和课程设计三个层次。①验证层实验要求学生应用离散数学的基础知识,对该课程的一些基本问题设计算法并完成相应的编程。②综合应用层实验要求较高,要求学生将离散数学课程知识和其他学科相结合,解决一些较为复杂的问题,如数学建模竞赛试题的设计等。③课程设计要求更高,是针对学有余力、兴趣浓郁的学生而设计的。教师选定几类问题,学生需要在感兴趣的应用领域自行设计课题,建立模型,完成实验,形成学术报告。例如,线路规划问题,学生可以选择某个城市的旅游路线规划,针对旅行者不同的需求,设计不同的旅游路线;也可以选择高铁道路规划问题,根据各个城市的交通需求,设计出合适的高铁路线;还可以选择为快递公司设计合适的快递路线等。

3.3 考核方式改革

“离散数学”课程内容多,知识分散,理论性强。学生在单独学习每一章节时,可能都掌握得不错,但需要综合多章节内容时往往会造成知识混乱。而在实际运用中,常常需要综合应用知识来解决问题。所以,在平时的教学环节中,可以加入实践作业和课程设计,让学生“动手”,综合应用知识解决实际问题,加深学生对离散数学知识的理解。传统的“离散数学”课程考核中,大多数只注重期末考试。有部分学生对知识的理解并不到位,但通过“死记硬背”做题方法及定理,也背出了高分,这显然是不科学的。为让学生更好地理解课本知识和充分体现学生的学习能力,一方

面,笔者将平时的实践作业与课程设计加入课程考核范围,占最终考核成绩的40%;另一方面,进行试题改革,将试题与更多生活实践联系起来,贴近学生的生活,让数学“更接地气”。

4 结语

离散数学在计算机、信息等领域有着广泛的应用,也是其他相关专业的专业基础课。所以,我们在探索“离散数学”课程改革时,充分考虑了计算机编程与离散数学之间的联系,从教学内容、教学方法和考核方式等方面进行了分析探讨,在日常教学中设计实践环节,不仅增加了课程的应用性,也提高了学生的综合实践能力。实践证明:让学生在实践中理解并综合应用知识,不仅能加深学生对离散数学知识的理解,也减少了学生畏难与厌烦的情绪,发挥了学生的主观能动性,教学效果显著。这样,学生不仅掌握了“离散数学”课程的基本知识,也学习了程序设计知识;既开拓了创

新思维,又提高了研究能力,对于他们继续深造有很大帮助。

参考文献:

- [1] 唐剑峰,高珍,黄杰.离散数学教学改革探索[J].计算机教育,2018(6):65-67.
- [2] 杨思春.离散数学课程教学改革与实践[J].计算机教育,2018(6):83-85.
- [3] 唐新亭,张晓峰,杨洪勇.新工科教育中离散数学教学改革探讨[J].实验技术与管理,2018(5):211-213.
- [4] 文海英,廖瑞华,魏大宽.离散数学课程教学改革探讨与实践[J].计算机教育,2010(6):100-103.
- [5] 张小峰,蔡春波,李秀芳,等.基于程序设计能力培养的离散数学教学改革[J].计算机教育,2015(2):44-47.
- [6] 赵凌.从数学建模活动谈高校数学教学改革[J].计算机教育,2001(4):61-63.
- [7] 刘玉良,时立文.高校数学课程教学改革存在的问题与对策[J].中国成人教育,2007(7):148-149.

Discussion on Reform of “Discrete Mathematics” Based on Practice and Program Design

LI Dongmei, LIU Sha

(School of Mathematics and Computing Science, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: This paper proposes a teaching reform idea with the overall goal of improving the education quality and the starting points of reinforcing the foundation, broadening horizons and cultivating innovative practical ability. Combining the course knowledge of “Discrete Mathematics” with computer programming, the paper designs and makes full use of practical teaching to conduct a series of teaching reforms of “Discrete Mathematics” on the teaching content, teaching methods and examination methods, which not only increases the application of the course but also improves students’ comprehensive practical ability.

Keywords: Discrete Mathematics; computer program design; teaching reform; practical ability

(责任校对 龙四清)