

基于应用型人才培养的大学数学课程体系与教学方法改革

陈 秀 张 霞*

应用型本科教育的目标是培养具有较强社会适应能力和竞争能力的高素质应用型人才,要求各专业紧密结合地方特色,注重学生的实践能力,重在“应用”。我院作为应用型示范本科高校,在人才的培养方面,借鉴德国应用科技大学的培养模式,很多专业都实行了模块化教学改革。

模块化教学改革是以专业能力培养为目标,注重教学内容的实践性和应用性,要求改变传统的以知识输入为导向的课程体系为以知识输出为导向(从能力分解出发)的模块体系。大学数学课程是各类本科专业的专业基础课程,因此,各专业在制定模块化人才培养方案、对专业能力进行分解时,都把大学数学课程作为专业能力分解的基础模块。根据各专业的人才培养目标,按照“以实际应用为目的,以专业需求为导向,以案例教学为主线,以数学软件为工具,以自主学习为特色”的改革思路,我们对大学数学系列课程也实施了模块化教学改革。

一、建立大学数学课程模块化教学体系

针对我院不同专业的人才培养方案的能力结构和知识结构对于大学数学课程的深度和广度的要求,依据“以应用为目的”的原则,同时参照国家最新制定的“工科类本科数学基础课程教学基本要求”,根据模块化教学的涵义,确定了大学数学课程模块化体系改革的基本原则为:“横向分类,纵向分级”。

横向分类是指:大学数学教学为专业教学服务,要满足专业课程教学内容的需要。首先根据工科、经管和文科类专业的需求,我们将大学数学分为三大类:工程应用数学、经管应用数学和数学素养;然后对于不同的专业,在制定数学模块内容时,首先根据该专业人才培养能力要素的分解,归

纳出该类专业课程中所需的数学知识点,并切实地与专业课教师进行沟通,对数学知识点进行优化整理,使制定的数学模块涵盖该专业所需的数学知识点。

纵向分级是指:我们根据数学自身的特点和内在联系,将大学数学课程分成五级模块,这些模块之间是层层递进的,不同的专业可以根据自身的需要来选择,为专业需求提供了选择和发展的空间。

按照这个思路,我们建立如下的大学数学模块化教学体系:

(1)模块类型(见下页)

2. 构建大学数学课程模块化教学模式

在确定了每个模块教学内容的基础上,我们按“能力、知识、素质”三个要素,对每个模块进行分解,将每个模块分解为理论学习、实践学习和自主学习三个环节。理论学习主要培养学生的数学能力如:计算能力、逻辑推理能力、空间想象能力、数学建模能力等;实践学习主要是培养学生数学创新能力、应用数学软件的能力等;自主学习主要是引导学生拓展思维空间,培养学生自主分析问题、自主解决问题的能力、团队合作能力等。这三个环节的学习是互相渗透,互相补充,相辅相成的。

以工程应用数学 A 为例,我们是这样设计的:
理论学习

能力培养要求:(1)计算能力:能熟练计算函数的极限;求函数的导数,微分;计算定积分;解微分方程。(2)逻辑推理能力:能用所学的知识分析推理相关的问题;(3)初步的数学建模能力:能利用所学的数学知识对一些简单实际问题建立数学模型,并求解,在此基础上,进一步分析结果。

具体教学内容:一元函数微积分、微分方程

* 陈秀,女,合肥学院副院长、数理系主任、教授;张霞,女,合肥学院数理系教授。

工程应用数学模块	模块名称	模块编码	理论学时	实践学时	自主学习学时	开设学期	学分	主要内容
	工程应用数学 A	M071000	72	8	60	1	5	一元函数微积分、微分方程
	工程应用数学 B	M071100	80	8	66	2	5.5	多元函数微积分、级数
	工程应用数学 B(电子)	M071101	96	16	72	2	6	多元函数微积分、矢量分析
	工程应用数学 B(生物)	M071102	72	8	60	2	5	多元函数微积分、线性代数基础知识
	工程应用数学 C	M071200	40	8	36	1 或 3	3	线性代数的基本知识
	工程应用数学 C(工管)	M071201	56	8	48	3	4	线性代数的基本知识、线性规划的基本知识
	工程应用数学 D	M071300	40	8	36	3 或 4	3	概率论与数理统计的基本知识
	工程应用数学 D(生物)	M071301	48	16	48	3 或 4	4	概率论与数理统计的基本知识、相关统计软件的使用
	工程应用数学 E	M071400	80	16	72	3	6	复变函数与积分变换、级数
经管应用数学模块	经管应用数学 A	M071001	56	8	48	1	4	一元函数微积分、微分方程
	经管应用数学 B	M071103	72	8	60	2	5	二元函数微积分、级数、概率论与数理统计的基本知识
	经管应用数学 C	M071202	40	8	36	3	3	线性代数和线性规划的基本知识
数学素养模块	模块名称	模块编码	理论学时	实践学时	自主学习学时	开设学期	学分	主要内容
	数学素养 A	M071002	48	8	42	1	3.5	一元函数微积分、矩阵的基本知识
	数学素养 B	M071104	48	8	42	2	3.5	概率论与数理统计的基本知识、逻辑初步

(2) 模块选择及其适用专业

模块选择	适应专业大类
工程应用数学 A+B+C+D	化工类、机械类、计算机科学与技术、网络工程、土木工程等专业
工程应用数学 A+B(电子)+C+D+E	电子信息大类
工程应用数学 A+B+C(工管)+D	工程管理专业
工程应用数学 A+B(生物)+D(生物)	生物工程、环境工程、食品科学与工程、生物技术专业
经管应用数学 A+B+C	经济类、管理类、旅游类
数学素养 A+B	教育类、建筑学、艺术类

实践学习

能力培养要求:(1)能将专业问题转化为数学问题,并给予解决;(2)学会查阅资料,阅读文献;(3)能灵活运用所学的知识解决较复杂的数学问题,增强思维的灵活性,提高数学创新能力;(4)学会使用相关的数学软件,如:matlab,mathtype等。

具体实践内容:(1)案例分析:微分学在专业上的应用、积分学在专业上的应用、微分方程在专业上的应用;(2)操作应用:微分学积分学各安排二次数学实验;(3)模块深化:探求与模块内容相关的“综合提高题”;(4)专题研究报告:研究与模块内容相关的专题,完成综合性、拓展性的大作业。

自主学习

能力培养要求:(1)自主分析、解决问题的能力:能够自主学习相关知识,在老师的引导下,解决相关的实际问题;(2)团队合作能力:能够参与小组合作学习,与团队的其他成员之间能够进行良好的沟通和交流;(3)口头表达能力:能用数学的语言简明扼要地汇报学习任务和学习成果;

具体学习任务:(1)查阅资料,阅读文献,完成关于微积分历史发展的综述报告一份。(2)自主地运用所学知识、相关数学软件解决一、二个实际问题。

这三个环节的教学可以加深学生对数学理论的理解,提高学生分析问题和解决问题的能力,加强数学跟专业的交叉与渗透,突出“用数学”能力的培养。从而实现了由知识传授为主向能力培养为主的转变,由教师为主导向以学生为主体的转变,由以授为主向以导为主的转变,学生由被动依赖向研究型学习的转变的“四个转变”。

3. 实施突出“应用”特点的教学方法改革

(1)采用案例教学法。注重给学生提供更多的自由发挥、自主学习的机会,在课堂上老师更多地与学生进行讨论,结合专业或实际案例,启发学生去探究问题,使大学数学的教学更好地服务于专业,体现应用型人才培养的特点。

以“数列的极限”教学为例:一般教学都是通过观察一个特定的数列 $\{x_n\}$,当 $n \rightarrow \infty$ 时,通项 x_n 的变化趋势,进而引出极限的概念,这样的教学平淡而呆板,不能激发学生的学习兴趣。我们在处理这部分教学内容时,是安排了一个关于药物在

人体内代谢的应用性案例:某患者每日需注射一次某种药物,每次注射10个单位,药物在人体内发生化学变化,其含量不断衰减,半衰期(即药物含量减少到半数的时间)约为6小时,问(1) n 日之后,在注射之前,人体内的药物含量为多少?(2)对(1)的结果进行分析。对于第一个问题,学生利用中学学过的有关数列的知识,不难得出数

列 $\{a_n\}$ 的通项为 $a_n = \frac{(\frac{1}{2})^4 \cdot 10 \cdot [1 - (\frac{1}{2})^{4n}]}{1 - (\frac{1}{2})^4}$,其

中 a_n 为第 n 日($n > 1$)后,在注射之前,人体内的药物含量。在此基础上,引导学生对(1)的结果进行分析,由于 $(\frac{1}{2})^{4n} > 0$,所以无论 n 取何值,总有 $a_n <$

$\frac{(\frac{1}{2})^4 \cdot 10}{1 - (\frac{1}{2})^4} = \frac{10}{15}$,又由于 $1 - (\frac{1}{2})^{4n} \geq 1 - (\frac{1}{2})^4$,所以

无论 n 取何值,总有 $a_n \geq (\frac{1}{2})^4 \cdot 10 = \frac{10}{16}$ 。因此,

在每日注射之前,人体内的药物含量总是在 $\frac{10}{16}$

$\frac{10}{15}$ 之间。而且当 n 的值越来越大时, $(\frac{1}{2})^{4n}$ 越来越

接近于0,于是 a_n 的值越来越接近于 $\frac{10}{15}$,也就是

说,当 n 的值无限增大时,数列 $\{a_n\}$ 以常数 $\frac{10}{15}$ 为极限。这就说明当长期注射某一种药物时,人体内的药物含量基本保持在某一定水平。

这样,将数列极限的概念、极限的性质等知识融入于分析和解决这个案例的过程中,通过这个案例的学习,学生掌握关于数列极限的基本知识,并且会用极限的观点来解释一些实际生产和生活中的问题。

对于同一个知识点,结合不同专业的专业背景,可以选择不同的案例作为载体来开展教学。以“微分方程”为例:我们在环境工程专业教学安排的是水污染问题:设合肥巢湖的正常水量为 V (体积),国家环保指标规定湖中所含的污染物含量不得超过 m_0 ,2011年底经测定,湖中所含污染物的含量已经超标5倍。(为治理湖水污染,2012年市政府对筲箕湖进行了大面积的清淤)假设每

年流入湖内的清净水为 $\frac{V}{6}$,流入湖内的污水为 $\frac{V}{6}$,每年流出的湖水水量为 $\frac{V}{3}$,如果不进行清淤,从2012年初起,限定排入的污水所含污染物的浓度不得超过 $\frac{m_0}{V}$,问至少要经过多少年,湖中污染物的含量才能达到国家规定的标准?(设湖水中的浓度是均匀的);生物专业教学安排的是传染病模型:设某种传染病在某地区传播期间其地区总人数 N 是不变的,开始时染病人数为 x_0 ,在 t 时刻的染病人数为 $x(t)$ 。假设 t 时刻 $x(t)$ 对时间的变化率与当时未得病的人数成正比(比例常数 $r>0$,其表示传染给正常人的传染率),试建立传染病的数学模型;土木专业教学案例安排的是悬链线问题:实际生活中,随处可见的成排的柱子间两两连以铁链,那么自然下垂的铁链形状是什么曲线?化工专业教学案例安排的是浓度问题:一容器内盛有100升清水,现以3升/分的速度注入浓度为2克/升的盐水,同时以2升/分的速度抽出混合均匀的盐水。试求20分钟后,容器内的含盐量是多少?

(2)安排综合性作业。根据每个模块的实践学习和自主学习的目标,我们安排一些综合性作业,改变原来作业比较单一、多是数学知识的简单、直接应用的情况,要求学生提供案例分析报告或综述报告,作业的综合性和设计性变强,学生分析问题和解决问题的能力得到有效的锻炼,提升了学生的用数学和数学语言表达能力。以工程应用数学A模块为例:我们结合学习内容安排了3次作业任务:①完成关于微积分历史发展的综述报告一份;②完成一元微积分在工程上的应用研究一份;③完成案例分析报告一份(案例内容可以从:函数的连续性、微分的应用、微元法、微分方程等知识点中选一)。

(3)重视实践环节的教学。通过matlab、Lingo、Mathematica等数学软件的学习和应用,大大开阔了学生的视野,提高了学生的应用数学知识与计算机解决实际问题的能力,将数学知识、数学建模与计算机应用三者有机的融为一体,注重学生的主体地位,激发了学生自觉学习的兴趣,提高了学生自觉地获取新知识和创新能力。以工程应用

数学B模块为例:我们要求学生利用matlab完成曲线拟合、重积分与数值积分以及 π 的近似计算等学习任务。在教学中,对于每个模块安排的实验任务、案例分析任务都要求学生利用matlab完成,将数学软件的学习贯穿于整个大学数学模块的学习过程中。

(4)改革考核方式。考虑到重需求、重个性的应用型人才培养要求,我们果断地将过去统考、统考的教考分离的考核方式,转变为“N+2”的过程考核方式。具体操作办法是:一是增加模块导论课,明确学习任务。把专业人才培养方案对各数学模块的要求细化为具体的知识点,各模块的理论学习、实践学习和自主学习的学习任务,在第一节就告知学生;二是针对学习内容,在学习过程中设置N次过程考核,过程考核的形式灵活多样,结合每个模块安排的综合性作业和实践作业,制定不同的考核方式。对于每一次综合性作业和实践任务,我们要求学生以小组为单位来完成,每组3-4人,每次作业要进行汇报、答辩,根据作业提交的质量、汇报答辩的情况,综合给出成绩,作为N中的一项。以工程应用数学A模块为例:其考核方案($N=4$)是:①微积分综述报告一份(占15%);②案例分析报告一份(占15%);③专题研究报告(一元微积分在工程上的应用)一份(占10%);④实验报告一份(利用matlab计算定积分)占10%;⑤笔记占10%;⑥期末考试占40%。

4. 大学数学课程教学改革的效果

通过模块化教学改革,使我院的大学数学类课程体现“联系实际,结合专业,注重应用,重视创新,发展能力”的特色。一方面使学生在抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力、分析解决问题能力、建立基本数学模型能力以及应用数学软件进行数值计算和基本数学实验能力等数学基本能力方面获得提升;另一方面使数学更好地服务于不同专业,培养和提高学生应用数学知识解决专业问题的能力、将专业问题转化为数学模型的能力、应用数学软件解决与专业相关的数学问题的专业能力,加强学生的动手能力和实际操作能力,在此基础上提高综合分析问题、独立处理问题、创新解决问题、适应社会快速发展和就业市场不断变化的学习能力和创新能力。

学生是教学改革的主体,是教学(下转第21页)