

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2020.06.023

# “分类分层、课赛结合、服务专业”的高职数学教学改革及实践

段振华<sup>1</sup>, 邱德华<sup>2</sup>

(1.广州铁路职业技术学院 基础课部, 广东 广州 510430; 2.广东财经大学 统计与数学学院, 广东 广州 510320)

**摘要:**针对高职数学教学中两种倾向形成的三个关键问题, 依托四项省市课题, 设计并重构分类分层的教学内容, 搭建课赛结合的机制, 形成以学生为主体的教学模式, 通过线上线下教学手段, 全面提高学生数学应用能力, 实现精准服务专业的教学改革目标。

**关键词:**分类分层; 课赛结合; 服务专业; 教学改革

**中图分类号:**G642.3      **文献标志码:**A      **文章编号:**1674-5884(2020)06-0138-06

高等职业教育具有高等教育和职业教育双重属性, 高等教育属性确立了高职数学开设的必要性, 职业教育属性奠定了高职数学必须为专业服务, 与专业课程一道作用于培养高素质技术技能人才这一育人目标。然而, 高职数学教学实践中存在两种倾向: 一是高职数学教学固守学科完备性、严谨性, 将大部分时间用在培养学生的思维能力上, 缺乏对学生应用能力的培养, 忽视学生的差异, 脱离职业教育的实际需求; 二是在强调高职教育职业性过程中, 混淆中职与高职的界限, 忽视高职数学课程的作用, 缩减教学课时。针对高职数学两种倾向带来的服务专业不够精准、课程内容同质化明显、传统教学模式难以激发学生内驱力三个关键问题, 依托二项省级课题、二项市级课题, 实施了“分类分层、课赛结合、服务专业”的高职数学教学改革及实践。

## 1 高职数学课程存在三大关键问题

### 1.1 服务专业不够精准

一方面, 由于高职院校对专业课的重视, 忽视高职数学在人才培养中的作用, 学时不断压缩, 如

部分工科专业开设 64 学时, 管理类专业只开设 48 学时; 另一方面数学课程定位不准、认识存在偏差, 教学与专业联系不紧, 与人才培养目标结合不够, 没有基于为专业服务来进行教学, 造成高职数学与专业教学相脱节。前者是导致高职数学教学效果不理想、课程作用得不到充分发挥的直接原因, 后者则是导致教学效果不理想、课程作用得不到充分发挥的深层原因。

### 1.2 课程内容同质化明显

开设课程单一, 仅开设必修课“高等数学”, 内容是本科的压缩型, 具有系统性、严谨性、抽象性的特点, 教学的重点仍在演绎、推理, 不同专业、不同基础的学生学习内容大同小异。58% 的学生感到学习困难的原因是理论抽象、计算复杂, 认为高职数学是一门抽象、枯燥、远离实际的课程。

### 1.3 传统教学模式难以激发学生内驱力

基本采用以“教师、教材、传授知识”为中心的传统教学方式, 过分追求课程的逻辑严谨和体系系统化, 课堂单调、沉闷, 学生始终是被动接受。教学中, 教师根据课时计划, 对内容只做简单的删减压缩、淡化较难的理论、删减难题, 既与专业脱

收稿日期: 20191231

基金项目: 广东省教育科研“十二五”规划研究项目 (2013JK247)

作者简介: 段振华 (1964-), 男, 湖南衡南人, 副教授, 主要从事微分方程 (差分方程) 理论及应用、数学模型和数学教育学研究。

钩,又与学生实际脱节;教学中,应用现代信息技术手段较少,数学实验、数学建模与数学探究等数学实践活动开展明显不足。

## 2 改革的依据和过程

### 2.1 教学改革依据杜威“问题解决”、建构主义和布鲁纳的结构教学观

一是依据杜威关于“问题解决”的教育理论——问题解决,过程有以下五个步骤:困惑(感受到问题的存在,即意识到问题的存在);诊断(确定和界定问题,即识别问题);假设(使问题情境中的命题和其认知结构联系起来);推断(对各种假设进行经验的或者实际的检验);验证(找出解决问题的最佳方法)<sup>[1]</sup>。依据该理论,数学建模的过程实质上是数学上“问题解决”的过程,是培养学生问题意识、问题解决能力的过程,也是培养学生创新能力的过程。因此,高职数学教学内容必须以问题为导向且融入数学建模思想<sup>[2]</sup>。

二是依据建构主义教学理论——知识的意义是由学习者自己建构起来的,知识的意义是无法通过直接传递而实现的。依据该理论,教学中,教师不只是关注如何呈现、讲授、演示信息,更重要的是创设合适的教学环境,促进学生自己主动建构知识的意义,时刻关注、了解学生知识意义的真实建构过程,并适时提供鼓励、提示、评价,进一步促进学生的知识建构活动。

三是依据布鲁纳的结构教学观——具有结构性的教材,才易于学生理解;具有结构性的教材,才会长期保持,不易遗忘;学生从结构中学到的原理原则,将有助于以后在类似情景中产生正向的迁移;从结构中学到的原理原则,将有助于培养学生自行求知时执简御繁的能力。依据该理论,从学生的认知出发,按单元整合教学内容,淡化次要内容,将重点、难点组成结构性的教学主干内容,将次要内容放在线上或者穿插在主干内容中学习,这样有助于提高课堂教学效率<sup>[1]</sup>。

### 2.2 对教育教学上遇到的重大难题,通过立项专门研究,以求重点突破

一是为了将数学建模思想、方法融入高职数学教学中,提高学生数学建模水平,加强选修课“数学模型”建设,立项广东省教育科研“十二五”规划研究项目“高职数学建模课程建设的理论与实践研究”。

二是高职数学大多数采用案例教学,为了解决案例教学相关问题,立项广州市高等学校第七批教育教学改革项目“高职数学建模案例教学理论及实践研究”。

三是为了解决中高职、高本衔接中的问题,寻求对策,立项广东省质量工程高职教育教学改革项目“中高职课程衔接中的问题与对策研究——以数学类课程为例”。

四是为了解决教学手段单一的问题,立项广州市教科规划项目“信息技术视角下高职应用数学教学改革的研究与实践”。

### 2.3 改革过程

教学团队于2010年3月开展问卷调研,对象为:2008级、2009级高职学生,校友,校内外同行教师,专业教师及专业带头人。同时对学校2009级人才培养方案开展文献研究,形成调研报告1份。2010年5月形成高职数学教学改革方案1份,服务于专业教学指导方案4份,改革实践历时9年。2019年3月获校级教学成果一等奖。2019年11月立项为广州市教学成果培育项目。

## 3 主要措施

### 3.1 厘清“服务专业、培养能力、提升素养”的高职数学课程的新定位

高职数学课程新定位有三:一是人才培养平台上的专业基础课,为专业学习提供必需的数学知识。二是培养数学应用能力。所谓数学应用能力是指用数学知识解决实际问题的能力,它包含两方面:一是知识要素,包括数学知识、专业知识和数学软件知识;二是能力要素,即用数学观点发现问题、用数学思维分析问题和用数学方法解决问题<sup>[3]</sup>。三是提升数学素养,为继续学习和专业发展提供支撑。

### 3.2 设计并实施分类分层教学,明确不同学生群体的“差异化”教学目标

调研31位专业带头人、150名校友,根据专业人才培养对数学的需求,将专业分为轨道交通、先进制造、信息工程、现代服务四大类;根据学生学业基础和职业发展差异,各类相应设置为中职、高职、本科三层。下面以信息工程类专业为例,构建差异化课程内容的过程。

#### 3.2.1 信息工程类对高职数学知识点的需求分析

与专业教师共同分析信息工程类课程,特别

是专业核心课程、平台课程,得出支撑专业课程所需的数学内容,以电工电子技术及应用课程为例,构建课程相关的教学内容,见表1。

表1 电工电子技术及应用所需数学内容

电工电子技术及应用课程相应内容	所需相关高职数学内容
欧姆定律及基尔霍夫定律	极限、无穷小、导数、矩阵
交流电路的分析	定积分、函数的极值、向量代数
变压器的原理及应用	导数、积分
典型放大电路的分析与测试	极限、定积分、不定积分、函数图形
直流稳压电源	不定积分、定积分
组合、时序电路分析	级数

3.2.2 服务于信息工程类的高职数学内容教学设计

依据信息工程类专业人才培养方案,以工作过程为导向对高职数学内容进行梳理加工,设计出六个教学情境,将数学知识应用到专业知识中去<sup>[4]</sup>,体现数学知识在专业中的应用,见表2。

表2 信息工程类高职数学教学情境

序号	教学情境	课时
1	常见变量之间关系的数学描述——函数、极限与连续	12
2	求变量变化率的数学描述——函数的导数与微分	14
3	求连续变化数量积的方法——一元函数的积分	16
4	描述电子运动规律——常微分方程	12
5	周期运动的规律——级数	10
6	离散数据的处理方法——线性代数	16

3.2.3 信息工程类高职数学内容模块

根据信息工程类对应用数学知识的需求,增加适合专业的应用案例,重构教学内容,将高职数学课程内容设计为基础模块、专业模块和拓展模块<sup>[5]</sup>,见表3。

表3 信息工程类高职数学内容模块

基础模块	专业模块	拓展模块
衔接模块(根据学生需求开设)	线性代数	数学实验
极限与连续	常微分方程	数学模型
一元函数微积分	级数	运筹学
		数学建模培训

3.3 构建“活模块、多接口、可发展”的高职数学新结构

根据“四类”“三层”人才培养对数学的需求,厘清每一类、每一层的具体教学目标,拆解课程知识体系,建立“活模块、多接口、可发展”的课程结构,见图1。

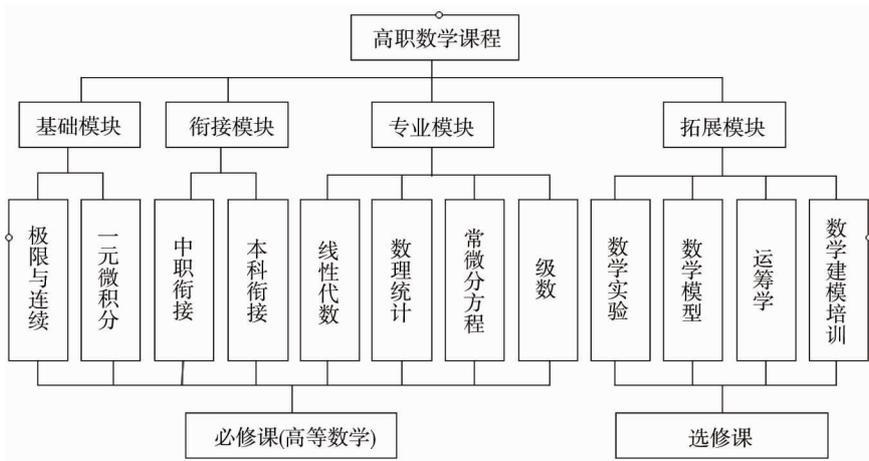


图1 高职数学课程结构

实施“基础+X”课程改革,“基础”是指按照人才培养的基本需求,各专业统一开设的必修模

块;“X”是指按照服务专业、满足学生参加竞赛、全面发展以及个性需求而开设的专业、衔接、拓展

模块,下设10个子模块;根据分类分层要求,选取不同子模块实施教学。建立了涵盖出版教材、课件、电子教案、网络课程、案例库等在内的多维立体教学资源,形成服务专业、促进学生全面发展的模块化课程结构。

### 3.4 出版“衔接顺、模块化、应用强、分层好”的高职教学新教材

首先,将近年实践成果的基础模块、衔接模块、专业模块内容编入《应用数学》上、下册,2019年由广东省高等教育出版社出版,该教材具有以下特点:

**衔接顺。**职业教育是一个类型,中职、高职、本科、硕士教育必然贯通。近年来,高职生源也发生较大变化,40%的学生来自中职,他们的数学教育与高中完全不同,存在课时不足、内容不构成体系等问题,高职10%的学生毕业后将要接受应用本科教育。原有的教材难以适应,故编写衔接模块三章:第一章《集合与函数》,将高职数学学习需要的、而中职没有系统学习的内容放入这一章,解决高职数学与中职数学的衔接;第十章《多元函数微积分学》,将高职数学没有学习而应用本科需要的内容放在这一章;第十一章《高等数学选讲》,重点将高职数学与本科数学在内容的深度和广度方面进行衔接。

**模块化。**教材设计四大模块。基础模块:人人学习相同的数学;专业模块:不同专业的学生学习不同的数学;衔接模块:提供中职与高职、高职与应用本科的衔接内容,为需要的学生开设。

**应用强。**加强数学知识在工程技术和经济等方面的应用,增加有实际应用背景的例题和习题,编入15个与专业相关的综合建模案例,例如,在一元函数微分学中,编入客房定价优化问题(习题)、不允许缺货的存贮问题(例题)、易拉罐的优化设计(建模案例),力图体现高职教育的实践性、应用性特点。

**分层好。**将同一主题内容由低到高分别进行四个层面阐述:文字描述、数值运算、几何说明、解析及证明<sup>[6]</sup>;列举了大量的例题和适合专业的案例,按照从易到难顺序编排,解答思路清晰、简明扼要,供教师面对不同层次学生选用;习题丰富,以授课2学时为一个单元编排,分为课堂练习和课外作业,每一章都配备复习题。课堂练习基本上套用公式或例题就可以完成(模仿做题);与课

堂练习相比,课外作业难度稍大,前面简单,后面逐渐变难(基本要求);习题为综合题,为优秀学生设计(提高要求)<sup>[7]</sup>。

其次,将近年实践成果中的拓展模块内容编入2018年电子科技大学出版社的国家“十二五”规划教材《数学建模及典型的案例分析》中,从案例库中精选150个适合高职学生、贴近专业的典型案例,供数学基础较好、准备升学或参加数学建模竞赛的学生学习,用于“实用运筹学”“数学模型”课和数学建模培训班教材<sup>[8]</sup>。

### 3.5 搭建课赛结合育人新举措

#### 3.5.1 成立课赛结合的新机构

2010年,依托应用数学教研室成立数学建模方法与实践教学团队,2015年立项为校级优秀教学团队,2018年通过校级验收。

2015年,依托竞赛学生成立大学生数学建模协会,制订了《大学生数学建模协会章程》,目前有会员近900人,成为学校深受学生喜爱的社团之一。

#### 3.5.2 构建“三互动”教学环节

高职数学大多采取案例教学,教师起主导作用,重点讲解问题分析、问题解决等结构性的数学知识,实行师生互动式教学;教学中经常用到数学软件,通过在线软件 <https://octave-online.net/>,实行人机互动;教师大胆地将课上未完成的内容通过网络(微课)传递给每一个学生,利用网络技术和课堂教学相结合来提高教学效率,这样构成了师生互动、人机互动、线上线下互动的“三互动”教学环节。

#### 3.5.3 重构结构性的课堂授课内容

仔细分析教材不难发现,所有内容都是不可缺少的,但联系课程的前后内容、与专业的衔接来看,却有权重不同,即干、次之分。按教材的单元或教学任务把内容分为下面四类,将高权重的前两类内容构成结构性的主干内容。

**工具性内容(教师讲解)。**是指学科规范的内容,一是知识规范(如导数定义),二是方法规范(如求导法则)。

**非工具性重点内容(师生共同探讨)。**是指学科规范以外的,训练学生思维能力和培养学生解决实际问题的能力的内容。

**经验性内容(学生总结,教师提炼)。**是指数学学习过程中形成的特殊方法和技巧,与个人的体验和知识建构过程有直接的联系(如解题步骤)。

非重点性内容(学生自学为主)。是指上面三类以外的内容和适合自学的内容。

#### 3.5.4 确立“高权重”内容的基本属性

分析出哪些教学内容属于“高权重”的?以“高权重”的内容为主体确立主干。为此,在归纳成功经验的基础上,提出以下“高权重”内容的特征识别方法。即高权重内容的基本属性:

基础性——能为学习诸多后继内容(含专业课程)提供必要的知识储备;

迁移性——能为继续学习产生广泛的纵向或横向的正迁移;

覆盖性——能为完善知识结构提供丰富的心理意义和方法理论。

#### 3.5.5 固化数学建模“二结合”培训模式

一是数学建模培训与数学课程教学内容相结合。在高职数学教学过程中,将数学概念、思维方法与数学建模的思想、方法有机结合、相互渗透,让学生理解数学建模的五个关键步骤:问题提出、合理假设、模型建立、模型求解、解释验证,训练学生观察、思考、分析和解决问题的能力。

二是对全体学生进行的课上建模教育和对参赛选手进行的课下建模训练相结合。课上建模教育主要以案例为主,剖析案例的实际背景,启发学生会观察问题和发现问题,讲授解决案例需要的数学理论和方法,并建立模型;课下建模训练主要引导学生从不同的角度和方向思考问题,通过查阅文献资料培养学生信息获取能力和论文撰写方法,充分利用计算机技术培养学生数据分析和挖掘能力<sup>[9]</sup>。

#### 3.5.6 建立大学生数学建模校级、省级、国家级竞赛模式

每年5月份,由数学建模协会组织校内赛

(作为学校科技节活动之一),确定培训名单,参加暑假前半段培训,并进行考核,合格的学生参加暑假后半段培训,给淘汰的学生评定选修课的学分和成绩;暑假后半段培训的学生,在9月份组织参加广东省、国家的数学建模竞赛,按参赛成绩评定选修课的学分和成绩;获奖后,按学校《大学生技能竞赛奖励办法》给予奖励<sup>[9]</sup>。

#### 3.5.7 营造课赛结合的校园文化

建立教师案例库、建模方法和技术研发库、教学资源库,收集适合四类专业的案例400个;指导获奖的同学进行赛后再研究,师生共同完成论文,师生合作发表论文2篇,编撰优秀论文集6部;学生以数学建模协会为依托,汇集学生建模经验体会,推动经验共享,定期开展讲座、培训、讨论等活动,充分调动学生自主学习和团队合作精神,营造了开放、分享、学习的课赛结合校园文化。

## 4 改革的成效

### 4.1 学生数学应用能力强,5次获得国家一等奖

通过课赛结合模式及数学建模活动的常态化,辐射带动学数学、用数学的热情,提升学生数学应用能力。2010至2019年,我校参加全国大学生数学建模竞赛,获国家一等奖5项、二等奖11项;获省一等奖24项、二等奖36项、三等奖48项,其中2018年获国家一等奖2个,当年广东省一等奖共7个。

### 4.2 学生受益面广,数学教学质量显著提高

31个专业,受益学生万余人,如表4所示。考试通过率由82.8%,提高到96.75%;选修数学课人数增长4倍,参加校级数学建模竞赛人数增长近4倍;2019年首次参加广东省升本考试,通过率达83%。

表4 近年来学生数学授课及获奖情况

情况年份	必修课人数	补考率	选修课人数	校级建模参赛人数	国家建模参赛人数	获国家一等奖	获国家二等奖
2015	2047	8.41%	447	420	54	0	2
2016	2023	5.45%	447	536	51	0	1
2017	2036	4.16%	485	564	54	0	1
2018	2058	3.25%	502	582	60	2	0

### 4.3 践行了高职数学精准服务专业的理念

高职院校人才的培养目标要求学生掌握相应的理论知识,具有发展潜能和创新能力。坚持数

学既是文化基础课又是专业基础课的理念,坚持人才全面发展理念。通过对教学目标、内容系统改革,培养学生学习专业基本理论所需的数学知

识,强化数学知识与不同专业大类实际问题的联系,既形成精准服务大类专业人才培养的高职数学培养目标与培养内容体系,又较好地服务了新时代培养全面人才的要求。

#### 4.4 形成以学生为主体的教学模式

将适合专业、学生基础及个性需求的高职数学内容,以课赛结合为路径,践行高职数学精准服务专业的理念,依托数字教学平台,以线上协作式自学与自测、线下体验式精讲、精练等形式,形成课前(线上)知识获取—课中(线下)知识内化—课后(线上)巩固提高的教学环节,延展课堂教学时间与空间,提高课堂教学效率,建构以学生为主体的教学模式。

## 5 结语

为实现高职数学服务于高素质技术技能人才培养目标,教学团队不断地进行探索和实施课程改革,解决了三个关键问题,学生应用意识不强等问题尚未解决,由高职生源变化(开始招收退役军人、下岗失业人员、农民工、新型职业农民)带来新的问题,需要高职院校同仁共同努力,坚持教学改革与实践,加强课程资源建设力度,通过优化

教学、培训、竞赛等方式,提高课堂教学效益,全面提高学生的数学应用和创新能力。

#### 参考文献:

- [1]施良方,崔允灏.教育理论:课堂教学的原理、策略与研究[M].上海:华东师范大学出版社,1999.
- [2]李大潜.数学建模与素质教育[J].中国大学教学,2002(10):41-43.
- [3]杨晓春.高职高等数学教学应正确处理的几个关系[J].职业教育研究,2004(7):24-24.
- [4]李亚杰.中高职衔接的职业院校数学课程体系建设探讨[J].职业技术教育,2014(23):36-38.
- [5]李海玲.高职数学课程模块化教学研究[J].中国成人教育,2010(12):153-155.
- [6]曹玉平.基于高职数学分层教学的实验研究[J].职教论坛,2013(2):35-37.
- [7]段振华,张创源,吴蔚.应用数学[M].广州:广东高等教育出版社,2019.
- [8]段振华,周小玲,吴蔚.数学建模及典型的案例分析[M].成都:电子科技大学出版社,2018.
- [9]段振华.高职院校数学建模课程建设的理论与实践探索——以广州铁路职业技术学院为例[J].湖南理工学院学报(自然科学版),2019(3):83-87.

## Reform and Practice of “Classified and Tiered, Curriculum-Competition Combined and Major-oriented” Mathematics Teaching in Higher Vocational Institutes

DUAN Zhenhua<sup>a</sup>, QIU Dehua<sup>b</sup>

(a. Basic Course Department, Guangzhou Railway Polytechnic, Guangzhou 510430, China;

b. School of Statistics and Mathematics, Guangdong University of Finance and Economics, Guangzhou 510320, China)

**Abstract:** In view of three key issues caused by two tendencies in higher vocational mathematics teaching, this paper, based on the four provincial projects, designs and reconstructs the classified and tiered teaching contents and builds the curriculum-competition combined mechanism to form the student-oriented teaching model. It is supposed to improve students' mathematics application ability in an all-round way through online and offline teaching, so as to achieve the goal of accurately major-oriented teaching reform.

**Key words:** classified and tiered; curriculum-competition combined; major-oriented; teaching reform

(责任校对 钟丽)