

以建模为核心的高职数学教学模式的探索与实践

教学成果报告

一、成果产生的背景

随着教育的不断深入，高职教育的发展倍受关注。现阶段的高职数学教学重理论、轻实践，重传统、轻创新，与高职院校培养目标严重脱节。数学建模在高职数学课程建设中有重要的地位。数学模型是通过抽象和化简，使用数学语言，对实际问题的一个近似描述，它便于人们更深刻地认识所研究的对象。作为公共基础课程的高职数学，原则上要充分体现“以应用为目的，以必需够用为度”的原则，强调其应用性以及解决实际问题的自觉性。而作为联系数学理论和实际问题的桥梁和纽带的数学建模思想，恰好适应了这一要求。

二、成果研究的内容

(一) 分析高职院校数学教学的现状

1、学生方面

近几年高职院校的学生生源质量不断下降，这在高等数学的课程学习中体现得尤为突出。高等数学课程的学习是一个连续的过程，学生在中学阶段数学基础不好，势必会影响学生的后续学习，也会给学生种下“数学难学”的印象，另外还有相当一部分学生感觉数学与专业或生活实践无关，认为数学“没用”。这样就会造成大多数学生不会对这门课程产生深入学习或探究的兴趣，更谈不上对创新思维的培养。数学建模对高职院校而言，仍然属于一门新兴课程，在相当多的高职院校还没有开展开来。

2、教师方面

在具体数学教学实践中，教师常常会借助“题海战术”，过分强调数学的技巧特别是手动运算能力。这不仅不利于学生创造性的培养，还会使学生思维僵化，陷入“机械运算”中，从而使学生对数学的学习失去兴趣。数学建模教学对已习惯传统教学内容和方法的教师而言，是一种新的挑战，并且因为涉及的知识面比较广，很多老师已经习惯以前高等数学的讲课内容与授课方式，不愿讲授这门课程或在教学中添加与建模有关的内容。

3、教学实施方面

现阶段数学教学与人才培养目标出现脱节和背离现象，具体表现有三个方面：教学方法与实践应用能力培养脱节、数学教学内容与现实需求脱节、数学教学理念与创新思维培养脱节。数学建模强调学生在教学过程中的主观能动性与其共同参与意识的培养，改变由教师单项传输的教学模式，已经成为高职数学教学改革的突破口和切入点，正在改变高职院校数学教学现状，推进数学教学改革走向深入。

（二）调查分析数学建模在高职院校开展的情况

为了解当前高职院校数学建模的组织开展情况，分析当前高职数学教学中存在的问题，课题组调查分析了数学建模在高职院校开展的情况。以问卷调查为主，以访谈调查为辅，走访了廊坊职业技术学院、唐山职业技术学院、石家庄信息工程职业学院等综合性较强的高职院校，得到各学院教务处、科研处、基础部等部门的大力支持，在有关教师及学生的配合和帮助下进行了问卷调查，为弥补问卷调查的不足，通过访谈形式进行了随机采访。调查问卷分为学生问卷、教师问卷，问卷格式为单项选择题和多项选择题，封闭性试题和开放性试题。问卷的编制过程多次征求有关专家的意见，在一定程度上可以保证问卷的结构效度和内容效度（调查问卷表 1、表 2 见课题研究报告附录一）。

通过问卷调查和访谈，课题组对结果进行分析，得到了以下的结论。

学生方面：计算机类、机械类、电气类等理工类的学生比经济类、管理类等文史类的学生更愿意参加数学建模活动；学生对数学建模学习热情比较高，但数学建模能力总体水平不高；学生认为在学习过程中的数学建模课题最好源于与所学专业相关的问题；学习数学建模的过程中，最大的困难在于不会建立数学模型；通过数学建模的学习，学生学习数学的兴趣有较大的提高；学生希望老师在授课过程中多渗透数学建模的知识，尤其是与本专业相关的知识；希望学校在教学条件上给与更多的支持。

教师方面：教师愿意结合日常的教学内容提供数学建模的内容和方法；学校开展的数学建模培训规模应该进一步扩大；仅利用课下的时间进行培训和辅导使得数学建模的开展和推广受到限制；学校的教学资源不能够满足开展数学建模学习的需求；在教授数学建模知识的过程中，最大的困难是学生不会将实际问题提炼转化进而建立数学模型，与学生接受的培训少有很大关系；有些数学课程的学

时较少，不利于以建模为核心的教学模式的开展；传统的授课方式不适应高职院校的人才培养目标和学生的实际需求；希望学校给予更多的支持，给老师们更多的培训和学习的机会。

（三）探索以建模为核心的高职数学教学模式

数学建模已经成为高职院校数学教学改革的重要组成部分，数学建模课程在各高校争相展开。课题组以廊坊职业技术学院为主要的研究对象，积极探索以建模为核心的高职数学教学模式。

1、构建以建模为核心的高职数学课程体系

构建符合高等职业教育目标的数学课程体系是在高职数学教学中应用数学建模的基础和关键环节，以建模为核心的高职数学课程体系结构如图 1 所示。

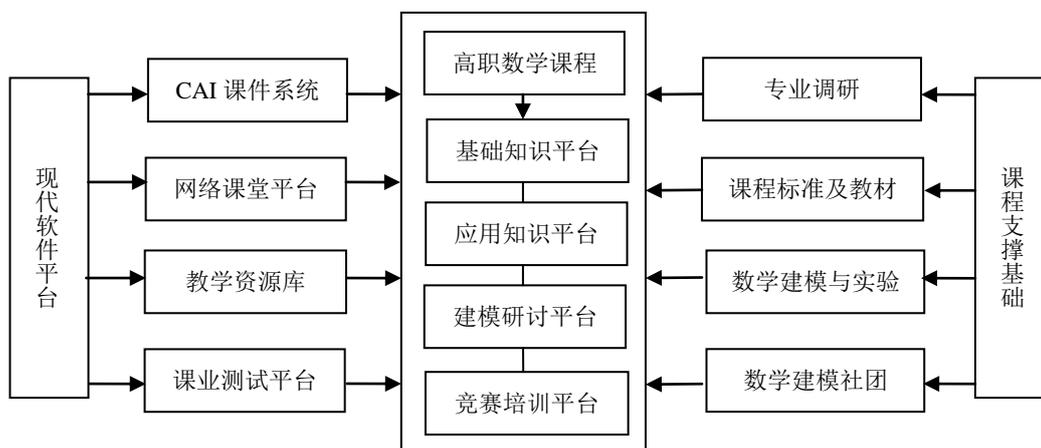


图 1 高职数学课程体系结构图

将数学建模相关的现代软件平台和课程支撑基础调研视为高职数学教学课程体系的重要构成模块。现代信息化软件平台主要包括 CAI 课件系统、网络课程平台、教学资源库、课业测试平台；课程支撑基础主要包括专业调研报告、课程标准及教材、数学建模与实验、数学建模社团。在此基础上，构建了包括基础知识平台、应用知识平台、建模研讨平台、竞赛培训平台在内的高职数学的课程体系。将研讨内容、评价方案以及课程安排纳入到目前的高职数学课程标准当中，通过数学建模作业的方式来搭建学生学习和研究数学建模的平台，综合运用多种学习方法，如学生自学、教师指导、资料收集、文献阅读、数据处理、团队合作、演讲答辩等。教会学生使用数学软件（Mathematica, Matlab、Geogebra 等），更深刻理解数学的概念、思想和方法，简化数学计算。这些方式让高职院校的学生对于

高职数学有了更浓厚的兴趣，让学生在最大程度上发挥他们的潜能。

2、改革教学内容，融入数学建模

转变教育教学观念，以培养学生的综合素质，尤其是以提高学生的应用数学能力为其目标，将数学建模融入到教学内容中。通过与各系部的研讨及专业认知，认真分析了学生后续专业课程学习与能力发展所需高等数学知识的内容，根据就业与专业学习要求设计了高等数学教学内容与教学思想的改革总体思路。精简理论内容，增加数学建模案例，融入现代数学思想与方法。在数学教学实践中，依据现有成熟的专业教材，选出具有典型数学内涵的应用案例，按照数学建模过程及规律经修改和加工之后，作为课堂上的引例或数学知识的实际应用例题。把学生从那些看似枯燥无味的数学概念、定理和公式中解放出来，走向现实世界，去探究数学的现实来源与应用背景。如在“多元函数的最值”这一节中，增加最优化方法的内容和数学模型“易拉罐的设计”。

3、改进教学方法和教学手段

在数学课程教学过程中，数学建模具有难度大、涉及面广、形式灵活等特点，教师围绕数学建模，不断改进教学方法和教学手段。采用教师与学生双向互动的教学模式、教学与自学相结合的教学方法和现代开放式的教学方法，借助各种信息化教学手段开展教学。特别是借助信息化教学手段开展教学，是促进数学建模课程建设的有效方法。数学课程离不开实验环境与基本的实验条件，利用 Mathematica、GeoGebra、Matlab、Lingo 等数学软件进行建模分析，数据处理迅速，图像清晰准确。采用多媒体教学方式进行建模学习，展示生动有趣的案例、丰富多彩的图形动画，激发学生学习数学的兴趣与热情。学院建立了计算机交互式多媒体实验室，扩充原数学建模实验室，为课程建设创造良好的实验条件和环境。

4、创建“小组建模式”学习模式

结合廊坊职业技术学院学生实际情况，经过反复论证和实践，在全体数学教师的努力下，总结出一套适合我院数学教学，学生自主合作、探究分析、交流学习成果的小组建模式学习模式，并在部分班级进行实验。小组建模式学习要求学生做到营造合作氛围、明确合作目标、指导合作过程、汇报合作成果、评价合作

结果，如图 2 所示。

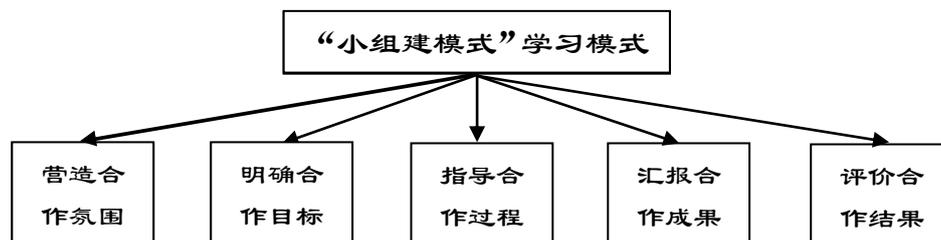


图 2 “小组建模式”学习模式结构图

小组建模式学习的模式具有以下五大特点：

一是，小组建模式学习创设了小组合作分析、探究交流学习的课堂教学氛围，有利于开发学生的非智力因素，提高学生的合作能力。二是，通过建模分析、探究交流学习实验，促进了学生的评价能力的提高，规范了学生的学习行为。三是，自主分析、合作交流学习有利于教学的多边互助，使每个学生都获得平等参与的机会。四是，以数学建模为中心的学习有利于淡化学生的个别差异，使每个学生展示自己的长处，获得成功的体验。五是，培养学生分析问题、合作交流和文字表达等方面的能力，有利于教学质量的提高。

表 1 是实验班与普通班开展同一教学内容的教学情况对照表，从表 1 可以看出，实验班教师非常注重学生主动参与知识的形成过程，使他们在动口、动手、动脑、团结协作、取长补短中获取知识，取得了较好的教学效果。

实验班与普通班教学情况对照表

班级	实验班	普通班
教学方法	以建模为引导的学习	传统教学法
教学内容	函数的连续性	函数的连续性
教师直接讲授时间	10 分钟	22 分钟
学生发言人数	23 人	16 人
讨论、交流时间	10 分钟	3
课堂作业	完成课本练习和实验题	完成课本练习
做题正确率	95%	83%

表 1 实验班与普通班教学情况对照表

5、在考核评价环节中增加数学建模

在评价和考核方式方面，尝试用“知识、素质、能力”的多元化评价标准取代过去以“知识（分数）”为主的评价模式，设立数学建模考试环节作为参考，将试题分为两部分，一部分是基础知识，可在规定时间内完成，另一部分是一些实用性的开放性考题，考查的形式参考数学建模竞赛。同时，制定了教师和学生评委都可以简单操作的量化标准细则和相关指标。新的评价方案倡导采用“知识分析、解决问题”的考核模式，能够衡量和考核学生在学习过程中的动态发展历程。

另外，评价主体也采用了多元化的策略，即评价总分当中，学生自评占 10%，学生评委占 30%，教师占 60%，其中教师主要负责论文的创新性、合理性、表述清晰度以及论文形成过程的学生表现等指标的评分，而学生评委则负责 PPT 制作水平和质量、主讲演示、答辩表现、语言表述、论文结构和思路、团队协作、应变能力等指标的评分，学生自评参考学生评委的评分指标进行。同时规定，数学建模部分的分数占学生期末总成绩的 30%。通过这种考核方式，不仅能考查学生的能力，而且能从中挖掘有潜质的学生，为选拔参加全国大学生数学建模竞赛作参考。

（四）加强师资队伍建设

1、积极推进教师知识结构的扩展和更新，重视教师的培养

利用激励机制充分调动高职数学教师的积极性，使其将更大精力投入到教学改革实践中。数学教学改革、数学建模活动是数学课程建设的重点问题，教师队伍建设是教学工作的基础。教师注重丰富自己的学科知识，不断优化知识结构，深入了解专业课知识及培养目标和课程标准，以便在数学教学中既能以合乎知识和技能内在的合理途径进行，也可针对专业实际问题建立数学模型，达到数学课为专业课服务的目的，让学生了解在专业课中如何应用数学、怎样应用数学，实现数学教学与实际应用结合。

2、构建了“专家、骨干讲座→教师进修→互动培训→课题带动→反思提升”的校本研训体系和青年教师培养模式（如图 3 所示）

几年来，数学教研室所在的基础学部本着“以校为本，以教师为本，以学生为本，以发展为本”的管理原则，构建了“制度化、人文化、目标化”三位一体的校本研训管理模式。在用严明的制度和纪律规范教师行为的同时，充分激活教

职员工的内在动力，注重更新教师管理理念，变使用教师为培养教师，把培养和发展教师放在各项工作的首位，尤其重视对青年教师的培养，走出了一条“以训带研，以研促训，研训结合”的校本研训新路子。每位教师都有被领导和同事接纳、理解、信任与尊重的心理需求，而要想满足这种心理需求，提高其工作能力是关键。所以基础学部把“培养教师专业成长”作为对教师的最大奖励，并列入整体发展规划之中。

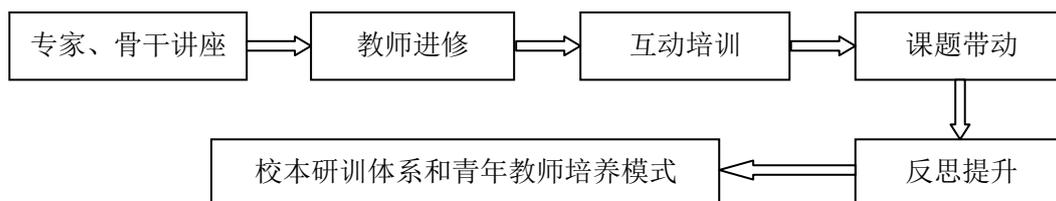


图3 青年教师培养模式

(五) 积极开展数学建模实践活动

从渗透数学建模思想入手，以注重培养学生数学应用能力为目标，结合实际，抓住数学教学的关键环节和重点内容，总结经验，建立模式，推动高职院校数学建模活动健康发展。

1、以全国大学生数学建模竞赛为载体，不断加大课程实践力度，提高学生综合素质

积极开展数学建模宣传活动，组织数学建模培训，开展专题讲座，加强计算机应用软件的训练，指导学生如何收集资料和撰写数学建模论文，组织廊坊职业技术学院数学建模竞赛，鼓励学生报名参加数学建模强化培训班的学习，进行“实战”模拟训练与选拔工作，组队参加全国大学生数学建模竞赛。不断加大课程实践力度，巩固了以建模为核心的高职数学教学的教学效果。

2、组建数学建模协会，深入性地开展数学建模活动

为了更好地调动学生学习数学建模的热情，普及数学建模知识，2012年，指导热爱数学建模活动的学生组建了廊坊职业技术学院“数学建模协会”这一学生社团组织。协会的宗旨为“交流数学建模思想、提高建模能力、倡导团队写作、勇于开拓创新”。协会以“基于学术、用于生活”为主要目标，以“导师指点、同学互促”为活动形式，培养学生创新精神和创新能力。通过这一学生社团组织，组织数学建模知识讲座、学习经验交流、问题探讨等一系列有益活动，有计划、

有步骤地开展数学建模的普及性工作，为广大学生提供了一个认识数学建模、学习数学建模、交流数学建模经验、参与数学建模竞赛的平台。

三、成果的应用及效果

本成果于 2014 年 7 月开始应用至今，经过 3 年多的教学实践检验，取得了良好的应用效果。成果不仅应用在我院 9 个系高职专业的数学教学中，还在唐山职业技术学院、石家庄信息工程职业学院等高职院校推广使用，取得了较好的应用效果。廊坊燕京职业技术学院曾于 2012 年和 2014 年先后两次来我院基础学部考察学习，对该成果表示充分的肯定。在该成果应用模式下培养的学生，擅长用数学知识解决实际问题，有创新精神，团队合作意识强，受到用人单位的一致好评。

成果获河北省高等教育科学研究成果三等奖 1 项，河北省优秀教育科研、教学实验成果二等奖 2 项，在 2016 年全国职业院校信息化教学大赛高职组信息化教学设计比赛中，参赛作品《极限》荣获国家二等奖，在 2017 年河北省职业院校信息化教学大赛中荣获二等奖。建设院级精品课程 4 门，公开出版教材 4 本，校本教材 5 本，公开发表论文 11 篇（其中 7 篇中文核心），取得实用新型专利 9 项。主持河北省教育科学研究“十二五”规划资助重点课题 1 项，主研河北省教育科学研究“十三五”规划课题 1 项，主持廊坊市教育科学研究“十一五”规划重点课题 1 项，主研廊坊市教育科学研究“十二五”规划课题 3 项。1 名教师被学院认定为《数学》课程带头人，2 名教师被学院认定为《数学》课程骨干教师。7 名教师在学院的教师教学能力测评中取得优秀。

在该成果应用的推动下，我院已有 5200 名学生参加过数学建模培训。充分调动了学生学习的积极性，综合素质有较大提升，取得了喜人的成绩。2011 年和 2012 年，两次作为全国唯一一所入选夏令营的职业院校代表队参加了“深圳杯”全国大学生数学建模夏令营并作报告；2011 年参加“电工杯”全国大学生电工数学建模竞赛，并荣获全国三等奖。78 名学生参加过全国大学生数学建模竞赛，2009 至 2017 年，6 次获得河北省赛区专科组二等奖，参加数学建模学习与竞赛的学生有多人多次被评为优秀学生或优秀学生干部，代表学院或系部参加专业技能大赛取得成绩优异。