

# 基于CDIO和“互联网+”的《高等数学》金课建设研究与实践

吴会咏

沈阳化工大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年2月22日; 录用日期: 2022年3月22日; 发布日期: 2022年3月29日

## 摘要

本文以CDIO工程教育模式和“互联网+”教学方式为背景, 探索工科院校《高等数学》金课建设。分析《高等数学》教学中存在的问题, 提出基于CDIO和“互联网+”的《高等数学》教学改革设计, 对沈阳化工大学《高等数学》课程进行教学改革实践, 依据改革实践数据实证分析《高等数学》实施金课建设教学改革的成绩变化趋势, 验证金课建设的教学改革成果。

## 关键词

CDIO, 互联网+, 金课建设, 教学改革

# Research and Practice on the Golden Course Construction of Advanced Mathematics Based on CDIO and “Internet+”

Huiyong Wu

College of Science, Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang Liaoning

Received: Feb. 22<sup>nd</sup>, 2022; accepted: Mar. 22<sup>nd</sup>, 2022; published: Mar. 29<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In this paper, based on the CDIO engineering education mode and the “Internet+” teaching mode, the construction of golden course is explored in Advanced Mathematics of engineering colleges. First, this paper analyzes the problems in the teaching of Advanced Mathematics; then, puts forward the teaching reform design of Advanced Mathematics based on CDIO and “Internet+”; finally, carries out the teaching reform practice of Advanced Mathematics in Shenyang University of Chemical Technology. Based on the data of reform practice, the paper makes an empirical analysis

about the change trend of the teaching reform in the implementation of the golden course in Advanced Mathematics, verifying the teaching reform results of gold course construction.

## Keywords

CDIO, Internet+, Gold Course Construction, Reform in Education

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

教学是人才培养的载体,创新是人才培养的灵魂。数学教学是培养理工科学生具备创新意识、创新能力的前提和基础,《高等数学》课程教学改革在理工类高校教育教学改革中具有先导性、全局性、基础性地位[1]。在《高等数学》金课建设中要坚持“以本为本”、推进“四个回归”的本科教育新理念,紧跟成果导向教育新理念,强调过程管控,把“水课”变成有深度、有难度、有挑战性的“金课”[2]。

《高等数学》金课建设同时要着眼于我国本科教育评估的新标准,注重学生未来发展、注重课程教学过程、注重课程教学质量、注重学生知识持续改进、注重教学与产业发展衔接[3]。

《高等数学》金课建设教学内容要从教什么向学什么转变,教学方法要从怎么教向怎么学转变,教学评价要从教的怎么样向学的怎么样转变[4]。基于 CDIO 和“互联网+”的《高等数学》金课建设,CDIO 是顶层设计,“互联网+”是实施媒介。由构思、设计、实现、运行等四个方面构成的 CDIO 工程教育模式,以具体的职场环境为教学背景培养人才,关注应用型人才的培养,强调基础知识的学习,目标是学以致用[5]。基于 CDIO 和“互联网+”的《高等数学》课程建设不是摒弃以往的教学经验,是在以往经验的基础上结合工程教育的背景构建课程设定、课程教学和课程评价的组织体系,在教学设计、实施和评价中保证实现以学生为中心、反向设计、持续改进的 OBE (成果导向)理念[6] [7]。在强调工程实践、职场背景的前提下,如何建设《高等数学》课程工程教育的科学化,如何培养人才能使其更好地服务专业需求,这是《高等数学》金课建设必须解决的实际问题。基于 CDIO 模式的《高等数学》金课建设要解决的核心问题是:通过《高等数学》的学习让学生掌握处理专业问题的知识、方法和工具,课程结束后学生应该具备什么样的《高等数学》知识、能力和态度以更好地适应后续专业课程的学习。

当前,高等院校必须认识到“互联网+”的发展对《高等数学》本科教育的推动,这种推动不仅是“互联网+”中技术上的“+”,还应该包括模式、理念、思维上的“+”,重塑教学模式。重庆理工大学对会计专业进行“互联网 + CDIO”培养模式改革研究,从培养模型构建、培养能力应用,课程展开、教学运作等几方面论述,研究表明,这种模式改革有利于会计专业学生复合能力的培养[8]。石家庄学院是培养应用型人才的本科院校,其对《微机原理及接口技术》课程进行基于 CDIO 的线上线下交互式教学模式改革研究与实践,研究的数据统计结果表明“互联网+”、CDIO 工程教育理念有助于提高学生的学习主动性,增强了学生的动手能力和创新思维[9]。

## 2. 《高等数学》教学存在的问题

1) 低阶性课程教学。对《高等数学》内容进行陈述性教学,课程教学围绕解决的问题是什么?怎么解决?为什么这么解决?关注数学问题本身,与学生的专业领域缺乏联动性。教师做的是将教科书整理成教案,再把教案复读给学生,学生做的是认真记录笔记,课后做好复习。缺乏如何学习如何思考的策

略性学习,缺乏如何从已知条件向目标结论转化的思维动态性培养。课堂教学中无法形成自主创新思维,无法形成外生知识的获取,缺乏实现认知的可持续发展。

以教师-教材-教室传统方式完成整个课程教学环节,没有将时间、空间、内容向课外延伸、扩展和补充,不能有效的利用资源共享课、在线视频课、慕课、微课等“互联网+”信息技术手段运行教学环节,忽视“互联网+”生动性、灵活性和多样性。长期形成的传统教学思维定式,使部分教师教学观念陈旧,不愿意改变传统的教学方法和教学手段以适应新时期学生学习特点的发展变化。

2) 灌输式课程教学。在《高等数学》课程教学中,教师是演讲者,学生是听众,教师是教学的主体。教什么、怎么教、教的怎么样,都由教师主宰。学生是被动接受者,教什么学什么、怎么教怎么学、教的怎么样不知道。教学中不以学生为中心、不注重成果导向的反向设计、不接受持续改进的教学评价。

纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。《高等数学》是理论教学,极易发生理论与实践脱节的情况,理论教学的“躬行”就是主动思考。长期以来《高等数学》的课程考核以应试为主,应试教育所形成的固有思维是会解题就行,这种教学培养出来的学生也只是会做题,缺乏对问题的深入思考,缺乏思与学的互动,不具备创新性思维、批判性思维,影响后续专业课程的学习。这里有个误区,很多教师把数学建模看成是《高等数学》课程的理论实践环节,这是错误的,数学建模是数学与实际问题的结合,并不是这里所讲的理论与实践的结合,这里强调的是“学中思,思中学”。

3) 教学模式陈旧固化。不接受教学方法、教学内容与 CDIO 模式的融合,错误的认为 CDIO 模式是工程专业领域的教学模式,与《高等数学》基础课无关。《高等数学》是工科教育的基础课程,为后期专业课程的学习奠定基础,扎实的数学基础有助于培养学生的逻辑思维、创新能力、应用意识和探索精神。一般认为《高等数学》教学不分专业、只注重理论,其实这是错的认识,现阶段很多工科高校《高等数学》教学已经分专业教学,调整教学内容、教学方法,以适应专业工程教育的培养目标和毕业要求。

### 3. 基于 CDIO 和“互联网+”的《高等数学》教学设计

#### 3.1. 基于 CDIO 的课程教学目标的设定

《高等数学》金课建设的教学目标为学生的学习产出(学习结果),包括学生通过《高等数学》的学习应该掌握的知识、能力,是学生完成课程学习时应该取得的学习成果,强调“能有什么”,如表 1 所示。基于 CDIO 的课程教学目标不是应用《高等数学》基础知识处理专业问题,因为学习《高等数学》时学生尚未接触专业课,对专业问题缺乏认知,所以只是要求掌握处理专业问题的数学方法、工具和思维,而不是让学生处理这些专业问题。

Table 1. Teaching objectives of Advanced Mathematics Course

表 1. 《高等数学》课程教学目标

序号	课程教学目标
1	<b>知识能力:</b> 掌握高等数学的基本理论和基本方法,并能将其应用于高等数学领域相关问题的求解
2	<b>工程分析能力:</b> 能够应用高等数学的数学思维、基本原理,分析专业领域复杂工程问题中的数学问题(不是分析专业问题)
3	<b>工程综合能力:</b> 针对专业领域的复杂工程问题,掌握和运用处理这些问题的数学知识、方法和工具
4	<b>工程沟通能力:</b> 能够就专业领域复杂工程问题所涉及的数学方法与业界同行和社会公众进行有效沟通和交流
5	<b>终身学习能力:</b> 能够应用数学思维,不断更新专业知识,提升职业素养,适应专业领域职业发展

### 3.2. 基于 CDIO 的课程教学内容的设定

《高等数学》课程内容的设定要注重学生发展，要注重课程教学，要注重质量行动，要注重自我改进能力，注重与产业、行业的连接。教学内容上不能简单的认为《高等数学》是公共基础课，教学内容不分专业，教学内容各专业基本一致，这样就无法实现成果导向的教学理念。在教学内容上要根据各专业的特点，任课教师在课前要经常与专业教师沟通交流，了解授课专业所需的重点数学知识，要与专业课有机融合，不能固化，规避全校各专业授课内容一样的错误模式。例如对计算机和信息专业的同学在傅里叶级数部分就需要着重展开讲解，同样傅里叶级数部分对化工专业就不作为主要内容讲解。具体的教学内容设计要在课程教学大纲的基础上，形成各个专业不同的授课重点，既保证学生通过课程毕业考核，又要对专业的后续学习形成支撑。

### 3.3. 基于 CDIO 和“互联网+”的课程教学强化要点

1) 注重学生发展。加强与学生所学专业的衔接，CDIO 工程教育模式注重学生的能力培养和后续发展，教学中不能只关注《高等数学》理论学习，要更加关注学生知识能力、工程分析能力、工程综合能力、工程沟通能力、终身学习能力的培养，以保证学生在毕业后能有较好的可持续的发展。因为《高等数学》课程的特点更偏重于理论，这就需要教师给学生寻找更多的实践演示，“互联网+”这时就体现了其便捷性和广泛性，教师可以利用互联网平台寻找更多的课件做为演示，让学生去实践、在实践中验证所学《高等数学》知识。

2) 注重课程教学。在 CDIO 模式下更好的利用互联网资源，CDIO 的构思、设计是要通过课程教学实现、运作的，《高等数学》课程教学不是简单的黑板板书推导和 ppt 等多媒体讲解的方式完成，这样会把抽象的数学学习变得更加抽象、更加乏味。《高等数学》注重思维的培养，但培养学生的思维能力不是单一的靠理论学习推导，应该借助“互联网+”平台为学生提供更多的知识获取渠道，一个老师的课程教学讲解，可能受时间、地点和当时的状态影响，无法把一个问题讲解的很透彻或让学生接受并理解，而通过互联网上的资源（资源共享课、视频资料、实践类课题等），学生就可以获得课程教学中的同一个问题的不同讲解，促进学生对问题的理解。

3) 注重质量行动。教学改革的目标就是提高教学质量，教学质量是不是就是期末考试成绩比较好呢？显然不是。这里的教学质量行动，包括学期末的课程考核、也包括学生未来专业学习的持续跟进，《高等数学》的学习不是在学期结束就结束，一个课程的学习效果不是在一学期结束就能反馈出来，所以课程的教学是一个持续跟进的过程，一方面教学效果的展示是一个持续过程、另一方面教学评价也是一个长期跟踪的过程。

4) 注重自我改进能力。在课程教学的实施过程中，要时刻监督学生的学习效果，要及时收集学生的学习反馈，课堂授课时教师可能无法利用有限的课堂教学时间完成监督和收集等工作，有了“互联网+”的平台，这些就非常简单了，比如学习通的在线讨论、微信群的课后答疑等等很多方式可以实现学生学习效果信息的收集，进而根据学生的学习效果信息提出持续改进的教学措施。

5) 注重教学评价。评价要具有专业性、公正性、灵活性和可追踪性，教学评价不能单一的以期末考试成绩作为标准，要包括学生未来的考研成绩、数学建模成绩、数学竞赛成绩等。教学评价既要包括理论学习效果评价，又要包括实践能力评价。评价周期不是一个课程教学学期，评价的时间周期至少是以学生在校四年为一个周期，或是增加毕业后五年学生发展跟踪共九年为一个周期。这种跟踪评价时间周期较长，必须借助“互联网+”平台实现。

## 4. 实证分析

以沈阳化工大学基于 CDIO 和“互联网+”的《高等数学》金课建设的教学改革数据分析，沈阳化工

大学对全校工科专业学生进行基于 CDIO 和“互联网+”的《高等数学》金课建设的教学改革，通过改革的实施，学生成绩数据对比分析，以学院为单位，如图 1 所示。

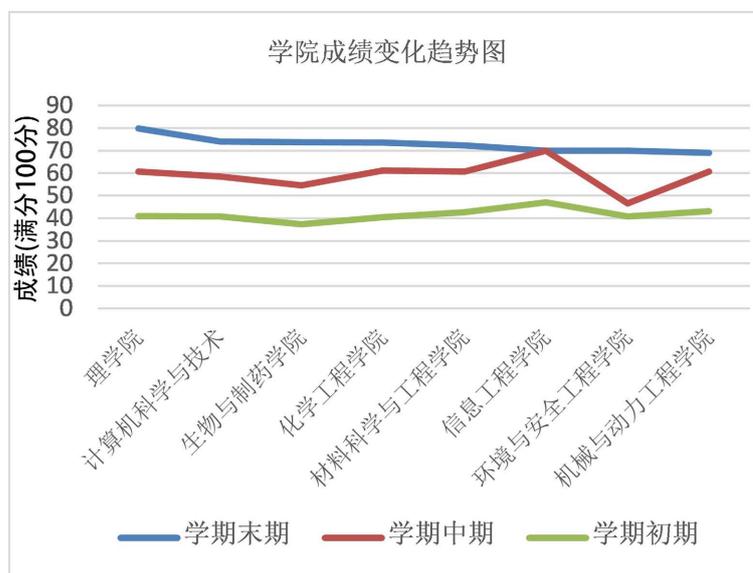


Figure 1. Trend chart of college grades

图 1. 学院成绩变化趋势图

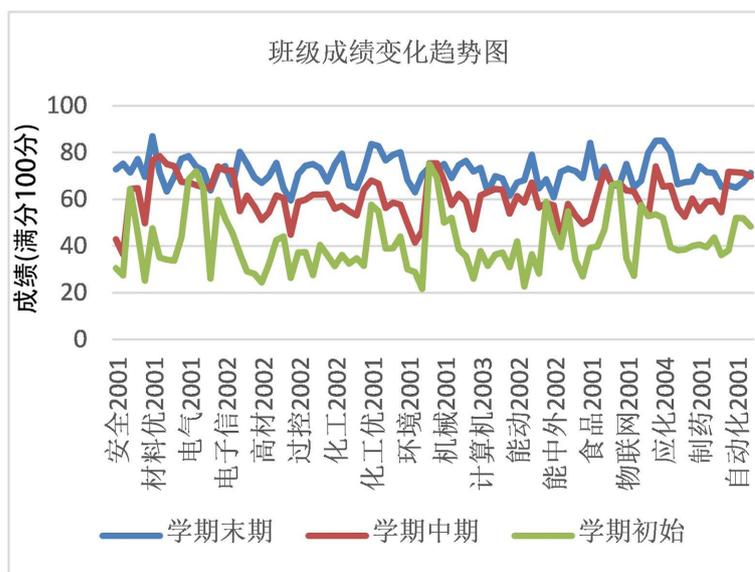


Figure 2. Trend chart of changes in class grades

图 2. 班级成绩变化趋势图

通过数据对比发现，灰色曲线为学期初未实行教学改革时学生的成绩分布状况，橙色曲线为学期中期学生的成绩分布状况，蓝色曲线为学期末期成绩分布状况，对比分析发现，进行一段时间的教学改革后，中期学生的成绩分布趋势和初期学生的成绩分布趋势相近，但学生整体平均分变高，进行完整的一个教学改革周期后，各学院的学生整体成绩都有很大的提高，平均分趋势曲线接近直线，学院间的成绩差距变小，教学改革成果是显著的。

图2为以专业和班级为单位分析高等数学成绩分布状况。根据数据分析结果发现,学期初始成绩分布曲线表明各专业班级学生的成绩波动明显,曲线振幅较大,且平均分相对较低;学期中期,成绩分布曲线的振幅缩小,平均分提高显著;学期期末,成绩分布曲线围绕均线小幅波动,曲线振幅趋势趋于平和,平均分相对学期初始有显著提高。

通过数据对比分析,基于CDIO和“互联网+”的《高等数学》金课建设的教学改革效果还是显著的,实现了提高《高等数学》教学质量的教学改革目标。

## 5. 《高等数学》教学改革研究展望

1) “互联网+”的《高等数学》混合式教学改革,充分利用微课、慕课、网络等资源和平台,从传统的课堂面授方式合理过渡到线上线下相结合的混合式教学模式,协同发挥校内外、课堂上下优秀教学资源的功用。

2) 以提高《高等数学》的教学实践性和课程的应用性为教学改革的切入点,将数学建模、工程应用、经济学应用等融入教学内容中,提高学生对“高等数学”的理解和运用能力。

3) 融入课程思政的《高等数学》课程教学改革,将中华古代及现代数学的先进思想,融入课程教学的教材建设、能力训练和思维方式提升等环节,以知识传授为载体,实现树立自信、培根铸魂的育人目标。

4) 以《高等数学》课程的基础知识和应用知识模块划分方式,支撑新工科人才培养及专业建设,从各专业对数学应用能力的特点要求,总结共性问题,优化授课内容。

5) 《高等数学》“金课”建设,从转变教学本质观、教学理念观和教学原则观等教学“三观”,以及从改革教学内容、教学方法和教学评价等教学“三基”两方面,给课堂教学挤“水”添“金”、打造“金课”。

## 基金项目

辽宁省教育厅一般项目“智能教育背景下数学建模课程的教学模式改革研究与实践”;沈阳化工大学2021本科教育教学培育工程项目“基于CDIO和互联网+的《高等数学》金课建设研究与实践”。

## 参考文献

- [1] 朱长江,郭艾,杨立红.面向理工科创新型人才培养的“四步进阶”大学数学教学改革[J].中国大学教学,2018(3):33-36.
- [2] 李志义.建设一流本科打造一流专业[J].化工高等教育,2020,37(2):12-18.
- [3] 李志义,王会来,别敦荣,郝莉,陆根书.我国新一轮本科教育评估的国际坐标[J].中国大学教学,2019(1):33-38+81.
- [4] 李志义.“水课”与“金课”之我见[J].中国大学教学,2018(12):24-29.
- [5] 李志义,袁德成,汪滢,金志浩,于三三.“113”应用型人才培养体系改革[J].中国大学教学,2018(3):57-61.
- [6] 李志义.对我国工程教育专业认证十年的回顾与反思之一:我们应该坚持和强化什么[J].中国大学教学,2016(11):10-16.
- [7] 李志义.对我国工程教育专业认证十年的回顾与反思之二:我们应该防止和摒弃什么[J].中国大学教学,2017(1):8-14.
- [8] 程平,王建俊.基于CDIO的“互联网+会计”财务智能化应用能力培养——以重庆理工大学MPAcc教育为例[J].财会月刊,2018(12):23-31.
- [9] 蔡文霞,杨蓓.基于CDIO的线上线下交互式教学模式改革研究与实践——在“互联网+”背景下[J].石家庄学院学报,2019,21(3):152-156.