

工程认证背景下的复变函数与积分变换教学改革研究

朴凤贤

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年4月11日; 录用日期: 2022年5月10日; 发布日期: 2022年5月17日

摘要

工程教育认证是面向高等学校工程类专业实施的一种合格评价。学生通过工程认证的专业学习, 可以取得国际互认的学历。本校自动化专业和测控仪器与技术, 已通过工程认证。复变函数与积分变换是该专业后续课程不可缺少的一门数学基础课, 需要根据专业定位、专业特色调整授课内容、讲课方式、考核方式等, 进而培养高素质的人才。把OBE教育理念引入服务复变函数与积分变换的教学中, 能在一定程度上弥补传统教学方法的不足, 改善学习效果。

关键词

复变函数与积分变换, 教学改革, OBE理念

Research on the Teaching Reform of Complex Function and Integral Transformation under the Background of Engineering Certification

Fengxian Piao

College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Apr. 11th, 2022; accepted: May 10th, 2022; published: May 17th, 2022

Abstract

Engineering education certification is a kind of qualification evaluation for engineering majors in

universities. Students can obtain internationally recognized academic degrees in the majors that have passed the engineering certification. The Automation major, Measurement Control Technology and Instruments major have passed the engineering certification. Complex function and integral transformation is an indispensable basic mathematics course for the specialized courses of these majors. According to the positioning and characteristics of the majors, the teaching content, teaching methods and assessment methods are adjusted to cultivate high-quality talents. Introducing OBE into the teaching of service complex function and integral transformation can make up the deficiency of traditional teaching methods to a certain extent and improve the learning effect.

Keywords

Complex Function and Integral Transformation, Teaching Reform, OBE Concept

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

复变函数与积分变换是我校自动化专业，测控仪器与技术专业的很重要的一门数学基础课，这门课程学习的好坏直接关系到后继相关专业的学习，并最终影响到专业认证培养目标和毕业要求指标的实现[1]，因此，在该门课程的教学过程中，以学生为中心，以学生能力产出(即“成果产出 OBE”教育理念)为导向，基于互联网 + 线上线下混合式教学模式的实施是必要的。复变函数与积分变换由原来 48 学时减少到 40 学时，内容不删减的情况下，教师在备课时就不能拘泥于教材上的内容，而要多学习研究其他同类教材，吸取各种教材中的精华，对教材内容不断加工，呈现给学生的内容既源于教材又高于教材。通过授课内容、讲课方式、考核方式等举措进行教学改革，学生可以更好地掌握复变函数与积分变换的基本理论和方法，进而培养学生推理、归纳、演绎的思维能力和创新能力，为后续相关专业课程的学习提供必要的理论基础。

2. 将思政教育融入复变函数与积分变换整个教学过程

新时代中国高等教育必须把立德树人作为教育的根本任务，培养什么人、怎样培养人、为谁培养人，是高校在人才培养目标过程中必须回答好的根本问题。习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上指出，要用好课堂教学这个主渠道，使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应[2]。由此，课程思政作为一种教育理念，逐步在高等教育界形成共识。课程思政旨在充分挖掘该门课程中的思想政治教育元素，充分发挥所有教师和课程内在的育人功能，形成全过程育人的教学体系[3]。

运用 OBE 教育理念，对复变函数与积分变换课程思政教学进行改革，以学生学习成果为导向，明确课程的思想教育目标，围绕这个目标，充分挖掘课程知识点所承载的育人元素，并融入具体的教学环节中，以理论和实践相结合的方式，培养学生辩证唯物主义世界观、科学素质和科学思维方法，培养学生理论学习和创新实践的能力，帮助学生增强爱国主义观念，真正实现“课程承载思政，思政寓于课程”的相融相合，达到知识传授、能力培养、思想引领三位一体，有机融合的育人目标。

例如讲解复变函数的极限时化为两个二元实函数的极限，复变函数的序列及级数都可以转化成两个实数序列和实数级数，复变函数的可微性问题可以转化为两个二元实函数的可微性问题，复变函数积分

的问题可以转化为两个二元实函数线积分,这种化未知为已知,化繁为简,化难为易,化整为零的思想,恰恰是我们当代大学生所要具备的素质,报效祖国的大目标可以化成一个个小目标,当下的任务学好每门功课,通过实现一个个小目标进而实现自己的梦想及未来的中国梦。同时可以借鉴这些解决问题的方法和思路,遇到问题时一种方法行不通的时候,可以换个角度或者换个思维方式就可以顺利解决,培养学生发散性思维,创新性思维;另外,通过一定的教学方式,将知识体系内外的思想政治教育素材有效融入教学过程。多种教学方法的综合运用,使两者有机结合起来,充分调动学生的学习积极性和主动性,提高学生的学习能力;将知识应用与课程思政育人紧密结合,增强学生的价值认同与文化自信,增强学生求真向善、积极探索的思想意境。

3. 将数学文化融入复变函数与积分变换教学过程中

基于 OBE, 提倡产出导向, 注重以学生为中心, 注重持续改良的理念, 借助现代技术, 并使之与复变函数与积分变换课堂相结合, 有助于实现教育学模式的创新, 进而提高人才培养质量。通过适当的引入数学文化, 引导学生从被动学习向主动学习转化。通过教师的精心设计数学文化教学案例, 并融入课堂, 让学生始终从数学文化的角度看问题, 养成将复杂问题简单化、实际问题数量化的习惯, 把蕴藏在知识中的数学思想、方法和精神挖掘出来, 尊重数学逻辑原理的发现过程, 还数学原理的本来面貌, 使学生对数学有个宏观认识和整体把握, 达到培养学生学习兴趣, 激发学生学习动力, 点燃学生创新火花, 增强学生数学文化综合素养。

复变函数与积分变换这门课程及课程中的每一个概念都有其产生的历史, 根据具体概念所产生的历史背景设计数学史案例, 介绍概念的起源、形成和发展过程, 公理、定理、法则的来历, 数学家的创造过程等, 以便促进学生对数学概念的理解和对数学价值的认识, 激发学生学习的好奇心和兴趣, 构筑数学与人文科学之间的桥梁, 进而使课堂教学生动, 充满趣味性, 避免枯燥沉闷。将数学文化教学案例融入课堂, 使学生真正领略到数学文化的魅力, 让学生意识到数学不是不可接近, 而是平易近人的, 这样学生就会喜欢数学、热爱数学、变被动学习转化为主动求知, 并能够创造运用数学知识解决实际问题[4]。

如第一章讲到复数的三角形式与指数形式, 由欧拉公式 $e^{ix} = \cos(x) + i\sin(x)$, 是用在复分析领域的公式, 欧拉公式将三角函数与复数指数函数相关联, 之所以叫作欧拉公式, 那是因为欧拉公式是由莱昂哈德·欧拉提出来的, 所以用他的名字进行了命名。当 x 取 π 时: $e^{i\pi} + 1 = 0$, 这个成为最完美的数学公式, 这个公式之所以完美, 包括自然数的“e”, 最重要的常数 π (π 和 e 是两个最重要的无理数), 最重要的运算符+, 最重要的关系符=, 最重要的两个元零元 0 和单位 1, 最重要的虚单位 i , 之所以说它美, 是因为这个公式的精简。它没有多余的字符, 却联系着几乎所有的数学知识。有了加号, 可以得到其余运算符; 有了 0, 1, 就可以得到其他的数字; 有了 π 就有了圆函数, 也就是三角函数; 有了 i 就有了虚数, 平面向量与其对应, 也就有了哈密尔的 4 元数, 现实的空间与其对应; 有了 e 就有了微积分, 就有了和工业革命时期相适宜的数学, 将数学中的 7 个重要元素如此简洁、和谐、完美地结合在一起, 体现数学之简洁美, 从而可以培养学生主动发现复变函数与积分变换课程中所蕴含美的能力。

4. 将数学建模思想融入复变函数与积分变换教学中

OBE 的教育理念, 其本质是目标和成果导向的有效教学, 将数学建模引入课堂能有效的提高学生应用数学的能力。实际上, 数学建模是建立“会考试”的知识和“会应用”的知识之间的一座桥梁。数学建模的本质就是运用数学方法理论描述实际问题的客观规律, 从而科学地、合理地指导社会生产和生活。将数学建模思想融入到复变函数与积分变换教学中, 不仅能够充分调动学生学习的主观能动性, 还能帮助学生了解本学科应用的途径及实际意义, 更能提高学生的数学考虑到复变函数与积分变换在很多领域

中都有广泛的应用。因此，在教学中我们可以把当前的一些比较成熟的、比较前沿的成果或具体应用实例拿出来作为教学实例融入教学中，同时要考虑到学生的心理认识水平与课程的内容、思想、方法，故实例的选取不宜过于复杂。选取的每一个实例不仅要反映出复变函数与积分变换相关知识的本质，还要简明易懂，能激发学生学习复变函数与积分变换的兴趣，更能让学生感受到这个例子就在我们身边，就在日常生活中，消除学生中产生的“复变函数与积分变换没什么用”的观点。这就要求我们恰当选取模型实例，优化教学内容，突出课程应用性，从而达到培养应用型人才的目。

在复变函数与积分变换的教学中融入恰到好处的模型实例，除了能调动学生学习的积极性并将理论与实践相结合这两个特点外，更为重要的是在潜移默化中渗透建模思想，促使学生养成用数学方法去建模、去解决实际问题的思维习惯，从而达到提高建模能力、增强应用素质的人才培养目标。更进一步说，大学生的应用能力不是在数学建模课上教出来的，而是改革原有的教学方法，将建模的思想化整为零，融入复变函数与积分变换中，以建模思想为指导，以各门数学学科为依托，共同培养出来的。因此，在讲授复变函数实例时采取改善的教学方法，将课堂的主体地位归还给学生，利用分组讨论的模式并给与一定的启发来帮助学生分析问题并解决问题。为了更好地将数学建模思想进行渗透，第一要强调如何用数学语言将实际问题进行描述，简化实际问题；第二强调用什么原理构造了复变函数模型；第三需要用到哪些复变函数中的方法和手段对这一问题进行求解。将数学建模的“问题背景 - 模型建立 - 求解 - 分析 - 应用”全过程贯穿始终。引导学生们一边学习复变函数理论，一边有意识地用所学方法解决或解释实际问题。

5. 部分内容应用 Matlab 软件可视化

由于复变函数与积分变换是一门数、量、形相结合的课程，故课程本身较为抽象，加大了学生学习难度与教师教学难度，利用 Matlab 可将部分函数可视化[5] [6]，使复变函数中抽象的问题具体化、复杂的问题简单化，进而加深学生对知识的理解，提高教师课堂教学效果。鉴于复变函数涉及 4D 空间，难于想象，借助于可视化可以使得复变初等函数形象化、具体化，有利于理解其区别于实变初等函数的特性，充分揭示数学之美，Julia 集和 Mandelbrot 集利用复数迭代生成，迭代公式非常简单，即 $z = z^2 + c$ 式生成美丽的图案，可用于各种服装设计或者包装设计，培养学生的空间想象能力。同学们课下还可以学习相关的分形知识，可以应用该软件模拟现实世界中的很多植物形态、雪花、各种类型的建筑等等，由此学生可以深刻体会到“世界是数学构成的”这句话的深刻含义。

由于 Matlab 软件具有强大的图形绘制功能和编程功能，可以充分运用该软件让学生对图形图像有更深刻的了解，利用它的图形图像工具箱，可以实现函数的傅里叶变换和拉普拉斯变换，而且很容易得到一些常见函数的频谱图，还可以利用该软件的科学计算功能去计算一些较复杂的函数积分，这样往往可以让学生产生浓厚的学习情绪，他们会不自觉的去学习，去思考，去运用。通过部分内容应用软件实现，培养学生的数学实践能力，了解该软件具有强大的数值计算分析能力和图形处理功能，将其应用其他更广泛的领域。同时，通过数学软件的操作锻炼可以将复变函数与积分变换课程教学与数学建模结合起来，培养学生运用所学数学知识解决实际问题的能力，激发学生参与大学生创新活动和数学建模竞赛的积极性，为学生参加数学建模竞赛提供知识储备，为他们进一步提高数学实践能力做好准备。

6. 与工程实践、后续课程相结合

自动化专业，测控技术与仪器为我校通过工程教育专业认证的两个专业；复变函数与积分变换这门的学习好坏直接影响着后续课程，自动控制原理，信号与系统等课程的学习[7] [8]。如傅氏变换多应用于信号分析，教学时可以介绍在信号消噪过程中需要先对信号实现傅氏变换，通过高低频信息找到最佳消

噪方法再去除噪音,许多科技前沿诸如语音识别,虹膜识别等技术的实现都是类似的道理。又如拉氏变换常见于分析系统,在电气工程方面,求线性系统的响应,用拉氏变换可以把微分方程变换为初等方程,方便求解。整个自动控制原理课程的数学模型是传递函数,拉普拉斯变换对于理解系统的传递函数有非常重要的作用。在利用时域法对系统进行分析时,需要借助拉普拉斯反变换得到系统的输出与时间的关系,主要运用部分分式展开法得到输出信号的拉普拉斯反变换,其中就要运用到极点,留数的概念和拉普拉斯变换及反变换的知识。在对系统的稳态性能进行分析时,使用拉普拉斯变换的终值定理得到了系统在不同输入,不同型别下的稳态误差。在画系统的根轨迹时,先要求得系统的开环零极点,还得计算根轨迹的重根点,其间涉及到多项式方程求根和复数根的问题。总之,在复变函数与积分变换的教学过程中,要提及相应的知识点在后续课程中的应用,从而激发学生学习的积极性和主动性。

7. 基于雨课堂的多元化考核方式

在成果导向(OBE)中对师生的评价机制的制定,也是影响有效教学的关键一环。复变函数与积分变换这门课程在本校是考查课,改革考核方式,采用更多元的评价机制考核是检验教学成果的有效方式和重要手段,对学生学习和教师教学具有重要的导向作用,不同的考核方式能激发学生不同的学习动机。复变函数与积分变换以往以理论考试成绩为主作为对学生的最终评分的主要依据,这样会造成学生只需关注考试范围内的内容,通过一定量的练习就可以取得好的成绩,使得考试结束后就把所学内容忘记了,更不知在自己专业课中有什么用处,为了解决单一考核方式的不足,采取多元化全方位的考核方式,注重学生学习过程的考核,过程考核分为四部分,课前预习、课上表现互动和测试、课后作业、期末测试。

课前预习,主要是利用雨课堂发布课前预习内容,扩展学生的学习内容。把课堂讲授无法容纳的更多可以解决工程计算和学习的内容,或者相关的人物传记或有趣的轶事,通过课程网站的平台布置给学生,要求学生通过扩展性内容的学习,提高对核心内容的认识深度和掌握程度。组建学习小组,提出问题,试着解决问题。在课程教学的过程中,将学生按照专业大类进行分组,成立学习小组,要求学生从专业的角度提出需要解决的问题,再从复变函数与积分变换内容中寻找相应的方法,这样会提高学生的发现问题和解决问题的综合能力。

课堂表现互动和测试,通过雨课堂的扫码签到环节快速高效准确的统计学生出勤,比以往的点名方式省时省力,并结合雨课堂随机点名的功能不定时的提问,提问时,若答对加分,答错减分,这样避免了很多同学听课不专注的问题,另外通过雨课堂软件学生将课程中不懂的知识点进行标记,教师会收到匿名不懂数据的反馈并在教学过程中进行课堂讨论,利用弹幕功能接受学生的反馈信息,学生参与讨论及提问提升学生在讨论中的主动性并使教师能从讨论和提问中掌握学生的学习情况进而调节课程节奏进行重点讲解。另外,部分知识点可以设置选择题,课堂上随时测试,随时发现学生的掌握程度,80%~90%正确率的知识点不再细讲,正确率低的知识点从不同角度解释该知识点。部分问题,采用投稿的方式,检查学生的掌握程度。学完部分内容,可以利用进行阶段测试,通过20~30个选择题的形式,利用雨课堂的题目乱序,选项乱序的功能,实现较为公平的测试,避免了同学之间互相参考的局面,这样既掌握了学生的学习效率,也实现了高效的批卷方式,省时省力。

课后作业,主要分为三部分,一部分是课后习题,主要考察学生对所学知识的掌握程度及学生做作业认真程度,可以应用雨课堂结合QQ群收作业,老师可以随时随地批作业,可以用红笔批注,对于问题比较多的作业可以录制语音,这样更方便老师和老师之间的交流,及时解决作业中出现的问题,避免问题积压。一部分是上机作业,包括部分内容应用Matlab实现,学生直接把程序和运行结果以邮件的形式发送给老师,老师可以随时随地查看,及时发现问题解决问题,避免了捧着一大堆纸质版作业批改的局限。另外一部分是大作业,开学第一次课就布置一项作业,让学生利用课余时间收集复变函数与积

分变换在生活中, 在工程实践中, 或在其他课程中以及相关领域中的应用, 最后形成论文的形式上交, 这样学生不仅理解复变函数与积分变换这门课程在实际中有极其重要的应用, 让学生真正的认识复变函数与积分变换这门不只是为了考试取得好成绩, 重要的这门课有着非常重要的应用, 同时锻炼了学生的查阅资料, 整理文献, 写作能力等, 对学生学习这门课有着非常积极的作用。

期末测试, 主要以开卷的形式, 测试学生对本门课程主要内容掌握的程度, 学生可以借助于任何参考书, 笔记, 但是不能利用手机等电子产品, 避免同学们之间通过手机互传答案, 可以获取学生真实的学习效果, 避免不劳而获的出现。

另外, 让学生确定自己的目标也很关键。上过两次课后, 学生基本了解了复变函数与积分变换这门课的大体内容和老师的授课方式, 让学生写出自己这门课的期末目标和对这门课程的建议, 任课老师我会及时督促学生朝着自己设定的目标努力, 一学期下来, 90%多的同学实现了自己预先设定的目标, 这也就是说, 有了明确目标, 大部分同学会一步一步的努力时间自己的目标。多元化的考核方式在一定程度上能够提高学生对本课程的热情, 从而达到更好的教学效果。

8. 结束语

成功的教学改革离不开教师和学生的共同努力。本文总结了笔者在复变函数与积分变换课程教学中遇到的问题, 并按照工程教育认证的要求提出了有针对性的改革措施。这些措施融入了 OBE 教育理念, 突出学生在教学活动的中心地位, 科学评价学生的学习成果, 在实践中取得了一定的改革成效, 学生参与课堂的积极性有了很大的提高, 学生的及格率也大大提升, 学生的数学应用能力也得到增强。但是课程改革是一个长期的过程, 不能一蹴而就, 以后还要根据实际的教学情况继续改进相关的教学环节。

基金项目

沈阳航空航天大学学院级教改课题: 基于 OBE 模式的复变函数与积分变换教学改革研究 YJ202007。

参考文献

- [1] 苏变萍, 陈东立. 复变函数与积分变换[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [2] 习近平在全国高校思想政治工作会议上的讲话[N]. 人民日报, 2016-12-09(001).
- [3] 黄旭剑, 谭冬妮. 高等数学课程思政的教学探索[J]. 高教学刊, 2021, 7(31): 105-108.
- [4] 王霞. 数学文化融入《复变函数与积分变换》的教学案例研究与设计[J]. 高等数学研究, 2017, 20(3): 30-33.
- [5] 朱健民, 李颖. 复变函数的可视化问题[J]. 大学数学, 2011, 27(1): 175-178.
- [6] 韩英, 陈佳旗. 复变函数的可视化问题研究[J]. 北京石油化工学院学报, 2012, 20(4): 61-64.
- [7] 王辉, 张珺, 王生交. 工程教育专业认证背景下大学数学课程教学改革探索研究[J]. 科教文汇, 2020(1): 48-50.
- [8] 张鸿艳, 母丽华, 任秋萍, 陈孝国, 张晓光, 王新霞. 专业认证背景下大学数学教学改革的探索与实践[J]. 高教论坛, 2019(7): 109-111.