

# 新工科背景下复变函数课程教学改革与探索 ——以北京联合大学机器人工程专业为例

张学艳，武丹凤，周芬芬

北京联合大学机器人学院，北京 100027

DOI:10.61369/ETI.2025090037

**摘要：**复变函数是机器人工程专业的重要专业基础课程。为积极响应新工科教育理念的号召，本研究针对教学过程中存在的问题，结合本校实际情况，提出以应用为导向，教学中融入后续专业课程实例，激发学生的学习兴趣；以全面育人为目标，课程中融入课程思政激发学生的民族自豪感和爱国情怀，增强文化自信；以学生为中心的混合式教学过程，融合线上与线下教学资源，着重于学生能力的培养，为培养出高素质工程技术人才打下基础。

**关键词：**复变函数；新工科；应用；全面育人；混合式

## Teaching Reform and Exploration of Complex Function Course under the Background of New Engineering – Taking Robot Engineering Major of Beijing Union University as An Example

Zhang Xueyan, Wu Danfeng, Zhou Fenfen

School of Robotics, Beijing Union University, Beijing 100027

**Abstract :** Complex functions constitute a crucial foundational course in robotics engineering. In response to the New Engineering Education Initiative, this study addresses pedagogical challenges by implementing three strategic approaches tailored to our institution's context: 1) Application–driven instruction incorporating real–world examples from subsequent specialized courses to stimulate learning motivation; 2) Integrated ideological education within the curriculum to cultivate national pride, patriotic consciousness, and cultural confidence; 3) A blended learning model combining online and offline resources that prioritizes competency development, thereby establishing a robust foundation for nurturing high–caliber engineering professionals.

**Keywords :** complex function; new engineering; application; comprehensive education; hybrid

## 引言

新工科背景下，社会与行业对新型工程科技人才的培育提出了更为严格且具体的标准。复变函数作为一种强有力的工具，是许多理工科专业必修的一门重要基础课程，是机器人工程专业学生必修的一门重要专业基础课程，为学生后续专业课程的学习打下基础，同时对学生将来的工程技术研究有重要作用。因此，为顺应新工科建设的发展需求建设复变函数课程成为一个重要的课题。

## 一、复变函数课程面临现状

教师结合近几年的教学实践，发现教学过程中主要存在几个主要问题。

### (一) 课程课时少而难度大

从教学内容来看，复变函数是将实数域中的函数理论推广到复数域。自变量从实数域扩展到复数域，使得其内容更加抽象，

学生学习难度进一步增加。

大二时，专业课增多，复变函数课时被压缩。若仍用多媒体加板书的传统教学法，教师授课内容多、速度快，无法深入讲解知识，只能浮于表面。这导致学生难以快速掌握知识，无法培养运用知识的创新能力，学习兴趣逐渐降低，教学效果大打折扣。

### (二) 教学模式陈旧，以教为主

虽然信息化技术在我国高校早已普及，教师在教学中也利用

基金资助：北京市高等教育学会2024年立项面上课题（课题编号 MS2024090）。

作者简介：张学艳（1984.09-），女，山东临沂人，博士研究生，讲师，研究方向：机器人动力学。

云班课、雨课堂等进行测验和作业布置，但利用率不高，仍主要采用多媒体加板书的传统方法进行“满堂灌”，没有形成系统的线上线下教学模式，这种以教师为中心、教师单向灌输的传统教学方法和手段，未能充分利用信息化手段促进教学互动与个性化学习，不能适应新工科技术人才的培养要求，难以有效提升学生的学习积极性、主观能动性、交流沟通能力、工程思维和批评性思维能力。

### (三) 学生数学基础相对薄弱，存在畏难抵触心理和学习投入不足

不同于“985”“211”高校，应用型本科院校学生基础参差不同，部分学生由于基础薄弱，在高等数学的学习过程中已感吃力，产生畏难抵触心理，而当他们面对作为高等数学延伸的复变函数课程时，这种困难与抵触情绪往往会被进一步放大，从而产生厌学情绪，放弃主动学习。且由于资讯发达时代，学生很容易被其它事物所吸引，对兴趣不足的课程就很难投入足够的时间。

### (四) 考核评价体系单一

复变函数课程的考核采用平时成绩与期末考试成绩相结合的传统模式，本校具体体现为平时成绩占比40%，期末闭卷考试占比60%。出勤与作业占平时成绩的50%，主要督促学生参与平时学习，但学生往往出现出席课堂但不认真听讲玩游戏等情况；作业也容易出现抄袭现象。期末闭卷考试和平时测验能一定程度检验学生对知识点的掌握情况，但也容易出现部分学生应付考试死记硬背的情况。

传统考核模式虽能一定程度检测学生对基础知识的掌握，但难以全面评估学生的创新和实践能力。鉴于上述弊端，目前考核方式不符合新工科对创新型和应用型人才培养的要求，非常有必要对复变函数课程的评价体系进行改革。

### (五) 与专业结合不紧密

复变函数课程理论抽象、逻辑性强，学生学习有较大挑战。尽管前期已对教学内容进行整合，主要讲解与专业紧密相关的知识点，但仍然采用传统的理论推导与习题演练。这种方式仍难以解决理论抽象，与实践结合不紧密，学生难以理解的问题，造成学生学习兴趣不高，甚至产生厌学情绪。

针对目前课程教学过程中存在的问题，为提高学生学习动力，对复变函数课程进行深入探索和改革非常必要。近年来，国内外很多教师已积极进行复变函数课程的改革，主要在课程内部的优化，比如精炼教学内容、以兴趣为导向、引入案例教学、强化实践教学环节以及融合混合式教学模式等<sup>[1-6]</sup>，这些改革丰富了教学手段，拓宽了教学视野，为有效开展教学活动提供了更多的思路，但在课程与具体专业紧密结合，以实际应用为导向的深度方面仍显不足。

鉴于此，教师从本校学生特点出发，结合多年教学实践与经验积累，积极响应新工科教育理念的号召，明确以培养具备创新精神与实践能力的科技人才为核心目标，开展以学生为中心，以全面育人为目标，课内外贯通、线上线下互通、与应用实践融通的教学改革，层次递进地培养学生建立自主学习的能力，激发学生的

学习兴趣，提高学生的学习效率。

## 二、教学改革实施路径

针对本校复变函数课程存在的问题，教师广泛调研国内外复变函数课程改革的成功案例，结合本校实际情况，提出以应用为导向，全面育人为目标，以学生为中心的混合式教学的课程改革。

### (一) 以应用为导向，全面育人为目标的教学思路

教师从专业出发，以应用为导向，对复变函数课程内容进行整合优化，突出教学重点和教学难点。应用型本科院校学生高等数学基础相对薄弱，过于强调理论会打击他们的学习积极性，因此在教学过程中应该重点强调复变函数的思想与方法的运用，减少理论性较强的推导和证明。同时略去与本专业联系不大的内容，比如共形映射。本着学以致用的思想，加强复变函数与后续专业课程中重要知识点的深入强化。任课教师在授课过程中，与专业课教师深入交流，寻求与后续专业课程结合点和应用实际案例，与学生平时专业课程学习相结合，实现与学生专业课程的有机融合。比如在课程中融入后续课程《电路》、《自动控制原理》、《数字图像处理及机器视觉》和《信号与系统》等课程中的应用案例，以工程实例为背景，让学生在掌握数学理论知识的同时，深刻理解其在工程领域的实际应用，能极大地激发学生的学习兴趣与探索欲，同时促使学生从被动接受转为主动求知，从而从根本上解决了学习投入不足的问题。

在教学过程中，教师不仅重视学生对知识的掌握，还深入挖掘融入了课程思政元素，引导学生体会复变函数在数学体系中的地位及其对社会发展的深远贡献，从而激发学生的学术热情，并树立终身学习的远大志向。课程中为增强学生的文化自觉与人文底蕴，融入数学史与数学家的故事，比如通过讲述欧拉在逆境中坚持科研、傅里叶在困境中开创性发现等励志故事，教师不仅传授了复变函数的重要概念与定理，更以这些伟大数学家的精神力量激励学生勇于面对挑战，不懈追求真理。同时，课程还特别融入了中国数学家如华罗庚、陈省身在复变函数领域的卓越成就，展现了中国数学的光辉历程，有效激发了学生的民族自豪感和爱国情怀，增强了他们的文化自信。

### (二) 以学生为中心的混合式教学过程

针对复变函数课程在教学模式上显现的不足，实施以学生为中心的混合式教学模式。通过融合线上与线下教学资源，着重于学生能力的培养，促进学生的主动学习与创新思维，以更好地适应新工科背景下对高层次工程技术人才培养的迫切需求与时代要求。

线上线下混合教学模式可以突破时间和空间的限制，帮助学生更好地把握学习的主动权。具体实施中，通过网络学习平台，在课前发布学习任务，引导学生进行预习与思考；课堂时间则聚焦于重点内容的讲授与深入探讨，促进知识的内化；课后，再次利用网络平台布置作业，延续学习过程。

#### 1. 线上建课

任课教师利用学校网络学堂平台，新建复变函数课程。上传教学课程大纲，教学进度计划，教师简介。根据课程大纲的要求，建立相应章节的课程资源，比如课件、精讲视频、测试题等）。

## 2. 课前探索

教师借助网络学堂和雨课堂平台，发布课前视频、小故事、案例应用等介绍相关概念、原理的起源、形成过程等，激发学生学习的好奇心和兴趣，同时有意识地引入一些开放性问题或挑战性任务，引导学生自主思考。比如，在讲解拉氏变换的应用前，给出电路系统中某微分方程，让学生思考求解方式，让学生带着问题进入课堂，提高听课效率。通过课前探索锻炼学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

## 3. 线下教学

充分发挥传统课堂的教学优势，灵活采用多样的教学方法和手段。在教学过程中，为突出以学生为中心，主要采用BOPPPS教学模式进行课堂教学，既将课堂教学过程分成六个环节：导言（Bridge-in）、学习目标（Objective/Outcome）、前测（Pre-assessment）、参与式学习（Participatory Learning）、后测（Post-assessment）和总结（Summary）<sup>[7]</sup>。

在课程导入和教学目标呈现后，利用雨课堂进行前测，前测的数据能及时反馈，教师能充分了解全体学生的预习情况。

在参与式教学过程中，采用启发式、类比式和案例式教学法进行教学，让学生主动参与到课堂中。比如，启发学生思考复变函数与二元实变量函数之间的联系和区别，用实变函数和复变函数之间的异同类比引导学生思考复变函数的性质，加深对复变函数的理解。针对课程中的重难点知识，可以采用案例讲授法，将抽象的理论知识与具体的专业知识和应用场景紧密相连。比如，《自动控制原理》中的传递函数用到拉氏变换，则在教学中引入拉氏变换在传递函数中的应用，通过实际案例，增强学生的应用能力和问题解决技巧。

在教学过程中，引入可视化教学手段，通过数学软件 MATLAB 进行可视化演示，将抽象概念的直观展示，方便学生理解。比如通过 MATLAB 软件绘制复变量的初等函数，学生可通过四维图像观察函数变换规律；利用 MATLAB 求函数的傅氏变换，并分别绘制出变换前后的时域图和频谱图，这种方式让学生更直观体会到复变函数这门学习工具的重要性，从而为后续专业课学习打好基础。

后测过程，在雨课堂平台完成。教师设计一系列针对性的测试题或问卷，以全面评估学生对本次课程内容的掌握情况。在总结环节，对课堂内容进行回顾和梳理，总结教学重难点。通过观察学生在课堂上的参与度、提问的质量以及后测结果的数据分析，教师对学生的学习状态有一个较为全面的了解。针对不同学

生掌握情况，对优秀学生可以提供更具挑战性的学习任务；对学习有困难的学生，课下给予他们更多的关注和支持。

## 4. 课后巩固

学生学习新知识后，为将其内化为自身能力，积极的巩固过程非常重要。教师将教学中的核心难点与重点精炼成微课视频，供学生根据自身学习进度和需要自主选择观看。另外，网络学堂的文本资料、PPT 演示文稿等学习资源，鼓励学生反复查阅与运用。同时，教师利用网络学堂和雨课堂，设计并发布一系列拓展性学习任务与课后习题，鼓励学生在线上环境中积极讨论与练习。

## （三）优化考核评价体系

以往采用“平时成绩+期末考试”的模式，在此基础上扩大课程考核内容。传统的平时成绩主要体现在平时出勤、作业及两次阶段测验。改变原来课程考核比例，从4:6(平时成绩:期末成绩)改为5:5，平时成绩由原来的3部分变为5部分：出勤、课前预习、课堂参与、课后讨论与作业、单元测验。新的考核方式不再局限于学生的按时出勤，完成课后作业和顺利通过期末考试，而更加注重过程性学习。

过程考核分为两大部分：一是针对课堂外，通过平台发布的课前预习任务、课后讨论与作业以及单元测试等方式进行考核，重点考察学生的课后学习时间投入及学生成果，培养学生的自主学习习惯和能力；二是在课堂上，对课堂上积极参与互动、敢于表达和分享观点的学生给予肯定，锻炼学生的沟通与表达能力；并通过组织主题讨论、课堂小测验等活动，检验学生课堂学习的效果。借助雨课堂和网络学堂平台，可以全面记录学生课前预习、课堂参与和课后复习的情况，将考核贯穿于整个教学流程。基于这些记录，教师能够及时掌握学生的学习动态，适时调整教学内容和方法，及时纠正问题，从而增强师生之间的互动与交流。

## 三、结语

复变函数是机器人工程专业的专业核心基础课程，针对教学过程中存在的主要问题，在教学中开展以应用为导向，全面育人为目标，以学生为中心的混合式教学的课程改革。旨在为学生提供更优质教学资源和学习体验，为培养出一批具备综合素质与创新能力的高素质工程技术人才打下基础，以满足新时代社会对工程技术人才的需求。

## 参考文献

- [1] 李铭.高校公共基础课程教学改革探索——以复变函数与积分变换课程为例 [J].高教学刊,2024(02):131-134.
- [2] 孟华,罗荣,杨晓伟.以问题为导向的复变函数教学与实践 [J].2020(03):40:44.
- [3] 张坤,杨慧贤.基于应用型人才培养的“复变函数与积分变换”课程教学改革与探索 [J].教学改革,2024 ( 08 ) :151-154.
- [4] 陈爽,严政.基于 OBE 理念的《复变函数》课程混合式教学思考 [J].山西青年,2023(01):60-62.
- [5] 华杰,董贺,汪玉海等.复变函数与积分变换课程教学方法 [J].高师理科学刊,2022(09):67-74.
- [6] 高文华,韩乐,高丽.复变函数与积分变换自主探索实验的设计与实践 [J].实验室科学,2020(05):59-62.
- [7] 张莉,王秋宝.基于BOPPPS教学模式的复变函数论教学设计——以“解析函数的概念与柯西—黎曼方程”为例 [J].大学数学,2023,39(04):113-118.