

“复变函数与积分变换”教学的实践探索

杨慧贤, 张坤, 李欢

沧州交通学院通识教育学院, 河北沧州, 中国

【摘要】牢固的基础学科支撑是培育专业人才的根基。针对当前“复变函数与积分变换”教学领域所面临的诸多挑战, 本研究立足于课程前后衔接, 通过深入探讨核心难点、推动知识体系间的关联以及培育数学素养等目标出发, 寻求优化该课程教学的创新途径, 并探索提高教学品质与效益的基本策略。在此基础上构建稳固基础并改进教学模式, 同时初步搭建跨学科知识体系架构, 形成一系列基本的教学策略。在复变函数与积分变换的教学过程中, 以学生为核心的教育理念显得尤为关键。借助于推动主动构建知识框架及促进学科交叉融合的策略, 我们有望有效地激发学生的学习热情, 并提高他们的综合能力。

【关键词】复变函数及积分变换; 以学生为中心; 积极构建; 专业融合

【基金项目】项目基金: 《以“服务专业”为方向的高等数学教学改革体系建设与实践》(CJ20240227); 沧州交通学院大创项目(X202614202089); 沧州校内科研项目(CJ20250106)

1.“复变函数与积分变换”教学的痛点和改革

在中国共产党第二十次全国代表大会上, 强调了对基础学科、新兴学科以及交叉学科建设的加强^[1]。教育实践一线的专业人士需以课程定位为关键, 依据时代变迁之需求, 同时明确教学指向。在我院秉持“以育人为根本、德育优先、重视能力培养及特色发展”的教育理念背景下, 设立“复变函数与积分变换”课程, 针对电气工程及其自动化学院的学生进行教学。此课程不仅涵盖了力学、自动控制理论等多个领域, 而且对于学生掌握电子技术、自动化以及信号处理等专业知识具有至关重要的前期基础。这门课程对于实际工程问题具有高效的解决能力, 同时对学生的基础知识学习具有重要意义, 并且进一步巩固了专业特色教育。另外, 参与此课程的学习有助于提升学生的自学能力和创新思维能力, 为他们未来专业知识的深化奠定稳固基础。

复变函数与积分变换这门课程, 不仅涵盖了众多数学逻辑推导, 同时涉及大量计算公式, 使得该课程在教学和学习上具有一定的挑战性。并且在此课程中, 由于师生比例较低, 教师在面对水平参差不齐的学生群体时, 往往难以实施差异化教学策略。此类状况制约了教师与学生之间的深度互动, 进而对学生感受到关注及课堂参与度产生负面影响, 从而降低学习成效。依照作者的观点, 混合式教学策略能够在以下关键领域显著优

化教育成果。鉴于工科领域的学生在该课程上的重要性, 我们实施了一系列的创新实践, 旨在充分发挥网络模块教学与实体课堂教学的优势, 并实现相互补充。在解决学时限制的同时, 课程的知识领域得以拓展, 同时部分教学内容的难度与深度亦得到提升, 从而满足各专业对本课程多元化的需求。在长期的教学实践和学生学习成果的基础上, 本研究贯彻“以学生为中心”的教学理念, 归纳以上所述提出了一系列切实可行的创新性教学策略, 并期望与教育领域的同行展开深入的学习探讨和交流。

2.前后序课程衔接的实践探索

2.1“复变函数与积分变换”与前期知识衔接

考虑到复变函数与积分变换在工程技术领域具有突出的应用潜力, 加之学生已学过高中数学、大学一年级的高等数学课程, 以及电路分析和大学物理等必修科目, 累积了相应的知识储备, 因此, 在教学环节中可以融合自主探究、团队交流以及数学实践等多元化手段, 以突破传统的单一讲授方式, 进而激发学生的主动性和参与度。针对复数的基础理论与高中数学中的复数知识密切相关, 建议学生通过自主探究的方式来熟悉这些内容。具体而言, 可以实施以下策略以实现优化: (1) 复数的基本概念和高中数学中的复数知识紧密相关, 因此建议学生通过自主学习的方式去掌握这些内容。然而, 在涉及无限远点、复平面等复杂概念的教学时,

教师应当采用讲授的方式进行。(2)在涉及解析函数、复积分以及级数等领域时,教师可对基础概念与关键原理进行简要讲解;而对于复变函数中的连续性、可导性以及积分等的定义和性质则引导学生深入探究,通过课堂研讨的方式,与高等数学的相应部分进行对比分析,揭示相似性与差异性,有助于提升这类知识点的理解程度。(3)讲授积分变换内容时,高等数学中的傅里叶级数类比复变函数的傅里叶级数和傅里叶变换,并借助信号与系统的实践案例,深入探讨 δ 函数、阶跃函数的内涵,以及帕萨瓦尔原理和卷积等核心概念,从工程实践视角深化对这些理论的认识。研究傅里叶变换与拉普拉斯变换在积分转换领域的无缝衔接,以及如何运用拉普拉斯变换解决RLC动态微分方程,并深入理解其核心原理。紧密连接前后学期的知识体系,既有助于学生对已掌握的知识进行回顾,又能指导他们明确未来的学习目标。此类知识的关联性有助于构建一个紧凑且连续的知识体系,从而消除内容上的突变和跳跃感,同时减少学生由于难以适应而导致的兴趣缺失现象。

2.2 基础学科与专业课程衔接

复变函数与积分变换,一门高度集中知识的学科,抽象概念在其中具有主导地位。与专业课程相比,它通常没有具体的实际应用场景。在现行的教育体系中,复变函数与积分变换这一课程与其他专业领域的关联性相对较弱,从而使得学生对于该课程的实用性的认知存在不足。这种情况很难引发学生对学习的兴趣。因此,为了促使学生更好地适应未来的专业课程,并为其平稳过渡至专业角色奠定扎实基础,我们有必要减小基础课程与各专业课程之间的知识差异。从电气专业的复变函数和积分变换课程内容的角度出发,可以有如下几方面的:(1)根据专业要求删除课程中的部分知识;(2)在学科科目之间加入连接性的知识以弥补欠缺;

(3)我们应当增加一些数学实验的项目。通过采用这些方法,学生能够更好地适应他们的专业发展需求。

根据专业课程的具体要求,我们可以对现行教材的教学内容进行适当的删减和重点突出。(1)我们要特别强调课程的核心内容。复变函数被认为是微积分在复数领域的分支,教师应简要介绍可通过高等数学方法解决的问题,并特别突出复变函数和积分变

换中的独特知识点。在探讨连续性判断、级数收敛与发散等知识点时,可以予以简要概述;而针对解析函数、洛朗级数以及留数等内容,则需要进行深入讲解。(2)简讲理论的推导与证明。对于电气工程领域的学生来说,尤其需要突出复变函数与积分变换的思想和应用方法,理论性较强的推导与证明过程一带而过。无需涉及柯西-古斯塔法定理、柯西积分公式以及高阶导数的证明。在解释复合闭路定理的验证过程时,需要采用精炼清晰的表述方式,使得学生能够理解从单连通区域向多连通区域柯西-古萨定理推广的逻辑。这种教学方法不仅有助于激发学生的探索精神,而且对于培养学生发散性思维能力具有特别重要的作用。(3)强调了对具有直接应用价值的内容进行深入讲解。在信号处理领域内,傅里叶变换和拉普拉斯变换扮演着至关重要的角色。因此,有必要对这些主题进行更深入的探讨,并相应地延长教学时间。

对于电气工程领域的学生而言,复变函数与积分变换不仅仅是高等数学课程的拓展和深化,它们在电路分析、信号系统、数字信号处理以及通信技术等专业核心课程中发挥着基础学科的重要作用。在融合专业课程教学时,要从二个方面出发:一方面必须实现二者的自然融合;另一方面,我们应该重点关注如何实现两者之间的无缝衔接。一般来说,专业课程所涉及的概念和术语等均源于其专业实践环境。在电路问题中,单位脉冲函数被视为理想的电流脉冲信号;在信号与系统领域中,该概念亦表现为一种具有高度强度且作用持续时间极短的理想化表征。在引入此函数时,仅仅将其呈现而不对其背景进行阐述是不足够的。教师应当依据实际情境,引导学生自主探索与发现。通过融合课程知识与学生专业领域的实际问题进行讲授,或鼓励学生在课后探讨如何将所学知识运用于自身专业实践。

2.3 课本知识与前沿知识衔接

复变函数和积分变换是信号与系统、数字信号处理以及机械振动等众多课程的前置基础。在本课程中,某些关键概念之间的联系尤为突出:洛朗级数构成了数字信号处理领域 Z 变换的理论基石;而拉普拉斯与傅里叶变换则是分析线性时不变系统不可或缺的工具。学习计算机械振动的频响函数时,傅里叶变换发挥着关键的数学基础作用。因此,

此课程设计的可视化案例,能为后续连续课程教学提供适当参考。在学术教育环境中,融入科技领域的创新成果以及跨学科的尖端知识具有显著意义。不仅激发学生在课后自发搜集信息、深入挖掘交叉学科领域,还有助于推动教育模式转向以学生为核心、强调师生互动探究的教学方法。该教学策略高度重视对大学生逻辑推理和创新技能的培育^[2-4],其终极目标是推动学生持续发展,并有助于提高他们的学习成效。在教学过程中,倡导学生充分发挥自身专业优势,积极探讨数学领域的知识,并阐述其广泛的实际应用前景。方法的实施旨在通过采用多元化的教育策略,实现基础课程与前沿知识的无缝衔接。在推行“课前五分钟”教育项目的过程中,学生将得到契机,于小组内自主挑选与专业领域紧密相关的前沿主题,并在课程启动前进行简要的阐述与互动探讨。此环节不仅致力于提升学生的自主学习能力,而且通过教师实时反馈与指导,进一步增强了学生的批判性思维和表达能力。此教育策略高度重视学生的主导地位,倡导“自主学习”、“实践操作”以及“反思学习”,充分考虑到学生个体差异,并致力于增强学生实际操作体验与创新思维能力。教师的即时介入与弹性管理,我们致力于构建一个具有高度互动性和活力的教学环境。此目标的提出,旨在推动知识掌握的深度与广度,以及应用技能的提高,从而实现教学角色之间的无缝切换和教学环境的全面提升。采用这种教学策略,对于激发学生的学习热情具有显著效果,同时引导他们主动探索和挖掘自身潜能,为未来的学术研究和职业生涯奠定稳固基础。

3.塑造学生创新意识;在教学过程中,运用类比策略来构建知识体系,并高度重视各个知识点之间的关联性

在教学过程中,根据课程的独特重要性,我们在课堂教学中运用合适的教学方法,以激发学生的学习兴趣,并指导他们开展自主思考活动,从而塑造其创新思维技能。教育过程本质上是一种创新性的实践,其中特别强调培养相应的创新思维。例如,复数的理论突破了实数的约束;解析函数突破了传统二元和一元函数框架;洛朗级数克服了幂级数存在的局限;拉普拉斯变换是在傅里叶变换领域中的一次重大创新。各类实例均凸显出在教育过程中培养创新思维的关键性。

在教学过程中,必须注重将理论与实践相结合。在阐述复数的辐角理论时,可以借助现实生活中的摄影机所产生的立体视觉效应作为具体案例进行剖析;讲解析函数过程中,常以电场的电位能与电通量为例子;在讲授柯西积分公式的过程中,提一个启发性问题:如何确定地球核心的温度。在阐述傅里叶变换的演进历程时,对学生传达其最新研究进展,诸如信号滤波、语音辨识以及虹膜验证等技术领域的实际运用与发展动态。实例教学策略有助于降低学生在数学理念领悟方面的困扰,同时激活他们对学习过程的积极性,并提升其认知与运用能力。在当前的教育实践中,一个关键的方面是安排更多具有开放性的课外作业。这一方法不仅激发学生自主搜集信息和研究问题的能力,还能有力地指导他们迈向自我学习的路径。

采用类比策略构建知识体系,诱导学生发挥数学推理能力,同时激励他们自主探索、积极思辨、互动沟通及比较不同观点。复变函数理论作为实变函数理论的扩展与深化,在教学过程中始终贯穿着实变函数的理论观念。此类问题涉及极限、连续性、可微性以及积分问题的探究,然而,各类数域的差异导致了各类数学研究方法和结论的多样性。在教育过程中,通过对比两类函数,有助于学生更深入地认识复变函数,并解决他们觉得课程内容繁琐难以掌握的困境。

4.创新教学方式和模式

4.1 情感为基,以趣为导,以拉近学生与复变函数课程之间的距离。

教师的核心职责包括教导、传授知识以及解答疑惑。教师应热爱教育事业,陶醉学生之前先对自己进行陶醉。微笑着站在讲台上的教师,能够引发师生之间的情感共鸣,从而促进学生学习态度和学习热情的提升。

在教学过程中融入情感教育,以激发学生的学习热情,认识到兴趣对于学习的重要性。在高等教育阶段,学生往往会参照他们在高中阶段的学习方法,对教师的依赖性相对较大。因此,教师应全面探索数学领域的审美价值,运用简洁明了的表述阐述复杂理论,并将抽象观念具象化。(1)展示复变函数与积分变换的美。知识结构的内在美、数与形特征的表象美、数学思维方法独具一格的奇异美、数学语言符号及图像信息简洁形象的美、课堂教学中探索思考解题路径的美、点拨启发思维艺术的美,皆为学生提供

了审美体验。因此,教师需悉心探寻数学领域内所蕴含的美学元素,以激发其浓厚兴趣。

(2) 改变教学方法。教师在授课过程中,扮演着编剧、导演以及演员的角色,呈现了一场精彩的演出。倘若教师在授课过程中能够娴熟地运用各类教学策略,使学生处于一种自由开放的学习环境中,学生的情感充实,自信心和主动性自然得到提升,便于维持高度专注,从而便捷地掌握复变函数与积分变换处理问题的技巧,实现学习观念的转变。总结而言,情感教育作为一种以学生为核心的教学模式,在课堂教学过程中,有意识地进行渗透,耐心细致地进行培养,以及通过潜移默化的方式对学生产生影响。

4.2 采用五步教学策略,推动学生自主思考能力的成长,增进课堂参与程度和积极性。

第一步,自学。根据教学目标和内容,教师构建了预习阶段,并明确设定了相应的标准和任务卡片。第二步,师授。在教学场景中,学生自发地进行探索,并阐述他们对预习内容的理解。教师随后将这些零散的知识点汇集并梳理,同时深入阐述关键观念与基础运算技巧。老师会特别详细地解析学习中遇到的困难。第三步,探究。教师们构想了一个全新的议题,学生群体因此被划分为多个团队,以便于开展深度探讨与研究。这样的举措旨在提高他们的综合素质,并使他们能将所习得的知识运用到其他领域。第四步,练习。在当前时期,学子们通过参与课堂实践、测验以及作业等环节,以此巩固基本理论,同时对自身学习成果进行量化评估。第五步,应用。在当前的教学过程中,教师会为学生呈现具体实例剖析,并敦促他们对相关背景资讯进行深度探究。随后,学生将运用自身所习得的知识以应对各类实际问题。在课程终结之后,采用课外阅读和团队协作等策略,以拓展知识领域、提高创新能力,从而增强课程的高级特质及挑战性。

4.3 整合教学资源。

修订复变函数与积分变换课程的教材大纲,明确融合价值观引导、知识传承和能力培养的教学目标,并适当调整内容;确定了重难点、教学方法和技术以及评估方式。

教师自主创新与网络优质资源整合,共同构建多样化、高品质的教学资源库。它可

以用于课堂教学,同时也适用于课后的复习环节。根据学生的学科特点和学习状况,搜集包括日常生活实例、时事焦点、专业应用以及数学历史发展等相关内容,进而构建包含案例库(涵盖日常与专业学习)、在线配套题库、讨论话题精选、预习练习题目组合以及难点习题解析视频等多样化资源体系。

5. 结语

综上,教师发挥最优化的数学教育技术和手段,在提高数学教学水准的同时,挖掘数学内涵;立足于以学生为中心,紧密结合前置课程,实现与后续专业课程群的深度融合。针对复变函数与积分变换教学现状,探讨教学改革的实践策略,以强化理学基础课程在工科人才培养中的支持作用,致力于实现全方位教育目标。在未来的教育实践中,敦促学校和教师紧密配合,以人才培养需求为导向,革新教育观念,创新教学模式,进而塑造具有实践能力的专业人才。

参考文献

- [1] 韩启德.高举中国特色社会主义伟大旗帜 团结带领广大科技工作者为建设创新型国家夺取全面建设小康社会新胜利而奋斗——在中国科学技术协会第八次全国代表大会上的工作报告[J].科协论坛,2011(6):7.
- [2] 张寒苏,王彤,杨文国等.“高等数学”前后序课程衔接的实践探索[J].科技风,2025(02):32-34.
- [3] 胡恩明,郭文莉,周健儿.人才培养模式改革研究与实践[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [4] 李烁,张俊锋.基于“翻转课堂”的工程复变函数与积分变换课程的教学探索[J].科技风,2021(06):30-31.
- [5] 钱志祥.充分发挥高等数学教育在应用型人才培养中的作用——以“复变函数与积分变换”课程为例[J].科技风,2024(15):14-16.
- [6] 崔玉泉,包芳勋.数与形[M].济南:山东科学技术出版社,2013.
- [7] 杨亚莉,王红卫,黄国荣,等.复变函数与积分变换绪论课教学设计与实践[J].高等数学研究,2024,27(06):86-90.