

# 本科专业核心课的教 - 学 - 研深度融合的探索与实践

陈波<sup>1</sup>, 樊伟<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中南大学地球科学与信息物理学院, 湖南 长沙

<sup>2</sup>湖南大学土木工程学院桥梁工程系, 湖南 长沙

收稿日期: 2022年9月9日; 录用日期: 2022年10月6日; 发布日期: 2022年10月17日

## 摘要

教研融合、教研共进是研究型高校高质量发展的关键所在。如何合理有效地将科学研究融入到本科教育过程中, 培养出创新型人才, 是当前综合性大学的中心任务之一。本文以地球物理学专业的本科生课程《重力学》为例, 探讨了教师如何在本科教学过程中将教学和科学研究有机融合。核心思路为通过科研与教学相互促进的方式, 带动本科生培养质量的提升, 鼓励学生表现特长、发展潜质, 培育学生的创新思维和创新能能力, 达到“拓宽视野、增强能力、促进创新、培育卓越”的教育目标。通过《重力学》课程教 - 学 - 研深度融合的探索与实践表明, 教学和科学研究有机融合可以显著提高课堂教学效果, 激发学生学习积极性与研究兴趣, 培养本科生的科学思维能力和实践创新能力。教师也能在一定程度上平衡教学和科研任务, 达到教学和科研相互促进、共同发展的目的, 为研究型大学培养创新型人才和建设国际一流学科和大学打下坚实的基础。

## 关键词

科研, 教学, 创新能力, 重力学

# Exploration and Practice of the Deep Integration of Teaching, Learning, and Research on Undergraduate Core Courses

Bo Chen<sup>1</sup>, Wei Fan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha Hunan

<sup>2</sup>College of Civil Engineering, Hunan University, Changsha Hunan

Received: Sep. 9<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 6<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 17<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

The integration of teaching and research and the joint progress of teaching and research are the key to the high-quality development of research universities. One of the central tasks of the current comprehensive university is how to reasonably integrate scientific research into the undergraduate education process to cultivate the innovative talents of undergraduates. Taking the undergraduate course "Gravity" of geophysics as an example, this paper discusses how teachers integrate teaching and scientific research in the undergraduate teaching process. The core idea is to drive the improvement of undergraduate training quality through mutual promotion of scientific research and teaching, encourage students to show their strengths and development potential, cultivate students' innovative thinking and innovation ability, and achieve the educational goal of "broadening vision, enhancing ability, promoting innovation, and cultivating excellence". Through the implementation of the deep integration of teaching, learning, and research in the course "Gravity", it is shown that the organic integration of education and scientific research can significantly improve teaching quality, stimulate enthusiasm and interest of the undergraduates for learning and research, and cultivate their scientific thinking and practical innovation abilities. Teachers can also balance teaching and research tasks to a certain extent, achieve the goal of mutual promotion and common development of teaching and research, which can lay a solid foundation for research universities to cultivate innovative talents and build world-class disciplines and universities.

## Keywords

Scientific Research, Teaching, Innovative Ability, Gravity

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

本科教育是大学立校之本。当代科学技术的飞速发展,知识的日新月异,如何在本科教学中培养具有扎实的专业理论基础,同时又具备较强科研创新能力的创新型人才是高等教育的核心任务。科学研究对于培养学生的创新能力具有重要的推动作用,而课堂教学则是本科生获得知识和培养能力最重要的一个环节。为此,教育部明确提出,全国高校要强化科研育人,推动科研反哺教学[1]。学者们也提出观点:大学需拆除教学和科学研究之间的高墙,有机融合本科教学和教师的科学研究[2]。因此,时代的发展要求综合性大学必须做到教学和科学研究齐发展[3]。

在本科教育阶段,课程学习是本科学子获取知识和培养能力的最主要途径。传统课程教学以多媒体方式讲授课本基础知识为主,方式单一,缺乏活力,大部分学生被动地接受专业知识,目标和方向不明确,学习缺乏自主性,对课堂所学的专业知识往往难以深入理解和运用。总体上,传统的课堂教学难以有效激发学生主动思考和提升学生实际解决问题的能力,更难以提升学生的创新能力,与大学生培养目标相矛盾。

教师是高校教学和科研的主体。新时代的发展对当下的高校教师提出了新的要求——在课堂传授知识,培养学生的创新能力,同时有序推进自己的科学研究。然而,一个人的时间和精力往往是有限的,如何在教学、科研、培养学生等多方面之间找到一个平衡和结合点,是新时代高校教学-科研型教师面

临的共同难题[3][4]。

科学研究对于本科教学工作的开展具有重要的推动作用。近几年,一些高校和专业已经逐步实施了一些本科学子开展科研项目的举措,例如针对本科学生的“创新创业计划”、“本科生研究训练计划”[5]等。这些举措鼓励本科学子主动联系老师,接受科研培训,开展科研项目。这些项目的实施为高校培养本科学生的创新能力起到了示范作用,均得到本科生积极正向的反馈:如通过参与科研训练感受到了学以致用,培养了发现、分析和解决问题的能力,显著提升了实践创新能力[5]。但是,这些举措大部分没有将课堂教学和科学研究有机结合,有为了科研而科研、专业知识与科研“两张皮”的问题。

以本科专业核心课程为载体,克服传统科研融入的专业知识与科研“两张皮”问题,将科研引入本科生的课堂教学和学习,将教学-学习-科研深度融合,鼓励学生表现特长、发展潜质,培育学生的创新思维 and 创新能力,达到“拓宽视野、增强能力、促进创新、培育卓越”的教育目标。本文作者以本科课程《重力学》为例,探索如何在本科教学课堂内外协同,将本科教学与科学研究有机结合,做到教学和科研齐发展,让本科教学与科学研究成为统一的整体,师生互相促进,并对实施过程和效果进行论述。

## 2. 《重力学》课程教-学-研结合实践

《重力学》是地球物理学专业本科生二年级下或三年级上学期开设的专业骨干课,该门课程是固体地球物理学中的重要组成部分[6]。该门课程是有关地球重力场及其所关联的其它物理现象的学科,涵盖领域包括地球重力场、地球形状与形变、大地测量、固体潮和卫星重力学等,与地球学科前沿科学问题息息相关。该门课程要求学生掌握重力学的基本概念和基本理论,灵活运用重力学方法探究和解决科学问题。在该门课程学习前,学生们已经学习了高等数学、线性代数、场论、大学物理和计算机程序语言等基础课程,具备了良好的开展课程学习和科学研究的基础。

为了有效地结合教学和科研,针对《重力学》这门课程,授课教师采用了如下三种方式开展教学:

### 2.1. 科研和实践案例有机融入,解析课程重点与难点

在常规授课过程中,教师是本科课程教学的主体,可以通过多种方式,如多媒体教学、板书、启发式教学等,将课程的主要知识点传授于学生,解析课程的重点和难点,引导学生思考,使学生掌握课程的基础知识和方法技术。在讲授课程内容时,教师通常可以结合自己的科研实践或科研阅历讲解,让学生“学以致用”,了解如何运用课程所学知识解决实际问题。

将科学研究引入本科课堂教学,不仅要求授课教师具备深厚的专业知识,紧跟专业科学研究前沿动态,更要求教师能将这些与课程相关的科学发现和研究成果在课堂教学中深入浅出地向学生讲解[5],让学生意识到课程知识学习的重要性,有效提高他们的学习积极性。与此同时,教师在课程内容和学生的知识累积的基础上,结合授课内容的重点和难点,提出一些前沿的科学研究问题,与学生互动,引导学生思考与讨论如何运用课程所学知识解决实际问题。例如,在《重力学》课堂教学过程中,教师在讲解大地水准面这个重点时,利用最新重力模型计算了全球大地水准面形状图。老师结合最新地球动力学和大地构造等研究成果,引导学生分析和思考全球大地水准面的起伏和成因。经过分析和讨论,同学们对大地水准面这个知识点的认识印象深刻,并扩展了地质和地球动力学知识。

在课堂教学中将实际科学研究案例或成果带入本科教学课堂,能一定程度上满足本科学生的求知欲望,拓宽他们的知识与视野,激发学习兴趣,从而有效提升课堂教学的效果。

### 2.2. 前沿研究课题为出发点,开展研讨式教学

传统本科生课堂教学主要以教师讲授为主,学生仅被动的学习而不深入思考所学知识,往往难以培

培养学生分析问题和解决问题的能力。为了充分发挥学生的主体作用,当学生具备一定课程基础知识后,授课老师可以根据课程教学内容,结合学科研究前沿,给出一些简单课题或科学研究论文,鼓励学生对其感兴趣的研究课题进行调研和深入思考,开展课堂研讨式教学。课堂研讨的实施有利于引导本科生自主学习,从被动接受知识转变为主动探索知识和吸收知识,并提升综合素质能力。

课题给出后,学生可以以小组为单位开展课题或论文的调研,利用课余时间收集课题相关的资料、整理文献、阅读文献、小组讨论、制作 PPT,进而开展课堂研讨。在这个过程中,教师应在课堂上指导学生进行文献的查询方法,如指导学生在中国知网、Elsevier、Wiley 等国内外学术数据库查阅相关文献,对收集的文献整理、分析和归纳。引导学生在已学课堂知识的基础上,分析课题的研究目的,研究方法和研究结论,并鼓励学生提出自己的观点。最后,要求学生撰写学术报告,并在课堂上进行汇报和研讨,该过程可以促进形成自主学习习惯和团队合作的精神。

在课程开展过程中,课堂教学和研讨可以相互融合[7]。教师根据课程知识点的延伸设计若干具体实际问题,指导学生深入问题,引导他们思考,开拓他们的思路。而在研讨活动中,学生对研讨课题或论文的分析与讨论,最终应回归到课堂所学的知识,从实践中思考如何利用课堂知识解决具体实际科学问题。课堂研讨教学要求学生全面地掌握课内教学内容的重点和难点,加之课后的调研和课堂的集体讨论为他们提供了深入学习和思考的平台。

针对《重力学》这门课程,学生学习重力场的基础知识后,授课教师对研讨式教学进行了初步探索,例如提供了近年来发表在 Nature 和 Science 的 10 余篇优秀短篇研究论文,这些研究成果均与课程所学的重力学基础知识密切相关。学生以分组形式开展不同文献阅读和调研,大概每组 1~3 人。根据调研内容,学生们制作 PPT,汇报文献研究目的、内容、方法和研究结果,提出阅读调研后的认识。一般要求汇报时间大概 10 分钟,提问研讨约 5 分钟。在研讨式教学过程中,学生转变为课堂主体,对知识进行展示和讨论。这个研讨过程能充分锻炼学生归纳、分析和总结知识的能力,而课堂的汇报有助于提升学生制作多媒体课件的水平和上台演讲水平等综合素质。此外,研讨式教学过程中,可以有助于提升学生自主学习和团队分工合作学习的能力,激发他们的学习兴趣,启迪学生的科研精神[7]。

研讨式教学需要注重研讨过程的考核,成绩可以依据学生的汇报内容、对文献理解程度、展示情况、语言表达能力、小组分工合作和回答问题情况等进行评定,该成绩可作为该门课程的一个重要过程成绩。除此之外,在研讨现场,可以设立额外加分项,鼓励其他学生认真聆听、积极思考和参与研讨过程。《重力学》这门课的实践表明,该调研和讨论式教学过程,同学们不仅加深了对该门课程基础知识的理解,而且对如何运用课程所学知识解决实际科学问题的思路 and 手段有了深入了解。此外,学生们还掌握了英文文献的阅读方法,同时还锻炼了表达交流能力和团队合作能力。

由于每门课程课时有限,建议整个课程中教师可根据课程内容设计 1 次以学生为主体的研讨式教学。而以教师为主体的课堂教学,教师可以根据教学重点,以提问形式开展小规模课堂研讨,活跃课堂气氛,引导学生思考和讨论,加深学生对知识的理解和运用。

### 2.3. 与老师科研项目结合,鼓励部分学生开展科学研究

上述研讨式教学在一定程度上可以提升学生的创新能力,但由于课后调研和课堂研讨时间有限,对该课题的研究均难以深入,基本停留在认识和了解层次。为了进一步培养一部分有潜力学生的创新能力,授课教师可以根据教学计划要求,筛选出教学内容的重点,结合前沿科学问题和自身科研项目,设计科研子课题,供学生选择,课余时间开展科学研究[8]。

教师所列研究课题应相对简单,贴近科研实际,同时结合教师科研课题的需求和学生的能力。此外,在上述研讨式教学过程后,教师也可根据研讨式教学中学生已初步开展的研讨课题或论文设计课题,鼓



励学生在此基础上进行探索、学习和运用。课题可以以团队合作形式,也可以以一个学生一个课题形式开展。参与学生需要利用课程所学知识,进行探索和自主学习。

在学生开展该课题的科研实践过程中,教师需要提供引导、启发和指导,鼓励学生建立自己的观点,并利用查阅资料、实验和调查等方法验证自己的观点,最终解决研究问题,形成自己的结论。通过参加课程相关的科研课题,使学生将枯燥的课内知识与科学研究实践与运用相结合,逐步掌握课程的基础知识和方法,加深对科研工作的认识和理解,体验科学研究的过程,为后续开展本科毕业论文工作打下坚实的基础,为学生进一步深造打下良好的科研基础。同时,在参与科研课题过程中,可以提高学生团队合作能力,培养学生提出、分析和解决问题的能力,全面提高学生的综合素质与能力。

参与科研项目,参与学生要在掌握课堂基础知识和基本技能的基础上,充分调研国内外相关文献,了解课程和学科的大量前沿技术知识。在工作中学生遇到困难时,能及时与老师沟通和讨论,寻找有创新性的解决策略,并大胆地尝试。通过与教师的沟通和讨论,确立切实可行的技术路线和研究方案。由于研究课题是教师通过自身的科研课题所提出,教师本身对该研究课题应具有很好的把握,能给出建设性的意见,从而保证课题的顺利开展。学生应定期和老师交流、汇报自己的阶段学习和研究的问题和成果。获得研究成果后,教师对学生进行学术论文撰写的指导和训练,并要求参与的学生提交总结报告。

值得注意的是,相比研究生,本科生的专业知识与技能相对薄弱,因此,教师给本科生的研究课题应相对简单。虽然课后开展科学研究可以锻炼参与学生的科研创新能力,但并不适合所有学生参与。教师可以鼓励部分学有余力且好学的学生自愿参与课题研究[3]。建议参与科研课题的学生比例在选课人数的20%以内。在《重力学》这门课的教学过程中,任课教师根据课程内容,结合自身科研项目需求,设计了一些适合本科生开展的课题。下面以其中几个课题为例。

课题一:“重力正演建模和数值模拟可视化软件开发”。提出该课题的出发点是,《重力学》课程的第五章重点内容为“重力场正演”,课程上需要给学生讲解各种规则形体和不规则形体的正演原理和计算方法,简单通过PPT难以直观展示正演过程和结果。另外,在笔者科研过程中,常常需要开展地下场源体的建模和正演分析,这个过程通常复杂而且不直观。为此,任课教师根据以上需求和课程内容,在课堂教学中提出该课题。在课题提出后,擅长编程的A同学主动联系老师,自愿承担该课题的研究。在此课题开展的初期,老师提出了详细的需求和开展流程,指定了每周一次交流进展和总结的计划。交流过程中,学生总结和汇报最近一周进展和遇到的问题,老师和学生一同给出解决问题的思路,并制定下一周的研究计划。经过近一年的持续推进,该学生以此课题作为本科毕业设计主题,深入开展,最终该项目圆满完成课题目标,并拓展延伸至磁场的建模和正演可视化。最终,该生利用MATLAB软件成功开发出一款重磁建模和正演的三维可视化软件。目前研究成果在整理中,拟投稿至国际SCI期刊。

课题二:“基于混合范数的重力场反演及其在盐丘探测中的运用”。提出该课题的出发点是,利用新的重力反演方法研究盐丘的深部结构,分析反演方法参数敏感性,服务于实际生产需求。该课题紧密结合《重力学》第六章“重力反演”,属于课程内容的实际运用、延伸和扩展。学习成绩优异并学有余力的B同学主动承担了该课题的研究。在该项目开展过程中,老师给与学生提供充足的资料,如初始相关的一些代码和文献,供学生学习,遇到问题共同探讨解决问题的方法。同样地,经过近一年的持续开展和推进,目前该项目进展顺利,研究成果也在整理当中。

课题三:“月球线性构造提取和深部延伸研究”。该课题由授课教师根据自身研究背景和Nature的一篇研究论文的灵感提出,该论文也是前面提到的研讨式课堂教学的材料之一。经过研讨式教学后,学生已对该论文研究的背景、方法和发现有了初步认识,老师鼓励学生依据该研究,联合课堂所学的重力资料处理方法,对课题中“月球线性构造”进一步研究,探索并解决实际科学问题。在研讨式教学过程中认真调研文献的C同学,愿意深入开展该课题研究。目前该研究也获得了初步获得了一定研究成果,

持续推进中。

以上课题是根据《重力学》这门课程的授课教师自身科研情况和结合课程内容所提出,并不适用于其他课程或其他老师,仅供参考。

值得注意的是,在本科生参与科研课题开展过程中,特别是开始阶段,教师必须给出非常具体的研究任务,从具体、简单的任务开始,化繁为简,不能光给个课题,而不给出具体的指导,否则课题有可能无法顺利推进。同时,学生和老师需定期交流进展和问题,才能保证课题的推进。由于本科学生本身研究基础相对研究生要弱,教师不能给与过于复杂的课题,同时需要提供适当的经费支持。同时,由于本科学生还有大量其他课程学习任务,开展课题研究的时间是间断式的,建议在开展过程中,编写详细的研究进展和过程记录,确保项目顺利进行。

在《重力学》这门课的教-学-研实践表明:课外的科研经历不仅可以训练本科生的实践能力,同时通过科研课题的开展和推进,学生可以在教师的指导下培养科学研究能力、团队合作能力和创新能力;教师则能通过学生的努力和尝试,推进自身科研项目,完成科研目标。

### 3. 教-学-研实践效果和反馈

由于教-学-研在《重力学》这门课程实践和探索时间尚短,约为一年,这里通过采访参与课程学习和科研项目的一些学生,收到他们的一些感想和反馈。A同学写到:“我从大三《重力学》课程中,开始接收老师的科研训练。一路以来,感想颇多。作为学生想要开启自己科研之路,首先一定要主动,作为入门者,老师指导我们做某个任务花的时间可能比他们自己做还要久,如果我们不主动的向老师请缨,那很多好的训练机会就错失了。第二,我们需要学会独立解决问题,学会查找资料的方法。现在互联网很发达,基本上我们在入门阶段能遇到的问题,别人都遇到过了。第三,遇到烦躁的时候得学会排解,不要死磕,世上很少有一蹴而就的事情。”

B同学:“这段研究经历,让我熟悉了科研工作的基本流程,了解了搜索论文、精炼信息的方法与途径。其中让我感触最深的是,它让我意识到了讨论的重要性。通过每周的组会交流,我慢慢地发现,与老师学长交流讨论几十分钟的收获,很大概率比自己忙碌一周的收获还要大,很多新的想法思路就是从讨论中产生的。在未来的学习工作中,我也会继续加强与老师同学的交流合作的。”

C同学:“参与月球线性构造提取与深度延伸研究的课题已九月有余,从一开始的科研小白到逐渐能独立探索问题,解决问题,提出自己的见解与思考,这一路的成长与收获于我都大有裨益。研究的过程是对知识的更新学习,深度延伸与灵活运用,更加开阔了我的视野,了解到重力学的众多分支,以及此领域的重大成果与创新。研究的推进更有赖于老师的细心指导,遇到困难带领我一同思考,打开思路,一步步为项目研究提供帮助,指明方向,亦师亦友,我也十分感谢老师的栽培。”这些学生的科研项目目前还在推进中,也获得了初步的研究成果,在整理、撰写和投稿中。

通过上述《重力学》课程实践证明,教-学-研的有机结合让学生和老师都收获颇丰。从教师角度看,课堂教学促进了授课教师不断巩固和完善基础知识和综合视野。学生不断推进科研项目时,也使得教师更进一步掌握了学科前沿发展动态,有序推进了科学研究[9]。而对于学生来说,学生通过课堂学习和课外的科学研究实践,巩固了课堂所学基础知识,更进一步接触到专业前沿技术和理论研究成果,拓宽了视野,从而激发了他们学习的热情和从事科研工作的兴趣。另一方面,科研工作过程中,学生培养了知识整合能力、交流沟通能力、自主学习能力以及创新能力[10]。

### 4. 总结

教学传播知识,科研创造知识。通过教-学-研有机结合,教学和科研可以做到相辅相成,相互统一。

将科学的思想、过程和方法合理地融入到本科教学中,有助于唤醒学生的研究意识,激发创新潜质,培养解决实际问题的能力。通过在本科课程《重力学》中教-学-研实践表明,教学与科研的有机结合能把最新的知识传递给学生,并给予学生以前沿的科学研究训练机会,不仅充实了课程的教学内容,拓宽了学生的眼界,深化了学生对专业领域基础知识的掌握与认知,显著提升了课程教学的质量,而且培养了学生积极认真的学习态度、自主解决问题的能力、实践能力与创新能力等。而对教师来说,教学和科研不再是对立的,而是相互促进、共同提高的,无论是老师还是学生都从中获益。

## 基金项目

中南大学课程思政建设研究项目(No. 2021KCSZ005), 国家自然科学基金项目(No. 42074109)。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院公报. 教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见(教高〔2019〕6号) [EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191011\\_402759.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191011_402759.html), 2019-10-29.
- [2] 钱伟长. 钱伟长院士论教学与科研关系[J]. 山西师大学报: 社会科学版, 2005, 32(2): 117.
- [3] 龚月姣, 张军, 张永民. 教学与科研相结合——研究型大学本科教育的使命[J]. 计算机教育, 2011(24): 1-4.
- [4] 齐杨, 郭培培, 黄晓辰, 陈青梅, 张发. 科研项目与本科教学相结合的讨论[J]. 科技视界, 2021(1): 60-61.
- [5] 冯传良, 窦晓秋, 赵常利. 如何在本科教学中培养学生科研兴趣[J]. 科教文汇, 2020(1): 68-69+79.
- [6] 郭良辉, 孟小红, 石磊, 李淑玲. “应用重力学”课程教学与改革[J]. 中国地质教育, 2010(1): 36-39.
- [7] 叶逾, 鲁春辉. 面向本科生综合素质培养的研讨课程教学研究——以“水利水电工程环境问题研讨”课程教学为例[J]. 科教导刊, 2021(9): 3.
- [8] 杨宇山, 李媛媛, 刘天佑. “磁法勘探”课程教学探索与实践[J]. 中国地质教育, 2017, 26(2): 48-51.
- [9] 乔媛媛, 张玉梅, 李波清, 季晓飞, 耿丽. 科研促进教学形式在培养医学生创新能力方面的研究[J]. 继续医学教育, 2018, 32(12): 2.
- [10] 夏水鑫, 郑时有. 科研促进材料类专业本科教学的探索[J]. 教育教学论坛, 2020(38): 2.