

基于自主探究式学习的研究生 专业课程教学策略探析

——以“工程数值方法”课程为例

陈明,伍建林,舒丹,管金发,段纪森

(陆军勤务学院 油料系,重庆 401331)

摘要:基于自主探究式学习的教学模式注重学生自主解决科学问题能力的培养,强调创新思维的训练,符合“新工科”教育对人才培养质量的更高要求。通过对自主探究式学习与传统接受式学习主要特点的比较与分析,构建基于自主探究式学习的研究生专业课程教学策略总体思路。结合自主探究式学习的教学五要素,以“工程数值方法”课程为例,规划设计基于自主探究式学习的教学策略,旨在促进研究生培养质量的进一步提高。

关键词:自主探究式学习;工程数值方法;专业课程;教学改革;教学策略

中图分类号:G643.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-5884(2020)02-0123-06

随着第四次工业革命浪潮的掀起,工程教育越来越受到世界各国的关注和重视。为了推动工程教育改革创新,2017年2月,教育部在复旦大学召开了高等工程教育发展战略研讨会,达成了“新工科建设复旦共识”。之后又相继形成“天大行动”和“北京指南”,全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验,助力高等教育强国建设^[1]。在“新工科”建设的大背景下,传统工科专业人才培养面临着严峻的挑战。相对于传统的工科人才,未来新兴产业和新经济发展需要的是工程实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型“新工科”人才,他们不仅在某一学科专业上学业精深,而且还应具有“学科交叉融合”的特征;他们不仅能运用所掌握的知识去解决现有的问题,也有能力学习新知识、新技术去解决未来发展出现的问题。因此,“新工科”时期的研究生专业课程教学应当着眼于“互联网+”“新技术发展”“中国制造2025”等时代特征,培养学

生最核心的能力——自主探究式学习能力,尤其是快速学习新知识的能力。

数值方法几乎是所有理工科专业的必修课程,它既有数学课程的理论抽象性和严谨性,又有解决实际问题的实用性和近似性^[2]。在计算机科学与工程技术飞速融合式发展的今天,运用工程数值方法处理工程技术问题已成为当代工程科技人才必备的基本技能。因此,本文以“工程数值方法”课程为例,将培养学生自主探究式学习能力的理念贯穿专业课程教学全过程,努力探索提升教学质量的方法与策略,引导学生在主动学习、主动思考、主动实践中训练探索能力、实践能力和创新能力,以适应“新工科”工程教育对人才培养质量提出的更高要求。

1 自主探究式学习与传统接受式学习的对比

所谓传统接受式学习一般是指以教师为中

收稿日期:20190915

基金项目:重庆市高等教育教学改革研究项目(183210)

作者简介:陈明(1982-),男,重庆璧山人,副教授,博士,主要从事油气输送技术与装备理论研究。

心、课本为基础、教室为主要学习环境,通过传统的教师教、学生听这种教学手段,完成特定的教学内容的一种课堂教学形式^[3]。这种模式也被称为“讲授-接受”教学模式,由19世纪初的赫尔巴特提出,后来由苏联教育家凯洛夫继承发展为“三中心”的“五段教学法”,即以“教师、教材、课堂”为中心,按“组织教学、复习检查、讲授新课、巩固练习以及布置作业”五个环节进行教学。传统接受式学习在稳定的社会科技发展阶段有利于高效率、大容量地传授系统的科学文化知识,从而能够迅速培养出大批知识型、继承型人才^[4]。然而,传统接受式学习过于强调知识的传授,忽视了对学生创新能力的培养,学生始终处于被动接受知识的状态,不能把学生的认知主体作用很好地体现出来。

自主探究式学习是指在教学过程中,学生在教师指导下,通过以“自主、探究、合作”为特征的学习方式对当前教学内容中的主要知识点进行自主学习、深入探究并进行小组合作交流,从而较好地达到课程标准中关于认知目标与情感目标要求的一种教学模式^[5]。自主探究式学习尊重学生在教学活动中的主体地位和主体人格,通常也可归纳为五个教学环节:“创设情境、启发思考、自主探究、协作交流、总结提高”。采用自主探究式学习不仅可以使学生较深入地达到对知识技能的理解与掌握,更有利于学生创新思维与创新能力的形成与发展,即有利于创新人才的培养。

通过对比这两种教学模式的主要特点,可以得出它们之间的主要区别,如表1所示。

表1 自主探究式学习与传统接受式学习的区别

主要区别项	传统接受式学习	自主探究式学习
学习目标	由教师确定,具有外显性	由教师引导学生自己设定,具有内隐性
教学内容	由教师呈现,具有稳定性	由学生根据自身需求设定,具有可变性
学生参与	个别参与、行为参与为主	情感参与、全员参与为主
教师角色	具有权威性,教学主导者	问题情境创设者、教学活动指导者
评价方式	总结性评价为主	形成性评价为主
价值取向	知识取向为主,注重结果	能力取向为主,结果与过程并重

根据上述区别可以看出,传统接受式学习更适合于教学内容稳定、基础性强的课程,比如公共基础课。对于专业课而言,尤其是作为最高层次的研究生教育,在研究课题的驱动下,学生具备了一定的自学能力和主观能动性,采用自主探究式学习更有利于研究生职业生涯的发展。“授人以鱼,不如授人以渔”,由于每名学生的研究课题或方向均有区别,所以教学时应关注学生的研究兴趣点,重视个性化差异,重点培养学生自主解决科学问题的能力。因此,在研究生专业课教学中采用自主探究式学习的教学模式,由老师引导,促使学生结合自己的研究领域去获取知识,实现学生自己思考问题、提出问题、分析问题、解决问题。这样更有利于学生创新思维的训练,更有助于其探索能力和实践能力的培养。

2 基于自主探究式学习的教学策略总体思路

采用自主探究式学习方式能否达到预期效

果,其关键就是学生在学习过程中的主体地位是否能得到比较充分的体现,同时还需要有教师方面的引导、帮助与支持。离开其中的任何一方,自主探究式学习都不可能有良好的效果^[6]。换句话说,“主体-主导相结合”是这种教学模式的基本特征。因此,对基于自主探究式学习的研究生专业课教学策略总体思路思考如下:

首先,应在课程开始前做好学情调查,充分了解各个学生的研究方向以及知识储备情况,结合其研究课题和特点,在本课程范围内创设研讨情境,提出合适的问题,以此作为引导学生完成课程学习的主要线索。创设的问题应具有适当的深度和难度,学生利用现有资源并通过一定的努力,能够在课程学习过程将问题解决。此外,设置的问题应尽可能与学生的研究方向或研究课题相关,以便为学生完成学位论文节约成本,同时也能保证学生有深入探究的动力。由于研究生生源有可能来自不同的专业,因此在设计问题时还要考虑每个学生对本课程前序课程的学习情况。每个学

生所要解决的问题应有所不同,把所有参与学生的问题综合起来,应当对本课程的整体内容有较为全面的覆盖。

其次,充分激发学生的学习热情,鼓励学生积极参与到自主探究式学习中。如何把“要我学”变为“我要学”是个老生常谈的话题了。从多年的教学实践来看,学生在自主探究学习过程中学习热情不高的主要因素大致有以下几个方面:(1)学生自身对本专业不感兴趣,对专业课的学习自然就没有动力,更不用说自主探究学习了;(2)对课程前序知识掌握不好或者自学能力欠佳,导致其自主探究学习难度较大,学习效果不好;(3)缺乏人生规划,对未来就业形势估计不足,学习动力较低;(4)尚未摆脱传统接受式学习的思维惯性,不适应甚至不认可基于自主探究式学习的课程教学;(5)教师没有做好课程自主探究式学习的顶层设计,导致各重要教学环节流于形式,没有达到自主探究式学习的预期效果。鉴于此,教师与学生之间应当建立起充分的交流和沟通,针对学生在学习过程中遇到的困难提供必要的帮助和指导,发挥教师的主导作用,形成吸引学生自主探究学习的引力。同时营造积极融洽的课堂气氛,合理控制问题解决进度,形成促进学生自主探究学习的推力。

最后,充分利用各类教学资源,不拘泥于某一种自主探究式学习的手段和模式,努力提升自主探究式学习的质量。例如,可以采取开放式课堂教学,在课堂上教师与学生的交流可以非常密切,学生可以根据授课内容,结合自己的研究方向随时向老师提出自己的疑问。对于疑问中所蕴含的通用知识与方法,教师可以引导学生自主展开分析和凝练。对于非常有价值的问题和思考,老师甚至可以暂时放下已计划的教学内容,立即启发学生开始相关内容的讨论。在完成主线教学的同时,还可以专门安排课时让学生们上讲台展示自己的阶段性研究成果,并将自己在求解过程中遇到的难题提出来,大家一起探讨,头脑风暴,创新的火花就在智慧的碰撞中闪现。这样既可扩大学生的知识面和学术视野,又能让教师充分掌握学生的学习进展,以便及时帮助学生纠正自主探究学习过程中的错误与偏差。

3 以“工程数值方法”为例的专业课程教学策略设计

“工程数值方法”是我院对油气储运工程专业研究生开设的一门专业必修课程。为了与国际接轨,本课程一直选用国外计算机科学经典英文原版教材 *Numerical Methods for Engineers*,其内容涵盖了建模、误差分析、方程求根、线性代数方程组、最优化、曲线拟合、数值微分和数值积分、常微分方程、偏微分方程等。本课程开课时间为第一学年下半学期,共计32学时。由于学习本课程的学生均为油气储运工程专业的博士研究生,他们的研究课题或方向都会涉及运用数值方法解决工程科学问题。学好这门课程将为他们未来成为优秀的科学家、工程师奠定坚实的基础。从课程本身的特点来看,“工程数值方法”具有丰富的学习资源、广泛的应用背景、足够的知识纵深,是引导学生进行自主探究式学习,培养其借助计算机及数值技术解决油气储运工程实际问题能力素质的一个很好的教学课例。

根据前文提出的基于自主探究式学习的教学策略总体思路,对“工程数值方法”课程的教学策略规划设计如下:

1) 授课前准备。在课程开课之前,教师应做好“知己知彼”的工作,提前掌握授课对象的基本情况。可以采取走访面谈、发放信息调查表、微信交流等方式,了解学生关于论文方向、研究领域、导师课题组、前序知识基础以及对本课程的了解程度等重要信息,并根据获得的第一手资料对教学方案进行细化。在这个阶段,教师应对学生的研究课题或方向进行归纳分类,初步创设好课程任务(问题)的工程背景,以便为课程教学按照既定方案顺利推进奠定基础。

2) 课程入门指导。在课程的第一次课上,教师应根据前期掌握的信息,有针对性地与学生展开交流与沟通,进一步明确学生对本课程知识的需求信息。然后向学生介绍本课程的教学思路,明确教学目的,使学生对课程的教学内容与教学形式有一个总体的感性认识,重点还应向学生阐明本课程的学习方法和手段。根据事先拟定的课程任务工程背景,围绕学生的研究课题或方向探讨课程任务设置的具体细节,与学生充分交换意见,达成共识。

3) 布置课程任务。通过初步的课堂交流与

探讨,教师对每名学生的具体研究方向已经有了比较清晰的把握。在第二次上课前,教师应认真分析评估每名(组)学生在未来的研究课题中可能会涉及的数值分析手段和方法,据此将课程任务进一步细化,以任务书的形式将课程问题及要求明确下来。课程任务书作为学生开展自主探究式学习的重要牵引,既要体现出问题蕴含知识点的共性,又要兼顾问题工程背景的个性,避免在内容上出现“空中楼阁”“不接地气”的情况。上课时,学生根据自己的研究课题或方向领取任务书,教师针对学生就任务书内容理解上的疑惑进行解答,并可推荐相应的参考资料,做好启动课程任务的引导。

4)开展自主探究式学习。教师依据课程标准,按教学主线组织教学活动。心理学理论研究表明:一般人集中注意力的时间为20 min左右,因此一节45 min的课堂连续讲解的时间不宜超过25min^[7]。教师在课堂上重点讲授通用性较强、难度较大的关键知识点,并留出足够的时间组织问题研讨、答疑和点评。学生围绕课程任务书开展的自主探究式学习原则上不占用课堂时间,教师重在启发思考,学生可以根据自身情况自主安排学习与方式。同时,教师应积极从多渠道掌握学生的学习进度,必要时,也可利用图书馆等特殊教学地点统一组织自主学习。

5)课堂研讨交流与互动。在整个课程教学实施过程中,教师至少应安排5~6个课时的课堂研讨交流与互动时间,旨在帮助学生克服学习过程中的困难。教师可以围绕学生在完成课程任务中所遇到的共性问题提出若干主题进行研讨,也可由学生结合自身课题提出讨论主题进行交流互动。教师扮演好向导角色,重点鼓励学生主动思考、积极发言,既可以对前面发言者进行分析补充,也可充分阐述自己的不同见解进行质疑反驳。课堂研讨结束时,教师应做好点评、归纳与总结,便于学生理解和掌握关键知识点。在交流与互动过程中,师生之间的知识传递不再是单一的由教师到学生,学生也向教师传递自身的专业知识,从而形成了双向的知识传递,教师也得到了知识的补充与更新。

6)阶段性成果展示。基于课程任务引导的自主探究式学习倡导将阶段性学习成果展示贯穿课程教学全过程。学生通过PPT或其他多媒体

演示形式向大家汇报课程任务的完成进度,同时分享自己在阶段学习中的收获、困惑以及心得体会。通过成果展示,可促使学生经常梳理总结自己的知识收获,也为学生从其他同学的汇报中汲取智慧与灵感创造了条件。根据数值方法课程的特点,可在模型构建、数值格式离散、算法的稳定性、相容性和收敛性分析等重点环节设置阶段性成果展示,总次数不少于3次,每名学生汇报时间控制在10~20 min。在展示过程中,教师和学生现场向展示者提问、质疑或补充,对一些共性问题可以进行适当的讨论。每名学生展示汇报结束后,教师应及时总结和点评,以便帮助学生纠正学习过程中出现的失误和不足。

7)课程任务完成与验收。当整个课程教学主线进行到尾声时,学生应该按预定进度总体完成了基于自主探究式学习的课程任务。接下来,学生应该按照任务书里的目标要素,将解决问题的思路、模型的建立、算法的流程以及得出的结论等内容撰写出来,独立完成一份完整的课程学习报告。报告里还可表达自己的学习体会、经验总结以及对课程内容设置、教学安排、教学方法等的建议和意见。学生将课程学习报告、计算程序等主要文件资料提交给教师,作为完成课程学习的标志与成绩评定的重要依据。

8)教学效果评价与总结。整门课程教学结束后,教师应认真对教学过程及教学效果进行总结与评价。首先是对学生的学习效果进行评价。传统做法通常是采用闭卷考试的方式来检验学生的学习效果,然而对于“工程数值方法”而言,仅仅用笔试分数来简单评价学生的学习表现已经不合时宜了。这里,教师主要依据学生提交的学习报告的完成情况来评价其学习效果,着重关注学生对关键知识的理解与掌握、对任务问题的解决思路与方法等,并据此来评定学生的成绩等级。对于见解独到、创新性好的学习报告,教师应鼓励学生进一步修改完善,然后向相关期刊投稿发表。其次是对整个教学实施过程进行总结。教师应对教学计划进行总体回顾,总结教学计划的落实情况,认真查找其中的不足,以便在以后的教学工作中加以改进。尤其要认真总结完善基于自主探究式学习的教学设计和方案,切实起到提高学生自主学习能力的效果,同时使课程教学质量得到进一步提升。

4 基于自主探究式学习的教学策略实施效果

应用基于自主探究式学习的教学策略进行了一轮“工程数值方法”课程教学。通过授课前的学情调查,掌握了学生的研究课题、方向、前序知识基础等基本情况。经过进一步的分类归纳与细化,拟定了相应的课程任务书,拟解决的工程问题包括“温室气体与雨水”“弹道跟踪数据的定位处理问题”“飞行器软着陆轨道设计与控制问题”“发动机稳定性测量问题”“射流切割的参数优化问题”等。这些问题涉及建模、误差分析、方程求根、最优化、数值微分和数值积分、常微分方程、偏微分方程等知识,较为全面地覆盖了本课程的整体内容。对于个别难度稍大一些的课程任务,比如“飞行器软着陆轨道设计与控制问题”,安排了2人合作完成。

由于有了任务的牵引,加之这些工程背景与学生自己的研究方向息息相关,因此大家的学习热情饱满,在课堂研讨交流以及阶段性成果展示过程中都非常积极。例如,一位学生在汇报“弹道跟踪数据的定位处理问题”的阶段性成果时,介绍了基于逐点三球交汇寻优的思想获取定位结果,引发了大家的激烈讨论。很多同学想到了各种不同的解决途径,有的提出从逐点最小二乘法的角度进行定位,有的推荐利用多项式拟合方法对弹道进行建模,有的则考虑采用样条插值法进行建模。最后大家对这些方法进行了充分讨论,比较了各种方法的优劣以及结果的精度。这对于开拓学生的思维,掌握多样化建模途径起到了很好的促进作用。

在课程任务完成与验收阶段,从学生交过来的研究报告看,都能较好地按照任务书的要求,将建模、求解以及得出的结论等内容撰写出来。有的学生还结合自己的研究课题,将研究报告整理成了学术论文进行发表。例如一名学生结合射流切割优化问题撰写的论文“Features and Mechanism of Abrasive Water Jet Cutting of Q345 Steel”就具有较好的创新性,经过课堂充分讨论后,大家提出了很多中肯的修改意见。该论文后来发表在了EI检索的国际期刊 *International Journal of Heat and Technology* 上。

与以往“工程数值方法”的课程教学情况对比来看,采用基于自主探究式学习的教学策略后,

学生的学习积极性明显提高,他们对课程知识的学习不再是被动接受,而是主动地思考并寻求问题的解决办法。有的学生在课程报告里表达了自己的学习体会:“这个课题对学科交叉综合运用要求非常高,我最大的收获便是自主学习的能力大大提高了。”“选中的这个课程任务不得不说是一个很大的挑战,除了获取的知识外,我还收获了团队合作的经验。”

5 结语

党中央国务院在《关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》中就已明确指出:“高等教育要重视培养学生收集处理信息的能力、获取新知识的能力、分析和解决问题的能力、语言文字表达能力以及团结协作和社会活动的能力。”因此,在研究生专业课程教学中融入自主探究式学习的教学理念符合上述人才培养的精神。教育的核心价值并不在于学科本身传递的各种知识,而在于心理技巧的训练,即获得更好的学习能力和思维能力。结合多年讲授“工程数值方法”课程的心得体会,构建了基于自主探究式学习的教学策略总体思路和教学设计,旨在培养学生的自主学习能力、文献综合能力,促进学生的知识积累和科研能力,增强学生的语言表达能力、问题处理和沟通能力。“新工科”背景下的工程教育对工程技术人才素质培养提出了新的更高要求,在已有教学改革成果的基础上,不断推进对“教”与“学”的认识和理解,必将进一步促进研究生培养质量的提高。

参考文献:

- [1] 吴旭.新工科建设背景下工程数学教学改革与探索[J].教育教学论坛,2019(30):88-89.
- [2] 郑继明.研究生数值分析课程的教学改革[J].计算机教育,2016(6):155-157.
- [3] 籍建东.研究型教学模式和传统教学模式的比较[J].职教论坛,2011(5):43-45.
- [4] 郑华盛.基于问题驱动的研究生课程教学改革探索与实践[J].南昌航空大学学报(自然科学版),2014(4):100-104.
- [5] 王学功.论探究式教学模式与自主学习能力的培养[J].洛阳师范学院学报,2018(4):92-95.
- [6] 刘祎莹.课堂自主学习:一种新型学习模式的探究[J].教学研究,2019(1):6-10.
- [7] 韩燕娟,张宝辉,胡立如.基于互动的研究生参与式教

Exploration of the Teaching Strategy of Postgraduate Specialty Course based on Independent Inquiry Learning:

Taking “Numerical Methods in Engineering” as an Example

CHEN Ming, WU Jianlin, SHU Dan, GUAN Jinfa, DUAN Jimiao

(Department of Oil, Army Logistics University of PLA, Chongqing 401331, China)

Abstract: The teaching mode based on independent inquiry learning pays attention to the cultivation of students' ability to solve scientific problems independently, and emphasizes the training of innovative thinking, which meets the higher requirements of “Emerging Engineering” education for the quality of personnel training. Through the comparison and analysis of the main characteristics of independent inquiry learning and traditional receptive learning, the overall thinking of the teaching strategy of postgraduate specialty courses based on independent inquiry learning, is constructed. Taking the “Numerical Methods in Engineering” as an example, a teaching strategy is designed based on independent inquiry learning with its five key elements, so as to promote the further improvement of postgraduate training quality.

Key words: independent inquiry learning; numerical methods in engineering; specialty course; teaching reform; teaching strategy

(责任校对 龙四清)