

工程硕士岩石力学课程教学改革与实践

许年春, 赵宝云, 刘东燕, 董倩

(重庆科技学院 建筑工程学院, 重庆 401331)

摘要:为提高岩石力学课程教学效果和工程硕士培养质量,文章对该课程教学进行了改革探索。主要内容包括:教学方法的改革(重视启发式教学、尝试讨论式教学)、开设自主性实验和布置综合性作业等。通过改革,该课程教学质量明显提高,学生满意度大幅提升。

关键词:岩石力学;教学改革;启发式教学;讨论式教学;自主性实验;综合性作业

中图分类号:G642.0;TU45

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)04-0070-04

岩石力学是石油与天然气工程领域工程硕士的一门专业学位课。课程的任务是:讲授岩石的物理力学性质、岩石的强度理论、岩石的流变理论、地应力及其测量、岩石中流体压力和流动,通过学习使学生能够运用上述理论知识,解决石油工程中遇到的岩力学问题。如测井解释与岩石力学、井壁稳定、水力压裂、油气井生产出砂等^[1-2]。

与学术硕士生相比,工程硕士生入学时理论知识水平较低,基础知识较薄弱,力学功底较差。根据国务院学位委员会制定的工程硕士专业学位设置方案,工程硕士应侧重于工程应用能力和解决实际问题能力的培养。

针对工程硕士生的特点,结合岩石力学课程任务,重庆科技学院岩石力学课程教学团队坚持不懈地开展课程教学改革,以提高教学效果和人才培养质量。

一、教学方法的改革

教学方法主要是指在课堂教学过程中,教师向学生传授知识的技巧和手段。科学的教学方法可以提高学生的学习兴趣,调动学生的学习积极性和主动性,同时还能强化知识记忆,提高学习效率,起到事半功倍的效果。课程教学团队在课堂教学活动中一直重视讲课的技巧,不断尝试新的教学手段。

(一)重视启发式教学

启发式教学通常根据教学目的、内容、学生的知识水平和知识规律,采用启发诱导传授知识,使学生积极主动地学习,它对学生学习能力的培养和智力水平的提高很有帮助^[3-4]。工程硕士生力学功底较差,理解能力不强,为更好地完成课程教学,需在讲课中善于运用启发式教学。

收稿日期:2014-12-29

基金项目:重庆市研究生教育优质课程建设项目[2013(50)];重庆科技学院研究生教育优质课程建设项目(YZKC2013001)

作者简介:许年春(1977-),男,重庆科技学院建筑工程学院副教授,博士,主要从事岩土参数现场测试技术及边坡稳定性研究,(E-mail)351610872@qq.com。

启发式教学通过提问,激发学生的求知欲望,通过合理的安排教学内容,引导学生深入学习和思考,增强学习兴趣,变被动学习为主动学习^[5]。以下结合教学团队的教学经验,通过展现五个知识点的讲解思路,阐述启发式教学在岩石力学课程教学中的运用。

Mohr - Coulomb 强度准度是岩石力学课程的一个重要知识点。在开始讲解时,先提问学生:一个截面的抗剪强度与作用于该面上的正应力是否有关系?有的学生说没有,有的说有;接着教师指出,不同材料抗剪特性不同,有的抗剪强度与正应力没有关系,如钢材;有的则有关系,如岩石。那具体存在什么样的关系呢?随着正应力的增大(受压为正),抗剪强度也增大,准确说两者是一个曲线关系,即满足 Mohr 准则,但工程中为简单起见,假定两者为线性关系,即 Coulomb 准则。

在讲解 Griffith 准则时,先联系前面提到的岩石抗拉抗压强度比值,抗拉强度约为抗压强度的 1/10,这是为什么呢?原因在于岩石非均质体,教材第一章提到过岩石内分布有无数微小裂隙,当岩石受压时,裂隙闭合,当岩石受拉时,裂隙端点产生应力集中,缝端破裂,裂缝扩展。Griffith 根据缝端扩展思路,得到 Griffith 强度准则,最终得到岩石的抗拉强度约为抗压强度的 1/8,这与岩石实验结果比较接近。

在讲解岩石蠕变时,先提问学生,一个油气生产井钻到设计深度后是否需要及时固井?结合实际的生产经验,学生们都能回答是;这是为什么呢?如果不及固井会出现什么情况呢?有些学生回答井孔会发生变形,甚至破坏,这样就引出了岩石蠕变的概念:荷载恒定作用下,变形随时间增大的性质。钻井刚开始发生的是弹性变形,变形较小,但如果不及固井,井壁岩石会发生蠕变,随时间增大,蠕变越大,最终可能会导致井壁坍塌。

在讲解声发射法测岩石地应力时,先提问学生:在岩石受压实验中,当岩石宏观破坏时是不是听到了一声脆响?学生们都能回答听到了,那在宏观破坏之前岩石内部会不会发出声音?答案是肯定的。教师可告诉学生在宏观破坏之前,岩石内部会出现微观破裂,会向外发射声波,只是由于人耳接收声音的频率和强度有限,无法听到,但可以借助仪器收集到。根据 Kaiser 的研究,当施加荷载大于岩石先前

受到的最大荷载时,发射声波陡然剧烈,因此可以据此确定出岩石在地底受到的地应力大小。

在讲解岩石中的固结问题和有效应力概念时,给出一张图片,图片中是一个装满水的圆筒,筒顶面被一个带小孔的活塞封住,用一根弹簧将活塞下表面支撑在圆筒底面,当活塞上表面突然施加一个竖向力时,提问学生:在施加力的一瞬间,弹簧有没有受力?有的学生没有反应过来,说有受力。这时告诉学生,在施加力的一瞬间,圆筒内的水根本来不及排走,筒内水的体积不变,弹簧变形为零,因此没有受力,竖向力全部由筒内水承担。图片中的弹簧相当于岩石骨架,而筒内水相当于岩石中的孔隙水。参照图片,在岩石受到外界压力的初始阶段,孔隙水来不及排出,孔隙水压等于外界压力,随着孔隙水的逐渐排出,孔隙水压下降,外界压力才部分转由岩石骨架承担,这部分压力才是引起岩石骨架受力变形的真正有效力,称为岩石的有效应力,而随着有效应力的增大,岩石骨架发生沉降变形,即为岩石的固结问题。如此把一个非常专业的问题通过一个形象的图片向学生讲解清楚。

(二) 尝试讨论式教学

讨论式教学法是现代教学改革中比较受推崇的一种教学方法,是指教师在分析教学目标的基础上,精心设计某一问题,并指导学生在讨论中各自发表意见,以寻求问题的答案,从而使学生的能力得到锻炼的一种教学方法。讨论式教学把课堂上单纯的教师讲、学生听调整为学生讲、学生听、教师点评,对学生来说是一种更积极的学习方式^[6]。

从学生的角度看:讨论式教学法一是可以培养学生的表达能力、批判能力、自学能力、合作能力和自我认知能力;二是可以使学生改变保守的学习心态,体会到分享的快乐;三是可以培养学生的团体意识和合作精神,并促进学生之间的友谊;四是可以加深学生对知识的理解,并能很好地应用所学的知识。从教师的角度看:讨论式教学法一是有利于改善师生之间的关系,使师生关系更融洽,让教师真正成为学生的良师益友;二是有利于教师角色的转变;三是有利于改善课堂气氛,使学生的思维充分活跃起来,从而更好地实现教学目标^[7]。

讨论式教学在国外被普遍采用,国内由于高校扩招,本科生课堂教学人数太多,无法组织每位学生开展讨论,但对研究生教学来说,由于人数少,可以

积极尝试讨论式教学法。

在岩石力学课程教学过程中,任课教师在上一节课结束时向学生公布下节课的讨论议题,要求学生预习相关知识内容,写好发言提纲,做好讨论准备;课堂讨论由教师组织,但以学生讨论为中心,教师仅作适当的引导;讨论完后教师再作点评。

针对工程硕士生的特点,讨论议题难度要适当,要保证学生都有参与讨论的机会。在岩石力学课程教学过程中,可选取作为课堂讨论的议题有:岩石的物理力学性质、岩石的蠕变机理和模型、水压致裂法测地应力、油田地应力的预测模型、利用测井资料解释岩石力学参数等。教师根据课程教学进展情况,选取3-4个议题,每个议题的讨论时间控制在30分钟以内,学生讨论的积极性和讨论水平作为课程评分考核的指标之一(占10%)。

在两个年级的教学活动中,通过开展讨论式教学,学生对知识点的掌握更加深入,同时也提高了学生的学习兴趣 and 语言表达能力。

二、开设自主性实验

自主性实验是在学生掌握了一定的实验技能后,让其独立设计并完成一个只给出题目的实验。该实验能把动脑和动手有机地结合起来,充分培养学生独立分析问题、解决问题的能力,培养他们的创新意识和创新能力^[8-9]。

自主性实验与传统的实验方法有很大的不同。在传统的实验过程中,教师为学生提供了详细的实验讲义,学生只要按照教师的要求正确操作即可,整个实验过程中学生只是一个被动的接受者,这种方法培养出的学生只是在实验的基本技能上得到了训练,很难谈得上具有创新能力和创新思维,这也使得学生的学习劲头不高,参与实验的兴趣不大。而自主性实验的开设,弥补了这种教学方式的不足,它将主动权交给了学生,让学生成为实验的主体,自主性实验没有详细的实验讲义,学生要从查阅有关的资料开始,到确定实验步骤—制定实验方案—完成实验—对实验数据整理分析—得出结论—提交实验报告,这种创造性的工作,为学生提供了一个自由想象和大胆创造的空间,能极大地激发学生的创新欲望。

目前重庆科技学院工程硕士岩石力学课程包含5个共10学时的实验,全部是自主性实验,实验项目有岩石单轴抗压实验、岩石抗拉实验、岩石三轴抗压实验、岩石蠕变实验、声发射测试地应力实验等。每

次实验都提前一个星期布置给学生,要求他们自己查阅资料,制定并提交实验方案,交实验室指导教师审查。实验过程也完全是学生自己主导,指导教师只负责仪器安全操作的监督。学生完成实验后,提交实验报告,由实验室指导教师批阅。实验成绩占课程评分考核的20%。

通过开设自主性实验,提高了学生的动手能力和独立分析问题、解决问题的能力,培养了学生的创新意识。

三、布置综合性作业

综合性作业是指需要综合运用到不同课程的知识或同一课程的多个知识点的作业。布置综合性作业可以促使学生将多个知识点融会贯通,训练学生综合运用知识解决实际问题的能力。

在岩石力学课程教学过程中,教学团队目前设计了两道综合性作业。作业1:根据某蠕变实验曲线确定岩石的蠕变模型参数。该作业既要用到数据拟合的知识,又要用到岩石蠕变模型的知识。数据拟合时要求采用两种以上的方法,一种是手算,一种是借助于Excel或其它数据拟合程序。作业2:Matlab编程采用滑动加权最小二乘法拟合地应力。该作业要用到Matlab编程知识、滑动加权最小二乘法知识和地应力场的知识。两次综合性作业成绩共占课程评分考核的10%。更多的综合性作业题目将在后期教学中设计。

四、结语

通过教学方法的改革、开设自主性实验和布置综合性作业,岩石力学课程教学质量得到明显提高,教学满意度调查显示,学生对该课程的教学满意度由改革前的76%提升到92%以上。教学改革没有终点,教学质量的提高只有进行时,岩石力学课程教学团队将坚持改革进取,秉承全心全意为学生的教学宗旨,不断提高应用型高层次人才的培养质量。

参考文献:

- [1]陈勉. 石油工程岩石力学基础[M]. 北京:石油工业出版社,2011.
- [2]楼一珊. 岩石力学与石油工程[M]. 北京:石油工业出版社,2011.
- [3]朱昌流. 论启发式教学的有效实施[J]. 教育与职业, 2007(18):157-158.
- [4]侯煦光. 怎样进行启发式教学[J]. 高等教育研究,1997(5):72-76.

- [5] 许年春,吴同情,黄林青. 启发式教学在“土力学与基础工程”讲课中的运用[J]. 中国电力教育,2010(7):78-79.
- [6] 杨春梅. 关于讨论式教学法及其应用问题探究[J]. 教育探索,2014(1):62-63.
- [7] 陈柳. 讨论式教学法在空调工程教学中的研究与实践[J]. 高等建筑教育,2011,20(1):90-92.
- [8] 高红,阮亮. 开设自主性实验,培养学生的创新意识和创新能力[J]. 实验技术与管理,2001,18(6):60-62.
- [9] 陈欢,黄才国,冯伟华,等. 信息化教学模式与自主性实验[J]. 山西医科大学学报:基础医学教育版,2009,11(6):766-767.

Reform and practice in teaching of rock mechanics for engineering graduate students

XU Nianchun, ZHAO Baoyun, LIU Dongyan, DONG Qian

(School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University of Science & Technology, Chongqing 401331, P. R. China)

Abstract: To improve the teaching effect of rock and soil mechanics course and engineering masters' training quality, we carried out teaching reform on the course, which includes the reform of teaching method (paying attention to heuristic teaching and trying discussion-based teaching), and setting up independent experiment and comprehensive assignment. The result shows that the teaching quality is improved obviously and students' satisfaction increase greatly.

Keywords: rock mechanics; teaching reform; heuristic teaching; discussion-based teaching; independent experiment; comprehensive assignment

(编辑 王 宣)