

# 岩石力学课程数值实验教学探索

黄明奎

(重庆交通大学 土木建筑学院,重庆 400074)

**摘要:**岩石力学是一门实践性很强的工程学科,实验教学质量的好坏,直接影响课程的教学与效果。文章针对当前扩招后带来的岩石力学常规实验设备及条件不足等问题,提出采用数值实验的实验教学体系,并介绍了数值实验的特点及在岩石力学实验教学中的应用。数值实验教学体系相对于传统的实验教学模式,更有利于学生理解和掌握实验内容,提高实验教学质量,并对有效解决实验教学经费紧张、实验设备不足、实验教学设备陈旧等问题,适应当前中国高校扩招的发展要求提供了有益的参考。

**关键词:**数值实验;实验教学;岩石力学

中图分类号:TU45-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2009)04-0129-08

岩石力学是高等学校土木工程、水利工程、工程力学、采矿工程等诸多专业的必修课,是一门与生产实际紧密结合的课程。当前,很多高校培养方案均要求学生深刻理解岩石力学理论,并能够联系实际解释岩石工程失稳、破坏等相关问题。因此,岩石力学实验教学对于学生的培养质量有着极为重要的作用。实验教学是高校培养学生动手能力和创新能力的重要方法,也是学校教学工作的重要组成部分,对提高教学质量有着不可替代的作用<sup>[1]</sup>。然而,由于教育体制及长期以来传统的教育理念,实验教学还未引起足够的重视,长期处于从属地位<sup>[2]</sup>。除主观上对实验及实践教学环节的重视不够之外,客观上还受到资金、场地、实验设备、教学时数和实验教学人员素质等多方面限制,导致目前高校实验教学质量难以得到保证<sup>[3]</sup>。尤其在近几年高校扩招的影响下,使得本来就相对薄弱的实验教学环节质量更难以保证。虽然许多高校加大了对实验教学的经费、场地及师资队伍建设的投入,但相对于学生人数的急剧膨胀,还是显得杯水车薪。由此可见,传统的实验教学模式已很难满足学生实验教学的需求,必须寻求新的教学改革模式,以改善高等教育的教学环境,节约实验教学成本,适应当前高校扩招的发展需求。鉴于此,笔者基于岩石力学理论教学与实验教学的基本情况<sup>[4]</sup>,分析研究实验教学现状及存在的问题,提出实验教学体系改革的初步方案及思路。

## 一、扩招后高校实验教学现状

### (一)教学资源短缺

#### 1. 实验教师严重不足,师生比偏大

由于受到传统教育观念的影响,以及近几年高等教育的大幅度扩招,

收稿日期:2009-06-26

基金项目:重庆交通大学实验教学与改革研究基金(syj200805)

作者简介:黄明奎(1975-),男,重庆交通大学土木建筑学院副教授,博士,主要从事隧道及岩土力学研

究。(E-mail)hmksmile@163.com.  
欢迎访问重庆大学期刊社 <http://qks.cqu.edu.cn>

使得许多高校实验教师数量明显不足,学历和职称偏低,生师比明显增大。据统计,目前许多高校特别是地方高校的实验教师与学生的比例已经超过20:1,远远高于国际公认的高校最适宜的生师比14:1<sup>[5]</sup>。由此直接导致的结果是实验教师只好牺牲业余时间超负荷运转,有的实验项目不得不取消。另外不堪重负的教学工作量,使得大部分实验教师缺乏对实验内容、实验方法、实验设备的性能等方面的研究,必然在一定程度上也影响教学效果。

## 2. 实验设备陈旧落后且数量严重不足

当前,高校实验教学的主要目的不仅是让学生“验证理论、培养动手能力、掌握实验技能”,而且更为重要的是培养学生的思维能力、科研能力和创新能力。这要求高校的实验仪器设备必须及时更新以跟上学科发展步伐。随着近几年高校大幅扩招,学生人数急剧膨胀,不仅难以实现实验设备及时更新,就连最基本的实验设备台套数的增加速度也严重滞后。这导致目前生均教学设备逐年下降,许多高校的设备已经远远低于教育部普通高校本科教学合格评估规定的生均占有设备标准。

### (二) 地方高校生源质量相对下降

由于受到高校大幅度扩招,高校入学门槛逐步降低,生源整体质量下降,这种现象在普通地方高校表现的比较明显,专科院校更为突出。生源质量下降必将导致部分学生不仅在基础知识方面较差,而且更为重要的是学习能力和学习态度较差,部分学生抱着来大学混文凭的想法,消极地学习的动机给高校传统的实验教学甚至是理论教学带来困难,继而影响整个学校的学风。另外,由于生源质量的参差不齐,使得高校教师很难因材施教,致使有的学生“吃不饱”,有的学生“吃不了”,导致实验教学过程滥竽充数现象严重,实验教学整体质量下降。

综合以上,不难看出,高校扩招对高校理论与实验教学质量的影响和冲击是相当大,若不及时采取相应对策和措施,理论教学和实验教学质量下滑的趋势将更加明显。

## 二、扩招背景下岩石力学实验教学的探索

### (一) 岩石力学实验教学的作用

实验教学是高校工科教学的重要组成部分,对于学生全面、系统的掌握和深化理论知识,培养实践

能力和创新能力,提高学生步入工作岗位后的适应能力有着不可替代的作用。其核心是加强学生获取知识和应用知识解决问题能力的培养,相对于理论教学而言,具有直观性、设计性、综合性、创新性等特点。岩石力学实验一方面可以加深学生对复杂的工程岩体力学性质的感性认识,更为重要的是可以为广大的工程设计人员解决地下工程设计、施工、运营过程中岩体应力、变形以及破坏规律等相关问题提供理论基础。如果相关专业实践及其经验缺乏,则对于地下工程施工、运营过程难以形成清晰的感性认识,继而对相关的病害问题必将缺乏正确的判断。然而,由于受到传统思维和条件的限制,许多高校相关专业的岩石力学实验教学相对于理论教学来说,所占比例较低甚至为零,整个教学体系还是以理论教学为主,实验教学的主要作用只是简单的验证理论的正确性。许多高校由于条件限制,在实验教学部分教师只是在课堂上介绍相关的实验原理、过程,并不安排学生进行相关的实验。显然,这对于学生是不到的理解、分析相关知识,在一定程度上造成学生知识的断裂和缺陷,实验及实践技能匮乏和工程意识淡薄,创新意识和创新能力更无从培养。据有资料统计,在发达国家高校的理工科,对于实践性较强的学科,实验或实践教学占教学学时的比重一般为30%左右。针对这种情况,国内某些专家建议对于相关学科和专业应增加实践和实验课时,其中学时应占总教学学时的20%~30%。

### (二) 改革传统教学模式,探索新的实验教学体系

#### 1. 传统实验教学模式的特点

长期以来,由于主观上受到传统教学观念的影响,客观上受到资金、实验设备、场地、教学时数以及实验教学人员素质等限制,传统实验教学模式在许多高校,特别是地方普通高校中占据主导地位。这种模式下,实验内容、所需仪器设备材料以及实验过程都由教师规定。实验前,教师根据实验内容准备好实验器材、调试好仪器设备,排除可能出现的问题和障碍,然后讲解实验原理、操作步骤,并进行示范操作,学生则按部就班地进行操作完成实验。这种模式严重地束缚了学生的想象和思维,限制了学生的思维能力和创造性,学生也无法体验实验失败的经验和成功的喜悦,很难体会到实验真正的内涵。

虽然,近年来许多高校也进行了一定的改革,获得了一定的效果,但是由于受到高校大幅扩招,学生人数急剧膨胀的影响,使本来就相对薄弱的实验教学更是困难重重。因此,必须转变观念,从社会的需求及人才培养的角度出发,改革传统教学模式,探索新的实验教学体系。

## 2. 数值实验的构思及其在岩石力学实验教学中应用

数值实验是利用计算机作为载体,根据工科院校本科人才培养要求,创建实验教学平台,将工科院校各类实验的原理、思想、方法和应用与模拟软件虚拟的实验仪器、实验环境相结合,使实验者在计算机前就能真正感受实际试验的新型实验模式。在当前中国高等教育迅速发展的今天,数值实验可以改善高等教育的教学环境,节约实验教学成本,扩大学校的承载能力,提高实验教学质量,主要体现在:

(1) 实现教与学的互动,理论与工程实践的有机结合。

数值实验是将相关的原理、方法和应用与模拟软件虚拟的实验仪器、实验环境等有机地结合,实现理论教学与实验教学的有机统一,在很大程度上改变了传统的实验教学模式,另外学生在数值实验平台上完成实验的过程中可以就所遇到的问题同专家、学生互相交流与讨论,在此过程中学生潜移默化的学习了知识,实现教与学的互动。在理论与工程实践结合方面,数值实验可以再现实际实验过程中的全部信息,借以分析实际工程出现问题的内在原因及机理,实现理论与工程实践的有机结合。以岩石力学为例:如何解释岩石破坏的机理,一直是岩石力学实验教学的难点,而通过数值实验,学生不仅可以观察岩体破坏的全过程,而且可以获得岩体在破坏过程中相关性质的全部信息,这在传统的实验教学中是无法办到的。另外,数值实验可以充分利用计算机可视化技术,随时实现岩石力学基本实验中实验现象的再现。如:拉伸破坏、压缩破坏、剪切破坏等。同时,也可以进行复杂岩体或地下工程结构如:隧道、边坡、矿山等的应力分析和破坏,得到岩体在受力过程相关参数的演变规律,从而加深了学生对岩石力学中基本概念及破坏机制的理解。

(2) 节约实验教学成本,扩大学校实验承载能力。

高校教育经费的紧缺,导致实验所必需的实验设备、实验场地无法满足学校实验教学的要求,从而使一些应该开设的教学实验项目不得不缩减甚至省去,学生动手机会减少。另外,由于学科的发展,出现了许多新的实验方法和实验技术,这就对实验设备的更新与改进提出了要求。如:近年来,随着中国基础设施的大量建设,人们对岩体力学性质认识的不断深入,急切地要求对工程岩体相关性质诸如岩石的流变性等进行研究,这就对实验设备提出了新的要求。然而,传统的实验模式使得许多高校很难跟上学科发展的步伐,数值实验则可以弥补这一不足。一方面它可根据学科发展需要重新“生成”新设备,实现“设备”和教学内容在模拟环境中不断更新,使实验教学及时跟上技术的发展,另一方面还能够获得与真实实验相同的效果,极大的增强学生对实验内容的理解。因此,数值实验的实施,可以极大地节省高等院校的实验教学成本,同时在一定程度上可以缓解资金不足而造成某些实验项目空白的遗憾。

(3) 专业教学与电脑结合,拓宽学生思维,利于学生创新思维的培养。

在岩石力学实验教学中,利用目前强大的数值分析软件进行教学,学生更容易理解和掌握地下工程课程中的基本概念及问题。如:地下工程施工过程中应力重分布问题、塑性圈扩展问题等。另外,在数值实验过程中,可以使学生综合运用电脑知识、专业知识,以及计算分析方法等综合技术,可以极大地拓宽学生的思维,开拓学生的视野,提高学生的科学探索和创新能力。

(4) 数值实验有利于学生创新能力及科学兴趣的培养。

数值实验方法简单易学,计算机可以打破时空限制,随时随地建立模型开展数值实验,计算机的可视化技术及动画技术,在一定程度上使过去枯燥无味的实验教学变得灵活生动,大大激发学生探索科学奥秘的兴趣,因此,也培养了学生独立、主动开展研究的能力和本领。如:岩石力学原位实验,由于真实的实验费用较大,时间较长,在教学中大部分学校无法开展,即使可以开展,但由于岩体材料的复杂性,也不可能对各种情况下岩体的破坏情况进行分

析,利用数值实验学生可在计算机上根据实际情况任意改变边界条件、加载条件或模拟各种结构岩体的破坏变形规律,同时再现岩体结构破坏的整个过程,提高学生对实验的兴趣。

### 三、结语

当前,由于高等教育的大幅度扩招,学生人数急剧膨胀,高等院校特别是地方普通高校地下工程等相关专业岩石力学实验教学已达不到人才培养应有的要求,严重影响实验教学的效果及质量,因此,高等院校必须根据形势的变化,改革传统的教学模式,探索新的实验教学体系,以适应当前高校扩招发展的需求。随着计算机技术的发展及普及,数值实验将逐渐受到广大教育工作者和实验技术人员的重视,一方面它不仅可以使学生理解和掌握实验内容,提高实验教学质量,同时,在很大程度上有利于培养学生综合实践能力和创新能力;还可以有效地解决

实验教学经费紧张、实验设备不足、实验教学设备陈旧、实验内容少等矛盾。

### 参考文献:

- [1] 芦涛. 提高实验课质量的几点探索[J]. 实验科学与技术, 2005(1): 84-85.
- [2] 黄明奎, 曾艳. 对目前我国高校实验教学的思考[J]. 当代教育论坛, 2007(10): 120-121.
- [3] 吴文荣. 高校扩招对实验教学质量影响的思考[J]. 实验室科学, 2006, (3): 139-140.
- [4] 黄明奎. 岩石力学课程教学改革与思考[J]. 高等建筑教育, 2008, 17(4): 82-85.
- [5] 冯一兵. 扩招对大学物理实验教学的影响及对策研究[J]. 实验室科学, 2006(2): 7-10.
- [6] 金勇. 高校扩招后实验室建设和教学改革的研究[J]. 实验科学与技术, 2007, (5): 86-89.

## Exploration on the Numerical Experimental Teaching of the Course "Rock Mechanics"

HUANG Ming-kui

(School of Civil Engineering & Architecture, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

**Abstract:** The course of rock mechanic is an engineering subject with very strong practicality; the performance of experiment teaching has considerable effects on its teaching quality. In this paper, aiming at the problems that the present experimental conditions fail to meet the demand set by the enrollment expansion, the numerical experiment teaching system with its characteristics and applications is introduced. Compared with the traditional experimental teaching mode, this new one is considered to be more helpful for students to understand and grasp the knowledge as well as solve the problems including the shortage of teaching fund, insufficient experimental equipments, obsolete equipments, etc, and can well meet the demand by enrollment expansion.

**Key words:** numerical experiment; experiment mode; rock mechanics

(编辑 梁远华)