

# Discussion and Practice on Teaching Reform of Rock Mechanics and Engineering in Universities

Kezhong Wang, Yuqiang Tang\*

College of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of technology, Hangzhou  
Email: [806365954@qq.com](mailto:806365954@qq.com)

Received: Oct. 2<sup>nd</sup>, 2014; revised: Nov. 3<sup>rd</sup>, 2014; accepted: Nov. 11<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Rock mechanics and engineering is an important specialized course of many majors, such as civil and architecture engineering, railway and highway construction engineering, water conservancy and hydropower project, petroleum engineering and mining engineering. Accordingly, teaching quality of this course affects the quality of high-level talents training, majoring in geotechnical engineering, underground engineering, tunneling engineering and other related majors. Meanwhile, it affects their ability to solve relevant problems in actual projects in a certain degree. New ideas of teaching and testing reform are put forward to solve the outstanding problems existing in the course of rock mechanics and engineering. These problems are the facts that teaching methods, means and forms lag behind and experimental teaching methods are imperfect as well. The practice of teaching reform shows that teaching reform has been not only increasing students' interest, but also enhancing their autonomous learning ability and improving practice operation skill. The teaching reform has achieved good results and provided useful reference for other majors.

## Keywords

Rock Mechanics, Teaching Reform, Experiment Teaching

---

# 岩石力学与工程课程教学改革与实践

王克忠, 唐雨蔷\*

\*通讯作者。

浙江工业大学建筑工程学院, 杭州  
Email: [806365954@qq.com](mailto:806365954@qq.com)

收稿日期: 2014年10月2日; 修回日期: 2014年11月3日; 录用日期: 2014年11月11日

## 摘要

岩石力学与工程是土木建筑工程、铁道和公路建设工程、水利水电工程、石油工程以及采矿工程等专业的核心课程, 这一课程的教学质量在一定程度上影响岩土工程、地下工程、隧道工程等相关专业高层次人才的培养质量及其在实际工程中解决相应问题的能力。针对当前“岩石力学与工程”课程存在教学方法、手段和方式落后, 实验教学手段不完善等突出问题, 提出了教学和试验改革的新思路。教学改革实践结果表明: 学生不仅兴趣更加浓厚, 而且自主学习能力增强, 实践操作技术提高, 本次教学改革取得了良好的效果, 并为其它专业课程教学方法改革提供了有益的参考和借鉴。

## 关键词

岩石力学, 教学改革, 实验教学

## 1. 引言

岩石力学与工程是近代发展起来的一门新兴学科和边缘学科, 是一门应用性和实践性很强的应用基础学科, 是一门认识和控制岩石力学系统的力学行为和工程功能的科学。其理论被广泛应用于采矿、土木建筑、水利水电、铁道、公路、地质、地震、石油、地下工程、海洋工程等领域。土木工程是浙江工业大学(以下简称“我校”)历史较为悠久的历史之一, 岩石力学与工程主要为其地下结构和隧道工程方向的专业基础课程。学生通过这门课程的学习, 掌握岩石、岩体的基本概念、性质指标及其测定原理与方法; 掌握岩体中天然应力分布的一般规律; 掌握工程岩体中重分布应力的分布特征及其稳定性分析的原理与方法; 培养了学生工程岩体力学性质测定、稳定性分析与评价的基本能力[1]。在岩石力学与工程课程中通过基本概念、基本理论、基本方法的教学, 培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力, 为今后从事生产实际工作和科学研究打下良好基础。目前众多举世瞩目的巨型工程如长江三峡工程、小浪底水利枢纽、大亚湾核电站、京九铁路等工程均遇到了严重的地质灾害和复杂的岩石力学问题, 对传统的岩石力学与工程理论和实验技术提出了新的挑战, 也对岩石力学与工程课程教学提出了新的要求。因此, 在基础建设日益发达的今天, 过去传统的教学方法、方式和手段很难满足国家对人才的需求, 其改革势在必行[2]。

## 2. “岩石力学与工程”教学中存在的主要问题

岩石力学与工程课程内容繁杂抽象、理论性强, 往往需要结合力学与数学理论进行研究, 而岩石工程中, 目前还是以工程经验为主, 理论指导为辅。因此, 在教学过程中, 不仅老师不能提供一个完整的理论框架和思想体系, 学生也很难掌握其中的精髓。根据作者多年的教学经验与学生的反应情况来看, 目前该课程教学中存在的主要问题有以下两点。

### 2.1. 教材落后, 教学方式陈旧

近年来, 随着中国经济的不断发展, 基础设施的建设得到越来越多的关注和国家大规模的投资, 出

现了一大批举世瞩目的巨型工程，如：长江三峡工程、小浪底水利枢纽、大亚湾核电站、南水北调等工程。随着工程建设过程中出现的岩石力学问题越来越多、越来越新，国家对岩石力学方面的研究要求也越来越高。但是，在国内的众多高校里，普遍存在的问题是教材内容较为陈旧，现代新理论、新工艺多没有涉及。造成理论教学内容与工程实践脱节的原因有很多，国内高校教师由于受各种因素制约，导致深入现场调查研究不足，忽略了对现场所出现的新工艺、新技术、新装备以及新问题的了解，这是主要原因之一。岩石力学与工程是一门理论系统性较强的课程，在教学过程中，大量的公式推导必不可少，但由于课时的限制，教师往往将这一部分化繁为简，不做详细阐述或直接跳过[3]。在讲解工程实例这一部分，上课的手段单一，多为图文课件，缺少动画素材和工程视频。并且，由于经费的缺乏，学生不能去大型隧道工程、地下岩体工程参观实习。因此，学生对课程的直观感受少，缺少学习兴趣和学习主动性。

## 2.2. 实验教学方法亟待改革

科学实验是岩石力学发展的基础，它包括实验室岩石力学参数的测定，模型试验，现场岩体的原位试验及监测技术，地应力的测定和岩体构造的测定等。试验结果不仅可以为岩体变形和稳定性分析计算提供必要的物理力学参数，同时，还可以用某些试验结果直接评价岩体的变形和稳定性，以及探讨某些岩石力学理论问题。然而，中国高校的现状是试验设备和实验场地普遍严重不足。我校试验设备仪器偏少，系列试验不能够进行，需借助教师科研课题利用省内外试验设备进行。如作者课题中所用到的双轴加载蠕变试验机(图 1)、500KN 全数字电液伺服动态三轴试验系统(图 2)，在全国高校范围内，此类仪器数量是极其有限的。除了试验设备的不足，实验场地的缺乏也是一个至关重要的问题。如电液伺服岩石三轴试验机、隧道施工模拟试验台等大尺寸实验设备，须占用较大的试验场地，而且由于此类实验设备的投资高，后续的管理过程中若不设专职实验员和实验管理员，将对设备的维护、仪器的检修带来很大的隐患。同时，由于学时少，课堂教学之外很难再有足够的时间进行实验教学，而且在岩石力学与工程的实验教学中，不仅实验设备数量少，有些实验操作过程往往复杂繁琐，学生对实验的过程也只是停留在听和看的阶段。

## 3. “岩石力学与工程”课程教学改革

### 3.1. 更新教材，优化教学内容

选择一本好的教材是教学环节中至关重要的部分。目前，国内大多高校“岩石力学与工程”课程采用不同的教材，比较而言，沈明荣主编的《岩体力学》(1999)、李世平主编的《岩石力学简明教程》(1996)、蔡美峰主编的《岩石力学与工程》(2002)是非常不错的教材[4]，然而，再优秀的教材也会有其不足之处，教师须根据课时安排和教学大纲，将国内外最新的相关的科研成果及时转化为教学内容，使讲课内容具有学科前沿性。并适当删减与其它课程重复的内容，科学编辑教学内容和授课讲义，并根据国内外岩石力学与工程的研究进展进行修改和补充。作者在此基础上，结合我校岩土、地下结构和隧道专业的发展需要，重点讲解岩石力学在隧道工程中的运用及其发展，并结合作者自身课题的科研进展，向学生介绍学科当前的发展动态。例如，在讲解岩石地下工程监测技术时，作者结合自身负责和参与完成的典型岩石地下工程和科研实例，并结合相关实验，详细介绍其工程背景、科研、监测仪器、监测方法、科研成果及其取得的社会效益和经济效益。经过几年的教学实践，效果较好。

### 3.2. 改善教学方式方法，培养创新思维

岩石力学与工程原有的教学方式大多以教师讲课为主，学生自主学习为辅。这种教学方式不仅使学

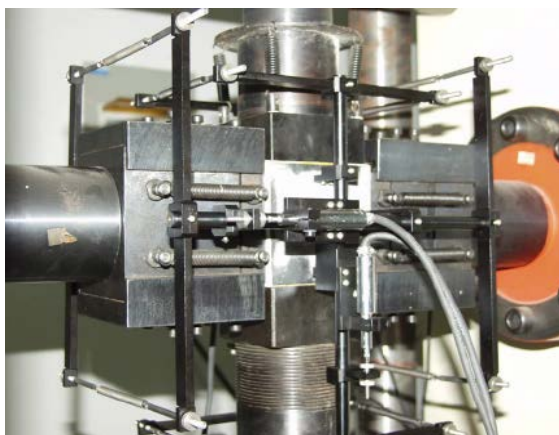


Figure 1. The loading measurement device of double-axis loading creep test

图 1. 双轴加载蠕变试验加载测量装置



Figure 2. The 500 kN dynamic three-axis experiment system of all digital electro-hydraulic servo

图 2. 500 kN 全数字电液伺服动态三轴试验系统

生习惯了被动接受知识，缺乏学习和思考问题的积极性，而且使老师和学生的交流时间大大减少，缺乏良好的互动学习气氛。要改变这一状态，原来的教学方式方法必须得到有效的改革[5]。其一，使用多媒体手段教学与传统手段教学相结合，采用启发式、互动式、讨论式和研究式相结合的教学方式，培养学生的创新思维能力。在教学过程中，采用启发教学方式，创设问题情景，引导学生回忆、联想相关新旧知识，锻炼培养学生的知识整合能力，进一步提高学生的记忆力，进而达到培养其创新能力的目的。学生与教师之间、学生之间互相讨论，课堂气氛活跃有秩，以此调动学生学习的积极性和探索新知识的兴趣。其二，注重素质教育，培养学生非逻辑创新思维能力。对学生思维方式的启发与创造性思维能力的培养。在教学过程中结合有关岩体工程讲解岩体工程力学系统是一个不确定复杂系统。引用相关科学发明、发现事例，启发引导学生采用不同的创造性思维解决岩石力学相关问题，例如线性问题的参数反演法，就是利用逆向思维解决岩石力学问题。除此之外，系统思维、发散思维、反馈思维、逻辑思维均为创新性学生所剧本的基本思维方式。

### 3.3. 充分利用计算机仿真技术，加强实验教学

如前所述，实验设备和实验场地不足是岩石力学实验教学中普遍存在的两个问题，短期内难以改



善,这就要求教师采用其他的手段来弥补该问题带来的不足。目前,利用计算机仿真技术进行的数值试验是较好的方式。一方面,利用Flash建立岩石力学虚拟实验系统。在虚拟的岩石力学实验过程中,学生将所需的各种仪器设备,按每个实验要求、过程组装成一个完整的实验系统,在虚拟实验系统上完成整个实验,包括岩石试件的添加、实验条件的改变、数据采集以及实验结果的模拟、分析等。另一方面,由于室内实验条件的不足和有限,以及岩石的非均匀性、非线性以及破坏行为、地压、失稳、岩爆等,对于这些概念涉及的尺度较大的岩体在普通实验室通过对小型试样的实验往往很难完成[6]。野外和现场实例由于耗时高,耗费大,而不宜在教学中采用。因此,数值计算方法的数值实验方法是最好的解决方法。例如,利用FLAC3D和ANASYS等数值分析软件在课堂上给学生做相关试验的数值分析演示,依靠数值模拟软件的强大的后处理功能,将虚拟模拟的实验结果直观地展现在学生面前,并与实验结果作对比,加强学生对实验结果的理解,并激发学生对数值分析理论与方法的兴趣,进一步加深对岩石力学与工程课程的理解与学习。下面给出浙江省西岙岭隧道某断面拱顶沉降监测数据与数值模拟的曲线对比图(见图3、图4)。由于计算机的局限性,数值模拟未能考虑所有因素的影响,因此计算值会偏大,但从曲线的趋势,可以让学生对结果有个直观感受。

另外,为了培养学生的自主学习能力和创新思维,可采用规定实验与创新实验相结合的方式,利用开放实验室,学生自己独立设计研究性实验,除了进行常规实验外,学生还可以进行创新性的探讨式和研究式的实验活动,学生根据自己的兴趣并结合教学内容,利用网络信息技术查找相关资料,撰写创新活动申请报告,批准后,学生可以进行创新性实验,做好实验记录,整理实验数据、并进行分析,撰写实验研究报告。例如,有的学生对岩爆很感兴趣,申请实验研究。这种方式充分调动了学生学习的主动性和探索求知欲望,培养了学生的探索精神和科研能力。综上所述,可将岩石力学与工程课程的试验分为三个层次:基础性、提高性、设计创新试验(如图5)。

### 3.4. 理论与实际相结合, 加强实践教学

岩石力学与工程所服务的专业不仅要求学生有着较高的动手实践能力,还要求学生初步具备工程设计,施工组织与管理等方面的能力,而这些能力需要通过实践来培养与提高,由此可知,实践教学在整体教学中起着关键性作用。首先,鼓励和指导学生申请大学生创新基金项目,例如浙江省的“运河杯”、“新苗计划”等。同时,在教学过程中,教师要充分利用自身的科研项目,主动让学生参与其中,并分配适量的科研任务。调动学生的主观能动性,提高动手能力。其次,正式授课前安排一周的时间参观就近的相关项目工地现场,让学生有一个感性认识,提高对课程以及整个专业的兴趣。由于学生对专业认识和职业的方向选择有很大的差异性,教师可以将岩石力学与工程的实习作为选修课,让学生自主选择,根据学生的需求,由指导老师联系相关实习单位,于寒暑假期间安排一个月的专业实习,并让学生带着问题和任务去实践和锻炼,使学生提前接触工程实际,了解掌握一些课堂上学不到的知识,培养和增强学生利用所学理论和科学方法去解决实际问题的能力。开学后,组织实习学生进行实习答辩,实习答辩通过后,将实习学分算入实践学分中。在国内各大高校,由于课时较少,实习单位对短期实习生重视程度不够等多方面因素,实践教学都是一个亟待解决的难题。

## 4. 结语

岩石力学服务对象的广泛性和研究对象的复杂性,决定了岩石力学研究的内容也必须是广泛而复杂的。这对该学科的教学造成了一定的困难,同时也为教学改革创造了条件。本次教学改革实施两年有余,因在我校,岩石力学与工程课程为选修课,在教学改革期间,选课人数提高了48%,及格率提高5%。调查问卷结果显示,有68%的学生表示从岩石力学与工程课程中受益匪浅,学习兴趣较浓,12%的学生提

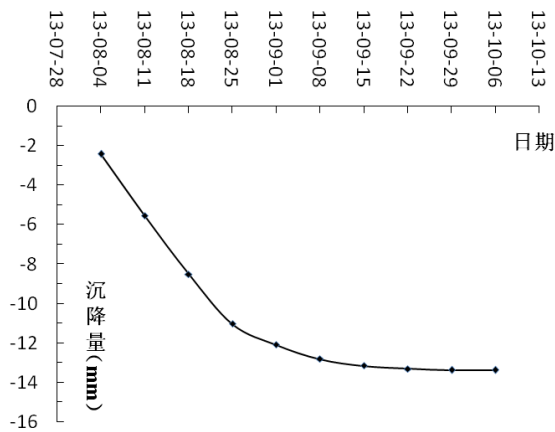


Figure 3. The crown settlement curve of YK170 + 830 section (monitoring)

图 3. YK170 + 830 断面拱顶沉降曲线(监测)

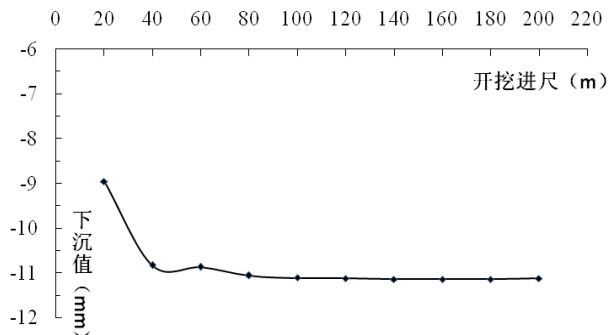


Figure 4. The crown settlement curve of YK170 + 830 section (numerical simulation)

图 4. YK170 + 830 断面顶拱沉降曲线(数值模拟)

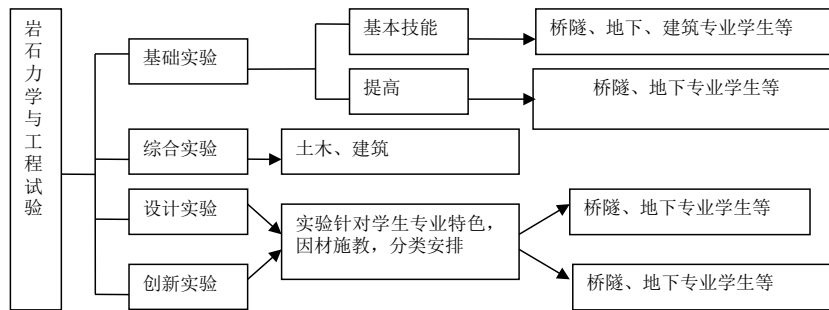


Figure 5. The layered experiment teaching of rock mechanics and engineering

图 5. 岩石力学与工程课程试验分层教学图

出了自己的建议, 12%的学生表示理论难懂, 学习兴趣不大。8%的学生表示仅仅只对试验部分兴趣浓厚, 教改服务对象中大部分刚刚毕业从事相关工作的学生表示岩石力学与工程是运用在实际工程中非常重要的一门课程。至此, 岩石力学与工程教学改革已取得部分预期效果, 在实施过程中, 不仅看到了之前教学工作的不足, 同时也深深地体会到了教学改革的复杂性和重要性。岩石力学与工程的教学改革是一个长期的过程, 应遵循循序渐进、逐步完善的原则, 重点加强学生的理论知识, 注重培养学生的创新思维 and 实践能力, 为国家培养出兼备科研和解决问题能力的优秀人才。

### 参考文献 (References)

- [1] 蔡美峰, 何满潮, 刘东燕 (2002) 岩石力学与工程. 科学出版社, 北京.
- [2] 刘开云, 乔春生, 刘保国 (2010) 研究生岩石力学课程教学改革探讨. *高等建筑教育*, **3**, 79-82.
- [3] 黄明奎 (2008) 岩石力学课程教学改革与思考. *高等建筑教育*, **4**, 82-85.
- [4] 刘开云 (2010) 探析高校土木工程专业岩石力学课程教学改革新途径. *中国科教创新导报*, **1**, 171.
- [5] 鲍先凯, 张春梅, 刘欣宇 (2014) 岩石力学教学改革的探索与实践. *课程教材改革*, **309**, 107-113.
- [6] 吴姜 (2012) 岩石力学实验教学改革探讨. *长春教育学院学报*, **8**, 102-103.