

工程力学实验教学的改革与探索

王建祥¹, 苏 枋², 葛倚汀²

(1. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业大学 教务处, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要: 工程力学是一门工科专业的重要技术基础课, 是工程应用性较强的课程。工程力学实验是该课程的重要组成部分。分析了工程力学实验教学中存在的问题, 指出传统的工程力学实验教学模式严重地束缚了学生的创新能力, 需要构建新的实验教学内容与体系, 并结合实验教学实际情况, 进行了工程力学实验教学改革探索。

关键词: 工程力学; 实验教学; 改革; 探索

中图分类号: G642.0 **文献标志码:** B **文章编号:** 1002-4956(2010)01- 0130- 04

Reform and exploration on engineering mechanics experimental teaching

Wang Jianxiang¹, Su Fang², Ge Yiting²

(1. College of Hydraulic and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;
2. Teaching Affairs Office, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract Engineering mechanics is an important technical basic course in engineering profession and is a course in project utility strongly. Engineering mechanics experiments are an important part in the course. This paper analyzes the existing problems in the engineering mechanics experiment teaching, points out that the traditional model of engineering mechanics experiment teaching constrains students' innovative ability seriously and constructs the new experiment course content and the system. This paper unifies the experiment teaching actual situation and carries on the exploration of engineering mechanics experiment teaching reform.

Key words: engineering mechanics; experiment teaching; reform; exploration

实验教学是高校本科教学过程中的一个重要环节, 是教学工作的重要组成部分^[1-3]。通过实验教学, 不仅有助于感受和理解理论教学中所讲授的知识, 让学生更好地理解理论教学的内容, 还可以让学生掌握必要的工程技术、测试方法、先进的设备和学科的基本研究方法, 主要是培养学生的实验技能、综合实践能力、科学素养、独立思维及创新能力^[4-5]。

工程力学是一门工科专业的重要技术基础课, 是工程应用性较强的课程。工程力学实验是工程力学课程的重要组成部分, 它对加深理解基本理论和基本概念有重要作用, 也是培养分析问题、解决问题和独立工作能力的重要环节。工程力学这门学科, 很多理论的

创立都是建立在大量的实验结果的基础上, 很多的理论假设和推导出的公式, 必须通过实验来验证^[6-7]。因此, 许多学校都加大了实验课程学时, 部分院校甚至单独设课。在现有的实验教学条件下, 如何进行有效的实验, 培养具有实践能力、创新能力的人才实验教学改革的课题。本文分析了实验教学的重要性、工程力学实验教学中存在的问题以及改革措施。

1 实验教学的地位和作用

在实验教学中, 要求学生的实验操作准确到位, 实验数据如实记录, 数据处理准确无误, 这个过程容不得半点虚假和欺骗。实验教学不仅可以培养学生的科学意识、创新意识和社会意识, 还可以培养学生实事求是、严肃认真的科学态度和刻苦钻研、坚忍不拔的工作作风以及各方面的实验技能。工科专业的学生要掌握的知识有4个方面, 其和实验的关系见图1。

(1) 工程方面。工程是每个工科学生都必须掌握的, 其学习方法主要是参观、实习及参加工程项目, 作

收稿日期: 2009-02-23
基金项目: 新疆水利水电工程重点学科基金资助项目(XJZDXK-2002-10-05)
作者简介: 王建祥(1979—), 男, 山东省菏泽市人, 博士, 讲师, 主要从事固体力学理论和实验教学及相关科研等方面研究
E-mail: wlmqujx123@163.com.

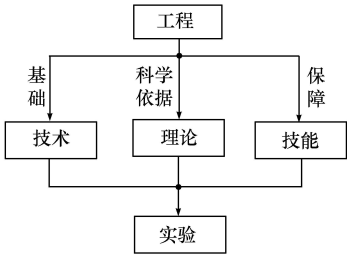


图1 工程与实验的关系

用是对学生进行工程师基本素质的培养。通过上述活动,不仅教会学生使用设计规范、设计手册等工具进行工程的技术设计,同时还让学生了解工程项目的需求、策划、成本、效益等事项,更重要的是培养学生的职业道德、团队精神、责任心和使命感。

(2) 技能方面。技能是实现工程的保障,如果没有实际的操作经验,就没有合理的设计,如果学生不会操作,没有掌握实验技能,工程设计也就无法实现。技能主要是通过操作训练才能够掌握。

(3) 技术方面。技术是实现工程的基础。现代工程设计,都以现代技术为依据,构想再好,技术水平达不到,工程也不可能实现。技术可以通过参观、讲座及课堂教学交给学生,但要想让学生真正了解掌握,必须通过实验。

(4) 理论方面。理论是工程设计的科学依据。对于任何一个新的工程项目,在进行设计时,首先要根据科学理论进行定性分析,确定可行之后,再进行定量计算,因此,学生必须具有扎实的理论基础。而要弄清楚理论,就需要通过实验进行深入研究。

(5) 工程力学实验教学是工科学生基础教学的一个重要环节,在实验室里可以培养学生的动手能力、创新能力和探索能力,因此能够提高学生的素质^[8]。首先,它为了解决工程设计问题,必须先知道所用材料的性能;其次,对于把真实现象加以简化和典型化所得到的理论,必须通过实验加以验证;再次,在工程实际中,只有符合指标的材料方可用于工程中。由此可见,工程力学实验是一门非常重要的实验课,它与学习、生产和建设有着密切的关系。

2 实验教学中存在的主要问题

2.1 思想认识不足

影响工程力学实验教学改革的的关键问题是思想认识问题。传统教学模式过分注重理论课的教学,将实验教学定位成理论教学的附属品,课程设置大部分以理论课为主干,对实验教学的重视度不够,实验大都是验证性项目,事先由教师准备好。实验课的主要目的是验证、巩固和加深理论教学的内容,而不是对教学内

容进行深入与创新,这些都严重影响了工程力学实验教学质量,同时也挫伤了学生对实验课的积极性。

2.2 学生学习目的模糊,缺乏良好的科研兴趣和习惯

中学和大学在生活及学习环境、方法上有很大的差别,学生在这个转变过程中如果没有得到充分的引导,将导致他们以后的成长没有一个清楚的方向。随着对大学生活的熟悉,要使他们逐渐养成良好的科研兴趣和习惯,而不只是被动地接受教育。

2.3 没有引导学生自己思考设计实验

在实验中,很多学生的注意力大多集中在如何按照教师的详细指导,按部就班地完成实验,测出实验数据。一旦实验结果与教师要求的不一样,或者出不来实验结果,便直接去请教教师,很少自己去分析、思考失败的原因。整个实验过程中,学生处于一种被动盲目的状态,只动手不动脑,缺少参与实验的主动性和积极性,缺少一个自己思考、设计实验的过程。教师也没有充分利用教学资源来引导学生自己思考,自己设计实验。实验缺少和实际生活的联系,使学生缺乏实验的兴趣。

2.4 实验教学内容需要更新

传统的工程力学实验教学内容偏重于验证性实验,不利于激起学生学习的兴趣和热情,致使实验教学形式化、程序化,失去了实验课的本意,学生进行科学实验和独立工作的能力在实验课中并没有得到有效的锻炼和提高。实验教学有时存在一定的随意性。工程力学实验教学的课时安排过于机械,不能满足实验教学的要求,导致开出的一些实验达不到预期效果,违背了培养学生运用已有知识解决实际问题的综合能力、严谨的工作作风和勇于探索的科学精神。

2.5 实验教学方法模式化,忽视学生的主体作用

在实验教学方法方面:注重程序化训练模式多,发挥学生主动性不够;重知识传授多,培养学生动手操作能力不够;注重灌输式教学方法多,采用启发式、研讨式教学方法少。这种教学方法不利于养成学生的创新意识和创新能力。传统工程力学实验教学是以教师为中心,着重强调教师的“教”,全部的教学设计都要围绕教师的“教”而展开,学生的“学”限定在教师的“教”之内。学生虽然也参加了实验教学活动,但实际上是处于被动接受的状态。学生的积极性和主动性受到限制,不利于学生创新能力的培养。

3 实验教学的改革

随着我国高教改革的逐步深化,实验教学越来越受到人们的重视。为保障和促进实验教学改革的深入开展,学校成立实践教学工作委员会,制定了“新疆农业大学实践教学组织管理的规定”和“新疆农业大学加

强实践教学的实施细则”，明确了实验室主管机构和主管校长，实行了校、院二级管理体制，鼓励各学院成立实验管理中心。中心下设各个实验室，实验室在纵向上受实验管理中心的领导。中心对各实验室的设备使用、人员安排以及宏观的教学计划进行纵向管理，使实验教学成为一个较为完整的体系。在横向上，各实验室又与各教研室紧密联系，制订微观的教学计划，组织具体的实验教学内容，逐步理顺了学校、学院和实验室之间的关系。针对以上实验教学中存在的问题，结合学校的实践教学改革目标，在“工程力学”课程实验教学中，主要做了以下几个方面的改革探索。

3.1 改变教育观念，加强实验教学

要改变重视理论教学而轻视实验教学的观念。高校教学主要有理论教学和实践教学两部分，要搞好教学和实验改革，必须要转变理论教学高于实验教学的思想，转变轻视实验教学的观念。实践是理论的源泉，是检验真理的唯一标准。理论是实践的总结和升华，从理论到实践，从实践到理论，是掌握、探索和创新知识的基本规律和途径。因此，理论教学和实践教学的关系不是主从关系，而是辩证统一的，是相互独立、相互依存、相互促进的同一教学体系的两个方面。

3.2 改革实验教学方法，以学生为中心

传统的教学模式不利于学生学习主动性的发挥，不利于学生个性的发展和拔尖人才的脱颖而出。要转变传统教育观念，树立以人为本的新观念，改变学生被动参与实验的状况。让学生全过程、全身心地参与实验，让学生真正成为实验的主体。例如在“用电测法测纯弯梁的弯曲正应力”实验中，实验指导教师给出所需的实验设备和仪器，让学生自己设计实验，拟定实验方法和步骤，合理选用测量仪器以及测量的各个参数。教师只提出实验的任务和要达到的目的，并帮助学生去论证，对实验中出现的各种问题也只是给予提示，不具体告诉学生应该怎么做，引导学生认真对待实验中的问题，出现问题多考虑，多问自己“为什么”，并运用已学知识分析、判断故障部位，并进行排除。

通过学生自己设计组织实验，培养了学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，也培养了学生的动手操作能力。最后的综合分析，加深学生对理论知识的深刻理解和实际体会。学生在整个实验过程中不仅动手还要动脑，从实验方案、故障排查、实验数据记录到实验现象分析，到结论，都是学生自主进行，充分调动学生实验的积极性和主动性。最后的实验结果，是学生辛勤劳动的结晶，所以做完实验学生有一种成就感。通过实验既让学生初步尝到了科学实验研究和探索的乐趣，又增强了学生对实验课的兴趣。整个实验过程中，学生逐步学会并掌握进行科学实验的方法，锻炼了

运用已有知识发现问题、分析问题和解决问题的能力。

强调实践需要，让学生动手进行实验，培养学生的动手操作能力。例如以前的拉伸实验，首先讲述材料试验机原理与使用等，学生利用已加工的金属材料试件进行试操作，然后指导教师介绍实验目的和原理，并强调需观测的现象和需记录的数据，再让学生动手实验，试件一破坏，算出结果，就算完成实验。这样做学生比较被动，兴趣不高，实验效果不佳。应先讲述为什么在工程中要保证结构的破坏是塑性破坏而避免脆性破坏，为什么钢材的设计强度值要选用屈服强度等，然后再让学生动手实验，这样学生的兴趣和压力增大，积极性得到提高，从而提高了教学质量。

3.3 改革实验教学内容

实验是科学理论的源泉，也是工程技术的基础，实验教学内容应由过去纯粹理论基础性的内容向应用性、兴趣性和开拓性的内容转变。传统实验教学内容陈旧，跟不上时代的要求，综合性、设计性实验开设比例偏低。为促进实验教学内容、方法和手段的改革，提高综合性、设计性实验的开出比例，学校本着从社会的要求出发，从知识的系统性、先进性出发，去寻找知识与社会二者的最佳结合点。

2003年和2006年，学校两次修订人才培养方案，进一步完善和调整指导性教学计划，强化实验技能和实践训练，增加实验课的比重，调整实验教学的内容。为了训练学生的创造思维，打破传统的实验为理论服务的观念，精设教学内容，压缩验证性实验的教学时数，增加综合性、设计性以及自拟性实验内容。为了既能发挥学生的主观能动性，又能使学生将主要的实验教学内容掌握好，满足工程实践的要求，实验室根据工程力学实验内容的特点，对实验内容和方式作了改革，将其划分为3个层次，对不同的实验内容，采用不同的实验方式进行教学。

第一层次实验，包括拉伸、压缩扭转和弯曲等原理性实验。如金属材料的拉压实验，使学生可以通过比较直观的动画、图形、曲线、说明来了解和掌握实验的主要内容，结合实验具体过程，逐步掌握实验。

第二层次为综合性、设计性的实验项目，进行电测法基本技能训练的实验，要求学生根据实验目的独立设计实验方案，自选装置，自选测点，自选应变片，设计电桥，测取实验数据，完成实验。

第三层次为进一步提高实验技能，开设一些创新性和研究探索性实验，采用探索性实验方式在开放的实验室进行。

开设综合性、设计性实验，主要培养学生掌握电测法的基本实验技能和独立设计实验方案的能力，而开设一些研究和探索性实验，主要是为一些优秀学生提

供一个可以发挥长处空间,培养学生个性及创新能力的发展。通过学生亲手设计和完成实验,可以让每一个学生都有机会动手操作,调动学生学习的主动性,满足他们求知的渴望。

3.4 改革考核方式,强化实验教学

对学生的考核与评价,要在关注成绩的同时重视发现和发展学生的潜能。教育学生了解自我、约束自我,引导学生完善自我、发展自我,积极探索形式多样、内容灵活的考试、考核方式。

加强相关工程素质的训练,科学评价学生的能力。工程力学实验成绩的评定主要依据是实验报告。对于实验报告,要求学生必须做到严肃性、真实性和逻辑性,让学生独立完成实验设计、理论计算和误差分析。

根据实验的分组和实验类型的具体情况,我们改变了以往实验报告撰写的模式,由一人一份改为一组一份。例如,对于4~5人一组的拉、压实验,注意学生学习程度的搭配,指定组长负责。每个人根据自己的特长,承担实验中的一部分工作,对每一次实验进行科学的分步记分。每次实验的成绩都是学生实验总成绩的一部分,鼓励学生从写实验报告开始锻炼撰写科研论文。从做实验到完成实验报告和写小论文,不仅锻炼了学生的动手操作能力和严肃认真的态度,也锻炼了学生的团队协作精神以及创新能力。而对于电测实验,则是一人一组,独立完成。

实验的成绩都是学生的实验总成绩的一部分。工程力学实验报告成绩按一定比例计入期末总成绩。为加强实践性教学环节,对不参加实验的学生,平时成绩以零分记,并取消其期末考试资格。实验成绩不合格的学生,必须重新做实验。

通过实验,积极引导通过实验观察、思考和发

现问题,既活跃了学生的学术气氛,开阔了学生的视野,又使学生的潜在能力得到充分的发挥,激发出学生更大的创造能力和创新精神,有效地提高了学生独立解决实际问题的能力。

4 结束语

工程力学实验教学改革的目的为了提高实验教学的质量。要提高工程力学实验的教学质量,必须规范实验教学内容、教学方式和手段,以及考核方式等各个环节,充分发挥教师的指导作用。在实验教学中,采取相应的措施发挥学生的主观能动性,培养学生的科学思维和科学态度,锻炼学生的工程实践能力,培养全面发展的高素质、创新型人才。

参考文献(References):

[1] 于永友. 改革实验教学, 强化创新能力培养[J]. 实验技术与管理, 2006, 23(7): 12-14.

[2] 张爱英. 认真实施开放实验, 努力提高学生综合素质[J]. 实验技术与管理, 2004, 21(2): 5-8.

[3] 肖利, 曹丽华, 刘梅. 创建创新型实验室, 培养创新人才[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(10): 13-14.

[4] 王莉. 加强基础建设 稳定实验室人才[J]. 实验室研究与探索, 2005, 24(11): 96-98.

[5] 孙尔康, 张剑荣, 张家玖. 多层次开放实验室是培养学生创新能力的有效形式[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(11): 5-6.

[6] 田能谨, 邓小青. 面向 21 世纪的力学实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2001, 20(6): 12-14.

[7] 李桂梅. 加强实验教学, 培养符合社会需求人才[J]. 实验室科学, 2007(1): 23-24.

[8] 史孝群, 李进新. 建设一流的工科力学实验室[J]. 实验技术与管理, 2002, 19(5): 90-91.

(上接第 127 页)

方法和自主学习能力的培养不是一朝一夕的事情, 需要学生和教师持之以恒。作为从事开放教育的一线教师, 必须要摆脱传统教育观念的束缚, 积极树立“以学生为本”的教育观念, 确立一切教育、教学活动都必须服从和服务于学生自主学习的指导思想, 努力为学生创造自主性学习环境; 作为学生必须有一种主动学习的态势和倾向, 积极主动地参与课堂教学, 参与问题的设计, 参与问题的解答, 参与问题的评价等整个教学过程, 只有这样才能顺应时代发展要求, 提高自身可持续发展的能力。

参考文献(References):

[1] 王静琼, 张卫, 朱祖德. 大学生自主学习能力及其培养[J]. 广西民

族大学学报: 哲学社会科学版, 2007, 29(1): 196-199.

[2] 董汇泽, 田春山, 李会山. 构建新型物理实验教学模式[J]. 实验技术与管理, 2006, 23(2): 11-13.

[3] 冷雪松, 郇维亮, 徐崇, 等. 构建物理实验教学新体系初探[J]. 大学物理实验, 2006, 19(2): 88-90.

[4] 董步学, 徐慧论. 大学师生关系: 时代嬗变与重构[EB/OL]. [2007-10]. <http://www.jiaoshuyuren.com>.

[5] 王野, 李海军. 浅谈大学物理实验教学[J]. 长春理工大学学报: 社会科学版, 2007, 20(1): 89-95.

[6] 王朝阳. 工科物理实验教学探讨[J]. 辽宁行政学院学报, 2007, 9(1): 129-131.

[7] 霍剑青, 王晓蒲, 杨旭, 等. 大学物理实验教学方法和教学资源建设的研究[J]. 实验室研究与探索, 2008, 27(5): 11-13.

[8] 张奇. 高等教育心理学[M]. 大连: 辽宁师范大学出版社, 2007.