

《板壳力学》教学方法改革与实践*

唐寿高

(同济大学 航空航天与力学学院, 上海 200092)

[摘要] 本文探讨工程力学专业传统课程板壳力学的教学方法改革, 适当利用多媒体辅助教学, 将板壳力学经典理论与现代工程实际相结合, 使同学认识到板壳力学不再抽象, 而是一门实实在在的能解决工程问题的面结构力学课程。笔者力求创新意识与能力的培养, 激发起同学的学习热情, 同时也让学生深切体会到提出一个正确的力学模型是多么的重要。

[关键词] 板壳力学; 教学改革; 工程实际; 多媒体辅助教学

[中图分类号] G642.4 [文献标识码] A [文章编号] 1672-8874(2007)02-0055-03

板壳力学是工程力学专业的一门传统专业基础课程。随着当前面向21世纪教学内容及教学方法改革及高等教育国际化趋势, 这一课程的教学如何与时俱进, 跟上时代发展潮流, 是每一位板壳力学任课教师面临的课题。笔者从事该课程教学近二十年, 近年来一直在探索, 从粉笔加黑板的授课模式过渡到适当利用多媒体辅助教学, 并将板壳力学经典理论与现代工程实际相结合, 注重创新意识与能力的培养, 激发起同学的学习热情, 很大程度上提高了教学质量。为与同行交流学习, 归纳几点不成熟的体会如下。

一、教学内容——经典理论与工程应用相结合

由于板壳力学本身经典理论体系的特点, 目前国内可供选择的板壳力学教材非常有限。大多数工程力学专业采用的主要还是徐芝纶编《弹性力学》下册, 新教材出版面世很少, 可查阅的几本基本上都是十多年以前出版的专著, 适合作为研究生教材或本科教学参考书。笔者在不列颠哥伦比亚大学和悉尼大学访问期间了解到, 欧美及澳洲等一流高校有关板壳力学内容教学讲义还是以铁摩辛柯板壳理论原著为主要教学参考书。同济大学十余年来一直采用成祥生编著《应用板壳理论》作为该课程教材。该书也属于专著型, 有许多作者的科研成果, 笔者选其中经典理论部分, 并适当补充铁摩辛柯原著有关叠加法和差分法、现代发展的广义变分原理、以及作者解决的板壳结构工程实例作为教学内

容。鉴于成祥生《应用板壳理论》近一半篇幅无法在本科生教学中讲授, 作者从下届开始将采用2007年初可出版发行的徐芝纶编《弹性力学》下册新版本来取代该教材。

二、教学手段——以板书为主多媒体为辅

近年来各门课程采用多媒体教学已成一种时尚和趋势。笔者实践经验是对于弹性力学、板壳力学这类经典理论性课程要讲清讲透物理概念, 还是宜板书为主, 但部分章节如绪论、工程应用举例等可以多媒体辅助。例如为提高学生对板壳力学工程背景的感性认识, 在第一堂课上笔者利用多媒体教学便利, 放映收集或拍摄到的国内外大型体育场馆、国会大厦、教堂、展览厅、歌剧院、仓储、桥梁、道路、航天飞行器结构、舰船潜艇等百余张数码照片, 介绍每一结构中板壳力学计算模型, 激发同学对这门课的兴趣, 让他们深切体会到这门课和结构力学一样, 可以解决实实在在的工程问题, 并有广阔的应用前景。

在具体讲授理论时仍以板书为主。这门课涉及的偏微分方程较多、偏微分算子较多、双重级数解答较多, 每章归纳以多媒体为主。为使同学不感到枯燥, 进行理论推演时, 注意介绍与材料力学和弹性力学有关内容的联系。一些方程的求解还及时先复习一下高等数学微分方程的求法及其通解(这可以采用多媒体)。在板书推导过程也是同学思考、理解与记笔记过程(如采用多媒体则很难达到这种效果)。板壳力学讲课要强调物理概念和每一方程

* [收稿日期] 2006-09-05

[作者简介] 唐寿高(1952), 男, 上海市人, 博士, 同济大学教授, 博士生导师。

的物理意义。笔者在每一章节相关内容再配合一些工程背景,启发同学从中提炼出板或壳体结构计算模型,效果非常好。

笔者的体会是运用多媒体主要是为节省时间、增加信息量,从一定意义上提高课堂效率。多媒体联系工程应用方面及将抽象概念形象化等方面有优势,但在抽象化与数学演绎方面仍以板书讲演效果好。教学不仅是一门技能,同时是一门艺术。教学的艺术性主要表现在课堂讲授活动上。教师通过自己生动的语言、板书、表情、动作,配以适当的多媒体辅助,来传授知识与能力,还可根据学生的情况控制进度,调节讲课方式,从而产生一种互动效应。

三、本学科历史人物简介——调节课堂气氛

由于本专业尚未开设“力学史”课程,另由于大环境的影响,学生中很多人还有专业思想,平时课外阅读也很少关心与本学科有关的许多力学大师等,工程力学专业同学往往毕业时仍对自己专业的发展历史不甚了解。笔者在讲述圣维南原理时顺便介绍了圣维南其人及其对固体力学作出的极大贡献,并由此顺带介绍了他的学生 Boussinesq 等,在讲授四边简支板的纳维叶解时介绍了圣维南的老师纳维叶的贡献,并带出泊松及泊松的老师拉格朗日和拉普拉斯等。一学期下来还陆续介绍了柯西、Kirchhoff、冯卡门、钱伟长、周培源、铁摩辛柯、钱学森等在板壳理论方面作出重要贡献的著名力学大师。虽然花时不多,但通过这些力学前辈的介绍,一方面活跃了课堂气氛,使同学紧张的大脑得到短暂的放松和休息,另一方面也增加了对力学史的了解,以及对力学学科发展曾作出杰出贡献的大师的了解,进而潜意识地增加了对专业的兴趣与热爱。

四、讲授方法——理论联系实际

板壳力学数学演绎较多,微分算子和偏微分方程较多。除绪论中多媒体介绍的板与壳体建筑结构外,针对具体的教学内容适当补充工程应用可以在很大程度上提高学生的学习热情和解决工程问题的动手能力。如在讲授四边简支板受横向荷载弯曲问题时的角点反力时,列举了作者曾咨询过的附近某中学教学大楼楼面板在四墙角处都有约45度方向的斜裂缝,该裂缝正印证了角点反力的存在,并顺介绍了现浇楼板负筋的合理布置。在讲授壳体薄膜

理论时列举了大面积体育场馆覆盖物面薄膜结构,以及景观设计中的索膜结构等。在讲授圆柱壳弯曲问题时,作者举了曾解决的一工程问题如下。

某集团水泥厂一直径80m高13m的低壁浅圆仓堆料库,该结构设计院传统做法是按挡土墙理论计算与设计,其结果是沿周边共设置了60根变截面扶壁柱,每根柱下还设置十余米长的钻孔灌注桩(桩与柱钢筋链接现浇一体),造价高,施工周期长,该集团当时已建有数座这样的堆料库。

按壳体理论,该结构本质上是竖直的圆柱壳体,其内力主要是环向薄膜力。笔者还通过农村以竹篾、荆条等编织围成的谷物囤来说明该结构以薄膜内力为主,而非轴向弯矩(挡土墙结构)的受力特点。该结构原设计由于下端固支,约束了径向变形,因而还会产生很大的温度应力(据后来分析,原结构温度应力要大于按圆柱壳理论计算的堆载应力)。笔者运用圆柱壳体理论,改成圆柱壳,下边界处理成径向可滑动,取消了所有扶壁柱和灌注桩的设置,这样不仅结构受力合理,还大大节省了造价和缩短了施工周期。据此建造的新结构现已安全使用三年。通过该具体例子使同学认识到板壳力学不再抽象,而是一门实实在在的能解决工程问题的板壳结构力学的课程,同时也让学生深切体会到提出一个正确的力学模型是多么的重要。

除了工程实例外,我们还注意利用数值模拟结果,通过多媒体放映来证明板壳力学理论结果的正确性。例如板的振动和压屈,通过ANSYS有限元求得各阶频率和振型及压屈荷载,并以动画显示各阶振型或压屈过程,如同作了模拟试验,非常容易被同学接受。

五、结语

通过上述改革与实践,近年来板壳力学课程选课同学出勤率基本上100%。同学听课专注,课堂互动气氛好,课间提问或与教师讨论问题明显增多,作业按时完成,考试成绩也普遍提高。过去每上该课程,总有一些同学会因各种理由请假,通过教学改革,教学内容和信息量增加,很少有人愿意随便请假。同学们的信赖与期待,促使教师必须精心备好每一堂课,不断改革与探索。当然学无止境,教学方法改革也是没有止境的。

六、致谢

本文得到同济大学教务处教学改革研究与建设基金的资助,以及航空航天与力学学院副院长贺鹏

飞教授的支持,特此致谢。

[参考文献]

- [1] 徐芝纶. 弹性力学(下册)[M]. 北京:高等教育出版社, 1990.
- [2] 何福保, 沈亚鹏. 板壳理论[M]. 西安:西安交通大学出版社, 1993.
- [3] 刘人怀. 板壳力学[M]. 北京:机械工业出版社, 1990.
- [4] 刘鸿文. 板壳理论[M]. 杭州:浙江大学出版社, 1987.
- [5] 薛大为. 板壳理论[M]. 北京:北京工业学院出版社,

1988.

- [6] 黄克智等. 板壳理论[M]. 北京:清华大学出版社, 1987.
- [7] Timoshenko S, Woinowsky-krieger S. Theory of Plates and Shells [M]. 2nd Edition, McGraw - Hill Book Company, Inc., 1959.
- [8] 成祥生. 应用板壳理论[M]. 济南:山东科学出版社, 1989.
- [9] 徐芝纶. 怎样提高课堂讲授的质量[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版). V3(专辑), 2001.

(责任编辑:胡志刚)

(上接第30页)

是平等交往者中的首席,教师还应是大学学生的指导者,是积极谋求沟通的努力者。从社会心理学的视角出发,无论采用哪一种教学策略,哪一种教学权力形式,教学交往主张的是人际平等的原则,要充分考虑到学生的主体地位和个体心理需要、成长需要的差异性。

(二) 参与策略:超越既定文本,提高学习动机

要实现大学教育的本质目标,必须在充分体现大学生在教学交往活动中的主体性地位的前提下,激发大学学生的学习兴趣,提高他们的学习动机。针对目前国内不少大学都存在的教学交往载体的既定性,笔者以为,应当借鉴西方大学教育中采用的开放型教育模式,在大学生力所能及的范围内,让他们参与到前期教学设计、计划中来,鼓励大学生加入到教学内容的讨论、教学方式的选择。大学生是现实社会中的一员,是能动的人,具有发展自身潜能的需求和内在成长的需要,笔者在《社会心理学》的教学实践中,有意识地开放了部分与现实结合较为紧密的内容(如大众心理等)请学生参与教学内容的设计。几年的实践显示,大学生非常愿意参与教学设计,他们对自己参与设计的教学内容学习兴趣浓郁、学习效果很好。从大学生的社会心理发展特点上看,他们充满活力,思维敏捷,具有一定的知识基础,具备参与部分教学设计的能力。所以,无论从可能性还是必要性来看,大学生在教学设计中的参与都是不容忽视的。实际上,通过在《社会心理学》课程教学中采用学生参与教学设计的方式,也从一定程度上丰富了笔者对于现实社会心理现象的关注面。正如弗莱雷所说:“学生的教师和教师的学生之类的概念不复存在,一个新名词产生了,作为教师的学生或作为学生的教师”。^[5]

(三) 讨论策略:开放对话空间,拓展教学交往网络

在交往双方主体性高扬的民主的、平等的师生关系下,大学课堂应当成为师生生命涌动和成长的舞台,对话则是舞台的有力支柱。联合国教科文组织在《教育——财富蕴藏其中》一书中指出:“通过对话和各自阐述自己的理由进行争论,这是21世纪教育需要的一种手段。”^[6]但是在传统的大学课堂中,教师主讲的独白式“伪对话”却限制了师

生双方视界的扩展。为此,应当考虑讨论策略,开放多种形式的对话空间,拓展教学交往网络。18世纪法国的洛可可沙龙和伦敦咖啡馆为我们提供了有益的启示,在那里,讨论是一种平等、开放、自由、民主、协调、富有情趣和美感,时时激发出新意和遐想的交谈。因此,我们的讨论可以在多主体、多空间以多形式展开,比如:课堂共同讨论、兴趣分组讨论等等。大学可借助“沙龙”、“学社”、“俱乐部”以及“BBS”等作为教学交往媒介,打破课堂授课一统天下的局面,教师个体与学生个体、学生个体与学生个体、学生群体与学生群体等多种形式的交往成为可能,这将为追求高深学问的大学教师和青年学生展开充分的教学交往提供更宽广的空间。诚如雅斯贝尔斯所说:“对话是真理的敞亮和思想本身的实现。”^[7]在丰富多彩的交往形式下,通过讨论、对话,大学教学交往双方相互“接纳”、“倾听”,进行着认知、情感、精神、生命领域的充分的、彻底的互动,分享交流的愉悦,磨砺学术的思想,开拓专业的视界。

[参考文献]

- [1] 肖川. 论教学与交往[J]. 教育研究, 1999, (2).
- [2] 广东教育学院教育系. 现代教育理论热点透视[M]. 广州:中山大学出版社, 2005.
- [3] 田汉族. 教学交往实践:现代教学的本质[J]. 河北师范大学学报(教育科学版), 2000, (2).
- [4] 李显德. 师生权力与角色分析[J]. 教育理论与实践, 2000, (2).
- [5] 弗莱雷, 顾建新. 被压迫的教育学[M]. 上海:华东师范大学出版社, 2001.
- [6] 联合国教科文组织. 教育——财富蕴藏其中[M]. 北京:教育科学出版社, 1998.
- [7] [德]雅斯贝尔斯. 什么是教育[M]. 北京:生活·读书·新知三联书店, 1986.

(责任编辑:赵惠君)