

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2010.0.032

·教学改革与实践·

军队院校工程力学教学改革的思考与实践

韦忠瑄, 孙 鹰, 陈 平, 董 璐

(解放军理工大学 理学院, 江苏 南京 211101)

[摘要] 为了适应新形势下军事人才培养目标要求, 针对军校学员的特点, 通过工程力学教学内容与课程体系改革的研究与实践提出了几点建议, 讨论了军队院校工程力学教学改革的若干问题。

[关键词] 工程力学; 教学改革; 军队院校; 课程体系; 教学方法

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2010) 03-0092-03

Reflections and Practice of the Teaching Reform of Engineering Mechanics in Military Academy

WEI Zhong-xuan, SUN Ying, CHEN Ping, DONG Lu

(Institute of Sciences, PLA Univ. of Sci. &Tech., Nanjing 211101, China)

Abstract: To satisfy the requirements of the training objectives of the military cadets in the new situation, a few suggestions are put forward, and a number of problems about the teaching reform of Engineering Mechanics in military academies are discussed in view of the cadets' characteristics, through the research and practice of the reform of the teaching content and curriculum system of Engineering Mechanics.

Key words: engineering mechanics; teaching reform; military academy; curriculum system; teaching method

力学作为工程原理基础之一, 在工程教育中占有重要地位, 力学课程是工科许多专业的技术基础课, 作为基础课和专业课的桥梁, 起承上启下的作用。随着现代科学技术的飞速发展以及对培养人才越来越高的要求, 工程力学的教学改革势在必行。

一、整合内容, 更新课程体系

工科学课程的内容反映了力学学科中相对说来已经成熟的基础理论、基本知识和解决工程中力学问题的基本方法及技能, 据此确定的教材体系和教学内容具有相对稳定性和封闭性。比如说理论力学, 它的理论基础是牛顿定律, 它的理论体系是力学基本公理和定律与数学中矢量代数、矢量分析的巧妙结合, 以及能量、功、惯性力等基本概念、达朗贝尔原理与变分法的巧妙结合, 形成了各个定理均可用数学方程精确表达的严密的逻辑体系。从体系形成至今的二三百年间, 科学技术的实践证明了他的正确性。特别是20世纪初经历爱因斯坦狭义相对论的冲击, 这是从时空观这个根本点上的冲击, 然而却证明了当物体速度远小于光速时, 牛顿定律就成为狭义相对论的特殊情况。除此之外, 理论力学的基础内容, 理论上并无重大突破。理论力学的主要内容是动力学。一般分为矢量力学和分析力学初步两部分。现代力学发展的重要学科, 例如多体系统动力学, 它在航天器、空间机械和机器人、高速车辆、生物力学等领域得到广泛应用。它是经典理论力学和分析力学这棵“古树”上开出的“新花”。多体系统动力学的建模仍为矢量力学和分析力学两种方法。如Roberson/Wittenburg方法用质点系动量和动量矩定理建模; Kane方法的理论依

据是d'Alembert-Lagrange原理。再如有限单元法, 它已成为力学、物理、工程等领域中处理计算问题的有效方法之一。它是古典的变分方法, 即Ritz-Galerkin方法的改进和发展。理论力学中讲授的虚位移原理与最小位能原理分别是Galerkin法和Ritz法的力学背景, 或称后两者分别源出于前两者。由上看出, 现代动力学迅猛发展并没有提出全新的力学原理, 从而宣布经典力学规律已经过时。相反, 后者仍是前者的重要理论基础。理论力学介绍的经典力学基本原理和方程有较大的相对稳定性^[1]。此外, 这期间, 数学理论方法有许多发展, 但对此体系都没有大的冲击。然而力学课程也不能处于一种定型化状态, 由于科学技术的发展和力学自身的发展, 新知识、新理论、新方法、新技术的不断涌现, 尤其是计算机技术的飞速发展和应用, 极大地扩展了力学解题的手段, 例如现代力学将经典动力学规律与计算机相结合, 解决了仅靠这些规律无法解决的现代工程实际中的力学问题。这些都对工科学课程体系产生了很大的影响, 要求力学教学内容及其教材体系也要及时作相应的调整和更新, 从封闭走向开放。

我们将原属理论力学和材料力学课程的科学概念进行重新系统组合, 在贯通的前提下, 清除原来课程内容之间的隔离, 实现相互衔接, 相互融合和相互渗透, 即整合成一门新的课程, 建立一个完整、协调的新体系; 一方面对经典内容推陈出新, 使之更加简练, 另一方面采用渗透融合的方法, 引进面向21世纪的新内容, 消除重叠; 注重启发式教学, 为发挥学生学习积极性和创新精神留出了大的思维空间^[2]。例如在“弹性静力学”中, 改变了以“强度、刚度、稳定性”为主要线索的传统材料力学课程体系, 形

[收稿日期] 2009-10-09

[作者简介] 韦忠瑄(1965-), 男, 江苏镇江人, 解放军理工大学应用力学教研室副主任、副教授, 博士, 主要从事工程力学研究。

成杆件应力、变形、能量分析的新体系；改过去的“由特殊到一般”由简单到复杂的分析路径为“由一般到特殊”；加强了归纳、分析和渗透的综合教学方法。删除了一些陈旧过时的内容，提高了起点，突出了重点。又如理论力学部分，对于动力学普遍定理的基本规律和概念，只简单对物理学内容作回顾和扩展，而把重点放在定理的应用上。另外加强了分析力学（初步）部分，使之与矢量力学并重，加强了三维刚体动力学，增加了适用于计算机应用的矩阵方法及对非线性动力学方程的数值解法，增加了结合工程和生活实际，特别是反映科学技术新成就的新例题、新习题和实物照片。用现代力学的观点、方法和语言等改进叙述经典的“理论力学”的教学内容。例如引入计算机后，使评价动力学方程应用优劣的标准发生很大变化。过去认为，具有自然科学的美学形式，又为最少变量方程的拉氏方程是最好的。现在则认为，适于上机，使人的参与工作量最小，数值处理方便的动力学方程最好。因此，需将原有方程予以“变形”或“变奏”，使之成为程式化的动力学模型。

二、因材施教，切合军校实际

由于军校学员的培养目标与地方大学不尽相同^[3]，在教学内容上我们主要采用“宽而浅”的原则，即宽覆盖面，低难度要求。教学的侧重点放在让学员理解理论，会用理论上。通过一些典型实例的讲解，体现这些理论在工程领域中的应用，而放弃一些定理的详细推导和证明。但同时要让学员从整体上了解理论体系的大致构成，以便学员了解本课程自身的理论体系概况。在习题的选择上强化“三基”内容，侧重解题思路训练，而舍去繁难计算和技巧性高的习题。对高新内容仅点到为止，不深入展开。在与大学物理课衔接的内容上，注意从学员实际水平出发，必要时对大学物理中的相关内容作一些复习、回顾。此外还必须补充一些矢量代数的知识等。

我们常说学习工程力学“光学不练，等于白念”。学员的力学基本概念和原理不是靠教员讲解弄懂的，而是通过做题出错、小课堂讨论才能掌握。要让学员真正掌握力学概念和理论，并能灵活正确的应用于具体力学问题，必须经过大量的习题训练。解题训练是教学的重要环节，也是培养学生分析和解决具体力学问题能力的主要手段。有些学员所谓“理论容易做题难”的论调，实际上仍然是力学概念不够清楚，至少不巩固的一种表现。针对军校学员课后时间少的特点，我们加大了习题讨论课的比例。习题课的内容主要是一题多解的习题训练和学员在解题过程中出现的典型错误的讨论。用多种解法求解同一题有利于巩固已学过的理论知识和提高综合应用理论来解决具体问题的能力。拿出学员中发生的各种典型错误解法，尤其是概念性的错误，让学员展开讨论，辨别真伪，找出错误所在。从反面加深对概念的理解，澄清模糊认识，有时比正面讲解的效果要好得多。习题讨论课的重点是如何从具体问题中建立力学模型和正确使用定理等关键步骤，通过讨论课可以增强学员的学习兴趣，使学员把钻研理论与解题训练结合起来，达到牢固掌握知识并能灵活运用目的，同时也减少了学员的课后负担。学生若单纯被动听讲，尽管可能教师讲解十分精彩，足以使学生感兴趣，但这只是外在的兴趣，只有暂时的影响，难有持久的效应。如果学生经过自己探索之后有所发现，那么从学习中得到的收获能激发学生的兴趣，这是自发的内在的兴趣，有长久的和深刻的效果，可产生继续学习的愿望与努力的热忱。因此，

习题课上我们把讲台和黑板完全让给学生，让学员上台发表观点，演算典型例题，并开展讨论，探讨各种解决问题的思路，鼓励学员寻找与教材和教员讲解不同的方法。由于每个人都有机会参与、表现，学员的积极性很高，争先恐后抢着上台。这样的方式不仅使学员扩展了思路，印象也十分深刻，还起到了锻炼学员主动性和表达能力的效果。

工程力学是一门专业技术基础课程，除了为学习后续课程作好准备外，更重要的似乎还在于关系着学员的学习“后劲”。因此对学员思维能力的培养更显其重要性。工程力学的理论来源于实践，与工程实际有着极其密切、广泛的联系。对尚缺乏工程实践，只习惯于学习就是做习题、对答案的二年级学员来说，学习工程力学在思维方法和能力上都需要上一个不小的台阶。学习中一个最突出和普遍的问题是，对基本概念和理论往往仅从感性方面去理解和分析，重数学推导，轻图形分析，不注意掌握分析问题的基本方法，而仅急于得出答案，对所得到的结果也不分析其力学意义。在教学实践中，要帮助他们完成由感性到理性的认识过程，突破固化了的思维方式，需要经历两个思维过程：其一是将学员的感觉和印象抽象为概念，其二是将抽象的认识回到问题中作具体分析。分解与综合方法是工程力学教学中训练思维能力的的一个重要方面。比如在动力学问题分析中，为形象地表示系统的运动和受力，强调运动分析图（速度矢量图或加速度矢量图）和受力图，然后再综合受力与运动，用动力学的定理或原理描述力与运动间的关系，这就是分解与综合的过程，同时也是由思维活动的抽象到具体的过程。从教学的基本要求看，工程力学教学中对于程序思维能力的培养是很强的。例如，动力学中矢量力学各定理就是从牛顿定律出发，运用近代数学工具，经严密的数学推导得出的；分析力学基础也是从变分原理出发，经过严密的数学推导得出了完整系统的动力学方程。学员在学习工程力学理论内容的同时，必然要学习这种程序式的科学思维方法。而且，这种思维的训练更多地体现在学习基本方法的各种训练中。一旦确立起这种缜密的，符合逻辑的思维方式，学员在后续课程的学习中，在应用计算机解题中，在日后处理工程技术问题、科学研究问题中会大有益处。

三、结合实践，反映现代科技

学生大量的“实践”是他们接触到的周围事物，教学中抓住这些有用的东西，会起到事半功倍的效果。讲述超静定结构能提高其承载能力时，设想人平躺在床上，若仅以头部和脚后跟接触，结构静定，但人却受不了。随着与床的接触点增加，超静定次数也增加，极大地改善了人体受力，人才舒服。这就是超静定的功效，进而联想到悬索桥和斜拉桥，其原理如出一辙。又如讲到截面性质对梁（或轴）的强度、刚度的影响，联系自然界中树木要承受不同方向的风力，形成合理截面——圆形，树木上细下粗，适应悬臂梁的弯矩。而生长迅速的竹子采用了最经济的环形，又如人体的骨头也是环形结构，进而提问为什么建筑脚手架用钢管而不用实心钢圆柱？用这些活生生的实例使学生的理解能力得到提高，学的知识扎实深刻。

为了提高学生的学习积极性，在讲授过程中有意识地

向课程的深度和广度方面适当渗透是有益的。由于很多专业,比如机械类的专业,在本科阶段,他们不再学习其他力学课程,所以渗透一些近、现代固体力学、一般力学的概念和思维方法是有必要的,可以开阔学生的眼界,增强解决问题的能力,将来遇到问题时,起码知道上哪儿去寻找解决问题的方法。还可以根据课程内容介绍一些后续课程和科研领域的有关内容,例如在体育运动、杂技表演、运动医学、航空航天科学、道路桥梁工程、控制爆破、机械设计等诸多领域都有工程力学的直接或间接的应用。这些纵向或横向知识的扩充和渗透以及与工程力学知识的关系的介绍往往是学员非常欢迎的,无疑会起到活跃课堂气氛的作用。

四、成果初现,改革任重道远

任何一项教学改革,成功与否都需要进行严格的检验。学校的“产品”是符合现代军事斗争要求的合格学员。工程力学教学改革的目的是为军事工程相关专业的学员提供扎实的基础理论知识。2008年我校迎接军队院校评价,工程力学是考试课程之一,合格率达到优秀标准,为我校的评价创优贡献了一份力量。从实施工程力学课程教学改革以来,我们共参加了三届全国大学生和三届江苏省大学生力学竞赛,获全国2004年三等奖2名、优秀奖4名,其中两名学员名列理论力学单科第4、10位^[4];2007年优秀奖3名;2009年二等奖1名、三等奖9名、优秀奖17名^[5];三

届均获江苏省团体一等奖,以及省级一、二、三等奖近百名。军队院校教学评价中基础课程的抽测达优和参加全国大学生力学竞赛的成绩说明我们的教学改革取得了初步的成效。

由于工程力学是基础课和专业课之间的桥梁,因此,工程力学的教学改革,需要与专业课和数学、物理等基础课协调配合,搞好衔接,而目前我们在这方面的工作进行得还远远不够。工程力学课程改革到今天,已经不能一门课孤立地进行了,需要与各学科和教学管理部门协调配合,需要教与学双方都有积极性,这是一项需要大家一起努力的系统工程。

[参考文献]

- [1] 薛克宗.基础力学的教学与实践[C].理论力学教学内容改革的几个关系问题.北京:北京理工大学出版社,1997.
- [2] 范钦珊.工程力学教程[M].北京:高等教育出版社,1998.
- [3] 张宝书.军队院校教育学[M].北京:军事科学出版社,2006.
- [4] 第五届全国周培源大学生力学竞赛获奖名单[J].力学与实践,2005,(1):84-85.
- [5] 第七届全国周培源大学生力学竞赛个人赛获奖名单[J].力学与实践,2009,(4):105-109.

(责任编辑:卢绍华)

(上接第53页) 队伍赋予相应的学术权力和待遇,充分发挥好他们的传、帮、带作用,加强对重难点课题的集中研究,形成科研攻关的团队效益;另一个是要注重加强学术骨干队伍建设,以有一定学术研究基础和较好发展潜力的年青教员为主体,突出加强学术思维、科研方法和学术论文撰写方法培训重点,建立定期培训制度,并鼓励以学术骨干为主牵头承担院校本级立项课题研究任务,让年青学术骨干有目标、有任务、有思路、有条件地成长进步。

(三) 开展丰富多彩的学术活动

学术活动是培育学术精神的实践载体,重在务求实效,贵在制度化经常化。比如,定期举办高质量的学术讲座。据调查,目前任职教育院校普遍都有定期学术讲座制度,但针对性实效性还有差距。要想使学术讲座真正成为受广大教研人员欢迎的学术“盛宴”,在选题方向上,要注重提前征求意见,并针对教员、学员的不同需求分类设计;在组织形式上,要采取院校、系(教研室)、学员等多层次相结合,充分发挥各级的积极性创造性;在听众安排上,要充分尊重个人兴趣爱好实行自主选择,并坚持组织现场即兴互动交流。适时组织召开小型学术研讨会,以参加各类专题学术研讨征文为基础,采取学术沙龙等形式,由院校职能机关牵头协调保障,依托相关专业教研室组织作者群和学术爱好者,进行面对面研讨交流,在轻松和谐的学术氛围中,让教研人员拓宽学术视野,领悟学术精神,提升学术素养。依托校园网建好学术论坛,聘请部分学有专长的同志担任论坛版主,定期发布各类学术动态信息,加强对学术论坛的维护与管理,为广大教研人员营造一个自由交流、平等辨析的开放式学术殿堂。鼓励对外参加学术交流,要坚持开放办学思想,设立学术交流专项经费,资

助广大教研人员参与与所从事专业密切相关的学术活动,广泛吸收最新学术成果,跟踪学术发展动态,始终保持学术创新的旺盛活力。

(四) 完善学术研究的制度机制

实践证明,健全的制度机制是实现学术活动经常化、学术精神共识化的重要保证。一是建立定期学术研究制度。比如,可根据不同院校实际,建立系或教研室每月1-2次学术活动制度,让各级自主组织开展学术讲座、学术研讨或学术报告,通报学术信息,部署学术研究任务,对重难点问题进行集中攻关。二是建立科学的评价激励机制。要把评价的重心转向对学术成果质量和推广应用价值的评判上来,切实把资助和重奖高质量成果的导向落到末端。笔者通过实践感到,这一成果有较强的实践借鉴价值。三是建立学术不端责任追究制度。坚持学术自律与他律相结合,在引导教研人员不断弘扬学术精神、强化学术质量至上意识的同时,要明确学术挂名、造假、剽窃等不端行为的认定标准,并研究制订相应的违规处理办法,对学术行为不端者要及时查实、严厉惩处、立即公示,并追究所在单位领导责任。

[参考文献]

- [1] 苟国旗.试论现代大学学术精神的定位前提[J].长江师范学院学报,2008,(1).
- [2] [4]吴德生.军校学术成果评价指标的网上调查与分析[J].中国军事教育,2002,(4).
- [3] 苟国旗.浅析重塑大学学术精神对维护学术道德的意义[J].重庆三峡学院学报,2008,(1).

(责任编辑:林聪榕)