



试论新世纪材料力学教材的革新

中国石油大学（华东） 刘建林

一、引言

材料力学 (mechanics of materials) 作为机械、土木、采矿、航空航天、石油工程、地质勘探、海洋工程等领域的基础学科, 在设计、制造与生产、技术创新、增产措施等方面具有重要的作用, 是理工科大专院校相关专业的一门重要的专业基础课程。材料力学是基础课和专业课之间的桥梁和纽带, 起到承上启下的作用。它既具有基础概念和理论的特点, 又具有重要应用价值的一面; 但它既不同于数理化等学科更加侧重于基础性, 又不同于具体的应用学科。因而, 关于材料力学课程如何来讲, 以及材料力学教材如何编写, 一直是一个争论不休的并且难度很大的话题。

材料力学起源于17世纪, 在科学巨匠达芬奇、伽利略、惠更斯、库伦、麦克斯韦、欧拉、柯西、汤姆斯杨、伯努利、纳维叶、圣维南等人的努力下, 形成了一门系统的科学。早期的材料力学是以木材、石头等脆性材料为研究主题, 由于其变形很小, 所以不可避免地具有很大的局限性。19世纪中叶, 线弹性问题的胡克定律以及均匀连续、各向同性的基本假定成为材料力学的基础。现在国内外流行的材料力学是在20世纪50年代引用前苏联的教材和教学模式的基础上建立起来的。随着高新技术如航空航天、计算机、新材料等的飞速发展, 力学教学的内容和教学方法也发生了很大的变化, 这使得现有的教材和教学体系与培养高素质的本科生不适应。力学教材的编写也应该与时俱进, 不断地吸收新生的概念和方法才能不断完善。

二、材料力学教材现状

对材料力学教材做出重大贡献的科学家首推铁摩辛柯 (Timoshenko, S. P.) 教授。他于1908年在圣彼得堡铁道工程学院任教时就出版了第一本材料力学教材。1930年, 又出版了著名的 *Strength of Materials*, 很快就风靡全球, 一时洛阳纸贵。1972年, 铁摩辛柯又出版了 *Mechanics of Materials*, 反映了当时材料力学的最新进展。除此之外, 比较有影响的教材是列宁格勒铁道学院教授别辽耶夫于1932年所著的材料力学教材, 也曾经多次再版。

我国于1975年由杜庆华教授等人编著了第一本材料力学。之后, 孙训方教授等人出版了另外一本材料力学教材, 使之更加适合中国一般工科院校的特点。其他的有重要影响的教材还有: 刘鸿文教授主编的材料力学、苏翼林教授主编的材料力学、单祖辉教授主编的材料力学、范钦珊教授主编的材料力学以及工程力学系列等等。这些教材除了保持传统教材概念清晰、结合实际等特点以外, 还在突破现有的内容体系、陈旧的训练方式、传统的单一教学模式等方面做了一些初步探索。

三、新世纪材料力学的革新

自20世纪60年代以来, 随着工业技术的高度发展, 实验设备日趋完善, 实验技能不断提高, 这使得材料力学所涉及的领域更加宽广, 所包含的知识更加丰富多彩。这些新的变革对材料力学的教材编写提出了更高的要求, 这些要求具体表现在:

1. 各种新材料层出不穷, 必须适当考虑其本构关系

简单来说, 材料力学是研究材料与结构的力学; 但是传统的材料力学都是面向处理各向同性、线弹性、小变形、无初应力、均

匀连续的材料，这无形之中限制了其应用范围。自20世纪50年代以来，大量的新材料不断从军工与高科技领域扩展到许多工业部门。这些材料，例如复合材料、高分子材料、结构陶瓷、智能材料等的大量使用，大大减轻了结构的重量，提高了结构的强度和寿命。

但是经典的基于胡克定律的线弹性小变形本构关系已经无法描述上述材料的响应，例如，航空领域大量采用的纤维或者颗粒增强复合材料本身为各向异性；工程中大量含有裂纹的材料已非均匀连续；高分子材料的应力—应变关系是与时间相关的，且大都为非线性；新型的“软物质”材料是介于固体与流体之间的特殊的“复杂流体”，还没有恰当的本构关系；碳纳米管（CNT）和其他生物材料具有反常的“负泊松比”效应；生物体中的某些材料其“零应力”点并非为其初始状态；细胞粘附时需要考虑其他的“非经典力”，如毛细力、范德华力的影响。这些现象都说明，新的材料力学教材必须包含以上各种新的现象，例如非均匀、各向异性、非线性、时间相关等因素。

2. 实验测试技术日新月异，必须及时更新设备，引入新的实验

传统的材料力学测试仪器主要有材料万能试验机、疲劳试验机、冲击测试仪、扭转测试仪、光弹仪、电测等，这些测试技术比较陈旧，对于学生启发性不大。而随着信息技术的发展，各种测试设备的精度越来越高，各种测试的手段也越来越多，以至于过去很多无法实现的实验现在可以很简单地完成。例如，研究材料的微纳观结构时，过去经常使用的金相显微镜已经被扫描电子显微镜（SEM）、扫描隧道显微镜（STM）和原子力显微镜（AFM）等高精度电镜所取代，而这些显微镜以及配套的加载装置都很容易实现微纳观尺度的力学测试。在光测领域，当今迅速发展起来的云纹法、云纹干涉法、电镜云纹法、电子散斑干涉法、数字相关法等新型的手段已经逐渐取代了光弹测试。而对于高分子材料、软物质材料、生物材料如骨骼、肌肉、心脏等的力学性能测试，更不能使用传统的仪器来进行实验，虽然现在还缺乏完善实验的设备，但这些问题的解决却已迫在眉睫。

3. 计算机飞速发展，必须将计算机软件引入到讲课内容之中

新时期材料力学除了应该培养学生分析问题的能力、加深学生对基本概念和基本理论的理解以外，还应该让学生掌握用计算机解决实际问题的能力。展望21世纪，力学加电子计算机将成为工程设计的主要手段。现有的各种数值软件已经给力学实际问题提供了有力的工具，如大型有限元软件ANSYS、ABAQUS，数值计算软件Matlab、Maple、Mathematica等，都含有大量的子程序库，具有良好的图形处理功能。培养熟练使用这些软件的能力，对于学生以后解决实际问题起着不可忽略的作用。

4. 理论联系实际，切忌纸上谈兵

工料院校的材料力学教材应该起到承前启后的作用，应该将力学理论与工程实际巧妙地结合在一起。如对于材料的力学性能，可以列举新材料在航空航天（神五神六）、汽车、机械等方面的应用；对于强度校核，可以结合自己的科研体会，讲述在石油工程、海洋工程、飞机、地质等领域的应用；讲述压杆稳定时，可以列举历史上未考虑压杆稳定的失事重大例子等等。总之，讲述一个问题时，务必强调其确切的应用，不要口若悬河，讲了一大堆理论，但最终学生还是不知道如何应用。我们应该向老一辈的力学家，如林家翘先生学习。林先生在麻省理工学院讲授高等数学时，就从工程而不是单纯的数学证明入手，从而使该课程变成热门抢手课。

5. 材料力学史需要加强，同时不断补充新的概念

笔者认为，讲述一门课程，应该向学生讲述这门课程的发展历史，以及适当补充对这门学科做出重大贡献的科学家的事迹。材料力学是一门古老的学科，除了历史上那些伟大的科学家的贡献之外，需要补充近代材料力学的发展史。例如起源于德国的哥廷根学派，在克莱因（Klein, F.）和希尔伯特（Hilbert, D.）的推动下，形成了以普朗特（Prandtl, L.）为首的近代应用力学学派。在哥廷根大学，普朗特培养出了一大批的力学大师，如冯·卡门、铁摩辛柯、希尔、德鲁克、普拉格、那戴、邓哈托等都是哥廷根学派的杰出代表。而在华裔力学家中，也有大量的杰出人物，例如应用数学家林家翘、被誉为“生物力学之父”的冯元桢、计算力学家卞学璜、流体力学家吴耀祖、“预应力之父”林同炎等。我国应用力学的源头也在哥廷根，其代表人物有钱学森、钱伟长、周培源、郭永怀、张维、钱令希、胡海昌、陆士嘉等。

除了对已有力学史之阐述之外，还应该对力学古代史与近代史的挖掘，例如我国学者考证出了胡克定律应称为“郑玄—胡克定律”，因为我国古代学者郑玄比胡克早了1500年发现了弹性定律。再比如，目前通用的Mises准则，实际上由波兰科学家胡伯最早提出，应该称为Huber-Mises准则较为确切。而在讲授屈服准则时，还应该提及我国学者、西安交通大学教授俞茂宏提出的“双剪切理论”。这些事迹都足以激起学生强烈民族自尊心，从而激发他们的学习兴趣。

四、结论

力学教材的编写需要与时俱进，除了要保持传统教材的概念清晰、结合实际等特点以外，还应该突破现有的内容体系、陈旧的训练方式、传统的单一教学模式。现代材料力学所涉及的领域更加宽广、所包含的知识更加丰富多彩，这些新的变革对材料力学的

教材编写提出了更高的要求，使得我们应该考虑各种新材料的复杂的本构关系；必须及时更新设备，引入新的实验内容；必须将计算软件引入到讲课内容之中；必须理论联系实际，切忌纸上谈兵；必须加强材料力学史知识的补充。在材料力学的教材编写方面，我们还应该不断研究、不断创新、不断实践，最终为建设与出版具有我国特色的优秀力学教材奠定基础。

[基金项目] 中国石油大学（华东）科研启动基金（Y081513）和教育部博士点基金（200804251520）。

[参考文献]

- [1] 范钦珊，王波，殷雅俊．材料力学[M]．北京：高等教育出版社，1998．
- [2] 叶志明，黄毅．加强国外力学教材研究，促进我国优秀教材建设[J]．中国大学教学，2007，（5）：11-12．
- [3] 黄毅．关于“十五”力学教材建设的思考[J]．力学与实践，2001，（23）：68-70．
- [4] 武建华，徐建曼，刘德华．关于编写材料力学教材的思考[J]．高等建筑教育，2001，（41）：62-63．
- [5] 武际可．力学史[M]．重庆：重庆出版社，2000．

[作者简介] 刘建林（1977~），山东青岛人，中国石油大学（华东）副教授，博士。

《石油教育》2010.2期

京ICP备05019427号

Copyright © 2003 Author All rights reserved 中国石油教育学会主办

电话: (010)62069323 传真: (010)62069321 Email: wangxp@cnpcc.com.cn