

以基本内容为核心, 构筑有机开放的体系

——也谈工科理论力学教学内容的优化与更新

蒋寅军 张 荣

(武汉大学土木建筑工程学院, 武汉 430072)

摘要 工科力学系列课程改革势在必行, 以往的做法往往顾此失彼. 本文基于对工科理论力学教学内容体系的优化与更新的思考, 考虑以基本内容为核心, 以实际工程问题为对象, 构筑理论力学课程内容的有机开放体系.

关键词 理论力学, 优化更新, 有机体系

理论力学作为工科许多专业的核心技术基础课之一, 目前正面临着尴尬的局面: 一方面, 科学技术的发展和知识体系的更新, 要求学生对基础理论有更深层次的理解, 技术基础课的内容趋于复杂与广泛; 另一方面, 学校和学生对技术基础课重视不够, 基础课、公共课如数学、英语、政治类课程有国家教育部门的文件支持, 基本不受学时压缩的影响, 而考虑到学生对专业课的兴趣和要求, 在专业课程数目增加、总学时相对压缩的形势下技术基础课的学时压缩率明显过高, 理论力学的教学时数由原来的 120 小时锐减到 80 甚至 60 小时, 如不进行改革, 已不能使学生得到足够的基本技能训练, 不利于学生理论联系实际的能力和创新能力培养.

工科理论力学的教学改革, 主要集中在教学内容与教学方法两个方面. 而无论采用什么样的教学方法, 它只是形式, 而形式是由内容决定的, 一定要与内容配合, 才能产生好的效果. 因此, 理论力学的改革, 主要还是教学内容的改革. 笔者作为从事理论力学教学的青年教师, 也想就这方面谈谈自己的想法.

1 课程内容体系的优化与更新的思考

教学内容的改革, 主要是课程内容体系的优化与更新. 传统的百科全书式的理论力学课程体系, 过于强调本学科内容体系的完整性, 事无巨细, 面面俱到, 起点低, 要求低, 一定程度上影响了教学过程中教师与学生的主动性、积极性的发挥, 为了解决这一矛盾, 通常采取以下做法: 一是机械压缩, 一旦内容与学时发生矛盾, 教师只好砍掉教学内容, 只讲与后续专业课程有关的内容; 二是实行所谓模块化教学, 其实质仍

然是削减教学内容; 三是开展整合多门力学课程的概论式课程. 笔者认为以上做法并不能使学生获得足够的力学基本技能训练, 不能从根本上提高教学效果. 理论力学的改革应当从本学科的内生矛盾入手, 在新的形势与要求下, 至少应做到如下几点:

1.1 理论阐述要精炼, 整体性要强, 给教与学留下余地

理论力学的研究内容是物体机械运动的客观规律, 其特点是抽象与演绎, 课程体系应该围绕这个中心和特点组织内容, 传统的课程体系每一部分都是从最常见的现象、最简单的理论讲起, 以归纳法组织内容体系, 描述基本原理的语言与物理学也没有什么区别, 其结果是学生一看前面的知识很简单, 似曾相识, 对后续的学习就失去了兴趣, 而教师讲课一旦脱离教材的框架, 学生就不懂了. 其实, 理论力学的原理作为普遍真理虽然具有相对性, 但它的理论和方法已经在许多工程实践和科学领域中得到验证, 只要条件满足都可以拿来直接应用. 而对于工科学生而言, 重要的是掌握基本理论和分析方法, 建立宏观整体的知识体系, 然后在后续专业课程的学习中不断运用这些基本理论和分析方法, 丰富和完善自身的知识体系. 笔者与很多老师一样, 在教学过程中发现, 如果借助矢量进行基本原理的阐述, 先讲运动的几何性质(运动学), 再讲使运动状态改变的原因(即力与力偶的性质), 从而建立物体运动与力之间的关系(静力学与动力学), 可以压缩篇幅, 提高起点, 避免将基本理论讲述得太琐碎. 同时, 若将有些推论、定理作为思考题、例题或习题, 由老师在课内外进行引导性分析, 不仅可提高教学效率, 也便于老师组织教学内容, 为教与学留下余地.

1.2 例题要典型, 具有相当的工程背景

学习理论力学的目的, 也是为了训练学生从实际工程中抽象出物理力学模型然后在此基础上建立数学模型并求解的能力. 对工科学生而言, 理论力学发现、分析、解决问题的过程和方法, 深刻地体现在专业课

程中，工科理论力学要为后续的专业课程打基础，就必须将例题、习题、思考题与实际工程问题相联系，增加有实际工程背景的材料。围绕工程问题，构筑理论力学知识的有机体系，既可以提供较好的训练机会，提高学生基础理论的兴趣，更体现出理论力学课程的技术特性。

1.3 体现当代理论成果，引入新的解题之道

新的课程体系应当反映理论的新成果、新应用，让学生了解学科前沿的发展情况，提供与其他学科衔接的接口，这也是课程体系开放性的要求。同时，应当力图改变传统课程体系中中对技巧性解题方法的过分强调，引入利用计算机编程解决力学问题的方法，与时代要求接轨。

2 教学内容新体系的建议

为使课程内容围绕物体机械运动一般规律这个中心，同时使学生了解理论力学在整个知识体系中的重要地位，形成有机开放的知识体系，笔者认为有必要重新构造课程体系，按照如下 5 个部分组织内容：

2.1 运动的特征与性质 —— 运动学

要研究物体机械运动的一般规律，就必须对物体运动的几何性质有充分的了解。本部分在物理学质点运动学的基础上，进一步讨论质点、质点系及刚体运动的几何性质。对速度、加速度等概念可以直接引入矢量描述，有助于提高起点，形成对运动的几何性质的整体性理解。可分为点的运动学（讲述点运动的几何性质及其描述方法，并建立点的复合运动的基本概念）和刚体的运动学（讲述刚体运动的几何性质的描述方法）两章。

2.2 约束的简化及物体的受力分析

本部分讲述工程中常见的约束及其简化与物体的受力分析。这是与实际工程问题联系最直接的内容，关系到工程结构抽象化的前提、原则与方法，应当提供大量的工程结构简化、分析的实例。传统的静力学部分中对于平面与空间约束的简化与分析的处理，内容重叠，浪费篇幅与课时，有碍于基本原理的理解和整体知识体系的形成。

2.3 力系的简化及其讨论

将原教材体系中的汇交力系、力偶系及任意力系（包括平面与空间）的有关内容综合讲述是完全可行的。由一般力系过渡到特殊的力系，可以大大增强课程内容的内在逻辑性，提高课程体系的演绎特点。通过这部分内容的学习，学生应当对物体的受力情况有宏观整体的定性了解，对理论力学研究的主要内容有初步的认识。

笔者认为，将具有全局意义的 2.2, 2.3 两部分内容放在静力学中是不科学的。

2.4 平衡的规律 —— 静力学

任意力系简化的 4 种最终结果中，平衡是一种很特殊的情况，但对进行结构设计的工科专业而言，这部分内容有着极其重要的工程意义，应当在习题与例题中体现这一特点。

2.5 运动的规律 —— 动力学

讲述当力系为非平衡力系时，物体的运动规律。这一部分内容应该是力学课程的重中之重，它与运动学和静力学共同构成一个相对完整的知识体系，运动学与静力学的学习在一定意义上是为这一部分内容的学习做准备。这部分内容教与学的难度较大，但与工程实践、学科发展联系密切，习题与例题也容易与实际工程问题联系。可以分为动力学基本规律（讲述牛顿第二运动定律、动量定理、动量矩定理、刚体平面运动微分方程及达朗伯原理等内容），能量原理（讲述功能原理、虚位移原理及分析力学基础等内容），动力学专题（讲述碰撞和微振动的基本理论）及工程中的理论力学问题及其进展等章节。

综上所述，如果工科理论力学课程的内容体系能做到以基本内容为核心，以工程问题为对象，构筑一个有机开放的体系，注重基本理论的实际应用，破除为理论而理论的传统风格，就不会出现顾此失彼的情况。同时，对老师而言，可以方便地选取讲授素材，而不必过分考虑配合教材，对学生而言，本来就面临“先把书读厚，再把书读薄”的过程，这样的体系也有助于他们对力学问题形成宏观整体的印象，对后续专业课程的学习也大有裨益。