

机械类专业《理论力学》教学改革的尝试

陈乐生

(福州大学, 福州 350002)

摘要 结合福州大学机械设计制造及自动化专业《理论力学》教学改革的试点, 就《理论力学》课程体系和教学内容改革的必要性和可行性进行探讨。

关键词 教学改革, 教学内容, 建模, 创新思维

《理论力学》是工科院校、特别是机械类专业的一门理论性较强的技术基础课, 也是一门与工程实际紧密联系的课程。几十年来, 《理论力学》的教学内容和课程体系基本上没有变化, 对于 21 世纪人才的培养, 尤其是对学生建模能力和创新能力的培养, 它已经不大适应, 具有一定的局限性。针对这种情况, 我们对《理论力学》的教学内容和课程体系进行了尝试性的改革。我们选用了上海交通大学洪嘉振教授等编写的《理论力学》, 在两届学生中进行了试点, 试图探讨《理论力学》课程体系和教学内容改革的必要性和可行性。

1 《理论力学》课程体系和教学内容改革的必要性

1.1 人才培养的需要

对机械类的学生来讲, 特别是培养应用型人才的大学的学生, 我们认为学习《理论力学》的目的, 主要是为了掌握对各类机械结构、机电装备进行静力学、运动学和动力学分析的基本方法。在机电一体化产品中, 系统的运动学和动力学分析是连接机 - 电的纽带, 这种多刚体系统的运动学和动力学的建模能力是机电产品控制系统设计的必备技能, 而且这种模型应该可以完成过程分析, 而不仅仅满足于瞬时分析。应该培养学生对复杂 (包括简单) 工程对象正确建立力学模型的能力; 对这些力学模型进行静力学、运动学和动力学 (包括瞬时与过程) 分析的能力; 利用《理论力学》的基本概念判断分析结果正确与否的能力; 对工程结构进行运动学和动力学建模的创新思维能力^[1]。

1.2 新世纪大学生知识结构的要求

自从我国经济体制由计划经济转向市场经济以来, 用人单位对毕业生的要求更加注重实际能力, 这对我们构建《理论力学》的课程体系是一种导向。21 世纪大学生面对的是迅速发展的高新技术, 由于计算机和计算技术的飞速发展, 以计算技术为背景的工程数学也得到迅速发展, 其中尤其突出的是矩阵代数。但是, 传统教材没有协调与数学的发展, 因此, 其理论分析和建模以及求解都无法实现真正意义上的计算机应用, 这是传统教材体系最大的缺陷之一。其次, 传统教学体系在培养学生的工程能力方面, 即培养他们正确合理地将工程对象定义为刚体系模型, 并将物理模型转化为力学模型的能力方面往往显得力不从心。第三, 新教材以约束方程为主线, 将约束关系嵌入运动学、动力学模型中, 并与当前

国际先进的计算机辅助分析软件的基本原理相互融会贯通起来, 不但提供给学生程式化的分析方法, 同时拓宽了学生的知识面、启发了学生的创新思维, 这是传统教材所没有的。第四, 利用教材中提供的《理论力学问题求解器》上机实践, 使学生具有利用软件进行运动学、动力学与静力学分析问题的能力, 便于今后在工程实际中与大型工程软件接轨。

好的数学方法、先进的计算手段、工程问题的建模能力和解决能力都是新世纪工科大学生知识结构的重要组成部分。

1.3 力学课程教学改革本身的需要

随着教改的深入, 一方面强调加强基础, 另一方面强调拓宽知识面、增加学科之间的交叉, 使得学生所要学习和掌握的知识发生“爆炸”, 因此不可避免地造成课时的压缩。

《理论力学》中相当多的内容与《大学物理》中的力学部分重复, 有的甚至中学物理中都已涉及, 因此必须一方面对教学内容进行整合, 另一方面将学生所具备的力学知识作为《理论力学》教学的起点。

2 《理论力学》改革试点的基本情况

教学改革的最终目的是为了提高教学质量, 因此, 教学效果一直是教学过程中非常关注的问题。一是学生能否接受, 二是能否达到能力的培养。

2000 年笔者在学校 99 级综合班 (由各专业高考中成绩靠前的学生组成) 中进行试点, 共 15 名学生, 来自机电、土建、材料等专业。学生学习中普遍认为, 这套教材对基础要求高, 但是基础知识都刚刚学过, 并且马上得到了应用。他们觉得, 教材内容新颖, 与工程结构和计算机联系紧密, 学习认真的学生还感到教学内容的连贯性, 存在某种共性的东西。可是, 在传统教材的教学中, 学生普遍感到很难学、抓不住重点, 他们觉得每道题都不一样, 学后一片茫然。这就要求教师必须打破传统的《理论力学》分析问题的思维方式, 使理论问题的求解具有共性, 即注重程式化数学模型的建立。同学们还对《理论力学求解器》产生了浓厚的兴趣, 他们不但可以在计算机上建立模型、仿真计算, 计算结果可以通过数据、曲线和动画显示等模式得到, 还可以自己设计题目上机操作。通过学生对工程实际问题的建模与上机实践, 学生的建模能力和工程能力得到了锻炼与提高, 还可以培养一定的创新能力。期末考试我们安排两个半小时, 总共 7 道计算题, 多数是传统试题, 难点比例约占 30%。结果平均成绩 72.6, 其中优秀 4 人、良好 3 人、中等 2 人、及格 4 人、不及格 2 人。应该说结果基本正常, 多数学生都能掌握所学基本内容, 个别学生掌握得很好。

2001年我们又在机械设计制造及自动化专业2000级两个班共80名学生中进行试点,这些学生比综合班学生要差一些,比重点院校的学生基础更差些。由于数学基础没有打好,学生开始时觉得学起来比较困难,比如矢量分析、矢量及其运算的矩阵表示以及矩阵求导等,特别是运动学和动力学的计算机辅助分析部分,难度更大。根据这些具体情况和学习这门课程的基本要求,我们简化了计算机分析的理论部分,试题类型与采用传统教材的学生相当,考核成绩也相当。但是采用新教材的同学有两点优势:一是制图、高等数学、线性代数、计算机基础的知识马上得到应用,二是掌握了计算机分析的能力。他们对学习《理论力学》有了一定兴趣,部分成绩好的学生对《理论力学》的理解比较深刻,这是以前所没有的现象。今年我们计划机械设计制造及自动化专业2001级所有6个班全部采用新体系新教材授课,根据前两届的试点情况,我们对授课内容做了某些调整,并适当降低难度要求。比如:涉及到空间问题不讲,只讨论平面问题;运动学和动力学计算机辅助分析部分做一般性介绍,只要求学生能够利用求解器解题,对理论分析有所了解就可以了等。笔者认为,改革的方向是正确的,如何让学生更好地接受和掌握所学知识、提高教学质量,应该是教师通过教学实践加以研究的。

3 几个具体问题

3.1 学生能否接受

由改革实践可以看出,新教材与传统教材相比,把新的知识融入其中,起点较高。尽管如此,新教材的基础是《大学物理》、《高等数学》、《线性代数》和《计算机基础》,都是工科学生所必须具备的最基本的知识,因此,机械类专业的学生应该、也完全有能力理解和掌握这些内容。考虑到新教学体系的对象是构件和机构,但是学生对它们还不熟悉,解决的办法是,一方面,学生可以通过金工实习获得一定的感性认识,另一方面,我们设立了实验课,组织学生到机构陈列室进行观摩教学,形形色色的机构、机构运动和运动的传递给学生以感性认识,同时该实验室向学生开放,学生在学习过程中可以随时操作、观摩。

3.2 对后续课程有没有影响

从根本上来讲,我们所进行的改革、所采用的教材,与传统教材、传统教学的目标是完全一致的,即培养学生对刚体进行静力学、运动学和动力学分析的能力,其中所涉及的基本

概念,包括力、平衡、运动学、动力学基本原理等完全相同,只是对这些基本原理的应用上采用了不尽相同的数学描述,并且使之更带普遍性、更加贴近现代力学领域相关理论和技术的发展,更加符合人才培养的需要。因此,采用新教材进行的改革,原则上讲不应该也不可能对后续课程的教学带来困难。我们对99级综合班、2000级试点班的《机械原理》课程进行了跟踪调查,学生对该课程没有产生任何困难,教师在教学过程中也没有发现任何脱节和不顺畅。因此,其他课程也不大可能有影响,实际上,到了专业课,如《机械振动》、《机械系统动力学》、《机器人技术》等与新教材的分析方法更加接近,学生更容易接受。

3.3 对研究生入学考试有没有影响

对研究生入学考试是否有影响也是我们改革时所考虑的问题,因为采用新教材后,《理论力学》的体系和分析方法有了很大变化,而全国绝大多数院校仍然是传统教材和教学模式,研究生入学考试的试题当然也是传统教材的模式。但是,正如前面所提到的,新教材与传统教材的基本概念、基本原理和基本目标是一致的,虽然解题方法不同,结果不会两样,传统试题学生理应能够解决,两届试点班的情况说明了这一点。

4 存在问题和今后的方向

综上所述,采用新教材对《理论力学》教学进行改革,从中体会到改革的必要性和可行性,但是我们的改革刚刚开始,目前存在的主要问题和困难,一是教材内容和学生程度的矛盾。新教材起点较高、内容上偏重理论分析,例题偏少,第二版比第一版有了较大改进,如静力学独立成章、例题增加、内容的叙述上梯度有所降低等等,但是仍然需要通俗化和优化,当然,这需要一个过程。针对教材的难度,我们编写了相关的辅导材料,使之更加适合地方院校的特点。第二,教师对新教材有一个学习和熟悉、积累和研究的过程,还有教学方法的实施过程,这些都不是短时间可以解决的。

致谢 在我们改革的过程中始终得到洪嘉振教授等上海交通大学同行的支持和指导,借此机会表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 洪嘉振、杨长俊.《理论力学》(第一版).北京:高等教育出版社,1999