

## 力学系列课程进行“课程设计”实施方案

邓国红\*<sup>†</sup> 雷刚<sup>†</sup> 何怀波<sup>†</sup>

\*(重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400044) <sup>†</sup>(重庆工学院机械系, 重庆 400050)

**摘要** 从多方面探讨了力学系列课程进行“课程设计”的实施办法, 该办法具有可操作性。

**关键词** 力学, 课程设计

传统的力学系列课程, 经过几百年的发展, 已经相当成熟和完善, 现行的教学方法是通过各种手段将这些课程的知识传授给学生, 最后通过考前复习和考试对其归纳提高。在此过程中, 学生大多处于被动、应付状态, 难以摆脱从理论到理论、理论脱离实际模式的束缚。学生理论联系实际、独立分析问题、解决实际问题的能力差, 这与培养 21 世纪人才模式很不适应, 力学系列课程的教学改革已是当务之急。为了改变这种状态, 必须深化改革, 打破传统的书斋式教学模式, 在重视理论教学的基础上, 增加力学系列课程的实践环节——课程设计, 以加强学生各方面能力的培养。

力学系列课程进行课程设计问题的提出, 是多年教学、教研工作的结果, 是全体教师教学经验的结晶。几年前, 我们曾提出《理论力学》、《材料力学》进行课程设计的构想, 了解到国外有些综合性大学(如美国的斯坦福大学等)已经在《理论力学》的教学中增加了教学实践环节, 并取得了较好的效果。如何在保证理论教学、学时大量压缩的情况下, 增加力学系列课程的课程设计, 最大限度地调动学生的积极性, 充分培养学生创造性思维能力、实际动手能力、综合解决实际问题的能力, 这是当前力学系列课程必须尽快解决的问题。关于进行课程设计的必要性和可行性已在另外的文章中进行过探讨, 本文主要讨论力学系列课程进行课程设计的实施方案。

### 1 计算机辅助教学课件的开发及应用

由于计算机及网络教学的广泛使用, 一方面拓宽了教学空间, 拉近了师生间的距离, 另一方面, 又极大地丰富了课堂内容, 加大了教学信息量。计算机辅助教学课件的开发与应用, 可以帮助学生充分利用上机资源进行学习。如:《理论力学》教学思考题课件、《材料力学》教学思考题课件、问题求解器。

### 2 实验装置、设备的开发与应用

力学系列课程有较多的实践环节, 可以通过这些

环节提高学生的动手能力, 培养学生的独立思考、独立分析问题、解决问题的能力, 培养学生从事科研的能力。我们从实际中归纳出以下一些问题:

#### 2.1 各类老式设备的改造

将老式万能材料试验机改造成计算机伺服控制、适应性强的多功能设备; 对老式扭转试验机进行改造; 已报废设备的综合利用(如疲劳试验机、应变测试仪、光弹测试仪等)。

#### 2.2 新型实验设备的开发

尽可能地将验证性实验改造成设计性、综合性实验, 为此, 需要设计、开发一些新设备、仪器。

### 3 创建开放实验室, 开展创作实验

开放实验室, 具有自愿性、兴趣性、知识性、技能性和教育性等特点, 学生可根据自己的兴趣和能力设计实验。开放实验室的具体实施步骤是: (1) 学生到开放实验室进行实验前, 首先向实验室呈交申请报告, 阐明实验目的和原理, 设计实验系统, 编写实验方案和计划, 说明要求实验室提供的实验设备和条件, 注明实验参加人员。(2) 实验室对申请报告初步审批后, 帮助学生寻找指导教师, 并向学生提供实验条件和环境。(3) 学生在实验教师和指导老师指导下, 独立完成实验准备、实验操作和分析处理实验结果。实验结束后, 学生须上交实验成果与总结报告。

除此之外, 还可请有科研经验的教师, 指导具有科技制作兴趣、学有余力、基础较好的学生, 制作有新意的实验装置或设备。由学生自愿报名组成维修小组, 开展各类实验设备的维修活动。显然, 在开放实验室可开展的实验, 形式多种多样, 内容丰富多彩, 对于开发学生的思维智力, 提高实验操作和动手制作能力均发挥了良好作用。

### 4 有关力学参数的测定

力学课程中有很多力学参数, 如:《理论力学》中的速度、加速度、角速度、角加速度、转动惯量等;《材料力学》中的应力、应变、弹性模量、泊松比、抗

弯截面模量  $W$  等. 可以从理论上设计测定这些参数的实验装置、实验方案, 然后自己动手测定这些参数.

### 5 工程实际问题的分析、解决

通过解决实际工程中的问题, 可以大大地活跃学生的思维, 提高学生的学习积极性. 可用的训练方法有: 1) 多角度、多侧面地看问题. 通常说的一题多变, 就属于多侧面分析问题的方法. 例如圆中取方, 怎样使抗弯截面模量  $W$  最大? 可以改为, 怎样使抗弯刚度  $EI$  最大? 这两个问题有异曲同工之妙. 同样地, 如将圆改为椭圆呢? 如果不是取长方形而是正方形呢? 如果将圆上下对称地砍去一部分, 使剩余部分的抗弯截面模量  $W$  最大呢? 2) 采用不同途径, 不同方法解决同一问题. 力学问题中广泛存在着—题多解的现象, 通过—题多解的训练, 可以提高学生从不同角度分析问题、解决问题的能力, 并从中找到最优解及其方法. 例如圆中取方, 使抗弯截面模量达最大值问题, 既可用代数法, 又可用三角法; 既可用高等数学的求导法, 也可用初等数学的不等式法. 3) 培养创新、独特、实用的思维方式, 要推陈出新, 要有时代特征, 要善于进行逆向思维, 正反对比, 有时还要采取立体思维, 触类旁通等方法. 例如结合运动学中点的合成运动的知识, 讲由法国飞行员皮诺得在飞机上用手抓住飞行子弹的趣闻, 联系到当今宇宙飞船的空间对接技术. 要独特, 就得跳出老框框, 培养求异思维. 例如, 达郎伯原理就是在运动的系统上施加惯性力后用静力平衡方程求解; 明明是静止的复杂机构, 却别出心裁地想出一个虚位移, 从而应用虚位移原理去求解各力之间的关系. 4) 要善于利用一类问题在时间、空间、应用等方面的相似性进行联想. 例如, 由一般物体的斜抛运动, 联想到与其类似的篮球最佳投篮角度问题、铅球投掷问题、落体偏东问题、飞越障碍问题等, 这一系列相似类比的联想有利于创造性思维的提高.

### 6 某些理论的进一步探讨与小论文撰写

理论教学中有的问题无法讲深、讲透, 或无法讲解, 对这些问题可以在课程设计中布置给学生, 然后以小论文的形式予以进一步的探讨. 其中小论文的题目由教研室全体教师集体选题. 选题的范围和原则是以应用理论力学、材料力学理论体系为基础, 工程实际和自然现象为背景, 题目分为两大类: 自学类和分析应用类. 自学类题目主要是课堂上未讲过的内容, 让学生通过自学掌握理论内容并能分析解决一些工程实际或自然现象的问题, 以考察学生理论综合分析、再学习的能力. 分析应用类题目, 主要是让学生对一

些工程实际或自然现象的问题进行理论可能性分析, 考察学生掌握理论体系的程度和应用理论解决实际问题的综合能力.

撰写小论文的优点是:

(1) 调动了学生主动学习的积极性. 选定论文题目后, 学生可以积极地进行思考分析, 查阅各种文献, 想办法完成好论文. 同学们不但在本校图书馆查资料, 还跑到其它图书馆查或上网查阅资料; 还可以根据题目, 亲自动手实验. 通过小论文的撰写, 让同学们懂得他们过去没有留意然而身边竟有这么多力学问题, 只要他们对周围现象进行细致观察, 深入思考, 一定会明白许多理论教学中难以学到的东西, 是对所学知识的一种更高层次的本质认识.

(2) 提高了学生的自学能力. 小论文题目中如关于“铅垂线是否过地心”、“上抛物体是否落回原处”等在课堂上未讲过、或略讲, 对这些题目, 同学们便可以自学教材中有关的内容及其它的参考书, 在论文中对所提问题给予圆满的证明与论述. 根据上述小论文题目, 还可由科氏惯性力的影响分析远程炮弹的弹道偏离问题; 还可由单摆不过地心又进一步引伸讨论傅科摆的问题. 这种自学能力的训练对于他们走向社会, 面对日新月异的科技发展, 面对无数以前未曾接触过的问题, 能从容不迫地去迎接挑战, 无疑是有巨大帮助的.

(3) 提高了学生解决问题的综合分析能力及整体的独立工作能力. 小论文的大多数题目来自生活或工程实际. 在分析这些问题过程中, 首先要根据所研究问题的性质, 决定主次因素, 把实际问题简化为力学模型, 再根据力学模型建立数学模型, 从而分析求解得出结论. 比如“用手去拽掉在地上的线轴, 线轴为何有时向相反方向滚动?”、“人造地球卫星的最小周期、穿越地球隧道的周期是多少?”等问题, 对每个问题都有相应的理论分析和解答条件, 抓住主要矛盾, 分不同层次认真分析, 这对学生们今后解决任何问题都是有益的.

### 7 常见的课程设计题目

(1) 用手去拽掉在地上的线轴, 线轴为何有时向相反方向滚动?

(2) 人造地球卫星的最小周期、穿越地球隧道的周期是多少?

(3) 铅垂线是否过地心?

(4) 上抛物体是否落回原处?

(5) 击打棒球时, 有时震手, 有时不感震手, 这是

为什么?

- (6) 滑动摩擦系数能否大于 1 ?
- (7) 高大的毛竹在狂风大雨中为何能随风摆动、高而不折?
- (8) 从材料力学观点来看“泰坦尼克”号沉没给我们的启示;
- (9) 从火车站月台、公共汽车站台的伞状结构、建筑物中鱼腹梁等现象中探讨力学与美学问题;
- (10) 从人造卫星上观察到地球上海洋环流的运动, 确定海洋环流的位置;
- (11) 质心运动定理与控制爆破;
- (12) 从自行车的刹前闸、刹后闸所引起的不同感觉谈起;
- (13) 分析体操运动员、田径运动员在各种状态下的受力情况、运动情况、动力学情况及其原因;
- (14) 用动力学观点分析人造卫星的姿态稳定;
- (15) 当支点运动时, 下挂刚体的运动与控制;
- (16) 点的加速度及其应用;
- (17) 猫从较高的地方下落与运动生物力学;
- (18) 运动员体型特征与运动功能相关性分析;
- (19) 预制板等物件的堆放与材料力学;
- (20) 常见力学模型(如: 汽车模型、起重机模型、约束模型、运动模型等)的制作;
- (21) 从斜抛运动到汽车、摩托车等飞跃障碍物的模型建立;

- (22) 理论力学与天体运动;
- (23) 大跨度桥梁、高层建筑物的风振;
- (24) 过江电缆的大振幅舞动;
- (25) 海洋平台、部分内河桥梁桥墩的冰激;
- (26) 三峡大型发电机组大系统的各子系统间的耦合振动;
- (27) 实验装置的改造;
- (28) 有关理论力学量(如: 速度、加速度、角速度、角加速度、转动惯量、质心等)的测定;
- (29) 有关材料力学量(如: 应力、应变、截面几何参数、弹性模量、泊松比等)的测定;
- (30) 冲击载荷与电梯设计;
- (31) 静定、静不定、压杆稳定问题与桁架、起重机塔身设计;
- (32) 复合材料弹性模量计算的力学模型;
- (33) 中外力学史研究;
- (34) 力学与生活;
- (35) 试论力学系列课程与其它相近课程的关系.

上述题目由教研室教师再作仔细讨论, 给出一些必要的条件, 然后提前一定时间以任务书的形式交给学生, 使得学生能有的放矢地学习. 通过课程设计, 使得学生综合运用多学科知识的能力、独立分析问题、解决问题的能力得到提高; 同时, 可使教师不断提高自己的知识水平, 不断更新所学知识.