**结构动力学课程教学改革探索**

**Exploration on Teaching Reform of Structural Dynamics**

张 华[[1]](#footnote-2) 郝文秀 徐 晓 李泽涛

（河北农业大学城乡建设学院土木系 河北 保定 071000）

**摘 要**：为提高结构动力学课程教学效果,以培养高素质人才为目标,以提高研究生的创新能力为重点,分析了当前课程教学存在的不足, 提出了结构动力学课程的改革路线图。从课程教学内容的组织、教学方法的改进、实践教学基地的建设、线上学习平台的建设以及课程考核方案方面提出具体改革措施.使用多元化教学手段将抽象理论形象化，强调理论知识的应用性，提高学生的学习热情，培养研究生的创新能力。

**关键词**：结构动力学；案例教学法；实验教学法；

**ABSRTACT**: In order to improve the teaching effect of structural dynamics course, with the aim of training high-quality talents and with the emphasis on improving the innovation ability of postgraduates, this paper analyzes the deficiencies existing in the current course teaching, the reform roadmap of the course of structural dynamics is put forward. This paper puts forward some concrete reform measures from the aspects of the organization of the course content, the improvement of the teaching method, the construction of the practical teaching base, the construction of the online learning platform and the course examination scheme. Using diversified teaching means, the abstract theory is visualized, the application of theoretical knowledge is emphasized, the study enthusiasm of students is improved, and the innovative ability of postgraduates is cultivated.

**KEYWORD**: Structural Dynamics; Case teaching method; experimental teaching method;

**1.引言**

结构动力学是结构工程、工程力学、水工结构 、桥梁燧道工程等专业硕士研究生的专业基础课，是研究结构体系的动力特性及其在动力荷载作用下的动力反应分析原理和方法的一门理论和技术学科，结构动力学课程涉及基础理论课程非常广泛,比如,理论力学、材料力学、结构力学、线性代数、高等数学等基础课程。通过系统地学习结构动力学基本理论，学生可以熟悉结构动力分析相关数学知识和力学理论,同时结构动力学课程所讲授的理论又与结构试验、结构抗震、防灾减灾等多门专业课紧密相关，知识体系非常庞大。以结构工程专业研究生为例，结构动力学课程着重研究结构对动力载荷的响应,它是结构抗震、抗风、抗爆分析以及结构振动控制、健康监测等课题研究的基础。但是，如此复杂与广泛的知识体系，使结构动力学成为众多学生眼里的难学课程, 这给结构动力学课程的教学带来挑战，大量学生对基本理论学习也只是知其然不知所以然，更谈不上对动力学理论的创新性应用。因此，现有的培养模式已经不能满足对研究生实践能力和创新能力的培养的需要**[1]**。面对基础理论水平不同的学生，如何组织教学内容、如何选择教学方法、如何设计考评方式、如何把搭接理论与实践、如何把科技前沿引入理论课堂，已成为结构动力学课程亟待革新的热点问题**[2]**。

**2.课程教学中存在的问题**

**2.1课程教学内容针对性不强**

对于众多工科专业来说，结构动力学属于研究生教学课程中的核心课程，结构动力学是土木工程专业硕士研究生的重要核心理论课程，但是与国外名校的课程设计方案相比我们还存在明显的不足**[3]**。参考国内外知名研究型大学的培养方案，本科阶段各校相关专业均会以不同课程讲授结构动力学理论基础知识，硕士研究生结构动力学课程深度应该考虑本科基础明确分阶设计课程，以满足不同基础水平的学生学习需要。

**2.2 教学方法单调抽象**

由于该课程教学内容理论性强，概念多而抽象、公式多而冗长、求解过程繁琐、涉及面广而不易理解，且以理论讲解为主的教学方式单调抽象，令多数同学对该课程望而生畏。

**2.3考核方式单调**

考核方式对引导学生的学习方向、学习目标具有重要作用。目前,结构动力学课程的考核方式采用理论考试的方式进行,考核的内容也只能集中在基本的概念、基本理论和基本方法。问题在于以试卷答题的形式不能很好的考查学生应用动力学理论创造性解决实际问题的能力，教学过程中发现，很多同学利用经典理论求解一个给足已知条件的动力学问题没有问题，但走进实验室，面对一个实验方案时却无从下手。一定程度上考核方式引导着学生的学习方法和学习目标侧重于应试，不利于学生创新能力的培养。考核过程要实现对学生理论能力、实践能力、创新能力多方面的考察，必须改革单调的考核方式，建立多元化考核方式。

**3.课程教学改革建议与思路**

以培养高素质人才为目标，以提高学生的创新能力为重点，结合近年来相关教学科研成果，从教学与科研紧密结合角度出发，拟按照如下图1所示路线图开展结构动力学课程教学改革。

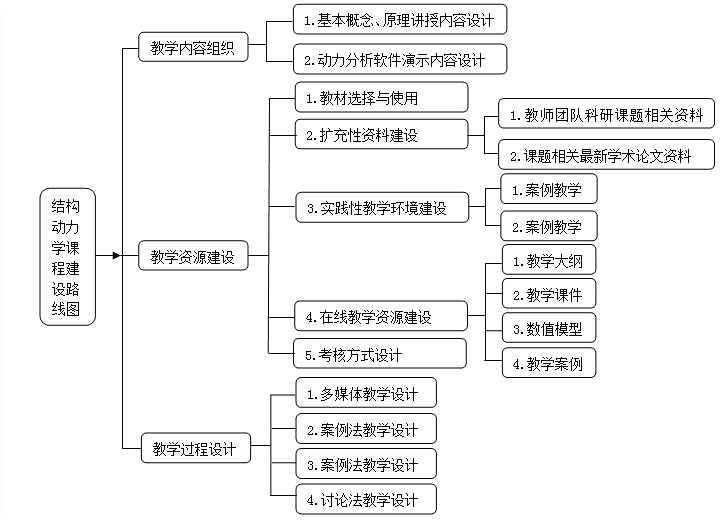
**

图1 课程教学改革路线图

**3.1 编写新教材重新组织教学内容**

大部分研究生本科阶段就是土木工程专业，已经开设过部分结构力学课程，曾涉及到结构动力学的基本知识， 在研究生阶段可以将这部分内容深化，减少重复教学，所以根据本校研究生特点，结合学时较少的现实情况，编写自编讲义，首先，按照基本概念、基本理论和基本方法组织理论内容，将理论内容模块化以方便不同专业实用。同时将内容分阶，设置进阶课程和高阶课程以方便基础不同的同学选择性学习，提高学习效率。

其次，将最新的结构动力学的前沿科研成果纳入讲义，激发学生兴趣的同时让学生能迅速的接触到结构动力学研究领域的前沿，同时讲义结合课程组老师的科研课题作为课程扩展内容，让学生在学习过程中注重课程的应用性、创新性。

**表1 《结构动力学》课程模块**

|  |  |
| --- | --- |
| 课程讲授模块及主要内容 | |
| 基本原理 | 达朗贝尔原理、虚位移原理、势能驻值原理、Larange 方程、hamilton 原理 |
| 单自由度体系问题 |
| 多自由度体系问题 |
| 分布参数体系问题 |
| 基本方法 | 离散化分析方法 |
| 数值分析方法 |
| 结构随机振动 |
| 专题  讲座 | 前沿研究成果  动力学理论在现代设计软件中的应用 |

**3.2 教学方法的改进**

结合《结构动力学》课程概念多而抽象、公式多而冗长、求解繁琐、涉及面广而不易理解的特点，在有限的学时内，在理论教学基础上要强化课程内容的应用性和前沿性，必须要注重经典理论教学与动力学研究领域前沿相结合，保证经典理论的完整性的同时，使学生能迅速接触到结构动力学研究领域的前沿；注重理论讲授与应用实例相结合，采用数值模型或实验演示加深学生对理论的理解**[4]**；拟采用以下课程教学方法：

（1）多媒体教学法

运用多媒体课件、网络教学资源等现代化手段，将结构动力学基本理论， 制作教学图片、录像等多媒体课件资料，适时示范，使枯燥乏味的专业基础课生动具体，提高课堂教学效率。

（2）案例教学法

在教学准备过程中,针于重点、难点内容准备经典案例,采用经典算例、工程实例辅助教学。针对土木工程专业，可选取高层建筑、大跨桥梁、地下交通、高速公路等实际动力学问题，制作成教学案例，融入课程的教学中，加强学生对工程问题建模、分析方法与动手能力的培养，可以改变学生以前一直以理论加习题为主的学习方法；另外通过案例，让学生深刻理解模态、阻尼、时域、频域、时程分析等抽象的动力学概念。另外，通过补充现代结构动力学分析与动力监测测试技术的新内容、新方法，使学生了解本课程在工程中的应用价值。

（3）实验教学法等。

设计实验演示环节，加强实践能力培养。教学与科研结合拓宽学生视野， 教学中将理论教学与导师团队科研项目结合，将科研项目思路与科研成果融入课程教学中，使学生熟悉结构动力分析相关知识的同时，掌握结构动力分析、结构抗震减震设计与研究方法，为以后工作中正确分析和解决结构动力问题打下基础**[5,6]**。

设计数值模型演示环节，采用现代化计算手段，增加对重点知识模块进行数值模型演示的教学环节设计；动力学分析主要涉及到模态分析、瞬态动力学分析和谱分析，教学过程中通过课堂上的有限元软件建模演示，可以解决结构动力学试验的观测难和费用高的问题，将实验室无法真实再现的试验现象予以重现，从而激发学生的学习兴趣，活跃课堂的气氛，提高学生理论水平和实践技能。例如，以三维高层剪力墙结构的ABAQUS数值试验为例，展示地震动加速度时程的处理与输入、结构动力特性的图形显示,让学生直观看到高层结构在地震激励下各模态震动特点，以此来加强理论课堂与实践应用，提高学生的学习兴趣与学习积极性。

（4）讨论式教学法

设计开放度的研究课题，在课堂上引入,不仅给学生提供活学活用的空间,有利于学生加深理论认识,而且能提高学生实际提炼问题、分析问题、解决问题的能力,有利于培养学生的创新思维。

**3.3 加强研究生实践基地的建设**

实习基地建设方面，注重校内试验基地和校外实践基地的共同建设。

1、校外实践基地建设

结合河北省高等教育教学改革研究项目“以卓越工程师为培养目标的土木工程类专业人才培养模式研究”，建立实践创新平台及本地建筑规划设计院、校外实习基地，同时积极联系河北省建设集团、保定市设计院等校企合作基地。与企业展开产学研合作，在企业设置实践基地, 为研究生搭建对外实践的平台, 部分研究生在读期间在企业得到了锻炼。

2、校内试验基地

2018年落成的新工科实训大楼可提供实验场地，结合新购置振动台实验设备可以展开试验教学，利用已有的科研实践平台和经验, 发挥团体合力优势, 努力提高研究生实践能力；结构工程实验室配备模态激振器，为结构动力学课程演示教学提供实验平台。在整合学科、学院实验实践教学资源的基础上, 依托重点学科优势, 建设校内实践基地, 对学生的创新实践活动起到引领和促进作用；校内实践基地的建设将会丰富全日制工程硕士实践能力培养的途径, 弥补校外实践基地的不足, 在结构动力学实践教学中发挥重要作用。

**3.4 考核方式的改进**

考核方式方面，与新教学内容和新教学方法相呼，应采用多元考核方式，结合课程模块不同的教学方法，采用实验方案设计、数值模型设计、理论笔试、专题论文等考核方式强调课程内容的理论性、应用性和前沿性。以多元化考核方式分别设置与教学过程的课前预习、课后作业、和期末考核阶段，并设置各阶段考核成绩在总成绩中比重。例如：课前以专题论文形式安排预习任务，让学生提前了解与课程内容相关的最新研究成果或应用实例；课后结合试验教学法，给学生设置试验方案设计或数值模型设计的课后实践任务，促使学生完成由理论到实践的跨越；期末以理论考试的方式完成考核最后一环。总之，将多元化考核分阶段贯穿整个教学阶段，根据章节教学内容和培养目标的需要展开考核工作，以此引导学生完成课程学习。

**4.结束语**

结构动力学课程作为结构工程等专业研究生的专业基础课程, 动力学概念多而抽象,其理论基础涉及面广,知识体系宽泛, 其繁琐的计算方法给使得动力学理论难以理解,为使学生在有限的学时内高效的完成动力学理论的学习,并提升学生应用基本理论解决科研和工程问题的能力,课程改革势在必行,在教学实践过程中对教学内容进行优化分阶设置,以满足不同基础层次同学学习需求,提高教学的针对性和学生学习效率;尝试多元化教学方法,将抽象的动力学概念在具体的实验现象和数值模型中形象地展示出来,以加深学生的理解;改变考核方式,依据培养目标,将多种考核方式贯穿于教学的前、中、后几个关键环节，强化教学过程考核，引导学生在学习过程中在掌握基本理论的基础上，将精力转向锻炼实践能力和创新能力；另外，加强线上学习资源的建设和校内外实践和实验基地的建设，给学生提供充足的实践创新的机会。

**参考文献**

[1]赵红华;陈丽华. 将加强学生能力培养的要求贯穿于教学环节中——以“高等结构动

力学”教学为例[J];中国林业教育;2011年01期

[2][姚熊亮](http://yuanjian.cnki.com.cn/Search/Result?author=%E5%A7%9A%E7%86%8A%E4%BA%AE);[杨娜娜](http://yuanjian.cnki.com.cn/Search/Result?author=%E6%9D%A8%E5%A8%9C%E5%A8%9C);[武国勋](http://yuanjian.cnki.com.cn/Search/Result?author=%E6%AD%A6%E5%9B%BD%E5%8B%8B)等. 高校《结构动力学》教学改革探索[J];课程教育研究;2019年35期

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | [3]王德玲;沈疆海;张系斌. ANSYS在结构动力学和工程抗震教学中的应用[J];水利与  建筑工程学报;2010年01期  [4]王明兴;严世鑫. 浅谈MATLAB在土木工程专业本科学习中的应用[J];河南科技;2010年14期   |  |  | | --- | --- | |  | [5]陈清军;李文婷. 结构动力学课程多元化教学方法探讨[J];高等建育;2015年02期 |   [6]沈春根;盛雪德;陈寒松.机械动力学结构模态分析实验的教学改革[J];实验科学与技  术;2010年第4期 |

1. 作者简介: 张华(1980-),男, 河北省邯郸市, 硕士研究生,讲师, 从事工程力学教学工作

   基金项目: 河北省教育厅省级研究生示范课建设项目 (项目编号:KCJSX2020038) [↑](#footnote-ref-2)