

# 交通工程专业结构课程体系多维教学方法探索

田 帅,张大宁,张铁志

(辽宁科技大学 资源与土木工程学院,辽宁 鞍山 114051)

**摘要:**针对交通工程专业结构课程体系教学存在的问题,提出多维教学法,即从课堂精讲、现场教学、实验教学、结构模拟训练等方面进行教学多维突破。经教学实践证明,多维教学法适用于交通工程专业结构课程体系,有效提高学生学习的主动性,培养学生思维的创造性,提高学生解决实际问题的能力,值得推广应用。

**关键词:**交通工程;结构课程;多维教学法

**中图分类号:**G642.4

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2010)04-0091-05

交通工程专业结构类课程主要有结构力学、结构设计原理、桥梁工程、基础工程等,该系列课程是交通工程结构设计的核心课程,与工程实践十分密切,其教学效果决定着专业培养目标的实现,决定着交通工程人才培养的综合质量<sup>[1-3]</sup>。由于结构类课程涉及的内容广、专业性强,很多学生在学习过程中不能很好地融会贯通,难以把握知识要点,学习感觉枯燥无味。因此,在教学过程中如何穿插其他教学内容,突出教学重点,提高学生的学习兴趣,直接关系到学生专业素质的养成以及在工作岗位上适应实际工程的能力的实现。为适应新形势下社会对交通工程专业人才的要求,结构课程的教学改革具有十分重要的现实意义。

## 一、结构类课程教学改革方法现状

在全国高校中,结构类课程教学改革方法<sup>[4-15]</sup>主要有三类,一是以常规教学为主,如:“三化三重教学法”、“讲-练-演-评教学法”、“四步疑教学法”;二是以讨论教学为主,如:“案例教学法”、“专题教学法”、“比较教学法”、“多言堂项目教学法”;三是以科研教学为主,如:“研究型教学法”。这些教学改革大多结合“精讲+录像+图片浏览”的多媒体教学模式,广泛应用在各个结构课程之中,以调动大部分学生的积极性,培养学生学习兴趣。但是,在目前交通工程结构课程体系的教学中,存在教学环节相似、教学手段单一的问题,通过调查发现很多学生认为结构课程多媒体教学频繁,“课件、讨论满堂贯”,思维模式定向、单向,课堂中所学知识不如“课程设计”、“试验训练”等实践环节收获大。

针对以上现状,如何实现多角度、多系统地激发、开拓学生思维,成为交通工

收稿日期:2010-06-29

作者简介:田帅(1979-),男,辽宁科技大学资源与土木工程学院讲师,硕士,主要从事道路与铁道工程研究,(E-mail)tian\_shuai129@126.com。

程专业教学改革亟待解决的问题。笔者结合结构设计原理、桥梁工程、基础工程三门课程的教学实践,以课堂精讲为基础,结合现场教学、实验教学、结构模拟训练等多种教学手段,依据学生由感性认识到理性认识,由掌握理论到指导实践的认知规律,从听、观、感、做多个维度,使学生全面参与教学,在教学中取得了良好的效果,并命名为“交通工程结构课程体系多维教学法”。

多维教学法强调教师在教学中多角度、多系统地激发、开拓学生思维,着重培养和提高学生解决实际问题能力,突破定向、单向思维模式,使学生思维的角度灵活多变,思维的效度深刻巩固。多维教学法突破学生机械接受的单一教学,一反传统知识传授的注入式、平面式,改为启发式、主体式,更加注重对学生实践动手能力及创新意识的培养。

## 二、课堂精讲教学多维突破

课堂精讲是结构课程教学不可省略的重要环节,在这一环节中,板书、讲授、演示、测试均不可忽视,随着现代信息技术普及应用,要想达到教学效果的极大值,课堂精讲必须实现教学多维突破。结构课程教学中存在概念多、公式多、系数多、符号多、构造规定多、计算过程多、内容文字叙述多等特点。这对于习惯于逻辑性强、推导严密的力学内容学习的学生大多数难以适应,影响教学效果。为此,笔者以自身教学经历阐述课堂精讲实现多维教学法,以有效克服结构课程的上述教学难点。

首先,针对概念多,构造规定多的问题,将枯燥的课堂理论与工程实例相结合,激发学生的学习兴趣。于2008年5月通车的苏通长江公路大桥,位于江苏省东部的南通市和苏州(常熟)市之间,是交通部规划的黑龙江嘉荫至福建南平国家重点干线公路跨越长江的重要通道,是中国建桥史上工程规模最大、综合建设条件最复杂的特大型桥梁工程。该桥获得2010年度美国土木工程协会颁发的土木工程杰出成就奖,这是中国工程项目首次获此殊荣。以此桥为例,讲授桥梁设计的基本原则,具有典型性,也可有效激发学生学习热情和对桥梁工程专业的热爱。

### (一) 技术先进

该桥在设计与建造中,广泛吸取国内外最新科学技术成就,因地制宜的应用到桥梁工程的各个环节。针对“十大关键技术”开展多领域、跨学科的研究

究,广泛采用各种新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备等。制订了详尽方案,进行了风洞、抗震、材料等等各种试验。其主桥结构体系、抗风性能、抗震性能、防船撞系统在国际上首屈一指。超长斜拉索减振技术、施工控制技术、超大群桩基础设计,也在桥梁工程中有突破性进步。这些技术上的创新使得苏通大桥成为赶超世界先进水平的丰碑式桥梁工程。

### (二) 安全可靠

该桥在设计中,多方面考虑了桥梁的安全性能,在大桥前期工作过程中,围绕结构安全性开展了数十项专题研究,为整体桥梁结构在强度、刚度和稳定性方面打下了坚实的基础。公路-I级汽车荷载,1/300主桥设计洪水频率,100年重现期抗风设计标准,Ⅵ度地震烈度等级等,多项技术高标准指标的有效结合,使大桥的安全性无可挑剔。

### (三) 适用耐久

苏通大桥处于杭州湾海洋环境,是桥梁工程最严峻的自然环境之一,同时它又面临着气候条件差、水文条件复杂、基岩埋藏深、航运密度高的四大挑战条件,因此结构适用耐久性设计是苏通大桥重要设计之一。在设计中,该桥创造性地以提高混凝土材料抗氯离子渗透为根本,并以外加涂层为辅助,有效地保证了大桥的耐久性。

### (四) 经济

苏通大桥规模大,造价高,工期紧。如何用最经济的投入、最有限的工期,实现大桥的通车,实现其完善国家和江苏省干线公路网、促进区域均衡发展以及沿江整体开发,改善长江安全航运条件、缓解过江交通压力、保证航运安全的重要意义,对大桥的设计者来说是巨大的挑战。

### (五) 美观

“美观”是苏通大桥重要设计方针之一。由于全桥实行全封闭,行人不能上桥,故在两岸建有桥头公园,其中有观景台,供游人观桥留影,也设有大桥展厅。大桥力求造型美观,与周围环境协调一致。大桥平纵线形平面顺畅,纵坡均衡,在视觉上保持线形的连续性,在心理和生理上有安全感和舒适感,并与沿线环境相协调,主桥结构舒展和谐,风格独特,造型优美,景观效果良好。

### (六) 环境保护和可持续发展

苏通大桥在设计中充分重视水环境和自然景观

的保护,大桥的建设符合河口段综合治理整治的要求,两者相辅相成、各得其所。稳固现有稳定的河势对建桥、长江口综合开发整治以及“三沙”整治都是有利的。

在桥梁设计的基本原则讲解中,引入苏通大桥,以大桥设计“实用、经济、安全、美观”的技术方针论证桥梁设计基本原则,学生在学习基础理论中掌握典型工程实例,起到了很好的“两促进”作用。

除此之外,在教学过程中还可引入许多工程实例,如结合九江大桥讲解桥梁上作用的概念,结合凤凰沱江大桥讲解连拱的概念、构造规定,结合汶川地震桥梁震害讲解桥梁结构基本构件在承载极限时的破坏状态等来帮助学生理解理论知识。

其次,对于公式多、系数多、符号多问题,以增进理解和记忆为目的进行类比式多维讲解。例如,许多学生在学习螺旋箍筋柱承载力时,很容易理解理论公式  $\gamma_o N_d \leq 0.9(f_{cd}A_{cor} + f'_{sd}A'_s + kf_{sd}A_{so})$  的含义与用法,而对于经验公式钢管混凝土承载力  $\gamma_o N_d \leq A_s f_c (1 + \sqrt{\theta} + \theta)$  却不能理解,我们可以采用类比的方法进行讲解,假设钢管等价于螺旋箍筋,那么这两个公式几乎相同,学生自然也就理解了套箍系数  $\theta = \frac{A_s f_y}{A_c f_c}$  的含义。

再次,面对计算过程多,内容文字叙述多的问题,以灵活运用为目的进行对比式多维讲解。比如结构计算问题,讲解多种计算思路和方法,让学生在比较中记忆并灵活应用。以横向分布系数  $m_{cq}$  计算为例,某公路桥由 6 片完全相同的 T 形梁组成,计算跨径 19.5 m,公路 II 级,中间设 3 道横隔板,冲击系数 1.19。试用偏心压力法计算 1JHJ 梁荷载横向分布系数  $m_{cq}$  标准算法:

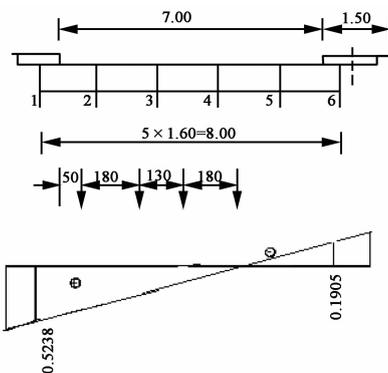


图 1 偏心压力法计算横向分布系数图示(尺寸单位/cm)

由各根主梁相同得,  $\sum_{i=1}^6 a_i^2 = a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 +$

$$a_4^2 + a_5^2 + a_6^2 = 44.8 \text{ m}^2。$$

1JHJ 梁横向影响线的竖标值

$$\eta_{11} = \frac{1}{6} + \frac{16}{44.8} = 0.5238$$

$$\eta_{11} = \frac{1}{6} + \frac{16}{44.8} = 0.5238,$$

$$\eta_{16} = \frac{1}{6} - \frac{16}{44.8} = -0.1905。$$

绘出荷载横向分布影响线,按最不利位置布载,横向分布影响线的零点至 1JHJ 梁位的距离为  $x$ ,可按比例关系求得:

$$\frac{x}{0.5238} = \frac{8-x}{0.1905}, \text{ 解得 } x = 5.866 \text{ m}。$$

$$1 \text{ 号边梁 } m_{cq} = \frac{1}{2} \sum \eta_q = \frac{1}{2} \cdot \frac{\eta_{11}}{x}$$

$$(x_{q1} + x_{q2} + x_{q3} + x_{q4}) = 0.4314。$$

简便算法:

取用标准算法中相同的布载方式,荷载中心至桥面中心线的距离  $e = 7/2 - 0.5 - 1.8 - 1.3/2 = 0.55 \text{ m}$ ,

$$m_{cq} = \frac{1}{2} \sum \eta_q = \frac{1}{2} \times 4 \left( \frac{1}{n} + \frac{ea_1}{\sum_{i=1}^n a_i^2} \right) = 2 \times \left( \frac{1}{6} + \frac{0.55 \times 4}{44.8} \right) = 0.4315。$$

两种计算方法结果相同,但第二种计算方法不涉及解方程问题,计算较快。笔者在 2009 年桥梁工程测试中考察了本类型的计算题,选择第二种计算方法的学生占 80%,计算正确率高达 90% 以上,选择第一种计算方法的学生占 20%,正确率在 60% 左右,可见灵活运用多维教学突破的有效性及其重要性。

### 三、现场教学多维突破

首先,从现场教学典型性做突破。现场教学典型工程选得不好,不仅影响教学效果,而且费时费力。若现场教学只讲一座桥,那么这座桥要具有多种结构的典型性。例如,鞍山千山中路上的七号桥,距离笔者所在院校较近,交通便利,并且具有板桥、简支小箱梁、旧桥拓宽等结构特点,是现场教学的良好案例。若现场教学重点讲解桥型结构,那么在很小的距离范围内要见到许多桥型结构为佳。例如,鞍山市达道湾镇不足 3 公里范围内,有板桥、T 形梁桥、连续箱梁桥、斜弯桥、刚构桥等多种桥型,桥梁类型多而集中,利于讲解。实践证明,现场教学中学生理解较快,收获很大。

其次,从现场教学后续性做突破。现场教学不能仅仅停留在一两次单纯的走访、参观,要充分体现学生在教学过程中的主体地位,就要坚持现场教学的后续性工作。例如,以分组形式让学生定期深入实际工程,教师对每组学生带回的现场疑惑资料(如图片、图纸等)依次讲解。2007年度我们组织交通2005级学生对达道湾立交桥施工现场进行多次现场教学,并要求学生坚持对该立交桥的施工开展后续跟踪调查,经过师生的共同努力,2005级学生最终完成了达道湾立交桥整体施工图片库的建立,取得了许多珍贵的第一手资料。2008年度,在开展了多次现场教学基础上,我们要求交通2006级学生对鞍山城区桥梁进行逐一调查和检测,共调查鞍山城区桥梁32座,并完成《鞍山城区桥梁耐久性调查与分析报告》,获得校级论文三等奖。

#### 四、实验教学多维突破

实验教学在结构课程教学过程中占有相当比重,它对学生理解知识、运用知识、分析解决问题和创新能力的培养有重要作用。因此,在教学中,为学生提供多种形式的参与结构课程实验的平台,让他们获得更多机会了解书本中理论的实验来源,最大程度地拓宽学生的眼界是教师不容推卸的责任。课堂实验、科研单位观摩实验、多媒体再现实验,有效利用多种手段,可以克服实验条件、地域、教学经费等因素的限制,让学生获得更多的实验资源。

但另一方面,常规实验教学,以教学大纲为依据选取进行,实验过程既定、实验结论已知,虽然可通过亲自动手验证、理解实验相关理论,但由于缺乏未知性和探索性,学生参与程度有限,主动性、创造性得不到充分发挥。

为弥补常规实验的上述不足,科研试验在教学中的应用实现了教学的多维突破。鼓励那些有能力的学生参加大学生科研训练或者参加教师的在研项目,组织他们在实验室做结构实验,参与有预期成果目标的科研试验。2009年,笔者指导交通2007级10余名学生进行了“桥面铺装铁尾矿与炉渣隔热性能试验研究”科研训练,经过历时一年艰苦攻坚,在多次的失败和调整,终于得到了抗压强度高、隔热性能好的理想桥面铺装配合比,并由学生撰写了试验论文。整个过程不仅加深了学生对课堂理论的理解,激发了学生的科研兴趣,实现了学生科研能力的锻炼,也为他们未来的科研道路奠定了基础。

#### 五、结构模拟训练教学多维突破

近年来,国内一些省、市、地区及许多高校纷纷举办结构模型竞赛。这些结构模型大赛的内容和形式丰富多彩,要求也各不相同,但是基本上都要求运用统一的材料(如白卡纸或者桐木条等)制作一个完整的结构,进行静载或者动载的承重试验<sup>[16]</sup>。结构模型制作不仅提高了学生对结构形式、细部构造的认识和理解,而且也促进了学生对结构力学和材料力学等基础知识的学习,因此,结构模型制作是课堂教学及结构实验的很好补充及延续。在结构课程教学中,可借鉴结构模型竞赛的方式,将结构模拟训练引入结构课程,实现教学多维突破。例如在结构设计原理教学中,可以选用白卡纸或者桐木条甚至报纸、易拉罐等作为原材料,让学生们在课堂上亲自动手制作五大受力结构构件并施加荷载,从承载过程分析掌握结构构件的本质特点。对于复杂的结构构件教师可以课下做好模型,课堂上加载,对模拟结构予以理论分析和评价。在桥梁工程教学中,可以减少课后计算作业题数量,增加结构模型创作作业。对桥梁结构如桥宽、桥跨、桥高做一定条件的限定,要求学生以小组(每组5~7人)为单位完成指定条件的结构模型创作作业,并考虑“经济、适用、耐久、美观”等设计原则,最后教师从结构创意、性能等方面评出结构模型作业成绩,并计入学年考核。

#### 六、结语

交通工程专业结构课程体系多维教学方法改革是一项系统工程,它不仅需要教师有较高的能力和素质,而且要坚持不断的开拓创新。笔者叙述了课堂精讲、现场教学、实验教学、结构模拟相结合的多维教学突破方法,实施多维教学法,可以大大激发学生学习的兴趣,提高学生学习的主动性,增强学生学习的自信心,培养学生思维的创造性,达到教学效果的极大值,适合于交通工程专业结构课程体系教学。

#### 参考文献:

- [1] 王秋平. 结合交通工程专业特点加强科研活动促进本科教学质量的提高[J]. 西安建筑科技大学学报. 2007, 2(25):30-33.
- [2] 侯曙光. 浅析交通工程专业本科教学中开放实验的意义[J]. 科技资讯导报. 2007(30):202-204.
- [3] 韩悦臻. 交通工程专业人才培养探讨[J]. 中国成人教育. 2008(12):147-148.
- [4] 唐冕. 《混凝土结构设计原理》课程教学方法探索[J]. 欢迎访问重庆大学期刊社 <http://qks.cqu.edu.cn>

- 长沙铁道学院学报. 2006, 2 (7): 26 - 27.
- [5] 匡亚川. 论混凝土结构设计原理教学方法改革[J]. 长沙铁道学院学报. 2008, 4(9): 110 - 111.
- [6] 毕重. 《混凝土结构设计》的案例教学[J]. 辽宁工业大学学报. 2008, 6 (56): 131 - 137.
- [7] 于向东. 大土木的混凝土结构设计原理教学探讨[J]. 高等建筑教育. 2005, 3(14): 52 - 53.
- [8] 湛发益. 混凝土结构设计原理五步教学法研究与实践[J]. 贵州工业大学学报. 2008, 6(10): 234 - 236
- [9] 于忠涛. 项目教学法在《结构设计原理》课程教学中的探索与实践[J]. 辽宁师专学报. 2009, 2(11): 6 - 8.
- [10] 张玉平. 比较教学法在《桥梁工程》教学中的应用[J]. 科技信息. 2008(15): 127 - 128.
- [11] 宋旭明. 提高桥梁工程专业素养的教学实践探索[J]. 长沙铁道学院学报. 2009, 1(10): 64 - 65.
- [12] 吕玉匣. 基于问题式学习对桥梁工程课程教学的启示[J]. 科教研究. 2007, 6(47): 106 - 107.
- [13] 钟小平. 桥梁工程系列结构类课程教学内容一体化研究[J]. 高等建筑教育. 2008, 1(17): 47 - 50.
- [14] 付贵海. 《基础工程》课程教学改革的研究与实践[J]. 中国现代教育装备. 2008, 12 (70): 94 - 95.
- [15] 李伟. “讲—演—练—评”实践教学模式探究[J]. 教育与职业. 2008, 17(585): 53 - 54.
- [16] 林春姣. 浅谈桥梁结构模型竞赛对桥梁工程教学的促进[J]. 广西大学学报. 2006, 6(31): 34 - 35.

## Exploration on multi-dimensional teaching in traffic engineering department structure-classes system

TIAN Shuai, ZHANG Da-ning, ZHANG Tie-zhi

(School of Resources and Civil Engineering, Liaoning University of Science and Technology, Liaoning 114051 P. R. China)

**Abstract:** Aimed at the problems of teaching in traffic engineering department structure-classes system, the multi-dimensional teaching is put forward, which means searching for multi-breakthrough in teaching from classroom lecture, scene teaching, experiment and structural imitation. Teaching practice has proved that the multi-dimensional teaching is fit for traffic engineering department structure-classes system. It can enhance effectively students' initiative in study, train students' thinking creativity and improve students' capacity in solving problems, so it should be adopted widely.

**Keywords:** traffic engineering; structure-classes; multi-dimensional teaching

(编辑 梁远华)