

# 浅谈《混凝土结构基本原理》教学改革

房其娟

(山东协和学院 山东济南 250300)

**摘要:**课程是体现“以学生发展为中心”理念的“最后一公里”,如何实现课程的创新性、高阶性与挑战度是目前摆在高校教师面前的问题。《混凝土结构基本原理》是土木工程专业的一门专业必修课,其在人才培养计划中起着重要作用。课程本着提高教学质量、实现大学“两性一度”教学目标的原则,从教学方法、教学内容等方面展开教学改革,效果显著。

**关键词:**教学方法 教学内容 课堂思政 创新教育 竞赛

**Abstract:** The curriculum is the “Last kilometer” which embodies the idea of “Taking the development of students as the center”. How to realize the innovation, high-order and challenge of the curriculum is the problem that the university teachers are facing at present. Basic principles of concrete structure is a required course for civil engineering major, which plays an important role in personnel training plan. Based on the principle of improving teaching quality and realizing the teaching goal of “One degree for both sexes”, the course carries out teaching reform in teaching methods and contents, which has achieved remarkable results.

**Key Words:** teaching methods teaching content classroom politics innovative education competition

## 前言

2018年6月教育部部长陈宝生表示,中国教育“玩命的中学、快乐的大学”的现象应该扭转。对大学生要合理“增负”,提升大学生的学业挑战度,合理增加大学本科课程难度、拓展课程深度、扩大课程的可选择性,激发学生的学习动力和专业志趣,真正把“水课”变成有深度、有难度、有挑战度的“金课”。目前大学课堂面临以下问题急需解决:

1. 教学内容过于传统需更新,实现时效性、创新性、高阶性。
2. 教学方法需更新,逐步实现以学生为中心的教学模式,使整个教学过程具有挑战度。
3. 育人教育与专业课堂有脱节现象,需将课程思政渗入教学过程中,使素质目标真正落地开花。
4. 创新元素融入不多,需依托教学内容、教学活动开展双创教育。

针对以上问题,开展如下教学改革:

## 一、教学内容

教学内容是教学过程的原材料,好的原材料才能做出好的料理。教学内容有减有加:减掉难点与次重点问题,将新型材料、新规范、工程案例加入到传统知识中,使教学内容有更新。时刻更新教学内容,将专业前沿性、时代性内容带入课程,将新型材料融入到课程相应章节;将考研复试题融入到教学内容中,实现教学高阶性;将更多工程案例引入课堂,提高教学实践性,并通过工程案例进行课程思政,使学生树立正确的价值观。举例如下:

### 1. 新材料

在讲解混凝土力学性能时,加入纤维混凝土与自愈混凝土。

(1) 纤维混凝土是指在混凝土中掺入纤维而形成的复合材料。它具有普通混凝土所没有的许多品质,在抗拉、抗弯强度、抗裂强度和冲击韧性等方面有明显的改善。掺入纤维后混凝土的强度普遍提高,其中钢纤维混凝土一般可提高抗拉强度2倍左右,提高冲击强度5倍以上,主要适用于耐磨性、抗冲击性、抗裂性要求高的工程。

### (2) 自愈混凝土

混凝土抗拉性能低,因此很容易出现裂缝,裂缝出现后会影响到混凝土结构的适用性及耐久性。如何降低或消除裂缝出现是混凝土面临的重要问题。2012年10月荷兰代尔夫特理工大学进行了自愈混凝土的研究工作。自愈混凝土,是指可自行修补裂缝的实验性混凝土。它包含生产石灰石的休眠细菌孢子和细菌生长所需要的养分,雨水进入裂缝后将细胞菌子激活,菌子得到养分后会生产石灰石,继而对混凝土开裂部分进行局部填充。这种新型材料会提高混凝土的使用寿命,并有效降低混凝土结构的维护成本。

新材料的融入,丰富了课堂教学内容,打开了学生视野,为创

新教育及翻转课堂做好了预备。

## 2. 新规范

2010版《混凝土结构规范》将普通混凝土分为14个等级,即从C15到C80,其中素混凝土等级不低于C15,钢筋混凝土结构中的混凝土等级不低于C20。2021年出版的《混凝土结构通用规范》要求素混凝土等级不得低于C20,钢筋混凝土结构不得低于C25,混凝土等级要求整体提高。以此提醒学生一定要按新规范要求结构设计,养成自觉遵守行业标准的习惯;要时刻关注专业前沿发展,有创新与探索的精神。

## 3. 考研复试题

搜集历年结构工程方向考研复试题,分学校、分地区进行整理,结合课堂教学进度,科学有序地将历年真题分享给学生,激发学生考研热情,亦为实现课堂教学高阶性助力。

## 二、教学方法

教学方法是教学过程的烹饪技巧,在原材料满足要求的前提下,运用得当的教学方法实现更好的教学效果。在传统教学方法的基础上融入新元素,实现教学的高阶性与挑战度。根据教学内容特点将翻转课堂教学法有效搬进传统课堂;以新型混凝土与普通混凝土为对象进行对比性教学;以丰富的工程案例为支撑点开展案例教学法。

### 1. 翻转课堂

学生以小组为单位,查阅纤维混凝土、活性粉末混凝土等相关内容,并与普通混凝土作对比,形成研究报告,小组展开翻转课堂;承载力内容学习完成后,就开放性设计内容,以小组为单位展开翻转课堂;受弯构件学习完成后,就大偏压构件破坏形态展开翻转课堂等,以下为翻转课堂资料。



图1 翻转课堂实况

通过实践发现,翻转课堂调动了学生学习的积极性,点燃了学习兴趣,增强了自信心,同时使学生学会了分工与团结协作,可谓一举多得。

2.对比法

对比无处不在，新老材料的对比、前后知识点的对比及不同结构之间的对比在课程中都有迹可寻。例如将活性粉末混凝土、纤维混凝土、发泡混凝土与普通混凝土进行对比；将受弯构件斜截面内容与正截面内容进行对比；将受压构件与受弯构件进行对比；将预应力混凝土结构与普通混凝土结构进行对比等等。教师若合理运用对比法，则可实现“新”“老”知识的对接，能引导学生将知识连成线、面，用“老”知识解决“新”问题，给学生带来学习的动力与信心。

3.案例法

规则加故事更能说服人，同样理论知识加案例更能夯实教学效果。将历年来与工程相关的案例带入课堂，使教学内容更立体、更丰富、更接地。例如哈利法塔、上海中心大厦建筑与结构设计；以色列凡尔赛宫倒塌事件、大连星海湾大桥伸缩缝事件、新加坡新世纪酒店倒塌事件、美国堪萨斯市凯悦酒店连廊倒塌事件等等，将这些活生生的案例融入教学内容，不仅促进知识学习，也能进行课程思政。

4.演示法

虽然本课程没有实验内容，但积极挖掘可演示的知识点，能促使教学内容更具形象性的表达。例如将混凝土立方体试块模型带入课堂，让大家近距离、直观地认识试块的尺寸与制作方法；用折叠的纸条，进行开放性测验：如何让纸条成功承担端部的燕尾夹？通过学生探讨、教师演示揭晓提高构件变形能力方法的答案。

三、课程思政

课程思政不流于说教，以工程案例为依托，捕捉思政切入点，将“培养人”的思想融入到课程中，在学习中引导学生树立正确的价值观，达到思政落地、扎根的效果。例如在讲解构件承载力复核的重要性与必要性时引入案例：1981年美国堪萨斯市凯悦酒店二层、四层连廊整体倒塌，经调查，事故起源于二层与四层连廊的连接节点。承包方在施工时私自改变节点连接，使上下贯通的杆变为上下两段，陡然增大了两杆间剪力，而工程师未进行校核，未察觉节点内力发生变化，最终导致灾难的发生。<sup>1</sup>通过事故分析培养学生严谨的工作态度，强化学生工程意识。

在讲解完内力组合公式后引入新加坡新世纪大楼倒塌事件：

1986年新加坡6层高的混凝土结构酒店新世纪大酒店轰然倒塌，事故造成多人死亡。事故调查人员分别从地基、混凝土强度、酒店实际情况调查大楼倒塌结果，但均一无所获。后又研究施工图纸，发现整个大楼在设计时没有将大楼自身重量即永久荷载计入，致使内力组合数据出现极大偏差。15年来，支撑大楼的许多柱子早已濒临承受的极限，酒店随时都可能化为废墟。这样一个在人们看来完全可以避免的错误导致了整个悲剧的发生。工程师手中的每一个数据都影响着建筑物的未来，通过案例学习引导学生要看重自己的工作，培养学生的职业道德、敬业精神。

通过工程案例进行课程思政，在传授知识的同时传递正确的人生观、价值观，在课堂中润物细无声地进行思政教育，是专业课的长处与使命。

四、创新教育

创新是民族进步的灵魂，也是当代大学生应有的素质。在教学过程中，将科学的教学方法与合理的教学内容相结合，可碰撞出创新的火花。例如关于发泡混凝土：自重大是混凝土的主要缺点，降低自重是混凝土发展的重要方向。发泡混凝土，又称之为泡沫混凝土或轻质混凝土。发泡混凝土是通过发泡机的发泡系统将发泡剂用机械方式充分发泡，并将泡沫与水泥均匀混合，然后经过发泡机的泵送系统进行现场施工或模具成型，经自然养护所形成的一种含有大量封闭气孔的新型轻质保温材料。发泡混凝土很好地解决了混

土自重大的问题，通过发泡混凝土的学习培养学生勇于尝试、不断探索的创新精神。

例如在学习完单筋矩形截面配筋计算基本公式后推送文章《浅谈混凝土结构设计中的一条经验公式》，让学生以小组为单位，对

文章进行研读，挖掘公式背后的意义： $A_s = M / (0.9 f_y h_0)$  是一条经验公式，它简单明了地揭露了最基本的结构设计原理，属于设计范畴，而非力学范畴，它在截面弯矩和截面配筋之间架起了一道桥梁，被广泛地应用于混凝土梁、板的配筋估算中。

$A_s$ 、 $M$ 、 $f_y$ 、 $h_0$  是梁截面中最基本的四个参数，唯一一个常数 0.9，反映的是工程师的常识和经验，通过阅读文章，探究 0.9 背后隐藏的秘密。除了 0.9，公式中还包含了很多丰富内容，比如如何减少配筋，提高经济性，如何在满足承载力的前提下控制构件截面尺寸等，每一个内容都值得我们去认真咀嚼。经验公式是工程师在可接受精度范围内进行的实用估算的探究与创新，通过学习此文培养学生创新的精神，让学生在学好专业知识的前提下，要敢想、敢做、敢突破。

学习完预应力基本概念引入阿赫西拉斯镇集市案例<sup>2</sup>：1933年，著名结构师托罗哈在瑞士南部阿赫西拉斯小镇设计了一座舒展的 RC 壳结构。正八角形穹顶直径达 47.6 米，曲率半径为 44.2 米。在壳体混凝土达到强度后，用花兰螺栓施加预应力，壳体受压并微微拱起，壳体与模板轻松分开。如此减轻了柱的径向刚度需求，并有助于释放温度作用下支柱的径向推力。回顾整个课程，不管是素混凝土到钢筋混凝土结构，还是钢筋混凝土结构到预应力混凝土结构，每一步的跨越都是历史的进步，每一个进步的背后都是创新的支撑，强化学生对土木工程专业新理论、新技术、新做法的创新精神追求。

五、竞赛

通过第二课堂组织学生开展结构设计大赛，以赛促教，以赛促学，并择优推荐参加山东省结构设计大赛。以下是学生制作模型与参赛材料。



图 2 结构大赛

通过大赛，学生的动手能力增强，对结构设计产生了浓厚兴趣，并且期待进一步专业知识的学习。

结论：教学改革带来了课堂学习的革命，学生不再被动接受知识，而是积极主动地去寻求与探索，学习兴趣被深度激发，思考能力与辨析能力显著提高。在一次次碰壁中，在一次次不达目的誓不罢休的决心中，在一次次豁然开朗中，教师与学生都有了很大成长。改革永不停步，进步永不止步。

参考文献：

- [1]李春莉.专业“金课”探索与实践.[J].轻工科技,2020,(7):198-200.
- [2]赵笑笑,李爱晶,王玺.从传统到翻转课堂的混合教学模式应用研究.[J].国网技术学院学报,2020,(3):71-74.
- [3]公众号 iStructure;文章名称:《结构倒塌案例系列——心怀敬畏》
- [4]公众号(iStructure)文章《结构大师—托哈尼》