

# 问题教学模式在图乘法中的教学实践探索

白冰 唐克东 张建华

(华北水利水电大学 河南 郑州 450045)

**[摘要]**《材料力学》是本专院校工科专业的专业基础课,在培养学生的工程认知以及结构设计等专业能力方面,有着非常重要的作用。本文应用“问题教学模式”,紧抓课堂上的核心时间,通过课前动员、问题布置和课堂互动三个教学环节完成教学过程。针对材料力学中图乘法这一节的教学内容,从一个错误解答开始,到学生能给出多个正确解答来结束——这一教学实践的结果,达到了激发学生学习兴趣,并能分析和解决问题的目的,教与学都取得了良好的效果。

**[关键词]**问题教学模式;材料力学;图乘法

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.07.405

介绍:

古人云:“授人以鱼,不如授人以渔。”“鱼”和“渔”虽然只是一字之别,但是从这句话中,可以充分看出古人对于学习中内容与方法的相关评价,而这一点至今仍是高等教育的热门话题。“鱼”和“渔”的矛盾困境,本质上是学生含有偏差的学习习惯,和启发不足的自主学习能力之间的矛盾——尤其是像《材料力学》这样的,工科专业学生在低年级学习时非常重要的基础课程。想要解决这个矛盾,在材料力学课程内容较多,但课时相对偏少的现实情况下,就不得不进行教学创新<sup>[1]</sup>。因此,很多新型的组织形式和教学模式频频涌现,下面来简单地介绍一下。

在组织形式上,对分课堂、翻转课堂和思维导图这三种方式,相对于传统形式,都具有一定的颠覆性。对分课堂中鼓励分课堂中鼓励学生形成自己的观点<sup>[2]</sup>;翻转课堂需要学生完成老师设计好的任务清单<sup>[3]</sup>;思维导图则利用了快速有效的发散性思维学习方法<sup>[4]</sup>。这三者的共同点是,都加重了学生在教学当中的角色分量,因此对教师的教学技能和知识储备提出了更高的要求。至于教学模式的创新这方面,以启发类教学模式最引人注意,如最常见的案例教学模式和问题教学模式<sup>[5]~[6]</sup>。前者以具体的典型案例为核心,后者则以实际问题为牵引。综合来看,案例教学模式可以增强理论学习与工程实践的联系,问题教学模式则可以让具有更强的参与感,并大大提高学生的学习兴趣。

怀着学生能够“更深入地参与学习,甚至达到自我发现”的这一想法,本文采取“问题教学模式”,针对材料力学中图乘法这一节课的内容进行教学实践探索,希望这个过程对试图进行教学创新的教师能提供一些参考。

教学设计:

教学设计分为三个部分:课前动员、问题布置和课堂互动。首先在上课前,通过网络平台告知学生本次课程的学习内容,并提出复习和预习任务。复习是为了找出和上节知识的前后或者是因果关系,是对整个课程学习思维逻辑的再巩固。预习则是为教学模式第二步热身,即更好地集中注意力在课堂的核心——即所提出问题。其次,在问题布置环节,设计案例选择了能够利用到课本上的计算公式,但是仅仅“傻瓜式代入”又会产生明显的错误的例子,进而讨论问题的产生原因,

这里重要的是思索课本语言关于计算公式描述的局限性。最后,来到课堂互动这一步,学生最终能够对图乘法活学活用,因此这里会塑造一种“教师和学生比赛解题”的情景来完成。

教学过程:

对应教学设计的三个部分,具体执行如下:

(1) 课前动员:通过阅读教材,学生自己找寻图乘法和单位荷载法的内在关系。不难发现,对等直杆件,相对于单位荷载法,图乘法把求解位移的计算变成“只需画出荷载的内力图和单位荷载内力图”,然后即可求解的过程。

(2) 问题布置:悬臂梁如图1所示,抗弯刚度 $EI$ 为常数,试求在均布荷载作用下,悬臂梁中点 $C$ 的挠度 $\Delta_{Cy}$ 。

学生按照书中预习内容求解:先画出荷载作用下的弯矩图 $M_p$ (图2)以及单位荷载作用下的弯矩图 $\bar{M}$ (图3)。然后计算抛物线所围面积,找出与抛物线形心对应的三角形中的竖距。最后将 $AC$ 段抛物线所围面积分拆为一个矩形和一个抛物线,如图4所示,这样就可以用图乘法计算出中点 $C$ 的挠度。计算结果为:

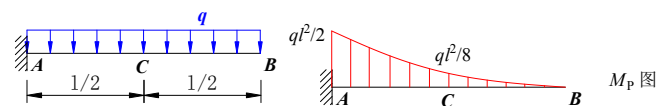


图1 悬臂梁受均布荷载作用

图2 荷载作用下的弯矩图

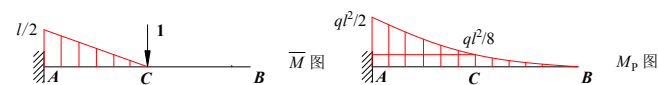


图3 单位荷载作用下的弯矩图

图4 荷载作用下的弯矩图

所围面积的计算

$$\text{面积 } \omega_1 = \frac{l}{2} \cdot \frac{ql^2}{8} = \frac{ql^3}{16}, \text{ 对应图3中的竖距 } y_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{l}{4}$$

$$\text{面积 } \omega_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{3ql^2}{8} = \frac{ql^3}{16}, \text{ 对应图3中的竖距 } y_2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{l}{2} = \frac{3l}{8}$$

$$\Delta_{Cy} = \frac{\omega_1 y_1 + \omega_2 y_2}{EI} = \frac{1}{EI} \left( \frac{ql^3}{16} \cdot \frac{l}{4} + \frac{ql^3}{16} \cdot \frac{3l}{8} \right) = \frac{5ql^4}{128EI} (\downarrow)$$

到这里看似“顺利地”用图乘法求解完毕,不过由之前积分法求解梁位移的经验,可以很容易地看出这个结果显然是不对的。那如何解决呢?学生通过思考后发现:虽然教科书中列

出了抛物线所围面积的计算公式和形心位置，但是，抛物线所围面积的计算公式中有一个前提，那就是含有抛物线的顶点，而这里分割出来的抛物线所围面积不含顶点。故面积 $\omega_2$ 计算有错，形心位置也有错。至此，问题已正式提出，接下来就要引导学生思考如何解决问题。

(3) 课堂互动：这里教师要利用学生的好胜心，“佯装”和学生比赛解题，作为学生的“竞争对手”，教师率先出招：

[解法1]先求出截面C的内力，即弯矩M和剪力 $F_S$ (图5)。将这些内力看作是梁段AC的外力，即梁段AC受分布力q、集中力 $F_S$ 和力偶M的共同作用。其弯矩图见图6。弯矩图分为三块：从下向上依次为矩形 $\omega_1$ 、三角形 $\omega_2$ 和抛物线 $\omega_3$ 。将图6与图3相乘：

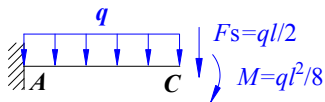


图5 荷载作用下的弯矩图所围面积的计算

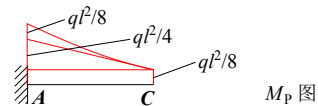


图6 荷载作用下的弯矩图所围面积的计算——解法1

$$\Delta_{Cy} = \frac{\omega_1 y_1 + \omega_2 y_2 + \omega_3 y_3}{EI} = \frac{1}{EI} \left( \frac{ql^3}{16} \cdot \frac{l}{4} + \frac{ql^3}{16} \cdot \frac{l}{3} + \frac{ql^3}{48} \cdot \frac{3l}{8} \right) = \frac{17ql^4}{384EI} (\downarrow)$$

如果学生不想输，就必须开动脑筋，思考如何绕过抛物线所围面积不含顶点的这个核心问题——显然，他们很快意识到，教师对于弯矩图的划分方式并不是唯一的，于是“不服输的他们”开始尝试其他的划分方法，也就有了不同的计算过程。以下是一些学生的解法：

[解法2]将梁段AC的弯矩图划分为3块(如图7所示)：从下向上分别为三角形 $\omega_1$ 、三角形 $\omega_2$ 和抛物线 $\omega_3$ ( $\omega_3$ 在斜直线下方，相当于在梁轴线以下，竖距在梁轴线以上，故乘积为负值)。将图7与图3相乘：

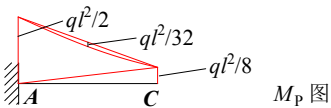


图7 荷载作用下的弯矩图所围面积的计算——解法2

$$\Delta_{Cy} = \frac{\omega_1 y_1 + \omega_2 y_2 - \omega_3 y_3}{EI} = \frac{1}{EI} \left( \frac{ql^3}{32} \cdot \frac{l}{6} + \frac{ql^3}{8} \cdot \frac{l}{3} - \frac{ql^3}{96} \cdot \frac{l}{4} \right) = \frac{17ql^4}{384EI} (\downarrow)$$

[解法3]将梁段AC的弯矩图划分为3块(如图8所示)：从下向上依次是矩形 $\omega_1$ 、三角形 $\omega_2$ 和抛物线 $\omega_3$ ( $\omega_3$ 在斜直线下方，相当于在梁轴线以下，竖距在梁轴线以上，故乘积为负值)。将图8与图3相乘：

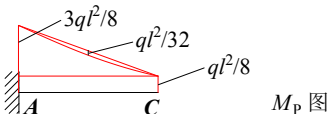


图8 荷载作用下的弯矩图所围面积的计算——解法3

$$\Delta_{Cy} = \frac{\omega_1 y_1 + \omega_2 y_2 - \omega_3 y_3}{EI} = \frac{1}{EI} \left( \frac{ql^3}{16} \cdot \frac{l}{4} + \frac{3ql^3}{32} \cdot \frac{l}{3} - \frac{ql^3}{96} \cdot \frac{l}{4} \right) = \frac{17ql^4}{384EI} (\downarrow)$$

[解法4]在梁段AC的弯矩图 $\bar{M}$ (图3)中作延长线，如图9所示。由于弯矩图 $\bar{M}$ 变成了一条斜直线，故可以直接与弯矩图 $M_P$ (图2)相乘；至于梁段CB下方多出的一段弯矩图，可以在梁段CB上方添加一段完全相反的弯矩图相抵消。将图2与图9相乘，整个计算变为梁AB的图乘(图2中的面积，图9中的竖距)，再加上梁段CB的图乘(图2中的面积，图9中的竖距)。

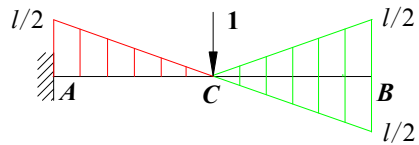


图9 荷载作用下的弯矩图所围面积的计算——解法4

$$\Delta_{Cy} = \frac{\omega_1 y_1 + \omega_2 y_2}{EI} = \frac{1}{EI} \left( \frac{ql^3}{6} \cdot \frac{l}{4} + \frac{ql^3}{48} \cdot \frac{l}{8} \right) = \frac{17ql^4}{384EI} (\downarrow)$$

教学效果&总结：

教学过程完成后，可以看到，从这些不同方法、不同计算过程得到的计算结果却是一样的，这说明研究一个问题，可以从许多不同的角度入手，不同的思维可以有不同的处理方法，但它们是殊途同归的。最终，随着课堂上不同的计算方法不断涌现，学生对于图乘法计算的认识也越来越深，真正做到了活学活用。因为采用问题教学模式，学生有着强烈的参与感，在随后的课堂测验以及期末考试中，也都明显地提升了成绩，可以说这样的教学尝试是成功的。激发学生的好奇心，就试着先诱发学生的好胜心。而问题教学模式设置的“与老师竞赛”这一环节，正是达成这种效果的绝佳手段。当学生提供的正确解法不止一种时，不同方法所体现的解题思维，其相互碰撞的火花在比较学习中加强了彼此的记忆，从而做到对于知识的深刻理解，最终求“渔”而自然得“鱼”。

致谢：

本论文的教学实践得益于河南省高等学校精品在线开放课程《工程力学》《理论力学》的帮助，在此表示感谢。

参考文献

[1] 狄凌芳. 中国高等教育管理创新现状及公平理念、创新研究探析[J]. 智库时代, 2018(32): 282-283.  
 [2] 刘军. 对分课堂教学法在材料力学课程中的实践[J]. 教育前沿, 2018(10): 141-142.  
 [3] 杨丹. 以学生为中心的计算机应用基础教学中翻转课堂的应用[J]. 西部素质教育, 2020(7): 110-112.  
 [4] 张超. 思维导图在教育技术学中教与学的运用[J]. 读写杂志, 2020, 17(1): 43-44.  
 [5] 刘延彬, 卢小雨. 趣味案例教学法的教学模式探索及实践应用[J]. 内江科技, 2018, 39(8): 37-38.  
 [6] 屈彩虹, 王朋朋, 杨晓冬. 工程力学课程“问题教学模式”的实践探索[J]. 现代职业教育, 2016(34): 190-191.