

# 结合专业课程知识的结构力学教学方式探讨

袁 健, 丁 科

(中南林业科技大学 土木工程与力学学院, 湖南 长沙 410004)

**摘要:** 阐述了结合工程实际进行结构力学教学的必要性, 对如何融入专业课程知识进行了尝试, 并结合框架结构受风荷载及恒(活)荷载作用的情况, 进一步探讨了刚架在水平集中荷载及竖向均布荷载作用下的内力计算问题。实践表明, 这种教学方式有助于学生更好地理解理论知识在专业课程中的应用, 从而激发他们学习积极性。

**关键词:** 结构力学; 专业课程; 教学

**中图分类号:** O342; G642

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1005-2909(2011)02-0056-03

结构力学是土木工程专业的核心课程, 是连接基础力学与专业课程的桥梁, 其教学质量将直接影响到学生对相关专业课程的学习。同时, 在教学中培养学生定性分析结构的能力, 将有助于他们在实际工程设计中建立合理的计算模型, 分析判断结果的合理性。在讲解清楚结构力学基本概念的前提下, 若结合专业课程知识进一步探讨, 可启发学生思考探索一些深层次问题, 为后续专业课的学习打下良好的基础。

在结构力学课程中讲解力法部分的对称性应用时<sup>[1]</sup>, 通常是以刚架分别承受水平集中荷载及竖向均布荷载作用为例; 而混凝土结构设计<sup>[2]</sup>中的框架结构在风荷载及恒(活)荷载作用下的内力计算, 需用到结构力学该部分的基本原理。因此, 笔者尝试着将这两部分知识点结合起来, 就相关问题进行深入探讨。

## 一、结合专业课知识进行讲解

### (一) 水平荷载作用的情况

某单层单跨刚架受水平集中荷载作用, 各杆件的  $EI$  为常数, 通过定性分析, 可得其  $M$  图大致形状如图 1 所示。

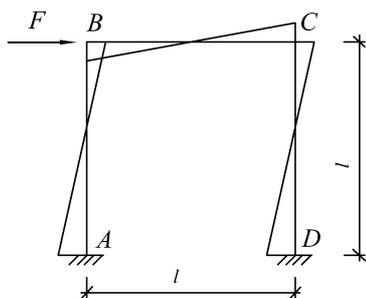


图 1 水平荷载作用下的  $M$  图

收稿日期: 2011-03-10

基金项目: 中南林业科技大学校级教学研究项目; 2010年湖南省普通高等学校教学改革研究项目

作者简介: 袁健(1982-), 男, 中南林业科技大学土木工程与力学学院讲师, 主要从事结构理论与计算方法研究, (E-mail) yuanjian0571@163.com。

### 1. 内力图的验算

采用力法求解图 1 所示结构, 可得柱底局部弯矩为  $M_A = M_D = 2Fl/7$ , 梁端及柱顶弯矩为  $M_B = M_C = 3Fl/14$ 。

一般情况下, 学生计算得出弯矩图后, 不会进一步验算其结果是否正确。为此, 在教学中引导学生由梁端剪力计算得到柱的轴力  $F_A = F_D = 3F/7$ , 如图 2 所示。水平荷载  $F$  形成的总倾覆力矩为  $M = Fl$ , 而两柱底局部弯矩之和为  $M' = M_A + M_D = 4Fl/7$ , 柱轴力形成的整体弯矩  $M'' = F_D l = 3Fl/7$ , 显然  $M = M' + M''$ , 说明计算结果正确。

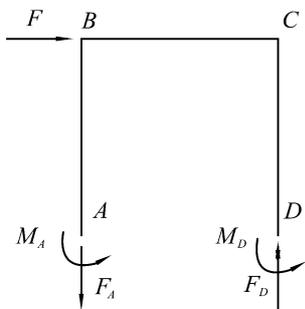


图 2 内力验算简图

### 2. 梁的抗弯刚度变化对梁柱弯矩的影响分析

保持柱的抗弯刚度不变, 讨论以下两种情况。

(1) 当梁的抗弯刚度  $EI = 0$  时, 如图 3 所示, 两根柱之间无协同工作能力, 外力矩全部依靠柱的弯曲来承担, 其受力性能等同排架结构, 相当于两根独立的悬臂柱, 柱底局部弯矩增大至  $M_A = M_D = Fl/2$ , 而整体弯矩为零。

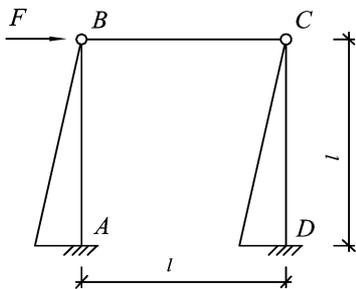


图 3 梁的抗弯刚度  $EI = 0$  的情况

(2) 当梁的抗弯刚度  $EI = \infty$  时, 即假定楼板平面内刚度无穷大, 如图 4 所示, 两柱之间的协同工作作用达到最大, 此时柱底局部弯矩减小至  $M_A = M_D = Fl/4$ , 柱轴力形成的整体弯矩增大至总倾覆力矩的一半即  $M'' = Fl/2$ 。

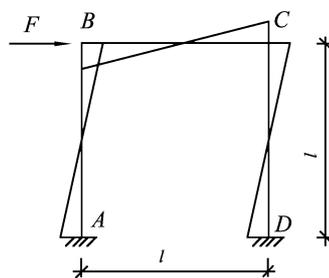


图 4 梁的抗弯刚度  $EI = \infty$  的情况

### 3. 柱的反弯点位置变化规律

通过讲解以上基本原理后, 再联系混凝土结构设计在阐述风荷载作用下的框架结构内力计算时提出的反弯点法, 因此, 有必要在此给学生讲述清楚反弯点的概念, 并采用专业课程中的表达方式, 考虑梁柱相对线刚度的变化, 探讨柱的反弯点位置变化规律, 从而加深学生对该类问题的认识。如图 5 所示, 梁的线刚度  $i_b = EI_b/L$ , 柱的线刚度  $i_c = EI_c/H$ , 在水平集中荷载  $F$  作用下的弯矩分布如图 6 所示。

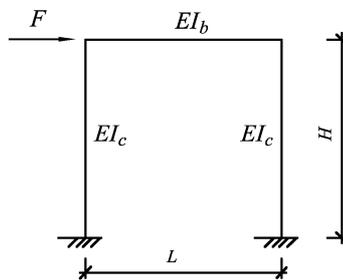


图 5 计算简图

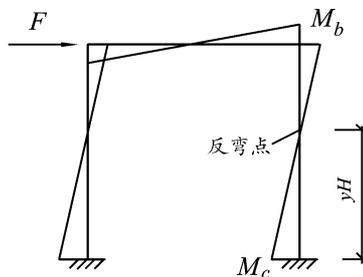


图 6 M 图

令  $\alpha = i_b/i_c$ , 经计算可得: 梁端及柱顶弯矩  $M_b = \frac{3FH\alpha}{2(6\alpha + 1)}$ , 柱底弯矩  $M_c = \frac{FH(3\alpha + 1)}{2(6\alpha + 1)}$ 。柱的反弯点

高度比  $y$  随梁柱线刚度比  $\alpha$  的变化规律如图 7 所示。从图中可以看出, 当  $\alpha = 0$ , 即等同于排架结构时, 柱的反弯点位于柱顶处; 随着  $\alpha$  的增大, 柱的反弯点位置逐渐下移, 无限靠近柱的  $1/2$  高度处。

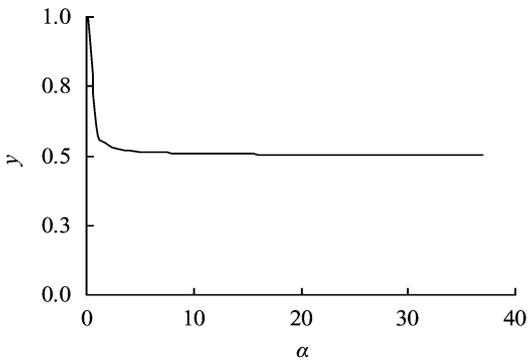


图7 反弯点高度比与梁柱线刚度比的关系

## (二) 竖向荷载作用的情况

某单层单跨刚架受竖向均布荷载作用,各杆件的EI为常数,通过定性分析,可得其M图大致形状如图8所示。

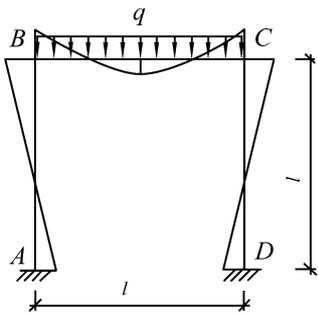


图8 竖向荷载作用下的M图

尽管实际工程设计中大多设计人员使用商业软件进行结构计算,但有时仍需采用弯矩二次分配法进行竖向荷载作用下的框架结构内力计算及复核。

对于学生来讲,在进行混凝土结构课程设计及毕业设计时需手算一榀框架结构,且要求有计算过程,这就意味着要反复利用弯矩二次分配法。

在讲述力矩分配法时,顺便给学生介绍弯矩二次分配法这种特殊情况,并以图8所示结构为例,引导学生尝试着利用大家熟悉的Excel软件,编制可用于竖向荷载作用下框架结构弯矩分配的通用模板<sup>[3-4]</sup>,从而提高计算结果的准确性和计算速度,弥补结构计算软件只有结果而无过程的不足之处,避免繁琐的手算过程。这样,当学生学习混凝土结构设计课程时,处理这类问题就得心应手了。

## 二、结语

文章主要针对刚架在水平荷载及竖向荷载作用下的内力计算问题,结合后续专业课程进行了深入探讨,有利于学生深刻理解该知识点,并能为他们的专业课程学习打下良好的基础。

## 参考文献:

- [1] 朱慈勉. 结构力学[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [2] 沈蒲生. 混凝土结构设计[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [3] 袁健,黄太华,刘其梅. Excel在框架弯矩二次分配法中的应用[J]. 工程建设与设计, 2005(11):36-37.
- [4] 韦爱凤,梁靖波,郭仁俊. 力矩分配法的快速实用计算研究[J]. 力学与实践, 2006, 28(2):22-23.

## Teaching method of structural mechanics combining with professional course knowledge

YUAN Jian, DING Ke

(School of Civil Engineering and Mechanics, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, P. R. China)

**Abstract:** The article expounded the necessity of structural mechanics teaching combined with engineering practice, and tried to blend in professional course knowledge. Through the wind load and dead (live) load act on a framework, we discussed the calculation problem of horizontal concentrated load and uniform load act on the frame. The practice showed that teaching method would help students understand the application of theory knowledge in professional course better and stimulate the learning motivation.

**Keywords:** structural mechanics; professional course; teaching