

结构力学课堂教学探讨

耿淑伟

(合肥工业大学 土木与水利学院, 合肥 230009)

摘要:作为比较难学的一门课程,结构力学的课堂教学很重要。提出了提高学生学习效率的有效方法,总结了帮助学生记忆结构力学形常数和载常数的方法,降低了位移法的学习难度,以后继课程中出现的实际问题为例,解答了学习过程中出现的疑问,提高了学生学习兴趣。

关键词:结构力学;形常数;例题

中图分类号:TU311;G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2013)01-0079-03

结构力学是土木、道桥等专业重要的专业基础课,也是一门内容十分丰富的课程,学生学习起来普遍感觉困难,为帮助学生克服这些困难,在结构力学教学中,采用了一些看起来简单、有效的方法,以提高学习兴趣。

一、位移法中常数的记忆

结构力学中,需要记忆的知识点不多,但一些需要记忆的,如位移法中的形常数和载常数,学生很难记住。在力法这一章,将单跨梁在常见受力和发生杆端位移时的内力计算作为例题,布置作业让学生先有感性认识,然后,在位移法等直杆转角位移方程一节中拿出时间帮助学生记忆形常数和载常数,这样可以起到事半功倍的效果,并且能准确记忆,同时,加深了学生对直杆段杆端弯矩、剪力关系和平衡方程的理解。下面以形常数为例,对此记忆方法进行说明。

对于图1(a)中杆端发生单位转角的两端固定梁,图1(b)中的弯矩图形状和近端弯矩 $4i$ 及远端弯矩 $2i$ 都很容易记住,对杆AB取隔离体如图1(c), $4i$ 和 $2i$ 已知,对A点取合力矩为0,知B端剪力为 $-6i/l$,根据y方向合力为0,得到A端剪力也为 $-6i/l$,两侧剪力绕杆旋转的方向与杆端弯矩方向相反。

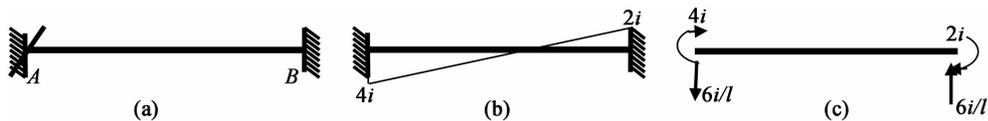


图1 两端固定梁杆端发生单位转角

对于图2(a)中杆端发生单位转角的一端固定、一端铰支梁,图2(b)中弯矩图和近端弯矩 $3i$ 和远端弯矩0,很容易记住,对杆AB取隔离体如图2(c), $3i$ 和0已知,对A点取合力矩为0,易知B端剪力为 $-3i/l$,根据y方向合力为0,得到A端剪力也为 $-3i/l$,两侧剪力绕杆旋转的方向与杆端弯矩方向相反。

收稿日期:2012-09-13

基金项目:合肥工业大学卓越工程师培养专项教研项目

作者简介:耿淑伟(1965-),女,合肥工业大学土木与水利学院副教授,博士,主要从事地震工程、结构抗震研究,(E-mail) gengsw01@yeah.net.

对于图3(a)中杆端发生单位相对位移的两端固定梁,在B端产生向下单位位移,必然在B端需要向下的剪力,这个图中需要记住的为剪力 $12i/l^2$,y方向合力为0,可知A端剪力与B端的方向相反,也是 $12i/l^2$,这个结构是反对称结构,相对位移也是反对称的,所以弯矩也是反对称的,对A点取合力矩为0,可知两杆端弯矩都是逆时针的,大小为 $6i/l$ 。

对于图4(a)中杆端发生单位相对位移的一端

固定、一端铰支梁,在B端产生向下单位位移,必然在B端需要向下的剪力,由于约束较图3少,此力也较图3中杆端剪力小,大小为 $3i/l^2$,需记住,y方向合力为0,可知A端剪力与B端的方向相反,也是 $3i/l^2$,B端为铰支端弯矩为0,则只有A端有弯矩,对A点取合力矩为0,很容易求得A端弯矩 $3i/l$,逆时针。经此讲解,学生解题时对于常数迎刃而解,载常数记忆方法类似。

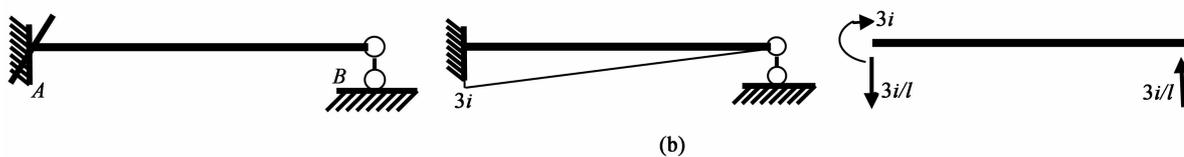


图2 一端固定、一端铰支梁杆端发生单位转角

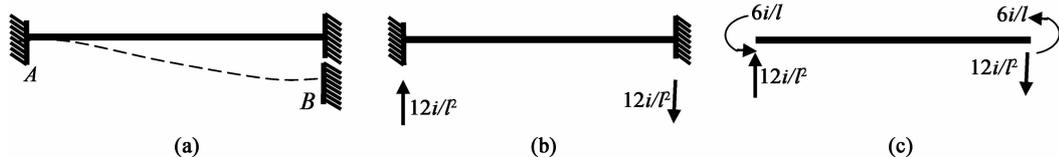


图3 两端固定梁杆端发生单位相对位移

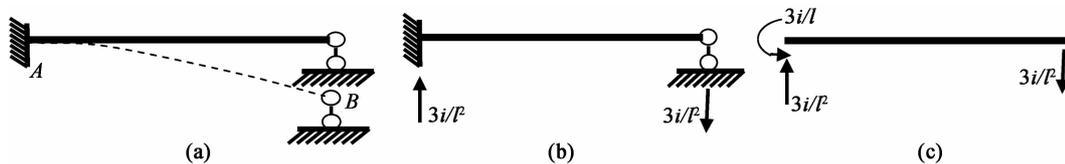


图4 一端固定、一端铰支梁杆端发生单位相对位移

二、从后续课程中选择合适的例题

结构力学的习题和例题来源于实践,但也有些习题与实际结构联系不紧密,脱离实际。针对此问题,在对后续结构课程进行深入学习、研究的基础上,从中寻找适合结构力学的例题,以提高学生学习积极性。

(一) 桁梁桥的预拱度计算

这是钢桥中的一个问题,由于制造误差引起位移计算时,学生总觉得没有什么意义,不愿意花精力去学,教师通过引入问题背景,激发学习热情。图5为桁梁桥计算简图^[2],在设计时,需要稍稍上拱一点,以便成桥后在自重和荷载作用下不至于下凹,影响行车。这个事前的上凸,称为预拱度,是通过每个上弦杆比下弦杆加长一点点实现的,这可用静定结构由于制造误差引起的位移来计算。例题为:图示桁架制作时各上弦杆都比下弦长 8 mm ,求由此引起A点的竖向位移。

(二) 斜拉桥的索力计算

图6(a)为一斜拉桥的简化力学模型^[2],为七次

超静定结构,弦索可看作二力杆,其力法基本体系可取如图6(b),对称结构的在对称荷载的作用下,其内力应是对称的,力法基本体系可取成对的未知数 X_1, X_2, X_3 ,其单位荷载弯矩图是对称的,图6(c)为其中 $X_1 = 1$ 时的单位荷载弯矩图,这种方法比取半结构方法更容易。

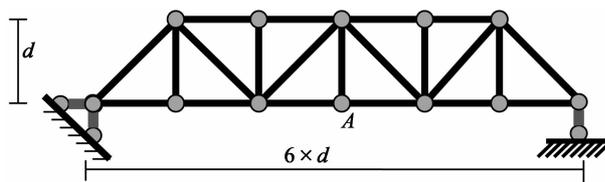


图5 桁梁桥计算简图

(三) 框架的稳定问题

结构力学中,计算了单杆稳定的临界力^[3]后,稍加引申,学生很容易理解钢结构单层单跨框架的稳定临界力定性判断^[4],在结构力学中解决此问题,比在钢结构中解决容易。对图7(a)、(c)中的无侧移框架,区别仅为横梁刚度其一为无穷大,其一为0,可将框架柱的计算简图分别简化为(b)和(d)两种形式。其临界力分别为 $\pi^2 EI / (0.5H)^2$ 和 $\pi^2 EI /$

$(0.7H)^2$ 。实际结构中,横梁刚度一般为介于 $0 \sim \infty$, 则无侧移框架柱的临界力介于 $\pi^2 EI / (0.5H)^2$ 和 $\pi^2 EI / (0.7H)^2$ 之间。对图 7(e)、(g) 中的有侧移框架,其他条件不变,其临界力分别为 $\pi^2 EI / H^2$ 和 $\pi^2 EI / (2H)^2$ 。则实际结构中,无侧移框架柱的临界力介于 $\pi^2 EI / H^2$ 和 $\pi^2 EI / (2H)^2$ 之间,很好地解释了

钢结构中柱子临界力的规定。此例题是钢结构课程要用到的内容,在钢结构课程教学中如果首次遇到这个问题,学生会很难理解。在学习框架稳定时,解决此问题较容易,学生因为能够解决实际问题,自信心和学习兴趣增强,加深了对稳定问题的理解。

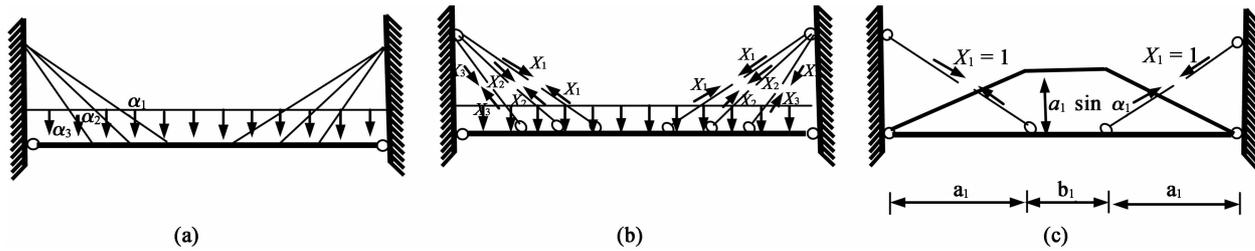


图 6 斜拉桥索力简化计算

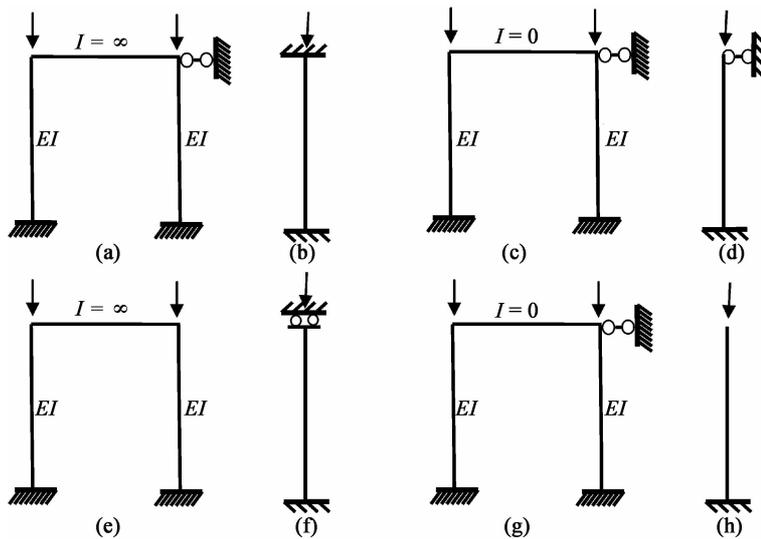


图 7 单层单跨刚架的临界力

三、结语

动脑筋,想办法,尽可能让学生在有限的时间里学到更多的知识和方法,是我们共同的目标。对于这种偏难的课程,需要用更加形象、生动的教学语言,与实际紧密结合,调动学生学习的积极性,完成教学任务。

参考文献:

- [1] 李镰锐. 结构力学[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [2] 周远隶,徐君兰. 钢桥[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 王焕定. 结构力学[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [4] 陈绍蕃,顾强. 钢结构[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.

On the classroom teaching of structure mechanics course

GENG Shu-wei

(School of Civil Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, P. R. China)

Abstract: The structural mechanics is a difficult course and its classroom teaching is very important. Some efficient suggestions were introduced to prompt students' study efficiency in the paper. Memorizing shape constants and load constants was proposed for decreasing the difficulty in displacement method. Some problems in the following courses were put out as examples to solve students' questions in study which were useful to prompt students' study interest.

Keywords: structural mechanics; shape constant; example