

结构力学教学应用归纳对比法的探索

程 健, 翟清翠, 刘运生

(青岛理工大学临沂校区 土建工程系, 山东 费县 273400)

摘要:文章结合结构力学课程的教学实践,从与其他课程对比、课程同一章节内容归纳、不同章节的归纳对比、研究内容归纳四个方面出发,利用相应的典型实例阐述归纳对比法在结构力学教学中的具体应用。

关键词:结构力学;教学实践;归纳对比法

中图分类号:TU311-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2012)03-0111-03

结构力学是为土木工程类各专业学生开设的一门理论性、实践性较强的重要技术基础课程,对土木工程学生而言,其课程知识点多、理论性强、内容深涩难懂,因而在学习中一旦疏漏了某个环节,势必影响后续课程的学习。显然,充分调动学生的学习兴趣和积极性,让学生更好地掌握这门课程,是教学改革需要探讨的问题。

归纳对比法是学习结构力学的一个重要方法,是归纳法和对比法的综合运用,把归纳与对比两种方法结合,可以找出其课程的相同点与不同点,从而增强学生对知识整体的理解和学习,提高学生的学习效果。在教学中,教师可以从不同方面进行归纳对比分析,帮助学生将各知识点串通,找到知识点之间的区别与联系,达到简化、概括和记忆的目的,便于理解与掌握。

一、结构力学课程与其他力学课程进行归纳对比

结构力学是承接理论力学、材料力学进一步研究杆件结构的课程,与先修的其他课程之间有一定的联系和区别,学生对先修课程没有做过多的归纳与比较,因此,对结构力学课程的目的和意义不甚了解。在结构力学的授课过程中,要引导学生从结构力学课程与其他力学课程的研究对象、内容以及方法等方面进行归纳对比分析,使学生明确该课程的学习内容和作用,从而激发学生的学习兴趣和积极性。例如,在讲授静定结构受力分析画静定平面刚架弯矩图时,可以与材料力学进行对比分析^[1]。结构力学与材料力学相比,轴力和剪力的符号规定两者一致,即轴力以拉力为正,剪力以绕微段隔离体顺时针转者为正,反之为负;而弯矩正负号规定则不完全相同,材料力学中规定弯矩使杆件下部受拉时,弯矩为正,反之为负,弯矩图注明正负号,而结构力学中不规定弯矩正负号,但弯矩图的纵坐标应画在杆件受拉纤维一边,不注明正负号,如图1所示。在进行归纳对比时,进一步说明将更有利于学生理解。

收稿日期:2012-02-21

作者简介:程健(1981-),男,青岛理工大学临沂校区土建工程系助教,主要从事力学、地质研究,(E-mail)wlhcj@163.com。

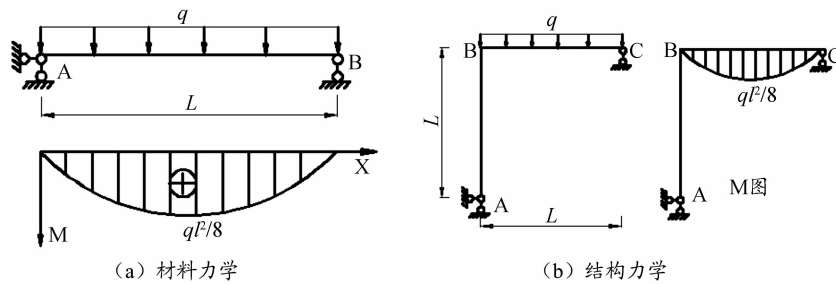


图1 弯矩正负号的规定

进一步解释其原因:这两门课程关于弯矩的正负号规定是统一的。材料力学中取一平行于梁轴线的横坐标 x , 表示横截面的位置, 以纵坐标表示各对应横截面上的弯矩, 纵坐标向下为正, 弯矩就是使下边缘受拉的为正, 因此, 梁的弯矩为正则画在下侧, 即下侧纤维受拉, 反之梁的弯矩为负则画在上侧, 即上侧纤维受拉; 而结构力学弯矩图的纵坐标应画在杆件受拉纤维一边, 和材料力学的弯矩图一致。

二、同一章内容进行归纳对比

结构力学内容较多, 在每一章讲授完后, 可以对本章的知识点进行归纳对比, 这样有利于学生及时理解和掌握知识点间的逻辑关系, 从而更好地掌握此章内容。例如, 在讲授虚功原理与结构位移计算时, 可以从公式上对本章内容进行归纳对比分析, 如静定结构位移计算时所采用的不同公式进行对比^[1], 如表1所示。

表1 结构位移计算公式

公式名称	公式	适用范围
位移计算的一般公式	$\Delta = \sum \int \overline{F}_N du + \sum \int \overline{M} d\varphi + \sum \int \overline{F}_s \gamma ds - \sum \overline{F}_{Rk} C_k$	各类结构各种原因引起的位移
荷载作用下的位移计算	$\Delta = \sum \int \frac{\overline{M} M_p}{EI} ds + \sum \int \frac{\overline{F}_N F_{NP}}{EA} ds + \sum \int \frac{k \overline{F}_Q F_{QP}}{GA} ds$	荷载引起的位移
图乘法	$\Delta = \sum \int \frac{\overline{M} M_p ds}{EI} = \sum \frac{A y_0}{EI}$	EI 为常数的直杆段且 M 图有一个为直线
温度作用时的位移计算	$\Delta = \sum \frac{\alpha \Delta t}{h} A_{\overline{M}} + \sum \alpha t_0 A_{\overline{F}_N}$	温度引起的位移

通过表1的归纳对比, 可以让学生对静定结构位移计算公式和每个公式的适用范围有清晰的认识, 有助于学生记忆, 进一步加深学生对公式的理解和掌握。

三、不同章节内容进行归纳对比

由于结构力学中知识点难以掌握, 往往在结构力学的教学过程中, 需要将不同章节的知识点进行对比分析, 这样能达到更好的教学效果。例如, 在讲授力法和位移法求解超静定结构时, 教师可以进行对比分析^[2], 如表2所示。

表2 力法和位移法的比较

	位移法	力法
求解依据	综合应用静力平衡、变形连续及物理关系这三方面的条件, 使基本体系与原结构的变形和受力情况一致, 从而利用基本体系建立典型方程求解原结构	
基本未知量	独立的结点位移, 基本未知量与结构的超静定次数无关	多余未知力, 基本未知量的数目等于结构的超静定次数
基本体系	加入附加约束后得到的一组单跨超静定梁作为基本体系。对同一结构, 位移法基本体系是唯一的	去掉多余约束后得到的静定结构作为基本体系, 同一结构可选取多个不同的基本体系
典型方程的物理意义	基本体系在荷载等外因和各结点位移共同作用下产生的附加约束中的反力(矩)等于零。实质上是原结构应满足的平衡条件。方程右端项总为零	基本体系在荷载等外因和多余未知力共同作用下产生多余未知力方向的位移等于原结构相应的位移。实质上是位移条件。方程右端项也可能不为零

续表

	位移法	力法
系数项的物理意义	r_{ij} 表示基本体系在 $Z_j = 1$ 作用下产生的第 i 个附加约束中的反力(矩)	δ_{ij} 表示基本体系在 $X_j = 1$ 作用下产生的第 i 个多余未知力方向的位移
自由项的物理意义	R_{ip} 表示基本体系在荷载作用下产生的第 i 个附加约束中的反力(矩)	Δ_{ip} 表示基本体系在荷载作用下产生的第 i 个多余未知力方向的位移
方法的应用范围	只要有结点位移,就有位移法基本未知量,所以位移法既可求解超静定结构,也可求解静定结构	只有超静定结构才有多余未知力,才有力法基本未知量,所以力法只适用于求解超静定结构

通过表 2 的对比分析,学生对力法和位移法求解超静定结构问题有了更深刻的本质理解,也就更容易掌握。

在结构力学不同章节中有很多例子,这种看似不相关的知识点,通过归纳对比分析,既能发现两者的相同点,又能深刻理解两者之间的本质区别。教学实践表明,在结构力学课程教学中合

理利用归纳对比法能起到事半功倍的效果。

四、结构力学研究内容的归纳对比

结构力学课程整体涉及的内容比较多,求解的内容非常多。在讲授完课程后,需要从不同角度对课程内容进行归纳对比。图 2 是从结构力学研究内容的角度进行归纳对比^[1]。

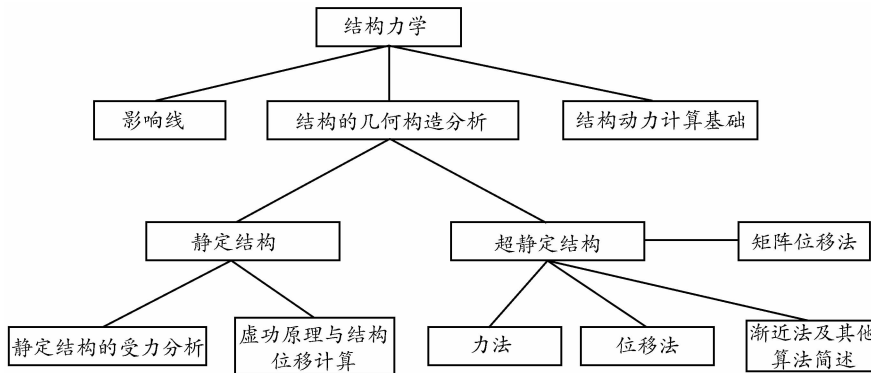


图 2 结构力学研究内容

通过图 2 学生可以充分认识到结构力学的研究内容,以及研究内容各章节之间的大体关系,而且对各章节来说还有更多的联系需要学生继续发掘,这样更有利于学生理解课程内容。

五、结语

归纳对比法在结构力学课程教学过程中的应用就是将零散的知识、复杂的内容整理成提纲或图表,使之形成知识点、知识线、知识网,通过分析对比,找出点线之间存在的异同,串联结构力学中的内容,从而利于加深学生对所学知识的理解和记忆,增进学习兴趣,提高学习效率;通过归纳对比能引导学生善于观察,勤于思考,养成良好的学习方法,提高学生

素质^[3]。

当然,采用归纳对比法的最终目的是让学生在理解基本概念、培养一定计算能力的基础之上,灵活掌握各个知识点,并注意各知识点之间的有机联系,使书本上的知识真正成为属于自己的、能为自己所应用的知识。

参考文献:

- [1] 龙驭球,包世华. 结构力学 I [M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 阳日. 结构力学[M]. 北京:高等教育出版社,2005.
- [3] 刘章军. 弹力学教学中的归纳对比法实践[J]. 高等建筑教育,2009,18(6):49-51.

Inductive and comparative methods in structural mechanics teaching

CHENG Jian, ZHAI Qingcui, LIU Yunsheng

(Civil Engineering Department, Qingdao University of Science and Technology Linyi, Feixian, Shandong 273400, P. R. China)

Abstract: Based on the teaching practice of structural mechanics, we discussed on the application of inductive and comparative methods in structural mechanics teaching from four aspects, which were comparison of the course and other courses, content conclusion of a chapter, conclusion and comparison of different chapters, and conclusion of research contents. We also used corresponding typical examples to elaborate the inductive and comparative methods in structural mechanics teaching.

Keywords: structural mechanics; teaching practice; inductive and comparative methods (编辑 周沫)