

13

32-33

将计算机方法引入结构力学的认识和实践

赵更新

(重庆建筑大学 建工学院, 重庆 400045)

04-41

【关键词】结构力学; 计算机方法; 程序设计

教材改革

【摘要】本文从教材体系和讲述方法二方面介绍了笔者所编教材《杆系结构分析程序设计》的特点, 以及用此教材进行教学实践的体会。

【中图分类号】G642.421

【文献标识码】A

【论文编号】1005-2909(2000)02-0032-02

Understanding and practice of introducing computer methods in structure mechanics

ZHAO Geng-xin

(Faculty of Civil Engineering, Chongqing University of Architecture and Civil Engineering, Chongqing 400045, China)

Key words: structural mechanics; computer methods; programming

Abstract: The author had written a textbook 'Program Design of Matrix Analysis of Members Structures'. In this paper, characteristic of the textbook system and teaching methodology, and realization in use of the textbook will be introduced.

将计算机方法引入结构力学课程, 是结构力学课程改革的主要方向。笔者编写的教材《杆系结构分析程序设计》(电子科技大学出版社, 1998年1月)就体现了这一改革方向。

一、问题的提出

由于计算机的迅速发展, 从七十年代末开始, 在结构力学课程中增加了结构矩阵分析的内容。受当时客观条件限制, 一般只讲基本原理, 不涉及程序设计, 更谈不上上机操作。教学方式还是以手算为主, 数字繁琐、枯燥、乏味, 学生的学习兴趣不大, 因此教学效果很不理想。到八十年代中期, 计算机的迅速普及使结构矩阵分析结合计算机进行教学有了物质基础。那时出版的结构力学教材, 大都在书末附录中给出了平面刚架静力计算程序, 这无疑是一个很大的进步。但是, 教材中关于矩阵位移法基本原理和步骤的内容与附录中的程序不挂勾。这种教学方式, 只能使学生对数据填写格式及输出结果有所了解, 而对矩阵位移法的计算过程在计算机上是如何自动实现的并不清楚。并且, 绝大多数学生都不去阅读源程序, 致使学生普遍看不懂程序, 更谈不上自己动手修改或编写程序。九十年代初, 许多学校将

矩阵位移法从结构力学中分离出来, 单独开设结构分析程序设计课程。该课程现有教材的编写体系都是一样的, 即对连续梁、桁架和刚架等几种结构形式都讲述一篇矩阵位移法的计算过程, 然后给出每种结构的源程序。由于矩阵位移法对不同形式结构的计算过程是大同小异, 因此这种体系的教材内容重复较多, 也不利于能力培养。

二、体系上的改革

为了减少课堂讲授学时, 培养学生的自学能力和动手能力, 笔者所编教材《杆系结构分析程序设计》在教材体系的改革方面进行了探索和尝试。

第一章介绍了学习程序设计的目的及结构化程序设计的指导思想和一般步骤。

第二章是本书的基本内容, 结合最典型的杆系结构平面刚架, 详细讲述矩阵位移法的基本原理、计算步骤及其程序设计。包括支承条件的后处理法和先处理法, 前者详细阐述, 而对后者只介绍与前者的不同之处。对这两种方法都给出了相应的源程序。这两个程序都是基本原理和计算公式的直接实现, 不追求程序设计技巧。例如结构刚度矩阵均采用满阵存储方式, 目的是突出最基本的概念、原理和程序

【收稿日期】2000-3-25

【作者简介】赵更新(1947-), 男, 江西南昌人, 重庆建筑大学副教授, 硕士, 从事结构力学研究。

设计方法,并根据学生在编写程序时最容易出错的数据传递问题,结合实例讲述了主程序与子程序及各子程序之间的模块接口设计问题。

第三章将基本内容向纵深发展,对第二章的两个程序进行改进和功能扩展,介绍结构分析程序设计的常用技巧及实际工程问题的处理方法。主要内容有输入数据的简化,结点位移分量编号的自动生成,结构刚度矩阵的二维等带宽存储和一维变带宽存储,支座位移和温度变化问题的处理,多种荷载工况和单元指定截面的内力计算等。其中一部分内容给出了相应的子程序,有的仅给出框图,子程序留给学生完成,并要求上机调试。本章最后给出了一个改进的平面刚架程序,是本章内容的综合应用,有助于提高初学者的程序设计能力。

第四章是基本内容的横向发展,将矩阵位移法应用于连续梁、桁架及交叉梁系等结构的分析。由于矩阵位移法对不同形式结构的计算过程是大同小异,故本章主要讲述连续梁、桁架、交叉梁等与平面刚架分析的不同之处,而不叙述分析的全过程;并给出了详细的程序设计要点,学生应用第二章的基本内容和第三章的若干技巧,不难将平面刚架程序改编成连续梁、桁架或交叉梁系结构分析程序。这样既突出了各种结构分析的特点,利于加深理解,又节省了学时。

第五章是动力问题的矩阵分析及程序,主要介绍了动力问题矩阵分析的基本原理、框架结构自振周期和振型的计算程序,以及用振型分解反应谱法计算框架结构水平地震作用的程序。

第六章是线性代数方程组的解法及程序,包括高斯消去法和三角分解法。

第七章是矩阵特征值及特征向量的计算,主要有幂法和雅可比法。考虑到有计算方法等先修课程的基础,这一章和上一章的内容可让学生自学。书中对所介绍的每种数值计算方法的适用条件、计算公式的来龙去脉以及怎样在计算机上实现均有交代,对每种方法均给出详细框图及相应子程序,对子程序中的关键语句还给出解释,以利于学生自学。

第八章是程序调试,除介绍程序的静态检查和动态调试的一般方法和步骤外,还针对学生在上机操作中的常见问题和困难,介绍了结构分析程序的查错方法。这一章的内容可让学生自学。

三、讲法上的优选

1. 教材按举一反三的原则编写。“举一”是结合平面刚架,讲细、讲透矩阵位移法的基本原理和分

析全过程;“反三”是对连续梁、桁架、交叉梁等结构,只讲其特点及单元分析,学生就可按与平面刚架相同的步骤进行计算。

2. 将矩阵位移法与程序设计相结合进行教学。如果采用在讲完矩阵位移法的全部理论后才与程序结合的方法,试想,一个约 300 条语句的长程序突然摆在学生面前,怎不会使学生望而生畏,致使多数学生都没有信心将程序通读一遍。笔者采用一节原理、一个相应子程序的编写方式,把各子程序分散在教材的各节中,每次课出现在学生面前的只有一、二个子程序,这样难点分散,学生易于接受,学习兴趣越来越大。

3. 教学程序按照“低起点、多台阶、分散难点、循序渐进”的原则编写。教材的第一个教学程序应简明,直接体现矩阵位移法的基本原理,而不追求编程技巧。例如总刚采用满阵存储而不采用等带宽存储,就是为了突出“对号入座”这个关键步骤在计算机上是如何实现的。对于初学者来说,这是基本的、第一位的,而存储方式的改进则是第二位的。第一个教学程序的技巧性太强,会使学生失去信心,结果反而什么也学不到手。

4. 采用基本原理、程序设计、上机操作三者紧密结合的教学方式,将基本原理落实到程序设计和上机操作上。在教材中列出矩阵位移法的数字例题仍是必要的,但只要要求学生用手算完成一、二道包括矩阵位移法全过程的习题,以加深对原理的理解和熟悉计算步骤。手算作业与上机作业相比,应以上机作业为主。同时,应针对矩阵位移法的基本概念和程序设计中的问题,编写一些是非判断题、选择题、填空题,以促使学生深入钻研教材和思考问题。

5. 关于程序设计,教材按“用、读、改、编”的顺序逐步推进。第一步在讲述矩阵位移法的原理之前,安排学生使用教学程序上机算题,使学生了解程序输出数据的方法和标识符,为下一步阅读程序作准备。第二步是要求学生逐句逐段读懂源程序,由于整个程序是结合原理逐步介绍给学生的,因此读懂程序的目的就容易达到,并通过适当的上机作业来检验。第三步是改进程序和扩大功能,教材上介绍其原理和框图,由学生写出子程序并上机调试,在查找和改正错误的过程中,既培养了动手能力,又加深了对基本理论的理解。第四步是引导学生模仿平面刚架教学程序,自己编写连续梁、桁架或交叉梁系等结构的分析程序,使学生得到程序设计的综合训练。

【责任编辑:欧阳雷梅】