

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2013.06.025

流程图法在混凝土结构设计原理教学中的应用

王亚军^{a,b}, 马亚维^{a,b}, 杨文伟^{a,b}

(兰州大学 a. 土木工程与力学学院; b. 兰州大学西部灾害与环境力学教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要:混凝土结构设计原理课程信息量大、综合性强、理论性与实践性并重,使得这门课的教学和学习都具有较大难度。文章分析了混凝土结构设计原理课程的特点,在介绍流程图符号的基础上,引入流程图教学法,阐述了在混凝土结构设计原理课程教学中使用流程图法的方法和步骤。最后,以弯剪扭构件的设计为例,说明在混凝土结构设计原理教学中使用流程图法的良好效果。

关键词:流程图; 混凝土结构; 教学; 设计原理

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1005-2909(2013)06-0100-04

“流程图”是计算机程序设计中表示程序算法的方法,它用几何图形、连线、箭头及文字说明来描绘计算及处理过程的程序流程。为了扩大流程图的应用范围,将流程图的定义推广为对某一个问题的定义、分析或解法的图形表示,图形中用各种符号来表示操作、数据、流向以及装置等。用流程图描述某一项活动所遵循顺序的图示方法称为流程图法。在教学实践活动中,由于流程图法能够清楚、直观地表达某一项活动的流向,在数学、医学等学科的教学已有应用^[1-2]。在教学中教师为了讲解某个知识点,往往用简单的图形配以符号表达较为复杂或难懂的问题,这其实也是流程图法在教学中的体现。

混凝土结构设计原理是土木工程专业的一门重要课程,是后续专业课的基础,因此,该课程的教学对于土木类专业非常重要^[3-4]。学习该课程一方面需要掌握大量的理论知识,开展反复的试验研究,另一方面还要考虑现行设计规范^[5]和工程实践对构造要求。由于混凝土结构构件的设计步骤多、情况复杂,普通教学方法难以清晰、直观地反映设计流程和步骤。文章将流程图法引入课程教学中,使教学过程更加直观、清晰、明了。

一、混凝土结构设计原理课程的特点

(一) 课程内容概述

混凝土结构设计原理课程主要讲述钢筋混凝土结构基本构件的受力性能和设计计算方法,内容包括钢筋与混凝土材料的力学性能、结构设计方法、以及基本构件(受弯构件、受压构件、受扭构件、受拉构件)的受力性能分析、设计计

收稿日期:2013-06-13

基金项目:兰州大学教学研究项目(201217)

作者简介:王亚军(1978-),男,兰州大学土木工程与力学学院讲师,工学硕士,主要从事土木工程研究,

(E-mail) qawyj@lzu.edu.cn。

算和构造措施、正常使用阶段变形和裂缝的验算、预应力混凝土构件的原理与设计^[6-7]。学生在学习该课程之前已修完高等数学、材料力学、结构力学等课程。通过该课程的学习,一方面使学生掌握混凝土结构的基本概念、基本理论和基本设计计算技能,为学习后续的专业课奠定必要的基础,另一方面通过各个教学环节的培训和锻炼,培养学生的思维能力、逻辑推理能力,以及熟练运算能力和综合运用所学知识分析解决问题的能力。

(二)课程的特点

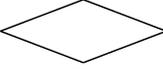
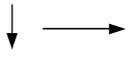
混凝土结构设计原理课程是一门理论与实践并重的课程。一些结构构件是在提出适当合理的假定和简化基础上,推导出其设计计算方法和公式,另一些结构构件以试验分析为基础,得出其设计计算方法,同时结构构件的设计还要考虑构造要求。课程概念多、内容多、公式多、构造规定多等特点,其学习方法与前期课程的学习方法有着较大不同。结构构件设计考虑的情况较多,如双筋矩形截面受弯构件设计时,存在受压钢筋已知和未知两种情况;受弯纵筋配筋率分为超筋、适筋和少筋三种情况;剪扭构件的设计分为剪扭共同作用、剪力忽略、扭矩忽略和剪扭均忽略等情况。

二、流程图法教学

(一)流程图符号说明

流程图是用一些符号来表示某个操作,读懂这些符号有助于理解所表达对象的含义,现将标准程序流程图符号表示的含义列于表1。

表1 流程图符号含义

序号	符号	名称	含义
1		起止框	流程的开始或结束
2		输入输出框	数据的输入或输出
3		判断框	不同方案的选择
4		处理框	具体任务的执行
5		流程线	动作的逻辑顺序,表示算法的执行方向
6		连接框	向另一流程图的出口或从另一地方的入口

(二)流程图法开展教学的方法及步骤

流程图法作为一种从程序语言衍生出的教学方法,是指将课程中的复杂结构设计按照程序规范编

制成具有一定逻辑顺序、体系化、规范化的图,使学生在流程图的过程中,理解并掌握复杂难懂的结构设计过程。流程图通过框图的连接把相对抽象的计算方法形象化,学生能够更加直观地理解整个结构设计过程。通过多年教学经验将教学中结构设计重点和难点提炼出来,用流程图法开展教学的具体实施步骤如图1所示。以矩形截面受弯构件的设计为例进行说明,设计分单筋矩形截面和双筋矩形截面设计两种情况,而双筋矩形截面设计又分为受压钢筋已知和未知两种情况。对每种情况的设计是在确定设计内容和步骤的基础上,编写每种情况的设计流程图,然后以矩形截面受弯设计为总线,将各分情况流程图衔接为一体,对流程图进行完善,最后将该流程图用于教学实践。

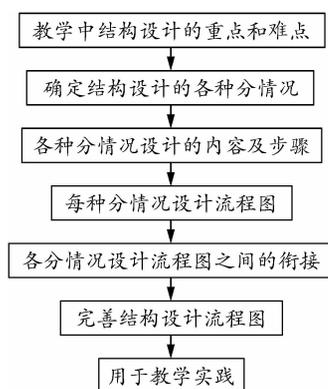


图1 流程图法开展教学的步骤

流程图法以公式和图形配以简单的文字来表达复杂的结构构件设计步骤、流程,可以清晰地描述相对复杂的设计过程和计算方法,其优点主要包括:符号规范,画法简单;结构清晰,逻辑性强;便于描述,容易理解。

三、示例教学

弯剪扭构件的设计是教学中的难点之一,包含受弯计算和剪扭计算,现以此为例说明流程图方法在教学中的应用。图2表示了弯剪扭构件的设计流程,大致可分为5个部分,首先是受弯的计算,二是截面尺寸的判断,三是确定截面设计内力,四是剪扭构件计算,五是配筋率验算。

在弯剪扭构件计算中受弯的计算与剪力扭矩的计算是分开的。第1步受弯计算指向流程1。第2步是截面的验算,在算得截面的塑性抵抗矩之后,按照 $\frac{V}{bh_0} + \frac{T}{0.8W_t} \leq V_{sc}$, 不等式是否成立判断截面是否可用。第3步是确定截面的剪力和扭

矩是否有可忽略的情况,如果扭矩可忽略,则指向流程2;如果扭矩不可忽略,则指向流程3;如果剪力和扭矩均较小,且判断 $\frac{V}{bh_0} + \frac{T}{W_t} \leq 0.7f_t$ 不等式成立,则按构造配筋,若不成立则指向第4步。第4步是

进行剪扭构件计算,计算出剪力和扭矩共同作用时抗扭承载力降低系数,并使其符合规范规定的要求。第5步是验算纵筋和箍筋的配筋率是否规范中最小配筋率的要求。

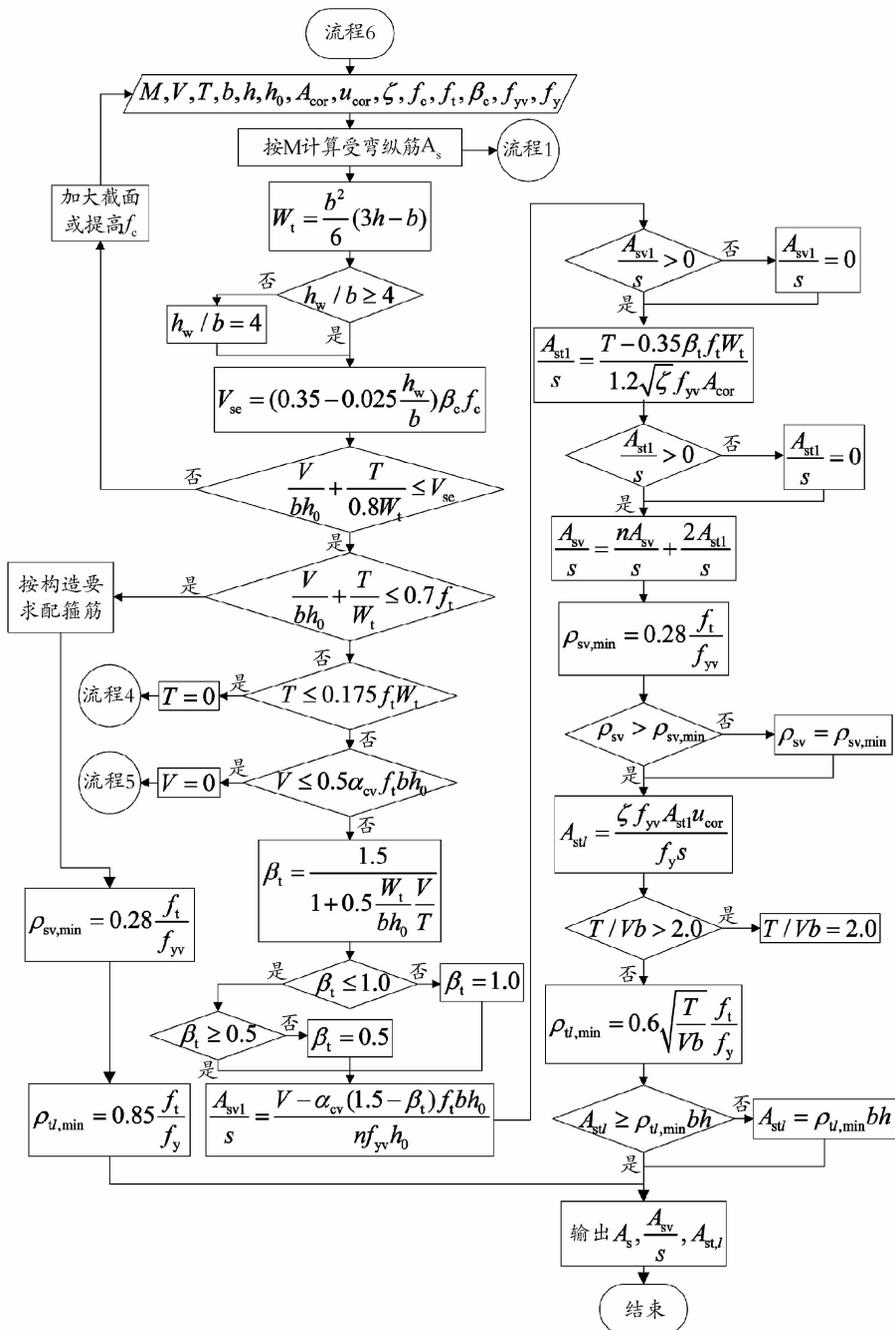


图2 弯剪扭构件设计流程图

通过学习弯剪扭构件的设计流程图,学生可以分清弯剪扭构件设计时的各种情况,掌握设计参数的取值及范围,提高求解题目的正确。

四、结语

目前程序设计或与之相关的课程已经成为大部分理科学生的必修课程,学生已经掌握了流程图的

相关知识。在混凝土结构设计原理课程里还有很多这样可以结合流程图讲述的例子,如受弯构件配筋设计、斜截面抗剪承载力设计、受压构件配筋设计等。混凝土结构设计原理课程教学中,采用“流程图”来揭示混凝土结构构件设计轨迹的层次关系,具有直观、简单、对比明显、清晰易懂的特点,学生也更

容易掌握知识点。

值得一提的是结构构件的设计计算可以借助计算机程序通过编程来实现,学生在掌握编程语言的基础上,通过流程图熟悉设计计算步骤,就可用程序来完成较为复杂、繁琐的计算过程。这样能有效地激发学生的学习兴趣,提高学生的创新能力。

参考文献:

- [1] 邵丹. 程序流程图在高等代数教学中的应用[J]. 数理医药学杂志. 2009, 22(5): 607-609.
[2] 崔莉, 陈鹏, 王霞. 心跳骤停抢救流程图在急症科教学中

的实施[J]. 护理学杂志. 2004, 19(23): 50-52.

- [3] 于向东. 大土木的混凝土结构设计原理教学探讨[J]. 高等建筑教育, 2005, 14(3): 52-53.
[4] 顾祥林, 姜超, 林峰. 钢筋锚固长度与钢筋混凝土梁的抗弯承载力[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(1): 86-89.
[5] GB50010-2010 混凝土结构设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
[6] 滕智明, 朱金铨. 混凝土结构及砌体结构: 上册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
[7] 沈蒲生. 混凝土结构设计[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2012.

The application of flowchart method for design principle of concrete structure

WANG Yajun^{a,b}, MA Yawei^{a,b}, YANG Wenwei^{a,b}

(*a. School of Civil Engineering and Mechanics; b. Key Laboratory of Mechanics on Disaster and Environment in Western China, The Ministry of Education of China, Lanzhou University, Lanzhou 730000, P. R. China*)

Abstract: The concrete structural design principle is one of the most important courses for civil engineering. It has several characteristics such as large amount of information, comprehensive, lay equal stress on theory and practice. All of the factors make it very difficult for both teaching and learning. In this paper, the characteristics of concrete structure design principle course were analyzed; then, the flow chart method was introduced on the basis of introducing the flowchart symbol and the basic structure. Then, the feasibility of using flow chart method to display the key content of concrete structural design principle was proofed. Finally, take design of torsion-shear-bending member as an example, it proofs that using flow chart method in teaching important and difficult points of concrete structure design principle can produced a better effect.

Keywords: flowchart; concrete structure; teaching; design principles

(编辑 梁远华)