

工程软件在桥梁工程教学中的探索和应用*

李晓莉 范颖芳 王东升 杨刚

(大连海事大学道路与桥梁工程研究所 辽宁 大连 116026)

摘要 从应用型人才培养的需要出发,提出在桥梁工程本科教学中,将工程软件教学与桥梁理论授课相结合,在课程设计和毕业设计中分别加以实践,使学生熟练掌握桥梁专业软件的使用。通过桥梁工程课程体系和内容的合理规划找到理论教学与工程软件教学的结合点,在桥梁工程课程设计中以梁桥和拱桥计算为例,初步实现工程软件的应用,最后通过毕业设计环节,强化软件使用,使学生能够运用工程软件进行复杂的实际工程的计算分析。

关键词 工程软件;桥梁工程;课程体系;课程设计;毕业设计

Exploring and Application of Engineering Software in Teaching of Bridge Engineering

LI Xiaoli FAN Yingfang WANG Dongsheng, YANG Gang

(Institute of Road and Bridge Engineering, Dalian Maritime University, 116026, Dalian, China)

Abstract: In undergraduate course of bridge engineering for require of train applied person with ability engineering software and theory prelection should be integrate and practice of engineering software should be in course design and project, so students will able to expertly use software. Engineering software teaching and theory prelection are integrated by logical layout of course system and contents. According to count of girder and arch bridge, use of engineering software will come true in course design of bridge engineering and finally will be consolidated in project, and students can analyze complicated engineering using engineering software.

Keywords: engineering software; bridge engineering; course system; course design; graduate project

随着计算机水平的发展和桥梁结构的日趋复杂性,工程软件在桥梁工程中的应用越来越广泛,已经成为桥梁结构设计、施工、检测、加固的主要计算分析工具。对于将来从事桥梁结构方向工作的大学生来讲,通过专业课程的学习掌握一门桥梁工程软件,对其提高职业技能、从容面对就业将是大有裨益的。

桥梁工程是土木工程专业交通土建方向的一门主干专业课,桥梁工程涉及的知识面比较广,除了如结构力学、材料力学、理论力学等力学知识之外,它还与钢筋混凝土结构设计原理、钢结构等专业基础课关系密切,还有桥梁施工方面的一些知识。知识点多、公式多、覆盖面广、前后内容连续紧密、对基本概念和基本理论的理解要求较高是桥梁工程的特点,其教学目的就是通过理论和实践授课,使学生能够系统掌握桥梁工程的基本理论、构造原理、设计计算方法和施工方法,能够运用这些基本知识去进行桥梁结构方案的比选、设计和计算。在我校,目前还未开设桥梁电算课程,学生鲜有机会接触工程软件。为了能让学生在掌握桥梁工程基本理论知识的同时,也能够掌握一种桥梁工程软件,强化实践教学,综合运用基本理论,我们将在桥梁工程的教学过程中,逐步地将工程软件的应用渗透到日常授课中,通过课堂教学、课程设计、毕业设计这三个环节的实践,使学生能够熟练运用工程软件解决实际桥梁工程的设计计算问题。

* 课题资助:大连海事大学校级教改资助项目(2009Y10)。

作者简介:李晓莉(1977—),女,辽宁人,博士,讲师,从事桥梁工程教学和科研工作。

1 桥梁工程课程体系和内容合理规划

针对各章节特点确定理论基础知识和工程软件结合点,实现其在理论教学中的渗透。桥梁工程课程的课堂教学内容体系精练成五个部分即桥梁工程总论、梁桥、拱桥、支座与墩台以及其他大跨桥梁等。第一部分主要讲授桥梁的基本概念、组成与分类、规划设计的程序与方法、桥梁荷载以及桥面构造等各类桥梁的共性内容;第二、三部分主要分别讲授桥梁工程最常见的梁桥(主要是简支梁、板桥和连续梁桥、预应力混凝土连续刚构桥)和拱桥上部结构的组成和特点、构造原理、设计计算以及施工工艺等,是本课程的重点部分;第四部分主要讲授桥梁下部结构墩台和支座的构造和设计计算;第五部分结合现代桥梁建设的新成就,主要讲授斜拉桥、悬索桥及组合体系桥梁等大跨度桥梁的构造特点、设计计算以及施工方法的要点等。这五个部分教学内容重点突出、层次鲜明,既涵盖了桥梁工程主要概念与设计理论又不乏现代大跨桥梁设计与施工知识,为后续的大跨度桥梁、桥梁抗震等选修课程的教学奠定了知识基础。

根据课程体系的特点和要求,我们拟在第二、三、五部分,将工程软件的使用渗透到课堂教学中。第二部分讲授梁桥的空间计算理论,引入了横向分布系数 m ,将复杂的空间计算问题通过合理简化,转化为平面问题,学生可以通过手算和查表,计算简支梁、板桥的内力和位移,通过手算计算横向分布系数 m 的方法有杠杆原理法、刚性横梁法、横向铰接梁(板)法、横向刚接梁和比拟正交异性板法。但这种简化为平面的计算是在一定的假定前提之下才成立,空间影响面双值函数必须能分离成两个单值函数的乘积,即用一个近似的影响面来代替实际的内力影响面。如若双值函数不可分离,则此法失效,前面的计算横向分布的方法都不能使用,而且,这些计算方法一般只适合简支梁桥的计算,对于连续梁更为复杂,对于拱桥的横向分布系数的计算更是无能为力。因此,对于超静定梁桥或其他体系桥梁,我们可以用工程软件来建立桥梁的横向分析模型,得到任意截面位置的内力、位移影响线,在影响线上布载求横向分布系数 m 。对于简支梁桥,我们也可以通过建立横向分析模型,求得横向分布系数,将求得的结果与教材中介绍的手算和查表结果加以比较,分析两种求解方式计算结果的差别,深刻领会空间计算原理的精髓。我们将在课堂上对连续梁横向分析模型进行加载求解,演示计算过程,并查看后处理计算结果,对跨中、支点等关心截面位置,求出 m 值,与简支梁做比较,分析不同体系桥梁横向分配系数的差异。通过演示,我们也可以将软件中结构加载的方法和步骤、查看计算结果的方法介绍给学生,使其对工程软件的使用有一个初步了解。在第三部分拱桥的讲授过程中,我们将把使用工程软件与讲授基本理论的结合点放在合理拱轴线的确定上。合理拱轴线的确定是拱桥设计的重点,它与拱轴受力密切相关。以最常见的悬链线拱桥为例,教材中介绍的实腹式和空腹式悬链线拱桥的拱轴确定方法采用的都是逐次逼近法,需要用手算和查表来实现,而且只是通过拱轴上少数几个点(如拱脚、1/4点、拱顶)来逼近恒载压力线,这就可能存在拱圈在荷载(活载)作用下,某些截面的压力线与拱轴线偏差太大的情况,从而引起过大的偏离弯矩,对拱圈受力不利,因此通过手算和查表来确定拱轴存在局限性。随着拱桥跨径的不断增大,对拱轴的合理性要求也越来越高,我们可以通过工程软件来实现这一目标。通过工程软件建立拱轴线模型,将五点重合法建立的拱轴作为初始拱轴曲线,通过程序自动叠加调整曲线,使截面合力偏心趋于均匀的方法来拟合拱轴线,优化拱轴,达到拱轴受力的合理性要求。通过这个拟合、调整的过程,可以使学生对合理拱轴的概念深刻理解,对使用软件来解决类似问题的步骤和方法有了基本认识。在大跨度桥梁的结构分析中,我们拟在讲授第五部分斜拉桥章节时,把斜拉桥四个基本体系的受力分析教学作为与工程软件使用的结合点。按照塔、梁、墩相结合的方式,斜拉桥的结构体系可以分为漂浮体系、半漂浮体系、塔梁固结体系和刚构体系。教学中对四个基本体系的受力一一作了分析,包括活载、温度、收缩徐变等。课堂教学发现,这种课本语言的介绍性叙述,很难让学生对其受力特点有深刻认识,对此,我们将用工程软件建立四种斜拉桥基本体系的计算模型,通过影响线加载分析活载作用下各体系的塔、梁受力特点;通过定义温度荷载形式分析各体系在温度荷载作用下的主梁受

力；通过定义徐变收缩参数分析混凝土主梁的收缩徐变内力。在模型演示过程中，各受力构件的内力、位移图示可以形象直观地表达，从而加深学生对四种结构体系受力的认识，教学效果显著。另外我们在讲授第五部分组合体系桥梁时，将以梁拱组合体系为例，利用工程软件建立简支梁拱组合体系模型，将课堂上的理论教学成果与软件的直观演示结果相结合，授课效果显著。

2 正确处理桥梁工程理论教学与工程软件应用教学的关系

在有限的理论课时条件下，工程软件的教学要占去一部分课时，这势必造成课时紧张，教学任务可能完不成的结果。解决这个矛盾，我们必须处理好以下的问题：首先是理论授课课时的精简。理论课授课课时的精简有两方面要求：一方面要求教学内容的精减，另一方面要求授课老师对教学内容的熟练程度达标。教学内容的精减要求在理论授课时，将教材内容合理规划，在文章第一部分我们已经对教学内容作了宏观上的规划，同时必须找到理论讲授与工程软件授课的结合点，我们也已经举例说明。其次，对于讲授桥梁工程专业课的教师，要求其必须有较高的专业素养，对该门课程有丰富的教学经验，才能实现精讲、合理分配理论授课课时和软件教学课时的目标。

3 在课程设计中初步实现工程软件的应用

课程设计是检验学生对该门课程掌握程度的一次练兵，也为毕业设计打下了良好基础。桥梁工程这门课结束后，通常有两周左右的课程设计。课程设计的内容有梁式桥或拱式桥的设计。我们试图通过短期的强化培训，使学生初步掌握工程软件的使用。在梁式桥的设计中，我们让学生完成一座装配式简支梁桥的主梁、横梁、桥面板的设计计算任务。先让学生对设计的桥梁采用手算、查表得到计算结果。再通过工程软件建立主梁的横向分析受力模型，计算横向分布系数，与手算结果比较。对于结构比较特殊的主梁，无法通过手算来计算横向分配系数，我们主张学生直接采用软件来计算横向分布系数，然后通过手算计算内力。在拱式桥的设计中，采用同样的教学思路，不过拱桥的查表和手算较梁桥来讲复杂得多，但是我们也不主张完全使用软件实现，可以在确定某一参数的过程中用软件辅助求解，比如在求解拱的合理拱轴时，可以借助程序的迭代，快速方便地得到合理拱轴，然后要通过手算计算内力和位移。在课程设计的过程中，除了要初步实现工程软件的使用，更为重要的是必须教会学生初步判断软件计算结果的正确性，对机解结果有准确的判断。这就要求学生对基本理论掌握得比较扎实，这是使用工程软件的一项重要的也是最基本的要求。

4 在毕业设计中进一步掌握工程软件的使用

毕业设计是对大学四年所学课程的一次综合运用过程，它对设计者本身提出了更高要求。设计者必须独立完成一座桥梁的设计。本科毕业设计一般在12周左右，从方案的拟定到结构的分析计算，到最后的施工组织，这一环节是对基础和专业知识的掌握程度的一次检验。毕业设计的题目以实际工程为背景，我们拟以斜拉桥为例，使学生系统掌握工程软件的使用。从方案比选到结构分析计算，都要使用工程软件来实现。指导教师要系统指导工程软件的使用，通过课程设计的初步培训，学生已经初步掌握了软件的基本使用方法。通过毕业设计这一教学环节的训练，大部分学生可以熟练掌握工程软件的使用技巧，这对即将毕业的土木工程专业的学生而言，无疑为今后的学习实践或就业打下了良好的基础。

5 结论

工程软件在桥梁教学中的探索和应用是一项非常有意义的工作，它不仅体现了现阶段土木工程应

用型人才培养的迫切要求,对桥梁工程的教学方法改革也有较大的促进作用,我们将把体现时代要求的教学方式、教学要求的创新思想纳入到教学改革的实践中,为更多更好地培养符合时代要求的土木工程专业人才而努力探索。

参考文献

- [1] 张新军,彭卫兵.桥梁工程课程教学改革的探讨与实践[J].高等建筑教育,2008,17(6):72-75
- [2] 杨剑.桥梁工程软件教学的应用研究[J].长沙铁道学院学报(社会科学版),2009,10(1):68-72
- [3] 胡免溢,杜嘉.《桥梁工程》课程教学问题与对策[J].重庆交通学院学报(社科版),2002,2(2):87-91
- [4] 李学文,颜东焯.桥梁工程课程教学改革的实践与思考[J].交通高教研究,2001(1):76-77