

荷载与结构设计方法课的设置矛盾与对策

李富民, 夏军武, 杜健民, 常鸿飞

(中国矿业大学 建筑工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:荷载与结构设计方法课是现行土木工程专业教学计划中的一门专业基础课,是工程结构学架构中概念上相对独立和完整的一门课。由于这门课在内容上不具有良好的一致性和完整性,因而大量的前修课成为顺利完成该课程教学任务的必需要求,但该课的专业基础课定位又使这个要求不易实现。为此,作者探讨了解决此问题的长久之计,认为应该取消该课程,改设结构设计方法之专业课,内容包括荷载统计分析、抗力统计分析、结构可靠度分析以及概率极限状态设计方法,放在各结构设计类课及抗震课之后讲解;各类荷载的计算则由其他在内容上相关的课程解决;在长久之计尚未执行之际,作者还探讨了在当前条件下最大限度提高荷载与结构设计方法课教学效果的权宜之计,即调整教学目标,致力于从应用层面上讲授各种荷载的计算和结构设计方法,并通过大作业的考核,要求学生求解一个简单结构上的常见荷载计算以及荷载内力组合,使得考核兼具训练的功能,从而使学生较好地掌握这门课。

关键词:荷载与结构设计方法;工程结构学架构;前修课;矛盾;对策

中图分类号:TU3-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2007)03-0075-04

1998年全国高等教育本科专业调整以后,原建筑工程专业、交通土建专业、地下工程专业及矿山建设专业合并为土木工程专业,其课程体系设置也作了相应调整,增设了荷载与结构设计方法这门专业基础课。但是,几年来,在荷载与结构设计方法课程的教学过程中,笔者发现该课程的设置存在一些问题,使其教学过程面临困难。如何解决这些问题,笔者作了相关的探讨和实践。

一、工程结构学架构中荷载与结构设计方法课的内容及使命

荷载与结构设计方法课属于土木工程专业的基础课,它也是该专业中的一门结构类课程。在土木工程专业中,结构类课程应该包含哪些范畴?完成哪些任务?这些任务各由哪些课程去完成?弄清这些问题,则荷载与结构设计方法课的内容与使命也就清楚了。

图1所示为工程结构学的基本架构,它由5个方面组成,首先是“结构组建”(即选型与布置),组建依据包括建筑空间和设备要求、结构性能要求以及结构经验;结构组建好以后,就要受到多种“结构作用”的作用,包括自重作用、设备和人群的压力作用、风作用、车辆作用、土压力、水压力、温度及收缩作用、地震作用以及爆炸作用等等;有了作用以后,结构就会产生相应的“结构反应”,包括

收稿日期:2007-04-12

作者简介:李富民(1972-),男,甘肃静宁人,中国矿业大学建筑工程学院副教授,主要从事土木工程研究。

内力、变形、损伤以及位移、速度和加速度等；这些反应要受到“结构的抵抗”，抗力来自于强度、刚度和几何构成等方面；这4个方面组成工程结构学架构的基本单元，而要实现工程结构学的最终目标，必须通过相应的结构“设计方法”保证结构在一定程度上处于可靠的工作状态。

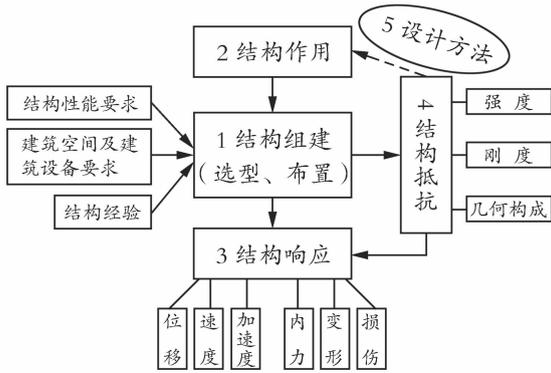


图1 工程结构学的基本架构

上述5个方面中，“结构组建”本身是一个综合的知识体系，需要对本专业各课程有了全面系统的学习后方能实现；“结构作用”要解决结构上作用的种类、作用方式、获取方法以及计算方法，这是荷载与结构设计方法课程中的一项主要内容；“结构反应”实际上就是结构分析，这是由各类力学课程来解决的；“结构的抵抗”主要由结构设计原理课程来解决；“结构的抵抗”如何以“结构反应”为中介抵抗“结构作用”，这是结构“设计方法”的内容，这也是荷载与结构设计方法课程中的一项主要内容。

如此一分解，土木工程专业结构类课程的组成与任务就清楚了，其中荷载与结构设计方法课程的主要知识体系和所要解决的主要问题也明白了，其在整个专业课程体系中的作用和使命也就清楚了。

那么，按照上述荷载与结构设计方法课程的作用和使命要求，现行的教学计划中将该课程按专业基础课定位的做法能否很好地完成这种要求？下面予以讨论。

二、荷载与结构设计方法课对前修课的要求及其与现有教学计划的矛盾

根据高等学校土木工程专业指导委员会制定的荷载与结构设计方法课的教学大纲，该课程所要求的前修课为结构力学、结构动力学及概率与统计。但实际上，要很好完成该课程的教学任务，还需要许多其他专业基础课甚至专业课的支撑。

(一)重力引起的竖向荷载计算

重力引起的竖向荷载包括结构自重荷载、土的自重荷载、雪荷载、车辆荷载、楼屋面活荷载及行人荷载。

在结构自重荷载、雪荷载、楼屋面活荷载及行人荷载的计算中，往往要将这些荷载计算到不同构件层次上，比如要设计双向板，需要将这些荷载计算到板面上成为面荷载；要设计单向板或梁，需要将这些荷载计算到梁（单向板也可看成梁）上成为线荷载，为此，需要知道建筑物的构造方法、结构体系及力的传递路径（尤其是双向板上力的传递路径），而这些知识有赖于房屋建筑学、各类结构设计以及板壳力学的知识，但这些课属于专业课，往往排在荷载与结构设计方法课的后面学习——矛盾由此而生。

在土的自重荷载计算中，需要知道土的物相构成、天然重度、饱和重度以及浮重度等概念，这些概念应在土力学课程里介绍，而土力学课又往往排在荷载与结构设计方法课之后，这给土的自重荷载计算带来了困难。

(二)侧压力计算

侧压力包括土的侧压力、水压力、波浪荷载、冻胀力以及冰压力。

土的侧压力计算是以土的材料性能和强度理论为基础的，因此，在未学习土力学课程之前学习土的侧压力计算，其效果就是“强人所难”。

水压力中的流水压力计算以及波浪荷载的计算需要以水力学或流体力学为基础，而许多教学计划中往往不易保证在荷载与结构设计方法课之前排设这些课，因而使流水压力及波浪荷载的教学遇到困难。

(三)风荷载计算

风荷载的计算需要知道空气流体的特性以及结构的动力响应特性，因而需要流体力学及结构动力学的支撑，目前的教学计划往往又不能保证将这些课程排在荷载与结构设计方法课之前，从而给风荷载的教学带来了困难。

(四)地震作用计算

地震作用的计算强烈依赖于地震基本知识、抗震设防知识以及结构动力响应知识，因而要求前修抗震工程课和结构动力学课，但这往往无法做到。

(五)其他作用计算

其他作用包括温度作用、变形作用、爆炸作用、

浮力作用、制动力、离心力以及预加力。

爆炸作用需要空气动力学的知识,但空气动力学课一般在本专业中不开,因而只能直接介绍爆炸作用的计算公式;预加力需要预应力的知识,但预应力的概念往往在混凝土结构设计原理课及施工技术课里讲解,而这两门课则往往排在荷载与结构设计方法课之后,因而给预加力的教学带来了困难。

(六) 荷载的统计分析

荷载统计分析中荷载效应的组合是以结构的极限状态及其实用设计表达式为基础的,因此不宜设在本章,应该设在结构的概率极限状态设计方法一章中。

另外,在抗力统计分析及结构的概率极限状态设计方法中,都需要结构抗力以及抗震方面的相关知识,而这个要求又往往不易实现。

总之,为了顺利完成荷载与结构设计方法课的教学,需要前修概率与统计、土木工程材料、土力学、流体力学、结构力学(包括结构动力学)、结构设计原理、房屋建筑学、各类结构设计以及抗震工程等。特别是概率与统计、土力学、结构动力学以及抗震工程,这些课程如果没有前修,则本课程中土的自重荷载、土的侧压力、风荷载、地震作用、荷载与抗力的统计分析、结构可靠度分析以及概率极限状态设计方法等内容的教学就只能是空中建楼。

三、解决矛盾之对策

显然,荷载与结构设计方法课对前修课的要求及其与现有教学计划的矛盾属于教学计划层面上的结构性矛盾,其根本解决思路应从结构调整入手,此乃“长远之计”;不过教学计划的结构性调整受到“惯性”的影响,不会在短期内解决,因而还需探讨当前条件下最大限度解决此问题的“权宜之计”。

(一) 长远之计

在工程结构学的基本架构下,各组成部分在概念上相对完整和独立。但是,教学活动的组织并不能完全按概念的完整性和独立性进行,因为一个完整的概念往往涉及许多领域的知识,比如荷载与结构设计方法,在工程结构学的基本架构下,它是一个相对完整和独立的概念,但所涉及的知识领域却很广,因而需要许多前修课内容的支撑。显然,按照概念的完整性和独立性进行课程设置在有些情况下会显得过于僵化和刻板,因而是不利于教学活动的组织的。

回顾 1998 年全国高等教育本科专业调整以前建筑工程专业的教学计划,其课程设置基本上遵循内容的一致性和完整性,尤其是结构类课程,比如,钢筋混凝土结构、钢结构、砌体结构、土力学与地基基础等,均是以一种典型的工程材料为主线,从材料性能、结构设计方法、构件抗力计算,直到结构体系设计,形成一套完整的内容体系,在教学上容易组织;再比如抗震工程课,从地震概念、抗震设防方法、地震作用或动力反应求解,直到各类工程结构的抗震设计,也形成一套完整的内容体系,在教学上容易组织实施。在这些教学计划中,与土有关的荷载及地震作用分别在土力学与地基基础课及抗震工程课上讲解;其他荷载并没有专门讲解,只是在有关课程中遇到后简单介绍其简化计算方法而已;结构设计方法分别在钢筋混凝土结构、钢结构、砌体结构以及抗震工程课里作简单讲解。显然,从荷载与结构设计方法的概念体系来讲,1998 年前的教学计划对此问题安排得不够系统,也有不必要的重复(比如结构设计方法在各类结构设计中都出现),但必要的内容(尤其是与土有关的荷载及地震作用)还是清楚的。

权衡 1998 年前后两套教学计划中的利弊,笔者认为,可以把现行教学计划中的荷载与结构设计方法课改为结构设计方法课(实际上,荷载与结构设计方法两部分内容在概念体系上也并不是充分相关的),后者仅仅介绍结构设计方法,内容包括荷载统计分析、抗力统计分析、结构可靠度分析以及概率极限状态设计方法,而不再涉及各类荷载的计算。结构设计方法课可以作为专业课,放在各结构设计类课及抗震课之后讲解。各类荷载的计算则由其他内容相关课程解决,比如与土有关的荷载在土力学课上讲解;与水有关的荷载在水力学课上讲解;地震作用在抗震工程课上讲解;风荷载及爆炸作用可在流体力学课上讲解,或与抗震工程课组成防灾减灾课;车辆荷载在桥梁工程课上讲解;其他间接作用(如温度作用、变形作用)在力学课上讲解;结构自重荷载、雪荷载、楼面活荷载本身比较简单,在毕业设计中可以轻易掌握,不必在课堂上专门讲解。如此一来,关于荷载与结构设计方法这部分内容所面临的矛盾就可以迎刃而解。

(二) 权宜之计

在课程体系改革尚未执行之际,中国矿业大学荷载与结构设计方法课程组探讨了在当前条件下最

大限度解决问题的“权宜之计”。

学校荷载与结构设计方法课的计划学时只有16学时,要在许多前修课未学习的前提下,在如此少的课时内给学生讲清楚这门课是相当困难的,一开始的课堂教学过程和试卷考试结果均反映出这一问题。针对这种情况,我们调整了教学目标,一改以前过分强调各种荷载的作用机理和计算公式推导(实践证明这种目标是不现实的),致力于从应用层面上讲解各种荷载的计算和结构设计方法,并把考核方式改为大作业考核,要求求解一个简单结构上的常见荷载计算以及荷载内力组合,通过大作业过程中学生的探索和老师的答疑,使得考核兼具训练的功能,从而使学生对这门课的应用有了较好的掌握。

四、结语

荷载与结构设计方法课是现行土木工程专业教

学计划中的一门专业基础课,由于其在内容上的广泛性,使得大量的前修课成为顺利完成该课程教学任务的必需要求,但专业基础课的定位又使这个要求不易实现。笔者从长远之计和权宜之计两方面对此问题进行了探讨,希望能起到抛砖引玉的效果,从而促进荷载与结构设计方法课乃至土木工程专业教学计划的改革。

参考文献:

- [1]李富民,耿欧.基于创造性工程人才培养的课堂教学实践[J].高等建筑教育,2005,14(4):1-4.
- [2]土木工程教育[EB/OL].<http://edu.zgtm.com/jy/jy.htm>.
- [3]白国良,刘明.荷载与结构设计方法(第1版)[M].北京:高等教育出版社,2003.

Contradictions and Countermeasures about the Curriculum of Load and Design Way of Structure

LI Fu-min, XIA Jun-wu, DU Jian-min, CHANG Hong-fei

(College of Architecture and Civil Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: The curriculum of load and design way of structure is a specialized foundation curriculum of civil engineering specialty. It's an absolute curriculum at concept in system of engineering structurology too. For lack of consistency and integrity at content, the curriculum needs a lot of preceding learning curriculums. But, the request is not easy to realize. So, the authors probe a permanent idea to solve the problem, that is: canceling the curriculum, offering a specialized curriculum of design way of structure. The curriculum of design way of structure include the contents such as statistics of loads, statistics of resistance, analyse of structure reliability, and design way with probabilistic ultimate state. The new curriculum arranges behind those curriculums of structure design and the curriculum of seismic restraint. The calculating of all manner of loads is arranged in the curriculums correlating with those loads at content. In addition, some makeshift ideas are presented before the permanent idea being put in practice. In the makeshift ideas, the aim is changed to teach the loads and design ways of structures only reaching the lay of application; the examine is an exercise, in which, the familiar loads and the combination of inner forces of a simple structure are required to calculate. Through this examine, students may master the application skills of this curriculum.

Key words: load and design way of structure; system of engineering structurology; preceding learning curriculum; contradiction; countermeasure