

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构/唐玉文,连丙主编. —南京:江苏凤凰教育出版社, 2015.7

ISBN 978-7-5499-5015-7

I. ①建… II. ①唐…②连… III. ①建筑结构—高等专科学校—教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 119317 号

高等职业教育建筑类专业“十三五”规划教材
书 名 建筑结构

主 编 唐玉文 连 丙
责任编辑 汪立亮 张 晨
出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏凤凰教育出版社
地 址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司
网 址 <http://www.ppve.cn>
经 销 凤凰出版传媒股份有限公司
照 排 江苏凤凰制版有限公司
印 刷 江苏凤凰扬州鑫华印刷有限公司
厂 址 扬州市江阳工业园蜀岗西路 9 号, 邮编: 225008
电 话 0514-85868855
开 本 787 毫米×1 092 毫米 1/16
印 张 23
字 数 572.8 千字
版 次 2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷
标准书号 ISBN 978-7-5499-5015-7
定 价 49.80 元
批发电话 025-83658830
盗版举报 025-83658873

图书若有印装错误可向江苏凤凰职业教育图书有限公司调换
提供盗版线索者给予重奖

高等职业教育建筑类专业“十三五”规划教材 建设委员会名单

主任：徐 彬(云南开放大学)

副主任：(按姓氏笔画排序)

马永军(重庆工商职业学院)

汪荣林(江西工程职业学院)

范家茂(合肥职业技术学院)

周晓龙(杭州科技职业学院)

姚志刚(安徽城建学院)

曹 明(上海开放大学)

委员：(按姓氏笔画排序)

万连建(扬州江海职业学院)

王晓玲(厦门城市职业学院)

江科文(重庆工商职业学院)

李 伟(成都广播电视大学)

李 煜(云南国防职业技术学院)

闫志港(宿迁泽达职业技术学院)

吴延风(厦门城市职业学院)

陈小茵(南京城市职业学院)

黄星华(江苏城市职业学院)

蔡丽丽(郑州信息科技职业学院)

徐德慧(广东理工职业学院)

唐玉文(合肥职业技术学院)

崔 辉(合肥职业技术学院)

梅 钰(江苏建课建设监理有限公司)

秘书长：谢 波(云南开放大学)

汪立亮(凤凰出版传媒集团职教出版中心)

前言



《建筑结构》是高等职业教育建筑类专业“十三五”规划教材之一,是根据新形势下高职高专建筑类专业教学改革的要求,结合精品课程“建筑结构”的教学经验进行编写的。

为体现高职院校的教学目标和学生的就业特点,本教材力求突出以下特色:

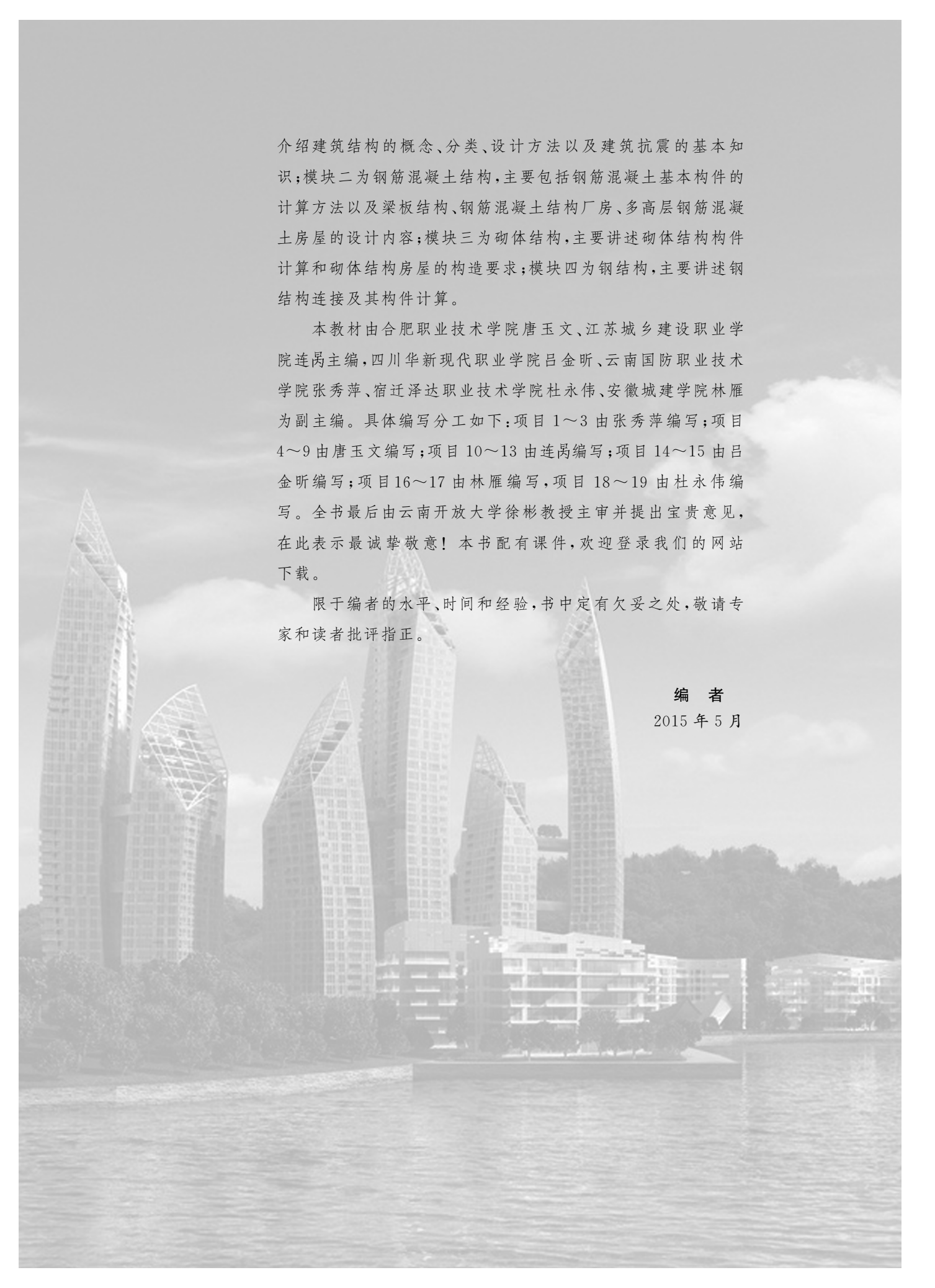
1. 淡化或减少结构计算,注重构造要求。本教材删除了和施工现场关系不大的一些结构计算。比如,框架结构计算、排架结构计算、砌体结构计算以及结构的抗震验算等内容,只保留了基本构件的计算,而对施工现场需求较多的结构构造要求作了较详细的叙述。特别是增强了多高层建筑中框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构以及砌体结构的构造要求。

2. 在本教材中贯穿了建筑抗震的基本理论与相关知识。我国是一个地震多发区,绝大部分地区都要进行抗震设防,尽管多数土建类高职院校都开设了“建筑抗震”课程,但是滞后“建筑结构”一个学期,或者把建筑抗震知识集中放在《建筑结构》最后一个章节。然而,学生在学习“建筑结构”时,并没有建筑抗震知识的基本概念。因此,把“建筑结构”和“建筑抗震”完全割裂开来是没有实际意义的。所以,本教材作了以上调整。

3. 采用以下国家最新颁布的规范、规程和图集:

- (1) 混凝土结构设计规范(GB 50010-2010);
- (2) 砌体结构设计规范(GB 50003-2011);
- (3) 建筑抗震设计规范(GB 50011-2010);
- (4) 高层建筑混凝土结构技术规程(JGJ 3-2010);
- (5) 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(11G101-1)。

本教材共分四个模块。模块一为建筑结构基本理论,主要



介绍建筑结构的概念、分类、设计方法以及建筑抗震的基本知识；模块二为钢筋混凝土结构，主要包括钢筋混凝土基本构件的计算方法以及梁板结构、钢筋混凝土结构厂房、多高层钢筋混凝土房屋的设计内容；模块三为砌体结构，主要讲述砌体结构构件计算和砌体结构房屋的构造要求；模块四为钢结构，主要讲述钢结构连接及其构件计算。

本教材由合肥职业技术学院唐玉文、江苏城乡建设职业学院连闯主编，四川华新现代职业学院吕金昕、云南国防职业技术学院张秀萍、宿迁泽达职业技术学院杜永伟、安徽城建学院林雁为副主编。具体编写分工如下：项目1~3由张秀萍编写；项目4~9由唐玉文编写；项目10~13由连闯编写；项目14~15由吕金昕编写；项目16~17由林雁编写，项目18~19由杜永伟编写。全书最后由云南开放大学徐彬教授主审并提出宝贵意见，在此表示最诚挚敬意！本书配有课件，欢迎登录我们的网站下载。

限于编者的水平、时间和经验，书中定有欠妥之处，敬请专家和读者批评指正。

编 者

2015年5月

目录



模块一 建筑结构基本理论

项目 1 课程介绍	(2)
课题一 建筑结构的概念	(3)
课题二 建筑结构发展与应用现状	(7)
课题三 课程学习目标及要求	(9)
项目 2 结构设计标准	(11)
课题一 结构设计的基本要求	(11)
课题二 荷载效应与结构抗力	(13)
课题三 概率极限状态设计法	(16)
课题四 耐久性设计	(26)
项目 3 建筑抗震设计基本知识	(30)
课题一 抗震基本概念	(30)
课题二 抗震设计要求	(33)

模块二 钢筋混凝土结构

项目 4 钢筋混凝土结构材料的力学性能	(40)
课题一 混凝土的力学性能	(40)
课题二 钢筋的力学性能	(44)
课题三 钢筋与混凝土之间的黏结	(46)
项目 5 钢筋混凝土受弯构件	(50)
课题一 受弯构件的一般构造要求	(50)

课题二	受弯构件正截面承载力计算	(55)
课题三	斜截面承载力计算	(73)
项目 6	钢筋混凝土受压构件	(85)
课题一	受压构件的构造要求	(86)
课题二	轴心受压构件的承载力计算	(88)
课题三	偏心受压构件正截面承载力计算	(92)
课题四	偏心受压构件斜截面受剪承载力计算	(99)
项目 7	钢筋混凝土受拉构件	(103)
课题一	钢筋混凝土轴心受拉构件	(103)
课题二	钢筋混凝土偏心受拉构件	(104)
项目 8	钢筋混凝土受扭构件	(107)
课题一	矩形截面纯扭构件承载力计算	(107)
课题二	矩形截面弯剪扭构件承载力计算	(110)
课题三	受扭构件的构造要求	(113)
项目 9	钢筋混凝土构件的裂缝及变形验算	(115)
课题一	裂缝宽度验算	(115)
课题二	受弯构件挠度验算	(118)
课题三	钢筋代换	(121)
项目 10	预应力混凝土构件	(124)
课题一	预应力混凝土的基本概念	(124)
课题二	施加预应力的方法及其锚具和夹具	(126)
课题三	张拉控制应力与预应力损失	(127)
课题四	预应力混凝土的材料及主要构造要求	(129)
项目 11	钢筋混凝土梁板结构	(132)
课题一	梁板结构理论	(133)
课题二	整体现浇钢筋混凝土单向板肋形楼盖	(135)
课题三	现浇整体钢筋混凝土双向板肋形楼盖	(155)
课题四	装配式楼盖	(157)
课题五	钢筋混凝土楼梯	(160)

项目 12 钢筋混凝土单层工业厂房	(169)
课题一 单层工业厂房的结构组成及受力特点	(169)
课题二 单层工业厂房的结构布置	(172)
课题三 钢筋混凝土厂房抗震构造要求	(179)
项目 13 多层及高层钢筋混凝土房屋	(187)
课题一 常用结构体系	(187)
课题二 多层和高层钢筋混凝土结构抗震设计一般规定	(191)
课题三 框架结构	(194)
课题四 剪力墙结构	(202)
课题五 框架-剪力墙结构	(207)

模块三 砌体结构

项目 14 砌体材料及其主要力学性能	(210)
课题一 砌体材料概述	(210)
课题二 砌体的受压性能和抗压强度	(216)
课题三 砌体的受拉、受弯和受剪强度	(219)
项目 15 砌体结构构件计算	(222)
课题一 无筋砌体构件承载力计算	(223)
课题二 配筋砌体构件承载力计算	(231)
课题三 砌体房屋静力计算方案	(233)
课题四 墙、柱高厚比验算	(237)
课题五 砌体房屋构造要求	(240)
课题六 砌体中的裂缝开裂的原因及防治措施	(247)
课题七 过梁、墙梁、挑梁及雨篷	(251)
项目 16 钢结构及钢结构材料	(259)
课题一 钢材的主要力学性能	(259)
课题二 建筑钢结构用钢材	(263)

模块四 钢结构

项目 17 钢结构的连接	(268)
课题一 钢结构连接概述	(268)

课题二	焊缝连接·····	(270)
课题三	普通螺栓连接·····	(290)
课题四	高强度螺栓连接·····	(298)
项目 18	门式刚架轻型钢结构 ·····	(307)
课题一	门式刚架轻型钢结构的特点与应用·····	(307)
课题二	门式刚架轻型钢结构的组成及布置·····	(309)
课题三	门式刚架轻型钢结构的节点构造·····	(314)
项目 19	钢屋盖结构 ·····	(321)
课题一	钢屋盖的组成及特点·····	(321)
课题二	轻钢屋架简介·····	(323)
课题三	网架结构简介·····	(331)
附录	·····	(338)
附表 A	混凝土部分附表·····	(338)
附表 B	钢结构附表·····	(355)
参考文献	·····	(358)

模 块 一

建筑结构基本理论



学习目标

知识目标	技能目标	建议学时
通过教学使学生掌握建筑结构的概念(含混凝土结构、砌体结构、钢结构的概念与优缺点);了解建筑结构的发展和建筑结构设计规范;熟悉本课程的学习目标、内容及要求,制订自己的学习计划	使学生能根据本课程的教学要求思考学习方法,编制学习方案	1

项目导入



图 1-1 悉尼歌剧院

在澳大利亚悉尼大桥附近有一个三面环水的奔尼浪岛。在这座岛上矗立着一组似群帆泊港,如白鹤惊飞的建筑群,它就是举世闻名的悉尼歌剧院(见图 1-1)。悉尼歌剧院占地 1.8 hm^2 ($1 \text{ hm}^2 = 10^4 \text{ m}^2$),坐落在距离海面 19 m 的花岗岩基座上,最高的壳顶距海面 60 m ,总建筑面积 $88\,000 \text{ m}^2$,有 1 个 $2\,700$ 个座位的音乐厅,1 个 $1\,550$ 个座位的歌剧院,1 个 420 个座位的小剧场。此外,还有展览、录音、酒吧、餐厅等大小房间 900 个。实际上是一

座可以满足多种需要的文化中心。悉尼歌剧院造型独特,外观不凡。8 个薄壳分成两组,每组 4 个,分别覆盖着两个大厅,另外有两个小壳置于小餐厅上。壳下掉挂钢桁架,桁架下是天花板。两组薄壳彼此对称互靠,外面贴乳白色的贴面砖,闪烁夺目,吸引了成千上万的旅游者,并已成为悉尼港的标志。

悉尼歌剧院的建成,说起来还有一段趣话,1956 年任澳大利亚总理的凯西尔有个担任乐团总指挥的好朋友古斯申,应他的要求由政府出资在奔尼浪岛上建一座歌剧院,决定向全世界征集方案。30 个国家参加并送来了 223 个方案,由美国著名建筑师沙里宁等人组成的评委会进行评选。沙里宁因故来迟,初评工作已经告一段落。沙里宁看过评出的十个方案均不满意,他从被淘汰的 213 个方案中挑出丹麦建筑师伍重的方案,沙里宁认为此方案如能实现,必能成为伟大不凡的建筑。而这个方案不过是一个示意草图,其最大的特点是有一组薄壳组成,远望如海滨扬帆,景物生动,堂皇出众,富有诗意。沙里宁最后说服了评委采纳了这个方案。当把这个方案付诸实施时,却遇到了不可克服的困难。当时粗估,壳顶只需厚 10 cm ,底部厚 50 cm ,经过科学计算,如此巨大的薄壳根本无法实现。于是伍重不得不求助于英国著名工程师阿鲁普。但历时 3 年,经过多次计算、试验,均告失败,阿鲁普束手无策,一筹莫展,最后不得不放弃单纯的薄壳观念,代之以预应力 Y 型、T 型钢筋混凝土肋骨拼接的三角瓣壳体,至此,

才使壳体得以施工。但好事多磨,当工程进行到第9年时(1957年),坚定不移的支持者凯西尔总理猝然去世,自由党上台以造价超过估计5倍为由,拒付所拖欠设计费,企图迫使工程停顿,而此时工程主体结构已经完成,势成骑虎,欲罢不能。最后政府3人小组取代伍重负责,工程才得以继续进行。从1973年始,历时17年,耗资5000万英镑(超过原估价14倍)的悉尼歌剧院始告落成。显然,当时的技术水平有限,现在看来,采用薄壳结构已经不再是不可能的事了。

以上这个实例初步说明了建筑造型(建筑设计)与结构设计的关系,建筑设计与结构设计是整个建筑设计过程中的两个重要的环节,建筑设计主要体现的是对整个建筑物的外观效果,而结构设计对于建筑物的外观效果能否实现起着至关重要的作用。在我国,不管是钢结构的鸟巢,还是用ETFE膜做的水立方,不管是重心在外的央视新大楼,还是世界第一的上海中心,都体现了建筑与结构的完美结合。

优秀的建筑设计方案,依赖于合理的结构设计;而有限的结构设计技术水平又制约着建筑设计的层次。彭一刚先生在他的《建筑空间组合论》中曾经说过:“现代的建筑师必须和结构工程师相配合才能最终地确定设计方案,因此,正确地处理好功能、结构之间的关系显得非常重要”。

建筑是技术与艺术的结合。之所以有美丽的建筑,是因为有结构这个坚实的骨架在支撑着建筑美丽的外表。意大利现代著名建筑师奈维认为:“建筑是一个技术与艺术的综合体”。美国现代著名建筑师赖特认为:“建筑是用结构来表达思想的科学性的艺术”。总之,建筑具有技术和艺术的双重性。

本课程主要从结构设计的角度来讲述怎样通过各种结构和构件的计算与验算来保证建筑物的安全、适用、经济、美观,实现建筑设计的效果。

课题一 建筑结构的概念

一、建筑结构的概念

1. 概念

建筑是建筑物和构筑物的总称。建筑物是供人们在其中生产、生活或进行其他活动的房屋或场所,如住宅、学校、办公楼等。建筑物根据其使用性质,通常可以分为生产性建筑和非生产性建筑两大类。其中,生产性建筑根据其生产内容的区别划分为工业建筑和农业建筑等不同的类别;非生产性建筑统称为民用建筑,又分为公共建筑和居住建筑两类。构筑物是服务于生产、生活的建筑设施,是人们不在其中生产、生活的建筑,如水坝、烟囱等。不论建筑物还是构筑物,都是人类在自然空间里建造的人工空间,为了能够抵抗各种外界的作用,例如风雨雪、地震等,建筑物必须要有足够抵抗能力的空间骨架,这个空间骨架就是建筑物的承重骨架。建筑工程中常提到“建筑结构”一词,就是指承重的骨架,即用来承受并传递荷载,并起骨架作用的部分,简称结构。

2. 组成

建筑物由3个系统组成:结构支承系统,围护、分隔系统和设备系统。结构支承系统是指

建筑物的结构受力系统以及保证结构稳定的系统。它是建筑物中不可变动的部分,要求构件布局合理,有足够的强度和刚度,并方便力的传递,使结构变形控制在规范允许的范围内。围护、分隔系统是指建筑物中起围合和分隔空间的界面作用的系统。必须考虑安装时与其周边构件连接的可能性及稳定问题;考虑对使用空间的物理特性(如防水、防火、隔热、保温、隔声等)要求的满足;考虑对建筑物某些美学要求(如形状、质感等)的满足。设备系统是指电力、电信、照明、给排水、供暖、通风、空调、消防等。需要建筑物提供主要设备的安置空间,还会有许多管道需要穿越主体结构或其他构件,它们同样会占据一定的空间,还会形成相应的附加荷载,需要提供支承。

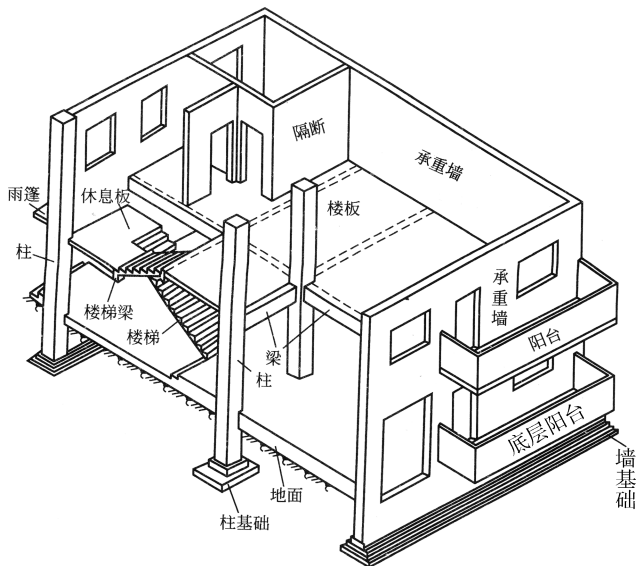


图 1-2 建筑结构的基本构件

建筑物的主要构成部分包括楼地层、墙或柱、基础、楼电梯、屋盖、门窗等六大部分,如图1-2所示。楼地层的作用是提供使用者在建筑物中活动所需要的各种平面,同时将由此而产生的各种荷载,例如家具、设备、人体自重等荷载传递到支承它们的垂直构件上去。其中底层地坪可以直接铺设在天然土上或架设在建筑物的其他承重构件上。楼层则由楼板(或由梁和楼板)构成,除提供活动平面并传递水平荷载外,还沿建筑物的高度分隔空间。在高层建筑中,楼层是抵抗风荷载等侧向水平力的有效支承。墙或柱的作用是将屋盖、楼层等部分所承受的活荷载及其自重,分别通过支承它们的

墙或柱传递到基础上,再传给地基。在房屋的有些部位,墙体不一定承重,无论承重与否,墙体往往还具有分隔空间或对建筑物起到围合、保护作用的功能。基础的作用是建筑物的垂直承重构件与支承建筑物的地基直接接触的部分。其状况既与其上部的建筑的情况有关,也与其下部的地基状况有关。楼电梯的作用是解决建筑物上下楼层之间联系的交通枢纽。特别是楼梯,由于使用时存在高差,对其安全性能应予以足够重视。屋盖的作用是承受由于雨雪或屋面上人所引起的荷载并主要起围护作用。关键是防水性能及热工性能。同时,屋盖的形式往往对建筑物的形状起着非常重要的作用。门窗的作用是用来提供交通及通风采光的方便。设在建筑物外墙上的门窗还兼有分隔和维护的作用。

本课程研究的是结构支承系统,为此要研究建筑物中的各基本构件的组成,研究其主要承重的构件:梁、板、墙(或柱)、基础等基本构件和由此组成的建筑结构。要求结构和构件应在各种直接和间接作用下保持其强度、刚度和稳定性要求。其中强度指建筑构件的牢固程度,简单地讲就是抵御破坏的能力,刚度是指物体承受外力时抵御变形的能力,稳定性要求结构不出现整体与局部的倾覆。

二、建筑结构的分类

建筑结构按承重结构所用的材料不同,主要分为木结构、砌体结构、混凝土结构、钢结构。

由于木结构现在用得越来越少,本书不再进行介绍,主要讲述其他三种结构及其构件。

1. 砌体结构

由块材和铺砌的砂浆黏结而成的材料称为砌体,由砌体砌筑的结构称为砌体结构。因砌体抗拉强度较低,故在建筑物中适宜将砌体用作承重墙、柱、过梁等受压构件。因块体有石、砖和砌块,故而砌体结构又可分为石结构、砖结构和砌块结构。

(1) 砌体结构的主要优点:

- ① 容易就地取材。砖主要用黏土烧制;石材的原料是天然石;砌块可以用工业废料制作,来源方便,价格低廉。
- ② 砖、石、砌块具有良好的耐火性和较好的耐久性。
- ③ 砌体砌筑时不需要模板和特殊的施工设备。在寒冷地区,冬季可用冻结法砌筑,不需特殊的保温措施。
- ④ 砖墙和砌块墙体能够隔热和保温,所以既是较好的承重结构,也是较好的围护结构。

(2) 砌体结构的缺点:

- ① 与钢和混凝土相比,砌体的强度较低,因而构件的截面尺寸较大,材料用量多,自重大。
- ② 砌体的砌筑基本上是手工方式,施工劳动量大。
- ③ 砌体的抗拉和抗剪强度都很低,因而抗震性能较差,在使用上受到一定限制;砖、石的抗压强度也不能充分发挥。
- ④ 黏土砖需用黏土制造,在某些地区过多占用农田,影响农业生产。

2. 混凝土结构

主要以混凝土为材料组成的结构称为混凝土结构。混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。素混凝土结构是指无筋或不配置受力钢筋的混凝土结构,在建筑工程中一般用作基础垫层和室外地坪,素混凝土构件主要用于受压构件,素混凝土受弯构件仅允许用于卧置在地基上以及不承受活荷载的情况;钢筋混凝土结构是指配置受力普通钢筋的混凝土结构;预应力混凝土结构是指配置受力预应力筋,通过张拉或其他方法建立预应力的混凝土结构。其中由钢筋混凝土梁、柱、楼板、基础组成一个承重的骨架,砖墙或砌体只起围护作用的框架结构应用最为广泛,此结构用于多(高)层或大跨度房屋建筑中。

(1) 混凝土结构的优点:

- ① 耐久性好。混凝土强度是随龄期增长的,钢筋被混凝土保护着锈蚀较小,所以只要保护层厚度适当,则混凝土结构的耐久性比较好。若处于侵蚀性的环境时,可以适当选用水泥品种及外加剂,增大保护层厚度,就能满足工程要求。
- ② 耐火性好。比起容易燃烧的木结构和导热快且抗高温性能较差的钢结构来讲,混凝土结构的耐火性是好的。因为混凝土是不良热导体,遭受火灾时,混凝土起隔热作用,使钢筋不致达到或不致很快达到降低其强度的温度,经验表明,虽然经受了较长时间的燃烧,混凝土常常只损伤表面,对承受高温作用的结构,还可应用耐热混凝土。
- ③ 就地取材。在混凝土结构的组成材料中,用量较大的石子和砂往往容易就地取材,有条件的地方还可以将工业废料制成人工骨料应用,这对材料的供应、运输和土木工程结构的造价都提供了有利的条件。
- ④ 节省保养费。混凝土结构的维修较少,而钢结构和木结构则需要经常保养。
- ⑤ 节约钢材。混凝土结构合理地应用了材料的性能。在一般情况下可以代替钢结构,从而能节约钢材、降低造价。

⑥ 可模性。因为新拌和未凝固的混凝土是可塑的,故可以按照不同模板的尺寸和形状浇筑成建筑师设计所需要的构件。

⑦ 刚度大、整体性好。混凝土结构刚度较大,对现浇混凝土结构而言其整体性尤其好,宜用于变形要求小的建筑,也适用于抗震、抗爆结构。

(2) 混凝土结构的缺点:

① 普通钢筋混凝土结构自重比钢结构大。自重过大对于大跨度结构、高层建筑结构的抗震都是不利的。

② 混凝土结构的抗裂性较差,在正常使用时往往带裂缝工作。

③ 建造较为费工,现浇结构模板需耗用较多的木材,施工受到季节气候条件的限制,补强修复较困难。

④ 隔热隔声性能较差。

3. 钢结构

钢结构主要是指用钢板、热轧型钢、冷加工成形的薄壁型钢和钢管等构件经焊接、铆接或螺栓连接组合而成的结构以及以钢索为主材建造的工程结构,如房屋、桥梁等。它是土木工程的主要结构形式之一。目前,钢结构在房屋建筑、地下建筑、桥梁、塔桅和海洋平台中都得到广泛采用。

(1) 钢结构的优点:

① 强度高,重量轻。钢材与其他材料相比,在同样的受力条件下,钢结构用材料少,自重轻。同时钢结构自重轻,便于运输和安装。

② 塑性和韧性好。钢材的塑性好指钢结构破坏前一般都会产生显著的变形,易于被发现,可及时采取补救措施,避免重大事故发生。钢材的韧性好指钢结构对动力荷载的适应性强,具有良好的吸能能力,抗震性能优越。

③ 材质均匀,物理力学性能可靠。钢材在钢厂生产时,整个过程可严格控制,质量比较稳定;钢材组织均匀,接近于各向同性匀质体;钢材的物理力学特性与工程力学对材料性能所作的基本假定符合较好;钢结构的实际工作性能比较符合目前采用的理论计算结果;钢结构通常是在工厂制作,现场安装,加工制作和安装可严格控制,施工质量有保证。

④ 密封性好。钢结构采用焊接连接后可以做到安全密封,能够满足一些要求气密性和水密性好的高压容器、大型油库、气柜油罐和管道等的要求。

⑤ 制作加工方便,工业化程度高,工期短。在钢结构加工厂制成的构件可运到现场拼装,采用焊接或螺栓连接,安装方便,施工机械化程度高,工期短。

⑥ 抗震性能好。在国内外的历次地震中,钢结构是损坏最轻的结构,已被公认为是抗震设防地区,特别是强震区的最合适结构。

⑦ 具有一定的耐热性。温度在 200℃ 以内时,钢材性质变化很小,因此,钢结构可用于温度不高于 200℃ 的场合。

⑧ 采用钢结构可大大减少砂、石灰的用量,减轻对不可再生资源的破坏。

(2) 钢结构的缺点:

① 耐火性差。钢结构耐火性较差,在需要防火时,应采取防火措施。

② 耐腐蚀性差,易锈蚀。

③ 钢结构在低温条件下可能发生脆性断裂。

④ 钢材价格昂贵。

课题二 建筑结构发展与应用现状

一、砌体结构的发展与应用现状

砌体结构是由多种材料组成的块体砌筑而成的,其中砖石是最古老的建筑材料,由于其良好的物理力学性能,易于取材、生产和施工,造价低廉,多年来一直是我国主导的建筑材料。

我国砖的产量逐年增长,据统计,1980年的全国砖年产量为1 600亿块,1996年增至6 200亿块,为世界其他国家砖年产量的总和。在办公、住宅等民用建筑中大量采用砖墙承重。20世纪50年代这类房屋一般为3~4层,现在,不少城市一般建到7~8层。我国还积累了在地震区建造砌体结构房屋的宝贵经验,我国绝大多数大中城市在地震烈度6度或6度以上地震设防区、地震烈度 ≤ 6 度的砌体结构经受了地震的考验。经过设计和构造上的改进和处理,还在7度区和8度区建造了大量的砌体结构房屋。近10余年来,采用混凝土、轻骨料混凝土或加气混凝土,以及利用河砂、工业废料、粉煤灰、煤矸石等制成混凝土砌块或蒸压灰砂砖、粉煤灰硅酸盐砖(砌块)等在我国有较快的发展。砌块种类、规格较多,其中以中、小型砌块较为普遍,在小型砌块中又开发出多种强度等级的承重砌块和装饰砌块。据不完全统计,1996年全国砌块总产量约为2 500万 m^3 ,各类砌块建筑约为5 000万 m^2 ,近10年混凝土砌块与砌块建筑的年递增都在20%左右,尤其以大中城市推广迅速。

从20世纪90年代初期,在总结国内外配筋混凝土砌块试验研究经验的基础上,我国在配筋砌块结构的配套材料、配套应用技术的研究上获得了突破,开展了更具代表性和针对性的试点工程,取得明显的社会效益。我国在20世纪80年代初期主持编制国际标准ISO 9652—3《配筋砌体结构设计规范》,表明用配筋砌体可建造一定高度的既经济又安全的建筑结构,如配筋砌块高层有首钢18层配筋砌块工程,辽宁抚顺6栋16层砌块住宅等。可见配筋砌体中高层的研究和应用具有十分广阔的前景。在此基础之上,通过在砖墙中加大加密构造柱,形成所谓强约束砌体的中高层结构的研究也取得了可喜的成果。

二、混凝土结构的发展与应用现状

20世纪70年代起,在一般民用建筑中已较广泛地采用定形化、标准化的装配式钢筋混凝土构件,并随着建筑工业化的发展以及墙体改革的推行,发展了装配式大板居住建筑,在多高层建筑中还广泛采用大模剪力墙承重结构外加挂板或外砌砖墙结构体系。各地还研究了框架轻板体系,自重最轻的每平方米仅为3~5 kN。由于这种结构体系的自重大大减轻,不仅节约材料消耗,而且对于结构抗震具有显著的优越性。

改革开放后,混凝土高层建筑在我国也有了较大的发展。继20世纪70年代北京饭店、广州白云宾馆和一批高层住宅(如北京前门大街、上海漕溪路住宅建筑群)的兴建以后,20世纪80年代,高层建筑的发展加快了步伐,结构体系更为多样化,层数增多,高度加大,已逐步在世界上占据领先地位。

经过近十几年我国工程建设的快速发展以及进入WTO的需要,自1997年起,我国对工

程建设标准进行了多次修订,新标准的修订颁布,进一步推动新材料、新工艺、新结构的应用,使混凝土结构不断地发展,达到新的水平。

三、钢结构的发展与应用现状

我国是最早用铁建造结构的国家之一,比较典型的应用是铁链桥,主要有云南省永平与保山之间跨越澜沧江的霁虹桥以及四川泸定大渡河上的泸定桥;其次是一些纪念性建筑,如建于 967 年的广州光孝寺的东铁塔、建于 963 年的西铁塔以及建于 1061 年的湖北当阳玉泉寺的 13 层铁塔。中国古代在钢铁结构方面虽然有所创建,但在封建制度下,生产力发展极其缓慢。在半封建半殖民地的百年历史中,中国也曾建造过一些钢桥和钢结构高层建筑,但绝大多数是外国人设计的。

新中国成立以后,随着经济建设的发展,钢结构在重型厂房、大跨度公共建筑、铁路桥梁以及塔桅结构中得到一定程度的发展。例如我国鞍山、武汉和包头等钢厂的炼钢、轧钢和连铸车间等都采用钢结构;在公共建筑方面,1975 年建成跨度达 110 m 的三向网架上海体育馆、1962 年建成直径为 94 m 的圆形双层辐射式悬索结构北京工人体育馆、1967 年建成 的双曲抛物面正交索网的悬索结构浙江体育馆;桥梁方面,1957 年建成的武汉长江大桥和 1968 年建成的南京长江大桥都采用了铁路公路两用双层钢桁架桥;在塔桅结构方面,广州、上海等地都建造了高度超过 200 m 的多边形空间桁架钢电视塔。1977 年北京建成的环境气象塔是一个高达 325 m 的 5 层纤绳三角形杆身的钢桅杆结构。

改革开放以后,我国经济建设有了突飞猛进的发展,钢结构也有了前所未有的发展,应用的领域有了较大的扩展。高层和超高层房屋、多层房屋、单层轻型房屋、体育场馆、大跨度会展中心、大型客机检修库、自动化高架仓库、城市桥梁和大跨度公路桥梁、粮仓以及海上采油平台等都已采用钢结构。目前已建和在建的高层和超高层钢结构已有 30 余幢,其中地上 88 层、地下 3 层、高 421 m 的上海金茂大厦的建成,标志着我国的超高层钢结构已进入世界前列。在大跨度建筑和单层工业厂房中,网架和网壳等结构的广泛应用,已受到世界各国的瞩目,其中上海体育馆马鞍型环形大悬挑空间钢结构屋盖和上海浦东国际机场航站楼张弦梁屋盖的建成,更标志着我国的大跨度空间钢结构已进入世界先进行列。

桥梁方面,九江长江大桥、上海市杨浦大桥和江阴长江大桥等桥梁的建成标志着我国已有能力建造任何现代化的桥梁。

随着我国经济的高速发展,钢结构涉及越来越多的主要产业。我国在国民经济发展规划中明确指出:2015 年建筑钢结构发展目标是争取全国每年建筑钢结构用钢量达到钢材总量的 6%,即每年钢结构在建筑中用钢量要达到 1 200 万~2 000 万吨。这意味着我国的钢铁工业已步入了新的阶段,钢结构的广泛应用是必然的发展趋势。

近年来,国内大型钢结构工程建设项目越来越多,各种形式的空间结构已向超大跨度结构发展。例如为 2008 年北京奥运会兴建的国家体育场“鸟巢”采用的是空间钢结构体系;总建筑面积近 8 万平方米的国家游泳中心“水立方”,所有屋盖和墙体都采用了多面体的刚接网架,一些已建或正在筹建的钢结构工程,以其创新的概念、新颖的造型和独特的结构形式成为标志性建筑。

目前,我国钢结构正处于迅速发展的前期。可以预期,今后我国钢结构的应用将极为广泛。

课题三 课程学习目标及要求

一、学习目标

建筑结构课程是土建类专业进行职业能力培养的一门职业核心课程,集理论与实践为一体,培养学生直接用于房屋建造、工程管理、工程监理、建筑设计、工程造价等岗位工作中所必需的结构分析能力,掌握房屋结构构件的基本计算原理和初步设计方法,同时为后续专业课程准备必要的结构概念及结构知识。

建筑结构课程由混凝土结构、砌体结构、钢结构及建筑结构抗震等结构模块内容组成,讲授结构用材料的基本力学性质,结构设计标准,钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构基本构件的受力特点。使学生掌握钢筋混凝土梁、板、柱、楼(屋)盖,砌体结构的墙、柱,钢结构的连接、梁柱的设计计算方法和一般结构的构造知识;同时掌握与施工和工程质量控制有关的结构基本知识。能进行一般民用房屋结构选型与结构计算,熟练识读结构施工图,并能绘制结构施工图。

二、学习要求

学习建筑结构课程,主要是通过学习结构计算基本理论,熟悉结构设计规范,为将来从事结构设计工作、施工及管理岗位打下牢固的基础。在本课程的学习中要做到以下几点:

(1) 注重对力学原理的理解和应用。作为一门结构课程,其基本计算原理是以工程力学的基本理论为基础的。理解、掌握并能正确应用相关的力学原理,是学好结构计算理论的关键。因此,在课程的学习中要注意复习力学课程的相关内容,学完结构课程后,进一步领会力学原理在工程中的应用。

(2) 要注意熟悉规范,并正确运用规范。本课程是直接依据是 GB 50153—2008《工程结构可靠性设计统一标准》、GB 50068—2001《建筑结构可靠度设计统一标准》、GB 5009—2001《建筑结构荷载规范》、GB 50011—2001《建筑抗震设计规范》、(GB 50010—2002、2010《混凝土结构设计规范》、GB 50204—2002《混凝土结构工程施工质量验收规范》、GB 50017—2003《钢结构设计规范》、GB 50205—2001《钢结构工程施工质量验收规范》、GB 50003—2001《砌体结构设计规范》、GB 50203—2002《砌体工程施工质量验收规范》、GB 50007—2002《建筑地基基础设计规范》、GB 50202—2002《建筑地基基础工程施工质量验收规范》、GB 50223—2008《建筑工程抗震设防分类标准》。这是工程设计和施工人员必须共同遵守的技术标准,因此,在课程学习中必须结合章节内容理解掌握相关的规范条文,并力求在理解的基础上加以记忆。

(3) 要重视概念设计和各种构造措施。本课程涉及的设计与计算往往侧重于力的作用下的计算,其他影响,例如温度、混凝土收缩以及地基不均匀沉降等,难以用计算公式来表达。规范中也只有通过概念设计和各种构造措施来保证。结构概念设计是运用人的思维和判断能力,从宏观上决定结构设计中的基本问题,而构造措施是指一般不需计算而对结构和非结构各部分必须采取的各种细部要求。

(4) 理论联系实际,注重感性认识的学习。本课程的计算理论枯燥,但实践性又较强,在

课程的学习中要经常到施工现场进行参观,不断积累工程经验,结合实际构件加强对施工图的识读。

(5) 要注意建筑结构设计答案的不唯一性。建筑结构设计常常会遇到这样的问题,即使同样的构件,承受同样的荷载,设计出的结构形式、结构截面、截面配筋等也不一定一样,要综合考虑安全、实用、经济、美观等诸多因素,为此要培养综合分析问题的能力。

(6) 关注结构的发展动态,注重学习新知识。随着现代科学技术的进步,结构技术也在不断更新发展,我们在学习结构的基本原理和方法的同时,要关注结构的发展,不断学习新知识。

(7) 加强职业素质的养成教育。结构的设计原理理论性强,不论设计与施工都要有严谨的科学态度,在结构课程学习中,无论是对结构原理、规范条文、计算方法,还是对计算实例,都必须一丝不苟,注意培养严谨认真的工作作风和工作方法。

项目小结

1. 建筑结构就是指承重的骨架,即建筑物中用来承受并传递荷载,并起骨架作用的部分,简称结构。
2. 建筑结构按承重结构所用的材料不同,可分为木结构、砌体结构、钢筋混凝土结构和钢结构。砌体结构、混凝土结构和钢结构均有一定的优缺点。
3. 随着建筑科学技术的发展,砌体结构、混凝土结构和钢结构的一些缺点已经或正在逐步地加以改善,应用更加广泛。
4. 建筑结构课程是土建类专业进行职业能力培养的一门职业核心课程,集理论与实践为一体,在学习中要注意多种学习方法的运用。

思考与练习

1. 什么是建筑结构?
2. 什么是砌体结构? 它有哪些优缺点?
3. 什么是钢结构? 它有哪些优缺点?
4. 什么是混凝土结构? 它有哪些优缺点?
5. 简述各类结构的发展概况。
6. 通过本模块的学习,谈谈如何学好本门课程。