



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等工程力学教育教材

建筑力学与结构

(第2版)

主 编 胡兴福
副主编 武鲜花 鲁 维
主 审 李 辉 杨力彬



武汉理工大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等职业技术教育教材

建筑力学与结构

(第2版)

主 编 胡兴福
副主编 武鲜花 鲁 维
主 审 李 辉 杨力彬

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本书按建筑工程类专业教学要求编写。内容包括:建筑力学预备知识、建筑结构计算基本原则、受弯构件、纵向受力构件、受扭杆件、预应力混凝土构件简介、钢筋混凝土楼(屋)盖、多层及高层钢筋混凝土房屋、钢筋混凝土结构单层厂房、砌体房屋的构造、钢结构、建筑地基与基础、建筑结构施工图。

本书可作为高职高专及成人高校建筑工程技术、工程造价、建筑装饰工程技术、建筑经济管理、工程管理、房地产经营与估价、物业管理、物业设施管理、建筑设计技术、室内设计技术等专业教材,也可作为岗位培训教材或供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学与结构/胡兴福主编. —2版. —武汉:武汉理工大学出版社,2008.7
高等职业技术教育教材
ISBN 978-7-5629-2731-0

I. 建…

II. 胡…

III. ①建筑力学 ②建筑结构

IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 097109 号

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070

<http://www.techbook.com.cn>

E-mail:yangxuezh@mail.whut.edu.cn

ruozhang1122@163.com

印 刷 者:武汉理工大印刷厂

经 销 者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:21 插页:1

字 数:527 千字

版 次:2004 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 2 版

印 次:2008 年 7 月第 1 次印刷 总第 6 次印刷

印 数:5000 册

定 价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本书购书热线电话:(027)87394412 87383695 87384729

版权所有,盗版必究。

第2版前言

本书是在第1版的基础上,根据高职高专建筑工程技术、工程造价、建筑装饰工程技术、建筑经济管理、建筑工程管理、房地产经营与估价、物业管理、物业设施管理、建筑设计技术、室内设计技术等专业对本课程的要求以及最新技术标准修改而成的。全书包括绪论、建筑力学预备知识、建筑结构计算基本原则、受弯构件、纵向受力构件、受扭构件、预应力混凝土构件简介、钢筋混凝土楼(屋)盖、多层及高层钢筋混凝土房屋、钢筋混凝土结构单层厂房、砌体房屋的构造、钢结构、建筑地基与基础、建筑结构施工图等章。

本书保持了第1版的两大特色。一是内容编排的创新性。传统教材均分为力学和结构两部分,而结构部分又分割为混凝土结构、砌体结构、钢结构三部分。本书打破了这种界限,基本构件以受力类型为主线,按受弯构件、纵向受力构件、受扭构件的顺序编排,并将相应的力学知识融入其中,突出了课程内容的内在逻辑联系,避免了学习力学的抽象感和空洞感。二是内容选择的合理性。本书充分体现了“必需、够用”原则和能力本位思想。全书以基本原理、基本概念和结构构造为重点,以结构施工图识读能力培养为落脚点。在第1版介绍现浇混凝土梁、柱、剪力墙平法施工图的基础上,本书增加了楼(屋)面板、楼梯、筏形基础、独立基础、条形基础以及桩基承台平法施工图的知识。为便于教学,各章编有内容提要、学习目标、本章小结、典型例题、思考题及习题,并附多媒体课件。

本书由四川建筑职业技术学院胡兴福、林兴萍、王俊,山西建筑职业技术学院武鲜花,江西建设职业技术学院鲁维,北京建材工业学校车遂光编写。胡兴福任主编,武鲜花、鲁维任副主编。编写分工是:胡兴福编写绪论和第2、3章,林兴萍编写第9、10、12章,王俊编写第8章,武鲜花编写第4、5、6、11章和第13.8节,鲁维编写第7章和第13.1~13.7节,车遂光编写第1章。

四川建筑职业技术学院李辉教授、山西建筑职业技术学院杨力彬副教授担任本书主审,谨此表示衷心感谢。

限于编者水平,书中错漏难免,恳请读者指正。

编 者

2008年5月

第1版前言

建筑力学与结构是高职高专建筑工程技术、工程造价、建筑装饰工程技术、建筑经济管理、工程管理、房地产经营与估价、物业管理、物业设施管理、建筑设计技术、室内设计技术等专业的一门重要的专业基础课,也是一门难学、难教的课程。

多年来,我们一直在为使本课程变得易教、易学而努力。本书便是这种努力的结晶。同传统教材相比,本书具有两大特色:其一,传统教材均分为力学和结构两部分,而结构部分又分割为混凝土结构、砌体结构、钢结构三部分。本书打破了这种界限,基本构件以受力类型为主线,按受弯构件、轴向受力构件、受扭构件的顺序编排,并将相应的力学知识融入其中,突出了课程内容的内在逻辑联系,避免了学习力学的抽象感和空洞感。其二,本书充分体现了“必需、够用”原则和能力本位思想。全书以基本原理、基本概念和结构构造为重点,以结构施工图识读能力培养为落脚点,并附典型施工图(多媒体课件)。此外,本书按最新结构设计规范、质量验收规范及(结构)制图标准编写,取材恰当,体系科学,避繁就简,由浅入深,图文并茂,直观易学,体现了科学性、先进性和实用性的有机统一。为便于教学,各章编有内容提要、本章小结、典型例题、思考题及习题,并附多媒体课件。

本书的编写分工为:四川建筑职业技术学院胡兴福编写绪论、第2章、第3章,林兴萍编写第9、10、12章,王俊编写第8章;山西建筑职业技术学院武鲜花编写第4、5、6、11章和第13章第8节及附录;江西建设职业技术学院鲁维编写第7章、第13章第1~7节;北京建材工业学校车遂光编写第1章。胡兴福任主编,武鲜花、鲁维任副主编。

四川建筑职业技术学院教授李辉博士、山西建筑职业技术学院杨力彬副教授担任本书主审,谨此表示衷心感谢。

限于编者水平有限,书中错漏难免,恳请读者指正。

本书配有多媒体课件,请选用本教材的老师与武汉理工大学出版社联系有关赠阅事宜。

编者

2004年3月

目 录

0 绪论	(1)
0.1 建筑结构的的基本概念	(1)
0.2 建筑结构的的历史和发展趋势	(3)
0.3 本课程的任务、内容、学习目标及学习要求	(4)
思考题	(5)
1 建筑力学预备知识	(6)
1.1 力的概念	(6)
1.1.1 力的含义	(6)
1.1.2 力的三要素	(6)
1.2 静力学公理	(7)
1.2.1 作用力与反作用力公理	(7)
1.2.2 二力平衡公理	(7)
1.2.3 加减平衡力系公理	(7)
1.2.4 力的平行四边形法则	(7)
1.3 约束与约束反力	(8)
1.3.1 约束与约束反力的概念	(8)
1.3.2 柔体约束	(8)
1.3.3 光滑接触面约束	(8)
1.3.4 圆柱铰链约束	(8)
1.3.5 链杆约束	(10)
1.3.6 固定铰支座	(10)
1.3.7 可动铰支座	(10)
1.3.8 固定端支座	(11)
1.3.9 静定结构与超静定结构的概念	(11)
1.4 物体的受力分析及受力图	(11)
1.4.1 物体受力分析及受力图的概念	(11)
1.4.2 物体的受力图举例	(12)
1.5 力的合成与分解	(13)
1.5.1 平面汇交力系的合成	(13)
1.5.2 力的分解	(15)
1.6 力矩和力偶	(16)
1.6.1 力矩	(16)
1.6.2 力偶	(17)
1.7 平面力系的平衡	(18)

1.7.1	力的平移定理	(18)
1.7.2	平面力系的平衡	(18)
1.8	变形固体基本概念	(21)
1.8.1	变形固体及其基本假设	(21)
1.8.2	杆件变形	(22)
1.8.3	内力、应力的概念	(22)
1.8.4	应变的概念	(23)
1.8.5	强度、刚度、稳定性的概念	(24)
1.8.6	截面的几何性质	(24)
	思考题	(27)
	习题	(27)
2	建筑结构计算基本原则	(31)
2.1	荷载分类及荷载代表值	(31)
2.1.1	荷载分类	(31)
2.1.2	荷载代表值	(31)
2.2	建筑结构设计方法	(34)
2.2.1	结构的功能及其极限状态	(34)
2.2.2	概率极限状态设计法的实用设计表达式	(36)
2.3	建筑结构材料及其设计指标	(38)
2.3.1	建筑钢材	(38)
2.3.2	混凝土	(42)
2.3.3	钢筋与混凝土的共同工作	(44)
2.3.4	砌体材料	(47)
	思考题	(56)
	习题	(57)
3	受弯构件	(58)
3.1	受弯构件的内力	(58)
3.1.1	概述	(58)
3.1.2	梁的内力——剪力和弯矩的计算	(59)
3.1.3	梁的内力图	(62)
3.2	钢筋混凝土受弯构件	(66)
3.2.1	构造要求	(66)
3.2.2	正截面承载力计算	(72)
3.2.3	受弯构件斜截面承载力计算	(83)
3.2.4	变形及裂缝宽度验算的概念	(91)
3.3	钢受弯构件	(92)
3.3.1	钢受弯构件的形式	(92)
3.3.2	钢梁的稳定性及其保证措施	(93)
3.3.3	梁的支座	(96)

3.3.4 梁的拼接	(96)
思考题	(98)
习题	(99)
4 纵向受力构件	(101)
4.1 纵向受力构件的内力	(102)
4.1.1 轴心受力构件的内力	(102)
4.1.2 偏心受力构件	(104)
4.2 钢筋混凝土受压构件	(106)
4.2.1 构造要求	(106)
4.2.2 钢筋混凝土轴心受压构件承载力计算	(109)
4.2.3 钢筋混凝土偏心受压构件正截面承载力计算	(112)
4.3 砌体受压构件	(117)
4.3.1 受压砌体破坏特征	(117)
4.3.2 无筋受压砌体承载力计算	(118)
4.3.3 配筋砌体构造	(122)
4.4 钢柱	(123)
4.4.1 截面形式	(123)
4.4.2 轴心受压构件的稳定性	(124)
4.4.3 轴压柱头与柱脚	(126)
思考题	(127)
习题	(127)
5 受扭构件	(129)
5.1 受扭构件内力计算	(129)
5.1.1 作用在受扭构件上的荷载	(129)
5.1.2 内力计算	(130)
5.2 钢筋混凝土受扭构件	(131)
5.2.1 矩形截面纯扭构件剪应力分布	(131)
5.2.2 素混凝土受扭构件与钢筋混凝土受扭构件的破坏特征	(131)
5.2.3 钢筋混凝土受扭构件的构造要求	(131)
思考题	(133)
习题	(133)
6 预应力混凝土构件简介	(134)
6.1 预应力混凝土的基本原理	(134)
6.1.1 基本概念及特点	(134)
6.1.2 预加应力的方法	(134)
6.2 预应力混凝土的材料及主要构造要求	(136)
6.2.1 钢筋	(136)
6.2.2 混凝土	(136)
6.2.3 构造要求	(137)

思考题	(138)
7 钢筋混凝土楼(屋)盖	(140)
7.1 现浇肋形楼盖	(141)
7.1.1 受力特点	(141)
7.1.2 单向板肋形楼盖	(141)
7.1.3 双向板肋形楼盖	(145)
7.2 装配式楼盖	(147)
7.2.1 结构平面布置方案	(147)
7.2.2 预制板的形式	(148)
7.2.3 预制梁	(149)
7.2.4 装配式楼盖的连接	(149)
7.3 钢筋混凝土楼梯	(151)
7.3.1 钢筋混凝土楼梯的类型	(151)
7.3.2 现浇板式楼梯的构造	(152)
7.3.3 现浇梁式楼梯的构造	(153)
7.3.4 装配式楼梯的构造	(154)
思考题	(157)
8 多层及高层钢筋混凝土房屋	(158)
8.1 常用结构体系	(158)
8.1.1 框架结构体系	(158)
8.1.2 剪力墙结构体系	(159)
8.1.3 框架-剪力墙体系	(160)
8.1.4 筒体体系	(161)
8.2 框架结构	(162)
8.2.1 框架结构类型	(162)
8.2.2 框架结构的受力特点	(162)
8.2.3 现浇框架节点构造	(164)
8.3 剪力墙结构	(165)
8.4 框架-剪力墙结构简介	(166)
8.4.1 框架-剪力墙结构的受力特点	(166)
8.4.2 框架-剪力墙的构造要求	(167)
8.5 多层及高层钢筋混凝土房屋抗震措施	(168)
8.5.1 地震基本知识	(168)
8.5.2 多层及高层钢筋混凝土房屋抗震措施	(171)
思考题	(183)
9 钢筋混凝土结构单层厂房	(185)
9.1 单层厂房的结构组成及受力特点	(185)
9.2 单层厂房的支撑体系	(188)
9.2.1 屋盖支撑	(188)

9.2.2 柱间支撑	(190)
9.3 主要构件的类型及与柱的连接	(191)
9.3.1 主要构件的类型	(191)
9.3.2 构件与柱的连接	(196)
思考题	(198)
10 砌体房屋的构造	(199)
10.1 砌体房屋的受力特点	(199)
10.2 砌体房屋构造要求	(200)
10.2.1 墙、柱高厚比的概念	(200)
10.2.2 一般构造要求	(200)
10.2.3 防止或减轻墙体开裂的主要措施	(202)
10.3 过梁、墙梁和挑梁	(205)
10.3.1 过梁	(205)
10.3.2 墙梁	(207)
10.3.3 挑梁	(209)
10.4 砌体房屋的抗震措施	(210)
10.4.1 震害特点	(211)
10.4.2 抗震设计的一般规定	(212)
10.4.3 抗震构造措施	(214)
思考题	(221)
11 钢结构	(222)
11.1 钢结构的连接	(222)
11.1.1 焊接连接	(222)
11.1.2 螺栓连接	(227)
11.2 钢屋盖	(229)
11.2.1 钢屋盖的组成和布置	(229)
11.2.2 屋盖支撑体系	(229)
11.2.3 钢檩条	(231)
11.2.4 普通钢屋架	(231)
11.2.5 轻钢屋架的构造	(234)
思考题	(240)
12 建筑地基与基础	(241)
12.1 岩土的工程分类	(241)
12.1.1 岩石	(241)
12.1.2 碎石土	(243)
12.1.3 砂土	(243)
12.1.4 粉土	(243)
12.1.5 黏性土	(243)
12.1.6 人工填土	(244)

12.1.7 特殊土	(244)
12.2 建筑基础	(245)
12.2.1 浅基础	(245)
12.2.2 桩基础	(252)
思考题	(255)
13 建筑结构施工图	(257)
13.1 概述	(257)
13.1.1 结构施工图的基本内容	(257)
13.1.2 结构施工图的图示特点	(258)
13.1.3 结构施工图识读的一般方法	(258)
13.2 结构设计说明	(258)
13.3 基础图	(259)
13.3.1 条形基础	(259)
13.3.2 独立基础	(261)
13.4 楼(屋)盖结构平面布置图	(264)
13.4.1 楼(屋)盖结构平面布置图的内容	(264)
13.4.2 楼(屋)盖结构平面布置图的图示方法	(264)
13.4.3 楼(屋)盖结构平面布置图的识读	(266)
13.5 梁、板、柱配筋图	(268)
13.5.1 钢筋混凝土梁的配筋图	(268)
13.5.2 钢筋混凝土板的配筋图	(268)
13.5.3 钢筋混凝土柱的配筋图	(268)
13.6 楼梯结构详图	(270)
13.7 混凝土结构施工图平面整体表示方法	(270)
13.7.1 梁	(273)
13.7.2 柱	(274)
13.7.3 剪力墙	(276)
13.7.4 现浇混凝土板式楼梯	(282)
13.7.5 筏形基础	(288)
13.7.6 现浇混凝土楼面与屋面板	(295)
13.7.7 独立基础、条形基础、桩基承台	(300)
13.8 钢屋架施工图	(307)
13.8.1 型钢及其连接的表示方法	(307)
13.8.2 尺寸标注	(310)
13.8.3 钢屋架施工图的识读	(311)
思考题	(313)
附录1 钢筋的公称截面面积、计算截面面积及理论质量	(314)
附录2 常用型钢规格表	(316)
参考文献	(326)

0 结 论

0.1 建筑结构的基本概念

建筑是供人们生产、生活和进行其他活动的房屋或场所。建筑物中由若干构件连接而成的能承受“作用”的平面或空间体系称为建筑结构,在不致混淆时可简称结构。这里所说的“作用”是使结构产生效应(如结构或构件的内力、应力、位移、应变、裂缝等)的各种原因的统称。作用分为直接作用和间接作用。直接作用习惯上称为荷载,系指施加在结构上的集中力或分布力系,如结构的自重、楼面荷载、雪荷载、风荷载等。间接作用指引起结构外加变形或约束变形^①的原因,如地基变形、混凝土收缩、温度变化、地震作用等。间接作用不能称为荷载。

建筑结构由水平构件、竖向构件和基础组成。水平构件包括板、梁等,用以承受竖向荷载;竖向构件包括柱、墙等,用以支承水平构件或承受水平荷载;基础用以将建筑物承受的荷载传至地基。

建筑结构可有不同的分类方法。按照所用的材料不同,建筑结构可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构等类型。

(1)混凝土结构

混凝土结构是钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构和素混凝土结构的总称,其中钢筋混凝土结构应用最为广泛。

钢筋混凝土结构具有以下优点:

①易于就地取材。钢筋混凝土的主要材料是砂、石,而这两种材料几乎到处都有,并且水泥和钢材的产地在我国分布也较广,这有利于降低工程造价。

②耐久性好。钢筋混凝土结构中,钢筋被混凝土紧紧包裹而不致锈蚀,即使在侵蚀性介质条件下,也可采用特殊工艺制成耐腐蚀的混凝土,因此具有很好的耐久性,几乎不用维修。

③抗震性能好。钢筋混凝土结构,特别是现浇结构具有很好的整体性,能抵御地震作用,这对于地震区的建筑物有重要意义。

④可模性好。混凝土拌合物是可塑的,可根据工程需要制成各种形状的构件,这给合理选择结构形式及构件断面提供了方便。

⑤耐火性好。在钢筋混凝土结构中,钢筋被混凝土包裹着,而混凝土的导热性很差,因此发生火灾时钢筋不致很快达到软化温度而造成结构破坏。

⑥刚度大,承载力较高。

由于上述优点,钢筋混凝土结构不但被广泛应用于多层与高层住宅、宾馆、写字楼以及单层与多层工业厂房等工业与民用建筑中,而且水塔、烟囱、核反应堆等特种结构也多采用钢筋

^① 由温度变化、材料胀缩等引起的受约束结构或构件中潜在的变形称为约束变形,由地面运动、地基不均匀变形等引起的结构或构件的变形称为外加变形。

混凝土结构。钢筋混凝土的主要缺点是自重大,抗裂性能差,现浇结构模板用量大、工期长等等。但随着科学技术的不断发展,这些缺点可以逐渐克服,例如采用轻集料混凝土可以减轻结构自重,采用预应力混凝土可以提高构件的抗裂性能。

(2) 砌体结构

由块体(砖、石材、砌块)和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构称为砌体结构,它是砖砌体结构、石砌体结构和砌块砌体结构的统称。

砌体结构主要有以下优点:

①取材方便,造价低廉。砌体结构所需用的原材料如黏土、砂子、天然石材等几乎到处都有,因而比钢筋混凝土结构更为经济,并能节约水泥、钢材和木材。砌块砌体还可节约土地,使建筑向绿色建筑、环保建筑方向发展。

②具有良好的耐火性及耐久性。一般情况下,砌体能耐受 400°C 的高温。砌体耐腐蚀性能良好,完全能满足预期的耐久年限要求。

③具有良好的保温、隔热、隔音性能,节能效果好。

④施工简单,技术容易掌握和普及,也不需要特殊的设备。

砌体结构的主要缺点是自重大,强度低,整体性差,砌筑劳动强度大。

砌体结构在多层建筑中应用非常广泛,特别是在多层民用建筑中,砌体结构占绝大多数。目前高层砌体结构也开始应用,最大建筑高度已达 10 余层。

砌体的抗压能力较高而抗弯及抗拉能力较低,因此,在实际工程中,砌体结构主要用于房屋结构中以受压为主的竖向承重构件(如墙、柱等),而水平承重构件(如梁、板等)多为钢筋混凝土结构。这种由两种及两种以上材料作为主要承重结构的房屋称为混合结构。

(3) 钢结构

钢结构系指以钢材为主制作的结构。

钢结构具有以下主要优点:

①材料强度高,自重轻,塑性和韧性好,材质均匀;

②便于工厂生产和机械化施工,便于拆卸;

③具有优越的抗震性能;

④无污染、可再生、节能、安全,符合建筑可持续发展的原则,可以说钢结构的发展是 21 世纪建筑文明的体现。

钢结构易腐蚀,需经常油漆维护,故维护费用较高。钢结构的耐火性差。当温度达到 250°C 时,钢结构的材质将会发生较大变化;当温度达到 500°C 时,结构会瞬间崩溃,完全丧失承载能力。

钢结构的应用正日益增多,尤其是在高层建筑及大跨度结构(如屋架、网架、悬索等结构)中。

(4) 木结构

木结构是指全部或大部分用木材制作的结构。这种结构易于就地取材,制作简单,但易燃、易腐蚀、变形大,并且木材使用受到国家严格限制,因此已很少采用。

0.2 建筑结构的歷史和发展趋势

建筑结构有着悠久的历史。我国黄河流域的仰韶文化遗址就发现了公元前 5000 年~前 3000 年的房屋结构痕迹。金字塔(建于公元前 2700 年~前 2600 年)、万里长城都是结构发展史上的辉煌之作。17 世纪工业革命后,资本主义国家工业化的发展推动了建筑结构的发展。17 世纪开始使用生铁,19 世纪初开始使用熟铁建造桥梁和房屋。自 19 世纪中叶开始,钢结构得到了蓬勃发展。1824 年水泥的发明使混凝土得以问世,20 多年后出现了钢筋混凝土结构。1928 年预应力混凝土结构的出现使混凝土结构的应用范围更为广泛。目前,最高的钢结构房屋的高度已达 450m(马来西亚吉隆坡国营石油公司大厦),钢筋混凝土结构房屋的高度达 305.4m(朝鲜平壤柳京饭店),钢索桥的跨度达 1410.8m(英国亨伯钢索桥)。

我国建筑结构领域也取得了辉煌成就。1998 年建成的矗立在我国上海浦东陆家嘴的金茂大厦高 420.5m,地上 88 层,地下 3 层,其高度居全国第一,亚洲第二,世界第三;正在建设的上海环球金融中心,高 492m,共 101 层,其高度居世界第一,如图 0.1 所示。

建筑结构的的发展趋势主要表现在以下几个方面:

(1) 理论方面

一是随着研究的不断深入、统计资料的不断积累,结构设计方法将会发展至全概率极限状态设计方法。二是衡量结构安全的可靠度理论不断发展,目前有学者提出全过程可靠度理论,将可靠度理论应用到工程结构设计、施工与使用的全过程中,以保证结构的安全可靠。随着模糊数学的发展,模糊可靠度的概念正在建立。三是随着计算机的发展,工程结构计算正向精确化方向发展,结构的非线性分析是发展趋势。非线性分析的主要方法是有限元法。对混凝土等材料进行非线性有限元分析目前还不太成熟,学者们正在对有关问题进行深入研究。

(2) 材料方面

混凝土将向轻质高强方向发展。目前美国已制成 C200 的混凝土,我国已制成 C100 的混凝土^①。估计不久混凝土强度将普遍达到 100N/mm^2 ,特殊工程可达 400N/mm^2 。目前高强混凝土的塑性性能不如普通混凝土,研制塑性好的高强混凝土是今后的发展方向。轻质混凝土主要是采用轻质集料,轻质集料主要有天然轻集料(如浮石、凝灰石等)、人造轻集料(页岩陶粒、黏土陶粒、膨胀珍珠岩等)、工业废料(炉渣、矿渣粉煤灰陶粒等)。轻质混凝土的强度目前一般只能达到 $5\sim 20\text{N/mm}^2$,开发高强度的轻质混凝土是今后的方向。为改善混凝土抗拉性能差、延性差的缺点,在混凝土中掺入纤维是有效的途径。掺入的纤维有钢纤维、耐碱玻璃纤维、聚丙烯纤维或尼龙合成纤维等。除此之外,许多特种混凝土如膨胀混凝土、聚合物混凝土、

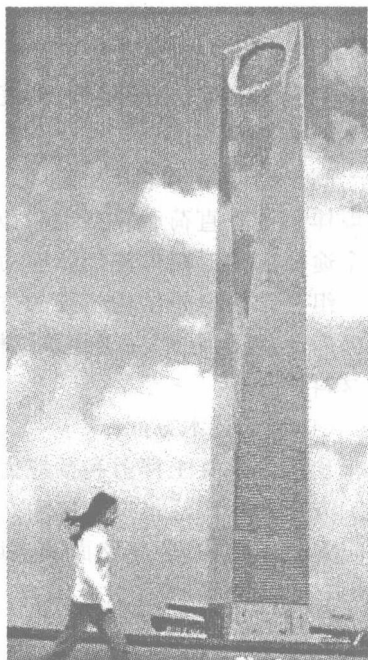


图 0.1 上海环球金融中心

^① 一般认为 C60~C80 为高强混凝土,C100 及以上为超高强混凝土。

浸渍混凝土等也在研制、应用之中。

高强钢筋发展较快。现在强度达 $400 \sim 600 \text{ N/mm}^2$ 的高强钢筋已开始应用,今后将会出现强度超过 1000 N/mm^2 的钢筋。目前高强钢筋主要是冷轧钢筋,包括冷轧带肋钢筋和冷轧扭钢筋。为减小裂缝宽度,焊成梯格形的双钢筋也在开始应用。

砌体结构材料的发展方向也是轻质高强。途径之一是发展空心砖。国外空心砖的抗压强度普遍可达 $30 \sim 60 \text{ N/mm}^2$,甚至高达 100 N/mm^2 以上,孔洞率也达 40% 以上。另一途径是在黏土内掺入可燃性植物纤维或塑料珠,煅烧后形成气泡空心砖,它不仅自重轻,而且隔声、隔热性能好。砌体结构材料另一个发展趋势是高强砂浆。

钢结构材料主要是向高效能方向发展。除提高材料强度外,还应大力发展型钢。如 H 型钢可直接作梁和柱,采用高强螺栓连接,施工非常方便。压型钢板也是一种新产品,它能直接作屋盖,也可在上面浇上一层混凝土作楼盖。作楼盖时压型钢板既是楼板的抗拉钢筋,又是模板。

(3) 结构方面

空间钢网架、悬索结构、薄壳结构成为大跨度结构发展的方向。空间钢网架最大跨度已超过 100 m 。

高层砌体结构也开始应用。为克服传统体系砌体结构水平承载力低的缺点,一个途径是使墙体只受垂直荷载,将所有的水平荷载由钢筋混凝土内核心筒承受,形成砖墙-筒体体系;另一个途径就是对墙体施加预应力,形成预应力砖墙。

组合结构也是结构发展的方向。目前型钢混凝土、钢管混凝土、压型钢板叠合梁等组合结构已广泛应用,在超高层建筑结构中还采用钢框架与内核心筒共同受力的组合体系,能充分利用材料优势。

(4) 施工技术方面

预应力混凝土楼盖和预应力混凝土框架结构有较快发展。在高层建筑中,大模板、滑模等施工方法得到广泛推广和应用。碾压混凝土也是近年来发展较快的新型混凝土,它可用于大体积混凝土结构、公路路面及机场道面,其特点是施工机械化程度高、效率高、劳动条件好、工期短。

0.3 本课程的任务、内容、学习目标及学习要求

建筑结构或构件必须具有足够的可靠性,即承受荷载后应不致破坏和失稳,变形、裂缝等也不超过规定的限值,并能达到规定的使用年限。在满足可靠性的同时,还应具有经济性。可靠和经济是一对矛盾。例如,当构件材料、受力、截面形状等已经确定时,构件截面尺寸过小,则可能承载能力不够而导致结构破坏,或者因变形或裂缝过大而不能正常工作;反之,如果构件截面尺寸过大,则构件承载能力将过于富裕,势必增加造价,造成不必要的浪费。实际工程中,需要通过结构设计来解决这对矛盾。建筑结构设计所要解决的根本问题,就是要在结构的可靠与经济之间选择一种合理的平衡,使所建造的结构既经济合理又安全可靠。结构设计是一个复杂的综合过程,一般需要先对结构进行总体布置,然后对构件进行受力分析、荷载计算、内力计算、选择尺寸和材料、构造处理等等,最后绘出结构施工图。这些都是建筑力学与结构所要研究的课题。由此可见,建筑力学与结构的内容是十分丰富和复杂的。本课程仅研究其

最基本的内容。具体讲,就是研究结构或构件在载荷作用下的平衡规律及简单静定结构的内力计算方法,研究钢筋混凝土结构基本构件承载力的计算方法以及钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构的基本构造要求,为正确识读结构施工图奠定基础。

本课程的内容有建筑力学和建筑结构两方面,具体包括力学基本知识,建筑结构计算基本原则,钢筋混凝土结构基本构件承载力计算,钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构的基本构造要求,结构施工图等内容。

通过本课程的学习,要求理解力学的基本概念、基本理论和基本方法,能进行结构的受力和简单静定结构的内力计算,理解结构计算的基本原则,掌握钢筋混凝土受弯构件和受压构件的承载力计算方法,能正确识读结构施工图,并能理解建筑施工中的一般结构问题。

本课程是工程造价、建筑装饰工程技术、建筑经济管理、建筑工程管理、房地产经营与估价、物业管理、物业设施管理、建筑设计技术、室内设计技术等非建筑工程类专业的重要专业基础课。学习本课程,一是要加强练习。二是要理论联系实际。本课程的理论本身就来源于生产实践,它是前人大量工程实践的经验总结。因此,学习本课程时,应通过实习、参观等各种渠道向工程实践学习,加强练习,真正做到理论联系实际。三是要注意培养自己综合分析问题的能力。结构问题的答案往往不是唯一的,即使是同一构件在给定荷载作用下,其截面形式、截面尺寸、配筋方式和数量都可以有多种答案。这时往往需要综合考虑适用、材料、造价、施工等多方面因素,才能做出合理选择。四是要注意学习有关规范。结构设计规范是国家颁布的关于结构设计计算和构造要求的技术规定和标准,设计、施工等工程技术人员都必须遵循,熟悉并学会应用有关规范是学习本课程的重要任务之一,因此,学习中应自觉结合课程内容学习有关规范,以达到逐步熟悉并正确应用之目的。

思考题

- 0.1 什么是建筑结构?按照所用材料不同,建筑结构可以分为哪几类?各有何特点?
- 0.2 什么是作用?什么是荷载?二者有什么区别和联系?

1 建筑力学预备知识

内容提要

本章主要介绍建筑力学中的预备知识,主要内容为力的基本性质、力矩与力偶、平面一般力系的平衡方程及其应用、变形固体及其假设和几何图形的性质。

学习目标

- (1)掌握几种常见约束的约束反力、受力图的画法、平面力系的平衡方程及其应用;
- (2)理解力的性质和投影、力矩的计算、力偶的概念、受力图的画法和平面一般力系的平衡方程;
- (3)了解力的概念、变形固体及其假设、强度、刚度、稳定性的概念、平面几何图形的性质。

1.1 力的概念

1.1.1 力的含义

人们在长期的生产劳动和日常生活中逐渐形成并建立了力的概念。例如,由于受到地球的引力(重力)作用而使下落的物体速度加快;楼面梁需要有墙或柱的支持力作用才能保持稳定的静止状态;楼板受到人群或家具压力的作用而产生弯曲变形等等。力可定义为:力是物体之间相互的机械作用,这种作用的效果是使物体的运动状态发生改变,或者使物体发生变形。

既然力是物体与物体之间的相互作用,那么,力不可能脱离物体而单独存在。有受力物体,必定有施力物体。

1.1.2 力的三要素

实践证明,力对物体的作用效果取决于三个要素:力的大小、力的方向和力的作用点。这三个要素通常称为力的三要素。

描述一个力时,要全面表明力的三要素,因为任一要素发生改变时,都会对物体产生不同的效果。

在国际单位制中,力的单位为牛顿(N)或千牛顿(kN)。1kN=1000N。

力是一个既有大小又有方向的物理量,所以力是矢量。力用一段带箭头的线段来表示。线段的长度表示力的大小;线段与某定直线的夹角表示力的方位,箭头表示力的指向;线段的