

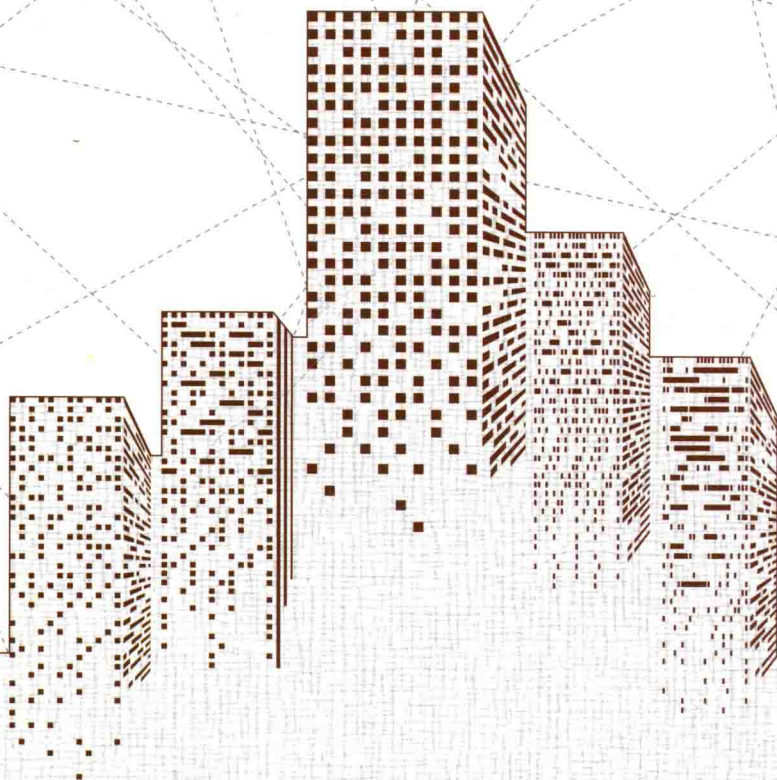


高职高专建筑设计专业“十三五”规划教材
省级重点专业建设成果

建筑力学与结构

Architectural
Mechanics and
Structure

罗恒勇 胡忠义 主编
郭莉梅 田野 主审



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

高职高专建筑设计专业“十三五”规划教材
省级重点专业建设成果

建筑力学与结构

主 编 罗恒勇 胡忠义
副主编 向学敏 马 相
参 编 严小波 林申正 罗尚君
主 审 郭莉梅 田 野

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑力学与结构/罗恒勇, 胡忠义主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2016.7

高职高专建筑设计专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5184-0835-1

I. ①建… II. ①罗… ②胡… III. ①建筑科学—力学—高等职业教育—教材 ②建筑结构—高等职业教育—教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 045026 号

责任编辑: 李建华 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2016 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 21

字 数: 480 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-0835-1 定价: 49.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

150416J2X101ZBW

前言

本书根据建筑装饰技术专业人才就业岗位职业能力的需要,总结近几年高职高专教学研究和课程改革的经验,将原“建筑力学”和“建筑结构”两门课程综合编写成本教材,重构建筑力学到建筑结构的知识体系,也打破了一贯从建筑力学到建筑结构的编写思路,本教材在编写上注重力学与结构知识的完美融合,以适应职业能力培养目标的需要。

本书在内容编写上突出以下几点:①强调把握“三基”(基本概念、基本计算和基本方法),注重应用。②强化技术标准、规范规程的学习及应用。③提高结构构造要求的比重。④弱化了理论推导和繁冗计算。本书在内容上主要围绕以下三方面问题来决定取舍:①如何解决结构和构件的强度(承载力)、刚度和稳定性的问题?其必要的力学基本知识有哪些?②直接引入国家技术标准、规范规程及成熟的构造经验后,结构设计中的理论及计算弱化到什么程度而不至于影响学员对问题的理解?③后续工作过程化的“核心课程”需要哪些必备、够用的力学结构知识?如何提高相关岗位技术人员解决现场结构问题的能力?

本书教材框架构成是:采用项目化的编写体例,体现“学中做,做中学”的教学理念,以混凝土结构为知识载体,重点介绍框架结构中梁、板、柱、楼盖、楼梯、雨篷、阳台的结构设计原理和构造要求以及多高层结构的基本构造要求,内容取舍上将“建筑力学”和“建筑结构”知识进行整合,分为八个项目:项目一、认识建筑力学与结构;项目二、建筑力学基本知识及结构计算简图;项目三、建筑结构的基本知识;项目四、轴心受压(拉)柱的设计;项目五、受弯构件的设计;项目六、偏心受压(拉)构件的设计;项目七、现浇框架结构;项目八、多层与高层房屋结构。每个项目都对应有多个任务,每个任务包含任务导航、知识导航、任务技能和任务习题,每个项目完成均有项目小结。本教材按施工一线高技能人才的规格编写,同时兼顾西部区域用人的差异性,内容上可依据培养目标做适当调整。

本书由宜宾职业技术学院罗恒勇、胡忠义任主编,宜宾职业技术学院向学敏、马相任任副主编,参编人员有严小波、林申正、罗尚君。编写分工为:由胡忠义编写项目一并统稿;项目四和项目六由罗恒勇编写;项目二、项目三、项目五由向学敏、严小波、罗

尚君合作编写；项目七和项目八由马相、林申正合作编写，本书由宜宾职业技术学院郭莉梅教授和宜宾市建筑勘察设计院高级工程师田野任主审。

本书具有较强的针对性、实用性和通用性，可作为高等职业院校建筑装饰技术、工程造价、工程管理、建筑设备、建筑工程技术等专业的教学用书，也可供建筑施工企业工程造价管理人员学习参考。

本书编写过程中，得到了编者所在学院的大力支持，同时参阅并借鉴了许多同类教材的相关内容。郭莉梅教授审阅了本书书稿，并提出了许多宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平和经验有限，书中难免存在疏漏和不足之处，恳请读者及同行批评指正。

编 者

目 录

项目一 认识建筑力学与结构	1
任务一 认识建筑力学和建筑结构	2
任务导航	2
知识导航	2
1.1.1 建筑力学的任务和主要内容	2
1.1.2 建筑结构的分类	3
任务技能	6
项目二 建筑力学基本知识及结构计算简图	7
任务一 静力学的基本知识	8
任务导航	8
知识导航	8
2.1.1 静力学简介	8
2.1.2 力与刚体	8
2.1.3 静力学基本公理	9
2.1.4 平面汇交力系的合成与平衡	11
2.1.5 力矩和力偶	14
2.1.6 约束与约束反力	16
2.1.7 受力图（案例）	20
任务技能	24
任务习题	24

任务二 结构的计算简图	28
任务导航	28
知识导航	28
2.2.1 计算简图	28
2.2.2 工程中常见结构的计算简图	30
任务技能	31
任务习题	31
任务三 静力平衡条件及构件支座反力计算	32
任务导航	32
知识导航	32
2.3.1 平面一般力系的平衡条件	32
2.3.2 构件的支座反力计算	36
任务技能	39
任务习题	39
项目小结	40
项目三 建筑结构的基本知识	42
任务一 钢筋混凝土材料的力学性质	43
任务导航	43
知识导航	43
3.1.1 混凝土材料的力学性质	43
3.1.2 钢筋的力学性质	46
3.1.3 钢筋与混凝土的黏结	49
任务技能	51
任务习题	51
任务二 结构极限状态设计方法简介	52
任务导航	52
知识导航	52
3.2.1 荷载分类及荷载代表值	52
3.2.2 建筑结构设计方法	55
任务技能	59

任务习题	59
项目小结	59
项目四 轴心受压（拉）柱的设计	61
任务一 轴力、轴力图	62
任务导航	62
知识导航	62
4.1.1 轴向拉伸和压缩的概念	62
4.1.2 轴力、轴力图	63
任务技能	65
任务习题	65
任务二 拉（压）杆内的应力	66
任务导航	66
知识导航	66
4.2.1 拉（压）杆横截面上的应力	66
4.2.2 拉（压）杆斜截面上的应力	67
任务技能	70
任务习题	71
任务三 拉（压）杆的变形	72
任务导航	72
知识导航	72
4.3.1 绝对变形胡克定律	72
4.3.2 相对变形、泊松比	73
任务技能	77
任务习题	77
任务四 材料在拉伸和压缩时的力学性能	78
任务导航	78
知识导航	78
4.4.1 材料的拉伸和压缩试验	79
4.4.2 低碳钢拉伸时的力学性能	79
4.4.3 其他金属材料在拉伸时的力学性能	82
4.4.4 金属材料在压缩时的力学性能	82

4.4.5 塑性材料和脆性材料的主要区别	84
任务技能	85
任务五 许用应力与强度条件	86
任务导航	86
知识导航	86
4.5.1 许用应力	86
4.5.2 强度条件	87
任务习题	91
任务六 应力集中与材料疲劳	94
任务导航	94
知识导航	94
4.6.1 应力集中	94
4.6.2 应力集中对构件强度的影响	95
任务技能	95
任务七 受压构件的一般构造要求	96
任务导航	96
知识导航	96
4.7.1 受压构件简介	96
4.7.2 受压构件的构造要求	98
任务技能	100
任务八 轴心受压构件的正截面承载力计算	101
任务导航	101
知识导航	101
4.8.1 普通箍筋柱	101
4.8.2 螺旋箍筋柱	107
任务技能	110
任务习题	110
项目小结	110
项目五 受弯构件的设计	112
任务一 弯曲变形的内力和内力图	113
任务导航	113

知识导航	113
5.1.1 弯曲变形的内力	113
5.1.2 内力方程和内力图	119
5.1.3 微分法作内力图	122
5.1.4 叠加法作内力图	126
5.1.5 弯曲变形正应力和强度校核	128
5.1.6 弯曲变形剪应力和强度校核	134
任务技能	136
任务习题	136
任务二 钢筋混凝土梁的设计	138
任务导航	138
知识导航	138
5.2.1 钢筋混凝土梁的一般规定	138
5.2.2 梁的构造规定	140
5.2.3 单筋矩形截面梁的正截面承载力设计	142
5.2.4 双筋矩形截面梁的正截面承载力设计	160
5.2.5 T形截面梁的正截面承载力设计	166
5.2.6 梁的斜截面承载力的设计	174
任务技能	204
任务习题	204
任务三 钢筋混凝土板	207
任务导航	207
知识导航	207
5.3.1 板的构造规定	207
5.3.2 板的计算方法	208
任务技能	210
任务习题	210
任务四 钢筋混凝土楼梯和雨篷	211
任务导航	211
知识导航	211
5.4.1 板式楼梯	212
5.4.2 梁式楼梯	217
5.4.3 雨篷	222

任务技能	225
任务习题	225
任务五 预应力混凝土构件 (拓展知识)	226
任务导航	226
知识导航	226
5.5.1 预应力混凝土的基本概念	226
5.5.2 施加预应力的方法	228
5.5.3 预应力混凝土的特点	230
5.5.4 预应力混凝土材料	231
任务技能	232
任务习题	232
项目小结	232
项目六 偏心受压 (拉) 构件的设计	234
任务一 组合变形的基本概念	235
任务导航	235
知识导航	235
认识组合变形	235
任务技能	238
任务二 偏心压缩 (拉伸) 与截面核心	239
任务导航	239
知识导航	239
6.2.1 单向偏心受压	240
6.2.2 双向偏心受压	241
6.2.3 截面核心	245
任务技能	248
任务习题	249
任务三 偏心受压构件面配筋设计	250
任务导航	250
知识导航	250
6.3.1 偏心受压构件正截面的破坏特征	251
6.3.2 大小偏心受压界限	253

6.3.3	附加偏心距和初始偏心距	254
6.3.4	二阶效应 ($P-\delta$ 效应)	254
6.3.5	矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力基本计算公式	255
6.3.6	非对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算方法	258
6.3.7	对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算方法	266
6.3.8	偏心受压构件斜截面承载力计算	270
任务技能	.....	272
任务习题	.....	273
项目小结	.....	274
项目七	现浇框架结构	276
任务一	现浇单向板肋梁楼盖	277
任务导航	.....	277
知识导航	.....	277
7.1.1	结构平面布置	277
7.1.2	单向板肋梁楼盖的构造要求	278
任务技能	.....	282
任务习题	.....	282
任务二	现浇框架构造要求 (非抗震设防要求)	283
任务导航	.....	283
知识导航	.....	283
7.2.1	框架梁构造要求	283
7.2.2	框架柱构造要求	285
7.2.3	框架节点	286
任务技能	.....	287
任务习题	.....	288
任务三	现浇框架抗震构造要求	289
任务导航	.....	289
知识导航	.....	289
7.3.1	框架抗震等级	289
7.3.2	框架梁构造要求	292
7.3.3	框架柱构造要求	293
7.3.4	节点构造要求	296

任务技能	297
任务习题	297
任务四 现浇框架结构施工图	298
任务导航	298
知识导航	298
7.4.1 框架结构施工图内容	298
7.4.2 混凝土结构施工图平面整体表示法制图规则及其识图	302
7.4.3 现浇框架结构平法施工图识读	310
任务技能	311
任务习题	311
项目小结	311
项目八 多层与高层房屋结构	312
任务一 多层与高层房屋结构的类型	313
任务导航	313
知识导航	313
8.1.1 多、高层建筑体系的确定	313
8.1.2 多、高层建筑结构常见的类型	315
任务技能	318
任务习题	318
任务二 多层和高层钢筋混凝土房屋的构造要求	319
任务导航	319
知识导航	319
8.2.1 剪力墙结构的构造要求	319
8.2.2 框架-剪力墙结构的构造要求	321
8.2.3 筒体结构构造要求	322
任务技能	323
任务习题	323
项目小结	323
参考文献	324

项目一 认识建筑力学与结构



项目导读

建筑物在建造和使用过程中，都会受到各种荷载的作用，而要保证建筑物的安全，必须使建筑物能够抵抗各种荷载的作用，并使建筑物经济可行，这就需要研究建筑物的组成和构件在外界荷载作用下的受力原理，并对构件进行设计。这就是本门课程研究的核心内容。



学习目标

知道建筑力学研究的主要内容

知道力学与结构的关系

了解各类结构的优缺点及应用范围

掌握作用的概念

理解建筑结构的定义、组成、分类以及钢筋与混凝土共同工作的原因

任务一 认识建筑力学和建筑结构

任务导航

任务导言

认识建筑力学和建筑结构的研究内容，明确学习建筑力学的目标，掌握建筑结构的分类。

任务目标

知道建筑力学和结构的研究内容，并明确两者之间的关系。

任务布置

根据所给构件的受力情况，正确分析构件组合变形的情况。

任务分析

能识别常见建筑物的结构类型。

知识导航

1.1.1 建筑力学的任务和主要内容

建筑力学是一门基础课程，它为学生提供基本的力学知识和计算方法，为进一步学习相关的专业课程打好必要的基础。

建筑物无论是在建造过程中还是在使用过程中都会受到各种力的作用，一般情况下房屋建筑会受到下列一些作用力：

- ①楼面活荷载——人群、家具设备等。
- ②屋面活荷载——积雪、商场屋面的人群、施工（检修）荷载。
- ③各种构件自身重量——如楼板、墙身自重。
- ④外墙面上的风力。

这些力工程上通常称为荷载。

建筑物中支承和传递荷载而起骨架作用的部分称为结构，而一个结构往往是由许多

构件按一定的形式组成的,如房屋结构由梁、板、墙、柱和基础等构件组成。而这些结构和构件在承受荷载和传递荷载时会引起周围物体对它们的反作用(如地基对基础的反作用力),同时结构和构件本身因受荷载作用而产生内力和变形,但结构本身具有一定抵抗变形和破坏的内力。合理的结构及构件应该在施工和使用过程中满足以下两方面的基本要求:

①结构和构件在荷载作用下不能破坏,同时也不能产生过大的形状改变,即保证结构安全正常使用。

②结构和构件所用的材料应尽可能少,降低工程造价。

盲目强调结构及构件的安全,势必会用好的材料、大的截面尺寸而造成浪费;反之,过分强调节约只会采用低等级材料、小的截面尺寸而降低安全性。所以,要合理解决安全与经济这对矛盾,使所设计的结构或构件既安全合理,又经济耐用。

建造一个庞大的建筑物之前,设计人员将对它的所有构件一一进行受力分析,构件的尺寸大小、所用的材料、排列的位置都要通过计算来确定。这样才能保证建筑物的牢固和安全。这种繁复而细致的计算工作,必须要有科学的计算理论作为依据。建筑力学便是提供这些建筑结构受力分析和理论计算为依据的一门学科。

建筑力学将讨论下列几方面的内容:

①力系的简化和力系平衡问题。即结构和构件上所受到的各种力都要符合保持平衡状态的条件。

②强度问题。即研究结构和构件在荷载作用下其内部产生的力和结构抵抗破坏的能力。

③刚度问题。即讨论结构和构件在荷载作用下的变形大小和抵抗变形的能力。

④稳定问题。即讨论受压构件的稳定相,避免受压构件因过于细长,当压力超过一定值时突然从原来的直线状态变成曲线形状,改变受压工作形状而破坏,即失稳破坏。

⑤研究杆件几何组成规则。即保证各部分不发生相对运动,使杆件体系能形成稳固的结构体系。

1.1.2 建筑结构的分类

建筑是供人们生产、生活和进行其他活动的房屋或场所。各类建筑都离不开梁、板、墙、柱、基础等构件,它们相互连接形成建筑的骨架。建筑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”,是指能使结构或构件产生效应(内力、变形、裂缝等)的各种原因的总称。作用可分为直接作用和间接作用。直接作用即习惯上所说的荷载,是指施加在结构上的集中力或分布力系,如结构自重、家具及人群荷载、风荷载等。间接作用是指引起结构外加变形或约束变形的原因,如地震、基础沉降、温度变化等。

建筑结构由水平构件、竖向构件和基础组成。水平构件包括梁、板等,用以承受竖向荷载;竖向构件包括柱、墙等,其作用是支撑水平构件或承受水平荷载;基础的作用是将建筑物承受的荷载传至地基。

建筑结构有多种分类方法。按照承重结构所用的材料不同,建筑结构可分为混凝土

结构、砌体结构、钢结构、木结构和混合结构五种类型。

1.1 (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。

素混凝土结构是指由无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构，在建筑工程中一般只用作基础垫层或室外地坪。

钢筋混凝土结构是指由配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土制成的结构。在混凝土内配置受力钢筋，能明显提高结构或构件的承载能力和变形性能。

由于混凝土的抗拉强度和抗拉极限应变很小，钢筋混凝土结构在正常使用荷载下一般是带裂缝工作的。这是钢筋混凝土结构最主要的缺点。为了克服这一缺点，可在结构承受荷载之前，在使用荷载作用下可能开裂的部位，预先人为地施加压应力，以抵消或减少外荷载产生的拉应力，从而达到使构件在正常的使用荷载下不开裂，或者延迟开裂、减小裂缝宽度的目的，这种结构称为预应力混凝土结构。

钢筋混凝土结构是混凝土结构中应用最多的一种，也是应用最广泛的建筑结构形式之一。它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混凝土结构。钢筋混凝土结构之所以应用如此广泛，主要是因为它具有如下优点：

①就地取材。钢筋混凝土的主要材料是砂、石，水泥和钢筋所占比例较小。砂和石一般都可由建筑工地附近提供，水泥和钢材的产地在我国分布也较广。

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，从而保证了结构的耐久性。

③整体性好。钢筋混凝土结构特别是现浇结构有很好的整体性，这对于地震区的建筑物有重要意义，另外对抵抗暴风及爆炸和冲击荷载也有较强的能力。

④可模性好。新拌和的混凝土是可塑的，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。混凝土是不良传热体，钢筋又有足够的保护层，火灾发生时钢筋不致很快达到软化温度而造成结构瞬间破坏。

钢筋混凝土也有一些缺点，主要是自重较大，抗裂性能差，现浇结构模板用量大，工期长等。但随着科学技术的不断发展，这些缺点可以逐渐克服。例如采用轻质、高强的混凝土，可克服自重大的缺点；采用预应力混凝土，可克服容易开裂的缺点；掺入纤维做成纤维混凝土可克服混凝土的脆性；采用预制构件，可减小模板用量，缩短工期。

应当注意的是，钢筋和混凝土是两种物理力学性质不同的材料，在钢筋混凝土结构中之所以能够共同工作，是因为：

①钢筋表面与混凝土之间存在黏结作用。这种黏结作用由三部分组成：一是混凝土结硬时体积收缩，将钢筋紧紧握住而产生的摩擦力；二是由于钢筋表面凹凸不平而产生的机械咬合力；三是混凝土与钢筋接触表面间的胶结力。其中机械咬合力约占50%。

②钢筋和混凝土的温度线膨胀系数几乎相同 [钢筋为 1.2×10^{-5} ，混凝土为 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}$]，在温度变化时，两者的变形基本相等，不致破坏钢筋混凝土结构的整体性。