

21世纪高等院校工程管理专业教材

建筑结构

——概念、原理与设计

刘禹 张建新 编著



FE 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press



21世纪高等院校工程管理专业教材

工程经济学 (省级精品课程教材)

可行性研究与项目评估 (省级精品课程教材)

工程项目管理学

房地产经济学

项目融资

工程造价

工程招投标管理 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

工程建设合同与合同管理 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

城市规划与管理

国际工程承包 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

房地产投资分析

土木工程建筑概论

投资经济学

建筑结构——概念、原理与设计

物业管理理论与实务



无防伪标志者均为盗版
举报电话: (0411)84710523

ISBN 978-7-5654-0133-6



9 787565 401336 >

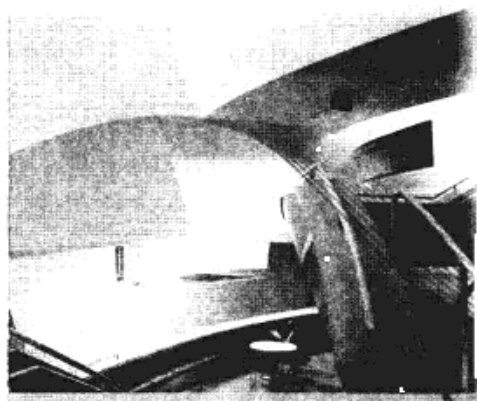
定价: 28.00元



建筑结构

——概念、原理与设计

刘禹 张建新 编著



FE 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press
大连

© 刘 禹 张建新 2010

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构——概念、原理与设计 / 刘禹, 张建新编著.
—大连: 东北财经大学出版社, 2010. 10
(21 世纪高等院校工程管理专业教材)
ISBN 978 - 7 - 5654 - 0133 - 6

I. 建… II. ①刘… ②张… III. 建筑结构 - 高等学校 - 教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 196868 号

东北财经大学出版社出版

(大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025)

教学支持: (0411) 84710309

营 销 部: (0411) 84710711

总 编 室: (0411) 84710523

网 址: <http://www.dufep.cn>

读者信箱: dufep@dufe.edu.cn

大连美跃彩色印刷有限公司印刷 东北财经大学出版社发行

幅面尺寸: 148mm × 210mm	字数: 418 千字	印张: 14 3/8
2010 年 10 月第 1 版	2010 年 10 月第 1 次印刷	

责任编辑: 李 彬 王 斌	责任校对: 赵 楠
封面设计: 张智波	版式设计: 钟福建

ISBN 978 - 7 - 5654 - 0133 - 6

定价: 28.00 元

21 世纪高等院校工程管理专业教材编写委员会

主 任

王立国 教授，博士生导师

成 员

(以姓氏笔画为序)

马秀岩 王全民 王来福 刘 禹 刘秋雁 李 岚

张建新 宋维佳 杨 青 武献华 梁世连

总 序

八年前，我们依照建设部高等院校工程管理专业学科指导委员会制定的课程体系，组织我院骨干教师编写了“21 世纪高等院校工程管理专业教材”。目前，这套教材已出版的有《工程经济学》、《可行性研究与项目评估》、《工程项目管理学》、《房地产经济学》、《项目融资》、《工程造价》、《工程招标投标管理》、《工程建设合同与合同管理》、《城市规划与管理》、《国际工程承包》、《房地产投资分析》、《土木工程概论》、《投资经济学》等 13 部。

上述教材的出版，既满足了校内本科教学的需要，也满足了外院校和社会上实际工作者的需要。其中，一些教材出版后曾多次印刷，深受读者的欢迎；一些教材还被选入“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。从总体上看，“21 世纪高等院校工程管理专业教材”已取得了良好的效果。

为进一步提升上述教材的质量，加大工程管理专业学科建设的力度，新一届编委会决定，对已出版的教材逐本进行修订，并适时推出本科教学急需的新教材。

组织修订和编写新教材的指导思想是：以马克思主义经济理论和现代管理理论为指导，紧密结合中国社会主义市场经济的实践，特别是工程建设的管理实践，坚持知识、能力、素质的协调发展，坚持本科教材应重点讲清基本理论、基本知识和基本技能的原则，不断创新教材编写理念，大力吸收工程管理的新知识和新经验，力求编写的教材融理论性、操作性、启发性和前瞻性于一体，更好地满足高等院校工程管理专业本科教学的需要。

多年来，我们在组织编写和修订“21 世纪高等院校工程管理专业教材”的过程中，参考了大量的国内外已出版的相关书籍和刊物，得到国家发展与改革委员会、住房和城乡建设部等部门的大力支持，东北

财经大学出版社有限责任公司的领导、编辑为这套系列教材的及时出版提供了必要的条件，做了大量的工作，在此一并致谢。

编写一套高质量的工程管理专业系列教材是一项艰巨、复杂的工作。由于编著者的水平有限，书中的缺点与不足在所难免，竭诚欢迎同行专家与广大读者的批评指正。

21 世纪高等院校工程管理专业教材编委会主任 王立国

2010 年 9 月

第 1 版
第 1 次印刷
PDG

前 言

工程管理是一门新兴的学科，按照高等院校工程管理专业学科指导委员会的原则，该专业是基于工程技术、管理学、经济学、法律四个平台的专业学科，因此，我国高等院校的工程管理专业，有的开设于传统土木工程院校中，如同济大学；有的开设于财经院校之中，如东北财经大学。不同专业背景的学校，依托于各自的优势学科，形成了不同的发展路径与专业优势。

财经院校工程管理专业在工程造价、建设投资、房地产开发、工程财务等领域拥有特定优势，但工程技术基础的先天薄弱却是不争的事实。如何基于现有的技术平台，构建符合专业特色的工程技术课程教学模式与学习路径，是所有财经院校工程管理专业都在探索的课题。从目前来看，尽管很多有财经专业背景的院校设置了工程管理专业，但专门为其撰写的相关工程技术教材却比较罕见，大多直接采用普通教材。这种状况使得其课程教学过程无论对教师还是学生，都十分不易。对于集中体现建筑工程技术平台相关知识体系的“建筑结构原理”这门课，尤其如此。

2002年以来，我们一直致力于在财经院校中探索与实践富有成效的工程技术教学，由此形成了独特的教学逻辑和知识体系，受到了高等院校工程管理专业学科指导委员会以及国内外专家的认可，也使得东北财经大学成为全国最早通过工程管理专业评估的财经院校。基于财经院校工程管理专业的特色、发展方向与学科背景，我们设定了教学目标与学习过程——对于财经院校的工程管理专业学生来讲，学习这门课更为重要的意义在于，通过学习可以建立起对建筑结构的一种必要的和初步的理解，以便作为日后工作的背景知识（而不是实用知识与技能），能够和专业的工程师进行沟通。也就是说，他们并不需要深入了解和掌握建筑结构设计，也不必从事与结构设计有关的工作，关键是能从概念、

理论的层面上理解建筑的结构体系。

我们所采用的逻辑体系是从宏观的结构体系入手再到微观构件的理解过程，这在最初是受到著名的结构工程大师林同炎先生的启发而形成的：“建筑设计的目的是创造一个有效的环境整体，即一个由许多相互关联的环境分体系形成的整体。所以，设计者在开始处理结构方面的问题时，必然希望在形成和处理总体方案时，着眼于相互有关的各主要分体系，而不是构件和细部构造。但是，与总体考虑的必然效果相反，建筑和工程的学生往往是通过学习基本构件及其有关的具体设计和施工要点来学习工程知识。这种方法假设学生自己会返回去发现怎样把各部分结合成整体。但不幸的是，这种假设很少会实现，因为学习的模式和建筑设计思路的自然流程相反。一个设计者的实际设计经验模式与学习技术知识的模式之间如此地不协调，将使学生难以在设计思路形成的阶段应用这些技术知识。”^①

因此，在后来逐步总结授课教案并成书的过程中，我们着重从宏观的角度、从概念理解的角度，阐述建筑结构体系的基本原理与设计方法，并力求做到使一名没有多少工程技术专业背景的初学者在阅读本书之后，能够具备对于常见的建筑结构体系的认识与理解。

本书按照建筑结构设计的基本过程来阐述相关原理，力求解决两个基本问题：第一，结构受什么样的力或者作用？第二，结构应该进行什么样的处理以防止破坏的发生。其实，在这两个问题中间还有一个环节，就是结构在力的作用下有什么样的反应，包括内力、应力与变形——这是在力学课程中所需要解决的。由于篇幅和内容所限，相关问题请参考其他有关理论，如建筑力学等。

具体来讲，本书的行文逻辑可以分为如下几部分：

第一部分，主要阐述相关概念与基本原理，由第一章至第三章构成。

首先，介绍什么是建筑的结构体系，有什么作用，如何构成（第一章）；其次，阐述结构将受到哪些作用，这些作用如何量化，并相对

^① 林同炎、[美] S. D. 斯多台斯伯利：《结构的概念和体系》，高立人、方鄂华、钱稼茹译，8~9页，北京，中国建筑工业出版社，1999。

详细地介绍地震与风对建筑的影响（第二章）；最后，阐述建筑结构选用材料的原则，以及目前结构工程所选择的主要材料——钢材、混凝土，着重介绍混凝土与钢材的性能，并初步阐述钢筋混凝土的工作原理（第三章）。

第二部分，开始全面讲解建筑设计的主要原则，以及各种建筑结构形式的特点与应用，由第四章和第五章构成。

首先，阐述建筑结构的设计原理，讲述材料强度与内力、荷载之间的构成关系，通过这一章可以明确结构设计的过程（第四章）；随后，讲解各种常见的建筑结构形式的受力特点与应用领域，阐述结构设计概念、原则（第五章）。

第三部分，将具体介绍微观构件的设计方法，包括跨度构件——梁（第六章）和竖向构件——柱（第七章）。

前面两部分是从宏观的结构设计与结构分析入手，说明结构设计的基本过程。在经历了这一阶段之后，结构设计将是针对具体构件的设计与计算。因此在第三部分，着重讲解了钢筋混凝土梁、柱这两种最为普遍构件的设计。

第四部分，将讲述相对特殊的结构构件——预应力结构（第八章）与钢结构（第九章）。

预应力是可以更为充分发挥混凝土受压性能的一种结构，有着更大的刚度，能更好地控制裂缝的发生。在很多工程实践中，预应力结构被用来控制结构的层高与裂缝。钢结构是比较复杂的结构形式，不论是计算理论还是构造方法，在学习中应该更多地参考有关力学书籍来作进一步的了解。

第五部分，也是最后一章，阐述结构的地基与基础的相关问题，从土的构成、土的压缩性、土的强度、稳定性到基础的简单选择与设计方法。

从整体来看，本书涉及结构工程领域的多门课程，由于篇幅限制和本书对于目标读者的选择，不可能一一阐述，深入浅出是本书的特点。书中所涉及的结构设计理论与计算理论部分也比较浅显，对于相对复杂与难以理解的部分我们均作了适当的取舍与删减，更适于初学者学习。

尽管本书的初衷是面向财经院校工程管理专业的学生，但绝不仅限

于此。写作过程中，我们力求本书能够实现“内行愿意看，外行看得懂”这一目标。对于在工程造价、建设投资、房地产开发、工程财务、建设法律、工程合同管理等领域工作的工程技术与管理人员，本书也是一本有价值的参考书。

本书是集体智慧的结晶，具体编写分工如下：东北财经大学杜贵成第七、十章，宁欣第九章，张建新第一、八章；北京建筑工程学院孙杰第四章；其余各章由东北财经大学刘禹编写。刘禹、张建新总纂定稿。

受专业水准与写作水平所限，书中难免有疏漏与错误之处，敬请广大读者谅解并指正。

作 者

2010年8月



目 录

第一章 建筑结构的基本知识	1
学习目标.....	1
第一节 结构的概念.....	1
第二节 结构的作用.....	2
第三节 结构的组成.....	5
第四节 建筑物对于结构的基本要求.....	7
第五节 建筑设计的过程与结构设计的原理简述.....	8
第六节 结构工程的历史演进过程	11
第七节 小结	13
关键概念	14
复习思考题	14
第二章 荷载的基本概念	15
学习目标	15
第一节 荷载及其分类	15
第二节 荷载取值	18
第三节 特殊荷载与作用简介	20
第四节 小结	33
关键概念	34
复习思考题	34
第三章 常用的结构材料	35
学习目标	35
第一节 结构材料的基本要求	35
第二节 混凝土	42
第三节 建筑用钢材	58

第四节 建筑用复合材料——钢筋混凝土、劲性混凝土与 钢管混凝土	68
第五节 结构用其他材料	76
第六节 小结	83
关键概念	84
复习思考题	84
第四章 结构设计原理	86
学习目标	86
第一节 结构设计的极限状态理论	88
第二节 建筑物的重要度与设计基准期	92
第三节 荷载效应与结构抗力	94
第四节 荷载与作用的组合与分布	97
第五节 建筑结构设计过程综述	103
第六节 小结	105
关键概念	107
复习思考题	107
第五章 常见的建筑结构体系与受力特点	108
学习目标	108
第一节 结构的经济性、效率与构件的形式	109
第二节 结构概念设计与结构选型	118
第三节 砖石砌体结构	133
第四节 框架结构的设计原理	152
第五节 剪力墙结构的设计原理	162
第六节 排架结构的设计原理	168
第七节 悬索与拱结构	183
第八节 索膜结构	191
第九节 小结	198
关键概念	199
复习思考题	199
第六章 最常见的跨度结构——钢筋混凝土梁板结构体系分析	200
学习目标	200

第一节 钢筋混凝土梁板结构体系的构成	200
第二节 钢筋混凝土梁式结构的正截面设计	214
第三节 钢筋混凝土梁的耐久性与刚度问题——裂缝与变形	242
第四节 钢筋混凝土梁的斜截面设计	247
第五节 钢筋混凝土梁板结构的特殊问题——受扭作用	261
第六节 其他钢筋混凝土水平结构——无梁楼盖、双向板、 密肋楼盖、井字梁与楼梯	269
第七节 小结	281
关键概念	284
复习思考题	285
单向板肋梁楼盖设计案例	285
第七章 钢筋混凝土垂直结构体系分析	301
学习目标	301
第一节 受压构件综述	302
第二节 轴心受压构件	305
第三节 偏心受压构件	311
第四节 受压构件的综合分析	327
第五节 钢筋混凝土受拉构件	331
第六节 小结	334
关键概念	336
复习思考题	336
第八章 预应力混凝土结构原理与应用	337
学习目标	337
第一节 预应力混凝土结构概述	337
第二节 施加预应力的方法	343
第三节 预应力混凝土的材料和锚具	348
第四节 预应力混凝土构件的张拉控制应力与预应力损失	353
第五节 预应力混凝土构件的一般构造	357
关键概念	361
复习思考题	361

第九章 钢结构的基本构件与结构体系	362
学习目标.....	362
第一节 钢结构的结构体系.....	363
第二节 钢结构的构件连接方式.....	368
第三节 钢结构构件的计算与构造原理.....	375
关键概念.....	388
复习思考题.....	388
第十章 结构的地基与基础	390
学习目标.....	390
第一节 地基与基础的基本概念.....	392
第二节 土中应力的分布与土的强度.....	400
第三节 土的压缩性与地基沉降.....	407
第四节 地基承载力.....	409
第五节 土坡的稳定问题.....	412
第六节 基础的设计原理.....	417
关键概念.....	430
复习思考题.....	431
附录1 名词与术语	432
附录2 常用建筑材料的性能与基本构造	439
参考文献	444



第一章 建筑结构的基本知识

学习目标

掌握结构的基础知识以及结构对于建筑的重要作用。

第一节 结构的概念

建筑物是人类建造的人工空间，当自然界出现各种复杂的变化时，如风、雨、雪、地震等，稳固的人工空间能够保证人类的正常生活与生产（如图 1—1 所示）。建筑物是人类得以生存与发展的基础。世界上的文明古国，无不留下了令人叹为观止的建筑奇迹。正如历史学家所说，建筑记录了人类的历史。

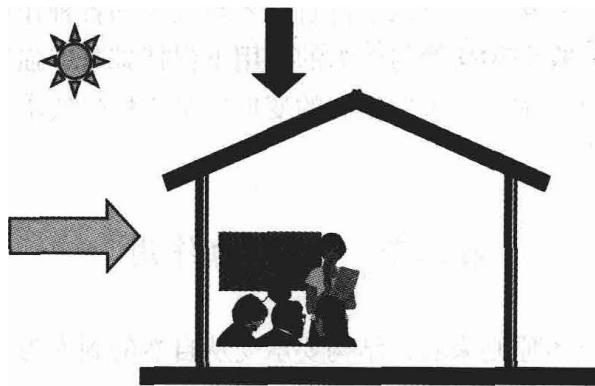


图 1—1 建筑与人类的关系

除了建筑物，为了达到某种特殊的目的，人们还修建了各种各样的构筑物，如桥梁——其目的是交通，沟通自然界的各种阻隔，使天堑变通途；水坝——为的是挡水或约束水流的方向，从而保证人类对于水资源的利用。与建筑物同样，这些构筑物也要面对各种自然的力量与人为

的作用。

为了保证这些建筑物与构筑物在各种自然的、人为的作用下，保持其自身的工作状态（跨度、高度、稳定性等），必须有相应的受力、传力体系，这个体系就是结构。在后文中，我们将建筑物与构筑物统称为建筑物。

建筑结构是构成建筑物并为使用功能提供空间环境的支承体，承担着建筑物的重力、风力撞击、振动等作用下所产生的各种荷载，同时又是影响建筑构造、建筑经济和建筑整体造型的基本因素。为此，我们需要研究建筑物的结构体系和构造形式，研究影响建筑刚度、强度、稳定性和耐久性的因素，研究结构与各组成部分的构造关系等。

常见建筑物的梁、柱、板，桥梁的桥墩、桥跨，水坝、堤岸等属于结构，而人们在日常活动中看不到的基础、地基也属于结构。

对于建筑物来说，屋顶、墙和楼板层等都是构成建筑使用空间的主要组成部件，它们既是建筑物的承重构件，又都是建筑物的围护构件。它们的功能是用来抵御和防止风、雨、雪、冻、地下水、太阳辐射、气温变化、噪声以及内部空间相互干扰等影响，为提供良好的空间环境创造条件。

有了结构，建筑物就可以抵抗自然界与人为的各种作用，因此结构必须是安全的，在各种自然与人为的作用下保持其基本强度要求——不破坏，基本刚度要求——不发生大的变形，基本稳定要求——不出现整体与局部的倾覆。

第二节 结构的作用

从结构的基本原则来看，结构要承受从自然的到人为的各种力与作用，并把这些力与作用传递到大地上。

一、抵抗结构自身的自重作用

自重是地球上的任何物体均存在的基本物理特征，是由地球的引力产生的（如图1—2所示）。组成结构的材料也同样存在自重。尽管初学者在学习力学基础时，由于简化计算的需要，经常忽略结构的自重，