

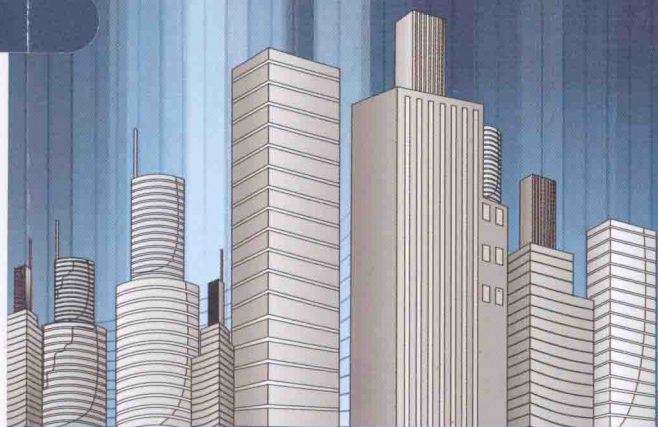
普通高等教育“十二五”规划教材

建筑结构设计原理

JIANZHU JIEGOU SHEJI YUANLI

第二版

李章政 编著



化学工业出版社



普通高等教育“十二五”规划教材

建筑结构设计原理

JIANZHU JIEGOU SHEJI YUANLI

第二版

李章政 编著



化学工业出版社

全书分为四篇,共15章。第一篇为结构设计原理基础;第二篇为混凝土结构构件,详细介绍了混凝土结构材料的性能,混凝土构件(受弯构件、受压构件、受拉构件、受扭构件)的受力特点、构造要求和承载力计算,以及预应力混凝土构件等;第三篇为砌体结构构件,主要内容包
括砌体的力学性能、无筋砌体构件承载力、配筋砌体构件承载力;第四篇为钢结构构件,介绍了
建筑钢材的性能、钢结构连接和钢结构构件计算。

本书可作为土木工程专业建筑工程方向(工民建方向)本科生教材,也可作为相关专业如工
程管理、工程造价、建筑学等专业学生的参考书,还可供进一步学习及准备参加国家注册考试
的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构设计原理/李章政编著. —2版. —北京:化学
工业出版社,2014.6
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-20347-2

I. ①建… II. ①李… III. ①建筑结构-结构设计-
高等学校-教材 IV. ①TU318

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第071586号

责任编辑:满悦芝
责任校对:蒋宇

文字编辑:刘丽菲
装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张24 $\frac{3}{4}$ 字数672千字 2014年9月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:45.00元

版权所有 违者必究

前言

土木工程是工科中最古老的专业之一，也是颇具活力的专业。土木工程专业内细分为若干个专业方向，而不同专业方向的结构设计采用不同的国家标准。结构设计原理属于专业知识体系中的“结构基本原理和方法”知识领域，《建筑结构设计原理》冠以“建筑”二字是区别于桥梁结构、港口码头结构、水工结构等专业方向的结构设计原理。本书讲述建筑结构基本构件的设计计算和构造要求，内容包括荷载与极限状态设计理论，混凝土结构基本原理，砌体结构基本原理和钢结构基本原理，可以作为土木工程专业建筑工程方向（工民建方向）本科生教材，或作为相关专业如工程管理、工程造价、建筑学等专业学生的参考书，也可供工程技术人员进一步学习及准备参加国家注册考试的参考。

第二版按照现行荷载规范和各结构设计规范重新编写、修订，保留了第一版的特点。全书分为四个模块，即相对独立的四篇，第一篇结构设计原理基础、第二篇混凝土结构构件、第三篇砌体结构构件、第四篇钢结构构件，不同的教学需要，可采用不同的模块组合。比如结构设计原理课程，可以全部讲授；混凝土结构基本原理课程，可以选讲第一、二两篇；砌体结构基本原理，可选讲第一、三两篇；钢结构基本原理，可选讲第一、四两篇。“建筑结构设计原理”在土木工程专业知识体系中是一门承上启下的课程。相对于数学、力学等基础课程，它有着极强的专业背景；而对后续的专业课程而言，它又承担着理论基础的角色。因此，本书首先强调课程的基础性，系统地讲述理论体系；其次强调它的应用性，各类结构构件都给出了其应用背景，书中插入了大量的工程图片以提高初学者的感性认识。书中还安排了大量的实际问题的计算案例，并配有相当数量的思考题、选择题和计算题，帮助学生掌握概念、熟悉计算方法。

与第一版相比，充实、增加以下内容：结构设计状况的概念、钢筋的代换、钢筋混凝土I形截面受压构件、砌体结构双向偏心受压构件、配筋砌体中钢筋的耐久性要求，扩大了知识点；书末给出了选择题和计算题答案，以便于检查自己的学习效果。

学然后知不足，教然后知困。作者学识和见识都十分有限，本书不可避免地存在着不足，恳请读者提出宝贵的意见，达到教学相长之目的，也利于将来修改、完善。谢谢！

编者

甲午年丙寅月（2014年2月）· 川大江安

第一版前言

土木工程是工科中最古老的专业，也是最具活力的专业。长达两百年的发展使其人才培养体系日趋完善并与时俱进，各类课程既保留了基本理论又不断引入创新成果。众所周知，“建筑结构设计原理”是土木工程专业最重要的课程之一，它研究建筑结构的构成规律、各类外在荷载作用以及结构的承载能力，讲述不同材料构件的设计方法和构造要求。长久以来它被分为三门课程：“钢筋混凝土结构”、“钢结构”以及“砌体结构”，其中不乏重复和交叉的内容，学时要求特别长。随着高教改革的不断深入，目前国内大多数院校都在向强基础、宽专业方向发展，压缩专业课已成为一种趋势。事实上，高等教育并非终身教育，学生毕业后面临不断的技术创新，只有继续学习方可跟上时代的步伐。从这个意义上来说，高等教育只是学生职业生涯的基础，掌握专业基本理论是今后继续教育的根基。在这样的背景下，我们重新编写了“建筑结构设计原理”，将原有的三大结构课程整合，分离出基本理论，将共有的内容如结构上的荷载作用和结构设计统一方法集中编写，然后将各类材料构件设计原理独立成篇。整个体系既互相呼应以加强结构设计方法的贯通，又突出不同材料的特点，为工程应用打下了基础。

“建筑结构设计原理”在土木工程专业知识体系中是一门承上启下的课程。相对数学、力学等基础课程，它有着强烈的专业背景，而对后续的专业课程它又承担着理论基础的角色。因此，本书在编排上抓住这一特点。首先，强调它的基础性，除了系统地讲述理论体系，还安排了大量的习题，帮助学生掌握概念，熟悉计算方法；其次，强调它的工程性，书中插入了大量的工程图片，包括 5.12 汶川大地震中建筑结构的破坏，使学生在学基础理论的过程中结合工程实践，了解可能的应用，同时也加深了对书本知识的理解。

编者长期从事土木工程专业的教学、科研与工程项目咨询工作，对如何传授建筑结构设计知识有一定的体会，因此集多年的思考编写了该教材。作为课程体系和教学方法改革的一种探索，本书不可避免地存在着缺点和不足，恳请读者提出宝贵意见，在此致以衷心的感谢！

编者

2009 年元月于四川大学

目 录

第一篇 结构设计原理基础

第 1 章 绪论	2
1.1 建筑和建筑结构	2
1.1.1 建筑	2
1.1.2 建筑结构	2
1.2 建筑结构的类型和特点	3
1.2.1 按材料分类	3
1.2.2 按结构受力性能分类	6
1.3 建筑结构构件体系	8
1.3.1 基本构件及传力途径	8
1.3.2 基本构件受力分类	9
1.4 结构设计理论的发展过程	9
1.4.1 容许应力法	10
1.4.2 破损阶段设计法	10
1.4.3 极限状态设计法	10
1.5 课程的性质和学习要求	11
思考题	12
选择题	12
第 2 章 结构上的荷载及其取值	14
2.1 建筑结构设计基本规定	14
2.1.1 结构的安全等级	14
2.1.2 结构的设计基准期	14
2.1.3 结构的设计使用年限	14
2.2 建筑结构上的荷载及其分类	15
2.2.1 按随时间的变异分类	15
2.2.2 按空间位置的变异分类	16
2.2.3 按结构的反应特点分类	16
2.3 永久荷载代表值	16
2.4 可变荷载代表值	18
2.4.1 可变荷载代表值的概念	18
2.4.2 可变荷载取值	19
思考题	22

选择题	22
计算题	23
第3章 建筑结构设计方法	24
3.1 结构的功能要求和极限状态	24
3.1.1 结构的功能要求	24
3.1.2 结构功能的极限状态	25
3.1.3 结构的设计状况	26
3.2 概率分布与保证率	27
3.2.1 随机变量的统计参数	27
3.2.2 正态分布	28
3.2.3 保证率	29
3.3 结构可靠度理论	30
3.3.1 结构的极限状态方程	30
3.3.2 结构的可靠度	30
3.3.3 按可靠指标的设计准则	31
3.4 结构极限状态设计方法	32
3.4.1 承载能力极限状态设计	32
3.4.2 正常使用极限状态设计	35
思考题	36
选择题	36
计算题	37

第二篇 混凝土结构构件

第4章 混凝土结构材料的性能	40
4.1 混凝土的力学性能	40
4.1.1 混凝土的强度试验	40
4.1.2 混凝土的变形性能	44
4.2 混凝土的性能指标取值	47
4.2.1 混凝土的强度标准值	47
4.2.2 混凝土的强度设计值	49
4.2.3 混凝土的弹性模量	49
4.3 钢筋的种类及其性能	50
4.3.1 钢筋的种类	50
4.3.2 钢筋的力学性能	52
4.4 钢筋的性能指标取值	54
4.4.1 钢筋强度标准值	54
4.4.2 钢筋强度设计值	54
4.4.3 钢筋代换	55
4.5 混凝土结构对材料的要求	56
4.5.1 混凝土结构对混凝土的要求	56
4.5.2 混凝土结构对钢筋质量的要求	57
4.6 钢筋与混凝土的黏结	57
4.6.1 黏结强度	57

4.6.2 保证黏结强度的措施	58
思考题	61
选择题	62
计算题	63
第5章 钢筋混凝土受弯构件	64
5.1 钢筋混凝土受弯构件的一般构造规定	64
5.1.1 截面形式和尺寸	64
5.1.2 板的配筋构造	65
5.1.3 梁的配筋构造	66
5.1.4 截面的有效高度	68
5.2 钢筋混凝土受弯构件正截面受力特点	69
5.2.1 适筋梁纯弯曲试验	69
5.2.2 梁的正截面破坏特征	71
5.2.3 受弯构件正截面承载力计算方法	71
5.3 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力	74
5.3.1 单筋矩形截面	74
5.3.2 单筋T形截面	77
5.3.3 双筋矩形截面	82
5.4 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力	85
5.4.1 钢筋混凝土受弯构件斜截面受力特点	85
5.4.2 钢筋混凝土受弯构件斜截面受剪承载力计算	88
5.4.3 钢筋混凝土受弯构件斜截面受弯承载力	94
5.5 钢筋混凝土受弯构件裂缝宽度验算	98
5.5.1 裂缝的出现和开展	98
5.5.2 平均裂缝宽度	99
5.5.3 最大裂缝宽度验算	100
5.6 钢筋混凝土受弯构件挠度验算	101
5.6.1 混凝土结构受弯构件挠度限值	101
5.6.2 截面的抗弯刚度	102
5.6.3 挠度验算	104
思考题	105
选择题	106
计算题	108
第6章 钢筋混凝土受压构件	110
6.1 钢筋混凝土受压构件及其构造要求	110
6.1.1 钢筋混凝土受压构件简介	110
6.1.2 钢筋混凝土受压构件的材料和截面	110
6.1.3 钢筋混凝土受压构件的配筋构造	111
6.2 钢筋混凝土轴心受压构件正截面承载力计算	113
6.2.1 钢筋混凝土轴心受压构件的破坏特征	113
6.2.2 普通箍筋柱正截面承载力计算	115
6.2.3 螺旋箍筋柱正截面承载力计算	117
6.3 钢筋混凝土偏心受压构件正截面承载力计算	119

6.3.1 偏心受压构件的破坏特征	119
6.3.2 偏心受压构件挠曲二阶效应	121
6.3.3 对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	124
6.3.4 非对称配筋矩形截面偏心受压构件承载力计算	132
6.3.5 I形截面偏心受压构件承载力计算	136
6.4 钢筋混凝土偏心受压构件斜截面承载力计算	137
6.4.1 轴向压力对斜截面受剪承载力的影响	137
6.4.2 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算	137
6.5 钢筋混凝土偏心受压构件裂缝宽度验算	138
思考题	140
选择题	140
计算题	141
第7章 钢筋混凝土受拉构件	143
7.1 钢筋混凝土受拉构件的受力特点及构造要求	143
7.1.1 轴心受拉构件的受力特点	143
7.1.2 偏心受拉构件的受力特点	144
7.1.3 钢筋混凝土受拉构件的构造要求	145
7.2 钢筋混凝土轴心受拉构件承载力计算	145
7.3 钢筋混凝土偏心受拉构件承载力计算	146
7.3.1 偏心受拉构件正截面承载力计算	146
7.3.2 偏心受拉构件斜截面承载力计算	149
7.4 钢筋混凝土受拉构件裂缝宽度验算	149
思考题	151
选择题	151
计算题	152
第8章 钢筋混凝土受扭构件	153
8.1 受扭构件的受力特点及构造要求	153
8.1.1 混凝土纯扭构件的受力特点	153
8.1.2 钢筋混凝土弯剪扭构件的受力特点	158
8.1.3 钢筋混凝土受扭构件的配筋构造要求	159
8.2 钢筋混凝土矩形截面纯扭构件承载力计算	159
8.3 钢筋混凝土矩形截面弯剪扭构件承载力计算	161
8.3.1 剪扭构件承载力计算	161
8.3.2 弯扭构件承载力计算	164
8.3.3 弯剪扭构件承载力计算	164
8.4 钢筋混凝土T形、I形截面受扭构件承载力计算	166
8.4.1 T形和I形截面划分和内力分配	166
8.4.2 T形和I形截面受扭承载力计算方法	167
思考题	168
选择题	168
计算题	168
第9章 预应力混凝土构件	170
9.1 预应力混凝土概述	170

9.1.1 预应力混凝土基本原理	170
9.1.2 预应力混凝土的分类、特点及应用	170
9.1.3 预应力混凝土构件的构造要求	173
9.2 预应力施工工艺	176
9.2.1 预应力施加方法	176
9.2.2 锚具和夹具	178
9.2.3 预加应力的其他设备	182
9.3 张拉控制应力与预应力损失	183
9.3.1 张拉控制应力	183
9.3.2 各项预应力损失	184
9.3.3 预应力损失值组合	189
9.4 预应力混凝土轴心受拉构件计算	190
9.4.1 轴心受拉构件各阶段应力分析	190
9.4.2 轴心受拉构件设计计算	192
思考题	200
选择题	200
计算题	201

第三篇 砌体结构构件

第10章 砌体的力学性能	204
10.1 砌体结构材料	204
10.1.1 块体的种类及强度等级	204
10.1.2 砂浆的种类及强度等级	206
10.1.3 砌体结构材料选用要求	208
10.2 砌体的类型	209
10.2.1 无筋砌体	209
10.2.2 配筋砌体	210
10.2.3 墙板	211
10.3 砌体的受压性能	212
10.3.1 砖砌体轴心受压试验	212
10.3.2 砌体的抗压强度	214
10.3.3 砌体的变形性能	215
10.4 砌体的其他受力性能	215
10.4.1 砌体的轴心受拉性能	216
10.4.2 砌体的弯曲受拉性能	217
10.4.3 砌体的受剪性能	217
10.5 砌体的强度指标取值	218
10.5.1 砌体强度标准值	218
10.5.2 砌体强度设计值	218
10.5.3 砌体强度设计值的调整系数	219
思考题	219
选择题	219
计算题	220

第 11 章 无筋砌体构件承载力	221
11.1 无筋砌体构件整体受压承载力计算	221
11.1.1 无筋砌体整体受压的受力特点	221
11.1.2 受压构件偏心影响系数	221
11.1.3 受压构件承载力计算	224
11.2 无筋砌体构件局部受压承载力计算	226
11.2.1 局部受压的受力特点和破坏形态	226
11.2.2 砌体局部均匀受压承载力计算	227
11.2.3 砌体局部非均匀受压承载力计算	229
11.3 无筋砌体构件受弯承载力计算	234
11.3.1 受弯承载力计算	234
11.3.2 受弯构件的受剪承载力计算	235
11.4 无筋砌体构件受拉受剪承载力计算	235
11.4.1 轴心受拉构件承载力计算	235
11.4.2 受剪构件承载力计算	236
思考题	237
选择题	237
计算题	239
第 12 章 配筋砌体构件承载力	240
12.1 网状配筋砖砌体受压构件承载力	240
12.1.1 网状配筋砖砌体的受力特点和破坏过程	240
12.1.2 网状配筋砖砌体的适用范围和构造要求	240
12.1.3 网状配筋砖砌体受压承载力计算	241
12.2 组合砖砌体受压构件承载力	244
12.2.1 砖砌体和钢筋混凝土面层或钢筋砂浆面层组合砌体构件	244
12.2.2 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	249
12.3 配筋砌块砌体构件承载力	251
12.3.1 配筋砌块砌体基本构造要求	251
12.3.2 配筋砌块砌体构件正截面受压承载力计算	252
12.3.3 配筋砌块砌体构件斜截面受剪承载力计算	254
12.4 配筋砌体中钢筋的耐久性要求	254
12.4.1 钢筋耐久性选择	255
12.4.2 钢筋的保护层厚度	255
思考题	256
选择题	256
计算题	257

第四篇 钢结构构件

第 13 章 建筑钢材的性能	260
13.1 建筑结构钢的品种和规格	260
13.1.1 钢材的种类和牌号	260
13.1.2 钢材品种和规格	261
13.2 建筑钢材的力学性能	263

13.2.1 钢材的静态力学性能	263
13.2.2 钢材的冷弯性能和冲击韧性	265
13.2.3 钢材的可焊性	266
13.2.4 影响钢材性能的主要因素	266
13.3 钢结构选材要求	271
13.3.1 钢结构对材料的要求	271
13.3.2 钢材的选用	272
13.4 钢材及其连接的强度取值	273
13.4.1 材料强度取值方法	273
13.4.2 钢材及其连接的强度设计值	274
思考题	275
选择题	275
计算题	276
第 14 章 钢结构连接	277
14.1 钢结构的连接方法	277
14.1.1 焊缝连接	277
14.1.2 螺栓连接	278
14.1.3 铆钉连接	279
14.2 焊缝连接的特性和构造要求	279
14.2.1 焊缝连接形式和焊缝形式	279
14.2.2 焊缝缺陷和质量等级	281
14.2.3 焊缝符号及标注方法	282
14.2.4 焊缝连接的构造要求	283
14.3 焊缝连接计算	285
14.3.1 对接焊缝计算	285
14.3.2 直角角焊缝计算	288
14.3.3 斜角角焊缝计算	294
14.4 普通螺栓连接	295
14.4.1 螺栓连接的构造	295
14.4.2 普通螺栓连接计算	297
14.5 高强度螺栓连接	303
14.5.1 高强度螺栓连接的性能	303
14.5.2 摩擦型高强度螺栓连接计算	304
14.5.3 承压型高强度螺栓连接计算	305
思考题	305
选择题	306
计算题	306
第 15 章 钢结构构件计算	308
15.1 钢结构轴心受力构件	308
15.1.1 轴心受力构件截面形式	308
15.1.2 轴心受力构件强度计算	309
15.1.3 轴心受力构件刚度计算	310
15.1.4 轴心受压构件的整体稳定性	312

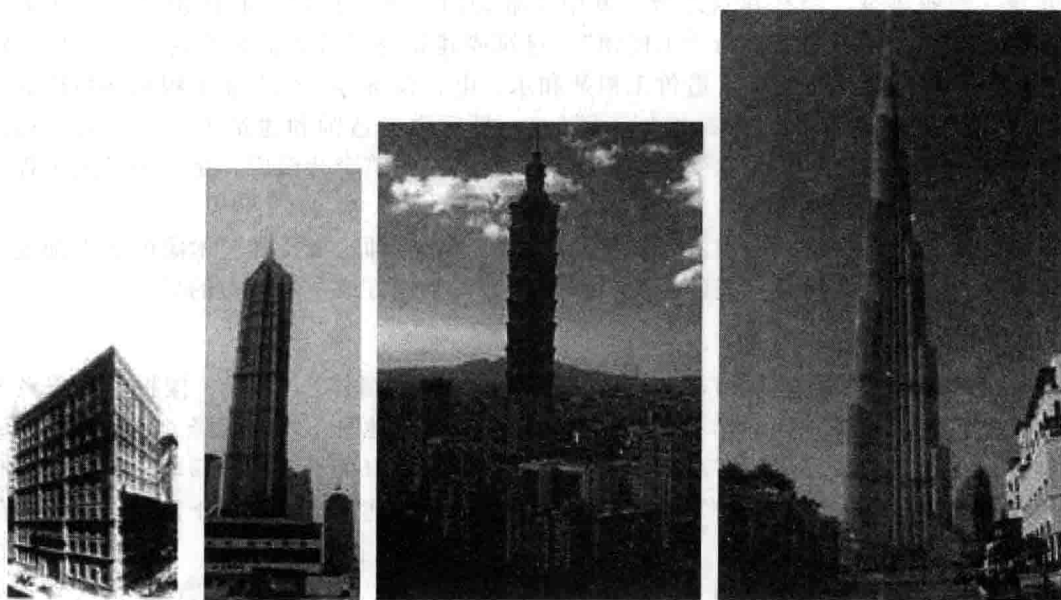
15.1.5 轴心受压构件的局部稳定性	315
15.2 钢结构受弯构件	319
15.2.1 钢结构受弯构件的形式	319
15.2.2 钢梁的强度和刚度	320
15.2.3 钢梁的整体稳定	323
15.2.4 钢梁的局部稳定	326
15.2.5 钢梁截面设计	328
15.3 钢结构偏心受力构件	333
15.3.1 偏心受力构件概述	333
15.3.2 偏心受力构件的强度和刚度计算	334
15.3.3 实腹式压弯构件的稳定验算	335
思考题	339
选择题	339
计算题	339

附录 计算用表

附表 1 混凝土强度标准值	342
附表 2 混凝土强度设计值	342
附表 3 混凝土的弹性模量	342
附表 4 普通钢筋强度标准值	342
附表 5 预应力筋强度标准值	342
附表 6 普通钢筋强度设计值	343
附表 7 预应力筋强度设计值	343
附表 8 钢筋弹性模量	343
附表 9 混凝土保护层的最小厚度 c	344
附表 10 纵向受力钢筋的最小配筋百分率 $\rho_{\min}$	344
附表 11 混凝土受弯构件挠度限值	344
附表 12 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值	345
附表 13 每米板宽内的钢筋截面面积	345
附表 14 钢筋的公称直径、公称截面面积及理论质量	346
附表 15 钢绞线的公称直径、公称截面面积及理论质量	346
附表 16 钢丝的公称直径、公称截面面积及理论质量	346
附表 17 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值	346
附表 18 混凝土普通砖和混凝土多孔砖砌体的抗压强度设计值	347
附表 19 蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖砌体的抗压强度设计值	347
附表 20 单排孔混凝土砌块和轻集料混凝土砌块对孔砌筑砌体的抗压强度设计值	347
附表 21 双排孔或多排孔轻集料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值	347
附表 22 毛料石砌体的抗压强度设计值	347
附表 23 毛石砌体的抗压强度设计值	348
附表 24 沿砌体灰缝截面破坏时砌体的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉强度设计值 和抗剪强度设计值	348
附表 25 砌体的弹性模量	349
附表 26 无筋砌体受压构件承载力影响系数 φ	349

附表 27	钢材的强度设计值	350
附表 28	钢铸件的强度设计值	351
附表 29	焊缝的强度设计值	351
附表 30	螺栓连接的强度设计值	351
附表 31	铆钉连接的强度设计值	352
附表 32	钢材和钢铸件的物理性能指标	352
附表 33	钢结构轴心受压构件截面分类	352
附表 34	钢结构轴心受压构件的稳定系数	354
附表 35	各种截面惯性半径的近似值	356
附表 36	截面塑性发展系数 γ_x 、 γ_y	357
附表 37	钢结构受弯构件挠度容许值	358
附表 38	轧制普通工字钢简支梁的 φ_b	358
附表 39	H 型钢和等截面工字形简支梁的系数 β_b	359
附表 40	等边角钢截面尺寸、截面面积、理论质量及截面特性 (GB/T 706—2008)	360
附表 41	不等边角钢截面尺寸、截面面积、理论质量及截面特性 (GB/T 706—2008)	363
附表 42	槽钢截面尺寸、截面面积、理论质量及截面特性 (GB/T 706—2008)	367
附表 43	工字钢截面尺寸、截面面积、理论质量及截面特性 (GB/T 706—2008)	369
附表 44	热轧 H 型钢截面尺寸、截面面积、理论质量及截面特性 (GB/T 11263—2005)	372
选择题答案		376
计算题答案		378
参考文献		381

第一篇 结构设计原理基础



历史上第一栋高楼于1883年诞生于美国芝加哥(左图),高55m,由铁柱钢梁承重,成为人类居住、办公向空中发展的里程碑。1931年建成的纽约帝国大厦,高度达到381m,被称为摩天大楼。从那时起,中国人就梦想建造自己的高楼大厦。建造高楼要求结构设计理论、建筑材料、建筑设备、施工技术和施工管理等都要达到相当高的水准。1998年建成上海金茂大厦,88层、高度为421m(左起第二图),是当时中国的第一高楼;2008年在金茂大厦附近落成上海环球金融中心,101层、高492m;台北101大楼,因大楼共101层而得名,高度508m(左起第三图),2005年建成时为世界第一高楼;在建的上海中心,主体结构高580m,总高度632m。位于阿拉伯联合酋长国迪拜的哈利法塔(右图),由连为一体的管状多塔组成,具有太空时代的风格,该塔楼2010年初竣工,共162层,总高度达到828m,为当前世界第一高楼。高度超过152m的摩天大楼在中国发展很快,建成和在建的总体量已位居世界首位。

第 1 章 绪 论

1.1 建筑 and 建筑结构

1.1.1 建筑

建筑乃建筑物的简称，是主要供人们生产、生活或从事其他活动的场所。有工业建筑、民用建筑、农业建筑、园林建筑之分，其中工业建筑（各种厂房）和民用建筑（住宅、商场、学校、医院…）习惯上称为“工民建”。建筑或建筑物又被人们称为房屋或楼房，它由建筑师构思创作，结构工程师、造价工程师和水、电、设备等其他专业工程师参与形成蓝图（建筑施工图、结构施工图、给排水施工图…），最后由建造师和建筑工人（历史上称为工匠）将设计图纸所描绘的建筑物变成地面实体。所以，建筑牵涉面广，是一个系统工程，具有庞大的行业队伍，历史悠久。

美观或美学上的要求是房屋的外在特质，取决于建筑师这类特殊艺术家的艺术细胞，好的建筑是一件艺术品，给人以美的感受，往往成为一个地方或一座城市的标志。

1.1.2 建筑结构

房屋的骨架部分称为建筑结构，它由基础、立柱（或墙体）、大梁、楼板、屋盖系统组成。建筑结构要承担各种外部作用，如荷载、温度变化、地基不均匀沉降、地震等。房屋的安全性、适用性和耐久性属于房屋的内在特质。内在特质取决于结构，即取决于结构工程师的正确设计，取决于建造师和建筑工人的精心组织、精心施工，还取决于监理工程师的质量监控。

建筑结构设计应遵循的原则是“技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。”共十六个字。结构的安全和适用是结构赖以存在的基础，所以任何类型的建筑结构都必须满足以下基本要求。

（1）平衡 在静力荷载作用下，建筑结构整体和结构的任何一部分相对于地基不发生运动，即要求静止于地面。平衡是结构与机构的根本区别。所以，建筑结构整体或结构的任何一部分都应当是几何不变的。

在阵风、设备振动、地震等动力作用下，结构整体或其中某一部分会发生相对运动，产生位移、速度和加速度，这些参量需由动力学方程求解。

（2）稳定 建筑结构整体或结构的一部分作为刚体不允许发生危险的运动。所谓危险运动是指作为刚体失去稳定，如挑梁或雨篷倾覆、房屋倾斜。倾斜不大时虽然不会导致倒塌，但是会影响使用，比如意大利比萨斜塔曾一度关闭、苏州虎丘塔倾斜至今未对游客开放；倾斜过大会导致倒塌，例如 1924 年杭州雷峰塔倒塌，再例如 2009 年 6 月 27 日上海“莲花河畔景苑”小区一幢 13 层高楼倒塌。这种危险运动可能是由于结构自身不够强大所致，也可能是由于结构立足的地基产生不均匀沉降和滑移等造成。如图 1-1 所示的屋倾楼倒就是结构失去了稳定所致，带来的损失往往很大。设计上应该避免这种悲剧的发生。所以我国抗震设计规范要求建筑结构大震不倒，就是在遭遇千年一遇的地震烈度时，建筑结构作为整体不能倒塌。



图 1-1 整体失去稳定

(3) 承载能力 结构或结构的任何一部分在预计的荷载作用下, 必须安全可靠, 具备足够的承载能力(抵抗破坏的能力)、一定的材料强度储备。承载能力不足, 严重时可导致柱毁、墙裂、梁断、屋塌, 影响结构安全, 影响人的生命、财产安全。图 1-2 为建筑结构承载力不足导致的房塌、柱毁实际案例。教训惨重, 应为设计、施工者戒!



图 1-2 建筑结构承载力不足的教训

(4) 适用 建筑结构应当满足建筑物的使用目的, 不应出现影响正常使用的过大变形、过宽的裂缝、局部损坏、振动等。

1.2 建筑结构的类型和特点

1.2.1 按材料分类

根据结构所用材料不同, 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类。

1.2.1.1 混凝土结构

混凝土结构属于现代结构类型, 它是以混凝土为主制成的结构, 包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。所谓素混凝土结构, 就是无筋或不配置受力钢筋的混凝土结构; 钢筋混凝土结构则是配置普通受力钢筋的混凝土结构; 而预应力混凝土结构是指配置受力的预应力筋, 通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构。

混凝土是由水泥、水、细集料(砂)、粗集料(碎石、卵石)和掺合剂(减水剂、增塑剂、早强剂等), 经搅拌、浇筑、成型后制成的人工石材, 它是建筑工程领域中应用极为广泛的一种建筑材料。混凝土的抗压强度较高, 而抗拉强度则较低。因此, 未配置受力钢筋的素混凝土结构的应用受到限制, 一般只用作基础垫层或室外地坪、基础墙、柱墩等, 不能用