



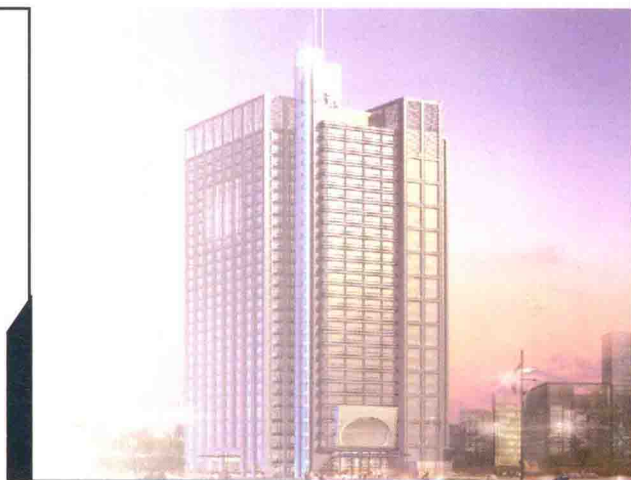
21世纪全国本科院校土木建筑类**创新型**应用人才培养规划教材

# 建筑结构

主 编 苏明会 赵 亮

提供电子课件

- 以最新国家颁布标准及相应的设计规范为依据
- 以教学为主，突出重点、讲解难点、全面系统
- 含有大量例题及习题，有效引导学生运用知识



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

# 建筑 结 构

主 编 苏明会 赵 亮  
副主编 汪 芳 李 珊 杨 易  
主 审 熊丹安



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书以最新的国家标准及相应的设计规范为依据,以房屋建筑结构中的混凝土结构、砌体结构、钢结构等为基本内容并统一概念。通过学习本书,读者可以对建筑结构的原理和设计方法有比较全面的理解,并能进行一般常用结构和构件的设计,为进一步深造打下基础。本书开创新意、突出重点,内容深入浅出、简明实用,解题方法新颖,不拘泥于公式的死记硬背,章末还有小结和习题。

本书适合用作高等教育和职业教育的相关教材,也适合用作土木与建筑工程相关专业人员的学习和培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构/苏明会,赵亮主编.—北京:北京大学出版社,2015.1  
(21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材)  
ISBN 978-7-301-25307-6

I. ①建… II. ①苏… ②赵… III. ①建筑结构—高等学校—教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第001289号

**书 名** 建筑结构  
**著作责任者** 苏明会 赵 亮 主编  
**策划编辑** 吴 迪 卢 东  
**责任编辑** 伍大维  
**标准书号** ISBN 978-7-301-25307-6  
**出版发行** 北京大学出版社  
**地 址** 北京市海淀区成府路205号 100871  
**网 址** <http://www.pup.cn> 新浪微博:@北京大学出版社  
**电子信箱** [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)  
**电 话** 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667  
**印 刷 者** 三河市博文印刷有限公司  
**经 销 者** 新华书店  
787毫米×1092毫米 16开本 25.75印张 600千字  
2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷  
**定 价** 50.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

**版权所有,侵权必究**

举报电话:010-62752024 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话:010-62756370

# 前 言

工程管理专业的任务是培养适应社会主义现代化建设需要,具备管理学、经济学和土木工程技术的基本知识与应用能力,掌握现代管理科学理论、方法和手段,能在国内外工程建设领域从事项目决策和全过程管理,有健康的心理素质和创新精神的高级管理人才。因此,该专业的学生既要学习工程管理方面的基本理论,又要掌握土木工程技术的基本知识,从而受到工程项目管理方面和土木工程技术的基本训练,具有从事工程项目管理的基本能力。而要达到上述目标,则离不开对建筑工程结构基本知识(该专业课程称为工程结构和建筑结构)的学习。

编写本书的目的在于使工程管理专业的学生获得以下几方面的知识。

- (1) 建筑结构材料的力学性能。
- (2) 建筑结构构件的设计方法。
- (3) 主要钢筋混凝土结构构件的设计计算。
- (4) 砌体结构和钢结构的一般介绍。
- (5) 建筑抗震设计的一般知识。

本书采用的基本术语和符号与新颁布的各种规范中的相应术语和符号相同,均采用以牛顿·毫米制( $\text{N} \cdot \text{mm}$ )为基本计量单位的法定计量单位。

限于编者水平,书中不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2014年9月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1	3.1.4 钢材的选用 .....	27
1.1 建筑的基本要求 .....	1	3.2 混凝土 .....	28
1.2 建筑结构的分类 .....	2	3.2.1 混凝土的强度 .....	29
1.2.1 按材料分类 .....	2	3.2.2 混凝土的变形 .....	30
1.2.2 按受力和构造特点分类 .....	2	3.2.3 混凝土强度等级的选用 原则 .....	33
1.3 本课程的任务和学习要点 .....	4	3.3 钢筋与混凝土的相互作用—— 黏结力 .....	34
小结 .....	5	3.3.1 黏结力的概念 .....	34
习题 .....	5	3.3.2 保证钢筋和混凝土间可靠 黏结的措施 .....	35
<b>第 2 章 作用效应和抗力</b> .....	6	小结 .....	38
2.1 作用和作用效应 .....	7	习题 .....	38
2.1.1 作用 .....	7	<b>第 4 章 混凝土轴心受力构件</b> .....	40
2.1.2 作用的随机性质 .....	7	4.1 轴心受拉构件 .....	41
2.1.3 荷载取值 .....	8	4.1.1 轴心受拉构件的受力 特点 .....	41
2.1.4 作用效应 .....	11	4.1.2 轴心受拉构件承载力 计算 .....	43
2.2 结构的功能要求 .....	11	4.1.3 轴心受拉构件的裂缝宽度 验算 .....	44
2.2.1 设计使用年限 .....	11	4.2 轴心受压构件 .....	46
2.2.2 结构的功能要求概述 .....	12	4.2.1 普通箍筋柱 .....	46
2.2.3 结构抗力 .....	13	4.2.2 配有螺旋箍筋的轴心 受压构件 .....	51
2.2.4 材料强度取值 .....	13	小结 .....	54
2.3 结构可靠度理论和极限状态 设计法 .....	13	习题 .....	54
2.3.1 结构的可靠性和可靠度 .....	13	<b>第 5 章 混凝土受弯构件</b> .....	56
2.3.2 结构可靠度理论简介 .....	13	5.1 受弯构件的一般构造规定 .....	57
2.3.3 极限状态设计法 .....	17	5.1.1 板的构造规定 .....	57
小结 .....	20	5.1.2 梁的构造规定 .....	58
习题 .....	21	5.2 受弯构件正截面性能的试验 研究 .....	60
<b>第 3 章 结构材料的力学性能</b> .....	22		
3.1 建筑钢材 .....	23		
3.1.1 钢材的力学性能 .....	23		
3.1.2 钢材的冷加工 .....	25		
3.1.3 建筑钢材的品种 .....	26		

5.2.1	梁受力的三个阶段	60
5.2.2	梁的正截面破坏特征	62
5.3	受弯构件正截面承载力计算 公式	63
5.3.1	计算基本假定	63
5.3.2	基本计算公式	64
5.3.3	公式的适用条件	65
5.4	按正截面受弯承载力的设计计算	66
5.4.1	单筋矩形截面	67
5.4.2	双筋矩形截面	71
5.4.3	T形截面	75
5.5	剪弯段的受力特点及斜截面受剪 破坏	80
5.5.1	剪弯段内梁的受力特点	81
5.5.2	斜截面破坏的主要形态	83
5.5.3	影响梁斜截面受剪承载力的 主要因素	84
5.6	受弯构件斜截面受剪承载力 计算	85
5.6.1	计算公式及适用条件	85
5.6.2	计算位置	87
5.6.3	设计计算	88
5.7	梁的斜截面受弯承载力及有关 构造要求	91
5.7.1	正截面受弯承载力图的 概念	91
5.7.2	满足斜截面受弯承载力的 纵向钢筋弯起位置	92
5.7.3	纵向受力钢筋的截断 位置	92
5.7.4	纵向钢筋在支座处的 锚固	93
5.7.5	弯起钢筋的锚固	95
5.7.6	箍筋的构造要求	96
5.7.7	梁腹部的构造钢筋	97
5.8	受弯构件的裂缝宽度和挠度 验算	97
5.8.1	裂缝宽度验算	97
5.8.2	梁的挠度验算	98
	小结	100
	习题	100

## 第6章 混凝土偏心受力构件 103

6.1	偏心受压构件的构造要求	104
6.1.1	截面形式和尺寸	104
6.1.2	纵向钢筋	105
6.1.3	箍筋	106
6.1.4	混凝土	106
6.2	偏心受压构件的受力性能	106
6.2.1	试验研究分析	107
6.2.2	大、小偏心受压的 分界	110
6.3	矩形截面偏心受压构件受压 承载力计算	110
6.3.1	基本计算公式	110
6.3.2	垂直于弯矩作用平面的 受压承载力验算	111
6.3.3	基本计算公式的应用	111
6.4	对称配筋I形截面受压承载力 计算	117
6.4.1	偏心受压类型的判断	117
6.4.2	大偏心受压的计算	117
6.4.3	小偏心受压的计算	117
6.5	偏心受拉构件正截面承载力 计算	120
6.5.1	偏心受拉构件分类和 破坏特征	121
6.5.2	偏心受拉构件正截面 承载力计算概述	122
6.6	偏心受力构件的斜截面受剪 承载力	122
6.6.1	截面应符合的条件	122
6.6.2	斜截面受剪承载力计算 公式	123
	小结	124
	习题	125

## 第7章 混凝土受扭构件 127

7.1	矩形截面纯扭构件承载力	128
7.1.1	纯扭构件的受力性能	128
7.1.2	纯扭构件受扭承载力 计算	129

7.2 矩形截面剪扭构件承载力 .....	130	8.7.1 应力分析 .....	158
7.2.1 受扭承载力降低 系数 $\beta$ .....	130	8.7.2 预应力混凝土受弯构件 承载力计算 .....	161
7.2.2 剪扭构件的剪扭 承载力 .....	130	8.7.3 正常使用极限状态 验算 .....	163
7.3 矩形截面弯扭构件承载力 .....	131	* 8.7.4 施工阶段验算 .....	164
7.3.1 弯扭构件的受力性能 .....	131	8.8 预应力混凝土构件的构造 规定 .....	164
7.3.2 弯扭构件的承载力 计算 .....	132	8.8.1 先张法构件 .....	164
7.4 受扭构件的计算和构造要求 .....	132	8.8.2 后张法构件 .....	165
7.4.1 受扭构件的计算内容和 步骤 .....	132	小结 .....	167
7.4.2 主要构造规定 .....	133	习题 .....	167
小结 .....	135	<b>第 9 章 混凝土梁板结构</b> .....	169
习题 .....	135	9.1 整浇楼(屋)盖的受力体系 .....	170
<b>第 8 章 预应力混凝土结构构件</b> .....	137	9.1.1 单向板肋形楼盖 .....	170
8.1 预应力混凝土的一般概念 .....	138	9.1.2 双向板肋形楼盖 .....	173
8.1.1 预应力混凝土的受力 特征 .....	138	* 9.1.3 无梁楼盖 .....	173
8.1.2 预应力混凝土构件的 分类 .....	139	9.2 单向板肋形楼盖的设计计算 .....	174
8.1.3 预应力钢筋的制图 符号 .....	140	9.2.1 按弹性理论的计算 方法 .....	174
8.2 施加预应力的方法 .....	140	9.2.2 按塑性理论的计算 方法 .....	178
8.2.1 先张法 .....	140	9.2.3 配筋设计及构造要求 .....	180
8.2.2 后张法 .....	141	9.3 双向板肋形楼盖的设计计算 .....	195
8.3 锚具和夹具 .....	141	9.3.1 单区格板的设计计算 .....	195
8.4 预应力混凝土构件的材料 .....	142	9.3.2 多区格双向板的实用计算 方法 .....	195
8.4.1 钢筋 .....	142	9.3.3 双向板的配筋构造 .....	196
8.4.2 混凝土 .....	142	9.3.4 双向板支承梁的设计 .....	201
8.5 张拉控制应力及预应力损失 .....	143	9.4 楼梯设计 .....	201
8.5.1 张拉控制应力 $\sigma_{con}$ .....	143	9.4.1 现浇梁式楼梯 .....	202
8.5.2 预应力损失值 $\sigma_l$ 及其 组合 .....	143	9.4.2 板式楼梯 .....	202
8.6 预应力混凝土轴心受拉构件的 计算 .....	148	9.4.3 楼梯设计例题 .....	204
8.6.1 应力分析 .....	148	小结 .....	207
8.6.2 计算内容 .....	151	习题 .....	208
8.6.3 设计计算例题 .....	155	<b>第 10 章 多层混凝土框架结构</b> .....	212
* 8.7 预应力混凝土受弯构件 .....	157	10.1 框架结构布置 .....	213
		10.1.1 框架结构的组成和 特点 .....	213

10.1.2	框架结构布置的一般原则	213	11.4.1	房屋的结构布置和静力计算方案	246
10.2	框架结构的计算简图	214	11.4.2	墙、柱的高厚比验算和一般构造要求	249
10.2.1	构件截面选择	214	11.4.3	刚性方案房屋的墙体计算	254
10.2.2	框架结构的计算简图概述	215	11.5	圈梁、过梁和挑梁	259
10.3	荷载与水平地震作用计算	216	11.5.1	圈梁	259
10.3.1	楼面活荷载的折减	217	11.5.2	过梁	260
10.3.2	风荷载	217	11.5.3	挑梁	261
10.3.3	水平地震作用	217	小结		263
10.4	框架在竖向荷载作用下的内力计算	219	习题		264
10.4.1	分层法的计算假定	219	第12章	钢结构构件	266
10.4.2	计算步骤	219	12.1	钢结构材料和钢结构的特点	267
10.5	框架在水平作用下的内力和侧移计算	220	12.1.1	钢结构的材料	267
10.5.1	反弯点法	220	12.1.2	钢结构的特点	270
10.5.2	D值法	221	12.1.3	钢材及连接的强度设计值	270
10.5.3	水平作用下框架侧移的近似计算和验算	222	12.2	钢结构的构件类型	271
10.6	框架的荷载效应组合	223	12.2.1	轴心受力构件	271
10.7	框架的配筋计算	224	12.2.2	受弯构件	273
10.7.1	框架梁配筋计算	224	12.2.3	拉弯构件和压弯构件	273
10.7.2	框架柱配筋计算	225	12.3	受弯构件的计算	274
小结		226	12.3.1	受弯构件的强度	274
习题		226	12.3.2	钢梁的整体稳定性计算	276
第11章	砌体结构	228	12.3.3	钢梁的局部稳定	279
11.1	砌体材料及其力学性能	229	12.3.4	梁的挠度验算	279
11.1.1	砌体材料	229	12.4	轴心受力构件的计算	280
11.1.2	砌体的力学性能	231	12.4.1	轴心受力构件的强度	280
11.2	无筋砌体构件的承载力计算	234	12.4.2	轴心受压构件的稳定性	281
11.2.1	受压构件的承载力计算	234	12.4.3	允许长细比	282
11.2.2	局部受压	238	12.4.4	实腹式轴心受压构件的截面设计	283
11.2.3	其他构件的承载力	244	12.5	拉弯构件和压弯构件的计算	284
11.3	配筋砌体构件简介	245	12.5.1	强度计算	284
11.3.1	配筋砖砌体构件	245	12.5.2	刚度和稳定性	285
11.3.2	配筋砌块砌体构件	246	12.6	钢结构的连接	286
11.4	混合结构房屋	246	12.6.1	焊缝连接	286



12.6.2 螺栓连接 .....	293	14.3 地震作用的计算 .....	328
12.6.3 连接节点板 .....	297	14.3.1 重力荷载代表值 .....	328
12.7 钢结构的防护和隔热 .....	298	14.3.2 单质点弹性体系的地震 作用 .....	329
12.7.1 钢结构的防护 .....	298	14.3.3 多质点弹性体系的地震 作用 .....	331
12.7.2 钢结构的隔热 .....	298	14.4 结构的自振周期 .....	336
小结 .....	299	14.5 结构的抗震验算 .....	336
习题 .....	299	14.5.1 荷载效应的基本组合 ..	336
<b>第 13 章 建筑地基基础 .....</b>	<b>301</b>	14.5.2 抗震验算的设计 表达式 .....	337
13.1 基本规定 .....	302	14.5.3 抗震变形验算 .....	337
13.1.1 地基基础的设计等级 ..	302	小结 .....	337
13.1.2 地基基础的设计规定 ..	302	习题 .....	338
13.1.3 岩土工程勘探 .....	303	<b>第 15 章 建筑结构的抗震设计 .....</b>	<b>340</b>
13.1.4 地基基础设计的荷载效应 组合 .....	303	15.1 多层砌体房屋抗震设计的 一般规定 .....	341
13.2 地基计算 .....	304	15.1.1 砌体结构的震害 .....	341
13.2.1 基础埋置深度的确定 ..	304	15.1.2 砌体结构抗震设计的 一般规定 .....	342
13.2.2 地基承载力计算 .....	305	15.1.3 对结构体系的要求 .....	344
13.3 无筋扩展基础 .....	306	15.2 多层黏土砖房的抗震构造 .....	344
13.3.1 基础的材料和台阶 宽高比 .....	306	15.2.1 现浇钢筋混凝土 构造柱的设置 .....	344
13.3.2 基础底面宽度的确定 ..	308	15.2.2 现浇钢筋混凝土圈梁 ..	346
13.4 柱下钢筋混凝土独立基础 .....	310	15.2.3 对楼、屋盖的要求 .....	347
13.4.1 设计的一般要求 .....	310	15.2.4 墙体的拉结钢筋 .....	347
13.4.2 基础底板尺寸的确定 ..	311	15.2.5 对楼梯间的要求 .....	348
13.4.3 基础的抗冲切承载力 ..	312	15.2.6 其他构造要求 .....	348
13.4.4 基础底板配筋 .....	314	15.3 底部框架-抗震墙房屋 .....	349
13.4.5 现浇柱基础的插筋 .....	315	15.3.1 构造柱设置要求 .....	349
小结 .....	318	15.3.2 抗震墙位置 .....	350
习题 .....	319	15.3.3 对楼盖的要求 .....	350
<b>第 14 章 地震作用和结构抗震验算 ..</b>	<b>321</b>	15.3.4 钢筋混凝土托梁 .....	350
14.1 地震简介 .....	322	* 15.4 多层砌体房屋的抗震计算 .....	351
14.1.1 地震波 .....	322	15.4.1 水平地震作用计算 .....	351
14.1.2 震级和烈度 .....	322	15.4.2 抗震验算位置和水平 地震剪力的分配 .....	351
14.2 抗震设计的基本要求 .....	324	15.4.3 截面抗震受剪承载力 验算 .....	352
14.2.1 建筑抗震设防分类和 设防标准 .....	324		
* 14.2.2 抗震设防目标 .....	325		
14.2.3 建筑抗震概念设计 .....	325		

15.5 混凝土框架结构抗震设计的 一般规定 .....	352	15.7.1 纵向受拉钢筋的抗震 锚固长度 .....	358
15.5.1 结构构件的抗震等级 ...	352	15.7.2 纵向受拉钢筋的连接 ...	358
15.5.2 防震缝设置 .....	353	15.7.3 钢筋在梁柱节点区的 锚固和连接 .....	358
15.5.3 结构布置原则 .....	353	15.8 抗震框架的一般构造要求 .....	361
15.5.4 截面尺寸选择 .....	353	15.8.1 材料选用 .....	361
15.6 框架截面的抗震设计 .....	354	15.8.2 框架梁的配筋 .....	361
15.6.1 抗震框架设计的 一般原则 .....	354	15.8.3 框架柱的配筋 .....	362
15.6.2 地震作用的计算 .....	354	小结 .....	364
15.6.3 水平地震作用下的框架 内力和侧移 .....	355	习题 .....	365
15.6.4 荷载效应基本组合 .....	355	附录 .....	366
15.6.5 框架截面抗震验算 .....	355	参考文献 .....	399
15.7 纵向受力钢筋的锚固和连接 ...	358		

# 第1章

## 绪论

### 教学目标

本章主要讲建筑结构的基本概念、建筑结构课程的学习要点。通过本章学习，应达到以下目标。

- (1) 掌握建筑结构的基本特点
- (2) 了解建筑结构的基本分类
- (3) 理解本课程的学习方法。



### 基本概念

平衡、稳定、承载能力、混凝土结构、砌体结构、钢结构、排架结构、框架结构、剪力墙结构

## 1.1 建筑结构的基本要求

一般建筑物，都包含有基础、墙体、柱、梁、板、楼梯等构件。它们组成房屋的骨架，支撑着整个建筑，承受着各种外部作用(如荷载、温度变化、地基不均匀沉降等)、支撑着室内外的各类装修物，形成结构整体，这就是建筑结构。对建筑结构的基本要求有如下几项。

(1) 平衡。建筑物总应该是静止的。平衡的基本要求，就是保证结构和结构的任何一部分都不发生运动；力的平衡条件总能得到满足。建筑结构的整体或结构的任何部分都应当是几何不变的。

(2) 稳定。整体结构或结构的一部分，作为刚体不允许发生危险的运动。这种危险可能来自结构自身，例如雨篷的倾覆；也可能来自地基的不均匀沉陷或地基土的滑移(滑坡)。

(3) 承载能力。结构或结构的任何一部分在预计的作用下必须安全可靠，具备足够的承受能力。结构工程师对结构的承载能力负有不容推卸的责任。

(4) 适用。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、局部损坏和振动等。

## 1.2 建筑结构的分类

### 1.2.1 按材料分类

#### 1. 混凝土结构

混凝土结构(concrete structure)包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。钢筋混凝土和预应力混凝土结构,都由混凝土和钢筋两种材料组成,是应用最广泛的结构。除一般工业与民用建筑外,许多特种结构(如水塔、水池、高烟囱等)也用钢筋混凝土建造。混凝土结构具有节省钢材、就地取材(指占比例很大的砂、石料)、耐火耐久、可模性好(可按需要浇筑成任何形状)、整体性好的优点。其缺点是自重较大、抗裂性较差等。

#### 2. 砌体结构

砌体结构(masonry structure)是由块体(如砖、石和混凝土砌块)及砂浆经砌筑而成的结构,目前大量用于居住建筑和多层民用房屋中(如办公楼、教学楼、商店、旅馆等),其中以砖砌体的应用最为广泛。砖、石、砂等材料具有就地取材、成本低等优点,结构的耐久性和耐腐蚀性也很好。其缺点是材料强度较低、结构自重大、施工砌筑速度慢、现场作业量大等,且烧砖要占用大量土地。

#### 3. 钢结构

钢结构(steel structure)是以钢材为主制作的结构,主要用于大跨度的建筑屋盖(如体育馆、剧院等)、吊车吨位很大或跨度很大的工业厂房骨架和吊车梁,以及超高层建筑的房屋骨架等。钢结构材料的质量均匀、强度高、可焊性好,构件截面小、重量轻,制造工艺比较简单,便于工业化施工。其缺点是钢材易锈蚀,耐火性较差,价格较贵。

#### 4. 木结构

木结构(wood structure)是以木材为主制作的结构。由于受自然条件的限制,我国木材相当缺乏,目前仅在山区、林区和农村房屋建筑及古建筑有一定的采用。木结构制作简单、自重轻、容易加工。其缺点是木材易燃、易腐、易受虫蛀。

### 1.2.2 按受力和构造特点分类

根据结构的受力和构造特点,建筑结构可分为混合结构、排架结构、框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构等。

#### 1. 混合结构

混合结构的楼盖和屋盖一般采用钢筋混凝土结构构件,而墙体及基础等采用砌体结构,“混合”之名即由此而得。

## 2. 排架结构

排架结构的承重体系是屋面横梁(屋架或屋面大梁)、柱及基础,主要用于单层工业厂房。其中屋面横梁与柱的顶端铰接,而柱的下端与基础顶面刚接。

## 3. 框架结构

框架结构是由横梁和柱及基础组成的主要承重体系。框架横梁与框架柱为刚性连接,形成整体刚架;底层柱脚也与基础顶面刚接。现浇钢筋混凝土框架结构广泛用于6~15层的多层和高层房屋,如教学楼、实验楼,办公楼、医院、商业大楼、高层住宅等,其经济层数为10层左右,房屋的高宽比以5~7为宜。在水平荷载作用下,框架结构的整体变形为剪切型。

## 4. 剪力墙结构

纵横布置的成片钢筋混凝土墙体称为剪力墙。剪力墙的高度往往从基础到屋顶、为房屋的全高,宽度可以是房屋的全宽,而厚度最薄可到140mm。剪力墙与钢筋混凝土楼、屋盖整体连接,形成剪力墙结构。在水平荷载作用下,剪力墙结构的整体变形为弯曲型。剪力墙结构适用于40层以下的高层旅馆、住宅等房屋,其适用高度如表1-1所示。

表 1-1 剪力墙结构房屋总高度限值

设防烈度	≤6度	7度	8度	9度
适用最大高度(m)	140	120	100	60

注:1. 房屋总高度指室外地面到檐口高度。

2. 房屋高度在烈度为8度时超过80m的情况下,不宜采用框支剪力墙结构;烈度为9度时不应采用框支剪力墙。

## 5. 框架-剪力墙结构

在框架的适当部位(如山墙、楼梯间、电梯间等处)设置剪力墙,即组成框架-剪力墙结构。这种结构综合了框架结构和剪力墙结构的优点,一般用作办公楼、旅馆、公寓、住宅等民用建筑。在考虑结构选型和结构布置时,对建筑装饰有较高要求的房屋和高层建筑,应优先来用框架-剪力墙结构或剪力墙结构。在水平荷载作用下,框架-剪力墙结构的整体变形受框架和剪力墙的共同影响,呈弯剪型。框架-剪力墙结构房屋的适用高度见表1-2。

表 1-2 框架-剪力墙结构房屋总高度限值

设防烈度	≤6度	7度	8度	9度
适用最大高度(m)	130	120	100	50

## 6. 其他形式的结构

除上述形式的受力结构外,在高层和超高层房屋结构体系中,还有框架-筒体结构、筒中筒结构等;单层房屋结构除排架结构外,还有刚架结构;在单层大跨度的房屋屋盖中,有壳体结构、网架结构、悬索结构等。

### 1) 薄壳结构

薄壳结构是一种以受压为主的空间受力曲面结构。其曲面厚度很薄(壁厚往往小于曲面主曲率的  $1/20$ )，不致产生明显的弯曲应力，但可以承受曲面内的轴力和剪力。

### 2) 网架结构

网架是由平面桁架发展起来的一种空间受力结构(图 1-1)。在节点荷载作用下，网架杆件主要承受轴力。网架结构的杆件多用钢管或角钢制作，其节点为空心球节点或钢板焊接节点，材料为 Q235 或 16Mn 钢。

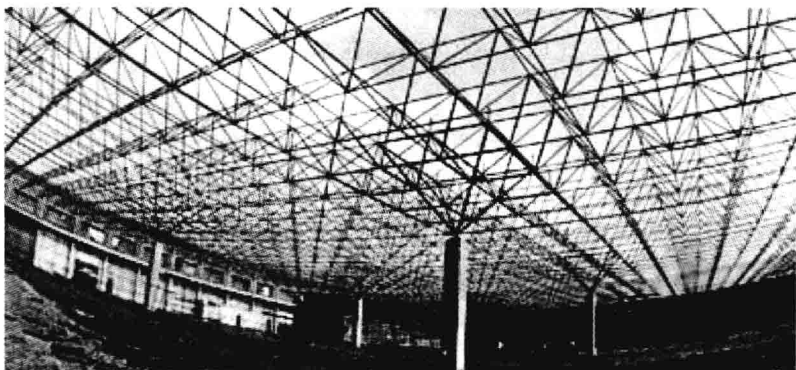


图 1-1 某厂区屋面网架结构

### 3) 悬索结构

悬索结构广泛用于桥梁结构，用于房屋建筑则适用于大跨度建筑物，如体育建筑(体育馆、游泳馆、大运动场等)、工业车间、文化生活建筑(陈列馆、杂技厅、市场等)及特殊构筑物等。

## 1.3 本课程的任务和学习要点

本课程将介绍建筑结构中常用材料的力学性能和结构设计方法，并较全面地介绍钢筋混凝土结构构件的设计计算、砌体结构的基本设计计算和钢结构构件及其连接的设计计算；通过对本课程的学习，将使工程管理专业的学生具有结构方面的总体知识，对结构体系的受力有一定了解，能对较简单的结构和常用结构构件进行设计。

在学习本课程时，应注意它的下述特点。

(1) 材料的特殊性。钢材在屈服前，是一种较理想的匀质弹性材料，而砌体及混凝土等，则是一种非匀质、非连续、非弹性的材料；这种特殊性，会使结构构件性能不同于力学中讲述的构件性能。

(2) 公式的实验性。正是由于材料的特殊性，使得混凝土结构构件及砌体结构构件的计算公式不可能完全通过理论的推导得出，而是通过大量试验研究和统计分析完成的，相关公式具有实验性。

(3) 公式的适用性。正是由于公式的实验性，因此有关公式就有一定的适用范围，超出了有关适用条件的范围，该公式就不能应用。

(4) 设计的规范性。混凝土结构、砌体结构、钢结构以及相应结构构件的设计计算,是以相应设计规范为依据进行的。本书的有关内容,也是相应规范的具体应用。

(5) 解答的多样性。无论是进行结构构件的设计时,往往有多种解答,这就需要综合多方面的因素,选择其中较为合理的解答。

## 小 结

建筑结构是房屋的骨架,需要保证其对适用性、耐久性的要求,满足抵抗各种外部作用的承载力要求。

建筑结构一般包括基础、墙柱、楼盖、屋盖等部分,分别由受压构件、受弯构件等结构构件组成。建筑结构按材料分类时,可分为混凝土结构、砌体结构和钢结构等;按受力和构造特点可分为混合结构、排架结构、框架结构、剪力墙结构及其他形式的结构。在学习本课程时,应注意材料的特殊性、公式的实验性、公式的适用性、设计的规范性、解答的多样性等特点。

## 习 题

### 思考题

- (1) 对建筑结构有哪些基本要求?
- (2) 建筑结构有哪些类型?
- (3) 排架结构的屋面横梁、柱、基础如何连接?
- (4) 框架结构的组成构件有哪些?各个构件之间如何连接?
- (5) 什么是钢筋混凝土剪力墙?
- (6) 在水平荷载作用下,框架结构和剪力墙结构的整体变形如何?

# 第2章

## 作用效应和抗力

### 教学目标

本章主要讲述建筑结构的设计方法。通过本章学习，应达到以下目标。

- (1) 掌握作用和作用效应的关系。
- (2) 熟悉各类荷载的取值规定。
- (3) 理解结构构件的设计方法。

### 教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
作用、作用效应	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 理解作用和作用效应的关系</li><li>(2) 熟悉恒荷载、活荷载的取值</li><li>(3) 掌握内力的计算方法</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 集中荷载、均布荷载</li><li>(2) 标准值</li><li>(3) 弯矩、剪力、轴力、扭矩</li></ol>
规范的设计方法	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 理解安全等级、结构功能要求、结构可靠度、失效概率、可靠指标、结构的耐久性概念</li><li>(2) 熟悉承载能力极限状态表达式</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 荷载效应</li><li>(2) 抗力</li><li>(3) 概率极限状态</li></ol>



### 基本概念

作用、作用效应、抗力、极限状态、概率极限状态设计法



### 引言

建筑结构在它的整个使用期间，需要承受各种作用产生的内力和变形。作用(action)是指施加在结构上的集中力或分布力，以及引起结构外加变形或约束变形的原因。集中力或分布力称为直接作用，也即通常所说的荷载(其中：集中力称为集中荷载，分布力一般简化为均布荷载)。内力和变形是作用的结果，称为作用效应。建筑结构承受作用效应的能力，称为结构的抗力。如何进行作用和作用效应的计算，如何使结构设计符合“技术先进、安全适用、经济合理、确保质量”的基本原则，是本章需要解决的问题。



## 2.1 作用和作用效应

### 2.1.1 作用

作用(action)是指施加在结构上的集中力或分布力(集中力或分布力称为直接作用,即通常所说的荷载),以及引起结构外加变形或约束变形的原因(称为间接作用)。本书在讲述结构构件设计原理时,主要涉及直接作用即荷载;而在抗震设计时,则涉及间接作用。

结构上的各种作用,可按下列性质分类。

#### 1. 按时间的变异分类

根据作用时间的变异,可分为永久作用、可变作用和偶然作用。

(1) 永久作用:永久作用是指在设计基准期内量值不随时间变化,或其变化与平均值相比可以忽略不计的作用,如结构及建筑装修的自重、土壤压力、基础沉降及焊接变形等。

(2) 可变作用:可变作用是指在设计基准期内其量值随时间而变化,且其变化与平均值相比不可忽略的作用,如楼面活荷载、雪荷载、风荷载等。

(3) 偶然作用:偶然作用是指在设计基准期内不一定出现,而一旦出现其量值很大且持续时间很短的作用,如地震、爆炸、撞击等。

#### 2. 按随空间位置的变异分类

根据作用空间位置的变异,可以分为固定作用(在结构上具有固定分布,如自重等)和自由作用(在结构上一定范围内可以任意分布,如楼面上的人群荷载、吊车荷载等)。

#### 3. 按结构的反应特点分类

根据作用对结构的反应特点,可以分为静态作用(它使结构产生的加速度可以忽略不计)和动态作用(它使结构产生的加速度不可忽略)。

一般的结构荷载,如自重、楼面人群荷载、屋面雪荷载等,都可视为静态作用,而地震作用、吊车荷载、设备振动等,则是动态作用。

### 2.1.2 作用的随机性质

一个事件可能有多种结果,但事先不能肯定哪一种结果一定发生(不确定性),而事后(即事件发生后)有唯一结果,这种性质称为事件的随机性质。

显然,结构上的作用具有随机性质。像人群荷载、风荷载、雪荷载以及吊车荷载等,都不是固定不变的,其数值可能较大,也可能较小;它们可能出现,也可能不出现;而一旦出现,则可测定其数值、大小和位置;风荷载还具有方向性。即使是结构构件的自重,由于制作过程中不可避免的误差、所用材料种类的差别,也不可能与设计值完全相同。这些都是作用的随机性。