



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

建筑结构设计 (第三册)

——学习指导

(第2版)

邱洪兴 主编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

建筑结构设计 (第三册)

——学习指导

(第2版)

邱洪兴 主编

JIANZHU JIEGOU SHEJI

高等教育出版社·北京

内容提要

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是在第1版(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)的基础上修订而成的,用于学生的课外自主学习和课程研讨。按照“总结、提高、创新”的宗旨,本书构建了内容归纳、概念解释、分析讨论、典型例题和水平测试等5大模块,每个模块包含结构设计通论、水平结构体系设计、竖向结构体系设计、基础设计等4部分内容。其中,分析讨论模块设荷载与设计方法分析讨论、梁板结构分析讨论、网架结构分析方法、水平结构体系受力性能的比较、结构的二阶效应分析、框架结构分析讨论、竖向结构体系连续化分析方法讨论、竖向结构体系受力性能的比较、弹性基础的受力分析等9章。

本书可作为高等院校土木工程专业高年级本科生的自主研学用书和结构工程研究生课外学习用书,也可供从事建筑工程设计的工程技术人员业务提升、继续教育之用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构设计. 第3册,学习指导/邱洪兴主编. --2
版. --北京:高等教育出版社,2014. 9

ISBN 978-7-04-040584-2

I. ①建… II. ①邱… III. ①建筑结构-结构设计-
高等学校-教学参考资料 IV. ①TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 151517 号

策划编辑 单 蕾
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 单 蕾
责任校对 王 雨

封面设计 李小璐
责任印制 刘思涵

版式设计 王艳红

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京人卫印刷厂
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 27
字 数 510 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2009 年 1 月第 1 版
2014 年 9 月第 2 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价 41.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 40584-00

第2版前言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,也是国家精品资源共享课的选用教材,用于“建筑结构设计”课程的课外自主学习和课程研讨。经过5届学生的使用,积累了一些经验。为了更好地满足课外研学要求,由邱洪兴对教材进行了全面修订,主要修改内容如下:

(1) 强化了不同结构类型受力性能的比较。水平结构体系系统比较了一维结构梁、拱和桁架,二维结构双向板、交叉梁和网架承受竖向荷载的受力机理和性能;竖向结构体系系统比较了排架结构、刚架结构、独立墙肢结构、联肢墙结构、实腹筒体结构和竖向桁架结构承受水平荷载的受力机理和性能。

(2) 增加了结构的抗扭性能分析,包括水平结构体系的扭转和竖向结构体系的扭转,以弥补先修课程——“结构力学”抗扭分析的缺失,适应实际工程中渐趋常见的扭转不规则问题。

(3) 为顺应工程界结构精细化分析的趋势,增加了非线性分析的内容,包括梁的弹塑性分析方法和结构的二阶效应分析方法。

(4) 对《建筑结构设计(第一册)——基本教程》(第2版)中的简化分析模型进行了较深入地精度分析,如单向板肋梁楼盖的连续梁模型、多层刚架的 D 值法模型、联肢剪力墙和框架-剪力墙连续化分析模型。

(5) 删除了属于基本原理、基本方法简单应用的内容,如单向板的厚度要求、不同材料构件承载力的比较等。

本版维持第1版的内容体系,即内容归纳、概念解释、分析讨论、典型例题和水平测试等5大模块,每个模块包含结构设计通论、水平结构体系设计、竖向结构体系设计、基础设计等4部分内容。为了使各章的体量大致均衡,对章节划分作了调整:分析讨论模块设荷载与设计方法分析讨论、梁板结构分析讨论、网架结构分析方法、水平结构体系受力性能的比较、结构的二阶效应分析、框架结构分析讨论、竖向结构体系连续化分析方法讨论、竖向结构体系受力性能的比较、弹性基础的受力分析等9章,其余模块各设一章。

湖南大学沈蒲生教授审阅了本书,提出了宝贵的意见,在此表示衷心感谢。

邱洪兴
2014年1月

第1版前言

按照“理论教学、实践教学和自主研学”相结合的教学模式要求,邱洪兴主编的《建筑结构设计》分三册,本书是其中的第三册,用于学生的课外研学,旨在“总结、提高、创新”。

通过对《建筑结构设计——基本教程》内容的系统总结和归纳,可加深对结构设计思想的认识、对设计方法的全面掌握、对设计规律的整体把握;通过对不同结构类型受力性能的对比分析,可突出结构概念设计和优化设计的思想,拓展思考空间,培养创新意识和创新能力。

为强化不同结构类型的对比,本书不再按结构形式编排章节,而是按照结构系统划分章节,分为结构设计通论、水平结构体系设计、竖向结构体系设计和基础设计等4章。每一章按照内容归纳、基本学习要求、概念解释、分析讨论、典型例题和水平测试组织内容;其中前三部分局限于本课程的基本内容;“分析讨论”超出本课程基本要求,融入了相关课程内容和最新设计思想,以开阔思路,为读者留下思考空间;“典型例题”均为具有工程背景的综合性的结构设计问题,注重基本理论和基本方法的综合、灵活应用;水平测试既包括基本内容又包括扩展内容,前者可用来自我测试对基本内容的掌握程度,后者主要用来启发思考。

湖南大学沈蒲生教授担任本书的审稿工作,提出了许多很好的意见,在此表示衷心感谢。

本书的编写方式是一种尝试,非常希望能获得读者的学习体会和创新思想,以便逐步充实、完善。

编者

2008年1月

目 录

第 1 章 内容归纳	1	1.4.5 基础截面设计	31
1.1 结构设计通论	1	1.4.6 基本学习要求	31
1.1.1 结构设计的对象、过程 和内容	1	第 2 章 概念解释	32
1.1.2 结构的作用	3	2.1 结构设计通论	32
1.1.3 结构耐火设计	4	2.1.1 竖向结构体系	32
1.1.4 结构设计一般要求	4	2.1.2 水平结构体系	32
1.1.5 结构抗震设计	6	2.1.3 结构分析理论	33
1.1.6 基本学习要求	7	2.1.4 结构布置	33
1.2 水平结构体系设计	7	2.1.5 设计基准期	34
1.2.1 结构选型	7	2.1.6 设计使用年限	34
1.2.2 结构布置	8	2.1.7 重现期	34
1.2.3 分析模型的选取	9	2.1.8 平稳随机过程	34
1.2.4 内力分析	10	2.1.9 作用的种类	35
1.2.5 截面计算	11	2.1.10 荷载代表值	35
1.2.6 连接与构造	13	2.1.11 荷载组合与内力组合	36
1.2.7 基本学习要求	14	2.1.12 风振效应	36
1.3 竖向结构体系设计	15	2.1.13 梯度风高度	37
1.3.1 结构选型	15	2.1.14 吊车工作级别	37
1.3.2 结构布置	16	2.1.15 极限状态	37
1.3.3 分析模型的选取	17	2.1.16 设计方法	38
1.3.4 内力与变形计算	19	2.1.17 极限状态设计表达式	38
1.3.5 截面计算	23	2.2 水平结构体系设计	40
1.3.6 连接与构造	25	2.2.1 单向板与双向板	40
1.3.7 基本学习要求	27	2.2.2 正交各向异性板	40
1.4 基础设计	28	2.2.3 计算单元	40
1.4.1 基础选型与布置	28	2.2.4 荷载传递路线	41
1.4.2 分析模型的选取	29	2.2.5 支座	42
1.4.3 地基计算	30	2.2.6 抗转刚度	43
1.4.4 基础内力计算	31	2.2.7 弹性支承刚度	44
		2.2.8 截面刚度	44

2.2.9 计算跨度	44	2.4.3 地基变形	56
2.2.10 折算荷载	44	2.4.4 软弱下卧层	57
2.2.11 塑性铰	45	2.4.5 刚性基础	57
2.2.12 内力重分布	45	2.4.6 土侧压力	57
2.2.13 弯矩调幅法	45		
2.2.14 抗剪连接件	46	第3章 荷载与设计方法分析	
2.3 竖向结构体系设计	46	讨论	58
2.3.1 剪力墙结构体系	46	3.1 设计基准期内最大荷载	
2.3.2 筒体结构体系	46	的概率分布	58
2.3.3 框架结构体系	46	3.1.1 任意时点概率分布	
2.3.4 整体弯矩与局部弯矩	47	函数	58
2.3.5 剪力墙的整体性系数	47	3.1.2 时段内最大荷载的概率	
2.3.6 抗侧刚度	47	分布函数	59
2.3.7 抗侧刚度中心	48	3.1.3 设计基准期内最大荷载	
2.3.8 整体扭矩与局部扭矩	48	的概率分布函数	60
2.3.9 结构的抗扭刚度	48	3.2 可变荷载标准值的超越	
2.3.10 侧移曲线特性	48	概率	61
2.3.11 等效弯曲刚度	49	3.2.1 办公室楼面可变荷载	61
2.3.12 等效剪切刚度	49	3.2.2 基本风压	62
2.3.13 框架-剪力墙结构的		3.3 不同设计使用年限可变	
刚度特征值	50	荷载标准值的调整系数	63
2.3.14 剪力分配	50	3.3.1 楼面和屋面可变荷载	64
2.3.15 反弯点	50	3.3.2 风荷载和雪荷载	65
2.3.16 修正反弯点法	51	3.4 不同设计方法的比较	65
2.3.17 分层法	52	3.4.1 背景资料	65
2.3.18 计算长度系数	53	3.4.2 基于分项系数的设计	
2.3.19 结构规则性	53	方法	66
2.3.20 整体空间作用	54	3.4.3 基于可靠指标的设计	
2.3.21 砌体房屋的静力计算		方法	66
方案	55	3.4.4 基于可靠度的设计	
2.3.22 二阶效应	55	方法	73
2.3.23 剪力滞后	55	第4章 梁板结构分析与	
2.4 基础设计	56	讨论	78
2.4.1 地基承载力特征值	56	4.1 支承构件刚度对梁内力	
2.4.2 基础埋置深度	56	的影响	78
		4.1.1 问题的由来	78

4.1.2 主梁扭转刚度对次梁内力的影响	79
4.1.3 主梁弯曲刚度对次梁内力的影响	81
4.2 交叉梁系结构分析	84
4.2.1 分析方法	84
4.2.2 受力特点	87
4.2.3 变形特点	93
4.2.4 不同梁格布置方案的比较	95
4.3 折梁和曲梁分析	100
4.3.1 折梁	101
4.3.2 曲梁	103
4.4 支承构件刚度对双向板内力的影响	105
4.4.1 基本方程	105
4.4.2 支承构件弯曲刚度为 0	108
4.4.3 支承构件弯曲刚度无限大	109
4.4.4 弯矩分布随支承构件弯曲刚度的变化程度	110
4.4.5 柱支承板内力的近似计算方法	112
4.5 混凝土受弯构件的弹塑性分析	114
4.5.1 混凝土梁的截面弯矩 - 曲率关系	114
4.5.2 悬臂梁挠度的弹塑性分析	115
4.5.3 超静定梁内力和变形的弹塑性分析	118
4.5.4 双向板的完全塑性分析方法	122
第 5 章 网架结构分析方法	124
5.1 网架结构种类	124

5.2 静定网架结构分析的节点法	125
5.3 超静定网架结构分析的力法	127
5.4 网架结构分析的位移法	129
5.5 网架结构分析的矩阵位移法	133
5.5.1 局部坐标下的单元刚度矩阵	133
5.5.2 整体坐标下的单元刚度矩阵	135
5.5.3 整体结构刚度矩阵	139
5.5.4 节点位移向量和荷载向量	140
5.5.5 支座反力和杆端力	141
第 6 章 水平结构体系受力性能的比较	143
6.1 一维结构	143
6.1.1 受力机理	143
6.1.2 承载效率	145
6.2 二维结构	150
6.2.1 双向板受力机理	150
6.2.2 梁板结构体系受力机理	154
6.2.3 梁板结构体系承载效率的比较	156
6.2.4 交叉梁结构受力机理	158
6.2.5 交叉梁结构承载效率	162
6.2.6 网架结构	169
第 7 章 结构的二阶效应分析	180
7.1 结构的二阶效应问题	180
7.2 解析分析	180

7.2.1 分析模型	180	8.4 结构抗侧刚度突变的 不利影响	233
7.2.2 基本方程	181	8.4.1 刚度突变前地震作用 下的层间位移	233
7.2.3 二阶效应程度	183	8.4.2 刚度突变后地震作用 下的层间位移	236
7.3 位移分解	186	8.4.3 刚度突变前后的 比较	238
7.3.1 组合表达式	186	第9章 竖向结构体系连续化	
7.3.2 剪切型变形模式	187	分析方法讨论	239
7.3.3 弯曲型变形模式	188	9.1 联肢剪力墙连续化方法 的讨论	239
7.3.4 其他变形模式	189	9.1.1 离散模型的力法	239
7.3.5 组合系数	191	9.1.2 墙肢相同时的连续化 误差	243
7.4 矩阵分析	193	9.1.3 墙肢不相同离散模 型分析方法	252
7.4.1 节点位移的矩阵表达 ..	193	9.1.4 墙肢不相同时的连续 化误差	258
7.4.2 杆端弯矩的矩阵表达 ..	195	9.2 框架-剪力墙铰接体 系连续化方法的讨论 ..	264
7.4.3 一般情况求解	196	9.2.1 离散分析模型	264
7.4.4 剪切型变形模式求解 ..	196	9.2.2 内力分布	266
7.4.5 弯曲型变形模式求解 ..	197	9.2.3 位移	270
7.5 结构二阶效应的简化 计算	201	9.3 竖向结构的等效刚度 ..	272
7.5.1 剪切型结构的侧移二 阶效应	201	9.3.1 剪力墙结构的等效截 面弯曲刚度	272
7.5.2 挠曲二阶效应	203	9.3.2 等截面竖向桁架结构 的等效截面弯曲刚度 ..	277
7.5.3 弯曲型结构的二阶 效应	206	9.3.3 等截面刚架结构的等 效截面剪切刚度	279
第8章 框架结构分析讨论	209	9.3.4 等效扭转刚度	281
8.1 D 值法的精度分析	209	第10章 竖向结构体系受力 性能的比较	286
8.1.1 分析模型	209	10.1 抵抗倾覆力矩的 机理	286
8.1.2 抗侧刚度	212		
8.1.3 反弯点高度	214		
8.2 整体空间作用效应 分析	217		
8.2.1 分析模型	218		
8.2.2 空间作用程度	222		
8.3 竖向扭转效应分析	224		
8.3.1 竖向扭转机理	224		
8.3.2 结构扭转不规则的判 别标准	226		

10.1.1 受弯结构	286
10.1.2 偏心受力结构	287
10.1.3 轴力结构	289
10.1.4 水平或斜向构件的 作用	289
10.2 抵抗倾覆力矩的 效率	290
10.2.1 受弯结构之间的 比较	290
10.2.2 偏心受力结构与受弯 结构的比较	291
10.2.3 轴力结构与受弯结构 的比较	293
10.3 抵抗侧移的效率	295
10.3.1 弯曲型结构之间的 比较	295
10.3.2 剪切型结构与弯曲型 结构的比较	298
10.3.3 弯剪型结构与弯曲型 结构、剪切型结构的 比较	301
10.4 提高结构抗侧移能力 的途径	304
10.4.1 提高竖向构件的截面 弯曲刚度	304
10.4.2 提高水平构件的 刚度	305
10.4.3 竖向构件外倾	306
10.5 抵抗竖向扭转的性能	307
10.5.1 抵抗扭矩的机理与 抵抗倾覆力矩机理 的对比	307
10.5.2 抵抗扭转变形的 效率	309
10.5.3 提高结构扭转刚度的 途径	310

第 11 章 弹性基础的受力 分析	313
11.1 基础刚度对基底反力 和基础内力的影响	313
11.1.1 中点受集中荷载的弹 性基础梁	313
11.1.2 端部受集中荷载的弹 性基础梁	316
11.1.3 文德勒地基上的刚性 圆板	318
11.1.4 文德勒地基上的弹性 圆板	321
11.2 框架结构条形基础的 整体分析	321
11.2.1 分析模型	321
11.2.2 柱轴力	323
11.2.3 基底反力	325
11.2.4 基础梁内力	326
11.3 上部结构对地基变形 的敏感性分析	328
11.3.1 框架结构	328
11.3.2 拱结构	330
11.3.3 墙结构	332
第 12 章 典型例题	334
12.1 砌体混合房屋楼面 改造	334
12.1.1 设计资料	334
12.1.2 改造方案	335
12.1.3 方案 I 钢梁设计	336
12.1.4 方案 II 楼盖设计	337
12.1.5 方案 III 木梁加固设计	339
12.1.6 墙体复核	341
12.1.7 基础复核	344
12.2 厂房改作民用	345
12.2.1 设计资料	345

12.2.2 改造方案	346	12.4.3 地震作用下的扭转 效应	379
12.2.3 方案 I 框架设计	348	12.4.4 风荷载作用下的扭转 效应	386
12.2.4 方案 II 钢框架设计 ...	357	12.5 基础加固方案设计	387
12.2.5 加层前后原排架柱内 力的比较	359	12.5.1 背景资料	387
12.3 高层结构侧移计算	364	12.5.2 基础方案	387
12.3.1 背景资料	364	12.5.3 底板厚度估算	388
12.3.2 刚度计算	366	12.5.4 原基础梁加固方案	389
12.3.3 连接方案侧移计算 ...	368	12.5.5 连接方案	390
12.3.4 脱开方案侧移计算 ...	371	第 13 章 水平测试	392
12.3.5 侧移分析	372	13.1 结构设计总论	392
12.4 不同平面布置的扭转 效应	374	13.2 水平结构体系设计	395
12.4.1 扭矩作用下结构受力 均匀性	374	13.3 竖向结构体系设计	403
12.4.2 结构的自振周期	376	13.4 基础设计	418
		参考文献	421

第1章 内容归纳

1.1 结构设计通论

结构设计通论主要包含四部分内容:结构设计的对象、过程和内容;结构的作用;结构耐火设计;结构设计的一般要求。此外,为了与后续课程衔接,简要了解结构抗震的基本知识。

1.1.1 结构设计的对象、过程和内容

了解结构设计的对象需从其组成开始。建筑结构由下部结构、上部水平结构体系和上部竖向结构体系三大部分组成,每一部分有多种类型。类型涉及分类,与结构设计关系密切的分类方法有三种:按层数、按材料和按结构形式。

结构按层数分为单层、多层和高层三种。层数不同,水平荷载和竖向荷载产生的内力在总内力中所占比例不同。竖向荷载引起的内力大致随层数线性增加,而水平荷载引起的内力随层数非线性增加。单层和多层常常是竖向荷载起控制作用,而高层常常是水平荷载起控制作用。

基本的结构材料有木、砌体(砖石)、混凝土和钢四类。这四类材料在竖向结构体系中均有应用,除砌体极少用于水平结构体系外,其他三种材料均可用于水平结构体系。基础以混凝土材料居多,在桩基础中也有使用钢材和木材的,砌体材料可用于刚性基础。上述四种结构材料混合使用,形成混合结构或组合结构。前者一般指不同部位的构件采用不同的结构材料,如砖墙与木楼盖组成的砖-木混合结构;后者指一种构件由两种或两种以上的结构材料组成,如型钢混凝土。材料不同,构件的设计方法也不同。

结构形式是结构分析重点研究的对象,结构形式不同,构件的受力状态不同。地下结构中的基础有浅基础和深基础两大类。水平结构体系有梁板结构和大跨结构两大类,基本的大跨结构可以组合,形成复合水平结构体系,如网-壳结构。竖向结构体系有三类基本结构形式^①:框架结构、墙体结构和筒体结构。框架结构与墙体结构的区别在于竖向构件一个是柱、一个是墙,墙体结构与筒体

^① 因竖向桁架在房屋中不单独使用(输电塔是典型的竖向桁架结构),故没有作为基本结构形式。

结构的区别在于墙体是否在平面上组成封闭的环形、发挥空间作用。这些基本结构形式可以以两种方式组合,形成复合竖向结构体系:一种是水平复合,在平面的不同位置采用不同的结构形式,如框架-剪力墙结构;另一种是竖向复合,在房屋的不同高度采用不同的结构形式,如底部框架砌体房屋。

层数、结构材料和结构形式之间还可以相互组合,形成种类繁多的结构类型。

建筑结构设计分为初步设计、技术设计和施工图设计三个阶段。其中初步设计又称方案设计,主要工作内容是在技术经济比较的基础上确定结构方案,并提出有待解决的结构设计关键技术问题;技术设计阶段的主要工作内容是解决关键技术问题,对于常规结构,技术设计阶段可并入初步设计阶段;施工图设计阶段的主要工作内容是对结构构件进行详细设计并绘制施工图。根据设计内容,常规结构可分为四个设计步骤,如图1-1所示。

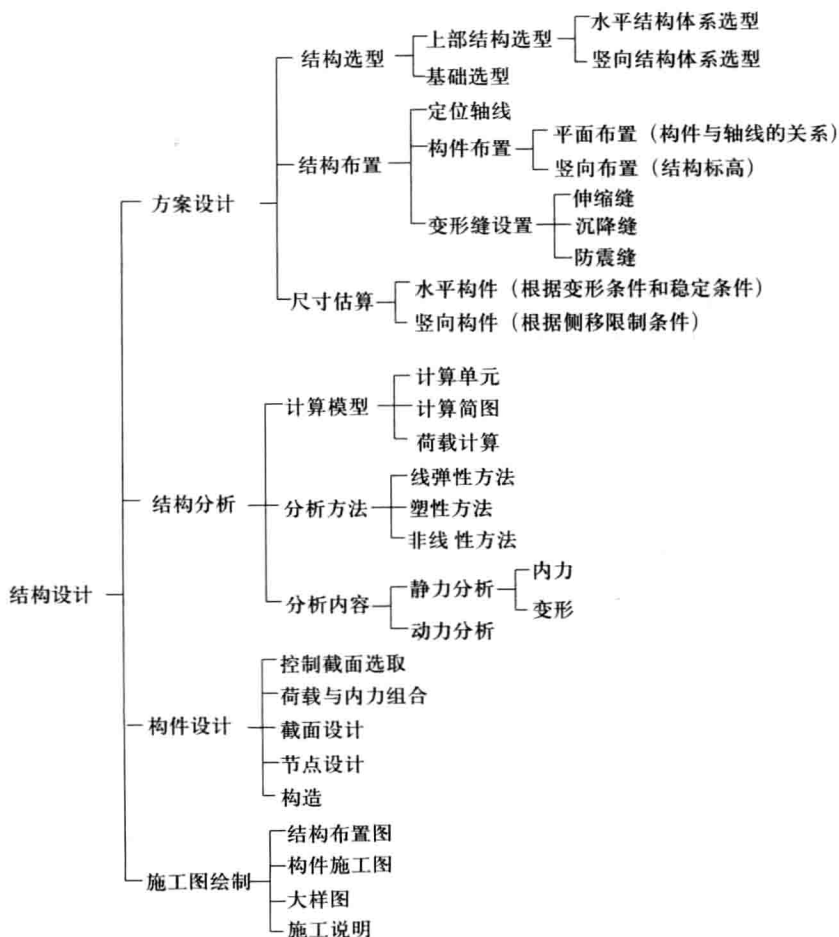


图 1-1 结构设计的内容

1.1.2 结构的作用

“建筑设计”^[1]是“结构设计原理”课程的后续课程,两者既有联系,更有区别。简单说来,前者侧重结构构件的作用(荷载)效应(内力、变形等),后者侧重结构构件的抗力——梁、板、柱、墙、杆、索等基本构件在拉、压、弯、剪、扭等不同受力状态下的抵抗能力。可见,作用是本课程的重要内容之一。

建筑结构的作用种类见图 1-2。



图 1-2 建筑结构作用的种类

直接作用习惯上称作荷载。荷载需了解其形式、大小、作用位置和作用方向。荷载形式分集中荷载和分布荷载两种,其中分布荷载又有体分布荷载、面分布荷载和线分布荷载之分;荷载作用方向一般分水平方向和竖直方向。荷载大小用代表值表示,永久荷载的代表值是标准值;可变荷载的代表值有标准值、组合值、频遇值和准永久值等四个,其中标准值是基本代表值,其他代表值是在标准值的基础上乘以小于 1 的系数。常用荷载的形式、作用位置和作用方向见表 1-1,代表值的计算方法见表 1-2。

表 1-1 常用荷载的形式、作用位置和作用方向

荷载种类		荷载形式	作用位置	作用方向
自重		分布荷载	质心	竖直向下
楼面均布可变荷载			楼面	
屋面可变荷载	均布可变荷载		屋面	
	积灰荷载			
	雪荷载			
风荷载		外墙及屋面	垂直表面	

续表

荷载种类		荷载形式	作用位置	作用方向
吊车荷载	竖向荷载	集中荷载	轨道 轮子处	竖直向下
	横向水平荷载			水平、垂直轨道
	纵向水平荷载			水平、沿轨道

表 1-2 常用荷载代表值的计算方法

荷载种类		标准值计算方法	其他代表值		
			组合值系数	频遇值系数	准永久值系数
自重		体积×重度	—		
楼面均布可变荷载		根据楼面使用功能查《建筑结构荷载规范》 ^[17] （GB 50009—2012） （以下简称《荷载规范》）			
屋面 可变 荷载	均布可变荷载	根据屋顶用途查《荷载规范》			
	积灰荷载	根据厂房性质查《荷载规范》	0.9	0.9	0.8
	雪荷载	$S_k = \mu_r S_0$	0.7	0.6	地区Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ 分别为0.5、 0.2、0
风荷载		$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0$	0.6	0.4	0
吊车 荷载	竖向荷载	$P_{\max,k}$ 或 $P_{\min,k} =$ $(G_{1,k} + G_{2,k} + G_{3,k})/2 - P_{\max,k}$	与吊车工作级别有关		
	横向水平荷载	$T_k = \alpha (G_{2,k} + G_{3,k})/4$			
	纵向水平荷载	$T_0 = 0.1 P_{\max,k}$			

1.1.3 结构耐火设计

结构耐火设计的程序如下:根据建筑物的重要性、火灾的危险性、建筑物高度和火灾荷载的大小确定建筑物的耐火等级,分为一级、二级、三级和四级 4 个等级;根据建筑物的耐火等级及构件的重要性确定各结构构件的耐火极限值和燃烧性能要求;采用合适措施使各结构构件的耐火极限不小于要求值。

1.1.4 结构设计一般要求

建筑结构根据其破坏后果的严重程度分一级、二级、三级等 3 个安全等级,

结构的安全等级不同,目标可靠指标不同,具体在极限状态设计表达式中用结构重要性系数 γ_0 来体现;根据使用要求分为 5 年、25 年、50 年和 100 年等 4 种设计使用年限,设计年限不同,可变荷载的标准值取值不同、耐久性要求不同。

建筑结构进行极限状态设计时分持久设计状态、短暂设计状态、偶然设计状态和地震设计状态等 4 种设计状态,不同设计状态需要进行的极限状态设计要求、计算内容以及荷载效应组合要求见表 1-3。

表 1-3 不同设计状态的极限状态设计要求、计算内容以及荷载效应组合要求

设计状态	极限状态设计要求		极限状态计算内容		荷载效应组合要求	
	承载能力	正常使用	承载能力	正常使用	承载能力	正常使用
持久状况	✓	✓	强度、稳定、疲劳、倾覆、滑移、漂浮、局部破坏后的连续倒塌等	变形、抗裂或裂缝宽度、振动、耐久性等	基本组合	标准组合或频遇组合或准永久组合
短暂状况	✓	视情况				
偶然状况	✓	—			偶然组合	—
地震状况	✓	✓			地震组合	标准组合

地基基础分甲、乙、丙三个设计等级,不同设计等级的地基计算要求以及地基基础设计时的荷载效应组合要求见表 1-4。

表 1-4 不同设计等级的地基计算要求以及地基基础设计时的荷载效应组合要求

设计状态	地基计算要求		荷载效应组合要求			
	承载力	变形	地基承载力	地基变形	基础承载力	基础裂缝宽度
甲级	✓	✓	标准组合	准永久组合	基本组合	准永久组合
乙级	✓	✓				
丙级	✓	部分需要				

荷载效应的组合方法以及适用场合见表 1-5,其中基本组合中永久荷载分项系数的取值见表 1-6。

表 1-5 荷载效应组合方法及适用场合

组合类型		组合方法	适用场合
基本组合	可变荷载控制	$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_j,k} + \gamma_{Q_1} \gamma_{L_1} S_{Q_1,k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q_i} \gamma_{L_i} \psi_{c_i} S_{Q_i,k}$	结构承载能力极限状态的计算
	永久荷载控制	$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_j,k} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Q_i} \gamma_{L_i} \psi_{c_i} S_{Q_i,k}$	

续表		
组合类型	组和方法	适用场合
标准组合	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G,jk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} S_{Qi,k}$	不可逆正常使用极限状态的计算,如预应力混凝土结构的裂缝控制
频遇组合	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G,jk} + \psi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qi,k}$	可逆的正常使用极限状态计算,如振动
准永久组合	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G,jk} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Qi,k}$	当长期效应是决定性因素时,如地基变形
偶然组合	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G,jk} + S_{Ad} + \psi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qi,k}$	偶然荷载作用下的结构承载力计算
	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G,jk} + \psi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qi,k}$	偶然事件发生后受损结构的整体稳固性计算

表 1-6 永久荷载分项系数的取值

组合类型	效应对结构不利时		效应对结构有利时	
	由可变荷载效应控制的组合	由永久荷载效应控制的组合	一般情况	倾覆、滑移、漂浮验算
γ_c	1.2	1.35	1.0	0.9

1.1.1.5 结构抗震设计

我国的抗震设防采用“三水准”目标、“二阶段”设计方法^[14],其相互关系见表 1-7。

表 1-7 抗震设防目标与抗震计算内容的关系

	水准 烈度	50 年超 越概率	设防目标	结构状况	计算内容
小震	多遇地 震烈度	63.6%	不受损坏或不需 修理仍可继续使用	处于弹性的正常 使用阶段	第一阶段设计: 1. 多遇地震作用 下截面承载力 验算;
中震	基本 烈度	10%	可能损坏,经一般 修理或不需修理可 继续使用	进入非弹性工作 阶段,但非弹性变形 或结构体系的损坏 处于可修复范围	2. 多遇地震作用 下变形验算