

多高层钢筋混凝土结构设计中 疑难问题的处理及算例

(第二版)

李国胜 编著

中国建筑工程出版社

多高层钢筋混凝土结构设计中 疑难问题的处理及算例

(第二版)

李国胜 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

多高层钢筋混凝土结构设计中疑难问题的处理及算例/
李国胜编著. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社,
2011. 1

ISBN 978-7-112-12698-9

I. ①多… II. ①李… III. ①多层建筑-钢筋混凝土结构-结构设计②高层建筑-钢筋混凝土结构-结构设计 IV.
①TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 229870 号

本书是针对建筑结构设计人员提出的设计疑难问题编写的, 系依据新修订的《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2011 等标准, 在 2004 年初版基础上作了补充和调整。

本书共 14 章, 分别为: 概念设计, 荷载和地震作用, 结构设计的原则和基本规定, 楼盖结构, 框架结构, 剪力墙结构, 框架-剪力墙结构, 板柱-剪力墙结构, 底部大空间部分框支剪力墙结构, 筒体结构, 大底盘多塔、连体、错层结构, 混合结构, 基础及住宅建筑结构设计中的一些问题。可供从事多高层建筑工程的结构设计、施工图文件审查、施工及监理工作的人员参考。

*

责任编辑: 王 梅 咸大庆

责任设计: 李志立

责任校对: 陈晶晶 王雪竹

多高层钢筋混凝土结构设计中 疑难问题的处理及算例 (第二版)

李国胜 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 33½ 字数: 815 千字

2011 年 8 月第二版 2011 年 8 月第十次印刷

定价: 76.00 元

ISBN 978-7-112-12698-9

(19976)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

第二版前言

本书初版在 2004 年发行以后，深受读者的欢迎和厚度。第二版是在初版的基础上依据新修订的《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010 等标准，以及近年来收集的新结构、新材料、复杂结构有关资料和在学术交流中、指导工程设计中大家提出的一些问题，内容作了大量补充和调整，仍以提问作答的方式进行叙述和讨论供读者参考。

本书共 14 章：概念设计，荷载和地震作用，结构设计的原则和基本规定，楼盖结构，框架结构，剪力墙结构，框架-剪力墙结构，板柱-剪力墙结构，底部大空间部分框支剪力墙结构，筒体结构，大底盘多塔、连体、错层结构，混合结构，基础及住宅建筑结构设计中的一些问题。本书的特点是概念交代清楚、重点突出、简明实用、可读性和可操作性强，对多高层建筑结构设计中一些重要问题的处理方法进行讨论，第 6 章剪力墙结构、第 9 章底部大空间部分框支剪力墙结构和第 13 章基础是重点，附有大量的工程实例，可供建筑结构设计人员参考，可以提高设计质量及效率，也可供从事多高层建筑结构工程的施工图文件审查、施工及监理等工作的人员参考。

本书编写中参考和引摘的文献资料较多，对原作者深表谢意。本书的内容涉及专业技术面广，限于编者的水平，有不当或错误之处在所难免，热忱盼望读者指正，编者将不胜感谢。

第一版前言

随着我国经济的发展,全国大中型城市多高层建筑迅速增多,多高层建筑结构设计已成为建筑结构设计人员的重要工作内容。近两年来新的《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)等规范、规程相继颁布执行。由于新旧规范、规程许多内容有所不同,结构设计人员工作中对新规范、规程的某些内容有不同理解和疑问,尤其是对工程设计中较特殊的一些问题,难以应用规范进行处理。本书内容系针对如上所述及近年来在学术交流中、指导工程设计中大家提出的问题,根据有关规范、规程和资料以及本人的经验编写的,重点是对多高层建筑结构设计一些重要问题的处理方法,并列有一些实用图表和计算实例,供建筑结构设计人员参考,助以提高设计质量及效率,也可供从事多高层建筑结构工程的施工图文件审查、施工及监理等工作的其他人员参考。本书的特点是简明实用,可读性和可操作性强。

本书由李国胜主编,并最后统一定稿。咸大庆、苗国航参加了部分章节的编写工作,内容涉及第2章、第3章、第4章、第5章、第6章、第7章、第13章等。

本书内容涉及的专业技术面广,限于编著者的水平,有不当或错误之处,热忱盼望读者指正,编者将不胜感谢。

目 录

1 概念设计	1
1.1 在建筑结构设计中为什么要强调概念设计?	1
1.2 结构抗震概念设计的基本原则是哪些?	1
1.3 为什么高层建筑设计更应重视概念设计?	2
1.4 要做好概念设计应掌握哪方面知识?	2
1.5 执行规范、规程应注意的是什么?	3
1.6 地震震级和烈度是怎样确定的?	4
1.7 结构抗震设计的基本要求是什么?	4
1.8 高层建筑设计的特点是什么?	7
1.9 梁、柱、墙的剪跨比和剪压比为什么重要?	8
1.10 对多高层建筑结构计算机软件有哪些基本要求?	9
1.11 为什么要对结构分析软件计算结果进行分析判断?	10
1.12 多高层建筑基础埋置深度与地震反应有无关系?	10
2 荷载和地震作用	12
2.1 为什么设计楼面梁、墙、柱及基础时楼面活荷载应乘以规定的折减系数?	12
2.2 高层建筑屋面直升机停机坪荷载怎样确定?	12
2.3 怎样估算各类结构楼层单位面积的重量标准值?	13
2.4 多高层建筑的风荷载计算有哪些要点?	13
2.5 建筑结构抗震设防分类是怎样划分的?	18
2.6 地震和地震作用有哪些特点?	21
2.7 抗震设计的多高层建筑对建筑场地有哪些规定?	25
2.8 地震作用计算有哪些规定?	28
2.9 地震作用计算的原则和方法有哪些?	28
2.10 采用弹性时程分析时有哪些要求?	29
2.11 计算地震作用时,可变荷载的组合系数怎么确定?	29
2.12 地震作用影响系数和特征周期是怎样确定的?	30
2.13 结构基本周期、结构自振周期与设计特征周期、场地卓越周期之间有何联系?	31
2.14 高层建筑结构计算单向地震作用时为什么要考虑偶然偏心的影响?	31

2.15	为什么 7 度 (0.15g)、8 度和 9 度抗震设防时, 对于大跨度和长悬臂结构要考虑竖向地震作用?	31
2.16	为什么计算各振型地震影响系数所采用的结构自振周期应考虑折减? 折减系数怎么取?	32
2.17	为什么水平地震作用计算时, 结构各楼层要规定最小地震剪力?	32
2.18	突出屋面的塔楼水平地震作用怎样计算?	35
2.19	哪种情况下楼层地震剪力可以折减?	36
3	结构设计的原则和基本规定	38
3.1	钢筋混凝土结构方案设计有哪些原则要求?	38
3.2	钢筋混凝土结构设计极限状态有哪两类?	38
3.3	基于性能的抗震设计要点是什么?	40
3.4	建筑为什么要进行防止连续倒塌的设计?	48
3.5	结构设计的原则是什么?	50
3.6	结构的设计使用年限、建筑寿命和安全等级是怎样确定的?	52
3.7	对于设计使用年限为 100 年及其以上的丙类建筑, 设计基本地震加速度、抗震措施和抗震构造措施应如何确定?	53
3.8	建筑结构耐久性设计有哪些规定?	53
3.9	多高层房屋适用高度和高宽比是怎样规定的?	57
3.10	多高层建筑结构平面布置有哪些规定?	58
3.11	多高层建筑结构竖向布置有哪些规定?	63
3.12	怎样通过计算来限制建筑结构的不规则性?	64
3.13	多高层建筑结构的内力和位移计算有哪些规定?	68
3.14	建筑结构的水平位移限值是多少?	70
3.15	超高层建筑为什么规定舒适度要求?	70
3.16	楼盖结构怎样确定竖向振动舒适度?	72
3.17	结构弹塑性分析及薄弱层弹塑性变形验算有哪些规定?	73
3.18	荷载组合的效应和地震作用组合的效应有哪些规定?	75
3.19	构件承载力抗震调整系数 γ_{RE} 及结构重要性系数 γ_0 怎样取?	76
3.20	建筑结构抗震等级是怎样确定的?	77
3.21	重力二阶效应和结构整体稳定应怎样考虑?	80
3.22	建筑结构的整体倾覆怎样验算?	83
3.23	几种侧向刚度的计算及应用范围有何区别?	84
3.24	地下室顶板作为上部结构的计算嵌固部位, 应满足什么要求?	86
3.25	哪些建筑应设置地震反应观测系统?	87
3.26	超限高层建筑结构审查的规定内容有哪些?	87
4	楼盖结构	99
4.1	如何考虑楼盖结构的选型?	99

4.2	怎样确定楼板厚度、梁截面高度？	100
4.3	楼盖结构有关构造的规定有哪些？	101
4.4	为何要掌握梁及单向板手算方法？	102
4.5	为什么需要熟悉梁受扭截面承载力手算方法？	106
4.6	哪些钢筋混凝土构件可采用考虑塑性内力重分布的分析方法？	116
4.7	楼层梁支承在主梁或剪力墙上按固接计算的条件是什么？	121
4.8	为什么楼层次梁设计可不考虑延性？	122
4.9	怎样确定主梁支承次梁或上部柱子集中荷载时的附加横向钢筋？	122
4.10	构件裂缝宽度验算应注意什么？	125
4.11	后张无粘结预应力现浇楼板的应用需考虑的因素是什么？	132
4.12	楼层梁截面高度怎样满足某些使用功能的需要？	133
5	框架结构	135
5.1	多高层建筑的框架结构为什么应设计成双向梁柱抗侧力体系？怎样理解主体结构除个别部位外，不应采用铰接？	135
5.2	为什么有抗震设计的框架结构不应采用单跨框架？	135
5.3	为什么框架梁、柱中心线宜重合？	135
5.4	框架梁水平加腋的构造有哪些要求？	136
5.5	为什么框架结构按抗震设计时，不应采用部分由砌体墙承重的混合形式？	137
5.6	有抗震设计的框架结构，采取哪些措施达到延性要求？	137
5.7	框架梁的截面怎样确定？	137
5.8	框架梁采用扁梁时应注意什么？	138
5.9	框架结构中的次梁要不要考虑延性？其构造与框架梁有何区别？	138
5.10	框架梁的纵向受拉钢筋，不同抗震等级及非抗震设计时最大、最小配筋率有什么区别？	138
5.11	框架梁为什么沿跨中顶面和底面设置全长纵向钢筋？	140
5.12	为什么一、二级抗震等级的框架梁，贯通中柱的纵向钢筋直径有要求？	140
5.13	为什么框架梁的箍筋，有抗震设计与无抗震设计有不同要求？	140
5.14	框架柱的截面尺寸怎样确定？	142
5.15	为满足柱轴压比限值，尽可能减小柱截面尺寸有哪些措施？	144
5.16	剪跨比小的柱（短柱）为什么不好？设计中应采取何种措施？	145
5.17	有抗震设计时为提高框架柱的延性，达到“强柱”要求有哪些措施？	146
5.18	框架柱的纵向钢筋有哪些规定？	147
5.19	框架柱的箍筋有哪些规定？	148
5.20	框架梁柱节点核心区截面抗震验算有哪些规定？	157
5.21	框架梁、柱纵向钢筋锚固、接头有哪些规定？	162

5.22	为什么框架梁、柱纵向钢筋优先采用机械接头和搭接接头，焊接接头列后？	164
5.23	框架柱的混凝土强度等级与梁的混凝土强度等级不同时，节点混凝土应如何处理？	165
5.24	梁上开洞的计算和构造有哪些规定？	165
5.25	加腋梁进行内力和位移计算时，如何处理线刚度？	169
6	剪力墙结构	171
6.1	剪力墙结构的特点有哪些？	171
6.2	剪力墙是怎样分类的？	173
6.3	剪力墙结构的设计要点有哪些？	178
6.4	结构布置有哪些规定？	180
6.5	剪力墙厚度怎样确定？	183
6.6	短肢剪力墙的设计有哪些规定？	185
6.7	剪力墙截面计算有哪些内容？	188
6.8	抗震等级及底部加强部位高度怎么确定？	188
6.9	结构计算及内力取值应注意什么？	189
6.10	剪力墙设置约束边缘构件有哪些规定？	190
6.11	剪力墙的构造边缘构件有哪些规定？	194
6.12	剪力墙的水平 and 竖向分布钢筋有哪些规定？	195
6.13	剪力墙的连梁设计有哪些规定？	200
6.14	工程实例	206
7	框架-剪力墙结构	215
7.1	框剪结构的特点是什么？	215
7.2	结构布置有哪些规定？	216
7.3	框剪结构中剪力墙的合理数量怎样确定？	218
7.4	框剪结构中刚度怎样计算？	220
7.5	内力调整及承载力计算有哪些规定？	221
7.6	截面设计和构造有哪些规定？	223
7.7	剪力墙上开洞如何计算及构造？	224
7.8	框架柱与剪力墙相连的梁是否作为连梁？	226
7.9	剪力墙的边框柱是否按框架柱考虑？	226
7.10	工程实例	226
8	板柱-剪力墙结构	229
8.1	板柱-剪力墙结构适用于哪些多高层建筑？	229
8.2	板柱-剪力墙结构的特点是什么？	229

8.3	结构布置有哪些要求?	230
8.4	内力和位移计算采用什么方法?	231
8.5	截面设计有哪些规定?	236
8.6	构造有哪些要求?	243
8.7	工程实例	248
9	底部大空间部分框支剪力墙结构	253
9.1	什么是底部大空间剪力墙结构?	253
9.2	框支层的层数可以做几层?	253
9.3	结构设计时应遵循哪些原则?	253
9.4	结构布置有哪些规定?	254
9.5	结构设计要点有哪些?	259
9.6	底部加强部位应取多高? 抗震等级怎么取?	261
9.7	结构内力调整有哪些规定?	262
9.8	转换层设计应注意些什么?	264
9.9	转换梁设计有哪些规定?	265
9.10	转换梁设计有哪些要求?	266
9.11	箱形梁设计有哪些规定?	267
9.12	转换厚板设计有哪些规定?	268
9.13	框支柱设计有哪些规定?	268
9.14	落地剪力墙、筒体设计有哪些规定?	271
9.15	框支梁上部墙体及楼板设计有哪些规定?	272
9.16	工程实例	274
10	筒体结构	305
10.1	常用的筒体结构有哪几种?	305
10.2	筒体结构的发展及受力特点怎样?	306
10.3	筒体结构的一般规定有哪些?	310
10.4	框架-核心筒结构的设计要点有哪些?	311
10.5	筒中筒结构的设计要点有哪些?	317
10.6	加强层的作用及设计要点有哪些?	322
10.7	《上海筒体规程》和《广东高规补充》的有关规定有哪些?	325
10.8	筒中筒结构的转换层设计有哪些要点?	327
10.9	工程实例	329
11	大底盘多塔、连体、错层结构	334
11.1	《高规》所指的复杂高层建筑结构有哪些?	334
11.2	什么是多塔楼结构?	334

11.3	多塔楼结构的布置有哪些规定？	334
11.4	多塔楼结构计算应注意什么？	336
11.5	什么是连体结构？	336
11.6	连体结构的抗震性能怎么样？	337
11.7	连体结构的结构布置和构造有哪些规定？	337
11.8	连体结构橡胶支座有哪些规定？	339
11.9	错层结构的规定有哪些？	342
11.10	错层结构的构造有哪些要求？	343
11.11	工程实例	344
12	混合结构	358
12.1	结构特点是什么？应用于哪些高层建筑？	358
12.2	抗震等级是怎样规定的？	362
12.3	结构布置有哪些要求？	362
12.4	结构设计要点有哪些？	365
12.5	构件设计有哪些规定？	367
12.6	承载力计算参见哪些资料？	371
12.7	钢管混凝土柱有哪些设计要点？	371
12.8	钢管混凝土组合柱和叠合柱的构造要求有哪些？	384
12.9	钢管混凝土柱的构造要求有哪些？	386
12.10	端部设置型钢的剪力墙及钢板-混凝土组合剪力墙的构造要求有哪些？	390
12.11	构造细部有哪些要求？	394
12.12	工程实例	410
13	基础	419
13.1	多高层建筑的基础设计要点是什么？	419
13.2	地基基础设计有哪些规定？	420
13.3	设计基础时上部结构荷载如何取？	422
13.4	地基承载力应如何确定？	422
13.5	控制主楼与裙房或地下车库基础差异沉降的措施有哪些？	425
13.6	基础地基承载力怎样验算？	426
13.7	单独柱基的设计要点有哪些？	427
13.8	交叉梁基础的设计要点有哪些？	432
13.9	筏形基础的设计要点有哪些？	434
13.10	箱形基础的设计要点有哪些？	441
13.11	桩基的设计要点有哪些？	447
13.12	复合地基 CFG 桩的设计要点有哪些？	479
13.13	抗浮稳定应怎样验算？	485

13.14	地下室外墙的计算与构造有哪些要点？	486
13.15	后浇带的构造及浇灌时间怎样确定？	489
13.16	“跳仓法”施工超长基础筏板的要点是什么？	491
13.17	工程实例	494
14	住宅建筑结构设计中的一些问题	514
14.1	住宅建筑结构设计的基本要求有哪些？	514
14.2	高层住宅建筑的结构选用哪种体系？	514
14.3	居住建筑结构设计中常遇的问题怎么处理？	517
参考文献		521

1 概念设计

1.1 在建筑结构设计中为什么要强调概念设计？

1. 强调结构概念设计的重要性，旨在要求建筑师和结构工程师在建筑设计中应特别重视规范、规程中有关结构概念设计的各条规定，设计中不能陷入只凭计算的误区。若结构严重不规则、整体性差，则仅按目前的结构设计计算水平，难以保证结构的抗震、抗风性能，尤其是抗震性能。

2. 概念设计是通过无数的事故分析、历年来国内外震害分析，模拟试验的定量定性分析以及长期以来国内外的设计与使用经验分析、归纳、总结出来的。而这些原则、规定与方法往往是基础性、整体性、全局性和关键性的。合理的结构方案是安全可靠的优秀设计的基本保证。

1.2 结构抗震概念设计的基本原则是哪些？

结构抗震概念设计的目标是使整体结构能发挥耗散地震能量的作用，避免结构出现敏感的薄弱部位，地震能量的耗散仅集中在极少数薄弱部位，导致结构过早破坏。现有抗震设计方法的前提之一是假定整个结构能发挥耗散地震能量的作用，在此前提下，才能以多遇地震作用进行结构计算、构件设计并加以构造措施，或采用动力时程分析进行验算，试图达到罕遇地震作用下结构不倒塌的目标。下面重点阐述结构抗震概念设计的基本原则：

1. 结构的简单性

结构简单是指结构在地震作用下具有直接和明确的传力途径，结构的计算模型、内力和位移分析以及限制薄弱部位出现都易于把握，对结构抗震性能的估计也比较可靠。

2. 结构的规则和均匀性

(1) 沿建筑物竖向，建筑造型和结构布置比较均匀，避免刚度、承载能力和传力途径的突变，以限制结构在竖向某一楼层或极少数几个楼层出现敏感的薄弱部位。这些部位将产生过大的应力集中或过大的变形，容易导致结构过早地倒塌。

(2) 建筑平面比较规则，平面内结构布置比较均匀，使建筑物分布质量产生的地震惯性力能以比较短和直接的途径传递，并使质量分布与结构刚度分布协调，限制质量与刚度之间的偏心。建筑平面规则、结构布置均匀，有利于防止薄弱的子结构过早破坏、倒塌，使地震作用能在各子结构之间重分布，增加结构的赘余度数量，发挥整个结构耗散地震能量的作用。

3. 结构的刚度和抗震能力

(1) 水平地震作用是多向的，结构布置应使结构能抵抗任意方向的地震作用。通常，可使结构沿平面上两个主轴方向具有足够的刚度和抗震能力。结构的抗震能力则是结构承

载力及延性的综合反映。

(2) 结构刚度选择时, 虽可考虑场地特征, 选择结构刚度, 以减少地震作用效应, 但也要注意控制结构变形的增大, 过大的变形将会因 $P-\Delta$ 效应过大而导致结构破坏。

(3) 结构除需要满足水平方向的刚度和抗震能力外, 还应具有足够的抗扭刚度和抵抗扭转振动的能力。现有抗震设计计算中不考虑地震地面运动的扭转分量, 在概念设计中应注意提高结构的抗扭刚度和抵抗扭转振动的能力。

4. 结构的整体性

(1) 高层建筑结构中, 楼盖对于提高结构的整体性起到非常重要的作用。楼盖相当于水平隔板, 它不仅聚集和传递惯性力到各个竖向抗侧力子结构, 而且要使这些子结构能协同承受地震作用, 特别是当竖向抗侧力子结构布置不均匀或布置复杂或各抗侧力子结构水平变形特征不同时, 整个结构就要依靠楼盖使各抗侧力子结构能协同工作。楼盖体系最重要的作用是提供足够的面内刚度和抗力, 并与竖向各子结构有效连接, 当结构空旷、平面狭长或平面凹凸不规则或楼盖开大洞口时, 更应特别注意。设计中不能误认为, 在多遇地震作用计算中考虑了楼板平面内弹性变形影响后, 就可削弱楼盖体系。

(2) 高层建筑基础的整体性以及基础与上部结构的可靠连接是结构整体性的重要保证。

1.3 为什么高层建筑结构设计更应重视概念设计?

高层建筑设计尤其是在高层建筑抗震设计中, 应当非常重视概念设计。这是因为高层建筑结构的复杂性, 发生地震时地震动的不确定性, 人们对地震时结构响应认识的局限性与模糊性, 高层结构计算尤其是抗震分析计算的精确性, 材料性能与施工安装时的变异性以及其他不可预测的因素, 致使设计计算结果 (尤其是经过实用简化后的计算结果) 可能和实际相差较大, 甚至有些作用效应至今尚无法定量计算出来。因此在设计中, 虽然分析计算是必需的, 也是设计的重要依据, 但仅此往往不能满足结构安全性、可靠性的要求, 不能达到预期的设计目标, 还必须非常重视概念设计。从某种意义上讲, 概念设计甚至比分析计算更为重要。

1.4 要做好概念设计应掌握哪方面知识?

概念设计是结构设计人员运用所掌握的知识和经验, 从宏观上决定结构设计中的基本问题。要做好概念设计应掌握以下诸多方面: 结构方案要根据建筑使用功能、房屋高度、地理环境、施工技术条件和材料供应情况、有无抗震设防选择合理的结构类型; 竖向荷载、风荷载及地震作用对不同结构体系的受力特点; 风荷载、地震作用及竖向荷载的传递途径; 结构破坏的机制和过程, 以加强结构的关键部位和薄弱环节; 建筑结构的整体性, 承载力和刚度在平面内及沿高度均匀分布, 避免突变和应力集中; 预估和控制各类结构及构件塑性铰区可能出现的部位和范围; 抗震房屋应设计成具有高延性的耗能结构, 并具有多道防线; 地基变形对上部结构的影响, 地基基础与上部结构协同工作的可能性; 各类结构材料的特性及其受温度变化的影响; 非结构性部件对主体结构抗震产生的有利和不利影响, 要协调布置, 并保证与主体结构连接构造的可靠等; 建筑专业有关的基本空间尺寸; 建筑装修与结构连接构造; 机电专业与结构有关的要求等。

1.5 执行规范、规程应注意的是什么？

1. 现行规范、规程是建筑结构设计应遵循的依据，但是其条款内容是若干年前的科研和设计经验的总结，已经滞后。

2. 现行规范、规程的条款，是对工程设计的最低要求，不是最高要求。规范、规程既是成熟经验的总结，又是经济技术的体现，所有条款是对一般的、大量的工程设计提出的规定和要求，对于使用功能或标准高的工程，设计时与一般工程应有所区别。

3. 规范、规程是全国性标准，沿海地区与西南、西北等地区的自然条件和经济发展情况不同，房屋建筑的标准、造价有所不同。因此，在工程设计时应贯彻因地制宜方针，执行规范、规程也应因地区的不同而区别对待。如果有的省市或地区有当地制定的标准，在设计该地区的工程时应执行当地的标准。

4. 现行规范、规程的条款，是针对一般工程的规定及要求，可是随着经济的发展，人们对房屋建筑使用功能需求不断变化，尤其是建筑艺术的不断创新和多样化，给建筑结构设计提出挑战和新的技术要求。因此，在一些工程设计中要求设计人员在适应新形势发展的需要，根据已有经验或收集必要的有关资料，甚至于试验研究去创新，不能完全依据现行规范、规程的条款。

5. 在设计中对某些构件仅按规范、规程的要求进行截面设计是不够的。例如，承托上部墙或柱的转换梁，其剪压比和受剪承载力应比一般框架梁严格，纵向钢筋应比计算所需要的富余一些；受力较敏感或施工操作中钢筋位置下移对承载力影响较大的悬挑梁和悬挑阳台及走廊、挑檐板，其纵向钢筋应该比计算所需要的多一些。如《混凝土规范》第9.2.13条规定：“当梁的腹板高度 $h_w \geq 450\text{mm}$ 时，在梁的两个侧面应沿高度配置纵向构造钢筋，每侧纵向构造钢筋（不包括梁上、下部受力钢筋及架立筋）的截面面积不应小于腹板截面面积 bh_w 的0.1%，且其间距不宜大于200mm”。如果设计的工程平面长度或宽度超过相应结构类型的伸缩缝间距时，梁的腰筋应适当加多。

6. 一个结构设计工程师的首要任务就是在每一项工程设计的开始，即建筑方案设计阶段，就能凭借自身拥有的结构体系功能及其受力、变形特性的整体概念和判断力，用概念设计去帮助建筑师开拓或实现该建筑物业主所想要的，或已初步构思的空间形式及其使用、构造与形象功能。并以此为统一目标，与建筑师一起构思总结构体系，并能明确结构总体系和主要分体系之间的最佳受力特征要求。结构工程师不仅仅是“规范加计算”，更不是“规范加一体化计算机结构分析程序”，而应具有结构设计概念、经验、悟性、判断力和创造力。在当前面临困难、挑战和竞争的形势下，建筑结构设计者要不断学习，设计水平要提高，技术要创新，这样才能与时俱进，去适应时代的发展。

7. 我国随着房屋建筑商品化和设计工作与国际接轨，逐步要求进行限额设计，如建筑的总造价、结构单位面积用钢量和混凝土量等。因此，结构设计人员在设计时不仅技术应先进，而且应该经济合理，始终要贯彻安全、适用、经济的方针。

8. 为了适应市场经济对建筑结构设计人员的要求，对自己设计的工程应总结整理有关经济技术的资料，掌握不同结构类型的造价和用料指标，同时也应收集这方面信息。要打破仅考虑结构专业的经济比较，应该从各专业、施工、材料、工期等对造价和投资进行综合比较。例如，高层建筑地下室楼盖采用无梁楼盖，基础采用平板筏基，按结构设计人

员一般概念，无梁楼盖及平板式筏基的混凝土量和钢筋用量比梁板式多，这是事实。但是，由于采用无梁楼盖和平板式筏基，可减低层高而减少墙体，减小基础埋深而减少护坡和土方量，平板式单价比梁板式低，而且施工方便，其他如防水面积减少，降水费用降低，工期缩短，减去了梁板式筏基梁间回填材料等，因此，综合造价降低了许多。

9. 建筑结构设计，应做多方案比较，不仅要安全可靠技术可行，还应经济合理节省造价。地基基础的方案比较，对节省造价，方便施工，缩短施工周期具有极大的意义。

1.6 地震震级和烈度是怎样确定的？

结构的地震反应是地震作用下建筑物的惯性力，其大小取决于地震震级及距震中距离、场地特征、结构动力特性等，它具有冲击性、反复性、短暂性和随机性。

一次地震只有一个震级，震级是以地震时释放的能量大小确定的，震级相差一级释放能量相差 30 倍左右。地震烈度是地震波及范围内建筑物和构筑物遭受破坏的程度。地震烈度有两种定义：第一，地区抗震设防烈度，它是由国家根据地震历史记录和地质调查研究确定的。

新的《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010（简称《抗震规范》）规定，地震影响应采用设计基本地震加速度和设计特征周期。设计基本地震加速度值为 50 年设计基准期超越概率 10% 的地震加速度的设计值，设计基本地震加速度与抗震设防烈度的对应关系如表 1-1。

设计基本地震加速度与抗震设防烈度关系						表 1-1
设计基本地震加速度	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g	0.40g
抗震设防烈度	6	7		8		9

设计特征周期，《建筑抗震设计规范》（GBJ 11—89）其取值根据设计近、远震和场地类别来确定，新规范将设计近震、远震改称设计地震分组，分为第一、二、三组。

我国主要城镇的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组详见《抗震规范》附录 A。

第二，地震发生后地震波及范围内各地区遭受破坏的地震烈度，它不是地震发生后立即能确定的，而是需要经过震害调查根据建筑物、构筑物遭受损坏和破坏情况确定的，确定烈度的标准可见第 2 章表 2.7。一次地震，震中（地震发生的地方即震源正对着的地面位置）烈度约为震级的 1.3~1.4 倍，如当某地区发生了地震，震级为 6.2 级，则震中烈度为 8 度左右。一次地震，当震源距地表越深，震中相对应烈度较小，地震波及范围大；震源距地表浅时，震中烈度较大，地震波及范围小。

1.7 结构抗震设计的基本要求是什么？

1. 三水准设防要求

建筑结构采用三个水准进行抗震设防，其要求是：“小震不坏，中震可修，大震不倒”，即是说：

第一水准：多高层建筑在其使用期间，遭遇频率较高、强度较低的地震时，建筑不损坏，不需要修理，结构应处于弹性状态，可以假定服从线性弹性理论，用弹性反应谱进行

地震作用计算，按承载力要求进行截面设计，并控制结构弹性变形符合规范要求。

第二水准：建筑物在基本烈度的地震作用下，允许结构达到或超过屈服极限（钢筋混凝土结构会产生裂缝），产生弹塑性变形，依靠结构的塑性耗能能力，使结构得以保持稳定保存下来，经过修复即可使用。此时，结构抗震设计应按变形要求进行。

第三水准：在预先估计到的罕见强烈地震作用下，结构进入弹塑性大变形状态，部分产生破坏，但应防止结构倒塌，避免危及生命安全。这一阶段应满足结构薄弱层层间弹塑性位移角限值要求，并应考虑防倒塌的设计。

小震烈度比基本烈度约低 1.55 度，大震烈度比基本烈度约高 1 度（图 1-1）。

从三个水准的地震出现的频度来看，第一水准，即多遇地震，约 50 年一遇；第二水准，即基本烈度设防地震，约 475 年一遇；第三水准，即罕遇地震，约为 2000 多年一遇的强烈地震。

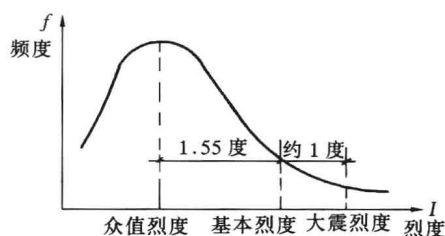


图 1-1 三个水准下的烈度

2. 二阶段抗震设计

二阶段抗震设计是对三水准抗震设计思想的具体实施。通过二阶段设计中第一阶段对构件截面承载力验算和第二阶段对弹塑性变形验算，并与概念设计和构造措施相结合，从而实现“小震不坏、中震可修、大震不倒”的抗震要求。

（1）第一阶段设计

对于多高层建筑结构，首先应满足第一、二水准的抗震要求。为此，首先应按多遇地震（即第一水准，比设防烈度约低 1.55 度）的地震动参数计算地震作用，进行结构分析和地震内力计算，考虑各种分项系数、荷载组合值系数进行荷载与地震作用产生内力的组合，进行截面配筋计算和结构弹性位移控制，并采取相应构造措施保证结构的延性，使之具有与第二水准（设防烈度）相应的变形能力，从而实现“小震不坏”和“中震可修”。这一阶段设计对所有抗震设计的多高层建筑结构都必须进行。

（2）第二阶段设计

对地震时抗震能力较低、容易倒塌的多高层建筑结构（如纯框架结构）以及抗震要求较高的建筑结构（如甲类建筑和乙类建筑），要进行易损部位（薄弱层）的塑性变形验算，并采取措施提高薄弱层的承载力或增加变形能力，使薄弱层的塑性水平变位不超过允许的变位。这一阶段设计主要是针对某些抗震要求较高的建筑和特别不规则的结构。

3. 有抗震设防的多高层建筑设计，除要考虑正常使用时的竖向荷载、风荷载以外，还必须使结构具有良好的抗震性能，做到小震时不坏，中震可修，大震时不倒塌。即当遭遇到相当于设防烈度的地震时，有小的损坏，经一般修理仍能继续使用；当罕遇超烈度强震下，结构有损坏，但不致使人民生命财产和重要机电设备遭受破坏，使结构做到裂而不倒。

建筑结构是否具有耐震能力，主要取决于结构所能吸收和消耗的地震能量。结构抗震能力是由承载力和变形能力两者共同决定的。当结构承载力较小，但具有很大延性，所能吸收的能量多，虽然较早出现损坏，但能经受住较大的变形，避免倒塌。但是，仅有较大承载力而无塑性变形能力的脆性结构，吸收的能量少，一旦遭遇超过设防烈度的地震作用