

大学生毕业设计指导与算例丛书

土木工程

专业

本科毕业设计指导与算例

阎兴华 主编 韩森 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

推荐书目

- 土木工程专业本科毕业设计指导与算例
- 桥梁工程专业本科毕业设计指导与算例
- PKPM结构设计软件入门与应用实例——钢结构
- PKPM结构设计软件入门与应用实例——钢筋混凝土结构
- PKPM结构设计软件入门与应用实例——砌体结构
- PKPM结构设计软件入门与应用实例——基础工程

土木工程

专业
本科毕业设计指导与算例

责编：周娟华
电话：010-58383350
邮箱：juanhuazhou@163.com

ISBN 978-7-5083-6476-6



9 787508 364766 >

定价：45.00元

▶ 上架指导：建筑/教材教辅与考试用书/教辅

10776

2008

大学生毕业设计指导与算例丛书

土木工程

专业
本科毕业设计指导与算例

阎兴华 主编 韩森 副主编

本书是为普通高等院校土木工程专业本科毕业设计编写的辅助教材。全书共有六章，分别为：高层建筑结构设计的基本原则、高层钢筋混凝土框架结构设计、高层大开间钢筋混凝土剪力墙结构住宅设计、高层钢筋混凝土框架-剪力墙结构设计、高层钢框架-支撑结构设计、小高层钢-混凝土混合结构住宅设计，包括了五个具体的设计课题。

本书详尽地介绍了每个毕业设计课题的毕业设计任务书、毕业设计指导书及算例和施工图，均为编者多年指导土木工程专业本科毕业设计的经验总结，具有很强的应用性和可操作性。

本书内容丰富，层次分明，概念清晰，简明扼要，除作为教材外，尚可作为土木工程专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程专业本科毕业设计指导与算例 / 阎兴华主编. —北京: 中国电力出版社, 2008
(大学生毕业设计指导与算例丛书)

ISBN 978-7-5083-6476-6

I. 土… II. 阎… III. 土木工程-毕业设计-高等学校-教学参考资料 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 205803 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 周娟华 责任印制: 陈焊彬 责任校对: 罗凤贤

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2008 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 21.25 印张 · 531 千字 · 17 插页

定价: 45.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010-88386685)

前 言

“土木工程专业本科毕业设计指导与算例”是一本主要用于指导大学本科土木工程专业毕业设计的辅助教材。

本书内容包括了钢筋混凝土结构、钢结构和钢-混凝土混合结构三种不同材料构成的结构类型，涵盖了框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和框架-支撑结构四种普遍应用的高层建筑结构形式。全书共六章，分别为：第一章，高层建筑结构设计的基本原则；第二章，高层钢筋混凝土框架结构设计；第三章，高层大开间钢筋混凝土剪力墙结构住宅设计；第四章，高层钢筋混凝土框架-剪力墙结构设计；第五章，高层钢框架-支撑结构设计；第六章，小高层钢-混凝土混合结构住宅设计。

本书在内容编排及编写体例上具有鲜明的特色。除第一章统一阐述高层建筑结构设计的基本原则外，其他五章均按具体的毕业设计课题组的实际操作内容编写，内容分为三个层次，即毕业设计任务书、毕业设计指导书及算例和施工图，详尽地介绍了每个毕业设计课题的设计任务，完成各项任务的时间及具体要求，从结构方案的确定到构件的截面设计及构造要求的设计方法、设计依据、设计步骤及成果表达形式。每章内容均为该章编者多年指导土木工程专业本科生毕业设计的经验总结，各章的算例和施工图均为学生的实际毕业设计成果（限于篇幅进行了适当精简），具有很强的应用性和可操作性。

毕业设计是大学四年中最后的也是最重要的教学实践环节，是对大学四年学习成果的应用、总结、检验和升华，希望本书能对学生的毕业设计及指导教师的教学工作带来有益的帮助。

本书由北京建筑工程学院组织编写，各编者及其完成的工作内容分别为：阎兴华教授，第一章，第三章的第一节及第二节；韩淼教授，第二章及第四章；赵东拂副教授，第五章；张艳霞副教授，第六章；曾杰讲师，第三章的第三节。李洪征、徐妍、孙岳及王超同学分别在第三章、第四章、第五章及第六章的“算例及施工图”一节中做了大量工作。

本书除作为本科土木工程专业毕业设计的辅助教材外，尚可作为相关工程技术人员的参考用书。

限于编者水平，书中可能会存在一定的疏漏及错误，敬请广大读者及同行批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 高层建筑结构设计的基本原则.....	1
第二章 高层建筑钢筋混凝土框架结构设计.....	27
第一节 毕业设计任务书.....	27
第二节 毕业设计指导书.....	31
第三章 高层大开间钢筋混凝土剪力墙结构住宅设计.....	59
第一节 毕业设计任务书.....	59
第二节 毕业设计指导书.....	64
第三节 算例及施工图.....	90
第四章 高层钢筋混凝土框架-剪力墙结构设计.....	136
第一节 毕业设计任务书.....	136
第二节 毕业设计指导书.....	140
第三节 算例及施工图.....	154
第五章 高层钢框架-支撑结构设计.....	209
第一节 毕业设计任务书.....	209
第二节 毕业设计指导书.....	214
第三节 算例及施工图.....	225
第六章 小高层钢-混凝土混合结构住宅设计.....	259
第一节 毕业设计任务书.....	259
第二节 毕业设计指导书.....	262
第三节 算例及施工图.....	282
附录	320
附录 1.....	320
附录 2.....	327
附录 3.....	333

第一章 高层建筑设计的基本原则

这一章作为本书的开篇内容，将对一般高层建筑结构的基本设计原则作出简要的阐述，后面各章将对各种特定结构形式的设计方法给出具体详尽的阐述，但对本章述及的基本设计原则一般不再重复。

考虑到毕业设计具有手算为主、时间有限、与本科教学内容协调等特点，本章侧重介绍结构布置规则，适用高度为 A 级的高层建筑结构；侧重介绍适于手算的弹性分析方法；对于复杂结构、超高层建筑、弹塑性分析、时程分析等内容，本章只是提及而不做深入介绍。

一、结构体系与布置

(一) 高层建筑结构特点及结构体系

1. 高层建筑结构的特点

(1) 高层建筑结构的定义：层数不小于 10 或房屋高度大于 28m 的民用建筑结构。高层建筑结构按其适用高度分为 A 级和 B 级两级。

(2) 高层建筑结构的特点。

高层建筑结构与多层建筑结构相比，其最大的特点是侧向力作用在结构设计中起控制作用，抗侧力结构的设计是高层建筑结构设计中的主要问题。

高层建筑结构设计中应注重概念设计，重视结构的选型和平、立面布置的规则性，择优选用抗震和抗风性能好且经济合理的结构体系，加强构造措施。在抗震设计中，应保证结构的整体抗震性能，使整个结构具有必要的承载能力、刚度和延性。

2. 高层建筑结构体系的类型

高层建筑结构体系的类型有：框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒结构和板柱-剪力墙结构。板柱-剪力墙结构的板柱结构指无内部纵梁和横梁的无梁楼盖与柱形成的板柱框架结构。板柱框架体系中加入剪力墙或井筒即构成板柱-剪力墙结构。

3. 高层建筑对结构体系的要求

高层建筑不应采用严重不规则的结构体系，并应符合下列要求：

(1) 应具有必要的承载能力、刚度和变形能力。

(2) 应避免因部分结构或构件的破坏而导致整个结构丧失承受重力荷载、风荷载和地震作用的能力。

(3) 对可能出现的薄弱部位，应采取有效措施予以加强。

高层建筑的结构体系尚宜符合下列要求：

(1) 结构的竖向和水平布置应具有合理的刚度和承载力分布，避免因局部突变和扭转效应而形成薄弱部位。

(2) 宜具有多道抗震防线。

4. 高层建筑结构的基本组成

高层建筑结构主要由以下三部分组成：

(1) 抗侧力结构（或称为竖向承重结构）：可以是上述各种类型的结构体系。

(2) 水平承重结构：主要指楼盖结构和屋盖结构，包括梁板楼盖和无梁楼盖。

(3) 基础结构：主要有条形基础、筏板基础、箱形基础及桩基础等形式，其中筏板基础和箱形基础的应用最为普遍。

(二) 高层建筑的适用高度及高宽比

(1) 钢筋混凝土高层建筑结构的最大适用高度和高宽比分为 A 级和 B 级。

(2) A 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的最大适用高度应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 A 级高度钢筋混凝土高层建筑的最大适用高度 (单位: m)

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	9 度
框架		70	60	55	45	25
框架-剪力墙		140	130	120	100	50
剪力墙	全部落地剪力墙	150	140	120	100	60
	部分框支剪力墙	130	120	100	80	不应采用
筒体	框架-核心筒	160	150	130	100	70
	筒中筒	200	180	150	120	80
板柱-剪力墙		70	70	35	30	不应采用

注：1. 房屋高度指室外地面至主要屋面高度，不包括局部突出屋面的电梯机房、水箱、构架等高度。

2. 表中框架不含异形柱框架结构。

3. 部分框支剪力墙结构是指地面上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。

4. 平面和竖向均不规则的结构或 IV 类场地上的结构，最大适用高度应适当降低。

5. 甲类建筑，6、7、8 度时应按本地区抗震设防烈度提高一度后符合本表的要求，9 度时应专门研究。

6. 9 度抗震设防、房屋高度超过本表数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效措施。

(3) A 级高度钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比不宜超过表 1-2 的数值。

表 1-2 A 级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度		
		6 度, 7 度	8 度	9 度
框架、板柱-剪力墙	5	4	3	2
框架-剪力墙	5	5	4	3
剪力墙	6	6	5	4
筒中筒、框架-核心筒	6	6	5	4

(4) 关于 B 级高度高层建筑的规定。框架-剪力墙、剪力墙和筒体结构高层建筑，其高度超过表 1-1 规定时为 B 级高度高层建筑，其最大适用高度和高宽比可较 A 级适当放宽，其结构抗震等级、有关的计算和构造措施应相应加严，并应符合有关规程条文的规定。考虑到毕业设计一般不会以 B 级高度高层建筑为选题，故本节略去相关内容的论述。

(三) 结构平面布置原则

(1) 在高层建筑的一个独立结构单元内，宜使结构平面形状简单、规则，刚度和承载力

分布均匀；使结构受力明确，传力直接，便于计算和处理；防止或减小应力集中和扭转效应；不应采用严重不规则的平面布置。

(2) 高层建筑宜选用风作用效应较小的平面形状。对抗风有利的平面形状是简单规则的凸平面，如圆形、正多边形、椭圆形、鼓形等平面；对抗风不利的平面是有较多凹凸的复杂形状平面，如 V 形、Y 形、H 形、弧形等平面。

(3) 抗震设计的 A 级高度钢筋混凝土高层建筑，其平面布置宜符合下列要求：

1) 平面宜简单、规则、对称，抗侧力结构宜均匀布置，质心与刚心尽量重合，减少偏心，以尽量降低地震作用时扭转效应及应力集中效应带来的不利影响。

2) 平面长度 L 不宜过长，因为平面过于狭长的建筑物在地震时由于两端地震波输入有相位差而容易产生不规则振动，产生较大的震害，故需对长宽比 L/B 予以限制。同时，平面有较长的外伸时，外伸段容易产生局部振动而引发凹角处破坏，因此局部突出部分长度 l 也不宜过大（图 1-1），需对 l/B_{\max} 及 l/b 予以限制。 L 、 l 等值宜满足表 1-3 的要求。

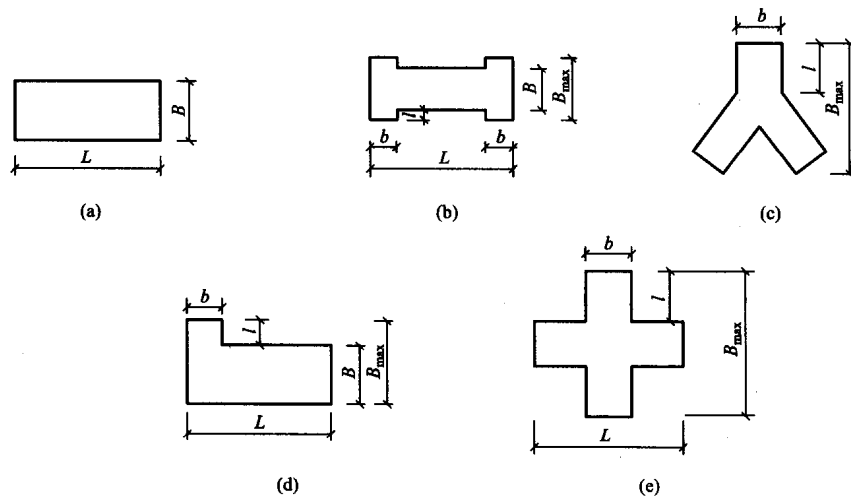


图 1-1 建筑平面

表 1-3

L 、 l 的限值

设防烈度	L/B	l/B_{\max}	l/b
6 度, 7 度	≤ 6.0	≤ 0.35	≤ 2.0
8 度, 9 度	≤ 5.0	≤ 0.30	≤ 1.5

3) 不宜采用角部重叠的平面图形或细腰形平面图形（图 1-2）。这种平面在中央部位形成狭窄部分，在地震中容易产生震害，尤其在凹角部位，因为应力集中容易使楼板开裂、破坏，不宜采用。如采用，这些部位应采取加大楼板厚度、增加板内配筋、设置集中配筋的边梁、配置 45° 斜向钢筋等方法予以加强。

(4) 当楼板平面比较狭长、有较大的凹入和开洞而使楼板有较大削弱时，应在设计中考虑楼板削弱产生的不利影响。楼面凹入或开洞尺寸不宜大于楼面宽度的一半；楼板开洞总面积不宜超过楼面面积的 30%；在扣除凹入或开洞后，楼板在任一方向的最小净宽度不宜小于 5m，且开洞后每一边的楼板净宽度不应小于 2m（图 1-3）。结合图 1-3，即 L_2 不宜小于 $0.5L_1$ ，

Handwritten signature or mark.

a_1 与 a_2 之和不宜小于 $0.5L_2$ 且不宜小于 5m, a_1 和 a_2 均不应小于 2m。

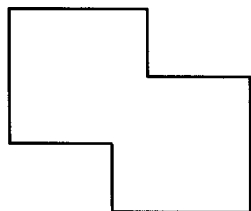


图 1-2 对抗震不利的建筑平面

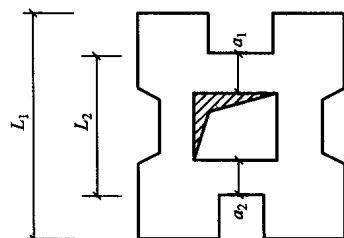


图 1-3 楼板净宽度要求示意图

(5) 卅字形、井字形等外伸长度较大的建筑, 当中央部分楼、电梯间使楼板有较大削弱时, 应加强楼板以及连接部位墙体的构造措施; 必要时还可在外伸段凹槽处设置连接梁或连接板。

(6) 楼板开大洞削弱后, 宜采取以下构造措施予以加强:

- 1) 加厚洞口附近楼板, 提高楼板的配筋率, 采用双层双向配筋, 或加配斜向钢筋。
- 2) 洞口边缘设置边梁、暗梁。
- 3) 在楼板洞口角部集中配置斜向钢筋。

(7) 楼电梯间不宜设在平面凹角部位或端部角区, 非设不可时要用筒体加强, 防止楼板削弱后产生过大应力集中。

(四) 结构竖向布置原则

(1) 高层建筑的竖向体形宜规则、均匀, 避免有过大的外挑和内收。结构的侧向刚度宜下大上小, 逐渐均匀变化, 不应采用竖向布置严重不规则的结构。

(2) 抗震设计的高层建筑结构, 其楼层侧向刚度不宜小于相邻上部楼层侧向刚度的 70% 或其上相邻三层侧向刚度平均值的 80%, 否则变形会集中于刚度小的下部楼层而形成结构薄弱层。

楼层的侧向刚度可取该楼层剪力和该楼层层间位移的比值。

(3) A 级高度高层建筑的楼层层间抗侧力结构的受剪承载力不宜小于其上一层受剪承载力的 80%, 不应小于其上一层受剪承载力的 65%; B 级高度高层建筑的楼层层间抗侧力结构的受剪承载力不应小于其上一层受剪承载力的 75%。此项规定是为了防止因楼层抗侧力结构的承载能力突变而导致薄弱层破坏。

楼层层间抗侧力结构受剪承载力, 是指在所考虑的水平地震作用方向上, 该层全部柱及剪力墙的受剪承载力之和。

(4) 抗震设计时, 结构竖向抗侧力构件宜上下连续贯通。

(5) 抗震设计时, 当结构上部楼层收进部位到室外地面的高度 H_1 与房屋高度 H 之比大于 0.2 时, 上部楼层收进后的水平尺寸 B_1 不宜小于下部楼层水平尺寸 B 的 0.75 倍; 当上部结构楼层相对于下部楼层外挑时, 下部楼层的水平尺寸 B 不宜小于上部楼层水平尺寸 B_1 的 0.9 倍, 且水平外挑尺寸 a 不宜大于 4m (图 1-4)。

(6) 宜设置地下室。地下室的设置除了可以增加建筑使用功能以外, 还具有如下有益的结构功能:

- 1) 提高抗滑移、抗倾覆能力 (利用土体的侧压力)。

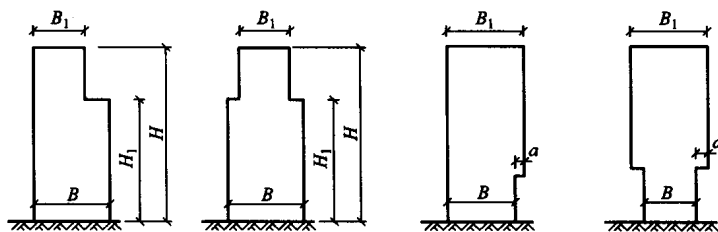


图 1-4 结构竖向收进和外挑示意图

- 2) 减小地震作用对上部结构的影响。
- 3) 减小土的重量，降低地基的附加压力。
- 4) 提高地基承载能力。

关于结构规则性的说明：规则结构一般指体形（平面和立面）规则，结构平面布置均匀、对称并具有较好的抗扭刚度；结构竖向布置均匀，结构的刚度、承载力和质量分布均匀、无突变的结构。

实际工程设计中，要使结构方案完全规则往往比较困难，有时会出现平面不规则或竖向布置不规则的情况。上述原则〔即（3）和（4）中的内容〕对结构平面布置及竖向布置的不规则性提出了限制条件。若结构方案中仅有个别项目超过了规定的“不宜”的限制条件，此结构属不规则结构，设计时允许采用，但需在计算和构造方面采取相应的措施；若结构方案中有多项超过了“不宜”的限制条件，此结构属特别不规则结构，应尽量避免；若结构方案中有多项超过了“不宜”的限制条件，而且超过较多，或者有一项超过了“不应”的限制条件，则此结构属严重不规则结构，这种结构方案不应采用，必须对结构方案进行调整。

（五）变形缝设置

变形缝有伸缩缝、沉降缝和防震缝三种，它们的设置原则及方法如下。

1. 伸缩缝

（1）伸缩缝的作用及设置。当结构单元长度过长时，在温度变化和混凝土收缩的共同影响下，结构容易开裂，因此宜用伸缩缝将其划分成长度较小的结构单元。伸缩缝应从基础顶面至屋顶贯通设置。

（2）伸缩缝的最大间距。高层建筑结构伸缩缝的最大间距应符合表 1-4 的规定。

表 1-4 伸缩缝的最大间距

结构体系	施工方法	最大间距/m
框架结构	现浇	55
剪力墙结构	现浇	45

注：1. 框架-剪力墙的伸缩缝间距可根据结构的具体布置情况取表中框架结构与剪力墙结构之间的数值。

2. 当屋面无保温或隔热措施、混凝土的收缩较大或室内结构因施工外露时间较长时，伸缩缝间距应适当减小。

3. 位于气候干燥地区、夏季炎热且暴雨频繁地区的结构，伸缩缝的间距宜适当减小。

（3）放宽伸缩缝间距要求的措施。当采用下列构造措施和施工措施减少温度和混凝土收缩对结构的影响时，可适当放宽伸缩缝的间距。

- 1) 对顶层、底层、山墙和纵墙端开间等温度变化影响较大的部位提高配筋率。
- 2) 顶层加强保温隔热措施, 外墙设置外保温层。
- 3) 每 30~40m 间距留出施工后浇带, 带宽 800~1000mm, 钢筋采用搭接接头。后浇带混凝土宜在其两侧混凝土浇筑完毕两个月后再进行浇筑。
- 4) 顶部楼层改用刚度较小的结构形式或顶部设局部温度缝, 将结构划分为长度较短的区段。
- 5) 采用收缩小的水泥, 减少水泥用量, 在混凝土中加入适宜的外加剂。
- 6) 提高每层楼板的构造配筋率或采用部分预应力结构。

2. 沉降缝

- 1) 设置沉降缝的目的: 防止因地基不均匀沉降引起的结构的过大内力和变形。
- 2) 沉降缝的做法: 从基础底面至屋顶贯通设置。
- 3) 沉降缝的位置: 同一建筑中, 层数相差很多或荷载相差很大的各部分相邻处, 如主楼和裙房之间。
- 4) 不设沉降缝的措施: 设置后浇带, 后浇带做法与伸缩缝后浇带相同。

3. 防震缝

(1) 防震缝设置原则。

1) 抗震设计时, 高层建筑宜调整平面形状和结构布置, 避免结构不规则, 不设防震缝。其理由是: 在地震作用时, 由于结构开裂、局部损坏和进入弹塑性变形, 其水平位移比弹性状态下增大很多, 因此伸缩缝和沉降缝的两侧很容易发生碰撞, 加大震害; 设缝后, 带来建筑、结构及设备设计上许多困难, 基础防水也不容易处理; 近年来, 国内较多的高层建筑结构, 从设计和施工等方面采取了有效措施后, 不设或少设缝, 从实践上来看是成功的、可行的。

2) 当建筑物平面形状复杂而又无法调整其平面形状和结构布置使之成为较规则的结构时, 宜设置防震缝将其划分为较简单的几个结构单元。

3) 防震缝宜沿房屋全高设置。地下室、基础可不设防震缝, 但在与上部防震缝对应处应加强构造和连接措施。

4) 结构单元之间或主楼与裙房之间如无可靠措施, 不应采用牛腿托梁的做法设置防震缝。

(2) 防震缝最小宽度。为防止建筑物在地震中相碰, 防震缝必须留有足够宽度。防震缝净宽度原则上应大于两侧结构允许的地震水平位移之和。具体规定如下:

1) 框架结构房屋, 高度不超过 15m 的部分可取 70mm; 超过 15m 的部分, 抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度和 9 度相应每增加高度 5m、4m、3m 和 2m, 宜加宽 20mm。

2) 框架-剪力墙结构房屋可按框架结构房屋规定数值的 70% 采用, 剪力墙结构房屋可按框架结构房屋规定数值的 50% 采用, 但二者均不宜小于 70mm。

3) 防震缝两侧结构体系不同时, 防震缝宽度应按不利的结构类型确定。防震缝两侧的房屋高度不同时, 防震缝宽度应按较低的房屋高度确定。

4) 当相邻结构的基础存在较大沉降差时, 宜增大防震缝的宽度。

5) 抗震设计时, 伸缩缝、沉降缝的宽度均应符合框架结构房屋的防震缝最小宽度的要求。

(六) 楼盖结构

1. 楼盖结构的类型及相应措施

(1) 房屋高度超过 50m 时, 框架-剪力墙结构、筒体结构及复杂高层建筑结构应采用现

浇楼盖结构, 剪力墙结构和框架结构宜采用现浇楼盖结构。现浇楼盖的混凝土强度等级不宜低于 C20, 不宜高于 C40。

(2) 房屋高度不超过 50m 时, 抗震设防烈度为 8 度、9 度抗震设计的框架-剪力墙结构宜采用现浇楼盖结构; 6 度、7 度抗震设计的框架-剪力墙结构可采用装配整体式楼盖, 且应符合下列要求:

1) 楼盖每层宜设置钢筋混凝土现浇层。现浇层厚度不应小于 50mm, 混凝土强度等级不应低于 C20, 不宜高于 C40, 并应双向配置直径 6~8mm、间距 150~200mm 的钢筋网, 钢筋应锚固在剪力墙内。

2) 楼盖的预制板板缝宽度不宜小于 40mm, 板缝大于 40mm 时应在板缝内配置钢筋, 并宜贯通整个结构单元。预制板板缝、板缝梁的混凝土强度等级应高于预制板的混凝土强度等级, 且不应低于 C20。

(3) 房屋高度不超过 50m 的框架结构或剪力墙结构, 当采用装配式楼盖时应符合下列要求:

1) 满足上述 (2) 中 2) 的规定。

2) 预制板搁置在梁上或剪力墙上的长度分别不宜小于 35mm 和 25mm。

3) 预制板板端宜预留胡子筋, 其长度不宜小于 100mm。

4) 预制板板孔堵头宜留出不小于 50mm 的空腔, 并采用强度等级不低于 C20 的混凝土浇筑密实。

(4) 房屋的顶层、结构转换层、平面复杂或开洞过大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层应采用现浇楼盖结构。

2. 楼板厚度及相应构造要求

(1) 一般楼层现浇楼板厚度不应小于 80mm, 当板内预埋暗管时不宜小于 100mm。

顶层楼板厚度不宜小于 120mm, 宜双层双向配筋。

普通地下室顶板厚度不宜小于 160mm; 作为上部结构嵌固部位的地下室楼层的顶楼盖应采用梁板结构, 楼板厚度不宜小于 180mm, 混凝土强度等级不宜低于 C30, 应采用双层双向配筋, 且每层每个方向的配筋率不宜小于 0.25%。

转换层楼板可查阅有关规定, 本书不予详述。

(2) 现浇预应力混凝土楼板厚度可按跨度的 $1/45 \sim 1/50$ 采用, 且不宜小于 150mm。现浇预应力混凝土板设计中应采取措施防止或减少主体结构对楼板施加预应力的阻碍作用。

二、水平位移限制和舒适度要求

(一) 水平位移限制

1. 正常使用条件下的水平位移限制

(1) 限制水平位移的目的。在正常使用条件下, 高层建筑结构应具有足够的刚度, 避免产生过大的位移而影响结构的承载力、稳定性和使用要求。限制高层建筑结构在正常使用条件下的层间位移的主要目的有两点:

1) 保证主结构基本处于弹性受力状态。对钢筋混凝土结构来讲, 要避免混凝土墙或柱出现裂缝, 同时将混凝土梁等楼面构件的裂缝数量、宽度和高度限制在规范允许范围之内。

2) 保证填充墙、隔墙和幕墙等非结构构件的完好, 避免产生明显损伤。

(2) 水平位移的计算方法。正常使用条件下的结构水平位移按弹性方法计算, 具体的计

算方法见本书后面各章的相应内容。

(3) 正常使用条件下结构的水平位移限值。高度不大于 150m 的高层建筑, 按弹性方法计算的楼层层间最大位移与层高之比 $\Delta u/h$ (也称为层间弹性位移角) 不宜大于表 1-5 的限值。

表 1-5 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构类型	$\Delta u/h$ 限值
框架	1/550
框架-剪力墙、框架-核心筒、板柱、剪力墙	1/800
筒中筒、剪力墙	1/1000
框支层	1/1000

楼层层间最大位移 Δu 以楼层最大的水平位移差计算, 不扣除整体弯曲变形。抗震设计时, 楼层位移计算不考虑偶然偏心的影响。

2. 罕遇地震作用下的结构薄弱层弹塑性变形验算

高层建筑结构在罕遇地震作用下薄弱层弹塑性变形验算比较复杂, 一般需采用电算程序进行验算。考虑到本科毕业设计以手算为主而且时间有限的特点, 应从毕业设计选题、结构布置及构件配筋等方面统筹安排, 以避免必须进行薄弱层弹塑性变形验算的结构, 从而可以不进行此验算工作。下面对相关的主要内容给予简要介绍。

(1) 罕遇地震作用下薄弱层弹塑性变形验算的目的。罕遇地震作用下薄弱层弹塑性变形验算的目的是使得结构的最大弹塑性变形不超过规定的限值, 满足“大震不倒”的要求。

(2) 下列结构应进行弹塑性变形验算。

- 1) 7 度~9 度时楼层屈服强度系数小于 0.5 的框架结构。
- 2) 甲类建筑和 9 度抗震设防的乙类建筑结构。
- 3) 采用隔震和消能减震技术的建筑结构。

楼层屈服强度系数为按构件实际配筋和材料强度标准值计算的楼层受剪承载力与按罕遇地震作用计算的楼层弹性地震剪力的比值, 用 ξ_y 表示。

$$\xi_y = V_y / V_e \quad (1-1)$$

式中 V_y ——按实际配筋和材料标准强度计算的楼层受剪承载力;

V_e ——按罕遇地震作用标准值计算的楼层弹性地震剪力。

(3) 结构薄弱层(部位)层间弹塑性位移的简化计算方法。结构薄弱层层间弹塑性位移的计算方法有两种: 第一种是简化计算方法, 适用于不超过 12 层且层侧向刚度无突变的框架结构; 第二种计算方法是静力弹塑性方法或动力弹塑性方法, 适用于不能用简化方法计算的其他结构。下面介绍简化计算方法的基本内容。

1) 确定结构薄弱层(部位)的位置。楼层屈服强度系数沿高度分布均匀的结构, 可取底层; 楼层屈服强度系数沿高度分布不均匀的结构, 可取该系数最小的楼层(部位)及相对较小的楼层, 一般不超过 2~3 处。

2) 层间弹塑性位移可按下列公式计算:

$$\Delta u_p = \eta_p \Delta u_e \quad (1-2)$$

式中 Δu_p ——层间弹塑性位移;

Δu_e ——罕遇地震作用下按弹性分析的层间位移，计算时，水平地震影响系数最大值应按表 1-12 采用；

η_p ——弹塑性位移增大系数，当薄弱层（部位）的屈服强度系数不小于相邻层（部位）该系数平均值的 0.8 倍时可按表 1-6 采用，当不大于该平均值的 0.5 倍时可按表内相应数值的 1.5 倍采用，其他情况可采用内插法取值。

表 1-6 结构的弹塑性位移增大系数 η_p

ξ_y	0.5	0.4	0.3
η_p	1.8	2.0	2.2

3) 结构薄弱层（部位）层间弹塑性位移应符合下式要求：

$$\Delta u_p \leq [\theta_p] h \quad (1-3)$$

式中 $[\theta_p]$ ——层间弹塑性位移角限值，可按表 1-7 采用；对框架结构，当轴压比小于 0.40 时可提高 10%；当柱子全高的箍筋构造采用比框架柱箍筋最小含箍特征值大 30% 时可提高 20%，但累计不超过 25%；

h ——层高。

表 1-7 层间弹塑性位移角限值

结构类型	$[\theta_p]$
框架	1/50
框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构、板柱-剪力墙结构	1/100
剪力墙结构、筒中筒结构	1/120
框支层	1/120

(二) 舒适度要求

高层建筑物在风荷载作用下将产生振动，过大的振动加速度将使在高楼内居住的人们感觉不舒适，甚至不能忍受。因此，规定高度超过 150m 的高层建筑应具有良好的使用条件，满足舒适度要求。具体做法是控制风荷载作用下结构顶点的最大加速度。

按 10 年一遇的风荷载取值计算的顺风向与横风向结构顶点最大加速度 a_{\max} （必要时可通过专门风洞试验确定 a_{\max} ）不应超过以下限值：住宅、公寓为 0.15m/s^2 ；办公楼、旅馆： 0.25m/s^2 。

三、荷载和地震作用

(一) 竖向荷载

1. 恒载

恒载包括结构自重、各种建筑做法的自重、各类非承重构件的自重、各种建筑部件（如门、窗）的自重等。应根据材料容重及构件尺寸逐一进行计算。

2. 高层建筑结构的楼面活荷载

应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》[GB 50009—2001（2006 年版），以下简称《荷载规范》] 的有关规定采用。

3. 局部作用的附属设备

(1) 施工中采用附墙塔、爬塔等对结构受力有影响的起重机械或其他施工设备时, 应根据具体情况验算施工荷载对结构的影响。

(2) 旋转餐厅轨道和驱动设备的自重应按实际情况确定。

(3) 擦窗机等清洗设备应按实际情况确定其自重的大小和作用位置。

(4) 直升机平台的活荷载应采用下列两款中能使平台产生最大内力的荷载:

1) 直升机总重量引起的局部荷载, 按由实际最大起飞重量决定的局部荷载标准值乘以动力系数确定。对具有液压轮胎起落架的直升机, 动力系数可取 1.4。

2) 等效均布活荷载 5kN/m^2 。

4. 对楼面活荷载不利布置的处理方法

由于活荷载较小, 仅占全部竖向荷载的 15%~20%, 活载不利布置的影响较小; 另外, 由于高层建筑层数和跨数都很多, 不利布置的方式繁多, 难以一一计算。因此, 一般情况下将恒载与活载合并计算并按满跨布置, 不考虑活荷载的最不利分布。这样处理可以大大简化计算, 计算精度也能够满足工程要求。如果楼面活荷载大于 4kN/m^2 , 可将未考虑活荷载不利于分布计算的框架梁弯矩乘以放大系数予以近似考虑, 该放大系数通常可取为 1.1~1.3, 活载大时可选用较大数值。近似考虑活荷载不利分布影响时, 梁正、负弯矩应同时予以放大。

5. 混凝土结构高层建筑总垂直荷载经验值

在结构设计的方案阶段, 有时需要估算建筑物由恒载和活载引起的单位面积的重力, 下面给出常用混凝土结构高层建筑总垂直荷载经验值, 以供参考。

框架结构及框架-剪力墙结构: $12\sim 14\text{kN/m}^2$ 。

剪力墙结构及筒中筒结构: $13\sim 16\text{kN/m}^2$ 。

(二) 风荷载

1. 风荷载标准值

主体结构计算时, 垂直于建筑物表面的风荷载标准值应按式 (1-4) 计算, 即

$$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 \quad (1-4)$$

式中 w_k ——风荷载标准值 (kN/m^2);

w_0 ——基本风压 (kN/m^2), 应按照现行国家标准《荷载规范》(GB 50009—2001) 的规定采用, 对于特别重要或对风荷载比敏感的高层建筑, 其基本风压应按 100 年重现期的风压值采用;

μ_z ——风压高度变化系数;

μ_s ——风荷载体型系数;

β_z —— z 高度处的风振系数。

2. 风压高度变化系数 μ_z

位于平坦或稍有起伏地形的高层建筑, 其风压高度变化系数应根据地面粗糙度类别按表 1-8 确定。

地面粗糙度分为四类: A 类指近海海面 and 海岛、海岸、湖岸及沙漠地区; B 类指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区; C 类指有密集建筑群的城市市区; D 类指有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

位于山区的高层建筑, 按表 1-8 确定风压高度变化系数后, 尚应按现行国家标准《荷载

规范》(GB 50009—2001)的有关规定进行修正。

表 1-8 风压高度变化系数 μ_z

离地面或海平面高度 /m	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.17	1.00	0.74	0.62
10	1.38	1.00	0.74	0.62
15	1.52	1.14	0.74	0.62
20	1.63	1.25	0.84	0.62
30	1.80	1.42	1.00	0.62
40	1.92	1.56	1.13	0.84
50	2.03	1.67	1.25	0.73
60	2.12	1.77	1.35	0.93
70	2.20	1.86	1.45	1.02
80	2.27	1.95	1.54	1.11
90	2.34	2.02	1.62	1.19
100	2.40	2.09	1.70	1.27
150	2.64	2.38	2.03	1.61
200	2.83	2.61	2.30	1.92
250	2.99	2.80	2.54	2.19
300	3.12	2.97	2.75	2.45
350	3.12	3.12	2.94	2.68
400	3.12	3.12	3.12	2.91
≥ 405	3.12	3.12	3.12	3.12

3. 风荷载体型系数

计算主体结构的风荷载效应时,风荷载体型系数 μ_s 可按下列规定采用:

(1) 圆形平面建筑取 0.8。

(2) 正多边形及截角三角形平面建筑由式(1-5)计算:

$$\mu_s = 0.8 + 1.2/\sqrt{n} \quad (1-5)$$

式中 n ——多边形的边数。

(3) 高宽比 H/B 不大于 4 的矩形、方形、十字形平面建筑取 1.3。

(4) 下列建筑取 1.4:

1) V 形、Y 形、弧形、双十字形、井字形平面建筑。

2) L 形、槽形和高宽比 H/B 大于 4 的十字形平面建筑。

3) 高宽比 H/B 大于 4、长宽比 L/B 不大于 1.5 的矩形、鼓形平面建筑。