

# 第1章 毕业设计

## 1.1 毕业设计的目的和意义

### 1.1.1 毕业设计的目的

毕业设计是土木工程专业本科培养计划中最后一个主要教学环节,也是最重要的综合性实践教学环节,学生在学完教学计划所规定的基础课、专业基础课与专业课以后进行。其目的是通过毕业设计这一时间较长的专门环节,培养土木工程专业本科生综合应用所学基础课、专业基础课及专业课知识和相应技能,解决具体的土木工程设计问题所需的综合能力和创新能力。

#### 1. 巩固、加深基础和专业知识

通过毕业设计这个环节,可以使已经学过的数学、力学、计算机等基础知识以及混凝土结构、高层建筑结构、建筑抗震设计、地基基础等专业知识得到进一步巩固、加深和拓展。特别是力学、结构和计算机方面的基础知识,在建筑工程的设计中更显现出其重要性,因此在设计中会加深和巩固这些方面的基础知识。

#### 2. 提高综合运用基础知识、专业知识和基本技能的能力

在毕业设计中所遇到的问题和要解决的问题,是需要具有综合运用所学知识的能力,而不是过去所学单纯某一门课的知识所能解决的,这样就锻炼了综合运用所学基础知识、专业知识的能力。

#### 3. 了解并熟悉土木工程专业设计的程序、方法和相关政策法规

通过设计了解一个设计任务从任务书到政府建设部门批文,到委托设计和进行施工的建设程序,熟悉使用专业的技术规范和规定的方法,这些技术规范和规定包括建筑防火、抗震、钢筋混凝土结构、钢结构、地基基础等工程技术标准、技术规范等。

#### 4. 学习调查研究的方法,并培养独立思考、独立工作的能力

针对要解决的问题,学习和熟悉如何搜集国内、外相关资料,了解国、内外的现状和水平。对设计中的问题进行独立思考,从经济、技术观点进行全面计算和分析,不断改进设计;通过查阅资料和实地调研,了解工程中常用的做法,培养工程意识和提高工程实践能力,为毕业后从事相关工作打下坚实的基础。

### 1.1.2 毕业设计的意义

毕业设计中,学生在指导教师的指导下,独立系统地完成一项工程设计,解决与之相关的所有问题,熟悉相关设计规范、标准图以及工程实践中常用的方法。毕业设计具有实践性、综合性强的特点,对培养学生的综合素质、增强工程概念和创新能力具有其他教学环节无法代替的重要作用。

通过这一环节,学生可以基本掌握房屋建筑设计的全过程,掌握考虑问题、分析问题、解决问题的方法,进一步巩固已学课程并探讨、学习一些新的专业知识,培养独立工作和解决实际问题的能力,加强查阅参考书(资料)与进一步熟悉、应用和理解标准、规范、手册的能力。因此,毕业设计是培养工程师的基本训练,是不可缺少的教学环节,也是毕业前对所学知识的一种较好的总结方式。

总之,毕业设计,要求学生在资料查阅、设计安排、分析计算、施工图绘制、口头表达等各个方面得到综合训练,具备从事相关工作的基本技术素养和技能,是其他教学环节不可代替的。

## 1.2 毕业设计的内容及流程

### 1.2.1 毕业设计的内容

房屋建筑工程毕业设计一般包括建筑设计、结构设计和施工组织设计三个方面,当时间较少时,也可不做施工组织设计。

学生应在教师的指导下按时、独立完成规定的内容和工作量。按时,就是严格按照计划,按照规定的时间完成应完成的设计内容,最后按规定时间提交毕业设计成果,包括结构计算书及全套建筑、结构施工图纸;独立,就是每个人独立完成设计任务,不熟悉或不会的可请教老师或同学,不抄袭别人的图纸和计算,不用别人的程序和文件。

### 1.2.2 毕业设计的流程

毕业设计大致可分四个阶段,即选题、设计准备、正式设计、毕业答辩。

#### 1. 选题阶段

科学选题是做好毕业设计的重要前提,毕业设计成功与否、效果如何,与毕业设计的选题密切相关。题目选择首先要满足教学要求,选题应达到专业培养目标和教学大纲要求;另外选题要切合实际,即要切合学生的实际知识水平和应用能力;题目难度要适中,要保证中等水平的学生经过努力可以在规定时间内完成。

题目可来源于实际工程,主要有两类:一类是真题真作,即正在设计的工程项目。这类课题不易把握工作量大小、时间进度等,难度比较大;另一类是假题真作,即正在施工或已经竣工的工程项目,是在明确工程背景和实际意义前提下的模拟课题。选择模拟课题,工作量大小和

时间进度容易掌握,便于指导教师按照毕业设计的要求安排、组织教学,容易实现对学生进行综合能力训练的目的,常常为大多数院校所采用。对于真题真作,尽管教师指导有困难,但这类题目学生不受固定模式的限制,可以完全按照设计程序,根据所学的专业技术知识,综合确定设计方案。难度固然大一些,但设计自由度大,不仅能够完全经历设计的全过程,也可以发挥各自的优势,提出独特见解,培养创新意识,激发学生的积极性和主动性。

## 2. 设计准备阶段

设计准备阶段的主要任务是根据设计任务书要求,明确工程特点和设计要求,收集有关资料,拟订设计计划。这一阶段要求学生积极主动,多方面、全方位地收集有关资料,尽可能深入了解项目特点,做到对即将开始的毕业设计工作有一个宏观的认识,并制订总的时间计划。在这一阶段,有的院校可能还会安排相应的开题答辩。

## 3. 正式设计阶段

正式设计阶段是毕业设计的关键,一般指导教师会提出明确的要求,及时给予具体的指导。学生在此阶段需完成所有具体的计算和设计,绘制相应的施工图。房屋建筑工程毕业设计不仅需要完成大量的计算工作,包括手算和电算及其对比分析,绘制施工图也要耗费较多的时间。因此,必须严格按照进度计划要求,一开始就抓紧时间,分部分按时完成相应设计任务,要特别注意避免前松后紧的现象。在这一阶段,一般根据设计具体任务的不同还会细分为几个具体阶段,即建筑设计、结构计算、施工设计等不同阶段,具体阶段之间有严格的时间制约关系。学生经常在各具体阶段开始时感到茫然不知所措,又不积极向指导教师请教,导致既浪费时间,不能按时完成本阶段全部任务,又影响下一阶段工作的正常进行,最后来不及认真整理毕业设计成果,影响毕业设计总的效果。

## 4. 毕业答辩阶段

毕业答辩阶段的主要任务在于总结毕业设计过程和成果,力争清晰、准确地反映所做的工作,并结合自己的设计深化对有关概念、理论、方法的认识。正式答辩时应表达简明扼要,逻辑性强,回答问题有理有据。

毕业答辩对能否获得令人满意的毕业设计成绩至关重要。当然,要想取得理想的成绩,必须以平时踏实认真的学习为基础,同时又要充分重视毕业答辩前的准备工作。很多同学匆匆忙忙将全部毕业设计成果上交,然后就被动地等待答辩的来临。实际上,在上交毕业设计成果前后,应分别做好以下几方面的答辩准备工作。

(1) 上交毕业设计成果前的准备工作。

- ① 回顾总结毕业设计过程;
- ② 总结毕业设计成果要点及特色;
- ③ 记录毕业设计成果概要、关键步骤及参数、主要结论;
- ④ 需特别注意记下存在疑问的部分和设计中的处理方法。

(2) 上交毕业设计成果后的准备工作。

①制作毕业答辩幻灯片。一般可按8~10min准备,内容应包括设计概况、设计过程、设计成果几方面,重点应介绍建筑设计内容及特色、结构方案、结构计算方法和主要结构计算内容、建筑结构施工图设计等。

幻灯片要做到思路清晰、重点突出、特色鲜明,以使答辩委员会委员对毕业设计有全面、正确的了解。答辩前应反复练习,合理控制时间。

②重温和反思毕业设计过程、内容、方法和结论,做到心中有数。特别是毕业设计过程中存在疑问的地方,一定要在答辩准备阶段彻底搞清楚。

③结合对毕业设计的回顾加深对有关概念、方法的理解,自我模拟回答有关问题。

## 1.3 毕业设计的要求及考评

毕业设计是学生完成教学计划规定的全部课程的学习后,必须进行的最后一个重要的实践环节。通过这个阶段的毕业设计,培养学生具有综合应用所学基础理论和专业知识,独立分析、解决一般建筑工程技术问题的能力,使学生接受工程师的基本训练,达到培养目标的要求。

### 1.3.1 毕业设计的要求

#### 1. 能力培养要求

通过毕业设计使学生具有以下五种能力:

(1)调查研究、收集资料能力。了解建筑物的使用功能、要求,了解当地建材供应情况、施工技术条件,收集有关地基勘探资料、气象、水文资料及有关同类设计图纸。

(2)一定的方案比较(论证)能力。对于同一设计题目,应提出不同的建筑设计方案和结构方案,并对其进行比较,选择优良方案。

(3)一定的理论分析与设计运算能力。通过对结构的设计,了解、熟悉和掌握应用哪些理论进行分析和计算,掌握计算方法和学习运用电算编程序计算,提高运算能力。

(4)工程制图及编写说明书的能力。绘制工程图是工程技术人员的基本技能,提倡使用计算机绘图。

(5)应用计算机的能力。通过计算绘制建筑结构施工图,提高计算机应用能力。

#### 2. 设计计算书的要求

与设计有关的阐述说明与计算,要内容完整,计算准确,简洁明了,文字通顺,装订整齐。

#### 3. 设计图纸的要求

毕业设计图纸应能较好地表达设计意图,图的布置合理,正确清晰,符合制图标准,主要图纸达到施工图深度。

### 1.3.2 毕业设计的考评

毕业设计的考评一般包括指导教师评阅、答辩、综合成绩评定几个过程。

### 1. 评阅

指导教师应认真、仔细地评阅毕业设计计算书及施工图纸。其中包括检查审阅计算书中的计算公式是否正确,数据是否合理正确,是否按照现行有关规范、标准设计;图纸布局是否合理正确清晰,是否符合制图标准,表示是否完整、齐全,哪些部位不合理或有误,是否改正错误,是否达到施工图要求等;计算书的各部分包括目录、前言、正文、参考文献、附录是否完整,给出指导教师评阅成绩及评语。

### 2. 答辩

毕业答辩的目的在于培养学生口头表达设计意图的能力,启发学生思路,对设计中的问题做进一步的思考。同时,通过答辩达到检查设计质量,客观评定成绩的目的。

学生完成毕业设计或毕业论文后,经指导教师评阅并给出评语,成绩合格者方可答辩。

答辩前答辩委员组审阅毕业设计,并做好提问准备。答辩的方式是:先由学生用8~10min自我介绍毕业设计成果,学生答辩前可简单写出书面提纲,用口头介绍形式阐述课题任务、目的和意义;设计的基本内容及主要方法、成果、结论和自己完成任务的评价;然后答辩小组质询,提问时学生先听取并记录所有的问题,然后用7~10min统一回答。

答辩小组根据学生答辩情况,结合评判标准,给出答辩成绩。

### 3. 综合成绩评定

毕业设计的成绩要综合考虑学生的能力水平、设计论文质量及答辩的情况。可以参考下式计算最终成绩:

$$Y = 0.5X + 0.5 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1-1)$$

式中  $Y$  —— 毕业设计最终成绩;

$X$  —— 指导教师的评分;

$X_i$  —— 答辩小组每位教师的评分(不含指导教师);

$n$  —— 答辩小组人数。

## 第 2 章

# 多层及高层建筑结构类型与结构布置

## 2.1 多层及高层建筑结构类型

我国《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)中将 10 层及 10 层以上或房屋高度超过 28m 的住宅建筑以及房屋高度大于 24m 的其他民用建筑划为高层建筑。

所谓多层及高层建筑结构类型,是指结构抵抗外部作用的构件类型和组成方式。常见的结构体系主要有框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构和筒体结构等结构体系。

### 2.1.1 框架结构体系

框架结构体系是以由梁、柱组成的框架作为竖向承重和抵抗水平作用的结构体系,如图 2-1 所示。其优点是在建筑上能够提供较大的空间,平面布置灵活,因而很适用于多层工业厂房以及民用建筑中的多层和高层办公楼、旅馆、医院、学校、商店和住宅建筑。

通常,梁、柱断面尺寸都不能太大,否则影响使用面积。因此,框架结构的侧向刚度较小,水平位移较大,这是它的主要缺点,并因此限制了框架结构的建造高度(6 度抗震设防时,不超过 60m)。在抗震设防烈度较高的地区,高度受到更加严格的限制。

由于框架结构侧向刚度较小,在水平力作用下将产生较大的侧向位移。其中一部分是结构弯曲变形,即框架结构产生整体弯曲,由柱子的拉伸和压缩所引起的水平位移;另一部分是剪切变形,即框架结构整体受剪,层间梁柱杆件发生弯曲而引起的水平位移。当高宽比  $H/B \leq 4$  时,框架结构以剪切变形为主,弯曲变形较小可以忽略,其整体位移曲线呈剪切型,特点是结构层间位移随楼层增高而减小,如图 2-2 所示。

通过合理设计,框架结构本身的抗震性能较好,能承受较大变形。但是,变形大了容易引起非结构构件(如填充墙、装修等)出现裂缝及破坏,这些破坏会造成很大经济损失,也会威胁人身安全。所以,如果在地震区建造较高的框架结构,必须选择既能减轻重量,又能经受较大变形的隔墙材料和构造做法。否则,就要严格控制建造高度。

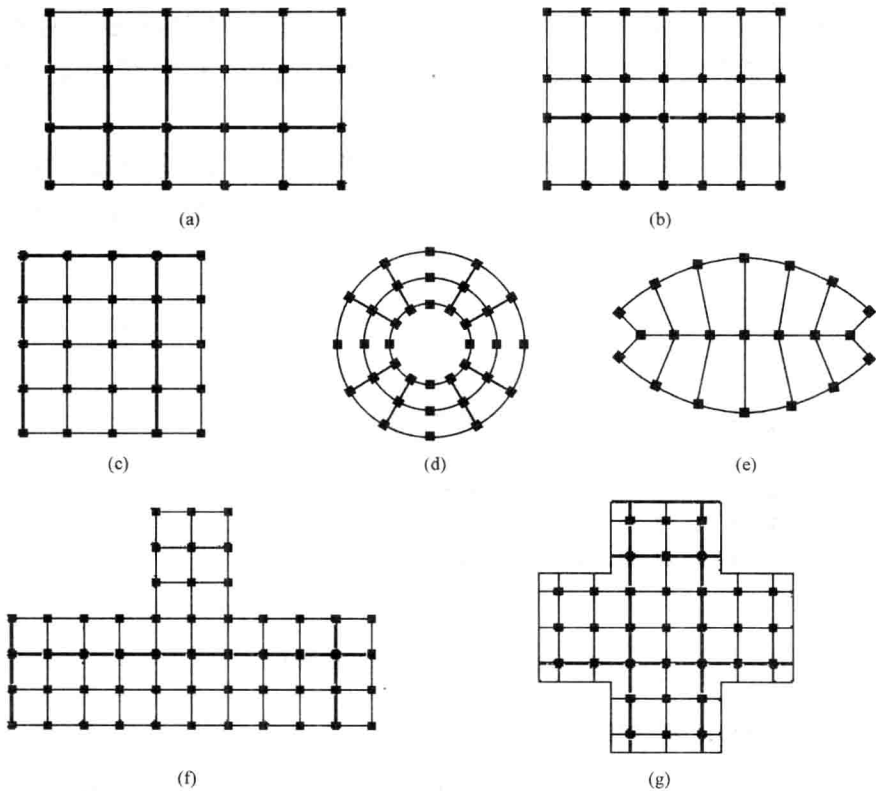


图 2-1 框架结构柱网布置图

(a)矩形平面;(b)内廊式平面;(c)方形平面;

(d)圆形平面;(e)鱼形平面;(f)T形平面;(g)十字形平面

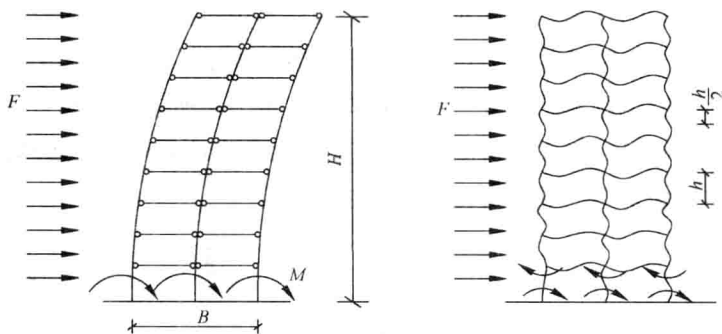


图 2-2 框架结构水平位移

### 2.1.2 剪力墙结构体系

利用建筑物的钢筋混凝土墙体作为竖向承重和抵抗侧力的结构,称为剪力墙结构体系。该墙体同时也作为维护及房间分隔构件。现浇钢筋混凝土剪力墙结构的整体性好、刚度大,水平力作用下侧向变形小,墙体截面面积大,承载力要求比较容易满足,剪力墙的抗震性能

也较好,因此,剪力墙适用于建造高层建筑。剪力墙结构的缺点和局限性也很明显,主要是剪力墙的间距太小,平面布置不灵活,墙体数量多,结构自重比较大,不适用于建造大空间的公共建筑。

剪力墙结构的水平位移由弯曲变形和剪切变形两部分组成。高层建筑剪力墙结构以弯曲变形为主,其位移曲线呈弯曲形,特点是结构层间位移随楼层的增加而增加,如图 2-3 所示。

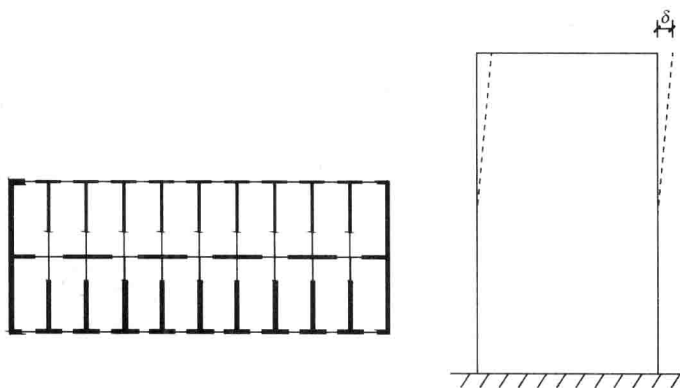


图 2-3 剪力墙结构和变形特征

### 2.1.3 框架-剪力墙结构体系

框架-剪力墙结构是把框架和剪力墙两种结构组合在一起的结构体系,如图 2-4 所示。房屋的竖向荷载分别由框架和剪力墙共同承担,而水平作用主要由抗侧刚度较大的剪力墙承担。这种结构弥补了框架结构柔性大、侧移大的弱点;同时由于它只在部分位置上有剪力墙,又保持了框架结构具有大空间、立面易于变化等优点。因此,框架-剪力墙结构是一种较好的结构体系,虽然其出现较晚,但在高层公共建筑及办公楼建筑中得到了广泛的应用。

由于剪力墙承担了大部分的剪力,框架的受力状况和内力分布得到改善,主要表现为,框架所承受的水平剪力减小且沿着高度分布比较均匀。剪力墙所承受的剪力越接近结构底部越大,有利于控制框架的变形;而在结构的端部,框架的水平位移有比剪力墙的位移小的趋势,剪力墙承受框架约束的负剪力。其变形特征如图 2-5 所示。

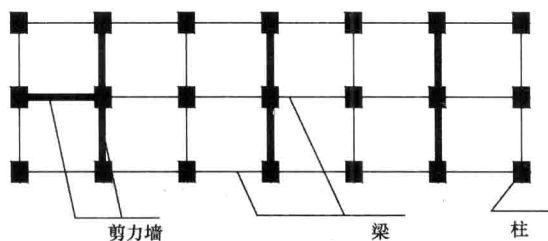


图 2-4 框架-剪力墙结构

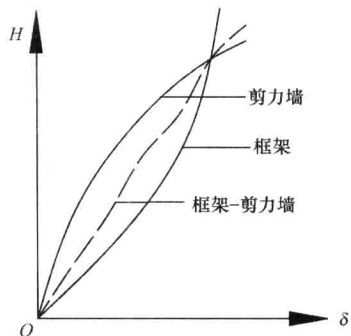


图 2-5 框架-剪力墙结构的变形特征



### 2.1.4 筒体结构体系

当建筑向上延伸达到一定高度时,在平面上需要布置较多的墙体以形成较大刚度来抵抗水平作用,此时框架-剪力墙以及框架-剪力墙等结构体系往往不能满足要求,可将剪力墙在平面内围合成箱形,形成一个竖向布置的空间刚度很大的薄壁筒体;也可由密柱框架或壁式框架围合,形成空间整体受力的框筒等,从而形成具有很好的抗风和抗震性能的筒体结构体系。根据筒的布置、组成和数量等,筒体结构体系又可分为框架-筒体结构体系、筒中筒结构体系、成束筒结构体系。

(1)框架-筒体结构体系一般中央布置剪力墙薄壁筒,它承受大部分水平力;周边布置大距离的稀柱框架,它的受力特点类似于框架-剪力墙结构,如图2-6(a)所示。也有把多个筒体布置在结构的端部,中部为框架的框架-筒体结构形式。

(2)筒中筒结构体系由内外几层筒体组合而成,通常核心筒为剪力墙薄壁筒,外围筒是框筒,如图2-6(b)所示。

(3)成束筒结构体系又称为组合筒结构体系,在平面内设置多个筒体组合在一起,形成整体刚度很大的结构形式。其建筑结构内部空间较大,平面可以灵活划分,适用于多功能、多用途的超高层建筑,如图2-6(c)所示。

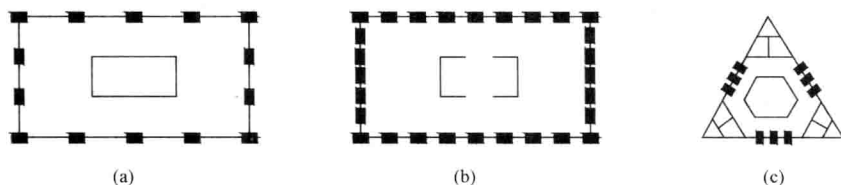


图2-6 筒体结构

(a)框架-筒体;(b)筒中筒;(c)成束筒

### 2.1.5 巨型结构体系

巨型结构由两级结构组成,第一级结构一般分为巨型框架结构和巨型桁架结构,如图2-7所示。巨型框架结构中的电梯井、楼梯井组成大尺寸的箱形截面巨型柱,有时也可以是大截面实体柱,每隔若干层设置一道若干层楼高的实腹或空腹桁架巨型梁,两者组成刚度极大的巨型框架即主框架,是承受主要的水平力和竖向荷载的一级结构;上下层巨型框架梁之间的楼层梁柱组成次框架,为二级结构,其荷载直接传递到一级结构,二级结构自身承受的荷载较小,构件截面较小且可灵活布置,增加了建筑布置的灵活性和有效使用面积。有些紧靠上层巨型梁的楼层,甚至可以不设置内柱,形成较大的空旷空间。

巨型桁架结构以大截面的竖杆和斜杆组成悬臂桁架,主要承受水平和竖向荷载。楼层竖向荷载通过楼盖、梁和柱传递到桁架的主要杆件上。

巨型结构体系是具有两道抗震防线的抗震结构体系,具有良好的抗震性能。

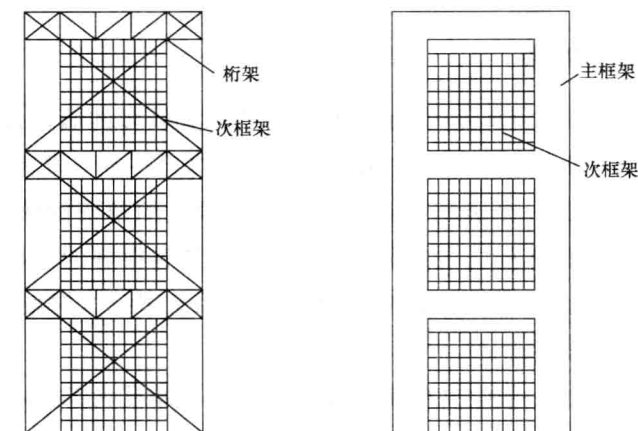


图 2-7 巨型结构

## 2.2 多层及高层建筑结构布置

### 2.2.1 结构总体布置原则

结构体系确定后,应当密切结合建筑设计进行结构总体布置,使建筑物具有良好的造型和合理的传力路线。结构体系受力性能与技术经济指标能否做到先进合理,与结构布置密切相关。

对于较为复杂的多、高层建筑结构,设计是否经济、合理,是否安全往往不能仅由力学分析解决,一些复杂的部位常常无法进行精确计算,特别是对于需要抗震设防的结构,由于地震作用影响因素很多,要求精确计算就更困难。因此,安全、合理而经济的结构设计必须注重概念设计方法。

确定结构布置方案的过程就是一个结构概念设计的过程。概念设计带有一定经验性,它涉及的内容十分丰富,事实证明它是有效的方法。

#### 1. 房屋适用高度

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)(以下简称高规)划分了 A 级高度的高层建筑和 B 级高度的高层建筑。A 级高度的高层建筑是指常规的、一般的建筑。B 级高度的高层建筑是指较高的,因而设计有更严格要求的建筑。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 2-1 的规定,B 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 2-2 的规定。

表 2-1

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

m

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度				
		6 度	7 度	8 度		9 度
				0.20g	0.30g	
框架	70	60	50	40	35	—
框架-剪力墙	150	130	120	100	80	50

(续)

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度				
			6 度	7 度	8 度		9 度
					0.20g	0.30g	
剪力墙	全部落地剪力墙	150	140	120	100	80	60
	部分框支剪力墙	130	120	100	80	50	不应采用
筒体	框架-核心筒	160	150	130	100	90	70
	筒中筒	200	180	150	120	100	80
板柱-剪力墙		110	80	70	55	40	不应采用

注:1. 表中框架不含异形柱框架。

2. 部分框支剪力墙结构指地面上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。

3. 甲类建筑,6、7、8 度时宜按本地区设防烈度提高一度后符合本表的要求,9 度时应专门研究。

4. 框架结构、板柱-剪力墙结构以及 9 度抗震设防的表列其他结构,当房屋高度超过表中数值时,结构设计应有可靠数据,并采取有效的加强措施。

表 2-2 B 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的 maximum 适用高度

m

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	
					0.20g	0.30g
框架-剪力墙		170	160	140	120	100
剪力墙	全部落地剪力墙	180	170	150	130	110
	部分框支剪力墙	150	140	120	100	80
筒体	框架-核心筒	220	210	180	140	140
	筒中筒	300	280	230	170	150

注:1. 部分框支剪力墙结构指地面上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。

2. 甲类建筑,6、7 度时宜按本地区设防烈度提高一度后符合本表的要求,8 度时应专门研究。

3. 当房屋高度超过表中数值时,结构设计应有可靠数据,并采取有效的加强措施。

平面和竖向均不规则的高层建筑结构,其最大适用高度宜适当降低。

## 2. 控制高宽比

在高层建筑中,控制侧向位移常常成为结构设计的主要矛盾,而且随着高度增加,倾覆力矩将迅速增大。因此,建造宽度很小的建筑物是不适宜的。一般钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比不宜超过表 2-3 规定的数值。

表 2-3 钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

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	5	4	3	—

(续)

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

### 3. 抗震设防结构布置原则

为了使高层建筑满足抗震设防要求,应考虑下述抗震设计基本原则:

- (1)合理选择结构体系;
- (2)结构应有足够的刚度,且具有均匀的刚度分布控制结构顶点总位移和层间位移;
- (3)结构应有足够的结构承载力,具有较均匀的刚度和承载力分布;
- (4)应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径;
- (5)具有多道抗震设防,避免因局部结构或构件破坏而导致整个结构体系丧失抗震能力;
- (6)合理设置防震缝;
- (7)延性设计——强柱弱梁、强剪弱弯、强节点弱杆件;
- (8)对可能出现的薄弱部位采取加强措施;
- (9)减轻结构自重,最大限度降低地震的作用,积极采用轻质高强材料;
- (10)结构在两个主轴方向的动力特性宜相近。

### 2.2.2 结构平面布置

(1)结构平面形状宜简单、规则、对称,质量、刚度和承载力分布宜均匀,不应采用严重不规则的平面布置。平面不规则的类型见表 2-4。

表 2-4 平面不规则的类型

不规则类型	定 义
扭转不规则	楼层的最大弹性水平位移(或层间位移)大于该楼层两端弹性水平位移(或层间位移)平均值的 1.2 倍
凹凸不规则	结构一侧凹进的尺寸大于相应投影方向总尺寸的 30%
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化,例如,有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的 50%,或开洞面积大于该层楼面面积的 30%,或较大的楼层错层

(2)高层建筑宜选用风作用效应较小的平面形状。

(3)抗震设计的混凝土高层建筑,其平面布置宜符合下列规定:

- ①平面宜简单、规则、对称,减少偏心;
- ②平面长度不宜过长(图 2-8), $L/B$  宜符合表 2-5 的要求;

③平面突出部分长度  $l$  不宜过大、宽度不宜过小(图 2-8),  $l/B_{\max}$  等值宜满足表 2-5 的要求;

④不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

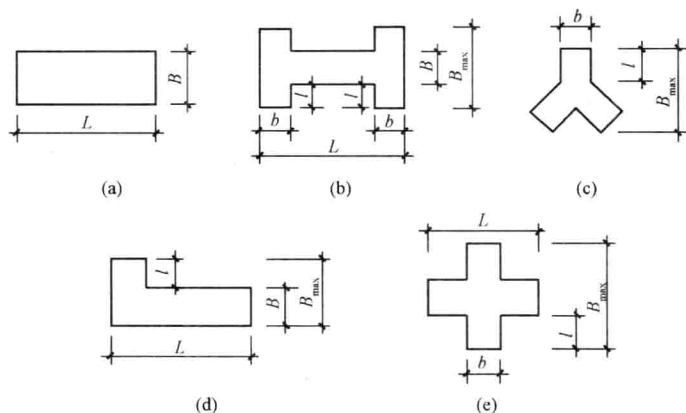


图 2-8 结构平面布置

(a)矩形平面;(b)工字形平面;(c)倒 Y 形平面;

(d)L 形平面;(e)十字形平面

表 2-5

平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

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

(4)对十字形、井字形等外伸长度较大的建筑,当中央部分楼板有较大削弱时,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。

(5)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。
- 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。

(6)平面规则性的指标控制。

①位移比。结构平面布置应减少扭转的影响。在考虑偶然偏心影响的规定水平地震力作用下,楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移,A 级高度高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍,也不应大于该楼层平均值的 1.5 倍;B 级高度高层建筑、超过 A 级高度的混合结构及复杂高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍,也不应大于该楼层平均值的 1.4 倍。

②周期比。结构扭转为主的第一自振周期  $T_1$  与平动为主的第一自振周期  $T_1$  之比,A 级高度高层建筑不应大于 0.9,B 级高度高层建筑、超过 A 级高度的混合结构及复杂高层建筑不应大于 0.85。

③楼板面内刚度的控制。当楼板平面比较狭长、有较大的凹入或开洞时,应在设计中考虑其对结构产生的不利影响:考虑凹入或开洞影响后,楼板有效宽度不宜小于该层楼面宽度的 50%;楼板开洞总面积不宜超过楼层面积的 30%;扣除凹入或开洞影响后,楼板在任一方向的最小净宽不宜小于 5m,且开洞后每一边的楼板净宽不应小于 2m。

### 2.2.3 结构竖向布置

(1)高层建筑的竖向体型宜规则、均匀,避免有过大的外挑和收进,结构的承载力和刚度宜自下而上逐渐减小,避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变。竖向不规则的类型见表 2-6。

表 2-6 竖向不规则的类型

不规则类型	定 义
侧向刚度不规则	该层的侧向刚度小于相邻上一层的 70%,或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的 80%;除顶层外,局部收进的水平向尺寸大于相邻下一层的 25%
竖向抗侧力构件不连续	竖向抗侧力构件(柱、抗震墙、抗震支撑)的内力由水平转换构件(梁、桁架等)向下传递
楼层承载力突变	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的 80%

(2)抗震设计时,楼层与其相邻楼层的侧向刚度变化应符合下列规定:

①框架结构,楼层与其相邻上层的侧向刚度比  $\gamma_1$  不宜小于 0.7,与相邻上部三层刚度平均值的比值不宜小于 0.8。 $\gamma_1$  按下式计算:

$$\gamma_1 = \frac{V_i/\Delta_i}{V_{i+1}/\Delta_{i+1}} = \frac{V_i\Delta_{i+1}}{V_{i+1}\Delta_i}$$

式中  $\gamma_1$  ——楼层侧向刚度比;

$V_i$ 、 $V_{i+1}$  ——第  $i$  层和第  $i+1$  层的地震剪力标准值(kN);

$\Delta_i$ 、 $\Delta_{i+1}$  ——第  $i$  层和第  $i+1$  层在地震作用标准值下的层间位移(m)。

②框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构、剪力墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构,楼层与其相邻上层侧向刚度的比值  $\gamma_2$  不宜小于 0.9;当本层层高大于相邻上层层高的 1.5 倍时,该比值不宜小于 1.1;对结构底部嵌固层,该比值不宜小于 1.5。 $\gamma_2$  按下式计算:

$$\gamma_2 = \frac{V_i\Delta_{i+1}}{V_{i+1}\Delta_i} \frac{h_i}{h_{i+1}}$$

式中  $\gamma_2$  ——考虑层高修正的楼层侧向刚度比。

(3)层间受剪承载力变化控制。A 级高度高层建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不宜小于其相邻上一层受剪承载力的 80%,不应小于其相邻上一层受剪承载力的 65%;B 级高度高层建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不宜小于其相邻上一层受剪承载力的 75%。

(4)内收外挑控制。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 75%[图 2-9(a)、(b)];当上部结构楼层相对于下部楼层外挑时,上部楼层的水平尺寸  $B_1$  不宜

大于下部楼层水平尺寸  $B$  的 1.1 倍,且水平外挑尺寸  $a$  不宜大于 4m[图 2-9(c)、(d)]。

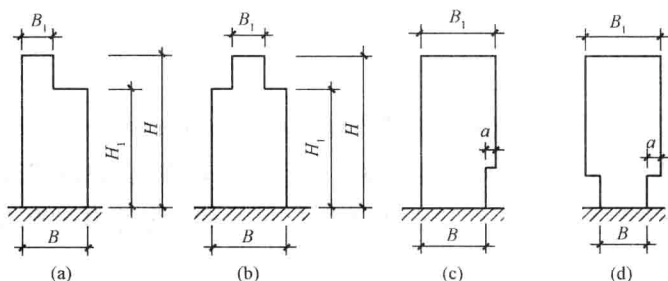


图 2-9 结构竖向收进和外挑示意

### 2.2.4 楼盖结构布置

建筑结构中各竖向抗侧力结构通过水平的楼盖结构连为空间整体。楼板除传递垂直荷载外,还是传递水平力、保证结构协同工作的关键构件。在目前结构计算中一般都假定楼板在平面内的刚度无限大,这将大大简化计算分析。

应当强调指出,保证协同工作是靠楼板而不是靠梁,因而必须保证楼板在平面内刚度为无穷大,保证其在墙、柱和梁上的支承可靠。否则,理论分析前提将失去保证。在楼板布置时,应尽量采用整体现浇。

### 2.2.5 基础结构布置

基础结构的布置,应根据上部结构的类型、荷载特点、工程地质条件、施工条件等因素综合确定。

#### 1. 基础类型

(1)柱下独立基础和墙下条形基础。当上部结构荷载不大(如多层民用房屋框架结构)且地基比较均匀、地基承载力适中的情况下,可采用每柱一个基础的柱下钢筋混凝土独立基础。墙下条形基础多用于地质条件较差的多层建筑物。

(2)钢筋混凝土筏形基础。当上部结构荷载较大、地基承载力较低,需将独立基础或条形基础底面加以扩大,形成整体连续的钢筋混凝土基础,称为钢筋混凝土筏形基础。它将上部结构连成整体,可以充分利用其良好的整体刚度来调节基底压力分布,从而可减小不均匀沉降。

(3)箱形基础。箱形基础是一种由数量较多的纵向与横向墙体和有足够厚度的底板、顶板组成刚度很大的箱形空间结构。它具有很大的结构刚度和整体性,适用于上部结构荷载较大、底层墙柱间距过大、地基土较软弱、承载力相对较低的情况。箱形基础有利于抗震,是高层建筑广泛采用的一种基础类型。

(4)桩基础。桩基础简称桩基,一般由设置于土中的桩和承接上部结构荷载的承台所组成,分为低承台桩基和高承台桩基。低承台桩基的承台底面位于地面以下,受力性能好,具有较强的抵抗水平荷载的能力。在工业与民用建筑中,几乎都使用低承台桩基;高承台桩基的承

台底面位于地面以上,且常处于水下,水平受力性能差,但可避免水下施工及节省基础材料,多用于桥梁及港口工程。

## 2. 基础选型原则

(1)高层建筑宜采用筏形基础或带桩基的筏形基础,必要时可采用箱形基础。当地质条件好且能满足地基承载力和变形要求时,也可采用交叉梁基础或其他基础形式;当地基承载力或变形不能满足设计要求时,可采用桩基或复合地基(桩基础与箱形基础联合使用、桩基础与筏形基础联合使用)。

(2)当高层建筑基础直接建造在未风化或微风化的基岩上,可采用柱下独立基础和条形基础;当裙房层数较少、荷载小、面积大,不需要设置地下室时,可采用交叉梁基础和加纵横向拉梁的独立基础。

(3)当采用桩基时,应尽可能采用单根、单排大直径桩或扩底墩,使上部结构的荷载直接由柱或墙体传至桩顶,基础底板因此可以做得较薄。

(4)高层建筑主体结构基础底面形心宜与永久作用重力荷载重心重合;当采用桩基础时,桩基的竖向刚度中心宜与高层建筑主体结构永久重力荷载重心重合。

## 3. 基础埋置深度

基础应有一定的埋置深度(简称埋深)。在确定埋置深度时,应考虑建筑物的高度、体型、地基土质、抗震设防烈度等因素。埋置深度可从室外地坪算至基础底面,但如果地下室周围无可靠侧限时,应从具有侧限的地面算起;当主楼与裙房用沉降缝分开时,主楼基础的有效埋深只能从裙房地下室底板标高起计算。

### 2.2.6 变形缝设置

变形缝包括伸缩缝、沉降缝和防震缝。在高层建筑中,为防止结构因温度变化和混凝土收缩而产生裂缝,常隔一定距离设置温度伸缩缝。在结构平面狭长而立面有较大变化时,或者地基基础有显著变化时,或者高层塔楼与低层裙房之间等,可能产生不均匀沉降,此时可设置沉降缝。对于有抗震设防的建筑物,当其平面形状复杂而又无法调整其平面形状和结构布置,使之成为较规则结构时,宜设置防震缝。伸缩缝、沉降缝和防震缝将高层建筑划分为若干个形状布置相对简单的结构独立部分,成为独立的结构单元,如图 2-10 所示。

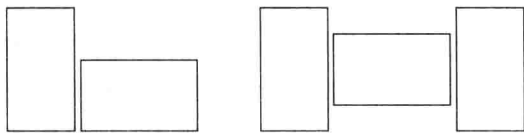


图 2-10 变形缝

高层建筑设置伸缩缝、沉降缝和防震缝,主要是解决结构产生过大变形和内力的问题,但又产生许多新的问题。例如,由于缝两侧均需布置剪力墙或框架而使结构复杂或建筑使用不



便;“三缝”使建筑立面处理困难;地下部分容易渗漏,防水困难等。更为突出的是,地震时缝两侧结构进入弹塑性状态,位移急剧增大而发生相互碰撞,会产生严重的震害。

多年的高层建筑结构设计和施工经验总结表明:高层建筑结构宜调整平面尺寸、形状和结构布置,采取构造措施和施工措施,能不设缝就不设缝,能少设缝就少设缝;没有采取措施或必须设缝时,应将高层建筑结构划分为独立的结构单元,并设置必要的缝宽以防止震害。

### 1. 伸缩缝

伸缩缝也称为温度收缩缝,可以释放建筑平面尺寸较大的房屋因温度变化和混凝土干缩产生的结构内力。

在未采取措施的情况下,伸缩缝的间距不宜超出表 2-7 的限制。当有充分依据、采取有效措施时,伸缩缝间距可以适当放宽。伸缩缝必须贯通基础以上的所有结构。

表 2-7 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,伸缩缝间距应适当减小。

当采取有效的构造措施和施工措施减少温度和收缩应力时,可适当增大伸缩缝的间距。这些措施可包括但不限于下列方面:

(1)在温度影响较大的部位提高配筋率。这些部位是顶层、底层、山墙、内纵墙端开间。对于剪力墙结构,这些部位的最小构造配筋率为 0.25%,实际工程一般都在 0.3%以上。

(2)顶层加强保温隔热措施,或设置架空通风双层屋面,避免屋面结构温度变化过大。同时外墙可设置保温层。

(3)施工中留后浇带。一般每 30~40m 设一道,后浇带宽 800~1000mm,钢筋采用搭接接头。留出后浇带后,施工过程中混凝土可以自由收缩,从而大大减小了收缩应力。后浇带应贯通建筑物的整个横截面,将全部结构墙、梁和板分开,使缝两边结构都可自由伸缩。后浇带混凝土宜在 45d 后浇筑。

(4)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。

(5)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

当同一建筑物中的各部分由于基础沉降不同而产生显著沉降差,有可能产生结构难以承受的内力和变形时,可采用沉降缝将两部分分开。沉降缝不仅应贯通上部结构,而且应贯通基础本身。

高层建筑在下述平面位置处,应考虑设置沉降缝: