

建筑工程设计编制深度实例范本

建筑结构

中国建筑设计研究院 任庆英 主编
九源建筑设计有限公司 熊 瑛

中国建筑工业出版社

主编单位简介

中国建筑设计研究院(集团)结构专业设计研究院

中国建筑设计研究院(集团)结构专业设计研究院于集团 2003 年 7 月专业化重组后成立,聚集团原各综合所结构专业技术特色及设计人员于一体,技术力量雄厚。从老一代的顾问专家、中青年技术骨干到近几年进院的优秀博士、硕士和大学毕业生,具备完善的梯队建设,是一支设计行业内公认的结构设计正规军。

结构专业设计研究院目前下设三个设计所和一个结构技术开发部。主要业务范围包括结构设计、设计优化、咨询等。各设计所分工合作,资源共享,保证高效地完成设计任务。同时,结构技术开发部的成立和有效运行,更为结构设计人才培养和保持技术领先地位创造了条件,为结构专业院的发展开拓了前景和空间。

结构专业设计研究院重视技术人员的吸纳和培养,致力提高结构设计水平,发展结构设计理论,创造出一批新时代的结构设计精品,获得众多的结构设计奖项。全体员工以“科学管理、竭诚服务、精心设计、质量第一”为宗旨,发挥院内强大的人力资源与技术资源优势,致力结构精品设计,满足市场的全方位要求,力争为结构设计行业的发展做出更大的贡献。

九源建筑设计有限公司

九源建筑设计有限公司是由香港马海(建筑顾问)有限公司与原建设部建筑设计院(现中国建筑设计研究院)合资成立的甲级资质设计公司。

自 1996 年 4 月成立以来,公司注重和国内外同行的合作与交流,融合先进设计理念,整合团队人才资源,营造了健康、公平的创作环境。团队先后完成北京科技会展中心、北京市海关信息管理中心、广信嘉园、北京什刹海体育运动学校综合训练馆、立恒名苑、和平新城、北京航空航天大学科技园区、中国地质大学(北京)西区改造一期工程、西豪逸景住宅区、季景沁园(北京望京 K6)住宅区等一系列公共与民用建筑工程项目。并先后与香港马海(建筑顾问)有限公司、新加坡巴马丹拿建筑设计咨询有限公司、德国城市轨迹建筑师事务所等公司进行合作,积累了国际合作的经验。公司现有技术人员 36 人,其中建筑师 16 人(一级注册建筑师 8 人),结构工程师 8 人(一级注册结构师 6 人),设备工程师 7 人,电气工程师 5 人。

公司始终坚持“精心创作,精心服务”的宗旨,走与市场相结合的道路,向着“国内一流设计公司”的目标稳步前进。

主编个人简介

任庆英

中国建筑设计研究院(集团)院长助理、结构专业设计研究院院长。

1981 年底毕业于天津大学土木工程系建筑结构专业。

教授级高级工程师、国家一级注册结构工程师。

全国注册工程师管理委员会一级注册结构工程师考试命题专家。

中国地震局地震灾害损失评定委员会委员。

作为结构专业负责人完成的设计代表作品：

1. 北京国际艺苑假日皇冠饭店(全国结构二等奖)
2. 北京梅地亚宾馆(国家银奖)
3. 北京金融街富凯大厦(全国结构三等奖、北京市一等奖、建设部二等奖)
4. 首都博物馆新馆(北京市优秀奖)
5. 2008 年北京奥运会国家主体育场(鸟巢)(正在设计中)

熊 瑛

1964 年生于黑龙江。1985 年北京交通大学土木系工民建专业本科毕业，1988 年北京交通大学结构工程专业硕士毕业，获硕士学位。现任九源建筑设计有限公司结构部主任，副总工程师，高级工程师，国家一级注册结构师。英国结构工程师学会会员。负责结构设计的主要工程有：北京科技会展中心三期、北京市海关信息管理中心、中科院自动化所办公楼、中国地质大学(北京)西区改造一期工程、西豪逸景住宅区、季景沁园(北京望京 K6)住宅区等一系列公共与民用建筑工程项目。

前 言

本书由中国建筑设计研究院结构专业院和九源建筑设计有限公司的结构专家及具有丰富结构设计经验的工程师共同编写，旨在为更好地贯彻执行《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2001)和《建筑工程设计文件编制深度规定》(2003 年版)提供指导细则及部分建筑工程结构设计经典实例，供从事本专业设计、施工人员以及大专院校师生参考。

本书以高层钢筋混凝土框架-剪力墙结构(局部钢结构)写字楼、高层钢筋混凝土剪力墙结构住宅和多层砌体结构住宅三个典型设计实例为主线，详细阐述了不同的结构形式在方案设计、初步设计和施工图设计等不同设计阶段的设计过程、注意事项以及深度把握，从完善的结构方案比较、详尽的设计说明和规范的图纸表达等各方面体现了与其他同类参考书的区别。本书的编写立足于良好的可读性和设计过程的完整性，对建筑设计结构初学者的正规入门、对已从事结构设计人员规范自己的设计思路 and 过程，以及房地产从业人员对建筑设计结构成果的正确认知都将具有一定的指导意义。

本书由中国建筑设计研究院任庆英(结构专业院院长、教授级高级工程师)和九源建筑设计有限公司熊瑛(副总工程师、高级工程师)担任主编。编写组成员有：张瑞龙、邵筠、李鸣、梁伟等。

本书所采用设计实例中难免存在原设计单位习惯表示方法与现行国家规范和规定不一致之处，应以现行国家规范和规定为准。限于编者水平，对书中谬误和校审疏漏之处，我们真诚希望广大读者给予批评指正。

中国建筑设计研究院结构专业院

任庆英

2004 年元月 25 日

目 录

第一章 建筑结构设计过程概要	1
第二章 建筑结构方案设计	3
第一节 方案设计深度要求	3
第二节 设计实例	4
第三章 建筑结构初步设计	5
第一节 初步设计深度要求	5
第二节 设计实例	6
第四章 建筑结构施工图设计	13
第一节 施工图设计深度要求	13
第二节 设计实例	17
[实例一]	17
[实例二]	118
[实例三]	151

第一章 建筑结构设计过程概要

建筑结构设计的特点可用“时间紧、任务重、责任大”这九个字来概括。设计任务下达后,最先进行的是建筑方案设计,待“千变万化”终于定案后,已经过去总设计周期的三分之一到一半,这时结构专业才可深入考虑结构方案,而投资方往往要求最先提供结构基础图,可谓时间紧。结构设计不仅要注意安全性,还要同时关注经济合理性,而后者恰恰是投资方看得见摸得到的,因此结构设计必须经过若干方案的计算比较,其结构计算量几乎占结构设计总工作量的一半,可谓任务重。而责任大更不必说,结构设计的任何一点疏忽,都可能会造成重大的安全责任事故。

以上所谈并非危言耸听,但也绝非只能听之任之,一筹莫展。这就要求结构设计人员必须时刻保持头脑清醒,尤其作为结构工种(专业)负责人,不仅要求具有清晰的结构概念,而且应该具备卓越的组织能力,使设计组的每一个成员都清楚自己应该做什么,如何去做和什么时间做。同时建立起完善的校审机制,无论是计算还是制图,全部处在受控范围之内。这样才能做到“时间紧”而不乱,“任务重”而不疲,“责任大”而不怕。

为了更加有效地做好建筑结构设计工作,简要总结结构设计要领如下:

(1) 在建筑方案设计阶段,结构专业应该关注并适时介入,给建筑专业设计人员提供必要的合理化建议,积极主动地改变被动地接受不合理建筑方案的局面,只要我们摆正心态,尽心为完成更加完美的建筑创作出主意、想办法,建筑师也会认同的。

(2) 建筑方案设计阶段的结构配合,应选派有丰富结构设计经验的设计人员参与,及时给予指点和提醒,避免不合理的建筑方案直接面对投资方。如果建筑方案新颖且可行,只是造价偏高,就需要结构专业提前进行必要的草算,做出大概的造价分析以提供建筑专业和投资方参考。

(3) 建筑方案一旦确定,结构专业应及时配备人力,对已确认建筑方案进行结构多方案比较,其中包括竖向及抗侧力体系、楼屋面结构体系以及地基基础的选型等,通过结构专业参加人员的广泛讨论,选择既安全可靠又经济合理的结构方案作为实施方案,必要时应对建筑专业及投资方作全面汇报。

(4) 结构方案确立后,作为结构工种(专业)负责人,应及时起草本工程结构设计统一技术条件,其中包括:工程概况、设计依据、自然条件、荷载取值及地震作用参数、结构选型、基础选型、所采用的结构分析软件及版本、计算参数取值以及特殊结构处理等,以此作为结构设计组共同遵守的设计条件,增加协调性和统一性。

(5) 加强设计组人员的协调和组织,每个设计人员都有其优势和劣势,作为结构工种(专业)负责人,应透彻掌握每个设计人员的素质情况,在责任与分工上要以能调动起大家的积极性和主动性为前提,充分发挥出每个设计人员的智慧和能力,集思广益。设计中的难点问题的提出与解决应经大家讨论,群策群力、共同提高。

(6) 为了在有限的设计周期内完成繁重的结构设计工作量,应注意合理安排时间,结构分析与制图最好同步进行,以便及时发现问题及时解决,同时可以为给其他专业返提资料提前做好准备。当结构布置作为资料提交各专业前,结构工种(专业)负责人应进行全面校审,以免给其他专业造成误解和返工。

(7) 基础设计在初步设计期间应尽量考虑完善,以满足提前出图要求。

(8) 计算与制图的校审工作应尽量提前介入,尤其对计算参数和结构布置草图等,一定经校审后再实施计算和制图工作,保证设计前提的正确才能使后续工作顺利有效地进行,同时避免带来本专业内的不必要返工。

(9) 与建筑及其他各专业间互提资料,一定要以文字及图纸往来,不得以口头形式交接,提交资料的内容、时间和接收等应有记录备查。所有互提资料都必须经过校审,特别是使用功能、荷载、留洞等对结构安全性有一定影响的资料更应严格要求并随图纸归档保存。

(10) 设计进度的把握对结构专业来说是个很大的难题,因为进度受到建筑专业和投资方的制约,大修大改自不必说,可以调整设计周期,困难的是频繁的小修小改,尤其是建筑专业自身的修改自然要消化在原定设计周期之内。这就需要建立起一定的约束机制,建筑的作业图(条件图)提供的时间和深度必须有明确要求,而且在相应设计阶段内允许几次作业图既定案等都应有具体规定,以便保证设计合同的正常履行。

(11) 校审系统的建立与实施也是保证设计质量的重要措施,结构计算和图纸的最终成果必须至少有三个不同设计人员经手,即设计人(计算人)、校对人和审核(审定)人,而每个不同档次的设计人员都应有相应的资质和水平要求。校审记录应有设计人、校审人和修改人签字并注明修改意见,校审记录随设计成果资料归档备查。

(12) 建筑结构设计过程中,难免存在某个单项的设计分包情况,对此应格外慎重对待。首先要求承担分包任务的设计方必须具有相应的设计资质、设计水平和资源,签订单项分包协议,明确分包任务,提出问题和成果要求,明确责任分工以及设计费用和支付方法等,以免造成设计混乱,出现问题后责任不清,这是结构设计必须避免的。

具体各设计阶段的设计要求和深度把握见其他章节。

第二章 建筑结构方案设计

第一节 方案设计深度要求

一、一般要求

1. 方案设计文件

- (1) 设计说明书, 包括各专业设计说明以及投资估算等内容;
- (2) 总平面图以及建筑设计图纸(若为城市区域供热或区域煤气调压站, 应提供热动力专业的设计图纸, 具体见《建筑工程设计文件编制深度规定》2.3.3条);
- (3) 设计委托或设计合同中规定的透视图、鸟瞰图、模型等。

2. 方案设计文件的编排顺序

- (1) 封面: 写明项目名称、编制单位、编制年月;
- (2) 扉页: 写明编制单位法定代表人、技术总负责人、项目总负责人的姓名, 并经上述人员签署或授权盖章;
- (3) 设计文件目录;
- (4) 设计说明书;
- (5) 设计图纸。

注: 投标方案按标书要求密封或隐盖编制单位和扉页。

二、设计说明书

1. 设计依据

- (1) 本工程结构设计所采用的主要法规和标准;
- (2) 建设方提出的符合有关法规、标准与结构有关的书面要求;
- (3) 主要阐述建筑物所在地与结构专业设计有关的自然条件, 包括风荷载、雪荷载、地震基本情况及有条件时概述工程地质简况等。

2. 结构设计

主要阐述以下内容:

- (1) 建筑结构的等级、设计使用年限和建筑抗震设防类别;
- (2) 上部结构选型概述和新结构、新技术的应用情况;
- (3) 采用的主要结构材料及特殊材料;
- (4) 条件许可下阐述基础选型;
- (5) 地下室的结构做法及防水等级, 当有人防地下室时说明人防抗力等级。

3. 需要特别说明的其他问题

三、设计图纸

方案设计阶段结构设计可不出图。

第二节 设计实例

结构方案设计说明

一、工程概况

××大厦位于××市××路××街中心区内,建筑面积约10万 m^2 ,是一幢集金融营业、办公、商业等为一体的综合性高档写字楼。

该建筑地下3层,主要为停车库及设备用房,地上16层,局部突出屋面2层。由于建筑功能及造型的要求,该建筑地上部分由相隔约19m的南北两个塔楼组成,中间19m跨范围为开敞式中庭,并由位于四、六层的多功能厅分隔为上下两个共享空间。

二、自然条件

1. 基本风压: $w_0=0.45\text{kN/m}^2$, 地面粗糙度为D类。
2. 基本雪压: $s_0=0.40\text{kN/m}^2$ 。
3. 抗震设防烈度: 8度, 设计基本地震加速度为 $0.20g$, 设计地震分组为第一组, 抗震设防类别为丙类。
4. 标准冻深: 0.8m。
5. 建筑结构安全等级: 二级; 设计使用年限为50年。
6. 人防地下室抗力等级: 6级。
7. 工程地质条件: 参考拟建场地附近已有建筑物的工程地质勘察报告, 持力层为第四纪卵石、圆砾层, 地基岩土承载力标准值约为 280kPa 。

三、结构选型

抗侧力体系: 本工程地上16层, 局部突出屋面2层, 以中庭划分为南北两个塔, 两个塔均采用现浇钢筋混凝土内筒-外框架结构体系。柱网的大小与层高、地下车库停车位数量以及办公面积的利用率等方面均有关联, 经综合考虑, 建议柱网为 $9.0\text{m}\times 9.0\text{m}$, 楼盖结构在边柱外挑出2.0m, 即建筑外围护玻璃幕墙在边柱列以外2.0m处。这样既满足了玻璃幕墙分格的灵活性, 又使框架梁的边节点受力更合理, 同时也大大改善了边柱轴力小、弯矩大的受力特性, 提高结构的抗震性能, 并有效地节省结构造价。中庭部分为南北两个塔之间19m跨度的无柱空间, 而且根据建筑功能的要求, 中庭在竖向应能够灵活分隔布置。中庭部分的结构采用如下处理方法: 6层、10层及顶层采用现浇钢筋混凝土楼盖结构将南北两个塔连接成一体。为了满足大跨度梁对变形的要求, 采用后张预应力工艺, 增加构件的承载力与刚度, 减小挠度及裂缝宽度。在其他各层按建筑要求灵活设置轻型钢结构楼盖。

楼盖体系: 考虑本工程高层、大跨度的特点, 为了合理地利用空间, 有效地降低层高, 拟采用井字梁、双向密肋梁或无粘接预应力平板等三种楼盖体系进行技术经济比较后确定。

地基基础: 采用天然地基方案, 基础采用筏形基础。

第三章 建筑结构初步设计

第一节 初步设计深度要求

一、一般要求

1. 初步设计文件

- (1) 设计说明书, 包括设计总说明、各专业设计说明;
- (2) 有关专业的设计图纸;
- (3) 工程概算书。

注: 初步设计文件应包括主要设备或材料表, 主要设备或材料表可附在说明书中, 或附在设计图纸中, 或单独成册。

2. 初步设计文件的编排顺序

- (1) 封面: 写明项目名称、编制单位、编制年月;
- (2) 扉页: 写明编制单位法定代表人、技术总负责人、项目总负责人的姓名, 并经上述人员签署或授权盖章;
- (3) 设计文件目录;
- (4) 设计说明书;
- (5) 设计图纸(可另单独成册);
- (6) 概算书(可另单独成册)。

注: 1. 对于规模较大、设计文件较多的项目, 设计说明书和设计图纸可按专业成册;

2. 另外单独成册的设计图纸应有图纸总封面和图纸目录, 图纸总封面的要求见《建筑工程设计文件编制深度规定》4.1.2条;

3. 各专业负责人的姓名和签字也可在本专业设计说明的首页上标明。

二、设计说明书

1. 设计依据

- (1) 本工程结构设计所采用的主要标准及法规;
- (2) 相应的工程地质勘察报告及其主要内容, 包括:

工程所在地区的地震基本烈度、建筑场地类别、地基液化判别; 工程地质和水文地质简况、地基土冻胀性和融陷情况, 着重场地的特殊地质条件分别予以说明;

当无勘察报告或已有工程地质勘察报告不能满足设计要求时, 应明确提出勘察或补充勘察要求;

(3) 采用的设计荷载, 包含工程所在地的风荷载和雪荷载、楼(屋)面使用荷载、其他特殊的荷载;

(4) 建设方对设计提出的符合有关标准、法规的与结构有关的书面要求;

(5) 批准的方案设计文件。

2. 设计说明

- (1) 建筑结构的等级和设计使用年限、建筑抗震设防烈度和设防类别；
 - (2) 地基基础设计等级，地基处理方案及基础形式、基础埋置深度及持力层名称；若采用桩基时，应说明桩的类型、桩端持力层及进入持力层的深度；
 - (3) 上部结构选型；
 - (4) 伸缩缝、沉降缝和防震缝的设置；
 - (5) 地下室的结构做法和防水等级，当有人防地下室时说明人防的抗力等级；
 - (6) 为满足特殊使用要求所作的结构处理；
 - (7) 主要结构构件材料的选用；
 - (8) 高层建筑和大型公共建筑的主要结构特征参数和采用的计算程序及计算模型；
 - (9) 新技术、新结构、新材料的采用；
 - (10) 采用的标准图集；
 - (11) 施工特殊要求；
 - (12) 其他需要说明的内容。
3. 提请在设计审批时需解决或确定的主要问题

三、设计图纸(较复杂的工程提供)

- (1) 标准层、特殊楼层及结构转换层平面结构布置图，注明定位尺寸、主要构件的截面尺寸；条件许可时提供基础平面图；
- (2) 特殊结构部位的构造简图。

四、内部作业

- (1) 与建筑及其他专业配合，确定结构形式及布置；
- (2) 提出能为编制概算所需的结构简图及附加的文字说明；
- (3) 对高层建筑、大型公共建筑和复杂的建(构)筑物应作必要的计算工作，计算书经校审后保存。

第二节 设计实例

结构初步设计说明

一、工程概况

××大厦位于××市××路××街中心区内，建筑平面位置见总平面图，建筑面积约100300m²，是一幢集金融营业、办公、商业等为一体的综合性高档写字楼。

该建筑地下3层，主要为停车库及设备用房，长127.5m，宽87m，部分为纯地下室，底层设6级人防，底板面标高-13.0m；地上16层，局部突出屋面2层，长104m，宽58m，高67.0m。由于建筑功能及造型的要求，该建筑地上部分由相隔19m的南北两个塔楼组成，而整个大厦的外立面又是通体玻璃幕墙的整体，中间19m跨范围为开敞式中庭，并由位于四、六层的多功能厅分隔为上下两个共享空间，形成典型的“H”形建筑。

二、自然条件

1. 基本风压： $w_0=0.45\text{kN/m}^2$ ，地面粗糙度为D类。

2. 基本雪压: $s_0 = 0.40 \text{ kN/m}^2$ 。
3. 抗震设防烈度: 8 度, 设计基本地震加速度为 $0.20g$, 设计地震分组为第一组, 抗震设防类别为丙类。
4. 标准冻深: 0.8 m 。
5. 建筑结构安全等级: 二级, 个别重要构件(如中庭 19 m 跨预应力混凝土梁及钢梁等)为一级; 设计使用年限为 50 年。
6. 人防地下室抗力等级: 6 级。
7. 工程地质条件

根据××市勘察设计研究院于 2000 年 9 月 5 日提供的《××大厦岩土工程初步勘察报告》(工程编号 2000 初 045), 本工程地质条件如下:

(1) 地形、地貌

本工程场地位于永定河冲洪积扇中部, 场区地形平坦, 地面标高 $47.07 \sim 47.79 \text{ m}$ 。本次初步勘察期间, 拟建场区内原有房屋尚未拆除。

(2) 地层岩性特征及分布

根据现场钻探、原位测试及室内土工试验成果, 该楼基地层自上而下分述如下: 表层为厚度 $3.00 \sim 4.40 \text{ m}$ 的人工堆积之黏质粉土、粉质黏土①层, 房渣土①₁层; 其下为第四纪沉积之粉质黏土、重粉质黏土②层, 砂质粉土、黏质粉土②₁层, 砂质粉土②₂层; 标高 $39.52 \sim 40.81 \text{ m}$ 以下为卵石、圆砾③层, 细砂、粉砂③₁层, 粉质黏土、黏质粉土③₂层; 标高 $30.25 \sim 32.09 \text{ m}$ 以下为黏质粉土、砂质粉土④层, 粉质黏土、重粉质黏土④₁层; 标高 $28.87 \sim 30.32 \text{ m}$ 以下为卵石⑤层, 细砂、中砂⑤₁层; 标高 16.35 m 以下为粉质黏土、重粉质黏土⑥层。

(3) 地下水情况

拟建场区内分布有 2 层地下水, 第 1 层为上层滞水, 分布于场区局部, 静止水位标高为 41.82 m ; 第 2 层为潜水, 分布于整个场区, 静止水位标高为 $31.35 \sim 31.97 \text{ m}$ 。拟建场区历年最高地下水位标高为 45.00 m 左右; 近 3~5 年最高地下水位标高为 32.00 m 左右(不包括上层滞水)。第 2 层地下水水质对混凝土无腐蚀性, 但在干湿交替条件下, 对钢筋混凝土结构中的钢筋有弱腐蚀性。由于第 1 层地下水未取到水样, 有关第 1 层地下水的水质腐蚀性评价待详勘时再提供。

(4) 地基岩土承载力标准值见表 3-1。

地基各层岩土承载力标准值和压缩模量

表 3-1

各岩土层	②	② ₁	② ₂	③	③ ₁	③ ₂	④	④ ₁	⑤	⑤ ₁	⑥
$f_{ka}(\text{kPa})$	—	—	—	240~280			—	—	—	—	—
$E_s(\text{MPa})$	7.5	18.0	41.7	72.5	35	15.3	40.4	20	110	48.0	19.8

(5) 结论及建议

1) 根据剪切波速测试, 场区覆盖层 15.00 m 深度范围内土层的平均剪切波速 $v_{sm} = 252 \text{ m/s}$, 场区覆盖层厚度 d_{ov} 约为 55 m , 场地土类型属中硬类, 建筑场地类别为 II 类。拟建场区内地基土无地震液化可能。

2) 根据本工程的建筑设计条件, 以及结合本次初步勘察所揭示的地基土层分布条件、地基工程特性, 建议拟建之该大厦采用天然地基方案。

3) 本工程主体建筑(高层部分)结构荷载较大, 与外围纯地下部分的荷载有较大差异, 因此本工程基础设计时, 须重点考虑并解决高层部分地基变形量的控制以及高层与纯地下

室两部分间的差异沉降问题。

4) 本工程基坑开挖范围较大, 且基槽较深, 槽壁深度范围内有不均匀、局部较松散房渣土, 因此须采取有效的边坡支护措施以保证边坡稳定, 并避免对邻近已有建筑物、道路和地下管线的不利影响。

5) 勘察报告是在该大厦工程建筑场地初步勘察成果的基础上提出的, 报告中提及的所有数据、结论和建议均为初勘阶段勘察精度的成果, 仅供初步设计阶段使用。施工图设计阶段的勘察报告待进行完场区内的详勘阶段勘察后提供, 最终的地基方案及相关设计与施工建议均以详勘报告为准。

(6) 本工程的±0.000 相当于绝对标高 48.050m。

三、设计依据及设计要求

1. ××市勘察设计研究院于 2000 年 9 月 5 日提供的《××大厦岩土工程初步勘察报告》(工程编号: 2000 初 045)。

2. 建筑及各设备专业提供的资料。

3. 设计遵循规范、规程、规定

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)

《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)

《建筑抗震设防分类标准》(GB 50223—2004)

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)

《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ 01—501—92)

《地下工程防水技术规范》(GB 50108—2001)

《高层建筑箱形与筏形基础技术规范》(JGJ 6—99)

《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95)

《人民防空地下室设计规范》(GB 50038—94)(2003 版)

《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)

《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2001)

《建筑结构设计术语和符号标准》(GB 50083—97)

《建筑工程设计文件编制深度规定》(2003 年 4 月)

4. 活荷载(见表 3-2)

屋面和楼面均布活荷载标准值、分项系数及准永久值系数

表 3-2

序 号	荷 载 类 别	标准值(kN/m ²)	分 项 系 数	准永久值系数
1	不上人屋面	0.5	1.4	0
2	上 人 屋 面	2.0	1.4	0.4
3	屋 顶 花 园	4.0	1.3	0.8
4	停车库、汽车道(室内)	4.0	1.3	0.6
5	自 行 车 库	2.0	1.4	0.5
6	商 场	3.5	1.4	0.5
7	楼梯、走道、电梯厅	3.5	1.4	0.3
8	办 公	2.0	1.4	0.4

续表

序 号	荷 载 类 别	标准值(kN/m ²)	分 项 系 数	准永久值系数
9	厨 房	4.0	1.3	0.7
10	餐 厅	2.5	1.4	0.5
11	卫 生 间	2.5	1.4	0.5
12	空调机房、电梯机房	7.0	1.3	0.6

注：1. ± 0.000 处地下室顶板活荷载取 4.0kN/m^2 。

2. 楼面、屋面如有大型设备等较大集中荷载时，应按实际荷载采用。

3. 计算地下室外墙时，室外地面活荷载取 10kN/m^2 ，土压力系数取 0.50。

四、主要结构材料

1. 混凝土

(1) 混凝土强度等级

地下室底板垫层	C15
地下室底板、外墙、水池	C30(抗渗等级 P12)
有覆土地下室顶板	C30(抗渗等级 P12)
梁、板、楼梯	C30
高层筒体、柱：地下三层～三层	C50
四层～十层	C40
十一层以上	C30
裙房柱	C30
预应力混凝土构件	C40
次要构件(如圈梁、过梁、构造柱等)	C20

(2) 混凝土结构的环境类别

一类环境：二 b 类环境以外的部分。

二 b 类环境：基础底板、外墙、水池、有覆土地下室顶板及其他处于潮湿环境的部位。

2. 钢筋

直径 $\leq 12\text{mm}$ ，为 HPB235 级钢筋($\phi 12$ 仅用于箍筋)；

直径 $\geq 12\text{mm}$ ，为 HRB335 级钢筋；

且应符合国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB 1499 的有关规定。

3. 型钢、钢板、钢管

Q235B、Q345B。

4. 焊条

E43(用于 HPB235 级钢筋、Q235B 焊接)；

E50(用于 HRB335 级钢筋、Q345B 焊接)。

5. 填充墙

采用陶粒混凝土空心砌块、M5 级混合砂浆砌筑(砌块重度不大于 8kN/m^3 ，强度等级不小于 MU2.5 级)。

五、结构选型

1. 地基基础

本工程地下三层，基础底标高为 34.05m ，持力层为第四纪卵石、圆砾③层，其下于标

高 30.25~32.09m 以下分布有黏质粉土、砂质粉土④层及粉质黏土、重粉质黏土④₁ 层等相对弱下卧层,地基承载力标准值取初勘报告建议值 $f_{ka}=240\text{kPa}$ 。

(1) 基础选型

本工程采用天然地基方案,基础采用筏形基础。本设计对梁板式和平板式两种形式的基础方案进行了技术经济比较。经计算,两种基础方案的材料用量比较参见表 3-3。

梁板式筏基与平板式筏基材料用量

表 3-3

基 础 方 案	混凝土折算厚度(cm/m^2)	钢筋重量(kg/m^2)
平 板 式 筏 基	153	135
梁 板 式 筏 基	121	151

从表 3-3 中的数据可以看出,平板方案比梁板方案每平方米多用 32cm 厚的混凝土,少用 16kg 钢材。就材料费用而言,梁板方案优于平板方案。然而,梁板方案的基础埋深比平板方案深约 1.0m,挖方量和回填方量增加,土方工程费用加大,边坡支护费用也有所增加。另外,梁板方案的施工难度大于平板方案,工期也相应延长。

综合考虑上述因素,平板方案优于梁板方案,故在本工程中采用了平板式筏基。

(2) 纯地下室部分与高层部分差异沉降问题

由于本工程初勘报告未揭示软弱下卧层的确切分布,故不能进行建筑物的沉降分析。本设计纯地下室部分的基础形式暂定为平板式筏基,待详勘报告提供后,根据报告提供的差异沉降分析对该部分基础形式及布置作出相应调整。如差异沉降量明显,则将纯地下室部分的基础形式改为墙、柱下条基加防水底板,并在防水底板下铺设软垫层。该方案可有效地减小不均匀沉降且节省材料用量。

2. 抗侧力体系

本工程地上 16 层,局部突出屋面 2 层,以中庭划分为南北两个塔,两部分均为现浇钢筋混凝土内筒-外框架结构体系,框架抗震等级为二级,剪力墙的抗震等级为一级。

中庭部分为南北两个塔之间 19m 跨度的无柱空间,而且根据建筑功能的要求,中庭在竖向应能够灵活分隔布置。中庭部分的结构采用如下处理方法:6 层、10 层及顶层采用现浇钢筋混凝土楼盖结构将南北双塔连接成一体。为了满足大跨度梁对变形的要求,采用后张预应力工艺,增加构件的承载力与刚度,减小挠度及裂缝宽度。在其他各层按建筑要求灵活设置轻型钢结构楼盖,钢梁支承在由柱边挑出的牛腿上,并在钢梁端部下设置橡胶平板支座。这样做既保证中庭在竖向布置具有一定的灵活性,同时有效地增强了结构整体刚度和抗侧力能力,限制了双塔在地震和风荷载作用下的水平相对位移与扭转效应,降低了中庭钢梁支座对变形量的要求。

3. 楼盖体系

考虑本工程高层、大跨度的特点,为了合理地利用空间,有效地降低层高,本设计对井字梁、双向密肋梁、无粘接预应力平板等三种楼盖体系进行技术经济比较。三种楼盖方案的材料用量及“结构+管线总高度”参见表 3-4。

从表 3-4 可以看出,井字梁楼盖的综合材料用量明显低于其余两种。无粘结预应力平板楼盖的“结构+管线总高度”小于井字梁楼盖,但在限高范围内并不能增加层数,而且结构整体抗侧力刚度减小,对建筑物的抗震、抗风性能将产生较大的不利影响。就本工程的具体情况而言,井字梁楼盖优于其他两种楼盖方案。另外,井字梁楼盖的刚度较大,而且施工简单。综上所述,本工程楼盖结构主要采用井字梁楼盖。

三种楼盖方案的材料用量和“结构+管线总高度”

表 3-4

楼 盖 方 案	混凝土折合厚度(cm/m^2)	钢筋重量(kg/m^2)	结构+管线总高度(mm)
井 字 梁	20.4	26.8	900
双向密肋梁	25.2	31.5	1020
无粘结预应力平板	24.2	预应力筋 10.8 普通钢筋 9.1	770

注: 1. 表中材料用量是按竖向荷载作用的计算结果, 未考虑水平风荷载和地震作用。

2. 井字梁楼盖可考虑消防喷洒管穿梁, 其“结构+管线总高度”中未计入此高度。

为了有效地减轻结构自重, 除六层、十层及顶层外中庭部分楼盖采用实腹钢梁加檩条上覆花纹钢板的轻型楼盖。连接双塔的天桥采用桁架梁上覆花纹钢板桥面, 桁架梁上翻兼做栏杆, 将建筑、结构要求有机地结合起来, 节省造价。

4. 抗震缝、沉降缝、温度缝

为了满足建筑使用要求以及方便施工, 本工程不设防震缝、沉降缝、温度缝。纯地下室部分与高层部分之间的差异沉降问题视沉降分析结果, 通过调整基础形式解决。地下室面积较大, 本设计拟设四条后浇带, 并采取在混凝土中掺入适量微膨胀剂, 设置膨胀加强带等措施来补偿混凝土收缩。6层、10层及顶层楼面分别在中庭两侧设置两条后浇带, 其余层楼面不设。为了解决温度应力问题, 除建筑外墙及屋面采取有效的保温措施外, 还采取了增大屋面板配筋率等其他措施。

六、结构构件断面尺寸

各层结构平面图详见插页图(图结初-1~图结初-8)。

七、结构计算

1. 整体分析

整体分析计算采用由中国建筑科学研究院编制的《高层建筑结构空间有限元分析软件 SATWE》(2000年3月版), 按单塔、中庭设置弹性楼板进行整体分析, 上部结构与地下室作为一个整体统一考虑, 地震作用和风荷载按两个主轴方向作用, 考虑平动与扭转耦合的影响, 上部结构嵌固点为 ± 0.000 。主要计算结果参见表 3-5~表 3-7。

结构自振周期

表 3-5

周 期 (秒)		
$T_1=1.346$	$T_2=1.317$	$T_3=1.276$
$T_4=0.367$	$T_5=0.332$	$T_6=0.310$
$T_7=0.304$	$T_8=0.214$	$T_9=0.202$
$T_{10}=0.194$	$T_{11}=0.180$	$T_{12}=0.173$

基底剪力与基底弯矩

表 3-6

作 用 方 向		剪力 V_0 (kN)	V_0/G_E	弯矩 M_0 (kN·m)
风	X	3644	—	204115
	Y	5883	—	315916
地 震	X	41777	4.06%	1623023
	Y	46887	4.55%	2100116

注: ± 0.000 以上建筑的重力荷载代表值: $G_E=1030028\text{kN}$ 。

地震作用下的位移 表 3-7

作用方向	层间位移		顶点位移	
	计算值	允许值	计算值	允许值
X	1/1659	1/800	1/1928	1/850
Y	1/1761		1/2016	

2. 基础计算

在进行基础设计时，筏板计算采用了由北京理正软件研究所编制的《理正基础辅助设计软件 Fcad》(2.1 版)。