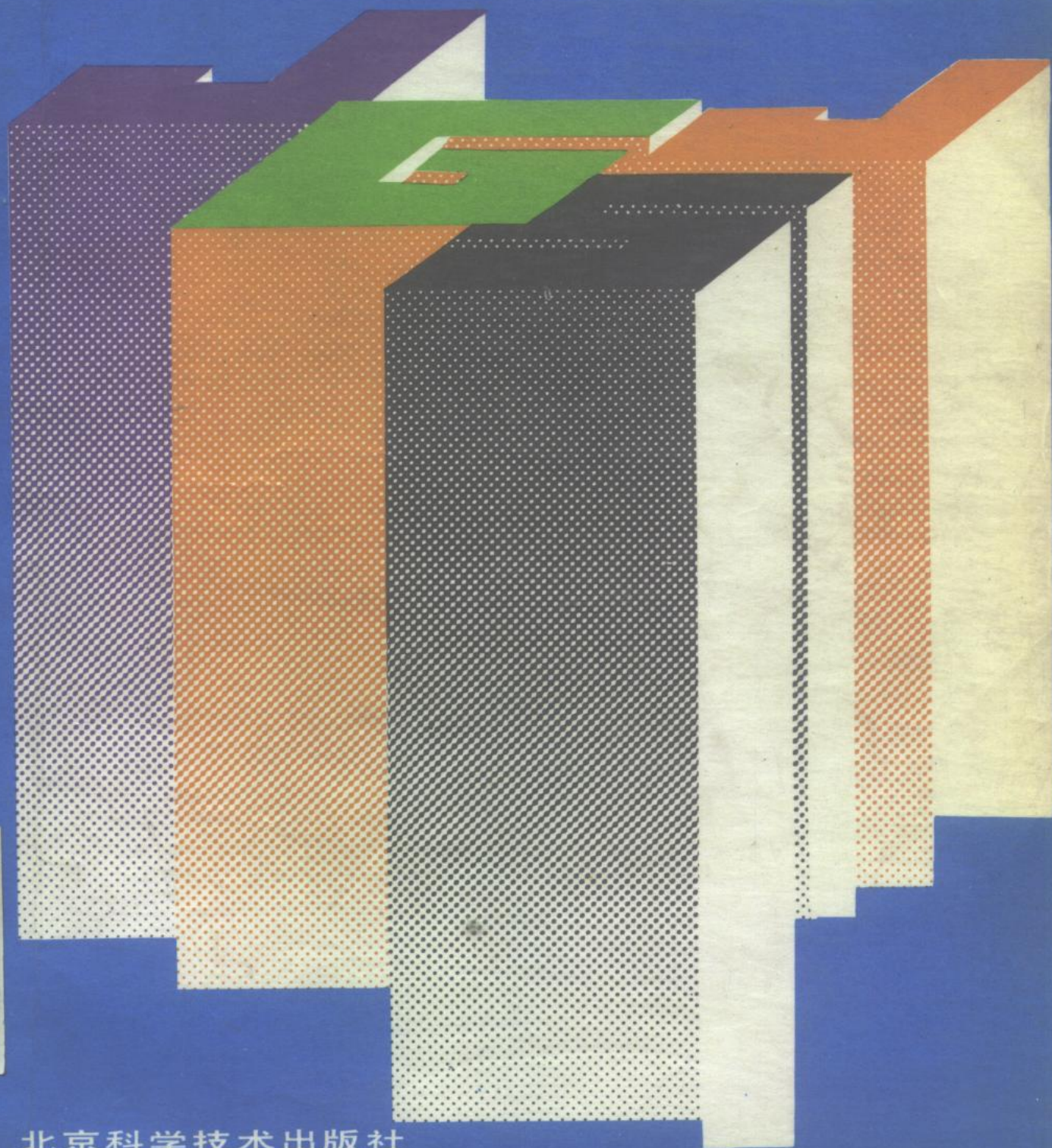


建筑结构设计

● 应用新规范



北京科学技术出版社

建筑结构 设计

(应用新规范)

徐占发 主编

北京科学技术出版社

(京)新登字 207 号

内 容 提 要

本书是以《建筑结构设计标准》(GBJ 68-84)为准则,根据新颁布的《建筑结构荷载规范》(GBJ 9-87)、《混凝土结构设计规范》(GBJ10-89)、《砌体结构设计规范》及《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89)等编写而成。内容有结构选型、建筑结构荷载与材料、建筑结构计算简图和设计方法、钢筋混凝土结构基本构件设计、砌体结构设计、钢筋混凝土梁板结构设计和钢筋混凝土框架结构设计。结构设计中阐述了无抗震设防要求和有抗震设防要求两种情况。

本书附有大量的设计实例、设计资料和常用图表,可满足一般教学、设计、施工和管理工作需要。本书可作为工业与民用建筑专业、建筑结构专业和建筑学专业的教学参考书,也可作为广大土建设计、施工和管理人员学习和应用新规范的辅导材料。

建 筑 结 构 设 计

(应用新规范)

徐占发 主编

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街 16 号)

邮政编码 100035

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销
北京地质印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 18.125 印张 442 千字
1992 年 7 月第一版 1992 年 7 月第一次印刷
印数 1—12100 册

ISBN 7-5304-1070-9/T·223 定价: 9.00 元

前 言

本书以《建筑结构设计标准》(GBJ68-84)为准则,根据新颁发的各种规范编写而成。第一章为建筑结构选型,介绍了结构设计的基本内容、结构主要型式。第二章,结构计算简图,结合实例介绍其简化方法。第三章建筑结构荷载,系统介绍了规范主要内容和使用方法。第四章建筑结构材料。第五章结构设计方法。第六、七章钢筋混凝土梁、板、柱主要构件的设计方法和构造要求。第八章砌体结构设计,除全面介绍了设计和构造等内容外,对墙梁等也做了阐述,并给出了有抗震设防和无设防的设计实例。第九章钢筋混凝土梁板结构,结合设计实例详细介绍了现浇和预制楼盖、楼梯等典型类型的设计方法和步骤。第十章钢筋混凝土框架结构,通过设计实例重点阐明有抗震设防要求的设计方法和构造要求。

本书内容充实,语言通俗,例题完备,注重实用。在编写体系上,力求以《建筑结构设计标准》(GBJ68-84)为纲领,体现诸种结构形式的内在联系和统一。编写方法上,集构件设计和结构设计,有抗震设防和无抗震设防诸种情况,既考虑学习规律又照顾设计、生产程序,由浅入深,循序渐进。实为学习和应用新规范的一本有益的参考书。本书附有大量设计实例、设计资料和常用图表,可满足教学、设计、施工和管理的需要。可供土建设计、施工和管理人员及大专院校师生学习与应用。

因水平有限,书中一定存在许多缺点和不足,甚至错误,恳请读者批评指正。

编者

1992年6月

主编 徐占发

编写 徐占发 戴益华 陆 科 李汝庚

陈贵民 蒋仁梅 孙 震 唐 岚

目 录

绪 论	1
第一章 建筑结构选型	5
第一节 建筑结构的分类	5
第二节 屋(楼)盖结构选型	11
第三节 基础结构选型	19
第四节 楼梯结构选型	21
第二章 结构计算简图	24
第一节 支座、结点和构件的简化	24
第二节 结构体系的简化	26
第三章 建筑结构荷载	30
第一节 荷载的分类及其特性	30
第二节 荷载的代表值	31
第三节 荷载分项系数及荷载设计值	40
第四节 地震作用	41
第四章 建筑材料	48
第一节 结构材料性质及强度取值	48
第二节 钢材	51
第三节 混凝土	54
第四节 钢筋混凝土	57
第五节 砌体结构材料	58
第五章 建筑结构设计方法	66
第一节 结构的功能要求和极限状态	66
第二节 概率极限状态设计法	67
第六章 钢筋混凝土受弯构件设计	74
第一节 受弯构件的构造	74
第二节 单筋矩形截面梁正截面受弯承载力计算	77
第三节 双筋矩形截面梁正截面受弯承载力计算	83
第四节 T形截面梁正截面受弯承载力计算	86
第五节 斜截面受剪承载力计算	91
第六节 纵向受力钢筋的构造措施	97
第七节 梁的裂缝和挠度验算	101
第七章 钢筋混凝土受压构件设计	106
第一节 受压构件的构造	106

第二节	轴心受压柱的正截面承载力计算	108
第三节	偏心受压柱的正截面承载力计算	109
第四节	偏心受压柱的斜截面承载力计算	120
第八章	砌体结构设计	121
第一节	砌体墙柱的高厚比验算	121
第二节	砌体构件的承载力计算	125
第三节	刚性方案房屋墙柱计算	159
第四节	刚性条形砖基础设计	169
第五节	多层砌体房屋的抗震设计	171
第九章	钢筋混凝土梁板结构设计	186
第一节	连续梁、板的内力计算方法	186
第二节	单向板的计算和配筋	190
第三节	次梁的计算和配筋	192
第四节	主梁的计算和配筋	193
第五节	双向板肋形楼盖设计	202
第六节	预制装配式楼盖设计	211
第七节	现浇钢筋混凝土楼梯设计	214
第十章	钢筋混凝土框架结构设计	223
第一节	框架结构的布置	223
第二节	竖向荷载作用下的内力计算	228
第三节	水平荷载作用下的内力近似计算	232
第四节	荷载效应组合	240
第五节	框架结构抗震验算	246
第六节	抗震构造措施	258
第七节	柱下单独基础设计	262
附 录		266
附表 1	均布荷载和集中作用下等跨连续梁的内力系数	266
附表 2	按弹性理论计算矩形双向板在均布荷载作用下的弯矩系数	272
附表 3	均布水平荷载下各层柱标准反弯点高度比 y_0	275
附表 4	倒三角形荷载下各层柱标准反弯点高度比 y_0	277
附表 5	上下梁相对刚度变化时修正值 y_1	279
附表 6	上下层柱高度变化时的修正值 y_2 和 y_3	279
附表 7	矩形和T形截面受弯构件正截面强度计算	280
附表 8	钢筋的计算截面面积及公称质量	281
附表 9	各种钢筋间距时每米板宽内的钢筋截面面积	282
参考文献		283

绪 论

一般建筑物都是由屋顶、楼板、墙体和地板等基本构件围成的几何空间，供人们从事各种活动，同时避免外界风雨寒暑的影响。

房屋建筑按用途可分为工业建筑、农业建筑、公共建筑和民用建筑等；按层数或高度可分为高层建筑、多层建筑、低层建筑。房屋按构成功能或专业工种可分为建筑、结构和设备三部分。那么，什么叫建筑结构，建筑与结构的关系是什么，以及建筑结构的设计程序和内容是什么，学习建筑结构设计应注意的问题是什么，绪论中将予以简要介绍。

一、建筑结构和结构构件

建筑结构是指建筑物中由结构构件组成的承重骨架。它的功能是形成建筑功能所要求的基本空间和体型；并且在各种作用下，确保建筑物的安全可靠和正常使用。

结构构件是指组成建筑结构并具有独立功能的结构材料单元或部件，如屋架、梁、屋面板、楼板、墙、柱、基础等。

1. 建筑结构构件

建筑结构基本构件的受力分析是建筑结构设计的基础。下面介绍主要结构构件的受力特点：

(1) 屋面板承受风、雪、积灰和屋面自重；楼板承受人群、家具、设备及自重。荷载作用方向垂直轴线，产生弯曲变形，内力以弯矩为主。图0-1(a)

(2) 梁承受板传来的荷载及自重，荷载作用方向垂直轴线，产生弯曲变形，内力以弯曲及剪力为主。图0-1(a)

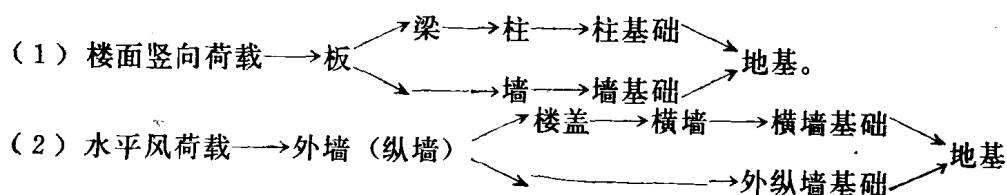
(3) 墙承受梁、板传来的荷载及自重，荷载作用方向平行于轴线，产生压缩变形，内力以轴向压力为主。外墙还承受风荷载，此时，作用方向垂直于轴线，产生侧向弯曲变形，受力同板。两者组合起来形成压弯构件。图0-1(b)

(4) 柱承受梁或屋架传来的压力和自重，荷载方向平行于轴线。作用线与轴线重合时为轴心受压柱，主要受压力；不重合时，称为偏心受压柱，除承受轴力外，尚承受弯矩作用。图0-1(c)

(5) 基础承受墙柱传来的荷载并将其扩散到地基上去。地基就是承受基础传来压力的土层。基础承受压力和地基反力作用。图0-1(d)

2. 建筑结构的类型

结构构件通过正确的连接，组成能承受并传递荷载的房屋骨架，即建筑结构如图0-2示。合理的结构体系必须受力明确、传力直接、结构先进。建筑结构设计中，必须判明荷载在结构体系中的传递途径。一般传递途径如下：



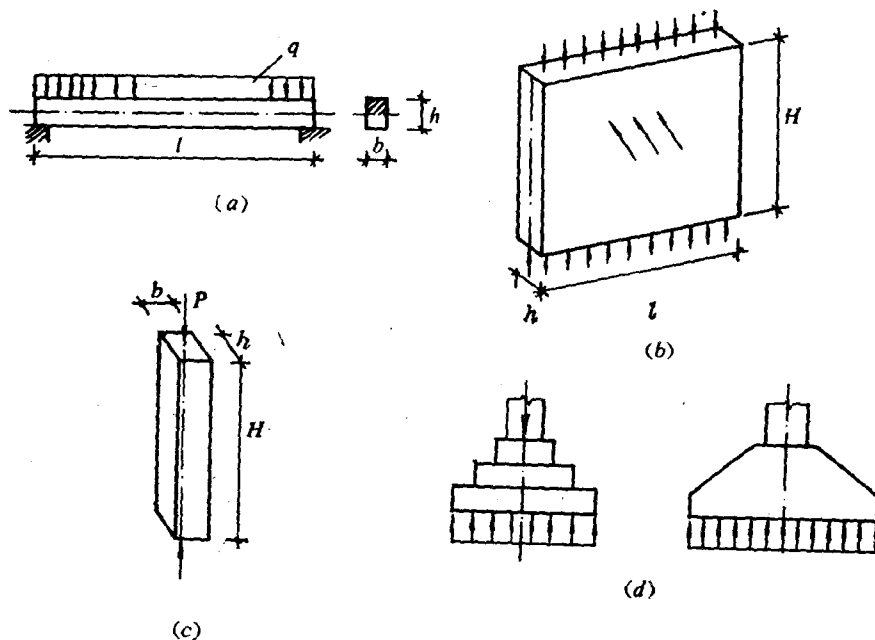


图 0-1 建筑结构构件受力特点
(a) 梁、板；(b) 墙；(c) 柱；(d) 基础

建筑结构类型的划分有不同的方法。主要有按结构所用的材料类别亦称结构形式和按结构承重体系来划分：

(1) 按结构材料类别可分为四类：
钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构。

(2) 按结构承重体系可分为六类：
混合结构、排架结构、框架结构、框架—剪力墙结构、剪力墙结构、筒体结构等。

在建筑结构设计时，选择屋（楼）盖结构型式、基础结构型式及楼梯结构型式，也是确定结构方案的主要内容。

建筑结构的分类及选型将在第一章及以后各章中详细介绍。

二、建筑与结构的关系

一幢建筑物按其构成功能或专业工种可分为建筑、结构和设备。建筑是人们运用一定的物质材料创造的空间环境的一种

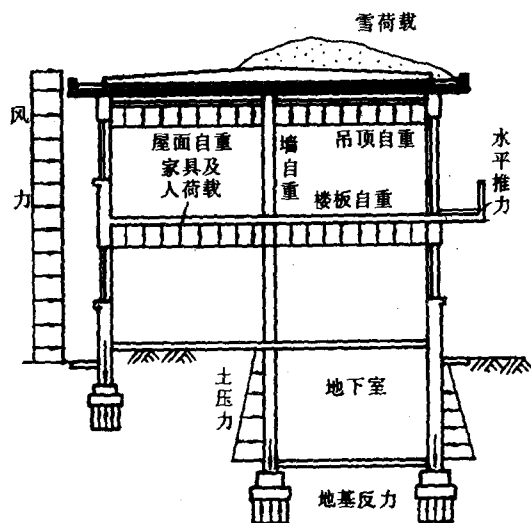


图 0-2 建筑结构受力图

技术艺术品。结构则是由结构构件组成的满足建筑功能要求的承重骨架。结构是建筑物赖以存在的物质基础。建筑推动结构理论的发展，结构则促进建筑形式的创新。设备是保证与改善人们生产和生活的环境条件如给水排水、供热通风和供电照明等。一切成功的建筑物都是建筑、结构、设备三者巧妙的有机的结合体。

因而，一幢建筑物的诞生和存在是经过可行性调查研究、设计、建造和维修的整个过程以及建设部门、建筑设计院和建筑工程公司等单位的各工种的工人、工程技术人员和管理干部的通力协作，共同完成的。

显然，一项建筑工程的设计工作，是需要土建专业中建筑、结构、给水排水、供热通风、供电照明等各工种互相配合完成的。建筑设计是对拟建建筑物预先进行设想和规划，根据建筑物的用途和要求确定其各部分的形式和尺寸，并将各部分有机地组合到一起，创造出优美协调的建筑空间环境。建筑设计是根据生产和生活功能进行工程技术与建筑艺术的综合，它又是各专业工种的协调者与领导者，还需全面考虑城乡建设、环境保护、材料供应及建筑施工的要求和制约。结构设计是根据建筑布置和荷载大小来选定结构方案，并确定结构各部分用料、尺寸和构造作法。

显然，各工种之间的配合和协调是非常重要的。为配合好，就需具备其它工种的专业知识，及时了解工作情况。

三、建筑工程的设计程序

（一）建筑工程的设计阶段

一般建筑工程设计可分为三个阶段进行，即初步设计、技术设计和施工图设计阶段。对较小的工程，有时将初步设计和技术设计合并为扩大初步设计，分为两阶段进行。

1. 初步设计阶段

主要是提供建设项目可行性分析，确定基本规模、重要工艺和设备及工程项目的方案设计，以及核定概算总投资等原则问题。进行可行性研究，首先进行调查工作，包括环境状况，水、电、交通状况，地形、地质、气象情况，材料供应及施工条件等。对土建专业来说，需完成下列文件：总平面图，建筑平、立、剖面图；结构体系说明，应有结构形式、结构体系、施工方案、结构平面布置及缝的划分等内容；设备的系统说明；工程概算。

2. 技术设计阶段

在初步设计文件批准的基础上解决工艺技术标准、主要设备类型、主要工程项目的建筑结构形式和控制尺寸以及单项工程预算等主要技术问题。对技术关键问题应做出处理，各专业应协调解决存在的矛盾。

3. 施工图设计阶段

在技术设计文件批准的基础上，提出满足建筑工程施工要求的全部图纸和文字资料，其施工图预算应满足决算要求。

（二）单项工程设计步骤

单项建筑工程的设计步骤大致如下：

（1）建筑专业提出较成熟的初步建筑设计方案。

（2）结构专业根据建筑方案进行结构选型和结构布置，并确定有关结构尺寸，对建筑方案提出必要的修正。

（3）建筑专业根据修改后的建筑方案进行建筑施工图设计。

（4）结构专业根据修改后的建筑方案和结构方案进行荷载计算、内力分析、截面设计和构造设计，并绘制结构施工图。

（三）结构施工图的绘制

施工图是全部设计工作的最后成果，是施工的主要依据，是设计意图的最准确、最完整的体现，是保证工程质量的重要环节。绘制施工图是做好技术工作所必须掌握的基本技能之一。

施工图按专业内容，分为建筑、结构、水、暖、电等几部分。结构施工图编号前一般冠以“结施”字样。绘制结构施工图应遵守一般的制图规定和要求，并应注意以下事项：

（1）图纸应按以下内容和顺序编号：结构设计说明，基础平面图、剖面图，楼盖平面图，屋盖平面图，柱、梁、屋架等构件详图，楼梯平面和剖面图。

（2）结构设计说明，一般是说明图纸难以表达的内容，如材料质量要求，施工注意事项和主要质量标准。对局部问题的说明，可分别放在有关图纸的边角处。

（3）楼盖和屋盖结构平面图应分层绘制，必须准确标注柱、梁、楼梯和纵横轴线的位置关系以及各种板的规格、数量和布置，同时应表示出墙厚及圈梁的位置和构造作法。构件代号根据“国标”规定应以构件名称的汉语拼音的第一个字母大写标志。如选用标准构件，其构件代号与标准图一致，并标明标准图集的编号和页码。平面图是一种装配图，应准确标明构件关系及轴线或柱网尺寸，孔洞及埋件的位置及尺寸。一般比例取1:100。

（4）基础平面图，内容和要求基本同楼盖平面图，尚应绘制基础剖面大样及注明基底标高，钢筋混凝土基础应画出模板配筋图。比例一般取1:100。

（5）构件施工详图。梁、板、柱等应分类集中绘制，对各构件应把钢筋规格、形状、位置、数量表示清楚，钢筋编号不能重复，用料的规格应用文字说明，对标高尺寸应逐个构件标明，对预制构件应标明数量、所选用标准图集的编号。复杂外形的构件应绘出模板图，并标注预埋件、预留洞等。大样图可索引标准图册。比例一般取1/10~1/20。

（6）绘图的依据是计算结果和构造规定，同时，应充分发挥设计者的创造性，力求简明、清楚、图纸数量少。但不能与计算结果和构造规定相抵触。

施工图交付施工，并不意味着设计已经完成，在施工过程中，根据情况变化，还得不断修改设计；建筑物交付使用后，经过最关键的实践检验后，做出工程经验总结，才算最后完成。

四、学习《建筑设计》应注意的问题

建筑结构是钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构的总称。《建筑设计》是介绍建筑结构计算理论和建筑工程结构设计知识的综合性、实践性很强的专业参考书。

钢筋混凝土和砌体结构都是非匀质、非弹性、非连续的复合材料。结构理论主要是在科学实验和工程实践基础上建立的，计算方法多为半理论半经验公式。学习中应掌握基本概念，理解经验系数的含义，注意公式的适用范围。

建筑结构设计是一种生产实际工作。越接近实际的东西，越生动、丰富和复杂。学习中要密切联系实际，用基本理论和基础知识解决工程实际问题。既要遵循各种结构设计规范，又要发挥创造性。要重视整体设计，也要重视构造处理。

建筑结构设计方法的建立是建筑结构科学研究的目的，也是建筑结构施工的依据，因而不仅建筑结构设计人员要熟练掌握，而且其他土建专业人员亦应熟悉。因而，它应受到土建专业各类人员的重视。

第一章 建筑结构选型

建筑结构选型是结构设计中确定方案的重要内容，现将主要的结构形式、结构体系，以及屋（楼）盖、基础和楼梯的型式做一介绍。

第一节 建筑结构的分类

建筑结构有不同的分类法。主要有按结构所用材料的类别分类和按结构承重体系不同分类两种方法。

一、按所用材料分类

结构主要使用的材料类别，工程上常称为结构形式，可分为四类。

1. 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构是最主要的一种结构，广泛用于各类建筑工程中。除用于工业与民用建筑外，还用于地下、水工、港口、桥梁、隧道等土木工程和国防工程中。

钢筋混凝土结构的优点如下：

（1）耐久性好。在一般环境下，钢筋受混凝土保护而不易锈蚀，且其强度随时间增长有所提高，故耐久性好，几乎不需要经常维修和保养。

（2）强度高。和砖木相比，强度较高。在某些情况下可以代替钢结构，因而能节约钢材。

（3）耐火性好。混凝土是不良导热体。遭火灾时，钢筋受混凝土保护不会很快达到软化而导致结构破坏。其耐火性能比钢结构好。

（4）可模性好。根据设计需要可以浇筑成各种形状和尺寸的结构，因而适用于形状复杂的结构，如空心楼板、空间薄壳等。

（5）整体性好。有利于抗震、抗爆。

（6）易于就地取材。材料用量最多的砂、石，产地普遍，易于就地取材，因而可减少运输费用，降低造价。

钢筋混凝土结构的缺点如下：

（1）自重大。这对于建造大跨度结构和高层抗震结构是不利的。

（2）施工比较复杂，工序多，工期长；冬季施工和雨季施工困难，需要采取必要的措施以保证工程质量。

（3）抗裂性差。在正常使用时，普通钢筋混凝土结构往往有裂缝。这对要求不开裂的结构是很不利的。随着科学的发展，这些缺点已经或正在逐步得到克服，如采用轻质高强混凝土以减轻结构自重，采用预应力混凝土以提高构件的抗裂性。

2. 砌体结构

砌体结构是用砖、砌块及石料等块材通过砂浆砌筑而成。它是主要建筑结构之一，历史悠久，应用普遍，主要用于六层以下的住宅、办公楼和教学楼，无吊车或小吨位吊车的单层厂房，以及烟囱、水塔、料仓及小型水池等特种结构。

砌体结构的主要优点是易于就地取材，节约水泥、钢材和木材，造价低廉，有良好的耐火性和耐久性，有较好的保温隔热性能。主要缺点是强度低，自重大，砌筑工程量繁重，抗震性能差等，因而限制了它的使用范围。今后，砌筑制品应向高强、多孔、薄壁、大块、配筋等方向发展。

3. 钢结构

钢结构是用各种型材通过焊接或螺栓等连接而成的结构。它有如下特点：

(1) 承载能力高而重量轻。

(2) 材质均匀，可靠性好。

(3) 钢材的塑性和韧性好。

(4) 制造与施工方便。钢结构在工厂里加工，制作简便、精度高。构件在现场拼装或吊装，施工方便，工期短。

(5) 钢材耐热性好，耐火性差。当温度超过 150°C 时需采取防护措施；在 500°C 以上时，结构完全丧失承载能力。

(6) 钢材易于锈蚀，维修费用高。

钢材是理想的建筑材料，应用广泛，造价高，应特别注意节约钢材。目前，多用于大跨度结构、重型工业厂房、高耸结构及40层以上的高层建筑和薄壁型钢屋架等轻钢结构。

4. 木结构

木结构是以木材为主制成的结构。其优点是易于就地取材，自重轻，制作简单，易于施工。木材的缺点是多疵病、易燃、易腐、易虫蛀等。我国木材产量有限，应注意节约。木材不宜用在重要建筑及高温、潮湿环境中，但在山区、林区和农村中应用普遍。

结构形式的选择是建筑结构设计的重大课题，因此，要根据不同的地区、不同的施工条件、不同的建筑要求，在可能的条件下综合考虑、合理选用，以设计建造出符合“坚固、安全、适用、美观”的工程。

二、按结构体系分类

建筑结构设计时，在选定结构主要用料的同时，应合理选定结构体系。结构体系是指建筑物中的结构构件按一定规律组合成的一个承受和传递荷载的骨架系统。常用的结构体系分述于下。

1. 混合结构

混合结构是指建筑物的墙、柱、基础等竖向承重构件由砌体结构组成，而屋盖、楼盖则由钢筋混凝土结构、钢结构或木结构等组成的混合承重结构体系。根据屋（楼）盖结构布置的不同，一般可分为三种类型：

(1) 横墙承重体系。多数横向轴线处布置墙体。屋（楼）面荷载通过钢筋混凝土楼板传给各道横墙，横墙是主要承重墙。纵墙主要承受自重，侧向支承横墙，保证房屋的整体性和侧向稳定性。横墙承重体系的优点是屋（楼）面构件简单，施工方便，整体刚度好；缺点是房间布置不灵活，空间小，墙体材料用量大。主要用于5~7层的住宅、旅馆、小开间办公楼，如图1-1(a)示。

(2) 纵墙承重体系。屋（楼）盖梁（板）沿横向布置，楼面荷载主要传给纵墙，纵墙是主要承重墙。横墙承受自重和少量竖向荷载，侧向支承纵墙。主要用于进深小而开间大的教学楼、办公楼、试验室、车间、仓库和影剧院等建筑物，如图1-1(b)、(c)示。

(3) 内框架承重体系。建筑物内部设置钢筋混凝土柱，柱与一端支于外墙的横梁形成内框架。外纵墙兼有承重和维护作用。它的优点是，内部空间大，布置灵活，经济效果和使用效果均好。但因其由两种性质不同的结构体系合成，地震作用下破坏严重，外纵墙尤甚。一般地震区不宜采用。如图1-1 (d) 示。

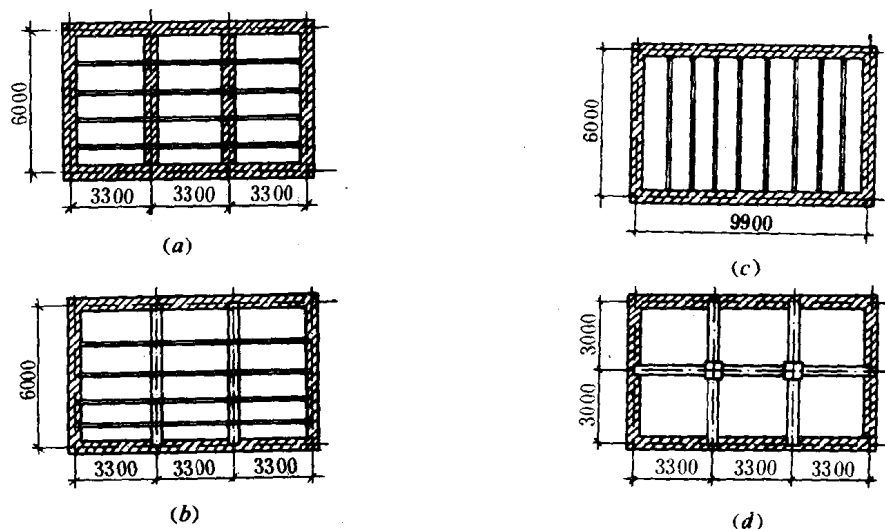


图 1-1 混合结构体系

(a) 横墙承重体系；(b) 短向板纵墙承重体系；(c) 长向板纵墙承重体系；(d) 内框架承重体系

2. 框架结构

框架结构是由梁、柱组成的承受竖向荷载和水平荷载的结构体系。墙体只起围护和隔断作用。框架结构具有建筑平面灵活，室内空间大等优点，广泛用于多层厂房、商店、办公楼、医院、教学楼及宾馆等建筑中。

由于梁、柱截面有限，侧向刚度小，在水平荷载作用下侧移大，故框架结构一般又称为柔性结构。其高度不宜超过15~20层，地震区不宜超过7层。

框架结构实为空间结构，由横向框架和纵向框架组成。一般把主要承受楼板重量的框架称为主框架。根据楼板的布置方式，可分为下列三种承重方案：

(1) 横向承重框架方案。楼板沿纵向布置，支于横梁上。横向刚度大，利于抵抗风荷载。纵向连系梁截面高度小，有利于采光。但横梁截面高度大，不利于通风管道布置，且开间受楼板长度限制，如图1-2(a) 示。

(2) 纵向承重框架方案。楼板沿横向布置，支于纵梁上。纵梁截面大，横梁截面小，因而楼层净高大，有利于管线穿行，且开间布置灵活，但横向刚度小。多用层数较少房屋。如图1-2(b) 示。

(3) 双向承重框架方案。纵、横梁均承受楼板传来的荷载。这种方案的整体刚度好。一般用于大柱网，平面接近正方形的建筑物，或有抗震设防要求的建筑物，如图1-2(c) 示。

框架结构根据施工方案不同，可分为下列四种：

(1) 全现浇框架 (见图1-3, c)。框架全部构件均在现场浇筑。主要优点是结构整体性和抗震性能好，省钢材，造价较低。对使用功能复杂的多、高层建筑物宜采用全现浇。缺点是木模板消耗量大，现场工作量大，施工周期长，冬季施工需采取防冻措施。近

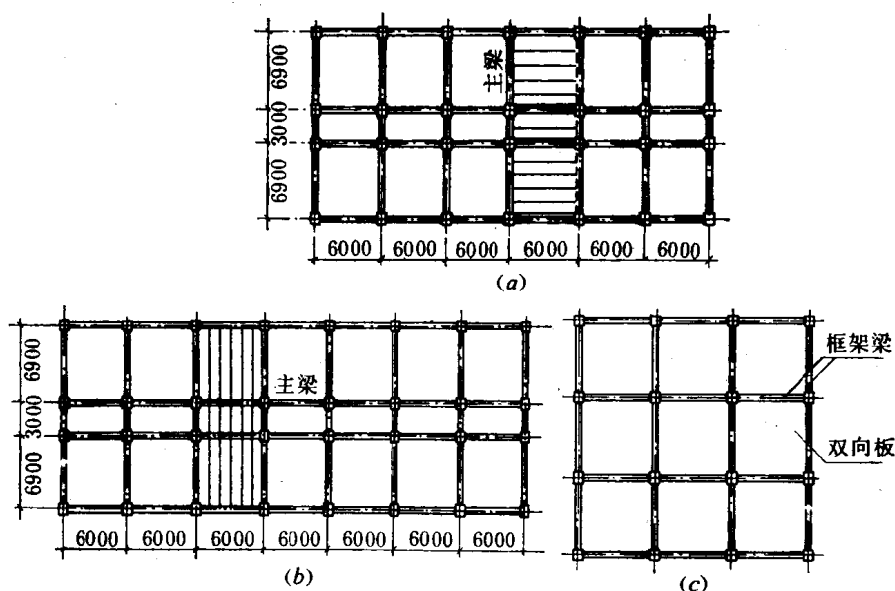


图 1-2 框架结构承重方案

(a) 横向承重框架；(b) 纵向承重框架；(c) 双向承重框架

年来推广使用工具式模板、泵送混凝土和使用外加剂等技术，这些缺点正逐步得到克服。

(2) 半现浇框架。此种框架为梁、柱现浇，板预制；或柱现浇，梁、板预制。预制板可先加支承，做为施工平台；也可采用叠合梁，板不加支承，然后将梁、板、柱浇为一体。半现浇框架的优点是施工方便，节点构造简单，整体性好。比全现浇省木模板约20%，比装配式省钢材和水泥约20%。目前应用较多，尤其是地震区。

(3) 装配式框架（见图1-3，a）。梁、板、柱均为预制，经现场焊接连接成整体框架。它的优点是可采用机械化、工业化生产，构件可以标准化、定型化，较全现浇省木模板约60%，缩短工期约40%。缺点是增加节点连接件，用钢量多；使用大型运输和吊装机械，造价增高；整体性差，多用于非地震区。

(4) 装配整体式框架（见图1-3，b）。预制梁、板、柱安装就位后，用局部现浇混凝土使构件连接成整体的框架。优点是能保证节点刚结，结构整体性好，应用较普遍。

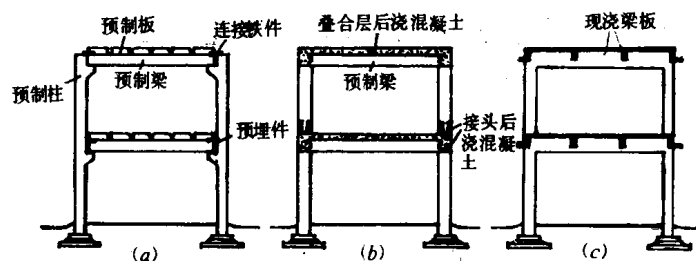


图 1-3 框架结构施工方案

(a) 装配式框架；(b) 装配整体式框架；(c) 全现浇框架

3. 框架-剪力墙结构

此种结构为，在框架结构的适当部位设置一定数量的钢筋混凝土墙体所组成的结构体系，如图1-4示。剪力墙主要承受水平地震作用或风载所产生的剪力，框架主要承受竖向荷载和少部分剪力。这种结构抗侧移能力提高很多，一般称为半刚性结构体系。多用于

16~25层办公楼、旅馆、住宅及某些工业厂房。但是，剪力墙限制了平面布置的灵活性，因此，建筑与结构设计人员应互相配合，巧妙而合理的布置。布置原则是均匀对称、结构刚心和建筑质心接近，尽量设置在建筑物端部、结构薄弱处。

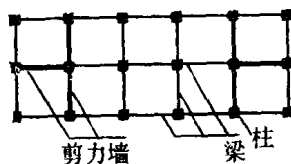


图 1-4 框架-剪力墙结构

4. 剪力墙结构

此种结构为，由钢筋混凝土纵（横）向墙体组成的结构体系，如图 1-5 示。墙体兼有承重、围护和分隔作用。侧移刚度大，一般用于16~35层的住宅、旅馆等，如广州33层的白云宾馆，北京23层的西苑饭店等。

剪力墙结构常用的平面布置方式有板式楼和塔式楼。为满足底层大房间的需要，非地震区，可把底层做成框架结构，称为框支剪力墙结构。地震区为避免刚度突变，可把底层做成部分框支、部分落地剪力墙的底层大空间剪力墙结构。

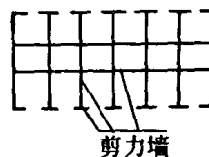


图 1-5 剪力墙结构

5. 筒体结构

由墙体构成的空间薄壁筒体结构形成竖向悬臂箱形梁。这种结构具有很好的抗弯、抗扭性能和极强的抗侧移能力，且平面布置灵活，使用空间大。一般可用于30层以上的办公楼、商店及其他综合性服务建筑。

筒体结构从形式上可分为框架-筒体结构、框筒结构、筒中筒结构和多筒结构等，现介绍如下：

(1) 框架-筒体结构（见图1-6，a）。由楼电梯间、管道竖井等剪力墙组成实腹内筒体，外部为大柱距普通框架。这种结构具有框架-剪力墙结构同样的优点。我国南京37层金陵饭店就是框架-筒体结构。

(2) 框筒结构（见图1-6，b）。建筑物的外围由密排柱和窗裙深梁组成。这种密柱深梁结构称为框筒。整个框筒犹如一个悬臂筒体，其刚度和承载力很大。框筒可单独作为抗侧力结构。有时内部设置少量柱子以减小板跨。

(3) 筒中筒结构（见图1-6，d）。外筒为框筒，内筒为剪力墙实腹筒体，楼板为连接内、外筒的刚性隔板。内、外筒共同承受竖向荷载和水平地震作用或风载。这种结构空间布置灵活、使用合理。63层196.6m高的广州国际大厦，27层135m高的北京彩电中心都是采用筒中筒结构体系。

(4) 多筒结构。多筒结构可分为两类，一类是将多个筒体合并为成束筒，一类是在

柱式筒体之间用刚度很大的水平构件相互联系，成为巨型框架。成束筒的抗侧刚度比筒中筒结构更大，可以建造更高的高层建筑，目前世界上最高的美国芝加哥西尔斯大楼，采用9个框筒组成的成束筒，随着高度增加，筒数逐减。该建筑总高442m，是钢结构，如图1-6(e)示。

巨型框架是用筒体作柱子，用高度极大的水平构件作梁，从而组成类似框架的结构。小框架不抵抗侧向力，主要承受和传递竖向荷载。巨型框架的抗侧刚度视筒体及水平构件刚度而定。37层的深圳亚洲大酒店和新华大厦都采用这种结构形式，如图1-6(c)示。

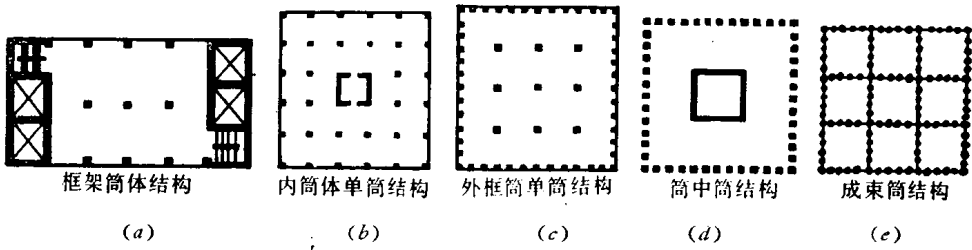


图 1-6 筒体结构体系

6. 结构体系的选择

选择结构体系通常考虑两个主要因素：建筑物的高度（或层数）和建筑物的类型，现分述如下：

(1) 结构体系适用的层数和高度。不同结构体系的强度和刚度不同，因此，适用的层数和高度范围也不一样。各种体系适用层数参见图1-7，建筑物的许可高度参见表1-1。

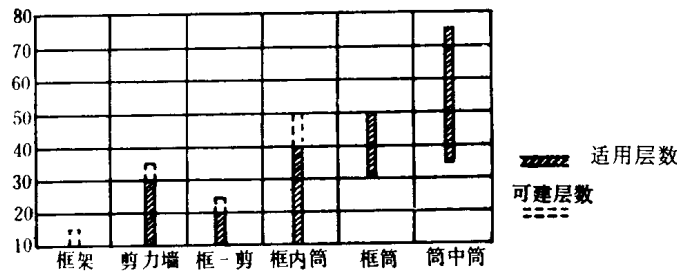


图 1-7 各种体系适用层数

表 1-1 建筑物的许可高度 (m)

结构体系	无设防要求	有抗震设防要求		
		6、7度	8度	9度
现浇框架	60	55	45	—
装配式框架	50	35	25	—
框架-剪力墙	130	120	100	50
剪力墙	150	120	100	60
单筒体	130	120	90	50
筒中筒及多筒体	180	160	120	80