

普通高等院校

精品课程规划教材
优质精品资源共享教材

浙江省省级精品课程

混凝土结构设计

HUNNINGTU JIEGOU SHEJI

金伟良 主编

中国建材工业出版社

浙江省省级精品课程

混凝土结构设计

中国建材工业出版社

ISBN 7-801-2100-1

混凝土结构设计

金伟良 主编

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

混凝土结构设计

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构设计/金伟良主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5160-1018-1

I. ①混… II. ①金… III. ①混凝土结构—结构设计—高等学校—教材 IV. ①TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 261349 号

内 容 简 介

《混凝土结构设计》为浙江省省级精品课程。本教材主要介绍混凝土结构体系与概念设计, 混凝土梁板结构设计, 单层混凝土排架厂房设计, 混凝土结构修复及加固方法。教材根据现行规范《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《单层工业厂房设计示例(一)》(09SG117—1)等规范进行编写, 便于在校大学生走上工作岗位后能更快地适应实际工程的设计、施工的要求。本书可供高等院校土木建筑工程类专业本科学生使用, 也可作为土建工程设计、施工及科研人员的参考用书。

本教材有配套课件, 读者可登陆网站 <http://jpkc.zju.edu.cn/k/192/wlkc/jxkj.html> 免费浏览。

混凝土结构设计

金伟良 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路1号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 10.25

字 数: 255千字

版 次: 2015年1月第1版

印 次: 2015年1月第1次

定 价: 31.80元

本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: zgjcgychs

本书如出现印装质量问题, 由我社营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

本教材系根据全国高等学校建筑科学专业指导委员会审定的教学大纲要求编写, 主要介绍: 混凝土结构体系与概念设计, 混凝土梁板结构设计, 单层混凝土排架厂房设计, 混凝土结构修复及加固方法。教材根据现行规范《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《单层工业厂房设计示例(一)》(09SG117-1)等规范进行编写, 结合实际工程的应用, 重点突出, 实用性强, 不仅可以作为土木建筑工程类专业本科学生的教学用书, 也可作为相关工程技术人员参考资料。

参加本书编写的人员有: 金伟良、岳增国(第1章), 陈驹(第2章), 赵羽习(第3章)。书中不妥与错误之处, 恳请读者批评指正。

编者
2015. 1



中国建材工业出版社

China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、
代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88386119

宣传推广

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-88386906

设计业务

010-68361706

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第1章 混凝土结构体系与概念设计	1
1.1 混凝土结构设计过程	1
1.1.1 混凝土结构设计一般程序	1
1.1.2 混凝土结构设计内容	2
1.2 混凝土结构的构成	4
1.2.1 混凝土结构的基本构件类型	4
1.2.2 混凝土结构的基本构成	6
1.3 混凝土结构体系的基本类型	8
1.3.1 梁板结构体系	8
1.3.2 框架结构体系	9
1.3.3 排架结构体系	9
1.3.4 剪力墙结构体系	10
1.3.5 框架—剪力墙结构体系	11
1.3.6 筒体结构体系	12
1.3.7 框架—核心筒结构体系	12
1.4 结构体系选择	12
1.4.1 结构与构件的破坏模式	12
1.4.2 结构的整体性——形体与刚度	13
1.4.3 高度与结构形式的关系	13
1.4.4 跨度与结构形式的关系	14
思考题	15
第2章 梁板结构设计	16
2.1 概论	16
2.2 整体式单向板梁板结构	16
2.2.1 结构平面布置	17
2.2.2 结构的荷载及计算单元	17
2.2.3 结构的计算简图	18
2.2.4 连续梁、板结构按弹性理论的分析方法	19
2.2.5 连续梁、板结构按塑性理论的分析方法	21

2.2.6	连续梁、板结构按调幅法的内力计算	24
2.2.7	连续梁、板结构的截面设计与构造要点	25
2.3	整体式双向板梁板结构	29
2.3.1	双向板的受力特点	29
2.3.2	双向板按弹性理论的分析方法	30
2.3.3	双向板按塑性理论的分析方法	31
2.3.4	双向板的截面设计与构造要求	35
2.3.5	双向板支承梁的设计	36
2.4	整体式无梁楼盖	37
2.4.1	结构组成与受力特点	37
2.4.2	无梁楼盖柱帽设计	38
2.4.3	无梁楼盖的内力分析方法	39
2.4.4	无梁楼盖板截面设计与构造要求	41
2.5	整体式楼梯	41
2.5.1	楼梯结构形式	41
2.5.2	梁式楼梯计算与构造	42
2.5.3	板式楼梯的计算与构造	44
2.6	整体式单向板设计示例	45
2.6.1	设计资料	45
2.6.2	结构平面布置	45
2.6.3	板的计算	46
2.6.4	次梁计算	47
2.6.5	主梁计算	50
2.7	整体式双向板设计示例	54
2.7.1	设计资料	54
2.7.2	结构平面布置	54
2.7.3	荷载计算	54
2.7.4	按弹性理论计算	55
2.7.5	按塑性理论计算	56
	思考题	59
	钢筋混凝土肋梁楼盖课程设计任务书	60
第3章	单层厂房	61
3.1	单层厂房结构选型	61
3.1.1	单层厂房的结构形式	61
3.1.2	单层厂房的结构组成与传力路线	62

3.1.3 单层厂房的结构布置	64
3.2 排架计算	71
3.2.1 计算简图	71
3.2.2 荷载计算	72
3.2.3 等高排架内力分析——剪力分配法	79
3.2.4 内力组合	83
3.2.5 考虑厂房整体空间作用的计算	85
3.2.6 排架的水平位移验算	86
3.3 单层厂房柱	86
3.3.1 柱的形式	86
3.3.2 矩形柱的设计	87
3.3.3 牛腿	89
3.4 柱下独立基础	94
3.4.1 柱下独立基础的形式	94
3.4.2 柱下扩展基础的设计	95
3.5 单层混凝土排架厂房设计示例	102
3.5.1 设计资料	102
3.5.2 结构方案设计	102
3.5.3 排架结构分析	107
思考题	135
单层厂房结构课程设计任务书	137
附录	139
附录 A 双向板计算系数表	139
附录 B 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	143
附录 C 北京起重运输机械研究所 5~50/10t 吊钩桥式起重机技术资料	150
附录 D 单阶柱柱顶反力系数表	152
附录 E 阶梯形承台及锥形承台斜截面受剪的截面宽度	154
参考文献	156

第1章 混凝土结构体系与概念设计

混凝土结构是建筑物中由混凝土为主要材料做成用来承受各种荷载或者作用,以起骨架作用的空间受力体系,形成人们活动所需的安全、舒适、耐久、美观、稳定的空间,包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构及配置各种纤维筋的混凝土结构等。

建筑工程设计是指建筑物在建造之前,设计者按照建设任务,应用设计工具、依据设计规范和标准、考虑限制条件,把施工过程和使用过程中所存在的或可能发生的问题,事先作好通盘的设想,拟定好解决这些问题的办法、方案,并用图纸和文件表达出来的过程。混凝土结构设计是建筑工程设计中的一个重要内容,其基本任务是在结构的可靠与经济之间选择一种合理的平衡,力求以最低的代价,使所建造的结构在规定的条件和规定的使用期限内,能满足预定的安全性、适用性和耐久性等功能要求。

1.1 混凝土结构设计过程

1.1.1 混凝土结构设计一般程序

混凝土结构设计一般分三个阶段,即初步设计阶段、技术设计阶段和施工图设计阶段(图1-1)。

对一般单项建筑工程项目,首先由建筑专业提出较成熟的初步建筑设计方案,结构专业根据建筑方案进行结构选型和结构布置,并确定相关结构尺寸,对建筑方案提出必要的修正;然后,建筑专业根据修改后的建筑方案进行建筑施工图设计、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。

1. 初步设计阶段 (preliminary design phase)

在初步设计阶段,结构设计人员要根据建筑设计方案提供结构方案,使结构体系和建筑方案协调统一。该阶段的主要任务是确定结构总体系的布置方案,估算结构所受的荷载、地基承受的总荷载、结构的总承载力,验算总体结构的高宽比和倾覆问题,初步估算房屋的总体变形。通过初步设计阶段保证总体结构稳定可靠,结构合理,总体变形控制在允许范围内。

在初步设计阶段,结构设计文件的主要内容是编制结构设计说明书和结构平面简图等。其中,结构设计说明书包括设计依据、结构设计要点和需要说明的问题等,提出具体的地基处理方案,选定主要结构材料和构件标准图等。设计依据应阐述建筑所在地域、地界、有关自然条件、抗震设防烈度、工程地质概况等;结构设计要点应包括上部结构选型、基础选型、人防结构及抗震设计初步方案等;需要说明的其他问题是指对工艺的特殊要求、与相邻建筑物的关系、基坑特征及防护等。结构平面简图应标出柱网、剪力墙、沉降缝等。

2. 技术设计阶段 (technical design phase)

技术设计是对初步设计方案的完善和深化。该阶段结构设计的主要内容为给出结构布置

图，进行结构内力分析，初步估算各结构构件的截面尺寸，从而确定结构受力体系和主要技术参数。

在技术设计阶段，结构工程师通过计算初步确定主要构件（梁、柱、墙等）的截面和配筋；绘出结构平面简图及重要节点大样图以及必要的文字说明，写明对地质勘探、施工条件及主要材料等方面的特殊要求。

3. 施工图设计阶段（working drawing design phase）

施工图设计是项目施工前最重要的一个设计阶段。此阶段混凝土结构设计的主要任务是进行详细的结构分析、截面选择、配筋计算以及有关的构造设计，以保证结构构件有足够的承载力和刚度，考虑结构连接等细节设计以保证各结构构件间有可靠联系，使之组成可靠的结构体系，最后给出可供实际施工的图纸。

施工图设计阶段的设计文件包括建筑、结构、设备等工种的全部施工图纸，工程说明书、结构计算书和设计预算书。

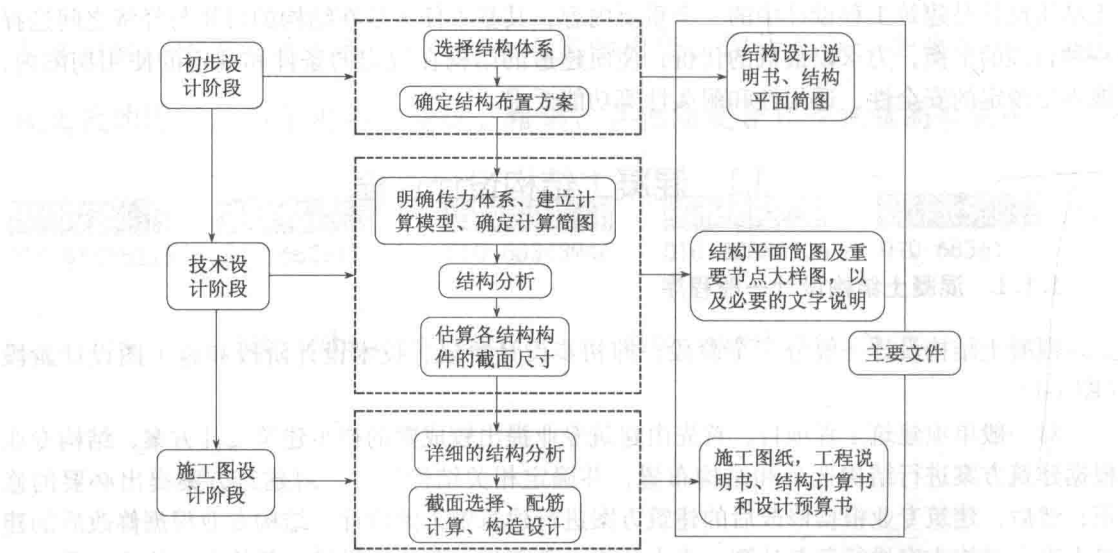


图 1-1 混凝土结构设计一般程序流程图

1.1.2 混凝土结构设计内容

混凝土结构设计的基本内容主要包括四个部分，依次是结构方案设计、结构分析、构件设计和施工图绘制。

1. 结构方案设计

结构方案设计主要是配合建筑设计的功能和造型要求，结合所选结构材料的特性，从结构受力、安全、经济以及地基基础和抗震等条件出发，综合确定合理的结构形式。结构方案应在满足适用性的条件下，符合受力合理、技术可行和尽可能经济的原则。无论是初步设计阶段，还是技术设计阶段，结构方案设计都是结构设计中最重要的一项工作、也是结构设计成败的关键。初步设计阶段和技术设计阶段的结构方案，所考虑的问题是相同的，只不过是随着设计阶段的深入，结构方案的成熟程度不同而已。

结构方案设计包括结构选型、结构布置和主要构件的截面尺寸估算等内容：

(1) 结构选型。在收集基本资料和数据(如地理位置、功能要求、荷载状况、地基承载力等)的基础上,选择结构方案——主要包括确定结构形式、结构体系和施工方案。对钢筋混凝土建筑,结构方案设计包括确定上部主要承重结构、楼(屋)盖结构和基础的形式及其结构布置,并对结构主要构造措施和特殊部位进行处理。进行结构选型的原则是满足建筑特点、使用功能的要求,受力合理,技术可行,并尽可能达到经济技术指标先进。对于有抗震设防要求的工程,要充分体现抗震概念设计思想。

(2) 结构布置。主要包括定位轴线、构件布置和变形缝的设置。定位轴线一般由横向定位轴线和纵向定位轴线组成,用来确定各构件的水平位置;构件布置就是要确定构件的平面位置和竖向位置,平面位置通过与定位轴线的相对关系确定,竖向位置由标高来确定。标高有建筑标高和结构标高两种,建筑标高是指建筑物建造完毕后应有的标高,结构标高是指结构构件表面的标高,指建筑标高扣除建筑构造层厚度后的标高;变形缝包括伸缩缝、沉降缝和防震缝三种,不同的结构类型和结构体系以及建筑构造做法,变形缝的设置和要求不同。确定了结构布置也就确定了结构的计算简图,确定了各种荷载的传递路径。结构布置是否合理,将影响结构的性能。

(3) 构件截面尺寸的估算。按规范要求选定合适等级的材料,并按各项使用要求初步确定构件尺寸。结构构件的尺寸可用估算法或凭工程经验定出,也可参考有关手册,但应满足规范要求。水平构件的截面尺寸一般根据刚度和稳定条件,利用经验公式确定;竖向构件的截面尺寸一般根据侧移(或侧移刚度)和轴压比的限值来计算。

2. 结构分析

结构分析是指结构在各种作用下的内力和变形等作用效应分析,其核心问题是确定结构计算模型,包括确定结构力学模型、计算简图和采用的计算方法。

计算简图是进行结构分析时用以代表实际结构的经过简化的模型,是结构分析的基础。确定计算简图时应分清主次,抓住本质和主流,略去不重要的细节,使计算简图既能反映结构的实际工作性能,又便于计算。计算简图确定后,应采取适当的构造措施使实际结构尽量符合计算简图的特点。一般来说,结构越重要,选取的计算简图应越精确;施工图设计阶段的计算简图应比初步设计阶段精确;静力计算可选择较复杂的计算简图,动力和稳定计算可选择较简略的计算简图。

荷载计算:根据使用功能要求和工程所在地区的抗震设防等级确定永久荷载、可变荷载(楼、屋面活荷载,风荷载等)以及地震作用。

内力分析及组合:计算各种荷载下结构的内力,在此基础上进行内力组合。各种荷载同时出现的可能性是多样的,而且活荷载位置是可能变化的,因此结构承受的荷载以及相应的内力情况也是多样的,这些应该用内力组合来表达。内力组合即所述荷载效应组合,在其中求出截面的最不利内力组合值作为极限状态设计计算承载能力、变形、裂缝等的依据。

3. 构件设计

对钢筋混凝土构件,根据结构内力分析结果,选取对配筋起控制作用的截面作为控制截面进行不利内力组合,选取最不利内力进行截面的配筋计算,且应满足构造要求。实际工程中,有时须经多次调整或修改使构件设计逐渐完善合理。

结构构件设计:采用不同结构材料的建筑结构,应按相应的设计规范计算结构构件控制截面的承载力,必要时应验算位移、变形、裂缝以及振动等的限值要求。所谓控制截面是指

构件中内力最不利的截面、尺寸改变处的截面以及材料用量改变处的截面等。

构造设计：构造设计主要是根据结构布置和抗震设防要求确定结构整体及各部分的连接构造。各类建筑结构设计的一部分内容尚无法通过计算确定，可采取构造措施进行设计。大量工程实践经验表明，每项构造措施都有其作用原理和效果，因此构造设计是十分重要的设计工作。

4. 施工图绘制

施工图是全部设计工作的最后成果，是进行施工的主要依据，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。结构施工图编号前一般冠以“结施”字样，其绘制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：结构设计总说明、基础平面图及剖面图、楼盖平面图、屋盖平面图、梁和柱等构件详图、楼梯剖面图等。

(2) 结构设计总说明，一般是说明图纸中一些共同的问题和要求以及难以表达的内容，如材料质量要求、施工注意事项和主要质量标准等；对局部问题的说明，可分别放在有关图纸的边角处。

(3) 楼盖、屋盖结构平面图应分层绘制，应准确标明各构件关系及轴线或柱网尺寸、孔洞及埋件的位置及尺寸；应准确标注梁、柱、剪力墙、楼梯等和纵横轴线的位置关系以及板的规格、数量和布置方法，同时应表示出墙厚和构造做法；构件代号一般应以构件名称的汉语拼音的第一个大写字母作为标志；如选用标准构件，其构件代号应与标准图一致，并注明标准图集的编号和页码。

(4) 基础平面图的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图及配筋图。

(5) 梁、板、柱、剪力墙等构件施工详图应分类集中绘制，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集。

(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，且不能与计算结果和构造规定相抵触。

另外，在实际工作中，随着设计的不断细化，结构布置、材料选用、构件尺寸等都不可能避免地要作调整。如果变化较大时，应重新计算荷载和内力、内力组合以及承载力，验算正常使用极限状态的要求。

1.2 混凝土结构的构成

1.2.1 混凝土结构的基本构件类型

常用的混凝土结构基本构件有以下七种类型：

1. 梁

(1) 梁的特点

梁一般指承受垂直于其纵轴方向荷载的线型构件，它的截面尺寸小于其跨度。如果荷载

重心作用在梁的纵轴平面内,该梁只承受弯矩和剪力,否则还受有扭矩。如果荷载所在平面与梁的纵对称轴面斜交或正交,该梁使处于双向受弯、受剪状态,甚至还可能同时受扭矩作用。

(2) 梁的分类

混凝土梁按梁的几何形状划分,可以有水平直梁、斜直梁、曲梁、空间曲梁(螺旋形梁)等;按梁的截面形状划分,可以有矩形、T形、L形、工字形、槽形、箱形等;按梁的受力特点划分,可以有简支梁、伸臂梁、悬臂梁、两端固定梁、一端简支另一端固定梁、连续梁等;按梁的配筋类型划分,可以有钢筋混凝土梁、预应力混凝土梁等。

梁的高跨比一般为 $1/16 \sim 1/8$,悬臂梁要高达 $1/6 \sim 1/5$,预应力混凝土梁可小至 $1/25 \sim 1/20$ 。高跨比大于 $1/4$ 的梁称为深梁。

2. 柱

(1) 柱的特点

柱是承受平行于其纵轴方向荷载的线形构件,它的截面尺寸小于它的高度,一般以受压和受弯为主,故柱也称压弯构件。常用作楼盖的支柱、桥墩、基础柱、塔架和桁架的压杆。

(2) 柱的分类

混凝土柱按柱的截面形状划分,可以有方形柱、矩形柱、圆形、薄壁工形、空腹格构式双肢柱等;按柱的受力特点划分,可以有轴心受压柱和偏心受压柱两种;按柱的配筋方式划分,可以有普通钢箍柱、螺旋形钢箍柱和劲性钢筋柱。

3. 框架

(1) 框架的特点

框架是由横梁和立柱联合组成能同时承受竖向荷载和水平荷载的结构构件,横梁和立柱之间连接又分为刚性连接和铰支承连接。在一般建筑物中,框架的横梁和立柱都是刚性连接,它们间的夹角在受力前后是不变的,框架在承受竖向和水平荷载时,梁、柱既受轴力又受弯曲和剪切。在单层厂房中,由横梁和立柱刚性连接的框架也称刚接排架;横梁和立柱间用铰支承连接的框架则称铰接排架,简称排架。

(2) 框架的分类

按跨数、层数和立面构成划分,可以有单跨、多跨框架,单层、多层框架,以及对称、不对称框架,单跨对称框架又称门式框架;按框架的受力特点划分,若框架的各构件轴线处于同一平面内的称平面框架,若不在同一平面内的称空间框架,空间框架也可由平面框架组成;按框架的配筋类型划分,有钢筋混凝土框架、预应力混凝土框架和劲性钢筋混凝土框架等。

4. 墙

(1) 墙的特点

墙主要是承受平行于墙面方向荷载的竖向构件。它在重力和竖向荷载作用下主要承受压力,有时也承受弯矩和剪力;但在风、地震等水平荷载作用下或土压力、水压力等水平力作用下则主要承受剪力和弯矩。

(2) 墙的分类

混凝土墙按其形状划分,可以有平面形墙、筒体墙、曲面形墙、折线形墙;按其受力类型划分,有以承受重力为主的承重墙、以承受风力或地震产生的水平力为主的剪力墙,而承

重墙多用于单、多层建筑,剪力墙则多用于多、高层建筑;按位置或功能划分,可以有内墙、外墙、纵墙、横墙、山墙、女儿墙、挡土墙,以及隔断墙、耐火墙、屏蔽墙、隔声墙等。

5. 板

(1) 板的特点:板是覆盖一个具有较大平面尺寸,但却具有相对较小厚度的平面形结构构件。它通常水平设置,承受垂直于板面方向的荷载,受力以弯矩、剪力、扭矩为主,但在结构计算中剪力和扭矩往往可以忽略。

(2) 板的分类

混凝土板按其平面形状划分,可以有方形、矩形、圆形、扇形、三角形、梯形和各种异形板等;按其截面形状划分,有实心板、空心板、槽形板、T形板、密肋板、压型钢板、叠合板等;按其受力特点划分,有单向板、双向板,按支承条件又可分为四边支承、三边支承、两边支承、边支承和4角点支承,按支承边的约束条件还可分为简支边、固定边、连续边、自由边板;按所用材料划分,有钢筋混凝土板、预应力混凝土板等。

6. 桁架

(1) 桁架的特点

桁架是由若干直杆组成的一般具有三角形区格的平面或空间承重结构构件。它在竖向和水平荷载作用下各杆件主要承受轴向拉力或轴向压力,从而能充分利用材料的强度;钢筋混凝土桁架多用于屋架、塔架,有时也用于栈桥和吊车梁。由于钢筋混凝土桁架的拉杆在使用荷载下常出现裂缝,因而仅用于荷载较轻和跨度不大的桁架。

(2) 桁架的分类

混凝土桁架按其立面形状分,有三角形、梯形、多边形或折线形和平行弦桁架。此外,也常采用无斜腹杆的空腹桁架;按所用材料分,有钢筋混凝土桁架、预应力混凝土桁架等。

7. 拱

(1) 拱的特点

拱是由曲线形或折线形平面杆件组成的平面结构构件,含拱圈和支座两部分。拱因在荷载作用下主要承受轴向压力,支座可作成能承受竖向和水平反力以及弯矩的支墩,也可用拉杆来承受水平推力。由于拱圈主要承受轴向压力,与同跨度同荷载的梁相比,能节省材料,提高刚度,跨越较大空间。

(2) 拱的分类

按拱轴线的外形划分,有圆弧拱、抛物线拱、悬链线拱、折线拱等;按拱圈截面划分,有实体拱、箱形拱、管状截面拱、桁架拱等;按受力特点划分,有三铰拱、两铰拱、无铰拱等;而按所用材料分,有钢筋混凝土拱、预应力混凝土拱等。

1.2.2 混凝土结构的基本构成

结构是由构件经过稳固的连接而形成的,构件是结构直接承担荷载的部分,连接可以将构件所承担的荷载传递到其他构件上,并进而传递到结构基础上。

从一般的建筑来理解,结构有以下几个特定的组成部分:

1. 形成跨度的构件与结构

建筑物内部要形成必要的使用空间,跨度是必不可少的尺度要求,没有跨度不可能形成

内部的空间；没有跨度构件，各种跨度以上的垂直重力荷或不可能传至地面。

常见的跨度构件是梁，有了梁的作用，既可以保证梁下部的空间，又可以在其上部形成平面，从而可以形成第二层的人工空间。梁是轴线尺度远远大于截面尺度的构件，在计算时可以将其简化为截面尺度为零的构件，侧向正交力是梁的基本受力特征，弯曲是梁的基本变形特征。板是梁水平侧向尺度的变异性构件，其原理、作用与梁基本相同，只是由于板的尺度与约束共同作用，体现出明显的空间特征时，其计算原理会稍有变化。

桁架、拱属于特殊的形成跨度的构件与结构，这些结构与构件不是以受弯为基本特征的。在大跨度结构中，梁的弯曲效应十分巨大，对于结构非常不利，因此大多采用桁架、拱等结构形式。

2. 垂直传力的构件与结构

当跨度构件形成空间并承担相应的重力荷载时，跨度构件的两端必然形成对于其他构件的向下的压力作用，这种压力作用需要由其他的构件承担并传递至地面；同时，任何空间都需要高度方向的尺度，必须有相应的构件形成这种高度要求，这就是垂直传力构件或结构。

常见的垂直传力构件或结构是柱，柱的顶端是梁，梁将其承担的垂直作用传给柱；柱的下部是基础，将作用传递至地面。当然，柱的下部也可以是柱，从而形成多层建筑。在特殊的情况下，柱的下部也可以是梁，一般称之为托梁，托梁将其上柱的垂直力向梁的两端分解传递。

柱的轴线尺度也远远大于截面尺度，在计算时也可以将其简化为截面尺度为零的杆件，轴向力是柱的基本受力特征，同时由于轴向力的偏心影响，柱也可以同时受弯。墙是柱水平侧向尺度的变异性构件，其原理、作用与柱基本相同，但是由于墙侧向尺度的影响，使其侧向尺度方向的刚度也较大，从而具有良好的抵抗侧向变形的能力，这是柱并不具备的。

3. 抵抗侧向力的构件与结构

建筑物内部要有相应的构件或结构，来抵抗侧向力或者作用。常见的抵抗侧向力的构件是墙，由于侧向尺度较大，墙的侧向刚度也较大，抗侧移能力较强，可以有效抵御侧向变形与荷载，更重要的是墙可以直接与地面相连接，从而使建筑物形成整体的刚度空间。

楼板的侧向刚度也较大，但板并不直接与地面相连，板只能够将建筑物在板所在的平面内形成刚性连接体，而不能如墙一样使建筑物不同层间形成刚度。

除了墙以外，柱与柱之间可以利用支撑来形成抵抗侧向变形的结构，其作用与墙是相同的。

基础是结构的最下部，是将建筑物上部的各种荷载与作用传递至地面的重要部分。由于建筑物所承受的各种荷载与作用，基础也要承担垂直力、水平侧向力、弯曲作用等复杂的作用，基础必须向地面以下埋置一定的深度，以确保建筑物的整体稳定性。但有时由于建筑物埋置深度较深，而建筑物本身自重并不大，地下水可能将建筑物浮起来，如地下车库，因此需要基础具有抗浮（拔）功能。

并不是建筑物地面以下的部分都是基础，大多数情况下，地下空间并不是基础，可以为结构的一部分。只有当地下空间必须依靠整体作用，才能形成所必需的作为基础的功能时，地面以下才全部属于基础，这种基础通常称为箱形基础。其他常见的基础有桩、筏板、梁、墩台、独立基础等，一般是根据其形状与受力原理进行分类的。

地基是基础以下的持力土层或岩层，是上部荷载最终的承接者。因此，地基必须有足够

的强度、刚度与稳定性。所谓强度，是地基不能受压破坏；所谓刚度，是地基的岩层与土层的压缩性不能超过相应的要求，尤其是不均匀的变形，这会导致建筑物的倾斜和裂缝；而稳定性是地基不能够发生滑移与倾覆等整体性的破坏。

1.3 混凝土结构体系的基本类型

建筑结构是由许多结构构件组成的一个系统，其中主要的受力系统称为结构总体系。结构总体系由基本水平分体系、基本竖向分体系以及基础体系三部分组成。

基本水平分体系一般由板、梁、桁（网）架组成。基本水平分体系也称楼（屋）盖体系，其作用为：（1）在竖向，承受楼而成屋面的竖向荷载，并把它传给竖向分体系；（2）在水平方向，起隔板和支承竖向构件的作用，并保持竖向构件的稳定。

基本竖向分体系一般由柱、墙、筒体组成。其作用为：（1）在竖向，承受由水平体系传来的全部荷载，并把它传给基础体系；（2）在水平方向，抵抗水平作用力如风荷载、水平地震作用等，也把它们传给基础体系。

基础体系一般由独立基础、条形基础、交叉基础、筏板基础、箱形基础以及桩、沉井组成。其作用为：（1）把上述两类分体系传来的重力荷载全部传给地基；（2）承受地面以上的上部结构传来的水平作用力，并把它传给地基；（3）限制整个结构的沉降，避免不允许的不均匀沉降和结构的滑移。

基础的形式和体系要按照建筑物所在场地的土质和地下水的实际情况进行选择与设计。

根据承重体系的不同，混凝土结构可以分为梁板结构、框架结构、排架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、筒体结构、框架—核心筒结构体系等，各体系的特点如下所述。

1.3.1 梁板结构体系

梁板结构是由梁和板组成的水平承重结构体系，其支承体系一般由柱或墙等竖向构件组成。梁板结构在工程中应用广泛，如房屋建筑中的楼盖、楼梯、雨篷、筏板基础等，桥梁工程中的桥面结构等。

钢筋混凝土梁板结构主要用于楼盖（屋盖）结构中。钢筋混凝土楼盖按其施工方法，可以分为现浇、装配和装配整体式三种形式。常用的钢筋混凝土楼盖按其楼板的支承受力条件不同又可分为肋梁楼盖、密肋楼盖和无梁楼盖。

楼盖结构首先用来承受作用在其上的使用荷载和结构自重。同时，它还承受作用在房屋上的水平荷载，由它作为水平深梁，并具有足够的刚度，将水平荷载分配到房屋结构的竖向构件墙和柱上。另外，楼盖结构作为水平构件，还与墙柱形成房屋的空间结构来抵抗地基可能出现的不均匀沉降和温差引起的附加内力。

房屋的高度超过 50m 时，宜采用现浇楼面结构，框架—剪力墙结构应优先采用现浇楼盖结构。

楼盖结构在房屋结构中所用材料的比例较大。特别是多层和高层房屋中，它是重复使用的构件，所以楼盖结构经济合理与否，影响较大。混合结构建筑的用钢量主要在楼盖中，6~12 层的框架结构建筑，楼盖的用钢量也要占全部用钢量的 50% 左右。因此，选择和布置合理的楼盖形式对建筑的使用、经济、美观有着重要的意义。

1.3.2 框架结构体系

框架结构是由梁、柱构件组成的结构，梁柱之间的连接为刚性连接。如果整幢房屋均采用这种结构形式，则称之为框架结构体系或纯框架结构。框架结构的优点是建筑平面布置灵活，能获得较大的空间，特别适用于较大的会议室、商场、餐厅、教室等。也可根据需要隔成小房间。

框架柱的截面多为矩形，其截面边长一般大于墙厚，室内出现棱角，影响房间的使用功能和建筑观瞻。为了改善结构的使用功能，常将柱的截面变异成L形、T形、十字形或Z字形，使柱的截面宽度和填充墙厚度相同，采用此类柱截面的框架结构体系称之为异形柱框架结构体系。

框架结构在水平力的作用下会产生内力和变形（图1-2）。其侧移由两部分组成：第一部分侧移由梁、柱构件的弯曲变形所引起。框架下部梁、柱的内力较大，层间变形也大，越到上部，层间变形越小，使整个结构呈现出剪切型变形。第二部分侧移由框架柱的轴向变形所引起。水平力的作用使一侧柱拉伸，另一侧柱压缩，使结构出现侧移。这种侧移在上部楼层较大，越到结构底部，层间变形越小，使整个结构呈现弯曲型变形。框架结构的第一部分侧移是主要的，框架整体表现为剪切型变形特征。当框架结构的层数较多时，第二部分侧移的影响应予以考虑。

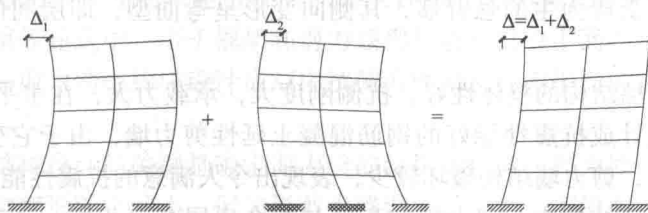


图1-2 框架侧向变形

框架的侧向刚度主要取决于梁、柱的截面尺寸。而梁、柱截面的惯性矩通常较小，因此其侧向刚度较小，侧向变形较大，在地震区，容易引起填充墙等非结构构件的破坏，这就使得框架结构不能建得很高，以15~20层以下为宜。

1.3.3 排架结构体系

排架结构一般为单层建筑物，其柱与基础、屋架，梁与柱子之间的连接在结构上称为铰接。应用排架结构最为常见的建筑物是单层工业厂房，但是在许多民用建筑中，如影剧院、菜市场、仓库等也可以采用排架结构。

排架结构由三个主要部分组成：形成跨度的屋面结构、竖向支撑结构、基础结构。在计算中，要进行以下前提假设：基础与柱之间为刚性联结，柱顶端与屋架之间为铰接，屋面结构的刚度为无穷大，没有轴向变形。在设计中，要做好各种构造措施以保证这种前提假设的实现。

排架结构属于平面超静定结构，但与框架相比，超静定次数较少，手工计算较为容易。排架计算宜采用剪力分配法。在排架结构的计算过程中，选择横向为计算方向，选择相邻柱距的中心线为分界线，建立计算单元，包括屋面体系、柱和基础，计算单元原则上只承担该