

21世纪高等学校土木工程专业规划教材

混凝土结构设计

(精编本)

熊丹安 主编



武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press

21 世纪高等学校土木工程专业规划教材

混凝土结构设计

(精编本)

主 编 熊丹安

副主编 雷劲松 张科强

武汉理工大学出版社

• 武汉 •

【内 容 简 介】

“混凝土结构设计”是土木工程专业建筑工程类的专业课,是以现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)及相应规范为依据编写的。全书共 5 章,包括:结构设计的一般概念、梁板结构、单层厂房排架结构、多层房屋框架结构、混凝土结构构件抗震设计等。

本书与学科基础课“混凝土结构基本原理”紧密衔接,对各类混凝土结构的受力特点、结构构件布置、计算单元和计算简图、设计原理和计算方法,以及施工图等都作了深入浅出的论述,并以相应实例详细讲解。本书可作为大学本科土木工程专业专业的专业课教材,也可供土木工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计/熊丹安主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2008. 10 重印

ISBN 978-7-5629-2361-9

I. 混…

II. 熊…

III. 混凝土结构-结构设计

IV. TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 106005 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市:武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

印刷者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

发行者:各地新华书店

开 本:850×1168 1/16

印 张:17.75

字 数:443 千字

版 次:2006 年 1 月第 1 版 2008 年 10 月第 2 次印刷

印 数:5001—7000 册

定 价:25.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

为培养土木工程专业的实用型高级工程技术人才,按照教学大纲要求,以基本概念讲清、基本计算简明、基本构造实用、方便教学和自学为原则,《混凝土结构设计》与读者见面了。

“混凝土结构设计”是一门重要的专业课,它全面介绍了混凝土基本结构的设计内容。包括:结构设计的一般概念、钢筋混凝土梁板结构、单层厂房排架结构、多层钢筋混凝土框架结构、混凝土结构构件抗震设计等,全书共 5 章。

本书由熊丹安主编,雷劲松、张科强任副主编。参加编写的人员是:雷劲松(编写第 1 章)、杨平印(编写第 2 章)、潘永灿(编写第 3 章)、张科强(编写第 4 章)、杨冬梅(编写第 5 章)。全书由熊丹安教授统稿。

《混凝土结构设计》与已编写的《混凝土结构基本原理》紧密衔接,对混凝土基本结构的受力特点、结构构件布置、计算单元和计算简图、设计计算方法,以及施工图的绘制等都有深入浅出的论述,并以相应例题进行讲解。对重要提示部分加★表示,对学时不够不能讲解但有必要掌握和自学的内容加*表示。本书每章开始有提要,章末有小结、思考题和习题,还有设计任务书、指导书等。可作为大学本科土木工程专业建筑工程类(建筑结构)的专业课教材,并可供土木工程技术人员参考。

限于编者水平,书中不当之处请予批评指正。

编 者
2005 年 8 月

目 录

1 结构设计的一般概念	(1)
1.1 混凝土结构的分类	(1)
1.2 结构分析的基本原则	(7)
1.3 结构分析方法	(8)
1.4 结构设计步骤和结构施工图绘制	(10)
本章小结	(15)
思考题	(15)
2 钢筋混凝土梁板结构	(16)
2.1 整浇楼(屋)盖的受力体系	(16)
2.2 单向板肋形楼盖的设计计算	(21)
2.3 双向板肋形楼盖的设计计算	(42)
* 2.4 井式梁结构设计	(52)
* 2.5 无梁楼盖设计	(55)
2.6 梁式楼梯和板式楼梯设计	(61)
本章小结	(68)
思考题	(69)
习题	(69)
3 单层厂房排架结构	(79)
3.1 排架结构的组成和结构布置	(79)
3.2 排架内力计算	(90)
3.3 排架内力组合	(101)
3.4 排架柱设计	(106)
3.5 柱下单独基础设计	(110)
3.6 设计例题	(122)
本章小结	(134)
思考题	(134)
习题	(134)
4 多层钢筋混凝土框架结构	(139)
4.1 结构布置	(139)
4.2 框架的计算简图	(142)
4.3 荷载取值	(145)
4.4 竖向荷载作用下的内力近似计算——分层法	(146)
4.5 水平作用下框架内力和侧移近似计算	(152)
4.6 框架结构的内力组合	(164)
4.7 框架梁柱的截面配筋	(167)
4.8 现浇框架的一般构造要求	(167)

4.9 框架柱柱下基础	(171)
4.10 设计例题(非抗震设计)	(171)
本章小结	(192)
思考题	(193)
习题	(193)
5 混凝土结构构件抗震设计	(194)
5.1 地震简介	(194)
5.2 地震作用计算	(196)
5.3 抗震设计的基本要求	(206)
5.4 混凝土结构构件抗震设计的一般规定	(209)
5.5 抗震验算	(212)
5.6 框架的抗震设计	(214)
5.7 铰接排架柱	(225)
5.8 框架抗震设计例题	(227)
本章小结	(238)
思考题	(238)
习题	(238)
附录	(243)
附表 1 普通钢筋的强度标准值和强度设计值	(243)
附表 2 混凝土强度设计值	(243)
附表 3 混凝土强度标准值	(243)
附表 4 混凝土弹性模量	(243)
附表 5 钢筋弹性模量	(243)
附表 6 混凝土结构的环境类别	(244)
附表 7 结构混凝土耐久性的基本要求	(244)
附表 8 普通钢筋的受拉锚固长度 l_a	(244)
附表 9 纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度	(245)
附表 10 纵向受力钢筋最小配筋百分率	(245)
附表 11 每米板宽各种钢筋间距时的钢筋截面积	(246)
附表 12 T形、I形及倒 L形截面受弯构件翼缘计算宽度 b_f'	(246)
附表 13 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下按弹性分析的内力系数	(247)
附表 14 双向板按弹性分析的计算系数表	(255)
附表 15 井式梁的内力系数表	(259)
附表 16 梁的等效均布荷载 q_e	(261)
附表 17 电动桥式吊车数据表	(262)
附表 18 风荷载体型系数表	(263)
附表 19 部分风压高度变化系数 μ_z	(272)
附表 20 单阶柱柱顶反力与水平位移系数值	(273)
参考文献	(277)

1 结构设计的一般概念

本章提要

了解混凝土结构的不同类型,掌握结构分析的基本原则,熟悉结构的线弹性分析方法,将为学习以后各章的结构设计打下基础;绘制结构施工图的要点,为课程设计和毕业设计提供帮助。

在《混凝土结构基本原理》中,主要介绍了混凝土结构材料的力学性能、设计基本原理和各种混凝土构件的基本设计计算方法与构造要求。作为土木工程的建筑物、构筑物,其承重骨架并非由单一构件组成,而是由不同结构构件进行有机组合,共同抵抗外部作用,这就需要进行结构设计。

1.1 混凝土结构的分类

根据结构构件的几何形状及受力特点,以及结构所在的空间位置、结构层数和高度等,可以有不同的分类方法。

1.1.1 按结构构件的几何形状分类

按照结构构件的几何形状和受力特征,混凝土结构可以分为:

(1)杆系结构。这类结构中的结构构件都是细长的直杆,如连续梁、钢筋混凝土或预应力混凝土屋架、框架结构、排架结构等,这些是实际工程中应用最广泛的结构型式。

(2)板壳结构。当结构构件两个方向的尺寸远大于第三个方向的尺寸时,其中平者称为板,曲面形状者称为壳,这样的结构称为板壳结构。板以受弯为主,壳以受压为主,是一种空间受力的结构。图 1.1 中(a)和(b)分别表示为带肋平板和无梁平板;图 1.1 中(c)、(d)分别表示为双曲扁壳和筒壳。

★薄壳曲面的形式可以有如下一些类型:

①旋转曲面

是平面曲线绕竖轴旋转所形成的曲面。平面曲线不同时,其曲面形状也不相同(图 1.2)。典型的旋转曲面是球壳,它是由圆弧绕竖轴旋转而成的。球壳的受力较简单,壳身(壳体)主要承受压力;其边缘构件(支座环)对壳身起箍的作用,约束壳体的变形,承受环向拉力和弯矩(图 1.3)。

现浇钢筋混凝土球壳,其跨度可达到 100m。壳体厚度可为圆顶曲率半径的 $1/600$,但不小于 60mm。球壳的支座环如同拱的拉杆对拱的作用一样,起非常重要的作用,在设计时应与壳体统一考虑(如壳体在支座环附近适当加厚并采用双层钢筋或采用预应力混凝土支座环等)。

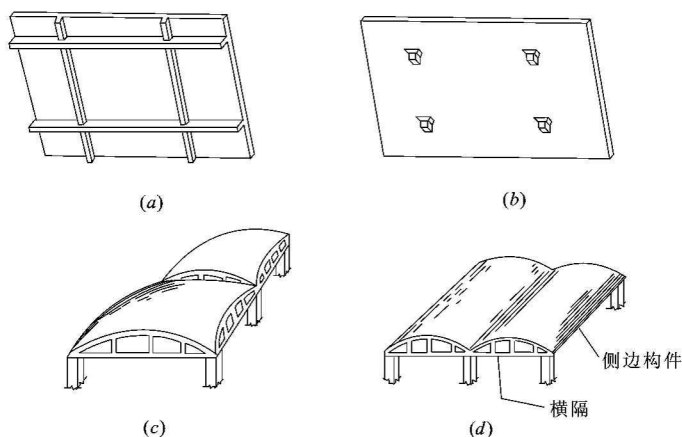


图 1.1 板和壳结构

(a)带肋板;(b)无梁板;(c)双曲扁壳;(d)筒壳

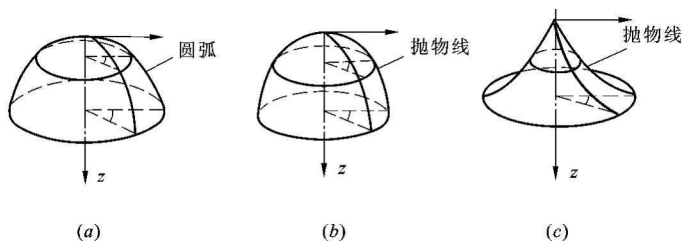


图 1.2 旋转曲面

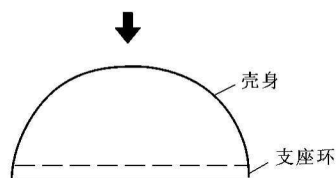


图 1.3 球壳的组成

② 平移曲面

一竖向曲线(母线)沿另一曲线(导线)平行移动时所形成的曲面称为平移曲面。当母线和导线都是抛物线且凸向相同时,平移形成的曲面称椭圆抛物面(这种曲面和水平面的截交曲线为椭圆);当母线和导线都是抛物线但凸向相反时,平移所成的曲面称双曲抛物面(图 1.4)。

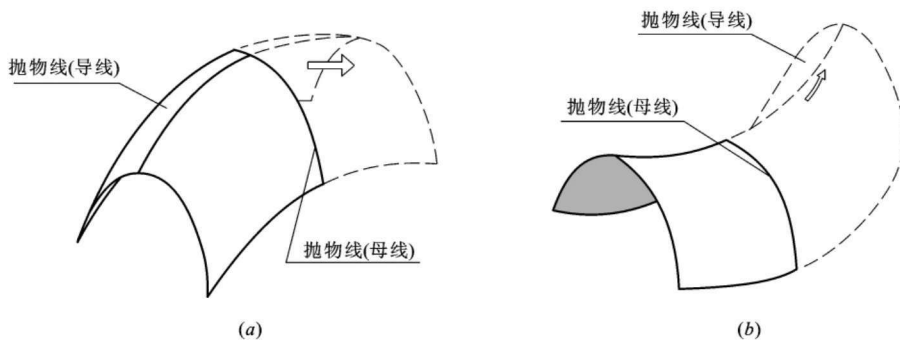


图 1.4 平移曲面

(a)椭圆抛物面;(b)双曲抛物面

最常见的平移曲面之一是双曲扁壳,它是平面为矩形的椭圆抛物面(图 1.5)。双曲扁壳由壳体及周边的四个横隔所组成,四个横隔互相连接,给壳体以有效的约束,在设计和施工时应保证壳体与横隔有可靠的结合。横隔一般是带拉杆的拱,也可以是变高度的梁(仅用于小跨度)。

双曲扁壳在我国工业和民用建筑中都有所应用,如北京火车站的中央大厅顶盖为 $35\text{m} \times 35\text{m}$ 的

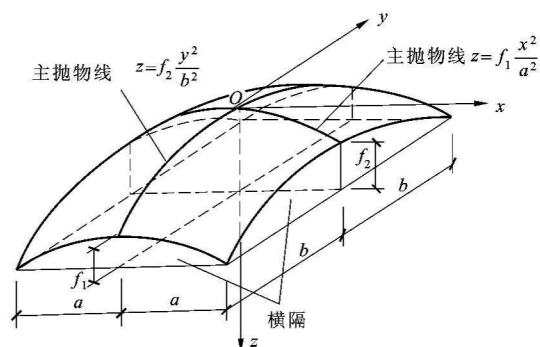


图 1.5 双曲扁壳(壳顶总矢高 $f=f_1+f_2$, 小于底面边长的 $1/5$)

双曲扁壳, 矢高为 7m, 壳体厚度为 80mm; 北京网球馆的顶盖跨度为 $42\text{m} \times 42\text{m}$, 壳体厚度为 90mm。

扭壳是另一种常见的平移曲面壳, 它是自双曲抛物面沿直纹方向截取出来的一块壳面。它也可以以一根直线跨在两根相互倾斜但不相交的直线上平行移动而形成(相当于 $f_2/f_1 = b^2/a^2$ 的等边双曲抛物面沿直纹方向截取的壳面)(图 1.6)。

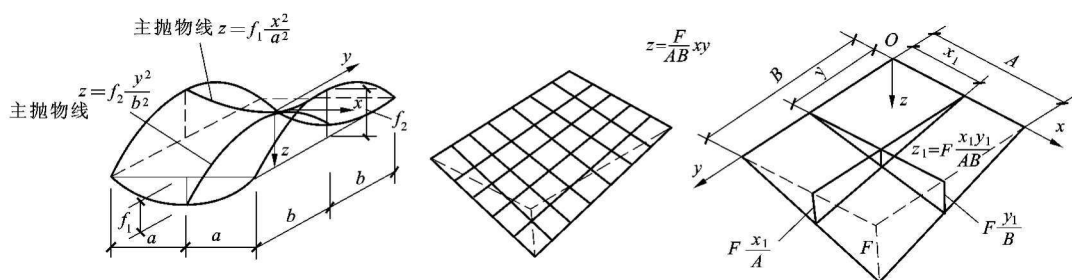


图 1.6 扭壳的形成

扭壳的受力状态较理想。在满跨均匀荷载作用下, 壳体各点受纯剪力作用(顺曲面的剪力 S 平行于直纹方向)且为常量, 整个扭壳可想像为由一系列拉索(主拉应力方向)与一系列压拱(主压应力方向)正交组成的曲面。扭壳的四周应有直杆作侧边构件, 扭壳上的荷载通过扭壳周边的顺剪力 S 传到侧边构件上(图 1.7)。扭壳可以用一整块的形式作屋盖, 也可以多块组合成式样新颖的屋盖(图 1.8)。

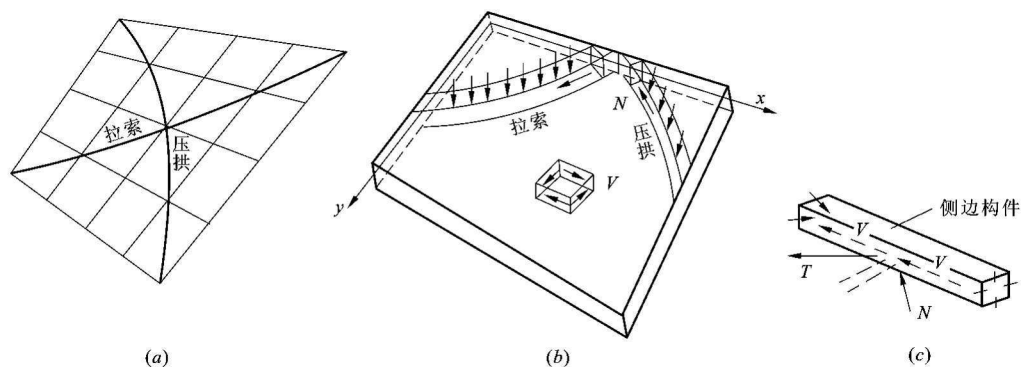


图 1.7 扭壳的受力

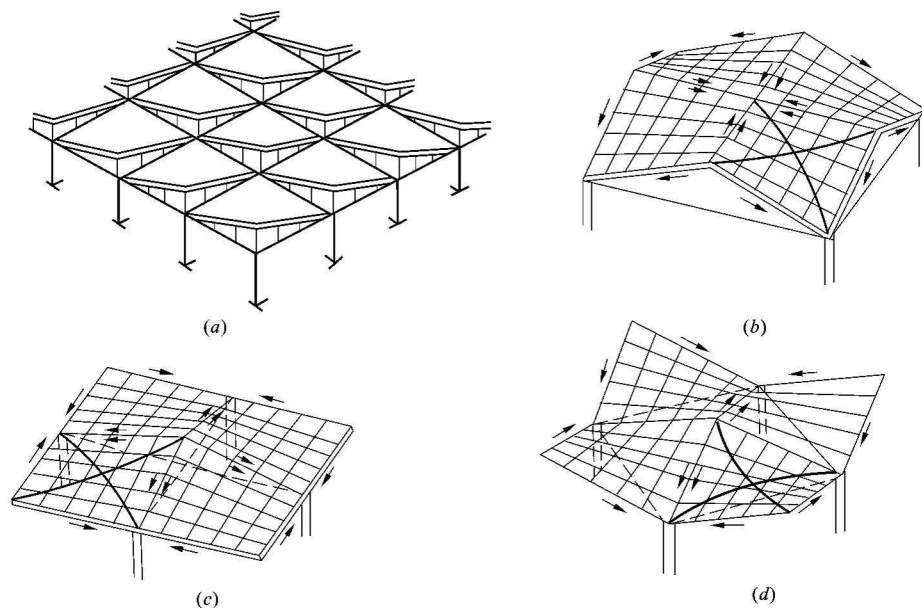


图 1.8 各种扭壳屋盖

③直纹曲面

一段直线的两端各沿两条固定曲线移动所形成的曲面称直纹曲面。建筑中常用的直纹曲面有单曲柱面、劈锥曲面等(图 1.9),扭壳也是一种直纹曲面。

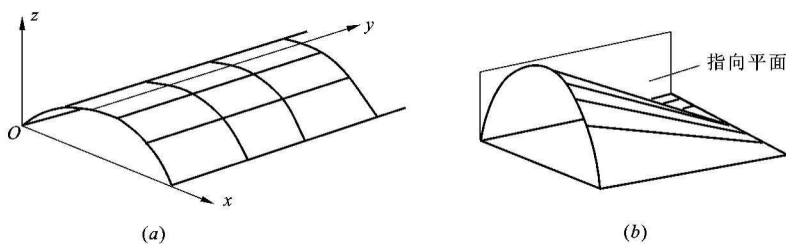


图 1.9 直纹曲面

(a) 单曲柱面; (b) 劈锥曲面

单曲柱面薄壳是常见的另一种屋盖形式,它由壳体、侧边构件及横隔组成。横隔之间的距离 l_1 即壳体的跨度,侧边构件间的距离 l_2 称为壳体的波长。当 $l_1/l_2 \geq 1$ 时称为长壳,当 $l_1/l_2 < 1$ 时称为短壳。长壳的跨度可达 30m,短壳的跨度一般为 5~12m。壳体截面可为圆弧、椭圆或其他形状曲线,但一般采用圆弧形。

④折板结构

折板结构可视为柱面壳的曲线由内接多边形代替的结构,其计算和组成构造也大致相同。折板的截面形式可以多种多样(图 1.10)。折板的厚度一般不大于 100mm,板宽不大于 3m,折板高度(含侧边构件)一般不小于跨度的 1/10。

(3) 拱结构

拱是以承受轴压力为主的结构。由于拱的各截面上的内力大致相等,因而拱结构是一种有效的大跨度结构,在桥梁和房屋中都有广泛的应用。

拱结构可分为三铰、双铰或无铰等几种型式,其轴线常采用抛物线形状(当拱的矢高 f 不大于拱

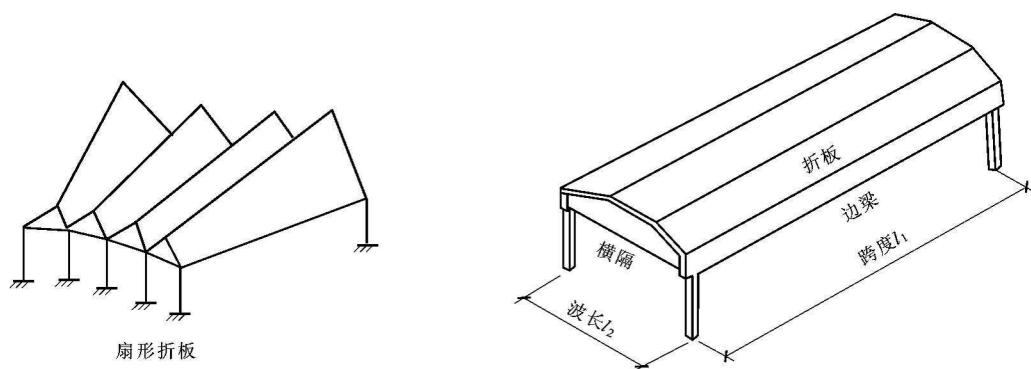


图 1.10 折板的截面形状

的 $1/4$ 跨度时,也可用圆弧代替)(图 1.11)。拱的矢高 f 一般为 $(1/2 \sim 1/8)l_0$; 矢高小的拱水平推力大,拱体受力也大;矢高大时则相反,但拱体长度增加。合理选择矢高是设计中应充分考虑的问题。

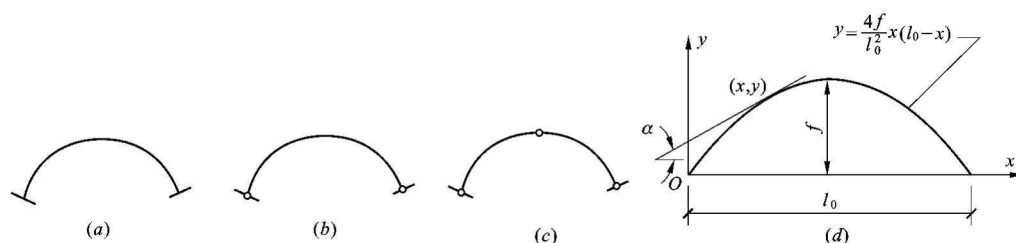


图 1.11 拱的型式及拱轴线

(a) 无铰拱; (b) 双铰拱; (c) 三铰拱; (d) 抛物线拱轴

拱体截面一般为矩形截面或 I 形截面等实体截面;当截面高度较大时(如大于 1.5m),可做成格构式、折板式或波形截面。

(4) 块体结构

三个方向的尺寸为同量级的结构,称为块体结构。

属于块体结构的有柱下独立基础和设备基础、桥台和桥墩等。图 1.12 为块体结构示意图。

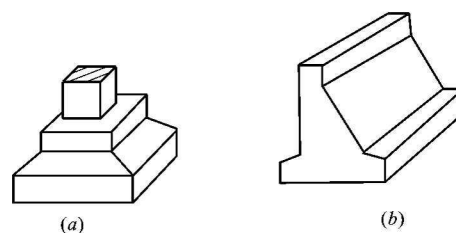


图 1.12 块体结构

(a) 柱下独立基础; (b) 桥墩

1.1.2 按结构的层数和高度分类

混凝土结构按层数和高度的不同,可分为单层、多层和高层结构。

(1) 单层混凝土结构

主要用于单层工业厂房,包括钢筋混凝土排架结构和钢筋混凝土刚架结构。其中排架结构是本书要讲述的基本结构之一,用于有较大起重设备的工业厂房。而刚架是一种梁柱合一的结构构件,钢筋混凝土刚架结构常作为中小型单层厂房的主体结构。它可以有三铰、两铰及无铰等几种型式,可以做成单跨或多跨结构(图 1.13)。单层房屋中也有采用拱结构的。

(2) 多层混凝土结构

主要用于多层轻工业厂房及多层民用房屋,包括框架结构及框架-剪力墙结构。框架结构也是本书要讲述的基本结构之一,而框架-剪力墙结构则是在框架结构的适当部位设置成片的钢筋混凝

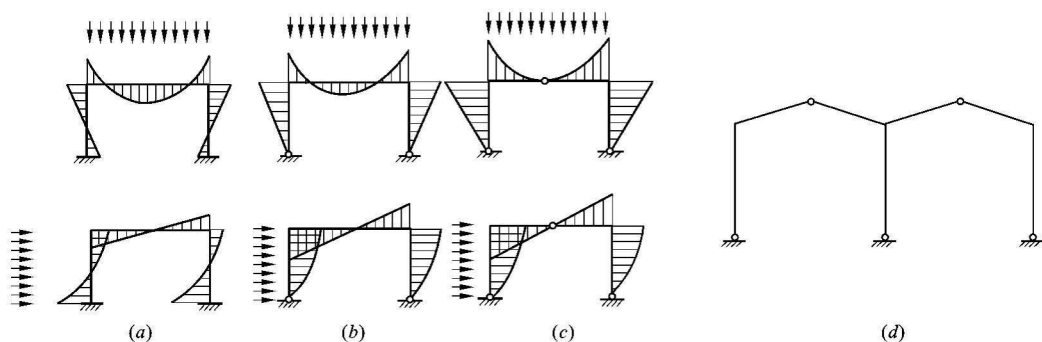


图 1.13 刚架结构型式和受力

(a) 无铰刚架(单跨); (b) 双铰刚架; (c) 三铰刚架; (d) 双跨刚架

土墙体,目的是提高框架结构抵抗水平作用的能力。

(3) 高层混凝土结构

一般把层数在 10 层以上或高度超过 28m 的房屋结构称为高层结构,主要用于民用房屋。其结构型式除框架结构、框架-剪力墙结构外,还有剪力墙结构、筒体结构等。

① 剪力墙结构

钢筋混凝土剪力墙是指以承受水平荷载为主要目的(同时也承受相应范围内的竖向荷载)而在房屋结构中设置的成片钢筋混凝土墙体,其长度可与房屋的总宽度相同,其高度可为房屋的总高,其厚度最薄时可到 140mm。《混凝土结构设计规范》规定:当钢筋混凝土墙的长度大于其厚度的 4 倍时,应按钢筋混凝土剪力墙要求进行设计(未超过时按柱设计)。

当纵横交叉的房屋墙体都由剪力墙组成时,形成剪力墙结构(图 1.14)。剪力墙结构适用于 40 层以下的高层旅馆、住宅等房屋,适用高度如表 1.1 所示。

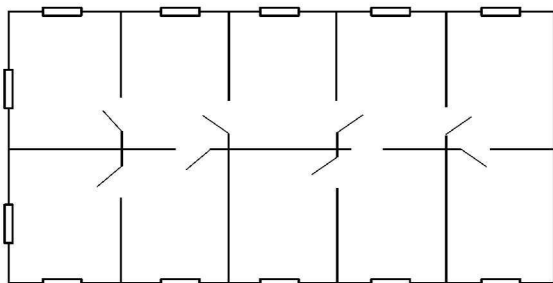


图 1.14 剪力墙房屋平面

表 1.1 剪力墙结构房屋总高度限值

抗震设防烈度	≤6 度	7 度	8 度	9 度
房屋最大高度(m)	140	120	100	60

注:①房屋总高度说明同表 4.1;

②房屋高度在烈度为 8 度时超过 80m 的情况下,不宜采用框支剪力墙结构;烈度为 9 度时不应采用框支剪力墙。

② 筒体结构

将房屋的剪力墙集中到房屋的外部或内部、组成一个竖向悬臂的封闭式箱体时,可大大增强房屋的整体空间受力性能和抵抗侧移(水平位移)的能力,这种封闭的箱体称为筒体。当筒体和框架结合形成框筒结构,内筒和外筒结合则形成筒中筒结构。筒体结构一般用于 30 层以上的高层房屋(图 1.15)。

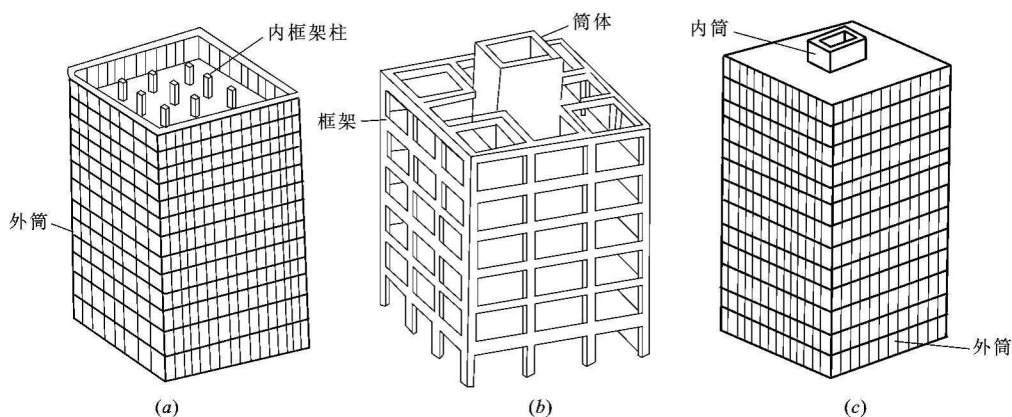


图 1.15 筒体结构

(a) 外筒内框; (b) 内筒外框; (c) 筒中筒

1.2 结构分析的基本原则

1.2.1 结构的整体分析

结构按承载能力极限状态计算和按正常使用极限状态验算时,应按国家现行有关标准规定的作用(荷载)对结构的整体进行作用(荷载)效应分析,也即是进行结构整体的内力计算和变形验算。

在进行结构分析时,应符合下列条件:①力学平衡条件;②在不同程度上符合变形协调条件,包括节点和边界的约束条件;③应采用合理的构件单元或材料的本构关系(即应力-应变关系)。

结构分析所采用的电算程序应经考核和验证,其技术条件应符合规范和有关标准的要求。对电算结果,应经判断和校核;在确认其合理有效后,方可用于工程设计。

1.2.2 进行不同阶段的分析

当结构在施工和使用期的不同阶段有多种受力状态时,应分别进行结构分析,并确定其最不利的的作用效应组合。

当结构可能遭遇火灾、爆炸、撞击等偶然作用时,尚应按国家现行有关标准的要求进行相应的结构分析。

1.2.3 符合结构的实际工作状态

结构分析所需的各种几何尺寸,以及所采用的计算图形、边界条件、作用(荷载)的取值与组合、材料性能的计算指标、初始应力和变形状况等,应符合结构的实际工作状态,并应具有相应的构造保证措施。

结构分析中所采用的各种简化和近似假定,应有理论或试验的依据,或经过工程实践验证。计算结果的准确程度应符合工程设计的要求。

1.2.4 选择合理的分析方法

在进行结构分析时,宜根据结构类型、构件布置、材料性能和受力特点等选择下列方法:①线弹

性分析方法;②考虑塑性内力重分布的分析方法;③塑性极限分析方法;④非线性分析方法;⑤试验分析方法。

1.3 结构分析方法

1.3.1 线弹性分析方法

线弹性分析方法是基于匀质弹性材料的力学分析方法,假定材料的应力-应变成比例,结构的内力及变形与荷载成比例。这是最早采用的也是最成熟的结构分析方法。对于混凝土结构而言,可以用于各种结构的承载能力极限状态和正常使用极限状态的作用(荷载)效应分析。但由于在荷载较大时混凝土的塑性变形,计算结果与实际受力情形会有一定差异,需在计算时进行调整。

1.3.1.1 结构体系的简化

对实际工程中的杆系结构,一般宜按空间体系进行结构整体分析,并考虑杆件的弯曲、轴向、剪切和扭转变形对结构内力的影响。但在符合下列条件时,可作相应的简化:

(1)体型规则的空间杆系结构,可沿柱列或墙轴线分解为不同方向的平面结构分别进行分析,但宜考虑平面结构的空间协调工作;

(2)杆件的轴向、剪切和扭转变形对结构内力的影响不大时,可以忽略不计;

(3)结构或杆件的变形对其内力的二阶效应影响不大时,可忽略不计。

1.3.1.2 计算图形的确定

杆系结构的计算图形宜按下列方法确定:

(1)杆件轴线宜取截面几何中心的连线;

(2)现浇结构和装配整体式结构的梁柱节点、柱与基础连接处等可作为刚接;梁、板与其支承构件非整体浇筑时,可作为铰接;

(3)杆件的计算跨度或计算高度宜按其两端支承长度的中心距离或净距确定,并根据支承节点的连接刚度或支承反力的位置加以修正;

(4)当杆件间连接部分的刚度远大于杆件中间截面的刚度时,可将其作为刚域插入计算图形。

1.3.1.3 截面刚度的确定

杆系结构中杆件的截面刚度应按下列方法确定:

(1)混凝土的弹性模量应按规范规定,由附表4取用;

(2)截面惯性矩可按匀质的混凝土全截面计算,T形截面杆件的惯性矩宜考虑翼缘的有效宽度进行计算,也可由截面矩形部分面积的惯性矩作修正后确定;

(3)端部加腋的杆件,应考虑其刚度变化对结构分析的影响;

(4)不同受力状态杆件的截面刚度,宜考虑混凝土开裂、徐变等因素的影响予以折减。

1.3.1.4 荷载和材料性能指标

结构按承载能力极限状态计算时,其荷载和材料性能指标可取为设计值;按正常使用极限状态验算时,其荷载和材料性能指标可取为标准值。

1.3.1.5 其他注意点

(1)杆系结构的分析方法宜采用解析法、有限元法或差分法等分析方法。对体型规则的结构,可根据其受力特点和作用(荷载)的种类采用有效的简化分析方法。

(2)对与支承构件整体浇筑的梁端,可取支座或节点边缘截面的内力值进行设计。

(3)非杆系的二维或三维结构可采用弹性理论分析、有限元分析或试验方法确定其弹性应力分布,根据主拉应力图形的面积确定所需的配筋量和布置,并按多轴应力状态验算混凝土的强度。

(4)各种双向板按承载能力极限状态计算和按正常使用极限状态验算时,均可采用线弹性方法进行作用效应分析。

(5)高层建筑混凝土结构的设计尚应参考中华人民共和国行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2002 的规定进行分析和设计。

1.3.2 其他分析方法

1.3.2.1 考虑塑性内力重分布的分析方法

在较大荷载作用下,由于混凝土结构受拉区混凝土的开裂、受压区混凝土的塑性变形、受拉钢筋的屈服等原因,导致超静定的混凝土结构实际内力分布不同于上述线弹性分析的内力分布。在设计时,可针对弹性分析的内力进行调整(在梁板结构中将要介绍的弯矩调幅法就是这种方法)。

按考虑塑性内力重分布的方法设计的结构和构件,尚应满足正常使用极限状态的要求或采取有效的构造措施。

对于直接承受动力荷载的构件,以及要求不出现裂缝或处于侵蚀环境等情况下的结构,不应采用考虑塑性内力重分布的分析方法。

1.3.2.2 塑性极限分析方法

这种方法主要用于承受均布荷载的四边支承的双向矩形板的内力计算,将在梁板结构中介绍。

*1.3.2.3 非线性分析方法

对于特别重要的或受力状况特殊的大型杆系结构和二维、三维结构,必要时尚应对结构的整体或其部分进行受力全过程的非线性分析。在进行结构的非线性分析时,宜遵守下列原则:

(1)结构形状、尺寸和边界条件,以及所用材料的强度等级和主要配筋量等应预先设定;

(2)材料的性能指标宜取平均值;

(3)材料的、截面的、构件的或各种计算单元的非线性本构关系宜通过试验确定,也可以采用经过验证的数学模型,其参数值应经过标定或有可靠的依据;

(4)宜计入结构的几何非线性对作用效应的不利影响;

(5)承载能力极限状态计算时应取作用效应的基本组合,并应根据结构构件的受力特点和破坏形态作相应的修正;正常使用极限状态验算时可取作用效应的标准组合和准永久组合。

*1.3.2.4 试验分析方法

对体型复杂或受力状态特殊的结构或其部分,可采用试验方法对结构的正常使用极限状态和承载能力极限状态进行分析或复核。

1.4 结构设计步骤和结构施工图绘制

1.4.1 结构设计步骤

结构设计的主要步骤是：

- (1)确定结构类型,进行结构平面布置。在进行建筑结构设计时,是先有建筑方案或建筑初步设计;在此基础上,选择结构型式,进行结构平面布置。
- (2)选择有代表性的计算单元,确定结构的计算简图,包括结构构件截面尺寸和几何特征的确定;
- (3)选择所用结构材料的强度等级;
- (4)计算作用于结构上的各种荷载的数值;当有抗震设防要求时,还要计算地震作用的大小;
- (5)选择恰当的结构分析方法,进行结构的内力计算和变形验算;
- (6)根据承载能力极限状态和正常使用极限状态的荷载效应组合公式,进行荷载效应组合;
- (7)进行结构构件的配筋计算和变形验算;
- (8)绘制结构施工图。

1.4.2 结构施工图的绘制

在进行相关的混凝土结构设计的学习中,需要进行课程设计,绘制相应的结构施工图。现将一些主要事项列出,在绘图时遵照执行。

1.4.2.1 线型和比例

(1)线型

图线的宽度分为粗(宽度为 b)、中($0.5b$)、细($0.25b$)三种。在进行结构制图时,应选用表 1.2 所示图线。

表 1.2 图线

名称		线型	线宽	用 途
实线	粗		b	螺栓、主钢筋线、结构平面图中的单线结构构件线、钢木支撑及系杆线,图名下横线、剖切线
	中		$0.5b$	结构平面图及详图中剖到或可见的墙身轮廓线、基础轮廓线,钢、木结构轮廓线,箍筋线、板钢筋线
	细		$0.25b$	可见的钢筋混凝土构件的轮廓线、尺寸线、标注引出线,标高符号,索引符号
虚线	粗		b	不可见的钢筋、螺栓线,结构平面图中的不可见的单线结构构件线及钢、木支撑线
	中		$0.5b$	结构平面图中的不可见构件、墙身轮廓线及钢、木构件轮廓线
	细		$0.25b$	基础平面图中的管沟轮廓线、不可见的钢筋混凝土构件轮廓线
单点长画线	粗		b	柱间支撑、垂直支撑、设备基础轴线图中的中心线
	细		$0.25b$	定位轴线、对称线、中心线

续表 1.2

名称		线型	线宽	用 途
双点长画线	粗	—— · · ———	b	预应力钢筋线
	细	—— · · ———	$0.25b$	原有结构轮廓线
折断线		—— ∩ ——	$0.25b$	断开界线
波浪线		~~~~~	$0.25b$	断开界线

在同一张图纸中,相同比例的各图样,应选用相同的线宽组。

(2)比例

绘图时应根据图样的用途、被绘物体的复杂程度,选用表 1.3 的常用比例,特殊情况下也可选用表中的“可用比例”。

当构件的纵、横向断面尺寸相差悬殊时,可在同一详图中的纵横向选用不同的比例绘制。轴线尺寸与构件尺寸也可选用不同的比例绘制。

表 1.3 比 例

图 名	常用比例	可用比例
结构平面图 基础平面图	1 : 50、1 : 100 1 : 150、1 : 200	1 : 60
圈梁平面图、总图 中管沟、地下设施等	1 : 200、1 : 500	1 : 300
详 图	1 : 10、1 : 20	1 : 5、1 : 25、1 : 40

1.4.2.2 结构图的绘制

结构图应采用正投影法绘制(图 1.16),特殊情况下也可采用仰视投影绘制。

在结构平面图中,构件应采用轮廓线表示;如能用单线表示清楚时,也可用单线表示。定位轴线应与建筑平面图一致,并标注结构标高。

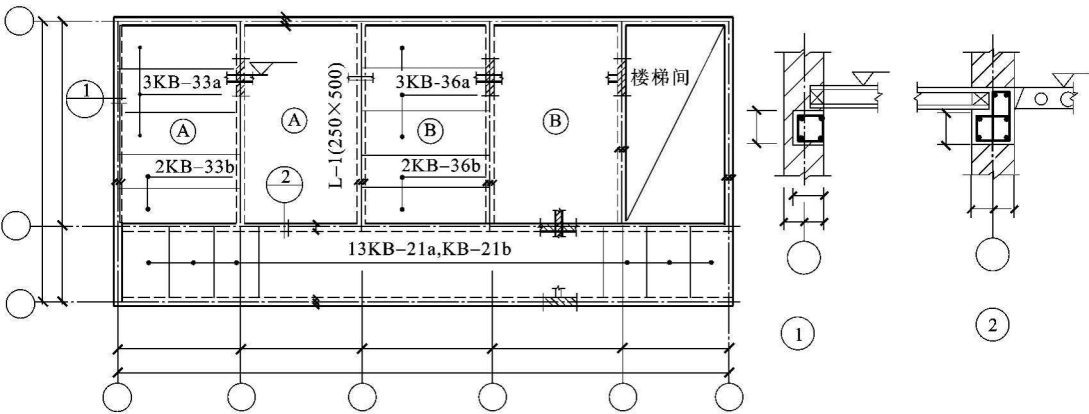


图 1.16 用正投影法绘制结构图

在结构平面图中,如若干部分相同时,可只绘制一部分,并用大写拉丁字母(A、B、C…)外加细实线圆圈表示相同部分的分类符号(分类符号圆圈直径为 8mm 或 10mm),其他相同部分仅标注分