



全国高等院校土建类专业实用型规划教材

混凝土结构设计

HUNNINGTU JIEGOU SHEJI

安静波 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

全国高等院校土建类专业实用型规划教材

混凝土结构设计

主 编	安静波		
副主编	郭光玲	张旭宏	
参 编	李淑英	王 赟	秦凤艳
主 审	柳炳康		



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书根据全国高等院校土木工程专业“混凝土结构教学大纲”要求编写而成。全书分为4章，即绪论，钢筋混凝土梁、板结构，单层厂房结构，多层钢筋混凝土框架结构。全书力求简明扼要、实用，既重视基本概念 的阐述，又强调设计理论的应用，便于读者全面了解和重点掌握相关内容。

本书可作为高等院校土木工程专业教材，也可供结构设计、施工和科研人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构设计/安静波主编. —北京: 中国电力出版社, 2010.6

全国高等院校土建类专业实用型规划教材

ISBN 978-7-5123-0480-2

I. ①混… II. ①安… 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 (2010) 第 098151 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 未翠霞 关 童 电话: 010-58383312

责任印制: 甄 茁 责任校对: 常燕昆

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2010 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

印数: 0001~3000 册

787mm×1092mm 1/16·15.125 印张·368 千字

定价: 32.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010-88386685)

前 言

本书是为适应土木工程专业应用型本科混凝土结构设计课程教学的要求，根据全国高等学校土木工程专业“混凝土结构教学大纲”及《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)等有关设计规范编写而成的。

全书分为4章，第1章绪论；第2章钢筋混凝土梁、板结构；第3章单层厂房结构；第4章多层钢筋混凝土框架结构。本书编写的主要特点是符合教学大纲要求；力求简明扼要、实用，既重视基本概念的阐述，又强调设计理论的应用；结合规范和工程实际；体现教学为主、重点突出。除第1章外，各章都配有典型的例题和习题外，还有肋梁楼盖、楼梯、排架和框架结构设计实例，作到理论联系实际，便于自学。

本书可作为高等院校土木工程本科专业教材，也可供结构设计、施工和科研人员参考使用。

参加本书编写的人员有：合肥学院安静波（第1章、第3章部分内容）、黑龙江工程学院张旭宏和李淑英（第2章）；陕西理工学院郭光玲（第4章）、皖西学院秦凤艳（第3章部分内容）。本书由安静波担任主编，郭光玲、张旭宏担任副主编。全书由合肥工业大学柳炳康教授主审。

由于编者水平有限，对书中的不妥和错误之处，恳请读者提出宝贵意见、批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 结构	1
1.2 结构的分类	1
1.3 混凝土建筑结构设计步骤	2
1.4 主要内容及学习要求	5
第 2 章 钢筋混凝土梁、板结构	7
2.1 概述	7
2.2 整体式单向板肋梁结构	9
2.3 整体式双向板肋梁结构	48
2.4 无梁楼盖	62
2.5 装配式铺板楼盖	70
2.6 楼梯	74
思考题	80
习题	81
第 3 章 单层厂房结构	83
3.1 概述	83
3.2 单层厂房结构的组成和布置	84
3.3 排架计算	91
3.4 单层厂房柱	108
3.5 柱下独立基础	119
3.6 单层厂房屋盖结构	126
3.7 吊车梁	132
3.8 单层厂房结构设计例题	135
思考题	153
习题	154
第 4 章 多层钢筋混凝土框架结构	156
4.1 概述	156
4.2 框架结构布置	157
4.3 框架梁、柱截面尺寸估算	161
4.4 框架结构的计算单元与计算简图	162
4.5 框架结构内力、侧移计算	164
4.6 框架结构的荷载效应组合及内力调幅	178

4.7 无抗震设防要求的截面、节点设计要点及构造要求	182
4.8 框架结构设计实例	187
思考题.....	216
习题.....	217
附录	218
附录 1 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	218
附录 2 双向板在均布荷载作用下的计算系数	224
附录 3 单层厂房排架柱柱顶反力与位移	229
附录 4 电动桥式吊车（大连起重机械厂）数据表	233
参考文献	235

第 1 章

绪 论

本章介绍了结构的定义和结构的分类，重点说明了混凝土建筑结构设计思想、设计步骤、设计内容和计算所应用的方法。介绍了本教材的主要内容和学习要求。

1.1 结构

结构是指建筑物、构筑物的基本承力骨架。混凝土结构是指以混凝土为主要材料制成的结构。

结构在其使用年限内，要承受各种永久荷载和可变荷载，有些结构还要承受偶然荷载。除此之外，结构还将受到温度、收缩、徐变、地基不均匀沉降等影响。在地震区，结构还可能承受地震的作用。因此，在上述各种因素的作用下，结构应具有足够的承载能力，不发生整体或局部的破坏或失稳；应具有足够的刚度，不产生过大的挠度或侧移。对于混凝土结构而言，还应具有足够的抗裂性，满足裂缝控制要求。除此之外，结构还应具有足够的耐久性，在其使用年限内，保证钢材不出现严重锈蚀，混凝土等材料不发生严重劈裂、腐蚀、风化、剥落等现象。合理的结构设计，是建筑物和构筑物安全、适用和耐久的重要保证。

1.2 结构的分类

(1) 根据结构所使用的主要建筑材料分为：混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构等。

混凝土结构是一种新兴的结构，迄今只有一百多年的历史，还有巨大的发展潜力。混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构，其应用范围极广，是土木工程中用得最多的一种结构。

(2) 按照结构高度和层数分为：单层结构、多层结构、高层结构。

(3) 按照结构承载位置和结构承载反应分为：水平承重结构、竖向承重结构、底部承重结构。

1) 水平承重结构：房屋中的楼盖结构、屋盖结构。

2) 竖向承重结构：框架结构、排架结构、刚架结构、剪力墙结构、筒体结构等。

3) 底部承重结构：地基和基础。

水平承重结构将作用在楼盖、屋盖上的荷载传递给竖向承重结构，竖向承重结构将自身承受的荷载以及水平承重结构传来的荷载传递给基础和地基。水平承重结构、竖向承重结构和底部承重结构是一个整体，它们相互作用、相互影响。水平承重结构将荷载传递给竖向承

重结构，水平承重结构有可能是竖向承重结构的组成部分，如楼盖结构中的主梁可能是框架结构中的横梁；竖向承重结构将荷载传递给底部承重结构，底部承重结构的变形也可能引起上部结构的内力和变形发生变化。

1.3 混凝土建筑结构的设计步骤

1.3.1 准备工作

1. 了解工程背景

了解项目的来源、投资规模；了解项目的规模、用途及使用要求；了解项目中建筑、结构、水、暖、电设计和施工的程序、内容与要求；了解与项目建设有关的各单位的相互关系及合作方式等。结构工程师应尽可能在初步设计阶段参与初步设计方案的讨论，并在扩大初步设计、施工图设计阶段发挥积极的作用。

2. 掌握结构设计所需要的原始资料

所需要的原始资料包括建筑物层数与层高、工程地质条件、建筑物的位置及周围环境、场地类别、本地区地震基本烈度，主导风向、基本风压、基本雪压等。

3. 收集设计参考资料

应收集我国的国家和地方标准，如各种设计规范、规程等，有时甚至要参考国外的标准；常用设计手册、图表和结构设计构造图集，建筑产品定型图集；国内外各种文献；以往相近工程的经验；结构分析所需要的计算软件及用户手册等。

1.3.2 确定结构方案

结构方案的确定是整个工程设计是否合理的关键。结构方案应在确定建筑方案和初步设计阶段着手考虑，提出初步设想；进入结构设计阶段后，经分析比较加以确定。

确定结构方案的原则：满足使用要求，受力合理，技术上可行，尽可能达到综合经济技术指标先进。

结构方案的选择包括两方面的内容：结构形式和结构体系。在方案阶段，宜先提出两种以上不同方案作为结构方案的初步设想，然后进行方案比较，可酌情作原则性比较或深入的经济技术指标比较，综合考虑，选择优者。

确定混凝土建筑结构设计的方案，主要包括以下几个方面：

(1) 上部主要承重结构方案与布置：可以选用框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙和筒体结构、排架结构等。

(2) 楼（屋）盖结构方案与布置：可以选用梁板结构式楼（屋）盖、无梁结构式楼（屋）盖、屋架和屋面梁结构体系的屋盖等。

(3) 基础方案与布置：可以采用条形基础、独立基础、筏板基础、桩基础、交叉梁基础、箱形基础等。

(4) 结构主要构造措施及特殊部位的处理：满足各种设计规范、规程要求的结构主要构造措施及特殊部位的处理，如构件最小截面尺寸、构件配筋数量、钢筋锚固等要求。

1.3.3 结构布置和结构计算简图的确定

结构布置就是在结构方案的基础上,确定各结构构件之间的相互关系,确定结构的传力路径,初步确定构件的全部尺寸等。结构布置时,可参照有关规范、手册和指南。

计算简图是对实际结构的简化,能反映实际结构的主要特点(受力和变形)。对混凝土结构进行结构分析时,所采用的计算简图应符合下列要求:

(1) 能够反映结构的实际体型、尺度、边界条件、截面尺寸、材料性能及连接方式等。

(2) 根据结构的特点及实际受力情况,考虑施工偏差、初始应力及变形、位移状况等,对计算简图加以修正。

计算简图确定后,结构所承受的荷载的传力路径就唯一确定了。

1.3.4 结构分析和设计计算

1. 结构上的作用计算

按照结构尺寸和建筑构造计算恒荷载的标准值,按荷载规范的规定计算活荷载的标准值,一般从结构的上部至下部依次计算。

直接施加于建筑结构上的荷载有:结构构件自身的重力荷载以及构件上建筑构造层的重力荷载;屋面上的雪荷载和施工荷载;楼面上的人群、家具、设备等使用荷载;外墙墙面上的风荷载等。

能使结构产生效应的作用还有:基础间发生的不均匀沉降;在温度变化的环境中,结构构件材料的热胀冷缩;地震造成的地面运动,使结构产生加速度和外加变形等。

2. 内力计算

(1) 基本原则。结构分析应符合下列要求:

1) 结构整体及各部分必须满足力学平衡条件。

2) 在不同程度上符合变形协调及边界约束条件。

3) 采用合理的材料和构件单元的应力—应变本构关系。

结构分析时,根据结构或构件的受力特点,可以采用具有理论或试验依据的简化和假定。计算结果的精确度应符合工程设计的要求。应对结构进行整体分析,必要时,还应对其特殊部位进行更详细的力学分析。

(2) 结构分析方法。混凝土结构宜根据结构类型、构件布置和受力特点选择下列分析方法进行结构分析。

1) 线弹性分析方法。一般情况下,使用线弹性分析方法对混凝土结构的承载能力极限状态及正常使用极限状态的内力和变形进行计算。对杆系混凝土结构,用线弹性分析方法时,可按下列原则进行计算:

① 体型规则的空间杆系结构,可分解为若干平面结构分别进行力学分析,然后将相应的效应合成,但宜考虑各平面结构之间的空间协调受力的影响。

② 杆件的轴线取其截面几何中心的连线。其计算跨度及计算高度按两端支承的中心距或净距并考虑连接的刚性和支承力的位置确定。

③ 现浇结构和装配整体式结构的节点可视为刚性连接;梁、板与支承结构非整浇时,可

视为铰支座。

④按毛截面计算杆件的刚度。T形截面应考虑翼缘宽度对刚度的影响,在进行不同受力状态的计算时,还应考虑混凝土开裂、混凝土徐变等因素对刚度的影响。

非杆系的二维或三维混凝土结构,可采用弹性力学分析方法、有限元分析方法或试验分析方法获得弹性应力分布,再根据其主拉应力的方向及数值进行配筋设计,并按多轴应力状态验算混凝土的强度。混凝土在多轴应力状态下的强度准则可按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)中的规定计算。

2) 塑性内力重分布分析方法。考虑钢筋混凝土结构塑性内力重分布的分析方法适用于下列情况:

①房屋结构中的连续梁和连续单向板可按弯矩调幅方法进行承载能力极限状态计算,但应满足正常使用极限状态验算并应有专门的构造措施。

②框架及框架—剪力墙结构在采取专门的构造措施后,可按弯矩调幅方法进行设计计算。

③周边嵌固的双向板,可在按弹性分析后,对支座处进行弯矩调幅,并确定相应的跨中弯矩。

④对于直接承受动力荷载作用的结构、要求不出现裂缝的结构、配置延性较差的受力钢筋的结构和处于严重侵蚀环境中的结构,不得采用塑性内力重分布的分析方法。

3) 塑性极限分析方法。承受均布荷载作用且周边支撑的双向矩形板,可采用塑性铰线法或条带法等塑性极限分析方法计算承载能力极限状态时的内力,同时应满足正常使用极限状态的要求。

承受均布荷载的板柱体系,可根据结构布置形式的不同,采用弯矩系数法或等代框架法计算承载能力极限状态的弯矩值。

4) 非线性分析方法。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局部进行受力全过程的非线性分析。

非线性分析方法应遵循以下原则:

①结构形状、尺寸、边界条件、截面尺寸、材料性能等应根据结构的受力特点事先设定。

②材料的性能指标宜取平均值。

③材料、截面、构件或各种计算单元的非线性本构关系宜通过试验测定;也可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。混凝土的单轴应力-应变关系、多轴强度和破坏准则也可按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2001)采用。

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;进行正常使用极限状态验算时,取荷载效应的标准组合和准永久组合。

5) 试验分析方法。对体形复杂或受力特殊的混凝土结构或构件,可采用试验分析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和复核。

当结构所处环境的温度和湿度发生变化,以及混凝土的收缩和徐变等因素在结构中产生的效应可能危及结构的安全或正常使用时,应进行专门的结构试验分析。试验模型应采用能够模拟实际结构受力性能的材料制作。

新的结构概念和近代力学理论在我国的引入和发展,使我国的建筑结构设计从依赖传统法式的经验设计水平飞跃到依靠科学分析和定量计算进行结构设计的新阶段。

3. 荷载效应组合和最不利的活荷载位置

恒荷载是一直作用在结构上的。活荷载可能出现,也可能不出现,不同类型的活荷载的出现情况有多种不同的组合,根据规范和经验可确定应计算的不同荷载组合。

由于假定结构是线弹性的,故荷载组合可通过荷载效应组合来实现。

活荷载除了在出现时间上是变化的,在空间位置上也是变化的。活荷载在结构上出现的位置不同,在结构中产生的荷载效应也不同。因此,为得到结构某点处的最不利的荷载效应,应在空间上对活荷载进行多种不同的布置,找出最不利的活荷载布置和相应的荷载效应。

4. 截面设计

根据计算的最不利内力对控制截面进行配筋设计和必要的尺寸修改。如果尺寸修改较大,则应重新进行分析。

5. 构造设计

构造设计主要是指配置计算以外的钢筋(分布钢筋、架立钢筋等)、确定钢筋的锚固长度、切断位置、构件支承条件以及腋角等细部尺寸等,这些均可参考构造手册。目前,钢筋混凝土结构设计的相当一部分内容不能通过计算确定,只能通过构造来确定,每项构造措施都有其相应的原理,因此,构造设计也是概念设计的重要内容。

1.3.5 结构设计的成果

结构设计的成果主要有以下形式:

(1) 结构方案设计说明书。其应对所确定的方案予以说明,并简释理由。

(2) 结构设计计算书。其应明确地说明结构计算简图的选取、结构所受的荷载、结构内力的分析方法及结果、结构构件主要截面的配筋计算等。如果结构计算是采用商业化软件,应说明具体的软件名称,并应对计算结果作必要的校核。

(3) 结构设计图纸。所有设计结果,最后必须以施工图的形式反映出来。一部分图纸可按初步设计(或扩大初步设计)的要求绘制,如总平面图;主体工程的平、立、剖面图;结构布置等,这部分图应能反映设计的主要意图,对细部的要求则可以放松一些。另一部分图纸应按施工详图的要求绘制,如结构构件施工详图、节点构造图、大样图等,这部分图纸要求完全反映设计意图,包括材料的选用、构件具体的尺寸规格、各构件之间的相互关系、施工方法、采用的标准(或通用)图集的编号等,要达到不作任何附加说明即可施工的要求。在实际工程中,目前一般已能做到结构设计图纸全部采用计算机绘制。

1.4 主要内容及学习要求

1.4.1 主要内容

本课程主要讲授钢筋混凝土梁板结构、单层厂房结构和多层钢筋混凝土框架结构的结构设计。

(1) 钢筋混凝土梁板结构设计。重点介绍了整体式单向板梁板结构、整体式双向板梁板结构、整体式无梁楼盖以及整体式楼梯的设计计算方法。

(2) 单层厂房结构设计。重点介绍了单层厂房的结构类型和结构体系、结构组成、结构布置、构件选型与截面尺寸确定、排架结构内力分析、柱的设计、排架柱下独立基础设计、钢筋混凝土屋架设计要点等内容，给出了单层厂房排架结构的设计实例。

(3) 多层框架结构设计。重点介绍了结构布置方法、截面尺寸估算、计算简图的确定、荷载计算、内力计算、内力组合、侧移验算和框架结构配筋计算及构造要求等内容，给出了多层框架结构的设计实例。

1.4.2 学习要求

(1) 了解各类结构的特性，能够正确选用各类结构。

(2) 熟悉结构的平面和立面布置方法，确保结构的荷载传递路线明确、受力可靠、经济合理、整体性好。

(3) 掌握结构计算简图的确定方法、各构件截面尺寸的估算方法。

(4) 熟悉各种荷载的计算方法。

(5) 熟练掌握结构在各种荷载下的内力计算及内力组合方法。

(6) 熟练掌握结构的配筋计算及构造要求。

(7) 在学习的过程中，认真阅读有关规范。

第 2 章

钢筋混凝土梁、板结构

本章介绍了钢筋混凝土梁板结构的工程应用，重点阐述了整体式钢筋混凝土单向、双向板肋梁楼盖的受力特点、弹性与塑性设计方法。说明了肋梁楼盖板的构造要求。本章还介绍了无梁楼盖的设计方法与结构构造要求，装配式楼盖的结构形式和构造要求，整体式楼梯的设计方法与结构构造要求。

2.1 概述

钢筋混凝土梁板结构是由钢筋混凝土梁和钢筋混凝土板组成的承受荷载的结构体系，是土木工程中常见的结构形式，如图 2-1 所示。梁板结构在房屋建筑结构中已得到广泛应用，除此之外，还应用于桥梁的桥面结构，特种结构中水池的顶盖、池壁和底板等。楼盖是建筑结构中的重要组成部分，混凝土楼盖在整个房屋的材料用量和造价方面所占的比例是相当大的，因此合理选择楼盖的形式，正确地进行设计计算，对整个房屋的使用和技术经济指标具有一定的影响。

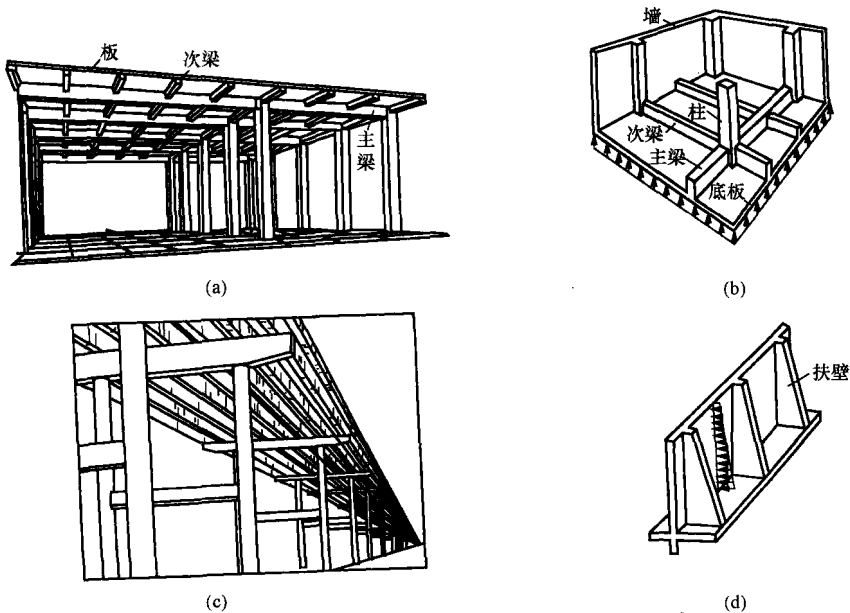


图 2-1 梁板结构的主要形式

(a) 楼盖；(b) 地下室底板；(c) 桥面结构；(d) 挡土墙

根据结构布置形式,混凝土楼盖按结构型式可分为肋梁楼盖、井式楼盖、密肋楼盖和无梁楼盖,如图 2-2 所示。

(1) 肋梁楼盖:如图 2-2 (a)、(b) 所示,一般由板、次梁和主梁组成。其主要传力途径为板→次梁→主梁→柱或墙→基础→地基。肋梁楼盖用钢量较低,楼板上留洞方便,但支模较复杂。肋梁楼盖是现浇楼盖中使用最普遍的一种楼盖结构形式,其受力明确,设计计算简单,经济指标好。

(2) 井式楼盖:如图 2-2 (c) 所示,其两个方向的柱网及梁的截面相同,由于是两个方向受力,梁的高度比肋梁楼盖小,故宜用于跨度较大且柱网呈方形的结构。

(3) 密肋楼盖:如图 2-2 (d) 所示,由于梁肋的间距小,板厚很小,梁高也较肋梁楼盖小,故结构自重较轻。近年来,双向密肋楼盖采用预制塑料模壳,克服了支模复杂的缺点使其应用增多。

(4) 无梁楼盖:如图 2-2 (e) 所示,板直接支承于柱上,其传力途径是荷载由板传至柱或墙。无梁楼盖的结构高度小,净空大,支模简单,但用钢量较大,常用于仓库、商店等

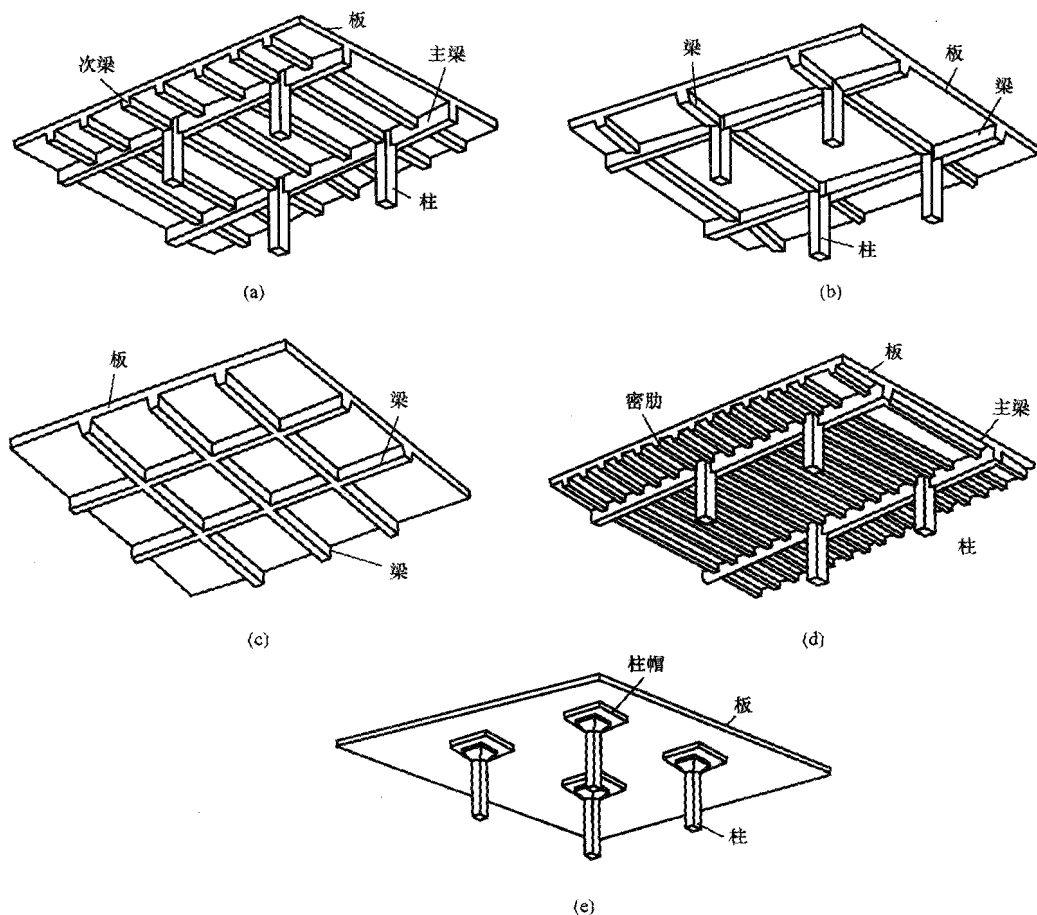


图 2-2 楼盖的主要结构形式

(a) 单向板肋梁楼盖; (b) 双向板肋梁楼盖; (c) 井式楼盖; (d) 密肋梁楼盖; (e) 无梁楼盖

柱网布置接近方形的建筑。当柱网较小时 ($3\sim 4\text{m}$), 柱顶可不设柱帽; 当柱网较大 ($6\sim 8\text{m}$) 且荷载较大时, 柱顶设柱帽以提高板的抗冲切能力。

根据施工方法, 混凝土楼盖可分为现浇式楼盖、装配式楼盖和装配整体式楼盖。

(1) 现浇式楼盖。其整体性好、刚度大、防水性好、抗震性强, 并能适用于房间的平面形状、设备管道、荷载或施工条件比较特殊的情况。

(2) 装配式楼盖。其楼板采用混凝土预制构件, 便于工业化生产, 在多层民用建筑和多層工业厂房中得到广泛应用。但是, 这种楼盖由于整体性、防水性和抗震性较差, 不利于开设孔洞, 故对于高层建筑、有抗震设防要求的建筑以及使用上要求防水和开设孔洞的楼面, 均不宜采用。

(3) 装配整体式楼盖。其整体性较装配式楼盖好, 又较现浇式楼盖节省模板和支撑。但这种楼盖需要进行混凝土的二次浇筑, 有时还须增加焊接工作量, 故对施工进度和造价都带来一些不利影响。因此, 这种楼盖仅适用于荷载较大的多层工业厂房、高层民用建筑以及有抗震设防要求的建筑。采用装配式楼盖可以克服现浇楼盖的缺点, 而装配整体式楼盖则兼具现浇式楼盖和装配式楼盖的优点。

根据预加应力情况, 混凝土楼盖可分为钢筋混凝土楼盖和预应力混凝土楼盖。

预应力混凝土楼盖应用最普遍的是无粘结预应力混凝土平板楼盖, 当柱网尺寸较大时, 它可有效减小板厚, 降低建筑层高。

在具体的实际工程中究竟采用何种楼盖形式, 应根据房屋的性质、用途、平面尺寸、荷载大小、采光以及技术经济等因素进行综合考虑。

2.2 整体式单向板肋梁结构

2.2.1 单向板与双向板

肋梁楼盖中每一区格的板一般在四边都有梁或墙支承, 形成四边支承板, 荷载将通过板的双向受弯作用传到四边支承的构件 (梁或墙) 上, 荷载向两个方向传递的多少, 将随着板区格的长边与短边长度的比值而变化。

根据板的支承形式及在长边、短边长度上的比值, 板可以分为单向板和双向板, 其受力性能及配筋构造都各有特点。

在荷载作用下, 只在一个方向弯曲或者主要在一个方向弯曲的板, 称为单向板, 如图 2-3 (a) 所示; 在荷载作用下, 在两个方向弯曲, 且不能忽略任一方向弯曲的板, 称为双向板, 如图 2-3 (b) 所示。为方便设计, 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002, 以下简称《规范》) 中规定了这两种板的界定条件:

- (1) 两对边支承的板和单边嵌固的悬臂板, 应按单向板计算。
- (2) 四边支承的板 (或邻边支承, 或三边支承) 应按下列规定计算:
 - 1) 当长边与短边长度之比大于或等于 3 时, 可按沿短边方向受力的单向板计算。
 - 2) 当长边与短边长度之比小于或等于 2 时, 应按双向板计算。
 - 3) 当长边与短边长度之比介于 2 和 3 之间时, 宜按双向板计算; 当按沿短边方向受力

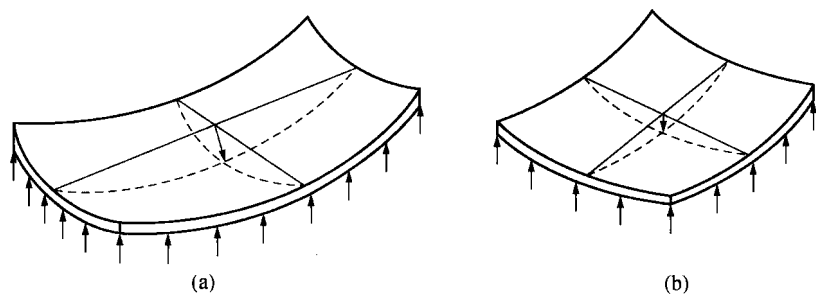


图 2-3 四边支承板的变形

(a) 单向板; (b) 双向板

的单向板计算时,应沿长边方向布置足够数量的构造钢筋。

单向板肋梁楼盖的设计步骤如下:

- (1) 结构平面布置,并对梁板进行分类编号,初步确定板厚和主、次梁的截面。
- (2) 确定板和主、次梁的计算简图。
- (3) 梁、板的内力计算及内力组合。
- (4) 截面配筋计算及构造措施。
- (5) 绘制施工图。

2.2.2 楼盖结构布置

在肋梁楼盖中,结构布置包括柱网布置、主梁布置、次梁布置。单向板肋梁楼盖中,由于板面荷载主要沿短跨传递,故将短跨称为板的跨度,次梁的间距决定了板的跨度,板的跨度又决定了板的厚度。主梁的间距决定了次梁的跨度,柱距则决定了主梁的跨度。进行结构平面布置时,应综合考虑建筑功能、造价及施工条件等,合理确定梁的平面布置。根据工程实践,在肋梁楼盖中,板的混凝土用量占整个楼盖的 50%~60%,对整个楼盖的经济性和自重都有重要影响,因此单向板的常用跨度为 1.5~3.0m,荷载较大时取较小值,一般不宜超过 3m;双向板的常用跨度为 4~6m;双向板的受力比单向板的受力更为合理,宜优先考虑双向板布置方案。单向板肋梁楼盖结构布置如图 2-4 所示。

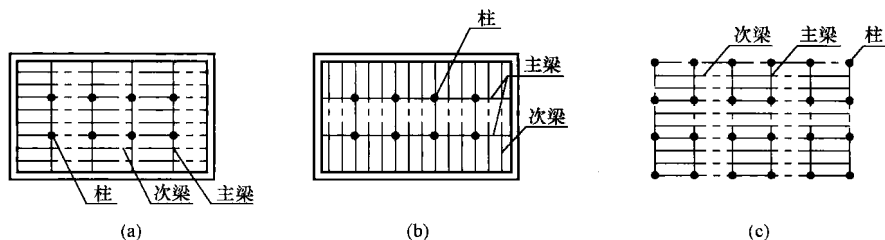


图 2-4 单向板肋梁楼盖结构布置

柱网布置一般由建筑平面决定。柱网间距大,主梁跨度大,承受楼面荷载范围也大,主梁的截面尺寸相应需要增大。当柱网在纵横向的尺寸不同时,主梁应尽可能沿柱网短跨方向

布置,如果考虑管道设备的布置要求时,也可以柱网长跨方向布置。通常次梁的常用跨度为4~6m;主梁的常用跨度为5~8m。

2.2.3 计算简图

1. 计算模型

在现浇单向板肋梁楼盖中,板一般可视为以次梁和边墙(或梁)为铰支承的多跨连续板。次梁和主梁组成交叉梁系,当主、次梁的线刚度比大于8时,主梁可作为次梁的不动支座,次梁可简化为支承于主梁和墙上的连续梁。对于支承在混凝土柱上的主梁,其计算模型应根据梁柱线刚度比而定。当主梁线刚度与柱线刚度比大于等于3时,主梁的转动受柱端的约束可忽略,而柱的受压变形通常很小,此时柱可视为主梁的不动铰,主梁可简化为多跨连续梁;否则应按梁、柱刚接的框架模型(框架梁)计算主梁。为简化计算,通常作如下假定:

(1) 支座可以自由转动,但没有竖向位移。

(2) 不考虑薄膜效应对板内力的影响。

(3) 在确定板传给次梁的荷载以及次梁传给主梁的荷载时,分别忽略板、次梁的连续性,按简支构件计算竖向反力。

跨数超过五跨的连续梁、板,当各跨荷载相同,且跨度相差不超过10%时,可按五跨的等跨连续梁、板计算,当连续梁、板跨数小于等于五跨时,应按实际跨数计算。连续梁或板的结构计算跨数如图2-5所示。

假定支座处没有竖向位移,实际上是忽略了次梁、主梁、柱的竖向变形对板、次梁、主梁的影响。柱的竖向变形主要由轴向变形引起,在通常的内力中是可以忽略的。忽略主梁变形,将导致次梁跨中弯矩偏小、主梁跨中弯矩偏大。当主梁的线刚度比次梁的线刚度大很多时,主梁变形对次梁内力的影响较小。

假定支座可以自由转动,实际上是忽略了次梁对板、主梁对次梁、柱对主梁的转动约束能力。而在实际现浇混凝土楼盖中,单向板与次梁整浇,次梁与主梁整浇,单向板在支座处的转动势必使次梁产生扭转,同样次梁在支座处的转动势必使主梁产生扭转,这与计算简图中支座为理想铰接情况是不同的。如图2-6(a)所示为理想铰支座时连续梁的变形,因忽略了实际支座次梁或主梁扭转刚度的影响,其支座转角 θ 大于实际支座转角 θ' ,并且导致边跨跨中正弯矩计算值大于实际值,而支座负弯矩计算值小于实际值。为考虑计算模型与实际情况的这种差别所带来的影响,实际计算中采用折算荷载的方法做近似处理。折算荷载方法是通过适当增加恒荷载和相应减小活荷载的办法,使按计算模型计算得到的支座转角和内力值与实际情况接近,如图2-6(c)所示。

根据次梁扭转刚度对单向板的影响程度和主梁扭转刚度对次梁的影响程度分

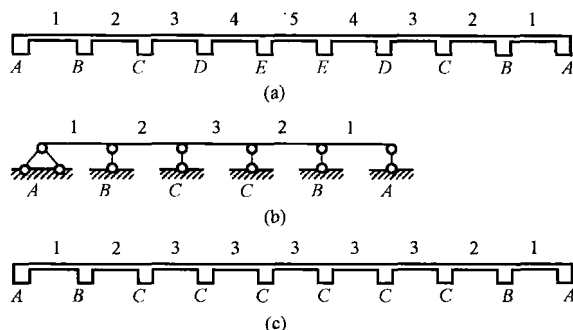


图2-5 连续梁或板的结构计算跨数

(a) 实际跨数; (b) 计算跨数; (c) 相同构造跨