

高等院校土建类专业教材

混凝土结构设计

万胜武 吴晓春 主编



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等院校土建类专业教材

混凝土结构设计

主 编 万胜武 吴晓春

副主编 符媛媛



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计/万胜武,吴晓春主编. —武汉:武汉大学出版社,2016.1
高等院校土建类专业教材
ISBN 978-7-307-16461-1

I. 混… II. ①万… ②吴… III. 混凝土结构—结构设计—高等学校—教材
IV. TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 178810 号

责任编辑:黄孝莉 王亚明

责任校对:薛文杰

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:虎彩印艺股份有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:418千字

版次:2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

ISBN 978-7-307-16461-1 定价:32.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前言

本书讲述了几种典型混凝土结构体系结构设计计算的基本方法,主要包括如下内容:结构设计的一般方法、混凝土楼盖结构设计、单层厂房排架结构设计,以及多层框架结构设计。本书着重讲解了上述各种结构体系的特点和适用范围,对各结构的结构布置、荷载计算、内力分析、内力组合和构件截面设计的一般步骤进行了详细的阐述,同时介绍了结构施工图的表达方法。

本书在编写过程中,注重对结构概念和理论分析方法的讲解,所述内容力求与设计规范和工程实际相结合。本书内容通俗易懂、深入浅出、图文并茂;每章章前有内容提要和能力要求,讲述过程中配有典型例题,章后有一定数量的思考题和习题。为了便于初学者掌握结构设计的步骤和过程,第2~4章还专门以设计实例的形式讲述了设计步骤的全过程。

本书由武汉科技大学城市建设学院万胜武、吴晓春担任主编,武汉科技大学城市学院符媛媛担任副主编。编写人员长期从事混凝土结构类课程的授课工作,具有丰富的教学 and 实践经验。

具体编写分工如下:

万胜武(第1章,附录);

杨墨、吴晓春(第2章);

孙艳(第3章);

符媛媛(第4章)。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015年8月

目录

1 绪论	(1)
1.1 建筑结构设计概述	(2)
1.2 混凝土结构设计的基本规定	(3)
1.3 本课程的主要内容	(7)
知识归纳	(7)
思考题	(7)
2 混凝土梁板结构	(8)
2.1 概述	(9)
2.2 现浇单向板肋梁楼盖	(12)
2.3 双向板肋梁楼盖	(38)
2.4 无梁楼盖	(49)
2.5 井式楼盖	(57)
2.6 装配式楼盖	(59)
2.7 楼梯和雨篷	(61)
知识归纳	(69)
思考题	(70)
习题	(70)
3 单层工业厂房	(72)
3.1 概述	(73)
3.2 单层厂房排架结构的组成和传力路径	(75)
3.3 单层厂房的结构布置	(78)
3.4 单层厂房主要构件的选型	(91)
3.5 排架结构计算	(97)
3.6 钢筋混凝土排架柱设计	(111)
3.7 柱下独立基础设计	(119)
3.8 单层厂房排架结构设计实例	(128)
知识归纳	(156)
思考题	(156)
习题	(156)
4 多层框架结构	(158)
4.1 概述	(159)
4.2 框架结构设计方法	(160)
4.3 框架结构的构造要求	(182)
4.4 框架结构设计实例	(187)

知识归纳.....	(209)
思考题.....	(209)
习题.....	(210)
附录.....	(211)
附录 1 民用建筑楼面均布活载标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数	(211)
附录 2 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	(212)
附录 3 双向板弯矩、挠度计算系数	(219)
附录 4 钢筋混凝土结构伸缩缝最大间距	(224)
附录 5 吊车的工作制、级别和常用规格	(224)
附录 6 风荷载	(226)
附录 7 单阶柱柱顶反力与水平位移系数值	(229)
附录 8 规则框架承受均布及倒三角形分布水平力作用时反弯点的高度比	(231)
参考文献.....	(238)

绪 论

课前导读

□ 内容提要

本章主要包括：建筑结构的组成和类型，建筑结构设计步骤、内容和一般原则；混凝土结构设计的一般规定，混凝土结构方案确定的基本要求，混凝土结构耐久性设计的基本内容和防连续倒塌设计的原则，混凝土结构分析的基本原则和方法。同时，本章对本书的主要内容进行了简单介绍。

□ 能力要求

通过本章的学习，学生应对建筑结构的组成和类型，建筑结构设计步骤、内容和一般原则，混凝土结构设计的一般规定等有一定的了解。

1.1 建筑结构设计概述

1.1.1 建筑结构的组成和类型

1.1.1.1 建筑结构的组成

建筑结构主体以室外地坪为界,分为上部结构和下部结构两部分。

上部结构由水平和竖向结构体系组成。水平结构体系是指各层的楼盖和顶层的屋盖,主要有梁板结构、平板结构、密肋结构和大跨结构(桁架、网架、壳体、拱、索、膜结构等)。它们一方面承受楼、屋面的竖向荷载,并将竖向荷载传递给竖向结构体系;另一方面把作用在各层处的水平力传递和分配给竖向结构体系。竖向结构体系由墙和柱等构件组成,主要有墙体、框架柱、筒体等,其作用是承受由楼、屋盖传来的竖向力和水平力并将其传给下部结构。通常也把竖向结构体系称为抗侧力体系。

下部承重结构主要由地下室和基础组成,其作用是把上部结构传来的力可靠地传给地基。基础形式主要有独立基础、条形基础、十字形基础、筏形基础、箱形基础等浅基础和桩基础、沉井、地下连续墙等深基础。

1.1.1.2 建筑结构的类型

建筑结构的类型通常以上部结构中竖向结构体系的结构类型来命名。

其按结构材料,可分为砌体结构、混凝土结构、钢结构、组合结构和混合结构等;按竖向结构体系,可分为排架结构、框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和筒体结构等。

1.1.2 建筑结构设计流程

建筑结构设计是工程设计的重要组成部分,一般分为三个阶段,即初步设计阶段、技术设计阶段和施工图设计阶段。其一般设计流程如图 1-1 所示。

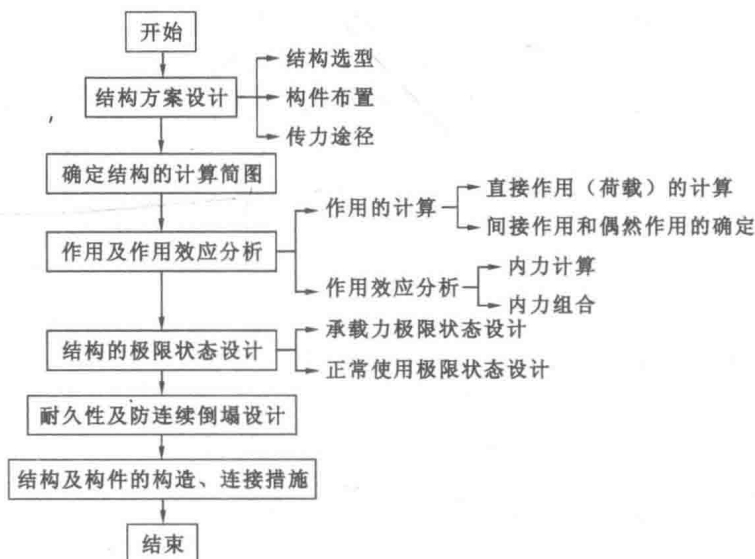


图 1-1 建筑结构设计流程图

初步设计阶段的主要内容是:对地基、上、下部结构等提出设计方案,并进行技术经济比较,从而确定一个可行的结构方案;同时对结构设计的关键问题提出技术措施。

技术设计阶段的主要内容是:进行结构平面布置和结构竖向布置;对结构的整体进行荷载效应分析,必要时应对结构中受力状况特殊的部分进行更详细的结构分析;确定主要的构造措施及重要部位和薄弱部位的技术措施。

施工图设计阶段的主要内容是:给出准确完整的各楼层的结构平面布置图;对结构构件及构件的连接进行设计计算,并给出配筋和构造图;给出结构施工说明并以施工图的形式提交最终设计图纸;将整个设计过程中的各项技术工作整理成设计计算书存档。

对需要满足特殊要求的结构,尚应进行专门性能设计。

1.1.3 建筑结构设计的一般原则

建筑结构设计的一般原则是安全、适用、耐久和经济合理。

安全性、适用性和耐久性是建筑结构应满足的功能要求,结构设计时应考虑功能要求与经济性之间的均衡,即在保证结构可靠的前提下,设计出经济的、技术先进的、施工方便的结构。其设计原则如下:

- ① 详细阅读和领会工程地质勘察报告,把建筑场地的水文、地质等资料作为设计的依据。
- ② 把国家、地方和行业的现行设计法规、标准、规范和规程等作为设计的依据,切实遵守有关规定,特别是强制性条文的规定。
- ③ 采用高性能的结构材料、先进的科学技术、先进的设计计算方法和施工方法。
- ④ 结合工程具体情况,尽可能正确选择并采用标准图。
- ⑤ 宜优先采用有利于建筑工业化的装配式结构和装配整体式结构。
- ⑥ 与其他工种的设计,如建筑给水、排水等互相协调配合。

1.2 混凝土结构设计的基本规定

1.2.1 混凝土结构设计的一般规定

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)从结构设计方法、作用的计算原则、设计使用年限、结构构件的安全等级、施工水平的考虑等方面对混凝土结构设计给出如下一般规定。

1.2.1.1 结构设计方法

混凝土结构设计采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行设计。混凝土结构的极限状态应包括承载能力极限状态和正常使用极限状态。

① 承载能力极限状态:结构或构件达到最大承载力、出现疲劳破坏、发生不适于继续承载的变形或因结构局部破坏而引发的连续倒塌。

② 正常使用极限状态:使结构或构件达到正常使用的某项规定限值或耐久性的某种规定状态。

1.2.1.2 作用的计算原则

使结构产生内力和变形的原因称为作用,分为直接作用、间接作用和偶然作用。直接作用即荷载;温度变化、混凝土收缩与徐变、基础的差异沉降、地震等引起结构外加变形或约束称为间接作用;偶然作用主要是指爆炸、撞击、火灾及罕遇自然灾害等。

结构上的直接作用(荷载)应根据《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)及相关标准确定,地震作用应根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)确定,间接作用和偶然作用应根据有关标准或具体条件确定。

直接承受吊车荷载的结构构件应考虑吊车荷载的动力系数。预制构件制作、运输及安装时,应考虑相应的动力系数。对现浇结构,必要时应考虑施工阶段的荷载。

1.2.1.3 设计使用年限及安全等级

设计使用年限是指设计规定的结构或结构构件不需要进行大修即可按其预定目的使用的时期。各类建筑结构的设计使用年限应按照《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)的规定取用。

需注意的是,结构的设计使用年限虽与其使用寿命有联系,但不等同于使用寿命。超过设计使用年限的结构并不意味着其已损坏而不能使用,只是说明其完成预定功能的能力越来越低了。

我国根据建筑结构破坏后果的影响程度,将建筑结构分为三个安全等级:破坏后果很严重的为一级,严重的为二级,不严重的为三级。混凝土结构中各类结构构件的安全等级宜与整个结构的安全等级相同。对于结构中的重要构件和关键传力部位,可根据其重要程度适当提高安全等级。

除上述规定外,混凝土结构设计还应考虑施工技术水平及实际工程条件的可行性。有特殊要求的混凝土结构,应提出相应的施工要求。

1.2.2 混凝土结构方案的确定

结构方案的确定主要是指配合建筑设计的功能和造型要求,综合所选结构材料的特性,从结构受力、安全、经济及地基基础和抗震等条件出发,综合确定出合理的结构形式。它是结构设计中最重要的一项工作,是结构设计成败的关键。对混凝土建筑结构而言,结构方案的确定主要包括:确定上部主要承重结构、楼(屋)盖结构和基础的形式,结构缝的设计,结构构件的布置及连接等。

1.2.2.1 混凝土结构方案设计的要求

- ① 选用合理的结构体系、构件形式和布置方式。
- ② 结构的平、立面布置宜规则,各部分的质量和刚度宜均匀、连续。
- ③ 结构传力途径应简捷、明确,竖向构件宜连续贯通、对齐。
- ④ 宜采用超静定结构,重要构件和关键传力部位应增加冗余约束或有多条传力途径。
- ⑤ 宜减小偶然作用的影响范围,避免发生局部破坏引起的结构连续倒塌。

1.2.2.2 混凝土结构中结构缝的设计要求

结构缝包括伸缩缝、沉降缝、防震缝等。设置结构缝应符合下列要求:

- ① 应根据结构受力特点及建筑尺度、形状、使用功能要求,合理确定结构缝的位置和构造形式;

- ② 宜控制结构缝的数量,并应采取有效措施减小结构缝对结构使用功能的不利影响;
- ③ 可根据需要设置施工阶段的临时性结构缝。

1.2.2.3 结构构件的连接

结构构件的可靠连接是保证有效传力并使结构形成整体的关键。结构构件的连接应符合下列原则:

- ① 连接部位的承载力应保证被连接构件之间的传力性能;
- ② 当混凝土构件与其他材料构件连接时,应采取可靠的连接措施;
- ③ 应考虑构件变形对连接节点及相邻结构或构件造成的影响。

1.2.3 混凝土结构的耐久性设计

混凝土结构的耐久性是指结构在正常维护条件下,完好使用到设计使用年限的性能。例如,混凝土不发生严重风化、腐蚀、脱落、碳化,钢筋不发生锈蚀等。

混凝土结构应根据设计使用年限和环境类别进行耐久性设计,包括下列内容。

(1) 确定结构所处的环境类别

混凝土结构所处的环境是影响其耐久性的外因。在室内潮湿、室外露天、地下水浸润、水位变动等干湿交替的环境中,由于水和氧的反复作用,容易引起钢筋锈蚀和混凝土材料劣化。处于滨海室外环境、盐渍土地区的地下结构,北方城市冬季依靠喷洒盐水消除立交桥、周边结构及停车楼上的冰雪等,都可能造成钢筋腐蚀。因此,在进行混凝土结构耐久性设计时,首先需要确定结构所处的环境类别,然后根据环境类别和设计使用年限进行耐久性设计。《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)根据干湿程度、气温状况等因素将混凝土结构所处的环境分为五类。其中,第二类 and 第三类又包含两个亚类。环境类别为四类和五类的混凝土结构,其耐久性要求应符合有关标准的规定。

(2) 提出对混凝土材料耐久性的基本要求

混凝土的水胶比、强度等级、氯离子含量和碱含量等质量性能参数是影响结构耐久性的重要因素。例如,混凝土的碱性可使钢筋表面钝化,从而免遭锈蚀;而氯离子可引起钢筋脱钝和电化学腐蚀。因此,《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)根据混凝土结构所处的环境类别和设计使用年限,通过限制混凝土材料的最大水胶比、最低强度等级、最大碱含量和最大氯离子含量来满足混凝土结构的耐久性要求。

(3) 确定构件中钢筋的混凝土保护层厚度

在一般情况下,混凝土是碱性的,钝化膜层能完全覆盖钢筋表面且长期不受破坏。混凝土的包裹作用及其使钢筋钝化的高碱度溶液为钢筋防锈提供了良好的物理和化学屏障,是钢筋存在的理想环境。但来自原材料、环境中的氯离子却能直接或间接地破坏这两种屏障而使钢筋发生锈蚀,且其体积膨胀后会造成混凝土保护层开裂、脱落甚至完全破坏。因此,足够的钢筋保护层厚度是提高混凝土结构耐久性的重要措施。在进行耐久性设计时,钢筋的保护层厚度应满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)的相关规定。

(4) 确定不同环境条件下的耐久性技术性措施

二类和三类环境中,设计使用年限为 100 年的混凝土结构,应采取专门的有效措施。预应力混凝土结构中的预应力筋应根据具体情况,采取表面防护、管道灌浆、加大混凝土保护层厚度等措施,外露的锚固端应采取封锚和混凝土表面处理等有效措施;有抗渗要求的混凝土结构,混凝土的抗渗

等级应符合有关标准的要求;严寒及寒冷地区的潮湿环境中,混凝土结构应满足抗冻要求,混凝土抗冻等级应符合有关标准的要求;处于三类环境中的混凝土结构,钢筋可采用环氧涂层钢筋或其他具有耐腐蚀性能的钢筋,也可采取阴极保护处理等防锈措施;处于二、三类环境中的悬臂构件宜采用悬臂梁-板的结构形式,或在其上表面增设防护层;处于二、三类环境中的结构,其表面的预埋件、吊钩、连接件等金属部件应采取可靠的防锈措施。

(5) 提出结构使用阶段的检测与维护要求

混凝土结构应按设计规定的环境类别使用,并定期进行维护与检测;设计中的可更换混凝土构件应定期按规定更换;构件表面的防护层应按规定维护或更换;结构出现可见的耐久性缺陷时,应及时进行检测处理。

1.2.4 混凝土结构防连续倒塌的设计原则

混凝土结构防连续倒塌设计的目的是提高结构综合抗灾能力,以确保当结构体系在特定类型的偶然作用下发生局部垮塌时,依靠剩余结构体系仍能继续承载,避免发生与作用不相匹配的大范围破坏或连续倒塌。

混凝土结构防连续倒塌设计宜符合下列要求:

- ① 采取减小偶然作用效应的措施;
- ② 采取使重要构件及关键传力部位避免直接遭受偶然作用的措施;
- ③ 在结构容易遭受偶然作用影响的区域增加冗余约束,布置备用的传力途径;
- ④ 增强疏散通道、避难空间等重要结构及关键传力部位的承载力和变形性能;
- ⑤ 配置贯通水平、竖向构件的钢筋,并与周边构件可靠地锚固;
- ⑥ 设置结构缝,控制可能发生连续倒塌的范围。

结构防连续倒塌设计的涉及面广,设计的难度和代价很大,一般结构只需进行防连续倒塌的概念设计。对倒塌造成严重后果、安全等级为一级的重要结构,防倒塌设计可采用下列方法。

(1) 局部加强法

提高可能遭受偶然作用而发生局部破坏的竖向重要构件和关键传力部位的安全储备,也可直接考虑偶然作用进行设计。

(2) 拉结构件法

在结构局部竖向构件失效的条件下,可根据具体情况分别按梁-拉结模型、悬索-拉结模型和悬臂-拉结模型进行极限承载力计算,以维持结构的整体稳定性。

(3) 去除构件法

按一定规则去除结构的主要受力构件,验算剩余结构体系的极限承载力;也可采用倒塌全过程分析进行防倒塌设计。

另外,当进行偶然作用下结构防连续倒塌的验算时,宜考虑结构相应部位倒塌冲击引起的动力系数。在抗力函数的计算中,混凝土强度取强度标准值 f_{ck} ,普通钢筋强度取极限强度标准值 f_{stk} ,预应力筋强度取极限强度标准值 f_{ptk} ,并考虑锚具的影响。宜考虑偶然作用下结构倒塌对结构几何参数的影响。必要时应考虑材料性能在动力作用下的强化和脆性,并取相应的强度特征值。

1.3 本课程的主要内容

本课程是土木工程专业的一门主干必修课,是混凝土结构原理的后续课程,具有较强的实践性,重点针对学生工程实践能力的培养。

本课程主要讲述混凝土梁板结构、单层工业厂房和多层框架结构房屋的结构设计方法。通过本课程的学习,并经过课程设计和毕业设计等实践教学环节,学生应初步具备运用这些理论知识正确进行混凝土结构设计和解决实际技术问题的能力。

混凝土结构设计是一门实践性很强的课程,因此学生要加强对课程作业、课程设计和毕业设计等实践性环节的学习,并在学习过程中逐步熟悉和正确运用我国颁布的一些设计规范和设计规程,如《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《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—2012)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)等。

【知识归纳】

(1) 建筑结构可分为上部结构和下部结构;建筑结构的类型通常以上部结构体系来区分。

(2) 混凝土结构设计的一般规定:结构设计采用以概率论为基础的极限状态设计法;施加在结构上的各种作用应遵循相关规范和标准,除此外尚应考虑结构的设计使用年限和安全等级。

【思考题】

1-1 简述混凝土结构的设计流程。

1-2 简述混凝土结构耐久性设计的基本要求和防连续倒塌设计的原则。

混凝土梁板结构

课前导读

□ 内容提要

本章主要包括：楼盖的结构类型及应用，现浇单向板肋梁楼盖、双向板肋梁楼盖及无梁楼盖的结构分析与计算，井式楼盖的特点、计算和构造要求，装配式楼盖的连接及计算要点，楼梯的计算与构造要求。本章的教学重点为单向板肋梁楼盖和双向板肋梁楼盖分别按照弹性理论计算的方法和按塑性理论计算的方法及构造要求，无梁楼盖的内力计算、板柱节点处受冲切承载力计算，板式楼梯的计算及构造要求；教学难点为单向板肋梁楼盖和双向板肋梁楼盖的计算及构造要求，板式楼梯的计算和构造要求。

□ 能力要求

通过本章的学习，学生应了解楼盖的分类、肋梁式楼盖的计算要点和构造要求，掌握单向板肋梁楼盖、双向板肋梁楼盖、板式楼梯的计算和构造要求。

2.1 概 述

——钢筋混凝土梁板结构是由板和梁组成的结构体系。它是土木工程中应用最广泛的一种结构，如工业与民用建筑的楼盖、屋盖、筏形基础、阳台、雨篷、楼梯等，还可应用于蓄液池的底板、顶板、挡土墙及桥梁的桥面结构。钢筋混凝土屋盖、楼盖是建筑结构的重要组成部分，其造价占建筑物总造价相当大的比例。因此，梁板结构形式的选择和布置的合理性及结构计算和构造的正确性对建筑物的安全使用和经济性有重要的意义。

2.1.1 楼盖的结构形式及应用

楼盖按其施工方法分为现浇整体式、装配式和装配整体式三种形式。

2.1.1.1 现浇整体式楼盖

现浇整体式楼盖的整体性好、刚度大、抗震性能好、适应性强，遇到板的平面形状不规则或板上开洞较多的情况，更可显示出其优越性。但现浇整体式楼盖现场工作量大，模板需求量大，工期较长。

按楼板的传力和支承条件的不同，其可分为单向板肋梁楼盖、双向板肋梁楼盖、无梁楼盖、密肋楼盖、井式楼盖，如图 2-1 所示。

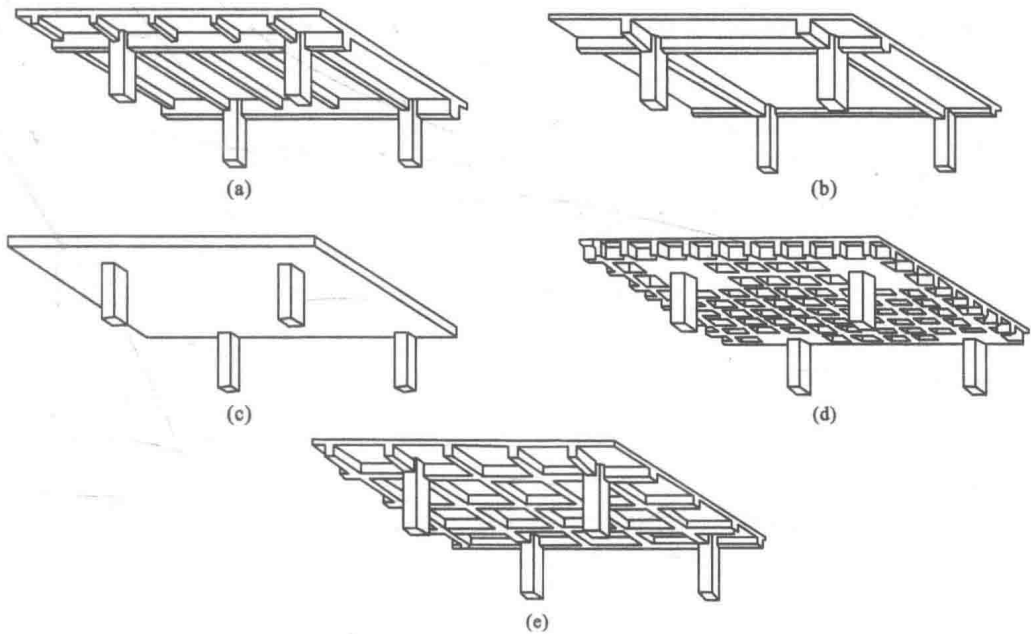


图 2-1 楼盖的主要结构形式

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

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)对单向板、双向板肋梁楼盖的计算原则规定如下：板可以只在两对边上支承，这种情况下板单向受力，在垂直于支承梁的方向承受荷载。板也可以四边都支承于梁上，受荷时将在两个方向产生挠曲，如图 2-2 所示。但当板的长边 l_2 与短边 l_1 之比大于或等于 3 时，作用于板上的荷载主要由短向板带承受，长向板带分配的荷载很小，可以忽略不计，板仅沿单向(短向)受力，这种肋梁楼盖称为单向板肋梁楼盖。当板的长边 l_2 与短边 l_1 之比小

于或等于 2 时,板上的荷载虽仍然主要由短向板带承受,但长向板带所分配的荷载不能忽略不计,荷载由双向板带共同承受,这种肋梁楼盖称为双向板肋梁楼盖。

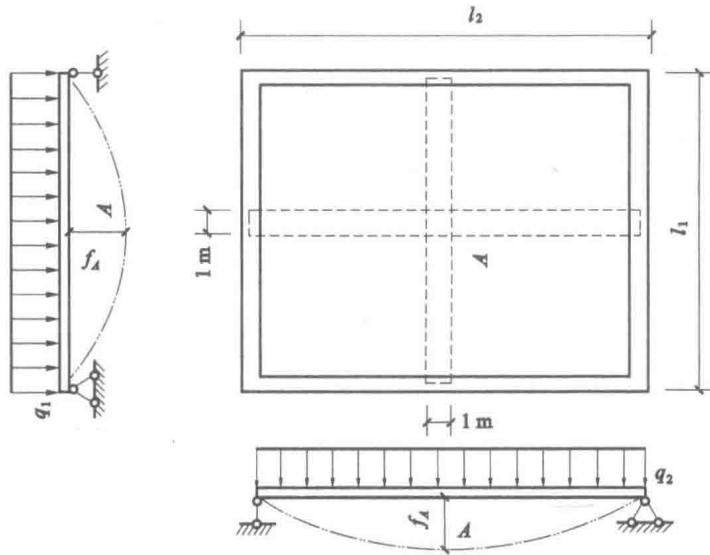


图 2-2 四边支承板上荷载的传递

经结构分析,《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)规定,混凝土板按下列原则进行计算。

- ① 两对边支承的板应按单向板计算。
- ② 四边支承的板按下列规定计算:
 - a. 当长边与短边长度之比小于或等于 2 时,应按双向板计算。
 - b. 当长边与短边长度之比大于 2 但小于 3 时,宜按双向板计算。当按沿短边方向受力的单向板计算时,应沿长边方向布置足够数量的构造钢筋。
 - c. 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。

无梁楼盖可以不设梁,楼板与柱直接整浇,适用于建筑物柱网接近正方形,柱距不大于 6 m 且楼面荷载不大的情况。无梁楼盖柱顶处的板承受较大的集中力,可设置柱帽来扩大柱、板接触面积,改善受力状况。这种结构形式,楼面荷载直接由板传给柱(省去梁),形成无梁楼盖。由于楼盖中无梁,可增加房屋的净空高度,而且模板简单,施工大多采用升板法,使用中可提供平整天棚,使建筑物具有良好的自然通风、采光条件,因此在厂房、仓库、商场、冷藏库、水池顶、筏形基础等结构中应用效果良好。

密肋楼盖是由排列紧密、肋高较小的梁单向或双向布置形成的。由于肋距小,故板可以做得很薄,甚至不设钢筋混凝土板,用填充物填充肋间空间,形成平整天棚,板或填充物承受板面荷载,并将其传给密肋。密肋楼盖由于肋间的空气隔层或填充物的存在,其隔热、隔声效果良好。

井式楼盖通常是由于建筑上的需要,用梁把楼板划分成若干个正方形或接近正方形的小区格,纵横向梁布置形同汉字“井”状,故称为井字形楼盖或井式楼盖。井式楼盖两个方向的梁截面相同,不分主次,都直接承受板传来的荷载,整个楼盖支承在周边的柱、墙或更大的边梁上,类似一块大双向板。

2.1.1.2 装配式楼盖

装配式楼盖用预制构件在现场安装连接而成,具有施工进度快,机械化、工厂化程度高,工人劳动强度小等优点,但结构的整体性、刚度均较差,在地震多发区应用受限。

2.1.1.3 装配整体式楼盖

装配整体式楼盖是在预制板或预制板和预制梁上现浇一个迭合层,形成整体,兼有现浇整体式楼盖和装配式楼盖的优点,刚度和抗震性能介于上述两种楼盖之间。这种楼盖既有比预制装配式楼盖好的整体性,又较现浇整体式楼盖节省模板和支撑。但这种楼盖需要进行混凝土二次浇筑,有时还需要增加焊接工作量,故对施工进度和造价都会带来一些不利影响。

2.1.2 梁、板截面尺寸

在梁板结构中,楼盖的类型和梁的布置决定了板的布置和受力形式。楼盖中的板一般为四边支承板,随梁布置的不同,可以是单向板或双向板。对于阳台、雨篷、挑檐等梁板结构,其板可能有一边支承(悬挑板)、两边支承、三边支承的情况。前文已分析过,单向板假定荷载仅沿短向传递给支座,双向板荷载沿两个方向传给支座。无论是固定支座还是简支支座,板跨中和支座的短向弯矩均大于长向弯矩,即板的主要受力方向是短向。

在楼盖的结构布置中,梁间距越大,数量就越少,板的厚度就越大;梁间距越小,数量就越多,板的厚度就越小。好的结构设计者应综合考虑建筑功能、施工技术、受力、经济等各方面因素,确定合理的楼盖布置方案。

根据受力分析和长期的工程经验,表 2-1 给出了各种楼盖梁、板尺寸的参考值。

表 2-1 混凝土梁、板截面的常规尺寸

构件种类		高跨比 h/l	梁、板尺寸	合理跨度
单向板	简支	$\geq 1/35$	最小板厚 屋面板:当 $l < 1.5\text{ m}$ 时, $h \geq 50\text{ mm}$ 当 $l \geq 1.5\text{ m}$ 时, $h \geq 60\text{ mm}$ 民用建筑楼板: $h \geq 60\text{ mm}$ 工业建筑楼板: $h \geq 70\text{ mm}$ 行车道下的楼板: $h \geq 80\text{ mm}$	1.7~3.0 m
	两端连续	$\geq 1/40$		
双向板	单跨简支	$\geq 1/45$	板厚一般取 $80\text{ mm} \leq h \leq 160\text{ mm}$	3.0~5.0 m
	多跨连续	$\geq 1/50$ (按短向跨度)		
密肋板	单跨简支	$\geq 1/20$	板厚 当肋间距不大于 700 mm 时, $h \geq 40\text{ mm}$ 当肋间距大于 700 mm 时, $h \geq 50\text{ mm}$	单向板不大于 6.0 m 双向板不大于 10.0 m
	多跨连续	$\geq 1/25$		
悬臂板		$\geq 1/12$	当板的悬臂长度不大于 500 mm 时, $h \geq 60\text{ mm}$ 当板的悬臂长度大于 500 mm 时, $h \geq 80\text{ mm}$	—
无梁 楼板	无柱帽	$\geq 1/30$	$h \geq 150\text{ mm}$ 柱帽宽度 $c = (0.2 \sim 0.3)l$	$\leq 6.0\text{ m}$
	有柱帽	$\geq 1/35$		
梁	多跨连续次梁	1/18~1/12	最小梁高 次梁: $h \geq l/25$ 主梁: $h \geq l/15$ 宽高比(b/h)一般为 1/3~1/2,并以 50 mm 为模数	4.0~6.0 m 5.0~8.0 m
	多跨连续主梁	1/14~1/8		
	单跨简支梁	1/14~1/8		