

混凝土结构设计

(第2版)

主编 朱平华 夏群



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等院校土建类应用型人才培养系列规划教材

混凝土结构设计

(第2版)

主 编 朱平华 夏 群

参 编 贾佳佳

主 审 金伟良

内 容 提 要

本书根据《混凝土结构设计规范（2015年版）》（GB 50010—2010）、《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2012）及《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T 50476—2008）等编写的，重点介绍了工程实践中常见混凝土结构的基本设计方法，并附有详细的设计实例供读者参考，有利于初学者掌握基本概念和设计方法。全书主要内容包括绪论、钢筋混凝土楼盖、单层厂房结构、多层和高层框架结构等。为了使学生能更好地理解和掌握课程内容，每章开头设有学习目标，结尾附有本章小结、思考与练习。

本书可作为高等院校土建类本科专业的教材或教学参考书，也可作为土木工程技术与管理人士的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

混凝土结构设计 / 朱平华，夏群主编.—2版.—北京：北京理工大学出版社，2017.2
（2017.3重印）

ISBN 978-7-5682-3699-7

I.①混… II.①朱… ②夏… III.①混凝土结构—结构设计—高等职业教育—教材
IV.①TU370.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第030566号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / （010）68914775（总编室）
（010）82562903（教材售后服务热线）
（010）68948351（其他图书服务热线）

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 20.5

字 数 / 534千字

版 次 / 2017年2月第2版 2017年3月第2次印刷

定 价 / 47.00元

责任编辑 / 陆世立

文案编辑 / 瞿义勇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换

第2版前言

本书第1版自出版以来受到高校学生及土木工程技术与管理人员的广泛欢迎，根据使用反馈信息及建议，我们修正了第1版的错漏；在第2章增加了双向板按塑性理论法计算、无梁楼盖等内容，并增加了一些例题，以便于大家进一步理解和掌握；在第3章增加了吊车梁的设计、预埋件的设计等内容；在第4章增加了框架结构设计大例题。本书共4章，主要内容包括：绪论、钢筋混凝土楼盖、单层厂房结构、多层和高层框架结构等。

本书由常州大学朱平华教授、夏群副教授共同进行修订，浙江大学金伟良教授审阅了全部书稿并提出了很多宝贵的建议和具体的修改意见，常州大学硕士生贾佳佳对计算题进行了复核并提供了部分插图，在此一并致谢。

限于作者水平及时间仓促，书中不妥之处在所难免，敬请读者不吝赐教，提出宝贵意见。

编 者

第1版前言

本书是根据最新版本《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）、《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2012）及《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T 50476—2008）编写的，其内容及教学要求符合《土木工程专业指导性规范》的要求，可作为高等院校土建类本科专业的教材或教学参考书，也可作为土木工程技术与管理人员的参考书。

本书共4章，内容包括绪论、钢筋混凝土楼盖、单层厂房结构、多层和高层框架结构。本书在系统、完整地介绍基本概念和理论的同时，每章的一、二、三级标题均采用中英文对照方式，并给出了学习目标、本章小结、思考与练习，便于学生自学和检验学习效果。

本书由常州大学朱平华教授（编写第1章、第2章）、夏群副教授（编写第3章、第4章）共同编写。朱平华负责大纲的制定与统稿。浙江大学金伟良教授审阅了全部书稿并提出了很多宝贵的建议和具体的修改意见，常州大学硕士田斌、高燕蓉对计算题进行了复核并提供了部分插图，在此一并致谢。

由于编者水平有限及编写时间仓促，书中不妥之处在所难免，敬请读者不吝赐教，以便再版时修订。

编 者

目 录

第 1 章 绪论 1

1.1 结构的定义	1
1.2 结构的分类	2
1.3 结构的选型与布置原则	2
1.4 混凝土结构的分析方法	3
1.5 本书的主要内容及学习重点	6

第 2 章 钢筋混凝土楼盖 8

2.1 概述	8
2.2 单向板肋梁楼盖	11
2.3 双向板肋梁楼盖	39
2.4 无梁楼盖	60
2.5 楼梯和雨篷	74

第 3 章 单层厂房结构 85

3.1 概述	85
3.2 结构组成和荷载传递	87

3.3	结构布置	90
3.4	构件选型与截面尺寸确定	102
3.5	横向平面排架内力分析	111
3.6	柱的设计	129
3.7	基础的设计	136
3.8	吊车梁的设计	142
3.9	预埋件的设计	145
3.10	单层厂房排架结构设计实例	150

第 4 章	多层和高层框架结构	180
-------	-----------------	-----

4.1	概述	180
4.2	结构布置	183
4.3	计算简图和荷载计算	188
4.4	框架结构的内力计算	192
4.5	框架结构的侧移及重力二阶效应	201
4.6	内力组合及构件设计	205
4.7	框架结构的抗震设计	208
4.8	框架结构的抗震构造措施	222
4.9	多层框架结构设计实例	227

附录		278
----	-------	-----

附录1	混凝土和钢筋的强度标准值、设计值及弹性模量	278
附录2	常用材料和构件自重	280
附录3	楼面和屋面活荷载	281
附录4	风荷载特征值	287
附录5	吊车的工作级别和一般用途电动桥式起重机基本参数	296

附录6 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表 298

附录7 等效均布荷载 q 305

附录8 双向板计算系数表 305

附录9 钢筋混凝土结构伸缩缝最大间距 310

附录10 轴心受压和偏心受压柱的计算长度 l_0 310

附录11 I形截面柱的力学特征 311

附录12 反弯点高度比 313

附录13 钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量 316

参考文献 319



第 1 章 绪论

Introduction



学习目标

学习要点：本书涉及混凝土梁板结构、单层工业厂房、多层与高层框架结构三类常见混凝土结构体系。通过本课程的学习，了解各类结构特性，熟悉结构平面与立面布置方法，掌握结构在水平与竖向荷载下的内力计算及内力组合方法，掌握结构配筋计算与构造要求。

1.1

结构的定义

Definition of Structures

结构可以从广义、狭义两方面定义，前者指土木工程的建筑物、构筑物及其相关组成部分的实体，后者指各种工程实体的承重骨架。混凝土结构是指以混凝土为主要建筑材料制成的结构。

结构在其使用年限内，既要承受各种永久荷载和可变荷载，有些结构可能还要承受偶然荷载，又要承受温度、收缩、徐变、地基不均匀沉降等作用。而在地震区，结构还可能承受地震的作用。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；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，满足对其提出的裂缝控制要求。除此以外，结构还要具有足够的耐久性，在其使用年限内，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。

1824 年，英国人阿斯匹丁(J. Aspdin)发明了水泥。1850 年，法国人蓝波特(L. Lambot)制成了铁丝网水泥砂浆船。1861 年，法国人莫妮埃(J. Monier)取得了制造钢筋混凝土板、管道和拱桥的专利。它们标志着现代混凝土结构的问世。与木结构、砌体结构及钢结构相比，混凝土结构的历史虽然很短，但是由于它具有承载能力高的特点，所以不仅可以用于一般建筑结构，而且可以用于高层、大跨的土木工程结构。除此以外，它还具有节省钢材、可模性好、耐久、耐火等一系列其他结构难以相比的优点。因此，它的发展速度很快，而且已经成为当今世界各国的主导结构。

1. 2

结构的分类

Classification of Structures

结构有很多种分类方法。按承重结构类型可分成如下三类。

- (1)水平承重结构：如房屋中的楼盖结构和屋盖结构。
- (2)竖向承重结构：如房屋中的框架、排架、刚架、剪力墙、筒体等结构。
- (3)底部承重结构：如房屋中的地基和基础。

这三类承重结构的荷载传递关系如图 1-1 所示，即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。



图 1-1 结构的荷载传递框图

将结构作以上分类，不但可以清楚地了解结构中荷载的传递关系，而且可以更为深入地对各类结构进行研究。但是，应该了解，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

结构的选型与布置原则

Selection of Structural Types and Arrangement Principals of Structures

1. 3. 1 结构的选型原则

Selection Principals of Structural Types

三类承重结构都有许多结构形式。水平承重结构有梁板体系和无梁体系，屋盖结构还有有檩的屋架或屋面大梁体系和无檩的屋架或屋面大梁体系。竖向承重结构有框架、排架、刚架、剪力墙、框架-剪力墙、筒体等多种体系。底部承重结构有独立基础、条形基础、筏板基础、箱形基础等许多基础形式，地基有天然地基和人工地基之分。

进行结构设计时，首先要选择各类结构的形式。结构选型是否合理，不仅关系到能否满足使用要求和结构受力是否可靠，而且关系到是否经济和是否方便施工等问题。结构选型的基本原则如下：

- (1)满足使用要求。
- (2)受力性能好。

- (3)施工简便。
- (4)经济合理。

1.3.2 结构布置原则

Arrangement Principals of Structures

结构形式选定以后,要进行结构布置,即确定梁、柱、墙的设置等问题。结构布置得是否合理,不但影响到使用,而且影响到受力、施工、造价等。结构布置的基本原则如下:

- (1)在满足使用要求的前提下,沿结构的平面和竖向应尽可能地简单、规则、均匀、对称,避免发生突变。
- (2)荷载传递路线明确,结构设计简图简单并易于确定。
- (3)结构的整体性好,受力可靠。
- (4)施工简便。
- (5)经济合理。

此外,在平面尺寸较大的建筑中,要考虑是否设置温度伸缩缝的问题。若需设置,温度伸缩缝的最大间距要满足附录9中的要求。在地基不均匀,或者不同部位的高度、荷载相差较大的房屋中,要考虑沉降缝的设置问题。在地震区,当房屋相距很近,或者房屋中设有温度伸缩缝或沉降缝时,为了防止地震时房屋与房屋或同一房屋中不同结构单元之间相互碰撞造成房屋毁坏,应考虑设置防震缝问题。温度伸缩缝、沉降缝和防震缝统称为变形缝。当房屋中需要同时设置伸缩缝、沉降缝和防震缝时,应尽可能地将三者设置在同一位置处。

1.4

混凝土结构的分析方法

Analysis Methods of Concrete Structures

混凝土结构是由钢筋和混凝土组成的结构。钢筋在屈服前,应力与应变之间基本保持线性关系。钢筋屈服后,在应力不增加的情况下,应变可以继续增大,然后发生强化。混凝土只有在应力很小的情况下,应力与应变之间才接近线性关系。在应力增大时,应力与应变呈非线性关系。由于混凝土材料的非线性原因,使得混凝土结构的受力性能和结构分析十分复杂。我国《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)(以下简称《规范》)对混凝土结构分析的基本原则和分析方法做出了明确规定。

1.4.1 基本原则

Basic Principles

混凝土结构分析应遵守以下基本原则。

- (1)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;必要时,尚应对结构中受力状况特殊的部分进行更详细的结构分析。
- (2)当结构在施工和使用期间不同阶段有多种受力状况时,应分别进行结构分析,并确定其最不利的作用效应组合。

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。

(3)结构分析所需要的各种几何尺寸，以及所采用的计算图形、边界条件、作用的取值与组合、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况，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，应有理论或实验的依据，或者经工程实践验证。计算结果的准确程度应符合工程设计的要求。

(4)结构分析应符合下列要求：

- ①应满足力学平衡条件。
- ②应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应采用合理的材料或构件单元的本构关系。

(5)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。

(6)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。

1.4.2 分析方法

Analysis Methods

1. 线弹性分析方法

(1)线弹性分析方法可用于混凝土结构的承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析。

(2)杆系结构宜按空间体系进行结构整体分析，并宜考虑杆件的弯曲、轴向、剪切和扭转变形对结构内力的影响。

当符合下列条件时，可做相应简化：

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同工作。

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，可不计。

(3)杆系结构的计算图形宜按照下列方法确定：

①杆件的轴线宜选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杆件连接部分的刚度远大于杆件中间截面的刚度时，可作为刚性区域插入计算图形。

(4)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附表 1-3 采用。

②截面惯性矩可按匀质的混凝土全截面计算。

③T 形截面杆件的截面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。

④端部加腋的杆件，应考虑其刚度变化对结构分析的影响。

⑤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。

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

(6)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。

(7)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。

(8)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要的配筋量和布置，并按多轴应力状态验算混凝土的强度。混凝土的多轴强度和破坏准则可按《规范》的规定计算。

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。

2. 考虑塑性内力重分布的分析方法

房屋建筑中的钢筋混凝土连续梁和连续单向板，宜采用考虑塑性内力重分布的分析方法，其内力值可由弯矩调幅法确定。

框架、框架-剪力墙结构及双向板等，经过弹性分析求得内力后，也可对支座或节点弯矩进行调幅，并确定相应的跨中弯矩。

按考虑塑性内力重分布的分析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。

3. 塑性极限分析方法

承受均布荷载的周边支承的双向矩形板，可采用塑性铰线法或条带法等塑性极限分析方法进行承载能力极限状态设计，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，根据结构布置和荷载的特点，可采用弯矩系数法或等代框架法计算承载能力极限状态的内力设计值。

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部分进行受力全过程的非线性分析。

结构的非线性分析宜遵循下列原则：

(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《规范》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；正常使用极限状态验算时可取作用效用的标准组合和准永久组合。

5. 试验分析方法

对形体复杂或受力状况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重能力极限状态进行分析或复核。

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作用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。

1.5

本书的主要内容及学习重点

Main Contents of the Book and Important Points of Study

1.5.1 本书的主要内容

Main Contents of the Book

本书包含以下主要内容：

(1)对于水平承重结构，本书介绍了混凝土梁板结构，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和雨篷的设计计算方法。

(2)对于竖向承重结构，本书结合单层厂房结构，介绍了排架结构设计。重点介绍了单层厂房的结构类型和结构体系、结构组成和荷载传递、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、吊车梁设计要点、预埋件设计等内容，并且给出了一个单层厂房排架结构的设计实例。

(3)对于竖向承重结构，本书介绍了广泛应用的多层与高层框架结构设计，重点介绍了结构布置方法、截面尺寸估计、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，并且给出了一个框架结构的设计实例。

考虑到地基和基础有专门的课程和教材介绍，本书只在第3章中对最简单和最常见的柱下独立基础设计方法作了介绍。考虑到结构抗震设计课程一般都安排在本课程之后，因此本书对涉及抗震的内容也仅作了简单的介绍。

1.5.2 学习重点

Important Points of Study

本课程的学习重点如下：

(1)了解各类结构的特性，能够正确选用。

(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及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)掌握结构的配筋计算,熟悉结构的构造要求。

本课程的先修课是“混凝土结构设计原理”。本课程是主修建筑工程课群组的土木工程专业学生的主干专业课。为了使學生能较好地掌握楼盖结构、排架结构和框架结构三类结构的设计方法,宜有相应的课程设计、毕业设计或作业与之配合。



本章小结

Summary

(1)混凝土结构在各种荷载和温度、收缩、徐变、地基不均匀沉降等作用下,应具有足够的承载能力,不发生整体或局部的破坏或失稳;具有足够的刚度,不产生过大的挠度或侧移;具有足够的抗裂性,满足对其提出的裂缝控制要求。

(2)混凝土结构按承重结构可分为水平承重结构、竖向承重结构和底部承重结构三类。

(3)结构选型的基本原则是:满足使用要求;受力性能好;施工简便和经济合理。

(4)结构布置除满足基本原则外,还应合理设置变形缝。

(5)混凝土结构分析应进行承载能力极限状态计算与正常使用极限状态验算,确定最不利的作用效应组合,同时应具有相应的构造保证措施。



思考题与习题

Questions and Exercises

1.1 混凝土结构在其使用年限内应满足哪些功能要求?

1.2 混凝土结构有哪三大承重结构?其关系如何?

1.3 混凝土结构选型与布置原则有哪些?

1.4 混凝土结构分析应遵守哪些原则?

1.5 混凝土结构在各种荷载和____、____、____、地基不均匀沉降等作用下,应具有足够的____,不发生整体或局部的破坏或失稳;具有足够的____,不产生过大的挠度或侧移;具有足够的____,满足对其提出的裂缝控制要求。

1.6 混凝土结构按承重结构可分为____、____和____。

1.7 结构选型的基本原则是:____、____、____和经济合理。



第 2 章 钢筋混凝土楼盖

Reinforced Concrete Floor



学习目标

学习要点：本章主要介绍钢筋混凝土楼盖的设计。主要内容有：钢筋混凝土楼盖的类型，结构布置和构件选型，荷载类型及传力路线，荷载计算、内力分析，塑性铰和塑性方法，梁式、板式楼梯的设计等。要求熟悉钢筋混凝土楼盖的结构组成、结构布置和构件选型；掌握钢筋混凝土楼盖的荷载计算和内力分析方法；掌握现浇混凝土单向板肋形楼盖和双向板肋形楼盖的设计方法；了解无梁楼盖的受力特点、内力分析和截面设计；熟悉现浇的钢筋混凝土梁式、板式楼梯与雨篷的设计方法。

2.1

概述

Introduction

钢筋混凝土楼盖作为建筑结构的重要组成部分，是由梁、板、柱(或无梁)组成的梁板结构体系，工业与民用建筑中的屋盖、楼盖、阳台、雨篷、楼梯等构件广泛采用楼盖结构形式。工程结构中梁板结构体系的结构构件极为常见，如板式基础、水池的顶板和底板、挡土墙、桥梁的桥面结构等。了解楼盖结构的选型，正确布置梁格，掌握结构的计算和构造，具有重要的工程意义。

2.1.1 单向板与双向板

One-way Slab and Two-way Slab

现浇钢筋混凝土肋形楼盖由板、次梁、主梁组成(图 2-1)，按板的受力特点可分为现浇单向板肋形楼盖和现浇双向板肋形楼盖。楼盖板为单向板的楼盖称为单向板肋形楼盖，相应地，楼盖板为双向板的楼盖称为双向板肋形楼盖。

现浇肋形楼盖中板的四边支承在次梁、主梁或砖墙上，当板的长边 l_2 与短边 l_1 之比较大时

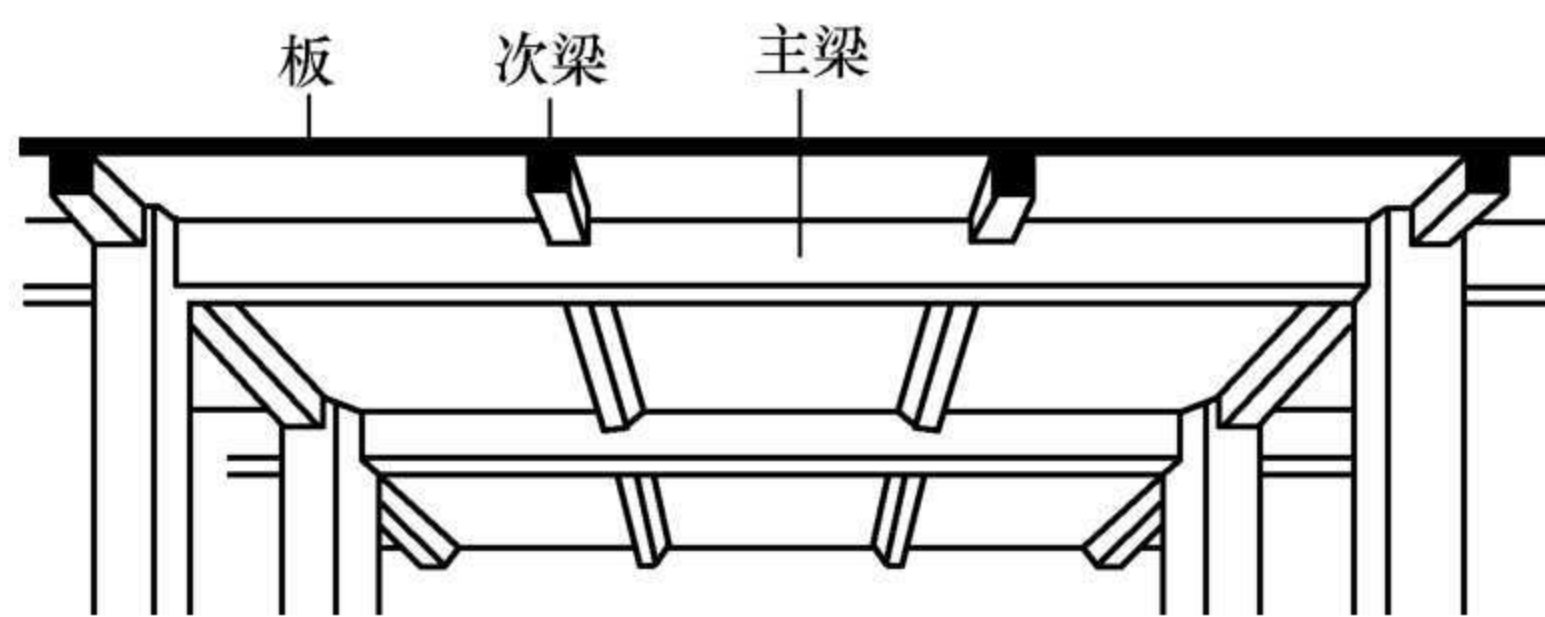


图 2-1 现浇钢筋混凝土肋形楼盖

(图 2-2)，荷载主要沿短边方向传递，而沿长边方向传递的荷载很少，可以忽略不计。板中的受力钢筋将沿短边方向布置，在垂直于短边方向只布置构造钢筋，这种板称为单向板，也叫作梁式板。当板的长边 l_2 与短边 l_1 之比不大时(图 2-3)，板上荷载沿长短边两个方向传递差别不大，板在两个方向的弯曲均不可忽略。板中的受力钢筋应沿长短边两个方向布置，这种板称为双向板。实际工程中通常将 $l_2/l_1 \geq 3$ 的板按单向板计算；将 $l_2/l_1 \leq 2$ 的板按双向板计算。而当 $2 < l_2/l_1 < 3$ 时，宜按双向板计算；若按单向板计算时，应沿长边方向布置足够数量的构造钢筋。

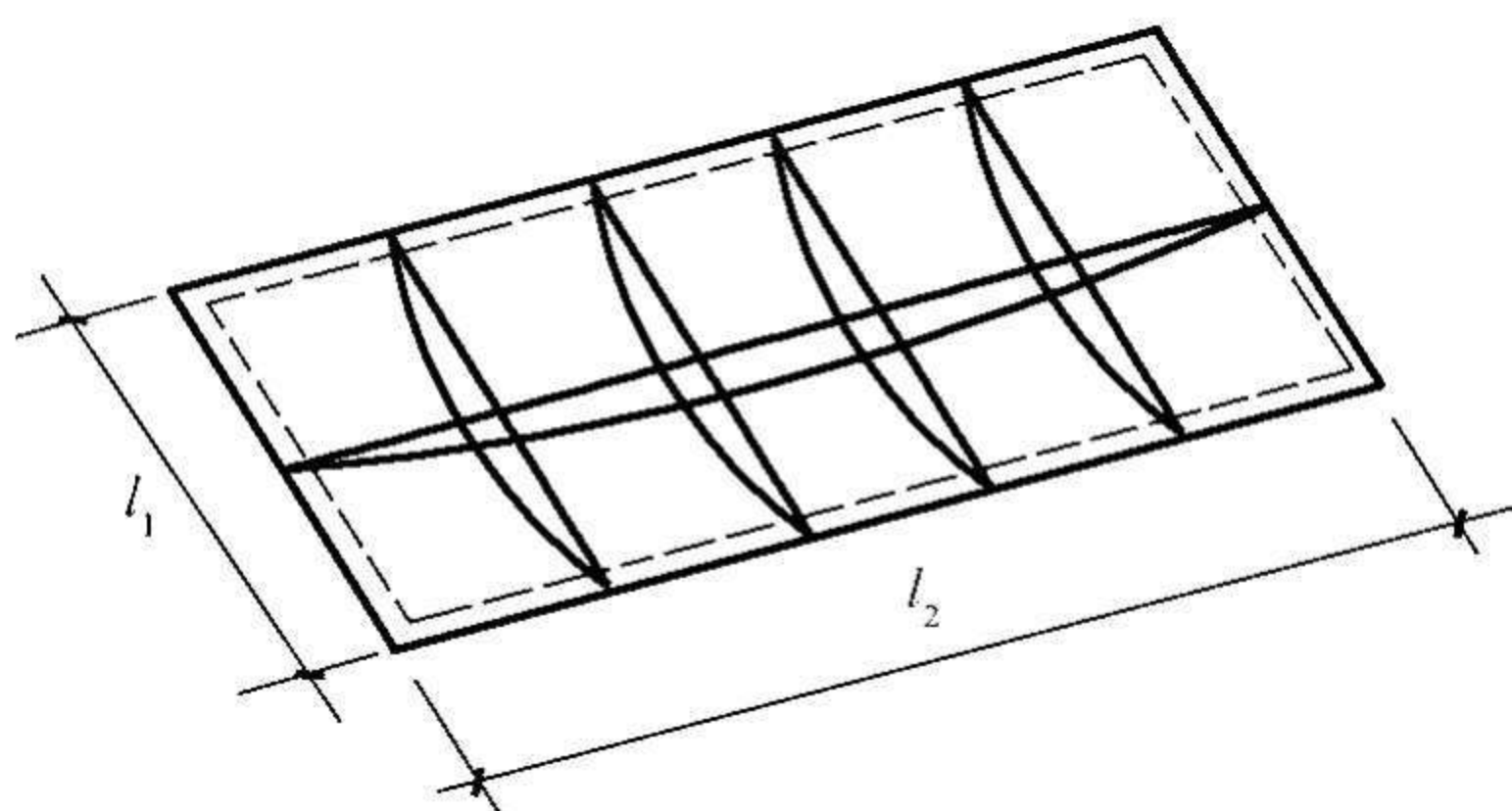


图 2-2 单向板

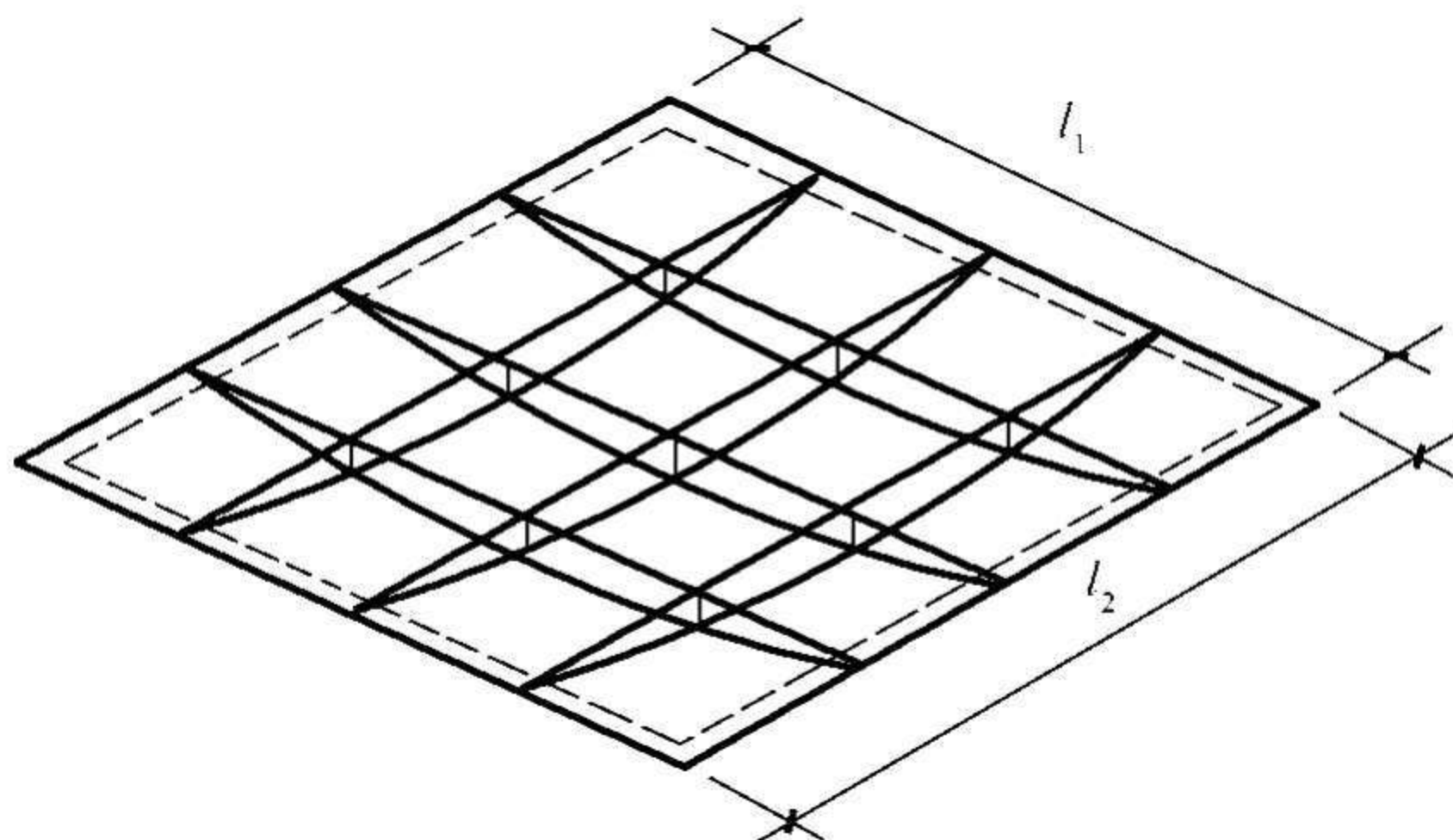


图 2-3 双向板

应当注意的是，单边嵌固的悬臂板和两对边支承的板，不论其长短边尺寸的关系如何，都只在一个方向受弯，故属于单向板。对于三边支承板或相邻两边支承的板，则将沿两个方向受弯，属于双向板。

单向板肋形楼盖构造简单，施工方便，是整体式楼盖结构中最常见的形式。因板、次梁和主梁为整体现浇，所以将板视为多跨超静定连续板，而将梁视为多跨超静定梁。其荷载的传递路线是：板→次梁→主梁→柱或墙。可见，板的支座为次梁，次梁的支座为主梁，主梁的支座为柱或墙。

双向板比单向板受力好，板的刚度好，板跨可达 5 m 以上，当跨度相同时双向板较单向板薄。在双向板肋形楼盖中，荷载的传递路线是：板→支承梁→柱或墙，板的支座是支承梁，支承梁的支座是柱或墙。双向板的受力特点如下：①双向板受荷后第一批裂缝出现在板底中部，然后逐渐沿 45° 向板四角扩展，当钢筋应力达到屈服点后，裂缝显著增大。板即将破坏时，板面四角产生环状裂缝，这种裂缝的出现促使板底裂缝进一步开展，最后板破坏(图 2-4)；②双向板在荷载的作用下，四角有翘曲的趋势，所以，板传给支承梁的压力，沿板的周边分布是不均匀的，在板的中部较大，两端较小；③尽管双向板的破坏裂缝并不平行于板边，但由于平行于板边的配筋其板底开裂荷载较大，而板破坏时的极限荷载又与对角线方向配筋相差不大，因此为了施工方便，双向板常采用平行于四边的配筋方式；④细而密的配筋较粗而疏的有利，采用强度等级高的混凝土较强度等级低的混凝土有利。