



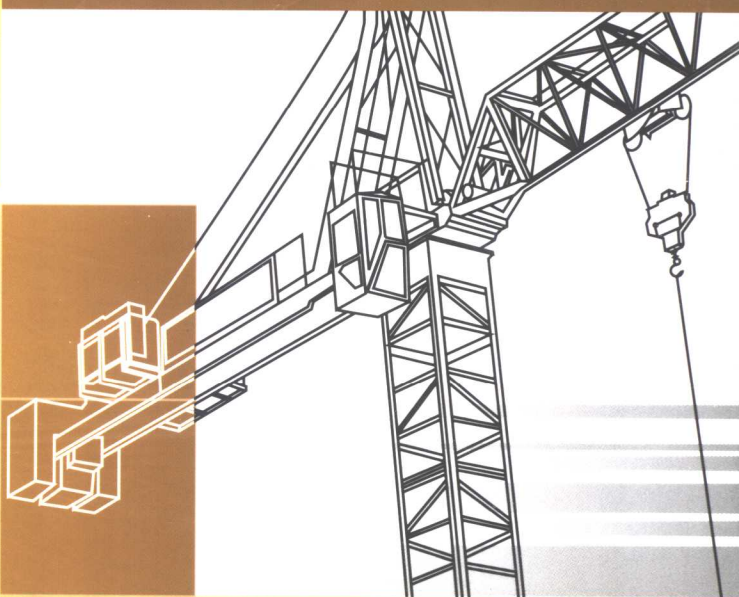
21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国应用型本科

土木建筑系列

实用规划教材



混凝土结构设计

主 编 彭 刚 蔡江勇

副主编 马成松

主 审 王康平



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

10516.4

29

2006

21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

混凝土结构设计

主 编	彭 刚	蔡江勇		
副主编	马成松			
参 编	黄孝斌	马进军	雷体洪	
	武继灵	尹维新	王 青	
主 审	王康平			



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书为适应大土木的混凝土结构设计课程教学大纲要求而编写,内容主要包括梁板结构设计、楼梯设计、悬挑梁构件设计、排架结构设计和多高层建筑结构设计等。

本书根据中华人民共和国国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)等编写,简明扼要,讲求实用,既重视基本概念的阐述,又强调设计理论的应用。

本书可作为大专院校土木工程专业的教材,也可供从事工程设计、施工和相关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计/彭刚,蔡江勇主编. —北京:北京大学出版社, 2006.10

(21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材)

ISBN 7-301-10518-5

I. 混… II. ①彭… ②蔡… 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(2006)第 005880 号

书 名: 混凝土结构设计

著作责任者: 彭 刚 蔡江勇 主编

策 划 编 辑: 吴 迪 李昱涛

责 任 编 辑: 徐 凡

标 准 书 号: ISBN 7-301-10518-5/TU · 0036

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北涿县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.25 印张 468 千字

2006 年12月第 1 版 2006 年12月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

丛书总序

我国高等教育发展迅速,全日制高等学校每年招生人数至2004年已达到420万人,毛入学率19%,步入国际公认的高等教育“大众化”阶段。面临这种大规模的扩招,教育事业的发展与改革坚持以人为本的两个主体:一是学生,一是教师。教学质量的提高是在这两个主体上的反映,教材则是两个主体的媒介,属于教学的载体。

教育部曾在第三次新建本科院校教学工作研讨会上指出:“一些高校办学定位不明,盲目追求上层次、上规格,导致人才培养规格盲目拔高,培养模式趋同。高校学生中‘升本热’、‘考硕热’、‘考博热’持续升温,应试学习倾向仍然比较普遍,导致各层次人才培养目标难于全面实现,大学生知识结构不够合理,动手能力弱,实际工作能力不强。”而作为知识传承载体的教材,在高等教育的发展过程中起着至关重要的作用,但目前教材建设却远远滞后于应用型人才培养的步伐,许多应用型本科院校一直沿用偏重于研究型的教材,缺乏针对性强的实用教材。

近年来,我国房地产行业已经成为国民经济的支柱产业之一,随着本世纪我国城市化的大趋势,土木建筑行业对实用型人才的需求还将持续增加。为了满足相关应用型本科院校培养应用型人才的教学需求,从2004年10月北京大学出版社第六事业部就开始策划本套丛书,并派出10多位编辑分赴全国近30个省份调研了两百多所院校的课程改革与教材建设的情况。在此基础上,规划出了涵盖“大土建”六个专业——土木工程、工程管理、建筑学、城市规划、给排水、建筑环境与设备工程的基础课程及专业主干课程的系列教材。通过2005年1月份在湖南大学的组稿会和2005年4月份在三峡大学的审纲会,在来自全国各地几十所高校的知名专家、教授共同努力下,不但成立了本丛书的编审委员会,还规划出了首批包括土木工程、工程管理及建筑环境与设备工程等专业方向的40多个选题,再经过各位主编老师和参编老师的艰苦努力,并在北京大学出版社各级领导的关心和第六事业部的各位编辑辛勤劳动下,首批教材终于2006年春季学期前夕陆续出版发行了。

在首批教材的编写出版过程中,得到了越来越多的来自全国各地相关兄弟院校的领导和专家的大力支持。于是,在顺利运作第一批土建教材的鼓舞下,北京大学出版社联合全国七十多家开设有土木建筑相关专业的高校,于2005年11月26日在长沙中南林学院召开了《21世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》(第二批)组稿会,规划了①建筑学专业;②城市规划专业;③建筑环境与设备工程专业;④给排水工程专业;⑤土木工程专业道路、桥梁、地下、岩土、矿山课群组近60多个选题。至此,北京大学出版社规划的“大土木建筑系列教材”已经涵盖了“大土建”的6个专业,是近年来全国高等教育出版界唯一一套完全覆盖“大土建”六个专业方向的系列教材,并将于2007年全部出版发行。

我国高等学校土木建筑专业的教育,在国家教育部和建设部的指导下,经土木建筑专业指导委员会六年来的研讨,已经形成了宽口径“大土建”的专业发展模式,明确了土木建筑专业教育的培养目标、培养方案和毕业生基本规格,从宽口径的视角,要求毕业生能从事土木工程的设计、施工与管理工作。业务范围涉及房屋建筑、隧道与地下建筑、公路

与城市道路、铁道工程与桥梁、矿山建筑等，并且制定一整套课程教学大纲。本系列教材就是根据最新的培养方案和课程教学大纲，由一批长期在教学第一线从事教学并有多年工程经验和丰富教学经验的教师担任主编，以定位“应用型人才培养”为目标而编撰，具有以下特点：

(1) 按照宽口径土木工程专业培养方案，注重提高学生综合素质和创新能力，注重加强学生专业基础知识和优化基本理论知识结构，不刻意追求理论研究型教材深度，内容取舍少而精，向培养土木工程师从事设计、施工与管理的应用方向拓展。

(2) 在理解土木工程相关学科的基础上，深入研究各课程之间的相互关系，各课程教材既要反映本学科发展水平，保证教材自身体系的完整性，又要尽量避免内容的重复。

(3) 培养学生，单靠专门的设计技巧训练和运用现成的方法，要取得专门实践的成功是不够的，因为这些方法随科学技术的发展经常在改变。为了了解并和这些迅速发展的方法同步，教材的编撰侧重培养学生透彻理解教材中的基本理论、基本特性和性能，又同时熟悉现行设计方法的理论依据和工程背景，以不变应万变，这是本系列教材力图涵盖的两个方面。

(4) 我国颁发的现行有关土木工程类的规范及规程，系 1999~2002 年完成的修订，内容有较大的取舍和更新，反映了我国土木工程设计与施工技术的发展。作为应用型教材，为培养学生毕业后获得注册执业资格，在内容上涉及不少相关规范条文和算例。但并不是规范条文的释义。

(5) 当代土木工程设计，越来越多地使用计算机程序或采用通用性的商业软件，有些结构特殊要求，则由工程师自行编写程序。本系列的相关工程结构课程的教材中，在阐述真实结构、简化计算模型、数学表达式之间的关系的基础上，给出了设计方法的详细步骤，这些步骤均可容易地转换成工程结构的流程图，有助于培养学生编写计算机程序。

(6) 按照科学发展观，从可持续发展的观念，根据课程特点，反映学科现代新理论、新技术、新材料、新工艺，以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教材内容，尽最大可能在教材中增加了这方面的信息量。同时考虑开发音像、电子、网络等多媒体教学形式，以提高教学效果和效率。

衷心感谢本套系列教材的各位编著者，没有他们在教学第一线的教改和工程第一线的辛勤实践，要出版如此规模的系列实用教材是不可能的。同时感谢北京大学出版社为我们广大编著者提供了广阔的平台，为我们进一步提高本专业领域的教学质量和教学水平提供了很好的条件。

我们真诚希望使用本系列教材的教师和学生，不吝指正，随时给我们提出宝贵的意见，以期进一步对本系列教材进行修订、完善。

本系列教材配套的 PPT 电子教案以及习题答案在出版社相关网站上提供下载。

《21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》

专家编审委员会

2006 年 1 月

前 言

本书是为适应大土木的混凝土结构设计课程教学大纲 32 学时课程教学要求而编写的,内容包括梁板结构设计、楼梯设计、悬挑梁构件设计、排架结构设计和多高层建筑结构设计等。

本书根据中华人民共和国国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)等编写,简明扼要,讲求实用,既重视基本概念的阐述,又强调设计理论的应用。每章开头都有教学提示和教学要求,便于学生对该章内容有全面的把握和了解,编写中注意通过例题的讲解来启发学生的思维,促进结构概念的强化和工程意识的形成。

本书共分 6 章,分别由下列人员担任编写任务:山西广播电视大学武继灵(第 1 章第 1~3 节),武汉理工大学蔡江勇(第 1 章第 4~6 节),山西大学尹维新(第 2 章第 1~6 节),长江大学马成松(第 2 章第 7~9 节),长江大学黄孝斌(第 2 章第 10 节,第 3 章第 1、2 节),长江大学马进军(第 3 章第 3、4 节),三峡大学雷体洪(第 4、5 章),三峡大学王青(第 6 章)。全书由彭刚、蔡江勇担任主编,马成松担任副主编,王康平担任主审。

由于编者水平有限,加之时间仓促,不妥之处在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2006 年 8 月

目 录

第 1 章 梁板结构设计	1	第 2 章 单层厂房排架结构	49
1.1 现浇单向板肋梁楼盖	1	2.1 概述	49
1.1.1 概述	1	2.1.1 排架结构	49
1.1.2 钢筋混凝土连续梁、板的 计算方法	6	2.1.2 刚架结构	50
1.1.3 钢筋混凝土连续梁、板的 配筋计算及构造要求	16	2.2 排架结构的组成与布置	51
1.2 双向板肋梁楼盖	24	2.2.1 排架结构的组成	51
1.2.1 双向板的内力计算	24	2.2.2 排架结构的布置	53
1.2.2 双向板的截面设计与构造 要求	27	2.3 排架结构的构件选型	56
1.3 无梁楼盖	28	2.3.1 屋盖构件	56
1.3.1 无梁楼盖的受力特点	28	2.3.2 吊车梁及柱	59
1.3.2 无梁楼盖的内力计算	29	2.3.3 圈梁、连系梁及基础梁	62
1.3.3 无梁楼盖的截面与构造	31	2.3.4 基础	63
1.4 装配式楼盖	32	2.4 排架结构的内力分析与内力组合	64
1.4.1 装配式楼盖设计概述	32	2.4.1 计算简图	64
1.4.2 空心预制板的计算及构造	33	2.4.2 荷载计算	65
1.4.3 铺板式楼盖的连接构造 处理	33	2.4.3 内力分析	73
1.5 楼梯设计	34	2.4.4 内力组合	79
1.5.1 楼梯的几种结构形式	34	2.5 排架柱的设计	80
1.5.2 板式楼梯的设计方法及 构造	35	2.5.1 柱的计算长度	80
1.5.3 梁式楼梯的计算与构造	37	2.5.2 柱的吊装验算	81
1.5.4 其他楼梯形式结构设计 简述	39	2.5.3 牛腿设计	82
1.6 悬挑构件设计	40	2.5.4 预埋件设计	85
1.6.1 雨篷设计	41	2.6 柱下单独基础设计	87
1.6.2 屋面悬挑板设计及构造 处理	42	2.6.1 轴心受压基础	88
1.6.3 悬挑梁的设计及构造	45	2.6.2 偏心受压基础	92
1.7 思考题	46	2.6.3 基础的构造要求	95
1.8 大作业	47	2.7 厂房的支撑系统及构造简述	96
		2.7.1 屋盖支撑	96
		2.7.2 柱间支撑	98
		2.8 钢筋混凝土屋架设计与构造	99
		2.8.1 钢筋混凝土屋架设计要点	99
		2.8.2 节点构造	100

2.8.3 屋架翻身扶直与吊装的 验算	102	4.1.2 多高层建筑结构抗震 设计的一般规定	175
2.9 排架设计中的常见问题及分析	102	4.2 结构体系的分类及其结构布置 原则	179
2.9.1 纵向柱距不等的排架 内力分析	102	4.2.1 结构体系的分类	179
2.9.2 吊车梁反力差引起的 纵向力矩 M_y	103	4.2.2 多高层建筑结构的结构 布置原则	182
2.10 轻钢结构屋盖单层厂房设计	104	4.3 框架结构设计	186
2.10.1 轻钢结构屋架的形式	104	4.3.1 框架结构的计算简图	186
2.10.2 轻钢结构屋架的设计 计算特点	106	4.3.2 荷载计算	188
2.11 思考题	108	4.3.3 框架结构的内力分析	188
2.12 习题	109	4.3.4 框架结构水平荷载作用 下侧移的近似计算	191
第3章 排架结构计算机辅助设计	112	4.3.5 框架结构最不利内力组合	194
3.1 计算机辅助设计——PK 软件简介	112	4.3.6 框架结构的构造设计	197
3.1.1 软件应用范围	112	4.4 剪力墙结构设计	201
3.1.2 计算参数的确定	114	4.4.1 剪力墙结构、截面尺寸 选择	201
3.1.3 荷载组合及内力计算原则	114	4.4.2 剪力墙结构的布置原则	201
3.1.4 数据文件输入规则	115	4.4.3 剪力墙的分类与受力特点	202
3.1.5 排架柱配筋计算技术条件	118	4.4.4 剪力墙的内力和位移计算	204
3.1.6 框排架绘图功能及主要 技术条件	118	4.4.5 剪力墙的分类界限判别	208
3.2 PK 操作与数据文件	120	4.4.6 剪力墙截面承载力计算 及构造设计	210
3.2.1 框架数据文件	120	4.4.7 连梁的截面设计及构造	215
3.2.2 排架、框排架数据文件	121	4.5 框架—剪力墙结构设计	218
3.2.3 排架结构计算输出结果 说明	124	4.5.1 框架—剪力墙结构的变形 及受力特点	218
3.2.4 绘图数据输入文件	133	4.5.2 框架—剪力墙结构布置 一般原则	219
3.2.5 操作步骤	135	4.5.3 框剪结构的内力分析	220
3.3 单层厂房设计算例	142	4.5.4 框架—剪力墙结构的截面与 构造设计	230
3.3.1 基本资料	142	4.6 筒体结构与部分框支剪力墙结构 设计概论	230
3.3.2 结构计算书	144	4.6.1 筒体结构设计原则	230
3.4 单层钢筋混凝土工业厂房结构 课程设计任务书	169	4.6.2 部分框支剪力墙结构设 计原则	233
第4章 多层与高层建筑结构	173	4.7 思考题与作业	235
4.1 多层与高层建筑结构概念设计	173		
4.1.1 多层与高层建筑结构的 定义	173		

第 5 章 多高层建筑结构的计算机**辅助设计 236****5.1 多高层建筑结构的计算机****辅助设计 236****5.1.1 常用计算机结构辅助设计****程序的选择 236****5.1.2 关于结构底部的嵌固****部位的确定 239****5.1.3 计算简图的处理 240****5.1.4 总信息中几个重要参数****的确定 241****5.1.5 内力计算结果的分析、****判断 243****5.1.6 根据计算结果对结构****进行调整 245****5.2 多高层建筑设计算例 245****5.2.1 工程概况及计算简图 245****5.2.2 设计条件 245****5.2.3 荷载标准值 246****5.2.4 框架荷载及内力计算 247****5.2.5 第②轴框架梁的内力组合及****配筋计算 247****5.2.6 框架柱的最不利组合内力及****纵向受力钢筋计算步骤 252****5.3 剪力墙结构算例 252****5.4 思考题与作业 258****第 6 章 组合结构设计 259****6.1 概述 259****6.1.1 压型钢板与混凝土组合板 259****6.1.2 组合梁 260****6.1.3 型钢混凝土结构 260****6.1.4 钢管混凝土结构 261****6.1.5 外包钢混凝土组合结构 262****6.1.6 其他新型组合结构形式 263****6.2 压型钢板与混凝土组合楼板 263****6.2.1 压型钢板的型式 264****6.2.2 组合板的计算 265****6.2.3 组合板的构造要求 270****6.3 钢-混凝土组合梁设计 272****6.3.1 概述 272****6.3.2 组合梁设计 276****6.3.3 组合梁的构造要求 283****6.4 钢管混凝土结构设计 284****6.4.1 概述 284****6.4.2 受压短柱的工作性能 285****6.4.3 单肢柱的受压承载力计算 287****6.4.4 轴心受压短柱的极限分析 287****6.4.5 单肢柱的受压承载力 289****6.5 思考题与作业 294****附录 295****附表 1 单阶柱柱顶反力与位移系数表 ... 295****附表 2 等截面等跨连续梁在均布荷载和
集中荷载作用下的内力系数表 ... 297****附表 3 双向板在均布荷载作用下的挠度
和弯矩系数表 304****参考文献 309**

第 1 章 梁板结构设计

教学提示：混凝土梁板结构按结构型式可分为单向板肋梁楼盖、双向板肋梁楼盖、井式楼盖、密肋楼盖和无梁楼盖，肋梁楼盖又分为单向板肋梁楼盖和双向板肋梁楼盖。现浇单向板肋梁楼盖的梁板设计归结为连续梁的设计问题，其内力分析可根据构件的不同采用按弹性理论和考虑塑性内力重分布的计算方法。

教学要求：本章让学生了解单向板肋梁楼盖计算简图、内力分析方法及构造要求。

1.1 现浇单向板肋梁楼盖

1.1.1 概 述

1. 混凝土梁板结构的分类

梁板结构是由梁和板组成的结构体系，其支撑结构体系可为柱或墙体，是土木工程中常见的结构形式，例如楼(屋)盖、楼梯、阳台、雨篷、地下室底板和挡土墙等(如图 1.1 所示)。除在建筑结构中得到广泛应用外，梁板结构还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。楼盖和屋盖是最典型的梁板结构。

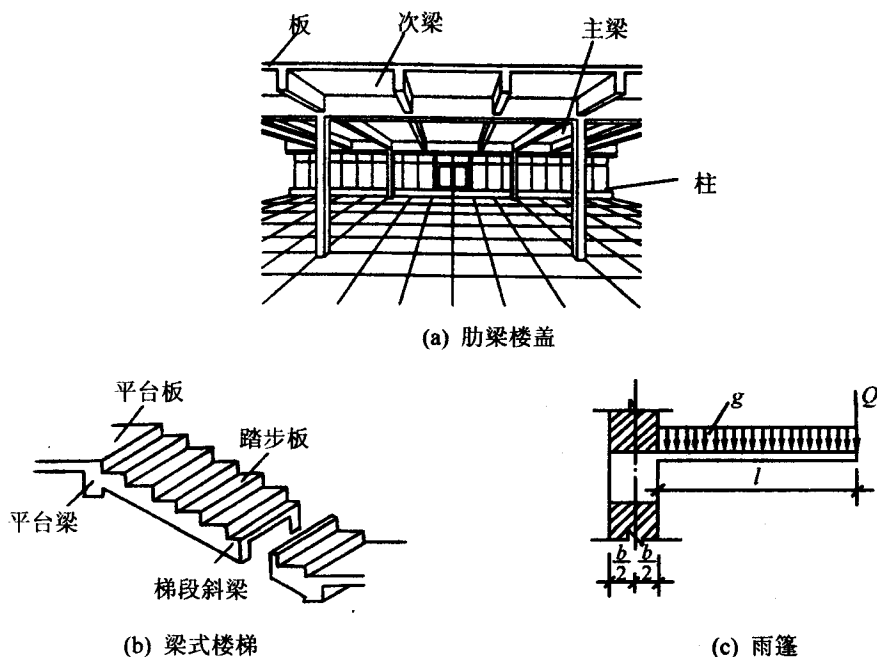


图 1.1 梁板结构

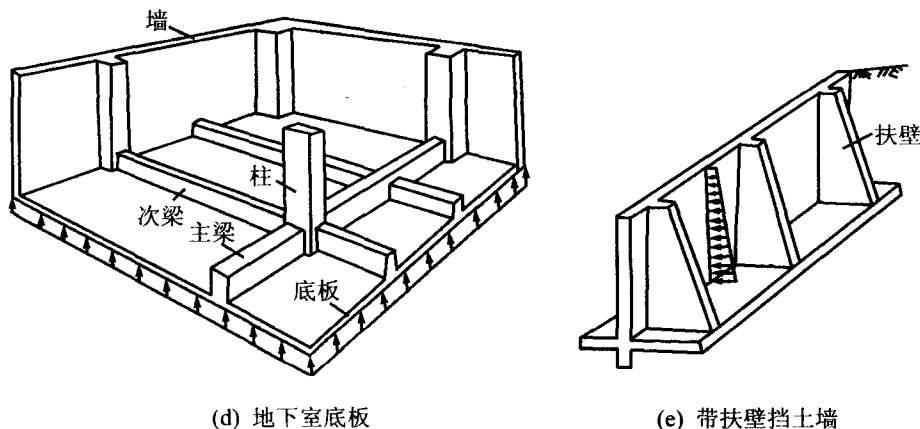


图 1.1 梁板结构(续)

梁板结构的类型有三种分类方法:

(1) 混凝土梁板结构按施工方法可分为现浇式、装配式和装配整体式梁板结构。

现浇整体式梁板结构是钢筋混凝土梁和板现场浇筑形成的整体结构。这种结构形式的优点是整体性能好,防水性能好,抗震性能强;此外,平面布置灵活,适用于各种不规则平面形式以及在板上开有较复杂的洞口等情况。因此现浇整体式结构在实际工程中得到十分广泛的应用。其缺点是费工、费模板,工期长,施工受季节的限制。

装配式梁板结构是由预制构件在现场安装连接而成,构件通过规格化、定型化,可在工厂大批量生产,造价较低,同时,节约劳动力,加快施工进度。其主要缺点是结构的整体性较差,抗震及防水性能也较差,不便于开设孔洞,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。

装配整体式梁板结构整体性较装配式的好,又较现浇式的节省模板和支撑。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,这种楼盖多用于多层、高层及有抗震设防要求的房屋。其整体性和刚度介于现浇式楼盖和装配式楼盖之间。

(2) 混凝土梁板结构按预加应力情况可分为钢筋混凝土楼盖和预应力混凝土楼盖。

预应力混凝土楼盖用得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。

(3) 混凝土梁板结构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(又称板柱楼盖),如图 1.2 所示。

① 肋梁楼盖:一般由板、次梁和主梁组成,次梁和主梁将楼板分成多个区格,每个区格板四周一般都有梁或墙支承。其主要传力途径为板→次梁→主梁→柱或墙→基础→地基。肋梁楼盖的特点是用钢量较低,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。

肋梁楼盖根据板的受力性能可将肋梁楼盖分为单向板肋梁楼盖和双向板肋梁楼盖(如图 1.2(a)和图 1.2(b)所示)。图 1.3 为一区格板,四周支承在梁上,区格板上作用有竖向荷载,板两个方向的跨度分别为 l_1 和 l_2 ,当 l_2/l_1 较大时,板上的荷载主要沿短向 l_1 传递给支承梁,而沿长向 l_2 传递的荷载很少,可以忽略,因此板主要沿短向 l_1 受力,这种区格板称为单向

板, 由这种板组成的楼盖称为单向板肋梁楼盖。当 l_2/l_1 较小时, 两个方向板的跨度相差不大, 沿长向 l_2 传递的荷载不能忽略, 此时, 板沿两个方向均受力, 这种区格板称为双向板, 由这种板组成的楼盖称为双向板肋梁楼盖。

《混凝土结构设计规范》规定四边支承的板(或邻边支承或三边支承)应按下列规定计算:

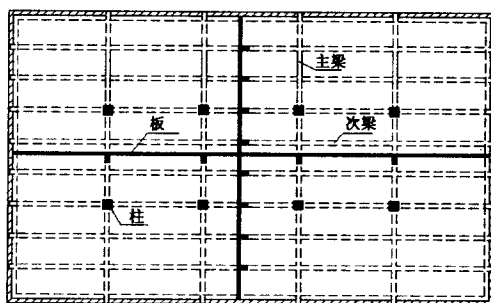
当长边与短边长度之比大于或等于 3 时, 可按沿短边方向受力的单向板计算; 当长边与短边长度之比小于或等于 2 时, 应按双向板计算; 当长边与短边长度之比介于 2~3 之间时, 宜按双向板计算; 当按沿短边方向受力的单向板计算时, 应沿长边方向布置足够数量的构造钢筋。

② 井式楼盖: 如图 1.2(c)所示。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, 外形美观, 但用钢量大, 故宜用于跨度较大且柱网呈方形的结构。例如, 公共建筑的门厅及中小型礼堂等建筑。

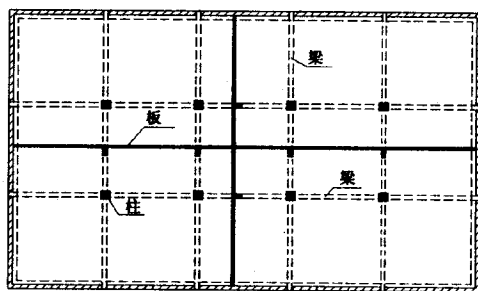
③ 密肋楼盖: 如图 1.2(d)所示, 密肋楼盖由薄板和间距较小的肋梁组成。由于梁肋的间距小, 板厚很小, 梁高也较肋梁楼盖小, 所以结构自重较轻, 造价也较低。近年来双向密肋楼盖采用预制塑料模壳, 克服了支模复杂的缺点, 因而其应用增加。

④ 无梁楼盖: 如图 1.2(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, 通风采光条件好, 支模简单, 但用钢量较大。常用于厂房、仓库、商场等建筑以及矩形水池的池顶和池底等结构。

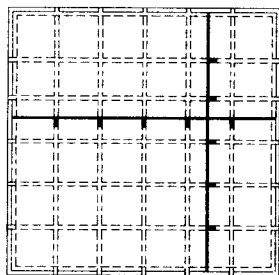
在具体的实际工程中究竟采用何种楼盖形式, 应根据房屋的性质、用途、平面尺寸、荷载大小、采光以及技术和经济等因素进行综合考虑。



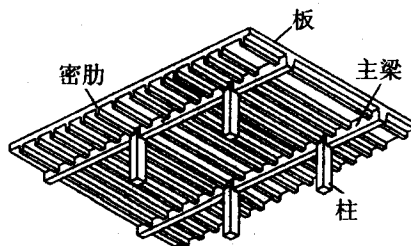
(a) 单向板肋梁楼盖



(b) 双向板肋梁楼盖

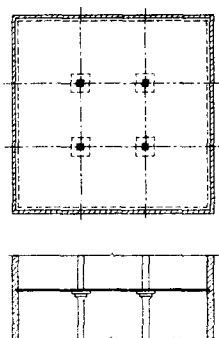


(c) 井式楼盖



(d) 密肋楼盖

图 1.2 混凝土梁板结构的形式



(e) 无梁楼盖

图 1.2(续)

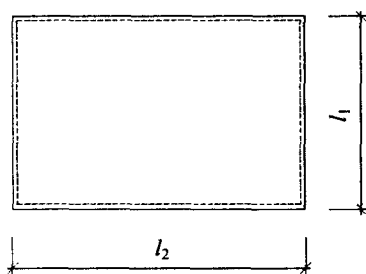


图 1.3 四边支撑板

2. 单向板肋梁楼盖的设计步骤

1) 单向板肋梁楼盖的设计步骤

- (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、次梁的截面尺寸。
- (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) 结构平面布置的内容

- (1) 确定柱网尺寸——即确定主梁、次梁的计算跨度。
- (2) 确定次梁的间距——即确定板的跨度。
- (3) 确定梁、板的截面尺寸。

3) 结构平面布置的原则

在进行结构平面布置时，应遵守下述布置原则：

- (1) 梁格的布置要考虑生产工艺、使用要求和支承结构的合理性。
- (2) 柱网与梁格尺寸除应满足生产工艺和使用要求外，还应使结构具有尽可能好的经济效果。
- (3) 梁格应尽可能布置得规整、统一，板的厚度和梁的截面尺寸尽量统一，减少梁板

跨度的变化,以简化计算,方便施工。

(4) 避免集中荷载直接作用于板上。

4) 梁、板的跨度及截面尺寸确定

根据平面布置原则,实际工程中,常用的梁、板跨度及截面尺寸如下:

主梁:跨度 $l=5\text{ m} \sim 8\text{ m}$, 截面高度 $h=l/14 \sim l/8$, 宽度 $b=(1/3 \sim 1/2)h$ 。

次梁:跨度 $l=4\text{ m} \sim 7\text{ m}$, 截面高度 $h=l/18 \sim l/12$, 宽度 $b=(1/3 \sim 1/2)h$, 同时为方便施工,次梁的高度宜比主梁的高度小 50 mm 以上。

板:跨度 $l=1.7\text{ m} \sim 2.7\text{ m}$, 一般不宜超过 3 m。

5) 几种常用的布置方案

(1) 主梁横向布置, 次梁纵向布置。

如图 1.4(a)所示,这种布置方案可以增加结构的横向刚度,结构受力合理,同时,便于在纵墙上开窗,高度可较大,对室内采光有利,故在实际工程中经常采用。

(2) 主梁纵向布置, 次梁横向布置。

如图 1.4(b)所示,当横向柱距比纵向柱距大许多时,为减小主梁的高度,常采用这种布置方案。这种布置方案下的房屋横向刚度较差,且次梁要搁置在纵墙窗洞过梁上,使窗洞的高度受到限制,从结构受力上讲也不太合理。

(3) 只布置次梁, 不设主梁。

如图 1.4(c)所示,当房屋有中间走廊时,如教学楼、宿舍楼等,常可利用内纵墙直接承重,次梁直接搁置在纵墙上。这种布置方案仅适用于有中间走道的楼盖。

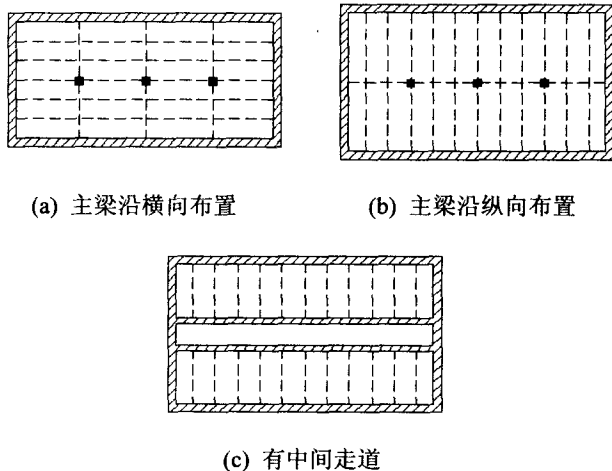


图 1.4 梁的布置

进行楼盖的结构平面布置时,应注意以下问题:

(1) 受力合理。荷载传递要简捷,梁宜拉通;主梁跨间最好不要只布置 1 根次梁,以减小主梁跨间弯矩的不均匀;尽量避免把梁,特别是主梁搁置在门、窗过梁上;在楼、屋面上有机设备、冷却塔、悬挂装置等荷载比较大的地方,宜设次梁;楼板上开有较大尺寸(大于 800 mm)的洞口时,应在洞口周边设置加劲的小梁。

(2) 满足建筑要求。不封闭的阳台、厨房和卫生间的楼板面标高宜低于其他部位

30 mm~50 mm; 当不做吊顶时, 一个房间平面内不宜只放1根梁。

(3) 方便施工。梁的截面种类不宜过多, 梁的布置尽可能规则, 梁截面尺寸应考虑设置模板的方便, 特别是采用钢模板时。

1.1.2 钢筋混凝土连续梁、板的计算方法

钢筋混凝土连续梁、板的内力计算有两种方法: 按弹性理论计算法和按塑性内力重分布计算法。所谓弹性理论计算法是将钢筋混凝土连续梁、板看成是由均匀的弹性材料所构成的构件, 构件的内力可用结构力学的方法来计算; 而塑性内力重分布计算法则是要考虑钢筋混凝土连续梁、板的塑性变形的一种计算方法。我们首先介绍按弹性理论计算方法。

1. 钢筋混凝土连续梁、板按弹性理论计算内力

按弹性理论计算结构内力的内容包括确定结构的计算简图和进行内力分析及组合。

1) 计算简图

计算简图应反映梁、板的支承情况, 各跨的跨度以及承受的荷载形式、大小及位置。

如图 1.5 所示。

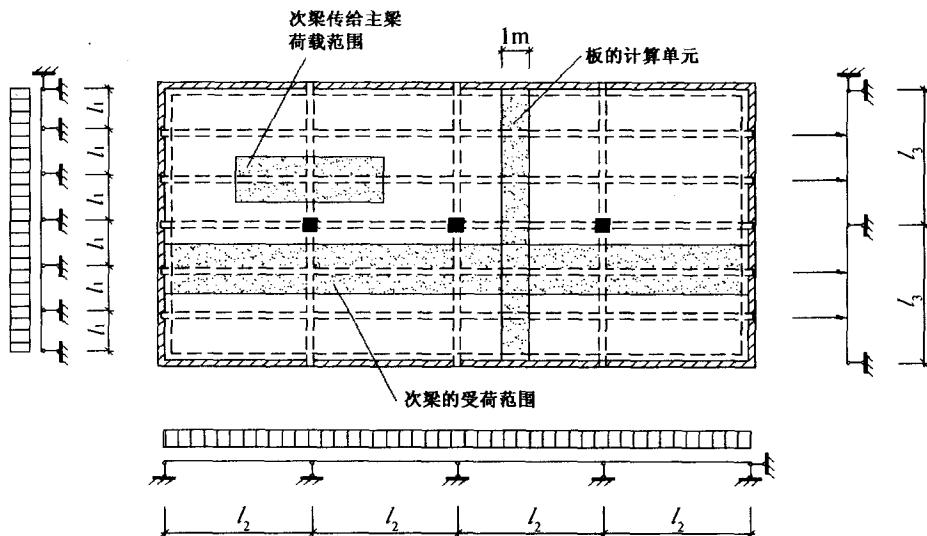


图 1.5 单向板肋梁楼盖计算简图

结构内力分析时, 为减少计算工作量, 一般不是对整个结构进行分析, 而是从实际结构选取有代表性的一部分作为计算的对象, 称为计算单元。

对于单向板, 可取 1m 宽度的板带作为其计算单元。图 1.5 中用阴影线表示的楼面均布荷载便是该板带承受的荷载, 这一负荷范围称为从属面积, 即计算构件负荷的楼面面积。

板支承在次梁或墙上并与次梁现浇在一起, 通常可忽略次梁对板转动约束作用及次梁的弯曲变形, 次梁可作为板的不动铰支点。板上承受的荷载包括均布活载和均布恒载, 当取 1m 宽的板带进行计算时, 单位化为 kN/m。板的计算跨度按图 1.6 所示取值。

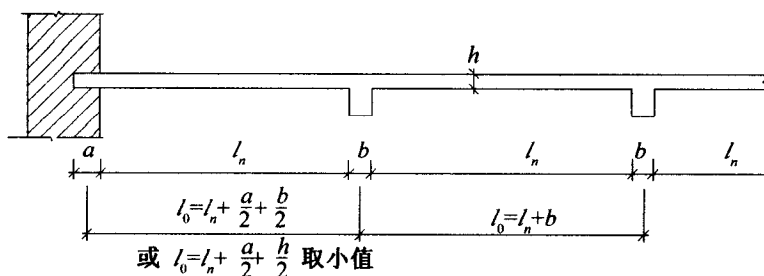


图 1.6 按弹性理论计算时单向板计算跨度

楼盖中部的主、次梁截面形状都是两侧带翼缘(板)的 T 形截面,楼盖周边处的主、次梁则是一侧带翼缘的。每侧翼缘板的计算宽度取与相邻梁中心距的一半。次梁承受板传来的均布线荷载、主梁承受次梁传来的集中荷载、一根次梁的荷载范围以及次梁传给主梁的集中荷载范围如图 1.5 所示。

由于主梁的自重所占比例不大,为了计算方便,可将其换算成集中荷载加到次梁传来的集中荷载内。所以从承受荷载的角度看,板和次梁主要承受均布线荷载,主梁主要承受集中荷载。

次梁支承在主梁或墙上并与主梁现浇在一起,通常可忽略主梁对次梁转动约束作用及主梁的弯曲变形,主梁可作为次梁的不动铰支点。次梁上承受的荷载包括板传来的均布活载和均布恒载以及次梁本身的自重,单位为 kN/m。次梁的计算跨度按图 1.7 所示取值。

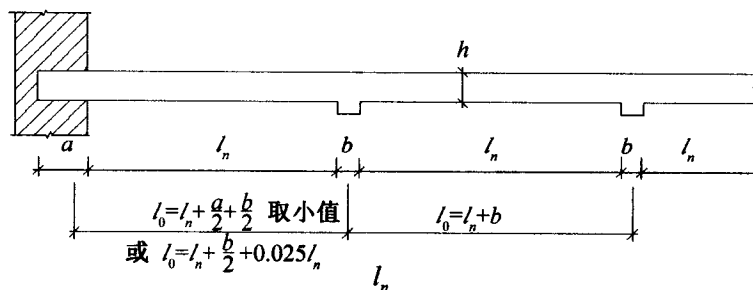


图 1.7 按弹性理论计算时梁的计算跨度

主梁支承在柱子和墙体上,当梁柱的线刚度之比较大时,主梁可看成是铰支于柱子上的连续梁,否则梁柱可视为刚结。主梁上承受的荷载包括次梁传来的集中荷载,有恒载和活载,此外,还有主梁自重所产生均布荷载,通常自重相对于次梁的集中荷载来说小得多,为计算方便,可将主梁自重简化为次梁作用点处的集中荷载。主梁计算跨度的取值与次梁相同。

表 1-1 弹性理论方法计算内力时梁、板的计算跨度 l_0

跨数	支座条件	计算跨度 l_0
单跨	两端搁置	$l_0 = l_n + a$ 且 $l_0 \leq l_n + h$ (板), $l_0 \leq 1.05 l_n$ 梁
	一端搁置、一端与支承构件整浇	$l_0 = l_n + a/2$ 且 $l_0 \leq l_n + h/2$ (板), $l_0 \leq 1.025 l_n$ 梁

续表

跨 数	支座条件	计算跨度 l_0
	两端与支承构件整浇	$l_0 = l_n$
多跨	边跨	$l_0 = l_n + a/2 + b/2$ 且 $l_0 \leq l_n + h/2 + b/2$ (板), $l_0 \leq 1.025 l_n + b/2$ 梁
	中间跨	$l_0 = l_c$ 且 $l_0 \leq 1.1 l_n$ (板), $l_0 \leq 1.05 l_n$ 梁

注: l_c ——支座中心线间距离; l_n ——板、梁的净高; h ——板厚; a ——板、梁端支承长度;

b ——中间支座宽度。

当连续梁、板各跨跨度不等时, 如各跨计算跨度相差不超过 10%, 为简化计算, 可按等跨连续梁、板计算结构内力。

对于各跨荷载相同, 跨数超过 5 跨的等跨、等截面连续梁、板的计算表明, 除两边第 1、2 跨外, 所有中间各跨的内力十分接近, 因此, 设计中将所有中间跨均以第 3 跨来代表, 即所有中间跨的内力和配筋均按第 3 跨处理, 如图 1.8 所示。



图 1.8 多跨连续梁、板计算跨数

2) 荷载的折算

由上所述, 在确定梁、板计算简图时, 默认连续板在次梁处, 次梁在主梁处均为铰支承, 忽略了次梁对板、主梁对次梁的转动约束作用, 计算表明, 采用上述的计算简图所得的板及次梁的内力与实际结构的内力有较大的偏差。这种偏差可以通过增大恒荷载并相应地减小活荷载的方式来修正, 即计算连续次梁及板的内力时, 采用折算恒载 g' 和折算活载 q' 进行偏差修正。

折算荷载取值如下:

$$\text{连续板: } g' = g + q/2, \quad q' = q/2 \quad (1-1)$$

$$\text{次梁: } g' = g + q/4, \quad q' = 3q/4 \quad (1-2)$$

g', q' ——折算恒载和折算活载。

g, q ——实际恒载和实际活载。

主梁不进行荷载的折算。