

HUNNINGTUJIEGOU JIQITIJIEGOU

高职高专建筑工程系列教材

混凝土结构及砌体结构 (下册)



● 主 编 黄 明
副主编 杨晓光

重庆大学出版社

混凝土结构及砌体结构

(下册)

主 编 黄 明
副主编 杨晓光

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据我国高等院校“房屋建筑”高职高专教育的发展需要而编写的系列教材之一。全书是按照国家教委房屋建筑专业《混凝土结构及砌体结构教学要求》教材编写原则,根据高职高专的特点而编写的。内容包括梁板结构、单层工业厂房结构、多层房屋框架结构和砌体结构。

本书除供高职高专“房屋建筑”专业作教材外,还可作为土建类非“房屋建筑”专业的专科教材,以及土建工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构及砌体结构.下册/黄明主编.一重庆:重庆大学出版社,2005.1

(高职高专建筑工程系列教材)

ISBN 7-5624-2877-8

I.混... II.黄... III.①混凝土结构—高等学校:技术学校—教材②砌体结构—高等学校:技术学校—教材 IV.①TU37②TU36

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第131076号

混凝土结构及砌体结构

(下册)

主 编 黄 明

副主编 杨晓光

责任编辑:彭 宁 穆安民 版式设计:彭 宁

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鹤盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆现代彩色书报印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:393千

2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-2877-8

定价:22.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

本书是根据我国高等院校“房屋建筑”高职高专教育的发展需要而编写的系列教材之一。全书是按照国家教委房屋建筑专业《混凝土结构及砌体结构教学要求》及三年制“房屋建筑工程专业”教材编写原则,根据高职高专的特点而编写的。其内容依据我国《建筑结构设计统一标准》(GBJ 50009—2001)和《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)编写。全书分上、下两册,上册由沈凡主编,含九章,内容包括混凝土基本构件的设计计算;下册由黄明主编,含四章,内容包括梁板结构、单层工业厂房结构、多层房屋框架结构和砌体结构。

本书主要编写要求是:

根据高职高专教育的培养目标和毕业生的基本要求,“基础理论的教学要以应用为目的,以必需、够用为度,以掌握概念、强化应用为教学重点。专业课的教学内容要加强针对性和实用性”。遵照此精神,本书在编写过程中主要依据应用性原则来选择教学内容,确定课程结构,尽量做到由浅入深、循序渐进、内容精炼、突出应用,理论联系实际。每章配有设计实例,结尾配有小结、思考题和习题,便于自学,注意了基本技能和基本知识的训练,并加强了构造知识内容,力求体现高等工程专科教育的特点。

参加本书编写的有杨晓光(第10章),白建昆(第11章),徐安平(第12章、第13章)。黄明任主编,杨晓光任副主编。

本书除供高职高专“房屋建筑”专业作教材外,还可作为土建类非“房屋建筑”专业的专科教材,以及土建工程技术人员的参考书。

本书的出版希望有助于促进高职高专房屋建筑工程专业的教学改革,实现高职高专教育的培养目标。由于时间仓促、水平有限,书中的缺点和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2004年8月

目 录

第 10 章 梁板结构	1
10.1 现浇单向板肋梁楼盖	3
10.2 现浇双向板肋梁楼盖	31
10.3 装配式楼盖	38
10.4 楼梯	42
10.5 悬挑构件	52
本章小结	55
思考题	56
习题	56
第 11 章 单层工业厂房结构	72
11.1 概 述	72
11.2 单层厂房结构的组成和布置	74
11.3 排架结构的内力分析	88
11.4 单层厂房柱设计	96
11.5 柱下独立基础设计	107
本章小结	116
思考题	117
第 12 章 多层框架结构房屋	123
12.1 概 述	123
12.2 多层房屋的结构类型	125
12.3 多层房屋结构的荷载	126
12.4 框架房屋的结构布置与计算简图	128
12.5 框架结构的内力分析及侧移验算	133
12.6 框架结构的内力组合与构件设计	147
本章小结	150
思考题	151
习题	152
第 13 章 砌体结构	153
13.1 砌体材料及砌体的力学性能	153
13.2 砌体结构构件的承载力计算	169

13.3 砌体结构房屋的墙体体系及其承载力验算	191
13.4 砌体结构中的过梁、墙梁、挑梁	216
13.5 砌体结构墙体设计	230
本章小结	239
思考题	240
习题	241
主要参考文献	243

第 10 章

梁板结构

学习要求:本章主要讲述钢筋混凝土楼(屋)盖、楼梯和悬挑构件的结构布置、受力特点、内力计算方法、截面设计要点及构造要求。通过学习,了解各种梁板结构的类型及其受力特点;理解多跨连续梁(板)的折算荷载、活荷载不利布置、内力包络图、塑性内力重分布及弯矩调幅等基本概念;熟练掌握单向板肋梁楼盖的内力计算方法、截面设计要点及配筋构造要求;掌握双向板按弹性理论的计算方法及配筋构造要求;熟悉装配式楼盖的构件选型及连接构造;掌握板式楼梯、梁式楼梯的组成和传力特点以及设计方法和配筋构造要求;了解悬挑构件的计算特点和主要构造要求。

钢筋混凝土梁板结构是土建工程中应用最为广泛的一种结构形式,例如房屋建筑中的楼(屋)盖、筏板基础、扶壁式挡土墙、水池的顶盖和底板,以及楼梯、阳台、雨篷等,如图 10.1 所示。

楼(屋)盖是最典型的梁板结构,按施工方法可分为现浇整体式、装配式和装配整体式三种形式。其中现浇整体式楼盖具有整体刚度好,抗震性能强,防水性能好,对不规则房屋平面适应性强等优点。缺点是费工、费模板、施工周期长。现浇整体式楼盖常见的结构形式有:单向板肋形楼盖、双向板肋形楼盖、井式楼盖(图 10.2)和无梁楼盖(图 10.3)四种。

装配式楼盖采用了预制板或预制梁等预制构件,便于工业化生产和机械化施工,加快了施工进度。但结构的整体性、抗震性、防水性较差,不便于开洞,受房屋平面形状的限制。装配整体式楼盖是将部分预制构件现场安装后,再通过节点和面层现浇,叠合而成为一个整体,如图 10.4 所示。这种楼盖兼有现浇楼盖和预制楼盖两者的优点,但焊接工作量较大,而且需要进行二次浇筑。

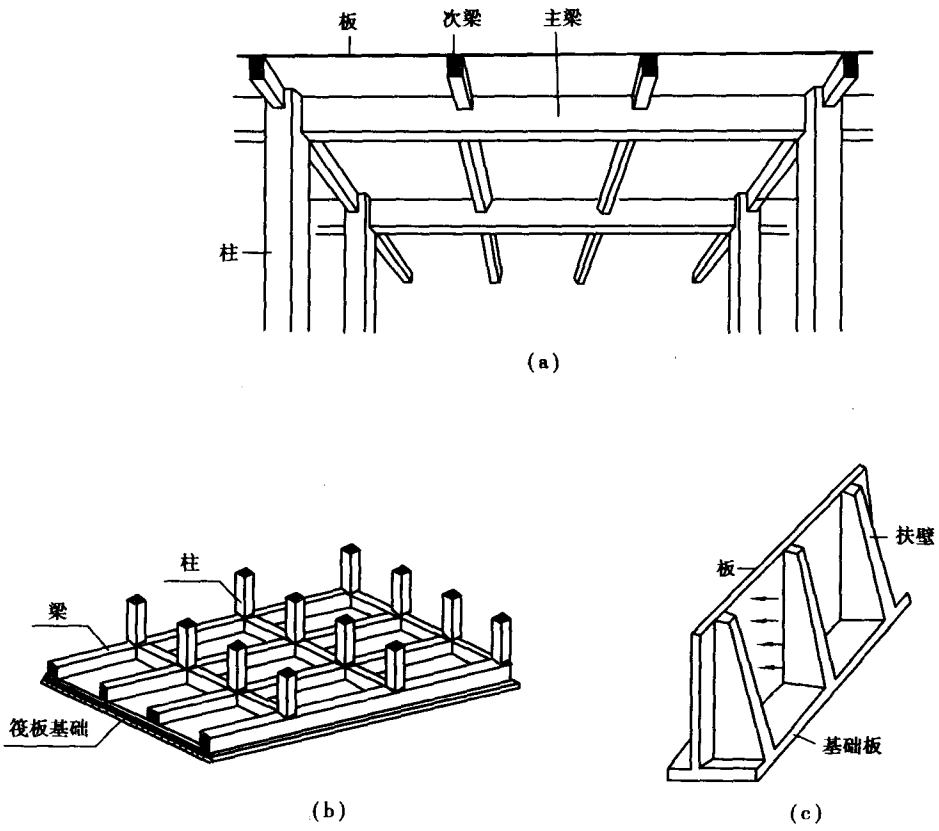


图 10.1 梁板结构的应用举例
(a)肋形楼盖;(b)筏板基础;(c)挡土墙

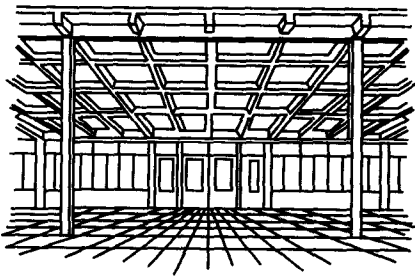


图 10.2 井式楼盖

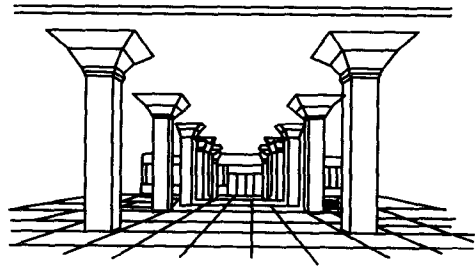


图 10.3 无梁楼盖

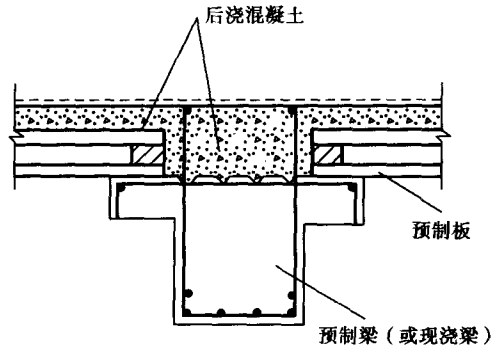


图 10.4 叠合梁

10.1 现浇单向板肋梁楼盖

10.1.1 单向板楼盖的结构平面布置

(1) 单向板与双向板

肋梁楼盖由板、次梁和主梁组成。板被梁划分成许多区格，每一区格的板一般是四边支承在梁或砖墙上。因为梁的刚度比板大很多，所以可将梁作为板的不动支承。四边支承板一般在两个方向受力，板的竖向荷载通过双向弯曲向四边传递。传递到支承上荷载的大小，主要取决于板区格两个方向边长的比值。当板的长短边之比超过一定数值时，沿长边方向所分配的荷载可以忽略不计，认为板仅在短边方向产生弯矩和挠度，这样的四边支承板称为单向板。当板沿长边方向所分配的荷载不可忽略，板沿两个方向均产生一定数值的弯矩，这种板称为双向板。如图 10.5 所示。

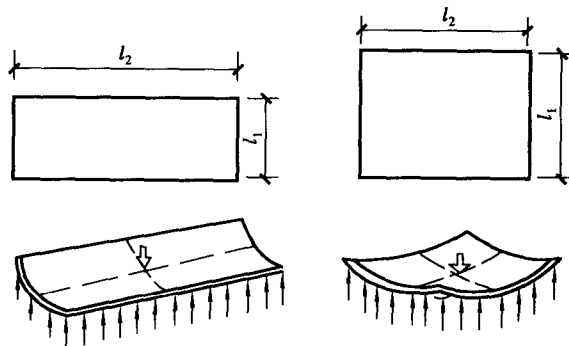


图 10.5 单向板与双向板

(a) 单向板; (b) 双向板

《规范》规定：对于四边支承的板，当长边 l_2 与短边 l_1 之比 $l_2/l_1 \geq 3$ 时，可按沿短边方向受力的单向板计算；当 $l_2/l_1 \leq 2$ 时，应按双向板计算；当 $2 < l_2/l_1 < 3$ 时，宜按双向板计算，也可按

沿短边方向的单向板计算,但应沿长边方向布置足够数量的构造钢筋。

由单向板及其支承梁组成的楼盖,称为单向板肋梁楼盖。在单向板肋梁楼盖中,荷载的传递路线是:板→次梁→主梁→柱(墙)。也就是说,板的支座为次梁,次梁的支座为主梁,主梁的支座为柱或墙。在实际工程中,由于楼盖整体现浇,因此楼盖中的板和梁往往形成多跨连续结构,在内力计算和构造要求上与单跨简支的板和梁均有较大区别,这是现浇楼盖在设计 and 施工中必须注意的一个重要特点。

单向板肋梁楼盖的设计步骤一般分以下几步进行:

- 1) 选择结构平面布置方案;
- 2) 确定结构计算简图并进行荷载计算;
- 3) 对板、次梁、主梁分别进行内力计算;
- 4) 对板、次梁、主梁分别进行截面配筋计算;
- 5) 根据计算结果和构造要求,绘制楼盖结构施工图。

(2) 结构平面布置

单向板肋梁楼盖的结构布置,应首先满足房屋建筑的使用功能要求,在结构平面布置上应力求简单、规整、统一,以减少构件类型,方便设计施工。柱网尽量布置成长方形或正方形,主梁有沿横向和纵向两种布置方案(图 10.6(a)、(b)、(d))。前者抵抗水平荷载的侧向刚度较大,房屋整体刚度好。此外,由于主梁与外墙垂直,可开设较大的窗洞口,对室内采光有利。后者适用于横向柱距大于纵向柱距较多时,或房屋有集中通风要求的情况。因主梁沿纵向布置,可以减小主梁的截面高度,增大室内净高。但房屋横向刚度较差,而且外墙窗洞的布置应尽量避免次梁支承在窗过梁上。对于有中间走廊的房屋,常可利用中间的内纵墙承重,这时可仅布置次梁而不设主梁(图 10.6(c))。

在满足使用要求的基础上,要尽量节约材料,降低造价。从图 10.6 中可以看出,板的跨度即为次梁的间距,次梁的跨度即为主梁的间距,主梁的跨度即为柱距。因此,从经济效果上考虑,构件的跨度应选择一个经济合理的范围。通常板、梁适宜的跨度可参考下列数值确定:单向板为 1.7~3.0 m;次梁为 4~6 m;主梁为 5~8 m。

同时,由于板的混凝土用量占整个楼盖的 50%~70%,因此应使板厚尽可能接近构造要求的最小板厚:工业建筑楼板为 70 mm,民用建筑楼板为 60 mm,屋面板为 60 mm。此外,按刚度要求,板厚应不小于其跨长的 1/40。

10.1.2 单向板楼盖的计算简图

楼盖结构布置完成以后,即可确定结构的计算简图,以便对板、次梁、主梁分别进行计算。在确定计算简图时,除了应考虑现浇楼盖中板和梁是多跨连续结构这个特点以外,还应对荷载计算、支座影响以及板、梁的计算跨度和跨数做简化处理。

(1) 支座

板支承在次梁或砖墙上。为简化计算,可将次梁或砖墙作为板的不动铰支座。次梁支承在主梁(柱)或砖墙上,将主梁(柱)或砖墙作为次梁的不动铰支座。对于主梁的支承情况,当主梁支承在砖墙、砖柱上时,将砖墙视为主梁的不动铰支座;与钢筋混凝土柱整浇的主梁,其支承条件应根据梁柱抗弯刚度之比而定。分析表明,如果主梁与柱的线刚度之比大于 3 时,可将主梁视为铰支于柱上的连续梁计算。否则,应按框架进行内力分析。

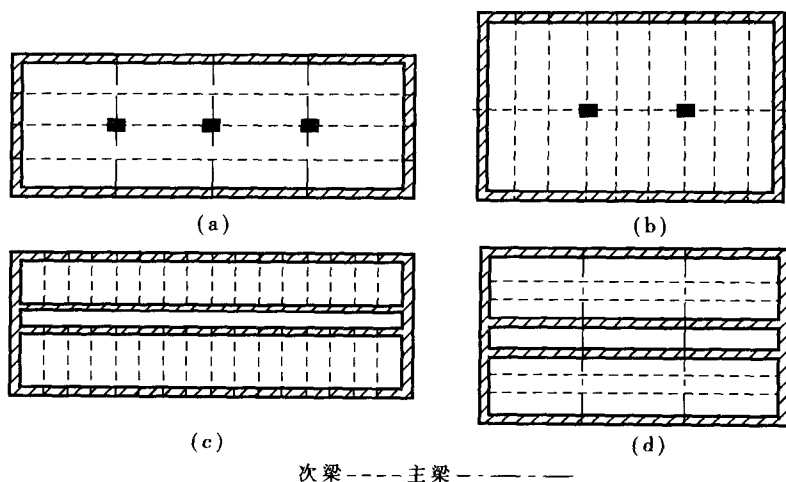


图 10.6 单向板肋梁楼盖结构布置示例

(a)、(d)主梁沿横向布置;(b)主梁沿纵向布置;(c)有中间走廊

(2) 计算跨度与跨数

连续板、梁各跨的计算跨度 l_0 是指在计算内力时所采用的跨长。它的取值与支座的构造形式、构件的截面尺寸以及内力计算方法有关。对于单跨及多跨连续板、梁在不同支承条件下的计算跨度,通常可按表 10.1 采用。

当连续梁的某跨受到荷载作用时,它的相邻各跨也会受到影响而产生内力和变形,但这种影响是距该跨愈远愈小。当超过两跨以上时,影响已很小。因此,对于多跨连续板、梁(跨度相等或相差不超过 10%),若跨数超过五跨时,可按五跨来计算。此时,除连续梁(板)两边的第一、第二跨外,其余的中间各跨跨中及中间支座的内力值均按五跨连续梁(板)的中间跨度和中间支座采用。如图 10.7 所示。如果跨数未超过五跨,则计算时应按实际跨数考虑。

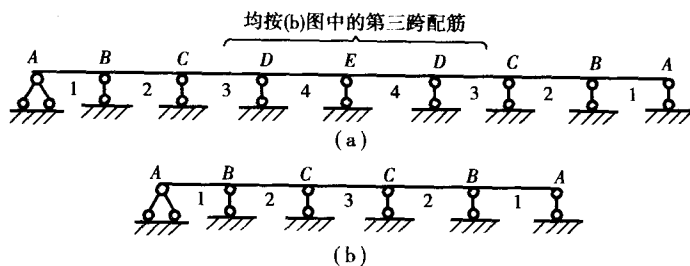


图 10.7 连续梁(板)的计算跨数

(3) 荷载计算

作用在楼盖上的荷载,有恒荷载和活荷载两种,恒荷载包括构件自重、各种构造层重量、永久设备自重等;活荷载主要为使用时的人群、家具及一般设备的重量,上述荷载通常按均布荷载考虑。楼盖恒荷载的标准值可由所选的构件尺寸、构造层做法及材料容重等通过计算来确定,活荷载标准值按《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)的有关规定来选取。

表 10.1 板和梁的计算跨度

跨数	支座情形		计算跨度 l_0		符号意义
			板	梁	
单跨	两端简支		$l_0 = l_n + h$	$l_0 = l_n + a \leq 1.05l_n$	l_n 为支座间净距 l_c 为支座中心间的距离 h 为板的厚度 a 为边支座宽度 b' 为中间支座宽度
	一端简支、一端与梁整体连接		$l_0 = l_n + 0.5h$		
	两端与梁整体连接		$l_0 = l_n$		
多跨	两端简支		当 $a \leq 0.1l_c$ 时, $l_0 = l_c$	当 $a \leq 0.05l_c$ 时, $l_0 = l_c$	
			当 $a > 0.1l_c$ 时, $l_0 = 1.1l_n$	当 $a > 0.05l_c$ 时, $l_0 = 1.05l_n$	
	一端入墙内另一端与梁整体连接	按塑性计算	$l_0 = l_n + 0.5h$	$l_0 = l_n + 0.05a \leq 1.025l_n$	
		按弹性计算	$l_0 = l_n + 0.5(h + b)$	$l_0 = l_c \leq 1.025l_n + 0.5b'$	
	两端均与梁整体连接	按塑性计算	$l_0 = l_n$	$l_0 = l_n$	
		按弹性计算	$l_0 = l_c$	$l_0 = l_c$	

对于楼盖中的板,通常取宽度为 1 m 的板带作为计算单元,板所承受的荷载即为板带上的均布恒荷载及均布活荷载。

在确定板传递给次梁的荷载和次梁传递给主梁的荷载时,一般均忽略结构的连续性,而按简支进行计算。所以对于次梁,取相邻板跨中线所分割出来的面积作为它的受荷面积,次梁所承受的荷载为次梁自重及其受荷面积上板传来的荷载;对于主梁,则承受主梁自重及由次梁传来的集中荷载,但由于主梁自重与次梁传来的荷载相比往往较小,故为了简化计算,一般可将主梁的均布自重荷载化为若干集中荷载,与次梁传来的集中荷载合并计算。荷载计算单元及板、梁计算简图如图 10.8 所示。

(4) 折算荷载

在进行连续梁(板)内力计算时,一般假设其支座均为铰接,即忽略支座对梁(板)的约束作用,而对于梁板整浇的现浇楼盖,这种假设与实际情况并不完全相符。

以板和次梁为例,当板受荷载发生弯曲转动时,支承它的次梁将产生扭转,而次梁的扭转作用会约束板的自由转动。对于多跨连续板,当作用连续分布的恒荷载时,由于荷载对称,板在支座处的转角很小,所以次梁的这种约束作用可以忽略;当板上作用隔跨布置的活荷载时,板在支座处的转动较大,次梁对板的转动约束作用也较大,这种作用反映在支座处实际转角 θ' 比计算简图中理想铰支座时的转角 θ 要小,如图 10.9(a)、(b)所示,其效果相当于减少了板跨中的最大弯矩。类似的情况也发生在次梁和主梁之间。为了减少由此而引起的误差,一般在荷载计算时采取增加恒荷载、减小活荷载的方法加以调整。也就是说,在连续梁(板)内力计算时,仍按支座为铰接假定,但用折算荷载代替实际荷载(图 10.9(c)),即:

$$\text{对于板} \quad g' = g + \frac{q}{2} \quad q' = \frac{q}{2}$$

$$\text{对于次梁} \quad g' = g + \frac{q}{4} \quad q' = \frac{3q}{4}$$

式中 g' 、 q' ——调整后的折算恒荷载及活荷载;

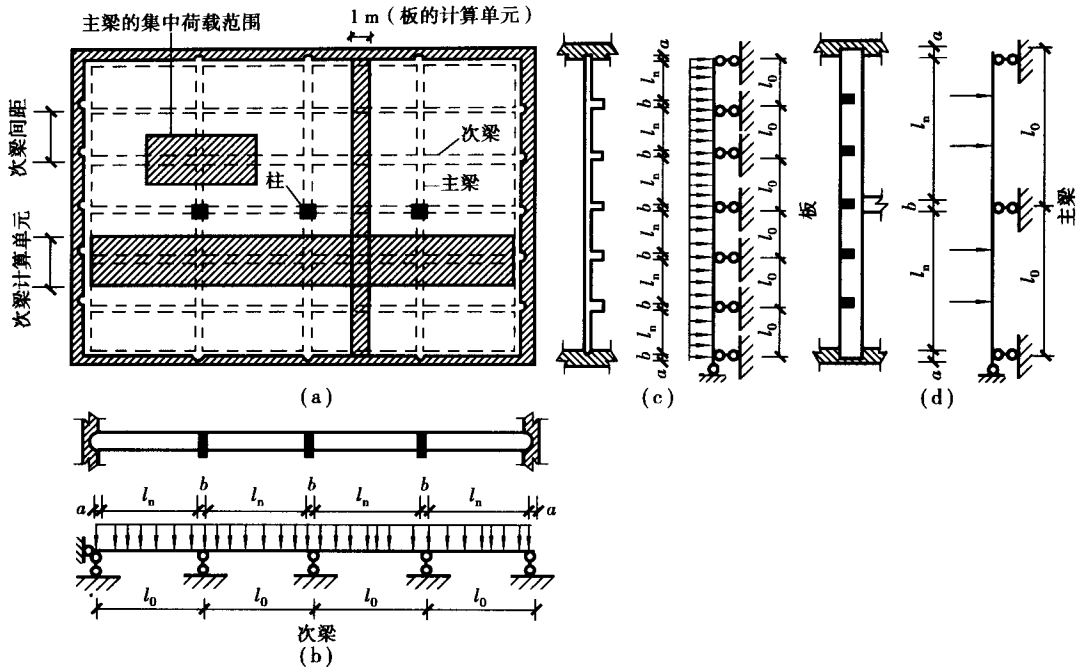


图 10.8 单向板楼盖板和梁的计算简图

(a) 荷载计算单元; (b) 次梁的计算简图; (c) 板的计算简图; (d) 主梁的计算简图

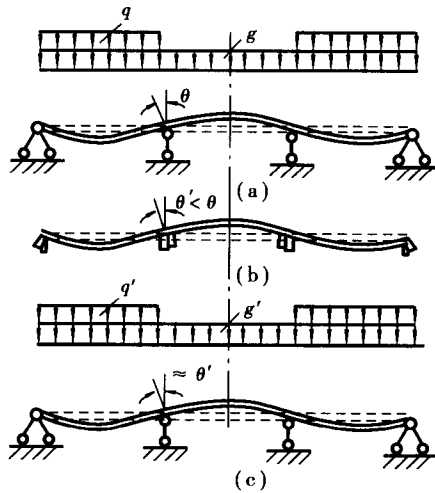


图 10.9 连续梁(板)的折算荷载

(a) 理想铰支座的变形; (b) 支座弹性约束的变形; (c) 采用折算荷载的效果

g, q ——实际的恒荷载及活荷载。

在连续主梁以及支座均为砖墙连续板、梁中, 上述影响较小, 因此不需要进行荷载折算。

(5) 构件的截面尺寸

由上可知, 在确定板、梁计算简图的过程中, 需要事先选定构件截面尺寸才能确定其计算跨度和进行荷载统计。板、次梁、主梁的截面尺寸可按刚度要求, 根据高跨比 h/l_0 进行初步假

定,一般可参考表 10.2 确定。

表 10.2 混凝土板、梁的常规尺寸

构件种类		高跨比(h/l_0)	备注
单向板	简支 两端连续	$\geq 1/35$ $\geq 1/40$	最小板厚: 屋面板 $h \geq 60$ mm 民用建筑楼板 $h \geq 60$ mm 工业建筑楼板 $h \geq 70$ mm 行车道下的楼板 $h \geq 80$ mm
双向板	单跨简支 多跨连续	$\geq 1/45$ $\geq 1/50$ (按短向跨度)	最小板厚: $h \geq 80$ mm
	悬臂板	$\geq 1/12$	最小板厚: 板的悬臂长度 ≤ 500 mm, $h \geq 60$ mm 板的悬臂长度 > 500 mm, $h \geq 80$ mm
	多跨连续次梁 多跨连续主梁 单跨简支梁 悬臂梁	$1/18 \sim 1/12$ $1/14 \sim 1/8$ $1/14 \sim 1/8$ $1/8 \sim 1/6$	最小梁高: 次梁 $h \geq l/25$ 主梁 $h \geq l/15$ 宽高比(b/h): $1/3 \sim 1/2$, 以 50 mm 为模数

注:表中 l_0 为板、梁的计算跨度,通常可按表 10.1 采用。

10.1.3 单向板楼盖的内力计算——弹性算法

钢筋混凝土连续板、梁的内力计算方法有两种:即弹性算法和塑性算法。按弹性理论方法计算内力,也就是假定梁板为理想弹性材料,根据前述方法选取计算简图,按结构力学的原理进行计算,一般常用力矩分配法来求连续板、梁的内力。为计算方便,对于常用荷载作用下的等跨连续板、梁,均已编制成计算表格可直接查用。计算表格详见本章附表 10.1。对于跨度相差在 10% 以内的不等跨连续板、梁,其内力也可按表格进行计算。

(1) 活荷载的最不利组合

作用于梁或板上的荷载有恒荷载和活荷载,其中恒荷载的大小和位置是保持不变的,并布满各跨;而活荷载在各跨的分布则是随机的,引起构件各截面的内力也是变化的。因此,为了保证构件在各种可能的荷载作用下都安全可靠,就必须确定活荷载布置在哪些不利位置,与恒荷载组合后将使控制截面(支座、跨中)可能产生最大内力,即活荷载的最不利组合问题。

图 10.10 为五跨连续梁当活荷载布置在不同跨时梁的弯矩图及剪力图,分析其内力变化规律和不同组合后的内力结果,不难得出确定连续梁(板)截面最不利活荷载布置的如下原则:

1) 求某跨跨中最大正弯矩时,应在该跨布置活荷载,然后向其左右每隔一跨布置活荷载(图 10.11(a)、(b));

2) 求某跨跨中最小弯矩(最大负弯矩)时,应在该跨不布置活荷载,而在两相邻跨布置活荷

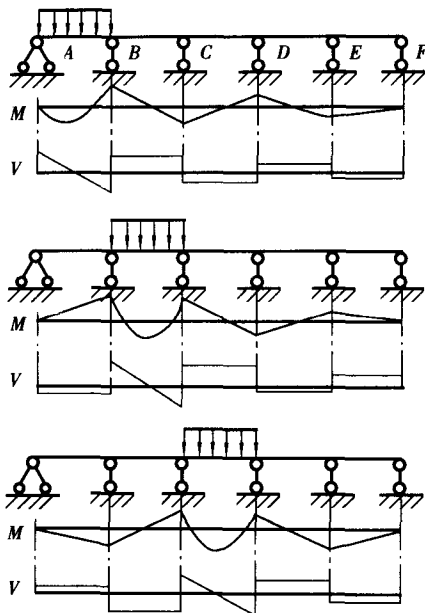


图 10.10 连续梁活荷载布置在不同跨时的内力图

载,然后向其左右每隔一跨布置活荷载(图 10.11(a)、(b));

3) 求某支座截面最大负弯矩时,应在该支座左右相邻两跨上布置活荷载,然后向其左右每隔一跨布置活荷载(图 10.11(c));

4) 求某支座截面(左、右)的最大剪力时,其活荷载布置与求该支座截面最大负弯矩时相同。

恒荷载应按实际情况布置,一般在连续梁(板)各跨均有恒荷载作用。求某截面最不利内力时,除按活荷载最不利位置求出该截面内力外,还应加上恒荷载在该截面产生的内力。

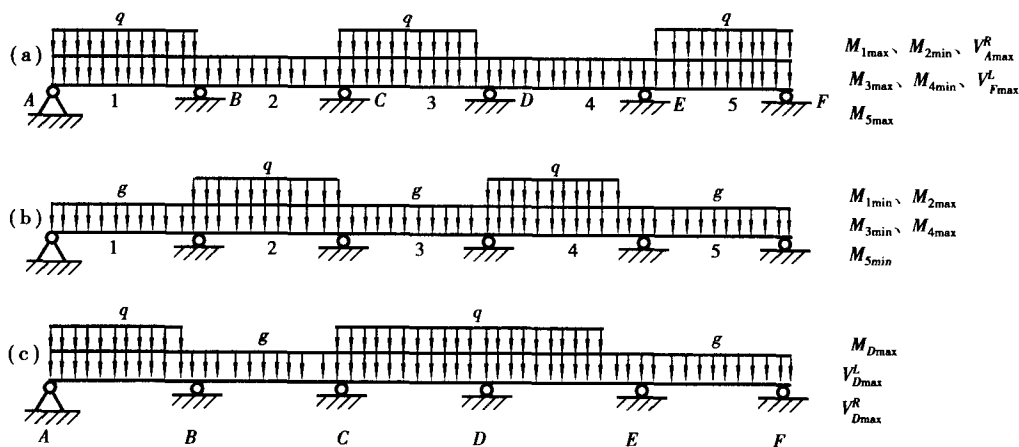


图 10.11 活荷载不利布置图

(2) 用查表法计算内力

活载的最不利布置确定后,对于等跨(包括跨度差 $\leq 10\%$)的连续梁(板),可以直接应用

表格(见附表 10.1)查得在恒荷载和各种活荷载最不利位置作用下的内力系数,并按下列公式求出连续梁(板)的各控制截面的弯矩值 M 和剪力值 V ,即

当均布荷载作用时

$$M = K_1 g l_0^2 + K_2 q l_0^2 \quad (10.1)$$

$$V = K_3 g l_0 + K_4 q l_0 \quad (10.2)$$

当集中荷载作用时

$$M = K_1 G l_0 + K_2 Q l_0 \quad (10.3)$$

$$V = K_3 G + K_4 Q \quad (10.4)$$

式中 g, q ——单位长度上的均布恒荷载与均布活荷载设计值;

G, Q ——集中恒荷载与集中活荷载设计值;

$K_1 \sim K_4$ ——等跨连续梁(板)的内力系数,由本章附表 10.1 中相应栏内查得;

l_0 ——梁的计算跨度,按表 10.1 规定采用。若相邻两跨跨度不相等(不超过 10%),在计算支座弯矩时, l_0 取相邻两跨的平均值;而在计算跨中弯矩及剪力时,仍用该跨的计算跨度。

(3) 内力包络图

对于连续梁(板),活荷载作用位置不同,各截面的内力也不相同。按照前述活荷载最不利位置布置后,在恒荷载作用下求出各截面内力的基础上,分别叠加以各种不利活荷载位置作用时的内力,可以得到各截面可能出现的最不利内力。在设计中,不必对构件的每个截面进行设计,只需对若干控制截面(支座、跨中)计算内力。因此,对某一种活荷载的最不利布置将产生连续梁某些控制截面的最不利内力,同时可以做出其对应的内力图形。若将所有活荷载最不利布置时的各个同类内力图形(弯矩图、剪力图),按同一比例画在同一基线上,所得的图形称为内力叠合图,内力叠合图的外包线所围成的图形,即为内力包络图。内力包络图包括弯矩包络图和剪力包络图。

图 10.12 为在每跨三分点处作用有集中荷载的两等跨连续梁,在恒荷载($G = 50 \text{ kN}$)与活荷载($Q = 100 \text{ kN}$)的三种最不利荷载组合作用下分别得到其相应的弯矩图(见图 10.12(a)、(b)、(c)所示)。图 10.12(d)为该梁各种 M 图绘在同一基线上的弯矩包络图。用类似的方法也可以绘出连续梁(板)的剪力包络图。

绘制弯矩包络图和剪力包络图的目的,在于合理确定纵向受力钢筋弯起和截断的位置,也可以检查构件截面承载力是否可靠,材料用量是否节省。

10.1.4 单向板楼盖的内力计算——塑性算法

混凝土是一种弹塑性材料,其变形由弹性变形和塑性变形两部分组成,钢筋在达到屈服强度后也会产生很大的塑性变形。在钢筋混凝土受弯构件正截面的承载力计算中采用的是塑性理论,正确反映了这两种材料的实际性能。而按弹性算法确定连续梁的内力,是假定钢筋混凝土为匀质弹性材料,而且结构的刚度不随荷载大小而改变,这样显然与截面的承载力计算理论不相协调,不能准确反映结构的实际内力。

塑性算法是从结构实际受力情况出发,考虑塑性变形引起的结构内力重分布来计算连续梁内力的方法,这样不仅可消除内力计算与截面承载力计算之间的矛盾,而且还可获得节省材料、方便施工的技术经济效果。

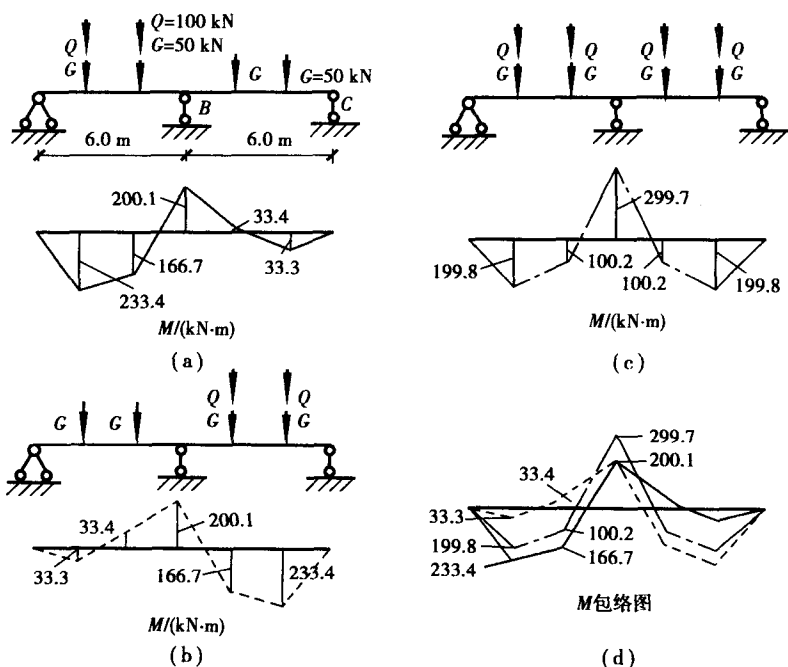


图 10.12 两跨连续梁的弯矩包络图

(1) 塑性铰的概念

对配筋适量的受弯构件,当受拉纵筋在某个弯矩较大的截面达到屈服后,随着荷载的少许增加,钢筋将产生很大的塑性变形,裂缝迅速开展,屈服截面形成一个塑性变形集中的区域,使截面两侧产生较大的相对转角,这个集中区域在构件中的作用,犹如一个能够转动的“铰”,称之为塑性铰(图 10.13)。可以认为,塑性铰是受弯构件的“屈服”现象。塑性铰与普通的理想铰不同,前者能承受一定的弯矩,并能沿弯矩作用方向发生一定限度的转动;而后者不能承受弯矩,但能自由转动。

对于静定结构,在任一截面出现塑性铰后,结构就成为几何可变体系而丧失承载力。但对于超静定结构,由于存在多余约束,构件某一截面出现塑性铰并不会导致结构立即破坏,仍能继续承受增加的荷载,直到出现足够数量的塑性铰使结构成为几何可变体系,结构才丧失其承载能力。

(2) 超静定结构的塑性内力重分布

在钢筋混凝土超静定结构中,每出现一个塑性铰将减少结构的超静定次数(相当于减少一次约束),一直到出现足够数目的塑性铰致使超静定结构的整体或局部形成破坏机构,结构才丧失其承载能力。在形成破坏机构的过程中,结构的内力分布和塑性铰出现前的弹性分布规律完全不同,塑性铰的出现引起构件各截面间的内力分布发生了变化,即产生了塑性内力重分布。下面以跨中作用集中荷载的两跨连续梁为例加以说明。

如图 10.14 所示一两跨连续梁,跨度均为 $l=3\text{ m}$,每跨跨中承受一集中荷载 P 设梁跨中和支座截面能承担的极限弯矩相同,为 $M_u = 30\text{ kN}\cdot\text{m}$ 。

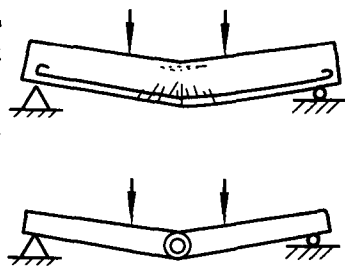


图 10.13 塑性铰的形成