

高等学校**土木工程专业**教材

GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE JIAOCAI

# 混凝土结构 设计指导

何颖成 陆 琨 ■主编  
樊 江 袁吉星 ■主审

HUNNINGTU JIEGOU  
SHEJI ZHIDAO



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

高等学校**土木工程专业**教材

JICHENG ZHUANYE JIAOCAI

# 混凝土结构

## 设计指导

何颖成 陆 琨 ■ 主编  
樊 江 袁吉星 ■ 主审

HUNNINGTU JIEGOU  
SHEJI ZHIDAO

重庆大学 出版社

## 内容提要

本书是根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)编写的土木工程专业主修建筑工程方向的“混凝土结构设计”课程配套设计指导书。该书主要介绍钢筋混凝土楼盖设计、单层工业厂房结构设计、施工图要求及两个课程设计的范例,并根据“混凝土结构设计”课程给出两套试卷题及答案,以方便自学。

本书可作为土木工程专业学生课程设计教材以及工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计指导/何颖成,陆琨主编. —重庆:

重庆大学出版社, 2016. 6

高等学校土木工程专业教材

ISBN 978-7-5624-9823-0

I. ①混… II. ①何…②陆… 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(2016)第 123124 号

高等学校土木工程专业教材

### 混凝土结构设计指导

主 编 何颖成 陆 琨

主 审 樊 江 袁吉星

责任编辑:刘颖果 版式设计:刘颖果

责任校对:关德强 责任印制:赵一晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:5 字数:125 千 插页:8 开 2 页

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-9823-0 定价:12.00 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

本书为土木工程专业主修建筑工程方向的“混凝土结构设计”课程配套教材,是根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012),以指导书的形式介绍钢筋混凝土楼盖设计、单层工业厂房结构设计的全过程要点;同时,从题库中精选出有代表性的考题,以便学生对设计阶段的重点知识进行复习。

本书强调理论联系实际,示例概念清晰,力求简捷、易懂,内容从课程设计中用到的制图要求、计算内容到钢筋、混凝土的构造要求和施工图示例一应俱全(附设计中常用图表),方便自学。考虑初次接触设计的学生的特点,该书不涉及工程抗震设计的有关内容。

本书由陆琨编写第1章,何颖成编写第2章,全书由何颖成统稿和修改定稿。樊江教授、袁吉星副教授提供了基础资料并对全书修改定稿给予了悉心指导,此外研究生杨菁、焦义、魏博、朱清泉参与了全书插图的绘制工作。在此对他们表示诚挚的感谢。

本书考题答案可以在“重庆大学出版社教育资源网”下载,或联系电话 023-88617142 索取。限于编者水平有限,有不妥之处,请读者指正,编者将不胜感激。

编 者

2016年4月

# 目录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第1章 现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖设计 .....      | 1  |
| 1.1 现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计任务书 ..... | 1  |
| 1.1.1 设计题目 .....                | 1  |
| 1.1.2 设计任务 .....                | 1  |
| 1.1.3 学生设计题号选择 .....            | 1  |
| 1.1.4 设计内容 .....                | 2  |
| 1.1.5 设计资料 .....                | 3  |
| 1.1.6 课程设计时间及成绩评定 .....         | 4  |
| 1.2 现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计指导书 ..... | 4  |
| 1.2.1 结构平面布置 .....              | 4  |
| 1.2.2 构件截面尺寸确定 .....            | 4  |
| 1.2.3 板的计算(考虑塑性内力重分布) .....     | 5  |
| 1.2.4 次梁的计算(考虑塑性内力重分布) .....    | 8  |
| 1.2.5 主梁的计算(按弹性理论计算) .....      | 11 |
| 1.2.6 计算精度及图纸要求 .....           | 19 |
| 第2章 钢筋混凝土单层厂房结构设计 .....         | 23 |
| 2.1 钢筋混凝土单层厂房结构课程设计任务书 .....    | 23 |
| 2.1.1 设计题目 .....                | 23 |
| 2.1.2 设计任务 .....                | 23 |
| 2.1.3 学生设计题号选择 .....            | 23 |
| 2.1.4 设计内容 .....                | 24 |
| 2.1.5 设计资料 .....                | 24 |
| 2.1.6 课程设计时间及成绩评定 .....         | 27 |
| 2.2 钢筋混凝土单层厂房课程设计指导书 .....      | 28 |
| 2.2.1 构件选型 .....                | 28 |
| 2.2.2 柱尺寸的确定 .....              | 30 |
| 2.2.3 荷载计算 .....                | 32 |
| 2.2.4 横向排架内力分析 .....            | 35 |
| 2.2.5 荷载组合及最不利内力组合 .....        | 38 |
| 2.2.6 柱的设计 .....                | 41 |



|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.7 基础设计 .....                                     | 43        |
| 2.2.8 计算精度及图纸要求 .....                                | 46        |
| <b>第3章 混凝土结构设计阶段试卷 .....</b>                         | <b>47</b> |
| <b>附录 .....</b>                                      | <b>61</b> |
| 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 .....                     | 61        |
| 附录2 单阶变阶柱的柱顶位移系数 $C_0$ 和反力系数 $C_1 \sim C_{11}$ ..... | 68        |
| 附录3 钢筋面积表 .....                                      | 69        |
| <b>参考文献 .....</b>                                    | <b>71</b> |

第 1 章

现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖设计

1.1 现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计任务书

1.1.1 设计题目

设计题目:多层工业厂房楼面结构设计。

1.1.2 设计任务

设计任务如下:

- ①楼盖结构布置;
- ②楼板设计;
- ③次梁设计;
- ④主梁设计。

1.1.3 学生设计题号选择

根据学生学号查表 1.1 确定厂房楼面活荷载及楼盖尺寸。

表 1.1 题号表

| $L_1 \times L_2/\text{m}$ | 活荷载/( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$ ) |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | 5.0                                   | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 |
| 18 × 24                   | 1                                     | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| 18.90 × 26.4              | 9                                     | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |
| 19.8 × 26.4               | 17                                    | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
| 20.5 × 27.6               | 25                                    | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  |
| 21.6 × 28.8               | 33                                    | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  |

续表

| $L_1 \times L_2/\text{m}$ | 活荷载/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-2})$ |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | 5.0                                    | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 |
| 22.3 × 30                 | 41                                     | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  |
| 23.4 × 31.2               | 49                                     | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  |
| 24.1 × 32.4               | 57                                     | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  | 63  | 64  |
| 17.8 × 30                 | 65                                     | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72  |

### 1.1.4 设计内容

#### 1) 计算书要求

①楼盖结构平面布置图:根据题目条件确定柱网、主梁、次梁及单向板的平面布置及截面选择。梁、板的平面布置及截面选择应有依据。

②板的内力和配筋计算:板按单向板考虑塑性内力重分布的方法求内力,计算正截面承载力,绘制板配筋简图。

③次梁的内力和配筋计算:次梁按考虑塑性内力重分布的方法求内力,计算正截面、斜截面承载力,绘制次梁配筋简图。

④主梁的内力和配筋计算:主梁按弹性理论方法求内力,计算正截面、斜截面承载力;绘制主梁的弯矩包络图(简图)、剪力包络图(简图),根据包络图计算正截面、斜截面承载力;绘制主梁的抵抗弯矩图(简图)及配筋简图。

#### 2) 施工图要求

##### (1) 平面布置图

①结构平面布置图(楼面标高处柱、主梁、次梁及板编号);

②板配筋图(板受力钢筋、构造钢筋)。

##### (2) 主梁、次梁施工图

①次梁配筋图(次梁跨度及截面尺寸,纵向钢筋、箍筋);

②主梁配筋图(主梁的弯矩包络图、剪力包络图,主梁的抵抗弯矩图,主梁跨度及截面尺寸,纵向钢筋、箍筋)。

##### (3) 配筋表

板、次梁、主梁钢筋编号,规格、长度、根数及质量。注:所有的钢筋应编号,在钢筋表中列出。

##### (4) 施工说明

①材料:混凝土(板、次梁、主梁)的强度等级,钢筋的强度等级;

②各类构件的保护层厚度;

③锚固及搭接长度的要求。

### 1.1.5 设计资料

#### 1) 基本概况

某金属加工车间楼盖,非抗震设防地区,设计使用年限为 50 年,建筑结构安全等级为二级,楼面无动力设备,混凝土构件的环境类别为一类。楼盖采用现浇钢筋混凝土肋梁楼盖,柱的高度为 6 m,柱截面为  $b \times h = 400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$ 。外墙厚 240 mm。

建筑平面示意图如图 1.1 所示。注:

- ①主梁下设混凝土垫块 200 mm 厚;
- ②主梁下墙垛尺寸为 370 mm  $\times$  490 mm;
- ③中柱用钢筋混凝土柱,尺寸为 400 mm  $\times$  400 mm,位置由设计者根据柱网布置确定。

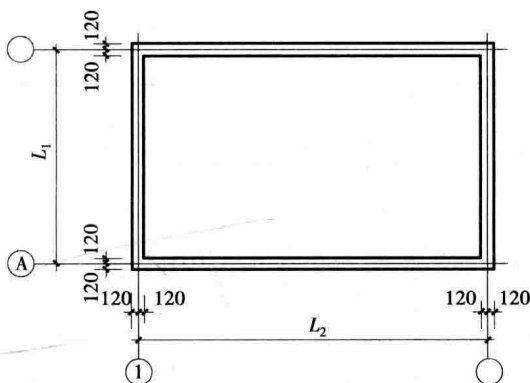


图 1.1 建筑平面示意图

#### 2) 楼面活荷载

楼面活荷载根据学生学号查表 1.1 确定。

#### 3) 材料

混凝土强度等级: C25。

钢筋:主、次梁纵筋采用 HRB400 级钢筋;箍筋采用 HPB300 级钢筋;板采用 HRB400 级钢筋或 HPB300 级钢筋。

#### 4) 建筑局部做法

楼面构造层做法: 20 mm 厚 1:3 水泥石屑面层,梁侧、板底 15 mm 厚混合砂浆天棚抹灰。

#### 5) 材料容重

- ①混凝土:素混凝土 24 kN/m<sup>3</sup>,钢筋混凝土 25 kN/m<sup>3</sup>。
- ②砂浆:水泥砂浆 20 kN/m<sup>3</sup>,混合砂浆 17 kN/m<sup>3</sup>。

#### 6) 参考资料

- ①《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010);
- ②《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012);

③《混凝土结构设计》(第2版)(主编樊江、袁吉星,重庆大学出版社)。

### 1.1.6 课程设计时间及成绩评定

本设计时间为一周。计算书及图纸必须在第一周周末由小组组长收齐后交给指导教师,再由指导教师指定答辩时间进行答辩。设计成绩按纪律情况、计算书及图纸质量、答辩质量综合评定,按五级记分制记成绩。

## 1.2 现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计指导书

### 1.2.1 结构平面布置

一般墙、梁、柱的位置要按建筑物的使用要求确定。因本设计建筑等专业未提出特殊要求,故结构布置应满足实用、经济和施工方便的原则。注:楼梯在示意图外。

①柱网:可布置成长方形和正方形;

②板的跨度(次梁的间距):一般为  $1.7 \sim 2.7 \text{ m}$  比较经济,尽可能等跨布置。由于实际不易做到,也可把边跨布置得小一些,但跨差不宜大于 10%;

③次梁的跨度(主梁的间距):在  $4.0 \sim 6.0 \text{ m}$  比较合理,尽可能等跨布置。若不能,可把边跨布置得小一些,但跨差也不宜大于 10%;

④主梁的跨度(柱距):一般为  $5.0 \sim 8.0 \text{ m}$  比较经济,且为板跨的 2~3 倍为宜,不等跨布置时,跨差不宜大于 10%。

### 1.2.2 构件截面尺寸确定

#### 1) 初步确定梁、板的截面尺寸

①单向板厚度:一般屋面  $h_s \geq 60 \text{ mm}$ ,工业楼面  $h_s \geq 70 \text{ mm}$ 。

②次梁:  $h = (1/18 \sim 1/12)$  次梁跨度,  $b = (1/3 \sim 1/2)h$ 。

③主梁:  $h = (1/12 \sim 1/8)$  主次梁跨度,  $b = (1/3 \sim 1/2)h$ 。

注:梁的高、宽必须符合模数,宜为 50 mm 的倍数。

#### 2) 混凝土保护层厚度

①板:混凝土保护层厚度为 15 mm;

②梁:混凝土保护层厚度为 25 mm。

下面以楼盖尺寸  $18.90 \text{ m} \times 26.40 \text{ m}$ 、楼面活荷载  $8 \text{ kN/m}^2$  为例进行介绍,楼盖结构平面布置如图 1.2 所示。

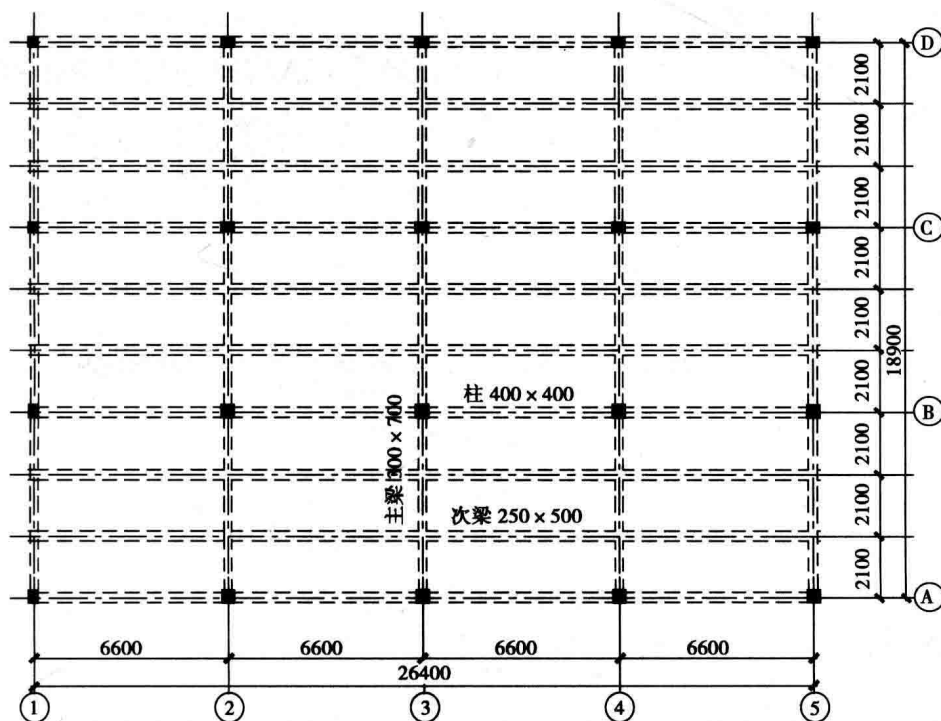


图 1.2 楼盖结构平面布置图

### 1.2.3 板的计算(考虑塑性内力重分布)

对四边支承板  $l_2/l_1 = 6\,600/2\,100 = 3.14 > 3$  可按单向板计算,楼面上无直接动力荷载,板可按考虑塑性内力重分布方法计算。

板的厚度取  $h = 80\text{ mm} > l_1/30 = 2\,100\text{ mm}/30 = 70\text{ mm}$ ,且大于单向板的最小厚度  $70\text{ mm}$ 。

#### 1) 荷载计算

恒载  $g_k$ :

30 mm 厚 1:2 水泥砂浆面层重:  $0.03\text{ m} \times 20\text{ kN/m}^3 = 0.60\text{ kN/m}^2$

(面层厚  $\times$  水泥砂浆容重)

80 mm 厚钢筋混凝土板自重:  $0.08\text{ m} \times 25\text{ kN/m}^3 = 2\text{ kN/m}^2$

(板厚  $\times$  钢筋混凝土容重)

15 mm 厚平顶粉刷层重:  $0.015\text{ m} \times 17\text{ kN/m}^3 = 0.26\text{ kN/m}^2$

$$g_k = \sum 2.86\text{ kN/m}^2$$

恒载设计值

$$g = 1.2 \times 2.86\text{ kN/m}^2 = 3.43\text{ kN/m}^2$$

活载  $q_k$  ( $q_k$  为标准荷载,由任务书给出):

$$q_k = 8\text{ kN/m}^2$$

活载设计值

$$q = 1.3 \times 8\text{ kN/m}^2 = 10.4\text{ kN/m}^2$$

$$(\gamma_G g_k + \gamma_Q q_k) \times 1\text{ m} = 13.83\text{ kN/m}$$

## 2) 计算跨度及计算简图

取 1 m 宽板带作为计算单元。板为多跨连续板,当跨数大于 5 跨时,可按 5 跨板考虑,跨差不宜大于 10%。

板计算跨度示意如图 1.3 所示,边跨计算跨度: $l_{\text{边}} = l_{\text{n边}} + \frac{a}{2}$  且  $l_{\text{边}} \leq l_{\text{n边}} + \frac{h_s}{2}$ ; 中跨计算跨度: $l_{\text{中}} = l_{\text{n中}}$  (净跨)。

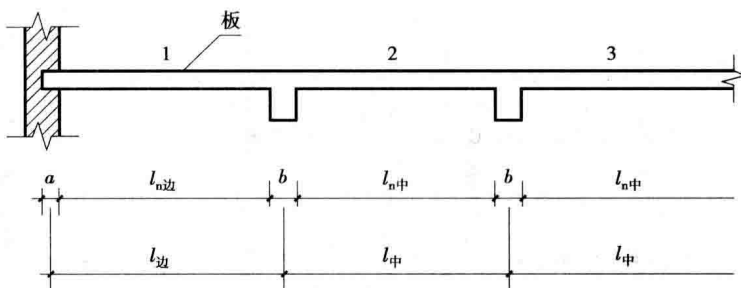


图 1.3 板计算跨度示意图

本例板跨度尺寸及计算简图如图 1.4 所示。

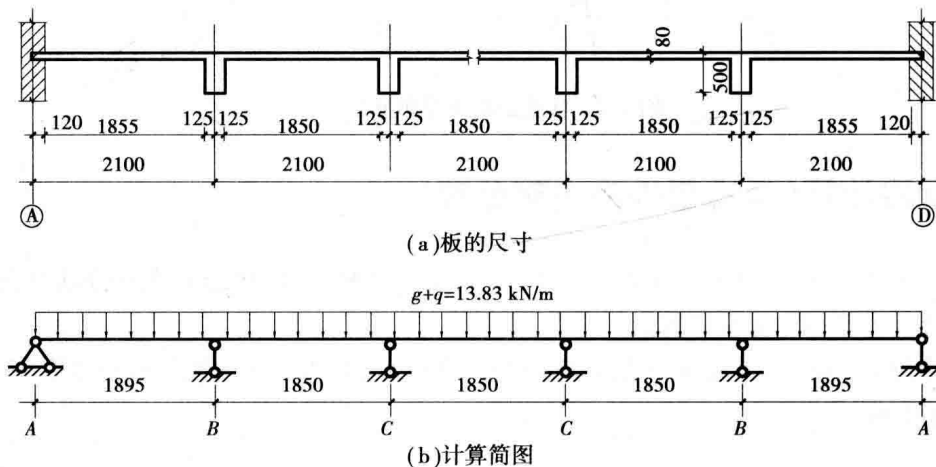


图 1.4 板的尺寸和计算简图

## 3) 内力计算

考虑塑性内力重分布,采用弯矩调幅法,调幅系数取 0.2,可求出各跨跨中及支座弯矩系数如图 1.5 所示。

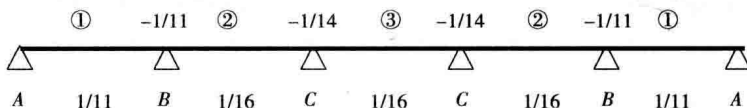


图 1.5 板的跨中及支座弯矩系数

按公式  $M = \alpha(g + q)l^2$  求出各跨跨中及支座弯矩值,列入表 1.2 中。

表 1.2 连续板跨中、支座截面弯矩计算

| 截 面                                   | 边跨跨中                                        | B 支座                                          | B—C 跨中及中间各跨跨中                              | 中间支座                                         |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 弯矩计算系数 $\alpha_m$                     | $\frac{1}{11}$                              | $-\frac{1}{11}$                               | $\frac{1}{16}$                             | $-\frac{1}{14}$                              |
| $M = \alpha_m(g + q)l_0^2$<br>/(kN·m) | $\frac{13.83 \times 1.895^2}{11}$<br>= 4.51 | $\frac{13.83 \times 1.895^2}{-11}$<br>= -4.51 | $\frac{13.83 \times 1.85^2}{16}$<br>= 2.96 | $\frac{13.83 \times 1.85^2}{-14}$<br>= -3.38 |

## 4) 配筋计算

根据各跨跨中及支座弯矩、钢筋强度等级、混凝土强度等级,求出各截面钢筋,列入表 1.3 中。本例中  $f_c = 11.9 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$ ,  $b = 1\,000 \text{ mm}$ ,  $h_0 = 80 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = 55 \text{ mm}$ 。

表 1.3 连续板各截面配筋计算表

| 板带部位截面                                      | 边区板带(①—②、④—⑤轴线间) |       |                |                                 | 中间区板带(②—④轴线间) |       |                          |                                 |
|---------------------------------------------|------------------|-------|----------------|---------------------------------|---------------|-------|--------------------------|---------------------------------|
|                                             | 边跨中              | B 支座  | B—C 跨及<br>中间跨中 | C 支座                            | 边跨中           | B 支座  | B—C 跨及<br>中间跨中           | C 支座                            |
| $M/(\text{kN}\cdot\text{m})$                | 4.51             | 4.51  | 2.96           | 3.38                            | 4.51          | 4.51  | $2.96 \times 0.8 = 2.37$ | $3.38 \times 0.8 = 2.75$        |
| $\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2}$ | 0.125            | 0.125 | 0.082          | 0.094                           | 0.125         | 0.125 | 0.066                    | 0.076                           |
| $\xi^* = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s}$          | 0.134            | 0.134 | 0.086          | $\frac{0.099}{(\text{取 } 0.1)}$ | 0.134         | 0.134 | 0.068                    | $\frac{0.080}{(\text{取 } 0.1)}$ |
| $A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0}{f_y}$  | 244              | 244   | 190            | 190                             | 244           | 244   | 190                      | 190                             |
| 选配钢筋                                        | 8@200            | 8@200 | 6@150          | 6@150                           | 8@200         | 8@200 | 6@150                    | 6@150                           |
| 实际钢筋面积<br>/mm <sup>2</sup>                  | 251              | 251   | 189            | 189                             | 251           | 251   | 189                      | 189                             |

注:①表示 HRB400 级钢筋。

②中间板带②—④轴线间,其各区格板的四周与梁整体连接,故各跨跨中和中间支座考虑板的内拱作用,其弯矩值降低 20%。

③各类数值的有效数字取三位。

④为了便于施工,同一板中钢筋直径种类不宜超过两种。

## 5) 绘制板的配筋草图

本设计采用分离式钢筋,参考图 1.6 所示分离式配筋示意图。

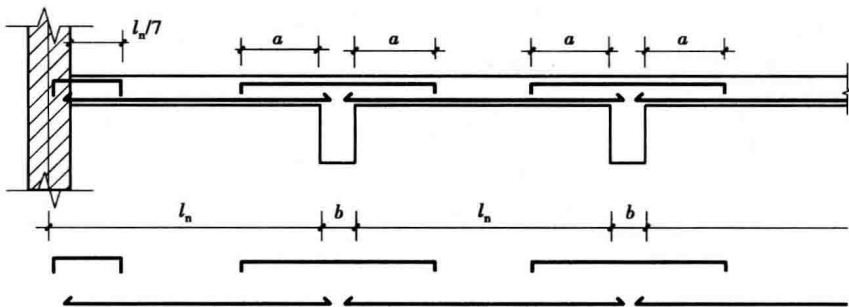


图 1.6 分离式配筋示意图

### 1.2.4 次梁的计算(考虑塑性内力重分布)

次梁截面高度按  $l_1/15 = 6\,600\text{ mm}/15 = 440\text{ mm}$ , 取  $h = 500\text{ mm}$ ; 截面宽度取  $b = 250\text{ mm}$ 。

#### 1) 荷载计算

恒载设计值  $g$ :

由板传来:

$$3.43\text{ kN/m}^2 \times 2.1\text{ m} = 7.20\text{ kN/m}$$

(板面恒载  $\times$  次梁间距)

次梁自重:

$$1.2 \times 25\text{ kN/m}^3 \times 0.25\text{ m} \times (0.5 - 0.08)\text{ m} = 3.15\text{ kN/m}$$

$[\gamma_G \times b \times (h - h_s) \times \gamma]$

梁侧抹灰:

$$1.2 \times 17\text{ kN/m}^3 \times 0.02\text{ m} \times (0.5 - 0.08)\text{ m} \times 2 = 0.34\text{ kN/m}$$

$$g = \sum 10.69\text{ kN/m}$$

活荷载设计值  $q$ :

由板传来:

$$10.4\text{ kN/m}^2 \times 2.1\text{ m} = 21.84\text{ kN/m}$$

(板活荷载  $\times$  次梁间距)

总荷载

$$g + q = 32.53\text{ kN/m}$$

#### 2) 计算跨度及计算简图

次梁为多跨连续梁。当跨数多于 5 跨, 且跨差不大于 10% 时, 可按 5 跨等跨连续梁进行计算。次梁计算跨度示意如图 1.7 所示, 支撑长度  $a = 240\text{ mm}$ ; 边跨计算跨度:  $l_{\text{边}} = l_{\text{n边}} + a/2$  且  $l_{\text{边}} \leq 1.025l_{\text{n边}}$ ; 中跨计算跨度:  $l_{\text{中}} = l_{\text{n中}}$  (净跨)。

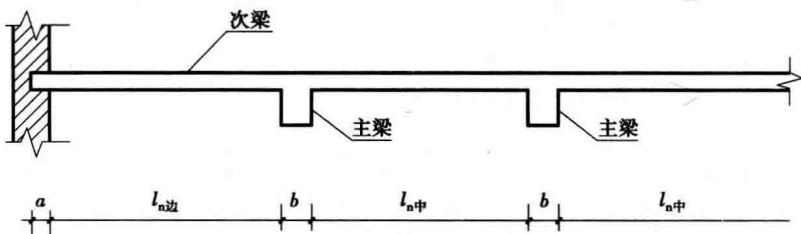


图 1.7 次梁计算跨度示意图

本例次梁跨度尺寸及计算简图如图 1.8 所示。

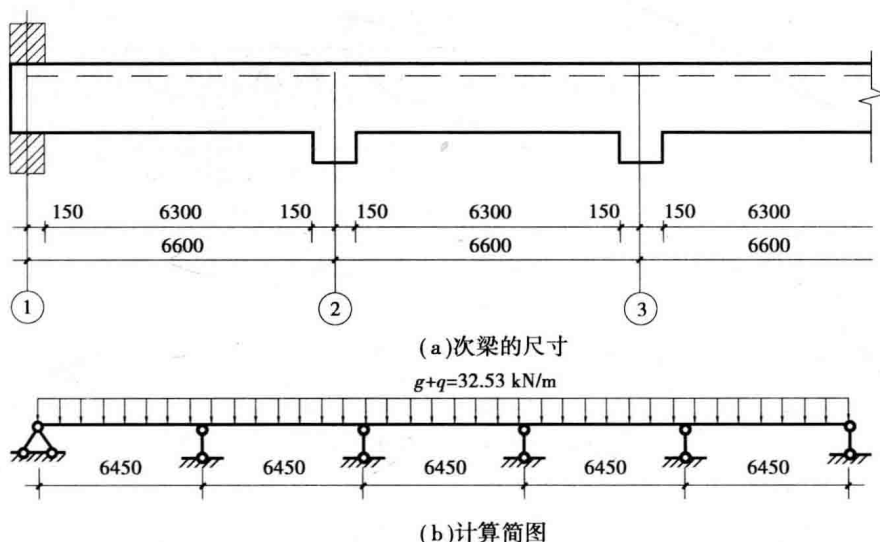


图 1.8 次梁的尺寸和计算简图

### 3) 内力计算

考虑内力重分布后各跨跨中及支座弯矩系数  $\alpha$ , 按图 1.9 取用; 支座剪力系数  $\beta$ , 按图 1.10 取用。

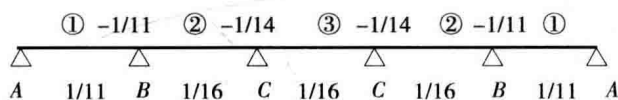


图 1.9 次梁跨中及支座弯矩系数

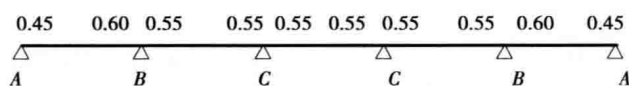


图 1.10 次梁支座剪力系数

$$\text{弯矩: } M = \alpha(g + q)l^2$$

$$\text{剪力: } Q = \beta(g + q)l_n$$

次梁各截面弯矩及剪力计算见表 1.4 和表 1.5。

表 1.4 次梁弯矩计算

| 截 面                                   | 边跨跨中                                         | 离端第二支座                                         | 离端第二跨跨中及中间跨                                 | 中间支座                                          |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 弯矩计算系数 $\alpha_m$                     | $\frac{1}{11}$                               | $-\frac{1}{11}$                                | $\frac{1}{16}$                              | $-\frac{1}{14}$                               |
| $M = \alpha_m(g + q)l_0^2$<br>/(kN·m) | $\frac{32.53 \times 6.45^2}{11} =$<br>123.03 | $\frac{-32.53 \times 6.45^2}{11} =$<br>-123.03 | $\frac{32.53 \times 6.45^2}{16} =$<br>84.58 | $\frac{-32.53 \times 6.45^2}{14} =$<br>-96.67 |

表 1.5 次梁剪力计算

| 截 面                               | 端支座右侧                                  | 离端第二支座左侧                               | 离端第二支座右侧                                | 中间支座左侧、右侧 |
|-----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| 剪力计算系数 $\alpha_v$                 | 0.45                                   | 0.6                                    | 0.55                                    | 0.55      |
| $V = \alpha_v (g + q) l_n$<br>/kN | $0.45 \times 32.53 \times 6.3 = 92.22$ | $0.6 \times 32.53 \times 6.3 = 122.96$ | $0.55 \times 32.53 \times 6.3 = 112.72$ | 112.72    |

4) 配筋计算

(1) 正截面承载力计算

次梁跨中截面按 T 形截面计算, 支座截面按矩形截面 ( $b \times h$ ) 计算, T 形截面翼缘宽度  $b'_f$  按照《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 第 5.2.5 条计算。

翼缘厚:  $h'_f = 80 \text{ mm}$ 。

边跨:  $\frac{l_0}{3} = \frac{6\,600 \text{ mm}}{3} = 2\,200 \text{ mm}$ ;

$b + s_n = 250 \text{ mm} + 1\,850 \text{ mm} = 2\,100 \text{ mm}$ , 取  $b'_f = 2\,100 \text{ mm}$ ;

$b + 12h'_f = 250 \text{ mm} + 12 \times 80 \text{ mm} = 1\,210 \text{ mm}$ 。

所以, 取上述三者的最小值:  $b'_f = 1\,210 \text{ mm}$ 。

同理离端第二跨、中间跨:  $b'_f = 1\,210 \text{ mm}$ 。

梁高:  $h = 500 \text{ mm}$ ;  $a_s = 25 \text{ mm} + 8 \text{ mm} + 20/2 \text{ mm} = 43 \text{ mm}$ ;  $h_0 = h - a_s = 500 \text{ mm} - 43 \text{ mm} = 457 \text{ mm}$ 。[次梁有效高度可取:  $h_0$  (一排)  $= h - 35 \text{ mm}$ ;  $h_0$  (二排)  $= h - 50 \text{ mm}$ ]

判别 T 形截面类型:

$\alpha_1 f_c b'_f h'_f \left( h_0 - \frac{h'_f}{2} \right) = 1 \times 11.9 \times 1\,210 \times 80 \times (457 - 80/2) \text{ kN} \cdot \text{m} = 480.35 \text{ kN} \cdot \text{m} >$

$123.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$  (边跨跨中) 和  $84.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$  (离端第二跨跨中及中间跨), 故各跨中截面均属于第一类 T 形截面。

根据各跨跨中及支座弯矩、钢筋强度等级、混凝土强度等级, 求出各截面钢筋, 列入表 1.6 中。本例中  $b = 250 \text{ mm}$ ,  $b'_f = 1\,210 \text{ mm}$ ,  $f_c = 11.9 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$ ,  $h_0 = 457 \text{ mm}$ 。

表 1.6 次梁正截面承载力计算

| 截 面                                                                                   | 边跨跨中        | 离端第二支座                    | 离端第二跨跨中及中间跨跨中 | 中间支座                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| $M / (\text{kN} \cdot \text{m})$                                                      | 123.03      | -123.03                   | 84.58         | -96.67                    |
| $\alpha_s = M / \alpha_1 f_c b'_f h_0^2$<br>( $\alpha_s = M / \alpha_1 f_c b h_0^2$ ) | 0.041       | 0.198                     | 0.028         | 0.156                     |
| $\xi^* = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s}$                                                    | 0.042       | 0.223                     | 0.029         | 0.170                     |
| $A_s = \alpha_1 f_c b'_f \xi h_0 / f_y$<br>( $A_s = \alpha_1 f_c b \xi h_0 / f_y$ )   | 764         | 842                       | 522           | 642                       |
| 选配钢筋                                                                                  | 3 $\Phi$ 18 | 2 $\Phi$ 18 + 2 $\Phi$ 16 | 3 $\Phi$ 16   | 2 $\Phi$ 18 + 1 $\Phi$ 16 |
| 实际钢筋面积/ $\text{mm}^2$                                                                 | 763         | 911                       | 603           | 710                       |

注: ① $\Phi$ 表示 HRB400 级钢筋。

②规范要求考虑塑性内力重分布的截面应满足  $\xi \leq 0.35$ 。

③ $A_s \geq A_{s\min}$ 。

## (2)斜截面承载力计算

①次梁各支座截面验算(防止构件截面发生斜压破坏;其次限制在使用阶段可能发生的斜裂缝宽度;也是构件斜截面受剪破坏的最大配箍率条件)

$$V \leq 0.25\beta_c f_c b h_0 \text{ (截面尺寸满足要求, 否则修改 } b, h)$$

②不配置箍筋和弯起钢筋的一般板类受弯构件,其斜截面受剪承载力应符合下列规定:

$$V \leq 0.7f_t b h_0 \text{ (按构造要求配置箍筋)}$$

根据各跨支座剪力、箍筋强度等级、混凝土强度等级,求出各跨箍筋,列入表 1.7 中。

表 1.7 次梁斜截面承载力计算

| 截 面                                              | 一边跨跨中     | 离端第二支座左侧  | 离端第二支座右侧  | 中间支座内外侧   |
|--------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $V/\text{kN}$                                    | 92.22     | 122.96    | 112.72    | 112.72    |
| $0.25\beta_c f_c b h_0/\text{kN}$                | $340 > V$ | $340 > V$ | $340 > V$ | $340 > V$ |
| $0.7f_t b h_0/\text{kN}$                         | $102 > V$ | $102 < V$ | $102 < V$ | $102 < V$ |
| 选用箍筋                                             | $2\Phi 8$ | $2\Phi 8$ | $2\Phi 8$ | $2\Phi 8$ |
| $A_{sv} = nA_{sv1}/\text{mm}$                    | 101       | 101       | 101       | 101       |
| $s = \frac{f_{yv} A_{sv} h_0}{V - 0.7f_t b h_0}$ | 按构造配筋     | 647       | 1 242     | 1 242     |
| 实配箍筋间距 $s/\text{mm}$                             | 200       | 200       | 200       | 200       |

注:① $\Phi$ 表示 HPB300 级钢筋;

②弯起钢筋计算时不考虑。

绘制次梁配筋草图,如图 1.11 所示。

①  $\geq 1/4$ 跨中钢筋

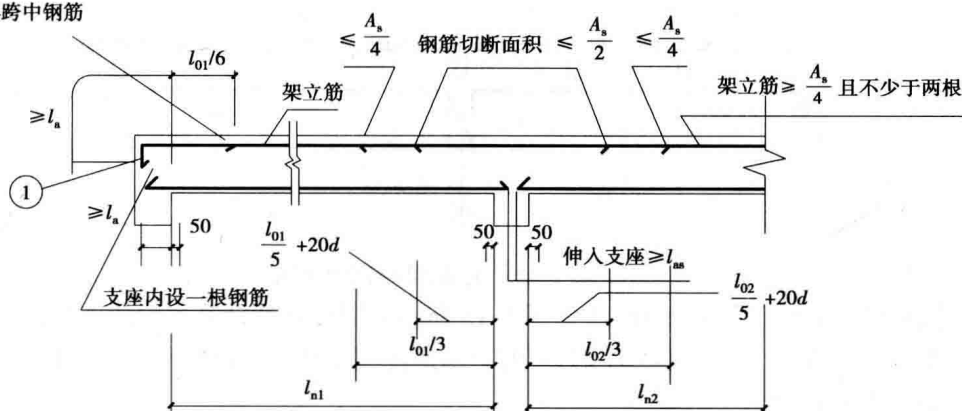


图 1.11 受均布荷载的连续次梁的配筋

## 1.2.5 主梁的计算(按弹性理论计算)

重要构件及要求有较大强度储备的构件不宜采用考虑塑性内力重分布的方法。主梁荷载较大,它在结构中若发生失效,所产生的严重后果将超过板和次梁,为保证主梁具有足够的可靠