



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

建筑结构设计 (第二册)

——设计示例

(第2版)

邱洪兴 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

建筑结构设计 (第二册)

——设计示例

(第2版)

邱洪兴 主编

JIANZHU JIEGOU SHEJI



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是《建筑设计》(第2版)的第二册,是在第1版的基础上修订而成的。内容涵盖了常用的基本建筑结构类型,包括混凝土楼盖、钢平台、组合楼盖、单层混凝土排架厂房、轻钢门式刚架厂房、多层混凝土框架、多层钢框架和混凝土框架抗震设计等8个完整的设计示例,并提供了7个课程设计任务书。

本书可作为高等院校土木工程专业的实践教学用书,也可供土建工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑设计. 第2册,设计示例 / 邱洪兴主编. --
2版. --北京:高等教育出版社,2013.2
ISBN 978-7-04-036801-7

I. ①建… II. ①邱… III. ①建筑结构-结构设计-
高等学校-教材 IV. ①TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 008999 号

策划编辑	赵湘慧	责任编辑	水 渊	封面设计	王 隼	版式设计	王艳红
插图绘制	尹 莉	责任校对	杨凤玲	责任印制	朱学忠		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landraco.com
印 刷	保定市中画美凯印刷有限公司		http://www.landraco.com.cn
开 本	787mm×960mm 1/16	版 次	2008年4月第1版
印 张	22.5		2013年2月第2版
字 数	420千字	印 次	2013年2月第1次印刷
插 页	2	定 价	35.80元
购书热线	010-58581118		
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 36801-00

第2版前言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是《建筑结构设计》(第2版)的第二册,既可与第一册同时使用,也可单独用于课程设计指导和毕业设计参考。

本书在第1版的基础上,根据5届学生的使用情况及最近颁布的一系列新版结构设计规范,主要进行了如下修订:

(1) 在示例的设计条件上更加体现工程性、在设计内容上保持完整性,以达到基本原理在实际工程中的综合应用。

(2) 为满足毕业设计要求,增设了一章“混凝土框架抗震设计”;根据在指导学生课程设计中发现的问题,增设了一章“课程设计常见问题问答”。

(3) 每个示例增加了防火设计要求和施工说明。

(4) 对涉及《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)等新版规范修订的内容作了相应修改。

新版《钢结构设计规范》因仅完成了征求意见稿,相关内容暂不作修改。

全书由邱洪兴修订。

东南大学李爱群教授对全书进行了审阅,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

书中疏漏之处在所难免,欢迎读者将发现的问题及时反馈给编者,以便不断完善。

编 者

2012年9月

第 1 版前言

本书是《建筑结构设计》的第二册,既可和邱洪兴主编的第一册——基本教程同步使用,也可以单独用于课程设计指导和毕业设计参考。

配合基本教程,共提供了混凝土楼盖、组合楼盖、钢平台、单层混凝土排架厂房、轻型门式刚架、多层混凝土框架和多层钢框架等 7 个完整的设计示例,涵盖了基本的常用建筑结构类型,有助于学生将理论教学中学到的基本理论和基本方法用于解决工程实际问题。

为便于课程设计教学环节的组织,教材还提供了三个平面结构体系设计和四个竖向结构体系的课程设计任务书,可供不同要求、不同课时的课程设计选用。

考虑到在校生手头一般缺乏相关设计手册和图集,教材中附了必要的图表,而第一册已附的图表不再重复。

示例的编写既考虑到教学的需要,又尽可能符合工程要求,图面表达基本达到施工图深度。为节省篇幅,凡基本教程中介绍过的方法和计算公式,设计示例中不再解释,而直接应用。

全书由邱洪兴主编,其中王恒华老师参与了第 3 章的编写。研究生胡涛和高瑞平也为本书做了不少工作。

湖南大学沈蒲生教授对全书进行了审阅,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书疏漏之处在所难免,欢迎读者将发现的问题及时反馈给编者,以便不断完善。

编 者

2007 年 8 月

目 录

第 1 章 混凝土单向板肋梁楼盖设计	1
1.1 设计资料	1
1.2 结构布置	1
1.3 板的设计	3
1.3.1 板荷载计算	3
1.3.2 板计算简图	3
1.3.3 板弯矩基本组合值	4
1.3.4 板正截面受弯承载力计算	4
1.3.5 板裂缝宽度验算	5
1.3.6 板挠度验算	6
1.3.7 绘制板施工图	7
1.4 次梁设计	8
1.4.1 次梁荷载计算	8
1.4.2 次梁计算简图	9
1.4.3 次梁内力计算	9
1.4.4 次梁正截面受弯承载力计算	9
1.4.5 次梁斜截面受剪承载力计算	10
1.4.6 次梁裂缝宽度验算	11
1.4.7 次梁挠度验算	12
1.4.8 绘制次梁施工图	12
1.5 主梁设计	13
1.5.1 主梁荷载计算	13
1.5.2 主梁计算简图	14
1.5.3 主梁内力计算	14
1.5.4 主梁弯矩、剪力包络图	15
1.5.5 主梁正截面受弯承载力计算	16
1.5.6 主梁斜截面受剪承载力计算	18
1.5.7 主梁裂缝宽度验算	18
1.5.8 主梁挠度验算	19
1.5.9 绘制主梁施工图	19
第 2 章 混凝土双向板设计	22
2.1 设计资料	22
2.2 板的弹性设计	22

2.2.1	弯矩计算	22
2.2.2	截面配筋	24
2.2.3	裂缝宽度验算	25
2.2.4	挠度验算	25
2.2.5	板分离式配筋图	26
2.3	板的塑性设计	27
2.3.1	基本参数	27
2.3.2	弯矩计算	27
2.3.3	截面配筋	30
2.3.4	板弯起式配筋图	30
第3章	钢结构平台设计	32
3.1	设计资料	32
3.2	结构布置	32
3.2.1	梁格布置	32
3.2.2	连接方案	32
3.2.3	支撑布置	32
3.3	铺板设计	33
3.3.1	初选铺板截面	33
3.3.2	铺板计算简图	34
3.3.3	铺板荷载计算	34
3.3.4	铺板内力计算	35
3.3.5	铺板截面设计	35
3.4	次梁设计	36
3.4.1	次梁计算简图	36
3.4.2	次梁荷载计算	36
3.4.3	初选次梁截面	37
3.4.4	次梁内力计算	37
3.4.5	次梁截面设计	37
3.5	主梁设计	38
3.5.1	主梁计算简图	38
3.5.2	主梁荷载计算	38
3.5.3	初选主梁截面	38
3.5.4	主梁内力计算	39
3.5.5	主梁截面设计	40
3.6	节点设计	42
3.6.1	次梁与主梁的连接节点	42
3.6.2	主梁与柱的连接节点	44
3.7	楼梯设计	47

3.7.1 楼梯布置	47
3.7.2 踏步板设计	47
3.7.3 梯段梁设计	48
3.8 绘制施工图	50
第4章 单层混凝土排架厂房设计	52
4.1 设计资料	52
4.2 结构方案设计	52
4.2.1 厂房平面布置	52
4.2.2 构件选型及布置	53
4.2.3 厂房剖面设计	56
4.3 排架结构分析	62
4.3.1 计算简图	62
4.3.2 荷载计算	64
4.3.3 内力计算	70
4.4 内力组合	77
4.4.1 荷载组合	77
4.4.2 内力组合方式	78
4.4.3 内力组合值	78
4.5 排架中柱截面设计	81
4.5.1 二阶效应	81
4.5.2 上段柱截面配筋设计	81
4.5.3 下段柱截面配筋设计	82
4.5.4 牛腿设计	85
4.5.5 预埋件设计	86
4.6 基础设计	88
4.6.1 基础设计条件	88
4.6.2 初定基础几何尺寸	88
4.6.3 地基计算	89
4.6.4 基础承载力计算	90
4.7 柱吊装验算	92
4.7.1 内力计算	92
4.7.2 承载力验算	93
4.7.3 裂缝宽度验算	94
4.8 绘制施工图	95
4.8.1 结构平面布置图	95
4.8.2 构件施工图	95
4.8.3 施工说明	95
第5章 轻钢门式刚架厂房设计	99

5.1	设计资料	99
5.2	方案设计	99
5.2.1	平面布置	99
5.2.2	构件选型与截面尺寸估算	101
5.2.3	剖面设计	104
5.3	刚架结构分析	104
5.3.1	计算简图	104
5.3.2	荷载计算	105
5.3.3	内力计算	107
5.3.4	侧移计算	115
5.4	刚架构件设计	117
5.4.1	内力组合	117
5.4.2	立柱截面设计	119
5.4.3	立柱牛腿设计	121
5.4.4	横梁截面设计	122
5.4.5	横梁挠度计算	124
5.5	刚架节点设计	125
5.5.1	梁柱节点	125
5.5.2	横梁屋脊节点	127
5.5.3	柱脚节点	128
5.6	支撑设计	131
5.6.1	柱间支撑	131
5.6.2	屋盖横向水平支撑	133
5.7	围护系统设计	134
5.7.1	檩条	134
5.7.2	墙架梁	136
5.8	绘制施工图	137
5.8.1	结构布置图	137
5.8.2	构件施工图	137
5.8.3	施工说明	137
第 6 章	多层混凝土框架设计	139
6.1	设计资料	139
6.1.1	工程概况	139
6.1.2	建筑做法	139
6.1.3	可变荷载	139
6.1.4	地质条件	141
6.1.5	设计内容	141
6.2	上部结构布置	141

6.3 上部结构分析	143
6.3.1 计算简图	143
6.3.2 竖向荷载计算	144
6.3.3 水平风荷载计算	147
6.3.4 竖向荷载作用下的内力计算	149
6.3.5 风荷载作用下的内力计算	157
6.3.6 风荷载作用下的侧移计算	159
6.3.7 内力组合	160
6.3.8 侧移二阶效应	161
6.4 梁、柱构件设计	168
6.4.1 设计参数	168
6.4.2 框架梁	168
6.4.3 框架柱	171
6.5 绘制框架施工图	175
6.6 基础设计	178
6.6.1 基础布置	178
6.6.2 地基计算	179
6.6.3 基础梁内力计算	180
6.6.4 基础梁截面设计	182
6.6.5 绘制基础施工图	184
第7章 多层钢框架设计	186
7.1 设计资料	186
7.1.1 工程概况	186
7.1.2 建筑做法	186
7.1.3 可变荷载	186
7.1.4 设计内容	188
7.2 结构布置	188
7.3 组合楼盖设计	189
7.3.1 组合板初选截面	190
7.3.2 压型钢板施工阶段的验算	190
7.3.3 组合板使用阶段计算	192
7.3.4 纵向组合梁初选截面	199
7.3.5 纵向组合梁施工阶段验算	199
7.3.6 纵向组合梁使用阶段计算	200
7.4 横向刚架设计	208
7.4.1 初选刚架梁、柱截面尺寸	208
7.4.2 刚架结构分析	209
7.4.3 横向刚架构件设计	225

7.5 节点设计	234
7.5.1 横向刚架梁柱边节点	234
7.5.2 横向刚架梁柱中节点	237
7.5.3 次梁与刚架梁的连接节点	239
7.5.4 纵向框架梁与柱的连接节点	241
7.5.5 柱脚节点	243
7.6 纵向支撑设计	247
7.6.1 计算简图	247
7.6.2 风荷载计算	247
7.6.3 支撑杆件内力计算	248
7.6.4 支撑杆件截面计算	248
7.6.5 风荷载作用下的侧移验算	249
7.6.6 强支撑框架验算	250
7.6.7 连接节点	250
7.7 绘制施工图	253
7.7.1 结构布置图	253
7.7.2 构件施工图	253
7.7.3 施工说明	254
第8章 混凝土框架抗震设计	255
8.1 设计资料	255
8.2 水平地震作用计算	255
8.2.1 重力荷载代表值计算	255
8.2.2 结构自振周期、振型计算	256
8.2.3 楼层地震剪力计算	261
8.3 结构内力分析	263
8.3.1 地震作用下	263
8.3.2 重力荷载下	268
8.4 结构抗震验算	270
8.4.1 内力组合及设计内力调整	270
8.4.2 承载力计算	275
8.4.3 变形验算	282
8.5 抗震构造和施工图绘制	287
8.5.1 框架梁	287
8.5.2 框架柱	287
8.5.3 框架节点	288
第9章 课程设计任务书	292
9.1 混凝土楼盖设计	292
9.1.1 设计条件	292

9.1.2 设计内容	293
9.1.3 进度安排(1 周)	293
9.2 钢平台设计	294
9.2.1 设计条件	294
9.2.2 设计内容	295
9.2.3 进度安排(1 周/1.5 周)	295
9.3 组合楼盖设计	296
9.3.1 设计条件	296
9.3.2 设计内容	296
9.3.3 进度安排(1 周)	296
9.4 混凝土厂房设计	296
9.4.1 设计条件	296
9.4.2 设计内容	297
9.4.3 进度安排(1.5 周)	297
9.5 轻钢厂房设计	298
9.5.1 设计条件	298
9.5.2 设计内容	298
9.5.3 进度安排(1.5 周/2 周)	299
9.6 多层混凝土框架设计	299
9.6.1 设计条件	299
9.6.2 设计内容	301
9.6.3 进度安排(1.5 周/2 周)	301
9.7 多层钢框架设计	302
9.7.1 设计条件	302
9.7.2 设计内容	304
9.7.3 进度安排(1.5 周/2 周)	304
第 10 章 课程设计常见问题问答	305
10.1 图纸、图线与比例	305
10.2 结构施工图通用要求	306
10.3 混凝土结构	308
10.4 钢结构	315
附录 A 吊车技术参数	322
附表 A.1 大连起重有限公司 DQQD 型吊钩桥式起重机(A5/A6)技术参数	322
附录 B 吊车梁选用表	324
附表 B.1 A6 工作级别钢筋混凝土吊车梁选用表	324
附表 B.2 A5 工作级别钢筋混凝土吊车梁选用表	324
附表 B.3 A5 工作级别钢吊车梁选用表	325
附录 C 厂房屋面构件选用表	326

附表 C.1	1.5m×6.0m 预应力混凝土屋面板、檐口板选用表	326
附表 C.2	预应力混凝土嵌板、檐口板选用表	326
附表 C.3	钢筋混凝土天沟板选用表	326
附表 C.4	常用压型钢板选用表	327
附表 C.5	发泡水泥复合板(太空板)选用表	328
附录 D	预应力混凝土折线型屋架选用表	329
附表 D.1	檐口形状代号表	329
附表 D.2	天窗类别代号表	329
附图 D.3	屋架几何尺寸及自重	330
附表 D.4	屋架承载能力等级表	330
附录 E	混凝土屋架支撑布置	332
附图 E.1	18 m、21 m、24 m 跨屋架垂直支撑、上弦横向水平支撑布置	332
附图 E.2	30 m 跨屋架垂直支撑、上弦横向水平支撑布置	333
附图 E.3	18 m、21 m、24 m 跨屋架垂直支撑、下弦横向水平支撑布置	334
附图 E.4	30 m 跨屋架垂直支撑、下弦横向水平支撑布置	335
附录 F	混凝土排架柱间支撑选用表	336
附表 F.1	单跨排架号	336
附表 F.2	单跨上柱支撑选用表	337
附表 F.3	单跨下柱支撑选用表	337
附表 F.4	双跨排架号	339
附表 F.5	双跨上柱支撑选用表	339
附表 F.6	双跨下柱支撑选用表	340
附录 G	钢筋混凝土基础梁选用表	342
附表 G.1	240 砖墙钢筋混凝土基础梁选用表	342
附表 G.2	370 砖墙钢筋混凝土基础梁选用表	343
参考文献		344
附图 H	单层混凝土排架厂房结构施工图	

第 1 章 混凝土单向板肋梁楼盖设计

1.1 设计资料

某多层厂房的建筑平面如图 1.1 所示,拟采用现浇混凝土单向板肋梁楼盖。设计使用年限 50 年,结构安全等级为二级,建筑耐火等级为三级,环境类别为一类。

楼面做法:水磨石面层(0.65 kN/m^2);钢筋混凝土现浇板;20 mm 混合砂浆抹灰。

楼面荷载:均布可变荷载标准值 $q_k = 8.0 \text{ kN/m}^2$,准永久值系数 $\psi_q = 0.4$ 。

材料:混凝土强度等级 C30;纵向钢筋采用 HRB500 钢筋,箍筋采用 HRB400 钢筋。

试对板、次梁和主梁进行设计。

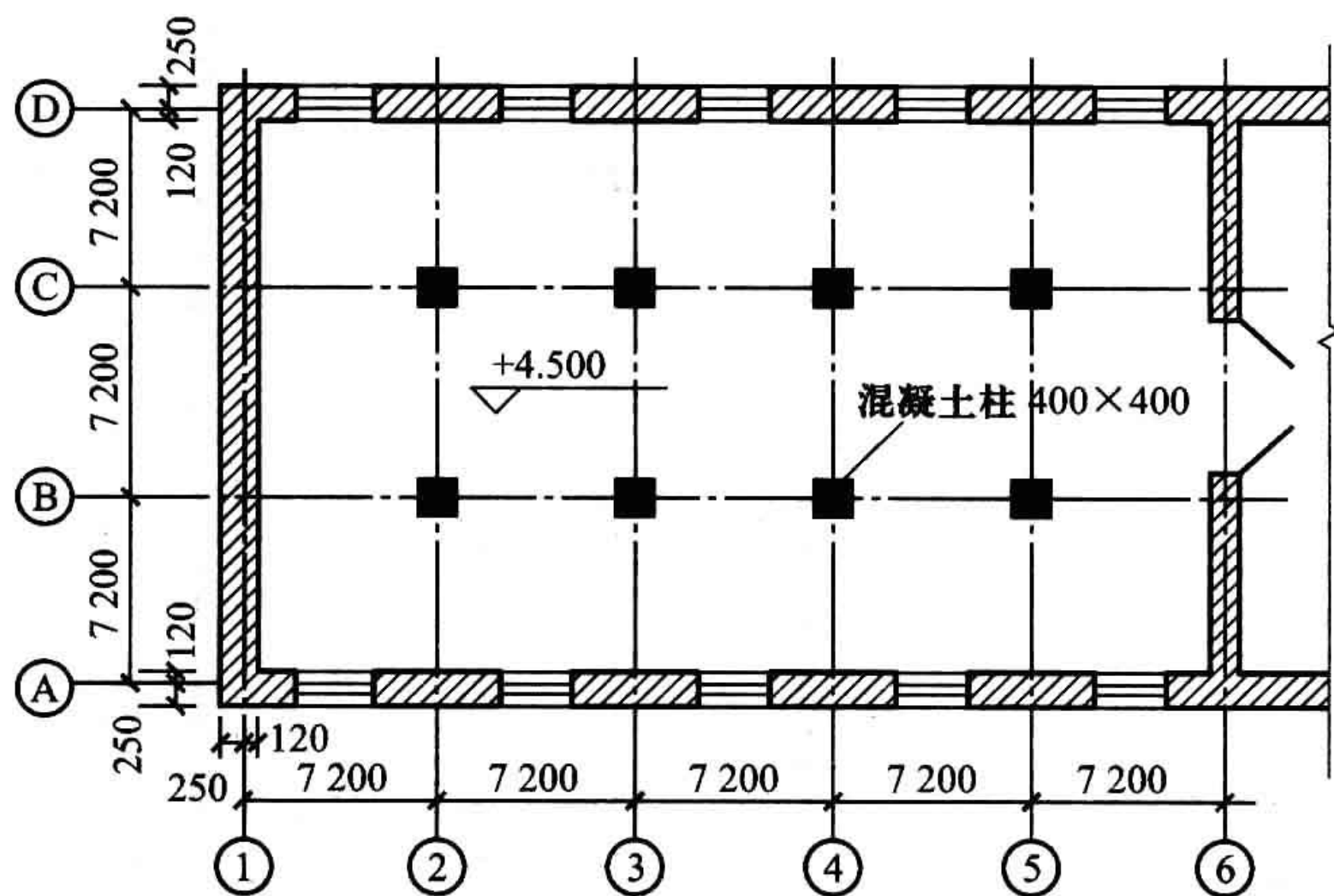


图 1.1 楼盖建筑平面

1.2 结构布置

主梁沿横向布置、跨度为 7.2 m,次梁沿纵向布置、跨度为 7.2 m;主梁每跨内布置两根次梁,板的短边方向跨度为 $7.2 \text{ m}/3 = 2.4 \text{ m}$ 。长边与短边方向的跨度比为 3,故按单向板设计。楼盖的结构平面布置如图 1.2 所示。

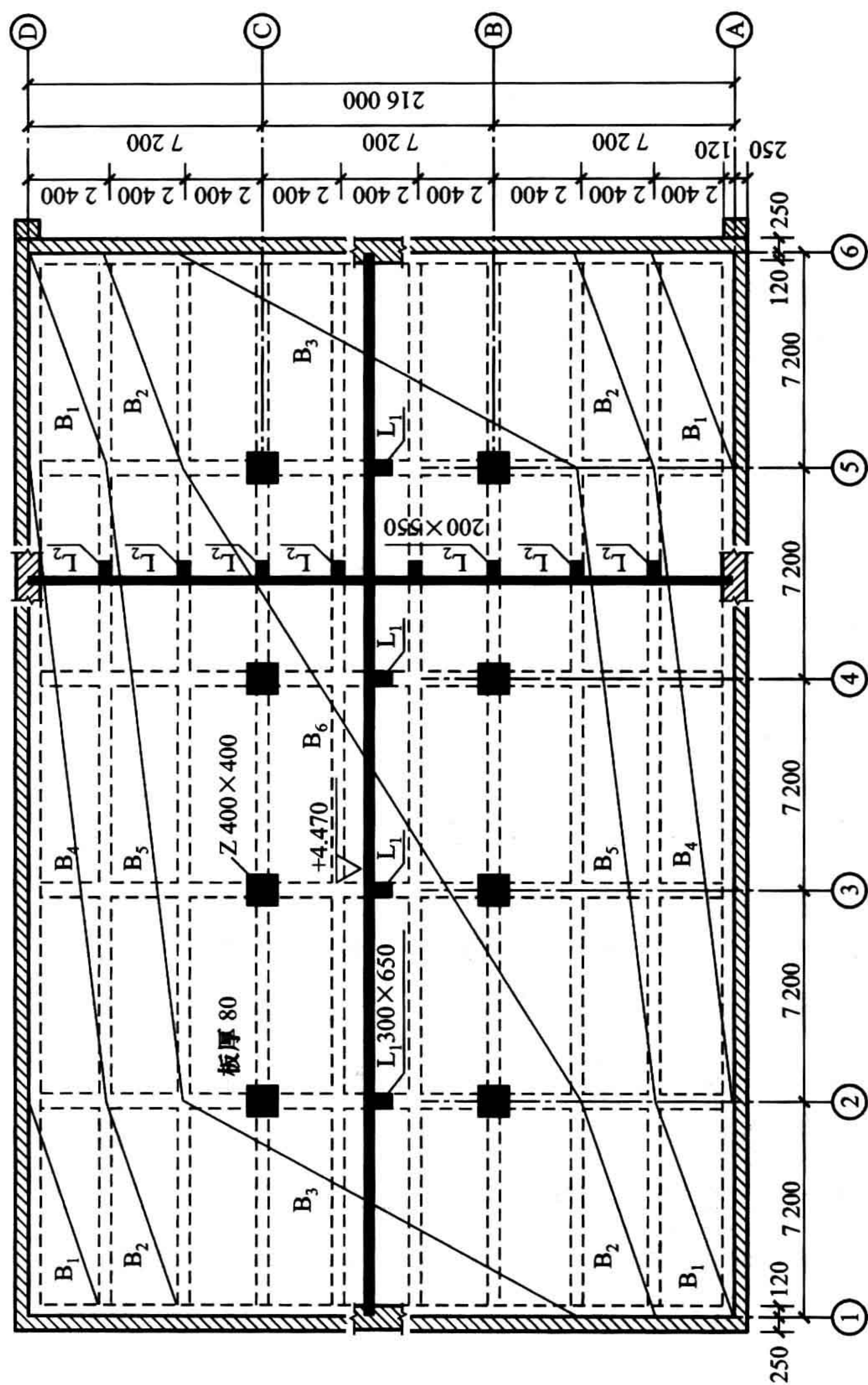


图 1.2 楼盖结构平面布置

按高跨比条件,连续单向板板厚 $h \geq 2400 \text{ mm}/30 = 80 \text{ mm}$,对工业建筑的楼盖板,要求 $h \geq 70 \text{ mm}$,现取板厚 $h = 80 \text{ mm}$ 。

次梁截面高度应满足 $h = l/18 \sim l/12 = 7200 \text{ mm}/18 \sim 7200 \text{ mm}/12 = 400 \sim 600 \text{ mm}$,取 $h = 550 \text{ mm}$;截面宽度一般为截面高度的 $1/3 \sim 1/2$,取 $b = 200 \text{ mm}$ 。

主梁的截面高度应满足 $h = l/15 \sim l/10 = 7200 \text{ mm}/15 \sim 7200 \text{ mm}/10 = 480 \sim 720 \text{ mm}$,取 $h = 650 \text{ mm}$;截面宽度取为 $b = 300 \text{ mm}$ 。

1.3 板的设计

1.3.1 板荷载计算

板永久荷载标准值:

水磨石面层 0.65 kN/m²

80 mm 厚钢筋混凝土板 $0.08 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 2.0 \text{ kN/m}^2$

20 mm 厚混合砂浆粉刷层 $0.02 \text{ m} \times 17 \text{ kN/m}^3 = 0.34 \text{ kN/m}^2$

小计 $g_k = 2.99 \text{ kN/m}^2$

板可变荷载标准值: $q_k = 8.0 \text{ kN/m}^2$ 。

永久荷载分项系数取 1.2;对于可变荷载标准值大于 4.0 kN/m^2 的工业房屋楼面,可变荷载分项系数应取 1.3。板的荷载基本组合值:

$p = \gamma_G g_k + \gamma_Q q_k = 1.2 \times 2.99 \text{ kN/m}^2 + 1.3 \times 8.0 \text{ kN/m}^2 = 13.99 \text{ kN/m}^2$,近似取 $p = 14.0 \text{ kN/m}^2$

1.3.2 板计算简图

次梁截面为 $200 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$,现浇板在墙上的支承长度不小于 120 mm ,取板在墙上的支承长度为 120 mm 。承载力按内力重分布设计,板的计算跨度:

边跨 $l_{01} = l_{n1} + h/2 = 2400 \text{ mm} - 200 \text{ mm}/2 - 120 \text{ mm} + 80 \text{ mm}/2 = 2220 \text{ mm} < 1.025l_{n1} = 2235 \text{ mm}$,取 $l_{01} = 2220 \text{ mm}$ 中间

跨 $l_{02} = l_{n2} = 2400 \text{ mm} - 200 \text{ mm} = 2200 \text{ mm}$

因跨度相差小于 10%,可按等跨连续板计算,取五跨。1 m 宽板带作为计算单元,计算简图如图 1.3 所示。

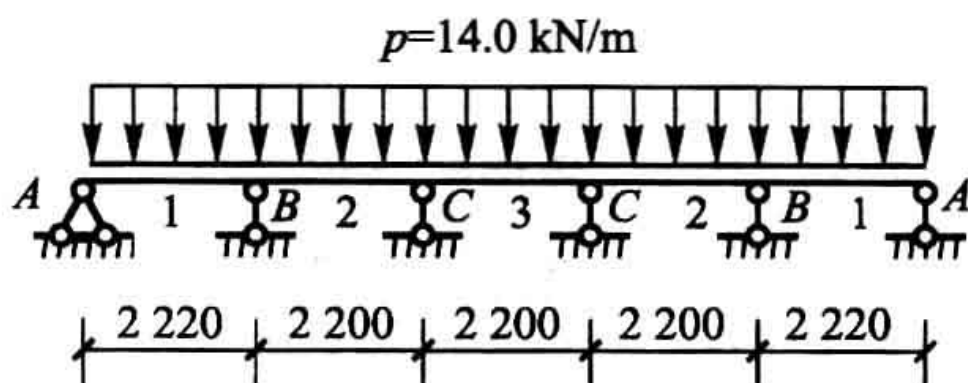


图 1.3 板计算简图

1.3.3 板弯矩基本组合值

由《建筑设计(第一册)——基本教程》(第2版)(后简称《基本教程》)中附表 B.2.1 可查得,板的弯矩系数 α_m 分别为:边跨内 1/11;离端第二支座 -1/11;中跨内 1/16;中间支座 1/14。故

$$M_1 = -M_B = pl_{01}^2/11 = 14.0 \text{ kN/m} \times (2.22 \text{ m})^2/11 = 6.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = pl_{02}^2/16 = 14.0 \text{ kN/m} \times (2.20 \text{ m})^2/16 = 4.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_C = -pl_{02}^2/14 = -14.0 \text{ kN/m} \times (2.20 \text{ m})^2/14 = -4.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1.3.4 板正截面受弯承载力计算

对于一类环境,C30 混凝土,板中钢筋的最小保护层厚度 c 为 15 mm。查《基本教程》附表 A.8,三级耐火等级建筑楼板的耐火极限要求不小于 0.5 h,现保护层厚度 15 mm 的现浇混凝土板,耐火极限为 1.45 h,满足要求。

假定纵向钢筋直径 d 为 10 mm,板厚 80 mm,则截面有效高度 $h_0 = h - c - d/2 = 80 \text{ mm} - 15 \text{ mm} - 10 \text{ mm}/2 = 60 \text{ mm}$;C30 混凝土, $\alpha_1 = 1.0, f_c = 14.3 \text{ N/mm}^2, f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$;HRB500 钢筋, $f_y = 435 \text{ N/mm}^2$ 。

板配筋的计算过程列于表 1-1。支座截面的受压区高度系数 ξ 均小于 0.35,满足弯矩调幅的要求; $A_s/bh = 188/(1000 \times 80) = 0.235\%$,大于 $0.45f_t/f_y = 0.45 \times 1.43/435 = 0.148\%$,同时大于 0.2%,满足最小配筋率的要求。

表 1-1 板的配筋计算

截 面		1	B	2	C
弯矩设计值/(kN·m)		6.27	-6.27	4.24	-4.84
$\alpha_s = M/(\alpha_1 f_c b h_0^2)$		0.121 8	0.121 8	0.082 4	0.094 0
受压区高度系数 $\xi = 1 - (1 - 2\alpha_s)^{1/2}$		0.130 3	0.130 3 < 0.35	0.086 1	0.098 9 < 0.35
轴线	计算钢筋面积/mm ²	257	257	170	195
①~②、	$A_s = \xi b h_0 f_c / f_y$				
⑤~⑥	实配钢筋面积	Φ 8/10@200	Φ 8@200	Φ 6/8@200	Φ 6/8@200
板带	/mm ²	$A_s = 322$	$A_s = 251$	$A_s = 196$	$A_s = 196$
轴线	计算钢筋面积/mm ²	257	257	0.8×170=136	0.8×195=156
②~⑤	实配钢筋面积	Φ 6/8@150	Φ 6/8@150	Φ 6@150	Φ 6@150
板带	/mm ²	$A_s = 262$	$A_s = 262$	$A_s = 188$	$A_s = 188$

注:对轴线②~⑤间的板带,跨内截面 2、3 和支座截面的设计弯矩可折减 20%;为方便近似对钢筋面积折减 20%。