

高等学校工程应用型土建类系列教材

混凝土结构设计

主编 张季超
王 晖 陈 原
副主编 吴珊瑚

高等教育出版社

高等学校工程应用型土建类系列教材

混凝土结构设计

主任委员:

张政中(湖南城市学院)

副主任委员(按姓氏笔画排序):

张建勋(福建工程学院)

武 毅(黑龙江工程学院)

周 元(广州大学)

周先顺(中南林业科技大学)

廖 勇(山东交通学院)

黄双华(攀枝花学院)

麻建慎(河北建筑工程学院)

副主编 吴珊瑚

主 编 张季超

王 晖 陈 原

委员(按姓氏笔画排序):

万得臣(山东交通学院)

马石城(湘潭大学)

王 信(哈尔滨华德学院)

王永奇(青岛理工大学)

王振清(河南工业大学)

王新堂(宁波大学)

石启印(江苏大学)

申向东(内蒙古农业大学)

白文生(长春建筑学院)

司马玉刚(南昌工程学院)

刘 强(辽宁工程技术大学)

刘 强(湖南科技大学)

李 亮(湖南理工学院)

李 斌(内蒙古科技大学)

李 斌(北京建筑大学)

杨 军(长沙理工大学)

肖 鹏(扬州大学)

何培坤(南京工程学院)

余庆心(湖南工程学院)

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是高等学校工程应用型土建类系列教材之一,是根据《混凝土结构设计规范(2015局部修订)》(GB 50010—2010)等国家规范和规程编写的。全书主要内容包括绪论、梁板结构、单层工业厂房、框架结构等,除绪论外其余各章均有例题、小结、思考题及习题,且均有设计实例示范,并结合建筑工业化的要求编写装配式板肋梁楼盖和装配整体式板肋梁楼盖设计实例。除纸质教材外,本书还配套有数字资源。

本书可作为高等学校本科土木工程专业教材,也可供广大土建工程设计人员和施工技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计 / 张季超主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2017.9

高等学校工程应用型土建类系列教材

ISBN 978-7-04-048181-5

I. ①混… II. ①张… 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(2017)第 165075 号

策划编辑 葛心
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 葛心
责任校对 胡美萍

封面设计 杨立新
责任印制 韩刚

版式设计 马云

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 河北省财政厅票证文印中心
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张 20.75
字数 460千字
插页 2
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版次 2017年9月第1版
印次 2017年9月第1次印刷
定价 40.50元

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 48181-00

(中大工数编委) 叶斗云

高等学校工程应用型土建类专业 教材编委会名单

主任委员:

汤放华(湖南城市学院)

副主任委员(按姓氏笔画排序):

张建勋(福建工程学院)

武鹤(黑龙江工程学院)

周云(广州大学)

周先雁(中南林业科技大学)

唐勇(山东交通学院)

黄双华(攀枝花学院)

麻建锁(河北建筑工程学院)

委员(按姓氏笔画排序):

万德臣(山东交通学院)

马石城(湘潭大学)

王用信(哈尔滨华德学院)

王永春(青岛理工大学)

王振清(河南工业大学)

王新堂(宁波大学)

石启印(江苏大学)

申向东(内蒙古农业大学)

白宝玉(长春建筑学院)

司马玉洲(南阳理工学院)

刘海卿(辽宁工程技术大学)

刘锡军(湖南科技大学)

李晓目(孝感学院)

李斌(内蒙古科技大学)

李毅(北华大学)

杨伟军(长沙理工大学)

肖鹏(扬州大学)

何培玲(南京工程学院)

余跃心(淮阴工学院)

- 汪仁和(安徽理工大学)
- 沈小璞(安徽建筑大学)
- 张文福(东北石油大学)
- 张志国(内蒙古大学)
- 张国栋(三峡大学)
- 张季超(广州大学)
- 张奎(河南城建学院)
- 张新东(塔里木大学)
- 陈伟(攀枝花学院)
- 陈伯望(中南林业科技大学)
- 郑毅(长春建筑学院)
- 赵风华(常州工学院)
- 赵永平(黑龙江工程学院)
- 赵明耀(长春建筑学院)
- 荀勇(盐城工学院)
- 姚金星(长江大学)
- 贺国京(中南林业科技大学)
- 夏军武(中国矿业大学徐海学院)
- 徐新生(济南大学)
- 高福聚(中国石油大学)
- 常伏德(吉林建筑大学城建学院)
- 董黎(广州大学)
- 蓝宗建(东南大学成贤学院)
- 窦立军(长春工程学院)
- 蔡雪峰(福建工程学院)
- 臧秀平(徐州工程学院)
- 谭宇胜(广东石油化工学院)
- 薛志成(黑龙江科技学院)
- 薛姝(湖南城市学院)

与本书配套的数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站，请登录网站后开始课程学习。

一、网站登录

1. 访问 <http://abook.hep.com.cn/1251712>，单击“注册”。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。

2. 课程充值：登录后单击右上方“充值”图标，正确输入教材封底标签上的明码和密码，单击“确定”按钮完成课程充值。

3. 在“我的课程”列表中选择已充值的数字课程，单击“进入课程”即可开始课程学习。

二、配套资源

本书配套有教学课件、视频、课程设计任务书等数字化资源，极大地丰富了知识的呈现形式，拓展了教材内容，在提升课程教学效果同时，为学生学习提供思维与探索的空间。学习者可登录网站学习，也可以随时随地使用移动通信设备观看，提高认识，加深理解。

账号自登录之日起一年内有效，过期作废。

使用本账号如有任何问题，请发邮件至：ecourse@pub.hep.cn

本书受广州大学教材出版基金资助。

因时间仓促，水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳切希望读者批评指正。

编者

2017年4月

前 言

混凝土结构设计是高等学校土木工程专业的主干课程和专业课程之一。通过对本课程的学习,学生应掌握混凝土结构设计的基本方法,具备一般土木工程结构设计的能力。本书在学生已修混凝土结构设计原理课的基础上,从专业培养目标出发,为学生提供建筑结构工程师的基本训练。

本书是根据教育部土木工程专业的培养要求,结合作者多年来的教学实践经验采用一体化设计进行编写的。本书体现了内容与形式一体化、教学理念与教学设计一体化、纸质教材与数字资源一体化,其特点是:(1)根据新实施的国家规范、规程,如《混凝土结构设计规范(2015局部修订)》(GB 50010—2010)等编写;(2)适用于土木工程专业,重点为建筑工程等,兼顾其他土建类专业及相近专业;(3)面向以本科教育为主的一般院校和土木工程界,在讲授传统设计方法的同时,根据时代发展特点,提倡应用程序化结构计算工具(如结构力学求解器等)进行教学。编写时力求贯彻少而精、突出重点、讲明难点、深入浅出、理论讲解与设计实践并重的原则,注重学以致用。除绪论外,其余各章均有例题、小结、思考题和习题,而且都有较详细的设计实例示范,其中第1章提供国内最新的装配式单向板肋梁楼盖和装配整体式单向板肋梁楼盖设计实例。故本书不仅适用于教师教学,且适合学生自学和广大土木工程技术人员实际应用。

本书由张季超任主编,吴珊瑚、王晖、陈原任副主编。绪论由广州大学张季超、陈原编写,第1章由张季超、王晖、许勇编写,第2章由张季超、陈原编写,第3章由吴珊瑚、张春梅编写。视频部分由张季超、王可怡、李琳、杨尚荣、雷有坤、简伟通、沈冬儿、陈海森、刘丹、刘向东、吕明、王瑞龙、贾森春、彭超恒编辑。

本书由深圳大学隋莉莉教授审阅,并提出了宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

在本书编写过程中,参考了国内近年来出版的混凝土结构方面的教材、规范和手册,在此向相关作者表示感谢。

本书受广州大学教材出版基金资助。

因时间仓促,水平有限,书中难免有遗漏和不足之处,热切希望读者批评指正。

编者

2017年4月

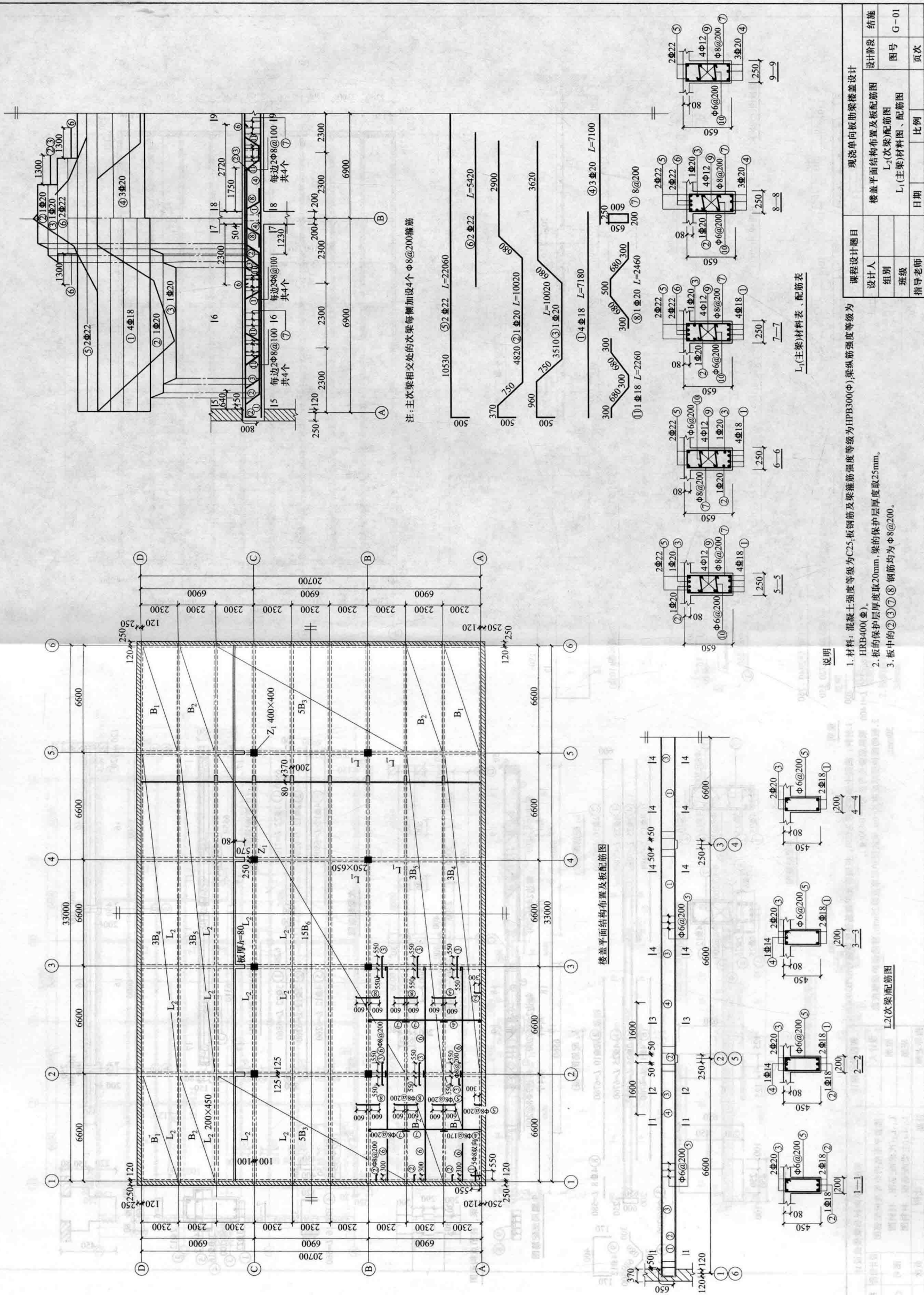


图 1-40 楼盖结构平面布置图及配筋图

课程设计题目		现浇单向板肋梁楼盖设计	
设计人		楼盖平面结构布置及板配筋图	设计阶段
组别		L ₂ (次梁)配筋图	图号
班级		L ₁ (主梁)材料图、配筋图	G-01
指导老师		日期	比例
			页次

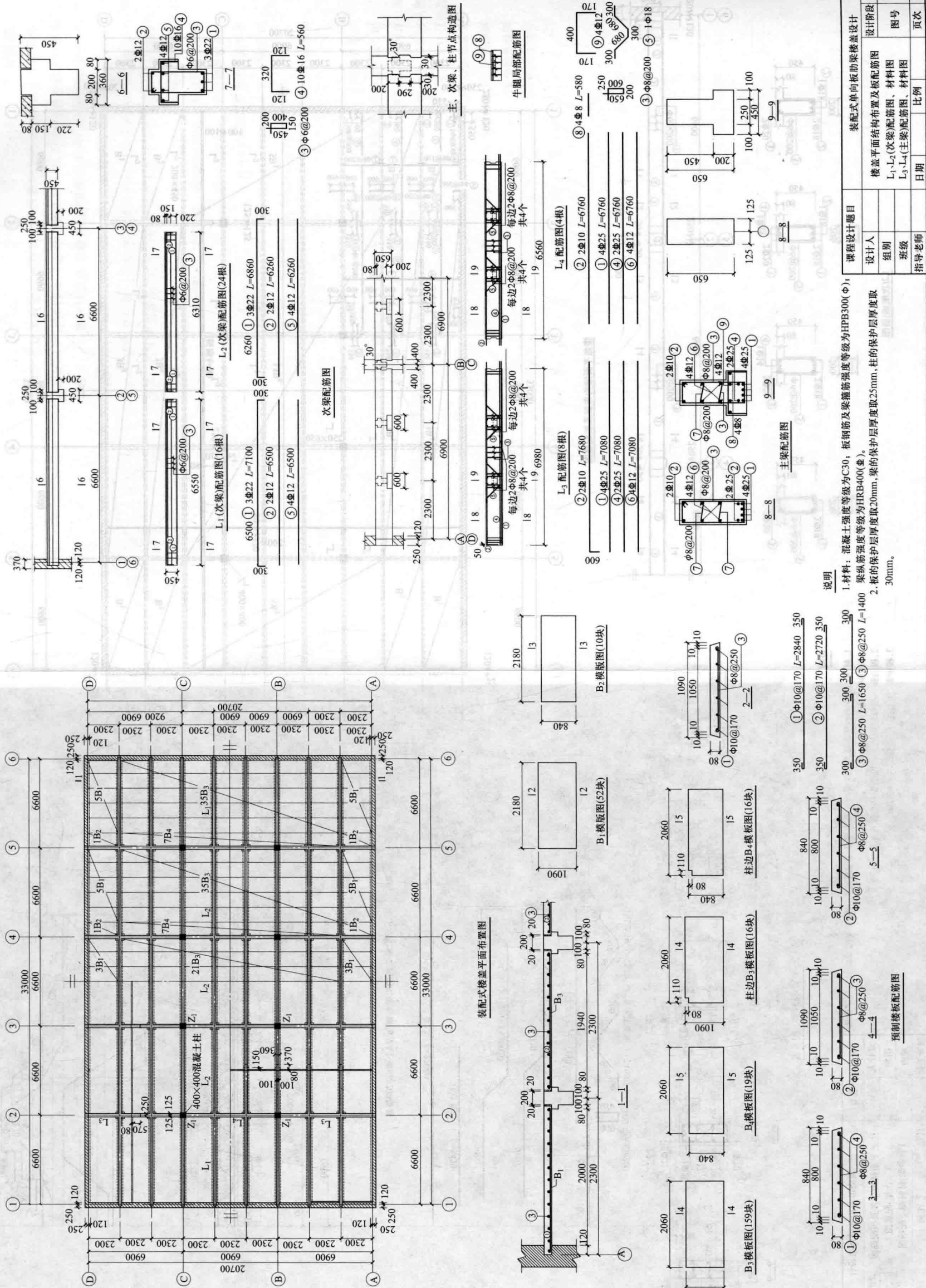


图 1-62 楼盖结构平面布置及配筋图

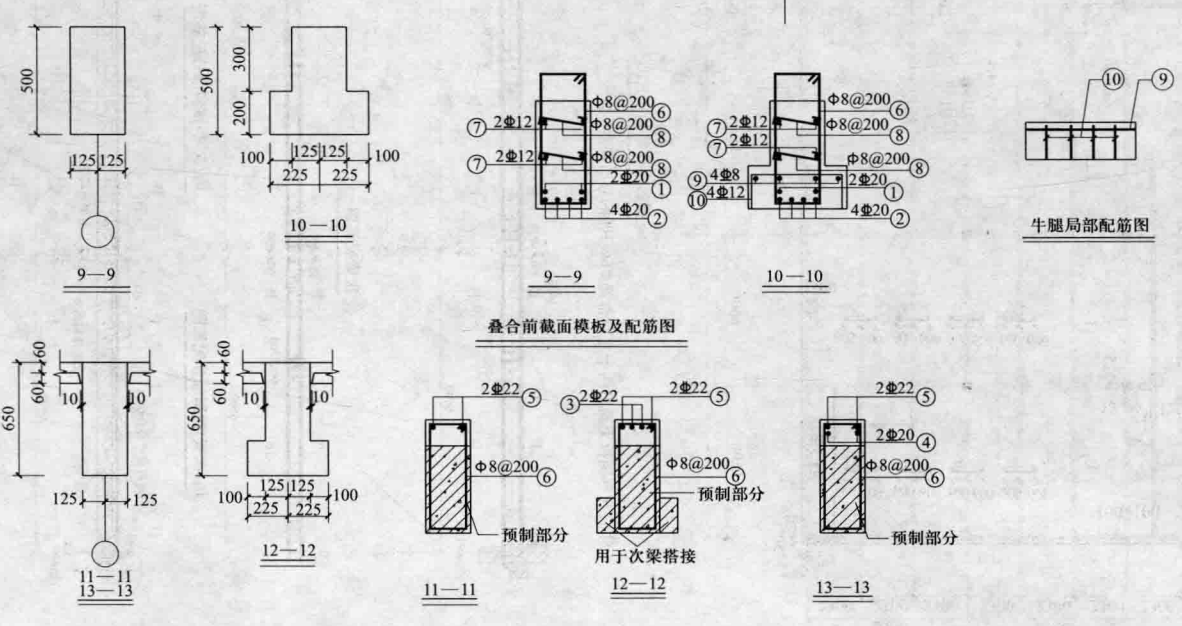
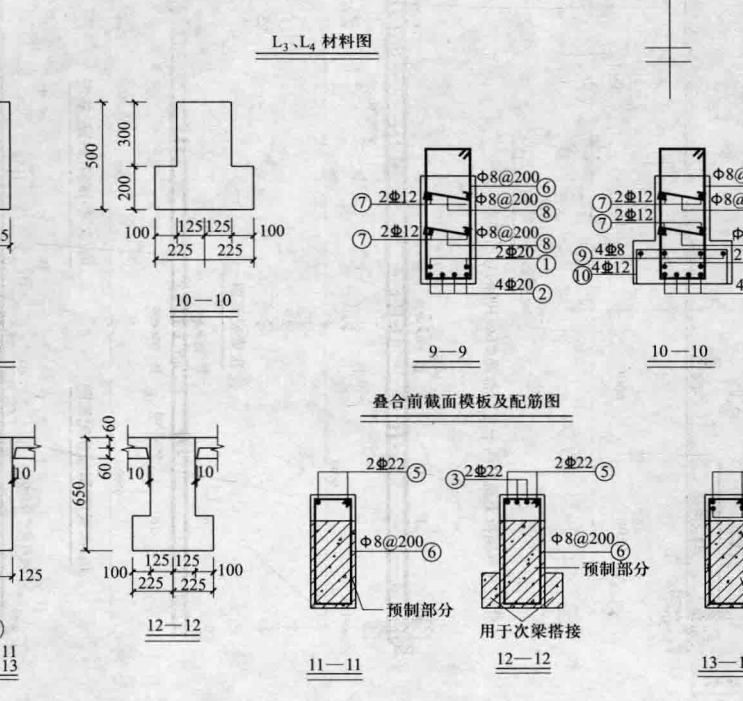
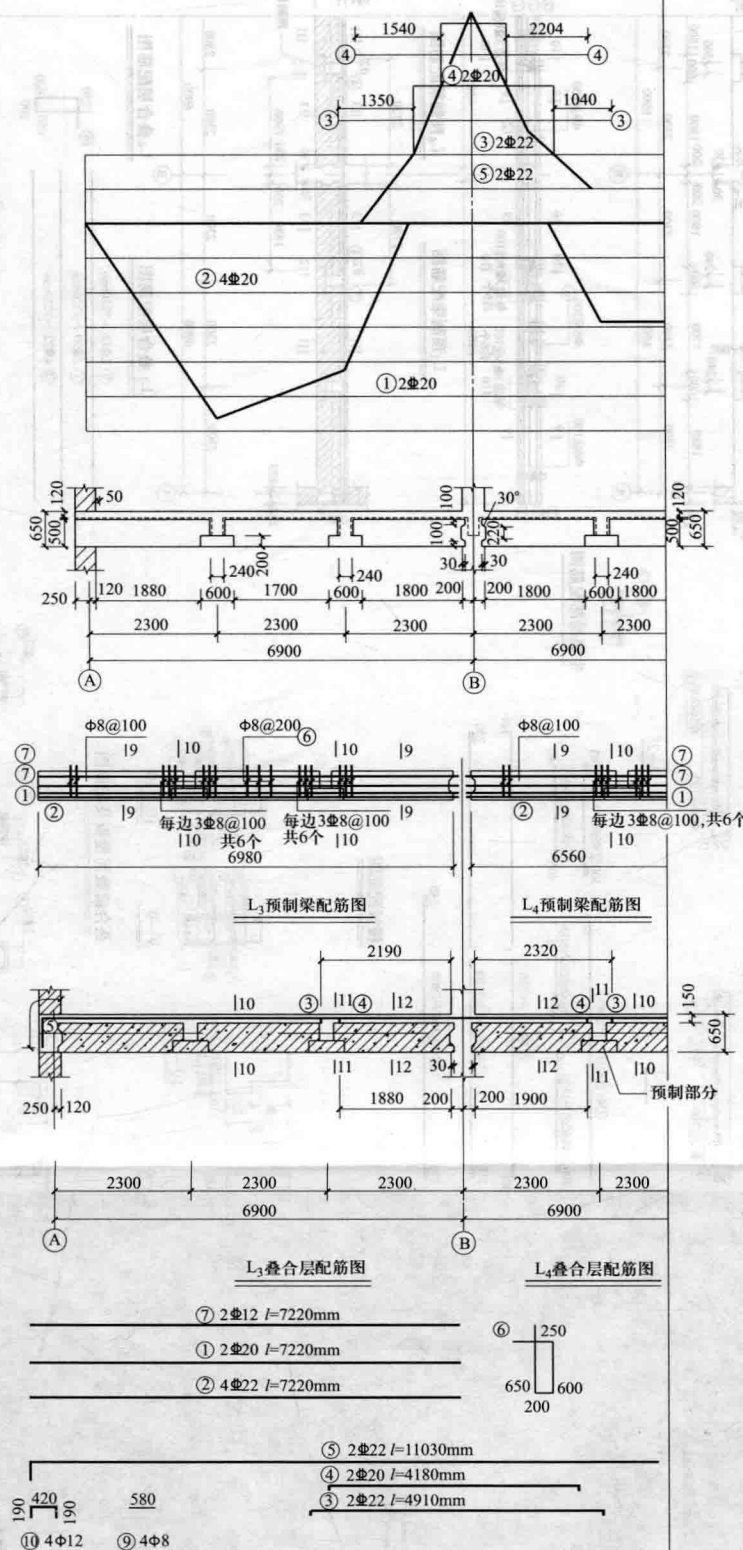
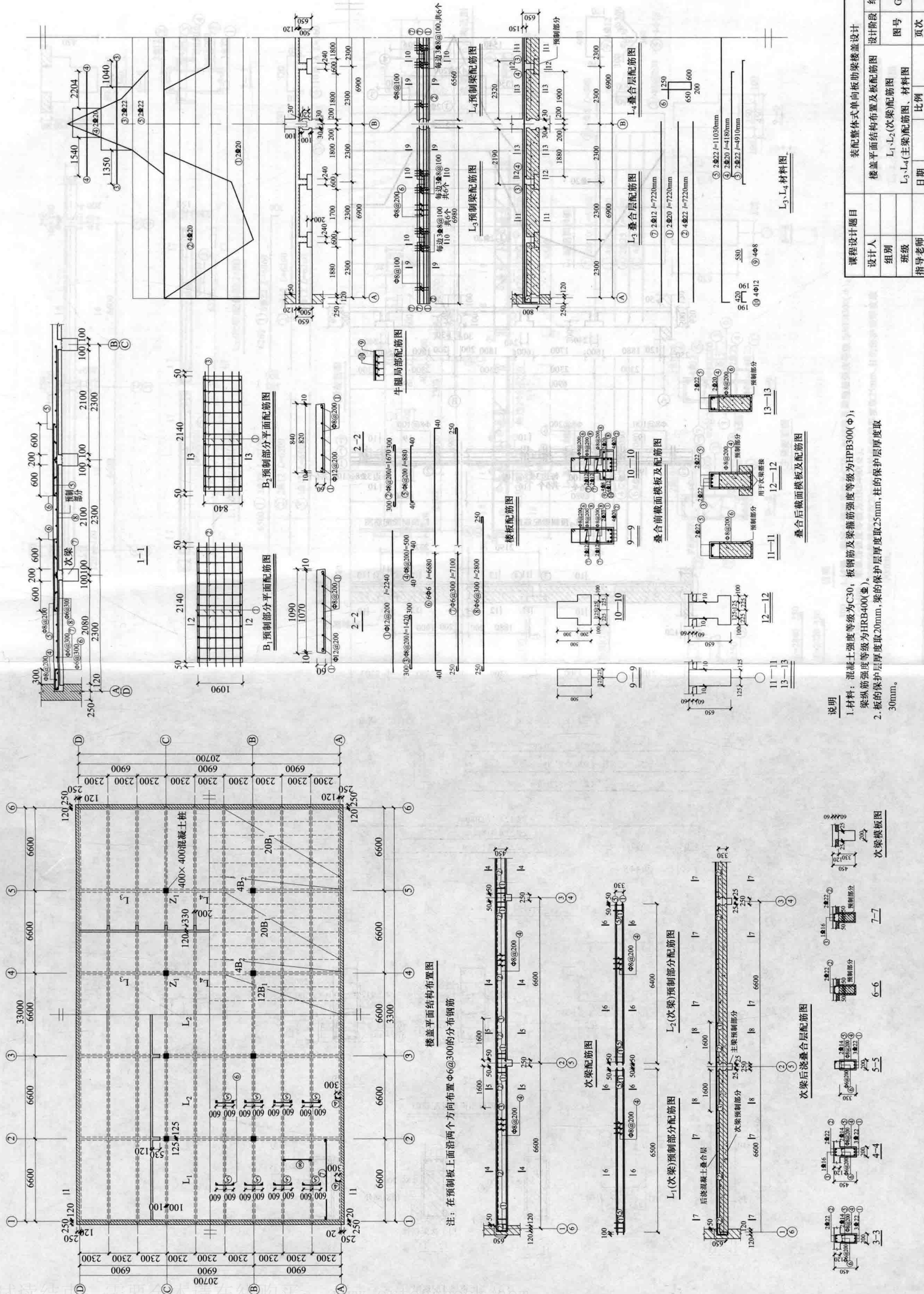


图 1-72 主梁配筋图



说明

1. 材料：混凝土强度等级为C30，板钢筋及梁钢筋强度等级为HPB300(Φ)；梁纵筋强度等级为HRB400(Φ)。
2. 板的保护层厚度取20mm，梁的保护层厚度取25mm，柱的保护层厚度取30mm。

课程设计题目	装配整体式单向板梁盖设计
设计人	楼盖平面结构布置及配筋图
组别	L ₁ 、L ₂ (次梁)配筋图
班级	L ₃ 、L ₄ (主梁)配筋图、材料图
指导教师	日期
比例	图号
页次	G-01

图 1-73 楼盖结构平面布置及配筋图

目 录

绪论	1
0.1 概述	1
0.1.1 概述	1
0.1.2 建筑工业化	3
0.2 结构设计内容和要求	4
0.2.1 结构设计内容	4
0.2.2 结构设计要求	5
0.2.3 结构方案的确定	5
0.2.4 耐久性和防连续倒塌设计	6
0.3 结构类型和体系	7
0.3.1 结构类型	7
0.3.2 结构体系	8
0.4 结构分析	9
0.4.1 结构模型	9
0.4.2 结构分析理论	11
0.4.3 混凝土结构分析方法	11
0.5 结构方案设计示例	12
0.6 本书内容和学习要点	15
思考题	16
第1章 梁板结构	17
1.1 概述	17
1.1.1 楼盖类型	18
1.1.2 单向板和双向板	19
1.2 现浇单向板肋梁楼盖	20
1.2.1 结构平面布置	20
1.2.2 计算简图	21
1.2.3 连续梁、板按弹性理论方法的内力计算	25
1.2.4 连续梁、板按塑性理论方法的内力计算	28
1.2.5 单向板肋梁楼盖的截面设计与构造要求	42
1.3 现浇单向板肋梁楼盖设计实例	50
1.4 双向板肋梁楼盖	65
1.4.1 双向板的受力和试验研究	65
1.4.2 双向板内力计算	67
1.4.3 双向板的截面设计与构造要求	72

1.4.4	双向板支承梁的设计	74
1.5	现浇双向板肋梁楼盖板设计实例	74
1.6	装配式混凝土楼盖	78
1.6.1	预制铺板的形式、特点及其适用范围	78
1.6.2	楼盖梁	79
1.6.3	装配式构件的计算要点	79
1.6.4	装配式混凝土楼盖的连接构造	80
1.6.5	装配式单向板肋梁楼盖设计	82
1.6.6	装配整体式单向板肋梁楼盖设计	100
1.7	无梁楼盖	120
1.7.1	概述	120
1.7.2	无梁楼盖的内力计算	121
1.7.3	板柱节点设计	126
1.7.4	无梁楼盖的配筋和构造	130
1.8	无粘结预应力混凝土楼盖	131
1.8.1	概述	131
1.8.2	预应力楼盖的截面设计与构造	131
1.9	楼梯、雨篷计算与构造	133
1.9.1	楼梯	133
1.9.2	雨篷	147
1.10	小结	149
	思考题	150
	习题	151
第2章	单层工业厂房	154
2.1	单层工业厂房的结构组成和布置	154
2.1.1	结构组成	154
2.1.2	柱网及变形缝的布置	156
2.1.3	支撑的作用和布置原则	158
2.1.4	抗风柱、圈梁、连系梁、过梁和基础梁的作用及布置原则	159
2.2	排架计算	161
2.2.1	排架计算简图	161
2.2.2	排架荷载计算	165
2.2.3	排架内力计算	169
2.2.4	排架内力组合	173
2.2.5	排架考虑厂房空间作用时的计算	175
2.3	单层厂房柱	177
2.3.1	柱的形式	177
2.3.2	柱的设计	178
2.3.3	牛腿与预埋件设计	179

2.4 柱下独立基础	184
2.4.1 基础底面尺寸的确定	184
2.4.2 基础高度的确定	187
2.4.3 基础底板配筋计算	188
2.4.4 基础的构造要求	191
2.5 单层厂房的屋盖结构选型	197
2.5.1 概述	197
2.5.2 屋盖构件	197
2.5.3 屋面梁和屋架	200
2.5.4 板梁合一的屋盖结构	202
2.5.5 天窗架	203
2.5.6 托架	204
2.6 吊车梁的受力特点及选型	204
2.6.1 吊车梁的受力特点	204
2.6.2 吊车梁的选型	205
2.7 单层厂房结构设计实例	206
2.7.1 设计任务	206
2.7.2 设计参考资料	207
2.7.3 结构构件选型及柱截面尺寸确定	208
2.7.4 荷载计算	210
2.7.5 排架内力分析	212
2.7.6 内力组合	221
2.7.7 柱截面设计	221
2.7.8 基础设计 (混凝土强度等级采用 C20)	234
2.8 小结	241
思考题	242
习题	242
第3章 框架结构	244
3.1 框架结构的组成与布置	244
3.1.1 框架结构的组成	244
3.1.2 框架结构布置	245
3.1.3 框架梁、柱截面尺寸	251
3.2 框架结构的简化计算	252
3.2.1 框架结构的计算简图	252
3.2.2 框架结构在竖向荷载作用下内力计算的近似方法——分层法	253
3.2.3 框架结构在水平荷载作用下内力计算的近似方法——反弯点法和 D 值法	258
3.2.4 框架结构在水平荷载作用下侧移的近似计算	274
3.3 框架结构的设计要点与构造	279

3.3.1	设计步骤和一般规定	279
3.3.2	荷载效应组合	279
3.3.3	框架结构设计要点和构造	283
3.4	框架结构基础	287
3.4.1	基础的类型及选择	287
3.4.2	条形基础设计	288
3.4.3	十字形基础设计	290
3.4.4	条形基础的构造要求	290
3.4.5	筏形基础	291
3.5	小结	296
	思考题	297
	习题	297
附录 1	等截面等跨连续梁在常用荷载作用下按弹性分析的内力系数表	299
附录 2	双向板按弹性分析的计算系数表	308
附录 3	等效均布荷载表	313
附录 4	单阶柱顶反力与位移系数图	315
附录 5	结构力学求解器使用说明	316
	参考文献	317

绪 论



课件 0-1
绪论

0.1 概 述

0.1.1 概述

土木工程建设是规划、勘测、设计、施工的总称,目的是为人类的生产和生活提供场所。土木建筑好比一个人,它的规划就像人生活的环境,是由规划师负责的;它的布局和艺术处理相应于人的体形、容貌、气质,是由建筑师负责的;它的结构好比人的骨骼和寿命,是由结构工程师负责的;它的给水排水、供热通风和电气等设施就如人的器官、神经,是由设备工程师负责的。像自然界完好地塑造人一样,在地区规划基础上建造土木工程,是建设单位、勘察单位、设计单位的工程师和施工单位的技术人员全面协调合作的过程。

土木工程建设中,建筑和结构设计人员的工作占有重要地位。现代技术条件下,建筑设计人员和结构设计人员的工作是相互关联的。因此,建筑物应是建筑师和结构工程师创造性合作的产物,但这种合作常常是困难的。与绝大多数物质性产品不同,一座建筑物表现为空间方面的概念和形式,它是表明总体环境的,它不仅提供人们从事活动的场所,而且是人们生活环境的象征,是人们对整个社会生活环境的看法和审美价值的体现。因此,设计师在设计思想上应该强调总体而不是个别单元,这在开始的设计过程中尤其如此。设计师必须把一个用空间形式表现的方案作为总的体系来构思,以此来保证与建筑物有关的物质性的和象征性的要求之间能够协调一致,并运用这种全盘考虑的思路来指导下一步工作,如本章第5节示例通过有关部分和细部设计去不断完善设计方案。建筑产品物质性的和象征性的要求使设计任务既综合又具体,既有形又无形。

土木建筑工程产品的性质要求建筑设计师和结构工程师在方案设计阶段进行创造性的合作,这要求双方都必须对技术问题进行全面总体考虑和进行有效的协调。然而,由于我国工程教育的专门化形式影响,常导致参与双方在设计过程中过多着眼于本专业的细节而不能充分从总体方面考虑问题,其结果使得双方常常在设计思路产生分歧,从而在所有设计阶段中限制了建筑师和工程师之间创造性地合作。当前在结构工程师中存在的一种倾向就是等待建筑工程师做出一个表现空间形式的方案(非结构的),然后设法去完成它。这样不仅不能有效地运用结构工程师的知识、精力和时间,而且还容易产生矛盾。

针对以上隔阂对建筑师和结构工程师的限制,美国加州大学伯克利分校教授林同炎先生提出了概念设计思想:使建筑和结构专业学生学会在总体设计内容中将技术知识概念化。一般而言,由于结构设计工作的特殊重要性,结构工程师所受的教育相对建筑师更加专业和深入,但过分的专业性往往会在不同程度上影响设计人员的创造性。林同炎先生认为,解决这一问题的关键在于专业人员对于本专业应该从总体概念上加以理解,对建筑和结构工程师而言,要求双方对自己的知识在整个工程设计中的地位和相互作用有清晰的认识并形成概念,形成一种对工程的总体构思能力。只有具备这种能力,才能在强调综合的建筑设计师和更加专业、也更关心具体设计的结构工程师之间架起联系的桥梁(图 0-1 所示)。使两种专业人员在同一水平上去认识和解决在具体方案上的结构和空间设计的矛盾,使双方的创造性合作在设计的前期阶段成为可能,以有利于总体建筑的形成。

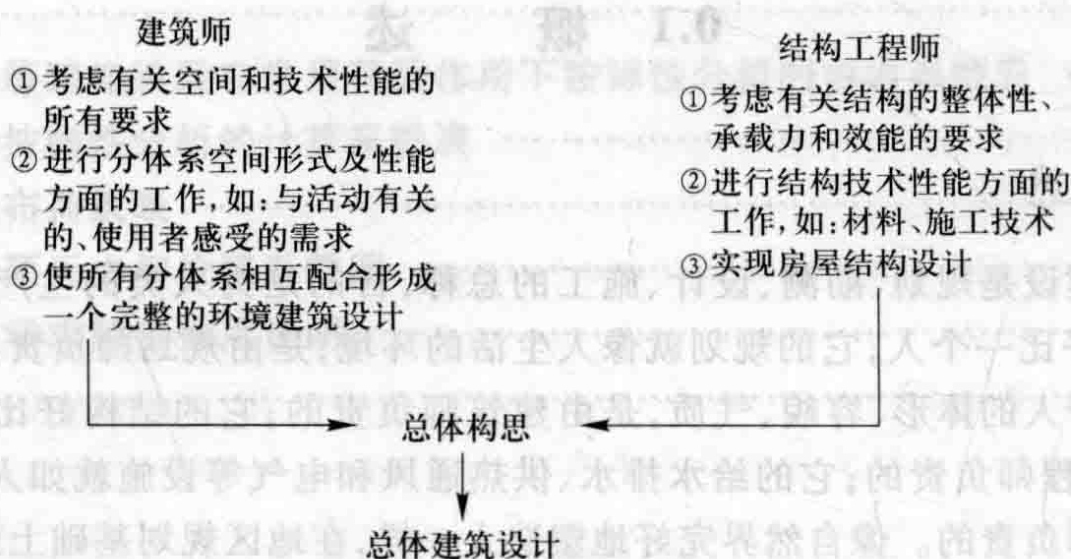


图 0-1 总体构思是结构师和建筑师联系的桥梁

中国古代哲学历来强调“天人合一”的观念,西方近代哲学也指出整个世界是个有机体,任何个体均是整体的不可分割的一部分,个体包孕于整体之中,并通过整体展现其特性。工程设计中的总体构思思想正是上述哲学思想在具体实践中的体现。而在设计中人为的割裂建筑与结构的有机联系则可能导致形而上学的机械论,对整个工作造成极为不利的影 响,在强调素质教育的今天,这一点应给予充分的重视。

如前所述,建筑和结构工程师必须处理好与使用活动有关的空间以及物质性的和象征性的需求以使总体性能得到保证。建筑和结构工程师需要考虑的是按一个总的体系去形成一个建筑环境,这样的总体系是由相互联系着的、形成空间的分体系组成。这是一个复杂的问题,为此建筑和结构工程师需要有分阶段的设计程序。分阶段的设计程序至少有三个阶段,即方案设计阶段、初步设计阶段和施工图设计阶段(图 0-2)。分阶段设计在工程设计中具有重要意义,它可以使设计师避免在设计构思阶段被无数细节所干扰,而专注于更基本的问题。可以说一个优秀设计师能否从许多细节中分辨出更基本的东西是作为一个设计者的重要因素。

做方案设计阶段时,土建工程师可首先按照一个由基本的功能空间关系组成的抽象物来设想和模拟一个建筑设计,然后,他们可以探索这个抽象物的总体空间形式。在一个具体的建筑体形方案开始显示出来时,再考虑基本的场地条件进行修正。这个过程需要结构总体构思的合作,结构工程师应能从主体和各分体系之间的关系去构思总体方案,而