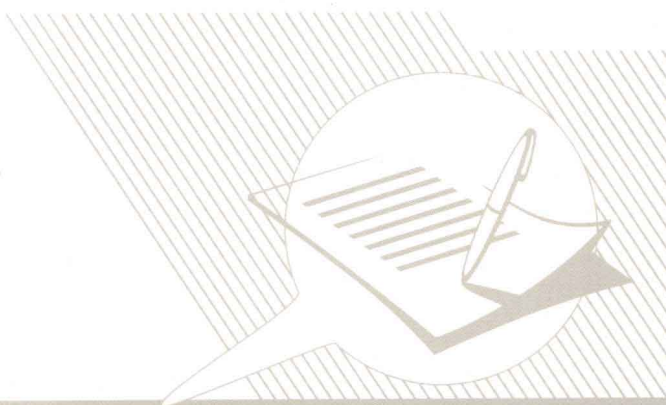


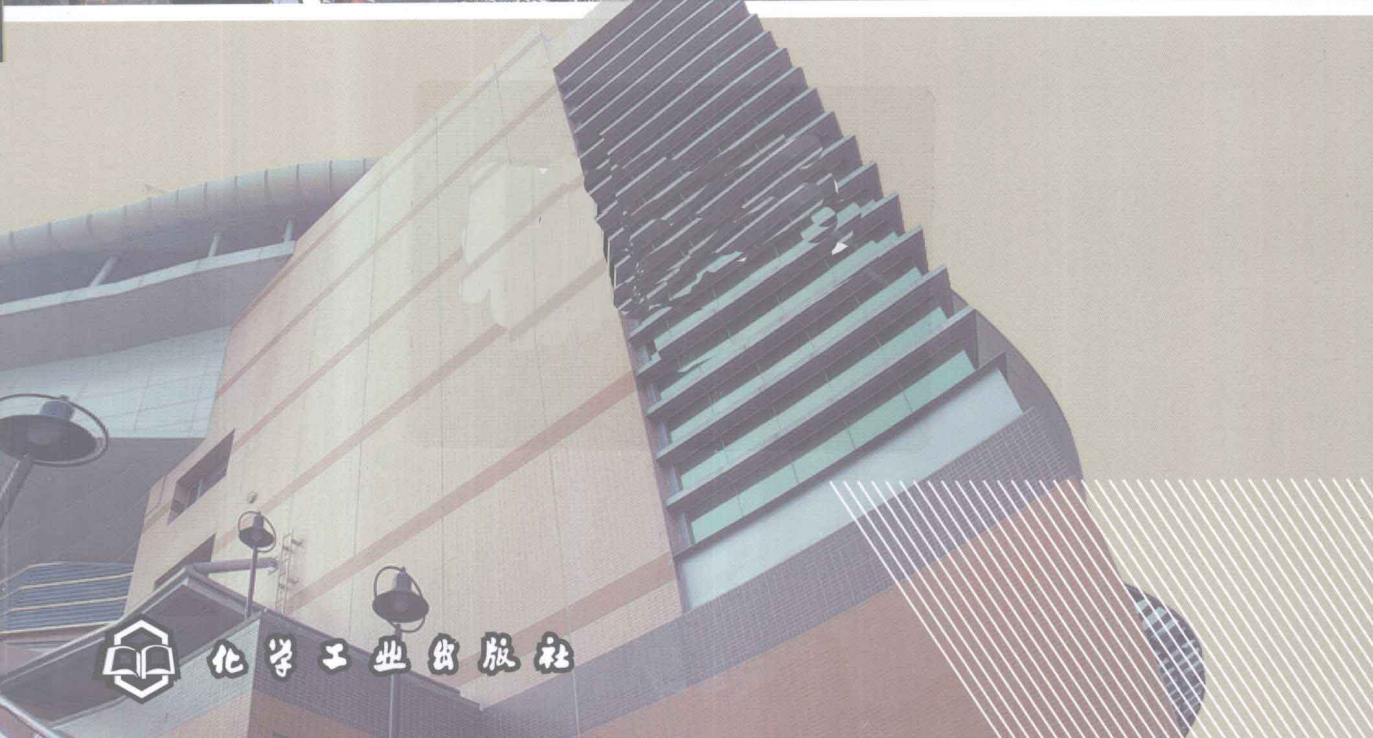
土木工程专业课程设计 指导与范例

TUMU GONGCHENG ZHUANYE
KECHENG SHEJI
ZHIDAO YU FANLI



刘赞君 主编
栗思科 审

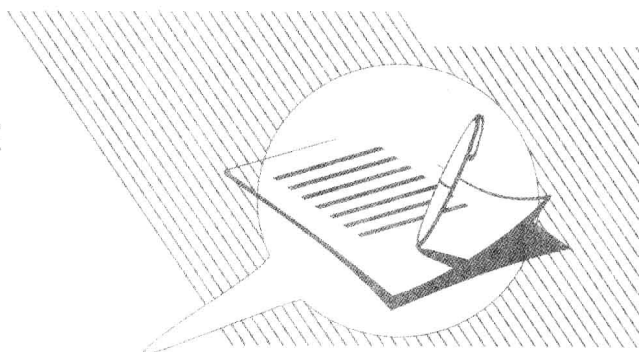
凌云鹏 陆泽西 陈天宇 副主编



化学工业出版社

土木工程专业课程设计 指导与范例

TUMU GONGCHENG ZHUANYE
KECHENG SHEJI
ZHIDAO YU FANLI



刘赞君 主编
粟思科 审

凌云鹏 陆泽西 陈天宇 副主编

常州大学图书馆
藏书章



化学工业出版社

· 北京 ·

本书面向大中专院校土木专业学生、本科土木专业学生，按照社会对土木方向人员的要求以及土木专业学生的学习和培养需要，介绍土木工程专业课程设计的主要内容和方法。内容包括土木工程专业课程设计概论、建筑结构设计及案例、隧道工程设计及案例、桥梁工程设计及案例、地基与基础工程设计及案例、岩土工程设计及案例、道路与铁道工程设计及案例等内容。

本书针对土木专业课程设计的技术严密性和题目实际性，既有详细的整体概述和图表说明，又有具体、实际而又与概述部分相符的详细案例，使读者能容易、快速、全面地掌握设计的主要内容和步骤。

本书循序渐进、内容完整、实用性强，可作为高等院校土木专业学生的学习用书，也可供土木相关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程专业课程设计指导与范例/刘赞君主编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-122-14013-5

I. 土… II. 刘… III. 土木工程-课程设计-高等学校-教材
IV. TU-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 071875 号

责任编辑: 李军亮
责任校对: 陈 静

文字编辑: 徐雪华
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 408 千字 2012 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着科学技术的进步和人民生活水平的提高，以及我国城市化步伐的加快，人口不断地向城市集中，使得城市建设以及相关交通设施的建设迅速发展，土木专业人员的需求量越来越多，进而拥有土木专业的学校和学习土木的人日益增加。所以，要求土木专业的学生对土木专业有一定程度上的了解，对相关设计有充分的认识，因此，非常必要让学生在毕业前进行一定量的课程设计。

本书特点

本书在内容编排和目录组织等方面非常讲究，能够使读者快速地掌握相关知识点和主要的内容。本书中的每章都是土木工程专业的一个分支，并且对分支专业课程设计的主要内容进行了最基本的介绍，基本上涉及了分支专业的主要部分，并且每章都介绍了一个设计实例，即避免枯燥和空洞，能让读者更清楚地了解设计内容和要点。

概括来说，本书具有如下特点：

□ 分章合理，内容丰富。本书对土木工程进行简单的分类（桥梁工程、建筑工程、隧道工程等），然后分别对分支专业的设计进行介绍，既合理又丰富。

□ 取材广泛，代表性强。本书中的设计案例（盾构隧道、框架结构办公楼、连续刚构桥、地基及基础等）都是生活中的常见工程，并且也是相关专业的重要课程设计。

□ 概要和案例结合，结构清晰。本书选择的案例都是对概要部分的详细补充，条理清晰，一目了然。

□ 讲解通俗，步骤详细。每个设计案例的步骤都是以通俗易懂的语言进行阐述，并和相关图片和表格。

由于本书主要是土木类的课程设计，会涉及很多相关规范，这部分内容需要读者自己去查取。

组织结构

本书主要介绍了土木工程专业课程设计的方法和相关案例，包括建筑结构设计、隧道工程设计、桥梁工程设计、地基及基础工程设计、岩土工程设计和道路与铁道工程设计。

本书每章的后面都有案例，分别对每章的设计进行具体实例介绍，具体有：单向板肋梁楼盖设计、框架结构办公楼设计、地铁区间盾构隧道设计、预应力混凝土连续刚构桥设计、预应力混凝土简支梁桥设计、浅基础设计和桩基础设计、基坑工程结构设计、路基设计。

此外，在部分设计中既采用了手算法，又采用了软件计算，相互检验，实用性强。书中所用到的软件有 ANSYS 12.0、MIDAS、CAD、理正深基坑软件等。

学习资源

本书提供了文中部分软件计算的源代码和可执行文件，并且含有电子教案，读者可以到 <http://download.cip.com.cn> “配书资源”一栏中下载。

读者对象

□ 高等院校土木专业学生。

□ 土木工程专业技术人员。

配套服务

我们为土木工程用户尽心服务，围绕土木工程技术和项目市场，探讨技术应用与发展，发掘热点与重点；开展土木工程教学培训。土木工程爱好者俱乐部 QQ：183090495，电子邮件 bojiakeji@tom.com，欢迎土木工程爱好者和读者联系。

本书由刘赟君主编，凌云鹏、陆泽西、陈天宇副主编，粟思科主审。刘赟君编写第1章，刘赟君、陈天宇编写第2章，刘赟君、凌云鹏、陆泽西编写第3章，王从远和张磊编写第4章，凌云鹏、张浩编写第5章，陆泽西、夏孝军编写第6章，陈天宇、冯兴广编写第7章部分内容，全书内容与结构由刘赟君和陈天宇规划、统稿。同时参与本书编写工作的人员还有：王治国、钟晓林、王娟、胡静、杨龙、张成林、方明、王波、陈小军、雷晓、李军华、陈晓云、方鹏、龙帆、刘亚航、陈龙、曹淑明、徐伟、杨阳、张宇、刘挺、单琳、吴川、李鹏、李岩、朱榕、陈思涛和孙浩。

由于编者水平有限，加上规范的不断修改完善，书中的内容覆盖面广，疏漏和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

| | |
|---------------------------------|----|
| 第 1 章 土木工程专业课程设计概论 | 1 |
| 1.1 土木工程相关专业简介 | 1 |
| 1.2 课程设计一般方法及设计流程 | 2 |
| 1.3 课程设计常用软件介绍 | 3 |
| 第 2 章 建筑结构设计及案例 | 4 |
| 2.1 建筑结构设计概要 | 4 |
| 2.2 单向板肋梁楼盖设计 | 4 |
| 2.2.1 设计案例及任务 | 5 |
| 2.2.2 结构布置 | 6 |
| 2.2.3 板的设计 | 7 |
| 2.2.4 次、主梁设计 | 10 |
| 2.2.5 主、次梁裂缝验算 | 19 |
| 2.2.6 主梁挠度验算 | 20 |
| 2.3 框架结构办公楼设计 | 21 |
| 2.3.1 设计案例及任务 | 21 |
| 2.3.2 结构布置 | 21 |
| 2.3.3 框架梁、柱截面尺寸设计 | 21 |
| 2.3.4 荷载计算 | 23 |
| 2.3.5 水平地震作用内力计算 | 24 |
| 2.3.6 竖向荷载框架内力计算 | 28 |
| 2.3.7 内力组合与截面抗震计算 | 32 |
| 2.3.8 配筋计算 | 37 |
| 2.3.9 楼梯设计 | 48 |
| 2.3.10 结论与展望 | 50 |
| 第 3 章 隧道工程设计及案例 | 51 |
| 3.1 隧道工程设计概要 | 51 |
| 3.2 地铁区间盾构隧道设计 | 51 |
| 3.2.1 盾构线路设计 | 52 |
| 3.2.2 盾构机选型及管片设计 | 55 |
| 3.2.3 衬砌结构内力计算 | 59 |
| 3.2.4 衬砌配筋计算 | 74 |
| 3.2.5 衬砌检算 | 77 |
| 3.2.6 防水设计 | 82 |
| 3.2.7 结论与展望 | 82 |
| 3.3 山岭隧道设计 | 84 |

| | | |
|------------|---------------------|-----|
| 3.3.1 | 隧道平、纵断面设计 | 84 |
| 3.3.2 | 洞口的选择 | 84 |
| 3.3.3 | 荷载计算 | 86 |
| 3.3.4 | 隧道曲墙拱结构的设计计算实例 | 89 |
| 3.3.5 | 结论与展望 | 100 |
| 第4章 | 桥梁工程设计及案例 | 101 |
| 4.1 | 桥梁工程设计概要 | 101 |
| 4.2 | 预应力混凝土连续刚构桥设计 | 101 |
| 4.2.1 | 设计案例及任务 | 102 |
| 4.2.2 | 桥梁受力分析相关理论 | 104 |
| 4.2.3 | 主梁内力计算 | 105 |
| 4.2.4 | 预应力钢束的估算与配置 | 110 |
| 4.2.5 | 截面特性计算 | 114 |
| 4.2.6 | 预应力损失计算 | 119 |
| 4.2.7 | 次内力计算 | 121 |
| 4.2.8 | 截面验算 | 139 |
| 4.2.9 | 主要工程量估算 | 143 |
| 4.2.10 | 结论与展望 | 145 |
| 4.3 | 预应力混凝土简支梁桥设计 | 146 |
| 4.3.1 | 设计案例及任务 | 146 |
| 4.3.2 | 桥梁受力分析相关理论 | 147 |
| 4.3.3 | 荷载横向分布计算 | 148 |
| 4.3.4 | 主梁内力计算 | 150 |
| 4.3.5 | 预应力钢筋设计 | 151 |
| 4.3.6 | 主梁验算 | 153 |
| 4.3.7 | 结论与展望 | 156 |
| 第5章 | 地基与基础工程设计及案例 | 158 |
| 5.1 | 地基及基础设计概要 | 158 |
| 5.2 | 浅基础设计 | 159 |
| 5.2.1 | 浅基础简介 | 159 |
| 5.2.2 | 浅基础的设计原则 | 160 |
| 5.2.3 | 基础埋深确定及荷载组合 | 161 |
| 5.2.4 | 扩展基础设计 | 162 |
| 5.2.5 | 设计案例与任务 | 165 |
| 5.2.6 | 场地工程地质状况 | 167 |
| 5.2.7 | 基础方案设计计算 | 168 |
| 5.2.8 | 浅基础的施工及要求 | 178 |
| 5.2.9 | 结论与展望 | 179 |
| 5.3 | 桩基础设计 | 179 |
| 5.3.1 | 桩基础简介 | 180 |

| | | |
|-------------|---------------------------|------------|
| 5.3.2 | 单桩的竖向承载力特征值 | 182 |
| 5.3.3 | 群桩基础内力及承载力 | 183 |
| 5.3.4 | 桩基础设计 | 185 |
| 5.3.5 | 桩基础设计案例 | 189 |
| 5.3.6 | 桩基础基桩的施工及要求 | 198 |
| 5.3.7 | 结论与展望 | 199 |
| 第6章 | 岩土工程设计及案例 | 200 |
| 6.1 | 岩土工程设计概要 | 200 |
| 6.1.1 | 岩土工程设计的对象及重要性 | 200 |
| 6.1.2 | 岩土工程设计的发展与展望 | 200 |
| 6.2 | 边坡工程设计概要 | 201 |
| 6.2.1 | 边坡工程的定义 | 201 |
| 6.2.2 | 边坡工程设计内容 | 201 |
| 6.3 | 支挡结构设计概要 | 203 |
| 6.3.1 | 支挡结构的定义 | 203 |
| 6.3.2 | 支挡结构的设计内容 | 203 |
| 6.4 | 某深基坑工程结构设计 | 207 |
| 6.4.1 | 设计案例及任务 | 208 |
| 6.4.2 | 场地工程地质状况 | 208 |
| 6.4.3 | 深基坑维护结构设计 | 209 |
| 6.4.4 | 深基坑维护结构稳定性验算 | 215 |
| 6.4.5 | 理正深基坑软件计算 | 216 |
| 6.4.6 | 结论与建议 | 226 |
| 第7章 | 道路与铁道工程设计及案例 | 231 |
| 7.1 | 铁道工程设计概要 | 231 |
| 7.1.1 | 铁路选线设计 | 231 |
| 7.1.2 | 牵引质量及列车资料计算 | 237 |
| 7.1.3 | 检算区间能力 | 238 |
| 7.1.4 | 工程费、运营费计算 | 239 |
| 7.1.5 | 线路图的绘制 | 243 |
| 7.2 | 道路工程概述 | 244 |
| 7.3 | 道路工程选线概要 | 245 |
| 7.4 | 路面设计 | 246 |
| 7.4.1 | 路面结构设计 | 246 |
| 7.4.2 | 路面结构设计检算书 | 247 |
| 7.4.3 | 排水设计 | 252 |
| 参考文献 | | 254 |

第1章 土木工程专业课程设计概论

1.1 土木工程相关专业简介

土木工程是一门基础学科，而所谓大土木，指的是一切与水、土、文化等有关的基础建设的计划、建造以及维修。现在一般的土木工程包括：道路、铁路、建筑、桥梁、隧道边坡、防洪工程及交通等。过去也将一切非军事用途的民用工程项目归入本类，但是随着工程科学技术的日益广阔，不少原来属于土木工程的内容都已经成为独立学科。

随着科学技术的进步和工程实践的发展，土木工程已经发展成为内涵广泛、门类众多、结构复杂的综合体系。土木工程专业主要培养掌握各类土木工程学科的基本理论知识，能在建筑结构、道路、隧道、桥梁、铁路、基坑以及地基等领域从事规划、设计、施工、管理、维修和研究等工作的高级工程技术人才。

土木工程专业分为：建筑结构工程、道路工程、隧道工程、桥梁工程、铁道工程、岩土工程、基础工程和水利工程等。

① 建筑结构工程是修建建筑物，在建筑物中，由建筑材料组成的用来承受各种荷载或者作用，以起骨架作用的空间受力体系。建筑结构工程包括：结构的设计、施工组织设计和工程概预算等。本部分主要对建筑结构设计做简单的介绍，并举例说明。

② 道路工程是指设计、研究、修建以及维修城市主干道路和主要的国道和省道，其中包括：施工组织设计、选线设计、路基设计等。

③ 铁道工程与道路工程类似，因此本书设计把道路与铁道工程写成一章，分别介绍了路基设计和选线设计。

④ 桥梁工程指桥梁勘测、设计、施工和养护等的工作过程，以及研究这一过程的科学和工程技术。它是土木工程的一个重要分支，并且土木许多分科如铁道工程、道路工程都与其密切相关，本书主要介绍了简支梁桥和钢桥的设计。

⑤ 隧道工程是指修建在地下或水下，提供火车、汽车、人以及油气等通行的建筑物的一门学科。隧道根据其所在位置可分为山岭隧道、水下隧道和城市隧道（地铁）三大类。本书主要介绍了山岭隧道和地铁的设计。

⑥ 岩土工程是欧美国家于20世纪60年代在土木工程实践中建立起来的一种新的技术体制。岩土工程是以求解岩体与土体工程问题，其主要包括边坡、基坑支护等问题。并且基础、地基和隧道都是重要的分支。

⑦ 地基与基础工程是专门研究建筑的地基与基础的一门学科。其主要包括：建筑基础、桥梁基础和路基等，是岩土工程的重要组成部分。

⑧ 水利工程是指研究对自然界的地表水和地下水进行控制、治理、调配和开发利用，以达到除害兴利而修建工程的一门学科。其主要包括：防洪工程、农田水利工程、水力发电工程、航道和港口工程、供水和排水工程等，本书对这部分没有详细介绍。

然而，随着社会的不断发展，人口不断地向城市集中，使得城市建设迅速发展，进而城

市建筑、公路、地铁以及高架桥在城市急剧增加。还有建筑物越来越密集，当临近施工时，边坡、基坑以及地基的处理日益成为关注的对象。城市化越来越快，铁路交通、桥梁以及隧道也随着越来越重要。因此，我们正面临着一个伴随经济飞跃的土木工程发展的大好时期，土木工程行业对工程技术人才的需求和要求也随之不断增长。

因此，各类大学对土木工程专业学生的培养日益被关注，培养的学生应该具有以下几方面的能力：

- ① 了解土木工程各学科的理论前沿与发展动态；
- ② 具有一定的科学研究与实际工作的能力；
- ③ 具有从事工程施工、管理和研究工作的能力；
- ④ 掌握部分的力学、工程地质学和工程制图的基本理论和基本知识；
- ⑤ 熟悉部分相关软件的运用；
- ⑥ 了解相关设计的基本步骤以及熟悉相关规范等。

这就要求我们的学生在毕业之前进行相关科目的课程设计，让学生们培养团结合作、理论联系实际的能力；培养学生自主学习和创新的能力；既能让学生对所学的知识进行充分的复习，又能拓展学生的视野等等。因此进行相关的课程设计是非常必要的，而本书主要介绍了房屋建筑工程、道路与铁道工程、隧道工程、桥梁工程、岩土工程、地基及基础工程等领域的课程设计，仅供大家参考。

1.2 课程设计一般方法及设计流程

课程设计是本科培养计划中一个非常重要的环节，通过课程设计这一环节，可以在相当一段时间内培养学生综合运用基础课程和专业知识的能力，更能培养学生理论联系实际和创新的能力。因此，一个合理的方法和设计流程是非常必要的。

课程设计的一般方法是：老师根据现实中的一些工程，适当的设计一些适合本科生的设计题目，然后学生通过自己的相关专业、兴趣以及打算的就业方向来选择题目进行设计。相关流程如下：

- ① 老师根据专业和实际工程设计出相关的题目，并且提供必要的基本资料（包括设计任务书和设计要求的）；
- ② 学生根据具体情况选择题目，每人题目不一样；
- ③ 阅读任务书和要求，查阅和下载相关的资料；
- ④ 设计构思，写出提纲（3级提纲），供老师批阅；
- ⑤ 学习课程设计中应该用到的软件，老师主要进行难点讲解；
- ⑥ 提纲确定后，进行具体的设计，完成说明书和图纸；
- ⑦ 中期检查；
- ⑧ 老师对课程设计进行批阅，讲解普遍存在的问题，让学生修改；
- ⑨ 完成课程设计，进行总结。

课程设计的要求：

① 总共课程设计的时间为7~8周，要求老师每周安排1~2次对学生进行辅导，解决学生课程设计时遇到的问题；

② 可以进行团队合作，每4~5个老师一组，这样学生可以向不同的老师学习，能学到

更多的经验；

③ 在设计任务书中应该包括每周的任务，学生应该按时的完成本阶段的任务；

④ 进行适当的中期检查，对于进度严重不达标，以及出现严重抄袭现象的学生，应该严肃处理；

⑤ 学生应该按照设计任务书和设计要求，按时按量进行课程设计，努力创新。

1.3 课程设计常用软件介绍

土木工程设计要求学生能进行计算和绘图，运用到的软件很多，本书举例中会遇到的软件主要有：

① ANSYS10.0：ANSYS 软件将几何模型通过划分网格，转化为有限元模型，然后进行计算，主要运用于隧道设计，具体的运用可以参考相关的书籍；

② BSAS：BSAS 可运用钢筋混凝土桥梁、预应力钢筋混凝土箱型桥梁、大跨度桥梁等的设计，本书在预应力混凝土连续刚构桥设计中会运用到；

③ CAD：CAD 是一个基本的制图软件，在每部分的设计中都会用到；

④ PKPM：PKPM 是设计建筑结构的一个基本软件；

⑤ 理正深基坑软件：理正深基坑软件进行深基坑设计的软件，本书在深基坑设计时会进行详细的介绍。

第2章 建筑结构设计及案例

2.1 建筑结构设计概要

建筑结构是由梁、板、墙、柱和基础等构件组成。构件之间通过适当的连接组成能够承受相应的荷载和提供相应的功能的房屋骨架，也就是建筑结构。

(1) 建筑结构和结构设计的分类

建筑结构的分类方法有很多，按结构所用的材料可以分为：钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构等。不同的材料有不同的优点，例如钢结构有承载能力强、重量轻、塑性和韧性好以及制造和施工方便的优点。本部分主要介绍钢筋混凝土结构的设计。

钢筋混凝土结构的优点有：耐久性好、整体性好、可模性好、材料来源广，可就地取材等。钢筋混凝土结构的设计包括结构的设计和施工组织设计。本章主要介绍结构的设计，分为单向板、肋梁楼盖设计和框架结构办公楼设计两部分。

(2) 建筑结构设计的目的

课程设计是让学生们综合运用所学知识和理论联系实际的重要环节，进行建筑结构课程设计，让学生们了解单向板、肋梁楼盖和框架结构梁柱以及楼梯设计的一般步骤，让学生充分认识设计的严密性，了解相关的规范等等。

(3) 建筑结构设计的要求

建筑结构设计过程中，要求学生按照给定的设计图和相关的荷载，按照任务书和给定的要求完成课程设计，完成的部分包括：设计任务书和设计图纸。

(4) 建筑结构设计的一般步骤

- ① 确定柱、梁的分布 根据给定的场地条件和建筑物的使用要求确定柱、梁的分布。
- ② 确定荷载 按照相关规定，然后根据设计要求和使用要求，确定相应的恒载和活载。
- ③ 梁、柱的设计 按照相应的荷载，先后对次梁、主梁和柱的尺寸设计、受力计算以及配筋计算。
- ④ 验算 验算主、次梁裂缝和主梁挠度。
- ⑤ 楼梯设计。
- ⑥ 基础设计 本章主要介绍单向板、肋梁楼盖设计和框架结构办公楼设计，主要包括：板的设计、主次梁设计、主次梁裂缝验算、主梁挠度验算、水平地震作用内力计算、竖向荷载框架内力计算、内力组合与截面抗震计算、楼梯设计等。

2.2 单向板肋梁楼盖设计

楼盖是由梁、板的构件组成的承重结构，它具有承受楼面重量，将荷载传至竖向结构的作用。按照施工方法可以分为现浇楼盖、装配式楼盖和整体式楼盖等。现浇楼盖又可以分为单向板肋楼盖、双向板肋楼盖、无梁楼盖和井格楼盖等。本部分主要介绍单向板肋梁楼盖的

设计。

单向板肋梁楼盖一般由板、次梁和主梁三种构件组成，主梁和次梁的跨度一般由柱的间距决定，次梁跨度一般为4~6m，主梁跨度一般5~8m，主梁和次梁的荷载的计算分布如图2-1所示。

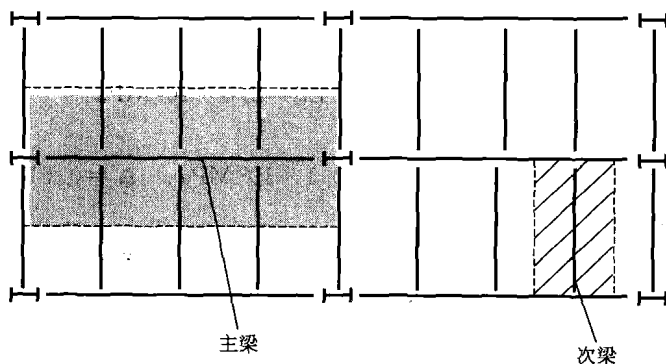


图 2-1 主梁、次梁荷载分布图

单向板肋梁楼盖的具体设计在下面有详细的介绍。

2.2.1 设计案例及任务

(1) 设计案例

题目：某多层工业建筑现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖设计

某多层工业建筑，楼盖平面如图2-2所示，平面尺寸为36m×21.6m，楼盖采用单向板肋形楼盖，四周外墙为承重砖墙（厚240mm），壁柱尺寸为380mm×380mm；中柱尺寸为400mm×400mm。

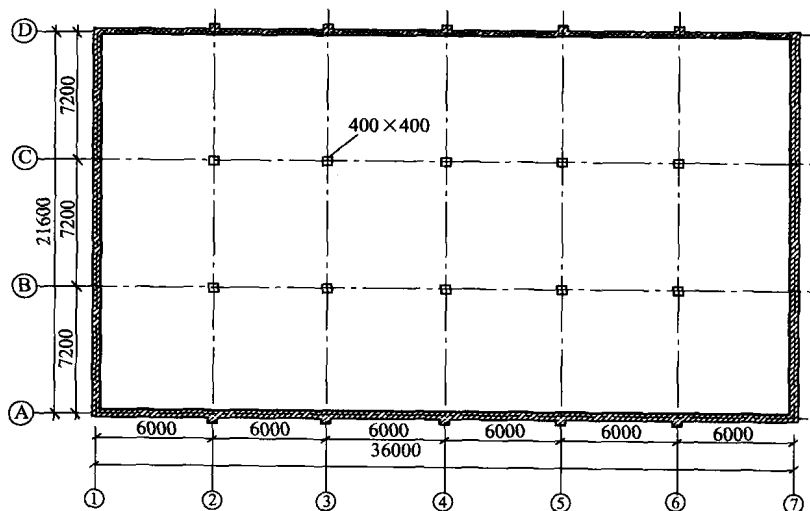


图 2-2 楼盖平面图

(2) 设计任务

① 设计资料

a. 楼面恒载：30mm厚水磨石面层；钢筋混凝土现浇板；板底20mm水泥砂浆抹灰。

b. 楼面活荷载：楼面均布活荷载标准值取 7.0 kN/m^2 。

c. 材料及参数：混凝土强度等级 C25；梁内受力主筋为 HRB335 级钢筋；箍筋及板内钢筋为 HPB235 级钢筋。

查相关手册得：

C25 混凝土：

$$f_c = 11.9 \text{ MPa}; \quad f_t = 1.27 \text{ MPa}$$

$$f_{tk} = 1.78 \text{ MPa}; \quad E_C = 2.8 \times 10^4 \text{ MPa}$$

HPB235 级钢筋：

$$f_y = f'_y = 210 \text{ MPa}; \quad E_S = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}; \quad \xi_b = 0.614$$

HRB335 级钢筋：

$$f_y = f'_y = 300 \text{ MPa}; \quad E_S = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}; \quad \xi_b = 0.550$$

② 设计任务

- 结构平面布置图；
- 板的强度计算（按考虑塑性内力重分布方法计算）；
- 次梁的强度计算（按考虑塑性内力重分布方法计算）；
- 主梁强度计算；
- 主、次梁裂缝验算；
- 主梁挠度验算；
- 绘制结构施工图。

2.2.2 结构布置

(1) 结构平面布置

梁格布置如图 2-3 所示，主梁沿横向布置，次梁沿纵向布置，主梁、次梁的跨度分别为 7.2 m 和 6 m ，板的短跨为 2.4 m ，每跨主梁均承受两个次梁传来的集中力，梁的弯矩图较平缓，对梁工作有利， $7.2/2.4=3$ ，因此可以近似按单向板设计。

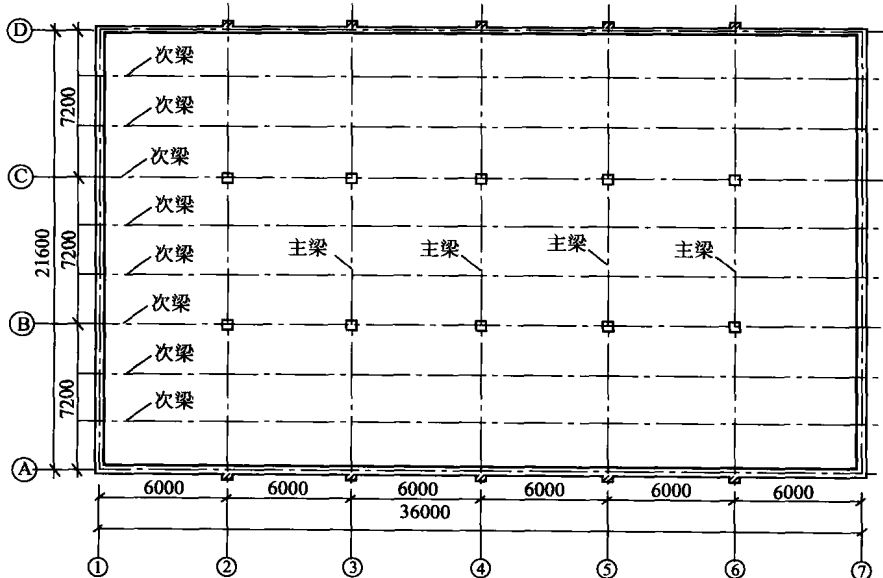


图 2-3 梁格布置图

(2) 构件截面尺寸

因为结构的自重和计算跨度都与板的厚度、梁的截面尺寸有关，故在计算荷载之前应该先确定板、梁的截面尺寸。

① 板 施工条件的最小厚度要求：

- a. 楼盖板的跨度为 2.0m 左右时，板厚 80~100mm；
- b. 按照经济配筋率选择板厚等。

本次设计连续板的厚度取：

$$h > \frac{l}{40} = \frac{2400}{40} = 60\text{mm}$$

对于一般楼盖的板厚（内部埋 PVC 电管）宜大于 100mm，故取 $h=100\text{mm}$ 。

② 次梁 次梁的截面的确定应该考虑以下几个方面：

- a. 梁高应该满足施工条件的要求；
- b. 梁高应该满足变形控制要求；
- c. 梁高选择应该满足经济要求，次梁高跨比为 1/18~1/12；
- d. 次梁高宽比为 2~3 等等。

$$\text{截面高：} \quad h = \left(\frac{1}{18} \sim \frac{1}{12}\right)l = \left(\frac{1}{18} \sim \frac{1}{12}\right) \times 6000 = 333 \sim 500\text{mm}$$

取 $h=500\text{mm}$ ，截面宽 $b=250\text{mm}$

③ 主梁 主梁的截面的确定应该考虑的因素和次梁相似，但是主梁高跨比为 1/14~1/8。

$$\text{截面高：} \quad h = \left(\frac{1}{14} \sim \frac{1}{8}\right)l = \left(\frac{1}{14} \sim \frac{1}{8}\right) \times 7200 = 514 \sim 900\text{mm}$$

取 $h=900\text{mm}$ ，截面宽 $b=300\text{mm}$

2.2.3 板的设计

板按照考虑塑性内力重分布的方法进行设计，按照经验取板厚为 100mm。板的荷载计算如图 2-1 所示。

表 2-1 板的荷载计算表

| 荷载种类 | | 荷载标准值/(kN/m) |
|------|---------------|-------------------------|
| 永久荷载 | 30mm 水磨石面层 | 0.65 |
| | 100mm 钢筋混凝土板 | $25 \times 0.10 = 2.50$ |
| | 20mm 板底水泥砂浆抹灰 | $17 \times 0.02 = 0.34$ |
| | 小计 | 3.49 |
| 可变荷载 | 均布活荷载 | 7.0 |

永久荷载分项系数： $\gamma_G = 1.2$ ；

楼面均布活荷载：标准值大于 4.0kN/m^2 ，故荷载分项系数 $\gamma_G = 1.3$ ；

所以有：

永久荷载设计值： $g = 3.49 \times 1.2 = 4.19 \text{ (kN/m)}$

活荷载设计值： $q = 7.0 \times 1.3 = 9.10 \text{ (kN/m)}$

板上总荷载设计值： $g + q = 4.19 + 9.1 = 13.29 \text{ (kN/m)}$

(1) 板分跨简图

次梁截面为 $250\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，故计算跨度为：

$$\text{边跨: } l_{01} = l_n + \frac{h}{2} = \left(2400 - 120 - \frac{250}{2}\right) + \frac{100}{2} = 2205(\text{mm})$$

$$\text{中跨: } l_{02} = l_n = (2400 - 250) = 2150(\text{mm})$$

$$\text{边跨与中间跨相差: } \frac{2205 - 2150}{2205} \times 100\% = 2.49\% \leq 10\%$$

所以 l_{01} 与 l_{02} 相差极小, 故可按等跨计算, 且近似取计算跨度 $l_0 = 2200\text{mm}$, 具体板的分跨图如图 2-4 所示。

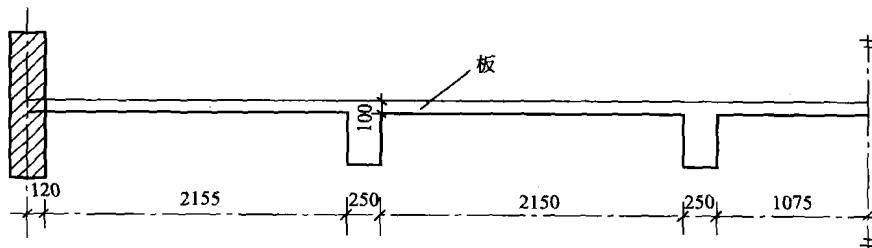


图 2-4 板的分跨图

(2) 弯矩计算

取 1m 宽的板作为计算单元, 以代表该区间全部板的受力情况, 故 1m 宽板上沿跨度的总均布荷载设计值为: $g+q=4.19+9.1=13.29(\text{kN/m})$, 板的弯矩计算简图如图 2-5 所示。

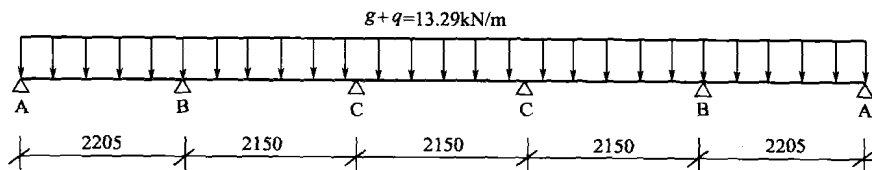


图 2-5 板的弯矩计算简图

$$M_1 = \frac{1}{11}(g+q)l_0^2 = \frac{1}{11} \times 13.29 \times 2.20^2 = 5.85(\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$M_B = -\frac{1}{11}(g+q)l_0^2 = -\frac{1}{11} \times 13.29 \times 2.20^2 = -5.85(\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$M_2 = \frac{1}{16}(g+q)l_0^2 = \frac{1}{16} \times 13.29 \times 2.20^2 = 4.02(\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$M_C = -\frac{1}{14}(g+q)l_0^2 = -\frac{1}{14} \times 13.29 \times 2.20^2 = -4.59(\text{kN} \cdot \text{m})$$

(3) 配筋计算

板厚: $h=100\text{mm}, h_0=100-20=80\text{mm}$;

C25 混凝土的强度: $f_c=11.9\text{N/mm}^2$;

HPB235 级钢筋: $f_y=210\text{N/mm}^2$ 。

轴线②~⑤间的板带, 其四周均与梁整体浇筑, 故这些板的中间跨及中间支座的弯矩均可减少 20% (表 2-2 中括号内数值), 但边跨及第一内支座的弯矩不减少, 具体计算如表 2-2 所示。

表 2-2 板的配筋计算

| 计算截面 | | 1 | B | 2 | C |
|---|------------------|--|--|--|--|
| 设计弯矩/kN·m | | 5.85 | -5.85 | 4.02 (4.02×0.8=3.22) | -4.59 (-4.59×0.8=-3.67) |
| $\alpha_s = \frac{M}{f_c b h_0^2}$ | | 0.077 | 0.077 | 0.053 (0.042) | 0.060 (0.048) |
| $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s}$ | | 0.080 | 0.080 | 0.054 (0.043) | 0.062 (0.049) |
| $A_s = \xi \frac{f_c}{f_y} b h_0 / \text{mm}^2$ | | 363 | 363 | 245 (195) | 281 (222) |
| 选配 钢筋 | 轴线 ②~⑥ | $\phi 8@130$ $A_s = 387\text{mm}^2$ | $\phi 8@130$ $A_s = 387\text{mm}^2$ | $\phi 8@180$ $A_s = 279\text{mm}^2$ | $\phi 8@180$ $A_s = 279\text{mm}^2$ |
| | 轴线 ①~② ⑥~⑦ | $\phi 8@130$ $A_s = 387\text{mm}^2$ | $\phi 8@130$ $A_s = 387\text{mm}^2$ | $\phi 8@180$ $A_s = 279\text{mm}^2$ | $\phi 8@170$ $A_s = 296\text{mm}^2$ |

① 选配钢筋

$$\rho_{\min} = 45 \times \frac{f_t}{f_y} \% = 45 \times \frac{1.27}{210} \% = 0.272 \% (> 0.2 \%)$$

$$A_{s\min} = \rho_{\min} \times b \times h = 0.272 \% \times 1000 \times 100 = 272\text{mm}^2$$

$$A_s = 279\text{mm}^2 > A_{s\min} = 272\text{mm}^2, \text{ 满足要求。}$$

对轴线①~⑥之间的板带，第一跨钢筋取 $\phi 8$ ，间距130mm，中间跨板底钢筋各取 $\phi 8$ ，间距同为180mm。间距均小于200mm，且大于70mm，满足构造要求。

② 受力钢筋的截断 支座上部受力钢筋的切断距离为：当 $q/g = 9.1/4.19 = 2.17 < 3$ 时，应取 $a = l_n/4 = 2150/4 \approx 550\text{mm}$ ，上部钢筋采用直钩下弯顶住模板。

③ 钢筋锚固 下部受力纵筋伸入支座内的锚固长度 l_{as} 为：边支座要求大于 $5d$ 及50mm，现浇板的支承宽为120mm，故实际 $l_{as} = 120 - 10 = 110\text{mm}$ ，满足要求。

④ 构造钢筋 分布钢筋采用 $\phi 8@250$ ，如图2-6所示。

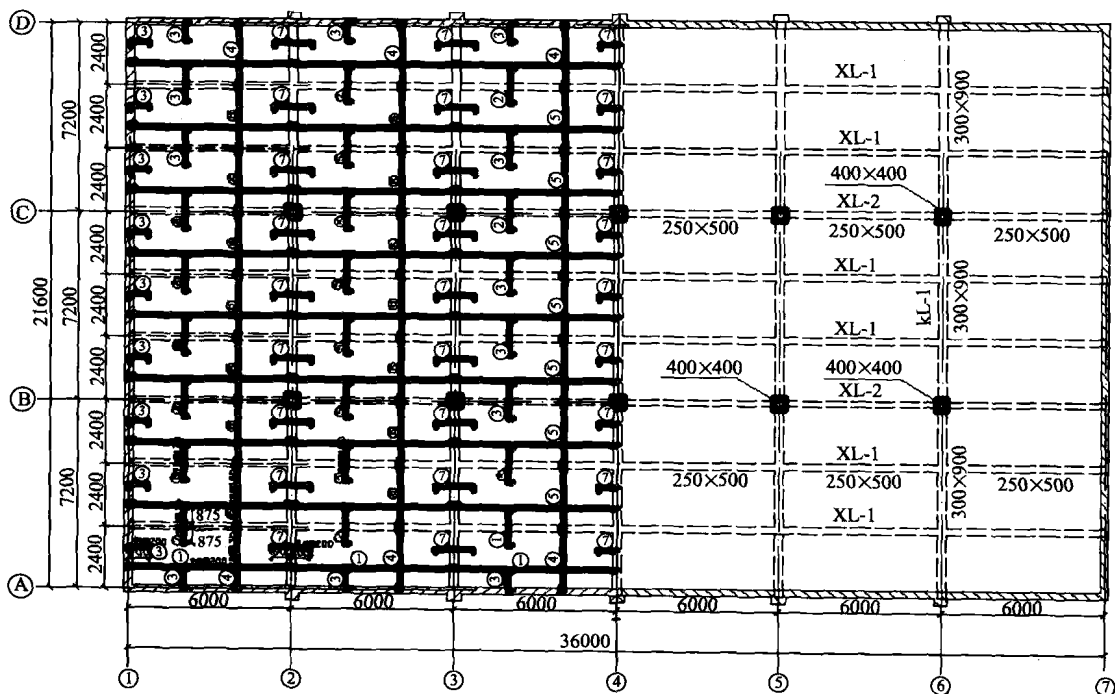


图 2-6 板的配筋简图