

TUMU GONGCHENG ZHUANYE BIYE SHEJI

土木工程专业毕业设计

指导与实例

ZHIDAO YU SHILI

吴东云 主编

 武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

土木工程专业毕业设计指导与实例

主 编 吴东云
主 审 吴泳川

武汉理工大学出版社
· 武汉 ·

内 容 简 介

本书以土木工程专业本科毕业设计中常见的结构类型:混凝土框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构为主要代表结构,依据现行的结构设计规范规程、施工手册、施工技术规范、施工图预算与清单计价等相关的法定技术文件,对建筑结构设计、施工组织设计及工程造价计算三个方面进行了系统介绍。不仅以最新的规范规程介绍了设计和计算理论,还以准确的计算和较为完整的叙述呈现了翔实的工程设计实例。

本书主要内容包括:混凝土框架结构设计,混凝土剪力墙结构设计,框架-剪力墙结构设计,混凝土框架结构设计实例,混凝土结构工程施工组织设计,框架结构工程施工组织设计编制实例,施工图预算,工程量清单计价,框架结构工程造价编制实例。

本书内容丰富,难易适中,可作为高等院校土木工程专业本科学生毕业设计指导用书,也可作为土木工程相关专业如工程管理、工程造价等专业本科学生毕业设计的参考用书,还可供从事土木工程及相关专业建筑设计、施工、造价管理等相关技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程专业毕业设计指导与实例/吴东云主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2018.2
ISBN 978-7-5629-5739-3

I. ①土… II. ①吴… III. ①土木工程—毕业设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 019305 号

项目负责人:汪浪涛 高 英 戴皓华

责任编辑:刘 凯

责任校对:夏冬琴

封面设计:芳华时代

出版发行:武汉理工大学出版社

地 址:武汉市洪山区珞狮路122号

邮 编:430070

网 址:<http://www.wutp.com.cn>

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉市天星美润设计印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:23.5

插 页:1

字 数:603千字

版 次:2018年2月第1版

印 次:2018年2月第1次印刷

印 数:1~3000册

定 价:52.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有,盗版必究 ·

前 言

毕业设计是土木工程专业本科培养计划中最重要的实践性教学环节,它开设于教学进程中的最后一个学期,课时多,周期长,难度大,且由于毕业设计课题的理论性、实践性及综合性均较强,因此,这一环节的训练对学生专业知识水平与工程应用能力的提高有着至关重要的作用。《土木工程毕业设计指导与实例》一书正是基于此目的,并根据当前高等学校土木工程专业本科培养计划中有关毕业设计的要求而编写的。

本书的编写力求实现知识性、系统性、综合性、实用性与实践性的统一,其知识点要新,并应具有一定的前瞻性及鲜明的工程特性。在内容上涵盖了土木工程专业建筑工程方向毕业设计选题的主要结构类型,如混凝土框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构这三大结构类型。编写中依据现行的工程结构设计规范规程、施工技术规范规程,施工图预算定额与清单计价规范等法定文件,从建筑设计、施工组织设计、工程造价计算三个方面进行了较为全面、系统的介绍,旨在为本科学生开展毕业设计提供思路及方法上的正确指导,以及细节设计的正确表达。

本书内容丰富,知识体系相对全面、系统,知识点新且适用,与实际工程联系紧密且难易适中。在每部分内容中不仅详尽介绍了有关的设计和计算理论,且都给出了详细完整的工程实例,力求使读者在正确掌握理论知识的基础上,将理论与工程实际联系起来,从而为尽快提高学生的工程实践能力,缩短理论与工程实际的距离提供帮助。

各工程实例的编写均是参编教师根据多年指导毕业设计以及与工程实践相结合的经验,从实际工程中选题、提炼,从而一一确定方案计算出来的,参编教师在这其中付出了大量的辛苦与劳动,终不负教师使命,使得本书得以完成。

本书由天津城建大学吴东云教授任主编,天津城建大学王玉良、陈烜、赵延辉、赵爱民副教授参与编写,各章节内容编写人员如下:吴东云编写第1章、第4章;王玉良编写第2章、第3章;陈烜编写第5章、第6章中6.2~6.6节;赵延辉编写第6章中6.1节、第7章、第9章中9.1节;赵爱民编写第8章,第9章中9.2节。

本书由天津城建大学吴泳川教授主审,吴泳川教授以严谨的治学态度和丰富的专业知识,从严把关,使得本书能以较高的水平和大家见面。

在本书的编写过程中,还得到了天津城建大学丁克胜教授、杨宝珠教授以及众多同仁的协助,研究生柳晓科也为书中插图的绘制付出了辛勤劳动。正是由于大家的鼎力支持,本书才得以顺利完成,在此一并深表谢意!

限于本书编写时间较紧,书中难免有不足、不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2016年8月

目 录

1 混凝土框架结构设计	(1)
1.1 结构方案选择	(1)
1.1.1 结构选型	(1)
1.1.2 框架结构布置	(2)
1.1.3 主要构件截面尺寸的初选	(5)
1.1.4 框架结构基础的选型	(7)
1.2 材料的选择	(7)
1.2.1 混凝土	(7)
1.2.2 钢筋	(8)
1.2.3 围护结构墙体	(9)
1.3 竖向及水平荷载计算	(9)
1.3.1 自重荷载标准值计算	(9)
1.3.2 风荷载标准值计算	(12)
1.4 水平地震作用计算和抗震变形验算	(12)
1.4.1 地震作用计算和抗震变形验算的有关规定	(12)
1.4.2 计算简图的确定及重力荷载代表值计算	(15)
1.4.3 框架抗侧刚度计算	(17)
1.4.4 框架结构基本自振周期计算	(18)
1.4.5 多遇水平地震作用计算和位移验算	(18)
1.5 水平荷载作用下框架内力计算	(19)
1.5.1 计算单元及计算方法	(19)
1.5.2 框架柱剪力和柱端弯矩标准值计算	(20)
1.5.3 框架梁端弯矩、剪力和柱轴力标准值计算	(24)
1.5.4 水平荷载作用下框架内力图的绘制	(25)
1.6 竖向荷载作用下框架内力计算	(26)
1.6.1 计算单元及计算方法	(26)
1.6.2 自重荷载标准值作用下框架内力计算	(26)
1.6.3 可变荷载标准值作用下框架内力计算	(32)
1.7 框架内力组合	(34)
1.7.1 荷载基本组合原则	(34)
1.7.2 非抗震设计时框架结构内力组合	(36)

1.7.3	抗震设计时框架结构内力组合	(37)
1.7.4	构件端部控制截面处弯矩和剪力计算	(41)
1.8	框架梁、柱和节点的设计	(41)
1.8.1	一般设计原则	(41)
1.8.2	框架梁设计	(42)
1.8.3	框架柱设计	(48)
1.8.4	框架节点设计	(54)
1.9	框架结构施工图的绘制	(56)
1.9.1	用平面整体表示方法进行结构施工图的绘制	(56)
1.9.2	框架结构竖向截面详图的绘制	(65)
2	混凝土剪力墙结构设计	(69)
2.1	结构方案选择	(69)
2.1.1	一般规定	(69)
2.1.2	结构布置	(72)
2.2	剪力墙结构分析	(75)
2.2.1	剪力墙的分类、受力特点及分类界限	(75)
2.2.2	剪力墙的有效翼缘宽度	(78)
2.3	剪力墙结构在竖向荷载作用下的内力计算方法	(79)
2.4	剪力墙结构在水平荷载作用下的内力与位移计算方法	(82)
2.4.1	整截面剪力墙	(82)
2.4.2	整体小开口剪力墙	(84)
2.4.3	联肢墙	(85)
2.4.4	壁式框架	(87)
2.4.5	剪力墙结构平面协同工作分析	(90)
2.5	剪力墙结构房屋设计要点及步骤	(91)
2.5.1	结构布置及计算简图	(91)
2.5.2	竖向荷载及水平荷载计算	(92)
2.5.3	水平荷载作用下剪力墙结构内力与位移计算	(95)
2.5.4	竖向荷载作用下剪力墙结构内力计算	(95)
2.5.5	内力组合	(96)
2.5.6	剪力墙截面设计及构造要求	(97)
2.5.7	连梁截面设计及构造要求	(104)
3	混凝土框架-剪力墙结构设计	(108)
3.1	结构方案选择	(108)
3.1.1	一般规定	(108)
3.1.2	结构布置和设计原则	(109)

3.1.3	梁、柱截面尺寸及剪力墙数量的初步确定	(111)
3.2	框架-剪力墙结构在竖向荷载作用下的内力计算方法	(112)
3.3	框架-剪力墙结构在水平荷载作用下的内力与位移计算方法	(112)
3.3.1	框架与剪力墙的协同工作分析	(112)
3.3.2	基本假定与计算简图	(113)
3.3.3	基本计算参数	(113)
3.3.4	框架-剪力墙铰接体系的内力与侧移计算	(115)
3.3.5	框架-剪力墙刚接体系的内力与侧移计算	(117)
3.4	框架-剪力墙结构房屋设计要点及步骤	(118)
3.4.1	结构布置及计算简图	(118)
3.4.2	竖向荷载及水平荷载计算	(119)
3.4.3	水平荷载作用下框架-剪力墙结构内力与位移计算	(120)
3.4.4	竖向荷载作用下框架-剪力墙结构内力计算	(123)
3.4.5	内力组合	(123)
3.4.6	截面设计及构造要求	(123)
4	混凝土框架结构设计实例	(124)
4.1	工程设计资料	(124)
4.1.1	建筑设计概况	(124)
4.1.2	其他设计资料	(124)
4.2	结构设计方案及材料的选择	(130)
4.2.1	结构设计方案	(130)
4.2.2	材料的选择	(133)
4.3	自重荷载标准值计算	(133)
4.3.1	顶层(四层)自重标准值	(133)
4.3.2	三层自重标准值	(135)
4.3.3	二层自重标准值	(137)
4.3.4	首层自重标准值	(138)
4.4	水平地震作用计算和弹性变形验算	(140)
4.4.1	计算简图及重力荷载代表值计算	(140)
4.4.2	框架抗侧刚度计算	(142)
4.4.3	框架结构基本自振周期计算	(143)
4.4.4	多遇水平地震作用计算和位移验算	(144)
4.5	水平地震作用下框架内力计算	(145)
4.5.1	框架柱剪力和柱端弯矩标准值计算	(145)
4.5.2	框架梁端弯矩、剪力和柱轴力标准值计算	(145)
4.5.3	水平地震作用下框架内力图	(146)

4.6	竖向荷载作用下框架内力计算	(147)
4.6.1	自重荷载标准值作用下框架内力计算	(147)
4.6.2	可变荷载标准值作用下的框架内力计算	(156)
4.7	框架内力组合	(165)
4.7.1	梁的内力不利组合	(165)
4.7.2	柱的内力不利组合	(170)
4.7.3	构件端部控制截面处弯矩和剪力计算	(173)
4.8	框架梁、柱和节点的抗震设计	(180)
4.8.1	框架梁设计	(180)
4.8.2	框架柱设计	(187)
4.8.3	框架节点设计	(192)
4.9	框架结构竖向截面详图的绘制	(194)
5	混凝土结构工程施工组织设计	(196)
5.1	工程概况介绍	(196)
5.1.1	工程建设概况	(196)
5.1.2	工程设计概况	(196)
5.1.3	施工条件介绍	(196)
5.2	施工方案选择	(197)
5.2.1	施工总部署	(197)
5.2.2	土方与基础工程施工方案	(199)
5.2.3	主体结构工程施工方案	(201)
5.2.4	围护结构工程施工方案	(202)
5.2.5	屋面工程施工方案	(202)
5.2.6	装饰工程施工方案	(203)
5.3	施工计划编制	(204)
5.3.1	施工进度计划	(204)
5.3.2	资源需要量计划	(207)
5.4	施工平面图设计	(208)
5.4.1	单位工程施工平面图设计内容	(208)
5.4.2	单位工程施工平面图设计原则	(209)
5.4.3	单位工程施工平面图设计步骤和方法	(209)
5.4.4	单位工程施工平面图设计说明	(210)
5.5	施工技术措施制定	(210)
5.5.1	质量保证措施	(210)
5.5.2	安全施工措施	(211)
5.5.3	冬、雨季施工措施	(211)

5.5.4	文明施工和环境保护措施	(211)
6	框架结构工程施工组织设计编制实例	(212)
6.1	框架结构工程施工图实例	(212)
6.1.1	建筑设计说明及施工图	(212)
6.1.2	结构设计说明及施工图	(222)
6.2	工程概况介绍(施工组织设计中)	(230)
6.2.1	工程建设概况	(230)
6.2.2	工程设计概况	(231)
6.2.3	施工条件介绍	(231)
6.3	施工方案选择	(232)
6.3.1	施工总部署	(232)
6.3.2	土方与基础工程施工方案	(233)
6.3.3	主体结构工程施工方案	(237)
6.3.4	围护结构工程施工方案	(243)
6.3.5	屋面工程施工方案	(244)
6.3.6	装饰工程施工方案	(246)
6.4	施工计划编制	(252)
6.4.1	施工进度计划	(252)
6.4.2	资源需要量计划	(256)
6.5	施工平面图设计	(258)
6.6	施工技术措施制定	(262)
6.6.1	质量保证措施	(262)
6.6.2	冬期、雨季施工措施	(266)
6.6.3	安全施工措施	(268)
6.6.4	文明施工和环境保护措施	(269)
7	施工图预算	(270)
7.1	预算工程量计算的主要内容	(270)
7.1.1	建筑面积计算	(270)
7.1.2	土方、基础垫层工程量计算	(272)
7.1.3	桩与地基基础工程量计算	(273)
7.1.4	砌筑工程量计算	(274)
7.1.5	混凝土及钢筋混凝土工程量计算	(275)
7.1.6	屋面及防水工程量计算	(279)
7.1.7	保温、隔热工程量计算	(280)
7.1.8	楼地面装饰工程量计算	(280)
7.1.9	墙、柱面装饰工程量计算	(282)

7.1.10	天棚工程量计算	(284)
7.1.11	门窗工程量计算	(284)
7.1.12	油漆、涂料工程量计算	(285)
7.1.13	施工措施项目计算	(285)
7.2	施工图预算的编制	(288)
7.2.1	建筑安装工程费用项目组成	(288)
7.2.2	施工图预算的编制步骤及内容	(289)
8	工程量清单计价	(292)
8.1	清单工程量计算的主要内容	(292)
8.1.1	土石方工程工程量计算	(292)
8.1.2	桩基工程工程量计算	(294)
8.1.3	砌筑工程工程量计算	(295)
8.1.4	混凝土及钢筋混凝土工程工程量计算	(297)
8.1.5	门窗工程工程量计算	(300)
8.1.6	屋面及防水工程工程量计算	(302)
8.1.7	保温、隔热工程工程量计算	(304)
8.1.8	楼地面装饰工程工程量计算	(305)
8.1.9	墙、柱面装饰与隔断、幕墙工程工程量计算	(308)
8.1.10	天棚工程工程量计算	(310)
8.1.11	油漆、涂料及其他装饰工程工程量计算	(311)
8.1.12	措施项目计算	(312)
8.2	工程量清单计价的编制	(316)
8.2.1	工程量清单的编制	(316)
8.2.2	建筑安装工程造价组成	(319)
8.2.3	招标控制价的编制	(319)
9	框架结构工程造价编制实例	(323)
9.1	施工图预算编制实例	(323)
9.1.1	预算工程量计算内容及参考答案	(323)
9.1.2	施工图预算造价计算	(349)
9.2	工程量清单计价编制实例	(358)
9.2.1	清单工程量计算内容及参考答案	(358)
9.2.2	工程量清单计价计算	(362)
	参考文献	(365)

1 混凝土框架结构设计

多高层建筑结构设计的内容可概括为两大方面:概念设计与结构计算。概念设计是根据有关规范的规定和以往的设计经验,从宏观上确定结构设计中的基本问题,如结构的选型、结构的平面布置和竖向布置、主要构件材料的选择和截面的初选等,这些都是做好结构设计的前提,对于高层建筑结构设计尤为重要;结构计算是在结构基本方案确定以后,采用合理的计算方法,并按照有关规范的规定进行正确的设计计算和构件截面设计,为结构的安全可靠提供技术保障。最后,通过设计图的绘制,完成全部的结构设计。

1.1 结构方案选择

1.1.1 结构选型

建筑结构设计的首要环节是选择最佳结构体系,即结构选型。结构选型应遵循以下原则:满足建筑功能的要求,适应建筑造型的需要,充分发挥结构自身的优势,考虑材料和施工的条件,尽可能降低工程造价。

建筑结构体系的类型很多,按所用材料不同可分为砌体结构、钢筋混凝土结构、钢结构、索和膜结构、组合结构等。各类结构体系都有其各自特点并有一定的适用范围。

一般来说,砌体结构的整体性较差,抗震性能也相对较差,主要用于多层住宅楼、办公楼、教学楼等民用建筑以及小型单层工业建筑。钢结构自重轻、承载力很高、整体性很好,但造价也较高,多用于超高层和大跨度的民用建筑,以及有重型吊车或大跨度的工业厂房。而钢筋混凝土结构应用广泛,仍为目前建筑结构的主流。

钢筋混凝土结构的结构体系有框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和筒体结构等。框架结构适用于多层建筑和建筑高度不大的高层建筑,其他结构体系则多用于高层建筑结构。

钢筋混凝土框架结构是由梁、柱构件刚性连接而成,且框架梁纵横向布置,形成双向抗侧力结构。它既能承受竖向荷载,又可承受水平荷载,空间整体性强。框架结构还具有以下主要特点:建筑平面布置灵活,建筑立面容易处理,因而其造型活泼多样;房屋的开间、进深均较大,能获得较大使用空间;自重较轻,结构整体性和抗震性能较好;节省材料,施工简便,在一定的高度、跨度范围内造价较低;但结构的抗侧移刚度较小,在水平荷载作用下侧移较大,所以房屋的高度不能很大。目前,框架结构广泛用于内部空间宽敞的多层办公楼、教学楼、商场等民用建筑和轻工业厂房。

钢筋混凝土框架结构按施工方法的不同又可分为以下几种类型:梁、板、柱全部现场浇筑的全现浇框架;楼板预制,梁、柱现场浇筑的现浇框架;梁、板预制,柱现场浇筑的半装配式框架;梁、板、柱全部预制的全装配式框架等。本章将介绍全现浇钢筋混凝土框架结构设计的有关内容。

1.1.2 框架结构布置

1. 一般规定

(1) 房屋适用最大高度和最大高宽比

依据我国现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010) 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010) 的规定,现浇钢筋混凝土框架结构房屋适用的最大高度和最大高宽比见表 1.1。表中地区设防烈度参见《建筑抗震设计规范》中附录 A。对于平面和竖向均不规则的结构,宜适当降低高度。

表 1.1 现浇钢筋混凝土框架结构房屋适用的最大高度和最大高宽比

项 目	非抗震设计	抗震设防烈度				
		6 度	7 度	8 度(0.20g)	8 度(0.30g)	9 度
最大高度(m)	70	60	50	40	35	24
最大高宽比	5	4	4	3	3	—

注:房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度(不包括局部凸出屋顶部分)。

(2) 框架结构的抗震等级

进行抗震设计的钢筋混凝土房屋应根据设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级,并应符合相应的计算和构造措施要求。依据上述《建筑抗震设计规范》的规定,一般现浇钢筋混凝土框架结构房屋的抗震等级应按表 1.2 确定。

表 1.2 现浇钢筋混凝土房屋的抗震等级

结构类型		设防烈度						
		6 度		7 度		8 度		9 度
框架 结构	高度(m)	≤ 24	> 24	≤ 24	> 24	≤ 24	> 24	≤ 24
	框架	四	三	三	二	二	一	一
	大跨度框架	三		二		一		一

注:① 建筑场地为 I 类时,除 6 度外应允许按表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施,但相应的计算要求不应降低;

② 接近或等于高度分界时,应允许结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级;

③ 大跨度框架指跨度不小于 18 m 的框架。

2. 结构平面布置

框架结构的平面形状宜简单、规则,其刚度、质量宜均匀、对称,并尽量使结构的抗侧刚度中心、建筑平面形心、建筑物质量中心相重合,以减少扭转的影响。平面对称、长宽比较为接近,结构抗侧刚度均匀的结构,其抗震性能较好;对于不规则结构,可通过设置变形缝,使得各个独立的结构单元变得规则以符合要求。

(1) 柱网布置

① 柱网布置原则。

a. 柱网布置应满足建筑使用功能的要求。对于办公楼、教学楼、医院、旅馆等民用建筑,应以满足功能分区的平面布置要求为依据;对于多层工业厂房,应以满足生产工艺要求为主要

依据。

- b. 柱网布置应尽可能简单、规则、均匀、对称,使结构传力明确、受力合理。
- c. 柱网布置应尽量减少构件的规格种类,以方便施工。
- d. 柱网布置应经济合理,以降低工程造价。

② 柱网布置形式。民用建筑框架结构的柱网,通常可布置成内廊式、外廊式、等跨式和对称不等跨式等几种,如图 1.1 所示。对于内廊式布置,当房屋进深较小时,亦可取消中间一排柱子,布置成两跨框架。工业建筑中,框架结构常布置成等跨式的柱网。

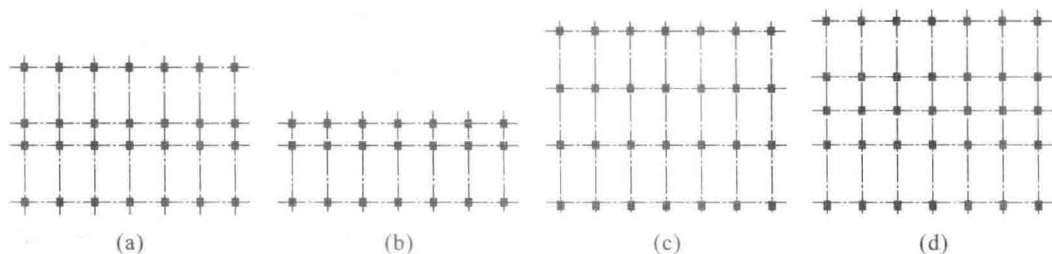


图 1.1 柱网布置形式

(a) 内廊式;(b) 外廊式;(c) 等跨式;(d) 对称不等跨式

③ 柱网尺寸。确定柱网尺寸,即根据所选择的柱网布置方案确定横向和纵向框架梁的跨度。一般情况下,框架梁的经济跨度为 $6 \sim 8 \text{ m}$,不宜超过 9 m ;对于内廊式、外廊式的柱网,走廊宽度常为 $2.1 \sim 3.0 \text{ m}$ 。需要注意的是:在结构计算中,框架梁的跨度是指柱子中心线之间的距离。

(2) 结构承重方案

按楼面竖向荷载传递路线的不同,框架结构承重方案有横向框架承重、纵向框架承重、纵横双向框架承重三种,如图 1.2 所示。

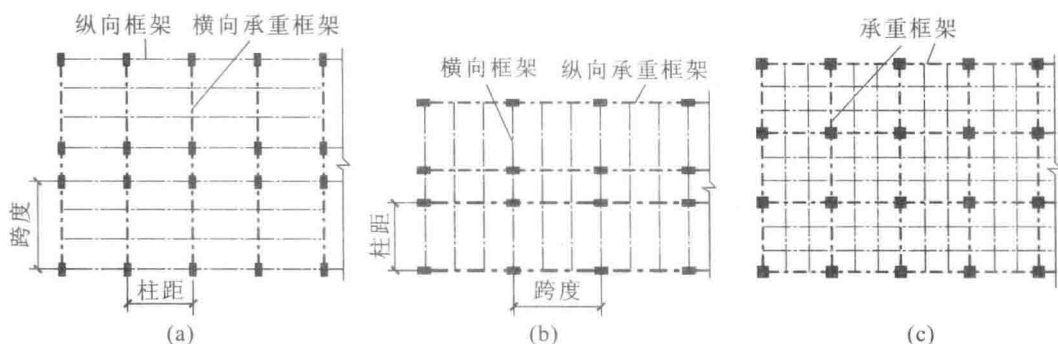


图 1.2 框架结构承重方案

(a) 横向框架承重;(b) 纵向框架承重;(c) 纵横双向框架承重

① 横向框架承重。该方案是在横向布置框架承重主梁,而在纵向布置连系梁和次梁,楼板为单向板,如图 1.2(a) 所示。此种结构布置的特点是:便于获得较大的房间进深;由于横向框架主梁截面高度大,有利于提高结构的横向抗侧刚度;而纵向框架梁即连系梁截面高度相对较小,这有利于在纵向开间开设位置较高的窗户,采光通风好。对于长宽比较大的条形建筑多采

用此方案。

② 纵向框架承重。该方案是在纵向布置框架承重主梁,而在横向布置连系梁和次梁,楼板为单向板,如图 1.2(b) 所示。此种结构布置的特点是:便于获得较大的房屋开间;由于横向框架梁截面高度较小,室内净空较高,有利于设备管道的穿行。但其缺点是结构的横向抗侧刚度相对较小,对于有抗震设防要求的结构在应用上有一定局限性。

③ 纵横双向框架承重。该方案是在纵横两向均布置框架承重主梁以共同承受楼面荷载,楼板为正方形或接近正方形的双向板,或为井格式楼盖,如图 1.2(c) 所示。此种结构布置的特点是:既能满足使用功能要求,又能获得较大的房屋净空;可使纵横两个方向均具有足够的强度和刚度,结构整体工作性能好,有利于结构抗震。当楼面荷载较大,或当柱网布置为正方形或接近正方形时,常采用此方案。

需要说明的是:当在横向布置框架承重主梁而纵向布置次梁,或纵向布置框架承重主梁而横向布置次梁时,若楼板为双向板,则亦应视为纵横双向框架承重。

(3) 次梁的布置

次梁一般支承在框架承重主梁上,因而次梁的布置由结构承重方案确定,见图 1.2。当次梁的间距或次梁与连系梁的间距较小时,楼板多为单向板;而当间距较大时,多为双向板。这将影响楼面荷载的传递途径,进而影响框架结构荷载的计算。

(4) 变形缝的设置

变形缝是伸缩缝、沉降缝、防震缝的统称。在多高层建筑结构中,应遵循尽量少设缝或不设缝的原则,以提高结构整体性及结构刚度,并可简化构造、方便施工、降低造价。为此,在建筑设计时,可采取调整平面形状、尺寸、体型等措施;在结构设计时,可采取选择适宜的节点连接方式、配置构造钢筋、设置刚性层等措施;在施工方面,可采取分段施工、设置后浇带、做好保温隔热层等措施。这些措施可防止由温度变化、不均匀沉降、地震作用等引起的结构或非结构构件的损坏。

① 伸缩缝的设置。伸缩缝的设置主要与结构的长度有关。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 的规定,现浇式钢筋混凝土框架结构伸缩缝的最大间距是:在室内或土中为 55 m;露天环境中为 35 m;当采取减少温度变形的有效措施时,伸缩缝的最大间距可适当增大。

② 沉降缝的设置。沉降缝的设置主要与基础受到的上部荷载及场地的地质条件有关,当上部荷载差异较大,或地基土的物理力学指标相差较大时,则应设沉降缝。沉降缝可利用挑梁或搁置预制板、预制梁等方法形成。

伸缩缝与沉降缝的宽度一般不小于 50 mm。

③ 防震缝的设置。防震缝的设置主要与建筑物的平面形状、高差、刚度、质量分布等因素有关。设置防震缝后,应使各结构单元简单、规则,刚度和质量分布均匀,以避免地震作用下结构发生扭转破坏。依据《建筑抗震设计规范》的规定,框架结构防震缝的宽度,当高度不超过 15 m 时不应小于 100 mm;高度超过 15 m,抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度和 9 度时高度分别每增加 5 m、4 m、3 m 和 2 m,防震缝宜加宽 20 mm。

非抗震设计时的沉降缝,可兼作伸缩缝;抗震设计时,如设置伸缩缝或沉降缝,应符合防震缝宽度的要求,即二缝或三缝合一。当仅设置防震缝时,基础可分开,但在防震缝处基础应加强构造和连接。

3. 结构竖向布置

多高层建筑的竖向体型应力求规则、均匀,避免有过大的外挑和收进;避免有错层和局部夹层,同一层的楼面应尽量设置在同一标高处。结构沿竖向的强度和刚度宜下大上小,逐渐均匀变化,可采用竖向分段改变构件截面尺寸和混凝土强度等级的方法,但分段改变次数不宜过多。房屋的高宽比也应符合表 1.1 中的要求。

层高的确定首先应根据建筑方案要求,以及使用功能、采光、通风等要求来确定。框架的层高即框架柱的长度,应按相应的结构标高计算:底层的层高应取基础顶面至第二层楼板顶面的高度;其上各层的层高均取本层楼板顶面至上一层楼板或屋面板顶面的高度。对于全现浇框架,楼板顶面与梁顶面的标高相同。

4. 结构计算简图的绘制

为便于进行结构计算,应根据上述的结构平面布置和竖向布置,绘制相应的结构计算简图。平面结构计算简图应包括各纵向、横向框架梁的轴线编号和梁的跨度,以及次梁的位置等内容;竖向结构计算简图应包括毕业设计所需计算的某榀框架的各层层高和梁跨度等内容,如图 1.3 所示。

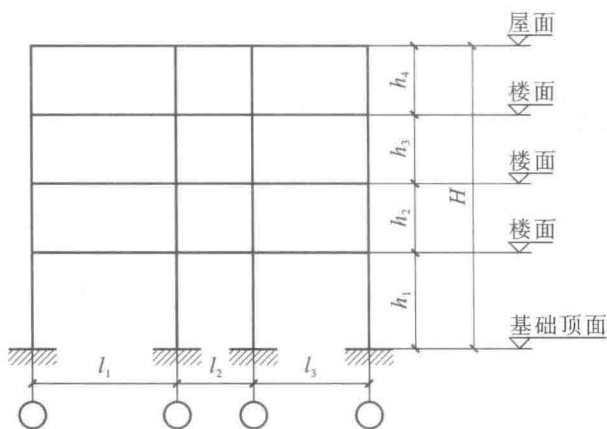


图 1.3 框架竖向结构计算简图

1.1.3 主要构件截面尺寸的初选

框架结构中,框架梁的截面形式一般为矩形,框架柱多为矩形或正方形。框架梁、柱、板等各类构件的截面尺寸应满足构件承载力、刚度及延性的要求,并考虑方便施工。

在《建筑抗震设计规范》和《高层建筑混凝土结构技术规程》中对框架梁、柱的截面尺寸都提出了要求。框架梁截面尺寸宜符合下列要求:① 主梁截面高度可按计算跨度的 $\frac{1}{18} \sim \frac{1}{10}$ 确定;② 梁的截面宽度不宜小于梁截面高度的 $\frac{1}{4}$,也不宜小于 200 mm;③ 梁净跨与截面高度之比不宜小于 4。框架柱截面尺寸应符合下列要求:① 矩形柱截面的宽度和高度,非抗震设计时不宜小于 250 mm,抗震等级为四级或层数不超过 2 层时不宜小于 300 mm,一、二、三级抗震等级且层数超过 2 层时不宜小于 400 mm;② 柱的剪跨比宜大于 2;③ 柱截面高度与宽度之比不

宜大于 3。

通常,可按下述方法初步选定框架结构中各构件的截面尺寸。

1. 承重框架梁

纵横双向承重的框架梁,梁高: $h = \left(\frac{1}{18} \sim \frac{1}{10}\right)l$, l 为梁或板的计算跨度(以下同);

横向或纵向承重的框架梁,梁高: $h = \left(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{10}\right)l$;

梁宽: $b = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right)h$,且不宜小于 200 mm 和 $\frac{1}{2}$ 柱宽。

2. 非承重框架梁(即连系梁)

梁高: $h = \left(\frac{1}{18} \sim \frac{1}{12}\right)l$;

梁宽: $b = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right)h$,且不宜小于 200 mm 和 $\frac{1}{2}$ 柱宽。

3. 楼面次梁

梁高: $h = \left(\frac{1}{18} \sim \frac{1}{12}\right)l$;

梁宽: $b = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right)h$ 。

4. 楼板

单向板的板厚: $h \geq \frac{1}{30}l$,且满足最小板厚 60 mm 的要求;

双向板的板厚: $h \geq \frac{1}{40}l$,且满足最小板厚 80 mm 的要求。

5. 框架柱

框架柱宜采用正方形或接近正方形的矩形,其截面尺寸可根据轴压比控制和保证柱的刚度选定。

(1) 从轴压比控制考虑

$$\frac{N}{f_c b h} \leq [\mu_c] \quad (1.1)$$

式中 N ——柱组合的轴向压力设计值。对进行地震作用计算的框架结构,应取地震作用组合的轴向压力设计值;而对抗震规范规定可不进行地震作用计算的结构,取无地震作用组合的轴向压力设计值。

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值。

b, h ——柱截面宽度、高度。

$[\mu_c]$ ——柱轴压比限值。非抗震设计时取 1.0,抗震设计时一、二、三、四级抗震等级的框架柱分别取 0.65、0.75、0.85、0.90。

结构方案设计阶段,柱的轴向压力设计值可按下式估算:

$$N = \gamma_G \omega S n \beta_1 \beta_2 \quad (1.2)$$

式中 γ_G ——荷载分项系数,可取 1.2;

ω ——由楼面恒载和活载产生的单位面积竖向荷载,框架结构的单位面积竖向荷载为 $12 \sim 14 \text{ kN/m}^2$;

S ——柱承载的楼面面积;

n ——柱设计截面以上楼层数;

β_1 ——考虑地震作用组合的柱轴力增大系数,非抗震设计时取 1.0,抗震设计时角柱取 1.2,边柱取 1.1,中柱取 1.0;

β_2 ——考虑水平力影响的柱轴力增大系数,非抗震设计和抗震设防烈度为 6 度时取 1.0,抗震设防烈度为 7、8、9 度时,分别取 1.05、1.1、1.2。

(2) 从保证柱的刚度考虑

柱截面高度: $h_c = \left(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{8} \right) H$, H 为柱的计算高度;

柱截面宽度: $b_c = \left(\frac{1}{1.5} \sim 1 \right) h_c$ 。

1.1.4 框架结构基础的选型

基础是承受上部结构传来荷载并将这些荷载传递到地基的下部结构,基础设计应综合考虑建筑物的使用要求、上部结构的特点、场地的工程地质和水文条件、施工条件、工程造价等多方面因素,合理地选择基础方案。多层框架结构常用的基础形式有以下几种。

(1) 柱下独立基础。柱下独立基础是实际工程中最常用、也是毕业设计中常选用的基础形式之一,属于扩展基础中的一种。它适用于上部结构荷载不很大、地基条件较好的框架结构。

(2) 柱下条形基础。当需要较大的底面积来满足地基承载力要求时,可将柱下独立基础的底板连接成条状,则形成柱下条形基础。柱下条形基础主要用于柱距较小的框架结构。它可以是单向设置,单向条形基础一般沿结构的纵向柱列布置。若单向条形基础仍不能满足地基承载力的要求,或者由于调整地基变形的需要,可以双向设置,即形成十字交叉条形基础。

(3) 筏形基础。筏形基础是底板连成整片形式的基础,有平板式和梁板式两类。它的基础底面积较十字交叉条形基础的更大,能满足较弱地基的承载力要求,并具有较大的整体刚度,在一定程度上能调整地基的不均匀沉降。筏形基础还能提供宽敞的地下使用空间,可设置地下室以满足建筑使用要求。

(4) 桩基础。桩基础适用于土质较弱、地基持力层较深的框架结构,通常采用灌注桩。桩的顶部需设置承台,承台的作用是将各根桩连接成整体,并把上部结构的荷载传至桩上。桩基承台可分为柱下独立承台、柱下条形承台(梁式承台)和筏板承台等。

1.2 材料的选择

1.2.1 混凝土

《混凝土结构设计规范》中规定:钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C20;采用强度等级 400 MPa 及以上的钢筋时,混凝土强度等级不应低于 C25。

因此,对于一般多高层框架中的柱和梁,混凝土强度等级不应低于 C25;而现浇板与梁连接为整体,故板的混凝土强度等级应与梁的相同;其他构件的混凝土强度等级则不应低于 C20。