



高等学校土木工程专业“十三五”系列规划教材·应用型



混凝土结构设计 (第2版)

● 主编 李章政 章仕灵 主审 宋建夏



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校土木工程专业“十三五”系列规划教材·应用型

混凝土结构设计

(第2版)

主 编 李章政 章仕灵
副主编 张芳芳 王 锋
主 审 宋建夏



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计/李章政,章仕灵主编.—2版.—武汉:武汉大学出版社,2019.3

高等学校土木工程专业“十三五”系列规划教材.应用型

ISBN 978-7-307-20789-9

I.混… II.①李… ②章… III.混凝土结构—结构设计—高等学校—教材 IV.TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 041020 号

责任编辑:李 晶 责任校对:郭 芳 装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮箱:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开本:850×1168 1/16 印张:18.75 字数:511千字

版次:2013年10月第1版 2019年3月第2版

2019年3月第2版第1次印刷

ISBN 978-7-307-20789-9

定价:45.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校土木工程专业“十三五”系列规划教材·应用型

编审委员会

顾 问 王世庆 刘 华 杨家仕 戴运良

主 任 委 员 康志华 张志国

副主任委员 罗特军 李平诗 张来仪 何志伟 邹 皓 杨乃忠

王君来 周家纪 袁自峰 李景林

委 员(按姓氏笔画排名)

万胜武 王若志 王星捷 王晓明 王涯茜 白立华

刘 琛 李 然 李忠定 李章政 吴浙文 张士彩

尚晓峰 郝献华 胡益平 段 旻 韩俊强 蒲小琼

蔡 巍 魏泳涛

总责任编辑 曲生伟

秘 书 长 王 睿

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导模式转变为建设性、发现性的学习,从被动学习转变为主动学习,由教师传播知识到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,逐步配备基本数字教学资源,主要包括:

文本:课程重难点、思考题与习题参考答案、知识拓展等。

图片:课程教学外观图、原理图、设计图等。

视频:课程讲述对象展示视频、模拟动画,课程实验视频,工程实例视频等。

音频:课程讲述对象解说音频、录音材料等。

数字资源获取方法:

- ① 打开微信,点击“扫一扫”。
- ② 将扫描框对准书中所附的二维码。
- ③ 扫描完毕,即可查看文件。

更多数字教学资源共享、图书购买及读者互动敬请关注“开动传媒”微信公众号!



第2版前言

“混凝土结构设计”是高等学校土木工程专业的主干专业课程,它与混凝土结构基本原理、土力学与基础工程、高层建筑结构设计和建筑抗震设计等课程一起构成了完整的专业知识体系。本书是在2013年第1版的基础上修订而成的,除包括第1版的5章内容以外,为配合课程教学的需要,新增加一章“钢筋混凝土结构课程设计指导”。本书可作为高等学校土木工程专业本科学生的教学用书,也可供相关专业(工程管理、工程造价、建筑学、建筑环境能源)学生参考。

自第1版出版以后,经过5年多时间的使用,积累了不少经验,也发现了一些不足。本书的修订内容,一是纠正了第1版中对设计规范理解和执行中存在的一些偏差;二是为了适应新版规范《混凝土结构设计规范(2015年版)》(GB 50010—2010)的局部变化,课程内容和算例做了相应调整;三是更好地划分了课程边界,将边界以外的内容剔除;四是准确定位于应用型本科,对于理论上较深的内容做了适当删减;五是加强动手能力的培养,增加了课程设计指导的章节。与此同时,本书加强了数字资源建设,将第1版中删除的内容移入二维码,供学有余力的同学参阅,二维码中还收录了部分实际工程的案例。本书保留了第1版的优点,即着重讲述基本概念、基本计算、基本构造,通过大量实例讲述设计方法和技巧,突出重点内容,强调对学生的工程计算能力和分析问题能力的培养。

本书由四川大学李章政、成都理工大学工程技术学院章仕灵担任主编;大同大学张芳芳和成都理工大学工程技术学院王锋担任副主编;石家庄铁道大学四方学院陈吉娜担任参编。

具体编写分工为:

四川大学,李章政(前言、第1章、第4章第1~8节、附录);

成都理工大学工程技术学院,王锋(第2章);

石家庄铁道大学四方学院,陈吉娜(第3章);

成都理工大学工程技术学院,章仕灵(第5章);

大同大学,张芳芳(第4章第9节、第6章)。

在本书编写过程中,编者参阅了大量的文献,并从中引用了部分资料,特此表示衷心感谢!然世间知识无涯,而编者见识有限,故书中不足之处在所难免,请读者不吝指正。

编 者

2019年2月

第1版前言

本书为“高等学校土木工程专业‘十二五’系列规划教材·应用型”之一。

“混凝土结构设计”是高等学校土木工程专业的主干专业课。本书全面介绍了混凝土结构的设计方法,具体内容包括绪论、混凝土楼盖结构设计、单层工业厂房、混凝土框架结构、框架结构设计、与PKPM系列软件应用。本书内容侧重于混凝土结构的整体设计,与本套丛书中的《混凝土结构基本原理》配套使用。

本书是根据高等学校土木工程学科专业指导委员会颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》教学基本要求,以及新形势下教育改革趋势和土木工程类院校的教学特点,结合编写组教师的长期教学实践和施工、设计方面的经验编写而成的。本书在内容上注意与其他课程和规范的衔接,有关设计计算方法主要依据《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)等编写。本书着重讲述基本概念、基本计算、基本构造,通过大量实例讲述设计方法和技巧,突出重点内容,强调对学生的工程计算能力和分析问题能力的培养。

本书由中国矿业大学银川学院郝献华、四川大学李章政担任主编;成都理工大学工程技术学院章仕灵和王锋担任副主编;石家庄铁道大学四方学院陈吉娜担任参编。

具体编写分工为:

中国矿业大学银川学院,郝献华(前言、第4章第1~5、7、8、11节、附录);

四川大学,李章政(第1章、第4章第10节);

成都理工大学工程技术学院,王锋(第2章);

石家庄铁道大学四方学院,陈吉娜(第3章);

成都理工大学工程技术学院,章仕灵(第4章第6、9节、第5章)。

宁夏大学宋建夏教授担任本书主审,并对本书的编写提出了许多宝贵的建议,特致谢意。

在本书的编写过程中参阅了许多学者的文献,并从中引用了部分资料,特此表示衷心的感谢。因时间仓促及编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2013年5月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 混凝土结构的类型和体系	(1)
1.2 混凝土结构设计的内容与要求	(5)
1.3 结构分析	(9)
1.4 结构设计步骤	(11)
1.5 施工图的平法标注	(13)
1.6 本书的主要内容与课程特点	(24)
本章小结	(26)
习题与思考题	(26)
2 混凝土楼盖结构设计	(27)
2.1 概述	(27)
2.2 整体式现浇单向板肋梁楼盖的设计	(29)
2.3 整体式现浇双向板肋梁楼盖的设计	(59)
2.4 楼梯和雨篷的设计	(72)
本章小结	(82)
习题与思考题	(82)
3 单层工业厂房	(85)
3.1 单层厂房的结构组成和布置	(85)
3.2 排架内力分析	(98)
3.3 排架柱设计	(110)
3.4 柱下独立基础	(115)
3.5 单层厂房设计典型例题	(124)
本章小结	(146)
习题与思考题	(146)
4 混凝土框架结构	(148)
4.1 概述	(148)
4.2 框架结构布置	(154)
4.3 截面尺寸和计算简图	(158)
4.4 框架结构的荷载	(162)
4.5 竖向荷载作用下的内力近似计算	(165)
4.6 水平力作用下的内力和侧移近似计算	(172)

4.7 框架的内力组合	(178)
4.8 框架结构非抗震设计及构造要求	(184)
4.9 框架结构设计典型例题	(191)
本章小结	(212)
习题与思考题	(213)
5 框架结构设计与 PKPM 系列软件应用	(214)
5.1 PKPM 系列软件简介	(214)
5.2 PKPM 框架结构计算设计的过程与步骤	(216)
5.3 SATWE 核心的集成设计之 PMCAD 结构建模	(217)
5.4 SATWE 多层建筑结构有限元分析	(234)
5.5 框架结构梁柱施工图设计	(238)
5.6 框架结构 PKPM 设计典型例题	(243)
本章小结	(253)
习题与思考题	(253)
6 钢筋混凝土结构课程设计指导	(254)
6.1 混凝土结构课程设计的性质及基本要求	(254)
6.2 混凝土楼盖结构设计	(260)
6.3 单层工业厂房设计	(266)
6.4 混凝土框架结构设计	(276)
附录	(288)
参考文献	(290)



数字资源目录

1 绪 论

【内容提要】

本章主要内容包括混凝土结构的类型和体系,工程建设程序,工程设计各阶段的任务,结构设计的内容和要求等基本知识;结构的分析方法,结构设计步骤,框架柱、框架梁和楼板的施工图平法标注规则;本书的主要内容和课程特点。

【能力要求】

通过本章的学习,学生应了解混凝土结构的类型和体系,初步熟悉工程建设的程序、工程设计阶段和结构设计内容,明白结构分析的基本方法及适应条件,知道结构设计步骤,掌握施工图平法标注方法,能看懂建筑结构平法施工图。

1.1 混凝土结构的类型和体系

混凝土结构是以混凝土为主要材料建造的结构,是目前房屋建筑的主流结构,广泛应用于单层厂房、多层工业与民用建筑以及高层、超高层建筑。

1.1.1 混凝土结构的类型

混凝土结构根据钢筋的配置情况,分为素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构三种类型。

(1) 素混凝土结构

无筋或不配受力钢筋、仅配置构造钢筋的混凝土,称为素混凝土。素混凝土因其抗拉能力很弱,故在房屋建筑工程中应用很少,偶见于以受压为主的构件,如支柱、基础等,也可见于卧置在地基上的受弯构件,如重力式挡土墙(护坡)。

(2) 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构是在结构构件中配置普通受力钢筋和构造钢筋的混凝土结构。房屋的板、梁、墙、柱等承重构件,大多是由钢筋混凝土制作而成的。钢筋混凝土房屋结构的布置、设计计算和构造是本书的重点。

(3) 预应力混凝土结构

由配置受力的预应力筋通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土制成的结构,称为预应力混凝土结构。预应力混凝土可以保证在使用过程中结构或构件不出现裂缝或裂缝宽度很小,增加刚度,减小变形,满足使用要求。使用预应力混凝土结构有两个目的,一是抗裂,二是减小变形。当环境条件较差时,对耐久性要求较高,需严格限制裂缝,采用预应力混凝土结构能满足抗裂度的要求;大跨度结构或荷载较大的结构,在外力作用下挠度较大,采用钢筋混凝土结构通常不能满足或很难满足要求,而采用预应力混凝土结构时,可以提高刚度,减小变形。

混凝土建筑结构根据层数不同,又可分为单层混凝土建筑结构、多层混凝土建筑结构、高层混

凝土建筑结构和超高层混凝土建筑结构四类。

(1) 单层混凝土建筑结构

单层混凝土建筑结构仅一层,主要应用于单层工业厂房和仓库、实验室、食堂、礼堂等单层空旷房屋,一般由屋盖和钢筋混凝土柱组成。

(2) 多层混凝土建筑结构

多层混凝土建筑结构的层数为2~9层或高度不超过28m的住宅建筑,以及高度不超过24m的其他民用建筑,主要应用于住宅、办公楼、商店、教学楼等民用建筑,也应用于轻工业厂房。

(3) 高层混凝土建筑结构

高层混凝土建筑结构的层数为10层及10层以上或高度超过28m的住宅建筑,以及高度大于24m的其他民用建筑。随着国家城市化进程的加快,高层混凝土建筑结构在各大、中、小城市中大量涌现,成为经济繁荣和科技进步的象征。

(4) 超高层混凝土建筑结构

超高层混凝土建筑结构的层数在40层及以上或高度超过100m。在人口众多、用地十分紧张的超大城市、特大城市中,超高层混凝土建筑结构越来越多,主要应用于金融、商贸中心等民用建筑。

建筑结构根据承重结构的空間位置不同,还可以分为水平承重结构、竖向承重结构和下部承重结构三类。其中水平承重结构和竖向承重结构因位于地面以上,故又称为上部结构。水平承重结构由楼盖或屋盖、楼梯等组成,它要承受竖向荷载(恒载、活载)并将竖向荷载传递给墙或柱;竖向承重结构由墙、柱等竖向构件组成,承受水平承重结构传来的竖向荷载、自身竖向荷载和各种水平作用(如风荷载、地震作用等)。下部承重结构通常称为基础,它位于地面以下,承担竖向承重结构(上部结构)传来的荷载或作用,并将其扩散后传给地基,基础分浅基础(如独立基础、条形基础、十字形基础、筏形基础、箱形基础)和深基础(如桩基础、沉井基础、地下连续墙)两类。

1.1.2 混凝土结构的体系

任何建筑结构都是由水平构件和竖向构件组成的空间结构,它们不同的组成方式和传力途径,构成了不同的结构体系。水平构件包括梁、板,称为楼盖(屋盖)体系;竖向构件主要有柱、墙,在高层和超高层建筑中还可能布置斜撑等构件。

竖向荷载通过板→梁→柱→柱下基础→地基的顺序传递,或通过板→(梁)→墙→墙下基础→地基的途径传递。水平荷载的传力途径是墙面→楼盖(屋盖)→柱(或内墙)→柱下基础(或墙下基础)→地基。水平地震作用的传递途径是楼盖→柱、斜撑、墙→基础→地基。

从受力分析的角度来看,建筑结构所受力系属于空间力系,任何结构体系均属于空间结构体系。但是有些结构体系的受力可以简化为平面力系进行分析,按平面结构进行设计。混凝土结构体系可分为砖混结构、排架结构、框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和筒体结构6类,各有其应用场合。

1.1.2.1 砖混结构

以两种或两种以上材料为主制作的结构称为混合结构,有砖木结构、砖混结构等类型。所谓砖混结构,就是砖墙、砖柱作为竖向承重结构,钢筋混凝土梁、板或预应力混凝土梁、板作为水平承重结构,下部结构(基础)可采用砖砌筑(无筋扩展基础),也可采用钢筋混凝土基础(扩展基础)。砖混结构一般用于多层民用建筑,也可用于单层工业建筑。如图1-1所示为正在建造的某砖混结构宿

舍楼,明显可见钢筋混凝土圈梁、钢筋混凝土过梁以及钢筋混凝土构造柱的设置位置和钢筋。

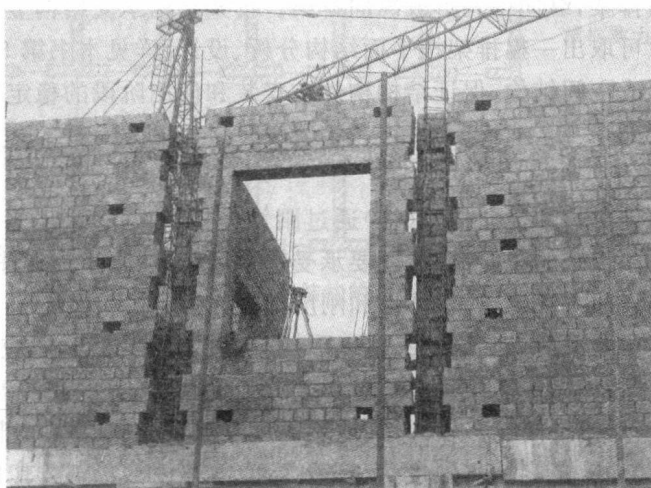


图 1-1 施工中的砖混结构

砖混结构的楼盖,可以是钢筋混凝土现浇楼盖,也可以是预制楼盖。预制楼盖可以是预制梁、预制板或现浇梁、预制板。因预制楼盖的整体性较差、抗震性能不好,加上预制板的耐火极限不如现浇板,所以淘汰预制板已是大势所趋,现浇钢筋混凝土楼盖(屋盖)将是砖混结构的主流。现浇钢筋混凝土楼盖(屋盖)的设计参见本书第 2 章。

1.1.2.2 排架结构

混凝土排架结构可以形成很大的建筑空间,多用于单层工业厂房。结构体系由排架柱、屋架或屋面大梁、基础、各种支撑等组成。其中排架柱为预制钢筋混凝土构件,屋架或屋面大梁通常为预制预应力混凝土构件,大型屋面板也为预制预应力混凝土板,基础为现浇杯形基础。如图 1-2 所示为施工中的单层厂房排架结构。

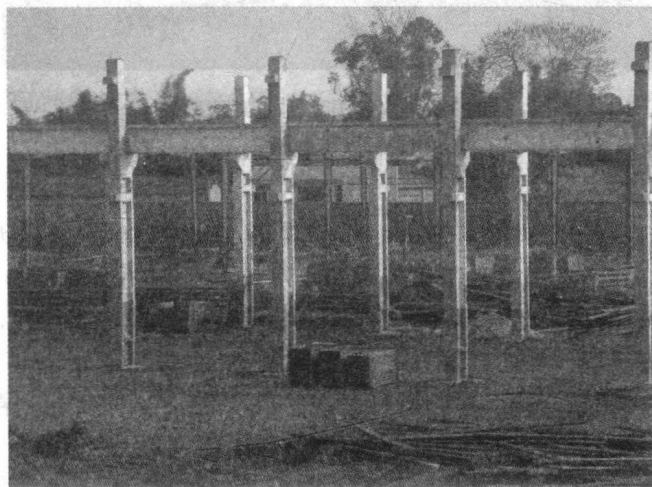


图 1-2 单层厂房排架结构施工现场

排架柱和屋面横梁或屋架构成平面排架,其中屋面横梁或屋架在柱顶处铰接,柱脚与基础刚接。横向柱列形成横向排架,纵向柱列形成纵向排架。排架结构承受结构竖向荷载和水平风荷载、水平地震作用。设计时可取出一榀排架按平面结构分析、设计,详见本书第3章。各榀排架由屋盖支撑和柱间支撑连接形成空间结构,保证结构构件在安装和使用阶段的稳定性和安全性。

1.1.2.3 框架结构

框架结构为水平构件(梁)和竖向构件(柱)通过刚性连接组成的刚架,柱脚与基础刚接。框架结构既要承受楼盖(屋盖)传来的竖向荷载,还要承受水平风荷载、水平地震作用。钢筋混凝土框架结构通常是采用整体现浇的方法建造,整体性和刚度都较大。

框架结构建筑平面布置灵活,施工简便,可以形成较大的使用空间,适应性强,较经济,在多层和高层建筑中应用较广泛,如图1-3所示。框架结构在水平荷载作用下的变形类型属于剪切型,侧向刚度相对较小,侧向变形或层间位移较大,其适用高度受到一定的限制。非抗震设计时,框架结构的最大适用高度为70 m;抗震设防烈度为6度、7度、8度和9度时,其最大适用高度分别为60 m、50 m、40 m和24 m。框架结构的设计计算可按平面结构简化,即沿横向或纵向取一榀框架进行分析计算,详见本书第4章。

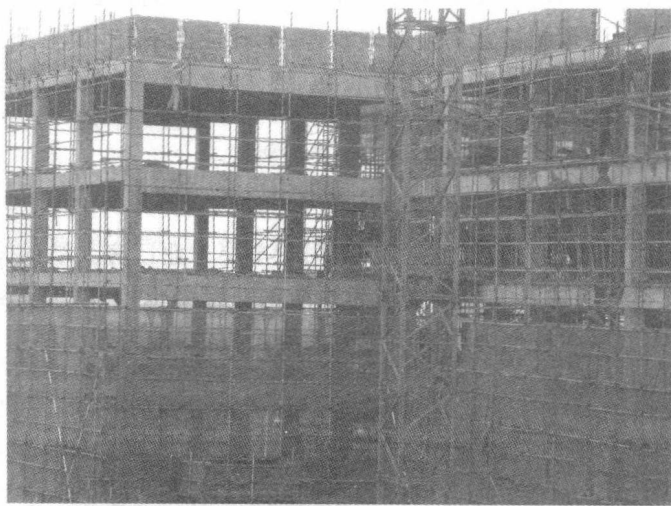


图1-3 钢筋混凝土框架结构

1.1.2.4 剪力墙结构

结构中布置的钢筋混凝土墙体具有较大的承受侧向力(水平剪力)的能力,这种墙体称为剪力墙。利用剪力墙承担竖向荷载、抵抗水平风荷载和水平地震作用的结构称为剪力墙结构。剪力墙具有双重功能,既是承重构件,又是分隔、维护构件。剪力墙的空间整体性强,侧向刚度大,侧移小,有利于抗震,故又称为抗震墙。剪力墙结构的适用范围很大,常见于十几层至三十几层的高层建筑,更高的高层建筑也适用。非抗震设计时,可建造的高度为130~150 m。在水平荷载作用下,剪力墙的变形属于弯曲线,可按平面结构进行分析。

剪力墙的间距不大,平面布置不灵活(图1-4),通常用于旅馆、办公楼、住宅等小开间建筑。另外,剪力墙结构自重较大,施工较麻烦,造价较高。

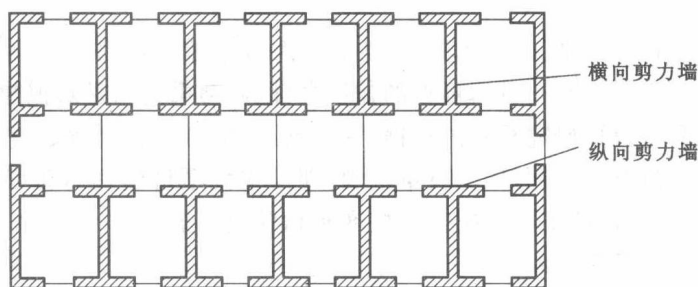


图 1-4 剪力墙结构的平面布置示例

1.1.2.5 框架-剪力墙结构

在框架结构中增设部分剪力墙,形成的结构体系称为框架-剪力墙结构,如图 1-5 所示。它兼具框架和剪力墙的优点,既能形成较大的空间,又具有较好的抵抗水平荷载的能力,因而在实际工程中应用较为广泛。20 层左右的高层建筑通常采用框架-剪力墙结构。

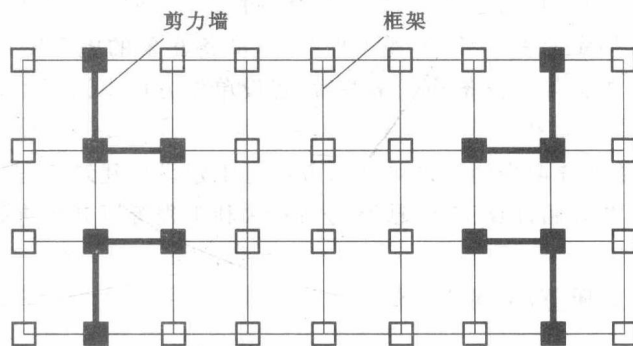


图 1-5 框架-剪力墙结构

1.1.2.6 筒体结构

筒体结构是一种空间筒状结构,整体性强、空间刚度大,抵抗水平作用的能力很强,适合于修建超高层建筑。筒体的形成有三种方式,分别为由剪力墙围成实腹筒、由密柱深梁围成框筒、由桁架围成桁架筒。框架和实腹筒组成框架-核心筒体系,实腹筒和框筒组成筒中筒体系,框筒和(或)桁架筒组成束筒体系。

1.2 混凝土结构设计的内容与要求

1.2.1 工程建设程序

工程建设程序是指工程项目从策划、评估、决策、勘察、设计、施工到竣工验收、交付使用或投入生产的整个建设过程中,各项工作必须遵循的先后次序。工程建设可分为七个阶段,即策划决策阶段、勘察设计阶段、建设准备阶段、施工阶段、生产准备阶段、竣工验收阶段和考核评价阶段。此七个阶段次序不能任意颠倒,但可以合理交叉。

(1) 策划决策阶段

策划决策阶段是项目的前期工作阶段,主要工作内容是编写项目建议书和可行性研究报告。项目建议书是建设单位提出的某一具体项目的建议文件(立项申请),是对拟建项目的框架设想,也是政府选择项目和编写可行性研究报告的依据。可行性研究报告针对项目进行技术经济论证,并对投资进行估算。对于政府投资项目,实行审批制,即需审批项目建议书和可行性研究报告;对于企业不使用政府投资的项目,按不同情况实行核准制和登记备案制。

(2) 勘察设计阶段

岩土工程勘察是岩土工程的基础性工作,也是项目设计和施工前的一项非常重要的工作,它为项目的选址决策、地基基础设计和施工提供基本资料(或参数)。岩土工程勘察是分阶段进行的,根据工程项目推进的先后,可以分为可行性研究勘察(配合项目选址)、初步勘察(对地段稳定性的评价)、详细勘察(配合施工图设计)和施工勘察(解决与施工有关的岩土工程问题)四个阶段。

设计一般分为三个阶段设计,即方案设计、初步设计和施工图设计。设计时还需要做好项目估算、概算和预算,这是确定工程投资的依据。

(3) 建设准备阶段

建设准备阶段的工作应包括组建项目法人、征地、拆迁、“三通一平”至“七通一平”;组织材料、设备订货;办理建设工程质量监督手续;委托工程监理;准备必要的施工图纸;组织施工招投标,确定施工单位;办理施工许可证等。具备施工条件后,建设单位方可申请开工。

(4) 施工阶段

工程项目具备开工条件并取得施工许可证后方可开工建设。建筑工程的开工时间以基坑正式破土或正式打桩为准,由此开始计算工期;铁路、公路、水利工程等以开始进行土石方工程的日期作为正式开工时间。

项目施工期间,要确保质量、工期及安全。

(5) 生产准备阶段

对于生产性建设项目(比如厂房、车间、物流园区等),在竣工投产前,建设单位应有计划地做好生产前的准备工作,包括招收、培训工人,组织人员参加设备的安装、调试,落实原材料的供应,组建管理机构,完善规章制度等。

(6) 竣工验收阶段

竣工验收是项目质量控制的最后一环,只有竣工验收合格以后,项目才能交付使用。同时,竣工验收合格后,建设单位才能编制竣工决算。

(7) 考核评价阶段

工程项目考核评价是在项目竣工投产、生产运营一段时间后,再对项目的立项决策、设计施工、竣工投产、生产运营等全过程进行系统评价的一项技术活动,是固定资产管理的一项重要内容,也是固定资产投资管理的最后一个环节。

一般工程建设的基本流程是:选址规划定点→主管部门批准→取得土地使用权→计划部门立项→规划和设计审查→地质勘查与方案图设计→报建取得初设方案批文→施工图设计→施工图送审、备案→工程施工招标→签订工程施工合同→完成工程施工交易→委托监理办理建设用地、工程规划许可证→办理质安监督→委托白蚁防治→施工合同备案→工程施工许可证→施工开工入场→工程规划定位放线→建设施工→工程验收备案。

1.2.2 工程设计阶段

工程设计是指根据建设单位的要求,对建设工程所需的技术、经济、资源、环境等条件进行综合分析、论证,编制工程设计文件的活动。根据住房和城乡建设部组织编制的《建筑工程设计文件编制深度规定(2016版)》,建筑工程设计一般分为方案设计、初步设计和施工图设计三个阶段。

(1) 方案设计阶段

方案设计阶段的设计文件应满足编制初步设计文件的需要,满足方案审批或报批的需要。方案设计文件包括设计说明书、投资估算文件 and 设计图纸、模型等。

设计说明书通常由以下构成:设计依据、设计要求及主要技术经济指标,总平面设计说明,建筑设计说明,结构设计说明,建筑电气设计说明,给水排水设计说明,供暖通风与空气调节设计说明,热能动力设计说明。投资估算文件一般由编制说明、总投资估算表、单项工程综合估算表、主要技术经济指标等内容组成。方案设计图纸应包含总平面图、建筑设计图、各专业设计图,以及热能动力设计图(当项目为城市区域供热或区域燃气调压站时须提供)。同时,还应有设计委托中规定的透视图、鸟瞰图、模型等。

(2) 初步设计阶段

初步设计阶段的设计文件应满足编制施工图设计文件的需要,还应满足初步设计审批的需要。

初步设计文件由设计说明书(设计总说明、各专业设计说明)、相关专业的设计图纸、主要设备或材料表、工程概算书和相关专业计算书五部分组成。其中计算书不属于必须交付的设计文件,但应按相关条款的要求编制。

(3) 施工图设计阶段

施工图设计的目的在于指导建筑安装的施工以及设备、构配件、材料的采购和非标准设备的加工制造,并明确建设工程的合理使用年限。施工图是工程施工或建造、工程监理的重要依据,一经审查批准,不得擅自进行修改,如需变更,应履行相应手续。

施工图设计是把工程和设备各构成部分尺寸、布置和主要施工做法等绘成详细图纸(蓝图),并配以必要的文字说明的详细设计。建筑工程施工图设计阶段的主要文件有:

- ① 全套建筑、结构、给排水、供热制冷通风、电气的施工图(平面图、立面图、剖面图、构造详图)和相应的设计说明、计算书,满足施工需要;
- ② 主要结构用材料与装饰用材料、半成品、构配件品种和数量以及所需设备清单,满足订货的需要;
- ③ 编制总预算,提出与工程项目总进度相符的分年度资金计划;
- ④ 协助建设单位编制建筑施工的招标控制价,满足工程招标文件的需要。

1.2.3 结构设计的内容

结构设计包括上部结构设计和下部结构设计两个方面。

上部结构设计首先应依据建筑设计来确定结构体系,选用合适的材料和强度等级,进行结构平面布置,并根据经验初步确定构件尺寸;其次给出结构计算简图,计算作用于结构上的各种作用或荷载,进行结构内力计算;最后进行荷载效应组合和构件截面设计(配筋计算,构造措施)。

下部结构设计就是设计基础,应根据岩土工程勘察报告、上部结构传来的荷载效应等确定基础形式、材料强度等级,拟定基础底面尺寸、截面形式和高度,并验算地基承载力和变形,计算基础内力和配置钢筋。

总而言之,为了满足建筑方案并从根本上保证结构安全,不仅要对构件进行设计,而且还应对整个结构体系进行设计。结构设计内容概括如下:

- ① 结构方案设计,包括结构选型、构件布置以及传力途径;
- ② 作用及作用效应分析;
- ③ 结构的极限状态设计;
- ④ 结构及构件的构造、连接措施;
- ⑤ 耐久性及施工的要求;
- ⑥ 满足特殊要求结构的专门性能设计。

1.2.4 结构设计的要求

国家规范和标准对结构设计从设计方法、作用计算、设计等级到使用年限、施工水平等方面都提出了要求。

(1) 结构设计方法

结构设计采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠指标度量结构的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行设计,详见先修课程“混凝土结构基本原理”。

(2) 作用计算

结构上的直接作用又称为荷载,永久荷载和各种可变荷载的量值应按《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)(以下简称《荷载规范》)及相关标准确定;地震作用应按《建筑抗震设计规范》(2016年版)《GB 50011—2010》的规定确定,根据结构类型的不同,可采用底部剪力法、振型分解反应谱法、时程分析法计算地震作用标准值;温度作用和偶然荷载(爆炸力、撞击力)按《荷载规范》确定。

另外,直接承受吊车荷载的结构构件应考虑吊车荷载的动力系数,对悬挂吊车(包括电动葫芦)及工作级别为 A1~A5 的软钩吊车,动力系数可取 1.05;对工作级别为 A6~A8 的软钩吊车、硬钩吊车和其他特种吊车,动力系数可取 1.1。预制构件制作、运输及安装时应考虑相应的动力系数,一般可取 1.1~1.3。对现浇结构,必要时应考虑施工阶段的荷载。

(3) 结构设计中的等级、类别

结构的安全等级分为一级、二级和三级。结构设计时应根据结构破坏可能产生的后果的严重性,采用不同的安全等级。对重要的结构,安全等级应取为一级;对一般的结构,安全等级宜取为二级;对次要的结构,安全等级可取为三级。工程结构中各类结构构件的安全等级,宜与结构的安全等级相同,对其中部分结构构件的安全等级,可根据重要程度适当调整。对于结构中的重要构件和关键传力部位,宜适当提高其安全等级。安全等级在设计计算中,体现在结构重要性系数 γ_0 的取值上。

建筑抗震设防分类可将建筑分为特殊设防类、重点设防类、标准设防类和适度设防类共四类,分别简称为甲类、乙类、丙类和丁类。房屋建筑结构抗震设计中的甲类建筑和乙类建筑,其安全等级宜规定为一级;丙类建筑,其安全等级宜规定为二级;丁类建筑,其安全等级宜规定为三级。钢筋混凝土结构根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度的不同,其抗震等级可分为一级、二级、三级和四级。

根据地形复杂程度、建筑物规模和功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度,将地基基础设计和桩基设计分为甲级、乙级和丙级三个设计等级。

(4) 设计使用年限

各类建筑结构的设计使用年限应根据《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)的规定,可取用 5a、25a、50a 和 100a。相应的可变荷载考虑设计使用年限的调整系数取值和耐久性设