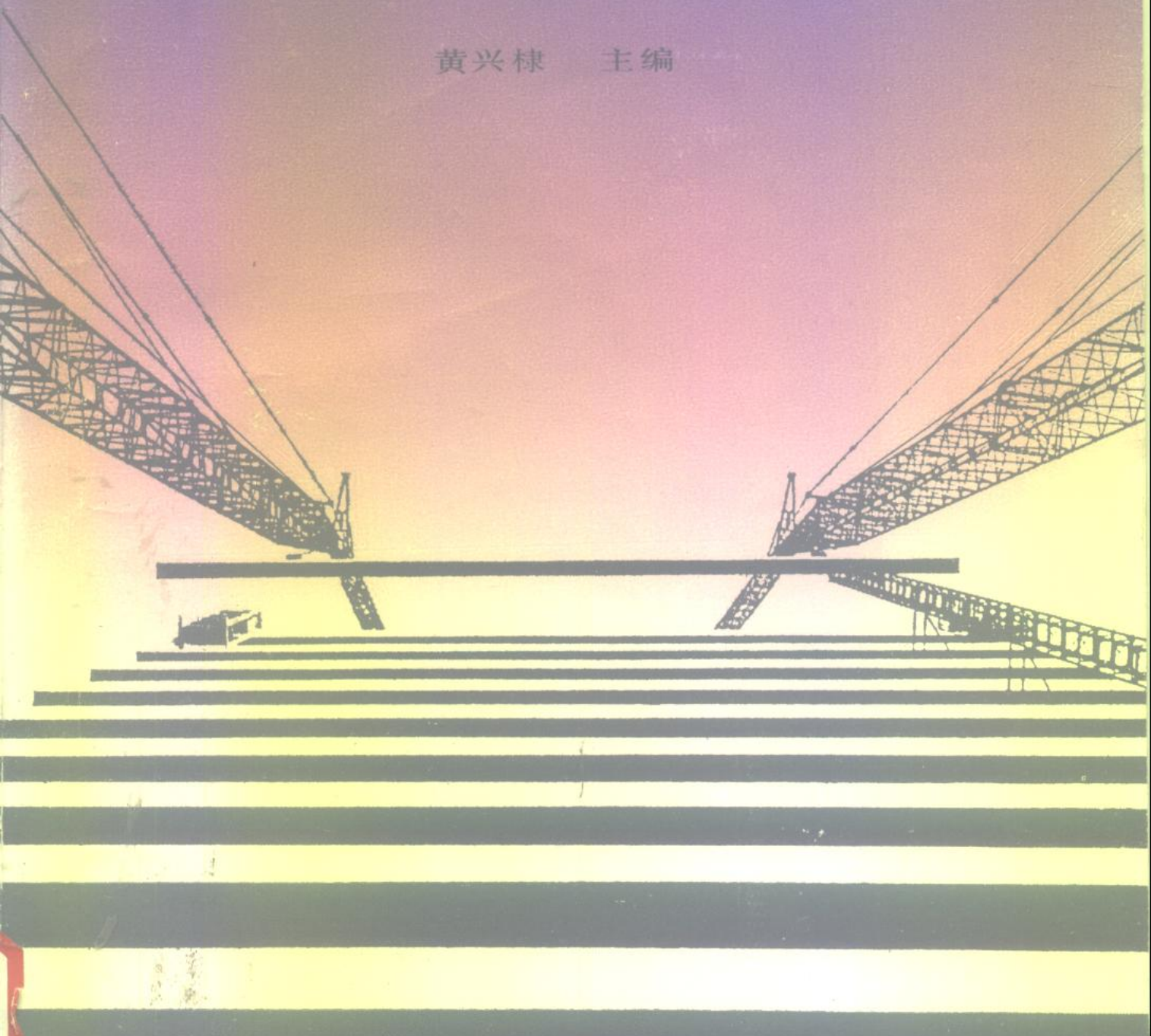


钢筋混凝土房屋 结构与实例

黄兴棣 主编



上海科学技术出版社

375532

钢筋混凝土房屋 结构设计 with 实例

黄兴棣 主编

黄兴棣 吴秀凤 陈祖述 编著



上海科学技术出版社

钢筋混凝土房屋结构与实例

黄兴棣 吴秀凤 陈祖述 编著

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 常熟第七印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 50 字数 1196,000

1994 年 4 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—5,000

ISBN7-5323-3270-5/TU·103

定价: 38.00 元

(沪)新登字 108 号

序

当前,我国的建房材料仍以砖石和混凝土为主;对层高或荷载较大的民用建筑以及大多数单、多层工业建筑则都采用后者。

虽然目前钢筋混凝土弯、压、剪、扭等基本构件计算的参考资料较多,高校有关教材亦对构件计算的论述较为详尽,但结构构件如变截面屋面梁、深梁和墙梁、屋架等的计算实例则都较缺乏,因教材篇幅受学时所限,对房屋结构整体讨论较少,设计实例则更少。为使在校学生能较深入地学习,并使参加工作不久的工程技术人员进行这些结构构件和房屋结构设计时能有所参考,东南大学土木系的黄兴棣教授决定主编《钢筋混凝土房屋结构设计 with 实例》一书,并邀请南京民用建筑设计研究院吴秀凤高级工程师(总工程师)和本系陈祖述副教授参加编著。黄、吴两君 1958 年毕业于原南京工学院工业与民用建筑专业后一直分别从事钢筋混凝土结构的教学和房屋结构的设计研究工作。黄君不仅有 30 多年的教学经验并已取得良好的教学效果,还参加和独立编著教材和专著多种,有相当的写作经验。吴君从设计、审图,以及处理工程问题和参加评选优秀设计等各个实践环节上工作 30 余年,孜孜以求,不仅积累了丰富的设计和处理工程问题的经验,而且对培养青年技术人员也掌握一套行之有效的方法。陈君 1956 年毕业于该院同一专业,也一直从事教学工作,参加过数种教材的编写。黄、陈两君不仅经常指导学生进行生产实习、课程设计和毕业设计,还直接参与许多结构设计。30 多年来他们积累了丰富的教学、设计和生产的经验。这些可贵的经验将融会贯通到本书中,对读者无疑是大有裨益的。

书中首先对正确掌握建筑结构设计原则和有关的方针、政策、总体设计概念,深入了解设计程序和充分认识经济与安全的辩证关系等方面提供了有关的参考,其次给出基本构件和结构部件的计算公式和典型算例,供读者学习揣摩。然后给出房屋结构设计要点和设计实例,从而可使读者加深对学过的有关力学知识和钢筋混凝土基本理论的理解,能熟练地进行结构设计。本书对课堂教学将会起到补充作用,自可加快技术人员在自学中的成长。

本书共 13 章 100 余万言。内容编排经过缜密考虑,条理清晰,安排有序,是非常出色和全面的。根据个人认识,本书至少有下列七大特色:

1. 努力贯彻国家的基本建设的方针政策,随时注意设计经济,合理解决经济与安全问题。
2. 紧密结合我国工程实践,理论联系实际,解决实际设计问题。随时指出计算和设计应注意的事项以及容易产生错误和容易被忽略的地方。
3. 内容体系基本上符合工业与民用建筑专业教学体系,并和教材衔接配合。全部术语、符号都采用新规范中的规定,方便学校师生和技术人员参考和自学。
4. 阐明对实际结构如何采取计算简图。注意典型启发,将可收到举一反三的良好效果。理论计算与构造并重,尽可能绘出施工构造图例。
5. 考虑到某些简化计算方法,便于在实践中应用。
6. 文字通顺易懂,内容深入浅出,符合认识规律,有利于自学,因此必将收到事半功倍

的效果。

7. 紧跟时代步伐,引入新的计算机设计方法,提高工作效率,也为学生毕业走上工作岗位后能很快地适应设计任务创造了有效的条件。

由于本书有上述许多特色,是中专和高等学校土建专业师生以及工程技术人员的良好读物。今将在上海科学技术出版社出版之际,故乐为之序。

丁大钧

前 言

我国新制订的国家标准《建筑结构荷载规范(GBJ9-87)》、《混凝土结构设计规范(GBJ10-89)》和《建筑地基基础设计规范(GBJ7-89)》等规范已颁布或即将颁布施行,从事土建工作的广大技术人员尤其是建筑结构设计人员急需学习、理解和掌握新规范内容,以提高设计质量和速度。近年来,许多大专院校毕业生充实到建筑结构设计队伍,他们虽有较为宽深的基础理论知识和较强的计算能力,但往往缺乏工程设计实践经验,需要阅读设计计算实例方面的参考资料,以加速成长。许多高等院校师生在进行教学活动中,特别是在进行课程设计和毕业设计时,深感目前缺乏结合工程设计计算的资料,以致遇到不少困难。他们期望能有结合典型工程论述钢筋混凝土房屋结构设计的教学参考书。作者有感于此,应出版社之约,决定遵照新规范,并总结30余年来的教学、科研和工程设计经验,主编本书以应读者的需要。为了适应新情况下较高的要求,编写工作量很大;乃邀请南京民用建筑设计院吴秀凤高级工程师和本教研室陈祖述副教授协助编写。如果本书能在提高设计水平和教学质量,以及培养人材等方面作出贡献,这将是作者最大的愿望。

由于兼顾设计和教学等诸方面参考的需要,在取材和编写时,考虑了下列几个特点:(1)根据我国刚颁布的一系列新设计规范,紧密结合工程实践编写,理论联系实际,便于应用和解决实际设计问题;(2)主要内容基本上围绕大专院校工业与民用建筑专业教学体系和房屋建筑结构体系,具有一定的系统性和完整性,以利提高教学质量和设计水平;(3)着重阐明基本概念和设计要点,给出大量的设计计算实例,以利理解和掌握设计规范并方便参考和自学;(4)对实用的简化计算方法,亦给予应有的重视,为设计者提供方便;(5)文字力求通顺易懂,论述由浅入深,循序渐进,符合认识规律,为自学者创造条件。

本书在编写过程中,得到我们的老师、我国混凝土结构著名学者、东南大学丁大钧教授的关心和鼓励,丁师对编写提纲提出了宝贵意见,还在百忙中专为作序,使本书增色不少。在此专致衷心的感谢。还得到出版社编辑的大力支持和帮助;南京市第二建筑设计院鲁灿生工程师、江苏省交通规划设计院朱华俊工程师(工学硕士)、南京市民用建筑设计院黄钢以及东南大学硕士研究生张晖等帮助绘制了许多插图,深致谢意。此外,对为本书提供资料的有关同志,亦在此一并致谢。

全书由黄兴棣主编,第一、十三章由黄兴棣、吴秀凤共同编写,第二、三、五、七、八、九由黄兴棣编写,第四、六章由吴秀凤编写,第十、十一章由陈祖述编写,第十二章由黄、吴、陈共同完成。东南大学冯健讲师(工学硕士)编写了24m预应力混凝土门式刚架设计实例,博士研究生田炜提供了两跨等高排架设计实例。

由于我们水平有限,对新规范的理解尚欠深刻,实践经验亦还不够,且业余写成时间仓促,书中欠妥和不足之处在所难免,热忱期望批评指正,再版时当予订正,幸甚!

黄兴棣于东南大学

一九九二年十月

目 录

第一章 建筑结构设计概论

1.1 建筑结构的性能、可靠性及可靠指标..... 1	1.5.1 作用、荷载和效应.....10
1.1.1 建筑结构的性能和可靠性 1	1.5.2 荷载分类10
1.1.2 设计可靠指标 1	1.5.3 荷载代表值11
	1.5.4 荷载效应组合16
1.2 建筑结构的分类和选型 2	
1.2.1 建筑结构的分类 2	1.6 结构计算简图18
1.2.2 建筑结构的选型 4	1.6.1 选择计算简图的原则18
	1.6.2 支座、结点和构件的简化.....19
1.3 设计阶段和设计内容 4	1.6.3 结构体系的简化25
1.3.1 设计阶段的划分 4	1.6.4 结构计算简图示例26
1.3.2 设计文件的内容和深度 5	附表1-1 受弯构件的允许挠度31
1.3.3 结构设计的主要内容和要求 5	附表1-2 裂缝控制等级、混凝土拉应力、限制系数及最大裂缝宽度允许值31
1.4 钢筋混凝土结构基本计算原则 7	附表1-3 混凝土强度标准值和设计值32
1.4.1 极限状态的定义和分类 7	附表1-4 混凝土弹性模量 E_c32
1.4.2 一般计算规定 8	附表1-5 钢筋强度标准值和设计值32
1.4.3 极限状态设计表达式 8	附表1-6 钢丝强度标准值和设计值33
1.4.4 材料性能指标 9	附表1-7 钢筋弹性模量33
1.5 结构上的作用10	附表1-8 民用建筑楼面均布活荷载33
	主要参考文献和资料.....34

第二章 钢筋混凝土结构构件计算

2.1 结构构件正截面承载力计算35	2.2.2 偏心受力构件斜截面受剪承载力计算71
2.1.1 一般规定35	
2.1.2 受弯构件正截面承载力计算及例题37	2.3 受扭构件承载力计算72
2.1.3 轴心受压构件正截面承载力计算及例题48	2.3.1 构件截面限制条件72
2.1.4 偏心受压构件正截面承载力计算及例题52	2.3.2 纯扭构件的受扭承载力计算74
2.1.5 受拉构件正截面承载力计算及例题64	2.3.3 弯剪扭构件的承载力计算75
	2.3.4 轴向压力和扭矩作用下的矩形截面构件的承载力计算76
	2.3.5 计算例题77
2.2 结构构件斜截面承载力计算66	2.4 冲切及局部受压承载力计算79
2.2.1 受弯构件斜截面受剪承载力计算及例题66	2.4.1 冲切承载力计算及例题79
	2.4.2 局部受压承载力计算及例题84

2.5 正常使用极限状态下的验算	87	面抗弯能力计算系数表	97
2.5.1 抗裂验算	87	附表2-3 钢筋的计算截面面积及公称质量	98
2.5.2 裂缝宽度验算	89	附表2-4 钢筋混凝土板每m宽的钢筋截面面积	99
2.5.3 受弯构件挠度验算	91	附表2-5 截面抵抗矩塑性系数表	100
2.5.4 计算例题	92	附表2-6 混凝土保护层最小厚度	101
附表2-1 钢筋混凝土构件纵向受力钢筋的最小配筋百分率	96	附表2-7 受拉钢筋的锚固长度 l_a	102
附表2-2 钢筋混凝土矩形截面受弯构件正截面抗弯能力计算系数表	97	主要参考文献及资料	102

第三章 预应力混凝土结构构件计算

3.1 预应力混凝土结构构件计算规定	103	3.3 使用(荷载作用)阶段承载力计算	112
3.1.1 计算要求	103	3.3.1 正截面承载力计算	112
3.1.2 张拉控制应力	103	3.3.2 斜截面受剪承载力计算	113
3.1.3 预应力损失	104	3.4 使用阶段裂缝和变形验算	114
3.1.4 预应力钢筋的传递长度和锚固长度	108	3.4.1 正截面抗裂验算	114
3.2 法向应力和合力计算	109	3.4.2 斜截面抗裂验算	115
3.2.1 混凝土法向应力及预应力钢筋应力计算	109	3.5 施工阶段的应力验算	116
3.2.2 预应力钢筋及非预应力钢筋的合力计算	111	3.6 计算例题	118
		主要参考文献及资料	127

第四章 钢筋混凝土楼盖结构

4.1 概述	128	4.3.1 单向板肋梁楼盖设计要点	144
4.2 装配式楼盖	128	4.3.2 单向板肋梁楼盖设计实例	157
4.2.1 预制板	128	4.3.3 双向板肋梁楼盖设计要点	172
4.2.2 预制梁	131	4.3.4 双向板肋梁楼盖设计实例	184
4.2.3 预制构件施工阶段验算的特点	131	附表4-1 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数	196
4.2.4 预制钢筋混凝土板梁设计实例	132	附表4-2 双向板计算系数表	203
4.3 现浇式楼盖	144	主要参考文献及资料	206

第五章 钢筋混凝土屋盖结构

5.1 概述	207	5.3.2 屋面梁设计要点	223
5.2 屋面构件——屋面板和檩条	207	5.3.3 屋面梁设计计算实例	227
5.2.1 设计要点	207	5.3.4 屋架设计要点	242
5.2.2 屋面构件设计实例	211	5.3.5 屋架设计计算实例	248
5.3 屋面承重构件——屋面梁和屋架	221	5.4 板梁(架)合一的屋盖	258
5.3.1 常用形式	221	5.4.1 V形折板屋盖的设计要点	258
		5.4.2 V形折板屋盖设计实例	265

5.4.3 拱板屋架设计要点	274	附表5-1 3m 天窗架(门式刚架)内力计算公 式	306
5.4.4 钢筋混凝土拱板屋架计算实例 ..	278	附表5-2 6m和9m天窗架(三角形闭合刚架) 内力计算公式	308
5.5 天窗架	285	附表5-3 弯矩系数 α_h 、 β_h 、 γ_h 及 α_f 、 β_f	310
5.5.1 设计要点	285	主要参考文献及资料	311
5.5.2 设计实例	293		
附录 天窗架内力计算公式	305		

第六章 楼梯、雨篷、圈梁及过梁

6.1 楼梯	312	6.2.1 雨篷设计要点	333
6.1.1 概述	312	6.2.2 雨篷设计实例	337
6.1.2 现浇楼梯设计要点	313	6.3 圈梁和过梁	344
6.1.3 现浇楼梯设计实例	320	6.3.1 圈梁	344
6.1.4 装配式楼梯设计要点	329	6.3.2 过梁	346
6.1.5 装配式楼梯设计实例	331	6.3.3 过梁设计实例	348
6.2 雨篷	333	主要参考文献及资料	349

第七章 叠合式梁(板)、深梁及墙梁

7.1 叠合式梁(板)	350	7.2.3 深梁设计要点	370
7.1.1 概述	350	7.2.4 深梁设计计算实例	373
7.1.2 二阶段受力叠合梁的受力特点 ..	350	7.3 墙梁	376
7.1.3 叠合式梁设计要点	352	7.3.1 概述	376
7.1.4 叠合式梁设计计算实例	358	7.3.2 墙梁的受力特点和破坏形态	377
7.2 深梁	367	7.3.3 墙梁设计要点	382
7.2.1 概述	367	7.3.4 墙梁设计计算实例	386
7.2.2 深梁的受力特点和破坏形态	368	主要参考文献及资料	393

第八章 单层排架结构

8.1 概述	394	8.3.4 牛腿设计	428
8.2 排架结构计算	396	8.3.5 双肢柱设计	431
8.2.1 排架计算的基本概念	396	8.4 排架设计实例	438
8.2.2 排架荷载计算	398	8.4.1 单跨排架设计计算实例	438
8.2.3 排架内力计算	402	8.4.2 双跨等高排架设计计算实例	455
8.2.4 排架内力计算的特殊问题	412	8.4.3 双跨不等高排架计算实例	476
8.2.5 厂房横向刚度验算	417	8.4.4 平腹杆双肢柱计算实例	494
8.2.6 排架内力组合	418	8.4.5 斜腹杆双肢柱计算实例	498
8.3 筋架混凝土排架柱设计	419	附录8-1 一般用途的桥式及梁式起重机主 要规格	501
8.3.1 设计内容和设计步骤	419	附录8-2 单阶柱柱顶反力与位移系数表 ..	506
8.3.2 材料及柱型选用	420	附录8-3 单阶柱位移系数计算公式	517
8.3.3 矩形、工形柱设计	421	附录8-4 常用柱截面几何特征	525

主要参考文献及资料	530
-----------	-----

第九章 单层刚架结构

9.1 概述	531	9.3.3 门架的承载力计算	558
9.1.1 门架的一般形式	531	9.3.4 门架的配筋构造	559
9.1.2 门架的应用	533	9.3.5 门架的节点连接构造	561
		9.3.6 门架的支撑布置	562
9.2 门架的选型	537		
9.2.1 无铰、二铰和三铰门架	537	9.4 门架设计实例	563
9.2.2 预应力混凝土门架	538	9.4.1 单跨三铰门架计算实例	563
9.2.3 拱式(弧形拱)刚架	539	9.4.2 两铰门架计算实例	572
9.2.4 门架的经济指标	539	附录9-1 形常数 α 、 β 的计算图表	593
		附录9-2 载常数 R 的计算图表	595
9.3 门架设计	541	附录9-3 对称式二铰刚架和单柱双坡式刚架计算公式	596
9.3.1 构件形式与几何尺寸	541	主要参考文献及资料	602
9.3.2 门架的内力计算	544		

第十章 钢筋混凝土框架及框架—剪力墙结构

10.1 概述	603	10.4.2 框架—剪力墙房屋的结构与构造	652
10.1.1 框架结构类型	603	10.4.3 框架—剪力墙结构的受力特点	655
10.1.2 结构布置	603	10.4.4 框—剪结构的内力及侧移计算	656
10.2 现浇框架结构	605	10.4.5 剪力墙、框架、连梁的单体设计	660
10.2.1 现浇框架结构设计	605	10.4.6 框架—剪力墙结构设计实例	663
10.2.2 现浇多层框架结构设计实例	615	附表10-1 规则框架标准反弯点高度系数 y_0 值	675
10.3 装配式框架及装配整体式框架设计	639	附表10-2 按照上下梁相对刚度变化的修正系数 y_1	679
10.3.1 装配式框架设计	639	附表10-3 按照上下层高不同的修正系数 y_2 和 y_3	679
10.3.2 装配整体式框架设计	642	主要参考文献及资料	680
10.3.3 装配整体式框架设计实例	643		
10.4 钢筋混凝土框架—剪力墙结构设计	652		
10.4.1 概述	652		

第十一章 钢筋混凝土板柱结构

11.1 现浇无梁楼盖	681	11.2 升板结构	701
11.1.1 现浇无梁楼盖设计	681	11.2.1 升板结构设计	701
11.1.2 无梁楼盖经验系数法设计实例	685	11.2.2 升板结构设计实例	710
11.1.3 无梁楼盖等代框架法设计实例	694	主要参考文献及资料	721

第十二章 钢筋混凝土基础

12.1 概述	722	12.2.1 柱下钢筋混凝土独立基础设计	728
12.1.1 天然地基上浅基础设计	722	12.2.2 柱下钢筋混凝土独立基础设计实例	736
12.1.2 浅基础的构造类型	723	12.2.3 墙下钢筋混凝土条形基础设计	745
12.2 扩展基础	728	12.2.4 墙下钢筋混凝土条形基础设计	

实例.....	746	实例.....	756
12.3 柱下条形基础.....	747	12.3.4 柱下交叉条形基础设计.....	759
12.3.1 柱下条形基础设计.....	747	12.4 筏板基础.....	761
12.3.2 沿纵向柱列设置条形基础设计 实例.....	751	12.4.1 墙下筏板基础设计.....	761
12.3.3 沿横向柱列设置条形基础设计		12.4.2 筏板基础设计实例.....	762
		主要参考文献及资料.....	767

第十三章 预埋件及钢牛腿

13.1 概述.....	768	13.2.3 计算要点.....	774
13.2 预埋件设计要点.....	771	13.3 预埋件设计计算实例.....	776
13.2.1 材料选用.....	771	13.4 钢牛腿.....	781
13.2.2 构造要点.....	771	主要参考文献及资料.....	783

第一章 建筑结构设计概论

1.1 建筑结构的性能、可靠性及可靠指标

1.1.1 建筑结构的性能和可靠性

房屋建筑的主要组成部分是屋盖、楼盖、柱、墙体和基础,在这些组成成分中,用以抵抗作用效应^①,保持房屋建筑具有一定空间形状和整体稳定性的骨架,称为建筑结构。例如,在单层工业厂房中,由屋面梁(或屋架)、柱和基础等承重构件组成的空间体系在建筑中起骨架作用,这个体系就称为厂房结构。

从事建筑结构设计的基本目的,就是在一定的经济条件下,赋予结构以适当的可靠度(可靠度是指结构在规定的时间内和规定的条件下,完成预定功能的概率),使结构在预定的使用期限内能满足设计所预期的各种功能要求。一般说来,建筑结构必须满足下列功能要求:

- ① 能承受在正常施工和正常使用时可能出现的各种作用^①;
- ② 在正常使用时具有良好的工作性能;
- ③ 在正常维护下具有足够的耐久性能;
- ④ 在偶然事件(如地震、爆炸等)发生时及发生后,仍能保持必需的整体稳定性。

上述第1、4两项通常是指结构的强度和稳定性即所谓安全性的要求,第2、3两项分别指结构的适用性和耐久性的要求。安全性、适用性和耐久性可概括为结构的可靠性要求。

所谓结构耐久性能,系指结构在化学的、生物的或其他不利因素的作用下,在预定期限内,其材料性能的恶化不至于导致结构出现不可接受的失效概率。所谓整体稳定性,系指结构在偶然事件发生时及发生后,仅产生局部损坏或破坏而不发生连续倒塌。

结构可靠性是指在规定的时间和规定的条件下,结构完成预定功能的能力。度量结构可靠性的数量指标就是前面提到的结构可靠度。

这里所说的“规定时间”,是指分析结构可靠度时考虑各项设计基本变量(如荷载、材料强度、构件截面几何特征等)与时间关系所取用的设计基准期(一般工业与民用建筑为50年);所说的“规定条件”,是指设计时所确定的正常设计、正常施工和正常使用的条件,即不考虑人为过失对结构可靠度的影响;所说的“预定功能”,一般是以结构是否达到“极限状态”(详见后)来标志的。如果结构达到极限状态的概率超过某一限值,结构就失效即不可靠。结构的失效概率越小,则其可靠度越大。

1.1.2 设计可靠指标

由上可知,结构或结构构件能完成预定功能的概率,称为可靠概率,完不成预定功能的概率称为失效概率,两者都是度量结构可靠性的数量指标。为了计算简便,在制订设计标准和规范时,常用与失效概率具有数值上的一一对应关系的可靠指标来表示结构可靠度。

^① 详见1—5节。

设计标准或规范规定的设计结构或结构构件时采用的可靠指标,称为设计可靠指标。因为它表示设计所预期达到的结构可靠度,所以亦称为目标可靠指标。

我国《建筑结构设计统一标准(GBJ68-84)》^[1-1](以下简称《统一标准》)根据对 14 种具有代表性的结构构件进行可靠度校准并经适当调整后所规定的设计可靠指标,列于表 1-1。为使设计者能针对所设计的结构或同一结构中各种构件的重要程度,正确地选择恰当的可靠度,《统一标准》将建筑结构的安全等级划分为三级(表 1-2)。对于重要建筑物与次要建筑物的划分,应根据建筑结构的破坏后果,即危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等方面的严重程度,由设计部门按专门标准或针对工程具体情况加以确定。一般来说,大型的影剧院、体育馆和高层建筑等,宜按重要建筑物考虑。纪念性建筑及其它有特殊要求的建筑,其安全等级可按具体情况另行确定,不受表 1-2 的限制。

表 1-1 结构构件承载能力极限状态的设计可靠指标 β_s 值

破坏类型	安全等级		
	一级	二级	三级
延性破坏	3.7(1.08×10^{-4})	3.2(6.87×10^{-4})	2.7(3.47×10^{-3})
脆性破坏	4.2(1.34×10^{-3})	3.7(1.08×10^{-4})	3.2(6.87×10^{-4})

注: ① 表中括号内数值为相应的失效概率运算值 p_f 。

② 当有充分根据时,可对本表规定的 β_s 作 ± 0.25 的调整;当有特殊要求时,结构构件的 β_s 可不受本表的限制。

③ 延性破坏是指结构构件在破坏前有明显的变形或其它预兆;脆性破坏是指结构构件在破坏前无明显变形或其它预兆。

④ 正常使用极限状态下结构构件一般采用 $\beta_s = 1 \sim 2$ 。①

表 1-2 建筑结构的安全等级

安全等级	破坏后果	建筑物类型
一级	很严重	重要的工业与民用建筑
二级	严重	一般的工业与民用建筑
三级	不严重	次要的建筑物

注:当按抗震要求设计时,建筑结构的安全等级应符合《建筑抗震设计规范》的规定。

对于同一建筑物内的各种结构构件,一般宜按表 1-2 取与整个结构相同的安全等级,但对部分结构构件允许根据其重要程度及综合经济效果进行适当调整。例如,提高某一结构构件的安全等级所需追加的经费很少,但能使整个结构在破坏时大大减少人员伤亡和经济损失,则可将该结构构件的安全等级比整个结构的安全等级提高一级;相反,如果某一结构构件的破坏并不影响整个结构或其它结构构件,则可将其安全等级降低一级,但不得低于三级。

1.2 建筑结构的分类和选型

1.2.1 建筑结构的分类

建筑结构的分类方法很多,常使用的有下列几种:

① 文献[1-2]建议取 $\beta_s = 1.2$ 或 1.7。

一、按结构所用的材料分类

按结构所用材料,建筑结构可分为混凝土结构(包括混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土结构)、砌体结构(包括砖石砌体和砌块)、钢结构(包括薄钢结构)及木结构等。这些结构材料可以在一个结构构件中混合使用,例如,上弦采用钢筋混凝土、下弦采用钢材的组合屋架;也可以在整个建筑结构中混合使用,如屋盖采用木结构或钢筋混凝土、楼盖采用钢筋混凝土、墙体采用砖砌体、基础采用砖石或钢筋混凝土组成的混合结构房屋。总之,凡是由两种或两种以上结构材料所组成的结构称为混合结构。

二、按建筑物使用功能分类

一般可分成民用建筑结构(包括公共建筑)、工业建筑结构(包括单层和多层厂房)及特种工程结构(如烟囱、水池、水塔、栈桥、筒仓、贮罐及挡土墙等)。

三、按建筑物的外形特点分类

一般分成单层建筑结构、多层和高层建筑结构、大跨度建筑结构及高耸结构(如电视塔和输电塔)等。

四、按结构构件或结构受力特点分类

结构构件可分成梁、板、柱、拱及桁架(由若干杆件构成的平面或空间的组合式承重构件)等;按结构受力特点不同可分成墙板结构(由墙板和楼板组成的承重体系)、板柱结构(由楼板和柱组成的承重体系,亦称无梁楼盖)、壳体结构、网架结构、悬索结构、框架结构(包括梁和柱铰接的排架结构)、剪力墙结构及筒体结构(在高层建筑中利用电梯井、管道井等做成内筒体,也可利用四周外墙或密排柱作为多孔外筒体,亦有两者兼用做成双筒体即筒中筒结构的,如图 1-1 a、b、c 所示)等。框架、剪力墙和筒体还可组合成框架-剪力墙结构(图 1-1d)、框架-筒体结构(图 1-1e)等体系。

五、按结构的施工方法分类

一般分成现浇结构、预制装配式结构及预制与现浇相结合的装配整体式结构。

各种结构有其一定的适用范围,应根据其材料性能、结构型式、受力特点和建筑使用要

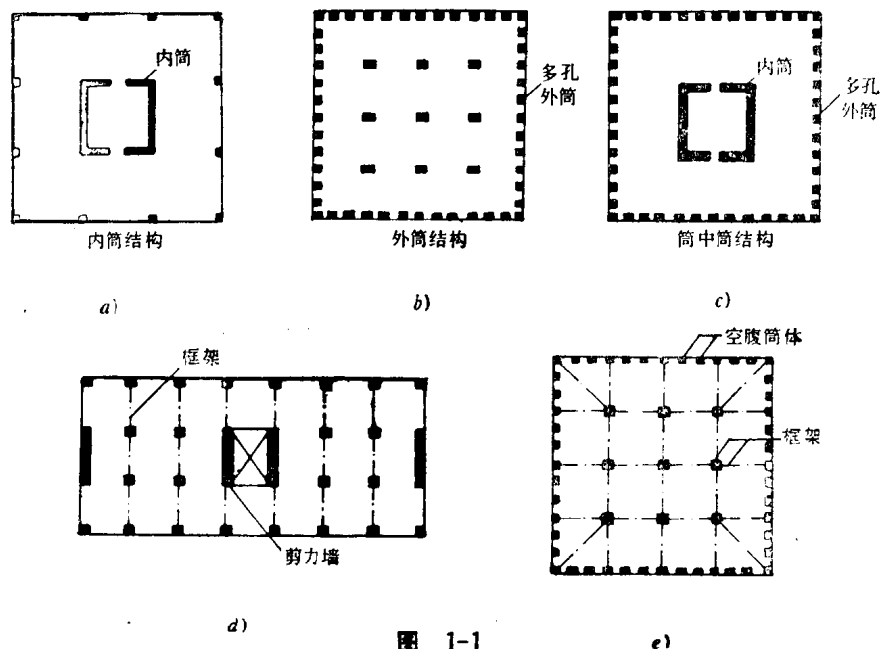


图 1-1

求及施工条件等因素合理选用。

1.2.2 建筑结构的选型

结构选型就是选择合理的结构方案,是一项综合性很强的技术工作,一般要考虑下列因素:

1) 要满足建筑的使用功能和结构功能 各类房屋都有对结构的特定要求,因此应在满足使用功能的情况下,保证建筑结构的结构要求,即可靠度要求。

2) 当地建筑材料的供应情况 结构造型与材料的关系相当密切,各种材料均有其最佳的结构型式。考虑结构材料必须因地制宜。

3) 现场地形、地质及自然气候条件 地形地质条件对结构选型有较大的影响,考虑不周将会造成难以弥补的损失。风、雪、气温特别是地震对结构选型也有很大影响,必须综合考虑。

4) 施工技术条件 不同的结构型式对施工技术有不同的要求,如果脱离施工技术条件,就不可能实现结构技术方案。

5) 技术经济指标 这是选择结构方案的重要因素之一,但不能片面强调经济指标而忽视结构可靠度。应在保证结构可靠度的前提下,最大限度地取得良好的经济效果,并考虑工程建成后的结构维护费用。

6) 力求先进 根据需求和可能,注意选用行之有效的新结构、新材料、新工艺和新技术,但应符合国家现行的建筑工程建设标准和设计规范。

总之,结构选型要做到可靠适用,经济合理,技术先进,施工方便,切实可行。

选择合适的结构方案是十分重要的。在结构方案和结构整体布置确定后,才能进行结构构件的设计。不同的建筑有不同的结构方案。一般说来,住宅建筑可选用砖砌墙体与钢筋混凝土楼板的混合结构、装配式大板结构或外砌内浇的大模板结构;办公楼、教学楼等大多采用混合结构或框架结构;多层工业厂房常用框架结构,单层工业厂房一般采用横向排架承重结构;无吊车或吊车吨位 $\leq 5t$ 、跨度在 $12\sim 18m$ 、高度不超过 $8m$ 、无特殊要求的小型厂房,可采用混合结构;有重型吊车、跨度大于 $36m$ 或有特殊要求的大型厂房,可用钢屋架、钢筋混凝土柱或全钢结构;其它情况均可采用钢筋混凝土结构。大跨度公共建筑大多采用壳体、网架或悬索结构。高层建筑常用框架、剪力墙或筒体结构,或用它们的组合体系。

1.3 设计阶段和设计内容

完成一个建设项目一般要经过勘察、设计和施工三个阶段,而且应严格遵守先勘察后设计,先设计后施工的程序。实践表明,违反这一程序,例如边勘察边设计,或边设计边施工,往往是欲速不达,造成浪费或被动,甚至会导致更严重的后果。房屋建造前必须有一个全面的规划,编制出一套技术文件并绘制出为施工和安装及编制施工预算用的图纸,这些工作通常称为“设计”。设计是建筑工程的一个重要工作阶段,必须予以重视。

1.3.1 设计阶段的划分

建筑工程设计一般分为初步设计和施工图设计两个阶段。大型民用建筑工程设计,在

初步设计之前,应进行方案设计。小型建筑工程设计,可以用方案设计代替初步设计。对于技术上复杂而又缺乏设计经验的工程,经主管部门指定,或由设计部门自行确定,可在上述两个设计阶段之间增加一个技术设计阶段,用以解决各专业之间的协调等技术问题。

在设计前,应进行调查研究,把与工程设计有关的原始资料和基本条件搞清楚,收集必要的设计技术资料,这是保证设计文件质量,加快设计进度的前提条件。

设计文件的编制,必须贯彻执行国家有关工程建设的政策和法令,遵守国家现行的建筑工程建设的标准、设计规范和设计工作程序。要密切结合国情和工程现场的具体情况,积极采用先进技术;对于环境保护、节约用地、节约能源、建筑防火、结构抗震等重要问题,设计中要采取切实有效的技术措施;要正确掌握设计标准,努力提高社会、环境和经济效益,使之符合批准了的设计任务书或初步设计文件的要求。

各阶段设计文件要完整,内容和深度应符合我国《建筑工程设计文件编制深度的规定(试行)》图纸和文字说明要准确清晰,整个文件应严格校审,避免“错、漏、碰、缺”。

1.3.2 设计文件的内容和深度

一、初步设计

初步设计文件由设计说明书(包括设计总说明和各专业的的设计说明书)、设计图纸、主要设备及材料表和工程概算书等四部分组成。初步设计文件的深度应满足下列要求:经过比较,确定设计方案;确定土地征用范围;据以进行主要设备及材料订货;确定工程造价,控制工程投资;并据以编制施工图设计和进行施工准备。

二、施工图设计

施工图设计应根据已批准的初步设计文件进行编制,其内容以图纸为主,设计深度应满足下列要求:据以编制施工图预算;据以安排材料、设备和非标准设备的制作;据以进行施工和安装。

当需要增加技术设计阶段时,可根据工程的特点和需要,确定其文件的内容和深度。

1.3.3 结构设计的主要内容和要求

一、初步设计阶段

结构设计的基本内容和步骤是:结构选型、结构布置、结构计算与设计(包括荷载计算、内力与变形计算、截面设计与构造处理及抗震计算等)、绘制结构施工图,其中结构选型和结构布置又可统称为结构设计方案,通常是在初步设计阶段完成的。结构计算与设计及结构施工图则是在施工图设计阶段完成的。

一般情况下,在初步设计阶段,结构专业是以说明书作为对外交付的文件(特殊情况除外);有少数需用概略图表示的,可提供有关资料,由建筑专业在建筑图上表示。

初步设计阶段结构设计人员的工作主要包括内部作业和编写结构专业的初步设计说明书两部分。

内部作业的内容和要求是:

① 与建筑及其他专业配合,确定设计方案。

② 提出结构草图,包括结构布置、构件截面估算、选用结构材料等,并将此作为编制概算的资料。

③ 对复杂的建筑或构筑物进行结构方案比较,并作必要的计算工作,对确定的方案应有平面布置图和必要的剖面图;计算书经校审后应妥为保存,以便查对。

结构专业设计说明书的内容和要求是:

① 设计依据及设计要求,它包括以下三个方面:

自然条件:包括风荷载、雪荷载、工程所在地区的地震基本烈度、工程水文地质情况,其中着重对场地的特殊地质条件(如软弱地基、膨胀土、滑坡、溶洞、冻土及抗震的不利地段等)分别予以说明。当已有的工程地质勘察报告不够详尽时,应明确提出补充勘察的要求。

设计要求:根据建筑物等级或使用荷载、抗震设计烈度等阐述对结构设计的特殊要求(如耐高温、防爆、防震、防蚀等)。

施工条件:说明施工条件,如吊装能力、预制结构构件(预制厂或现场制作)的能力以及采用新的施工技术的可能性等。如果尚未确定施工单位,应对施工条件提出配合要求。

② 结构设计的说明,重点阐述结构设计的主要内容、方案的比较和确定,如结构选型;地基处理和基础形式;伸缩缝、沉降缝和抗震缝的设置;为满足特殊使用要求的结构处理;新技术、新结构和新材料的采用;主要结构材料的选用;特殊构造和标准图的采用等。

③ 提出在设计审批时需要解决或确定的主要问题。

二、施工图设计阶段

施工图设计阶段的主要内容是结构计算和绘制设计图纸。

1. 结构计算

结构计算应符合结构设计规范的要求。结构计算书应完整、清楚,计算步骤要有条理,引用数字要有依据,采用计算图表及不常用的计算公式时应注明其来源或出处。构件编号、计算结果(确定的截面和配筋等)应与图纸一致,以便核对。当采用电子计算机计算时,计算书中应注明所采用的计算程序名称。

采用标准图时,应根据图集的说明,进行必要的选用计算,作为结构计算书的内容之一。采用重复利用的图纸时,应进行必要的核算和因地制宜的修改,以切合工程的具体情况。

2. 设计图纸

设计图纸内容应包括:图纸目录、首页(即结构设计说明)、基础平面图和基础详图、结构布置图、钢筋混凝土构件详图、构件节点构造详图以及其它图纸(如预埋件图、特种结构和构筑物图等)。设计图纸的绘制,应符合现行的国家建筑制图标准。

绘制钢筋混凝土构件详图时应符合下列要求:

对现浇梁、板、柱及框架、楼梯、结构墙和电梯井筒等详图,要绘出:

① 纵剖面:标明长度、轴线号、标高和配筋情况以及梁和板的支座情况。如果钢筋较复杂不易表示清楚时,在纵剖面侧面将钢筋分离绘出。多跨梁完全对称时可绘示一半。

② 横剖面:标明轴线号、截面尺寸及配筋情况。

③ 附注说明:应说明混凝土强度等级、钢筋级别、混凝土保护层厚度;对施工的要求;现浇板应注明分布钢筋的直径及间距。若有预留孔洞和预埋件时应注明位置、尺寸或预埋件编号等。

对预制梁、板、柱及框架、剪力墙、楼梯等详图(包括复杂的预制梁垫)要绘出:

① 复杂柱的模板图:表示模板尺寸、轴线关系、预留孔洞、预埋件位置、尺寸或预埋件编