



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪建筑学及相关专业教材

建筑结构

JIANZHU JIEGOU

第六版

主编 熊丹安 杨冬梅



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21 世纪建筑学及相关专业教材

建 筑 结 构

(第六版)

主 编 熊丹安 杨冬梅
副主编 赫桂梅 熊海燕 潘志椽



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

内 容 提 要

本书以最新颁行的系列国家标准为依据,以房屋建筑中的钢筋混凝土结构构件作为主要内容,并将砌体结构、钢结构等内容有机结合、统一概念。书中还融合了建筑结构选型的基本知识。通过学习本书,读者可以结合建筑设计要求对结构型式进行合理选择,对建筑结构的设计原理和设计方法有比较全面的理解,并能进行一般的常用结构和构件的设计。

本书开创新意、突出重点,内容深入浅出、简明实用。适合于需要对建筑结构知识有较全面的了解,但又限于学时及相关的力学、数学知识较浅的专业,如建筑学专业及相关专业(城市规划、工程管理、建筑力学、给水排水……)。本书例题量大,解题方法新颖,不拘泥于公式的死记硬背,每章末尾还有小结、复习思考题、单项选择题和习题,故也适合用作成人高等教育和职业高等教育的相关教材和土木与建筑工程相关专业人员的学习和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构/熊丹安,杨冬梅主编. — 6版. — 广州:华南理工大学出版社,2014.1
ISBN 978-7-5623-4075-1

I. ①建… II. ①熊… ②杨… III. 建筑结构 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 238941 号

建筑结构

熊丹安 杨冬梅 主编

出 版 人:韩中伟

出版发行:华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail:scute13@scut.edu.cn

营销部电话:020-87113487 87111048(传真)

责任编辑:赖淑华

印 刷 者:广州市穗彩彩印厂

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:27.75 字数:693 千

版 次:2014 年 1 月第 6 版 2014 年 1 月第 29 次印刷

印 数:139 001 ~ 145 000 册

定 价:42.50 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

第六版前言

本书第一版于1996年5月面世。依据2002年以来新颁行的各种建筑结构设计规范(简称为GB 500××—200×系列)而改编的第二版,于2003年4月出版。第三版和随后推出的第四版,作为《普通高等教育“十一五”国家级规划教材》,先后于2006年3月和2009年1月出版发行。随着建筑科学技术的发展和生产技术的进步,钢材规格有所更新,《混凝土结构设计规范》和《建筑抗震设计规范》的部分内容有所变动,本书对相关内容进行了调整和补充,是为第五版。近两年多来,又陆续有《建筑结构荷载规范》和《砌体结构设计规范》等新规范颁行。为适应这些变化,本书以科学发展观为指导,对相关内容又进行了调整和补充修改,是为第六版。

《建筑结构》的使用对象包括建筑学专业、城市规划专业及相关专业的学生,也包括土木工程的工程管理专业及类似专业开设“工程结构”课程的学生。同时,相关的考试(如注册建筑师考试、自学考试等)对课程的复习,也需要一本适用和简明的教材。本书在编写过程中,力图满足广大读者的需要,既保持特色,又使内容更加充实、系统、适用。

本书采用的基本术语和符号与新颁行的各种规范中的相应术语和符号相同,并采用以牛顿毫米制($\text{N} \cdot \text{mm}$)为基本计量单位的法定计量单位。相应章节中引用的专业规范当不会混淆时,为节省篇幅,仅以《规范》标明。

参加本书第六版编写和改写的人员是:熊丹安(第一、五章)、赫桂梅(第二、十四章)、潘棣楦(第三、四章)、赵亮(第六章)、田水(第七、八章)、熊海燕(第九、十章)、付慧琼(第十一章)、梅巧林(第十二章)、汪芳(第十三章)、杨冬梅(第十五、十六、十七章)、蒋寅军(第十八章)。本书第六版由熊丹安教授、杨冬梅博士任主编,赫桂梅、熊海燕、潘棣楦任副主编。

限于编者水平,书中不当之处,请读者批评指正。

编 者

2013年10月

目 录

第一篇 建筑结构概论

第一章 绪论	1
第一节 建筑和结构的关系	1
第二节 建筑结构的基本要求	2
第三节 建筑结构的分类	3
第四节 建筑结构选型	4
第五节 建筑结构课程的任务和学习方法	15
第二章 建筑结构的设计标准和设计方法	17
第一节 设计基准期和设计使用年限	17
第二节 结构的功能要求、作用和抗力	17
第三节 结构可靠度理论和极限状态设计法	20
第四节 结构构件设计的一般内容	27
第三章 结构材料的力学性能	32
第一节 建筑钢材	32
第二节 混凝土	37
第三节 钢筋与混凝土的相互作用——粘结力	41

第二篇 混凝土结构构件

第四章 钢筋混凝土轴心受力构件	47
第一节 轴心受拉构件的受力特点	48
第二节 轴心受拉构件的承载力计算	49
第三节 轴心受拉构件的裂缝宽度验算	51
第四节 轴心受压构件概述	53
第五节 配有普通箍筋的轴心受压构件	53
第六节 配有螺旋式或焊接环式间接钢筋的轴心受压柱	57
第五章 钢筋混凝土受弯构件	62
第一节 钢筋混凝土受弯构件的一般构造规定	62
第二节 受弯构件正截面性能的试验研究	64
第三节 受弯构件正截面承载力计算公式	67

第四节	受弯构件按正截面受弯承载力的设计计算	70
第五节	受弯构件剪弯段的受力特点及斜截面受剪破坏	83
第六节	受弯构件斜截面的受剪承载力计算	86
第七节	受弯构件斜截面受弯承载力及有关构造要求	93
第八节	受弯构件的裂缝宽度和挠度验算	100
第六章	钢筋混凝土偏心受力构件	108
第一节	概述	108
第二节	偏心受压构件的构造要求	109
第三节	偏心受压构件的受力性能	111
第四节	矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算	116
第五节	对称配筋 I 形截面偏心受压构件的配筋计算	122
第六节	偏心受压构件斜截面受剪承载力及裂缝宽度验算	124
第七节	偏心受拉构件承载力	125
第七章	钢筋混凝土受扭构件	133
第一节	矩形截面纯扭构件承载力	133
第二节	矩形截面剪扭构件承载力	134
第三节	矩形截面弯扭构件承载力	135
第四节	受扭构件的构造要求	136
第八章	预应力混凝土结构的一般知识	141
第一节	预应力混凝土的基本概念	141
第二节	预应力混凝土构件设计的一般规定	144
第三节	预应力混凝土构件计算的一般原理	145

第三篇 砌体结构和钢结构

第九章	砌体和砌体构件	152
第一节	砌体材料和砌体力学性能	152
第二节	无筋砌体构件的承载力计算	157
第三节	配筋砌体构件简介	167
第四节	砌体结构的耐久性规定	169
第十章	混合结构房屋	172
第一节	房屋的结构布置和静力计算方案	172
第二节	墙、柱的高厚比验算和一般构造要求	175
第三节	刚性方案房屋的墙体计算	179

第四节	圈梁、过梁和挑梁	184
第十一章	钢结构	191
第一节	钢结构的材料和钢结构的特点	191
第二节	钢结构的构件类型	195
第三节	受弯构件的计算	198
第四节	轴心受力构件的计算	204
第五节	拉弯构件和压弯构件的计算	208
第六节	钢结构的连接	209
第七节	钢结构的防护和隔热	222
 第四篇 钢筋混凝土结构和地基基础 		
第十二章	钢筋混凝土梁板结构	227
第一节	概述	227
第二节	整浇楼(屋)盖的受力体系	227
第三节	单向板肋形楼盖的设计计算	232
第四节	双向板肋形楼盖按弹性理论的计算方法	252
第五节	楼梯的计算与构造	258
第十三章	多层钢筋混凝土框架结构	273
第一节	多层框架的结构布置	273
第二节	杆件的截面尺寸和框架计算简图	276
第三节	荷载取值	279
第四节	竖向荷载作用下的内力近似计算——分层法	280
第五节	水平荷载作用下的内力近似计算——反弯点法和 D 值法	282
第六节	水平荷载作用下侧移的近似计算	286
第七节	框架的荷载组合和内力组合	287
第八节	框架梁柱的截面配筋	290
第九节	现浇框架的一般构造要求	290
第十节	多层框架柱基础	294
第十一节	设计例题	295
第十四章	建筑地基基础	317
第一节	基本规定	317
第二节	地基计算	319
第三节	无筋扩展基础	321
第四节	柱下钢筋混凝土独立基础	325

第五篇 建筑抗震设计基本知识

第十五章 地震作用和结构的抗震验算	335
第一节 地震简介.....	335
第二节 抗震设计的基本要求.....	337
第三节 地震作用的计算.....	341
第四节 结构的自振周期.....	350
第五节 结构的抗震验算.....	351
第十六章 多层砌体结构房屋的抗震设计	356
第一节 一般规定.....	356
第二节 多层粘土砖房的抗震构造措施.....	358
第三节 多层砌体房屋抗震计算要点.....	363
第十七章 多层钢筋混凝土框架的抗震设计	366
第一节 框架抗震设计的一般规定.....	366
第二节 框架截面的抗震设计.....	368
第三节 纵向钢筋的锚固和连接.....	372
第四节 抗震框架的一般构造要求.....	375
*第十八章 抗震新技术	383
第一节 建筑结构的隔震设计.....	383
第二节 房屋的消能减震设计.....	385
附录 附表 1 结构混凝土材料的耐久性基本要求	389
附表 2 混凝土强度标准值.....	389
附表 3 混凝土强度设计值.....	389
附表 4 混凝土弹性模量.....	390
附表 5 普通钢筋强度标准值及极限应变.....	390
附表 6 普通钢筋强度设计值.....	390
附表 7 钢筋的弹性模量 E_s	390
附表 8 预应力筋强度标准值 (N/mm^2) 及最大力下总伸长率.....	391
附表 9 预应力筋强度设计值.....	391
附表 10 最外层钢筋的混凝土保护层最小厚度 c	392
附表 11 纵向受力钢筋的最小配筋百分率.....	392
附表 12 每米板宽各种钢筋间距时的钢筋截面面积.....	393
附表 13 钢筋排成一行时梁的最小宽度.....	393
附表 14 钢材的强度设计值.....	394

附表 15	焊缝的强度设计值	394
附表 16	螺栓连接的强度设计值	395
附表 17	轴心受压构件的稳定系数	395
附表 18	热轧等边角钢的规格及截面特性(部分)	399
附表 19	热轧不等边角钢	400
附表 20	热轧普通工字钢的规格及截面特性	402
附表 21	热轧普通槽钢的规格及截面特性	404
附表 22	热轧 H 型钢和剖分 T 型钢的规格及截面特性	406
附表 23	连续梁板的计算跨度 l_0	408
附表 24	梁的等效均布荷载 q_1	408
附表 25	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	409
附表 26	双向板按弹性分析的计算系数表	412
附表 27	部分风荷载体型系数 μ_s	416
附表 28	部分风压高度变化系数 μ_z	417
附表 29	规则框架承受荷载作用时标准反弯点高度比 γ_0	417
附表 30	上下层横梁线刚度比变化时的修正系数 γ_1	419
附表 31	上下层柱高度变化时的修正系数 γ_2 和 γ_3	420
附表 32	常用钢筋的计算截面面积及理论重量	420
附表 33	我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组	420
附表 34	判断选择题参考答案	433
参考文献		434

第一篇 建筑结构概论

人们所居住的住宅,购物的商店、商场,观看体育比赛的看台及体育馆,还有教学楼、实验楼、办公楼,以及单层与多层工业厂房,等等,这些人们赖以生活、学习、工作的场所即建筑物,无论是功能简单还是复杂,都包含有基础、墙体、柱、楼盖及屋盖等结构构件。结构构件组成房屋的骨架,支承着建筑,承受各种外部作用(如荷载、温度变化、地基不均匀沉降等),形成结构整体。这种房屋骨架或建筑的结构整体,就是建筑结构。

第一章 绪 论

第一节 建筑和结构的关系

建筑和结构的统一体即建筑物,具有两个方面的特质:一是它的内在特质,即安全性、适用性和耐久性;二是它的外在特质,即使用性和美学要求。前者取决于结构,后者取决于建筑。

结构是建筑物赖以存在的物质基础,在一定的意义上,结构支配着建筑。这是因为,任何建筑物都要耗用大量的材料和劳力来建造,建筑物首先必须抵抗(或承受)各种外界的作用(如重力、风力、地震……),合理地选择结构材料和结构型式,既可满足建筑物的美学原则,又可以带来经济效益。

一个成功的设计必然以经济合理的结构方案为基础。在决定建筑设计的平面、立面和剖面时,就应当考虑结构方案的选择,使之既满足建筑的使用和美学要求,又照顾到结构的可能和施工的难易。

现在,每一个从事建筑设计的建筑师,都或多或少地承认结构知识的重要性。但是在传统的影响下,他们常常被优先培养成为一个艺术家。然而,在一个设计班子中,往往需要建筑师来沟通和结构工程师之间的关系,在设计的一个方面充当协调者。而现代建筑技术的发展,新材料和新结构的采用,又使建筑师在技术方面的知识受到局限。只有对基本的结构知识有较深刻的了解,建筑师才有可能胜任自己的工作,处理好建筑和结构的关系。反之,不是结构妨碍建筑,就是建筑给结构带来困难。

美观对结构的影响是不容否认的。当结构成为建筑表现的一个完整的部分时,就必定能建造出较好的结构和更满意的建筑。如图 1-1 中的北京奥运会主体育场,外露的空间钢结构恰当地表现了“巢”的创意。今天的问题已经不是“可不可以建造”的问题,而是“应不应

该建造”的问题。建筑师除了在建筑方面有较高的修养外,还应当在结构方面有一定的造诣。

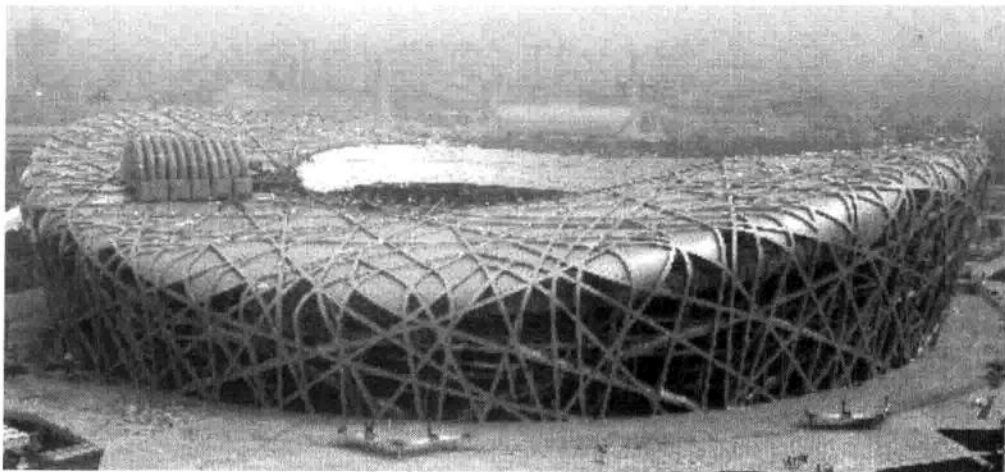


图 1-1 2008 年北京奥运会主体育场(鸟巢)

第二节 建筑结构的基本要求

新型建筑材料的生产、施工技术的进步、结构分析方法的发展,都给建筑设计带来了新的灵活性和更宽广的空间。但是,这种灵活性并不排除现代建筑结构需要满足的基本要求。这些要求是:

1. 平衡

平衡的基本要求就是保证结构和结构的任何一部分都不发生运动,力的平衡条件总能得到满足。从宏观上看,建筑物应该总是静止的。

平衡的要求是结构与“机构”即几何可变体系的根本区别。建筑结构的整体或结构的任何部分都应当是几何不变的。

2. 稳定

整体结构或结构的一部分作为刚体不允许发生危险的运动。这种危险可能来自结构自身,例如雨篷的倾覆(图 1-2);也可能来自地基的不均匀沉陷或地基土的滑移(滑坡),例如意大利的比萨斜塔就因为地基不均匀沉降引起倾斜。

3. 承载能力

结构或结构的任何一部分在预计的荷载作用下必须安全可靠,具备足够的承载能力。结构工程师对结构的承载能力负有不容推卸的责任。

4. 适用

结构应当满足建筑物的使用目的,不应出现影响正常使用的过大变形、过宽的裂缝、局部损坏、振动等。

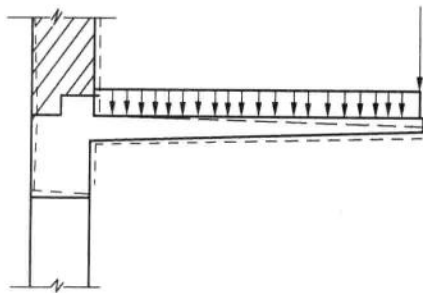


图 1-2 雨篷的倾覆

5. 经济

现代建筑的结构部分造价通常不超过建筑总造价的 30%, 因此结构的采用应当是使建筑的总造价最经济。结构的经济性并不是指单纯的造价, 而是体现在多个方面。结构的造价受材料和劳动力价格比值的影响, 还受施工方法、施工速度以及结构维护费用(如钢结构的防锈、木结构的防腐等)的影响。

6. 美观

美学对结构的要求有时甚至超过承载能力的要求和经济要求, 尤其是象征性建筑和纪念性建筑更是如此。应当懂得, 纯粹质朴和真实的结构会增加美的效果, 不正确的结构将明显地损害建筑物的美观。

实现上述各项要求, 在结构设计中就应贯彻执行国家的技术经济政策, 做到安全、适用、经济、耐久, 保证质量, 实现结构和建筑的和谐统一。

第三节 建筑结构的分类

一、建筑结构的分类

根据建筑结构所采用的主要材料及受力和构造特点, 可以作如下分类。

(一) 按材料分类

根据结构所用材料的不同, 建筑结构可分为以下几类:

1. 混凝土结构(concrete structure)

混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。钢筋混凝土和预应力混凝土结构, 都由混凝土和钢筋两种材料组成。钢筋混凝土结构是应用最广泛的结构。除一般工业与民用建筑外, 许多特种结构(如水塔、水池、高烟囱等)也用钢筋混凝土建造。

混凝土结构具有节省钢材、就地取材(指占比例很大的砂、石料)、耐火耐久、可模性好(可按需要浇捣成任何形状)、整体性好的优点。缺点是自重较大、抗裂性较差等。

2. 砌体结构(masonry structure)

砌体结构是由块体(如砖、石和混凝土砌块)及砂浆经砌筑而成的结构, 目前大量用于居住建筑 and 多层民用房屋(如办公楼、教学楼、商店、旅馆等)中, 并以砖砌体的应用最为广泛。

砖、石、砂等材料具有就地取材、成本低等优点, 结构的耐久性和耐腐蚀性也很好。缺点是材料强度较低、结构自重大、施工砌筑速度慢、现场作业量大等, 且烧砖要占用大量土地。

3. 钢结构(steel structure)

钢结构是以钢材为主制作的, 主要用于大跨度的建筑屋盖(如体育馆、剧院等)、吊车吨位很大或跨度很大的工业厂房骨架和吊车梁, 以及超高层建筑的房屋骨架等。

钢结构材料质量均匀、强度高, 构件截面小、重量轻, 可焊性好, 制造工艺比较简单, 便于工业化施工。缺点是钢材易锈蚀, 耐火性较差, 价格较贵。

4. 木结构(wood structure)

木结构是以木材为主制作的, 但由于受自然条件的限制, 我国木材相当缺乏, 目前仅在山区、林区和农村有一定的采用。

木结构制作简单、自重轻、加工容易。缺点是木材易燃、易腐、易受虫蛀。

(二)按受力和构造特点分类

根据结构的受力和构造特点,建筑结构可分为以下几种主要类型:

1. 混合结构

混合结构的楼、屋盖一般采用钢筋混凝土结构构件,而墙体及基础等采用砌体结构,“混合”之名即由此而得。

2. 排架结构

排架结构的承重体系是屋面横梁(屋架或屋面大梁)和柱及基础,主要用于单层工业厂房。屋面横梁与柱的顶端铰接,柱的下端与基础顶面固接(图 1-3)。

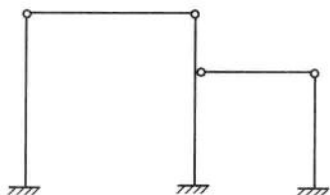


图 1-3 排架结构的杆件连接

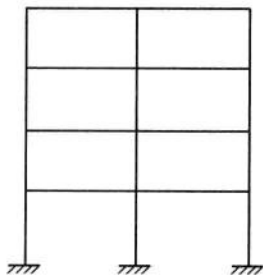


图 1-4 框架结构的杆件连接

3. 框架结构

框架结构由横梁和柱及基础组成主要承重体系。框架横梁与框架柱为刚性连接,形成整体刚架;底层柱脚也与基础顶面固接(图 1-4)。

4. 剪力墙结构

纵横布置的成片钢筋混凝土墙体称为剪力墙,剪力墙的高度往往从基础到屋顶,宽度可以是房屋的全宽。剪力墙与钢筋混凝土楼、屋盖整体连接,形成剪力墙结构。

5. 其他形式的结构

除上述形式的结构外,在高层和超高层房屋结构体系中,还有框架-剪力墙结构、框架-筒体结构、筒中筒结构等(参见下一节结构选型部分);单层房屋中除排架结构外,还有刚架结构;在单层大跨度房屋的屋盖中,有壳体结构、网架结构、悬索结构等(参见下一节单层大跨度房屋结构)。

第四节 建筑结构选型

一个好的建筑设计,需要有一个好的结构型式去实现。而结构型式的最佳选择,要考虑到建筑上的使用功能、结构上的安全合理、艺术上的造型美观、造价上的经济,以及施工上的可能条件,进行综合分析比较才能最后确定。

以下就多层和高层房屋以及单层大跨度房屋的常见结构型式的受力特点、适用范围进行简单介绍,以供选择结构型式时参考。

(一)多层和高层房屋结构

通常把 10 层及 10 层以上(或高度大于 28m)的住宅建筑以及房屋高度大于 24m 的其

他高层民用房屋结构称为高层房屋结构,而把低于上述层数的房屋结构称为多层房屋结构。多层和高层房屋结构的主要承重结构体系有:混合结构体系、框架结构体系、剪力墙结构体系等。

1. 混合结构体系

这是多层民用房屋中常用的一种结构型式。其墙体、基础等竖向构件采用砌体结构,而楼盖、屋盖等水平构件则采用钢筋混凝土等其他形式的结构。混合结构中的承重墙体布置如第十章所述。

结合抗震设计要求,在进行混合结构房屋设计和选型时,应注意以下一些问题。

(1) 房屋的层数和高度限值

对非抗震设计和设防烈度为6度时,混合结构房屋的层数和总高度不应超过表1-1的规定(7~9度时参见表16-1)。其中:横墙较少的多层砌体房屋是指同一楼层内开间大于4.20m的房间占该层总面积的40%以上;横墙很少的多层砌体房屋,是指同一楼层内开间不大于4.20m的房间占该层总面积不到20%且开间大于4.8m的房间占该层总面积的50%以上。

表1-1 房屋的层数和总高度(m)限值

横墙类型	一般情况下		横墙较少时		横墙很少时	
房屋类别	高度(m)	层数	高度(m)	层数	高度(m)	层数
多层砌体房屋	21	7	18	6	<18	5
底层框架-剪力墙砌体房屋	22	7	19	6	<19	5

注:①承重横墙的最小厚度,对普通砖为240mm,对多孔砖、小砌块为190mm,小砌块砌体房屋不包括配筋混凝土小型空心砌块砌体房屋。

②房屋总高度指室外地面至主要屋面板板顶或檐口的高度,半地下室从地下室室内地面算起,全地下室和嵌固条件好的半地下室允许从室外地面算起;对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的1/2高度处。

③室内外高差大于0.6m时,房屋总高度允许比表中数据少量增加,但增加量应少于1.0m。

(2) 层高和房屋最大高宽比

限制房屋的高宽比,是为了保证房屋的刚度和房屋的整体抗弯承载力。普通砖、多孔砖和小砌块砌体房屋的层高不应超过3.6m;底部框架-抗震墙房屋的底部层高不应超过4.5m。多层砌体房屋总高度与总宽度的最大比值,应符合表1-2的要求。

(3) 纵横墙布置

在进行结构布置时,应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重方案;纵横墙的布置宜均匀对称,沿平面内宜对齐,沿竖向应上下连续,同一轴线上的窗间墙宜均匀。楼梯间不宜设置在房屋的尽端和转角处。房屋的承重横墙,在抗震时通常就是抗震横墙,其间距不应超过表1-3的要求。

表1-2 房屋最大高宽比

烈 度	6	7	8	9
最大高宽比	2.5	2.5	2.0	1.5

注:①单面走廊房屋的总宽度不包括走廊宽度;

②建筑平面接近正方形时,其高宽比宜适当减小。

表 1-3 房屋抗震横墙最大间距(m)

房屋类别		烈度			
		6度	7度	8度	9度
多层砌体房屋	现浇或装配整体式钢筋混凝土楼、屋盖	15	15	11	7
	装配式钢筋混凝土楼、屋盖	11	11	9	4
	木屋盖	9	9	4	—
底部框架—抗震墙	上部各层	同多层砌体房屋			
	底层或底部两层	18	15	11	—

注:①多层砌体房屋的顶层,除木屋盖外,横墙最大间距可适当放宽,但应采取相应加强措施。

②多孔砖抗震横墙厚度为 190mm 时,横墙最大间距应比表中数值减少 3m。

2. 框架结构体系

与混合结构类似,框架结构也可分为横向框架承重、纵向框架承重及纵横双向框架共同承重等布置形式。一般房屋框架常采用横向框架承重,在房屋纵向设置连系梁与横向框架相连;当楼板为预制板时,楼板顺纵向布置,楼板现浇时,一般设置纵向次梁,形成单向板肋形楼盖体系。当柱网为正方形或接近正方形,或者楼面活荷载较大时,也往往采用纵横双向布置的框架,这时楼面常采用现浇双向板楼盖或井字梁楼盖。

框架结构体系包括全框架结构(一般简称为框架结构)、底部框架上部砖房等结构型式。现浇钢筋混凝土框架结构房屋的适用高度(指室外地面到主要屋面面板的板顶高度,不包括局部突出屋顶部分,下同)分别为 60m(设防烈度 6 度)、50m(设防烈度 7 度)、40m(设防烈度 8 度(0.2g))、35m(设防烈度 8 度(0.3g))和 24m(设防烈度 9 度)。

现浇框架结构的整体性和抗震性能都较好,建筑平面布置也相当灵活,广泛用于 6~15 层的多层和高层房屋,如学校的教学楼、实验楼、商业大楼、办公楼、医院、高层住宅等(其经济层数为 10 层左右、房屋的高宽比以 5~7 为宜)。在水平荷载作用下,框架的整体变形为剪切型。

3. 剪力墙结构体系

在高层和超高层房屋结构中,水平荷载将起主要作用,房屋需要很大的抗侧移能力。框架结构的抗侧移能力较弱,混合结构由于墙体材料强度低和自重大,只限于多层房屋中使用,故在高层和超高层房屋结构中,需要采用新的结构体系,这就是剪力墙结构体系。

钢筋混凝土剪力墙是指以承受水平荷载为主要目的(同时也承受相应范围内的竖向荷载)而在房屋结构中设置的成片钢筋混凝土墙体(图 1-5),其长度可与房屋的总宽度相同,其高度可为房屋的总高,其厚度最薄时可到 140mm。《混凝土结构设计规范》规定:当钢筋混凝土墙的长度大于其厚度的 4 倍时,宜按钢筋混凝土剪力墙要求进行设计。在水平荷载作用下,剪力墙如同一个巨大的悬臂梁,其整体变形为弯曲型。

(1) 框架-剪力墙结构

在框架的适当部位(如山墙、楼、电梯间等处)设置剪力墙,组成框架-剪力墙结构(图 1-6)。框架-剪力墙结构的抗侧移能力大大优于框架结构,其适用范围见表 1-4。在水平荷载作用下,框架-剪力墙结构的整体

表 1-4 现浇钢筋混凝土框架-剪力墙结构房屋的适用最大高度

设防烈度	≤6 度	7 度	8 度 (0.2g)	8 度 (0.3g)	9 度
适用最大高度(m)	130	120	100	80	50

变形为弯剪型。

由于剪力墙在一定程度上限制了建筑平面布置的灵活性,因此框架-剪力墙结构一般用作办公楼、旅馆、公寓、住宅等民用建筑。

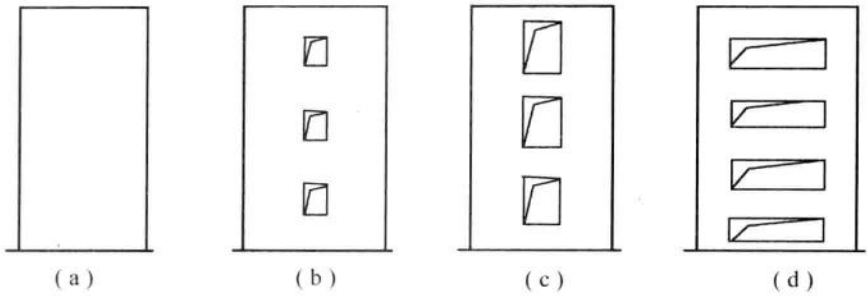


图 1-5 钢筋混凝土剪力墙
(a)整体墙;(b)整体小开口墙;(c)双肢墙;(d)壁式框架

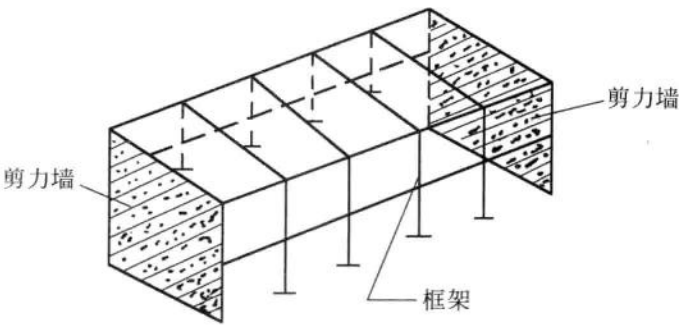


图 1-6 框架-剪力墙结构

在框架-剪力墙结构中,剪力墙宜贯通房屋全高,且横向与纵向剪力墙宜互相连接。剪力墙不应设置在墙面需开大洞口的位置。剪力墙开洞时,洞口面积不大于墙面面积的 $1/6$,洞口应上下对齐,洞口梁高不小于层高的 $1/5$ 。房屋较长时,纵向剪力墙不宜设置在房屋的端开间。

(2) 剪力墙结构

当纵横交叉的房屋墙体都由剪力墙组成时,形成剪力墙结构(图 1-7)。剪力墙结构适用于 40 层以下的高层旅馆、住宅等房屋,其适用高度如表 1-5 所示。

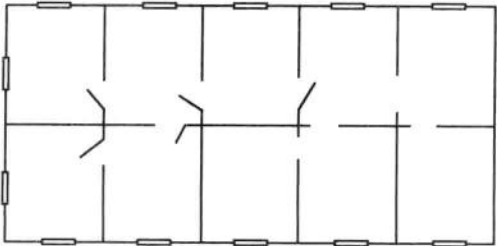


图 1-7 剪力墙房屋平面

表 1-5 剪力墙结构房屋总高度限值

烈 度	≤6	7	8	9
房屋最大高度(m)	140	120	100	60

注:①房屋总高度同表 1-4;

②房屋高度在超过 80m 的情况下,烈度为 8 度时,不宜采用框支剪力墙结构;烈度为 9 度时不应采用框支剪力墙。

剪力墙结构中的剪力墙设置,应符合下列要求:

- ①剪力墙有较大洞口时,洞口位置宜上下对齐;
- ②较长的剪力墙宜结合洞口设置弱连系梁,将一道剪力墙分成较均匀的若干墙段,各墙段的高宽比不宜小于2;
- ③房屋底部有框支层时,落地剪力墙的数量不宜少于上部剪力墙数量的50%,其间距不大于四开间和24m的较小值,落地剪力墙之间楼盖长宽比不应超过表1-6规定的数值;
- ④剪力墙之间无大洞口的楼,屋盖的长宽比不宜超过表1-6的规定,否则应考虑楼盖平面内变形的影响。

表 1-6 抗震墙之间楼、屋盖的长宽比

楼、屋盖类型		设防烈度			
		6	7	8	9
框架-抗震墙(剪力墙)结构	现浇或叠合楼、屋盖	4	4	3	2
	装配式楼、屋盖	3	3	2	不宜采用
板柱-抗震墙结构的现浇楼、屋盖		3	3	2	—
框支层的现浇楼、屋盖		2.5	2.5	2	—

所谓框支层剪力墙,是指为适用房屋下部有大空间的需要而设置的由框架支承的剪力墙(图1-8)。

为避免房屋刚度的突然变化,框架一般扩展到2~3层,其层高逐渐变化,框架最上一层作为刚度过渡层,可设置设备层。

(3) 筒体结构

将房屋的剪力墙集中到房屋的外部或内部组成一个竖向、悬臂的封闭箱体时,可以大大增

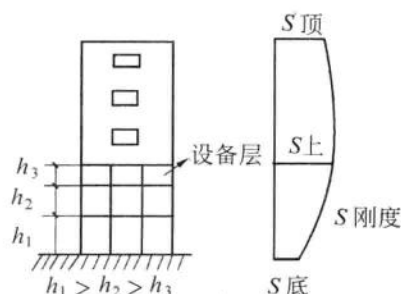


图 1-8 框支层剪力墙

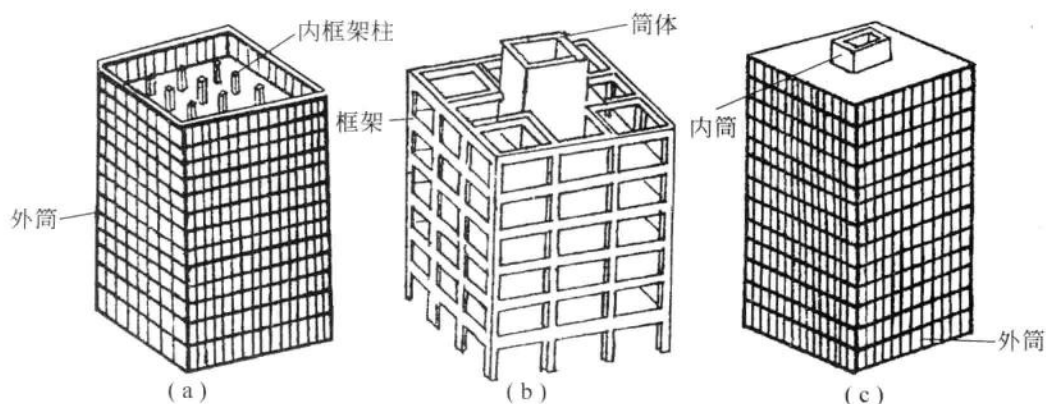


图 1-9 筒体结构

(a) 外筒内框; (b) 内筒外框; (c) 筒中筒