

戴文勇 主编

高层建筑 设计与施工数据手册



GAOCENG JIANZHU
SHÉJÍ YU SHIGONG SHUJU SHOUCÉ



化学工业出版社

戴文勇 主编

高层建筑 设计与施工数据手册



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据国家最新颁布的《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)等标准进行编写,归纳总结了高层建筑设计及施工中常用的数据资料。本书内容包括:高层建筑结构基本知识、建筑结构荷载、高层建筑结构抗震设计、高层框架与剪力墙结构、筒体结构、复杂高层建筑结构与混合结构、高层建筑钢结构、高层建筑结构施工、高层民用建筑防火。

本书内容全面、实用性强、查阅方便,可供从事高层建筑结构工程的设计人员、施工人员、监理人员查阅使用,也可作为相关专业大中专院校师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑设计及施工数据手册/戴文勇主编. —北京:化学工业出版社, 2013.7
ISBN 978-7-122-17495-6

I. ①高… II. ①戴… III. ①高层建筑-建筑设计-技术手册 ②高层建筑-工程施工-技术手册 IV. ①TU97-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第113474号

责任编辑:邹宁 徐娟

责任校对:陶燕华

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张13½ 字数382千字

2014年1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:49.00元

版权所有 违者必究

前言

随着我国国民经济的迅速发展和人民生活水平的提高,各项建设工程得到迅猛发展,一座座高层、超高层建筑如雨后春笋般拔地而起。高层建筑作为城市经济繁荣和社会进步的重要标志,受到了社会各界的广泛关注。由于高层建筑施工技术要求高、施工难度大,所涉及的设计与施工数据比较广泛,因此广大技术人员迫切需要一本囊括高层建筑设计及施工常用数据的参考书作为参考和指导。基于以上原因,我们组织相关技术人员,依据国家最新颁布的《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)等标准规范,编写了本书,旨在满足广大技术人员的迫切需要,使其参考起来更加便捷,掌握更加迅速。

与市场上同类书相比,本书具有如下特点。

(1) 准确性、权威性强。本书是以现行的国家标准、行业标准及技术规范为依据,保证本书数据的准确性及权威性,读者可放心使用。

(2) 逻辑性、实用性强。本书将所涉及的数据知识进行了逻辑性的整理分类,让读者能够方便、快捷地查阅到所需要的数据。

(3) 条理清晰、重点突出、便于使用。

本书由戴文勇主编,参加编写的还有何影、李香香、姜媛、于涛、张黎黎、孙丽娜、赵慧、陶红梅、朱琳、姚烈明、赵蕾、刘艳君、夏欣、马文颖、张超、王静、马可佳、远程飞、齐丽娜、黄金凤、成育芳、李东、赵春娟、罗娜。

由于编者的经验与学识有限,加之当今我国建设工程飞速发展,尽管编者尽心尽力,反复推敲核实,但疏漏或不妥之处仍在所难免,恳请有关专家和读者提出宝贵意见,予以批评指正,以便作进一步修改和完善。

编者

2013年4月

目 录

1 高层建筑结构基本知识	1
1.1 高层建筑结构常用术语	1
1.2 高层建筑结构常用符号	2
1.3 高层建筑结构基本规定	5
2 建筑结构荷载	15
2.1 荷载和荷载效应组合	15
2.2 楼面和屋面活荷载	16
2.3 永久荷载	22
2.4 吊车荷载	37
2.5 雪荷载	39
2.6 风荷载	87
3 高层建筑结构抗震设计	106
3.1 地震作用	106
3.2 高层建筑结构抗震等级与性能	118
3.3 高层钢筋混凝土房屋	121
3.4 高层钢结构房屋	124
4 高层框架与剪力墙结构	128
4.1 高层框架结构	128
4.2 高层剪力墙结构	154
4.3 框架-剪力墙结构	199
5 筒体结构	208
5.1 框架-核心筒结构	208

5.2 筒中筒结构	210
6 复杂高层建筑结构与混合结构	214
6.1 复杂高层建筑结构	214
6.2 高层混合结构	226
7 高层建筑钢结构	235
7.1 高层建筑钢结构基本规定	235
7.2 高层建筑钢结构设计	243
7.3 高层建筑钢结构防火和防腐	247
7.4 高层建筑钢结构制作与安装	254
7.5 超高层钢结构建筑一览表	261
8 高层建筑结构施工	265
8.1 施工测量	265
8.2 基础施工	271
8.3 高层建筑施工设备	319
8.4 高层建筑施工用脚手架	334
8.5 高层现浇框架结构施工	366
9 高层民用建筑防火	389
9.1 高层建筑分类和耐火等级	389
9.2 高层建筑耐火性能和防火材料	390
9.3 高层建筑总平面布局和平面布置	408
9.4 高层建筑安全疏散和消防电梯	412
9.5 高层建筑消防给水设备	417
9.6 高层建筑防烟、排烟	421
参考文献	425



1

高层建筑结构基本知识

1.1 高层建筑结构常用术语

高层建筑结构常用术语见表 1-1。

表 1-1 高层建筑结构常用术语

术语	含 义
高层建筑	10 层及 10 层以上或房屋高度大于 28m 的住宅建筑和房屋高度大于 24m 的其他高层民用建筑
房屋高度	室外地面至房屋主要屋面的高度,不包括突出屋面的电梯机房、水箱、构架等高度
框架结构	由梁和柱为主要构件组成的承受竖向和水平作用的结构
剪力墙结构	由剪力墙组成的承受竖向和水平作用的结构
框架-剪力墙结构	由框架和剪力墙共同承受竖向和水平作用的结构
板柱-剪力墙结构	由无梁楼板和柱组成的板柱框架与剪力墙共同承受竖向和水平作用的结构
筒体结构	由竖向筒体为主组成的承受竖向和水平作用的建筑结构。筒体结构的筒体分剪力墙围成的薄壁筒和由密柱框架或壁式框架围成的框筒等
框架-核心筒结构	由核心筒与外围的稀柱框架组成的筒体结构
筒中筒结构	由核心筒与外围框筒组成的筒体结构
混合结构	由钢框架(框筒)、型钢混凝土框架(框筒)、钢管混凝土框架(框筒)与钢筋混凝土核心筒体所组成的共同承受水平和竖向作用的建筑结构

术语	含 义
转换结构构件	完成上部楼层到下部楼层的结构形式转变或上部楼层到下部楼层结构布置改变而设置的结构构件,包括转换梁、转换桁架、转换板等。部分框支剪力墙结构的转换梁亦称为框支梁
转换层	设置转换结构构件的楼层,包括水平结构构件及其以下的竖向结构构件
加强层	设置连接内筒与外围结构的水平伸臂结构(梁或桁架)的楼层,必要时还可沿该楼层外围结构设置带状水平桁架或梁
连体结构	除裙楼以外,两个或两个以上塔楼之间带有连接体的结构
多塔楼结构	未通过结构缝分开的裙楼上部具有两个或两个以上塔楼的结构
结构抗震性能设计	以结构抗震性能目标为基准的结构抗震设计
结构抗震性能目标	针对不同的地震地面运动水准设定的结构抗震性能水准
结构抗震性能水准	对结构震后损坏状况及继续使用可能性等抗震性能的界定

1.2 高层建筑结构常用符号

1.2.1 材料力学性能

材料力学性能符号及含义见表 1-2。

表 1-2 材料力学性能符号及含义

符号	含 义
C20	表示立方体强度标准值为 20N/mm^2 的混凝土强度等级
E_c	混凝土弹性模量
E_s	钢筋弹性模量
f_{ck}, f_c	分别为混凝土轴心抗压强度标准值、设计值
f_{tk}, f_t	分别为混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值
f_{yk}	普通钢筋强度标准值
f_y, f'_y	分别为普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值
f_{yv}	横向钢筋的抗拉强度设计值
f_{yh}, f_{yw}	分别为剪力墙水平、竖向分布钢筋的抗拉强度设计值

1.2.2 作用与作用效应

作用与作用效应符号及含义见表 1-3。

表 1-3 作用与作用效应符号及含义

符号	含 义
F_{Ek}	结构总水平地震作用标准值
F_{Evk}	结构总竖向地震作用标准值
G_E	计算地震作用时,结构总重力荷载代表值
G_{eq}	结构等效总重力荷载代表值
M	弯矩设计值
N	轴向力设计值
S_d	荷载效应或荷载效应与地震作用效应组合的设计值
V	剪力设计值
ω_0	基本风压
ω_k	风荷载标准值
ΔF_n	结构顶部附加水平地震作用标准值
Δu	楼层层间位移

1.2.3 几何参数

表示几何参数的符号及含义见表 1-4。

表 1-4 表示几何参数的符号及含义

符号	含 义
a_s, a'_s	分别为纵向受拉、受压钢筋合力点至截面近边的距离
A_s, A'_s	分别为受拉区、受压区纵向钢筋截面面积
A_{sh}	剪力墙水平分布钢筋的全部截面面积
A_{sv}	梁、柱同一截面各肢箍筋的全部截面面积
A_{sw}	剪力墙腹板竖向分布钢筋的全部截面面积
A	剪力墙截面面积

符号	含 义
A_w	T形、I形截面剪力墙腹板的面积
b	矩形截面宽度
b_b, b_c, b_w	分别为梁、柱、剪力墙截面宽度
B	建筑平面宽度、结构迎风面宽度
d	钢筋直径; 桩身直径
e	偏心距
e_0	轴向力作用点至截面重心的距离
e_i	考虑偶然偏心计算地震作用时, 第 i 层质心的偏移值
h	层高; 截面高度
h_0	截面有效高度
H	房屋高度
H_i	房屋第 i 层距室外地面的高度
l_a	非抗震设计时纵向受拉钢筋的最小锚固长度
l_{ab}	受拉钢筋的基本锚固长度
l_{abE}	抗震设计时纵向受拉钢筋的基本锚固长度
l_{aE}	抗震设计时纵向受拉钢筋的最小锚固长度
s	箍筋间距

1.2.4 系数

表示系数的符号及含义见表 1-5。

表 1-5 表示系数的符号及含义

符号	含 义
α	水平地震影响系数值
$\alpha_{\max}, \alpha_{y\max}$	分别为水平、竖向地震影响系数最大值
α_1	受压区混凝土矩形应力图的应力与混凝土轴心抗压强度设计值的比值
β_c	混凝土强度影响系数
β_z	z 高度处的风振系数
γ_j	j 振型的参与系数

符号	含 义
γ_{Eh}	水平地震作用的分项系数
γ_{Ev}	竖向地震作用的分项系数
γ_{G}	永久荷载(重力荷载)的分项系数
γ_{w}	风荷载的分项系数
γ_{RE}	构件承载力抗震调整系数
η_{p}	弹塑性位移增大系数
λ	剪跨比;水平地震剪力系数
λ_{v}	配箍特征值
μ_{N}	柱轴压比;墙肢轴压比
μ_{s}	风荷载体型系数
μ_{z}	风压高度变化系数
ε_{y}	楼层屈服强度系数
ρ_{sv}	箍筋面积配筋率
ρ_{w}	剪力墙竖向分布钢筋配筋率
ψ_{w}	风荷载的组合值系数

1.2.5 其他

其他符号及含义见表 1-6。

表 1-6 其他符号及含义

符号	含 义
T_1	结构第一平动或平动为主的自振周期(基本自振周期)
T_{t}	结构第一扭转振动或扭转振动为主的自振周期
T_{g}	场地的特征周期

1.3 高层建筑结构基本规定

1.3.1 高层建筑混凝土结构材料要求

高层建筑混凝土结构宜采用高强高性能混凝土和高强钢筋;构

件内力较大或抗震性能有较高要求时,宜采用型钢混凝土、钢管混凝土构件,具体见表 1-7。

表 1-7 高层建筑混凝土结构材料要求

项目	要 求
混凝土强度等级	各类结构用混凝土的强度等级均不应低于 C20,并应符合下列规定 ①抗震设计时,一级抗震等级框架梁、柱及其节点的混凝土强度等级不应低于 C30 ②筒体结构的混凝土强度等级不宜低于 C30 ③作为上部结构嵌固部位的地下室楼盖的混凝土强度等级不宜低于 C30 ④转换层楼板、转换梁、转换柱、箱形转换结构以及转换厚板的混凝土强度等级均不应低于 C30 ⑤预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C40、不应低于 C30 ⑥型钢混凝土梁、柱的混凝土强度等级不宜低于 C30 ⑦现浇非预应力混凝土楼盖结构的混凝土强度等级不宜高于 C40 ⑧抗震设计时,框架柱的混凝土强度等级,9 度时不宜高于 C60,8 度时不宜高于 C70;剪力墙的混凝土强度等级不宜高于 C60
受力钢筋	高层建筑混凝土结构的受力钢筋及其性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)的有关规定。按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件,其纵向受力钢筋尚应符合下列规定 ①钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25 ②钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30 ③钢筋最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%
钢材	抗震设计时,混合结构中钢材应符合下列规定 ①钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85 ②钢材应有明显的屈服台阶,且伸长率不应小于 20% ③钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性
型钢混凝土竖向构件的型钢及钢管混凝土的钢管	混合结构中的型钢混凝土竖向构件的型钢及钢管混凝土的钢管宜采用 Q345 和 Q235 等级的钢材,也可采用 Q390、Q420 等级或符合结构性能要求的其他钢材;型钢梁宜采用 Q235 和 Q345 等级的钢材

1.3.2 房屋的适用高度与高宽比

(1) 钢筋混凝土高层建筑结构的最大适用高度应区分为 A 级和 B 级。A 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的最大适用高

度应符合表 1-8 的规定，B 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的
最大适用高度应符合表 1-9 的规定。

平面和竖向均不规则的高层建筑结构，其最大适用高度宜适当
降低。

表 1-8 A 级高度钢筋混凝土高层建筑的适用高度

单位：m

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度				
			6 度	7 度	8 度		9 度
					0. 20g	0. 30g	
框架结构		70	60	50	40	35	—
框架-剪力墙结构		150	130	120	100	80	50
剪力墙	全部落地剪力墙	150	140	120	100	80	60
	部分框支剪力墙	130	120	100	80	50	不应采用
筒体	框架-核心筒结构	160	150	130	100	90	70
	筒中筒结构	200	180	150	120	100	80
板柱-剪力墙结构		110	80	70	55	40	不应采用

注：1. 表中框架不含异形柱框架。

2. 部分框支剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。

3. 甲类建筑，6、7、8 度时应按本地区抗震设防烈度提高 1 度后符合本表的要求，
9 度时应专门研究。

4. 框架结构、板柱-剪力墙结构以及 9 度抗震设防的表列其他结构，当房屋高度超
过本表数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效的加强措施。

表 1-9 B 级高度钢筋混凝土高层建筑的适用高度

单位：m

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	
					0.20g	0.30g
框架-剪力墙结构		170	160	140	120	100
剪力墙	全部落地剪力墙	180	170	150	130	110
	部分框支剪力墙	150	140	120	100	80

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	
					0.20g	0.30g
筒体	框架-核心筒结构	220	210	180	140	120
	筒中筒结构	300	280	230	170	150

注：1. 部分框支剪力墙结构指地面上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。

2. 甲类建筑，6、7 度时宜按本地区设防烈度提高 1 度后符合本表的要求，8 度时应专门研究。

3. 当房屋高度超过表中数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效的加强措施。

(2) 钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比不宜超过表 1-10 的规定。

表 1-10 钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度		
		6 度、7 度	8 度	9 度
框架结构	5	4	3	—
板柱-剪力墙结构	6	5	4	—
框架-剪力墙结构、剪力墙结构	7	6	5	4
框架-核心筒结构	8	7	6	4
筒中筒结构	8	8	7	5

1.3.3 高层建筑结构平面布置

(1) 抗震设计的混凝土高层建筑，其平面布置宜符合下列规定：

① 平面宜简单、规则、对称，减少偏心；

② 平面长度不宜过长，如图 1-1 所示， L/B 宜符合表 1-11 的要求；

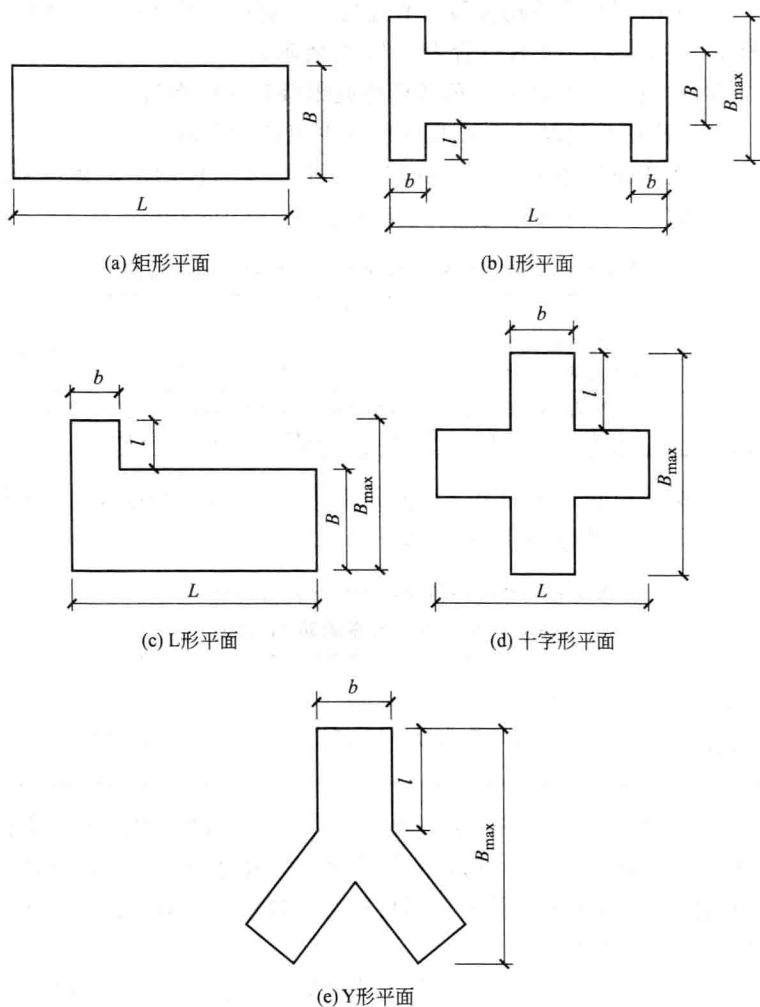


图 1-1 建筑平面示意

表 1-11 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

设防烈度	L/B	$l/B_{\max}$	l/b
6、7 度	≤ 6.0	≤ 0.35	≤ 2.0
8、9 度	≤ 5.0	≤ 0.30	≤ 1.5

③ 平面突出部分的长度 l 不宜过大、宽度 b 不宜过小，如图 1-1 所示， $l/B_{\max}$ 、 l/b 宜符合表 1-11 的要求；

④ 建筑平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

(2) 高层建筑结构平面布置应减少扭转的影响

① 在考虑偶然偏心影响的规定水平地震力作用下，楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移应符合表 1-12 的要求。

表 1-12 楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移

级别	要 求
A 级高度	A 级高度高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍，不应大于该楼层平均值的 1.5 倍
B 级高度	B 级高度高层建筑、超过 A 级高度的混合结构及复杂高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍，不应大于该楼层平均值的 1.4 倍

② 结构扭转为主的第一自振周期 T_1 与平动为主的第一自振周期 T_1 之比应符合表 1-13 的要求。

表 1-13 结构扭转为主的第一自振周期 T_1 与
平动为主的第一自振周期 T_1 之比

级别	要 求
A 级高度	A 级高度高层建筑不应大于 0.9
B 级高度	B 级高度高层建筑、超过 A 级高度的混合结构及复杂高层建筑不应大于 0.85

③ 当楼层的最大层间位移角不大于《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010) 第 3.7.3 条规定的限值的 40% 时，该楼层竖向构件的最大水平位移和层间位移与该楼层平均值的比值可适当放松，但不应大于 1.6。

(3) 高层建筑结构伸缩缝的最大间距应符合表 1-14 的规定。

1.3.4 水平位移限值与舒适度

(1) 在正常使用条件下，高层建筑结构应具有足够的刚度，避免产生过大的位移而影响结构的承载力、稳定性和使用要求，高层建筑结构的水平位移应按《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010) 第 4 章规定的风荷载、地震作用和《高层建筑混凝土结

表 1-14 伸缩缝的最大间距

结构体系	施工方法	最大间距/m
框架结构	现浇	55
剪力墙结构	现浇	45

注：1. 框架-剪力墙的伸缩缝间距可根据结构的具体布置情况取表中框架结构与剪力墙结构之间的数值。

2. 当屋面无保温或隔热措施、混凝土的收缩较大或室内结构因施工外露时间较长时，伸缩缝间距应适当减小。

3. 位于气候干燥地区、夏季炎热且暴雨频繁地区的结构，伸缩缝的间距宜适当减小。

构技术规程》(JGJ 3—2010) 规定的弹性方法计算。按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大水平位移与层高之比 $\Delta u/h$ 宜符合下列规定：

① 高度不大于 150m 的高层建筑，其楼层层间最大位移与层高之比 $\Delta u/h$ 不宜大于表 1-15 的限值；

表 1-15 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构体系	$\Delta u/h$ 限值
框架结构	1/550
框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构、板柱-剪力墙结构	1/800
筒中筒结构、剪力墙结构	1/1000
除框架结构外的转换层	1/1000

② 高度不小于 250m 的高层建筑，其楼层层间最大位移与层高之比 $\Delta u/h$ 不宜大于 1/500；

③ 高度在 150~250m 之间的高层建筑，其楼层层间最大位移与层高之比 $\Delta u/h$ 的限值可按①和②的限值线性插入取用。

注：楼层层间最大位移 Δu 以楼层竖向构件最大的水平位移差计算，不扣除整体弯曲变形。抗震设计时，本条规定的楼层位移计算可不考虑偶然偏心的影响。

(2) 高层建筑结构薄弱层（部位）层间弹塑性位移应符合下式规定：