



建筑抗震实用技术系列手册

11G329

建筑结构抗震 构造解析与应用

李守巨 主编



化学工业出版社



建筑抗震实用技术系列手册

11G329

建筑结构抗震 构造解析与应用



李守巨 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要依据《11G329-1》、《11G329-2》、《11G329-3》三本建筑物抗震构造图集编写,结合《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010),对建筑结构抗震构造图集进行详细的解析、说明,并加入了相应的抗震构造实例。本书主要内容包括多层和高层钢筋混凝土房屋抗震构造、多层砌体房屋和底部框架砌体房屋抗震构造、单层工业厂房抗震构造。

本书可供广大从事建筑抗震设计、施工、研究的人员和各大专院校相关专业师生学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

11G329 建筑结构抗震构造解析与应用/李守巨主编.

北京:化学工业出版社,2014.6

(建筑抗震实用技术系列手册)

ISBN 978-7-122-20248-2

I. ①1… II. ①李… III. ①建筑结构-防震设计

IV. ①TU352.104

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 066477 号

责任编辑:彭明兰

责任校对:王素芹

装帧设计:刘丽华

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 装:三河市延凤印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张16 字数371千字 2014年9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

地震是一种破坏力极大的自然灾害，除了直接造成房屋倒塌和山崩、地裂、砂土液化、喷砂冒水外，还会引起火灾、水灾、爆炸、滑坡、泥石流、瘟疫等次生灾害。我国位于欧亚板块的东部、世界上两大地震带（环太平洋地震带和欧亚地震带）之间，地震活动频度高、强度大、震源浅、分布广，是一个震灾严重的国家。20世纪以来，我国共发生6级以上地震近800次，死亡达55万人，占全球地震死亡人数的一半。大量地震灾害调查统计表明，地震中95%的人员伤亡是由于建筑物的倒塌造成的。因此，为降低地震对人民生命安全和国家财产、经济的损失，科学总结地震中建筑物倒塌的经验与教训，完善建筑物设计技术规范，提高建筑物抗震能力，就显得十分必要。良好的抗震构造设计是保证建筑工程、抗震性、安全性的一项重要手段。基于上述原因，我们组织编写了本书。

本书主要依据最新颁布实施的标准图集及国家现行相关标准、规范编写而成，共分为3章，内容包括：多层和高层钢筋混凝土房屋抗震构造、多层砌体房屋和底部框架砌体房屋抗震构造、单层工业厂房抗震构造。本书内容紧密地围绕图集展开，结构体系上重点突出、详略得当，还注意了知识的融贯性，并提供了大量的震害分析与构造措施实例。

本书可供广大从事建筑抗震设计、施工、研究的人员和各大院校相关专业师生学习使用。

本书由李守巨主编，参加编写的还有王春乐、白海军、白雅君、石琳、刘海锋、张莹、李春娜、邵亚凤、姜媛、姜晓群、徐海涛、蒋彤、蒋传龙、韩旭。在本书编写过程中得到了一些设计和施工单位技术人员的大力支持，在此一并表示感谢。

由于学识和经验有限，虽经编者尽心尽力但书中仍难免存在疏漏或未尽之处，敬请有关专家和读者予以批评指正。

编 者

2014.4

多层和高层钢筋混凝土房屋抗震构造

1.1 一般规定	1
1.1.1 建筑抗震设防	1
1.1.2 建筑物抗震措施抗震等级的烈度	3
1.1.3 多层和高层钢筋混凝土房屋结构布置	6
1.1.4 多层和高层钢筋混凝土房屋抗震材料	13
1.1.5 高层建筑混凝土要求	18
1.1.6 高层建筑震害规律与实例分析	19
1.2 框架结构解析与应用	23
1.2.1 框架梁的构造	23
1.2.2 框架柱的构造	35
1.2.3 梁、柱纵向钢筋的锚固	49
1.2.4 梁、柱纵向钢筋的连接	53
1.3 剪力墙结构解析与应用	61
1.3.1 剪力墙结构的布置	61
1.3.2 剪力墙的截面要求	62
1.3.3 剪力墙底部加强部位的范围	63
1.3.4 剪力墙竖向、横向分布钢筋	63
1.3.5 剪力墙边缘构件	66
1.3.6 具有较多短肢剪力墙结构	72
1.3.7 剪力墙连梁要求	73
1.3.8 剪力墙结构构造详图实例	78
1.3.9 剪力墙的震害及构造实例	78
1.4 框架-剪力墙结构解析与应用	81
1.4.1 框架-剪力墙结构布置	81
1.4.2 框架-剪力墙结构构造	83
1.4.3 楼面梁与剪力墙平面外相交连接做法	85
1.5 板柱-剪力墙结构解析与应用	87

1.5.1	板柱-剪力墙的一般构造	87
1.5.2	无梁板开洞要求及构造	90
1.5.3	板柱-剪力墙结构构造详图实例	91
1.6	部分框支剪力墙结构解析与应用	93
1.6.1	框支剪力墙结构震害特征	93
1.6.2	部分框支剪力墙结构布置	93
1.6.3	框支梁、柱的构造要求	95
1.6.4	部分框支剪力墙结构构造详图实例	98
1.7	筒体及错层结构解析与应用	100
1.7.1	筒体结构	100
1.7.2	错层结构	109
1.8	钢筋混凝土房屋抗震构造实例	111
1.8.1	某高层酒店构造实例	111
1.8.2	某中心大厦副楼构造实例	111

2

116

多层砌体房屋和底部框架砌体房屋抗震构造

2.1	一般规定	116
2.1.1	多层砌体房屋的结构	116
2.1.2	砌体材料要求	120
2.1.3	多层砌体房屋的耐久性	121
2.2	多层砖砌体房屋构造解析与应用	123
2.2.1	多层砖砌体房屋震害概况	123
2.2.2	砖砌体结构房屋结构布置	127
2.2.3	砖砌体结构房屋构造	138
2.3	多层混凝土砌块砌体房屋构造解析与应用	161
2.3.1	多层砌体房屋的概况	161
2.3.2	多层砌体房屋结构布置	165
2.3.3	小砌块砌体房屋抗震构造措施	165
2.3.4	配筋砌块砌体房屋抗震构造措施	178
2.3.5	多层混凝土砌块砌体构造实例	185
2.4	底部框架-抗震墙砌体房屋构造解析与应用	192
2.4.1	底部框架-抗震墙砌体房屋概况	192
2.4.2	底部框架-抗震墙砌体房屋结构布置	194
2.4.3	底部框架-抗震墙砌体房屋抗震构造措施	198

单层工业厂房抗震构造

3.1 单层工业厂房概况	208
3.1.1 单层工业厂房震害特征	208
3.1.2 单层工业厂房的构成	210
3.1.3 单层工业厂房抗震等级	212
3.2 钢筋混凝土单层厂房布置与构造	212
3.2.1 钢筋混凝土单层厂房结构布置	212
3.2.2 钢筋混凝土单层厂房抗震构造	218
3.2.3 单层厂房抗震构造详图实例	226
3.3 钢结构厂房构造	232
3.3.1 构造一般规定	232
3.3.2 钢结构厂房布置与构造	233
3.3.3 钢结构厂房构造详图实例	236
3.4 钢结构厂房震害分析及构造实例	240
3.4.1 柱顶端震害分析与构造措施	240
3.4.2 高低跨柱震害分析与构造措施	241

附录

附录 A 深受弯构件	244
附录 B 剪力墙墙体稳定验算	248

参考文献

多层和高层钢筋混凝土房屋抗震构造

1.1 一般规定

1.1.1 建筑抗震设防

1.1.1.1 建筑抗震设防分类

建筑抗震设防分类是指根据建筑遭遇地震破坏后,可能造成人员伤亡、直接和间接导致的经济损失、社会影响的程度及其在抗震救灾中的作用等因素,对各类建筑所做的设防类别划分。抗震设防的所有建筑应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223—2008)(以下简称《建筑工程抗震设防分类标准》)确定其抗震设防类别及其抗震设防标准。

(1) 划分依据 建筑抗震设防类别划分,应根据下列因素的综合分析确定。

① 建筑破坏造成的人员伤亡、直接和间接的经济损失及社会影响的大小。

② 城镇的大小、行业的特点、工矿企业的规模。

③ 建筑使用功能失效后,对全局的影响范围大小、抗震救灾影响及恢复的难易程度。

④ 建筑各区段的重要性有显著不同时,可按区段划分抗震设防类别。下部区段的类别不应低于上部区段。区段指由防震缝分开的结构单元、平面内使用功能不同的部分或上下使用功能不同的部分。

⑤ 不同行业的相同建筑,当所处地位及地震破坏所产生的后果和影响不同时,其抗震设防类别可不相同。

(2) 抗震设防类别 《建筑工程抗震设防分类标准》第3.0.2条规定:建筑工程分为

以下四个抗震设防类别。

① 特殊设防类。特殊设防类指使用上有特殊设施，涉及国家公共安全的重大建筑工程和地震时可能发生严重次生灾害等特别重大灾害后果，需要进行特殊设防的建筑。简称甲类。

特殊设防类应按高于本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施，但抗震设防烈度为 9 度时应按比 9 度更高的要求采取抗震措施。同时，应按批准的地震安全性评价的结果且高于本地区抗震设防烈度的要求确定其地震作用。

② 重点设防类。重点设防类指地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的生命线相关建筑，以及地震时可能导致大量人员伤亡等重大灾害后果，需要提高设防标准的建筑。简称乙类。

重点设防类应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施，但抗震设防烈度为 9 度时应按比 9 度更高的要求采取抗震措施，地基基础的抗震措施应符合有关规定。同时，应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用。

③ 标准设防类。标准设防类指大量的除特殊设防类、重点设防类、适度设防类以外按标准要求进行设防的建筑。简称丙类。

标准设防类应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用，达到在遭遇高于当地抗震设防烈度的预估罕遇地震影响时不致倒塌或发生危及生命安全的严重破坏的抗震设防目标。

④ 适度设防类。适度设防类指使用上人员稀少且震损不致产生次生灾害，允许在一定条件下适度降低要求的建筑。简称丁类。

适度设防类允许比本地区抗震设防烈度的要求适当降低其抗震措施，但抗震设防烈度为 6 度时不应降低。一般情况下，仍应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用。

对于划为重点设防类而规模很小的工业建筑当改用抗震性能较好的材料且符合《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010) (以下简称《建筑抗震设计规范》) 对结构体系的要求时，允许按标准设防类设防。

1.1.1.2 建筑抗震设防目标和方法

(1) 抗震设防目标 根据大量数据分析，我国地震烈度的概率分布基本符合极值Ⅲ型分布。我国对小震、中震、大震的三个概率水准做了具体规定，根据分析，当设计基准期取为 50 年时：

① 概率密度曲线的峰值烈度对应的超越概率（超过该烈度的概率）为 63.2%，将这一峰值烈度定义为小震烈度（又称众值烈度或多遇地震烈度），为第一水准烈度，对应的地震称为多遇地震。

② 超越概率为 10% 所对应的地震烈度，称为中震烈度，为第二水准烈度。我国地震区划规定的各地基本烈度可取为中震烈度，即为抗震设防烈度，抗震设防烈度与设计基本地震加速度之间的对应关系见表 1-1。

表 1-1 抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度	9 度
设计基本地震加速度值	0.05g	0.10(0.15)g	0.20(0.30)g	0.40g

注：g 为重力加速度。

③ 超越概率为 2% 所对应的地震烈度，称为大震烈度（又称罕遇地震烈度），为第三

水准烈度，对应的地震称为罕遇地震。

根据我国对地震危险性的统计分析得到：设防烈度比多遇烈度高约 1.55 度，而罕遇地震比基本烈度高约 1 度。

抗震设防目标是指当建筑结构遭遇不同水准的地震影响时，对结构、构件、使用功能、设备的损坏程度及人身安全的总要求。建筑设防目标要求建筑物在使用期间，对不同频率和强度的地震，应具有不同的抵抗能力：对一般较小的地震，发生的可能性大，这时要求结构不受损坏，在技术上和经济上都可以做到；而对于罕遇的强烈地震，由于发生的可能性小，但地震作用大，在此强震作用下要保证结构完全不损坏，技术难度大，经济投入也大，是不合算的，这时若允许有所损坏，但不倒塌，则是经济合理的。

我国《建筑抗震设计规范》规定，设防烈度为 6 度及 6 度以上地区必须进行抗震设计，并提出三水准抗震设防目标。

第一水准：当建筑物遭受低于本地区设防烈度的多遇地震影响时，一般不受损坏或无需修理可继续使用（小震不坏）。

第二水准：当建筑物遭受相当于本地区设防烈度的地震影响时，可能损坏，但经一般修理或无需修理仍可继续使用（中震可修）。

第三水准：当建筑物遭受高于本地区设防烈度的罕遇地震影响时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏（大震不倒）。

此外，我国《建筑抗震设计规范》对主要城市和地区的抗震设防烈度、设计基本地震加速度值给出了具体规定，同时指出了相应的设计地震分组，这样划分能更好地体现震级和震中距的影响，使对地震作用的计算更为细致。

（2）抗震设防方法 为实现上述“三水准”的抗震设计目标，我国《建筑抗震设计规范》采用“两阶段”设计方法。

第一阶段设计：当遭遇第一水准烈度时，结构处于弹性变形阶段。按与设防烈度对应的多遇地震烈度的地震作用效应和其他荷载效应组合，进行验算结构构件的承载能力和结构的弹性变形，从而满足第一水准和第二水准的要求，并通过概念设计和抗震构造措施来满足第三水准的要求。

第二阶段设计：当遭遇第三水准烈度时，结构处于非弹性变形阶段。同样应按与设防烈度对应的罕遇烈度的地震作用效应进行弹塑性层间位移验算，并采取相应的抗震构造措施满足第三水准的要求。

对于大多数比较规则的建筑物，一般可只进行第一阶段的设计，而对于一些有特殊要求的建筑或不规则的建筑物，除进行第一阶段设计之外，还应进行第二阶段设计。

1.1.2 建筑物抗震措施抗震等级的烈度

1.1.2.1 多层和高层钢筋混凝土房屋抗震等级

抗震设计时，高层建筑钢筋混凝土房屋应根据设防类别、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。A 级高度现浇钢筋混凝土房屋的抗震等级应按表 1-2 确定。

表 1-2 A 级高度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 H/m	≤ 24	> 24	≤ 24	> 24	≤ 24	> 24	≤ 24	> 24	≤ 24	> 24
	框架	四	三	三	二	二	一	二	一	二	一
	大跨度框架	三	三	二	二	二	一	二	一	二	一
框架-抗震墙结构	高度 H/m	≤ 60	> 60	≤ 24	$25 \sim 60$	> 60	≤ 24	$25 \sim 60$	> 60	≤ 24	$25 \sim 50$
	框架	四	三	四	三	二	三	二	一	二	一
	抗震墙	三	三	三	二	二	二	一	一	二	一
抗震墙结构	高度 H/m	≤ 80	> 80	≤ 24	$25 \sim 80$	> 80	≤ 24	$25 \sim 80$	> 80	≤ 24	$25 \sim 60$
	抗震墙	四	三	四	三	二	三	二	一	二	一
部分框支抗震墙结构	高度 H/m	≤ 80	> 80	≤ 24	$25 \sim 80$	> 80	≤ 24	$25 \sim 80$			
	抗震墙	一般部位	四	三	四	三	二	三	二		
		加强部位	三	二	三	二	一	二	一		
	框支层框架	二	二	二	二	二	一	一			
框架-核心筒结构	框架	三	三	二	二	二	一	一			
	核心筒	二	二	二	二	二	一	一			
筒中筒结构	外筒	三	三	二	二	二	一	一			
	内筒	三	三	二	二	二	一	一			
板柱-抗震墙结构	高度 H/m	≤ 35	> 35	≤ 35	> 35	≤ 35	> 35				
	框架、板柱的柱	三	二	二	二	一	一				
	抗震墙	二	二	二	一	二	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 18m 的框架。

4. 高度不超过 60m 的框架-核心筒结构按框架-抗震墙的要求设计时，应按表中框架-抗震墙结构的规定确定其抗震等级。

抗震设计时，B 级高度丙类建筑钢筋混凝土结构的抗震等级应按表 1-3 确定。

表 1-3 B 级高度丙类建筑钢筋混凝土结构抗震等级

结构类型		设防烈度		
		6 度	7 度	8 度
框架-剪力墙	框架	二	一	一
	剪力墙	二	一	特一
剪力墙		二	特一	一
部分框支剪力墙	非底部加强部位剪力墙	二	一	一
	底部加强部位剪力墙	一	一	特一
	框支框架	一	特一	特一

结构类型		设防烈度		
		6 度	7 度	8 度
框架-核心筒	框架	二	一	一
	筒体	二	一	特一
筒中筒	外筒	二	一	特一
	内筒	二	一	特一

注：底部带转换层的筒体结构，其转换框架和底部加强部位筒体的抗震等级应按表中部分框支剪力墙结构的规定采用。

地下室、裙房与主楼相连处及复杂结构抗震等级的确定。

① 当地下室顶板作为上部结构的嵌固部位时，地下一层的抗震等级应与上部结构相同，地下一层以下的抗震等级可逐层降低一级，但不应低于四级。地下室中无上部结构的部分，抗震等级可根据具体情况采用三级或四级。

② 与主楼连为整体的裙房的抗震等级，除应按裙房本身确定抗震等级外，相关范围（一般可从主楼周边外延三跨且不小于 20m 范围）不应低于主楼的抗震等级；裙房与主楼分离时，应按裙房本身确定抗震等级。

③ 带加强层高层建筑结构，加强层及其上下相邻一层的框架柱和核心筒剪力墙的抗震等级应提高一级采用。

④ 错层结构，错层处框架柱及错层处平面外受力的剪力墙的抗震等级应按提高一级采用。

⑤ 连体结构的连接体及与连接体相邻的结构构件在连接体高度范围及其上、下层抗震等级应按提高一级采用。

⑥ 第③条～第⑤条，若原抗震等级为一级则提高至特一级。特一级抗震等级的有关要求应按《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3—2010）（以下简称《高层建筑混凝土结构技术规程》）中有关规定执行。

1.1.2.2 多层和高层钢筋混凝土房屋抗震措施抗震等级的烈度

多层和高层钢筋混凝土结构构件应根据抗震设防类别、所在地区的抗震设防烈度、所在地的场地类别、结构类型以及房屋高度采用不同的抗震等级，并且应符合相应的抗震措施。

（1）甲类、乙类建筑 应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施，但抗震设防烈度为 9 度时应按比 9 度更高的要求采取抗震措施，当建筑场地为 I 类时，应允许仍按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

（2）丙类建筑 应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施，当建筑场地为 I 类时，除 6 度外，应允许按本地区抗震设防烈度降低一度的要求采取抗震构造措施。

（3）丁类建筑 允许比本地区抗震设防烈度要求适当降低其抗震措施，但抗震设防烈度为 6 度时不应降低。

当建筑场地为 III、IV 类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区，除《建筑抗震设计规范》中关于建造于 IV 类场地且较高的高层建筑的柱轴压比限值和最小总

配筋率等规定外，宜分别按抗震设防烈度 8 度（0.20g）和 9 度（0.40g）时各类建筑的要求采取抗震构造措施。

确定建筑物抗震措施的抗震等级时应按表 1-4 选取烈度。

表 1-4 确定建筑物抗震措施抗震等级的烈度

所在地区的设防烈度		6 度(0.05g)		7 度(0.10g)		7 度(0.15g)			8 度(0.20g)		8 度(0.30g)			9 度(0.40g)	
场地类别		I	Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ	I	Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ	I	Ⅱ	Ⅲ、Ⅳ	I	Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ	I	Ⅱ	Ⅲ、Ⅳ	I	Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ
抗震构造措施	甲、乙类建筑	6	7	7	8	7	8	8*	8	9	8	9	9*	9	9*
	丙类建筑	6	6	6	7	6	7	8	7	8	7	8	9	8	9
	丁类建筑	6	6	6	7-	6	7-	8-	7	8-	7	8-	9-	8	9-
除抗震构造措施以外的其他抗震措施	甲、乙类建筑	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9*	9*
	丙类建筑	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9
	丁类建筑	6	6	7-	7-	7-	7-	7-	8-	8-	8-	8-	8-	9-	9-

注：1. “抗震措施”是除了地震作用计算和构件抗力计算以外的抗震设计内容，包括建筑总体布置、结构选型、地基液化化措施、考虑概念设计对地震作用效应（内力和变形）的调整，以及各种抗震构造措施。

2. “抗震构造措施”是根据抗震概念设计的原则，一般不需要计算而对结构和非结构部分必须采取的各种细部构造，如构件尺寸、高厚比、轴压比、长细比、纵筋配筋率、箍筋配箍率、钢筋直径、间距等构造和连接要求等。

3. 8*、9* 表示比 8 度、9 度适当提高而不是提高一度的抗震措施。

4. 7-、8-、9- 表示比 7 度、8 度、9 度适当降低而不是降低一度的抗震措施。

5. 甲、乙类建筑及Ⅲ、Ⅳ类场地且设计基本烈度为 0.15g 和 0.3g 的丙类建筑按表 1-4 确定抗震措施时，如果房屋高度超过对应的房屋最大适用高度，则应采取比对应抗震等级更有效的抗震构造措施。

1. 1. 3 多层和高层钢筋混凝土房屋结构布置

1. 1. 3. 1 房屋结构布置要求

(1) 结构平面布置

① 在高层建筑的一个独立结构单元内，结构平面形状宜简单、规则，质量、刚度和承载力分布宜均匀。不应采用严重不规则的平面布置。

② 高层建筑宜选用风作用效应较小的平面形状。

③ 抗震设计的混凝土高层建筑，其平面布置宜符合下列规定：

- a. 平面宜简单、规则、对称，减少偏心；
- b. 平面长度不宜过长（图 1-1）， L/B 宜符合表 1-5 的要求；

表 1-5 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 度、7 度	≤ 6.0	≤ 0.35	≤ 2.0
8 度、9 度	≤ 5.0	≤ 0.30	≤ 1.5

c. 平面突出部分的长度 l 不宜过大、宽度 b 不宜过小（图 1-1）， l/B_{max} 、 l/b 宜符合表 1-5 的要求；

d. 建筑平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

④ 抗震设计时，B 级高度钢筋混凝土高层建筑、混合结构高层建筑及复杂高层建筑

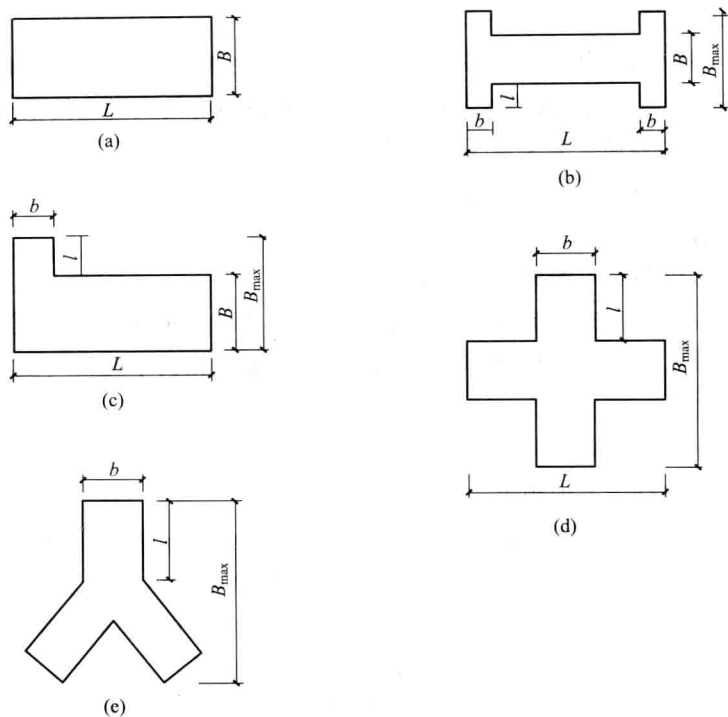


图 1-1 建筑平面示意图

结构，其平面布置应简单、规则，减少偏心。

⑤ 结构平面布置应减少扭转的影响。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，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。结构扭转为主的第一自振周期 T_t 与平动为主的第一自振周期 T_1 之比，A 级高度高层建筑不应大于 0.9，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。

当楼层的最大层间位移角不大于表 1-6 中限值的 10% 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。

表 1-6 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	1/550
框架-剪力墙、框架-核心筒、板柱-剪力墙	1/800
筒中筒、剪力墙	1/1000
除框架结构外的转换层	1/1000

⑥ 当楼板平面比较狭长、有较大的凹入或开洞时，应在设计中考虑其对结构产生的不利影响。有效楼板宽度不宜小于该层楼面宽度的 50%；楼板开洞总面积不宜超过楼面

面积的 30%；在扣除凹入或开洞后，楼板在任一方向的最小净宽度不宜小于 5m，且开洞后每一边的楼板净宽度不应小于 2m。

⑦ 卅字形、井字形等外伸长度较大的建筑，当中央部分楼板有较大削弱时，应加强楼板以及连接部位墙体的构造措施，必要时可在外伸段凹槽处设置连接梁或连接板。

⑧ 楼板开大洞削弱后，宜采取下列措施：

- a. 加厚洞口附近楼板，提高楼板的配筋率，采用双层双向配筋；
- b. 洞口边缘设置边梁、暗梁；
- c. 在楼板洞口角部集中配置斜向钢筋。

⑨ 抗震设计时，高层建筑宜调整平面形状和结构布置，避免设置防震缝。体型复杂、平立面不规则的建筑，应根据不规则程度、地基基础条件和技术经济等因素的比较分析，确定是否设置防震缝。

⑩ 设置防震缝时，应符合下列规定。

a. 防震缝宽度应符合下列规定：

I. 框架结构房屋，高度不超过 15m 时不应小于 100mm；超过 15m 时，6 度、7 度、8 度和 9 度分别每增加高度 5m、4m、3m 和 2m，宜加宽 20mm；

II. 框架-剪力墙结构房屋不应小于 I. 项规定数值的 70%，剪力墙结构房屋不应小于 I. 项规定数值的 50%，且二者均不宜小于 100mm。

b. 防震缝两侧结构体系不同时，防震缝宽度应按不利的结构类型确定。

c. 防震缝两侧的房屋高度不同时，防震缝宽度可按较低的房屋高度确定。

d. 8 度、9 度抗震设计的框架结构房屋，防震缝两侧结构层高相差较大时，防震缝两侧框架柱的箍筋应沿房屋全高加密，并可根据需要沿房屋全高在缝两侧各设置不少于两道垂直于防震缝的抗撞墙。

e. 当相邻结构的基础存在较大沉降差时，宜增大防震缝的宽度。

f. 防震缝宜沿房屋全高设置，地下室、基础可不设防震缝，但在与上部防震缝对应处应加强构造和连接。

g. 结构单元之间或主楼与裙房之间不宜采用牛腿托梁的做法设置防震缝，否则应采取可靠措施。

⑪ 抗震设计时，伸缩缝、沉降缝的宽度均应符合防震缝宽度的要求。

⑫ 高层建筑结构伸缩缝的最大间距应符合表 1-7 的规定。

表 1-7 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。

⑬ 当采用有效的构造措施和施工措施减小温度和混凝土收缩对结构的影响时，可适当放宽伸缩缝的间距。这些措施可包括但不限于下列方面：

a. 顶层、底层、山墙和纵墙端开间等受温度变化影响较大的部位提高配筋率；
b. 顶层加强保温隔热措施，外墙设置外保温层；
c. 每 30~40m 间距留出施工后浇带，带宽 800~1000mm，钢筋采用搭接接头，后浇带混凝土宜在 45 天后浇筑；

d. 采用收缩小的水泥、减少水泥用量、在混凝土中加入适宜的外加剂；
e. 提高每层楼板的构造配筋率或采用部分预应力结构。

(2) 结构竖向布置

① 高层建筑的竖向体型宜规则、均匀，避免有过大的外挑和收进。结构的侧向刚度宜下大上小，逐渐均匀变化。

② 抗震设计时，高层建筑相邻楼层的侧向刚度变化应符合下列规定。

a. 对框架结构。楼层与其相邻上层的侧向刚度比 γ_1 可按式 (1-1) 计算，且本层与相邻上层的比值不宜小于 0.7，与相邻上部三层刚度平均值的比值不宜小于 0.8。

$$\gamma_1 = \frac{V_i \Delta_{i+1}}{V_{i+1} \Delta_i} \quad (1-1)$$

式中 γ_1 ——楼层侧向刚度比；

V_i 、 V_{i+1} ——第 i 层和第 $i+1$ 层的地震剪力标准值，kN；

Δ_i 、 Δ_{i+1} ——第 i 层和第 $i+1$ 层在地震作用标准值作用下的层间位移，m。

b. 对框架-剪力墙、板柱-剪力墙结构、剪力墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构，楼层与其相邻上层的侧向刚度比 γ_2 可按式 (1-2) 计算。且本层与相邻上层的比值不宜小于 0.9；当本层层高大于相邻上层层高的 1.5 倍时，该比值不宜小于 1.1；对结构底部嵌固层，该比值不宜小于 1.5。

$$\gamma_2 = \frac{V_i \Delta_{i+1}}{V_{i+1} \Delta_i} \frac{h_i}{h_{i+1}} \quad (1-2)$$

式中 γ_2 ——考虑层高修正的楼层侧向刚度比；

h_i ——第 i 层层高；

h_{i+1} ——第 $i+1$ 层层高。

c. A 级高度高层建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不宜小于其相邻上一层受剪承载力的 80%，不应小于其相邻上一层受剪承载力的 65%；B 级高度高层建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不应小于其相邻上一层受剪承载力的 75%。

楼层抗侧力结构的层间受剪承载力是指在所考虑的水平地震作用方向上，该层全部柱、剪力墙、斜撑的受剪承载力之和。

d. 抗震设计时，结构竖向抗侧力构件宜上、下连续贯通。

e. 抗震设计时，当结构上部楼层收进部位到室外地面的高度 H_1 与房屋高度 H 之比大于 0.2 时，上部楼层收进后的水平尺寸 B_1 不宜小于下部楼层水平尺寸 B 的 75%，如图 1-2(a)、(b) 所示；当上部结构楼层相对于下部楼层外挑时，上部楼层水平尺寸 B_1 不宜大于下部楼层的水平尺寸 B 的 1.1 倍，且水平外挑尺寸 a 不宜大于 4m，如图 1-2(c)、(d) 所示。

f. 楼层质量沿高度宜均匀分布，楼层质量不宜大于相邻下部楼层质量的 1.5 倍。

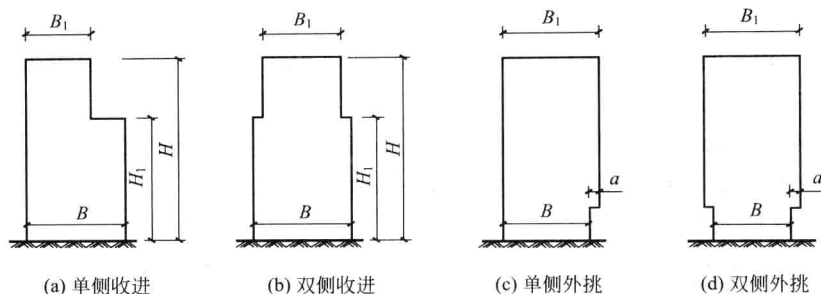


图 1-2 结构竖向收进和外挑示意

g. 不宜采用同一楼层刚度和承载力变化同时不满足 b 和 c 规定的高层建筑结构。

h. 侧向刚度变化、承载力变化、竖向抗侧力构件连续性不符合 b、c、d 要求的楼层，其对应于地震作用标准值的剪力应乘以 1.25 的增大系数。

i. 结构顶层取消部分墙、柱形成空旷房间时，宜进行弹性或弹塑性时程分析补充计算并采取有效的构造措施。

(3) 楼盖结构

① 房屋高度超过 50m 时，框架-剪力墙结构、筒体结构及复杂高层建筑结构应采用现浇楼盖结构，剪力墙结构和框架结构宜采用现浇楼盖结构。

② 房屋高度不超过 50m 时，8 度、9 度抗震设计时宜采用现浇楼盖结构；6 度、7 度抗震设计时可采用装配整体式楼盖，且应符合下列要求：

a. 无现浇叠合层的预制板，板端搁置在梁上的长度不宜小于 50mm。

b. 预制板板端宜预留胡子筋，其长度不宜小于 100mm。

c. 预制空心板孔端应有堵头，堵头深度不宜小于 60mm，并应采用强度等级不低于 C20 的混凝土浇灌密实。

d. 楼盖的预制板板缝上缘宽度不宜小于 40mm，板缝大于 40mm 时应在板缝内配置钢筋，并宜贯通整个结构单元。现浇板缝、板缝梁的混凝土强度等级宜高于预制板的混凝土强度等级。

e. 楼盖每层宜设置钢筋混凝土现浇层。现浇层厚度不应小于 50mm，并应双向配置直径不小于 6mm、间距不大于 200mm 的钢筋网，钢筋应锚固在梁或剪力墙内。

③ 房屋的顶层、结构转换层、大底盘多塔楼结构的底盘顶层、平面复杂或开洞过大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层应采用现浇楼盖结构。一般楼层现浇楼板厚度不应小于 80mm，当板内预埋暗管时不宜小于 100mm；顶层楼板厚度不宜小于 120mm，宜双层双向配筋；转换层楼板应符合相关规定；普通地下室顶板厚度不宜小于 160mm；作为上部结构嵌固部位的地下室楼层的顶楼盖应采用梁板结构，楼板厚度不宜小于 180mm，应采用双层双向配筋，且每层每个方向的配筋率不宜小于 0.25%。

④ 现浇预应力混凝土楼板厚度可按跨度的 $1/45 \sim 1/50$ 采用，且不宜小于 150mm。

⑤ 现浇预应力混凝土板设计中应采取措施防止或减小主体结构对楼板施加预应力的阻碍作用。