

重庆市工程建设标准

重庆市住宅建筑结构设计规程

Design Specification for Residential Structure
in Chongqing

DBJ50/T-243-2016

主编单位:重 庆 大 学
重 庆 市 土 木 建 筑 学 会
重庆中科建设(集团)有限公司
批准部门:重庆市城乡建设委员会
施行日期:2017 年 1 月 1 日

2016 重 庆

重庆工程建设

重庆市城乡建设委员会文件
渝建发〔2016〕58 号

重庆市城乡建设委员会
关于发布《重庆市住宅建筑结构设计规程》
的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设管理局,有关单位:

现批准《重庆市住宅建筑结构设计规程》为我市工程建设推荐性标准,编号为 DBJ50/T-243-2016,自 2017 年 1 月 1 日起施行。原《重庆市住宅建筑结构设计规程》DB50/5019-2001 同时废止。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆大学负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会
2016 年 10 月 25 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市城乡建设委员会《关于印发 2010 年工程建设标准制订、修订项目计划的通知》(渝建[2010]265 号)文件要求,编制组经过广泛调查研究,认真总结工程实践经验,根据重庆市地震烈度不高、地基条件好、山地建筑结构多等特点,在总结 2008 年汶川地震震害经验的基础上,增加了地基与基础、山地建筑结构和底部局部框架-抗震墙砌体房屋等设计内容;根据新版国家和地方标准及地震动参数区划图对相应内容进行了调整。并在广泛充分征求意见的基础上,修订本规程。

本规程的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 场地与地基;5. 钢筋混凝土房屋;6. 砌体房屋;7. 底部框架-抗震墙砌体房屋。

本规程修订的主要技术内容是:1. 修改扩大了适用范围,将原第 6 章“薄壁异形柱框架房屋”改为“钢筋混凝土房屋”;2. 增加了结构体系选择和结构布置的总体原则;3. 修改了房屋结构高度和层数限值;4. 新增了山地建筑结构布置原则和计算分析要求;5. 增加了第 4 章“地基与基础”的相关设计内容;6. 明确了高位转换层数的限值;7. 给出了山地建筑结构侧向刚度比、受剪承载力比等控制方法;8. 改进了剪力墙抗震能力设计剪力调整系数;9. 明确了不控制结构扭转周期比,有条件地放松了扭转位移比要求;10. 增加了坡屋面设计与计算的要求;11. 取消关于蒸压灰砂砖砌体、加密构造柱砌体、混凝土墙-砌体等规定;12. 根据国家现行规范修改了砌体结构的计算与构造要求;13. 新增了底部局部框架-抗震墙砌体房屋的相关设计要求;14. 根据新版地震动参数区划图增加了抗震设防 7 度区的相关设计规定。

本规程由重庆市城乡建设委员会负责管理,由重庆大学负责

具体技术内容的解释。在本规范执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给重庆大学《重庆市住宅建筑结构设计规程》编制组(地址:重庆市沙坪坝区沙北街 83 号重庆大学土木工程学院,邮编:400045,电话:(023) 65120720, Email: hanjun009@126.com),以供修编时参考。

重庆工程建設

本规程主编单位、参编单位、主要起草人、审查专家

主 编 单 位:重庆大学

重庆市土木建筑学会

重庆中科建设(集团)有限公司

参 编 单 位:中冶赛迪工程技术股份有限公司

重庆市设计院

中机中联工程有限公司

中煤国际工程集团重庆设计研究院

重庆建筑科学研究院

重庆大学建筑设计研究院有限公司

成都基准方中建筑设计事务所重庆分公司

主要起草人:李英民 薛尚铃(以下按姓名拼音排序)

邓小华 董银峰 龚国琴 苟基佐 韩 军

姬淑艳 蒋 勇 林文修 刘立平 彭成荣

汤启明 王中元 吴华勇 夏洪流 谢自强

徐 革 杨 溥 杨 越 曾高亮 赵启林

郑妮娜 周海鹰 周晓雪

审 查 专 家:但泽义 陈文钦 陈颖异 全学友 王耀伟

郑灿营 周显毅

重庆工程建设

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	5
3.1	一般规定	5
3.2	结构布置	7
3.3	结构计算	9
4	场地与地基	12
4.1	一般规定	12
4.2	场地	13
4.3	地基	14
5	钢筋混凝土房屋	16
5.1	一般规定	16
5.2	计算要点	18
5.3	构造要求	19
6	砌体房屋	22
6.1	一般规定	22
6.2	计算要点	24
6.3	构造要求	25
7	底部框架-抗震墙砌体房屋	29
7.1	一般规定	29
7.2	计算要点	30
7.3	构造要求	32

本规程用词说明	36
引用标准名录	37
条文说明	39

重庆工程建设

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	5
3.1	General Requirements	5
3.2	Structural Layout and Arrangement	7
3.3	Structural Analysis	9
4	Site and Soils	12
4.1	General Requirements	12
4.2	Site	13
4.3	Soils	14
5	Reinforced Concrete Buildings	16
5.1	General Requirements	16
5.2	Essentials in Calculation	18
5.3	Detail Requirements	19
6	Masonry Buildings	22
6.1	General Requirements	22
6.2	Essentials in Calculation	24
6.3	Detail Requirements	25
7	Masonry Buildings with R C Frames on Ground Floors	29
7.1	General Requirements	29
7.2	Essentials in Calculation	30

7.3 Detail Requirements	32
Explanation of Wordings in This Code	36
List of Quoted Standards	37
Explanation of Provisions	39

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 为在住宅建筑结构设计中贯彻执行国家的技术经济政策并体现重庆地区特点,做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于重庆市住宅建筑的结构设计。

1.0.3 重庆市住宅建筑的结构设计,除应符合本规程外,尚应符合国家及重庆现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 底部局部框架-抗震墙砌体结构 masonry structure with partial RC frames and seismic walls on ground floor

指建筑物下部部分为钢筋混凝土框架、部分为砌体,上部为砌体的承重结构体系。

2.1.2 山地建筑结构 structure with uneven elevation foundations on the slope

受山地地形条件限制,竖向受力构件在底部的约束部位不在同一水平面上且不能简化为同一水平面的结构形式。主要包括吊脚结构、掉层结构等。

2.1.3 吊脚结构 stilted building structure on the slope

顺着坡地采用长短不同的竖向构件形成的具有不等高约束的结构体系。

2.1.4 掉层结构 structure with stepped foundations on the slope

在同一结构单元内有两个及以上不在同一平面的嵌固端,且上接地端以下利用坡地高差按层高设置楼层的结构体系。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

S_d 承载能力极限状态下荷载效应组合设计值;正常使用极限状态下荷载效应组合设计值;

R_d 结构构件的抗力设计值;

γ_0 结构重要性系数;

- C 结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度和自振频率等的限值；
- ΔU_e 多遇地震作用标准值产生的楼层内最大弹性层间位移(包括地震倾覆力矩附加轴力引起的侧移)；
- $[\theta_e]$ 弹性层间位移角限值；
- γ_{RE} 抗震设计时承载力抗震调整系数。

2.2.2 几何参数

- h 层高；
- A_e 墙体的端柱水平截面面积；
- b 矩形截面宽度、T形和I形截面的腹板宽度、垂直于坡顶边缘线方向的基础底面边长；
- θ 坡顶基础外边缘与坡脚连线倾角；
- β 坡地的坡角；
- a 基础底面外缘到坡面的水平距离；
- d 基础埋深；
- h_w T形和I形截面的腹板高度。

2.2.3 计算参数及其他

- λ_k 过渡层与相邻框架层的纵、横向层间侧移刚度比；
- η_e 地震作用效应增大系数；
- ϕ 岩土内摩擦角；
- l_{a1} 纵向受力钢筋的锚固长度；
- l_{aE} 纵向受力钢筋的抗震锚固长度；
- f_c 混凝土抗拉强度设计值；
- f_{yv} 横向钢筋的抗拉强度设计值；
- K_1 与过渡层相邻的框架、剪力墙层间侧移刚度；
- K_2 过渡层砌体的层间侧移刚度；
- $\sum K_f + \sum K_{cw}$ 与过渡层相邻的全部框架和剪力墙的层间侧移刚度之和；
- $\sum K_{mw}$ 过渡层砌体的层间侧移刚度之和。

- V_{ij} 第 i 层第 j 道墙承受的水平地震剪力；
 K_{ij} 第 i 层第 j 道墙的抗侧刚度；
 K_i 第 i 层同一方向上各道墙的抗侧刚度之和；
 V_i 第 i 层水平地震剪力。

重庆工程建设

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 本规程的结构体系是指多层砌体结构、多层底部框架-抗震墙砌体结构、多高层钢筋混凝土结构和多层轻型钢结构。

3.1.2 结构体系应根据建筑的场地条件、地基、建筑高度、材料和施工技术等因素,经技术、经济和使用条件综合比较确定。

3.1.3 住宅建筑的总高度和总层数的限值应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 住宅建筑的总高度和总层数限值

房屋类别		最小墙厚 (mm)	总高度(m)		总层数	
			6度	7度 0.10g	6度	7度 0.10g
砌体房屋	普通砖多孔砖	240	21	21	7	7
	多孔砖	190	21	18	7	6
	普通小砌块	190	21	21	7	7
	轻骨料小砌块	190	18	15	6	5
	粗料石及毛料石砌体(有垫片)		13	10	4	3
底部框架-抗震墙砌体房屋	普通砖多孔砖	240	22	22	7	7
	多孔砖	190	22	19	7	6
	普通小砌块	190	22	22	7	7
	轻骨料小砌块	190	19	16	6	5
钢筋混凝土房屋	框架结构		60	50	—	—
	异形柱框架结构		24	21	—	—
	异形柱框架-剪力墙结构		45	40	—	—

续表 3.1.3

房屋类别		最小墙厚 (mm)	总高度(m)		总层数	
			6度	7度 0.10g	6度	7度 0.10g
钢筋混凝土 房屋	短肢剪力墙-剪力墙结构	120	100	—	—	—
	框支短肢剪力墙-剪力墙结构	110	90	—	—	—
	短肢剪力墙-核心筒结构	120	100	—	—	—
	框支短肢剪力墙-核心筒结构	110	90	—	—	—
	框架-剪力墙结构	130/160	120/140	—	—	—
	全部落地剪力墙结构	140/170	120/150	—	—	—
	部分框支剪力墙结构	120/140	100/120	—	—	—
	框架-核心筒结构	150/210	130/180	—	—	—
	筒中筒结构	180/280	150/230	—	—	—
轻型钢 结构房屋	框架结构	18	18	6	6	6
	冷弯薄壁型钢结构	12	12	3	3	3

注:① 房屋的总高度指结构嵌固端到主要屋面板板顶或檐口的高度,对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的 1/2 高度处。当为山地建筑结构时,房屋高度计算时一般自较低一侧嵌固端起算,当掉层结构大多数竖向受力构件嵌固于上接地端时(指接地部分结构构件侧向刚度不小于上接地层结构总侧向刚度的 80%),房屋高度可从上接地端起算;

② 室内外高差大于 0.6m,多层砌体房屋和底部框架-抗震墙砌体房屋总高度应允许比表中的数据适当增加,但增加量应少于 1.0m;

③ 抗震设防分类为重点设防类的多层砌体房屋,层数应减少一层且总高度应降低 3m,不应采用底部框架-抗震墙砌体房屋、石砌体房屋;

④ 表中“/”后数字表示 B 级高度高层建筑混凝土结构。

3.1.4 房屋高宽比应符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 房屋高宽比限值

结构体系	高宽比
多层砌体房屋、底部框架-抗震墙砌体房屋	2.5
框架	4
框架-剪力墙、剪力墙	6
框架-核心筒	7
异形柱框架	4
异形柱框架-剪力墙	5
短肢剪力墙-剪力墙、短肢剪力墙-核心筒	6

3.1.5 山地建筑结构设计时,应保证场地及边坡在新建房屋作用下的稳定性和基础嵌固条件的有效性。边坡宜优先采取独立设计的支护结构,并应限制边坡变形。重要建筑物基础宜避开高陡的坡体边缘,避开可能产生的边坡滑塌区域。

3.1.6 轻型钢结构房屋的结构设计应符合国家、行业和重庆市现行标准的有关规定。

3.1.7 重要结构应满足抗连续倒塌概念设计的要求,有特殊要求时可采用局部加强法、拉结构件法或拆除构件法进行抗连续倒塌设计。抗连续倒塌概念设计要求应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和行业现行标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

3.1.8 住宅建筑结构设计应符合国家和重庆市关于住宅产业化的相关规定。

3.2 结构布置

3.2.1 同一结构单元内,结构平面形状宜简单、规则;结构竖向布置宜规则、均匀,刚度和承载力分布宜均匀、连续,避免有过大的外挑或内收,结构的侧向刚度宜下大上小,逐渐均匀变化。

3.2.2 结构变形缝的设置应符合下列要求:

1 同一幢房屋基础持力层位于基岩与土层两种不同类型的地基上时,应设置沉降缝。

2 结构布置严重不规则的结构宜设置防震缝将结构划分为多个规则的结构单元。防震缝应根据抗震设防烈度、结构材料种类、结构类型、结构单元高度和高差以及可能的地震扭转效应的情况,留有足够的宽度。

3 山地多层建筑结构当具有两种及以上复杂结构形式或属于特别不规则时,应在合适部位设置防震缝。

3.2.3 掉层、吊脚等山地建筑结构,结构布置尚应遵循以下原则:

1 掉层结构两相邻嵌固端之间的掉层高度,当为岩质边坡时,设防烈度 6、7 度时分别不宜大于 20m 和 15m;当为土质边坡时,设防烈度 6、7 度时分别不宜大于 10m 和 8m。

2 结构平面布置应减小扭转影响。应避免较多数量的长短柱共用和细腰形平面可能造成的整体结构扭转的不利影响。

3 高层山地建筑结构同一结构单元不应采用同时具有两种类型及以上的复杂结构形式。

4 高层山地建筑结构竖向体型突变部位不宜位于掉层结构上接地层及相邻上一层。

3.2.4 山地建筑结构侧向刚度应满足下列要求:

1 对吊脚结构,吊脚部分侧向刚度分布宜均匀,且不宜小于上层相应结构部分的侧向刚度;

2 对掉层结构,可分别对上接地部分和掉层部分按国家现行规范的规定验算层侧向刚度比,且上接地端以下第一层掉层部分的结构侧向刚度不宜小于上层相应结构部分的侧向刚度。

3.2.5 吊脚结构的吊脚部分层间受剪承载力不宜小于其上层相应部位竖向构件的受剪承载力之和的 1.1 倍;掉层结构的掉层层间受剪承载力不宜小于其上层相应部位竖向构件的受剪承载力

之和的 1.1 倍。

3.2.6 当地形需要架设天桥时,应根据建筑结构变形、受力特点选择支座形式。

3.3 结构计算

3.3.1 荷载取值应符合国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 及重庆市的有关规定。

3.3.2 对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况,当用内力的形式表达时,结构构件、连接、节点应采用下列承载力极限状态设计表达式:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (3.3.2)$$

式中: γ_0 结构重要性系数;在持久状况和短暂设计状况下,对安全等级为一级的结构构件不应小于 1.1,对安全等级为二级的结构构件不应小于 1.0,对安全等级为三级的结构构件不应小于 0.9;对地震设计状况下应取 1.0;

S_d 承载力极限状态下荷载效应组合设计值;对持久设计状态和短暂设计状况应按作用的基本组合计算;对地震设计状况应按作用的地震组合计算;

R_d 结构构件的抗力设计值,等于结构构件抗力函数除以抗力模型不定性系数。抗力模型不定性系数为:静力设计取 1.0,对不确定性较大的结构构件根据具体情况取大于 1.0 的数值;抗震设计取承载力抗震调整系数 γ_{RE} 。

3.3.3 对于正常使用极限状态,结构构件应按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响或标准组合并考虑长期作用的影响,采用下列极限状态设计表达式进行验算:

$$S_d \leq C \quad (3.3.3)$$

式中： S_d 正常使用极限状态荷载效应组合设计值；

C 结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝、振幅和加速度等的限值，取值按相关标准执行。

3.3.4 对于需要进行抗震变形验算的结构，按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定执行。

3.3.5 结构分析模型的确定应符合下列规定：

1 当楼板局部不连续时，应采用弹性楼板或分块弹性楼板计算。

2 复杂结构和 B 级高度高层建筑结构，应采用不少于两个合理的不同力学模型的分析软件进行整体计算，并对其计算结果进行分析比较。

3 当框架结构的楼梯采用非滑动连接时，分析模型中应考虑楼梯构件的影响。

3.3.6 山地建筑结构的计算分析应符合下列要求：

1 风荷载计算中高度的起算点宜取建筑较低一侧的室外地面；考虑地形条件的风压高度变化系数的修正应按国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 采用。

2 当在条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘、非岩石的陡坡、河岸和边坡边缘等不利地段，建造标准设防类（丙类）及以上的建筑时，除保证边坡及地基在地震作用下的稳定性外，尚应考虑不利地段对设计地震动参数可能产生的放大作用，其地震影响系数最大值应乘以增大系数，其值可根据不利地段的具体情况在 1.1～1.6 范围内采用。

3 山地建筑结构的边坡支挡结构的岩土压力可按《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 中坡顶有重要建筑物的情况取值。

4 应根据接地部位的实际约束条件，采用合适的分析软件建立合理的、与真实受力相符的分析模型。

5 应计入双向水平地震作用下的扭转影响。

6 对于掉层结构上、下接地层的构件内力的分析结果，应分

析判断其合理性。

7 宜采用考虑扭转耦联振动影响的振型分解反应谱法计算弹性地震作用及效应。对于掉层结构,计算振型数应使各振型参与质量之和不小于总质量的 95%。

8 高层山地建筑结构宜进行罕遇地震下的抗倾覆验算。

3.3.7 对于有特殊要求的结构可根据国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行抗震性能化设计。

4 场地与地基

4.1 一般规定

4.1.1 建筑场地应选择在抗震有利地段及一般地段,避开不利地段,不应选择危险地段。当无法避开不利地段时应采取有效的措施。

4.1.2 对建筑物有潜在威胁或直接危害的滑坡、泥石流、危岩崩塌以及岩溶、土洞强烈发育地段、采空区可能引起塌陷等不良地质地段,未经处理,不应选作建设场地。

4.1.3 地基承载力及变形验算应符合国家及重庆现行有关标准的规定。

4.1.4 对位于边坡上的基础,应进行平地地基承载力验算和边坡地基承载力验算。当符合下列规定时,可仅按平地地基进行承载力验算。

1 当基础位于坡角 β 小于 45° 且坡高小于8m的稳定土质边坡或破碎、极破碎岩质边坡上(图4.1.4a),其垂直于坡顶边缘线方向的基础底面边长 b 小于或等于3m,基础底面外缘到坡面的水平距离 a ,对于条形基础不小于该边长的3.5倍,对于矩形或圆形基础不小于该边长的2.5倍且不小于2.5m时;

2 当基础位于无外倾结构面、岩体完整、较完整或较破碎且稳定的不高于15m的岩质边坡上(图4.1.4b),其外边缘与边坡坡脚连线倾角 θ 不大于 45° 时。

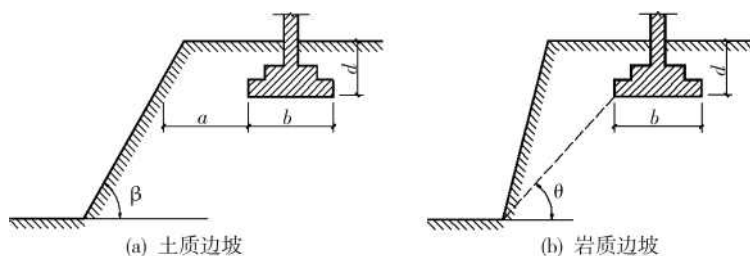


图 4.1.4 边坡上的基础

4.1.5 对位于土质边坡、破碎或极破碎岩质边坡和有外倾结构面的岩质边坡上的基础,边坡地基承载力特征值应根据坡上建筑物基础反算的底面极限压力除以地基承载力安全系数确定。

1 地基承载力安全系数,对土质边坡应取 2,对岩质边坡应取 3。

2 坡上建筑物基础底面极限压力应采用边坡稳定性分析反算确定,反算时,边坡稳定系数取 1;除结构面作为滑面外,尚应采用包括基础在内的圆弧形滑面进行验算;当有边坡支护结构时,可计入支护结构的有效抗力。

4.1.6 对位于无外倾结构面、岩体完整、较完整或较破碎且稳定的岩质边坡上的基础,边坡地基承载力特征值可根据平地地基承载力特征值进行折减。折减系数可根据基础外边缘与坡脚连线倾角 θ (图 4.1.4)按表 4.1.6 确定。

表 4.1.6 边坡地基承载力折减系数

基础外边缘与坡脚连线倾角 θ	$90^\circ \sim 75^\circ$	$75^\circ \sim 50^\circ$	$50^\circ \sim 15^\circ$	$15^\circ \sim 0^\circ$
折减系数	0.33~0.50	0.50~0.67	0.67~0.85	0.85~1.00

4.2 场地

4.2.1 场地的选择与治理应符合国家及重庆现行有关标准的规定。

4.2.2 场地类别的划分应按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的原则执行,并符合下列要求:

1 覆盖层厚度按场地平整后室外地坪的较高地面确定。当覆盖层厚度变化较大时,宜取较大值。

2 当地下室结构与周边岩土相连时,覆盖层厚度应按室外地坪的较高地面确定;当地下室结构与周边岩土脱开时,覆盖层厚度按开挖地下室后的标高较高的嵌固端确定。

4.2.3 对地面坡度较陡的填方地带,应验算填方沿岩土界面或原地面向滑动的稳定性,不满足稳定性要求时应采取改善基底条件或设置支挡结构等措施。

4.2.4 坡地场地应做好地表水的截排工作,充分利用和保护天然排水系统。

4.3 地基

4.3.1 同一结构单元的基础不宜设置在性质截然不同的地基上。一般情况下,同一结构单元不宜部分采用天然地基基础、部分采用桩基;岩石地基时可部分采用天然地基基础、部分采用桩基,但应根据地震时两部分地基基础可能导致的沉降差异,在基础、上部结构的相关部位采取相应措施。

4.3.2 土岩组合地基时,应加强地基持力层范围内土岩结合部位的构造处理,并加强基础及上部结构的刚度。

1 对于孤石或石芽出露的地段,宜在基础与孤石或石芽接触的部位采用褥垫处理。

2 对于石芽密布地段,可用稳定的石芽作持力层,石芽间的土层宜用混凝土置换。

4.3.3 压实填土地基时,填土应考虑其稳定性、均匀性、密实性、压缩性、湿陷性和腐蚀性,并应加强基础及上部结构的刚度。

1 压实填土应经检验查明,不符合质量要求的不得作为地基。

2 填方前应清除淤泥、耕植土或抛石挤淤,疏排积水,坡度大于1:5的斜坡应挖成台阶状。

3 强夯处理的深填方段宜分层回填,每层回填深度可根据强夯的有效加固深度确定。

4.3.4 洞穴地基应进行地基及洞室稳定性、地基承载力、地基及围岩变形分析评价,必要时进行专题论证。

1 宜采用工程类比、定性分析、理论计算和数值分析等综合分析方法。

2 工程类比应选取与拟建工程的地质条件、结构形式和施工方法类似的已建成功工程。

3 理论计算包括顶板岩体的冲切承载力验算、洞室地基承载力验算、围岩压力、衬砌内力及配筋计算。

4 数值分析应包括围岩及地基应力场、位移场、塑性区的厚度和衬砌内力等。

4.3.5 当洞穴地基稳定性、承载力或变形不满足要求时可采用洞穴充填、灌浆、洞底支撑、洞内衬砌、跨越及桩基穿越等措施。

4.3.6 岩石地基主要持力层深度内存在软弱下卧层时,应进行下卧层承载力验算。

5 钢筋混凝土房屋

5.1 一般规定

5.1.1 根据建筑功能布置情况,钢筋混凝土房屋的结构体系可采用框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构、框架-核心筒结构等。当采用异形柱或短肢剪力墙时,应遵循《钢筋混凝土短肢剪力墙、异形柱结构技术规程》DBJ50-058 及《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的相关规定。

5.1.2 钢筋混凝土房屋应根据设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度,按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的要求确定抗震等级和采取相应抗震措施。

5.1.3 钢筋混凝土房屋结构平面布置除满足本规程第 3.2 节规定外尚应符合下列规定:

1 异形柱框架结构的楼梯间、电梯井应根据建筑布置及结构侧向刚度的需要设置剪力墙或一般框架柱。平面薄弱部位不宜采用异形柱。

2 异形柱框架结构、短肢剪力墙结构的楼梯、电梯间不宜设置在建筑物的端部和转角处。

3 应设计成双向抗侧力结构。

5.1.4 钢筋混凝土房屋结构的传力途径应清晰合理,主要竖向抗侧力构件宜上下对齐、连续贯通。

5.1.5 异形柱框架、异形柱框架-剪力墙结构房屋,高度在 15m 以上时不应采用错层结构,高度不大于 15m 时不宜采用错层结构。

5.1.6 带转换层的钢筋混凝土结构,宜采用梁式转换,并遵循以

下原则：

- 1 转换层的平面布置宜简单、规则、对称，刚度分布均匀。
- 2 框支框架不应采用单跨框架，框支柱不应采用异形柱。
- 3 带转换的异形柱结构，不落地的框架柱数量不宜超过转换层相邻上部楼层框架柱总数的 30%。落地的框架柱应贯穿房屋全高，不落地的框架柱应连续贯穿转换层以上的所有楼层。
- 4 上部竖向构件宜在柱和框架梁上转换，不宜通过次梁多次转换。
- 5 转换梁中线宜与框支柱中线重合，转换梁与其上部的竖向构件的截面形心宜重合，否则应验算转换梁对框支柱的偏心及转换梁的抗扭承载力。
- 6 带转换层的异形柱结构在地面以上设置转换层的位置不宜超过 2 层。
- 7 部分框支剪力墙结构在嵌固端以上设置转换层的位置，抗震设防烈度 6 度和 7 度时分别不宜超过 7 层和 5 层。
- 8 转换层的位置设置在 3 层及 3 层以上时，其与转换层相邻的框支柱、底层框支柱、剪力墙底部加强部位的抗震等级宜提高一级，已为特一级时可不提高。

5.1.7 结构的材料应符合下列要求：

- 1 混凝土强度等级不应低于 C20。其中短肢剪力墙、异形柱结构的混凝土强度等级不应低于 C25，且不宜高于 C50；转换结构以及一级抗震等级的框架梁、柱及节点，混凝土强度等级不应低于 C30；剪力墙结构的混凝土强度等级不宜超过 C60。
- 2 纵向受力普通钢筋宜选用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋，也可采用 HPB300、RRB400 钢筋。梁、柱纵向受力普通钢筋应采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋。
- 3 箍筋宜选用 HPB300、HRB400、HRBF400 钢筋。
- 4 填充墙应采用轻质材料。

5.1.8 吊脚结构首层楼盖及以下部位、掉层结构各接地端的上下各一层的抗震等级宜提高一级。已为特一级时可不提高。

5.1.9 剪力墙底部加强区范围按国家现行相关标准确定,山地建筑结构剪力墙底部加强区的范围,尚应符合下列规定:

1 部分框支剪力墙结构的剪力墙底部加强区范围,宜取至框支层以上两层,且不宜小于从上接地端起算的房屋高度的 $1/10$ 。

2 其他剪力墙结构,房屋高度大于 24m 时,可取从上接地端起算的底部两层和墙体总高度的 $1/10$ 二者中较大值;房屋高度不大于 24m 时,底部加强区可取从上接地端起算的底部一层。

3 剪力墙底部加强区均应向下延伸至各接地端。

5.2 计算要点

5.2.1 钢筋混凝土结构内力、变形计算、截面抗震验算方法及承载力调整措施应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

5.2.2 竖向抗侧力构件不连续时,该构件传递给水平转换构件的地震内力应根据水平构件类型、受力情况、几何尺寸等乘以增大系数,其值不应小于 1.25 。

5.2.3 结构分析时,坡屋面宜根据实际情况建立分析模型。

5.2.4 剪力墙构件底部加强部位的截面组合剪力设计值的放大系数,抗震等级为一级时取 1.6 、二级时取 1.4 、三级时取 1.2 倍;顶层剪力放大系数取为 1.0 ;中间层剪力放大系数线性内插。

5.2.5 独立结构单元内,平面或竖向不规则的结构应考虑扭转效应,并应计入偶然偏心的影响。在考虑偶然偏心影响的规定水平地震作用下,楼层的扭转位移比不宜大于 1.2 ,A级高度高层结构的扭转位移比不应大于 1.5 ,B级高度高层结构及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 规定的复杂高层建筑的扭转位移比不

应大于 1.4。当最大层间位移角小于规范相应限值的 40% 时,扭转位移比限值可不大于 1.6,当有较大偏置裙房时裙房范围的楼层扭转位移比可不大于 1.8。山地掉层、吊脚结构的扭转位移比计算时,接地层可仅以楼层水平位移计算扭转位移比。

5.3 构造要求

5.3.1 结构构件的截面尺寸应满足国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定,并符合下列要求:

- 1 框架梁的截面高度,不宜小于 400mm。
- 2 短肢剪力墙的截面厚度,不应小于 200mm。
- 3 异形柱的截面肢厚不应小于 200mm,肢高不宜小于 500mm。异形柱截面宜采用等肢异形柱,采用不等肢异形柱时,肢高比不宜超过 1.6,肢厚相差不大于 50mm。

5.3.2 转换层结构构件的截面尺寸应符合下列要求:

- 1 高层结构转换梁截面高度不宜小于计算跨度的 1/8。
- 2 框支柱截面宽度不应小于 450mm,框支柱截面高度不宜小于转换梁跨度的 1/12。

5.3.3 梁、柱的纵向受力钢筋宜优先采用机械连接接头或焊接接头。接头位置宜设在受力较小区域。在层高范围内柱的每根纵向钢筋接头数不应超过一个。

5.3.4 梁、柱、墙纵向受力钢筋的锚固长度 l_a 和抗震锚固长度 l_{aE} 的取值应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5.3.5 转换梁设计应符合下列要求:

- 1 上、下部纵向钢筋的最小配筋率,抗震等级一、二级时分别不应小于 0.5% 和 0.4%。
- 2 偏心受拉的转换梁支座上部纵向钢筋至少应有 50% 沿梁

全长贯通,下部纵向钢筋应全部直通到柱内;多层结构时沿梁高应配置间距不大于 200mm、直径不小于 14mm 的腰筋,高层结构时沿梁高应配置间距不大于 200mm、直径不小于 16mm 的腰筋。

3 转换梁在离柱边 1.5 倍梁截面高度范围内的支座处,箍筋应加密,加密区箍筋直径不应小于 8mm,间距不应大于 100mm。加密区箍筋最小面积含箍率,抗震等级一、二级时分别不应小于 $1.2f_t/f_{yv}$ 和 $1.1f_t/f_{yv}$ 。

5.3.6 框支柱设计应符合下列要求:

1 柱内全部纵向钢筋配筋率,抗震等级一、二级时分别不小于 1.1%和 0.9%。当钢筋强度标准值小于 400MPa 时配筋率增加 0.1%,钢筋强度标准值为 400MPa 时配筋率增加 0.05%;混凝土强度等级高于 C60 时配筋率增加 0.1%。

2 转换柱箍筋应采用复合螺旋箍或井字复合箍,并应沿柱全高加密,箍筋直径不应小于 10mm,箍筋间距不应大于 100mm 和 6 倍纵向钢筋直径的较小值。

3 转换柱的箍筋配箍特征值应按普通框架柱规范规定的数值增加 0.02 采用,且箍筋体积配箍率不应小于 1.5%。

5.3.7 转换层楼板设计应符合下列要求:

1 厚度不宜小于 180mm,不应小于 150mm。

2 混凝土强度等级不宜低于 C30。

3 楼板应采用双层双向通长配筋,且单层单向配筋率不宜小于 0.25%,楼板中钢筋应接受拉锚固要求锚固于梁、墙中。与转换层相邻的上、下楼板也宜适当加强。

5.3.8 山地建筑结构构件设计应满足下列要求:

1 吊脚结构吊脚柱及接地端柱,掉层结构上、下接地端柱,箍筋应全柱段加密。

2 吊脚结构首层楼盖宜采用现浇梁板体系。多层吊脚结构首层楼盖楼板厚度不宜小于 120mm,高层吊脚结构不宜小于 150mm,楼板配筋均采用双层双向通长布置,单层单向配筋率不

小于 0.25%。

3 掉层结构上接地端宜设置与掉层部分连接的楼盖。当设置接地端楼盖时,多层掉层结构接地端楼盖的楼板厚度不宜小于 120mm,高层掉层结构接地端楼盖的楼板厚度不宜小于 150mm。当未设置接地端楼盖时,上接地层楼盖的楼板厚度不应小于 150mm。接地楼盖、无接地楼盖时上接地层楼盖的楼板配筋均采用双层双向通长布置,单层单向配筋率不小于 0.25%。

5.3.9 结构局部错层时,错层处的竖向构件应采取构造加强措施,框架柱的箍筋应全长加密,剪力墙的水平钢筋应适当加密。错层处的梁应考虑楼板的扭转影响。

5.3.10 坡屋面设计应符合下列要求:

- 1 坡屋面应双层双向通长配筋,并适当加密钢筋间距。
- 2 对于跨度大于 6m 的坡屋面,在屋面折梁下宜设置水平联系梁。
- 3 对于宽度不同的檐口,两个方向的会合线不通过框架梁柱的结合处时,屋面板与框架梁之间宜采用配筋混凝土填垫。
- 4 坡屋面的转折交汇处、转角处,应采取构造加强措施。
- 5 在下层坡屋面的斜梁上砌筑墙体时,在现浇斜梁时宜按照所采用砌块的模数预先放阶。柱间填充墙宽度超过 5m 时应增设构造柱。

6 砌体房屋

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于普通砖、多孔砖或混凝土砌块的多层砌体房屋。普通砖砌体包括烧结普通砖、混凝土普通砖的无筋和配筋砌体；多孔砖砌体包括烧结多孔砖、混凝土多孔砖的无筋和配筋砌体；混凝土砌块砌体包括混凝土砌块、轻集料混凝土砌块的无筋和配筋砌体。

6.1.2 多层砌体房屋的结构体系、总层数、总高度、高宽比、抗震横墙的间距、局部尺寸的限值等除应符合本标准相关规定外，尚应符合国家现行行业标准《砌体结构设计规范》GB 50003 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

6.1.3 多层砌体房屋的建筑布置和结构体系，应符合下列要求：

- 1 应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系。
- 2 纵横墙布置的平面轮廓凹凸尺寸，不应超过典型尺寸的50%；当超过典型尺寸的25%时，房屋转角处应采取加强措施；抗震墙的布置宜对称均匀，沿平面内宜对齐，沿竖向应上下连续，且纵横向墙体的数量不宜相差过大；在房屋宽度方向的中部应设置内纵墙，高宽比不小于4的墙段累计长度不宜小于房屋总长度的60%；同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀，墙面洞口面积不宜大于墙面总面积的55%。

3 不应在同一墙体两侧的楼板同时开洞，楼板局部大洞口的尺寸不宜超过楼板宽度的30%。

4 不宜在房屋的尽端或转角处设置楼梯间，不应在房屋转角处设置转角窗。

5 多孔砖多层砌体房屋不宜错层。房屋错层的楼板高差超

过 500mm 时,应按两层计算;错层部位的墙体应采取加强措施。

6 墙体开洞宜上下对齐。

7 楼盖和屋盖宜采用现浇钢筋混凝土板。不上人屋面采用轻型屋盖时,应有可靠的水平支撑体系,且与主体结构有可靠的连接。

8 不宜采用掉层砌体房屋。

6.1.4 多层砌体房屋的层高不应超过 3.6m。当使用功能确有需要时,采用约束砌体等加强措施的普通砖房屋层高不应超过 3.9m。

6.1.5 非承重墙墙体厚度不应小于 90mm。

6.1.6 砌体结构所用材料应符合下列规定:

1 普通砖和多孔砖的强度等级不应低于 MU10,其砌筑砂浆强度等级不应低于 M5;混凝土砖的强度等级不应低于 MU15,其砌筑砂浆强度等级不应低于 Mb5。

2 混凝土砌块的强度等级不应低于 MU7.5,其砌筑砂浆强度等级不应低于 Mb7.5。

3 约束砖砌体墙,其砌筑砂浆强度等级不应低于 M10 或 Mb10。

4 配筋砌块砌体抗震墙,其混凝土空心砌块的强度等级不应低于 MU10,其砌筑砂浆强度等级不应低于 Mb10。

5 地面以下或防潮层以下的砌体、潮湿房间的墙,所用材料的最低强度等级要求应满足相关规范要求,砌筑砂浆应采用水泥砂浆。

6 安全等级为一级或设计使用年限大于 50 年的砌体房屋,所用砌体材料的最低强度等级应至少提高一级。

7 砌体房屋中各类混凝土构件的材料强度应符合国家现行有关标准的规定。

6.1.7 配筋砌体结构的计算和构造要求应符合现行《砌体结构设计规范》GB 50003 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

6.2 计算要点

6.2.1 砌体结构静力计算时,应验算竖向荷载作用下砌体墙垛的承载力。

6.2.2 多层砌体房屋的抗震计算,可按底部剪力法计算,并按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 相关规定调整地震作用效应。

6.2.3 抗震设防 6 度时,规则的多层砌体房屋可不进行抗震验算,平面不规则的多层砌体房屋应进行抗震验算。

6.2.4 多层砌体房屋应对两个主轴方向的水平地震作用分别进行抗震验算。

6.2.5 采用现浇楼(屋)盖、装配整体式楼(屋)盖的多层砌体房屋,楼层内各道墙承担的水平地震剪力,宜按抗侧力构件的侧向刚度比例进行分配,并按下式确定:

$$V_{ij} = \frac{K_{ij}}{K_i} V_i \quad (6.2.5)$$

式中: V_{ij} 第 i 层第 j 道墙承受的水平地震剪力;

K_{ij} 第 i 层第 j 道墙的抗侧刚度;

K_i 第 i 层同一方向上各道墙的抗侧刚度之和;

V_i 第 i 层水平地震剪力。

6.2.6 当层高与墙段长度之比小于 1 时,可只考虑墙段剪切刚度。当层高与墙段长度之比大于 4 时,可不考虑该墙段侧向刚度。

6.2.7 自承重墙上作用的荷载包括墙体的自重和附加在墙体上附着物的重量以及风和地震产生的作用。自承重墙除应满足国家现行标准《砌体结构设计规范》GB 50003 中墙体高厚比要求外,还应满足风荷载作用、地震作用下的平面外抗弯承载力要求。

6.3 构造要求

6.3.1 多层砌体房屋的现浇钢筋混凝土圈梁、构造柱的设置部位和构造要求除应符合本节的有关规定外,尚应符合国家现行标准《砌体结构设计规范》GB 50003 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

6.3.2 多层砌体房屋钢筋混凝土圈梁设置应符合下列规定:

- 1 屋盖及每层楼盖处的外墙和内纵墙均应设圈梁。
- 2 屋盖处设置圈梁的内横墙间距不应大于 4.5m;楼盖处设置圈梁的内横墙间距不应大于 7.2m。
- 3 构造柱对应部位应设圈梁。
- 4 错层部位的错层楼板位置应设置圈梁。
- 5 纵墙承重时,横墙上的圈梁间距应适当加密,并宜增大圈梁的截面尺寸及配筋。

6.3.3 现浇钢筋混凝土楼、屋盖与墙体有可靠连接的房屋,应允许不另设圈梁,但楼板沿抗震墙体周边应加强配筋并应与相应的构造柱钢筋可靠连接。

6.3.4 圈梁应符合下列构造要求:

- 1 圈梁应封闭并宜紧靠板底。遇有洞口时,应在洞口上部设置附加圈梁,附加圈梁与圈梁的搭接长度不应小于其中到中垂直间距的 2 倍,且不得小于 1 m。
- 2 圈梁兼作过梁时,应另外增加过梁钢筋,且过梁钢筋伸过洞口两侧的长度均不宜小于 300mm。
- 3 圈梁的宽度宜与墙厚相同,当墙厚不小于 240mm 时,其宽度不宜小于墙厚的 2/3 且不小于 240mm。圈梁高度不应小于 120mm。砖砌体圈梁纵向钢筋不应少于 4 ϕ 10,箍筋直径不应小于 ϕ 6,箍筋间距不应大于 250mm。砌块砌体圈梁纵向钢筋不应少于 4 ϕ 12,箍筋直径不应小于 ϕ 6,箍筋间距不应大于 200mm。

4 基础顶面圈梁的截面高度不应小于 180mm,纵筋不应少于 4 ϕ 12,箍筋直径不应小于 ϕ 6,箍筋间距不应大于 250mm。

5 圈梁的纵向钢筋锚入构造柱的长度不应小于 35 倍钢筋直径。

6.3.5 构造柱设置应符合下列规定:

1 外墙四角和对应转角应设置构造柱。

2 楼(电)梯间四角及楼梯斜梯段上下端对应的墙体处应设置构造柱。

3 错层部位横墙与外纵墙交接处应设置构造柱。

4 大房间内外墙交接处、不小于 2.1m 的较大洞口两侧应设置构造柱。

5 房屋高度和层数接近本规范表 3.1.3 的限值时,横墙内的构造柱间距不宜大于层高的 2 倍,且下部 1/3 楼层的构造柱间距宜适当减小;内纵墙的构造柱间距不宜大于 4.2 m;当外纵墙开间大于 3.9 m 时,应另设加强措施。

6 有错层的多层房屋,当房屋层数不低于 4 层时,在底部 1/4 楼层处错层部位墙中部的构造柱间距不宜大于 2m。

6.3.6 单面走廊建筑的构造柱设置应符合下列规定:

1 对封闭的单面走廊,外纵墙应通过现浇楼板及走廊拉梁与内横墙连接,拉梁位置内、外纵墙应设置构造柱。

2 对开敞的外廊,宜采用钢筋混凝土柱,通过拉梁与内纵墙相连,拉梁位置内纵墙应设置构造柱。

6.3.7 构造柱应符合下列构造要求:

1 构造柱最小截面可采用 180mm $\times$ 240mm(墙厚 190mm 时为 180mm $\times$ 190mm),小砌块房屋中替代芯柱的钢筋混凝土构造柱截面不宜小于 190mm $\times$ 190mm,小砌块房屋芯柱截面不宜小于 120mm $\times$ 120mm。房屋四角的构造柱截面应适当加大。

2 构造柱纵向钢筋宜采用 4 ϕ 12,箍筋直径可采用 6mm,箍筋间距不宜大于 250mm,且上下柱端应适当加密;超过六层时,构

构造柱纵向钢筋宜采用 $4\phi 14$, 箍筋间距不应大于 200mm。芯柱的竖向插筋不应小于 $1\phi 12$, 超过五层时不应小于 $1\phi 14$ 。房屋四角的构造柱配筋应适当加大。

3 构造柱与墙连接处应砌成马牙槎, 沿墙高每隔 500mm 设 $2\phi 6$ 水平钢筋和 $\phi 4$ 分布短筋平面内点焊组成的拉结网片或 $\phi 4$ 点焊钢筋网片, 每边伸入墙内不宜小于 1m; 底部 1/3 楼层的拉结钢筋网片应沿墙体水平通长设置。小砌块房屋中, 与构造柱相邻的砌块孔洞宜填实; 小砌块房屋芯柱与墙体连接处或墙体交接处应沿墙体通长布置 $\phi 4$ 点焊钢筋网片, 沿墙高间距不大于 600mm; 在底层 1/3 楼层沿墙高间距不大于 400mm。

4 构造柱与圈梁连接处, 构造柱的纵筋应上下贯通。芯柱的竖向插筋应贯通墙身且与圈梁相连。

5 构造柱和芯柱可不单独设置基础, 但应伸入室外地面下 500mm 或与埋深小于 500mm 的基础圈梁相连。

6 超过 500mm 高女儿墙, 构造柱宜伸至女儿墙顶, 女儿墙构造柱的间距不宜大于 4 m, 并应与现浇钢筋混凝土压顶整浇在一起。

7 在构造柱上搁置较大跨度梁时, 应考虑梁与构造柱间的相互影响。

8 构造柱和芯柱的纵向钢筋的锚固长度不应小于 35 倍钢筋直径。

6.3.8 楼梯间中间平台处宜增设圈梁或采用现浇楼板和构造柱相连。

6.3.9 门窗洞口处不应采用砖过梁, 过梁支承长度不应小于 240 mm。

6.3.10 现浇钢筋混凝土楼板、屋面板宜采用连续配筋, 整体浇注。楼板伸进纵、横墙内的长度均不应小于 120mm。

6.3.11 装配整体式钢筋混凝土楼、屋盖, 混凝土面层厚度不应小于 50mm, 并应双向配置直径 4mm~6mm、间距 150mm~

250mm 的钢筋网。现浇面层混凝土强度等级不应低于 C25,且应贯通该楼层所有墙体。

6.3.12 砌体中留槽洞及埋设管道时,应符合下列规定:

- 1 严禁在墙面斜向开槽或埋设暗管。
- 2 不应在长度小于 500mm 的承重小墙段、独立柱内埋设管线。

- 3 墙体中宜避免沿墙面水平穿行暗管或预留水平沟槽。无法避免时,应按偏心受压构件核算墙体的承载力,或用细石混凝土补强。

- 4 墙体中有竖向暗管时,应预先留槽,槽深及宽度均不应大于 120mm。

- 5 管道宜避免横穿墙垛、壁柱。确实需要时,应预埋带孔的 C20 混凝土块。

6.3.13 砌体阳台栏板的厚度不应小于 120mm,其顶部应设置厚度不小于 60mm 的钢筋混凝土压顶,压顶内配 3 ϕ 6 通长钢筋,分布钢筋为 ϕ 4@300,通长钢筋锚入相连墙体的长度不宜小于 500mm。在阳台每根挑梁端部,均应设置构造柱与阳台栏板可靠连接。

6.3.14 顶层圈梁底与顶层过梁顶范围内应设 1~3 道 2 ϕ 6 通长水平配筋带;顶层端开间的纵、横外墙尚应在每隔 5 匹砖的灰缝内配 2 ϕ 6 通长钢筋;底层窗台下墙体灰缝内应设置 3 道 2 ϕ 6 拉结钢筋,并伸入两边窗间墙内不小于 500mm。

7 底部框架-抗震墙砌体房屋

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于底层或底部两层为框架-抗震墙(含框架和抗震墙布置在房屋的局部),上部为普通砖、多孔砖或混凝土小型空心砌块砌体结构的房屋。

7.1.2 底部框架-抗震墙砌体房屋结构布置应符合下列要求:

1 上部的砌体墙体与底部的框架梁或抗震墙宜对齐,非框架梁转换的墙体截面积不超过总墙体截面的 30%。

2 房屋的底部,应沿纵横两个方向设置一定数量的剪力墙,并应均匀对称布置。对总层数不超过四层的房屋,可采用嵌砌于框架之间的约束普通砖砌体或小砌块砌体的砌体抗震墙,但应计入砌体墙对框架的附加轴力和附加剪力并进行底层的抗震验算,且同一方向不应同时采用钢筋混凝土抗震墙和约束砌体抗震墙。

3 底层框架-抗震墙砌体房屋纵横两个方向,第二层计入构造柱影响的侧向刚度与底层侧向刚度的比值不应大于 2.5,不应小于 1.0。

4 底部两层框架-抗震墙砌体房屋纵横两个方向,底层与底部第二层侧向刚度应接近,相差不大于 10%;第三层计入构造柱影响的侧向刚度与底部第二层侧向刚度的比值不应大于 2.0,不应小于 1.0。

5 底部框架-抗震墙砌体房屋的抗震墙宜设置条型基础、筏型基础、桩支承的托墙梁或桩筏基础等整体性好的基础。

7.1.3 底部局部框架-抗震墙砌体房屋结构布置应符合以下要求:

1 底部钢筋混凝土部分不应采用纯框架,应在框架间双向

设置钢筋混凝土或砌体抗震墙,底层砌体抗震墙应采用约束砌体或配筋砌体,并加强砌体与框架的连接。

2 适当加强局部钢筋混凝土框架-抗震墙的刚度,使刚度分布尽量均匀。

3 加强周边墙体和框架柱,增强整体抗扭能力。

7.1.4 底部框架-抗震墙砌体房屋的钢筋混凝土结构部分,除应符合本章规定外,尚应符合本规程第5章的有关要求。底部混凝土框架的抗震等级,6、7度应分别按三、二级采用,混凝土抗震墙的抗震等级均按三级采用。

7.1.5 底部框架-抗震墙砌体房屋的材料强度等级,应符合下列要求:

1 框架柱、混凝土墙和托墙梁的混凝土强度等级不应低于C30。

2 过渡层砌体块材的强度等级不应低于MU10,砌筑砂浆强度等级不应低于M10,砌块砌体砌筑砂浆的强度等级不应低于Mb10。

7.2 计算要点

7.2.1 底部框架-抗震墙砌体房屋的抗震计算,可采用底部剪力法,并按本节规定调整地震作用效应。

7.2.2 底部框架-抗震墙砌体房屋的地震作用效应,应按下列规定调整:

1 对底层框架-抗震墙砌体房屋和底部局部框架-抗震墙砌体房屋,底层的纵向和横向地震剪力设计值均应乘以增大系数,其取值按本规程7.2.5条确定。

2 对底部两层框架-抗震墙砌体房屋,底层和第二层的纵向和横向地震剪力设计值亦均应乘以增大系数;其值应允许在1.2~1.5范围内选用,可依据第三层与第二层侧向刚度比进行取值,

按本规程 7.2.5 条确定。

3 底层或底部两层的纵向和横向地震剪力设计值应全部由该方向的抗震墙承担,并按各墙体的侧向刚度比例分配。

7.2.3 底部框架-抗震墙砌体房屋中,底部框架的地震作用效应宜采用下列方法确定:

1 底部框架柱的地震剪力和轴向力,宜按下列规定调整:

- 1) 框架柱承担的地震剪力设计值,可按各抗侧力构件有效侧向刚度比例分配确定;构件有效侧向刚度的取值,框架不折减;混凝土墙或配筋混凝土小砌块砌体墙可乘以折减系数 0.30;约束普通砖砌体或小砌块砌体抗震墙可乘以折减系数 0.20;
- 2) 框架柱的轴力应计入地震倾覆力矩引起的附加轴力,上部砌体房屋视为刚体,底部各轴线承受的地震倾覆力矩,可近似按底部抗震墙和框架的有效侧向刚度的比例分配确定;
- 3) 当抗震墙之间楼盖长宽比大于 2.5 时,框架柱各轴线承担的地震剪力和轴向力,尚应计入楼盖平面内变形的影响。

2 底部框架-抗震墙砌体房屋的钢筋混凝土托墙梁计算地震组合内力时,应采用合适计算简图。若考虑上部墙体与托墙梁的组合作用,应计入地震时墙体开裂对组合作用的不利影响,可调整有关的弯矩系数、轴力系数等计算参数。

7.2.4 过渡层与相邻框架-抗震墙层的纵、横向层间侧向刚度比 λ_k 可按下式计算:

$$\lambda_k = \frac{K_2}{K_1} = \sum K_{mw} / (\sum K_f + \sum K_{cw}) \quad (7.2.4)$$

式中: K_1 与过渡层相邻的框架、剪力墙侧向刚度;

K_2 过渡层砌体的侧向刚度;

$\sum K_f + \sum K_{cw}$ 与过渡层相邻全部框架和剪力墙的侧向刚度

之和;

$\sum K_{\text{mw}}$ 过渡层砌体的侧向刚度之和。

7.2.5 底部框架-抗震墙砌体房屋的底部框架-抗震墙楼层的纵、横向地震剪力设计值应乘以地震作用效应增大系数 $\eta_e, \eta_e = \sqrt{\lambda_k}$ 。当 η_e 小于 1.2 时,取 1.2;当 η_e 大于 1.5 时取 1.5。底部局部框架-抗震墙房屋的底层纵、横向地震剪力设计值,应乘以地震作用效应增大系数 $\eta'_e, \eta'_e = 1.1/\sqrt{\lambda_k}$ 。当 η'_e 小于 1.3 时,取 1.3;当 η'_e 大于 1.6 时取 1.6。

7.2.6 底部框架应进行多遇地震作用下的变形验算,其弹性层间位移应符合下式要求:

$$\Delta U_e \leq [\theta_e] h \quad (7.2.6)$$

式中: ΔU_e 多遇地震作用标准值产生的楼层内最大弹性层间位移(包括地震倾覆力矩附加轴力引起的侧移),计算时,可不扣除结构整体弯曲变形;应计入扭转变形,各种作用的分项系数均采用 1.0;

$[\theta_e]$ 弹性层间位移角限值,取 1/1000;

h 层高。

7.3 构造要求

7.3.1 底部框架-抗震墙砌体房屋的上部墙体应设置钢筋混凝土构造柱,并应符合下列要求:

1 钢筋混凝土构造柱的设置部位,应根据房屋的总层数分别按本规程第 6.3.5 和 6.3.6 条的规定设置。

2 构造柱的构造除应符合本规范第 6.3.7 条的规定外,尚应符合下列要求:

- 1) 砖砌体墙中构造柱截面尺寸不宜小于 240mm×240mm;
- 2) 构造柱的纵向钢筋不宜少于 4 ϕ 14,箍筋间距不宜大于 200mm。

3 构造柱应与每层圈梁连接,或与现浇楼板可靠拉接。

7.3.2 过渡层墙体的构造,应符合下列要求:

1 过渡层应在底部框架柱、混凝土墙或约束砌体墙的构造柱所对应处设置构造柱;墙体內的构造柱间距不宜大于层高。上部其余楼层构造柱宜与框架柱上下贯通。

2 过渡层构造柱的纵向钢筋不宜少于 $4\phi 16$,一般情况下,纵向钢筋应锚入下部的框架柱或混凝土墙內;当纵向钢筋锚固在托墙梁內时,托墙梁的相应位置应加强。

3 过渡层的砌体墙在窗台标高处,应设置沿纵横墙通长的水平现浇钢筋混凝土带;其截面高度不小于 60mm,宽度不小于墙厚,纵向钢筋不少于 $2\phi 10$,横向分布筋的直径不小于 6mm 且其间距不大于 200mm。砖砌体墙在相邻构造柱間的墙体,应沿墙高每隔 360mm 设置 $2\phi 6$ 通长水平钢筋和 $\phi 4$ 分布短筋平面內点焊成的拉结网片或 $\phi 4$ 点焊钢筋网片,并锚入构造柱內。

4 过渡层的砌体墙,宽度不小于 1.2m 的门洞和 2.1m 的窗洞,洞口两侧宜增设截面高度不小于 120mm 的构造柱(宽度同墙厚),纵筋不宜小于 $4\phi 10$,箍筋间距不宜大于 200mm。

5 当过渡层的砌体抗震墙与底部框架梁、墙体不对齐时,应在底部框架梁內设置托墙转换梁,且过渡层砖墙应采取比本条 4 款更严的加强措施。

6 过渡层砖砌体不宜设边门洞,不宜在中柱上方设门洞。

7.3.3 底部框架-抗震墙砌体房屋的底部采用钢筋混凝土墙时,其截面和构造应符合下列要求:

1 墙体周边应设置边框梁(或暗梁)和边框柱(或框架柱)组成的边框;边框梁的截面宽度不宜小于墙厚度的 1.5 倍,截面高度不宜小于墙厚度的 2.5 倍;边框柱的截面高度和宽度均不宜小于墙厚度的 2 倍。

2 墙的厚度不宜小于 160mm,且不应小于墙净高的 $1/20$;墙体宜开设洞口形成若干墙段,各墙段的高宽比不宜小于 2。

3 墙体的竖向和横向分布钢筋配筋率均不应小于 0.30%，并应采用双排布置；双排分布拉结钢筋的间距不应大于 600mm，直径不应小于 6mm。

4 墙体的端柱纵向钢筋配筋量应不小于 $0.005A_c$ 和 $4\phi 12$ 的较大值，箍筋最小直径不应小于 6mm，沿竖向最大间距不大于 200mm。

7.3.4 抗震设防烈度 6 度的底层框架-抗震墙砖房的底层采用约束砌体墙时，其构造应符合下列要求：

1 砖墙厚不应小于 240mm，砌筑砂浆强度等级不应低于 M10，应先砌墙后浇框架。

2 沿框架柱每隔 300mm 配置 $2\phi 8$ 水平钢筋和 $\phi 4$ 分布短筋平面内点焊组成的拉结网片，并沿砖墙水平通长设置；在墙体半高处尚应设置与框架相连的钢筋混凝土水平系梁，截面尺寸不小于 $240\text{mm} \times 180\text{mm}$ ，纵筋不小于 $4\phi 14$ ，箍筋不小于 $\phi 8@200$ 。

3 墙长大于 4m 时和宽度不小于 1.2m 的门洞和 2.1m 的窗洞两侧，应在墙内增设钢筋混凝土构造柱。

7.3.5 底部框架-抗震墙砌体房屋的框架柱应符合下列要求：

1 柱的截面不应小于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，圆柱直径不应小于 450mm。

2 柱的轴压比，6、7 度时分别不宜大于 0.85 和 0.75。

3 柱的纵向钢筋最小总配筋率，当钢筋的强度标准值低于 400MPa 时，中柱不应小于 0.9%，边柱、角柱和混凝土抗震墙端柱不应小于 1.0%。

4 柱的箍筋直径不应小于 8mm，并应全高加密，间距不大于 100mm。当为底部局部框架-抗震墙砌体结构时，底部框架柱的箍筋直径不应小于 10mm，并应全高加密，间距不大于 100mm。

5 柱的最上端和最下端组合的弯矩设计值在抗震等级二级和三级时应分别乘以增大系数 1.25 和 1.15。

7.3.6 底部框架-抗震墙砌体房屋的楼盖应符合下列要求：

1 过渡层的底板应采用现浇钢筋混凝土板,板厚不应小于120mm;并应少开洞、开小洞,当洞口尺寸大于800mm时,洞口周边应设置边梁。

2 其他楼层,采用装配式钢筋混凝土楼板时均应设现浇圈梁;采用现浇钢筋混凝土楼板时允许不另设圈梁,但楼板沿抗震墙体周边均应加强配筋并应与相应的构造柱可靠连接。楼屋面板四角宜配置放射状钢筋。

7.3.7 底部框架-抗震墙砌体房屋的钢筋混凝土托墙梁,其截面和构造应符合下列要求:

1 梁的截面宽度不应小于300mm,梁的截面高度不应小于跨度的1/10。

2 箍筋的直径不应小于8mm,间距不应大于200mm;梁端在1.5倍梁高且不小于1/5梁净跨范围内,以及上部墙体的洞口处和洞口两侧各500mm且不小于梁高的范围内,箍筋间距不应大于100mm。

3 沿梁高应设腰筋,每侧纵向构造钢筋(不包括梁上、下部受力钢筋及架立筋)的截面面积不应小于腹板截面面积的0.15%,钢筋直径不应小于14mm,间距不应大于200mm。

4 梁的纵向受力钢筋和腰筋应按受拉的要求锚固在柱内,且支座上部的纵向钢筋在柱内的锚固长度应符合钢筋混凝土框支梁的相关要求。

5 位于梁下部或梁截面高度范围内的集中荷载,应全部由附加横向钢筋(箍筋、吊筋)承担,附加横向钢筋宜优先采用箍筋。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面用词采用“必须”;反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应是这样做的用词:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指定应按有关标准、规范及规程执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068
- 2 《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083
- 3 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 4 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 5 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 6 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 7 《建筑抗震设防分类标准》GB50223
- 8 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 9 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204
- 10 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB50203
- 11 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

重庆市住宅建筑结构设计规程

DBJ50/T-243-2016

条文说明

2016 重 庆

重庆工程建设

修订说明

本规程是在《重庆市住宅建筑结构设计规程》DB50/5019-2001 的基础上修订而成。上一版的主编单位是重庆市土木建筑学会和重庆大学,参编单位是重庆市设计院、重庆钢铁设计研究院、机械工业部第三设计研究院、中煤国际工程集团重庆设计研究院、中国人民解放军后勤工程学院,主要起草人员是陈文钦、朱朝亮、曾世仁、卢铁鹰、牛绍仁、庄斌耀、曾高亮、王荣斋、谢孝忠、董伟平,参加人员有胡朝晖、薛尚铃、冯光杰。

本规程共分 7 章。主要技术内容是:总则、术语和符号、基本规定、场地与地基、钢筋混凝土房屋、砌体房屋、底部框架-抗震墙砌体房屋。

本次修订的主要技术内容是:1. 修改扩大了适用范围,将原第 6 章“薄壁异形柱框架房屋”改为“钢筋混凝土房屋”;2. 增加了结构体系选择和结构布置的总体原则;3. 修改了房屋结构高度和层数限值;4. 新增了山地建筑结构设计原则和计算分析要求;5. 增加了第 4 章“地基与基础”的相关设计内容;6. 明确了高位转换层数的限值;7. 给出了山地建筑结构侧向刚度比、受剪承载力比等控制方法;8. 改进了剪力墙剪力调整系数;9. 不控制结构扭转周期比,适当放松了扭转位移比要求;10. 增加了坡屋面设计与计算的要求;11. 取消了蒸压灰砂砖砌体、加密构造柱砌体、混凝土墙-砌体等规定;12. 根据新抗震规范和砌体规范修改了砌体结构的计算与构造要求;13. 新增了底部局部框架-抗震墙砌体房屋的相关设计内容;14. 根据新版地震动参数区划图增加了抗震设防 7 度区的相关设计规定。

本规程修订过程中,编制组根据新版国家和地方标准及新版地震动参数区划图对相应内容进行了调整。根据重庆市特点,在

总结 2008 年汶川地震震害经验的基础上增加了地基与基础、山地建筑结构和底部局部框架-抗震墙砌体房屋等设计内容。修订后的条款在全市范围内广泛征求了有关设计、勘察、科研、教学单位及抗震管理部门的意见,并对反馈意见进行了汇总和处理。

为便于设计、科研、教学、施工等单位的有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定,《重庆市住宅建筑结构设计规程》编制组按照章、节、条顺序编写了本规程的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了解释和说明。但是,本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握条文规定的参考。

目 次

1	总则	45
2	术语和符号	46
3	结构设计基本规定	47
3.1	一般规定	47
3.2	结构布置	47
3.3	结构计算	49
4	场地与地基	51
4.1	一般规定	51
4.2	场地	52
4.3	地基	52
5	钢筋混凝土房屋	54
5.1	一般规定	54
5.2	计算要点	55
5.3	构造要求	59
6	砌体房屋	61
6.1	一般规定	61
6.3	构造要求	62
7	底部框架-抗震墙砌体房屋	63
7.1	一般规定	63
7.2	计算要点	65
7.3	构造要求	65

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 本条明确规程的制定目的和原则。本规程根据国家现行标准《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153 及《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的原则制订。

1.0.2 本条规定了规程的适用范围,包括多层和高层住宅建筑设计,不适用于房屋结构改造设计。

2 术语和符号

2.1.3 吊脚结构如图 2.1.3 所示意。当坡地坡度较缓,高差较小时,设计时可根据内力分析结果判断是否按吊脚结构设计。

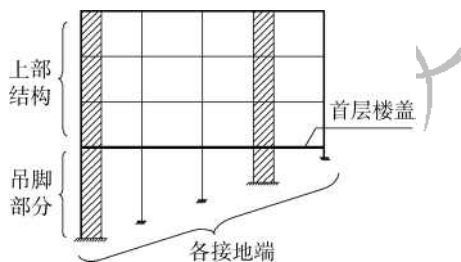
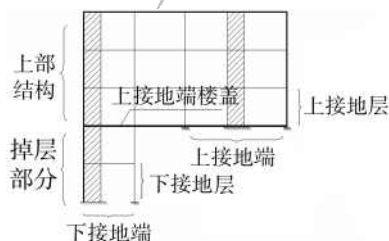
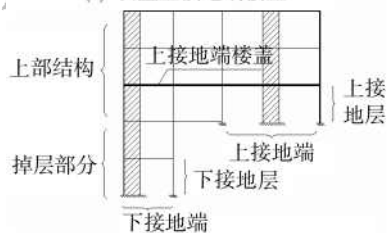


图 2.1.3 吊脚结构示意图

2.1.4 掉层结构如图 2.1.4 所示意。



(a) 设置上接地端楼盖



(b) 未设置上接地端楼盖

图 2.1.4 掉层结构示意图

3 结构设计基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 本条规定了规程的适用范围。底部框架-抗震墙砌体结构包括底部局部框架-抗震墙砌体结构；多高层钢筋混凝土结构除一般混凝土结构外还包含异形柱框架结构、异形柱框架-剪力墙结构。

3.1.3 增加了山地建筑结构房屋高度的计算规则。房屋适用高度按砌体、底部框架-抗震墙砌体、钢筋混凝土和轻型钢结构四类给出。其中钢筋混凝土房屋结构的最大适用高度参考《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3。轻骨料小砌块部分依据《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》(JGJ/T 14-2004)增加。未包括配筋砌体。

3.1.4 关于高宽比限值的规定，《建筑抗震设计规范》GB 50011中砌体结构未予区分，均采用“不宜”；而小砌块和多孔砖砌体房屋在行业标准中采用“不应”。本条根据重庆地区使用经验进行了适当放宽。

3.1.5 山地建筑结构计算时往往假定各接地端为嵌固，因此，需采取措施确保基础嵌固条件的有效性。设计时，山地结构应尽量设置在地质条件较好的地基和稳定的边坡上，对边坡体应进行稳定性评定和边坡支护设计，边坡必须达到稳定且严格控制变形，支护设计时需考虑罕遇地震作用下边坡动土压力对支护结构的影响，要求达到罕遇地震作用下边坡结构不破坏的性能要求。

3.2 结构布置

3.2.1 对住宅建筑结构的平面和竖向布置进行原则性规定。

3.2.2 针对重庆地区特点规定了沉降缝和防震缝的设置要求。严重不规则和特别不规则的划分参照《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。

3.2.3 规定了山地建筑结构的布置原则。

1 规定了掉层结构掉层部分允许的最大高度。由于掉层高度越大,掉层结构不规则性越显著,且边坡稳定性更难控制,边坡治理难度更大,因此区分不同岩土条件对其高度进行了规定。当实际情况无法满足本条要求时,应进行详细的可行性技术论证。需要注意的是当下接地端有全嵌固地下室时,应尽量选择地下室顶面作为嵌固端,掉层高度为全嵌固地下室顶面上接地端的距离。

2 山地建筑结构由于先天的不规则性,扭转效应明显,因此设计时应尽可能合理布置结构,减小扭转的不利影响。对于掉层结构,当多数抗侧力构件位于上接地端时,可加强连接掉层部分与上接地端的上接地端楼盖;当多数抗侧力构件位于下接地端时,可不设置掉层与上接地端的连接楼盖,上接地端竖向构件底部可采用滑动支座;其他情况时,可采用调整构件截面及增减剪力墙布置等措施。对于吊脚结构,吊脚部分竖向构件的刚度分布宜尽可能均匀,以减小扭转效应。

3 山地结构不规则性明显,受力复杂,故将其作为一种复杂结构形式,其他复杂结构形式按《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 界定。考虑到山地结构的复杂性,不宜采用连体结构。

4 多塔楼结构、体型收进及悬挑不规则结构等,均属于竖向不规则,应避免与掉层结构刚度突变部位重合。

3.2.4 对山地建筑结构的两种主要结构类型即吊脚结构和掉层结构的侧向刚度进行了规定。对吊脚结构,吊脚部分竖向构件长短不一,刚度差别较大,应尽可能采取措施减小刚度不均匀程度,避免较大的扭转效应;同时要求吊脚部分与上层对应部分的刚度比不小于1,避免吊脚部分形成薄弱层。对掉层结构,以上接地面

为界,分别控制上、下两部分结构的侧向刚度比,控制上接地层掉层范围内结构刚度,减小扭转效应。

3.2.5 为了避免掉层和吊脚部分形成薄弱层,相比普通结构,提高了吊脚和掉层部分结构相比上接地层的受剪承载力比的限值。

3.2.6 一幢房屋因地形需要架设天桥主要是指一侧是挡墙的情形。当采用滑动支座时,应采用限位装置或其他在罕遇地震下的防脱落措施。

3.3 结构计算

3.3.2 参照《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153 的表述,引入了“持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况”。

3.3.5 结构分析模型应根据结构的实际受力特点确定,本条对楼板不连续,复杂结构和楼梯的计算模型加以规定。复杂结构主要指带转换层的结构、带加强层的结构、错层结构、连体结构以及竖向收进、悬挑结构等复杂高层结构,以及山地建筑结构、退台转换花园洋房结构等。对于错层、跃层等住宅结构,当错层较大或跃层楼板开洞面积较大时,宜采用弹性楼板或分块弹性楼板的非层模型的空间分析模型进行计算复核。楼板开洞角部宜适当增加板厚和配筋,异形板的角部宜配置放射状构造钢筋。

3.3.6 明确了山地建筑结构的风压高度起算点;强调地震作用坡地动力放大效应;山地建筑结构分析计算时可对结构模型进行力学上的简化处理,使其既能反映结构的受力性能,又适应于所选用的计算分析软件;吊脚结构的吊脚部分,应纳入整体结构计算模型;由于掉层结构的质量和刚度分布不均匀,因此应考虑其双向水平地震作用下的扭转效应;

考虑到山地建筑结构的不规则性,在采用振型分解反应谱法时,将振型参与质量之和占总质量的比例由 90%(抗震设计规范)

提高到 95%。

山地建筑常常无全地下室,因此需对高层山地结构进行罕遇地震下的抗倾覆验算。

3.3.7 设计需要时可根据《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行抗震性能化设计。

重庆工程建设

4 场地与地基

4.1 一般规定

4.1.1 建筑场地抗震地段的划分见现行《建筑抗震设计规范》GB 50011。

4.1.2 因建设用地日趋紧张,必要时有可能选择有不良地质现象的地段作为建筑场地,这时应对不良地质进行可靠的防治。滑坡防治措施有:地表排水、地下排水、减重、反压、抗滑挡墙、抗滑桩、抗滑键、锚索、锚拉桩、支撑盲沟、滑带土改良等。危岩崩塌防治措施有:支撑、锚固、充填灌浆、清除、拦石墙(堤)、拦石网、防护网等。泥石流防护措施有:控制水源的治水工程,如排水渠、泄洪沟等。控制土石源的治土工程,如拦渣坝、挡土墙等。排导工程如导流堤(坝)、排导槽、渡槽等。岩溶、土洞、采空区可能引起的塌陷防治措施有:充填、灌浆、洞底支撑、洞内衬砌、跨越及桩基穿越等。

4.1.4 边坡上的建筑因地基一侧临空,相应地基承载力有可能降低。因此,基础工程设计时不仅应进行边坡稳定性验算,还应进行边坡地基承载力验算。考虑到基础离坡面较远时地基承载力受边坡影响较小,为简化分析,给出了需要按边坡地基进行承载力验算的条件。对土质边坡,本规范给出的条件与国标《建筑地基基础设计规范》GB 50007 给出的需进行边坡稳定性验算的条件一致。对无外倾结构面的岩质边坡,基础外边缘与边坡坡脚连线倾角 θ 大于 45° 者均需进行边坡地基承载力验算。同时,考虑到破碎或极破碎岩质边坡与土质边坡较接近,为安全起见,对破碎或极破碎岩质边坡,采用与土质边坡相同的条件。另外,考虑到填土与岩体性质差异大,偏安全,本规范给出的外侧有填土

的岩质边坡进行边坡地基承载力验算的条件与外侧无填土的岩质边坡相同。对桩基础,基础外边缘取嵌岩面处桩的外边缘。

4.1.5 本条给出了土质边坡、破碎或极破碎岩质边坡和有外倾结构面的岩质边坡地基承载力特征值的确定方法。先通过边坡稳定性分析,反算求出基础底面极限压力(即边坡地基极限承载力),再由此计算边坡地基承载力特征值。

边坡稳定性要求和边坡地基承载力要求是不同的,对永久岩石边坡地基,要求承载安全系数接近或等于3;对永久土质边坡地基,要求承载安全系数接近或等于2。这就是说,边坡地基承担的基底压力按这样的倍数放大后边坡稳定系数仍不小于1时,边坡地基承载才满足安全系数要求。显然,边坡稳定性分析评价不能代替边坡地基承载力验算。

4.1.6 本条给出了无外倾结构面、岩体完整、较完整、较破碎且稳定的岩质边坡地基承载力特征值的折减办法。折减系数参考《重庆市建筑地基基础设计规范》确定。

4.2 场地

4.2.2 已有研究分析表明,局部场地效应对结构的地震响应有一定的影响。本条在《建筑抗震设计规范》GB 50011 场地类别划分的基础上,给出了按局部场地条件确定场地类别的方法。偏安全考虑,取较厚的覆盖层厚度。

4.2.3 一般当地面坡度大于1:5时,填方场地可能沿岩土界面或原地面滑动,应验算填方沿岩土界面或原地面滑动的稳定性。

4.3 地基

4.3.1 根据重庆市大量的成功工程经验,岩石地基时可部分采用天然地基基础部分采用桩基。由于岩石地基刚度大,一般可不

考虑不均匀沉降带来的不利影响,故同一建筑物中允许使用多种基础形式,如桩基与独立基础并用,条形基础、独立基础与桩基础并用等,但应根据工程实际情况采用加强上部结构或基础梁等措施,减小不均匀沉降。

4.3.2 同一结构单元建筑地基主要受力层范围内,下卧基岩表面坡度大于 $1:10$,或有孤石、石芽存在时属土岩组合地基。密布石芽指的是石芽间距小于 2m ,混凝土置换厚度宜大于 0.5m 。当地基变形不满足要求时,应采用桩基或梁、拱跨越等处理措施,但此时不属土岩组合地基。

4.3.3 压实填土地基包括分层压实、夯实、强夯、强夯置换地基。当填土地基侧向临空,底面坡度大于 $1:5$ 时应验算其稳定性。填土均匀性主要指处理后压实填土及下卧未处理填土厚度差异,考虑是否存在不均匀沉降,必要时采取处理措施。填土密实性、压缩性决定填土地基处理方法,如填料细粒成分含量或含水量高,则填土压缩性高,或填土极松散、密实性差则采用强夯置换处理。未经处理、密实性差的下卧填土存在自重沉降,应引起重视。位于河岸边或有地下水的填土地段应充分考虑压实地基以下未经处理的填土遇水湿陷沉降,经历几个水文年后,湿陷性可消失。填料对基础有腐蚀性的不应作为压实地基。考虑到压实填土以上几个因素,加强基础及上部结构刚度是必要的。

4.3.4 此处洞穴地基指在建筑地基范围内存在洞穴,或洞穴存在对建筑地基有影响的地基,洞穴包括溶洞、土洞、人防洞室、隧洞及采空区。定性分析应有可靠的地区经验,并可按相关的地方标准执行。

如重庆市轨道交通管理条例规定轨道交通隧道两侧各 50m 范围内修建建筑应进行论证。

4.3.6 在岩石地基中软、硬岩相间出现很常见,为安全合理的利用地基,有必要验算软弱下卧层地基的承载力。

5 钢筋混凝土房屋

5.1 一般规定

5.1.1 本条给出了钢筋混凝土结构通常采用的结构体系。原规程中混凝土结构仅包含了异形柱框架结构,考虑到重庆市属于较低烈度区、山地结构及复杂结构较多的特点,设计时有些技术内容暂无规范可循,此次修订扩大了混凝土结构体系适用范围。

5.1.5 由于重庆地区属于抗震设防较低烈度区、地基条件普遍较好,对高度不大于 15m 的异形柱框架、异形柱框架-剪力墙结构多层房屋结构,积累了不少工程实践经验,因此,对符合上述要求的建筑结构,适当降低要求,由不应采用错层结构改为不宜采用错层结构。

5.1.6 规定了钢筋混凝土房屋竖向构件不连续时的结构布置原则。

单跨框架结构体系冗余度少,不符合多道设防的抗震概念设计,震害表明其抗倒塌性能较差,鉴于框支框架的重要性,规定其不应采用单跨框架结构;考虑异形柱抗震性能相对较差,框支柱不应采用;对于部分框支剪力墙结构高位转换层位置的规定在国家现行规范中未明确给出,根据重庆大学的高位转换试验和计算分析给出了在重庆抗震设防 6 度地区限值可取为 7 层,需要指出的是国家规范规定的是在地面以上设置转换层的层数,由于重庆地区结构常存在半地下室等情况,故将其改为在嵌固端以上。

5.1.8 山地建筑结构通过对接部位楼层提高一级抗震等级,以适当提高薄弱部位的抗震性能。特一级时,可采取两个不同力学模型的软件进行对比分析,并采取对关键构件进行性能化设计等措施,以保证结构性能。

5.1.9 山地建筑结构竖向构件的多标高约束特点决定了剪力墙底部加强区范围的确定较为复杂,根据现有分析,上接地端处剪力墙底部是受力较大且破坏较为突出的部位。从偏安全角度考虑,各类结构中剪力墙底部加强区均从上接地端起算是合理的;考虑最高约束层以下结构内力变化大,均应按底部加强区处理。相关示意图 5.1.8。

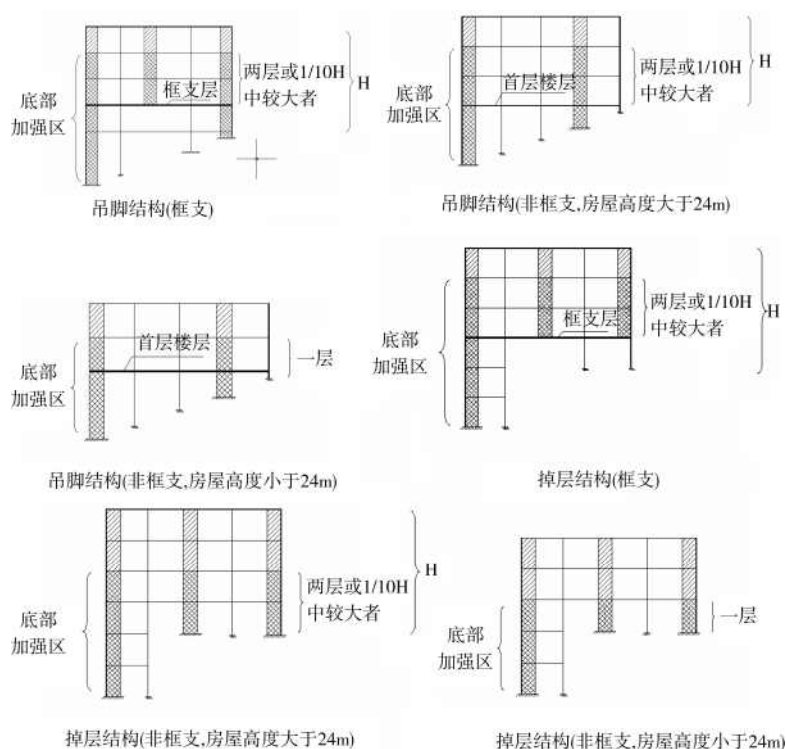


图 5.1.8 剪力墙底部加强区

5.2 计算要点

5.2.4 本条参考国外规范及根据算例分析结果规定了剪力墙构

件“强剪弱弯”调整系数。我国现行规范仅对剪力墙底部加强区剪力进行放大,一、二和三级抗震等级时放大系数分别取 1.6、1.4 和 1.2,如图 5.2.4(d)所示,对一级抗震等级剪力墙的底部加强区以上部位《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定剪力相应调整,但未给出具体放大系数,《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 采用的系数为 1.3,此外,二、三级抗震等级时底部加强区以上部位剪力未进行放大,抗剪安全性存在隐患。而国外规范对加强部位以上都考虑了“强剪弱弯”的调整,美国规范采用计算剪力乘以系数的需求剪力进行设计;欧洲规范考虑弯曲超强对剪力墙剪力计算值乘以不小于 1.5 的增大系数,对框剪结构等双重结构体系取如图 5.2.4(b)所示设计剪力包络,对剪力墙 1/3 高度以上考虑高振型影响取值较大,顶部剪力设计值不小于底部设计值的一半;新西兰规定剪力设计值 $V_u = \omega_v \phi_{o,w} V_E$ (图 5.2.4(c)),其中 ω_v 为和结构基本周期相关的动态剪力放大系数,以 30 层结构为例, ω_v 为 2.3, $\phi_{o,w}$ 为弯矩超强系数,一般大于 1.4。因此,有必要对底部加强区以上部位剪力调整进行改进。通过初步分析表明,对于一级抗震等级剪力墙,按图 5.2.4(e)所示的调整,基本可保证剪力墙构件实现“强剪弱弯”,对于二、三抗震等级,放大系数按 1.4、1.2 类推。

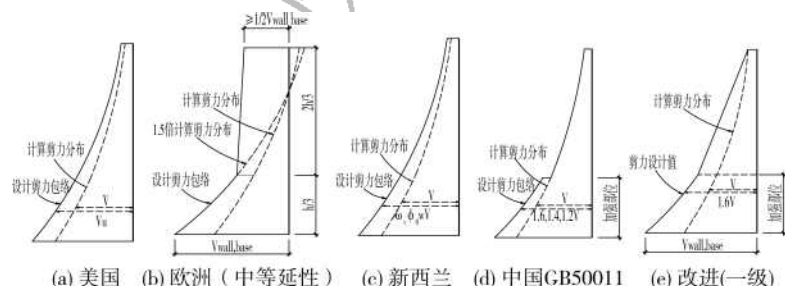


图 5.2.4 剪力墙抗剪能力调整措施示意

5.2.5 按新版规范调整了扭转控制指标限值。

1 取消扭转周期比

根据规范组已有分析研究结果取消扭转周期比限值。其理由主要如下:

- 1) 周期比是影响结构扭转效应的因素之一。在偏心率 e/r 较小时(如 < 0.3 时),非耦联周期比 $T_0/T_y - 1$ 时扭转效应有峰值,在 $T_0/T_y < 1$ 时扭转效应随着 T_0/T_y 的增大而增大,在 $T_0/T_y > 1$ 后扭转效应随着 T_0/T_y 的增大而减小;当 e/r 较大时,扭转效应在 $T_0/T_y - 1$ 时并无峰值,而一直是随着 T_0/T_y 的增大而增大。
- 2) 周期比控制指标的提出依据是非耦联周期比 > 0.8 后扭转效应 θ_r/u 急剧上升,并认为非耦联周期比与耦联周期比在 $0.85 \sim 0.9$ 之间时相差小,继而规范采用耦联周期比来作为控制指标。然而事实上,分析表明耦联周期比与非耦联周期比是有差别的,且差别随着偏心率的增大而增大。此外,非耦联周期比的确定相当困难,应用麻烦,可操作性差。
- 3) 规范规定的耦联周期比限值 0.9 和 0.85 仅对偏心率 $e/r \leq 0.1$ 的规则结构才可能起控制作用,偏心率大时耦联周期比将不起控制作用,但其影响体现在位移比上,此时位移比起控制作用。而规则结构本身的扭转效应小,由于限制耦联周期比限值而必须采取调整结构布置显得没有必要。况且规则结构计算周期比时并未考虑偶然偏心的影响,耦联周期比难以准确计算,且规则结构在周期比为 1 附近扭转效应有峰值,并非周期比越小扭转效应越小,严格控制耦联周期比似乎难以达到预期目的。
- 4) 采用周期比控制指标容易产生不合理现象:不满足周期比要求的规则结构可通过增加偏心满足要求,这与限制周期比的目的相悖;同一满足规范要求的较小耦联周期比可能对应扭转刚度较大和较小两种情况,说明

满足周期比要求的结构不一定具备预期的抗扭刚度,耦联周期比并不能直接反映抗扭刚度与侧向刚度的关系;某些平动刚度大的结构周期比不满足要求,但水平位移却很小,其抗震性能未必比水平位移接近规范限值周期比未超的结构差。

- 5) 国外除欧洲规范外都未将周期比作为控制指标,而欧洲规范中规定 $r(\text{刚度回转半径}) \geq L_s(\text{质量回转半径})$,相当于规定了 $T_0/T_y \leq 1$ 。
- 6) 扭转不规则结构相对规则结构来说区别在于扭转振动可能较大幅度增大某端竖向构件的位移和层间位移以及使竖向构件本身产生扭转变形,而构件层间位移由规范规定的最大弹性层间位移角限值 $[\theta_e]$ 来限制,扭转位移比限值可以一定程度上限制构件扭转角 θ 的大小。

因此,扭转周期比并不直接反映结构扭转效应的大小,它只是影响扭转效应的因素之一,只在结构偏心率较小时才起控制作用,一般情况下由位移比控制,位移比总体上反映了结构扭转效应的大小,控制周期比的目的仍是控制扭转位移比等扭转效应,对于较为规则的结构原则上考虑了偶然偏心的扭转位移比控制住了,基本可以控制扭转刚度不致过弱,从弹性反应角度来看,控制了位移比后理论上无须再对周期比进行控制,非线性动力分析结果也表明结构的扭转非线性反应受构件的弹性最大层间位移角值的控制最为明显,受耦联周期比控制不明显,并未随其增大而增大。基于以上分析,取消了扭转周期比的限制。广东省《高层建筑混凝土结构技术规程》也基于此取消了扭转周期比的限制。

2 适当有条件放松扭转位移比

扭转位移比为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与该楼层平均值的

比值。

对于一般结构,与国家现行规范规定一致,即最大层间位移角小于规范相应限值的 40% 时,扭转位移比可放松至 1.6。但实际操作时注意以下几点:

- 1) 偏置裙房:当结构底部有较大偏置裙房时,扭转位移比往往很大,但楼层层间位移角却很小。结构非线性地震扭转效应分析表明,扭转位移比可有条件的放松到 1.8,但需对相应竖向构件进行抗扭承载力验算,当扭转位移比为 1.5 和 1.8 时,弹塑性扭转位移角可取弹性扭转位移角的 1.2 和 2.5 倍,位移比为中间值时可线性插值。
- 2) 山地掉层结构:山地掉层结构由于上接地面嵌固作用,致使上接地部位竖向构件相比掉层部分竖向构件层间位移角明显偏大,若采用层间位移计算出的扭转位移比数值很大,但此时楼层层间扭转角并不一定很大,因此可用楼层水平位移计算此时的扭转程度,但应对上接地竖向构件进行抗扭验算和加强延性措施。
- 3) 楼板假定:一般情况下扭转位移比计算时采用刚性楼板假定,但对于楼板开洞较多时可采用分块刚性或弹性楼板;错层结构采用分块刚性楼板;
- 4) 连体结构:一般情况可分塔复核扭转位移比,计算模型根据情况分别采用连体整体模型和单塔模型分别验算。对复杂结构还应根据结构实际情况,通过结构动力特性和地震反应特点分析进行分段分塔计算扭转位移比。

5.3 构造要求

5.3.1 对结构构件的截面尺寸进行了补充规定。鉴于截面尺寸较小时施工质量等不易控制,对框架梁的截面高度和短肢剪力墙的截面厚度适当提高了要求;对异形柱的截面进行了补充规定,

需要注意的是,对“一”字形柱需进行稳定性验算和节点抗剪验算复核截面厚度,且其厚度应满足纵筋锚固要求。

5.3.8 山地建筑结构的框架柱在各接地部位均为抗震性能控制的关键部位,为保障其抗震性能,对各接地层柱均要求箍筋全长加密。

吊脚竖向构件通过楼盖与接地构件或其基础进行连接,适当加强楼盖结构的板厚和配筋构造要求,一方面有利于水平力传入地基,另一方面有利于提高结构整体抗扭能力。

研究表明,掉层结构竖向构件通过接地楼盖与上接地端竖向构件基础进行连接,一方面有利于水平力传入地基,加强上接地端的嵌固作用,另一方面有利于提高结构整体抗扭能力。当设置接地端楼盖时,对接地楼盖分多层和高层分别限制最小楼板厚度;当未设置接地楼盖时,对上接地层楼盖进行了最小楼板厚度限制。以上部位的配筋采取双层双向通长设置及提高配筋率的要求,以保证水平力的有效分配和传递。设置的拉梁在地震作用下受力较大,宜按偏拉构件进行设计,纵筋最小配筋率限值增加0.1%,并应适当加强箍筋提高其变形能力。

5.3.10 本条规定了坡屋面的设计要求。多层住宅建筑中坡屋面比较常见,实际计算时常有设计者将之简化为平屋面处理,但应充分考虑其荷载及其产生的推力。屋面跨度较大时屋面折梁下宜设置水平联系梁,此联系梁常常受拉力较大,应根据实际结构受力情况进行配筋计算。

6 砌体房屋

6.1 一般规定

6.1.1 对原规程进行了修改。考虑重庆地区的应用情况,取消了蒸压灰砂砖砌体、加密构造柱砌体、混凝土墙-砌体等规定。

《砌体结构设计规范》GB 50003 中砌体结构包括砖砌体、砌块砌体和石砌体三种,其中砖砌体包括烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖、混凝土普通砖、混凝土多孔砖的无筋和配筋砌体;砌块砌体包括混凝土砌块、轻骨料混凝土砌块的无筋和配筋砌体;石砌体包括料石和毛石砌体。由于重庆地区蒸压砖、石砌体应用少,本规程中不涉及。

6.1.2 房屋层数、高度、高宽比、抗震墙间距和墙段局部尺寸等影响砌体房屋的受力性能,在设计时应符合本规程第 3.1 节、本章节及国家现行相关标准的要求。

6.1.3 第 1-7 款结合原规程 3.2.1,根据《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 7.1.7 条,并考虑重庆地区烈度较低等特点给出。其中第 5 款中考虑到错层结构对墙体承载力影响较大,增加了多孔砖多层砌体房屋、空心砌块多层砌体房屋不宜采用错层的规定;第 7 款中考虑到 2008 年汶川地震后重庆市要求楼、屋面尽量采用现浇钢筋混凝土板,要求多层砌体房屋楼盖和屋盖宜采用现浇钢筋混凝土板。近年来,轻钢屋盖住宅建筑在重庆地区有应用,增加了其与主体结构的连接要求。由于对掉层砌体房屋的研究不多,为安全起见,第 8 款建议不宜采用此类结构,当条件限制需采用时,掉层砌体房屋掉层部分落地墙体应加强,圈梁和构造柱从严设置,掉层与边坡宜分离。

6.1.4 砌体结构的层高影响墙体的高厚比,进而影响结构的受

力性能,需对多层砌体房屋的层高进行限制。

6.1.5 本条规定了最小墙厚的要求。承重墙墙体厚度是根据《砌体结构设计规范》GB 50003 第 10.1.2 条给出。隔墙和填充墙墙体厚度根据《砌体结构设计规范》GB 50003 第 6.3.3 条给出。

6.1.6 本条是基于原规程第 4.1.2 条和第 4.1.3 条,根据《砌体结构设计规范》GB 50003 第 10.1.12 相关内容的要求修改。考虑到经济的发展,将最低砂浆强度等级由 M2.5 提高到 M5。

6.3 构造要求

6.3.14 为防止和减轻房屋顶层墙体由于温差和砌体干缩变形引起的墙体裂缝,并结合重庆地区的工程实践而提出的措施。当有实践经验时,也可采取其他措施。

7 底部框架-抗震墙砌体房屋

7.1 一般规定

7.1.1 在县城、乡镇等临街砌体结构房屋中,为满足底部临街面用于商业的大空间使用要求,大量存在底层局部采用钢筋混凝土框架,其余部分采用砌体墙的房屋,如图 7.1.1 所示。这类结构竖向由两种承重和抗侧力体系构成,底部刚度小于上部,属于下柔上刚结构;平面内的抗侧力构件也是两种,并且刚度的分布明显不均,对其抗震性能有明显的不利影响。因此,设计中应避免采用如图 7.1.1 所示的纯框架形式的结构布置,当需采用局部底部框架-抗震墙砌体房屋时,混凝土框架部分应增设抗震墙,如图 7.1.2 所示。

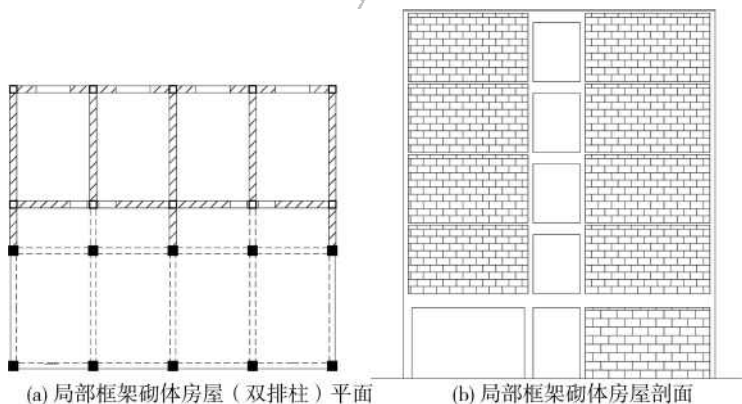


图 7.1.1 底部局部框架砌体房屋

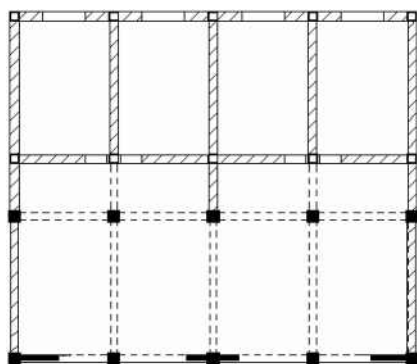


图 7.1.2 底部局部框架-抗震墙砌体房屋平面示意图

汶川地震中,此类房屋比较典型的震害为框架柱端不同程度出铰,底部砌体墙破坏严重;上部砌体层与一般砌体结构相似,表现为不同程度的破坏,结构整体破坏严重,但只有少量由于上部砌体设计不足在薄弱层发生倒塌。鉴于《建筑抗震设计规范》GB 50011 中未对这一类型房屋的抗震设计提出相应的要求,而重庆市也有大量此类住宅房屋,基于对此类房屋所进行的震害调研及抗震性能分析,在此章中明确提高了对此类房屋的相关设计要求。且除另有说明外,底部局部框架-抗震墙砌体房屋应首先遵循关于底部框架-抗震墙房屋的基本规定。

7.1.2 《建筑抗震设计规范》GB 50011 要求“上部的砌体墙体与底部的框架梁或剪力墙,除楼梯间附近的个别墙段外均应对齐”。该条文属强制性条文,但限制偏严,设计时很难做到全都由框架梁转换,实际上汶川地震、芦山地震中存在非框架梁转换的底框结构并不明显比砌体结构抗震性能差,因此,对于低烈度区可适当放宽此要求,“非框架梁转换的墙体截面面积不超过总墙体截面面积的 30%”是基于实际应用的可行性给出的。

7.1.3 底部局部混凝土框架砌体房屋往往由于混凝土部分相较背后砌体部分刚度小的较多,扭转效应大,砌体刚度大,吸引较多地震力,但砌体部分强度相对低,易产生破坏,因此,混凝土框架

部分应加强刚度,增设抗震墙,减小扭转。当增设嵌砌于框架柱的砌体抗震墙有困难时,应增设钢筋混凝土短墙和增强框架柱的刚度,使结构层内刚度尽量均匀布置,同时为了防止扭转破坏,应采取增强结构的抗扭能力。如砌体外墙加密圈梁和构造柱,形成较强的约束砌体,或采用配筋砌体。

7.1.5 规定了底部框架-抗震墙砌体房屋所用材料的最低要求。

7.2 计算要点

7.2.1 规定了底部框架-抗震墙砌体房屋的地震作用计算方法,仍可采用底部剪力法,但需对地震作用效应进行调整。

7.2.2 补充了底部局部框架-抗震墙砌体房屋的底部地震作用效应调整要求。因为底部存在较严重的沿房屋纵向刚度分布不均匀,因此建议适当增大底部地震作用效应的调整系数。

7.2.3 规定了底部框架的地震作用效应调整要求,与《建筑抗震设计规范》GB 50011 一致。

7.2.5 此条对底部框架-抗震墙的规定与旧版相同,新增了关于底部局部框架-抗震墙房屋底部地震作用效应的调整要求,由于此类房屋的底层相比于普通底部框架-抗震墙房屋更加薄弱,且不规则,所以适当提高了底部地震作用调整系数。

7.2.6 现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 未对底部框架-抗震墙层的层间位移角进行限制,本条对其进行了规定。

7.3 构造要求

7.3.1 给出了上部砌体结构设置构造柱的要求,内容与《建筑抗震设计规范》GB 50011 相同。

7.3.2 给出了过渡层墙体的构造要求,内容与《建筑抗震设计规范》GB 50011 相同。

7.3.3 规定了底部的钢筋混凝土抗震墙的构造措施,在与《建筑抗震设计规范》GB 50011 的内容保持一致的基础上,第 1 款明确了墙体边框柱的尺寸,较抗震规范详细;第 4 款较抗震规范条文细化,明确了抗震设计时底部抗震墙端柱按三级抗震等级墙体的构造边缘构件的具体配筋要求。

7.3.4 规定了底层采用约束砖砌体抗震墙的构造要求,内容基本与《建筑抗震设计规范》GB 50011 保持一致,新增了在墙体半高处设置的水平连系梁的具体做法。

7.3.5 规定了底部框架-抗震墙砌体房屋的框架柱的构造要求,并按 6 度、7 度区要求明确。在第 4 款中增加了对底部局部框架-抗震墙房屋中的底层框架柱的横向钢筋配筋要求。

7.3.6 在与《建筑抗震设计规范》GB 50011 的楼盖要求保持一致的前提下,增加了楼、屋面板四角宜配置放射状钢筋的要求。

7.3.7 明确了底部框架-抗震墙砌体房屋的钢筋混凝土托墙梁的截面和构造要求,内容同《建筑抗震设计规范》GB 50011 保持一致,对梁侧腰筋的数量增加了不少于腹板截面面积 bh_w 的 0.15% 的要求。