

结构专业

施工图
审查细节丛书

施 工 图

审查细节详解

任大海 主编

以“标准”为准绳，以“细节”为主线，透彻分析，结构严谨
以“规范”为依据，以“详解”为主攻，资料翔实，方便查阅

施工图审查国家规范和标准的宣贯材料

- 严格依据设计规范，加深对规范条文理解
- 分条理清设计要求，提高编审施工图效率
- 细节提炼常见问题，施工图审查随查随用
- 独特视角归纳总结，把好质量安全第一关

施工图审查细节丛书

结构专业施工图审查 细节详解

任大海 主编

 江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

结构专业施工图审查细节详解/任大海主编. —南京:江苏科学技术出版社, 2014. 1
(施工图审查细节丛书/白雅君主编)
ISBN 978-7-5537-2233-7

I. ①结… II. ①任… III. ①建筑结构—工程施工—建筑制图 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 256744 号

施工图审查细节丛书

结构专业施工图审查细节详解

主 编 任大海
项 目 策 划 凤凰空间/翟永梅
责 任 编 辑 刘屹立
特 约 编 辑 陈丽新

出 版 发 行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏科学技术出版社
出版社地址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009
出版社网址 <http://www.pspress.cn>
总 经 销 天津凤凰空间文化传媒有限公司
总经销网址 <http://www.ifengspace.cn>
经 销 凤凰出版传媒股份有限公司
印 刷 天津紫阳印刷有限公司

开 本 710 mm×1 000 mm 1/16
印 张 13
字 数 262 000
版 次 2014 年 1 月第 1 版
印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷

标 准 书 号 ISBN 978-7-5537-2233-7
定 价 29.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向销售部调换(电话: 022-87893668)。

编写委员会

主 编:任大海

参 编:王文胜 石 岩 代 斌 田文静 刘其林

吕 军 李 松 朱永新 吴善喜 许佳华

陈 达 杨丕鑫 张大林 白雅君

内 容 提 要

本书是根据最新相关规范和标准编写而成的,共分为五章,包括:综合概述、混凝土结构、钢结构、砌体结构以及地基与基础等。

本书可供刚走上工作岗位的建筑设计人员及审图人员使用,也可供大专院校建筑设计及结构专业师生阅读参考。

前 言

施工图设计文件审查是建设行政主管部门对建筑工程勘察设计质量监督的重要环节。施工图审查的关键为是否违反强制性条文,为了加深设计人员对规范的理解和正确执行规范条文,确保结构安全,提高个人业务水平,我们组织策划了此书。本书根据《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《钢结构设计规范》(GB 50017—201×)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《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)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)等相关规范和标准编写而成。

本书以“细节”为主线对结构专业施工图进行分析、讲解,内容丰富、资料翔实、结构严谨、实用性强、方便查阅。本书共分为五章,包括:综合概述、混凝土结构、钢结构、砌体结构以及地基与基础等。本书可供刚走上工作岗位的建筑设计人员及审图人员使用,也可供大专院校建筑设计及结构专业师生阅读参考。

由于编者的经验和学识有限,尽管编者已尽心尽力、反复推敲核实,但仍不免有疏漏之处,因此恳请广大读者提出宝贵意见和建议,以便做进一步修改和完善。

编 者

2014.01

目 录

1 综合概述	(1)
细节: 建筑结构设计的基本原则	(1)
细节: 建筑结构抗震设计的基本原则	(2)
细节: 荷载及作用	(14)
细节: 审查依据及文件	(17)
2 混凝土结构	(18)
细节: 结构混凝土耐久性的基本要求	(18)
细节: 钢筋的锚固及受拉钢筋锚固长度的确定	(19)
细节: 当转换层不在同一层时, 其上下刚度比的计算	(20)
细节: 高层结构存在角部重叠与细腰形的结构平面时, 应采取的加强措施	(22)
细节: 抗震设计的框架结构不应采用单跨框架	(22)
细节: 抗震设计时, 框架结构如采用砌体填充墙, 其布置应符合的要求	(23)
细节: 抗震设计的框架结构, 不应采用部分由砌体墙承重的混合形式	(23)
细节: 当框架梁、柱中心线之间偏心距较大时, 框架梁设置水平加腋的具体 要求	(23)
细节: 剪力墙的水平 and 竖向分布钢筋的配置	(25)
细节: 有抗震设防要求的铰接排架柱箍筋加密区的设置	(25)
细节: 抗震设计的框架结构, 不应采用部分由砌体墙承重的混合形式	(26)
细节: 框支柱、转换柱的构造	(26)
细节: 框架柱纵向钢筋的配置应符合的规定	(29)
细节: 框架柱箍筋的配置应符合的规定	(30)
细节: 框支柱箍筋和拉结钢筋的弯钩应符合的规定	(32)
细节: 框架梁柱混凝土强度等级不同时, 节点混凝土的浇筑方法	(33)

细节: 框架柱节点核心区的水平箍筋设置的要求	(34)
细节: 框架柱、框支柱中设置核心柱的意义, 纵向钢筋的锚固要求	(35)
细节: 位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率的要求	(36)
细节: 对有抗震设防要求的框架结构, 其框架梁、柱中的纵向钢筋的要求	(37)
细节: 底部加强区部位的确定方法, 剪力墙、暗柱底部加强区箍筋加密的规定	(37)
细节: 剪力墙和暗柱中拉结钢筋的保护层厚度的相关规定	(38)
细节: 剪力墙洞口的布置应注意的问题	(38)
细节: 剪力墙端柱和小墙肢在顶层的锚固	(39)
细节: 剪力墙竖向分布钢筋在楼面处的连接	(41)
细节: 剪力墙与暗梁、暗柱之间钢筋施工的关系	(42)
细节: 施工图中剪力墙的连接(LL)被标注为框架梁(KL)的情况	(43)
细节: 剪力墙约束边缘构件的设置	(44)
细节: 剪力墙构造边缘构件的设置	(48)
细节: 梁中纵向受力钢筋的水平最小净距, 双层钢筋时, 上下层的竖向最小净距的规定	(50)
细节: 当梁的下部作用有均匀荷载时, 附加钢筋的设置	(50)
细节: 框架梁一端支座为框架柱, 另一端支座为梁时的构造	(52)
细节: 单、双向板的规定	(53)
细节: 楼、屋面板中的构造钢筋和分布钢筋	(53)
细节: 斜向板中的钢筋间距计算	(54)
细节: 混合结构的构件设计要求	(55)
细节: 转换柱的设计要求	(63)
3 钢结构	(65)
细节: 钢结构设计施工图与钢结构制作详图的区别	(65)
细节: 钢结构在地震作用下的内力和变形分析	(66)
细节: 抗震设计时, 钢框架结构、钢框架-中心支撑结构和钢框架-偏心支撑结构, 其抗震构造措施分别应符合的规定	(67)
细节: 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接强度时的荷载设计值	(72)
细节: 普通螺栓等级划分及采用	(72)
细节: 常用焊缝的表示方法	(73)
细节: 搭接接头角焊缝的尺寸及布置	(78)
细节: 横向加劲板的设置	(80)
细节: 非加劲直接焊接的平面节点应符合的规定	(81)

细节:非加劲直接焊接的空间节点应符合的规定	(86)
细节:梁柱刚接节点构造应符合的要求	(89)
细节:钢管直接焊接节点的构造	(90)
细节:组合梁腹板配置加劲肋	(91)
细节:腹板开孔梁的要求	(92)
细节:混凝土翼板的有效宽度设计	(93)
细节:完全抗剪连接组合梁的抗弯强度计算	(94)
细节:中心支撑框架结构的相关规定	(96)
细节:板式橡胶支座的设计	(100)
细节:外包式柱脚的计算与构造	(100)
细节:疲劳计算的构件和连接分类	(102)
细节:吊车梁、吊车桁架及类似结构应符合的要求	(109)
细节:钢结构防火相关规定	(112)
细节:钢结构防火保护构件的相关规定	(113)
细节:结构防腐蚀设计的相关规定	(119)
4 砌体结构	(120)
细节:砌体的强度设计值应乘以调整系数 γ_a 的情况	(120)
细节:各类砌体强度平均值的计算公式和强度标准值的相关规定	(124)
细节:砌体结构的安全等级和设计使用年限的确定	(127)
细节:梁端支承处砌体的局部受压承载力的计算	(128)
细节:在砌体中留槽洞及埋设管道时,应当注意的问题	(131)
细节:圈梁设置应符合的规定	(131)
细节:圈梁的构造要求	(132)
细节:过梁荷载的相关规定	(132)
细节:墙梁设计的基本要求	(133)
细节:墙梁设计的特殊构造要求	(137)
细节:挑梁设计时应当注意的问题	(139)
细节:网状配筋砌体的构造要求	(141)
细节:组合砖砌体的构造要求	(142)
细节:组合砖墙材料和构造的相关规定	(143)
细节:配筋砌块砌体剪力墙钢筋构造规定	(144)
细节:夹心墙的相关规定	(145)
细节:防止或减轻墙体开裂的主要措施	(146)
细节:多层房屋的总层数和总高度的相关要求	(148)
细节:抗震设计时,多层砌体结构房屋的结构体系的基本要求	(150)
细节:抗震设防地区,砌体结构房屋楼梯间设计的基本要求	(150)

细节:抗震设计的多层砌体结构房屋,设置构造柱时应注意的问题	··· (151)
细节:抗震设防地区,底部框架-抗震墙房屋设计的基本要求	····· (153)
细节:抗震设防地区,底部框架-抗震墙房屋设计应采取的抗震构造措施	····· (154)
5 地基与基础	····· (158)
细节:地基基础的设计等级的划分,应按地基变形设计或变形验算的情况	····· (158)
细节:地基基础设计时,所采用的作用效应与相应的抗力限值	····· (161)
细节:计算地基变形时,应注意的问题	····· (162)
细节:人工处理的地基,如复合地基,其承载力特征值的确定	····· (164)
细节:山区地基设计应符合的规定	····· (165)
细节:岩石地基基础设计应符合的规定	····· (165)
细节:岩石锚杆挡土结构的设计	····· (166)
细节:边坡设计应符合的规定	····· (167)
细节:滑坡防治	····· (169)
细节:无筋扩展基础的构造	····· (169)
细节:扩展基础的构造	····· (170)
细节:柱下条形基础的构造	····· (172)
细节:带裙房的高层建筑筏形基础应符合的要求	····· (172)
细节:预制钢筋混凝土柱与杯口基础的连接	····· (173)
细节:桩和桩基构造的相关规定	····· (175)
细节:基坑工程设计的要求	····· (177)
细节:地下连续墙设计计算的相关规定	····· (178)
细节:锚杆设计的相关规定	····· (179)
细节:挡土墙主动土压力 k_a	····· (180)
细节:桩基础最终沉降量计算	····· (180)
细节:桩基础伸入承台内的连接构造	····· (185)
细节:独立基础间拉梁设置	····· (186)
细节:独立桩承台配筋的构造	····· (188)
细节:板式筏形基础中,剪力墙开洞的下过梁的构造	····· (191)
细节:地下室外墙纵向钢筋在首层楼板的连接	····· (192)
参考文献	····· (195)

1 综合概述

细节: 建筑设计的基本原则

建筑设计应遵循下列基本原则。

(1) 建筑设计中, 要结合工程的具体情况精心设计, 做到安全适用、经济合理、技术先进和确保质量。

(2) 设计前, 必须对建筑物的安全性、耐久性和舒适性等使用要求, 以及施工技术条件、材料供应情况及工程地质、地形等情况进行补充调查研究, 做到心中有数, 以使设计符合实际情况。

(3) 在确保工程质量与安全的前提下, 结构设计应积极采用和推广成熟的新结构、新技术、新材料和新工艺, 所选结构设计方案应有利于加快建设速度。

(4) 在设计中, 应与建筑专业、设备专业和施工单位密切配合。设计应重视结构选型、结构计算和结构构造, 根据功能要求选用安全适用、经济合理、便于施工的结构方案。

1) 结构选型是结构设计的首要环节, 必须慎重对待。对高风压区和地震区应力求选用承载能力高, 抗风力及抗震性能好的结构体系和结构布置方案, 应使选用的结构体系受力明确、传力简捷。

2) 结构计算是结构设计的基础, 计算结果是结构设计的依据, 必须认真对待。设计中选择合适的计算假定、计算简图、计算方法及计算程序, 是得到正确计算结果的关键。当前结构设计中大量采用计算机, 设计中必须保证输入信息和数据正确无误, 对计算结果进行仔细分析, 保证安全。

3) 结构构造是结构设计的保证, 构造设计必须从概念设计入手, 加强连接, 保证结构有良好的整体性、足够的强度和适当的刚度。对有抗震设防要求的结构, 尚应保证结构的弹塑性和延性; 对结构的关键部位和薄弱部位, 以及施工操作有一定困难的部位或将来使用上可能有变化的部位, 应采取加强构造措施, 并在设计中适当留有余地, 以策安全。

4) 在设计中选用构配件标准图和通用图时, 应按次序采用国家标准图、区标准图和省通用图, 并结合工程的具体使用情况, 对构配件的设计、计算和构造进行必要的复核和修改补充, 以保证结构安全和设计质量。

5)建筑物所在地区的抗震烈度应由工程地质勘察报告提供。工程中如发现实际情况与《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)附录 A 的基本烈度表有矛盾时,应协助建设单位委托有关部门做进一步的地震烈度论证后再予采用。

6)民用建筑结构设计尚应符合《建筑设计防火规范》(GB 50016—2012)及《高层民用建筑设计防火规范(2005 年版)》(GB 50045—1995)等有关条文的要求,应根据建筑的耐火等级、燃烧性能和耐火极限,正确地选择结构与构件的防火与抗火措施,如相应保护层的厚度等。

细节:建筑结构抗震设计的基本原则

1. 抗震设计的基本规定

(1)抗震设防烈度为 6 度及以上地区的建筑,必须进行抗震设防设计。

(2)抗震设防烈度必须按国家规定的权限审批、颁发的文件(图件)确定。

(3)按照《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)的规定,抗震设计所能达到的抗震设防的目标是:“小震不坏、中震可修、大震不倒”。

(4)建筑设计应根据抗震概念设计的要求明确建筑形体的规则性。不规则的建筑方案应按规定采取加强措施;特别不规则的建筑方案应进行专门研究和论证,采取特别的加强措施;严重不规则的建筑不应采用。

(5)结构体系应符合下列各项要求。

1)应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径。

2)应避免因部分结构或构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力或对重力荷载的承载能力。

3)应具备必要的抗震承载力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力。

4)对可能出现的薄弱部位,应采取措施提高抗震能力。

(6)结构体系尚宜符合下列各项要求。

1)宜有多道抗震防线。

2)宜具有合理的刚度和承载力分布,避免因局部削弱或突变形成薄弱部位,产生过大的应力集中或塑性变形集中。

3)结构在两个主轴方向的动力特性宜相近。

2. 建筑场地的合理选择

(1)建筑场地应优先选择开阔平坦的地形、较薄的覆盖层和均匀密实土层的地段。地震时,深厚软弱土层是以长周期振动分量为主导,输入地震能量增多,对建造其上的高楼等较长周期建筑不利。

(2)因条件限制需在条状突出山嘴、孤立山丘、土梁、陡坡边缘、河岸边等抗震不利地段建造房屋时,应考虑不利地形对设计地震动参数可能产生的放大作

用,将地震影响系数最大值乘以增大系数 1.2~1.6。

(3)土体内存在液化土夹层或润滑黏土夹层的斜坡地段,地震时其上土层可能发生大面积滑移,用作建筑场地时,应采取有效的防治措施。

(4)软土地区,河岸边宽 5~10 倍河床深度的地带,地震时可能产生多条平行河流方向的地面裂隙,用作建筑场地时,应采取有效的应对措施。

(5)应探明场地内是否存在发震断裂带,并按下列要求评价断裂对工程的影响。

1)对符合下列规定之一的情况,可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响。

①抗震设防烈度小于 8 度。

②非全新活动断裂。

③抗震设防烈度为 8 度和 9 度时,隐伏断裂的土层覆盖厚度分别大于 60 m 和 90 m。

2)对不符合 1)规定的情况,应避开主断裂带;其避让距离不宜小于表 1-1 中对发震断裂最小避让距离的规定。在避让距离的范围内确有需要建造分散的、低于三层的丙、丁类建筑时,应按提高一度采取抗震措施,并提高基础和上部结构的整体性,且不得跨越断层线。

表 1-1

发震断裂的最小避让距离

单位:m

烈度	建筑抗震设防类别			
	甲	乙	丙	丁
8	专门研究	200	100	—
9	专门研究	400	200	—

(6)场地划分为四类,建筑场地的类别应根据土层等效剪切波速和覆盖层厚度按表 1-2 划分为四类,其中 I 类分为 I₀、I₁两个亚类。当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度且其值处于表 1-2 所列场地类别的分界线附近时,应允许按插值方法确定地震作用计算所用的特征周期。一般的地基和桩基处理均不能改变场地的类别。

表 1-2

各类建筑场地的覆盖层厚度

单位:m

岩石的剪切波速或 土的等效剪切波速/(m/s)	场 地 类 别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
$v_s > 800$	0				
$800 \geq v_s > 500$		0			

续表

岩石的剪切波速或 土的等效剪切波速/(m/s)	场 地 类 别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
$500 \geq v_{sc} > 250$		<5	≥ 5		
$250 \geq v_{sc} > 150$		<3	3~50	>50	
$v_{sc} \leq 150$		<3	3~15	15~50	>80

注:表中 v_s 系岩石的剪切波速。

3. 地基和基础的合理选择

(1)同一结构单元不宜部分采用天然地基、部分采用人工地基,且其基础不宜设置在性质截然不同的地基上。若无法避免时,应视工程情况采取措施清除或减小地震期间不同地基的差异沉降量。

(2)建筑地基范围内的砂土和饱和粉土(不含黄土),应按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)第4.3节的规定进行液化判别和地基处理。

(3)地基受力层范围内存在软弱黏性土层与湿陷性黄土时,应结合具体情况综合考虑,采用桩基地基加固处理或下列各项措施;也可根据地基承受的压力估算地震时软土可能产生的震陷量,采取相应的工程措施。

1)选择合适的基础埋置深度。

2)调整基础底面积,减少基础偏心。

3)加强基础的整体性和刚度,如采用箱基、筏基或钢筋混凝土交叉条形基础,加设基础圈梁等。

4)减轻荷载,增强上部结构的整体刚度和均匀对称性,合理设置沉降缝,避免采用对不均匀沉降敏感的结构形式等。

5)管道穿过建筑处应预留足够尺寸或采用柔性接头等。

4. 建筑形体与刚度的合理选择

(1)建筑的平面形状及其抗侧力构件的平面布置宜简单、规则、对称。多层、高层建筑平面的外突部分尺寸,宜满足表1-3的要求。

表 1-3 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

注: L ——平面长度; B ——平面宽度; l ——平面突出部分的长度; b ——平面突出部分的宽度; $B_{\max}$ ——结构平面最大宽度。

(2) 建筑的立面形状宜简单、规则、对称,结构的侧向刚度和水平承载力沿高度宜均匀变化,自下而上逐渐减小,避免出现突变。多层、高层建筑立面内收或外挑的尺寸,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% [图 1-1(a)、(b)]; 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 4 m [图 1-1(c)、(d)]。

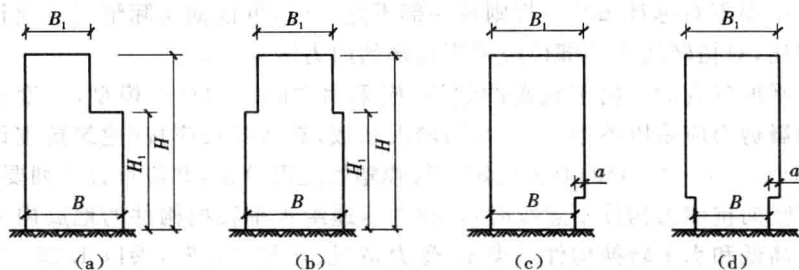


图 1-1 结构竖向收进和外挑示意

(3) 当建筑存在表 1-4 或表 1-5 所列举的平面或竖向不规则类型时,应按下列要求进行水平地震作用计算和内力调整,并采取相应的抗震构造措施。

表 1-4 平面不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标
扭转不规则	在规定的水平力作用下,楼层的最大弹性水平位移(或层间位移),大于该楼层两端弹性水平位移(或层间位移)平均值的 1.2 倍
凹凸不规则	平面凹进的尺寸,大于相应投影方向总尺寸的 30%
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化,例如,有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的 50%,或开洞面积大于该层楼面面积的 30%,或较大的楼层错层

表 1-5 竖向不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标
侧向刚度不规则	该层的侧向刚度小于相邻上一层的 70%,或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的 80%;除顶层或出屋面小建筑外,局部收进的横向尺寸大于相邻下一层的 25%
竖向抗侧力构件不连续	竖向抗侧力构件(柱、抗震墙、抗震支撑)的内力由水平转换构件(梁、桁架等)向下传递
楼层承载力突变	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的 80%

1) 平面不规则而竖向规则的建筑,应采用空间结构计算模型,并应符合下列要求。

① 扭转不规则时,应计入扭转影响,且楼层竖向构件最大的弹性水平位移和层间位移分别不宜大于楼层两端弹性水平位移和层间位移平均值的 1.5 倍,当最大层间位移远小于规范限值时,可适当放宽。

② 凹凸不规则或楼板局部不连续时,应采用符合楼板平面内实际刚度变化的计算模型;高烈度或不规则程度较大时,宜计入楼板局部变形的影响。

③ 平面不对称且凹凸不规则或局部不连续时,可根据实际情况分块计算扭转位移比,对扭转较大的部位应采用局部的内力增大系数。

2) 平面规则而竖向不规则的建筑,应采用空间结构计算模型,刚度小的楼层的地震剪力应乘以不小于 1.15 的增大系数,其薄弱层应按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)的有关规定进行弹塑性变形分析,并应符合下列要求。

① 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烈度高低和水平转换构件的类型、受力情况、几何尺寸等,乘以 1.25~2.0 的增大系数。

② 侧向刚度不规则时,相邻层的侧向刚度比应依据其结构类型符合《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)相关章节的规定。

③ 楼层承载力突变时,薄弱层抗侧力结构的受剪承载力不应小于相邻上一楼层的 65%。

3) 平面不规则且竖向不规则的建筑,应根据不规则类型的数量和程度,有针对性地采取不低于 1)、2) 要求的各项抗震措施。特别不规则的建筑,应经专门研究,采取更有效的加强措施或对薄弱部位采用相应的抗震性能化设计方法。

(4) 建筑结构方案不宜采用“不规则”,尽量避免采用“特别不规则”,不得采用“严重不规则”。三种级别的“不规则”分别指:

1) 两项达到表 1-4 和表 1-5 中的指标;

2) 多项达到两个表中的指标或某一两项超过表中的指标;

3) 多项超过两个表中的指标。

(5) 带大底盘的高层建筑,塔楼与裙房宜同心布置。当塔楼与裙房之间不设防震缝时,塔楼在裙房屋面以上第一层,柱的上、下端弯矩宜乘以增大系数 1.25~1.5。

5. 结构材料与延性的合理选择

(1) 按照结构延性系数的大小排序,依次是钢结构、钢管混凝土结构、型钢混凝土结构、钢筋混凝土结构、配筋砌体结构、砌体结构。

(2) 结构的延性系数大,说明结构抗震的变形能力大,结构的耐震性能好。因此,有条件时,建筑的主体结构宜采用延性系数较大的结构材料。

(3)防止脆性破坏,使结构能达到其自身最大延性,宜采取以下措施。

1)对砌体结构,采用圈梁和构造柱来约束墙体。

2)对钢筋混凝土构件,合理确定截面尺寸,恰当配置纵筋和箍筋(抗剪斜筋),加强钢筋的锚固,避免剪切破坏先于弯曲破坏、混凝土压溃先于钢筋屈服、钢筋黏结锚固失效先于杆件破坏。

3)对钢构件,合理确定板件宽厚比,防止局部屈曲;强化杆件连接,使屈服截面远离杆件节点。

6. 结构体系的合理选择

(1)应能制定出明确的、当前计算手段能解决的平面或空间计算简图。

(2)应具有合理的、直接的或基本直接的传力途径。部分框架柱、抗震墙不落地或在某楼层中断,则需要通过楼盖或水平转换构件迂回传递地震力,属于间接传力途径,不利于抗震,应按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)第3.4.3条等有关规定采取加强措施。

(3)应避免因少数脆弱构件或节点等薄弱环节的破坏而导致整个结构传力路线中断、丧失抗震能力或承重能力。非成对设置的单斜杆竖向支撑、弱柱型框架、不合理的水平转换构件、侧向刚度或水平承载力不足的柔弱楼层,均属不安全构件。

(4)应具有足够的侧向刚度、较强的水平承载力、良好的变形能力,能吸收和耗散较多的地震输入能量。

(5)宜采用具有多道抗震防线的剪切型构件和弯曲型构件并用的双重或多重结构体系,例如,框-墙体系、框-撑体系、筒中筒体系等。若采用框架体系、剪力墙体系等单一结构体系时,应分别符合“强柱弱梁、强剪弱弯、强节点弱构件”的抗震设计理念。

(6)宜具有尽可能多的超静定次数,确保结构具有较大的赘余度和内力重分配功能,在地震作用下,整个结构能形成总体屈服机制而不发生楼层屈服机制。强柱型框架、偏心(偏交)支撑、强剪型支撑、联肢墙等属总体屈服机制型构件。

(7)沿结构平面和竖向,各抗侧力构件应具有合理的刚度和承载力分布,避免因局部削弱或突变形成柔弱楼层或薄弱部位,产生过大的应力集中或塑性变形集中。

(8)结构在纵、横两个主轴方向的动力特性宜相近。

(9)采用钢筋混凝土“部分框支抗震墙”结构体系的高层建筑,当框支柱采用钢管混凝土柱或型钢混凝土柱时,应视底部框支层数的多少及上部与下部楼层侧向刚度比值的大小,确定是否采取下列措施。

1)框支层的钢筋混凝土核心筒墙体内增设型钢暗框架。

2)框支柱计入包含塑性变形集中侧移的重力二阶效应。