

2003

全国民用建筑工程设计 技术措施 结构

National Technical Measures
for Design of Civil Construction

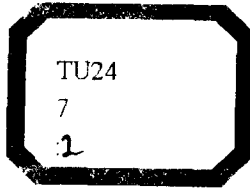
2003

Structure



建设部工程质量安全监督与行业发展司
Department of Construction Quality, Safety Supervision
and Construction Industry Development Ministry of Construction P.R.C

中国建筑标准设计研究所 
China Institute of Building Standard Design & Research



2003

全国民用建筑工程设计技术规程

结 构

Structure

建设部工程质量安全监督与行业发展司
中国建筑标准设计研究所

图书在版编目 (CIP) 数据

全国民用建筑工程设计技术措施 结构/建设部工程质量安全监督与行业发展司, 中国建筑标准设计研究所编. —北京: 中国计划出版社, 2003. 2

ISBN 7-80177-170-2

I. 全... II. ①建...②中... III. ①民用建筑—建筑设计②民用建筑—结构设计 IV. TU24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 001128 号

本书著作权属于中国建筑标准设计研究所

全国民用建筑工程设计技术措施 结 构

建设部工程质量安全监督与行业发展司 编
中国建筑标准设计研究所

☆

中国计划出版社出版、发行

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906413 63906415)

北京国防印刷厂印刷

889×1194 毫米 1/16 25.5 印张 772 千字

2003 年 2 月第一版 2003 年 2 月第一次印刷

印数 1—20000 册

☆

ISBN 7-80177-170-2/TU·087

定价: 76.00 元

关于发布《全国民用建筑工程设计技术措施》的通知

建质 [2003] 4 号

各省、自治区建设厅，直辖市建委，国务院各有关部门：

为了进一步贯彻《建设工程质量管理条例》，保证和提高设计、施工质量，由我部工程质量安全监督与行业发展司组织中国建筑标准设计研究所等单位编制的《全国民用建筑工程设计技术措施》，包括《规划·建筑》、《结构》、《给水排水》、《暖通空调·动力》、《电气》和《建筑产品选用技术》(技术条件)等六个分册，经审查批准，自2003年3月1日起执行。

中华人民共和国建设部
二〇〇三年一月二日

《全国民用建筑工程设计技术措施》编委会

主任委员：王素卿

副主任委员：朱长喜 王文艳

委员：(按姓氏笔画为序)

丁再励	王 为	王素英	王真杰	王继明	左亚洲	刘栋权	孙 兰
孙 英	苏经宇	李 军	李娥飞	李雪佩	吴学敏	何少平	何玉如
汪洪涛	张树君	张路明	陆 兴	陈正祥	陈幼璠	陈远椿	苑振芳
林在豪	罗春姣	周耀良	赵冠谦	胥正祥	饶良修	夏葆真	柴 昶
崔 恺	董宇松	程述成	鲁心源	温伯银	蔡益燕	蔡敬琅	蔡路得
翟华昆	滕延京						

《结 构》

编写组负责人：陈远椿 柴 昶 汪洪涛

编写组成员：(以姓氏笔画为序)

于本英	马东辉	马建勋	王平山	艾力·沙来	代伟明	刘大海	
刘兴旺	刘其祥	刘 斌	李东彬	仲崇明	邱枕戈	沙志国	陈正祥
陈永春	陈远椿	陈革艳	张元坤	张运田	张维斌	苏幼坡	汪洪涛
杨生贵	杨联萍	杨 斌	林 颖	郑永强	苑振芳	武人岱	岳建勇
顾宝和	顾嗣淳	柴 昶	袁 泉	益德清	高连玉	黄绍铭	曹森虎
崔鼎九	童增鸿	蔡益燕					

主 审 人 员：(以姓氏笔画为序)

吴学敏 苏经宇 陈正祥 苑振芳 蔡益燕 滕延京

审 查 组 成 员：(以姓氏笔画为序)

王书增	李晓明	何建罡	汪一骏	陈幼璠	陈富生	陈 健	张仕通
周廷垣	周炳章	钟善桐	侯光瑜	秦效启	唐家祥	耿 林	聂建国
陶学康	陶晞暝	倪富生	康谷怡	阎明礼	魏明钟		

参 编 单 位：(以章节先后为序)

中国建筑设计研究院
中国建筑西北设计研究院
建设部综合勘察研究设计院
北京冠亚伟业民用建筑设计公司
中元国际工程设计研究院
浙江省建筑设计研究院
上海建筑设计研究院
大庆油田建设设计研究院
广东省建筑设计研究院
中国建筑西南设计研究院
中国建筑科学研究院地基基础研究所
北京工业大学建筑工程学院
河北理工学院
中国建筑东北设计研究院
中国工程建设标准化协会砌体结构委员会
新疆自治区建筑设计研究院
中国建筑科学研究院建筑结构研究所
冶金工业部建筑研究总院
北京钢铁设计研究总院

前 言

《全国民用建筑工程设计技术措施》是由建设部工程质量安全监督与行业发展司组织中国建筑标准设计研究所等单位编制的一套大型的、以指导民用建筑工程设计为主的技术文件，共有《规划·建筑》、《结构》、《给水排水》、《暖通空调·动力》、《电气》、《建筑产品选用技术》及《防空地下室》七个分册。编制的目的是为了更好地贯彻落实《建设工程质量管理条例》等法律、法规以及《工程建设标准强制性条文》等工程建设技术标准，进一步提高建筑工程设计质量和设计效率，供全国各设计单位参照执行，也可供建设单位和教学、科研、施工人员参考。

《结构》分册是遵照现行国家标准、规范编制的。由于当前处于国家标准、规范修订和新老交替的过程中，本分册有关内容所依据的标准、规范的版本号详见“总则”；对部分已在修订中的标准、规范，如《建筑地基处理技术规范》、《湿陷性黄土地区建筑规范》等，本分册在编制时采用了其报批稿的内容，新版标准、规范批准发布后，如本分册内容与之不相符合的，应以批准发布的新版标准、规范为准。本分册的编制还进行了必要的调查研究，吸取了工程实践的经验，并广泛吸收了全国各主要设计单位的结构设计技术措施的相关内容。

本分册的主要内容包括总则、荷载、建筑场地、地基与基础、建筑结构隔震设计与构造、楼（屋）盖结构与构造、砌体结构、木结构、多层及高层钢筋混凝土结构的概念设计与结构分析、框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、部分框支抗震墙结构、筒体结构、板柱结构、板柱-剪力墙结构、异形柱结构、预应力混凝土结构、房屋钢结构设计的基本规定、门式刚架轻型房屋钢结构、多层房屋钢结构设计的补充规定、高层房屋钢结构、钢-混组合结构以及网架与网壳结构的设计技术措施。

本分册内容中，凡属规范（规程）的细化、引伸部分，是必须贯彻执行的；凡属以经验总结为依据的部分，是不得无故变更的，确有特殊情况时，允许采用更合理的措施；凡属“建议”的，可结合实际灵活掌握，使设计更为经济合理；凡属地方性的技术措施，则应结合有关省、市、自治区的技术法规予以实施。

为使设计人员更易理解和使用规范（规程），本分册对部分条文适当采用了图形化的表达方式，对部分行业标准与国家标准不一致的有关条文，给出了符合国家标准规范的使用建议；为正确使用常用结构计算分析程序，给出了合理选择力学模型的较详细内容，以及计算结果的分析、判断和调整的具体措施；在房屋钢结构设计中，补充了合理选用钢材及连接材料的规定；对工程中常见的设计质量问题，给出了相关预防措施。本措施推荐了有关新技术、新材料和新工艺的使用内容，吸收了部分地方的科研成果，并对新的结构体系的选用给出了原则性建议。

本分册的编制得到了全国许多设计、教学、科研单位的大力支持，在此表示衷心的感谢。参编单位不仅安排技术骨干参加编制任务，并对所编写的内容首先在本单位组织了技术审查；参加函审与审查会的单位有北京市建筑设计研究院、中国轻工国际工程设计研究院、重庆钢铁设计研究院、清华大学、天津大学、同济大学和华中科技大学等 20 余家；感谢容柏生院士、钟善桐教授、方鄂华教授、康谷饴教授等 20 余位专家在百忙之中提出许多宝贵意见；特别感谢陈远椿、武人岱、柴昶、苑振芳、侯光瑜、陈健和陈正祥等专家在本措施的编制中给予的积极、热情的支持。我们还得到许许多多专家的关心和支持，在此就不一一列出，一并深表谢意，感谢他们对建设行业技术发展工作的积极支持。

由于结构设计技术措施编制涉及面广、工作量大，编制过程又处在新旧规范交替时期，加之编制时间仓促，因此所涵盖的内容与深度还不够，不少内容有待于补充和完善，也难免存在一些缺点和问题，敬请批评指正，以便我们今后不断修订和更新。

联系地址：北京市西城区车公庄大街 19 号

中国建筑标准设计研究所

邮 编：100044

联系电话：010 - 88361155 - 232

联系人：汪洪涛

E - mail : wanght@chinabuilding.com.cn

网 址：Chinabuilding.com.cn 国家建筑标准设计网

《结构》分册编写组

二〇〇三年一月

目 录

1	总 则	(1)
1.1	建筑结构设计基本原则	(1)
1.2	建筑结构抗震设计基本原则	(3)
1.3	复杂建筑结构抗震设计基本原则	(7)
2	荷 载	(11)
2.1	楼(地)面、屋面活荷载	(11)
2.2	自动扶梯荷载	(14)
2.3	汽车活荷载	(14)
2.4	电信建筑楼面等效均布活荷载	(16)
2.5	地下水压力	(18)
2.6	土压力	(18)
2.7	隔墙荷载	(18)
2.8	活荷载的不利布置	(18)
2.9	其他荷载	(18)
3	建筑场地、地基与基础	(20)
3.1	一般规定	(20)
3.2	岩土工程勘察及建筑场地	(22)
3.3	房屋基础选型	(23)
3.4	天然地基的设计	(24)
3.5	地基处理	(27)
3.6	特殊岩土地基的设计及一般规定	(42)
3.7	防治建筑物受到地基变形危害的措施	(47)
3.8	天然地基上基础的设计与构造	(50)
3.9	地下室结构设计	(59)
3.10	桩基础设计	(60)
3.11	挖孔桩基础设计	(66)
3.12	一般承台和承台梁的设计与构造	(72)
3.13	建筑基坑支护结构与构造	(75)

4	建筑结构隔震设计与构造	(86)
4.1	设防目标和适用范围	(86)
4.2	一般规定	(86)
4.3	计算分析	(87)
4.4	设计要点	(91)
4.5	抗震措施	(94)
4.6	隔震支座的安装、施工及验收要求	(103)
5	楼(屋)盖结构与构造	(104)
5.1	选型及一般规定	(104)
5.2	预制板楼(屋)盖	(109)
5.3	现浇楼(屋)盖	(112)
5.4	无梁楼(屋)盖	(121)
5.5	密肋楼(屋)盖	(129)
6	砌体结构	(132)
6.1	材料及选择	(132)
6.2	一般规定	(134)
6.3	楼(屋)盖结构设计要点	(136)
6.4	砌体房屋非抗震设计	(137)
6.5	结构构件及构造要求	(139)
6.6	配筋砌块砌体构件及构造要求	(152)
6.7	砌体房屋抗震设计	(162)
6.8	砌体结构裂缝控制措施	(174)
7	木 结 构	(180)
7.1	材料及材料的选用	(180)
7.2	一般规定	(184)
7.3	计算要点	(187)
7.4	连接	(188)
7.5	构造要求	(190)
7.6	防火	(195)
7.7	防腐和防虫	(197)
7.8	常见设计质量问题及预防措施	(198)
8	多层及高层钢筋混凝土结构的概念设计 与结构分析	(199)
8.1	结构体系的选择	(199)
8.2	抗震要求对结构体系的基本要求	(200)
8.3	结构平面布置	(200)
8.4	结构竖向布置	(201)

	8.5	变形缝和后浇带的设置	(201)
	8.6	结构计算分析的原则	(202)
	8.7	常用结构分析程序的基本假定、模型及其适用范围	(202)
	8.8	程序总信息中各种调整参数	(204)
	8.9	计算结果分析、判断和调整	(205)
	8.10	时程分析的几点注意事项	(207)
9		框架结构	(208)
	9.1	一般规定	(208)
	9.2	计算要点	(210)
	9.3	框架梁构造要求	(211)
	9.4	框架柱构造要求	(213)
	9.5	其他构造问题	(217)
10		剪力墙结构	(219)
	10.1	一般规定	(219)
	10.2	计算要点	(221)
	10.3	构造要求	(222)
11		框架-剪力墙结构	(228)
	11.1	一般规定	(228)
	11.2	计算要点	(229)
	11.3	构造要求	(229)
12		部分框支抗震墙结构	(230)
	12.1	一般规定	(230)
	12.2	计算要点	(231)
	12.3	构造要求	(233)
13		筒体结构	(236)
	13.1	一般规定	(236)
	13.2	平面布置	(236)
	13.3	竖向布置	(237)
	13.4	整体计算	(237)
	13.5	构造要求	(238)
14		板柱结构、板柱-剪力墙结构	(240)
	14.1	一般规定	(240)
	14.2	计算要点	(241)
	14.3	构造要求	(243)
	14.4	抗冲切计算	(248)

15	异形柱结构	(251)
15.1	一般规定	(251)
15.2	计算要点	(251)
15.3	构造要求	(251)
15.4	常见设计质量问题及预防措施	(253)
16	预应力混凝土结构	(254)
16.1	一般规定	(254)
16.2	抗震设计	(257)
16.3	楼(屋)盖类型	(258)
16.4	楼盖选型及设计中应注意的问题	(262)
16.5	结构构件设计及构造	(264)
16.6	常见设计质量问题及预防措施	(272)
17	房屋钢结构设计的基本规定	(274)
17.1	钢材及连接材料的选用	(274)
17.2	连接设计与构造	(283)
17.3	防锈与防火	(292)
18	门式刚架轻型房屋钢结构	(299)
18.1	一般规定	(299)
18.2	结构布置	(300)
18.3	门式刚架	(301)
18.4	屋面檩条和屋面板	(302)
18.5	支撑体系	(303)
18.6	围护结构	(304)
18.7	节点及构造	(304)
18.8	抗震措施	(307)
18.9	常见设计质量问题及预防措施	(308)
19	多层房屋钢结构的补充规定	(310)
19.1	一般规定	(310)
19.2	结构的抗侧力体系	(311)
19.3	支撑体系	(314)
19.4	柱及框架	(315)
19.5	节点计算及构造	(315)
19.6	抗震措施	(320)
19.7	楼(屋)盖结构和围护结构	(323)
19.8	常见设计质量问题及预防措施	(323)
20	高层房屋钢结构	(325)
20.1	一般规定	(325)

20.2	结构的体系和布置	(325)
20.3	抗震措施	(326)
20.4	楼(屋)盖结构	(330)
20.5	支撑体系	(331)
20.6	围护结构	(334)
20.7	节点及构造	(334)
21	钢-混组合结构	(346)
21.1	组合梁的设计与构造	(346)
21.2	组合楼板的设计与构造	(356)
21.3	型钢混凝土组合结构	(361)
21.4	钢管混凝土结构	(370)
22	网架与网壳	(372)
22.1	网架结构	(372)
22.2	网壳结构	(379)
22.3	常见的的设计质量问题及预防措施	(385)
附录一	超限高层建筑工程抗震设防管理规定	(386)
附录二	构配件计算书表达内容及格式	(388)
附录三	梁端削弱式和梁端加强式连接	(391)
附录四	连续组合梁变形计算公式	(394)

1 总 则

1.1 建筑结构设计基本原则

1.1.1 本措施是遵照国家现行标准、规范、规程等编制的，并参照工程的实践经验、广泛吸收全国各主要设计单位的结构设计技术措施和近几年的科研成果，力求适用民用建筑结构工程的设计特点，内容上较全面地覆盖建筑结构设计的范围，对条文作了必要的补充规定。在建筑结构设计中，应遵守国家现行的标准、规范、规程和规定，并根据建筑工程所在地区的实际情况，参照和选用本措施。凡本措施未涉及的部分或与规范等有出入的内容，均应遵守国家有关标准、规范、规程的规定。

1.1.2 在民用建筑结构设计中，要结合工程具体情况精心设计，做到安全适用、经济合理、技术先进和确保质量。

1.1.3 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。

1.1.4 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。

1.1.5 在设计中，应与建筑专业、设备专业和施工单位密切配合。设计应重视结构的选型、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，抗风力及抗地震作用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。

1.1.6 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。

1.1.7 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—2001 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再予采用。

1.1.8 民用建筑结构设计尚应符合《建筑设计防火规范》GB 16—87（2001 年版）及《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045—95（2001 年版）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，如相应保护层厚度等。

1.1.9 人防设计的原则

1 防空地下室的设防等级和规模应符合建筑工程所在地人民防空主管部门的要求。

2 新建防空地下室，应按照平战结合的原则，处理好地上与地下建筑结构功能的合理结合。如两

者发生矛盾,须进行必要的平战转换设计,在保证临战时能采取在48h内完善转换措施的前提下,允许采用变通的办法满足平时使用需要,有关转换措施应在施工图设计中明确要求。

3 防空地下室设计除应执行《人民防空地下室设计规范》GB 50038—94(2002年版)外,尚应遵守国家现行有关标准和规范的规定。

1.1.10 结构设计应遵守的国家标准、规范、规程主要有:

- 1 建筑结构可靠度设计统一标准(GB 50068—2001)
- 2 建筑抗震设防分类标准(GB 50223—95)
- 3 工程结构设计基本术语和通用符号(GBJ 132—90)
- 4 建筑结构设计术语和符号标准(GB/T 50083—97)
- 5 建筑抗震设计规范(GB 50011—2001)
- 6 构筑物抗震设计规范(GB 50191—93)
- 7 建筑结构荷载规范(GB 50009—2001)
- 8 建筑地基基础设计规范(GB 50007—2002)
- 9 建筑桩基技术规范(JGJ 94—94)
- 10 高层建筑箱形与筏形基础技术规范(JGJ 6—99)
- 11 人民防空地下室设计规范(GB 50038—94)(2002年版)
- 12 建筑结构制图标准(GB/T 50105—2002)
- 13 地下工程防水技术规范(GB 50108—2001)
- 14 建筑地基处理技术规范(JGJ 79—2002)
- 15 建筑基坑支护技术规程(JGJ 120—99)
- 16 边坡工程技术规程(GB 50033—2002)
- 17 地基与基础工程施工质量验收规范(GB 50202—2002)
- 18 土层锚杆设计与施工规范(CECS 22:89)
- 19 地下防水工程质量验收规范(GB 50208—2002)
- 20 地基动力特性测试规范(GB/T 50269—97)
- 21 基桩低应变动力检测规程(JGJ 106—97)
- 22 基桩高应变动力检测规程(JGJ/T 93—95)
- 23 湿陷性黄土地区建筑规范(GB 50025)
- 24 膨胀土地区建筑技术规范(GBJ 112—87)
- 25 冻土地区建筑地基基础设计规范(JGJ 118—98)
- 26 建筑变形测量规程(JGJ/T 8—97)
- 27 岩土工程勘察设计规范(GB 50021—2001)
- 28 砌体结构设计规范(GB 50003—2001)
- 29 多孔砖砌体结构技术规范(JGJ 137—2001)
- 30 设置钢筋混凝土构造柱多层砖房抗震技术规程(JGJ/T 13—94)
- 31 混凝土小型空心砌块建筑技术规范(JGJ/T 14—95)
- 32 普通混凝土小型孔心砌块(GB 8239—1997)
- 33 砌体工程施工质量验收规范(GB 50203—2002)
- 34 木结构设计规范(GB 50005)
- 35 木结构工程施工质量验收规范(GB 50206—2002)
- 36 混凝土结构设计规范(GB 50010—2002)
- 37 高层建筑混凝土结构技术规程(JGJ 3—2002)
- 38 混凝土升板结构技术规程(GBJ 130—90)

- 39 无粘结预应力混凝土结构技术规程 (JGJ/T 92—93)
- 40 混凝土结构工程施工质量验收规范 (GB 50204—2002)
- 41 钢筋焊接及验收规程 (JGJ 18—96)
- 42 钢筋机械连接通用技术规程 (JGJ 107—96)
- 43 带肋钢筋套筒挤压连接技术规程 (JGJ 108—96)
- 44 钢筋锥螺纹接头技术规程 (JGJ 109—96)
- 45 钢筋焊接网混凝土结构技术规程 (JGJ/T 114—97)
- 46 钢结构设计规范 (GB 50017)
- 47 高层民用建筑钢结构技术规程 (JGJ 99—98)
- 48 钢结构工程施工质量验收规范 (GB 50205—2002)
- 49 网架结构与施工规程 (JGJ 7—91)
- 50 钢管混凝土结构与施工规程 (CECS 28:90)
- 51 钢混组合楼盖结构与施工规程 (YB 9238—92)
- 52 型钢混凝土组合结构技术规范 (JGJ 138—2001)
- 53 钢骨混凝土结构设计规范 (YB 9082—97)
- 54 门式钢架轻型房屋钢结构技术规程 (CECS 102)
- 55 钢结构高强度螺栓连接的设计施工及验收规范 (JGJ 82—91)
- 56 工业建筑防腐蚀设计规程 (GB 50046—95)
- 57 钢结构管道涂装工程技术规范 (YB/T 9256—96)
- 58 冷弯薄壁型钢结构技术规范 (GB 50018—2002)
- 59 钢结构防火涂料应用技术规范 (CECS 24)
- 60 建筑设计防火规范 (GBJ 16—87)
- 61 高层民用建筑设计防火规范 (GB 50045—95)
- 62 人民防空工程设计防火规范 (GB 50098—98)
- 63 高耸结构设计规范 (GBJ 135—90)
- 64 建筑抗震鉴定标准 (GB 50023—95)
- 65 预应力混凝土结构抗震技术规程

1.2 建筑结构抗震设计基本原则

1.2.1 设防标准

1 抗震设防烈度为6度及以上地区的民用建筑,必须进行抗震设计。

2 一般情况下,抗震设防烈度可采用《中国地震动参数区划图》的地震基本烈度。对已编制抗震设防区划的城市,可按批准的抗震设防烈度或设计地震动参数进行抗震设防。主要城镇的抗震设防烈度可按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001(简称《抗震规范》)附录A采用。

3 甲、乙类建筑,当抗震设防烈度为6~8度时,其抗震措施(除地震作用计算和抗力计算以外的抗震设计内容,包括规范各章所列的抗震构造措施)应符合按本地区抗震设防烈度提高1度的要求;9度时,应符合比9度抗震设防更高的要求。

4 地震期间使用功能不能中断的乙类建筑,除采取高1度的抗震措施外,适当提高结构的抗震承载力,对于减轻震害、确保其正常使用是有益的。

1.2.2 建筑场地

1 建筑场地应优先选择开阔平坦地形、较薄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 α_{\max} 乘以增大系数1.2~1.6。

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

4 软土地区,河岸边宽约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《抗震规范》第4.1.7条要求评价断裂对工程的影响。

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《抗震规范》第4.1.6条确定。一般的地基处理和桩基均不能改变场地的类别。

1.2.3 地基和基础

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,同一结构单元的基础不宜设置在性质截然不同的地基上。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《抗震规范》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粘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《抗震规范》第4.3.9条的各项措施,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。

1.2.4 建筑体形与刚度

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《高层建筑混凝土结构技术规程》(简称《高层规程》)表4.3.3的要求。

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,应符合《高层规程》第4.4.5条的规定。

3 当建筑存在《抗震规范》表3.4.2-1或表3.4.2-2所列举的平面或竖向不规则类型时,应按规范第3.4.3条的规定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。

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:①一两项达到《抗震规范》表3.4.2-1、2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。

6 《抗震规范》条文中未指明结构类型和结构体系的多层、高层建筑,其防震缝的宽度 W (单位:mm)可按下式计算:

$$W = 0.8(3\Delta_A + 3\Delta_B) + 20 \quad (1.2.4)$$

式中 Δ_A 、 Δ_B ——分别为多遇地震作用下建筑A、建筑B在较低建筑屋面高度处的弹性侧移计算值;

常数3——基本烈度(抗震设防烈度)地震作用下的结构弹塑性侧移与多遇地震作用下结构弹性侧移的比值;

系数0.8——建筑A与建筑B地震侧移最大值的遇合系数。

1.2.5 结构材料与延性

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、钢筋粘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。

1.2.6 结构体系

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《抗震规范》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双重结构体系, 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”、“联肢墙居多”的抗震设计准则。

6 宜具有尽可能多的超静定次数, 确保结构具有较大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; ③按《高层规程》附录E计算转换层上、下楼层的侧向刚度比。

1.2.7 房屋高度和高宽比

钢结构、钢-混凝土混合结构、型钢混凝土结构、钢筋混凝土结构房屋的最大适用高度和高宽比, 依次应分别符合《高层民用建筑钢结构技术规程》第1.0.2条和《建筑抗震设计规范》第8.1.1条和8.1.2条、《高层建筑混凝土结构技术规程》第11.1.2和11.1.3条、《型钢混凝土规程》第4.2.3条、《抗震规范》第6.1.1条和《高层建筑混凝土结构技术规程》第4.2.2、4.2.3条的规定。

1.2.8 结构分析

1 多遇地震作用下建筑结构的内力和变形分析, 结构构件处于弹性工作状态, 采用线性静力方法或线性动力方法。

2 罕遇地震作用下建筑结构的弹塑性变形分析, 根据结构特点采用静力弹塑性分析方法或弹塑性时程分析方法。

3 进行结构弹性分析时, 各层楼(屋)盖应根据其平面内变形状况确定为刚性、半刚性或柔性横隔板。质量和侧向刚度分布基本对称且楼(屋)盖可视为刚性横隔板的结构, 可采用平面结构模型进行抗震分析, 半刚性楼盖结构应采用空间结构模型进行抗震分析。

4 竖向支撑的斜杆, 不论其端部与梁、柱的连接构造属铰接或刚接, 均按铰接杆计算。

5 对钢结构、钢-混凝土混合结构, 应考虑重力荷载下各柱和墙因弹性压缩、混凝土收缩徐变的竖向变形差, 对钢柱下料长度、刚接钢梁内力所产生的影响。