

建筑工程常用规范条文速查与解析丛书

抗震设计 常用条文速查与解析

本书编委会 编写



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

建筑工程常用规范条文速查与解析丛书

抗震设计

常用条文速查与解析

本书编委会 编写



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

抗震设计常用条文速查与解析/《抗震设计常用条文速查与解析》编委会编写.
—北京: 知识产权出版社, 2015. 3
(建筑工程常用规范条文速查与解析丛书)
ISBN 978-7-5130-3074-8
I. ①抗… II. ①抗… III. ①建筑结构-防震设计-设计规范-中国
IV. ①TU352.104-65
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 232441 号

内容简介

本书依据《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023—2009、《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008、《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《砌体结构设计规范》GB 50003—2011 等国家现行标准编写。本书共分为四章: 烈度、场地和地基, 混凝土结构抗震设计, 砌体结构抗震设计, 钢结构抗震设计。

本书可作为抗震工程设计、施工等方面人员的参考用书, 也可供大专院校相关专业的学生、研究生和教师参考。

责任编辑: 陆彩云 安耀东

抗震设计常用条文速查与解析

KANGZHEN SHEJI CHANGYONG TIAOWEN SUCHA YU JIEXI

本书编委会 编写

出版发行: 知识产权出版社 有限责任公司	网 址: http://www.ipph.cn
电 话: 010-82004826	http://www.laichushu.com
社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号	邮 编: 100088
责编电话: 010-82000860 转 8534	责编邮箱: an569@qq.com
发行电话: 010-82000860 转 8101/8029	发行传真: 010-82000893/82003279
印 刷: 北京富生印刷厂	经 销: 各大网上书店、新华书店及相关专业书店
开 本: 787mm × 1092mm 1/16	印 张: 16.75
版 次: 2015 年 3 月第 1 版	印 次: 2015 年 3 月第 1 次印刷
字 数: 325 千字	定 价: 45.00 元

ISBN 978-7-5130-3074-8

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

本书编委会

主 编 任大海

参 编 (排名不分先后)

杜 明	谭丽娟	石敬炜	李 强
吉 斐	李 鑫	刘君齐	李春娜
张 军	赵 慧	陶红梅	夏 欣
刘海生	张 莹	高 超	

前 言

地震灾害对人民人身和财产安全以及社会经济发展威胁极大,对社会生产力造成严重破坏,对新兴社会生产力发展形成制约,严重影响广大人民的生命权、财产权和安全权。面对地震灾害,目前最好的办法,就是科学地构建地震防御体系,尽可能减少地震给人类带来的损失。因此抗震是国家公共安全的重要组成部分,事关经济社会稳定和可持续发展大局,做好抗震工作是政府的一项重要职责。

近年来有大批的标准、规范进行了修订,为了建筑设计及相关工程技术人员能够全面系统地掌握最新的规范条文,深刻理解条文的准确内涵,我们策划了本书,以保证相关人员工作的顺利进行。本书根据《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023—2009、《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008、《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《砌体结构设计规范》GB 50003—2011 等相关规范和标准编写而成的。

本书根据实际工作需要划分章节,对所涉及的条文进行了整理分类,方便读者快速查阅。本书对所列条文进行解释说明,力求有重点地、较完整地常用条文进行解析。本书共分为四章:烈度、场地和地基,混凝土结构抗震设计,砌体结构抗震设计,钢结构抗震设计。本书可作为抗震工程设计、施工等方面人员的参考用书,也可供大专院校相关专业的学生、研究生和教师参考。

由于编者学识和经验有限,虽尽心尽力,但难免存在疏漏或不妥之处,望广大读者批评指正。

编者

2014年8月

目 录

前 言	1
1 烈度、场地和地基	1
1.1 抗震设防烈度	1
1.2 地震作用和结构抗震验算	5
1.3 场地	34
1.4 地基和基础	41
1.5 桩基础	51
2 混凝土结构抗震设计	55
2.1 基本规定	55
2.2 框架结构	81
2.3 剪力墙结构	117
2.4 框架 - 剪力墙结构	139
2.5 筒体结构	145
2.6 板柱节点	150
3 砌体结构抗震设计	158
3.1 基本规定	158
3.2 砖砌体构件	175
3.3 砌块砌体构件	192
3.4 底部框架 - 抗震墙砌体构件	211
3.5 配筋砌块砌体抗震墙	226
4 钢结构抗震设计	243
4.1 基本规定	243
4.2 钢框架结构	248
4.3 钢框架 - 中心支撑结构	253
4.4 钢框架 - 偏心支撑结构	256
参考文献	260

1.1 抗震设防烈度

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008

1.0.3 抗震设防区的所有建筑工程应确定其抗震设防类别。

新建、改建、扩建的建筑工程，其抗震设防类别不应低于本标准的规定。

【条文解析】

鉴于既有建筑工程的情况复杂，需要根据实际情况处理，故本标准的规定不包括既有建筑。本条主要明确以下两点：

- 1) 所有建筑工程进行抗震设计时均应确定其设防分类；
- 2) 本标准的规定是最低的要求。

3.0.1 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。
- 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。

注：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。

【条文解析】

建筑工程抗震设防类别划分的基本原则，是从抗震设防的角度进行分类。这里，

主要指建筑遭受地震损坏对各方面影响后果的严重性。本条规定了判断后果所需考虑的因素，即对各方面影响的综合分析来划分。这些影响因素主要包括：

- 1) 从性质看有人员伤亡、经济损失、社会影响等；
- 2) 从范围看有国际、国内，或地区、行业、小区和单位；
- 3) 从程度看有对生产、生活和救灾影响的大小，导致次生灾害的可能，恢复重建的快慢等。

在对具体的对象作实际的分析研究时，建筑工程自身抗震能力、各部分功能的差异及相同建筑在不同行业所处的地位等因素，对建筑损坏的后果有不可忽视的影响，在进行设防分类时应应对以上因素做综合分析。

3.0.2 建筑工程应分为以下四个抗震设防类别：

1 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。

2 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。

3 标准设防类：指大量的除 1、2、4 以外按标准要求进行设防的建筑。简称丙类。

4 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。

【条文解析】

本条明确在抗震设计中，将所有的建筑按本标准 3.0.1 条要求综合考虑分析后归纳为四类：需要特殊设防的、需要提高设防要求的、按标准要求设防的和允许适度设防的。

市政工程中，按《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032—2003 设计的给排水和热力工程，应在遭遇设防烈度地震影响下不需修理或经一般修理即可继续使用，其管网不致引发次生灾害，因此，绝大部分给排水、热力工程也可划为标准设防类。

3.0.3 各抗震设防类别建筑的抗震设防标准，应符合下列要求：

1 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。

2 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 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。

4 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。

注: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。

【条文解析】

任何建筑的抗震设防标准均不得低于本条的要求。本条应注意以下两点:

1) 从抗震概念设计的角度,文字表达上更突出各个设防类别在抗震措施上的区别。

2) 作为重点设防类建筑的例外,考虑到小型的工业建筑,如变电站、空压站、水泵房等通常采用砌体结构,明确其设计改用抗震性能较好的材料且结构体系符合抗震设计规范的有关规定时,其抗震措施才允许按标准类的要求采用。

房屋建筑所处场地的地震安全性评价,通常包括给定年限内不同超越概率的地震动参数,应由具备资质的单位按相关规定执行。地震安全性评价的结果需要按规定的权限审批。

需要说明,本标准规定重点设防类提高抗震措施而不提高地震作用,提高抗震措施,着眼于把财力、物力用在增加结构薄弱部位的抗震能力上,是经济而有效的方法;只提高地震作用,则结构的各构件均全面增加材料,投资增加的效果不如前者。

《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010

1.0.2 抗震设防烈度为6度及以上地区的建筑,必须进行抗震设计。

【条文解析】

本条要求处于抗震设防地区的所有新建建筑工程均必须进行抗震设计。

1.0.3 本规范适用于抗震设防烈度为6、7、8和9度地区建筑工程的抗震设计以

及隔震、消能减震设计。建筑的抗震性能化设计,可采用本规范规定的基本方法。

抗震设防烈度大于9度地区的建筑及行业有特殊要求的工业建筑,其抗震设计应按有关专门规定执行。

注:本规范“6度、7度、8度、9度”即“抗震设防烈度为6度、7度、8度、9度”的简称。

【条文解析】

本条适用于6~9度一般的建筑工程。多年来,很多位于区划图6度的地区发生了较大的地震,6度地震区的建筑要适当考虑一些抗震要求,以减轻地震灾害。

工业建筑中,一些因生产工艺要求而造成的特殊问题的抗震设计,与一般的建筑工程不同,需由有关的专业标准予以规定。

1.0.4 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。

【条文解析】

作为抗震设防依据的文件和图件,如地震烈度区划图和地震动参数区划图,其审批权限,由国家有关主管部门依法规定。

3.1.1 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 确定其抗震设防类别及其抗震设防标准。

【条文解析】

抗震设防是各类工程结构按照规定的可靠性要求和技术经济水平所确定的统一的抗震技术要求,是对房屋进行抗震设计和采取抗震构造措施来达到抗震效果的过程。

3.1.2 抗震设防烈度为6度时,除本规范有具体规定外,对乙、丙、丁类的建筑可不进行地震作用计算。

【条文解析】

鉴于6度设防的房屋建筑,其地震作用往往不属于结构设计的控制作用,为减少设计计算的工作量,6度设防时,除有明确规定的情况,其抗震设计可仅进行抗震措施的设计而不进行地震作用计算。

3.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度取值的对应关系,应符合表3.2.2的规定。设计基本地震加速度为0.15g和0.30g地区内的建筑,除本规范另有规定外,应分别按抗震设防烈度7度和8度的要求进行抗震设计。

表 3.2.2 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	7	8	9
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。

【条文解析】

一般情况下,建筑的抗震设防烈度应采用根据中国地震动参数区划图确定的地震基本烈度。

这里包括三个值,即抗震防烈度值、设计基本地震加速度值和《中国地震动参数区划图》的地震动峰值加速度值。

表 3.2.2 中所列的设计基本地震加速度的取值与《中国地震动参数区划图 A1》所规定的“地震动峰值加速度”相当,即在 0.10g 和 0.20g 之间有一个 0.15g 的区域,0.20g 和 0.40g 之间有一个 0.30g 的区域,在这两个区域内建筑的抗震设计要求,除另有具体规定外,分别同 7 度和 8 度,在表 3.2.2 中用括号内数值表示。表 3.2.2 中还引入了与 6 度相当的设计基本地震加速度值 0.05g。

1.2 地震作用和结构抗震验算

《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010

4.2.4 验算天然地基地震作用下的竖向承载力时,按地震作用效应标准组合的基础底面平均压力和边缘最大压力应符合下列各式要求:

$$p \leq f_{aE} \quad (4.2.4-1)$$

$$p_{\max} \leq 1.2f_{aE} \quad (4.2.4-2)$$

式中: p ——地震作用效应标准组合的基础底面平均压力;

$p_{\max}$ ——地震作用效应标准组合的基础边缘的最大压力。

高宽比大于 4 的高层建筑,在地震作用下基础底面不宜出现脱离区(零应力区);其他建筑,基础底面与地基土之间脱离区(零应力区)面积不应超过基础底面面积的 15%。

【条文解析】

地震区的建筑物,首先必须根据静力设计的要求确定基础尺寸,并对地基进行强度和沉降量的核算,然后根据需要进行进一步的地基抗震强度验算。

当需要进行地基抗震承载力验算时,应将建筑物上各类荷载效应和地震作用效应

加以组合，并取基础底面的压力为直线分布（见图 1.1）。具体验算要求见式（4.2.4-1）、（4.2.4-2），主要是参考相关规范的规定提出的，压力的计算应采用地震作用效应标准组合，即各作用分项系数均取 1.0 的组合。

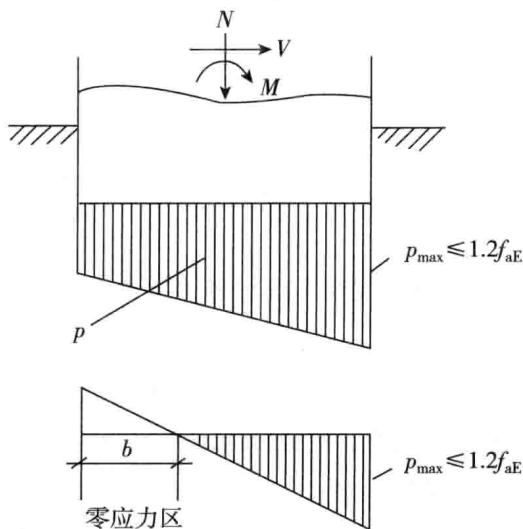


图 1.1 基础底面压力分布图

5.1.1 各类建筑结构的抗震作用，应符合下列规定：

1 一般情况下，应至少在建筑结构的两个主轴方向分别计算水平地震作用，各方向的水平地震作用应由该方向抗侧力构件承担。

2 有斜交抗侧力构件的结构，当相交角度大于 15° 时，应分别计算各抗侧力构件方向的水平地震作用。

3 质量和刚度分布明显不对称的结构，应计入双向水平地震作用下的扭转影响；其他情况，应允许采用调整地震作用效应的方法计入扭转影响。

4 8、9 度时的大跨度和长悬臂结构及 9 度时的高层建筑，应计算竖向地震作用。

注：8、9 度时采用隔震设计的建筑结构，应按有关规定计算竖向地震作用。

【条文解析】

地震释放的能量，以地震波的形式向四周扩散，地震波到达地面后引起地面运动，使地面原来处于静止的建筑物受到动力作用而产生强迫振动。在振动过程中作用在结构上的惯性力就是地震荷载。这样，地震荷载可以理解成为一种能反映地震影响的等效荷载。抗震设计时，结构所承受的“地震力”实际上是由于地震地面运动引起的动态作用，包括地震加速度、速度和动位移的作用，按照国家标准《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083—1997 的规定，属于间接作用，不可称为“地震荷载”，应称“地震作用”。

5.1.2 各类建筑结构的抗震计算,应采用下列方法:

1 高度不超过 40m、以剪切变形为主且质量和刚度沿高度分布比较均匀的结构,以及近似于单质点体系的结构,可采用底部剪力法等简化方法。

2 除 1 款外的建筑结构,宜采用振型分解反应谱法。

3 特别不规则的建筑、甲类建筑和表 5.1.2-1 所列高度范围的高层建筑,应采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算;当取三组加速度时程曲线输入时,计算结果宜取时程法的包络值和振型分解反应谱法的较大值;当取七组及七组以上的时程曲线时,计算结果可取时程法的平均值和振型分解反应谱法的较大值。

采用时程分析法时,应按建筑场地类别和设计地震分组选用实际强震记录和人工模拟的加速度时程曲线,其中实际强震记录的数量不应少于总数的 2/3,多组时程曲线的平均地震影响系数曲线应与振型分解反应谱法所采用的地震影响系数曲线在统计意义上相符,其加速度时程的最大值可按表 5.1.2-2 采用。弹性时程分析时,每条时程曲线计算所得结构底部剪力不应小于振型分解反应谱法计算结果的 65%,多条时程曲线计算所得结构底部剪力的平均值不应小于振型分解反应谱法计算结果的 80%。

表 5.1.2-1 采用时程分析的房屋高度范围

烈度、场地类别	房屋高度范围/m
8 度 I、II 类场地和 7 度	>100
8 度 III、IV 类场地	>80
9 度	>60

表 5.1.2-2 时程分析所用地震加速度时程的最大值

cm/s²

地震影响	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	18	35 (55)	70 (110)	140
罕遇地震	125	220 (310)	400 (510)	620

注:括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

4 计算罕遇地震下结构的变形,应按本规范第 5.5 节规定,采用简化的弹塑性分析方法或弹塑性时程分析法。

5 平面投影尺度很大的空间结构,应根据结构形式和支承条件,分别按单点一致、多点、多向单点或多向多点输入进行抗震计算。按多点输入计算时,应考虑地震行波效应和局部场地效应。6 度和 7 度 I、II 类场地的支承结构、上部结构和基础的抗

震验算可采用简化方法, 根据结构跨度、长度不同, 其短边构件可乘以附加地震作用效应系数 1.15 ~ 1.30; 7 度Ⅲ、Ⅳ类场地和 8、9 度时, 应采用时程分析方法进行抗震验算。

6 建筑结构的隔震和消能减震设计, 应采用本规范第 12 章规定的计算方法。

7 地下建筑结构应采用本规范第 14 章规定的计算方法。

【条文解析】

不同的结构采用不同的分析方法在各国抗震规范中均有体现, 底部剪力法和振型分解反应谱法仍是基本方法, 时程分析法作为补充计算方法, 对特别不规则 (参照《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 表 3.4.3 的规定)、特别重要的和较高的高层建筑才要求采用。所谓“补充”, 主要指对计算结果的底部剪力、楼层剪力和层间位移进行比较, 当时程分析法大于振型分解反应谱法时, 相关部位的构件内力和配筋作相应的调整。

进行时程分析时, 鉴于不同地震波输入进行时程分析的结果不同, 本条规定一般可以根据小样本容量下的计算结果来估计地震作用效应值。通过大量地震加速度记录输入不同结构类型进行时程分析结果的统计分析, 若选用不少于 2 组实际记录和 1 组人工模拟的加速度时程曲线作为输入, 计算的平均地震效应值不小于大样本容量平均值的保证率在 85% 以上, 而且一般也不会偏大很多。当选用数量较多的地震波, 如 5 组实际记录和 2 组人工模拟时程曲线, 则保证率更高。所谓“在统计意义上相符”指的是, 多组时程波的平均地震影响系数曲线与振型分解反应谱法所用的地震影响系数曲线相比, 在对应于结构主要振型的周期点上相差不大于 20%。计算结果在结构主方向的平均底部剪力一般不会小于振型分解反应谱法计算结果的 80%, 每条地震波输入的计算结果不会小于 65%。从工程角度考虑, 这样可以保证时程分析结果满足最低安全要求。但计算结果也不能太大, 每条地震波输入计算不大于 135%, 平均不大于 120%。

正确选择输入的地震加速度时程曲线, 要满足地震动三要素的要求, 即频谱特性、有效峰值和持续时间均要符合规定。

频谱特性可用地震影响系数曲线表征, 依据所处的场地类别和设计地震分组确定。

加速度的有效峰值按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 表 5.1.2-2 中所列地震加速度最大值采用, 即以地震影响系数最大值除以放大系数 (约 2.25) 得到。计算输入的加速度曲线的峰值, 必要时可比上述有效峰值适当加大。当结构采用三维空间模型等需要双向 (两个水平向) 或三向 (两个水平和一个竖向) 地震波输入时, 其加速度最大值通常按 1 (水平 1) : 0.85 (水平 2) : 0.65 (竖向) 的比例调整。人工模拟的加速度时程曲线, 也应按上述要求生成。

输入的地震加速度时程曲线的有效持续时间，一般从首次达到该时程曲线最大峰值的 10% 那一点算起，到最后一点达到最大峰值的 10% 为止；不论是实际的强震记录还是人工模拟波形，有效持续时间一般为结构基本周期的（5~10）倍，即结构顶点的位移可按基本周期往复（5~10）次。

5.1.3 计算地震作用时，建筑的重力荷载代表值应取结构和构配件自重标准值和各可变荷载组合值之和。各可变荷载的组合值系数，应按表 5.1.3 采用。

表 5.1.3 组合值系数

可变荷载种类		组合值系数
雪荷载		0.5
屋面积灰荷载		0.5
屋面活荷载		不计入
按实际情况计算的楼面活荷载		1.0
按等效均布荷载计算的楼面活荷载	藏书库、档案库	0.8
	其他民用建筑	0.5
起重机悬吊物重力	硬钩吊车	0.3
	软钩吊车	不计入

注：硬钩吊车的吊重较大时，组合值系数应按实际情况采用。

【条文解析】

建筑物的某质点重力荷载代表值 G_E 的确定，应根据结构计算简图中划定的计算范围，取计算范围内的结构和构件的永久荷载标准值和各可变荷载组合值之和。各可变荷载的组合值系数按表 5.1.3 采用。地震时，结构上的可变荷载往往达不到标准值水平，计算重力荷载代表值时可以将其折减。按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068—2001 的原则规定，地震发生时恒荷载与其他重力荷载可能的耦合结果总称为“抗震设计的重力荷载代表值 G_E ”，即永久荷载标准值与有关可变荷载组合值之和。

表中硬钩吊车的组合值系数，只适用于一般情况，吊重较大时需按实际情况取值。

5.1.4 建筑结构的地震影响系数应根据烈度、场地类别、设计地震分組和结构自振周期以及阻尼比确定。其水平地震影响系数最大值应按表 5.1.4-1 采用；特征周期

应根据场地类别和设计地震分组按表 5.1.4-2 采用, 计算罕遇地震作用时, 特征周期应增加 0.05s。

注: 周期大于 6.0s 的建筑物所采用的地震影响系数应专门研究。

表 5.1.4-1 水平地震影响系数最大值

地震影响	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)	0.32
罕遇地震	0.28	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)	1.40

注: 括号中数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

表 5.1.4-2 特征周期值

s

设计地震 分组	场地类别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
第一组	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65
第二组	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75
第三组	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90

【条文解析】

本条中, 表 5.1.4-1 增加 6 度区罕遇地震的水平地震影响系数最大值。与第 4 章场地类别相对应, 表 5.1.4-2 增加 I₀ 类场地的特征周期, 计算 6、7 度罕遇地震作用时, 特征周期也增加了 0.05s。

5.1.6 结构的截面抗震验算, 应符合下列规定:

1 6 度时的建筑 (不规则建筑及建造于 IV 类场地上较高的高层建筑除外), 以及生土房屋和木结构房屋等, 应符合有关的抗震措施要求, 但应允许不进行截面抗震验算。

2 6 度时不规则建筑、建造于 IV 类场地上较高的高层建筑, 7 度和 7 度以上的建筑结构 (生土房屋和木结构房屋等除外), 应进行多遇地震作用下的截面抗震验算。

注: 采用隔震设计的建筑结构, 其抗震验算应符合有关规定。

【条文解析】

在强烈地震下, 结构和构件并不存在最大承载力极限状态的可靠度。从根本上说, 抗震验算应该是弹塑性变形能力极限状态的验算。研究表明, 地震作用下结构和构件的变形和其最大承载能力有密切的联系, 但因结构的不同而异。

1) 当地震作用在结构设计中基本上不起控制作用时,例如6度区的大多数建筑,以及被地震经验所证明者,可不作抗震验算,只需满足有关抗震构造要求。但“较高的高层建筑”(以后各章同),诸如高于40m的钢筋混凝土框架、高于60m的其他钢筋混凝土民用房屋和类似的工业厂房,以及高层钢结构房屋,其基本周期可能大于Ⅳ类场地的特征周期 T_g ,则6度的地震作用值可能相当于同一建筑在7度Ⅱ类场地的取值,此时仍须进行抗震验算。本条规定了6度设防的不规则建筑应进行抗震验算的要求。

2) 对于大部分结构,包括6度设防的上述较高的高层建筑和不规则建筑,可以将设防地震下的变形验算,转换为以多遇地震下按弹性分析获得的地震作用效应(内力)作为额定统计指标,进行承载力极限状态的验算,即只需满足第一阶段的设计要求,就可适当提高抗震承载力的可靠度,保持了规范的延续性。

3) 我国历次大地震的经验表明,发生高于基本烈度的地震是可能的,设计时考虑“大震不倒”是必要的,规范要求对薄弱层进行罕遇地震下变形验算,即满足第二阶段设计的要求。

5.2.1 采用底部剪力法时,各楼层可仅取一个自由度,结构的水平地震作用标准值,应按下列公式确定(图5.2.1):

$$F_{Ek} = \alpha_1 G_{eq} \quad (5.2.1-1)$$

$$F_i = \frac{G_i H_i}{\sum_{j=1}^n G_j H_j} F_{Ek} (1 - \delta_n) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5.2.1-2)$$

$$\Delta F_n = \delta_n F_{Ek} \quad (5.2.1-3)$$

式中: F_{Ek} ——结构总水平地震作用标准值;

α_1 ——相应于结构基本自振周期的水平地震影响系数值,应按本规范第5.1.4、第5.1.5条确定,多层砌体房屋、底部框架砌体房屋,宜取水地震影响系数最大值;

G_{eq} ——结构等效总重力荷载,单质点应取总重力荷载代表值,多质点可取总重力荷载代表值的85%;

F_i ——质点 i 的水平地震作用标准值;

G_i 、 G_j ——分别为集中于质点 i 、 j 的重力荷载代表值,应按本规范第5.1.3条确定;

H_i 、 H_j ——分别为质点 i 、 j 的计算高度;

δ_n ——顶部附加地震作用系数,多层钢筋混凝土和钢结构房屋可按表5.2.1