

建筑抗震设计手册

中国建筑工业出版社

建筑抗震设计手册

(按《建筑抗震设计规范》GBJ11-89 编写)

·建筑设计手册丛书编委会

中国建筑科学研究院
工程抗震研究所

龚思礼 主编

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本手册根据新颁布的《建筑抗震设计规范》(GBJ11-89)编写,对规范作必要的解释,并对设计原则和方法在规范基础上作补充和引伸,以便设计人员更好地理解和应用规范。本手册内容包括抗震设计的总要求,场地,地基基础,地震作用计算和抗震验算,以及多层砌体房屋,多层和高层钢筋混凝土房屋,单层厂房,多层内框架房屋和底层框架砖房,空旷房屋,烟囱,水塔等的抗震要求、抗震计算、抗震措施,还有例题及图表。

本手册可供土建设计、科研、教学、施工和管理人员使用。

建筑抗震设计手册

(按《建筑抗震设计规范》GBJ11-89 编写)

建筑结构设计手册丛书编委会

中国建筑科学研究院

工程抗震研究所

龚思礼 主编

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

水利电力出版社印刷厂印刷(北京成方街 33 号)

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:55 3/4 字数:1,427 千字

1994 年 7 月第一版 1994 年 7 月第一次印刷

印数:1—20,000 册 定价:40.00 元

ISBN7-112-02243-6/TU·1731

(7266)

前 言

本手册是配合《建筑抗震设计规范》(GBJ11-89)的施行而编写的。抗震设计规范实施中,往往遇到以下的问题:规范规定比较原则,设计工作会遇到许多实际问题得不到解决;规范不能对设计中许多问题作出明确规定,设计工作则面对这些问题,不能避开;规范提出许多新的设计方法和要求,设计工作暂时还不能适应。为缩小规范与实际设计工作之间的差距,本手册的主要任务是根据目前条件对规范作必要和可能的阐述、补充和引伸。这些补充和引伸应是合理的,有根据的,同规范一致的,能为多数设计工作者所接受的。本手册的编写者,也是规范各部分的编制负责人,对规范各部分形成的背景和研究、编写、审查、定稿全过程的来龙去脉,有比较清楚的了解,根据编写者的知识和经验,写成本手册,希望能对规范的实施起有益的辅助作用。

规范颁发后,根据初步施行中提出的问题,对规范又进行了局部修改,本手册的主要编写者,又主持和参与了局部修改工作,因此规范局部修改的内容,在本手册中已及时得到反映。

本手册主要介绍抗震设计原则、计算要求(方法、公式、图、表),构造措施以及例题,基本上不作理论性的推演和阐述,但对有些新的抗震设计技术知识,也介绍一些基本原理、方法和步骤。

本手册共设八篇,篇下设章,章下设节,查阅内容时,主要按节的编号,如5.4.3表示第五篇第四章第三节,6.1.3表示第六篇第一章第三节等等。图、表、公式均在每节的范围编号,如图5.4.3-1是指第五篇第四章第三节的第一个图,表6.1.3-1是第六篇第一章第三节的第一个表,式(7.2.3-1)是指第七篇第二章第三节的第一个公式。有关附录,都放在相应章的后面,以便查阅。

本手册采用的名词、术语、符号及计量单位均与新的规范、标准要求一致。

为使读者阅读方便,节省翻阅查找时间,个别的公式、图、表,前后有少量重复引用。

工程抗震专业技术问题较多,限于编写者的水平,本手册有疏漏不当之处,热忱欢迎读者指正。

本手册编写人员

- 主 编 龚思礼
- 第一篇 龚思礼 王广军 (中国建筑科学研究院)
- 第二篇 谢君斐 石兆吉 (国家地震局工程力学研究所)
- 黄存汉 (机械工业部第六设计研究院)
- 第三篇 魏 珪 戴国莹 (中国建筑科学研究院)
- 第四篇 周炳章 (北京市建筑设计研究院)
- 吴明舜 (上海建筑材料工业学院)
- 第五篇 胡庆昌 李国胜 (北京市建筑设计研究院)
- 钟益村 高小旺 (中国建筑科学研究院)
- 第六篇 刘大海 钟锡根 杨翠如 (中国建筑西北设计研究院)
- 裘民川 (机械工业部设计研究院)
- 第七篇 刘大海 钟锡根 杨翠如
- 第八篇 周旭华 (电力工业部西北电力设计院)
- 施耀新 (天津市建筑设计院)
- 编 校 郭纲平 徐显毅 (中国建筑科学研究院)

目 录

第一篇 总 论

第一章 名词术语含义	(1)
1.1.1 名词术语	(1)
1.1.2 本手册简化用词	(2)
第二章 抗震设计有关的部分文件、 资料	(7)
1.2.1 中国地震烈度区划图	(7)
1.2.2 中国地震烈度表	(7)
1.2.3 新建工程抗震设防	(8)
1.2.4 全国重点抗震城市和抗震防灾重 点防御区	(8)
1.2.5 建筑抗震设防等级	(8)
1.2.6 建筑地震破坏等级	(8)
1.2.7 地震基本烈度 10 度区建筑抗震 设防	(8)
附录 1.2.1-1 全国部分市县基本烈度值	(9)
考虑设计远震的市县	(19)
附录 1.2.1-2 中国地震烈度区划图 (1990) 使用规定	(20)
附录 1.2.1-3 全国部分城市及原 1977 年 地震烈度区划图基本烈度	(21)
附录 1.2.2-1 中国地震烈度表 (1980)	(25)
附录 1.2.2-2 关于统一抗震设计规范 地面运动加速度设计取 值的通知	(27)
附录 1.2.3 新建工程抗震设防暂行规定	(28)
附录 1.2.4-1 全国重点抗震城市	(29)
附录 1.2.4-2 全国 12 个抗震防灾重点 防御地区	(30)
附录 1.2.5 建筑抗震设防等级标准	(31)
附录 1.2.6 建筑地震破坏等级划分标准	(38)
附录 1.2.7 地震基本烈度 10 度区建筑 抗震设防暂行规定	(43)
第三章 场地分类和场地选择	(44)

1.3.1 有关的定义	(44)
1.3.2 场地土类型划分	(45)
1.3.3 场地类别的确定	(51)
1.3.4 与场地划分有关的一些问题	(53)
1.3.5 场地选择原则	(54)
1.3.6 场地选择应注意的问题	(55)
1.3.7 有关场地的勘察要求	(56)
第四章 地震波	(57)
1.4.1 地震地面运动	(57)
1.4.2 时程分析用地震波	(57)
1.4.3 一些典型实际地震记录	(58)
1.4.4 人工地震波	(62)
第五章 设计反应谱	(66)
1.5.1 基本概念	(66)
1.5.2 反应谱的标准化及平均反应谱	(67)
1.5.3 加速度反应谱的影响因素	(68)
1.5.4 我国抗震规范的设计反应谱	(69)
1.5.5 应用中应注意的问题	(70)

第二篇 地基基础

第一章 概 述	(74)
2.1.1 地震作用的特点	(74)
2.1.2 地震作用下土的力学状态	(76)
2.1.3 土在地震作用下的反应	(77)
2.1.4 双重作用与两类震害	(77)
第二章 地基基础抗震验算	(79)
2.2.1 地基震害的特点	(79)
2.2.2 不验算范围和抗震措施	(85)
2.2.3 地基承载力的验算方法及其调整	(86)
第三章 地基液化判别和危害性估计	(89)
2.3.1 液化机理与影响因素	(89)
2.3.2 液化的初步判别	(96)
2.3.3 液化判别式	(99)
2.3.4 液化危害性分析	(103)
2.3.5 其他液化判别方法	(107)
2.3.6 液化地基沉降计算	(109)

2.3.7 抗液化措施	(121)	应)的调整	(188)
第四章 软土地基与不均匀的地基		第四章 结构抗震分析的时程分析法	
... ..	(126)		(195)
2.4.1 软土地基抗震的一般概念	(126)	3.4.1 基本计算方法	(195)
2.4.2 软土震陷的估计和抗震措施	(128)	3.4.2 地震波选用方法	(198)
2.4.3 不均匀地基抗震	(129)	3.4.3 弹性时程分析法	(199)
第五章 桩 基	(131)	3.4.4 弹塑性时程分析法	(201)
2.5.1 一般要求	(131)	第五章 结构竖向抗震分析	(206)
2.5.2 桩基的构造	(131)	3.5.1 基本计算方法	(206)
2.5.3 桩基的简化计算	(134)	3.5.2 高耸结构和高层建筑的竖向地震作用	(206)
2.5.4 计算例题	(138)	3.5.3 大跨度结构的竖向地震作用	(208)
第六章 地面破坏小区划	(143)	3.5.4 长悬臂结构的竖向地震作用	(209)
2.6.1 小区划的一般概念	(143)	第六章 结构构件抗震承载力验算	
2.6.2 地面破坏小区划	(143)		(211)
第七章 关于勘察和试验的要求		3.6.1 抗震承载力验算的基础	(211)
... ..	(147)	3.6.2 地震作用效应和其他荷载效应的基本组合	(215)
2.7.1 一般说明	(147)	3.6.3 抗震和非抗震承载力验算表达式的比较	(218)
2.7.2 现场勘察	(147)	3.6.4 砌体构件抗震承载力验算的一般表达式	(218)
2.7.3 室内土动力学试验	(149)	3.6.5 单层、多层钢筋混凝土和钢结构构件抗震承载力验算的一般表达式	(221)
第三篇 地震作用和结构抗震验算		3.6.6 高耸结构和高层建筑的构件抗震承载力验算的一般表达式	(226)
第一章 结构抗震分析的一般规定		3.6.7 大跨度和长悬臂结构构件抗震承载力验算的一般表达式	(227)
... ..	(155)	第七章 多遇地震作用下的结构弹性变形验算	(228)
3.1.1 抗震分析的基本内容	(155)	3.7.1 结构弹性变形的的基本计算方法	(228)
3.1.2 基本计算步骤	(156)	3.7.2 框架结构的弹性变形验算	(233)
3.1.3 基本分析方法和分析模型	(157)	3.7.3 框-墙结构弹性变形验算	(234)
3.1.4 主要计算术语和符号	(159)	第八章 罕遇地震作用下的结构弹塑性变形验算	(238)
第二章 基本计算参数	(162)	3.8.1 结构弹塑性变形的的基本计算方法	(238)
3.2.1 重力荷载代表值的计算	(162)	3.8.2 单层厂房的弹塑性变形验算	(242)
3.2.2 结构自振周期的基本计算方法	(162)	3.8.3 框架结构的弹塑性变形验算	(244)
3.2.3 侧移刚度的基本计算方法	(164)	3.8.4 底层框架砖房的弹塑性变形验算	(246)
3.2.4 地震影响系数的确定	(166)		
3.2.5 设计地震动参数的确定	(168)		
附录 3.2.1 墙体剪切形式系数表	(170)		
第三章 结构水平地震作用分析的反应谱方法	(173)		
3.3.1 计算模型的建立	(173)		
3.3.2 底部剪力法	(174)		
3.3.3 平动的振型分解反应谱法	(176)		
3.3.4 扭转耦连的振型分解反应谱法	(177)		
3.3.5 结构楼层水平地震剪力(作用效			

第四篇 多层砌体房屋

第一章 多层砖房 (249)

4.1.1 一般要求 (249)

4.1.2 抗震强度验算 (252)

4.1.3 抗震构造措施 (255)

4.1.4 计算例题 (260)

[例一] 多层住宅 (260)

[例二] 多层教学楼 (267)

第二章 多层小型砌块房屋 (272)

4.2.1 结构选型和布置 (272)

4.2.2 计算要点 (273)

4.2.3 抗震构造措施 (273)

第三章 多层中型砌块房屋 (274)

4.3.1 结构选型和布置 (274)

4.3.2 计算要点 (275)

4.3.3 抗震构造措施 (275)

4.3.4 计算例题 (276)

第五篇 多层与高层钢筋混凝土房屋

第一章 概 述 (279)

5.1.1 抗震设计一般要求 (279)

5.1.2 结构的整体稳定性及变形 (283)

5.1.3 基础结构抗震设计 (284)

5.1.4 材料 (289)

5.1.5 钢筋锚固及连接 (290)

第二章 钢筋混凝土框架结构房屋 (292)

5.2.1 总体布置 (292)

5.2.2 内力计算 (293)

5.2.3 截面抗震承载力验算 (299)

5.2.4 抗震构造措施 (303)

5.2.5 抗震变形验算 (310)

5.2.6 计算例题 (314)

[例一] 砖填充墙钢筋混凝土框架

抗震设计 (314)

[例二] 4层钢筋混凝土框架结构

抗震设计 (326)

[例三] 6层框架结构抗震设计 (339)

附录 5.2.1 框架柱和框支柱的组合轴力

设计值 N 的限值表 (351)

附录 5.2.2 框架梁、柱按实际配筋和材料

强度标准值计算正截面受弯

承载力计算表 (353)

附录 5.2.3 方形柱箍筋体积配箍率 (364)

附录 5.2.4 框架梁、柱截面受剪承载力

设计值限值表 (366)

第三章 钢筋混凝土框架-抗震墙

结构房屋 (370)

5.3.1 一般原则 (370)

5.3.2 内力和位移分析 (371)

5.3.3 截面设计和构造措施 (386)

5.3.4 计算例题 (390)

[例一] 10层框架-抗震墙结构抗震

设计 (390)

[例二] 抗震墙截面承载力计算 (403)

附录 5.3.1 框-墙结构确定抗震墙刚度的

简化方法 (405)

附录 5.3.2 计算各种内力和位移的计算

系数表 (407)

附录 5.3.3 扭转影响的近似计算 (425)

第四章 钢筋混凝土抗震墙结构房屋

(428)

5.4.1 一般原则 (428)

5.4.2 内力和位移分析 (429)

5.4.3 截面设计和构造措施 (437)

5.4.4 计算例题 (449)

[例] 15层抗震墙结构住宅设计

(449)

附录 5.4.1 壁式框架计算 (457)

附录 5.4.2 单片框支抗震墙的计算 (467)

第六篇 单层厂房

第一章 单层钢筋混凝土柱厂房

(470)

6.1.1 一般规定 (470)

6.1.2 计算要点 (473)

6.1.3 厂房横向抗震计算 (475)

6.1.4 厂房纵向抗震计算 (507)

6.1.5 连接节点抗震计算 (553)

6.1.6 抗震构造措施 (559)

6.1.7 横向抗震计算例题 (578)

[例一] 两跨等高钢筋混凝土柱厂房

(578)

[例二] 两跨不等高单层厂房 (583)

6.1.8 纵向抗震计算例题 (590)

[例一] 两跨等高单层钢筋混凝土柱

厂房	(590)
[例二] 两跨不等高单层钢筋混凝土 土柱厂房	(595)
附录 6.1.1 排架计算公式	(606)
第二章 单层砖柱厂房	(615)
6.2.1 一般要求	(615)
6.2.2 抗震计算	(617)
6.2.3 抗震构造措施	(625)
6.2.4 横向抗震计算例题	(634)
[例一] 单跨钢筋混凝土有檩屋盖 砖柱厂房	(634)
[例二] 组合砖柱厂房	(638)
6.2.5 纵向抗震计算例题	(644)
[例一] 轻型屋盖厂房	(644)
[例二] 钢筋混凝土有檩屋盖厂房	(646)
第三章 门式刚架房屋	(652)
6.3.1 一般要求	(652)
6.3.2 抗震计算	(655)
6.3.3 抗震构造措施	(685)
6.3.4 计算例题	(689)
[例一] 单跨两铰门架房屋	(689)
[例二] 三跨两铰等高门架房屋	(694)
第四章 大柱网厂房	(708)
6.4.1 一般要求	(708)
6.4.2 抗震分析	(710)
6.4.3 抗震构造措施	(728)
第七篇 底层框架砖房、内框架砖房、 空旷房屋	
第一章 底层框架砖房	(732)
7.1.1 一般要求	(732)
7.1.2 计算要点	(734)
7.1.3 抗震构造措施	(747)
7.1.4 计算例题	(749)
附录 7.1.1 底层框架砖房带边框抗震墙 截面设计	(758)
第二章 多层内框架砖房	(760)
7.2.1 一般要求	(760)
7.2.2 抗震计算	(763)
7.2.3 抗震构造措施	(767)
7.2.4 计算例题	(772)
第三章 砖结构空旷房屋	(778)

7.3.1 一般要求	(778)
7.3.2 抗震计算	(780)
7.3.3 抗震构造措施	(805)
7.3.4 计算例题	(807)
[例一] 观众厅两侧无坡屋、木屋盖 电影院	(807)
[例二] 观众厅两侧有坡屋、槽形板 屋盖电影院	(810)
第四章 钢筋混凝土空旷房屋	(812)
7.4.1 一般要求	(812)
7.4.2 计算要点	(814)
7.4.3 抗震构造措施	(826)
7.4.4 计算例题	(827)
第五章 多层空旷房屋	(830)
7.5.1 一般要求	(830)
7.5.2 抗震计算	(831)
7.5.3 抗震构造措施	(838)
7.5.4 计算例题	(839)

第八篇 烟囱、水塔

第一章 烟 囱	(844)
8.1.1 设计原则	(844)
8.1.2 抗震构造要求	(844)
8.1.3 计算要点	(845)
8.1.4 计算例题	(849)
[例一] 计算振型和周期	(849)
[例二] 计算作用于烟囱的风荷载	(850)
[例三] 简化法计算水平地震弯矩和 剪力	(852)
[例四] 采用振型分解反应谱求水平 地震弯矩和剪力	(856)
[例五] 竖向地震作用的计算	(861)
第二章 水 塔	(865)
8.2.1 一般要求	(865)
8.2.2 计算要点	(865)
8.2.3 抗震构造措施	(867)
8.2.4 计算例题	(869)
[例一] 砖支筒水塔	(869)
[例二] 钢筋混凝土支筒水塔	(874)
[例三] 钢筋混凝土支架水塔	(878)

第一篇 总 论

第一章 名词术语含义

1.1.1 名词术语

下面仅介绍与《建筑抗震设计规范》(GBJ11-89)(以下简称《规范》)有关的部分名词术语的含义。

一、《规范》第一章 总则有关的名词术语的含义

多遇地震烈度 设计基准期 50 年内,超越概率为 63.2% 的地震烈度。

基本烈度(中国地震烈度区划图标明的地震烈度) 我国 1990 年地震烈度区划图标明的基本烈度为 50 年期限内,一般场地条件下,可能遭遇超越概率为 10% 的地震烈度;我国 1977 年地震烈度区划图标明的一个地区的基本烈度,是指该地区 100 年内,在一般场地条件下可能遭遇的最大地震烈度。

罕遇地震烈度 设计基准期 50 年内,超越概率为 2%~3% 的地震烈度。

抗震设防烈度 按国家批准权限审定,作为一个地区抗震设防依据的地震烈度,一般情况下可采用中国地震烈度区划图标明的地震烈度。

超越概率 一定地区范围和时间范围内,发生的地震烈度 I (或地震动参数),超过给定地震烈度 i (或地震动参数) 的概率,即 $P(I \geq i/\text{年})$ 。

抗震设防区划 在一个城市或一个大的工矿企业内,根据局部范围的地震地质背景、土质条件、地形地貌等与大范围平均条件的差异,估计局部的地震烈度和地震动参数,给出抗震设防用的区划图件,并经国家规定的抗震主管部门批准作为工程抗震设计、城市抗震防灾和土地利用的依据。

建筑抗震重要性分类 从建筑抗震的安全和经济的二个方面综合考虑,按建筑在地震发生后的影响大小进行分类,并按不同类别提出不同的抗震设计要求。与《建筑设计统一标准》对非地震情况下的重要性分类不同,也与其它诸如地基、防火等的分类不同。

城市或区域生命线工程 与人们生活所需密切有关的工程,如给水、供电、交通、电讯、煤气、热力、医疗、消防等工程,这些工程一旦在地震时破坏,会导致城市(或一个区域)局部或全部瘫痪,并发生次生灾害,如火灾等。

地震作用计算 《规范》第四章的规定内容(包括地震作用和抗震验算)。

抗震措施 《规范》第五章及以后各章的规定内容(包括一般规定、计算要点和构造措施),和第三章的场地地基部分。

二、《规范》第二章 抗震设计的基本要求有关的名词术语含义

设计近震和设计远震 在抗震设防烈度相同的情况下,一个地区所受的地震影响按震中距远近不同而划分为设计近震和设计远震,简称近震和远震,具体划分原则按《规范》2.1.1

条规定,当建筑所在地区遭受的地震影响来自本设防烈度地区或比该地区设防烈度大一度的地区的地震时,为设计近震;当可能来自设防烈度大二度或二度以上地区的地震时,为设计远震。

抗震结构体系 抗震设计所采用的,主要功能为承担侧向地震作用,由不同材料组成的不同结构形式的统称,如砌体抗震墙结构,钢筋混凝土框架结构,钢筋混凝土抗震墙结构,框架-抗震墙结构,土、木结构等。

抗震防线 结构抗震能力依赖于结构各部分的吸能和耗能作用,抗震结构体系中,吸收和消耗地震输入能量的各个部分称抗震防线。如果抗震结构体系中,部分结构因出现破坏(形成机构)降低或丧失抗震能力,而其余部分结构(或构件)能继续抵抗地震作用,称之为抗震的赘余度,或称多道抗震防线。

变形能力 在地震作用下,结构产生了弹性或弹塑性变形,这个变形的大小量值,在一定范围内不致引起结构功能的丧失或超越容许的破坏程度。

耗能能力 在地震作用下,地震输入结构以能量,这个能量需通过结构及其构件的塑性变形和摩擦等吸收和消耗,如果输入和消耗的能量得到平衡,则结构可以在地震作用下保存下来,耗能能力即是结构能发挥的克服地震输入能量大小而保存下来的能力。

塑性变形集中 结构在强烈地震作用下,某些部位率先进入屈服,从而这些部位的刚度迅速退化,塑性变形进一步发展,以至严重破坏或引起结构倒塌,称为塑性变形集中。产生塑性变形集中的部位为结构的抗震薄弱部位。

抗震结构的塑性破坏 结构在地震作用下在某些部位产生弯曲屈服形成塑性铰,地震后可以恢复的破坏

抗震结构的脆性破坏 结构在地震作用下产生剪切破坏或混凝土压溃,或钢筋锚固滑移,地震后不可恢复,或不可修复的破坏。

剪切破坏 地震中,砌体结构或混凝土结构构件常出现斜拉力破坏,形成“X”形裂缝或与轴线呈45度的剪切裂缝。

非结构构件 附属于主体结构的构件,如女儿墙、阳台、挑檐、围护墙和隔墙,装饰贴面、吊顶、其它装饰物等统称为非结构构件。

三、《规范》第三章 场地、地基和基础有关的名词术语含义

活断裂 地质历史上形成的晚更新世以来有活动,且将来有可能再度活动的断裂。活断裂可以分为发震断裂与非发震断裂两种。

发震断裂 具有一定程度的地震活动性,其破裂将引起设防中所考虑的地震的那些断裂,发震断裂的地震活动性表明,不论地表有无最新的地质运动的迹象,在该断裂上有显著的活动。

非发震断裂 除发震断裂以外的断裂,在确定设防烈度或地震危险性时,并不认为它在工程设计基准期内会有活动的断裂。

场地 大体相当于厂区、居民点和自然村的区域范围的建筑物所在地,应具有相近的反应谱特性。

场地类别 为适应抗震设计需要(选取设计反应谱和抗震措施),对建筑场地作类别划分。决定场地类别的因素主要是:场地土的软硬和覆盖层的厚度。

场地土 场地范围内,地表面深15m且不深于覆盖层厚范围内的土层。

场地土类型 为确定场地类别而对场地土的软硬作分类,一般可以根据场地土平均剪切

波速划为坚硬、中硬、中软和软弱场地土。

场地覆盖层厚度 由地面至剪切波速大于 500m/s 的土层或坚硬土（不应是孤石）顶面的厚度。

饱和土 吸水饱和的土，《规范》主要考虑饱和的砂土和粉土。

砂土液化 地震引起饱和砂土和粉土的颗粒趋向紧密，同时孔隙水来不及排出，致使孔隙水压力增大，颗粒间的有效应力减小，到达一定程度，完全丧失抗剪能力，呈液体状态，称砂土液化。砂土液化导致地面喷水冒砂，地面沉陷，斜坡失稳、漂移和地基失效。

液化初步判别 利用土层的地质年代，粘粒含量，地下水位深度，上覆非液化土层厚度等进行液化与否的评估。

标准贯入试验判别 在地面 15m 深度范围内，用 63.5kg 的穿心锤，以 760mm 的自由落距，将一定规格的对开式取样器打入土层 300mm，记录打入击数，根据打入击数多少，与《规范》规定的公式计算出临界值比较，进行是否液化的判别方法。

液化指数 评定地基液化危害程度或划分地基液化等级的一种指标，与液化土的密实程度（标贯击数与临界击数的比值愈大，液化指数愈小，愈不易液化），可液化土的厚度（厚度愈大，液化指数愈高，愈容易液化），液化土层的层位深度（埋藏愈浅，指数愈高，愈容易液化）有关。

液化等级 按液化指数的高低对地基液化危害程度进行划分，如液化指数 0~5 为轻微液化，5~15 为中等液化，大于 15 为严重液化。液化等级系参照实际建筑的地震液化震害，计算其液化指数，并按震害的不同程度与液化指数的高低的关系区分确定。

四、《规范》第四章 地震作用与抗震验算有关名词术语含义

地震作用 地震作用是地震动输入结构后结构产生的动态反应（速度、加速度、变形）。地震作用是一种间接作用，过去曾称地震荷载，它与地震动的性质和工程结构的动力特性有关，分为水平地震作用，竖向地震作用和扭转地震作用。

地震作用效应（内力） 结构和构件由地震作用产生的内力（弯矩、轴力、剪力和变形）。

抗震验算 抗震验算包括截面强度验算、弹性变形验算、弹塑性变形验算，通过相应的验算表达式，选择合适的构件截面，使所受的地震内力（效应）与截面抗震承载能力取得平衡，或结构由地震产生的变形与结构变形能力取得平衡。

主要抗侧力构件 结构主要承受水平地震作用的构件，有相互正交，也有相互斜交的。

时程分析法 结构地震作用计算分析时，以地震动的过程作为输入，用数值积分求解运动方程，把输入时间过程分为许多足够小的时段，每个时段内的地震动变化假定是线性的，从初始状态开始逐个时段进行逐步积分，每一时段的终止作为下一时段积分的初始状态，直至地震终了，求出结构在地震作用下，从静止到振动，直至振动终止整个过程的反应（位移、速度、加速度）。逐步积分法有：中点加速度法，线性加速度法，威尔逊 θ 法，纽马克 β 法等。

振型分解法 根据结构动力学原理，结构在任意振动状态都可以分解为许多独立正交的振型，每一个振型都有一定的振动周期和振型位移，利用这个结构振动特性，可以将一个多自由度体系结构分解成若干个相当于各自振周期的单自由度体系结构，求结构的地震反应，然后用振型组合法求出多自由度体系的地震反应。

振型分解反应谱法 采用反应谱求各振型的反应时，称振型分解反应谱法。

振型分解时程分析法 采用时程分析法求各振型的反应时,称振型分解时程分析法。

底部剪力法 根据地震反应谱,以工程结构的第一周期和等效单质点的重力荷载代表值求得结构的底部地震总剪力,然后以一定的法则将底部总剪力在结构高度方向进行分配,确定各质点的地震作用。

平方和平方根 (SRSS) 法 振型组合方法之一,在多自由度体系中,取各振型独立反应效应平方和的开平方作为总反应效应的方法,又称均方根法。

完全二次项平方根 (CQC) 法 振型组合方法之一,在多自由度体系中,与 (SRSS) 法略有不同,总反应效应等于各振型独立反应效应的平方和加上不同振型间的耦连效应项后开平方。此法用于结构自振周期密集,各振型之间的耦连效应不可忽视时。

重力荷载代表值 抗震设计时,在地震作用标准值的计算和结构构件作用效应的基本组合中的重力荷载取值,它包括永久荷载 (恒载) 的标准值和可变荷载 (活荷载) 的组合值之和。

荷载标准值 结构或构件设计时,采用的各种荷载的基本代表值,其值根据结构使用期最大荷载的概率分布的某一分位数确定,或根据实践经验通过分析判断规定的公称值。抗震设计时即沿用《建筑结构荷载规范》规定值。

荷载组合值 当结构或构件承受两种或两种以上可变荷载、按承载能力极限状态或正常使用极限状态短期效应组合设计时,采用的一种可变荷载代表值,其值等于标准值乘以荷载组合值系数。荷载组合值系数即《规范》第四章表 4.1.3 所列系数。

荷载设计值 荷载代表值乘以荷载分项系数的值。

效应增大系数 由于计算分析时采用了简化方法或计算分析的假定条件有局限性,致使计算得的地震作用效应与实际有出入,需加以调整而采用的系数,如《规范》第四章第 4.2.3 条规定。效应增大一般只对被增大的局部产生影响,不对相邻部分产生影响 (不往下传)。

地震影响系数 即设计反应谱,它是地震系数 (地面运动峰值加速度与重力加速度的比值) 与地震动力放大系数 (或称标准反应谱) 的乘积。它与建筑所在地的设防烈度,影响本地区的地震的震级、震中距,建筑场地的条件有关,根据现有的实际强地震记录的反应谱统计分析并结合我国的经济条件协调确定。

特征周期 设计反应谱的周期轴上的几个周期值,与此相应可以确定反应谱的形状,此周期值反映了场地影响的特征,也反映了震级、震中距影响的特征,与往常所称场地卓越周期不同。场地卓越周期是在环境振动 (微小振动) 情况下,出现最多的周期分量,反应谱的特征周期则随震级、震中距远近,以及场地在受强震影响下土的变形大小而变。

作用效应系数 指作用效应值与产生该效应的作用值的比值,如集中荷载作用在简支梁的跨中时,跨中弯矩作用效应系数为 $1/4$ 乘以简支梁的跨度。

五、《规范》第五章 多层砌体房屋有关名词含义

粘土砖 以粘土为主要原料,经过焙烧而成,其外形为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ 的实心砖。

砌块 以混凝土、粉煤灰等制作的实心或空心砌块,当高度为 $180\text{mm} \sim 380\text{mm}$ 为小型砌块,高度为 $390\text{mm} \sim 980\text{mm}$ 为中型砌块,高度大于 980mm 为大型砌块。

横向 (水平向) 配筋粘土砖墙 沿粘土砖墙的高度,每隔若干皮砖在水平灰缝中配置纵向钢筋以提高墙体的延性和抗震承载力。

圈梁 沿楼板平面 (或底面) 的周边纵、横墙上设置并形成封闭状的水平构件,分钢筋

混凝土圈梁和钢筋砖圈梁。

钢筋混凝土构造柱 在房屋内外墙（或纵横墙）交接处设置的竖向钢筋混凝土构件，其功能为同圈梁结合对墙体起约束作用。

钢筋混凝土芯柱 混凝土砌块房屋的纵横墙交接处，在砌块孔洞中插入竖向钢筋，并填充混凝土，形成钢筋混凝土柱，以增加砌块房屋的整体性和延性。

檐口高度 《规范》所指檐口高度，算至房屋屋顶顶板上皮平面处的高度。

半地下室 房间室内地平面低于室外地平面的高度超过该房间净高 $1/3$ ，且不超过 $1/2$ 者。

全地下室 房间室内地平面低于室外地平面的高度超过该房间净高一半者。

进深梁 与纵墙方向垂直布置的梁。

六、《规范》第六章 多层和高层钢筋混凝土房屋有关名词术语含义

有框支层抗震墙结构 抗震墙结构因底层需要大空间，一部分抗震墙由柱支承，抗震墙不到达基础（不落地）。

框支层 部分抗震墙不落地由柱支承，部分抗震墙到达基础的楼层。

框支层的框架 框支层的梁柱组成的框架。

框支墙 有框支层的抗震墙，在框支层以上为抗震墙，在框支层由柱支承。

落地抗震墙 在有框支层抗震结构中，一部分连续到达基础的抗震墙。

单肢墙 墙面无洞口或有很小洞口，由于结构构件截面上内力分布大体一致，为独立悬臂单肢墙，或称整体墙。

小开洞墙 墙面上开有稍大洞口，整个墙体截面上正应力分布基本呈直线变化，称为小开洞整体墙。

联肢墙 墙面上有较大洞口，明显地由成列的洞口将墙体分成若干个墙肢，有一列较大洞口时，称双肢抗震墙，有两列以上较大洞口时，称多肢抗震墙。

弱连梁联肢墙 弱连梁联肢墙指在地震作用下各层墙段截面总弯矩，不小于该层以上连梁总约束弯矩 5 倍的联肢墙。

壁式框架 墙面开有很大洞口，其墙肢刚度大大降低，连梁与墙肢的刚度十分接近，受力情况已接近框架的受力特性，这类抗震墙称壁式框架。

抗震墙底部加强部位 在抗震墙的底部一定高度范围内加强抗剪能力，使该部位地震时可能出现塑性铰，而不致产生剪切破坏。

抗震墙边缘构件 为加强抗震墙的延性，在抗震墙的两端一定范围内集中配筋，形成端柱、暗柱和翼柱。

长柱 柱净高与截面高度（圆柱直径）之比大于 4 的柱。

短柱 柱净高与截面高度（圆柱直径）之比不大于 4 的柱。

大偏心受压构件 计算偏心距不小于界限偏心距的混凝土受压构件，构件受拉钢筋的屈服先于混凝土压碎，是延性较好的偏压构件。

小偏心受压构件 计算偏心距小于界限偏心距的混凝土受压构件，构件混凝土压碎先于受拉钢筋的屈服，是属于脆性破坏的构件。

界限偏心距 混凝土偏心受压构件的主要受压区高度取等于界限受压区高度时的相应偏心距。

强柱弱梁 框架结构抗震设计时的一个原则，要求框架节点两侧的框架梁先于框架柱形

成塑性铰。

强剪弱弯 结构构件抗震设计时的一个原则，要求与正截面受弯承载能力相对应的剪力值，低于该构件斜截面受剪承载能力。

剪力增大系数 钢筋混凝土框架梁、柱和抗震墙抗震设计时，为避免剪切破坏先于弯曲屈服，将梁、柱端部的截面和抗震墙底部加强部位，按计算分析得到的剪力予以增大而采用的系数（《规范》第六章第 6.2.5、6.2.6、6.2.7 条）。

钢筋间距 钢筋纵轴线之间的距离。

箍筋间距 沿构件纵轴线方向，箍筋轴线之间的距离。

箍筋肢距 箍筋平面内，单肢轴线之间的距离。

1.1.2 本手册简化用词

《规范》 《建筑抗震设计规范》(GBJ11--89) 的简写。

《78 规范》 《工业与民用建筑抗震设计规范》(TJ11--78) 的简写。

刚度 除专门说明者外，均指结构在水平地震作用下的侧向刚度。

柔度 除专门说明者外，均指结构侧移（向）柔度。

侧移 水平方向的位移。

周期 除专门说明者外，均指结构第一振型的自振周期。

地震作用（效应、内力） 均指水平方向的地震作用（效应、内力）。

框-墙结构 框架-抗震墙结构。

底框房屋 底层框架砖房。

内框房屋 内框架砖房。

烈度 设防烈度。

第二章 抗震设计有关的部分文件、资料

1.2.1 中国地震烈度区划图

地震烈度区划图是抗震设防的依据,地震基本烈度标明在区划图上。我国前后编制过三张地震烈度区划图。

第一张地震烈度区划图是1956年前后,由李善邦和徐煜坚编制的1:500万的地震区划图。该图采用了两条原则,即曾经发生过地震的地区,同样强度的地震将来还可能重演;地质条件相同的地区,地震活动性亦可能相同。这张区划图没有正式批准实行。

第二张地震烈度区划图称《中国地震烈度区划图(1977)》或1:300万地震烈度区划图,由国家地震局编图组完成。这个区划图是根据历史的和现在的地震活动性规律及地震地质等因素确定地震危险区划,即对未来100年内可能发生地震的地点和强度进行预测,在此基础上根据地震烈度衰减规律预测未来100年内遭遇的最大地震烈度分布。“未来100年”指的是从1973年算起的100年时间,最大地震烈度是具有确定性含义的长期预报。图上标明的地震基本烈度是按《78规范》进行抗震设计的依据。

第三张地震烈度区划图称《中国地震烈度区划图(1990)》,其比例尺为1:400万。这个区划图的编制采用了地震危险性概率方法,同《规范》的抗震设防准则是完全一致的。该图于1992年5月22日经国务院批准,并由国家地震局和建设部于1992年6月6日颁发。

为便于了解新老区划图的烈度差异,附录1.2.1-1列出全国部分市县基本烈度,附录1.2.1-3列出全国部分城市原1977年地震基本烈度区划图规定的基本烈度。

附录1.2.1-2列出《中国地震烈度区划图(1990)使用规定》。

1.2.2 中国地震烈度表

世界上有过几十种烈度表,现在通用的烈度表有1931年修订的Mercalli烈度表(即美国现在用的MM烈度表),日本气象厅烈度表,MSK烈度表等。

新中国成立后第一个中国地震烈度表是由中国科学院地球物理研究所编制,发表于1957年,称《新的中国烈度表》,这个表以原苏联的烈度表为借鉴,以我国历史地震的资料和遗迹为依据,分12度,与世界上各种12度烈度表大体相当。

最近的中国地震烈度表为国家地震局工程力学研究所修订的《中国地震烈度表》(1980)(见附录1.2.2-1)

地震烈度表的功用,一是作为地震发生后,根据一个地震区的破坏程度,评定这一地区发生多强烈的地震;二是提供相应于不同地震烈度的地震动物理量指标,作为抗震设计时地震作用计算的依据。

地震地面运动加速度是抗震设计最习用的物理量指标。我国最早采用的地震地面最大加速度是:7度为 $0.075g$,8度为 $0.15g$,9度为 $0.30g$;同《74规范》、《78规范》相应的(没有显式表示)是:7度为 $0.1g$,8度为 $0.2g$,9度为 $0.4g$ 。《中国地震烈度表》(1980)提供的参考物理量指标是:7度为 $0.125g$,8度为 $0.25g$,9度为 $0.5g$ 。

考虑到抗震设防标准和建设投资,并保持规范标准的延续性,由建设部发文统一规定(见附录 1.2.2-2):

术语名称:设计基本地震加速度。

定义:50年基准期超越概率10%的地震加速度的设计取值。

取值:7度 $0.1g$;8度 $0.2g$;9度 $0.4g$ 。

1.2.3 新建工程抗震设防 (见附录 1.2.3-1)

这个暂行规定由国家计委和建设部联合发布,共14条,对新建工程项目的抗震设防提出了原则规定,是新建工程抗震设计必须遵守的政府文件。在这个文件里正式规定了地震基本烈度为6度和6度以上地区,所有的新建工程必须进行抗震设防。

1.2.4 全国重点抗震城市和抗震防灾重点防御区

一、全国重点抗震防灾城市 (见附录 1.2.4-1)

二、全国12个抗震防灾重点防御区 (见附录 1.2.4-2)

1.2.5 建筑抗震设防等级 (见附录 1.2.5)

《规范》第一章,第1.0.4、1.0.5条规定了建筑应根据重要性分为甲、乙、丙、丁四类,但《规范》没有给出各类建筑的具体标准。为配合设计工作的需要,国家有关主管部门,安排了编制《建筑抗震设防等级标准》的任务,并已形成了报批稿,这里引为本节的一个附录,供大家参考,最后还应以国家正式批准的文件为准。

1.2.6 建筑地震破坏等级 (见附录 1.2.6)

《规范》第一章,第1.0.1条规定了抗震设计要达到“小震不坏,设防烈度可修,大震不倒。”此规定涉及三个烈度水准的定义,已在本篇第一章1.1.1节名词术语中交待了,至于“不坏”,“可修”,“不倒”,则主要是宏观概念。为使大家对地震破坏的程度有一个宏观概念,这里引入《建筑地震破坏等级划分标准》。这个标准也可作为评定地震区地震破坏等级的标准。

1.2.7 地震基本烈度10度区建筑抗震设防 (见附录 1.2.7)

《规范》对10度地震区的抗震设计没有作出规定,建设部抗震办公室,为适应10度地区的建筑抗震设计需要,曾发布了《地震基本烈度10度地区建筑抗震设防暂行规定》,这里作为本节的一个附录,供大家参考。