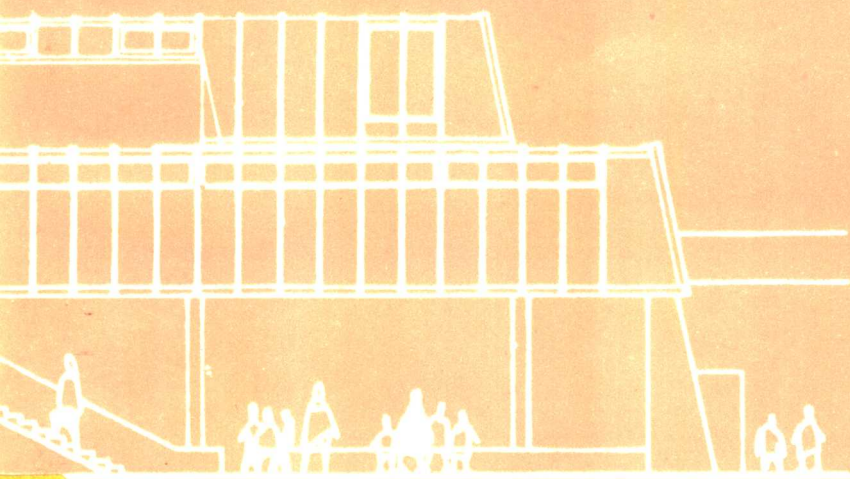


6 度地震区 建筑抗震设计·鉴定·加固

王广军 编著



地震出版社

6 度地震区建筑抗震 设计·鉴定·加固

王广军 编著

地震出版社

1992

(京) 新登字095号

内 容 简 介

本书依据《建筑抗震设计规范(GBJ11-89)》和《建筑抗震鉴定和加固规程(送审稿)》编写,目的是填补以往6度区不设防以致缺乏有关建筑抗震设计、鉴定和加固的资料,为广大6度区提供抗震设防依据。

全书共分三章。第一章介绍抗震设防目标及效果、场地分类、建筑物重要性分类及建筑地震破坏等级划分;第二章介绍GBJ11-89规范对6度区建筑抗震设计的规定及应用;第三章介绍6度区已有建筑的震前抗震鉴定,震前、震后加固及其施工机具和方法。

本书可供建筑结构抗震设计人员、管理人员、施工人员、研究人员及大专院校师生参考。

6 度地震区建筑抗震设计·鉴定·加固

责任编辑: 蒋乃芳

责任校对: 李 珏 张崇山

北京出版社出版

北京民族学院南路9号

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

850×1168 1/32 8.75印张 235千字

1992年4月第一版 1992年4月第一次印刷

印数 0001—10000

ISBN 7-5028-0541-9/TU·40

(930) 定价: 6.00元

前 言

我国基本烈度为6度地震影响的区域较广，约占国土总面积的23%。由于各种原因，解放后6度区的建筑并未进行抗震设防。因此，给人印象是基本烈度6度区为非地震区，可以不考虑建筑设防。然而，地震经验表明，位于6度区的建筑仍然会产生不同程度的破坏，甚至倒塌，并由此造成生命财产的损失。此外，烈度区划图中所划定的基本烈度为6度的地震影响区，尚有发生高烈度地震影响的可能。因此，6度区的建筑设防问题正日益引起重视。

本书第一章主要介绍新建房屋、已建不符合抗震要求房屋、遭遇地震破坏房屋的设防及其效果，同时叙述与设防相关的建筑物重要性分类及已有房屋遭遇地震破坏后的等级划分。位于6度区新建房屋的抗震设计要贯彻在不增加或少增加投资条件下尽可能提高其抗震性能的原则，《建筑抗震设计规范（GBJ11-89）》（以下简称89规范）对6度地震影响区的建筑设防即以抗震构造要求为设计思想。当然，对位于Ⅳ类场地上的高层建筑及高耸结构，则有更高的抗震要求，这在本书第二章中作相应介绍。

由于位于6度区内的大部分建筑以往并没有考虑抗震设防，因此对这类房屋在震前需进行抗震性能估价，而对震后遭到不同程度破坏的建筑需进行修复加固，以免今后使用期内发生地震时再次遭受破坏。为此，本书第三章介绍震前抗震鉴定和加固以及震后抗震修复加固的方法及其施工经验和机具。本书内容均依据89规范和正在制定的《建筑抗震鉴定和加固规程》的有关规定。

本书编著中参阅和引用了有关同志的工作成果，谨向所有对本书出版作出贡献的人们表示衷心感谢。限于时间以及编著者的水

平，书中错误和不当之处在所难免，衷心希望专家和读者批评指正。

王广军

1991年3月

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 设防目标和设防依据.....	(1)
一、地震灾害.....	(1)
二、设防目标和思想.....	(2)
三、地震烈度及其在规范中的应用.....	(5)
四、烈度区划图.....	(6)
五、国家重点抗震城市.....	(8)
六、设防区划.....	(8)
第二节 设防效果.....	(9)
一、新建房屋抗震设防的效果.....	(9)
二、新建房屋抗震设防的经济效益和社会效益.....	(11)
三、已有房屋加固的效果.....	(12)
四、震后建筑加固的效果.....	(13)
五、加固的经济效益和社会效益.....	(14)
第三节 6度区问题.....	(14)
一、6度地震影响区.....	(14)
二、出现高烈度影响的基本烈度6度区.....	(16)
三、6度区建筑的地震破坏.....	(16)
四、6度区建筑抗震设计的原则.....	(27)
第四节 建筑地震破坏的等级划分.....	(28)
一、等级划分的基本考虑.....	(28)
二、等级划分中的几个问题.....	(30)
三、建筑地震破坏的等级划分.....	(33)

四、建筑直接经济损失的估算.....	(39)
五、等级划分的应用.....	(40)
第五节 建筑物重要性分类	(42)
一、抗震规范的分类.....	(42)
二、各类建筑的抗震设防要求.....	(44)
第二章 建筑抗震设计	(49)
第一节 抗震设计基本要求	(49)
一、设计近震和远震.....	(49)
二、地基和基础设计的基本要求.....	(51)
三、平面、立面布置.....	(51)
四、防震缝.....	(52)
五、抗震结构体系.....	(53)
六、对抗震结构的构件要求.....	(54)
七、抗震结构各构件的连接.....	(55)
八、非结构构件.....	(55)
九、材料与施工.....	(57)
第二节 场地、地基和基础	(59)
一、场地选择.....	(59)
二、场地土类型划分.....	(60)
三、场地类别.....	(65)
四、场地类别的简化确定法.....	(66)
五、地基基础抗震验算.....	(67)
六、饱和土液化地基.....	(68)
第三节 地震作用和截面验算	(69)
一、地震力的确定方法.....	(69)
二、振型分解反应谱法.....	(70)
三、重力荷载代表值.....	(72)
四、地震影响系数的确定.....	(73)

五、自振周期的确定	(74)
六、楼层剪力分配	(75)
七、截面抗震验算	(75)
第四节 多层砌体房屋	(77)
一、概述	(77)
二、房屋的总高度等限制	(78)
三、结构体系要求	(80)
四、尺寸限值	(81)
五、构造柱的设置和要求	(83)
六、后砌非承重砌体的拉结要求	(84)
七、多层粘土砖房现浇钢筋混凝土圈梁的设置和构造要求	(84)
八、多层粘土砖房的楼、屋盖要求	(87)
九、过梁、基础要求	(88)
十、混凝土小砌块房屋	(89)
十一、混凝土中砌块房屋	(90)
第五节 多层及高层钢筋混凝土房屋	(90)
一、概述	(90)
二、房屋的抗震等级划分	(90)
三、规则结构的确定	(91)
四、结构类型的选择	(93)
五、楼、屋盖的长宽比	(94)
六、框架-抗震墙结构中抗震墙的设置	(95)
七、框架结构的砌体填充墙	(95)
八、抗震墙结构中的抗震墙设置	(99)
九、框架结构的基础系梁设置条件	(102)
十、钢筋接头和锚固	(102)
十一、框架内力调整	(103)
十二、框架节点核心区	(106)

十三、框架-抗震墙结构中框架和抗震墙的协同工作.....	(109)
十四、框架结构梁的设计.....	(110)
十五、框架柱的设计.....	(114)
十六、框架节点的箍筋要求.....	(117)
十七、抗震墙结构构造措施.....	(118)
十八、框架-抗震墙结构构造措施.....	(119)
第六节 底层框架和多层内框架砖房.....	(120)
一、概述.....	(120)
二、总高度和层数限值.....	(120)
三、抗震横墙的最大间距.....	(121)
四、底层框架砖房的底层设计.....	(122)
五、构造柱设置.....	(122)
六、楼、屋盖板设计.....	(123)
七、圈梁设置.....	(124)
八、窗间墙宽度.....	(124)
第七节 单层钢筋混凝土柱厂房.....	(124)
一、概述.....	(124)
二、平面布置.....	(125)
三、天窗架、屋架选型.....	(126)
四、柱选型.....	(127)
五、围护墙、封墙、隔墙的设计.....	(127)
六、厂房端部承重要求.....	(129)
七、有檩屋盖的连接及支撑布置.....	(129)
八、无檩屋盖构件的连接.....	(130)
九、天窗架的连接.....	(133)
十、屋架的截面与配筋.....	(134)
十一、柱的箍筋.....	(134)
十二、柱间支撑的设置和构造要求.....	(135)

十三、结构构件的连接节点.....	(136)
第八节 单层砖柱厂房	(136)
一、概述.....	(136)
二、防震缝设置.....	(137)
三、厂房的结构体系.....	(137)
四、木屋盖的支撑布置.....	(138)
五、圈梁的设置.....	(138)
六、山墙卧梁、壁柱的设计.....	(139)
七、屋架(屋面梁)与墙顶圈梁的连接.....	(140)
第九节 单层钢结构厂房	(141)
一、概述.....	(141)
二、结构体系.....	(141)
三、柱的长细比.....	(141)
第十节 单层空旷房屋	(142)
一、概述.....	(142)
二、防震缝设置.....	(142)
三、大厅的砖柱设计.....	(143)
四、舞台口横墙要求.....	(143)
五、圈梁设计.....	(143)
六、其它.....	(144)
第十一节 土结构房屋	(144)
一、概述.....	(144)
二、总高度限制.....	(144)
三、墙体.....	(145)
四、地基、基础.....	(146)
五、圈梁设置.....	(146)
六、土拱房.....	(146)
七、土窑洞.....	(146)
第十二节 村镇木结构房屋	(147)

一、概述	(147)
二、平面布置	(147)
三、高度限制	(148)
四、空旷房屋设计	(148)
五、支撑、斜撑和连接	(149)
第十三节 石结构房屋	(150)
一、概述	(150)
二、总高、层数限值及横墙间距	(151)
三、其它构造要求	(152)
第十四节 烟囱	(153)
一、概述	(153)
二、烟囱的选型	(153)
三、砖烟囱的配筋	(154)
四、防震缝设置	(156)
第十五节 水塔	(156)
一、概述	(156)
二、基础	(157)
三、钢筋混凝土筒支承水塔的构造要求	(157)
四、钢筋混凝土支架水塔的构造要求	(157)
五、砖筒支承水塔的构造要求	(158)

第三章 房屋抗震鉴定与加固 (159)

第一节 概述	(159)
一、抗震鉴定与鉴定标准	(159)
二、抗震加固的范围和重点	(161)
三、抗震加固程序	(163)
四、建筑抗震加固对策	(164)
五、抗震加固措施	(165)
六、抗震鉴定、加固法规	(166)

第二节 各类房屋的抗震鉴定与加固	(168)
一、多层砖房	(168)
二、底层框架和多层内框架砖房	(175)
三、多层钢筋混凝土框架房屋	(177)
四、单层钢筋混凝土柱厂房	(179)
五、单层空旷砖房和单层砖柱厂房	(182)
六、独立砖烟囱	(184)
七、独立水塔	(185)
第三节 建筑震后加固	(186)
一、加固水准考虑	(186)
二、修复加固可能性的原则	(187)
三、特殊建筑的修复加固过程	(189)
四、多层砖房墙体的修复加固	(189)
五、喷射混凝土在震后抢修中的应用	(194)
六、震后加固实例	(197)
第四节 抗震加固中的若干问题	(218)
一、抗震加固经费的筹集和应用	(218)
二、加固设计不当问题	(218)
三、加固设计时考虑美观的问题	(219)
四、多层砖房加固措施的问题	(222)
五、单层厂房加固的问题	(224)
六、加固经济指标	(229)
第五节 加固施工用具、机具和材料	(229)
一、锚杆	(229)
二、YJ-1型多用喷浆机	(233)
三、脚手、脚手架	(234)
四、起降操作平台	(241)
五、模板	(242)
六、钻孔机具	(250)

七、双丝杠顶拉夹具.....	(254)
八、钢拉杆拉紧器.....	(256)
九、树脂胶泥锚固剂.....	(257)
附录.....	(263)
I. 地震基本烈度 6 度地区重要城市抗震设防和加固 的暂行规定.....	(263)
II. 地震基本烈度 6 度区现有建筑抗震加固暂行规定.....	(265)
参考文献.....	(267)

第一章 总 论

第一节 设防目标和设防依据

一、地震灾害

我国是多地震的国家。早在4000多年前就有地震发生的记载，近代的有关记载就更为详细了。据统计，本世纪以来共发生破坏性地震2600多次，其中6级以上的地震500多次，8级以上地震9次。这些地震大多给人民生命财产造成巨大损失。如1556年1月23日陕西华县8级地震，有83万人死亡；1920年12月16日宁夏海原8.5级地震有20万人死亡。建国以来造成巨大损失的典型震例为：

1. 邢台地震

1966年3月8日和22日，河北省邢台地区相继发生6.8级和7.2级强烈地震，震中烈度分别为9度和10度，80个县、市受灾，其中隆尧、宁晋、巨鹿三县灾情最重。地震造成8064人死亡，38451人受伤，损坏房屋508万间，破坏桥梁101座。经济损失10亿元。

2. 辽宁海城地震

1975年2月4日，辽宁省海城-大石桥地区发生7.3级强烈地震，震中烈度9度。海城和营口地区遭到严重破坏，鞍山市受到一定程度的破坏。地震造成1328人死亡，16980人受伤，城镇房屋破坏500万 m^2 ，城镇公共设施破坏165万 m^2 ，农村房屋破坏1740万 m^2 ，城市交通、水利设施破坏2937个。经济损失4.0亿元。

3. 河北唐山地震

1976年7月28日，河北省唐山-丰润地区发生7.8级大地震，震中烈度11度。造成24.2万多人死亡，16.4万多人重伤，其中唐山市区死亡14.8万人，重伤8.1万人，倒塌房间3219186间。经济损失

约100亿元。

4. 云南澜沧—耿马地震

1988年11月6日，云南澜沧—耿马地区发生7.6级和7.2级强烈地震，震中烈度9度强。滇西南五个地州、20个县市、299个乡镇、2769个村不同程度地遭受了损失。共有748人死亡，3759人重伤，3992人轻伤，倒塌和震损房屋224万间。经济损失20.5亿元。

地震造成人员伤亡和经济损失的主要原因是房屋建筑的倒塌和工程设施、设备的破坏。因此，减轻灾害的重点应是新建房屋的抗震设防和不符合抗震要求的已建房屋的加固。我国的抗震经验表明，凡是进行抗震设防的建筑或是按鉴定加固规程进行过加固的房屋，在遭遇到设防烈度地震影响时，其损坏程度将大为减轻，并可不倒塌伤人。

二、设防目标和思想

众所周知，抗震设计规范是以法律的形式，规定位于地震区的建筑物必须进行抗震设防。抗震规范编制的目的，就是在当前国民经济条件许可的情况下，对建筑物采取一定的抗震措施（例如场地选择、结构强度、变形验算、构造措施等），以使地震发生时，人民生命和重要生产设备不致遭受危害。这是政策性与技术性相结合的抗震设防总要求。所谓政策性就是目前国家的财力、物力条件；所谓技术性就是当前地震工程科学技术所能达到的水准。

就政策性来说，对建筑物的设防要求不是保证建筑物的完整无损，而是允许有一定程度的损坏。国内外抗震设防的经验表明，如果要求建筑物经强烈地震后完整无损，不仅要大大增加设防投资，而且在技术上也是难以解决的。另外，考虑到强烈地震不是经常发生的，遭受强烈地震后，只要建筑物不产生严重破坏和倒塌，经一般修理可继续使用，基本上就达到了抗震目的。

就技术性来说，目前国内外对地震规律性的认识还很不足，而规范的科学依据只能是现有的经验和资料。因此，规范只能依据现有科学水平而作相应规定。

根据上述考虑,《工业与民用建筑抗震设计规范TJ11-74》(以下简称74规范)所确定的设防目标为:“建筑物遭遇到相当于设计烈度的地震影响时,建筑物允许有一定的损坏,不加修理或稍加修理仍可继续使用”。这本规范公布后,我国相继发生了破坏性极大的海城7.3级地震和唐山7.8级地震。这两次地震的震中烈度都比基本烈度高,特别是唐山地震竟比预估的高5度。这一严酷事实提醒人们,对于某一地区未来可能发生的罕遇地震,规范也应作出相应规定,以使其设计的建筑在遭受罕遇地震时不倒塌伤人。这就是89规范对《工业与民用建筑抗震设计规范(TJ11-78)》(以下简称78规范)设防目标调整的基准。

近年来,国际上的一些抗震设计规范和标准也提出一些新的设防标准,具体有如下几种类型。

(1) 国际标准组织提出的针对不同强度地震采用不同的设防标准:

- 遇到偶然发生的一般强度地震时,防止结构损坏,并减小其它部位的损坏。
- 遇到非常少有的强烈地震时,避免倒塌或严重的灾难性的破坏。

(2) 经互会八国规范提出的两种地震烈度条件下采取两种设防标准:

- 当发生不超过计算烈度、较常发生的地震时,允许非结构构件的局部损坏,或某些次要承重构件的损坏。
- 特殊情况下,发生可能性很小的大于计算烈度的大地震时,允许承重结构损坏,但建筑物不应倒塌。

(3) 美国ATC-3抗震规范:

- 抵抗小震不损坏。
- 抵抗中等地震,结构不显著破坏,但非结构部分有些损坏。
- 抵抗大地震,结构或其构件和设备有大的破坏,但必须保证生命安全。

由上述规定不难看出，国际上抗震设计规范设防思想的总趋势是：在建筑物使用寿命期间，对不同频度和强度的地震，建筑物应具有不同的抵抗能力。即对一般较小的地震，由于其发生的可能性较大，因此要求防止结构损坏。这在技术上、经济上是 可以 做到的。强烈地震发生的可能性较小，而且如果要求结构遭遇强烈地震时不损坏，则在经济上是不合理的。因此应允许结构有损坏，但在任何情况下，不应导致建筑物倒塌。

基于国际上的这一趋势，结合我国目前的经济能力，89规范提出的设防目标，按如下三个水准考虑：

第一水准：多遇地震烈度影响时，建筑不坏；

第二水准：设防烈度影响时，建筑可修；

第三水准：罕遇地震烈度影响时，建筑不倒。

上述三个水准是“小震不坏，大震不倒”的具体化。根据对我国华北、西北和西南地区60多个城市的地震危险性分析，50年超越概率为63.2%的地震烈度为众值烈度，规范取为第一水准烈度，比第二水准烈度约低1.5度。50年超越概率为10%的烈度大体相当于现行地震区划图规定的基本烈度，规范取为第二水准烈度。50年超越概率为2%—3%的烈度，大约比基本烈度高1度左右，规范取为第三水准烈度。2%—3%的超越概率是规范取用的罕遇地震的一个概率水准。

与各地震烈度水准相应的抗震设防目标是：遭遇第一水准烈度时，建筑物一般不损坏。即在一般情况下（不是所有情况下），从使用角度建筑物处于正常使用状态；从结构抗震分析角度，可以视结构为弹性体系，应用弹性反应谱进行弹性分析。遭遇第二水准烈度时，结构进入一定程度的非弹性工作阶段，但非弹性的变形或结构体系的损坏控制在可修复的范围。遭遇第三水准烈度时，结构可以有较大的非弹性变形，但应控制在规定的范围内，以免发生倒塌。

关于89规范的设防目标尚有如下几点需加以说明：