

# 建筑抗震设计规范

GBJ 11—89

## 统一培训教材

建设部抗震办公室编



地震出版社

# 建筑抗震设计规范

GBJ11-89

## 统一培训教材

建设部抗震办公室 编

地震出版社

1991

## 内 容 简 介

为帮助设计人员尽快掌握和应用《建筑抗震设计规范 (GBJ 11-89)》，本书阐述了中国抗震防灾的形势和战略，系统地介绍了新规范的修订简况和主要依据、抗震设防政策、抗震概念设计和新规范各章的基本思路和内容，包括：场地分类，砂土液化，地震作用和抗震验算，多层砌体、多高层钢筋混凝土房屋和单层厂房的抗震设计新规定。重点介绍新老规范的差异、所考虑的因素和应用时的注意事项，以及规范条文未能完全明确的若干问题在工程设计中的处理方法。

本书系全国各地区、各部门进行《建筑抗震设计规范 (GBJ 11-89)》培训的统一教材，也可供有关大专院校讲授抗震设计课程时参考。

### 建筑抗震设计规范

GBJ 11-89

### 统一培训教材

建设部抗震办公室 编

责任编辑：蒋乃芳

责任校对：李 珏

---

地震出版社 出版

北京民族学院南路9号

国防大学第一印刷厂印刷

---

850×1168 1/32 8.875印张 236千字

1990年10月第一版 1991年8月第三次印刷

印数 33001—43000

ISBN 7-5028-0427-7/TU·29

(815) 定价：5.20元

# 建筑抗震设计规范(GBJ 11-89)

## 统一培训教材

### 作 者

- 陈寿梁 建设部设计管理司副司长, 抗震办公室副主任, 高级工程师  
原规范(《74规范》《78规范》) 主要起草人,  
编写第一、三讲
- 龚思礼 中国建筑科学研究院, 研究员  
新规范主编, 编写第二、四讲
- 魏 珪 中国建筑科学研究院, 研究员  
新规范第一修订小组组长, 编写第七讲
- 谢君斐 国家地震局工程力学研究所, 研究员  
新规范第二修订小组组长, 编写第六讲
- 周锡元 中国建筑科学研究院, 研究员  
新规范第二修订小组副组长, 编写第五讲
- 周炳章 北京市建筑设计研究院, 高级工程师  
新规范第三修订小组组长, 编写第八、十一讲
- 胡庆昌 北京市建筑设计研究院, 高级工程师  
新规范第四修订小组组长, 编写第九讲
- 钟益村 中国建筑科学研究院, 高级工程师  
新规范第四修订小组副组长, 编写第十讲
- 裘民川 机械电子工业部设计研究总院, 高级工程师  
新规范第五修订小组组长, 编写第十二讲

## 编辑人员

**总编辑:** 戴国莹 (中国建筑科学研究院, 高级工程师  
新规范条文总成组成员)

**编辑:** 刘志刚 杨恩弟 刘 华 曲 琦

# 前 言

新的国家标准《建筑抗震设计规范 (GBJ11-89)》作为国家标准《建筑结构设计统一标准 (GBJ 68-84)》的一系列配套建筑结构设计标准,已由建设部批准,以 (89) 建标字第 14 号文通知正式颁布,于 1990 年 1 月 1 日起施行。

鉴于 1976 年以来,我国的地震活动在经历了 10 多年相对平静的阶段之后,又进入一个新的活跃期,近两年内  $M5$  级以上地震的次数已大大高于本世纪以来年平均发震次数。预计这个新的地震活跃期可能持续到本世纪末,要做好准备,在即将到来的强震连续发生的高峰期中,最大限度地减轻地震灾害。切实按新抗震设计规范的要求,把好新建工程的抗震设防关,是一项重要的根本性的减灾措施。

为此,建设部、国家计委以 (89) 建抗字第 586 号文联合颁发了“新建工程抗震设防暂行规定”,1990 年建设部又以 (90) 建抗字第 16 号文发布了“关于执行建筑抗震设计规范 (GBJ11-89) 有关问题的通知”,明确要求加快新抗震设计规范的施行,以尽量减轻地震灾害。这些决定的主要考虑是严峻的地震形势和新旧规范的显著差异:

(1) 新规范共 11 章 7 个附录,汲取了历次大地震震害经验和工程抗震的最新研究成果,更新了设计概念,改善了设计方法,增加了抗震措施,大大提高了建筑结构抗倒塌的能力;

(2) 新规范大大增加了抗震覆盖面,使我国广大 6 度区的抗震设防,有了明确的技术依据;

(3) 新规范较好地把政策性、科学性、先进性、经济性、实用性和规范延续性等诸方面的要求结合起来,有利于贯彻执行

“新建工程抗震设防暂行规定”，使工程建设的抗震设防，既符合抗震要求，又尽量节约投资。

近年来多次强震灾害证明，由于灾区建设市场混乱，无证设计、无照施工，造成房屋质量低劣，建设投资结构不合理，追求高标准装修而忽视结构安全性，以致震害严重，经济损失加剧。因此，强调新规范的施行，将有助于克服混乱和不合理的投资结构。

考虑到《建筑结构设计统一标准》的配套规范与 70 年代编制的规范有很大的不同，施行过程中有一定的难度，为确保新建工程的抗震安全性，帮助各设计单位更快、更好地正确掌握和应用《建筑抗震设计规范(GBJ11-89)》(以下简称“新规范”)，特在 1990 年 7 月全国抗震规范高级研讨班教材的基础上，由新规范各修订组组长作进一步的补充和修改，编成统一培训教材，重点介绍新规范和《工业与民用建筑抗震设计规范 (TJ11-78)》(以下简称《78 规范》)的主要差别、所考虑的因素和应用时的注意事项，以及新规范未完全明确的若干问题在工程设计中的处理方法。

今后，各地区、各部门进行抗震设计规范的培训，应统一采用本教材。

**建设部抗震办公室**

1990 年 8 月

# 目 录

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 第一讲 总论——中国抗震防灾的形势和战略 .....  | ( 1 )  |
| 一、中国是世界上地震灾害最严重的国家 .....    | ( 1 )  |
| 二、要高度重视抗震防灾工作面临严峻的地震形势 ..   | ( 7 )  |
| 三、减轻地震灾害的根本措施是抓好抗震防灾工作 ..   | ( 10 ) |
| 第二讲 抗震设计新规范修订简介 .....       | ( 23 ) |
| 一、简要过程 .....                | ( 23 ) |
| 二、国内外背景 .....               | ( 24 ) |
| 三、修订的主要内容 .....             | ( 25 ) |
| 四、与各结构设计规范的关系 .....         | ( 29 ) |
| 五、经济分析 .....                | ( 30 ) |
| 第三讲 抗震设计的若干政策性问题 .....      | ( 32 ) |
| 一、新旧规范交替期间如何执行的问题 .....     | ( 32 ) |
| 二、新建工程基本烈度的复核问题 .....       | ( 37 ) |
| 三、切实抓好基本烈度 6 度地区的抗震问题 ..... | ( 40 ) |
| 附：有关抗震设防的规定 .....           | ( 45 ) |
| 第四讲 建筑结构抗震设计的基本要求 .....     | ( 65 ) |
| 一、典型地震灾害的启示 .....           | ( 66 ) |
| 二、建筑和结构的布局 .....            | ( 77 ) |
| 三、抗震结构体系 .....              | ( 83 ) |
| 四、非结构构件 .....               | ( 91 ) |

|     |                   |       |
|-----|-------------------|-------|
| 第五讲 | 场地分类和抗震设计反应谱      | (94)  |
| 一、  | 场地类别划分的基本依据       | (94)  |
| 二、  | 新场地分类的要点          | (102) |
| 三、  | 抗震设计反应谱的修订依据      | (104) |
| 四、  | 新设计反应谱的要点         | (115) |
| 第六讲 | 砂土和粉土液化的判别和处理     | (120) |
| 一、  | 原判别式的依据、可靠性与缺点    | (120) |
| 二、  | 修改原则              | (122) |
| 三、  | 新方法的步骤与可靠性        | (123) |
| 四、  | 设计中应注意的几个问题       | (126) |
| 第七讲 | 地震作用和结构抗震验算       | (129) |
| 一、  | 规范抗震设计计算方法的比较     | (129) |
| 二、  | 多遇地震和罕遇地震的划分      | (133) |
| 三、  | 水平地震作用下的抗震计算      | (135) |
| 四、  | 竖向抗震计算            | (145) |
| 五、  | 截面抗震承载力验算         | (147) |
| 六、  | 结构抗震变形验算          | (151) |
| 第八讲 | 多层砌体房屋的抗震设计       | (155) |
| 一、  | 砌体结构的地震破坏及其规律     | (157) |
| 二、  | 砌体结构抗震设计的一般规定和措施  | (161) |
| 三、  | 砌体结构抗震承载力验算       | (167) |
| 四、  | 构造柱的设置和作用         | (171) |
| 五、  | 多层砌块房屋的构造措施       | (174) |
| 第九讲 | 多层和高层钢筋混凝土房屋的抗震设计 | (180) |
| 一、  | 适用高度和抗震等级         | (180) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 二、建筑结构总体布置 .....                  | (184) |
| 三、计算及构造要求 .....                   | (192) |
| <b>第十讲 多层钢筋混凝土框架抗震设计若干问题</b> ..   | (205) |
| 一、框架结构二阶段抗震设计的表达式 .....           | (205) |
| 二、抗震计算中的延性保证 .....                | (210) |
| 三、构造措施上的延性保证 .....                | (215) |
| 四、框架结构楼层受剪承载力的计算 .....            | (220) |
| <b>第十一讲 底层框架和内框架砖房的抗震设计</b> ..... | (229) |
| 一、震害概况 .....                      | (229) |
| 二、抗震设计的一般规定 .....                 | (232) |
| 三、计算要点 .....                      | (236) |
| 四、抗震构造措施 .....                    | (238) |
| <b>第十二讲 单层厂房抗震设计的新规定及其应用</b> ..   | (241) |
| 一、总体抗震设计规定 .....                  | (241) |
| 二、抗震计算新规定 .....                   | (245) |
| 三、抗震构造设计规定 .....                  | (265) |

# 第一讲 总 论

## ——中国抗震防灾的形势和战略

地震是一种突发的自然灾害。目前，在科学技术上还不能控制地震的发生，但是，可以预防和减轻地震灾害。千百年来，人类为了生存和发展，在与地震灾害的斗争中，积累了丰富的经验，特别是建国 40 年来，认真总结了历次强震的震害经验，形成了一门新的学科——抗震防灾学，即通过工程、技术手段，采取各种防范措施，以尽量减轻地震灾害。

跨进本世纪最后的 10 年，我国将实现到本世纪末国民生产总值再翻一番的伟大战略目标，但这未来的 10 年也正是我国进入一个新的地震活跃期的 10 年，因此，当前研究如何尽最大努力减轻地震灾害，对于保障社会的安定、团结，国民经济持续稳定的发展，有着十分重要的意义。

### 一、中国是世界上地震灾害最严重的国家

我国地处世界上两个最活跃的地震带，东濒环太平洋地震带，西部和西南部是欧亚地震带所经过的地区，是世界上多地震国家之一。我国也是世界上有地震历史记载最丰富的国家，有文字可考的历史约有 4000 多年，公元前 1831 年发生的一次泰山地震，《竹书记年》中曾有记载：“夏帝发”“七年泰山震”。自本世纪以来的 80 多年内，共发生破坏性地震 2600 余次，其中 6 级以上破坏性地震 500 余次，平均每年 5.4 次，8 级以上地震 9 次（表 1.1）。在此期间，经历了 4 个地震活动高潮期。特别是 1966 年

以来的第四个地震活动高潮期，在我国西南和华北平原发生了一系列 7 级以上强震，给人民生命财产和国民经济造成了十分严重的损失，这是一个必须深刻记取的教训。

表 1.1 本世纪以来的 9 次 8 级强震统计

| 序 号 | 发 震 时 间    | 地 震 名 称  | 震 级 |
|-----|------------|----------|-----|
| 1   | 1902.8.22  | 新疆阿图什    | 8.3 |
| 2   | 1906.12.23 | 新疆马纳斯    | 8.0 |
| 3   | 1920.6.5   | 台湾花莲东南海中 | 8.0 |
| 4   | 1920.12.16 | 宁夏海原     | 8.5 |
| 5   | 1927.5.23  | 甘肃古浪     | 8.0 |
| 6   | 1931.8.11  | 新疆富蕴     | 8.0 |
| 7   | 1950.8.15  | 西藏察隅     | 8.5 |
| 8   | 1951.11.18 | 西藏当雄     | 8.0 |
| 9   | 1972.1.25  | 台湾新港东海中  | 8.0 |

地震给人类带来了巨大的灾害，而中国人民遭受的地震灾害尤为严重。地震造成的人员伤亡，中国居世界首位。1556 年 1 月 23 日陕西华县 8 级地震，死 83 万人；1920 年 12 月 16 日宁夏海原 8.5 级地震死 20 余万人；1976 年 7 月 28 日河北唐山 7.8 级地震，死 24.2 万人。世界地震历史上死亡人数最多的一次地震是在中国（即华县地震），而近代大地震中，死亡人数最多的一次地震也在中国（即唐山地震）。20 世纪以来，世界上破坏严重的 20 次灾难性地震，共死亡 101 万人，其中发生在中国的有 2 次，死亡 44.2 万人。地震次数中国占 10%，而死亡人数占 43.76%。20 世纪以来，一次地震死亡人数超过 10 万的大地震共有 4 次，共死亡 68 万人，其中 2 次发生在中国，死亡人数占 65%。20 世纪 70 年代，是近代世界上地震灾害较大的 10 年。这 10 年中，全世界死于地震灾害的总人数达 41.29 万人，而中国占 63.7%。地震造成伤残的总人数为 38.8 万人，中国占 56%

强。在这 10 年内，日本 14 次地震，死亡 129 人；美国 12 次地震，死亡 65 人；而中国 10 次地震，死亡人数却为 26.3 万人。我国建国以来至 1989 年底的统计，在大陆地区发生 5 级及其以上地震 943 次，其中造成破坏和伤亡的约 130 次，占 14%；造成严重破坏的 7 级以上强震有 13 次，受灾面积达 18.42 万平方公里，伤亡人数达 49 万多人，震毁房屋达 831.8 万多间（表 1.2）。上述一系列数字，足以引起人们对抗震防灾工作的高度重视。

地震造成的经济损失，也十分巨大。仅据上述 13 次 7 级及以上强震的不完全统计，造成的经济损失约 320 多亿元，地震发生在大、中城市或人口稠密地区，经济损失尤为严重。唐山地震直接损失近百亿元，震后恢复重建又花了近百亿元。邢台地震直接经济损失 10 亿元。就是一个发生在人口稠密农村的中强地震，损失了也是很大的。1979 年江苏溧阳 6 级地震，直接经济损失 1.3 亿元；1983 年山东菏泽 5.9 级地震，直接经济损失 2.5 亿元；1987 年江西寻乌 5.5 级地震，直接经济损失 9800 万元。1985 年 8 月新疆乌恰 7.4 级地震，发生在人口稀少的边境地区，直接经济损失近 1 亿元，救灾 1400 万元，重建乌恰县城还要 8000 万元（表 1.3）。

地震对中国人民危害如此之大，其主要原因有以下几条。

### 1. 我国地震活动分布范围广

据历史记载，全国除个别省以外，都发生过 6 级以上地震。地震区（地震基本烈度 6 度及其以上地区）的面积占全部国土面积的 60%（表 1.4）。由于地震活动范围广，震中分散，以致不易捕捉地震发生的具体地点，难以集中防御目标。

### 2. 地震的震源浅、强度大

我国的地震 2/3 发生在大陆地区，这些地震绝大多数是震源深度为 20—30km 的浅源地震，对地面建筑物和工程设施的破坏较重。只有东北鸡西、延吉一带，及西藏、新疆西部个别地

表 1.2 建国以来中国大陆 7 级以上地震灾害统计

| 序号  | 地 震     | 发震时间      | 震级         | 基本<br>烈度 | 地震<br>烈度 | 受灾面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 死 亡<br>(人) | 伤 残<br>(人) | 倒塌房屋<br>(间) |
|-----|---------|-----------|------------|----------|----------|----------------------------|------------|------------|-------------|
| 1   | 四川康定    | 1955.4.14 | 7.5        | 10       | 9        | 5000                       | 84         | 224        | 636         |
| 2   | 新疆乌恰    | 1955.4.15 | 7.0        | 9        | 9        | 16000                      | 18         | —          | 200         |
| 3   | 河北宁晋    | 1966.3.22 | 7.2        | 6        | 10       | 23000                      | 7938       | 8613       | 1191643     |
| 4   | 渤海      | 1969.7.18 | 7.4        | —        | —        | —                          | 9          | 300        | 16290       |
| 5   | 云南通海    | 1970.1.5  | 7.7        | 9        | 10       | 1777                       | 15621      | 26783      | 338456      |
| 6   | 四川炉霍    | 1973.2.6  | 7.9        | 9        | 10       | 6000                       | 2199       | 2743       | 47100       |
| 7   | 云南永善-大关 | 1974.5.11 | 7.1        | 8        | 9        | 2300                       | 1641       | 1600       | 66000       |
| 8   | 辽宁海城    | 1975.2.4  | 7.3        | 6        | 9        | 920                        | 1328       | 4292       | 1113515     |
| 9   | 云南龙陵    | 1976.5.29 | 7.6        | 8        | 9        | —                          | 73         | 279        | 48700       |
| 10  | 河北唐山    | 1976.7.28 | 7.8        | 6        | 11       | 32000                      | 242769     | 164851     | 3219186     |
| 11  | 四川松潘-平武 | 1976.8.16 | 7.2        | 6—9      | 8        | 5000                       | 38         | 34         | 5000        |
| 12  | 新疆乌恰    | 1985.8.23 | 7.4        | 9        | 9        | 526                        | 70         | 200        | 30000       |
| 13  | 云南澜沧-耿马 | 1988.11.6 | 7.6<br>7.2 | 8        | 9        | 91732                      | 748        | 7751       | 2242800     |
| 小 计 |         |           |            |          |          | 184255                     | 272536     | 217670     | 8318526     |

区，发生过震源深度大于 30km 或 400—500km 的深源地震。近 80 年来，我国发生 7 级以上强震约占全球的 1/10 强，而地震释放的能量则占全球强震总释放能量的 2/10—3/10。

表 1.3 建国以来我国大陆地震经济损失统计

| 序号 | 发震年、月   | 地 点       | 震 级      | 经济损失<br>(亿元) |
|----|---------|-----------|----------|--------------|
| 1  | 1966.2  | 云南东川      | 6.5      | 0.2          |
| 2  | 1966.3  | 河北宁晋      | 7.2      | 10.0         |
| 3  | 1970.1  | 云南通海      | 7.7      | 3.0          |
| 4  | 1974.5  | 云南永善—大关   | 7.1      | 0.9          |
| 5  | 1975.2  | 辽宁海城      | 7.3      | 4.0          |
| 6  | 1976.5  | 云南龙陵—潞西   | 7.4      | 1.4          |
| 7  | 1976.7  | 河北唐山      | 7.8      | 近 100        |
| 8  | 1976.11 | 四川盐源—云南宁蒗 | 7.0      | 0.2          |
| 9  | 1979.7  | 江苏溧阳      | 6.0      | 1.3          |
| 10 | 1981.1  | 四川道孚      | 6.9      | 0.3          |
| 11 | 1983.11 | 山东菏泽      | 5.9      | 2.5          |
| 12 | 1985.3  | 新疆乌恰      | 7.4      | 1.0          |
| 13 | 1987.8  | 江西寻乌      | 5.5      | 0.93         |
| 14 | 1988.11 | 云南澜沧—耿马   | 7.6, 7.2 | 20.5         |
| 15 | 1989.4  | 四川巴塘      | 6.7      | 3.9          |
| 16 | 1990.4  | 青海共和      | 6.9      | 2.0          |

表 1.4 中国地震基本烈度面积分类

| 地震基本烈度分类   | 面 积<br>( $10^4\text{km}^2$ ) | 百分比<br>(%) |
|------------|------------------------------|------------|
| 5 度及其以下地区  | 384.5                        | 40.1       |
| 6 度区       | 263.5                        | 27.4       |
| 7 度区       | 206.4                        | 21.55      |
| 8 度区       | 71.3                         | 7.37       |
| 9 度区       | 23.6                         | 2.46       |
| 10 度及其以上地区 | 10.7                         | 1.12       |
| 小 计        | 960.0                        | 100.00     |

### 3. 位于地震区的大、中城市多，建筑物抗震能力低

我国 450 个城市中，位于地震区的占 74.5%，有一半位于地震基本烈度 7 度及其以上的地区；28 个百万以上人口的特大城市，有 85.7% 位于地震区，50—100 万人口的大城市和 20—50 万人口的中等城市 80% 位于地震区；特别是一批重要城市，如北京、天津、西安、兰州、太原、大同、呼和浩特、包头、汕头、海口等，都位于地震基本烈度 8 度的高烈度地震区。

新中国成立后的 20 多年，新建工程一般均未考虑抗震设防，直到 1974 年才颁发第一本《工业与民用建筑抗震设计规范》，因此，在此以前新建的大量房屋和工程设施，不能抗御地震的袭击。旧中国遗留下来的老旧房屋，广大农村建筑，土、石结构房屋，南方地区的空斗墙、12 墙房屋，抗震能力更差，遭遇 5 级左右的地震就会有所破坏。历次大地震造成人民生命财产的损失，主要是由抗震能力差的房屋和工程设施的破坏造成的。

### 4. 强震的重演周期长

我国强震的重演周期大多在百年乃至数百年，因此，对抗震防灾工作的重要性、紧迫性易被忽视。特别是在我国人口稠密、城市密集、工业集中的东部地区，自 1604 年福建泉州 8 级地震，1668 年山东郯城 8.5 级地震，1679 年河北三河、平谷 8 级地震和 1695 年山西临汾 8 级地震之后，在 280 多年内没有发生 8 级左右的大震。河北省历史上发生过 3 次 7.5 级以上的强震（1679 年三河、平谷 8 级地震，1830 年磁县 7.5 级地震，1976 年唐山 7.8 级地震），发震时间分别相隔 151 年和 146 年；山西省历史上发生过 3 次 7.5 级以上的强震（512 年代县 7.5 级地震，1303 年洪洞 8 级地震，1695 年临汾 8 级地震），发震时间分别相隔 791 年和 392 年；山东省的郯城地震（1668 年 8.5 级地震）和菏泽地震（1937 年 7 级地震）相隔 269 年。由于强震的重演周期长，容易使人们在现实生活中忽视地震灾害的威胁，也容易忘记地震灾害的惨痛教训，因而对抗震防灾工作的重要性认识不

足，对于地震灾害的突发性准备不够，思想麻痹，放松警惕，而给地震的突然袭击以可乘之机。

震源浅、强度大，地震的破坏就大。地震活动分布范围广，城市集中，建筑物和工程设施抗震能力低，再加上强震重演周期长，对抗震防灾工作易于忽视，这就是中国抗震防灾工作必须考虑的地震环境影响和特点。这是我国抗震防灾工作的国情，也是我国研究抗震防灾科学决策，制定各项具体对策的基本出发点。

## 二、要高度重视抗震防灾工作 面临严峻的地震形势

自 1976 年唐山地震后，我国的地震活动处于相对平静的阶段，连续 8 年时间，没有发生过 7 级以上强震。1985 年 8 月 23 日新疆乌恰发生 7.4 级地震，这是我国将进入一个新的活跃期的讯号。1988 年 11 月 5—6 日青海唐古拉山和云南澜沧—耿马连续发生了 3 次 7 级以上强震，预示着我国的地震活动已经进入了一个新的活动期。全国大陆地区 5 级以上地震，从 1987 年的 18 次增至 1988 年的 33 次。1989 年，我国共发生 5 级以上地震 36 次（其中大陆地区 30 次，台湾 6 次），其中 6 级以上地震 9 次（大陆地区 7 次，台湾地区 2 次）。地震活动显著增强，大大高于本世纪以来平均每年发生 14 次 5 级以上地震和 5.4 次 6 级以上地震的平均水平。今年前 5 个月已经发生 14 次 5 级以上地震。全球地震活动也十分活跃，自 1986 年以来，共发生了 7 级以上强震 59 次其中 8 级以上 3 次，今年还不到半年，已经发生了 14 次 7 级以上地震（去年全年共 11 次）。

以上简要的数字阐述，是地震活动的现实情况，说明了地震形势的严峻。但是，更严峻的，不是已经发生的地震，而是未来可能发生的大震。历史资料告诉我们，每一个地震活跃期中，都