

786138

农村及小城镇

建(构)筑物抗震技术措施

6622

2018

● 乔双旺 王爱兰 编



山西人民出版社

2
6

农村及小城镇

建（构）筑物抗震技术措施

乔双旺 编
王爱兰

农村及小城镇
建(构)筑物抗震技术措施

乔双旺 王爱兰 编

*

山西人民出版社出版 (太原并州北路十一号)

山西省新华书店发行 (山西省七二五) 印刷

*

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: 8.875 字数: 191千字

1986年6月第1版 1986年8月山西第1次印刷

印数: 1--2,500册

*

书号: 15088·182 定价: 1.80元

前 言

我国地处世界两大地震带（环太平洋地震带和欧亚地震带）之间，地质构造比较复杂，占国土面积的三分之一系七度以上的地震烈度区，比较大的地震带就有二十多个，是一个多地震的国家。有史记载以来，曾发生过有感地震九千多次，其中八级以上地震十七次，很多省份普遍发生过六级以上的地震。我国地震具有分布广、震源浅、烈度高、破坏重的特点，曾给劳动人民带来巨大的灾难，夺去生命者数以百万计。近年来，在河北邢台，云南通海，四川炉霍，辽宁海城，云南龙陵、潞西，四川松潘、平武，河北唐山，四川道孚等地相继发生强烈地震，造成严重灾害。海城地震后，国家曾投资数亿元，经过五年的努力，才基本上得到恢复。今天，我们要重建新唐山，需要付出的代价就更大了。通过内蒙古自治区的和林格尔、五原、江苏溧阳、四川道孚等地的地震灾害考察，充分说明了开展中、小城镇及农村建（构）筑物抗震工作的重要性和迫切性。

我国幅员辽阔，人口众多，农村人口多。十亿人口就有八亿在农村。随着农民生活的不断改善，农村修盖房屋的数量急剧增加。但是，目前在广大农村，对建（构）筑物的抗

震技术工作还没有引起足够的重视。农村和小城镇发震的几率比较高，加之预报水平又低，即使是一般的破坏地震也可能造成较大的灾害。可见，加强农村及小城镇的建筑抗震工作，不仅具有现实性，同时还有着深远的意义。

为了普及民用建筑物和构筑物的抗震基础知识，我们编写了这本小册子。书中介绍了一般建（构）筑物的建造特点、震害情况、抗震构造措施和加固方法等。另外，在七度和八度地震区，依靠抗震构造措施是能够达到一定安全保证的。因此，对抗震构造技术措施的安全适用范围（如房屋的高度、跨度等）也作了建设性的限制，以求实效。

本书在编写过程中，曾参阅了国内外的有关资料，并作了引用。同时，还得到了山西省抗震工作办公室、山西省地震局、太原市城建委、太原市抗震办公室、山西省运城地区抗震工作办公室及地震局等单位的大力支持和帮助。初稿完成后，由省建筑抗震学会主任太原工学院李世温副教授、太原市建委马精一副总工程师、王少林工程师、山西省设计院李秉俭工程师等同志进行了审阅，并委托山西省建设银行石相城工程师、太原市房地局王树民工艺美术师等同志为本书描绘了插图，在此一并表示衷心的感谢。

作 者

1983年8月

目 录

前 言

1—0—0	建筑抗震基本知识	1
1—1—0	采取抗震措施可以有效地减轻震害	1
1—2—0	抗震设防标准和依据	8
1—3—0	建筑抗震基本要求	10
2—0—0	地震时地面运动及其破坏作用	18
2—1—0	地震时的地面运动	18
2—2—0	地震对建(构)筑物的破坏作用	21
3—0—0	场地选择和地基处理	28
3—1—0	场地对震害的影响	28
3—2—0	场地选择	33
3—3—0	地基处理及基础选型	35
4—0—0	黄土窑洞抗震措施	45
4—1—0	构造	46
4—2—0	震害	50
4—3—0	抗震措施	53
5—0—0	拱窑洞抗震措施	59
5—1—0	构造	59

5—2—0	震害	63
5—3—0	抗震措施	66
6—0—0	土墙承重房屋抗震措施	78
6—1—0	构造特点	78
6—2—0	震害及其破坏原因	80
6—3—0	抗震措施	83
7—0—0	木骨架承重房屋抗震措施	97
7—1—0	构造特点	97
7—2—0	震害特征和原因	99
7—3—0	抗震构造措施	101
8—0—0	一般砖木结构房屋抗震措施	109
8—1—0	建筑构造	109
8—2—0	抗震性能	110
8—3—0	抗震构造措施	112
9—0—0	层砖房抗震措施	120
9—1—0	建筑构造	120
9—2—0	震害及其破坏规律	122
9—3—0	抗震构造措施	129
10—0—0	空旷砖房抗震措施	154
10—1—0	构造特点	154
10—2—0	震害及其分析	155
10—3—0	抗震构造措施	159
11—0—0	砖烟囱抗震措施	168
11—1—0	构造	168
11—2—0	震害	168
11—3—0	抗震构造措施	171

12—0—0	水塔抗震措施	177
12—1—0	构造	178
12—2—0	震害	180
12—3—0	抗震构造措施	184
13—0—0	建(构)筑物抗震质量鉴定和加固	190
13—1—0	原则和方法	191
13—2—0	地基和基础抗震加固措施	195
13—3—0	黄土窑洞抗震加固	204
13—4—0	拱窑洞抗震加固	206
13—5—0	土墙承重房屋抗震鉴定和加固	208
13—6—0	木骨架承重房屋抗震鉴定和加固	212
13—7—0	一般砖木结构房屋抗震鉴定和加固	215
13—8—0	多层砖房抗震鉴定和加固	223
13—9—0	空旷砖房抗震鉴定和加固	234
13—10—0	砖烟囱抗震鉴定和加固	238
13—11—0	水塔抗震鉴定和加固	243
附录 1	地震烈度表	250
附录 2	我国地震带名称	259
附录 3	山西历史地震目录	261
附录 4	山西省地震带的强度预测	265
附录 5	山西省各地(县)地震烈度参考值	266
附录 6	世界地震震中分布图	272
附录 7	我国地震带分布图	272
附录 8	我国六级以上地震震中分布图	273

1—0—0 建筑抗震基本知识

地震时，发生在地面上最明显的一个灾情就是建（构）筑物的破坏和倒塌。人、畜的死伤以及其他的次生灾难，往往都是因建（构）筑物的破坏和倒塌而引起的。因此，认真贯彻执行对地震灾害以预防为主方针，普及和掌握建筑抗震基本知识，采取有力的抗震措施，以避免或减轻震害，就非常重要了。

1—1—0 采取抗震措施可以有效地减轻震害

破坏性地震对建（构）筑物的危害是很大的，但是有其客观规律可循。只要采取合理的构造措施，是可以收到明显抗震效果的。长期以来，我国劳动人民在同地震灾害作斗争中，创造和积累了非常丰富的经验。

我国有许多古代建筑物，虽历经千年风雨的剥蚀，遇过多次强烈地震的袭击，但至今仍巍然屹立。山西省应县佛宫寺释迦木塔，建于辽清宁二年（公元一〇五六年），塔平面八角形，实为九层。底径三十米，总高六十七点一三米。是国内现存最古老最高大的木结构塔式建筑。设计合理，结构

牢固，“塔历屡震，而屹然壁立”（见图1—1）。山西省运城县



图 1—1 应县释迦木塔

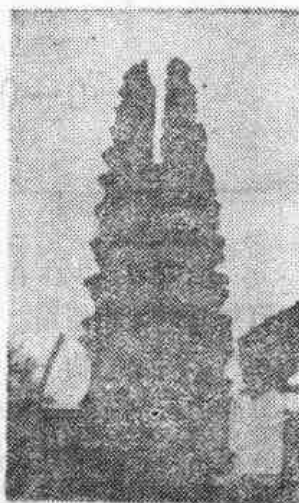


图 1—2 安邑镇太平兴国寺塔

安邑镇太平兴国寺塔，建于唐贞观年间。高七十一米，共十三层。塔檐用方木挑出，木圈梁连接紧密，砌筑质量较好，填土筑台，地基坚实，虽经多次震害，从塔顶裂至七层，缝宽一尺有余，分而复合，至今不倒，犹如两把连柄利剑有力地刺向蓝天（见图1—2）。天津市蓟县独乐寺观音阁，高二十三米，为高层楼阁建筑。辽代统和二年（公元九八四年）重建，至今已一千多年而依然完好（见图1—3）。我国劳动人民在建筑技术上的卓越成就，也为我们提供了十分重要的研究建筑抗震的实际例证。

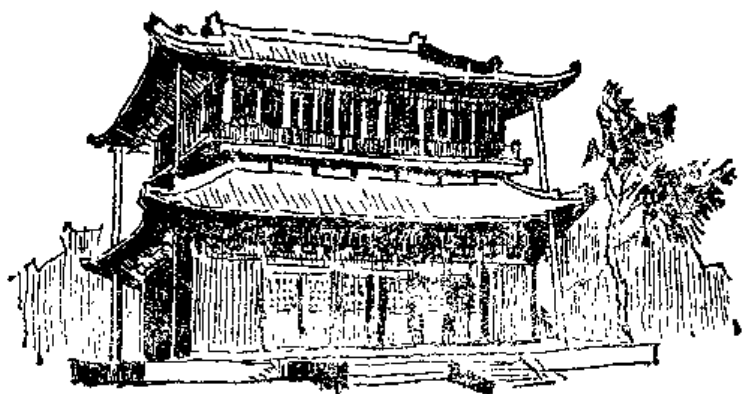


图 1—3 蓟县独乐寺观音阁

近年来发生的一些震例也表明，在相同结构类型和相同地震烈度情况下，有的建（构）筑物遭到严重破坏或倒塌，有的却基本完好或仅有轻微破坏。如一九六六年三月河北省邢台地区先后发生的六点八级和七点二级地震，造成严重破坏和损失，倒塌房屋一百二十万间。但位于震中区的隆尧县白家寨的一栋砖房和宁晋县赵家台的一栋砖房，房主都是很有经验的泥瓦工，砌筑质量比较高，整体性能比较好，所以震后两栋房屋基本保持完好。图1—4为其中的一栋。这次地震的沉痛教训，告诫人们，盖房应统一规划，采取合理抗震措施；对陈旧的房屋要进行维修和加固，经过十五年的努力，在一九八一年十一月再次发生六点一级地震时，震中区没有出现房屋倒塌，只有少数住房发生裂缝或脱檐现象，人、畜无伤亡，生产秩序正常，人们生活安定。一九七〇年云南省通海七点八级地震时，震中烈度为十度。一些不符合抗震要求的建（构）筑物破坏和倒塌了。如，地处九度区的峨山县

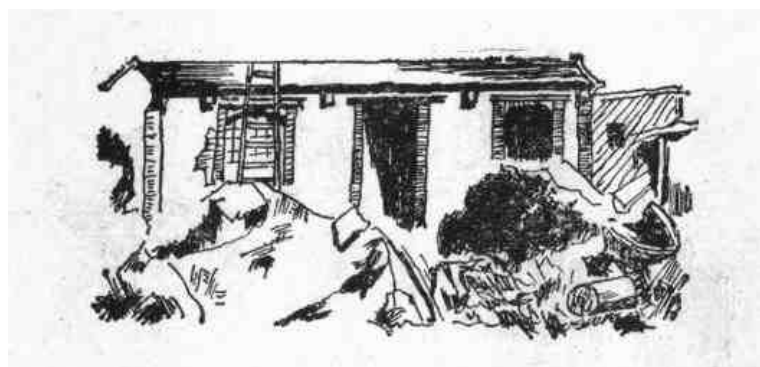


图 1—4 邢台地震未倒房屋

医院门诊楼，是一栋砖墙承重房屋，木屋架二层楼，人工填土地基，由于夯填不密实，软硬不均，施工质量比较差，结果遭到严重破坏和倒塌（见图1—5），与此相反，建水县



图 1—5 峨山县医院门诊楼倒塌

曲江糖厂宿舍楼,由于是混合结构,砖墙承重,现浇钢筋混凝土屋盖和楼板。结构整体刚度较好,砂卵石地基,体型简单,抗震性能比较好,位于十度区而破坏轻微(见图1—6)。一九七六年七月河北省唐山—丰南一带发生了七点八级地震,震中烈度十一度,火车站附近建(构)筑物破坏倒



图1—6 曲江糖厂宿舍楼破坏轻微

塌极其严重,唯独车站水塔只遭轻微破坏,没有倒塌。因其为圆形平面,刚度大,适应性能好,现浇钢筋混凝土结构,抗震性能比较强。震中区附近有一栋混合结构房屋,比较低,重心稳,施工质量较好,震后仅墙体出现交叉裂缝,并没有倒塌(见图1—7)。八度区的天津市有两家工厂,仅一路之隔,一厂在震前对房屋进行了抗震质量鉴定和加固,全厂建筑物六万余平方米,没有一栋房屋倒塌,没有一根屋架和屋面板脱落,没有损坏一台机器设备,震后很快就恢复了生产,损失较少。另一家工厂震前未采取抗震加固措施,厂房破坏倒塌相当严重,以至一年后才恢复生产,损失很大。某九度地震区,毗邻的两栋砖瓦房,地基条件和建筑构

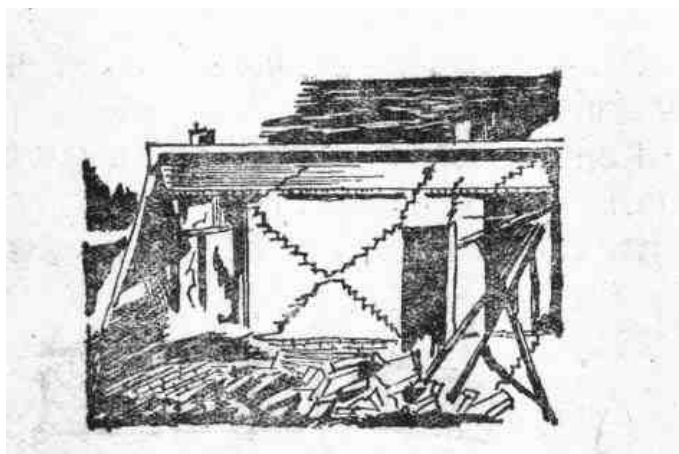


图 1—7 唐山地震时未倒塌房屋

造情况基本相同，所不同的是横墙间距一栋大，一栋小。一栋每开间都有横隔墙，横墙支撑着纵墙，并限制纵墙的侧向变形，同时还承受上部结构和纵墙等传来的地震力，对房屋抗震起着很大作用，震后基本完好；另一栋三通间无横墙，房屋平面刚度差，尤其在横向地震力的作用下，纵墙受弯失稳，结果全部倒塌（见图 1—8）。一九七五年辽宁省海城发生七点三级地震，震中区有某医院为二层楼房，平面布置简单规则，体型匀称，构造合理，在地震力的作用下不致产生局部应力集中，震后完好（见图 1—9）。我国云南省东川市是一个新兴的工业城市，建设时采取了抗震设防措施，一九六六年二月曾经遭受六点三级地震而损失较小。

一八三五年智利的康塞普森城发生强烈地震，建筑物破坏很严重，全城一片瓦砾，一九〇六年八月十七日发生八点四级地震，城市遭到毁灭性破坏，死四万多人。这次地震后，接受以上两次地震的深刻教训，建筑房屋时采取了抗震

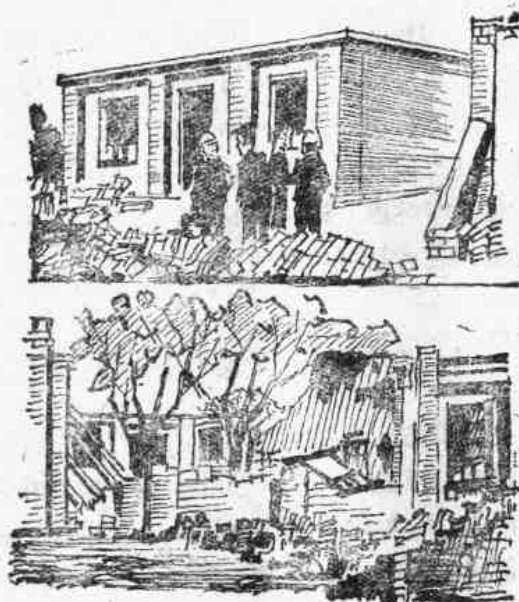


图 1—8 两幢砖房震害对比

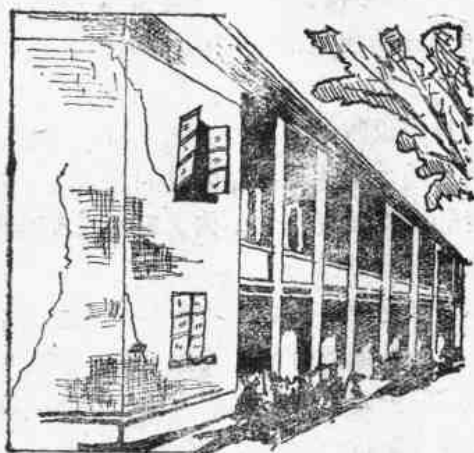


图 1—9 九度区未遭破坏房屋

措施，一九六〇年五月二十二日发生八点五级地震，震中烈度十一度，但新建房屋基本完好，破坏倒塌的大都是上两次地震幸存下来的房屋，全城仅有五百人死亡。

所以，只要加强调查研究，认真总结经验，反复实践，认识和掌握地震对建（构）筑物破坏的规律，精心设计，精心组织施工，震害是可以有效减轻或避免的。

1—2—0 抗震设防标准和依据

建筑抗震设防应从我国当前的国民经济实际情况出发，正确处理需要与可能的关系，使建（构）筑物在遭到地震影响相当于设防烈度时，其损坏不致于使人民生命财产和重要生产设备遭到危害，建（构）筑物无需修理或经一般修理后仍可继续使用，也就是平时所说的“小震裂而不坏，大震坏而不倒”。既要保证安全，又要避免浪费资金和材料。这就是建筑抗震设防应当遵循的标准和依据，否则就会失去实际意义了。

建筑抗震设防是指对建（构）筑物进行抗震设计和采取抗震构造措施，来达到抗震的目的。这项工作应当根据地震部门划定的地震烈度，建（构）筑物的重要程度和抗震设计规范等进行慎重考虑的。

地震烈度是建筑抗震设防的基础，是确定抗震措施的重要依据。它是指地震时地面及建（构）筑物所受到的影响和破坏程度，并主要以地震对建（构）筑物的破坏程度来衡量的；基本烈度是指一个地区在今后一定时间内，在一般场地条件下，可能遭遇到的最大烈度，也就是说这个地区将会遇

到的最大地震破坏力；设计烈度是指一个建（构）筑物在进行设计时所采用的地震烈度。设计烈度不完全等于地区的基本烈度，可以根据建（构）筑物的重要程度、使用年限，破坏后的损失（包括次生灾害及生产损失）等条件有所不同。也就是说，建（构）筑物越重要，使用年限越长，对使用安全要求越高，抗震安全度的要求也就越高。因此，设计烈度可以等于基本烈度，也可以较基本烈度提高一度或降低一度。将设计烈度提高一度，虽然可使建（构）筑物更安全一些，但由于烈度增加一度，地震力就相应增加一倍，对于其他条件相同的建筑工程来说，专为抗震付出的代价就会提高很多（约工程直接费用的百分之五以上），从而造成人力物力的浪费，还会因此而耽误工期，影响建设的进程。但是，如果把设计烈度定低了，使设计和施工未采取必要的抗震设防措施，一旦发生破坏性地震，亦会使国计民生遭受到不应有的损失和危害。苏联土库曼加盟共和国首都阿什哈巴德原来划定为八度地震区，但在一九四八年却遭到了九度以上的地震灾害，建筑物几乎全部毁坏，人民死伤很多。我国的唐山地区，原来将基本烈度定为六度，绝大多数建（构）筑物没有考虑抗震设防，结果在一九七六年七月二十八日，相继发生了七点八级和七点一级两次强烈地震，震中烈度高达十一度，损失极其严重。类似这种情况，国内外曾出现过多次，教训是极其深刻的。

我国现行的TJ11—78《工业与民用建筑抗震设计规范》明确规定，建筑物的设计烈度，一般采用基本烈度。这主要是指在政治经济上具有较大影响的，地震时容易产生次生灾害或一旦破坏后修复比较困难的，地震时不能中断使