

土木工程抗震设计技术指导丛书

FANGWU KANGZHEN JIAGU YU WEIXIU

房屋抗震

加固与维修

梅全亭

李 建

编著



中国建筑工程出版社

土木工程抗震设计技术指导丛书

房屋抗震加固与维修

梅全亭 李 建 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

房屋抗震加固与维修/梅全亭, 李建编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

(土木工程抗震设计技术指导丛书)

ISBN 978-7-112-10475-8

I. 房… II. ①梅…②李… III. ①房屋结构: 抗震结构-加固②房屋结构: 抗震结构-维修 IV. TU352.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 174802 号

本书是在汶川 8 级特大地震后, 依据 2008 年 8 月修订并颁布执行的规范、规程、标准, 结合现有房屋抗震加固和震区损坏房屋加固、维修、改造、改建的急需而编写的。全书共分十六章, 内容包括地震及其对房屋的破坏、现有房屋和震损房屋的检测评估方法、评估标准、加固维修技术措施等; 对房屋的钢筋混凝土结构、木结构、砌体结构以及地基、基础、屋面、楼面、墙面、装饰装修工程的抗震鉴定、震损现象、机理、加固维修方法和措施进行了系统、详尽的介绍; 对古建筑和镇 (乡) 村建筑的抗震鉴定、加固与维修方法进行了专门论述; 对供电、供水、供暖系统及其设施设备的维修维护作了深入浅出的阐述; 对房屋抗震加固修缮工程预决算编制、审核方法作了详细的介绍, 并附有工程实例; 书中介绍了新材料、新技术在房屋抗震加固维修中的应用。全书力求以简洁明快、深入浅出的风格介绍复杂多变的技术问题, 充分体现“处方型、表格化、技术针对性强”的特点。

本书可供从事房屋建设和抗震加固维修工作的工程技术人员和管理人员阅读, 也可作为大专院校相关专业师生教学和研究用书。

责任编辑: 赵梦梅

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 陈晶晶 王 爽

土木工程抗震设计技术指导丛书

房屋抗震加固与维修

梅全亭 李 建 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 37 $\frac{3}{4}$ 插页: 1 字数: 940 千字

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月第一次印刷

定价: 78.00 元

ISBN 978-7-112-10475-8

(17399)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《房屋抗震加固与维修》

编 委 会

主 编：梅全亭 李 建

副主编：刘亚辉 莫琳波 梅 岩 任敬安 史 亮

编 委：王建国 梁 俊 赵宏伟 贾胜武 张江水 何志新

梁 伟 张 恒 胡 柏 林国恩 冯裕钊 邱 林

马志明 高殿森 易良廷 何申洁 徐良明 孙 琼

王 强 王权阳 吕 楠 胡绍华 包 文 孙 亮

徐振明 张志顺 董玉杰 代祖慰

前 言

《房屋抗震加固与维修》是在汶川 8 级特大地震发生后，依据 2008 年 8 月修订并颁布执行的规范、规程、标准编写的。

汶川大地震夺去了 8.7 万人的生命，致伤致残 30 多万人。在强震的几十秒内，山崩地裂，江河断流，山河改观，数十万间房屋顷刻间倒塌，造成了无可挽回的损失。这是唐山大地震 32 年后我国发生的又一次毁灭性地震！身为建筑抗震科技工作者，无不痛心疾首，捶胸顿足。

在地震面前我们真的束手无策吗？否！科学研究已经证明，地震是伴生着地球的一种自然灾害，只要地球存在一日，地震就存在一天，威胁着人类。在人类对地震的认知有限、无法预报地震的时代，我们惟有把房屋建得坚固抗震，才能最大限度地减少生命财产的损失。汶川地震调查表明，在高烈度震区，不少抗震设防能力较低的房屋建筑，包括一些学校建筑，由于在震前采用了最简单实用的方法进行了抗震加固，地震时并未倒塌，保护了许多孩子的生命，这是极其宝贵的经验，昭示着我们要用最新的技术、材料、方法、工艺，将现有在用房屋加固好、改建好，使其达到“小震不坏、中震可修、大震不倒”的“三水准”抗震设防要求。实践证明，只要尊重科学、实事求是地按科学方法加固改造房屋，可以有效提高房屋抗震能力，实现事半功倍修复震损房屋的目标，从而使房屋建筑真正成为抵御地震灾害的避难所，确保人员和财产安全。为此，我们编写了这本房屋抗震加固与维修的书，旨在用科学的方法指导现有房屋抗震加固和震后幸存的房屋建筑加固、维修与改造。

本书编写主要依据国家颁布的现行规范规程标准，特别是大量参考借鉴了汶川地震后修订发行的《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001（2008 年版）、《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008、《镇（乡）村建筑抗震技术规程》JGJ 161—2008；同时在初步调查总结汶川大地震经验教训的基础上，结合作者多年来房屋抗震加固实践，较为科学、系统、完整地阐述了房屋抗震加固与维修的技术与方法。

本书内容包括地震及其对房屋建筑的破坏、现有房屋和震损房屋的检测评估方法和标准、加固维修技术标准以及房屋抗震加固工程预算的编制，涉及房屋建筑、房屋结构、房屋构造及各种地基基础方面的维护、维修，还特别对供水、供电、供暖系统及其设备的维护、维修作了较大篇幅的叙述，并对新材料、新技术在房屋抗震加固维修中的应用作了详细的介绍，力求以简洁明快、深入浅出的风格介绍复杂多变的技术问题，充分体现“处方型、表格化、技术针对性强”的特点，达到易学易用的目的。对在各种地域、各种复杂条件下的房屋抗震加固与维修技术问题，都讲述了针对性、实用性较强的方法和措施，对及

时排解房屋抗震加固维修使用管理中出现的各种技术难题，具有技术指导作用。

在本书编写过程中，克服资料繁杂、内容多、涉及技术范围广等困难，多次修改编写纲目，反复征求和吸收多方面的意见和建议，以极端认真负责、严格细致的学风保证该书的质量。但由于时间和水平所限，错误和疏漏在所难免，还望读者批评指正。

本书在编写过程中参考和引用了大量的现行技术标准、著作、新闻图片和科技论文等资料，在此特向各位被引用文献的作者表示衷心的感谢。若本书有遗漏列出所引用的参考文献，还请其作者给予指正和谅解。

目 录

第一章 地震及其对房屋建筑的破坏	1
第一节 地震及其震害	1
第二节 20 世纪以来国内外灾难性地震及震害	5
第三节 地震对房屋建筑的破坏	16
第四节 我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组	26
第二章 房屋抗震加固与维修概论	41
第一节 房屋抗震加固与维修概述	41
第二节 房屋抗震加固维修程序	45
第三节 房屋抗震加固维修措施	45
第四节 房屋抗震加固维修管理	48
第五节 汶川地震对房屋抗震规范的影响	49
第三章 房屋建筑的抗震鉴定	56
第一节 房屋抗震鉴定概述	56
第二节 多层混合结构房屋抗震鉴定	57
第三节 钢筋混凝土框架结构房屋抗震鉴定	68
第四节 内框架和底层框架砖房的抗震鉴定	75
第五节 村镇房屋的抗震鉴定	80
第六节 古建筑的抗震鉴定	81
第七节 震后危房的快速鉴定	86
第四章 屋面加固与维修	92
第一节 屋面震损的检查	92
第二节 瓦屋面的加固与维修	93
第三节 柔性屋面的加固与维修	94
第四节 刚性屋面的加固与维修	104
第五节 其他屋面的加固与维修	108
第六节 常用护面层的用料及操作要求	113
第七节 冷胶涂料的技术性能及使用方法	114
第五章 楼面墙面加固与维修	115
第一节 楼地面震损检查、加固与维修	115
第二节 有水房间震损检查、加固与维修	130
第三节 墙面震损检查、加固与维修	132

第六章 木结构加固与维修	143
第一节 木结构损坏检查	143
第二节 木结构加固与维修	149
第三节 木结构虫害的防治	159
第四节 古建筑加固与维修	166
第七章 钢筋混凝土结构加固与维修	173
第一节 钢筋混凝土结构损坏检查	173
第二节 钢筋混凝土结构裂缝维修	177
第三节 钢筋腐蚀维护与维修	185
第四节 混凝土缺陷、腐蚀加固与维修	187
第八章 基础墙柱加固与维修	196
第一节 基础损坏的检查与加固维修	196
第二节 墙柱损坏的检查与加固维修	202
第三节 现有房屋加层改建技术	217
第九章 地基处理与加固	225
第一节 砂土、软土、山区地基	225
第二节 冻土地基	239
第三节 湿陷性黄土地基	253
第四节 膨胀土地基	272
第五节 土工织物	286
第十章 门窗维修	294
第一节 木门窗维修	294
第二节 钢门窗维修	296
第三节 铝合金、塑料门窗维修	297
第四节 门窗油漆	299
第十一章 抗震加固维修常用材料	302
第一节 砖、瓦、灰、砂、石	302
第二节 水泥、木材、钢材	309
第三节 混凝土、建筑砂浆	322
第四节 建筑防水材料	336
第五节 混凝土密封剂	376
第十二章 给排水设施设备维修	379
第一节 上、下水管道故障检修	379
第二节 水龙头与阀门的维修	385

第三节	卫生设备的维修	386
第四节	水泵保养及维修	389
第五节	水塔、水池的管理与维修	395
第十三章	供暖系统设施设备维修	396
第一节	锅炉的保养和维修	396
第二节	锅炉常见故障及排除	399
第三节	采暖系统管道附件的维修	415
第四节	散热器故障检查与维修	420
第五节	锅炉辅助设备的维修	423
第十四章	供电用电设施设备维修	427
第一节	照明线路与灯具的检修	427
第二节	供配电线路与防雷装置的检修	434
第三节	高、低压电器的检修	438
第四节	电动机与变压器的检修	458
第五节	三相异步电动机控制线路的制作与维修	484
第六节	内燃机发电机组的使用与维修	494
第七节	电梯的维护管理与检修	513
第十五章	房屋抗震加固维修工程预算	523
第一节	加固维修预算的特点	523
第二节	修缮定额	524
第三节	加固维修预算的编制步骤和方法	525
第四节	加固维修预算编制实例	530
第十六章	房屋抗震加固与维修新材料、新技术	557
第一节	房屋抗震加固与维修新材料介绍	557
第二节	房屋抗震加固与维修新技术	562
附录 A	中国地震动参数区划图	576
附录 B	中国地震烈度区划图（1990 年版）	581
参考文献		593

第一章 地震及其对房屋建筑的破坏

第一节 地震及其震害

一、地震成因和类型

地球是一个半径约 6400km 的椭球体，由地核、地幔、地壳三部分组成。地壳是地球上厚 5~40km 的外层。当地壳中的岩石破裂、错动、地表塌陷、火山爆发时，就产生剧烈的振动，并以波的形式传到地球表面，引起破坏，这就是地震。按照地震发生的成因不同，可将其划分为构造地震、火山地震、陷落地震等三类。

（一）构造地震

构造地震是当地壳中岩石所积累的应力超过岩石的强度极限时，就将产生新断层或使原有断层发生错动，以达到新的平衡，在这一瞬间释放出的能量，以弹性波的形式引起地壳的震动。构造地震占地震总数的 90% 以上。

（二）火山地震

火山地震是由于火山爆发、岩浆喷出引起震动而产生的地震。火山地震占地震总数的 7%。

（三）陷落地震

陷落地震是由于洞穴崩塌所引起的地壳的震动。这类地震震源极浅，影响范围很小，只占地震总数的 3%。

二、地震基本概念

（一）震源、震中和震中距

地下能量聚积和释放而引发地震的区域称为震源，它在地表的垂直投影叫震中。从震中到震源的距离叫震源深度，从震中到任一地震台站的水平距离叫震中距，从震源到地面任一地震台站的距离叫震源距。

通常将震源深度小于 70km 的叫浅源地震，它分布最广，占地震总数的 72.5%，其中大部分的震源深度在 30km 以内；深度在 70~300km 的叫中源地震，占地震总数的 23.5%；深度大于 300km 的深源地震较少，只占地震总数的 4%，目前已知的最大震源深度为 720km。我国绝大多数地震是浅源地震，而中源、深源地震仅见于西南的喜马拉雅及东北的延边、鸡西等地。破坏性地震一般是浅源地震，如 1976 年唐山大地震的震源深度为 12km，2008 年汶川大地震的震源深度为 17km。

（二）震级和烈度

1. 震级

震级是衡量地震强弱的尺度，某次震级是用该次地震过程中释放出来的能量的总和来衡量。一次地震，只有一个震级。我国常用里氏震级 M 来划分震级的大小（共划分为九级）。 $M < 3$ 级的地震，人们感觉不到，只有测地震的仪器才能记录下来，称为微震； $3 \leq M \leq 5$ 级的地震，人就能感觉到，称为有感地震或弱震； $M > 5$ 的地震，会引起地面上的房屋、烟囱等的破坏，称为破坏性地震； $5 \leq M \leq 7$ 级的地震，称为强震， $M > 7$ 级的地震，称为大震。世界上已记录到的最大地震的震级为 1986 年 5 月 21 日在智利发生的 8.9 级地震。

2. 烈度

烈度是表示受震地区地面和建筑物等遭受地震破坏的强弱程度，每次地震只有一个震级，但对不同的地点其烈度是有所不同的。地震烈度往往与地震震级、震源深度、震中距、地质构造等因素有关，也与建筑物地基、结构等因素相关。判断烈度大小主要是根据地震监测台网仪器测定和人的感觉、家具及物品的振动情况、地面建筑物及地形的破坏程度等因素综合考虑确定的。我国将烈度分为 12 度，表 1-1-1 是各种烈度下房屋的震害程度。

烈度与房屋震害程度关系表 表 1-1-1

烈 度	一般房屋的震害程度	平均震害指数
1 度	无损坏	
2 度	无损坏	
3 度	门窗轻微作响	
4 度	门窗作响	
5 度	门窗、屋顶、屋架颤动作响，灰土掉落，抹灰出现细微裂缝	
6 度	损坏——（10%以下）砖瓦掉落，墙体出现细微裂缝	0~0.10
7 度	轻度损坏——局部破坏、开裂，但不妨碍使用	0.11~0.30
8 度	中等破坏——结构受损，需要加固维修	0.31~0.50
9 度	严重破坏——结构严重破坏，局部倒塌，修复困难	0.51~0.70
10 度	倒塌——大多数倒塌，不堪修复	0.71~0.90
11 度	普遍倒塌	0.91~1.00
12 度	室外地面剧烈变化，山河改观	

3. 地震震中烈度与震级的关系

当地震发生时，震源深度是一定的值，震中烈度与震级成正比关系（表 1-1-2）。

震中烈度与震级、震源深度关系表 表 1-1-2

震 级	震源深度（km）			
	5	10	15	20
	震 中 烈 度			
3 级	5.0	4.0	3.5	3.0
4 级	6.5	5.5	5.0	4.6
5 级	8.0	7.0	6.5	6.0
6 级	9.5	8.5	8.0	7.5
7 级	11.0	10.0	9.5	9.0
8 级	12.0	11.5	11.0	10.5

4. 工程中常用的烈度

(1) 抗震设防烈度

抗震设防烈度是指按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。一般情况下,取 50 年内超越概率 10% 的地震烈度。

抗震设防烈度可采用中国地震动参数区划图的地震基本烈度,或《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001 设计基本地震加速度值对应的烈度值。对已编制抗震设防区划的城市,可按批准的抗震设防烈度或设计地震动参数进行抗震设防。

抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系

表 1-1-3

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

(2) 抗震设防标准

抗震设防标准是衡量抗震设防要求的尺度,由抗震设防烈度或设计地震动参数及建筑抗震设防类别确定。

各抗震设防类别建筑的抗震设防标准,均应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008 的要求。

三、地震灾害

地震波引起的地面强烈震动,造成建筑物倒塌或某些自然物崩塌或大地移位,并由此危及人身安全和带来经济损失,这是地震造成灾害的最主要、最常见的现象。对地震灾害进行分析可以发现,地震灾害主要表现在三个方面,即地表破坏、建筑物破坏和因地震而引发的各种次生灾害。

(一) 地表破坏

强烈地震容易引发地裂缝、喷砂冒水、滑坡塌方等地表震坏现象。

地震引起的地裂缝主要有两种:一种是强烈地震时由于地下断层的错动使地面的岩层发生错移形成地面的断裂;另一种是在古河道、河堤岸边、陡坡等土质松软地方产生交错裂缝,大小形状不一,规模也较前一种小。

地震时引起喷砂冒水的现象一般发生在地下水位较高、砂层埋藏较浅的地区。经过强烈地震波的震动作用,含水土层将发生挤压并液化,地下水往往从地裂缝或土质松软的地方冒出地面,在有砂层的地方会出现喷水冒砂的破坏现象。

地震时引发的滑坡塌方常发生在山区和丘陵。在强烈的地震作用下,往往会出现陡崖失稳引起的崩塌、山石滚落、陡坡移位等现象。

(二) 建筑物与构筑物的破坏

地震中,各类建筑物将遭受不同程度的破坏,如房屋和桥梁倒塌、水坝开裂等。建筑物的地震破坏与建筑物本身的特性密切相关,各类房屋建筑的破坏特征将在后面章节中介绍。

地震即便尚未使建筑物产生倒塌性破坏,也会使结构产生裂缝和其他内部损伤,继而将影响结构的使用寿命和耐久性,因而,一般需在震后对建筑进行鉴定和加固维修。

(三) 地震的次生灾害

地震的次生灾害是指地震间接产生的灾害,如地震后引起的火灾、海啸、泥石流、水灾、有毒物质污染、空气污染、瘟疫等。由次生灾害造成的损失有时比地震直接产生的灾害造成的损失还要大。

四、地震活动带分布

地球表面上地震震中的空间分布称为地震的地理分布。大多数地震都发生在一定的地区且成带状分布,称为地震活动带。

(一) 世界地震带分布

全球的地震活动带有三个(图 1-1-1、图 1-1-2):

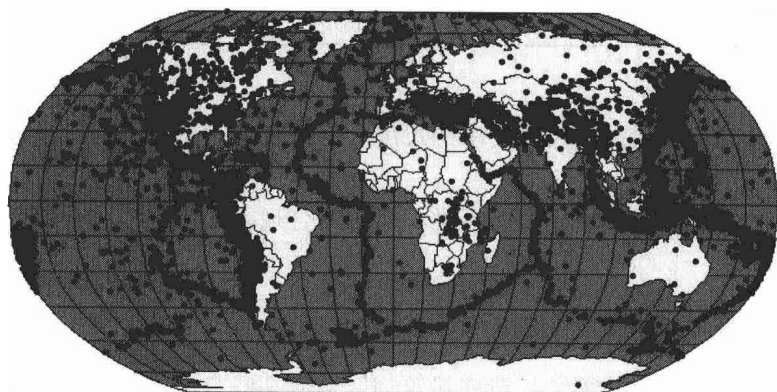


图 1-1-1 1995~2001 年全球 4 级以上地震震中分布图

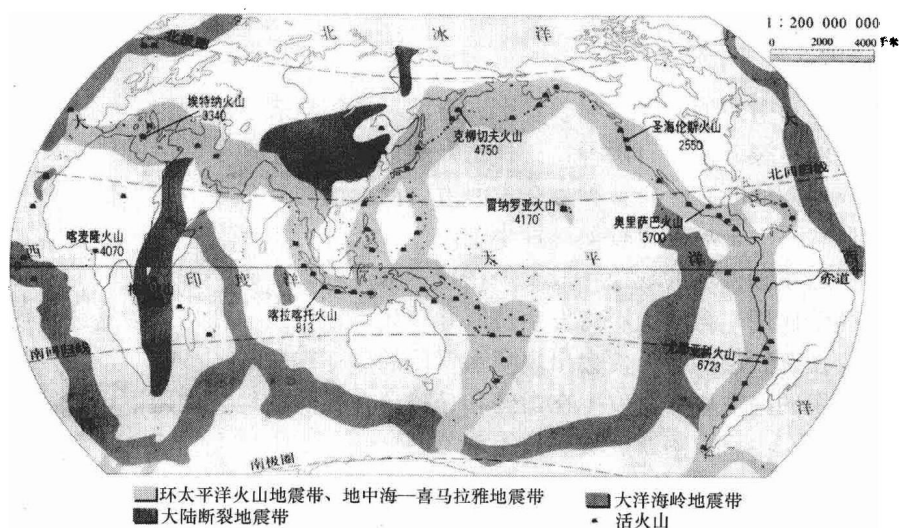


图 1-1-2 全球地震和火山分布图

1. 陆构造的过渡地区。全球约 80% 的浅震都发生在这一地震带内。
2. 欧亚地震带: 常发生破坏性地震及少数深源地震。此地震带的一部分从堪察加开始, 斜着越过中亚; 另一部分则从印度尼西亚开始, 越过南亚 (喜马拉雅山脉), 它们在

帕米尔会合，然后向西进入伊朗、土耳其和地中海地区，再进入大西洋。我国大部分地区处于此地震带内。

3. 海岭地震带：几乎包括全部海岭构造地区。相对于前两个地震带，这是个次要的地震带。它从西伯利亚北部海岸经北极伸入大西洋，然后沿大西洋中部延伸入印度洋并分为两支，一支沿东非裂谷系，另一支通过太平洋的复活节岛海岭直达北美洲的落基山。

（二）中国地震带分布

中国是个多地震的国家，最早的记录是在公元前 1831 年，泰山发生强烈地震。根据历史地震资料和地质构造特征，我国有如下几个主要地震活动带（图 1-1-3）：

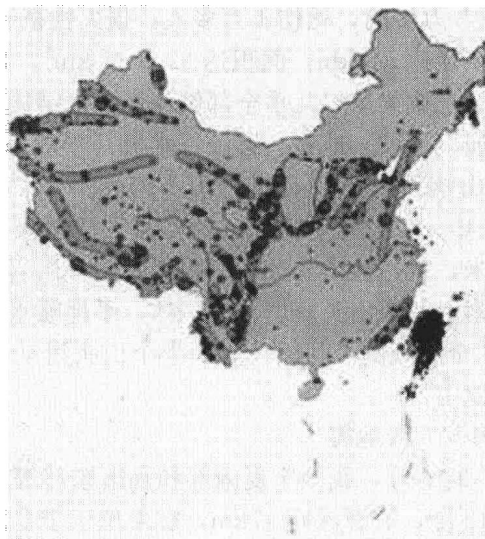


图 1-1-3 我国强震及地震带分布情况

1. 天山地震带：主要指南、北天山，阿尔泰山一带山区；
2. 南北地震带：由滇南的元江往北经过西昌、松潘、海原、银川直到内蒙古磴口。此地带发震特点为南、北两端频繁发生中强地震；
3. 华北地震带：指阴山、燕山一带，营口——郯城断裂带，汾渭河谷等地区；
4. 华南地震带：主要指东南沿海及海南岛北部等地区；
5. 西藏察隅地震带：沿西藏高原周围及边境一带；
6. 台湾地震带：包括台湾及其东部海域。此地区属于环太平洋地震带，地震出现频繁且强度较大。

第二节 20 世纪以来国内外灾难性地震及震害

据统计，二十世纪以来，全球共发生里氏 8 级以上的浅源地震 47 次，平均不到两年发生一次，一百多年全球直接死于地震的人数超过 100 万，虽然特大地震只占整个地震灾害的一小部分，但其造成的人员伤亡和财产损失却是空前的。本章选取 20 世纪以来国内外典型的灾难性地震及其灾害进行简要介绍。

一、国内灾难性地震及震害

我国和我国周边地区是世界上发生大地震最集中的地区。20 世纪以来,仅八级以上的大地震就发生了 11 次,全世界造成人员伤亡最惨重的 3 次地震都在我国。

(一) 1902 年新疆阿图什 8.3 级地震

1902 年 8 月 22 日,新疆阿图什发生 8.3 级地震,震中烈度 10 度,震源深度约 55km,震中位于中国新疆阿图什北部。这是新疆历史记载当中最强烈的地震,也是天山南北麓区域有记载以来最大的一次地震。阿图什地震共造成阿图什所属的 18 个市、县和所属 77 个点共计倒塌房屋 3 万多间,死伤 1 万多人,损失牲畜 600 多头。

地震有感范围的平均半径达 540km,面积达 92.7 万 km^2 。最严重的地区是天山南麓从小阿图什至哈尔峻一带,土搁梁房屋几乎全部倒塌,土木结构和质量较好的土夯墙、土坯墙房屋大多数倒塌。山崩、滑坡、地裂、冒沙冒水极其严重而普遍,致使地表景观改变了面貌。阿湖附近的托盖山喀拉翁库尔有半个山头垮塌下来,塌下的土石方量达 30 万 m^3 ,最大一处崩塌体达 1540 m^3 ,崩塌物堵塞河流沟谷形成多级堰塞湖。河滩、平地裂缝呈网带状分布,缝长几十米,宽达数米。孙他克附近阿图什山岩错动、崩塌极甚,绝大多数树木被震倒。小阿图什附近两个山头震坍合为一体,平地喷水冒沙高达七八米,地裂缝最短者亦达 3~4km,树木全部倾倒。阿图什北面半个山头滑动 10~20m,土石崩塌堵塞道路,树木震倒陷入地裂缝中。

(二) 1920 年宁夏海源 8.5 级地震

1920 年 12 月 16 日 20 时 6 分,我国宁夏南部和甘肃东部等六盘山广大地区发生里氏 8.5 级大地震,震中烈度 12 度,震源深度 17km,震中位于宁夏回族自治区海原县。这次地震共死亡 234117 人。地震还压死大量的牲口,造成大量房屋倒塌。

海源地震处在青藏高原北部及其东北部边缘地带的“青藏高原北部地震区”。海源地震不仅是我国历史上最大的地震之一,也是世界上最大的地震之一。地震影响波及宁夏、甘肃、陕西、青海、山西、内蒙古、河北、北京、天津、河南、山东、四川、湖北、安徽、江苏、上海、福建等 17 个省市,震感面积达 $3 \times 10^7 \text{km}^2$,约占中国面积的 31%。地震给震区带来了空前的灾难,在 7 度区就已经有人口死亡,极震区的中心地带建筑物几乎被夷为平地,海源、固原、西吉、静宁等 4 座县城全部毁灭。海源地震还造成了中国历史上最大的地震滑坡。由于极震区地处黄土高原,山体滑坡和山谷裂陷无数,滑坡群体形成一系列串珠状的堰塞湖,其中最大的长 25km,宽约 5km。灾区有的一间窑洞压死 100 多

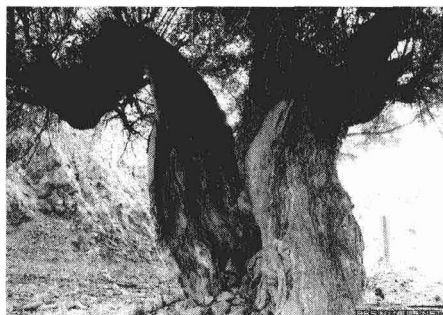


图 1-2-1 劈成两半的古柳



图 1-2-2 静宁文庙塌毁

人；有的村庄 300 多口人在山崩时同葬一穴。加之当时北洋政府救灾不利，灾情进一步扩大。海源地震是 20 世纪地震史上地震冲击范围最大的一次地震。由于海原地震释放的能量特别的大，而且强烈的震动的持续了十几分钟，世界上有 96 个地震台都记录到了这次地震。

（三）1932 年甘肃昌马 7.6 级地震

1932 年 12 月 25 日 10 时 4 分，位于甘肃、青海交界处的昌马堡，发生里氏 7.6 级大地震，震中烈度 10 度，震中位于甘肃昌马堡，造成 7 万人死亡。

昌马断裂带为祁连构造带内加里东期形成的昌马—俄博断裂带（右缝合线）的西段，这次地震是断裂带强烈活动的产物。地震造成酒泉县等严重破坏，金塔城墙四周倒塌约 135m，鼎新的城墙和房屋在顷刻之间坍塌一半。东南乡昌马的房屋 90% 倒塌，人员死亡 400 多人，牲畜死亡在 500 头以上。赤金区房屋 60%~70% 倒塌。安西有民房 200 余间倒塌，城墙垛口倾圮五段。地震还造成了严重的山崩、地面破裂、滑坡、井泉干涸，疏勒河断流数日。著名古迹嘉峪关城楼被震坍一角，疏勒河南岸雪峰崩塌。此次地震后，余震频繁，且持续时间长达半年，给当地造成了巨大的损失。

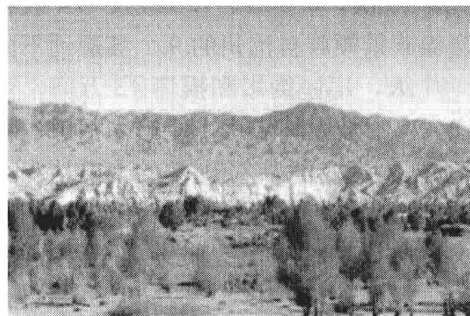


图 1-2-3 昌马裂缝带



图 1-2-4 地震损坏的民房

（四）1933 年叠溪地震

1933 年 8 月 25 日 15 时 50 分 30 秒，中国四川茂县叠溪镇发生震级为 7.5 级的大地震。此次地震，震中烈度 10 度，叠溪镇被摧毁。震前该地异象迭出：犬哭羊嘶，蛇出鼠惊，乌鸦惨啼，母鸡司晨。地震发生时，地吐黄雾，城郭无存，有一个牧童竟然飞越了两重山岭。巨大山崩使岷江断流，形成大量的堰塞湖。1933 年 10 月 9 日 19 时，地震湖崩溃，洪水倾湖溃出，霹雳震山，尘雾障天，造成下游严重水灾，仅灌县境内捞获的尸体就有 4000 多具。叠溪地震和地震引发的水灾，共使 2 万多人死亡。

（五）1966 年河北邢台 7.2 级地震

1966 年 3 月 8 日 5 时 29 分，河北省邢台地区隆尧县发生 6.8 级地震，此后又发生了多次强震，以 3 月 22 日 16 时 19 分发生于宁晋县东南的 7.2 级地震震级最大。地震共死亡 8064 人，伤 38000 人，经济损失 10 亿元。

震区处于滹沱河冲积扇的西南缘，太行山山前洪积—冲积倾斜平原的前缘，古宁晋泊湖积—冲积洼地及冲积平原之间。由于灾区土质松散、地下水位高、古河道等因素，地震造成的破坏损失严重，破坏范围大。有感范围波及北到内蒙古多伦，东到烟台，南到南京，西到铜川等广大地区。受灾地区包括河北省的邢台、石家庄、衡水、邯郸、保定、沧

州6个地区,80个县市,1639个乡镇,17633个村庄。地震使灾区110多个工厂和矿山、52个县市邮局、京广和石太等多条铁路、公路遭到破坏。地震造成了山石崩塌。3月22日7.2级地震时,邢台、石家庄、邯郸、保定4个地区,发生山石崩塌361处,山崩飞石撞击引起火灾22处,烧毁山林3000亩。震后事故性火灾连续发生,共发生火灾422起,烧死39人,烧伤74人,烧毁防震棚470座。地裂缝沿着滏阳河、古宁晋泊和古河道范围成带状分布;喷砂冒水比较普遍,多分布在古河道、地形低洼和土质疏松地区。由于震后谣言泛滥,地震影响涉及河北、河南、北京等3个省市、8个地区、40个县市,数百万人。

邢台地震以后,在周恩来总理的指示下,我国成立了中央和地方政府地震监测、防御和应急救援的专门机构,并加快了工程抗震研究和设计规范的编制工作。

(六) 1976年云南龙陵7.4级地震

1976年5月29日,云南西部龙陵县先后发生两次强烈地震。第一次发生在20时23分18秒,震级为7.3级,第二次发生在22时0分23秒,震级7.4级。这次地震属于震群型地震。余震活动额度高,强度大。每次地震各出现了两个极震区。自5月29日至年底共记录到3级以上地震2477次,其中,4.7、5.9级19次,6.2级、7.3级及7.4级各一次。这次地震使云南省保山地区、临沧地区、德宏傣族景颇族自治州的9个县遭到不同程度的损失。人员死亡98人,重伤451人,轻伤1991人,房屋倒塌和损坏42万间。受灾面积约1883km²。地震引起的滑坡也造成较严重损失。滑坡毁坏农房180幢,稻田、牧场、森林茶园近3900hm²,破坏渠道1126条,摧毁一座装机容量为240kW的水电站和三座20kW以下的水电站。破坏道路185km,塌方量达78万m³。龙陵地震经历了中期和短临预报的过程,并在震前采取了相应的防震措施。浅层崩塌性滑坡是此次地震的典型现象。

(七) 1976年河北唐山7.8级地震

1976年7月28日凌晨3时42分,唐山市发生7.8级地震,震中烈度达12度,震源深度12km,震中位于唐山市路南区的吉祥路一带。同日18时45分,又在距唐山40余km的滦县商家林发生7.1级余震。地震共造成242419人死亡,164581人受重伤,仅唐山市区终身残废的就达1700多人;毁坏公产房屋1479万m²,倒塌民房530万间,直接经济损失高达54亿元。唐山大地震是20世纪世界上人员伤亡最大的地震。

唐山地震破坏范围超过30000km²,有感范围广达14个省、市、自治区,相当于全国面积的1/3。这次地震发生在工业城市,人口稠密,损失十分严重。唐山市区建筑物多数基本倒平或严重破坏,铁轨发生蛇形扭曲,地表发生大量裂缝。极震区包括京山铁路南北两侧的47km²,区内所有的建筑物几乎荡然无存。一条长8km、宽30m的地裂缝带,横切围墙、房屋和道路、水渠。唐山及其周围地区,出现大量的裂缝带、喷水冒沙、井喷、重力崩塌、滚石、边坡崩塌、地滑、地基沉陷、岩溶洞陷落以及采空区坍塌等。被地震损毁房屋65万余间,达95%,超过280km柏油路严重破坏,71座大、中型桥梁,160座小型桥梁,1千余个道路涵洞塌陷垮裂,至天津、北京、东北和沿海的主要公路干线路基塌陷或出现裂缝。公路交通基本断绝,东西铁路干线被切断,京沈铁路瘫痪。全市供水、供电、通讯、交通等生命线工程全部破坏,所有工矿全部停产,所有医院和医疗设施全部破坏。