

地震

主编：董仁威

灾后家园重建手册

四川出版集团 © 四川辞书出版社

地震

灾后家园重建手册

主编◎董仁威

撰稿◎王道义 李盛祥 刘兴诗

董仁威 董 晶 王 莹

四川出版集团
四川辞书出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地震灾后家园重建手册/董仁威主编. —成都: 四川出版集团: 四川辞书出版社, 2008. 7
ISBN 978-7-80682-426-9

I. 地… II. 董… III. 地震灾害-灾区-城乡规划-中国-手册 IV. TU984.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 106846 号

地震灾后家园重建手册

DIZHEN ZAIHOU JIAYUAN CHONGJIAN SHOUCE

董仁威 主编

责任编辑 / 杨 斌 田学宾

检 查 / 白 雅

责任校对 / 田学宾 文 武

封面设计 / 武 韵

版式设计 / 王 跃

责任印制 / 严红兵

出版发行 / 四川出版集团·四川辞书出版社

地 址 / 成都市三洞桥路 12 号

邮政编码 / 610031

印 刷 / 成都蜀通印务有限责任公司

版 次 / 2008 年 7 月第 1 版

印 次 / 2008 年 7 月第 1 次印刷

开 本 / 850 mm×1168 mm 1/32

印 张 / 8.75

书 号 / ISBN 978-7-80682-426-9

定 价 / 18.00 元

- 本书如有印装质量问题, 请寄回出版社调换。
- 市场营销部电话: (028) 87734330 87734332

前言

5·12汶川大地震发生后没几天，四川辞书出版社社长雷华就派员向笔者所在的四川省科普作家协会约写《地震灾后家园重建手册》。他说，关于抢险、疾病预防、心理康复、抗震救灾纪实等方面的图书已经有很多出版社正在策划准备，他们不赶这个热闹，而地震灾后重建是一项长期艰巨的重要任务，他们要在这方面尽一份社会责任，推出一部有一定分量的书。根据出版规律，推出这样一部书是需要时间的，出来时应正好赶上地震灾后重建的时候。这是十分有远见的。

抗震救灾工作需要我们，我们义不容辞，立即组织专家编写。最初，由重庆市地震台原台长、著名地震专家、《废墟的呼唤》作者李盛祥熬了七天七夜，写出几万字的稿子。这是一篇质量很高，也很“科普”的文章，但我们感到仅从地震一个视角来写远远不够，必须从多学科的角度来探讨地震灾后重建的问题。正好，我们四川省科普作家协会是个各类专家云集的协会，有综合优势。于是，我们又约请了著名建筑专家、教授级高级工程师王道义，著名地质学家、科普作家刘兴诗教授及两位年轻学者参加到这部书的创作队伍中来，共同编撰这部书。

这几位专家都在5·12汶川大地震发生后第一时间到重灾区考察过：王道义高工曾参加“四川倒塌房屋成因专家鉴定组”，参与聚源中学等多处房屋坍塌事件的鉴定；刘兴诗教授几次进极震区龙门山考察，参与龙门山景区恢复重建规划，并在成都电视台“叩问地球”栏目进行系列科普讲座，深受观众欢迎；笔者和



董晶走遍了龙门山中段、北段以及灾情不太严重的龙门山南段灾区，写出大量考察报告。

由于这批专家掌握了5·12汶川大地震发生后有关灾区地质地貌、受灾情况和震后建筑物倒塌成因等方面的第一手资料，一致认为，地震灾后重建除了考虑选址等因素外，重点应该放在建筑物的抗震性能上。笔者曾到重灾区的崇州市街子镇考察，镇上房屋建筑质量较好，除一座古塔坍塌外，其他房屋没有一座完全坍塌，但镇外的农房则全部坍塌。我们在都江堰二王庙及灵岩寺考察时发现，二王庙古建筑经过现代砖混改造的房屋坍塌严重，而其附近至灵岩寺沿线穿斗结构的中式房屋却很少坍塌。

同时，我们也一致认为，本书的重点应放在分散的农户自建房上。因为城镇集中建房有专业人员设计，有许多标准、规范必须遵循，而分散的自建房可能遇到的问题会较多，需要科普读物的指导。这也与2008年6月8日国务院发布的《汶川地震灾后恢复重建条例》的精神相契合，“乡村的地震灾后恢复重建，应当尊重农民意愿，发挥村民自治组织的作用，以群众自建为主”。因此，本书重点介绍了广大农户在地震灾后家园重建过程中所涉及的选址、材料选择、房屋结构优劣比较、配套设施的完善、施工注意事项等方面的问题，还提供了多种符合灾区实际的优秀农舍设计图，供广大农户选择，具有较强的实用性和可操作性。我们相信，本书的出版，必将对地震灾区家园重建发挥积极的作用。

董仁威 四川省科普作家协会会长

2008年7月5日

目 录

第一章 地震对房屋的破坏作用	1
第一节 地震时的地面运动及对房屋的破坏作用	1
第二节 大地震造成房屋破坏的典型震例	2
第二章 震后家园重建刍议	6
第一节 大震震例的经验教训	6
第二节 龙门山地震灾区重建刍议	7
第三章 国内外灾后重建经验借鉴	12
第一节 唐山重建回眸	12
第二节 台湾 9·21 地震重建经验	14
第三节 丽江重建经验教训	15
第四节 日本神户重建经验	18
第四章 灾后房屋鉴定及加固	23
第一节 农村住宅抗震鉴定基本原则	23
第二节 场地、地基和基础鉴定	27
第三节 多层砌体房屋的鉴定	28
第四节 木结构房屋鉴定	41
第五节 土石墙房屋鉴定	47
第六节 砖房加固	50
第五章 重建规划	59
第一节 组织领导	59
第二节 设防标准	67
第三节 城镇重建	69



第四节	农村居民小区	71
第五节	分散农户	72
第六章	重建与民族文化保护	73
第一节	羌族碉楼	73
第二节	藏族木板房	75
第三节	傣族竹楼	77
第七章	农户重建	78
第一节	选 址	78
第二节	适合农村的住宅类型	83
第三节	农房的平面和立面设计	85
第四节	决定建筑高度的主要因素	96
第八章	地基与基础	100
第一节	概 述	100
第二节	基础的类型与施工	104
第三节	地基土的分类	111
第九章	墙体砌筑工程	114
第一节	砌筑材料	114
第二节	砌砖施工	118
第三节	构造柱和砖组合砌体的施工	130
第十章	楼板、地面与屋顶	133
第一节	楼 板	133
第二节	地 面	140
第三节	屋 顶	146
第四节	窗	162
第五节	楼 梯	164
第六节	阳 台	167
第十一章	农房设计安全卫生措施	170
第一节	农房抗震设计技术原则	170
第二节	农村建筑抗震的基本要求	183
第三节	砖结构房屋的抗震措施	187

第四节	木构架承重房屋的抗震措施	189
第五节	土墙承重房屋的抗震措施	190
第六节	多层砖房的抗震措施	191
第七节	农村建筑防火要求	197
第八节	农村居民点规划和卫生要求	202
第九节	农户安全用电措施	205
第十节	农户沼气使用安全措施	209
第十一节	农户的防雷措施	212
第十二章	优秀农房设计图	213
第一节	农房功能介绍	213
第二节	低层农房设计图	216
附 录		243
	汶川地震灾后恢复重建条例	243
	国务院关于支持汶川灾后恢复重建政策措施的意见	257
参考文献		269

地震对房屋的破坏作用

第一节 地震时的地面运动及 对房屋的破坏作用

地震波（纵波、横波和面波）引起的震动，是一种很不规则的复杂运动，粗略说来，可以分为地面的上下跳动和地面的水平晃动。地震时，在临近震中的地方，地面先是上下跳动（纵波引起的），然后才是水平晃动（横波和面波引起的），而且这两种震动都比较厉害。

在离震中比较远的地方，两种震动都逐渐减弱，而且因为纵波衰减快，上下跳动就会越来越不如水平晃动那么明显，以至足够远的地方就只能感觉到水平晃动了。

地震时的地面运动对房屋起什么样的作用呢？这也是一个比较复杂的问题。简单地说，地震使房屋受到一种惯性力的作用，房屋在惯性力的作用下会跳动和晃动。上下跳动时主要是把房屋的结构及各部分震松，水平晃动时房屋就容易倒塌或坍塌。

房屋受到地震力作用除了与地震的强烈程度（震级大小）有关外，还与房屋距离震中的远近，房屋的重量及重量的分布情况，房屋与地震波传播方向是正交还是斜交，房屋受地震波峰冲击的频次有关。房屋距震中越近，受到的破坏越大；房屋离震中越远，受到的破坏越小。房屋越重，地震力的作用越大；屋顶越

重，晃动愈强烈；房上的一些附属物，如烟囱、女儿墙等，地震时最容易被破坏，除了它们本身就属不稳构件以外，相对处于高处；晃动的幅度更大也是原因。地震波正面冲击房屋时，房屋的破坏大；地震波呈斜交通过房屋时，房屋相对破坏就会小一些。受地震波峰冲击的次数越多，房屋受到的破坏就越大；反之就会小些。那些邻近的设计相同的房子，有的破坏很大，有的破坏很轻，是因为它们分别处在波峰与波谷这样两个不同位置上。房屋除了直接受地震力的作用破坏以外，还会因地震造成的裂缝、滑坡、塌方、地基岩土层“液化”、岩土层陷落等造成间接的破坏。当然地震引起的火灾、水灾等，也会引起房屋的毁坏。

第二节 大地震造成房屋破坏的典型震例

（一）唐山大地震

1976年7月28日3时42分55.8秒，在素有北方煤都、瓷都之称的河北唐山，发生7.8级大地震。死亡24.2万人，震毁公产房屋1,479万 m^2 ，倒塌民房530万间。原路南区的建筑密度高达70%，而路南区恰恰是这次地震的宏观震中，8千米的地表断裂恰在此区通过，全区房屋基本无幸存。全市供水、供电、通讯、交通等生命线工程全部破坏。所有医院和医疗设施全部破坏。唐山电厂、陡河电厂厂房倒塌、设备损坏、烟囱断裂，变电站、输电线路严重破坏，影响发电量约占京津唐电网发电量的30%。通讯楼房倒塌，市内和长途电信线路严重破坏，使唐山地区15个市、县、区对内对外通信全部瘫痪。市区供水管网和水厂建筑、构造物、水源井破坏严重，供水中断。开滦煤矿的地面建筑物和构筑物倒塌或严重破坏，井下生产中断，近万名夜班工人被困井下。京山铁路破坏十分严重，铁路桥涵严重破坏达45%，地震时正行驶在京山线古冶至茶淀段的7列客、货车和油罐车脱轨。蓟运河、滦河上的两座大型公路桥梁塌落，切断了唐

山与天津和关外的公路交通。唐山钢铁公司所属各厂厂房倒塌和严重破坏，铁水、钢水凝铸在炉膛内。唐山境内的陡河、邱庄、洋河三座大型水库，般若院、八一两座中型水库的大坝滑塌、开裂，防浪墙倒塌，410座小型水库中有240座震坏。唐山地区总的直接经济损失达54亿元。

（二）日本阪神大地震

1995年1月17日日本时间5时46分，在日本有第二富庶经济圈之称的大阪、神户地区，发生了一次7.2级大地震。此次地震死亡及下落不明者共6427人，住房全毁约11万栋，半毁约15万栋，直接经济损失约1000亿美元，是日本灾害史上破坏最严重的一次地震。

地震受灾最重的是六甲山和大阪湾之间宽3千米、长25千米的神户市至西宫市的狭长地带。地震活动断层就从这一狭长地带通过。地震时，这一带房屋倒塌最严重。地震引起多处天然气管道在瞬间破裂，电线短路及物体碰撞摩擦产生的火花引起天然气爆炸，从而引发火灾。数百处大火从17日凌晨一直烧到18日傍晚。

老城区街道狭窄，空地又少又小，房子倒塌后互相搭接，一处起火，火借风势串街越巷形成一片火海。以木结构房屋为主的神户老城区基本被大火烧尽，大约有23万人除了身上穿的，几乎被烧得一无所有。大火造成的财产损失之巨，堪称第二次世界大战以来的世界之最。

（三）土耳其大地震

地处欧亚两洲，三面环海的土耳其，位于欧亚板块、阿拉伯板块、非洲板块相接处，是个地震频发的国家。1999年8月17日土耳其时间3时01分（北京时间8时01分），在土耳其西部的伊兹米特市发生了一次7.4级（中国台网测定为7.8级）强烈地震。地震造成1.8万左右的人员死亡，约10万栋房屋被震毁



或遭严重破坏。地震造成大规模地表破裂，长度达 180 千米左右。破裂以水平错动为主，最大水平错距达 5 米，垂直错距 0.5 米~1.5 米，破裂带最大宽度达 57 米。沿地表破裂带的房屋，特别是 1992 年~1996 年间修筑的房屋，大量倒塌。城市建筑密集之处，房屋相互碰撞破损和整体倾斜的房屋殃及邻舍的现象十分普遍。

当时在土耳其某灾区流传着这样一条奇闻：当地的一位不法建筑承包商在地震时侥幸逃过死劫（实际上他并不是侥幸，因为他自己的房子肯定比他承建的房屋修得牢固）。他为躲避法律责任，决定偷偷搬到另外一座城市去居住。当他一家人乘车经过一幢已经摇摇欲坠的高楼时，突然一次强余震袭来，高楼轰然倒下，正好将他的汽车压在了下面。后来人们才知道，这幢高楼也是这个不法建筑承包商承建的。这次地震过后，土耳其有成千上万的房屋主人向检察机关提起诉讼，要求审判那些使用劣质建材，且在工程中偷工减料的不法建筑承包商。土耳其总理还为此出面讲话，承认过去在对建筑业实行非官方管制方面犯了一些错误，决心从政府角度采取必要步骤，对建筑市场确立更为有效的监督机制，并加大对建造劣质房屋承包商的惩处力度。地震过后警方逮捕了多名建筑承包商，传讯了多名有关政府官员。在以后不久出台的《赦免法》中明文规定，不把已经判刑的不法建筑承包商列入可以赦免的范围之内。

（四）台湾 9·21 大地震

1999 年 9 月，台湾南投县各地都在为迎接中华民族的传统节日——中秋节而积极准备着。

就在临近中秋的 9 月 21 日 1 时 47 分，在集集镇附近突然爆发了台湾近 100 年来破坏规模最大、损失最为惨重的一次大地震，震级是 7.6 级。此次地震造成 2470 人死亡，倒房 57551 户，半倒 53672 户，10 多万人无家可归，直接经济损失达 118 亿美元左右。

此次大地震在地表形成的破裂沿车笼埔断层和台中盆地东侧边缘分布，基本呈南北走向，延伸长度达 80 多千米，最大错距达 10 米。破裂带所过之处，建筑物几乎全被摧毁。著名的日月潭北山腰处的文武庙，在地震时几个大殿全部倒塌，孔子、文昌君和关羽的塑像，神坛等构筑物也是满目创伤。城市建筑物方面，云林、彰化、丰原、南投等一大批偷工减料的劣质建筑物，包括名声很大的台中县大理寺的“台中奇迹”、“东势王朝”、“金巴黎住宅大楼”等建筑群，不是如推骨牌似的震倒，就是如罐头中的沙丁鱼般被推挤成一团，造成大量人员伤亡。救援人员在清理现场时发现，有的大厦的“钢筋水泥”梁柱里竟然裹着空的色拉油桶和报纸等杂物；有的钢筋虽然有搭接长度，但根本没有按规定捆绑在一起，箍筋严重不足。为此，一批建筑商因涉嫌“造成公共危险、过失致死人命”等罪名遭到起诉和逮捕。

震后家园重建刍议

第一节 大震震例的经验教训

(一) 在活动断层上一定不能建房

在大的破坏性地震中，凡断裂带所过之处，其上的房屋几乎无一幸免，尤以土耳其地震和中国台湾地震为甚。这告诉我们，在恢复重建中，决不能再把房屋（无论什么房屋）建在活动断层上。某地是否在活动断层上，由主管规划和建设的部门确定。

(二) 在震灾区的房屋重建一定要考虑抗震设防

重建时一定要按地震烈度鉴定的结果决定房屋的抗震设防标准。比如唐山市，他们在建设新唐山时，规定全市的建筑都要按Ⅷ度设防。民用建筑规定4层以上必须采用钢筋混凝土剪力墙结构，3层以下则要求采用砖混加构造柱结构。如果你是自己组织施工，那一定要请懂得建筑结构的人“把关”。如果你是在农村建造木房，那么木屋架最好用穿斗形式。如果木匠做不好穿斗，那你最好要求他在各穿斗联结处打上至少一颗抓钉。墙体建议再不要用夯筑泥土墙或砌土块，最好用木板、竹篱笆、荆条或板条等轻质墙。房屋高度不要超过两层。

(三) 建筑在地震中遭到破坏，至少有以下几个方面的原因：

1. 建设场地选择不当。比如唐山、中国台湾、日本、土耳其都有许多房子是建在地震断层上的，或者是建在海滩、河滩等松软地基上的。这些都属于建设场地选择不当。

2. 建筑设计标准偏低。像土耳其地震中被彻底摧毁的那些廉价房屋，明明是建在地震危险区，却连最基本的构造柱这样的抗震措施都没采用。唐山大地震前整座城市的建筑也都没有考虑抗震设防。

3. 设计不合理。土耳其和中国台湾震例中都有基础打得不深，底层空间较大，而上部又承载很重（多层或高层）的“头重脚轻”楼房。这种楼房往往会底层“坐塌”。汶川震灾区这样的房屋也不少。

4. 使用非专业建筑人员设计和施工，并且在工程中使用劣质建材和偷工减料。土耳其的那些廉价房和中国台湾 9·21 大地震倒塌的一些楼群就是属于这种情况。

第二节 龙门山地震灾区重建刍议

(一) 重新规划应考虑的问题

一场惨烈的大地震过去了，灾区重建提到了议事日程上。昔日的许多建筑成为一片废墟，令人十分痛心。可是我们不能灰心丧气，全国哀悼日那天亿万群众高声呐喊“中国加油！四川加油！”“四川雄起！”的呼声犹在耳畔，我们应该擦干眼泪，用百倍的努力重新建设新的龙门山。现在放在我们面前的犹如一张白纸，等待着我们重新规划，绘出更加美丽的图画，藉以告慰死难同胞，向全世界展示中国人民坚强不屈的精神。

尊重自然、尊重科学、吸取教训、放眼未来，是重新规划建

设的基本原则。如何重新规划建设，我们以为应该充分考虑以下几个问题。

1. 认真考虑可能存在的地质灾害隐患，全面评估建筑区的自然条件。

龙门山内山岭重叠，地势逼窄，得到一块平地不易，可谓寸土寸金。回顾过去的山中建设，大多从生活的实际需要出发，仅仅考虑眼前方便，并没有认真研究环境条件是否宜于居住，有无后患隐忧。这种片面性的无序建设，潜伏了极大的不安全因素。现就不同地貌部位的居住环境，简要评述如下：

(1) 岷江、杂谷脑河峡谷

本区属于高山峡谷地带，地势异常逼窄。由于第四纪以来的新构造运动间歇性多次抬升，在岷江河谷内形成了5级~6级阶地。但是这些阶地并不连续完整延伸分布，加上后期切蚀破坏，高阶地多不完整，或已被侵蚀形成丘陵，缺乏大面积的平整地面。沿河可供建设的平地主要分布在河谷下部、河流转弯处以及支出口处。主要交通线也沿着同一高度在河谷内分布。

在峡谷上方，常常有地势宽阔平坦的高台地分布，其上覆盖厚层黄土，土壤母质相对比较肥沃，是羌族和藏族聚居的主要地带。

值得注意的是，这里的河谷几乎是完全沿着龙门山大断裂带中的三条平行断裂带之一的后山断裂带发育的。1933年叠溪大地震就是在这条断裂带上发生的。

直接分布在这条断裂带上的城镇，不仅有地震直接破坏的潜在危险，且由于周围危崖环绕，也存在山崩、滑坡、泥石流等次生灾害的威胁。但山谷上方的黄土高台地，并未在断裂带上直接“压线”，背后没有陡峭的山坡，次生灾害威胁较小，相对安全一些。这里即使有破坏，也仅仅是地震本身的破坏，可以基本避免其他次生地质灾害，不会造成后期连续不断的影响。

为此建议，未来本区重建，应考虑河谷低处与黄土高台地的合理结合，进行立体城镇设计。

(2) 山中盆地

龙门山中常有若干山中盆地和宽展谷地分布，究其成因大致有以下几种类型。

①构造盆地：在本区内可分向斜、单斜、软硬岩性差异生成的谷地，以及沿断裂带生成者。前者可以彭州小鱼洞中坝沟为例，后者可以北川县城所在处为例，乃是断裂带经过所形成的一条宽展谷地。

这种构造盆地，在地震中除考虑地震波的影响外，还应该考虑次生地质灾害的影响。中坝沟发育在单斜构造内，地形十分宽展，断裂带从沟内最深处经过。虽然这条沟的主要部分不属断裂带，但是由于其边坡陡峭，也有次生地质灾害的隐忧。这里曾是成都地质学院的野外实习基地。20世纪80年代，一次暴雨后引起山崩，一块巨大飞石就击破墙壁，造成一名女生死亡。这种宽展谷地可以利用，但必须深入进行地质调查。建筑物设置在谷地中央，远离边坡为佳。

北川县城所在处是龙门山中央断裂带经过的地方。这条断层在北川宾馆与县政府旁，形成一条比较宽展的谷地。谷坡上有很多巨大悬石，令人触目惊心，是过去一次大规模滑坡的遗留物。修建北川新城时，发现压在滑坡体下面的铁锅、火钳等生活用品，这些物品是上次灾难的遗留物。但人们完全无视此前滑坡灾难的警示。把县政府、政府家属大院、北川大酒店、新建市场等建筑物都布置在这条断裂带旁边，结果造成巨大的灾难。

②侵蚀剥蚀盆地：这种盆地比较狭窄，大多在岩性相对松软的地段。北川香水乡是一个例外，乃是发育在石灰岩地区，由于河流侵蚀，加上石灰岩溶蚀作用形成的开阔地形，居住比较安全，是发展乡镇，建造居民点的有利地点。

③河谷：在峡谷地段，经过不同地质时期发展，往往形成多级台面，重建时必须认真区别新老台面，选择时代较老、地势较高者居住。严禁为了生活方便，在现代冲、洪积扇上修建居民点，以避免山洪与泥石流的威胁。选址时还必须注意背后山体的