



谨以此书献给
唐山地震 30 周年
邢台地震 40 周年

民房震害与对策

唐锡托 薛宏交 编著
邢灿飞 殷志山



中南大学出版社

谨以此书献给
唐山地震 30 周年
邢台地震 40 周年

民房震害与对策

MINFANGZHENHAI
YUDUICE

唐锡托 薛宏交 编著
邢灿飞 殷志山

 中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

民房震害与对策/唐锡托,薛宏交编著. —长沙:中南大学出版社,
2006.9

ISBN 7-81105-405-1

I. 民... II. ①唐... ②薛... ③ III. 民用建筑 - 震害 - 研究
IV. TU24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 111520 号

民房震害与对策

唐锡托 薛宏交 编著
邢灿飞 殷志山

☐责任编辑 邓立荣

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 中南大学印刷厂

☐开 本 850×1168 1/32 ☐印张 6.5 ☐字数 158 千字 插页:

☐版 次 2006 年 9 月第 1 版 ☐2006 年 9 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81105-405-1/N·003

☐定 价 25.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内 容 简 介

从震害了解地震，让民房不再成为震害的地狱。

书中所展现的一幕幕触目惊心的民房震害，将告诉读者，这是天灾？更是人祸？

编者按照国际设防趋势，在前人研究的基础上，根据历史震灾废墟上 100 余幢民房典型震害，运用震害机理与建筑学原理，从场地效应到基础与结构的动力特性、建材及施工方法，进行系统的全面分析，并通过震害实例对比，总结取得抗震效果的经验。在保持民族风俗，不提高房屋造价的条件下，因地制宜，提出了民房抗裂抗倒、避免人员伤亡、“屋下留人”，建造我国民房整体抗震结构与具体措施，以及致灾教训。

全书图文并茂，文字通俗易懂，既可供防震、建筑、震害评估以及教学工作者参考，同时也是增强全民防震减灾意识的科普读物。

科学建房，抗震为上。

抗塌抗倒，人财两旺。

祝唐锡托同志抗震
力作姊妹篇问世

位梦华 2006.9.2.

利在当代 荫及子
孙 功德无量

写于锡托先生《民房灾害与对策》

出版之际

商宏宽敬题 丙戌秋



商宏宽教授

中国灾害防御协会灾害史专业委员会顾问
中国自然辩证法研究会易学与科学委员会理事
中国老子研究会专家委员会委员
中国安阳周易研究会顾问

抓住民房抗震就是抓住防震减灾之本

锡托同志用二十年时间，利用八大震害教训，在前人研究的基础上，写了抗震减灾系列丛书姊妹篇。提出『防减一体』减灾思路和经过强震检验的民房整套设防技术与具体措施，既便于操作，又经济可行。即使地震预报过关了，也将是有致的减灾对策。

陈晏群

唐山地震三十周年教题

陈晏群编审

当年唐山地震亲历救灾全过程 中国地震局地震出版社书记

序

我国是一个多地震国家，不仅地震活动频度高，震级大，而且震灾严重。地震烈度在六度以上地区就占全国总面积的 79%，除南昌市外全国所有省会城市和直辖市均位于六度区内。20 世纪我国由地震引起的死亡人数达 55 万，占全球因地震死亡统计人数的 55%。在各类自然灾害死亡统计中，震灾占 54%，为灾害之首。地震的发生无法避免，能不能做到避免人的伤亡！《民房震害与对策》一书给人类提供了最值得借鉴的减灾对策，提高防御自然灾害的能力，减轻自然灾害对人类所造成的损失，这是体现我国国力的一项重要标志。

纵观历史地震六度区内民房震害最惨，因此提高六度区内民房的抗震能力，减轻震害损失，是一项刻不容缓的紧迫课题。地震活动跨越的时空很大，而一个人的生命十分有限，要想减轻震灾的损失，非一代人实践所能及，须充分利用前人成果。特别是从废墟上“挖掘”出强震后仍然屹立的房屋建筑所含抗震奥秘，以避免重蹈覆辙。这是任何大规模科学试验都无法获得，而是用数以万计人的生命所换来的血的教训。失败乃成功之母，不去总结失败将永远失败。本书作者做了一件对人类十分有益的工作。作者长期从事地方地震工作，以对社会、对人类的高度责任感，面对如此大的社会自然灾害，敢为防震减灾事业努力求索提出“防震一体，屋下留人”减灾思路，其精神实难能可贵。

作者继编写《唐山地震纪实》一书之后，又以唐山直下型地震

时竟有四分之一的砖混结构民房不曾倒塌的事实,作为本书的立论依据。凭借前人大量资料成果,从震害机理入手,通过地震分析,根据地震对不同场地地面运动的基本特性与场地效应、不同建材与不同结构构造的动力特性、地基基础与加固处理以及施工方法与质量等,系统地总结了 100 余幢民房震害经验教训,揭示了在不提高房屋造价的情况下,六度区民房抗裂、抗倒设计经验、施工技术与质量保障措施。

随着这些成果的被应用与推广,在我国传统的民房建筑史上必将出现一次新的革命。该书对民房建筑技术与施工方法,特别是对我国民房防震减灾功能的发展均有重要意义,这在我国抗震史上也将是一个新的里程碑。

我对震害研究不多,然而读此书后,深为作者的精神所感动,特书数语作为支持并期待有更多学者来完善这一崇高事业。是为序。

中国工程院院士
中国工程院能源与矿业学部主任
中国工程院工程管理学部常委
湖南省科协主席

何继善

前 言

地震是一种自然现象，它的突发性至今尚不能作出准确预报。而地震所带来的灾难的毁灭性是因为房屋建造不具备抗震功能所造成。正如 1999 年 8 月 17 日土耳其 7.3 级地震中几大城市多数房屋坍塌，63 万难民生活在城市被称之为“一夜建筑”的楼房中，以致于上万居民丧身。土耳其政府指出“这是天灾，更是人祸”。

人类要生存，当首先解决好住的安全。

笔者按照国际设防趋势，运用震害机理与建筑学原理相结合，在前人研究的基础上，吸取废墟上经强震检验成功的结构构造经验，初步总结了民房抗裂抗倒一整套技术与具体措施。力求做到大震袭击时“屋下留人”，并望使之不断完善。

全书共分 6 章。第 1 章为绪论，第 2 章从房屋破坏现象入手，对各种不同力学效应所产生的破坏类型，分析它的破坏机理；第 3 章场地特征、场地地面运动，揭示不同场地效应所造成不同震害，说明地震安全性评价是设防的依据，以及对地基、基础的处理；第 4 章结构构造

的合理性、整体性与抗震性，决定于结构在平立面上的整体布局，它关系到房屋的动力特性；第5章施工质量，多层砖房是用小砖块砌筑成墙体，因此它的施工砂浆与砌筑方法，以及连接方法直接决定着墙体的强度。这也正是我国建筑领域最易被忽视、抗震措施最为薄弱的环节；第6章为不同建材与不同结构形式房屋的典型震例以及抗震措施。

参加本书编写的人员还有裴美恩、威汉、石果、震湘、曹琴、圣洁和圣懿。本书所取资料源于中国科学院工程力学研究所等单位和杨玉成、杨柳、高云学等国内诸学者的有关专著，并非笔者成绩。谨向诸单位、学者和作者表示感谢！限于编者水平，错漏之处请批评指正，好在我们编此书的共同目的是为了子孙后代减灾造福。此外，特别要感谢的是，何继善院士在百忙中为本书作序，原中国首考北极科考领队位梦华科学家、商宏宽教授以及地震出版社陈晏群编审为本书题词。本书还得到陈晏群编审和王增倍局长指导，另外，提供资料的还有晓光、进贤，支持出版的有洪俊。在此一并致谢！

编 者

2006年8月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
第 2 章 房屋震害机理与破坏类型	(10)
2.1 惯性效应地震力 振动破坏有规律	(14)
2.2 平移扭转耦合力 偏心增大两心离	(18)
2.3 边端效应力集中 房屋转角破坏重	(20)
2.4 鞭梢效应动力高 立面突出破坏早	(22)
2.5 极震区内竖向力 房盖楼板叠一起	(26)
2.6 主拉应力剪切型 裂滑碎塌四过程	(29)
2.7 水平剪切推纵墙 横向变形水平缝	(35)
2.8 弯剪破坏侧移大 水平裂缝斜拉坏	(37)
2.9 倾覆破坏三过程 纵横不接无支承	(38)
2.10 弯曲破坏三过程 墙倒一侧多顶层	(42)
第 3 章 场地效应与地基基础	(45)
3.1 活动断层防地震 烈度最高为震中	(49)
3.2 地裂效应两分清 构造地裂在震中	(51)
3.3 边坡过陡斜坡地 震动失稳崩滑急	(54)
3.4 孤立山梁分三层 烈度增高在山顶	(56)
3.5 软弱土层承载低 地基被剪失效力	(58)
3.6 回填杂土地基松 湿陷沉降地不均	(61)

3.7	持力层下夹软层	震波衰减可隔震	.....	(63)
3.8	饱和砂土高水位	侧向扩散液化急	.....	(65)
3.9	地基条件五改善	基础强度选方案	.....	(68)
3.10	基岩地基薄盖土	柔性结构共振少	.....	(73)
3.11	场地结构与震级	决定震害高与低	.....	(76)
第4章 结构构造				(82)
4.1	承重墙体布置均	纵墙承重横向空	.....	(84)
4.2	横墙如同抗震墙	空间刚度整体强	.....	(86)
4.3	窗间墙体均匀分	宽墙受剪应力增	.....	(89)
4.4	楼板墙体整体连	震力方可上下传	.....	(91)
4.5	纵横墙交裂上边	防止倾覆圈梁连	.....	(94)
4.6	立面体型忌复杂	突出墙体动力大	.....	(97)
4.7	结构不均有偏心	质心刚心不同心	.....	(100)
4.8	楼道烟道管道	圈梁提高强度	.....	(102)
4.9	空旷结构横向空	纵向钢筋圈梁通	.....	(105)
4.10	高比宽大整体弯	倾覆力矩超抗拉	.....	(107)
4.11	构造柱阻墙移	抗剪切防变位	.....	(109)
4.12	空合结构纵横牢	传力合理承力高	.....	(112)
第5章 施工质量与技术措施				(115)
5.1	砖砌水泥混合浆	墙体强度似圈梁	.....	(118)
5.2	白灰砂浆强度小	即使圈梁也难保	.....	(120)
5.3	带刀卧砌抗剪差	土坯咬柱用筋拉	.....	(123)
5.4	纵横墙间设烟囱	力不传递侧向空	.....	(126)
5.5	内外墙砌不同咬	拉结无效纵墙倒	.....	(129)
5.6	板不灌缝马牙槎	纵墙外倾顶板塌	.....	(132)
5.7	强度不足外纵墙	纵横受剪横难防	.....	(135)

5.8	圈梁不封预制板	直槎砌筑易拉断	(137)
5.9	坐浆灌缝连构件	整体抗侧能力添	(139)
5.10	砖湿浆满环环保	强震墙裂楼未倒	(141)
5.11	房屋施工保“三要”	基础砂浆整结构	(143)
第6章 典型震例			(146)
6.1	木材构架自重轻	抗拉抗压用斜撑	(148)
6.2	砖土木柱墙不强	少开洞口配圈梁	(152)
6.3	石砌平房高浆饱	开间过梁跨度小	(155)
6.4	砖木结构不锚固	顶层位移弯曲破	(158)
6.5	砖混木盖动力大	顶层受剪多破坏	(160)
6.6	砖混两高双控制	体型简单两度匀	(163)
6.7	设计不顾地基础	场地变形迟早倒	(166)
6.8	远震厚土易共振	突出小楼先破损	(168)
6.9	续接楼层无整体	承载失稳两分离	(170)
6.10	底层墙体水平缝	滑移错位楼仍稳	(172)
6.11	墙体裂开及时保	鉴定加固控制倒	(175)
6.12	同一烈度不同害	设不设防优劣在	(177)
6.13	框架结构抗震墙	耗能提高抗侧强	(180)
6.14	六度城市未设防	几多名城被毁光	(183)
参考文献			(187)
后 记			(189)

第1章 绪论

人在所造之物中最具灵感才智,然而人类自身建造的安乐窝却远不如蜂巢结构完整、科学、安全。人类最惨的悲剧,莫过于将自身建造的民房成为埋葬自己的坟墓,却至死还不能明白。

每当历次强震后,人们在重建家园时,却仍然是原有建筑的翻版重复,殊不知,这又是噩梦的开始。这种恶性循环,无异于把我们的子孙后代又推向了下次灾难的深渊。它使我国屡遭震害,而且这场噩梦至今还在延续。唐山地震发生30年后,江西一次5.7级地震,竟使湖北民房倒塌5470间。

自20世纪90年代以来,村镇兴起建楼房热潮,追求高大门面,不惜在装饰上投资,却千方百计地在结构上省钱,甚至拆除承重墙体来扩大装修空间。人口稠密的江南如江苏太湖平原一带,经济发达后大兴土木,用掺灰泥浆砌筑两三层空斗墙承重楼房。1990年2月10日江苏常熟一次5.1级地震,造成10余万间新屋夷为废墟(见图1.1)。据统计,建国至今,仅在六度区就已经付出数以十万计的生命代价,震亡总数达27万人。然而在六度区发生高出2度以上,比如邢台、海城、唐山等强烈地震影响的可能性,如果不去和谐自然,今后仍会存在。人类对地震活动的有限认识,制约了在这个基础上所作出的对策,往往落后于地震活动的突然袭击。1995年日本神户地震,直接经济损失达1000亿美元。这个教训还在于日本国政府人为地将重点防震区放在关东,恰恰忽视了已有1000年未震的关西。1994年9月16日台湾海峡7.3级地震和1999年9月21日凌晨发生7.6级百年大地震,均波及到六度区的黄石

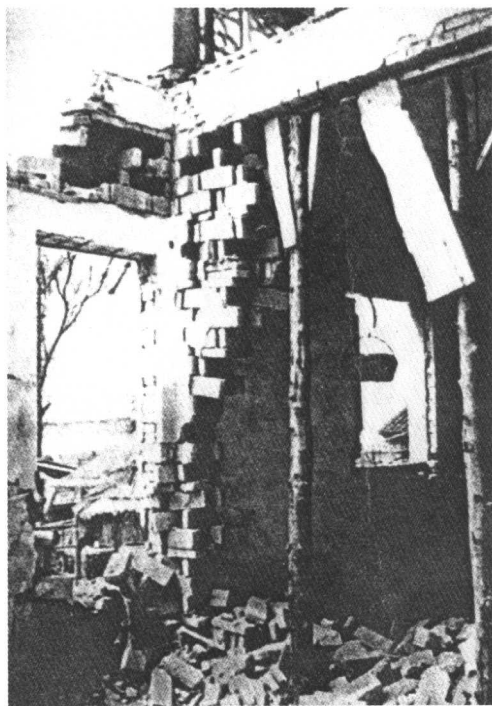


图 1.1 1990 年江苏常熟 5.1 级地震震害图

市，特别是广东、福建沿海地区，受灾的都是六度区的民房与村镇，两省直接经济损失达 1.8 亿元。

进入 21 世纪后，2005 年 11 月 26 日，江西一次 5.7 级地震使六度区的湖北黄石阳新倒塌民房 68 间，21 个镇损坏房屋 579 间，49 人受伤。如果发生在晚上，人员伤亡更加惨重。仅校舍损坏面积就达 12 万平方米，共 356 栋。有 10 万灾民无家可归，寒夜冻宿江堤。

曾是六度区震害的有关资料见表 1.1、表 1.2。

表 1.1 曾经是六度区的震害统计

地 点	震级	震中烈度	房屋		人员		年份
			倒塌	损坏	死	伤	
河南丹江		6	80%				1973
宁夏西吉	4.5	6	63 间	610 间			1978
河北万全	5	6	25.7 万 m ²				1983
山东菏泽	5.9	7	36488 间	471256 间	37	2572	1983
四川自贡	4.8	6~7	210.23 万 m ²		280		1985
黑龙江龙镇	5~5.3	6	龙镇、北安				1986
江苏常熟、太仓	5.1	6	106621 间		25		
江苏溧阳	6.0	8(6)	较多破坏				1979
	5.5	6	更重破坏				1974
河北唐山	7.8	11(6)			北京		1976
					198	5250	
青 海	6.9	9(5~6)	兴海严重				
河北张北	6.2		80%	1 万间	49	2000	1998
江西九江瑞昌	5.7	7					2005
波及鄂东			5470	5697	1	162	
波及黄石阳新			68	579		49	

表 1.2 六度区面积与震中烈度区面积之比

年 份	地 点	震 级	震中烈度面积/km ²	六度区面积/km ²	比值
1990	江苏常熟太仓	5.1		23	
1976	内蒙古林格尔	6.3	7 度 920	4526	4.9
1981	四川巴塘	6.7	8 度 180	5400	30
1990	青海共和兴海	6.9	9 度 71	1553	21.9