

农家丛书 科普知识

村镇建筑抗震减灾丛书

重庆市新闻出版局策划

村镇建筑 实用 抗震技术

CUNZHEN JIANZHU
SHIYONG
KANGZHEN JISHU

李英民 刘立平 姬淑艳 编著
郑妮娜



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

农家丛书 科普知识

村镇建筑抗震减灾丛书

重庆市新闻出版局策划

村镇建筑

CUNZHEN JIANZHU
SHIYONG
KANGZHEN JISHU

江苏工业学院图书馆
藏书章

李英民 刘立平 姬淑艳 编著
郑妮娜

重庆大学出版社

内 容 提 要

村镇建筑是抗震防灾的最薄弱环节之一,汶川地震造成了大量的村镇建筑的倒塌,许多村镇几乎被夷为平地。村镇建筑的抗震设防问题必须引起重视,避免在大震中倒塌,以减少人员伤亡和财产损失。

本书根据村镇建筑建造过程中存在的未经过抗震设防、建设监管和施工技术力量薄弱等问题,针对村镇建筑中常见的结构类型,如砌体结构、生土结构、木结构、石结构和钢筋混凝土框架结构等,利用简明的图表形式,具体阐述了村镇建筑的抗震设防设计要点、抗震技术对策和构造措施,旨在给广大地震区农村居民建房提供设计参考和技术支撑,同时也给管理部门提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

村镇建筑实用抗震技术/李英民等编著. —重庆:重庆大学出版社,2009.12

(农家丛书——村镇建筑抗震减灾丛书)

ISBN 978-7-5624-4995-9

I. 村… II. 李英民等编著 III. 农村住宅—抗震设计 IV. TU241.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 153193 号

农家丛书——村镇建筑抗震减灾丛书

村镇建筑实用抗震技术

李英民 刘立平
郑妮娜 姬淑艳 编著

责任编辑:李长惠 版式设计:李长惠
责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鹤盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

开本:787×1092 1/32 印张:5.75 字数:129千
2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷

ISBN 978-7-5624-4995-9 定价:10.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

我国村镇建筑量大面广,但村镇建筑长期以来缺乏规划和管理,设计、施工缺少规范标准和技术支撑,大部分村镇建筑仍然处于没有抗震设防的状态,地震安全隐患严重。汶川大地震暴露出村镇建筑已成为抗震防灾的最薄弱环节之一,震害表明,对房屋进行抗震设防是减轻地震灾害的最有效途径,可有效减轻房屋震害,减少经济财产损失,保护人们的生命安全。

本书简要介绍了村镇建筑的抗震设防现状,阐述了村镇建筑抗震设防思想及要求,分别讲述了砌体结构、木结构、生土结构和石结构的实用抗震技术,其中抗震措施重点针对抗震设防6度区展开。

本书由重庆大学土木工程学院李英民教授、刘立平副教授、郑妮娜老师和姬淑艳副教授编著。具体编写分工为:第1,2,3,4章由郑妮娜执笔,第5,6,7章及附录由刘立平执笔,李英民、姬淑艳负责审阅和最终定稿。

本书的工作凝聚着许多人的心血,在书稿完成之际,著者对关心、支持和帮助所在研究团队进行本书出版的所有人士致以最诚挚的感谢! 特别感谢重庆市建委提供研究经费,感谢游正焜副主任、吴波总工程师、董勇处长的大力支持,著者得以顺利开展村镇建筑实用抗震技术研究。感谢重庆大学出版社为



本书出版付出的努力和给予的帮助！研究生汤芸和殷园园在成稿过程中,进行了大量文本编辑工作,特表示诚挚感谢。书中部分插图引用《陕西省村镇建筑抗震设防技术要点》,特表示感谢。

限于时间仓促和水平有限,难免有疏漏和错误之处,敬希批评指正。请将意见发至 zhengnina@cqu.edu.cn。

著者

2009年8月

目 录

1	概 述	1
1.1	村镇建筑结构类型及特点	1
1.2	村镇建筑抗震设防现状	4
1.3	村镇建筑历史震害严重	9
1.4	研究并推广村镇建筑实用抗震技术的必要性	12
2	村镇建筑抗震设防要求	15
2.1	抗震设防思想	15
2.2	抗震设防依据、目标、标准	16
2.3	抗震设计方法	20
2.4	抗震基本要求	21
3	选址及地基基础	28
3.1	选址	28
3.2	地基	31
3.3	基础	34
4	村镇砌体结构房屋实用抗震技术	44
4.1	砌体结构组成	44
4.2	砌体结构震害特征	47
4.3	一般规定	52



4.4	抗震设计与实用技术	59
4.5	施工要求	75
5	村镇木结构房屋实用抗震技术	81
5.1	木结构房屋的结构形式及特点	81
5.2	木结构房屋的震害特征	84
5.3	木结构房屋的一般规定	87
5.4	抗震设计与实用技术	93
5.5	施工要求	101
6	村镇生土结构房屋实用抗震技术	103
6.1	生土结构房屋结构形式及特点	103
6.2	生土结构房屋的震害特征	104
6.3	一般规定	108
6.4	抗震实用技术	111
6.5	施工要求	116
7	村镇石结构房屋实用抗震技术	119
7.1	石结构房屋的结构形式及特点	119
7.2	石结构房屋的震害特征	120
7.3	一般规定	122
7.4	抗震构造措施	126
7.5	施工要求	128
附录	重庆市村镇建筑结构实用图表	132
附录 A	常用材料和构件的自重	132
附录 B	砂浆配合比参考表	138
附录 C	构件计算实用图表	141
参考文献		175



1 概述

1.1 村镇建筑结构类型及特点

村镇建筑层数一般为1~3层,常用的结构类型有砌体结构、木结构、生土结构、石结构。随着农村经济条件的改善,钢筋混凝土框架结构和轻钢结构也渐渐应用到了村镇建筑之中。

砌体结构房屋以墙作为房屋的主要承重构件,墙由砌块(包括砖和砌块,下文同)和砂浆砌筑而成,楼、屋盖型式有预应力混凝土空心板、现浇钢筋混凝土板或木楼、屋盖,有抗震设防要求的房屋,还需在墙中布置圈梁和构造柱,如图1.1(a)所示。砌体结构房屋取材方便,施工容易,抗震性能相对较好,是我国目前村镇建筑中采用最为普遍的一种结构形式,层数一般为1~3层。

木结构房屋一般由木梁、柱、檩条和椽子等组成,木骨架承受楼层及屋顶的重量,墙仅起围护作用,维护墙可采用木板墙、土墙或石墙,如图1.1(b)所示。木结构房屋的全部或绝大部分材料为木材,结构质量轻,变形能力强,施工工艺较复杂,抗震性能较好。目前,木材相对较少且价格高,导致木结构房屋造价相对较高,新建房屋中已较少采用。



生土结构房屋以未经焙烧,仅作简单加工的原状土为主体结构材料,墙体多为土墙或夯土墙,如图 1.1(c)所示。生土结构房屋具有就地取材,造价低廉等优点,但其墙体抗剪强度低,房屋变形能力差,抗震性能普遍较差,6 度地震就可造成相当数量的破坏。生土结构房屋在我国农村分布较广,但多为老旧房屋,新建村镇建筑已很少采用。

石结构房屋由石墙承重,墙体采用的石材有料石和毛石两种,楼、屋盖型式有预应力混凝土空心板、现浇钢筋混凝土板或木楼、屋盖,如图 1.1(d)所示。石结构房屋取材方便,造价低廉,抗风耐蚀性好,墙体抗压强度高,但墙体抗剪强度较低且结构整体性差,地震容易造成石墙开裂、屋盖和楼板错移等破坏。石结构房屋多为单层,新建村镇建筑已很少采用。

钢筋混凝土框架结构房屋一般采用钢筋混凝土梁和柱构成结构的竖向承重体系和水平抗侧力体系,一般采用钢筋混凝土现浇板作为楼、屋盖,墙体仅起分隔空间作用,一般均为自承重墙,如图 1.1(e)所示。钢筋混凝土框架结构房屋抗震性能好,但造价较高,对施工工艺要求高,在经济条件允许且施工技术成熟时可优先选用,目前在村镇建筑中有少量使用。

轻钢结构房屋以钢框架作为结构的主要承重体系,墙体仅起分隔空间作用,一般均为自承重墙,如图 1.1(f)所示。轻钢结构具有质量轻、强度高、变形能力强、抗震性能好的优点,但造价较高,需专业施工队伍施工,目前在村镇建筑中有少量尝试。



(a) 砌体结构



(b) 木结构



(c) 生土结构



(d) 石结构



(e) 混凝土框架结构



(f) 轻钢结构

图 1.1 村镇建筑结构体系



1.2 村镇建筑抗震设防现状

我国村镇建筑具有分布广、数量大、体型小等特点。一般农村地区社会经济发展水平较低,建房投入资金一般较少;村镇建筑以自建为主,长期以来未纳入正规的行政管理,一般都不进行抗震设计;农民作为建设主体,缺乏房屋抗震相关知识,抗震意识不强,建房资金分配用于抗震设防的比例较低;农村建筑工匠未经正规施工技能培训,施工机具简易,技术力量不足,建房过程中缺乏第三者监管,随意性强。上述原因导致村镇建筑的整体抗震水平较低,长期以来处于被遗忘的角落,已成为我国抗震防灾的薄弱环节。

除管理制度方面的问题外,目前我国村镇建筑的抗震设防在技术上主要存在以下一些问题:

(1)建设场址受山地和丘陵地形限制,部分修建地段对抗震不利

我国多为山地和丘陵地形,农民建房时很难找到开阔和平坦的场地,山区的村镇建筑通常依山而建或直接建在山顶,部分山体风化严重,稳定性差,可能会因为地震而发生滑坡、崩塌,对房屋的安全造成直接威胁,如图 1.2 所示。

(2)基础刚度及整体性差

我国许多地区的村镇砌体结构房屋采用毛石基础。毛石取材方便,强度高,造价低,毛石条形基础应用广泛。调研发现,基础砌筑时,为了节省材料用量,通常未进行灌缝或缝隙中砂浆不饱满,严重影响了基础的整体性和刚度,使基础不能很好地抵抗结构的不均匀沉降,地震中易发生基础破坏,继而导致上部结构破坏,如图 1.3 所示。



图 1.2 房屋建在抗震不利地段

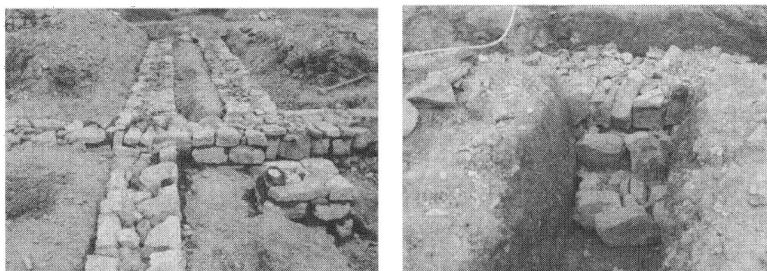


图 1.3 毛石缝隙中无砂浆或砂浆不饱满

(3) 注重装饰和外观, 忽视结构抗震性能

随着农村经济水平的提高, 农民的建房投入有所提高, 但由于农民抗震意识不强, 常常将建房资金用于追求华丽的外表, 用于装饰装修方面的费用甚至占房屋造价的一半以上, 而忽视结构的内在抗震安全, 如图 1.4 所示。

(4) 追求大窗、大门, 结构、构件抗震安全存在隐患

基于采光、通风要求和传统习俗, 农民建房时喜欢采用大窗、大门。然而砌体墙大面积开洞会造成墙肢尺寸减小, 承载



(a) 外装修华丽, 忽视抗震安全



(b) 错落复杂的体型

图 1.4 村镇建筑外形与抗震安全的博弈

能力严重削弱且房屋刚度降低,如图 1.5(a);常见村镇建筑外纵墙大面积开洞,墙体刚度差,易在地震中外闪失稳倒塌,如图 1.5(b)。

目前,我国村镇建筑多采用砌体结构,承重墙厚多为 180 mm,隔墙大都采用 120 mm,仅少部分建筑墙厚采用 240 mm,如图 1.5(c)。180 mm 厚的砖墙虽然可满足一般抗压承载力要求,即满足承担竖向荷载的需要,但其抗侧刚度较差,且常规砌筑方式下的墙体整体性较 240 mm 厚的墙弱。

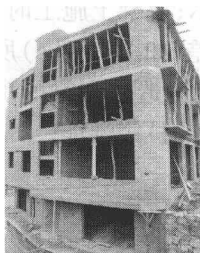
村镇砌体结构房屋中的承重砖柱,大多未经设计,仅按照施工工匠的经验设置,为节约空间,柱尺寸常偏小,如图 1.5(d)。上述墙、柱的尺寸及厚度问题均导致墙体抗震承载力及刚度明显不足,埋下了地震安全隐患。

(5) 随意加层,缺乏抗震概念

有些村镇建筑在修建前缺乏设计,使用中为了追求更多的空间而在顶部随意加层,使结构的负荷加大,同时新增的附属结构与主体结构间常缺乏可靠连接,地震时容易损坏,如图 1.6 所示。

(6) 传统圈梁和构造柱措施应用受阻,效果欠佳

我国大部分村镇建筑都没有设置构造柱,有的房屋在局部



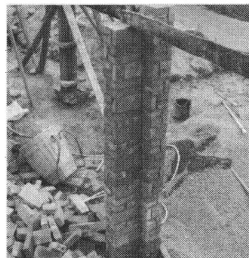
(a) 承重墙大面积开洞



(b) 纵墙大面积开洞



(c) 承重墙厚为180 mm, 有的甚至为120 mm



(d) 承重砖柱断面小, 且为异形

图 1.5 构件承载力及刚度不足



图 1.6 房屋顶部随意加层

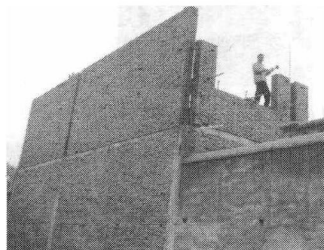
设圈梁,但圈梁不封闭,如图 1.7(a)所示。少数房屋设置了圈梁、构造柱,但在施工中,常未按施工规范要求,将墙体与构造



柱的交界面砌成马牙槎,如图 1.7(b)所示;混凝土施工时水泥用量不足,表面出现蜂窝麻面,成型质量差,如图 1.7(c)所示。由于施工质量难以保证,导致设置了传统构造柱圈梁的房屋,难以发挥抗震措施的有利作用,影响结构的抗震性能。



(a) 大部分房屋不设构造柱、圈梁



(b) 墙与构造柱相接处砌成直槎,未砌成马牙槎



(c) 施工成型的圈梁混凝土质量很差

图 1.7 传统构造柱圈梁抗震措施在村镇建筑应用中的弊病

(7) 施工技术水平低,质量难以保证

农村建筑工匠多在农闲时节打零工建房,未经施工知识培训,施工技术水平偏低,房屋的施工质量难以得到保证;一般由建房者进行施工监督管理,而建房者自身也缺乏相关知识,使得村镇自建房的施工质量常常很差,如砖墙灰缝砂浆不饱满、砌筑不平整、墙体施工质量差,承载能力大打折扣。



(8) 建材质量难以保证

大量不合格、劣质建材以其价格低廉而充斥农村建房现场,建房者对劣质建材一般无鉴定能力,采购时只比价格高低,不看质量优劣。原材料质量不过关给村镇建筑埋下了质量安全隐患。

1.3 村镇建筑历史震害严重

我国地震活动频率高、强度大、震源浅、分布广,图 1.8 给出中国 1900—2004 年地震分布图。20 世纪以来,中国因地震造成的死亡人数占全球同期地震死亡人数的 1/2 以上,如图 1.9 所示。

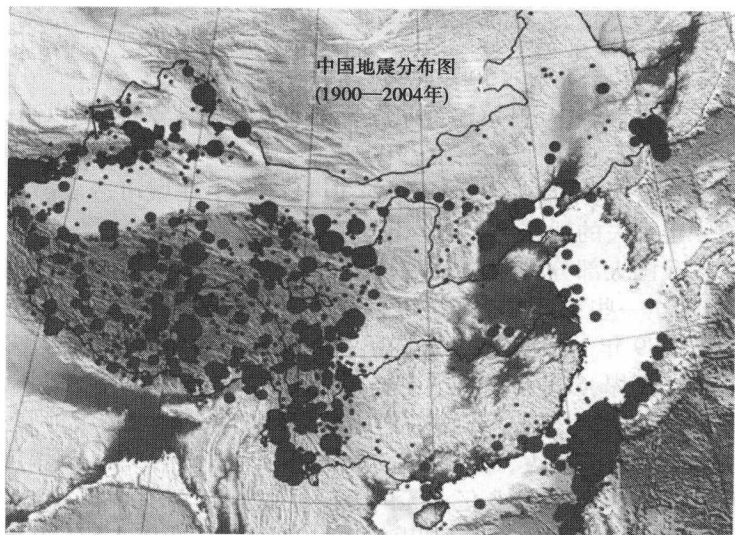


图 1.8 中国 1900—2004 年地震分布图

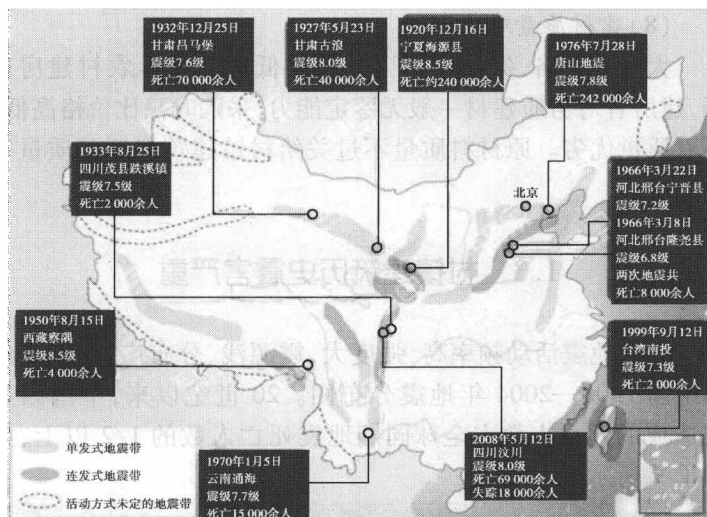


图 1.9 中国 20 世纪以来的大地震死亡人数

历次地震中,村镇建筑的震害均非常严重。20 世纪以来,我国共发生破坏性地震约 2 700 多次,其中 6 级以上破坏性地震 560 余次,平均每年 5 ~ 6 次。但直接发生在城市造成破坏或一定损失的地震不足 2%,其余的均发生在农村。

我国大部分村镇建筑的抗震性能很差,遭受 6 级左右地震,甚至一些 4 级左右地震也会造成一定的人员伤亡和经济损失。1989 年 10 月 19 日,大同阳高 6.1 级地震,造成 4.4 万多间民房倒塌,6.5 万多间严重破坏,死亡 20 余人,伤 150 多人,5 万多人无家可归。2003 年 7 月 21 日,云南大姚 6.2 级地震,造成 100 万人受灾,16 人死亡,重伤 71 人,轻伤 435 人,倒塌民房 9 343 间,共造成 10 亿多元的经济损失。

2008 年 5 月 12 日,四川汶川 8.0 级地震,造成 4 571 万余人受灾,约 7 万人遇难,直接经济损失达 8 451.4 亿元人民币。汶川地震中,村镇建筑的破坏尤为惨重,大量村镇建筑倒塌或