

村镇建筑结构抗震技术手册丛书

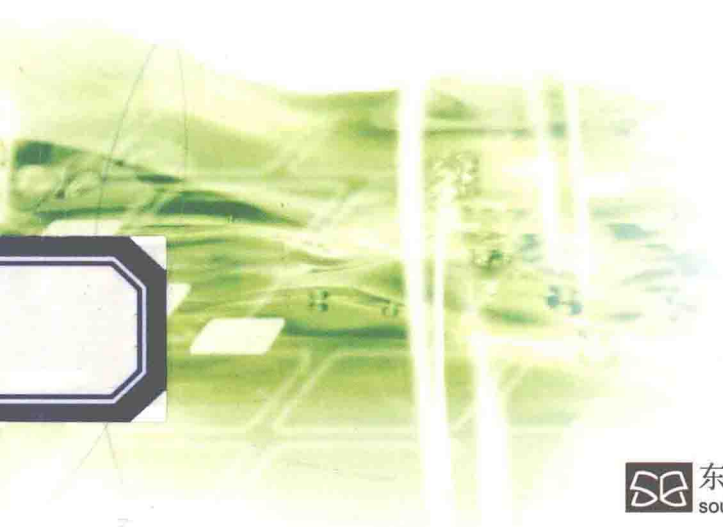
陈忠范 主编

CUNZHEN SHENGTUJIEGOU JIANZHU
KANGZHEN JISHU SHOUC

村镇生土结构建筑 抗震技术手册



编著◎陈忠范 郑 怡 沈小俊
徐 明 孙大庆
校审◎张延年 黄际洸



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

村镇建筑结构抗震技术手册丛书

陈忠范 主编

村镇生土结构建筑抗震技术手册

编 著 陈忠范 郑 怡 沈小俊

徐 明 孙大庆

校 审 张延年 黄际洸

•

东南大学出版社

• 南 京 •

内 容 提 要

本书介绍了西北地区的地震特点和国内生土结构形式,结合国内西北地区的地域特点,总结了村镇生土建筑选址要求,参考国内外的最新研究成果,对村镇生土结构的材料及其改性技术进行了讲述,依据国家现行规范,总结了村镇生土建筑的基础设计和构造、生土结构的抗震实用技术和施工技术方法,并列出了农村民宅抗震构造详图。

本书语言朴实、易懂,图文并茂,是一本具有鲜明特色的村镇建筑结构技术人员用书,用于指导村镇生土建筑的材料试验、结构设计、施工与验收。

图书在版编目(CIP)数据

村镇生土结构建筑抗震技术手册 / 陈忠范等编著.
—南京:东南大学出版社,2012.12
ISBN 978-7-5641-3971-1

I. ①村… II. ①陈… III. ①农业建筑—土结构—防震
设计—技术手册 IV. ①TU352.104-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 297581 号



村镇生土结构建筑抗震技术手册

出版发行	东南大学出版社
出 版 人	江建中
网 址	http://www.seupress.com
电子邮箱	press@seupress.com
社 址	南京市四牌楼 2 号 210096
电 话	025-83793191(发行) 025-57711295(传真)
经 销	全国各地新华书店
印 刷	南京玉河印刷厂
开 本	850mm×1168mm 1/32
印 张	4
字 数	100 千字
版 印 次	2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5641-3971-1
定 价	26.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话(传真):025-83791830。

主 编 的 话

我在主持国家“十一五”、“十二五”科技支撑计划课题时,我们课题组人员总结了村镇建筑的设计、施工与验收方面的研究成果,并进行研究,这套丛书正是在以上研究成果的基础上整理出来的。本丛书共5册,分别关于村镇建筑“砌体结构”、“石结构”、“生土结构”、“木结构”和“轻钢结构”,2012年出版前3册,2013年出版后2册,石结构属于砌体结构的一种,在这套丛书中的《村镇砌体结构建筑抗震技术手册》中未详写关于石结构的内容,而是写在《村镇石结构建筑抗震技术手册》中。地震的基本知识和抗震设防烈度、设计基本地震加速度、设计地震分组适用于本套丛书的各册,仅写在《村镇砌体结构建筑抗震技术手册》中。

在支撑计划执行和丛书的编写过程中,得到同济大学、中国建筑科学研究院、沈阳建筑大学、苏州科技学院、江苏黄埔再生资源利用有限公司、南京工业大学、南京林业大学等的大力支持,在此深表感谢!

丛书编著者之一的黄际洸教授级高工虽已过八十高龄,仍才思敏捷,不仅自己写作,还多次来南京商讨写作事宜,对我们这些晚辈的教育和鼓舞巨大,特此表示敬意!

由于编者在这一领域内研究的深度、广度有限,丛书中谬误难免,恳请读者批评指正,谢谢!

陈忠范于东南大学

二〇一二年十二月

目 录

第一章 概述	1
1.1 生土建筑形式	1
1.2 村镇生土建筑抗震设防现状	6
1.3 生土结构房屋结构形式及特点	9
第二章 西北地区的地震灾害及生土建筑抗震调查	11
2.1 西北地区的地震和受灾状况	11
2.1.1 西北地区的地震	11
2.1.2 西北地区地震灾害与经济条件的对比	12
2.1.3 汶川地震和玉树地震	12
2.1.4 玉树地震与“5·12”汶川地震的主要差异	13
2.2 西北地区活动断层分布	14
2.2.1 西北地区主要地震带及典型地震	14
2.2.2 西北地区各省主要活断层活动情况以及 典型地震	15
2.3 生土结构房屋的震害特征	18
2.4 汶川、玉树地震生土墙结构房屋震害现状及分析	21
第三章 场地选址与基础	23
3.1 选址	23
3.1.1 村镇民居选址宏观要求	25



3.1.2	生土民居具体选址要求	26
3.1.3	场地选择说明	27
3.2	地基	31
3.2.1	地基、基础震害特征	31
3.2.2	地基承载力要求	32
3.2.3	软弱地基的处理	32
3.3	基础	34
3.3.1	基础类型及设置要求	34
3.3.2	基础设计及构造	36
3.3.3	地圈梁	40
第四章	生土建筑材料	42
4.1	生土的物理性质指标	43
4.2	生土建筑材料性能	44
4.3	改善生土材料性能的方法	48
4.4	拉结材料	49
4.5	其他材料	50
第五章	村镇生土结构房屋实用抗震技术	53
5.1	抗震基本要求	53
5.1.1	建筑设计和结构体系	53
5.1.2	整体性连接和抗震构造措施	55
5.1.3	生土材料与施工要求	55
5.2	一般规定	56
5.2.1	墙体材料	56
5.2.2	房屋的总高度与层数	57
5.2.3	抗震横墙间距	57
5.2.4	墙体厚度	57

5.2.5	房屋的局部尺寸	57
5.2.6	屋面及基础	58
5.3	抗震实用技术	58
5.3.1	构造柱	58
5.3.2	圈梁	59
5.3.3	墙体拉结	60
5.3.4	门窗洞口	61
5.3.5	过梁	61
5.3.6	檩条	62
5.3.7	支撑与连接	63
5.3.8	其他	63
5.4	施工要求	64
5.4.1	土坯墙的砌筑	64
5.4.2	夯土墙的夯筑	64
5.4.3	屋面工程	67
5.4.4	门窗安装	70
5.4.5	装饰装修	71
第六章	生土建筑建造技术	74
6.1	房屋定位	75
6.2	生土建筑基础	77
6.2.1	基础的分类	77
6.2.2	基础做法	79
6.3	生土墙体的建造	84
6.3.1	土坯墙体	84
6.3.2	夯土墙体	89
6.4	生土墙体的拉结	91
6.5	门窗、过梁及楼地面	92



6.5.1 门窗和过梁·····	92
6.6 屋面·····	94
第七章 农村民宅抗震构造详图 ·····	97
7.1 编制依据·····	97
7.2 适用范围·····	97
7.3 一般规定·····	98
7.3.1 建筑场地和地基·····	98
7.3.2 结构布置原则·····	98
7.3.3 材料要求·····	99
7.4 整体性连接和抗震构造措施 ·····	100
7.5 施工要求 ·····	101
7.5.1 土坯墙 ·····	101
7.5.2 夯土墙 ·····	102
7.6 其他 ·····	103
7.7 索引方法 ·····	103
参考文献 ·····	110

第一章

概 述

1.1 生土建筑形式

生土建筑是一个现代术语,泛指世界各地以仅经过简单加工的原状土质材料营建主体结构的建筑物、构筑物(如古长城、古墓等),也指在原状土中挖凿的窑洞等各类建筑物。包括黄土塬上开挖的窑洞、用夯土形式夯筑的民居、用土坯块材形成砌筑的墙体、用泥加草调拌后修造的挑土墙、用版筑形式夯筑的版筑墙和生土块砌筑的构筑物等。

生土结构房屋主要指用未焙烧而仅做简单加工的原状土为材料建造主体结构的建筑。生土建筑始于人工凿穴,有着悠久的历史。如今,生土结构房屋作为民居的一种,以其绿色环保、保温节能、取材方便和造价低廉等优势,仍然大量存在于我国农村地区。生土墙承重房屋主要分布在我国西部广大农村地区,在我国西北、东北和华北的一些经济欠发达地区也有一定数量的生土墙承重房屋。

生土材料具有良好的蓄热能力、吸收和释放湿气的的能力,能很好地调节室内温度和湿度,这就使得生土结构房屋具有冬暖夏凉和湿度稳定的特点;生土墙不易受虫蚁侵害,拆除后生土回收可作



为农田肥料,具有再生性;生土结构房屋施工灵活,可采用人工或机械砌筑;生土材料经改性后强度可达 $4\sim 5\text{ MPa}$,可用于建造多层房屋的承重构件。

我国生土建筑有着悠久的历史,直至今天,工匠们充分利用生土建筑的优势,结合当地的地形地貌、气候环境和文化风俗,创造了适宜聚居的建筑样式。开创了的生土建筑与人、自然和谐共存的宝贵局面。我国生土民居种类繁多,不同的地区有着不同的文化、气候条件、地理地貌特征,决定了生土建筑形式及构造的多样性。下面介绍几种主要的生土建筑形式。

1) 窑洞

窑洞是生土建筑的最独特的一种。窑洞的分布受地理、地形和地貌的影响最为明显,我国的窑洞主要分布在陕西、甘肃、宁夏和河南四省(区),河北的中、西部地区,内蒙古的中部地区也有少量分布。窑洞根据结构形式和建筑形态的不同,可分为靠崖式窑洞、下沉式窑洞和独立式窑洞三种。

靠崖式窑洞一般位于山畔,沟边,利用崖势,先将崖面削平,然后挖成窑洞(图 1.1)。这种窑洞大多具有良好的采光。这类窑洞由于要紧靠山崖,常呈曲线或折线形,既减少了挖掘的土方量,又取得了与环境相协调的生态效果。

下沉式窑洞也称地下窑洞,是指在黄土高原的地下开挖的窑洞院落。这类窑洞往往通过斜坡道与地面联系,在平原地区比较常见(图 1.2)。根据窑洞院落与地平面的关系可将下沉式窑洞分为全下沉式、半下沉式和平地式窑洞三种。根据窑洞院落的位置,下沉式窑洞又可分为院外式、院内式和跨院式三种。因地制宜、巧妙变通在下沉式窑洞身上得到了很好的体现。



图 1.1 陕西某靠崖式窑洞



图 1.2 河南巩县某下沉式窑洞

独立式窑洞实质上是一种掩土(或覆土)的拱形建筑,与上两种窑洞有着很大的区别(图 1.3)。这是当自然条件不允许时,通过人工创造的一种窑洞。依据箍窑材料的不同,独立式窑洞分为土基窑洞和砖石窑洞两种。由于这类窑洞四面临空,建筑布置相对灵活,甚至可以在窑顶上建造房屋或将窑洞建成丁字形三合院、四合院的形式,还可以建成窑洞和房屋混合的院落。

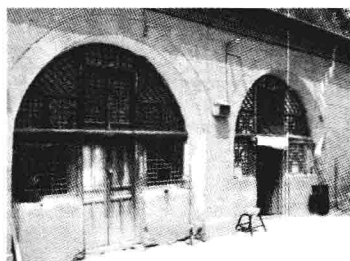


图 1.3 陕西某独立式窑洞



图 1.4 甘肃某夯土民居

2) 夯土建筑

夯土建筑的主要工艺在于夯土墙的建造。夯土墙又称为版筑墙(夯土技术在中国北方又称“干打垒”),是农村地区所说的打土墙、板打墙、杆打墙的总称(图 1.4)。夯土建筑主要分布在黄河以北的半干旱地区以及河北、东北和内蒙古等地区。这些地区冬季气温较低,土是保温良好的材料。夯土施工技术可以在建筑的许

多部位运用,不同地区有着不同的作法。

夯土工艺根据夯筑模具的不同可分为版筑法和椽筑法两类。版筑法是中国古代建筑中的一项基本技术,曾经广泛应用于古代各种建筑之中,具有悠久的历史。版筑法以木板作边框,在框内填土,用木杵打实,然后将木板拆除向上移动。重复上述步骤,直至所需高度为止。为了提高墙体的整体性,需要在土中加入一些竹条等筋体。椽筑法与版筑法的区别主要在于采用原木作为夯筑的模板,夯筑出来的墙体会留有明显的原木痕迹。



图 1.5 某土坯房

3) 土坯建筑

土坯是用未经焙烧过的黏土掺以麦草等有机掺合料制成的建筑材料。土坯砌筑是指用预先制作成型的土坯来建造房屋的技术,是我国生土建筑中运用最广泛的技术(图 1.5,图 1.6)。土坯建筑的建造方式灵活多变并且施工速度快,故而成为广大农村地区建造房屋的重要选择。建造土坯建筑的关键在于土坯。制作土坯的主要原料为黏土,黏土的质量因地而异,应现场进行采样试验,根据当地土质状况灵活运用。黏土容易被水侵蚀而导致土体散落,也易因遭受反复



图 1.6 安徽某土坯房

冻融而浸毁,这是黏土最大的缺点。

北方的土坯建筑主要起到防寒和防风的作用,而南方的土坯则有防潮、隔热的优点。土坯就地取材,经济实用、物美价廉,同时还具有隔声、防火的优点。土坯的运用相当广泛,如房屋的外墙、内墙、烟囱、院墙、粮仓、城墙甚至重要的军事性防御工程等。土坯砌块可以根据需要制作成不同的规格和尺寸,且有多种组砌方式。用土坯砌块砌墙,可根据实际情况采用合适的砌筑方式。土打墙到土坯墙的变革,是生土建造历程中一项重要的技术进步,同时也是建筑材料的一大革新,它为砖的出现做出了铺垫(图 1.7)。



(a) 圆土楼



(b) 土楼内部结构



(c) 方土楼

图 1.7



4) 客家土楼

客家土楼是指位于东南地区采用夯土墙承重、具有突出防御功能且适合大家族聚居的巨型土木结构多层居住建筑。主要分布于福建西南部的南靖、永定、华安、平和县等地区。土楼的建筑样式各异,有圆形、椭圆形、方形、交椅形、曲尺形、弧形和扇形等。时至今日,客家土楼的建造技术已达到较高的水准,它在一定程度上突破了生土建筑层高的限制。客家土楼通常为三四层,有的甚至能高达五六层,高度超过 20 m。功能分布通常一层为厨房,二层为粮仓,三层或三层以上作为卧室。一层的厨房和二层的仓储室不对外开窗,三层以上的卧室才开“内大外小”的窗。

客家土楼房屋的主要材料为黏土,采用夯土技术,将土楼建造成型。夯筑土墙一般采用“三合土”进行夯筑,即黄土、石灰、河砂三种材料按一定的比例混合搅拌夯筑。其主要的作法有湿夯和干夯两种:湿夯三合土,黄土、石灰、砂按 1 : 2 : 3 配比成型,多用于墙脚,这种土墙可长期抵御水的侵蚀;而干夯三合土则以黄土为主,黄土、石灰、砂的比例为 4 : 3 : 2 或 5 : 3 : 2,多用于大型圆、方土楼的一层外周底墙。这种土墙虽然害怕水的侵蚀,但比普通土墙要坚固得多。

客家土楼的形成和发展有着特殊的轨迹,它体现了我国生土建筑高超的建造技术和杰出璀璨的文化意境,作为中国古老的建筑工艺,它充分结合当地自然、社会环境和风俗习惯,是一种极为罕见的建筑文化景象。

1.2 村镇生土建筑抗震设防现状

我国村镇建筑具有分布广、数量大、体型小等特点。村镇建筑房屋抗震能力较差,原因如下:农村地区社会经济发展水平相

对较低,建房投入资金相对较少;村镇建筑以自建为主,长期以来未纳入正规的行政管理,很少进行抗震设计;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,施工机具简单,技术力量不足,建房过程中缺乏第三者监管,随意性强。

生土房屋大量分布在我国西北农村地区,西南、华北等地区的农村也有一定数量的生土房屋。生土房屋抗震能力较低,6度地震下生土房屋就将遭到一定破坏;7度地震下一定数量的生土房屋将遭到严重破坏和倒塌;8度地震下,则多数生土房屋将遭到不可修复程度;9度地震下,基本所有生土房屋会倒塌。震害如图1.8~图1.10所示。



图 1.8



图 1.9



图 1.10

1.3 生土结构房屋结构形式及特点

生土墙是生土结构房屋的主要承重构件。根据生土墙不同,生土结构房屋可分为:

1) 土坯墙房屋

土坯墙房屋是指由黏土泥浆黏结,土坯块材错缝卧砌形成土坯墙体(实际中尚有土坯立砌的墙体),屋架或檩条搁置在土坯墙上的房屋。土坯墙是将风干的土坯用草泥浆砌筑而成。土坯按不同的制作方法可分为干制坯和湿制坯,湿制坯的强度较干制坯提高很多,但湿制坯砌筑墙体的抗剪承载能力较干制坯砌筑的墙体提高不多。各地的土坯尺寸不大相同。承重土坯墙的砌筑方式有平砌和立砌。平砌方法砌筑的墙体稳定性相对好些,试验证明,平砌法砌筑的土坯墙在反复荷载作用下,抗震性能较强。立砌法砌筑的墙体通常竖缝无浆,这种土坯砌筑墙体的土坯间离散性大,地震作用下整体性差,土坯之间易发生离散作用,加剧墙体的破坏。有研究表明,科学砌筑的土坯墙体比传统立砌土坯墙体的抗剪强度提高 40%。土坯墙具有现场劳动强度低,施工不受季节限制,工期比较短的优点。

2) 夯土墙房屋(俗称干打垒或板打墙)

夯土墙的特点是墙体由半干半湿的黏性土放在木夹板之间,逐层分段夯实而成,每层厚度一般为 30~35 cm。按各地做法不同,掺有不同比例的石灰粉、贝壳灰、砂、卵石以及炉灰渣等材料,以提高其强度。夯土墙体、硬山搁檩、纵向搁梁组成了夯土墙房屋。夯土墙的特点是整体性好,就成型方法比较,夯土墙强度比土坯墙的强度小。

生土结构房屋的抗震性能与地基条件、整体布局、墙体材料