

# 授之以渔，本土营造

## ——四川凉山马鞍桥村震后重建研究

# Best Way Is to Improve Local Construction

## Study on Ma'anqiao Village's Reconstruction after Earthquake in Liangshan of Sichuan

[穆钧] Mu Jun<sup>1</sup>  
[周铁钢] Zhou Tiegang<sup>1</sup>  
[万丽] Wan Li<sup>2</sup>  
[吴恩融] Wu Enrong<sup>2</sup>  
[马劫] Ma Jie<sup>3</sup>  
[杨华] Yang Hua<sup>4</sup>

### 作者单位

1 西安建筑科技大学 (西安, 710055)  
2 香港中文大学建筑学院  
3 贵州省建筑设计研究院 (贵阳, 550002)  
4 深圳市建筑设计研究总院 (深圳, 518000)

### 收稿日期

2013/10/10

### 摘要

四川省凉山州会理县马鞍桥村为基地启动的住建部震后重建综合示范项目,旨在探索一条因地制宜的可持续重建之路。在此过程中,通过对传统夯筑技术的改良和标准化研究,形成了一系列经济适用、易于操作,且可有效提升传统夯土民居抗震和耐久性能的技术措施。

### 关键词

震后村落重建 ; 夯土建筑 ; 传统民居 ; 授之以渔

### ABSTRACT

The Ma'anqiao Village, a typical comprehensive demonstration project reconstructed after earthquake by MOHURD (Ministry of House and Urban-rural Development of People's Republic of China), aims at exploring a way to sustainable reconstruction in the light of local conditions. The improvement of traditional rammed earth technique and the study on standardization have formed a series of technical measures, which are economical and practical, easily operable, and can effectively improve earthquake resistance and durability.

### KEY WORDS

reconstruction after earthquake; rammed earth building; traditional folk house, methodological teaching

2008年8月30日,川滇交界发生的6.1级攀枝花地震,使该地区成为继川西之后的又一个重灾区。位于四川省凉山州会理县新安傣族乡的马鞍桥村,是该地区最具代表性的受灾贫困村落之一。该村以传统夯土合院民居形式为主的大量农宅损毁严重,对于四川省大多数村民而言,采用常规建造技术和组织模式重建家园,面临着常规建材价格飞涨、资金短缺、交通条件落后、教育和技术水平相对低下等一系列挑战。鉴于这些挑战在广大贫困农村地区所具有的普遍性,2008年10月,住房和城乡建设部委托(香港)无止桥慈善基金,统筹香港中文大学、西安建筑科技大学等高校成立联合团队,在利希慎基金等香港慈善机构的资助下,以马鞍桥村为基地启动了震后村落重建研究与示范项目,旨在针对贫困农村地区,研究与示范一种易于被当地村民接受、掌握和传承的适宜性生态重建模式。

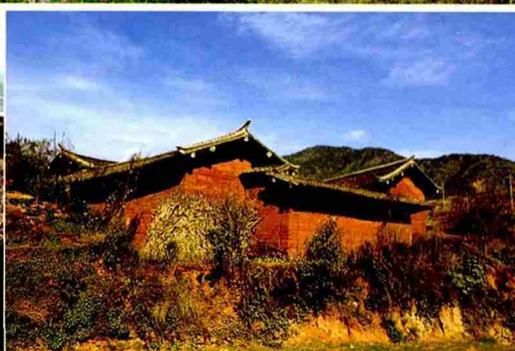
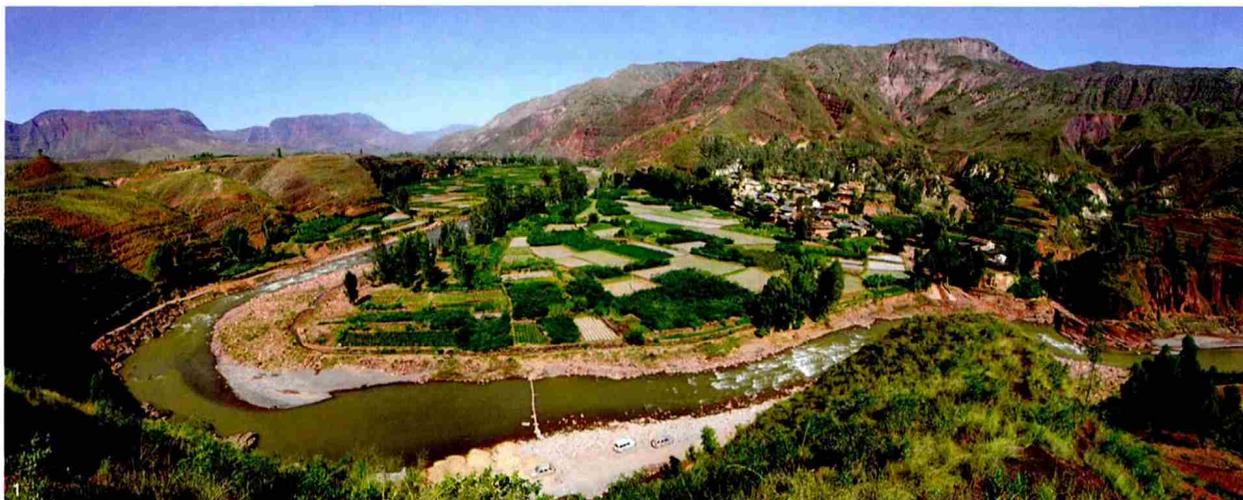
### 1 问题与挑战

马鞍桥村地处川滇交界,大部分村子被一条大河与外界阻隔(图1)。人畜共居的夯土合院是该地区村民千百年来广泛应用的传统民居形式(图2)。面对震后大量夯土房屋的损坏和倒塌,村民们普遍对其

抗震性能丧失信心(图3)。基于烧结砖、混凝土等建材的常规建造模式,似乎成为他们家园重建的唯一选择。

然而,对于年人均纯收入仅为1000元的当地村民而言,常规的重建模式却面临着巨大的挑战。首先,尽管有国家的补助和贷款,但由于震后建材价格飞涨,且运费高昂,砖混结构的造价远高于村民们的承受能力。其次,受河水阻隔,从外界大量运入建材并不现实。再次,面对人地关系极其紧张的现实,震后大量夯土房屋废墟只能作为“垃圾”向河中倾倒,直接危及当地自然生态安全。更为重要的是,在滇北川南广大农村地区广泛应用的这种传统夯土合院农宅,是人们应对当地特定的经济、资源、气候等客观条件,历经千百年摸索凝练形成的传统民居形式,至今仍符合当地村民日常生活生产习惯。而从周边村落由政府震后统建的三开间砖混住宅来看,如果简单地照搬常规建造模式用以重建,不仅不利于当地生态环境的保护和传统文化的传承,而且很难达到村民生产生活的实际需要。这一点可以从与当地村民的访谈中得以印证。当问及村民,“如果有一种方法使得现有夯土房屋的抗震性能得到充分地加强,你们该如何选择?”很多村民都表示:“我们当然求之不得!我们这夯土房子看

- 1 一座季节性独木桥是马鞍桥村与外界的唯一交通联系
- 2 当地典型的传统夯土合院，人畜共居
- 3 震后当地大量夯土农宅损坏或倒塌



着虽土，但便宜啊，施工也简单，而且冬暖夏凉、养牲口也方便……”

## 2 策略与方法

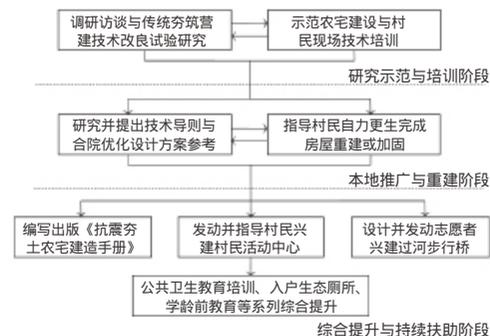
针对上述村民所面临的一系列挑战和问题，团队通过对当地大量损毁房屋的实地勘察和村民访谈发现，基于本土建造传统，充分利用震后废墟和当地自然资源的重建模式，是当地灾后重建最为现实和有效的技术路径。其关键在于如何有效地提升传统夯土农宅的安全性能，重新建立村民对其建造传统民居的信心，自力更生地完成家园重建。因此，该项目的研究和推进策略集中于以下两个方面：

1) 基于传统夯土建造技术改良研究，充分利用震后废墟和本地自然材料，以经济适用、操作简易为根本原则，有效提升房屋安全性能和居住环境质量；2) 授之以渔，通过现场建造培训，发动和引导村民根据自身财力和需求，自力更生完成家园重建。在此过

程中，应遵循“高科学、低技术”的研究理念，即：采用科学严谨的研究方法和工具，输出经济实用、简单易行的适宜性技术，使教育程度普遍较低的当地村民乐于接受、易于掌握、自主传承与推广（图4）。

## 3 传统营建技术的改良与标准化

马鞍桥村所在的西南地区自古便是地震多发地带。即便如此，人们利用本地可得的一切资源，历经千百年的摸索，逐渐形成基于夯土及木结构的一系列房屋抗震建造技术，并在西南地区得到广泛的应用。然而，随着人们住房观念的转变以及传统工匠的消逝，大量传统夯土建造的核心技术逐渐失传。随之而来的是，在相互攀比心态的作用下，近些年新建的夯土房屋层高、进深以及门窗尺寸无节制地增大，而其抗震性能却越来越差。根据现场勘察发现，当地传统夯土农宅在结构整体性和夯土墙体力学性能方面的缺陷是导致其大量损毁的核心原因。



4 项目推进策略与各阶段工作内容

全面提升当地传统夯土建筑抗震性能，是决定该项目成败的关键。为此，团队结合已有研究成果，通过一系列材料优化和现场建造试验，充分利用本地可得的自然材料和震后废墟，发掘和优化当地传统夯土建筑体系体系和营建技术，为实现安全且稳定的建筑质量奠定基础。具体的措施包括以下两个方面：

1) 优化房屋结构体系。根据夯筑墙体性能限定房屋最大开间、进深、层高、窗墙比等参数，明确有利于抗震的合理体系系数范

围；利用竹木材料，完善并规范由构造柱、拉接竹筋、上下圈梁等构件形成的抗震结构体系；优化夯筑墙体分层、屋面和墙体，以及基础等连接构造措施，进一步提升房屋整体性。

2) 施工方法、工具的改良和标准化。夯土墙的力学和耐久性性能取决于土质构成、水分控制、夯筑方式 3 个因素。根据团队一系列实验室及现场夯筑试验发现，在当地村

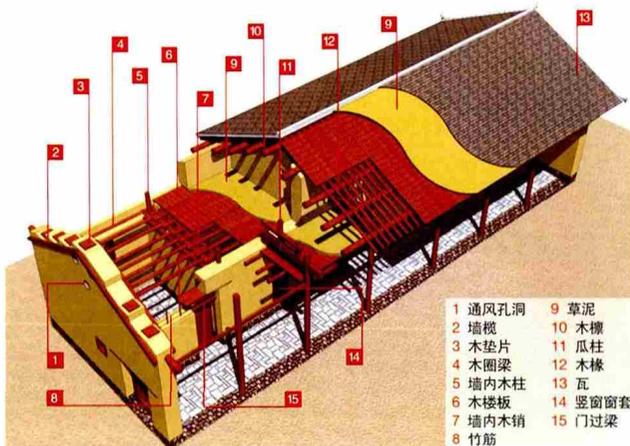
民常用的原状土或墙体废墟土料中掺入 5% 左右的熟石灰，并控制 15%~20% 的水分，可在保持其可降解性能的同时，极大地提升夯筑墙体的力学性能和耐久性能。为获得足够的夯击强度，团队利用轻型角钢、铸铁等常规材料对当地传统夯筑工具进行了改良。同时，鉴于传统夯筑方法的人工随意性，根据试验成果，团队在改良的基础上，对当地传统夯筑流程进行了全面的标准化，以获得

相对稳定的夯筑质量。

以上技术改良措施充分利用了毛竹、杉木、毛石、秸秆、芦苇等村内甚至施工现场可得的自然材料或震后建筑废墟，其操作也简单易行。以此为基础，团队编写了一套简单易读的夯土农房技术导则，以供村民在自主重建过程中，根据自身经济和基地条件灵活选用，以最小的代价实现房屋抗震性能的大幅度提升。



5 震后志愿者团队深入各户开展访谈、调研和方案论证工作  
6 传统夯筑技术改良现场试验

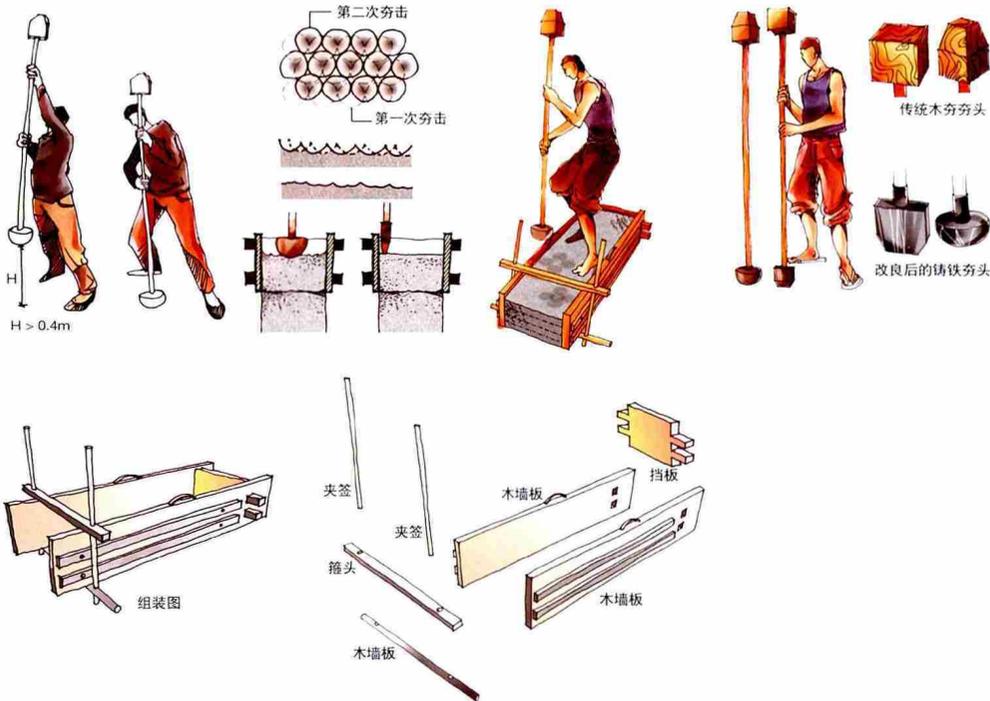


7 优化后的夯土农宅建筑结构体系

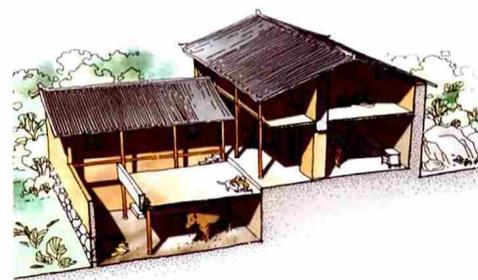
- 1 通风孔洞
- 2 墙椽
- 3 木垫片
- 4 木圈梁
- 5 墙内木柱
- 6 木楼板
- 7 墙内木销
- 8 竹筋
- 9 草泥
- 10 木椽
- 11 瓜柱
- 12 木椽
- 13 瓦
- 14 竖窗窗套
- 15 门过梁

#### 4 居住空间与环境的优化设计

会理县地处亚热带半湿润气候区，冬季温暖夏季闷热。当地传统夯土合院由于人畜共居，院内卫生条件普遍较差。传统夯筑墙体相对较差的力学性能，使房屋门窗及洞口的开设受到极大的制约，加之村民没有后墙开窗的习惯，使得室内往往光线昏暗，夏季湿热、通风不畅。为此，团队走访了全村每户村民，在充分了解各户生活生产习惯、重建需求的同时，与住户一同研讨重建方案，并纠正一些认识的误区(图 5)。根据各户家



8 经过改良和标准化设计的夯筑工具及流程



9 根据各户现状条件提出的部分合院优化设计方案参考

庭结构、经济条件、宅基地面积和地形条件，最终形成了 12 套具有代表性的合院改良设计方案，以供村民在重建过程中灵活参考选用（图 6~9）。具体改良措施集中于以下几个方面：

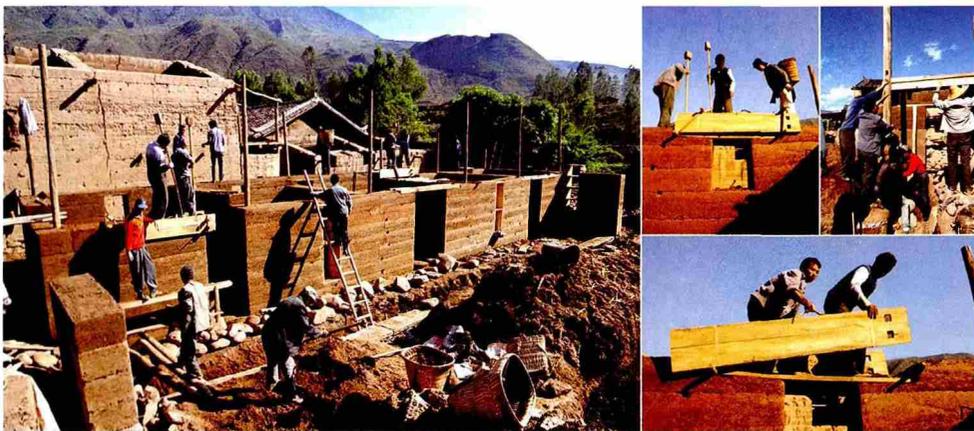
1) 通过功能空间布局的调整，在改善院内冬季日照、夏季通风条件，以及提高各功能空间利用率的同时，使居住空间和饲养空间做到功能联系却空间隔离，以改善院内卫生环境。

2) 结合结构体系和夯筑工艺改良，根据各功能需求特点，形成诸如纵向窗套、铁桶洞口、椽间洞口等多种形式且简单易行的门、窗、洞开设模式，加强室内通风效果。

3) 利用当地仓储阁楼的建造习惯，以及夯土墙自身优良的蓄热性能，通过孔洞开设模式的调整促进阁楼通风，使其成为可有效抵御夏季热辐射的屋面隔热层。

## 5 示范培训与家园重建

马鞍桥村的文盲率高达 50%。如何使



10 作为村民现场技术培训的示范农房建设

村民学习掌握这些房屋建造优化措施，是团队面临的一大挑战。为此，团队选定一对无力重建的孤寡老人作为示范户，并发动全村每户派出一个劳动力组成村民施工小组，为其兴建房屋（图 10）。在此过程中，团队派驻 2 名志愿者与村民同吃同住，指导村民现场施工。通过这一实际操作的培训模式，示范房建成后，全体村民已完全掌握了各种新技术措施的要领，并积累了充分的经验。更

为重要的是，看着崭新的示范房，村民们恢复了对传统夯土技术的信心，随即通过邻里互助的传统组织模式，自发展开各户房屋重建工作（图 11）。

与此同时，针对震后普遍出现的侵占农田重建房屋的现象，团队向各户提供了不同程度的资助（新占农田者仅能拿到资助费的 20%），以鼓励村民原址重建。在志愿者的进一步技术指导下，历时 3 个月，全村 33



11 通过邻里互助建成的各户新宅及其分布示意

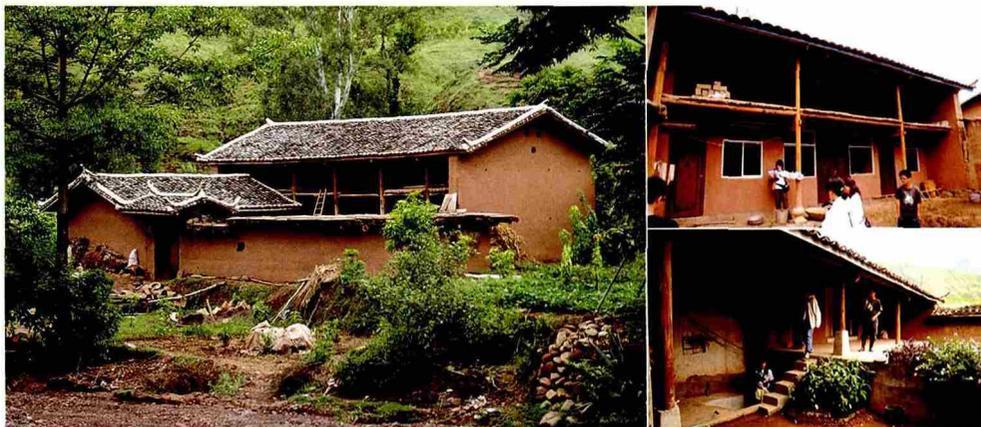
户村民自力更生完成了家园重建(图12)。为充分发挥村民的主观能动性,团队除了提供技术指引和设计参考外,并未干涉各户的宅院设计。从各户重建成果来看,村民们展现出的创造力和民间智慧令人欣喜,毕竟只有他们才真正了解自身的条件和需求。

## 6 村民活动中心建设与综合提升

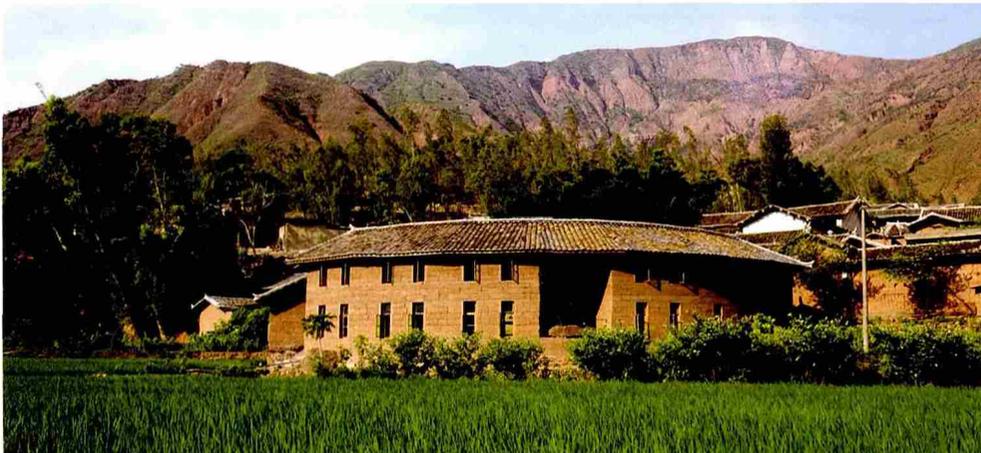
村民们对新型夯筑技术的积极应用,在一定程度上是面对震后所处困境的无奈之举。随着日后收入水平的提升和生活需求的日益多样化,当房屋再次更新之际,这一被普遍认为是贫困落后象征的传统夯土建造技

术是否还会获得村民们的垂青和传承?答案也许是令人悲观的。为此,在总结最新的研究成果和实践经验的同时,团队根据当地村民的习俗和公共生活需求,设计并组织村民兴建了一个具有诊所、图书馆、商店、幼儿园等功能的村民活动中心。其中,弧形墙、弧形屋面、两层上人楼面、落地门窗等传统夯土难以实现的“现代”元素得到充分应用,以期在丰富和满足村民日常公共生活的同时,向村民们诠释他们的传统技术在“明天”的应用潜力(图13、14)。

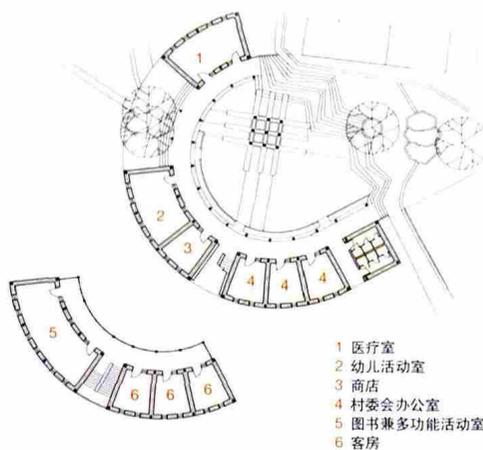
在村民进行家园重建期间,团队发动香港和内地高校相关专业教师和学生志愿者开展了诸如公共卫生教育和培训、入户生态厕所建设、学龄前教育等一系列综合提升和服务工作。尤其为该村设计,并由志愿者和村民以手工作业为主兴建了一座66m的跨河步行桥。自此,马鞍桥村终于有了有史以来的第一座真正的“桥”。并且,团队采用以照片、手绘为主的表达形式,针对普通村民和农村工匠,编写出版了一本《抗震夯土农宅建造图册》,并在住建部村镇司的支持下,免费发放于有夯筑营建传统的西南农村地区,以进一步推广该项目研究成果和经验。



12 通过邻里互助兴建完成的新型夯土宅院



13 发动村民和志愿者共同兴建完成的村民活动中心



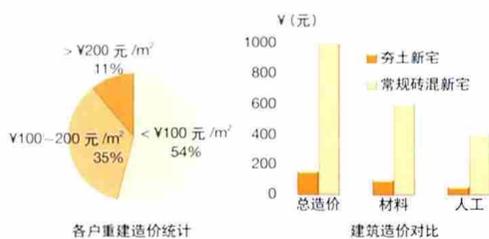
14 村民活动中心平面 0 1 5 10m



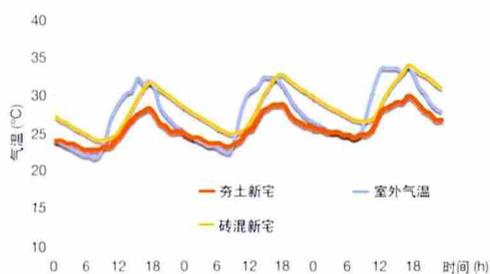
17 如今的马鞍桥村已恢复到震前的宁静与祥和

## 7 性能与成效

通过对马鞍桥震后为期 3 年的跟踪观测和统计,可以看到与当地常规砖混结构农宅相比,村民自主重建的房屋显现出明显的优势。由于改良后的建造技术简单易行,且村民普遍具有传统夯筑的经验基础,每户房屋重建仅需雇佣 1~2 名本村擅长屋架和门窗制作的木匠,便可在邻里亲朋的互助下完成房屋重建。同时,除少量水泥、熟石灰等工业原料不得不从外界购入之外,重建所需的建筑材料 90% 免费取自本村的自然资源和震后房屋废墟。仅此两项使得村民自建的新型夯土宅院的平均造价,仅为当地常规砖混



15 村民自建的夯土新宅与邻村砖混新宅造价对比统计



16 村民自建的夯土新宅与邻村砖混新宅夏季室内气温对比

结构农宅的 1/10, 即 :150 元 /m<sup>2</sup>。绝大多数村民仅需利用国家提供的 2 万元 / 户的资助款和团队提供的 0.2 万 ~ 1 万元的捐助金,便可完成整个宅院的重建 (图 15)。而其热工性能远优于后者 (图 16), 尤其整个生命周期中产生的能耗和对环境的破坏得以最小化。更为重要的是,新宅院在居住环境质量及房屋综合性能方面的提升获得了村民们的普遍认可。如今,马鞍桥村恢复到震前的宁静与祥和 (图 17)。

## 8 结语

马鞍桥村震后重建研究和示范项目完成至今,先后获得联合国教科文组织“2011 年度传统创新奖”等多项国际专业奖项,也由此获得多家相关国际权威研究机构的关注。2012 年,西安建筑科技大学在联合国教科文组织“生土建筑、文化与可持续发展教席”、国际生土建筑研究中心(法国)的协助下,正式成立“住建部村镇司现代生土建筑实验室”。在住建部的全力支持下,实验室已在甘肃、河北、江西等地区,针对传统生土建筑技术的改良和在农村建设中的应用,开展了系列示范研究项目,取得了多项突破性成果。

众所周知,我国类型多样的传统民居营造工艺,是各地区人们在本地特定的气候、资源等客观条件下,历经千百年探索总结形

成的智慧结晶,可以说是当地解决房屋建造问题最为经济实用,且往往是最具生态潜力的技术路径。尽管其中仍存在一定的客观缺陷,但如果利用现代科技根据人们日益多元化的生活需求,将其加以改良更新和推广应用,必将对于推动我国尤其是贫困地区农村建设可持续发展,具有十分重要的现实意义。马鞍桥村震后重建示范以及后续系列示范项目所取得的成果,恰恰证明这一技术策略是切实可行、行之有效的。而立足本土资源和营造传统,坚持“高科学,低技术”的科学态度和“授之以渔”的目标,是贯彻该技术策略必须遵循的基本原则。

项目管理与统筹部门 住房和城乡建设部村镇建设司、(香港)无止桥慈善基金  
项目资助 (香港)利希慎基金、香港女童军总会  
农宅重建情况 示范房 1 户、指导重建 33 户,合计重建建筑面积 5500m<sup>2</sup>  
高校志愿者团队 香港中文大学、西安建筑科技大学、重庆大学、香港科技大学等  
项目团队主要成员 穆钧、吴恩融、周嘉旺、周铁钢、万丽、马劼、陈英凝、杨华、代启福、邢世建、付剑桥等  
设计时间 2008-2009 年  
竣工时间 2010 年

图片来源  
图 1~3 :周嘉旺摄影;  
图 5、11 :万丽摄影;  
其余图片 :穆钧摄影。