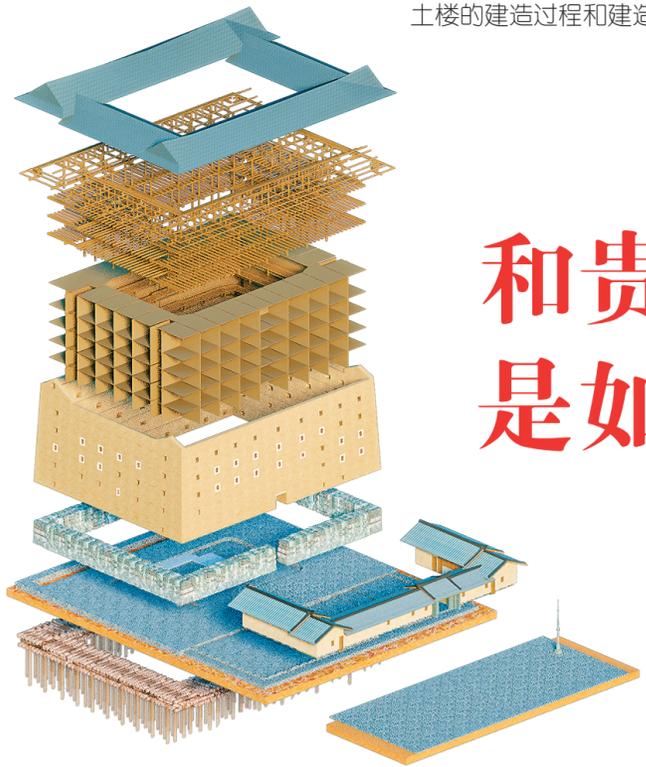


2008年7月，作为“福建土楼”的组成部分，和贵楼列入《世界遗产名录》。

为准确理解福建土楼的建造过程和蕴含的传统智慧，一个多学科研究团队，集合了建筑学、人类学和信息技术等领域的专业人员，对和贵楼进行了长达5年的细致观测，以数字化技术解析并再现了福建土楼的建造过程和建造技艺。



夯土墙与木结构结合，构成了稳定的体系。

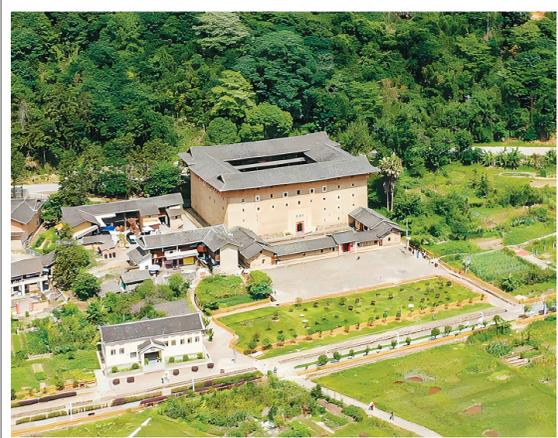
土墙夯筑时，预埋窗过梁；窗洞外小内大，兼顾防御与采光。

卵石墙基坚固且防洪防潮性能好，土墙错缝夯筑，内加竹木筋增强稳定性。

松木桩结合筏形基础，可抵抗松软土层造成的不均匀地基沉降。

# 和贵楼是如何建造的？

王量量 韩洁



和贵楼

## 福建土楼符合的世界遗产标准

### 标准(iii)

土楼是一种独特的见证，体现出适合集体生活的防御性建筑的文化传统，包括复杂的建筑传统以及和谐与协作的观念。这些都在长时间内得到良好的记录。

### 标准(iv)

土楼以超乎寻常的规模、建筑传统和功能，反映了在广泛区域内经济和社会历史发展的不同阶段。

### 标准(v)

作为一个整体的土楼，尤其是申报世界遗产的“福建土楼”，在形式上是对集体生活和防御需求的一种应对，而在它们与自然的和谐关系上，是人类居住环境的一种杰出实例。

## 延伸阅读

## 对和贵楼的研究已经持续了5年

福建土楼是生土民居的重要代表，自2008年列入《世界遗产名录》后，已成为极受欢迎的旅游目的地。以和贵楼为例，其壮观的造型和独特的外表给人留下深刻印象。

福建土楼展现了传统工匠在面对特殊地理和气候条件所做出的应对策略。以这些建筑文化遗产来分析其营造技艺，其中既有传统工艺的普遍特征，还具有鲜明的地域特色。从实际功能出发，土楼建筑者组合了不同类型材料，表达了地域特性、建筑类型、装饰文化、审美取向和民间信仰等多方面的内容，是材料、工艺以及人居智慧的高度集合，具有极高的科学艺术价值。

但福建土楼当年都是如何建造的？

自2019年起，厦门大学与联合国教科文组织亚太地区世界遗产培训与研究中心(上海)及意大利国家研究委员会，以“海上丝绸之路沿线传统聚落保护利用与价值提升”项目建立战略合作，将福建土楼作为教学科研对象，开展了一系列联合工作。在此框架下，厦门大学组建了一个多学科研究团队并得到了漳州南靖文化体育和旅游局的支持，分析和贵楼等典型土楼建筑建造技艺，通过数字化技术确认并再现了福建土楼的建造过程和建造技艺。

## 将营造过程进行数字化还原

和贵楼始建于清雍正年间，共5层，建筑高17.3米，周长132.5米，占地面积1081.2平方米。

首先，和贵楼研究团队通过无人



研究团队展开土楼营造技艺的采访调查，对下料、放线等作业内容进行详细记录和访谈。图为土楼工具箱，用来收纳所有木工工具，便于工匠挑着去现场做事。

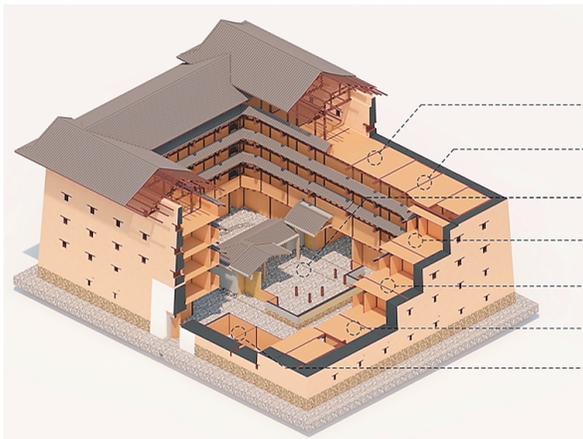
图为刨出曲面木料的木工“一字刨”工具，也称“乌刨”，这种小刨的底部比较短小，两侧为手柄，操作起来十分灵活。



土楼营造工具包括刨、劈、凿、锯、锤等。图为土楼木作凿子、锉刀工具。其中，凿子用来凿眼、挖孔、剔槽，是实现木构件之间榫卯结合的必备工具；锉刀是用来打磨修整木构件的棱角、凹槽、孔眼等不规则表面的工具。

列入世界遗产的福建土楼以及相关的文献档案，反映了土楼作为杰出的生土建筑作品的出现、变革和发展。

具有地方特色的内部空间、精致装饰的表面使得土楼建筑满足了当地居民物质和精神上的需求。以和贵楼为代表，土楼建筑与周边环境相协调，既符合传统“风水”原则，又体现出景观的美与和谐。



(除署名外，本版图片皆选自《夯筑和贵·南靖和贵楼营造技艺数字化解析与展示》)

祭祀空间  
居住或仓储  
私塾  
居住  
居住  
仓储  
厨房

嵌入墙体深度的2/3。为了确保墙体干燥稳固，檩条要稍微垫高，保持水平。随着木架的搭建，墙体逐渐变薄，并向内倾斜。

第五步为盖瓦出水。一旦木结构完成，接下来就进入重要的安装屋顶梁架工序。屋架正脊略微升起，屋面两端翘起，设计上既美观又有助于减少风的压力。完成屋顶梁架后，工匠们开始盖瓦，瓦片从顶部向下一层层铺设，确保屋顶坚固防风。

第六步为木作装修。继屋顶完成后，工匠们开始进行内外装修。外部装修包括大门牌制作和窗洞开凿，还会挖掘水井和排水沟；内部装修则分为泥水和木工2个部分。泥水匠人用土砖砌隔墙，木工则制作大门、楼梯，并铺设地板。房间的布局根据不同功能有所不同，分为厨房、仓库和卧室等。

和贵楼研究团队根据对民居大师黄汉民、戴志坚两位教授和土楼营造技艺非遗传承人张美尧老师的访谈、现场调查与文献梳理，不仅补全了土楼营造的完整工序，还将全部工艺植入到数字模型中。自此，土楼进行保护修缮时，工人们可以参考具体步骤和方法。

## 软土上的土楼为何能屹立不倒？

和贵楼经历5次地震和无数次匪患，竟在容易沉降的软土地基上稳稳屹立至今。这其中蕴含的建筑智慧，至今仍是研究的重点。

研究团队通过数字化技术对建筑过程进行分析，认为建造者在地基设计、结构构造以及其生活防御方面都有巧妙之处。

智慧之一在于“筏形基础设计”。研究团队梳理和贵楼的建造历史时发现，建设初期，工匠们并未发现地基下方为极其松软的淤泥质土层。当已经建造至第三层时，由于地基不稳而发生倒塌。重建时，采用了当地“水浸千年杉，风吹万年杉”的建造方法，工匠使用水下抗腐蚀性较强的松木建造“筏形基础”来抵抗不均匀的地基沉降。研究团队利用数字化技术还原了和贵楼筏形基础的做法，发现这一设计犹如将和贵楼建造于一艘大船之上，减少了对软土层的压力，从而提高了地基的稳定性，防止了因不均匀沉降而导致的倾斜。

智慧之二是夯土墙与木构架进行了巧妙结合。作为土木结构建筑的代表，福建土楼展现了极高的夯土技艺。土墙的夯筑，又被称“春墙”。木工师傅会提前做好称为“墙枋”的春墙模具。一块墙枋“长8尺，宽1.2尺”。研究团队复原了“春墙”专业、复杂、精细的过程：先在墙体上放好支撑用的“墙针”，放上墙枋，用专门的工具将墙枋夹紧。同时，将泥土、沙子和水混合搅拌到一定湿润程度，再将这些“熟土”加入模具中反复春紧；在春墙的过程中，还要加入竹片或者木枝以起到“拉结”作用，防止墙体开裂，夯满一块模具称为一枋墙。

和贵楼是一座方形土楼，在转角处，建造者交叉放置树木的细枝干或木片，有效地加固了受力较大的墙角。一层土墙夯筑至3.6米高时，开始安装梁架等木结构。研究团队也复原了这一过程：工匠先在墙顶开凿凹槽，然后将柱子竖起来，然后在两根柱间搭接横梁，最后在横梁与土墙间依次放置纵向檩条。靠墙一侧适当垫高以保证墙体干燥收缩后墙面保持水平，这一做法称为“让墙”。

待一整层木构架搭建完成后，将墙枋厚度减少15厘米，再春下一枋墙并将入墙檩条端部压住。然后搁置一年等待墙体干透，来年砌筑上一层。墙体每层厚度减少15厘米，以此类推，逐层向上搭建。

和贵楼的建造工期，持续了多年。

研究团队发现，和贵楼夯土墙与木构架结合的设计方法，使得建筑既

稳固又具有韧性。夯土墙的厚重稳定和木构架的柔性弹性相结合，提高了土楼的抗震性，形成了多重抗震防线。当地震发生时，木构架能够有效减缓震动，减轻对建筑主体的冲击，确保建筑的安全。

和贵楼是集体防御性建筑。当时为了保护族人抵御匪患，和贵楼以巧妙的设计成为坚固的“堡垒”，这也是其屹立不倒的另一重要缘由。大门是土楼最容易攻破的地方。和贵楼大门门框、台阶和门槛用了坚硬的花岗岩或青石，门框和墙体紧密结合，非常坚固。和贵楼外墙高大、厚实；墙基以卵石砌筑，最厚的地方超过2米，外院纵深达11米，以此形成了多重防护。

从功能划分上看，和贵楼在一层设置厨房，二层作为储藏空间，三层及以上为居住空间，这样的设计最大限度地提高了开窗所需的高度，避免外人从窗户进入土楼；同时，其窗户采用外小内大的“箭窗”，既能让居住者视野开阔，又能抵挡外界攻击。这些巧妙构思、设计与建造实践，确保和贵楼历经近300年风雨完好无损，也保护了子孙安居息。

## 传统智慧仍有当代意义

和贵楼建筑营造技艺，为当代建筑设计提供了许多借鉴。

基于数字化解析，研究团队发现，和贵楼代表的福建土楼夯土墙与木构架结合的独特结构，可在面

临自然灾害时，保持整体结构稳定且具有较强的韧性。每一座土楼都像是一道天然的“防线”，能够有效抵抗灾害冲击。这为当代建筑设计提供了结构稳定性与抗灾能力的重要范例。

其次，福建土楼多使用当地河床石、稻田土和杉木等自然材料，能在建筑废弃后“零污染”回归大自然，实实在在地实现了生态循环。现代建筑在设计时，也应该充分考虑环保和可持续性，选用本地材料，并确保建筑能够长期对环境友好。福建土楼尊重环境的建造技法，为当代绿色建筑提供了重要借鉴。

福建土楼的布局始终以居住者生活需求为核心。通过合理划分厨房、仓库、寝室等，确保每个家庭单元有功能齐全的生活空间，并共享集体生活的公共空间。同时，土楼的空间结构具有明显的层次性，能够让家庭成员在不同空间中既获得适当的隐私，又能保持家族的凝聚力。通过厚重的墙体、坚固的门框和巧妙的窗户设计，使土楼能够保障居民的安全，这种有效的建筑功能，也可以形成很强的内聚力。

“以和为贵”是和贵楼名称的由来，其中的设计理念为我国当今集合住宅的设计提供了启示。

更应关注的是，福建土楼营造过程也是族人一项重要的集体行动，这个过程展示出前人鲜明的环境观与价值观。在一座土楼营造的过程中，首要考虑与周围环境协调，建筑设计要“负阴抱阳”；其次要打好基础，地基决定了建筑的稳定性和耐久性，也协调了与周边环境的关系，决定了场地排水坡度走向，这些都是全体族人共同恪守的准则。

福建土楼营造也体现了对时序的尊重。人们根据季节和农耕时令，安排从春天培土到夏季夯筑一层后停墙一年，等待土墙完全干透自然沉降，是为一个周期；待到次年往上一层的建造，直至盖瓦装修。这体现了前人对建造过程中气候与材料等自然规律的把握与遵循。

流芳至今、成为世界遗产的福建土楼是共同生产、劳动的结晶。在集体的准备、营造、盼望之中，传统凝聚力被一次次强化。

王量量、韩洁：厦门大学建筑与土木工程学院建筑系教授、副教授，研究方向为传统民居保护与价值提升、建筑遗产与非遗的数字化保护。



张雯珠摄