千年石窟的数智重生

——克孜尔石窟智慧修复与数字化阐释实践

杜世茹 张烈

克孜尔石窟位于新疆维吾尔自治区拜城县，开凿于公元3世纪至9世纪，现存洞窟300余个，壁画面积近万平方米，是古龟兹国境内规模最大的佛教石窟群，也是“丝绸之路：长安—天山廊道的路网”世界文化遗产的重要组成部分。作为丝绸之路北道的佛教中心，克孜尔石窟在佛教东传过程中扮演了关键角色：一方面，它是佛教文化传入中国的“第一站”，龟兹高僧鸠摩罗什在此成长、弘法，其翻译的大乘经典深刻影响了中原佛教的发展；另一方面，作为多元文明交汇之地，克孜尔石窟融合了印度、波斯、希腊、中亚及中原文化元素，形成了独具特色的“龟兹风”艺术体系。然而，克孜尔石窟历经千年岁月洗礼，在自然侵蚀、外来掠夺、环境变迁等多重考验下，石窟壁画面临着流散海外、残缺病害等问题。如何借助数字技术让这些珍贵的文化遗产得到有效保护、深度阐释与广泛传播，成为当代文物工作者面临的重要课题。

千年之殇：一座石窟的三重困境

克孜尔石窟的数字化保护工作之所以迫在眉睫，是因为它正面临三重相互叠加的困境。

第一重困境，是石窟的本体危机。走进石窟，光线幽暗，壁面斑驳。千余年的自然风化，岩体裂隙、水盐侵蚀、颜料褪色，让石窟壁画褪去了昔日的华彩；而20世纪初海外探险队的系统性切割盗掘，更使近500平方米壁画流落海外。如今，克孜尔石窟原址的大多数洞窟，已不复当年开窟时的庄严胜景。正如新疆龟兹研究院数字科技与文献信息研究所所长赵莉所言：“在克孜尔石窟工作30多年，我最想知道的就是，那些被割走、损毁的壁画，原本到底是什么样子。”

第二重困境，是石窟遗址的可及性。克孜尔石窟地处天山南麓的偏远山谷，交通颇为不便；洞窟内部空间狭小，难以承载大规模参观；部分洞窟壁画本体脆弱，出于保护需要常年不对外开放。观众远道而来，也只能在有限的空间与时间内匆匆一瞥，甚至无法步入洞窟内部，更谈不上沉浸式的具身体验。

第三重困境，是文化阐释的瓶颈。即便面对残存的壁面，观众也难以真正“读懂”。以保存天宫伎乐图著称的第38窟为例，穹顶的天相图中，日天、月天、风神依序排布，凝聚着佛教对宇宙运行的理解；两壁的天宫伎乐图上，箜篌、琵琶、筚篥次第铺展，正是丝路文明乐舞交融的历史图景。这些图像背后，是佛教思想、龟兹历史与多元文明交流交织而成的复杂知识系统，仅凭残损的画面，观众已难以还原其完整的叙事逻辑。传统的图录、展板与讲解词，只能将这一立体的、空间性的文化体验压缩为平面的文字与图像。观众的视线掠过佛陀与菩萨、伎乐天与供养人，却读不出龟兹壁画的独特之处：一个文明交汇之地以图像理解宇宙与生命的方式。

三位一体：从数字重构到文化阐释

克孜尔石窟的数字化保护工作并非从零开始。克孜尔石窟研究所此前已完成多个洞窟的三维数据采集与近红外多维信息采集，出版《克孜尔石窟壁画复原研究》图录，为后续的数字修复与沉浸式体验积累了扎实的数据基础。2024年，国家文物局科技教育司指导的“探元计划”项目进一步选定第38窟与第161窟为攻关对象：针对第161窟长期被烟熏覆盖的壁画，技术团队采用太赫兹时域光谱进行无损扫描，穿透表层烟渍提取颜料信息；针对第38窟的缺损壁画，技术团队搭建了基于人工智能大模型与思维链策略的补全平台，实现规整纹饰的智能修复。这些本体修复成果，为后续的沉浸式阐释提供了关键的数据支撑。

在此基础上，清华大学美术学院团队联合中国文物交流中心、克孜尔石窟研究所承担的“克孜尔石窟重点洞窟壁画数字复原与沉浸体验示范”课题，从“已经采集到的数字资产，如何转化为观众能够理解的文化体验”这一问题出发，提出“展示·阐释·传播”三位一体的工作原则。这一原则回应了当前文化遗产数字化领域普遍存在的现象：大多数文化遗产数字化项目将三维扫描、虚拟漫游、沉浸式投影作为标配，却把文化内涵的挖掘与叙事逻辑的建构放在次要位置，形成“有技术、无阐释”“有体验、无认知”的局面。团队由此提出：展示解决“让人看见”的问题，阐释解决“让人看懂”的问题，传播解决“让人记住并认同”的问题。三者环环相扣，技术手段服务于文化意义的生成与传递，而非取而代之。

围绕这一原则，团队进一步构建了“感知、认知、认同”三层工作框架：展示层对应“感知”，通过多模态感官建构文化在场的身体体验；阐释层对应“认知”，通过数字叙事实现文化意义的建构；传播层对应“认同”，通过互动参与促成文化价值的接受与内化。三层框架呈现出感知触发认知、认知导向认同的递进逻辑。

沉浸阐释：科学与艺术的融合

数字化修复中一个常见的误区，是将技术能力等同于复原的准确性。高精度扫描可以忠实记录现状，AI模型可以对缺失的纹饰做出符合算法逻辑的补全，但“补成什么”这一判断本身，并不包含在技术的运算逻辑之中。一些数字化项目最终呈现的效果之所以引发争议，往往不是因为扫描精度不够或算法不够先进，而是因为复原缺乏可靠的学术依据，色彩是凭感觉调的，残缺是凭想象补的。技术提供了手段，却没有提供标准。

针对壁画复原成果的评判标准，最终依赖龟兹学、佛教美术史与考古学的长期学术积累，而非算法本身。围绕这一判断，团队构建了“现状层、复原层、文化层”三重空间模型。现状层以数字孪生技术如实呈现洞窟形制、壁面残损与色彩现状，刻意保留壁画空缺处的斑驳墙面，将盗凿的刀痕和烟熏的黑迹通过三维贴图重建出来，让观众首先面对石窟最真实的当下状态。复原层的工作更为审慎。复原不是凭空的“美化”，而是依据历史文献、残留色彩样本与同期壁画比对，在充分掌握“龟兹风”赋彩逻辑的基础上，对色彩与结构逐一还原；凡缺乏充分依据的部分，宁可留白也不随意补全。文化层跳出单一洞窟的物理限制，将壁画元素提炼为“山林水泽”“人间”“佛国”“天界”四个主题单元，帮助观众在虚拟漫游中建立起从事实感知到文化理解的认知递进。三重空间模型的背后，是一套以学术为根基的协作机制。研究者对壁画题材、风格与历史背景进行系统梳理，为数字复原和内容阐释提供依据；AI完成规整纹饰的初步修复后，由研究者逐条审核校正；四个主题单元的知识体系也全程由研究者搭建。技术团队负责开发和优化工具，研究者负责做出最终的学术判断，双方反复磨合，共同推进。

依托这一方法，团队完成了20项克孜尔石窟海外壁画残片的智慧修复体验产品设计与开发。以第38窟前壁的弥勒菩萨说法图为例，该壁画的部分残片流失海外，团队通过高清图像比对、色彩匹配与构图分析，将它们重新拼合为完整的说法场景，再通过VR动画再现佛陀说法的庄严氛围。此外，18块流散在柏林、圣彼得堡等地的券顶菱格画残片，也在数字空间中被逐一对应回原窟位置。观众在互动体验中不再是被动的观看者，可以在虚拟洞窟中寻找隐藏的碎片，亲手将它们拼合到壁画对应的空缺处，当残缺的画面在眼前逐渐完整，修复的意义便不再停留于技术层面，而成为一种具有强互动性的沉浸体验。

团队还从壁画形象中提炼出飞天、龟兹王后、伎乐天、大鹏金翅鸟四个数字人角色。飞天在体验中担任引路人，伴随观众完成“入窟、点灯、入梦、神游、梦醒”五个阶段的旅程，穿越山林水泽、人间、佛国、天界四个单元空间，最终帮助观众拼齐碎片、完成壁画修复。龟兹王后在体验后段担任历史讲述者，以第一人称讲述克孜尔石窟从开凿、兴盛到流散、复原的千年故事。当观众完成第205窟供养人壁画的修复后，画中的王后缓缓“走出”壁画，变为栩栩如生的数字人，许多观众在情感上深受触动。上述成果集中呈现于线上VR体验产品《心中佛国，壁上天音》，其五阶段体验流程让专业观众能深入挖掘知识点，普通观众也能循着故事情节了解背景，测试反馈良好。

围绕这一架构，团队还开发了多感官交互系统，进一步弥合数字体验与现实感知之间的距离。视觉上采用8K级分辨率贴图与基于物理的渲染技术，使虚拟洞窟中的光线变化、壁面质感尽可能接近真实；听觉上依据壁画乐器研究成果复原龟兹乐曲，随观众在虚拟空间中的位置和朝向动态变化，靠近天宫伎乐壁画时乐声渐强，转身时声场随之偏移；嗅觉上以微型气味模块依叙事节点释放花香或檀香，呼应佛教供养仪轨中“香花供养”的传统。团队还引入了基于雷达感知的群体共振算法，当多名体验者的绕行步频趋于一致时，系统联动声、光、气味模块发生场域跃迁，使沉浸体验从个体感受升华为群体共鸣。

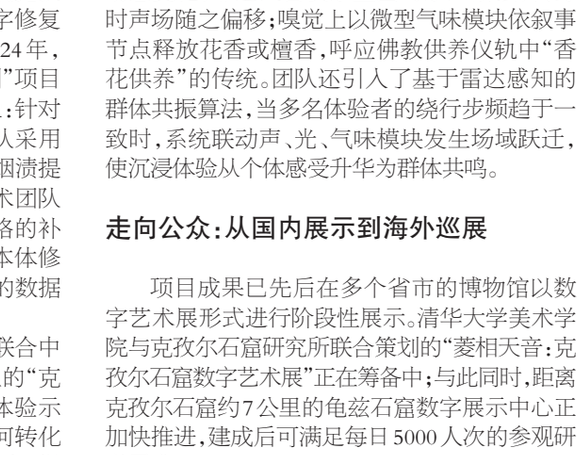
走向公众：从国内展示到海外巡展

项目成果已先后在多个省市的博物馆以数字艺术展形式进行阶段性展示。清华大学美术学院与克孜尔石窟研究所联合策划的“菱相天音：克孜尔石窟数字艺术展”正在筹备中；与此同时，距离克孜尔石窟约7公里的龟兹石窟数字展示中心正加快推进，建成后可满足每日5000人次的参观研学需求。

从本体修复到内容阐释，从国内展示到海外巡展，克孜尔石窟的数字化实践呈现出研究机构与高校团队分工协作、逐层推进的清晰脉络。随着交互手段日益丰富，如何避免技术展示消解文化阐释本身的分量，是一个需要持续警觉的问题。团队坚持“内容决定形式”的原则：色彩复原须经得起学术推敲，数字人讲述的内容须有文献依据。如何在激活文化记忆与尊重历史原境之间保持平衡，是数字化实践必须反复权衡的课题。技术手段的价值，终究要回归到学术判断与文化阐释的根基之上。唯有如此，沉睡千年的石窟壁画才能在数字时代被公众真正“看到”，多元共生的龟兹文化才能在当代重新焕发出新的生命力。

（作者单位：清华大学美术学院）

广告



从《礼器碑》看阙里孔庙礼器制度演变

孔德铭 孙胜利

孔庙作为祭祀孔子的神圣场所，是中国礼制文化的重要物质载体。曲阜孔庙居“天下文庙之首”，其遗存碑刻不仅是书法艺术的瑰宝，更成为还原历史原貌的关键实证。东汉永寿二年（156）所立《礼器碑》（全称《汉鲁相韩敕造孔庙礼器碑》），素以“瘦劲如铁、变化若龙”的隶书造诣为金石学者所推崇，然其碑文所载的“造立礼器”清单，却也是研究东汉孔庙祭祀制度不可多得的实物材料。

《礼器碑》祭孔礼器考释

东汉鲁相韩敕在刊立《礼器碑》时，为了彰显功德，特意将修葺孔庙、添置礼器的盛举勒石记功。碑文核心段落云：“君于是造立礼器，乐之音符，钟磬瑟鼓，雷洗觞觚，爵鹿柤梪，笾柈禁壶。”短短二十余字，描述了东汉孔庙祭器“乐悬”“酒器”与“食器”三大序列。

乐悬：“钟磬瑟鼓” “乐之音符”领起四器，确立“礼乐相须”的基本格局。钟与磬：钟为金、磬为石，合称“金石之乐”，为三代以降最高礼乐等级。钟磬齐鸣不仅是为了营造庄严肃穆的氛围，更是“德音之声”的具象化。瑟与鼓：瑟为拨弦乐器，鼓为击节乐器。它们与钟磬配合，构成了祭祀雅乐的旋律主体。

酒器：“雷洗觞觚爵壶” 酒为通神之媒。此组器物，完整展现了汉代孔庙祭祀中的“沃盥”与“献酌”环节。雷（罍）与洗：这里的“雷”通“罍”，是一种大型的盛酒器或盛水器；“洗”则是用于祭祀前洗手的专用器皿（沃盥礼）。觞与觚：饮酒器。“觞”多为木制或陶制，有双耳；“觚”则为圈足，腹与足之间呈喇叭状外撇。它们是祭祀过程中供奉醴酒的基础容器。爵与鹿：古代用于温酒和斟酒的器皿。在孔庙祭祀中，“爵”通常用于“初献”之礼，地位最尊；鹿通“角”，亦是一种酒器。与爵并列，同入孔庙献酌之器。壶：盛酒器，与爵、觚等配合使用。

食器：“鹿柤梪，笾柈禁” 祭祀不仅要敬酒，更要供奉牛羊猪等牺牲制成的“粢盛”（熟食）。柤（俎）：“柤”即“俎”，是切肉用的砧板。在祭祀中，牺牲煮熟后，需陈放在俎上进行切割和供奉。梪（豆）：“豆”是一种高足盘，主要用于盛放腌菜、肉酱等调味品或小型祭品。豆俎组合，构成了完整的“牲牢”陈设。笾：竹编的圆形盛食器，主要用于盛放干果、蜜饯等素食祭品。

柈（崇）与禁：“柈”即“崇”，是一种无足的长方形器座，专门用来承托酒尊；“禁”则是承放酒器的长方形木案。

阙里孔庙礼器制度演进脉络

先秦至西汉 孔子逝世后，弟子“以三代之礼”为其举行葬礼，并在墓侧结庐守墓。鲁哀公因故宅立庙（前478），仅陈衣、冠、琴、车、书等遗物，并命孔子子孙“岁时奉祀”，祭孔仅停留在孔氏家祠层面。西汉高祖十二年（前195）刘邦过鲁以太牢祀孔子，开帝王祭孔之先，然系临时设牲，未常设祭器；终西汉之世，孔庙器用未见官方颁定组合。

东汉 东汉光武、明、章诸帝先后幸鲁。元和二年（85），章帝以太牢祀孔子及七十二子，赐钟磬、奏六代乐，留铜牛尊、象尊、雷纹尊、山纹尊、陶太尊、明水瓶各一于庙中。此为文献所见帝王首次向孔庙留赠礼器，国家礼制由此入阙里。

永寿二年韩敕勒石，则第一次以碑刻实物将地方守臣置办的全套器单定格下来，补《史记》《汉书》详牲牢而略器数之缺。彼时的礼器组合虽已具备礼乐雏形，但仍带有一定的地方性与简朴性（多为木制、陶制）。

魏晋至隋唐 魏晋南北朝时期，虽战乱频仍，但各政权出于维护正统的需要，大多对孔子尊崇有加，孔庙建制得以延续。到了唐代，孔庙祭祀迎来了制度性飞跃。贞观四年（630）诏天下州县立庙，孔庙由圣裔私祀转为全国学制标配。《开元礼》明定“国学笾豆各十、州县各八”，以盛食器之数直接划定祭祀等级，彻底脱离汉代地方随意布置；器材质仍主陶、木，仅国子监少量使用铜尊爵。

宋金元 宋代是儒家礼学高度发达的时期，也是孔庙祭器精细化的重要阶段。宋徽宗《政和五礼新仪》确立“六尊”（牺、象、著、壶、大、山）与簠簋笾豆配列制度，政和六年（1116），朝廷曾向孔庙颁赐包括罍、洗、簠、簋、笾、豆、象尊、牺尊等及三献祭服在内的全套礼器，这是宋代国家礼制在孔庙器物上的直接体现。金明昌五年（1194）朝廷专赐登歌乐一部，配套钟、磬、笙、竽全套演奏乐器，次年补三献法服，中原雅乐绵延未断。

曲阜孔庙的祭器状况在元代得到了一次珍贵的实物印证。元至元三十一年（1294），孔子五十三世孙孔淑赴苏州监造祭器，凡一千七百有三件，严格依宋六尊、簠簋、豆爵之制，廉希贡赠汉釜为范、完颜贞供倭木制俎，事后刊《阙里庙祭器记碑》（今存孔庙崇圣祠前）。此事揭示了元代“中央定礼—圣裔执行—官绅捐助”三位一体的国家礼制运作链条，使宋代礼文在元代阙里得以恢复与延续。

明清时期 明代基本沿袭宋制，明洪武七年专门颁赐成套瓷器祭器，内含酒盏125件，各类酒尊、毛血盘、笾豆碟480件，同时配齐钟、磬、琴、瑟等全套登歌乐器与乐舞生服饰，以陶瓷礼器作为地方文庙通用标准，奠定明清常规祭祀器物基础；正德初年，刘六、刘七农民起义攻入曲阜阙里，大肆损毁原有祭器。战乱平息后，朝廷稽考《阙里志》《大明集礼》礼器图谱，重铸青铜簠25件、簋19件、豆175件、铏7件、爵3件、编钟2件，底铭“阙里祭，正德丁丑冬吉，知府罗凤督造”，相关造器经过完整记录于西斋宿罗凤记事碣、祝文碑。

清时，孔庙祭祀被抬升至前所未有的高度，礼器制度也趋于集大成。孔庙礼器的一大显著特征是“朝廷颁赐”的常态化与制度化，御赐次数之多、品级之高、保存之完整均为历代之冠，极大丰富了孔庙礼器的物质构成与文化内涵。康熙五十八年（1719），朝廷向曲阜孔庙颁赐“中和韶乐”一副，其中包括八卦纹铜鎏金编钟16枚、编磬16枚及琴、瑟、笙、箫等全套乐器。雍正十年（1732）赐黄地缠枝牡丹纹铜胎画珐琅五供（含香鼎、烛台、花瓶、香盒及松竹梅二树），配金龙朱漆几。乾隆皇帝不仅多次亲诣曲阜致祭，更于乾隆三十六年（1771）向曲阜孔庙御颁了一批极具历史价值的青铜祭器“商周十供”，即乾隆帝仿太学之例，将内府所藏的“姬朝铜器”颁至阙里，包括周夔凤豆、周宝簋、周伯彝、周牺尊、周亚尊（商兽面纹觚）、周饕餮觶、周蟠夔敦、周四足鬲、周册卣（商“册父乙”卣）、周木鼎（商“木工册”鼎），并配《御制周范礼器图说》与花梨供桌，特旨“世守勿替”。又乾隆三十年（1765）颁铜鎏金镈钟两件（夹钟、南吕），铭“功成作乐”“协和万邦”，以古乐重器隐喻盛世文治。明清两代由地方督造到内廷颁赐，孔庙礼器终成国家正统之物质标识。

孔庙礼器“器以载礼”的文化与政治内涵

形制等级：儒家礼乐的可视密码 《礼记·礼器》提出“礼有以多为贵者，以大为贵者，以高为贵者……”孔庙礼器材质、数量、组合形制的差别，正是这套等级思想的直观呈现。自《礼器碑》所载东汉木、陶简易礼器起，孔庙礼器形制始终随国家礼制不断细化等级标准。不同材质、规格、数量的礼器对应不同祭祀规格，依靠有形器物将抽象的“尊卑有序、礼乐分等”理念落地，让礼乐等级秩序具备可视、可感知的实物形态，这也是“器以载礼”最基础的文化内核。

礼器颁赐、地方捐造作为王朝确立正统的物化手段 御赐礼器从来不只尊孔，而是以圣域为场域宣示道统承接。历代帝王向阙里孔庙颁赐成套礼器，并非单纯出于尊孔崇文。本质是借阙里这一文化地标，将本朝写入儒家法统谱序。官方颁赐搭建起孔庙礼器制度的顶层框架，但仅依靠中央供给难以长久维系完整祭祀器物，地方官员与士绅自发捐造、监造礼器，成为国家礼制落地运行不可或缺的基础补充。明成化监察御史林诚、弘治二年山东巡抚钱钺、正德十五年兖州知府罗凤、万历十七年山东巡抚李戴等相继制造的簋、盨、鼎等礼器，充分反映了地方精英阶层对儒家道统的维护与认同。

《礼器碑》刊立已逾一千八百载，其以“瘦劲如铁”的书法艺术震撼人心，更以翔实的“礼器”清单为我们打开了通往汉代孔庙祭祀现场的时空之门。孔庙祭器的价值，不仅在于它们作为“物”的存在，更在于其所承载的“礼”与“乐”的精神内核。

（作者单位：曲阜市三孔古建筑工程管理处 曲阜市文物保护中心）

（上接6版）

在顾先生的举证之外，我们在出土材料中发现了更多可能与中霤有关的信息。第一类是古文字材料，甲骨文、金文有图二：1~9所示字形，商晚期金文中出现的次数较多，或释为“享”“京”（王心怡《商周图形文字编》392~395页，文物出版社2007年），或以为像重檐之形，均不可信。试看例5屋顶有孔上通，例6~9自屋顶伸出单柱支撑上面的坡状顶盖，这是重檐说不能解释的。多数工具书将该形作为待释字收入附录（刘钊主编《新甲骨文编》第983页附录0702号，福建人民出版社2014年。容庚《金文编》第1093~1094页261号，中华书局1985年。严志斌《商金文编》第563~565页302号，中国社会科学出版社2016年），是妥当的。该字形像屋子侧视之形，自下到上依次是屋柱、四阿屋顶，屋顶又有一个坡状形体，很可能就是“中霤”了。当然，我们不是说这个形体就是“霤”字，它相当于后世哪一个“字”，还有待研究。

第二类是晚商、西周青铜器材料。学者普遍认为青铜方彝、方罍、部分晚商方壶等方形器的器盖像四阿屋顶，“盖钮亦似屋顶”（朱凤瀚《中国青铜器综论》第197页，上海古籍出版社2009年）。晚商至西周中期，方彝数量不少，器物形态较为稳定（张懋镕主编，吴伟著《中国古代青铜器整理与研究·青铜方彝卷》，科学出版社2023年），均保留了四阿式器盖并四阿式盖钮的形态。如果以侧视的角度观察，方彝四面坡式的盖钮，亦是中霤之象，这一形象与金文字形描绘的形态是一致的。学者多认为妇好墓出土偶方彝的形制仿自屋子，特别是方彝盖下端两侧各有7个突起，类似椽头，愈发凸显了屋顶的象形意味，偶方彝的侧视之形与金文字形无别，盖顶的两个钮，也是中霤的仿形。许多方彝的形态，也可以从屋形角度理解（图二：10、11）。

四川发现的一件画像砖，上绘一座南面开两门的房子，房顶有两个天窗一样的小房子，是两面坡的（图二：12），这应该也是中霤。这种形制已经类似后世的天窗了，在今天一些地方的房屋上仍可以见到这种形制。

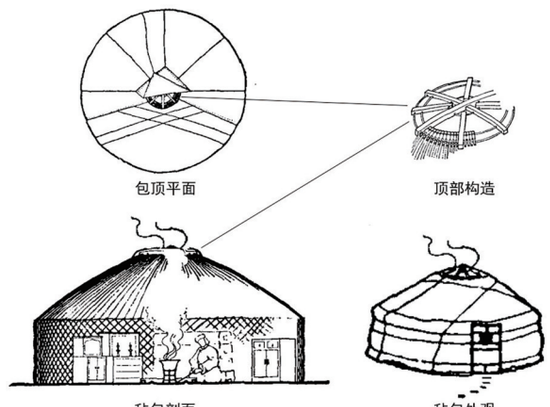
综合以上材料，可对中霤形制做一总结：房屋室内正中地面凿坎设灶，灶周围立柱（新石器时代的一些房址，灶周围一般有柱洞），众多椽子纂集于立柱上端并靠立柱（栋）承托。当灶上方屋顶留有一孔，孔上覆有伞状或坡状房檐，架于立柱之上，房檐的坡面相当于伞面，覆盖住顶孔和攒尖的椽子。这种设置兼顾房屋的采光和排烟，如果不是强烈的横风吹入，多数情况下雨水不会灌入室内。东汉刘熙《释名·释宫室》：“中央曰中霤。古者寝穴，后室之霤，当今之栋下，直室之中，古者霤下之处也。”描述的立柱与中霤的关系，与考古事实是相合的。

“中霤”关系到考古工作中古代房屋的复原问题。半坡、姜寨等发掘报告所做的房屋复原，如半坡41号方形房屋、3号圆形房屋（图三），屋顶作封闭形，仅有门道用以通风、采光。这种复原方案有很大的问题：一是门道狭小，透光有限，甚至有的门道背光开设，采光效果低下；二是大多数房屋室内凿坎设灶，关系到一个安全常识——燃烧过程释放的一氧化碳等有毒气体，需要快速排出，而门道是入风口，无法形成对流循环，难以通风。

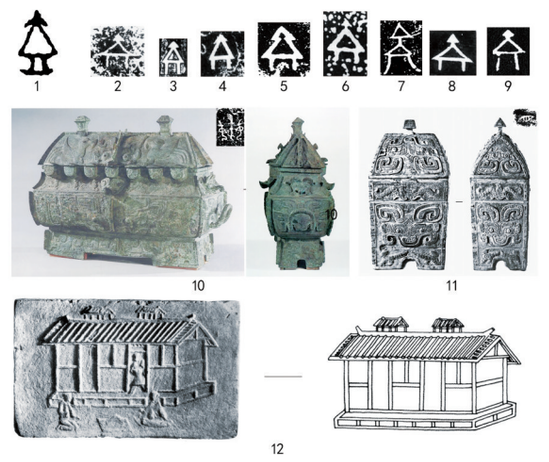
窗户有通风、照明、装饰等功能，而通风功能又居首要。如在屋顶开窗，既可以与门道形成空气循环，利于通风和排烟，又可以得到良好的采光。中霤的存在，通风和采光问题即可迎刃而解。这一点，顾颉刚已经指出来了。可以说，灶的存在决定了中霤的存在。其他复原方案，或在屋顶露椽，或开天窗（杨鸿勋《仰韶文化居住建筑发展问题的探讨》，《考古学报》1975年第1期），后者在技术上非当时所能实现，前者如果考虑到中霤，于露孔之上加覆一檐即更为合理。

古代窗户遗迹的发现和识别，令考古学家困惑已久。“我们发现了那么多的史前房子，但是据我所知，真正明确的窗户却是没有发现过。”（陈星灿《考古随笔（一）》114~118页《古代的窗户》，文物出版社2020年）。根据古书记载和房屋基址遗迹中的灶（坎）、木柱等遗存，今后在房屋窗户的复原工作中，有必要考虑到“中霤”的存在。

（作者单位：河北师范大学考古学系）

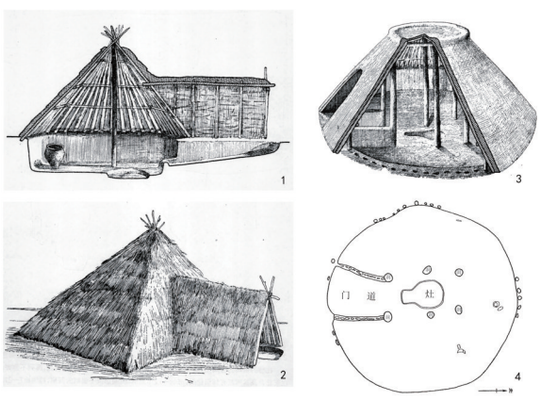


图一 （笔者所引，出自刘敦桢主编《中国古代建筑史》第336页图180）



1. 甲骨文字形（《甲骨文合集》18562，宾组） 2~9. 金文字形
10. 妇好偶方彝正、侧视图 11. 日方彝正、侧视图
12. 四川出土画像砖图像（《重庆市博物馆藏四川汉画像砖选集》图9）、线图（采自孙机《汉代物质文化资料图说》图版41-7）

图二



1.2. 西安半坡41号方形房屋复原 3.4. 西安半坡3号圆形房屋复原、平面

图三