

# 汉代空心砖的制作工艺研究<sup>\*</sup>

董 睿<sup>1 2</sup>

(1. 河南大学艺术学院, 2. 河南大学历史文化学院; 河南 开封市 475001)

关键词: 空心砖; 制作工艺; 粘接

摘 要: 本文通过对河南省出土的大量战国和汉代空心砖的细致考察, 从空心砖上所遗留的制作痕迹中分析空心砖的制作过程, 并对空心砖的制作工艺提出了新的看法。

**Key words:** hollow brick; making process; bond

**Abstract:** This article detailed investigation from the large number of Warring States and Han Dynasty hollow bricks unearthed in Henan province, analysis of the production process of hollow brick marks left over from the hollow brick. Then point out the new point of view on the producing technology of hollow brick.

空心砖自战国中晚期在河南新郑郑韩故城产生以后<sup>[1]</sup>, 作为一种建筑材质在中国丧葬史上产生了具有划时代意义的影响。长期以来, 空心砖的制作工艺一直是学者关注的重点问题, 从 20 世纪 80 年代以来有多位学者从事过相关研究。空心砖的制作工艺中最为关键, 也是最为复杂的部分就是空心砖内部空心的制作方式, 也是长期以来困扰学术界的疑难问题。本文通过对郑州二里岗和新郑郑韩故城出土的战国空心砖, 河南南水北调中线工程考古发掘的多处文物点中出土的大量汉代空心砖实物的细致观察, 拟对这一问题再次进行深入的探讨。

从事过空心砖制作技术研究的学者当中, 以黄明兰、李文杰、杨爱国等学者的研究最具代表性。黄明兰对洛阳出土的汉代空心砖的制作技术进行了细致的研究, 他认为空心砖坯的制作需要木模和沙袋等工具, 根据空心砖的形状大小定制木模。如制造长方形空心砖, 就定制一个凹槽形木模, 做砖时

先用一弓形括泥器在备好的墙状泥堆上根据需要的厚度刮出一道泥饼, 然后用木棍卷起, 铺于凹槽木模底部。四壁用同样的方法用泥饼贴好, 合缝处用手粘合。中间置一沙袋, 以作内胎, 在沙袋之上再覆盖一层同样的泥饼, 最后将木模翻在一块底板上。等泥坯半干后把木模去掉, 在砖坯两端用刀各挖一洞或两洞, 使内胎沙袋的沙流出。然后用手从洞口伸入, 将砖坯四角合缝处用泥再度弥合, 这样就完成了空心砖坯的制作<sup>[2]</sup>。

李文杰通过对河南新郑郑韩故城出土的 2 块战国空心砖的观察, 认为战国空心砖坯的制作是先制作由底板、前帮、后帮、左挡头、右挡头五块木板组成一个带底板的井字形的可以拆卸的箱状外模。空心砖的成型与黄明兰的观点相似, 用几片泥板贴于外模内壁。他认为空心砖的内部放置有可以拆卸的两块托板, 托板之间用两块方木支撑, 方木可以拆卸以便托板从空心砖内部拿出。空心砖的制作是先在外部完成底面、两个侧面

<sup>\*</sup> 本文为 2014 年度河南省教育厅人文社会科学研究艺术学重点项目“汉代空心砖画像布局的‘郑州模式’”研究成果, 编号 2014-ZD-108。

和一头，然后把托板置于中间，在托板上铺一层厚泥片完成空心砖的顶面的制作。空心砖的内部托板从未封闭另一头拿出<sup>[3]</sup>。笔者通过将战国与汉代的空心砖进行比较发现，二者的制作技术基本是一致的。

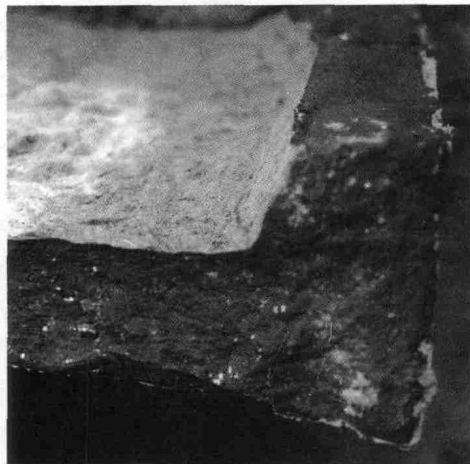
杨爱国认为汉代空心砖的制作方法是五块木板圈堵或扣合成与所制空心砖的长度、宽度和厚度相等的长方体木模，然后在其底部和周壁涂抹厚约4~5厘米的砖坯泥。为了使底部与周壁涂抹泥料的厚薄均匀与坚固，在制作过程中须用手在泥面上进行捺压或用木制工具进行拍打，这样就完成了空心砖底面和四个侧面的制作，然后在另外一个木板上涂抹泥料做成一个泥片扣合到前者上面<sup>[4]</sup>。

综合来看，以上三种观点都有一定的合理性，以今天的条件按照三位学者所叙述的方法都能够制作出空心砖的砖坯。从工具上来讲，空心砖的外模为木模基本得到大家的一致认可。他们关于空心砖的制作工艺的分歧在于砖的内部空心的制作。首先来看三者对空心砖制作技术分析正确的可能性。黄明兰认为空心砖的内部用一袋沙来支撑。李文杰认为空心砖的内部放置有可以拆卸的两块托板。可以设想，如果空心砖内部用沙袋支撑，那么空心砖的内部一定有布纹的痕迹。如果用托板衬于砖的内部，那么内壁一定比较平整，而且还应该有木板的痕迹。据笔者对数十块战国和汉代的空心砖内壁的细致观察，发现空心砖的内壁非常粗糙，还有手抹的痕迹。据此，可以肯定空心砖的内部不会用沙袋支撑，也不可能用木板作内衬。杨爱国认为空心砖的制作是先在一个木质外模的内壁底面和四侧面上均匀涂抹泥料并达到一定的厚度，然后在另外一块板上制作一块泥片扣合到先完成部分的上部，这样整个砖坯就形成了。

到底哪一种方法更加符合当时的生产场景，或者说哪一种方法更加接近事实？这需

要对空心砖进行大量的实地调查和对空心砖内部进行非常细致的观察。为了使本文的分析更加具有逻辑性，就从空心砖的制作程序上一步一步说起。空心砖坯的制作，第一步是备泥料。制作空心砖坯的泥料是粘土，与普通实心砖的原料没有区别。明代宋应星的《天工开物》中对砖原料的置备有详细的记载“凡埏泥造砖，亦掘地验辨土色，或蓝或白，或红或黄，闽产多红泥，蓝者名‘善泥’，江浙居多皆以粘而不散，粉而不沙者为上。汲水滋土，人逐数牛错趾，踏成稠泥。”<sup>[5]</sup>明代制陶工艺的记载尽管与汉代相距上千年，但是这种工艺仅需要简单的掘土工具和牛即可完成，实心小砖和空心砖在汉代均已广泛使用，而且砖作为手工制品并不需要太大的技术含量。中国清代以前几千年来生产力发展水平非常缓慢，这种备泥料造砖的方式在现在落后的农村仍然在继续使用。据此推测，汉代的制砖可能采用的也是这种方法。第二步是将稠泥运到专用场地开始制作空心砖坯。空心砖的制作技术由于没有文字记载下来，笔者多次深入细致地观察空心砖的实物，包括残断的碎块，尤其是空心砖的内部，也曾多次专门观察空心砖的截面和内侧四角。通过观察发现，在空心砖的四角极难发现泥片粘合的痕迹，看到的反倒是成一定弧度的完整的泥片，在不同地区出土的空心砖上均发现了类似的特征。笔者在现场观察时在空心砖的截面一周仅发现了一处极为规则的接痕，结痕两侧的泥的纹路方向也不相同。（图一）这个结痕从空心砖的内部观看整个一周只有一处，其他三个角的泥纹方向比较一致，而且砖的每一面泥都非常致密，很少气孔，说明砖的各面的泥坯均由稠泥做成。（图二、图三）这些极不容易观察到的细节说明，空心砖坯的制作非常有可能是底面和左右两侧面一次性完成，然后另外一面扣合粘接后成型的。

为了印证这种判断，笔者又观察了郑州



图一 郑州市秦岭路东汉空心砖墓空心砖截面接缝图



图二 郑州市秦岭路东汉空心砖墓空心砖一角



图三 郑州市秦岭路东汉空心砖墓空心砖一角  
市秦岭路东汉空心砖墓出土的其他空心砖，发现空心砖前后带有孔的部分的两端砖的碎



图四 郑州市秦岭路东汉空心砖墓空心砖一端



图五 郑州市秦岭路东汉空心砖墓空心砖内壁泥痕  
块中泥的纹路呈分散状，并不是纹理一致的块状。（图四、图五）这种现象说明，空心砖两端的不是由一个整泥片粘接而成的，而是用泥由内而外涂抹而成的。

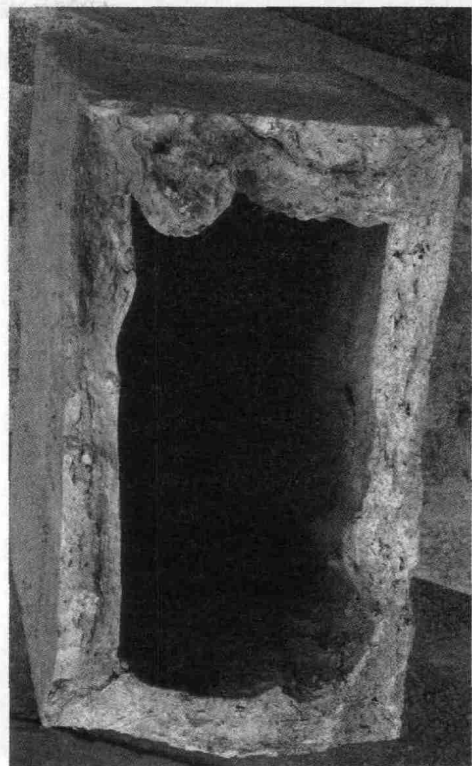
那么，我可以将观察到的信息归纳如下：第一，从空心砖的内侧来看，每一面都不是平整光滑的表面，可以看到非常清晰的手抹痕迹；第二，从空心砖的截面看泥坯的走向，其中三个角转角处泥纹走向一致，没有粘接的痕迹；第三，可以看到空心砖的泥是多层泥先后叠加的痕迹；第四，在空心砖两端的泥是呈分散状的，与空心砖的其他几个面块状泥的走向不一致。

通过以上材料，笔者对空心砖的制作工艺和程序有了基本清楚的看法。首先，在一块长方形木板上放置一“井”字形模具，

在模具的内面先用水打湿，或者在内侧的表面撒上一些干灰，这样泥就不容易粘在模子上了。其次，工匠先用弓形器割下较薄的泥片放入“井”字形木模内，左右两侧直接从底部的一面向上折叠贴住木模内壁，这就是底面和左右侧面的部分。再次，由于第一道工序中的泥片较薄，工匠再用泥在内面涂抹，在每面厚度达到5厘米左右时，开始用泥在井字形外模的前后挡涂抹，厚度基本与底面和左右面的厚度一致。这样空心砖的六个面就完成了五个。最后，完成剩余的一面，制作的工序可能有两种。第一种是在另外一块木板上放置与该空心砖长度、宽度和厚度基本一致的泥片，然后将该木板抬起翻转倒扣在“井”字形木模上面，然后拿掉木板，两个人一起向上抬起“井”字形木模，泥坯就形成了。因为砖的每一面比较厚实，并且此时泥的含水量不是很高，所以空心砖的表面一般不易下凹。这种工序操作起来比较难的地方在于将另外一片泥垂直倒扣到“井”字形木模上不容易实现，必须速度非常快，而且位置不能有偏差。但是如果作为熟练的制陶工匠来说，可能并不难实现。

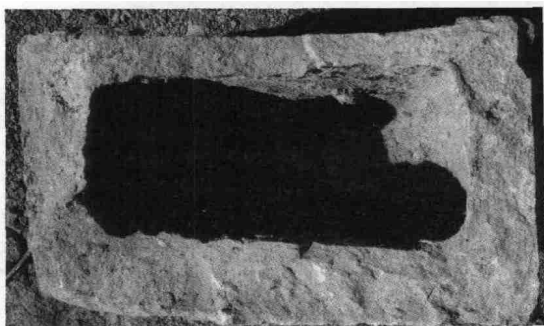
做出这种判断有一个直接的证据是焦作市武陟县发掘的西汉空心砖，从空心砖的内壁来看其中有三面像一块整泥片，而且内侧有手抹的痕迹，另外一面则明显与其他三面不是一个整体，泥片向空心砖内侧流动截面呈“U”形。从这个迹象判断，这块空心砖的制作时应该先用一片较大的泥片放入“井”字形木模里，砖坯的底部和两侧泥粘在木模内壁形成一个“U”形，然后再切割一片比较湿的厚泥扣到“U”形上部才会呈现这样的流动痕迹。(图六)

2013年在南水北调中线工程河南省受水区文物保护项目禹州市许庄墓群出土的空心砖上看到了有同样说服力的证据。该空心砖的三面厚度一致，另一面则比较薄，在空



图六 武陟县出土的西汉空心砖

心砖的内部有非常清晰的手涂抹痕迹。如果是采用四片粘接法制作空心砖坯，那么每一面的厚度一定是一致的。对这种现象的解释只有一种可能，就是厚度一致的三面是一次性成型<sup>[6]</sup>，为了避免变形，较薄的一面是后来粘接上去的。(图七)



图七 禹州市汉代空心砖墓出土的空心砖

第二种可能性是在“井”字形木模中完成空心砖坯的五个面后，最上的一面一只手在下，一只手在上用泥片一段一段延伸，

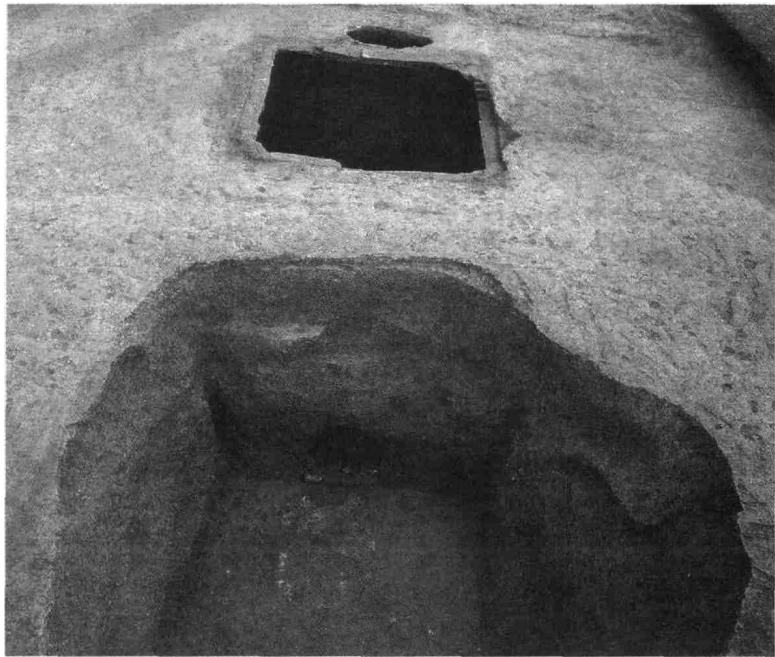
到最后一段容不下手的时候，直接用泥团盖在上面，完成后用木板压平。两种可能的共同点是都用木板压平表面，这种方式在后期的制砖文献中有记载，可以作为参考。《天工开物》中对制作方壘砖有简要的记载：“造方壘砖，泥入方框中，平板盖面，两人足立其上，研转而坚固之，烧成效用。”<sup>[7]</sup>方壘砖是实心的铺地砖，体量没有空心砖大，但是从空心砖的坚固程度和规则形状可以看出，在制作的过程中砖的表面应该用木板压平。

空心砖坯的制作至少需要两人以上，甚至多人完成，因为干燥的墓壁空心砖重量在75千克以上，门柱砖的重量有35千克以上。如果是在烧制之前的泥坯应该还要重一倍以上，如此重量砖坯的翻转必须多人合作方能实现。空心砖坯做成之后要在太阳下晾晒多日方可干透，砖坯在还未晒干时工匠开始进行画像或纹饰的模印工作，画像和纹饰的模印和砖坯的制作可能并非同一人，具体模印的方式将另文详细分析。空心砖两端有圆形和长方形等形式的孔，应该称之为透气孔。透气孔的功能有两种：第一是在砖晾晒的过程中使空心砖的内部通风便于砖坯内部水分的蒸发；第二是砖坯在窑里烧制的时候能够使火候从砖内侧通过，否则砖会因为内部水分的膨胀而开裂变形，砖也不容易烧透。这些透气孔都是在空心砖坯完成以后，在砖晾晒到一定程度后工匠用金属刀具剝制而成，因为在空心砖坯刚做成的时候剝孔容易导致空心砖变形，当砖晾晒太干时泥质太硬又不容易剝孔，因此剝孔应该在空心砖上的纹饰和画像完成

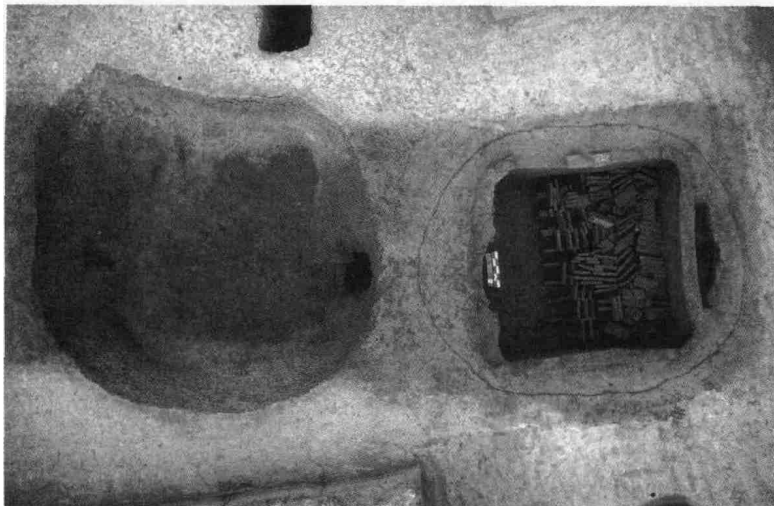
以后进行。

空心砖晾晒干以后即可运送到陶窑烧制，陶窑一般离作坊非常近。考古发现的汉代陶窑很多，但是没有发现残留空心砖的陶窑，一般在陶窑里发现板瓦较多。烧制空心砖的陶窑应该与烧制其他陶器的陶窑没有太大区别，只是陶质材料因类型的不同烧制的火候和时间有较大差异。汉代的陶窑多有发掘，基本结构和原理与现代的陶窑差别不大。（图八、图九）

2013年5月，焦作市文物考古研究所河南焦作市武陟县万花村发掘了一处汉代墓地，墓葬分布密集，墓葬大多数为平顶单室空心砖墓，也有小砖墓。一座斜坡墓道带单耳室的小砖券顶墓被盗严重，残存遗物有陶楼碎片。该墓地发现有空心砖墓和小砖墓，墓地的时代从西汉到东汉，延续时间很长。尤为重要是在墓地中心位置发现了3座排列规整的汉代陶窑，陶窑里残存有铺地的小型实心砖。（图一〇）根据3座陶窑的布局特点和相互之间的位置关系判断，这3



图八 辉县赵庄发掘的汉代陶窑



图九 辉县路固村发掘的汉代陶窑

座陶窑为汉代同时期使用的窑址，附近墓葬里的空心砖、小砖、陶楼和随葬陶器等墓葬用品应该都是在这些陶楼里烧制而成的。据此进一步判断，这3座陶窑附近应该还有制陶的作坊遗址，专门生产陶质的明器和墓葬建筑用砖。

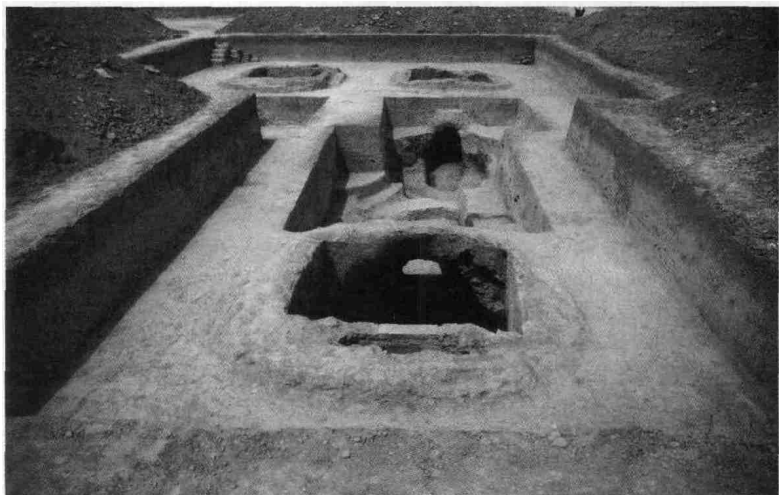
砖的烧制在《天工开物》中有详细的记载“凡砖成坯之后，装入窑中。所装百钧则火力一昼夜，二百钧则倍时而足。凡烧砖有柴薪窑，有煤炭窑。用薪者出火成青黑色，用煤者出火成白色。凡柴薪窑巔上侧凿三孔以出烟。火足止薪之候，泥固塞其孔，然后使水转釉。凡火候少一两，则釉色不光。少三两则名嫩火砖，本色杂现，他日经霜冒雪则立成解散，仍还土质。火候多一两则砖面有裂纹。多三两则砖形缩小拆裂，屈曲不伸，击之如碎铁然，不适于用。巧用者以之埋藏土内为墙脚，则亦有砖之用也。凡观火候，从窑门透视内壁，土受火精，形神摇荡，若金银融化之极然，陶

长辨之。”<sup>[8]</sup>

而近代也有人专门把烧砖窑的详细过程记载下来。1934年供职于南京军需署工程处的王壮飞，被派往河南彰德督造营房工程建设，他根据亲身经历的情况详细记下了砖窑的建造和砖的烧造过程<sup>[9]</sup>。先是筑窑，筑窑要先画地界表示窑位和烟囱的位置，砖窑占地3米的方形或圆形，烟囱3个。在选好的窑的位置向下挖1米多深，然后在正面留一宽约2米，

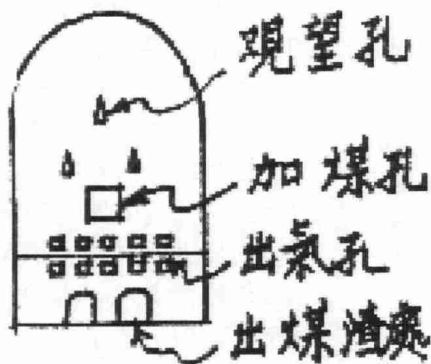
深约2米的走道（或称工作面），在窑位处留宽约四尺的窑门，作踏步数级，或用板搭跳，以作搬运进出之用。然后砌圆形窑壁向上逐渐内收至顶，顶部留有气孔，建成以后窑身约广2米见方，高约3.5米。

装窑前要先在窑底铺一层烧好的青砖，然后将砖坯堆置在窑里，空心砖两端有孔，在窑里摆放应该是垂直摆放的，下方用小砖支撑，两端的孔正好上下对应便于窑火的贯通。按照窑的高度，应该最多只能摆放两层空心砖，一次装空心砖的数量不会超过100



图一〇 武陟县万花村3座汉代陶窑

块。装好窑以后，要在窑门上方留几个小的观望孔。(图一一、图一二)



图一一 近代砖窑正面示意图

(采自《建筑月刊》1934年第2卷第10期)



图一二 近代砖窑平、剖面图

(采自《建筑月刊》1934年第2卷第10期)

砖坯装完以后，窑的上部封闭成穹窿顶，并在顶部留有烟孔，然后即可开始点火。在烧的过程中提前把燃料（一般是木材）搬运到窑门附近，烧窑需要几个工人分班轮流作业。窑火点着以后，烟从砖的缝隙和两端的孔中到达窑顶孔里冒出，熊熊烈

火从点燃至烧成一刻不停，到顶口冒出的全是青烟而不见黑烟时，还需要再燃烧一昼夜，顶口的砖坯已成红色，然后用砖盖上顶口，再用泥封闭，使燃烧的烟由向上转至向下透过砖坯从烟囱里透出。如此燃烧约五至八日，从观望孔内可以看见全部砖坯都呈透明之红色，即可停止加燃料，用泥将各口和烟囱封闭。

封窑顶时，用泥将窑顶口围成环形的水池状，然后倒入清水。(图一三)水顺着窑顶慢慢渗入窑内，砖坯遇水渐渐变成青色，加水的时间约需要四日。加水要缓，否则砖面有水纹，影响美观。水量若过少，砖则呈红色、土黄色、浅青色等；如水量过多，则青色较深，质量也较差。不加水的砖颜色是红色。

最后一道程序就是出窑，加水完后再闷一天，然后去掉窑的封顶，打破窑门，使热气散发一日，即可出窑。

从汉代的陶瓷的形制与近代的陶瓷对比可以看出，陶瓷的形制自汉代以来变化不



图一三 窑顶加水示意图

(采自潘吉星《天工开物译注》第192页)

(下转 141 页)

上,充分运用现代材料技术、新型数字技术等其他领域的科研成果,探索纸质文物防护高效、绿色、节能的新方法,增加文物修复的科技含量,不断提高文物保护修复人员的业务水平,才能不辜负祖先留给我们的宝贵财富。

- [1] 席会芬. 河南省古籍文献资源馆藏现状概述. 河南图书馆学刊, 2008, (6): 91~93.
- [2] 李古寅. 河南图书馆珍本古籍初探. 河南图书馆学刊, 2001, (1): 21~23.
- [3] 甘岚. 谈谈唐代《妙法莲华经卷》的修复. 中原文物, 2009, (1): 109~110.
- [4] 张晓彤, 王云峰, 詹长法. 纸质文物保护修复的传

统与现代. 中国文物科学研究, 2007, (1): 19~22.

- [5] 王博. 影响纸质文物的五大环境因素. 中国文物科学研究, 2011, (2): 32~34.
- [6] 杨春燕. 浅谈纸质文物的保护. 学理论, 2010, (10): 25~26.
- [7] 张欢, 梁义. 纸质文物保护技术及环境控制对策. 中国文物科学研究, 2010, (4): 20~22.
- [8] 王春红. 西方现代修复方法在中国纸质文物中的应用. 中国历史文物, 2008, (5): 22~24.
- [9] [10] 闻波. 纸质文物的保护与修复. 人民日报海外版, 2003-05-29 (7).
- [11] 杨珺. 高原地区纸质文物保护研究. 青海社会科学, 2010, (4): 49~51.

(责任编辑: 方燕明)

(上接 74 页) 大, 烧制工艺也应基本相似。因此说, 通过王壮飞在 1934 年记述下来的砖的烧制工艺也基本能够想象汉代空心砖烧制的基本流程。

经考古发掘的汉代陶窑没有发现空心砖的残留物, 但是根据陶窑的烧制工艺分析, 普通的陶窑应该既能够烧制陶器, 也能够烧制砖、瓦等建筑材料。但是空心砖绝不可能与其他陶制品在同一批次烧制, 因为空心砖的烧制时间与其他陶制品相比烧制的时间更长, 同一批次烧制时泥胎薄的泥制品烧过了火候而空心砖还未烧透。

综上所述, 空心砖的制作工艺是一个非常复杂而细致的工作, 对空心砖制作工艺的复原必须仔细观察空心砖原物, 通过砖的外表和内壁的痕迹的仔细分析才能够得出可能的结论。笔者有幸能够观察到了大量的不同地区出土的汉代完整的和残碎的空心砖实物, 利用所观察到的信息对空心砖的制作进行了复原研究, 希望这一研究能够引起更多的学者参与对该问题的继续讨论。

转变及其社会原因. 郑州大学学报, 2013, (1): 140~145.

- [2] 洛阳古墓博物馆, 黄明兰编著. 洛阳汉画像砖. 郑州: 河南美术出版社, 1986: 6.
- [3] 李文杰. 河南新郑市郑韩故城战国晚期空心砖工艺研究. 载中国社会科学院考古研究所编. 二十一世纪的中国考古学——庆祝佟柱臣先生八十五华诞学术文集. 北京: 文物出版社, 2006: 678~688.
- [4] 蒋英炬, 杨爱国. 汉代画像石与画像砖. 北京: 文物出版社, 2003: 177.
- [5] (明) 宋应星著, 潘吉星译注. 天工开物译注. 上海: 上海古籍出版社, 2008: 190.
- [6] 具体的制作方法应该与郑州秦岭路出土的空心砖一致, 取一“井”字形木坯模, 用一木板垫于木模下. 先用弓形器割一厚泥片平铺在“井”字形木模内, 两端向上折起贴于木模内壁, 然后再用稀泥继续在泥片上涂抹增加砖坯的厚度, 以防止砖坯变形. 这样砖坯还缺上面一面, 工匠再切割一泥片粘贴其上, 上面再用木板轻压使砖面平整. 然后取下“井”字形木模, 晾干后即成砖坯。
- [7] (明) 宋应星著, 潘吉星译注. 天工开物译注. 上海: 上海古籍出版社, 2008: 191.
- [8] (明) 宋应星著, 潘吉星译注. 天工开物译注. 上海: 上海古籍出版社, 2008: 192.
- [9] 王壮飞. 制砖. 建筑月刊, 1934, 2, (10). 以下烧砖过程的描述均从王壮飞的文章中概括而来。

(责任编辑: 方燕明)

- [1] 董睿. 战国至西汉时期墓葬建筑材料和内部空间的