

现代陶瓷制作与设计丛书

陶瓷模型制作

张文兵 阎飞 编著

.6

北京工艺美术出版社

陶瓷模型制作

张文兵 阎飞 编著

北京工艺美术出版社

本书编辑委员会

主 任：何炳钦

编 委：吕金泉 宁 刚 邹晓松 赵传玉 张文兵
阎 飞 曾 军 王万兴 胡东立 郭 平

资料整理：汪 浩

责任编辑：程 功

装帧设计：郭玉川 刘一琛 张新美

责任印制：宋朝晖

图书在版编目 (CIP) 数据

陶瓷模型制作 / 张文兵, 阎飞编著. —北京: 北京工
艺美术出版社, 2005.1
ISBN 7-80526-548-8

I. 陶... II. ①张...②阎... III. 陶瓷-模具-成型
IV. TQ174.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 142837 号

现代陶瓷制作与设计丛书

陶瓷模型制作

TAOCI MOXING ZHIZUO

张文兵 阎飞 编著

出版发行 北京工艺美术出版社
地 址 北京市东城区和平里七区 16 号
邮 编 100013
电 话 (010) 64283627 (总编室)
(010) 64280948 (发行部)
传 真 (010) 64280045/3630
经 销 全国新华书店
制 版 北京宏达恒智印艺有限公司
印 刷 北京恒智彩印有限公司
开 本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16
印 张 5.5
版 次 2005 年 1 月第 1 版
印 次 2005 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1~4000
书 号 ISBN 7-80526-548-8/J · 375
定 价 28.00 元

前 言

陶瓷器物的生产制作方法是多种多样的,在现阶段的工业化生产以及批量制作中,最为常见的就是利用模具成型。它有着生产成本低廉、产品一致性较好的优势,而且应用范围很大,从简单的碗盘等日常用品到复杂的雕塑等造型的创作和生产都离不开模具成型。它是陶瓷艺术工作者、陶瓷艺术爱好者所要着重掌握和了解的技能。

本书从模具成型的历史沿革谈起,详细介绍了有关的概念及基本知识,以大量的图例,直观地对各种常见模具成型的方法步骤进行解说,包括石膏浆的调制、同心圆造型、异型造型的车削翻模、利用实物翻模到注浆、印坯的方法等等。本书对陶瓷艺术专业的学生、职业陶艺家、陶艺爱好者均有一定的指导和借鉴意义,也可作为专业教师的教学参考书。

编者

2004年11月

第1章 概论	1
1.1 陶瓷模具成型的发生和发展	1
1.2 陶瓷模具成型的工艺特色	2
1.3 陶瓷模具成型的种类及特色	2
1.4 陶瓷模具成型的基本概念	3
第2章 制作工具及材料	5
2.1 工具	5
2.2 材料	5
第3章 模型模具制作的基本方法	7
3.1 石膏浆的调制	7
3.2 同心圆模型的制作	9
3.3 同心圆模具的翻制	23
3.4 异型模型的制作	31
3.5 异型模具的翻制	39
3.6 利用实物翻制模具	45
3.7 茶壶的制作	48
第4章 注浆及印坯	57
4.1 注浆	57
4.2 印坯	67
第5章 图纸的绘制	73
5.1 陶瓷造型的测绘	73
5.2 测绘的方法步骤	73
5.3 图纸绘制要求	74
5.4 模型制作的平立面转化	75
第6章 陶瓷造型设计的基础知识	76
6.1 陶瓷造型设计的基本法则	76
6.2 陶瓷造型形式美的原则	77
6.3 陶瓷造型的设计原则	79
6.4 陶瓷造型的构成方式	80

1.1 陶瓷模具成型的发生和发展

陶瓷的模具成型是和陶瓷的发生发展密切相关的。恩格斯曾经说过：陶瓷的出现或许是由于先民在无意中把泥巴糊在篮子上，经过火烤后，发现泥巴可以保持篮子的形状，因此创造了陶器。据此，我们是否可以理解为最早的陶器就是通过模制法制作的呢？篮子就是印坯模，也就是木制或藤竹制的模具。当然这些还仅存在于猜想中。

考古发掘材料证明，陶范在生产生活中的应用是比较早的。陶范亦称“印模”，是陶质的模具。早在新石器时代的晚期，模制技法就已经广泛应用到生产生活中。秦俑坑的陶人陶马，也大都用陶范分段制作，然后粘合而成。

春秋战国时期，陶瓷模制技艺大幅度提高。考古发掘的实物可以证明，部分彩绘陶器有明显的全身模制痕迹。

由汉到元、明，陶瓷艺术和技术逐渐达到巅峰状态。当时的日用瓷及部分艺术瓷的制作工艺中，模制技法占了很重要的地位，很多后配的部件是用陶模印坯后再粘结到主体上的，例如执壶的把手和流基本上都是模制印坯完成的。还有某一些器物上的法花、印纹、印贴、浮雕等，也大多是用陶模压印而成的，例如唐长沙窑、巩县窑用陶范制印局部纹饰贴于器身。宋代利用陶范整修器形，同时把精美完整的纹饰印于器物上。宋代定窑制品中多是细致的印花装饰，因为陶质模具比较酥脆，在较多压印细致的花纹时容易破损，所以在定窑的生产中首先使用了坚硬耐磨的瓷质模，以便使所印出的花纹细腻而连贯，并且模具经久耐用。

据唐英的《陶冶图说》中记载，模型制作在清朝乾隆年间已经发展成为一门专门的行业，有专门的从业人员开始正式的运营操作。

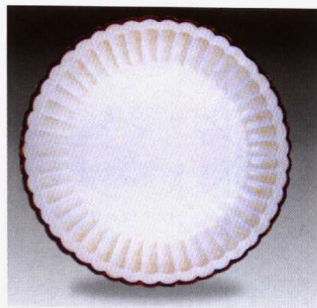
石膏的开采和使用较模具出现为晚。据《新唐书·地理志》记载，在唐代，湖北的房县、山西的汾阳、甘肃的敦煌就开采使用过石膏。石膏应用到陶瓷生产中是在民国初年。



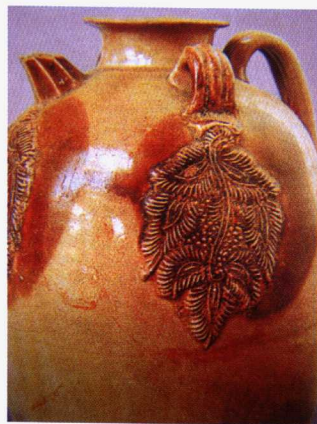
新石器时代陶鬲



汉瓦当



宋定窑模印花盘



褐釉贴花壶



等静压机

当时的景德镇陶业学堂首先制作使用了石膏模型模具。这也是最早有据可查的使用石膏模具进行陶瓷生产的时间。

1.2 陶瓷模具成型的工艺特色

陶瓷的成型方法多种多样，分类的角度也多不胜数。它的主要特色就是重复性和经济性。当作品或制品需要有一定数量或批量生产时，利用模具成型是非常方便的，可以大大地提高工作效率，降低成本。利用模具成型不仅可以生产规整传统的日用陶瓷和艺术陈设瓷，制作纯艺术性陶瓷作品以及手工意味非常浓烈的生活陶艺作品，并且通过模制加上手工再处理，还可以创作数以千万计的陶瓷产品和艺术品。因此，模具的成型技法和模型、模具的制作是陶瓷设计和生产中必须掌握和了解的工艺和技术。

1.3 陶瓷模具成型的种类及特色

陶瓷模具成型的种类有很多，有常压注浆成型、高压注浆成型、滚压成型、刀压成型、等静压成型、印坯成型等。

常压注浆和高压注浆统称为注浆成型。它的主要优点是使用石膏模具，可以一次复制多个制品，前期投入较少，设备占用面积可灵活调整；缺点是制品干燥较慢，烧成收缩率较大，变形率较高。它比较适用于小批量的制品成型。

滚压成型和刀压成型统称为压制成型。它也是使用石膏模具，主要是适合圆形制品的成型。它的主要特点在于制品内部泥分子排列相对比较致密，能够连续大规模生产，非常适合圆形碗盘类日用瓷制品的工业化生产；缺点在于不适合生产外形复杂或者较深的圆形制品，敛口的造型也不太适合这种方法。虽然现在已经有了偏移式压制成型机和椭圆鱼盘成型机，但造价相对较高，前期投入较大，厂房面积的要求也较高，还没有大规模普及。

等静压成型完全摒弃了陶瓷泥料的可塑成型方式，不

需消耗石膏模具，自动化程度高，坯体形状尺寸精确，表面光洁，致密度高，机械强度好，产品质量高。采用等静压成型，坯体成型后便可直接进入修坯工序等，减少了干燥环节，使变形率和破损率大大减小，从而简化了陶瓷制品的生产工序，减少了生产场地及热源消耗等。这种成型方法比较适合日用碗盘类制品的生产。

日用陶瓷制品的等静压成型是帕斯卡定律的科学应用。静模成型的是盘、碟类日用陶瓷制品（以下简称器物）的凹面，它是在凸形静模基体上浇注一层耐磨塑料膜；动模则是成型器物的盘底面，它是在动模的凹面上安装一个与器物形状相似的耐磨塑料软膜，并将此塑料软膜固定和密封于动模上。当动、静模贴紧时，其空腔就形成了一个比器物坯体体积约大1倍的空间。施加适宜的合模压力后，陶瓷粉料迅速填满此空腔并关闭填料口。最后向动模进油口通入高压油，高压油将迫使塑料软膜向静模方向移动并挤压陶瓷粉料。在结合剂等作用下，粉料形成均匀致密的器物坯体。通过等静压成型过程我们可以发现，这个方法能有效地控制成本，更适合大批量的同种制品的生产。

1.4 陶瓷模具成型的基本概念

学习模型模具的制作，首先要弄清楚几个基本概念：

模种 一般是由石膏、泥土、硫磺、石块、木头等材料制作的，是模型的行业俗称。它是设计者表现自己作品的实物证明，也是下一步批量生产的基础。模种大都是实心的，有同心圆、异型以及组合模种之分。

母模 一般是使用石膏材料配合一定的模种所制作、翻制的第一套模具。

生产模 由母模和相对应的模种相配合而大量制作的相同的模具，是生产模具，一般用于批量生产。制作生产模具可以使用多种材料，一般工厂常用石膏模具、橡胶模具、

钢模具等。学习期间一般使用石膏模具，因为它价格低廉，容易加工制作。

同心圆形体 园型体被平行于底面的平面分割后的每两个截面间都是圆形的同轴造型。一般指一条线形绕垂直于底面中心轴的旋转所形成的形体。

异型形体 除同心圆形体以外的形体都可以归为异型体的范畴。但有特例，例如在同心圆形体上添加配件或耳饰，这样的组合形体习惯上仍称之为同心圆形体。

车制成型 使用石膏，借助车模车制作同心圆形体模种的工艺过程。

削制成型 利用手工，配合一些工具进行的异型模种制作的工艺工程。

分模线 在进行翻制模具作业前，需要在模种上划分模具分界线，这条线就称为分模线。同心圆形体分模线一般就是中线。

n 合模 这是模具翻制行业中常用的俗语，指造型制模时用了几块模拼合。n代表 ≥ 2 的自然数，根据器物造型决定。造型简单的可以是两合模。在教学和基本生产中，大都使用3合模或4合模。

套模 顾名思义，就是大模套小模，一般在比较复杂的形体或者雕塑制品进行模具翻制时使用。用小块的模具先翻制一些细节部位，然后使用大块的模具进行套合，最后所形成的就是套模。

脱模剂 在模具翻制过程中，为了避免石膏模具之间粘连所涂抹的液体，一般使用浓肥皂水。由于肥皂水在使用前需要把肥皂溶于热水，比较复杂，因此现在在教学中使用洗涤剂或餐具洗涤用品来代替，也有使用稀泥浆的。如果使用的是泥质或木质的模种，也可以在模种上涂抹虫胶来进行该模种与模具之间的隔离。注浆模具和印坯模具上不应该涂抹虫胶，以免丧失它们的吸水特性。一般在翻制模具时常用脱模剂把两块模具分开，在翻制完成后一定要进行洗涤。

牙口 相互配合的模具之间的咬合装置。一个凸起，相应的一个就凹下，互相扣合，保证在模具套合时不错位。

2.1 工具

主要工具有模种机、刀具、量具和辅助工具。

模种机 是陶瓷模种成型机械，基本原理类似于拉坯机，通过轮盘的旋转，使上面覆着的石膏柱也同轴旋转。可以用车模刀具进行车削和整修，以便制作同心圆形体。

圆形模种主要采用立式车模机进行车制。车模机又分为支架式和拱臂式，其中常用的是支架式。模具制作要求车模机具有较高的同心度，稳定性好，能承受较大的负荷，刹车机构灵活，车模机轮头能够紧固，不自行松动。

刀具 模具制作常用的刀具有三角刀、方圆刀、钢锯刀、竹片刀等。有时还要根据模种的需要，临时打磨一些异型刀具。

三角刀是圆器模种车制的主要刀具。刀头的厚度为4~5毫米，材料一般用45号、50号钢，切割成50~60毫米的等边三角形，并用直径8~10毫米、长约400毫米的圆钢焊接而成。后部装上木柄，以便握持。

对刀具的要求是：刀具一般要求开成 $\leq 45^\circ$ 的斜面，刀刃线成直线（异型刀具例外），刀口面要平，刀杆和刀柄连接牢固。

量具 主要有内外卡钳、直尺、三角板、圆规等。

辅助工具 包括1~2把钢锯刀（自己打磨）、细水砂纸、油毡、搅拌棒、夹子、硬纸板、剪刀、绳子、毛笔、排刷、脱模剂、小盆、桶、石膏、泥巴等。



车模刀



辅助工具



辅助工具



注浆桶

2.2 材料

模型模具制作的主要材料是石膏。石膏一般为白色粉状晶体，也有灰色和淡红黄色等结晶体，属于单斜晶系。其主要成分是硫酸钙，按其中结晶水的多少又分为二水石膏、半水石膏和无水石膏。陶瓷制模一般用二水石膏。二水石膏经过 180°C 左右的低温煅烧失去部分结晶水成为干粉状后，又



石膏袋捆扎

可吸收水而硬化。制模即利用了这一特点。一般石膏调水搅拌均匀的凝固时间为3~8分钟,发热反应为5~10分钟,冷却后即成结实的固体。

石膏与水搅拌时进行化学反应,需要的水量理论上应该为18.6%。但在模型模具制作过程中,实际加水量比此数值大得多,其目的是为了使石膏浆获得一定流动性以便浇注。增加水量,同时也能使模具表面光滑。另外一个好处是多余的水分在干燥后留下很多毛细气孔,又可使石膏模具的吸水性增强。

吸水率是石膏模具一个重要的参数,它直接影响注浆时的成坯速度。陶瓷用石膏模的吸水率一般在38%~48%之间。

石膏粉应该放置在干燥的地方,使用时不要溅到水或混入车削下来的石膏。要保持干净,严防使用过的石膏残渣或其他杂物混入袋中。没有使用完的石膏袋子一定要扎紧口部,以保持石膏的粉状,防止受潮,使它的理化性能保持不变。

模型和模具的制作是一种体力和脑力相结合的创作活动,要求制作者有一个好的作风,不怕累、不怕脏,胆大心细。

3.1 石膏浆的调制

调制石膏浆时应注意:

一定要按先水后石膏的顺序调制;

撒入石膏粉的速度不宜过快;

撒粉直到石膏粉冒出水面,不再自然吸水沉陷方可停止,然后稍等片刻,就可以搅拌;

搅拌要用力均匀,成糊状即可;

注意挑除石膏浆里的硬块和杂质。

调制时水与石膏的比例为:

车制用石膏浆 1 : 1.2~1.4

削制用石膏浆 1 : 1.2 左右

模具翻制用石膏浆 1 : 1.4~1.8 左右

下面以图例详细说明石膏浆的调制过程。



1. 调制石膏浆前应先准备适量的水。水的多少和准备浇注的造型大小有关。



2. 用手从袋中捧出石膏粉均匀地撒入水中。应该环绕四周撒,不要只洒在水面中间部分。



3. 俗话说,“石膏露头,不稀不稠。”一直撒到石膏粉从水面上露出来就基本合适了。



4. 稍微等待一会儿,等石膏粉完全浸透。



5. 用手或者搅拌棒进行匀速的搅拌。速度不要太快,以免激起太多的气泡。手的动作如图,称为虎爪式。



6. 搅拌时应该经常把石膏浆里的硬块等杂质捞出。



7. 搅拌时所产生的气泡。



8. 轻轻把表面的气泡赶到边缘，用手捞出。



9. 最后形成比较均匀黏稠的石膏浆。浆应该能够糊在手上并具有一定的流动性。

3.2 同心圆模型的制作

制作石膏模型一般根据不同造型采取不同的方法。对称圆形形体使用车制的方法,自由形体一般采用浇注后手工削制的方法或者车制后再削制的复合方法。

石膏模型制作前一个很重要的工作,就是一定要考虑到后面进行注浆时的收缩率。收缩一般分为干燥收缩和烧成收缩,它根据各地原材料不同而有所不同。在景德镇,一般使用的最后烧成收缩率为18%~20%。因此,在制作图设计以及石膏模型的制作前,就应该考虑烧成收缩率,以免烧成后的制品小于设计尺寸。

下面是同心圆造型模型的车制方法和步骤。

3.2.1 模型车制的准备

◆ 准备好工具、水和石膏,用夹子或钉子把制作图固定在机架上,把车模机和三角爪轮盘清理干净。

◆ 根据造型制作圆形台子,围好油毡。

◆ 倒入搅拌好的石膏浆。

3.2.2 模种车制操作

◆ 车制时,双腿分开站立以稳定身体。为了握稳刀具,必须借助稳定杆和身体的力量。一般把稳定杆一端顶在右肩,另一端顶在车模机固定板的适当位置。左手在前紧握刀具前端及稳定杆,右手在后稳定刀具刀柄,车削时刀具接触石膏柱。

◆ 车模机的爪盘是逆时针方向旋转的,所以刀具一般在石膏柱的右侧。在车削过程中,要紧握刀柄和稳定杆,同时肩部也要顶紧稳定杆,这样才会减少跳刀和打抖现象。

◆ 石膏浆稍稍凝固后,拆掉油毡。首先用车模刀把石膏柱车圆车平,然后车削出大形。一般留1~2毫米的加工余量。须待基本形体车削好后再进行细车,并用耐水砂纸细细打磨,修整平滑。

◆ 走刀操作:

纵走刀——是车石膏柱外圆的主要方法。操作时除手、肩要抓握紧刀柄和稳定杆外,应从石膏柱外表面切线方向进刀,从上到下作匀速移动。身体站正,双脚分开一定距离,双膝逐渐匀速弯曲作马步。同时要保持用力均匀,以保证刀尖作匀速直线运动。一般车粗型时用刀尖,细修时用刀刃。

横走刀——多用在车削石膏柱顶端面时采用。进刀时一般从圆心开始,借助离心力的作用向外车削。也可从外向里车削。操作时两脚分开,身体重心自左至右或自右向左移动。用力要均匀,保证刀刃或刀尖作水平匀速移动。

弧面走刀——根据模型形状的特定要求,刀具按一定角度进刀车削。一般由切削量多的部位进刀,由深渐浅,由快到慢,刀具按照模型弧度要求圆弧运刀。一般用刀尖粗修,用方圆刀的圆刀刃细修。

车沟槽——一般用三角刀的刀尖来车削。有时根据模型图纸要求临时锉磨刀具。这时要特别细心,应该采用全弓步姿势车削。

◆ 器物轮廓曲线可用硬板依照图纸剪出弧度,在石膏模型上对照车出。

◆ 车完后,按图纸检验,确实无误后,用钢锯条平行切下。一般可以开动车模机铰切。

◆ 如果模型造型允许,可以把模型倒置车削,这样可以直接车削出底足。也可以用手工挖出足子。一般粗颈且没有更多附件的造型可以在切割下来后补车底足,方法是:精确量出模型口径,在车模机上石膏底盘车削出与口径相同大小的底座,要求中心低,边缘高;然后把造型倒立放置在车好的底座上,边缘对齐;在造型和底座上涂脱模剂,调浓石膏糊上,等凝固后再车出足子即可。

3.2.3 模型的最后打磨

细部处理后应该使用耐水砂纸进行打磨,砂纸的标号应该在200以上。应该先用标号较小的粗砂纸蘸水打磨,再用标号大的细砂纸作最后整理。整个工作应该在车模车上边旋转边完成。

车制工作完成后,应该及时清理车模机台面、刀具等,把废石膏清理干净,放在指定的位置。



下面以图例来详细说明同心圆模型的车制方法和步骤。



2. 用工具把轮盘上的废石膏清理掉。



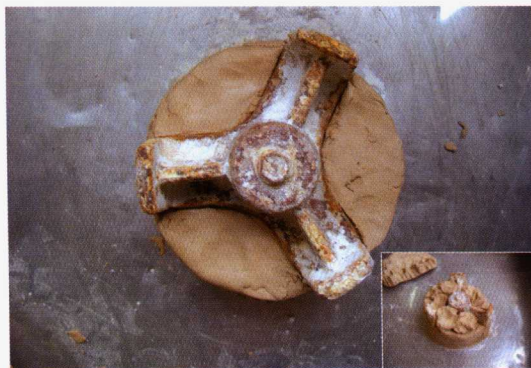
1. 首先把车模车台面清理干净。车模车轮盘上的废石膏还没有清理。



3. 露出了轮盘，轮盘的基本结构就是有三个爪状支臂。



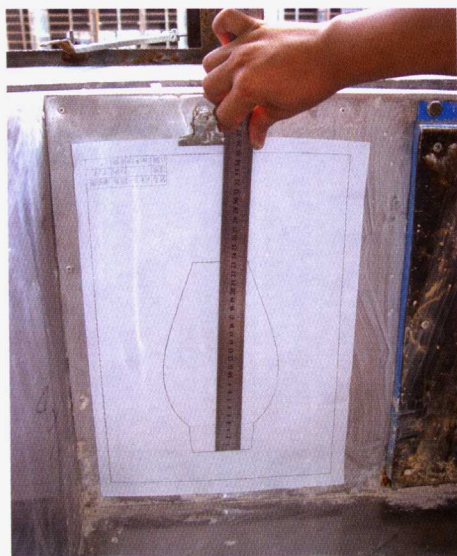
4. 用泥巴填充轮盘下面和三个支臂之间的空隙。



5. 填充好泥巴的情形（顶视图）。表面尽量平滑，而且外缘尽量成为以轮盘轴心为圆心的圆形，并且有一定的厚度。右下角小图是错误的示例：不能用泥盖住轮盘的支臂。



6. 在下面再围一圈泥巴，以便下一步包裹油毡。从图上可以看出泥巴的厚度。



7. 用直尺先量出造型的高度，并加上4厘米左右的余量。



8. 用直尺量出轮盘的高度。