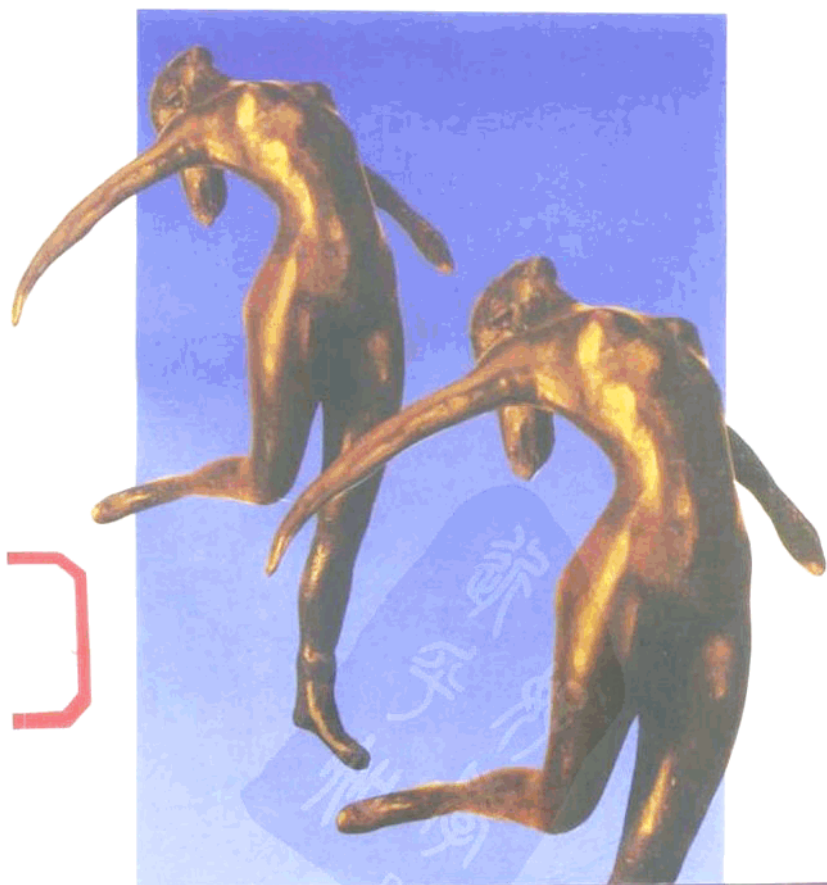


艺术铸件 的制作技术

方正春 赵九夷 黄克竹 赵忠义 编著

YISHU ZHUJIAN DE ZHIZUO JISHU



内 容 简 介

本书较全面地介绍艺术铸件的制作技术,其中包括:艺术铸件用模型、传统和近代铸造方法、艺术铸件用金属及其合金、艺术铸件用金属及其合金的熔铸、艺术铸件的加工、艺术铸件的着色等。

可供从事艺术铸件制作的工人、技术人员使用,也可供机械铸件铸造工作者参考。

目 录

第一章 艺术铸件的铸造技术	(1)
第二章 艺术铸件的模型	(6)
第一节 蜡模	(8)
第二节 石膏模	(12)
第三节 木模	(15)
第四节 金属模	(15)
第三章 传统铸造方法	(17)
第一节 中国古代传统铸造技术	(17)
第二节 搬砂铸造法	(20)
第三节 拔蜡铸造法	(28)
第四节 真土型铸造法	(33)
第四章 现代铸造方法	(56)
第一节 粘土砂型铸造法	(56)
第二节 水玻璃砂型铸造法	(58)
第三节 树脂砂组芯贴皮造型铸造法	(59)
第四节 壳型铸造法	(62)
第五节 石膏型熔模铸造法	(63)
第六节 意大利蜡模铸造法	(66)
第七节 贵金属熔模铸造法	(68)
第八节 现代熔模铸造法	(69)
第五章 艺术铸件用合金	(77)
第一节 铜合金	(77)

第二节	铝合金	(90)
第三节	铸铁	(96)
第四节	金、银、铂及其合金	(98)
第五节	锌合金、锡合金、铅合金和低熔点合金	(106)
第六章	合金的熔炼和铸造	(112)
第一节	铜合金的熔炼和铸造	(112)
第二节	铝合金的熔炼和铸造	(127)
第三节	铸铁的熔炼和铸造	(133)
第四节	锌、锡、铅等合金的熔炼和铸造	(135)
第五节	金、银、铂的熔炼和铸造	(136)
第七章	艺术铸件的加工	(138)
第一节	整修	(138)
第二节	研磨、抛光	(139)
第三节	钎焊	(139)
第四节	铸焊	(142)
第八章	合金的着色	(145)
第一节	着色的前处理和后处理	(145)
第二节	铜合金的着色	(147)
第三节	铝合金的着色	(154)
第四节	铸铁的着色	(162)
第五节	锡、锌的着色	(167)
第六节	金、银及其合金的着色	(173)
参考文献		(176)

第一章 艺术铸件的铸造技术

将金属制成所要求的形状的成形方法大体有：铸造法、锻造法、冲压法和粉末冶金法等。这些工艺称为毛坯工艺，其制品称为毛坯。在毛坯成形技术中，最便利、最优良的方法是铸造法，较为复杂、精细的铸件，用铸造法均可一举成功。

采用铸造法生产的铸件，大体可分为两类：一类是机械铸件，如各种机械、电工器械，汽车、船舶和农业机械等使用的铸件。这些铸件数量大，是铸件的主体，铸件着重于使用价值。另一类是艺术铸件，如人像、寺钟、花瓶、酒具、铜镜和装饰陈设品等。这些铸件数量较机械铸件少得多，铸件着重于艺术价值。图 1-1~图 1-4 为几种艺术铸件(作品)外形。

艺术铸件的制做技术与机械铸件的制做技术有很大不同，各具有自己的独特方法。但是，随着现代铸造技术的发展，传统铸造正在和现代铸造融合贯通，使艺术铸件更加生辉。

由于铸造法可以制做出形状复杂的制件，所以是机械零件和艺术品毛坯的主要制做方法，特别是艺术铸件，铸造法得到的便是最终产品。

现在，就艺术铸件所涉及到的铸造方法简述如下。

一、砂型铸造法

(1)普通砂型铸造法：采用以粘土为粘结剂的砂型，潮砂型法和砂质粘土型法均属此类。潮砂型法的造型法又分为高压造型法、惰性气体充压静压造型法和脱箱造型法。



图 1-1 澳门天坛大佛(高 5m, 材质: 铜)

(2)热固化砂型铸造法:壳型法属于此类。壳型法是把砂粒流动与结合的机制分离的造型方法,所利用的是酚醛树脂的热固化反应。

(3)自硬砂型铸造法:自硬砂型法可分为无机系和有机系两类。前者是依靠水泥或水玻璃的水合反应造型;后者是指呋喃树脂砂型,是利用尿素-甲醛变性的糠醇树脂和有机酸的反应而硬化造型。

(4)气体硬化砂型铸造法:也分为无机系和有机系两类。在无机系中,具有代表性的是二氧化碳硬化法,由于这种方法既简便又可活砂造型,所以,在艺术铸件制造中经常采用。在



图 1-2 鹰(展翅达 10m, 高 5.7m, 材质: 铜)

有机系中, 具有代表性的是冷盒造型法, 是在酚醛树脂和聚乙烯异氰酸盐的混合物中通入三乙基胺气引起氨基甲酸乙酯反应, 利用所生成的氨基甲酸乙酯树脂使铸型硬化造型。

(5) 熔模铸型铸造法: 以蜡模铸造为代表, 原型在铸型中消失, 将金属液注入型腔。工业用熔模铸造法, 大都依靠硅酸乙脂的水解反应使铸型硬化, 涂多层涂料挂砂便成为壳状铸型。

燃烧模是用易于气化发泡聚苯乙烯做模, 金属液一经注入铸型, 实模燃烧气化, 金属液充填成为铸件。如果用铁粒代替砂粒, 利用磁力固定铁粒, 便是磁力造型。

(6) 其他铸型铸造法: 如陶瓷型法、石膏型法和冻结型法等。

二、金属型铸造法

(1) 金属型重力铸造法: 是直接将金属液注入金属型的方

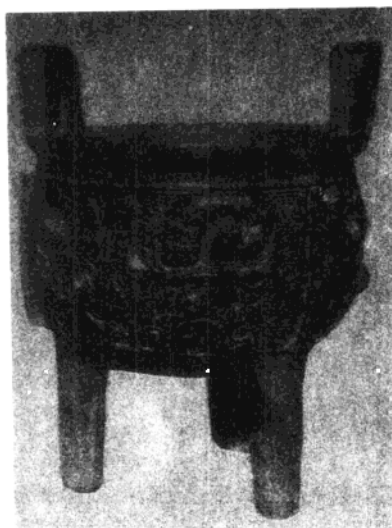


图 1-3 鼎(高 80cm,重 200kg,材质:锡青铜)

法。金属型应装有紧固型装置和推出铸件的推杆机构,有的金属型还装有使金属型倾斜或立起的装置用来调节金属液流。

(2)凝壳铸造法:是指低熔点合金的金属型重力铸造。这种铸造法,以生产铅-锡合金为主,有时也用于铸造铝硅合金。金属型用黄铜或青铜制成,装有把手。金属液注入金属型后,将金属型的三分之二入水冷却,待接触型壁的金属液开始凝固,从水中提出金属型,迅速倒出剩余金属液。这种操作应熟练,动作要敏捷。此法的特点是不用型芯便可制成中空铸件。

(3)加压金属型铸造法:分为低压铸造法和高压铸造法。低压铸造法是将金属液放入密封的容器内,通过气体向液面



图 1-4 罍(材质:锡青铜)

施加低压($20000 \sim 100000 \text{N/m}^2$),使金属液经升液管进入型腔。金属液凝固后退至常压,剩余的金属液降回坩埚。该法的优点是充入型内的金属液比较清洁,又可省去冒口,艺术铸件中的筒形用此法较宜。

(4)高压铸造法:是利用压铸机向金属液施加压力充填铸型。高压铸造的优点是金属液在高压、高速下充型,在高压下成形、结晶,因此,铸件表面质量好,本法可用于装饰品和陈设品的制做。

(5)离心铸造法:是以离心机创造铸型旋转条件,艺术铸件采用卧式离心机者居多,主要用于筒形、腔形铸件。金、银、铂及其合金等,往往采用石膏型熔模在离心机上进行离心铸造。

第二章 艺术铸件的模型

艺术品是以模型造型并经铸造而成的,因此,就艺术铸件而言,模型是艺术家意图和设计思想的集中体现。为此,艺术模型往往采用石蜡或石膏等材料制做模型,有时也使用木材或金属模型。

机械铸件的模型,主要是木材,故一般都称为木模。最近,常使用合成树脂或金属模料,有时也采用石蜡模料。艺术铸件所使用的模型,一般称为原模或原型。

另外,机械铸件用的木模是由木模工段制做的,而艺术铸件用的原型是经艺术家亲手制做的,艺术家一面思维推敲,一面精制原型。因此,对于艺术铸件来说,原型的创作是极为重要。

在制做模型时,还应考虑的问题就是收缩余量和加工余量这二个参数。

1. 收缩余量

熔化的金属,在冷却凝固时都要收缩,因此,模型应比要求的铸品的尺寸加大,以补充收缩量,这种收缩量称为收缩余量。收缩余量的大小,因金属的种类、冷却速度和铸件的尺寸与壁厚等的不同而不同。作为艺术铸件来说,其尺寸精度的要求没有机械铸件那样严格,但是,作为建筑物装饰用的铸件、尺寸有一定的规定,应予满足。

补正铸造收缩量的尺称为铸造尺或伸尺。由于金属的差

异,其收缩量也不同,其使用的伸尺标准见表 2-1。比如,青铜铸造,所使用的伸尺是:在 1000mm 的基础上又加上 12mm,总长为 1012mm,而刻度数却为 1000mm,即青铜的收缩余量为 12/1000。

表 2-1 铸造采用的伸尺

铸 件 材 料	采用的伸尺
铸铁、铸钢(极薄件)	8/1000
铸铁(收缩大的铸件)	9/1000
可锻铸铁	7/1000
铝合金、锡青铜、铸钢(厚 5~7mm)	12/1000
铸钢、高强度黄铜	14/1000
铝青铜	17/1000
球墨铸铁	7~9/1000

2. 加工余量

艺术铸件有的是以原坯作为产品,也有的需要经过各种加工后才是产品。对于需要加工的铸件,就需要留有加工量,一般称为加工余量。

关于加工余量的选择,一般情况是,手锉削加工时为 1~3mm 左右,机械加工时为 3~10mm 左右。

如果加工余量选取过大,会使加工费用提高,特别是艺术件,对铸件一般都采用手工加工,不仅增大了劳动量,而且加工面也较粗糙。

第一节 蜡 模

一、材料

1. 蜜蜡

蜜蜡又叫蜂蜡或虫蜡,是蜂窝中的产物,呈灰黄色,具有甜味。蜜蜡质软,有弹性,不粘手。蜜蜡的熔点为 $62\sim 69^{\circ}\text{C}$,蜜蜡熔滴冷却后似水珠,表面收缩很小。蜜蜡延性不足,使用时,应根据季节的寒暑变化,添加适量的树脂。蜜蜡适于蜡模的修理或粘结。

2. 石蜡

石蜡价格便宜,其熔点为 $42\sim 60^{\circ}\text{C}$,流动性好,有时作成合成蜡用于刮板造型或复制蜡模。

石蜡的缺点是收缩较大,复制蜡模易产生缩孔,所以常配入松香。由于石蜡有收缩大和缺乏粘性的缺点,所以,作为雕刻用的合成蜡,不宜配入石蜡。

3. 树脂

树脂是配蜡材料,不单独使用。松香是最常用的树脂,并以质硬、有粘性、呈暗红色为佳。松香的熔点为 $100\sim 140^{\circ}\text{C}$,比蜜蜡要高。

二、蜡的合成方法

根据气候的冷暖,来选择蜜蜡和松香的配比,表 2-2 是所推荐的配方。

雕刻蜡,应具有合适的硬度,夏季不变形,冬季不发脆。刮模蜡延性要求不高,但流动性要好。平展蜡要求延性要好,应多加些松香。

蜡进行合成时,应先熔化熔点高的松香,再一点一点地加

表 2-2 蜡的配方

用 途	蜜 蜡 (%)	松 香 (%)
雕刻蜡 {	70	30
	75	25
	80	20
刮模蜡	80	20
平展蜡	30	70

入蜜蜡进行混熔。熔化中应注意的是避免有水,如果有水便会喷出气泡,热蜡外溢,引起火灾。如果已经喷泡,应立即切断火源,用烧红的铁棍进行消泡处理。

蜡和松香熔匀后,用布过滤,倒入盛水的容器中,凝固后用手揉合。开始时有些发脆,经过不断揉合渐渐出现粘性,颜色也好看起来。将这种状态的合成蜡,压平呈饼状保存待用。应注意的是,揉合时手要充分润湿,否则蜡会粘手无法操作。冬季进行蜡的合成,应在温水中进行,容器边缘也要润湿。

三、制模方法

1. 雕刻蜡模

雕刻片状蜡花样时,将饼状合成蜡片放入温水中软化,在木板上进行雕刻操作。

立体雕刻蜡模,与粘土雕塑大体相同,如果熟练,雕蜡比雕粘土更觉得得心应手。夏季蜡易变软,应一边用水冷却一边操作。冬季蜡易变硬,应经常放入温水中软化再操作。当气温过高或过低时,应改变蜡的配方以利操作。

制做蜡片时,合成蜡不应有水泡或气泡,压蜡平台应润

湿,将规定厚度的二条板条左右分开,中间填蜡,用面杖压平。

2. 刮制蜡模

刮制蜡模的方法与普通铸型刮板法大体相同,这里不再赘述。

3. 蜡模的复制

需要大量蜡样或蜡雕时,可进行同形复制。复制时应注意的问题是,复制的蜡模比原模见小。另外,对于制做像花瓶曲面上的花样时,应在木板上做花样,复制后进行粘贴。

(1) 平面花样的复制

平面花样包括凸台和浮雕等。复制时,先用蜡、粘土或油粘土将花样四周围起,使石膏不能流出,见图 2-1(a)。在围起的木板部分涂皂水(肥皂为 30~40%)2~3 遍,蜡样和粘土围不涂皂水。皂水是一种分型剂,以微湿状态为佳,然后溶解石膏进行浇敷,石膏厚度层 10mm 左右时,中间应放加强筋进行补强。加强筋的粗细根据型的尺寸而定,一般都采用 1~2mm 的金属丝。接着,在其上面再浇敷一层 5~10mm 厚的石膏,见图 2-1(b)。

石膏固化后,去掉围墙,剩下石膏,完成了花样石膏阴模,见图 2-1(c)。

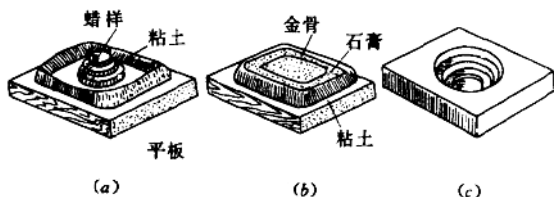


图 2-1 平面花样的复制

石膏阴模入水充分润湿,出水放平,注入合成蜡,蜡凝固后,从石膏型中取出蜡样。为防止蜡样变形,入水保存。

复制蜡模应注意如下问题:

①浇注的石膏不应有气泡,否则影响蜡模质量;

②蜡模应有起模斜度,以利起模;

③注蜡前,石膏阴模要充分润湿,但不能积水,否则蜡模会产生气泡;

④加入石蜡的合成蜡,石蜡含量不宜过多,否则缩孔增多;

⑤蜡液温度不宜过高,在保证充型的前提下,蜡液温度越低越好。

(2) 立体雕刻蜡模的复制

如果要复制图 2-2(a) 的器物,复制方法如下:

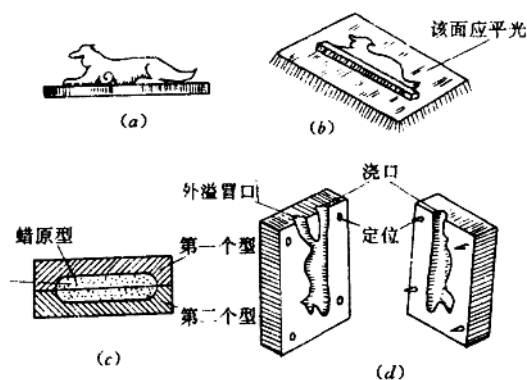


图 2-2 犬的石膏型

先将蜡模的一半盖上粘土或油粘土做假箱,见图 2-2(b)。在假箱上面浇注石膏制成第一块石膏阴模,清除粘土或油粘土,翻个涂上皂水浇注第二块石膏阴模,见图 2-2(c)。二半阴模应吻合良好,并应装定位销进行定位。然后,在石膏阴模上开浇口和外溢冒口,见图 2-2(d)。

石膏模完全硬化后,便可进行蜡模复制。先将石膏模入水润湿,模合好后便可注蜡液,蜡完全凝固便可取出蜡模。

当原型形状复杂时,应多分几块阴模,有时还要做成活块。

4. 蜡样的粘贴

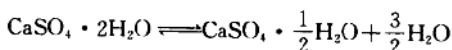
复制的蜡样想粘贴在石膏模、木模或蜡模上时,应切除蜡样周边余蜡,以妇女用稠发油作为粘结剂进行粘贴。粘结大而厚的蜡样时,可另滴入蜡液进行补强。

第二节 石膏模

石膏模的制做方法有两种:一种是,先用粘土、油粘土和蜡制成原模,再用原模翻制成石膏模;另一种是,直接塑出石膏原模。

一、材料

石膏的主料是天然的含水硫酸钙,称为二水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),密度 2.2~2.4,硬度 1.5~2.0。二水石膏经 120℃ 加热,水分走失,成为半水石膏或熟石膏($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$)。半水石膏加水又变回二水石膏。石膏像就是利用这种可逆反应,向熟石膏粉内加水成为二水石膏凝结成形,即



石膏加热至 200°C 以上后,就会失去水分变成无水石膏(CaSO_4)。无水石膏再加水,也不会变成半水石膏。

二、石膏模的制造方法

1. 石膏的溶解

石膏浆料的配比是水 70%,石膏粉 30%。配浆时,先将 70%的水置入容器中,再一点一点地加入石膏,经 30~60s 的静置,石膏吸水搅拌成糊状立刻浇注。

2. 模型制做

(1) 平面模型

平面石膏模的翻制方法,和平面蜡模的翻制完全相同。这里仅说明一下注意事项:

- ①粘土和油粘土较软,易损坏,处理时应有耐心。
- ②从石膏阴模清除粘土时,先用勺刮,再用水冲,毛刷刷。油粘土可用热水冲洗。

③浇注出石膏阳模时,可用皂水分型。石膏阳模需补强时,可在阳模内埋入金属筋。

(2) 立体模型

立体石膏模的翻制较为复杂,需要有专业人员进行,其中,最重要的是处理好分型,甚至要做活块。

首先,用粘土或油粘土雕塑出原型,再翻制成石膏阴型。石膏阴型的表面应做得光滑,其浇注系统,应有利于石膏阳模用石膏浆的流入。翻模中,考虑的中心问题是如何分型。然后用金属薄板将分型位置围起来。总之,用金属薄板围起的部分便是分型线。围金属薄板时,要考虑起型斜度,见图 2-3。

分型线围好后,便可敷盖石膏。敷盖用的石膏,和平面模浇注的石膏浆不同,呈半凝固状态。用毛刷或手指弹压进行塑雕。要注意的是,全部厚度层应均匀,特别是暗阴部分要均匀。