

2017

注浆成型操作法

(修 订 版)

张 玉 春

中国建筑工程出版社

本书为1959年建筑工程出版社出版的《注浆成型操作法》一书的修订再版。

书中介绍了陶瓷工厂中广泛应用的注浆成型方法。作者是一位工人同志，他根据多年来的生产经验，介绍了泥浆调制及注浆成型的操作方法，同时对坯体产生缺陷的原因及其清除方法、石膏模型的制作法也作了较详细的介绍。此次再版，对书中部分内容略有修改和增删。本书内容浅显易懂，适于陶瓷工厂的工人阅读。

注 浆 成 型 操 作 法

(修 订 版)

张 玉 春

*

中国建筑工程出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工程出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 3/8 字数：48 千字

1959年9月原建筑工程出版社第一版

1974年1月修订第二版 1974年1月第一次印刷

印数：1—0.510 册 定价：0.16 元

统一书号：15040·3125

序

在陶瓷生产中利用石膏模型进行注浆是一种很普遍的成型方法。这种方法的生产效率很高，所用的设备也很简单。

注浆成型方法应用很广，凡是形状复杂的异形器物，如卫生瓷器、化学瓷、电瓷、日用瓷和美术瓷等，都可采用注浆成型法进行生产。唐山地区很早就应用了这种方法，在浇注较厚的大型制品方面创造和积累了丰富的经验。但是在旧社会，陶瓷生产遭受到了严重的摧残，有关这方面的经验也没有系统地传授下来。解放后，在党和毛主席的正确领导下，陶瓷工业获得了很大的发展，并且已经跃出了日用品的范围，代替钢铁制成工业设备，在军工和民用部门应用越来越广。近年来，随着陶瓷工业的发展，注浆成型操作有了很大的改进。为了适应陶瓷工业发展形势的需要，现将一九五九年建筑工程出版社出版的《注浆成型操作法》一书修订再版。这次再版，对书中错误和不妥之处作了修改，部分内容略有增删。

我是唐山陶瓷研究所的工人，由于技术水平和文化水平都很低，本书这次再版时虽作了修改，但缺点和错误在所难免，希望广大读者批评指正。

张 玉 春

目 录

一、注浆成型概说	1
二、泥浆的调制	2
1. 怎样调制泥浆	2
2. 影响注浆成型的因素	11
3. 用简单方法检验泥浆的性能	21
三、注浆成型操作	23
1. 各种注浆成型操作方法	23
2. 特种瓷器的注浆	37
3. 注浆成型操作注意事项	38
四、坯体的干燥	44
1. 干燥方法	45
2. 干燥与坯体开裂和变形的关系	46
五、坯体的缺陷及其消除方法	48
1. 裂坯（裂口、裂底、裂粘接等）	48
2. 黑斑点	50
3. 重皮	51
4. 气泡、棕眼	51
5. 不脱模	53
6. 塌活和淌心	54
7. 变形	54
8. 麻刺	56
9. 活粗（棱、坑、疙瘩）	56
10. 泥缕	57

11. 泥脏	58
六、石膏模型的制造与使用	59
1. 石膏模型的设计	59
2. 石膏模型的加尺	60
3. 模型的分割	61
4. 石膏模型的制造	62
5. 石膏模型的使用和保管	65
6. 石膏模型的发展趋向	67

一、注浆成型概述

注浆法是陶瓷器成型方法之一。注浆成型原理是利用石膏的吸水性，先将石膏按照器物形状制成模型，再把制备好的泥浆，注入石膏模内。由于石膏有吸水性，泥浆的水分便逐渐被多孔的石膏模型所吸收，在泥浆中分散的原料颗粒，便陆续粘附在模壁上，当达到所需要的厚度时，把多余的泥浆倾出，于是在模型的内壁就形成了集聚的坯土层。坯土层中的水分被石膏模型内壁吸收而逐渐减少，当达到某一程度时，便发生干燥收缩而与模型脱离，即成为与模型内部形状和大小相同的坯体。将坯体从模型里取出来，于是得到整个的或一部分的成型物。形状复杂的制品，还须进行粘接，粘好后进行干燥和修刷，然后转入下道工序——干燥、施釉。这样，注浆成型的工艺操作便告结束。

注浆成型方法，在陶瓷工业上是一种很普遍的，生产效率很高的成型方法。所用的设备简单，生产规模可小可大。注浆成型方法目前已能应用在下方的制品上：

属于刚玉制品的坩埚、乳钵、喷嘴；工农业用的水悬分离器、纺织瓷件；建筑上用的卫生瓷器、试验室用的瓷坩埚、蒸发皿；属于陈设品的雕塑动物；属于日用瓷的壶、碗、盘；以及电瓷、耐酸瓷等。总之，凡是形状复杂的和不规则的器物都可以用注浆成型方法进行生产。

二、泥浆的调制

1. 怎样调制泥浆

(1) 坯料的组成

在调制泥浆以前，应根据制品的不同要求和各种原料的性质（包括物理性能化学成分）以及成型与烧成的条件，先确定坯料的组成。

不同的制品有不同的配料。兹将各种瓷器所用的原料配比列于表1。由表1可知陶瓷的原料是由粘土质原料（粘土和高岭土）加上减粘剂（如石英、碱石等）和助熔剂（如长石）按一定比例配制而成。

1) 粘土质原料。它的作用是使坯料易于成型，烧成后硬化并呈白色以及提高制品的耐火度。但它也是使制品收缩的主要原因，有时会造成变形、开裂等缺陷。粘土质原料中含的铁、钛影响制品的白度，可溶性盐类（例硫酸盐和氯化物等）使制品出现麻刺等缺陷，故这些杂质的含量越少越好。

2) 减粘剂。石英或其他减粘剂的作用是降低坯体的收缩，减少变形，增加制品的孔隙度，提高制品的耐酸碱性、白度和耐温度的剧变等。但石英有几种不同的形态，即 β 和 α 石英， γ 、 β 、 α 鳞石英等（见表2），这是石英在高温时具有体积突然膨胀的原因，例在 870°C 时石英体积要增加14%。所以大型陶瓷制品，如浴池，大型电镀槽等的坯料中，石英含量不应过高，一般在25~30%，或者用高温煅烧过的石英，以防由于制品烧成时升温过快而造成裂坯现象。

各种典型坯料组成和化学成分 表 1

制 品 种 类	原 料 名 称											化 学 成 分										
	石 英	长 石	苏 州 土	紫 木 节	碱 矸	彰 武 土	生 大 同 土	烧 大 同 土	碱 石	烧 碱 石	清 原 粘 土	四 结 土	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	灼减	
配 比 %																						
日用细瓷	32	25	—	—	12	—	24	10	—	—	—	—	68.21	23.31	0.18	0.13	1.01	0.41	2.26	0.71	5.63	
建筑卫生瓷	27	21	17	18	—	3	—	—	14	—	—	—	66.31	21.28	0.50	0.32	0.55	0.21	2.00	1.23	8.20	
化学瓷	20	18.5	—	—	—	—	—	—	23	24.5	—	—	63.19	28.09	0.31	—	1.32	0.31	1.35	2.61	5.25	
耐酸瓷	37	18	—	10	25	—	—	—	—	—	—	—	10	47.98	35.21	0.508	0.045	0.655	1.49	1.80	2.61	12.74
大浴池	28	42	21	5	19	—	—	—	6	—	—	—	66.32	23.44	0.43	0.28	0.71	0.41	1.98	0.95	5.4	

石英的几种不同形态

表 2

石英转变的名称	转变的温度 (°C)	体 积 增 加 (%)	比 重
β 石英 $\rightarrow$ α 石英	575	1.35	2.65
α 石英 $\rightarrow$ α 鳞石英	870	14.00	2.31
α 鳞石英 $\rightarrow$ α 方石英	140	—	2.31
α 方石英 $\rightarrow$ 石英玻璃	167	—	2.21

3) 助熔剂。长石是助熔剂，又是减粘剂。表 3 列出了陶瓷原料中常用的几种长石。

陶瓷原料中常用的几种长石

表 3

化 学 式	矿物学 名 称	分子量	理 论 成 分				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO
钾长石 (K ₂ O·Al ₂ O ₃ ·6SiO ₂)	正长石	556.51	64.75	18.32	16.93	—	—
钠长石 (Na ₂ O·Al ₂ O ₃ ·6SiO ₂)	钠长石	521.00	68.82	19.56	—	11.82	—
钙长石 (CaO·Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂)	钙长石	518.00	43.16	36.70	—	—	20.14
钠钙长石 (Na ₂ O·Al ₂ O ₃ ·6SiO ₂) (CaO·Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂)	钠钙长石	—	—	—	—	—	—

由于长石的化学成分中含有碱金属氧化物 (Na₂O 和 K₂O)，所以比粘土和硅石的熔点要低。很多人认为坯体中引入钾长石，烧成温度范围变宽，减少变形，并降低收缩率，增加透明度。增加钠长石则热膨胀率提高。

长石在各种坯料组成中的含量：长石质精陶器 3~12%，软质瓷器 30~55%，硬质瓷器 18~33%，瓷牙 78~81%。

(2) 制备泥浆的流程。

制备泥浆的工艺流程如图 1 所示：

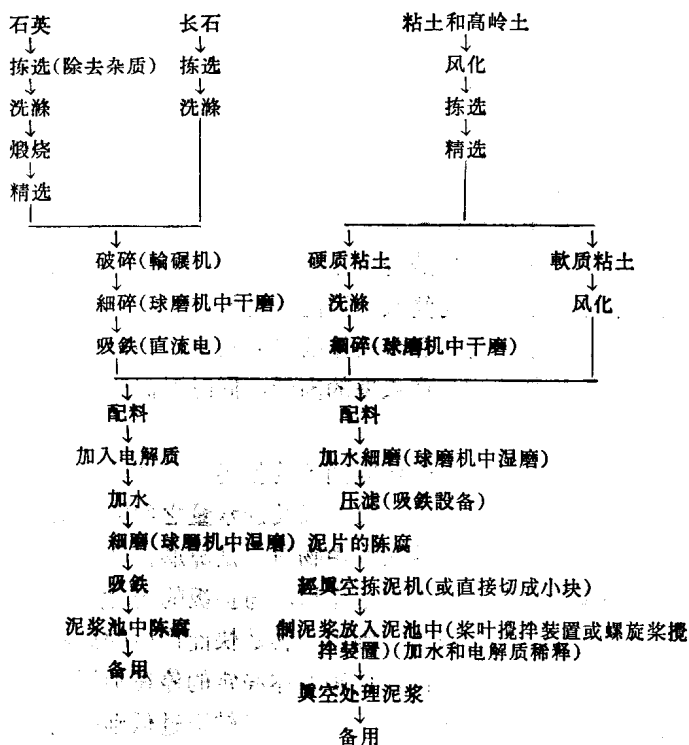


图 1 制备泥浆的工艺流程

经过压滤的泥浆要求的水分和电解质较少，因此石膏模的损耗较小，产品的收缩率也有所降低。经过压滤的泥浆较未压滤的泥浆更为均匀，但需要更多的设备（如搅拌器）和更多的劳动力，因而成本稍高。

当制造精细制品（餐具等）时，宜采用经过压滤的泥

浆。生产一般陶瓷制品，可采用未经过压滤的泥浆。

(3) 泥浆的调制及其注意事项：

泥浆的调制对成型的影响很大，特别是随着设备的不断改造和革新，注浆成型工艺自动化和连续化的流水作业线逐步得到应用，对制备泥浆的工艺方法，如何稳定泥浆性能，提出了较高的要求。为了说明怎样制备泥浆才能更好地达到注浆成型操作的要求，下面谈谈研磨的操作与要求。

陶瓷工业中细粉碎一般采用球磨机，用湿法粉磨。

球磨机的粉碎作用是研磨体随磨机的运转而产生的。磨机内研磨体的运转极为复杂，因此磨机的转数、磨机内载重量（料、球、水之比）和研磨体的尺寸与形状等确定得适当与否，就直接影响到生产效率的高低，同时对泥浆性能也有影响。

下面根据理论和实际经验简单的叙述一下球磨机的转数和研磨体的装载量、形状、尺寸以及加水量之间的关系。

1) 球磨机的转数。球磨机中物料，是靠磨机转动将研磨体带至一定的高度落下的撞击作用，与护板的研磨作用粉碎。如果磨机的转数很高，则由于转数快而产生的离心力大于研磨体的重力分力，因而使研磨体稳定的停在护板上随着回转而不落下，失去了撞击作用。如果转数过低则研磨体沿护板上升不到需要的高度就落下，或者沿护板表面滑下。这时主要是靠研磨体的摩擦来粉碎物料，起不到撞击作用。

计算球磨机适宜的转数，可用下列经验公式：

$$N = \frac{32}{\sqrt{D}}$$

式中 N ——球磨机的每分钟转数（转/分）；

D ——球磨机的内径（米）。

陶瓷工厂一般都采用这个公式计算转数。

2) 研磨体的装载量。球磨机内的研磨体在运转时，应排列在由护板到中心的各个同心层上。因此球磨机内必须装入适当数量的研磨体，以使每层的研磨体能按照它的轨迹运动。如果研磨体的装载量过多，则上升的球与下落的球必然会发生相互乱撞的现象，因而影响物料粉碎的效率，并增加耗电量和护板的加速磨损。装载量过少时，球磨机的操作进行得不好，这是因为滑动现象十分显著的缘故。其装载量的指标用填充系数来表示，一般波动在0.2~0.4之间，试验证明以0.4较好。根据经验，当球磨机不转动时，装入的研磨体的水平面低于球磨机的中心，恰为半径的六分之一时，填充系数为0.4。通常磨机内所装载的研磨体量，最多不超过磨机容积的30~35%。

3) 研磨体的形状、尺寸、硬度与比重。直径小的研磨体，它的重量也较小，因此不可能借撞击力将大块或硬质物料粉碎。从填充系数来看尺寸大的研磨体将不能满足球磨机的填充数量，撞击物料的次數急剧减少，粉碎效率就随之降低。一般球磨机中所采用的研磨体的直径用下式计算：

$$d = \left(\frac{1}{18} \sim \frac{1}{24} \right) D$$

式中 d —— 研磨体直径 (毫米)；

D —— 磨机内径 (毫米)。

为了增大研磨体的面积，其尺寸大小应当有一定的比例，研磨体的形状以圆形或椭圆形为较好。研磨体的硬度与比重应大于被粉碎物料，一般硬度在7~8.5度（普氏硬度），比重在2.6以上。

研磨体的种类很多，一般采用的是燧石，瓷球等。对研

磨体的要求除上述的以外，更重要的一点是研磨体的化学成分，不能影响泥浆性能。燧石在使用以前必须经过鉴定和化学分析。

4)原料的粉碎与混合。原料的硬度、颗粒以及本身所含的水分，应作适当的控制。原料的入磨方法有两种，一种是分段粉碎，另一种是混合粉碎。前者就是将长石、石英等硬性原料与粘土质原料分开研磨。先将硬质原料入磨，为了提高研磨细度，加入10~15%粘土质原料共同研磨。研磨到一定细度后，再加入其余的粘土使之混合，或将细度已合乎标准的粘土加入搅拌机内混合。采用这种方法可提高球磨机效率和装载量。另一种是湿式混合粉碎，将长石、石英等硬性原料经过干磨粉碎后，按配方比例混合并装入湿式球磨机内，入磨物料粒度必须注意掌握，加入物料的粒度越小，则效率越高，长石、石英等硬性原料粒度以能通过100~120孔/厘米²的筛子较为适宜。最大的粘土料块不应超过最小的研磨体。

另外，在球磨机中加入相当于固体物质0.3~0.5%的亚硫酸纸浆废液作为表面活性剂，可以提高粉碎效率30~40%，同时泥浆的流动性也有所增加。

5)加水量。加水量的多少，对研磨效率有很大影响，例如稀泥（含水量在33%以上）与稠泥（含水量在23~33%之间）在一切操作因素相同的条件下研磨效果截然不同。增加水量可以使物料与物料间的距离增大，因而每单位面积上的被撞击物料就较稠泥减小，所以效率就低。如加水量太少，则由于粒子粘滞而影响操作。根据经验，认为注浆泥浆的加水量以31~33%为适宜。当然，加水量还必须考虑到原料的配比和原料本身的水分。

根据以上所述，我们在制备泥浆的操作中应注意以下几点：

1)入磨的原料配比要准确。粘土质原料的水分要控制在一定范围内（不超过3%）；应强调以干料入磨。现在有的工厂对这一点缺乏技术管理制度，把新进厂的粘土质原料或在外边存放过、水分不正常的原料，没有测定水分，就按配比称量入磨。这样做由于粘土质原料本身的水分多，因而相对的粘土质原料在配比中的含量就减少了，石英、长石质原料就增多了。这样就影响了泥浆的性能。

2)球石的形状、大小及添加量要严格控制。磨机内球石耗损以后应及时补充。根据我们的经验，容量为100~300公斤的球磨机可用直径为50毫米的磁球；容量为300~600公斤的球磨机可用直径为60~70毫米的磁球；容量为600~1500公斤的球磨机可用直径为70~80毫米的磁球。如果不用磁球，改用燧石，其尺寸也是如此，最大不超过80毫米，最小不小于50毫米。

3)水的添加量应根据原料配比的不同，经过试验决定。例如：膨润土吸水量极大，吸水前1克之容积约为0.374立方厘米，吸水后可膨胀至约27.3立方厘米。这类粘土应多加水。近似这类粘土的，还有界牌土。泥浆过稠或过稀，都不能达到注浆使用的要求。泥浆比重最好是根据不同的成型器物的要求来确定。这一点也是很不好掌握的。有的工厂采取中间第二次添加水的方法：在开磨时如果稀就加入一些坯子（成型破损之坯或泥片），泥浆稠就加水调合。这两种方法都不好，会影响注浆操作。

加水要用软水、清洁水。加水量要准确。

4)研磨时间是根据磨机的转数、磨机内的装载量（料、

球、水之比)、原料入磨颗粒细度、原料性能以及所磨的泥浆细度要求而定。最好用优选法(0.618法)找其最佳点来提高研磨效率。值得注意的是有些工厂按时间出磨,如果是各种条件相同,出入情况不大,那还可以。如果中途停车和连续磨细的情况不同,则很难掌握泥浆出磨的细度。所以不要单纯按时间出磨,必须经过测定泥浆的细度以后再出磨。

5)解胶剂的添加量要准确、详细情况见下面“解胶剂的添加”一节。

表4为某厂的实际磨细情况。

某厂的实际磨细情况

表 4

泥浆组 成编号	磨机 内径 (米)	轉数 (轉/分)	研磨 時間 (小时)	裝載量(公斤)			比重	过10000 孔/厘米 ² 篩残留物 (%)	燧石球 磨 耗 (公斤/ 小时)
				料	球	水			
1	1.36	25	15	1,000	1,500	450	1.72	0.05	1.0
2	1.36	25	5	1,000	1,500	390	1.83	2.71	1.08
3	1.36	25	14	1,000	1,500	480	1.72	0.32	1.0

注: 泥浆組成编号中, 1 是表示日用細瓷配方, 2 是工业用瓷配方, 3 是硬质泥配方。

(4) 优质泥浆要具备的条件

1) 泥浆要稳定, 不会从泥浆主体中沉降出任何组分(石英、长石等)。

2) 泥浆的流动性要大。在正常的泥浆比重(1.7)的情况下, 泥浆注入模型中达到一定厚度后, 倾出多余的泥浆, 这时, 坯体的内壁应很光滑而不产生任何痕迹(泥缕)。

3) 泥浆的含水量要尽可能小。

4) 泥浆中的水分能迅速地被石膏模吸收, 使坯体在模型

内吃浆时间缩短。

5)脱模后的坯体逐渐硬化,虽受轻微振动而不塌,仍能保持原形。

6)泥浆对石膏模的浸蚀性要小,并且容易脱模。

7)泥浆应有很好的粘性,通过石膏模型而具有成型的能力。

8)注出之坯体颗粒组织要致密,有足够的机械强度,同时修、刷容易。

2. 影响注浆成型的因素

(1) 原料的性质

不同的原料有不同的性质和作用,有时同一矿床的原料也有不同的性质。因此,原料要经过物理检验和化学分析,或者直接经过实际试验以后方可使用。

一般说来原料可分为两类:可塑性原料和非可塑性原料。可塑性原料,又可分成两种:塑性原料和减粘原料。下面分别来谈谈。

1)塑性原料。紫木节、碱干、阳泉土、膨润土等粘土物料属于塑性原料。这些粘土是二次粘土(或称漂积粘土)。其特点是可塑性较强,颗粒较细,机械强度大,收缩率大,杂质较多。质量不好的需要经过精细的处理。烧成后色泽比高岭土差。

塑性原料是成型不可缺少的原料。注坯泥浆内必须混有相当量的塑性原料,才能够达到良好的成型结果。但因为它的收缩率大,所以在使用时,在不影响成型的条件下,加入的量愈少愈好。如果塑性原料加入过量,浇注时在粘土粒子被石膏模吸着一层后,次层的水分就不易通过,因而影响吃浆

速度；同时塑性原料过量也很容易塌活（即坯体与模型早期脱离）；并在干燥状态中容易产生局部瘪心（含水较多），影响坯体的正常收缩。同时，塑性原料多，坯体结合得致密，收缩率大，在干燥脱水时困难，因而容易产生变形、坯裂、棕眼等毛病，烧成后的色泽也多少受到影响。

如果塑性原料加入量过少，则泥浆注入石膏模后，水分很快的被石膏模所吸收，脱水较快，吃浆时间迅速，坯体结合不够致密，在模型中之坯体，因水分容易脱出，所以干燥快，也很容易裂坯，由于坯体的机械强度低，抗剪力弱，因而发脆、粘修困难。同时，塑性原料过少，泥浆悬浮性降低，易于沉淀，注出的坯体厚薄差度大，成分不均。如果是实注法，双面吃浆的制品很容易发生重皮（两层）毛病。

根据上述情况，塑性原料的使用，应该结合实际情况，如考虑产品大小、厚薄而加以控制。一般使用量在9~25%范围内。

2)减粘原料。在陶瓷器组成中，一般常用粘性较弱的粘土作为减粘原料，如唐山碱石、苏州土等高岭土就是这种原料。高岭土是一次粘土（或称残留粘土）。其特点是可塑性较小，颗粒较粗，收缩较小，机械强度低，气孔率大，杂质含量少。烧成后的色泽比塑性原料较白。

这种原料具有疏松的结构，可容许水分的渗透，所以能缩短吃浆时间，增强坯体的成型能力。

3)非可塑性原料。如石英和长石等属于非可塑性原料，它们在泥浆中比高岭土更可构成多孔性组织，使注浆操作更能迅速完成。但是对这种原料要求的细度很高，使泥浆在悬浊液中不致于沉淀。非可塑性原料的含量若过多，同样不能使成型得到很好的效果；坯体机械强度低，结合不致密；也