

卫生陶瓷生产技术丛书

成 型

唐山建筑陶瓷厂《卫生陶瓷生产技术丛书》编写组

中国建筑工业出版社

编 者 的 话

陶瓷生产在我国有悠久的历史。几千年来，我国劳动人民在陶瓷生产实践中积累了丰富的经验。

解放后，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国陶瓷工业有了很大的发展，用于建筑上的卫生陶瓷的生产也发展很快。

遵照毛主席关于“要认真总结经验”的教导，在工厂党委的领导下，我们组成了以工人为主，有领导干部和技术人员参加的三结合编写组，编写了这套《卫生陶瓷生产技术丛书》。这套丛书共分《原料及坯料的制备》、《成型》、《烧成》、《釉料》和《理化检验与生产控制》五个分册。这本《成型》由周子彦、郭同春执笔。

这套丛书从我厂的生产实际出发，着重总结工人师傅的实际操作经验。因此，有它一定的局限性，未能把兄弟厂的先进经验都写进去。再加上我们缺乏写书的经验，水平有限，书里可能会有不少缺点，甚至错误，希望读者提出批评意见，为实现英明领袖华主席为首的党中央作出的抓纲治国的战略决策，把我国建设成为一个伟大的社会主义的现代化强国而努力奋斗。

唐山建筑陶瓷厂《卫生陶瓷生产技术丛书》编写组

1977年6月

目 录

一、泥浆和模型	1
(一) 注浆成型对泥浆的要求	1
1. 流动性	2
2. 稳定性	3
3. 渗透性	3
4. 触变性	4
5. 含水量	5
6. 空气和有机杂质含量	5
7. 成型后坯体的强度	5
(二) 影响泥浆性质和注浆成型的因素	6
1. 泥浆的组成	6
2. 泥浆的细度	7
3. 泥浆用水	8
4. 电解质的引入	8
5. 泥浆及模型的温度	10
6. pH值的大小	10
7. 泥浆的陈腐搅拌及真空处理	11
8. 新料泥浆和回坯泥浆	11
(三) 测定和检验泥浆性能的简单方法	13
1. 泥浆细度的检验	13
2. 坯体抗折强度的检验	14
3. 渗透性的测定	16
4. pH值的测定	17
(四) 注浆成型对模型的要求	17

1. 制造模型用的石膏应具备的条件	18
2. 对模型的要求	18
3. 模型使用期限	23
二、注浆成型操作	25
(一) 注浆成型基本方法	25
1. 实心注浆法(双面吃浆法)	25
2. 空心注浆法(单面吃浆法)	26
(二) 注浆成型工艺流程	28
1. 模型处理	28
2. 泥浆处理	31
3. 注浆成型	32
4. 修粘	41
5. 修刷	44
(三) 成型实例	46
1. 洗面具的成型	46
2. 低水箱的成型	47
3. 家具槽的成型	47
4. 平踏式便器的成型	47
(四) 注浆成型新技术	48
1. 传送带注浆成型线	49
2. 整体成型新工艺	53
三、干燥	56
(一) 干燥的原理与过程	57
1. 干燥原理	57
2. 干燥过程	59
(二) 干燥设备	61
1. 干燥室的基本要求	62
2. 间歇作业的干燥室	62
3. 隧道干燥室	63

4. 两类干燥室优缺点比较·····	69
(三) 干燥期间的废品·····	70
1. 变形·····	70
2. 开裂·····	71
四、施釉·····	72
(一) 施釉前的准备工作·····	72
1. 坯体处理·····	72
2. 釉浆的处理·····	73
(二) 施釉方法·····	75
1. 浸釉法·····	75
2. 喷釉法·····	76
3. 浇釉法·····	77
(三) 白坯检验及保管·····	78
五、卫生瓷半成品缺陷产生的主要原因 及其防止办法·····	79
(一) 裂坯·····	79
(二) 变形·····	82
(三) 脱模困难·····	83
(四) 气泡棕眼·····	84
(五) 重皮·····	85
(六) 坯脏、料脏、铁点·····	85
(七) 塌活·····	86
(八) 泥线·····	87
(九) 黑斑点·····	87
(十) 起碱·····	88
(十一) 活粗·····	89
(十二) 施釉操作中的缺陷及其防止办法·····	90

一、泥 浆 和 模 型

我国生产卫生陶瓷目前都用注浆成型，这种成型方法适用于形状复杂、器型不规则的制品。

使用注浆成型方法不仅要有浇注性能良好的泥浆，质量稳定的石膏模型及相当熟练的成型技术，为了保证成型工作的顺利进行，还得有一个温度适当、湿度一定的工作室。根据我厂经验，此温度应该保持在摄氏28~35℃左右为宜。成型室内有较高的温度可以加快泥浆水分在石膏模型中的渗透速度，并促使石膏模型所吸收的水分不断地蒸发，使模型干燥，以保持生产能够循环地进行。白坯和粗坯需要逐渐地干燥。室内没有足够的湿度，在粘接、打孔和阴干的过程中会造成破损。通常相对湿度要保持在50~70%的范围内。北方（华北、东北地区）在建造成型工作室时，要有适当的防风防冻措施，以防由于干燥过急或结冰而造成废品。为了半成品的粘接找裂的方便，室内要注意有采光和照明的条件。

（一）注浆成型对泥浆的要求

泥浆是有一定细度的固体粒子（石英、长石、粘土、熟料等）在水中形成的悬浊体系。

在注浆成型中，泥浆的性能很重要，它决定注浆成型的效率和半成品质量的优劣，生产卫生瓷用的泥浆应满足以下要求。

1. 流动性

流动性良好的泥浆，象乳酪一样从小口中流出时，形成一根连绵不断的细线。盛于容器中的泥浆，用一只小木棒在泥浆中不断地搅动，然后提起木棒附着在木棒上的泥浆不断地流下来，如呈细丝状，说明泥浆的流动性良好，如呈滴状说明泥浆的流动性不好。

只有流动性良好的泥浆，才能保证在浇注过程中使泥浆充满石膏模型的各个部位，防止生成不完整的坯体。而且流动性良好的泥浆也便于利用管道顺利地输送到使用工位。

泥浆的流动性一般是用相对粘度来衡量。流动度 V_1 和相对粘度 η 之间成反比关系：

即

$$V_1 \propto \frac{1}{\eta}$$

式中 V_1 ——从下口直径为 7 毫米的恩格拉粘度计中流出 100 毫升泥浆所需的时间，秒；

η ——相对粘度。

相对粘度的测定[●]，是基于测定在同一温度下所流出同一体积的泥浆和水所需要时间的比。当以水的粘度做为标准时，泥浆的相对粘度值 η 如下式表示：

$$\eta = \frac{\text{流出100毫升泥浆的时间(秒)}}{\text{流出100毫升水的时间(秒)}}$$

泥浆的粘度过大时，流动性差，泥浆流入模型内的速度变小，会出现泥缕等缺陷，严重时可能流不到模型的细小和弯角部位。同时在排浆时，多余的泥浆不能流净，因而在干

● 测量流动性和相对粘度的具体规定我国各单位并不一致；恩氏粘度计出口大小各厂也未统一，有的用 4.5 毫米或 6 毫米，有的用 7 毫米。

燥时容易产生坯裂和崩裂。反之，粘度太小时，由于泥浆中的粗颗粒沉淀，使坯体组织变得不匀，还会从模型的对口接缝处溢出泥浆，或者由于粘度不够，半成品不能脱模。

2. 稳定性

泥浆要有足够的稳定性或者叫悬浮性。它是指泥浆放置一段时间后不分层，不出现沉淀的性质。稳定性差的泥浆会造成坯体组织结构的不均匀和化学成分的差别，从而导致干燥、烧成过程中坯体的变形或开裂；此外，也给输送泥浆带来不便，以至影响制品的使用性能。

为了使泥浆具有良好的悬浮性，在配料中应引入适量的强可塑性粘土，并且使泥浆的颗粒保持一定的细度。坯料中还要加入适当数量和品种的电解质，以及少量的有机胶体如丹宁酸等，以保持泥浆具有足够的悬浮性。

3. 渗透性

泥浆在石膏模中形成坯体的速率叫吸浆速度。泥浆的这种性质称为渗透性。吸浆速度快的泥浆在浇注成型时，水分能顺利地通过附着在石膏模壁上的泥层，而被石膏模型所吸收。即渗透性好（吸浆速度快），可以缩短浇注成型的时间，提高生产效率。但是吸浆速度过快也会造成在成型操作时措手不及。

泥浆的渗透性与泥浆的组成，电解质种类和数量，颗粒大小及级配，陈腐时间有关。为了提高吸浆速度，常将部分粘土煅烧，或引入部分废瓷粉，增加瘠性原料减少塑性原料，并适当增大泥浆的颗粒度。但是颗粒变粗也会带来许多其他问题，如坯体强度显著降低。

坯体的形成是由于模子吸去水分，但泥浆中的颗粒沉积在模子表面后又阻碍了水分的排出。形成的坯体层愈致密，

阻力就愈大，排水就愈困难。泥浆中细颗粒（ < 5 微米）愈多，形成坯体愈致密，在同一时间内形成的坯体愈薄，吸浆速度愈慢。

4. 触变性

泥浆在静止不动时粘性会增加，一经搅拌或振动，稠化的泥浆又获得流动性，如再恢复静止状态，则又重新稠化，这种可逆变化的性能称为触变性。稠化现象的出现是由于细小的粘土颗粒，在静止的状态下形成一疏松的构架状结构，颗粒间空隙增大，水填充于构架之间，经搅动后构架结构被破坏，水重新析出，而获得流动性。

泥浆的触变性能用厚化度或称稠化度表示。它常以泥浆静置30分钟后流出一定体积所需的时间与静置30秒钟后流出同体积泥浆所需时间的比率来表示，即

$$\text{厚化度} = \frac{T_2}{T_1}$$

式中 T_1 ——静置30秒钟后100毫升泥浆从恩格拉粘度计流出的时间，秒；

T_2 ——静置30分钟后100毫升泥浆从恩格拉粘度计流出的时间，秒。

厚化度太大的泥浆，浇注时泥浆将很快沉积起来，泥浆中的水分不易被石膏模型所吸收，往往造成同一产品各部分的厚度不一致，内表面产生凹凸不平。同时，浇注后的坯体在脱模时极易变形，给操作带来很大困难。

泥浆的厚化度主要取决于所选用粘土的性质，泥浆的含水量，泥料本身的颗粒度及加入解胶剂的数量。当原料中含有硫酸钙或硫酸镁时，使某些胶体溶液变成凝胶聚集状态。在泥浆中如含有硫酸盐类可以引入少量的可溶性钡盐来消

除，使水溶性的硫酸盐转变为不溶解的硫酸盐。在生产中有时因为操作不慎加入了过量的电解质也会出现类似的情况。遇着后一种情况时只有再加入含少量电解质的泥料来调节。

5. 含水量

泥浆在保证具有一定流动性的前提下含水量应尽可能少。含水量少的泥浆可以缩短成坯时间和坯体的干燥时间，减少坯体的干燥收缩率，而且还可以减少石膏模型的吸水量，增加石膏模型的周转率，延长石膏模型的使用寿命。

不同产品可以使用比重不同的泥浆，对空心注浆产品象水箱类，泥浆比重可以大一些。对于面具类产品，因为在注浆过程中，既有空心注浆又有实心注浆，使用比重大的泥浆（即水分含量少的泥浆），半成品脱模时坯体较软，所以对于固定的配方，为了保持半成品的质量，还不能靠减少水分、增大比重的办法来提高吸浆速度。

在生产多种产品（面具水槽、座便器等）的同一个工作室内，因为全部泥浆管路连结在一起，所以对于泥浆含水量的要求只能找一个各种产品都能够适应的泥浆比重。

6. 空气和有机杂质含量

泥浆中的气体，如在注浆时没有排出，坯体上就会出现棕眼和气泡等缺陷。在陶瓷厂中使用真空脱气装置对于消除泥浆中的气体很有帮助。有机杂质的存在，如草根、木屑等，在烧成后会出现空洞和针孔。将原料淘洗及将软质粘土浸在水中，通过搅拌而除掉一些杂草、木屑等有机物质，是减少棕眼的很有效的措施。但适量的有机物如腐植酸、有机胶体等，对得到性能良好的泥浆又是不可少的。

7. 成型后坯体的强度

脱模时坯体硬度不够，就会造成脱模困难。即使能勉强

地脱模，坯体仍然会发生变形。粗坯在脱模之后需要经过打孔、粘接、打磨以及在干燥过程中的搬运等工序，逐步加工成为精坯（不施釉的半成品）。如果坯体不具备足够的强度，在工艺操作上会造成很大困难。半成品施釉、装窑也同样需要有足够的强度。通过试验可以知道空浆之后，坯体硬度和干燥强度（抗折强度）的关系，所以能用干燥强度概略地推测其保形性能，比较理想的卫生瓷坯体，干燥弯曲强度为35~55公斤/厘米²，少于20公斤/厘米²的坯体在生产时操作比较困难，应该从配方本身加以调整。

（二）影响泥浆性质和注浆成型的因素

影响泥浆性能的因素是很多的。矿物组成、颗粒的形状及大小、表面活性、分散状态等许多因素都对它的影响很大。对于泥浆的性能，可以通过变化可塑性粘土的用量，电解质的选用，及对泥浆细度、水分、比重和温度调节加以控制。除此之外，原料的风化，泥浆的陈腐和回坯泥料的加入等因素，对泥浆的性能也有显著的影响。泥浆与模型的温度及泥浆的陈腐、搅拌、真空处理是影响注浆成型的因素。

1. 泥浆的组成

泥浆的组成不同，将影响到泥浆的流动性、悬浮性和渗透性。浇注用的泥浆，按原料的组成来说与可塑成型法所使用的泥料没有很大的差别，但是由于要求浇注性能良好，所以从组成上须满足浇注成型的需要（稀释、浇注、排浆、粘接）和坯体干燥强度等方面的要求。

强可塑性粘土用量少的泥浆，浇注时水分疏散快（即渗透性好）、干燥快以及脱模快，有利于生产率的提高，但形成的坯体往往发现结构不致密，抗折强度差而且容易产生裂

纹。泥浆的悬浮性降低，易于产生沉淀，使注成的坯体厚薄不一致，各部分的水分也有差异，特别是在实心注浆时引起分层现象，故泥浆中必须引入一定量的强可塑粘土，以保证坯体的强度和泥浆的悬浮性；反之，泥浆中强可塑粘土用量太多时，则成型时渗透性差、极易粘模，流动性和空浆性能也差。

北方几个主要的卫生瓷厂强可塑性粘土用量一般在27~38%中间。

实践证明在泥浆中加适当的熟料或瓷粉，则能改善泥浆的渗透性和流动性、降低触变性。但引入太多会降低坯体强度，在修坯和切割时产生锯齿状裂纹。目前瓷粉的使用量在3%以下。

2. 泥浆的细度

泥浆的细度将会影响泥浆的悬浮性、渗透性以及坯体的抗折强度。注浆成型对泥浆细度的要求比其他成型方法的坯料要求严格。泥浆磨得太细吃浆时间延长，在注浆后容易塌活，而且使球磨机效率降低。如果泥浆颗粒太粗，球磨机效率可以稍微提高，但是，半成品抗折强度显著下降，半成品加工性变差，还给半成品造成较多的破损，而且在烧成中，颗粒间接触面少，瓷化不完全，产品吸水率大，在严重的情况下造成产品的风惊和后期龟裂。

卫生瓷泥料细度规定为万孔筛余1~2%，应该说用万孔筛测定的筛余还是不够的，因为通过万孔筛的粒子大小差别还是很大的。要精确说明泥浆的细度最好用泥浆中各种大小颗粒的相对含量来表示。精确的测定通常是用沉降分析方法来测定不同大小颗粒的含量。以我厂一种泥料（6258）用沉降分析所得到的结果如下：

$>60\mu$ (微米)	0.76%
$60\sim20\mu$	16.57%
$20\sim10\mu$	16.49%
$10\sim6\mu$	9.19%
$6\sim2\mu$	19.89%
$2\sim1\mu$	8.44%
$<1\mu$	28.66%

由此可见万孔筛（孔径为 $6D\mu$ ）上面的残渣仅表示颗粒的一个方面，而大部分（98~99%以上）的细颗粒对泥浆的性能也起着很大的作用，所以在用万孔筛检查颗粒的同时还要注意料、水、石球的比例和磨细时间等其他工艺条件。

3. 泥浆用水

水质对于泥浆的性质关系很大。建立在中、小城市以及处于山区的陶瓷工厂，由于水源波动大，影响着水质的稳定。当水中含 Ca^{++} 、 Mg^{++} 较多（如山泉水、硬水）时易使粘土粒子发生聚沉，因而泥浆流动性差。含杂质多的水应经过处理，除保持水的澄清不应夹黄泥外，还应经常检验及控制水的酸碱度及硬度，并使之不含有害的矿物杂质。一般工厂常用自来水，注浆用水在有电解质存在的情况下，用水量约在28~32%之间，注大型制品时，水分应少一些。

4. 电解质的引入

泥浆中加入一定种类和一定数量的电解质，可以使泥浆在含水量最少的情况下，具有良好的流动性。而且可以缩短浇注时间易于脱模。因此，电解质已成为注浆泥料中不可缺少的添加物。

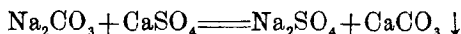
陶瓷工厂常用的电解质有碳酸钠及水玻璃。单独使用碳酸钠时，注浆成型速度可以快些，但坯体比较疏松。用水玻

璃时，则可得到致密而牢固的坯体，但吃浆较慢。由于卫生瓷泥料使用的粘土品种多，使用单独一种电解质难以满足稀释的要求，所以目前大多数工厂都采用两种电解质混合使用，从而获得较为理想的泥浆。

碳酸钠在贮藏中应特别注意防潮，因为它易于吸潮变质成为碳酸氢钠，对粘土发生凝聚作用。故在使用前应对碳酸钠进行分析检定，遇有这种情况时必须把含有碳酸氢钠的碱再加热才能使用。氢氧化钠一般在陶瓷工厂不能用作稀释剂，因为它与粘土颗粒表面所吸附的钙离子进行作用变为氢氧化钙（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ），而氢氧化钙的溶解度大，仍能产生钙离子，而使泥浆发生凝聚作用。

水玻璃（ $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ）比重为 1.5~1.55；烧失量为 55% 左右。其 SiO_2 含量约为 32~34.5%； Na_2O 含量 11~13%。作为稀释剂时，水玻璃的模数（ $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ ）很重要，模数 >4 的水玻璃，放置很久时会析出胶体 SiO_2 ，因此在使用时，必须注意变质问题。在陶瓷工业中，一般控制水玻璃的模数在 2.3~2.8 之间，对于瘠性原料，这个比例可以稍高，以 3.0~3.2 为宜。

电解质的种类和用量直接影响泥浆的流动性和含水量。电解质用得太多，流动性变差，坯体不易干燥，收缩变大，也会造成脱模的困难；水玻璃过多，它还与石膏起作用生成 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ，破坏石膏模型的表面。过多的碳酸钠可以加速硫酸钠的形成，使下述反应加速进行：



上述反应的加速表示化学腐蚀作用的剧烈，对石膏模型的损害相当严重，即使是用不久的模型表面也会很快地产生不少一条条的深坑，模型强度显著降低，在石膏工作面上出

现黄褐色的斑点和条纹。在通常的情况下可以使用70~90次的石膏模型，遇有上述情况时使用不到30次就得报废。

如果电解质用量太少，则流动性也不好，起不到稀释作用。在卫生瓷泥浆中电解质加入量为0.5~0.6%，即5~6公斤/吨。

电解质的正确用量与粘土性质有关。对于各种不同的泥浆，正确的电解质用量应根据多次实验后才能获得。最适宜的电解质用量总比获得最大稀释度时所需的量稍少一些。

5. 泥浆及模型的温度

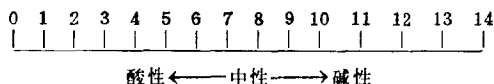
泥浆的温度是影响其流动性的外界因素，对注浆泥料的性能及浇注操作影响甚大。因此保持注浆室内的温度稳定，使在各季节波动不大，最好控制在28~32°C左右。提高泥浆的温度，可以增加石膏模型的吸水速度和泥浆的流动性。有时采取加热泥浆的办法来缩短浇注时间。

实验证明提高泥浆温度10°C可以缩短浇注时间1/4以上。但是当温度大于45°C时泥浆有发脑现象。

模型由于昼夜放置于工作室，它的温度与室温大体相同，在正常工作时，泥浆温度略低于室温（约低5°C左右），如果太低，则要延长注浆时间。

6. pH值的大小

泥浆的pH值是浇注成型时的重要参数之一。pH值等于氢离子浓度的负对数，它表示溶液的酸性、碱性或中性，如下图所示。



泥浆中 pH 值的大小取决于泥料中所用的粘土的种类和

加入电解质品种及数量的多少。pH值恒定是泥浆性能稳定的一个重要标志，因此要经常进行pH值的测定。比较精密的测定可以使用pH计，利用pH试纸仅能测定一个大概的范围。

7. 泥浆的陈腐搅拌及真空处理

泥浆经陈腐、搅拌和真空处理后能改善其浇注性质。在陈腐过程中使泥浆中的粘土矿物颗粒散开得更微细，使电解质中的钠离子和粘土吸附的钙、镁离子得到更加充分的交换。泥浆中含有少量的有机物质在陈腐过程中可以得到分解而排除，这可以改善泥浆流动性、空浆性能、增加泥料可塑性、增强坯体强度以及减少半成品开裂和烧成开裂。

搅拌可以促使泥浆的组成均匀，保持悬浮状态，减少分层现象，并使电解质的作用更完全。因此，在贮泥池和泥浆罐中均设有搅拌装置。近年来利用压缩空气进行搅拌已经得到推广。

泥浆的真空处理，可以有效地降低泥浆中的空气含量，提高坯体的强度，改善半成品的质量，而且效果比较明显，目前我国许多卫生瓷厂已经广泛地应用。

在盛满注浆用的泥浆罐中（封闭的），先用压缩空气进行搅拌。在搅拌过程中有一些细小的气泡可以随同压缩空气而逸出，但是还有一部分气体仍然残留在泥浆中，如不使用真空脱气处理，泥浆中大量的气体是无法排除的，通常要用740毫米汞柱的负压进行脱气20~40分钟才有显著的效果。

8. 新料泥浆和回坯泥浆

完全用原料经过球磨机加工后的泥浆称为新料泥浆。在浇注过程中，有一些注浆假口或注浆碗内的泥片和注修过程中由于机械损伤而造成的破坏，以及在修坯过程中不合格的

半成品，这些残坯或下脚料都要经过原料车间的搅拌机或球磨机重新处理成为泥浆，此种泥浆称为回坯泥浆。由于回坯泥电解质有些流失（在注浆时渗到石膏模型中去），因此在加工过程中要补充一定数量的电解质让它重新解胶，这个数量约为原料磨细时加入量的十分之一，以保持 pH 值恒定。回坯泥经过一系列的陈腐和干燥等工艺处理再重新制成泥浆时，就会发现浇注性能有很大的改善，它的流动性变好，空浆性能也有所改善，半成品不仅裂纹减少，而且加工性也有所改善。有时往往有这样的情况：在制造大型产品时，全部用新料泥根本不能成型，而加入适量的回坯泥成型时可以获得良好的半成品，有时还特意制造回坯泥，即把泥浆烘干后再通过搅拌机或用球磨机制成泥浆供生产使用。

实践证明使用回坯泥料来制造结构复杂和大型卫生瓷器（如立式小便器）能取得显著的效果。有人认为这些显著的变化与颗粒有关，这种看法显然是不全面的，因为仅仅用较细的泥料达不到改善浇注性能的目的。我们做了这样一个试验：完全用新料泥，为了获得足够的细度，把应该在 8 小时磨细的泥料延长到 12 小时，用这种仅仅改变细度的泥浆去浇注卫生瓷坯体，就会发现性能根本没有改善。与不改变细度的泥料进行比较，吃浆时间延长，裂纹多，坯体表里水分差别很大。相反，用人工加热烘干的办法，使泥浆变成泥块，不必再通过球磨机而使用搅拌机加水搅拌 1 小时，放置 4 小时的泥浆，用万孔筛检查细度没有什么变化，而使用这种泥料进行浇注成型时则发现许多优点，如流动性好，空浆性能好，裂纹少，坯体表里水分差减少，工人在粘接、切割时也非常方便。

在正常的情况下加入回坯泥量为 20% 左右，以保持泥浆