

# 泥浆与注浆成型

刘 君 編 譯

轻工业出版社

## 内 容 介 紹

注浆成型在陶瓷制品的成型方法中是比较先进的一种。它不仅广泛应用于日用陶瓷器的生产，而且工业用瓷及特殊陶瓷器的生产也可大量采用这种方法，目前，我国各主要陶瓷产区已广泛采用了这种成型方法。但有关这种成型方法的技术研究资料，特别是与运用这种成型方法有关的泥浆性质研究的资料，在国内甚属少见。为此，本社特聘唐山陶瓷研究所刘君同志根据日文及其它有关资料编译成“泥浆与注浆成型”一书，以满足国内陶瓷工业界的迫切需要。

本书共分十六小节，颇为详尽地论述了有关泥浆性质的各个方面；同时，又就特种瓷器的注浆以及注浆成型中产生的缺点及其防止法作了较比详细的介绍。因而，本书对我国进一步广泛采用这种成型方法以及研究改进注浆成型质量有一定的启发和指导意义。

### 泥浆与注浆成型

刘 君 編譯

\*

輕工业出版社出版

(北京市广安門内白广福)

北京市書刊出版业營業許可証出字第 099 号

輕工业出版社印刷厂印刷

新華書店發行

\*

787×1092公厘·1/32 10 印張·26,000字  
32

1950年8月第1版

1950年8月北京第1次印刷

印張：1—1,200 定價：(10)0.20元

統一書號：15042·776

# 泥漿与注漿成型

刘 君 編譯

輕工业出版社

1959年·北京

# 目 錄

前 言	( 3 )
一、 泥漿的意義	( 4 )
二、 粘土中水的狀態	( 8 )
三、 泥漿的粘度及其測定法	(10)
( 1 ) 瑪爾奧德管粘度計	(10)
( 2 ) 加壓式粘度計	(12)
( 3 ) 迴轉式粘度計	(14)
四、 泥漿的比重	(15)
五、 影響泥漿性質的因素	(18)
六、 解膠的意義及解膠劑	(19)
七、 水玻璃	(24)
八、 陳腐的影響	(26)
九、 泥料粉碎	(28)
十、 泥漿的特性及其調製方法	(30)
十一、 成型性能良好的泥漿	(31)
十二、 在注漿成型中產生的各種缺點及其防止法	(32)
十三、 特种瓷器的注漿成型	(37)
十四、 脫模後應注意事項	(37)
十五、 解膠劑對於石膏模型的侵蝕問題	(38)
十六、 泥漿的比重、粘度、吸水率及強度間的關係	(39)
附 參考資料名稱	

## 前 言

陶瓷工业随着科学的发展，已由一般陶瓷器的生产，发展成具有特殊性能的陶瓷器的生产，已由过去生产日常生活用品的阶段，进入生产工业设备的阶段。

注浆成型因其本身具有独特优点，所以在陶瓷器生产中，占有十分重要的地位。它既适用于一般陶瓷器的生产，也适用于特殊陶瓷器的生产。在此种成型方法的应用中，首要的关键问题，乃在于泥浆性质的研究。

关于泥浆性质的探讨，目前在各个有关生产单位以及科学研究单位，虽然已获得一定的重视，并已取得某些研究成果，指导了生产，但发表的技术资料还不够多，生产中还存在有很多急待解决的技术问题。我们陶瓷工业界的工程技术人员，有必要对这一十分重要的课题进行研究。

这一篇译文系根据日本素木洋一所著“泥浆与注浆成型”一书编译而成，是有关注浆成型方面一篇较为系统的技术资料，对于我们的生产和研究工作可能提供一些线索。

在译文中译者根据自己的工作体会，在有些题目的末尾，提出一些自己的认识，其目的在于多给读者提供一些资料，以供参考。

在有些题目中，如“泥浆的特性及其调制方法”及“注浆成型中产生的缺点及其防止法”，因为觉得叙述得过于简单，内容不够充实，所以编者又略加修改和补充。在其他的题目中，也有的略加删节和参照著者的其他文章而略加补充。

不过限于编者的技术水平和外文的领会程度，文中不够妥善的地方可能不少，尚望读者予以指正。

編譯者 刘君  
于唐山 1959.4.

## 一、泥漿的意義

在乾燥的粘土中略加入一些水分時，則粘土遂吸收水分而成為潮濕狀態。再加入一些水分時，即成為用手可以捏練的可塑狀態。如再加入較多的水分，則產生流動性，可較為容易的從一個容器中移入另一個容器。但如再加入較多量的水分，微細顆粒則呈現懸濁狀態，而表現出液體的性質。凡是固體，也不僅限於粘土，表現有這種流動性情況的，我們就叫它作泥漿。當然，使用的液體也不僅限於水。但通常我們所說的泥漿，則是使用少量的水而調製成為適用於注漿成型的物質。在一般陶瓷工業經常使用的泥漿中，其水分與固體的比例約如下述：

泥 體	固 體 量 %	含 水 量 %
陶瓷坯體.....	69.15	30.85
//.....	71.68	28.32
//.....	74.14	25.86
鎂日粘土.....	27.91	72.09
高嶺土.....	37.50	62.50
石英.....	58.58	41.42
長石.....	56.69	43.31
陶器釉.....	60.48	39.52

影響陶瓷器成型用泥漿性質的主要因素，為泥漿所含有的主要粘土的性質，亦即泥漿中所含的主要粘土的性質，為決定泥漿性質的最主要因素。

泥漿必須具備有以下几种良好性能：

1. 具有適當的膠體性質；
2. 有適當的流動性；

3. 注入类似石膏等的多孔質模型时，通过模型的作用而具有成型的能力；

4. 在模型上附着适当厚度，并将剩余泥浆排出以后，能够脱离模型；

5. 脱模后逐渐硬化，虽稍受振动但仍能保持原形。

仅就以上的几点性質，略加以說明。

如粘土粒子約在1微米以下，則呈現出胶体性質。各粒子表面積相当大，且其表面具有各种特殊性質，遂产生相互粘着的作用。

試取边长1厘米的立方体，并将其一边再按 $\frac{1}{10}$ 細分时，則其立方体的表面積如下表。

邊長 (厘米)	立方體數	立方體總面積 (厘米 <sup>2</sup> )
1	1	6
0.1	1,000	6×10
0.001	1,000,000	6×100
0.0001 (1 $\mu$ )	1,000,000,000	6×1000
0.00001 (0.1 $\mu$ )	1,000,000,000,000	6×10,000
0.000001 (0.01 $\mu$ )	1,000,000,000,000,000,000	6×1,000,000,

粘土粒子愈来愈小时，此小粒子在水中也就愈来愈不容易沉降，实验結果如下表。

但用於注浆成型的濃泥浆中，粘土粒子由於自身的电气性質，布朗运动及其他种种原因，并不能单独存在，而是数个乃至数百个集聚在一起而成为粒子群，这样遂发生沉降現象。上表中所列的实验結果，仅限于濃度非常小的泥浆。

在大範圍内來說，絕大部分原料都可以用来制备注浆成型的泥浆，其最主要的關鍵，則为粒子的大小、解胶剂的种类

直徑(毫米)	沉降速度厘米/秒	沉降10厘米所要的時間
0.5	4.104	2.44 秒
0.2	1.802	5 50 "
0.1	0.649	15.50 "
0.05	0.177	56.50 "
0.02	$2.90 \times 10^{-2}$	5分45 秒
0.01	$7.6 \times 10^{-3}$	23分15秒
0.005	$1.79 \times 10^{-3}$	1小時33分
0.002	$2.87 \times 10^{-4}$	9小時40分
0.001	$7.16 \times 10^{-5}$	38小時15分
0.0005	$1.79 \times 10^{-5}$	6天11小時
0.0002	$2.87 \times 10^{-6}$	40天8小時

和数量。从粒度方面來說，如1微米以下的粒子含量低於30%时則不易成型。但反之，如含有70%以上时，又因为在粒子中包含的水量过多，注浆时不易达到要求的厚度，也产生不容易脱离模型的现象。因而如何控制粉碎是件很重要的工作。

經常所說的泥浆流动性，乃系与粘性意义相反，是表示流动情况的一个专用名詞。简单來說，也就是用它来表示泥浆是否容易流动。水的添加量大，虽流动性很好，但不能成型。水量过少，泥浆濃度过大，同样也不能用於注浆。即在注入石膏模型后，如泥浆濃度过大，則虽已将剩余的泥浆排除，而坯体内面仍挂有較厚的浮浆，遂造成組織密度表里相差悬殊，堵塞泥浆流动的道路或制品底部过厚等缺点。於是在干燥或燒成过程中，产生局部应力发生裂紋。

注浆成型的原理，是因为石膏模型的吸水性很强，泥浆中的水分被吸入模型中，固体粒子由於液体的流动遂貼附在模型面上。因而泥浆中的含水量，是一个很重要的因素。

又因为模型必須透过粘土层而吸收出来水分，所以在泥



漿中必須混入適當量的與水不發生作用的固體粒子，即必須使泥漿本身具有透水性。

如泥料過細時，雖勉強也能夠成型，但在脫模後常因略受振動，即發生癱軟變形的現象。此種現象我們的俗名叫作糖性，也叫觸變性。具有容易產生這種性狀的泥料，當然是很難使用的。

注漿成型用泥漿，多少均表現有糖性現象，而此種現象在成型大件產品時；最容易引起人們的注意。具有此種性狀較為嚴重的泥漿，也最不適於成型大件產品。因為坯體較厚，移動位置次數較為頻繁，本身重量也較大，所以最容易發生癱軟變形的情况。如利用傳送帶注漿，就更須要檢查泥漿的此種性狀。

泥料粉碎過細，是引起發生糖性現象的原因之一，但與所用的主粘土也有關係。有些粘土的用量如不當時，即產生嚴重的糖性現象，如蘇州土、陝西上店粘土，唐山半壁店礮石等就是這樣。

將不同性質的粘土按適當含量配合在一起，以互相調劑其不同的性質，組成具有成型性能良好的泥漿，這不僅是可能的，而且事實證明是一種因地制宜的合理方法。例如上述三種粘土，每種粘土單獨用量較多時不適於使用，但與適當分量的紫木節粘土、礮干粘土或四節粘土等配合後，即使用混合粘土，就能夠根本改變泥漿的成型性能。這也就是唐山地區各陶瓷廠泥料配方所以複雜的根本原因之一。另一個原因則是因為在唐山一帶出產的粘土，在氧化焙燒成下，色調很少是正白的，所以不得不使用部分白粘土，另外添加一部分具有其他性質的粘土，以改進泥漿成型性能，或作為一種填充料，以降低泥料成本。

使用热河喜峰口粘土，唐山半壁店碱石等，以及类似朝鲜出产的蛙目粘土，不论原矿或水簸后所得的粘土，如用量在10%以上时，不仅可以减少糖性的情况，并有减少坯体表里湿度差的功用。

产生糖性现象的原因，除与泥浆中粘土粒子的粒度配合有关外，粒子形状如何，也可能是个主要原因之一。

经验证明，泥浆的成型性能决定于泥浆中所含主粘土或混合粘土的性能。

## 二、粘土中水的状态

粘土和一般叫作粘土的，都是一种非常复杂的物质，其主要成分是高岭土或絹云母。它是影响烧成或烧成后制品性质的主要因素。泥浆的性质，则大部分是由其他因素所支配的。

粘土究竟是一种甚么物质，虽然我们能够简单而概括地，说它是含水硅酸盐，但实际上我们所用的粘土，并不是这样简单，而它是混含有下列各种化合物的物质。

粘 土	无机物	含水氧化物（硅酸，氢氧化铁，
		氢氧化铝，其他氢氧化物）
		碳酸盐、磷酸盐及其他盐类。
		粘土矿物
		其他矿物（铁、铝、镁、钙的氧化物及其硅酸盐复合体）
		有机物、腐烂植物、微生物

在粘土矿物中的结晶性物质，概为高岭土属矿物、蒙脱石（ $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ ）属矿物及云母属矿物等。而高岭土属矿

物中，尚有燐陶土 ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ )，貝得石 ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$ ) 等。蒙脫石屬矿物中，并有叶蛭石 ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 等，而蒙脫石又系膨潤土酸性白土的主体。由於粘土的不同，当然其含水量及所含水的状态也不同，从而自然也就可以理解到，泥浆性質之所以極為复杂的道理了。

粘土矿物是含水硅酸盐，所以我們知道它有一定量的結晶水。泥料在干燥时发生收縮。在收縮終了后，仍然会有一部分水，在此状态下的水叫作吸湿水，在可塑状态下的水叫作毛細管水，此外用滤泥机排出的水，叫作机械水。但这仅是为了研究方便，而加以分別定名的。实际上，水与水之間，并不能截然分开，而是連續存在的。

吸湿水系吸附在粘土粒子的表面上，构成很薄的薄膜，其厚度約为  $2 \sim 5/1,000,000$  毫米，其力約等於  $20,000$  气压，且在一  $-78^\circ\text{C}$  下并不結冰。在干燥空气中則一部分消失，而在  $110^\circ\text{C}$  左右的溫度下，經数小时干燥后，几乎大部分蒸发掉。毛細管水在  $-15 \sim -78^\circ\text{C}$  結冰，机械水与毛細管水的中間水，約在  $0 \sim -15^\circ\text{C}$  下結冰，机械水在  $0^\circ\text{C}$  时結冰。

水的存在状态是相当复杂的。在各种状态下所含的水量，因为原料的不同也有所不同，且其吸附的状态，也自然不可能相同。有加水不多沒有足够可塑性的粘土，也有加水多而仍缺乏可塑性的粘土。

上面仅談到水的存在状态。而使用的水中因含有种种离子，如  $\text{Ca}^{++}$ ， $\text{Mg}^{++}$ ， $\text{Na}^+$ ， $\text{HCO}_3^-$ ， $\text{SO}_4^{--}$ ， $\text{Cl}^-$  等，其中的影响就更形复杂。

粘土本身含有的水，与制得泥浆的粘性很有影响。例如将含水 8% 的泥料分作三等份：①原样不动；②加水后再用滤泥机将水排除；③用攪泥机捏練。然后再将此三份泥料使用等量

的解胶剂，并加水調制成比重相同的泥浆。分別測得其比粘度，則为：①5.64；②2.56；③2.05。

由此可知粘土本身吸附着的水，与以后加進去的水，其性質大不相同。此事实在于調制注浆成型用的泥浆方面，也同样是個很重要的問題。

### 三、泥漿的粘度及其測定法

注浆及施釉时，泥浆和釉浆的粘度是个很重要的技术条件。所謂粘度，我們可以将它看作是液体流动时，对其流动所产生的阻力，所以与流动性具有相反的意义。在一般的情况下，粘度通常用从一定直径玻璃管中在一定时间内流出液体的量，或者是用一定量的液体通过一定直径的孔眼流出所需要的时间来表示。粘土泥浆的粘度用绝对单位泊(粘度的C.G.S为单位)来表示，也并不完全是有意义的。因为在調制泥浆时，是用一定量的粘土和一定量的水混合而得。但将水加在粘土中，或将粘土加在水中，即使其他条件相同，所得的粘度值也是不一定相同的。这是一方面；另外，即使攪拌的方法和時間、陈腐時間的长短、用水的溫度、所用解胶剂的种类和用量，以及如前述，含水分都相同，但是其他条件不同时，所测得粘度值就有很大变动。

測定粘度有很多种方法，但任何一种方法都有其优点和缺点。以下仅将常用測定泥釉浆粘度的方法加以簡要的說明。

#### (1) 瓊丽奧德管粘度計

此为美国在1915年所发表，而在1928年正式作为标准試驗法而規定下来的裝置。如图1所示，此种裝置系用黃銅制造

的。使用方法为首先将上部螺絲松开，打开上盖，注入一定量的泥浆，紧好上盖，仔細振盪，然后测定从下部管口流出一定量（如 200 毫升）泥浆所需要的时间。其后再用同法，测定同量蒸餾水流出所要的时间。

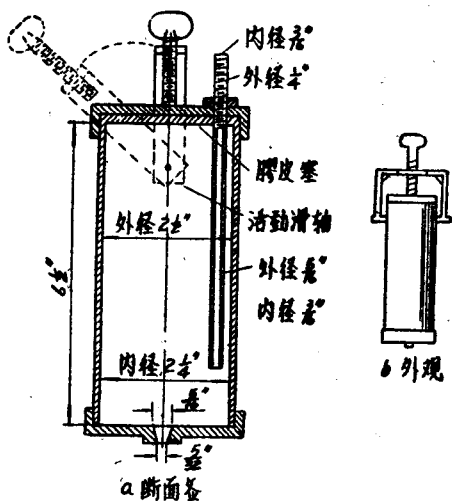


图 1 瑪丽奥德管粘度計

粘度按下式計算，其值称为比粘度。

$$\text{比粘度} = \frac{\text{一定量泥浆流出所要的时间(秒)}}{\text{同量蒸餾水流出所要的时间(秒)}}$$

此装置用於普通泥浆，可得滿意的結果，但不能用於測定呈悬濁状态，或固体粒子沉降速度过大的泥浆。测定时最少应测定三次，以求其平均值。

如用粗玻璃管中間安置細玻璃管，用来代替瑪丽奥德管，也可以進行测定。細玻璃管的內徑，可根据測得数值，在 20 秒到 2 分鐘之間来确定。

这是一种在泥浆制备方法、含水量、溫度、細度、陈腐時間、所用粘土等条件大体相同的情况下的比較試驗法，是用来控制生产的工具。也能够用於几个条件固定不变，檢查其他条

件的变化情况。不过如用来作研究工作，则在控制温度及使用方便等方面，均不如目前通用的恩格勒氏粘度计。

使用瑪爾奧德粘度计，或恩格勒氏粘度计，在第一次测定泥釉浆以后，即在第二次测定泥釉浆以前，必须将泥浆容器洗刷干净烘干，否则容器内壁附着的水分将严重的影响测定结果。

## (2) 加压式粘度计

此种粘度计虽同是测定液体从毛细管内流出的时间，但此装置是采用粘度在不同压力下变化的道理来测定的。即用此法

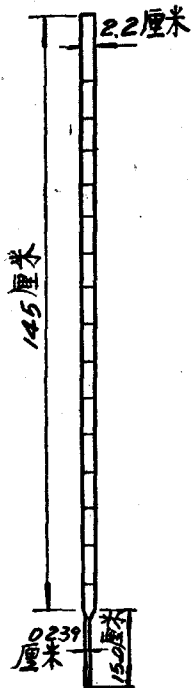


图 2

测定时，可同时了解可塑性流及其降伏值。此法适用于判明泥浆的性质的工作。加压的方法虽有很多的设计，但通常用的是重力法，使用如图 2 的装置。此法为在装入泥浆的粗管上划分出适当容积的区域，例如每一区域内容积为 20 毫升。在各区域的压力，为从该区域上部线到毛细管底端的长度和从该区域下部线到毛细管底端长度的算术平均值。

用此法测得的值，作成曲线如图 3。如

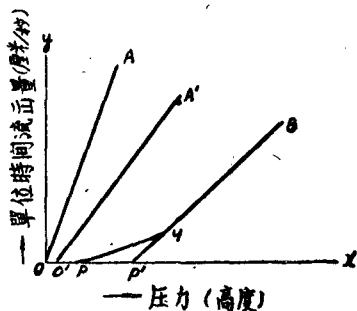


图 3

粘度小，則OA或O'A'成为直綫；粘度大，則P'B成为曲綫，即B'部分为直綫，P'B部分是曲綫。此曲綫表示到P点为止，不加压力泥浆不能流动。P'B部分（称为可塑性流）为表示泥浆內的个体成为网状組織。OB显示出液体的性質，O'P的大小称为降伏值。延长B'与OX軸交点的长度，即OP'也簡称为降伏值。OP'/OP 称为可塑比。某种泥浆測得上述諸值后，如变更調制泥浆的水及解胶剂，再進行測定研究时，則所得諸值即有显著的变化。如想使注浆后不出龟裂，則应使降伏值和可塑比值增大。即降伏值和可塑比值大，可作为泥浆的良好条件。如要求胎薄形状周正时，可按降伏值小可塑比大来調整泥浆。如制品要求厚度大，則最好使其流动度小。但在两者之間，并不是存在有一定的关系，因为粘土性質不同，有时也有相反的情况。流动度大，降伏值也大的泥浆，难以制得厚度較大的制品。而且脱模后水分蒸发速度慢，并稍加振動即容易发生变形的現象。

总之，仔細研究三个条件之間的关系，是个非常重要的問題。目前較为系統的研究結果还不多見，而且研究者的意見也并不一致，这是因为原料的性質及使用的解胶剂并不一定相同的关系。

此測定法經常应用於搪瓷浆方面。在这方面，很少产生可塑性流，因为其中含有很少的粘土。用于干式浸浆法的釉浆，应该是流动度小的比較容易附着於鉄板。采用干式一次或二次施釉的耐酸釉浆如欲有較厚的釉层时，則流动度大比較好。流动度及降伏值均大，应是一般釉料較好的条件。流动度及降伏值均大的釉料，适用于需要厚釉层的制品。降伏值大的釉浆，也容易附着於鉄板，硼砂釉就是很好的例子。如将流动度相同，降伏值不同的釉浆進行比較性試驗时，証明降伏值大的釉

浆，容易附着較厚的軸层。所謂統一流动度，即表示施軸所要的时间相同。

以上所述当然同样可以应用於陶瓷器制品的施軸，不过此时又因为添加了坯体的吸水率問題，因而稍微复杂一些。

### (3) 迴轉式粘度計

此种粘度計，虽在注浆成型用泥浆方面还不大使用，但为了查明泥浆触变性的情况却有它一定的便利。装置有很多种，图4所示为其中最简单的一种。在装有一定高度的泥浆容器A中，安設有迴轉器。在P皿上載有适当重量W，用S测定P降下一定距离的时间(即B的迴轉数)，变换W所得实验結果如图5。

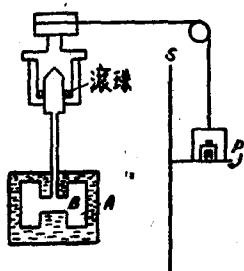


图 4

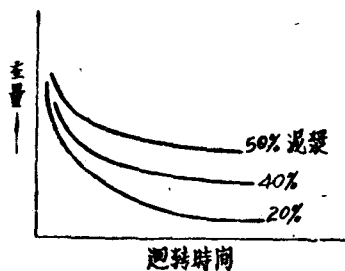


图 5

装入泥浆后，如每隔一定时间测定，則有触变性的泥浆，其迴轉时间与测定間隔时间同时增长，即間隔时间愈长，其迴轉时间也愈长。



## 四、泥漿的比重

泥漿比重與粘性同樣重要。比重大的泥漿，即說明在水中含有多量的固體原料。泥漿比重與坯體在模型中成長的速度有關係，並影響坯體的強度，因而粘度小比重大為泥漿必要的技術條件。

泥漿比重通常用一定容積中所含有的泥漿重量來表示。工廠製備泥漿時，在添加水及解膠劑以後，多測其流動狀態。此時大體上了解其固體含量，也是十分必要的。所謂固體量，意思就是說粘土粒子附着的水分不是普通的狀態，因而不能根據水量與固體量之間的比例來精密的計算泥漿比重。反過來說，根據泥漿比重及固體比重，也不能精密計算出其含水量，只能求出固體量的近似值。其計算方法為：

$$P = p + V - \frac{P}{S} \dots\dots\dots(1)$$

$$p = (P - V) \frac{S}{S - 1} \dots\dots\dots(2)$$

- $V$ ：容器內容積（毫升）；
- $P$ ：容器內充滿泥漿後重量（克）；
- $p$ ：容器內含有的固體量（克）；
- $S$ ：固體比重。

從(2)式中能求出容器內泥漿中的固體量。固體比重用比重瓶可以正確的測出，但也可以按下式簡單的計算而得：

$$S = \frac{W}{W - 100 - b} \dots\dots\dots(3)$$

- $b$ ：100毫升泥漿的重量（克）；
- $W$ ：100毫升泥漿中的固體量（克）；