

陶瓷材料专业系列教材

T AOCI PIYOU LIAO ZHIBEI JISHU 陶瓷坯釉料 制备技术

主 编 周晓燕
副主编 王明华



AOCI PIYOU LIAO
ZHIBEI JISHU

T 陶瓷坯釉料 制备技术

主 编 周晓燕

副主编 王明华

常州大学图书馆
藏书章

图书在版编目 (CIP) 数据

陶瓷坯釉料制备技术 / 周晓燕主编 — 南昌: 江西高校出版社, 2017.8

陶瓷材料专业系列教材

ISBN 978-7-5493-6025-3

I. ①陶… II. ①周… III. ①陶釉—原料—制备—高等职业教育—教材 IV. ①TQ174.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 220189 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
总编室电话	(0791)88504319
销售电话	(0791)88592590
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
经 销	全国新华书店
开 本	787mm × 1092mm 1/16
印 张	15.5
字 数	223 千字
版 次	2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5493-6025-3
定 价	35.00 元

赣版权登字-07-2017-1116

版权所有 侵权必究

图书若有印装问题,请随时向本社印制部(0791-88513257)退换

前 言

本教材是根据国家高职委对高校职业教育要求,结合陶瓷行业的岗位需求,针对陶瓷工程专业的大专学生编写的教材。本教程在编写过程中以项目为导向,任务驱动的模式展开,考虑到学生学习坯釉料制备技术技能的掌握程度,教学内容以学以致用为原则。

本教材由江西陶瓷工业美术职业技术学院的周晓燕、王明华、张军剑、孙挺四位老师共同完成,具体分工:项目一由孙挺编写;项目二和项目四由周晓燕编写;项目三由张军剑编写;项目五、项目六、项目七、项目八由王明华编写。

本教材在编写时得到了饶国荣、黄小宝、黄任根、林雪明、姚海峰、莫志勇等校友们的大力帮助,在此表示衷心感谢!

由于陶瓷工业的不断发展,加上编者水平有限,在教材中难免有错误和不当之处,敬请读者指正。

编 者

2017年5月

目 录

项目一 陶瓷坯用原料	001
任务1 石英原料的认识	001
任务2 长石原料的认识	004
任务3 黏土原料的认识	006
任务4 滑石原料的认识	011
任务5 硅灰石原料的认识	013
任务6 叶腊石原料的认识	016
任务7 透辉石原料的认识	019
任务8 透闪石原料的认识	021
任务9 工业废料的再利用认识	022
项目二 陶瓷坯料种类的认识	029
任务1 长石质瓷坯的认识	029
任务2 绢云母质瓷坯的认识	032
任务3 骨质瓷坯的认识	038
任务4 镁质瓷坯的认识	042
任务5 粗陶坯料的认识	046
任务6 普陶坯料的认识	046
任务7 精陶坯料的认识	049
任务8 白云石质精陶坯料的认识	054
任务9 炆器坯料的认识	055

项目三 陶瓷坯料配方设计及计算	060
任务1 掌握坯料配方的原则和方法	060
任务2 掌握坯料组成表示法	062
任务3 掌握坯料基本项目的计算	063
任务4 掌握坯料配方的计算	073
任务5 掌握泥浆(或釉浆)的调配计算	082
项目四 陶瓷坯料制备技术	086
任务1 掌握可塑坯料的工艺要求	086
任务2 掌握可塑坯料制备的工艺流程及设计	087
任务3 掌握可塑坯料制备的各个工序及目的	092
任务4 掌握注浆坯料的工艺要求	106
任务5 掌握注浆坯料制备的工艺流程及其设计	108
任务6 掌握注浆料的稀释及电解质的使用	110
任务7 掌握注浆料制备的工艺参数控制	112
任务8 掌握压制坯料的工艺要求	114
任务9 掌握压制坯料制备的工艺流程及设计	115
任务10 掌握压制坯料的制备	117
任务11 掌握减水剂的种类及使用	120
任务12 掌握压制坯料制备中工艺参数的控制	121
项目五 釉及釉用原料的认识	127
任务1 釉的认识	127
任务2 掌握釉用原料的种类及作用	134
任务3 熟悉掌握釉用添加剂的种类及作用	148
项目六 常用陶瓷釉料	159
任务1 掌握釉的特点及性质	159
任务2 掌握釉层形成过程的反应	167
任务3 掌握坯釉适应性的影响因素	171
任务4 长石釉的配制技术	177

任务 5 石灰釉的配制技术	178
任务 6 无光釉配制技术	179
任务 7 乳浊釉的配制技术	183
任务 8 铅硼熔块釉的配制技术	184
项目七 釉料配方计算	188
任务 1 掌握陶瓷釉料配方的表示方法	188
任务 2 掌握陶瓷釉料配方的设计	194
任务 3 掌握陶瓷釉料配方的计算	199
项目八 陶瓷釉料制备技术	209
任务 1 掌握生料釉制备技术	209
任务 2 掌握熔块釉制备技术	211
任务 3 釉面缺陷的认识	221
附录	239

项目一 陶瓷坯用原料

任务1 石英原料的认识

目 标:

1. 认识石英原料
2. 熟知其相关特性
3. 了解其在陶瓷生产中的作用

知识要点:

1. 了解石英原料的成因及主要类型
2. 了解石英原料的基本性质
3. 了解石英原料在陶瓷生产中的主要作用

石英知识简介:

石英又称硅石,是所有天然二氧化硅矿物的统称。化学组成 SiO_2 , 是自然界中构成地壳的主要成分。由于经历的地质产状不同,呈现出多种状态,主要以两种状态存在:一种以硅酸盐矿物存在,另一部分则以独立状态存在,成为单独的矿物体。

1. 石英的主要类型

(1)脉石英:一种岩浆岩,外观色纯白,半透明,呈油脂光泽,断面呈贝壳状, SiO_2 含量 > 97%,杂质少,是生产日用细瓷的良好原料。它是由含二氧化硅的熔融岩浆填充岩隙并在地壳的较浅部分经急流凝固成为致密状结晶态石英并呈矿脉状产出,所以被称为脉石英。

(2)砂岩:是石英颗粒被胶结物结合而成的一种碎屑沉积岩。根据胶结物结构不同可分为:石灰质砂岩、黏土质砂岩、石膏质砂岩、云母质砂岩和硅质砂岩等。砂岩呈白、黄、红等, SiO_2 含量 90% ~ 95%。可作为陶瓷原料。

(3)石英岩:是一种变质岩。是有硅质砂岩经变质,脱水以后其中的石英颗粒再结晶长大形成的。 SiO_2 含量可达 95%,呈灰色,有鲜明光泽,强度大。可制造一般陶瓷制品,质量好的还可作为细瓷原料。

(4)石英砂:是一种沉积岩,是花岗岩等风化成细粒后有水流冲激淘汰后自然聚集而成。利用石英砂作为陶瓷原料,可不用破碎,简化工艺过程,降低成本,但由于杂质较多,成分波动很大,用时必须进行控制。主要是作为玻璃、水泥和耐火材料的原料。

(5)隐晶质石英:是一种硅质化学沉积岩,有玉髓、燧石和玛瑙。品质好的燧石可代替石英作为细陶瓷坯釉的原料。

(6)无定形石英:是一种非晶质 SiO_2 矿物,常见的有硅藻土,它含少量黏土,具有一定可塑性,它有很多空隙,是制造绝热材料等多孔陶瓷的重要原料,质量好的同样可作为细瓷坯釉的原料。

2. 石英的一般性质

(1)物理性质:石英有白、灰两种颜色,半透明状,硬度为 7,相对密度为 $2.21 \sim 2.65 \text{ g/cm}^3$,硬度很高不易粉碎,一般可将其先经 1000°C 左右煅烧急冷后使内部发生崩裂便于粉碎。

(2)化学性质:石英是具有很强的耐酸侵蚀能力的酸性氧化物,除氢氟酸之外,一般酸类对它都不起作用。所以与碱性物质接触时,能生成可溶性的硅酸岩。

3. 石英的晶型转化

石英是由硅氧四面体互相以顶角相连向三维空间扩展而成的架状结构。由于硅氧四面体之间的连接在不同的条件与温度下呈现出不同的连接方式。因此石英呈现出各种晶型。其晶型之间由于温度的不同可以发生相互转化。石英在自然界中大部分以 β -石英的形态存在,除此之外还有另外两种状态,介稳态和游离态。石英晶型转化以情况不同可分为两种转化:

(1)高温型迟缓转化(横向转化)

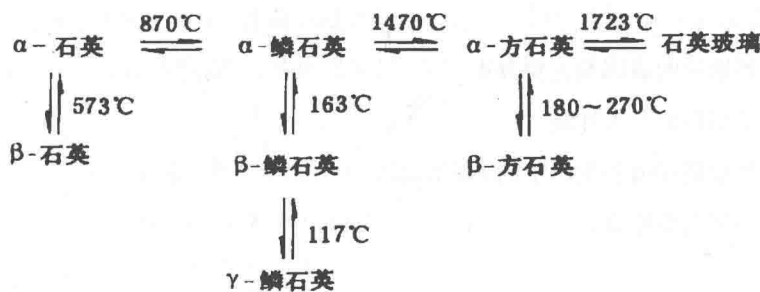
这种转化由表面开始逐步向内部进行,转化后发生结构变化,形成新的稳定晶型,因而需要较高的活化能。转化进程迟缓,转化时体积变化较大,并需要较高的温度和较长的时间。为了加速转化,可以添加细磨的矿化剂或助熔剂。

(2)高低温快速转化(纵向转化)

这种转化进行迅速。转化是在达到转化温度之后,晶体表里瞬间同时发生的,转化后结构不发生特殊变化,因而转化较容易进行,体积变化不大,转化为可逆的。

掌握石英的理论转化与实际转化,有利于我们的生产。可以利用加热膨胀作用,预烧块状石英然后急速急冷,使组成破坏,便于粉碎。

石英有多种晶型转变,体现在体积上有所变化。其中高温转变体积变化大,有 $15\% \sim 16\%$ 的体积转变。低温晶型转变快而体积变化小,有 0.82% 的体积转变。其中对陶瓷类制品有害



1-1 石英晶型转变图

为低温转变晶型。陶瓷釉中若有石英未熔颗粒,在降温过程中由于体积变化速度非常快,很容易发生釉面开裂。

石英硬度大,粉碎困难,在使用过程中,通常须煅烧急冷。利用热胀冷缩原理,致使石英表面布满微裂纹,从而使石英原料易于粉碎。一般情况下,将石英加热到1000℃,置于空气中,再利用设备粉碎。一般加工成过100目筛除铁细粉,再用细粉进行配料。

4. 石英在陶瓷生产中的作用

石英是作为瘠性原料加入到陶瓷坯料中的,它是陶瓷坯体中主要的组分之一,它在陶瓷生产中的作用概括如下:①在烧成前石英是瘠性原料,可调节泥料的可塑性,降低坯体的干燥收缩缩短干燥时间并防止坯体变形。②在烧成时,石英的加热膨胀可部分抵消坯体收缩的影响。在高温下石英能部分溶解于液体相中,增加熔体的黏度,而未溶解的石英颗粒则构成坯体的骨架,可防止坯体发生软化变形等。

在瓷中,石英对坯体的机械强度有着很大的影响,合理的石英颗粒能大大提高瓷器坯体的强度,同时石英也能使瓷坯的透光度和白度得到改善。

在釉中石英是生成玻璃质的主要组分,增加釉料中石英含量能提高釉的熔融温度与黏度,并减少釉的热膨胀系数。同时它是决定釉的机械、硬度、耐磨性和耐化学侵蚀等性质的主要原料。

表 1-1 我国部分石英的化学成分(%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	KNaO	烧失	总量	备注
桑浦石英	97.21	1.13	0.11	0.07	0.13	0.29	0.55	99.49	
星子石英	97.97	0.53	0.19	0.33	0.63	0.49	0.23	100.37	
陆川白石岭石英	97.71	0.70	0.1	0.43	0.10	0.82	0.82		
博白卵石英	96.57	2.17	0.09			0.86			
高州石板石英	96.58	1.79	0.26						
烧石英	98.57	0.56	0.11	0.44	0.19	0.13	0.28	100.28	

任务安排:

1. 掌握石英原料的成因及主要分类。
2. 掌握石英原料的基本性质。
3. 掌握石英原料在陶瓷生产中的主要作用。
4. 认识和判别石英原料。

任务2 长石原料的认识

目 标:

1. 认识长石原料
2. 熟知其相关特性
3. 了解其在陶瓷生产中的作用

知识要点:

1. 了解长石原料的成因及主要类型
2. 了解长石原料的基本性质
3. 了解长石原料在陶瓷生产中的主要作用

长石知识简介:**1. 长石的主要类型**

长石是地壳中分布最广的造岩矿物,是一种碱金属或碱土金属的无水铝硅酸盐,主要的类型有四种:钾长石、钠长石、钙长石、钡长石在自然界中,长石很少单独出产,通常含于花岗岩或其他岩石中。四种长石在自然界中以前三种居多,后者少见。由于他们结构相似,因此可以混合形成固熔体。且有一定的互熔规律:

- (1) 钾长石与钠长石在高温下形成连续固溶体但温度降低固熔体会分开;
- (2) 钠长石与钙长石可任何比例混溶(形成斜长石);
- (3) 钾长石与钙长石任何情况下均不混溶;
- (4) 钾长石与钡长石可形成不同比例的固溶体。

由于长石的互溶性能形成很多种固溶体,但最重要的有两种:钾钠长石和钠钙长石,这是按它们的化学组成和结晶化学特点所得出的两个系列。

①钾钠长石:它是在高温下形成的连续固溶体且在不同的温度范围之内能形成三种同质多象变体:透长石(温度 $900^{\circ}\text{C} \sim 950^{\circ}\text{C}$, 含钠长石 50%), 正长石(温度 $650^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$, 含钠长石

30%),微斜长石(温度650℃以下,含钠长石20%)。由于微斜长石含钠含量最低,故熔融温度范围比其他长石宽,而且熔体黏度大,熔化温度慢,作为熔剂加入到陶瓷坯体中有利于坯体在高温下不易变形。

②钠钙长石:它按其组成不同可形成三种连续固熔体的类质同象系列:钠长石(含钙长石<10%),斜长石(含钙长石10%~90%),钙长石(含钙长石>90%)。

2. 长石的一般性质

钾长石:一般呈粉红色或肉红色,个别的呈灰白色、灰色、浅黄色。相对密度2.56~2.59 g/cm³,莫氏硬度6~6.5,理论熔点1220℃。钠长石:一般呈白色或灰白色,相对密度2.61~2.64 g/cm³,莫氏硬度6~6.5,理论熔点1100℃。

3. 长石的熔融特性

长石在陶瓷坯料中是作为熔剂使用的,起助熔作用,因此长石最主要的特性就是熔融特性。虽然长石是一种结晶物质,但没有一个固定的熔点。这主要还是因为它是几种长石的混熔物,又含有一些石英,云母等杂质。因此只能在一个范围之内发生软化熔融。如:钾长石的熔融温度为1130℃~1450℃,钠长石为1020℃~1250℃,钙长石为1250℃~1550℃。

可以看出钾长石熔融温度并不是很高,但温度范围很宽,它熔融后易形成黏度大的熔体,并随温度升高黏度逐渐降低。在生产中有利于烧成控制和防止变形。钠长石开始熔融温度较钾长石低,故温度范围窄,在高温时对石英,黏土的溶解速度快,溶解度大,所以用于配釉较为合适。钙长石的熔化温度虽然较高,但是高温下溶液不透明,黏度也小,冷却时易析晶,化学稳定性差。

4. 长石在陶瓷生产中的作用

长石在陶瓷原料中是作为熔剂使用的,因而长石在陶瓷生产中的作用主要表现为它的熔融与溶解其他物质的性质,具体如下:

(1)常温时起到减粘的作用。长石与石英一样是非可塑性原料,在坯体中起瘠化作用,可缩短干燥时间,减少干燥收缩和变形。

(2)高温时起助熔作用。长石在高温下熔融,形成黏稠的玻璃熔体,长石是坯料中碱金属氧化物的主要来源,能减低陶瓷坯体的烧结温度,有利于成瓷和降低烧成温度。熔融后的长石熔体能溶解部分高岭土分解产物和石英颗粒,能促进高岭土残余物的颗粒相互扩散渗透,因而加速莫来石晶体的形成和发育,赋予坯体一定的机械强度和化学稳定性。

(3)长石熔融成玻璃态后,填充于各结晶颗粒之间,有助于坯体致密和减少空隙,有助于瓷坯的机械性能和电气性能的提高,并改善瓷的透明度和敲击时的声响。

(4)长石在釉料中是主要熔剂。

表 1-2 我国部分长石的化学成分(%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	KNaO	烧失	总量	备注
揭阳 2#长石	59.55	22.99	0.14	0.25	0.34	12.98	3.72	99.97	
揭阳长石	63.69	22.96	0.12	0.25	0.44	12.65	0.31	100.69	
星子长石	65.13	19.61	0.60	0.20	0.13	12.17	0.68	100.43	
望城长石	59.00	23.09	0.21			13.95	3.75	100	
平江长石	64.46	18.59	0.13	0.60	0.37	14.72	0.29	99.16	
陆川河龙坤长石	66.17	17.35	0.58	0.27	0.10	12.80	0.57		

任务安排：

- 1.掌握长石原料的成因及主要类型。
- 2.掌握长石原料的基本性质。
- 3.掌握长石原料在陶瓷生产中的主要作用。
- 4.认识和判别长石原料。

任务 3 黏土原料的认识

目 标：

- 1.认识黏土原料
- 2.熟知其相关特性
- 3.了解其在陶瓷生产中的作用

知识要求：

- 1.了解黏土原料的成因及主要类型
- 2.了解黏土原料的基本性质
- 3.了解黏土原料在陶瓷生产中的主要作用

黏土知识简介：

三大原料中使用最广泛的一种原料,也是日用陶瓷的主要原料之一。例如:细瓷配料中黏土类原料的用量可达 40% - 60% ,陶器和炆瓷中用量还可增加。

1. 黏土的概念

黏土是多种微细的矿物的混合体,其矿物的粒径多数小于 2μm,主要是由黏土矿物和其他

矿物组成的并具有一定特性的土状岩石。黏土矿物主要是一些含水铝硅酸盐矿物,其晶体结构是由 $[\text{SiO}_4]$ 四面体和铝氧八面体相互以顶点相连接起来的层状结构。这在很大程度上决定了黏土的各种性能。黏土除了具有可塑性之外,通常还有较高的耐火度,良好的吸水性,膨胀性和吸附性。

2. 黏土的分类

黏土是由富含长石铝硅酸盐矿物的岩石经过长期地质年代的风化作用或热液蚀变作用形成的。长石类岩石会发生一系列的水化和去硅作用,最后才形成黏土矿物。黏土的种类繁多,为了便于研究,从它的成因、产出状况、工艺性能及主要矿物组成进行分类。

(1) 按成因分类

①原生黏土:是母岩风化崩解后在原地残留下来的黏土。地质纯、耐火度高、可塑性差,颗粒不均匀。

②次生黏土:有风化生成的黏土,在外力的作用下搬至盆地或湖泊水流缓和的地方沉积下来而形成的黏土层。颗粒很细、可塑性好、夹带有机物和其他杂质。

(2) 按可塑性高低分类

①高可塑性:又称软质黏土,分散度大,多呈疏松状,板状或页状。(如:黏性土、膨润土)

②低可塑性:又称硬质黏土,分散度小,所呈致密块状,石状。(如:碱石、瓷石)

(3) 按耐火度分类

①耐火黏土:耐火度在 1580°C 以上,是较纯的黏土,含杂质较少。

②难熔黏土:耐火度在 $1350^{\circ}\text{C} \sim 1580^{\circ}\text{C}$,含易熔杂质 $10\% \sim 15\%$ 。可为炆器、陶器等原料。

③易熔黏土:耐火度在 1350°C 以下,含大量杂质。

(4) 按黏土组成矿物分类

陶瓷工业所用的黏土中主要有:高岭石类、蒙脱石类、伊利石类和水铝英石。

3. 黏土的组成

黏土的组成可以从三个方面来分析:矿物组成、化学组成、颗粒组成。后两种组成的分析方法简便,易于进行,矿物组成的分析较难,但有利于对黏土的研究。

(1) 矿物组成

黏土的矿物组成可以通过两种方法获得:一种是用示性分析法测定出黏土的主要矿物;另一种是根据化学组成或根据显微镜检验的结果计算出矿物组成。黏土矿物主要有高岭石类、蒙脱石类、伊利石类和水铝英石。

①高岭石类

高岭石是黏土中最常见的黏土矿物,主要由高岭石组成的较纯净的黏土称为高岭土。它的

主要矿物成分是高岭石、多水高岭石。含量越多,耐火度越高,烧后越洁白,而强度,热稳定性,化学稳定性越好,但分散度小,可塑性性较差。高岭石的结晶属于双层结构硅酸岩矿物,由一层硅氧四面体和一层铝氧八面体通过共用氧原子连接在一起的。

②蒙脱石类

是一种很常见的黏土矿物。以蒙脱石为主要矿物的黏土为膨润土,最早发现在法国的蒙脱利龙地区。它的晶粒呈不规则细状,颗粒较小,一般小于 0.5 微米,相对密度为 $2.0 \sim 2.5 \text{ g/cm}^3$ 。它的主要特性是能够吸收大量水分,体积膨胀。(如:膨润土吸水后体积可膨胀 $20 \sim 30$ 倍)它具有强的吸水性是因为它晶胞具有三层结构的硅酸盐矿物,每个晶层由两层硅氧四面体中间夹层铝氧八面体,而且晶格内的离子交换发生在铝氧八面体中,因此晶层间吸附的阳离子,不仅使晶层之间的距离增加,更易吸水而膨胀,而且这些被吸附的阳离子易于被置换,使蒙脱石具有较强的阳离子交换能力。

③伊利石类

它也被称为水云母。其组成成分与白云母相似,是白云母经强烈的化学风化作用转为蒙脱石或高岭石的中间产物。伊利石的晶体呈厚度不等的鳞片状,硬度 $1 \sim 2$,相对密度 $2.6 \sim 2.9 \text{ g/cm}^3$ 。伊利石类矿物的基本结构虽与蒙脱石相似,但因其无膨润性,其结晶比蒙脱石粗,故可塑性低,而干燥收缩较小,软化温度比高岭石低。

④水铝英石

是一种非晶质的含水硅酸盐。在自然界中并不常见,往往少量的包括杂其他黏土中,在水中能形成胶凝层,包围在其他黏土颗粒上,从而提高黏土的可塑性。

(2) 化学组成

黏土原料是由多种矿物组成的,随着各种黏土原料所含的矿物组成不同其化学组成的变化很大。化学分析的方法比较简便,分析的数据在生产上有着重要的指导意义:

- ①作为鉴定黏土矿物组成的参数;
- ②估计黏土的耐火度;
- ③推断黏土煅烧后的呈色;
- ④估计黏土的成形性能;
- ⑤推断黏土在煅烧过程中膨胀或气泡的可能性;
- ⑥据化学分析的数据可以粗略的计算该黏土矿物组成的示性分析。

(3) 颗粒组成

颗粒组成包括两部分:黏土矿物的颗粒和非可塑性的夹杂物。颗粒的大小不同在工艺性能上也能表现出很大的不同。由于分散度越大,干燥后强度越强,并且在烧成时也易于烧结,烧

后的气孔率越低,有利于成品的力学强度,白度和半透明度的提高。但也不是越细越好,有一定的级比。

4. 黏土的工艺性能

(1) 可塑性

可塑性是黏土与适量的水混练后形成泥团,在外力的作用下产生变形但不开裂,当外力去除以后仍保持其形状不变的这种性质。

影响黏土可塑性的主要因素有:黏土颗粒的分散度、黏土颗粒的形状、水的用量等。陶瓷生产中为了获得成形性能良好的坯料,除了选择适宜的黏土外还可调节,坯料的可塑性以满足生产上对可塑性的要求。

将黏土原料进行淘洗、将润湿的黏土长期陈腐、将泥料进行真空处理,并多次练泥、掺用少量的强可塑性黏土、加入少量的胶体物质都可提高黏土的可塑性;加入非可塑性原料、将部分黏土进行煅烧可降低黏土的可塑性。

(2) 结合性

结合性是黏土能黏结一定细度的瘠性原料形成可塑泥团,并有一定干燥强度的性能。在我们的生产中常用的测定方法是由黏土制作的生坯的抗折强度来间接测定黏土的结合力。

(3) 触变性

触变性是指泥浆或可塑泥团受到振动或搅拌时,黏度会降低而流动性增加。静置后又逐渐恢复原状的这种性质。在生产中一般希望泥料有一定的触变性,但泥料触变性过小会使成坯后生坯的强度不够,影响脱模与修坯的品质;而触变性过大的泥料在管道输送过程中会带来不便,成形后成坯也易变形。黏土的触变性主要取决于黏土的矿物组成、黏度的大小与形状、水分含量、使用电解质种类与用量以及泥料的温度等。泥料的触变性已厚度度来表示。它是指泥浆放置 30min 和 30s 后其相对黏度之比。即:厚度度 = $t_{30\text{min}}/t_{30\text{s}}$ 。

(4) 干燥收缩与烧成收缩

干燥收缩是指黏土泥料干燥时,因水分蒸发颗粒之间的距离缩小而产生体积收缩。烧成收缩是指烧成时,由于产生液相填充于空隙中,并生成了某些结晶物质,又使体积进一步收缩。

(5) 黏土的烧结性

黏土是多矿物组成的物质,它没有固定的熔点,而是在相当大的温度范围内逐渐软化。当黏土在煅烧过程中,温度超过 900℃ 以上时,低共熔物开始出现,低共熔物液相填充在未熔颗粒之间的空隙中。由于表面张力作用,将未熔颗粒进一步靠近,使体积急剧收缩,气孔率下降,密度提高,这时的温度为开始烧结温度。随着温度继续升高,黏土的气孔率不断降低,收缩不断增大。当其密度达到最大状态时为完全烧结温度。黏土的烧结属于液相烧结,影响因素很多,

最主要的为化学组成与矿物组成。从化学组成来看,碱性成分多,游离石英少的黏土易于烧结,烧结温度也低;从矿物组成来看,膨润土、伊利石类黏土比高岭土易于烧结,烧结后的吸水率也较低。

(6) 耐火度

耐火度是黏土在高温下加热,当温度达到黏土软化温度后,继续升温,黏土逐渐软化熔融,直至全部熔融变为玻璃态物质,为了表征材料在高温下,虽已发生软化而没有全部熔融,在使用中所能承受的最高温度。黏土的耐火度取决于化学组成。黏土的主要组成为 Al_2O_3 , Al_2O_3 含量高其耐火度就高,通常可根据黏土原料中的 $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ 比值来判断耐火度,比值越大耐火度就越高,烧结范围也越宽。同样也可以根据黏土的化学分析来计算:

①公式一: $T = 360 + [W_A - W_{M0}] / 0.228$

上式使用于 Al_2O_3 质量分数为 20% ~ 50% 的黏土

②公式二: $T = 1534 + 5.5W_A - 30(8.3W_F + 2W_{M0}) / W_A$

上式使用于 Al_2O_3 质量分数为 15% ~ 50% 的黏土

5. 黏土的加热变化

黏土的加热过程中的变化包括两个阶段:脱水阶段和脱水后产物继续转化阶段。

(1) 脱水阶段

黏土干燥后,继续加热首先出现的反应是脱水,其中最主要的是结构水的排出。黏土中的结构水大部分在 450°C ~ 650°C 时排出,但在比这低的温度下,也有少量的水被除去,在更高的温度下残余的结构水可继续排出。

(2) 脱水后产物继续转化阶段

温度继续升高,黏土脱水后的产物可继续转化。如:偏高岭石由 925°C 开始转化为 $[\text{AlO}_6]$ 和 $[\text{SiO}_2]$ 构成的尖晶石型的新结构,同时发生强烈的放热效应。伴随着加热中黏土物质所发生的化学变化,相应的也发生物理变化。

6. 黏土在陶瓷生产中的作用

黏土之所以作为陶瓷制品的主要原料,是由于它赋予泥料具有可塑性和结合性。这也可以说人们在发现和发明陶瓷制品过程中,充分利用了黏土的这一点特性。它在生产中的作用总的概括:

(1) 黏土的可塑性是陶瓷坯泥赖以成型的基础。

(2) 黏土使注浆泥料与釉料具有悬浮性和稳定性。

(3) 黏土一般呈细分散颗粒,同时具有结合性。

(4) 黏土是陶瓷坯体烧结的主体。黏土中的 Al_2O_3 含量和杂质含量是决定陶瓷坯体的烧