

An illustration at the top of the page depicts an industrial landscape with various structures, including tall chimneys, a bridge, and buildings, with smoke rising from the chimneys.

工業礦物原料叢書

陶瓷原料

И. Д. 芬克尔什捷恩著

地质出版社

工業礦物原料叢書

陶 瓷 原 料

И. Д. 芬克尔什捷恩著

地質出版社

1957·北京

本書系根據蘇聯地質部主編的工業礦物原料叢書(Требования промышленности к качеству минерального сырья)第六十四分冊陶瓷原料(Вып.64 Керамическое сырье)譯出的。原書系蘇聯芬克爾什捷恩(И. Д. Финкельштейн)所著,蘇聯國立地質書籍出版社(Госгеолиздат)1948年于莫斯科,列寧格勒出版。

本書簡單敘述了生產陶瓷制品的工藝過程,對陶瓷原料的主要種類分別加以詳細敘述,並闡明了陶瓷原料的初步加工陶瓷原料的技術要求,質量試驗,蘇聯主要的陶瓷原料基地及蘇聯的現在開采規範及需要情況等。可供我國一般地質工作者參考之用。此書由東驥、任學友譯,賈德華校,李亞巾復抄。

工業礦物原料叢書第 39 号

陶 瓷 原 料

著 者 И. Д. 芬 克 爾 什 捷 恩

譯 者 東 驥 任 學 友

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 印 刷 廠

北京廣安門內教子胡同甲32号

編譯: 李亞巾 技術編譯: 李麗如 校對: 金伯瑞

印數(京)1—3,800册 1957年1月北京第1版

開本31"×43¹/₂ 1957年1月第1次印刷

字數45,000字 印張2¹/₆

定價(10)0.32元

目 錄

原序.....	4
一、 总述	5
二、 生產陶瓷制品的工藝过程簡述	6
三、 陶瓷原料的种类	13
粘土和高嶺土	14
膨潤土	24
叶蜡石	25
矽綫石型高鋁質化合物原料	26
滑石	26
鎂橄欖石和橄欖石	30
長石岩	30
霞石正長岩	33
碳酸鹽岩	35
石英材料	36
四、 陶瓷原料的初步加工	38
五、 陶瓷原料的技術要求	41
对建筑磚、瓦和陶瓷器皿在質量上的要求	42
对石制品（帶有致密有色坯）原料的質量要求	45
对瓷器釉陶制品原料的技術要求	50
六、 質量試驗	55
七、 苏联主要的陶瓷原料基地簡述	57
八、 苏联陶瓷材料的現在开采規模及需要情况	63
参考文献	68

原 序

这套叢書的任务，是为了帮助地質工作者对于礦物原料質量進行評價；針對这个任务，本叢書主要是叙述各个工業部門对各种礦物原料及其加工產品所提出來的技術要求。

書中所列述的技術定額均附有說明及技術根据，这就大大地便于了解各种指标的作用及意义。

本書对于地質学、礦物学、技術样品的取样、加工、选矿、經濟学以及野外試驗及實驗室試驗等問題，也都約略談到。

这样，野外地質工作者就有可能从一本小册子中來找到他們在勘探某种礦產时，有关工業評價上的許多極重要的实际問題的答案。

本叢書拟分册出版，共分六十六册。其中有五十六册叙述最重要的礦產，其余十册是对于根据工業上不同的用途而分类的各种礦物原料的綜合性的叙述。例如磨料、填料、陶瓷原料、光学礦物等。

这样的小册子还是初次編印出版，無論是在國內或國外的文献中，都沒有类似的出版物，書中可能有遺漏、錯誤、含混及其他疏忽的地方。編輯部要求所有的讀者对于每一册書都提出自己的批評和希望。我們將非常感謝，并在再版时很好地考慮这些意見。

本手册是由苏联地質部委託全苏礦物原料研究所編寫而成。

一、总述

所謂陶瓷原料就是指用來制造陶瓷用品的，主要是礦物成因的各种岩石和其他材料。制品是利用摻水生料的可塑性而成型的；制品在焙燒中發生物理化学反应和結構改变，并使自己硬化，結果便形成了具有技術性質的、坚如石头的坯（черепок）。粘土是用于陶瓷工業中的主要可塑性材料。

可塑性大的肥粘土虽便于造型，但在烘干和焙燒时可能產生裂縫和变形。因此必須調節粘土的可塑性，其方法是：广泛地采用較瘦的砂質粘土或往粘土里摻入非可塑性的材料，以使粘土瘠化。这种瘠化材料最初是用普通石英砂作，而后來則用其他的材料，其中也包括焙燒过的粘土（制品的碎片——坯，耐火粘土）。

各工業部門中，由于利用了較高的溫度，已能由較难熔的材料和耐火材料制成新型的陶瓷制品。如果由易熔粘土制成的陶瓷制品和建筑用磚瓦要在溫度不高于 $900-1000^{\circ}$ 时焙燒，那么其他陶瓷制品，如釉陶制品和石制品，則須在約 1200° 时焙燒；瓷器制品和耐火制品須在 1300° 以上焙燒，而某些特种耐火制品則須在 $1500-2000^{\circ}$ 时焙燒。由于焙燒溫度的增高及專門技術的要求就增加了陶瓷原料的品种，并对其准备工作的精确性引起了重視。

除了由易熔粘土和石英材料制造的制品以外，还有一些制品，其爐料中包括难熔粘土或耐火粘土和高嶺土，以及長石、其他碱性岩石和能降低坯形成（压固，燒結）溫度的材料。

实际上，按使用原料的比重而言，以粘土（陶土、磚用粘土、釉陶粘土、瓷器粘土、耐火粘土等）为主要組份的陶

瓷制品为最广泛。但应当指出，在許多情況下，由滑石、菱鎂礦和其他鎂質岩石制成的鎂陶器（菱鎂礦和純橄欖岩的耐火材料，斜頑輝石的絕緣器，堇青石的抗热器）的价值正在日益增大。在这些鎂陶器中粘土材料起的作用不大或根本沒有作用。

岩石的化学加工產物（如：氧化鋁、二氧化鋯、二氧化鈦、氧化鈹等）虽用在特殊陶瓷制品和高耐火制品的生產中，但使用的数量不大。

除了用作陶瓷組份的主要原料以外，陶瓷工業还应用輔助原料，其中最重要的是石膏，因为，在許多情況下都用石膏制造模型。

陶瓷工業还使用制造釉和顏料的各种材料，包括硼、鉛、錫、鋅、鋇、鋁、鉄、鎳、鈷、錳、鉻、钒、銅、鈷、鎘、硒、銀、金、鉑、鉭等的化合物。这些材料絕大部分是現成的化学加工產物。此外，还必须談談加入某些特种陶瓷中的有机物質，其中有的是为了獲得多孔制品而用的燃燒附加物（木屑、煤），有的是压模时用的潤滑剂（煤油、柏油）、及代替粘土用的膠結物（蜡、石蜡、瀝青）。

在本書中，只是研究无須預先進行加工就能应用的礦物成因的陶瓷原料，即只是作为陶瓷混合物主要部分的岩石。

二、生產陶瓷制品的工藝过程簡述

制造任何陶瓷制品的工藝过程都分为下列主要階段：1. 原料准备；2. 材料調制；3. 制品造型；4. 制品干燥；5. 制品焙燒（有时焙燒兩次）。

在生產釉制品时，还要补充准备釉，在最后一次焙燒前

須將釉塗到坯上。在制造塗飾制品(器皿、裝飾用的花瓶等)時，將制品塗上彩色，然後進行焙燒以固定所塗的顏料。

紅色建筑用磚 在制造上采用易熔的砂質瘦粘土或肥粘土，因為這些粘土在適當的準備工作中易于造型，並在焙燒後能抵抗風化作用和破壞作用。若粘土很肥，則能和砂子混合(磚的生產過程如表1所示)。

建筑用磚生產圖表

表1

生產程序	年產量為兩百萬塊磚以下的非機械化生產或半機械化生產	年產量為兩百萬塊和高于兩百萬塊磚的機械化生產
1.原料開采	用最簡單機械的手工開采；機械化的運輸工具薄弱(手推獨輪車、小手推車[грабарка])	用挖掘機和掘土機開采原料；用小手推車，馬或運輸機搬運
2.造型原料準備	粘土的夏季準備；凍結，風化；坑內浸濕；用鑄式掘土機加工	按原料的性質、露天采礦場濕度和造型法，用各種方法進行機械準備
3.原料造型	在工作台上或用帶口掘土機進行原料的手工造型	按造型物質的濕度進行機械造型的方法如下： (1) 濕度在 25% 以上時，用注入式壓榨機； (2) 濕度在 15—25% 時，在帶狀壓榨機上用可塑法； (3) 濕度 6—12% 以下時，用干燥(半干燥)法
4.原料干燥	在曠地或架板上自然干燥	在室內式隧道干燥器里進行人工干燥。有時，人工干燥與架板上的自然干燥配合起來
5.原料焙燒	充填窯或到焰窯	經常操作窯：(1)充填窯；(2)竇形窯；(3)隧道窯

各种粘土加工时，除粘土頁岩而外，都采用可塑性造型法。

半干燥压制法有下列一些优点：（1）尺寸正确，磚形工整；（2）磚不用干燥（生磚的湿度6—8%时）。

每一千塊磚的粘土消耗量按露天开礦場的測量為2.5立方米，或按开采粘土的体積為3.0—3.2立方米。

每一千塊磚的标准燃料的消耗量（以公斤計）：

在充填密里	600
在倒焰密里	350—400
在高夫曼密里 (Гофманская печь)	約 150
在人工干燥器里	130

每一千塊磚需要的能量：在机械化的企業里為30—60匹/时。

陶器制品 所謂陶器制品就是指那种焙燒后具有由淺黃色到深棕色多孔坯的陶瓷制品。用刀子刻划后，在坯上留下刻痕。这种生產同样是手工業性質的。

陶器制品有的是由單一成分的粘土制成的，有的是由帶有砂子的粘土或研細的制品碎片制成。同样，还可采用含石灰并經焙燒而不軟化的粘土質泥灰岩。粘土应具有足夠的可塑性，并适合于在造型机上加工（見生產圖表2）。

生 產 圖 表

表2

制品种类	粘土准备	制 品 造 型		制 品 焙 燒
		手 工 業 生 產	較大的工厂	
陶質食器	浸湿粘土	在脚踏傳动机床上不用石膏模型	在造型机上用石膏模型	溫度為850-1000° 时在直壁或到焰 窖中焙燒
花 盆		同 上	用專門的压榨机	

石制品 石制品是有色的、致密的、燒結而不透明的。坯的顏色取决于采用的原料和焙燒的条件，多半是淡棕黃色或灰色。

在低溫时所采用的燒結的肥粘土，其中含有二氧化矽和鹼，但其成分中几乎沒有石灰。必要时可摻入高嶺土、耐火粘土、耐火泥以及石英和長石物質。組成石制品的材料为：粘土物質占30—70%，石英占30—60%，長石占5—25%。

在小型企業里，为簡單石制品調制糊剂的方法是：先浸湿粘土然后在捏土机里攪拌。調制精細石制品用的糊剂則用細粉末材料制造。至于鑲嵌地板用的磁磚爐料則用干燥粉末原料調制而成。

石制品工業按石制品种类而采用各种造型方法（表3）

生 產 圖 表

表3

制 品 名 称	造 型	焙 燒	塗 料
排水管 化学仪器和 食具	在豎筒狀压榨机 上造型 冷却箱一在帶狀 压榨机上造型；食 具一在造型机上 用石膏模型造型； 細小制品一用模压 法造型；成型制品 一用鑄造法造型	在圓形或長方形倒焰 窑和經常操作的气体室 式窑或隧道窑里焙燒。 焙燒溫度： (1) 塗鹽釉的石制品的 溫度为 1230°； (2) 鑲嵌的磁磚和米特 拉哈（Метлахская） 磁磚—1250—1280°； (3) 食具—1160-1260°	焙燒前把食鹽 送入窑內，將普 通的石制品塗上 鹽釉，也用粘土 塗料，而在高溫 下用長石塗料
地板磁磚（ 米特拉哈的、 鑲嵌的）	在重型皮压机和 机械压榨机上用金 屬模型压制		不塗釉

釉陶和瓷器 此类包括釉陶制品和瓷器制品，具有白色的坯，并涂上一层薄玻璃状釉质。釉陶和瓷器的主要区别见表4。

瓷器坯与多孔釉陶坯不同，由于含有较多的长石并在高温下焙烧，因而成烧结的（无孔）坯。烧结的陶瓷坯具有较高的机械强度、电气绝缘性和化学稳定性。因此，这就决定了瓷器在那些需要机械强度与电介性或化学稳定性结合的各个国民经济部门中有广泛的销路。原材料中有色杂质不多时，可得到白色釉陶制品和瓷器制品。作为烧结材料的瓷器较釉陶完美和洁净。但釉陶较便宜，所以在很多情况下用来代替瓷器。在陶瓷工艺中，可看到多孔和少孔坯过渡为几乎是烧结坯，即所谓孔隙度为1—5%的半瓷器制品的倾向（磁砖和优质的卫生建筑器材）。未上釉的釉陶的孔隙度可作为过滤用（如：契姆别尔林（Чемберлен）型的陶瓷过滤器）。

瓷器釉陶制品生产工艺过程的要点归纳如下：

制品造型用的糊剂是由细粉末材料调制成的，这些材料都经过每平方厘米为10,000孔的筛子筛出来的；筛内的残余物为2—6%。将固体组份（石英和长石）放在带水的球磨机上磨细，然后放在也是以水为煤介的搅拌机里（含水量60%）与高岭土和粘土混合。将已经形成的流动性糊剂捏合后，在过滤压榨机的压力下挤出一部分水，结果便得到了含水份为22—25%的可塑性土团；为使其致密和均匀，要使其经过专门的带有真空装置的柔土机。然后，用可塑性造型法将致密的土团置于石膏模内，放在立式传动机上造型。形状复杂的制品是用含有30—35%水份的流动糊剂（浮渣）注入石膏模中，并加入少量的稀释剂—电解质造型的，这里所说的稀释剂—电解质一般是指碳酸钠和水玻璃。不大而精细的

釉陶和瓷器的特征

表 4

标 誌	釉 陶	瓷 器
顏色	白色，淡黃色	白色、淺灰白色
坯的孔隙度（按吸水率）	12—14%	0.5% 以下
坯的透明度（指薄边）	不透明	透明
坯的結構	似玻璃相僅粘結脫水的粘土顆粒和石英顆粒，但不能复蓋坯的全部孔隙	由玻璃相和結晶相組成的，而目前者主要是長石玻璃，而后者是小而互相交錯的富鋁紅柱石針，及玻璃中含有的不溶性的石英顆粒：孔隙很少
主要用途	經濟器皿，建筑器材，過濾器，裝飾品（施有不透明釉彩之一種意大利陶器	經濟器皿，电气絕緣材料，化学仪器和器皿，裝飾用瓷器
标准成分（%）		
高嶺土	30—35	23—40
可塑性粘土	30—35	24—9
長 石	0—5	20—35
石 英	30—35	20—30
制品碎片（耐火粘土）	0—10	5—10
最后階段（挂釉）的焙燒溫度	不高于 260°	高于 1300°
釉	易熔鉛釉或較難熔的非鉛釉	長石釉

制品則用半干燥性的粉末物質置于金屬模里在模压机上制造。

制品造型后，首先經過干燥，然后焙燒。为避免火焰的

直射作用和合理地使用窖內容積起見，須將制品裝在專門用的称为“燒灼器”的耐火箱里（主要是耐火粘土制的箱里）。

經濟的釉陶制品和瓷器制品都焙燒兩次：第一次焙燒（坯）不挂釉；第二次焙燒挂釉。

厚壁制品（电气絕緣材料、衛生技術器材）与薄壁的經濟器皿不同，只是焙燒一次，并且是在倒焰窖（烘爐）或經常操作窖（隧道窖）內焙燒。經常操作窖能加速焙燒的过程，節省燃料。

經濟制品通常都上色。

每噸成品（釉陶或瓷器）所用原料的消耗量是1.5—2.0噸；窖內体積每立方米（瓷器）标准燃料的消耗量如下：在倒焰窖內为180—200公斤；在隧道窖內約95公斤。制一噸成品所消耗的釉为4—10%。每噸成品燒灼器粘土的消耗量（以噸計）为：經濟瓷器——1—2；电工瓷器——0.8—1；經濟釉陶——0.8—0.9；衛生釉陶——0.6—0.7。

每噸經濟瓷器的电能消耗量300—600瓩特/小时。

釉 是由各种矽酸鹽和易熔化合物組成的細粉末狀的物質。用釉塗飾制品，就可得到未經焙燒的玻璃狀表面。按其組成，釉可分为以下几种：

1. 易熔鉛釉——含砂子和氧化鉛，有时还摻雜着碱和硼的化合物；

2. 粘土釉——由易熔粘土組成；

3. 鹽釉——在焙燒过程中由食鹽分解而獲得；

4. 瓷器釉——在瓷器釉的組成中有高嶺土、耐火粘土、長石、石英、白云石、白堊、大理石和菱鎂礦；

5. 有色釉——在无色釉中摻入一些金屬化合物或金屬鹽类得到有色釉，并采用錫、銻、鉛、鈣和鋇的化合物作为冲

淡剂。

燒灼器和耐火用具 在陶瓷工厂中，制造爐用的耐火用具以及焙燒制品的燒灼器（就是箱子）具有很大的意义；燒灼器和大部分耐火用具都是用耐火粘土和粉末狀的耐火泥制成的。

在机械化的燒灼器車間里，需要預先將粘土的湿度烘干到 5—8%，然后在輪輾机上將粘土輾碎，同时將耐火泥也在輪輾机上或輾压机上压碎。然后將材料分为定量，送入混合器內混合并浸湿；再送到捏土磨机上，最后在造型机上以手工造型法制造燒灼器，或在專門摩擦模压机上模压。將造型的燒灼器烘干并焙燒。

三、陶瓷原料的种类

陶瓷用品在未焙燒之前即已塑制成型，由于在熔点以下焙燒的結果，而獲得了最終的技術性質。

根据組份中不同的比例以及不同的焙燒条件，同一种原料可有各种功用。

現今把組份僅僅理解為某一种性質的体现未免太陈腐了，而且根本不能說明原料的任何組份的实际作用。就現代的知識，可以估計原料的組份在焙燒前后总的性質；而主要的是估計与混合物的其他組成部分的相互作用，以及因此而引起的新的結構和特性。

每一种陶瓷原料的应用都取决于它的作用：（1）在未經焙燒的陶瓷材料中为組份的一种；（2）在焙燒过程中構成焙燒產品（坯）。

按第一个特征，陶瓷原料可以分为兩個基本类型：

1. 可塑性原料，可塑性原料典型的代表是粘土，其种类很多：有多礦物的，單礦物的，瘦的或肥的，白色的或有色的；

2. 非可塑原料，其中包括石英、長石、耐火粘土和調節粘土可塑性的其他物質。

众所周知，陶瓷坯是由結晶相和玻璃相組成的。因此，按第二个特征，陶瓷原料也可分为兩类：1. 决定坯的主要結晶結構的原料（如：高嶺土——富鉛紅柱石；滑石——斜頑輝石；氧化鋁——剛玉；菱鎂礦——方鎂石）；2. 形成坯中玻璃相的基本原料。后者也可以分为兩类：

1. 易熔岩原料，易熔岩的熔点接近于制品焙燒的溫度；这种原料在焙燒当中比原料的其他組份先变为膠狀熔質，它在某种程度上与其他的組份起反应，冷却时凝固为玻璃（如：長石）。

2. 純潔的具高耐火度的原料，在焙燒过程中与材料的其他組成部分和形成的易熔化合物（如：鈣、鎂、鋁的碳酸鹽、同样也有其他金屬的氧化物）起強烈的反应。

粘土和高嶺土

粘土作为陶瓷原料的工藝性質見表 5。

苏联有陶瓷工業用的粘土原料的标准分类（1933年5月21日批准的全苏标准5539）。該分类包括下列各种粘土原料：高嶺土、粘土、干性土（сухарь）、頁狀粘土和粘土頁岩。这些原料分为以下几类：

一、根据煅燒状态中氧化鋁的含量分为（%）：

1. 超基性岩.....40以上
2. 基性的.....30—40

3. 半酸性的.....15—30

4. 酸性的.....15以下

各种陶瓷粘土的工藝性質

表 5

名 称	簡 述	可能使用的范围
1. 原生粘土 (1) 高嶺土 (淘洗之后)	其中含有游离态的石英—5% 以下, 碱—1%; 白色或浅黄色; 焙烧后也呈白色或浅黄色; 基本上是由高嶺土組成	制瓷器和釉陶, 造紙和橡膠
(2) 碱性高嶺土 (淘洗之后)	含的碱量比高嶺土多—达5%; 氧化鉄有时达2%; 由不同比例的水云母和高嶺土組成	在質量上比第一类高嶺土低些。 可制技術和經濟瓷器和釉陶 (取决于有色氧化物的数量)
(3) 含二氧化矽的粘土	粘土物質混有大量的細分散狀的游离态石英, 不好進行淘洗, 其数量达20—25%; 可塑性不强	制釉陶和次等瓷器, 耐火材料和耐酸材料
(4) 碱性二氧化矽粘土	含大量碱質和游离态的二氧化矽; 按性質同用途与 前兩类相同	同第二、三类
(5) 含鉄粘土	粘土中氧化鉄的数量起染色的作用	若含鉄量不太多, 就用于制質量最低的釉陶和石制品。 只要是鉄的含量和碱的含量不致于使耐火性过于降低, 那么含鉄量較高的粘土也可以应用
2. 次生粘土 (1) 純耐火粘土	粘土內有少量游离态的二氧化矽和微量剩余熔剂的混合物。浅灰色, 可塑性大, 天然產出的很少	用于制細陶瓷和石制品的耐火材料

續表 5

名 称	簡 述	可能使用的范围
(2) 可塑性 的耐火粘土	与前类不同, 其中熔剂的含量稍高一些。游离态的二氧化硅含量达20%; 灰色或黃色, 有时是深灰色	制耐火材料、瓷器和陶(以染色的混入物而定)
(3) 含二氧 化硅的耐火粘 土	游离态二氧化硅的含量很高(一般含量达50—75%); 可塑性小; 灰色, 有时是浅黃色; 若二氧化硅占80%以上时, 就不能称为粘土	制造酸性耐火材料
(4) 强性难 熔的粘土	可以是可塑性的和非可塑性的; 非可塑性的含游离态二氧化硅; 深藍色, 可变成灰色或浅紫色; 焙烧后呈灰色, 黃色或褐色	制石具和酸性耐火材料
(5) 含鉄难 熔的粘土	几乎經常含有游离态二氧化硅; 帶浅紅的黃色, 帶浅紅的橙黃色或褐色; 焙烧后由褐色到黑色	制石制品, 主要是制鋪路的透化硬磚
(6) 易熔的 可塑性粘土	焙烧后由橙紅色至褐色	制陶瓷器皿和瓦
(7) 易熔的 可塑性含鈣粘 土	焙烧后因温度高低不同而呈橙黃色、浅褐色或深綠黃色; 若鈣的化合物含量不多, 焙烧后的粘土由于白色鉄鈣磷酸鹽的形成几乎呈白色	制陶瓷器皿、瓦、建筑磚
(8) 含二氧 化硅的鉄質易 熔粘土	結構松散	制建筑磚