

全国就业训练陶瓷专业统编教材

陶瓷原料基础

劳动部培训司组织编写

(试用)



中国劳动出版社

(京)新登字114号

陶瓷原料基础

(试 用)

劳动部培训司组织编写

责任编辑: 张文梁

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街3号)

北京隆昌印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 32开本 4.875印张 105千字

1992年8月北京第1版 1993年3月北京第2次印刷

印数: 2900册

ISBN 7-5045-1046-7/TQ·008(课) 定价: 2.20元

前 言

根据“先培训、后就业”的原则，全面开展就业训练工作，是贯彻“在国家统筹规划和指导下，实行劳动部门介绍就业、自愿组织起来就业和自谋职业相结合”的就业方针和提高职工素质的一项重要措施。为了解决就业训练所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，自1986年以来，我司会同中国劳动出版社委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），分别组织编写了两批适合初中毕业以上文化程度的青年使用的就业训练教材。

第一批组织编写的就业训练教材有：烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业营业、理发、公共交通客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械加工、纺织、针织、丝织、幼儿保教、财会等十七个专业及职业道德、就业指导、法律常识三门公用的教材。第二批组织编写了造纸、玻璃制造、汽车修理、化纤、胶鞋制造、轧钢、广告装璜等七个专业的教材，并补充编写了八大菜系的实习菜谱。这次又组织编写了电工、化工、陶瓷、制冷技术、印刷、林业等六个专业的教材。上述三十个专业和三门公用的教材，培训其他人员亦可使用。

为了加强学员的动手能力和处理实际问题的能力，专业课教材突出了操作技能的传授，力求把经过培训的人员培养成为有良好职业道德、遵纪守法、有一定专业知识和生产技

能的劳动者。

就业训练工作是一项新的工作，参加编写这些教材的有关同志克服了重重困难，完成了编写任务，对于他们的辛勤劳动，表示由衷的感谢。由于编写时间仓促和缺乏经验，这套教材尚有许多不足之处，请各地有关同志在使用过程中，注意听取、汇集各方面的反映与意见，并及时告诉我们，以便再版时补充、修订。

劳动部培训司

1991年7月

目 录

概 述.....	1
第一章 可塑性原料	
§ 1—1 粘土的成因及分类.....	4
§ 1—2 粘土的组成.....	7
§ 1—3 粘土的工艺性能及其在陶瓷坯釉中的作用.....	12
§ 1—4 我国粘土资源概况.....	23
习 题.....	37
第二章 非可塑性原料	
§ 2—1 石英原料的种类.....	38
§ 2—2 石英原料主要性质及应用.....	41
§ 2—3 我国石英原料概况.....	47
§ 2—4 熟料与瓷粉.....	49
习 题.....	50
第三章 熔剂原料	
§ 3—1 长 石.....	51
§ 3—2 碳酸盐类原料.....	58
§ 3—3 镁硅酸盐类.....	64
§ 3—4 其它熔剂原料.....	67
习 题.....	73
第四章 常用化工原料	
§ 4—1 常用化工熔剂原料.....	74
§ 4—2 常用乳浊剂原料.....	78

§ 4—3 工业陶瓷常用化工原料·····	82
§ 4—4 常用添加剂·····	83
§ 4—5 陶瓷颜料常用化工原料·····	87
习 题·····	93
第五章 辅助原料——石膏	
§ 5—1 石膏的种类·····	95
§ 5—2 石膏的性质及资源概况·····	97
习 题·····	100
第六章 陶瓷矿物原料鉴定	
§ 6—1 陶瓷矿物原料的野外识别方法·····	101
§ 6—2 主要陶瓷原料矿物的识别特征·····	106
§ 6—3 陶瓷原料实验室研究方法介绍·····	113
习 题·····	125
第七章 陶瓷原料的质量要求	
§ 7—1 粘土原料的质量要求·····	126
§ 7—2 石英原料的质量要求·····	129
§ 7—3 长石原料的质量要求·····	130
§ 7—4 其它原料的质量要求·····	132
习 题·····	135
附表1 塞格尔三角锥温度计·····	136
附表2 釉彩用原料表·····	137
附表3 岩石矿物表·····	143
附表4 化学元素周期表·····	145

概 述

一、陶瓷概念

传统概念的陶瓷是指由粘土等无机非金属矿物原料经混炼、成型、煅烧而成的制品。如日用陶瓷、建筑卫生陶瓷、普通电瓷、美术陶瓷等。这些制品大多是采用自然界的硅酸盐矿物原料加工而成的。

此外，现代科学把用粘土以外的其它原料，依制陶瓷的工艺方法制成的制品也称为陶瓷，如金属陶瓷、磁性瓷、非氧化物陶瓷等。因此，瓷陶的种类和原料的范围大大扩展了，各种人造原料已广泛用于现代陶瓷。

二、陶瓷原料的分类

陶瓷原料种类很多，范围极广，几乎所有的硅酸盐矿物及无机非金属物质都可用作陶瓷原料。一般，根据原料在陶瓷坯釉中的作用，把传统陶瓷的主要原料分为三大类，即可塑性原料、非可塑性原料（也称瘠性原料）和熔剂原料。可塑性原料是指粘土原料，如陶土、紫砂泥、高岭土、瓷土、木节土和膨润土等；非可塑性原料主要指石英、瓷粉、熟料等硬质原料；熔剂原料主要指长石、方解石、滑石、白云石等能降低陶瓷坯釉烧成温度的原料。

现代陶瓷原料除了矿物原料外，人工合成的化工原料已广泛用于陶瓷工业。常用的化工熔剂原料有氧化锌、硼砂、硼酸、红丹等，主要用于低温熔块釉和釉上颜料熔剂。用于

乳浊釉的乳浊剂有二氧化锡、氧化锆、二氧化钛、硅酸锆等。特种工业陶瓷常用原料有各种氧化物、碳化物、硼化物和氮化物等。陶瓷颜料常用发色原料有氧化钴、氧化铬、三氧化二铁、氧化铜等。

陶瓷添加剂也是人工合成的化工原料，如增塑剂（甲基纤维素、腐植酸钠等）、减水剂（水玻璃、纯碱等）、絮凝剂（氯化钙等）。

石膏是陶瓷工业中重要的辅助原料，石膏主要用于石膏模。

三、我国陶瓷原料工业现状及发展方向

原料是陶瓷工业的基础，是影响陶瓷工业发展的重要因素。我国陶瓷原料品种齐全，储量大，对于发展陶瓷工业是极为有利的。但是，目前陶瓷原料的开采、加工精制技术和管理很落后，对原料的综合利用水平不高、浪费严重，有的优质矿点被开采得已近枯竭。

我国大部分陶瓷厂都采用原矿进行配方，所以质量不稳定，与发达国家产品比较相差很远。国外发达国家陶瓷原料都已实现标准化、系列化，因此，产品质量稳定。我国陶瓷制品要赶上和超过世界先进水平，陶瓷原料必须走精加工、标准化的道路，这也是我国陶瓷原料的发展方向。只有这样，才能严格按标准分级，才能做到合理利用和开发陶瓷原料资源，把浪费降到最低限度。我们除了利用好现有陶瓷原料外，还要着眼于开发新资源。例如，利用低质原料精加工来生产具有特色的高档产品，以及利用工业废渣、炉渣研制新产品。

四、学习陶瓷原料基础知识的重要性

学习、掌握陶瓷原料基础知识是非常重要的。比如，要

想设计一个好的陶瓷配方，首先必须对陶瓷原料的性能了解透彻，掌握各原料在配方中的作用，然后根据设计要求，选择好原料，才能得到理想配方。

学习陶瓷原料基础知识，主要掌握以下内容：

1. 陶瓷原料的种类及组成；
2. 陶瓷原料在陶瓷坯釉中的作用；
3. 陶瓷原料化学组成中各氧化物在陶瓷坯釉中的作用；
4. 原料的使用方法。

习 题

1. 传统陶瓷是指什么？现代陶瓷是指什么？
2. 传统陶瓷原料分哪三大类？
3. 我国陶瓷原料工业发展方向是什么？

第一章 可塑性原料

可塑性原料是指具有可塑性的粘土，它是陶瓷工业中的主要原料。

§1-1 粘土的成因及分类

一、粘土的定义

粘土是多种天然细颗粒矿物的集合体，除含水铝硅酸盐粘土矿物外，还有部分非粘土矿物或有机物。

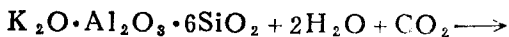
粘土和粘土矿物是两个不同的概念。粘土矿物是指颗粒大小在2微米以下，具有层状结构的含水铝硅酸盐晶体矿物。它是组成粘土的主体。粘土具有以下特征：

1. 组成粘土的矿物颗粒直径小于2微米；
2. 一切粘土均含大量粘土矿物；
3. 具有独特的物理化学性能和工艺性能，如可塑性、结合性、烧结性等；
4. 粘土固结以后，可形成泥岩、页岩、泥板岩等半硬质岩石。

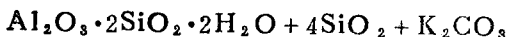
二、粘土的成因

粘土主要是由铝硅酸盐类岩石（火成的、变质的、沉积的），如长石、伟晶花岗石、斑岩、片麻岩等在长期地质作用条件下，经风化水解而成的。例如，高岭土是由火成岩和

变质岩中的长石和其它铝硅酸盐矿物，在湿热气候和酸性介质中经风化或热液的作用下形成的，可用下式概括表示：



(钾长石)



(高岭石)

火山熔岩或凝灰岩在碱性环境中蚀变则形成膨润土类粘土。伊利石类粘土一般由水云母矿物变化而来，大多是在风化壳中形成的，也有在低温热液作用下生成的。

三、粘土的分类

由于粘土的用途很广，各行业对粘土的要求也不同，故没有一个统一的分类标准。一般按地质成因、主要用途、理化性能和矿物成分划分。

1. 按成因分类

(1) 一次粘土 一次粘土又称残留粘土或原生粘土。它是长石质岩石等母岩经风化、蚀变作用后形成的残留在原生地与母岩未经分离的粘土。例如，江西浮梁高岭土、湖南黄茅园球土、界牌高岭土等。南方的高岭土大多是一次粘土。

(2) 二次粘土 二次粘土又称沉积粘土、次生粘土。它是一次粘土从原生地经风化、水力搬运到远地沉积下来而形成的。这类粘土常含有有机质，塑性好，如我国北方的紫木节土。

2. 按可塑性分类

(1) 高可塑性粘土 又称软质粘土或结合粘土。其分散度大，多呈致密土状或板状、页状，如膨润土、木节土等。

(2) 中可塑性粘土 塑性中等，如湖南界牌桃红泥、苏

州阳山高岭土等。

(3) 低可塑性粘土 塑性差，如硬质粘土叶蜡石、焦宝石等。

3. 按硬度分类 可分为软质粘土，如二次粘土；半软质粘土；硬质粘土（硬度较大，可塑性差），如焦宝石。

4. 按耐火度分类

(1) 易熔粘土 耐火度 $\leq 1350^{\circ}\text{C}$ ，熔剂氧化物含量高。

(2) 难熔粘土 耐火度介于 $1350\sim 1580^{\circ}\text{C}$ 之间，杂质含量少。

(3) 耐火粘土 耐火度 $> 1580^{\circ}\text{C}$ 。根据杂质含量的多少，又分为低质耐火粘土（耐火度为 $1580\sim 1650^{\circ}\text{C}$ ）、中级耐火粘土（耐火度为 $1650\sim 1700^{\circ}\text{C}$ ）、高级耐火粘土（耐火度 $> 1700^{\circ}\text{C}$ ）。

5. 按化学组成分类

(1) 高铝粘土 含 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 40\%$ ，主要有铝矾土等粘土矿物。

(2) 铝质粘土 含 $\text{Al}_2\text{O}_3 30\sim 40\%$ ，主要有高岭土类粘土。

(3) 富硅粘土 含 $\text{Al}_2\text{O}_3 15\sim 30\%$ ，硅含量高，铝含量低，如湖南界牌桃红泥。

(4) 低铝粘土 含 $\text{Al}_2\text{O}_3 < 15\%$ 。

按用途可分为瓷土、陶土、砖瓦粘土等。

此外，可按粘土的矿物组成分类，如高岭土、膨润土等。

§1-2 粘土的组成

一、粘土的矿物组成

自然界的粘土矿物种类很多，根据其结构与组成，陶瓷工业所用粘土的矿物组成可分为高岭石类、蒙脱石类及伊利石类等三大类。

1. 高岭石类 高岭石是因首次在我国江西景德镇附近的高岭村发现而命名的一种含水铝硅酸盐矿物。其化学式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。其化学质量组成为：含 Al_2O_3 为 39.50%， SiO_2 为 46.54%， H_2O 为 13.96%。矿物晶体结构式为 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ ，是六角鳞片状晶体。

高岭石类矿物包括高岭石 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、多水高岭石 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)、地开石、珍珠陶土等。它们的晶体结构基本相同，只是结构单元的排列稍有不同，因此，它们的物化性能也有一些差异。

以高岭石类矿物为主要矿物成分的粘土叫做高岭土。它是陶瓷工业中的主要原料。

2. 蒙脱石类 蒙脱石类矿物又名微晶高岭石、胶岭石。是常见的粘土矿物。其化学式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O} (n > 2)$ 。其结构式为 $\text{Al}_4(\text{Si}_8\text{O}_{20})(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。

蒙脱石呈不规则细粒状或鳞片状，颗粒一般小于 0.5 微米，属胶体微粒。通常呈土状、块状集合体，外观为白色或灰白、淡黄、浅红等颜色，油脂光泽。密度为 2.0~2.5 克/厘米³，硬度为 1~2，耐火度低。

以蒙脱石为主要矿物的粘土叫做膨润土。由于蒙脱石矿物颗粒很细，所以它吸水性强，吸水后体积膨胀（可膨胀 15

倍)，并呈凝胶状态。膨润土可塑性强，结合性好，但干燥收缩大，一般坯釉中用量不宜过多。

蒙脱石的离子交换力很强。常根据其吸附其他离子的种类分为钠蒙脱石（吸附钠离子）、钙蒙脱石（吸附钙离子）。相应的粘土称为钠膨润土和钙膨润土。钠膨润土分散性强，在水中能形成稳定的悬浮液。我国浙江临安膨润土为钠膨润土。钙膨润土分散性较差，矿物颗粒多凝聚成集合体。我国出产的膨润土大多是钙膨润土。

3. 伊利石类 伊利石类矿物主要是伊利石。伊利石的成分和晶体结构均与水云母相似。所以常把伊利石作为水云母的同义语。

水云母是白云母经强烈的化学风化作用形成的，也有在低温热液作用下生成的。

白云母的化学式为 $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$ 。水云母类矿物没有固定的化学式，一般用下列通式表示： $2K_2O \cdot 3(MgFe)O \cdot 6 \sim 8K_2O_3 \cdot 18 \sim 24SiO_2 \cdot 5 \sim 12H_2O$ 。

绢云母也是白云母的一种，化学式与白云母相同。由于矿物具有丝绸光泽，故称该矿物为绢云母。湖南醴陵马颈坳矿石含有绢云母类矿物。

我国南方的瓷石大多是伊利石类矿物。例如，安徽祁门瓷石、景德镇南港瓷石、福建德化瓷石等。

以伊利石类矿物为主要矿物的粘土，由于 K_2O 含量较高， Al_2O_3 含量低，故耐火度低，烧成温度低。陶瓷工业中常用这类粘土取代部分熔剂原料。在景德镇把适于配釉的瓷石称为“釉石”或“釉果”。

除了上述三种主要粘土矿物外，陶瓷工业还常用叶蜡石、水铝英石等矿物原料。

叶蜡石化学式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，理论化学质量组成为 SiO_2 66.65%， Al_2O_3 28.35%， H_2O 5.0%。叶蜡石在烧成过程中在 $105 \sim 1150^\circ\text{C}$ 时会产生膨胀，从而可抵销其它物料（如粘土、熔剂）在烧成过程中所造成的收缩，从而扩大烧成范围，保证产品尺寸一致。叶蜡石膨胀系数较小，且基本上呈线性的，并具有良好的热稳定性和很小的湿膨胀。因此，它是釉面砖坯料，坩埚等制品的优质原料。

我国浙江青田、福建寿山、江西上饶等地均盛产叶蜡石。

水铝英石的化学式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，是一种非晶质的含水硅酸铝。它能溶解于盐酸，而其它粘土矿物不溶于盐酸，但能溶解于硫酸。水铝英石在自然界中并不常见，往往少量地包含在其它粘土中。在水中能形成胶凝层，包围在其它粘土颗粒上，从而提高粘土的可塑性。

4. 粘土中的其他成分 粘土中除含粘土矿物外，常由于风化不完全或由于其它因素而混入一些非粘土矿物，这些杂质的种类与含量多少，对粘土的性质和质量将产生一定的影响。

(1) 石英和母岩残渣 这些杂质一般颗粒较粗，影响粘土的可塑性。可采用淘洗方法除去。

(2) 碳酸盐及硫酸盐 碳酸盐常见有 CaCO_3 、 MgCO_3 等。这些矿物能降低粘土的耐火度，过多时常引起吸烟或坯泡。粘土中硫酸盐类主要有钾、钠、钙、镁、铁的硫酸盐。这些盐类能使坯体表面形成一层白霜，其中以 Na_2SO_4 最为严重。有些可溶性硫酸盐在淘洗和压滤时能随水流去，少部分残留在坯料中。而有些硫酸盐分解温度较高，则易引起坯泡。所以含硫酸盐高的粘土不宜使用。

硫酸钙 (CaSO_4) 的颗粒较粗时, 会在高温中熔融成浅绿色的熔洞。所以生产中要严格控制石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 混入坯料中。

(3) 铁和钛的矿物 粘土中铁的矿物有黄铁矿 (FeS_2), 菱铁矿 (FeCO_3), 铁钛矿 (FeTiO_3) 等。铁的化合物都能使坯体呈色, 在氧化焰烧成时随铁的含量增加呈色从浅黄至暗红色 (见表1—1)。在还原焰烧成时, 一般为青、蓝灰到黑色。同时能降低粘土的耐火度。

表1-1 Fe_2O_3 在氧化焰中烧成时的呈色

Fe_2O_3 含量 (%)	呈 色	适 于 制 造 品 种
<0.8	白 色	细瓷、精陶、白炻器
0.8	灰白色	一般细瓷、白炻器
1.3	黄白色	一般粗瓷、炻器
2.7	浅黄色	炻器、陶器
4.2	黄 色	陶器、炻器
5.5	浅红色	陶器、炻器
8.5	紫红色	陶器
10	暗红色	砂瓦器

粘土中钛的矿物有金红石、锐钛矿和板钛矿等。纯净的 TiO_2 为白色, 但与铁共存时, 在还原焰中呈灰色, 在氧化焰中 1200°C 以下时呈白色, 高温时 (大于 1200°C) 呈浅黄色或象牙色。

(4) 长石 粘土中的长石主要是未风化完全而残留下来的, 主要起降低粘土的耐火度的作用。

(5) 有机杂质 粘土都含有不同数量的有机物质, 如

褐煤、蜡、腐植酸衍生物等。这些有机质都能使粘土呈色，故粘土颜色多样，有白色、灰色、桃红色或黑色等。它们经高温煅烧后消失，粘土仍呈白色。有机质可增加粘土的可塑性。但有机质过多时也可造成陶瓷制品表面起泡与针孔，因此烧成中一定要加强氧化或原料预烧。

二、粘土的化学组成

粘土的化学组成是粘土质量的一项重要指标，粘土的分级标准，主要是根据粘土的化学组成来制定的。

自然界的粘土大多数是由两种以上的矿物组成的，并含有一定的杂质。例如，纯高岭土的理论化学质量组成为 Al_2O_3 39.50%、 SiO_2 46.54%、 H_2O 13.96%，而实际上组成高岭土的矿物不可能百分之百地为高岭石，因此，在化学组成中，除了含 Al_2O_3 、 SiO_2 外，还含有 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 等氧化物。它们在一定程度上影响着粘土的工艺性能和烧后色泽。根据粘土的化学分析结果，可基本判断粘土的质量。粘土的化学组成越接近理论值，说明粘土越纯，质量越好。 SiO_2 含量高，则粘土中石英含量多，可塑性差，但收缩较小。如果 K_2O 、 Na_2O 含量较高，则粘土中含有长石或伊利石类矿物，因而耐火度低。如果 Al_2O_3 含量高，则粘土耐火度高。如果 Fe_2O_3 、 TiO_2 含量高，粘土烧后白度则较差。细分散的铁钛化合物还会降低坯体烧成温度。如果 CaO 、 MgO 含量较多时，则粘土中含有碳酸盐或滑石类矿物，粘土耐火度降低。碳酸盐过多时会引起坯体起泡，烧成温度范围变小。烧失量(I.L)较大的粘土，则粘土中含有较多的有机质和吸附水，可塑性较强，干燥强度大，但收缩也较大，例如多水高岭土。