



JIANZHUSHUANG
SHICAILIAOGONGYI

建筑装饰材料工艺

罗玉萍 王立久 编著



JIANZHUSHUANG
SHICAILIAOGONGYI

大连理工大学出版社

993218

建筑装饰材料工艺

罗玉萍 王立久 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

大连理工大学出版社

(辽)新登字16号

图书在版编目(CIP)数据

建筑装饰材料工艺/罗玉萍编著.-大连:大连理工大学出版社,1995.8

ISBN 7-5611-1030-8

I.建… I.罗… III.建筑材料;装饰材料-生产工艺
N.TU56

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第13756号

建筑装饰材料工艺

Jianzhu Zhuangshi Cailiao Gongyi

罗玉萍 王立久 编著

* * *

大连理工大学出版社出版发行

(大连市凌水河)

(邮政编码:116024)

大连业发印刷厂印刷

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:400千字

1995年8月第1版

1995年8月第1次印刷

印数:0001—2000册

责任编辑:水舟

责任校对:刘乾

封面设计:孙宝福

* * *

ISBN 7-5611-1030-8

TU·22

定价:16.00元

目 录

绪论	(1)
第一章 建筑装饰陶瓷生产工艺	(3)
第一节 陶瓷生产工艺原理	(3)
1.1 原料	(4)
1.2 配料	(17)
1.3 坯料制备	(26)
1.4 成型	(29)
1.5 干燥	(34)
1.6 烧成	(36)
1.7 釉及装饰	(41)
第二节 釉面砖生产工艺	(54)
第三节 彩色釉面墙地砖生产工艺	(61)
第四节 陶瓷锦砖生产工艺	(64)
第二章 建筑装饰玻璃生产工艺	(69)
第一节 玻璃生产工艺原理	(69)
1.1 原料	(69)
1.2 配合料及其制备	(78)
1.3 玻璃的熔制	(86)
1.4 玻璃的成型	(97)
1.5 玻璃的缺陷	(104)
1.6 玻璃的退火和淬火	(107)
1.7 玻璃的冷加工	(110)
第二节 平板玻璃生产工艺	(112)
2.1 平板玻璃生产工艺过程	(112)
2.2 平板玻璃制品的品种	(116)
第三节 玻璃锦砖生产工艺	(125)
3.1 熔融法生产玻璃锦砖	(125)
3.2 烧结法生产玻璃锦砖	(128)
第三章 建筑装饰涂料生产工艺	(130)
第一节 建筑装饰涂料生产工艺原理	(130)
1.1 建筑涂料的分类及功能	(130)
1.2 涂料的组成	(133)
1.3 基料	(134)
1.4 颜料、填料	(140)
1.5 溶剂	(150)

1.6 涂料助剂	(152)
1.7 涂料配方	(157)
1.8 涂料生产工艺及设备	(163)
第二节 有机建筑装饰涂料生产工艺	(165)
2.1 聚乙烯醇缩甲醛内墙涂料生产工艺	(166)
2.2 丙烯酸酯乳液涂料生产工艺	(168)
2.3 氯-醋-丙乳液涂料生产工艺	(170)
2.4 乙-丙乳液厚质涂料生产工艺	(172)
2.5 苯-丙彩砂涂料	(174)
2.6 多彩内墙涂料生产工艺	(176)
2.7 环氧树脂地面厚质涂料生产工艺	(180)
第三节 无机建筑装饰涂料生产工艺	(181)
3.1 钾水玻璃涂料生产工艺	(182)
3.2 硅溶胶无机建筑涂料生产工艺	(183)
第四节 有机无机复合建筑涂料生产工艺	(185)
4.1 聚乙烯醇水玻璃内墙涂料生产工艺	(186)
4.2 聚酯酸乙烯乳液厚质地面涂料生产工艺	(187)
第四章 建筑装饰塑料生产工艺	(190)
第一节 建筑塑料生产工艺原理	(190)
1.1 塑料的分类	(190)
1.2 塑料的组成	(191)
1.3 建筑装饰塑料常用的树脂	(191)
1.4 塑料中的添加剂	(194)
1.5 塑料的成型加工	(205)
第二节 塑料壁纸生产工艺	(222)
2.1 概述	(222)
2.2 压延贴膜壁纸生产工艺	(225)
2.3 涂布法塑料壁纸生产工艺	(227)
2.4 半成品壁纸的加工	(228)
第三节 塑料地面装饰材料生产工艺	(232)
3.1 PVC地板砖生产工艺	(233)
3.2 软质PVC卷材地板生产工艺	(234)
3.3 印花发泡塑料地板生产工艺	(234)
第四节 钙塑装饰板生产工艺	(236)
第五章 其他建筑装饰材料生产工艺	(239)
第一节 天然装饰石材加工工艺	(239)
1.1 岩石概论	(241)
1.2 石材的加工工艺	(242)
第二节 人造装饰石材生产工艺	(245)
2.1 水泥型人造大理石生产工艺	(246)
2.2 树脂型人造大理石生产工艺	(247)

2.3 复合型人造大理石生产工艺	(251)
2.4 烧结型人造大理石生产工艺	(251)
第三节 装饰混凝土及制品生产工艺	(254)
3.1 装饰水泥生产工艺	(254)
3.2 装饰混凝土及制品生产工艺	(260)
第四节 建筑石膏装饰材料生产工艺	(267)
4.1 纸面石膏板生产工艺	(267)
4.2 纤维石膏板生产工艺	(269)
4.3 轻质石膏装饰板和吸声板生产工艺	(270)

绪 论

建筑装饰是建筑物的重要组成部分,装饰效果如何,对建筑物的影响较大,而建筑装饰材料是建筑装饰的物质基础,在很大程度上制约着建筑装饰效果的发挥。随着科学技术的飞速发展,人民物质生活水平不断提高,人们对精神生活的追求越来越强烈,过去只求住得下,现在力求改善住房条件,住得更好些。随着改革开放,一大批装饰标准较高的公共建筑迅速发展起来,同时对建筑装饰材料的品种、质量、档次的要求也越来越高,促进了我国建筑装饰材料的迅速发展,我国建筑装饰材料已由过去的主要靠进口逐步过渡到主要靠自己生产。

建筑装饰材料品种繁多,按使用部位分类,可以分为:

墙面装饰材料:内外墙涂料;特种涂料;装饰壁纸、墙布;人造装饰板;装饰石材;陶瓷装饰材料;玻璃装饰材料;金属装饰板、网。

地面装饰材料:地面涂料;地板、地砖;地毯。

顶棚装饰材料:顶棚涂料;矿物棉饰面材料;塑料装饰吊顶材料;石膏装饰材料;其他装饰吊顶材料;吊顶龙骨。

按化学成分分类,可以分为:

无机建筑装饰材料:陶瓷装饰材料;玻璃装饰材料;天然及无机人造装饰石材;无机装饰涂料。

有机建筑装饰材料:塑料装饰材料;有机装饰涂料;木材装饰材料;织物装饰材料;有机人造装饰石材。

无机有机复合装饰材料:有机无机复合装饰涂料,复合型人造装饰石材。

金属装饰材料:彩色涂层钢板;美铝曲板;铝合金装饰板;铝合金花格。

建筑装饰材料具有良好的装饰功能,通过其色彩、质感、图案与造型美化建筑空间,给人以美的享受,同时还具有保护功能,保护建筑物基材不受环境介质的侵蚀,有的装饰材料还具有保温、隔热功能,有的具有调节环境湿度功能,有的具有隔音、吸音功能。有些建筑装饰材料是利用工业废渣、尾矿等生产的,起到了美化环境、消除污染的作用。

我国建筑装饰材料的发展起步较晚,70年代中期才提到议事日程上。起初,仅研究开发一些原料易得、价格便宜的产品,产量少,档次低。旅游业的兴起,加速了我国建筑装饰材料的发展。1984年以来大批引进装饰材料生产线,使我国许多建筑装饰材料产品从无到有,有些已达到高、中档水平,使我国装饰材料行业的发展,有了高的起点。但是和工业发达国家相比,还有较大的差距,还需要对先进的生产技术和设备积极消化吸收,提高生产技术,生产出具有先进水平的产品,从而把我们的国家装扮得更美丽,使人民生活环境更加舒适美好。

本课程是“新型建筑材料”专业的专业课之一,是在物理化学、硅酸盐物理化学、高分子材料学、胶凝材料学、混凝土学等课程之后开设的。

本课程的目的是使学生掌握各类装饰材料生产工艺原理,熟悉常用原料的成分、性质及对产品性能的影响,能根据产品性能要求调整配方,熟悉常用材料的生产工艺流程及工艺参数的控制,了解主要生产设备的工作原理,并具有一定的实验技能,为今后的工作实践打下坚实的基础。

第一章 建筑装饰陶瓷生产工艺

陶瓷自古以来就是建筑物的装饰材料之一,在我国有着悠久的历史。

随着科学技术的飞速发展,建筑装饰陶瓷的花色、品种和性能都有了很大的变化,它满足了人们日益增长的要求。本章介绍应用广泛的建筑装饰陶瓷制品——陶瓷墙地砖。

墙地砖是釉面砖、地砖和外墙砖的总称。地砖中包括铺路砖、大地砖、锦砖(即马赛克)和梯沿砖等。外墙砖包括彩釉外墙砖和无釉外墙砖。

外墙砖是用于建筑物外墙装饰的建筑装饰砖。常见的规格有 $200\times 100\times (8\sim 10)\text{mm}$ 和 $150\times 75\times (8\sim 10)\text{mm}$ 的长方形制品。有带釉的和不带釉的两种。带釉外墙砖近几年已发展到砖面施多种装饰釉的彩釉砖。它具有强度高、防潮、抗冻、易于清洗、釉面抗急冷急热性能良好等特点,因此,带釉外墙砖既适用于外墙面,也可用于内墙和地面装饰。

地砖主要用于铺筑公共建筑、实验室、工厂等地的地面。它不施釉,具有各种形状,如正方形、长方形、六角形、八角形等。表面有单色的、彩色的、光滑的或压有各种几何图形的。地砖要求形状规正、尺寸公差小,强度高、耐磨、耐蚀、易于清洗、装饰美观大方。地砖规格多样,品种繁多,其中具有独特装饰效果的一个品种是陶瓷锦砖。

锦砖,旧称马赛克(Mosaic的音译),是由各种颜色、多种几何形状的小块瓷片铺贴在牛皮纸上形成色彩丰富的图案的装饰砖,故又称纸皮砖。国外用尼龙网铺贴的成卷锦砖又称为地毯式马赛克。小块装饰瓷片大多是 $18\times 18\times 4\text{mm}$ 和 $48\times 48\times 4\text{mm}$ 的方块。还有用锦砖制作壁画的。陶瓷锦砖主要用于室内地面铺贴和外墙装饰,具有不易破碎、美观、耐磨、不吸水、易清洗和不太滑的特点。

釉面砖是用于建筑物内墙装饰的薄板状精陶制品,也有称为瓷砖、瓷片的,具有表面平整、光滑洁净、耐火、防水、抗腐蚀、热稳定性好的特点。用釉面砖装饰建筑物内墙,可使建筑物具有独特的卫生、易清洗和清新美观的建筑效果。釉面砖种类繁多,规格不一,常见的有 $108\times 108\text{mm}$ 和 $152\times 152\text{mm}$ 两种规格的正方形砖和与之配套的边角材料,厚度一般 $5\sim 6\text{mm}$ 。近年来,国内外的釉面砖产品正朝着大而薄的方向发展。在色泽上,由单一颜色正朝着彩色图案砖方面发展。

第一节 陶瓷生产工艺原理

墙地砖是以无机非金属材料(主要是硅酸盐)为主要原料,经准确配料、混合加工后,按一定的工艺方法成型并烧制而成。典型的生产工艺流程如下:

③伊利石类:属于这一类的有水白云母、绢云母等。以伊利石为主的粘土主要是水云母质粘土或绢云母质粘土,如祁门瓷石、河北章村土。

④叶蜡石类:叶蜡石并不属于粘土矿物,因其某些性质近于粘土,而划归粘土之列。如浙江青田蜡石、福建寿山石、上虞叶蜡石等。

⑤水铝英石类:这一类粘土矿物不常见到,往往少量包含在其他粘土中。如唐山A、B、C级矾土。

(3)按耐火度分类

①耐火粘土:耐火度在1580℃以上。

②难熔粘土:耐火度在1350~1580℃之间。

③易熔粘土:耐火度在1350℃以下。

2. 粘土的组成

(1)粘土的化学组成

粘土的主要化学成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 和结晶水。随着矿物生成的地质条件不同,同时含有少量碱金属和碱土金属氧化物以及着色氧化物 Fe_2O_3 、 TiO_2 等。粘土的化学分析项目为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 及灼烧减量等。表1.1列出了我国釉面砖、墙地砖生产常用的粘土化学成分。

表 1.1 我国墙地砖生产常用的粘土原料化学成分

原料名称	产 地	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	灼减	备 注
仓后土	广东清远	70.24	18.28	0.24	—	0.29	0.36	9.82		1.77	制锦砖坯料
仓后土	广东石歧	66.43	20.05	0.40	—	0.88	0.21	8.67		2.81	制锦砖坯料
松塘泥	广东清远	77.96	14.24	0.06	—	0.41	—	5.82		3.14	
大雾红泥	广东大雾	65.30	18.25	5.43	—	0.29	0.63	4.26		5.38	制红色地砖
星子高岭土	江西星子县	48.00	36.61	1.08	—	0.32	0.35	1.20	0.15	12.79	
明砂高岭土	江西景德镇	47.28	37.41	0.78	—	0.36	0.10	2.51	0.23	12.03	
观音山高岭土	福建龙海	63.66	27.39	0.45	—	1.60	—	—	—	—	
苏州土	江苏苏州	47.69	37.60	0.31	—	0.19	0.16	—	0.03	14.06	
界牌土	湖南衡阳	70.34	22.09	0.30	—	0.29	0.10	0.03	0.03	7.92	
紫木节土	河北唐山	46.15	32.58	1.32	—	1.27	0.43	0.74		16.61	
大同土	山西大同	44.64	38.82	0.17	0.46	0.48	0.20	0.44	0.20	15.83	
青田蜡石	浙江青田	65.63	29.01	0.21	0.20	0.03	0.07	0.04	0.11	5.13	
上虞蜡石	浙江上虞	64.84	27.08	0.39	—	0.45	—	0.68		6.39	
马鞍岭漂泥	浙 江	69.52	21.13	0.43	—	0.15	0.13	1.73		7.02	
华星土	福 建	73.92	18.11	0.21	—	0.40	—	—	—	7.06	
东山白土	福 建	63.59	23.66	0.25	—	1.90	—	4.16		5.77	
朔县木节	山西朔县	34.10	45.97	0.94	1.12	0.77	0.10	—	—	17.00	
章村土	河北邢台	45.60	39.92	0.18	0.90	0.29	0.54	5.40	2.65	5.10	
紫干子	辽宁本溪	58.02	15.80	7.55	—	0.55	3.12			4.83	制红地砖
绿干子	辽宁本溪	61.35	16.63	6.51						4.52	制红地砖

根据粘土的化学成分可以在一定程度上判断出烧成色泽和烧结程度,例如粘土中 Fe_2O_3 和 TiO_2 含量高,烧后色泽则不白,若 Fe_2O_3 和 TiO_2 总量小于1%,则对烧后色泽影响

不大;若 Fe_2O_3 含量达1%~2.5%, TiO_2 含量达0.5%~1%,则坯体烧后呈浅黄色或浅灰色; Fe_2O_3 和 TiO_2 含量继续增大,粘土烧后的颜色从黄变至红褐色。如红地砖生产用的粘土原料, Fe_2O_3 含量高达5%~9%。

K_2O 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 等碱金属和碱土金属氧化物具有与 Al_2O_3 、 SiO_2 在较低温度下熔成玻璃态物质的能力,所以这类氧化物含量高,则粘土易于烧结,烧结温度也低。 CaO 和 MgO 还会缩小烧结范围。

如果 Al_2O_3 含量高,而同时 K_2O 等碱性成分含量低,则这类粘土比较耐火,烧结温度也高。如果粘土中 SiO_2 含量高,说明含游离石英杂质,会削弱粘土的可塑性。

(2) 粘土的矿物组成

绝对纯净的粘土是没有的,自然界中粘土矿物通常是数种粘土矿物共生形成的多种矿物的组合。陶瓷工业所用粘土中的主要矿物有高岭石类、微晶高岭石类、伊利石类、叶蜡石类和水铝英石类。

①高岭石类矿物:高岭是江西景德镇附近的一个地名,在那里首先发现了制造瓷器的粘土。现在国际上都把这类制瓷的粘土称为高岭土。高岭土的主要矿物叫做高岭石,其化学通式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。理论组成 Al_2O_3 39.50%, SiO_2 46.54%, H_2O 13.96%,结构式为 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ 。

高岭石晶体呈白色,外形一般是六方鳞片状、粒状和杆状。二次高岭土中粒子形状不规则,边缘折断,尺寸也小。高岭石颗粒平均尺寸为0.3~3 μm 。相对密度2.41~2.63。它的可塑性低,吸附能力小,遇水不会膨胀。纯净的高岭土外观呈白色,一般含有杂质的呈黑褐、粉红、米黄色等。

高岭石结构属于双层结构,它由许多平行的晶层组成,每一晶层系由一层硅氧四面体和一层铝氧八面体通过共用的氧原子联系在一起,相邻两晶层通过八面体的OH键和另一晶层四面体的氧以氢键相联系,它们之间的结合力较弱,因此层理易于裂开及滑移。高岭石晶格内部离子是很少置换的,在晶格破裂时,最外层边缘上有断键,电荷出现不平衡,才吸附其他阳离子,重新建立平衡。高岭石外表面的 OH^- 中的 H^+ 可以被 K^+ 或 Na^+ 所取代。

②微晶高岭石(蒙脱石)类:以微晶高岭石为主要矿物的粘土叫做膨润土。不考虑晶格中的 Al^{3+} 与 Si^{4+} 被其他离子置换时,其理论化学通式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (n 通常大于2)。结构式为 $\text{Al}_4(\text{Si}_8\text{O}_{20})(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。

微晶高岭石呈不规则细粒状或鳞片状,颗粒较小,一般小于0.5 μm ,结晶程度差,晶体轮廓不清,颜色为白色或淡黄色,相对密度为2.0~2.5。它有很强的吸水性,吸水后体积膨胀,所以也叫膨润土。它是三层结构的硅酸盐矿物,每个晶层的两面都是硅氧四面体,中间夹着一层铝氧八面体,晶层之间氧层与氧层相互间的键力很弱(比O—OH弱),形成良好的理解面,层间易于浸入水分子,吸附其它有极性的分子,使晶层间距扩大,产生沿C轴方向的膨胀。晶格中四面体层的 Si^{4+} 可被 Al^{3+} 置换,八面体层中的 Al^{3+} 可被 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等置换,这样使得晶体中电价不平衡,促使晶层之间吸附阳离子,因此晶层之间的距离增加,更易吸收水分而膨胀,这些离子被置换时,又增加了微晶高岭石的阳离子吸附能力。此外,微晶高岭石容易碎裂,颗粒微细,可塑性强,干燥后强度大,干燥收缩也大。由于 Al_2O_3

含量较低,又吸附了其他阳离子,杂质较多,因此烧结温度较低,烧后色泽也不白。

③伊利石类:伊利石是一种常见的水云母类矿物,其理论化学通式为: $[K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O] \cdot nH_2O$,结构式为: $K_{<2}(Al, Fe, Mg)_4(Si, Al)_8O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O$ 。这一类矿物是粘土生成过程的中间产物,多数为云母矿物水解后生成的。如果继续水解最终形成高岭土(水取代了其中的钾、钠离子)。所以它的成分及结构介于云母与高岭石或云母与微晶高岭石之间,成分复杂,存在量大。晶体呈厚度不等的鳞片状,有时带有劈裂与折断的痕迹。

伊利石类矿物构成的粘土一般可塑性低,干后强度小,干燥收缩小,烧结温度低。

④叶蜡石类:叶蜡石的晶体呈扁平不规则形状,其理论化学式为: $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$,结构式为 $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$ 。蜡石是一种硬质粘土,它是微细矿物的集合体,质软,富于脂肪滑腻感,呈致密块状,是以叶蜡石为主要成分的铝硅酸盐。蜡石组成中往往混有石英、高岭石、块滑石等。蜡石是生产釉面砖的主要原料之一。

⑤水铝英石类:这是一类不常见的粘土矿物,往往少量包含在其它粘土中,呈无定形态存在,可以提高粘土的可塑性与结合性,水铝英石的理论化学式为 $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot nH_2O, n=1$ 或 $n>1$ 。

(3)粘土中的杂质矿物

在粘土中与粘土矿物伴生的有一些自生的非粘土矿物,常见的有石英及其变体、铁和铝的氧化物及水化物、碳酸盐、硫酸盐等。它们通常以细小晶粒及集合体分散于粘土中,也有成为独立的矿物颗粒或者覆盖在粘土矿物颗粒表面上。粘土中最有害的杂质是云母和铁化合物等。

①云母:粘土中常见的云母杂质分为白云母和黑云母两类,它们都是高岭石的伴生矿物,白云母加热至 $850 \sim 890^\circ\text{C}$ 时,脱水膨胀,体积增至365%,重量减少5%。温度再升高,则重量不变,体积为原来的65%~70%,当温度达到 1340°C 时,由于闭口孔隙增多体积又增至原来的140%,因此含白云母的粘土常使制品发生汽泡、突起等现象或产生熔洞。黑云母在加热过程中随温度升高体积膨胀,当温度高于 1075°C 时,体积急剧缩小。故含黑云母的粘土常使制品出现圆形熔融结核,或有大量黑色或棕色斑点。此外,云母呈鳞片状结构,表面平滑,还会使粘土结合性减弱。

②铁化合物:铁化合物是粘土中难以消除的有害物,主要有硫化铁(FeS_2)、碳酸亚铁($FeCO_3$)和其他各种氧化铁。硫化铁和碳酸亚铁在高温下易生成 SO_2 和 CO_2 气体,使制品产生熔洞、膨胀和气孔。其他氧化铁为 Fe_2O_3 、 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 、 Fe_3O_4 等,多以细粉状均匀分布于粘土中,使粘土呈黄色或红棕色。一般氧化铁在陶瓷制品中的含量(换算成 Fe_2O_3)低于5%时,只影响其颜色。如含量增大,则制品的化学稳定性降低,甚至形成熔洞、斑疤等严重缺陷。

3. 粘土的性质

粘土的性质主要取决于其化学成分、矿物组成和颗粒组成。

(1)可塑性:粘土的可塑性是指粘土与适量的水拌合捏练形成的泥团,在外力作用下能获得任意形状而不发生裂纹,当外力去掉后,仍能保持形状不变的性质。

粘土的可塑性可以用可塑性指数和可塑性指标表示。可塑性指数为粘土的塑限与液

限之差。塑限是粘土由固态进入塑性状态时的含水量。它表示粘土被水润湿后,形成水化膜,使粘土颗粒能相对滑动而出现塑性的含水量。塑限高,说明粘土颗粒的水化膜厚,工作水分高,但干燥收缩也大。液限是粘土由流动状态进入塑性状态时的含水量。液限反映粘土颗粒与水分子亲合力的大小。液限高的粘土颗粒很细,在水中分散度大,不易干燥,湿坯强度低。可塑性指数表示粘土能形成可塑性泥团的水分变化范围,指数大则成型水分范围大,成型时不易受周围环境湿度及模具的影响,即成型性能好。可塑性指数小的粘土调成的泥浆厚化度大,渗水性强,便于压滤。

可塑性指标是指在工作水分下,粘土受外力作用最初出现裂纹时应力与应变的乘积。可塑性指标反映粘土的成型性能。

根据可塑性指数和可塑性指标可以把粘土分为强塑性粘土(指数大于15或指标大于3.6)、中可塑性粘土(指数为7~15,指标为2.5~3.6)、弱塑性粘土(指数为1~7,指标小于2.5)和非塑性粘土(指数小于1)等四类。

(2)结合性:指粘土能将非可塑性原料粘合,使之成为可以成型的泥团,并在干燥后有一定强度的性能。粘土的可塑性愈强,其结合力也愈大。生产和科研中,以在粘土能够形成塑性泥团的情况下,掺入标准砂的最高量,表征粘土结合能力的大小。掺入的量愈高,说明粘土的结合能力愈强。

(3)收缩性:塑性泥料在干燥后,因水分蒸发,空隙减少,颗粒之间的距离缩短而产生的体积收缩,称为干燥收缩。烧结以后,由于粘土中产生液相填充在空隙中,以及某些结晶物质生成,又使体积进一步收缩,称为烧成收缩。两种收缩构成粘土的总收缩。这种收缩以直线尺寸或体积尺寸的变化表示。体积收缩近似为直线收缩的3倍(误差6%~9%)。

生产中,设计坯体尺寸、石膏模型尺寸时应考虑收缩值。测定时采用试验方法,先测出干燥前后及烧成前后尺寸,然后通过以下公式计算:

$$L_{\text{干}} = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \times 100\%$$

$$L_{\text{烧}} = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \times 100\%$$

$$L_{\text{总}} = \frac{l_0 - l_2}{l_0} \times 100\%$$

式中 $L_{\text{干}}$ ——干燥线收缩率;

$L_{\text{烧}}$ ——烧成线收缩率;

$L_{\text{总}}$ ——总线收缩率;

l_0 ——干燥前尺寸;

l_1 ——干燥后尺寸;

l_2 ——烧成后尺寸。

干燥体积收缩度按下式计算:

$$V_{\text{干}} = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100\%$$

式中 $V_{\text{干}}$ ——干燥体积收缩度;

V_0 ——试样原始体积；

V_1 ——试样干燥后的体积。

线收缩与体积收缩的关系为

$$L_{\mp} = (1 - \sqrt[3]{1 - \frac{V_{\mp}}{100}}) \times 100$$

(4)颗粒组成:颗粒组成是指粘土中含有不同大小颗粒的百分比含量。一般粘土矿物的颗粒平均在 $5\mu\text{m}$ 到 $1\mu\text{m}$ 之间,大部分在 $2\mu\text{m}$ 以下。这一部分直接影响到粘土的可塑性、干燥收缩、孔隙率和强度,以及烧成收缩和烧结性等。粘土的细颗粒愈多则可塑性愈强,干燥收愈也愈大,干燥后强度愈高,而且烧结温度低些。

粘土的颗粒组成和其矿物类型有关。一般来说,含高岭石较多的粘土颗粒较粗,含微晶高岭石(蒙脱石)的粘土则细颗粒较多。表1.2列出了粘土颗粒大小对其物理性质的影响。

表 1.2 粘土颗粒大小对其物理性质的影响

颗粒平均直径(μm)	100 克颗粒的表面积(cm^2)	干燥收缩(%)	干燥强度(MPa)	相对可塑性
8.50	13×10^4	0.0	0.46	无
2.20	392×10^4	0.0	1.4	无
1.10	794×10^4	0.6	4.7	4.40
0.55	1750×10^4	7.8	6.4	6.30
0.45	2710×10^4	10.0	13.0	7.60
0.28	3880×10^4	23.0	29.6	8.20
0.14	7100×10^4	30.5	45.8	10.20

(5)粘土的稀释性:当在粘土中加入超过液限的水分时,即变为可流动的泥浆。粘土泥浆的流动度是指泥浆粘度的大小。它是由粘土含水量,粘土物质的矿物组成,粘土所吸附的阳离子性质,粘土的颗粒细度及所加入电解质的种类与数量等因素决定。

由于粘土颗粒表面带有电荷,因而能使水分子极化和吸附溶液中的阳离子。不同离子半径、带有不同数量电荷的阳离子被粘土粒子吸附的能力也不同,易被粘土粒子牢固吸附的阳离子可以置换那些吸附得不牢固的阳离子(离子交换),从而改变粘土颗粒表面与阳离子一起被吸附的水量,同时改变泥浆的流动性。一价阳离子(K^+ 、 Na^+)所带电荷较少,结合水膜较厚,在被粘土粒子吸附时可使粘土泥浆具有较好的流动性,这就是用电解质可使泥浆稀释的本质。

(6)烧结性:粘土是多矿物组成的物质,没有固定的熔点,而是在相当大的温度范围内逐渐软化。一般来说当温度超过 800°C 时,粘土试样体积开始剧烈收缩,气孔率开始明显减少,这种开始剧烈变化的温度称为开始烧结温度(图1.1中的 T_1)。温度继续升高至某一温度,开口气孔率降至最低,收缩率达到最大,试样致密度最高,这时的状态称为烧结。达到烧结状态的温度称为烧结温度(图1.1中的 T_2)。若温度继续升高,会出现一个稳定阶段,在这个阶段中,气孔率与密度不发生显著变化。持续一段时间,随着温度的继续升高,试样开始软化(图1.1中的 T_3),气孔率逐渐增大,密度逐渐下降,出现过烧膨胀。通常把完全烧

结与开始软化之间的温度范围称为烧结范围(图 1.1 中的 $T_2 \sim T_3$)。

从生产控制来考虑,希望粘土的烧结温度范围宽些。这主要取决于粘土中所含熔剂矿物的种类和数量。优质高岭土的烧结范围可达 200°C ,不纯粘土约为 150°C ,水云母类粘土仅有 $50 \sim 80^\circ\text{C}$ 。

(7)耐火度:耐火度反映粘土原料抵抗高温作用不致熔化的能力。耐火度的测定是将一定细度的原料制成一定形状和大小的截头三角锥,在一定的升温制度下,测出锥的顶端弯至锥底平面时的温度。

粘土的耐火度主要取决于其化学组成, Al_2O_3 提高粘土的耐火度,碱性氧化物降低粘土的耐火度。一般粘土常含杂质 K_2O 、 Na_2O 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 等氧化物,耐火度随杂质的增加而降低。根据下式可近似计算某种粘土的耐火度:

$$T = 5.5A + 1534 - (8.3F + 2Mo) \cdot \frac{30}{A}$$

式中: T ——粘土的耐火度, $^\circ\text{C}$;

A ——氧化铝含量, %;

F ——氧化铁含量, %;

Mo —— TiO_2 、 MgO 、 CaO 和 R_2O 的总量, %。

所有氧化物含量为无灼减含量的百分含量,该公式适用于 Al_2O_3 含量在 $15\% \sim 50\%$ 的粘土。

表 1.3 列出了几种粘土的工艺性能。

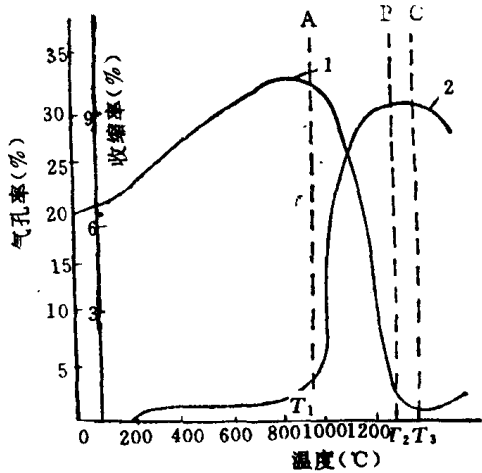


图 1.1 粘土加热过程坯体气孔率和收缩率变化示意图
1—气孔率曲线;2—收缩率曲线

表 1.3 几种粘土的工艺性能

原料名称	相对密度	可塑性指数			可塑性指标		干燥抗折强度 (MPa)	干燥线收缩率 (%)	烧成线收缩率 (%)
		液限 (%)	塑限 (%)	可塑性指数	数值	相对含水率 (%)			
江西星子高岭土	2.62	—	—	—	1.64	30.66	0.994	6.37	8.69
明砂高岭	2.60	—	—	—	0.41	29.55	0.439	4.10	13.10
湖南衡山东湖泥	2.61	—	—	8.66	2.074	—	1.097	5.08	14.12
观音山瓷石	2.67	—	—	—	—	27.18	0.492	6.8	11.72
湖南界牌土	2.58	—	—	16.59	3.33	—	1.444	7.25	4.64
山西大同土	2.70	—	—	6.9	1.45	—	1.244	6.7	1.7
河北章村土	2.74	18.60	16.31	2.35	—	—	—	3.9	6.35
唐山紫木节	2.76	—	—	17.3	2.44	—	2.45	7.8	13.70
黑山膨润土	2.27	87	52	35.0	1.06	—	—	16.0	—
吉林永曲柳	—	—	—	23.0	3.4	—	4.0~8.7	8~9	9.2

4. 粘土在坯料中的作用

粘土具有可塑性,在坯料中对一些瘠性原料具有结合作用并赋予坯料良好的成型性能,使坯体在干燥过程中避免变形开裂,并具有一定的干燥强度。坯料中的 Al_2O_3 成分主要由粘土提供。粘土加热分解并于 1000°C 以上生成莫来石结晶体。莫来石具有高的耐急冷急热性和机械强度,能赋予陶瓷各种优良的性能。某些易熔粘土可以单独用来制成墙地砖产品。

二、瘠性原料

墙地砖生产常用的瘠性原料有石英和废砖粉。它们的加入能够降低坯体的干燥收缩和变形,加速干燥和减少制品开裂。

1. 石英

普通结晶状的二氧化硅矿物通称石英,它是地壳中分布最广的矿物之一。由于造岩成矿的条件不同,石英具有多种同质多相变体。纯度较大($\text{SiO}_2 > 99\%$)的硅质岩浆岩叫做脉石英;由细粒二氧化硅胶结砂粒组成的硅质岩叫石英岩, SiO_2 含量约97%左右;由粘土或其他物质胶结细粒二氧化硅晶体的沉积岩叫砂岩, SiO_2 含量一般在90%~95%;风化后呈粒状的石英,叫石英砂,杂质较多。

(1)石英的一般性质:石英的化学成分为 SiO_2 ,常含有少量杂质成分,如 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 TiO_2 等。这些杂质成分是成矿过程中残留的其他夹杂矿物带入的,这些夹杂矿物主要有碳酸盐(白云石、方解石、菱镁矿等)、长石、金红石、板钛矿、云母和铁的氧化物等。此外还有一些微量的液态和气态包裹物。表1.4列出了我国一些地区石英原料的化学成分。

表 1.4 石英原料的化学成分

产 地	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	灼减
吉林江蜜蜂石英	99.15	0.14	0.26	—	—	—	—	—
河南铁门硅石	98.84	0.48	0.19	痕迹	痕迹	—	—	—
山东泰安石英	99.48	0.36	0.10	—	—	—	痕迹	0.03
内蒙古包头石英	99.79	痕迹	0.06	0.18	—	—	—	0.34
内蒙古石英砂	90.48	5.56	0.68	0.88	0.30	2.0	—	0.43
湖南长沙石英	99.50	0.10	0.30	—	—	—	—	—
山西五台石英	93.99	1.97	0.96	1.65	—	—	—	—
广东潮安桑浦石英	99.53	0.19	痕迹	0.04	—	—	—	—

石英的外观视其种类不同而异,有的呈乳白色,有的呈灰色半透明状态,断面有玻璃光泽或脂肪光泽,莫氏硬度为7,相对密度因晶型而异,在2.23~2.65之间。

(2)石英在加热过程中的多晶转变:石英属于架状结构,在其结构中硅和氧组成硅氧四面体($[\text{SiO}_4]^{-4}$),各四面体互相以角顶相联,每一硅离子被位于四面体各角顶的四个氧离子所包围,而每一氧离子则与两个硅离子相联接。但由于硅氧四面体在空间上的联接形式有所差异,因而表现出一系列同质多相变体。按照硅氧四面体的连接方式,石英主要有