



陶瓷和耐火材料工艺学

第一册

建筑用粗陶瓷工艺学

〔苏联〕П·П·布德尼柯夫 主编

王景圣译

中国工业出版社



陶瓷和耐火材料工艺学

第 一 册

建筑用粗陶瓷工艺学

〔苏联〕П·П·布德尼柯夫 主編

王 景 圣 译

中国工业出版社

本书译自苏联П.П.布德尼柯夫(Будников)主编《陶瓷和耐火材料工艺学》(Технология керамики и огнеупоров)1962年第三版粗陶瓷部分。该书1955年第一版耐火材料及细陶瓷两部分,分别在1958年由建筑工程出版社以《耐火材料工艺学》、《细陶瓷工艺学》两书出版。原书为苏联高等院校硅酸盐专业教科书之一。

本书系统地叙述了砌墙材料、屋面材料、立面材料、陶粒、炉用面砖、马尧利卡制品以及炆质陶瓷制品的生产工艺。它可作为我国高等院校硅酸盐专业教学参考书,亦可供有关生产、设计和科学研究人员阅读。

П.П.Будников, А.С.Бережной,
И.А.Булавин, Г.П.Каллига,
Г.В.Куколев, Д.Н.Полубояринов

ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМИКИ И ОГНЕУПОРОВ
ГОССТРОЙИЗДАТ МОСКВА—1962

* * *
陶瓷和耐火材料工艺学

第一册

建筑用粗陶瓷工艺学

王景圣 译

*
建筑工程部图书编辑部编辑(北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版(北京任胡同路西10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*
开本850×1168 1/32·印张4·字数102,000

1964年10月北京第一版·1964年10月北京第一次印刷

印数0001—2,460·定价(科六)0.60元

*
统一书号: 15165·3210(建工-390)

目 录

| | |
|----------------------------------|-----|
| 第一章 建筑陶瓷制品的分类 | 1 |
| 第二章 砌墙材料、屋面材料和立面材料 | 3 |
| 制品的种类..... | 3 |
| 制品的性能..... | 10 |
| 原料..... | 13 |
| 制品的生产方法..... | 27 |
| 立面陶瓷制品的生产特点..... | 66 |
| 瓦的生产特点..... | 70 |
| 第三章 陶粒 | 72 |
| 第四章 炉用面砖（瓷砖）和馬尧利卡制品 | 76 |
| 炉用面砖..... | 76 |
| 馬尧利卡制品..... | 82 |
| 第五章 炻质陶瓷制品 | 84 |
| 熔烧砖..... | 86 |
| 鋪地用陶瓷板..... | 88 |
| 污水管..... | 102 |
| 耐酸陶瓷制品..... | 116 |

第一章 建筑陶瓷制品的分类

用来建造房屋、道路、排水管网和其他工程构筑物，以及用来装备盥洗室和装修房屋内外墙面的陶瓷材料，都属于建筑陶瓷制品。这些制品的品种很多，而且用途、性能、制造方法和原料种类都不同，对它们进行严格而统一的分类是困难的。然而，建筑陶瓷制品，还是可以根据其各种不同的特征进行分类的。

根据使用范围和用途，建筑陶瓷制品可分为：

- 1) 砌墙材料——空心砌块、砖；
- 2) 屋面材料——瓦；
- 3) 立面饰面制品——复面砌块和复面砖、板材、建筑艺术制品；
- 4) 内用饰面制品——施釉的细陶板、铺地用陶瓷板、瓷砖；
- 5) 卫生工程制品——浴盆、洗涤盆、盥洗盆等；
- 6) 特殊用途材料——下水管、排水管、缸砖等。

根据材料的焙烧程度和建筑陶瓷制品的密度，建筑陶瓷制品大致可分为：

- 1) 多孔陶瓷制品——砌墙材料、屋面材料、立面材料、饰面陶瓷板和瓷砖等；
- 2) 烧结性炆质陶瓷制品——铺地用陶瓷板、缸砖、下水管和卫生工程用半瓷制品等。

至于制品材料的结构，可能是微粒状的，或是粗粒状的，采用那一种材料，要以原料的加工方法、制品的种类和用途来决定。由粒状坯料制成的制品和具有粗粒状结构的制品，都属于特种建筑用粗陶（如砌墙材料、瓦）；而具有微粒结构的制品，则属于细陶类（施釉的细陶板、卫生工程制品等）。为了赋予观赏

性和防止外部介质的侵蚀作用，在不少制品上施釉。因此，建筑陶瓷制品又分为施釉的和无釉的。

制造建筑陶瓷制品的主要原料有：易熔粘土、难熔粘土和高岭土。产品的性能决定于原料的质量及其处理方法。

制造建筑陶瓷制品的主要工序如下：原料的准备和配制、坯料的成型、干燥和烧成。制品的成型，按材料的制备特点不同，主要有三种方法：

可塑成型法——无论用机械或手工，均容易地将可塑性粘土坯料制成坯体；

半干压法——用模压法将粉末状坯料压成坯体；

注浆法——往石膏模内浇注粘土水悬浮液（泥浆）。

第二章 砌墙材料、屋面材料和立面材料[●]

从生产规模和在建中的用途来看，砌墙、屋面和立面陶瓷材料都是建筑粗陶瓷中主要的多孔制品。

制品的种类

砌墙材料是砌筑房屋和构筑物的墙壁用的。这类制品包括：普通（实心）粘土砖、空心砖（包括标准高度为65毫米的孔洞砖和多孔隙孔洞砖）、倍半砖（103毫米）、空心砌块、成倍砖（砌砖时砂浆缝之宽应为8~10毫米）。成倍砖是砖和砌块的砌合体，砌墙时同时使用。

表1列上几种砌墙材料及其性能。在铺砌楼板和砌筑隔墙、过梁、通风道、烟道、围墙，以及安装电线用的特种空心砌块的制造和使用方面，积累了一些经验。

用小块砖或小砌块砌墙，砌砖工所耗用的手工劳动量大，而且施工时间也长。在建筑工程中，用高功率的起重机来安装楼房时，使用象振动砖壁板和砌墙用块材（在个别情况下使用）之类的整块大型构件是很有利的。

振动砖壁板是安装砖砌建筑物用的整片构件。其高等于层高，其长等于结构布局的建筑物柱网的间距（或等于间距的一部分）。

生产壁板，是为了安装内外壁、间壁和特殊部分（如勒脚）。这种壁板有单层的（有一块砖的1/4或1/2厚，有的有一块砖厚）和多层的（2~

● 在编写本章时，采用了本书第二版中B.M. 格里西克（Грисик）写的有关章节的一些资料。

3层)两种。厚27厘米的壁板是安装内壁用的,而带有一层保温层的多层壁板(用泡沫玻璃、多孔混凝土或矿物棉制成)是安装外壁用的。

壁板的正面可能敷上一层水泥砂浆,或是铺上一层饰面砖或陶瓷板。壁板主要是以流水作业法制造的。其制造流程如下(如有窗洞的三层壁板):准备模板、将窗框嵌入模板中、安装金属焊接骨架、敷砂浆、铺一层砖、再敷砂浆和振动、铺设保温层、敷砂浆、铺砖、再敷砂浆和振动;铺一层砂浆。此后,为了使砂浆早些凝结起见,应该用热湿法处理壁板,拆除模板,存入仓库,以提高强度。壁板在制砖厂进行生产。

砖砌块是安装砖砌房屋和构筑物用的装配式并合构件。根据用途不同,砖砌块分为内墙用板、外墙用板、勒脚和地下室墙用板等。

砌块是由砖和陶块并合而成的。在进行振动时,将砖和陶块固接在一起,然后将砌块放在通风处,或是装入专门的室内,以使砂浆凝结。

有时,在砌块的正面抹灰,或是铺一层面砖或饰面陶瓷板。这些工作都是在制造砌块的地方进行的。

砖砌块无论在制砖厂或是在施工工地,都可以制造。

空心制品有带贯穿孔的和不带贯穿孔的(五面砖)。通常,贯穿孔呈圆形(直径不超过15~16毫米)或缝状(缝宽不超过12毫米),以避免在砌筑时砂浆塞住孔洞,并保证制品拥有保持墙壁温度所需要的性能。五面朝上码放的五面砖(用半干压法成型),其孔洞可以尽可能大些。圆形孔洞数量不等,有13至105个。并排的缝状孔洞,通常有7、9、18个。

孔洞容积占制品体积(孔隙度)的9~30%,在个别情况下达到70%。通常,大都制造竖孔的制品,而很少制造水平孔的制品。往坯料中掺入在焙烧时能烧尽的添加物,即可获得多孔隙孔洞制品。制造孔隙度大的制品时,使用可燃物同样是很有效的。制造这类制品,不但能节约原料和燃料,而且也不需要很长的干燥时间和烧成时间。容重1,450公斤/立方米的砌墙制品,尚可称为“有效的砌墙材料”。这类制品不仅有利于生产,而且因其自重轻和保温性能优良,在建筑上可缩小墙壁的厚度,节约砌墙材料及运输费用,并可减轻结构重量等。

屋面材料 铺设单层和多层建筑物的屋面用的粘土瓦,是一

表 1

砌墙材料的规格

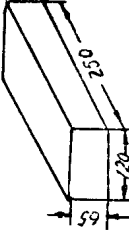
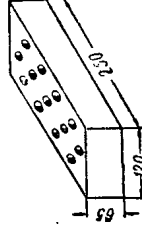
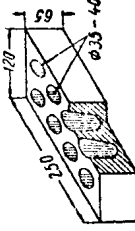
| 制品的名称 | 制品的外形(图例) | 5个试样的平均强度极限(公斤/平方厘米) | | 吸水率 (%) | 容重 (公斤/立方米) | 孔隙度 (%) |
|--|--|----------------------|--|------------|--|---|
| | | 抗压 | 抗弯 | | | |
| 普通粘土砖(用塑法成型的和半干压法成型的, 国定全苏标准530-54) (250×120×65毫米) |  | 不小于 75~150● | 用塑法成型的 的不小于18~ 28, 用半干压 法成型的则不 小于14~20 | 不低于 8 | 1700~1900 | 实 心 砖 |
| 用塑法成型的粘土空心砖 (空心砖和多孔隙孔洞砖, 国定全苏标准6316-55) [孔洞砖 250×120×65 (103)毫米] |  | 不 小 于 75~150● | 不 小 于 14~20 | 不 低 于 6 | A 级 达 1300 B 级 达 1300~ 1450● | 9~21 (根据孔 洞的洞数和 尺寸) 105- 孔洞砖达30 |
| 用半干压法成型的粘土空心砖 (国定全苏标准6248-59) [五面砖 250×120×65 (103)毫米] |  | 不 小 于 75~150 | 不 小 于 14~20 | 不 低 于 8 | 不 小 于 1500● | 一 般 不 超 过 14~19; 孔 洞 大 者 达 28 |

表 1 (續)

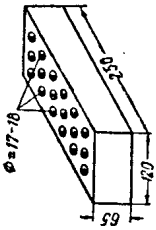
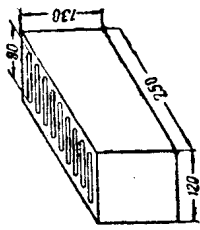
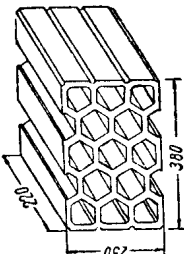
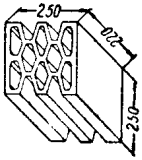
| 制 品 的 名 称 | 制 品 的 外 形 (图 例) | 5 个 試 样 的 平 均 强 度 极 限 (孔 洞 面 在 内) (公 斤 / 平 方 厘 米) | | | 吸 水 率 (%) | 容 重 (公 斤 / 立 方 米) | 孔 隙 度 (%) |
|--|--|--|------------------|------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| | | 抗 压 | 抗 弯 | 抗 折 | | | |
| 用 半 干 压 法 成 型 的 粘 土 空 心 砖 (国 定 全 苏 标 准 6248- 59) [孔 洞 砖 250 × 120 × 65 (103) 毫 米] |  | 不 小 于 75 ~ 150 ● | 不 小 于 14 ~ 20 | 不 低 于 8 | 不 超 过 1500 ● | 一 般 不 超 过 14 ~ 19 | |
| 用 塑 法 压 制 法 成 型 的 砌 墙 用 陶 瓷 空 心 砌 块 (国 定 全 苏 标 准 6328-55) (空 缝 砖 250 × 120 × 138 毫 米) |  | 不 小 于 75 ~ 150 ● | — | 不 低 于 6 | 不 超 过 1400 | 25 ~ 30 或 30 以 上 | |

表 1 (續)

| 制品的名称 | 制品的外形(图例) | 5个试样的平均强度 极限(孔洞面在內) (公斤/平方厘米) | | 吸水率 (%) | 容重 (公斤/ 立方米) | 孔隙度 (%) |
|-----------------|--|-------------------------------------|----|------------|--------------------|------------|
| | | 抗压 | 抗弯 | | | |
| 大型砌墙用陶瓷砌块(蜂窝型)① |  | 35~75 | — | — | 600 | 70 |
| 壁板用砌块(主要的)② |  | 75 | — | — | 750 | 56 |

① 在特殊情况下,可用塑法成型50号砖和砌块。

② 容重超过上述标准的砖,被認為普通粘土实心砖。

③ 大面的贯穿孔的直径不应超过15毫米。

④ 最近,研制了一种孔隙度大的、有效的砌墙用砌块,其中包括制造壁板和其他板材用砌块。

种耐久的屋面材料。在苏联，瓦的类型很多（见图1），其中主要有：

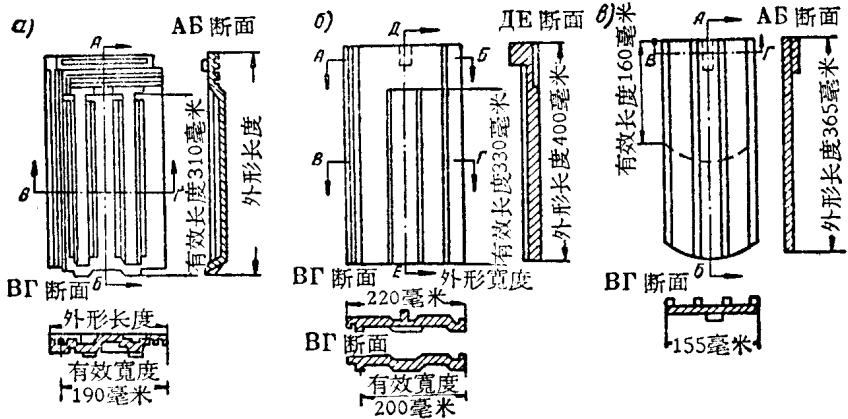


图1 瓦的种类

a—压型槽瓦；b—条状槽瓦；c—条状平瓦

1) 压型槽瓦。将泥料用模型压制而得。它的周围有搭接沟与棱角，在铺瓦时复盖力很大。

2) 条状槽瓦和条状平瓦。用带式压型机压成。槽瓦两侧有压固的搭接沟和棱角，而平瓦不够密实，复盖力小，在1平方米屋面上的重量亦显得较大。

3) 脊瓦。用模型压制而得。用于复盖屋脊和屋顶伸出的脊部。

立面陶瓷制品是装饰砖砌房屋和建筑物的立面用的。这类制品包括：

立面陶瓷砖和**立面陶瓷砌块**（普通砌块和异型砌块，国定全苏标准7484-55）。在砌墙时，这种制品和普通砖砌合在一起。它们应该有两个平滑的、凸起的或经过装饰的正面。一般面砖和饰面砌块的形状、尺寸、孔洞特征、强度指标，都同砌墙用的砖和砌块相似（见表1）。

立面陶瓷板（国定全苏标准 6664-59）。这种制品是鑲飾壁面、墙角、門窗洞口上面的过梁用的。

根据同砖砌体不同的固接方式，立面陶瓷板分为鑲嵌式和插入式两种。鑲嵌式陶瓷板不和砖垛砌合，而是在墙壁筑成和沉降后以水泥砂浆贴在壁面上的。插入式陶瓷板^①是在砌墙过程中安装的，其尾部要砌入墙砌体里。

陶瓷板，特别是插入式陶瓷板的正面尺寸，通常与墙砖（砌块）的尺寸相同，即为 120×65 毫米（砖顶面的尺寸），有时长达500毫米，高相当于厚1、2、3或4层的砖砌体（估计每层砌体厚65、140、215和290毫米）之高。几种类型的立面陶瓷板示于图2。

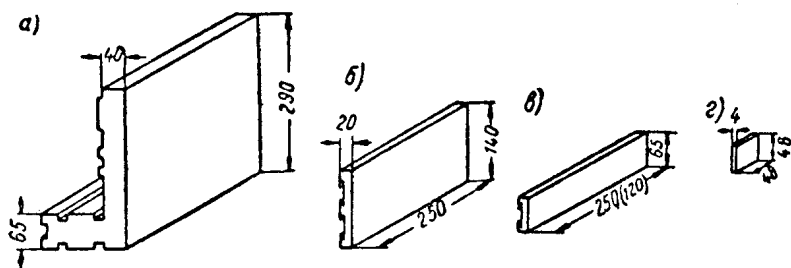


图 2 立面陶瓷板

a—插入式陶瓷板；b与c—小型鑲嵌式陶瓷板；z—地毯式陶瓷板

最近，采用正面尺寸小的陶瓷板（如 48×48 毫米的地毯式薄壁陶瓷板）。这种陶瓷板在出产时就象“地毯”——贴有许多小板片的纸板（如同地面砖的生产）一样，用来装饰房屋的外部。这种立面陶瓷制品在安装装配式住宅建筑时，用来装饰墙壁用板材和大型块材，外观非常美丽。

以手工砌墙时，若用插入式陶瓷板装饰壁面，则使建筑操作

① 由于插入式立面陶瓷板结构有缺陷、制造上不经济，而且不能在施工工业化的情况下采用，故不允许大批生产。

复杂化，而且使施工费用增多。此外，制造正面1平方米的插入式陶瓷板所耗用的原料、燃料和劳动力，也比制造小型薄壁板和地毯式陶瓷板所耗用的多。

房屋沉降后，用镶嵌式陶瓷板装饰壁面是非常繁重的，而且需要很多劳动力和材料。用手工砌墙时，使用饰面制品——砖和砌块是很合理的，因为使用这些制品，就毋须另外装饰壁面。

建筑艺术饰件。它是用于房屋和建筑物的檐、腰线、嵌板和其他部分。

立面制品的表面可能是平坦的（或槽型的）、经过装饰的、光滑的、带浮雕的、无涂层（即呈原料的本色）的或带涂层（如釉层）的。

苏联的大部分饰面制品都不带涂层，而且也不呈浅色。

制品的性能

受到大气变化（温度和湿度）的影响和经常有很大负荷的、构成房屋和构筑物外围结构的砌墙用、立面用和屋面用陶瓷材料，在强度、耐久性、吸水率、重量、隔热性能和外观方面都有一定的要求。

强度 砌体中的制品承受上层结构极大的挤压负荷和弯曲负荷。因此，有必要测定制品的抗压和抗弯强度极限（公斤/平方厘米）。空心制品强度极限的测定，应包括承受负荷的整个面，而不包括孔洞（总和）。

根据抗压强度极限值不同，墙砖、壁用砌块、面砖和饰面砌块分为75、100、125和150号几类。一批产品的标号表示通过试验所得到的5个试样抗压强度极限的平均值和最小值。如果平均强度等于两个标号的中間数值，那么制品就应属于较低标号的一类。每块砖的标号都表示它本身的抗弯强度极限值（见表1）。如果抗弯强度极限低于标准，那么砖的标号亦低。壁用和饰面砌块、倍半砖比普通砖高得多（138~140和103:65毫米），因而能承受较大的总弯曲负荷，它们的抗弯强度极限尚未确定。

立面陶瓷板全截面的抗压和抗弯强度极限（5个試样的平均值）如下：塑法成型的，不应低于150和28公斤/平方厘米；半干压法成型的，不应低于75和12公斤/平方厘米。許多建筑裝飾配件，则不低于75公斤/平方厘米。

所有瓦的抗断强度业已确定，即不应低于70公斤。

抗冻性 这一指标在很大程度上决定着材料的耐久性。

秋、冬和春季，砌在外部结构的制品，因經受交替的冻结和融化而处于潮湿状态。饱吸水分的劣质制品，若經過反复冻结和融化，就会有破坏（脫层、剝落、龟裂、崩裂，因而失去强度）的可能，因此有必要探討其不抗冻的迹象。砖不抗冻的原因，尚未彻底查明。但是可以根据所进行的研究，談談某些想法：經吸水的毛細管多孔体在冻结时，其内部产生溫度差，它决定于毛細管（气孔）的性状（大小）和水分流动时（或多或少）物体表面的性能。实际上，后一情况往往会使制品个别部分的毛細管（气孔）充滿水。当水冻结成冰时，其体积便增大9%。这时产生很大的破坏材料的內应力。但是，填滿气孔的水分在变冷时往往因流动而减少，故在结冰时，气孔中便出現能容納水的附加范围。唯有符合这种情况，制品才具有抗冻性。

根据A. С. 別尔克曼（Беркман）和И. Г. 米利尼柯娃（Мельникова）的資料^①，尺寸大于200微米的气孔（一部分填滿水的后备气孔）和尺寸200至0.1微米的气孔（气孔中的水量保持不变，水不到零下15°C就冻结），它們的容积比具有重要的意义，砖的抗冻性就决定于这种容积比。如果这一容积比（以百分率表示）大于9，那么气孔尺寸200至0.1微米的制品便具备了抗冻性。

在其他相同的条件下，提高烧成溫度、往混合物中掺入可燃物（重量百分比2~3的短焰煤末）及生产空心砖，也能提高砖（主要是以半干压法成型）的抗冻性。

实践証明，如果吸水的墙砖和壁用砌块在零下15°C或更低的

溫度下冻结，然后在 $+15\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的溫度下在水中融化的交替循环不少于15次而不致破坏，那么房屋和建筑物便具备了必要的耐久性。在外界影响比較大的情况下，立面陶瓷制品和瓦应經受住交替的冻融循环不少于25次。

同湿度大的介质接触的制品（如浴室和洗衣房的墙壁上的），其抗冻性应该高。

冬季，在計算溫度不到零下 10°C 的苏联南方，砖和砌块因不抗冻而损坏的情形是没有的。

重量 制品的重量是鉴定建筑材料质量的重要指标。在工业中，檢驗材料时經常測定其单位体积重量——容重。它以公斤/立方米和吨/立方米表示。

制品的容重主要决定于它的气孔率和孔隙度。实心粘土砖的容重为1700~1900公斤/立方米，而多孔隙空心制品和空心制品的容重为600~1500公斤/立方米。气孔率和孔隙度愈高，制品的容重就愈小，其保温性能也就愈好。因此，在建筑中采用砌墙用的空心制品和多孔隙空心制品，比采用实心砖更能減輕結構重量和减小外墙厚度（中部腰綫用砖可从 $2\frac{1}{2}$ 减少到2和 $1\frac{1}{2}$ 砖）。空心砖、多孔隙空心砖和砌块的最大容重已有适当的标准。普通实心粘土砖的标准容重比上述制品的标准容重大。

平瓦在1平方米屋面上的极限重量和脊瓦在1延米屋頂上的极限重量（在飽吸水分的情况下）都有規定。根据瓦的种类不同，平瓦在1平方米屋面上的重量不应超过50~65公斤，而脊瓦在1延米屋頂上的重量則不应超过8公斤。

吸水性 是指材料的吸水能力，它决定于材料的开口气孔率。吸水率就是制品的吸水量和干燥制品重量之比，以百分率表示。由于制品的用途不同，对其吸水性的要求也不同。

砖和砌块应该保証墙壁有防热性能，所以它們必須有一定的气孔率（不应小于6~8%）。为了保証砖和砂浆有必需的粘結强度，应确定吸水率的最低极限。

要賦予立面制品以裝飾性，其开口气孔率就不应该大。立面

制品的吸水率应为6~14%。

瓦的吸水率尚未訂出标准，但大致为6~14%。

外观 制品，特别是立面陶瓷制品的外观是很重要的。制品是根据所谓外观指标进行检验的。由于制品的用途不同，对其提出的外观指标的要求亦異。外观指标包括：表面和棱角扭曲的程度、直角面的偏差、边角和棱角的残缺和钝化、裂缝和发纹、离10米外可见的褪色痕迹和斑点，以及其他缺陷。

除了上述指标外，还要求制品有一定的规格：如尺寸的准确、颜色的纯正、材料结构的完整，以及与材料用途有关的其他特点。

原 料

墙壁用和屋面用陶瓷制品，主要是由易熔粘土制成的。制造立面陶瓷制品的原料有易熔^①、难熔和低級耐火粘土（如Ч-3号恰索夫-雅尔耐火粘土）。为了改变粘土的性能，附加瘠化物和可燃物。

粘 土

粘土是能与水和成可塑泥团、干燥后保持原有形状、烧成后坚硬如石的半矿物质混合物。

粘土是由于地壳表面带的各种岩石在物理、物理-化学和生物化学作用破坏的结果生成的。

粘土物质根据生成（堆积）^②条件不同分为残余（冲积）粘土和沉积（次生）粘土。残余粘土直接在原生岩分解的地方生成，而沉积粘土是由于粘土沉积物为水、冰川或风漂积的结果生

① 现行分类法将粘土分为：耐火度高于1580°C的耐火粘土、耐火度1350°C的难熔粘土及耐火度低于1350°C的易熔粘土。

② Труды Научно-исследовательского геохимического института (ВСЕ-ГЕИ), Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин. Составлено под руководством М.Ф. Викуловой, М. 1957,