

# 花岗石废弃物在墙地砖中的应用

俞平利<sup>1,2</sup>, 张樵英<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)研究生院, 湖北 武汉 430074)

(2. 华侨大学材料科学与工程学院, 福建 泉州 362011)

**摘要:**将几种花岗石粉末或碎料作为主要原料应用在建筑用墙地砖生产中。研究高岭土、熔剂含量对试样性能的影响,分析花岗石废弃物在建筑用墙地砖生产中的应用可能性,探讨原料成分定量化等问题。试验结果表明:含熔剂 25%~35%,高岭土含量 15%~35%时,45%左右的样品机械强度、吸水率等性质符合或超过墙地砖质量要求。部分样品抗冲击强度大于 20 次、吸水率几乎为零,具有优异的抗冻溶性能,可作为无釉地砖用于寒冷地区及潮湿地区。

**关键词:**花岗石废弃物;墙地砖;机械强度;吸水率;抗冲击强度

**中图分类号:**TD985 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2001)05-0032-05

## 1 前 言

石材粉末属固体废弃物,由于粉体粒度小,无可塑性、成分复杂不稳定等原因,使其在水泥、空心砖、铺路等各个方面应用效果均很差;将石粉弃置野外,粉体随风、水等流动,造成农田抛荒及水体淤塞、土质劣化等严重后果。本文研究花岗石材粉末在建筑陶瓷生产中的应用可能性。

花岗石材几乎包括了所有岩浆侵入岩。岩浆岩的化学成分约 98%由  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{H}_2\text{O}$  等组成。 $\text{SiO}_2$  的重量百分含量是岩浆岩分类的主要参数,而从岩浆岩的色率(岩浆岩中暗色矿物的体积百分含量)可大致推知岩石的化学性质,并可判断大概的岩石类别<sup>[1]</sup>。因此,可以根据色率对花岗石材进行分类,将  $\text{SiO}_2$  含量接近的花岗石粉末归为一类,以保证原料成分的相对稳定。

浅色花岗石大部分为酸性花岗岩,主要矿物成分有钾长石、酸性斜长石、石英以及少

量暗色矿物。酸性花岗岩中  $\text{SiO}_2$  达 66%以上, $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$  含量很低,而  $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  含量较高;暗色矿物多为黑云母,暗色矿物含量  $<15\%$ 。深色花岗石材以中基性岩浆岩为主, $\text{SiO}_2$  含量为 45%~53%, $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  含量少, $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$  含量很高;暗色矿物占 40%~90%(一般 40%~70%)<sup>[1]</sup>。

对建筑材料而言,墙地砖的主要成分是  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,助熔成分包括碱金属和碱土金属氧化物,除了白色墙地砖以外,大部分产品对坯体含铁量要求不高。因此,可以将经过分类的花岗石材粉末,作为建筑陶瓷原料。笔者选择三种典型的花岗石材粉末,结合低温熔剂原料,进行墙地砖实验室烧结试验。

## 2 实 验

### 2.1 原料组成

三种典型的石材粉末是:1号——浅灰白色花岗石粉末、2号——枫叶红花岗石以及6号——黑色花岗石粉末。原料化学成分如表1所示。

表 1 原料化学组成/%

原 料	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
低温熔剂	1.08	10.95	8.58	1.59	3.50	0.37	67.26
高岭土	2.17	0.20	0.36	0.26	23.73	1.35	64.35
石粉 1 号	4.09	3.55	0.48	0.21	14.25	1.29	75.86
石粉 2 号	5.48	3.40	0.32	0.25	13.55	1.70	74.53
石粉 6 号	2.00	2.80	8.21	8.31	13.58	12.10	52.81

## 2.2 实验条件和测试方法

将原料按方称重,球磨并压制成片状试样,参照常规墙地砖快速烧成工艺,在硅碳棒高温电阻炉中进行烧成实验。烧成温度分别为 1000℃、1050℃、1100℃,部分样品包括 900℃、950℃;烧成时间 1h 左右。测定烧成试样的吸水率、烧成收缩率及抗冲击强度等性能。

烧成收缩率=(烧成前尺寸-烧成后尺寸)/烧成前尺寸。吸水率=(湿重-干重)/干重。干重即烧成试样在 105~110℃烘干称重所得;然后在清水中煮沸 2h,再在原水中浸泡 1h 后,加适量凉水,使试样凉至室温,擦干样品表面附着水分,再次称重得到湿重。抗冲击强度以 30g 钢球从 30cm 高度落下的次数反映,以钢球冲击试样表面,试样不碎为准<sup>[2]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 实验结果

据低温熔剂含量将配方设计成 3~4 组,即含熔剂 25%、30%、35%以及 40%,每一组通过调整粘土和石材粉末的含量考察成分对性能的影响。

以 1 号石材粉末的应用为例,高岭土含量一定时,熔剂含量对烧成温度及性能的影响见表 2。

熔剂含量一定时,高岭土对烧成温度和性能的影响,仍从 1 号石粉的应用情况考察,列于表 3。

3 种石材粉末作为墙地砖原料的应用试验,统计结果列于表 4。

### 3.2 实验结果分析

从表 2 考察,当高岭土含量一定时,同等烧成温度条件下,熔剂含量高的配方其吸水率较低,而烧成收缩较大,表明熔剂含量的增加使试样烧成温度降低。对于同一配方,烧成程度高的试样其机械强度相对较高;对比不

表 2 熔剂含量、烧成温度以及试样性能的关系(石粉 1 号)

配方 编号	组 分/%			烧成温度 /℃	吸水率 /%	烧成收缩 /%	冲击强度 /次
	熔 剂	高岭土	石 粉				
1-1-1	25	15	60	1000	23.52	2.24	5
				1050	9.01	9.32	16
				1100	0.15	14.09	17
1-2-1	30	15	55	1000	12.59	7.37	5
				1050	2.14	11.84	9
				1100	<0.001	16.39	19
1-3-1	35	15	50	900	14.37	4.36	4
				950	9.64	6.04	4
				1000	0.89	10.39	7

表 3 高岭土含量、烧成温度以及瓷样性能的关系(石粉 1 号)

配方 编号	组 分/%		烧成温度 /C	吸水率 /%	烧成收缩 /%	冲击强度 /次	
	熔 剂	高岭土 石 粉					
1-1-1	25	15	60	1000	23.52	2.24	5
				1050	9.01	9.32	16
				1100	0.15	14.09	17
1-1-2	25	25	50	1000	24.71	2.16	3
				1050	15.73	6.13	5
				1100	9.65	9.70	7
1-1-3	25	35	40	1000	25.52	2.06	9
				1050	21.22	4.58	7
				1100	16.18	6.31	5

表 4 实验结果统计

项目	吸 水 率			冲击强度		
	≥4%	≥8%	<18%	>15 次	>8 次	>3 次
试样数	37	44	68	17	23	41
百分比	38.95	46.32	71.58	17.89	24.21	43.16

同配方可以看出,随着熔剂含量的增大,出现试样机械强度降低的趋势,这可能是由于烧成时产生的过量玻璃态成分使试样脆性变大所致。

表 3 显示出高岭土含量的加大使试样的烧成温度提高;与表 2 相似,这里也基本体现了瓷样机械强度随烧成程度而提高的规律。

上述规律同样体现于 2 号石材粉末和 6 号石材粉末在墙地砖中的应用实验上。

### 3.3 应用可能性分析

釉面砖要求:吸水率 18% 以下;冲击强度,用 30g 钢球从 30cm 高处落下 3 次,不碎<sup>[2~3]</sup>。

墙地砖要求吸水率小于 10%。无釉地砖又称防潮砖或缸砖,其中红地砖吸水率  $\geq 8\%$ ,其他各色地砖  $\geq 4\%$ ,冲击强度 6~8 次<sup>[2~3]</sup>。目前提倡低温快烧工艺,以节能、降低成本为目的,辊道窑 1100℃ 一次烧成的工艺已经应用。

表 4 统计结果显示,尽管高岭土和石粉含量大幅度波动,但由于低温熔剂的参与,多

数配方在 1100℃ 烧成时,吸水率小于 1%;表明多数配方可以在不高于 1100℃ 的温度下烧成。近半数试样抗冲击强度大于 3 次,符合釉面砖的强度要求;25% 样品抗冲击强度大于 8 次,20% 样品机械性能优异,抗冲击强度超过 15 次,完全适宜于地砖要求。结合吸水率考虑,大部分配方在较低温度烧成时,可以作为釉面砖的坯料使用;当熔剂含量为 30%~35%,在 1050~1100℃ 烧成时,吸水率低、强度较高,可以作为无釉墙地砖的配方选择。几种抗冲击强度很高的配方及其烧成温度、相应性能列于表 5。

表 5 中部分试样由于吸水率近于零,长期使用中不会因吸收水分而产生膨胀变形,可以用于潮湿场所;同样,由于几乎完全不吸水,所以有绝佳的抗冻性能,可以安全地用于寒冷地区。兼有高机械强度和低吸水率的试样,可以成为无釉地砖的上佳选择。

相比较而言,1 号、2 号石材属酸性岩浆岩, SiO<sub>2</sub> 含量和全碱含量(K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O 的重量百分数之和)较高,更适合作墙地砖坯体原料,烧成样品的机械强度也普遍较高;6 号石材粉末的应用情况较差,试样颜色很深,只有少数配方在适当的温度下烧成,才能获得较好的机械强度。

表 5 几种较好配方的烧成温度与相关性能

配方 编号	组 分 / %			烧成温度 / °C	吸水率 / %	烧成收缩 / %	冲击强度 / 次	备 注
	熔 剂	高岭土	石粉					
1-1-1	25	15	60	1050	9.01	9.32	16	
				1100	0.15	14.09	17	
1-1-3	25	35	40	1000	25.52	2.06	9	
1-2-1	30	15	55	1100	<0.001	16.39	19	
1-2-2	30	25	45	1050	2.14	11.84	>30	石粉 1 号
				1000	13.54	7.72	18	
1-3-2	35	15	50	1050	<0.001	13.86	>30	
				1050	0.46	13.24	8	
1-3-3	35	25	40	1050	<0.001	13.97	>20	
				1100	<0.001	13.97	>20	
2-1-2	25	25	50	1100	0.74	13.92	>20	
2-1-3	25	35	40	1000	23.53	3.56	8	
				1100	14.19	7.17	10	
2-2-1	30	15	55	1000	17.76	4.5	>20	石粉 2 号
				1050	10.19	14.5	>20	
2-3-2	35	15	50	1000	0.31	14.60	>20	
				1050	<0.001	12.36	>20	
2-3-3	35	25	40	1000	14.52	5.24	>20	
				1050	0.02	13.90	>20	
6-1-3	25	35	40	1100	0.74	15.32	>20	
6-2-2	30	25	45	1100	<0.001	17.52	>20	
6-3-1	35	5	60	1050	<0.001	15.66	9	石粉 6 号
6-3-4	35	35	30	1100	<0.001	5.57	8	
6-4-2	40	25	35	1050	<0.001	16.07	>20	

## 4 结 论

1. 由于石板材对石料的色泽、机械强度要求严格,因而石料开采、石板材生产中,节理、裂隙等造成大量的废弃石料。因此,不仅花岗石粉,而是所有花岗石废弃物,均可用于建筑陶瓷中。从陶瓷的成分范围看,几乎所有的硅酸盐材料均可用作陶瓷原料,但必须考虑原料成分的定量化。

2. 石材粉末在建筑陶瓷中的应用,需要解决一个关键的问题,即原料矿物成分、化学成分的稳定性的变化是影响陶瓷品质的一个重要因素,因而已经产出并堆放的石材粉末,在建筑陶瓷中的应用较为复杂。

3. 不同种类花岗石  $\text{SiO}_2$  含量和全碱含

量( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$  的重量百分数之和)不同,当石材粉末应用于陶瓷中时,此二者是影响陶瓷烧成和性能的主要因素。因而今后宜采取分类堆放措施,以保证原料成分的定量化。

4. 根据试验结果可以推测:熔剂含量适当时,随着温度升高,低熔点成分熔融并与其他成分发生化学反应,使样品中玻璃态成分均匀充填在其他成分之间,起到了近于胶结的作用;同时使样品收缩致密,降低吸水率,机械性能也明显提高。

## 参考文献:

- 1 邱家骧主编. 岩浆岩岩石学[M]. 北京:地质出版社,1985. 34~50.
- 2 刘昌明,曲岩松等编著. 建筑装饰材料[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1989. 50~100.

# 工业废渣代替粘土生产普通硅酸盐水泥的研究

霍冀川, 卢忠远, 吕淑珍, 易显华

(西南科技大学, 四川 绵阳 621002)

**摘要:**叙述了利用工业废渣煤矸石、磷渣、锰渣、磷石膏、液态渣代替粘土生产普通硅酸盐水泥的试验。结果表明水泥中工业废渣的掺量超过 50%, 其 3d 抗压强度达 32.1MPa, 28d 抗压强度达 58.6MPa。用此种工艺可生产 525R 早强水泥。

**关键词:**工业废渣; 粘土; 普通硅酸盐水泥

中图分类号: TV42<sup>+</sup>3 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2001)05-0036-05

## 1 前 言

我国国民经济和社会发展“九五”计划及 2010 年远景目标已将建筑业与建筑材料工业列为支柱产业。近 10 年来, 我国水泥产量迅速增长, 目前, 年产量已达 5 亿多吨, 居世界第一, 而水泥的生产需要消耗大量的粘土资源和能源。在水泥生产中, 大量有效地利用

工业废渣, 是减轻环境污染、节约粘土资源和能源的有效途径。

本研究的内容是在硅酸盐水泥熟料的生产过程中, 在生料中掺入适量的工业废渣(煤矸石、磷渣、锰渣、磷石膏、铁粉)取代粘土进行配料烧成水泥熟料。同时, 在水泥粉磨过程中掺入 10% 左右的工业废渣液态渣作水泥混合料生产普通硅酸盐水泥, 使整个普通硅

3 吴科如, 张雄. 建筑材料[M]. 上海: 同济大学出版社, 1996. 186~187.

4 杨雄, 孙剑峰. 生活垃圾处理及其焚烧产物玻璃化[J]. 陶瓷研究, 2000, 15(1): 17~20.

## Application of Granite Trash in Production of Wall and Floor Tiles

YU Ping-li, ZHANG Qiao-ying

(Huaqiao University, Quanzhou, Fujian, China)

**Abstract:** The feasibility of using granite trash as a main material for production of wall and floor tiles was discussed in this article. The influence of kaolin and flux contents on sample performance was analyzed. Experimental results showed that some samples containing 25%~35% flux and 15%~35% kaolin possess satisfactory performance, such as water absorption and mechanical strength, even surpass the demands of wall and floor tiles. The part of samples dent resistance more than 20 times and water absorption near to zero could be used as no-glazed tile in harsh and humid regions.

**Key words:** Trash of granite; Wall and floor tiles; Mechanical Strength; Water absorption; Dent resistance