



云南姚安正长岩用作陶瓷和玻璃原料的实验研究

杨 静,马鸿文,周小英,刘华男

(中国地质大学材料科学与工程学院,北京 100083)

摘要:本研究拟开发利用云南姚安及其周边地区正长岩、石英砂、粘土等非金属矿产资源,将其作为制备陶瓷或玻璃的主要原料,经过一定的加工和制备工艺,得到建筑陶瓷制品或玻璃,确定采用本地区的非金属矿产资源原料制备建筑陶瓷制品或玻璃的工艺参数。

关键词:姚安;正长岩;玻璃;陶瓷

中图分类号:TD985 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2000)03-0037-04

1 资源概况

云南姚安及其周边地区蕴藏着丰富的正长岩、粘土、石英砂等非金属矿产资源。其中,正长岩的储量最大,其矿物组成主要为长石、石英、黑云母、角闪石等,岩石颜色为灰白色。由正长岩的化学成分分析结果(表 1)可知,正长岩中的主要化学组成为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 等,均是制备陶瓷或玻璃所需要的成分,但正长岩中 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 的含量较高(3.00%~3.32%),是制备陶瓷的不利因素,正长岩中的暗色矿物黑云母、角闪石也是制备陶瓷或玻璃时应该脱除的矿物。因此,天然的正长岩原料需经严格的分选和除铁工艺,才能成为陶瓷或玻璃原料。

2 选矿实验

在利用正长岩作为陶瓷或玻璃的原料以前,需进行选矿和除铁实验,将其中的暗色矿

物分选出去,降低氧化铁和氧化亚铁的含量,以保证陶瓷或玻璃的质量,尤其陶瓷制品对原料中铁质的要求更为严格。根据理论分析和实验研究,发现磁选法是除铁的优良方法。经磁选,正长岩中的铁质含量有明显的降低

表 1 姚安正长岩的化学成分分析结果/%

项 目	H2	H2-C	H4	H4-C
SiO_2	63.04	64.78	64.78	65.60
TiO_2	0.41	0.22	0.38	0.14
Al_2O_3	20.68	20.52	19.01	20.80
Fe_2O_3	2.96	1.23	2.51	1.04
FeO	0.36	0.16	0.49	0.13
MnO	0.03	0.01	0.02	0.00
MgO	1.28	1.14	1.60	0.91
CaO	0.64	0.80	0.67	1.12
Na_2O	2.40	2.12	3.25	4.27
K_2O	3.66	3.69	4.70	4.70
P_2O_5	0.09	0.10	0.19	0.12
H_2O^+	3.02	3.35	1.02	0.50
H_2O^-	1.11	1.57	0.70	0.24
Total	99.67	99.68	99.32	99.57

其中,H2-C 为分选后的样品。

收稿日期:1999-09-06

作者简介:杨静(1969-),女,中国地质大学材料科学与工程学院讲师,博士,从事无机非金属材料科学的教学和科研万方数据

(表 1),达到了制备陶瓷或玻璃原料的要求。经实验研究,确立磁选的最佳工艺参数为:磨矿细度为 45%—200 目;弱磁磁场强度为 636kA/m;强磁磁场强度为 1114kA/m。

3 作为玻璃原料的研究

3.1 实验过程

研究以啤酒瓶玻璃的组成(表 2)为依据,通过对比正长岩和啤酒瓶玻璃的化学组成分析结果可知,正长岩可以作为制备瓶罐玻璃的原料。但仅有正长岩原料还不够,还需

要石英砂、碳酸钠、硝酸钠和方解石等原料。将原料进行破碎、粉碎、过筛、混料、熔制,即可得到玻璃。根据瓶罐玻璃及各原料的组成,确定了配料种类及配比(配方一):姚安正长岩 23.7%,石英砂 45.8%,方解石 14.9%,无水碳酸钠 14.4%,硝酸钠 1.2%。采用姚安正长岩等原料制备玻璃的工艺流程为:配合料计算—原料的加工处理(破碎、粉碎、过筛、烘干)—称重—混料—熔制—冷却—玻璃形成。

在制备玻璃的工艺过程中,保证配合料

表 2 啤酒瓶玻璃的电子探针成分分析结果/%

项目	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	FeO	MgO	CaO	TiO ₂	Total
1	72.75	5.09	9.49	1.16	0.45	2.29	7.94	0.64	99.81
2	72.39	5.40	9.09	1.22	0.66	2.39	8.39	0.44	99.98
3	68.64	5.29	10.84	2.78	0.42	2.66	8.64	0.60	99.87
4	68.61	5.32	11.00	2.71	0.50	2.46	8.48	0.65	99.93
5	70.96	6.29	9.78	3.08	0.42	1.79	7.06	0.54	99.92
6	70.27	6.30	10.08	3.01	0.59	1.60	7.23	0.87	99.95
平均值	70.64	5.61	10.05	2.33	0.51	2.20	7.96	0.62	—

注:分析所用样品为北京市场所售的啤酒瓶。

的质量,是加速玻璃熔制和提高玻璃质量、防止产生缺陷的基本措施。这就要求配合料具有一定水分、具有一定气体率、混合均一。对硅酸盐玻璃来说,其气体率一般为 10%~20%。气体率过高会引起玻璃起泡,过低则又使玻璃“发滞”,不易澄清。采用上述配合料制备玻璃,其气体率为 13.5%。

为了使配合料混合均匀,加速玻璃的熔制过程,提高玻璃熔制质量,必须将大块原料进行破碎、粉碎、过筛等加工处理,使之成为细小颗粒。原料经粉碎后,增加了配合料各颗粒间的接触面积,加速了它们在熔制时的物理化学反应,提高了熔化速度和玻璃的均匀度。配合料的混合采用湿法混料,以降低粉尘和防止配合料的分层。湿法混料的加水量一般为 3%~5%。

配合料的种类和用量确定以后,影响玻璃制备工艺的主要因素为熔制温度和保温时

间。为得到最佳的熔制制度,结合实验室现有条件,所制定的熔制制度为: T=1200℃, 1250℃,1300℃; t=2~4h。

3.2 实验结果与分析

缺陷的观察和分析。观察和分析结果表明,采用熔制温度 T=1300℃,保温时间 t=2h 的工艺制度即可得到均匀透明基本无气泡的翠绿色玻璃。温度过低或保温时间太短,均会导致玻璃制品不均匀或存在气泡。

化学成分分析。为将熔制玻璃的化学组成与瓶罐玻璃的标准组成进行对比,对所制备的玻璃进行了化学组成分析(表 3)。结果发现,熔制玻璃的过程中,钠有较大的损失,这是由于在熔制过程中,氧化钠发生挥发的缘故。计算表明,熔制过程中钠的挥发率为 22%,为弥补钠的损失,重新制定配方:姚安正长岩 22.6%,石英砂 43.8%,方解石 14.2%,无水碳酸钠 14.2%,硝酸钠 1.6%,

以增加含钠化合物的用量。应用此配方进行玻璃熔制实验,采用 $T=1300\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=2\text{ h}$ 的工艺制度,得到了均一透明无气泡的玻璃。

表 3 玻璃的电子探针成分分析(EPMA)结果

样品号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	FeO	MgO	CaO	TiO ₂
sl/%	73.10	5.31	7.19	2.24	—	0.18	10.49	—
bl/%	70.64	5.61	10.05	2.33	0.51	2.20	7.96	0.62

其中,sl 为本研究中熔制的玻璃;bl 为啤酒瓶玻璃。

4 作为陶瓷原料的研究

4.1 实验过程

通过物相分析和化学成分分析结果可知,姚安正长岩有希望作为地板砖的原料。根据地板砖对陶瓷原料的要求,并保证原料的可塑性,在地板砖的制备过程中,除使用正长岩以外,还需要加入粘土(紫木节)、石英砂、透辉石等原料。利用姚安正长岩制备地板砖的工艺流程为:实验设计—配料计算—原料粉碎—配料—混料—塑化—造粒—成型—干燥—烧结—性能测试。

在实验设计方面,主要确定所用原料的种类、用量、各项工艺参数的选择范围等。地板砖的制备受到多种因素的影响,如:原料组成(化学组成和物相组成)、原料配方、造粒方法、成型压力、成型方法、烧结温度、保温时间等。因此,为得到最佳配方及最佳的工艺制度,可采用正交实验设计方法,科学合理地设计实验。正交实验设计中考虑原料配方、成型压力、烧结温度及保温时间四个主要工艺因素,每个因素取三个水平。采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行实验设计。

地板砖的制备对原料的粒度有一定的要求,以得到致密的制品。所用原料的硬度及粒度均不同,在混料以前,需将几种原料分别进行处理。原料经过破碎、粉碎后,均过 160 目筛备用,以保证原料的粒度。

为提高粉体的流动性,保证粉体的成型性能,需将配合料进行造粒。采用姚安正长岩

等原料制备陶瓷地板砖要求造粒后的粒度为 50 目,采用的造粒方法为人工喷雾造粒法。

根据实验室现有条件及地板砖的性能要求,采用干压成型工艺将团粒压制成一定形状的制品。干压成型的坯体水分少,压力大,坯体致密,收缩小,缺陷较少。成型压力为 80、100、120MPa。坯体的干燥温度为 $90\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$,时间为 30min。坯体的烧结温度为 $1120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$,恒温时间为 20min、40min、和 60min。

4.2 实验结果与分析

显微形貌观察。将制备的地板砖制品在偏光显微镜下观察分析得知,地板砖制品中含有玻璃相、莫来石和石英;有少量气泡。外观观察结果发现,当烧结温度 $T=1160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,制品成瓷,温度过高或过低,会导致制品过烧或生烧。

吸水率测定。陶瓷试样吸水率的测试方法为煮沸法(GB2579—89):取切割后的样品,将其擦拭干净,放入电热恒温干燥箱内进行干燥, $T=105\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$,直到恒重。将样品从干燥箱中取出,冷却至室温,称重(m)。将干燥后的样品放在蒸馏水中煮沸, $t=4\text{ h}$,煮样品时保持水面高出样品 50mm,且各样品之间互不接触。取出经煮沸 4h 的样品,擦去样品表面的附着水,称重(m_1)。吸水率 $W=(m_1-m)/m\times 100\%$ 。

耐急冷急热性能测定。采用烘箱法:将样品擦拭干净,放入烘箱中,加热至 $126\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右, $t=30\text{ min}$ 。取出样品,立即放入装有流动冷水的水槽中,冷却 5min。反复进行 20 次实验,发现样品无裂纹。

由实验得到采用姚安正长岩等原料制备地板砖的最佳工艺条件为:粉体粒度为 160 目;成型压力为 $80\sim 120\text{ MPa}$;坯体干燥温度 $T=95\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$,时间 $t=30\text{ min}$;烧结温度 $T=1160\text{ }^{\circ}\text{C}$,时间 $t=40\text{ min}$ 。通过多次实验,得到了符合国家质量要求的瓷砖制品。

5 结 论

通过实验研究可知,姚安地区正长岩可作为玻璃原料及陶瓷地板砖原料。给出了采用姚安地区正长岩等制备玻璃及地板砖的原料配方、工艺流程及各项工艺参数,并制备出了符合国家质量标准的陶瓷地板砖。

[参 考 文 献]

- 1 章秦娟. 陶瓷工艺学[M]. 武汉:武汉工业大学出版社,1997
- 2 华南工学院. 陶瓷材料物理性能[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1980

- 3 西北轻工业学院. 玻璃工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社,1997
- 4 王承遇. 日用玻璃[M]. 武汉:武汉工业大学出版社,1996
- 5 武汉建筑材料工业学院. 玻璃工艺原理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1981
- 6 吴柏诚. 玻璃制造工艺基础[M]. 北京:中国轻工业出版社,1997
- 7 王勤燕、赵文俞、陈文怡、叶先贤. 湖北随州霞石正长岩资源特征及应用研究. 非金属矿[J]. 1999 (4)

The Preparation of Ceramic and Glass Materials by Use of Yaoan Syenite in Yunnan

YANG Jing, MA Hong-wen, ZHOU Xiao-ying, LIU Hua-nan
(China University of Geosciences, Beijing, China)

Abstract: Syenite is an important raw material in glass and ceramic industry. We got the bottle glass and construction ceramics using Yaoan syenite and others. The technological flow-sheet of production and the mineralogical composition and property of the glass and ceramic materials were studied in this paper.

Key words: 参考文献; Syenite; Glass; Ceramics