

探索与交流

以炉渣废料为主的轻质陶瓷及其环境艺术上应用的研制

李国庆

(黄冈师范学院美术系, 黄冈 438000)

摘要:本研究采用北京首钢的高炉渣和国华电厂的粉煤灰等工业废料作为主要原料, 利用可燃尽的载体吸附在陶瓷泥料内, 然后在高温下燃尽载体材料而形成有间隙的轻质结构。通过大量实验研究, 确定了泥料配方、成孔剂以及成型粘结剂, 其测试结果表明性能比较理想, 为研制轻质陶瓷材料提供了可能, 并在建筑及其公共环境上应用获得了较好的艺术效果。

关键词:高炉渣, 粉煤灰, 珍珠岩, 建筑及其公共环境的装饰

中图分类号: TQ174.4'6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-9642(2004)02-0030-04

1 引言

自然生态的破坏与环境的污染, 是人类正面临着生存的挑战, 一个占有世界上五分之一人口的我国, 工业化和城镇化的发展进程不但加快, 随之工业废渣与生活废渣是当今社会所关注的环保热门话题, 特别是工业废渣, 也给我国生态环境保护及可持续发展带来了巨大的压力。如何研究开发利用工业废渣也受到全社会的关注和重视, 近些年来, 各级政府和企业也在不断地加大投入综合治理, 研究开发工业废渣, 但是利用量很小, 远远解决不了日益增长的各种工业废渣问题。本课题是从环境保护进一步研究开发北京市的工业废渣为目的, 用高掺量的首钢高炉渣和电厂的粉煤灰制备轻质陶瓷材料, 既解决了环境污染问题, 废物利用、变废为宝; 又拓宽了陶瓷的功能, 装饰和美化建筑以及公共环境。

2 原料

2.1 高炉渣

高炉渣是蜂窝状结合体, 呈浅灰色, 于1250℃时烧结, 段烧后为灰黑色, 主要的矿物组成为硅酸钙及莫来石、铁等。

2.2 粉煤灰

粉煤灰是一种有火山灰的酸碱性物质, 无可塑性和结合性, 具有较高的硬度与熔点, 具体化学矿物特征因颗粒度、燃烧条件的不同而异, 但主要矿物成份多为石英、莫来石、玻璃体及少量的碳素物等。

2.3 珍珠岩

珍珠岩是一种酸性火山喷出的玻璃熔岩, 二氧化硅含量较高, 具有结晶水。经破碎成颗粒状的珍珠岩矿石, 在高温煅烧而制成的具有多孔结构的颗粒状、松

表1 原料化学组成(%)

原料名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	I·L
高炉渣	35.21	8.35	14.36	0.54	34.15	6.80	0.40	0.35	—
粉煤灰	35.40	21.27	10.78	1.00	19.03	1.08	1.13	0.68	9.21
珍珠岩	71.68	12.89	0.53	0.30	1.02	0.07	3.48	3.40	5.70

散材料。

2.4 原料的化学组成列于表1

3 实验

3.1 塑性料物理性质和矿物组成

由于高炉渣和粉煤灰均属于硅酸盐瘠性物料, 无可塑性和结合性。为了能使泥料具有一定的可塑性, 同时有利于成型、干燥和烧成, 对试验各种塑性料物加

收稿日期: 2004-01-18

作者简介: 李国庆, 男, 湖北黄冈师范学院美术系副教授, 从事陶瓷材料研究和陶艺创作。

入配方后的成型和烧结情况，只选定了北京门头沟的煤干石作为塑性料。

煤干石外观为灰黑色石块状，烧后为灰白色，质

地细腻滑润，加水不易崩解，含有较多的有机物质，可塑性很强，稀释性能好，干燥强度高，

主要矿物组成为高岭土、碳、石英和少量的钾钠

表2 塑性原料化学组成(%)

原料名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	I·L
煤干石	49.32	36.96	0.17	0.05	0.18	—	0.10	—	13.67

长石。

3.2 塑性原料的化学组成列于表2

3.3 泥料配方

表3 泥料组成(%)

配方号	高炉渣	粉煤灰	煤干石
157#	35	25	40
206#	20	40	40

经试验，炉渣与粉煤灰两种废渣最佳组合的泥料配方206# 和炉渣用量大的泥料配方157#

3.3.1 泥料组成列入表3

3.3.2 泥料配方化学组成列入表4

3.4 成型制备

3.4.1 成孔剂

在制备好的泥料中掺合珍珠岩作成孔剂，利用珍珠岩在高温下燃尽，使陶瓷胎体内具有大量彼此相通或闭合间隙的结构。

3.4.2 粘结剂

表4 泥料化学组成(%)

配方号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	I·L	合计
157#	40.90	23.02	7.8	0.24	16.78	2.65	0.46	0.29	7.95	100
206#	41.93	26.93	7.25	0.53	14.51	1.79	0.57	0.34	6.12	100

表5 实验结果

配方号	成孔剂(%)	粘结剂(%)	煤成温度(℃)	保温时间(h)	ρ (g/m ³)	荷重软化温度(℃)
1597#1	45	3~5	1210	0.5	烧瘫塌	1178
157#2	45	3~5	1250	1		
206#1	40	3~5	1210	0.5	0.860	1225
206#2	40	3~5	1250	1	0.814	

由于珍珠岩难溶于水，使掺合的泥料大大降低了可塑性，为了满足成型需要，适当加入粘结剂——聚乙稀醇缩丁醛或甲基纤维素等。在成型工序中，粘结剂给泥料以可塑性，并具有保水功能，提高了成型坯体强度和施工操作性。

3.5 实验结果

根据试样在不同的烧成条件下157# 配方均烧瘫塌，206# 配方则均可烧成，其实验结果见表5。由于157# 配方的试样里成孔剂颗粒粗、掺合量较大，使

泥料颗粒的接触面积减少，再加上炉渣用量大，在一定的温度下有部分莫来石反应生成，出现体积膨胀导致烧瘫塌，而206# 配方降低了炉渣用量，提高了粉煤灰用量，并在制备成型时，加入部分氧化镁，增大了泥料颗粒接触面积，增强了胎体结构，使之不塌。

4 工艺

4.1 生产工艺流程见图1

4.2 主要工艺参数



图1

料：球：水 = 1: 1.8: 0.6
 料浆细度：万孔筛全 < 1%
 出磨细度：全部过 100 目筛
 造粒细度：全部过 20 目筛
 粉料，成孔剂：粘结剂 = 1: 0.4: 0.03
 烧成温度：1200℃—1250℃

5 应用

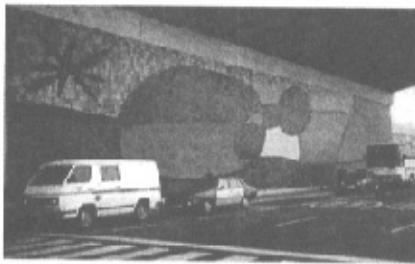


图2 巴塞罗那国际机场 米罗

形式，不仅注重与自然和建筑环境的浑然一体，更使建筑、公共环境具有较高的艺术含量和文化特征鲜明的视觉效果。

陶瓷材料在国外被广泛地用于建筑或公共场所中，由于大批的艺术家热衷于参与，这使得陶瓷装饰在近半个世纪以来呈现出日新月异的发展趋势。（见图2、3），特别是日本，不断地开发新的陶瓷材料，为丰富或探求建筑的装饰艺术语言提供了条件，艺术家在深谙“泥和火”的工艺特性基础上，对陶瓷材料的出色应用，因而创造出了独特的形式语言和艺术风格（见

作为某种人工材料，陶瓷还具有这样的意义：它是人类最早用来构筑建筑和装饰建筑的材料。在科学技术高度发展的今天，物质和精神文明不断进步与提高，新的建筑空间形态和结构不断地出现，在人类历史上是前所未有的，那么陶瓷作为一种装饰的媒介物，与建筑以及公共环境相融的艺术表现形式，由陶瓷材料构筑的墙面不仅仅作为护墙壁之用，而更多是从陶瓷文化与建筑文化相结合来考虑建筑空间新的精神及

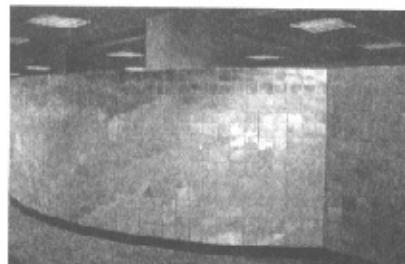


图3 克劳迪亚·赫利斯特 (美国)

图4、5）。在我国将陶瓷材料用于建筑或公共环境的装饰起步较晚，其工艺技术和形式风格比较单一，忽视了对陶瓷新材料的开发研究和特定环境空间的再创造以及建筑墙体等因素的制约。

以炉渣废料为主的轻质陶瓷材料研究成功，在工艺上成型合格率高，变形小并具有重量轻、强度好、耐腐、耐急冷急热变化等优点，在具体使用时还可以根据需要进行任意切割成或大或小的形状。此技术工艺的成功为平面、高、低浮雕的现代装饰，特别是对大型建筑空间或公共环境的装饰提供了最新的陶瓷材料。

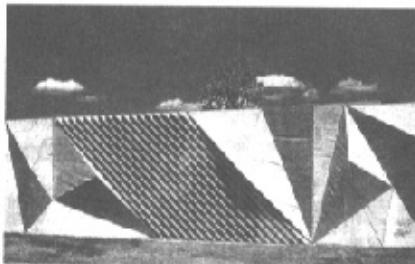


图4 诞生 藤原郁三 (日本)

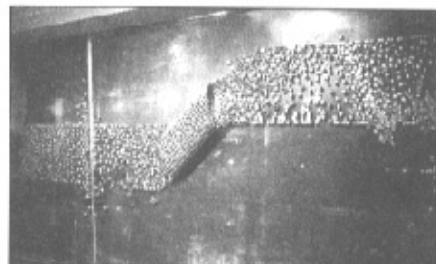


图5 螺旋 谷口勇三 (日本)

其特点可制作大块面、厚薄不同，最低厚度可达0.7厘米，安装上墙时不需加任何承重结构件，工艺简便，省去了许多麻烦的工艺程序。在釉药方面，根据传统工艺基础，也研制出丰富多彩与轻质陶瓷相结合的无光釉。

轻质陶瓷的成功，更减少了建筑或公环境对陶瓷材料的制约和陶瓷材料本体的缺陷，丰富和激发了艺术家的想象力和创造力，充分展示了陶瓷材料表现性，体现出建筑或公共环境与陶瓷质地及色彩美感的巧妙和谐关系，所呈现给人们以自然、朴素、亲切和力度、量度全新的视觉和触觉效果（见图6）。

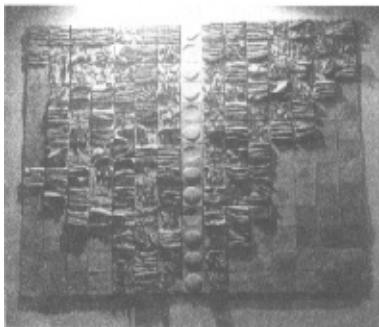


图6 轻质陶瓷材料制 陈进海

6 结论

6.1 以炉渣和粉煤灰为主要原料，制成了用量高达60%的轻质陶瓷材料，其各种性能指标较为理想，体积密度 $\rho = 5.56\text{g/cm}^3$ ，抗折强度 $\text{Mpa} > 45$ ，热膨胀系数 $a=4.74\sim 4.92 \times 10^{-6}$ ，吸水率 $< 3\%$ ，耐急冷急热性 $(400^\circ\text{C}\sim 20^\circ\text{C}) > 15$ 次。

6.2 为保证制品质量，还需要合适的烧成制度和配制工序。炉渣、粉煤灰用量对制备轻质陶瓷材料的

(上接第35页 · Continued from page 35)

等影响企业发展方面的信息，有利于投资者、债权人、管理者等做出正确的决策。现行财务会计忽视了对这方面信息的披露，已不适应环保要求日益提高，措施日益严格的社会经济形势的要求。因此，披露企业环境影响方面的信息应作为改进财务报告的内容之一。

我国目前是世界上污染严重的国家之一，在这种情况下，建立企业对环境影响的信息披露方法和体系，对我国控制污染、改善环境有着重要的作用。

8 应揭示企业消耗自然资源的情况

性能是非常重要的，在配料加成孔剂必须将泥料和珍珠岩搅拌均匀，严禁混入杂质，以免影响强度和掉渣现象；粘结剂的用法可根据制品的形状选择，也就是不同的成型方法选用不同的粘结剂。

6.3 本材料研究，是根据建筑或公共环境装饰的结构制约，既要求材质轻，又要有较好的强度，从建筑以及公共环境装饰应用来看，在技术要求上已成为可能，泥料配方简单，工艺可行，适合建筑或公共环境大型墙面装饰的陶瓷壁画、高低不同浮雕等形式的材料，如进一步从工艺入手，还能开辟更加广泛的途径，可制作出其它轻质立体的陶艺作品。

6.4 目前我国建筑或公共环境所用的装饰陶瓷制品的体积重量为 14.2g/cm^3 ，日本研制生产出的轻质陶瓷体积重量为 8.5g/cm^3 。以炉渣废料为主研制的轻质陶瓷体积重量为 5.6 g/cm^3 ，比国内现有的建筑装饰陶瓷轻 60.56% ，比日本生产的轻质陶瓷轻 34.12% 。这样的轻质陶瓷，大大减轻了建筑墙体结构所乘载的重量。

6.5 利用工业废渣（高炉渣、粉煤灰）试验出优质高、低成本的轻质陶瓷材料，对首都北京的工业污染治理，变废为宝探索出一条新的途径，为保护环境给建筑或公共环境提供一种无污染、无公害的环保型陶瓷装饰材料，潜藏着巨大的经济效益和社会效益。

参 考 文 献

- [1]关振铎编. 无机材料物理性能. 北京: 清华大学出版社, 1992
- [2]蔡作乾著编. 陶瓷材料. 北京: 化工业出版社, 2002/6/21
- [3]朱时珍等. 材料科学与工程. 1996.(14)
- [4]吴耀臣. 特种陶瓷成型方法及结合剂的选择. 陶瓷, 2001.(4)

随着科学技术的进步，人类对自然界认识的深化，对自然资源的有限性有了更充分的理解，相应地对财富的认识也有了提高，即将财富的范围从人造财富扩大到人造财富和自然财富之和。企业是人造财富的生产者，又是自然财富的最大消耗者，一个企业究竟对社会财富的增长有无贡献，要看它所创造的人造财富能否弥补所消耗的自然财富。显然，现有只计算投资者投入资本盈亏的财务报告并不能提供这方面的信息，因此，有必要对它进行改进。