

城市污水厂污泥制备陶粒滤料及其特性

岳敏, 岳钦艳, 李仁波, 高宝玉, 于慧, 齐元峰

(山东大学环境科学与工程学院, 山东 济南 250100)

摘要:以城市污水处理厂脱水污泥作为主要原料, 添加粉煤灰和粘土烧制陶粒滤料, 考察了烧制过程中各主要因素(干燥时间、预热温度、预热时间、焙烧温度和焙烧时间)对产品性能(比表面积、堆积密度和颗粒密度)的影响, 最终结合正交实验确定了污泥作为主要原料烧制陶粒的最佳工艺条件. 结果表明, 污泥与辅料的最佳质量配比为: 污泥: 粉煤灰: 粘土=2:3:1, 烧制陶粒的最佳工艺条件为: 干燥时间 1 h, 预热温度 300 °C, 预热时间 20 min, 焙烧温度 1100 °C, 焙烧时间 8 min, 此时制得的陶粒比表面积为 4.222 m²/g, 堆积密度为 635 kg/m³, 颗粒密度为 1146 kg/m³, 孔隙率为 22.4%, 盐酸可溶率为 0.18%, 破碎率为 0.4%.

关键词:城市生活污水; 陶粒; 制备

中图分类号: X705

文献标识码: A

文章编号: 1009-606X(2008)05-0972-06

1 前言

随着各地污水厂的逐步配套, 城市污水厂污泥产生量剧增, 已经成为企业巨大的负担, 并引发了很多环境问题. 当前污泥的处理技术主要有填埋、焚烧、农田林地利用、消化制沼气、制取活性炭等^[1-6], 但各种方法均有其优缺点. 近年来, 人们一直在努力尝试新的资源化方法.

陶粒作为一种轻集料, 可以取代普通砂石配制轻集料混凝土, 具有密度小、强度高、保温、隔热、抗震性能好的特点, 在建筑、环保、冶金、化工、石油、农业等部门有着广泛用途, 因此近年来得到了迅速发展^[7-9]. 添加污泥烧制陶粒最早是由 Nakouzi 等^[10]提出的, 是以污泥为原料, 掺加适量辅料, 经过成球、焙烧而成的. Mun 等^[11]直接将脱水污泥与粘土经过挤压、成球, 烧成的陶粒轻集料密度为 0.6~1.0 g/cm³, 但磨损率较高, 达到了 18.2%~20.2%. Monteiro 等^[12]烧制污泥粘土砖瓦, 湿污泥的掺加量不足 10%. 蔡昌凤等^[13]烧制的污泥陶粒采用的是有机物含量较高的聚酯废水生化污泥, 污泥掺加比在 22%~40%之间, 吸水率高达 68.95%~80.01%. 王兴润等^[14]烧制的污泥陶粒干污泥占 50%, 还要另加入添加剂 A 和 B. 许国仁等^[15]烧制的污泥陶粒也添加了 2 种添加剂, 成功用于曝气生物滤池. 目前国内外污泥陶粒的研究主要集中在烧制建筑用轻集料上, 烧制陶粒用于水处理等环境方面的研究较少.

本工作主要研究城市污水厂脱水污泥制备陶粒滤料的最佳工艺, 不添加任何化学膨胀剂和其他粘结剂,

尽可能提高污泥在原料中的比例, 并以粉煤灰代替部分粘土, 既解决了污泥的二次污染问题, 同时又实现了以废治废、节约资源.

2 实验

2.1 实验仪器及材料

2.1.1 实验仪器

电热恒温鼓风干燥箱, 可调万用电炉, 电磁制样粉碎机, ST-08A 型比表面积测定仪, IRIS Intrepid II XSP 电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-AES), AL204 型 METTLER TOLEDO 分析天平, 可控硅温度控制器, 箱式电阻炉, 液塑限联合测定仪, Quantachrome 公司 PoreMaster-60-4 型孔隙分布测定仪.

2.1.2 实验材料及其成分分析

烧制陶粒时, 原料的化学成分按其作用可分为三类: 一是成陶成分, 在烧制陶粒时起支撑骨架作用, 主要化学成分为 SiO₂ 和 Al₂O₃, 在原料中占 3/4 左右; 二是起助熔作用的熔剂氧化物, 起调节原料熔点的作用, 主要化学成分为 Na₂O, K₂O, FeO, MgO 等; 三是发气物, 在物料高温时产生气体, 如 H₂O, O₂, CO₂, CO, H₂ 等, 起造孔作用.

本研究选取污泥作为主要原料, 粉煤灰和粘土作为备选辅料, 这 3 种材料的主要化学成分如表 1 所示. 可见, 污泥、粘土、粉煤灰的主要无机成分相似, 这样可以降低在烧制过程中各种配料成分之间的应力^[12].

本研究所采用的原料污泥是取自济南市水质净化二厂的脱水污泥, 经测定, 其相关特性见表 2.

收稿日期: 2008-05-21, 修回日期: 2008-08-15

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划基金资助项目(编号: 2006BAJ08B05-2); 山东省科技发展计划基金资助项目(编号: GG20006003); 济南市科技发展计划基金资助项目(编号: 061073)

作者简介: 岳敏(1976-), 女, 山东省济南市人, 博士研究生, 环境工程专业; 岳钦艳, 通讯联系人, Tel: 0531-88365258, E-mail: qyyue@sdu.edu.cn.

表 1 原料主要无机化学成分

Table 1 Compositions of the raw materials (% , ω)

Component	Sewage sludge	Clay	Fly ash
SiO ₂	31.30	69.32	57.54
Al ₂ O ₃	0.13	14.27	24.38
MgO	1.30	2.69	1.60
CaO	4.03	1.99	6.00
Total iron	Trace	2.47	7.12

表 2 济南市水质净化二厂脱水污泥性质

Table 2 Property of dehydrated sludge from the second wastewater treatment plant in Jinan

Moisture content (%)	Volatile (% , dry basis)	TOC (% , dry basis)	Heat value (MJ/kg, dry basis)
76.43	46.51	20.31	11.106

由表 2 可以看到, 污泥的挥发分、TOC 和热值均较高, 因此, 它具有较高的再利用价值, 同时, 较高的碳含量提供了充足的成气物质, 满足了烧制陶粒的基本要求。

烧制陶粒的原料首先要能成球, 即具有一定的塑性指数。采用《土工试验方法标准》(GB/T50123-1999) (17 mm 液限)进行了 3 种原料的液塑限实验, 结果见表 3。由表可见, 污泥的塑性指数较高, 这与污泥中含有大量的有机物有关。3 种原材料的塑性指数都符合大于 10% 的要求^[12]。

表 3 三种原料的液塑限实验结果

Table 3 Plasticity of the raw materials

Material	Sewage sludge (dried at 105 °C)	Clay	Fly ash
Liquid limit, ω _L (%)	103.0	36.1	69.7
Plastic limit, ω _P (%)	62.7	17.4	54.4
Plastic index, I _P	40.3	18.7	15.3

2.2 实验方法

2.2.1 陶粒的烧制

将各种原料于 105 °C 下烘干, 然后粉碎并过 100 目 (150 μm) 筛。按照一定配比将各种原料加水混匀, 手工搓制成粒径在 3~5 mm 的生料球。为防止生料球含水过多造成焙烧过程中开裂, 先将生料球于 105 °C 下干燥一定时间。将干燥后的生料球于一定温度下预热一定时间, 然后焙烧、冷却, 即得污泥陶粒。具体工艺流程图见图 1。

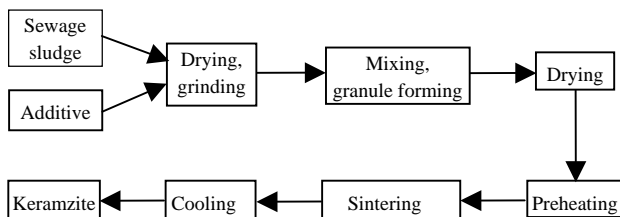


图 1 污泥陶粒生产工艺流程图

Fig.1 Flow chart of preparation of keramzite from sewage sludge

2.2.2 陶粒表征

陶粒的性能指标很多, 本研究主要测定陶粒的比表面积、堆积密度和颗粒密度这 3 项指标。另外, 为了验证产品的环境安全性, 按照《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)对陶粒产品进行重金属溶出实验, 重金属含量分析采用 IRIS Intrepid II XSP 电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-AES)。对在最佳工艺条件下烧制的陶粒采用美国康塔仪器公司 PoreMaster-60-4 型孔隙分布测定仪进行孔隙结构的测定。由于目前我国没有陶粒作为水处理滤料的质量标准, 故参考《水处理用滤料》(CJ/T43-2005)测试了陶粒的破碎率和盐酸可溶率。

3 结果与讨论

3.1 原料配比的确定

根据污泥、粉煤灰及粘土的化学成分, 并参考 Riley 相图^[16]确定原料配比。Riley 等经过研究, 提出了一个以氧化硅、氧化铝和熔融物(氧化铁、氧化钙、氧化镁、氧化钾、氧化钠)为 3 个顶点的相图(如图 2), 他们认为凡是原料组成在相图上特定区域内(阴影部分)几乎都具有膨胀功能。其中, SiO₂ 53%~79%, Al₂O₃ 10%~25%, Fe₂O₃, K₂O, Na₂O, CaO, MgO 等熔剂之和 13%~26%^[17]。

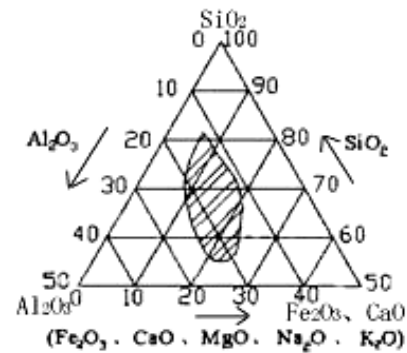


图 2 Riley 相图^[16]

Fig.2 Suitable range of chemical components in Riley phase diagram^[16]

按照污泥比例逐渐增大的顺序, 设计几个不同配比烧制陶粒, 配比及实验结果如表 4 所示。

由表 4 可知, 随污泥比例的增加, 陶粒的颜色由黄变黑, 陶粒强度逐渐降低。将表中不同配料的化学成分进行计算, 对照 Riley 相图, 发现污泥含量如果超过 40%, 则配料的 SiO₂ 含量不在相图的相应范围内, 不能烧成符合要求的陶粒, 与实验结果相符。因此, 在保证质量的前提下, 尽可能选择污泥含量较大的配比, 最佳配比污泥粉煤灰粘土暂定为 1:1:1。

表 4 不同配比陶粒的性质

Table 4 Properties of keramzite in different ratios of raw materials

Sewage sludge: fly ash:clay (mass ratio)	Preheating at 400 °C for 30 min	Sintering at 1000 °C for 5 min	Intensity	Bulk density (kg/m ³)	Granule density (kg/m ³)		
1:4:4	Not fragile	Not fragile	Dense	696	1173		
1:2:2				661	1155		
1:1:1				633	1135		
4:3:3			Fragile	Loose	Slightly loose	609	1104
2:1:1					578	967	
3:1:1				-	-		

3.2 单因素实验

比表面积和容重是评价水处理用陶粒性能的重要常规指标. 比表面积大, 则利于生物膜的附着, 容重低可以减小承重, 所以陶粒的比表面积越大, 容重越低, 性能越好. 本实验将原料按暂定的最佳配比制成生料球, 以比表面积、堆积密度和颗粒密度作为衡量指标, 考察烧制污泥陶粒的最佳工艺条件.

3.2.1 焙烧温度的影响

将生料球于(105±2)°C下干燥 1 h, 然后在 400 °C下预热 30 min, 再分别在 900, 1000, 1100, 1150, 1200 °C下焙烧 5 min, 冷却, 测定陶粒的性质. 结果如图 3 所示(1200 °C烧制陶粒时出现结块现象, 因此图中未列出).

由图 3 可以看出, 在 1100 °C时, 陶粒的容重较低, 比表面积较高, 性能最好, 所以确定最佳焙烧温度为 1100 °C.

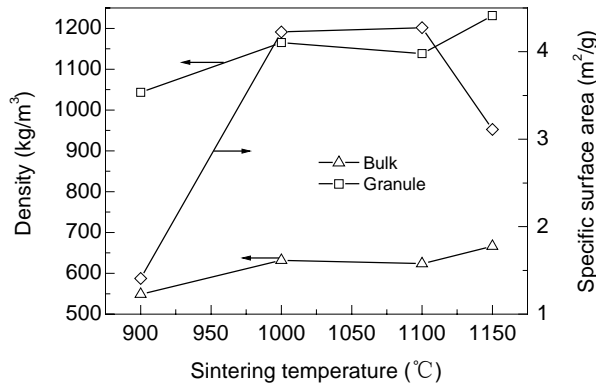


图 3 焙烧温度的影响
Fig.3 Effect of sintering temperature on characteristics of keramzite

3.2.2 焙烧时间的影响

将生料球于(105±2)°C下干燥 1 h, 然后在 400 °C下预热 30 min, 再于 1100 °C下分别焙烧 4, 5, 6, 8, 10 min,

冷却, 测定陶粒的性质. 结果如图 4 所示.

由图 4 可以看出, 随焙烧时间的增加, 陶粒的容重变化相对较平稳, 陶粒的比表面积先增大后减小. 这是因为焙烧时间过短时, 焙烧不充分, 陶粒未能完全烧胀. 随着焙烧时间的延长, 料球内部逐渐升温, 逐渐烧透, 膨胀充分. 但焙烧时间过长, 生成的熔融物过多, 陶粒表面形成的釉质过厚, 则会降低比表面积. 所以焙烧时间不能过长, 同时也利于节约能源. 由图可以看出, 在焙烧时间为 8 min 时陶粒容重较低而比表面积较大, 性能较好, 所以, 陶粒的最佳焙烧时间确定为 8 min.

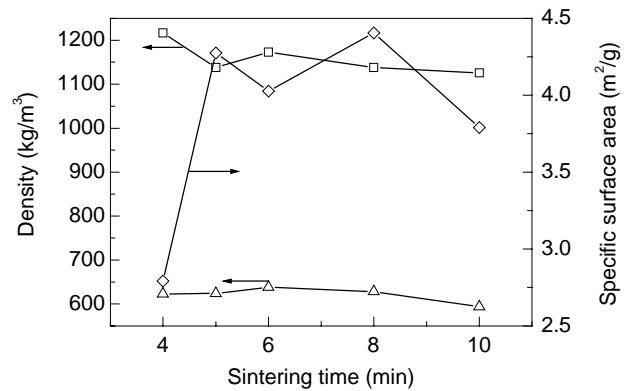


图 4 焙烧时间的影响
Fig.4 Effect of sintering time on characteristics of keramzite

3.2.3 预热温度的影响

生料球在焙烧前一般要进行预热处理, 以进一步调整料球的化学组成, 达到最佳的焙烧效果. 本研究设计一个简单的实验, 考察预热对陶粒烧制的影响, 其中固定因素为: 污泥:粉煤灰:粘土=1:1:1, 干燥温度(105±2)°C, 干燥时间 1 h, 焙烧温度 1100 °C, 焙烧时间 8 min, 分为不预热和 400 °C下预热 30 min 两组进行对照实验. 实验结果如表 5 所示. 可以看出, 经过预热处理的 2#陶粒的容重与吸水率都较未预热的 1#陶粒小, 因

表 5 预热实验结果

Table 5 The experimental results of preheating

Sample	Preheating temperature (°C)	Preheating time (min)	Bulk density (kg/m ³)	Granule density (kg/m ³)
1	-	-	674	1158
2	400	30	624	1138

此可看出生料球焙烧前进行预热处理对提高陶粒的质量有非常重要的作用。

将生料球于(105±2)℃下干燥 1 h, 然后分别于 200, 300, 400, 500, 600℃下预热 30 min, 再于 1100℃下焙烧 8 min, 冷却, 测定陶粒的性质, 结果如图 5 所示。

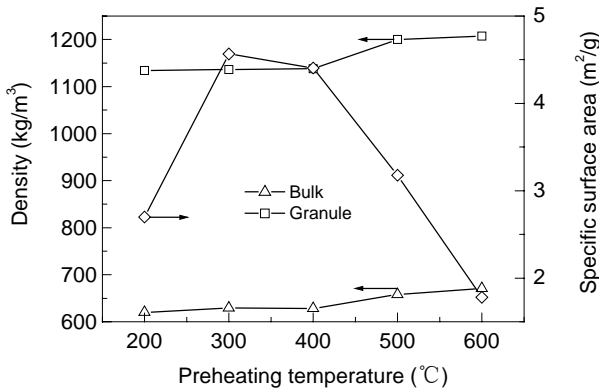


图 5 预热温度的影响
Fig.5 Effect of preheating temperature on characteristics of keramzite

由图 5 可以看出, 陶粒的比表面积随预热温度的升高呈现先升高后降低的趋势, 这是因为预热温度为 200℃时, 接近干燥温度, 预热效果不明显, 失去了预热的意义; 而预热温度过高时, 料球中的有机质分解过多过快, 在焙烧过程中应该起到的造孔、扩孔作用减弱, 从而导致比表面积减小. 因此, 陶粒的最佳预热温度确定为 300℃.

3.2.4 预热时间的影响

将生料球于(105±2)℃下干燥 1 h, 然后在 300℃下分别预热 10, 20, 30, 40 min, 再于 1100℃下焙烧 8 min, 冷却, 测定陶粒的性质, 结果如图 6 所示. 由图可以看出, 陶粒的比表面积随预热时间的延长先增大后减小, 其中, 预热时间为 20 min 时烧制的陶粒比表面积最大。

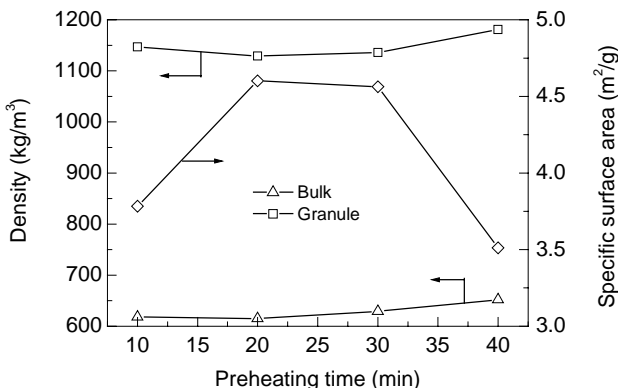


图 6 预热时间的影响
Fig.6 Effect of preheating time on characteristics of keramzite

这是因为预热时间过短时, 料球的化学组分基本上不会发生改变, 预热没有起到调整料球化学组成的作用, 而预热时间过长则有机质消耗过多. 所以, 陶粒的最佳预热时间确定为 20 min.

3.2.5 干燥时间的影响

将生料球于(105±2)℃下分别干燥 0.5, 1, 1.5, 2, 3 h, 然后在 300℃下预热 20 min, 再于 1100℃下焙烧 8 min, 冷却, 测定陶粒的性质, 实验结果如图 7 所示。

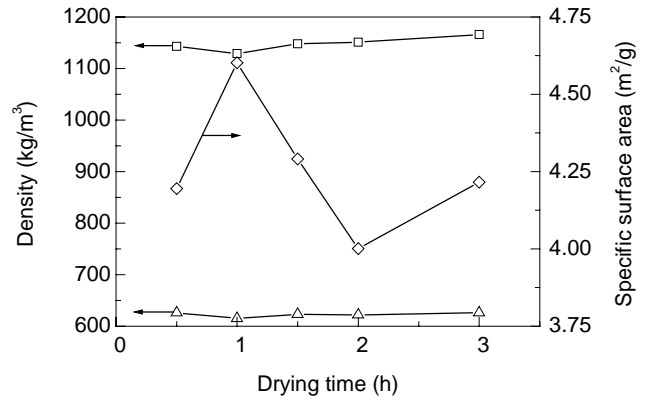


图 7 干燥时间的影响
Fig.7 Effect of drying time on characteristics of keramzite

由图 7 可以看出, 在实验所选取的时间范围内, 干燥时间对陶粒的性质影响不大, 因此, 在保证质量、节约成本的基础上, 确定陶粒的最佳干燥时间为 1 h.

3.3 正交实验

以比表面积、堆积密度和颗粒密度作为衡量标准, 通过正交实验对陶粒的制备工艺条件进行优化. 通过上述单因素实验, 基本确定了比表面积和容重最优时的各单因素条件, 在 4 个最佳单因素条件附近缩小小范围, 设计四因素三水平的正交实验 $L_9(3^4)$, 进一步筛选比表面积和容重最优时的制备条件, 结果见表 6. 由表可知, 相比单因素实验优化得到的陶粒成品的性质, 根据正交实验所烧制的各组陶粒的性质都较差。

综合考虑单因素实验和正交实验结果, 将陶粒烧制的最佳工艺条件确定为: 干燥时间 1 h, 预热温度 300℃, 预热时间 20 min, 焙烧温度 1100℃, 焙烧时间 8 min.

3.4 原料配比的二次优化

粘土是一种资源, 应尽量减少其用量, 因此对配料进行二次优化. 在配料中, 粉煤灰与粘土主要起成陶作用, 其中, 粘土还起粘结剂的作用. 经测定, 粉煤灰与粘土的成陶成分 SiO_2, Al_2O_3 的含量相当, 因此, 在保证较好的粘结性的条件下, 可以用粉煤灰替代部分粘土.

实验中设计 9 组样品, 进一步考察原料配比对产品性能的影响, 配比见表 7. 粘土含量低于 16.7% 的配比

难成球. 按照所设计的前5组配比捏制生料球, 在最佳条件下烧制陶粒, 测其性质. 结果如图8所示. 由图可以看出, 粘土添加量的变化对陶粒的比表面积和容重的

影响不是很大, 而粘土含量低于16.7%(即污泥:粉煤灰:粘土=10:15:5)时, 原料成球较为困难, 所以确定最佳配比为污泥:粉煤灰:粘土=10:15:5(即2:3:1).

表6 污泥烧制陶粒正交实验结果

Table 6 The results of orthogonal sintering experiments of sludge keramzite

Sample	Preheating temperature (°C)	Preheating time (min)	Sintering temperature (°C)	Sintering time (min)	Bulk density (kg/m ³)	Specific surface area (m ² /g)	Granule density (kg/m ³)
1	250	15	1000	7	641	3.596	1174
2	250	20	1100	8	637	3.771	1202
3	250	25	1150	9	-	-	-
4	300	15	1100	9	667	4.494	1251
5	300	20	1150	7	-	-	-
6	300	25	1000	8	636	3.921	1152
7	350	15	1150	8	-	-	-
8	350	20	1000	9	648	3.866	1155
9	350	25	1100	7	643	3.726	1141

表7 原料配比设计

Table 7 Design of mixture ratio

Sewage sludge:fly ash:clay (mass ratio)	10:11:9	10:12:8	10:13:7	10:14:6	10:15:5	10:16:4	10:17:3	10:18:2	10:19:1
Clay content (% ω)	30	26.7	23.3	20	16.7	13.3	10	6.7	3.3
Balling situation	Good	Good	Good	Good	Good	Difficult	Difficult	Difficult	Difficult

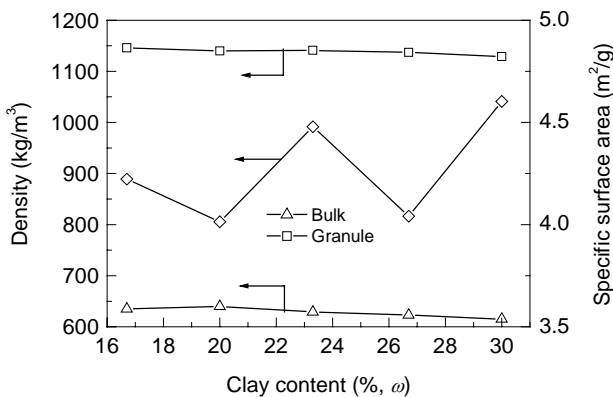


图8 粘土含量的影响

Fig.8 Effect of clay content on characteristics of keramzite

3.5 污泥陶粒的性能测定

对在上述最佳配比和最佳工艺条件下烧制的陶粒进行性能测定, 其比表面积为 4.222 m²/g, 堆积密度为 635 kg/m³, 颗粒密度为 1146 kg/m³, 孔隙率为 22.4%, 盐酸可溶率为 0.18%, 破碎率为 0.4%. 采用压汞仪进行孔径特性的测定, 结果列于表 8.

表8 污泥陶粒孔径特性

Table 8 Pore characteristics of the sludge keramzite

Pore distribution (μm)	Total porosity (%)	Pore tortuosity
0.005~10.6	22.4	1.9722

污泥陶粒在使用过程中有害重金属的浸出是一个焦点问题. 表9列出了污泥陶粒浸出液中几种主要重金属的浓度, 均低于国标 GB5085.3-2007(《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》)中规定的浸出液最高允许浓度,

说明污泥陶粒产品的性能稳定, 不会对环境造成二次污染.

表9 污泥陶粒浸出液重金属含量

Table 9 Contents of metal elements in lixivium

Element	Concentration in leaching solution (mg/L)	Maximum allowable concentration in leaching solution (mg/L)
Cu (total copper)	0.0418	100
Zn (total zinc)	0.017	100
Cd (total cadmium)	0.001	1
Pb (total lead)	0.073	5
Cr (total chromium)	0.006	15
Hg (total mercury)	Not detected	0.1
Ba (total barium)	0.019	100
Ni (total nickel)	Not detected	5
As (total arsenic)	0.011	5

4 结论

通过以城市污水处理厂脱水污泥作为主要原料烧制陶粒的研究, 得出如下结论:

(1) 以污泥作为主要原料, 添加粉煤灰与粘土作为辅料, 可以烧制出性能良好的陶粒. 污泥与辅料的最佳质量配比为污泥:粉煤灰:粘土=2:3:1, 烧制陶粒的最佳工艺条件为: 干燥时间 1 h, 预热温度 300 °C, 预热时间 20 min, 焙烧温度 1100 °C, 焙烧时间 8 min.

(2) 最佳条件下烧制的陶粒的比表面积为 4.222 m²/g, 堆积密度为 635 kg/m³, 颗粒密度为 1146 kg/m³, 孔隙率为 22.4%, 盐酸可溶率为 0.18%, 破碎率为 0.4%.

(3) 污泥陶粒的重金属浸出含量分析表明, 陶粒产品的性能稳定, 不会对环境造成二次污染.

参考文献:

- [1] Martin M J, Artola A, Balaguer D M, et al. Activated Carbons Developed from Surplus Sewage Sludge for the Removal of Dyes from Dilute Aqueous Solutions [J]. Chem. Eng. J., 2003, 94(3): 231–239.
- [2] 黄雅曦, 李季, 李国学. 污泥处理与资源化利用现状分析 [J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(6): 765–768.
- [3] 赵丽君, 张大群, 陈宝柱. 污泥处理与处置技术的发展 [J]. 中国给水排水, 2001, 17(6): 23–25.
- [4] Hall J E. Sewage Sludge Production, Treatment and Disposal in the European Union [J]. Journal of Chartered Institution of Water and Environmental Management, 1995, 19(8): 335–343.
- [5] Patterson D A, Stemark L, Hogan F. Pilot-scale Supercritical Water Oxidation of Sewage Sludge [A]. Lowe P. The 6th European Biosolids and Organic Residuals Conference [C]. Wakefield: Aqua. Environ. Consultancy Services, 2001. 11–15.
- [6] Rozada F, Otero M, Morán A, et al. Activated Carbons from Sewage Sludge and Discarded Tyre: Production and Optimization [J]. J. Hazard. Mater., 2005, B124: 181–191.
- [7] 王晓刚, 赵铁军. 轻集料混凝土的新进展 [J]. 建筑技术开发, 2003, 30(10): 37–39.
- [8] 王征, 郭玉顺. 粉煤灰高强陶粒烧胀规律的试验研究 [J]. 新型建筑材料, 2002, (2): 10–14.
- [9] 杜欣, 金宜英, 张光明, 等. 城市生活污水厂污泥烧结制陶粒的两种工艺比较 [J]. 环境工程学报, 2007, 1(4): 109–114.
- [10] Nakouzi S, Mielewski D, Ball J C, et al. Novel Approach to Paint Sludge Recycling [J]. J. Mater. Res., 1998, 13(1): 53–60.
- [11] Mun K J. Development and Tests of Lightweight Aggregate Using Sewage Sludge for Nonstructural Concrete [J]. Construction and Building Materials, 2007, 21: 1583–1588.
- [12] Monteiro S N, Alexandre J, Margem J I, et al. Incorporation of Sludge Waste from Water Treatment Plant into Red Ceramic [J]. Construction and Building Materials, 2008, 22: 1281–1287.
- [13] 蔡昌凤, 徐建平, 褚倩, 等. 粉煤灰/污泥烧结陶粒的研制与应用 [J]. 环境污染与防治, 2007, 29(1): 26–29.
- [14] 王兴润, 金宜英, 杜欣, 等. 城市污水厂污泥烧结制陶粒的可行性研究 [J]. 中国给水排水, 2007, 23(7): 11–15.
- [15] 许国仁, 邹金龙, 孙丽欣. 污泥作为添加剂制备轻质陶粒的试验研究 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 2007, 39(4): 557–560.
- [16] Riley C M. Relation of Chemical Properties to the Bloating of Clays [J]. American Ceramic Society, 1951, 34(4): 121–128.
- [17] 迟培云, 张连栋, 钱强. 利用淤积海泥烧制超轻陶粒研究 [J]. 新型建筑材料, 2002, (3): 28–30.

Preparation and Characterization of Keramzite from Municipal Sewage Sludge

YUE Min, YUE Qin-yan, LI Re-bo, GAO Bano-yu, YU Hui, QI Yuan-feng

(School of Environmental Science and Engineering, Shandong University, Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: Sewage sludge was used as principal material to sinter lightweight keramzite aggregates. The optimized preparation conditions were selected. The impacts of main factors (dry time, preheating temperature, preheating time, sintering temperature, and sintering time) on characteristics of lightweight aggregate (specific surface area, bulk density, and granule density) were studied. The results show that the optimized mass ratio of sewage sludge to additives was that sewage sludge:fly ash:clay=2:3:1. The optimized preparation conditions were as follows: dry time 1 h, preheating temperature 300 °C, preheating time 20 min, sintering temperature 1100 °C, and the sintering time 8 min. Under these conditions, the characteristics of lightweight keramzite aggregates were obtained as follows: specific surface area 4.222 m²/g, bulk density 635 kg/m³, granule density 1146 kg/m³, porosity 22.4%, weight loss in hydrochloric acid 0.18%, and abrasion loss 0.4%.

Key words: sewage sludge; keramzite; preparation