

粉煤灰-粘土砖烧制过程处理城市污水污泥的试验研究

任伯帜^{1,2},龙腾锐²,陈秋南¹ (1.湘潭工学院土木工程系,湘潭 411201; 2.重庆大学城市建设与环境工程学院)

摘要:以城市污水污泥(以下简称城市污泥)为研究对象,进行粉煤灰-粘土砖烧制过程处理城市污泥的试验研究.结果表明:煤中掺入 20%左右含水率 80%的污泥,可改善和提高煤的燃烧特性;粉煤灰-粘土砖中掺入 30%左右含水率 80%的污泥不影响烧制成品的各项性能;整个过程中可资源化利用 50%左右城市污泥.

关键词:城市污泥;烧制砖;资源化;综合利用

The experimental study on utilization of the urban sewage sludge in the process of sintering brick with fly-ash and clay

REN Bozhi^{1,2}, LONG Tengrui², CHEN Qiunan¹ (1. Department of Civil Engineering of Xiangtan Polytechnic University, Xiangtan 411201; 2. Faculty of Urban Construction & Environmental Engineering of Chongqing University)

Abstract: Possible utilization of urban sewage sludge, in the process of production of sintering brick with fly-ash and was investigated. The results showed that the burning capacity of coal is raised and improved by adding 20 percent urban sludge containing 80 percent water into the coal. It did not affect the qualities of the sintering end products by adding 30 percent urban sludge contained 80 percent water into the fly-ash and clay. The 50 percent of urban sludge can be consumed in this process.

Key words: the urban sludge; sintering bricks; recoverable resource; comprehensive utilization

城市污泥主要由有机杂质(含微生物)和水、重金属等组成.我国在城市污泥的处理和处置上,过去一般采用填埋、排放、倾倒等方法,近年来主要集中在农用、林业施肥、绿化及填埋场覆盖材料等方面^[1].这些方法存在城市污泥中有害物质未得到完全清除的问题.如果用城市污泥取代部分燃料和原料用于粉煤灰-粘土砖的生产,不仅可在烧制窑中完全氧化有机物、杀死微生物、稀释和固化重金属,还可充分利用城市污泥一定的粘结、热值和富含水等特性,降低粉煤灰-粘土砖生产过程中粘土、水和煤的用量,降低生产成本,节水、节地和节能;其经济、社会和环境效益均较显著.为此,本文结合有关单位,进行了粉煤灰-粘土砖烧制过程处理城市污泥的试验研究,以便实现资源化处理和处置城市污泥.

1 实验部分

1.1 试验材料及成分分析

城市污泥:取自某市第二污水处理厂含水率 80%的污泥.粉煤灰:取自某热电厂干排灰,200 目筛余量为 7%,烧失量 6.8%.粘土:选取某建材公司烧制粉煤灰-粘土砖所用粘土,塑性指数 14,烧失量 7.5%.煤:将煤样在球磨机研磨,过 200 目筛,筛余量控制在 12%左右.将城市污泥、煤、粘土及粉煤灰置于 80℃的恒温箱中烘干,90 min 后取出,存放于坩埚中待用.城市污泥和煤的工业分析及元素分析见表 1,城市污泥、粉煤灰及粘土的主要化学成分见表 2.

1.2 煤的失重特性分析

在煤中掺入含水率 80%的城市污泥,形成不同煤-泥比混合燃料试样.将试样放入失重分析仪,以稳定的

收稿日期:2002-07-01;修订日期:2002-09-02

基金项目:“十五”国家科技攻关计划(2001BA604A01)

作者简介:任伯帜(1968—),男,讲师,(博士生)

升温速度加热,温度升高至 800 时开始恒温.当试样质量不再发生变化后结束实验.最后用燃料的燃烧失重指数 D 来进行混合燃料试样的燃烧失重特性分析^[2].

表 1 城市污泥、煤的工业分析及元素分析(w%)

Table 1 Industrial and elemental analysis of the urban sludge and coal (w%)

项目	工业分析值				元素分析值				
	水分	灰分	挥发分	固定碳	C	H	N	O	S
城市污泥	42.3	11.5	20.4	25.8	28.96	4.12	1.65	11.24	0.16
煤	2.5	24.3	21.8	51.4	59.36	3.56	1.21	11.28	0.43

表 2 城市污泥、粉煤灰及粘土的主要成分(w%)

Table 2 Composition of the urban sludge, fly-ash and clay (w%)

项目	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	其它
城市污泥	66.71	6.32	4.08	12.45	6.54	2.05	0.87	13.98
粉煤灰	50.23	32.6	6.21	3.08	1.38	1.06	0.43	5.61
粘土	68.75	14.45	4.86	1.84	1.45	2.25	1.83	4.27

表 3 城市污泥-粉煤灰-粘土体积比

Table 3 Volume ratio of the sludge, fly-ash and clay

编号	A	B	C	E	F	G	H	I	J
城市污泥	10	20	25	30	35	40	50	60	70
粉煤灰	75	65	60	55	50	45	35	25	15
粘土	15	15	15	15	15	15	15	15	15

1.3 城市污泥-粉煤灰-粘土烧制砖实验及成品测试

将含水率 80% 的城市污泥-粉煤灰-粘土按表 3 的配比形成混合料,搅拌均匀,用成型机成型为 240 mm × 115 mm × 53 mm 砖坯,将砖坯放入烘箱烘干,制成半成品,然后将其放入电炉中烧制,形成成品,最后按国家《烧制普通

砖标准》(GB5101-93)对烧制成品的抗压强度、抗折强度、体积收缩率、吸水率、冻融性、外观质量及重金属含量等性能进行检测^[3].

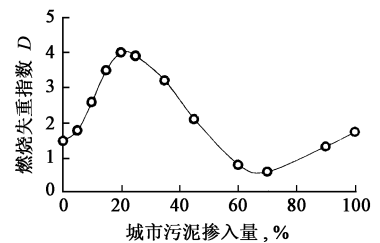
2 结果与讨论

2.1 城市污泥掺入量对混合燃料燃烧特性的影响

由表 1 可知,城市污泥具有一定的可燃性.从图 1 可知,城市污泥掺入量在 0—20% 范围内,燃烧失重指数 D 值随掺入量的增大而提高;当掺入量在 20% 左右时, D 值达到最大值;当掺入量在 20%—65% 范围内时, D 值随掺入量的增大而减小.从泥-煤混合燃料来讲,并不能简单的确定 D 值大小与煤燃烧特性好坏的关系,但从曲线可发现,城市污泥掺入量在 20% 左右对煤的燃烧并无影响,相反可使煤的燃烧失重特性得到明显的改善.究其原因,城市污泥富含有机杂质及部分可燃物质,可与煤一起参与燃烧过程,但由于其含水量较高且其它成分复杂,对其掺入量有一定限制.

2.2 城市污泥掺入量对烧制成品抗压及抗折强度的影响

按表 3 配比,得出烧制成品,其抗压及抗折强度与城市污泥掺入量的关系见图 2、图 3.从图 2、图 3 可知,在小于 30% 范围内,烧制成品的抗压和抗折强度随城市污泥掺入量的增加而上升,但超过 30% 时,出现相反情况.从试验结果来看,城市污泥的掺入量应控制在 30% 左右较佳.初步分析原因,当含水率为 80% 的城市污泥掺入量在 30% 左右时,原料级配最为合理,成型效果好,密实度高,烧制后强度也高;当城市污泥掺入量过高,因城市污泥富含有机杂质和水,影响其烧制强度;相反,掺入量过低,因粉煤灰塑性低,从而成型效果差,比较松散,密实度降低,烧制强度也降低.

图 1 城市污泥掺入量与 D 的关系Fig. 1 Variation of D as a function of the amount of the urban sludge added

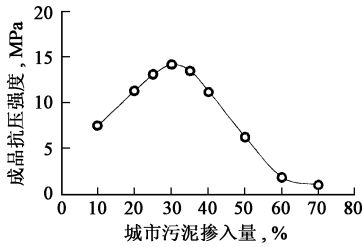


图2 城市污泥掺入量与抗压强度的关系

Fig.2 Variation of beaten strength as a function of the amount of the urban sludge added

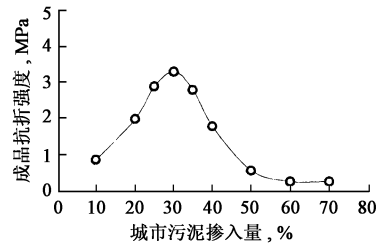


图3 城市污泥掺入量与抗折强度的关系

Fig.3 Variation of tear strength as a function of the amount of the urban sludge added

表4 烧制成品其它性能

Table 4 Other features of the sintering brick

试样编号	B	C	E	F	G
冻融性能, %	1.75	1.58	1.32	1.45	1.63
吸水率, %	17.29	19.48	20.35	22.18	23.13
体积收缩率, %	8.75	10.25	11.65	13.15	14.26
外观质量	较好	好	很好	好	较好
泛霜现象	无	无	无	无	无

2.3 城市污泥掺入量对烧制成品其它性能的影响

取城市污泥掺入量在 20%—40%范围内的烧制成品,进行体积收缩率、吸水率、冻融性和外观质量等性能测试,其结果见表 4。从表 4 可知,烧制成品的体积收缩率、吸水率随城市污泥掺入量的增加而增大,其它性能变化较小,其性能指标均能满足国家

《烧制普通砖标准》(GB5101-93)要求。城市污泥掺入量在 30%时,烧制成品的性能最好。

2.4 烧制成品对城市污泥中重金属的稀释和固化作用

对 G 组试样进行重金属浸出试验,其结果见表 5。从表 5 可知,G 组试样烧制成品浸出液的重金属浓度符合我国地面水 类标准 (GB3838-88)要求,由此可推论,当城市污泥掺入量在 30%左右的成品也应符合要求。究其原因,粉煤灰及粘土对城市污泥中重金属的稀释作用,加之烧制过程中,生成硅酸盐玻璃相的固化作用。

表5 G组试样烧制成品的浸出试验结果(mg/L)

Table 5 The results of the soaking and leaching experiment of the group G(mg/L)

项目	城市污泥	配料	烧制成品	标准
Cu	0.965	0.178	0.004	1.0
Zn	3.873	0.346	0.007	1.0
Ni	1.518	0.117	0.013	/
Cr	0.215	0.048	0.003	0.005
Hg	1.015	0.044	0.0008	0.0001
Pb	0.493	0.088	0.0030	0.05
Cd	0.004	0.002	0.0007	0.005
As	0.043	0.187	0.015	0.05
Mn	0.873	0.003	0.0006	0.1
Ph	7.1	8.4	6.3	6.8—8.0

3 结论

(1)煤中掺入 20%左右含水率为 80%的城市污泥,不会影响煤的燃烧特性,相反改善和提高了煤的燃烧性能。在粉煤灰-粘土砖生产中,掺入 30%左右该类城市污泥,减少粘土用量,烧制成品性能可达国家标准 (GB5101- 93)要求。在整个粉煤灰-粘土烧制砖过程中,可资源化利用 50%左右含水率为 80%的城市污泥。

(2)利用粉煤灰-粘土烧制砖过程处理城市污泥,还能同时处理工业粉煤灰,节约煤、水及粘土的用量,达到了节地、节水和节能,是一种社会、经济和环境效果明显的城市污泥处理技术。

参考文献:

[1] Diane Garvey, Carmen Guarion, Robert Davis. Sludge disposal trends around the globe[J]. Water Engineering&Management, 1993, 17—20

[2] 王桂兰,谢峻林,李军.用污泥生产混合性水泥[J].国外建筑材料,1998,14(6):272—273

[3] 中华人民共和国国家标准(GB5101-93)烧制普通砖标准[S].北京:标准出版社,1985

[4] 唐黎华,朱子彬,赵庆祥等.性污泥作为气化用型煤粘结剂的研究[J].环境科学学报,1999,19(1):87—90