

掺加建筑垃圾分选粉体对硅酸盐水泥熟料烧成的影响

闫铁成^{1,2}, 周茗如², 苏星¹

(1.陇东学院 土木工程学院, 甘肃 庆阳 745000; 2.兰州理工大学 土木工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 在对建筑垃圾分选粉体的物理性质和化学性质进行分析的基础上, 进行了水泥生料中掺加部分建筑垃圾分选粉体煨烧硅酸盐水泥熟料的试验研究。结果表明: 所用的建筑垃圾分选粉体在水泥工业上可以作为生产原料使用, 这是建筑垃圾实现资源化再生利用的途径之一; 试验条件下, 在水泥生料中掺入 12.7% 的建筑垃圾, 对煨烧的水泥熟料物理性能未产生不良影响。

关键词: 建筑垃圾; 分选粉体; 水泥熟料

Abstract: Based on the analysis of physical properties and chemical properties of classified construction waste powder, a study on utilizing classified construction waste powder as part of raw materials to product Portland cement clinker were did. The results showed that the classified construction waste powder could be used as one of raw material in cement industry, this was one of the ways to realize construction waste resource recycling. Under experimental conditions, the addition of up to 12.7% construction waste had no harmful effects to the physical properties of cement clinker.

Key words: construction waste; sorting powder; cement clinker

First author's address: School of Civil Engineering, Longdong University, Qingyang 745000, Gansu, China

中图分类号: TQ172.44 文献标识码: A 文章编号: 1002-9877(2015)03-0009-03

DOI: 10.13739/j.cnki.cn11-1899/tq.2015.03.003

0 引言

建筑垃圾指对各类建筑物和构筑物等进行拆迁、建设、装修和修缮房屋过程中所产生的余泥、余渣、废旧混凝土、废旧砖石及其他废物的统称。据统计, 2005~2013 年间, 国内一线城市建筑垃圾的日产量为 810t 左右, 二、三线城市建筑垃圾日产量在 500t 左右^[1], 给城市的环境带来了很多问题。因此, 建筑垃圾的再生利用已成为人们关注的课题, 资源化利用建筑垃圾分选粉体同样也进入了水泥研究的领域, 也是水泥生产绿色化和水泥高性能化的结合点。

本文试验所用的原料为拆除混凝土结构与砖混结构所产生的垃圾, 来源于城市的改造、拆危等, 试验将建筑垃圾分选粉体掺入生料中, 主要研究这些分选粉体对硅酸盐水泥熟料烧成过程的影响。

1 建筑垃圾分选粉体的生产工艺及基本性质

1.1 生产工艺

建筑垃圾分选粉体生产工艺流程见图 1, 主要为颚式破碎机预处理破碎、冲击式破碎机二次处理破碎和筛分、风力分级、吸尘处理这三个阶段。经过处理后最终得到的建筑垃圾分选粉体所占比例为 61.5%, 主要成分见表 1。

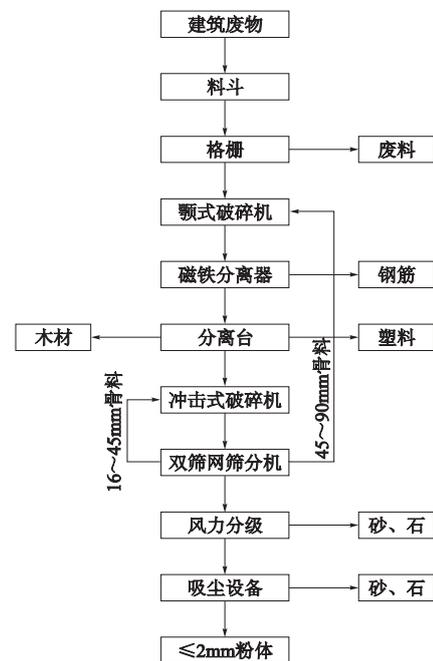


图 1 建筑垃圾分选粉体生产工艺流程

表 1 建筑垃圾分选粉体的化学成分

LOI	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	SO ₃	Cl ⁻
9.97	36.21	38.62	5.98	3.18	2.02	1.56	1.36	1.05	0.05

基金项目: 甘肃省教育厅高等学校科研项目(2013A-119); 甘肃省庆阳市科技局科技支撑项目(KG201306)

1.2 建筑垃圾分选粉体物理性质

建筑垃圾分选粉体是一种质地疏松的粉末,其堆积密度为 873.49kg/m³;使用 BT-9300H 激光粒度分析仪对建筑垃圾分选粉体进行粒径检测,得到粒径分布见图 2,其平均粒径为 30.3μm,与水泥相似;使用 FBT-5 型电动勃氏透气比表面积仪对其进行表面积检测,结果为 349m²/kg。

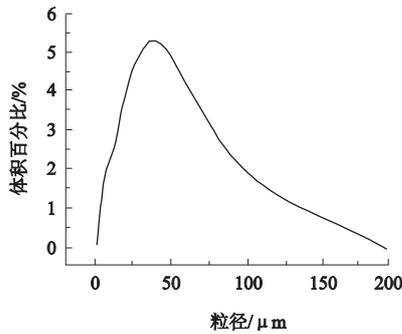


图 2 建筑垃圾分选粉体粒径分布曲线

1.3 化学性质

对建筑垃圾分选粉体进行 X 射线荧光分析及衍射分析,结果见表 2 和图 3。

表 2 建筑垃圾分选粉体化学成分 %

LOI	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	SO ₃	Cl ⁻
9.97	36.21	38.62	5.98	3.18	2.02	1.56	1.36	1.05	0.05

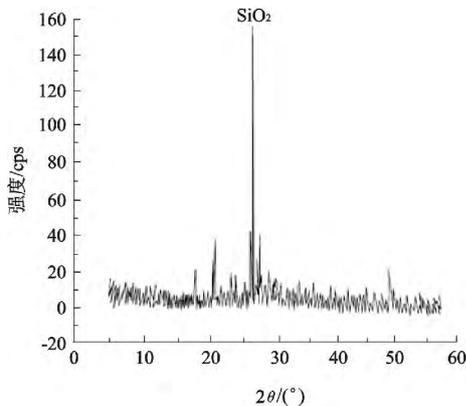


图 3 建筑垃圾分选粉体 XRD 图谱

从表 2 和图 3 中可见,建筑垃圾分选粉体主要矿物成分是 SiO₂,这说明废弃混凝土砂石骨料中的碎屑在分选粉体中占有较大比例;衍射图中难见硅酸钙、铝酸钙等晶体的衍射峰,说明试验所用建筑垃圾分选粉体中的水泥颗粒已基本水化完全,主要以凝胶体形式存在。

2 建筑垃圾分选粉体掺量对水泥性能的影响

将建筑垃圾分选粉体(细度为 349m²/kg)按照不同

比例配入水泥生料中,以研究其对硅酸盐水泥熟料煅烧的影响。

配料方案见表 3。所有配料均经过粉磨设备粉磨并过 0.2mm 筛,且 0.08mm 筛余<8%。按照一定的配合比配制而成的生料粉,混合均匀后加入 15%~20% 的蒸馏水,在 3~5t 的压力下制成 Φ15mm、约 3g±0.5g 的生料片,将此生料片放入 100~125℃ 的烘干箱中进行低温烘干,再转移到预先升温至 850℃ 的硅碳棒高温炉中保温 40min,再升至预先设定的温度(1 250℃、1 300℃、1 350℃、1 400℃、1 450℃ 和 1 500℃),保温 30min 后取出自然冷却,粉磨成粉体全部通过 0.08mm 筛,用甘油-乙醇法测定粉体中的 fCaO 的含量。其中 1 为对比组,不掺建筑垃圾分选粉体。表 3 各配料经不同温度煅烧后的熟料试样的 fCaO 含量见表 4,物理性能见表 5。

表 3 掺入建筑垃圾分选粉体的配料方案

编号	设计熟料化学组成/%					分选粉体掺量/%	生料率值			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO		LSF	KH	SM	IM
1	20.29	4.96	5.25	65.02	2.16	0	1.00	0.979	1.99	0.95
2	20.02	4.91	5.21	65.06	3.36	12.7	1.00	0.984	1.98	0.94
3	20.09	4.92	5.22	65.14	3.17	10.6	1.00	0.981	1.98	0.94
4	20.12	4.94	5.23	65.31	2.93	8.0	1.00	0.981	1.98	0.94
5	20.14	4.93	5.24	65.45	2.75	6.1	1.00	0.982	1.98	0.94
6	20.17	4.92	5.27	65.57	2.58	4.3	1.00	0.982	1.98	0.93

表 4 掺入建筑垃圾分选粉体配料试样煅烧后 fCaO 含量 %

编号	1 250℃	1 300℃	1 350℃	1 400℃	1 450℃	1 500℃
1	9.48	5.91	3.36	2.22	1.28	1.28
2	10.91	5.37	2.70	1.54	0.78	0.78
3	10.63	5.18	2.81	1.28	1.08	0.72
4	11.04	5.08	2.73	1.32	0.90	0.72
5	10.93	4.57	2.94	1.50	0.96	1.05
6	9.78	4.48	2.89	1.55	1.16	0.84

表 5 建筑垃圾分选粉体掺入量与水泥性能的关系

编号	标准稠度用水量/%	初凝时间/(h:min)	终凝时间/(h:min)	安定性	抗折强度/MPa		抗压强度/MPa	
					3d	28d	3d	28d
1	26.9	3:01	3:50	合格	7.1	11.09	34.0	60.4
2	26.0	2:46	3:43	合格	7.3	11.10	33.9	58.4
3	26.2	2:58	3:51	合格	7.3	11.20	34.0	60.4
4	26.4	2:59	4:10	合格	7.2	11.10	33.4	60.3
5	26.6	2:52	4:31	合格	7.3	11.30	33.1	59.7
6	26.7	2:34	4:58	合格	7.1	11.10	33.1	58.6

从表 4 可以看出, 煅烧温度 $\geq 1300^{\circ}\text{C}$, 掺入建筑垃圾分选粉体组的各熟料试样 $f\text{CaO}$ 含量都小于对比组。其中在 1400°C , 掺入建筑垃圾分选粉体的试样已经烧成, 其 $f\text{CaO}$ 含量基本都在 1.5% 以内, 而对比组试样尚未烧成。如果 C_3S 的开始形成温度大致认为是 1338°C , 那么在烧成温度 $\geq 1350^{\circ}\text{C}$ 以上时, 掺入建筑垃圾分选粉体的熟料试样的 $f\text{CaO}$ 含量均小于对比组。这说明建筑垃圾分选粉体掺入硅酸盐水泥生料中, 不会使水泥熟料的岩相发生本质变化, 反而能烧制出性能更好的水泥熟料。当掺加量为 12.7%, 煅烧温度在 1450°C 时 (2 号试样), $f\text{CaO}$ 含量最低, 仅为 0.78%, 符合一般水泥生产要求 $f\text{CaO} \leq 1.0\%$ 的要求。另外, 因掺入建筑垃圾分选粉体生料中的 CaO 含量稳定, 而 CaO 是 C_3S 的生成必备物质, 更加有利于 C_3S 的后期形成^[1]。但笔者认为, 仅靠建筑垃圾分选粉体改善硅酸盐水泥熟料的性能, 效果还不够理想, 需要进行后续的进一步研究。

从表 5 可以得出, 掺入建筑垃圾分选粉体的试样均接近对比组的强度值, 因此将建筑垃圾分选粉体掺入生料不会对水泥强度产生负面影响。试样 2 烧成后水泥熟料的化学组成见表 6。

表 6 试样 2 烧成后水泥熟料的化学组成 %

项目	LOI	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	SO ₃	Cl ⁻
试样 2 烧成后水泥熟料	3.75	61.37	21.81	6.54	2.41	0.14	0.74	1.31	1.91	0.020

从表 6 可知, 掺入建筑垃圾分选粉体, 熟料中实

际的有害物质含量较低。建筑垃圾分选粉体中微量组成的作用机理属于固溶、晶型转变和降低生长活化能的作用, 在低温阶段效果不明显, 主要在正常烧成温度范围内 (1450°C) 加速了 C_3S 的形成^[2-3]。因为现在的水泥熟料生产工艺在烧制熟料时普遍采用高温煅烧, 所以在水泥生料中掺加建筑垃圾分选粉体在煅烧工艺上是非常适宜的。生料中复掺建筑垃圾分选粉体, 在正常烧成温度 (1450°C 左右) 下加速了 C_3S 的形成, 因此易于烧制高 C_3S 含量的水泥熟料, 从而提高水泥强度。

3 结束语

1) 本试验条件下, 分选粉体的适宜掺量为 10%~12.7%。

2) 分选粉体掺入硅酸盐水泥生料是完全可行的, 其煅烧的熟料性能接近未掺的对比组。显然, 这是实现建筑垃圾再生利用、有效利用和资源化利用的途径之一, 也是水泥工业节约自然资源、保护生态环境、实现绿色生产和可持续发展的重要方面。

参考文献:

- [1] 庞永师, 杨 丽. 建筑垃圾资源化处理对策研究[J]. 建筑科学, 2006 (1): 77-79.
- [2] 吴贤国, 李惠强, 郭劲松. 垃圾废料作为建筑材料的综合回收利用途径[J]. 建筑技术, 2000(5): 318-319.
- [3] Poon C S, Ann T W Yu, Ng L H. On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. Conservation and Recycling, 2001, 32 (1): 157-172.

(编辑 蔡成军)

广告

新型打散分级机筛板 —— 节能、提产、耐磨

供应产品: 新型打散分级机筛板 (实用新型专利: 一种细粉筛分板, 专利号: 201020581955.8, 仿制必究!);

技术指标: 吨水泥粉磨电耗降低 2kWh 左右, 保证磨机台时产量提高 10 吨左右;

业绩单位: 红狮水泥 (下属子公司)、华润水泥 (连江)、南方水泥 (泰和)、中联水泥 (阜阳) 等 50 多家企业;

公司简介: 南阳飞鹏节能技术服务有限公司是集产品研发、生产、技术服务、市场营销为一体的民营科技型企业, 2013 成功通过国家备案, 现拥有多项先进的节能技改技术, 实现窑系统节约实物煤耗 2kg 以上; 水泥粉磨台时提高电耗降低。投资少, 见效快!

企业责任: 节能降耗为人类, 降低成本为自己!

公司网址: www.425325.com

地址: 河南省南阳市高新区百里奚南村 696 号

电话/传真: 0377-63065196

服务热线: 18338339528 15037755955 QQ: 764980114

欢迎加入技术推广 QQ 群: 59443013