

膨润土废渣作水泥混合材的应用

董幼斐

郑荣贵

(浙江林学院, 临安 311300)

(浙江省临安县水泥厂)

摘要 在膨润土废渣化学成分、物理性质和活性研究的基础上, 将废渣应用于普通水泥生产, 并确定了其最佳配方和掺量。经应用对比试验和生产实践, 说明膨润土废渣是一种来源广、价廉、低能耗的新型水泥混合材, 应用后经济效益和社会环境效益显著, 具有良好的推广价值。

关键词 膨润土, 废渣; 普通硅酸盐水泥, 配合料

中图分类号 TQ172; TQ170.4

随着我国经济建设速度加快, 水泥用量猛增, 但矿渣生产远远不能满足水泥生产所需, 且缺口愈来愈大。因此, 利用石煤渣、烟煤渣、石灰渣等代替部分矿渣生产水泥的技术和方案应运而生。然而, 上述代用品往往使普通硅酸盐水泥中的烧失量超过 5% 而影响水泥质量, 在应用上受到了一定的限制。临安地处浙西山区, 膨润土蕴藏量极为丰富, 已探明的储量达 7 000 万 t。临安平山膨润土开探已有 30 a 以上的历史, 年开采量超过 10 万 t, 约有 1/3 是废渣。废渣生产提高了矿山开采成本, 废渣的堆积, 不但占用大片土地, 而且污染了环境。为此, 利用本地膨润土废渣代替矿渣作水泥混合材的应用研究, 具有十分重大的意义。

应用本成果的产品经浙江省建材产品质检站检测, 用膨润土废渣作混合材生产的水泥, 各项指标均符合 GB175-1992 国家标准。

1 膨润土废渣的形成及性能

1.1 废渣的形成

临安膨润土矿体有 8 层, 颜色各异, 每层矿的顶、底板及矿石中夹有不同厚度的非矿部分, 开采后均成为废渣, 尤其是 7 层矿与 8 层矿之间的褐色非矿夹层(即 7 层矿的顶板和 8 层矿的底板)厚度可达 50~100 cm。其矿层结构见图 1。开采时非矿部分与膨润土一并开采拉出, 非矿部分清理出来即为废渣。

1.2 废渣的物理性质

废渣呈灰绿色, 褐色, 青灰色等, 块状, 易碎裂, 有滑感, 浸水后微膨胀, 粉状料拌少量水后有粘手感。真密度为 2.75 g/cm^3 , 假密度为 2.43 g/cm^3 , 比膨润土矿石密度大, 质硬。

收稿日期: 1995-07-25

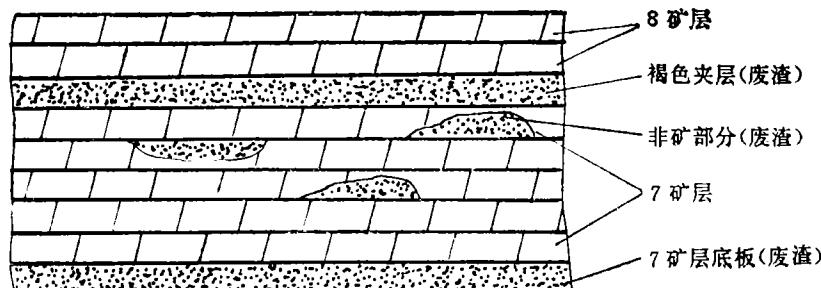


图 1 膨润土废渣在矿层中产出位置示意图

Fig. 1 Geological sketch map of amargosite waste residue

1.3 废渣的化学成分

废渣的化学成分见表 1。从表 1 中可知废渣组成主要以硅质矿物为主, 含适量的粘土类(主要为蒙脱石)矿物和少量的铁质、碳酸盐矿物。褐色废渣中并含有适量的沸石类矿物。而沸石本身即属于水泥混合材料。废渣中没有对水泥质量产生影响的有害矿物及化学组分。

表 1 膨润土废渣的化学成分(%)

Table 1 Composition of amargosite waste residue (%)

颜 色	LOSS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	矿 点
褐 色	4.76	67.38	8.66	3.49	3.72	0.43	国有 1 矿
青 灰 色	7.66	67.28	6.97	1.03	5.06	0.86	国有 2 矿
灰 绿 色	5.08	68.03	14.43	4.25	2.59	1.73	乡 镇 矿

1.4 废渣作混合材的类别及活性

废渣本身不具有较强的胶凝性或单独硬化的能力。它既不属于现有国家标准的活性混合材(矿渣、粉煤灰、火山灰质)中的任何一种, 也不同于石灰石、砂岩等非活性混合材。试样经浙江省建筑材料产品质量监督检查站测试, 水泥胶砂 28 d 抗压强度比合格, 但火山灰性能 14 d 测试不合格。因此, 它是一种应用于水泥生产的新型非活性混合材料。

2 试验与研究

2.1 试验用水泥原材料化学成分(表 2)

表 2 试验用水泥原材料化学成分

Table 2 Chemical composition of raw material of cement

名 称	成 分 / %										
	LOSS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	FCaO	KH	n	P
熟 料	1.86	19.20	5.23	61.41	4.88	3.58	1.49	3.53	0.95	1.89	1.07
粉 煤 灰	27.28	51.96	32.14	4.44	6.60	1.46	1.71				
矿 渣	-2.48	37.56	13.63	28.60	0.99	2.80					
废 渣	5.08	68.03	14.43	2.59	4.25	1.73					
石 灰	--	4.56	0.50	29.00	0.35	2.43	36.88				

2.2 试样制备

将试验用有代表性的原材料取样，缩分，按设计要求称重配料，经直径 $500\text{mm} \times 500\text{mm}$ 试验小的磨加工粉碎，比表面积控制在 $3000 \pm 100\text{m}^2/\text{g}$ ，经筛分，搅拌均匀备用。

为寻求废渣的最适宜掺入量，找出与其他混合材的可比性，在水泥中掺入 $5\% \sim 30\%$ 的废渣，供各项物理性能测试用。

2.3 物理性能测试

选择有代表性的混合材，按不同配比制备的水泥试样，经浙江省建筑材料产品质检站测试，其物理性能见表3~4。

表3 不同混合材与水泥物理性能的关系

Table 3 Relation between different mixtures and physical properties of cement

试 样 号	配 合 比/%		SO ₃	细度	安 定 性	凝结/时:分			抗折强度/MPa			抗压强度/MPa			
	熟 料	废 渣				初 凝	终 凝	3d	7d	28d	3d	7d	28d	3d	
B-1	96.3		3.7	2.62	4.4	合格	03:20	05:20	5.6	8.0	29.0	58.3			
B-2	86.7	10	3.3	2.41	3.4	合格	02:03	05:33	4.6	7.7	23.9	55.0			
B-3	86.7	10	3.3	2.35	5.0	合格	01:57	05:27	4.8	8.1	26.3	58.9			
B-4	86.7	10	3.3	2.30	3.0	合格	02:15	03:59	5.1	5.7	7.4	27.2	37.2	51.8	
B-5	78.0	10	10	2.0	2.30	5.6	合格	04:53	06:57	5.0	6.2	7.7	30.3	40.4	56.4

表4 膨润土废渣不同掺量与水泥物理性能的关系

Table 4 Relation between addition of amargosite waste residue and physical properties of cement

试 样 编 号	配合比/%		细度	标准 稠度 用水 量	凝 结 时 分	安 定 性	SO ₃	抗 折 强 度 /MPa			抗 压 强 度 /MPa										
	熟 料	废 石 膏 /%						初 凝 性 /%	终 凝 性 /%	3 度 d 比	7 度 d 比	28 度 d 比	强 度 比								
7-1	98.0	2.0	5.4	23.0	03:45	06:00	裂	2.50	5.1	100	6.2	100	7.7	100	30.3	100	40.4	100	56.4	100	
7-2	88.1	10	1.9	3.0	23.5	02:19	03:59	合格	2.30	5.1	100	5.7	92	7.4	96	22.2	90	37.2	92	51.8	92
7-3	83.0	15	2.0	3.0	24.0	02:18	04:09	合格	2.25	4.7	92	5.4	87	7.0	91	25.2	83	33.8	84	47.9	85
7-4	93.0	5	2.0	5.0	23.0	03:30	05:00	合格	2.30	5.1	100	6.0	97	7.5	97	28.2	93	38.2	95	52.6	93
7-5	98.0		2.0	2.8	23.0	03:25	05:15	曲	2.48	5.8	100	6.5	100	7.4	100	33.0	100	47.7	100	62.0	100
7-6	88.0	10	2.0	1.4	23.5	02:00	05:00	合格	2.48	5.0	86	5.8	89	7.4	100	28.9	88	41.2	86	54.1	87
7-7	83.0	15	2.0	1.4	24.0	03:15	05:15	合格	2.30	4.8	83	5.9	91	6.9	93	26.3	80	38.1	80	47.8	77
7-8	98.0		2.0	5.8	23.0	01:13	05:28	曲	2.48	5.3	100		8.2	100	26.8	100			65.4	100	
7-9	68.0	30	2.0	6.0	24.0	01:06	05:46	合格	2.14	4.6	88		7.3	89	24.3	91			48.0	73.4	

2.4 结果与分析

2.4.1 使用废渣对水泥标准稠度用水量的影响 从图2可以看出熟料单掺膨润土废渣的试样达到水泥标准稠度所需的用水量略比熟料掺粉煤灰的水泥高，当废渣与粉煤灰混掺时，需水量略低于熟料水泥标准。总的的趋势是随着废渣掺入量的增加，达到水泥标准稠度的需水量亦相应增加。

2.4.2 废渣对水泥凝结时间和安定性的影响 试验表明，当废渣掺入量小于等于5%时，水

泥凝结时间与熟料水泥非常接近。当掺入量在10%时，凝结时间反而比熟料水泥加快，而单掺矿渣或粉煤灰其凝结时间延长。当废渣与粉煤灰混掺时，在试验范围内质量均符合GB175—1992水泥标准。

测试结果还表示，用膨润土废渣作水泥混合材，对水泥的安定性无不良影响。

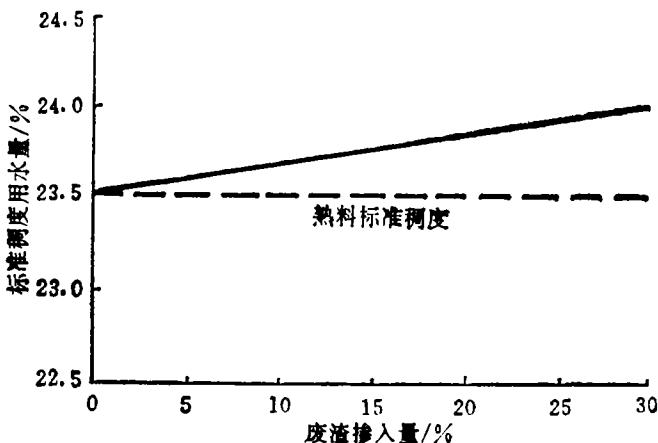


图2 废渣掺入量对水泥标准稠度用水量的影响

Fig. 2 Effects of the addition of amargosite waste residue on the water requirement for normalconsistency of cement paste

2.4.3 废渣对水泥强度的影响 用废渣作混合材生产的水泥，早期强度高，后期强度发挥正常。单掺10%废渣的水泥3 d抗压强度与熟料水泥强度比值大于88%，废渣与粉煤灰混掺的水泥3 d抗折强度比达99%，但3 d抗压强度比低于单掺废渣，而28 d后期强度比比单掺高6%~10%。所以废渣和粉煤灰有互补作用，两者混掺生产复合水泥，效果更好，有利于水泥早期和后期强度的正常发挥。

2.4.4 废渣的最适宜掺入量确定 膨润土废渣无论是单掺或混掺，经合理配比后的物理性能均符合425号普通水泥标准要求。单掺废渣最适宜的掺入量为8%~10%。混掺时，按1:1~1:3的比例掺入，总掺入量控制在16%~20%为宜。废渣掺入量对水泥抗压强度的影响见图3。

3 工业性生产和效益分析

自1993年以来，本成果在临安县水泥厂和青山水泥二厂应用，将膨润土废渣代替矿渣作混合材生产的水泥已超过4万t。经实际应用和测试，工厂产量提高，成本下降，成品质量符合标准(表5)，性能稳定，受到用户的好评。用废渣代替矿渣作混合材，可节约100元/t。临安水泥厂年使用废渣5000t，可节约50余万元。废渣加工性好，与矿渣相比，磨机台时产量可提高0.8~1.0t，每年可节电24~27万kWh。临安县水泥年生产能力在50万t以上，推广应用本成果，其节能效益和经济效益前景十分可观。

临安膨润土开采的废渣量较大，本成果的推广应用对减少环境污染，改善生态环境具有积极的意义。

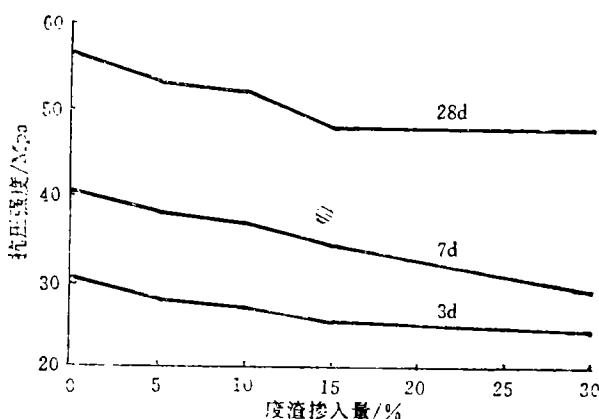


图3 废渣掺入量对水泥抗压强度的影响

Fig. 3 Effects of the addition of amargosite waste residue on the compressive strength of cement.

表5 用废渣作混合材生产水泥产量和质量检测表

Table 5 Production and quality examination of cement with the residue

生产日期	产量 /t	LOSS /%	细度 /%	安定性	初凝终凝 (时:分)		抗折强度 / MPa		抗压强度 / MPa		废渣 掺入量 /%
					初凝 (时:分)	终凝 (时:分)	3 d	28 d	3 d	28 d	
1993-10	7 485	4.19	4.8	合格	02:36	05:40	4.3	7.0	23.6	51.2	8
1993-11	6 938	3.61	4.1	合格	03:03	06:07	4.4	7.0	24.1	52.7	8
1993-12	7 557	3.45	4.7	合格	02:48	05:10	4.4	7.1	24.5	51.4	8
1994-04	8 158	3.92	3.2	合格	03:01	05:20	4.6	7.3	25.4	51.9	9
1994-05	6 080	4.39	3.7	合格	03:39	05:54	4.8	7.4	26.7	50.1	9
1994-06	5 784	3.87	3.4	合格	02:51	05:07	4.8	7.0	24.4	49.3	9
标准要求(GB175-1992)		<5	<10	合格	≥0:45	<10:00	≥3.5	≥6.5	≥16	≥42.5	

4 结论

- 4.1 利用膨润土废渣作混合材生产水泥, 不需要变更原有的水泥生产工艺流程, 而废渣处理的工艺设备简单, 操作安全, 能耗低, 无污染, 投资成本低。
- 4.2 膨润土废渣可以单掺生产普通硅酸盐水泥, 也可以与粉煤灰合掺生产复合水泥。水泥质量分别达到 GB 175-1992 和 GB 12958-1991 标准。
- 4.3 本成果属资源综合利用或矿产废弃物利用项目。用于水泥材, 能降低水泥生产成本和能耗, 又增加膨润土矿山的开采效益, 改善生态环境, 其潜在的经济效益、社会效益和环境效益十分显著, 具有推广应用价值。

致谢 检测数据由临安水泥厂化验室提供, 特此致谢。

Dong Youfei (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC) and Zheng Ronggui. An Application of Amargosite Waste Residue as Batch in Producing Cement. *J Zhejiang For Coll.* 1995, 12(4):412~417

Abstract: Based on the chemical compositions, physical properties and activity of amargosite waste residue, it was applied to production of ordinary portlands cements in a suitable prescription. Compared test indicated that the residue was a new batch of cement with low cost and low energy comsumption. Finally, the applying potential of the technique was prospected.

Key words: amargosite; waste residue; ordinary portlands; batch

我院又有两项科研项目获浙江省自然科学基金资助

1995年浙江省自然科学基金资助项目已正式公布。我院林产工业系马灵飞主持的“木质水泥板快速固化机理”和刘志坤主持的“木质材料气相阻燃的研究”同时获得资助。

“木质水泥板快速固化机理”项目以研究速生材和非木本植物剩余物对于水泥的亲和性入手，探讨不同添加剂的影响，分析木质水泥板快速固化的机理。这对木质水泥板的迅速发展、植物资源的有效利用、森林资源和地球环境的保全均有深刻意义。“木质材料气相阻燃的研究”项目利用浮压原理，使阻燃剂的某些成分以汽相或液相形式直接导入木材内部，控制以原料气形式加入的其他成分进行催化反应，在木材内部聚(化)合生成微粒胶囊型滞火沉淀物，使木质材料阻燃处理达到快速、高效的目的。

(凌申坤)