

资源开发

粉煤灰混凝土用于农田渠道砌筑现场工业试验

张金山, 候殿昆

(包头钢铁学院粉煤灰综合利用工程技术中心, 内蒙古 包头 014010)

摘要:在粉煤灰混凝土用于农田灌溉水渠砌筑实验室试验研究的基础上,着重介绍了现场工业试验情况。结果证明:利用粉煤灰可提高农田灌溉渠道的抗渗性和抗冻性,降低砌筑成本,具有显著的社会效益和经济效益。

关键词:粉煤灰;粉煤灰混凝土;渠道砌筑

中图分类号:TQ536.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-6532(2003)02-0037-05

1 引言

1.1 问题的提出

包头地区属于缺水干旱地区,大量的农田依靠井灌,特别是包头市以北的固阳县和达茂旗,每年需修农田灌溉水渠 7 万多米,待修的水渠有 500 多公里。经现场调研,这些旗(县)多年来一直采用 U 型成渠机修筑农田灌溉水渠,据现场观察,所修水渠表面粗糙,有的水渠侧邦有明显的空洞,水渠渗水严重。

2000 年,包头市水务局和包头市科委将“利用粉煤灰提高农田灌溉渠道抗渗性、抗冻性和降低砌筑成本”列为科技攻关项目,并由包头钢铁学院粉煤灰综合利用工程技术中心承担完成。经过现场考察、调研和实验室配方试验以及现场工业试验,获得了大量的实验数据,达到了预期目标。

1.2 问题的原因分析与解决的基本思路

在与当地水利局领导和有关工程技术人员进行现场考查和讨论的基础上,我们认为

目前所修水渠存在的问题主要是由下列原因造成的:一是混凝土中水泥掺量较低,U 型成渠机在成渠过程中无法将混凝土中水泥浆震出,因此渠道表面粗糙,并有空洞现象。若增加混凝土中水泥掺量,则修渠成本上升;二是混凝土的水灰比过大,但是降低水灰比,混凝土的和易性也降低,使 U 型成渠机成渠困难;三是混凝土中原料级配不合理,特别是需要增加细集料的含量。

多年来我们一直从事内蒙古地区粉煤灰综合利用的研究与开发工作,在粉煤灰加工和粉煤灰用于混凝土方面有比较成熟的经验,并且于 1997 年成功地将粉煤灰用于混凝土完成了包头第一热电厂粉煤灰灰场大坝的护坡工程。大量的试验证明:粉煤灰用于混凝土(或水泥土)后,不仅可节约水泥,而且还可以提高混凝土(或水泥土)的抗冻性、抗渗性、和易性和后期强度,并可适当降低水灰比。为此,我们尝试将粉煤灰用于混凝土砌筑水渠的试验研究工作。

收稿日期:2002-08-30;改回日期:2002-10-17

作者简介:张金山(1957—),男,教授,包头钢铁学院粉煤灰综合利用工程技术中心主任,曾两次前往英国进修,已完成粉煤灰综合利用研究课题 10 多项。

2 原料选取与配方确定

2.1 原料选取

粉煤灰:采用分选一级粉煤灰,粉煤灰化学成分分析见表 1。物理特性为:细度(325 目筛筛余量)9%,堆积密度 650kg/m³,烧失量 0.6%,水分<1%。

水 泥:采用固阳县水泥厂生产的 325 号普通硅酸盐水泥。

砂石料:采用固阳县内昆都仑河槽内混砂,使用前过筛以除去粒径 20mm 以上的卵石。砂石料筛分结果见表 2。

表 1 粉煤灰化学成分/%

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	C	SO ₃	MgO
45.7	41.8	4.85	2.6	0.5	0.6	0.9

表 2 砂石料筛分结果

粒度/mm	+10	-10 +5	-5 +2.5	-2.5 +1.25	-1.25 +0.65	-0.65 +0.35	-0.35
含量/%	4.5	5	11	9	25	30	15.5

2.2 粉煤灰混凝土配方确定

根据多年来粉煤灰用于混凝土的经验,采用超量取代法设计粉煤灰混凝土系列配合比,超量系数为 1.1,粉煤灰取代水泥的百分数分别为:20%,25%,30%和 35%。按目前现场施工每立方米使用水泥 300kg 计算,掺入粉煤灰后系列试验配方见表 3。

表 3 粉煤灰混凝土系列试验配方/kg·m⁻³

配方号	水	泥	粉煤灰	混 砂	水
H-0	300		0	1550	270
H-1	240		66	1550	260
H-2	225		82.5	1550	260
H-3	210		99	1550	250
H-4	195		115.5	1550	245

3 实验室配方试验与性能检测

3.1 试块成型与养护

万方数据

本次试验中所有试块均采用 70.7mm×

70.7mm×70.7mm 砂浆试模,成型时分三层分装,每层用振捣棒击实一遍,最后抹平,用塑料薄膜覆盖,试块成型 24h 后拆模,放入养护箱中养护。

3.2 试块不同龄期抗压强度检测

为了检测试块的早期强度、设计强度和后期强度,试验中对试块的 14d、28d 和 60d 强度分别进行了检测。粉煤灰混凝土试块不同龄期抗压强度检测结果见表 4。

表 4 粉煤灰混凝土试块不同龄期抗压强度检测结果/MPa

龄期	H-0	H-1	H-2	H-3	H-4
14d	12	10.5	11	9	7.6
28d	19.5	19	17	15.8	15
60d	22	22.9	22	20.5	19

3.3 试块冻融试验

在试块养护 28d 后,将用于冻融试验的试块放入自来水中浸泡 48h,再放入抗冻试验机中冻结 4h,然后移到常温水中融化 4h,即为完成一次冻融循环,在完成 15 次冻融循环后,观察试块外观变化并进行抗压强度检测,计算 15 次冻融循环后抗压强度百分数,以强度损失率不大于 25%为试块冻融试验合格。试验结果见表 5。

表 5 粉煤灰混凝土冻融试验结果

项 目	H-0	H-1	H-2	H-3	H-4
冻前强度/MPa	19.5	19.0	17.0	15.8	15.0
冻后强度/MPa	15.4	15.9	15.0	13.8	13.2
强度损失率/%	21.0	16.3	11.8	12.7	12.0

3.4 试块抗渗试验

为了说明掺粉煤灰后对混凝土的影响,分别选取了配方 H-0 和 H-3 进行了对比抗渗试验。渗透试验结果见表 6。

表 6 试块抗渗试验检测结果

配方编号	水泥掺量/kg·m ⁻³	粉煤灰掺量/kg·m ⁻³	渗透系数/×10 ⁻⁸ cm·s ⁻¹
H-0	300	0	1.85
H-3	210	99	1.81

4 现场工业试验与检测结果

4.1 配方确定

根据实验室配方试验和试块性能检测结果分析,并考虑到现场水渠养护和使用的特点,我们采用了 60d 后期强度作为现场试验的设计强度 20MPa,并选取 H-2 和 H-4 两个配方分别进行了现场试验。

4.2 现场试验条件与情况简述

2001 年 9 月,在包头市水利局和固阳县水利局的协助下,在固阳县城西 10km 的农田进行了现场修渠试验。在试验期间,采用人工配料、混凝土搅拌机搅拌,搅拌好的粉煤灰混凝土用机动三轮车运到修渠现场;渠道采用 U 型渠道成型机成型;渠道的养护方式为塑料薄膜覆盖养护。两个配方共修渠 1000m (每个配方 500m)。

在整个修渠期间,由固阳县水利局施工队的负责同志陪同。他们认为:与水泥混凝土相比,粉煤灰混凝土粘度明显增大,和易性好,在渠道成型过程中,有明显的粉煤灰和水泥浆渗出,所修渠道表面光滑,没有明显的凹凸不平和细小空洞。通过这次试验解决了他们多年来想解决而一直未解决的“渠道表面粗糙”问题。

4.3 现场试验检测与观察结果

在现场试验过程中,每个配方在修渠过程中分三次取样(分别在开始、中间和结束),采用 70.7mm×70.7mm×70.7mm 砂浆试模做成试块,并将试块在现场与试验渠道同条件养护。在养护 60d 后分别进行抗压强度、抗冻性能和抗渗性能检测。H-2 配方试块检测结果见表 7,H-4 配方试块检测结果见表 8。

表 7 H-2 配方现场工业试验试块性能检测

试块编号	抗压强度 /MPa	渗透系数 / $\times 10^{-8}\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$	冻后强度 /MPa	强度损失率 /%	备 注
H-2-1	21.3	1.79	18.7	12.2	修渠开始取样
H-2-2	20.0	1.80	18.0	10.0	修渠中间取样
H-2-3	22.5	1.75	18.9	16.0	修渠结束取样

表 8 H-4 配方现场工业试验试块性能检测

试块编号	抗压强度 /MPa	渗透系数 / $\times 10^{-8}\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$	冻后强度 /MPa	强度损失率 /%	备 注
H-4-1	18.2	1.82	16.5	9.3	修渠开始取样
H-4-2	20.1	1.68	17.1	14.9	修渠中间取样
H-4-3	19.7	1.71	17.0	13.7	修渠结束取样

在一年多的使用过程中,曾用该渠进行农田灌溉两次,经现场观察,在农田灌溉期间,没有发现渠道渗漏,也没有发现渠道冻裂、表面掉渣和裂缝现象,渠道表面依然光洁如初。

5 试验结果分析

实验室和现场试验结果表明,在掺入成品(一级)粉煤灰后,对混凝土抗压强度(特别

是后期强度)有较大的提高,并且由于粉煤灰的容重约为水泥容重的一半,在重量相同的情况下,粉煤灰的体积为水泥体积的两倍,因此在掺入粉煤灰后,混凝土中按体积计算的细集料含量会大大增加,使原材料的级配更趋合理,混凝土的密实程度得到提高,从而提高了粉煤灰混凝土的抗冻性和抗渗性。特别是在掺入粉煤灰后,粉煤灰混凝土的和易性得到改善,水灰比也得到适当降低,渠道表面

黄磷渣微晶玻璃制备及显微结构分析

杨家宽, 肖波, 姚鼎文, 王秀萍

(华中科技大学环境工程系, 湖北 武汉 430074)

摘要:黄磷渣是热法磷酸生产过程中排放的熔融态工业废渣。利用黄磷渣进行热态浇注成型和一定的热处理, 分别获得黄磷渣透明玻璃样品以及微晶玻璃样品。对样品进行了 X 衍射分析、电子探针和扫描电镜分析, 确定黄磷渣微晶玻璃主晶相为硅灰石 (CaSiO_3) 和透灰石 ($\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$)。黄磷渣微晶玻璃的显微结构特征为: 细长、纤维状硅灰石组织中弥散着白亮的小颗粒状透灰石晶粒, 硅灰石纤维状晶体的晶宽以及透灰石粒状晶体的粒径均大约为 $1\mu\text{m}$ 。

关键词:黄磷渣; 微晶玻璃; 显微结构; 硅灰石; 透灰石

中图分类号: TQ171.73⁺³ **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6532(2003)02-0040-04

黄磷渣是热法磷酸生产工艺中排放的工业废渣, 每产 1t 产品, 要排出 9t 熔融炉渣。我国每年的黄磷产量按 50 万 t 估算, 黄磷渣的排放量为每年 450 万 t, 有效利用率约为 10%。目前黄磷渣一般经过水淬处理后用于水泥、制砖、农肥等工业。利用工业废渣制备矿渣微晶玻璃被认为是一种较好的资源化技术。Goktas A A 在国际陶瓷会议上报道了工业炉渣制造透明玻璃和微晶玻璃的研究^[1];

光洁程度明显提高。

6 结 论

根据现场目前所采用的混凝土配方, 每立方米混凝土用水泥 300kg 计算, 在添加适量的粉煤灰后(每立方米混凝土添加 100kg 左右), 可节约水泥 75~90kg, 每立方米混凝土可降低成本 14 元左右, 而且在保证抗压强度(特别是后期强度)不低于普通混凝土的情

同济大学利用铁矿尾矿试制了饰面玻璃^[2]; 李克庆等^[3]进行了尾矿废石制造微晶玻璃的投资可行性分析。目前还未见利用黄磷炉渣制作微晶玻璃的报道, 本文对热态浇注成型工艺制备黄磷渣微晶玻璃进行了探讨, 并对产品显微结构特征进行了分析。

1 试验部分

1.1 样品制备

况下, 粉煤灰混凝土的抗冻和抗渗性能均有较大程度的提高。利用粉煤灰修渠, 渠道表面光滑, 水的流动阻力小、流速快, 很受现场技术人员和农民的欢迎。

据初步计算, 采用粉煤灰混凝土修渠, 仅包头市达茂旗和固阳县每年可以利用粉煤灰 3 万多吨, 节约水泥 2 万多吨, 社会环境效益和经济效益均十分显著。

(下转 11 页)

收稿日期: 2002-07-08; 改回日期: 2002-08-08

作者简介: 杨家宽(1973—), 男, 材料学博士, 副教授, 主要从事固体废物资源化以及环保材料研究, 已发表学术论文 10 余篇。

炭的脱除率呈逐渐增大的趋势。

将“破碎+分选”得到的粉煤灰产品与自然筛分级中无需脱炭处理的 0.074mm 以下的粉煤灰混合,最终产品的产率为 91.46%,含碳量为 3.78%,符合用户对产品的质量要求。因此,采用筛分与摩擦电选相结合的方法能满足肯塔基电厂对粉煤灰残余炭含量低于 4%的要求。

3 结 语

根据残余炭与粉煤灰中其他颗粒在导电性和微观特征方面的差异,采用摩擦电选技术可以有效地降低粉煤灰中残余炭的含量,有效分选粒级小于 0.074mm。本文以美国肯塔基电厂粉煤灰为研究对象,探讨了粉煤灰干法脱炭的工艺与方法,希望由此得出的结

论能够有助于更好地解决中国的粉煤灰利用问题。

参考文献:

- 1 王学武,赵风清,杜炳华,等.粉煤灰综合利用研究述评[J].粉煤灰综合利用,2001(6):39~40.
- 2 王卓昆.粉煤灰综合利用及对策[J].粉煤灰,2000(3):10~13.
- 3 何新露,等.粉煤灰选炭的试验研究[J].粉煤灰,1999(3):6~9.
- 4 边炳鑫,等.粉煤灰中未燃炭的分选试验研究[J].煤炭学报,2000(6):660~664.
- 5 O. E. Manz. 全球粉煤灰大规模利用现状[J].国际电力,2000(2):57~60.
- 6 章新喜.微粉煤干法脱硫降灰的研究[D].中国矿业大学博士论文,1994.
- 7 安振连,等.微细粒煤摩擦电选的试验研究[J].煤炭科学技术,1998(6):24~26.

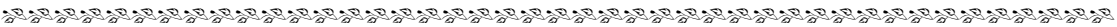
The Micro Structure of Fly Ash and Dry Removing Carbon

LI Qiang¹,CHEN Chang-he¹,YANG Yu-fen²,ZHANG Xin-xi²,CHEN Qing-ru²
(1. Tsinghua University, Beijing, China)

(2. China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu, China)

Abstract:Based on the investigation of transmission electron microscope, authors give a basic idea to remove the unburned carbon from fly ash and improve the activity of ash fly by a dry removing carbon technique. The triboelectric separation test indicates that the idea is effective. This test will give beneficial reference for solving the pollution problem arose from fly ash.

Key words:Fly ash; Unburned carbon; Removing carbon; Triboelectric separation



(上接 40 页)

参考文献:

- 1 肖林,王春义,郭汉生.建筑材料水泥土[M].北京:水利电力出版社,1987.
- 2 张金山,张学峰,薛敏.水泥土力学性能与耐久性能简介与分析[J].包头钢铁学院学报,1997,16(3).
- 3 沙庆林.水泥稳定土基层和底基层[M].北京:人民交通出版社,1981.
- 4 邓锡华.水泥土特性[J].北京水利科技,1981.
- 5 中华人民共和国国家标准土工业试验方法标准[S].北京:中国计划出版社,1999.

The Experimental Study on Applying Fly ash to Building Farmland Ditches

ZHANG Jin-shan,HOU Dian-kun

(Baotou Univercity of Iron & Steel Tech. Baotou, Neimonggol Autonomous Region, China)

Abstract:According to the results of the experimental study on applying fly ash to building farmland ditches, it is proved that using fly ash can improve the properties of farmland ditches, such as, from resistance, impervious abilities, anti-scouring and so on.

Key words:Fly-ash; Fly-ash concrete; Farmland ditches' building