

二次资源

炼铅炉渣胶结充填的试验研究*

谢源¹, 付毅¹, 黄沛生², 许毓海²

(1. 北京矿冶研究总院, 北京, 100044; 2. 凡口设计研究所, 韶关, 512325)

摘要 在分析炼铅炉渣理化特性的基础上, 研究了炉渣的不同细度、炉渣的不同掺量、不同浓度及不同活化剂对炉渣充填体强度的影响, 并分析了炉渣充填料的性能。研究结果表明炼铅炉渣可大量替代水泥进行胶结充填。

关键词 炼铅炉渣 胶结充填 抗压强度

中图分类号: X758 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2001)04-0047-04

Experiment Research on Consolidated Fill of Slag from Lead Refinery

XIE Yuan, FU Yi, HUANG Pei-sheng, XU Yu-hai

(Beijing General Research Institute of Mine and Metallurgy, Beijing, 100044, China)

Abstract: Based on the analysis of physicochemical characteristics of lead refinery slag, the effect of fineness, blending quantity, density and activator on slag filling-body strength are studied, and the properties of slag filling materials are analyzed. The results of the study show that it is feasible to use lead refinery slag as mass-substitute for cement in consolidated filling.

Key words: lead refinery slag; consolidated filling; compressive strength

炉渣是冶炼厂废弃物。随着工业的发展, 各类冶炼炉渣的排放量急骤增加, 且越堆越多, 经我国的国民经济建设及生态环境造成巨大的压力, 为此需要花费大量的资金和土地用于炉渣的处置、管理工作, 造成资金和土地资源的浪费。更重要的是造成了严重的大气污染、土壤污染和水资源的污染, 危害人类的健康。另一方面, 我国又是一个人均占有资源储量有限的国家。因此, 开展炉渣的综合利用, 变废为宝、变害为利, 已成为我国

经济建设中一项重要的技术经济政策。

由于多方面的原因, 我国炉渣利用率极低, 大部分还是贮存在堆场。相对而言, 工业废弃物中的粉煤灰与钢铁炉渣的综合利用研究开展得较早, 利用率也高, 而非铁的炼铅炉渣的综合利用工作尚未深入。本文主要是探索炼铅炉渣替代水泥用于井下胶结充填。

1 炼铅炉渣的理化特性

* 收稿日期: 2001-04-28

作者简介: 谢源(1963-), 男, 湖南涟源人, 高级工程师, 硕士, 主要从事采矿科研与工业废渣综合利用研究。

1.1 炼铅炉渣的物理力学性质

对韶关冶炼厂的炼铅炉渣进行了物理力学性质的测试与分析。该炉渣密度 3.503g/cm³ ,容重 1.61g/cm³ ,孔隙率 54% ,密实度 0.46 ,内摩擦角 34.3° ,内摩擦力 0.035MPa ,含水量 8%。

1.2 炉渣的化学成分

对炉渣进行检测分析 ,得出其化学成分见表 1。

表 1 炼铅炉渣的化学成分(%)

成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	烧失含量
	22.62	13.35	32.15	18.24	0.33	0.27	7.06

炉渣中主要成分为 Fe、SiO₂、CaO、Al₂O₃。表中数据还反应出 ,炼铅炉渣中 Fe 含量高 ,铁量增高有利于料浆的输送的胶结体的脱水 ,有利于加快胶结料的沉降 ,减少胶结料的离析 ,提高充填体强度。胶结体的表面硬度也会随铁量的增加而增大。但铁量增大会显著地影响材料的胶凝性 ,这是其最不利的一面。炉渣中含有 CaO ,表明该炉渣有一定的硅酸盐胶凝成分。

2 炉渣胶结充填体强度试验

影响炉渣水泥胶结充填体强度的主要因素有 :炉渣的细度、炉渣替代水泥量、充填浓度、添加剂的类型等。试验中的水泥为凡口水泥厂生产的 325# 普通硅酸盐水泥、集料为凡口磨砂厂生产的充填棒磨砂及选矿尾砂、水为中性水。

2.1 炉渣细度对胶结料强度的影响

不同细度的炉渣对胶结充填料强度影响试验参数为 :炉渣替代水泥 30% ,充填配比 1 :4 ,充填浓度 80%。炉渣细度分别为 74μm 以下、45μm 以下及 37μm 以下。不同细度与各个龄期的抗压强度试验结果见图 1。

从图 1 可以看出 ,炉渣磨得越细 ,强度越

高 ,炉渣的细磨有利于炉渣的活性提高 ,但 45μm 和 37μm 充填硬化后期强度相差不大 ,说明炉渣经济合理的细度在 45μm 和 37μm 之间。28d 的强度比 7d、3d 强度高得多 ,平均分别提高 260%、880% ,说明炉渣的后期强度高 ,90d 强度比 28d 强度提高不多 ,28d 后强度提高趋缓。

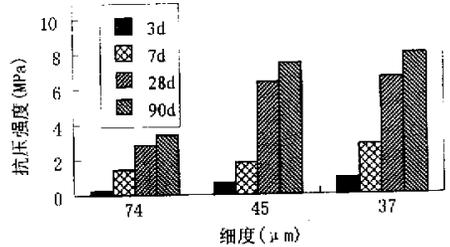


图 1 炉渣细度对胶结料强度的影响

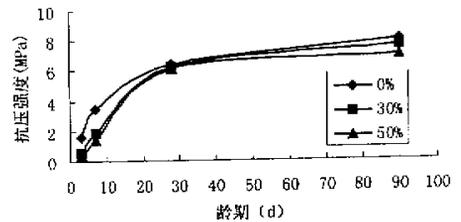


图 2 炉渣替代量与抗压强度的关系

2.2 炉渣替代量的影响

试验研究相同浓度、相同配比条件下炉渣替代水泥数量 ,为此 ,分别进行了炉渣替代水泥 0、30%、50% 的试验 ,图 2 为 75% 充填浓度、配比为 1 :4 状态下不同炉渣替代量抗压强度试验结果(未加添加剂)。从图 2 可得出 (1) 炉渣在未加任何添加剂的情况下 ,炉渣的掺入对早期强度有明显影响 (2) 抗压强度在 28d 以前增长较快 ,28d 以后增长趋缓 ; (3) 掺有炉渣的充填体在 28d 后与未掺炉渣的充填体抗压强度相近 ,说明炉渣替代水泥 28d 达到水泥同等强度是可行的 (4) 炉渣替代水泥量达到 50% 与替代水泥 30% 的充填

体 28d 强度基本相近,说明细磨炉渣的的胶凝性后期与低标号水泥相当。

2.3 充填浓度的影响

不同料浆浓度对充填材料的强度特性有明显影响。针对凡口矿的实际应用情况,进行了 70%、75%、80% 三种料浆浓度的试验,灰砂比均为 1:4,图 3 为炉渣掺量 30%、细度为 $37\mu\text{m}$ 时浓度对其强度的影响。

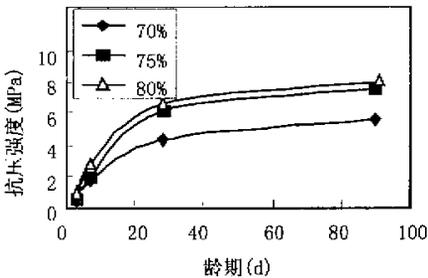


图3 料浆浓度对强度的影响

从图 3 可见,料浆浓度越高,相同龄期的强度高,特别是早期强度差别幅度大,尽量采用高浓度充填,不但可以减少脱水,而且可以提高充填体强度。

2.4 活化剂的影响

以上试验研究结果的共同点是炉渣水泥胶结充填料的早期强度低,为了提高炉渣的早期强度,必须激发炉渣中的活性物质。因有机添加剂不经济,在此重点探索研究无机复合型添加剂,主要是激发炉渣中的主要活性物质 SiO_2 、 Al_2O_3 ,使炉渣中硅氧长链断裂,再辅以化学助剂实现快速固化炉渣,提高炉渣的早期强度。为此,研究了几种复合型添加剂对充填体强度的贡献,试验结果见图 4 (炉渣掺量 50%、料浆浓度 75%)。从图 4 可见,添加剂 A、B、C 比无添加剂的炉渣水泥胶结充填料 3d 强度分别提高 97%、119% 和 124%,后期强度增幅有所趋缓。添加剂的用量仅为胶凝料的 1.25%,少量的添加剂对炉渣水泥胶结充填料的强度有较大的影响,特

别是早期强度的影响尤为显著。试验结果同时也表明了复合型添加剂 C 效果相对更优,最终选用添加剂 C。

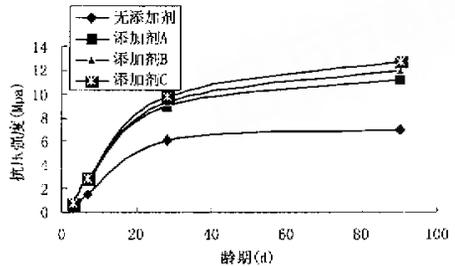


图4 不同添加剂对充填体强度的影响 (浓度 75%)

3 胶结充填料输送性能试验

3.1 沉降性能

炉渣充填料浆同样采用原有管道自流输送,为了对比分析研究炉渣充填料浆的沉降性能,实验室进行炉渣充填料浆与未掺炉渣充填料浆在其它条件相同情况下的沉降性能测定。试验时用搅拌机将搅拌均匀的料浆注入沉降筒内,然后记录浆面下降高度和时间。实验室测定了灰砂比为 1:8、浓度分别为 70%、75%、80% 掺 50% 炉渣与未掺炉渣两种料浆的沉降性能,图 5 为两种料浆 70% 浓度的沉降特性。试验结果表明 (1) 两种料浆的沉降速度不同,掺炉渣充填料浆沉降速度比未掺炉渣充填料浆快,而且是浓度越高,差别越大,这主要是因为炉渣的比重比水泥大。炉渣充填料浆这一较好的沉降性能有利于减少充填体的分层及离析现象。(2) 料浆的沉降过程可分为两个过程:其一是固体颗粒在水中的沉降过程,其沉降曲线或沉降面下降较快;其二是沉降料浆达到一定浓度后,固体颗粒逐渐密实的压缩过程,沉降面下降很少。

3.2 凝结时间

充填浆体的凝结时间是其性能的一个重要指标,凝结时间包括初凝时间和终凝时间,

炉渣的水化速度也较水泥缓慢,水化热较低,使水的活动度增加,利于自由水的排出。

4 结语

随着环保意识的加强与提高,各种工业废渣的再生综合利用已成广泛关注的研究课题。本研究在对韶关冶炼厂炼铅炉渣物理化学分析研究的基础上,通过物理化学活化方法、不同炉渣细度、不同炉渣替代量、不同浓度、各种添加剂及炉渣水泥复合胶结料输送性能等大量的试验研究,试验研究结果表明:采用合适的物理化学活化方法,激发炼铅炉渣中可利用的胶凝物质活性,炼铅炉渣可大用量替代水泥用于井下胶结充填。

(1)大幅降低水泥消耗,节约水泥用量 50%,从而降低充填成本,同时减少冶炼厂炉渣堆存,减少征地,减少环境污染,有较好的经济效益和社会效益;

(2)炉渣中主要组分为 Fe、SiO₂、CaO、Al₂O₃,与其它火山灰质材料相比, SiO₂ 含量较低, Fe 和 CaO 含量较高。CaO 含量高,表明炉渣中硅酸盐胶凝成分高,具有胶凝性; Fe 含量高会影响炉渣的胶凝性,却利于料浆的输送和胶结的脱水、胶结体的表面硬度;

(3)通过机械细磨能提高炉渣的活性,经济合理的细度在 45μm 与 37μm 之间;

(4)炉渣水泥复合胶结料的早期强度低,但添加少量无机复合活化剂可大幅度提高其早期强度;少量添加剂使 3d 强度提高 97%~124%;

(5)炉渣水泥复合胶结料制备的充填体后期强度高,硬度大;

(6)炉渣胶结充填体输送性能优。

参考文献:

[1]蔡嗣经. 矿山充填力学基础[M]. 北京:冶金工业出版社,1994.

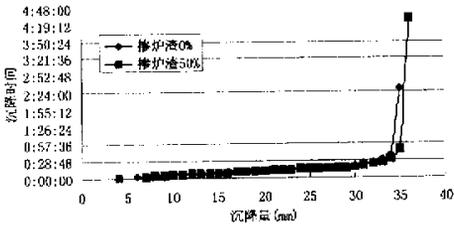


图5 两种料浆 70%浓度的沉降特性

它必须适合矿山充填工艺的要求,为了保证炉渣、普通水泥、磨砂及尾砂混合浆体良好的输送性能,要求其凝结时间不能过快。但就这一掺有炉渣的混合浆体而言,因炉渣的凝结、固化相对较慢,凝结时间较长,初凝一般在 10~12h,终凝一般在 12~15h,因此炉渣充填浆体对其输送性能毫无影响。为了提高凝结、固化速度及早期强度,可通过添加剂加以调节。

3.3 滤水性能

充填浆体的滤水性能主要反映充填体的滤水与脱水,为了研究炉渣充填料浆的滤水性能,进行了相同浓度、相同配比、相同量的炉渣充填料浆与未加炉渣充填料浆的对比试验,表 2 为配比为 1:8,浓度分别为 70%、75%及 80%的滤水性能试验结果。

表2 掺炉渣与不掺炉渣的滤水率对比(%)

浓度(%)	70	75	80
未掺炉渣时滤水率	69.3	59.0	44.2
掺炉渣 50%时滤水率	70.4	60.6	46.3

从表 2 可以看出(1)浓度越高,滤水率越低,主要是因为胶凝料需要一定量的水进行水化反应,即未掺炉渣的料浆和掺炉渣料浆的浓度分别达 87.5%和 88%以上时,料浆无水可滤,即无需脱水。(2)炉渣料浆的滤水率大于未掺炉渣料浆的滤水率,说明炉渣料浆的滤水性能优越,这是由于炉渣中的微细粒结构大多为球形颗粒,有利于水道畅通,且炉渣的亲水能力也不及水泥颗粒;另一方面,