

钢渣矿渣复合粉生产现状及展望

冯向鹏 王荣 吴朝锋 崔金印

(首钢总公司环保产业事业部,北京,100041)

摘要 本文综合分析了钢渣水泥、钢渣矿渣水泥以及钢渣矿渣复合粉的生产 and 应用现状,探讨了各类钢渣微粉应用技术的优缺点,在此基础上,提出了生产钢渣矿渣复合粉将是实现钢渣高附加值利用的重要途径,并以首钢钢渣矿渣为例,对复合粉的反应活性进行了研究。

关键词 钢渣;钢渣矿渣复合粉

Production Status and Prospects of Metallurgical Slag Composite Powder

Feng Xiangpeng, Wang Rong Wu Chaofeng Cui Jinyin

(Shougang Environmental Protection Industry Department, Beijing 100041, China)

Abstract In this paper, the production and application status of slag cement, steel slag cement and steel slag composite flour has been comprehensively analyzed, and the advantages and disadvantages of various types of steel slag powder applied technologies has also been explored. On this basis, the important way of the use of metallurgical slag has been pointed out, which is that the production of metallurgical slag powder will be to achieve the high valuable use. Moreover, as an example, the reactive ability of Shougang metallurgical slag composite powder has been studied in this paper.

Key words steel slag; metallurgical slag composite powder

前言

国家发改委在 2006 年发布的“钢铁产业发展政策”中提出:提高环境保护和资源综合利用水平,最大限度地提高废物的综合利用水平,力争实现“零排放”。并在下发的[2006]609 号文和水泥工业发展专项规划中明确指出,支持采用工业废渣作水泥原料和混合材,2010 年水泥行业每年工业废渣用量达到 2.5 亿吨。

2005 年 10 月 28 日以 65 号文公告《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》,其中有:“钢渣综合利用技术—生产用作水泥和混凝土使用高活性掺合料的钢渣磨细粉”。

国发[2005]22 号关于加快循环经济的若干意见和发改办环资[2006]538 号文关于《资源综合利用专项规划》意见通知中均指出:2010 年冶炼渣综合利用达到 86% 以上。

由此可见,我国已为冶金类工业固体废物的综合利用提出了明确的目标和任务,并制定了一系列的相关配套政策,为钢铁企业开展钢铁渣的综合利用指明了方向。2007 年我国钢渣产量为 0.7 亿吨,而利用率仅为 10%,这离“2010 年冶炼渣综合利用达到 86% 以上”的目标还远,钢渣综合利用任重道远。

目前,国内外钢渣主要用作建筑石子或建筑物基础用集料等,这属于钢渣低附加值利用范畴。而将钢渣与水泥熟料、矿渣、石膏等混磨后制备钢渣矿渣水泥,或是将钢渣单独粉磨、将钢渣与矿渣共磨后制备混凝土掺合料,已成为钢渣高附加值利用的主要途径。

2 钢渣水泥和钢渣矿渣水泥已逐渐退出历史舞台

2.1 钢渣水泥

凡以钢渣为主要成分,加入一定量的其他物料和适量石膏,经磨细而制成的水硬性胶凝材料,称为钢渣水泥。

由于钢渣水泥中水泥熟料含量必须低于20%,致使钢渣水泥力学性能差,只能生产22.5、27.5、32.5号三种低标号水泥,仅用于一般建筑的砌筑、抹面及低等级混凝土中。八九十年代,国内曾建设了一些规模相对较大的钢渣水泥厂,如太钢东山水泥厂,年产25万吨;内蒙乌兰浩特钢厂钢渣水泥厂,年产25万吨;北京建源合特种水泥厂年产10万吨。但由于钢渣水泥强度较低,加之生产成本及水泥销路问题,就笔者所知,这些钢渣水泥厂已全部停产或转产。

2.2 钢渣矿渣水泥

凡由钢渣、粒化高炉渣为主要组分,加入适量硅酸盐水泥熟料、石膏(或其他外加剂),磨细制成的水硬性胶凝材料,称为钢渣矿渣水泥。水泥中钢渣的最少掺入量不少于30%,钢渣和高炉矿渣总掺量不少于60%。由于钢渣矿渣水泥中增大了高炉渣等物料的比例,降低了钢渣掺量,从而使其力学性能明显改善。钢渣矿渣水泥分为27.5、32.5、42.5三个标号。

从1992年国家发布GB13590—92《钢渣矿渣水泥》国家标准以来,湖北鄂州水泥集团公司、莱芜厚泽钢渣环保工程公司、武安钢渣水泥厂、文安天圣水泥厂等厂家已生产近亿吨钢渣矿渣水泥。

1974年十七冶金建设公司建设的六层科技大楼,其基础、梁、板、柱、墙体全部采用钢渣矿渣水泥施工。至今已使用三十年,强度不断增长由原设计为C20的混凝土,十年后强度长为100MPa。

上海市格致中学教室、本溪巢丝厂大跨度屋架、鞍钢半连轧厂吊车梁、邯郸乡镇企业局宿舍楼、冀南水泥厂厂房设备基础、邯郸钢厂的厂房和设备基础、河北省岗南水库、山西庞庄水库、天津静海机场跑道、山西太原大跨度桥梁等均用钢渣矿渣水泥建造,使用年限均在20年以上,效果良好。

但随着建筑工程对高强度水泥的需求,钢渣矿渣水泥中钢渣的掺量逐渐减少,目前大多数钢渣矿渣水泥厂在生产中已不配加钢渣,而改产矿渣复合水泥。随着钢渣产量的增多,以及钢渣矿渣水泥中钢渣掺量的降低,开发钢渣新的大宗利用途径已势在必行。

3 生产复合粉是实现钢渣高值利用的重要途径

3.1 高活性复合掺合料已成为实现混凝土高性能的关键组分

高性能混凝土已经成为现代混凝土技术的发展趋势,混凝土耐久性问题日益受到重视。由于传统硅酸盐水泥水化时,形成了大量的强度较低、稳定性较差的Ca/Si为1.6~1.9的水化硅酸钙和Ca(OH)₂,从根本上不利于混凝土性能的改善。通过在混凝土原料中掺入活性掺合料,可使水化产物中的高碱性水化硅酸钙转化为低碱性水化硅酸钙,并可大量减少和消除Ca(OH)₂的不良影响,同时还可以降低混凝土温升,优化混凝土内部结构,改善混凝土的耐久性。

矿渣被认为是高活性的混凝土掺和料,而我国2006年矿渣的产量仅为1.6亿吨,远不能满足市场需求,导致矿渣粉价格不断上涨。由于硅灰价格昂贵、粉煤灰活性较低,没有得到用户的广泛认可和大量利用。相比之下,2006年我国水泥产量达12.4亿吨,配制高活性混凝土掺和料的需求量在4亿吨以上。由此表明,高活性混凝土掺和料面临着巨大的市场需求。

目前,采用较多的是在混凝土中掺配单一的矿物掺合料。由于单掺矿物掺合料时,往往只是利用了这种物料的某一种性能,而使混凝土综合性能提高有限。在将钢渣和矿渣复合制备掺合料时,使二者作用效果相互促进产生明显的“超叠加效应”,这不但能够使混凝土具有较好的工作性能,而且由于钢渣中高钙物质的引入,使钢筋表面的钝化膜不易被破坏,改善了混凝土的耐久性能,同时由于钢渣的价格低廉还在很大程度上降低了混凝土的制备成本。因此,目前钢渣矿渣双掺制备混凝土复合掺合料,已成为钢渣高附加值利用的主

要方向。

3.2 钢渣矿渣复合掺合料生产与应用

中冶集团建筑研究总院等单位从上世纪 90 年代,就开始研究粒化高炉矿渣粉的性能及生产工艺,为起草《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》国家标准提供了依据。同时还进行了钢渣粉及钢铁渣双掺粉的性能及生产工艺研究。目前湖南涟源、武汉、北京、杭州等地均建有钢渣粉生产厂,并制订了相应的企业标准,进行生产和应用。其中涟钢钢渣开发公司新建 15 万吨超细粉生产线,采用 70%高炉渣和 30%钢渣制备复合粉,不但可用于生产水泥,而且也可用于水泥混凝土的制备。

莱芜钢铁公司 10 万吨钢渣粉生产线自 2003 年 10 月投产以来,按照《用于水泥中的钢渣》YB/T022 和 GB/18046-2000 的标准生产钢渣微粉,比表面积在 400~550m²/kg,7 天活性指数为 100%,28 天 111%。所产钢渣粉在混凝土中的掺量可在 10%~35%的范围内依据用户需求波动。

济钢年产 10 万吨钢渣粉生产线自 2006 年 3 月份投产以来,也取得了较好的生产效果。应用结果表明,单独掺加钢渣粉时,混凝土强度略低于单独掺矿渣粉的强度,但钢渣和矿渣复合之后作为掺合料,按照 10%钢渣+20%矿渣加入水泥中的强度比单纯加入 30%矿渣作为掺合料的强度效果还好。当用钢渣粉单独代替水泥量低于 15%时,对混凝土强度影响不明显,但如果钢渣粉含量大于 30%时,混凝土性能显著恶化。目前,济钢生产的钢渣微粉作为水泥混合材或混凝土掺合料使用时,各厂家掺加量大都控制在 15%左右。

由首钢总公司环保部生产的钢渣矿渣复合粉,在用于首建集团 2160 生活小区学生公寓楼施工时,工程选用抗压强度试验以 C30 为基准,应用结果表明,掺加钢渣矿渣磨细粉比例为 3:2,替代 50%水泥配制 C30 混凝土时,7 天强度达到设计强度等级的 77%,28 天强度达到设计强度要求的 130%,各项指标达到工程要求的标准。

大量的研究和生产实践结果表明,若能在钢渣和矿渣复合粉中加入适宜、适量的水泥强度增长剂,则不但可以进一步提高钢渣粉在复合粉中的比例,而且还可在保证混凝土性能不恶化的基础上,提高复合粉对水泥的替代量,从而进一步降低混凝土的制备成本。

3.3 钢渣矿渣复合掺合料应用实践

2001~2002 年在福建省福宁高速公路 A19 标段中的马头大桥、崎后大桥、下白石大桥应用掺钢渣矿渣复合粉的混凝土。2000 年开始武汉市有 11 家混凝土搅拌站均使用掺钢渣矿渣复合粉的混凝土,建设桥梁、电杆、排水管等水泥制品中。秦山核电站的钢筋混凝土储罐,其混凝土中掺入钢渣矿渣复合粉。北京市一些混凝土公司从 2004 年开始使用钢渣矿渣复合粉作混凝土掺合料。结果表明,掺入钢渣矿渣复合粉对提高混凝土后期强度、降低水化热、减少坍落度损失、改善混凝土和易性、防止混凝土早期收缩裂缝均有显著效果,是混凝土矿物掺合材料的最佳产品之一。

4 首钢钢渣矿渣复合粉性能

4.1 钢渣矿渣基本性能指标

首钢矿渣的化学成分分析结果见表 1,根据矿渣化学成分,计算出其质量指标见表 2。

表 1 首钢矿渣化学成分

成分	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
含量%	33.59	0.95	16.19	0.19	8.12	39.20	0.38	0.45	2.45

表 2 首钢矿渣的质量指标

水硬性系数	活性系数	碱性系数	质量系数
1.89	0.482	0.951	1.829

由矿渣的质量指标可以看出,水硬性系数(1.89>1.4)、活性系数高,矿渣活性较好。

表 3 为首钢钢渣的化学成分。

表 3 首钢钢渣化学成分

成分	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅
含量%	14.73	0.86	4.06	7.62	48	0.17	0.075	0.57	1.04

根据冶金部行业标准(YB/T022-92)"用于水泥中的钢渣"的规定,钢渣品质指标的参数:可以作为水泥的混合材。

4.2 钢渣矿渣复合粉性能实验

采用不同比例的钢渣矿渣复合双掺,进行活性指数试验。其中矿渣:钢渣分别为 0:5,1:4,2:3,3:2,4:1,5:0,替代水泥用量 50%。试验结果见图 1 和图 2。

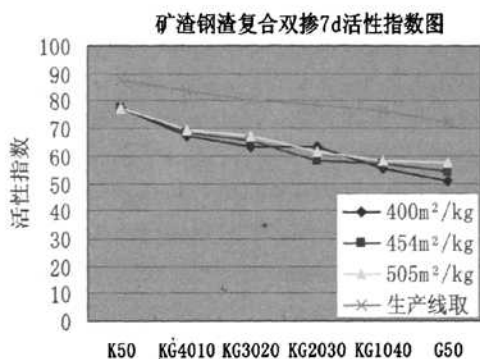


图 1 钢渣矿渣复合微粉 7d 活性指数实验结果

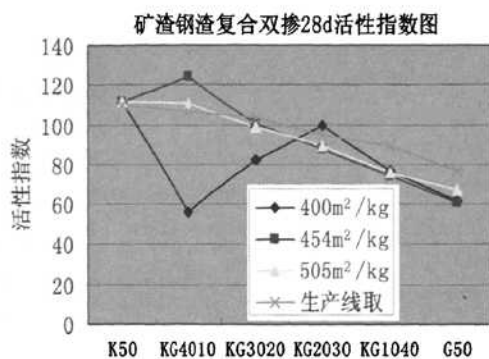


图 2 钢渣矿渣复合微粉 28d 活性指数实验结果

由图 1 和图 2 可知,矿渣微粉的活性较高,钢渣微粉较低。随着钢渣微粉的掺量增加,复合微粉的活性逐渐下降。并且在复合粉比表面积为 400~500m²/kg,复合粉活性指数变化不明显。

5 结语

相对于将钢渣粉用于生产钢渣水泥、钢渣矿渣水泥,将钢渣粉与矿渣粉复掺后,用于制备水泥混凝土具有较好的经济、性能和市场优势。在将钢渣粉与矿渣粉按 3:7 比例混合后,等量取代 10%~30% 的水泥,不但可显著改善混凝土的工作性、力学性能、耐久性能,而且还可在很大程度上降低混凝土的制备成本。

将钢渣矿渣复合粉用作混凝土掺合料的推广应用,属于国家鼓励的政策范畴,是钢铁工业发展循环经济、走可持续发展之路的重要内容,也是实现钢渣高附加值大宗利用的最有效途径之一。