

新型分散性氧化铝 ZS1 及 ZW1 的应用研究

宋雅楠^{1,2)}, 赵义^{1,2)}, 马铮¹⁾, 黄凯^{1,2)}, 程文雍¹⁾, 薛军柱¹⁾, 沈明科^{1,2)}, 叶林²⁾

1) 浙江自立股份有限公司 浙江上虞 312300

2) 浙江自立氧化铝材料科技有限公司 浙江上虞 312300

摘要: 从外观特征、物化指标及应用性能等方面对自立分散性氧化铝产品 ZS1 及 ZW1 进行分析, 并与国外某厂家分散性氧化铝产品进行对比研究。结果表明: 自立分散性氧化铝产品 ZS1 及 ZW1 与国外某厂家分散性氧化铝产品的各项指标相近; 在刚玉体系中, 分散性氧化铝 ZS1 及 ZW1 最佳加入总量为 0.8% 时, 浇注料施工性能优良, 甚至在提高浇注料流动性及早期强度方面优于同类产品; 在含微量硅微粉的刚玉体系中, 分散性氧化铝加入量为 0.5% ZS1 和 0.3% ZW1 时, 浇注料具有较好的施工性能, 且力学性能满足需要。

关键词: 分散性氧化铝; 减水剂; 刚玉质; 金属铝粉; 硅微粉

分散性氧化铝是一种新型的高效减水剂, 具有使基质分散均匀、减少加水量、防泌水及提高早期强度等效果, 可以有效地优化浇注料施工性能。分散性氧化铝一般分为促凝型及缓凝型两种, 两种分散性氧化铝在浇注料中的总加入量一般为 0.8~1.0%, 可通过调整促凝型及缓凝型的加入比例, 以满足不同的气候及施工条件。

刚玉体系中使用较多的减水剂有聚羧酸类、聚丙烯酸钠、萘系、氨基磺酸盐系、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠等^[1-3], 此类减水剂可以通过静电斥力及空间位阻等机理起到分散减水的效果^[4], 但不能根据气候变化对产品的施工时间进行调整^[5], 所以浇注料在夏天浇注时可能会出现凝结时间较快影响施工, 而冬天浇注可能出现不凝现象影响脱模强度。分散性氧化铝的出现弥补了传统减水剂适应性差的问题, 通过比例调节可以使浇注料达到最佳的施工性能。在刚玉浇注料中加入金属铝粉, 可以起到防爆裂的效果, 但实际使用时会由于金属铝粉活性太高、外加剂不匹配或养护条件不合适等情况而出现鼓胀的现象。同时含硅微粉体系由于硅微粉的加入会影响减水剂与水泥的作用^[6-7], 进而影响浇注料的性能, 所以选择适用性好的分散性氧化铝也就显得至关重要。

目前, 国内外成熟稳定的分散性氧化铝产品极少, 且国内分散性氧化铝的研究较少, 本文工作是在前期分散性氧化铝研发基础上, 将自立分散性氧化铝 ZS1 及 ZW1 与国外某厂家的分散性氧化铝 A/B 进行对比分析, 不同体系的浇注料中进行应用试验, 并研究了不同分散性氧化铝加入量及加入比例对浇注料的性能的影响。

1 试验

1.1 试验原料

试验用主要原料有浙江自立板状刚玉(5~3mm、3~1mm、1~0.5mm、0.5~0mm、325 目)、活性氧化铝微粉、纯铝酸钙水泥以及分散性氧化铝(国外某厂家 A/B、浙江自立 ZS1/ZW1)。

1.2 试样制备及性能检测

试验以板状刚玉骨料及细粉、活性氧化铝微粉作为主要原料，以纯铝酸钙水泥作为结合剂，分别以国外某厂家分散性氧化铝A/B及自立ZS1/ZW1作为外加剂，按表1及表2所示的试验配比进行配料、搅拌、振动浇注成型。试样经室温模内养护24h后脱模，然后置于烘箱中经110℃保温24h热处理。

参照 GB/T 2419-2005 测定试样的流动值；参照 GB/T 3001-2007 测定试样的常温抗折强度；参照 GB/T 5072-2008 测定试样的常温耐压强度。

表 1 刚玉浇注料试验配比 (w/%)

编号	板刚骨料	板刚细粉	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 微粉	纯铝酸盐 水泥	金属铝粉	A	B	ZS1	ZW1
5A3B	72	15	8	5	0.01	0.5	0.3	0	0
8S0W	72	15	8	5	0.01	0	0	0.8	0
7S1W	72	15	8	5	0.01	0	0	0.7	0.1
6S2W	72	15	8	5	0.01	0	0	0.6	0.2
5S3W	72	15	8	5	0.01	0	0	0.5	0.3

表 2 含硅微粉的刚玉浇注料试验配比 (w/%)

编号	板刚骨料	板刚细粉	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 微粉	纯铝酸盐水泥	96硅微粉	ZS1	ZW1
5S3W-0	72	15	8	5	0	0.5	0.3
5S3W-1	72	15	8	5	0.2	0.5	0.3
5S3W-2	72	15	8	5	0.5	0.5	0.3
5S3W-3	72	15	8	5	1.0	0.5	0.3
5S3W-4	72	15	8	5	1.5	0.5	0.3

2 结果与讨论

2.1 分散性氧化铝的技术特征

对分散性氧化铝的表观特征及物化指标进行分析，分析结果如图 1 及表 3 所示。

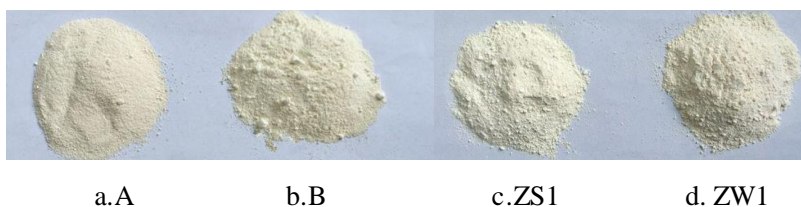


图 1 分散性氧化铝的外观图片

图 1 示出了分散性氧化铝图片。从外观看，浙江自立与国外某厂家的分散性氧化铝外观均呈淡黄色粉末状。

对分散性氧化铝的化学成分及粒度分布进行测定，结果如表 3 所示。

表 3 分散性氧化铝的化学成分及粒度分布

	ZS1	ZW1	A	B
Al_2O_3	77.82	79.36	74.71	79.38
SiO_2	1.42	1.39	0.63	0.95
CaO	0.65	0.62	1.67	1.41

Na ₂ O	0.25	0.19	0.65	0.09
B ₂ O ₃	0.80	0.02	0.78	0.07
1050℃灼减量/%	19.46	18.03	21.60	17.87
D50	1.79	1.75	1.97	2.30
D90	3.46	3.28	5.15	6.86

分散性氧化铝中氧化铝的含量均在 70%~80%，且含有少量的 CaO、SiO₂ 及 B₂O₃，1050℃灼减量在 18~22%，自立 ZS1/ZW1 与国外某厂家的分散性氧化铝化学成分及粒度分布相差不大。

2.2 分散性氧化铝在刚玉体系中的应用

按照表 1 配比制备的刚玉浇注料，使用分散性氧化铝后其料感及流动性能均较好，施工性能满足要求。对单独加入 ZS1 或 ZW1 时加入量对浇注料的影响及不同加入比例对浇注料性能的影响进行分析研究。

2.2.1 ZS1 加入量对浇注料性能的影响

选用不同加入量的 ZS1 作为外加剂制备的浇注料的性能如表 4 所示，试验条件室温 21℃，湿度 58%RH。

表 4 刚玉浇注料的施工性能及早期强度

试样编号	加水量 /%	流动值 /mm	施工时间 /min	24h脱模强度/MPa		110℃烘后强度/MPa	
				抗折	耐压	抗折	耐压
5A3B	4.4	175	130	4.5	26.0	14.2	78.9
10S	4.4	207	120	5.8	26.3	18.0	109.5
8S	4.4	190	120	6.0	25.0	19.0	102.9
7S	4.4	189	115	4.5	34.5	16.6	92.3
6S	4.4	195	100	4.9	31.7	19.5	107.6
5S	4.4	185	110	5.8	40.8	20.5	113.3

*注：试样编号 10S、8S、7S、6S、5S 分别对应纯刚玉体系浇注料中 ZS1 添加量为 1.0%、0.8%、0.7%、0.6%、0.5%。

由表 4 中数据可以看出，在加水量相同的条件下，只改变 ZS1 加入量对浇注料的流动性能影响较小，即 ZS1 加入量在 0.5%~1.0% 间，浇注料具有较好的流动性能。脱模抗折强度均在 4.5MPa 以上，满足脱模需要，110℃烘后抗折强度在 16MPa 以上，可以满足浇注料施工及使用需要。

2.2.2 ZW1 加入量对浇注料性能的影响

选用不同加入量的 ZW1 作为外加剂制备的浇注料的性能如表 5 所示，试验条件室温 15℃，湿度 52%RH。

表 5 刚玉浇注料的施工性能及早期强度

试样编号	加水量 /%	流动值 /mm	施工时间 /min	24h脱模强度/MPa		110℃烘后强度/MPa	
				抗折	耐压	抗折	耐压
5A3B	4.4	165	125	4.0	29.6	17.8	120.9
8W	4.4	190	50	3.9	27.5	20.0	132.5
7W	4.4	210	80	4.6	32.8	19.8	135.2
6W	4.4	200	75	4.6	33.5	18.3	119.3
5W	4.4	220	90	4.5	39.7	18.5	116.9
4W	4.4	195	40	4.1	32.1	17.8	110.6
8S	4.4	185	100	2.5	24.5	17.2	113.2

*注：试样编号 8W、7W、6W、5W、4W 分别对应纯刚玉体系浇注料中 ZW1 添加量为 0.8%、0.7%、0.6%、0.5%、0.4%。

由表 5 中数据可以看出，在加水量相同的条件下，ZW1 最佳加入量在 0.5%~0.7% 间，在此范围内改变

ZW1 加入量对浇注料的流动性能影响较小，即浇注料具有较好的施工性能，脱模抗折强度均在 4MPa 以上，满足脱模需要，110℃烘后抗折强度在 15MPa 以上，有提高浇注料早期强度的作用。当 ZW1 加入量过多或过少时，浇注料出浆速度变慢，料感开始变硬，流动性能下降，且施工时间缩短即流动值衰减加快。由于此组试验施工温度较低，故在此条件下对单独加入 0.8%ZS1 的试验组进行对比，发现，施工温度较低时，加入 ZS1 的试验组脱模强度低，加入 ZW1 的试验组脱模强度明显高于单独加入 0.8%ZS1 的试验组，这可能是由于 ZW1 具有促凝作用，有助于加快水泥的强度发展。

2.2.3 ZS1 与 ZW1 加入比例对浇注料性能的影响

在刚玉体系中，当 ZS1 及 ZW1 加入总量为 0.8%时，改变 ZS1 与 ZW1 比例，分析其对浇注料性能的影响。由于施工温度及湿度对浇注料施工性能及强度发展有影响，故下面将在两个温度下进行试验。

按照表 1 配比进行试验，试验条件为室温 25℃，湿度 46%RH 时，试验结果如表 6 所示。

表 6 刚玉浇注料的施工性能及早期强度

试样编号	加水量 /%	流动值 /mm	施工时间 /min	24h脱模强度/MPa		110℃烘后强度/MPa	
				抗折	耐压	抗折	耐压
5A3B	4.4	175	170	4.5	26.0	14.2	75.4
8S0W	4.4	190	130	4.5	34.5	16.6	82.3
7S1W	4.4	187	130	5.8	40.8	20.5	113.3
6S2W	4.4	185	100	4.9	36.7	19.5	107.6
5S3W	4.4	185	80	4.5	31.8	16.2	87.4

在室温为 25℃的条件下，使用 ZS1/ZW1 的试验组脱模强度及 110℃烘后强度均高于 A/B 试验组，且浇注料和易性较好，由表 6 数据可以看出，7S1W 与 6S2W 试验组的施工性能及脱模强度均较好，适合高于 20℃的条件下施工使用。

试验条件为室温 12℃，湿度 19%RH 时，试验结果如表 7 所示。

表 7 刚玉浇注料的施工性能及早期强度

试样编号	加水量 /%	流动值 /mm	施工时间 /min	24h脱模强度/MPa		110℃烘后强度/MPa	
				抗折	耐压	抗折	耐压
5A3B	4.4	160	65	4.0	29.6	17.8	120.9
8S0W	4.4	185	75	4.6	42.5	17.6	110.1
7S1W	4.4	190	65	4.1	44.5	16.1	102.7
6S2W	4.4	203	100	4.5	41.5	16.1	90.8
5S3W	4.4	180	90	4.7	43.6	18.2	120.3

在室温仅有 12℃的条件下，使用 ZS1/ZW1 的试验配比脱模强度高于 A/B 试验配比，且浇注料和易性较好，由表 7 数据可以看出，6S2W 与 5S3W 试验组的施工性能及脱模强度均较好，适合低于 20℃的条件下施工使用。

2.3 分散性氧化铝在含微量硅微粉的刚玉体系中的应用

按照表 2 配比，选用 0.5%ZS1 与 0.3%ZW1 比例的分散性氧化铝作为外加剂，五组对照试验分别外加 0%、0.2%、0.5%、1.0%、1.5% 硅微粉来制备浇注料试样。浇注料施工性能及物理性能如表 8 所示，试验条件为室温 15℃，湿度 27%RH。

表 8 刚玉浇注料的施工性能及早期强度

试样编号	加水量	流动值	施工时间	24h脱模强度/MPa		110℃烘后强度/MPa	
------	-----	-----	------	-------------	--	--------------	--

	/%	/mm	/min	抗折	耐压	抗折	耐压
5S3W-0	4.4	180	90	4.7	43.6	18.2	120.3
5S3W-1	4.4	190	75	4.8	40.3	16.5	114.8
5S3W-2	4.4	190	80	4.8	45.7	16.1	92.4
5S3W-3	4.4	190	80	5.0	44.7	17.8	107.7
5S3W-4	4.4	190	82	5.4	45.2	16.3	82.6

由表 8 数据可知,随着硅微粉的加入,浇注料流动性能略有提高,施工时间缩短,同时脱模强度和 110℃ 烘后强度无明显变化。从现有数据分析可知,分散性氧化铝 ZS1 及 ZW1 可以用于微硅微粉体系(小于 1.5% 的硅微粉),使用分散性氧化铝后浇注料料感及流动性能均较好,脱模强度与 110℃ 烘后强度也满足使用要求。

3.结论

(1) 从表观特征、化学组成及粒度分布等方面对自立分散性氧化铝产品 ZS1 及 ZW1 进行分析,并与国外某厂家分散性氧化铝产品进行对比研究,各项指标相近;

(2) 在刚玉体系中,从浇注料流动值、凝结时间、脱模强度及 110℃ 烘后强度来看,自立分散性氧化铝 ZS1/ZW1 可以满足使用需要,甚至在提高浇注料流动性及早期强度方面优于同类产品;

(3) 在刚玉体系中,分散性氧化铝 ZS1 及 ZW1 最佳加入总量为 0.8%。7S1W 与 6S2W 试验组更适用于高于 20℃ 的条件下施工使用;6S2W 与 5S3W 试验组更适用于低于 20℃ 的条件下施工使用;

(4) 在含微量硅微粉的刚玉体系中,分散性氧化铝加入 0.5%ZS1 和 0.3%ZW1 时,浇注料具有较好的施工性能,且力学性能满足需要;随着硅微粉的加入,浇注料流动性能略有提高,施工时间略微缩短,但可满足使用需要。

参考文献

- [1]李宁,朱伯铨,李享成.分散剂对刚玉质浇注料基质流变行为的影响[J].稀有金属材料与工程,2009,38(增刊 2):1189-1192.
- [2]章荣会,孙加林,洪彦若,等.减水剂对高铝水泥浇注料需水量和强度的影响[J].耐火材料,2005,39(5):394-395.
- [3]李姿,王战民,曹喜营.分散剂对无 SiO₂ 微粉刚玉质浇注料性能的影响[J].耐火与石灰,2012,37(4):3-7.
- [4] 刘星宇,姜建华,傅乐峰,等. 减水剂与耐火材料原料相容性研究[J].建筑材料学报,2007,10(4):424-429.
- [5] 李文平,刘学新,李斌,等.氧化铝微粉与减水剂对刚玉质浇注料施工性能的影响[J].耐火材料,2009,43(6):445-448.
- [6] 薛海涛,汪厚植,顾华志,等.几种分散剂对硅微粉悬浮液分散性的影响[J].武汉科技大学学报,2008,31:260-263.
- [7]贺智勇,彭小艳,王素珍,等.硅微粉对超低水泥浇注料流动性的影响[J].硅酸盐通报,2005,24(6):53-55.