复合矿物掺合料在混凝土中应用技术规程

1 范围

本文件规定了复合矿物掺合料的原材料、配合比设计、生产与施工、质量检验。

本文件适用于复合矿物掺合料在公路工程、工业与民用建筑工程和市政工程混凝土中的应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB 8076 混凝土外加剂

GB 23439 混凝土膨胀剂

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范

GB 50164 混凝土质量控制标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

GB 50496 大体积混凝土施工标准

GB/T 176 水泥化学分析方法

GB/T 203 用于水泥中的粒化高炉矿渣

GB/T 750 水泥压蒸安定性试验方法

GB/T 1345 水泥细度检验方法（筛析法）

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法

GB/T 6645 用于水泥中的粒化电炉磷渣

GB/T 10247　粘度测量方法

GB/T 14684　建设用砂

GB/T 14685　建设用卵石、碎石

GB/T 14902　预拌混凝土

GB/T 17671　水泥胶砂强度试验（ISO法）

GB/T 18046　用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 18736　高强高性能混凝土用矿物外加剂

GB/T 20491　用于水泥和混凝土中的钢渣粉

GB/T 26751　用于水泥和混凝土中的粒化电炉磷渣粉

GB/T 27690　砂浆和混凝土用硅灰

GB/T 30190　石灰石粉混凝土

GB/T 32196　混凝土防腐阻锈剂

GB/T 50107　混凝土强度检验评定标准

JC 474　砂浆、混凝土防水剂

JC/T 729　净浆搅拌机

JGJ 55　普通混凝土配合比设计规程

JGJ 63　混凝土用水标准

JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程

JGJ/T 193 混凝土耐久性检验评定标准

JGJ/T 281 高强混凝土应用技术规程

JG/T 566　混凝土和砂浆用天然沸石粉

JG/T 568　高性能混凝土用骨料

JT/T　993　公路工程水泥混凝土用天然火山灰质材料

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

YB/T 022　用于水泥中的钢渣

YB/T 4229 用于水泥和混凝土中的硅锰渣粉

YB/T 4230 用于水泥和混凝土中的锂渣粉

T/ASC 01　水泥和混凝土用镍铁渣粉

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿物掺合料

以硅、铝、钙等一种或多种氧化物为主要成分，具有规定细度，掺入混凝土中能改善混凝土性能的粉体材料。

注：矿物掺合料可分为活性矿物掺合料和惰性矿物掺合料。

3.2

复合矿物掺合料

由两种或两种以上的矿物掺合料，按一定比例混合均匀的粉体材料；或由本标准所列的两种或两种以上的矿物原料，按一定比例混合后，必要时可掺加适量石膏和助磨剂，再粉磨至规定细度的粉体材料。

3.3

降黏型复合矿物掺合料

能够降低混凝土拌合物黏度的复合矿物掺合料。

3.4

防腐型复合矿物掺合料

能够提高硬化混凝土防腐性能的复合矿物掺合料。

3.5

早强型复合矿物掺合料

能够提高混凝土早期强度的复合矿物掺合料。

3.6

胶凝材料

用于配制混凝土的水泥与矿物掺合料（含复合矿物掺合料）的总称。

4 原材料

4.1 复合矿物掺合料组分要求

4.1.1 粉煤灰应符合 GB/T 1596 的规定。

4.1.2 粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046 的规定；粒化高炉矿渣应符合 GB/T 203 的规定。

4.1.3 硅灰应符合 GB/T 27690 的规定。

4.1.4 磨细火山灰或火山渣应符合 JT/T 993 的规定。

4.1.5 石灰石粉应符合 GB/T 30190 的规定。

4.1.6 粒化电炉磷渣粉应符合 GB/T 26751 的规定；粒化电炉磷渣应符合 GB/T 6645 的规定。

4.1.7 钢渣粉应符合现行 GB/T 20491 的规定；钢渣应符合 YB/T 022 的规定。

4.1.8 偏高岭土应符合 GB/T 18736 的规定。

4.1.9 镍铁渣粉应符合 T/ASC 01 的规定。

4.1.10 沸石粉应符合 JG/T566 的规定。

4.1.11 硅锰渣粉应符合 YB/T 4229 的规定。

4.1.12 锂渣粉应符合 YB/T 4230 的规定。

4.1.13 掺用本规程以外的矿物掺合料或其原料时，应经过试验验证满足本标准要求后，方可作为复合矿物掺合料的原材料使用。

4.2 复合矿物掺合料的技术要求

4.2.1 复合矿物掺合料可分为普通型复合矿物掺合料、降黏型复合矿物掺合料、防腐型复合矿物掺合料、早强型复合矿物掺合料。

4.2.2 普通型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 1 的规定。

表 1 普通型复合矿物掺合料的技术指标

项目	普通型			试验方法
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	
细度（45 μm 筛余）(质量分数）/%	≤12	≤25	≤30	按 GB/T 1345[a] 进行
流动度比/%	≥105	≥100	≥95	按附录 A 进行

抗压强度比（%）	7 d	≥80	≥70	≥65	按附录 A 进行
	28 d	≥90	≥75	≥70	
含水量（质量分数）/%		≤1.0			按附录 B 进行
氯离子含量（质量分数）/%		≤0.06			按 GB/T 176 进行
三氧化硫含量（质量分数）/%		≤3.5			按 GB/T 176 进行
安定性[b]	沸煮法[c]	合格			按 GB/T 1346 进行
	压蒸法[d]	压蒸膨胀率≤0.50%			按 GB/T 750 进行

表 1 （续）

项目	普通型			试验方法
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	
碱含量[e]	—			按 GB/T 176 进行

[a] 当复合矿物掺合料组分中含有硅灰、偏高岭土、沸石粉时，按水筛法进行；

将复合矿物掺合料与符合 GSB14-1510 强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比 3:7 混合均匀；

针对以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；

针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料；

用于计算混凝土中的总碱含量。复合矿物掺合料碱含量应为各组分的碱含量之和：粉煤灰和火山灰及火山渣的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/6 计算，硅灰和粒化高炉矿渣粉的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/2 计算，其他组分的碱含量可按实测 Na_2O_{eq} 值计算，其中 Na_2O_{eq} 值按 $Na_2O+0.658K_2O$ 计算。

4.2.3 降黏型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 2 的规定。

表 2 降黏型复合矿物掺合料的技术指标

项目		技术要求	试验方法
细度（45 μm 筛余）(质量分数）/%		≤12	按 GB/T 1345 中水筛法进行
流动度比/%		≥100	按附录 A 进行
黏度比/%		≤65	按附录 C 进行
抗压强度比/%	7 d	≥90	按附录 A 进行
	28 d		
含水量/%		≤1.0	按附录 B 进行
氯离子含量（质量分数）/%		≤0.06	按 GB/T 176 进行
三氧化硫含量（质量分数）/%		≤3.5	按 GB/T 176 进行
安定性[a]	沸煮法[b]	合格	按 GB/T 1346 进行
	压蒸法[c]	压蒸膨胀率不大于0.50%	按 GB/T 750 进行
碱含量[d]		—	按 GB/T 176 进行

[a] 将复合矿物掺合料与符合 GSB14-1510 强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比 3:7 混合均匀；
仅针对以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；

仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料；

用于计算混凝土中的总碱含量。复合矿物掺合料碱含量应为各组分的碱含量之和：粉煤灰和火山灰及火山渣的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/6 计算，硅灰和粒化高炉矿渣粉的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/2 计算，其他组分的碱含量可按实测

Na_2O_{eq} 值计算，其中 Na_2O_{eq} 值按 $Na_2O+0.658K_2O$ 计算。

4.2.4　防腐型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 3 的规定。

表 3　防腐型复合矿物掺合料的技术指标

项目		技术要求	试验方法
细度（45　μm 筛余）(质量分数）/%		≤12	按 GB/T 1345 中水筛法进行
黏度比[a]/%		≤65	按附录 C 进行
抗压强度比/%	3d	≥100	按 8076 规定的方法进行
	7 d		
	28 d		

表 3 （续）

项目		技术要求	试验方法
收缩率比/%		≤110	按 8076 规定的方法进行
氯离子渗透系数比/%		≤85	按 GB/T 31296 进行
硫酸盐侵蚀系数比/%		≥115	
含水量（质量分数）/%		≤1.0	按附录 B 进行
氯离子含量（质量分数）/%		≤0.06	按 GB/T 176 进行
三氧化硫含量（质量分数）/%		≤3.5	按 GB/T 176 进行
安定性[b]	沸煮法[c]	合格	按 GB/T 1346 进行
	压蒸法[d]	压蒸膨胀率不大于 0.50%	按 GB/T 750 进行
碱含量[e]		—	按 GB/T 176 进行

[a] 仅针对用于配制水下灌注桩等自密实混凝土，需要降低混凝土拌合物黏度的复合矿物掺合料；

将复合矿物掺合料与符合 GSB14-1510 强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比 3:7 混合均匀；

仅针对以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；

仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料；

用于计算混凝土中的总碱含量。复合矿物掺合料碱含量应为各组分的碱含量之和：粉煤灰和火山灰及火山渣的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/6 计算，硅灰和粒化高炉矿渣粉的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/2 计算，其他组分的碱含量可按实测 Na_2O_{eq} 值计算，其中 Na_2O_{eq} 值按 $Na_2O+0.658K_2O$ 计算。

4.2.5 早强型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 4 的规定。

表 4 早强型复合矿物掺合料的技术指标

项目		技术要求	试验方法
细度（45 μm筛余）(质量分数）/%		≤12	按GB/T 1345中水筛法进行
流动度比/%		≥90	按附录A进行
游离氧化钙含量/%		≤1.0	按GB/T 176进行
MgO含量/%		≤14.0	按GB/T 176进行
抗压强度比/%	3 d	≥100	按附录 A 进行
	28 d		
含水量（质量分数）/%		≤1.0	按附录B进行
氯离子含量（质量分数）/%		≤0.06	按GB/T 176进行

三氧化硫含量（质量分数）/%		≤3.5	按GB/T 176进行
安定性[a]	沸煮法[b]	合格	按 GB/T 1346 进行
	压蒸法[c]	压蒸膨胀率不大于 0.50%	按 GB/T 750 进行
碱含量[d]		—	按 GB/T 176 进行

[a] 将复合矿物掺合料与符合 GSB14-1510 强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比 3:7 混合均匀；
仅针对以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；

仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料；

用于计算混凝土中的总碱含量。复合矿物掺合料碱含量应为各组分的碱含量之和：粉煤灰和火山灰及火山渣的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/6 计算，硅灰和粒化高炉矿渣粉的碱含量可用实测 Na_2O_{eq} 值的 1/2 计算，其他组分的碱含量可按实测 Na_2O_{eq} 值计算，其中 Na_2O_{eq} 值按 $Na_2O+0.658K_2O$ 计算。

4.3 复合矿物掺合料的出厂检验与型式检验

4.3.1 出厂前按同种类、同等级进行编号和取样，按每 200 t 为一批次。

4.3.2 每一编号为一取样单位，取样方法应符合下列规定：

a) 散装复合矿物掺合料的取样，应从每批 10 个以上不同部位取等量样品，每份不应少于 1.0 kg，混合搅拌均匀，用四分法缩取出比试验需要量约大一倍的试样量；

b) 袋装复合矿物掺合料的取样，应从每批中任抽 10 袋，从每袋中各取等量试样一份，每份不应少于 1.0kg，混合搅拌均匀，用四分法缩取出比试验需要量约大一倍的试样量；

c) 检验样品应留样封存，并保留至少 6 个月。当有争议时，对留样进行复检或仲裁检验。

4.3.3 出厂检验应符合下列规定：

a) 普通型复合矿物掺合料的出厂检验项目包括表 1 中的细度、流动度比、抗压强度比、含水量、氯离子含量、三氧化硫，对于以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料，还应包含沸煮法安定性试验。

b) 降黏型复合矿物掺合料的出厂检验项目应包括表 2 中的细度、流动度比、黏度比、抗压强度比、含水量、氯离子含量、三氧化硫，对于以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料，还应包含沸煮法安定性试验。

c) 防腐型复合矿物掺合料的出厂检验项目应包括表 3 中的细度、抗压强度比、收缩率比、氯离子渗透系数比、含水量、氯离子含量、三氧化硫含量；对于用于配制水下灌注桩等自密实混凝土，需要降低混凝土拌合物黏度的复合矿物掺合料，应包含黏度比；对于以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料，还应包含沸煮法安定性试验。

d) 早强型复合矿物掺合料得出厂检验项目应包括表 4 中的细度、流动度比、游离氧化钙含量、MgO 含量、抗压强度比、含水量、氯离子含量、三氧化硫含量，对于以 C 类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料，还应包含沸煮法安定性试验。

4.3.4 型式检验项目包括第 4.2 节的全部要求，碱含量应由生产厂家根据原材料实测值及原材料比例进行加权换算后提供。有下列情况之一者，应进行型式检验：

——正常生产时，每年检验一次；

——原材料来源、生产工艺发生变化时；

——停产6个月以上恢复生产时；

——出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时。

4.3.5 判定规则：

a) 出厂检验符合本标准出厂检验要求时，判为出厂检验合格。若其中任何一项不符合要求时，允许在同一批次中重新取样，对不合格项进行试验复检。复检结果均合格时，判为出厂检验合格；当仍有一组试验结果不符合要求时，判为出厂检验不合格。复检不合格时，应根据复检结果降级使用或不使用。

b) 型式检验符合本标准型式检验要求时，判为型式检验合格。若其中任何一项不符合要求时，允许在同一批次中重新取样，对不合格项进行试验复检。复检结果均合格时，判为型式检验合格；当仍有一组试验结果不符合要求时，判为型式检验不合格。

4.3.6 检验报告内容应包括检验项目、复合矿物掺合料组分及其含量范围以及合同约定的其他技术要求。当用户需要时，生产厂应在复合矿物掺合料发出之日起 11d 内寄发 28d 龄期以内的各项试验结果。

28d 龄期的技术指标应在复合矿物掺合料发出之日起 35d 内补报（防腐型复合矿物掺合料硫酸盐侵蚀系数比应在复合矿物掺合料发出之日起 125d 内补报）。

4.4 混凝土其他原材料

4.4.1 水泥应符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

4.4.2 当用于工业和民用建筑以及市政工程时，砂石骨料应符合 JG/T 568 的规定；当用于公路工程时，砂石骨料应符合 JTG/T 3650 的相关规定；当用于其他工程时，砂石骨料应符合 GB/T 14684、GB/T 14685 的规定。

4.4.3 外加剂应符合 GB 8076 和 GB 50119 的规定；混凝土膨胀剂应符合 GB 23439 的规定；混凝土防水剂应符合 JC 474 的规定；外加剂与复合矿物掺合料、水泥的适应性应经试验验证。

4.4.4 混凝土拌合用水和施工用水应符合 JGJ 63 的规定。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 掺加复合矿物掺合料的混凝土配合比应满足混凝土施工性能要求，混凝土强度以及其他力学性能和耐久性能应符合设计要求。

5.1.2 掺加复合矿物掺合料的混凝土配合比设计应符合 JGJ 55 的规定。

5.2 配合比设计原则

5.2.1 复合矿物掺合料的种类和掺量，应根据复合矿物掺合料本身的品质，结合混凝土其他参数、工程性质、所处环境等因素，宜按下列原则选择确定：

a) 混凝土的浇筑温度与气温较高、混凝土强度验收龄期较长时，复合矿物掺合料宜采用较大掺量；
b) 对 C50 及以上强度等级混凝土，宜采用Ⅰ级或Ⅱ级普通型复合矿物掺合料；
c) 对有抗腐蚀要求的混凝土时可采用普通硅酸盐水泥与防腐型复合矿物掺合料或普通型复合矿物掺合料配制混凝土，并经试验验证满足防腐的要求；
d) 对早期强度要求较高的梁板等混凝土构件，宜采用早强型复合矿物掺合料或普通型复合矿物掺合料配制混凝土，并经试验验证满足早强的要求；
e) 对混凝土拌合物流变性要求较高的混凝土，宜采用降黏型复合矿物掺合料或普通型复合矿物掺合料配制混凝土，并经试验验证满足混凝土拌合物流变性的要求。

5.2.2 复合矿物掺合料在混凝土中的掺量应通过试验确定。采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥时，钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量宜符合表 5 的规定，预应力混凝土中矿物掺合料最大掺量宜符合表 6 的规定。对大体积混凝土，复合矿物掺合料的最大掺量可增加 5%。

表 5 钢筋混凝土中复合矿物掺合料最大掺量

项目	水胶比	最大掺量/%	
		采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
复合矿物掺合料[a]	≤0.40	55	45
	>0.40	45	35

粉煤灰	≤0.40	45	35

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/937201060015010005