

UG

北京市地方标准

DB

编 号：DB11/T 1029—2021

混凝土矿物掺合料应用技术规程

Technical specification for application of mineral admixtures in concrete

2021—12—28 发布

2022—04—01 实施

北京市住房和城乡建设委员会

联合发布

北京市市场监督管理局

北京市地方标准

混凝土矿物掺合料应用技术规程

Technical specification for application of mineral admixtures in concrete

编 号: DB11/T 1029-2021

主编部门: 北京市混凝土协会
北京市建筑节能与建筑材料管理事务中心
北京市建设工程安全质量监督总站
批准部门: 北京市市场监督管理局

施行日期: 2022 年 04 月 01 日

2021 北京

前　　言

根据北京市市场监督管理局《2020 年北京市地方标准制修订项目计划》(京市监发(2020)19 号)的要求, 规程编制组经广泛调查研究, 认真总结实践经验, 参考国内有关标准, 并在广泛征求意见的基础上, 修订本规程。

本规程的主要技术内容是: 1. 总则; 2. 术语; 3. 基本规定; 4. 矿物掺合料的技术要求; 5. 矿物掺合料的检验与验收; 6. 掺矿物掺合料混凝土的配合比设计; 7. 掺矿物掺合料混凝土的生产与工程应用; 8. 掺矿物掺合料混凝土冬期施工; 9. 掺矿物掺合料混凝土质量检验评定。

本规程修订的主要技术内容是:

1. 调整了基本规定, 增加混凝土水溶性氯离子含量相关要求;
2. 修订了矿物掺合料的技术要求;
3. 删除了钢铁渣粉、复合矿物掺合料两个矿物掺合料品种;
4. 增加了白云石粉矿物掺合料品种, 同时相应增加了白云石粉的技术要求;
5. 调整了粉煤灰、硅灰的进场检验组批条件, 增加了白云石粉的组批条件和检验项目;
6. 调整了钢筋混凝土中粉煤灰单掺时的最大掺量要求;
7. 删除了原标准的附录 A~附录 D, 新增“附录 A 矿物掺合料砂浆扩展度试验方法”。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理, 由北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施, 由北京市混凝土协会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议, 请寄送北京市混凝土协会《混凝土矿物掺合料应用技术规程》标准编制组(地址: 北京市石景山区金顶北路 69 号金隅科技大厦一区 A3 门一层, 邮编: 100041, 电话: 010-63941490(传真)、010-63978522, 电子信箱: bj-concrete@163.com)。

主编单位: 北京市混凝土协会

北京市建筑节能与建筑材料管理事务中心

北京市建设工程安全质量监督总站

参编单位: 北京建筑材料科学研究院有限公司

北京市高强混凝土有限责任公司

北京金隅混凝土有限公司

北京建工新型建材有限责任公司

北京班诺混凝土有限公司

北京住总新型建材有限公司
北京中联新航建材有限公司
北京榆构有限公司
北京铁建永泰新型建材有限公司
北京建筑材料检验研究院有限公司
北京城建亚东混凝土有限责任公司
北京市政路桥股份有限公司
北京城建混凝土有限公司
北京新奥混凝土集团有限公司
北京庆成伟业混凝土搅拌有限公司
北京城建亚泰金砼混凝土有限公司
北京城建亚泰集团
北京六建集团有限责任公司混凝土分公司
北京青年路混凝土有限公司
北京民佳混凝土有限公司
北京泽华路桥工程有限公司
北京中实上庄混凝土有限责任公司
北京瑞昌隆混凝土有限责任公司
北京诚智乾懋混凝土有限公司
北京市建设工程质量第二检测所有限公司
北京京首建混凝土搅拌站有限公司

主要起草人员： 齐文丽 陈旭峰 李彦昌 刘洪波 董晓明 刘林 葛栋
矫明 高学峰 王海波 张全贵 陈喜旺 谢开嫣 徐宝华
聂法智 刘昊 韩小华 李俊亮 安同富 李啸华 马雪英
李帼英 赵志明 陈正清 高建霞 于红 王瑞刚 佟琳
刘桂兰 谢玲丽 楚建平 郑红高 刘霞 何爱霞 崔宁
张熹 李洪萍

主要审查人员： 阎培渝 路来军 郝挺宇 王贯明 檀春丽 高春勇 余成行

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 基本规定.....	3
4 矿物掺合料的技术要求.....	4
4.1 粉煤灰.....	4
4.2 粒化高炉矿渣粉.....	4
4.3 硅灰.....	5
4.4 石灰石粉.....	5
4.5 白云石粉.....	6
5 矿物掺合料的检验与验收.....	7
6 掺矿物掺合料混凝土的配合比设计.....	9
6.1 一般规定.....	9
6.2 配合比设计.....	10
7 掺矿物掺合料混凝土的生产与工程应用.....	12
7.1 制备和运输.....	12
7.2 浇筑.....	12
7.3 养护.....	12
8 掺矿物掺合料混凝土冬期施工.....	14
9 掺矿物掺合料混凝土质量检验评定.....	15
附录 A 矿物掺合料砂浆扩展度试验方法	16
本规程用词说明.....	18
引用标准名录.....	19
附: 条文说明.....	20

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements.....	3
4	Technical requirements for mineral admixtures	4
4.1	Fly ash.....	4
4.2	Ground granulated blast furnace slag.....	4
4.3	Silica fume	5
4.4	Limestone powder.....	5
4.5	Dolomite powder.....	6
5	Inspection and acceptance of mineral admixtures	7
6	Mix proportion design of concrete with mineral admixtures.....	9
6.1	General requirements	9
6.2	Mix proportion design.....	10
7	Production and application of concrete with mineral admixtures.....	12
7.1	Preparation and transportation	12
7.2	Placing.....	12
7.3	Curing	12
8	Winter construction of concrete with mineral admixtures	14
9	Quality inspection and assessment of concrete with mineral admixtures	15
	Appendix A (Normative) Test method for extension of mineral admixture mortars.....	16
	Explanation of wording in this standard	18
	List of quoted standards	19
	Addition: Explanation of provisions	20

1 总 则

1.0.1 为规范矿物掺合料在混凝土中的应用，达到改善混凝土性能、提高工程质量的目的，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、石灰石粉及白云石粉在混凝土中的应用。

1.0.3 本规程规定的矿物掺合料应用于混凝土时，除应符合本规程外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 矿物掺合料 mineral admixture

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。

2.0.2 粉煤灰 fly ash

从电厂煤粉炉烟道气体中收集的粉末，根据燃煤品种分为F类和C类。

1 F类粉煤灰——由无烟煤或烟煤煅烧收集的粉煤灰；

2 C类粉煤灰——由褐煤或次烟煤煅烧收集的粉煤灰，氧化钙含量一般大于或等于10%。

2.0.3 粒化高炉矿渣粉 ground granulated blast furnace slag

以粒化高炉矿渣为主要原料，可掺加少量石膏，磨细制成一定细度的粉体材料。

2.0.4 硅灰 silica fume

在冶炼硅铁合金或工业硅时，通过烟道排出的粉尘，经收集得到的以无定形二氧化硅为主要成分的粉体材料。

2.0.5 石灰石粉 limestone powder

将石灰石磨至一定细度的粉体或石灰石机制砂生产过程中产生的收尘粉。

2.0.6 白云石粉 dolomite powder

将白云岩磨至一定细度的粉体或白云岩机制砂生产过程中产生的收尘粉。

2.0.7 胶凝材料 binders

用于配制混凝土的水泥与矿物掺合料的总称。

2.0.8 水胶比 (W/B) water-binder ratio

混凝土用水量与胶凝材料质量之比。水胶比的倒数称为胶水比 (B/W)。

3 基本规定

- 3.0.1 掺矿物掺合料的混凝土，宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，当采用其他品种水泥时，应了解水泥中混合材的品种和掺量，并通过试验确定矿物掺合料的掺量。
- 3.0.2 掺矿物掺合料的混凝土，外加剂与胶凝材料的相容性和掺量应由试验确定，并符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。
- 3.0.3 矿物掺合料的放射性核素限值应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定，且原矿、中间产品、尾矿、尾渣或者其他残留物中铀（钍）系单个核素活度浓度不超过 1Bq/g 。
- 3.0.4 需要控制碱骨料反应时，掺矿物掺合料混凝土的碱含量应符合现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的规定。
- 3.0.5 掺矿物掺合料混凝土的水溶性氯离子含量应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 的规定。

4 矿物掺合料的技术要求

4.1 粉煤灰

4.1.1 粉煤灰的技术要求应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 粉煤灰的技术要求

序号	项目	品种	级别		
			I	II	III
1	细度 (45μm 方孔筛筛余) /%	F 类、C 类	≤12.0	≤30.0	≤45.0
2	需水量比/%	F 类、C 类	≤95	≤105	≤115
3	烧失量 (Loss) /%	F 类、C 类	≤5.0	≤8.0	≤10.0
4	含水量/%	F 类、C 类		≤1.0	
5	三氧化硫 (SO ₃) 质量分数/%	F 类、C 类		≤3.0	
6	游离氧化钙 (f-CaO) 质量分数/%	F 类		≤1.0	
		C 类		≤4.0	
7	二氧化硅 (SiO ₂)、三氧化二铝 (Al ₂ O ₃)、和三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃) 总质量分数/%	F 类		≥70.0	
		C 类		≥50.0	
8	密度 / (g/cm ³)	F 类、C 类		≤2.6	
9	安定性 (雷氏法) / (mm)	C 类		≤5.0	
10	强度活性指数/%	F 类、C 类		≥70.0	
11	铵离子含量 / (mg/kg)	F 类、C 类		≤210	

4.1.2 本规程表 4.1.1 中项目的试验方法, 铵离子含量应按现行国家标准《粉煤灰中铵离子含量的限量及检验方法》GB/T 39701 执行, 其它项目应按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 执行。

4.2 粒化高炉矿渣粉

4.2.1 粒化高炉矿渣粉的技术要求应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 粒化高炉矿渣粉的技术要求

序号	项目	级别		
		S105	S95	S75
1	密度 / (g/cm ³)	≥2.8		
2	比表面积 / (m ² /kg)	≥500	≥400	≥300
3	活性指数/%	7d	≥95	≥70
		28d	≥105	≥95
5	流动度比/%	≥95		
6	初凝时间比/%	≤200		
7	含水量 (质量分数) /%	≤1.0		

8	三氧化硫(质量分数) /%	≤4.0
9	氯离子(质量分数) /%	≤0.06
10	烧失量(质量分数) /%	≤1.0
11	不溶物(质量分数) /%	≤3.0
12	玻璃体含量(质量分数) /%	≥85

注: 当掺加石膏或助磨剂时, 应在报告中注明其种类及掺量。

4.2.2 本规程表 4.2.1 中项目的试验方法应按现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 执行。

4.3 硅灰

4.3.1 硅灰的技术要求应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 硅灰的技术要求

项 目	技术指标
总碱量(%)	≤1.5
二氧化硅含量(%)	≥85.0
氯离子含量(%)	≤0.1
含水率(粉料, %)	≤2.0
烧失量(%)	≤4.0
需水量比(%)	≤125
比表面积(BET 法, m^2/kg)	≥15000
活性指数(7d 快速法, %)	≥105
抑制碱骨料反应性(14d 膨胀率降低值, %)	≥35
抗氯离子渗透性(28d 电通量之比, %)	≤40

4.3.2 本规程表 4.3.1 中项目的试验方法应按现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 执行。

4.4 石灰石粉

4.4.1 石灰石粉的技术要求应符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 石灰石粉的技术要求

项目	技术指标		
碳酸钙含量/%	≥75		
亚甲蓝值(MB 值)/(g/kg)	I 级	≤0.5	
	II 级	≤1.0	
	III 级	≤1.4	
45 μm 方孔筛筛余/%	A 型	≤15	
	B 型	≤45	
抗压强度比/%	7d	≥60	
	28d	≥60	
流动度比/%	≥95		
含水量/%	≤1.0		
总有机碳含量(TOC) /%	≤0.5		

注: 当掺加助磨剂时, 应在检验报告中注明其主要成分和用量。

4.4.2 本规程表 4.4.1 中项目的试验方法应按现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的

石灰石粉》GB/T 35164 执行。

4.5 白云石粉

4.5.1 白云石粉的技术要求应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 白云石粉的技术要求

序号	项 目	级别	
		I	II
1	碳酸钙与碳酸镁含量之和 (%)	≥ 60	
2	细度 (45 μm 方孔筛筛余, %)	≤ 15	≤ 45
3	需水量比 (%)	≤ 95	≤ 105
4	亚甲蓝值 (MB 值) (g/kg)	≤ 1.0	≤ 1.4
5	含水率 (%)	≤ 1.0	
6	抗压强度比 (%)	7d	≥ 50
		28d	≥ 60

4.5.2 本规程表 4.5.1 中项目中碳酸钙与碳酸镁含量之和的试验方法应按现行国家标准《建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法》GB/T 5762 执行, 碳酸钙含量按 1.785 倍 CaO 折算, 碳酸镁含量按 2.1 倍 MgO 折算; 细度、需水量比、含水率和抗压强度比应按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 执行; 亚甲蓝值 (MB 值) 应按现行国家标准《用于水泥砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164 执行。

5 矿物掺合料的检验与验收

5.0.1 矿物掺合料应按批进行检验, 检验项目及结果应满足本规程第4章的质量要求。矿物掺合料应具备产品合格证或出厂检验报告, 合格证或出厂检验报告的内容应包括: 厂名、产地、合格证或检验报告编号、级别、生产日期、代表数量及本批检验结果和结论等。供应单位应根据各矿物掺合料产品标准和本规程第4章技术要求, 按期提供有效期内的型式检验报告。

5.0.2 矿物掺合料进场时, 应及时取样检验, 进场取样及检验应符合下列规定:

1 取样方法应符合下列规定:

- 1) 散装矿物掺合料: 应从同一批次、任一罐体的3个或3个以上不同部位各取等量试样一份, 每份不少于5.0kg, 混合搅拌均匀, 用四分法缩取比试验需要量大一倍的试样量;
- 2) 袋装矿物掺合料: 应从每批中任抽10袋, 从每袋中各取等量试样一份, 每份不少于1.0kg, 混合搅拌均匀, 用四分法缩取比试验需要量大一倍的试样量。

2 矿物掺合料进场检验项目、组批条件及批量应符合表5.0.2的规定。

表5.0.2 矿物掺合料进场检验项目、组批条件及批量

序号	矿物掺合料名称	检验项目	验收组批条件及批量
1	粉煤灰	细度 需水量比 烧失量 安定性(C类粉煤灰)	同一厂家 相同级别 连续供应500t/批 (不足500t, 按一批计)
2	粒化高炉矿渣粉	比表面积 流动度比 活性指数	同一厂家 相同级别 连续供应500t/批 (不足500t, 按一批计)
3	硅灰	二氧化硅含量 烧失量	同一厂家 散装运输、连续供应100t/批 (不足100t, 按一批计) 袋装运输、连续供应30t/批 (不足30t, 按一批计)
4	石灰石粉	细度 抗压强度比 流动度比 MB值	同一厂家 连续供应200t/批 (不足200t, 按一批计)
5	白云石粉	细度 抗压强度比 需水量比 MB值	同一厂家 连续供应200t/批 (不足200t, 按一批计)

注: 1) 可根据需要检验表5.0.2以外的其他项目。

2) 混凝土生产企业可根据实际需要增加矿物掺合料进场检测频次和检测方式。

5.0.3 矿物掺合料进场时, 宜按本规程附录A进行快速检验, 当试验样品与上一样品的初始扩展度之差大于50mm, 或者试验样品的60min扩展度损失大于50mm时, 则判定该矿物掺合料质量波动较大。

5.0.4 矿物掺合料的验收规则应符合下列规定：

- 1 矿物掺合料的验收应按批进行，符合本规程检验项目技术要求的方可使用；
- 2 当检验结果不符合本规程要求时，应按不合格品处理。

6 掺矿物掺合料混凝土的配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 混凝土配合比设计,应根据设计要求的强度等级、强度标准值的保证率和混凝土的耐久性以及施工要求,采用实际使用的原材料,按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定执行。有特殊要求的混凝土,其配合比设计应符合国家现行有关标准规定。

6.1.2 C20 及以上混凝土的最大水胶比和最小胶凝材料用量应符合表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 混凝土的最大水胶比和最小胶凝材料用量要求

混凝土结构的环境类别	最大水胶比	最小胶凝材料用量 (kg/m ³)		
		素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土
室内干燥环境 无侵蚀性静水浸没环境	0.60	250	280	300
室内潮湿环境 非严寒和非寒冷地区的露天环境 与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境 冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境	0.55	280	300	300
水位变动区环境 水位频繁变动区环境 严寒和寒冷地区的露天环境 冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境	0.50		320	
冬季水位变动区环境 受除冰盐影响环境	0.45		330	
盐渍土环境 受除冰盐作用的环境	0.40		330	

6.1.3 矿物掺合料的品种和等级应根据设计、施工要求以及工程所处环境条件确定,矿物掺合料在的混凝土中掺量应通过试验确定。钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量应符合表 6.1.3-1 的规定;预应力钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量应符合表 6.1.3-2 的规定。

表 6.1.3-1 钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量

矿物掺合料种类	水胶比	最大掺量 (%)	
		硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥
粉煤灰 (F 类 II 级)	≤0.40	45	30
	>0.40	40	
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	65	55
	>0.40	55	45
硅灰	—	10	10
石灰石粉 白云石粉	≤0.40	35	25
	>0.40	30	20
复合用矿物掺合料	≤0.40	65	55
	>0.40	55	45

注: 1) 采用其他通用硅酸盐水泥时,宜将水泥混合材掺量 20%以上的混合材量计入矿物掺合料;

2) 在复合使用两种或两种以上矿物掺合料时,矿物掺合料总掺量应符合表中的规定,相应矿物掺合料的掺量不应超过各自单掺时的最大掺量;

3) F类I级粉煤灰单掺时的最大掺量可适当提高,但增加掺量不宜超过5%。

表 6.1.3-2 预应力钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量

矿物掺合料种类	水胶比	最大掺量 (%)	
		硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥
粉煤灰(F类I、II级)	≤0.40	35	30
	>0.40	25	20
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	55	45
	>0.40	45	35
石灰石粉 白云石粉	≤0.40	30	20
	>0.40	25	15
硅灰	—	10	10
复合用矿物掺合料	≤0.40	55	45
	>0.40	45	35

注: 1) 采用其他通用硅酸盐水泥时,宜将水泥混合材掺量20%以上的混合材量计入矿物掺合料;

2) 在复合使用两种或两种以上矿物掺合料时,矿物掺合料总掺量应符合表中的规定,相应矿物掺合料的掺量不应超过各自单掺时的最大掺量。

6.1.4 应根据矿物掺合料本身的性能,结合混凝土其它参数、工程特性、所处环境等因素,确定矿物掺合料品种和掺量,并符合下列规定:

1 混凝土的水胶比较小、浇筑温度与气温较高、混凝土强度验收龄期较长时,矿物掺合料宜采用较大掺量;

2 大体积混凝土、地下室工程混凝土、水下工程混凝土以及有抗腐蚀要求的混凝土,宜符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496的规定,适当增加矿物掺合料的掺量;

3 对于最小截面尺寸小于150mm的混凝土结构构件,矿物掺合料宜采用较小掺量;

4 对早期强度要求较高或环境温度较低条件下施工的混凝土,矿物掺合料宜采用较小掺量。

6.1.5 C类粉煤灰用于结构混凝土时,安定性应合格,其掺量应通过试验确定,但不应超过本规程表6.1.3-1和6.1.3-2中F类II级粉煤灰的规定限量。C类粉煤灰不得用于硫酸盐侵蚀环境下的混凝土工程及掺加膨胀剂或防水剂的混凝土。III级粉煤灰不得用于钢筋混凝土。

6.1.6 白云石粉宜与粉煤灰、矿渣粉等活性矿物掺合料复合使用。II级白云石粉不宜用于C50以上强度等级混凝土中。白云石粉、石灰石粉不得用于硫酸盐侵蚀环境下的混凝土工程。

6.1.7 矿物掺合料的强度影响系数按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55执行或通过试验确定。

6.2 配合比设计

6.2.1 混凝土的配合比设计应根据设计要求的强度等级、实际使用的原材料及其它性能要求确定配制强度,选择用水量和砂率。

6.2.2 混凝土工作性应根据结构浇筑部位、施工方式和混凝土性能特点确定,应满足施工要

求。采用泵送施工时，坍落度（或扩展度）设计值宜符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 混凝土坍落度（或扩展度）设计值

结构浇筑部位	坍落度（或扩展度）（mm）
底板、大体积混凝土或最小尺寸大于 500mm 的结构	160-180（≥350）
梁、顶板	160-200（≥400）
柱、墙	180-220（≥450）
	≥220（≥500）
其他	根据施工要求确定

注：设计和施工单位可在此范围内选择一个坍落度（或扩展度）设计值，按设计值±30mm 控制。

6.2.3 掺矿物掺合料的混凝土宜进行系列配合比试验，建立强度与胶水比线性关系式，并根据设计和施工要求，确定和计算各强度等级混凝土的水胶比、胶凝材料用量及其他组分的用量，混凝土的最大水胶比和最小胶凝材料用量应符合本规程第 6.1.2 条的规定。

6.2.4 根据工程所处的环境条件、结构特点，混凝土中矿物掺合料掺量（ β_b ）应按本规程表 6.1.3-1 和 6.1.3-2 的最大掺量规定，结合本规程第 6.1.4 条的规定进行选取。

6.2.5 矿物掺合料用量（ m_a ）应按下式计算：

$$m_a = m_b \cdot \beta_b \quad \dots \dots \dots \quad (6.2.5)$$

式中：

m_a —每立方米混凝土中矿物掺合料用量（kg/m³）

m_b —每立方米混凝土中胶凝材料用量（kg/m³）

β_b —矿物掺合料占胶凝材料用量的百分率（%）

6.2.6 掺矿物掺合料混凝土中水泥用量（ m_c ）应按下式计算：

$$m_c = m_b - m_a \quad \dots \dots \dots \quad (6.2.6)$$

6.2.7 应按质量法或体积法确定单方混凝土的砂、石用量。

6.2.8 外加剂的掺量应按胶凝材料用量的百分比计算。

6.2.9 应通过试配调整确定混凝土配合比。

7 掺矿物掺合料混凝土的生产与工程应用

7.1 制备和运输

7.1.1 掺矿物掺合料混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，搅拌时间不应少于 30s。当矿物掺合料用量较高或混凝土强度等级较高时，宜适当延长搅拌时间以保证搅拌均匀。掺矿物掺合料的预制构件混凝土应根据实际情况适当延长搅拌时间。

7.1.2 矿物掺合料的计量宜采用电子计量设备。累计质量计量允许偏差不应超过±1%。

7.1.3 混凝土宜采用混凝土搅拌运输车进行运送。混凝土运送到浇筑点时，应不离析、不分层。

7.2 浇筑

7.2.1 混凝土运送到现场时，实测坍落度与要求坍落度之间的允许偏差应符合表 7.2.1 的规定。卸料前，搅拌运输车罐体宜快速旋转搅拌均匀后再卸料。

表 7.2.1 混凝土拌合物坍落度（扩展度）允许偏差（mm）

项目	控制目标值	允许偏差
坍落度	≤40	±10
	50~90	±20
	≥100	±30
扩展度	≥350	±30

7.2.2 混凝土在运输、输送、浇筑过程中严禁加水。当到达现场的混凝土工作性不能满足施工要求时，可在现场进行调整，达到要求的施工性能后再浇筑，调整方法应事先经过试验确定。

7.2.3 混凝土应连续浇筑，避免漏振或过振，振捣后的混凝土表面不应出现明显的浮浆层。

7.2.4 混凝土浇筑后，在混凝土初凝前和终凝前，宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。

7.3 养护

7.3.1 混凝土浇筑成型后，应及时进行保湿养护。在高温季节、大风、日照较强等环境中，浇筑后应立即覆盖混凝土表面，并进行保湿养护。混凝土初凝后，应持续进行保湿和保温养护。

7.3.2 可单独或组合使用下列养护方法：

- 1 延长拆模时间；
- 2 在混凝土表面严密覆盖防止水份蒸发的薄膜；
- 3 使用保水保温覆盖物（湿麻袋或吸水性毛毡等）；
- 4 在混凝土表面喷雾、喷水或蓄水；

5 大体积混凝土宜采用蓄水养护;

6 构件表面涂刷养护剂或覆盖养护膜等经验证有效的其它养护方法。

7.3.3 混凝土湿养护时间不应少于 7d；有补偿收缩、抗渗或缓凝要求以及大掺量矿物掺合料的混凝土保湿养护时间不应少于 14d；当气温较低或在干燥环境下应适当延长养护时间。

7.3.4 长度大于 30m 的竖向结构混凝土带模养护时间，不应少于 3d；带模养护结束后，可采用洒水养护方式或采用覆盖保湿方式继续养护。

7.3.5 混凝土蒸养应根据试验确定合理的养护制度，并符合下列规定：

1 成型后预养温度不宜高于 45℃，不应低于 5℃，预养（静停）时间不得少于 1h，宜在常温下预养护 2h~6h；

2 蒸养时升温速度宜小于 20℃/h，降温速度宜小于 20℃/h，恒温温度不宜超过 70℃。

8 掺矿物掺合料混凝土冬期施工

8.0.1 混凝土冬期施工期限宜为当年 11 月 15 日至次年 3 月 15 日。当室外日平均气温连续 5 天稳定低于 5℃ 时, 或者最低气温降到 0℃ 及以下时, 掺矿物掺合料混凝土结构应采取冬期施工措施。

8.0.2 冬期施工掺矿物掺合料混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。当环境温度不低于-10℃ 时, 结构混凝土最小水泥用量不应小于 $220\text{kg}/\text{m}^3$ 。当环境温度低于-10℃ 时, 结构混凝土最小水泥用量不应小于 $240\text{kg}/\text{m}^3$ 。

8.0.3 冬期施工掺矿物掺合料混凝土在达到受冻临界强度之前不应撤除保温措施, 混凝土的受冻临界强度应满足下列要求:

1 当环境最低温度高于-10℃ 时, 采用综合蓄热法、负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不应小于 4.0 MPa ;

2 当环境最低温度在-10℃ 至-20℃ 时, 采用综合蓄热法、负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不应小于 5.0 MPa ;

3 薄壁结构混凝土、抗渗混凝土的受冻临界强度不应小于设计强度等级的 50%;

4 对有抗冻融要求的混凝土, 不宜小于混凝土设计强度等级值的 70%。

8.0.4 大体积混凝土矿物掺合料用量应按现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的要求及温升控制的需要通过试验确定, 不宜采用防冻剂。

8.0.5 水下混凝土矿物掺合料用量应满足现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的要求, 不宜采用防冻剂。

8.0.6 冬期施工掺矿物掺合料的混凝土入模温度不应低于 5℃。

8.0.7 用于混凝土的防冻剂中不得添加氯盐及对人体健康和环境有毒有害的物质, 并符合现行地方标准《混凝土外加剂应用技术规程》DB11/T 1314 的规定。

8.0.8 冬期施工期间原材料加热、混凝土搅拌、运输、浇筑和养护等其他有关规定应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。

9 掺矿物掺合料混凝土质量检验评定

9.0.1 掺矿物掺合料混凝土的质量检验评定应符合国家现行标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《预拌混凝土质量管理规程》DB11/T 385 的规定。

9.0.2 掺矿物掺合料混凝土的强度验收龄期应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定。掺矿物掺合料的大体积混凝土、地下结构混凝土、超长结构混凝土宜采用 60d、90d 或其它验收龄期。

9.0.3 对有耐久性要求的、同一配比的混凝土，出厂检验时应至少进行一次耐久性试验，试验结果应满足工程设计要求。

9.0.4 掺矿物掺合料混凝土的耐久性检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定。

附录 A 矿物掺合料砂浆扩展度试验方法

A. 1 适用范围

A. 1. 1 本附录规定了混凝土用矿物掺合料的进场快速检验方法。通过砂浆扩展度的变化，检验矿物掺合料的质量稳定性及其对混凝土性能的影响。

A. 2 试验用仪器

A. 2. 1 水泥胶砂搅拌机：符合现行行业标准《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681 的规定。

A. 2. 2 砂浆扩展度筒：内壁光滑无接缝的筒状金属制品（见图 A. 2. 2），尺寸应符合下列规定：

- 1 筒壁厚度不应小于 2mm；
- 2 顶部内径 d : 50 mm \pm 0.5mm；
- 3 底部内径 D : 100 mm \pm 0.5mm；
- 4 高度 h : 150 mm \pm 0.5mm。

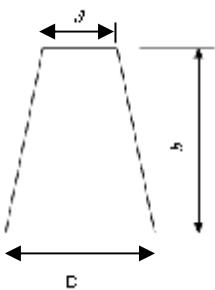


图 A. 2. 2 砂浆扩展度筒示意图

A. 2. 3 捣棒：直径 8mm \pm 0.2mm，长 300mm \pm 3mm 的钢棒，端部应磨圆。

A. 2. 4 玻璃板：尺寸为 500mm \times 500mm \times 5mm。

A. 2. 5 钢直尺：量程 500mm，分度值 1mm。

A. 2. 6 秒表：分度值 0.1s；时钟：分度值 1s。

A. 2. 7 天平：称量 100g，分度值 0.01g；称量 500g，分度值 0.1g；称量 5kg，分度值 1g。

A. 3 确定基准配合比

A. 3. 1 可通过下列两种方式确定检验用基准配合比。

- 1 使用经验配合比，如表 A. 3. 1。

表 A. 3. 1 砂浆配合比

配合比	水泥	矿物掺合料	砂	水	外加剂
材料用量 (kg/m ³)	370	260	1370	255	12

注：可根据实际情况确定所用矿物掺合料的复合比例。

2 选取实际生产中有代表性的混凝土配合比，去除粗骨料后得到砂浆配合比，降低单方用水量（10~20）kg/m³，降低外加剂掺量（0.1~0.3）%，折合成1方用量，作为检验用配合比。

A.3.2 试验用砂浆配比的扩展度应为350mm±20mm。如果扩展度不满足要求，可微调基准配合比的外加剂掺量或用水量。

A.4 试验所用材料、环境条件

A.4.1 采用实际生产用原材料。所有原材料应分别固定一批，数量应足够多。试验用砂浆总量应不小于1.0L。

A.4.2 砂应筛除粒径大于5mm以上的部分，含水率应小于0.5%。

A.4.3 环境条件：试验室温度应保持在20℃±2℃，相对湿度不应低于50%。

A.5 试验步骤

A.5.1 对不同批次（车次）的矿物掺合料进行取样检验，配比其他材料不变。

A.5.2 将玻璃板放置在水平位置，用湿布将玻璃板、砂浆扩展度筒、搅拌叶片及搅拌锅内壁均匀擦拭，使其表面润湿而不带水滴。

A.5.3 将砂浆扩展度筒置于玻璃板中央，并用湿布覆盖待用。

A.5.4 按砂浆配合比的比例分别称取水泥、矿物掺合料、砂、水及外加剂待用。

A.5.5 外加剂为液体时，先将胶凝材料和砂加入搅拌锅内预搅拌10s，再将外加剂与水混合均匀加入；外加剂为粉体时，先将胶凝材料、砂及外加剂加入搅拌锅内预搅拌10s，再加入水。

A.5.6 加水时启动胶砂搅拌机，并按胶砂搅拌机程序进行搅拌，从加水时刻开始计时。

A.5.7 搅拌完毕，将砂浆分两次倒入砂浆扩展度筒，每次倒入约筒高的1/2，并用捣棒自边缘向中心按顺时针方向均匀插捣15下，各次插捣应在截面上均匀分布。插捣筒边砂浆时，捣棒应插透本层至下一层的表面。插捣完毕后，砂浆表面应用刮刀刮平，将筒缓慢匀速垂直提起，10s后用钢直尺量取相互垂直的两个方向的最大直径，并取其平均值为砂浆扩展度（L₀）。

A.5.8 砂浆扩展度未达到要求时，应调整外加剂的掺量或用水量，重新进行试验，直至砂浆扩展度达到要求。

A.5.9 将试验砂浆重新倒入搅拌锅内，并用湿布覆盖搅拌锅，从计时开始后60min时，开启搅拌机，快速搅拌1min，测定砂浆扩展度（L₆₀）。

A.5.10 计算初始扩展度值（L₀）与60min扩展度值（L₆₀）的差值，可得到60min扩展度损失试验结果。

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1	《混凝土强度检验评定标准》	GB/T 50107
2	《混凝土外加剂应用技术规范》	GB 50119
3	《混凝土工程施工质量验收规范》	GB 50204
4	《大体积混凝土施工标准》	GB 50496
5	《预防混凝土碱骨料反应技术规范》	GB/T 50733
6	《混凝土结构通用规范》	GB 55008
7	《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》	GB/T 1596
8	《建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法》	GB/T 5762
9	《建筑材料放射性核素限量》	GB 6566
10	《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》	GB/T 18046
11	《砂浆和混凝土用硅灰》	GB/T 27690
12	《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》	GB/T 35164
13	《粉煤灰中铵离子含量的限量及检验方法》	GB/T 39701
14	《普通混凝土配合比设计规程》	JGJ 55
15	《建筑工程冬期施工规程》	JGJ/T 104
16	《混凝土耐久性检验评定标准》	JGJ/T 193
17	《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》	JGJ/T 318
18	《行星式水泥胶砂搅拌机》	JC/T 681
19	《公路桥涵施工技术规范》	JTG/T 3650
20	《预拌混凝土质量管理规程》	DB11/T 385
21	《混凝土外加剂应用技术规程》	DB11/T 1314

北京市地方性标准

混凝土矿物掺合料应用技术规程

DB11/T 1029-2021

条文说明

2021 北京

目 次

1 总则	22
2 术语和定义	23
3 一般规定	24
4 矿物掺合料的技术要求	25
5 矿物掺合料的检验与验收	27
6 掺矿物掺合料混凝土的配合比设计	28
7 掺矿物掺合料混凝土的生产与工程应用	30
8 掺矿物掺合料混凝土冬期施工	32
9 掺矿物掺合料混凝土质量检验评定	32
附录 A 矿物掺合料砂浆扩展度试验方法	35

1 总 则

1.0.1 本条强调修订本规程的目的是为了科学、合理的在混凝土中应用矿物掺合料和规范混凝土矿物掺合料的应用技术，达到改善混凝土性能，提高工程质量的目的。

1.0.2 本规程适用于掺粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、石灰石粉及白云石粉的各类预拌混凝土及预制构件混凝土。掺用本规程以外的矿物掺合料时，其品种选用及掺量应通过试验进行验证，确定混凝土性能满足工程应用要求后方可使用。

1.0.3 由于掺矿物掺合料的混凝土属于普通混凝土范畴，应用范围很广，本规程对混凝土矿物掺合料的应用技术做出了规定，在工程应用中均应遵照本规程执行。本规程未作规定的，应按照国家现行有关标准执行。

2 术语和定义

2.0.1 矿物掺合料的定义中给出了矿物掺合料的主要化学成分，可改善混凝土性能等主要特性，涵盖本规程所包括的六种矿物掺合料。矿物掺合料掺量一般不小于 5%，硅灰掺量不宜小于 3%。

本规程所指矿物掺合料是配制混凝土用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、石灰石粉及白云石粉等材料的统称。矿物掺合料种类多，不同种材料化学成分和矿物组成差别大，形成工艺不同，作用机理和效能效果也有区别，较难从组成、工艺或效能上定义。本规程的矿物掺合料是一类材料概念，而非一种材料名称，也不涉及具体材性指标和混凝土中配比用量。各种掺合料的相关成分、工艺和材性的定义应已体现在各具体材料相关标准的名称定义中。

2.0.2 粉煤灰特指从电厂煤粉炉烟道气体中收集的粉末。粉煤灰不包括以下情形：(1) 和煤一起煅烧城市垃圾或其他废弃物时；(2) 在焚烧炉中煅烧工业或城市垃圾时；(3) 循环流化床锅炉燃烧收集的粉末。垃圾煅烧后产生的飞灰、底灰或渣中残留的重金属、二噁英等有毒有害物质较高不宜应用于混凝土工程；循环流化床锅炉燃烧产生的飞灰及底渣中硫含量不可控，影响混凝土质量。

2.0.3 粒化高炉矿渣粉从炼铁高炉中排出的，以硅酸盐和铝硅酸盐为主要成分的熔融物，经淬冷成粒后粉磨所得的粉体材料。

2.0.4 硅灰是指在冶炼工业硅或硅铁合金的生产过程中，电弧炉内的高纯石英发生还原反应所产生的一种超细粉末，是从冶炼炉逸出的气态氧化硅降温后凝聚形成。

2.0.5 石灰石粉是以一定品位纯度的石灰石为原料，经粉磨至规定细度的粉状材料，或者是石灰石机制砂生产过程中产生的收尘粉。

2.0.6 本条规定了白云石粉的定义。白云岩是一种沉积碳酸盐岩，主要由白云石($\text{CaMg(CO}_3\text{)}_2$)组成，常混入石英、长石、方解石和粘土矿物。白云石粉按细度(45 μm 方孔筛筛余，%)分为Ⅰ级和Ⅱ级两种。

2.0.7 本条给出了胶凝材料的定义，补偿收缩混凝土使用粉体膨胀剂时，一般也要算入胶凝材料中。

2.0.8 本条给出了水胶比的定义，以 W/B 表示。胶水比为水胶比的倒数，以 B/W 表示。

3 基本规定

3.0.1 矿物掺合料对常用的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥有很好的适应性，而对火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥来说，由于水泥在生产过程中已加入一部分火山灰质混合材料，生产混凝土时矿物掺合料的掺量与水泥的替代量要少一些，需经试验确定。

3.0.2 本条规定掺矿物掺合料的混凝土宜同时掺加外加剂以使颗粒效应、填充效应和叠加效应得到有效发挥。掺加外加剂的要求与基准混凝土相同。相容性是指外加剂与胶凝材料、骨料、其他外加剂相匹配时，拌合物的流动性及其经时变化程度。相容性不好体现为混凝土拌合物坍落度过低或过高、经时损失大、后返大、离析泌水等，严重时会影响施工，因此需要进行相容性试验。应按现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 附录A 进行相容性试验，以判断外加剂与矿物掺合料的相容性。同时也可以参照本规程“附录A 矿物掺合料砂浆扩展度试验方法”进行试验，通过试验的砂浆扩展度、扩展度保持值，以及泌水、离析等结果进行相容性判断。

3.0.3 增加对原矿、中间产品、尾矿、尾渣或者其他残留物中铀（钍）系单个核素活度浓度不超过1贝可/克（Bq/g）的规定，对矿物掺合料生产环节的原材料放射性做了进一步的要求。

3.0.4 掺矿物掺合料混凝土的碱含量不应大于 $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ 。矿物掺合料碱含量实测值并不代表实际参与碱骨料反应的有效碱含量，粉煤灰、石灰石粉和白云石粉碱含量可按 $1/6$ 实测值计算；粒化高炉矿渣粉和硅灰碱含量按 $1/2$ 实测值计算。

3.0.5 混凝土中的水溶性氯离子含量的高低会直接影响钢筋混凝土结构的耐久性，本条规定了掺矿物掺合料混凝土的水溶性氯离子含量要求。

4 矿物掺合料的技术要求

考虑到钢铁渣粉自本规程（2013 版）实施至今，北京预拌混凝土行业未有钢铁渣粉的销售和使用记录，且目前市面上没有该产品，也没有相对成熟的工程使用经验，同时该产品中含有钢渣粉的组分，考虑到实际使用情况和结构安全等因素，本次修订将其从矿物掺合料品种中删除。

复合矿物掺合料的型号和成分较为复杂，质量控制难度较大，且本规程实施至今，北京预拌混凝土生产单位使用量非常少。考虑到实际使用情况、质量控制和结构安全等因素，本次修订将其从矿物掺合料品种中删除。预拌混凝土生产单位可将本规程规定的矿物掺合料按两种、三种或多种复合进行使用，更有利于混凝土质量的稳定。

4.1 粉煤灰

等同采用现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 关于粉煤灰品质的指标，并将原规程内容进行了如下的修改：

- 1) 将 II 级粉煤灰细度指标由原来的“45 μm 方孔筛筛余不大于 25%”改为“45 μm 方孔筛筛余不大于 30%”；
- 2) III 级粉煤灰烧失量由“不大于 15%”改为“不大于 10%”。
- 3) 增加了“ SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 总质量分数” F 类不小于 70%、C 类不小于 50% 的技术要求；增加了密度不大于 2.6 g/cm^3 的技术要求；增加了强度活性指数不小于 70.0% 的技术要求；
- 4) 将原来的“C 类粉煤灰安定性试验须合格”，改为“安定性（雷氏法）C 类粉煤灰不大于 5.0mm”。
- 5) 粉煤灰中铵离子是附着在粉煤灰表面，以 NH_4^+ 形式存在的铵离子，粉煤灰生产过程中脱硝工艺会造成粉煤灰内残留铵离子，在混凝土的强碱环境和高温作用下，发生化学反应释放氨气，释放速度有快有慢，初期释放速度非常缓慢，在高温下会加速释放，从而造成混凝土持续冒泡，造成质量问题或质量事故。因此，增加了粉煤灰铵离子含量不超过 210 mg/kg 的技术要求。

4.2 粒化高炉矿渣粉

等同采用现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 关于粒化高炉矿渣粉品质的指标，并将原规程内容进行了如下的修改：

- 1) 新增技术要求：初凝时间比不大于 200%；不溶物（质量分数）不大于 3.0%；三氧化硫（质量分数）不大于 4.0%；氯离子（质量分数）不大于 0.06%；玻璃体含量（质量分数）不小于 85%；放射性 $\text{Ra} \leq 1.0$ 且 $\text{Ir} \leq 1.0$ 。
- 2) S95 级矿渣粉的 7d 活性指数由“不小于 75%”，改为“不小于 70%”。
- 3) 矿渣粉的烧失量由“不大于 3.0%”，改为“不大于 1.0%”。

进行矿粉活性指数试验时, 可使用生产中实际使用水泥进行对比试验, 根据对比结果指导矿渣粉的实际使用。

4.3 硅灰

除含水率指标以外, 其它指标与现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 要求相同。

4.4 石灰石粉

石灰石粉作为混凝土掺合料是近几年发展起来的新技术, 不仅可以节约水泥, 还可以改善混凝土性能、降低混凝土水化温升及减小混凝土的收缩等性能, 可以缓解北京地区矿粉、粉煤灰等矿物掺合料供应不足的现状, 石灰石粉混凝土的制备和工程应用已有成功的工程实例和国家标准。

等同采用现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164 关于石灰石粉品质的各项技术指标, 并将原规程内容进行了如下的修改:

- 1) 亚甲蓝值 MB 值由原来不大于 1.4g/kg, 改为 I 级不大于 0.5g/kg、II 级不大于 1.0g/kg、III 级不大于 1.4g/kg ;
- 2) 细度 (45 μm 方孔筛筛余) 由原来的不大于 15%, 改为 A 型不大于 15%、B 型不大于 45%;
- 3) 流动度比由原来的不小于 100%, 改为不小于 95%;
- 4) 删除原标准中的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D;
- 5) 删除原来的项目试验方法, 改为应按现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164 的规定进行试验。

4.5 白云石粉

白云石化学成分为 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, 并含有 Fe、Mn、Pb、Zn 等元素, 理论化学成分 CaO 30.4%, MgO 21.7%。石灰石主要化学成分碳酸钙 (CaCO_3), 理论含量为 85%~98%。

白云石粉质量指标的试验方法没有对应的国家、行业或地方标准, 因其性能接近石灰石粉, 使用方式接近粉煤灰, 经试验验证, 规定了各项目性能指标和对应的试验方法。另外, 北京市混凝土协会编制了团体标准《白云石粉预拌混凝土应用技术规程》T/BJSCA002-2021, 可参考此标准进行白云石粉质量项目的检验。

5 矿物掺合料的检验与验收

5.0.1 本条规定了矿物掺合料检验批量的划分和计量单位，并规定了供货单位应按批量向用户出具合格证或出厂检验报告，定期提供法定检测单位的型式检验报告。型式检验报告应包含第四章规定的检验项目，并符合相应的产品技术要求。粉煤灰的铵离子含量应作为粉煤灰的型式检验报告检测项目之一。白云石粉正常生产时，宜每半年进行一次型式检验(放射性除外)。

5.0.2 对混凝土企业各种矿物掺合料进场的取样方式、检验项目、组批批量、检验频次和检验方法也进行了详细规定。

混凝土中掺硅灰的主要目的是提高混凝土强度或强度稳定性，而硅灰的高活性本质上是来自于其高含量的活性二氧化硅成分，是体现硅灰质量的关键指标。同时硅灰的二氧化硅含量试验要用到强酸，属于危险化学品，建议使用企业进行外委试验。硅灰需水量比试验时使用的胶砂搅拌机很难达到或接近混凝土生产线搅拌机的搅拌分散效果，容易导致需水量比的检测结果失真，本规程删掉了该进场检验项目。

考虑到混凝土生产单位目前多用散装加密硅灰，这种硅灰出厂前经过加密工艺提高了密度，质量更为稳定，散装硅灰每车重量大多在 30t~33t 范围，按原检验标准一车就要分两个批次，不尽合理且必要性不强，本规程将散装硅灰的检验批由 30t 提高到 100 吨，袋装硅灰仍按照 30t 为一检验批。

混凝土生产企业可根据实际需要增加检测方法，如采用本规程“附录 A 混凝土用矿物掺合料的进场快速检验方法”，通过砂浆扩展度的变化，检验矿物掺合料的质量稳定性及其对混凝土性能的影响；或者通过显微镜进行粉煤灰形貌分析，将试验观察到的粉煤灰形貌与基准形貌进行比对，以判断该粉煤灰为正常粉煤灰、劣质粉煤灰或假粉煤灰。当发现试验样的颗粒棱角多、片状颗粒多、球形颗粒明显减少等现象时，可定性判定该批次粉煤灰为劣质粉煤灰或假粉煤灰；

5.0.3 按附录 A 矿物掺合料砂浆扩展度试验方法对进场矿物掺合料进行快速检验时，如果两次扩展度之差大于 50mm 时，说明矿物掺合料的质量有较大变化，需要采取相应的质量控制措施，例如继续检验该矿物掺合料的其它质量指标，如发现不合格项则按不合格品处理，如其它检验指标均合格时，应及时追踪该矿物掺合料在生产过程中混凝土的质量变化。

6 掺矿物掺合料混凝土的配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了掺矿物掺合料混凝土配合比设计依据。有特殊要求的混凝土，如自密实混凝土的配合比设计应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定，轻骨料混凝土的配合比设计应符合现行行业标准《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T 12 的规定。

6.1.2 本条规定了混凝土的最大水胶比和最小胶凝材料用量。本条依据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 中的规定确定。水胶比和胶凝材料用量是混凝土配合比设计的重要参数，同时亦是保证混凝土耐久性的重要指标，在控制最大水胶比的条件下，表中最小胶凝材料是满足混凝土耐久性能的胶凝材料用量下限。配制强度等级 C20 以下的混凝土，可不受此表限制。

6.1.3 本条规定了矿物掺合料品种和等级应根据设计、施工要求以及工程所处环境条件确定，矿物掺合料的掺量应通过试验确定。根据矿物掺合料的质量现状，编制组进行了大量的单掺和双掺混凝土试验验证，其中单掺粉煤灰混凝土的强度结果表明，目前的粉煤灰对混凝土强度的影响增大，应适当降低粉煤灰单掺时的最高掺量，本规程在原规程基础上降低了 5%。无筋混凝土中粉煤灰的级别和矿物掺合料的最大掺量不受此表限制。

6.1.4 本条规定了矿物掺合料品种和掺量的选取原则。大量工程应用实践表明，混凝土的水胶比较小、浇筑温度与气温较高、混凝土强度验收龄期较长时，矿物掺合料掺量应适当提高；混凝土构件最小截面尺寸较大时的大体积混凝土、地下外墙混凝土、水下工程混凝土以及有抗腐蚀要求的混凝土等，矿物掺合料的掺量可适当提高，粉煤灰掺量不宜大于胶凝材料用量的 50%，矿渣粉掺量不宜大于胶凝材料用量的 40%；粉煤灰和矿渣粉掺量总和不宜大于胶凝材料用量的 50%；对于最小截面尺寸小于 150mm 的构件混凝土（例如现浇楼板混凝土），矿物掺合料掺量宜采取较低掺量；对早期强度要求较高或环境温度较低条件下施工的混凝土，矿物掺合料掺量宜采取较低掺量。

6.1.5 规定了 C 类粉煤灰和III级粉煤灰的使用限制。

6.1.6 规定了石灰石粉和白云石粉的使用限制。

6.1.7 矿物掺合料的强度影响系数可通过大量试验取得，粉煤灰和矿粉的强度影响系数可参考现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 标准确定。

6.2 配合比设计

本节规定了掺矿物掺合料混凝土配合比的设计步骤，依据现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 中的规定和“6.1 配合比设计原则”，确定混凝土配制强度，根据工程所处的环境条件、结构特点，选取掺合料的品种和掺量，采用质量法或体积法计算各组分用量，通过试配调整确定混凝土配合比。

6.2.2 总结实际工程施工经验，规定了不同工程部位的坍落度（或扩展度），供混凝土设计单位和施工单位参考。表中的坍落度设计值提供了选择范围，此范围不是坍落度要求的控制范围，设计和施工单位可在此范围内选择一个坍落度设计值，然后在此基础上按±30mm来控制。

6.2.3 强度与胶水比呈线性关系，可通过 Excel 等软件绘制强度与胶水比线性关系图，并标示其相关性。也可建立强度与胶水比关系式，计算设计强度对应的水胶比。

7 掺矿物掺合料混凝土的生产与工程应用

7.1 制备和运输

7.1.1 由于掺矿物掺合料混凝土的组分多, 用水量较低, 采用自落式搅拌机不但生产效率低, 而且难以保证拌合物的匀质性要求, 所以掺矿物掺合料混凝土宜采用强制式搅拌机。目前搅拌设备的形式、规格在不断更新, 因此搅拌时间应按设备说明书规定或经试验确定。另外, 掺矿物掺合料混凝土原材料种类多, 应较基准混凝土适当延长搅拌时间, 使拌合物搅拌更加均匀。预制混凝土构件的搅拌时间应符合现行地方标准《预制混凝土构件质量控制标准》DB11/T 1312 的规定, 根据混凝土坍落度和搅拌机出料量适当延长搅拌时间。

7.1.2 计量误差与现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 要求一致。

7.1.3 掺矿物掺合料混凝土的运输和泵送设备应能保证混凝土在运输和泵送过程中不发生分层、离析。现在国内预拌混凝土运输已采用混凝土搅拌运输车, 较好地解决了混凝土运输过程中发生分层的现象; 采用泵送施工尚应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的有关规定。

7.2 浇筑与成型

7.2.1 与现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定相同。

7.2.2 混凝土在运输、输送、浇筑过程中加水会严重影响混凝土的质量。当到达现场的混凝土坍落度损失较大不能满足施工性能要求时, 可在运输车内加入适量的与原配合比相同的减水剂。减水剂的加入量应事先由试验确定。加入减水剂后, 搅拌车罐体应快速旋转搅拌均匀, 达到要求的施工性能后再浇筑混凝土。调整人员应被授权, 同时应记录调整内容, 做到质量问题追责可溯源。

7.2.3 掺矿物掺合料混凝土的浇筑、成型与不掺矿物掺合料的混凝土基本相同。但为了防止掺矿物掺合料混凝土泌水离析或浆体上浮, 应控制好振捣时间, 不得漏振或过振。特别是泵送混凝土更应注意。振捣后的混凝土表面不应出现明显的掺合料浮浆层; 为减少浮浆层, 配合比设计时, 可采用较小坍落度及合理控制砂率。特别是坍落度较大的混凝土, 强烈的振捣很容易引起离析, 掺合料上浮。振动器只能用于振实混凝土, 不应用于水平推动混凝土。

7.2.4 由于矿物掺合料有一定的缓凝作用, 混凝土抹面作业要把握恰当的时机, 在抹面时为防止起粉、塌陷, 面层要进行二次及二次以上搓压。搓压可减少混凝土的沉降及塑性干缩产生的表面裂缝。同时, 为避免混凝土浇筑后裸露表面产生塑性收缩裂缝, 初、终凝前进行抹面处理非常关键, 对梁板结构及易出现裂缝的部位应适当增加抹面次数。

7.3 养护

7.3.1 掺矿物掺合料混凝土早期强度增长较慢, 及时覆盖保湿养护是保证混凝土强度和减少收缩最有效的措施之一。特别是对水胶比小于 0.40 的混凝土, 自收缩较大, 内部水分向外迁移

较慢，以及混凝土浇筑时处于干燥、大风环境均应立即覆盖养护，可以有效减少混凝土表面水分的挥发速度，减少收缩和内外温差引起的应力，减少开裂的出现。

7.3.2 对截面较大的柱子，宜用湿麻袋围裹喷水养护，或用塑料薄膜围裹保湿养护。

对墙体混凝土浇筑完毕，混凝土达到一定强度后，可松动两侧模板，离缝约3~5mm。喷水养护墙体表面时，要在表面温度接近环境温度时进行，避免因温差过大而引起混凝土表面开裂。

拆除模板后，应在墙体两侧覆挂麻袋或草帘等覆盖物，避免阳光直照墙面，连续喷水养护时间不宜少于7天。地下室外墙应尽早回填土。

对大体积混凝土蓄水养护时，规定的蓄水厚度有利于调节混凝土表面与空气的温差，防止表面龟裂。

7.3.3 掺矿物掺合料混凝土的湿养护应比基准混凝土长，不应少于7天，在条件允许时，应继续延长养护时间。特别是对掺补偿收缩外加剂及有缓凝和抗渗要求的混凝土，湿养护时间越长，补偿收缩和抗裂效果越好。

7.3.4 地下室部分的超长墙，更容易产生干缩或冷缩裂缝，延长带模养护的时间，可提高混凝土的抗拉强度，避免或减少墙体表面裂缝的出现。

保温养护应采取措施使混凝土内外温差不超过20℃，可通过控制混凝土的入模温度和优选配合比控制水化温升来控制混凝土内部最高温度不超过限值，提高混凝土结构的耐久性。

7.3.5 在满足设计要求的前提下，本着节能效率的原则，经试验制定合理的蒸养制度。《预制混凝土构件质量控制标准》DB11/T 1312 规定混凝土蒸养温度，最高温度不宜超过70℃，预养时间宜为2h~6h。

8 掺矿物掺合料混凝土冬期施工

8.0.1 本规程冬期施工期限的划分原则采用现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。根据北京地区的气候条件和历年进入冬期施工的时间段规律, 北京市预拌混凝土企业一般在当年 11 月 15 日进入冬期, 次年 3 月 15 日解除冬期进入常温施工。现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 中规定了蓄热法、综合蓄热法、电加热法、电极加热法、电热毯法、工频涡流法、线圈感应加热法、暖棚法、负温养护法、硫铝酸盐水泥混凝土负温施工法等十种不同的冬期混凝土浇筑施工方法, 不同的施工方法需要不同的养护措施, 对原材料及配合比也提出了不相同要求, 同时, 规定的养护温度和混凝土的临界强度也有较大差别, 因此, 参与冬期施工的有关各方首先应根据实际情况确定施工方法, 有针对性地采取相应的施工与混凝土技术控制措施。

8.0.2 环境温度是指施工场所测得的温度, 冬期室外和室内的环境温度是不同的。结合北京地区的实际情况, 借鉴北京市《轨道交通工程结构混凝土裂缝控制与耐久性技术规程》QGD-028 实施经验, 为了确保混凝土工程质量, 增加规定了: 当环境温度不低于-10℃时: 水泥用量不应小于 $220\text{kg}/\text{m}^3$; 当环境温度低于-10℃时: 水泥用量不应小于 $240\text{kg}/\text{m}^3$ 。非结构混凝土的最小水泥量不受此限制。

8.0.3 冬期施工混凝土的保温养护非常重要, 必须采取有效养护措施确保混凝土达到受冻临界强度之前不受冻。受冻临界强度是指冬期浇筑的混凝土在受冻以前必须达到的最低强度。现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 中, 混凝土受冻临界强度在采用综合蓄热法和负温养护法中分别规定为: 室外气温不低于-15℃时, 应不小于 4.0MPa; 室外气温不低于-30℃时, 应不小于 5.0MPa。虽然临界强度值相同, 但本规程把环境温度规定值由-15℃和-30℃, 分别调整为-10℃和-20℃, 使规定最低温度与北京地区冬季温度相吻合, 同时也兼顾了掺掺合料混凝土的特点。薄壁结构混凝土, 因其散热面积较大, 散热速度较快, 如按照常规处理, 结构混凝土将在浇筑完成后很长一段时间处于较低温度, 强度增长极为缓慢, 受下道工序施工影响, 结构受损概率极高, 故提高了受冻临界强度。

8.0.4 大体积混凝土不宜采用防冻剂主要根据以下三方面原因: 其一, 由于大体积混凝土的蓄热作用, 混凝土通常不易受到冻害; 其二, 防冻剂中的早强组分会促进水泥水化, 加速混凝土温升, 这与大体积混凝土尽可能降低升温速度相矛盾, 不利于大体积混凝土温差控制; 其三, 防冻剂的加入对混凝土耐久性有不利。

8.0.5 由于水下混凝土环境温度保持正温, 混凝土不会受到冻害, 因此可以不使用防冻剂, 可不受临界强度的限制。

8.0.6 由于混凝土出机温度受很多因素影响, 出机温度与入模温度之间的关系难以确定, 因此本次修订取消了出机温度, 仅对入模温度做出了明确要求。

8.0.7 本条应按《外加剂应用技术规程》DB11/T 1314 执行, 要求防冻剂需满足绿色环保及耐

久性要求，应选用氨、甲醛、苯、总挥发性有机物（TVOC）等污染物释放量符合相关规定的混凝土外加剂产品。

8.0.8 掺矿物掺合料混凝土的冬期施工没有特殊要求的，本规程未另作规定，应照现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 执行。

9 掺矿物掺合料混凝土质量检验评定

9.0.2 采用 60d、90d 龄期可以在配比设计时提高矿物掺合料的用量，降低混凝土水化热，减少混凝土的收缩，有利于进一步减少裂缝的产生。

9.0.3 对掺矿物掺合料混凝土的耐久性出厂检验进行了规定。对有耐久性要求的、同一配比的混凝土，出厂检验时应至少进行一次耐久性试验，试验结果应满足工程设计要求。

附录 A 矿物掺合料砂浆扩展度试验方法

A. 1. 1 本方法作为一个推荐性方法, 当对某种材料质量有怀疑, 或者需要加强检验时, 可采用此方法进行检验。混凝土试拌是最直观和有效的方法, 但速度慢, 耗时多, 工作强度大, 本方法可作为对标准方法的一个补充, 按外加剂掺量和砂浆扩展度经时损失判断原材料的质量波动和影响程度, 相比混凝土试拌更快速, 相比净浆流动度法效果更好。

具体方法: 1 绘制不同试验批次的初始扩展度曲线, 直观判断原材料质量波动性; 2 绘制不同试验批次的扩展度经时损失曲线, 直观判断该材料对扩展度经时损失的影响程度。3 通过对扩展度和扩展度经时损失数据进行处理, 计算标准差等参数, 结合企业自身管理需要来判断矿物掺合料影响程度。

A. 3. 1 1 使用经验配合比时, 可根据实际情况确定所用矿物掺合料的复合比例。如粉煤灰和矿渣粉各 $130\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2 以常用的 C30 配合比为例确定基准配合比, 确定过程如表 A. 3. 2。

表 A. 3. 2 试验用砂浆配合比确定过程

配合比 调整过程		水泥	矿粉	粉煤灰	砂	石	水	外加剂
	原材料密度 (kg/m^3)	3180	2900	2290	2650	2680	1000	1150
C30	配比用量 (kg/m^3)	227	76	76	829	1007	164	7. 56
	材料所占体积 (m^3)	0. 071	0. 026	0. 033	0. 313	0. 376	0. 164	0. 007
	调整参数	外加剂掺量由 2. 0% 调整为 1. 8%; 用水量由 $164\text{ kg}/\text{m}^3$ 调整为 $154\text{kg}/\text{m}^3$ (根据实际经验进行调整)						
	调整后配比	227	76	76	829	/	154	6. 80
	调整后体积 ($0. 604\text{m}^3$)	0. 071	0. 026	0. 033	0. 313	/	0. 154	0. 006
	试验用砂浆配比 (各材料量/ $0. 604$)	376	126	126	1374	/	255	11. 27

A. 3. 2 如果按照基准配合比或计算配合比做出的砂浆扩展度过大、过小或损失过快, 都需要通过调整用水量、外加剂用量以及外加剂配方使扩展度达到合理值(具有可靠区分度的值), 本标准规定为 $350\pm 20\text{mm}$ 。

A. 4. 1 所有原材料应分别固定一批, 数量应足够多, 例如准备不少于 50 次的试验量。

A. 5. 8 砂浆试验外加剂掺量不宜有较大幅度调整, 否则可能影响砂浆扩展度经时损失, 遇此情况, 可进一步减水, 直至达到砂浆扩展度要求为止。

A. 5. 9 可根据实际情况加测 10min 、 30min 的砂浆扩展度。