

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第一批)〉的通知》(建标[2006]77 号)的要求,由中国水利水电科学研究院会同有关单位在原《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ 146—90 的基础上修订完成的。

本规范在编制过程中,编制组经调查研究、模拟计算、实验验证,认真总结了实践经验,参考有关国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本规范共分 7 章,主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、粉煤灰的技术要求、粉煤灰混凝土的配合比、粉煤灰混凝土的施工、粉煤灰混凝土的质量检验等。

本次修订的主要技术内容是:

1. 增加了 C 类粉煤灰及相应的技术要求;
2. 增加了粉煤灰的放射性、安定性和碱含量的技术要求;
3. 将 II 级粉煤灰细度指标由原来的 $45\mu\text{m}$ 方孔筛筛余不大于 20% 改为不大于 25%;
4. 取消了取代水泥率及超量取代系数的规定;
5. 对粉煤灰最大掺量进行了修订。在按照水泥种类和混凝土种类规定粉煤灰最大掺量的基础上,增加了水胶比限制条件。

本规范由住房城乡建设部负责管理,由水利部负责日常管理,由中国水利水电科学研究院负责具体技术内容的解释。在本规范执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料。如发现需要修改和补充之处,请及时将意见和有关资料寄送至中国水利水电科学研究院材料所《粉煤灰混凝土应用技术规范》编制组(地址:北京市海淀区玉渊潭南路 3 号,邮政编码:100038),以便

今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：中国水利水电科学研究院

参 编 单 位：中国建筑科学研究院

中国铁道科学研究院

上海市建筑科学研究院

上海宝钢生产协力公司

中冶集团建筑研究总院

北京市建筑工程研究院

主要起草人：鲁一晖 马锋玲 陈改新 甄永严 冷发光

谢永江 施钟毅 康 明 朱桂林 贺 奎

石人俊 邓正刚 朱春江 王少江 吕小彬

主要审查人：韩素芳 付 智 韦志立 熊 平 刘咏峰

贾金生 常作维 李启棣 陆采荣 江丽珍

李文伟 杨全兵 姜福田

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	粉煤灰的技术要求	(4)
4.1	技术要求及检验方法	(4)
4.2	验收和存储	(5)
5	粉煤灰混凝土的配合比	(7)
5.1	粉煤灰混凝土的配合比设计原则	(7)
5.2	粉煤灰的掺量	(7)
6	粉煤灰混凝土的施工	(9)
7	粉煤灰混凝土的质量检验	(10)
	本规范用词说明	(11)
	引用标准名录	(12)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Technical requirements of fly ash	(4)
4.1	Requirements and test methods	(4)
4.2	Checkup for acceptance and storage	(5)
5	Mix design	(7)
5.1	Mix design principles	(7)
5.2	Content of fly ash	(7)
6	Construction	(9)
7	Quality control	(10)
	Explanation of wording in this code	(11)
	List of quoted standards	(12)

1 总 则

1.0.1 为了规范粉煤灰在水泥混凝土中的应用,达到改善混凝土性能、提高工程质量、延长混凝土结构物使用寿命,以及节约资源、保护环境等目的,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于用粉煤灰作为主要掺合料的混凝土应用。

1.0.3 粉煤灰在混凝土中的应用,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 粉煤灰 fly ash

从煤粉炉烟道气体中收集的粉末。粉煤灰按煤种和氧化钙含量分为 F 类和 C 类。

F 类粉煤灰——由无烟煤或烟煤燃烧收集的粉煤灰。

C 类粉煤灰——氧化钙含量一般大于 10%，由褐煤或次烟煤燃烧收集的粉煤灰。

2.0.2 掺合料 mineral admixture

以硅、铝、钙等一种或多种氧化物为主要成分、具有一定细度，掺入混凝土中能改善混凝土性能的粉体材料。

2.0.3 胶凝材料 cementitious materials

混凝土中水泥与掺合料的总称。

2.0.4 水胶比 water-cementitious material ratio

混凝土用水量与胶凝材料质量之比。

2.0.5 粉煤灰混凝土 fly ash concrete

以粉煤灰为主要掺合料的混凝土。

2.0.6 粉煤灰掺量 fly ash content

粉煤灰占胶凝材料质量的百分比。

3 基本规定

3.0.1 预应力混凝土宜掺用Ⅰ级F类粉煤灰,掺用Ⅱ级F类粉煤灰时应经过试验论证;其他混凝土宜掺用Ⅰ级、Ⅱ级粉煤灰,掺用Ⅲ级粉煤灰时应经过试验论证。

3.0.2 粉煤灰混凝土宜采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥配制。采用其他品种的硅酸盐水泥时,应根据水泥中混合材料的品种和掺量,并通过试验确定粉煤灰的合理掺量。

3.0.3 粉煤灰与其他掺合料同时掺用时,其合理掺量应通过试验确定。

3.0.4 粉煤灰可与各类外加剂同时使用,粉煤灰与外加剂的适应性应通过试验确定。

4 粉煤灰的技术要求

4.1 技术要求及检验方法

4.1.1 用于混凝土中的粉煤灰应分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级三个等级，各等级粉煤灰技术要求及检验方法应按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的有关规定执行，并应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 混凝土中用粉煤灰技术要求及检验方法

项 目		技术要求			检验方法
		Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	
细度(45 μ m方孔筛筛余)(%)	F类粉煤灰	≤ 12.0	≤ 25.0	≤ 45.0	按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的有关规定执行
	C类粉煤灰				
需水量比(%)	F类粉煤灰	≤ 95	≤ 105	≤ 115	按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的有关规定执行
	C类粉煤灰				
烧失量(%)	F类粉煤灰	≤ 5.0	≤ 8.0	≤ 15.0	按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176的有关规定执行
	C类粉煤灰				
含水量(%)	F类粉煤灰	≤ 1.0			按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的有关规定执行
	C类粉煤灰				
三氧化硫(%)	F类粉煤灰	≤ 3.0			按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176的有关规定执行
	C类粉煤灰				

续表 4.1.1

项 目		技术要求			检验方法
		I 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	
游离氧化钙 (%)	F 类粉煤灰	≤1.0			按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176 的有关规定执行
	C 类粉煤灰	≤4.0			
安定性(雷氏 夹沸煮后增 加距离)(mm)	C 类粉煤灰	≤5.0			净浆试验样品的制备及对 比水泥样品的要求按本表注 执行,安定性试验按现行国家 标准《水泥标准稠度用水量、 凝结时间、安定性检验方法》 GB/T 1346 的有关规定执行

注:1 安定性检验方法中,净浆试验样品由对比水泥样品和被检验粉煤灰按 7:3 质量比混合而成;

2 当实际工程中粉煤灰掺量大于 30%时,应按工程实际掺量进行试验论证;

3 对比水泥样品应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定的强度等级为 42.5 的硅酸盐水泥或工程实际应用的水泥。

4.1.2 粉煤灰的放射性核素限量及检验方法应按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定执行。

4.1.3 粉煤灰中的碱含量应按 Na_2O 当量计,以 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值表示。当粉煤灰用于具有碱活性骨料的混凝土中,宜限制粉煤灰的碱含量。粉煤灰碱含量的检验方法应按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176 的有关规定执行。

4.2 验收和存储

4.2.1 粉煤灰供应单位应按现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的相关规定出具批次产品合格证、标识和出厂检验报告,并按相关标准要求提供型式检验报告。

4.2.2 出厂粉煤灰的标识应包括粉煤灰种类、等级、生产方式、批

号、数量、生产厂名称和地址、出厂日期等。

4.2.3 对进场的粉煤灰应按下列规定及时取样检验：

1 粉煤灰的取样频次宜以同一厂家连续供应的 200t 相同种类、相同等级的粉煤灰为一批，不足 200t 时宜按一批计。

2 粉煤灰的取样方法应符合下列规定：

1) 散装粉煤灰的取样，应从每批 10 个以上不同部位取等量样品，每份不应少于 1.0kg，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；

2) 袋装粉煤灰的取样，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。

3) 每批粉煤灰试样应检验细度、含水量、烧失量、需水量比、安定性，需要时应检验三氧化硫、游离氧化钙、碱含量、放射性。

4.2.4 粉煤灰的验收应符合下列规定：

1 粉煤灰的验收应按批进行；

2 若其中任何一项不符合规定要求，应在同一批中重新加倍取样进行复检，以复检结果判定。

4.2.5 当供需双方对产品质量有争议时，供需双方应将双方认可的样品签封，送省级或省级以上国家认可的质量监督检验机构进行仲裁检验。

4.2.6 不同灰源、等级的粉煤灰不得混杂运输和存储，不得将粉煤灰与其他材料混杂，在运输和存储过程中应防止受潮、结块。

4.2.7 在运输、存储和使用时，应防止粉煤灰对环境的污染。

5 粉煤灰混凝土的配合比

5.1 粉煤灰混凝土的配合比设计原则

5.1.1 粉煤灰混凝土的配合比应根据混凝土的强度等级、强度保证率、耐久性、拌和物的工作性等要求,采用工程实际使用的原材料进行设计。

5.1.2 粉煤灰混凝土的设计龄期应根据建筑物类型和实际承载时间确定,并宜采用较长的设计龄期。地上、地面工程宜为 28d 或 60d,地下工程宜为 60d 或 90d,大坝混凝土宜为 90d 或 180d。

5.1.3 试验室进行粉煤灰混凝土配合比设计时,应采用搅拌机拌和。试验室确定的配合比应通过搅拌楼试拌检验后使用。

5.1.4 粉煤灰混凝土的配合比设计可按体积法或重量法计算。

5.2 粉煤灰的掺量

5.2.1 粉煤灰在混凝土中的掺量应通过试验确定,最大掺量宜符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 粉煤灰的最大掺量 (%)

混凝土种类	硅酸盐水泥		普通硅酸盐水泥	
	水胶比 ≤ 0.4	水胶比 > 0.4	水胶比 ≤ 0.4	水胶比 > 0.4
预应力混凝土	30	25	25	15
钢筋混凝土	40	35	35	30
素混凝土	55		45	
碾压混凝土	70		65	

注:1 对浇筑量比较大的基础钢筋混凝土,粉煤灰最大掺量可增加 5%~10%;

2 当粉煤灰掺量超过本表规定时,应进行试验论证。

5.2.2 对早期强度要求较高或环境温度、湿度较低条件下施工的粉煤灰混凝土宜适当降低粉煤灰掺量。

5.2.3 特殊情况下,工程混凝土不得不采用具有碱硅酸反应活性骨料时,粉煤灰的掺量应通过碱活性抑制试验确定。

6 粉煤灰混凝土的施工

- 6.0.1 掺入混凝土中粉煤灰的称量允许偏差宜为 $\pm 1\%$ 。
- 6.0.2 粉煤灰混凝土拌和物应搅拌均匀,搅拌时间应根据搅拌机类型由现场试验确定。
- 6.0.3 粉煤灰混凝土浇筑时不得漏振或过振。振捣后的粉煤灰混凝土表面不得出现明显的粉煤灰浮浆层。
- 6.0.4 粉煤灰混凝土浇筑完毕后,应及时进行保湿养护,养护时间不宜少于 28d。粉煤灰混凝土在低温条件下施工时应采取保温措施。当日平均气温 2d 到 3d 连续下降大于 6°C 时,应加强粉煤灰混凝土表面的保护。当现场施工不能满足养护条件要求时,应降低粉煤灰掺量。
- 6.0.5 粉煤灰混凝土的蒸养制度应通过试验确定。
- 6.0.6 粉煤灰混凝土负温施工时,应采取相应的技术措施。

7 粉煤灰混凝土的质量检验

7.0.1 粉煤灰混凝土的质量检验项目应包括坍落度和强度。掺引气型外加剂的粉煤灰混凝土应测定混凝土含气量,有耐久性或其他特殊要求时,还应测定耐久性或其他检验项目。

7.0.2 现场施工中对粉煤灰混凝土的坍落度进行检验时,每 4h 应至少测定 1 次,其测定值允许偏差应符合表 7.0.2 的规定。

表 7.0.2 坍落度允许偏差(mm)

坍落度	坍落度 ≤ 40	$40 < \text{坍落度} \leq 100$	坍落度 > 100
允许偏差	± 10	± 20	± 30

7.0.3 掺引气型外加剂的粉煤灰混凝土,每 4h 应至少测定 1 次含气量,其测定值允许偏差宜为 $\pm 1.0\%$ 。

7.0.4 粉煤灰混凝土的强度检验与评定,应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定执行。粉煤灰混凝土的耐久性检验和评定,应按国家现行有关标准的规定执行。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《通用硅酸盐水泥》GB 175

《水泥化学分析方法》GB/T 176

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《建筑材料放射性核素限量》GB 6566