**CECS XXX ∶ 201X**



**中 国 工 程 建 设 协 会 标 准**

石粉在混凝土中应用技术规程

Technical specification for application

of stone powder

**（征求意见稿）**

中国工程建设协会标准

石粉在混凝土中应用技术规程

Technical specification for application

of stone powder

**CECS XXX ∶ 201X**

主编单位：厦门市建筑科学研究院集团股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

实施日期：201X年XX月XX日

**中国工程建设标准化协会公告**

第 号

关于发布《石粉在混凝土中应用技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《2017年第一批工程建设协会标准制订、修订计划》（建标协字[2017]014 号）有关要求，由厦门市建筑科学研究院集团股份有限公司等单位制定的《石粉在混凝土中的应用技术规程》，经本协会混凝土结构专业委员会组织审查，现批准发布，编号为CECS X X X:201 X，自201 X年X月X日起施行。

**中国工程建设标准化协会**

**二○一X年X月X日**

# **前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发2017年第一批工程建设协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2017]014 号）有关要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共7章，主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 原材料；4 混凝土性能；5 混凝土配合比设计；6 混凝土生产与施工；7 质量检验。

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由厦门市建筑科学研究院集团股份有限公司（地址：厦门市湖滨南路62号，邮编：361004，联系电话：0592-7192199）负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料径寄解释单位。

**主编单位：**厦门市建筑科学研究院集团股份有限公司

**参编单位：**

**主要起草人：**

**主要审查人：**

# 目 次

[1 总则 1](#_Toc460494304)

[2 术语和符号 2](#_Toc460494305)

[2.1 术语 2](#_Toc460494306)

[2.2 符号 2](#_Toc460494307)

[3 原材料 3](#_Toc460494308)

[3.1 一般规定 3](#_Toc460494309)

[3.2 石粉 3](#_Toc460494309)

[3.3 其他原材料 4](#_Toc460494310)

[4 混凝土性能 6](#_Toc460494311)

[4.1 拌合物性能 6](#_Toc460494312)

[4.2 力学性能 7](#_Toc460494313)

[4.3 长期性能和耐久性能 7](#_Toc460494314)

[5 混凝土配合比设计 8](#_Toc460494315)

[6 混凝土生产与施工 11](#_Toc460494316)

[6.1 一般规定 11](#_Toc460494317)

[6.2 原材料贮存与计量 11](#_Toc460494318)

[6.3 搅拌与运输 12](#_Toc460494319)

[6.4 浇筑 12](#_Toc460494320)

[6.5 养护 13](#_Toc460494321)

[7 质量检验 14](#_Toc460494322)

[7.1 原材料质量检验 14](#_Toc460494323)

[7.2 混凝土拌合物性能检验 15](#_Toc460494324)

[7.3 硬化混凝土性能检验 15](#_Toc460494325)

[本规程用词说明 16](#_Toc460494326)

[引用标准名录 17](#_Toc460494327)

附：[条文说明 19](#_Toc460494328)

# Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc460494304)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc460494305)

[2.1 Terms 2](#_Toc460494306)

[2.2 Symbols 2](#_Toc460494307)

[3 Raw Materials 3](#_Toc460494308)

[3.1 General Requirements 3](#_Toc460494317)

[3.2 Stone Powder 3](#_Toc460494309)

[3.3 Other Materials 4](#_Toc460494310)

[4 Concrete Performance 6](#_Toc460494311)

[4.1 Mixture Performance 6](#_Toc460494312)

[4.2 Mechanical Performance 7](#_Toc460494313)

[4.3 Long-term Performance and Durability 7](#_Toc460494314)

[5 Design of Mix Proportion 8](#_Toc460494315)

[6 Production and Construction of Concrete 11](#_Toc460494316)

[6.1 General Requirements 11](#_Toc460494317)

[6.2 Storage and Metering Raw Materials 11](#_Toc460494318)

[6.3 Mixing and Transportation 12](#_Toc460494319)

[6.4 Casting 12](#_Toc460494320)

[6.5 Curing 13](#_Toc460494321)

[7 Quality Inspection 14](#_Toc460494322)

[7.1 Quality Inspection of Raw Materials 14](#_Toc460494323)

[7.2 Performance Inspection of Fresh Concrete 15](#_Toc460494324)

[7.3 Performance Inspection of Hardened Concrete 15](#_Toc460494325)

[Explanation of Wording in This Specification 16](#_Toc460494326)

[List of Quoted Standards 17](#_Toc460494327)

Addition：[Explanation of Provisions 19](#_Toc460494328)

# **1** 总 则

**1.0.1** 为有效利用石粉资源，规范石粉在混凝土中的应用，做到技术先进、经济合理，保证工程质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于石粉作为矿物掺合料在混凝土中的应用。

**1.0.3** 石粉在混凝土中的应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# **2** 术语和符号

## **2.1** 术 语

**2.1.1**  石粉 stone powder

岩石加工及机制砂生产过程中产生的，经粉磨或筛选至一定细度的粉体。本规程所称的石粉包括石灰石粉、大理石粉、花岗石粉及其混合石粉。

**2.1.2** 石灰石粉 limestone powder

将石灰石粉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。

**2.1.3** 花岗石粉 granite stone powder

将花岗石粉磨至一定细度的粉体或花岗石机制砂生产过程中产生的收尘粉。

**2.1.4** 大理石粉 marble stone powder

将大理石加工过程中产生的石屑或石粉粉磨至一定细度的粉体。

**2.1.5** 混合石粉 mixed stone powder

石灰石粉、花岗石粉和大理石粉中的两种或三种组成的混合物。

**2.1.6** 亚甲蓝值 methylene blue value

采用规定的方法测试，用于判定石粉颗粒吸附性能的指标。简称*MB*值。

## **2.2** 符 号

*fb* ——胶凝材料28d胶砂抗压强度（MPa）；

*fce*——水泥28d胶砂抗压强度（MPa）；

*γf* ——粉煤灰影响系数；

*γL*——石粉影响系数；

*γs* ——粒化高炉矿渣粉影响系数。

# **3** 原材料

## **3.1** 一般规定

**3.1.1** 石粉放射性核素限量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。

**3.1.2** 石粉无机元素及化合物含量应符合现行国家标准《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》GB 5085.3的规定。

## **3.2** 石 粉

**3.2.1** 石灰石粉的技术指标应符合表3.2.1-1的规定，花岗石粉、大理石粉、混合石粉的技术指标应符合表3.2.1-2的规定。

表3.2.1-1 石灰石粉的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 技术指标 |
| 碳酸钙含量（%） | | ≥75 |
| 流动度比（%） | | ≥100 |
| 细度（45µm方孔筛筛余，%） | A型 | ≤15 |
| B型 | ≤45 |
| 抗压强度比（%） | 7d | ≥60 |
| 28d | ≥60 |
| 含水量（%） | | ≤1.0 |
| 亚甲蓝值（g/kg） | Ⅰ | ≤0.5 |
| Ⅱ | ≤1.0 |
| Ⅲ | ≤1.4 |
| 氯离子含量（%） | | ≤0.06 |
| 总有机碳含量TOC（%） | | ≤0.5 |

注：石灰石粉的碳酸钙含量应按1.785倍的CaO含量折算，CaO含量应按现行国家标准《建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法》GB/T 5762测试。

表3.2.1-2 花岗石粉、大理石粉、混合石粉的技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 技术指标 | | |
| 花岗石粉 | 大理石粉 | 混合石粉 |
| 流动度比（%） | | ≥95 | | |
| 细度（45µm方孔筛筛余，%） | A型 | ≤15 | | |
| B型 | ≤30 | | |
| 抗压强度比（%） | 7d | ≥60 | | |
| 28d | ≥60 | | |
| 含水量（%） | | ≤1.0 | | |
| 亚甲蓝值（g/kg） | Ⅰ | ≤0.5 | | |
| Ⅱ | ≤1.0 | | |
| Ⅲ | ≤1.4 | | |
| 氯离子含量（%） | | ≤0.06 | | |
| 总有机碳含量TOC（%） | | ≤0.5 | | |

**3.2.2** 石粉的细度应按现行国家标准《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345所列的负压筛析法测试。

**3.2.3** 石粉的流动度比、抗压强度比、含水量、亚甲蓝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测试。

**3.2.4** 石粉的氯离子含量应按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176测试。

**3.2.5** 石粉的总有机碳含量应按现行国家标准《石灰石中总有机碳的测定方法》GB 35151测试。

**3.2.6** 当有预防碱骨料要求时，石粉中的碱含量应按Na2O+0.658K2O计算值表示，Na2O、K2O含量应按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176测试。

## **3.3** 其他原材料

**3.3.1** 水泥应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。

**3.3.2** 石粉与其他矿物掺合料复合使用时，其他矿物掺合料应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003的规定。

**3.3.3** 粗骨料和细骨料应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定。

**3.3.4** 人工砂应符合现行行业标准《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241的规定。

**3.3.5** 使用经过净化处理的海砂时，应符合现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206的规定。

**3.3.6** 混凝土外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定。混凝土膨胀剂应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB 23439的规定。混凝土防水剂应符合现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474的规定。混凝土防冻剂应符合现行行业标准《混凝土防冻剂》JC 475的规定。外加剂与石粉、水泥和其他矿物掺合料的适应性应经试验验证。

**3.3.7** 混凝土用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

# **4** 混凝土性能

## **4.1** 拌合物性能

**4.1.1** 掺石粉的混凝土拌合物应具有良好的流动性、粘聚性和保水性，凝结时间应满足施工要求。

**4.1.2** 掺石粉的混凝土拌合物的坍落度和扩展度等级划分及其允许偏差应分别符合表4.1.2-1、表4.1.2-2和表4.1.2-3的规定，扩展度适用于泵送高强混凝土和自密实混凝土，其中泵送高强混凝土的扩展度不宜小于500mm，自密实混凝土的扩展度不宜小于600mm。

表4.1.2-1 坍落度等级划分

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 坍落度（mm） | 等级 | 坍落度（mm） |
| S1 | 10～40 | S4 | 160～210 |
| S2 | 50～90 | S5 | ≥220 |
| S3 | 100～150 |  |  |

表4.1.2-2 扩展度等级划分

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 扩展度（mm） | 等级 | 扩展度（mm） |
| F1 | ≤340 | F4 | 490～550 |
| F2 | 350～410 | F5 | 560～620 |
| F3 | 420～480 | F6 | ≥630 |

表4.1.2-3 坍落度和扩展度实测值与控制目标值的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 设计值（mm） | 允许偏差（mm） |
| 坍落度 | ≤40 | ±10 |
| 50～90 | ±20 |
| ≥100 | ±30 |
| 扩展度 | ≥350 | ±30 |

**4.1.3** 掺石粉的混凝土拌合物坍落度、扩展度应满足工程控制目标值和施工要求。坍落度经时损失不应影响混凝土的正常施工，用于泵送的掺石粉的混凝土坍落度经时损失不宜大于30mm/h。

**4.1.4** 掺石粉的混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。水溶性氯离子含量试验方法应按现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322执行。

**4.1.5**  掺石粉的混凝土拌合物性能试验方法应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080执行。

## **4.2** 力学性能

**4.2.1** 掺石粉的混凝土力学性能应满足设计和施工要求。

**4.2.2** 掺石粉的混凝土力学性能试验方法应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081执行。

## **4.3** 长期性能和耐久性能

**4.3.1** 当有预防碱骨料反应要求时，掺石粉的混凝土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。

**4.3.2** 在低温硫酸盐侵蚀环境中，掺石粉的混凝土的性能应经试验验证后方可使用。

**4.3.3** 掺石粉的混凝土的收缩和徐变性能应符合设计要求。掺石粉的混凝土的收缩和徐变性能的试验方法应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082执行。

**4.3.4** 掺石粉的混凝土的抗冻、抗渗、抗氯离子渗透和抗碳化等耐久性能，应符合设计要求和国家现行标准的规定。掺石粉的混凝土耐久性能的试验方法应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082执行。

# **5** 混凝土配合比设计

**5.0.1** 掺石粉的混凝土配合比设计应根据混凝土强度等级、施工性能、长期性能和耐久性能的要求，在满足设计和施工要求的条件下，按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定进行。对有特殊要求的混凝土，其配合比设计尚应符合国家现行相关标准的规定。

**5.0.2** 混凝土强度等级超过C80时，不宜掺石粉；混凝土强度等级超过C50时，不宜掺大理石粉、花岗石粉或混合石粉。

**5.0.3** 石粉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，钢筋混凝土和预应力混凝土中石灰石粉最大掺量宜符合表5.0.3-1的规定，钢筋混凝土和预应力混凝土中花岗石粉、大理石粉、混合石粉最大掺量宜符合表5.0.3-2的规定。复合掺合料中石粉的掺量不应超过单掺时的最大掺量。

表5.0.3-1 钢筋混凝土和预应力混凝土中石灰石粉最大掺量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | 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 |
| 钢筋混凝土 | ≤0.40 | 35 | 25 |
| ＞0.40 | 30 | 20 |
| 预应力混凝土 | ≤0.40 | 30 | 20 |
| ＞0.40 | 25 | 15 |

表5.0.3-2 钢筋混凝土和预应力混凝土中花岗石粉、大理石粉、混合石粉最大掺量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | 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 |
| 钢筋混凝土 | ≤0.40 | 30 | 20 |
| ＞0.40 | 25 | 15 |
| 预应力混凝土 | ≤0.40 | 25 | 15 |
| ＞0.40 | 20 | 10 |

**5.0.4** 配合比计算时，应将石粉用量计入胶凝材料用量。

**5.0.5** 配合比计算时，胶凝材料28d胶砂抗压强度宜根据试验确定。当胶凝材料28d胶砂抗压强度无实测值，且石粉掺量不超过25%时，胶凝材料28d胶砂抗压强度值可按下式计算：

*fb*=*γLγfγs fce* （5.0.5）

式中：*fb* ——胶凝材料28d胶砂抗压强度（MPa）；

*γL*——石粉影响系数，可按表5.0.5-1取值；

*γf*、*γs*——分别为粉煤灰影响系数和粒化高炉矿渣粉影响系数，可按表5.0.5-2取值；

*fce*——水泥28d胶砂抗压强度（MPa）。

表5.0.5-1 石粉影响系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 种类 掺量（%） | 石灰石粉  影响系数 | 花岗石粉  影响系数 | 大理石粉  影响系数 | 混合石粉  影响系数 |
| 0 | 1.00 | 1.00 | | |
| 10 | 0.90 | 0.85 | | |
| 15 | 0.85 | 0.80 | | |
| 20 | 0.80 | 0.75 | | |
| 25 | 0.70～0.75 | 0.65～0.70 | | |
| 30 | 0.65～0.70 | 0.60～0.65 | | |

注：1 采用A型石粉宜取上限值，采用B型石粉宜取下限值。

表5.0.5-2 粉煤灰和粒化高炉矿渣粉影响系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 种类 掺量（%） | 粉煤灰影响系数*γf* | 粒化高炉矿渣粉影响数*γs* |
| 0 | 1.00 | 1.00 |
| 10 | 0.85～0.95 | 1.00 |
| 20 | 0.75～0.85 | 0.95～1.00 |
| 30 | 0.65～0.75 | 0.90～1.00 |

注：1 采用I级粉煤灰宜取上限值；

2 采用S75级粒化高炉矿渣粉宜取下限值，采用S95级粒化高炉矿渣粉宜取上限值，采用S105级粒化高炉矿渣粉可取上限值加0.05。

**5.0.6** 掺石粉的混凝土所使用的矿物掺合料的品种和掺量，应结合工程性质、所处环境等因素对混凝土性能要求，根据矿物掺合料本身的品质选择。

**5.0.7** 对有抗裂性能要求的掺石粉的混凝土，应通过混凝土抗裂试验和收缩试验优选配合比。

**5.0.8** 在使用前，应根据工程要求对设计配合比进行调整，以确定生产配合比。

**5.0.9** 掺石粉的混凝土出现以下情况之一时，应重新进行配合比设计：

**1** 原材料产地（厂家）、品种、质量等有显著变化时；

**2** 对混凝土性能有特殊要求时；

**3** 同一配合比生产间断3个月以上时。

**5.0.10** 掺石粉的混凝土的生产使用配合比应进行性能验证，且频率每半年不应少于一次。

# **6** 混凝土生产与施工

## **6.1** 一般规定

**6.1.1** 混凝土的生产应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902的规定。

**6.1.2** 混凝土的生产应符合现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328的规定。

**6.1.3** 混凝土拌合物在运输和浇筑过程中严禁加水。

**6.1.4** 混凝土的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**6.1.5** 高强混凝土、大体积混凝土的施工应分别符合现行行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281和现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496的规定。

## **6.2** 原材料贮存与计量

**6.2.1** 石粉应按种类、厂家、产地、批次分别贮存，不得与水泥和其他矿物掺合料相混，并应防止受潮或被其他杂物污染。

**6.2.2** 其他混凝土原材料的贮存应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**6.2.3** 原材料计量应采用电子计量设备，其精度应满足现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的规定。每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。

**6.2.4** 石粉和其他原材料的计量允许偏差应符合表6.2.4的规定，并应每班检查1次。

表6.2.4 混凝土原材料计量允许偏差

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原材料品种 | 水泥 | 骨料 | 水 | 外加剂 | 石粉 | 其他掺合料 |
| 每盘计量允许偏差（%） | ±2 | ±3 | ±1 | ±1 | ±2 | ±2 |
| 累计计量允许偏差（%） | ±1 | ±2 | ±1 | ±1 | ±1 | ±1 |

注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

**6.2.5** 原材料计量过程中，应根据粗、细骨料含水率的变化，及时调整粗、细骨料和拌合用水的用量。

## **6.3** 搅拌与运输

**6.3.1** 石粉宜与其他胶凝材料一起投料搅拌；混凝土搅拌应采用强制式搅拌机，搅拌机应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142的规定，预拌混凝土企业生产采用的搅拌机应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的规定。

**6.3.2** 混凝土拌合物应搅拌均匀；同一盘混凝土的搅拌匀质性应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**6.3.3**  混凝土运输应采用符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408规定的搅拌运输车，混凝土运输到建筑施工点时，应不离析、不分层。

## **6.4** 浇 筑

**6.4.1** 混凝土运送到施工现场时，实测坍落度与要求坍落度之间的允许偏差应符合本规程第4.1.2条的规定。

**6.4.2** 夏季施工时，混凝土拌合物入模温度不应超过35℃，大体积混凝土拌合物入模温度不宜超过30℃；施工现场环境温度高于35℃时，应采取遮阳和降温措施或避开高温时段浇筑混凝土。

**6.4.3** 冬期施工时，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。

**6.4.4** 混凝土浇筑时，应避免漏振或过振。振捣后的混凝土表面不应出现明显的浮浆层。

**6.4.5** 混凝土在初凝前和终凝前，宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。

## **6.5** 养 护

**6.5.1** 混凝土的养护应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。掺石粉的大体积混凝土的养护应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496的规定。

**6.5.2** 混凝土浇筑后，应及时进行保湿养护。保湿养护可采用洒水、覆盖薄膜、喷涂养护剂等方式。

**6.5.3** 掺石粉的混凝土宜适当延长养护时间，养护时间不应少于14d。

# **7** 质量检验

## **7.1** 原材料质量检验

**7.1.1** 混凝土原材料进场时，应按规定划分的检验批验收型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，外加剂产品还应具有使用说明书。

**7.1.2** 混凝土原材料进场时应对材料的外观、规格、等级、生产日期等进行检查，并按检验批随机抽取样品进行检验，每个检验批检验不得少于1次。

**7.1.3** 石粉应以每200t为一个检验批，每个批次的石粉应来自同一厂家、同一类别；同一厂家、同一类别、同一批号非连续供应不足200t时，应以实际供应数量作为一个检验批。

**7.1.4** 石粉取样应按现行国家标准《水泥取样方法》GB/T 12573执行，取样应有代表性，可连续取样，也可以在20个以上不同部位取等量样品，总量至少12kg。样品混合均匀，缩分出3kg石粉样品，进行试验。

**7.1.5** 石粉的型式检验项目包括细度、抗压强度比、流动度比、含水量、亚甲蓝值、氯离子含量、总有机碳含量、放射性核素限量、无机元素及化合物含量，石灰石粉还应检验碳酸钙含量。同一材料来源的石粉可进行一次放射性核素限量、无机元素及化合物含量检验。有下列情况之一时，应进行型式检验：

**1** 原料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

**2** 新产品试制或产品长期停产后恢复生产时；

**3** 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

**4** 正常生产时，每年检验一次。

**7.1.6** 石粉的出厂检验项目包括细度、流动度比、抗压强度比、含水量、亚甲蓝值，石灰石粉还应检验碳酸钙含量。其他检验项目可由供需双方协商确定。

**7.1.7** 石粉进场检验项目应包括细度、流动度比、抗压强度比、含水量、亚甲蓝值，石灰石粉还应检验碳酸钙含量。当使用碱活性骨料的混凝土时，石粉进场检验项目尚应包括碱含量。

**7.1.8** 石粉检验项目的检验结果都符合技术要求的为合格品，检验结果不符合任何一项技术要求的为不合格品。

**7.1.9** 石粉存储期超过3个月时，使用前应按本规程规定的批次进行复验，复验项目包括含水量、流动度比和抗压强度比，复验结果满足本规程第3.1.1条的规定后方可使用。

**7.1.10**  其他混凝土原材料的检验项目和检验规则应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

## **7.2** 混凝土拌合物性能检验

**7.2.1** 在生产和施工过程中，应在搅拌地点和浇筑地点分别对混凝土拌合物进行抽样检验。

**7.2.2** 混凝土拌合物的检验频率应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

**7.2.3** 掺石粉的混凝土拌合物性能应符合本规程第4.1节的规定。

## **7.3** 硬化混凝土性能检验

**7.3.1** 掺石粉的混凝土强度检验评定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，其他力学性能检验应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

**7.3.2** 掺石粉的混凝土耐久性能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。

**7.3.3** 掺石粉的混凝土长期性能检验评定可符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

# 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. 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
2. 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
3. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
4. 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
5. 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
6. 《混凝土质量控制标准》GB 50164
7. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
8. 《大体积混凝土施工规范》GB 50496
9. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
10. 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733
11. 《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003
12. 《通用硅酸盐水泥》GB 175
13. 《水泥化学分析方法》GB/T 176
14. 《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345
15. 《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》GB 5085.3
16. 《固体废物 浸出毒性浸出方法 翻转法》GB 5086.1
17. 《建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法》GB/T 5762
18. 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
19. 《混凝土外加剂》GB 8076
20. 《混凝土搅拌机》GB/T 9142
21. 《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171
22. 《水泥取样方法》GB/T 12573
23. 《预拌混凝土》GB/T 14902
24. 《混凝土膨胀剂》GB 23439
25. 《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176
26. 《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177
27. 《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408
28. 《石灰石粉混凝土》GB/T 30190
29. 《石灰石中总有机碳的测定方法》GB 35151
30. 《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB 35164
31. 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
32. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
33. 《混凝土用水标准》JGJ 63
34. 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
35. 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
36. 《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206
37. 《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241
38. 《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281
39. 《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318
40. 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322
41. 《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328
42. 《砂浆、混凝土防水剂》JC 474
43. 《混凝土防冻剂》JC 475

**中国工程建设协会标准**

**石粉在混凝土中应用技术规程**

**CECS XXX ∶ 201X**

**条文说明**

# 目 次

[1 总则 21](#_Toc460501350)

[2 术语和符号 22](#_Toc460501351)

[2.1 术语 22](#_Toc460501352)

[3 原材料 24](#_Toc460501353)

[3.1 一般规定 24](#_Toc460494309)

[3.2 石粉 24](#_Toc460501354)

[3.3 其他原材料 27](#_Toc460501355)

[4 混凝土性能 28](#_Toc460501356)

[4.1 拌合物性能 28](#_Toc460501357)

[4.2 力学性能 28](#_Toc460501358)

[4.3 长期性能和耐久性能 29](#_Toc460501359)

[5 混凝土配合比设计 30](#_Toc460501360)

[6 混凝土生产与施工 37](#_Toc460501361)

[6.1 一般规定 37](#_Toc460501362)

[6.2 原材料贮存与计量 37](#_Toc460501363)

[6.3 搅拌与运输 37](#_Toc460501364)

[6.4 浇筑 38](#_Toc460501365)

[6.5 养护 38](#_Toc460501366)

[7 质量检验 39](#_Toc460501367)

[7.1 原材料质量检验 39](#_Toc460501368)

[7.2 混凝土拌合物性能检验 39](#_Toc460501369)

[7.3 硬化混凝土性能检验 39](#_Toc460501370)

# **1** 总 则

**1.0.1** 矿物掺合料已经成为现代混凝土不可缺少的组分。随着我国基础建设的大规模展开，粉煤灰、矿渣粉等传统矿物掺合料日益紧缺。我国石矿资源丰富，石矿资源在开发利用过程中会产生大量的固体废料。例如：在石矿开采过程中不可避免地产生一定量尾矿和废弃石粉；在石材（主要为大理石和花岗石）加工过程中产生了大量的石屑和细粉；在石灰石、花岗石机制砂生产过程中会产生大量收尘粉。这些固体废料数量巨大，且未得到合理的利用，日积月累，堆积成山，不仅长时间占用了大量的土地资源，还严重污染了环境。研究表明，将这些尾矿、石屑、细粉粉磨至一定细度或达到一定细度的机制砂收尘粉，掺入到混凝土中，不仅可以节约水泥用量、改善混凝土的和易性、降低水化热等，还可以解决石屑和细粉堆积造成的环境问题，提高了资源利用率，具有良好的经济效益和环境效益。

目前，国家已颁布实施了行业标准《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318-2014，用于指导石灰石粉的应用。但尚无全国性的相关标准规范指导大理石粉、花岗石粉及混合石粉（石灰石粉、大理石粉和花岗石粉中的两种或三种组成的混合物）在混凝土中的应用，因此制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于将石粉作为一种矿物掺合料掺入混凝土的情况。

**1.0.3** 本条规定了本规程与其他标准、规范的关系。本规程对掺石粉的混凝土的应用技术作出规定的，在工程应用中均应遵照本规程执行。本规程未作出规定的，应按照国家现行的有关标准和规范执行。

# **2** 术语和符号

## **2.1** 术 语

**2.1.1** 大量的研究表明，细度是影响石粉性能的主要因素之一。从成本和耗能两方面考虑，石粉宜以生产碎石、人工砂或石材加工过程中产生的石屑或细粉为原料，通过分选或粉磨制成。但这种生产方式需要在生产过程中严格控制石粉的粘土质和其他杂质的含量。必要时，石屑或细粉在粉磨前要经过清洗处理。

石灰石、花岗石机制砂生产过程中产生的收尘粉，其矿物成分与母岩的完全相同，与天然砂中的泥含量有着本质区别。但受生产工艺的影响，收尘粉中易混入细砂，导致收尘粉的细度较大，本规程所述的收尘粉不包括含有细砂的收尘粉。本规程所述石粉是岩石加工及机制砂生产过程中产生的，经粉磨或筛选至一定细度的粉体，主要包括石灰石粉、大理石粉、花岗石粉及其混合石粉；作为一种矿物掺合料掺入混凝土。

**2.1.2～2.1.5** 石灰石粉的定义引自国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164-2017。

大理石粉和花岗石粉主要来源于石材加工，花岗石粉还来源于机制砂生产，除用于混凝土中外，尚有其他很多用途。在实际加工过程中，因生产、人为因素，存在相当一部分混合石粉，目前这部分混合石粉基本上没有开发利用起来。此外，大理石粉和花岗石粉在其他用途（除用于混凝土中外）中的量较小，不能解决石粉大量堆积的问题。规程结合大理石粉和花岗石粉的主要来源情况，分别对大理石粉、花岗石粉和混合石粉进行定义。

**2.1.6** 引自《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318-2014，亚甲蓝值，业内也习惯称为*MB*值。在《建设用砂》GB/T 14684-2011中，亚甲蓝值是反映细骨料吸附性能的技术指标。该指标用于石粉也能很好地反映这一性能。石灰石粉亚甲蓝值的试验方法应按国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164-2017附录A的规定执行；测定大理石粉、花岗石粉和混合石粉的亚甲蓝值时，参考石灰石粉亚甲蓝值的测试方法，将石灰石粉替代为大理石粉、花岗石粉或混合石粉后进行测试。

# **3** 原材料

## **3.1** 一般规定

**3.1.1**  生产石粉的原材料可能具有较强的放射性，为保证人身健康和保护环境，对石粉的放射性做出严格要求。

**3.1.2**  为防止利用有害尾矿作为生产石粉的原材料（因其可能含有重金属离子等），保证人体健康和保护环境，对石粉的无机元素及化合物含量做出严格限制。

## **3.2** 石 粉

**3.2.1**  本规程规定石灰石粉中CaCO3的含量≥75%，引自国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164-2017；除石灰石粉外，大理石粉、混合石粉中的CaCO3含量均有可能超过75%，因此不对大理石粉、花岗石粉和混合石粉中CaCO3的含量进行限制。

本规程规定石灰石粉按45μm方孔筛筛余分为A型和B型，A型不大于15%，B型不大于45%，引自国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164-2017。考虑到大理石粉、花岗石粉和混合石粉在混凝土中主要起填充作用和形态效应，且经试验验证表明当细度超过30%时，会造成混凝土强度显著降低，因此规定这些石粉的细度指标亦为按45μm方孔筛筛余分为A型和B型，A型不大于15%，B型不大于30%。选用细度作为石粉的控制指标，是因为细度相对比表面积测试起来更为方便，应用较广。

流动度比是衡量石粉在混凝土中应用的重要技术指标，该指标超过100%，说明石粉具有一定的减水效果，对混凝土拌合物和易性有改善作用。石灰石粉由于对水和外加剂的吸附性较小，因而表现出一定的减水作用，石灰石粉的流动度比指标引自国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164-2017。编制组根据全国地区石粉资源的实际情况开展了石粉流动度比的试验研究（见表1和表2），试验结果表明石灰石粉的流动度比均大于100%，符合行业标准《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318-2014中的要求；大理石粉、花岗石粉和混合石粉的流动度比均接近或略大于95%。虽然大理石粉、花岗石粉和混合石粉并无明显的减水效果，但其有微集料等效应，有利于改善混凝土的综合性能，且促进了变废为宝，提高了资源利用率，减少环境污染。

石灰石粉的抗压强度比规定引自行业标准《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318-2014。编制组根据全国地区石粉资源的实际情况开展了石粉抗压强度比的试验研究（见表1和表2）。试验表明，石灰石粉的7d和28d抗压强度比在65%～75%之间，符合行业标准《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318-2014中的要求；大理石粉、花岗石粉和混合石粉的7d和28d抗压强度比均在60%～70%之间。

表1 混合石粉的复掺方案（质量占比）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 |
| 混合石粉1 | 1/2 |  |  | 1/2 |  |  |  |  |  |
| 混合石粉2 |  | 1/2 |  |  | 1/2 |  |  |  |  |
| 混合石粉3 |  |  | 1/2 |  |  | 1/2 |  |  |  |
| 混合石粉4 | 1/2 |  |  |  |  |  | 1/2 |  |  |
| 混合石粉5 |  | 1/2 |  |  |  |  |  | 1/2 |  |
| 混合石粉6 |  |  | 1/2 |  |  |  |  |  | 1/2 |
| 混合石粉7 |  |  |  | 1/2 |  |  | 1/2 |  |  |
| 混合石粉8 |  |  |  |  | 1/2 |  |  | 1/2 |  |
| 混合石粉9 |  |  |  |  |  | 1/2 |  |  | 1/2 |
| 混合石粉10 | 1/3 |  |  | 1/3 |  |  | 1/3 |  |  |
| 混合石粉11 |  | 1/3 |  |  | 1/3 |  |  | 1/3 |  |
| 混合石粉12 |  |  | 1/3 |  |  | 1/3 |  |  | 1/3 |

注：X1、X2和X3分别代表石灰石粉1、石灰石粉2（机制砂石粉）和石灰石粉3；X4、X5和X6分别代表大理石粉1、大理石粉3和大理石粉5；X7、X8和X9分别代表花岗石粉2、花岗石粉4（机制砂石粉）和花岗石粉6。

表2 石粉流动度比和抗压强度比试验结果

| 项目 | 石粉产地 | 流动度比/% | 7d抗压强度比/% | 28d抗压强度比/% |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 基准 | — | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 石灰石粉1 | 浙江嘉兴 | 103.2 | 79.9 | 73.0 |
| 石灰石粉2 | 四川成都 | 103.7 | 77.8 | 70.2 |
| 石灰石粉3 | 重庆 | 104.1 | 76.5 | 72.8 |
| 石灰石粉4 | 陕西咸阳 | 103.3 | 80.2 | 74.1 |
| 石灰石粉5 | 山西寿阳 | 104.0 | 79.0 | 74.0 |
| 石灰石粉6 | 湖北大治 | 104.2 | 80.9 | 71.1 |
| 大理石粉1 | 广东云浮 | 95.3 | 67.9 | 64.2 |
| 大理石粉2 | 福建南安 | 95.7 | 65.1 | 62.3 |
| 大理石粉3 | 湖南长沙 | 95.2 | 68.6 | 65.8 |
| 大理石粉4 | 云南石林 | 97.0 | 67.8 | 64.6 |
| 大理石粉5 | 浙江杭州 | 95.5 | 68.1 | 66.1 |
| 大理石粉6 | 山东莱州 | 95.2 | 68.3 | 66.9 |
| 花岗石粉1 | 广东云浮 | 94.4 | 67.4 | 65.7 |
| 花岗石粉2 | 福建南安 | 97.2 | 68.2 | 66.3 |
| 花岗石粉3 | 山东泰安 | 94.6 | 67.4 | 61.9 |
| 花岗石粉4 | 湖北黄冈 | 96.7 | 65.9 | 63.3 |
| 花岗石粉5 | 新疆奇台 | 94.8 | 66.3 | 65.5 |
| 花岗石粉6 | 吉林市 | 96.7 | 68.2 | 63.6 |
| 混合石粉1 | — | 97.7 | 68.3 | 64.3 |
| 混合石粉2 | — | 97.0 | 69.4 | 65.6 |
| 混合石粉3 | — | 97.3 | 68.7 | 66.2 |
| 混合石粉4 | — | 98.2 | 67.8 | 64.1 |
| 混合石粉5 | — | 95.4 | 68.3 | 66.5 |
| 混合石粉6 | — | 97.0 | 69.0 | 66.0 |
| 混合石粉7 | — | 96.7 | 68.7 | 64.1 |
| 混合石粉8 | — | 97.1 | 68.0 | 65.8 |

续表2 石粉流动度比和抗压强度比试验结果

| 项目 | 石粉产地 | 流动度比/% | 7d抗压强度比/% | 28d抗压强度比/% |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 混合石粉9 | — | 96.8 | 67.8 | 66.5 |
| 混合石粉10 | — | 97.6 | 69.5 | 64.7 |
| 混合石粉11 | — | 96.4 | 67.9 | 64.3 |
| 混合石粉12 | — | 95.8 | 69.6 | 63.9 |

亚甲蓝值是反映石粉吸附性的技术指标，该值是石粉能否用于混凝土并发挥减水效应的重要技术指标。石粉的亚甲蓝指标引自国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164-2017。

控制原材料中氯离子含量，可以有效预防钢筋锈蚀等，有利于保证混凝土工程质量。

## **3.3** 其他原材料

**3.3.1**  硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥之外的通用硅酸盐水泥内掺混合材的比例高，导致胶砂强度较低，与这些水泥相比，采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥配制掺石粉的混凝土更具有技术和经济的合理性。

**3.3.2**  有关研究表明，石粉与粉煤灰、矿粉等其他矿物掺合料复合使用时，有利于发挥石粉的作用，改善混凝土的性能。

**3.3.6** 外加剂除应满足国家现行有关标准的规定外，同时应与石粉、水泥和其他矿物掺合料具有良好的适应性。

# **4** 混凝土性能

## **4.1** 拌合物性能

**4.1.1**  掺石粉的混凝土拌合物工作性的好坏是决定混凝土质量的重要因素之一。此外，石粉的性能和掺量都会在很大程度上影响混凝土的工作性能，因此，在配制掺石粉的混凝土时应保证混凝土拌合物的粘聚性、保水性和流动性。研究表明，石粉会促进水泥早期水化放热，对混凝土有促凝作用，因此，掺石粉的混凝土拌合物需要采取合理措施控制凝结时间。

**4.1.2** 本条规定与《混凝土质量控制标准》GB 50164-2011一致，将坍落度划分为5个等级，扩展度划分为6个等级。

**4.1.3** 研究表明，石粉在等量取代水泥的情况下，会在一定程度上降低混凝土的黏聚性，对于掺石粉的混凝土应控制拌合物的性能。实践表明，一般情况下应将坍落度经时损失控制在30mm/h内。

**4.1.4**  本条规定的掺石粉的混凝土拌合物的水溶性氯离子含量与国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164-2011一致。

**4.1.5** 掺石粉的普通混凝土拌合物性能测试方法应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080执行；对于特种混凝土，应符合相应标准的规定，如自密实混凝土拌合物的测试方法应按现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283执行。

## **4.2** 力学性能

**4.2.2** 掺石粉的混凝土力学性能主要包括抗压强度、轴压强度、弹性模量、劈裂抗拉强度和抗折强度等。

## **4.3** 长期性能和耐久性能

**4.3.1**  试验表明，石粉中碱含量较低，一般情况下，石粉对混凝土发生碱骨料反应的潜在危害很低。但不排除有的石粉及其他原材料含有较高的有效碱。因此，当掺石粉的混凝土可能存在碱骨料反应危害时，掺石粉的混凝土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。

**4.3.2** 在潮湿、低温（低于15℃）且存在硫酸盐的环境中，需要充分重视CaCO3和水化硅酸钙及硫酸盐生成碳硫硅钙石，引起混凝土微结构的解体。在这种情况下，原则上不得使用石粉。

**4.3.3、4.3.4** 规定了石粉混凝土长期性能和耐久性能的参数及相应的适用标准。如现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082、《混凝土质量控制标准》GB 50164等规范。

# **5** 混凝土配合比设计

**5.0.1** 掺石粉的混凝土的配合比设计不仅应满足试配强度要求，同时也应满足施工要求和耐久性要求。现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55关于混凝土配合比试配、调整与确定的规则同样适用于掺石粉的混凝土。

**5.0.2** 掺石灰石粉的混凝土强度等级不应大于C80，与行业标准《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318-2014中的有关规定一致。试验研究表明，由于大理石粉、花岗石粉和混合石粉掺入到混凝土中后，并无明显减水效应，且由于其抗压强度比较低，对较高强度等级的混凝土的性能影响较大，同时考虑到大理石粉、花岗石粉和混合石粉在实际工程中应用较少，缺少相关经验积累，为保证工程质量，规定这些类型的石粉不宜用于强度等级为C50以上的混凝土。

**5.0.3** 本条规定了各类混凝土中石粉的最大掺量，是根据混凝土结构类型、水胶比及水泥品种确定的。石粉最大掺量的确定，除了与强度、施工时的环境温度、大体积混凝土等有关外，也关系到混凝土的抗冻性、抗碳化性能等耐久性指标。试验表明，适宜的石粉掺量可以改善混凝土拌合物性能，降低混凝土水化热，减小混凝土收缩，对混凝土强度及耐久性影响较小，掺量过大对混凝土的强度及抗冻、抗硫酸盐等耐久性能影响很大，因此本条规定石粉的适宜掺量应通过试验确定，并给出了最大掺量限值，石粉掺量是指石粉占胶凝材料用量的质量百分比。现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55对复合掺合料的使用作出了明确规定，为了保证混凝土质量，本规程规定了复合掺合料中石粉的掺量不超过单掺时的最大掺量。如在钢筋混凝土结构中，采用普通硅酸盐水泥时，在水胶比大于0.40的情况下，复合掺合料的最大掺量为45%，如复合掺合料为大理石粉与粉煤灰等，其中大理石粉不超过15%（即单掺时的上限值）。

**5.0.4**  研究表明，石粉在混凝土中具有加速水泥早期水化效应和填充效应，但石粉基本上属于惰性材料，原则上不属于胶凝材料，其作为混凝土的掺合料使用时，为了便于与其他掺合料一起使用，同时为了简化配合比设计，沿用已经习惯使用的水胶比等概念，在计算时，将石粉的用量视为胶凝材料总量的一部分。

**5.0.5** 在混凝土配合比水胶比计算中，胶凝材料28d胶砂抗压强度值应根据试验确定，在试验无实测值时，石粉影响系数可按本条规定取值。石灰石粉、大理石粉、花岗石粉和混合石粉影响系数的取值来源于项目试验研究。试验结果表明石粉掺量为25%时，细度过大，石粉影响系数有所降低。粉煤灰影响系数和粒化高炉矿渣粉影响系数与现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定一致。此外，大量试验表明，掺石粉的混凝土的砂率、用水量等，与普通混凝土相差较小，设计时可参考普通混凝土的砂率、用水量等，以实际试验结果为准。

**5.0.6** 本条规定了掺石粉的混凝土中矿物掺合料品种和掺量的选取原则。应根据矿物掺合料自身的品质、结合混凝土其他参数、工程性质、所处环境等因素，以及矿物掺合料的研究和应用成果，确定矿物掺合料的品质和掺量。矿物掺合料的选择可参考以下原则：

**1**  混凝土水胶比较小、施工环境温度较高、混凝土强度验收龄期较长或混凝土有耐久性设计要求时，矿物掺合料宜采用较大掺量；

**2**  大体积混凝土、水下工程混凝土、有抗腐蚀要求的混凝土等混凝土构件最小截面尺寸较大时，根据需要适当增加矿物掺合料的掺量；

**3** 对早期强度要求较高或施工环境温度较低时，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。

**5.0.8** 使用前，应对设计配合比进行试生产，并对配合比进行相应的调整，是确定生产配合比的重要环节。

**5.0.10** 定期对掺石粉混凝土的生产配合比进行验证，以保证混凝土质量。

# **6** 混凝土生产与施工

## **6.1** 一般规定

**6.1.2** 目前国家推行预拌混凝土绿色生产，因此提出预拌混凝土企业生产掺石粉的混凝土时应满足预拌混凝土绿色生产要求。

**6.1.3** 在运输和浇筑过程中，往混凝土拌合物中加水会增大混凝土的水胶比，降低混凝土的力学性能及耐久性，所以严禁在混凝土运输和浇筑过程中加水。

## **6.2** 原材料贮存与计量

**6.2.1**  石粉的种类、厂家、产地和批次的不同，石粉的性能也相应会有所差异，因此宜分别贮存，同时避免与其他粉料相混和防潮。

**6.2.3**  采用电子计量设备，并在每一工作班开始前对电子计量设备进行零点校核，有利于保证计量精度，保证混凝土生产质量。

**6.2.5** 如果堆场上的粗、细骨料的含水率频繁变化，而称量不变，对水胶比和用水量会有影响，从而影响掺石粉的混凝土的性能。应根据砂石含水率的变化对砂石用量和用水量进行及时调整，以保证正确的混凝土配合比。

## **6.3** 搅拌与运输

**6.3.1、6.3.2**  规定了掺石粉混凝土搅拌设备的标准依据，石粉宜与其他胶凝材料一起投料，并在混凝土中搅拌均匀。现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164关于同一盘混凝土的搅拌匀质性的规定有两点：①混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差不应大于0.8%；②混凝土稠度两次测值的差值不应大于混凝土拌合物稠度允许偏差的绝对值。

**6.3.3**  掺石粉混凝土的运输设备应保证混凝土在运输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离析的现象。

## **6.4** 浇 筑

**6.4.2** 混凝土拌合物温度过高，对混凝土的凝结时间和硬化过程有影响，尤其是大体积混凝土，对混凝土的水化热以及内外温度差的控制难度加大，因而需要采取措施控制温度：如控制原材料的温度、混凝土拌合过程中加入冰水、冰屑等，避免高温情况下浇筑等。

**6.4.5**  由于混凝土早期塑性收缩较大，针对混凝土有裸露表面的，在初凝和终凝以前采用抹面机械或人工多次抹压，对于减小早期开裂和改善表层混凝土质量具有良好的效果。

## **6.5** 养 护

**6.5.2** 及时保湿养护是减少混凝土早期开裂和提高硬化混凝土抗渗透性及其他耐久性能的重要措施，原则上，浇筑后应及时进行养护。保湿养护可采用洒水、覆盖薄膜、喷涂养护剂等方式，养护方式应根据现场条件、环境温湿度、结构特点、技术要求、施工操作等因素确定。

**6.5.3**  掺石粉的混凝土早期强度较低，充足的养护有利于减少碳化，因此养护时间不应少于14d。

# **7** 质量检验

## **7.1** 原材料质量检验

**7.1.1**  混凝土原材料质量检验应包括型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件的查验和收存。

**7.1.2**  混凝土原材料进场时需进行检验把关，不合格的原材料不能使用。

## **7.2** 混凝土拌合物性能检验

**7.2.1**  混凝土拌合物和易性检验在搅拌地点和浇筑地点都要进行，搅拌地点检验为控制性自检，浇筑地点检验为验收检验，凝结时间检验可以在搅拌地点进行。

## **7.3** 硬化混凝土性能检验

**7.3.1**  本条规定了掺石粉的混凝土强度检验评定及其他力学性能检验的标准依据。

**7.3.2** 本条规定了掺石粉的混凝土的耐久性检验评定的标准依据。

**7.3.3** 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193-2009没有对混凝土的长期性能的检验进行规定，本条规定了掺石粉的混凝土的长期性能检验可以按照该标准耐久性能的检验规定执行。