T/CECSxxx-202x

中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会 标 准

**固废基胶凝材料高性能混凝土应用技术规程**

Technical specification for application of high-performance concrete using solid waste based cementitious materials

（**征求意见稿**）

**（拟改名：固废基胶凝材料混凝土应用技术规程）**

Technical specification for application of solid waste based cementitious materials in concrete

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXX出版社

中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会 标 准

**固废基胶凝材料混凝土应用技术规程**

Technical specification for application of solid waste based cementitious materials in concrete

**T/CECS xxx－202x**

主编单位：河北省建筑科学研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月XX日

中 国 X X出 版 社

202X年 北 京

##

## 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2023年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2023〕50号）的要求，编制组经深入调查研究，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。

本规程共分8章，主要内容包括总则、术语、基本规定、材料、混凝土配合比设计、混凝土性能、制备与施工、质量检验与验收。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利。本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由河北省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位河北省建筑科学研究院有限公司（地址：石家庄市槐安西路395，邮政编码：050200），以供修订时参考。

**主 编 单 位：**河北省建筑科学研究院有限公司

**参 编 单 位：**北京科技大学

××××××××××××××

××××××××××××××

××××××××××××××

**主要起草人：**××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

**主要审查人：**××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

**目 次**

1 总 则 1

2 术 语 2

3 基本规定 3

4 材 料 4

4.1 一般规定 4

4.2 固废基胶凝材料和水泥 4

4.3 矿渣粉和粉煤灰 4

4.4 细骨料 4

4.5 粗骨料 5

4.6 外加剂 6

4.7 拌合用水 6

5 混凝土配合比设计 7

5.1 一般规定 7

5.2 主要参数 7

5.3 配合比计算与试配 10

6 混凝土性能 11

6.1 拌合物性能 11

6.2 力学性能 12

6.3 长期性能和耐久性能 12

7 制备与施工 13

7.1 一般规定 13

7.2 生产与管理 13

7.3 原材料贮存 13

7.4 计量 13

7.5 搅拌 14

7.6 运输 14

7.7 浇筑 15

7.8 养护与拆模 16

8 质量检验与验收 18

8.1 原材料质量检验 18

8.2 混凝土拌合物性能检验 18

8.3 混凝土力学性能检验 19

8.4 耐久性能与长期性能检测 19

8.5 实体结构质量检验 20

8.6 验收 20

用词说明 22

引用标准名录 23

附：条文说明.......................................................................................................................................25

**Contents**

1 General provisions 1

2 Terms 2

3 Basic requirements 3

4 Material 4

4.1 General requirements 4

4.2 Solid waste based cementitious materials and cement 4

4.3 Granulated blast furnace slag powder and fly ash 4

4.4 Fine aggregate 4

4.5 Fine aggregate 5

4.6 Admixture 6

4.7 Mixing water 6

5 Concrete mix design 7

5.1 General requirements 7

5.2 Main parameter 7

5.3 Mix proportion calculation and trial mix 10

6 Concrete performance 11

6.1 Performance of the mixture 11

6.2 Mechanical property 12

6.3 Long term performance and durability 12

7 Preparation and construction 13

7.1 General requirements 13

7.2 Production and management 13

7.3 Raw material storage 13

7.4 Metering 13

7.5 Mixing 14

7.6 Transportation 14

7.7 Placing 15

7.8 Curing and demoulding 16

8 Quality inspection and acceptance 18

8.1 Raw material quality inspection 18

8.2 Performance testing of concrete mixtures 18

8.3 Testing of mechanical properties of concrete 19

8.4 Durability and long-term performance testing 19

8.5 Quality inspection of physical structure 20

8.6 Quality acceptance 20

Explanation of wording 22

List of quoted standards 23

Addition: Explanation of provisions.....................................................................................................25

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范固废基胶凝材料混凝土在建设工程中的应用，做到技术先进、安全适用、提高质量、经济合理，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于在建设工程中应用的固废基胶凝材料混凝土及混凝土制品的配合比设计、性能控制、生产与施工及质量检验与验收。

**1.0.3** 固废基胶凝材料混凝土在建设工程中的应用除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1** 固废基胶凝材料 solid waste based cementitious materials

以粒化高炉矿渣、钢渣、工业副产石膏及其他工业固废为主要原料，经磨细加工制成的水硬性胶凝材料。

**2.0.2** 固废基胶凝材料混凝土 Solid waste based cementitious material concrete

以建设工程设计、施工和使用对混凝土性能特定要求为总体目标，主要采用固废基胶凝材料、骨料和高性能减水剂，采用较低水胶比并优化配合比，通过预拌和绿色生产方式以及严格的施工措施，制成具有优异的拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能的混凝土。

**2.0.3** 再生粗/细骨料 recycled coarse/fine aggregate

由建筑垃圾中的混凝土、砂浆、石或砖瓦等加工而成，粒径大于4.75mm的颗粒，称为再生粗骨料；粒径不大于4.75mm的颗粒，称为再生细骨料。

# 3 基本规定

**3.0.1** 采用固废基胶凝材料配制混凝土时，可以加入适量水泥和粒化高炉矿渣粉、粉煤灰。

**3.0.2** 采用固废基胶凝材料配制混凝土时，宜采用相对较低的水胶比和较低的单方用水量。

**3.0.3** 在满足设计要求的条件下，采用固废基胶凝材料配制的混凝土，其长期性能和耐久性能评定宜采用56d龄期。

**3.0.4** 固废基胶凝材料混凝土施工后应加强养护，在养护和拆模过程中应采取措施控制混凝土内外温差、早期干缩和碳化，保证面层质量，防止开裂。

# 4 材 料

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 固废基胶凝材料混凝土原材料放射性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。

**4.1.2** 固废基胶凝材料混凝土原材料浸出毒性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。

**4.2 固废基胶凝材料和水泥**

**4.2.1** 固废基胶凝材料应符合现行标准《固废基胶凝材料》T/CECS 10400的规定。

**4.2.2** 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB/T 175的规定。

**1** 固废基胶凝材料混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，强度等级宜不低于42.5级。

**2** 有预防混凝土碱-骨料反应要求的混凝土工程宜采用碱含量低于0.6%的水泥，水泥中碱含量通常按Na2O+0.658K2O计算值表示。

**3** 水泥中不应含有影响混凝土长期性能和耐久性能的助剂或激发剂。

**4.3 矿渣粉和粉煤灰**

**4.3.1** 粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046的有关规定，其质量等级需满足不低于S95级的指标要求。

**4.3.2** 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596中F类I级或II级粉煤灰的有关规定，磨细粉煤灰应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736的规定。

**4.3.3** 矿渣粉和粉煤灰中不应含有影响混凝土长期性能和耐久性能的助剂或激发剂。

**4.4 细骨料**

**4.4.1** 固废基胶凝材料混凝土细骨料包含天然砂、机制砂、混合砂及再生细骨料，天然砂、机制砂、混合砂应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684的规定。

**4.4.2** 细骨料应采用分计筛余控制颗粒级配，细骨料分计筛余百分率应符合表4.4.2-1的规定。细骨料颗粒级配允许一个粒级（不含4.75 mm和筛底）的分计筛余可略有超出，但不应大于5%。

表4.4.2-1 细骨料颗粒级配

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 方孔筛尺寸(mm) | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.60 | 0.30 | 0.15 | 筛底 |
| 分计筛余/% | 0~10 | 5~25 | 5~30 | 15~36 | 17~36 | 3~25 | 0~15 |

**4.4.3** 细骨料的细度模数宜控制在2.3~3.3范围内。

**4.4.4** 再生细骨料应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176中I类砂的规定。

**4.4.5** 细骨料应按照现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684进行碱活性检验，当骨料具有潜在碱活性时，应按《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733的规定采取技术措施进行预防。当判断细骨料存在碱活性时，不得用于配制处于盐渍土、海水和受除冰盐作用等含碱环境中的高性能混凝土。

**4.5 粗骨料**

**4.5.1** 用于配制固废基胶凝材料混凝土的普通粗骨料宜采用连续粒级的碎石，最大公称粒级为20.0mm宜分为两级配；最大公称粒级不大于31.5mm宜分为三级配；最大公称粒级大于31.5mm宜分为四级配。粗骨料供方宜按单粒粒级销售，需方宜按单粒粒级分仓储存。粗骨料颗粒级配应符合表4.5.1-1的规定。

表4.5.1-1 粗骨料颗粒级配

|  |  |
| --- | --- |
| 公称粒径(mm) | 累计筛余(%) |
| 方孔筛筛孔边长(mm) |
| 2.36 | 4.75 | 9.50 | 16.0 | 19.0 | 26.5 | 31.5 |
| 连续级配 | 5～16 | 95～100 | 85～100 | 30～60 | 0～10 | 0 | — | — |
| 5～20 | 95～100 | 90～100 | 40～80 | — | 0～10 | 0 | — |
| 5～25 | 95～100 | 90～100 | — | 30～70 | — | 0～5 | 0 |
| 5～31.5 | 95～100 | 90～100 | 70～90 | — | 15～45 | — | 0～5 |
| 5～10 | 95～100 | 80～100 | 0～15 | 0 | — | — | — |
| 10～16 | — | 95～100 | 80～100 | 0～15 | — | — | — |
| 10～20 | — | 95～100 | 85～100 | — | 0～15 | 0 | — |
| 16～25 | — | — | 95～100 | 55～70 | 25～40 | 0～10 | — |
| 16～31.5 | — | 95～100 | — | 85～100 | — | — | 0～10 |

**4.5.2** 粗骨料应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的规定。

**4.5.3** 粗骨料应按现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的规定进行碱活性检验。当骨料具有潜在碱活性时，应按《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733的规定采取技术措施进行预防。当判断粗骨料存在碱活性时，不得用于配制处于盐渍土、海水和受除冰盐作用等含碱环境中的高性能混凝土。

**4.5.4** 轻骨料固废基胶凝材料混凝土用陶粒应符合现行国家标准《轻集料及其试验方法第1部分：轻集料》GB/T 17431.1中的规定，陶粒的密度等级应大于500kg/m3。

**4.5.5** 再生粗骨料应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177中I类粗骨料的规定。

**4.6 外加剂**

**4.6.1** 外加剂性能应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076、《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、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定；膨胀剂性能应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB/T 23439和行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178的规定；防冻剂应符合现行行业标准《混凝土防冻剂》JC 475的规定。防冻泵送剂性能应符合现行行业标准《混凝土防冻泵送剂》JG/T 377的规定。

**4.6.2** 在混凝土中掺用外加剂时，外加剂应与固废基胶凝材料、水泥、矿渣粉、粉煤灰、砂石等材料具有良好的适应性和相容性，且应同时满足混凝土工作性、力学性能、耐久性和体积稳定性要求，其种类和掺量应经试验或工程论证确定。

**4.6.3** 外加剂中的氯离子含量和碱含量应满足混凝土设计要求

**4.7 拌合用水**

**4.7.1** 固废基胶凝材料混凝土拌合用水、施工用水及养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

**4.7.2** 按比例掺用设备洗涮水、废浆水和废弃新拌混凝土处理过程中产生的废水形成的拌合用水，应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定，并应进行混凝土性能的试验验证。

# 5 混凝土配合比设计

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 配合比应根据固废基胶凝材料特性、固废基胶凝材料组成、混凝土工程需求和施工方法进行设计。

**5.1.2** 应采用低水胶比、低单位体积用水量来提高混凝土耐久性，C30及以上强度等级混凝土的设计用水量不宜超过175kg/m3。

**5.1.3**  配制中低强度等级混凝土时，胶凝材料用量不宜过低；配制高强度等级混凝土时，胶凝材料用量不宜过高。

**5.2 主要参数**

**5.2.1** 配制各强度等级混凝土时水胶比选择范围宜符合表5.2.1。

表5.2.1 各强度等级混凝土水胶比的选择范围

|  |  |
| --- | --- |
| 强度等级 | 水胶比 |
| C15 | 0.52~0.57 |
| C20 | 0.49~0.54 |
| C25 | 0.45~0.50 |
| C30 | 0.42~0.47 |
| C35 | 0.38~0.43 |
| C40 | 0.35~0.40 |
| C45 | 0.33~0.37 |
| C50 | 0.31~0.34 |
| C55 | 0.28~0.30 |
| C60 | 0.25~0.28 |
| C65 | 0.24~0.27 |
| C70 | 0.23~0.26 |
| C75 | 0.22~0.25 |
| C80 | 0.20~0.23 |

注：1 混凝土抗冻等级≥F200时，水胶比不宜大于0.40。

**5.2.2** 各强度等级预拌混凝土中胶凝材料用量不宜小于表5.2.2的规定。

表5.2.2 混凝土胶凝材料用量（kg/m3）

|  |  |
| --- | --- |
| 强度等级 | 胶凝材料用量 |
| C15 | 310 |
| C20 | 330 |
| C25 | 350 |
| C30 | 375 |
| C35 | 390 |
| C40 | 410 |
| C45 | 425 |
| C50 | 450 |
| C55 | 475 |
| C60 | 500 |
| C65 | 515 |
| C70 | 530 |
| C75 | 545 |
| C80 | 560 |

**5.2.3** 配制各强度等级混凝土时，胶凝材料组成宜按以下方式进行。

**1** 当胶凝材料为固废基胶凝材料时，GC42.5级固废基胶凝材料可以配制C60~C80及以下强度等级素混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土，GC32.5级固废基胶凝材料宜配制C30及以下强度等级素混凝土和钢筋混凝土，GC 22.5级固废基胶凝材料不宜单独使用配制混凝土。

**2** 当胶凝材料由固废基胶凝材料和水泥组成时，水泥掺量范围宜符合表5.2.3-1、5.2.3-2和5.2.3-3的规定。其中当使用硅酸盐水泥时，水泥用量可适当降低。

表5.2.3-1 素混凝土中水泥用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 25~35 | 10~20 | 0~10 |
| ≤0.40 | 30~40 | 15~25 | 5~15 |

表5.2.3-2 钢筋混凝土中水泥用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 30~40 | 15~25 | 0~10 |
| ≤0.40 | 35~45 | 20~30 | 5~15 |

表5.2.3-3 预应力混凝土中水泥用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 35~45 | 20~30 | 10~20 |
| ≤0.40 | 40~50 | 25~35 | 15~25 |

**3** 当胶凝材料由固废基胶凝材料、水泥和粉煤灰组成时，水泥和粉煤灰掺量范围宜符合表5.2.3-4、5.2.3-5和5.2.3-6的规定。其中当使用硅酸盐水泥时，水泥用量可适当降低。

表5.2.3-4 素混凝土中水泥和粉煤灰用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 35~45 | 20~30 | 5~15 |
| ≤0.40 | 40~50 | 25~35 | 10~20 |
| 粉煤灰 | ＞0.40 | ＜20 | ＜25 | ＜30 |
| ≤0.40 | ＜15 | ＜20 | ＜25 |

表5.2.3-5 钢筋混凝土中水泥和粉煤灰用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 40~50 | 25~35 | 10~20 |
| ≤0.40 | 45~55 | 30~40 | 15~25 |
| 粉煤灰 | ＞0.40 | ＜15 | ＜20 | ＜20 |
| ≤0.40 | ＜10 | ＜15 | ＜15 |

表5.2.3-6 预应力混凝土中水泥和粉煤灰用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 45~55 | 30~40 | 10~20 |
| ≤0.40 | 50~60 | 35~45 | 15~25 |
| 粉煤灰 | ＞0.40 | ＜10 | ＜15 | ＜15 |
| ≤0.40 | ＜5 | ＜10 | ＜10 |

**4** 当胶凝材料由固废基胶凝材料、水泥、矿粉和粉煤灰组成时，水泥、矿粉和粉煤灰掺量范围宜符合表5.2.3-7、5.2.3-8和5.2.3-9的规定。其中当使用硅酸盐水泥时，水泥用量可适当降低。

表5.2.3-7 素混凝土中水泥、矿粉和粉煤灰用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 40~50 | 25~35 | 15~25 |
| ≤0.40 | 45~55 | 30~40 | 20~30 |
| 粉煤灰 | ＞0.40 | ＜20 | ＜25 | ＜25 |
| ≤0.40 | ＜15 | ＜20 | ＜20 |
| 粒化高炉矿渣粉 | ＞0.40 | ＜30 | ＜35 | ＜35 |
| ≤0.40 | ＜20 | ＜30 | ＜30 |

表5.2.3-8 钢筋混凝土中水泥、矿粉和粉煤灰用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 45~55 | 30~40 | 15~25 |
| ≤0.40 | 50~60 | 35~45 | 20~30 |
| 粉煤灰 | ＞0.40 | ＜15 | ＜20 | ＜20 |
| ≤0.40 | ＜10 | ＜15 | ＜15 |
| 粒化高炉矿渣粉 | ＞0.40 | ＜25 | ＜30 | ＜35 |
| ≤0.40 | ＜15 | ＜20 | ＜25 |

表5.2.3-9 预应力混凝土中水泥、矿粉和粉煤灰用量（kg/m3）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 水胶比 | 掺量范围% |
| 采用GC22.5时 | 采用GC32.5时 | 采用GC42.5时 |
| 普通硅酸盐水泥 | ＞0.40 | 45~55 | 35~45 | 20~30 |
| ≤0.40 | 50~60 | 40~50 | 25~35 |
| 粉煤灰 | ＞0.40 | ＜10 | ＜15 | ＜15 |
| ≤0.40 | ＜5 | ＜10 | ＜10 |
| 粒化高炉矿渣粉 | ＞0.40 | ＜20 | ＜25 | ＜30 |
| ≤0.40 | ＜10 | ＜15 | ＜20 |

**5.2.4** 砂率在按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定选取时，应考虑到大流动度混凝土的客观要求，适当提高。

**5.3 配合比计算与试配**

**5.3.1** 应根据混凝土设计强度等级、施工方法要求、外加剂性能和耐久性指标要求以及本规程5.2节的规定，初步确定水胶比、胶凝材料用量、外加剂掺量和砂率，并计算出单位体积混凝土用水量和外加剂用量。

**5.3.2** 应按照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定，采用质量法或体积法计算粗、细骨料用量。

**5.3.3** 混凝土配合比的试配、调整和确定应按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定执行。

# 6 混凝土性能

**6.1 拌合物性能**

**6.1.1** 固废基胶凝材料混凝土拌合物应具有良好的和易性，不得离析或泌水，且坍落度、扩展度、坍落度经时损失、扩展度经时损失和凝结时间应满足施工要求。

**6.1.2** 固废基胶凝材料混凝土拌合物的坍落度、扩展度等级划分及允许偏差应符合表6.1.2-1、表6.1.2-2和表6.1.2-3的规定。

表**6.1.2-1** 固废基胶凝材料混凝土拌合物的坍落度等级划分

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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**6.1.2-2**  固废基胶凝材料混凝土拌合物的扩展度等级划分

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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**6.1.2-3**  固废基胶凝材料混凝土拌合物的稠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 |

**6.1.3** 用固废基胶凝材料配制的泵送混凝土拌合物坍落度经时损失不宜大于30mm/h，并应满足施工要求。配制自密实混凝土时，扩展度不宜小于600mm，并应满足施工要求。

**6.1.4** 拌合物凝结时间应满足施工要求。

**6.1.5** 当有抗冻等耐久性要求时，混凝土宜掺用引气剂，但含气量实测值不宜大于6%。

**6.1.6** 固废基胶凝材料混凝土中水溶性氯离子最大含量应符合表6.1.5的规定。

表**6.1.6**  固废基胶凝材料混凝土中水溶性氯离子最大含量

|  |  |
| --- | --- |
| 环境条件 | 水溶性氯离子最大含量(占胶凝材料用量的质量百分比，%) |
| 钢筋混凝土 | 预应力混凝土 | 素混凝土 |
| 干燥环境 | 0.3 | 0.06 | 1.0 |
| 潮湿但不含氯离子的环境 | 0.2 |
| 潮湿且含有氯离子的环境、盐渍土环境 | 0.1 |
| 除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境 | 0.06 |

**6.1.7** 固废基胶凝材料混凝土拌合物性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080的规定。

**6.1.8** 混凝土拌合物不得出现严重泌水或泌浆。

**6.2 力学性能**

**6.2.1** 固废基胶凝材料混凝土强度等级应划分为C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C79、C75、C80。

**6.2.2** 固废基胶凝材料混凝土强度应满足设计要求。

**6.2.3** 固废基胶凝材料混凝土力学性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的规定。

**6.3 长期性能和耐久性能**

**6.3.1**  固废基胶凝材料混凝土长期性能和耐久性能应满足设计要求。试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082的规定。

**6.3.2** 固废基胶凝材料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。

**6.3.3** 固废基胶凝材料混凝土的耐久性等级划分，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 制备与施工

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 固废基胶凝材料混凝土的生产应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164和《预拌混凝土》GB/T 14902的规定。

**7.1.2**  固废基胶凝材料混凝土的施工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，其他行业还应符合相应的行业标准规定。

**7.1.3** 在混凝土拌合物的运输和浇筑过程中严禁加水。

**7.1.4** 施工方案应加强记录，保证施工质量。

**7.2 生产与管理**

**7.2.1** 固废基胶凝材料混凝土生产设备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、《混凝土搅拌机》GB/T 9142和《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408等的规定。

**7.2.2** 生产厂址选择、厂区要求、设备设施、控制要求、检测控制、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。

**7.3 原材料贮存**

**7.3.1** 混凝土原材料进场时，供方应向需方提供质量证明文件。质量证明文件应包括型式检验报告、出厂检验报告与合格证等，外加剂、纤维等产品还应具有使用说明书。

**7.3.2** 原材料进场后，应进行进场检验，首次检验应按照本标准的项目全部检验，检验结果应达到本标准的指标要求。原材料进场检验批次和检验项目尚应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902和《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。对外加剂等关键材料更换生产厂家及品种时，应先进行水泥等原材料与外加剂的相容性试验。

**7.3.3** 不同原材料应按照品种、规格等级和生产厂家分别标志和贮存、并应采取相应措施防止其受潮、结块、变质、混杂、污染等；固废基胶凝材料、水泥、矿粉、粉煤灰等存储期超过3个月时，应进行复检，按复检结果处置。

**7.3.4**  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的有关规定。

**7.4 计量**

**7.4.1** 固废基胶凝材料混凝土生产企业应建立计量设备管理制度，计量设备应在有效检定期内使用。强制检定计量设备应按有关规定由法定计量部门定期校验，并取得有效检定证书。混凝土生产企业单位每三个月应至少自检计量设备1次；每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。

**7.4.2**  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《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的要求。混凝土原材料的计量允许偏差应符合表7.3.2的规定，并应每班检查1次。

表**7.3.1**  混凝土原材料计量允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 原材料品种 | 胶凝材料 | 骨料 | 水 | 外加剂 |
| 每盘计量允许偏差（%） | ±2 | ±3 | ±1 | ±1 |
| 累计计量允许偏差（%） | ±1 | ±2 | ±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。

**7.4.3** 在原材料计量过程中，应根据粗、细骨料含水率的变化调整水和粗、细骨料的计量。含水率每班宜抽测2次，雨天应随时抽测，并按测定结果及时调整混凝土施工配合比。

**7.4.4**  外加剂的计量宜单独采用精度更高的计量设备或其他有效措施来提高外加剂计量精度。混凝土用水量中应扣除减水剂溶液中的水量。

**7.5 搅拌**

**7.5.1**  固废基胶凝材料混凝土搅拌应严格控制搅拌时间和投料顺序，并应按生产季节控制拌合物温度。

**7.5.2**  搅拌应保证高性能混凝土拌合物质量均匀；同一盘混凝土的搅拌匀质性应符合高价标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**7.5.3**  对于采用搅拌运输车运送混凝土的情况，从全部材料投完算起，混凝土在搅拌机中的搅拌时间应满足设备说明书的要求，并且不应少于60s，对于采用翻斗车运送混凝土的情况，可适当延长搅拌时间。

**7.5.4**  冬期施工搅拌混凝土时，应按照现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定控制原材料温度和混凝土的温度。

**7.6 运输**

**7.6.1** 在运输过程中，应控制混凝土不分层、不离析，并应控制混凝土拌合物性能满足施工要求。

**7.6.2**  混凝土的运输工具应满足以下要求：

**1** 搅拌运输车应符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408的规定。

**2** 当需要较长距离运输时，应采用搅拌运输车，近距离运输也可采用搅拌运输车、翻斗车和吊斗等多种运输方式。当采用机动翻斗车运输混凝土时，道路应平整。

**3** 对于寒冷、严寒或炎热的天气情况，搅拌运输车的搅拌罐应由保温或隔热措施。

**7.6.3** 当采用搅拌罐车运输混凝土时，卸料前应高速旋转搅拌罐20s~30s后，再将混凝土拌合物喂入泵车受料斗或混凝土料斗中。因运距远、交通或现场等问题造成坍落度损失较大而卸料困难时，可采用在混凝土拌合物中掺入适量减水剂并高速旋转搅拌罐的措施，减水剂掺量应有经试验确定的预案，严禁随意添加。

**7.6.4** 当采用泵送混凝土时，混凝土运输应保证混凝土连续泵送，并应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T10的有关规定。

**7.6.5** 混凝土拌合物从搅拌机卸出至施工现场接收的时间间隔不宜大于90min，如需延长运送时间，则应采取相应的有效技术措施，并应通过试验验证。

**7.7 浇筑**

**7.7.1** 浇筑混凝土前，应检查模板支撑稳定性及接缝的密合情况，应保证模板在混凝土浇筑过程中不失稳、不跑模和不漏浆。模板、钢筋、保护层和预埋件等的尺寸、规格、数量和位置的偏差值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的有关规定。

**7.7.2** 浇筑前，应根据工程特点、环境条件、施工工艺与施工条件制定浇筑方案，包括浇筑起点、浇筑方向和浇筑厚度等，在混凝土浇筑过程中不得无故更改浇筑方案。

**7.7.3** 浇筑混凝土前，应清除模板内以及垫层上的杂物；表面干燥的地基土、垫层和木模板应浇水湿润。

**7.7.4** 夏季施工时，混凝土拌合物浇筑时的入模温度不宜超过30℃或满足设计要求。现场温度高于30℃时，宜对金属模板浇水降温，但不得留有积水，并应采取遮挡措施避免阳光照射金属模板。

**7.7.5** 冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定。冬期施工混凝土宜降低水胶比。

**7.7.6** 在浇筑混凝土过程中，应有效控制混凝土的均匀性、密实性和整体性。

**7.7.7** 混凝土的自由倾落高度不宜超过2m；当大于2m时，应采用滑槽、串筒、料斗等器具辅助输送混凝土，保证混凝土不出现分层离析现象。

**7.7.8** 浇筑竖向构件时，应根据拌合物不同的坍落度确定振捣棒插入间隔、振捣时间长短；一般浇注厚度应在振捣棒有效长度的1.25倍之内；一次浇注厚度不应大于500mm，并宜附设附着式振捣器。振捣上面一层混凝土时，振捣棒应插入到下一层内50mm以上。应避免欠振和过振，每点的振捣时间以表面泛浆和不冒大气泡为准，一般不宜超过30s。

**7.7.9** 从搅拌机卸出混凝土到混凝土浇筑完毕的延续时间不宜大于混凝土的初凝时间。

**7.8 养护与拆模**

**7.8.1** 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、《混凝土结构施工规范》GB 50666的规定，大体积混凝土的养护尚应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496的规定。

**7.8.2** 混凝土的生产和施工单位应根据结构、构件或制品情况、环境条件、原材料情况以及对混凝土性能的要求等，编制详细的专项养护方案，经监理批准后严格执行，并详细记录。

**7.8.3** 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、喷涂养护剂等方式。养护方式应根据现场条件、环境温湿度、构件特点、技术要求、施工操作等因素确定。

**7.8.4** 对于大表面水平混凝土结构，浇筑后要依据环境温湿度和风速情况，保证混凝土表面塑性阶段的润湿，控制水分蒸发速度；在混凝土初凝前宜对混凝土裸露表面进行抹面处理，抹面后应继续保持湿养护。

**7.8.5** 固废基胶凝材料混凝土的养护时间不宜少于14d，且不应少于7d。应从浇筑前采取有效措施控制混凝土的温度，气温高于25℃应降温，气温低于5℃应保温。气温高于25℃施工时，如在浇筑混凝土前没有采取降温措施，则不得用凉水养护。

**7.8.6** 养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。未经处理的海水不应用于钢筋混凝土和预应力混凝土养护。养护用水温度与混凝土表面温度之间的温差不宜大于20℃。

**7.8.7** 对于冬期施工的混凝土，日均气温低于5℃时，不得采用浇水自然养护方法。混凝土受冻前的强度不得低于5MPa。模板和保温层应在混凝土冷却到5℃或在混凝土表面温度与外界温度相差不大于20℃时方可拆除，拆模后的混凝土亦应及时覆盖，使其缓慢冷却。混凝土强度达到设计强度等级的50%时，方可撤除养护措施。

**7.8.8** 拆模时间除考虑构件必须达到规定强度外，还应防止混凝土降温速率过快和混凝土内外温差大于20℃。降温速率不宜大于2℃∕d。大风或气温急剧变化时不应拆模。在炎热和大风干燥季节，应采取逐段拆模、边拆边盖的拆模工艺。拆除模板时，不得影响或中断混凝土的养护工作。

**7.8.9** 用固废基胶凝材料生产预制混凝土构件或制品的养护应符合下列规定：

**1** 采用蒸汽养护或湿热养护时，养护时间和养护制度应满足混凝土构件及制品性能的要求。

**2** 采用蒸汽养护时，应分为静停、升温、恒温和降温四个养护阶段。混凝土成型后的静停时间不宜少于2h；升温速度不宜超过25℃∕h，降温速度不宜超过20℃∕h，最高和恒温温度不应超过60℃；混凝土构件或制品在出池或撤除养护措施前，应进行温度测量，当表面与外界温差不大于20℃时，构件方可出池或撤除养护措施。

**3** 采用潮湿自然养护时，应符合本规程第7.8.1条~第7.8.3条的规定。

# 8 质量检验与验收

**8.1 原材料质量检验**

**8.1.1** 固废基胶凝材料混凝土原材料进场时，应按规定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，外加剂产品应具有使用说明书。

**8.1.2** 固废基胶凝材料混凝土原材料进场时，应对材料的品种、外观、规格、等级、生产日期等进行检验，并按检验批随机抽取样品进行检验。每个检验批不得少于1次。

**8.1.3** 固废基胶凝材料混凝土原材料的检验批量应符合以下规定：

**1** 同一批次固废基胶凝材料应按每200t为一个检验批，袋装固废基胶凝材料应按每50t为一个检验批。同一批次的散装水泥应按每500t为一个检验批，袋装水泥应按每200t为一个检验批。粉煤灰、粒化高炉矿渣粉应按每200t为一个检验批；粗、细骨料应按每400m3一个检验批；外加剂应按每50t为一个检验批；水应按同一水源不少于一个检验批。

**2** 不同批次或非连续供应的不足一个检验批量的产品应作为一个检验批。

**3** 当符合下列条件之一时，可将检验批量扩大一倍：

**1)** 对经产品认证机构认证符合要求的产品；

**2)** 来源稳定且连续三次检验合格；

**3)** 同一厂家的同批出厂材料，用于同时施工且属于同一工程项目的多个单位工程。

**8.1.4** 除本标准第4章的规定外，混凝土原材料的其他检验项目应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**8.2 混凝土拌合物性能检验**

**8.2.1** 在生产施工过程中，应在搅拌地点和浇筑地点分别对固废基胶凝材料混凝土拌合物进行抽样检验。

**8.2.2** 固废基胶凝材料混凝土拌合物的检验频率应符合下列规定：

**1** 混凝土坍落度/扩展度和含气量的检验取样频率应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定执行；

**2** 同一工程、同一配合比、采用同一批次固废基胶凝材料和外加剂的混凝土的凝结时间应至少检验1次；

**3** 同一工程、同一配合比的混凝土的坍落度经时损失应至少检验1次；

**4**  同一工程、同一配合比的混凝土的氯离子含量应至少检验1次。

**5** 同一工程、同一配合比和采用同一批次海砂的混凝土的氯离子含量应至少检验1次；

**6** 同一工程、同一配合比的大体积混凝土拌合物入模温度应至少检验1次；

**7** 引气混凝土拌合物含气量检测频率与坍落度检验频率相同。

**8.2.3** 浇筑地点抽样应在混凝土送到交货地点后20min内完成，所有检查试件的制作应在30min内完成；每个试样应随机从一辆混凝土车中抽取，而且应在混凝土卸料过程中卸料量达1/4至3/4之间时取样；每个试样量应满足混凝土质量检验项目所需成型试件量的1.5倍，且不宜少于0.04 m3。

**8.2.4** 混凝土拌合物性能应符合本规程6.1节的规定。

**8.3 混凝土力学性能检验**

**8.3.1** 固废基胶凝材料混凝土力学性能应进行出厂检验和交货检验，且检验为抽样检验。

**8.3.2** 固废基胶凝材料混凝土力学性能检验项目及频率应符合下列要求：

**1** 混凝土强度检验应符合以下要求：出厂检验时，每100盘相同配合比混凝土取样不应少于1次；每一个工作班相同配合比混凝土不足100盘时应按100盘计；交货检验的取样频率应符合《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

**2** 同条件养护试件抗压强度应符合以下要求：在拆除底模及支架、张拉或放张预应力筋、确定受冻临界强度等情况下，应制作同条件养护试件，并在设计要求的龄期进行试验；同条件养护试件取样和留置组数应根据实际情况确定。

**3** 对于设计提出要求的高性能混凝土轴压、弹模、抗折、抗拉、抗剪等其他力学性能应在混凝土出厂前进行验证并满足设计要求，交货检验应符合工程要求。

**8.3.3** 对近期无承载要求的固废基胶凝材料混凝土结构的强度可按56d龄期验收。但对处于有化学腐蚀性环境的结构，各项指标均应根据构件接触环境作用的时间确定验收龄期。

**8.3.4** 固废基胶凝材料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。

**8.3.5** 高性能混凝土力学性能应符合本标准第6.2节的规定。

**8.4 耐久性能与长期性能检测**

**8.4.1** 固废基胶凝材料混凝土耐久性能交货检验的取样应在浇筑地点进行。常规品高性能混凝土交货检验项目包括坍落度、氯离子含气量、抗压强度及设计文件中包含的耐久性能，引气混凝土还包括拌合物的含气量，特制品高性能混凝土除应检验以上项目外，还应按相关标准和合同规定检验其他项目。

**8.4.2** 固废基胶凝材料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。

**8.4.3** 固废基胶凝材料混凝土宜采用56d龄期评定长期性能和耐久性能。

**8.4.4** 固废基胶凝材料混凝土耐久性能和长期性能应符合本标准第6.3节的规定。

**8.5 实体结构质量检验**

**8.5.1** 对涉及混凝土结构安全的重要部位，应进行实体结构检验，实体结构检验应在监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）见证下，由施工项目技术负责人组织实施，承担实体结构检验的试验室应具有相应的资质。

**8.5.2**  实体结构检验的内容应包括固废基胶凝材料混凝土强度、钢筋保护层厚度以及工程合同约定的项目，必要时可检验其他项目。

**8.5.3**  检验固废基胶凝材料混凝土实体结构的力学性能时，可采用同条件养护试件进行力学性能检验，并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；当对强度产生争议时，可采用回弹、超声、钻芯等方法进行检验，并应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的规定。

**8.5.4**  检验实体结构固废基胶凝材料混凝土的耐久性能时，可采用同条件养护试件进行耐久性能检验。检验结果应符合设计文件、现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204及现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193以及的规定。

**8.5.5** 固废基胶凝材料混凝土实体结构裂缝及其它外观质量与缺陷的检验应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的规定；检验结果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。

**8.5.6** 钢筋保护层厚度检验及检验结果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。

**8.5.7** 实体结构混凝土氯离子检验应符合现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322的规定；检验结果应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902的要求。

**8.6 验收**

**8.6.1** 固废基胶凝材料混凝土施工现场应有相应的技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

**8.6.2** 固废基胶凝材料混凝土施工质量及验收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的有关规定。

**8.6.3** 固废基胶凝材料混凝土预制制品质量检验与验收应符合该制品国家标准的规定。

# 用词说明

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”。

# 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080

《普通混凝土力学性能试验方法标准》 GB/T 50081

《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082

《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107

《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119

《混凝土质量控制标准》 GB 50164

《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204

《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344

《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 GB/T 50733

《铁尾矿砂混凝土应用技术规范》 GB 51032

《通用硅酸盐水泥》 GB/T 175

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596

《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》 GB 5085.3

《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566

《混凝土外加剂》 GB 8076

《混凝土搅拌机》 GB/T 9142

《混凝土搅拌站（楼）》 GB/T 10171

《建设用砂》 GB/T 14684

《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685

《预拌混凝土》 GB/T 14902

《轻集料及其试验方法第1部分：轻集料》 GB/T 17431.1

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046

《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T 18736

《混凝土膨胀剂》 GB 23439

《混凝土和砂浆用再生细骨料》 GB/T 25176

《混凝土用再生粗骨料》 GB/T 25177

《混凝土泵送施工技术规程》 JGJ/T 10

《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55

《混凝土用水标准》 JGJ 63

《建筑工程冬期施工规程》 JGJ/T 104

《补偿收缩混凝土应用技术规程》 JGJ/T 178

《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193

《混凝土中氯离子含量检测技术规程》 JGJ/T 322

《混凝土防冻泵送剂》 JG/T 377

《混凝土防冻剂》 JC 475

《固废基胶凝材料》 T/CECS 10400

中国工程建设标准化协会标准

固废基胶凝材料混凝土应用技术规程

T/CECS xxx－2024

条 文 说 明

**制 定 说 明**

本规程《固废基胶凝材料混凝土应用技术规程》制定过程中，编制组进行了固废基胶凝材料制备混凝土的项目研究，总结了我国固废基胶凝材料应用实践经验，通过预拌和绿色绿色生产方式以及严格的施工措施，制成具有优异的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的高性能混凝土，取得了固废基胶凝材料混凝土应用成套技术成果。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程《固废基胶凝材料混凝土应用技术规程》时能正确理解和执行条款规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

**目 次**

1 总 则 29

2 术 语 30

3 基本规定 31

4 材 料 32

4.1 一般规定 32

4.2 固废基胶凝材料和水泥 32

4.3 矿渣粉和粉煤灰 32

4.4 细骨料 32

4.5 粗骨料 32

4.6 外加剂 33

4.7 拌合用水 33

5 混凝土配合比设计 34

5.1 一般规定 34

5.2 主要参数 34

5.3 配合比计算与试配 34

6 混凝土性能 35

6.1 拌合物性能 35

6.2 力学性能 35

6.3 长期性能和耐久性能 35

7 制备与施工 36

7.1 一般规定 36

7.2 生产与管理 36

7.3 原材料贮存 36

7.4 计量 36

7.5 搅拌 37

7.6 运输 37

7.7 浇筑 37

7.8 养护与拆模 38

8 质量检验与验收 39

8.1 原材料质量检验 39

8.2 混凝土拌合物性能检验 39

8.3 混凝土力学性能检验 39

8.4 耐久性能与长期性能检测 39

8.5 实体结构质量检验 39

8.6 验收 40

# 1 总 则

**1.0.1~1.0.2** 固废基胶凝材料利用矿渣、钢渣、脱硫石膏及其他工业固废之间的协同水化作用形成胶凝性，在现代混凝土中具有技术可行性。大量试验和工程应用证明，采用固废基胶凝材料配制的混凝土具有良好的施工性、体积稳定性和耐久性能，完全适用于工程建设。

在国家大力倡导工业固废综合利用的背景下，目前尚无固废基胶凝材料混凝土应用技术的相关标准，鉴于固废基胶凝材料混凝土与普通水泥混凝土存在一定差异性，为了科学、合理的在工程建设中推广使用全固废高性能混凝土，达到提高产品性能、保证质量的目的，故制定本规程

**1.0.3** 本规程对固废基胶凝材料混凝土的应用技术做出了规定，在工程应用中应按照本规程执行。本规程未做规定的应按照国家和行业的有关标准和规范执行。

# 2 术 语

**2.0.1** 固废基胶凝材料是以粒化高炉矿渣、钢渣、工业副产石膏为基本组分，粉煤灰、锂渣、铁尾矿、氨碱白泥等作为混合材料，依靠钢渣中的二价金属氧化物、氢氧化物和工业副产石膏对粒化高炉矿渣、粉煤灰、尾矿的激发形成胶凝性能。

**2.0.2** 参考《高性能混凝土评价标准》JGJ/T 385对高性能混凝土的定义，对固废基胶凝材料混凝土进行定义。

# 3 基本规定

**3.0.1** 固废基胶凝材料是各种原料按照一定比例和细度、经过粉磨均化的整体性胶凝材料，为促进其推广应用，保证其满足不同应用场景下混凝土技术要求及环境、经济效益，在配制混凝土时可以加入适量水泥、粒化高炉矿渣粉和粉煤灰。

**3.0.2** 固废基胶凝材料具有良好的颗粒级配和较低的需水量，采用较低水胶比和用水量能够保证混凝土具有满足工程要求的强度和耐久性。

**3.0.3** 对于长期性能和耐久性能耐检测龄期的规定，是因为固废基胶凝材料属于无熟料胶凝材料，水化速度较慢，有利于降低混凝土结构早期水化温峰，提高混凝土结构早期抗裂，是高性能混凝土技术的发展方向。采用56d龄期是与现行的《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193对耐久性测试龄期的规定相一致。

**3.0.4** 良好的养护对于固废基胶凝材料混凝土硬化性能至关重要，我国混凝土中的很多质量问题都源于养护的缺失。大量的混凝土开裂是由于温度应力和早期干缩、碳化造成的，控制混凝土内外温差、加强养护是防止混凝土开裂的重要措施。

# 4 材 料

**4.1 一般规定**

**4.1.1~4.1.2** 为保障固废基胶凝材料混凝土对人身安全、环境造成不利影响，对原材料的放射性和浸出毒性进行规定。

**4.2 固废基胶凝材料和水泥**

**4.2.2** 高性能混凝土要求使用高品质原材料，且其品种纯净、来源清晰，制备的混凝土体积稳定性要好，不容易收缩开裂。因此，鼓励制备固废基胶凝材料混凝土采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，严格控制水泥中混合材掺量，避免水泥中掺合料过多对混凝土产生不利影响。

**4.3 矿渣粉和粉煤灰**

**4.3.1** 粒化高炉矿渣是从炼铁高炉中排出的，以硅酸盐和铝酸盐为主要成分的熔融物、经淬冷成粒。其质量系数K是从化学成分方面反映其活性的一个指标，用于生产矿渣粉的矿渣，其质量系数K应该大于1.2。此外，粒化高炉矿渣的活性，还与淬冷前熔融矿渣的温度、淬冷方法和淬冷速度有关。粒化高炉矿渣在水淬时除形成大量玻璃体外，还含有钙镁铝黄长石和很少的硅酸钙或硅酸二钙结晶体，因此具有微弱的水硬性。矿渣粉的细度对混凝土性能影响很大，直接影响其活性指数和流动度比。用于制备固废基胶凝材料混凝土的矿渣粉比表面积一般应超过400 m2/kg，等级不低于S95；

**4.3.2** 粉煤灰又称飞灰，是由燃煤电厂烟囱收集的粉体材料，含有大量的球状玻璃体，有助于提高高性能混凝土的流动性能，降低混凝土的水胶比，是高性能混凝土最常使用的掺合料之一。高性能混凝土使用的粉煤灰，应满足II级粉煤灰的技术要求，其需水量比是关键技术指标。

**4.4 细骨料**

**4.4.1** 随着天然砂资源的日益枯竭，机制砂的应用日益增多。实践证明，只要制砂设备及工艺满足一定条件，在原料来源稳定的情况下，所生产的机制砂品质比天然砂更易控制，因此在天然砂较为匮乏的地区推荐采用机制砂。不宜单独使用细砂和特细砂配制高性能混凝土，细砂和特细砂应与中砂、粗砂或机制砂按适当比例混合使用配制高性能混凝土。

**4.5 粗骨料**

**4.5.1** 用于配制高性能混凝土的普通粗骨料应尽量采用连续粒级的碎石。高性能混凝土采用卵石时，应采取措施并经试验证实能确保工程质量后，方可使用。可选用单粒级粗骨料组合成满足要求级配的连续粒级。

**4.6 外加剂**

**4.6.1** 用于配制高性能混凝土选择和使用的外加剂品种较多，采用高效减水剂、高性能减水剂、泵送剂、缓凝剂、引气剂、膨胀剂等，不同的外加剂对高性能混凝土的性能会带来不同的影响。泵送剂一般为多种成分按照一定比例复合而成。高性能混凝土用泵送剂，一般应有较高的减水率，以适应高性能混凝土较低水胶比的要求。由于产品中复合了调凝剂、引气剂等多种组分，用泵送剂配制的高性能混凝土坍落度损失小、泌水率低、和易性好、抗离析性能好，泵送阻力小，便于输送；高性能混凝土表面无泌水线、无大气泡、色差小，特别适合于外观质量较高的混凝土。

**4.6.2** 用于固废基胶凝材料混凝土的聚羧酸系高性能减水剂掺量低、减水率高，增强效果好，收缩率低，厂家众多，易于生产和实施，各地配制高性能混凝土时有较大的范围可选择，可操作性强。

聚羧酸系高性能减水剂宜用于高性能混凝土、高强混凝土、自密实混凝土、泵送混凝土、清水混凝土、预制构件混凝土、大体积混凝土和钢管混凝土；宜用于具有高耐久性和高工作性要求的混凝土，宜用于对抗裂性要求高的混凝土结构工程；对骨料的含泥量较为敏感，含泥量过大会降低其分散效果；此外，其减水效果还受混凝土原材料、配合比以及试验条件的影响；与萘系、氨基磺酸盐和三聚氰胺系高效减水剂混合使用；与其他品种外加剂同时使用时，宜分别掺加；必须复配时应关注两者的相容性。

**4.7 拌合用水**

**4.7.2** 固废基胶凝材料混凝土生产性废水的主要来源为混凝土运输车辆洗刷用水，在经过沉淀、压滤后，形成再生水，其主要性能与混凝土中的间隙水接近，在满足标准要求的情况下可用于高性能混凝土的生产。

# 5 混凝土配合比设计

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 固废基胶凝材料分为三个等级，在实际应用过程中，应根据固废基胶凝材料特性、固废基胶凝材料组成、工程应用场景等对配合比进行设计。

**5.1.2** 大量实验数据证明，固废基胶凝材料混凝土的用水量控制在175kg/m3以内，混凝土具有良好的长期和耐久性能。

**5.2 主要参数**

**5.2.1~5.2.2** 在某一强度等级下，水胶比与胶凝材料的组成是相关的。当胶凝材料组成一定时，水胶比也应该在一个特定范围内。根据大量的试验和生产数据，确定了配制C15~C80固废基胶凝材料混凝土的水胶比和胶凝材料用量推荐范围。

**5.2.3** 考虑到固废基胶凝材料混凝土适用于不同应用场景，且固废基胶凝材料强度等级分为三级，对三种固废基胶凝材料应用范围进行规定。此外，通过大量混凝土配比试验及混凝土搅拌站应用需求，确定了固废基胶凝材料与水泥、固废基胶凝材料与水泥和粉煤灰、固废基胶凝材料与水泥、矿粉、粉煤灰三种方式使用时胶凝材料组成成分推荐范围。

**5.3 配合比计算与试配**

**5.3.1** 水胶比、胶凝材料用量按本标准5.2的要求确定，并由此确定单位体积混凝土用水量。外加剂掺量根据外加剂性能能和混凝土工作性能要求初步确定。

# 6 混凝土性能

**6.1 拌合物性能**

**6.1.1** 固废基胶凝材料混凝土拌合物粘聚性比传统的水泥混凝土粘聚性有所降低，应控制好拌合物的性能。

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

**6.1.6** 固本条规定的固废基胶凝材料混凝土中水溶性氯离子含量与现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164一致。

**6.2 力学性能**

**6.2.1** 本条规定了固废基胶凝材料混凝土强度等级应划分。试验研究表明，用固废基胶凝材料可以配制C15~C80强度等级的高性能混凝土。

**6.2.2** 固废基胶凝材料混凝土力学性能主要包括抗压强度、轴心抗压强度、弹性模量、劈裂抗拉强度和抗折强度等。

**6.3 长期性能和耐久性能**

**6.3.1**  固废基胶凝材料混凝土耐久性能包括抗冻性能、抗渗性能、抗硫酸盐侵蚀性能、抗碳化性能、抗氯离子渗透等。

**6.3.2**  试验表明，固废基胶凝材料碱含量很低，一般情况下对混凝土发生碱骨料反应的潜在危害很低。但当固废基胶凝材料混凝土可能存在碱骨料反应危害时，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。

**6.3.3** 固废基胶凝材料混凝土的耐久性检验结果等级评定执行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

# 7 制备与施工

**7.1 一般规定**

**7.1.1~7.1.2** 规定了固废基胶凝材料混凝土生产和施工的标准依据。

**7.1.3** 在运输和浇筑过程中向混凝土拌合物中加水会严重影响混凝土力学性能、长期性能和耐久性能，对混凝土工程质量危害极大，必须严格禁止。

**7.2 生产与管理**

**7.2.1** 固废基胶凝材料混凝土生产设备设施包括搅站（楼）、装载机、运输车、砂石分离机、封闭式骨料堆场、粉料仓、配料地仓和沉淀池等。搅拌站（楼）是混凝土生产的核心生产要素，它通常包括搅拌站（楼）配套主机、供料系统、储料仓、配料装置、混凝土贮斗、电气系统、气路系统、液压系统、润滑系统等。混凝土搅拌运输车是将混凝土由生产企业运输到施工现场的最重要工具，也是继续均匀搅拌并满足混凝土质量控制的关键手段。混凝土生产主要生产设备执行标准包括现行国家标准《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171、《混凝土搅拌机》GB/T 9142和《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408，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则对上述设备设施提出了环保要求。

**7.2.2** 固废基胶凝材料混凝土作为一种绿色混凝土，同时注重生产过程的绿色化，所以规定生产厂址选择、厂区要求、设备设施、检测控制等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的要求。

**7.3 原材料贮存**

**7.3.1** 固废基胶凝材料混凝土原材料包括固废基胶凝材料、水泥、矿粉、粉煤灰、砂石骨料、外加剂和水。加强原材料进场和贮存管理是混凝土质量控制和绿色生产的关键环节之一。

**7.3.2~7.3.3** 原材料进场和贮存过程应注意抽检的随机性，保证样品的代表性，避免大小样品的差异；要注意原材料贮存过程中的稳定性，避免外界雨雪、阳光等对原料性能、质量的影响。

**7.4 计量**

**7.4.1** 准确计量是生产高性能混凝土的基本要求。提高计量准确性的技术措施包括每月设备自检、每工作班的计量设备零点校准、设备允许偏差控制、高性能混凝土外加剂的高精度计量、纤维等原材料的专人计量等。

**7.4.1** 聚羧酸减水剂具有更高的减水率、更低的掺量，且使混凝土收缩更小，有利于混凝土开裂控制。减水剂计量时包含了减水剂中所含的水，所以应从拌合水计量中扣除。

**7.5 搅拌**

**7.5.1~7.5.2**  搅拌时间和投料顺序是影响混凝土搅拌质量的主要影响因素。搅拌时间长短主要取决于运输设备类型、混凝土种类和配合比设计。一般而言，制备特制品混凝土、掺加引气剂或膨胀剂、采用翻斗车运输等情况下均应适当延长搅拌时间。当制备纤维混凝土时，合理安排投料顺序对于搅拌质量控制至关重要。此外，控制拌合物温度也是搅拌环节的重要内容。对于典型的冬期或炎热季节施工而言，采用加热水或加热骨料，以及掺加冰块等方式控制拌合物温度满足5℃~35℃要求，不仅有利于组织施工，而且有利于混凝土性能的发展。

**7.5.3**  考虑到混凝土拌合效率与拌合物的匀质性，预拌混凝土搅拌站、预制混凝土构件厂和施工现场搅拌站要求采用强制式搅拌机。混凝土的搅拌时间应通过生产型试验确定，不应少于60s。

**7.6 运输**

**7.6.1~7.6.3** 因地制宜地选用运输工具并保证混凝土运输过程的质量稳定是运输环节的基本要求。对于不同的混凝土坍落度、以及不同的运输道路，应从搅拌运输车、翻斗车和吊斗等运输工具中选择适宜的运输方式。混凝土最主要的运输方式是搅拌运输车。要利用混凝土搅拌运输车高效运输混凝土，除了搅拌运输车性能满足现行行业标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408外，还要在混凝土运输过程中考虑寒冷、严寒或炎热天气时的保温或隔热措施，装料前排空技术，装料后严禁加水，运输时间控制，以及运输和施工之间衔接等问题。

**7.6.4** 保证混凝土的连续泵送非常重要，尤其是对于大体积混凝土和不留施工缝的结构混凝土等。因此本条规定了固废基胶凝材料混凝土采用泵送时应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T10的有关规定。

**7.7 浇筑**

**7.7.1** 支模质量直接影响混凝土施工质量，如果模板失稳或跑模会打乱混凝土浇筑节奏，影响混凝土质量。支模质量对混凝土外观质量也有直接影响。支模质量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的有关规定。

**7.7.2** 浇制定浇筑方案有利于做好充分准备，保证混凝土浇筑的顺利实施，进而保证混凝土工程质量。

**7.7.4** 混凝土入模温度过高，对混凝土硬化过程有影响，不利于温度应力裂缝的控制，因此避免高温条件下浇筑混凝土是合理的。

**7.7.5** 冬期施工应按照《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的规定采取措施，保证混凝土入模温度，同时增加固废基胶凝材料混凝土中水泥或矿渣的用量，并降低混凝土水胶比，以提高混凝土早期强度，避免混凝土受冻。

**7.7.6** 混凝土浇筑质量控制目标位浇筑的均匀性、密实性和整体性。

**7.7.7** 当混凝土自由倾落高度过大时，采用滑槽、串筒、料斗等器具有利于避免混凝土分层离析。

**7.7.8** 混凝土浇筑和振捣的方法对于混凝土结构密实性和匀质性具有显著影响。欠振和过振对于混凝土结构质量都会造成不利影响。

**7.7.9** 在混凝土初凝之前，抓紧时间尽早完成浇筑有利于浇筑成型各方面的操作。

**7.8 养护与拆模**

**7.8.1** 养护对于混凝土持续水化至关重要，也只有有效养护才能保证浇筑后混凝土强度和耐久性满足设计要求。混凝土浇筑前应制定合理的养护方案或生产养护制度，并应严格执行。针对不同混凝土品种、不同生产或施工工艺，可采取不同的有效养护措施。一般来说，潮湿环境下养护时间可以适当缩短。

**7.8.2~7.8.3** 加强早期养护是控制混凝土裂缝的措施之一，主要目的就是减少早期混凝土的表面水分损失。混凝土成型后立即用塑料薄膜覆盖可以预防混凝土早期失水，是较好的养护方式。对于难以潮湿覆盖的结构里面的混凝土，可以采用喷洒养护剂的方式养护，但养护效果应经过验证。

**7.8.4** 大表面水平混凝土结构水分蒸发速度快，在塑形阶段要保持湿润，防止表面干燥开裂。混凝土裸露面在初凝前和终凝前进行抹压，实践证明，对于减小早期开裂和改善表层混凝土质量具有很好的效果。

**7.8.5** 固废基胶凝材料早期水化速度相对较慢，必须要有充分的养护才能形成致密的混凝土表面，养护时间不宜少于14d且不应少于7d。

**7.8.8** 混凝土结构降温速率和内外温差的控制是防止结构开裂的重要技术措施，在拆模时间的把握上必须注意这一点，尤其是在天气变动比较大的时候更应该采取相应措施加以应对。对于水化热可能带来开裂风险的结构升温阶段要注意冷却，降温阶段要注意保温，热天要降温，冷天要保温这些都是操作关键。夏季拆模后混凝土表面温度较高不可以直接用冷水养护，以防表面开裂。

**7.8.9** 采用蒸汽养护时，在可接受生产效率范围内，混凝土成型后的静停时间长一些有利于减少混凝土在蒸养过程中的内部损伤。控制升温、降温速度和构件表面与环境的温差，可减少温度应力对混凝土内部结构的不利影响。试验表明，最高温度超过60℃会对混凝土内部造成损伤，造成强度下降。

# 8 质量检验与验收

**8.1 原材料质量检验**

**8.1.1** 原材料进场时，审核质量证明文件和采用随机取样检验复验原材料性能均是有效的质量控制手段。

**8.1.2** 本条规定了混凝土原材料进场时应进行的检查项目和取样检验的次数要求。

**8.1.3** 对符合规定条件的检验批量进行放大，既能保证原材料的质量、降低检验综合成本，又能促进生产企业采用更先进的质量管理制度、并可通过第三方产品认证提高产品质量。

**8.1.4** 本条规定了其他混凝土原材料检验项目的标准依据。

**8.2 混凝土拌合物性能检验**

**8.2.1** 坍落度与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。

**8.2.2** 本条规定了混凝土拌合物检验项目的检验频率。胶凝材料和外加剂及其相容性是影响混凝土凝结时间的主要因素，且不同批次的胶凝材料和外加剂对混凝土凝结时间的影响可能变化，所以当胶凝材料或外加剂的批次变化时，混凝土凝结时间应至少检验一次。

**8.2.3** 本条规定了在混凝土浇筑地点抽样的时机和数量，混凝土抽样应具有代表性。

**8.2.4** 符合本规程第6.1节规定的混凝土拌合物为质量合格，可以验收。

**8.3 混凝土力学性能检验**

**8.3.3** 对于验收龄期的规定旨在鼓励和倡导不影响结构承载安全和不接触侵蚀介质的前提下长龄期验收和评定强度，是固废基胶凝材料混凝土技术的发展方向。

**8.4 耐久性能与长期性能检测**

**8.4.3** 固废基胶凝材料混凝土的水化时间较长，采用长龄期检测长期性能和耐久性更符合工程实际、更合理。

**8.5 实体结构质量检验**

**8.5.1~8.5.7** 实体结构固废基胶凝材料混凝土质量检验要求与普通混凝土相同，可选用同条件养护试件、钻取芯样、回弹、超声等方法来检验结构实体混凝土强度，也可选用同条件养护试件检验耐久性能，混凝土裂缝、其他外观质量与缺陷、钢筋保护层厚度以及氯离子含量均应按相关标准检验。

**8.6 验收**

**8.6.2** 本条规定了固废基胶凝材料混凝土施工质量及验收的标准依据。