

**T/CECS ×××-20××**

0

**中国工程建设标准化协会标准**

铁尾矿废石骨料在预制混凝土构件中应用技术规程

**Technical specification for application of iron tailings waste aggregate for prefabricated components**

（征求意见稿）

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

铁尾矿废石骨料在预制混凝土构件中应用技术规程

**Technical specification for application of iron tailings waste aggregate for prefabricated components**

**T/CECS ×××-20××**

主编单位：东北大学

中建西部建设股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：

中国计划出版社

**2022 北 京**

中国工程建设标准化协会公告

第XXXX号

关于发布《铁尾矿废石骨料在预制混凝土构件中应用技术规程》

的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2021〕11号）的要求，由东北大学编制的《铁尾矿废石骨料在预制混凝土构件中应用技术规程》，经中国工程建设标准化协会组织审查，现批准发布，编号为T/CECS ×××-20××，自2022年X月X日起施行。

**中国工程建设标准化协会**

**二O二二年X月X日**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发《2021年第一批协会标准制订、修订计划》的通知》（建标协字[2021]11号）的要求，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，编制本规程。

本规程的主要技术内容是：1总则；2术语；3基本规定；4原材料；5混凝土制备；6预制构件的生产。

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，由东北大学负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中国工程建设标准化协会（地址：北京市海淀区三里河路甲11号，中建大厦C座8005室，邮编：100085，邮箱：cecscode@126.com）。

主编单位：东北大学

中建西部建设股份有限公司

参编单位：中国建筑科学研究院有限公司

清华大学

上海市建筑科学研究院有限公司

中建科技集团有限公司

深圳大学

天津大学

建华建材（中国）有限公司

辽宁壹立方砂业有限责任公司

宝武集团环境资源科技有限公司

中国建筑东北设计研究院有限公司

主要起草人员：顾晓薇 高育欣 李张苗 吕 南 於林锋 周永祥

李斌斌 王 林 刘剑平 祝小靓 张信龙 李晓慧

张伟峰 康迎杰 郭自利 郝逸飞 崔宏志 冯伟鹏

张 明 孙 睿

主要审查人：

目录

[1 总 则 1](#_Toc12091)

[2术 语 2](#_Toc30174)

[3 基本规定 3](#_Toc32594)

[4 原材料 4](#_Toc17101)

[4.1 铁尾矿废石细骨料 4](#_Toc12549)

[4.2铁尾矿废石粗骨料 7](#_Toc29656)

[4.3矿物掺合料 11](#_Toc7327)

[4.4水泥 12](#_Toc16762)

[4.5 拌和用水 12](#_Toc23689)

[4.6 外加剂 12](#_Toc30955)

[4.7钢材、钢筋 13](#_Toc31684)

[5 混凝土制备 14](#_Toc1347)

[5.1混凝土配合比设计 14](#_Toc12662)

[5.2混凝土配合比的试配、调整与确定 15](#_Toc25400)

[5.3 混凝土制备性能检测 16](#_Toc25557)

[6 预制构件的生产 17](#_Toc13699)

[6.1一般规定 17](#_Toc18008)

[6.2原材料进场与验收 17](#_Toc16617)

[6.3构件的制作准备 18](#_Toc19958)

[6.4构件的设计与连接 18](#_Toc25793)

[6.5构件的成型与养护 19](#_Toc2555)

[本规程用词说明 21](#_Toc13103)

[引用标准名录 22](#_Toc11227)

附:[条文说明 24](#_Toc26672)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc98199345)

[2 Terms 2](#_Toc98199346)

[3 Basic requirements 3](#_Toc98199349)

[4 Raw materials 4](#_Toc98199350)

[4.1 Iron tailings waste rock fine aggregate 4](#_Toc98199351)

[4.2 Iron tailings waste rock coarse aggregate 7](#_Toc98199352)

[4.3 Mineral admixture 1](#_Toc98199353)1

[4.4 Cement 1](#_Toc98199355)2

[4.5 Mixing water 1](#_Toc98199356)2

[4.6 Chemical admixtures 1](#_Toc98199357)2

[4.7 Steel and reinforcement 1](#_Toc98199358)3

[5 Concrete preparation 1](#_Toc98199359)4

[5.1 Concrete mix design 1](#_Toc98199360)4

[5.2 Trial mix, adjustment and determination of concrete mix proportion 1](#_Toc98199361)5

[5.3 Concrete preparation performance test 1](#_Toc98199362)6

[6 Production of prefabricated components 1](#_Toc98199363)7

[6.1 General provisions 1](#_Toc98199364)7

[6.2 Mobilization and acceptance of raw materials 1](#_Toc98199365)7

[6.3 Fabrication preparation of components 1](#_Toc98199366)8

[6.4 Design and connection of components 1](#_Toc98199367)8

[6.5 Forming and curing of components 1](#_Toc98199368)9

[Explanation of wording in this specification 2](#_Toc98199369)1

[List of quoted standards 2](#_Toc98199370)2

[Addition：](#_Toc98199371)[Explanation of provisions](#_Toc37150539) [2](#_Toc98199371)4

## 总 则

**1.0.1** 为规范铁尾矿废石在预制混凝土构件中的应用，确保原材料安全、合理的配合比设计流程、生产制度及养护措施等，做到铁尾矿废石在预制混凝土构件中的安全、合理、高效应用，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于预制构件中掺入铁尾矿废石骨料的水泥混凝土，包括原材料、混凝土制备、预制构件的生产。

**1.0.3** 铁尾矿废石骨料在预制构件中应用技术，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

**2.0.1** 工业固体废物 Industrial solid wastes

系指未被列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的GB5085 鉴别标准和GB5086 及GB/T 15555鉴别方法判定不具有危险特性的一般工业固体废物。

**2.0.2** 铁尾矿废石Iron tailings waste rock

在铁尾矿采矿场内，剥离的围岩及不含工业价值的脉石统称为铁尾矿废石。

**2.0.3** 铁尾矿废石骨料 Iron tailings waste stone aggregate

铁尾矿废石经机械破碎、筛分制成的，颗粒粒径大于4.75mm的为铁尾矿废石粗骨料，颗粒粒径小于4.75mm为铁尾矿废石细骨料。

**2.0.4** 复合矿物掺合料 compound mineral admixtures

指采用多种矿物原料，单独粉磨至规定的细度后再按一定的比例复合、或者多种矿物原料按一定的比例混合后粉磨达到规定细度并符合规定活性指数的粉体材料。

**2.0.5** 放射性 Radionuclide

铁尾矿废石中的天然放射性核素镭-226、钍-232和钾-40的放射性比活度。

**2.0.6** 可浸出重金属 Leachable heavy metals

铁尾矿废石经浸出实验后，可溶解在浸出液中的重金属。

## 3 基本规定

**3.0.1** 铁尾矿废石骨料混凝土的性能及试验方法，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 50081、《混凝土质量控制标准》GB 50164和《普通混凝土长期性能和耐久性试验方法标准》GB/T 50082的有关规定。

**3.0.2** 对耐久性要求的混凝土配合比设计，应符合现行国家标准《混凝土耐久性设计规范》GB/T 50476的有关规定。对固废混凝土预制构件耐久性有设计要求的混凝土应进行相关耐久性试验验证。

## 

## 4 原材料

### 4.1 铁尾矿废石细骨料

**4.1.1** 铁尾矿废石细骨料按类别分为Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类，应符合表4.1.1的规定。

**表4.1.1 级配类别**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 级配区 | 2区 | 1、2、3区 | |

**4.1.2**  铁尾矿废石细骨料技术要求应符合下列规定：

**1** 细骨料的颗粒级配应符合表4.1.2-1的规定。细骨料的实际颗粒级配除4.75mm和600µm筛档外，可以略有超出，但各级累计筛余超出值应不大于5%。

**表4.1.2-1 颗粒级配**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 级配区 | 1区 | 2区 | 3区 |
| 方筛孔 | 累计筛余/% | | |
| 4.75mm | 10~0 | 10~0 | 10~0 |
| 2.36mm | 35~5 | 25~0 | 15~0 |
| 1.18mm | 65~35 | 50~10 | 25~0 |
| 600µm | 85~71 | 70~41 | 40~16 |
| 300µm | 95~80 | 92~70 | 85~55 |
| 100µm | 97~85 | 94~80 | 94~75 |

**2** 细骨料石粉含量和泥块含量应符合表4.1.2-2的规定。

**表4.1.2-2 含泥量、石粉含量和泥块含量**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 石粉含量（按质量计）/% | | | 泥块含量（按质量计）/% | | |
|  | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 石粉含量和泥块含量  （MB值≤1.4或快速法试验合格）\* | ≤10.0 | | | 0 | ≤1.0 | ≤2.0 |
| 石粉含量和泥块含量  （MB值＞1.4或快速法试验不合格） | ≤1.0 | ≤3.0 | ≤5.0 | 0 | ≤1.0 | ≤2.0 |
| \*此标准根据使用地区和用途，经试验验证，可由供需双方协商确定。 | | | | | | |

**3** 有害物质限量应符合表4.1.2-3的规定，重金属可浸出浓度限值应符合表4.1.2-4的规定。

**表4.1.2-3 有害物质限量**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 云母/% | ≤1.0 | ≤2.0 | |
| 轻物质/% | ≤1.0 | | |
| 有机物 | 合格 | | |
| 硫化物及硫酸盐  （以SO3质量计）/% | ≤0.5 | | |
| 氯化物  （以氯离子质量计）/% | ≤0.01 | ≤0.02 | ≤0.06 |
| 放射性IRa及Ir | ≤1.0 | | |

**表4.1.2-4 重金属可浸出浓度限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 重金属 | 限值（mg/L） |
| 砷 | 0.1 |
| 铅 | 0.3 |
| 镉 | 0.03 |
| 铬 | 0.2 |
| 铜 | 1.0 |
| 镍 | 0.2 |
| 锌 | 1.0 |
| 锰 | 1.0 |

**4** 细骨料坚固性指标采用硫酸钠溶液法进行试验，质量损失应符合表4.1.2-5的规定。

**表4.1.2-5 坚固性指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 质量损失/% | ≤8 | | ≤10 |

**5** 细骨料压碎指标应符合表4.1.2-6的规定。

**表4.1.2-6 压碎指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 单极最大压碎指标/% | ≤20 | ≤25 | ≤30 |

**6** 经碱骨料反应试验后，试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象，在规定的试验期龄膨胀率应小于0.10%。

**7** 细骨料表观密度应不小于2500kg/m3、松散堆积密度应不小于1500kg/ m3、空隙率应不大于44%。当用户要求时，应报告其实测值。

**8** 含水率和吸水率应符合表4.1.2-7的规定。

**表4.1.2-7 含水率和吸水率指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 含水率/% | 依报告实测值 | | |
| 吸水率/% | ≤1.0 | ≤2.0 | |

**4.1.3** 试样取样方法、取样数量、试样处理、颗粒级配、含泥量、石粉含量和泥块含量、有害物质、坚固性、含水率和吸水率按GB/T 14684的规定执行，重金属可浸出浓度按GB/T 30810的规定执行，放射性按GB 6566的规定执行。

**4.1.4** 检验规则应符合下列规定：

**1** 检验分类包括出厂检验和型式检验。出厂检验项目包括颗粒级配、石粉含量（含亚甲蓝试验）、泥块含量、集料碱活性；型式检验项目包括4.1.2的要求。有下列情况之一时，应进行型式检验：

1）原材料源或生产工艺发生变化时；

2）停产一个月或更长时间后恢复生产时；

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，每年进行一次。

**2** 组批规则按GB/T 14684的规定执行。

**3** 判定规则应符合下列规定：

1）出厂检验判定。型式检验合格报告在有效期内，且出厂检验报告符合相应类别的要求，则判定为该批产品检验合格；

2）型式检验判定。试验结果符合4.1.2的要求，则判定该批产品合格。有两项或两项以上不符合标准规定的，则判定该批产品不合格。若有一项不符合标准，则应从同一批产品中加倍取样，对该项进行复检。若复检符合标准规定，则判定该产品合格；若复检仍不符合标准规定，则判定该批产品不合格。

#### 4.1.5 标志、贮存和运输应符合下列规定：

**1** 产品出厂时，生产厂应提供产品质量合格证书，其内容包括：

1）产品的规格和生产厂信息；

2）批量编号及供货数量；

3）出厂检验结果、日期及执行标准编号；

4）合格证编号及发放日期；

5）检验部门及检验人员签章。

**2** 铁尾矿废石细骨料应按规格单独堆放和运输，为防止人为碾压、混合及污染产品，运输时，应有必要的防遗撒设施，严禁污染环境。

### 4.2铁尾矿废石粗骨料

#### 4.2.1 铁尾矿废石粗骨料按类别分为Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类。

#### 4.2.2 铁尾矿废石粗骨料技术要求应符合下列规定：

**1** 颗粒级配应符合表4.2.2-1的规定。

**表4.2.2-1 颗粒级配**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称粒级mm | | 累计筛余/% | | | | | | | | | | | |
| 方孔筛/mm | | | | | | | | | | | |
| 2.36 | 4.75 | 9.50 | 16.0 | 19.0 | 26.5 | 31.5 | 37.5 | 53.0 | 63.0 | 75.0 | 90 |
| 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 | 0 | — | — | — | — |
| 5~40 | — | 95~100 | 70~90 | — | 30~65 | — | — | 0~5 | 0 | — | — | — |
| 单粒粒级 | 5~10 | 95~100 | 80~100 | 0~15 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 10~16 | — | 95~100 | 80~100 | 0~15 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| 10~20 | — | 95~100 | 85~100 | — | 0~15 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| 16~25 | — | — | 95~100 | 55~70 | 25~40 | 0~10 | 0 | — | — | — | — | — |
| 16~31.5 | — | 95~100 | — | 85~100 | — | — | 0~10 | 0 | — | — | — | — |
| 20~40 | — | — | 95~100 | — | 80~100 | — | — | 0~10 | 0 | — | — | — |
| 25~31.5 | — | — | — | 95~100 | — | 80~100 | 0~10 | 0 | — | — | — | — |
| 40~80 | — | — | — | — | 95~100 | — | — | 70~100 | — | 30~60 | 0~10 | 0 |

**2** 粗骨料泥粉含量、泥块和针片状颗粒含量应符合表4.2.2-2的规定。

**表4.2.2-2 泥粉含量、泥块和针片状颗粒含量**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 指标 | | |
| Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 泥粉含量（质量分数）/% | ≤0.5 | ≤1.5 | ≤2.0 |
| 泥块含量（质量分数）/% | ≤0.1 | ≤0.2 | ≤0.7 |
| 针片状颗粒（质量分数）/% | ≤5 | ≤8 | ≤15 |

**3** 有害物质含量应符合表4.2.2-3的规定，重金属可浸出浓度限值应符合表4.2.2-4的规定。

**表4.2.2-3 有害物质含量**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 指标 | | |
| Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 有机物 | 合格 | 合格 | 合格 |
| 硫化物及硫酸盐（so3质量计）/% | ≤0.5 | ≤1.0 | ≤1.0 |
| 放射性IRa及Ir | ≤1.0 | | |

**表4.2.2-4 重金属可浸出浓度限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 重金属 | 限值（mg/L） |
| 砷 | 0.1 |
| 铅 | 0.3 |
| 镉 | 0.03 |
| 铬 | 0.2 |
| 铜 | 1.0 |
| 镍 | 0.2 |
| 锌 | 1.0 |
| 锰 | 1.0 |

**4** 坚固性指标应符合表4.2.2-5的规定。

**表4.2.2-5 坚固性指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 指标 | | |
| Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 质量损失/% | ≤5 | ≤8 | ≤12 |

**5** 铁尾矿废石粗骨料在水饱和状态下，其抗压强度火成岩应不小于80MPa，变质岩应不小于60MPa，水成岩应不小于30MPa。

**6** 压碎指标应符合表4.2.2-6的规定。

**表4.2.2-6 压碎指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 压碎指标/% | ≤10 | ≤20 | ≤30 |

**7** 粗骨料表观密度应大于2600kg/m3，连续级配松散堆积空隙率、吸水率应符合表4.2.2-7的规定。

**表4.2.2-7 粗骨料连续级配松散堆积空隙率、吸水率**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 空隙率/% | ≤43 | ≤45 | ≤47 |
| 吸水率/% | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤2.5 |

**8** 经碱集料反应试验后，由铁尾矿废石粗骨料制备的混凝土试件无裂缝、酥裂等现象，在规定的试验龄期膨胀率应小于0.10%。

**9** 含水率和堆积密度根据实际报告其实测值。

**4.2.3** 试样取样方法、取样数量、试样处理、颗粒级配、含泥量、泥块和针片状颗粒含量含量、有害物质、坚固性、压碎指标、粗骨料连续级配松散堆积空隙率、吸水率按GB/T 14684的规定执行，重金属可浸出浓度按GB/T 30810的规定执行，放射性按GB 6566的规定执行。

**4.2.4** 检验规则应符合下列规定：

**1** 检验分类包括出厂检验和型式检验。出厂检验项目包括松散堆积密度、颗粒级配、泥块含量、针片状含量，连续级配的石子应进行空隙率检验，吸水率应根据用户需要进行检验；型式检验项目包括4.2.2的要求。有下列情况之一时，应进行型式检验：

1）原材料源或生产工艺发生变化时；

2）停产一个月或更长时间后恢复生产时；

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，每年进行一次。

**2** 组批规则按GB/T 14684的规定执行。

**3** 判定规则应符合下列规定：

1）出厂检验判定。型式检验合格报告在有效期内，且出厂检验报告符合相应类别的要求，则判定为该批产品检验合格；

2）型式检验判定。试验结果符合4.2.2的要求，则判定该批产品合格。有两项或两项以上不符合标准规定的，则判定该批产品不合格。若有一项不符合标准，则应从同一批产品中加倍取样，对该项进行复检。若复检符合标准规定，则判定该产品合格；若复检仍不符合标准规定，则判定该批产品不合格。

#### 4.2.5 标志、贮存和运输应符合下列规定：

**1** 产品出厂时，生产厂应提供产品质量合格证书，其内容包括：

1）产品的规格和生产厂信息；

2）批量编号及供货数量；

3）出厂检验结果、日期及执行标准编号；

4）合格证编号及发放日期；

5）检验部门及检验人员签章。

**2** 铁尾矿废石细骨料应按规格单独堆放和运输，为防止人为碾压、混合及污染产品，运输时，应有必要的防遗撒设施，严禁污染环境。

### 4.3矿物掺合料

**4.3.1** 铁尾矿废石预制混凝土构件用的矿物掺合料可采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、钢渣粉等。

**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 的规定。

**4.3.3** 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 的规定。

**4.3.4** 钢渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491的规定。

**4.3.5** 当采用其他矿物掺合料时，应通过充分试验进行验证，确定混凝土性能满足应用要求后再使用。

### 4.4水泥

**4.4.1** 水泥宜选用42.5级及以上硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。当采用其他硅酸盐水泥时，应通过充分试验进行验证，确定混凝土性能满足工程应用要求后再使用。

**4.4.2** 水泥性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175的规定。

### 4.5 拌和用水

**4.5.1** 拌和用水应符合现行行业标准《混凝土拌合物用水标准》JGJ63的规定。

**4.5.2** 混凝土用水的应用应符合下列规定：

**1** 未经处理的海水严禁用于钢筋混凝土和预应力混凝土；

**2** 当骨料具有碱活性时，混凝土用水不得采用混凝土企业生产设备洗刷水。

### 4.6 外加剂

**4.6.1** 外加剂应符合国家现行标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土防冻剂》JC 475和《混凝土膨胀剂》GB 23439的有关规定。

**4.6.2** 外加剂的应用除应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的相关规定外，尚应符合下列规定：

**1** 在固废混凝土中掺加外加剂时，外加剂应与固废骨料具有良好的适应性，其种类和掺量应经试验确定；

**2** 高强固废混凝土宜采用高性能减水剂；有抗冻要求的混凝土宜采用引气剂或引气减水剂；混凝土冬季施工可采用防冻剂；

**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** 宜采用液态外加剂。

### 4.7钢材、钢筋

**4.7.1** 钢材一般采用普通碳素钢。其中最常用的Q235低碳钢，其屈服点为235MPa，抗拉强度为375~500MPa。Q345低合金高强度钢，其塑性、焊接性良好，屈服强度为345MPa。

**4.7.2** 在装配整体式混凝土结构设计与施工中，应积极使用高强度钢筋，预制构件纵向钢筋宜使用高强度钢筋。

**4.7.3** 预埋件锚板用钢材应采用Q235、Q345级钢，钢材等级不应低于Q235B；钢材应符合《碳素结构钢》GB/T 700-2006的规定。预埋构件的锚筋应采用未经冷加工的热轧钢筋制作。

**4.7.4** 使用自动化机械设备进行钢筋加工与制作，可减少钢筋损耗且有利于质量控制，有条 件的应尽量采用。自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折，其性能应符合现行行业标准《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226的有关规定。

## 混凝土制备

### 5.1混凝土配合比设计

**5.1.1** 混凝土配合比设计应满足混凝土配制强度、拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的设计要求、力学性能、长期性能和耐久性能的试验方法应分别符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080、《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081和《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082的规定。

**5.1.2** 大掺量固废混凝土配合比设计，应符合现行行业标准 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定，混凝土性能应满足设计和施工要求。

**5.1.3** 除配制C15及其以下强度等级的混凝土外，混凝土的最小胶凝材料用量应符合表5.1.3的规定。

**表5.1.3 混凝土的最小胶凝材料用量**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 最大水胶比 | 最小胶凝材料用量（kg/m3） | | |
| 素混凝土 | 钢筋混凝土 | 预应力混凝土 |
| 0.60 | 250 | 280 | 300 |
| 0.55 | 280 | 300 | 300 |
| 0.50 | 320 | | |
| ≤0.45 | 330 | | |

**5.1.4** 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5.1.4的规定，预应力混凝土中矿物掺合料最大掺量

**表5.1.4 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（%） | |
| 采用硅酸盐水泥时 | 采用普通硅酸盐水泥时 |
| 粉煤灰 | ≤0.40 | 45 | 35 |
| >0.40 | 40 | 30 |
| 钢渣粉 |  | 30 | 20 |
| 复合掺合料 | ≤0.40 | 65 | 55 |
| >0.40 | 55 | 45 |

注：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；复合掺合料各组分的掺量不宜超过单掺时的最大掺量；在混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复合掺合料的规定。

**5.1.5** 混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合表5.1.5的要求。混凝土拌合物水溶性氯离子含量应按照现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》JTJ270中混凝土拌合物中氯离子含量的快速测定方法进行测定。

**表5.1.5 混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量**

|  |  |
| --- | --- |
| 环境条件 | 钢筋混凝土水溶性氯离子最大含量  （%，水泥用量的质量百分比） |
| 干燥环境 | 0.30 |
| 潮湿但不含氯离子的环境 | 0.20 |
| 潮湿但含有氯离子的环境、盐渍土环境 | 0.10 |
| 除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境 | 0.06 |

### 5.2混凝土配合比的试配、调整与确定

**5.2.1** 首先试拌。宜保持计算水胶比不变，以节约胶凝材料为原则，调整胶凝材料用量、用水量、外加剂用量和砂率等，直到混凝土拌合物性能符合设计和施工要求，然后修正计算配合比，提出试拌配合比。

**5.2.2** 应在试拌配合比基础上，进行混凝土强度试验，并应符合下列规定：

**1** 应至少采用三个不同的配合比，其中一个应为试拌配合比，另外两个配合比的水胶比较试拌配合比分别增加和减少0.05，用水量应与试拌配合比相同，砂率可分别增加和减少1%。外加剂掺量也做减少和增加的微调。

**2** 进行混凝土强度试验时，标准养护到28d或设计规定期龄时试压；也可同时多制作几组试件，按《早期推定混凝土强度试验方法标准》JGJ/T15早期推定混凝土强度，用于配合比调整，但最终应满足标准养护28d或者规定龄期的强度要求。

**5.2.3** 配合比应按照以下规定进行校正，校正系数**δ**按下式计算：

**δ=** （5.2.3）

实测值与计算值之差的绝对值不超过计算值的2%时，配合比可维持不变；当二者之差超过2%时，应将配合比中每项材料用量均乘以校正系数**δ**。

**5.2.4** 生产单位可根据常用材料设计出常用的混凝土配合比备用，并应在启用过程中予以验证或调整。遇到下列情况之一时，应重新进行配合比设计：

**1** 对混凝土性能有特殊要求时；

**2** 水泥、外加剂或矿物掺合料等原材料品种、质量有显著变化时。

### 5.3 混凝土制备性能检测

**5.3.1**  大掺量固废混凝土，配合比宜有必要的技术说明，包括生产时的调整要求。

**5.3.2** 混凝土中氯化物和碱含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》（2015版）GB 50010-2010得相关规定和设计要求。

**5.3.3** 混凝土中不得掺加对钢材有锈蚀作用的外加剂。

**5.3.4** 预制构件混凝土强度等级不宜低于C30，预应力混凝土构件的混凝土等级不宜低于C40，且不应低于C30。

**5.3.5** 龄期检测参照GB/T 50082-2009《普通混凝土力学性能试验方法标准》。

**5.3.6** 混凝土强度应进行分批进行检验评定。一个检验批的混凝土应由强度等级相同、试验龄期相同、生产工艺条件和配合比基本相同的混凝土组成。

## 6 预制构件的生产

### 6.1一般规定

**6.1.1**  预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。  
**6.1.2**  预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制定生产方案；生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。  
**6.1.3**  预制构件用混凝土的工作性应根据产品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55和《高强混凝土应用技术规程》JGJ／T 281等的规定。  
**6.1.4**  预制结构构件采用钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，每种规格的连接接头试件数量不应少于3个。  
**6.1.5**   预制构件用钢筋的加工、连接与安装应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204等的有关规定。

### 6.2原材料进场与验收

**6.2.1** 水泥、矿物掺合料、河砂和机制砂、外加剂等原材料进场应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164和本规程第4章的规定。

**6.2.2** 铁尾矿废石骨料因按照本规程第4章要求进行验收。

**6.2.3** 铁尾矿废石骨料的运输和堆放应符合以下规定：

**1** 铁尾矿废石骨料应按不同生产厂家、不同品种、不同性能、不同批号分批运输和堆放，严禁混杂；

**2** 铁尾矿废石骨料的运输和堆放应保证铁尾矿废石骨料的均匀性，避免分层；运输过程中应采取遮盖措施，堆放高度不宜超过2m，避免污染、压碎。铁尾矿废石骨料的堆放宜采用封闭式料场，应配备强制除尘及收尘装置；堆放场地应做硬化处理，并采取有效的排水措施，严禁露天堆放；

**3** 铁尾矿废石砂应采取防雨、防扬尘的措施。

### 6.3构件的制作准备

**6.3.1** 预制构件制作前，对带饰面砖或饰面板的构件，应绘制排砖图或排板图；对夹心外墙板，应绘制内外叶墙板的拉结件布置图及保温板排板图。

**6.3.2** 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外，尚应符合下列规定：  
   **1** 应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求；  
    **2** 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求；  
    **3** 预应力构件的模具应根据设计要求预设反拱。

### 6.4构件的设计与连接

**6.4.1** 预制构件设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定，并应符合下列规定：

**1** 根据结构方案和传力途径的要求，确定预制构件的布置及构造；

**2** 预制构件的设计应满足建筑使用功能，并符合标准化要求；

**3** 预制构件的形状、尺寸、重量等应充分考虑制作、运输、安装各环节的要求。

**6.4.2** 预制构件的设计应按下列不同状况，分别进行验算：

**1** 对持久设计状况，应对预制构件进行承载力、变形、裂缝验算；

**2** 对地震设计状况，应对预制构件进行承载力验算；

**3** 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定；

**4** 预制构件的配筋设计应便于工厂化生产和现场连接。同等设计强度下，宜统一钢筋规格，采用大直径、大间距的方式进行配筋设计。

**6.4.3** 预制构件连接应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011和《装配式混凝土结构设计规程》JGJ 1等有关规定，并应符合下列规定：

**1** 连接构造合理、传力直接、施工方便、能保证结构整体性；

**2** 预制构件的拼接部位宜设置在构件受力较小的部位；

**3** 连接节点不应先于构件破坏；

**4** 满足使用和施工阶段的承载力、稳定性和变形的要求。

**6.4.4** 纵向钢筋采用挤压套筒连接时，应符合下列规定：

**1** 预制构件之间应预留后浇带，后浇段高度或长度应根据挤压套筒接头安装工艺等确定；

**2** 挤压套筒接头应满足Ⅰ级接头的要求；

**3** 挤压套筒的尺寸，可根据被连接钢筋的牌号和直径，以及套筒所用钢材的力学性能和挤压工艺等确定。

### 6.5构件的成型与养护

**6.5.1** 构件成型工艺及工艺参数应符合有关标准规定和设计文件要求，并应与生产的产品相适应。

**6.5.2** 构件成型设备应符合有关标准规定和工艺要求，维护良好，运行可靠。

**6.5.3** 预制构件的固废混凝土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及其制品性能的要求；

**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，最高和恒温温度不宜超过65℃；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。

**6.5.4** 构件成型前应对混凝土拌合物稠度等进行检测，并取样制作混凝土强度试件。混凝土拌和物稠度和强度等应按照有关标准规定组批、取样和检测。

**6.5.5** 混凝土强度试件的制作数量应满足构件起吊强度、出厂强度和标准强度等检测需要。对预应力混凝土构件，还应制作用于检测预应力张拉和放张时混凝土强度的试件。

**6.5.6** 构件成型前必须逐件进行隐蔽项目检测和检查。隐蔽项目检测和检查的主要项目有模具、脱模剂及脱模剂涂刷、钢筋成品（骨架）质量、保护层控制措施、预留孔道、配件和埋件等。隐蔽项目检测和检查结果必须符合有关标准规定和设计文件要求后方可浇筑混凝土。

**6.5.7** 构件养护工艺及工艺参数应符合有关标准规定和设计文件要求，并应与生产的产品相适应。

**6.5.8** 构件养护设备应符合有关标准规定和工艺要求，维护良好，运行可靠。

# 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 规程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

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本规程；不注日期的，其最新版本适用于本规程。

《通用硅酸盐水泥》GB175

《建筑用砂石、卵石》GB/T 14685

《混凝土用水标准》JGJ 63

《建筑用砂》GB/T 14684

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491

《建筑材料放射性核素限量》GB 6566

《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》HJ/T 299

《混凝土外加剂》GB 8076

《混凝土结构设计规范》GB50010

《混凝土强度检验评价标准》GB/T 50107

《混凝土质量控制标准》GB 50164

《铁尾矿砂混凝土应用技术规范》GB 51032

《普通混凝土长期性能和耐久性试验方法标准》GB/T 50082

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50081

《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50082

《装配式混凝土结构设计规程》JGJ 1

《建筑抗震设计规范》GB 50011

中国工程建设标准化协会标准

铁尾矿废石骨料在预制混凝土构件中应用技术规程

T/CECS XXX-20xx

# 条文说明

目 次

[1 总 则 24](#_Toc8883)

[3 基本规定 25](#_Toc31014)

[4 原材料 26](#_Toc17979)

[4.1铁尾矿废石细骨料 26](#_Toc32358)

[4.2铁尾矿废石粗骨料 26](#_Toc1427)

[4.3矿物掺合料 26](#_Toc30509)

[4.4水泥 26](#_Toc2668)

[4.5拌和用水 27](#_Toc24629)

[4.6外加剂 27](#_Toc6458)

[4.7钢筋 27](#_Toc17470)

[5 混凝土制备 28](#_Toc29036)

[5.1混凝土配合比设计 28](#_Toc3550)

[5.2混凝土配合比的试配、调整与确定 28](#_Toc131)

[5.3混凝土制备性能检测 28](#_Toc29908)

[6 预制构件的生产 29](#_Toc1687)

[6.1一般规定 29](#_Toc19165)

[6.2原材料进场与验收 29](#_Toc76)

[6.3构件的制作准备 29](#_Toc19559)

[6.4构件的设计与连接 29](#_Toc2387)

[6.5构件的成型与养护 29](#_Toc31628)

# 1 总 则

**1.0.1** 砂石等原材料是工程建设中最基本且不可或缺的建筑材料。混凝土与水泥制品行业正面临新常态下天然砂石资源短缺，劳动力和环保成本持续上升等严峻挑战。与此同时，我国的固废存量日趋增多，综合利用难度大，资源利用率低，成为威胁国民健康和环境安全的重大隐患。以工业固废为处置对象，开展固废大掺量制备装配式建筑PC构件研究与应用，迈向绿色高端发展的关键技术途径，符合建筑绿色化这一国家重大战略需求。在制备预制构件过程中，必须规范和指导用于预制构件的工业固废混凝土的应用，保证预制构件生产满足施工要求，保障产品质量，推动我国建材产业的健康可持续发展。

**1.0.2**  本条明确了规程的适用范围。当铁尾矿废石应用于预制混凝土构件，本规程对预制混凝土构件用原材料性能、配合比设计、性能检测、原材料进场、验收、构件生产等环节作出规定。

**1.0.3**  本条规定了本规程与其它标准、规范的关系。

# 3 基本规定

**3.0.1**  本条文规定了铁尾矿废石骨料混凝土的性能及试验方法。

**3.0.2**  本条文规定了铁尾矿废石骨料混凝土预制构件耐久性设计及试验验证。

# 4 原材料

## 4.1铁尾矿废石细骨料

**4.1.1** 本条规定了铁尾矿废石细骨料的分类。

**4.1.2**  本条参照GBT\_14684《建设用砂》规定了铁尾矿废石细骨料的技术要求，包括细骨料颗粒级配、含泥量、石粉含量和泥块含量、有害物质限量、坚固性、碱集料反应、表观密度、松散堆积密度、空隙率、含水率和吸水率。

**4.1.3**  本条参照GBT 14684《建设用砂》规定了铁尾矿废石细骨料的试验方法。

**4.1.4** 本条参照GBT 14684《建设用砂》规定了铁尾矿废石细骨料的检验规则。

**4.1.5** 本条参照GBT 14684《建设用砂》规定了铁尾矿废石细骨料标志、贮存和运输。

## 4.2铁尾矿废石粗骨料

**4.2.1** 本条规定了铁尾矿废石粗骨料的分类。

**4.2.2**  本条参照GBT 14685《建设用碎石卵石》规定了铁尾矿废石粗骨料的技术要求，包括颗粒级配、泥块和针片状颗粒含量、有害物质含量、坚固性、强度、压碎指标、粗骨料表观密度、连续级配松散堆积空隙率、吸水率、碱集料反应、含水率和堆积密度。

**4.2.3** 本条参照GBT 14685《建设用碎石卵石》规定了铁尾矿废石细骨料的试验方法。

**4.2.4** 本条参照GBT 14685《建设用碎石卵石》规定了铁尾矿废石细骨料的检验规则。

**4.2.5** 本条参照GBT 14685《建设用碎石卵石》规定了铁尾矿废石细骨料标志、贮存和运输。

## 4.3矿物掺合料

**4.3.1~4.3.5**  规定了铁尾矿废石预制混凝土构件所用的矿物掺合料应符合相关标准要求。

## 4.4水泥

**4.4.1**  本条规定了铁尾矿废石预制混凝土构件所用的水泥品种。

**4.4.2**  本条规定了铁尾矿废石预制混凝土构件所用水泥应符合的标准

## 4.5拌和用水

**4.5.1** 本条规定了铁尾矿废石预制混凝土构件拌和用水应符合的标准。

**4.5.2** 未经处理海水和清洗回收水会对混凝土性能造成一定的影响，因此禁止使用该类水用于混凝土构件生产。

## 4.6外加剂

**4.6.1**  本条规定了铁尾矿废石预制混凝土构件外加剂应符合的标准。

**4.6.2**  铁尾矿废石预制混凝土构件用外加剂应与掺合料及固废骨料有良好的相容性。

## 4.7钢筋

**4.7.1~4.7.4** 规定了铁尾矿废石预制混凝土构件用钢筋应符合的标准。

# 5 混凝土制备

## 5.1混凝土配合比设计

**5.1.1**  本条规定了预制混凝土配制强度、拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能设计要求应符合的标准。

**5.1.2**  本条规定了铁尾矿废石预制混凝土配合比设计应符合的标准。

**5.1.3** 本条规定了铁尾矿废石预制混凝土最小胶材使用量。

**5.1.4** 本条规定了铁尾矿废石预制混凝土最大掺合料使用量应符合的标准。

**5.1.5**  本条规定了铁尾矿废石预制混凝土拌合水最大氯离子含量应符合的标准。

## 5.2混凝土配合比的试配、调整与确定

**5.2.1** 本条规定了铁尾矿废石预制混凝土试拌应符合的标准。

**5.2.2、5.2.3**  本条规定了铁尾矿废石预制混凝土配合比调整应符合的标准。

**5.2.4** 生产过程中原材料应与试配时采用的原材料一致。当出现原材料发生显著变化时，应对配合比重新进行试配调整。

## 5.3混凝土制备性能检测

**5.3.1~5.3.6**  铁尾矿废石预制混凝土配合比技术说明、混凝土中氯化物和碱当量、外加剂强度等级、性能检测应符合的标准。

# 6 预制构件的生产

## 6.1一般规定

**6.1.1~6.1.5**  规定了预制构件生产工艺设施、生产方案、工作性、钢筋套筒灌浆连接件及加工应符合的标准。

## 6.2原材料进场与验收

**6.2.1、6.2.2** 本条规定了原材料进场应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164的规定及本规程要求。

**6.2.3** 本条对铁尾矿废石骨料进场后的堆放、运输做了具体规定。强调应按不同品种，分批运输和堆放，在堆放时避免分层，并应采取防雨、防风、排水措施。

## 6.3构件的制作准备

**6.3.1、6.3.2**  规定了预制构件制作前、预制构件模具应符合的标准。

## 6.4构件的设计与连接

**6.4.1、6.4.2**  预制构件设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定及本规程要求。

**6.4.3、6.4.4** 预制构件连接应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011和《装配式混凝土结构设计规程》JGJ 1等有关规定本规程要求。

## 6.5构件的成型与养护

**6.5.1~6.5.8**  规定了预制构件养护工艺及工艺参数、构件养护设备、起吊和运送前的混凝土成型方法、养护条件及强度的基本要求。