**** T/CECSxxx-xxxx

中国工程建设协会标准

全固废胶凝材料装配式建筑应用技术规程

Technical specification for application of solid waste cementitious material in buildings

（征求意见稿）

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

全固废胶凝材料装配式建筑应用技术规程

Technical specification for application of solid waste cementitious material in buildings

**T/CECS xxx- xxxx**

主编单位：北京科技大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年XX月XX日

中国计划出版社

20XX年 北 京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会文件 “关于印发《2017年第二批工程建设协会标准制订、修订计划》的通知”（建标协字［2017］031号）的要求，规程编制组调查总结了我国固废胶凝材料的工程实践经验，参考国内外相关技术标准，进行了理论研究和验证试验，并在广泛征求意见的基础上编制了本规程。

本规程共分6章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、固废胶凝材料、固废胶凝材料砂浆、固废胶凝材料混凝土。

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提出并归口管理，由北京科技大学负责解释，在使用过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议寄往解释单位（地址：北京市海淀区学院路30号，邮政编码100083）。

**主 编 单 位**：北京科技大学

**参 编 单 位：**

**主要起草人**：

**主要审查人：**

**引 言**

固废胶凝材料是一种不含硅酸盐水泥熟料的新型胶凝材料，主要成分为矿渣、钢渣、脱硫石膏、粉煤灰、铁尾矿等固体废弃物。钢渣、铁尾矿作为大宗工业固体废弃物，在我国的综合利用率较低，在胶凝材料中应用较少。固废胶凝材料利用钢渣和脱硫石膏对矿渣、粉煤灰、铁尾矿等的激发形成胶凝性，在现代混凝土中具有技术可行性。该产品基于混凝土的需求而设计，能够显著提高混凝土的耐久性，克服混凝土搅拌站使用的粉体种类多、质量不稳定、混合不均匀等缺点，有助于实现全面推广应用高性能混凝土的国家目标，符合国家和地区产业可持续发展和低碳减排、生态发展的战略方向。

编制本规程将使固废胶凝材料的生产标准化，保证产品质量稳定，同时能够指导固废胶凝材料砂浆、混凝土生产和施工单位正确使用，使该产品的应用规范化，确保砂浆及混凝土质量，加快该技术和产品在全国的推广和应用。

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc10725828)

[2 术语 2](#_Toc10725829)

[3 基本规定 3](#_Toc10725832)

[4 固废胶凝材料 4](#_Toc10725835)

[4.1 分类和组分 4](#_Toc10725836)

[4.2 原材料 4](#_Toc10725837)

[4.3 技术要求 4](#_Toc10725838)

[4.4 试验方法 5](#_Toc10725839)

[4.5 进场检验和储存 6](#_Toc10725840)

[5 固废胶凝材料砂浆 7](#_Toc10725843)

[5.1 一般规定 7](#_Toc10725844)

[5.2 配合比设计 7](#_Toc10725845)

[5.3 制备与施工 8](#_Toc10725846)

[5.4 施工质量验收 9](#_Toc10725847)

[6 固废胶凝材料混凝土 10](#_Toc10725851)

[6.1 一般规定 10](#_Toc10725852)

[6.2 配合比设计 10](#_Toc10725853)

[6.3 制备与施工 11](#_Toc10725853)

[6.4 施工质量验收 12](#_Toc10725853)

[附录A 固废胶凝材料专用胶砂强度试验方法 13](#_Toc10725854)

[本规程用词说明 14](#_Toc10725857)

[引用标准名录 15](#_Toc10725858)

[附：条文说明 17](#_Toc529781458)

 **Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc10208701)

[2 Terms 2](#_Toc10208702)

[3 Bssic provisions 5](#_Toc10208705)

[4 Solid waste cementitious material 4](#_Toc10208708)

[4.1 Classification and composition 4](#_Toc10208709)

[4.2 Raw material 4](#_Toc10208710)

[4.3 Technical requirement 4](#_Toc10208711)

[4.4 Test method 5](#_Toc10208712)

[4.5 Entry inspection and storage 6](#_Toc10208713)

[5 Mortar of solid waste cementitious material 7](#_Toc10208716)

[5.1 General requirement 7](#_Toc10208717)

[5.2 Mix proortion design 7](#_Toc10208718)

[5.3 Preparation and construction 8](#_Toc10208719)

[5.4 Acceptance of construction quality 9](#_Toc10208720)

[6 Inspection and acceptance 10](#_Toc10208724)

[6.1 General requirement 10](#_Toc10208717)

[6.2 Mix proortion design 10](#_Toc10208718)

[6.3 Preparation and construction 11](#_Toc10208719)

[6.4 Acceptance of construction quality 1](#_Toc10208720)2

[Appendix A Strenght test method of special mortar
 solid waste cementitious material 13](#_Toc10208727)

[Explanation of wording in this code 14](#_Toc10208730)

[List of quoted standards 15](#_Toc10208731)

[Addition：Explanation of provisions 17](#_Toc529781458)

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家有关节约资源、保护环境的技术经济政策，规范固废胶凝材料在建筑工程中的应用，做到技术先进、经济合理、安全可靠、确保质量，特制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于固废胶凝材料在建筑工程中的应用。

**1.0.3** 固废胶凝材料在建筑工程中的应用除应符合本规程外，尚应符合国家和地方现行有关标准的规定。

# 2 术语

**2.0.1** 固废胶凝材料 solid waste cementitious material

以粒化高炉矿渣、钢渣、脱硫石膏、粉煤灰、铁尾矿等固体废弃物为原料制成的水硬性胶凝材料。

**2.0.2** 固废胶凝材料砂浆 solid waste cementitious material mortar

采用全固废胶凝材料配制的砂浆。

**2.0.3** 固废胶凝材料混凝土 solid waste cementitious material concrete

采用固废胶凝材料配制的混凝土。

**2.0.4** 固废胶凝材料制品

采用固废胶凝材料，经搅拌、成型、养护等工艺过程制成的管、杆、桩、砖、瓦等制品。

**2.0.5** 通用胶砂强度 the strength of general mortar

采用固废胶凝材料替代水泥，按《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T17671进行试验，得到的各龄期的胶砂强度。

**2.0.6** 专用胶砂强度 the strength of special mortar

采用固废胶凝材料掺入适量聚羧酸高性能减水剂，在水胶比为0.3、胶砂流动度180mm～220mm条件下制备的胶砂试件的各龄期强度。

# 3 基本规定

**3.0.1** 采用固废胶凝材料配制砂浆和混凝土时，不应再加入水泥和其他矿物掺合料。

**3.0.2** 采用固废胶凝材料配制砂浆和混凝土时，宜采用相对较低的水胶比和较低的单方用水量。

**3.0.3** 固废胶凝材料砂浆和混凝土施工后应加强保温保湿养护，确保养护及时、充分、有效。

**3.0.4** 在满足设计要求的条件下，固废胶凝材料混凝土的耐久性评定宜采用56d或更长龄期。

**3.0.5** 固废胶凝材料制品的性能与质量要求应符合相应制品的现行国家标准和行业标准的规定。

# 4 固废胶凝材料

**4.1 分类、组分**

**4.1.1** 固废胶凝材料按不同强度分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个等级。

**4.1.2** 固废胶凝材料的组分应符合表4.1.2的规定。

**表4.1.2 固废胶凝材料的组分**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 组分 （%） | 适用范围 |
| 矿渣 | 钢渣 | 脱硫石膏 | 粉煤灰 | 铁尾矿 |
| Ⅰ | ≥30且＜45 | ＞30且＜50 | ＞10且≤20 | ＜10 | ＜10 | C20及以下混凝土、M15及以下砂浆 |
| Ⅱ | ≥40且＜60 | ＞30且＜40 | ＞10且≤20 | ＜5 | ＜5 | C25-C55混凝土、M20及以上砂浆 |
| Ⅲ | ≥45且＜60 | ＞30且＜35 | ＞10且≤20 | ＜5 | ＜5 | C60-C80混凝土 |

**4.2 原材料**

**4.2.1** 粒化高炉矿渣应符合《用于水泥中的粒化高炉矿渣》GB/T 203的有关规定。

**4.2.2** 石膏应符合《用于水泥中的工业副产石膏》GB/T 21371规定且满足产品质量要求的工业副产石膏。

**4.2.3** 尾矿应采用主要含SiO2、Al2O3、Fe2O3、FeO2、CaO、MgO、K2O、Na2O的铁尾矿。当采用含富硫化物的铁尾矿时，应将总硫含量控制在1%以下。铁尾矿的烧失量应小于8%。

**4.2.4** 粉煤灰应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596中规定的Ⅰ级和Ⅱ级粉煤灰。

**4.2.5** 钢渣应符合《用于水泥中的钢渣》YB/T 022的有关规定。

**4.3 技术要求**

**4.3.1** 固废胶凝材料的化学成分应符合表4.3.1的规定。

**表4.3.1 固废胶凝材料化学组成**

|  |  |
| --- | --- |
| 化学成分 | 指 标 |
| 三氧化硫/ % | ≥5.0且＜12.0 |
| 氯离子含量/ % | ≤0.06 |

**4.3.2** 固废胶凝材料强度要求应符合表4.3.2的规定。

**表4.3.2 固废胶凝材料强度要求**

| 强度 | 等级 | 抗压强度 | 抗折强度 |
| --- | --- | --- | --- |
| 3d | 28d | 56d | 3d | 28d | 56d |
| 通用胶砂强度（MPa） | Ⅰ | ≥4.0 | ≥20.0 | ≥22.5 | ≥1.0 | ≥3.5 | ≥4.0 |
| Ⅱ | ≥5.0 | ≥25.0 | ≥32.5 | ≥2.5 | ≥4.5 | ≥5.5 |
| Ⅲ | ≥8.0 | ≥30.0 | ≥42.5  | ≥3.0 | ≥6.0 | ≥7.0 |
| 专用胶砂强度（MPa） | Ⅰ | ≥10.0 | ≥30.0 | ≥40.0 | ≥2.0 | ≥5.0 | ≥6.0 |
| Ⅱ | ≥15.0 | ≥45.0 | ≥55.0 | ≥4.0 | ≥7.0 | ≥8.0 |
| Ⅲ | ≥20.0 | ≥50.0 | ≥60.0 | ≥5.0 | ≥8.5 | ≥9.5 |

**4.3.3** 固废胶凝材料其他物理性能应符合表4.3.3的规定。

**表4.3.3 固废胶凝材料其他物理性能**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 |
| 密度/g/cm3 | ≥2.8 |
| 细度（45μm方孔筛筛余）/% | ≤10.0 |
| 标准稠度用水量/% | ≤28.5 |
| 初凝时间/min | ≥60 |
| 终凝时间/min | ≤600 |
| 安定性（沸煮法和压蒸法） | 合格 |

**4.3.4** 固废胶凝材料的放射性要求应符合《建筑材料放射性核素限量》GB /T 6566的规定。

**4.3.5** 固废胶凝材料的浸毒性要求应符合《危险废物鉴别标准、浸出毒性鉴别》GB 5085.3的规定。

**4.3.6** 铅锌铁尾矿有害物质除应符合本规程第4.3.4条和第4.3.5条的规定外，还应符合我国环保和有关安全标准的规定，不得对人体、生物、环境及混凝土、砂浆性能产生有害影响。

**4.4 试验方法**

**4.4.1** 三氧化硫测试应按《水泥化学分析方法》GB/T 176的规定执行。

**4.4.2**  氯离子含量测试应按《水泥原料中氯离子化学分析方法》JC/T 420的规定执行。

**4.4.3**  固废胶凝材料强度试验应符合下列规定：

**1** 通用胶砂强度应按《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671的规定执行；

**2** 在进行胶砂强度检验时，其用水量按0.50水灰比和胶砂流动度不小于180mm来确定；当流动度小于180mm时，应以0.01的整倍数递增的方法将水灰比调整至胶砂流动度不小于180mm；

**3** 胶砂流动度试验应按《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419进行，其中胶砂制备应按《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671的规定执行；

**4** 固废胶凝材料专用胶砂强度试验方法应按附录A的规定执行。

**4.4.4**  细度（45μm方孔筛筛余）应按《水泥细度检验方法（筛析法）》GB/T 1345的规定执行。

**4.4.5** 标准稠度用水量、凝结时间和安定性应按《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346的规定执行。

**4.4.6** 放射性应按《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的规定执行。

**4.4.7** 浸毒性应按《固体废物、浸出毒性浸出方法（翻转法）》GB 5086.1的规定执行。

**4.5 进场检验和储存**

**4.5.1** 同一批次的散装固废胶凝材料应按每500t为一个检验批；袋装固废胶凝材料应按每200t为一个检验批。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。

**4.5.2**固废胶凝材料进场时，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。

**4.5.3** 固废胶凝材料进场时，应对材料的品种、外观、规格、生产日期等进行检查，并按检验批随机抽取样品进行检验，取样方法按GB12573进行，检验项目为4.3.2和4.3.3。每个检验批检验不得少于1次。

**4.5.4** 固废胶凝材料应单独储存，并应防止受潮和混入杂物。出现结块的胶凝材料不得用于砂浆和混凝土制备。

**4.5.5** 固废胶凝材料出厂超过三个月应进行复检，检验合格方可使用。

# 5 固废胶凝材料砂浆

**5.1 一 般 规 定**

**5.1.1** 固废胶凝材料可用于配制砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆。

**5.1.2** 应采用低水胶比、低单位体积用水量来提高砂浆强度及耐久性，M15及以上强度等级砂浆的设计用水量不宜超过300kg/m3。

**5.1.3** 固废胶凝材料砂浆的其他原材料应符合国家现行标准《预拌砂浆》GB/T 25181和《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的规定。

**5.1.4** 冬期砂浆施工时，施工环境温度不宜低于10℃，当温度低于10℃时，应采取保证工程质量的措施。冬期砂浆施工还应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的相关规定。

**5.1.5** 固废胶凝材料抹灰砂浆应符合现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的规定；当采用机械喷涂抹灰施工时，固废胶凝材料抹灰砂浆还应符合现行行业标准《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105的规定。

**5.1.6** 固废胶凝材料砂浆用于建筑砌体结构时，尚应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的相关规定。

**5.2 配合比设计**

**5.2.1 主要参数**

配制各强度等级砂浆时胶凝材料用量及用水量选择范围宜符合表5.2.1。

**表5.2.1 各强度等级砂浆材料用量选择范围 单位：kg/m3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 强度等级 | 胶凝材料用量 | 砂 | 用水量 |
| M5 | 200-240 | 砂的堆积密度值 | 250-320 |
| M7.5 | 240-270 |
| M10 | 270-300 |
| M15 | 300-340 |
| M20 | 320-380 |
| M25 | 350-400 |
| M30 | 420-480 |
| 1. 胶凝材料用量及用水量范围适用于现场配制砂浆；
2. 施工现场气候炎热或干燥季节，可适量增加用水量。
 |

**5.2.2 配合比计算与试配**

**1**  应根据砂浆设计强度等级、施工方法要求、外加剂性能和耐久性指标要求以及本规程5.2.1的规定，初步确定胶凝材料用量和用水量；

**2** 每立方米砂浆中的砂用量，应按干燥状态（含水率小于0.5%）的堆积密度值作为计算值；

**3** 砂浆中可掺入保水增稠材料、外加剂等，掺量应经过试配确定；

**4** 砂浆配合比的试配、调整和确定应按《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98的规定执行。

**5.3 制备与施工**

**5.3.1** 在专业生产厂以预拌方式生产的固废胶凝材料砂浆，其制备应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的相关规定，其施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的相关规定。

**5.3.2** 现场配制的固废胶凝材料砂浆，其原材料储存与计量应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181中有关湿拌砂浆的规定。

**5.3.3** 现场配制的固废胶凝材料砂浆时，宜采用强制式搅拌机搅拌，并应拌合均匀。搅拌时间应符合下列规定：

**1** 仅由固废胶凝材料、细骨料和水配制的砂浆，从全部材料投料完毕开始计算，搅拌时间不宜少于120s；

**2** 掺有外加剂或添加剂的砂浆，从全部材料投料完毕开始计算，搅拌时间不宜少于180s；

**3** 具体搅拌时间可根据搅拌机的技术参数经试验确定。

**5.3.4** 现场配制的固废胶凝材料砂浆的使用应符合下列规定：

**1** 现场配制的固废胶凝材料砂浆宜在拌制后的4h内用完；当施工环境最高气温超过30℃时，宜在拌制后的3h内用完；

**2** 掺用缓凝成分的砂浆，其使用时间可根据具体情况适当延长；

**3** 现场拌制好的砂浆应采取防止水分蒸发的措施；夏季应采取遮阳措施，冬季应采取保温措施；砂浆存放地点的温度宜为10-35℃；

**4** 当砂浆拌合物出现少量泌水现象，使用前应再拌合均匀；

**5** 现场配制的固废胶凝材料砂浆施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的相关规定。

**5.4 施工质量验收**

**5.4.1** 固废胶凝材料砌筑砂浆、地面砂浆和预拌抹灰砂浆的施工质量验收应按现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的规定执行；现场配制的固废胶凝材料抹灰砂浆的施工质量验收应按现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的规定执行。

# 6 固废胶凝材料混凝土

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 固废胶凝材料混凝土用原材料应符合下列规定：

**1** 骨料应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684和《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的规定；

**2** 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076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。外加剂与固废胶凝材料的适应性应经试验验证；

**3** 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。

**6.1.2**  固废胶凝材料可用于配制C10-C80强度等级的混凝土。

**6.1.3** 应采用低水胶比、低单位体积用水量来提高混凝土耐久性，C25及以上强度等级混凝土的设计用水量不宜超过175kg/m3。

**6.1.4** 固废胶凝材料混凝土的养护时间不应少于14d。

**6.1.5** 固废胶凝材料混凝土的耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的相关规定。

**6.2 配合比设计**

**6.2.1** 固废胶凝材料混凝土配合比设计应满足混凝土和易性、强度和耐久性要求。

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

**6.2.3 主要参数**

配制各强度等级固废胶凝材料混凝土时水胶比、各强度等级预拌混凝土中固废胶凝材料用量宜符合表6.2.3的规定。

**表6.2.3水胶比、固废胶凝材料用量表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 强度等级 | 水胶比 | 胶凝材料用量，kg/m3 |
| C10 | 0.55-0.58 | ≥320 |
| C15 | 0.53-0.56 | ≥340 |
| C20 | 0.51-0.54 | ≥350 |
| C25 | 0.43-0.48 | ≥365 |
| C30 | 0.39-0.44 | ≥375 |
| C35 | 0.37-0.42 | ≥390 |
| C40 | 0.34-0.39 | ≥410 |
| C45 | 0.32-0.37 | ≥430 |
| C50 | 0.30-0.33 | ≥450 |
| C55 | 0.27-0.30 | ≥475 |
| C60 | 0.24-0.27 | ≥500 |
| C65 | 0.23-0.26 | ≥515 |
| C70 | 0.22-0.25 | ≥530 |
| C75 | 0.20-0.23 | ≥545 |
| C80 | 0.19-0.22 | ≥560 |
| 注1：本表水胶比范围适用于预拌混凝土；注2：混凝土抗冻等级要求≥F200时，水胶比不宜大于0.40。 |

**6.2.4 配合比计算与试配**

**1** 应根据混凝土设计强度等级、施工方法要求和耐久性指标要求以及本规程6.2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；

**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；

**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。

**6.3 制备与施工**

**6.3.1** 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。每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。混凝土原材料的计量允许偏差应符合表6.3.1的规定，并应每班检查1次。

**表6.3.1 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。 |

**6.3.2**  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。

**6.3.3** 混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，并应搅拌均匀。混凝土搅拌的最短时间宜通过生产性试验确定，不宜少于40s。

**6.3.4** 混凝土的匀质性应满足：混凝土中砂浆密度的相对误差不大于0.8%，粗骨料质量的相对误差不大于5%，按《混凝土搅拌机》GB/T 9142的规定进行试验。

**6.3.5** 应采用与胶凝材料相容性较好的聚羧酸减水剂，混凝土用水量中应扣除减水剂溶液中的水量。

**6.3.6** 固废胶凝材料混凝土的运输应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《预拌混凝土》GB/T 14902的相关规定。

**6.3.7** 固废胶凝材料混凝土的浇筑和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的相关规定。

**6.3.8** 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、边拆边覆盖的拆模工艺。拆除模板时，不得影响或中断混凝土的养护工作。

**6.3 施工质量验收**

**6.4.1** 对近期无承载要求的固废胶凝材料混凝土结构的强度可按56d或84d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。

**6.4.2** 固废胶凝材料混凝土施工质量验收尚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。

# 附录A 固废胶凝材料专用胶砂强度试验方法

**A.0.1 范围**

本附录规定了固废胶凝材料专用胶砂强度试验方法，适用于固废胶凝材料专用胶砂强度的测定。

**A.0.2 原理**

现代混凝土普遍掺加掺合料和外加剂，水胶比显著降低，专用胶砂强度中聚羧酸高性能减水剂掺量是以水胶比为0.30、胶砂流动度在180-220mm的掺量为准，其它方法按《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671测定的胶砂强度。

**A.0.3 材料**

**1** 聚羧酸高性能减水剂应符合《混凝土外加剂》GB 8076标准型高性能减水剂指标要求；

**2** 标准砂符合GB/T 17671规定的ISO标准砂；

**3** 采用洁净的饮用水。

**A.0.4 仪器设备**

天平、搅拌机、振实台或振动台、抗折强度试验机、抗压强度试验机等均应符合GB/T 17671的规定。

**A.0.5 试验步骤**

**1** 专用胶砂配比按表A.0.5的规定；

**表A.0.5 专用胶砂配比** 单位：克

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 固废胶凝材料 | ISO标准砂 | 水 | 减水剂 |
| 450±2 | 1350±5 | 135±1 | 以胶砂流动度在180mm-220mm为准 |

**2** 将专用胶砂分别按GB/T 17671规定进行搅拌、试体成型和养护；

**3** 试件养护至规定时间天，按GB/T 17671规定分别测定专用胶砂抗折和抗压强度。

**A.0.6　试验结果计算**

按GB/T 17671规定进行计算，计算结果精确至0.1MPa。

# 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** 标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应符合‥‥‥的规定”或“应按‥‥‥执行”。

# 引用标准名录

1. 《水泥化学分析方法》 GB/T 176
2. 《水泥密度测定方法》 GB/T 208
3. 《水泥细度检验方法（筛析法）》 GB/T 1345
4. 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》 GB/T 1346
5. 《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》 GB/T 17671
6. 《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419
7. 《混凝土外加剂》 GB 8076
8. 《建设用砂》 GB/T 14684
9. 《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685
10. 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
11. 《危险废物鉴别标准、浸出毒性鉴别》 GB 5085.3
12. 《固体废物、浸出毒性浸出方法（翻转法）》 GB 5086.1
13. 《预拌砂浆》 GB/T 25181
14. 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
15. 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
16. 《普通混凝土力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
17. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
18. 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
19. 《建筑装饰装修工程质量验收规范》 GB 50210
20. 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 GB/T 50733
21. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
22. 《预拌混凝土》 GB/T 14902
23. 《混凝土搅拌站（楼）》 GB/T 10171
24. 《混凝土搅拌机》 GB/T 9142
25. 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
26. 《用于水泥中的粒化高炉矿渣》GB/T 203
27. 《用于水泥中的工业副产石膏》GB/T 21371
28. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
29. 《混凝土用水标准》 JGJ 63
30. 《水泥原料中氯离子化学分析方法》 JC/T 420
31. 《混凝土防冻剂》 JC 475
32. 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
33. 《预拌砂浆应用技术规程》 JGJ/T 223
34. 《抹灰砂浆技术规程》 JGJ/T 220
35. 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
36. 《机械喷涂抹灰施工规程》 JGJ/T 105
37. 《建筑工程冬期施工规程》 JGJ/T 104
38. 《砌筑砂浆配合比设计规程》 JGJ/T 98
39. 《用于水泥中的钢渣》 YB/T 022

中国工程建设标准化协会标准

全固废胶凝材料装配式建筑应用技术规程

T/CECS xxx—xxxx

条文说明

 **目 次**

[1 总 则 19](#_Toc10725828)

[2 术语 20](#_Toc10725829)

[3 基本规定 21](#_Toc10725832)

[4 固废胶凝材料 22](#_Toc10725835)

[4.1 分类和组分 22](#_Toc10725836)

[4.2 原材料 22](#_Toc10725837)

[4.3 技术要求 22](#_Toc10725838)

[4.4 试验方法 23](#_Toc10725839)

[4.5 进场检验和储存 23](#_Toc10725840)

[5 固废胶凝材料砂浆 24](#_Toc10725843)

[6.1 一般规定 24](#_Toc10725852)

[6.2 配合比设计 24](#_Toc10725853)

[6.3 制备与施工 24](#_Toc10725853)

[6.4 施工质量验收 24](#_Toc10725853)

[6 固废胶凝材料混凝土 25](#_Toc10725851)

[6.1 一般规定 25](#_Toc10725852)

[6.2 配合比设计 25](#_Toc10725853)

[6.3 制备与施工 25](#_Toc10725853)

[6.4 施工质量验收 26](#_Toc10725853)

# 1 总 则

**1.0.1～1.0.2** 在各种环境污染问题日益严重的大背景下，推广以大宗工业固体废弃物为主要成分的固废胶凝材料在建筑工程中的应用，不仅具有显著的生态与环保意义，而且符合建筑材料产业可持续发展战略的方向。大量试验和工程应用证明，采用固废胶凝材料配制的砂浆、混凝土具有很好的施工性能、体积稳定性和高耐久性，完全适用于建筑工程。制定本规程是为了科学、合理的在建筑工程中使用固废胶凝材料，达到提高混凝土性能、确保混凝土质量的目的。

**1.0.3** 本规程对固废胶凝材料在建筑用砂浆、混凝土中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现行的有关标准和规范执行。

# 2 术语

**2.0.1** 固废胶凝材料是以粒化高炉矿渣、钢渣、脱硫石膏为基本组分，粉煤灰、铁尾矿为混合材料，依靠钢渣和脱硫石膏对粒化高炉矿渣、粉煤灰、尾矿的激发形成胶凝性能。

**2.0.5～2.0.6** 标准采用两种胶砂强度并行评定，一种是参照水泥胶砂强度检测方法，术语中定义为通用胶砂强度；一种是掺加聚羧酸高性能减水剂，水胶比为0.3的胶砂强度，术语中定义为专用胶砂强度。主要是考虑采用固废胶凝材料配制高性能混凝土时，需要加入高性能减水剂且水胶比不高于0.35确定的。

# 3 基本规定

**3.0.1** 固废胶凝材料是各种原料按照特定比例和细度、经过粉磨均化的整体性胶凝材料，为满足其砂浆和混凝土技术要求及环境、经济效益，在配制砂浆、混凝土时不再加入水泥和其它矿物掺合料。

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

**3.0.3** 良好的养护对于无熟料胶凝体系制备的砂浆和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。

**3.0.4** 对于耐久性检测龄期的规定是因为固废胶凝材料属于无熟料胶凝材料，水化时间较长，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性，是高性能混凝土技术的发展方向。采用56d或更长龄期是与现行的《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。

# 4 固废胶凝材料

**4.1 分类、组分**

大量试验和实践证明，固废胶凝材料各组分比例不同，产品的强度和适用范围也不同。本条规定了固废胶凝材料三种类型的组分比例和适用范围。

**4.2 原材料**

固废胶凝材料的原材料应符合相应的国家或行业标准的要求。

**4.3 技术要求**

**4.3.1** 固废胶凝材料类似于超硫酸盐水泥（supersulfated cement），英国标准《Supersulfated cement-Composition, specifications and conformity criteria》BS EN 15743:2010中规定SO3的范围是≥5%且≤12%，固废胶凝材料的大量试验结果与此基本一致。

**4.3.2** 根据大量试验数据，规定了固废胶凝材料的强度应满足的要求。固废胶凝材料由于不含水泥熟料，早期水化速度较慢，所以3d强度相对较低；同时，为保证后期强度具有足够的增长率，对56d强度提出要求。

**4.3.3** 矿渣粉的密度一般分布在2.8g/cm3～2.9g/cm3之间，脱硫石膏的密度一般分布在2.2g/cm3～2.3g/cm3之间，粉煤灰的密度一般在2.1g/cm3～2.3g/cm3之间，钢渣粉的密度一般在3.0g/cm3～3.1g/cm3之间，尾矿微粉的密度一般分布在2.9g/cm3～3.1g/cm3之间。试验研究表明，固废胶凝材料的密度超过2.8g/cm3，因此规定固废胶凝材料密度不低于2.8g/cm3。

细度采用负压筛析法，提出45μm筛筛余不大于10%。

标准稠度用水量是胶凝材料的重要技术指标，规定为不大于28.5%，有利于保证良好的需水行为和混凝土拌合物和易性。

凝结时间的初终凝值参考复合水泥适当延长，原则是不影响正常施工进度。

安定性是胶凝材料重要的技术指标，采用沸煮法和压蒸法同时检测，是考虑到游离氧化钙和氧化镁可能带来的安定性问题。

**4.3.4～4.3.6** 为保证产品对人体无害，型式检验需要检测放射性、浸毒性。如怀疑有其他有害物质应该依据相关标准进行检测。

**4.4 试验方法**

本节规定了固废胶凝材料各项指标的检测方法应执行的相关标准。

**4.5 进场检验和存储**

**4.5.1** 本条规定了固废胶凝材料一个检验批的数量和进场检验的项目。

**4.5.2**  使用单位对固废胶凝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。

**4.5.3** 本条规定了使用单位在固废胶凝材料进场时应进行的检查项目和取样检验的次数要求。

**4.5.4** 本条规定了固废胶凝材料的储存要求，固废胶凝材料受潮结块后，质量会受到影响。

**4.5.5**  水泥的保质期是三个月，沿用水泥的要求，固废胶凝材料出厂超过三个月应进行复检。

# 5 固废胶凝材料砂浆

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 本条规定了固废胶凝材料可用于配制砂浆的种类。

**5.1.2**  相对较低的水胶比、低单位体积用水量是提高砂浆硬化体强度和耐久性的前提条件，为了保证M15及以上强度等级砂浆的强度和耐久性，规定其设计用水量不宜超过300kg/m3。

**5.1.3**  本条规定了固废胶凝材料砂浆的其他原材料应满足的要求。

**5.1.4** 当温度低于10℃后，固废胶凝材料的凝结硬化速度明显减慢，这时应采取蓄热保温措施，以保证工程质量。此外，冬期施工还应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的相关规定。

**5.1.5** 本条规定了固废胶凝材料砂浆抹灰施工和机械喷涂抹灰施工应符合的相关标准。

**5.1.6** 本条规定了固废胶凝材料砂浆用于建筑砌体结构时应符合的相关标准。

**5.2 配合比设计**

**5.2.1** 经过大量试验和数据积累，确定了现场配制的M5-M30固废胶凝材料砂浆的胶凝材料用量推荐范围。

**5.2.2** 本条规定了固废胶凝材料砂浆配合比的计算、试配、调整和确定的标准依据。

**5.3 制备与施工**

**5.3.1** 本条规定了以预拌方式生产的固废胶凝材料砂浆制备与施工应符合的相关标准。

**5.3.2** 本条规定了现场配制的固废胶凝材料砂浆的原材料储存和计量应符合的相关标准。

**5.3.3**  考虑到砂浆拌合物的匀质性，现场配制的砂浆宜采用强制式搅拌机搅拌，并规定了搅拌时间。

**5.3.4** 为了确保砂浆的工作性能，控制现场拌制砂浆的存放时间和环境温度非常重要，本条对此做了规定。

**5.4 施工质量验收**

**5.4.1** 本条规定了固废胶凝材料砂浆施工质量验收应符合的相关标准。

# 6 固废胶凝材料混凝土

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 本条规定了固废胶凝材料混凝土的原材料应符合的相关标准。

**6.1.2**  本条规定了固废胶凝材料混凝土的强度等级范围。

**6.1.3** C25及以上强度等级混凝土多用于主体结构，为了提高混凝土耐久性，规定其设计用水量不宜超过175kg/m3。

**6.1.4** 固废胶凝材料早期水化速度较慢，必须要有充分的养护才能形成致密的混凝土表面，养护时间不应少于14d。

**6.1.5**  本条规定了固废胶凝材料混凝土的耐久性设计应符合的相关标准。

**6.2 配合比设计**

**6.2.1**  混凝土配合比不仅应满足混凝土强度要求，还应满足混凝土施工性能和耐久性能的要求。

**6.2.2**  本条规定是针对预拌混凝土而言，为保证中低强度等级混凝土的良好施工性、匀质性和高强度等级混凝土良好抗裂性能，而提出的保证混凝土耐久性的原则和技术措施。理解的关键是在保证混凝土良好和易性、匀质性的基础上有利于耐久性。

**6.2.3**  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C10-C80固废胶凝材料混凝土的水胶比和胶凝材料用量推荐范围。

**6.2.4**  本条规定了水胶比、胶凝材料用量按照第6.2节的要求确定，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和混凝土工作性要求初步确定。此外，还规定了骨料的用量计算及混凝土配合比的试配、调整、确定应符合的标准。

**6.3 制备与施工**

**6.3.1**  采用电子计量设备有利于保证计量精度，符合现行国家标准《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171规定的称量装置可以满足表6.3.1的要求。

**6.3.2**  在执行配合比进行计量时，粗、细骨料计量包含了骨料含水，拌合水计量时应把骨料含水的量扣除。雨天骨料含水率变化大，应当加大抽测频率，并及时调整施工配合比。

**6.3.3**  考虑到混凝土拌和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。混凝土的搅拌时间可通过生产性试验确定。

**6.3.4** 本条规定了混凝土匀质性及试验方法应符合的相关标准。

**6.3.5**  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。

**6.3.6** 本条规定了固废胶凝材料混凝土的运输应符合的相关标准。

**6.3.7**  本条规定了固废胶凝材料混凝土的浇筑与养护应符合的相关标准。

**6.3.8**  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。

**6.4 施工质量验收**

**6.4.1**  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性介质的前提下长龄期验收和评定强度，这样可以降低混凝土结构水化温峰，提高混凝土结构早期抗裂性，是高性能混凝土技术的发展方向。

**6.4.2** 本条规定了固废胶凝材料混凝土施工质量验收的标准依据。