|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 91.100.30 |
| CCS  |  P 32 |

|  |
| --- |
| DB42 |

湖北省地方标准

DB 42/T XXXX—XXXX

钢渣类固废基胶凝材料混凝土应用

技术规程

Technical specification for application of steel slag solid waste based

cementitious materials in concrete

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

|  |  |
| --- | --- |
| 湖北省住房和城乡建设厅 | 联合发布 |
| 湖北省市场监督管理局  |

目次

[1 范围 1](#_Toc205237749)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc205237750)

[3 术语和定义 2](#_Toc205237751)

[4 基本规定 3](#_Toc205237758)

[5 原材料要求 3](#_Toc205237763)

[5.1 复合胶材 3](#_Toc205237764)

[5.2 水泥 4](#_Toc205237765)

[5.3 矿物掺合料 4](#_Toc205237766)

[5.4 骨料 4](#_Toc205237767)

[5.5 外加剂 6](#_Toc205237768)

[5.6 水 6](#_Toc205237769)

[6 混凝土性能 6](#_Toc205237770)

[6.1 拌合物性能 6](#_Toc205237771)

[6.2 力学性能 6](#_Toc205237772)

[6.3 长期性能和耐久性能 7](#_Toc205237773)

[7 配合比设计 7](#_Toc205237774)

[7.1 一般规定 7](#_Toc205237775)

[7.2 主要参数 7](#_Toc205237776)

[7.3 设计控制 8](#_Toc205237777)

[8 生产与施工 9](#_Toc205237778)

[8.1 一般规定 9](#_Toc205237779)

[8.2 原材料进场与贮存 9](#_Toc205237780)

[8.3 搅拌 10](#_Toc205237781)

[8.4 运输 10](#_Toc205237782)

[8.5 浇筑 10](#_Toc205237783)

[8.6 养护与拆模 11](#_Toc205237784)

[9 质量检验与验收 12](#_Toc205237785)

[9.1 一般规定 12](#_Toc205237786)

[9.2 复合混凝土分项工程质量检验 12](#_Toc205237787)

[9.3 复合混凝土结构子分部质量验收 12](#_Toc205237788)

[10标准实施及评价 13](#_Toc205237785)

[附录A （规范性） 结构实体检验用同条件养护试件强度检验 14](#_Toc205237789)

[附录B （资料性） 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表 16](#_Toc205237789)

[条文说明 18](#_Toc205237790)

前言

本文件按照GB/T 1.1－2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：湖北省建筑科学研究设计院股份有限公司、北京科技大学、湖北省建设科技与建筑节能办公室、武汉市建筑工程质量安全中心、湖北省建筑工程质量监督检验测试中心有限公司、黄石秦河新材料股份有限公司、武汉重德环保工程有限责任公司、建筑材料工业技术情报研究所、武汉鑫缘绿色冶金渣技术开发有限公司、中交特种工程有限公司、建筑材料工业技术监督研究中心、中国建筑科学研究院有限公司、北京建筑材料科学研究总院有限公司。

本文件主要起草人员：王康，巴浩静，刘士清，倪文，石世华，李山虎，李青，武俊宇，冀更新，詹佳辰，詹君宇，周国平，田健，龙永双，陈伟，王伟，卢曹波，郑永超，汪坤，李云云，朱立德，徐位，申智磊，李鑫磊。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：bkc@hbszjt.net.cn。在执行过程中如有意见和建议请邮寄湖北省建筑科学研究设计院股份有限公司（地址：湖北省武汉市武昌区中南路16号，邮编430060，邮箱jyy\_djun@csadi.cn）

钢渣类固废基胶凝材料混凝土应用技术规程

* 1. 范围

本文件规定了钢铁渣复合胶凝材料混凝土应用的术语和定义、基本规定、原材料要求、配合比设计、混凝土性能、生产与施工、质量检验与验收。

本文件适用于以粒化高炉矿渣、钢渣等固体废弃物为原料的钢铁渣复合胶凝材料混凝土及混凝土制品在房屋建筑和市政工程中的应用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 176 水泥化学分析方法

GB/T 203 用于水泥中的粒化高炉矿渣

GB/T 208 水泥密度测定方法

GB/T 1345 水泥细度检验方法 筛析法

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法

GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别

GB 5086.1 固体废物 浸出毒性浸出方法 翻转法

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB/T 9142 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机

GB/T 10171 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）

GB/T 12573 水泥取样方法

GB/T 13476 先张法预应力混凝土管桩

GB/T 14902 预拌混凝土

GB/T 15555.12 固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法

GB/T 21371 用于水泥中的工业副产石膏

GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料

GB/T 25177 混凝土用再生粗骨料

GB/T 28294 钢铁渣复合料

GB/T 31288 铁尾矿砂

GB/T 41054 高性能混凝土技术条件

GB/T 50010 混凝土结构设计规范

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准

GB/T 50082 混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范

GB 50164 混凝土质量控制标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范

CJJ 1 城市道路工程施工与质量验收规范

CJJ 2 城市桥梁工程施工与质量验收规范

JC/T 2647 预拌混凝土生产企业废水回收利用规范

JC/T 2769 混凝土用铁尾矿碎石

JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

JGJ 63 混凝土用水标准

JGJ/T 10 混凝土泵送施工技术规程

JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程

JGJ/T 193 混凝土耐久性检验评定标准

JGJ/T 328 预拌混凝土绿色生产及管理技术规程

YB/T 022 用于水泥中的钢渣

YB/T 4561 用于水泥和混凝土中的铁尾矿粉

* 1. 术语和定义
		1.

钢铁渣复合胶凝材料　Iron and steel slag solid waste cementitious material

以粒化高炉矿渣、钢渣、工业副产石膏、粉煤灰、铁尾矿等固体废弃物为原料，经加工磨细后按一定比例配制成的水硬性胶凝材料。以下简称复合胶材。

[来源：GB/T 28294-2024，3.3，有修改]

* + 1.

铁尾矿砂　Iron tailings sand

铁矿石经磨细、分选后产生的粒径小于 4.75 mm的废弃颗粒。

[来源：GB/T 31288-2014，3.1]

* + 1.

铁矿废石　Iron tailings waste rock

铁矿开采过程中产生的剥离废石、掘进废石和预抛尾废石以及选矿过程中产生的粒径大于 4.75 mm的块状或粗颗粒岩石类废弃物。

[来源：GB/T 44028-2024，3.1，有修改]

* + 1.

铁矿废石机制砂　Mechanism sand of iron tailings waste rock

由铁矿废石经除土处理，由机械破碎筛分制成的粒径小于 4.75 mm的岩石颗粒但不包括软质风化的颗粒。

* + 1.

钢铁渣复合胶凝材料混凝土　Iron and steel slag solid waste cementitious material concrete

由钢铁渣复合胶凝材料、水泥、骨料、外加剂、水及其他矿物掺合料等原材料制成的混凝土。以下简称复合混凝土。

* + 1.

总胶凝材料　Total cementitious material

复合混凝土原材料中具有胶结作用的钢铁渣复合胶凝材料、水泥及其他矿物掺合料的总称。

* 1. 基本规定
		1. 复合混凝土结构设计中，复合混凝土强度等级、轴心抗压强度、轴心抗拉强度、弹性模量等力学性能应符合GB/T 50010的规定。
		2. 复合混凝土的现浇混凝土分项工程、装配式结构分项工程和其他相关分项工程的设计和施工应符合GB 50666和GB 50204的规定。
		3. 复合混凝土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，提出施工养护方案或生产养护制度，并应严格执行，且应符合GB 50164的规定。
		4. 复合混凝土在长期使用过程中，其性能应保持稳定，在荷载长期作用下的变形性能（如徐变、收缩等）应符合设计及GB/T 50010中关于长期性能的规定。在满足设计要求的条件下，复合混凝土的长期性能和耐久性能检验评定龄期宜采用56 d或84 d。
	2. 原材料要求
		1. 复合胶材
			1. 复合胶材的分类、组分及各组分含量应符合GB/T 28294中的要求。
			2. 复合胶材的性能应符合下列规定：
1. 复合胶材的强度应符合表1的规定；
2. 复合胶材除强度外的技术指标及试验方法应符合表2的规定。
3. 复合胶材的强度指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 抗压强度/MPa | 抗折强度/MPa |
| 3d | 28d | 56d | 3d | 28d | 56d |
| SCM 22.5 | ≥5.0 | ≥22.5 | ≥25.0 | ≥1.0 | ≥3.5 | ≥4.0 |
| SCM 32.5 | ≥12.0 | ≥32.5 | ≥35.0 | ≥3.0 | ≥5.5 | ≥6.0 |
| SCM 42.5 | ≥17.0 | ≥42.5 | ≥45.0 | ≥4.0 | ≥6.5 | ≥7.0 |

1. 复合胶材其他项目技术指标及试验方法

| 项目 | 指标要求 | 试验方法 |
| --- | --- | --- |
| 三氧化硫（质量百分数）/% | ≥5.0且<12.0 | GB/T 176 |
| 氯离子含量（质量百分数）/% | ≤0.1 |
| 密度/(g/cm3) | ≥2.8 | GB/T 208 |
| 细度（45μm方孔筛筛余）/% | ≤10.0 | GB/T 1345 |
| 初凝时间/min | ≥45 | GB/T 1346 |
| 终凝时间/min | ≤600 |
| 安定性 | 合格 |

* + - 1. 复合胶材的放射性要求和检验方法应符合GB 6566的有关规定。
			2. 复合胶材的浸出毒性要求应符合GB 5085.3的有关规定。浸出毒性检验方法应符合GB 5086.1的有关规定。
		1. 水泥
			1. 水泥应符合GB 175的规定，复合混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，强度等级宜为42.5及以上。
		2. 矿物掺合料
			1. 矿物掺合料应符合GB/T 41054中的要求。
		3. 骨料
			1. 细骨料包括天然砂、机制砂、铁尾矿砂、铁矿废石机制砂及再生细骨料。
			2. 细骨料的细度模数宜控制在2.3～3.0范围内。
			3. 细骨料的技术指标及试验方法应符合表3的规定。
1. 细骨料技术指标及试验方法

| 序号 | 项目 | 指标要求 | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 泥块含量（按质量计）/% | ≤1.0 | JGJ 52 |
| 2 | 石粉含量（按质量计）/% | MB≥1.40 | ≤3.0 |
| MB＜1.40 | ≤7.0 |
| 3 | 坚固性（质量损失）/% | ≤8 |
| 4 | 单级最大压碎指标/% | ≤25 |
| 5 | 表观密度/(kg/m3) | ≥2500 |
| 6 | 松散堆积空隙率/% | ≤43.0 |

表3　细骨料技术指标及试验方法（续）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 指标要求 | 试验方法 |
| 7 | 饱和面干吸水率/% | ≤2.0 | JGJ 52 |
| 8 | 片状颗粒含量/% | ≤15 |

* + - 1. 细骨料中如含有云母、轻物质、有机物、氯化物、硫化物及硫酸盐等有害物质，其限量及试验方法应符合表4的规定。
1. 细骨料中的有害物质限量及试验方法

| 序号 | 项目 | 限量 | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 云母含量（按质量计）/% | ≤2.0 | JGJ 52 |
| 2 | 轻物质含量（按质量计）/% | ≤1.0 |
| 3 | 有机物含量 | 颜色不应深于标准色 |
| 4 | 硫化物及硫酸盐含量（折算成SO3按质量计）/% | ≤1.0 |
| 5 | 氯化物（以氯离子质量计）/% | ≤0.02 |

* + - 1. 细骨料为铁尾矿砂、铁矿废石机制砂及再生细骨料时，pH 值宜大于或等于7.0且小于12.5；细骨料 pH 值测定方法应符合GB/T 15555.12的规定；当细骨料为再生细骨料时，还应符合GB/T 25176。
			2. 粗骨料包括碎石、卵石、铁矿废石及再生粗骨料。
			3. 粗骨料技术要求及试验方法应符合表4的规定。
1. 粗骨料技术指标及试验方法

| 序号 | 项目 | 指标要求 | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 泥块含量（按质量计）/% | ≤0.5 | JGJ 52 |
| 2 | 针、片状颗粒含量/% | ≤15 |
| 3 | 坚固性（质量损失）/% | ≤8 |
| 4 | 压碎指标/% | ≤12 |
| 5 | 表观密度/(kg/m3) | ≥2600 |
| 6 | 连续级配松散堆积空隙率/% | ≤43 |
| 7 | 吸水率/% | ≤1.5 |
| 8 | 岩石抗压强度\*/MPa | 在水饱和状态下，其抗压强度火成岩应不低于80MPa，变质岩应不低于60MPa，水成岩应不低于45MPa；用于配制低塑性混凝土（坍落度小于90mm）、干硬性混凝土的粗骨料岩石抗压强度宜高于混凝土强度等级值的1.3倍。 |
| \*当粗骨料有原石条件下，粗骨料的强度可采用岩石抗压强度指标测试。 |

* + - 1. 粗骨料中有害物质限量及试验方法应符合表6的规定。
1. 粗骨料中有害物质限量及试验方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 限量 | 试验方法 |
| 1 | 有机物 | 颜色不应深于标准色 | JGJ 52 |
| 2 | 硫化物及硫酸盐含量（按SO3质量计）/％ | ≤1.0 |
| 3 | 氯化物（以氯离子质量计）/% | ≤0.02 |
| 4 | 放射性 | IRa≤1.0，Ir≤1.0 | GB 6566 |

* + - 1. 当粗骨料为再生粗骨料时，应符合GB/T 25177 的规定。
		1. 外加剂
			1. 外加剂性能应符合GB 50119中的规定。
			2. 外加剂应与复合胶材具有良好的适应性或相容性。
		2. 水
			1. 复合混凝土用水应符合JGJ 63的规定。
			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JC/T 2647的要求，并应进行混凝土性能的试验验证。
	1. 混凝土性能
		1. 拌合物性能
			1. 复合混凝土拌合物应具有良好的和易性，不应离析或泌水，且坍落度、扩展度、坍落度经时损失和凝结时间应满足施工要求。
			2. 复合混凝土拌合物坍落度、扩展度等级划分及允许偏差、拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合GB 50164规定。在满足施工工艺要求的前提下，宜采用较小的坍落度。
			3. 复合混凝土拌合物性能应符合以下要求：
1. 用于先张法预应力混凝土管桩时，符合GB/T 13476的要求；
2. 用于其他预制制品时，应满足该制品制造工艺的要求。
	* + 1. 复合混凝土拌合物性能试验方法应符合GB/T 50080的规定。
		1. 力学性能
			1. 复合混凝土抗压强度等级应按立方体抗压强度标准值（MPa）划分为C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80，其中C70～C80仅适用于预制构件混凝土。
			2. 复合混凝土力学性能试验方法应符合GB/T 50081的规定。
		2. 长期性能和耐久性能
			1. 复合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GB/T 50082的规定。
			2. 复合混凝土碱骨料反应符合GB/T 50733的规定。
			3. 复合混凝土的耐久性等级划分，应符合GB 50164的规定。
	1. 配合比设计
		1. 一般规定
			1. 复合混凝土配比按JGJ 55中的规定进行设计。强度等级为SCM42.5的复合胶材可等量替代水泥，等量替代后的胶凝材料按照42.5强度等级水泥进行混凝土配合比设计；其他强度等级的复合胶材与水泥混合后，复合胶凝材料28 d胶砂抗压强度，应实测，且试验方法应按现行国家标准GB/T 17671执行。根据混凝土强度等级、耐久性和工作性等要求进行配合比设计。
			2. 复合混凝土配制过程中，宜采用低水胶比、低单位体积用水量，C30等级以上的混凝土设计用水量不宜超过165 kg/m3。
			3. 配制C25及以下等级混凝土时，复合胶材用量（含其他矿物掺合料）不宜低于340 kg/m3；配制C50及以上等级混凝土时，复合胶材用量不宜高于500 kg/m3。
		2. 主要参数
			1. 配制复合混凝土时，水胶比、总胶凝材料用量及水泥用量宜符合表7的规定。
3. 复合混凝土的水胶比、总胶凝材料用量和水泥用量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 强度等级 | 水胶比 | 总胶凝材料用量/(kg/m3) | 水泥用量/(kg/m3) |
| C15 | 0.55～0.58 | ≥340 | - |
| C20 | 0.53～0.56 | ≥350 |
| C25 | 0.49～0.54 | ≥365 | - |
| C30 | 0.39～0.44 | ≥375 | ≥120 |
| C35 | 0.37～0.42 | ≥390 | ≥140 |
| C40 | 0.34～0.39 | ≥410 | ≥160 |
| C45 | 0.32～0.37 | ≥430 | ≥180 |
| C50 | 0.30～0.33 | ≤500 | ≥200 |
| C55 | 0.27～0.30 | ≤520 | ≥220 |
| C60 | 0.25～0.28 | ≤530 |

表7　复合混凝土的水胶比、总胶凝材料用量和水泥用量（续）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 强度等级 | 水胶比 | 总胶凝材料用量/(kg/m3) | 水泥用量/(kg/m3) |
| C65 | 0.24～0.27 | ≤545 | ≥220 |
| C70 | 0.23～0.26 | ≤560 |
| C75 | 0.22～0.25 | ≤575 |
| C80 | 0.20～0.23 | ≤590 |

* + - 1. 配制C25及以下强度等级混凝土时，可单独使用复合胶材。
			2. 配制C70～C80等级的预制件混凝土，总胶凝材料用量可根据表7适当调整。
			3. 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%；混凝土抗冻等级要求大于或等于F200时，水胶比不宜大于0.40。
		1. 设计控制
			1. 复合混凝土配合比应由试验室经试配确定后提供。复合混凝土配合比计算与试配应符合下列规定：
1. 水胶比、总胶凝材料用量、外加剂掺量和砂率应根据混凝土设计强度等级、施工方法要求、耐久性指标要求以及本文件第7.2.1条的规定等因素进行确定，并计算出单位体积混凝土用水量和外加剂用量；
2. 粗、细骨料用量应按JGJ 55的有关规定，采用质量法或体积法进行计算；
3. 混凝土配合比的试配、调整和确定，应符合JGJ 55的有关规定。
	* + 1. 首次使用的复合混凝土配合比应进行开盘鉴定，其工作性能应满足设计配合比的要求。
			2. 混凝土拌制前，应测定砂、石含水率，并根据测试结果调整材料用量，提出施工配合比。
			3. 当使用铁尾矿砂、铁矿废石机制砂作为细骨料时，应符合GB/T 31288的规定，需通过试验确定最佳配合比，且宜符合下列规定：
4. 配制C20及以下等级混凝土时，砂率宜在40%～50%之间；
5. 配制C25～C45等级混凝土时，砂率宜在35%～45%之间；
6. 配制C50及以上等级混凝土时，砂率宜在30%～40%之间。
	* + 1. 当使用铁矿废石作为粗骨料时，应符合JC/T 2769的规定，需通过试验确定最佳配合比，且用量宜低于粗骨料总量的50%。
			2. 抗渗复合混凝土的性能应按照JGJ 55设计，且应符合下列规定：
7. 有抗渗要求的混凝土宜采用引气剂或引气减水剂；
8. C20～C30 等级混凝土最大水胶比不宜超过0.50，C35及以上等级混凝土最大水胶比不宜超过0.43。
	* + 1. 抗冻复合混凝土性能应按照JGJ 55设计，材料用量宜符合表8的规定，且应符合下列规定：
9. 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%；
10. 混凝土抗冻等级要求大于或等于F200时，水胶比不宜大于0.40。
11. 在钢筋混凝土和预应力混凝土中不应掺用含有氯盐的防冻剂；
12. 在预应力混凝土中不应掺用含有亚硝酸盐或碳酸盐的防冻剂。
13. 抗冻复合混凝土的水胶比、总胶凝材料用量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设计抗冻等级 | 最大水胶比 | 最小总胶凝材料用量(kg/m³) |
| 无引气剂时 | 掺引气剂时 |
| F50 | 0.45 | 0.50 | 340 |
| F100 | 0.40 | 0.45 | 360 |
| F150 | - | 0.40 | 380 |
| F200 | - | 0.38 | 400 |
| F250 | - | 0.36 | 420 |
| >F250 | - | 0.35 | 440 |

* + - 1. 高强混凝土配合比应经试验确定，在缺乏试验依据的情况下，C60～C80混凝土胶凝材料用量宜为500kg/m³～590kg/m³，水胶比宜为0.20～0.28，并应经试配确定，且性能应符合JGJ 55的规定。
			2. 大体积混凝土配合比水胶比不宜大于0.45，用水量不宜大于175kg/m³，且性能应符合JGJ 55的规定。
	1. 生产与施工
		1. 一般规定
			1. 复合混凝土的生产应符合GB/T 14902的规定，质量控制应符合GB 50164的规定。
			2. 复合混凝土的施工应符合GB 50666的规定，当复合混凝土用于其他行业时还应符合对应行业的标准规定。
			3. 在混凝土拌合物的运输和浇筑过程中严禁加水。
			4. 搅拌站（楼）应符合GB/T 10171的规定。
			5. 生产厂址选择、厂区要求、设备设施、控制要求、监测控制应符合JGJ/T 328的规定。
		2. 原材料进场与贮存
			1. 复合胶材进场检验应符合下列规定：
1. 同一批次的散装复合胶材应按每500 t为一个检验批；袋装复合胶材应按每200 t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；
2. 复合胶材进场时，应检查型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件；
3. 复合胶材进场时，应对材料的品种、外观、规格、生产日期等进行检查，并应按检验批随机抽取样品进行检验，取样方法应按GB/T 12573的有关规定进行。
	* + 1. 复合胶材应单独贮存，并应防止受潮。出现结块的胶凝材料不应用于混凝土制备。复合胶材出厂时间超过三个月应对本文件表1和表2的所有项目进行复检，检验合格方可使用。
			2. 复合混凝土中水溶性氯离子含量和最大碱含量应符合GB/T 50010和设计的要求。
			3. 原材料的运输、装卸和存放应采取降低噪声和防尘的措施，并保持清洁卫生，符合环境卫生要求。
			4. 复合混凝土所使用的水泥、骨料、外加剂、水及其他辅助胶凝材料的进场和贮存应符合GB/T 14902和GB 50164的规定。
		1. 搅拌
			1. 原材料计量应采用电子计量设备，设备的精度应符合GB/T 10171的有关规定。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8的规定，并应每班检查1次。
4. 混凝土原材料的计量允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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。 |

* + - 1. 应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应通过生产性试验确定，不应少于60 s。
			2. 混凝土中砂浆密度的相对误差不应大于0.8%，单位体积混凝土中粗骨料质量的相对误差不应大于5%。混凝土匀质性的试验方法应符合GB/T 9142的有关规定。
			3. 混凝土拌制前，应测定细骨料和粗骨料含水率，检查数量为每工作班检查一次。
		1. 运输
			1. 运输应符合现行GB 50164、GB/T 14902的规定。
			2. 当采用预拌混凝土时，预拌混凝土企业应制定运输管理制度，合理指挥调度车辆，并宜采用定位系统监控车辆运行。
			3. 搅拌运输车出入厂区时应用水进行冲洗以保持卫生清洁，冲洗运输车产生的废水可进入废水回收利用设施。
			4. 采用搅拌罐车运输混凝土时，卸料前应高速旋转搅拌罐20 s～30 s后再将混凝土拌合物喂入泵车受料斗或混凝土料斗中。
			5. 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JGJ/T 10的有关规定。
		2. 浇筑
			1. 浇筑混凝土前，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应无故更改浇筑方案。
			2. 当在风速大于4 m/s，相对湿度小于50% 的环境下浇筑复合混凝土时，应采取适当挡风措施，防止混凝土表面失水过快，并应避免一次性浇筑暴露面积大于25 m²的构件。
			3. 夏季施工时，浇筑混凝土应按照GB 50164中的规定进行，混凝土拌合物浇筑时的入模温度应满足设计要求，无设计要求时不宜超过35℃；现场温度高于35℃时，宜对金属模板浇水降温，但不应留有积水，并应采取遮挡措施避免阳光直射金属模板。
			4. 冬季施工应符合JGJ/T 104 的有关规定。当室外日平均气温连续5天稳定低于5℃时，进入冬季施工，冬季施工宜适当提高混凝土的配制强度等级。
			5. 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，分层浇筑的间隙时间不应超过90 min，并不应随意留置施工缝。
			6. 浇筑竖向构件时，应根据拌合物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500 mm，并宜附设附着式振捣器。振捣上层混凝土时，振捣棒插入下层混凝土深度应在50 mm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30 s。
			7. 从搅拌机卸出混凝土到混凝土浇筑完毕的延续时间不应大于混凝土的初凝时间。
			8. 混凝土的自由倾落高度不宜超过3 m；当大于3 m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。
		3. 养护与拆模
			1. 复合混凝土浇筑完毕后应按施工技术方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：
1. 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；
2. 复合混凝土保湿养护的时间不宜少于14 d，且不应少于7 d；对掺加缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不应少于14d；施工现场平均气温低于10℃时，养护龄期应在以上条件下再增加7d；
3. 采用洒水养护时，宜在混凝土裸露表面覆盖麻袋或草帘后进行；洒水养护应保证混凝土表面处于湿润状态，复合混凝土养护用水应与拌制用水相同；养护水的温度与混凝土表面温度之差不应大于 15℃，当环境温度低于 5℃时，不应对混凝土表面进行洒水养护；
4. 采用覆盖养护时，宜在混凝土裸露表面覆盖塑料薄膜、塑料薄膜加麻袋、塑料薄膜加草帘等方式进行，并应保持塑料薄膜内有凝结水，夏季炎热干燥时宜在膜外补充水份；
5. 复合混凝土表面不便采用洒水养护和覆盖养护时，宜喷涂养护剂进行养护，养护剂应均匀喷涂在结构构件表面，不应漏喷；
6. 对大体积复合混凝土的养护，应根据气候条件按施工技术方案采取控温措施；
7. 复合混凝土在终凝后1d前，不应在其上踩踏或安装模板及支架；
	* + 1. 浇筑的复合混凝土拆除模板时，除必须达到规定强度外，大体积混凝土降温速率不宜大于2℃/d，内外温差不应大于20℃。大风或气温急剧变化时不应拆模。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，不应影响或中断混凝土的养护工作。
			2. 用复合混凝土生产预制混凝土构件或制品的养护应符合下列规定：
8. 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；
9. 采用蒸汽养护时，混凝土成型后的静停时间不宜少于2 h。
	1. 质量检验与验收
		1. 一般规定
			1. 复合混凝土强度检验评定应符合现行国家标准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。
			2. 检验评定复合混凝土强度用的混凝土试件的尺寸及强度的尺寸换算系数、标准成型方法、标准养护条件及强度试验方法应符合GB/T 50081的规定。
			3. 复合混凝土的模板分项工程、钢筋分项工程、预应力分项工程、现浇结构分项和混凝土结构子分部工程施工质量验收应符合GB 50204的规定。
		2. 复合混凝土分项工程质量检验
			1. 混凝土施工检验应符合下列规定：
10. 混凝土的强度等级应符合设计要求。用于检查混凝土强度的试件，应在混凝土浇筑地点随机抽取；
11. 复合混凝土运输、浇筑及间歇应符合 GB 50204的有关规定；
12. 复合混凝土拌合物应进行抽样检验。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；
13. 复合混凝土拌合物检验项目及其频率应符合GB 50164的有关规定。
	* + 1. 硬化混凝土质量检验符合下列规定：
14. 对除自重荷载外无荷载作用的复合混凝土结构的强度宜按56 d龄期验收。对处于有化学腐蚀性环境的结构混凝土，各项指标均应根据甲乙双方约定的时间确定验收龄期；
15. 复合混凝土长期性能和耐久性能，试验方法按照GB/T 50082，评定标准应符合JGJ/T 193的有关规定。
	* + 1. 复合混凝土外观质量、位置偏差、尺寸偏差检验应符合GB 50204的要求。
			2. 对涉及混凝土结构安全的重要部位，应进行结构实体检验，结构实体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，承担结构实体检验的试验室应具有相应的资质。
			3. 对复合混凝土强度的检验，应采用在混凝土浇筑地点制备并与结构实体同条件养护的试件。复合混凝土强度检验用同条件养护试件的留置、养护和强度代表值应符合本文件附录A的规定。
			4. 当未能取得同条件养护试件强度、同条件养护试件强度被判为不合格或钢筋保护层厚度不满足要求时，应委托具有相应资质等级的检测机构，按国家有关标准的规定进行检测。
		1. 复合混凝土结构子分部质量验收
			1. 复合混凝土施工质量及验收应符合GB 50204、CJJ 1或CJJ2的有关规定。
			2. 结构实体检验的内容应包括复合混凝土强度、钢筋保护层厚度以及工程合同约定的项目。
			3. 复合混凝土结构子分部工程施工质量验收时应提供符合GB 50204、CJJ 1或CJJ2的文件和记录。
			4. 复合混凝土结构子分部工程施工质量验收合格应符合下列规定：
16. 有关分项工程施工质量验收合格；
17. 应有完整的质量控制资料；
18. 观感质量验收合格；
19. 结构实体检验结果满足本文件的要求。
	* + 1. 当复合混凝土结构施工质量不符合要求时应按下列规定进行处理：
20. 经返工返修或更换构件部件的检验批，应重新进行验收；
21. 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的检验批，应予以验收；
22. 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算，并确认仍可满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；
23. 经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸但仍能够满足结构安全使用要求的，可根据技术处理方案和协商文件进行验收。
	* + 1. 复合混凝土结构工程子分部工程施工质量验收合格后，应将所有的验收文件存档备案。
	1. 标准实施及评价
		1. 结合实际，认真做好标准实施准备，包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。
		2. 制定标准实施方案，明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障(组织、制度、资金、人员和设备仪器等)、推荐方法路径，确定资源要素配置、关键环节和控制点，提出标准实施中的注意事项。
		3. 针对相关方和具体对象/岗位进行标准宜贯和培训，结合标准要求，落实责任制，做到横向到边，纵向到底。
		4. 标准实施主要在工程建设、技术改造等活动中开展。工程建设、技术改造活动标准实施的重点是落实国家的环境保护、安全的要求。
		5. 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况，需要逐条检查标准实施内容的落实，并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录，畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道，定期整理并处理收集到的意见建议。对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。
		6. 在标准实施一定时间后，对照标准实施方案，开展标准实施效果评价分析，总结实施经验成效，梳理存在的薄弱环节，标准实施的评价主要是评价标准实施的效果，主要从技术进步、质量水平提高、规范秩序、效率提高、节约费用、履行社会责任等方面进行有益性评价，同时还要评价标准实施带来的问题，以便为未来改进提供参考。
		7. 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况，提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。
		8. 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录B。
24. （规范性）
结构实体检验用同条件养护试件强度检验

A.1 同条件养护试件的留置方式和取样数量应符合下列要求：

A.1.1同条件养护试件所对应的结构构件或结构部位应由监理（建设）、施工等各方共同选定；

A.1.2对复合混凝土结构工程中C20及以上的各混凝土强度等级，均应留置同条件养护试件；

A.1.3同一强度等级的同条件养护试件其留置的数量，应根据复合混凝土工程量和重要性确定，不宜少于10组，且不应少于3组；

A.1.4同条件养护试件拆模后，应放置在靠近相应结构构件或结构部位的适当位置，并应采取相同的养护方法。

A.2 同条件养护试件应在达到等效养护龄期时，进行强度试验；等效养护龄期应根据同条件养护试件强度与在标准养护条件下56 d龄期试件强度相等的原则确定。

A.3 同条件自然养护试件的等效养护龄期及相应的试件强度代表值，宜根据当地的气温和养护条件按下列规定确定：

A.3.1等效养护龄期可取按日平均温度逐日累计达到1 200℃·d时所对应的龄期，0℃及以下的龄期不计入；等效养护龄期不应小于14d，也不宜大于60d。

A.3.2同条件养护试件的强度代表值，应根据强度试验结果按现行国家标准GB/T 50107的规定确定后，乘折算系数取用；折算系数0.88，也可根据当地的试验统计结果作适当调整。

A.3.3日平均温度可根据当日最高最低温度确定。日平均温度可按表A.1记录。

A.4 冬期施工、人工加热养护的结构构件，其同条件养护试件的等效养护龄期可按结构构件的实际养护条件，应由监理（建设）、施工等各方根据本附录第A.2条的规定共同确定。

表A.1　大气测温记录表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 编号 |  |
| 施工单位 |  |
| 年 月 日 | 最高气温 | 最低气温 | 平均气温 | 累计温度 | 累计天数 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 记录人 |  | 专业技术负责人 |  |

表A.2　混凝土实体检验（℃·d）大气测温统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 施工单位 |  | 编号 |  |
| 时间组号 | 第一组 | 第二组 | 第三组 | 第四组 | 第五组 | 第六组 | 第七组 | 第八组 |
| 工程名称 |  | 施工单位 |  | 编号 |  |
| 时间组号 | 第一组 | 第二组 | 第三组 | 第四组 | 第五组 | 第六组 | 第七组 | 第八组 |
| 时间情况 | 试件部位 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 试件编号 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 配合比编号 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 强度等级 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 成型日期 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 起始累计温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 期望终止累计温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 起始累计天数 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 终止累计天数 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 实际累计天数 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 记录人 |  | 专业质检员 |  | 专业技术负责人 |  |
| 注：1　表中起始累计温度和起始累计天数可从大气测温记录表中，该组试块开始记录的当日起始累计温度和起始累计天数查出。2　期望终止累计温度=起始累计温度+600℃。3　实际累计温度=期望终止累计温度-起始累计温度。4　实际累计天数=终止累计天数-起始累计天数。 |

1. （资料性）
湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表如表B.1所示。

表B.1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

|  |  |
| --- | --- |
| 标准名称及编号 |  |
| 总体评价 | 适用性 | 该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配？ | C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps1.png是 C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps2.png否 |
| 协调性 | 该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调？ | C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps3.png是 C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps4.png否 |
| 执行情况 | 标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作？ | C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps5.png是 C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps6.png否 |
| 实施信息 | 标准实施过程中是否存在阻力和障碍？ | C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps7.png是 C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps8.png否 |
| 实施过程中存在的主要问题 |  |
| 修改意见 | 总体意见 | C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps9.png适用 C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps10.png修改 C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps11.png废止 |
| 具体修改意见 | 需修改章节：具体修改意见： |
| 反馈渠道 | C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps12.png标准化行政主管部门C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps13.png省直行业主管部门C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps14.png专业标准化技术委员会（工作组）C:\Users\ADMINI~1.USE\AppData\Local\Temp\ksohtml11916\wps15.png标准起草组（牵头起草单位） |
| 反馈人 | 姓名： 单位： 联系方式： |

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。

湖北省地方标准

钢渣类固废基胶凝材料混凝土应用

技术规程

Technical specification for application of steel slag solid waste based

cementitious materials in concrete

条文说明

目次

[3　术语和定义 20](#_Toc205482195)

[3.1钢铁渣复合胶凝材料 20](#_Toc205482196)

[4　基本规定 20](#_Toc205482197)

[5　原材料要求 20](#_Toc205482202)

[5.1 复合胶材 20](#_Toc205482203)

[5.2　水泥 21](#_Toc205482205)

[5.6　外加剂 21](#_Toc205482210)

[6　混凝土性能 21](#_Toc205482212)

[6.1　拌合物性能 21](#_Toc205482213)

[6.3　长期性能和耐久性能 21](#_Toc205482219)

[7　配合比设计 21](#_Toc205482222)

[7.1　一般规定 21](#_Toc205482223)

[7.2　主要参数 21](#_Toc205482227)

[7.3　设计控制 23](#_Toc205482232)

[8生产与施工 23](#_Toc205482236)

[8.2　原材料进场与贮存 23](#_Toc205482241)

[8.5　浇筑 23](#_Toc205482251)

[8.6　 养护与拆模 24](#_Toc205482259)

[9质量检验与验收 24](#_Toc205482263)

[9.1　一般规定 24](#_Toc205482264)

钢渣类固废基胶凝材料混凝土应用技术规程

3　术语和定义

3.1　钢铁渣复合胶凝材料

钢铁渣复合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、铁尾矿为混合材料，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。以下简称复合胶材。

4　基本规定

4.1　复合胶材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，为满足其混凝土技术要求及环境、经济效益，在配制混凝土时可以根据实际情况加入硅酸盐水泥和其它矿物掺合料。

4.2　复合胶材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。

4.3　良好的养护对于复合胶材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。

4.4　对于长期性能和耐久性能检测龄期的规定是因为复合胶材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性，是高性能混凝土技术的发展方向。采用56 d龄期是与现行的JGJ/T 193对耐久性测试龄期的规定相一致。

5　原材料要求

5.1 复合胶材

5.1.1 复合胶材的分类、组分及各组分应符合下列规定：

1. 复合胶材按强度可分为22.5、32.5、42.5三个等级；
2. 复合胶材的组分和适用范围应符合表10的规定；
3. 复合胶材的组分和适用范围

|  |  |
| --- | --- |
| 适用范围 | 组分/% |
| 粒化高炉矿渣*d*1 | 钢渣*d2* | 工业副产石膏*d*3 | 粉煤灰*d*4 | 铁尾矿*d*5 |
| C20及以下混凝土、M15及以下砂浆 | 30≤*d*1≤45 | 30≤*d*2≤50 | 10≤*d3*≤20 | *d4*≤10 | *d5*≤10 |

表10　复合胶材的组分和适用范围

|  |  |
| --- | --- |
| 适用范围 | 组分/% |
| 粒化高炉矿渣*d*1 | 粒化高炉矿渣*d*1 | 粒化高炉矿渣*d*1 | 粒化高炉矿渣*d*1 | 粒化高炉矿渣*d*1 |
| C55及以下混凝土、M30及以下砂浆 | 40≤*d*1≤60 | 30≤*d*2≤40 | 10≤*d3*≤20 | *d4*≤5 | *d5*≤5 |
| C80及以下混凝土 | 45≤*d*1≤60 | 30≤*d*2≤35 | 10≤*d3*≤20 | *d4*≤5 | *d5*≤5 |

5.2　水泥

5.2.1　硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥本身用于工程较多，混合材料掺量较少，质量更容易控制，所以更适用于固废基胶凝材料混凝土及其制品的生产。

5.6　外加剂

5.6.2　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　混凝土性能

6.1　拌合物性能

6.1.1　复合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，应控制好拌合物的和易性，不应离析或泌水，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。

6.3　长期性能和耐久性能

6.3.2　试验表明，复合胶材碱含量很低，一般情况下对混凝土发生碱骨料反应的潜在危害很低。但当复合混凝土可能存在碱骨料反应危害时，混凝土应符合GB/T 50733的规定。

7　配合比设计

7.1　一般规定

7.1.1　大量实验数据证明，强度等级为SCM42.5的复合胶材可等量替代水泥使用。其他等级的复合胶材替水泥的量等比例降低，具体用量应根据实验确定。

7.1.2　大量实验数据证明，复合胶材制备C30等级以上的混凝土的用水量控制在165 kg/m3以内，混凝土具有良好的长期和耐久性能。

7.1.3　在配制混凝土时，复合胶材可用于减少混凝土中水泥的用量，根据实际应用情况，复合胶材在总胶凝材料中的比例为1%～100%。

7.2　主要参数

7.2.1　根据大量的试验和生产数据，确定了配制C15～C80复合混凝土的水胶比和胶凝材料用量推荐范围，其中C70～C80仅适用于预制构件混凝土。在此前提下配制的混凝土和易性、长期性能和耐久性能均可以达到较高水平。适当降低总胶凝材料用量同样可以达到不同混凝土等级的强度要求，但是，需要经过试验验证并保证混凝土的各项性能。表11和表12分别给出了配合比和抗压强度示例。复合胶凝材料部分替代水泥使用，用“水泥+复合胶凝材料+矿粉+粉煤灰”为胶凝材料，复合胶凝材料等量替代70～110kg的水泥用量。表11为建筑混凝土配合比，表12为复合混凝土抗压强度检测结果。

1. 复合混凝土配合比（kg/m3）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 混凝土等级 | P.O 42.5水泥 | 钢铁渣复合胶凝材料 | 矿粉 | 粉煤灰 | 水 | 石子 | 中砂 | 外加剂 |
| C25 | 110 | 70 | 70 | 60 | 160 | 1060 | 850 | 6.5 |
| C30 | 140 | 70 | 70 | 60 | 160 | 1060 | 840 | 6.8 |
| C35 | 160 | 75 | 75 | 70 | 160 | 1050 | 820 | 7.6 |
| C40 | 190 | 70 | 70 | 70 | 155 | 1030 | 820 | 8.2 |
| C45 | 220 | 75 | 75 | 70 | 155 | 1020 | 810 | 9.0 |
| C50 | 250 | 90 | 90 | 60 | 150 | 1000 | 780 | 10.3 |
| C55 | 270 | 110 | 90 | 60 | 150 | 980 | 770 | 11.6 |
| C60 | 290 | 110 | 90 | 60 | 150 | 970 | 780 | 12.3 |

1. 不同标号复合混凝土抗压强度值（MPa）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标号 | 3d | 7d | 14d | 28d |
| C25 | 14.2  | 22.3  | 29.7  | 34.6  |
| C30 | 18.3  | 27.1  | 34.6  | 40.4  |
| C35 | 19.9  | 30.9  | 36.2  | 44.2  |
| C40 | 25.6  | 34.2  | 42.0  | 50.2  |
| C45 | 39.4  | 42.2  | 48.6  | 54.3  |
| C50 | 29.0  | 413 | 54.5  | 62.4  |
| C55 | 35.7  | 47.4  | 57.7  | 67.1  |
| C60 | 451 | 54.3  | 59.5  | 70.4  |

7.2.2　大量的试验证明，复合胶凝材料可以单独用于配制C25及以下等级混凝土，可以起到节约成本、降低碳排放的效果，并且可以与其他矿物掺合料同时使用，为保证强度和耐久性，复合胶凝材料的用量不宜低于340 kg/m3。

7.2.3　配制预制件混凝土时，通常会采取一定的养护措施，因此有效激发胶凝材料的活性，提高混凝土的强度等性能，因此可以适当调整总胶凝材料用量，以符合经济、合理的原则。

7.2.4　研究表明，提高复合混凝土的含气量能提高混凝土的抗冻性及其它耐久性能。对于有抗冻设计要求时，混凝土中可掺加引气剂，但含量不宜过大，含气量超过6%混凝土的强度会显著降低。

7.3　设计控制

7.3.1　复合混凝土应根据实际采用的原材料进行配合比设计并按普通混凝土拌合物性能试验方法等标准进行试验、试配，以满足混凝土强度、耐久性和工作性（坍落度等）的要求，不应采用经验配合比。混凝土配比应符合经济、合理的原则。

7.3.2　实际生产时，对首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定，并至少留置一组56 d标准养护试件，以验证混凝土的实际质量与设计要求的一致性。施工单位应注意积累相关资料，以利于提高配合比设计水平。

7.3.3　混凝土生产时，砂、石的实际含水率可能与配合比设计时存在差异，故规定应测定实际含水率并相应地调整材料用量。检验方法为检查开盘鉴定资料和试件强度试验报告。

8生产与施工

8.2　原材料进场与贮存

8.2.1　本条规定了复合胶材的贮存要求。复合胶材受潮后会结块，质量会受到影响。水泥的保质期是90d，沿用水泥的要求，复合胶材出厂超过三个月应进行复检。

8.2.2　复合胶材进场时，应根据产品合格证检查其品种、级别等，并有序存放，以免造成混料错批。强度、安定性等是水泥的重要性能指标，进场时应作复验。

8.2.3　混凝土中水溶性氯离子含量和最大碱含量过高，可能引起钢筋锈蚀和碱骨料反应，严重影响结构构件力学性能和耐久性。现行国家标准GB/T 50010中对此有明确规定，应遵照执行。

8.5　浇筑

8.5.1　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。

8.5.2　当在风速大于4 m/s，相对湿度小玉50%的环境中，较大暴露面积的构件表面水分蒸发速度很快，在浇筑阶段容易出现塑性裂纹，因此应尽量避免。

8.5.3　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。

8.5.4　冬季施工应按照JGJ/T 104的规定采取措施，保证混凝土入模温度，同时增加复合胶材中矿渣的用量，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。

8.5.5　对分层浇筑的最大间隔时间作了规定，目的是为了保证混凝土浇筑的均匀性、密实性和整体性。

8.5.6　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。

8.5.7　在混凝土初凝之前，尽早浇筑有利于复杂形状结构构件成型。

8.6　 养护与拆模

8.6.1　及时保湿养护是减少混凝土早期开裂和提高硬化混凝土渗透性及其他耐久性能的重要措施，原则上浇筑后即需要养护。复合混凝土早期水化速度较慢，必须要有充分的养护才能形成致密的混凝土表面，养护时间不宜少于14d且不应少于7d。

8.6.2　控制混凝土表面与外部环境温差以防止由于温度应力产生混凝土开裂。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。

8.6.3　在预制混凝土构件或制品的生产过程中，养护是一个关键环节。合理的养护制度能够确保混凝土达到预期的性能要求，同时避免因养护不当而导致的缺陷混凝土。蒸汽养护通常温度较高，成型后的静停时间是必要的，以便混凝土初步凝结和硬化，可以防止在后续的升温过程中出现裂缝或其他缺陷。静停时间的长短应根据混凝土的特性来调整。

9质量检验与验收

9.1　一般规定

9.1.2混凝土试件的尺寸应根据骨料的最大粒径确定。当采用非标准尺寸的试件时，其抗压强度应乘以相应的尺寸换算系数。

9.1.3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升，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。复合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。