ICS 93.080.99
CCS R 19

DB21

# 辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T XXXX—2023

# 公路水运工程机制砂混凝土技术规程

Technical Specification for Manufactured-sand Concrete for Highway and Waterway Engineering

2023－XX－XX 发布　　2023－XX－XX 实施

辽宁省市场监督管理局　　发 布

# 目　　次

前言 ..... III
1 范围 ..... 1
2 规范性引用文件 ..... 1
3 术语和定义 ..... 2
4 基本规定 ..... 3
5 机制砂质量控制 ..... 4
5.1 母岩 ..... 4
5.2 机制砂技术要求 ..... 4
5.3 机制砂质量检验 ..... 5
5.4 机制砂质量验收 ..... 6
6 机制砂混凝土原材料的选用与要求 ..... 6
6.1 机制砂 ..... 6
6.2 粗集料 ..... 6
6.3 水泥 ..... 6
6.4 矿物掺合料 ..... 6
6.5 外加剂 ..... 7
6.6 纤维材料 ..... 7
6.7 水 ..... 7
7 机制砂混凝土技术性能 ..... 7
7.1 拌合物性能 ..... 7
7.2 力学性能 ..... 7
7.3 变形性能 ..... 8
7.4 耐久性能 ..... 8
8 机制砂混凝土配合比设计 ..... 8
8.1 一般规定 ..... 8
8.2 配制强度 ..... 8
8.3 配合比设计参数 ..... 9
8.4 配合比的计算、试配、调整与确定 ..... 9
8.5 特殊环境混凝土配合比设计 ..... 9
9 机制砂混凝土施工控制 ..... 9
附 录 A（规范性）机制砂需水量比试验 ..... 11
附 录 B（规范性）石粉流动度比试验 ..... 13
附 录 C（规范性）机制砂残留絮凝剂试验 ..... 15
附 录 D（规范性）机制砂球体类似度试验 ..... 17

# 前　　言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由辽宁省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省交通运输事务服务中心、大连信德建设工程检测有限公司、中交一航局第三工程有限公司、大连港湾工程有限公司。

本文件主要起草人：张佳运、孙悦锋、倪朝晖、祖国家、王亮、魏文强、张凤武、刘成婧、阮杨、刘洋、李刚、李彬、王月婧、高艺博、于春江、黄帅、刘戈、魏巍、王旭东、刘琳琳、尹波、焦兴华、彭建、温佳宇、许涛、韩学义、刘军、王天舟、谷云龙、马健、苟大旬。

本文件发布实施后，任何单位或个人如有问题和意见建议，均可以通过来电或来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址：沈阳市和平区十三纬路19号，联系电话：024-23867960。

起草单位通讯地址：沈阳市和平区十三纬路18甲2号，联系电话：024-81670358。

# 公路水运工程机制砂混凝土技术规程

## 1 范围

本文件规定了公路水运工程机制砂混凝土的规范性引用文件、术语、基本规定、机制砂质量控制、原材料选用与要求、技术性能、配合比设计、施工控制等。

本文件适用于辽宁省公路水运工程用机制砂混凝土的原材料质量控制、配合比设计、生产、施工和质量检验。

公路水运工程机制砂混凝土除应执行本文件的规定以外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 14684 建设用砂

GB/T 14685 建设用卵石、碎石

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)

GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 23439 混凝土膨胀剂

GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰

GB/T 35159 喷射混凝土用速凝剂

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 普通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/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准

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/T 193 混凝土耐久性检验评定标准

JTG/T 3310 公路工程混凝土结构耐久性设计规范

JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTS 151 水运工程混凝土结构设计规范

JTS 202 水运工程混凝土施工规范

JTS 202-2 水运工程混凝土质量控制标准

JTS/T 227 水运工程机制砂混凝土应用技术规范

JTS/T 236 水运工程混凝土试验检测技术规范

JTS 257 水运工程质量检验标准

JTS 257-2 海港工程高性能混凝土质量控制标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**机制砂 Manufactured-sand**

以岩石、卵石、矿上废石和尾矿等为原料，经除土处理，由机械破碎、整形、筛分、粉控等工艺制

成的，级配、粒形和石粉含量满足要求且粒径小于 4.75mm 的岩石颗粒，但不包含软质、风化的颗粒。

3.2

**石粉含量 Fine content**

机制砂中粒径小于 0.075mm，且其矿物组成的化学成分与被加工母岩相同的颗粒含量。

3.3

**机制砂混凝土 Manufactured-sand concrete**

采用机制砂为主要细骨料配制而成的水泥混凝土。

3.4

**高性能机制砂混凝土 High Performance manufactured-sand concrete**

采用机制砂为细骨料制备的满足工程耐久性及其他特定性能需求的高性能混凝土。

3.5

**石粉流动度比 Fluidity ratio of fine**

用于判定石粉对减水剂的吸附性能指标，在掺加外加剂和 0.4 水胶比条件下，掺加石粉的胶砂与基准水泥胶砂的流动度之比。

3.6

**机制砂需水量比 Water requirement ratio of manufactured-sand**

使用机制砂与国际标准化组织提出的标准砂（ISO 标准砂）配置的水泥胶砂在达到规定流动度时的用水量之比。用于综合判定机制砂级配、粒型、吸水率和石粉吸附性能的指标。

3.7

**球体类似度 Sphericity**

表征砂颗粒与球体形状类似程度的指标,即同一颗粒在不同方向上的投影面积与其最小外接圆面积比值的平均值的 3/2 次方。

## 4 基本规定

4.1 机制砂混凝土应选用质地坚固、粒形级配合理、质量稳定的机制砂。

4.2 机制砂混凝土应考虑结构、材料和工程服役环境进行配合比及耐久性设计。

4.3 机制砂的生产系统宜由给料设备、破碎设备、筛分设备、除尘设备、输仓等组成，应根据母岩种

类、矿山规模、矿山年采剥量、机制砂产品质量要求等选择机制砂生产工艺和设备。

4.4　机制砂放射性应符合现行国家标准 GB 6566《建筑材料放射性核素限量》的规定。

4.5　除常规原材料适应性试验外，机制砂与外加剂、掺合料间应进行适应性试验。

## 5　机制砂质量控制

### 5.1　母岩

5.1.1　用于机制砂加工的母岩应质地坚硬、洁净，无软弱颗粒、未风化且性质稳定。

5.1.2　水泥混凝土用机制砂生产的岩石料源宜优先选用石灰岩，当选用其他母岩时，应进行碱骨料反应和有害物质含量试验，不应采用泥岩、页岩、板岩等岩类。

5.1.3　机制砂母岩抗压强度应符合表 1 规定。

**表 1　机制砂母岩抗压强度**

| 母岩类别 | 火成岩 | 变质岩 | 沉积岩 |
|---|---|---|---|
| 母岩抗压强度（MPa） | ≥80 | ≥60 | ≥30 |

5.1.4　氯盐锈蚀环境作用下的混凝土，不宜采用抗渗性较差的岩质（如花岗岩、砂岩等）。

### 5.2　机制砂技术要求

5.2.1　混凝土用机制砂的分类依据国家标准 GB/T 14684《建设用砂》进行。

5.2.2　对于普通混凝土用机制砂，强度等级小于 C30 的混凝土，可采用Ⅲ类机制砂；强度等级 C30～C60 的混凝土宜采用Ⅰ类或Ⅱ类机制砂；强度等级大于 C60 的混凝土，宜选用Ⅰ类机制砂。

5.2.3　对于水运工程混凝土用机制砂，强度等级低于 C30 的混凝土，可采用Ⅲ类机制砂；强度等级为 C30～C55 且用于钢筋混凝土结构或预应力混凝土结构的，宜采用Ⅰ类或Ⅱ类机制砂。

5.2.4　耐久性结构混凝土宜采用Ⅰ类或Ⅱ类机制砂，级配区在 2 区，其中Ⅱ类机制砂泥块含量不大于 0.5%，有害物质含量不高于Ⅰ类机制砂限量要求。

5.2.5　对于普通混凝土用机制砂，需水量比不宜超过 115%（试验方法参照本文件附录 A），对于高性能混凝土用机制砂，需水量比不宜超过 105%。石粉流动度比不低于 95%（试验方法参照本文件附录 B）。

5.2.6　Ⅰ类机制砂根据球体类似度（试验方法参照本文件附录 D）可分为高品质机制砂（球体类似度≥0.60）和普通机制砂（球体类似度＜0.60）。高性能机制砂混凝土宜采用高品质机制砂。

5.2.7　机制砂在运输、装卸、堆放过程中,应保持颗粒分布均匀，避免混入杂质。

5.2.8　机制砂进场后应按产地、类别、规格分别堆放，干料堆料高度不宜高于 5m，堆存的地面应硬化，

并宜设置防雨棚，堆场四周应做好围挡和排水设施。

5.2.9　对于循环水洗法工艺生产的机制砂，应进行机制砂中残留絮凝剂试验（试验方法参照本文件附录 C），对残留絮凝剂含量达到影响混凝土状态的机制砂，宜进行退场处理，或调整混凝土状态后对机制砂中残留絮凝剂每日进行检测监控。

### 5.3　机制砂质量检验

5.3.1　机制砂进场时，应查验出厂检验报告或合格证等证明文件。

5.3.2　机制砂进场后，应以 400m$^3$或 600t 为一个检验批进行质量检验，不足 400m$^3$或 600t 应按一个批次进行检验。

5.3.3　机制砂产源选择时，宜检测细度模数稳定性。细度模数稳定性检测宜在料源地机制砂生产过程中每小时抽样检测 1 次，连续进行 10 次并取平均值，单次细度模数与平均值相差大于 10%的情况不宜超过 1 次。

5.3.4　机制砂首次进厂检验及日常检验项目、方法应符合表 2 规定。

**表 2　机制砂首次进场检验及日常检验项目、方法**

| 序号 | 检验项目 | 首次进场检验 | 日常检验 | 检验方法 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 母岩抗压强度 | √ | × | JTG E42 《公路工程集料试验规程》<br>JTS/T 236 《水运工程混凝土试验检测技术规范》 |
| 2 | 颗粒级配 | √ | √ | |
| 3 | 细度模数 | √ | √ | |
| 4 | 表观密度 | √ | √ | |
| 5 | 堆积密度 | √ | √ | |
| 6 | 空隙率 | √ | √ | |
| 7 | 石粉含量 | √ | √ | |
| 8 | 亚甲蓝值 | √ | √ | |
| 9 | 泥块含量 | √ | √ | |
| 10 | 压碎指标 | √ | √ | |
| 11 | 有害物质含量 | √ | × | |
| 12 | 吸水率 | √ | √ | |
| 13 | 碱骨料反应 | √ | × | |
| 14 | 需水量比 | √ | √ | 附录 A |
| 15 | 石粉流动度比 | √ | √ | 附录 B |
| 16 | 絮凝剂含量 | √ | √ | 附录 C |
| 17 | 球体类似度 | √ | × | 附录 D |

### 5.4 机制砂质量验收

机制砂进场抽样检验结果有一项不合格时，应双倍取样检测不合格项，若仍不合格，应判定该批产品质量不合格；当有两项检验结果不合格时，应判定该批产品质量不合格。

## 6 机制砂混凝土原材料的选用与要求

### 6.1 机制砂

机制砂技术要求、质量检验及验收应符合本规程第 5 章规定。

### 6.2 粗集料

6.2.1 粗集料应选用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小的碎石或破碎卵石。用于公路桥涵、隧道结构的机制砂混凝土的粗骨料的技术指标与类别选用应分别符合 JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》、JTG/T 3660《公路隧道施工技术细则》的规定；用于公路路面、桥面的机制砂混凝土的粗骨料的技术指标与类别选用应符合 JTG/T F30《公路水泥混凝土路面施工技术细则》的规定；用于水运工程机制砂混凝土的粗骨料的技术指标与类别选用应符合 JTS 202《水运工程混凝土施工规范》、JTS 202-2《水运工程混凝土质量控制标准》、JTS 257-2《海港工程高性能混凝土质量控制标准》的规定。

6.2.2 粗集料检测方法应符合 JTG E42《公路工程集料试验规程》、JTS/T 236《水运工程混凝土试验检测技术规范》的规定。

### 6.3 水泥

6.3.1 水泥品种与强度等级的选用应根据设计、施工要求以及工程所处环境确定。对于一般建筑结构及预制构件的普通混凝土，宜采用通用硅酸盐水泥；高强混凝土和有抗冻要求的混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；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；大体积混凝土宜采用中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥。水泥应符合现行国家标准 GB 175《通用硅酸盐水泥》和 GB/T 200《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》的规定。

6.3.2 桥涵工程水泥应符合现行 JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》的规定，路面工程水泥应符合现行 GB/T 13693《道路硅酸盐水泥》的规定。

### 6.4 矿物掺合料

6.4.1 用于混凝土中的矿物掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉和硅灰等。矿物掺合料应保证来源可靠，质量稳定。可采用两种或两种以上的矿物掺合料按一定比例混合使用。

6.4.2 粉煤灰应选用颜色均匀、不含有油污等杂质的干排法原状 F 类粉煤灰，且与水泥和水混合时不应有明显刺激性气体放出，其性能应符合 GB/T 1596《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》的规定。

6.4.3 粒化高炉矿渣粉的性能应符合 GB/T 18046《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》的

规定。

6.4.4　硅灰的性能应符合 GB/T 27690《砂浆和混凝土用硅灰》的规定。在采用硅灰时，一般应与其他矿物掺和料复合使用，复合比例应经试验确定。

### 6.5　外加剂

6.5.1　机制砂混凝土应根据要求选用减水剂、引气剂、早强剂、防冻剂、泵送剂、缓凝剂、膨胀剂等外加剂。外加剂的品质应符合国家现行标准 GB 8076《混凝土外加剂》、JC/T 474《砂浆、混凝土防水剂》、JC/T 475《混凝土防冻剂》和 GB/T 23439《混凝土膨胀剂》的规定。在所掺用的外加剂中，以胶凝材料质量百分率计的氯离子含量不宜大于 0.02%。

6.5.2　混凝土外加剂的应用应符合现行国家标准 GB 50119《混凝土外加剂应用技术规范》的规定。

### 6.6　纤维材料

6.6.1　纤维材料应符合现行 JGJ/T 221《纤维混凝土应用技术规程》的规定。

6.6.2　水泥混凝土路面与桥面使用的纤维品种及掺量等应符合现行 JTG/T F30《公路水泥混凝土路面施工技术细则》的规定。

6.6.3　纤维材料的品种、直径、长度、长径比和掺量应根据混凝土性能要求进行试验确定。

### 6.7　水

混凝土拌和用水宜采用饮用水，不得使用影响水泥正常凝结、硬化和促使钢筋锈蚀的拌和水，并应符合现行行业标准 JGJ 63《混凝土用水标准》的规定。

## 7　机制砂混凝土技术性能

### 7.1　拌合物性能

7.1.1　机制砂混凝土拌合物性能应满足设计和施工要求，并符合 GB 50164《混凝土质量控制标准》、JTS 202-2《水运工程混凝土质量控制标准》、JTG/T F30《公路水泥混凝土路面施工技术细则》的规定。

7.1.2　机制砂混凝土应保证坍落度损失满足施工要求、含气量无损失、无离析泌水的要求。

7.1.3　机制砂混凝土拌合物性能试验方法应按 GB/T 50080《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》、JTG 3420《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》、JTS/T 236《水运工程混凝土试验检测技术规范》的规定执行。公路水泥混凝土路面拌合物测试项目及试验方法应按 JTG/T F30《公路水泥混凝土路面施工技术细则》的规定执行。

### 7.2　力学性能

7.2.1　机制砂混凝土力学性能试验方法应按 GB/T 50081《混凝土物理力学性能试验方法标准》、JTG

3420 《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》、JTS/T 236《水运工程混凝土试验检测技术规范》的规定执行。

7.2.2 机制砂混凝土抗压强度、弯拉强度的评定应按 JTG F80/1《公路工程质量检验评定标准 第一册土建工程》、JTS 257 《水运工程质量检验标准》、GB/T 50107《混凝土强度检验评定标准》的规定执行。

### 7.3 变形性能

机制砂混凝土早期抗裂性能及收缩率应符合设计要求，试验方法应按现行 GB/T 50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》的规定执行。

### 7.4 耐久性能

机制砂混凝土耐久性能应符合现行标准 JGJ/T 193《混凝土耐久性检验评定标准》、JTS 153《水运工程结构耐久性设计标准》、JTS 202《水运工程混凝土施工规范》、JTS 202-2《水运工程混凝土质量控制标准》和 JTS 257-2《海港工程高性能混凝土质量控制标准》、JT/T 985《公路桥涵用耐久混凝土》的规定。

## 8 机制砂混凝土配合比设计

### 8.1 一般规定

8.1.1 机制砂混凝土配合比在满足力学性能要求的基础上，尚应按实际服役环境进行分类设计。

8.1.2 配合比设计应考虑应用结构特点、施工工艺以及环境条件等因素。在满足混凝土拌合物性能、力学性能、变形性能和耐久性能要求下遵循低水泥用量、低用水量和低收缩性能的原则。设计初始配合比应经试验室试配、调整后,得出满足拌合物性能要求的基准配合比，经力学性能、变形性能和耐久性能指标复核，并经试生产检验满足要求后确定工程配合比。

8.1.3 用于公路桥涵、隧道和路面工程的机制砂混凝土配合比设计应分别符合 JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》、JTG/T 3660《公路隧道施工技术规范》和 JTG/T F30《公路水泥混凝土路面施工技术细则》的技术要求；用于水运工程的机制砂混凝土配合比设计应符合 JTS 202《水运工程混凝土施工规范》、JTS 257-2《海港工程高性能混凝土质量控制标准》、JTS/T 227《水运工程机制砂混凝土应用技术规范》的技术要求。

### 8.2 配制强度

8.2.1 普通机制砂混凝土的配制抗压强度应按 JGJ 55《普通混凝土配合比设计规程》的规定确定。

8.2.2 公路桥涵机制砂混凝土的配制抗压强度应按 JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》的规定确定。

8.2.3 公路路面机制砂混凝土的配制弯拉强度应按 JTG/T F30《公路水泥混凝土路面施工技术细则》

的规定确定。

8.2.4　水运工程机制砂混凝土的配制抗压强度应按 JTS 202《水运工程混凝土施工规范》的规定确定。

## 8.3　配合比设计参数

8.3.1　公路工程机制砂混凝土的水胶比应参照 JGJ 55《普通混凝土配合比设计规程》进行计算。水运工程机制砂混凝土的水胶比应参照 JTS 202《水运工程混凝土施工规范》进行计算。

8.3.2　公路工程机制砂混凝土的单位用水量应参照 JGJ 55《普通混凝土配合比设计规程》进行初选。水运工程机制砂混凝土的单位用水量应参照 JTS 202《水运工程混凝土施工规范》进行初选。并根据机制砂需水量比，对初选单位用水量进行适当调整。

8.3.3　当混凝土有抗裂要求时，混凝土粉体（胶凝材料+石粉）量不宜超过 550kg/m$^3$，且应进行混凝土早期抗裂试验验证早期抗裂性能。

8.3.4　机制砂混凝土的配制应掺用高效减水剂或高性能减水剂，计算减水剂的用量时应以粉体总量为基准。

## 8.4　配合比的计算、试配、调整与确定

8.4.1　公路工程机制砂混凝土的配合比计算、试配、调整与确定，应按 JGJ 55《普通混凝土配合比设计规程》规定进行。机制砂混凝土配合比宜按假定表观密度法进行计算，机制砂混凝土拌合物的表观密度比同强度等级的天然河砂混凝土高约 10kg/m$^3$～30kg/m$^3$，其值可取 2400kg/m$^3$～2550kg/m$^3$。

8.4.2　水运工程机制砂混凝土的配合比计算、试配、调整与确定，应按 JTS 202《水运工程混凝土施工规范》规定进行。机制砂混凝土配合比宜按绝对体积法进行计算。

8.4.3　机制砂混凝土试拌调整时，应考虑石粉对外加剂的吸附作用影响，可通过适当增加外加剂掺量或调配减水剂的配方进行工作性调整。

## 8.5　特殊环境混凝土配合比设计

8.5.1　特殊环境机制砂混凝土配合比设计应符合 JTS/T 227《水运工程机制砂混凝土应用技术规范》及工程设计文件的相关要求。

# 9　机制砂混凝土施工控制

9.1　机制砂混凝土的原材料管理、搅拌生产、运输、浇筑、振捣、养护等应符合现行标准 GB 50164《混凝土质量控制标准》、JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》、JTG/T 3660《公路隧道施工技术规范》、JTG/T F30《公路水泥混凝土路面施工技术细则》、JTS 202《水运工程混凝土施工规范》、JTS 202-2《水运工程混凝土质量控制标准》、JTS 257-2《海港工程高性能混凝土质量控制标准》、JTS/T 227《水运工程机制砂混凝土应用技术规范》的规定。

9.2　当机制砂的石粉含量变化超过±2%、细度模数变化超过±0.2时，应及时通过试验对砂率进行调整。

9.3　机制砂混凝土结构实体质量检验应符合现行标准GB 50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》、JTS 257《水运工程质量检验标准》和JTG F80/1《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》的规定。

# 附 录 A
（规范性）
## 机制砂需水量比试验

A.1 试验仪器设备和材料应满足下列要求：

a）天平：量程不小于 2000g，最小分度值不大于 1g；

b）行星式水泥胶砂搅拌机：符合现行国家标准 GB/T 17671《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》的规定；

c）流动度跳桌：符合现行国家标准 GB/T 2419《水泥胶砂流动度测定方法》的规定；

d）鼓风烘箱：温度控制范围为 105℃±5℃；

e）水泥：符合现行国家标准 GB 8076《混凝土外加剂》规定的基准水泥，或符合现行国家标准 GB 175《通用硅酸盐水泥》规定的 P·II52.5R 硅酸盐水泥；

f）ISO 标准砂：符合现行国家标准 GB/T 17671《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》的规定；

g）水：符合现行行业标准 JGJ 63《混凝土用水标准》的规定。

A.2 机制砂需水量比应进行 2 次试验，试验步骤应符合下列规定：

（1）机制砂烘干冷却并混合均匀，取 1350g；

（2）按表 A.1 中胶砂配合比进行搅拌，测定对比胶砂的流动度，记录为 $Y$ 精确值 1mm；

表 A.1　对比胶砂配合比

| 胶砂种类 | 水泥（g） | 标准砂（g） | 机制砂（g） | 用水量（mL） |
|---|---|---|---|---|
| 对比胶砂 | 450 | 1350 | — | 225 |

（3）按表 A.2 中胶砂配合比进行搅拌，调整胶砂用水量，使得胶砂流动度为 $Y$mm±5mm，记录用水量 $M_W$，精确至 1mL。

表 A.2　试验胶砂配合比

| 胶砂种类 | 水泥（g） | 标准砂（g） | 机制砂（g） | 用水量（mL） |
|---|---|---|---|---|
| 试验胶砂 | 450 | — | 1350 | $M_W$ |

A.3 机制砂需水量比计算应符合下列规定。

A.3.1 机制砂需水量比应按下式计算：

$$X = \frac{M_W}{225} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（A.1）}$$

式中：

$M_W$--试验胶砂用水量，精确至 1mL；

$X$--机制砂需水量比，精确至 1%。

A.3.2 机制砂需水量比应取两次试验结果的算术平均值，精确至 1%。

# 附 录 B

（规范性）

## 石粉流动度比试验

B.1 试验仪器设备和材料应满足下列要求：

a）天平：量程不小于 2000g，最小分度值不大于 1g；

b）行星式水泥胶砂搅拌机：符合现行国家标准 GB/T 17671《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》的规定；

c）流动度跳桌：符合现行国家标准 GB /T 2419《水泥胶砂流动度测定方法》的规定；

d）鼓风烘箱：温度控制范围为 105℃±5℃；

e）水泥：符合现行国家标准 GB 8076《混凝土外加剂》规定的基准水泥，或符合现行国家标准 GB 175《通用硅酸盐水泥》规定的硅酸盐水泥；

f）标准筛：规格为 0.075mm、0.15mm、0.3mm、0.6mm、1.18mm、2.36mm、4.75mm 的方孔筛，并附有筛底和筛盖；

g）ISO 标准砂：符合现行国家标准 GB/T 17671 《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》的规定；

h）水：符合现行行业标准 JGJ 63《混凝土用水标准》的规定；

i）减水剂：符合现行国家标准 GB 8076《混凝土外加剂》中标准型高性能减水剂的规定，与试验用水泥适应性良好。

B.2 石粉流动度比应进行 2 次试验，试验应按下列步骤进行：

（1）机制砂试样在 105℃±5℃条件下烘干至恒重，待冷却至室温时，将机制砂试样倒入按孔径大小从上到下组合的套筛，用摇筛机筛 10min，取 0.075mm 方孔筛以下筛底石粉试样累计 135.0g，精确至 0.1g；

（2）按表 B.1 中胶砂配合比，通过调整减水剂用量使对比胶砂的流动度达到 180mm±5mm，并记录减水剂用量和对比胶砂的流动度 $L_0$；

表 B.1　对比胶砂配合比

| 胶砂种类 | 水泥（g） | 石粉（g） | 标准砂（g） | 用水量（mL） |
|---|---|---|---|---|
| 对比胶砂 | 450 | — | 1350 | 180 |

（3）按表 B.2 中胶砂配合比，采用第(2)项确定的减水剂用量进行胶砂试验，测定试验胶砂的流动度 L，精确至 1mm。

表 B.2　试验胶砂配合比

| 胶砂种类 | 水泥（g） | 石粉（g） | 标准砂（g） | 用水量（mL） |
|---|---|---|---|---|
| 试验胶砂 | 315 | 135 | 1350 | 180 |

B.3 石粉流动度比计算应符合下列规定：

B.3.1 石粉流动度比应按下式计算：

$$F_1 = \frac{L}{L_0} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（B.1）}$$

式中

$F_1$--石粉流动度比，精确至 1%；

$L$--试验胶砂的流动度（mm），精确值 1mm；

$L_0$--对比胶砂的流动度（mm），精确值 1mm。

B.3.2 石粉流动度比应取两次试验结果的算术平均值，精确至 1%。

# 附 录 C
（规范性）
机制砂残留絮凝剂试验

## C.1 混合液澄清速度法

C.1.1 试验仪器设备和材料应满足下列要求：

a）天平：量程不小于 1000g，最小分度值不大于 0.5g；

b）电子秒表；

c）广口瓶：容积不小于 1000mL；

d）水：符合现行行业标准 JGJ 63《混凝土用水标准》的规定；

e）待测机制砂：1000g，在温度不超过 60℃烘箱中烘干至恒重，冷却至室温备用。

C.1.2 应进行 2 次平行试验，试验应按下列步骤进行：

（1）取待测机制砂样品 300g 置于广口瓶中，并向广口瓶中注入 700g 清水；

（2）用胶塞盖紧广口瓶，并充分摇动 5min；

（3）静止后观察泥水混合悬液澄清时间。若悬液澄清时间超过 60s,则判定测试机制砂中残留絮凝剂含量较低，不会对混凝土产生不利影响；若悬液在 30s 内澄清，则测试机制砂中残留絮凝剂含量较高，会对混凝土产生不利影响；若悬液在 30s 至 60s 时间澄清，则按照 C.2 方法进行水泥胶砂流动度试验，确定机制砂絮凝剂残留是否可能会对混凝土产生不利影响。

## C.2 水泥胶砂流动度法

C.2.1 试验仪器设备和材料应满足下列要求：

a）天平：量程不小于 2000g，最小分度值不大于 1g；

b）行星式水泥胶砂搅拌机，符合现行国家标准 GB/T 17671 《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》的规定；

c）流动度跳桌：符合现行国家标准 GB/T 2419《水泥胶砂流动度测定方法》的规定；

d）鼓风烘箱：温度控制范围为 105℃±5℃；

e）水泥：符合现行国家标准 GB 8076《混凝土外加剂》规定的基准水泥，或符合现行国家标准 GB 175《通用硅酸盐水泥》规定的硅酸盐水泥；

f）水：符合现行行业标准 JGJ 63《混凝土用水标准》的规定；

g）减水剂：符合现行国家标准 GB 8076《混凝土外加剂》中标准型高性能减水剂的规定，与试验用水泥适应性良好。

C.2.2 水泥胶砂流动度应进行 2 次试验，试验应按下列步骤进行：

（1）机制砂试样用清水浸泡 24h，并用清水漂洗 3 次，去除残留絮凝剂，并在 105℃±5℃条件下烘干至恒重，冷却至室温备用；

（2）按表 C.1 中胶砂配合比，通过调整减水剂用量使对比组胶砂的流动度达到 180mm±5mm，并记录减水剂用量和对比胶砂的流动度 $L_0$，精确至 1mm；

**表 C.1　对比组胶砂配合比**

| 胶砂种类 | 水泥（g） | 漂洗后机制砂（g） | 用水量（mL） |
|---|---|---|---|
| 对比胶砂 | 450 | 1350 | 180 |

（3）待测机制砂在温度不超过 60℃的烘箱中烘干至恒重，并冷却至室温，按表 C.2 中胶砂配合比，采用第（2）项确定的减水剂用量进行胶砂试验，测定试验组胶砂的流动度 L，精确至 1mm。

**表 C.2　试验胶砂配合比**

| 胶砂种类 | 水泥（g） | 未经漂洗机制砂（g） | 用水量（mL） |
|---|---|---|---|
| 试验组胶砂 | 450 | 1350 | 180 |

C.2.3 胶砂流动度应取两次试验结果的算术平均值，精确至 1mm。

C.2.4 试验组胶砂流动度若小于 175mm，则机制砂中残留絮凝剂可能会对机制砂混凝土造成不利影响。

# 附 录 D

（规范性）

## 机制砂球体类似度试验

D.1 试验仪器设备和材料应满足下列要求：

a）相机：光学放大倍数宜为 5～10 倍；

b）数字图像处理软件：可进行照片预处理，并将数码图像转变成二值化图形，以获取图形面积和最小外接圆直径；

c）试样选取：随机选取 10 粒机制砂颗粒，每粒机制砂颗粒采集不少于 3 个随机方向上的投影图形。

D.2 试验应按下列步骤进行：

（1）同一粒机制砂利用数码相机获取不同空间方向上的机制砂颗粒的投影图像，使用数字图像处理软件将同一粒机制砂颗粒的投影图像处理为二值化图形，获取圆形面积与最小外接圆直径；

（2）同一生产批次的不同机制砂颗粒的二值化图形面积和最小外接圆直径可通过重复本规程第 D.2 条（1）逐粒测试计算得到；

（3）不同生产批次的机制砂颗粒的二值化图形面积和最小外接圆直径可重复本规程第 D.2 条（1）、（2）测试计算得出。

D.3 机制砂球体类似度计算：

（1）机制砂圆形度定义为同一机制砂颗粒某一投影方向上投影面积与其最小外接圆面积之比。第 i 颗机制砂某一投影方向上的圆形度按下式计算。

$$Y_{\mathrm{in}} = \frac{4G_{\mathrm{in}}}{\pi L_{\mathrm{in}}^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（D.1）}$$

式中：

$G_{\mathrm{in}}$ --第 i 颗机制砂颗粒某一投影方向上的投影面积；

$L_{\mathrm{in}}$ --第 i 颗机制砂颗粒某一投影方向上的最大粒径长度；

$Y_{\mathrm{in}}$ --第 i 颗机制砂某一投影方向上的圆形度。

（2）第 i 颗机制砂颗粒的球体类似度按下式计算。

$$Q_{\mathrm{i}} = \left(\frac{\sum Y_{\mathrm{in}}}{\mathrm{n}}\right)^{\frac{3}{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（D.2）}$$

式中：

$\mathrm{n}$ --空间投影方向总数；

$Q_{\mathrm{i}}$ --第 i 颗机制砂颗粒的球体类似度。

（3）同一批次机制砂的球体类似度按下式计算

$$Q=\frac{\sum Q_{\mathrm{i}}}{\mathrm{N}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（D.3）}$$

式中：

$N$ --机制砂颗粒总数；

$Q$ --同一批次机制砂的球体类似度。