

DB63

青 海 省 地 方 标 准

DB 63/T 2340—2024

公路工程机制砂混凝土应用技术规范

地方标准信息服务平台

2024 - 08 - 21 发布

2024 - 09 - 25 实施

目 次

| | |
|----------------------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 基本规定 | 2 |
| 5 机制砂生产 | 2 |
| 5.1 原材料 | 2 |
| 5.2 设备及场地 | 2 |
| 5.3 生产工艺 | 3 |
| 5.4 质量要求 | 3 |
| 5.5 检验方法 | 6 |
| 5.6 运输和储存 | 7 |
| 6 机制砂混凝土施工 | 7 |
| 6.1 施工准备 | 7 |
| 6.2 原材料检验 | 7 |
| 6.3 配合比设计 | 8 |
| 6.4 施工 | 8 |
| 6.5 验收 | 8 |
| 附录 A（规范性） 机制砂混凝土抗冻性能对比试验方法 | 9 |

地方标准信息服务平台

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。

本文件由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：青海省交通建设管理有限公司、中交一公局集团有限公司、长安大学、青海省交通工程技术服务中心、重庆大学、四川铁科新型建材有限公司。

本文件主要起草人：郭东锋、李志、郭良宇、郎永贤、马富山、易江涛、李小斌、富志强、王兆平、李敏、关博文、熊锐、常明丰、张强、陈莹洁、苏竿斌、蒋后春、高增、李维亚、李立君、刘振国、李杰、王可可。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

地方标准信息服务平台

公路工程机制砂混凝土应用技术规范

1 范围

本文件规定了公路工程机制砂混凝土应用的术语和定义、基本规定、机制砂生产及机制砂混凝土施工等内容。

本文件适用于公路工程的机制砂水泥混凝土应用。

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 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 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- JG/T 243 混凝土抗冻试验设备
- JG/T 244 混凝土试验用搅拌机
- 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
- JT/T 819 公路工程水泥混凝土用机制砂
- JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
- JTG 3432 公路工程集料试验规程
- 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
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范
- DB63/T 2218 公路工程绿色施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机制砂

以岩石、卵石、隧道弃渣、矿山废石和尾矿等为原材料，经除土处理、机械破碎、筛分等工艺制成的，粒径小于4.75 mm的颗粒（4.75 mm筛孔通过率大于90%），不包括软质岩、风化岩石的颗粒。

[来源：GB/T 14684—2022，3.2，有修改]

3.2

细度模数

衡量机制砂粗细程度的指标。

[来源：GB/T 14684—2022，3.7，有修改]

4 基本规定

- 4.1 机制砂的生产和应用应遵循“安全、环保、经济、实用”原则。
- 4.2 机制砂加工场选址应符合规划、安全、环保等相关规定。
- 4.3 机制砂中的有害物含量不应对环境及其所制备的混凝土性能产生不利影响。
- 4.4 同一批次机制砂应为同一原材料制备而成，并应满足匀质性要求。
- 4.5 机制砂应满足其所制备混凝土的工作性能、力学性能和耐久性等要求。
- 4.6 附属工程及沿线设施按桥涵混凝土机制砂相关要求执行。
- 4.7 施工安全和环保应分别符合JTG F90、DB 63/T 2218规定。

5 机制砂生产

5.1 原材料

5.1.1 采用洁净岩石、卵石或碎石为机制砂原材料时，抗压强度、压碎值、碱-集料反应活性等应符合JT/T 819规定。

5.1.2 采用隧道弃渣作为机制砂原材料时，其抗压强度应符合表1规定。

表1 隧道弃渣作为机制砂原材料的抗压强度

| 类型 | 火成岩 | 变质岩 | 沉积岩 |
|------------|--------|-------|-------|
| 抗压强度 (MPa) | ≥100.0 | ≥80.0 | ≥60.0 |

5.1.3 路面和桥面混凝土使用的机制砂母岩抗压强度、磨光值应符合表2规定。

表2 路面和桥面混凝土用机制砂母岩抗压强度与磨光值

| 指标 | I级 | II级 | III级 |
|------------|-------|-------|-------|
| 抗压强度 (MPa) | ≥80.0 | ≥60.0 | ≥30.0 |
| 磨光值 | ≥38.0 | ≥35.0 | ≥30.0 |

5.2 设备及场地

5.2.1 生产设备要求包括但不限于：

- a) 宜由给料、破碎、筛分、除尘和输送设备组成；
- b) 应满足生产能量、质量指标、安全性能、除尘环保等要求。

5.2.2 生产场地要求包括但不限于：

- a) 应硬化且清洁；

- b) 应采取防雨（雪）、防潮、防冻结、防尘和排水等措施；
- c) 不同原材料、不同批次分设除尘场地。

5.3 生产工艺

5.3.1 机制砂的生产宜分为干法和湿法加工，工艺流程见图 1、图 2。

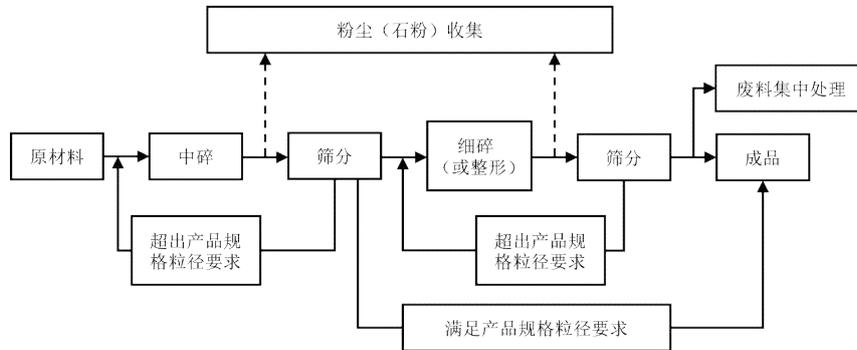


图1 机制砂干法生产工艺流程

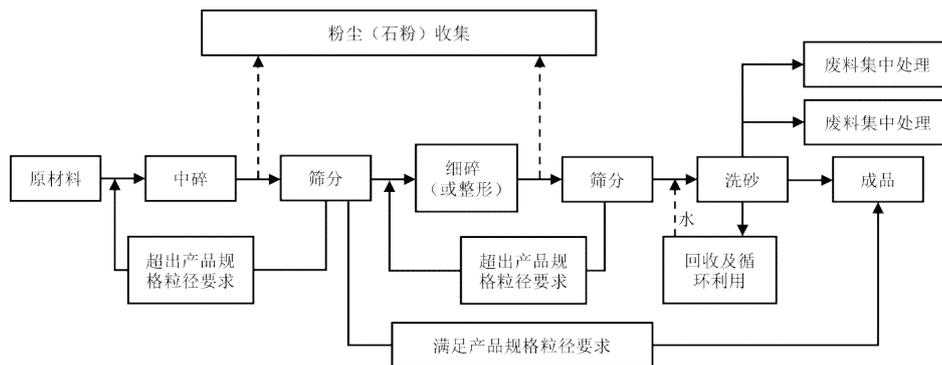


图2 机制砂湿法生产工艺流程

5.3.2 机制砂生产要求包括但不限于：

- a) 原材料、成品分类隔离存放、标识；
- b) 干法生产采用除尘设备对粉尘进行集中处理；
- c) 湿法生产应采取循环措施对废水进行回收和利用；
- d) 废料、废水回收后集中处理。

5.4 质量要求

5.4.1 路面混凝土机制砂质量要求：

- a) 颗粒级配应符合表 3 规定，宜采用细度模数为 2.3~3.1 的机制砂；
- b) 技术指标应符合表 4 规定。

表3 路面混凝土机制砂颗粒级配

| 机制砂分级 | 细度模数 | 方孔筛尺寸 (mm) | | | | | | |
|---------|---------|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.60 | 0.30 | 0.15 |
| | | 水洗法通过各筛孔的质量百分率 (%) | | | | | | |
| I 级 | 2.3~3.1 | 100 | 90~100 | 80~95 | 50~85 | 30~60 | 10~20 | 0~10 |
| II、III级 | 2.8~3.9 | 100 | 90~100 | 50~95 | 30~65 | 15~29 | 5~20 | 0~10 |

表4 路面混凝土机制砂技术指标

| 项次 | 项目 | | 技术要求 | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|------------------|-------|-------|
| | | | I 级 | II 级 | III 级 |
| 1 | 机制砂单粒级最大压碎指标 (%) | | ≤20.0 | ≤25.0 | ≤30.0 |
| 2 | 坚固性 (按质量损失计) (%) | | ≤6.0 | ≤8.0 | ≤10.0 |
| 3 | 氯离子含量 (按质量计) (%) | | ≤0.01 | ≤0.02 | ≤0.06 |
| 4 | 云母含量 (按质量计) (%) | | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤2.0 |
| 5 | 硫化物及硫酸盐含量 (按SO ₃ 质量计) (%) | | ≤0.5 | ≤0.5 | ≤0.5 |
| 6 | 泥块含量 (按质量计) (%) | | 0 | ≤0.5 | ≤1.0 |
| 7 | 抗冻性能比 (%) | | ≥90.0 | ≥85.0 | ≥70.0 |
| 8 | 石粉含量 (%) | MB值<1.40或合格 | <3.0 | <5.0 | <7.0 |
| 9 | | MB值≥1.40或不合格 | <1.0 | <3.0 | <5.0 |
| 10 | 轻物质含量 (按质量计) (%) | | ≤1.0 | | |
| 12 | 吸水率 (%) | | ≤2.0 | | |
| 11 | 表观密度 (kg/m ³) | | ≥2500.0 | | |
| 12 | 松散堆积密度 (kg/m ³) | | ≥1400.0 | | |
| 13 | 空隙率 (%) | | ≤45.0 | | |
| 14 | 有机物含量 (比色法) | | 合格 | | |
| 15 | 碱活性反应 | | 不应有碱活性反应或疑似碱活性反应 | | |
| 注1: I 级、II 级适用于极重、特重、重交通荷载等级。 | | | | | |
| 注2: III 级适用于中、轻交通荷载等级。 | | | | | |

5.4.2 桥涵混凝土机制砂质量要求:

- 按细度模数分类应符合表 5 规定;
- 颗粒级配应符合表 6 规定;
- 级配类别应符合表 7 规定;
- 技术指标应符合表 8 规定;
- 当工程中有要求时, 含水率和饱和面干吸水率应采取实测值;
- 砂中不应混有草根、树叶、塑料、煤块、炉渣等杂物;
- 砂的坚固性存疑时, 应进行坚固性试验;
- 当碱集料反应不符合表 8 要求时, 应采取抑制碱集料反应的技术措施。

表5 桥涵混凝土机制砂细度模数分类

| 砂组 | 粗砂 | 中砂 | 细砂 |
|------|---------|---------|---------|
| 细度模数 | 3.1~3.7 | 2.3~3.0 | 1.6~2.2 |

表6 桥涵混凝土机制砂颗粒级配

| 级配区 | 1区 | 2区 | 3区 |
|---|----------|-------|-------|
| 方孔筛 (mm) | 累计筛余 (%) | | |
| 4.75 | 0~10 | 0~10 | 0~10 |
| 2.36 | 5~35 | 0~25 | 0~15 |
| 1.18 | 35~65 | 10~50 | 0~25 |
| 0.6 | 71~85 | 41~70 | 16~40 |
| 0.3 | 80~95 | 70~92 | 55~85 |
| 0.15 | 85~97 | 80~94 | 75~94 |
| 注1: 除4.75 mm和0.6 mm筛档外, 其余可略有超出, 但各级累计筛余的超出值总和并不大于5%。 | | | |
| 注2: 对砂浆用砂, 4.75 mm筛孔的累计筛余量为0。 | | | |

表7 桥涵混凝土机制砂级配类别

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

表8 桥涵混凝土机制砂技术指标

| 项次 | 项目 | 技术要求 | | | |
|---------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------|-------|-------|
| | | I类 | II类 | III类 | |
| 1 | 有害物质限量 | 云母 (按质量计, %) | ≤1.0 | ≤2.0 | |
| | | 轻物质 (按质量计, %) | ≤1.0 | | |
| | | 有机物 | 经GB/T 14684有机物含量试验方法测试后, 结果应为合格 | | |
| | | 硫化物及硫酸盐 (按SO ₃ 质量计, %) | ≤0.5 | | |
| | | 氯化物 (以氯离子质量计, %) | ≤0.01 | ≤0.02 | ≤0.06 |
| 2 | 坚固性 | 硫酸钠溶液法试验, 砂的质量损失 (%) | ≤8.0 | | ≤10.0 |
| | | 机制砂单级最大压碎指标 (%) | ≤20.0 | ≤25.0 | ≤30.0 |
| 3 | 石粉含量 (按质量计, %) | MB值<1.4或快速法试验合格 | ≤10.0 | | |
| | | MB值≥1.4或快速法试验不合格 | ≤1.0 | ≤3.0 | ≤5.0 |
| 4 | 泥块含量 (按质量计, %) | 0 | ≤1.0 | ≤2.0 | |
| 5 | 表观密度 (kg/m ³) | ≥2500.0 | | | |
| 6 | 松散堆积密度 (kg/m ³) | ≥1400.0 | | | |
| 7 | 空隙率 (%) | ≤44.0 | | | |
| 8 | 抗冻性能比 (%) | ≥90.0 | ≥85.0 | ≥70.0 | |
| 9 | 碱集料反应 | 经碱集料反应试验后, 试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢现象, 在规定试验龄期的膨胀率应小于0.10% | | | |
| 注: 机制砂按技术要求分为I类、II类、III类。 | | | | | |

5.4.3 隧道混凝土机制砂质量要求:

- a) 按细度模数分类应符合表9规定;
- b) 颗粒级配应符合表10规定;

c) 技术指标应符合表 11 规定。

表9 隧道混凝土机制砂细度模数分类

| 砂组 | 粗砂 | 中砂 | 细砂 |
|------|---------|---------|---------|
| 细度模数 | 3.1~3.7 | 2.3~3.0 | 1.6~2.2 |

表10 隧道混凝土机制砂颗粒级配

| 方孔筛尺寸 (mm) | | 0.15 | 0.3 | 0.6 | 1.18 | 2.36 | 4.75 | 9.5 |
|------------|---------|--------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| 累计筛余 (%) | I 级 | 90~100 | 80~90 | 41~70 | 15~50 | 5~20 | 0~10 | 0 |
| | II、III级 | 85~100 | 80~95 | 71~85 | 35~70 | 5~50 | 0~10 | 0 |

表11 隧道混凝土机制砂技术指标

| 项次 | 项目 | 技术要求 | | |
|----|-------------------------------------|------------------|-------|---------|
| | | I 级 | II 级 | III 级 |
| 1 | 片状颗粒含量 (%) | ≤10.0 | | ≤15.0 |
| 2 | 坚固性 (按质量损失计, %) | ≤6.0 | ≤8.0 | ≤10.0 |
| 3 | 吸水率 (%) | ≤2.0 | | ≤2.5 |
| 4 | 泥块含量 (按质量计, %) | 0 | ≤0.5 | ≤1.0 |
| 5 | 压碎指标 (%) | ≤20.0 | ≤25.0 | ≤30.0 |
| 6 | 云母含量 (按质量计, %) | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤2.0 |
| 7 | 轻物质含量 (按质量计, %) | ≤1.0 | | |
| 8 | 有机物含量 | 合格 | | |
| 9 | 硫化物及硫酸盐含量 (按SO ₃ 质量计, %) | ≤0.5 | ≤0.5 | ≤0.5 |
| 10 | 氯离子含量 (按质量计, %) | ≤0.01 | ≤0.02 | ≤0.06 |
| 11 | 机制砂MB值 (g/kg) | ≤0.8 | ≤1.1 | ≤1.4或合格 |
| 12 | 石粉含量 (%) | MB值<1.40或合格 | <3.0 | <5.0 |
| 13 | | MB值≥1.40或不合格 | <1.0 | <3.0 |
| 14 | 抗冻性能比 (%) | ≥90.0 | ≥85.0 | ≥70.0 |
| 16 | 表观密度 (kg/m ³) | ≥2500.0 | | |
| 15 | 松散堆积密度 (kg/m ³) | ≥1400.0 | | |
| 16 | 空隙率 (%) | ≤44.0 | | |
| 17 | 碱活性反应 | 不应有碱活性反应或疑似碱活性反应 | | |

注：机制砂按技术要求分为 I 类、II 类、III 类。

5.5 检验方法

5.5.1 机制砂的质量指标符合 5.4 规定，检验方法应符合表 12 规定。

表12 机制砂检验方法

| 项次 | 项目名称 | | 检验方法 |
|----|-----------|----------|------------|
| 1 | 颗粒级配和细度模数 | | GB/T 14684 |
| 2 | 片状颗粒含量 | | JTG 3432 |
| 3 | 石粉含量 | | JTG 3432 |
| 4 | 含泥量 | | JTG 3432 |
| 5 | 密度及空隙率 | | JTG 3432 |
| 6 | 有害物质含量 | | JTG 3432 |
| 7 | 吸水率 | | JTG 3432 |
| 8 | 坚固性 | | JTG 3432 |
| 9 | 碱集料反应 | 含有活性二氧化硅 | GB/T 14684 |
| | | 含有活性碳酸盐类 | JGJ 52 |
| 10 | 压碎值 | | GB/T 14684 |
| 11 | 抗冻性能比 | | 按附录A |

5.6 运输和储存

5.6.1 机制砂运输应符合下列规定：

- a) 运输车辆货舱有防尘及防抛撒遮盖；
- b) 运输工具清洁、无杂物；
- c) 运输时采取措施以防粉尘飞扬，并防止运输过程混入杂物。

5.6.2 机制砂储存应符合下列规定：

- a) 按品种、类别隔离分仓分别储存，防止成品混级；
- b) 堆放场地硬化，完善排水系统；
- c) 堆场有防雨淋、防扬尘等措施；
- d) 堆场（库）防止泥土等杂质混入，确保成品洁净。

6 机制砂混凝土施工

6.1 施工准备

施工准备包括但不限于：

- a) 熟悉设计文件，对关键施工参数进行核对；
- b) 对机制砂混凝土进行原材料试验、配合比试验及验证；
- c) 施工临时设施、合格材料、机械及仪器设备等满足机制砂混凝土施工要求；

6.2 原材料检验

6.2.1 机制砂进场质量应符合 5.4 规定。

6.2.2 路面、桥涵机制砂混凝土水泥、矿物掺合料、粗集料、外加剂及水应除符合设计文件外，还应分别符合 JTG/T F30、JTG/T 3650 规定。

6.2.3 隧道机制砂混凝土材料应除符合设计文件外，还应符合下列规定：

- a) 水泥符合 GB 175 规定，当采用其他品种水泥时符合相应标准；
- b) 粉煤灰、矿渣粉、硅灰分别符合 GB/T 1596、GB/T 18046、GB/T 27690 规定；
- c) 粗集料符合 GB/T 14685 规定；
- d) 外加剂符合 GB 8076 规定；
- e) 拌和用水符合 JGJ 63 规定。

6.3 配合比设计

6.3.1 机制砂混凝土配合比计算、试配、调整与确定，应满足工程设计和施工要求。

6.3.2 路面、桥涵和隧道机制砂混凝土配合比设计应分别符合 JTG/T F30、JTG/T 3650 和 JGJ 55 规定。

6.3.3 配制同等级混凝土时，水胶比可通过试验适量增减，宜不超过 0.02。

6.3.4 砂率选取应较天然砂提高 2%~4%。

6.3.5 采用质量法进行配合比设计时，机制砂混凝土假定容重宜比天然砂提高 $20 \text{ kg/m}^3 \sim 40 \text{ kg/m}^3$ 。

6.3.6 计算配合比基础上，保持水胶比不变，通过调整配合比其他参数，使混凝土性能符合设计和施工要求，得到试拌配合比。

6.3.7 采用 3 个及以上配合比进行试配，其中 1 个为试拌配合比，另外 2 个水胶比增加和减少 0.05，砂率增加和减少 2%，从中选取混凝土工作性能、力学性能和经济性俱佳的配合比，作为基准配合比。

6.3.8 结合拌合站进行试生产，对基准配合比进行生产配合比调整。

6.3.9 机制砂混凝土工作性能、力学性能、耐久性等试验应符合 JTG 3420 规定。

6.4 施工

6.4.1 路面、桥涵和隧道机制砂混凝土施工应分别符合 JTG/T F30、JTG/T 3650、JTG/T 3660 规定。

6.4.2 机制砂混凝土的搅拌时间应比天然砂适当延长，具体时间应通过试验确定。

6.4.3 机制砂混凝土应采取保温保湿养生，养生时间应不少于 7 d，混凝土表面和内部温差宜控制在 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ，内部和环境温差宜控制在 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 以内。

6.5 验收

路面、桥涵和隧道机制砂混凝土施工过程质量检验和质量检验评定，应分别符合 JTG/T F30、JTG/T 3650、JTG/T 3660 和 JTG F80/1 规定。

附录 A
(规范性)
机制砂混凝土抗冻性能对比试验方法

A.1 材料

- A.1.1 水泥应符合GB 175规定。
A.1.2 ISO标准砂应符合GB/T 17671规定。
A.1.3 机制砂应符合5.4规定。
A.1.4 碎石应符合JGJ 52规定。
A.1.5 水应符合JGJ 63规定。

A.2 仪器

- A.2.1 天平量程应不小于20 kg，最小分度值应不大于10 g。
A.2.2 卧式强制搅拌机性能应符合JG/T 244规定。
A.2.3 快速冻融装置性能应符合JG/T 243规定。
A.2.4 动弹性模量测定仪性能应符合JTG 3420规定。

A.3 试验步骤

- A.3.1 每20L混凝土配合比见表A.1所示。

表A.1 混凝土配合比

单位为千克

| 种类 | 水泥 | 标准砂 | 机制砂 | 碎石 | | 水 |
|-------|------|-------|-------|-----------|------------|------|
| | | | | (5~10) mm | (10~20) mm | |
| 基准混凝土 | 6.60 | 14.36 | - | 8.63 | 12.94 | 4.20 |
| 对比混凝土 | | - | 14.36 | | | |

A.3.2 混凝土搅拌、养护应按JTG 3420执行，在标准养护条件下养护至24 d，然后放入(20±2)℃饱和氢氧化钙溶液中养护至28 d。

A.3.3 试件取出后用湿毛巾擦去表面水分，按JTG 3420规定进行称重、测定初始共振频率和动弹性模量，然后放入快速冻融试验装置进行抗冻性能试验，至25次冻融循环时测定试件的动弹性模量。

A.4 结果计算

- A.4.1 机制砂抗冻性能比按式(A.1)计算。

$$E_R = \frac{E_M}{E_S} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

E_R ——机制砂抗冻比，%；

E_M ——试验混凝土相对动弹性模量，%；

E_S ——基准混凝土相对动弹性模量，%。

A. 4. 2 取3次试验结果的算术平均值，精确至1%。

地方标准信息服务平台