

广西壮族自治区地方标准

DB45/T 2716—2023

石灰石制砂尾料磨细粉混凝土应用技术规程

Technical code of practice for application of concrete with ground powder
from limestone manufactured sand tailing

2023 - 08 - 10 发布

2023 - 09 - 30 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 | 2 |
| 4 基本规定 | 2 |
| 5 石灰石制砂尾料磨细粉技术要求 | 2 |
| 6 石灰石制砂尾料磨细粉生产 | 3 |
| 6.1 石灰石制砂尾料 | 3 |
| 6.2 设备 | 3 |
| 6.3 生产控制 | 3 |
| 6.4 出厂检验与运输 | 3 |
| 7 石灰石制砂尾料磨细粉质量控制 | 3 |
| 8 混凝土配合比设计 | 4 |
| 8.1 一般规定 | 4 |
| 8.2 混凝土原材料 | 4 |
| 8.3 混凝土配合比 | 4 |
| 9 混凝土的施工及质量检验 | 5 |
| 9.1 一般规定 | 5 |
| 9.2 原材料贮存与计量 | 6 |
| 9.3 混凝土的制备 | 6 |
| 9.4 混凝土的运输 | 6 |
| 9.5 混凝土的浇筑 | 7 |
| 9.6 混凝土的养护 | 7 |
| 9.7 混凝土拌合物性能检验 | 7 |
| 9.8 硬化混凝土性能检验 | 7 |

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。

本文件由广西壮族自治区交通运输厅提出并宣贯。

本文件由广西交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：广西路桥工程集团有限公司、广西交建工程建设集团有限公司、桂林理工大学、桂林鸿程矿山设备制造有限责任公司。

本文件主要起草人：韩玉、秦大燕、解威威、池浩、翁贻令、青志刚、冯学茂、丁庆军、王运志、明阳、李建合、容北国、杨占峰、苏萍、李彩霞、周绍基、陈博文、李威、胡以婵、胡雷、刘栋、王红伟、秦显柱、何建乔、宁立宙。

石灰石制砂尾料磨细粉混凝土应用技术规程

1 范围

本文件确立了石灰石制砂尾料磨细粉在混凝土中应用技术的术语和定义，给出基本规定，并规定了石灰石制砂尾料磨细粉技术要求、石灰石制砂尾料磨细粉生产、石灰石制砂尾料磨细粉质量控制、混凝土配合比设计与混凝土的施工及质量检验等要求。

本文件适用于广西壮族自治区行政区域内将石灰石制砂尾料磨细粉作为矿物掺合料使用的混凝土。

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 5762 建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8076 混凝土外加剂
- 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 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 30190 石灰石粉混凝土
- 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 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 50496 大体积混凝土施工标准
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB 55008 混凝土结构通用规范
- 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
- DB45/T 1621 机制砂及机制砂混凝土应用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石灰石制砂尾料 limestone manufactured sand tailing

石灰石机制砂生产过程中分离出来的粉状材料。

3.2

石灰石制砂尾料磨细粉 ground powder from limestone manufactured sand tailing

以一定纯度的石灰石制砂尾料为原料，经分级粉磨至一定细度的粉状材料。

3.3

石灰石制砂尾料磨细粉混凝土 concrete with ground powder from limestone manufactured sand tailing

采用含有一定比例石灰石制砂尾料磨细粉作为矿物掺合料配制的混凝土。

3.4

石灰石制砂尾料磨细粉影响系数 influence coefficient of ground powder from limestone manufactured sand tailing

在推算掺石灰石制砂尾料磨细粉的胶凝材料28 d胶砂抗压强度时，用于折减水泥28 d胶砂抗压强度的系数，为无量纲的数值，记为 γ_L 。

4 基本规定

4.1 掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土，宜采用普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥。当采用其他品种水泥时，应了解水泥中混合材的品种和掺量，并通过试验确定满足混凝土性能要求的石灰石制砂尾料磨细粉的掺量。

4.2 石灰石制砂尾料磨细粉与外加剂的适应性应通过试验确定。

4.3 石灰石制砂尾料磨细粉混凝土配合比设计，应根据水胶比与结构特点，确定石灰石制砂尾料磨细粉的最佳掺量。当与其它矿物掺合料复掺时，最大掺量应通过试验确定。

5 石灰石制砂尾料磨细粉技术要求

5.1 石灰石制砂尾料磨细粉的碳酸钙含量、细度、活性指数、流动度比、含水量和亚甲蓝值应符合表1的规定。

表1 石灰石制砂尾料磨细粉技术要求和测试方法

| 项目 | 技术指标 | 测试方法 | |
|------------------------------|------------|------------|------------|
| 碳酸钙含量（%） | ≥ 75 | GB/T 5762 | |
| 细度（45 μm 方孔筛筛余，%） | ≤ 15 | GB/T 30190 | |
| 活性指数（%） | 7 d | ≥ 60 | GB/T 30190 |
| | 28 d | ≥ 60 | GB/T 30190 |
| 流动度比（%） | ≥ 100 | GB/T 30190 | |
| 含水量（%） | ≤ 1.0 | GB/T 30190 | |
| 亚甲蓝值（g/kg） | ≤ 1.4 | GB/T 30190 | |

5.2 石灰石制砂尾料磨细粉的放射性核素限量应符合 GB 6566 的规定。

6 石灰石制砂尾料磨细粉生产

6.1 石灰石制砂尾料

- 6.1.1 石灰石制砂尾料的料源应符合 DB45/T 1621 的规定。
- 6.1.2 石灰石制砂尾料的碳酸钙含量、含水量和亚甲蓝值应符合表 2 的规定。

表2 石灰石制砂尾料质量要求

| 项目 | 指标 | 测试方法 |
|------------|------|------------|
| 碳酸钙含量（%） | ≥75 | GB/T 5762 |
| 含水量（%） | ≤1.0 | GB/T 30190 |
| 亚甲蓝值（g/kg） | ≤1.4 | GB/T 30190 |

6.2 设备

- 6.2.1 生产设备宜采用粉体研磨设备，适用于粉磨石灰石为料源的材料。
- 6.2.2 生产设备宜与机制砂生产设备同步联产，设备控制系统宜与机制砂生产系统集成。
- 6.2.3 生产设备选型应根据生产规模确定，确保技术可靠、经济合理、兼顾环保要求。
- 6.2.4 石灰石制砂尾料磨细粉生产宜采用“先选后磨”工艺，石灰石制砂尾料磨细粉生产系统应由给料设备、一级选粉设备、研磨设备、二级选粉设备、收尘设备、输送设备和成品料仓等组成。
- 6.2.5 石灰石制砂尾料磨细粉的除尘宜采用脉冲除尘，输送宜采用螺旋式输送。

6.3 生产控制

- 6.3.1 石灰石制砂尾料磨细粉加工场选址应合理规划，并符合安全和环保等相关规定。
- 6.3.2 生产前应检验设备运行状况。
- 6.3.3 生产前应根据石灰石制砂尾料磨细粉技术要求、综合效率和能耗进行试生产。
- 6.3.4 生产前应对原料进行检验且满足表 2 的要求。
- 6.3.5 石灰石制砂尾料磨细粉应按照原料准备、分选、研磨、除尘和贮存的工艺进行生产控制，成品粒度范围宜在 10 μm~75 μm。
- 6.3.6 生产过程应由专业人员进行设备操作，生产前应对操作人员进行安全交底。
- 6.3.7 生产过程应符合环保的相关规定。

6.4 出厂检验与运输

- 6.4.1 石灰石制砂尾料磨细粉应进行出厂检验，检验项目及结果应符合表 1 的规定。
- 6.4.2 石灰石制砂尾料磨细粉应由粉罐车进行运输。

7 石灰石制砂尾料磨细粉质量控制

- 7.1 石灰石制砂尾料磨细粉使用前，应按规定划分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。
- 7.2 石灰石制砂尾料磨细粉使用前应检验，检验项目及结果应符合表 1 的规定。
- 7.3 石灰石制砂尾料磨细粉应以每 200 t 为一个检验批，每个批次的石灰石制砂尾料磨细粉应来自同一厂家、同一原料；非连续供应不足 200 t 应作为一个检验批，按随机抽取样品方法对检验批进行检验。

8 混凝土配合比设计

8.1 一般规定

- 8.1.1 掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土配合比设计应符合 JGJ 55 的规定。
- 8.1.2 石灰石制砂尾料磨细粉混凝土的配合比设计应满足结构混凝土的施工性能、力学性能和耐久性的要求，并符合 GB 55008 的规定。
- 8.1.3 石灰石制砂尾料磨细粉混凝土的配合比按抗压强度进行设计。结构混凝土以边长为 150mm 的立方体 28d 抗压强度为标准，除满足抗压强度要求外，混凝土的抗弯拉强度、混凝土与钢筋的粘结强度等，还应符合相关设计文件要求。
- 8.1.4 试验室进行石灰石制砂尾料磨细粉混凝土试配时，应采用强制搅拌机拌合。试验室确定的配合比应通过搅拌楼试拌检验后使用。

8.2 混凝土原材料

- 8.2.1 采用的通用硅酸盐水泥应符合 GB 175 的规定。
- 8.2.2 骨料应符合 GB/T 14685 和 JGJ 52 的规定；机制砂应符合 GB/T 14684、JT/T 819 和 DB45/T 1621 的规定。
- 8.2.3 混凝土用水应符合 JGJ 63 的规定。
- 8.2.4 外加剂应符合 GB 8076 的规定。宜选用聚羧酸减水剂，外加剂与石灰石制砂尾料磨细粉、水泥和其他矿物掺合料应具有良好的适应性。
- 8.2.5 混凝土膨胀剂应符合 GB 50119 的规定。
- 8.2.6 粉煤灰应符合 GB/T 1596 的规定；粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046 的规定。

8.3 混凝土配合比

- 8.3.1 石灰石制砂尾料磨细粉混凝土外加剂掺量应由试验确定。
- 8.3.2 石灰石制砂尾料磨细粉混凝土用水量应由试验确定。
- 8.3.3 掺石灰石制砂尾料磨细粉的抗渗混凝土、泵送混凝土及大体积混凝土应符合 JGJ 55 的规定。
- 8.3.4 石灰石制砂尾料磨细粉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，钢筋混凝土和预应力混凝土中石灰石制砂尾料磨细粉最大掺量应符合表 3 的规定。复合掺合料中石灰石制砂尾料磨细粉的掺量不应超过单掺时的最大掺量。

表3 混凝土中石灰石制砂尾料磨细粉最大掺量

| 结构类型 | 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 |
| 钢筋混凝土 | ≤0.40 | 35 | 25 |
| | >0.40 | 30 | 20 |
| 预应力混凝土 | ≤0.40 | 30 | 20 |
| | >0.40 | 25 | 15 |

- 8.3.5 配合比计算时，机制砂所含石粉不计入胶凝材料用量。
- 8.3.6 配合比计算时，石灰石制砂尾料磨细粉用量计入胶凝材料用量。
- 8.3.7 配合比计算时，胶凝材料 28d 胶砂抗压强度宜根据试验确定。当胶凝材料 28d 胶砂抗压强度无实测值，且掺量不超过 25% 时，胶凝材料 28d 胶砂抗压强度可按公式（1）进行计算：

$$f_b = \gamma_L \gamma_f \gamma_s f_{cc} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- f_b ——胶凝材料28 d胶砂抗压强度，单位为兆帕（MPa）；
 γ_L ——石灰石制砂尾料磨细粉影响系数，可按表4取值；
 γ_f 、 γ_s ——粉煤灰影响系数、粒化高炉矿渣粉影响系数，可按表5取值；
 f_{cc} ——水泥28 d胶砂抗压强度，单位为兆帕（MPa）。

表4 石灰石制砂尾料磨细粉影响系数（ γ_L ）

| 石灰石制砂尾料磨细粉掺量（%） | 影响系数 |
|-----------------|------|
| 0 | 1.00 |
| 10 | 0.90 |
| 15 | 0.85 |
| 20 | 0.80 |
| 25 | 0.75 |

掺量在本表所列数值之间的，采用线性插值估算；掺量超过25%时，按实测值计算

表5 粉煤灰影响系数（ γ_f ）和粒化高炉矿渣粉影响系数（ γ_s ）

| 掺量（%） | 种类 | |
|-------|--------------------|------------------------|
| | 粉煤灰影响系数 γ_f | 粒化高炉矿渣粉影响系数 γ_s |
| 0 | 1.00 | 1.00 |
| 10 | 0.85~0.95 | 1.00 |
| 20 | 0.75~0.85 | 0.95~1.00 |
| 30 | 0.65~0.75 | 0.90~1.00 |
| 40 | 0.55~0.65 | 0.80~0.90 |
| 50 | — | 0.70~0.85 |

采用 I 级、II 级粉煤灰取上限值；采用 S75 级粒化高炉矿渣粉取下限值，采用 S95 级粒化高炉矿渣粉取上限值，采用 S105 级粒化高炉矿渣粉取上限值加 0.05；超出表中的掺量时，粉煤灰和粒化高炉矿渣粉影响系数经试验确定

8.3.8 配合比的计算及试配、调整与确定应符合 JGJ 55 的规定。

8.3.9 在施工前，应进行混凝土试生产，确定施工配合比。

9 混凝土的施工及质量检验

9.1 一般规定

9.1.1 掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土施工应符合 GB 55008、GB 50666 和 GB 50164 的规定。

9.1.2 采用预拌方式生产的掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土应符合 GB/T 14902 的规定。

9.1.3 施工过程中，应做好混凝土施工记录、现场检测记录和养护记录。

9.2 原材料贮存与计量

- 9.2.1 石灰石制砂尾料磨细粉应单独贮存,宜采用水泥罐贮存,并应防止受潮和泥尘等其他杂物污染。
- 9.2.2 其他混凝土原材料的贮存应符合 GB 50164 的规定。
- 9.2.3 各种原材料贮存处应有明显标识,标识应注明材料品名、产地、厂家、等级、规格等信息。
- 9.2.4 原材料计量应采用电子计量设备,其精度应满足 GB/T 10171 的要求,应具有法定计量部门签发的有效检定证书,并应定期校验。混凝土生产单位每月应自检 1 次,每一工作班开始前,应对计量设备进行零点校准。
- 9.2.5 石灰石制砂尾料磨细粉和其他原材料的计量允许偏差应符合表 6 的规定,并应每班检查一次。
- 9.2.6 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。

表6 混凝土原材料计量允许偏差

| 原材料品种 | 每盘计量允许偏差 (%) | 累计计量允许偏差 (%) |
|------------|--------------|--------------|
| 石灰石制砂尾料磨细粉 | +2 | ±1 |
| 水泥 | ±2 | ±1 |
| 骨料 | ±3 | ±2 |
| 水 | ±1 | ±1 |
| 外加剂 | ±1 | ±1 |
| 其他掺合料 | ±2 | ±1 |

注:累计计量允许偏差是指每一运输车中每盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

9.3 混凝土的制备

- 9.3.1 石灰石制砂尾料磨细粉宜与其他胶凝材料一起投料搅拌,应采用强制式搅拌机搅拌,并符合 GB/T 9142 的规定。
- 9.3.2 掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土搅拌时间宜适当延长;混凝土应搅拌均匀,同一盘混凝土的搅拌匀质性应符合 GB 50164 的规定。
- 9.3.3 石灰石制砂尾料磨细粉混凝土的坍落度允许偏差应符合表 7 的规定。

表7 坍落度允许偏差

| 坍落度 mm | 允许偏差 mm |
|-----------|------------|
| ≤40 | ±10 |
| 50~90 | ±20 |
| ≥100 | ±30 |

- 9.3.4 掺石灰石制砂尾料磨细粉的泵送混凝土的拌合物坍落度经时损失不宜大于 30mm/h,并满足施工要求。

9.4 混凝土的运输

- 9.4.1 运输能力应与混凝土的凝结速度和浇筑速度相匹配,应使浇筑工作不间断。
- 9.4.2 混凝土的运输距离不超过 100m 时,现场浇筑宜采用吊斗、直卸等方式。超过 100m 时,宜采用搅拌运输车运输至浇筑现场,现场浇筑可采用泵送、吊斗、直卸等方式。

9.4.3 混凝土运输至现场时，能保持其均匀性及适宜浇筑的坍落度，且不应出现离析或分层现象。

9.4.4 采用搅拌运输车运输的混凝土，当运输至浇筑地点坍落度损失较大不能满足施工要求时，不可直接加水，宜在运输车罐内加入适量的与原配合比相同成分的外加剂，快速旋转搅拌均匀，并应在达到要求的工作性能后再浇筑。外加剂加入量应事先由试验确定，并应进行记录。

9.5 混凝土的浇筑

浇筑混凝土前进行下列准备工作：

- 应根据浇筑结构物的情况、环境条件及浇筑量等制定合理的浇筑方案，包括施工缝设置、浇筑顺序、浇筑工具、防裂措施和保护层的控制等作出明确规定；
- 应对支架、模板、钢筋和预埋件等进行检查。模板或者垫层上的杂物、积水及钢筋上的污物应清理干净。模板如有缝隙或孔洞时，应堵塞严密且不漏浆；
- 混凝土浇筑时的自由倾落高度不应大于2 m，当大于2 m时，应采用溜槽、串筒、漏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；
- 混凝土应分层浇筑，上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕；
- 浇筑大体积混凝土时，应采取必要的温控措施，保证混凝土温差控制在设计要求的范围以内，当设计无要求时，应符合 GB 50496 的规定；
- 预应力结构混凝土浇筑应符合 GB 50666 的规定。

9.6 混凝土的养护

9.6.1 掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土浇筑后，应加强早期养护，避免混凝土失水引起早期裂缝，且应符合 GB 50204 中的规定。

9.6.2 混凝土需进行保湿养护。保湿养护可采用洒水、覆盖和喷涂养护剂等方式，且应符合 GB 50666 的规定；养护方式应根据现场条件、环境温湿度、构件特点、技术要求和施工操作等因素确定；养护时间不应少于14天。

9.7 混凝土拌合物性能检验

9.7.1 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。

9.7.2 混凝土拌合物的检验频率应符合 GB/T 50107 的规定。

9.8 硬化混凝土性能检验

9.8.1 掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土强度检验评定应符合 GB/T 50107 的规定。

9.8.2 掺石灰石制砂尾料磨细粉的混凝土长期性能和耐久性检验评定应符合 GB/T 50082 的规定。