

DB4501

南 宁 市 地 方 标 准

DB4501/T 0030—2024

卵石机制砂混凝土路面应用技术规范

Technical specification for application of pebble manufactured sand in
cement concrete pavement

2024 - 06 - 03 发布

2024 - 07 - 03 实施

南宁市市场监督管理局 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 | 1 |
| 4 基本规定 | 2 |
| 5 原材料 | 2 |
| 5.1 卵石机制砂 | 2 |
| 5.2 其他原材料 | 4 |
| 6 配合比设计 | 4 |
| 6.1 一般规定 | 4 |
| 6.2 配合比设计要求 | 5 |
| 7 施工 | 7 |
| 7.1 一般规定 | 7 |
| 7.2 施工准备 | 7 |
| 7.3 搅拌及运输 | 7 |
| 7.4 面层铺筑 | 8 |
| 7.5 抗滑构造 | 8 |
| 7.6 养生 | 8 |
| 7.7 特殊气候条件施工 | 8 |
| 8 质量控制与验收 | 9 |
| 8.1 质量控制 | 9 |
| 8.2 验收 | 9 |

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某些专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南宁市交通运输局提出、归口并宣贯。

本文件起草单位：南宁市交通运输局、广西交投集团有限公司、葛洲坝新扶（南宁）公路建设投资有限公司。

本文件主要起草人：李羽中、梁寿宗、周敏、张仰鹏、黎碧云、张洪刚、邢晗翰、谢政专、毛帅、李晓晶、易小军、王海平、雷钦、黄慧、焦晓东、庞婵、覃椿雄、吴育俊、黄闯、邓发誉、夏文强、黄锐、周坤、马一帆、于欣、邓新宇、马豪希。

本文件在实施过程中如有建议或疑问，归口单位负责解释及分析处理。意见和建议反馈渠道如下：

——归口单位（南宁市交通运输局）：

- 通讯地址：南宁市青秀区茶花园路5-8号；
- 联系电话：0771-5840414；
- 电子邮箱：nn5840414@126.com。

——主要起草单位（广西交投集团有限公司）：

- 通讯地址：南宁市西乡塘区新康西路158号；
- 联系电话：0771-2311990；
- 电子邮箱：1047798872@qq.com。

卵石机制砂混凝土路面应用技术规范

1 范围

本文件规定了卵石机制砂混凝土路面的原材料、配合比设计、施工、质量控制与验收的要求。
本文件适用于南宁市行政区域内一级及一级以下等级公路的卵石机制砂在水泥混凝土路面的应用。

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 6566 建筑材料放射性核素限量
 GB 8076 混凝土外加剂
 GB/T 13693 道路硅酸盐水泥
 GB/T 14685 建设用卵石、碎石
 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
 JGJ 63 混凝土用水标准
 JT/T 522 公路工程水泥混凝土养生剂（膜）
 JT/T 523 公路工程水泥混凝土外加剂
 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 3450 公路路基路面现场测试规程
 JTG D40 公路水泥混凝土路面设计规范
 JTG E42 公路工程集料试验规程
 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
 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

卵石机制砂 pebble manufactured sand

卵石经除土处理，由机械破碎、颗粒整形、筛分和除粉等工艺制成的，粒径在4.75 mm以下的颗粒。

3.2

卵石机制砂混凝土路面 pebble manufactured sand cement concrete pavement

采用以卵石机制砂为主要细集料配制的混凝土铺筑的路面。

4 基本规定

- 4.1 卵石机制砂按技术要求分为 I 类、II 类、III 类，特重、重交通荷载等级路面应采用 I 类或 II 类砂，中、轻交通荷载等级路面可采用 III 类砂。
- 4.2 配合比设计应考虑卵石机制砂特点，保证混凝土具有良好的工作性、足够的强度及耐磨性。
- 4.3 施工中应对原材料质量、搅拌时间、拌合物工作性、运输距离、铺筑后砂浆层厚度、养生时长及抗滑构造处理等进行全过程控制。

5 原材料

5.1 卵石机制砂

5.1.1 规格

按细度模数可分为粗砂、中砂两种规格，分别为：

- a) 粗砂：细度模数 3.9~3.1；
- b) 中砂：细度模数 3.0~2.3。

宜采用中砂制备卵石机制砂混凝土。

5.1.2 生产

- 5.1.2.1 母材不应对人体、生物、环境及混凝土产生有害影响，放射性应符合 GB 6566 对建筑主体材料的要求。
- 5.1.2.2 宜采用坚硬、洁净、无潜在碱集料反应活性的卵石生产，母材抗压强度和卵石压碎值分别按 JT/T 819 中规定的方法测定，应符合表 1 的规定。

表1 卵石机制砂母材抗压强度和卵石压碎值技术要求

| 类别 | 饱水抗压强度 MPa | 压碎值 % |
|-------|---------------|----------|
| I 类 | ≥80 | ≤12 |
| II 类 | ≥60 | ≤14 |
| III 类 | ≥30 | ≤16 |

- 5.1.2.3 按 JTG E42 中规定的方法测定生产母材的磨光值，磨光值应符合表 2 中的规定。

表2 卵石机制砂母材磨光值技术要求

| 指标 | 类别 | | |
|-----|-------|-------|-------|
| | I 类 | II 类 | III 类 |
| 磨光值 | ≥38.0 | ≥35.0 | ≥30.0 |

- 5.1.2.4 生产线应具备给料、破碎、筛分、除粉、输送、储存等功能。

5.1.2.5 加工宜采用粗碎、中碎和细碎（或整形）的三级破碎工艺，颗粒级配应符合 JT/T 819 的要求，不符合粒径及级配要求的卵石机制砂应进行再次破碎。

5.1.2.6 湿法制砂工艺应控制絮凝剂用量，残留絮凝剂不应影响混凝土产生不良影响。

5.1.3 石粉含量

按JTG E42中规定的方法测定卵石机制砂中的石粉含量，且应符合下列规定：

- a) 当亚甲蓝（MB 值） ≤ 1.4 或快速试验合格时，卵石机制砂 MB 值与石粉含量符合表 3；
- b) 当 MB 值 > 1.4 或快速试验不合格时，卵石机制砂石粉含量符合表 4。

表3 MB 值 ≤ 1.4 或快速试验合格时卵石机制砂 MB 值及石粉含量技术要求

| 指标 | 类别 | | |
|--------------|------------|------------|-------------|
| | I 类 | II 类 | III 类 |
| MB 值 g/kg | ≤ 0.8 | ≤ 1.1 | ≤ 1.4 |
| 石粉含量 % | ≤ 5.0 | ≤ 7.0 | ≤ 10.0 |

表4 MB 值 > 1.4 或快速试验不合格时卵石机制砂石粉含量技术要求

| 指标 | 类别 | | |
|-----------|------------|------------|------------|
| | I 类 | II 类 | III 类 |
| 石粉含量 % | ≤ 1.0 | ≤ 3.0 | ≤ 5.0 |

5.1.4 有害物质

卵石机制砂中不应混有草根、树叶、树枝、塑料等杂物，按JTG E42中规定的方法测定云母、轻物质、有机物、氯离子、硫化物及硫酸盐等有害物质含量，且应符合表5的规定。

表5 卵石机制砂中有害物质含量技术要求

| 指标 | 类别 | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | I 类 | II 类 | III 类 |
| 云母含量（按质量计） % | ≤ 1.0 | ≤ 2.0 | ≤ 2.0 |
| 轻物质含量（按质量计） % | ≤ 1.0 | ≤ 1.0 | ≤ 1.0 |
| 有机物含量 | 合格 | 合格 | 合格 |
| 氯离子含量（按氯离子质量计） % | ≤ 0.01 | ≤ 0.02 | ≤ 0.06 |
| 硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计） % | ≤ 0.5 | ≤ 0.5 | ≤ 0.5 |

5.1.5 压碎指标

卵石机制砂压碎指标应符合表6的规定。

表6 卵石机制砂压碎指标技术要求

| 指标 | 类别 | | |
|-----------------|-------|-------|-------|
| | I类 | II类 | III类 |
| 压碎指标（按质量计） % | ≤20.0 | ≤25.0 | ≤30.0 |

5.1.6 坚固性

卵石机制砂坚固性应符合表7的规定。

表7 卵石机制砂坚固性技术要求

| 指标 | 类别 | | |
|------------|------|------|-------|
| | I类 | II类 | III类 |
| 质量损失率 % | ≤6.0 | ≤8.0 | ≤10.0 |

5.1.7 二氧化硅含量

按JTG E42中规定的岩相法测定卵石机制砂中的结晶态二氧化硅，含量不应低于25%。

5.1.8 其他

卵石机制砂的表观密度、松散堆积密度、空隙率、吸水率、泥块含量应符合JTG/T F30的规定。

5.2 其他原材料

5.2.1 应选用质量稳定、强度等级不低于42.5的道路硅酸盐水泥、硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，水泥技术指标应符合GB/T 13693、GB 175的规定。

5.2.2 粉煤灰、矿渣粉或硅灰等掺合料，分别符合GB/T 1596、GB/T 18046、GB/T 27690的规定。

5.2.3 粗集料应采用符合GB/T 14685、JTG/T F30规定的碎石，宜以2~4个单粒级的碎石掺配使用。

5.2.4 外加剂宜选用具有引气、减水、缓凝效果的复合型外加剂，减水率不低于20%，应符合GB 8076和JT/T 523的规定，并进行外加剂与其他原材料的相容性试验。

5.2.5 拌合用水应符合JGJ 63的规定。

6 配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 配合比设计方法及步骤应符合JTG D40、JTG/T F30的规定，一级公路宜采用正交试验法，其他等级公路可采用经验法。

6.1.2 应以28d弯拉强度为设计标准进行配合比设计，当设计有其他要求时，应按设计要求执行。

- 6.1.3 拌合物的工作性宜与施工工艺相适应。
- 6.1.4 在满足弯拉强度及耐磨性等其他性能的前提下，宜兼顾经济性。
- 6.1.5 当原材料发生变化时，应重新进行配合比设计与验证。

6.2 配合比设计要求

6.2.1 弯拉强度要求

水泥混凝土路面弯拉强度标准值应符合表8的规定。

表8 28 d 弯拉强度标准值

| 指标 | 交通荷载等级 | | |
|--------------------|--------|------|------|
| | 特重、重 | 中等 | 轻 |
| 28 d弯拉强度标准值 MPa | ≥5.0 | ≥4.5 | ≥4.0 |

6.2.2 工作性要求

- 6.2.2.1 采用滑模摊铺机摊铺时，卵石机制砂混凝土工作性应符合表9的规定。

表9 滑模摊铺卵石机制砂混凝土工作性要求

| 类型 | 坍落度 mm | 侧向膨胀量 mm | 振动出浆量 kg |
|---------|-----------|-------------|-------------|
| 现场摊铺混凝土 | 10~40 | ≤20 | 1.10~1.35 |

- 6.2.2.2 采用三辊轴机组施工时，应根据混凝土的运输方式设计混凝土的工作性，应符合表10的规定。

表10 三辊轴摊铺卵石机制砂混凝土工作性要求

| 运输方式 | 摊铺坍落度 mm | 振动出浆量 kg | 现场摊铺含气量 % |
|---------|-------------|-------------|--------------|
| 混凝土罐车运输 | 70~120 | 1.15~1.50 | ≥3.5 |
| 自卸车运输 | ≤70 | 1.15~1.50 | ≥3.0 |

6.2.3 耐磨性要求

按JTG 3420中规定的方法测定各等级公路路面卵石机制砂混凝土的耐磨性，应符合表11的规定。

表11 各等级公路路面卵石机制砂混凝土耐磨性要求

| 指标 | 公路等级 | | |
|--------------------------|------|------|-------|
| | 一级 | 二级 | 三级、四级 |
| 磨损量 kg/m ² | ≤3.0 | ≤3.5 | ≤4.0 |

6.2.4 配合比设计参数

6.2.4.1 最大水胶比和最小单位水泥用量应符合表 12 的规定。最大单位水泥用量应符合 JTG/T F30 的规定。

表12 最大水胶比和最小单位水泥用量

| 指标 | | 公路等级 | | |
|-------------------------------|-------|------|------|------|
| | | 一级 | 二级 | 二级以下 |
| 最大水胶比 | | 0.42 | 0.44 | 0.46 |
| 最小单位水泥用量 kg/m ³ | 52.5级 | 320 | | 310 |
| | 42.5级 | 330 | | 320 |

6.2.4.2 最大单位用水量应符合表 13 的规定。

表13 最大单位用水量

| 指标 | 施工工艺 | |
|------------------------------|---------|---------|
| | 滑模摊铺机摊铺 | 三辊轴机组摊铺 |
| 最大单位用水量 kg/m ³ | 160 | 153 |

6.2.4.3 卵石机制砂混凝土砂率应根据砂的细度模数、颗粒级配、石粉含量，并按所选水胶比、碎石的最大粒径通过试验确定。卵石机制砂混凝土的砂率宜比天然砂提高 2%~4%，可按表 14 中给出的参数取值。

表14 卵石机制砂混凝土的砂率

| 指标 | 细度模数 | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2.3~2.5 | 2.5~2.8 | 2.8~3.1 | 3.1~3.7 | 3.7~3.9 |
| 砂率 % | 32~36 | 34~38 | 36~40 | 38~44 | 40~46 |

6.2.4.4 应根据初步确定的配合比组成进行试拌，在经验范围内对组成材料调整至符合设计要求。

6.2.4.5 宜将水胶比变化±0.03，并按下列规则成型试件：

——每个水胶比成型 2 组弯拉强度试件，分别进行 7 d 和 28 d 的弯拉强度试验；

——每个水胶比成型不少于 4 组立方体试件，分别进行 7 d 和 28 d 的抗压强度、耐磨性试验。

注：根据试验结果，采用满足设计要求的最优配合比及各组成参数的控制范围。

6.2.4.6 施工时的配合比应以试验配合比为基础，根据原材料波动、含水量、气温和运距等变化，通过调整实际用水量、外加剂的掺量等，满足摊铺现场施工工艺要求。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 正式摊铺前，应通过铺筑试验路段进行验证，试验路段长度不应短于 100 m，一级公路宜在主线路面以外进行试铺。

7.1.2 铺筑过程中，不应向混凝土拌合物中加水。

7.1.3 铺筑后应立即开始保湿养生，保湿养生时长应根据气候条件确定。

7.1.4 路面抗滑构造处理及接缝施工应按 JTG/T F30 的规定执行。

7.2 施工准备

7.2.1 施工前应对软基、高填方、填挖交界等处的路基进行沉降观测，当发现局部路基段沉降尚未稳定时，不应进行该段面层施工。

7.2.2 下承接层处理、施工组织、施工技术交底等应符合 JTG/T F30 的规定。

7.2.3 摊铺前，基层表面应洒水湿润，但不应积水。

7.2.4 混凝土拌合应采用自动计量强制搅拌设备，计量的允许偏差应符合表 15 的规定。

表15 计量的允许偏差

| 指标 | 原材料种类 | | | | | |
|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 水泥 | 掺合料 | 机制砂 | 粗集料 | 拌合水 | 外加剂 |
| 允许偏差 % | ±1 | ±1 | ±2 | ±2 | ±1 | ±1 |

7.2.5 施工工艺应与公路等级匹配，一级公路宜采用滑模摊铺工艺，二级、三级、四级公路可采用三辊轴机组铺筑工艺。

7.3 搅拌及运输

7.3.1 搅拌

7.3.1.1 搅拌混凝土前，应测定粗集料及卵石机制砂的含水率，及时调整施工配合比。集料堆场宜搭设遮雨棚。

7.3.1.2 卵石机制砂混凝土的搅拌应符合 JTG/T F30 的规定要求，总搅拌时间宜控制在 90 s~150 s，纯搅拌时间应不少于 60 s。

7.3.1.3 拌合物出料温度宜控制在 10℃~35℃。炎热天气下施工时，宜采取在集料堆场搭设遮阳棚、采用低温水搅拌混凝土或在晚间搅拌混凝土等措施，控制混凝土入模温度。

7.3.2 运输

7.3.2.1 应对运输设备采取保温隔热措施。

7.3.2.2 混凝土拌合物的运输应符合 JTG/T F30 的规定，满足下列要求：

- 装料前，应确保车厢或车罐内清洁、润壁；
- 车辆在运输过程应平稳行驶，减小颠簸，防止漏浆、漏料和污染；
- 如使用自卸车运输，出料口与自卸车的卸料落差大于 2.0 m 时，应加长卸料口并做成一定斜度降低下落速度；装料时，每装载一盘拌合物应挪动 1 次车位；

d) 运输到现场的拌合物应具有适宜摊铺的工作性,不符合表 9 或表 10 要求时不应用于路面摊铺。

7.4 面层铺筑

7.4.1 滑模摊铺时应缓慢、匀速、连续不间断作业,摊铺速度可控制为 0.75 m/min~2.5 m/min,宜采用 1 m/min。

7.4.2 滑模摊铺时振捣频率应根据混凝土板厚、摊铺速度、工作性确定,振捣频率不低于 150 Hz。

7.4.3 三辊轴摊铺机组应采用前进振动、后退静滚的作业方式,使振动形成的周期印迹能够及时整平,振动遍数宜为 1~3 遍。

7.4.4 摊铺过程中应控制提浆厚度,摊铺后表面砂浆层厚度宜为 3 mm~5 mm,通过砂浆层厚度仪检测。

7.4.5 使用砂浆厚度检测仪来检测时,每 10 m 做一次检测,同一横断面检测间距应在 2 m 以内,距离端边间距应在 0.6 m 以内。

7.4.6 路面局部砂浆厚度不足 3 mm 时,可采用相同混凝土配合比的砂浆填平。

7.5 抗滑构造

7.5.1 混凝土路面摊铺完毕,可拉毛做细观纹理。

7.5.2 宏观抗滑构造宜采用硬刻槽方式制作,矩形槽槽深宜为 3 mm~4 mm,槽宽宜为 3 mm~5 mm,槽间距宜为 15 mm~20 mm。刻槽后表面应随即冲洗干净,并恢复路面的养生。

7.5.3 各公路等级卵石机制砂混凝土路面的抗滑技术要求应符合表 16 的规定。宏观和细观两级抗滑构造深度应均匀,不应损坏构造边棱,不应影响平整度。

表16 各公路等级卵石机制砂混凝土面层的抗滑技术要求

| 指标 | | 公路等级 | |
|--|------|------------------|------------------|
| | | 一级 | 二级及以下 |
| 刻槽前BPN ₂₀ 摆值 | | ≥55 | ≥50 |
| 刻槽后构造深度 mm | 一般路段 | 0.70 ≤ TD ≤ 1.10 | 0.50 ≤ TD ≤ 0.90 |
| | 特殊路段 | 0.80 ≤ TD ≤ 1.20 | 0.60 ≤ TD ≤ 1.00 |
| 注:一级公路的特殊路段指平交口、弯道、变速车道、桥面、隧道路面等处;二级及以下公路指急弯、陡坡、交叉口、集镇附近及隧道路面等处。 | | | |

7.6 养生

7.6.1 卵石机制砂混凝土铺筑完成后,应及时进行保湿养生,防止表面水分损失。养生时长应符合 JTG/T F30 的规定。

7.6.2 采用养生剂养护时,应符合 JT/T 522 的规定。

7.6.3 路面达到设计弯拉强度 40% 后,可允许行人通行,达到设计弯拉强度后,可开放交通。

7.7 特殊气候条件施工

7.7.1 施工过程中,铺筑现场发生影响铺筑面层质量的瞬间强风、雷阵雨天气时,应立即停工。

7.7.2 降雨期间不应露天浇筑混凝土,应使用防雨篷、塑料布或塑料薄膜覆盖尚未硬化的水泥混凝土面层。

7.7.3 当风速大于 5 m/s 时,应采用挡风措施。

7.7.4 高温期应选择早晨、傍晚或夜间施工,现场气温高于 40 °C 或拌合物摊铺温度高于 35 °C 时,应立即停工。

- 7.7.5 高温期采用洒水覆盖保湿养护时，应控制养护水温与混凝土面层表面的温差不大于 12℃。
- 7.7.6 高温期宜比常温期提前进行路面切缝。
- 7.7.7 摊铺现场连续 5 昼夜平均气温低于 5℃时，应立即停工。

8 质量控制与验收

8.1 质量控制

- 8.1.1 卵石机制砂的进场检验项目、频率及方法应按 DB45/T 1621 进行，检验结果应符合第 5 章的要求。
- 8.1.2 生产和施工过程中混凝土拌合物的质量检测项目、频率及方法应按 JTG/T F30 进行，检验结果应满足设计和施工要求。
- 8.1.3 按 JTG 3450 中规定的回弹仪测试水泥混凝土强度方法对路面表面硬度进行评价，一级公路路面表面实测回弹值不宜低于 43，二级、三级公路路面表面实测回弹值不宜低于 39，四级公路路面表面实测回弹值不宜低于 35。
- 8.1.4 路面不应有明显的塑性收缩裂缝和温度翘曲裂缝，有表面裂缝的路面应进行处理。
- 8.1.5 当出现贯穿性裂缝、返工凿除面板时，应避免扰动临近面层。损坏的上基层、夹层或封层应重新铺设。

8.2 验收

- 8.2.1 强度采用路面钻芯劈裂强度试验进行评定，按 JTG F30 规定的方法换算成弯拉强度代表值，应满足设计和施工要求。
 - 8.2.2 每车道每 3 km（不足 3 km 按 3 km 计）应至少检验 1 次耐磨性，耐磨性应符合表 11 的要求。
 - 8.2.3 路面施工质量验收应符合 JTG F80/1 的规定。
-

中华人民共和国南宁市地方标准
卵石机制砂混凝土路面应用技术规范
DB4501/T 0030—2024
南宁市市场监督管理局
版权专有