

DB

安徽省地方标准

J×××××—2020
—2020

DB34/T××××

机制砂应用技术规程

Technical specification for application of manufactured sand

(征求意见稿)

2020-××-×× 发布

2020-××-×× 实施

安徽省市场监督管理局

发布

安徽省地方标准

机制砂应用技术规程

Technical specification for application of manufactured sand

DB34/T××××—2020

主编单位：

批准部门：

施行日期：2020年××月××日

2020 合肥

前 言

根据安徽省市场监督管理局《关于下达 2019 年第一批安徽省地方标准制修订计划的函》（皖市监函〔2019〕510 号）的要求，编制组以国家和地方现行相关标准依据，开展了广泛的调查研究和试验分析，结合安徽地域岩性特点，认真总结工程实践并吸纳了该领域国内外最新研究成果，制定本规程。

本规程共分 7 章和 1 个附录。主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 机制砂技术要求及检验与验收、5 机制砂砂浆及混凝土技术要求、6 机制砂砂浆及混凝土配合比设计、7 机制砂砂浆及混凝土制备与施工、8 机制砂砂浆及混凝土检验与验收，附录等。

本规程由安徽省住房和城乡建设厅负责管理，安徽省建筑科学研究设计院负责具体技术内容的解释。请各有关单位在执行本规程过程中，注意收集资料，总结经验，并将需要修改、补充的意见和建议反馈给安徽省建筑科学研究设计院（地址：合肥市蜀山区山湖路 567#安徽建科检测大厦，邮编：230031，电话：0551-62629231，传真：0551-62629231），以供修编时参考。

主编单位：安徽省建筑科学研究设计院

安徽建工集团股份有限公司

安徽省公路桥梁工程有限公司

参编单位：安徽建工建筑材料有限公司

安徽省路港工程有限责任公司

安徽理工大学

安徽长久建筑材料有限公司

安徽石强新型材料有限公司

安徽华景建设有限公司

安徽省建筑工程质量第二监督检测站

合肥市建设工程质量安全监督站

主要审查人员：

目次

1 总则.....	
2 术语.....	
3 基本规定.....	
4 机制砂技术要求及检验与验收.....	
4.1 技术要求.....	
4.2 检验与验收.....	
5 机制砂砂浆及混凝土的技术要求.....	
5.1 原材料技术要求.....	
5.2 砂浆技术要求.....	
5.3 混凝土技术要求.....	
6 机制砂砂浆及混凝土配合比设计.....	
6.1 一般规定.....	
6.2 砂浆配合比设计.....	
6.3 混凝土配合比设计.....	
7 机制砂砂浆及混凝土制备与施工.....	
7.1 一般规定.....	
7.2 砂浆的制备与施工.....	
7.3 混凝土的制备与施工.....	
8 机制砂砂浆及混凝土检验与验收.....	
附录 A 机制砂绿色生产技术要求.....	
本规程用词说明.....	
引用标准名录.....	

1 总 则

- 1.0.1 为规范我省机制砂在建设工程中的应用，做到技术先进、经济合理、安全适用、绿色环保，确保工程质量，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于安徽省机制砂质量控制及用于建设工程的机制砂砂浆和混凝土配合比设计、制备、施工、质量检验与验收。
- 1.0.3 机制砂应用过程中除执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 天然砂 natural sand

自然生成的，经人工开采和筛分的粒径小于 4.75mm 的岩石颗粒，包括河砂、湖砂、山砂，但不包括软质、风化的岩石颗粒。

2.0.2 机制砂 manufactured sand

岩石、卵石、未经化学处理过的矿山尾矿，经除土、机械破碎、整形、筛分、粉控等工艺制成的，粒径小于 4.75mm 的颗粒，但不包括软质、风化的岩石颗粒。

2.0.3 混合砂 mixed sand

由天然砂与机制砂按一定比例组合而成的砂。

2.0.4 石粉 Stone Dust

机制砂中粒径小于 75 μm 且其矿物组成和化学成分与被加工母岩相同或相近的颗粒。

2.0.5 泥块含量 clay lumps and friable particles content

机制砂中原粒径大于 1.18mm，经水浸洗、手捏后小于 600 μm 的颗粒含量。

2.0.6 吸水率 water absorption

骨料表面干燥而内部孔隙含水达到饱和时的含水率。

2.0.7 压碎值指标 crushing value

机制砂抵抗压碎的能力。

2.0.8 亚甲蓝 (MB) 值 methylene blue value

用于判定机制砂中粒径小于 0.075mm 颗粒的吸附性能的指标。

2.0.9 机制砂砂浆 manufactured sand mortar

以机制砂或混合砂为细骨料配制的普通预拌砂浆，包括湿拌砂浆和干拌砂浆。

2.0.10 机制砂混凝土 manufactured sand concrete

以机制砂或混合砂为细骨料配制的预拌混凝土。

2.0.11 机制砂片状颗粒 flaky particle in manufactured sand

粒径 1.18mm 以上的机制砂颗粒中最小一维尺寸小于该颗粒所属相应粒级的平均粒径 0.45 倍的颗粒。

3 基本规定

3.0.1 机制砂的性能指标应符合本规程的规定；机制砂混凝土的力学性能和耐久性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的规定；机制砂砂浆的性能指标应符合《预拌砂浆》GB/T 25181、《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ 98、《抹灰砂浆技术规程》JGJ 220、《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的规定。

定，并按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定严格控制。

3.0.2 用于生产机制砂的母岩宜优先选用石灰岩、石英岩、花岗岩、安山岩、闪长岩、玄武岩、白云岩等，母岩的抗压强度应符合《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685 的规定；母岩性能的检验方法和结果处理应符合现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 规定。

3.0.3 机制砂、机制砂砂浆、机制砂混凝土的生产与应用应符合国家、我省生态环境保护和安全生产管理的相关规定。

3.0.4 机制砂的选择应符合利用其所制备的混凝土和砂浆的性能要求。

3.0.5 用于建设工程的机制砂放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

3.0.6 机制砂砂浆、机制砂混凝土配合比应符合相关标准、规范的规定和设计要求，配合比应通过试验优化确定。

3.0.7 对于有混凝土碱集料反应设计要求的工程，尚应遵循现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的规定。

3.0.8 机制砂混凝土用于低温硫酸盐侵蚀环境时，混凝土应进行耐久性试验论证，并应满足设计要求。

3.0.9 机制砂与天然砂可混合使用，配合比例由试验确定。

3.0.10 机制砂进场后应进行抽样复检，检验不合格的机制砂不得使用。

4 机制砂技术要求及检验与验收

4.1 技术要求

4.1.1 机制砂按技术要求分为 I 类、II 类、III 类三个类别。I 类宜用于高性能混凝土或强度等级大于或等于 C60 的混凝土，II 类宜用于强度等级 C30-C55 及有抗冻、抗渗或其他要求的混凝土，III 类宜用于强度等级小于等于 C25 的混凝土；I 类、II 类、III 类机制砂可用于各强度等级砂浆。

4.1.2 机制砂的粗细程度可按其细度模数 (M_x) 分为粗砂、中砂两种规格，并应符合下列规定：

粗砂的 M_x 应为 3.7~3.1；

中砂的 M_x 应为 3.0~2.3；

4.1.3 机制砂颗粒级配范围宜符合表 4.1.3-1 的规定，机制砂的级配类别应符合表 4.1.3-2 的规定。砂的实际颗粒级配除 4.75mm 和 0.60mm 的累计筛余外，其余筛孔的累计筛余可超出表中限定范围，但各级累计筛余超出值总和不应大于 5%；对于砂浆用机制砂，4.75mm 筛孔的累计筛余应为 0。

表 4.1.3-1 机制砂的颗粒级配范围(累计筛余百分数, %)

级配区	方孔筛筛孔边长尺寸(mm)					
	4.75	2.36	1.18	0.60	0.300	0.150
1 区	0~10	5~35	35~65	71~85	80~95	85~97
2 区	0~10	0~25	10~50	41~70	70~92	80~94

表 4.1.3-2 机制砂的级配类别

类别	I 类	II 类	III 类
级配区	2 区	1 区、2 区	

4.1.4 机制砂中泥块含量应符合表 4.1.4 的规定

表 4.1.4 机制砂的泥块含量

类别	I 类	II 类	III 类
泥块含量(按质量计, %)	0	≤1.0	≤1.0

4.1.5 机制砂中的石粉含量应符合表 4.1.5 的规定。

表 4.1.5 机制砂的石粉含量

项目		I 类	II 类	III 类
石粉含量 (%)	MB<1.0	≤7	≤10	≤15
	1.0≤MB<1.4	≤5	≤7	≤10
	MB≥1.4 或不合格	≤1	≤3	≤5

4.1.6 机制砂中如含有云母、轻物质、有机物、氯化物、硫化物及硫酸盐等有害物质，其限量应符合表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6 机制砂中有害物质限量

项目	指标		
	I 类	II 类	III 类
云母含量 (%)	≤1.0	≤2.0	≤2.0
轻物质含量 (%)	≤1.0		
硫化物及硫酸盐含量(按 SO ₃ 质量计, %)	≤0.5		
氯化物(按氯离子质量计, %)	≤0.01		
有机物含量(用比色法试验)	合格		

4.1.7 机制砂的单级最大压碎指标应符合表 4.1.7 的规定。

表 4.1.7 机制砂的单级最大压碎指标

项目	I 类	II 类	III 类
压碎指标 (%)	≤20	≤25	≤30

4.1.8 机制砂的坚固性应符合表 4.1.8 的规定。

表 4.1.8 机制砂坚固性指标

项目	I 类	II 类	III 类
硫酸钠浴液循环浸泡 5 次后的质量损失率 (%)	≤8		≤10

4.1.9 机制砂的表观密度应不小于 2500kg/m³、松散堆积密度应不小于 1400 kg/m³、空隙率宜小于 44%。

4.1.10 机制砂的饱和面干吸水率宜符合 4.1.10 的规定。

表 4.1.10 机制砂的饱和面干吸水率

项目	I 类	II 类	III 类
饱和面干吸水率 (%)	≤2.0	≤3.0	

4.1.11 经碱活性反应试验后，试件不得出现变形、裂缝、渗出物以及胶体物质外溢等情况，且在规定试验龄期膨胀率应小于 0.01%。

4.1.12 机制砂的片状颗粒含量应不大于 15%。

4.1.13 机制砂需水量比宜符合表 4.1.14 的规定。

表 4.1.14 机制砂的需水量比

项目	I 类	II 类	III 类
需水量比 (%)	≤115	≤125	≤135

4.1.14 当机制砂与天然砂混合使用时，天然砂的质量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

4.2 检验与验收

4.2.1 机制砂的检验分为型式检验、出厂检验和进场检验。

4.2.2 机制砂型式检验由具有相关资质的检测机构进行，并出具质量检测报告。型式检验的检验项目包括本规程第 4.1 节的所有技术要求。有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 1 新产品投产、老产品转产或产品定型鉴定时；
- 2 正式生产后，原材料、工艺有较大的变化，可能影响产品性能时；
- 3 正常生产时，每年进行一次；
- 4 停产半年以上，恢复生产时；
- 5 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 6 国家质量监督机构或使用单位提出进行型式检验要求时。

4.2.3 型式检验按下列规则判定：

1 若有一项指标不符合本标准第 4.1 节相应等级规定时，则需重新加倍抽样，对该项指标进行复检；若复检结果仍然不合格，则判该型式检验为不合格；

2 经检验(含复检)后，各项指标符合本标准第 4.1 节相应等级规定时，则判型式检验合格。

4.2.4 机制砂出厂检验项目应包括：颗粒级配、石粉含量（含亚甲蓝试验）、泥块含量、松散堆积密度。对于有预防混凝土碱骨料反应要求的混凝土，还应进行碱活性试验。

4.2.5 机制砂进场时，应按规定批次进行进场检验，并检查出厂合格证、出厂检验报

告及有效期内型式检验报告等质量证明文件。出厂合格证应包括下列内容：

- 1 机制砂类别、等级和生产厂信息；
- 2 批量编号及供货数量；
- 3 出厂检验结果、日期及执行标准编号；
- 4 合格证编号及发放日期；
- 5 检验部门及检验人员签章。

4.2.6 机制砂进场后应进行抽样复检，建立检验台账。进场检验项目应包括：颗粒级配、石粉含量(含亚甲蓝试验)、泥块含量、压碎指标、表观密度和松散堆积密度。

4.2.7 机制砂出厂检验和进场检验应按批进行。组批规则应符合以下要求：

1 生产规模日产量 2000t 或 600m³ 以上的，应以同品种、规格、类别的 1000t 或 600m³ 为一检验批；

2 生产规模日产量 2000t 或 600m³ 以上的，按同种类、规格、类别及厂家日产量每 600t 或 400m³ 为一批；

3 不足上述量者亦作为一批。

4.2.8 机制砂出厂检验和进场检验应按下列规则判定：

1 若有一项指标不符合本标准第 4.1 节相应等级规定时，则应从同一批产品中加倍取样，对该项指标进行复检；若复检样品仍有不合格，则判该批产品为不合格；

2 经检(含复检)后，各项指标符合本标准第 4.1 节相应等级规定时，该批产品判为合格。

4.2.9 机制砂取样应符合《建设用砂》GB/T 14684 的规定。机制砂的取样数量和检验方法见表 4.2.9。

表 4.2.9 机制砂的取样数量及检验方法

序号	检验项目	取样数量 (kg)	检验方法
1	细度模数/颗粒级配	4.4	GB/T 14684-2011 (7.3)
2	石粉含量	20.0	GB/T 14684-2011 (7.5)
3	泥块含量	6.0	GB/T 14684-2011 (7.6)
4	压碎指标	20.0	GB/T 14684-2011 (7.13.2)
5	坚固性	20.0	GB/T 14684-2011 (7.13.1)
6	云母含量	0.6	GB/T 14684-2011 (7.7)
7	轻物质含量	3.2	GB/T 14684-2011 (7.8)
8	硫化物及硫酸盐含量	0.6	GB/T 14684-2011 (7.10)

9	氯化物	4.4	GB/T 14684-2011 (7.11)
10	有机物含量	2.0	GB/T 14684-2011 (7.9)
11	表观密度	2.6	GB/T 14684-2011 (7.14)
12	松散堆积密度	5.0	GB/T 14684-2011 (7.15)
13	饱和面干吸水率	4.4	GB/T 14684-2011 (7.19)
14	碱活性	20.0	GB/T 14684-2011 (7.16)
15	含水率	4.4	GB/T 14684-2011 (7.18)
16	需水量比 ^a	2.7	JG/T568-2019 附录 E
17	片状颗粒含量	1.0	JG/T568-2019 附录 B
18	放射性	6.0	GB6566-2010

a: 该指标未选择性指标，可由供需双方协商确定是否采用。

5 机制砂砂浆及混凝土技术要求

5.1 原材料技术要求

5.1.1 砂浆和混凝土用水泥、机制砂、粗骨料、掺合料、外加剂等原材料进场时，应按规定批次提供型式检验报告、出厂检验报告、产品合格证、使用说明书等质量证明文件；对进场后原材料进行随机抽检，质量应满足本规程的要求。

5.1.2 水泥性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 等相关标准的规定。

5.1.3 机制砂的性能指标应符合本规程第 4.1 节的规定要求。

5.1.4 混凝土用粗骨料性能应符合现行国家、行业和地方相关标准的规定。

5.1.5 矿物掺合料性能应符合现行国家、行业和地方相关标准的规定。

5.1.6 混凝土用减水剂、引气剂、泵送剂、缓凝剂性能应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定；防水剂性能应符合现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474 的规定；膨胀剂性能应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB/T 23439 和现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的规定；防冻剂性能应符合现行国家标准《混凝土防冻剂》JC 475 的规定；速凝剂应选用低碱或无碱速凝剂，其性能应符合现行国家标准《喷射混凝土速凝剂》GB/T 35159 的规定。外加剂品种和掺量的选择应充分考虑混凝土结构设计、施工、结构特点和工程所处环境条件等要求。

5.1.7 砂浆用外加剂性能应符合以下规定：

1 减水剂、引气剂、缓凝剂性能应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定；

2 增塑剂性能应符合现行行业标准《砌筑砂浆增塑剂》JG/T 164 和《抹灰砂浆增塑剂》JG/T 426 的规定；

3 防水剂性能应符合现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474 的规定；

4 当使用其他具有特殊功能的外加剂时，应符合现行国家相关产品标准的规定；

5 外加剂的掺量应符合现行国家相关标准的规定，并应通过试验确定。

5.1.8 砂浆和混凝土用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

5.1.9 当砂浆、混凝土用其它辅助材料时，其性能应符合现行国家、行业和地方相关标准的规定。

5.2 砂浆技术要求

5.2.1 砂浆拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性，不得离析或泌水。

5.2.2 砂浆的性能技术要求应符合表 5.2.2-1 和表 5.2.2-2 的规定，并满足需方订货要求。

表 5.2.2-1 湿拌砂浆性能指标

项目	砌筑砂浆	抹灰砂浆		地面砂浆	防水砂浆
		普通抹灰砂浆	机喷抹灰砂浆		
强度等级	M5、M7.5、M10、M15、M20、M25、M30	M5、M7.5、M10、M15、M20		M15、M20、M25	M15、M20
抗渗等级	—	—		—	P6、P8、P10
稠度 a (mm)	50、70、90	70、90、110		50	50、70、90
稠度允许偏差 (mm)	±10	70、90: ±10 110: -10~+5		±10	±10
保水率 (%)	≥88.0				
压力泌水率 (%)	—	—	<40	—	—
保塑时间 (h)	6、8、12、24	6、8、12、24		4、6、8	6、8、12、24
14d 拉伸粘结强度 (MPa)	—	M5: ≥0.15 >M5: ≥0.20	≥0.20	—	≥0.20
28d 收缩率 (%)	—	≤0.20		—	≤0.15
抗冻性 b	强度损失率 (%)	≤25			
	质量损失率 (%)	≤5			
a 可根据现场气候条件或施工要求确定。 b 有抗冻性要求时，应进行抗冻性试验。					

表 5.2.2-2 干混砂浆性能指标

项目	干混砌筑砂浆		干混抹灰砂浆			干混地面砂浆	干混普通防水砂浆
	普通砌筑砂浆	薄层砌筑砂浆	普通抹灰砂浆	薄层抹灰砂浆	机喷抹灰砂浆		
强度等级	M5、M7.5、M10、M15、M20、M25、M30	M5、M10	M5、M7.5、M10、M15、M20	M5、M7.5、M10	M5、M7.5、M10、M15、M20	M15、M20、M25	M15、M20
抗渗等级	—	—	—	—	—	—	P6、P8、P10
保水率 (%)	≥88.0	≥99.0	≥88.0	≥99.0	≥92.0	≥88.0	≥88.0
凝结时间 (h)	3~12	—	3~12	—	—	3~9	3~12

2h 稠度损失率 (%)	≤30	—	≤30	—	≤30	≤30	≤30
压力泌水率 (%)	—	—	—	—	<40	—	—
14d 拉伸粘结强度 (MPa)	—	—	M5: ≥0.15 >M5: ≥0.20	≥0.30	≥0.20	—	≥0.20
28d 收缩率 (%)	—	—	≤0.20			—	0.15
抗冻性 a	强度损失率 (%)	≤25					
	质量损失率 (%)	≤5					
a 有抗冻性要求时, 应进行抗冻性试验。							

5.3 混凝土技术要求

5.3.1 机制砂混凝土拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性, 不得离析或泌水。

5.3.2 机制砂混凝土拌合物工作性能应满足设计和施工要求, 拌合物工作性能以坍落度和扩展度表示。坍落度检验适用于坍落度大于 10mm 的混凝土拌合物, 当混凝土拌合物坍落度大于 180mm 时, 应同时检验坍落度和扩展度。

5.3.3 机制砂混凝土拌合物的坍落度经时损失不应影响混凝土的正常施工。用于泵送的机制砂混凝土坍落度经时损失不宜大于 30mm/h。

5.3.4 机制砂混凝土拌合物的凝结时间应满足运输、浇筑和养护工艺要求及早期强度、水化热温升控制要求, 并通过试验确定。机制砂混凝土拌合物含气量应满足设计要求, 当设计无明确要求时, 应满足相关规定要求。

5.3.5 机制砂混凝土应具备良好的早期抗裂性能。早期抗裂性能试验结果应满足相关要求。

5.3.6 机制砂混凝土的物理力学性能应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB 14902 的规定, 并应符合工程设计的要求。

5.3.7 机制砂混凝土长期性能和耐久性能应满足工程设计、施工和应用环境要求, 并应符合现行国家、行业和地方相关标准的规定。

6 机制砂混凝土及砂浆配合比设计

6.1 砂浆配合比设计

6.1.1 机制砂砂浆的配合比设计、试配、调整与确定应按现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98、《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 等相关规定进行。

6.1.2 在配制相同强度等级的砂浆时，机制砂砂浆的单位用水量参照天然砂砂浆单位用水量进行初选，并宜根据机制砂需水量比进行适当调整；宜根据砂浆配置强度等级的提高适当提高机制砂中的石粉含量；抹灰砂浆宜用中砂。

6.1.3 有特殊要求的机制砂砂浆，其性能应符合相关标准、规范的规定和设计
要求，配合比应通过试验优化确定。

6.2 混凝土配合比设计

6.2.1 机制砂混凝土配合比计算、试配、调整与确定，在满足工程设计和施工要求的条件下，遵循低水泥用量、低用水量和低收缩性能的原则，应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55、《水工混凝土配合比设计规程》DL/T 5330 和《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30、《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T12 等的规定。

6.2.2 机制砂混凝土的水胶比参照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 进行计算。在配制相同强度等级的混凝土时，机制砂混凝土的水胶比可比天然砂混凝土增加 0.01~0.02。

6.2.3 机制砂混凝土的单位用水量参照《普通混凝土配合比设计规程》（JGJ 55）进行初选，并宜根据机制砂需水量比进行适当调整，具体用水量应经试验确定。单位用水量过高时，应通过掺外加剂调整。

6.2.4 机制砂混凝土的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、碎石的最大粒径及混凝土拌合物的性能要求通过试验确定。当采用相同细度模数的砂配制混凝土时，机制砂混凝土的砂率宜较天然砂混凝土砂高 2%~4%；当机制砂为粗砂、级配不良或其石粉含量低时，宜采用较高砂率。

6.2.5 机制砂配制混凝土时，矿渣粉、粉煤灰等掺合料的掺用可不考虑石粉含量的高低；当所配制的混凝土强度等级较低时，机制砂石粉含量可适当增加，有利于改善普通中、

低强度混凝土的和易性；机制砂中的石粉可部分替代矿渣粉、粉煤灰等作为掺合料使用，其替代量可通过试验确定。

6.2.6 机制砂混凝土宜掺用高效减水剂或高性能减水剂，减水剂掺量由试验确定。选定外加剂品种前，应检验外加剂与水泥的相容性。

6.2.7 有特殊要求的机制砂混凝土进行配合比设计时，除应符合国家、行业和安徽省地方有关标准的规定外，还应遵循以下规定：

1 对于有抗折要求的混凝土宜优先选用 I 类的机制砂。路面混凝土应按弯拉强度进行配合比设计，以 28d 弯拉强度为设计标准，并应验证混凝土的劈裂抗拉强度。机制砂的石粉含量、混凝土的水灰比、耐磨性及其他路用性能还应符合 JTG/T F30 的要求；

2 当对混凝土拌合物的流动性有较高要求或对于有抗冻、抗渗、抗碳化、抗氯离子侵蚀和抗硫酸盐腐蚀等耐久性要求的机制砂混凝土，其配合比耐久性设计还应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的相关规定，宜采用 MB 值小于 1.0 的机制砂；

3 对有抗裂要求的机制砂混凝土，应通过混凝土早期抗裂性能试验和收缩性能试验优选配合比；

4 预应力混凝土结构所用机制砂的石粉含量不宜高于 7%，以降低石粉对混凝土弹性模量和收缩徐变的影响。

5 高性能混凝土应采用 I 类机制砂。机制砂高性能混凝土配合比设计应按强度和耐久性能进行设计，并应满足混凝土配制强度及其它力学性能、拌合物性能、变形性能和耐久性能的设计要求。

7 机制砂砂浆及混凝土制备与施工

7.1 一般规定

- 7.1.1 制备机制砂砂浆及混凝土前应根据机制砂砂浆、混凝土的施工性能特点和结构特点制定机制砂砂浆及混凝土生产质量管理技术方案，并在施工前做好技术交底。
- 7.1.2 机制砂砂浆及混凝土应规定结合现场实际对设计配合比进行调整，制作过程中按施工配合比准确计量。
- 7.1.3 机制砂砂浆及混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，其搅拌时间宜在天然砂砂浆及混凝土搅拌时间的基础上延长直至砂浆拌合物均匀稳定。
- 7.1.4 机制砂混凝土在运输、输送（泵送或小车输送）、浇筑过程中严禁加水。
- 7.1.5 机制砂应分类堆放储存，采取搭建雨篷、硬化场地、有组织排水等环保措施要求，并应防止颗粒离析、混入杂质。
- 7.1.6 机制砂混凝土和砂浆的运输应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T14902、《预拌砂浆》GB/T 25181 等规定。
- 7.1.7 机制砂砂浆、混凝土施工过程中应做好施工记录、现场成型记录和养护记录。
- 7.1.8 机制砂混凝土和砂浆施工后应做好早期保湿养护，养护时间不得少于 7d，环境温度低于 5℃时不得直接浇水。

7.2 砂浆的制备与施工

- 7.2.1 制备机制砂砂浆的原材料除应满足现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181、现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定外，还应满足本规程第 5.1 节相关规定。
- 7.2.2 机制砂砂浆原材料计量和称量应采用电子设备自动计量，计量允许偏差应符合表 1、表 2 的规定。

表 7.2.2-1 湿拌砂浆材料计量允许偏差

材料品种	水泥	细骨料	矿物掺合料	外加剂	添加剂	其他材料	水
每盘计量允许偏差 (%)	±2	±3	±2	±2	±2	±2	±2

累计计量允许偏差 (%)	±1	±2	±1	±1	±1	±1	±1
注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘砂浆的每种材料计量和的偏差							

表 7.2.2-2 干混砂浆材料计量允许偏差

材料品种	水泥	骨料	添加剂	外加剂	矿物掺合料	其他材料
计量允许偏差 (%)	±2	±2	±2	±2	±2	±2

7.2.3 机制砂砂浆的包装、贮藏和运输应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 和现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/223 的规定。

7.2.4 机制砂砂浆进场检验、储存和拌合应符合《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 等现行行业标准规定。

7.2.5 机制砂砂浆的施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的规定。

7.2.6 特种机制砂砂浆在制作和施工时应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 和现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/223 的规定。

7.3 混凝土的制备与施工

7.3.1 制备机制砂混凝土的原材料应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定，还应符合本规程第 6.1 节相关规定。

7.3.2 机制砂混凝土原材料应采用电子设备计量，其精度应符合现行的国家标准《混凝土拌合站》GB/T107-171 的规定；各种原材料计量的允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 混凝土各种原材料计量允许偏差（按质量计，%）

材料品种	水泥	骨料	水	外加剂	掺合料
每盘计量允许偏差 (%)	±2	±3	±1	±1	±2
累计计量允许偏差 (%)	±1	±2	±1	±1	±1
注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘砂浆的每种材料计量和的偏差。					

7.3.3 机制砂混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，其搅拌时间应在天然砂混凝土搅拌时间的基础上适当延长，一般延长 20~30s，宜控制在 90s~150s，以确保搅拌均匀。

机制砂混凝土的制备应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

7.3.4 机制砂混凝土应按下列要求加强混凝土拌合物质量稳定性的控制：

- 1 严格控制计量精度；
- 2 加大机制砂的颗粒级配、细度模数、石粉含量(含亚甲蓝试验)的检测频率；
- 3 机制砂、粗集料堆料取料时，采取措施防止离析；

4 严格测定机制砂、粗集料的含水率，并按含水量变化及时调整机制砂、粗集料和拌合用水的称量，以确保混凝土的实验室配合比和施工配合比的一致性；

5 机制砂混凝土搅拌时，当机制砂石粉含量、MB 值变化较大等情况，应适时调整砂率及减水剂用量，确保混凝土拌合物流动性、工作性良好，石粉含量应符合本规程第 4.1.5 条的相关规定。

7.3.5 机制砂混凝土的运输应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

7.3.6 对于采用搅拌运输车运输的机制砂混凝土，到达现场后，宜高速旋转 20S 搅拌均匀；当坍落度损失较大不能满足施工要求时，可在运输车罐内加入适量的与原配合比相同成分的减水剂，并快速旋转搅拌均匀，并应在达到要求的工作性能后再泵送或浇筑，减水剂加入量应事先由试验确定，并应进行记录。

7.3.7 机制砂混凝土运输至浇筑现场时，不得出现离析或分层现象。

7.3.8 机制砂混凝土的浇筑应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

7.3.9 采用泵送施工的机制砂混凝土，其运输应能保证混凝土的连续泵送，并应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T10 的规定。

7.3.10 机制砂混凝土应采用机械振捣，每一振点的振捣时间宜根据拌合物稠度和振捣部位等不同情况，控制在 20s~ 30s，以混凝土拌合物表面平坦泛浆，基本无气泡溢出为度，严禁过振、欠振。

7.3.11 特殊机制砂混凝土在制作和施工时应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T14902、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

8 机制砂砂浆及混凝土的检验与验收

8.0.1 机制砂预拌砂浆及混凝土的出厂、交货检验应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181、《预拌混凝土》GB/T14902、现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的规定。

8.0.2 机制砂混凝土和砂浆拌合物性能应符合本规程第 5.2 节、第 5.3 节要求及相关标准的规定。

8.0.3 施工前，应对机制砂混凝土拌合物的坍落度、含气量、扩展度、均质性、温度和砂浆的稠度、保水率等工作性能进行抽样检验，且应在搅拌地点和施工地点分别抽样检验。

8.0.4 机制砂混凝土和砂浆的验收取样、样本和检验频次应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181、《预拌混凝土》GB/T14902 的规定。

8.0.5 机制砂混凝土拌合物性能检验应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB 50080 等标准规定，还应符合本规程第 6.3 节相关规定。

8.0.6 机制砂混凝土强度检验评定应符合《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 现行标准规定。

8.0.7 预拌机制砂混凝土和砂浆生产企业，应按规定向施工单位提供预拌混凝土和预拌砂浆强度检验报告等相关质量证明资料。

8.0.8 机制砂混凝土工程施工质量验收应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等现行标准的规定。

8.0.9 机制砂砂浆的质量验收，应符合《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203、《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 等标准规定。

附录 A 机制砂绿色生产技术要求

(资料性附录)

A.1 加工厂(场)规划与布置

A.1.1 机制砂生产厂(场)选址应符合下列规定:

1 建厂(场)选址应综合考虑生产、运输、安全、环保、成本等条件,根据生产线的数量、机制砂产量、机械设备特点等合理确定厂(场)区位置及规划,厂(场)址选择应靠近料源所在地,并远离居民区;

2 机制砂生产厂(场)区应选择在工程地质和水文地质较好的地带,并应避开山洪、滑坡、泥石流等地质灾害易发地带;临近山坡且有可能被山洪侵袭的地方,应设置防洪堤或防洪截水沟等设施;

3 机制砂加工厂(场)一般位于矿区附近,矿山爆破产生的地震波、冲击波、个别飞散物会对工厂(场)设施造成破坏,对人员造成伤害,加工厂(场)必须布置在爆破危险区之外。矿山爆破安全距离应按各种爆破有害效应(地震波、冲击波、个别飞散物等)分别核定,取最大值,并应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722的有关规定;

4 机制砂生产过程中,会产生大量弃渣,必须有充足的场地堆放弃渣。为保护环境,厂(场)址选择宜利用荒山地、山坡地,不占或少占农田、林地。在占用耕地时,应考虑有条件恢复耕地时,保存部分表层土以恢复耕地。

5 厂(场)址选择宜靠近已有的交通运输线路、水源和主要输电线路,有利于减少机制砂加工系统建设总投资。

6 厂(场)址选择应满足环境保护、水土保持等要求。

A.1.2 机制砂加工厂(场)区布局应满足下列要求:

1 机制砂厂(场)区平面规划布局主要内容宜包括平面布置、用地规划、机械设备布置、功能区划分、道路规划、地面硬化区域规划、用电设计、给排水设计、厂房及雨棚设计等,生产区场建方案应充分考虑场区桁吊有效起升高度,各生产设备间应留有充分的检修空间,条件允许的情况下减少交叉。

2 总体布置应根据厂(场)区地形地质条件,选择经济合理的布置方案,并应做到生产流程简便流畅、布置紧凑合理、道路连接平顺;

3 机制砂生产厂（场）宜采用集中方式，按取石区、选料区、喂料区、加工区、半成品与成品存放区、检测区、计量区、废料区、检修通道和运输安全通道进行统一规划，合理设置分区；

4 块石分拣区、粗碎车间宜靠近料场来料方向，成品堆场宜靠近运输线路；

5 筛分车间布置应综合规划与半成品堆场、成品堆场、洗石车间、中细碎车间、超细碎车间及制砂车间之间的平面和立面的联系，减少骨料转运环节和高差；

6 办公区宜选择在生产车间的上风向，并远离爆破区。

A. 1.3 机制砂加工厂（场）场地应满足下列要求：

1 厂（场）区面积宜根据不同功能区和生产规模确定，不同机制砂加工厂（场）的厂（场）区面积相差较大，难以提出具体要求，只要能保证正常有序生产即可。

2 场内主干道路应将取石区、加工区、成品存放区等功能区贯通，其布设宽度、曲线半径应满足成品运输、生产设备运输和维护机械的通行需求；

3 厂（场）区周围宜设置围墙，厂（场）区内宜进行绿化；

4 厂（场）区内应设置地表水排水系统，场地排水坡度一般不宜小于 1%；湿法生产机制砂时，排水坡度不宜小于 2%；

5 成品堆场（库）地面应硬化，进出机制砂堆放场地的道路宜做硬化处理，不应采用土坯路面，防止运输车辆进入料场带入泥土和粉尘，减少对集料的污染；

6 成品堆场（库）地表水排放宜与厂（场）区排水系统协调一致。

A. 2 生产工艺

A. 2.1 生产工艺布置应根据工艺流程特点，合理利用地形布置空间、设施，简化物料运输环节。应结合工程特点，综合考虑生产条件、母岩种类、生产规模和技术经济性等因素，经多方案技术经济比较，积极选用先进合理、节能减排的生产工艺和设备。

A. 2.2 机制砂生产宜采用砂、石联产工艺，砂石联产工艺流程可根据母岩的变化及混凝土对砂、石要求的变化进行调整。

A. 2.3 根据去除机制砂中石粉的方式，机制砂的生产工艺分为干法和湿法两类，应优先采用干法制砂工艺。当干法制砂产品的亚甲蓝 MB 值、石粉含量不能满足本标准的机制砂质量要求时，宜采用湿法制砂工艺。干法、湿法工艺对比见下表 **A. 2.3**。

表 A. 2.3 干法、湿法工艺对比表

工艺	优势	存在问题
----	----	------

湿法工艺	1. 砂中石粉含量低，可用于高标号混凝土； 2. 生产现场粉尘少，减少污染； 3. 原料含水要求不高； 4. 机制砂粗细颗粒混合均匀。	1. 产品砂石粉含量过多、含水量高； 2. 产品砂产量相对较低、细度模数偏大； 3. 水资源需求大，污水及泥浆处理要求高。
干法工艺	1. 砂细度模数和石粉含量可控； 2. 吸出石粉可以利用； 3. 运行成本低。	1. 原料含水率要求高，易造成亚甲基蓝值超标； 2. 石粉含量比较高，高标号混凝土使用受限； 3. 生产过程粉尘大，环保措施要求高。

1 干法制砂生产工艺参见下图A. 2. 3-1：

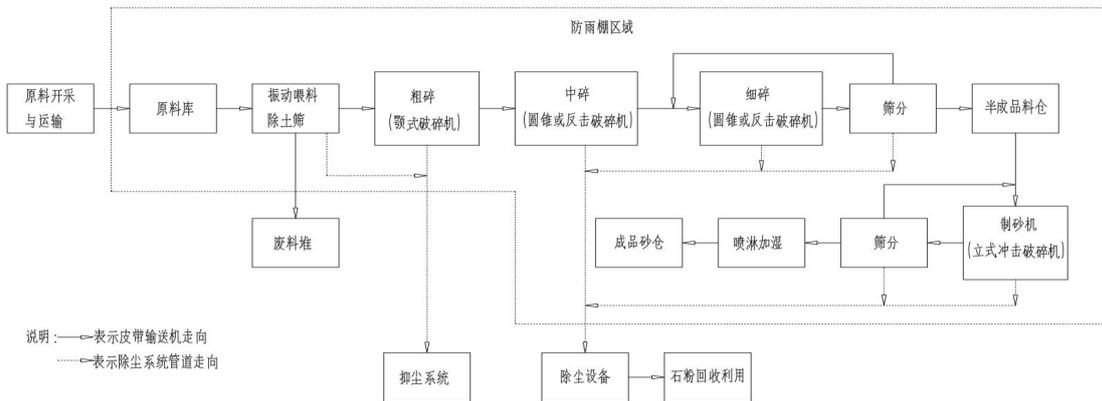


图 A. 2. 3-1 干法制砂生产工艺流程

2 湿法制砂生产工艺参见下图 A. 2. 3-2：

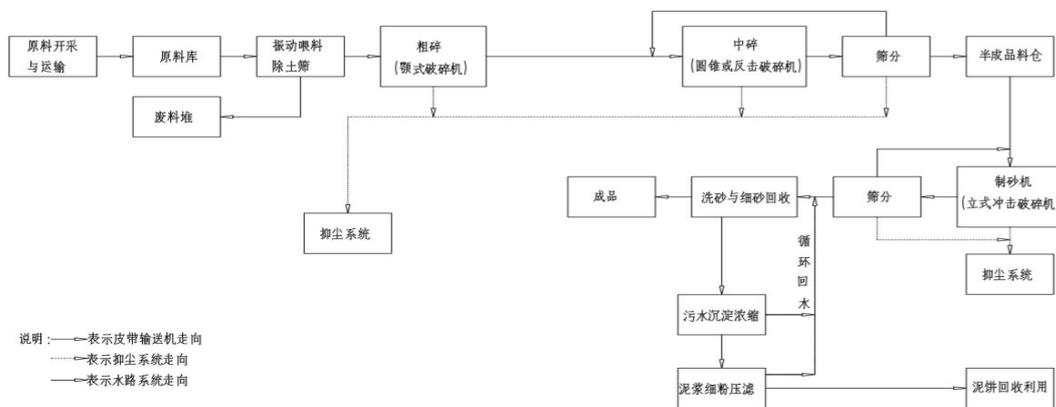


图 A. 2. 3-2 湿法制砂生产工艺流程

A. 2. 4 机制砂加工工艺及设备选型应通过工艺性试验确定，工艺性试验内容应包括机制砂母岩可加工性和对金属件磨耗试验。

A. 2. 5 机制砂生产设备和工艺应对砂石原料的岩性波动及级配要求变化有一定的适应性，保证机制砂质量稳定。

A. 2. 6 机制砂石联产采用难碎或中等可碎矿石时，宜采用粗碎、中碎、细碎（或整形）、制砂四级破碎工艺；采用中等可碎及易碎矿石时，宜采用粗碎、中碎、制砂三级破碎

工艺。其中粗碎、中碎一般分别采用颚式破碎机与反击式破碎机或圆锥式破碎机。最后一级破碎（制砂）宜采用立轴式冲击破碎机或棒磨机对颗粒进行整形。

A. 2.7 机制砂生产线应在破碎机与振动筛等主要扬尘点配备除尘设备除尘，并根据石粉含量控制的需要，与选粉设备或水洗设备配套使用进一步除粉。

1 采用干法制砂工艺时，若成品砂的石粉含量偏高，可选用风选脱粉机等作为石粉脱除设备；

2 采用湿法制砂工艺时，若成品砂石粉含量偏高，可选用轮式洗砂机作为石粉脱除设备，若成品砂的石粉含量偏低，可选用细砂回收设备回收部分 0.3mm 以下细砂和石粉。

A. 2.8 机制砂生产线应在破碎机与振动筛等主要扬尘点配备除尘设备除尘，并根据石粉含量控制的需要，与选粉设备或水洗设备配套使用进一步除粉。

A. 2.9 干法制砂生产线宜采用喷淋系统对制成的机制砂进行加湿处理，使机制砂具有一定的含水率，防止输送、堆放、装卸和运输过程中颗粒离析。

A. 3 生产设备

A. 3.1 机制砂的生产工艺和设备性能有多种，其工艺特点和设备特性有一定差异，设备选型与配置应充分考虑母岩的加工属性、机制砂加工质量要求、生产规模、工艺要求、维护和使用成本、机制砂生产厂（场）所在地历史天气等因素综合确定，并应遵循成熟先进、节能环保、备品配件来源可靠的原则。

A. 3.2 机制砂加工系统应由除土系统、原料供给系统、破碎系统、筛分系统、整形系统、输送系统、信息化监控系统、电控系统、除尘系统或水处理系统等组成。

A. 3.3 原料供给系统应符合下列规定：

1 粗碎前给料设备应采用篦条式振动给料机或棒条式振动给料机，均匀或定量供给原料和筛除废料；

2 中碎、细碎、筛分及制砂设备前给料设备宜采用振动给料机、板式给料机、槽式给料机给料；

3 产品堆场（仓）出料设备可采用振动给料机、槽式给料机或卸料闸门给料。

A. 3.4 破碎系统应符合下列规定：

1 破碎系统应根据制砂母岩特性、所需的处理能力、被破碎物料的最大粒径、砂的级配，确定破碎设备的类型和数量。

2 当采用石灰石、白云岩等莫氏硬度小于 3~5 级的软岩制砂，宜选择颚式破碎机和反击式破碎机与制砂机组合工艺配置；当采用花岗岩、玄武岩等莫氏硬度大于 6 级以上的硬岩制砂，宜选择颚式破碎机、旋回破碎机和圆锥破碎机与制砂机组合工艺配置。

3 给料量、给料粒度应保持连续和稳定，并根据工艺性生产试验或室内试验结果确定，且最大入料粒度不应大于设备入料口尺寸的 0.85 倍。

4 原料进第一段破碎机之前应进行除土处理。

5 破碎设备前的进料带式输送机上宜设置金属处理装置。

A. 3.5 筛分系统应符合下列规定：

1 筛分设备的类型应与筛分骨料所需的处理能力、筛分效率、使用工况及设备的配置要求相适应。

2 筛分设备的处理能力计算应考虑给料量的波动，多层筛的处理能力应按控制筛层计算，并校核筛分设备出料端的料层厚度。

3 采用干法筛分工艺时，筛分设备宜采用圆振筛或直线筛。筛孔尺寸应满足产品粒级的要求，筛分设备应满足生产能力的要求。

4 机制砂的细度模数可通过振动筛角度、层数或筛孔尺寸进行调控。

5 当采用砂石联制系统时，应采用部分筛分效率进行工艺流程计算，总筛分效率不宜低于 90%。

A. 3.6 制砂系统应符合下列规定：

1 应根据制砂原料特性、所需的处理能力、成品砂细度模数和级配、石粉含量要求等，确定制砂设备的类型和数量。

2 机制碎石整形设备宜选用立轴冲击式破碎机、反击式破碎机。

3 宜选择干法制砂工艺，成品砂的石粉含量可用风选脱粉机进行调节。

4 进入制砂机的粒度宜控制在 40mm 以内，未经处理或含杂的石屑不可直接进入制砂机。

A. 3.7 输送系统应符合下列规定：

1 带式输送机的输送能力应满足机制砂石加工系统各种运行工况的需要，并考虑物料流量的波动。

2 带式输送机输送砂石料时，其向上倾角不宜超过 16° ，向下倾角不宜超过 12° 。当布置区域地形条件有限、所需向上倾角大于 16° 时，可选用波状挡边带式输

送机。

3 带式输送机输送经水洗设备脱水后的成品机制砂时，选用带宽应比计算值提高一级，且最小带宽不宜小于 650mm，向上倾角宜小于 12°。

4 成品机制砂输送机末端应设置防离析管、加湿机等防离析装置。

A. 3.8 给料系统应符合下列规定：

1 宜采用具有变频调速功能的给料机，篦条之间的宽度应根据毛石的含泥量进行适当调整。

2 半成品堆场下部带式输送机可采用振动给料机或往复式给料机给料；成品堆场下部带式输送机可采用振动给料机或给料弧门给料。

3 应在给料系统前段，设置毛石清洗系统，可采用机选和风选相结合的方式有效除泥，确保成品机制砂MB值满足要求。

A. 3.9 除尘系统应符合下列规定：

1 机制砂加工过程，应满足《大气污染综合排放标准》GB 16297 和当地的环保要求，最高粉尘排放量不应高于 20mg/m³。

2 机制砂生产宜进行多点分布式收尘和抑尘，宜采用袋式除尘器等设备进行除尘。

水洗系统应符合下列规定：

1 应根据机制砂原料的含泥量、可洗性、所需的处理能力及被清洗砂石的最大粒径，确定砂石清洗设备的类型与数量。

2 采用湿法生产时，水洗系统应包含水洗设备、细砂回收装置及污水处理设备。

A. 3.10 为提高设备利用率，保证机制砂加工系统连续均衡生产及达到高效节能的目的，工艺中各单元选用设备的能力应匹配、均衡，相邻工序的设备负荷率应基本保持一致。同一作业的设备类型和规格要求相同，是为了对设备进行操作控制和检修及备品配件供应方便，以保证产品粒形均匀稳定。

A. 3.11 原料及成品运输宜采用带式输送机运输，运输线路布置应减少中间环节，缩短转运距离，避免带式输送机立面交叉。带式输送机宜采用封闭式结构，且要满足防雨要求。

A. 3.12 机制砂生产过程中应加强设备维护，及时更换易磨损部件，稳定机制砂的质量。

A. 3.13 机制砂加工系统中旋转轴、联轴节、齿轮、皮带轮和其它旋转部件应设置安

全防护，高空人行通道、检修平台均应按照国家相关安全规范要求设置护栏和安全爬梯。

A. 3. 14 机制砂加工系统宜采用模块化设计、集中闭环控制，智能化生产，系统采集并保存生产数据，通过网络系统远程传输到监控平台进行质量监控。

A. 4 存储与运输

A. 4. 1 机制砂成品应通过加湿调整含水率，避免堆放、装卸和运输过程中颗粒离析。

A. 4. 2 不同料源特性、不同类别和规格的机制砂应分别堆放。皮带输送机出料端口与堆料高度不应超过 3m，成品堆料高度不应超过 5m。

A. 4. 3 堆放场地应设置钢结构大棚防雨防尘避免机制砂淋雨受潮、粉尘污染，生产水泥混凝土时机制砂含水率不稳定而影响混凝土的工作性稳定和强度；地面需硬化处理并设置排水沟，防止未硬化的地面上的土、杂质混入砂中，影响成品砂质量。

A. 4. 4 不同规格机制砂砂堆应设置清楚的标识牌，对骨料规格型号、生产日期、检验日期、方量等信息进行标识，料仓间不允许混料，标识牌摆放在醒目的位置。

A. 4. 5 机制砂在储存场地内应尽量减少转运次数，必须转运时宜采用皮带输送机，不宜采用装载机运输。

A. 4. 6 机制砂在出厂（场）运输过程中应采取防逸散的覆盖措施，含水状态应超过饱和面干且以运输时不滴漏为原则。

A. 5 信息化监测

A. 5. 1 不同项目或不同结构部位对机制砂的性能需求存在差异，这就需要根据工程需要“定制”机制砂，而目前机制砂性能指标的检测均是在机制砂生产完成后在试验室内的测试，时间的滞后性导致了生产把控的难度和不合格产品的出现，机制砂生产采用生产质量信息化控制系统，这对于减少或避免产品的不合格率，对加强混凝土用机制砂的质量管控具有重要意义。

A. 5. 2 机制砂生产厂（场）喂料区、加工区的破碎筛分制砂等主机设备、计量区等安全质量生产关键部位应设置视频监控系统，并引入中控室。

A. 5. 3 生产质量监测系统宜满足信息化工程管理平台数据接口相关要求。

A. 5. 4 生产质量监测系统应具有防震、防雷击、防潮和温度调节功能。

A. 6 环境保护与资源综合利用

- A. 6. 1 机制砂生产应遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。
- A. 6. 2 机制砂厂（场）生产应采用先进工艺、节能环保机械设备，降低资源和能源消耗，实现绿色生产。
- A. 6. 3 机制砂生产厂（场）宜永临结合，合理规划场地，减少临时占地，综合利用，节约土地资源。
- A. 6. 4 机制砂生产厂（场）施工现场应建立环境管理体系，制定环境保护措施，有效减少施工对环境的破坏或污染，并不断持续改进环境管理体系。
- A. 6. 5 对于机制砂加工、运输及堆存过程中产生的粉尘，严重危害操作人员的身心健康。粉尘通过大气扩散，影响周边人群的健康。因此，在设计机制砂生产线时，必须在破碎机与振动筛上等主要扬尘点设置收尘装置，如需将石粉含量控制更低，则需配套安装选粉设备或水洗设备，与除尘设备协同除去机制砂中的石粉。粉尘排放应符合《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）的规定，并应满足厂（场）区所在地区的环保要求；
- A. 6. 6 湿法加工工艺会产生大量的废水，废水的泥浊度较高，厂（场）区应建有规范完备的废水处理和循环利用系统，废水排放标准应符合《污水综合排放标准》GB 8978的相关规定。
- A. 6. 7 加工厂（场）内各类地点噪声限值应符合《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087）的相关规定；加工厂（场）厂界限值应符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348）的相关规定。
- A. 6. 8 机制砂生产厂（场）开采和生产中应注重保护植被和土地恢复。
- A. 6. 9 机制砂厂（场）生产用水和降尘洒水以及雨水宜采用循环水资源。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

4) 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的用词：

5) 正面词采用“可”；

反面词采用“不可”。

2 本规程中指明应按其他有关标准，规范执行的写法为“应按……执行（或采用）”或“应符合……规定（或要求）”。非必须按指定的标准、规范执行的写法为“可参照……”。

引用标准名录

- 1 《预拌混凝土》 GB/T 14902
- 2 《建设用砂》 GB/T 14684
- 3 《预拌砂浆》 GB/T 25181
- 4 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 5 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T50080
- 6 《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 7 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T50082
- 8 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
- 9 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 10 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476
- 11 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 12 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 13 《混凝土泵送施工技术规程》 JGJT 10
- 14 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
- 15 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 16 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T70
- 17 《砌筑砂浆配合比设计规程》 JGJ 98
- 18 《抹灰砂浆技术规程》 JGJ 220
- 19 《预拌砂浆应用技术规程》 JGJ/T 223
- 20 《人工砂混凝土应用技术规程》 JGJ/T241
- 21 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》 JGJ/T 322
- 22 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
- 23 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 24 《公路工程集料试验规程》 JTG E42
- 25 《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规程》 JTG/T B07-01
- 26 《公路桥涵施工技术规范》 JTG/T F 50
- 27 《公路隧道施工技术细则》 JTG/T F60

28 《公路水泥混凝土路面施工技术细则》 JTG/T F30

29 《公路工程质量检验评定标准》 JTG F80-1

30 《高性能混凝土用骨料》 JG/T 568

安徽省地方标准

机制砂应用技术规程

Technical specification for application of
manufactured sand

DB34/T ××××-20××

(征求意见稿)

条文说明

目次

1 总则.....	
2 术语.....	
3 基本规定.....	
4 机制砂技术要求及检验与验收.....	
4.1 技术要求.....	
4.2 检验与验收.....	
5 机制砂砂浆及混凝土的技术要求.....	
5.1 原材料技术要求.....	
5.2 砂浆技术要求.....	
5.3 混凝土技术要求.....	
6 机制砂砂浆及混凝土配合比设计.....	
6.1 一般规定.....	
6.2 砂浆配合比设计.....	
6.3 混凝土配合比设计.....	
7 机制砂砂浆及混凝土制备与施工.....	
7.1 一般规定.....	
7.2 砂浆的制备与施工.....	
7.3 混凝土的制备与施工.....	
8 机制砂砂浆及混凝土检验与验收.....	
附录 A 机制砂绿色生产技术要求.....	

1 总 则

1.0.1 随着安徽省近年来基础设施建设的大力发展，各工程项目对建筑材料用砂、石的需求量急剧增加，传统天然砂已无法满足市场的需求，机制砂石替代天然砂已成为行业发展的必然趋势。本规程必将对促进和规范我省机制砂在建设工程中砂浆、混凝土中的应用具有重要意义。

1.0.2 本条主要明确了本规程的应用范围及机制砂应用中的质量控制主要环节。

1.0.3 本条规定了本规程与其他标准、规范的关系。本规程难以对所有机制砂砂浆、机制砂混凝土的应用情况作出规定，在实际应用中，本规程作出规定的，按本规程执行，未作出规定的，按现行相关标准执行。

2 术 语

2.0.2 本标准所涉及的机制砂的生产原料主要为天然岩石、卵石、矿山尾矿废石。通过对我省的机制砂生产情况调查统计,我省生产机制砂的母岩岩性主要有石灰岩、花岗岩类、河道卵石和玄武岩等,可用于生产机制砂的岩石类型还包括石英岩、安山岩、闪长岩和白云岩等。另外我省的尾矿资源较为丰富,马鞍山、铜陵、六安等地抛尾后的废石也可作为机制砂的料源,将该类废石作为生产机制砂原料,生产工艺等要求与天然机制砂基本相同。

目前,机制砂生产加工水平参差不齐,有些甚至是生产碎石后的石屑经过简单的筛分水洗制得。由于其母岩矿物和材质不同,加工机械与工艺不同,导致颗粒外形差别很大,粒形差的机制砂颗粒多呈细长状、片状或尖锐状等不规则形状。为了保证机制砂的颗粒形状粒型圆润,本标准强调机制砂的生产应包括整形工序,以便更好控制机制砂的生产加工水平和使用质量。

在制备机制砂的生产过程中,将产生大量的粒径范围在 0.075mm 以下的粉料。当粉料含量过高时,尤其是泥粉存在时,会对新拌混凝土的工作性能、外加剂的效能和硬化混凝土的力学性能、体积稳定性和耐久性产生显著有害影响,为此,机制砂的生产工艺中应设立水洗、收尘等粉控工艺。

2.0.4 “石粉”属于广义上的石粉,由泥粉和矿物组成及化学成分与被加工母岩相同的粉料组成。

2.0.10 大多数砂浆或混凝土生产企业采用混合砂,即采取天然砂与机制砂组合的方法来保证机制砂砂浆与机制砂混凝土质量,本规程中,无论采用单一机制砂还是采用混合砂配制砂浆或混凝土,都视为机制砂砂浆或机制砂混凝土。

2.0.11 由于母岩矿物和材质不同,加工机械与工艺不同,导致颗粒外形差别很大,粒形差的机制砂颗粒多呈细长状、片状或尖锐状等不规则形状。引入片状颗粒含量来表征机制砂的外形特征,从一定程度上可以反映机制砂颗粒的外形特征,也间接反映了机制砂颗粒的生产原材料的性质和机械加工水平的高低。

3 基本规定

3.0.1 本条规定了机制砂、机制砂砂浆、机制砂混凝土的性能指标应符合的规定，并按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定严格控制。

3.0.2 岩石的抗压强度比较直观，但检测较为复杂，一般由生产单位提供。在《建筑用卵石、碎石》GB/T14685 中对不同类型的岩石，分别给出了不同的抗压强度指标值。鉴于规模生产的砂石场是同时生产机制砂和碎石的，为保证砂、石集料具有足够的强度以满足混凝土强度等性能的需求，增加了母岩强度的要求。

3.0.3 机制砂绿色生产参见附录 A。

3.0.5 人体放射医学研究表明，人体遭受过量辐射会损伤人的身体健康，导致癌症，为保障建筑环境辐射安全，应对用于建筑工程的机制砂混凝土放射性作出规，并按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定严格控制。

3.0.6 本条规定了机制砂用于特殊混凝土时混凝土性能与配合比的设计依据。有特殊要求的机制砂混凝土是指由抗渗、抗冻、抗碳化、抗裂、抗氯离子侵蚀、抗硫酸盐侵蚀及其他抗化学腐蚀等耐久性要求的混凝土工程，其配合比设计应符合相关标准、规范的规定并通过试验确定。

3.0.7 对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构用机制砂，应采用砂浆棒（快速法）或砂浆长度法进行骨料的碱活性检验，经上述检验判断为有潜在危害时，应控制混凝土中的碱含量不超过 $3\text{kg}/\text{m}^3$ ，或采取能抑制碱-骨料反应的措施。混凝土的碱-集料反应包括了碱-硅酸反应和碱-碳酸盐反应。对于纯碎的碱-碳酸盐反应活性的集料，目前国内外尚无好的预防混凝土碱集料反应的措施，因此具有碱-碳酸盐反应活性的机制砂不得用于混凝土工程。本标准不完全排除具有碱-硅酸反应的活性的机制砂用于混凝土工程，但其使用应具备一定的条件，一是机制砂的快速砂浆棒法检验结果膨胀率应在 $0.10\%\sim 0.20\%$ 范围，二是应按《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733-2011 采取预防混凝土碱集料反应的技术措施，进行抑制集料碱-硅酸反应活性有效性试验，并验证有效。由于含碱环境中的碱会渗入混凝土，强化碱集料反应条件，在这种环境下采用碱活性集料用于混凝土是非常危险的，所以在盐渍土、海水和受除冰盐作用等含碱环境中，不得采用碱活性的机制砂。

3.0.8 碳硫硅钙石型硫酸盐腐蚀(TSA)是一种危害极大的新型硫酸盐腐蚀类型。国内外研究成果表明,石灰岩质人工砂混凝土在 15℃ 以下的低温硫酸盐侵蚀环境中,会发生碳硫硅钙石型硫酸盐腐蚀。本条参考英国混凝土标准《第 1 部分:混凝土分类指南》、《第 2 部分:混凝土拌合料的方法》、《第 3 部分:混凝土生产和运输中所用方法标准》、《第 4 部分:混凝土取样、试验和合格评定所用方法规范》BS5328: Concrete 和英国标准《混凝土(规范、性能、产生及符合性)》BSEN206-1 Concrete 的相关技术要求,规定了机制砂混凝土用于可能发生 TSA 环境时,应进行专项试验论证,并采取必要的技术措施,以保证混凝土工程的耐久性。

3.0.9 机制砂与天然砂的混合比例,宜使混合后的混合砂的细度模数控制在 2.3~3.0 之间。混合砂的细度模数应按下式进行计算。

原材料有所区别重点,和天然砂一致的可省略

$$\mu_{f(\text{混})} = \frac{\alpha_{(\text{机})} \mu_{f(\text{机})} [100 - \beta_{1(\text{机})}] + \alpha_{(\text{天})} \mu_{f(\text{天})} [100 - \beta_{1(\text{天})}]}{100 - [\alpha_{(\text{机})} \beta_{1(\text{机})} + \alpha_{(\text{天})} \beta_{1(\text{天})}]}$$

式中:

$\mu_{f(\text{混})}$ —混合砂细度模数;

$\mu_{f(\text{机})}$ —机制砂细度模数;

$\mu_{f(\text{天})}$ —天然砂细度模数

$\alpha_{(\text{机})}$ —混合砂中机制砂所占比例;

$\alpha_{(\text{天})}$ —混合砂中河砂所占比例;

$\beta_{1(\text{机})}$ —机制砂筛分试验所得 4.75mm 筛的百分数;

$\beta_{1(\text{天})}$ —天然砂筛分试验所得 4.75mm 筛的百分数。

当机制砂和天然砂中粒径大于 4.75mm 的颗粒量小于 5%时,即 $\beta_{1(\text{机})}$ 小于 0.05, $\beta_{1(\text{天})}$ 小于 0.05, 则混合砂的细度模数的近似计算公式为:

$$\mu_{f(\text{混})} = \mu_{f(\text{机})} \alpha_{(\text{机})} + \mu_{f(\text{天})} \alpha_{(\text{天})}。$$

4 机制砂技术要求及检验与验收

4.1 技术要求

4.1.1 机制砂的分类与《建设用砂》GB/T 14684-2011 保持一致，同时参考《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52-2006、《高性能混凝土用骨料》JG/T568-2019 并结合已有的机制砂混凝土应用经验，对不同混凝土用砂类别做了推荐性的规定。当且仅当机制砂的颗粒级配、石粉含量和泥块含量、坚固性、压碎指标及有害物质全部满足某一机制砂类别质量要求时，方可判定为该类别机制砂。

4.1.2 从调研和试验研究的结果表明：机制砂的细度模数范围在 2.7~3.9 之间，均为中砂或粗砂，未出现细砂，因此本规程机制砂细度模数分级与《建设用砂》GB/T 14684-2011 当中粗砂、中砂细度模数的规定保持一致；但考虑生产效率和生产能耗，机制砂未包括细砂。

4.1.3 从调研和试验结果表明：安徽省 17 家机制砂场生产的机制砂，全部都是 1 区和 2 区砂，无 3 区砂，其中有 10 家为 1 区砂，7 家为 2 区砂，多数呈现中间颗粒少(0.3mm~1.18mm 的细砂颗粒)，粗颗粒(1.18mm~4.75mm)和粉料(0.075mm 以下)含量大的特点。1 区机制砂的细度模数的最大值为 3.9，最小值为 3.3；2 区机制砂的细度模数的最大值为 3.1，最小值为 2.7，接近中砂上限范围，未出现 3 区砂的情况，因此本规程对机制砂颗粒级配的规定与《建设用砂》GB/T14684-2011 中 1 区、2 区砂的规定保持一致，而与《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52-2006 相比，主要是对 150um 粒级的累计筛余要求不同。当机制砂的颗粒级配不符合表 4.1.3-1 的规定时，宜采取相应的技术措施，并应经试验验证确保混凝土的质量后再使用。

表 1 机制砂的颗粒级配范围(累计筛余百分数, %)和细度模数

级配区 产地	方孔筛筛孔边长尺寸(mm)						细度模数
	4.75	2.36	1.18	0.60	0.300	0.150	
金桥	0.7	25.5	39.9	62.4	78.3	86.7	2.9
远大	2.4	30.2	52.3	80.0	93.4	96.9	3.5

中材	1.3	19.5	38.8	70.0	90.9	98.4	3.1
长久	1.1	18.1	36.8	68.8	90.5	98.5	3.1
昌景黄	0.2	15.7	31.1	56.8	76.2	85.4	2.7
永济	23.2	53.5	68.4	86.1	94.3	97.5	3.7
万佛塔	5.1	21.2	43.4	61.1	84.3	97.2	3.1
宁峰	6.3	35.9	53.3	74.2	89.5	96.2	3.4
众顺	18.6	41.7	51.4	66.0	81.2	91.6	2.9
先棋	19.1	55.3	68.5	84.2	93.6	97.0	3.6
解放	7.0	45.1	63.4	83.2	93.6	97.5	3.7
里山	12.3	57.5	72.4	86.5	93.2	97.0	3.9
润达	5.1	44.5	64.0	87.3	97.1	99.1	3.9
石强	2.1	18.6	32.4	56.5	79.3	90.2	2.7
海峰	9.4	49.1	66.3	87.2	90.8	96.3	3.9
恒信	8.5	33.6	49.2	74.6	90.2	96.4	3.3
绿锦	8.4	44.3	60.5	80.0	92.3	96.1	3.6

4.1.4 从调研和试验结果表明：机制砂的泥块砂浆基本都在 0.4~1.0 之间，有少数厂家的泥块含量偏高，主要是因为矿山在前期开采阶段混入表皮土、夹层土等情况，在达到稳定生产阶段，其泥块含量和含泥量就会明显下降。

4.1.5 试验研究表明，当 MB 值小于 1.4 时，对于混凝土工作性，机制砂混凝土满足泵送要求 180±20mm，C30 机制砂混凝土的最适宜石粉含量为 10%~20%，C40 机制砂混凝土的最适宜石粉含量为 5%~12%，C50 机制砂混凝土的最适宜石粉含量为 5%~7%，C60 机制砂混凝土的最适宜石粉含量不宜超过 5%。对于抗压强度，C40 机制砂混凝土的最适宜石粉含量宜为 10%~15%，C50 机制砂混凝土的最适宜石粉含量宜为 5%~10%，C60 机制砂混凝土的最适宜石粉含量不宜高于 5%，故综合考虑，当 MB 值小于 1.4 时，对于不同等级机制砂，石粉含量限制应符合表 4.1.5 的规定；机制砂的石粉含量若超过规定值，可根据其使用部位和用途，在试验证明能确保工程质量的前提下，经供需双方协商后方可使用。当 MB 值大于等于 1.4 时，对于石粉含量的规定与《建设用砂》GB/T14684-2011 一致。

4.1.6 通过对自 2018 年以来 500 多组砂样检测数据分析，天然砂和机制砂的氯离子含量均小于 0.003%。因此为防止工程中使用机制砂与海砂的混合砂，故提高了对机制砂氯离子含量要求。

4.1.7 机制砂单级最大压碎指标的规定与符合《建设用砂》GB/T 14684-2011 的规定一致。

4.1.8 机制砂坚固性指标的规定与《建设用砂》GB/T 14684-2011 的规定一致。

4.1.9 空隙率也是衡量颗粒形状整形效果的重要指标，从调研和试验研究的结果看，凡是在生产工艺中有整形阶段的，其空隙率在 37.8~43.4，明显低于未整形的机制砂。

4.1.10 控制机制砂饱和面干吸水率，是控制混凝土水胶比和拌合物工作性能的主要措施之一。

4.1.11 本条明确了机制砂碱活性的技术指标和检验要求，技术指标主要参考了《建设用砂》GB/T14684-2011 的相关规定。

4.1.12 片状颗粒含量能反映机制砂的外形特征，有效区分碎石生产中直接筛分的石屑和专用制砂机生产的机制砂。由此可见，通过控制机制砂的片状颗粒含量不仅可以指导机制砂生产厂家选取优质制砂原料，改善生产工艺；还可以指导混凝土生产厂家选用颗粒外形较好的机制砂产品，以达到节省机制砂混凝土中的水泥用量、改善混凝土性能等目的。

4.1.13 机制砂的需水量比为选择性指标，可由供需双方协商确定是否采用，当用于指定混凝土配合设计和施工时，宜测定该指标。

4.2 检验与验收

5 机制砂砂浆及混凝土技术要求

5.1 原材料技术要求

5.1.2 水泥品种与强度等级的选用应根据设计、施工的要求以及工程所处环境等确定。对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月时，应进行复检，按复检结果处理。用于生产砂浆和混凝土的水泥温度不宜超过 60℃。

5.1.4 粗骨料应选用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小的碎石。粗骨料的性能应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验标方法标准》JGJ 52、《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50、《公路隧道施工技术细则》JTG/T F60、《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30、《水运工程混凝土施工规范》JTS 202 的规定。重骨料应符合现行国家标准《防辐射混凝土》GB/T 34008 和《重晶石防辐射混凝土应用技术规范》GB/T 50557 的规定。轻骨料应符合现行国家标准《轻集料及其试验方法 第 1 部分 轻集料》GB/T 17431.1 的规定。

5.1.5 目前常用的混凝土中矿物掺合料包括粉煤灰、矿渣粉、硅灰、钢渣粉、石灰石粉及复合掺合料等，其性能应符合现行国家、行业相关标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690、《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 566、《用于水泥和混凝土中的粒化电炉磷渣粉》GB/T 26751、《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164 和《混凝土用复合掺合料》JG/T 486 的相关规定。矿物掺合料的放射性应符合国家现行标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

各种矿物掺合料的特性和在混凝土中的功效各不相同，应根据不同工程特性合理选用掺合料。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，混合比例应通过试验确定，其最大掺量应符合国家现行标准的规定。

5.1.6 常用的外加剂品种较多，主要包括减水剂、泵送剂、引气剂、缓凝剂、防水剂、膨胀剂、防冻剂和速凝剂等，各种品种的特性和在混凝土中的作用不同，其品种和掺量的选择应充分考虑混凝土结构设计、施工、结构特点和工程所处环

境条件等要求。在混凝土中掺用外加剂时，外加剂应与水泥、矿物掺合料、砂石等材料具有良好的适应性，其种类和掺量应经试验或工程论证确定。不同生产厂家、品种、规格的外加剂复合使用时，应对其相容性进行试验验证。

5.1.7 在机制砂砂浆中掺入外加剂，可以明显改善砂浆的稠度、防水、抗裂、粘结和抗渗等性能。根据砂浆的不同用途，可添加不同类型的外加剂，为确保机制砂砂浆产品的质量，其种类和掺量应通过试验确定，并应符合相关标准的要求。

5.1.8 拌制砂浆用水，参照执行现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。生产废水和废浆可用作砂浆和混凝土搅拌部分拌合用水，其用量应通过混凝土试验确定，并应符合现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328 的规定。

5.1.9 纤维应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的规定，砂浆用可再分散乳胶粉、纤维素醚、颜料应符合现行行业规范《建筑干混砂浆用可再分散乳胶粉》JC/T 2189、《建筑干混砂浆用纤维素醚》JC/T 2190 和《混凝土和砂浆用颜料及其试验方法》JC/T 539 的规定。

5.2 砂浆技术要求

5.2.1 砂浆拌合物性能对保水性、黏聚性和流动性要求较高，良好的拌合物性能是施工的前提，机制砂砂浆可通过添加外加剂改善粘聚性、保水性和流动性。

5.3 混凝土技术要求

5.3.1 现代混凝土对拌合物性能要求越来越高，拌合物工作性能好坏是决定混凝土质量的重要因素之一。在配制机制砂混凝土时通过调整拌合物的黏聚性、保水性和流动性，使之不离析、不泌水。

5.3.2 机制砂混凝土拌合物的工作性应根据混凝土工程结构的类型、施工工艺与成型方式确定，并应满足工程设计和施工的要求。当坍落度大于 180mm，增加扩展度指标能更好反应混凝土拌合物性能。

5.3.3 机制砂的特性会影响机制砂混凝土坍落度损失，应加强机制砂混凝土经时损失的控制。实践表明，一般情况下应将坍落度经时损失控制在 30mm/h 内。

5.3.4 拌合物的凝结时间应满足工程实际要求。机制砂混凝土应适当引气，不仅

有利于提升混凝土拌合物流动性、粘聚性、可泵性，且可显著改善混凝土抗冻性、抗渗、抗氯离子渗透等耐久性。混凝土的含气量应控制在一定范围内，较大的含气量会明显降低混凝土的物理力学性能。

5.3.5 由于机制砂混凝土早期失水速率较快，收缩变形大而易产生微裂缝，为保证机制砂混凝土的质量，控制机制砂混凝土拌合物早期抗裂性能较为重要。混凝土早期抗裂性能等级划分依据现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164。

5.3.7 耐久性是混凝土的重要指标，如何确定机制砂混凝土的耐久性指标是混凝土结构耐久性设计的重要内容。机制砂混凝土长期性能和耐久性能应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 等相关标准的规定。

6 机制砂混凝土及砂浆配合比设计

6.1 砂浆配合比设计

6.1.1 机制砂可用于制备砌筑、抹灰、地面等砂浆。

6.1.2 编制组对不同石粉含量的机制砂对砂浆性能的影响研究表明，适量的石粉能够改善砂浆的工作性能（流动性和保水性），同时石粉能够发挥填充效应，提高砂浆密实性，进一步提高砂浆的力学性能，砂浆的强度等级不同，石粉含量的最适宜含量也有所差异。

当机制砂中无石粉时，水泥砂浆的用水量相对较低，随着石粉含量的增加，砂浆的水量不断增大，说明石粉具有吸水效应。当机制砂中无石粉时，即使增加少量的水，砂浆就容易出现泌水现象，而石粉含量为 10%、15%、20%、25% 的砂浆则不易出现这种状况，随着石粉含量的提高，砂浆的标准稠度用水量增大为 5%~10%，究其原因是因为石粉除了具有吸水效应外，还具有形态效应，大量石粉的存在能够减少自由水在水泥砂浆集料表面的聚集，使得水泥砂浆的保水率增强，泌水率降低。砂浆配合比中，细骨料用量相对固定，因机制砂的需水量和石粉含量，故调整用水量应由试验确定。

随着石粉含量的提高，砂浆的力学性能性能也不断变化，石粉的最佳含量随砂灰比的增大而减小（砂灰比 3.0~4.0 时，最适宜石粉含量为 15%~20%；砂灰比为 4.0~5.0 时，最适宜石粉含量为 10%~15%；砂灰比为 6.0 时，最适宜石粉含量为 5%~10%），随水灰比的增大而增大。

抹灰砂浆宜用中砂，机制砂过粗，砂浆粗糙且施工性较差，机制砂过细，砂浆收缩较大均不利于砂浆施工质量控制。

6.1.3 本条文中“有特殊要求的机制砂砂浆”包括聚合物砂浆、防水砂浆、装饰砂浆等。

6.2 混凝土配合比设计

6.2.1 机制砂混凝土的力学性能与天然中粗砂配制的混凝土相近，机制砂混凝土配合比设计，其力学性能设计参数应在满足工程设计、施工要求，确保混凝土工程质量和经济合理下进行。水利工程的机制砂混凝土设计应满足《水工混凝土配合比设计规程》DL/T 5330 的有关规定。对于水泥混凝土路面工程，机制砂混凝土配合比设计应符合《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30 的规定，对于轻骨料混凝土，机制砂混凝土配合比设计应符合《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T12 的规定。

6.2.2 在原材料相同及水胶比相同情况下，由于机制砂颗粒表面粗糙且含有一定的石粉，通常机制砂混凝土强度高于河砂混凝土。根据编制组试验总结及中国水利水电第八工程局有限公司关于安徽神山灰岩矿机制砂混凝土试验数据，可以得到机制砂配制相同强度等级的混凝土比天然砂混凝土可获得更高的强度，因此，机制砂混凝土的水胶比可比天然砂混凝土增大 0.01~0.02。

6.2.3 机制砂混凝土配合比设计的最大特点，表现为单位用水量的确定。本条规定了机制砂混凝土的单位用水量初选时仍参照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 进行，再根据机制砂的需水量比进行调整，并通过外加剂减水率试验确定或经验选取的减水率，确定掺减水剂的机制砂混凝土单位用水量和减水剂掺量。亦可结合经验选择比较经济的胶凝材料用量并经对比试验来确定混凝土的用水量和减水剂用量。

根据机制砂需水量比测定结果可参照下列规定进行适当调整(与配制相同强度等级的天然砂混凝土的用水量相比)，具体用水量应经试验确定：

当机制砂需水量比 $\leq 115\%$ 时，用水量无需增减；

当机制砂需水量比 $> 115\%$ 、 $\leq 125\%$ 时，用水量增加量不应超过胶凝材料用量的 1%；

当机制砂需水量比 $> 125\%$ 时，用水量增加量不应超过胶凝材料用量的 2%。

6.2.4 与天然砂相比，机制砂级配不良，级配中 2.36mm 以上颗粒和 0.15mm 以下颗粒较多，且颗粒形状尖锐多棱角，机制砂配制塑性混凝土时拌合物显得干涩，流动性混凝土则易离析、泌水。因此，为保证机制砂混凝土的工作性，应适当增加砂率，并经优选试验后确定，以混凝土的和易性达到最佳为合理砂率。编制组的试验结果表明，当采用相同细度模数的砂配制混凝土时，一般情况下，中砂机

制砂的砂率提高 1%~2%，粗砂机制砂的砂率提高 3%~4%，供使用者参考。本标准推荐优选砂率的选取宜按“五点法”进行，即在砂率范围内每间隔 2%选取一个砂率进行拌和物和易性试验，直到混凝土的和易性达到最佳的合理砂率。鉴于机制砂富含石粉的特性，其表面积大，具有润滑、增粘和填充作用，因此机制砂混凝土的合理砂率不仅与其细度模数、颗粒级配有关，还与机制砂的石粉含量密切相关。当机制砂细度模数越小或石粉含量越大时，表明砂的表面积相对较大，在保证混凝土质量(工作性能、强度变形与耐久性等)的前提下和贯彻混凝土配合比的低水泥用量、低水胶比的设计原则，宜采用较低砂率。

6.2.5 根据编制组的试验证明，机制砂混凝土中矿物掺合料的掺用可不考虑机制砂石粉含量的高低，石粉的存在不影响矿物掺合料的功效。

机制砂中含有 5%~15%的石粉，宜作为改善普通中低强度特别是泵送中低强度机制砂混凝土和易性的手段，机制砂中含有适量石粉具有的润滑、增粘和填充作用，当所配制的预拌混凝土强度等级较低时，机制砂石粉含量可适当增加，有利于改善普通中、低强度预拌混凝土的和易性。与天然砂混凝土相比，机制砂混凝土的配制不仅无需增加水泥用量，而且在配制水灰比较大的中、低强度流动性或大流动性混凝土时，还可利用机制砂中的石粉弥补机制砂的不良级配，其较大比表面积和亲水特性具有很好的增粘作用，从而改善由于机制砂粒形尖锐、级配不良以及混凝土水胶比较大产生的离析、泌水问题。同时，可利用机制砂中的石粉补充低强、大流动性混凝土的粉体材料不足，解决用高强等级水泥配制低强度等级或大流动性混凝土时的混凝土强度富余过大与工作性较差之间的矛盾。当机制砂的细度模数越大、粒形越尖锐时，或配制的混凝土强度等级越低、拌合物流动性越高时，机制砂的石粉含量可取表 4.1.5 中的高限值。

机制砂中的石粉可替代部分矿渣粉、粉煤灰作掺合料使用，其掺量不宜超过胶凝材料 20%范围内通过试验确定。

6.2.6 与天然砂相比，机制砂对混凝土减水剂的综合性能提出了更高的要求。为避免采用机制砂尤其是高石粉含量机制砂配制混凝土时由于用水量的提高而增大水泥用量，石粉含量高又增加了高强度等级混凝土的粘度和重度感以及机制砂中的“泥粉”对外加剂吸附量大，造成混凝土减水剂用量大及坍落度损失大等问题，本条强调机制砂混凝土的配制应进行机制砂与减水外加剂适应性试验与分

析，尤其当机制砂石粉含量大于 10%时。减水剂的掺量宜在天然砂混凝土的基础上适当提高，应按机制砂中石粉含量的高低酌情增减，可近似地按混凝土中粉体材料质量百分比确定。

6.2.7 本条文中“有特殊要求的机制砂混凝土”包括有抗折要求混凝土、高性能混凝土、泵送混凝土、预应力混凝土和大体积混凝土等特殊混凝土。

1 由于机制粗砂表面粗糙，增强了混凝土内部骨料与胶凝材料的粘结力，相较于天然砂混凝土，有利于提高混凝土的抗折强度。

2 已有研究结果及编制组的试验结果表明，机制砂的 MB 值是影响混凝土性能尤其是耐久性的重要因素之一。当 MB 值在 1.4 以上时，混凝土的工作性、耐久性能急剧下降；MB 值大于 1.0 时，冻融破坏速度加快，抗冻性降低；编制组关于机制砂 MB 值和石粉含量的相关性试验研究表明，将 MB 值降低至 1.0 时，石粉中以含粉为主，含泥量低，即使石粉含量达到 15%，混凝土工作性和耐久性也未有明显损失；石粉中泥粉含量过高会严重损害混凝土工作性和耐久性能，因此为保证机制砂混凝土的耐久性，延长机制砂混凝土工程使用寿命，应控制机制砂的 MB 值。

3 编制组对机制砂混凝土早期抗裂和收缩性能的试验证明，机制砂混凝土早期失水速率较快、收缩变形大而易产生微裂缝，且 MB 值和石粉含量的增大增强了混凝土开裂敏感性，加剧了硬化混凝土收缩，因此，对于 C50 及以上强度等级现浇梁等重要结构的机制砂混凝土，混凝土应通过混凝土抗裂性和早期收缩性能试验优选配合比，以配制出满足工程抗裂性能要求的混凝土，具体方法参照现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定执行。

4 本条明确了机制砂用于预应力结构混凝土的配制石粉含量限值要求。编制组的试验结果表明，优于机制砂颗粒独特的粗糙多棱角特性，使其与水泥石有良好的粘结界面，减少了应力集中，且机制砂颗粒相互之间的良好嵌锁作用，在砂浆中起着良好的骨架作用，限制了水泥石的变形及集料颗粒之间的滑动，降低变形。但当机制砂中的石粉含量较高时，石粉增大浆体含量，降低混凝土的弹性模量，增加收缩、徐变，石粉含量较高的机制砂应用到混凝土中可能会增大混凝土的收缩变形，由此导致预应力混凝土的预应力损失增大，因此应对预应力结构

混凝土用机制砂的石粉含量限制相对严格些。

5 本条提出了机制砂高性能混凝土配合比设计的总体目标。机制砂的颗粒级配、细度模数、石粉含量和 **MB** 值是机制砂应用的重要指标，用于配制高性能混凝土的机制砂应尽量选用含泥量和泥块含量低的 I 类中砂。机制砂高性能混凝土配合比设计将耐久性能指标和长期性能指标作为控制目标是本标准的重要举措。

7 机制砂砂浆及混凝土制备与施工

7.1 一般规定

7.1.1 机制砂中的石粉含量会对砂浆、混凝土施工性能、力学性能、耐久性、造成影响，生产企业应在机制砂砂浆及混凝土施工前加强生产质量管理，做好技术方案和技术交底工作，保证施工顺利进行。

7.1.2 鉴于机制砂与天然砂存在差异性，本条强调了对机制砂砂浆及混凝土配合比做了相关要求，并强调计量准确。

7.1.3 鉴于机制砂颗粒表面粘附有5~15%含量的石粉颗粒，为将其充分分散，提高机制砂混凝土拌合物的匀质性，保证混凝土质量，生产机制砂混凝土时应采用机械强制式搅拌措施。考虑到机制砂颗粒表面粗糙、多棱角，颗粒级配波动较大，同时，机制砂石粉含量高且露天堆放时砂易吸潮或吸水而导致粘结团聚，其混凝土的粘稠度较大，粘结成团的石粉分散较困难，在天然砂混凝土搅拌时间基础上适当延长，延长时间通过匀质性检验确定。

7.1.4 由于机制砂混凝土的坍落度损失较大，在施工生产过程中向混凝土拌合物中加水会严重影响混凝土力学性能、长期性能和耐久性能，本条强调了机制砂混凝土在运输、输送、浇筑过程中严禁加水。

7.1.5 为保证机制砂的质量稳定和保护环境，应采取相应措施，避免人工砂吸入大量水分、混入杂物、产生扬尘。

7.1.7 本条强调了机制砂砂浆、混凝土在施工过程中应做好相关记录，保证机制砂砂浆、混凝土施工质量。

7.1.8 本条对机制砂混凝土和砂浆养护做了相关规定，避免混凝土失水引起早期裂缝。

7.2 砂浆的制备与施工

7.2.1 本条规定了制备机制砂砂浆原材料的质量要求，机制砂砂浆生产企业应建立原材料采购、检验台账，所有原材料使用必须检验合格后方可使用。

7.2.2 本条规定了机制砂砂浆原材料计量要求。

7.2.3 本条规定了机制砂砂浆的包装、贮藏和运输要求。

7.2.4 本条规定了机制砂砂浆进场检验、储存和拌合要求，机制砂砂浆生产厂家应向订货单位提供同条件养护砂浆 7 天、14 天强度参考值，使用单位应对砂浆强度进行自检。

7.2.5 本条规定了机制砂砂浆施工要求。

7.2.6 本条对特种机制砂砂浆施工做了相关规定。

7.3 混凝土的制备与施工

7.3.1 本条规定了机制砂混凝土原材料质量的控制要求，机制砂混凝土生产企业应建立原材料采购、检验台账，所有原材料使用必须检验合格后方可使用。

7.3.2 本条规定了机制砂混凝土原材料计量的质量控制要求。

7.3.3 本条规定了机制砂混凝土拌合物搅拌制备的控制要求，鉴于机制砂颗粒表面粘附有 5%~14%含量的石粉颗粒，为将其充分分散，提高机制砂混凝土拌合物的匀质性，保证混凝土质量，生产机制砂混凝土时应采用双卧轴强制式搅拌机或振动搅拌机。鉴于机制砂颗粒表面粗糙、多棱角，颗粒级配波动较大，机制砂中的石粉易粘聚成团块状，其混凝土搅拌开始时粘稠度较大，粘结成团的石粉分散较困难，因此，应在天然砂混凝土搅拌时间基础上，适当延长搅拌时间，以提高机制砂混凝土拌合物的均匀性。在拌合时间控制上，由于混凝土原材料性能与生产条件差异较大，生产时应根据实际情况调整到适宜的搅拌时间，保证拌合均匀。

7.3.4 由于机制砂混凝土拌合物的性能比相应的天然砂混凝土受用水量、减水剂用量的波动及砂的细度模数、级配、石粉含量的波动更为敏感，密切观察出机拌合物质量，加大坍落度的检测频率，发现异常情况应停机检查，查明原因，并采取相应措施进行调整。本条规定了机制砂混凝土拌合物质量稳定性的控制措施。

7.3.5 本条规定了机制砂混凝土拌合物运输过程中的质量控制要求。

7.3.6 本规定与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 一致，强调坍落度损失过大时的正确处理方法。

7.3.7 机制砂的颗粒级配波动较大，运输过程中的颠簸等容易加剧机制砂混凝土拌合物的离析与分层，混凝土运输途中，搅拌罐应以 2~4r/min 的慢速进行

持续搅动。混凝土卸料前，搅拌罐应采用快速档高速旋转 30s 以上方可卸料，保证混凝土不分层、不离析。机制砂混凝土出机至浇筑入模时间不得大于机制砂混凝土的初凝时间。

7.3.8 本条规定了机制砂混凝土浇筑的相关要求，由于机制砂混凝土和易性差些，浇筑竖向构件机制砂混凝土时宜分层均匀布料，分层厚度由天然砂混凝土规定的 500mm 减少到 300~400mm 为宜。

7.3.9 本条规定了机制砂混凝土泵送施工过程质量控制要求。

7.3.10 机制砂混凝土比同坍落度的天然砂混凝土易于液化，要避免过振，应以混凝土拌合物表面平坦泛浆，基本无气泡溢出为度。

7.3.11 本条对特殊机制砂混凝土的制作和施工做了相关规定。

8 机制砂砂浆及混凝土的检验与验收

8.0.1 本条规定了机制砂砂浆混凝土出厂、交货检验的相关要求，机制砂混凝土生产厂家应向订货单位提供同条件养护混凝土 7 天、14 天强度参考值，使用单位应对砂浆强度进行自检，检验项目和取样检验频率参照现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181、《预拌混凝土》GB/T14902、现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的规定执行。

8.0.3 本条强调了机制砂砂浆、混凝土在施工前的性能应满足设计和相关规范要求。

8.0.4 本条规定了机制砂混凝土及砂浆验收取样、样本和检验频次的要求，机制砂砂浆、混凝土出厂还应提供同条件养护混凝土 7 天、14 天强度参考值，使用单位应对机制砂砂浆、混凝土强度进行自检，检验项目和取样检验频率参照现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181、《预拌混凝土》GB/T14902 的规定执行。

8.0.5 本条规定了机制砂混凝土拌合物的性能要求。

8.0.6 本条规定了机制砂混凝土强度检验评定的要求。

8.0.8 本条规定了机制砂混凝土施工质量验收的要求。

8.0.9 本条规定了机制砂砂浆工程验收要求。

附录 A 机制砂绿色生产技术要求

(资料性附录)

随着安徽省对河砂、江砂等资源开采管控力度的加大，机制砂替代天然砂已成为建筑行业发展的必然趋势；同时伴随着省内建筑技术的发展，建筑形式及结构更加精细化和复杂化，对混凝土特性的要求也在逐步提高，现阶段市场上混凝土用砂细分也越来越完善，对机制砂也开始提出高质量、高标准的要求。

近年来机制砂石生产由简单分散人工或半机械的作坊快速转变为大规模集约化机械化自动化工厂，行业发展取得很大进步，仍存在产能水平小、质量保障能力弱、标准体系不够完善、产业结构不合理、绿色发展水平低等问题。

国家亟需引导机制砂石行业实现产业现代化、集约化、规模化、标准化、生态化高质量发展。进一步规范机制砂绿色生产。2019年11月04日，工业和信息化部联合国家发展改革委、自然资源部等十部委印发《关于推进机制砂石行业高质量发展的若干意见》(工信部联原〔2019〕239号)；国家发展改革委等十五部委又联合印发《关于促进砂石行业健康有序发展的指导意见》(发改价格〔2020〕473号)。要求到2025年，形成较为完善合理的机制砂石供应保障体系，年产1000万吨及以上的超大型机制砂石企业产能占比达到40%，培育100家以上智能化、绿色化、质量高、管理好的示范企业。推动贵州、安徽、江西、湖南、广西、河北等砂石资源丰富地区和需求量大地区的衔接，适应机制砂石大宗物料特点，沿主要运输通道布局一批超大型企业，形成若干大型生产基地；市、县区域合理布局服务当地的砂石加工基地或集散中心。

安徽省要求自2020年起，3年内全省新增500万吨以上高质量机制砂石生产企业不少于10家，砂石年产能累计达到2.5亿吨；到2025年，年产1000万吨及以上的超大型机制砂石企业产能占比达到40%，全省优质机制砂石比例达到80%。2020年内投放砂石矿产采矿权不少于全省可开采砂石矿产总量的30%。加快芜湖、安庆、铜陵、池州、滁州、宣城等机制砂石矿产资源丰富及交通便捷的地方机制砂石开发开采；并在满足我省自身需求的同时加大对长三角地区的协调供应。同时，推进河道采砂与河道治理相结合机制，打击违规采矿采砂、严禁

违规将海沙用于建设工程。这些有利于促进我省机制砂行业健康可持续发展，有利于推动建筑材料行业和建筑业的联动，进一步完善产业结构体系。

本附录主要涉及加工厂（场）规划与布置、机制砂生产工艺、生产设备选型、成品机制砂存储与运输、机制砂生产质量信息化监测、机制砂厂（场）环境保护与资源综合利用等方面的内容，供参考使用。