

备案号: J 1 × × × × - 20 × ×

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ33/T × × × × - 202 ×

机制砂应用技术规程

Technical specification for application of manufactured sand

(报批稿)

202 × - 00 - 00 发布

202 × - 00 - 01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于发布〈2020年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准编制计划〉（第二批）》（浙建设函〔2020〕443号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合浙江省的实际情况，参考有关国家标准、国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为5章2个附录。主要内容包括：总则，术语和符号，机制砂质量要求，机制砂混凝土，机制砂砂浆。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，由浙江大学建筑工程学院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送浙江大学建筑工程学院（地址：浙江大学紫金港校区安中大楼A805室；邮编：310058；邮箱：qianxq1@zju.edu.cn），以供修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主 编 单 位：浙江大学建筑工程学院

浙江交通资源投资集团有限公司

和海建设科技集团有限公司

参 编 单 位：浙江省混凝土协会

浙江省建材集团有限公司

浙江省建设工程质量检验站有限公司

宁波市建设预拌混凝土有限公司

浙江大经住工科技有限公司

浙江华威建材集团有限公司

上海局集团公司杭温工程建设指挥部

浙江三狮南方新材料有限公司
浙江荣恒混凝土有限公司
宁波盛泰混凝土有限公司
舟山市丰翔预拌混凝土有限公司
舟山市博远科技开发有限公司
杭州墨泰科技股份有限公司
台州远巢新型建材有限公司
杭州信之威信息技术有限公司
浙江久正工程检测有限公司
衢州开隆建材有限公司
安吉龙港混凝土制品有限公司
杭州富阳华邦建材有限公司
浙江丽水嘉城混凝土有限公司
杭州余杭恒力混凝土有限公司
台州普立德建筑科技有限公司
浙江宇博新材料有限公司
浙江交投矿业有限公司
浙江耀华建设构件科技有限公司
杭州弘力实业有限公司
海宁海泰建材有限公司
浙江省交投控股集团有限公司
浙江浙建实业发展有限公司
杭州汉特建材有限公司

主要起草人： 钱晓倩 张利锋 周霖 林刚 林春
徐龙 钱匡亮 俞醒 吴巧莲 周堂贵
缪闯波 王兆仙 翟延波 梁才 毛泉松
沃伟民 周岳年 陈敏 叶春 施妙泉
孙辉 郑冠栋 刘小玲 潘治宇 周伟
王浩硕 郑青云 汪青磊 陆斌斌 谢含

孙 凯 何 谦 陈卫忠 陈建方 许 可
林 智 郑祥昌 骆洋滨 汪贵平 李徐良
祁源轩 向泓霖 曹建民 李玉超 龚钰霄
卢明卫 王洪来 张永梁 张君瑞 钟春霞
徐云肖 黄 盼 王晓峰 冯忠林 顾许亮
潘佳俊

主要审查人：杨 杨 徐国孝 李宏伟 吴和平 周永元
史文杰 郭 丽

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	机制砂质量要求	4
3.1	一般规定	4
3.2	原材料质量要求	4
3.3	机制砂质量指标	6
4	机制砂混凝土	11
4.1	一般规定	11
4.2	材料质量要求	11
4.3	配合比设计	12
4.4	施工	14
4.5	验收	14
5	机制砂砂浆	15
5.1	一般规定	15
5.2	材料质量要求	15
5.3	配合比设计	16
5.4	施工	16
5.5	验收	17
附录 A	流动度比和同水胶比强度比确定方法	18

附录 B 需水量比和同流动度强度比确定方法	21
本规程用词说明	25
引用标准名录	26
附：条文说明	29

Contents

1	General provisions] 1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Quality requirements of manufactured sand	4
3.1	General requirements	4
3.2	Quality requirements of raw materials	4
3.3	Quality requirements of manufactured sand	6
4	Manufactured sand concrete	11
4.1	General requirements	11
4.2	Quality requirements of materials	11
4.3	Mix proportion design	12
4.4	Construction	14
4.5	Acceptance	14
5	Manufactured sand mortar	15
5.1	General requirements	15
5.2	Quality requirements of materials	15
5.3	Mix proportion design	16
5.4	Construction	16
5.5	Acceptance	17
Appendix A Determination method for mortar fluidity ratio and strength ratio with same water – binder ratio		18

Appendix B Determination method for ratio of water requirement and strength ratio with same fluidity	21
Explanation of wording in this specification	25
List of quoted standards	26
Addition: Explanation of provisions	29

1 总 则

1.0.1 为规范机制砂在混凝土和砂浆中的应用，做到技术先进、经济合理、安全适用，确保工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于浙江省建设工程机制砂质量要求及其配制的混凝土和砂浆的配合比设计、施工和验收。

1.0.3 机制砂在混凝土和砂浆中的应用除应符合本规程外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 机制砂 manufactured sand

以岩石、卵石、洞渣、矿山废石或尾矿为原材料，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。

2.1.2 坚固性 soundness

砂在自然风化或其他外界物理化学因素作用下抵抗破裂的能力。

2.1.3 轻物质 lightweight material

表观密度小于 2000kg/m^3 的物质。

2.1.4 石粉含量 fine content

机制砂中粒径小于 $75\mu\text{m}$ 的颗粒含量。

2.1.5 亚甲蓝 (MB) 值 methylene blue value

用于判定机制砂吸附性能的指标。

2.1.6 压碎指标 crushing value index

机制砂抵抗压碎的能力。

2.1.7 流动度比 mortar fluidity ratio

机制砂与中国 ISO 标准砂在相同水胶比和胶砂比条件下水泥胶砂流动度的比值。

2.1.8 需水量比 water requirement ratio

机制砂与中国 ISO 标准砂在规定水泥胶砂流动度偏差下的用水量之比。

2.1.9 同水胶比强度比 strength ratio with same water-binder ratio

机制砂与中国 ISO 标准砂在同水胶比和胶砂比条件下 28d 抗

折和抗压强度的比值。

2.1.10 同流动度强度比 strength ratio with same fluidity

机制砂与中国 ISO 标准砂在同胶砂比和流动度条件下 28d 抗折和抗压强度的比值。

2.1.11 机制砂片状颗粒 flaky particles 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粒级的平均粒径 0.45 倍的颗粒。

2.2 符 号

MB——亚甲蓝值；

$\delta_{S\alpha}$ ——总压碎指标；

F ——流动度比；

X ——需水量比；

S_{JC} ——同水胶比抗压强度比；

S_{JF} ——同水胶比抗折强度比；

S_{LC} ——同流动度抗压强度比；

S_{LF} ——同流动度抗折强度比。

3 机制砂质量要求

3.1 一般规定

3.1.1 机制砂应按颗粒级配、物理力学性能和有害物质含量等技术要求分为Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类。

3.1.2 生产机制砂的原材料包括矿山岩石、卵石、洞渣、矿山废石和尾矿，其技术指标应符合下列规定：

1 矿山岩石、矿山废石和尾矿的技术指标应符合本规程第3.2节的规定；

2 卵石和洞渣的技术指标应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 或现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

3.1.3 生产机制砂的原材料应按本规程第3.1.2条的要求进行检验，并出具检验报告。

3.1.4 机制砂的原材料按力学性能和有害物质含量等分为1类、2类和3类，其中1类原材料可生产各类机制砂，2类原材料可生产Ⅱ、Ⅲ类机制砂，3类原材料可生产Ⅲ类机制砂。

3.1.5 机制砂中的有害物质不应对人体、生物、环境及机制砂混凝土和机制砂砂浆性能产生有害影响。

3.1.6 机制砂的放射性限值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。

3.1.7 矿山废石和尾矿可用于生产Ⅲ类机制砂，用于生产Ⅱ类机制砂时应经过试验论证，不得用于生产Ⅰ类机制砂。

3.2 原材料质量要求

3.2.1 原材料的物理性能应符合表3.2.1的规定。

表 3.2.1 原材料的物理性能

检验项目	技术要求	检测方法
块体干密度/kg/m ³	≥2500	GB/T 50266
吸水率/%	≤2.0	

3.2.2 原材料的力学性能应符合表 3.2.2 的规定，且原材料的饱和抗压强度不应小于混凝土强度等级的 1.2 倍。

表 3.2.2 原材料的力学性能

检验项目	技术要求			检测方法
	1 类	2 类	3 类	
饱和抗压强度/MPa	≥80	≥60	≥45	GB/T 14685
软化系数（岩石块体）	≥0.80			GB/T 50266

3.2.3 原材料的有害物质含量应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 原材料的有害物质含量

检验项目	技术要求			检测方法
	1 类	2 类	3 类	
云母含量（按质量计）/%	≤1.0	≤2.0		GB/T 14684
轻物质含量（按质量计）/%	≤1.0			
有机物含量	合格			
硫化物及硫酸盐含量 （按 SO ₃ 质量计）/%	≤0.5			
氯化物含量（按氯离子质量计）/%	≤0.01	≤0.02	≤0.06	

3.2.4 原材料的耐久性能应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 原材料的耐久性能

检验项目		技术要求			检测方法
		1 类	2 类	3 类	
坚固性	质量损失率/%	≤5	≤8	≤10	GB/T 14685
碱活性	碱 - 硅酸反应试件膨胀率/%	<0.20			
抗冻性	质量损失率/%	≤5			GB/T 50266
	冻融系数	≥0.75			

3.3 机制砂质量指标

3.3.1 机制砂应满足匀质性要求。机制砂的细度模数波动范围不应大于生产控制值的 ± 0.2 ；机制砂的石粉含量波动范围不应大于生产控制值的 $\pm 1.5\%$ 。

3.3.2 机制砂的颗粒级配应符合下列规定：

1 细度模数应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 试验计算，Ⅰ类机制砂的细度模数应为 2.3 ~ 3.0，Ⅱ类机制砂的细度模数不应大于 3.2，Ⅲ类机制砂的细度模数不应大于 3.7；

2 Ⅰ类机制砂的累计筛余应符合表 3.2.2-1 中 2 区的规定，Ⅱ类和Ⅲ类机制砂的累计筛余应符合表 3.2.2-1 的规定。机制砂的实际颗粒级配除 4.75mm 和 0.60mm 筛档外，可以超出，但各级累计筛余超出值总和不应大于 5%；

3 机制砂的分计筛余百分率应符合表 3.3.2-2 的规定，机制砂的实际颗粒级配除 4.75mm 和 0.60mm 筛档外，允许一个粒径的分计筛余略有超出，但不应大于 2%。

表 3.3.2-1 累计筛余 (%)

级配区	1 区	2 区	3 区
方筛孔尺寸/mm	累计筛余		
4.75	5 ~ 0	5 ~ 0	5 ~ 0

续表 3.3.2-1

级配区	1 区	2 区	3 区
方筛孔尺寸/mm	累计筛余		
2.36	35 ~ 5	25 ~ 0	15 ~ 0
1.18	65 ~ 35	50 ~ 10	25 ~ 0
0.60	85 ~ 71	70 ~ 41	40 ~ 16
0.30	95 ~ 80	92 ~ 70	85 ~ 55
0.15	100 ~ 90	100 ~ 85	100 ~ 75

表 3.3.2-2 分计筛余百分率 (%)

公称粒径/mm	5.00	2.50	1.25	0.63	0.315	0.160	<0.160 ^注	检测方法
方孔筛尺寸/mm	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	筛底	JGJ 52
I 类	0 ~ 5	10 ~ 15	10 ~ 25	20 ~ 31	20 ~ 30	8 ~ 20	0 ~ 10	
公称粒径/mm	5.00	2.50	1.25	0.63	0.315	0.160	<0.160 ^注	检测方法
II 类	0 ~ 5	5 ~ 25	10 ~ 30	15 ~ 36	15 ~ 35	3 ~ 25	0 ~ 15	JGJ 52
III 类	0 ~ 5	5 ~ 25	5 ~ 30	15 ~ 36	15 ~ 35	3 ~ 25	0 ~ 20	

注：机制砂 $MB \geq 1.4$ 或快速法试验不合格时，方孔筛 0.15mm 以下颗粒含量 I 类机制砂不宜大于 8%，II 类机制砂不宜大于 10%，III 类机制砂不宜大于 15%；当原材料为 CaO 含量大于 50% 的石灰岩时，I 类机制砂可放宽到 15%，II 类机制砂可放宽到 20%，III 类机制砂可放宽到 25%。

3.3.3 机制砂的泥块含量和石粉含量应符合表 3.3.3 的规定。

表 3.3.3 机制砂的泥块含量和石粉含量

类别		I 类	II 类	III 类	检测方法
泥块含量（按质量计）/%		≤ 0.2	≤ 1.0	≤ 2.0	JGJ 52
石粉含量 （按质量计） /%	MB < 1.4，或快速法试验合格 ^{注1}	≤ 6.0	≤ 8.0	≤ 10.0	

续表 3.3.3

类别		I类	II类	III类	检测方法
石粉含量 (按质量计) /%	MB ≥ 1.4, 或快速法试验不合格 ^{注2}	≤1.0	≤3.0	≤5.0	JGJ 52

注: 1 当原材料为 CaO 含量大于 50% 的石灰岩时, II 类机制砂可放宽到 10%, III 类机制砂可放宽到 15%;

2 当原材料为 CaO 含量大于 50% 的石灰岩时, III 类机制砂可放宽到 8%。

3.3.4 机制砂的坚固性指标应符合表 3.3.4 的规定。

表 3.3.4 机制砂的坚固性指标

类别	I类	II类	III类	检测方法
质量损失/%	≤5	≤8	≤10	JGJ 52

3.3.5 机制砂的压碎指标应符合表 3.3.5 的规定。

表 3.3.5 机制砂的压碎指标

类别	I类	II类	III类	检测方法
单级最大压碎指标/%	≤15	≤20	≤30	JGJ 52
总压碎指标/%	≤12	≤18	≤28	

3.3.6 机制砂的表观密度、松散堆积密度、紧密堆积密度、松散空隙率和紧堆空隙率应符合表 3.3.6 的规定。

表 3.3.6 机制砂的表观密度、堆积密度和空隙率

类别	I类	II类	III类	检测方法
表观密度/kg/m ³	≥2600	≥2550	≥2500	JGJ 52
松散堆积密度/kg/m ³	≥1450	≥1420	≥1400	
紧密堆积密度/kg/m ³	≥1650	≥1600	≥1550	
松堆空隙率/%	≤44			
紧堆空隙率/%	≤36	≤38		

3.3.7 机制砂的有害物质限值应符合表 3.3.7 的规定。

表 3.3.7 机制砂的有害物质限值

类别	I 类	II 类	III 类	检测方法
云母含量（按质量计）/%	≤1.0	≤2.0		JGJ 52
轻物质含量（按质量计）/%	≤1.0			
有机物含量	合格			
硫化物及硫酸盐含量 （按 SO ₃ 质量计）/%	≤0.5			
氯化物含量 （按氯离子质量计）/%	≤0.01	≤0.02	≤0.06	

3.3.8 机制砂的片状颗粒含量应符合表 3.3.8 的规定。

表 3.3.8 机制砂的片状颗粒含量

类别	I 类	II 类	III 类	检测方法
片状颗粒含量/%	≤10	≤15	≤20	GB/T 14684

3.3.9 机制砂的饱和面干吸水率应符合表 3.3.9 的规定。

表 3.3.9 机制砂的饱和面干吸水率

类别	I 类	II 类	III 类	检测方法
饱和面干吸水率/%	≤1.5	≤2.0	≤2.5	JGJ 52

3.3.10 机制砂的流动度比应符合表 3.3.10 的规定。

表 3.3.10 机制砂的流动度比

类别	I 类	II 类	III 类	检测方法
流动度比/%	≥60	≥55	≥50	附录 A

3.3.11 机制砂的需水量比应符合表 3.3.11 的规定。

表 3.3.11 机制砂的需水量比

类别	I类	II类	III类	检测方法
需水量比/%	≤125	≤135	≤145	附录 B

3.3.12 机制砂的同水胶比强度比或同流动度强度比应符合表 3.3.12 规定。

表 3.3.12 机制砂的同水胶比强度比或同流动度强度比

类别		I类	II类	III类	检测方法
同水胶比 28d 强度比/%	抗压强度比	≥110	≥105	≥95	附录 A
	抗折强度比	≥110	≥100	≥95	
同流动度 28d 强度比/%	抗压强度比	≥85	≥70	≥60	附录 B
	抗折强度比	≥100	≥85	≥75	

3.3.13 当需方提出要求时，应出示碱骨料反应膨胀率实测值及碱活性评定结果，碱骨料反应检测方法按现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 执行。

4 机制砂混凝土

4.1 一般规定

4.1.1 I、II、III类机制砂的应用范围应符合表4.1.1的规定。

表4.1.1 机制砂的应用范围

类别	I类	II类	III类
应用范围	可用于各强度等级混凝土	可用于C50及以下强度等级的混凝土	可用于C25及以下强度等级的混凝土

注：预应力混凝土宜采用I类机制砂进行配制。

4.1.2 机制砂配制有抗裂性能要求的混凝土时，应通过混凝土抗裂和早期收缩性能试验优化配合比。

4.1.3 机制砂配制有抗冻、抗渗、抗碳化、抗氯离子侵蚀和抗化学腐蚀等耐久性要求的混凝土时，其配合比设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476和《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

4.1.4 采用机制砂制备混凝土时，应采用强制式搅拌。

4.1.5 机制砂的应用应考虑其结构所处环境类别、作用等级和设计要求，使用前应验证不同岩性机制砂混凝土的耐久性能。

4.1.6 机制砂与天然砂掺配使用时，掺配比例应经试验确定。

4.2 材料质量要求

4.2.1 机制砂进场时，应提供机制砂原材料检验报告，机制砂原材料检验报告应包括本规程第3章3.2节规定的全部指标。

4.2.2 机制砂进场时，应提供型式检验报告，型式检验报告应包括本规程第3章3.3节规定的全部指标，并应明确机制砂类别、细度模数生产控制值和石粉含量生产控制值。

4.2.3 机制砂进场时，应按规定批次提供出厂检验报告，出厂检验报告应包括表观密度、颗粒级配、细度模数、泥块含量、石粉含量、压碎指标、堆积密度、空隙率、亚甲蓝（MB）值、吸水率、片状颗粒含量等指标，并应明确机制砂类别、细度模数生产控制值和石粉含量生产控制值。

4.2.4 机制砂进场后，应按规定批次对其颗粒级配、细度模数、泥块含量、石粉含量、压碎值指标、松堆空隙率、片状颗粒含量和吸水率进行检验，并应明确机制砂类别；对有抗渗、抗冻和抗侵蚀要求的混凝土，尚应检验机制砂的坚固性；对有预防碱骨料反应要求的混凝土，尚应进行机制砂碱活性试验。

4.2.5 机制砂的检验批应符合下列要求：

1 同一机制砂原材料、同一机制砂类别及日产量组批，日产量不超过4000t，每2000t为一批，不足2000t亦为一批；

2 日产量超过4000t，按每条生产线连续生产每8h的产量为一批，不足8h的亦为一批。

4.2.6 水泥、粗骨料、矿物掺合料、外加剂、拌合水等原材料质量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

4.3 配合比设计

4.3.1 混凝土配合比设计、试配、调整与确定应按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定进行。

4.3.2 混凝土水胶比应根据现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定确定。

4.3.3 机制砂配制混凝土的单位用水量，可根据需水量比、流动度比等在《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定基础上适当增加，增加量应经试验确定。

4.3.4 外加剂的品种与掺量应根据混凝土的强度等级、施工要求、运输距离、混凝土所处环境条件等因素经试验后确定，并应符合现

行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。

4.3.5 掺合料的品种和用量应经试验确定，并应考虑机制砂中的石粉含量，宜适当降低掺合料的用量，其具体用量应经试验确定。

4.3.6 配制相同强度等级的混凝土时，机制砂混凝土的胶凝材料总量宜在天然砂混凝土胶凝材料总量的基础上适当提高；配制高强度机制砂混凝土时，水泥用量不宜大于 $500\text{kg}/\text{m}^3$ ，胶凝材料用量不宜大于 $600\text{kg}/\text{m}^3$ 。

4.3.7 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在天然砂混凝土砂率的基础上适当提高。当缺乏砂率的历史资料时，机制砂混凝土砂率的确定应符合下列规定：

1 坍落度小于 10mm 的混凝土，其砂率应经试验确定；

2 坍落度为 10mm ~ 60mm 的混凝土，其砂率可根据粗骨料品种、最大公称粒径及水胶比按表 4.3.7 选取；

3 坍落度大于 60mm 的混凝土，其砂率可经试验确定，也可在表 4.3.7 的基础上，按坍落度每增大 20mm，砂率增大 1% 的幅度予以调整。

表 4.3.7 混凝土的砂率 (%)

水胶比	卵石最大公称粒径/mm				碎石最大公称粒径/mm			
	16.0	20.0	25.0	31.5	16.0	20.0	25.0	31.5
0.40	27 ~ 35	26 ~ 34	25 ~ 34	25 ~ 33	31 ~ 38	30 ~ 37	29 ~ 36	28 ~ 35
0.50	31 ~ 38	30 ~ 37	29 ~ 37	29 ~ 36	34 ~ 41	33 ~ 40	32 ~ 39	31 ~ 38
0.60	34 ~ 41	33 ~ 40	32 ~ 40	32 ~ 39	37 ~ 44	36 ~ 43	35 ~ 42	34 ~ 41
0.70	37 ~ 44	36 ~ 43	35 ~ 43	35 ~ 42	40 ~ 47	39 ~ 46	38 ~ 45	37 ~ 44

注：1 表中为细度模数符合 II 类机制砂要求时的砂率，当采用 I 类或 III 类机制砂时可适当减小或增大砂率；

2 应根据机制砂石粉含量，按所选水胶比及其它材料的情况与用量经试验确定砂率，石粉含量高的机制砂宜采用较低砂率。

4.3.8 粗骨料和细骨料用量应根据现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定确定。

4.3.9 混凝土配合比设计时，可根据机制砂的需水量比适当调整胶凝材料用量、用水量和砂率，并经试验确定。

4.4 施 工

4.4.1 施工前，施工单位应根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，制定混凝土施工技术方案。

4.4.2 混凝土的浇筑、振捣、拆模及养护等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 的规定。

4.4.3 应在混凝土浇注、振捣和抹平后 1h 内采取喷雾、覆盖塑料薄膜或喷洒养护剂等方式进行早期保湿养护，且连续养护时间不应少于 24h。

4.4.4 大体积混凝土养护过程中应进行温度控制，混凝土内部和表面的温差应符合设计控制要求。

4.4.5 冬季施工环境温度低于 5℃ 时，不得直接浇水养护。

4.5 验 收

4.5.1 预拌混凝土出厂检验和交货检验应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

4.5.2 混凝土质量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.5.3 混凝土强度的评定应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 执行。

4.5.4 混凝土有耐久性指标要求时，应按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ 193 的规定检验评定。

4.5.5 混凝土工程施工质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

5 机制砂砂浆

5.1 一般规定

- 5.1.1** 机制砂可用于配制砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类机制砂可配制各强度等级的砂浆。
- 5.1.2** 机制砂制备砂浆应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的规定。
- 5.1.3** 机制砂配制的砂浆，应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 和现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB33/T 1095 的规定。
- 5.1.4** 机制砂与天然砂组合使用时，组合比例应经试验确定。

5.2 材料质量要求

- 5.2.1** 机制砂的质量除应满足本规程第3章3.3节规定的全部指标外，尚应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 和现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB33/T 1095 的规定，最大粒径、颗粒级配等应满足相应品种砂浆的要求。
- 5.2.2** 机制砂进场时，应提供机制砂原材料检验报告，机制砂原材料检验报告应包括本规程第3章3.2节规定的全部指标。
- 5.2.3** 机制砂进场时，应提供型式检验报告，型式检验报告应包括本规程第3章3.3节规定的全部指标，并应明确机制砂类别、细度模数生产控制值和石粉含量生产控制值。
- 5.2.4** 机制砂进场时，应按规定批次提供出厂检验报告，出厂检验报告应包括表观密度、颗粒级配、细度模数、泥块含量、石粉含量、压碎值指标、堆积密度、空隙率、亚甲蓝（MB）值、吸水率、片状颗粒含量等指标，并应明确机制砂类别、细度模数

生产控制值和石粉含量生产控制值。

5.2.5 机制砂进场后，应按规定批次对其颗粒级配、细度模数、泥块含量、石粉含量、压碎值指标、松堆空隙率、片状颗粒含量和吸水率进行检验，并应明确机制砂类别。

5.2.6 机制砂的检验批应符合下列要求：

1 同一机制砂原材料、同一机制砂类别及日产量组批，日产量不超过4000t，每1000t为一批，不足1000t亦为一批；

2 日产量超过4000t，按每条生产线连续生产每4h的产量为一批，不足4h的亦为一批。

5.2.7 用于配制机制砂砂浆的其他原材料的检验项目和技术要求应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的规定。

5.3 配合比设计

5.3.1 机制砂配制砂浆的配合比设计、试配、调整和确定应按现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ 98和《抹灰砂浆技术规程》JGJ 220的规定进行。

5.3.2 机制砂配制砂浆的单位用水量和单位胶凝材料用量宜在天然砂配制砂浆的基础上适当增加，增加量应经试验确定。

5.4 施 工

5.4.1 干混砂浆的包装、贮存和运输应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181和现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB 33/T 1095的规定。

5.4.2 湿拌砂浆的运输应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181和现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB 33/T 1095的规定。

5.4.3 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和现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB33/T 1095的规定。

5.5 验 收

5.5.1 预拌砂浆进场时，应检查出厂检验报告和型式检验报告。

5.5.2 各类砂浆检验批次和抽检数量应符合现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB33/T 1095 的规定。

5.5.3 砂浆的性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 和现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB33/T 1095 的规定。

5.5.4 砂浆施工质量应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 和现行浙江省标准《预拌砂浆应用技术规程》DB33/T 1095 的规定，且应符合下列规定：

1 砌筑砂浆施工质量应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定；

2 抹灰砂浆施工质量应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的规定；

3 地面砂浆施工质量应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 的规定。

附录 A 流动度比和同水胶比强度比确定方法

A.0.1 机制砂的流动度比和同水胶比强度比的确定方法应符合本规程的规定。

A.0.2 试验所采用的仪器设备及材料应符合下列规定：

1 天平的最大量程不小于 2000g，最小分度值不大于 1g；

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

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

4 流动度试模应由截锥圆模和模套组成，金属材质，内表面加工光滑，圆模尺寸为高度 $60\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，上口内径 $70\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，下口内径 $100\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，下口外径 120mm，模壁厚大于 5mm；

5 胶砂试模为 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 规格的三联模；

6 捣棒应为金属材质，直径为 $20\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，长度约 200mm；

7 卡尺量程 $\geq 300\text{mm}$ ，分度值 $\leq 0.5\text{mm}$ ；

8 振实台应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的规定；

9 抗压抗折强度试验机应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的规定；

10 水泥应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 规定的混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定的 42.5 级硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；

11 标准砂应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 规定的中国 ISO 标准砂;

12 水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定;

13 小刀, 播料器, 金属刮平尺等。

A. 0. 3 试验步骤应符合下列规定:

1 砂浆试验配合比应符合表 A. 0. 3 的规定;

表 A. 0. 3 砂浆试验配合比

胶砂种类	水泥/g	砂/g		水/g
		标准砂	机制砂	
基准砂浆	450	1350	—	225
受检砂浆	450	—	1350	225

2 基准砂浆和受检砂浆分别按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 规定进行搅拌;

3 搅拌后的基准砂浆和受检砂浆分别按现行国家标准《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419 规定测定胶砂流动度;

4 基准砂浆和受检砂浆分别按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 规定进行试体成型和养护;

5 试体养护至 28d, 按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 规定分别测定基准砂浆和受检砂浆的抗折强度和抗压强度。

A. 0. 4 流动度比和同水胶比强度比的确定方法应符合下列规定:

1 流动度比试验结果按式 (A. 0. 4-1) 计算:

$$F = \frac{X_1}{X_0} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 4-1})$$

式中: F ——流动度比 (%);

X_0 ——基准砂浆流动度 (mm);

X_1 ——同水胶比受检砂浆流动度 (mm)。

2 同水胶比抗压强度比按式 (A. 0. 4-2) 计算:

$$S_{Jc} = \frac{R_{e1}}{R_{e0}} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 4-2})$$

式中: S_{Jc} ——同水胶比抗压强度比 (%);

R_{e0} ——基准砂浆 28d 抗压强度 (MPa);

R_{e1} ——同水胶比受检砂浆 28d 抗压强度 (MPa)。

3 同水胶比抗折强度比按式 (A. 0. 4-3) 计算:

$$S_{Jf} = \frac{R_{f1}}{R_{f0}} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 4-3})$$

式中: S_{Jf} ——同水胶比抗折强度比 (%);

R_{f0} ——基准砂浆 28d 抗折强度 (MPa);

R_{f1} ——同水胶比受检砂浆 28d 抗折强度 (MPa)。

4 流动度比和同水胶比强度比取两次试验结果的算术平均值, 精确至 1%; 两次试验结果之差大于 5%, 应重新试验。

附录 B 需水量比和同流动度强度比确定方法

B.0.1 机制砂的需水量比和同流动度强度比的确定方法应符合本规程的规定。

B.0.2 试验所采用的仪器设备应符合下列规定：

- 1 烘箱温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- 2 天平量程应不小于 2000g，最小分度值应不大于 1g；
- 3 搅拌机应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 规定的行星式水泥胶砂搅拌机；
- 4 流动度跳桌应符合现行国家标准《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419 的规定；
- 5 振实台应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 的规定；
- 6 抗压抗折强度试验机应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 的规定；
- 7 水泥应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 规定的混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定的 42.5 级硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；
- 8 标准砂应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 规定的中国 ISO 标准砂；
- 9 水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

B.0.3 试验步骤应符合下列规定：

- 1 按现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 规定进行取样，并将机制砂烘干；

2 将烘干后冷却至室温的机制砂充分混合均匀，累计取 2700g，分 2 份备用；

3 砂浆配合比应符合表 B.0.3 的规定；

表 B.0.3 需水量比试验配合比

胶砂种类	水泥/g	标准砂/g	机制砂/g	加水量/mL	流动度/mm
基准砂浆	450	1350	—	225	Y
受检砂浆	450	—	1350	M_w	$Y \pm 2$

4 基准砂浆和受检砂浆分别按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的规定进行搅拌；

5 搅拌后的基准砂浆和受检砂浆分别按现行国家标准《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419 测定流动度。当受检砂浆流动度达到基准砂浆流动度（Y） ± 2 mm 时，记录此时的加水量（ M_w ）；当受检砂浆流动度超出基准砂浆流动度（Y） ± 2 mm 时，重新调整加水量，直至受检砂浆流动度达到基准砂浆流动度（Y） ± 2 mm 为止；

6 基准砂浆和受检砂浆分别按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 规定进行试件成型和养护；

7 试体养护至 28d，按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 规定分别测定基准砂浆和受检砂浆的抗折强度和抗压强度。

B.0.4 需水量比和同流动度强度比的确定方法应符合下列规定：

1 机制砂需水量比应按式（B.0.4-1）计算：

$$X = \frac{M_w}{225} \times 100\% \quad (\text{B.0.4-1})$$

式中：X——机制砂需水量比（%），精确至 1%；

M_w ——受检砂浆流动度达到基准砂浆流动度（Y） ± 2 mm 时的加水量，单位为毫升（mL）；

225——基准砂浆的加水量，单位为毫升（mL）。

2 同流动度抗压强度比应按式 (B. 0. 4-2) 计算:

$$S_{LC} = \frac{R_{c2}}{R_{c0}} \times 100\% \quad (\text{B. 0. 4-2})$$

式中: S_{LC} ——同流动度抗压强度比 (%) ;

R_{c0} ——基准砂浆 28d 抗压强度 (MPa);

R_{c2} ——同流动度受检砂浆 28d 抗压强度 (MPa)。

3 同流动度抗折强度比应按式 (B. 0. 4-3) 计算:

$$S_{LF} = \frac{R_{f2}}{R_{f0}} \times 100\% \quad (\text{B. 0. 4-3})$$

式中: S_{LF} ——同流动度抗折强度比 (%) ;

R_{f0} ——基准砂浆 28d 抗折强度 (MPa);

R_{f2} ——同流动度受检砂浆 28d 抗折强度 (MPa)。

4 需水量比和同流动度强度比取两次试验结果的算术平均值, 精确至 1%; 两次试验结果之差大于 5%, 应重新试验。

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：
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：
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：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
- 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《建筑地面工程施工质量验收规范》 GB 50209
- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210
- 《水泥胶砂流动度测定方法》 GB/T 2419
- 《建设用砂》 GB/T 14684
- 《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685
- 《预拌混凝土》 GB/T 14902
- 《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》 GB/T 17671
- 《预拌砂浆》 GB/T 25181
- 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
- 《普通混凝土力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
- 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 《工程岩土试验方法标准》 GB/T 50266
- 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476
- 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
- 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55

- 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 《砌筑砂浆配合比设计规程》 JGJ 98
- 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ 193
- 《抹灰砂浆技术规程》 JGJ 220
- 《预拌砂浆应用技术规程》 JGJ/T 223
- 《高性能混凝土用骨料》 JG/T 568
- 《预拌砂浆应用技术规程》 DB33/T 1095

浙江省工程建设标准

机制砂应用技术规程

Technical specification for application of
manufactured sand

DBJ33/T × × × × -202 ×

条文说明

目 次

1	总则	33
2	术语和符号	34
2.1	术语	34
3	机制砂质量要求	35
3.1	一般规定	35
3.2	原材料质量要求	35
3.3	机制砂质量指标	36
4	机制砂混凝土	43
4.1	一般规定	43
4.2	材料质量要求	43
4.3	配合比设计	44
4.4	施工	53
4.5	验收	54
5	机制砂砂浆	55
5.1	一般规定	55
5.2	材料质量要求	55
5.3	配合比设计	55
5.4	施工	55
5.5	验收	56
附录 A	流动度比和同水胶比强度比确定方法	57
附录 B	需水量比和同流动度强度比确定方法	58

1 总 则

1.0.1 经过多年大规模开采，天然砂资源逐渐减少，随着城市建设的快速推进和环保整治的强化，建筑用砂供应日趋紧张，在此背景下，机制砂的生产应用越来越得到关注。目前机制砂在浙江省预拌混凝土和预拌砂浆领域已经普遍应用，2019年机制砂在全省预拌混凝土用砂量中占比54%，在预拌砂浆用砂量中占比40%。鉴于机制砂与天然砂性能有较大差异，若简单沿用现有的相关技术标准来指导机制砂混凝土和机制砂砂浆的应用欠准确。因此，为促进和规范浙江省预拌混凝土、预拌砂浆用机制砂在建设工程中的应用，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本条明确了本规程的应用范围及机制砂应用中的主要质量控制环节。

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 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 列出了机制砂的定义。

2.1.2 ~ 2.1.5 列出的术语与国家现行标准《建设用砂》GB/T 14684 一致。

2.1.6 本条列出的术语与现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 一致。

2.1.7 为表征机制砂对水泥砂浆流动度的影响，定义机制砂与中国 ISO 标准砂在相同水胶比和胶砂比条件下水泥砂浆流动度的比值为流动度比，用于综合判定机制砂级配、粒形、吸水率和石粉吸附性能的指标。

2.1.8 本条列出的术语与现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JGJ/T 568 一致。

2.1.9 为表征机制砂在相同水胶比和胶砂比条件下对水泥砂浆强度的影响，定义机制砂与中国 ISO 标准砂在同水胶比和胶砂比条件下 28d 抗折和抗压强度的比值为同水胶比强度比。

2.1.10 由于机制砂表面粗糙有棱角，吸水率大，达到与标准砂相同流动度时需更大的用水量，为表征机制砂在相同流动度条件下对砂浆强度的影响，定义机制砂与中国 ISO 标准砂在同胶砂比和流动度条件下 28d 抗折和抗压强度的比值为同流动度强度比。

2.1.11 本条列出的术语与现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JGJ/T 568 一致。

3 机制砂质量要求

3.1 一般规定

3.1.2 原材料决定了机制砂自身的化学矿物成分，更是直接决定了机制砂的表观密度、吸水率、坚固性、碱活性、各类有害物质含量等技术指标，对颗粒级配、压碎指标、片状颗粒含量也有显著影响，选用不符合要求的原材料生产的机制砂无法符合本规程要求，因此本条强调在机制砂原材料选择时应经过专门的试验论证，具体试验指标按照本规程第3章3.2节中的规定进行。

3.1.3 为在机制砂应用过程中加强原材料质量控制，在生产、销售和使用机制砂时应提供相应机制砂原材料的检验报告。

3.1.5 基于对废弃资源的再生利用，利用矿山尾矿等生产机制砂也越来越多，故对其安全性进行规定。

3.1.6 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放射性作出规定，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。

3.2 原材料质量要求

3.2.1 原材料的密度和吸水性能直接影响机制砂的表观密度和吸水率，因此本条规定了生产机制砂原材料的块体干密度和吸水率要求。由于试验方法以及样品尺寸差异，机制砂吸水率往往大于原材料的块体吸水率，因此对原材料的吸水率限值要求较机制砂稍宽松。

3.2.2 鉴于原材料的强度和重量直接影响机制砂的性能，进而影响机制砂混凝土和砂浆的物理力学性能、长期性能和耐久性能。其中强度更是最直观、最重要的原材料综合性能表现，因此

本规程规定了生产机制砂的原材料强度要求，以及用于制备机制砂的卵石、碎石的压碎指标要求，给出的技术要求主要参考了现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52，其中制备Ⅲ类机制砂原材料的饱和抗压强度要求结合浙江省实际，并参考国内其他行业或地方标准做了适当的提高。

3.2.3 原材料的有害物质含量直接决定了机制砂的各类有害物质含量，因此本条规定了原材料的有害物质含量要求。

3.3 机制砂质量指标

3.3.1 为保证机制砂生产质量的稳定性，对机制砂的细度模数和石粉含量的波动范围做出了规定。编制组经过广泛调研，认为通过合理控制生产工艺，完善质量监控和加强管理措施，机制砂生产企业可以达到所规定的要求。

3.3.2 为倡导按类别应用机制砂，在本规程中不再按现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 区分粗砂、中砂和细砂，而是根据不同分级类别规定机制砂的细度模数要求。由于机制砂普遍呈“两头多，中间少”的颗粒级配分布特点，在实际生产中，机制砂细度模数往往较大。基于此，本规程除对Ⅰ类机制砂严格要求细度模数范围，对Ⅱ类和Ⅲ类机制砂适当放宽了细度模数的范围要求。其中Ⅰ类机制砂以国家标准《建设用砂》GB/T 14684-2011 中对中砂的细度模数要求控制，而对Ⅱ类和Ⅲ类机制砂的细度模数分别放宽到 3.2 和 3.7。本规程对于机制砂累计筛余的控制要求与现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684 的规定有所不同，这是通过对大量浙江地区机制砂试验数据的分析归纳，并结合浙江地区机制砂的生产应用实际所提出的。此外，各类机制砂尚需满足累计筛余的控制要求，以保证机制砂有优良的堆积性能。其中Ⅰ类机制砂的分计筛余要求与现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JGJ/T 568 相一致，Ⅱ类机制砂和Ⅲ类机制砂的分计筛余控制要求经编制组在大量试验数据分析的基础上适当予以放宽。

3.3.3 由于母岩等机制砂原材料堆放场地多为非硬化地面，难免会在生产中带入少量泥块，因此本规程在国家标准《建设用砂》GB/T 14684-2011 的基础上适当放松了 I 类机制砂的泥块含量要求，II 类和 III 类机制砂的泥块含量则与国家标准《建设用砂》GB/T 14684-2011 的要求一致。国内外机制砂应用实践证明，适宜的石粉含量对混凝土性能尤其是和易性有一定的改善作用，但浙江省机制砂母岩中凝灰岩占比较大，该类母岩制备的机制砂虽然 MB 值较小，但是吸水率较高，若石粉含量较高，则会严重影响混凝土的工作性能。因此基于浙江省内矿产资源实际，对 $MB < 1.4$ 的机制砂，I 类机制砂和 II 类机制砂的石粉含量限值要求较国家标准《建设用砂》GB/T 14684-2011 提高，但对 CaO 含量大于 50% 的石灰岩机制砂，允许石粉含量适当放宽；对 $MB \geq 1.4$ 的机制砂，石粉含量要求与国家标准《建设用砂》GB/T 14684-2011 要求一致，但对 CaO 含量大于 50% 的石灰岩机制砂，允许 III 类机制砂的石粉含量限值适当放宽。

3.3.4 编制组广泛试验分析了省内各地区机制砂的坚固性情况，发现目前机制砂生产企业在产和混凝土企业在用的机制砂有近 30% 的机制砂坚固性可以达到 $\leq 5\%$ 。此外，编制组调研的浙江省内部分铁路系统利用省内矿山资源自产自用的机制砂坚固性普遍可以 $\leq 5\%$ ，因此编制组认为在浙江省内可以适当提高 I 类砂的坚固性要求。

3.3.5 根据编制组收集整理的省内各地区各系统近 200 组机制砂压碎指标实测数据，最大压碎指标 $\leq 15\%$ 占比达到 41%，15% ~ 20% 占比达到 29%，20% ~ 30% 占比 29%，大于 30% 的仅为 1%；总压碎指标 $\leq 12\%$ 的占比 60%，12% ~ 18% 占比达到 32%，18% ~ 30% 占比 8%，无一砂样大于 30%。因此编制组认为现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 给出的压碎指标要求在浙江省内较为宽松，从提升机制砂质量水平、促进机制砂生产企业工艺提升角度出发，适当提高了浙江省机制砂压碎指标限值

要求。而且为更全面控制机制砂的压碎指标，采用单级最大压碎指标和总压碎指标双控的方式。

3.3.6 本条根据 I 类、II 类和 III 类机制砂的划分分别规定了表观密度、松散堆积密度、紧密堆积密度、空隙率的要求，结合浙江省内机制砂生产应用实际，在现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 基础上进行了细化。

3.3.7 本条列出的有害物质含量要求与现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684、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 一致。

3.3.8 现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JGJ/T 568 规定了特级砂 ($\leq 10\%$) 和 I 类机制砂 ($\leq 15\%$) 的片状颗粒含量要求，根据编制组对全省大量典型机制砂的试验分析，认为该指标可以适当提高，因此将 I 类砂的指标定为 $\leq 10\%$ ，II 类机制砂指标要求定为 $\leq 15\%$ ，并增加 III 类机制砂的指标要求为 $\leq 20\%$ 。

3.3.9 现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 并未明确规定机制砂吸水率要求，但控制机制砂吸水率，是控制混凝土水胶比和拌合物工作性能的主要措施之一。浙江省内有较多的凝灰岩矿山，编制组经广泛的调研发现采用凝灰岩制备的机制砂吸水率普遍大于 1%，有些会超过 2%，因此基于省内矿产资源分布的实际，允许 III 类机制砂吸水率超过 2.0%，但需 $\leq 2.5\%$ 。

3.3.10、3.3.11、3.3.12 机制砂的使用会显著影响砂浆和混凝土的工作性能，本条基于编制组的试验研究成果，规定了机制砂的流动度比、同水胶比强度比和同流动度强度比要求。编制组开展的部分典型试验结果如下：

选取中国 ISO 标准砂和 10 种不同产地的机制砂进行研究，其各自的技术参数见表 3-1（表中 MS 指机制砂）。以标准砂配制的水泥砂浆流动度为基准，取在相同水胶比和胶砂比条件下由机制砂配制的水泥砂浆与标准砂配制的水泥砂浆流动度的比值为流动度比，则不同机制砂的流动度比试验结果如图 3-1 所示。10 个机制砂样的

流动度均下降，平均流动度下降 30.1%，不同机制砂的下降幅度存在明显差异，其中最小的下降 15.7%，而最大的下降 38.6%。

表 3-1 各砂样技术指标

编号	表观密度/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	松堆密度/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	松堆空隙 率/%	最大压碎 指标/%	总压碎指 标/%	饱和面干吸 水率/%
标准砂	2632	1600	39.21	/	/	0.2
MS1	2656	1473	44.54	20	15	1.1
MS2	2657	1307	50.81	24	16	3.1
MS3	2657	1317	50.43	26	16	2.5
MS4	2671	1473	44.85	40	27	1.8
MS5	2597	1402	46.01	18	16	3.5
MS6	2630	1399	46.81	21	14	1.4
MS7	2643	1463	44.65	23	18	2.8
MS8	2579	1456	43.54	22	18	3.2
MS9	2571	1472	42.75	25	15	3.7
MS10	2609	1458	44.12	7	5	2.4

1) 同水胶比强度比

定义同水胶比强度比为机制砂与中国 ISO 标准砂在同水胶比和胶砂比条件下 28d 抗折和抗压强度的比值。选上述 10 种机制砂和标准砂拌制水胶比为 0.50 的水泥砂浆，分别进行抗折和抗压强度试验，7d 和 28d 龄期的强度试验结果见表 3-2。可见同水胶比条件下机制砂的使用显著提高了砂浆的抗压强度和抗折强度，其中机制砂 10 对应的砂浆强度提升幅度最大，7d 抗折强度提高了 19%，抗压强度提高了 38%；28d 抗折强度提高了 26%，抗压强度提高了 27%。这主要是机制砂多棱角的形貌特性，使得砂浆中机制砂与浆体有较好的机械啮合力，增强了界面过渡区，从而增大了机制砂砂浆的强度。

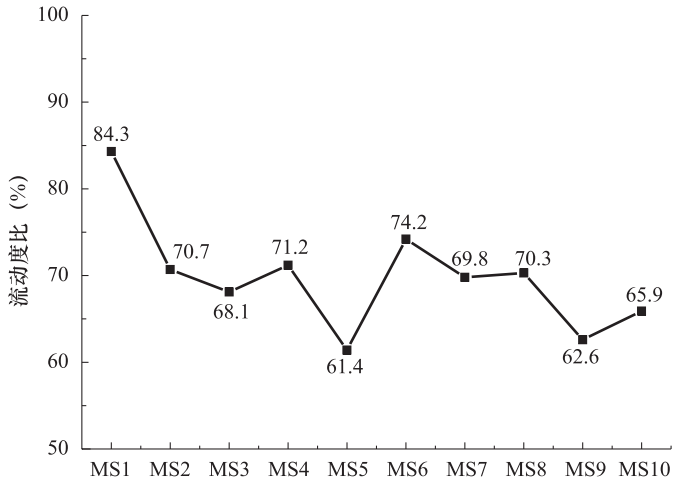


图 3-1 砂浆流动度比

表 3-2 同水胶比水泥砂浆强度

编号	7d				28d			
	抗折强度/ MPa	比值/ %	抗压强度/ MPa	比值/ %	抗折强度/ MPa	比值/ %	抗压强度/ MPa	比值 /%
标准砂	8.2	100	41.5	100	8.9	100	53.6	100
MS1	9.0	110	47.3	114	10.0	112	61.6	115
MS2	8.5	104	42.7	103	9.5	107	55.7	104
MS3	8.3	101	42.3	102	9.3	104	56.3	105
MS4	8.5	104	46.1	111	9.4	106	59.0	110
MS5	9.0	110	47.1	114	10.1	114	60.0	112
MS6	9.2	112	46.4	112	10.4	117	61.1	114
MS7	9.1	111	48.3	117	10.5	118	63.2	118
MS8	9.1	111	48.0	116	10.1	114	64.3	120

续表 3-2

编号	7d				28d			
	抗折强度/ MPa	比值/ %	抗压强度/ MPa	比值/ %	抗折强度/ MPa	比值/ %	抗压强度/ MPa	比值 /%
MS9	8.5	104	43.2	104	9.6	108	56.3	105
MS10	9.8	119	57.3	138	11.3	126	68.2	127

2) 同流度强度比

工作性能是实际工程施工质量的重要影响因素，在同水胶比条件下，机制砂砂浆施工性能显著下降。因此编制组继续研究在同流度条件下，机制砂对砂浆强度的影响。选取级配合理，各项性能指标符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 中 I 类机制砂标准要求的机制砂 10 与标准砂进行同流动条件下的砂浆强度比试验研究，共选取 180mm 和 240mm 两种流动度，以调整水胶比的方式获得同流度。测试结果如表 3-3 和表 3-4 所示。

表 3-3 流动度为 180mm 的砂浆强度

类别	标准砂（水灰比 0.47）	机制砂（水灰比 0.56）	强度比/%
7d 抗压强度/MPa	44.5	44.9	101
28d 抗压强度/MPa	65.1	66.8	103
7d 抗折强度/MPa	8.7	9.3	107
28d 抗折强度/MPa	9.6	10.6	110

表 3-4 流动度为 240mm 的砂浆强度

类别	标准砂（水灰比 0.50）	机制砂（水灰比 0.63）	强度比/%
7d 抗压强度/MPa	41.5	31.5	76
28d 抗压强度/MPa	53.6	47.8	89
7d 抗折强度/MPa	8.2	7.7	94
28d 抗折强度/MPa	8.9	8.7	98

试验结果表明同流动度条件下的砂浆强度比随流动度的变化而变化，砂浆流动度越大，机制砂相较标准砂需增加的用水量也越大，使得机制砂砂浆水灰比显著提高，强度比也明显下降，表明研究同流动度下的砂浆强度比首先需确定一个基准流动度。试验结果表明，流动度为 180mm 时，标准砂砂浆的水灰比为 0.47，机制砂砂浆的水灰比为 0.56，两者水灰比相差 0.09，机制砂砂浆为达到相同流动度较标准砂砂浆所增加的用水量一部分用于克服机制砂表面粗糙所增加的摩擦力，另一部分被机制砂表面吸附，一定程度上起到了内养护作用，强化了界面过渡区，再加上机制砂的机械啮合效应，因此机制砂砂浆强度依然可以高于标准砂砂浆。但当流动度增长为 240mm 时，机制砂砂浆在不同龄期的抗折和抗压强度均有所下降。此时，机制砂砂浆的水灰比达到了 0.63，水灰比较大，用水量较高，与标准砂砂浆的水灰比差值达到了 0.13，此时水灰比增加对强度的影响要超过机制砂的机械啮合效应以及吸附水对界面过渡区的内养护作用，从而导致机制砂砂浆强度低于标准砂砂浆。编制组认为从工程实际需求考虑，240mm 的流动度更具现实指导意义，同时也可以保持同水胶比强度比试验的延续性（标准砂砂浆水灰比为 0.50）。因此，编制组综合考虑强度比试验的便利性和延续性，结合实际工程需求，选择水胶比为 0.50 的标准砂水泥砂浆流动度为基准，各机制砂以此为基准调整用水量来测试该种机制砂的同流动度强度比。

4 机制砂混凝土

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了机制砂的应用范围。考虑到混凝土构配件等生产企业所生产的混凝土不属于预拌混凝土所定义的范围，因此本章内容除 4.5 节外适用于所有机制砂混凝土。

4.1.2 机制砂混凝土早期失水速率较快、收缩变形大于天然砂混凝土，因此，其配合比设计应优选早期抗裂性能好且收缩小的机制砂混凝土配合比。

4.1.4 为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式强制搅拌措施。

4.1.5 不同来源的机制砂由于母岩性能不同，对水分以及外加剂吸附能力不同，会对机制砂混凝土耐久性产生影响，石粉含量变化同样会造成类似影响，因此在应用机制砂时需考虑其结构所处环境类别、作用等级和设计要求的，验证不同岩性机制砂混凝土的耐久性能。

4.1.6 机制砂和天然砂可以掺配成混合砂使用，其性能指标应符合相关标准要求。

4.2 材料质量要求

4.2.1 由于浙江省内机制砂母岩来源的不确定性，而母岩及原材料的各项性能直接影响机制砂的性能，因此相较于其他国家及行业标准，增加了需提供母岩或原材料检验报告的要求，并且规定了母岩或原材料检验报告应包括的指标。

4.2.2 本条规定了机制砂进场型式检验报告需包含的指标要求。此外，为倡导浙江省机制砂按类别应用，强调需在型式检验报告中明确机制砂类别。

- 4.2.3 本条规定了出厂检验报告需包含的检验项目。
- 4.2.4 本条规定了机制砂的进场检验项目。
- 4.2.5 本条对机制砂检验批作了规定，其中同料源指采用同一种原材料。
- 4.2.6 本条规定了机制砂混凝土其他原材料的质量要求。

4.3 配合比设计

- 4.3.1 本条规定了机制砂混凝土配合比设计、试配、调整的方法。
- 4.3.2 本条规定了机制砂混凝土水胶比的取值。
- 4.3.3 机制砂饱和面干吸水率大于天然砂，应增加用水量，可根据机制砂的需水量比、流动度比等增加 5kg ~ 15kg，具体用水量调整决定于机制砂的实际情况，故应由试验确定。
- 4.3.4 机制砂一个显著特点是与外加剂有匹配性问题，因此外加剂的品种和掺量应根据工程设计和施工要求，按现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规程》GB 50119 经试验和技术经济比较后确定。
- 4.3.5 矿物掺合料经过多年的实践应用，证明了其可以提高混凝土的综合技术经济性能，可以通过机制砂的性能和混凝土的设计目标要求，经试验确定掺合料的种类和掺量。
- 4.3.6 与天然砂比，机制砂比表面积较大，表面裂隙较多，吸水率较大，达到相同工作性能时需要增加用水量，因此在保持相同水胶比条件下需要增加胶凝材料用量。参考现行行业标准《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241，水泥和胶凝材料用量分别不宜大于 500kg/m³ 和 600kg/m³。
- 4.3.7 本条对机制砂混凝土配合比设计中砂率的选择给出了建议，编制组进行了大量的机制砂混凝土配合比试验研究，发现了机制砂混凝土配合比相较于天然砂混凝土配合比设计上的差异。编制组部分研究结果如下，采用的混凝土配合比见表 4-1，NS 为天然砂，MS 为机制砂：

表 4-1 天然砂和机制砂混凝土的配合比设计

编号	设计坍落度/ mm	砂	强度等级	设计强度/ MPa	水灰比	混凝土各材料用量/kg/m ³				
						水泥	水	砂	石	减水剂
200-NS-C20	200 ± 20	NS	C20	26.6	0.64	289	185	863	1144	5.20
200-NS-C25			C25	33.2	0.56	330	185	828	1143	5.95
200-NS-C30			C30	38.2	0.51	363	185	738	1203	6.53
200-NS-C35			C35	43.2	0.44	420	185	737	1153	7.57
200-NS-C40			C40	48.2	0.40	463	185	703	1148	8.33
200-NS-C45			C45	53.2	0.36	514	185	668	1137	9.25
200-MS-C20		MS	C20	26.6	0.64	320	205	904	1020	5.77
200-MS-C25			C25	33.2	0.56	366	205	866	1017	6.59
200-MS-C30			C30	38.2	0.51	402	205	833	1018	7.24
200-MS-C35			C35	43.2	0.44	466	205	771	1022	8.39
200-MS-C40			C40	48.2	0.40	513	205	718	1033	9.23
200-MS-C45			C45	53.2	0.36	569	205	680	1020	10.25
60-NS-C20	60 ± 10	NS	C20	26.6	0.64	273	175	738	1312	4.92
60-NS-C25			C25	33.2	0.56	313	175	685	1329	5.63
60-NS-C30			C30	38.2	0.51	343	175	656	1331	6.18
60-NS-C35			C35	43.2	0.44	398	175	620	1317	7.16
60-NS-C40			C40	48.2	0.40	438	175	589	1312	7.88
60-NS-C45			C45	53.2	0.36	486	175	558	1301	8.75
60-MS-C20		MS	C20	26.6	0.64	313	200	758	1186	5.63
60-MS-C25			C25	33.2	0.56	357	200	705	1200	6.43
60-MS-C30			C30	38.2	0.51	392	200	674	1199	7.06
60-MS-C35			C35	43.2	0.44	455	200	636	1181	8.18
60-MS-C40			C40	48.2	0.40	500	200	604	1172	9.00
60-MS-C45			C45	53.2	0.36	556	200	570	1156	10.00

续表 4-1

编号	设计坍 落度/ mm	砂	强度 等级	设计 强度/ MPa	水灰 比	混凝土各材料用量/kg/m ³				
						水泥	水	砂	石	减水剂
40-NS-C20	40 ± 10	NS	C20	26.6	0.64	266	170	745	1325	4.78
40-NS-C25			C25	33.2	0.56	304	170	692	1343	5.46
40-NS-C30			C30	38.2	0.51	333	170	683	1326	6.00
40-NS-C35			C35	43.2	0.44	386	170	647	1315	6.95
40-NS-C40			C40	48.2	0.40	425	170	636	1291	7.65
40-NS-C45			C45	53.2	0.36	472	170	603	1282	8.50
40-MS-C20		MS	C20	26.6	0.64	305	195	766	1199	5.48
40-MS-C25			C25	33.2	0.56	348	195	713	1214	6.27
40-MS-C30			C30	38.2	0.51	382	195	683	1213	6.88
40-MS-C35			C35	43.2	0.44	443	195	644	1197	7.98
40-MS-C40			C40	48.2	0.40	488	195	612	1189	8.78
40-MS-C45			C45	53.2	0.36	542	195	596	1157	9.75
40-NS-C20 *	40 ± 10	NS	C20	26.6	0.64	320	205	654	1270	0.00
40-NS-C25 *			C25	33.2	0.56	366	205	621	1261	0.00
40-NS-C30 *			C30	38.2	0.51	402	205	592	1258	0.00
40-NS-C35 *			C35	43.2	0.44	466	205	574	1219	0.00
40-NS-C40 *			C40	48.2	0.40	513	205	543	1208	0.00
40-NS-C45 *			C45	53.2	0.36	569	205	510	1190	0.00
40-MS-C20 *		MS	C20	26.6	0.64	367	235	683	1115	0.00
40-MS-C25 *			C25	33.2	0.56	420	235	648	1103	0.00
40-MS-C30 *			C30	38.2	0.51	461	235	617	1097	0.00
40-MS-C35 *			C35	43.2	0.44	534	235	577	1071	0.00
40-MS-C40 *			C40	48.2	0.40	588	235	544	1056	0.00
40-MS-C45 *			C45	53.2	0.36	653	235	509	1033	0.00

各组混凝土的 7d、28d 抗压强度测试结果如表 4-2 所示。当水灰比为 0.36、0.40 和 0.44 时，各组混凝土的 7d 抗压强度实测值与实测平均值的偏差在 3% 以内；当水灰比为 0.51、0.56 和 0.64 时，各组混凝土的 7d 抗压强度实测值与实测平均值的偏差在 10% 以内。

表 4-2 天然砂和机制砂混凝土的配合比及强度

编号	抗压强度实测值/MPa		编号	抗压强度实测值/MPa	
	7d	28d		7d	28d
200-NS-C20	18.6	27.8	40-NS-C20	21.7	28.4
200-NS-C25	25.2	36.8	40-NS-C25	26.5	36.5
200-NS-C30	28.1	40.1	40-NS-C30	31.2	39.4
200-NS-C35	33.5	47.5	40-NS-C35	33.5	46.3
200-NS-C40	35.5	50.8	40-NS-C40	36.2	49.4
200-NS-C45	39.5	55.4	40-NS-C45	39.1	55.9
200-MS-C20	18.5	28.1	40-MS-C20	20.8	28.8
200-MS-C25	24.5	38.1	40-MS-C25	25.2	35.7
200-MS-C30	27.6	41.5	40-MS-C30	30.4	40.8
200-MS-C35	32.6	46.7	40-MS-C35	33.1	45.2
200-MS-C40	35.7	50.2	40-MS-C40	36.5	50.6
200-MS-C45	39.9	56.4	40-MS-C45	38.4	56.7
60-NS-C20	21.7	29.2	40-NS-C20 *	21.4	27.8
60-NS-C25	26.5	36.7	40-NS-C25 *	27.5	34.8
60-NS-C30	31.2	40.2	40-NS-C30 *	30.5	40.1
60-NS-C35	33.5	45.4	40-NS-C35 *	33.1	44.8
60-NS-C40	36.2	49.3	40-NS-C40 *	36.1	50.1
60-NS-C45	40.2	55.6	40-NS-C45 *	39.1	55.9
60-MS-C20	21.4	28.0	40-MS-C20 *	20.5	29.4
60-MS-C25	26.9	36.8	40-MS-C25 *	27.3	35.7

续表 4-2

编号	抗压强度实测值/MPa		编号	抗压强度实测值/MPa	
	7d	28d		7d	28d
60-MS-C30	31.3	39.5	40-MS-C30 *	30.9	41.4
60-MS-C35	33.8	46.7	40-MS-C35 *	33.4	45.1
60-MS-C40	36.5	49.0	40-MS-C40 *	36.4	49.4
60-MS-C45	39.6	56.4	40-MS-C45 *	39.5	55.9

1) 同坍落度下机制砂对混凝土的影响

在坍落度相同的情况下，不同水灰比下混凝土的砂率变化见图 4-1 ~ 4-4。当强度相同时，机制砂混凝土的砂率均要略高于天然砂混凝土。当坍落度为 $200\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 时，各强度机制砂混凝土较天然砂混凝土要提高 3% ~ 7% 的砂率；当坍落度为 $60\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 时，机制砂混凝土较天然砂混凝土要提高 3% 左右的砂率。非泵送混凝土在砂率上的差异较泵送混凝土更小。在坍落度为 $40\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 时，掺加减水剂的各强度机制砂混凝土较天然砂混凝土要提高 1% ~ 3% 左右的砂率；未掺加减水剂的各强度机制砂混凝土较天然砂混凝土要提高 3% ~ 4% 的砂率。随着减水剂的掺加，天然砂混凝土与机制砂混凝土在砂率上的差异变小。

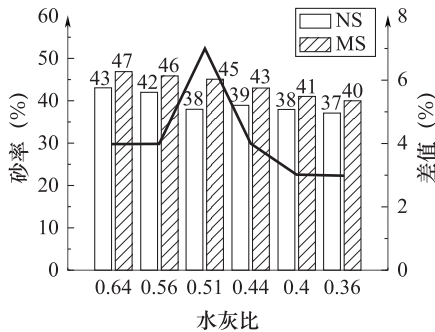


图 4-1 坍落度为 200mm 时砂率的变化

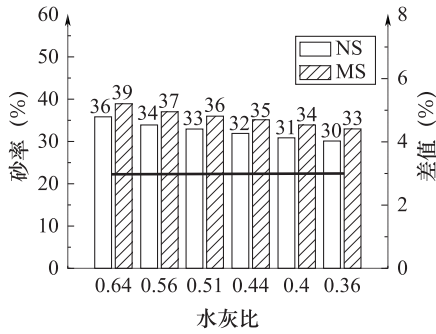


图 4-2 坍落度为 60mm 时砂率的变化

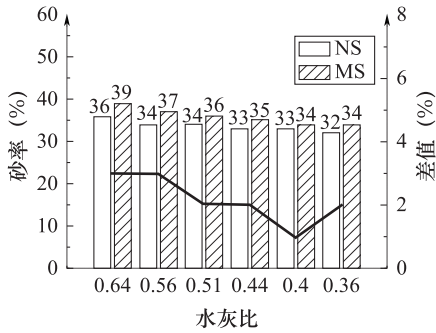


图 4-3 坍落度为 40mm 时砂率的变化

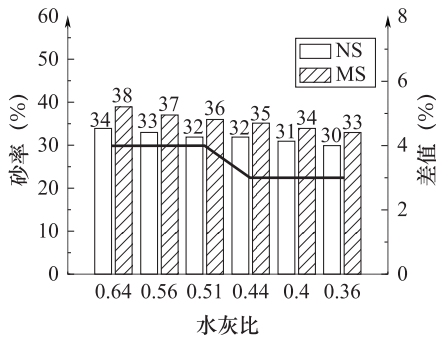


图 4-4 坍落度为 40mm 且未掺减水剂时砂率的变化

在坍落度相同的情况下，不同水灰比下混凝土的浆骨比变化见图 4-5 ~ 4-8。当强度相同时，机制砂混凝土的浆骨比均要略高于天然砂混凝土。当坍落度为 $200\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 时，各强度机制砂混凝土的浆骨比较天然砂混凝土要提高 $0.03 \sim 0.07$ ；在坍落度为 $60\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ，各强度机制砂混凝土的浆骨比较天然砂混凝土要提高 $0.04 \sim 0.08$ 。坍落度变化对机制砂混凝土与天然砂混凝土在浆骨比上的差异影响较小。当坍落度为 40mm 时，掺加减水剂的各强度机制砂混凝土浆骨比较天然砂混凝土要提高 $0.04 \sim 0.08$ ；未掺加减水剂的各强度机制砂混凝土浆骨比较天然砂混凝土要提高 $0.06 \sim 0.12$ 。随着减水剂的掺加，天然砂混凝土与机制砂混凝土在浆骨比上的差异在减小。同时，在坍落度和减水剂掺加情况相同时，随着水灰比的减小，机制砂混凝土与天然砂混凝土浆骨比上的差异不断增大。

当坍落度相同时，机制砂混凝土的砂率、浆骨比均要比天然砂混凝土有所提高。其原因为机制砂颗粒级配较差，且颗粒表面较为粗糙，需要提高砂率以保证混凝土拌合物流动性。同时，机制砂颗粒级配较差含有较多石粉，比表面积明显大于天然砂，需要更多的浆体来保证拌合物流动性。

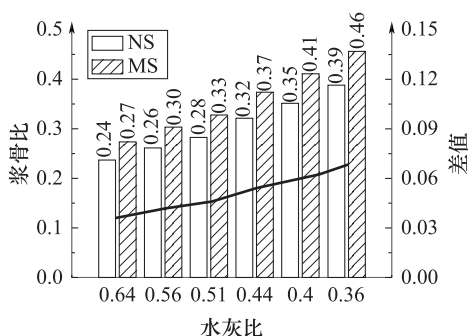


图 4-5 坍落度为 200mm 时浆骨比变化

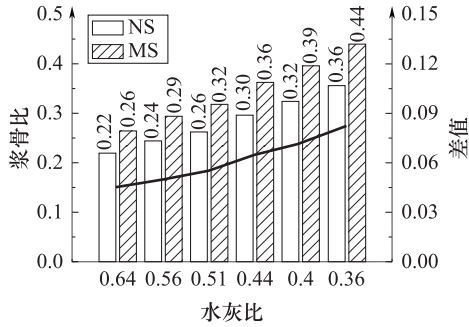


图 4-6 坍落度为 60mm 时浆骨比变化

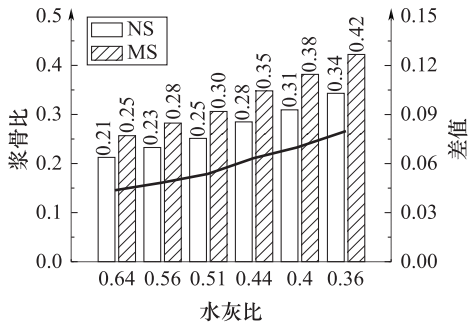


图 4-7 坍落度为 40mm 时浆骨比变化

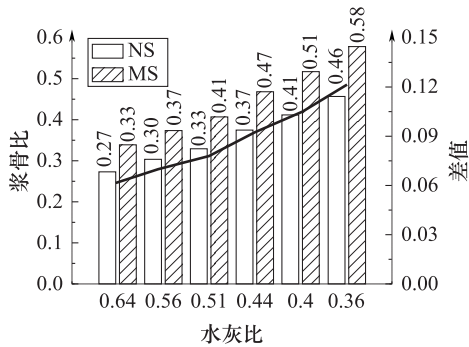


图 4-8 坍落度为 40mm 且未掺减水剂时浆骨比变化

2) 相同强度设计等级时机制砂对混凝土的影响

在强度设计等级相同时，非泵送（ $60\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ）与泵送（ $200\text{mm} \pm 20\text{mm}$ ）两种坍落度混凝土的砂率及浆骨比见图 4-9 ~ 4-10。在相同强度设计等级条件下，泵送机制砂混凝土的砂率较非泵送机制砂混凝土提高 7% ~ 9%，浆骨比提高 0.01 ~ 0.02；泵送天然砂混凝土的砂率较非泵送天然砂混凝土提高 5% ~ 8%，浆骨比提高 0.02 ~ 0.03。随着坍落度的提高，机制砂混凝土较天然砂混凝土砂率变化更大，浆骨比变化更小。

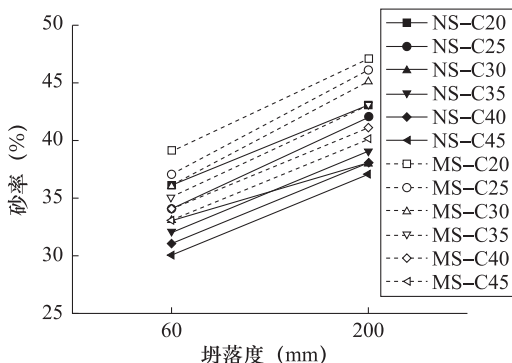


图 4-9 不同坍落度下混凝土的砂率

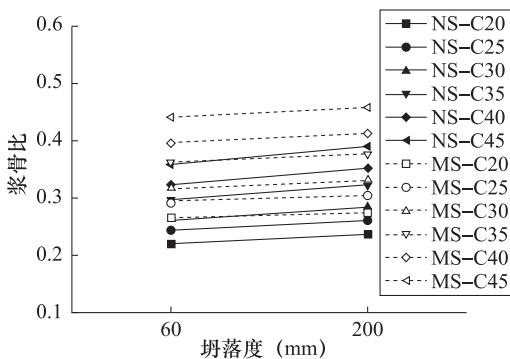


图 4-10 不同坍落度下混凝土的浆骨比

以上结果表明：1. 在坍落度相同及强度相同的条件下，机制砂混凝土相较于天然砂混凝土，砂率和浆骨比均有所提高；2. 随着强度的提高，具有相同坍落度和强度的机制砂混凝土与天然砂混凝土在砂率和浆骨比上的差异会不断变大；3. 在强度相同的条件下，机制砂对泵送与非泵送混凝土之间的砂率差异的影响更为显著。

4.3.8 本条规定了机制砂混凝土粗、细骨料用量的确定方法。

4.3.9 机制砂由于母岩性能差异以及比表面积的影响导致需水量比变化较大，在相同工作性能下，不同产地和岩性的机制砂需水量比差异较大，因此需通过试验确定，确保机制砂混凝土性能满足设计和施工要求。

4.4 施 工

4.4.1 本条强调了机制砂混凝土施工前应制定详细、周密的施工技术方​​案，以保证混凝土施工质量。

4.4.2 本条规定了机制砂混凝土施工过程中，浇注、振捣、拆模及养护过程应遵守的技术依据。

4.4.3 减水剂对混凝土早期收缩有显著的增大作用，而编制组研究发现早期养护可以显著降低由于减水剂造成的早期收缩增加现象。机制砂混凝土由于机制砂的高吸水率，在保证相同工作性能条件下，减水剂用量很可能增加，因此更应注重早期养护以抑制早期收缩，保障机制砂混凝土质量。

除此之外，本规程还给出了具体的保湿养护起始时间要求。现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 等相关标准只明确“及时进行保湿养护”，并没有具体的可操作时间点要求。行业标准《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424-2018 中第 6.4.8 条则规定：“混凝土浇筑完毕后，应按有关专业标准的规定和施工技术方案的要求及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

1 养护期间，混凝土芯部温度不宜超过 60℃，最高不得大于 65℃（轨枕和轨道板不宜大于 55℃），芯部温度与表面、表面与环境温度之差不宜大于 20℃（梁体不宜大于 15℃），养护用水与表面温度之差不得大于 15℃。

2 自然养护期间，应在混凝土浇筑完毕后 1h 内对混凝土进行保温、保湿养护，养护时应符合表 6.4.8 的规定。当环境温度低于 5℃时禁止洒水等。

编制组基于浙江省内大量的工程实践经验，为避免混凝土早期收缩开裂，保障混凝土浇筑质量，规定应在混凝土浇注、振捣和抹平后 1h 内开始喷雾、覆盖塑料薄膜或喷洒养护剂等保湿养护，且连续养护时间不应少于 24h。

4.4.4 大体积混凝土由于内外温差较大，容易产生温度裂缝，需控制混凝土内部和表面的温差。

4.4.5 本条依据现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的相关规定制定。

4.5 验 收

4.5.2 机制砂混凝土的质量要求与现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB/T 50204 相一致。

4.5.3 本条规定了机制砂混凝土的强度检验评定依据。

4.5.4 本条规定了机制砂混凝土耐久性能的检验评定依据。

4.5.5 本条规定了机制砂混凝土施工质量需满足的标准要求。

5 机制砂砂浆

5.1 一般规定

- 5.1.1 本条规定了机制砂在砂浆中的应用范围。
- 5.1.2 本条规定了由机制砂制备的砂浆应符合的标准。

5.2 材料质量要求

- 5.2.1 本条规定了机制砂的质量要求，除本规程外，尚需满足相应品种砂浆的要求。
- 5.2.2 ~ 5.2.4 本条规定了机制砂的进场要求，质量证明文件包括型式检验报告、出厂检验报告或合格证等。
- 5.2.5 本条规定了机制砂的进场检验项目。
- 5.2.6 本条对应用在砂浆中机制砂的检验批作了规定，考虑到砂浆的体量小于混凝土，提高了在砂浆中应用的机制砂检验批次要求。

5.3 配合比设计

- 5.3.1 本条规定了机制砂砂浆配合比设计、试配、调整的方法。
- 5.3.2 砂浆配合比中，细骨料相对固定，机制砂吸水率高，应增加用水量，胶凝材料用量调整量决定于机制砂的具体情况，应经试验确定。

5.4 施 工

- 5.4.1、5.4.2 本条规定了干混砂浆和湿拌砂浆的包装、贮藏和运输要求。
- 5.4.3 本条规定了机制砂砂浆的施工要求。

5.5 验 收

- 5.5.1 本条规定了机制砂预拌砂浆的检验类别和要求。
- 5.5.2 本条规定了各类机制砂砂浆检验批次和抽检数量要求。
- 5.5.3 本条规定了预拌砂浆的性能需满足的标准要求。
- 5.5.4 本条规定了机制砂砂浆施工质量需满足的标准要求。

附录 A 流动度比和同水胶比强度比确定方法

A.0.1 本方法采用流动度比和同水胶比强度比来评价机制砂的综合性能，适用于各类机制砂成品。本试验的测试原理为：通过测试机制砂与标准砂在相同水胶比时砂浆流动度的比值和强度比值，来评定机制砂的质量及其对机制砂混凝土工作性能的影响。

附录 B 需水量比和同流动度强度比确定方法

B.0.1 本方法采用需水量比和同流动度强度比来评价机制砂的综合性能，适用于各类机制砂成品。本试验的测试原理为：通过测试机制砂与标准砂在相同胶砂比和流动度条件下砂浆需水量的比值和强度比值，来评定机制砂的质量及其对机制砂混凝土工作性能的影响。