UDC

中华人民共和国国家标准

P

GB 50164-2011

混凝土质量控制标准

Standard for quality control of concrete

购买标准规范请联系
刘洁：13383185061
赵华：wwwhntc30
小代：hntbiaozhun

2011-04-02 发布　　2012-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 联合发布

中华人民共和国住房和城乡建设部
公　　告

第 969 号

关于发布国家标准
《混凝土质量控制标准》的公告

现批准《混凝土质量控制标准》为国家标准，编号为 GB 50164－2011，自 2012 年 5 月 1 日起实施。其中，第 6.1.2 条为强制性条文，必须严格执行。原《混凝土质量控制标准》GB 50164－92 同时废止。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 4 月 2 日

前　言

本标准是根据原建设部《关于印发〈2005年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标［2005］84号）的要求，由中国建筑科学研究院和北京中关村开发建设股份有限公司会同有关单位，并在原《混凝土质量控制标准》GB 50164－92的基础上修订完成的。

本标准在编制过程中，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验、参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，最后经审查定稿。

本标准共分7章和1个附录，主要技术内容是：总则、原材料质量控制、混凝土性能要求、配合比控制、生产控制水平、生产与施工质量控制、混凝土质量检验。

本标准修订的主要技术内容是：增加氯离子含量等质量控制指标；修订了混凝土拌合物稠度等级划分；补充混凝土耐久性质量控制指标；修订了混凝土生产控制的强度标准差要求；修订了混凝土组成材料计量结果的允许偏差；修订了混凝土蒸汽养护质量控制指标；增加混凝土质量检验等内容。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送中国建筑科学研究院（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013）。

本标准主编单位：中国建筑科学研究院
北京中关村开发建设股份有限公司

本标准参编单位：甘肃土木工程科学研究院
西安建筑科技大学

深圳大学
中建商品混凝土有限公司
贵州中建建筑科研设计院有限公司
中国建筑第二工程局深圳分公司
建研建材有限公司
北京天恒泓混凝土有限公司
宁波金鑫商品混凝土有限公司
重庆市建筑科学研究院
黑龙江省寒地建筑科学研究院
云南建工混凝土有限公司
山东省建筑科学研究院
上海市建筑科学研究院(集团)有限公司
浙江中科仪器有限公司
北京京辉混凝土有限公司
中设建工集团有限公司
浙江国泰建设集团有限公司
中国水利水电第三工程局有限公司
杭州中豪建设工程有限公司
北京城建亚泰建设工程有限公司

本标准主要起草人员：冷发光　丁　威　韦庆东　周永祥
杜　雷　尚建丽　王卫仑　武铁明
钟安鑫　许远峰　高金枝　陆士强
孟国民　朱卫中　李章建　鲁统卫
韩建军　谢岳庆　李帼英　田冠飞
洪昌华　袁勇军　谢凯军　姬脉兴
张伟尧　吴尧庆　费　恺　何更新
纪宪坤　王　晶　赖文帧

本标准主要审查人员：石云兴　郝挺宇　罗保恒　闻德荣
蔡亚宁　朋改非　封孝信　姜福田
陶梦兰　戴会生

目　次

1　总则 …… 1
2　原材料质量控制 …… 2
2.1　水泥 …… 2
2.2　粗骨料 …… 2
2.3　细骨料 …… 3
2.4　矿物掺合料 …… 4
2.5　外加剂 …… 5
2.6　水 …… 6
3　混凝土性能要求 …… 7
3.1　拌合物性能 …… 7
3.2　力学性能 …… 9
3.3　长期性能和耐久性能 …… 9
4　配合比控制 …… 12
5　生产控制水平 …… 13
6　生产与施工质量控制 …… 15
6.1　一般规定 …… 15
6.2　原材料进场 …… 15
6.3　计量 …… 16
6.4　搅拌 …… 16
6.5　运输 …… 17
6.6　浇筑成型 …… 18
6.7　养护 …… 20
7　混凝土质量检验 …… 22
7.1　混凝土原材料质量检验 …… 22
7.2　混凝土拌合物性能检验 …… 22

7.3 硬化混凝土性能检验 …… 23
附录 A 坍落度经时损失试验方法 …… 24
本标准用词说明 …… 25
引用标准名录 …… 26
附：条文说明 …… 27

1 总　　则

1.0.1 为加强混凝土质量控制，促进混凝土技术进步，确保混凝土工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建设工程的普通混凝土质量控制。

1.0.3 混凝土质量控制除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 原材料质量控制

2.1 水　　泥

2.1.1 水泥品种与强度等级的选用应根据设计、施工要求以及工程所处环境确定。对于一般建筑结构及预制构件的普通混凝土，宜采用通用硅酸盐水泥；高强混凝土和有抗冻要求的混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；有预防混凝土碱-骨料反应要求的混凝土工程宜采用碱含量低于0.6%的水泥；大体积混凝土宜采用中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥。水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 和《中热硅酸盐水泥　低热硅酸盐水泥　低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200 的有关规定。

2.1.2 水泥质量主要控制项目应包括凝结时间、安定性、胶砂强度、氧化镁和氯离子含量，碱含量低于0.6%的水泥主要控制项目还应包括碱含量，中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥主要控制项目还应包括水化热。

2.1.3 水泥的应用应符合下列规定：

1 宜采用新型干法窑生产的水泥。

2 应注明水泥中的混合材品种和掺加量。

3 用于生产混凝土的水泥温度不宜高于60℃。

2.2 粗　骨　料

2.2.1 粗骨料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。

2.2.2 粗骨料质量主要控制项目应包括颗粒级配、针片状颗粒含量、含泥量、泥块含量、压碎值指标和坚固性，用于高强混凝土的粗骨料主要控制项目还应包括岩石抗压强度。

2.2.3 粗骨料在应用方面应符合下列规定：

1 混凝土粗骨料宜采用连续级配。

2 对于混凝土结构，粗骨料最大公称粒径不得大于构件截面最小尺寸的1/4，且不得大于钢筋最小净间距的3/4；对混凝土实心板，骨料的最大公称粒径不宜大于板厚的1/3，且不得大于40mm；对于大体积混凝土，粗骨料最大公称粒径不宜小于31.5mm。

3 对于有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求的混凝土，粗骨料中的含泥量和泥块含量分别不应大于1.0%和0.5%；坚固性检验的质量损失不应大于8%。

4 对于高强混凝土，粗骨料的岩石抗压强度应至少比混凝土设计强度高30%；最大公称粒径不宜大于25mm，针片状颗粒含量不宜大于5%且不应大于8%；含泥量和泥块含量分别不应大于0.5%和0.2%。

5 对粗骨料或用于制作粗骨料的岩石，应进行碱活性检验，包括碱-硅酸反应活性检验和碱-碳酸盐反应活性检验；对于有预防混凝土碱-骨料反应要求的混凝土工程，不宜采用有碱活性的粗骨料。

2.3 细 骨 料

2.3.1 细骨料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；混凝土用海砂应符合现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206的有关规定。

2.3.2 细骨料质量主要控制项目应包括颗粒级配、细度模数、含泥量、泥块含量、坚固性、氯离子含量和有害物质含量；海砂主要控制项目除应包括上述指标外尚应包括贝壳含量；人工砂主要控制项目除应包括上述指标外尚应包括石粉含量和压碎值指标，人工砂主要控制项目可不包括氯离子含量和有害物质含量。

2.3.3 细骨料的应用应符合下列规定：

1 泵送混凝土宜采用中砂，且300μm筛孔的颗粒通过量不

宜少于15%。

2 对于有抗渗、抗冻或其他特殊要求的混凝土，砂中的含泥量和泥块含量分别不应大于3.0%和1.0%；坚固性检验的质量损失不应大于8%。

3 对于高强混凝土，砂的细度模数宜控制在2.6～3.0范围之内，含泥量和泥块含量分别不应大于2.0%和0.5%。

4 钢筋混凝土和预应力混凝土用砂的氯离子含量分别不应大于0.06%和0.02%。

购买标准规范请联系
刘洁：13383185061
赵华：wwwhntc30
小代：hntbiaozhun

5 混凝土用海砂应经过净化处理。

6 混凝土用海砂氯离子含量不应大于0.03%，贝壳含量应符合表2.3.3-1的规定。海砂不得用于预应力混凝土。

表2.3.3-1 混凝土用海砂的贝壳含量（按质量计，%）

混凝土强度等级	≥C60	C55～C40	C35～C30	C25～C15
贝壳含量	≤3	≤5	≤8	≤10

7 人工砂中的石粉含量应符合表2.3.3-2的规定。

表2.3.3-2 人工砂中石粉含量（%）

混凝土强度等级		≥C60	C55～C30	≤C25
石粉含量	*MB*<1.4	≤5.0	≤7.0	≤10.0
	MB≥1.4	≤2.0	≤3.0	≤5.0

8 不宜单独采用特细砂作为细骨料配制混凝土。

9 河砂和海砂应进行碱-硅酸反应活性检验；人工砂应进行碱-硅酸反应活性检验和碱-碳酸盐反应活性检验；对于有预防混凝土碱-骨料反应要求的工程，不宜采用有碱活性的砂。

2.4 矿物掺合料

2.4.1 用于混凝土中的矿物掺合料可包括粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、沸石粉、钢渣粉、磷渣粉；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。粉煤灰应符合现行国家标准

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的有关规定，粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的有关规定，钢渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491 的有关规定，其他矿物掺合料应符合相关现行国家标准的规定并满足混凝土性能要求；矿物掺合料的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 的有关规定。

2.4.2 粉煤灰的主要控制项目应包括细度、需水量比、烧失量和三氧化硫含量，C 类粉煤灰的主要控制项目还应包括游离氧化钙含量和安定性；粒化高炉矿渣粉的主要控制项目应包括比表面积、活性指数和流动度比；钢渣粉的主要控制项目应包括比表面积、活性指数、流动度比、游离氧化钙含量、三氧化硫含量、氧化镁含量和安定性；磷渣粉的主要控制项目应包括细度、活性指数、流动度比、五氧化二磷含量和安定性；硅灰的主要控制项目应包括比表面积和二氧化硅含量。矿物掺合料的主要控制项目还应包括放射性。

2.4.3 矿物掺合料的应用应符合下列规定：

1 掺用矿物掺合料的混凝土，宜采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。

2 在混凝土中掺用矿物掺合料时，矿物掺合料的种类和掺量应经试验确定。

3 矿物掺合料宜与高效减水剂同时使用。

4 对于高强混凝土或有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨等其他特殊要求的混凝土，不宜采用低于Ⅱ级的粉煤灰。

5 对于高强混凝土和有耐腐蚀要求的混凝土，当需要采用硅灰时，不宜采用二氧化硅含量小于 90%的硅灰。

2.5 外 加 剂

2.5.1 外加剂应符合国家现行标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土防冻剂》JC 475 和《混凝土膨胀剂》GB 23439 的有关规定。

2.5.2 外加剂质量主要控制项目应包括掺外加剂混凝土性能和外加剂匀质性两方面，混凝土性能方面的主要控制项目应包括减水率、凝结时间差和抗压强度比，外加剂匀质性方面的主要控制项目应包括 pH 值、氯离子含量和碱含量；引气剂和引气减水剂主要控制项目还应包括含气量；防冻剂主要控制项目还应包括含气量和 50 次冻融强度损失率比；膨胀剂主要控制项目还应包括凝结时间、限制膨胀率和抗压强度。

2.5.3 外加剂的应用除应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 在混凝土中掺用外加剂时，外加剂应与水泥具有良好的适应性，其种类和掺量应经试验确定。

2 高强混凝土宜采用高性能减水剂；有抗冻要求的混凝土宜采用引气剂或引气减水剂；大体积混凝土宜采用缓凝剂或缓凝减水剂；混凝土冬期施工可采用防冻剂。

3 外加剂中的氯离子含量和碱含量应满足混凝土设计要求。

4 宜采用液态外加剂。

2.6 水

2.6.1 混凝土用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

2.6.2 混凝土用水主要控制项目应包括 pH 值、不溶物含量、可溶物含量、硫酸根离子含量、氯离子含量、水泥凝结时间差和水泥胶砂强度比。当混凝土骨料为碱活性时，主要控制项目还应包括碱含量。

2.6.3 混凝土用水的应用应符合下列规定：

1 未经处理的海水严禁用于钢筋混凝土和预应力混凝土。

2 当骨料具有碱活性时，混凝土用水不得采用混凝土企业生产设备洗涮水。

3 混凝土性能要求

3.1 拌合物性能

3.1.1 混凝土拌合物性能应满足设计和施工要求。混凝土拌合物性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定；坍落度经时损失试验方法应符合本标准附录 A 的规定。

3.1.2 混凝土拌合物的稠度可采用坍落度、维勃稠度或扩展度表示。坍落度检验适用于坍落度不小于 10mm 的混凝土拌合物，维勃稠度检验适用于维勃稠度 5s～30s 的混凝土拌合物，扩展度适用于泵送高强混凝土和自密实混凝土。坍落度、维勃稠度和扩展度的等级划分及其稠度允许偏差应分别符合表 3.1.2-1、表 3.1.2-2、表 3.1.2-3 和表 3.1.2-4 的规定。

表 3.1.2-1 混凝土拌合物的坍落度等级划分

等级	坍落度（mm）
S1	10～40
S2	50～90
S3	100～150
S4	160～210
S5	≥220

表 3.1.2-2 混凝土拌合物的维勃稠度等级划分

等级	维勃稠度（s）
V0	≥31
V1	30～21
V2	20～11
V3	10～6
V4	5～3

表 3.1.2-3 混凝土拌合物的扩展度等级划分

等级	扩展度（mm）	等级	扩展度（mm）
F1	≤340	F4	490～550
F2	350～410	F5	560～620
F3	420～480	F6	≥630

表 3.1.2-4 混凝土拌合物稠度允许偏差

拌合物性能		允许偏差		
坍落度（mm）	设计值	≤40	50～90	≥100
	允许偏差	±10	±20	±30
维勃稠度（s）	设计值	≥11	10～6	≤5
	允许偏差	±3	±2	±1
扩展度（mm）	设计值	≥350		
	允许偏差	±30		

3.1.3 混凝土拌合物应在满足施工要求的前提下，尽可能采用较小的坍落度；泵送混凝土拌合物坍落度设计值不宜大于 180mm。

3.1.4 泵送高强混凝土的扩展度不宜小于 500mm；自密实混凝土的扩展度不宜小于 600mm。

3.1.5 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。泵送混凝土拌合物的坍落度经时损失不宜大于 30mm/h。

3.1.6 混凝土拌合物应具有良好的和易性，并不得离析或泌水。

3.1.7 混凝土拌合物的凝结时间应满足施工要求和混凝土性能要求。

3.1.8 混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合表 3.1.8 的要求。混凝土拌合物中水溶性氯离子含量应按照现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270 中混凝土拌合物中氯离子含量的快速测定方法或其他准确度更好的方法进行测定。

表 3.1.8 混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量

（水泥用量的质量百分比，%）

环境条件	水溶性氯离子最大含量		
	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土
干燥环境	0.30	0.06	1.00
潮湿但不含氯离子的环境	0.20		
潮湿且含有氯离子的环境、盐渍土环境	0.10		
除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境	0.06		

3.1.9 掺用引气剂或引气型外加剂混凝土拌合物的含气量宜符合表 3.1.9 的规定。

表 3.1.9 混凝土含气量

粗骨料最大公称粒径（mm）	混凝土含气量（%）
20	≤ 5.5
25	≤ 5.0
40	≤ 4.5

3.2 力学性能

3.2.1 混凝土的力学性能应满足设计和施工的要求。混凝土力学性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定。

3.2.2 混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值（MPa）划分为 C10、C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80、C85、C90、C95 和 C100。

3.2.3 混凝土抗压强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定进行检验评定，并应合格。

3.3 长期性能和耐久性能

3.3.1 混凝土的长期性能和耐久性能应满足设计要求。试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定。

3.3.2 混凝土的抗冻性能、抗水渗透性能和抗硫酸盐侵蚀性能的等级划分应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 混凝土抗冻性能、抗水渗透性能和抗硫酸盐侵蚀性能的等级划分

抗冻等级（快冻法）		抗冻标号(慢冻法)	抗渗等级	抗硫酸盐等级
F50	F250	D50	P4	KS30
F100	F300	D100	P6	KS60

续表 3.3.2

抗冻等级（快冻法）		抗冻标号(慢冻法)	抗渗等级	抗硫酸盐等级
F150	F350	D150	P8	KS90
F200	F400	D200	P10	KS120
>F400		>D200	P12	KS150
			>P12	>KS150

3.3.3 混凝土抗氯离子渗透性能的等级划分应符合下列规定：

1 当采用氯离子迁移系数（RCM 法）划分混凝土抗氯离子渗透性能等级时，应符合表 3.3.3-1 的规定，且混凝土龄期应为 84d。

表 3.3.3-1 混凝土抗氯离子渗透性能的等级划分（RCM 法）

等级	RCM-Ⅰ	RCM-Ⅱ	RCM-Ⅲ	RCM-Ⅳ	RCM-Ⅴ
氯离子迁移系数 D_{RCM}（RCM 法）（$\times 10^{-12} m^2/s$）	$D_{RCM} \geqslant 4.5$	$3.5 \leqslant D_{RCM} < 4.5$	$2.5 \leqslant D_{RCM} < 3.5$	$1.5 \leqslant D_{RCM} < 2.5$	$D_{RCM} < 1.5$

2 当采用电通量划分混凝土抗氯离子渗透性能等级时，应符合表 3.3.3-2 的规定，且混凝土龄期宜为 28d。当混凝土中水泥混合材与矿物掺合料之和超过胶凝材料用量的 50%时，测试龄期可为 56d。

表 3.3.3-2 混凝土抗氯离子渗透性能的等级划分（电通量法）

等级	Q-Ⅰ	Q-Ⅱ	Q-Ⅲ	Q-Ⅳ	Q-Ⅴ
电通量 Q_S（C）	$Q_S \geqslant 4000$	$2000 \leqslant Q_S < 4000$	$1000 \leqslant Q_S < 2000$	$500 \leqslant Q_S < 1000$	$Q_S < 500$

3.3.4 混凝土抗碳化性能等级划分应符合表 3.3.4 的规定。

表 3.3.4 混凝土抗碳化性能的等级划分

等级	T-Ⅰ	T-Ⅱ	T-Ⅲ	T-Ⅳ	T-Ⅴ
碳化深度 d（mm）	$d \geqslant 30$	$20 \leqslant d < 30$	$10 \leqslant d < 20$	$0.1 \leqslant d < 10$	$d < 0.1$

3.3.5 混凝土早期抗裂性能等级划分应符合表 3.3.5 的规定。

表 3.3.5 混凝土早期抗裂性能的等级划分

等级	L-Ⅰ	L-Ⅱ	L-Ⅲ	L-Ⅳ	L-Ⅴ
单位面积上的总开裂面积 C（mm^2/m^2）	$C \geqslant 1000$	$700 \leqslant C < 1000$	$400 \leqslant C < 700$	$100 \leqslant C < 400$	$C < 100$

3.3.6 混凝土耐久性能应按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定进行检验评定，并应合格。

4 配合比控制

4.0.1 混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

4.0.2 混凝土配合比应满足混凝土施工性能要求，强度以及其他力学性能和耐久性能应符合设计要求。

4.0.3 对首次使用、使用间隔时间超过三个月的配合比应进行开盘鉴定，开盘鉴定应符合下列规定：

1 生产使用的原材料应与配合比设计一致。

2 混凝土拌合物性能应满足施工要求。

3 混凝土强度评定应符合设计要求。

4 混凝土耐久性能应符合设计要求。

4.0.4 在混凝土配合比使用过程中，应根据混凝土质量的动态信息及时调整。

购买标准请联系
刘洁：13283185061
赵华：wwwhntc30
小代：hntbiaozhun

5 生产控制水平

5.0.1 混凝土工程宜采用预拌混凝土。

5.0.2 混凝土生产控制水平可按强度标准差（σ）和实测强度达到强度标准值组数的百分率（P）表征。

5.0.3 混凝土强度标准差（σ）应按式（5.0.3）计算，并宜符合表 5.0.3 的规定。

$$\sigma=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_{cu,i}^{2}-nm_{fcu}^{2}}{n-1}} \tag{5.0.3}$$

式中：σ——混凝土强度标准差，精确到 0.1MPa；

$f_{cu,i}$——统计周期内第 i 组混凝土立方体试件的抗压强度值，精确到 0.1MPa；

m_{fcu}——统计周期内 n 组混凝土立方体试件的抗压强度的平均值，精确到 0.1MPa；

n——统计周期内相同强度等级混凝土的试件组数，n 值不应小于 30。

表 5.0.3 混凝土强度标准差（MPa）

生产场所	强度标准差 σ		
	<C20	C20～C40	≥C45
预拌混凝土搅拌站 预制混凝土构件厂	≤3.0	≤3.5	≤4.0
施工现场搅拌站	≤3.5	≤4.0	≤4.5

5.0.4 实测强度达到强度标准值组数的百分率（P）应按公式 5.0.4 计算，且 P 不应小于 95%。

$$P = \frac{n_0}{n} \times 100\% \qquad (5.0.4)$$

式中：P——统计周期内实测强度达到强度标准值组数的百分率，精确到0.1%；

n_0——统计周期内相同强度等级混凝土达到强度标准值的试件组数。

5.0.5 预拌混凝土搅拌站和预制混凝土构件厂的统计周期可取一个月；施工现场搅拌站的统计周期可根据实际情况确定，但不宜超过三个月。

6 生产与施工质量控制

6.1 一 般 规 定

6.1.1 混凝土生产施工之前，应制订完整的技术方案，并应做好各项准备工作。

6.1.2 混凝土拌合物在运输和浇筑成型过程中严禁加水。

6.2 原材料进场

6.2.1 混凝土原材料进场时，供方应按规定批次向需方提供质量证明文件。质量证明文件应包括型式检验报告、出厂检验报告与合格证等，外加剂产品还应提供使用说明书。

6.2.2 原材料进场后，应按本标准第 7.1 节的规定进行进场检验。

6.2.3 水泥应按不同厂家、不同品种和强度等级分批存储，并应采取防潮措施；出现结块的水泥不得用于混凝土工程；水泥出厂超过 3 个月（硫铝酸盐水泥超过 45d），应进行复检，合格者方可使用。

6.2.4 粗、细骨料堆场应有遮雨设施，并应符合有关环境保护的规定；粗、细骨料应按不同品种、规格分别堆放，不得混入杂物。

6.2.5 矿物掺合料存储时，应有明显标记，不同矿物掺合料以及水泥不得混杂堆放，应防潮防雨，并应符合有关环境保护的规定；矿物掺合料存储期超过 3 个月时，应进行复检，合格者方可使用。

6.2.6 外加剂的送检样品应与工程大批量进货一致，并应按不同的供货单位、品种和牌号进行标识，单独存放；粉状外加剂应防止受潮结块，如有结块，应进行检验，合格者应经粉碎至全部

通过 600μm 筛孔后方可使用；液态外加剂应储存在密闭容器内，并应防晒和防冻，如有沉淀等异常现象，应经检验合格后方可使用。

6.3 计　　量

6.3.1 原材料计量宜采用电子计量设备。计量设备的精度应符合现行国家标准《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171 的有关规定，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。

6.3.2 每盘混凝土原材料计量的允许偏差应符合表 6.3.2 的规定，原材料计量偏差应每班检查 1 次。

表 6.3.2　各种原材料计量的允许偏差（按质量计，%）

原材料种类	计量允许偏差	原材料种类	计量允许偏差
胶凝材料	±2	拌合用水	±1
粗、细骨料	±3	外加剂	±1

6.3.3 对于原材料计量，应根据粗、细骨料含水率的变化，及时调整粗、细骨料和拌合用水的称量。

6.4 搅　　拌

6.4.1 混凝土搅拌机应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 的有关规定。混凝土搅拌宜采用强制式搅拌机。

6.4.2 原材料投料方式应满足混凝土搅拌技术要求和混凝土拌合物质量要求。

6.4.3 混凝土搅拌的最短时间可按表 6.4.3 采用；当搅拌高强混凝土时，搅拌时间应适当延长；采用自落式搅拌机时，搅拌时间宜延长 30s。对于双卧轴强制式搅拌机，可在保证搅拌均匀的情况下适当缩短搅拌时间。混凝土搅拌时间应每班检查 2 次。

表 6.4.3 混凝土搅拌的最短时间（s）

混凝土坍落度（mm）	搅拌机机型	搅拌机出料量（L）		
		<250	250～500	>500
≤40	强制式	60	90	120
>40 且<100	强制式	60	60	90
≥100	强制式	60		

注：混凝土搅拌的最短时间系指全部材料装入搅拌筒中起，到开始卸料止的时间。

6.4.4 同一盘混凝土的搅拌匀质性应符合下列规定：

1 混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差不应大于 0.8%。

2 混凝土稠度两次测值的差值不应大于表 3.1.2-4 规定的混凝土拌合物稠度允许偏差的绝对值。

6.4.5 冬期施工搅拌混凝土时，宜优先采用加热水的方法提高拌合物温度，也可同时采用加热骨料的方法提高拌合物温度。当拌合用水和骨料加热时，拌合用水和骨料的加热温度不应超过表 6.4.5 的规定；当骨料不加热时，拌合用水可加热到 60℃以上。应先投入骨料和热水进行搅拌，然后再投入胶凝材料等共同搅拌。

表 6.4.5 拌合用水和骨料的最高加热温度（℃）

采用的水泥品种	拌合用水	骨料
硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	60	40

6.5 运 输

6.5.1 在运输过程中，应控制混凝土不离析、不分层，并应控制混凝土拌合物性能满足施工要求。

6.5.2 当采用机动翻斗车运输混凝土时，道路应平整。

6.5.3 当采用搅拌罐车运送混凝土拌合物时，搅拌罐在冬期应有保温措施。

6.5.4 当采用搅拌罐车运送混凝土拌合物时，卸料前应采用快

档旋转搅拌罐不少于20s。因运距过远、交通或现场等问题造成坍落度损失较大而卸料困难时，可采用在混凝土拌合物中掺入适量减水剂并快档旋转搅拌罐的措施，减水剂掺量应有经试验确定的预案。

6.5.5 当采用泵送混凝土时，混凝土运输应保证混凝土连续泵送，并应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10的有关规定。

6.5.6 混凝土拌合物从搅拌机卸出至施工现场接收的时间间隔不宜大于90min。

6.6 浇筑成型

6.6.1 浇筑混凝土前，应检查并控制模板、钢筋、保护层和预埋件等的尺寸、规格、数量和位置，其偏差值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的有关规定，并应检查模板支撑的稳定性以及接缝的密合情况，应保证模板在混凝土浇筑过程中不失稳、不跑模和不漏浆。

6.6.2 浇筑混凝土前，应清除模板内以及垫层上的杂物；表面干燥的地基土、垫层、木模板应浇水湿润。

6.6.3 当夏季天气炎热时，混凝土拌合物入模温度不应高于35℃，宜选择晚间或夜间浇筑混凝土；现场温度高于35℃时，宜对金属模板进行浇水降温，但不得留有积水，并宜采取遮挡措施避免阳光照射金属模板。

6.6.4 当冬期施工时，混凝土拌合物入模温度不应低于5℃，并应有保温措施。

6.6.5 在浇筑过程中，应有效控制混凝土的均匀性、密实性和整体性。

6.6.6 泵送混凝土输送管道的最小内径宜符合表6.6.6的规定；混凝土输送泵的泵压应与混凝土拌合物特性和泵送高度相匹配；泵送混凝土的输送管道应支撑稳定，不漏浆，冬期应有保温措施，夏季施工现场最高气温超过40℃时，应有隔热措施。

表 6.6.6 泵送混凝土输送管道的最小内径（mm）

粗骨料最大公称粒径	输送管道最小内径
25	125
40	150

6.6.7 不同配合比或不同强度等级泵送混凝土在同一时间段交替浇筑时，输送管道中的混凝土不得混入其他不同配合比或不同强度等级混凝土。

6.6.8 当混凝土自由倾落高度大于 3.0m 时，宜采用串筒、溜管或振动溜管等辅助设备。

6.6.9 浇筑竖向尺寸较大的结构物时，应分层浇筑，每层浇筑厚度宜控制在 300mm～350mm；大体积混凝土宜采用分层浇筑方法，可利用自然流淌形成斜坡沿高度均匀上升，分层厚度不应大于 500mm；对于清水混凝土浇筑，可多安排振捣棒，应边浇筑混凝土边振捣，宜连续成型。

6.6.10 自密实混凝土浇筑布料点应结合拌合物特性选择适宜的间距，必要时可以通过试验确定混凝土布料点下料间距。

6.6.11 应根据混凝土拌合物特性及混凝土结构、构件或制品的制作方式选择适当的振捣方式和振捣时间。

6.6.12 混凝土振捣宜采用机械振捣。当施工无特殊振捣要求时，可采用振捣棒进行捣实，插入间距不应大于振捣棒振动作用半径的一倍，连续多层浇筑时，振捣棒应插入下层拌合物约 50mm 进行振捣；当浇筑厚度不大于 200mm 的表面积较大的平面结构或构件时，宜采用表面振动成型；当采用干硬性混凝土拌合物浇筑成型混凝土制品时，宜采用振动台或表面加压振动成型。

6.6.13 振捣时间宜按拌合物稠度和振捣部位等不同情况，控制在 10s～30s 内，当混凝土拌合物表面出现泛浆，基本无气泡逸出，可视为捣实。

6.6.14 混凝土拌合物从搅拌机卸出后到浇筑完毕的延续时间不宜超过表 6.6.14 的规定。

表 6.6.14 混凝土拌合物从搅拌机卸出后到浇筑完毕的延续时间（min）

混凝土生产地点	气温	
	≤25℃	>25℃
预拌混凝土搅拌站	150	120
施工现场	120	90
混凝土制品厂	90	60

6.6.15 在混凝土浇筑同时，应制作供结构或构件出池、拆模、吊装、张拉、放张和强度合格评定用的同条件养护试件，并应按设计要求制作抗冻、抗渗或其他性能试验用的试件。

6.6.16 在混凝土浇筑及静置过程中，应在混凝土终凝前对浇筑面进行抹面处理。

6.6.17 混凝土构件成型后，在强度达到 1.2MPa 以前，不得在构件上面踩踏行走。

6.7 养 护

6.7.1 生产和施工单位应根据结构、构件或制品情况、环境条件、原材料情况以及对混凝土性能的要求等，提出施工养护方案或生产养护制度，并应严格执行。

6.7.2 混凝土施工可采用浇水、覆盖保湿、喷涂养护剂、冬季蓄热养护等方法进行养护；混凝土构件或制品厂生产可采用蒸汽养护、湿热养护或潮湿自然养护等方法进行养护。选择的养护方法应满足施工养护方案或生产养护制度的要求。

6.7.3 采用塑料薄膜覆盖养护时，混凝土全部表面应覆盖严密，并应保持膜内有凝结水；采用养护剂养护时，应通过试验检验养护剂的保湿效果。

6.7.4 对于混凝土浇筑面，尤其是平面结构，宜边浇筑成型边采用塑料薄膜覆盖保湿。

6.7.5 混凝土施工养护时间应符合下列规定：

1 对于采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水

泥配制的混凝土，采用浇水和潮湿覆盖的养护时间不得少于7d。

2 对于采用粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥配制的混凝土，或掺加缓凝剂的混凝土以及大掺量矿物掺合料混凝土，采用浇水和潮湿覆盖的养护时间不得少于14d。

3 对于竖向混凝土结构，养护时间宜适当延长。

6.7.6 混凝土构件或制品厂的混凝土养护应符合下列规定：

1 采用蒸汽养护或湿热养护时，养护时间和养护制度应满足混凝土及其制品性能的要求。

2 采用蒸汽养护时，应分为静停、升温、恒温和降温四个养护阶段。混凝土成型后的静停时间不宜少于2h，升温速度不宜超过25℃/h，降温速度不宜超过20℃/h，最高和恒温温度不宜超过65℃；混凝土构件或制品在出池或撤除养护措施前，应进行温度测量，当表面与外界温差不大于20℃时，构件方可出池或撤除养护措施。

3 采用潮湿自然养护时，应符合本节第6.7.2条～第6.7.5条的规定。

6.7.7 对于大体积混凝土，养护过程应进行温度控制，混凝土内部和表面的温差不宜超过25℃，表面与外界温差不宜大于20℃。

6.7.8 对于冬期施工的混凝土，养护应符合下列规定：

1 日均气温低于5℃时，不得采用浇水自然养护方法。

2 混凝土受冻前的强度不得低于5MPa。

3 模板和保温层应在混凝土冷却到5℃方可拆除，或在混凝土表面温度与外界温度相差不大于20℃时拆模，拆模后的混凝土亦应及时覆盖，使其缓慢冷却。

4 混凝土强度达到设计强度等级的50%时，方可撤除养护措施。

7 混凝土质量检验

7.1 混凝土原材料质量检验

7.1.1 原材料进场时，应按规定批次验收型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，外加剂产品还应具有使用说明书。

7.1.2 混凝土原材料进场时应进行检验，检验样品应随机抽取。

7.1.3 混凝土原材料的检验批量应符合下列规定：

1 散装水泥应按每 500t 为一个检验批；袋装水泥应按每 200t 为一个检验批；粉煤灰或粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料应按每 200t 为一个检验批；硅灰应按每 30t 为一个检验批；砂、石骨料应按每 $400m^3$ 或 600t 为一个检验批；外加剂应按每 50t 为一个检验批；水应按同一水源不少于一个检验批。

2 当符合下列条件之一时，可将检验批量扩大一倍。

1）对经产品认证机构认证符合要求的产品。

2）来源稳定且连续三次检验合格。

3）同一厂家的同批出厂材料，用于同时施工且属于同一工程项目的多个单位工程。

3 不同批次或非连续供应的不足一个检验批量的混凝土原材料应作为一个检验批。

7.1.4 原材料的质量应符合本标准第 2 章的规定。

7.2 混凝土拌合物性能检验

7.2.1 在生产施工过程中，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。

7.2.2 混凝土拌合物的检验频率应符合下列规定：

1 混凝土坍落度取样检验频率应符合现行国家标准《混凝

土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

2 同一工程、同一配合比、采用同一批次水泥和外加剂的混凝土的凝结时间应至少检验 1 次。

3 同一工程、同一配合比的混凝土的氯离子含量应至少检验 1 次；同一工程、同一配合比和采用同一批次海砂的混凝土的氯离子含量应至少检验 1 次。

7.2.3 混凝土拌合物性能应符合本标准第 3.1 节的规定。

7.3 硬化混凝土性能检验

7.3.1 硬化混凝土性能检验应符合下列规定：

购买标准规范请联系
刘浩：13383185061

1 强度检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定，其他力学性能检验应符合设计要求和有关标准的规定。

2 耐久性能检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定。

3 长期性能检验规则可按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 中耐久性检验的有关规定执行。

7.3.2 混凝土力学性能应符合本标准第 3.2 节的规定；长期性能和耐久性能应符合本标准第 3.3 节的规定。

附录 A　坍落度经时损失试验方法

A.0.1　本方法适用于混凝土坍落度经时损失的测定。

A.0.2　取样与试样的制备应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定。

A.0.3　检测混凝土拌合物卸出搅拌机时的坍落度应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定执行，应在坍落度试验后立即将混凝土拌合物装入不吸水的容器内密闭搁置 1h，然后，应再将混凝土拌合物倒入搅拌机内搅拌 20s，卸出搅拌机后应再次测试混凝土拌合物的坍落度。

A.0.4　前后两次坍落度之差即为坍落度经时损失，计算应精确到 5mm。

本标准用词说明

1　为便于在执行本标准条文时区别对待，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

1 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
2 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
3 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
4 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
5 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
7 《通用硅酸盐水泥》GB 175
8 《中热硅酸盐水泥　低热硅酸盐水泥　低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200
9 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
10 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
11 《混凝土外加剂》GB 8076
12 《混凝土搅拌机》GB/T 9142
13 《混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171
14 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
15 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491
16 《混凝土膨胀剂》GB 23439
17 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10
18 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
19 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
20 《混凝土用水标准》JGJ 63
21 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
22 《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206
23 《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270
24 《混凝土防冻剂》JC 475

中华人民共和国国家标准

混凝土质量控制标准

GB 50164－2011

条 文 说 明

修 订 说 明

《混凝土质量控制标准》GB 50164－2011，经住房和城乡建设部2011年4月2日以第969号公告批准发布。

本标准是在原《混凝土质量控制标准》GB 50164－92的基础上修订而成。上一版的主编单位为中国建筑科学研究院，参加单位有：西安冶金建筑学院、北京市第一建筑构件厂、上海市建工材料公司、中建三局深圳工程地盘管理公司、上海市建筑构件研究所、中国科学院系统科学研究所。主要起草人有：韩素芳、耿维恕、钟炯垣、曹天霞、胡企才、彭冠群、许鹤力、吴传义。

本标准修订的主要技术内容是：增加氯离子含量等质量控制指标；修订了混凝土拌合物稠度等级划分；补充混凝土耐久性质量控制指标；修订了混凝土生产控制的强度标准差要求；修订了混凝土组成材料计量结果的允许偏差；修订了混凝土蒸汽养护质量控制指标；增加混凝土质量检验等内容。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了我国工程建设中混凝土质量控制的实践经验，同时参考了国外先进技术标准，通过试验取得了混凝土质量控制的重要技术参数。

为便于广大设计、生产、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《混凝土质量控制标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用者参考。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　　次

1　总则…… 31
2　原材料质量控制…… 32
2.1　水泥 …… 32
2.2　粗骨料 …… 32
2.3　细骨料 …… 33
2.4　矿物掺合料…… 34
2.5　外加剂 …… 35
2.6　水 …… 35
3　混凝土性能要求…… 36
3.1　拌合物性能…… 36
3.2　力学性能 …… 37
3.3　长期性能和耐久性能 …… 37
4　配合比控制…… 40
5　生产控制水平…… 41
6　生产与施工质量控制…… 42
6.1　一般规定 …… 42
6.2　原材料进场…… 42
6.3　计量 …… 43
6.4　搅拌 …… 43
6.5　运输 …… 44
6.6　浇筑成型 …… 44
6.7　养护 …… 46
7　混凝土质量检验…… 48
7.1　混凝土原材料质量检验 …… 48

7.2 混凝土拌合物性能检验 …… 48
7.3 硬化混凝土性能检验 …… 48
附录 A 坍落度经时损失试验方法 …… 49

1 总 则

1.0.1 混凝土质量控制是工程建设的重要环节，体现着混凝土工程的整体技术水平，对于保证混凝土工程质量和促进混凝土技术进步具有重要意义。

购买标准规范请联系
刘洁：13383185061
赵华：wwwhntc30
小代：hntbiaozhun

1.0.2 混凝土质量控制包括对现浇混凝土和预制混凝土的质量控制，除一些特殊专业工程外，建设行业一般混凝土工程都适用。

1.0.3 与本标准有关的、难以详尽的技术要求，应符合国家现行标准的有关规定。

2 原材料质量控制

2.1 水　泥

2.1.1 在混凝土工程中，根据设计、施工要求以及工程所处环境合理选用水泥是十分重要的。硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥胶砂强度较高并掺加混合材较少，适合配制高强度混凝土，可掺用较多的矿物掺合料来改善高强混凝土的施工性能；由于掺加混合材较少，有利于配制抗冻混凝土。有预防混凝土碱-骨料反应要求的混凝土工程，采用碱含量不大于0.6%的低碱水泥是基本要求。采用低水化热的水泥，有利于限制大体积混凝土由温度应力引起的裂缝。

2.1.2 水泥质量主要控制项目为混凝土工程全过程中质量检验的主要项目。细度为选择性指标，没有列入主要控制项目，但水泥出厂检验报告中有细度检验内容；三氧化硫、烧失量和不溶物等化学项目可在选择水泥时检验，工程质量控制可以出厂检验为依据。

2.1.3 新型干法窑生产的水泥的质量稳定性较好；现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175已经规定检验报告内容应包括混合材品种和掺加量，落实这一规定对混凝土质量控制很重要；当前建设工程对水泥的需求量很大，存在水泥出厂运到工程现场时温度过高的情况，水泥温度过高时拌制混凝土对混凝土性能不利，应予以控制。

2.2 粗　骨　料

2.2.1 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的内容不仅包括骨料一般质量及检验方法，还包括了不同混凝土强度等级和耐久性条件下对骨料的要求。

2.2.2 粗骨料中有害物质含量没有列入主要控制项目，实际工程中一般在选择料场时根据情况需要才进行检验。

2.2.3 连续级配粗骨料堆积相对紧密，空隙率比较小，有利于节约其他原材料，而其他原材料一般比粗骨料价格高，也有利于改善混凝土性能。混凝土中粗骨料最大公称粒径应考虑到结构或构件的截面尺寸以及钢筋间距，粗骨料最大公称粒径太大不利于混凝土浇筑成型；对于大体积混凝土，粗骨料最大公称粒径太小则限制混凝土变形作用较小。对于有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求的混凝土，坚固性检验是保证粗骨料性能稳定的重要方法。高强混凝土对粗骨料要求较高，如果粗骨料粒径太大或（和）针片状颗粒含量较多，不利于混凝土中骨料合理堆积和应力合理分布，直接影响混凝土强度；骨料含泥（包括泥块）较多将明显影响高强混凝土强度；工程实践表明，用于高强混凝土的岩石的抗压强度比混凝土设计强度高30%是可行的。对于有预防混凝土碱-骨料反应要求的混凝土工程，避免采用有碱活性的粗骨料是首选方案。

2.3 细 骨 料

2.3.1 当采用海砂作为混凝土细骨料时，质量控制应执行现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206的规定，该规范规定了用于混凝土的海砂的质量标准。除此之外，一般细骨料应执行现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定。

2.3.2 我国长期持续大规模建设，河砂资源日益枯竭，人工砂取代河砂用作混凝土细骨料是大势所趋。我国人工砂质量问题主要是石粉含量高、颗粒级配差和细度模数偏大，采用高水平的制砂设备可以解决这些问题，虽然设备投入大，但可以节约大量胶凝材料并提高混凝土性能，总体核算，十分经济。人工砂与碎石往往处于同一石料场，通常在选择料场时根据情况需要才检验氯离子含量和有害物质含量。

2.3.3 对于混凝土，尤其是对于有特殊性能要求的混凝土，如有抗渗、抗冻要求的混凝土和高强混凝土等，含泥（包括泥块）较多都对混凝土性能有不利的影响。

当采用海砂作为混凝土细骨料时，首要是须采用专用设备对海砂进行淡水淘洗并使之符合现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206 的要求。海砂的氯离子含量控制比河砂严格得多，河砂指标为 0.06%。现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206 对贝壳含量的控制指标（见本标准表 2.3.3-1）比现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 略宽，是经多年试验进行修正的。

对于人工砂中的石粉含量，根据我国人工砂生产现状和混凝土质量控制要求，本标准表 2.3.3-2 中的控制指标是比较合理的，既比较适合混凝土性能的要求，又可促进人工砂生产水平的提高，因为目前我国许多地区人工砂的石粉含量大于 10%，质量水平较差。*MB* 为人工砂中亚甲蓝测定值，测试方法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。

我国部分地区有特细砂资源，如重庆地区的特细河砂和云南的特细山砂等，目前特细砂与人工砂混合使用效果较好，但如果单独采用作为细骨料配制结构混凝土，混凝土收缩趋势较大，工程质量控制难度较大。

对于有预防混凝土碱-骨料反应要求的混凝土工程，避免采用有碱活性的细骨料是首选方案。

2.4 矿物掺合料

2.4.1 粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、钢渣粉、磷渣粉等矿物掺合料为活性粉体材料，掺入混凝土中能改善混凝土性能和降低成本，这些矿物掺合料列入国家标准或行业标准，在本条列出的标准中包括了对这些矿物掺合料的质量规定。

2.4.2 列入的矿物掺合料的主要控制项目是在混凝土工程中质量检验的主要项目，目前在实际工程中实行情况逐步规范。其他项

目可在选择矿物掺合料时检验，工程质量控制可以出厂检验为依据。

2.4.3 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥中混合材掺量相对较少，有利于掺加矿物掺合料，其他通用硅酸盐水泥中混合材掺量较多，再掺加矿物掺合料易于过量。矿物掺合料品种多，质量差异比较大，掺量范围较宽，用于混凝土时只有经过试验验证，才能实施混凝土质量的控制。采用适宜质量等级的矿物掺合料，有利于控制对性能有特殊要求的混凝土质量。

2.5 外 加 剂

2.5.1 国家现行标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土防冻剂》JC 475 和《混凝土膨胀剂》GB 23439 是我国关于外加剂产品的几本主要标准。

2.5.2 列入的外加剂的主要控制项目是在混凝土工程中质量检验的主要项目，其他项目可在选择外加剂时检验，工程质量控制可以出厂检验为依据。

2.5.3 现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 规定了不同剂种外加剂的应用技术要求。外加剂品种多，质量差异比较大，掺量范围较宽，用于混凝土时只有经过试验验证，才能实施混凝土质量的控制。含有氯盐配制的外加剂引起的钢筋锈蚀问题对钢筋混凝土和预应力混凝土具有严重的危害。液态外加剂易于在混凝土中均匀分布。

2.6 水

2.6.1 混凝土用水包括拌合用水和养护用水。现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 包括了对各种水用于混凝土的规定。

2.6.2 混凝土用水主要控制项目在实际工程基本落实。

2.6.3 未经处理的海水含有大量氯盐，会引起严重的钢筋锈蚀，危及混凝土结构的安全性；混凝土企业设备洗涮水中碱含量高，与碱活性骨料一起配制混凝土易产生碱-骨料反应。

3 混凝土性能要求

3.1 拌合物性能

3.1.1 混凝土设计和施工都会提出对坍落度等混凝土拌合物性能的要求，如果混凝土拌合物出了问题，则硬化混凝土质量无法保证，因此，混凝土拌合物性能是混凝土质量控制的重点之一。现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 未规定坍落度经时损失试验方法。

3.1.2 扩展度即坍落扩展度。混凝土拌合物的坍落度、维勃稠度、扩展度的等级划分以及稠度允许偏差与欧洲标准一致，也与原标准差异不大。允许偏差是指可以接受的实测值与设计值的差值。

3.1.3～3.1.7 这些条文的规定是工程实践的经验总结，在执行过程中已经取得了较好的质量控制效果。其中，泵送混凝土拌合物稠度的控制指标允许存在本标准表 3.1.2-4 中的允许偏差。自密实混凝土的扩展度的控制指标略大于国外标准 550mm 的指标，比较适合于我国工程实际情况。以拌合物坍落度设计值 180mm 为例，正文表 3.1.2-4 规定其允许偏差为 30mm，则实际控制范围应为 150mm～210mm。

3.1.8 按环境条件影响氯离子引起钢锈的程度简明地分为四类，并规定了各类环境条件下的混凝土中氯离子最大含量。本条规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 是协调的，也与欧美国家控制氯离子的趋势一致。测定混凝土拌合物中氯离子的方法，与测试硬化后混凝土中氯离子的方法相比，时间大大缩短，有利于混凝土质量控制。表 3.1.8 中的氯离子含量系相对混凝土中水泥用量的百分比，与控制氯离子相对混凝土中胶凝材料用量的百分比相比，偏于安全。

3.1.9 本条规定是针对一般环境条件下混凝土而言。对处于潮湿或水位变动的寒冷和严寒环境以及盐冻环境的混凝土可高于表3.1.9的规定，但最大含气量宜控制在7.0%以内。

3.2 力学性能

3.2.1 混凝土的力学性能主要包括抗压强度、轴压强度、弹性模量、劈裂抗拉强度和抗折强度等。

3.2.2 立方体抗压强度标准值系指按标准方法制作和养护的边长为150mm的立方体试件在28d龄期用标准试验方法测得的具有95%保证率的抗压强度值（以MPa计）。

3.2.3 现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107规定了混凝土取样、试件的制作与养护、试验、混凝土强度检验与评定，为各建设行业所采用。

3.3 长期性能和耐久性能

3.3.1 混凝土质量控制不仅仅是对混凝土拌合物性能和力学性能进行控制，还应包括混凝土长期性能和耐久性能的控制，以往对混凝土长期性能和耐久性能控制重视不够。本标准中的长期性能包括收缩和徐变。混凝土长期性能和耐久性能控制以满足设计要求为目标。

3.3.2 抗冻等级和抗渗等级的划分与我国各行业的标准规范是协调的，涵盖了各行业设计标准划分的全部等级。混凝土工程的结构（包括构件）混凝土基本都采用抗冻等级（快冻法），符号为F；建材行业中的混凝土制品基本还沿用抗冻标号（慢冻法），符号为D；抗渗等级是采用逐级加压的试验方法，为各行业通用的设计指标。

抗硫酸盐等级及其划分是在多年试验研究和工程实践的基础上制定的，并已经列入现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193；抗硫酸盐侵蚀试验方法也已经列入现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T

50082。一般在混凝土处于硫酸盐侵蚀环境时会对混凝土抗硫酸盐侵蚀性能提出设计要求。一般而言，抗硫酸盐等级为 KS120 的混凝土具有较好的抗硫酸盐侵蚀性能，抗硫酸盐等级超过 KS150 的混凝土具有优异的抗硫酸盐侵蚀性能。

3.3.3 按照氯离子迁移系数将混凝土抗氯离子渗透性能划分为五个等级，从Ⅰ级到Ⅴ级，表示混凝土抗氯离子渗透性能越来越高。同样，按电通量划分的混凝土抗氯离子渗透性能等级意义类同。

与Ⅰ～Ⅴ级对应的混凝土耐久性水平推荐意见见表 1，该表定性地描述了等级中代号所代表的混凝土耐久性能的高低。这种定性评价仅对混凝土材料本身而言，至于是否符合工程实际的要求，则需要结合设计和施工要求进行确定。

表 1 等级代号与混凝土耐久性水平推荐意见

等级代号	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
混凝土耐久性水平推荐意见	差	较差	较好	好	很好

混凝土氯离子迁移系数往往是针对海洋等氯离子侵蚀环境的控制指标，此类环境的工程由于耐久性需要，混凝土中一般都掺入较多的矿物掺合料，规定 84d 龄期指标相对比较合理。目前 84d 龄期指标已经被工程普遍采用，如我国杭州湾大桥和马来西亚槟城第二跨海大桥等。一般而言，84d 龄期的混凝土氯离子迁移系数小于 $2.5\times10^{-12}\,m^2/s$，表明混凝土具有较好的抗氯离子渗透性能；氯离子迁移系数小于 $1.5\times10^{-12}\,m^2/s$，表明混凝土具有优异的抗氯离子渗透性能。

当采用电通量作为混凝土抗氯离子渗透性能的控制指标时，对于大掺量矿物掺合料的混凝土，28d 的试验结果可能不能准确反映混凝土真实的抗氯离子渗透性能，故允许采用 56d 的测试值进行评定。本标准明确了大掺量矿物掺合料的涵义：混凝土中水泥混合材与矿物掺合料之和超过胶凝材料用量的 50%。

本标准电通量的等级划分部分参照了 ASTM C 1202-05 的规

定（见表 2）。我国其他有关标准也是参考该标准制订的。

表 2　基于电通量的氯离子渗透性

电通量（C）	>4000	2000～4000	1000～2000	100～1000	<100
氯离子渗透性评价	高	中等	低	很低	可忽略

3.3.4　快速碳化试验碳化深度小于 20mm 的混凝土，其抗碳化性能较好，通常可满足大气环境下 50 年的耐久性要求。在大气环境下，有其他腐蚀介质侵蚀的影响，混凝土的碳化会发展得快一些。快速碳化试验碳化深度小于 10mm 的混凝土的碳化性能良好；许多强度等级高、密实性好的混凝土，在碳化试验中会出现测不出碳化的情况。

3.3.5　混凝土早期的抗裂性能系统试验研究表明，单位面积上的总开裂面积在 100mm^2/m^2 以内的混凝土抗裂性能好；当单位面积上的总开裂面积超过 1000mm^2/m^2 时，混凝土的抗裂性能较差。由于试验周期短，可用于混凝土配合比的对比和筛选，对混凝土裂缝控制具有良好的效果。

3.3.6　现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 包括了混凝土抗冻性能、抗水渗透性能、抗硫酸盐侵蚀性能、抗氯离子渗透性能、抗碳化性能和早期抗裂性能的检验评定。

4 配合比控制

4.0.1 多年以来，现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 在混凝土工程领域普遍采用，可操作性强，效果良好。

4.0.2 混凝土配合比不仅应满足混凝土强度要求，还应满足混凝土施工性能和耐久性能的要求。目前应通过配合比控制加强对混凝土耐久性能的控制。

4.0.3 对于首次使用、使用间隔时间超过三个月的混凝土配合比，在使用前进行配合比审查和核准是不可省略的。生产使用的原材料应与配合比设计一致是指原材料的品种、规格、强度等级等指标应相同。以水泥为例，即指采用同一厂家生产的同品种、同强度等级和同批次水泥。

4.0.4 在混凝土配合比使用过程中，现场会出现各种情况，需要对混凝土配合比进行适当调整，比如因气候或施工情况变化可能影响混凝土质量，则需要适当调整混凝土配合比。

5 生产控制水平

5.0.1 预拌混凝土包括预拌混凝土搅拌站、预制混凝土构件厂和施工现场搅拌站生产的混凝土，具体定义为：在搅拌站生产、通过运输设备送至使用地点、交付时为拌合物的混凝土。

5.0.2 混凝土强度标准差（σ）、实测强度达到强度标准值组数的百分率（P）是表征生产控制水平的重要指标。

5.0.3、5.0.4 按强度评价混凝土生产控制水平主要体现在：强度满足要求，分散性小，且合格保证率高。因此，不仅仅要看混凝土强度是否满足评定要求，还要看反映强度分散程度的标准差的大小以及实测强度达到强度标准值组数的百分率，其中重点是强度标准差指标。近年来，我国预拌混凝土生产质量控制水平得到提高，全国范围统计的强度标准差基本可以达到修订前的标准的优良水平，因此，本次修订取消了原有的强度标准差一般水平，将强度标准差优良水平稍作调整后作为控制水平。

5.0.5 施工现场集中搅拌站的混凝土生产不及预拌混凝土搅拌站和预制混凝土构件厂规律，因此，统计周期可根据实际情况延长，但不宜超过3个月。

6 生产与施工质量控制

6.1 一 般 规 定

6.1.1 完整的生产施工技术方案能够充分研究确定各个环节及相互联系的控制技术，有利于做好充分准备，保证混凝土工程的顺利实施，进而保证混凝土工程质量。

6.1.2 在生产施工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，对混凝土工程质量危害极大，必须严格禁止。

6.2 原材料进场

6.2.1 混凝土原材料进场时，应具有质量证明文件。质量证明文件应存档备案作为原材料验收文件的一部分。

6.2.2 原材料进场检验对于混凝土质量控制具有极其重要的意义，因为原材料质量是混凝土质量的基本保证。

6.2.3 水泥在潮湿情况下容易结块，水泥结块后质量受到影响；水泥出厂超过 3 个月（硫铝酸盐水泥超过 45d）属于过期，对质量重新进行检验是必要的。

6.2.4 混凝土骨料含水情况变化是长期以来影响混凝土质量的重要因素，很难在混凝土生产过程中对骨料含水情况变化做相应的准确调控。解决这一问题的最好办法就是建造大棚等遮雨设施，可大大提高混凝土质量的控制水平。建造大棚等遮雨设施一次性投资有限，可节约大量调控付出的材料成本和为质量问题付出的代价，经济上非常合算。目前国内许多搅拌站已经实施这一措施。

6.2.5 工程中存在将矿物掺合料和水泥搞错的质量事故，因此，区分矿物掺合料和水泥不得大意。

6.2.6 应杜绝外加剂送检样品与工程大批量进货不一致的情况。粉状外加剂受潮结块会影响质量，混凝土拌合时也不利于均匀分布；有些液态外加剂经过日晒和冻融后质量会下降，储存时应予以注意。

6.3 计　　量

6.3.1 采用电子计量设备进行原材料计量对混凝土生产质量控制意义重大，无论是规模生产可控性还是控制精度，都是现代混凝土生产所要求的。混凝土生产企业应重视计量设备的自检和零点校准，保证计量设备运行质量。

6.3.2 由于拌合用水和外加剂用量对混凝土性能影响较大，所以本次修订提高拌合用水和外加剂计量控制水平（原来允许偏差为2%），目前计量设备可以满足要求。

6.3.3 在执行配合比进行计量时，粗、细骨料计量包含了骨料含水，拌合用水计量则应把相当于骨料含水的水扣除。

6.4 搅　　拌

6.4.1 预拌混凝土搅拌站、预制混凝土构件厂和施工现场搅拌站都是采用强制式搅拌机，一些条件落后的情况还在使用自落式搅拌机。

6.4.2 原材料投料方式主要是指混凝土搅拌时原材料投料的顺序以及顺序之间的间隔时间。

6.4.3 目前，预拌混凝土搅拌站、预制混凝土构件厂和施工现场搅拌站基本采用双卧轴强制式搅拌机，采用的搅拌时间一般都少于表6.4.3给出的最短时间，但只要能保证混凝土搅拌均匀，就是允许的。

6.4.4 本条规定旨在直接控制混凝土搅拌质量，并给出具体控制指标。

6.4.5 在执行本条规定时，重点应注意通过骨料和热水搅拌使热水降温后，再加入水泥等胶凝材料搅拌。

6.5 运　　输

6.5.1 广泛采用的搅拌罐车是控制混凝土拌合物性能稳定的重要运输工具。

6.5.2 采用机动翻斗车运输混凝土时，如果道路颠簸，容易导致混凝土分层和离析。

6.5.3 由于要控制混凝土拌合物入模温度不低于5℃，所以对搅拌罐车的搅拌罐作出保温的规定。

6.5.4 卸料之前采用快档旋转搅拌的目的是将拌合物搅拌均匀，利于泵送施工。搅拌罐车卸料困难或混凝土坍落度损失过大情况时有发生，较多情况是现场施工组织不力，不能及时浇筑混凝土而导致压车，这时可向罐车内掺加适量减水剂并搅拌均匀以改善拌合物稠度，但是应经过试验确定。

6.5.5 保证混凝土的连续泵送非常重要。尤其对大体积混凝土和不留施工缝的结构混凝土等。

6.5.6 随着混凝土外加剂技术的发展，调整混凝土拌合物的可操作时间并满足硬化混凝土性能要求比较容易实现，因此，控制混凝土出机至现场接收不超过90min是可行的。

6.6 浇 筑 成 型

6.6.1 支模质量直接影响混凝土施工质量，如模板失稳或跑模会打乱混凝土浇筑节奏，影响混凝土质量；支模质量也对混凝土外观质量有直接影响。

6.6.2 表面干燥的地基土、垫层、木模板具有吸水性，会造成混凝土表面失水过多，容易产生外观质量问题。

6.6.3 混凝土拌合物入模温度过高，对混凝土硬化过程有影响，加大了控制难度，因此，避免高温条件浇筑混凝土是比较合理的选择。

6.6.4 混凝土拌合物入模温度过低，对水泥水化和混凝土强度发展不利，混凝土在冬期容易被冻伤。

6.6.5 混凝土浇筑质量控制目标为浇筑的均匀性、密实性和整体性。

6.6.6 如果混凝土粗骨料粒径太大而输送管道内径太小，会突出粗骨料与管道的摩阻力，混凝土的摩阻力也增大，在压力下，影响浆体对粗骨料包覆，易于堵泵。

6.6.7 无论采用车泵还是拖泵，都应避免输送管道中的混凝土混入其他不同配合比或不同强度等级混凝土，在工程中存在搞混引起质量事故的问题。

6.6.8 当混凝土自由倾落高度过大时，采用串筒、溜管或振动溜管等辅助设备有利于避免混凝土离析。

6.6.9 混凝土分层浇筑厚度过大不利于混凝土振捣，影响混凝土的成型质量，清水混凝土可采用边浇筑边振捣以利于形成质量均匀、颜色一致的混凝土表面。

6.6.10 自密实混凝土浇筑布料点往往选择多个，可避免自密实混凝土流动距离过远，影响混凝土的自密实效果。

6.6.11～6.6.13 一般结构混凝土通常使用振捣棒进行插入振捣，较薄的平面结构可采用平板振捣器进行表面振捣，竖向薄壁且配筋较密的结构或构件可采用附壁振动器进行附壁振动，当采用干硬性混凝土成型混凝土制品时可采用振动台或表面加压振动。振捣（动）时间要适宜，避免混凝土密实不够或分层。

6.6.14 虽然通过混凝土外加剂技术，可以调整混凝土拌合物的可操作时间并满足硬化混凝土性能要求，但控制混凝土从搅拌机卸出到浇筑完毕的延续时间对混凝土浇筑质量仍然非常重要，抓紧时间尽早完成浇筑有利于浇筑成型各方面的操作。

6.6.15 同条件养护试件可以比较客观地反映结构和构件实体的混凝土质量情况。

6.6.16 在混凝土终凝前对浇筑面进行抹面处理有利于抑制表面裂缝、提高表面质量。

6.6.17 混凝土硬化不足时人为踩踏会给混凝土造成伤害；构件底模及其支架拆除过早会使上面结构荷载和施工荷载对混凝土构

件造成伤害的可能性增大。混凝土在自然保湿养护下强度达到1.2MPa的时间可按表3估计。混凝土强度的发展还受混凝土强度等级、配合比设计、构件尺寸、施工工艺等因素影响。

表3 混凝土强度达到1.2MPa的时间估计（h）

水泥品种	外界温度（℃）			
	1～5	5～10	10～15	15以上
硅酸盐水泥 普通硅酸盐水泥	46	36	26	20
矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥	60	38	28	22

注：掺加矿物掺合料的混凝土可适当增加时间。

6.7 养　　护

6.7.1 混凝土养护是水泥水化及混凝土硬化正常发展的重要条件，混凝土养护不好往往会前功尽弃。在工程中，制订施工养护方案或生产养护制度应作为必不可少的规定，并应有实施过程的养护记录，供存档备案。

6.7.2 养护应同时注意湿度和温度，原则是：湿度要充分，温度应适宜。

6.7.3 混凝土成型后立即用塑料薄膜覆盖可以预防混凝土早期失水和被风吹，是比较好的养护措施。对于难以潮湿覆盖的结构立面混凝土等，可采用养护剂进行养护，但养护效果应通过试验验证。

6.7.4 本规定可有效减少混凝土表面水分损失，有利于混凝土表面裂缝的控制。

6.7.5 粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥配制的混凝土，或掺加缓凝剂的混凝土以及大掺量矿物掺合料混凝土中胶凝材料水化速度慢，达到性能要求的水化时间长，

因此，相应需要的养护时间也长。

6.7.6 采用蒸汽养护时，在可接受生产效率范围内，混凝土成型后的静停时间长一些有利于减少混凝土在蒸养过程中的内部损伤；控制升温速度和降温速度慢一些，可减小温度应力对混凝土内部结构的不利影响；控制最高和恒温温度不宜超过 65℃比较合适，最高不应超过 80℃。

购买标准规范请联系
刘洁：13383185061
赵华：wwwhntc30
小代：hntbiaozhun

6.7.7 大体积混凝土温度控制，可有效控制混凝土内部温度应力对混凝土浇筑体结构的不利影响，减小裂缝产生的可能性。

6.7.8 对于冬期施工的混凝土，同样应注意避免混凝土内外温差过大，有效控制混凝土温度应力的不利影响。混凝土强度不低于 5MPa 即具有了一定的非冻融循环大气条件下的抗冻能力，这个强度也称抗冻临界强度。

7 混凝土质量检验

7.1 混凝土原材料质量检验

7.1.1 混凝土原材料质量检验应包括型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件的查验和收存。

7.1.2 应在混凝土原材料进场时检验把关，不合格的原材料不能进场。

7.1.3 混凝土原材料每个检验批的量不能多于规定的量。

7.1.4 符合本标准第 2 章规定的原材料为质量合格，可以验收。

7.2 混凝土拌合物性能检验

7.2.1 坍落度与和易性检验在搅拌地点和浇筑地点都要进行，搅拌地点检验为控制性自检，浇筑地点检验为验收检验；凝结时间检验可以在搅拌地点进行。

7.2.2 水泥和外加剂及其相容性是影响混凝土凝结时间的主要因素，且不同批次的水泥和外加剂对混凝土凝结时间的影响可能变化。对于海砂混凝土，关键是控制海砂的氯离子含量，因此，相应于每批海砂的混凝土都应检验混凝土氯离子含量。

7.2.3 符合本标准第 3.1 节规定的混凝土拌合物为质量合格，可以验收。

7.3 硬化混凝土性能检验

7.3.1 我国现行标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 中包括了相应于混凝土强度和混凝土耐久性的检验规则。

7.3.2 符合本标准第 3.2 节和第 3.3 节规定的硬化混凝土为质量合格，可以验收。

附录 A　坍落度经时损失试验方法

A. 0. 1　坍落度经时损失是混凝土拌合物性能的重要方面，现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 中尚未规定具体试验标准。

A. 0. 2　取样与试样的制备与现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 一致。

A. 0. 3　坍落度经时损失测定是在现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 中坍落度试验方法的基础上进行的，试验条件与坍落度试验方法相同。本方法规定测定经过 1h 的坍落度损失为标准做法；如果工程需要，也可参照此方法测定经过不同时间的坍落度损失。

A. 0. 4　坍落度经时损失可以为负值，表示经过一段时间后，混凝土坍落度反而有所增大。