

UDC

中华人民共和国行业标准



JGJ/T 241-2011

备案号 J 1188-2011

P

人工砂混凝土应用技术规程

Technical specification for application of
manufactured sand concrete

2011-04-22 发布

2011-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

人工砂混凝土应用技术规程

**Technical specification for application of
manufactured sand concrete**

JGJ/T 241 - 2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 1 年 1 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2011 北 京

中华人民共和国行业标准
人工砂混凝土应用技术规程

Technical specification for application of
manufactured sand concrete

JGJ/T 241 - 2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：15 $\frac{1}{8}$ 字数：42 千字

2011 年 7 月第一版 2011 年 7 月第一次印刷

统一书号：15112 · 20711

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 995 号

关于发布行业标准 《人工砂混凝土应用技术规程》的公告

现批准《人工砂混凝土应用技术规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 241-2011，自 2011 年 12 月 1 日起实施。

本规程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 22 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2009〕88 号）的要求，规程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，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 原材料；5. 人工砂混凝土性能；6. 配合比设计；7. 施工；8. 质量检验及验收。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由重庆大学负责具体技术内容的解释。本规程执行过程中如有意见或建议，请寄送至重庆大学材料科学与工程学院（地址：重庆市沙坪坝区沙北街 83 号，邮编：400045）。

本 规 程 主 编 单 位：重庆大学

中建五局第三建设有限公司

本 规 程 参 编 单 位：中冶建工集团有限公司

重庆市正源水务工程质量检测技术有限公司

厦门市建筑科学研究院集团股份有限公司

重庆市公路工程质量检测中心

重庆市建筑科学研究院

四川建筑职业技术学院

招商局重庆交通科研设计院有限公司

江苏博特新材料有限公司

江苏铸本混凝土工程有限公司

上海嘉华混凝土有限公司
重庆建工住宅建设有限公司
重庆凯威混凝土有限公司
上海金路创展工程机械有限公司
张家界鼎立建材有限公司

本规程主要起草人员：杨长辉 栗元甲 张智强 何昌杰
叶建雄 王 冲 王于益 杨琼辉
陈 越 刘加平 张东长 彭军芝
黄洪胜 李江华 龙 宇 霍 涛
王进勇 刘建忠 张 意 桂苗苗
张学智 张顺华 陈希才 高 彬
陈 科 王有负 丁祖仁

本规程主要审查人员：丁 威 郝挺宇 王自强 陈友治
秦鸿根 陈火炎 陈普法 胡红梅
陈昌礼

目 次

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 术语 | 2 |
| 3 | 基本规定 | 3 |
| 4 | 原材料 | 4 |
| 4.1 | 细骨料 | 4 |
| 4.2 | 水泥 | 5 |
| 4.3 | 粗骨料 | 5 |
| 4.4 | 矿物掺合料 | 6 |
| 4.5 | 外加剂 | 6 |
| 4.6 | 拌合用水 | 7 |
| 5 | 人工砂混凝土性能 | 8 |
| 5.1 | 拌合物技术要求 | 8 |
| 5.2 | 力学性能 | 9 |
| 5.3 | 长期性能和耐久性能 | 9 |
| 6 | 配合比设计 | 10 |
| 6.1 | 一般规定 | 10 |
| 6.2 | 配合比计算与确定 | 11 |
| 7 | 施工 | 12 |
| 7.1 | 一般规定 | 12 |
| 7.2 | 原材料计量 | 12 |
| 7.3 | 混凝土搅拌 | 12 |
| 7.4 | 拌合物运输 | 13 |
| 7.5 | 混凝土浇筑 | 13 |
| 7.6 | 拆模 | 15 |
| 7.7 | 混凝土养护 | 15 |

8 质量检验及验收..... 17

8.1 原材料质量检验 17

8.2 混凝土拌合物性能检验 19

8.3 硬化混凝土性能检验 19

8.4 混凝土工程验收 19

本规程用词说明 20

引用标准名录 21

附：条文说明 23

Contents

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | General Provisions | 1 |
| 2 | Terms | 2 |
| 3 | Basic Requirements | 3 |
| 4 | Raw Materials | 4 |
| 4.1 | Fine Aggregate | 4 |
| 4.2 | Cement | 5 |
| 4.3 | Coarse Aggregate | 5 |
| 4.4 | Mineral Additives | 6 |
| 4.5 | Chemical Admixture | 6 |
| 4.6 | Mixing Water | 7 |
| 5 | Manufactured Sand Concrete Performance | 8 |
| 5.1 | Technical Requirements of Mixtures | 8 |
| 5.2 | Mechanical Performance | 9 |
| 5.3 | Long-term Performance and Durability | 9 |
| 6 | Design of Mix Proportion | 10 |
| 6.1 | General Requirements | 10 |
| 6.2 | Calculation and Determination of Mix Design | 11 |
| 7 | Construction | 12 |
| 7.1 | General Requirements | 12 |
| 7.2 | Weighing of Raw Material | 12 |
| 7.3 | Mixing of Fresh Concrete | 12 |
| 7.4 | Transportation of Fresh Concrete | 13 |
| 7.5 | Casting of Concrete | 13 |
| 7.6 | Demould | 15 |
| 7.7 | Curing of Concrete | 15 |

8 Quality Inspection and Acceptance 17

 8.1 Quality Inspection of Concrete Raw Materials 17

 8.2 Property Inspection of Concrete Mixture 19

 8.3 Property Inspection of Hardened Concrete 19

 8.4 Acceptance of Concrete Engineering 19

Explanation of Wording in This Specification 20

List of Quoted Standards 21

Addition: Explanation of Provisions 23

1 总 则

1.0.1 为规范人工砂混凝土的工程应用，做到技术先进、经济合理、安全适用，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于人工砂混凝土的原材料质量控制、配合比设计、施工、质量检验与验收。

1.0.3 人工砂混凝土的应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 人工砂 artificial sand

岩石或卵石经除土开采、机械破碎、筛分而成的，公称粒径小于 5mm 的岩石或卵石（不包括软质岩和风化岩）颗粒。

2.0.2 石粉含量 crushed dust content

人工砂中公称粒径小于 80 μm ，且其矿物组成和化学成分与被加工母岩相同的颗粒含量。

2.0.3 亚甲蓝 (MB) 值 methylene blue value

用于判定人工砂石粉中泥土含量的指标。

2.0.4 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。

2.0.5 压碎值指标 crushing value index

人工砂抵抗压碎的能力。

2.0.6 人工砂混凝土 manufactured sand concrete

以人工砂为主要细骨料配制而成的水泥混凝土。

3 基本规定

3.0.1 人工砂混凝土应采用强制式搅拌机搅拌。

3.0.2 人工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。

3.0.3 用于建筑工程的人工砂混凝土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。

3.0.4 石灰岩质人工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。

4 原 材 料

4.1 细 骨 料

4.1.1 人工砂应符合下列规定：

1 人工砂的粗细程度可按其细度模数（ μ_f ）分为粗、中、细三级，并应符合下列规定：

粗砂的 μ_f 应为 3.7~3.1；

中砂的 μ_f 应为 3.0~2.3；

细砂的 μ_f 应为 2.2~1.6。

2 人工砂的颗粒级配宜符合表 4.1.1-1 的规定。

表 4.1.1-1 人工砂的颗粒级配

| 筛孔尺寸 | | 4.75mm | 2.36mm | 1.18mm | 600 μm | 300 μm | 150 μm |
|-------------|-------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 累计筛余 (%) | I 区 | 10~0 | 35~5 | 65~35 | 85~71 | 95~80 | 100~90 |
| | II 区 | 10~0 | 25~0 | 50~10 | 70~41 | 92~70 | 100~90 |
| | III 区 | 10~0 | 15~0 | 25~0 | 40~16 | 85~55 | 100~90 |

人工砂的实际颗粒级配与表 4.1.1-1 中累计筛余相比，除筛孔为 4.75mm 和 600 μm 的累计筛余外，其余筛孔的累计筛余可超出表中限定范围，但超出量不应大于 5%。

当人工砂的实际颗粒级配不符合表 4.1.1-1 的规定时，宜采取相应的技术措施，并应经试验证明能确保混凝土质量后再使用。

3 人工砂中的石粉含量应符合表 4.1.1-2 的规定。

表 4.1.1-2 人工砂的石粉含量

| 项 目 | | 指 标 | | |
|----------|--------------------|------------------|------------|------------------|
| | | $\geq\text{C60}$ | C55~C30 | $\leq\text{C25}$ |
| 石粉含量 (%) | $MB<1.4$ (合格) | ≤ 5.0 | ≤ 7.0 | ≤ 10.0 |
| | $MB\geq 1.4$ (不合格) | ≤ 2.0 | ≤ 3.0 | ≤ 5.0 |

4 用于生产人工砂母岩的强度应符合表 4.1.1-3 的规定。

表 4.1.1-3 人工砂母岩的强度

| 项 目 | 指 标 | | |
|------------|------|-----|-----|
| | 火成岩 | 变质岩 | 沉积岩 |
| 母岩强度 (MPa) | ≥100 | ≥80 | ≥60 |

5 人工砂的吸水率不宜大于 3%。

6 人工砂的总压碎值指标应小于 30%。

7 人工砂的氯离子含量、碱活性、坚固性、泥块含量和有害物质含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。

4.1.2 人工砂性能的试验方法应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定执行。

4.1.3 人工砂堆放应搭建雨篷、硬化场地、采取排水措施、符合环保要求，并应防止颗粒离析、混入杂质。

4.1.4 当人工砂与天然砂混合使用时，天然砂的品质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 水 泥

4.2.1 人工砂混凝土宜选用通用硅酸盐水泥，且其性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定；当采用其他品种水泥时，其性能应符合国家现行有关标准的规定。

4.2.2 水泥的入机温度不宜超过 60℃。

4.2.3 水泥性能的试验方法应符合国家现行有关标准的规定。

4.3 粗 骨 料

4.3.1 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。

4.3.2 粗骨料宜采用连续级配的碎石或卵石。当颗粒级配不符

合要求时，可采取多级配组合的方式进行调整。

4.3.3 粗骨料最大粒径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 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

4.3.4 粗骨料性能的试验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。

4.4 矿物掺合料

4.4.1 矿物掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、钢渣粉、硅灰和磷渣粉等，其性能应分别符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736、《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491 和《水工混凝土掺用磷渣粉技术规范》DL/T 5387 的规定。

4.4.2 矿物掺合料可单独使用，亦可混合使用，并应符合国家现行有关标准的规定。

4.4.3 矿物掺合料的试验方法应符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736、《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491 和《水工混凝土掺用磷渣粉技术规范》DL/T 5387 的规定。

4.4.4 矿物掺合料储存时，不得与其他材料混杂，且应防止受潮。

4.5 外加剂

4.5.1 人工砂混凝土用外加剂应符合国家现行标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119、《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土膨胀剂》GB 23439 和《混凝土防冻剂》JC 475 等的规定。

4.5.2 外加剂性能的试验方法应符合国家现行有关标准的规定。

4.6 拌 合 用 水

4.6.1 人工砂混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

4.6.2 人工砂混凝土拌合用水性能的试验方法应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

5 人工砂混凝土性能

5.1 拌合物技术要求

- 5.1.1** 人工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。
- 5.1.2** 人工砂混凝土坍落度应满足工程设计和施工要求；用于泵送的人工砂混凝土坍落度经时损失不宜大于 30mm/h。人工砂混凝土坍落度的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 的规定。
- 5.1.3** 人工砂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。
- 5.1.4** 人工砂混凝土拌合物宜具备良好的早期抗裂性能。人工砂混凝土抗裂性能的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 的规定。
- 5.1.5** 人工砂混凝土拌合物的水溶性氯离子最大含量应符合表 5.1.5 的规定。人工砂混凝土拌合物的水溶性氯离子含量宜按现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270 中的快速测定方法进行测定。

表 5.1.5 人工砂混凝土拌合物水溶性氯离子最大含量

| 环境条件 | 水溶性氯离子最大含量 (胶凝材料用量的质量百分比,%) | | |
|-------------|--------------------------------|--------|------|
| | 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 | 0.10 | | |
| 腐蚀环境 | 0.06 | | |

5.1.6 人工砂混凝土拌合物的总碱含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。碱含量宜按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定进行测定和计算。

5.2 力学性能

5.2.1 人工砂混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定，并按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 进行评定。

5.2.2 人工砂混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量、轴心抗压强度与轴心抗拉疲劳强度设计值、疲劳变形模量等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。人工砂混凝土力学性能应按照现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定进行试验测定，并应满足设计要求。

5.3 长期性能和耐久性能

5.3.1 人工砂混凝土的收缩和徐变性能应符合设计要求。人工砂混凝土的收缩和徐变性能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 的规定。

5.3.2 人工砂混凝土的抗冻、抗渗、抗氯离子渗透、抗碳化和抗硫酸盐侵蚀等耐久性能应符合设计要求；当设计无要求时，人工砂混凝土耐久性应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。人工砂混凝土耐久性能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 的规定。

6 配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 人工砂混凝土配合比设计应根据混凝土强度等级、施工性能、长期性能和耐久性能等要求，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，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。

6.1.2 对有抗裂性能要求的人工砂混凝土，应通过混凝土早期抗裂试验和收缩试验确定配合比。

6.1.3 配制混凝土时，宜采用细度模数为 2.3~3.2 的人工砂。

6.1.4 对于有抗冻、抗渗、抗碳化、抗氯离子侵蚀和抗化学腐蚀等耐久性要求的人工砂混凝土，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。

6.1.5 采用外加剂配制人工砂混凝土，除应进行拌合物坍落度和凝结时间试验外，还应进行坍落度经时损失试验，并应确认满足施工要求后才可使用。

6.1.6 用于泵送施工的人工砂混凝土的配合比设计，应根据混凝土原材料、混凝土运输距离、混凝土泵与混凝土输送管径、泵送距离、环境气温等具体施工条件进行试配，并应符合国家现行标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土泵送施工技术规范》JGJ/T 10 的规定。

6.1.7 当人工砂混凝土的原材料品种或质量有显著变化，或对混凝土性能指标有特殊要求，或混凝土生产间断半年以上时，应重新进行混凝土配合比设计。

6.2 配合比计算与确定

6.2.1 人工砂混凝土配合比计算、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 的有关规定进行。

6.2.2 在配制相同强度等级的混凝土时，人工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；对于配制高强度人工砂混凝土，水泥和胶凝材料用量分别不宜大于 $500\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $600\text{kg}/\text{m}^3$ 。

6.2.3 当采用相同细度模数的砂配制混凝土时，人工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。

6.2.4 当对混凝土耐久性有设计要求时，应采用 MB 值小于 1.4 的人工砂，且应进行相关耐久性试验验证。

6.2.5 当采用人工砂与天然砂混合配制混凝土时，人工砂与天然砂的质量比应根据其颗粒级配进行合理调整。

6.2.6 对于掺加矿物掺合料的人工砂混凝土，掺合料的品种和用量应通过试验确定。

6.2.7 掺加外加剂的人工砂混凝土，外加剂的品种与掺量应根据人工砂混凝土的强度等级、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。

6.2.8 人工砂混凝土的氯离子含量和总碱量应分别符合本规程第 5.1.5 条和第 5.1.6 条的规定。

7 施 工

7.1 一 般 规 定

- 7.1.1 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，制定人工砂混凝土施工技术方案。
- 7.1.2 施工过程中，应对混凝土原材料计量、混凝土搅拌、拌合物运输、混凝土浇筑、拆模及养护进行全过程控制。
- 7.1.3 人工砂、粗骨料含水率的检验每工作班不应少于 1 次；当雨雪天气等外界影响导致混凝土骨料含水率变化时，应及时检验，并应根据检验结果及时调整施工配合比。
- 7.1.4 人工砂混凝土运输、输送、浇筑过程中严禁加水。

7.2 原材料计量

- 7.2.1 原材料计量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。
- 7.2.2 原材料称量宜采用自动计量，并应严格按照施工配合比进行计量。每盘原材料计量的允许偏差应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 每盘原材料计量的允许偏差

| 原材料种类 | 允许偏差（按质量计） |
|-------|------------|
| 胶凝材料 | ±2% |
| 外加剂 | ±1% |
| 粗、细骨料 | ±3% |
| 拌合用水 | ±1% |

7.3 混凝土搅拌

- 7.3.1 人工砂混凝土的搅拌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 的有关规定。

7.3.2 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。

7.3.3 人工砂混凝土的搅拌时间应在天然砂混凝土搅拌时间的基础上适当延长，且应每班检查 2 次。

7.3.4 人工砂混凝土的坍落度允许偏差应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 坍落度允许偏差

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

7.4 拌合物运输

7.4.1 人工砂混凝土的运输应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《预拌混凝土》GB/T 14902 的相关规定。

7.4.2 采用泵送施工的人工砂混凝土，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/T 10 的有关规定。

7.4.3 混凝土运输至浇筑现场时，不得出现离析或分层现象。

7.4.4 对于采用搅拌运输车运输的混凝土，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。

7.5 混凝土浇筑

7.5.1 人工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 的有关规定。

7.5.2 混凝土浇筑时的自由倾落高度不宜大于 3m，当大于 3m 时，应采用滑槽、漏斗、串筒等器具辅助输送混凝土。

7.5.3 振捣应保证混凝土密实、均匀，并应避免欠振、过振和漏振。

7.5.4 夏期施工时，混凝土拌合物入模温度不应超过 35℃，并宜选择夜间浇筑混凝土。当现场温度高于 35℃ 时，宜对金属模板进行浇水降温，并不得留有积水，并可采取遮挡措施避免阳光照射金属模板。

7.5.5 冬期施工时，混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，并应采取相应保温措施。

7.5.6 当风速大于 5m/s 时，人工砂混凝土浇筑宜采取挡风措施。

7.5.7 浇筑大体积混凝土时，应采取必要的温控措施，保证混凝土温差控制在设计要求的范围以内。当混凝土温差设计无要求时，应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的规定。

7.5.8 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。

7.5.9 混凝土浇筑时，应在平面内均匀布料，不得用振捣棒赶料。

7.5.10 人工砂混凝土振捣时，应避免碰撞模板、钢筋及预埋件。

7.5.11 人工砂混凝土在浇筑过程中，应观察模板支撑的稳定性和接缝的密合状态，不得出现漏浆现象。

7.5.12 人工砂混凝土振捣密实后，在终凝以前应采用抹面机械或人工多次抹压，并应在抹压后进行保湿养护。保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式。

7.5.13 人工砂混凝土构件成型后，在抗压强度达到 1.2MPa 以

前，不得在混凝土上面踩踏行走。

7.6 拆 模

7.6.1 人工砂混凝土侧模拆除时，其强度应能保证结构表面、棱角以及内部不受损伤。

7.6.2 人工砂混凝土底模拆除时，其强度应符合设计要求；当设计无要求时，强度应符合表 7.6.2 的规定。

表 7.6.2 底模拆除时混凝土强度

| 结构类型 | 结构尺度 (m) | 达到混凝土设计强度的百分比 (%) |
|-------|---------------|-------------------|
| 板 | ≤ 2 | ≥ 50 |
| | $> 2, \leq 8$ | ≥ 75 |
| | > 8 | ≥ 100 |
| 梁、拱、壳 | ≤ 8 | ≥ 75 |
| | > 8 | ≥ 100 |
| 悬臂构件 | — | ≥ 100 |

7.6.3 人工砂混凝土拆模后，其强度未达到设计强度的 75% 时，应避免与流动水接触。

7.6.4 当遇大风或气温急剧变化时，不宜拆模。

7.7 混凝土养护

7.7.1 人工砂混凝土的养护应按现行国家标准《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 的相关规定执行。

7.7.2 人工砂混凝土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，采取洒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，采取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。

7.7.3 人工砂混凝土构件或制品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 and 降温四个阶段。混凝土成型后的静停时间不宜少于 2h, 升温速度不宜超过 $25^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 降温速度不宜超过 $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 最高温度和恒温温度均不宜超过 65°C ; 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, 且构件出池或撤除养护措施时, 表面与外界温差不得大于 20°C 。

3 采用潮湿自然养护时, 应符合本规程第 7.7.2 条的规定。

7.7.4 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不宜超过 25°C , 表面与外界温差不宜大于 20°C ; 保温层拆除时, 混凝土表面与环境最大温差不宜大于 20°C 。

7.7.5 冬期施工的人工砂混凝土, 日均气温低于 5°C 时, 不得采取浇水自然养护方法。撤除养护措施时, 混凝土强度应至少达到设计强度等级的 50%。

7.7.6 掺用膨胀剂的人工砂混凝土, 应采取保湿养护, 养护龄期不应小于 14d。冬期施工时, 对于墙体, 带模养护不应小于 7d。

7.7.7 人工砂混凝土养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

8 质量检验及验收

8.1 原材料质量检验

8.1.1 人工砂混凝土原材料进场时，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。

8.1.2 原材料进场后，应进行进场检验，且在混凝土生产过程中，宜对混凝土原材料进行随机抽检。

8.1.3 原材料进场检验和生产中抽检的项目应符合下列规定：

1 人工砂应对颗粒级配、细度模数、压碎指标、泥块含量、石粉含量、亚甲蓝试验和吸水率进行检验；对于有抗渗、抗冻要求的混凝土，还应检验其坚固性；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。

2 水泥应对胶砂强度、凝结时间、安定性、氧化镁、氯离子含量和烧失量进行检验；对于有预防混凝土碱骨料反应要求的混凝土，还应检验其碱含量；当用于大体积混凝土时，还应检验其水化热。

3 粗骨料应对颗粒级配、含泥量、泥块含量、针片状颗粒含量、压碎值指标和坚固性进行检验；当用于高强度混凝土，还应检验其母岩抗压强度；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 矿物掺合料应检验下列项目：

- 1) 粉煤灰应检验细度、需水量比、烧失量和三氧化硫含量，C类粉煤灰还应包括游离氧化钙含量和安定性；
- 2) 粒化高炉矿渣粉应检验比表面积、三氧化硫含量、活性指数和流动度比；
- 3) 钢渣粉应检验比表面积、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；

4) 磷渣粉应检验比表面积、活性指数、流动度比、三氧化硫含量、五氧化二磷含量和安定性；

5) 硅灰应检验比表面积、二氧化硅含量和活性指数；

6) 矿物掺合料均应进行放射性检验。

5 外加剂应对 pH、氯离子含量、碱含量、减水率、凝结时间差和抗压强度比进行检验；引气剂和引气减水剂还应检验其含气量；防冻剂还应检验其含气量和 50 次冻融强度损失率比；膨胀剂还应检验其凝结时间、限制膨胀率和抗压强度。

6 拌合用水应对 pH、不溶物含量、可溶物含量、硫酸根离子含量、氯离子含量、凝结时间差和抗压强度比进行检验；对于有预防混凝土碱骨料反应要求的混凝土，还应检验其碱含量。

7 当工程设计有其他要求时，原材料还应增加相应检验项目。

8.1.4 原材料的检验规则应符合下列规定：

1 人工砂应以 400m^3 或 600t 为一个检验批；不足一个检验批时，应按一检验批计；

2 对于同一生产厂家、同一强度等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装水泥应以 200t 为一个检验批，散装水泥应以 500t 为一检验批；不足一个检验批时，也应按一检验批计；

3 粗骨料应以 400m^3 或 600t 为一个检验批；不足一个检验批时，也应按一检验批计；

4 粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、钢渣粉和磷渣粉等矿物掺合料应按 200t 为一个检验批，硅灰应按每 30t 为一检验批；不足一个检验批时，也应按一检验批计；

5 外加剂应按每 50t 为一检验批；不足一个检验批时，也应按一检验批计；

6 拌合用水应按同一水源不少于一个检验批；

7 当原材料来源稳定且连续三次检验合格时，可将检验批

量扩大一倍。

8.1.5 原材料的取样应符合下列规定：

1 人工砂的取样应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定执行；

2 其他原材料的取样应按国家现行有关标准执行。

8.1.6 人工砂及其他原材料的质量应符合本规程第 4 章的规定。

8.2 混凝土拌合物性能检验

8.2.1 人工砂混凝土原材料计量系统应经检定合格后才可使用，且混凝土生产单位每月应自检一次。原材料计量偏差应每班检查 1 次，原材料计量偏差应符合本规程第 7.2.2 条的规定。

8.2.2 在生产和施工过程中，应对人工砂混凝土拌合物进行抽样检验，流动性、黏聚性和保水性应在搅拌地点和浇筑地点分别取样检验。

8.2.3 对于人工砂混凝土拌合物的流动性、黏聚性和保水性项目，每工作班应至少检验 2 次。

8.2.4 人工砂混凝土拌合物性能应符合本规程第 5.1 节的规定。

8.3 硬化混凝土性能检验

8.3.1 人工砂混凝土强度的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 的规定。

8.3.2 人工砂混凝土长期性能和耐久性能的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 的规定。

8.3.3 人工砂混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能应分别符合本规程第 5.2 节和第 5.3 节的规定。

8.4 混凝土工程验收

8.4.1 人工砂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。

8.4.2 人工砂混凝土工程验收时，应符合本规程对混凝土长期性能和耐久性能的规定。

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

- 1 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 2 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
- 3 《普通混凝土力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 4 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
- 5 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 6 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 7 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
- 8 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 9 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476
- 10 《大体积混凝土施工规范》 GB 50496
- 11 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 12 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 13 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596
- 14 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 15 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 16 《混凝土搅拌机》 GB/T 9142
- 17 《预拌混凝土》 GB/T 14902
- 18 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046
- 19 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T 18736
- 20 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》 GB/T 20491
- 21 《混凝土膨胀剂》 GB 23439
- 22 《混凝土泵送施工技术规范》 JGJ/T.10
- 23 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
- 24 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55

- 25 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 26 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
- 27 《水运工程混凝土试验规程》 JTJ 270
- 28 《水工混凝土掺用磷渣粉技术规范》 DL/T 5387
- 29 《混凝土防冻剂》 JC 475

中华人民共和国行业标准

人工砂混凝土应用技术规程

JGJ/T 241 - 2011

条文说明

制 定 说 明

《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241-2011，经住房和城乡建设部 2011 年 4 月 22 日以第 995 号公告批准、发布。

本规程制定过程中，编制组进行了人工砂混凝土应用情况的调查研究，总结了人工砂生产和应用经验，同时参考了国内外技术法规、技术标准，并经过试验研究，取得了制定本规程所必要的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《人工砂混凝土应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目次

| | | |
|-----|-----------|----|
| 1 | 总则 | 27 |
| 2 | 术语 | 28 |
| 3 | 基本规定 | 29 |
| 4 | 原材料 | 30 |
| 4.1 | 细骨料 | 30 |
| 4.2 | 水泥 | 31 |
| 4.3 | 粗骨料 | 31 |
| 4.4 | 矿物掺合料 | 31 |
| 4.5 | 外加剂 | 32 |
| 4.6 | 拌合用水 | 32 |
| 5 | 人工砂混凝土性能 | 33 |
| 5.1 | 拌合物技术要求 | 33 |
| 5.2 | 力学性能 | 33 |
| 5.3 | 长期性能和耐久性能 | 34 |
| 6 | 配合比设计 | 35 |
| 6.1 | 一般规定 | 35 |
| 6.2 | 配合比计算与确定 | 35 |
| 7 | 施工 | 38 |
| 7.1 | 一般规定 | 38 |
| 7.2 | 原材料计量 | 38 |
| 7.3 | 混凝土搅拌 | 38 |
| 7.4 | 拌合物运输 | 38 |
| 7.5 | 混凝土浇筑 | 39 |
| 7.6 | 拆模 | 39 |
| 7.7 | 混凝土养护 | 40 |

8 质量检验及验收..... 41

8.1 原材料质量检验 41

8.2 混凝土拌合物性能检验 41

8.3 硬化混凝土性能检验 41

8.4 混凝土工程验收 41

1 总 则

1.0.1 近年来人工砂在混凝土工程中的应用越来越普遍，但尚无专门的人工砂混凝土应用技术的国家或行业标准，鉴于人工砂的技术性能与天然砂有较大差异，若沿用现有的相关技术标准来指导人工砂混凝土应用则欠准确。制定本规程的目的是规范人工砂混凝土在建设工程中的应用，保证工程质量。

1.0.2 本条主要是明确人工砂混凝土应用中进行质量控制的主要环节。

1.0.3 本条规定了本规程与其他标准、规范的关系。本规程难以对所有人工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

2.0.1~2.0.3 本条列出的术语与国家现行标准《建筑用砂》GB/T 14684 和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 一致。

2.0.4 本条主要参考美国材料与试验协会标准《细骨料的密度、表观密度和吸水率标准试验方法》ASTM C128 - 01 中对吸水率的定义，即指以烘干质量为基准的饱和面干吸水率。该参数可用于人工砂的配合比计算。

2.0.5 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 - 2006 一致。

2.0.6 编制组根据对重庆、四川、贵州、云南、江苏、北京、湖南和福建等省市人工砂级配的调查统计，满足《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 - 2006 中Ⅰ区级配要求的占样本的 13.9%，满足Ⅱ区级配要求的仅占 1.5%，其中，公称粒径 2.5mm 的累计筛余基本上不符合现行行业标准规定的级配要求。因此，可掺用部分天然砂进行调配，以保证人工砂混凝土质量；无论天然砂掺加比例多少，都视为人工砂混凝土。

3 基本规定

3.0.1 为提高人工砂混凝土拌合物的匀质性，保证混凝土质量，生产人工砂混凝土时应采用机械式强制搅拌措施。

3.0.2 本条规定了人工砂混凝土的力学性能和耐久性能的设计依据。

3.0.3 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人工砂混凝土放射性作出规定，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。

3.0.4 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，规定了石灰岩质人工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。

4 原 材 料

4.1 细 骨 料

4.1.1 人工砂技术要求如下：

1 人工砂细度模数 μ_f 分级与现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 基本一致；考虑生产效率和生产能耗，人工砂不宜包括特细砂。

2、3 人工砂颗粒级配和石粉含量的技术要求与现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 一致。本条的筛孔尺寸即是方孔筛筛孔边长尺寸。

4 鉴于母岩的强度和质量直接影响骨料的性能，进而影响混凝土的物理力学性能、长期性能和耐久性能，本规程规定了生产人工砂的母岩种类和强度，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 和武汉理工大学编写的《机制砂在混凝土中应用技术指南》的规定和分类。

5 控制人工砂吸水率，是控制混凝土水胶比和拌合物工作性能的主要措施之一，同时也是拌合预冷混凝土时确定加冰量的要求。其指标是根据《水工混凝土施工规范》DL/T 5144 中的相关规定和编制组验证试验结果确定，部分验证试验结果见表 1。

表 1 试模法人工砂吸水率试验结果

| 机制砂石粉含量 (%) | | 3 | 7 | 15 | 20 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 饱和面干吸水率 (%) | 石灰石质 | 1.60 | 1.58 | 2.06 | 2.16 |
| | 卵石质 | 1.54 | 1.55 | 1.87 | 2.01 |

6、7 人工砂的其他性能要求与现行行业标准《普通混凝土

用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 一致。

4.1.3 为保证人工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。

4.1.4 本条规定了当人工砂与天然砂混合使用时，天然砂质量的控制标准。

4.2 水 泥

4.2.2 水泥的使用温度直接影响混凝土拌合物的温度，并影响混凝土的工作性能和体积稳定性。《水工混凝土施工规范》DL/T 5144中规定，散装水泥入罐温度限定为不宜高于 60℃。当工程进度需要而水泥供不应求时，水泥的入罐温度允许放宽到 70℃。

4.3 粗 骨 料

4.3.2 由于直接破碎的碎石和卵石一般均不能完全满足连续级配的要求，为保证粗骨料为连续级配，应采用两级配或多级配组合的方式进行调整。

4.3.3 本条按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的规定执行。

4.4 矿物掺合料

4.4.1~4.4.3 各种矿物掺合料的特性和在混凝土中的功效不同，其控制指标在已有国家现行标准中的相关规定不统一，因此，在使用矿物掺合料时，必须按照国家现行标准的规定和设计的要求并经检验合格后方可使用。目前，《矿物掺合料应用技术规范》正在编制，当该规范正式发布实施后，矿物掺合料的使用可以按照该规范执行。

4.4.4 各种矿物掺合料的特性和在混凝土中的功效不同，使之在混凝土中的掺用方法和掺量不同，因此不允许混杂储存。

4.5 外加剂

4.5.1、4.5.2 混凝土外加剂包括减水剂、膨胀剂、防冻剂、速凝剂和防水剂等，其品质除应符合《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土膨胀剂》GB 23439、《混凝土防冻剂》JC 475 外，还需满足《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，并按相应标准检验合格后方可使用。

4.6 拌合用水

4.6.1、4.6.2 人工砂混凝土拌合用水的技术要求和试验方法应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。当工程设计有其他要求时，应按国家现行相关标准执行。

5 人工砂混凝土性能

5.1 拌合物技术要求

5.1.1 人工砂混凝土拌合物工作性能的好坏是决定混凝土质量的重要因素之一，因此，在配制人工砂混凝土时应主要调整拌合物的黏聚性、保水性和流动性，使之不离析、不泌水。

5.1.2 当采用人工砂配制泵送混凝土时，人工砂中泥粉含量的多少对混凝土的坍落度损失有较大影响，此外，用于制备人工砂的母岩种类也对混凝土流动性能的变化影响较大，因此，加强对混凝土坍落度经时损失的控制十分重要。实践表明，一般情况下应将坍落度经时损失控制在 30mm/h 内。

5.1.4 由于人工砂混凝土早期失水速率较快、收缩变形大而易产生微裂缝，因此，为保证人工砂混凝土的质量，提高混凝土耐久性，控制人工砂混凝土拌合物早期抗裂性能是较为重要的。

5.1.5 本条主要按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《预拌混凝土》GB/T 14902 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 对不同环境下混凝土中氯离子最大含量作出相关规定；同时，也明确了人工砂混凝土中水溶性氯离子最大含量的测定方法可按《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270 的规定进行，也可以根据试验条件采取化学滴定法测试以及其他精度更高的快速测定方法。我国台湾地区的标准《新拌混凝土中水溶性氯离子含量试验法》CNS 13465 可以作为参考，但应将其测定结果 (kg/m^3) 换算为胶凝材料的质量百分比。

5.2 力学性能

5.2.1 近年来，随着混凝土结构工程特点的变化，工程中使用的混凝土强度等级不断提高，且使用量逐年增加，因此，参考了

《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定，人工砂混凝土强度等级的可划分为 C10~C100，并按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 进行评定。

5.2.2 明确了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 等规范有关混凝土力学性能的规定同样适用于人工砂混凝土。

5.3 长期性能和耐久性能

5.3.1 本条明确了人工砂混凝土长期性能的参数，同时也强调现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 等规范同样适用于人工砂混凝土。

5.3.2 本条明确了人工砂混凝土耐久性能的参数，同时也强调现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 等规范有关混凝土耐久性能的规定同样适用于人工砂混凝土。

6 配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1、6.1.2 遵循低水泥用量、低用水量的混凝土配合比设计原则，是保证混凝土质量和经济适用的重要技术措施，这也是现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 中对混凝土的要求。编制组对人工砂混凝土早期抗裂和收缩性能的试验证明，人工砂混凝土早期失水速率较快、收缩变形大而易产生微裂缝，因此，其配合比设计应优选早期抗裂性能好且收缩小的人工砂混凝土配合比。

6.1.3 配制人工砂混凝土时宜优先选用颗粒级配在Ⅱ区范围的人工砂，以便在保证人工砂混凝土质量的前提下，尽可能减少人工砂的生产能耗。

6.1.5 通常，外加剂与水泥混凝土体系存在适应性问题，其中外加剂与胶凝材料、人工砂中石粉和粉泥含量的适应性问题最为突出，因此，在配制掺外加剂的人工砂混凝土时，应进行混凝土拌合物坍落度经时损失试验，确认满足施工要求后方可使用。

6.1.6 用于泵送施工的混凝土配合比设计，在《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《混凝土泵送施工技术规范》JGJ/T 10 中均作了相应规定，鉴于人工砂具有表面粗糙、棱角多、石粉含量大等技术特点，因此，用于泵送施工的人工砂混凝土配合比确定，应根据混凝土原材料、混凝土运输距离、混凝土泵与输送管径、泵送距离、环境气温、混凝土浇筑部位结构特点等具体施工条件进行设计和试配，必要时，应通过试泵确定配合比。

6.2 配合比计算与确定

6.2.2 在配制相同强度等级的人工砂混凝土时，胶凝材料的最

大用量限值与现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定一致；但与天然砂相比，人工砂比表面积较大，在混凝土达到相同工作性能时，人工砂混凝土的胶凝材料用量应较多，因此，建议人工砂混凝土的胶凝材料最低用量比《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 中规定的胶凝材料最低限量提高 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 左右。

6.2.3 与天然砂相比，人工砂的表面粗糙、比表面积大，在砂率和其他条件相同的情况下，人工砂混凝土的流动性较小。因此，为保证人工砂混凝土的工作性，应适当提高其砂率，并经试验后确定配合比。

6.2.4 已有研究结果及编制组的试验结果均表明当 MB 值在 1.4 以上（不合格）时，泥在石粉中的比例约在 30% 以上，由于混凝土中泥含量的大小是影响混凝土性能尤其是混凝土耐久性的重要因素之一，因此，为了保证人工砂混凝土的耐久性，延长人工砂混凝土工程的寿命，应控制人工砂中泥的含量。

6.2.5 编制组根据对重庆、四川、贵州、云南、江苏、北京、湖南和福建等省市人工砂级配的调研表明，目前国内的人工砂颗粒级配较差，因此，为保证人工砂混凝土质量，可采用天然砂与人工砂混合使用，其质量比例应根据砂颗粒级配的要求合理调整。实践表明：当天然砂为特细砂和细砂时，人工砂与天然砂的质量比宜在 1 : 1 ~ 4 : 1 之间。

6.2.6 掺加粉煤灰的人工砂混凝土配合比设计，应按照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《粉煤灰在混凝土和砂浆中应用技术规程》JGJ 28 的规定执行，掺加其他矿物掺合料的人工砂混凝土配合比设计，可按照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定执行。

目前我国使用的矿物掺合料种类较多，但对其掺用限量均无明确的标准规定，鉴于掺合料在人工砂混凝土中的应用已较为普遍，且实践证明，使用矿物掺合料可提高混凝土的综合技术经济性能。为促进掺合料在人工砂混凝土中的应用，保证人工砂混凝

土的质量，在参考有关技术标准、国内外文献报道和试验研究的基础上，将几种常用矿物掺合料在人工砂混凝土中掺量限值列入表 2 中，供使用者参考。

表 2 矿物掺合料的设计参数

| 矿物掺合料种类 | 水胶比或 强度等级 | 取代水泥率 (%) | 超量系数 | 占胶凝材料的 百分率 (%) |
|---------|--------------|--------------|---------|-------------------|
| 粉煤灰 | ≤0.40 | ≤20 | 1.0~2.0 | ≤50 |
| | >0.40 | | | ≤30 |
| 粒化高炉矿渣粉 | ≤0.40 | ≤50 | 1.0~1.5 | ≤60 |
| | >0.40 | | | ≤55 |
| 钢渣粉 | ≤0.40 | ≤20 | 1.0~2.0 | ≤50 |
| | >0.40 | | | ≤30 |
| 硅灰 | C50 以上 | ≤10 | 1.0 | ≤10 |
| 磷渣粉 | ≤0.40 | ≤20 | 1.0~2.0 | ≤30 |
| | >0.40 | | | |

注：表中水泥指普通硅酸盐水泥；当采用 P·I 和 P·II 硅酸盐水泥配制人工砂混凝土时，掺合料的掺量和限量可适当增加，并经试验确定。

6.2.7 在确认外加剂与人工砂混凝土体系适应性良好的基础上，外加剂的品种和掺量应根据工程设计和施工要求，按《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，经试验及技术经济比较后确定。

7 施 工

7.1 一 般 规 定

7.1.1 本条强调了人工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。

7.2 原材料计量

7.2.1 本条规定了人工砂混凝土原材料计量的质量控制依据。

7.2.2 电子计量系统能更精确称量原材料，是控制混凝土质量的基本前提。每盘原材料计量的允许偏差依据《混凝土质量控制标准》GB 50164 的相关规定。

7.3 混凝土搅拌

7.3.1 本条规定了人工砂混凝土拌合物搅拌质量的控制依据。

7.3.2 本规程规定了人工砂混凝土应采用强制式搅拌机生产，所以搅拌机应符合相关国家现行标准的规定。

7.3.3 鉴于人工砂颗粒表面粗糙、多棱角，颗粒级配波动较大，其混凝土的黏稠度较大，在天然砂混凝土搅拌时间基础上适当延长搅拌时间可以提高人工砂混凝土拌合物的均匀性。

7.4 拌合物运输

7.4.1 本条规定了人工砂混凝土拌合物运输过程中的质量控制依据。

7.4.2 本条规定了人工砂混凝土泵送施工过程质量控制依据。

7.4.3 人工砂的颗粒级配波动较大，运输过程中的颠簸等容易加剧人工砂混凝土拌合物的离析与分层，所以本条规定应采取措施，确保混凝土运输至浇筑现场时不得出现离析或分层现象。

7.4.4 本规定与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 一致,强调坍塌度损失过大时的正确处理方法。

7.5 混凝土浇筑

7.5.1 本条规定了人工砂混凝土施工过程中,拌合物浇筑成型过程应遵循的技术依据。

7.5.3 机械振捣更容易使混凝土密实,从而保证混凝土硬化后质量。应根据混凝土拌合物性能、浇筑高度、钢筋密度等确定适宜的振捣时间。振捣时间不足混凝土难以充分密实,过振容易导致混凝土分层离析。

7.5.4、7.5.5 本条依据《混凝土质量控制标准》GB 50164 的相关规定。

7.5.6 试验证明,人工砂混凝土拌合物的水分蒸发速率比天然砂的大,人工砂混凝土拌合物在大风环境下的水分蒸发更快,不利于水泥水化和强度发展,同时可能导致混凝土干缩大,引起混凝土开裂。故人工砂混凝土拌合物在大风条件下浇筑时,宜采取适当挡风措施。本条对风速的限定主要参考《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 中早期抗裂试验的要求。

7.5.12 鉴于人工砂混凝土的早期塑性收缩较大,在终凝以前采用抹面机械或人工多次抹压可保证混凝土质量。抹压后应及时采取保湿措施,避免出现早期干缩裂缝。

7.6 拆 模

7.6.1 侧模拆除时,混凝土结构表面、棱角以及内部结构应不被损伤。

7.6.2 本条按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定执行。底模拆除时的混凝土强度应参照同条件养护试件的强度。

7.6.4 本条规定主要是为避免因风速和温度变化较大造成的混

凝土温度应力过大而危害混凝土结构。

7.7 混凝土养护

7.7.1 本条规定了人工砂混凝土养护过程中的质量控制依据。

8 质量检验及验收

8.1 原材料质量检验

- 8.1.2** 本条规定了人工砂混凝土原材料的进场要求。
- 8.1.3** 本条规定了人工砂混凝土原材料的检验项目。
- 8.1.4** 本条规定了人工砂混凝土原材料的检验规则。
- 8.1.5** 本条规定了人工砂混凝土原材料的取样方法。
- 8.1.6** 本条规定了人工砂及其他原材料应符合的质量要求。

8.2 混凝土拌合物性能检验

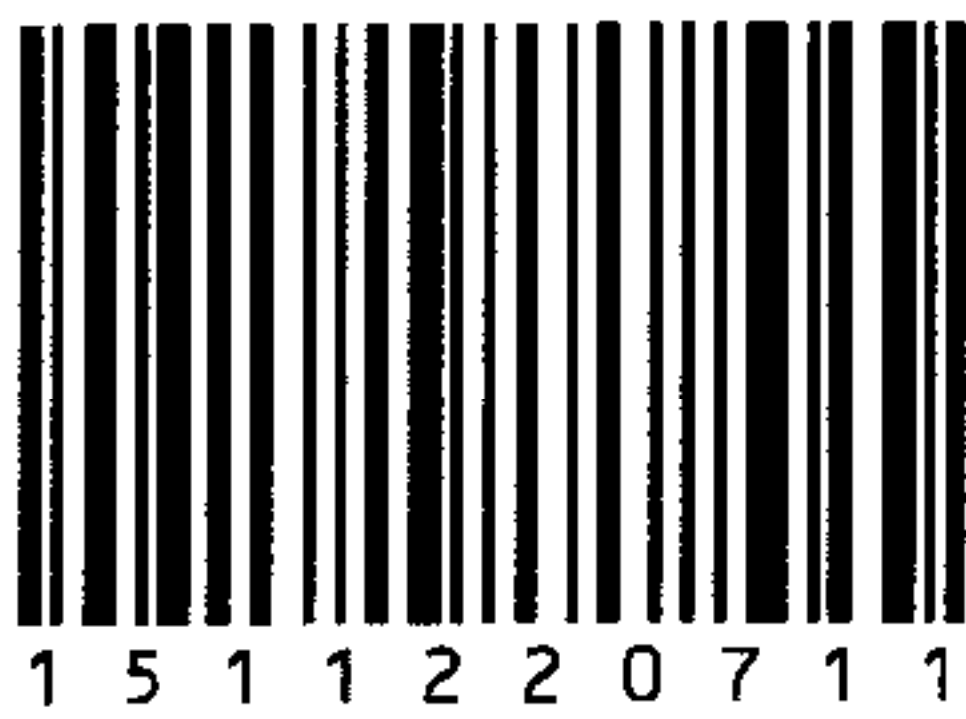
- 8.2.1** 本条规定了人工砂混凝土原材料的计量仪器的检查频次和计量偏差，以确保计量的精准性。
- 8.2.2** 本条规定了人工砂混凝土拌合物的检验项目及其检验地点。
- 8.2.3** 本条规定了人工砂混凝土拌合物的检验频次。
- 8.2.4** 本条规定了人工砂混凝土拌合物性能应符合的质量要求。

8.3 硬化混凝土性能检验

- 8.3.1** 本条规定了人工砂混凝土强度检验评定依据。
- 8.3.2** 本条规定了人工砂混凝土长期性能和耐久性能的检验评定依据。
- 8.3.3** 本条规定了人工砂混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能应符合的质量要求。

8.4 混凝土工程验收

- 8.4.1、8.4.2** 本条规定了人工砂混凝土的工程质量验收依据。



统一书号：15112 · 20711