人工砂生产应用技术规程

Practice code for application of artificial sand

（征求意见稿）

**前 言**

按照山西省住房和城乡建设厅《关于印发2022年工程建设地方标准制（修）订计划（第二批）的通知》（晋建科字【2022】232号）要求，标准编制组经广泛调查研究、认真总结实践经验，参考有关国家、行业、地方标准，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准主要技术内容包括：1.总则；2.术语、符号；3.基本规定；4.技术要求；5生产质量管理；6.试验方法；7.检验规则；8.标志、储存运输；9.混凝土、砂浆配合比设计；10.混凝土、砂浆施工和验收。

本标准由山西省住房和城乡建设厅负责管理，由山西四建集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送山西四建集团有限公司（地址：山西省太原小店区并州南路西二巷8号；邮编：030006；邮箱sjjtjs@sxcig.com）。

本标准主编单位：山西四建集团有限公司

山西七建集团有限公司

本标准参编单位：山西科睿检测服务有限公司

山西华建建筑工程检测有限公司

山西华筑天成土木工程检测有限公司

本标准主要起草人员： 耿永维 赵 慧 史永恒 温 潇王 强 李晓峰 于媛媛 史王芳 李 媛 常彦妮 赵晋萍 李 溪 刘勇庆 杨 超 高世孝 曹志宏 李 政 陈 笑 王慧磊 王慧芳 王 锦 彭志伟 刘治言 郭文凯 杨慧林 王丽丽 孙 飞 尹 烨 马瑞霞

本标准主要审查人员：

**目 录**

[1 总 则 1](#_Toc4126)

[2 术语、符号 2](#_Toc682)

[2.1 术语 2](#_Toc25562)

[2.2 符号 5](#_Toc26749)

[3 基本规定 6](#_Toc10737)

[4 技术要求 7](#_Toc24495)

[5 生产质量管理 12](#_Toc22419)

[5.1 原材料选用 12](#_Toc20029)

[5.2 生产管理 12](#_Toc4658)

[5.3 质量控制 14](#_Toc17832)

[6 试验方法 15](#_Toc1978)

[6.1 取样与缩分 15](#_Toc23765)

[6.2 砂的筛分析试验 16](#_Toc14718)

[6.3 砂的粉体含量试验（水筛法） 19](#_Toc17866)

[6.4 砂的泥块含量试验 20](#_Toc22395)

[6.5 含泥当量测算 21](#_Toc26198)

[6.6 其他试验项目 25](#_Toc30444)

[7 检验规则 27](#_Toc13028)

[8 标志、储存运输 29](#_Toc1602)

[9 混凝土、砂浆配合比设计 30](#_Toc17676)

[10 混凝土、砂浆施工和验收 31](#_Toc12785)

[10.1 施工 31](#_Toc13223)

[10.2 验收 31](#_Toc18626)

[附录A 泵送混凝土用碎石时配合比参数 33](#_Toc8296)

[附录B 人工砂测定类别方法（指导性实例） 34](#_Toc25473)

[附录C 人工砂检验报告 36](#_Toc20293)

[规程用语说明 37](#_Toc29500)

[条文说明 42](#_Toc32318)

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc4126)

[2 Terms、Symbols 2](#_Toc682)

[2.1 Terms 2](#_Toc25562)

[2.2 Symbols 5](#_Toc26749)

[3 Basic Provision 6](#_Toc10737)

[4 Technical Requirements 7](#_Toc24495)

[5 Production Quality Control 12](#_Toc22419)

[5.1 Raw Material Selection 12](#_Toc20029)

[5.2 Production Management 12](#_Toc4658)

[5.3 Quality Control 14](#_Toc17832)

[6 Test Method 15](#_Toc1978)

[6.1 Sampling and Subdivision 15](#_Toc23765)

[6.2 Screen Analysis Test of Sand 16](#_Toc14718)

[6.3 Sand Powder Content Test (Water Sieve Method) 19](#_Toc17866)

[6.4 Sand Lump Content Test 20](#_Toc22395)

[6.5 Calculation of Mud Equivalent 21](#_Toc26198)

[6.6 Other Test Items 25](#_Toc30444)

[7 Test Rule 27](#_Toc13028)

[8 Mark、Store and Transport 29](#_Toc1602)

[9 Mix Ratio Design of Concrete and Mortar 30](#_Toc17676)

[10 Concrete and Mortar Construction and Acceptance 31](#_Toc12785)

[10.1 Construction 31](#_Toc13223)

[10.2 Acceptance Inspection 31](#_Toc18626)

[AppendixA Mix Ratio Parameters for Pumping](#_Toc8296)

[Gravel for Concrete 33](#_Toc8296)

[AppendixB Classification method for determination](#_Toc25473)

[of artificial sand (Instructive example) 34](#_Toc25473)

[Appendix C Artificial Sand Inspection Report 36](#_Toc20293)

[Specification of Procedural Language 37](#_Toc29500)

[Specification of article 42](#_Toc32318)

**1 总 则**

1.0.1 为规范我省人工砂的生产和使用，保证工程质量，做到技术先进、安全可靠、经济合理，特制订本规程。

1.0.2 本规程适用于山西省行政区域内生产人工砂、预拌混凝土、现场搅拌混凝土、预拌砂浆、现场搅拌砂浆及其制品用人工砂。

1.0.3 在按本规程组织生产人工砂，应用人工砂时，除应执行本规程外,尚应符合国家、行业和山西省有关现行标准、规范的规定。

1.0.4 本规范引用标准、规范和规程被更替后将执行更新后的版本。

**2 术语、符号**

**2.1 术语**

2.1.1 机制砂（含加工碎石的尾矿石屑）

以岩石、卵石、矿山废石和尾矿等为原料，经除土处理，用机械破碎、筛分、除土制成,粒径(以下简称粒径)小于4.75mm岩石颗粒 ，其中包括粒径大于等于75μm的颗粒小于75μm的粉体。

2.1.2 天然砂

在自然条件作用下岩石产生破碎、风化、分选、运移、堆沉积,形成的粒径小于4.75mm的岩石颗粒。

注：天然砂包括河砂、湖砂、山砂、净化处理的海砂,但不包括软质、风化的颗粒

2.1.3 混合砂

由天然砂与机制砂按一定比例组合而成的砂；或用河床砂、石经水洗破碎筛分而成的砂。

2.1.4 人工砂

机制砂和混合砂的统称。

2.1.5 人工砂混凝土

以人工砂为主要细骨料配制而成的水泥混凝土。

2.1.6 人工砂砂浆

以人工砂为主要细骨料配制而成的砂浆类产品。

2.1.7 高性能混凝土

以建设工程设计和施工对混凝土性能特定要求为总体目标，选用优质常规原材料，合理掺加外加剂和矿物掺合料,采用较低水胶比并优化配合比,通过绿色预拌生产方式以及严格的施工措施，制成具有优异的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的混凝土

2.1.8 粉体含量

砂中粒径小于75μm的颗粒含量(%)，且其矿物组成和化学成分与被加工母岩相同的颗粒含量。

2.1.9 含泥量

砂中粒径小于75μm的颗粒含量。

2.1.10 泥块含量

砂中原粒径大于1.18mm，经水浸泡洗等处理后小于0.60mm的颗粒含量。

2.1.11 含泥当量

粒径0~4.75mm砂中，亚甲蓝MB测值相当于某一限定指

标的基准粘性土含量(%)。

2.1.12 石粉当量

粒径0~4.75mm砂中，粒径小于75μm的粉体含量(%)减去含泥当量（%）后的百分含量。

2.1.13 亚甲蓝试验

用于判定砂粉体中含泥当量和石粉当量的试验。

2.1.14 细度模数

衡量砂粗细程度的指标。

2.1.15表观密度

砂颗粒单位体积(包括内封闭孔隙)的质量。

2.1.16紧密密度

砂按规定方法颠实后单位体积的质量。

2.1.17堆积密度

砂在自然堆积状态下单位体积的质量。

2.1.18 压碎指标

人工砂抵抗压碎的能力。

2.1.19 坚固性

砂在气候、环境变化或其他外界物理化学因素作用下抵抗破坏能力。

2.1.20 人工砂片状颗粒

人工砂中粒径1.18 mm以上的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。

2.1.21 轻物质

人工砂中表观密度小于2000 kg/m3的物质。

2.1.22 碱骨料反应

人工砂中碱活性矿物与水泥、矿物掺合料、外加剂等混凝土组成物及环境中的碱在潮湿环境下缓慢发生并导致混凝土开裂破坏的膨胀反应。

**2.2 符号**

μf——细度模数。

ρ0——表现密度（kg/m3）。

ρc——紧密密度（kg/m3）。

ρL——堆积密度（kg/m3）。

β1——砂筛析试验时在直径4.75mm筛上的累计筛

余百分率（%）。

β2 —— 砂筛析试验时在直径2.36mm筛上的累计筛

余百分率（%）。

β8——砂中粒径小于75μm（0~75μm粒级组分）的

百分含量，即粉体含量（%）。

ωK——含泥当量（%）。

ωII——基准粘性土含量（%）。

ωIV——基准石灰岩石粉含量（%）。

MB——亚甲蓝试验的MB测值（g/kg）。

MBIV——0~2.36mm粒级砂中0~75μm粒级类似基准石灰石粉的亚甲蓝MB值（g/kg ）。

**3 基本规定**

3.0.1 人工砂生产单位必须按照（GB/T14684-）的规定，进行型式检验（含碱集料反应及氯化物含量检验），并向有关管理部门备案。

3.0.2 人工砂生产单位应向使用单位提供3.0.1条规定的证明材料，按4.0.1分类、规格、适用等级分别分批检验的每批产品质量合格证。

3.0.3 上述证件不齐全或进厂（场）抽检项目不合格的人工砂不得使用。

3.0.4 人工砂生产、运输、存储、使用要有防止粉尘飞扬措施，符合环保规定。

3.0.5 人工砂混凝土应采用强制式搅拌机搅拌。

3.0.6 人工砂混凝的力学性能和耐性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》（GB 50010-）和《混凝结构耐久性设计规范》（GB/T 50476-）的规定。

3.0.7 用于建筑工程的人工砂、人工砂混凝土、人工砂砂浆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。

3.0.8 石灰岩质人工砂混凝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 技术要求**

4.0.1 砂规格、类别、用途

1 规格

粗细程度按细度模数μf分为粗、中、细、特细四级,其细度模数范围应符合下列规定：

粗 砂：μf =3.7~3.1

中 砂：μf =3.0~2.3

细 砂：μf =2.2~1.6

特细砂：μf =1.5~0.7

2 类别

按技术要求分为：特级、I类、II类、III类。

3 用途

特级人工砂宜用于制备强度等级大于等于C80的混凝土；I类人工砂宜用于制备强度等级大于等于 C60~C80 的混凝土；Ⅱ类人工砂宜用于制备强度等级 C30~C55 的混凝土；Ⅲ类人工砂宜用于制备强度等级小于等于 C25的混凝土；制备建筑砂浆和有抗冻、抗渗等特殊要求的混凝土应通过试验确定；制备C80以上混凝土采用I类人工砂应通过试验确定。

4.0.2 砂筛应采用方孔筛。砂的公称粒径、砂筛筛孔的公称直径和方孔筛筛边长应符合表4. 0.2的规定。

表4.0.2 **砂的公称粒径、砂筛筛孔公称直径与方孔筛筛边长尺寸**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 砂公称粒径 | 砂筛筛孔的公称直径 | 方孔筛筛孔边长 |
| 5.00mm | 5.00mm | 4.75mm |
| 2.50mm | 2.50mm | 2.36mm |
| 1.25mm | 1.25mm | 1.18mm |
| 630μm | 630μm | 600μm |
| 315μm | 315μm | 300μm |
| 160μm | 160μm | 150μm |
| 80μm | 80μm | 75μm |

4.0.3 除特细砂外，人工砂的颗粒级配可按直径630μm筛孔的累计筛余量（以质量百分率计下同 ），分成（表4.0.3-1）中的三个级配区，且砂的颗粒级配应处于其中一区内，人工砂级配类别应符合表4.0.3-2。

砂的实际颗粒级配与表 4.0.3 中的累计筛余相比，除公称粒径为5.00mm和630μm的累计筛余外，其余粒径的累计筛余可稍有超出分界线，但总超出量不应大于5%。

表4.0.3-1人工砂级配类别

|  |  |
| --- | --- |
|  累计筛余%级配区  | 方孔筛尺寸 |
| 4.75 mm | 2.36 mm | 1.18 mm | 600 μm | 300 μm | 150 μm |
| 1 | 10~0 | 35~5 | 65~35 | 85~71 | 95~80 | 100~85 |
| 2 | 10~0 | 25~0 | 50~10 | 70~41 | 92~70 | 100~80 |
| 3 | 10~0 | 15~0 | 25~0 | 40~16 | 85~55 | 100~75 |

表4.0.3-2人工砂级配类别对应表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 特级 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 |
| 级配区 | 2区 | 1、2、3区 |

配制混凝土时宜优先选用2区砂。当采用Ⅰ区砂时，应提高砂率，并保持足够的水泥用量，满足混凝土的和易性;当采用Ⅲ区砂时，宜适当降低砂率;当采用特细砂时，应符合相应的规定。

配制泵送混凝土，宜选用中砂。

4.0.4 砂含泥当量、粉体含量控制指标见表4.0.4

表4.0.4 **砂含泥当量、粉体含量控制指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 亚甲蓝值（MB） | 含泥当量 % | 粉体含量 % |
| I类 | MB≤0.5 | ωK≤0.9 | ≤15.0 |
| 0.5＜MB≤1.0 | 0.9＜ωK≤1.9 | ≤10.0 |
| 1.0＜MB≤1.4或快速试验合格 | 1.9＜ωK≤2.7 | ≤5.0 |
| MB＞1.4 或快速试验不合格 | ωK＞2.7 | ≤1.0a |
| II类 | MB≤1.0 | ωK≤1.9 | ≤15.0 |
| 1.0＜MB≤1.4或快速试验合格 | 1.9＜ωK≤2.7 | ≤10.0 |
| MB＞1.4或快速法不合格 | ωK＞2.7 | ≤3.0a |
| III类 | MB≤1.4或快速试验合格 | ωK≤2.7 | ≤15.0 |
| MB＞1.4或快速法不合格 | ωK＞2.7 | ≤5.0a |
| 注:砂浆用人工砂的粉体含量不做限制。 |
| a 根据使用环境和用途,经试验验证,由供需双方协商确定，特级、I类人工砂粉体含量可放宽至不大于3.0%，Ⅱ类人工砂粉体含量可放宽至不大于5.0%，Ⅲ类人工砂粉体含量可放宽至不大于7.0%。 |

4.0.5 有害物质

砂中云母、硫酸盐、轻物质、有机物等有害物含量应符合表4.0.5的规定

**表4.0.5** **有害物质含量**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 |
| 特级 | I类 | II类 | III类 |
| 轻物质（按质量计）% ≤ | 1.0 |
| 云母（按质量计）% ≤ | 1.0 | 2.0 |
| 硫化物和硫酸盐按折算成SO3(按质量计% ) ≤ | 0.5 |
| 有机物含量（用比色法试验） | 合格 |
| 氯化物（以氯离子质量计）% ≤ | 0.01 | 0.02 | 0.06 |

注：有机物含量用比色法试验深于标准色时，应按水泥胶砂强度试验方法进行对比试验，抗压强度比不应低于0.95。因砂有机物含量很少，一般不予考虑。

4.0.6 砂的坚固性采用压碎指标法和坚固性指标法进行试验，坚固性指标法采用硫酸钠溶液法进行试验，压碎指标应符合表4.0.6-2的规定,坚固性指标应符合表4.0.6-1。

表4.0.6-1 **坚固性指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 |
| 特级 | I类 | II类 | III类 |
| 质量损失率 % ≤  | 5 | 8 | 10 |

表4.0.6-2 **压碎指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 |
| 特级 | I类 | II类 | III类 |
| 压碎指标值 % ≤  | 20 | 25 | 30 |

特级人工砂、I类人工砂的片状颗粒含量不应大于10%。

人工砂的表观密度不应小于 2500 kg/m3；松散堆积密度不应小于 1400 kg/m3；空隙率不应大于 44%。

4.0.7 人工砂的放射性应符合（GB 6566-）的规定。

4.0.8 对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构用砂，应采用砂浆棒（快速法）或砂浆长度法进行的碱活性试验。经上述试验判断为潜在危害时，应控制混凝土中的含碱量不超过3kg/m3，或采用能抑制碱—骨料反应的有效措施，当需方提出要求时，应出示膨胀率实测值及碱活性评定结果。

**5 生产质量管理**

**5.1 原材料选用**

5.1.1 机制砂应选择质地坚硬、洁净的料源，当料源为山体时，应避免选用覆盖土层较厚、夹层含泥较多、母岩强度低以及岩石分层成片状等质量差的料源。

5.1.2 宜选择石灰岩、白云岩、花岗岩、凝灰岩、安山岩、石英岩、辉绿岩、砂岩和玄武岩等作为机制砂生产料源，也可选择河道里的卵石、矿山开采的碎石、尾矿作为料源，不宜使用泥岩、页岩、板岩等料源。

5.1.3 料源含泥(土)量较高时，应预先采取除泥(土)工艺。

5.1.4 开采前应对原料进行材料基本性质和工艺性质试验。

5.1.5 用于生产人工砂的母岩抗压强度应符合表5.1.5的规定。

表5.1.5 人工砂母岩抗压强度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指标 | 火成岩1 | 变质岩2 | 沉积岩3 |
| 母岩抗压强度（MPa） | ≥100 | ≥80 | ≥60 |

注:1.常见的火成岩包括:花岗岩、流纹岩、闪长岩、安山岩、辉长岩、玄武岩等。

2.常见的变质岩包括: 石英岩、大理岩、斜长角闪岩、麻粒岩等。

3.常见的沉积岩包括: 砾岩、砂岩、页岩、石灰岩等。

**5.2 生产管理**

5.2.1 设备的选择

1 人工砂加工系统应由给料设备、破碎设备、筛分设备、除尘设备和输送设备组成。

2 设备选择和规格确定，应考虑原料的物理性质、破碎产品规格、设计处理量、维护和使用成本等因素。

3 常用的破碎设备：

a 颚式破碎机和旋回式破碎机宜作为粗破碎机型，适用于破碎硬度大或中硬的原料，不适宜破碎潮湿和粘性矿石；

b 反击式破碎机宜作为粗、中、细碎机型，破碎比大，适用于中硬及以下的原料；

c 圆锥式破碎机宜作为中、细碎机型，适用于破碎硬度大或中硬的原料；

d 立式冲击破碎机出料细料多，针片状少，直用于机制石的整形和机制砂的生产。

5.2.2 加工工艺流程

人工砂的加工工艺分为干法和湿法两类：

1 干法加工宜按图5.2.2-1所列工艺流程布置。



2 湿法加工宜按图5.2.2-2所列工艺流程布置。



**5.3 质量控制**

5.3.1应建立质量检验实验室，设置专职质检人员，配备检测设备。主要检测设备应包括:鼓风干燥箱、天平、压力试验机、砂石方孔筛、振筛机与片状规准仪、集料坚固性试验装置、氯离子含量快速测定仪、细集料亚甲蓝试验搅拌装置。

5.3.2 应建立人工砂产品质量管理制度，对产品质量文件进行存档。

5.3.3 人工砂应根据《建设用砂》（GB/T 14684-）的要求，分别进行出厂检验和年度型式检验并按标准要求出具产品合格证。

**6 试验方法**

**6.1 取样与缩分**

6.1.1 取样方法

1 在料堆上取样时，取样部位应均匀分布。取样前先将取样部位表层铲除，然后从不同部位抽取大致等量的砂8份，混合搅拌均匀组成一组样品。

2 从皮带运输机上取样时,应全断面定时随机抽取大致等量的砂4份，组成一组样品

3 从火车汽车货船上取样时,从不同部位和深度随机抽取大致等量的8份，组成一组样品。

6.1.2 取样数量

6.1.2 **单项试验取样数量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 试验项目 | 最少取样数量kg |
| 1 | 颗粒级配 | 4.4 |
| 2 | 粉体含量和亚甲蓝试验 | 6.0 |
| 3 | 泥块含量 | 20.0 |
| 4 | 含泥量 | 4.4 |
| 5 | 云母含量 | 0.6 |
| 6 | 硫化物与硫酸盐含量 | 0.6 |
| 7 | 有机物含量 | 2.0 |
| 8 | 氯化物含量 | 4.4 |
| 9 | 坚固性 | 8.0 |
| 10 | 压碎指标 | 20.0 |
| 11 | 片状颗粒含量 | 4.4 |
| 12 | 表观密度 | 2.6 |
| 13 | 堆积密度与空隙率 | 5.0 |
| 14 | 碱集料反应 | 20.0 |

单项试验的最少取样数量应符合表6.1.2的规定。做几项试验时，如确能保证试样经一项试验后不致影响另一项试验的结果，可用同一试样进行几项不同的试验。

6.1.3 试样缩分

1 分料器法：将样品在潮湿状态下拌和均匀，然后将其通过分料器，取接料斗中的其中一份再次通过分料器。重复上述过程，直到把样品缩分到试验所需量为止。

2 人工四分法：将所取样品置于平板上，在潮湿状态下拌和均匀，并堆成厚度约为20mm的圆饼。然后沿互相垂直的两条直径把圆饼分成大致相等的四份，取其中对角线的两份重新拌匀，再堆成圆饼。重复上述过程，直到把样品分到试验所需量为止。

3 堆积密度、人工砂坚固性试验所用试样可不经缩分,在拌匀后直接进行试验。

**6.2砂的筛分析试验**

6.2.1 本方法适用于测定普通混凝土用砂的颗粒级配及细度模数。

6.2.2 筛分析试验应采用下列仪器设备：

1 试验筛——规格为0.150mm、0.30mm、0.60mm、1.18mm、2.36mm、4.75mm及9.50mm的方孔筛各一只，以及筛的底盘和盖各一只，筛框直径为300mm或200mm。其产品质量要求应符合现行国家标准《金属丝编织网试验筛》（GB/T6003.1）和《金属穿孔板试验筛》（GB/T6003.2）的要求；

2 天平——称量1000g，感量1g；

3 摇筛机；

4 烘箱——温度控制范围为：（105±5）℃；

5 浅盘和硬、软毛刷等。

6.2.3 试样制备应符合下列规定：

用于筛分的试样，其颗粒的粒径应不大于9.50mm。试验前应先将来样通过直径9.50mm的方孔筛，并算出筛余百分率。称取经缩分的样品不少于550g的试样两份，分别装入两个浅盘，在（105±5）℃的温度下烘干到恒重。冷却至室温备用。

注：恒重是指在相邻两次称量间隔时间不小于3h的情况下，前后

两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度（下同）。

6.2.4 筛分析试验应按下列步骤进行：

1 准确称取烘干试样500g，置于按筛孔大小（大孔在上、小孔在下）顺序排列的套筛的最上一只筛（直径为4.75mm的方孔筛）上；将套筛装入摇筛机内固紧，筛分10min；然后取出套筛，再按筛孔由大到小的顺序，在清洁的浅盘上逐个进行手筛，直至每分钟的筛出量不超过试样总量的0.1%时为止；通过的颗粒并入下一只筛，并和下一只筛中试样一起过筛，按这样顺序依次进行，直至所有的筛全部筛完为止。

注：1.当试样含泥量超过5%时，应先将试样水洗，然后烘干至恒重，再进行筛分。

 2.无摇筛机时，可改用手筛。

2 试样在各只筛上的筛余量均不得超过（6.2.4-1）式的量：

mr= （6.2.4-1）

式中 mr——在某一筛上的剩留量（g）；

 ***d***——筛孔边长（mm）；

 A——筛的面积（mm2）。

否则应该将该筛的筛余试样分成两份或数份，再次进行筛分，并以其筛余量之和作为筛余量。

3 称取各筛筛余试样的质量（精确至1 g），所有各筛的分计筛余量和底盘中的剩余量之和与筛分前的试样总量相比，相差不得超过1%。

6.2.5 筛分析试验结果应按下列步骤计算：

1 计算分计筛余（各筛的筛余量除以试样总量的百分率）精确至0.1%；

2 计算累计筛余（该筛的分计筛余与大于该筛的各筛上的分计筛余之和），精确至0.1%；

3 根据各筛两次试验累计筛余的平均值，评定该试样的颗粒级配分布情况，精确至1%；

**4**  砂的细度模数应按下式(6.2.4-2)计算，精确至0.01；

 （6.2.4-2）

式中 *μf*——砂的细度模数；

 *β1、β2、β3、β4、β5、β6* ——分别为直径4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.60mm、0.30mm、0.150mm方孔筛上的累计筛余；

**5** 以两次试验结果的算术平均值为测定值，精确至0.1。当两次试验所得的细度模数之差大于0.20时，应重新取试样进行试验。

**6.3 砂的粉体含量试验（水筛法）**

6.3.1 本方法适用于测定粗砂、中砂和细砂中的粉体含量。

6.3.2 粉体含量试验应采用下列仪器设备：

1 天平——称量1000g，感量1g；

2 烘箱——温度控制范围为：（105±5）℃；

3 试验筛——筛孔直径为75μm及1.18mm的方孔筛各一个；

4 洗砂用的容器及烘干用的浅盘等。

6.3.3 试样制备应符合下列规定：

样品缩分至约1100 g，置于温度为（105±5）℃的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，立即称取各为400g（m0）的试样两份备用。

6.3.4 粉体含量试验应按下列步骤进行：

1 取烘干的试样一份置于容器中，并注入饮用水，使水面高出砂面约150mm充分拌匀后，浸泡2h，然后，用手在水中淘洗试样，使尘屑、淤泥和粘土与砂粒分离，并使之悬浮或溶于水中。缓湲地将浑浊液倒入直径为1.18mm、75μm的方孔套筛（1.18mm 筛放置于上面）上，滤去小于粒径75μm的颗粒。试验前筛子的两面先用水润湿，在整个试验过程中应避免砂粒丢失；

2 再次加水于容器中，重复上述过程，直到筒内洗出的水清澈为止；

3 用水淋洗剩留在筛上的细粒，并将75μm筛放在水中（使水面高出筛中砂粒的表面）来回摇动，以充分洗除小于75μm的颗粒，然后将两只筛上剩留的颗粒和容器中已经洗净的试样一并装入浅盘，置于温度为105±5℃的烘箱中烘干至恒重。取出来冷却至室温后，称试样的质量（m1）。

6.3.5 砂的粉体含量应按下式（6.3.5-1）计算，精确至0.1%：

 （6.3.5-1）

式中 *w*c ——砂的粉体含量（%）；

m0——试验前的烘干试样质量（g）；

m1——试验后的烘干试样质量（g）。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值，两次结果之差值大于0.5%时，应重新取样进行试验。

**6.4 砂的泥块含量试验**

6.4.1 本方法适用于测定砂的泥块含量。

6.4.2 砂的泥块含量试验应采用下列仪器设备：

1 天平——称量1000 g，感量1 g；称量5000 g，感量5g；

2 烘箱——温度控制范围为：(105±5)℃；

3 试验筛——筛孔直径为0.60mm及1.18mm的方孔筛各一只；

4 洗砂用的容器及烘干用的浅盘等。

6.4.3 试样制备应符合下列规定：

将样品在潮湿状态下用四分法缩分至约5000 g，置于温度为(105±5)℃的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，用直径1.18mm方孔筛筛分，取筛上的砂不少于400 g分为两份备用。

6.4.4 泥块含量试验应按下列步骤进行：

1 称取试样约200 g（m1）置于容器中，并注入饮用水，使水面高出砂面约150mm。充分拌匀后，浸泡24h，然后用手在水中碾碎泥块，再把试样放在公称直径0.60mm的方孔筛上，用水淘洗，直至水清澈为止。

2 保留下来的试样应小心地从筛里取出，装入水平浅盘后，置于温度为（105±5）℃烘箱中烘干至恒重，冷却后称量（m2）。

6.4.5 砂的泥块含量应按下式（6.4.5-1）计算，精确至0.1%：

 （6.4.5-1）

式中 *w*C，L——泥块含量（%）；

 *m1*——试验前的干燥试样质量（g）；

*m2*——试验后的干燥试样质量（g）。

取两次试样试验结果的算术平均值作为测定值。

**6.5 含泥当量测算**

6.5.1 试验仪器设备：

1 烘箱——温度控制范围为：（105±5）℃；

2 天平——称量1000g，感量1g；称量100g，感量0.01g；

3 试验筛——筛孔直径为75μm及1.18mm的方孔筛各一只；

4 容器——要求淘洗试样时，保持试样不溅出（深度大于250mm）；

5 医用注射器——5mL、10mL（精度1mL）各一个；

6 三片或四片式叶轮搅拌器——转速可调（最高达600±60r/min）,直径（75±10）mm；

7 定时装置——精度1s；

8 玻璃容量瓶——容量1L；

9 温度计——精度1℃；

10 玻璃棒——2支，直径8mm，长300mm；

11 滤纸——快速；

12 搪瓷盘、毛刷、容量为1000mL的烧杯等。

6.5.2 试验环境，试验室的温度应保持在15℃~25℃。

6.5.3 亚甲蓝溶液的配制按下述方法：

将亚甲蓝（C16H18CLN3S·3H2O）粉末在（100±5）℃下烘干至恒重，称取烘干亚甲蓝粉末10g，精确至0.01g，倒入盛有约600mL蒸馏水（水温加热至35℃～40℃）的烧杯中，用玻璃棒持续搅拌40min，直至亚甲蓝粉末完全溶解，冷却至20℃。将溶液倒入2L容量瓶中，用蒸馏水淋洗烧杯等，使所有亚甲蓝溶液全部移入容量瓶，容量瓶和溶液的温度应保持在（20±1）℃，加蒸馏水至容量瓶1L刻度。振荡容量瓶以保证亚甲蓝粉末完全溶解。将容量瓶中溶液移入深色储藏瓶中，标明制备日期，失效日期（亚甲蓝溶液保质期应不超过28d），并置于阴暗处保存。

6.5.4 亚甲蓝MB值测定（生产用砂抽样）

1 称取缩分试样1000g两份，放在烘箱中于（105±5）℃下，烘干至恒重，冷却至室温后，一份进行筛分和粉体含量试验，求出粒径小于2.36mm颗粒含量和粉体含量；另一份筛除粒径大于2.36mm颗粒为砂试样，分两次进行亚甲蓝试验。

2 称取砂试样200g，精确至0.1g，倒入盛有（500±1）mL蒸馏水的烧杯中，用叶轮搅拌机以（600±60）r/min转速搅拌5min，形成悬浮液，然后以（400±40）r/min持续搅拌，并确保砂样在搅拌中不沉积，直至试验结束。

3 预计亚甲蓝溶液耗量大于10mL时， 悬浮液中加入5mL亚甲蓝溶液，1min后，用玻璃棒蘸取一滴悬浮液（所沾蘸取的悬浮液应使沉淀物直径在8~12mm内），滴于滤纸（置于烧杯或其它合适的支撑物上，以使滤纸表面不与任何固体或液体接触）上。若沉淀物周围未出现色晕，再加入5mL亚甲蓝溶液，继续搅拌1min，再用玻璃棒蘸取一滴悬浮液滴于滤纸上，若沉淀物周围仍未出现色晕，重复上述步骤，直至沉淀物周围出现约1mm稳定浅蓝色色晕。此时不再加亚甲蓝溶液，每隔1 min进行一次蘸染试验，记录色晕能够重复出的次数。若色晕在4min内消失（指蘸染滴沉淀物周围又不出现色晕），再加2mL亚甲蓝溶液，若色晕至第5min消失，再滴1mL溶液，继续搅拌和蘸染试验，直至色晕在最后加溶液的第五次蘸染试验仍能出现为终点。

预计亚甲蓝溶液耗量小于等于10mL时，开始加亚甲蓝溶液的量为2mL，出现辐射状浅蓝色色晕为判定依据。

4 记录第五次蘸染试验仍能出现色晕时所加入的亚甲蓝溶液总体积，精确至1mL。

5 亚甲蓝MB值按下式（6.5.4-1）计算

 （6.5.4-1）

式中 MB —— 亚甲蓝值（g/kg），表示每千克0~2.36mm粒级砂试样所消耗的亚甲蓝克数，精确至0.05 g/kg；

 G —— 砂试样质量200g；

 V —— 所加入的亚甲蓝溶液的总量，mL；

10 ——是将每千克砂试样消耗的亚甲蓝溶液体积换算成亚甲蓝质量的换算系数。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值，精确至0.1g/kg，计算亚甲蓝MB值两次测值差大于0.2g/kg时作废，应重测。

6.5.5 含泥当量的计算

1、不考虑石粉含量的含泥当量ωk按下式（6.5.5-1）计算，精确至0.5%

 （6.5.5-1）

式中 MB——0~2.36mm粒级砂试样的亚甲蓝测值(g/kg)；

 0.05——为200g 75μm~2.36mm粒级基准砂样的亚甲蓝测值（g/kg）；

 0.426——为200g 75μm~2.36mm粒级基准砂中基准粘性土取代百分率为x、亚甲蓝MB测值为y的线性回归系数；

β2 ——0~4.75mm粒级砂中粒径2.36mm筛上的累计筛余率（%）。

1. 考虑石粉含量影响的含泥当量ωk按下式（6.5.5-2）计算，精确至0.5%

 （6.5.5-2）

*w*Ⅱ——0~2.36mm粒级砂试样中的基准粘性土含量（%）；

*w*Ⅳ——0~2.36mm粒级砂试样中的基准石粉含量（%）；

0.0105——0~2.36mm粒级基准砂中的基准石粉含量与亚甲蓝测值的回归方程的回归系数（斜率）；

6.5.6 为提高低含泥量砂试样亚甲蓝MB值判定时色晕的清淅度及测试精度，也可在0~2.36mm粒级原砂样中另加一定量已知MB＇值的粉体，拌均后测提高含泥量的MB＂值。MB＂减去MB＇即得原砂样的MB值。

6.5.7 对于含泥当量大到MB值等于大于1.0（g/kg）的石屑砂或混合砂，烘干砂试验样注入500ml水中后应浸泡4h再进行加亚甲蓝溶液试验。

**6.6 其他试验项目**

人工砂的吸水率、表观密度、堆积密度、紧密密度、含水率、有机物含量、坚固性、压碎指标、片状颗粒含量、云母含量、轻物质含量、硫酸盐及硫化物含量、氯离子含量、碱活性试验方法GB/T 14684-2022《建设用砂》标准试验方法中的规定进行试验。

**7 检验规则**

7.0.1 人工砂的质量检验应按标准规定进行出厂检验、进场复验和型式检验。

7.0.2 人工砂出厂检验、进场复验项目应包括:颗粒级配（含细度模数）、细度模数、粉体含量、亚甲蓝 MB 值、泥块含量、坚固性、压碎指标、表观密度、堆积密度和紧密密度。特级和Ⅰ类人工砂还应包括片状含量。

7.0.3 型式检验项目为本规程第四章所规定的所有技术要求，碱骨料反应根据需要进行。有下列情况之一时，应进行型式检验：

1 新产品投产和旧产品转产时；

2 原料资源或生产工艺发生变化时；

3 正常生产时，每年进行一次；

4 长期停产后恢复生产的；

5 出厂检验、进厂检验结果与型式检验有较大差异时；

6 国家质量监督机构要求检验时。

7.0.4 按同分类、规格、日产量组批检验。

生产单位日产量≥2000t,每600t或400m³为一批,不足600t或400m³ 亦为一批;日产量<2000t时,按 300t 或200m³为一批,不足 300t或200m³亦为一批。

进厂（场）复验

1逐车进行外观目测，发现异常单项抽检，判定收退。

2进厂（场）检验，按7.0.4分批检验，检验项目同出厂检验；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。

7.0.5 人工砂检验结果的判定应符合下列规定：

1 检验结果均符合本规程第四章所规定的技术要求，可判为该批产品合格;

2 若检验结果有一项指标不符合本规程第四章所规定的技术要求，则应从同一批次产品中加倍取样，对该项进行复检。复检后,若检验结果符合本规程第四章所规定的技术要求，可判该产品合格，否则应判为不合格。

3 若检验结果有两项及以上不符合本规程第四章所规定的技术要求，应判该批次产品不合格。

4 若判定该批次产品不合格，应通过组织行业专家进行系统性论证，编制专项技术方案，方可继续使用。

7.0.6 人工砂检测统计表见附录C。

**8 标志、储存运输**

8.0.1 人工砂出厂时，供需双方协议供货，生产厂应提供产品质量合格证书，其内容包括：

1 人工砂类别、规格和生产厂名；

2 批量编号及供货数量；

3 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。

8.0.2 人工砂应按分类、规格、类别分别堆放和运输，防止人为碾压、混入杂物。

8.0.3 运输时，应认真清扫车辆等运输设备并采取措施防止杂物混入和粉尘飞扬。

8.0.4 进厂（场）后按类别分别堆放，特级砂和I类砂生产、运输、储存、使用要与其它砂严格分开，不得发生混杂现象。

8.0.5 人工砂堆放场地应硬化地面并采取有效的排水措施，应搭建防雨棚。

**9 混凝土、砂浆配合比设计**

9.0.1 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。

9.0.2 配制混凝土的砂率，应根据砂的细度模数、粉体含量、混凝土所选取的水灰比及其他材料情况与用量经试验确定。与相同情况天然河砂配制的混凝土相比，宜增大砂率1%~2%。

9.0.3 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。

9.0.4 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。（新增）

9.0.5 预拌泵送混凝土用碎石时配合比参数可参照本规程附录A选用。

9.0.6 人工砂砂浆的配合比设计应按现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》（JGJ/T 223-）、《砌筑砂浆配合比设计规程》（JGJ98-）执行。

**10 混凝土、砂浆施工和验收**

**10.1 施工**

10.1.1 人工砂混凝土搅拌、运输、浇筑、养护等施工要求与天然河砂混凝土施工相同。

10.1.2 人工砂混凝土应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-）、《预拌混凝土》（GB/T 14902-）和《预拌混凝土生产和施工规程》（DBJ/T220-）有关混凝土施工规定执行。

10.1.3 人工砂砂浆的制备应按国家现行标准《预拌砂浆》（GB/T 25181-）和《预拌砂浆应用技术规程》（JGJ/T 223-） 等有关标准执行。10.1.4 人工砂砂浆的施工应按现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》（JGJ/T 223-）执行。

**10.2 验收**

10.2.1 人工砂混凝土的质量检验规则应按现行国家标准《预拌混凝土》（GB/T 14902-）、《混凝土强度检验评定标准》（GB107-）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-）的要求执行。

10.2.2 人工砂混凝土的拌合物性能和硬化后性能检验应按现行国家标准《混凝土质量控制标准》（GB 50164-）、《混凝土耐久性检验评定标准》（JGJ/T 193-） 执行。

10.2.3 人工砂砂浆的施工质量应按现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》（JGJ/T 223-） 执行。

10.2.4 当人工砂砂浆用于建筑砌体结构时，其施工质量还应按现行国家标准《砌体结构设计规范》（GB 50003-） 和《砌体工程施工质量验收规范》（GB 50203-） 执行。

**附录A 泵送混凝土用碎石时配合比参数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 石子粒径mm | 塌落度mm | 用水量kg/m3 | 水胶比 |
| ＞0.7 | 0.65～0.70 | 0.60～0.64 | 0.55～0.59 | 0.50～0.54 | 0.45～0.49 | 0.40～0.44 | 0.37～0.39 | 0.33～0.36 | 0.30～0.32 | ＜0.30 |
| 砂率% |
| 5～31.5 | 190±30 | m | 196 | 193 | 191 | 189 | 188 | 187 | 185 | 183 | 180 | 177 | 174 |
| βs | 47.3 | 45.5 | 44.0 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0 | 37.0 | 36.0 |
| 130±30 | m | 190 | 187 | 185 | 183 | 182 | 181 | 179 | 177 | 174 | 171 | 168 |
| βs | 46.5 | 44.5 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0 | 37.0 | 36.0 | 35.0 |
| 5～25 | 190±30 | m | 201 | 198 | 196 | 194 | 193 | 192 | 190 | 188 | 185 | 182 | 179 |
| βs | 48.5 | 46.5 | 45.0 | 44.0 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0 | 37.0 |
| 130±30 | m | 195 | 192 | 190 | 188 | 187 | 186 | 184 | 182 | 179 | 176 | 173 |
| βs | 47.5 | 45.5 | 44.0 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0 | 37.0 | 36.0 |
| 5～20 | 190±30 | m | 206 | 203 | 201 | 199 | 198 | 197 | 196 | 194 | 191 | 188 | 185 |
| βs | 49.5 | 47.5 | 46.0 | 45.0 | 44.0 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0 |
| 130±30 | m | 200 | 197 | 195 | 193 | 192 | 191 | 190 | 188 | 185 | 182 | 179 |
| βs | 48.5 | 46.5 | 45.0 | 44.0 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0 | 37.0 |

注：1、砂为直径4.75mm筛余量不大于2%的中砂。

2、所需坍落度用减水剂调整；

3、水胶比为（水泥+掺合料）与用水量之比；

4、βs——为砂率（%），含粉量大的机制砂宜减小1%，含粉量小的石屑砂宜增大1~2%；

5、mw为每立方米混凝土用水量（kg）。

**附录B 人工砂测定类别方法（指导性实例）**

含泥当量计算实例

B.0.1 已知条件，水筛法（标准法）测得0~4.75mm粒级人工砂中的粉体含量

β8=12%，砂筛析试验测得的0~4.75mm粒级人工砂在方孔筛边长2.36mm筛上的累计筛余β2=10%，测得0~2.36mm粒级砂样的亚甲蓝MB=0.7 g/kg 。

B.0.2 按图1查算的含泥当量，从图1中目测MB=0.7 g/kg对应的粘性土含量约1.5%，不考虑石粉含量影响。

B.0.3 不考虑石粉含量影响按回归式（B.0.3-1）计算含泥当量。

（B.0.3-1）

B.0.4 考虑砂中石粉含量影响，按散布图B取值计算含泥当量。

图1中石粉含量10%~12%处的对应的亚甲蓝MBⅣ约为0.16g/kg。

（B.0.4-1）

B.0.5 考虑砂中石粉含量影响，按回归式计算含泥当量。

 （B.0.5-1）

 （B.0.5-2）

 （B.0.5-3）

 （B.0.5-4）

代入

（B.0.5-1）



图1 人工砂类别与MB、β8‘值对应图

图中：1 纵坐标：0~2.36㎜粒级人工砂的MB测值g/kg；

2 横坐标：0~2.36㎜粒级人工砂的β8‘粉体含量%；

3 MB=0.05+0.426ωII ：0~2.36㎜粒级人工砂ωII 基准粘性土含量%与亚甲蓝MB测值的回归方程；

4 MBIV =0.05+0.0105ωIV ：0~2.36㎜粒级人工砂ωIV 基准石粉含量%与亚甲蓝MB测值的回归方程；

5 I、II、III人工砂按类别在0~2.36㎜粒级人工砂中的MB值与β8‘粉体含量的控制范围。

6 图中黑点为四个测试单位基准石粉样的MB值。

7 叉为四个测试单位基准石粉样的五次测值的平均数。

**附录C 人工砂检验报告**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 委托单位 |  | 样品编号 |  |
| 工程名称 |  | 代表数量 |  |
| 样品产地、名称 |  |  | 收样日期 | 年 月 日 |
| 检验条件 |  |  | 检验日期 | 年 月 日 |
| 检验依据 |  |  | 报告日期 | 年 月 日 |
| 检验项目 | 检验结果 | 附记 | 检验项目 | 检验结果 | 附记 |
| 表观密度（kg/m3） |  |  | 有机物含量（比色法） |  |  |
| 堆积密度（kg/m3） |  |  | 云母含量（%） |  |  |
| 紧密密度（kg/m3） |  |  | 轻物质含量（%） |  |  |
| 粉体含量（%） |  |  | 硫酸盐和硫化物含量（%） |  |  |
| 泥块含量（%） |  |  | MB值（g/kg） |  |  |
| 氯离子按量（%） |  |  | 含泥当量（%） |  |  |
| 含水率（%） |  |  | 压碎指标（%） |  |  |
| 吸水率（%） |  |  | 碱活性 |  |  |
| 颗粒级配 | 检测结果 |
| 公称粒径（mm） | 10.00mm | 5.00mm | 2.50mm | 1.25mm | 630μm | 315μm | 160μm | 细度模数 |
| 砂级颗配粒区 | Ⅰ区 | 0 | 10～0 | 35～5 | 65～35 | 85～71 | 95～80 | 100～85 |  |
| Ⅱ区 | 0 | 10～0 | 25～0 | 50～10 | 70～41 | 92～70 | 100～80 |  |
| Ⅲ区 | 0 | 10～0 | 15～0 | 25～0 | 40～16 | 85～55 | 100～75 |  |
| 实测累计筛余（%） |  |  |  |  |  |  |  | 级配区属区砂 |
| 结论 |  | 备注 |  |

技术负责人： 校核： 检验： 检测单位：（盖章）

**规程用语说明**

1 执行条文时，要求严格程度的用语，说明如下：

1） 表示很严格，非这样不可的用词；

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语：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3） 表示稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用语：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”

2 文中指明应按其它有关标准、规范的规定执行的字法为：“应符合……规定（或要求）”或“应按……执行”。

**引用标准**

《建设用砂》GB T 14684-2022

《机制砂石生产技术规程》JC/T 2299-2014

《高性能混凝土用骨料》JG/T568-2019

《建设用砂》GB T 14684-2011

《建设用砂》GB T 14684-2001

《通用硅酸盐水泥》GB 175-2007

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB T 50080-2016

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB T 50080-2002

《人工砂混凝土应用技术规范》JGJT 241-2011

《混凝土质量控制标准》GB 50164-2011

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB T 1346-2011

**山西省工程建设地方标准**

**人工砂生产应用技术规程**

DBJ04-XXX－20XX

**条文说明**

**目 录**

[1 总 则](#_Toc4126) 42

[2 术语、符号 4](#_Toc682)3

[3 基本规定 4](#_Toc10737)4

[4 技术要求 4](#_Toc24495)5

[5 生产质量管理](#_Toc22419) 46

[6 试验方法 47](#_Toc1978)

[7 检验规则](#_Toc13028) 50

[8 标志、储存运输](#_Toc1602) 51

[9 混凝土、砂浆配合比设计 5](#_Toc17676)2

[附录A 泵送混凝土用碎石时配合比参数 5](#_Toc8296)3

[附录B 人工砂测定类别方法（指导性实例） 5](#_Toc25473)4

**Contents**

[1 General Provisions](#_Toc4126) 42

[2 Terms、Symbols 4](#_Toc682)3

[3 Basic Provision 4](#_Toc10737)4

[4 Technical Requirements 4](#_Toc24495)5

[5 Production Quality Control](#_Toc22419) 46

[6 Test Method 47](#_Toc1978)

[7 Test Rule 5](#_Toc13028)0

[8 Mark、Store and Transport](#_Toc1602) 51

[9 Mix Ratio Design of Concrete and Mortar 52](#_Toc17676)

[AppendixA Mix Ratio Parameters for Pumping](#_Toc8296)

[Gravel for Concrete 5](#_Toc8296)3

[AppendixB Classification method for determination](#_Toc25473)

[of artificial sand (Instructive example) 54](#_Toc25473)

**1 总 则**

* + 1. 国家标准《建筑用砂》GB/T14684-2022、《普通混凝土用砂、石质量标准检验方法》JGJ52-2006，为人工砂的生产应用提供了理论基础和实施依据。为解决山西省长治、晋中、阳泉、太原等无天然砂源和缺天然砂地区供砂的问题，实现可持续发展的战略方针，由组织本地区兄弟企业开发应用机制砂、尾矿砂、混合砂到跨地区组成“生产、科研、应用”单位参加的人工砂开发应用研究组，深入试验研究，总结了生产和应用经验。本规程编制的目的是为了规范人工砂生产，合理使用保证工程质量。
		2. 人工砂已成功地用于建筑、水工、电力、煤炭、公路、铁道工程，各行业对人工砂的生产应用有专门的规定，本规程的适用范围是用于建筑工程中的水泥混凝土砌筑砂浆及其制品。
		3. 生产使用人工砂，会涉及到设计、施工、验收以及其他原材料等很多方面，还有相关专业交叉，所以除本规程规定应执行外，尚应符合国家和行业现行相关标准规范及地方标准的规定。

**2 术语、符号**

2.1.1～2.1.3 GB/T14684-2022将人工砂分为机制砂和混合砂，JGJ52-2006将机制砂定为人工砂和混合砂并列。应用较早的是将河床砂、石包括泥土杂质一道筛分砂、块石，再将块石破碎分离的尾矿石屑与砂再混合水洗成的混合砂；对加工碎石的尾矿砂（或称石屑石粉），再度加工利用的量也较大，将前者明确为混合砂，后者明确机制砂。

机制砂与混合砂都是经人工加工的砂，统称人工砂概念明确称述方便。

2.1.4～2.1.6 GB/T14684-2022、JGJ52-2006的亚甲蓝MB值试验，判定标准只是定性检测判定人工砂中的粉体主要是泥土或主要是石粉，指标限值未能有效控制有害组分含泥量而是限制了有益组分石粉含量，研究细化了天然砂含泥量和人工砂石粉含量的内涵，引进砂粉体含量，含泥当量和石粉当量，依据补充完善的亚甲蓝试验实现了定量测定人工砂中的含泥当量和石粉当量，进行有效控制。

**3 基本规定**

3.0.5 人工砂细粒材料，干法生产者粉尘极易飞扬，运输中易抛撒、漏落；湿加工含水量大的会渗流泥浆污染环境。必须采用措施符合环保要求。如干法生产中出料口喷洒适量水分和进厂堆料时喷洒适量水分即可避免粉尘飞扬和砂离析。

**4 技术要求**

4.0.1 引自GB/T14684-20022的规定。

4.0.2 现行标准规程对筛孔尺寸单位标称规定不统一，JGJ52-2006明确规定采用方孔筛，列出砂的公称粒径，砂筛筛孔公称直径标称与方孔筛边长尺寸对照表，并统一了各筛的单位标称。为使操作人员尽快熟悉掌握，按原表引用。

4.0.3 人工砂生产应用中，粗砂、中砂技术经济指标好，特殊要求时也会生产应用细砂。本规程引用了JGJ52-2006.1.2.3颗粒级配区的有关规定。

4.0.4 人工砂粉体含量控制指标，按照《砂含泥当量和石粉当量测算应用》研究成果制定的。通过对不同混凝土强度等级分类控制含泥当量、MB值和粉体含量，有效控制有害的泥土组分，利用有益的石粉当量。

表4.0.4中含泥当量、粉体含量指0～4.75mm粒级砂中的含量，MB为0～2.36mm粒级砂中的测值，因用MB值计算含泥当量，受孔径2.36mm筛上的累计筛余β2影响，取值不完全对应，为操作方便和严控泥土含量，采用双控。

人工砂中的泥块含量，只有当天然砂与机制砂，按比例掺用时，由天然砂带入真正有害的泥块，干固后沾附力强筛析中不易分散；机制砂沾附的粉体和结块，含泥当量合格时，干固后沾附力弱，筛析中容易分散和破碎，使泥块含量降低，故按JGJ52-2006砂中控制指标约60%取值。

4.0.5～4.0.6 是人工砂型式检验的项目，引自JGJ52-2006的规定。

**5 生产质量管理**

基本与JC/T 2299-2014规定相同，从原材料选用、生产管理和质量控制全流程进行生产管理，控制人工砂质量。

**6 试验方法**

6.1 取样及试样处理为日常工作，往往被人忽视，不按规定操作，本规程按JGJ52-2006规定引用，便于操作人员熟悉规范操作。

6.2 砂的筛分析试验、5.4砂的泥块含量试验、5.6人工砂压碎指标试验方法引用JGJ52-2006规定。

6.3 砂的粉体含量试验、引用JGJ52-2006规定的砂含泥量试验（标准法）。

6.5 含泥当量测算，系在原亚甲蓝MB值法经补充修定的砂含泥当量测定法。

《砂含泥当量和石粉当量测试应用》研究补充修定了亚甲蓝MB值法。亚甲蓝对矿物颗粒的吸附为物理吸附，对石灰岩、花岗岩等制砂矿岩石粉和粉煤灰、矿粉等工业副产物粉体吸附量极微，而含泥量即次生粘土矿物吸附性极敏感，对研究中选定指标的粘土、粘性土、粉土试样烘干磨细，全部通过孔径80μm的基准土粉体的吸附存在着明显的差异，（见下表）当与用色泽均匀纯净石灰岩碎石破碎制成粒径2.36mm～75μm粒径的基准砂，按不同比例掺混测试MB值。按GB/T14684-2022规定的亚甲蓝MB=1.4g/kg的判定值、粘土含量为1.7%、粘性土含量为3.1%、粉质粘土含量12.1%。用色泽均匀纯净石灰岩碎石磨细过直径75μm筛的粉体与基准砂掺量20%以下MB<0.2g/kg。对用石灰岩块石、碎石除土制成的机制砂、粉体含量15%以下，亚甲蓝MB ＜0.5g/kg。当MB ＜0.5g/kg后，随着MB值的降低，由于泥土含量、粉体含量的减少蘸染试验中，沉淀范围内与外渗色晕的顔色逐渐接近成辐射状浅色渗迹，不能形成1mm宽的色晕。给观察判定增加难度，需熟练操作判定。终点时亚甲蓝加量间隔也应减小。所以对现行国标原定检验方法进行了修定，并将MB值对应于选定的基准粘性土在粒径4.75mm～0粒级砂中的含量确定为含泥当量。式（5.5.5）是根据多家研究验证测试汇总的回归计算式。

基准粘土样、砂样、石粉样的测试指标见下表。

**基准粘土样、砂样、石粉样的测试指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 品种 | 分级指标 | 化学组份含量% |
| 液限 | 塑限 | 塑性指标 | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | K2O | Na2O | SO3 | Loss | Sum |
| 黏土 | 42.2～43.9 | 23.1～23.8 | 19.1～20.1 | 54.50 | 17.14 | 6.84 | 3.82 | 2.59 | 2.55\* | 0.05\* | 11.69 | 97.88 |
| 亚黏土 | 29.8～34.4 | 18.0～19.8 | 11.8～14.6 | 60.18 | 12.82 | 4.90 | 7.00 | 1.67 | 2.44\* | 0.03\* | 9.74 | 97.53 |
| 粉质黏土 | 22.7～23.5 | 15.9～16.1 | 6.8～7.4 | 66.18 | 10.92 | 3.60 | 6.88 | 1.64 | 2.87\* | 0.02\* | 6.94 | 97.59 |
| 基准机砂 | ... | ... | ... | 2.56 | 0.77 | 0.30 | 50.56 | 1.22 | ... | ... | ... | ... | 56.60 |
| 基准石粉 | ... | ... | ... | 2.32 | 0.48 | 0.20 | 51.82 | 1.90 | ... | ... | ... | ... | 59.92 |

**四个单位分别用各自的仪器、亚甲蓝溶液对基准样测的MB值**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品名称 | 测试单位及基准砂样 | 砂用量g | 200 | 198 | 194 | 190 | 186 | 180 | 170 | 160 |
| 基准土（粉）量g | 0 | 2 | 6 | 10 | 14 | 20 | 30 | 40 |
| 百分含量% | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 |
| 基准石粉样 | 中擎长治基砂Ⅰ | MB(g/kg) | ＜0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| 省四建长治基砂Ⅰ | MB(g/kg) | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| 省四建晋中基砂Ⅲ | MB(g/kg) | 0.05 | 0.15 | 0.15 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 晋中.晋中基砂Ⅲ | MB(g/kg) | ＜0.05 | 0.15 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 省建院太原基砂Ⅱ | MB(g/kg) | ＜0.05 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.25 |
| ∑/S | MB(g/kg) | 0.05 | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.17 |
| 基准黏土样∑/S | MB(g/kg) | 0.05 | 0.89 | 2.08 | 3.49 | 4.58 | 6.68 |  |  |
| 基准粘性土样∑/S | MB(g/kg) | 0.05 | 0.62 | 1.30 | 2.18 | 3.04 | 4.18 | 6.65 |  |
| 基准粉土样∑/S | MB(g/kg) | 0.05 | 0.22 | 0.44 | 0.68 | 0.89 | 1.20 | 1.79 | 2.25 |

注：上表中最后三行分别为四个测试单位的五次测值的平均值。

**7 检验规则**

基本与GB/T14684-2022规定相同，出厂检验与型式检验由人工砂加工生产单位进行，现在的管理体制还不能完全落实，只能依靠社会检测机构、政府的监管职能，避免一些不规范行为，进场检验非常重要，直接影响到人工砂的使用效果，除按批检验外，日常验收时要逐车外观目测，剔除不合格品，保证用砂的匀质性。

**8 标志、储存运输**

8.0.1 同GB/T14684-2022

8.0.2～8.0.4 由于人工砂是不同单位加工生产的，同一类砂细度模数不同，分别堆放的可能性不大，只能在一定范围内混堆混用，但要混合均匀。超出范围时只能分堆混用，I类砂用于重要工程和特殊部位，加工、存放、使用要严格与其他砂区分。

机制砂配天然砂的混合砂，在堆放场不可能均匀，对混凝土质量的变化影响很大，所以要求分别堆放分别计量。

砂的运输往往不是专用车辆。运砂前清理干净避免杂物混入，运贮中、使用中采取防止粉尘飞扬、抛洒是环保要求。

**9 混凝土、砂浆配合比设计**

配合比设计应按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55-的规定。

用于配制商品泵送混凝土，山西省很少用卵石，附录A碎石混凝土配合比参数表是引自山西省地方标准《预拌混凝土生产和施工规程》DBJ/T220-。

**附录A 泵送砼用碎石时配合比参数**

山西省配制生产混凝土主要用碎石，极少用卵石。商品混凝土主要用泵送浇筑。二十世纪九十年代修编山西省建筑工程预算定额时，对太原市多家商品混凝土厂的试验、施工混凝土配合比进行了汇总分析，整理出天然河砂、碎石混凝土配制泵送混凝土用参数，山西省定额和太原市定额中采用，亦汇编于山西省地方标准《预拌砼生产和施工规程》（DBJ/T220—）中。《人工砂开发应用研究》过程中，用人工砂进行了试验和应用，仍基本适用，故加注释移植引用。

**附录B 人工砂测定类别方法（指导性实例）**

确定人工砂类别的主要控制指标，表4.0.4规定有含泥当量、MB、粉体含量β8、泥块含量，这是本规程特有的新增项目及控制指标。粉体含量β8和泥块含量可直接测定，MB值是0~2.36mm粒级砂样中亚甲蓝耗量的测算值，含泥当量ωk是由砂样的MB值和砂在孔径2.36mm筛上的累计筛余β2决定的，即ωk= f（MB,β2）, ωk与MB没有确定的对应关系，在ωk确定的前题下，才能确定0~4.75mm粒级砂中粉体β8控制含量，图B又是MB值与0~2.36mm粒级砂样中的粉体含量β8**＇**建立的直角坐标关系。ωk精确计算与粗略计算结果，绝大多数在测试误差控制范围内，对于固定砂源连续生产供应的过程控制，检验人员可按MB值和β8测定值及时进行合格性判定，所以，将MB值也作为控制值。以指导性实例列出相关的计算法，基准石粉对亚甲蓝吸附很微弱，0~2.36mm粒级砂样中基准石粉含量对MB值测试终点判断增大难度，这样低含量时测值超高，随含量增大测值趋于准确，回归统计的直线方程，子样量n = 40，剩余标准误差Sr =0.048（MB），相对剩余平均差 = 0.490= 49% ，所以对于石灰岩、白云岩、石英岩、安山岩、花岗岩等加工的机制砂因对亚甲蓝的吸附都很小，考虑石粉影响的计算时，宜取散布图中的平均值即对应的X值按B.0.4计算。