**中国砂石协会团体标准**

**废弃混凝土再生砂粉应用技术规程**

**Technical specification for application of recycled sand and powder from waste concrete**

**（T/CAATB XXX-20\*\*）**

（征求意见稿）

**二〇二二年九月**

**前 言**

我国建筑固废产生量逐年增长，目前已超过30亿吨，其中废弃混凝土约占1/3。以往废弃混凝土的回收利用侧重于再生骨料，而约30%～40%废弃混凝土砂粉因其颗粒表面粗糙多棱角、孔隙率与吸水率高未能得到有效利，如果处理不当，极易产生二次污染问题。另一方面，我国的城市建设、交通基础设施建设等仍处于高位，大规模的工程建设造成满足要求的混凝土原材料资源严重短缺，受河砂资源限采政策以及季节性影响大的河砂尤为突出，同时高性能混凝土的大面积推广使用使得粉煤灰资源极度紧张。再生砂粉中有一大部分是介于0.075～4.75mm的再生砂，另一部分是小于0.075mm再生微粉，这部分微粉具有一定的火山灰活性。因此，实现废弃混凝土再生砂粉的回收利用，不仅有助于提高建筑固废资源化利用率，为建筑固废的有效消纳和再生利用开辟新的途径，而且能解决现实工程中原材料紧张的问题，为基础设施建设开发新的建设材料，具有显著的社会效益和环境效益。

本规程规定了废弃混凝土性能指标、再生砂粉的生产场地建设和生产工艺布置，保障和提升再生砂粉性能指标。进一步的，规定了再生砂粉砂浆/混凝土生产、运输、振捣、养护、验收全流程应用技术，规范和指导废弃混凝土再生砂粉的推广应用。

本规程的主要技术内容是：总则，术语，基本规定，再生砂粉生产，再生砂粉应用。

本规程由中国砂石协会（CAA）负责管理，由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所负责起草，并负责对具体内容的解释。

本规程起草单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

本规程为首次发布。

目 次

[1 总则 1](#_Toc107942166)

[2 术语 2](#_Toc107942167)

[3 基本规定 3](#_Toc107942168)

[4 再生砂粉生产 5](#_Toc107942169)

[4.1 一般规定 5](#_Toc107942170)

[4.2 场地建设 5](#_Toc107942171)

[4.3 生产工艺 8](#_Toc107942172)

[5 再生砂粉应用 11](#_Toc107942173)

[5.1 一般规定 11](#_Toc107942174)

[5.2 原材料 11](#_Toc107942175)

[5.3 再生砂粉混凝土 13](#_Toc107942176)

[5.4 再生砂粉砂浆 16](#_Toc107942177)

[附录A 再生砂残余浆体含量检测方法 19](#_Toc107942178)

[附录B 再生砂需水量比和强度比试验方法 21](#_Toc107942182)

[附录C 再生砂24h经时吸水量试验方法 24](#_Toc107942186)

本规程用词说明 [25](#_Toc107942186)

引用标准名录 [2](#_Toc107942186)6

附：条文说明 [2](#_Toc107942186)7

Contents

[1 General 1](#_Toc107942166)

[2 Terms 2](#_Toc107942167)

[3 Basic requirement 3](#_Toc107942168)

[4 Production of recycled sand and powder 5](#_Toc107942169)

[4.1 General requirement 5](#_Toc107942170)

[4.2 Site construction 5](#_Toc107942171)

[4.3 Production process 8](#_Toc107942172)

[5 Application of recycled sand and powder 11](#_Toc107942173)

[5.1 General requirement 11](#_Toc107942174)

[5.2 Raw material 11](#_Toc107942175)

[5.3 Recycled sand and powder concrete 13](#_Toc107942176)

[5.4 Recycled sand and powder mortar 16](#_Toc107942177)

Appendix A Testing Method for Residual Slurry Content of Recycled Sand [19](#_Toc107942178)

Appendix B Test Method for Water Demand Ratio and Strength Ratio of Reclaimed Sand [21](#_Toc107942182)

Appendix C Test Method for 24h Hourly Water Absorption of Reclaimed Sand [24](#_Toc107942186)

Explanation of wording in this specification [2](#_Toc107942186)5

List of quoted standards [2](#_Toc107942186)6

Addition: Explanation of provisions [2](#_Toc107942186)7

# 1 总则

1. 为推动废弃混凝土再生砂粉的资源化利用，做到技术先进、安全适用、经济合理、节能减排、确保质量，制定本规程。
2. 本规程适用于废弃混凝土再生砂粉在砂浆和混凝土中的应用。
3. 废弃混凝土再生砂粉在砂浆和混凝土中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

1. 废弃混凝土 waste concrete

在建（构）筑物拆除、路面翻修、混凝土生产、工程施工或其他状况下产生的混凝土块。

1. 再生砂粉 recycled sand and powder

以废弃混凝土为原料，经机械破碎、筛分、整形制成的4.75mm以下的颗粒，包括再生砂和再生微粉。

1. 再生砂 recycled sand

以废弃混凝土为原料，经机械破碎、筛分、整形制成的，粒径小于4.75mm且粒形、级配及微粉含量满足要求的颗粒。

1. 再生微粉 recycled powder

以废弃混凝土为原料，经专门机组生产或再生砂制备过程中伴随产生的，粒径小于75 μm、且满足本规程要求的粉体。

1. 需水量比 water demand ratio

再生砂与特定要求的基准砂在规定水泥胶砂流动度偏差下的需水量之比。

1. 强度比 compressive strength ratio

再生砂与特定要求的基准砂在规定水泥胶砂流动度偏差下的抗压强度之比。

1. 再生砂粉砂浆 recycled sand and powder mortar

掺用再生砂粉配制的水泥砂浆。

1. 再生砂粉混凝土 recycled sand and powder concrete

掺用再生砂粉配制的水泥混凝土。

# 3 基本规定

1. 废弃混凝土根据来源、使用环境、暴露条件和腐蚀程度等，可分为两类，一类为可回收的废弃混凝土；另一类为不可回收的废弃混凝土。
2. 料源的选取以混凝土含量高、运输成本低、洁净程度高、匀质性好、易加工为原则，用于制备再生砂粉的废弃混凝土，其物理力学性能、有害物质含量、坚固性和碱活性等应满足相关标准要求。
3. 有下列情况的废弃混凝土不应用于制备再生砂粉：

1 废弃混凝土来自于沿海港口工程、核电站、医院放射间等特殊服役环境使用的混凝土。

2 废弃混凝土受重金属污染。

3 废弃混凝土受有机物污染。

4 废弃混凝土存在碱-骨料反应。

5 废弃混凝土受硫酸盐腐蚀严重。

6 废弃混凝土受氯盐腐蚀严重。

7 废弃混凝土质地酥松。

8 废弃混凝土中含有大量不易分离的木屑、污泥、沥青等杂质。

1. 废弃混凝土进场、再生砂粉出场时宜根据物料输送方式的不同采用相应的计量装置获取物料质量，计量装置应具备称量、记录、打印、数据处理、数据传输等功能。
2. 废弃混凝土再生砂粉在原材料收集、加工、运输和再生利用过程中应采取相应措施，防治粉尘、废气、固体废弃物、噪声及废水对环境的污染，排放物应符合《大气污染综合排放标准》GB 16297、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348、《污水综合排放标准》GB 8978等现行国家标准的相关规定。
3. 废弃混凝土再生砂粉生产过程中应遵循节能、环保、安全、高效的理念，生产工艺和设备选型应根据废弃混凝土性能、工程用砂颗粒级配、再生微粉细度要求等进行合理选择。
4. 废弃混凝土加工前及再生砂粉使用前应进行检测，各项指标满足要求后，方可使用。
5. 再生砂粉混凝土的设计应考虑其结构所处环境类别、作用等级、设计使用年限，规模使用前应验证再生砂粉混凝土的耐久性。

# 4 再生砂粉生产

# 4.1 一般规定

1. 再生砂粉生产应符合资源节约、集约的原则，结合拟建场地的地形条件，合理布局。生产场选址应综合考虑生产、运输、安全、环水保、成本等条件，合理确定场区的规划和位置。
2. 生产场布置应与周围环境相协调，不得影响当地居民生产生活。
3. 再生砂粉生产方式可根据实际情况选用固定式或移动式。料源长期稳定、再生砂粉产品质量要求高且符合地区城市发展规划、土地利用规划和废弃混凝土处置专项规划的，设计使用年限不少于10年，应采用固定式加工方式；料源有限、工期短、要求再生砂粉供应投产快的项目可采用移动式加工方式。
4. 再生砂粉生产应采用现代化管理手段、先进成熟的生产工艺和信息化监测技术，提高专业化、机械化、自动化和信息化水平，保证安全高效、环保节能。
5. 再生砂粉生产场建设完成后，应进行生产性试验，根据生产产能、产品质量等确定生产工艺参数。
6. 再生砂粉生产过程中应加强生态环境保护，减少扬尘、噪声，防止对土壤、水体和空气污染。

# 4.2 场地建设

1. 固定式加工场应符合下列规定：

1 加工场地应包括废弃混凝土存放区、预处理区、再生砂粉生产加工区、中控室、再生砂粉存放区、办公生活区以及厂区道路。

2 办公生活区应位于材料堆放和生产加工区的上风向，并与其适当隔离。

3 厂区道路要与场内各功能区相连，还需考虑进入厂区道路状况。

4 场地分期建设时，应统筹规划、分期实施。规划时应兼顾近期与远期设施布置衔接，并应合理利用土地。

1. 移动式加工场应符合下列规定：

1 加工场地应包括废弃混凝土存放区、预处理区、再生砂粉生产加工区、再生砂粉存放区以及厂区道路。

2 场地选择宜靠近废弃混凝土的供应区域，且应对建设规模、交通运输线路、水源、主要输电线路、场地现有设施、环境保护等因素进行综合技术经济比较后确定。

3 场地应平整，并进行必要硬化，场地周围应设置围挡。

4 出入口道路应硬化，在出口处应设置车辆冲洗专用场地，应配备运输车辆冲洗保洁设施。

5 应合理规划各功能区。废弃混凝土堆放、预处理、生产加工、再生砂粉堆放等各功能区应分区域设置，并设有标识。

6 场内应有完善的排水设施。

1. 废弃混凝土堆放区应符合下列规定：

1 废弃混凝土堆放区有效面积应结合周边废弃混凝土产生量、生产效率及再生砂粉需求量等进行确定，固定式加工场废弃混凝土堆放区有效面积不宜小于15d处理量的堆存占地。

2 废弃混凝土可采取露天或设棚两种堆放方式，露天堆放时应及时覆盖，防止扬尘和雨淋。

3 废弃混凝土堆高不宜超过5m。当超过3m时，应进行堆体和边坡稳定性验算，保证堆体、地基和边坡的稳定安全。当堆放场地附近有挖方工程或临空面时，还应进行临空面稳定性验算。

4 堆放区内场地应平整，并进行必要硬化，四周应设置排水设施，并汇入沉淀池。

1. 预处理区应符合下列规定：

1 预处理区应与废弃混凝土堆存区统筹规划布局，并应配备大块废弃混凝土破碎处理设备与人工分拣设备。

2 废弃混凝土预处理区应具备消毒、降尘、分类、粗破、分拣功能。

3 废弃混凝土预处理区降尘宜采用水喷淋法或区域降尘法，宜布置在卸料区与上料区，同时应配备照明、监控系统。

4 大块废弃混凝土破碎宜采用液压锤或液压剪。

5 预处理区内场地应平整，并进行必要硬化，四周应设置排水设施，并汇入沉淀池。

1. 生产加工区应符合下列规定：

1 固定式加工场生产加工区应为钢结构或钢筋混凝土结构封闭生产车间，车间设计应考虑当地极端天气情况，对加工设备、输送带应进行封闭，避免对周围环境造成污染，并应配置收尘系统，加工区车间内应满足车间内设备检修起吊要求。

2 加工区占地面积及布置应根据生产设备外形参数确定，并应充分考虑设备更换、生产扩能改造的需求。

3 生产设备基础的设置及相应的预埋件应在施工前由设备厂家进行现场确定，为减少各生产设备运行过程中的相互振动干扰，各生产设备的基础宜单独设置。

1. 中控室应符合下列规定：

1 中控室宜综合考虑控制室安装机柜和操作台的空间、系统工作环境、防静电、系统接地、避雷等方面的功能。

2 中控室设计应保证良好的通风和照明效果，保证系统工作环境温度保持在合适的范围内。

3 中控室应符合《20 Kv及以下变电所设计规范》GB 50053等相关标准规定，高低压室应分开，高压控制应符合《3~110 kV高压配电装置设计规范》GB 50060等相关标准规定。

4 中控室及其电缆应符合《电力工程电缆设计标准》GB 50217等相关标准规定，高低压线缆应分开放置，控制线缆和电力输送线缆应分开放置。

5 中控室区域应放置明显标识。

1. 再生砂存放区

1 再生砂应按规格分隔堆放，固定式加工厂存放区域应修建专门的料棚或料仓，并进行必要的地面硬化。

2 再生砂存放区内不应积水，存放区地面应设置不小于2%的排水坡，并设置相应的排水沟汇入排水系统。

1. 再生微粉存放区

1 再生微粉宜采用粉料仓储存。

2 粉料仓容积应不小于5个生产日再生微粉累计产量。

2 再生砂存放区内不应积水，存放区地面应设置不小于2%的排水坡，并设置相应的排水沟汇入排水系统。

# 4.3 生产工艺

1. 废弃混凝土再生砂粉生产线应包括给料、除土、破碎、整形制砂、筛分、分选除杂、粉磨、输送、除尘等系统，各系统能力要相互协调并与设计处置能力相匹配。
2. 进入生产加工区的废弃混凝土，应经过分类、人工分拣和大块粗破等加工前的预处理。
3. 给料系统应符合下列规定：

1 工艺流程中设置预筛分环节的，废弃混凝土应给至预筛分设备。

2 工艺流程中未设置预筛分环节的，废弃混凝土应给至一级破碎设备。给料应结合除土工艺进行，宜采用棒条式振动给料方式。给料机应保证机械刚度和间隙可调。

3 给料口规格尺寸和给料速度应保证后续生产连续稳定并与设计能力相匹配。

1. 除土系统应符合下列规定：

1 工艺流程中设置预筛分环节的，除土应结合预筛分进行；工艺流程中未设置预筛分环节的，除土应结合一级破碎给料进行。

2 预筛分设备宜选用重型筛，筛网孔径应根据除土需要和产品规格设计进行选择。

1. 破碎系统应符合下列规定：

1 应根据产品需求选择一级、二级或以上破碎。

2 一级破碎可采用颚式破碎机或反击式破碎，二级破碎可采用反击式破碎或锤式破碎。

3 一级破碎的最大允许进料粒径应不小于600mm，排料尺寸可调，具有过载保护功能。

4 在每级破碎过程中，宜通过闭路流程使大粒径的物料返回破碎机再次破碎。

5 破碎设备应采取防尘和降噪措施。

1. 整形制砂系统应符合下列规定：

1 整形制砂工艺的选择应根据再生砂粉的质量要求确定。

2 再生砂粉宜采用具有整形功能的冲击式设备。

1. 筛分系统应符合下列规定：

1 废弃混凝土中细料或杂料较多时可设置预筛分工艺，设备宜选择重型筛分机。

2 筛分宜采用振动筛，筛网孔径选择应与再生砂粉规格相适应。

3 筛分设备应采取防尘和降噪措施。

1. 分选除杂系统应符合下列规定：

1 分选除杂系统应满足废弃混凝土中渣土、废钢筋、废木块、轻质杂物、等杂物的有效分离。

2 分选除杂宜以机械分选为主，人工分选为辅，根据原材料纯净程度，可采用筛选、磁选、风选、水力浮选、光电分选等单级或多级分选工艺串联分选除杂方式，也可采用并联分选除杂方式。

3 废钢筋的分选应采用具有自动卸铁功能的磁选除铁设备，悬挂式磁选除铁设备的额定吊高处磁感应强度不宜低于90 mT。

4 轻质杂物分选宜采用风选设备，宜根据轻质杂物的含量选择适宜的正压鼓风式设备或负压吸风式设备或正压、负压设备联合除杂。

5 在水资源丰富地区，废木块、轻质杂物的分选可采用水力浮选工艺，并配备水循环系统。

6 宜在一级破碎后的物料传送阶段设置人工拣选平台，将不易破碎的大块轻质杂物及少量金属选出，人工拣选平台宽度不宜小于800mm，长度不宜小于6m，皮带宽度不宜超过1400mm，带速宜为0.2m/s ~ 0.5m/s。

7 分选出的杂物应集中收集、分类堆放、及时处置。

1. 粉磨系统应符合下列规定：

1 粉磨系统可采用球磨机，粉磨时可添加适量助磨剂。

2 粉磨设备应采取防尘和降噪措施。

1. 输送系统应符合下列规定：

1 块状物料宜采用皮带输送，皮带输送物料过程中应注意防止漏料及扬尘。

2 输送系统的物料输送能力应满足再生砂粉生产加工系统不同运行工况的需要，并考虑物料流量的波动。

3 皮带输送机的最大倾角应根据输送物料的性质、作业环境条件、胶带类型、带速及控制方式等确定，非大倾角皮带输送机的上运倾角不宜超过17°、下运倾角不宜大于12°。

4 成品再生砂粉末端应设置防离析管、加湿机等防离析装置。

5 皮带输送线路布置应减少中间环节，缩短转运距离，避免输送机交叉布置。

6 斗式提升机输送物料最大粒径不宜大于31.5mm，输送物料含水率应小于2%；提升机90°垂直输送，输送高度不宜高于35m。

7 主进料及各产品的输送设备宜配备计量装置，称量精度应不大于±2%。

1. 除尘系统应符合下列规定：

1 再生砂粉生产宜进行多点式收尘和抑尘，宜采用布袋式除尘器、喷雾降尘、泡沫除尘等设备进行除尘和抑尘。

2 除尘系统除尘能力应与粉尘产生量相适应。

3 除尘材料应无毒、无刺激，对环境及物料不产生二次污染。

# 5 再生砂粉应用

# 5.1 一般规定

1. 再生砂粉混凝土的强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。立方体抗压强度标准值应按标准方法制作并养护的边长为150mm的立方体试件，在28d龄期或设计规定龄期以标准试验方法测得的具有95%保证率的抗压强度值。
2. 再生砂粉混凝土的强度等级可划分为：C10，C15，C20，C25，C30，C35，C40。
3. 再生砂粉不得用于预应力混凝土及公路路面、地坪等耐磨性要求高的混凝土及其制品。
4. 再生砂粉砂浆的强度等级可划分为：M5、M7.5、M10、M15、M20、M25。
5. 废弃混凝土再生砂粉可以配制砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆，再生砂粉地面砂浆不宜用于地面面层。

# 5.2 原材料

1. 再生砂残余浆体含量、需水量比、强度比、碱活性应符合表5.2.1的规定，其他性能应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176的规定。

**表5.2.1 再生砂残余浆体含量、需水量比、强度比、碱活性技术要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | A类 | B类 | C类 | 检验方法 |
| 残余浆体含量（按质量计） | ≤15% | ≤25% | ＞25% | 附录A |
| 需水量比 | ≤140% | ≤160% | ≤170% | 附录B |
| 强度比 | ≥90% | ≥85% | ≥80% | 附录B |
| 碱活性  （快速砂浆棒膨胀率（εt）a） | ＜0.3% | | | TB/T 3275 |
| a当εt＜0.20%时，混凝土的总碱含量应符合TB/T 3275的规定；当0.20%≤εt＜0.30%时，混凝土的总碱含量除应TB/T 3275的规定外，还应采取抑制碱—骨料反应的技术措施，并经试验证明抑制有效。 | | | | |

1. 再生微粉的性能应符合表5.2.2的规定。

**表5.2.2 再生微粉的技术要求**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 | | | 检验方法 |
| A类 | B类 | C类 |
| 1 | 细度（45μm方孔筛筛余） | ≤15% | ≤30% | ≤45% | GB/T 1345 |
| 2 | 需水量比 | — | ≤105% | ≤115% | JG.T 573 |
| 3 | 活性指数 | ≥80% | ≥70% | ≥60% | GB/T 35164 |
| 4 | MB值 | ≤1.4g/kg | | | GB/T 35164 |
| 5 | 安定性（沸煮法） | 合格 | | | GB/T 1346 |
| 6 | 含水量 | ≤1.0% | | | GB/T 1345 |
| 7 | 氯化物含量  （以Cl-质量计） | ≤0.06% | | | GB/T 176 |
| 8 | 硫化物及硫酸盐含量（以SO3质量计） | ≤3.0% | | | GB/T 176 |
| 9 | 碱含量a |  | | | GB/T 176 |
| a碱含量值用于计算混凝土中总碱含量。 | | | | | |

1. 水泥宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的有关规定；其他品种的水泥应符合相应现行国家有关标准的规定。
2. 矿物掺合料应符合下列规定：

1 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。

2 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。

3 硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690的有关规定。

4 复合掺合料应符合现行行业标准《混凝土用复合掺合料》JG/T486的有关规定。

1. 其他骨料应符合国家现行标准《建设用砂》GB/T 14684、《建设用卵石、碎石》GB/T 14685、《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177的规定。
2. 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定。膨胀剂应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB 23439的规定。外加剂与再生微粉、水泥和其他矿物掺合料的适应性应经试验验证。
3. 混凝土拌合用水和施工用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

# 5.3 再生砂粉混凝土

1. 再生砂粉混凝土拌合物性能应满足以下要求：

1 再生砂粉混凝土拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性，不应离析或泌水。

2 混凝土坍落度和扩展度应满足工程设计和施工要求。

3 泵送再生砂粉混凝土坍落度1h损失不宜大于50mm。

4 再生砂粉混凝土拌合物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的相关规定。

1. 再生砂粉混凝土硬化体性能应满足以下要求：

1 再生砂粉混凝土力学性能应满足设计要求。

2 再生砂粉混凝土有长期性能和耐久性能要求时，其性能设计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 再生砂粉混凝土力学性能试验方法应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081的规定，再生砂粉混凝土长期性能和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。

1. 再生砂粉混凝土配合比设计应符合下列规定：

1 再生砂取代混凝土天然砂或机制砂配制混凝土时，宜根据配制混凝土强度等级确定再生砂取代天然砂或机制砂的比例，C30及以上强度等级混凝土中再生砂取代率不宜超过50%，C25及以下强度等级混凝土中再生砂取代率不宜超过70%，C10混凝土中再生砂取代率可达100%。

2 再生微粉用作混凝土掺合料时，宜根据配制混凝土水泥类型、净水胶比确定其掺量，并应符合表5.3.3的规定。

**表5.3.3 再生微粉掺量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 净水胶比≤0.40 | 净水胶比＞0.40 |
| 硅酸盐水泥 | ≤30% | ≤25% |
| 普通硅酸盐水泥 | ≤20% | ≤15% |

3 再生砂粉混凝土宜采用绝对体积法进行配合比计算。在不使用引气型外加剂时，含气量可取1%。

4 再生砂粉混凝土用水量按照净用水量和附加用水量确定。

5 胶凝材料用量、砂率、净用水量的确定应符合现行《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定。

6 附加用水量宜取再生砂24h吸水量的75%~90%，再生砂24h吸水量应按附录C测定。

1. 再生砂粉混凝土各原材料的计量应满足以下要求：

1 原材料计量应采用电子计量设备。混凝土生产每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。

2 再生砂粉混凝土各组分材料应按质量计量，计量允许偏差应不超过表5.3.4规定的范围。

**表5.3.4 再生砂粉混凝土原材料计量允许偏差**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原材料品种 | 水泥 | 掺合料 | 再生砂粉 | 其他骨料 | 水 | 外加剂 |
| 每盘计量允许误差 | ±2% | ±2% | ±3% | ±3% | ±1% | ±1% |
| 每车（罐）计量允许误差a | ±1% | ±1% | ±2% | ±2% | ±1% | ±1% |
| a每车（罐）计量允许偏差是指每一车（罐）混凝土中每种原材料的总用量相当于按施工配合比计算的总用量的偏差允许值。 | | | | | | |

1. 再生砂粉混凝土的生产应满足以下要求：

1 再生砂粉混凝土应采用强制式搅拌机，且应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142的规定。

2 宜先加入骨料、矿物掺合料和1/2总用水量预先搅拌，之后加入水泥、外加剂和剩余拌合水进行搅拌，直至搅拌均匀。

3 再生砂粉混凝土搅拌时间为全部材料装入搅拌机开始至搅拌结束所用的时间，搅拌时间应根据配合比和搅拌设备情况通过试验确定，但最短搅拌时间不宜少于120 s。

1. 再生砂粉混凝土的运输应满足以下要求：

1 在运输过程中，应采取减少再生砂粉混凝土坍落度损失和防止拌合物分层离析的措施。

2 当采用搅拌罐车运输再生砂粉混凝土拌合物时，卸料前宜采用快挡旋转搅拌罐不少于20s。

3 采用泵送施工时，再生砂粉混凝土拌合物入泵时的坍落度值不宜小于160mm。

4 拌合物从搅拌机卸料起到浇筑完成时间不宜超过90min。

1. 再生砂粉混凝土的浇筑应满足以下要求：

1 炎热气候条件下混凝土的入模温度不宜超过30℃。当室外日平均气温连续3d低于5℃或最低气温低于0℃时，应按冬期施工办理，混凝土的入模温度不应低于5℃。

2 再生砂粉混凝土拌合物浇筑倾落的自由高度不应超过2m。当倾落高度大于2m时，应加设串筒、斜槽、溜管等辅助装置。

1. 再生砂粉混凝土的振捣应满足以下要求：

1 混凝土浇筑过程中，应随时对混凝土进行振捣并使其均匀密实。振捣宜采用插入式振捣器垂直点振，或采用捅入式振捣器和附着式振捣器联合振捣。混凝土坍落度较小时（如采用斗送法浇筑的混凝土），应加密振点分布。

2 采用插入式振捣器振捣混凝土时，插入式振捣器的移动间距不宜大于振捣器作用半径的1.5倍且插入下层混凝土内的深度宜为5cm-10cm，与侧模应保持5cm~10cm的距离。当振动完毕需变换振捣器在混凝土中的水平位置时，应边振动边竖向缓慢提出振捣器，不得将振捣器放在混凝土内平拖，不得用振捣器驱赶混凝土。

3 附着式振捣器的设置间距和振动能量应通过试验确定，并应与模板紧密连接。

4 混凝土振捣过程中应避免重复振捣防止过振。应加强检查模板支撑的稳定性和接缝的密合情况防止在振捣混凝土过程中产生漏浆。

5 混凝土振捣完成后，应及时修整、抹平混凝土裸露面，待定浆后再抹第二遍并压光或拉毛。抹面时严禁洒水，并应防止过度操作影响表层混凝土的质量。寒冷地区和干旱地区的混凝土，应特别加强施工抹面工序的质量控制。

1. 再生砂粉混凝土的养护应满足以下要求：

1 自然养护时，应在混凝土浇筑完毕后1h内对混凝土进行保温、保湿、防风养护。暴露面混凝土初凝前，应卷起覆盖物，用抹子搓压表面至少两遍，使之平整后再次覆盖，此时应注意覆盖物不要直接接触混凝土表面，直至混凝土终凝为止。

2 蒸汽养护时，混凝土静停环境温度不应低于5℃，浇筑结束4h~6h且混凝土终凝后方可升温；混凝土周围蒸汽的升、降温速度不宜大于10℃/h。恒温养护时间应根据构件脱模强度要求、混凝土配合比情况以及环境条件等通过试验确定。

3 再生砂粉混凝土养护龄期应较普通混凝土适当延长。

1. 再生砂粉混凝土拌合物性能的检验应按照以下规定进行：

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。

2 每100m3混凝土应至少检测一次混凝土坍落度；

3 同一工程、同一配合比、采用同一批次水泥、外加剂和再生砂粉的混凝土的凝结时间应至少检验1次；

4 同一工程、同一配合比的混凝土的氯离子含量应至少检测1次。

1. 再生砂粉混凝土硬化体性能的检验应按照以下规定进行：

1 再生砂粉混凝土强度的检验评定应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定执行。

2 有耐久性要求时，再生砂粉混凝土耐久性的检验评定应按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定执行。

# 5.4 再生砂粉砂浆

1. 再生砂粉砂浆性能应满足以下要求：

1 采用再生砂粉的预拌砂浆性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的有关规定。

2 现场配制的再生砂粉砂浆性能应符合表5.2.1的规定。

**表 5.2.1 现场配制的再生砂粉砂浆性能指标要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砂浆类型 | 强度等级 | 稠度/mm | 保水率/% | 14d拉伸粘结强度/MPa | 抗冻性 | |
| 强度损失率/% | 质量损失率/% |
| 再生砂粉砌筑砂浆 | M5、M7.5、M10、M15 | 50~90 | ≥82 | / | ≤25 | ≤5 |
| 再生砂粉抹灰砂浆 | M5、M10、M15 | 70~100 | ≥82 | ≥0.15 | ≤25 | ≤5 |
| 再生砂粉地面砂浆 | M15 | 30~50 | ≥82 | / | ≤25 | ≤5 |

注：有抗冻性要求时，应进行抗冻性试验。冻融循环次数按夏热冬暖地区15次、夏热冬冷地区25次、寒冷地区35次、严寒地区50次确定。

3 再生砂粉砂浆性能试验方法应符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70的规定执行。

1. 再生砂粉砂浆配合比设计应满足砂浆和易性、强度和耐久性的要求，可按下列步骤进行：

1 按现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98、《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220或《建筑用干湿地面砂浆》JC/T 2457的相关规定进行计算基准砂浆配合比。

2 根据已有技术资料和砂浆性能要求确定再生砂粉取代率；当无技术资料作为依据时，再生砂粉取代率不宜大于50%。

3 以基准砂浆配合比中的砂用量为基础，计算再生砂粉用量。

4 通过试验确定外加剂、添加剂和掺合料的品质和掺量。

5 通过适配和调整，选择符合性能要求且经济性好的配合比作为最终配合比。

1. 在工厂以预拌方式生产的再生砂粉砂浆，其制备应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的相关规定。再生砂粉预拌砂浆的施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的相关规定。
2. 现场配制的再生砂粉砂浆，其原材料储存和计量应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181中有关湿拌砂浆的规定。
3. 现场配制再生砂粉砂浆时，宜采用强制式 搅拌，并应拌合均匀。搅拌时间不宜少于120s。
4. 现场配制的再生砂粉砂浆的使用应符合下列规定：

1 以通用硅酸盐水泥为胶凝材料，现场配制的水泥砂浆宜在拌制后的2.5h内用完；当施工环节最高气温超过30℃时，宜在拌制后的1.5h内用完。

2 以通用硅酸盐水泥为胶凝材料，现场配制的水泥混合砂浆宜在拌制后的3.5h内用完，当施工环境最高气温超过30℃时，宜在拌制后的2.5h内用完。

3 砌筑水泥砂浆和掺用缓凝成分的砂浆，其使用时间可根据具体情况适当延长。

4 现场拌制好的砂浆应采取防止水分蒸发的措施，夏季应采取遮阳措施，冬季应采取保温措施，砂浆堆放地点的气温宜为5℃~35℃。

5 当砂浆拌合物出现少量泌水现象，使用前应再拌合均匀。

6 现场配制的再生砂粉砂浆施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的相关规定。

1. 现场配制的再生骨料抹灰砂浆的施工质量验收应按现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的规定执行；再生砂粉砌筑砂浆、再生砂粉地面砂浆和预拌再生砂粉抹灰砂浆的施工质量验收应按照现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的规定执行。

**附录A 再生砂残余浆体含量检测方法**

A.1 仪器设备及材料

试验设备及材料如下：

a）试验用仪器应符合GB/T 176的规定；

b）试验用甲醇应采用GB 338的规定；

c）试验用水杨酸应符合GB/T 14679-93的规定；

d）球磨机和抽滤装置（真空泵及配套橡胶管、布氏漏斗及配套胶塞、快速定量滤纸、500mL抽滤瓶）。

A.2 试验步骤

试验步骤如下：

a）按GB/T 14684规定取样不少于0.4kg，将试样缩分至约100g，放在干燥箱中于（105±5）℃下烘干至恒重，待冷却至室温后，粉磨至几乎全部通过0.2mm筛，再将筛下物按四分法缩分至20g~25g。

b）称取0.5g试样，精确至0.0001g，加入水杨酸-甲醇溶液中，用玻璃棒持续搅拌1h，使反应完全。

c）称量滤纸质量，精确至0.0001g。

d）使用抽滤装置进行过滤，用甲醇洗涤5次~7次，直至漏斗滴下澄清液体。

e）取出滤纸及固体不溶物一并置于干燥箱中，于30℃下烘干至恒量，待冷却至室温后，称取质量，精确至0.0001g。

A.3 结果计算与处理

再生砂残余浆体含量按式（A.0.4）计算，计算结果应精确至0.1%。

（A.0.4）

式中：

RMC——残余浆体含量，%；

m1——粉末试样质量，单位为克（g）；

m2——过滤后滤纸及不溶物质量，单位为克（g）；

m3——滤纸质量，单位为克（g）。

以三次试验结果的算术平均值作为测定值，精确至0.1%。

**附录B 再生砂需水量比和强度比试验方法**

B.1 仪器设备及材料

试验设备及材料如下：

a）天平：最大量程不小于2000 g，最小分度值不大于1 g；

b）搅拌机：符合GB/T 17671规定的行星式水泥胶砂搅拌机；

c）流动度跳桌：符合GB/T 2419的规定；

d）流动度试模：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 mm±0.5 mm，上口内径70 mm±0.5 mm，下口内径100 mm±0.5 mm，下口外径120 mm，模壁厚大于5 mm；

e）捣棒：金属材质，直径为20 mm±0.5 mm，长度约200 mm；

f）卡尺：量程≥300 mm，分度值≤0.5 mm；

g）砂浆试模：符合GB/T 17671规定的40mm×40mm×160mm棱柱体试模。

h）振实台：符合GB/T 17671规定的振实台。

i）强度试验机：符合GB/T 17671规定的抗折强度试验机和抗压强度试验机。

j）养护箱：符合GB/T 17671规定的养护箱。

k）基准水泥：符合GB 8076规定的基准水泥；

l）水：满足混凝土拌和用水要求；

m）基准砂：

1）SiO2含量应不低于95%；

2）压碎指标值应不大于15%；

3）含水率应不大于0.2%；

4）MB值应不大于1.0 g/kg；

5）细度模数为3.0±0.2，颗粒级配应满足表B.1的规定。

表B.1 基准砂的颗粒级配

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 方孔筛筛孔尺寸 | 4.75mm | 2.36mm | 1.18mm | 0.6mm | 0.3mm | 0.15mm | 0.075mm | 筛底 |
| 分计筛余 | 0 | 15%±3% | 18%±3% | 25%±3% | 21%±3% | 12%±3% | 4%±3% | 5%±1% |

B.2 试验步骤

试验步骤如下：

a）按GB/T 25176的规定取样，并将试样缩分至约3000 g，放在干燥箱中于（105±5）℃下烘干至恒量，待冷却至室温后，分为大致相等的两份备用；

b）称取基准砂1350 g和基准水泥450 g，加入适量的水制成基准胶砂，按照GB/T 2419规定的方法测试基准胶砂的流动度，调整用水量，使其流动度为180mm±5mm，此时所对应的用水量即为基准胶砂需水量（W0）；

c）称取再生细骨料1350 g和基准水泥450 g，加入适量的水制成再生胶砂，按照GB/T 2419规定的方法测试再生胶砂的流动度。调整用水量，使其流动度为180mm±5mm，此时所对应的用水量即为再生胶砂需水量（WR）。

e）按GB/T 17671的规定，分别在基准胶砂需水量和再生胶砂需水量条件下，成型基准胶砂和再生胶砂试件。

f）按GB/T 17671的规定，分别测定再生胶砂和基准胶砂标准养护28d时的抗压强度。

B.3 结果计算与处理

再生胶砂需水量比试验结果按式（B.1）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | …………………………………（B.1） |

式中：

——再生胶砂需水量比，%；

——再生胶砂需水量，单位为克（g）；

——基准胶砂需水量，单位为克（g）。

以同批三组试验的算术平均值计，精确至1%。若三组试验的最大值或最小值中有一个与中间值之差超过中间值的15%，则把最大值与最小值一并舍去，取中间值；若两个测值与中间值之差均超过15%，则该批试验结果无效，应重新试验。

再生胶砂强度比试验结果按式（B.2）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ………………………………（B.2） |

式中：

——再生胶砂抗压强度比，%；

——再生胶砂28d抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

——基准胶砂28d抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

和以一组三个棱柱体试件上得到的六个抗压强度测定值的算术平均值计，精确至0.01MPa。当六个测定值中有一个超出六个平均值的±10%时，剔除这个结果，再以剩下五个的平均值为结果。当五个测定值中再有超过它们平均值的±10%时，则此组结果作废。当六个测定值中同时有两个或两个以上超出平均值的±10%时，则此组结果作废。

**附录C 再生砂24h经时吸水量试验方法**

C.1 仪器设备及材料

试验设备及材料如下：

a）李氏瓶：符合GB/T 208的规定。

b）消泡剂：液体消泡剂。

C.2 试验步骤

试验步骤如下：

a）自然状态下缩分再生砂粉至约500g，置于60℃±5℃干燥箱中烘干至恒重；

b）筛除4.75mm以上颗粒，准确称取100.0g筛下颗粒备用；

c）将称取好的样品装入盛有半瓶质量分数0.2%消泡剂溶液的容量瓶，用手旋转摇动容量瓶，排出气泡，然后用滴管加溶液至液面与瓶颈0ml刻度线平齐；

d）浸泡24h后准时读取液面刻度。

C.3 结果计算与处理

再生砂粉24h经时吸水量试验结果按式（C.1）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | …………………………（C.1） |

式中：

*W*——每千克再生砂粉经时吸水量，单位为千克（kg）；

*L*——经时24h液面读数，ml；

再生砂24h经时吸水量取两次试验结果的算术平均值，精确至1%。

# 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（或要求）”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

* 1. 《大气污染综合排放标准》GB 16297
  2. 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
  3. 《污水综合排放标准》GB 8978
  4. 《20 Kv及以下变电所设计规范》GB 50053
  5. 《3~110 kV高压配电装置设计规范》GB 50060
  6. 《电力工程电缆设计标准》》GB 50217
  7. 《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176
  8. 《通用硅酸盐水泥》GB 175
  9. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
  10. 《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142
  11. 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
  12. 《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690
  13. 《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164
  14. 《混凝土用复合掺合料》JG/T 486
  15. 《建设用砂》GB/T 14684
  16. 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685
  17. 《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177
  18. 《混凝土外加剂》GB 8076
  19. 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
  20. 《混凝土膨胀剂》GB 23439
  21. 《铁路混凝土》TB/T 3275
  22. 《混凝土防冻剂》JC 475
  23. 《混凝土用水标准》JGJ 63
  24. 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
  25. 《混凝土结构设计规范》GB 50010
  26. 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
  27. 《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081
  28. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
  29. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
  30. 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
  31. 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
  32. 《预拌砂浆》GB/T 25181
  33. 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
  34. 《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98
  35. 《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220
  36. 《建筑用干湿地面砂浆》JC/T 2457
  37. 《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223

**中国砂石协会团体标准**

**《废弃混凝土再生砂粉应用技术规程》**

**（T/CAATB XXX-20\*\*）**

**条文说明**

# 制订说明

在制定《废弃混凝土再生砂粉应用技术规程》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再生砂粉应用的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过实验室和工程现场试验取得了再生砂粉应用的重要技术参数。

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，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标准规定的参考。

目 次

[1 总则 3](#_Toc107942166)0

[2 术语 31](#_Toc107942167)

[3 基本规定 33](#_Toc107942168)

[4 再生砂粉生产 34](#_Toc107942169)

[4.1 一般规定 34](#_Toc107942170)

[4.2 场地建设 34](#_Toc107942171)

[4.3 生产工艺](#_Toc107942172) 35

[5 再生砂粉应用](#_Toc107942173) 37

[5.1 一般规定](#_Toc107942174) 37

[5.2 原材料](#_Toc107942175) 37

[5.3 再生砂粉混凝土](#_Toc107942176) 37

[5.4 再生砂粉砂浆](#_Toc107942177) 37

1 总则

1. 推广使用再生砂粉可减轻废弃混凝土对环境的不良影响，实现废弃混凝土的资源化利用，节约天然资源，促进建筑业的节能减排和可持续发展，符合国家节约资源、保护环境的政策。但是，再生砂料源复杂多样，且包含胶凝材料和化学外加剂等众多组分，与天然骨料和石粉存在本质区别，其应用具有一定的特殊性。为保证再生砂粉应用的效果和质量，推动再生砂粉在建筑工程中应用技术的进步，制定本规程。
2. 明确了本规程的适用范围，本规程适用于废弃混凝土再生砂粉在砂浆和混凝土中的应用。
3. 本条明确了本规程与其他相关技术标准的关系。鉴于废弃混凝土性能的复杂性、再生砂粉生产设备的多样性及其应用主体的特殊性，本规程规定了再生砂粉在砂浆和混凝土中应用的基本规定，需要设计、生产和应用人员根据工程实际情况确定。所有规程的规定决不能代替技术人员的专业分析判定能力和免除其应承担的法律责任。

2 术语

2.0.5 ~ 2.0.6 为综合判定再生砂级配、粒形、吸水率、强度等性能指标，确定其工程适用性，本规程提出采用需水量比和强度比两个参数予以评价。

2.0.9 ~ 2.0.10 目前受料源和生产水平的影响，再生砂粉颗粒形貌差别很大，有些再生砂粉颗粒棱角尖锐、多呈细长状，影响其在砂浆和混凝土中的高效利用。本规程引入圆形度和长径比两个参数来表征再生砂粉的颗粒形貌。参照《粒度分析结果的表述 第6部分：颗粒形状和形态的定性及定量表述》GB/T 15445.6-2014中圆度和长宽比的计算方法，提出了本规程圆形度计算方法如说明图2.0.9所示和长径比计算方法如说明图2.0.10所示：

p

S

圆形度

其中，C为圆形度，S为投影颗粒的面积，p为投影颗粒的周长。

说明图2.0.9 圆形度计算示意图

S

a

b

长径比

其中，S为投影颗粒的面积，LW为长径比，a为投影颗粒最小外接矩形的宽，b为投影颗粒最小外接矩形的长。

说明图2.0.10 长径比计算示意图

3 基本规定

3.0.1 由于废弃混凝土配合比设计、施工过程和服役环境等的不同，导致其性能差别大，因此，对于废弃混凝土是否可回收利用应予以甄别。本规范仅考虑可以回收利用的废弃混凝土。

3.0.2 基于对废弃混凝土回收利用经济性与再生砂粉性能要求的考虑，规定了暂时不适于回收利用混凝土的范围。

3.0.3 对废弃混凝土进场量和再生砂粉出场量进行计量统计，一是便于再生砂粉的生产管理，二是作为获取政府补贴的依据。

3.0.4 废弃混凝土再生砂粉的生产和应用过程中对环境的影响主要主要包括：废弃混凝土装卸、生产加工、砂粉成品运输等产生的粉尘；物料运输、生产加工等过中燃油设备产生的废气；再生砂粉生产过程中杂物等处置不当产生的固体废弃物；再生砂粉生产加工机械设备运行产生的噪声；再生砂粉生产加工和应用过程中水处理工艺、雨水渗流等产生的废水等。再生砂粉的生产和应用除应满足国家现行相关技术标准的规定外，还应符合国家有关环保的规定。

# 4 再生砂粉生产

# 4.1 一般规定

4.1.3 再生砂粉生产加工方式可分为固定式和移动式两种，固定式又包括楼站式和平面式。固定楼站式生产加工方式具有结构紧凑、模块化、占地少、易于工厂化的优点，但其设备投入高，安装周期长。固定平面式生产加工方式投入相对低，但占地面积大、扬尘控制效果较楼站式差。移动式生产加工方式安装速度快、运输方便、集成度高，但其产量不易做大，通常为200 t/h以下。在欧美等发达国家，移动式生产加工方式主要服务于工程建设项目，项目工期一般较短，要求再生砂粉供应投产快，对当地环境扰动小。

固定式场地、水、电等工业条件相对完备，破碎、筛分可以多级，分选可以多种方式、多点联合进行，可以设置完备除尘设施，环境污染低，且再生砂粉品质总体较好，但相对占地面积大、总投资高、审批时间长、建设周期长，要求废弃混凝土持续的供应和再生砂粉有稳定的市场。移动式占地面积小，对场地适应能力强，总体投资小，项目上马快，便于移动，减小运输成本及运输过程带来的污染。

4.1.4 采用先进成熟、信息化程度高的生产技术能够保障再生砂粉的质量，推动其在砂浆和混凝土中的高效利用。

4.1.5 再生砂粉生产场建设完成、且重载联动调试合格后进行生产性试验，其目的是进一步调整生产工艺参数，为再生砂粉的稳定生产创造条件。

# 4.2 场地建设

4.2.1 ~ 4.2.2 根据再生砂粉生产场地在区域的气候特征、外部建设条件、地形地势、生产规模及生产的实际需求，对再生砂粉生产场进行规划建设，按功能设置合理分区，以便各生产环节的有序衔接。

4.2.3 废弃混凝土的产生量通常具有阶段性、波动性的特点，为保障集中产生的废弃混凝土有足够的存放场所、再生砂粉的连续生产有稳定的原料供应，要求废弃混凝土堆存区按不低于15d处理量的堆存占地进行设计。

4.2.4 废弃混凝土来源广、杂质多、规格尺寸不一，设置预处理区，可对废弃混凝土进行初步处理，以使其与生产加工工艺相匹配，保障再生砂粉生产的有序进行。

4.2.5 生产加工区的厂房结构形式要根据不同地区极端天气对应的荷载进行细化设计。再生砂粉生产场建设时，条件允许的情况下预留生产设备升级空间，以便在再生砂粉生产过程中，对生产设备进行升级改造，或为提高再生砂粉成品质量，增加新的生产设备，同时需要考虑机制砂干法生产与湿法生产转换的问题。用于检修的起重设备尽可能采用桁吊，具备条件的加工场也可考虑其他起重设备。

# 4.3 生产工艺

4.3.1 废弃混凝土强度、成分不同，再生砂粉成品的技术指标不同，生产工艺也不同，因此应基于废弃混凝土特点、再生砂粉成品市场需求等合理设计生产工艺。

4.3.3 针对含细颗粒较多的废弃混凝土，可设置预筛分环节，除土的同时筛分出细颗粒，提高后续破碎、筛分的效率，此时供料至预筛分设备；如未设置预筛分环节，直接供料至一级破碎设备，给料的同时要进行除土。为除土充分，宜振动给料。给料仓的规格和给料速度应满足生产线物料平衡，匹配设计产能。

4.3.4 除土是废弃混凝土再生处理的重要环节，是再生骨料品质的重要保证，因此结合再生处理的预筛分和一级破碎环节进行。废弃混凝土自然贮存，有一定含水率，另外为降低生产过程中的粉尘排放可能进行的预湿会进一步提高废弃混凝土中的水分含量，造成土等细颗粒杂质吸附于废弃混凝土表面。选用重型筛可更高效将其分离。

4.3.5 若对再生砂粉的颗粒级配、粒形有较高要求，需选择二级或以上破碎；若对再生砂粉的颗粒级配、粒形要求相对较低，可选择一级破碎。一级破碎设备应根据废弃混凝土特点选择，如废弃混凝土以高强度等级为主，可采用颚式破碎机，否则可采用反击式破碎机；二级破碎需兼顾级配和粒形，可采用反击式破碎机或锤式破碎机，一级破碎设备和二级破碎设备产能需匹配。物料破碎是大颗粒变为小颗粒的过程，是产生粉尘和噪声的主要环节，因此应采取防尘和降噪措施。

4.3.7 振动筛效率高，质量轻，系列完整多样，层次多，可以满足再生骨料筛分量大、规格多的要求。筛网孔径与产品规格设计适应是保证再生砂粉颗粒级配、细度模数的必要条件。振动筛分中，物料会发生运动，颗粒内部碰撞及颗粒与筛网的碰撞会产生噪音，同时粉体颗粒容易逸出，因此需采取防尘和降噪措施。

4.3.8 分选是为了除去再生砂粉中的杂物，保证再生砂粉的品质。废弃混凝土组分复杂，为提高分选效率，降低劳动强度，提升生产线自动化水平，工艺上以机械分选为主、人工分选为辅。对废弃混凝土中主要的铁质废金属可采用磁选除铁设备；对木材、塑料、纸片等轻物质，可采用风选或水力浮选进行分离；人工分选主要是将不易破碎的大块轻质物料及易挑出的少量废金属选出。为提高选出率，可采用多级分选工艺。为便于分选出杂物的后续处理，提高生产区域的有序管理水平，分选出的杂物应集中收集、分类堆放。

实践表明，人工分选皮带宽度小于1400mm时，双侧人工拣拾能够较好地完成，宽度大于1400mm是，人工拣拾比较困难。带速超过0.5m/s时容易漏拣且工人容易视觉疲劳，不利于职业健康，带速过低会导致分拣效率与产能不匹配。

4.3.9 粉磨过程能耗很大，采用适当的助磨剂可以降低粉磨阻力和阻止微粒聚集，减少物料在磨内停留时间，提高磨机产量，降低能耗。粉磨过程是易产生粉尘和噪音污染，因此要采取防尘降噪措施。

4.3.10 皮带输送设备结构简单、维护方便、输送能力范围宽、输送线路的适应性强、卸料灵活、安全性高、可靠性好，是再生砂粉生产过程中的主要输送设备。皮带跑偏、凹段悬空、转载点都可能带来漏料，皮带在运转过程中难免的振动和摩擦、上下投料等都会导致粉尘的产生，因此皮带输送物料过程中要防止漏料和扬尘。

# 5 再生砂粉应用

# 5.1 一般规定

5.1.3 再生砂粉往往会增大混凝土的收缩和徐变，由此可能增大预应力损失，因此再生砂粉不宜用于预应力混凝土。

5.1.4 再生骨料砂浆用于地面砂浆时，宜用于找平层而不宜用于面层，因为面层对砂浆耐磨性要求较高，再生砂粉砂浆往往难以达到。

# 5.2 原材料

5.2.1 ~ 5.2.7 为控制再生砂粉砂浆和混凝土质量，规定了再生砂粉砂浆和混凝土所用原材料的技术要求。

# 5.3 再生砂粉混凝土

5.3.3 在配合比设计计算过程中，由于再生砂粉中组成材料的不确定性，难以根据“每立方水泥混凝土拌和物的假定质量”进行设计，采用“绝对体积法”进行配合比设计时，可以准确测定再生砂粉的表观密度，进而确定其用量，因此，再生砂粉混凝土配合比设计时宜优先采用绝对体积法。再生砂粉混凝土的用水量分为净用水量和附加用水量两部分，所谓净用水量是指不考虑再生砂粉吸水率在内的混凝土用水量，相应的水胶比则为净水胶比。附加用水量是指再生砂粉吸水至饱和状态所需要的水量。

5.3.4 对各原材料计量偏差进行规定，主要目的是保障再生砂粉混凝土拌和物的质量稳定。

5.3.5 采用强制式搅拌机拌制的混凝土质量比较均匀，搅拌机的功率大、效率高，混凝土拌和物的质量也相对稳定。

# 5.4 再生砂粉砂浆

5.4.2 本规程提出的再生砂粉砂浆配合比设计方法适用于现场配制的砂浆和预拌砂浆中的湿拌砂浆。由于生产方式的特殊性，干混砂浆配合比设计一般由生产厂根据工艺特点采用专门的技术路线，本规程不作规定。

由于再生砂粉的吸水率往往较天然砂大一些，配制的砂浆抗裂性能相对较差，所以对于抗裂性能要求较高的抹灰砂浆或地面砂浆，再生砂粉取代率不宜过大，一般限制在50%以下为宜；对于砌筑砂浆，由于需要充分保证砌体强度，所以在没有技术资料可以借鉴的情况下，再生砂粉取代率一般也要限制在50%以下较为稳妥。

再生砂粉砂浆配制过程中一般应掺入外加剂、添加剂和掺合料，并需要试验调整外加剂、添加剂、掺合料掺量，以此来满足工作性要求。在设计用水量基础上，也可根据再生砂粉类别和取代率适当增加单位体积用水量，但增加量一般不宜超过50%。

5.4.3 规定了再生砂粉预拌砂浆的制备和施工。制备包括原料储存、计量、搅拌生产等环节，按照现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181相关规定执行；进厂检验、砂浆储存、拌合、基层要求、施工操作等环节，按照现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的相关规定执行。

5.4.4 ~ 5.4.6 规定了现场配制的再生砂粉砂浆额制备、生产和施工。现场拌制的砂浆在很对技术环节上与湿拌砂浆类似。

不论是预拌砂浆还是现场拌制的砂浆，其施工要求都是一样的，所以现场配制的再生骨料砂浆施工也按照现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的相关规定执行。

5.4.7 《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220规定：抹灰砂浆的施工质量验收包括砂浆试块抗压强度验收和实体拉伸粘结强度检验两个指标，这说明，不论是预拌还是现场配制的抹灰砂浆，都需要检验这两个指标。

《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223相关条文显示出，预拌抹灰砂浆在进场时已对其抗压强度进行了进场检验，为避免重复繁冗的检验，施工验收时就不再进行抗压强度检验，验收时只需检验实体拉伸粘结强度即可。所以，预拌砂粉抹灰砂浆施工质量验收遵循《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223即可。

现场配制的抹灰砂浆的施工质量验收则需要检验砂浆试块抗压强度和拉伸粘结强度实体检测值，就不能直接执行《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223关于验收的相关规定，否则就会缺少砂浆试块抗压强度检验过程。所以，本规程对现场配制的再生砂粉抹灰砂浆的施工质量验收单独作出了规定，即按照《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的规定执行。