

严寒地区建筑垃圾再生砂混凝土砂浆应用 技术规程

（征求意见稿）

（联系单位：哈尔滨学院）

联系人：江守恒

联系电话：0451-86614321、13936210036

联系邮箱：coldregion@163.com

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

黑龙江省住房和城乡建设厅
黑龙江省市场监督管理局

发 布

目 次

前 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 5

5 混凝土砂浆用进场原材料技术要求 6

 5.1 混凝土和砂浆再生砂技术要求 6

 5.2 水泥 7

 5.3 矿物掺合料 7

 5.4 混凝土用粗骨料 7

 5.5 外加剂 8

 5.6 砂浆用添加剂 8

 5.7 水 8

 5.8 其他功能材料 8

6 再生砂混凝土和砂浆性能 8

 6.1 一般规定 9

 6.2 混凝土性能 9

 6.3 冬期施工再生砂混凝土性能 10

 6.4 冬期施工再生砂砂浆性能 10

7 再生砂混凝土配合比设计 11

 7.1 一般规定 11

 7.2 混凝土配合比设计 11

8 再生砂砂浆配合比设计 13

 8.1 一般规定 13

 8.2 配合比设计 14

9 混凝土制备、运输和施工 15

 9.1 一般规定 15

 9.2 混凝土制备 16

 9.3 混凝土拌合物运输 16

 9.4 混凝土浇筑与振捣 16

 9.5 混凝土拆模 17

 9.6 混凝土养护 17

10 生产、运输与贮存 18

 10.1 一般规定 18

 10.2 湿拌砂浆 18

 10.3 干混砂浆 20

11 再生砂砂浆施工 20

11.1 一般规定 20

11.2 砌筑砂浆施工 21

11.3 抹灰砂浆施工 21

11.4 地面砂浆施工 21

11.5 砂浆冬期施工 22

12 混凝土质量检验及验收 22

12.1 原材料质量检验 22

12.2 混凝土性能检验 23

12.3 混凝土质量验收 23

13 质量验收 23

13.1 一般规定 23

13.2 砌筑砂浆质量验收 24

13.3 抹灰砂浆质量验收 24

13.4 地面砂浆质量验收 25

附 录 A （规范性） 混凝土外加剂相容性快速试验方法..... 26

A.1 范围 26

A.2 一般要求 26

A.3 材料、配合比及环境条件 26

A.4 仪器设备 26

A.5 试验步骤 27

A.6 试验结果评价 27

附 录 B （规范性） 再生砂微粉亚甲蓝值（MB 值）试验方法 28

B.1 范围 28

B.2 仪器设备 28

B.3 试剂和材料 28

B.4 试验步骤 28

B.5 再生微粉亚甲蓝值（MB 值）计算..... 29

附 录 C （规范性） 再生微粉流动度比试验方法..... 30

C.1 范围 30

C.2 仪器设备和材料 30

C.3 试验步骤 30

C.4 再生微粉流动度比计算 30

附 录 D （规范性） 再生砂需水量比试验方法..... 32

D.1 范围 32

D.2 仪器设备和材料 32

D.3 试验步骤 32

D.4 再生砂需水量比试验计算 33

附 录 E （规范性） 再生砂强度比试验方法..... 34

E.1 范围 34

E.2 仪器设备和材料 34

E.3 试验步骤 34

E.4 再生胶砂抗压强度比试验计算 35

附录 F （规范性） 再生砂残余浆体含量试验方法..... 36

F.1 范围 36

F.2 仪器设备和材料 36

F.3 试验步骤 36

F.4 再生砂残余浆体含量计算与评定 36

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅负责组织实施。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅负责解释。

本文件起草单位：哈尔滨学院、黑龙江省城乡建设研究所、哈尔滨工业大学……等

本文件主要起草人：江守恒、董淑慧、常远……等

严寒地区建筑垃圾再生砂混凝土砂浆应用技术规程

1 范围

本文件规定了建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆的术语和定义，基本规定，进场原材料技术要求，再生砂混凝土和砂浆性能，再生砂混凝土和砂浆配合比设计，制备、运输和冬期施工，冬期施工质量检验及验收。

本文件适用于黑龙江省严寒气候条件下使用的建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆的材料选择、技术性能、配合比设计、制备运输与冬期施工、冬期施工质量检验及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 9142 建筑施工机械设备 混凝土搅拌机
- GB/T 146798 空气质量 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂
- GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 35159 喷射混凝土用速凝剂
- GB 46039 混凝土外加剂安全技术规范》
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准

GB 50496 大体积混凝土施工标准
GB 50666 混凝土结构工程施工规范
GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范
GB 55008 混凝土结构通用规范
GB 9774 水泥包装袋
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料
GB/T 25181 预拌砂浆
GB 50003 砌体结构设计规范
GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范
GB 50209 建筑地面工程施工质量验收规范
GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收标准
GB 50411 建筑节能工程施工质量验收标准
GB 50924 砌体结构工程施工规范
JGJ/T 10 混凝土泵送施工技术规程
JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
JGJ 63 混凝土用水标准
JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程
JGJ/T 193 混凝土耐久性检验评定标准
JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准
JGJ/T 98 砌筑砂浆配合比设计规程
JGJ 126 外墙饰面砖工程施工及验收规程
JG/T 164 砌筑砂浆增塑剂
JGJ/T 220 抹灰砂浆技术规程
JGJ/T 223 预拌砂浆应用技术规程
JG/T 426 抹灰砂浆增塑剂
JG/T 223 聚羧酸系高性能减水剂
JGJ/T 240 再生骨料应用技术规程
JB/T 1185 建筑施工机械与设备湿拌砂浆搅拌站
JC/T 2190 建筑干混砂浆用纤维素醚
JC/T 2457 建筑用干湿地面砂浆
JG/T 568 高性能混凝土用骨料
JC/T 474 砂浆、混凝土防水剂
JC/T 475 混凝土防冻剂
JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建筑垃圾再生砂混凝土

掺建筑垃圾再生砂配制而成的混凝土。

3.2

建筑垃圾再生砂砂浆

掺建筑垃圾再生砂配制而成的砂浆。

3.3

再生砂

由建筑垃圾中的混凝土、石、砂浆、砖瓦经破碎、筛分等工序制备的，粒径小于4.75mm的颗粒称为再生细骨料。

3.4

混凝土再生砂

由建筑垃圾中的混凝土、石经破碎、筛分等工序制备的，粒径小于4.75mm的颗粒称为混凝土再生砂。

3.5

混合再生砂

由废弃混凝土、砂浆、砖瓦中的任意两种或两种以上组合，经破碎、筛分等工序制备的，粒径小于4.75mm的颗粒称为混合再生砂。

3.6

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4.75 mm的岩石颗粒。

3.7

混合砂

由天然砂与建筑垃圾再生砂按一定比例混合而成的砂。

3.8

细度模数

衡量砂粗细程度的指标。

3.9

亚甲蓝值（MB）

用于判定建筑垃圾再生砂吸附性能的指标。

3.10

再生微粉

采用以混凝土、砂浆、石、砖瓦等为主要成分的建筑垃圾制备再生骨料过程中伴随产生的粒径小于75 μm的颗粒。

3.11

微粉含量

再生砂中粒径小于0.075 mm颗粒含量。

3.12

再生微粉含量极差

同一批次的再生砂试样，采用水洗法测试其再生微粉含量最大值和最小值之差，用于判定再生微粉含量稳定性。

3.13

片状颗粒

建筑垃圾再生砂中粒径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。

3.14

坚固性

建筑垃圾再生砂在外界物理化学因素作用下抵抗破裂的能力。

3.15

泥块含量

砂中粒径大于1.18 mm，经水浸泡、淘洗等处理后小于0.60 mm的颗粒含量。

3.16

吸水率

建筑垃圾再生砂在规定时间下吸收的水与单位质量之间的比例。

3.17

压力吸水率

建筑垃圾再生砂在规定压力与时间条件下吸收的水与单位质量之间的比例。

3.18

抗冻系数

建筑垃圾再生砂在规定正负温度与循环次数条件下砂筒压碎值损失率。

3.19

空隙率

建筑垃圾再生砂在松散堆积体积中空隙体积所占的比例。

3.20

再生微粉流动度比

在掺加减水剂和0.40水胶比条件下，掺加再生微粉的胶砂与基准水泥胶砂的流动度之比，用于判定再生微粉对减水剂吸附性能。

3.21

再生砂需水量比

建筑垃圾再生砂与标准砂在规定水泥胶砂流动度偏差下的用水量之比。

3.22

再生胶砂强度比

建筑垃圾再生砂与标准砂在规定水泥胶砂流动度偏差下的抗压强度之比。

3.23

残余浆体含量

混凝土原材料生产的再生砂中残余水泥浆体质量占再生砂质量的比。

3.24

碱骨料反应

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。

3.25

再生砂取代率

再生砂混凝土和砂浆中建筑垃圾再生砂用量占细骨料总用量的质量的比。

3.26

附加用水量

混凝土和砂浆用建筑垃圾再生砂饱和面干状态时所含水的质量。

3.27

净用水量

不包括再生砂饱和面干状态时所含水质量的再生混凝土拌合水质量。

3.28

总用水量

净用水量与附加用水量之和。

4 基本规定

4.1 暴漏于严寒地区气候条件下的混凝土和砂浆不得采用软质、风化建筑垃圾生产的再生砂。

4.2 进场再生砂，宜将建筑垃圾原材料按照等级划分进行分类存储，应避免不同等级的原材料出现混料。若不同等级原材料出现混料情况，应将混料部分及时清理，并将该部分原材料按照所混料中的最低等级使用。

4.3 进场再生砂时，为避免细骨料出现离析，宜采用湿式制砂工艺砂，在生产进场过程中均匀、适量加水润湿。

4.4 进场的再生砂避免直接暴露在雨、雪等影响其含水率等性能的环境中，同时应采取有效措施避免轻物质、泥土、有害物质等有可能改变其品质的杂质。

- 4.5 冻融环境条件下使用的混凝土和砂浆用再生砂除应符合 GB/T 25176 的规定外，尚应符合本文件要求。
- 4.6 建筑垃圾再生砂的选择应满足所制备混凝土和砂浆的性能要求，特别是应满足严寒地区气候环境下的使用需求。
- 4.7 建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆的品种选用应根据设计、施工等的要求确定。
- 4.8 建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆生产企业应建立健全质量保证体系，具备原材料、生产、运输等环节的质量控制能力。再生砂砂浆的生产、施工应符合安全、环保要求。
- 4.9 冬期施工建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆均应制定专项技术方案，并经论证后方可实施。
- 4.10 建筑垃圾再生砂的应用，除应符合本文件的相关规定，尚应符合 JGJ/T 240 及国家、行业 and 黑龙江省有关标准的规定。

5 混凝土砂浆用进场原材料技术要求

5.1 混凝土和砂浆再生砂技术要求

- 5.1.1 混凝土和砂浆用进场建筑垃圾再生砂的细度模数按 GB/T 14684 的规定分类。
- 5.1.2 混凝土和砂浆用建筑垃圾再生砂的颗粒级配应符合 GB/T 25176 的有关规定。砂的实际累计筛余除 4.75 mm 和 0.60 mm 筛档外，可以略有超出，但各类砂累计筛余超出值的总和不应大于 5.0 %。
- 5.1.3 建筑垃圾再生砂可以和天然砂以合理的比例均匀混合制备成混合砂，天然砂的品质应符合 JGJ 52 的规定，混合砂成品应进行质量检验和分类。混合砂的细度模数宜在 2.3~3.2 之间。砂浆用混合砂的细度模数宜在 2.3~3.0 之间，宜选用 2 区中砂，并应筛除 4.75 mm 以上粒径的颗粒。
- 5.1.4 混凝土和砂浆用建筑垃圾再生砂的再生微粉含量应符合表 1 的规定。

表1 建筑垃圾再生砂再生微粉含量

类别	亚甲蓝值（MB）	再生微粉含量（%）
I 级	$MB \leq 1.4$ 或快速试验合格	≤ 5.0
	$MB > 1.4$ 或快速试验合格	≤ 1.0
II 级	$MB \leq 1.4$ 或快速试验合格	≤ 7.0
	$MB > 1.4$ 或快速试验合格	≤ 3.0
III级	$MB \leq 1.4$ 或快速试验合格	≤ 10.0
	$MB > 1.4$ 或快速试验合格	≤ 5.0
IV级	$MB \leq 1.4$ 或快速试验合格	≤ 15.0
	$MB > 1.4$ 或快速试验合格	≤ 7.0

- 5.1.5 混凝土和砂浆用建筑垃圾再生砂其他性能指标要求应符合表 2 的规定。

表2 建筑垃圾再生砂其他性能指标要求

类别	I 级	II 级	III级	IV级
表观密度，kg/m ³	≥ 2450	≥ 2350	≥ 2250	≥ 2100
堆积密度，kg/m ³	≥ 1350	≥ 1300	≥ 1200	≥ 1150
再生微粉含量极差%	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 4.0	≤ 5.0
片状颗粒含量，%	≤ 5.0	≤ 10.0	≤ 15.0	—
坚固性（饱和硫酸钠溶液中质量损失），%	≤ 8.0	≤ 10.0	≤ 12.0	≤ 15.0
单级最大压碎指标，%	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35

类别	I 级	II 级	III 级	IV 级
泥块含量，%	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤3.0
饱和面干吸水率，%	≤1.0	≤1.5	≤2.0	≤3.0
压力吸水率，%	≤1.5	≤2.5	≤3.0	≤4.0
抗冻系数	≥95.0	≥90.0	≥85.0	≥80.0
空隙率，%	≤46	≤48	≤52	≤56
再生微粉流动度比，%	≤100	≤90	≤80	≤70
再生砂需水量比，%	≤140	≤160	≤180	≤200
再生胶砂强度比/%	≥0.80	≥0.70	≥0.60	≥0.50
再生砂残余浆体含量/%	≤15.0	≤25.0	—	—

- 5.1.6 建筑垃圾再生砂的碱骨料反应活性应符合 GB/T 14684 的规定。建筑垃圾再生砂不应具有低温碳硫硅钙石反应活性。
- 5.1.7 建筑垃圾再生砂的放射性应符合 GB 6566 的规定。
- 5.1.8 建筑垃圾再生砂中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块、炉渣、沥青等杂物。
- 5.1.9 结构混凝土和砌筑砂浆用建筑垃圾再生砂的技术性能指标应符合 GB 55008 的规定，其坚固性指标不应大于 10 %；对于有抗冻、抗渗、抗腐蚀、耐磨、负温或其他特殊要求的混凝土和砂浆，其含泥量不应大于 3.0 %，泥块含量不应大于 2.0 %，坚固性指标不应大于 8 %；应按再生微粉粉的亚甲蓝值指标和再生微粉粉的流动度比指标控制再生微粉含量。
- 5.1.10 冬期施工或负温混凝土和砂浆应选用 I 级混凝土再生砂，其技术性能指标应符合 GB/T 14684 和 JG/T 568 的规定。
- 5.1.11 建筑垃圾再生砂入场前，供应单位应提供型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，产品合格证书应包括下列内容：
- 1) 建筑垃圾类型、再生砂等级、规格和生产单位名称；
 - 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) 检验部门及检验人签章。

5.2 水泥

- 5.2.1 建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆宜选用通用硅酸盐水泥，且其性能应符合 GB 175 的规定；当制备冬期施工施工和有高抗冻融要求混凝土时，水泥宜选用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥；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。
- 5.2.2 冬施施工时，水泥不得加热，入机温度不宜超过 60 ℃。

5.3 矿物掺合料

- 5.3.1 矿物掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰等，其性能应分别符合 GB/T 1596、GB/T 18046、GB/T 27690 和 GB/T 18736 的规定。当采用其他掺合料时，应经试验验证后方可使用。
- 5.3.2 矿物掺合料必须品质稳定、来料均匀、来源固定。
- 5.3.3 矿物掺合料可单独使用，也可复合使用，并应符合国家现行有关标准的规定。
- 5.3.4 矿物掺合料的试验方法应符合 GB/T 1596、GB/T 18046 和 GB/T 18736 等标准的规定。
- 5.3.5 矿物掺合料储存时，不得与其他材料混杂，且应防止受潮。

5.4 混凝土用粗骨料

- 5.4.1 粗骨料宜选用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小的碎石或卵石。
- 5.4.2 粗骨料应符合 JGJ 52 的规定。
- 5.4.3 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。
- 5.4.4 粗骨料最大粒径应符合 GB 50164 的规定。
- 5.4.5 考虑严寒地区的低负温影响，粗骨料不应具有低温碳硫硅钙石反应活性
- 5.4.6 考虑严寒地区的低负温影响，粗骨料不应具有碱-碳酸盐反应和碱-硅酸盐反应活性。粗骨料快速砂浆棒法膨胀率检验结果宜小于 0.10 %，不应大于等于 0.20 %。对于快速砂浆棒法膨胀率检验结果大于等于 0.10 %、小于 0.20 %的粗骨料，必须使用时，应采取有效的预防碱骨料反应措施，并按 GB/T 50733 的规定进行抑制碱骨料反应活性有效性试验，并验证有效。

5.5 外加剂

- 5.5.1 混凝土和砂浆应根据严寒地区气候特点和工程要求选用防冻剂、早强剂、减水剂、引气剂、泵送剂、缓凝剂、速凝剂、防水剂、膨胀剂等外加剂，防冻剂应符合 GB 46039 的规定。
- 5.5.2 混凝土和砂浆用外加剂应符合 GB 8076、GB 50119、GB 23439、JC/T 475、JC 474/T、JG/T 223 和 GB/T 35159 等的规定。
- 5.5.3 减水剂的选用应综合考虑减水率、坍落度经时变化量、含气量、凝结时间差和收缩率比等性能指标。
- 5.5.4 建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆选用的减水剂应与所用水泥、矿物掺合料之间应有良好的适应性，并应检验减水剂尤其是聚羧酸系减水剂与再生砂及所含再生微粉的适应性，需通过技术措施，降低聚羧酸系减水剂的敏感性，提高聚羧酸系减水剂在再生砂混凝土拌合物中的适应性，根据本文件附录 A 的方法，进行外加剂与再生砂适应性快速试验。

5.6 砂浆用添加剂

- 5.6.1 再生骨料预拌砂浆用保水增稠材料应符合 JG/T 164、JG/T 426 和 JC/T2190 的规定。
- 5.6.2 使用重质碳酸钙、轻质碳酸钙、石英粉、滑石粉等填料时其质量应符合相关标准的规定或经过试验验证。
- 5.6.3 其他添加剂应符合国家现行有关标准的规定，并应进行试验验证，确定砂浆性能满足工程应用要求后再使用。

5.7 水

- 5.7.1 拌合用水应符合 JGJ 63 的规定。除不溶物、可溶物不作要求外，养护用水的其他性能应符合 JGJ 63 的规定。
- 5.7.2 拌合用水性能的试验方法应符合 JGJ 63 的规定。
- 5.7.3 符合国家标准的可饮用水可直接作为混凝土和砂浆的拌合与养护用水。当采用其他水源或对水质有疑问时，应对水质进行检验。

5.8 其他功能材料

当建筑垃圾再生砂混凝土和砂浆采用其他功能材料时，其技术指标应符合相关标准规定及配制混凝土所需性能要求。

6 再生砂混凝土和砂浆性能

6.1 一般规定

- 6.1.1 建筑垃圾再生砂混凝土的力学参数应按 GB 50010 取值。
- 6.1.2 再生砂混凝土的强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。再生砂混凝土的强度等级划分为：C15、C20、C25、C30、C35 和 C40 等 6 个等级。
- 6.1.3 结构混凝土用再生砂的技术性能指标应符合 GB 55008 的规定。

6.2 混凝土性能

- 6.2.1 混凝土拌合物性能要求如下所列：
 - 1) 建筑垃圾再生砂混凝土拌合物应具有良好的流动性、黏聚性和保水性，不得泌水或离析；
 - 2) 建筑垃圾再生砂混凝土坍落度应满足工程设计和施工要求；用于泵送的混凝土坍落度 1 h 经时损失不宜大于 30 mm。混凝土坍落度的试验方法应按 GB/T 50080 的规定执行；
 - 3) 建筑垃圾再生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；
 - 4) 建筑垃圾再生砂混凝土拌合物的总碱含量应符合 GB 50010 的规定；
 - 5) 建筑垃圾再生砂混凝土拌合物的水溶性氯离子最大含量应符合表 3 的规定。混凝土拌合物中水溶性氯离子含量应作为再生砂混凝土生产过程和进场控制指标，工程验收应以硬化混凝土中氯离子含量检测结果为最终依据。

表3 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		
冻融或腐蚀环境	0.06		

- 6.2.2 混凝土力学性能要求如下所列：
 - 1) 建筑垃圾再生砂混凝土强度等级应按 GB/T 50107 进行评定。
 - 2) 建筑垃圾再生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强度设计值、疲劳变形模量等应符合 GB 50010 的规定。混凝土力学性能应按 GB/T 50081 的规定执行，并应满足设计要求。
- 6.2.3 混凝土长期性能和耐久性能要求如下所列：
 - 1) 建筑垃圾再生砂混凝土宜具有良好的早期抗裂性能。抗裂性能的试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。
 - 2) 建筑垃圾再生砂混凝土的收缩和徐变性能应符合设计要求。收缩和徐变性能试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。
 - 3) 建筑垃圾再生砂混凝土的抗冻性应符合设计要求；当设计无要求时，耐久性应符合 GB/T 50476 的规定。抗冻性能试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。
 - 4) 建筑垃圾再生砂混凝土的抗渗、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，耐久性应符合 GB/T 50476 的规定。耐久性能试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。
- 6.2.4 建筑垃圾再生砂砂浆的强度等级划分为：M5、M7.5、M10、M15、M20 等 5 个等级。
- 6.2.5 建筑垃圾再生砂砂浆拌合物的表观密度应不小于 1750 kg/m³。

- 6.2.6 建筑垃圾再生砂可以用于配制砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆。再生地面砂浆不宜用于地面面层。
- 6.2.7 建筑垃圾再生砂配制的砂浆抗压强度等级要求应符合表 4 的规定：

表4 建筑垃圾再生砂配制砂浆强度等级要求

品种	类别	适用的砂浆强度等级
混凝土再生细骨料	I 级	M5、M7.5、M10、M15、M20
	II 级	M5、M7.5、M10、M15、M20
	III级	M5、M7.5
	IV级	M5
混合再生细骨料	I 级	M5、M7.5、M10
	II 级	M5、M7.5
	III级、IV级	M5

- 6.2.8 建筑垃圾再生砂砂浆于承重结构砌筑时，宜采用混凝土再生砂配制砌筑砂浆，砌体抗剪强度应符合 GB 50003 的规定执行。
- 6.2.9 地坪以下、与土体接触以及潮湿环境的砌体，建筑垃圾再生砂砌筑砂浆宜采用混凝土再生砂配制砌筑砂浆，强度等级不应低于 M10。
- 6.2.10 外墙有粘贴饰面砖或外保温系统，孔洞填补，窗台、阳台用建筑垃圾再生砂抹灰砂浆的强度等级不应低于 M15。
- 6.2.11 强度高的建筑垃圾再生砂抹灰砂浆不应设置在强度低的抹灰砂浆基层上。
- 6.2.12 建筑垃圾再生砂地面砂浆的强度等级不应小于 M15，屋面找平层的建筑垃圾再生砂地面砂浆强度等级应采用 M20。
- 6.2.13 混凝土建筑垃圾再生砂配制的地面砂浆可用于地面面层，混合再生砂和混合砂配制的地面砂浆不宜用于地面面层。

6.3 冬期施工再生砂混凝土性能

- 6.3.1 建筑垃圾再生砂混凝土的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能应符合设计要求，当设计无要求时，应符合 GB50164 和 JGJ/T 104 的规定。
- 6.3.2 冬期施工浇筑的建筑垃圾再生砂混凝土，受冻临界强度应符合下列规定：
- 1) 采用蓄热法、暖棚法、加热法等施工的普通混凝土，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥配制时，其受冻临界强度不应小于设计混凝土强度等级值的 40 %；
 - 2) 当室外最低气温不低于-15 ℃时，采用综合蓄热法、负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不应小于 5.0 MPa；当室外最低气温不低于-30 ℃时，采用负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不应小于 8.0 MPa；
 - 3) 对有抗渗要求的混凝土，不宜小于设计混凝土强度等级值的 40 %；
 - 4) 对有抗冻耐久性要求的混凝土，不宜小于设计混凝土强度等级值的 50 %；
 - 5) 当采用暖棚法施工的混凝土中掺入早强剂时，可按综合蓄热法受冻临界强度取值。
 - 6) 冬期施工需要提高混凝土强度等级时，应按提高后强度等级确定混凝土的受冻临界强度。

6.4 冬期施工再生砂砂浆性能

- 6.4.1 建筑垃圾再生砂砂浆的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能应符合设计要求，当设计无要求时，应符合 GB 50003、GB/T 25181 和 JGJ/T 104 的有关规定。
- 6.4.2 冬期施工浇筑的建筑垃圾再生砂混凝土，受冻临界强度应符合下列规定：

- 1) 当室外最低气温不低于 -10°C 时, 受冻临界强度不应小于设计砂浆强度等级值的 60 %;
- 2) 当室外最低气温不低于 -20°C 时, 受冻临界强度不应小于设计砂浆强度等级值的 80 %;
- 3) 对有防水要求的砂浆, 不应小于设计砂浆强度等级值的 100 %;
- 4) 对有抗冻要求的混凝土, 不应小于设计砂浆强度等级值的 100 %;
- 5) 冬期施工需要提高砂浆强度等级时, 应按提高后的强度等级确定砂浆的受冻临界强度。

7 再生砂混凝土配合比设计

7.1 一般规定

7.1.1 建筑垃圾再生砂混凝土配合比设计应根据混凝土强度等级、施工和易性性能、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。

7.1.2 再生砂混凝土用于有特殊性能要求的混凝土工程时, 其性能应符合设计要求, 设计无要求时, 应符合相关标准的规定, 配合比应通过试验确定。

7.1.3 对用于抗裂性能要求高和开裂倾向较大的敏感部位的再生砂混凝土, 应通过混凝土早期抗裂试验和收缩试验确定配合比, 并采取抗裂技术措施。

7.1.4 碳酸盐质混凝土材料生产的再生砂, 在硫酸盐、碳酸盐及低温环境中使用, 应采取防止低温硫酸盐侵蚀技术措施。

7.1.5 用于泵送施工的再生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设备、环境气温等具体施工条件进行试配, 并应符合 GB 50164 和 JGJ/T 10 的规定。

7.1.6 建筑垃圾再生砂混凝土配合比设计时, 再生砂的选择应满足制备混凝土的要求。

7.1.7 配制负温混凝土、冬期施工用混凝土、有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土时, 应使用 I 级混凝土再生砂; 负温混凝土的含气量宜控制在 3.5%~5.5%。

7.1.8 高性能混凝土用再生砂宜选用 I 级再生砂, 按再生微粉的亚甲蓝值指标和再生微粉的流动度比指标控制再生微粉含量, 满足下列规定:

- 1) 当再生微粉亚甲蓝值 >1.4 , 再生微粉含量不应超过 3.0 %;
- 2) 当再生微粉亚甲蓝值 >1.0 , 且再生微粉流动度比 $<100\%$ 时, 再生微粉含量不应超过 5.0 %;
- 3) 当再生微粉亚甲蓝值 >1.0 , 且再生微粉流动度比 $\geq 100\%$ 时, 再生微粉含量不应超过 7.0 %;
- 4) 当再生微粉亚甲蓝值 ≤ 1.0 , 且再生微粉流动度比 $\geq 100\%$ 时, 再生微粉含量不应超过 10.0 %;
- 5) 当再生微粉亚甲蓝值 ≤ 0.5 或再生微粉流动度比 $\geq 110\%$ 时, 根据使用环境和用途, 并经试验验证, 供需双方协商可适当放宽再生微粉含量, 但不应超过 15.0 %。

7.1.9 制备自密实混凝土宜采用需水量比 $\leq 125\%$ 、再生微粉流动度比 $\geq 100\%$ 、饱和面干吸水率 $\leq 1.0\%$ 的 I 级混凝土再生砂。

7.1.10 配制再生砂混凝土时宜优先选用 2 区砂。当采用 1 区砂时, 宜提高砂率, 并保持足够的胶凝材料用量, 以满足混凝土的和易性。泵送混凝土宜选用 2 区砂。

7.1.11 再生砂混凝土的原材料品种、质量有显著变化, 或对混凝土性能指标有新特殊要求, 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。

7.2 混凝土配合比设计

7.2.1 建筑垃圾再生砂配合比应按 JGJ 55 的规定进行设计。再生砂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, 空气量可取 1.0 %。

7.2.2 建筑垃圾再生砂混凝土抗压强度标准差应根据同品种、同强度等级的建筑垃圾再生砂混凝土统

计资料计算确定，并应符合 JGJ/T 240 的规定。当无统计资料时，其抗压强度标准差宜按表 5 取值。

表5 再生砂混凝土抗压强度标准差建议值

单位为兆帕

强度等级	≤C20	C25、C30	C35、C40
σ	4.0	5.0	6.0

7.2.3 混凝土再生砂仅可用于强度等级不大于 C40 的混凝土，C40 级混凝土中 I 级混凝土再生砂取代率不宜超过 60 %，C30 级混凝土中 II 级混凝土再生砂取代率不应超过 30 %，III 级混凝土再生砂取代率不应超过 10 %，IV 级混凝土再生砂不应用于制备结构再生砂混凝土。混凝土再生砂的等级选用及具体最大取代率宜符合表 6 的规定，取代率应通过试验确定。

表6 混凝土再生砂在混凝土中的最大取代率（%）

混凝土再生砂等级	再生砂混凝土强度等级					
	C15	C20	C25	C30	C35	C40
I 级	100	≤100	≤100	≤80	≤70	≤60
II 级	≤90	≤60	≤50	≤30	—	—
III 级	≤60	≤40	≤20	≤10	—	—
IV 级	≤30	≤10	—	—	—	—

7.2.4 混合再生砂仅可用于强度等级不大于 C30 的混凝土，I 级混合再生砂取代率不宜超过 60 %，II 级混合再生砂取代率不应超过 50 %，III 级混合再生砂取代率不应超过 30 %，IV 级混合再生砂不应用于再生砂混凝土。混合再生砂的等级选用及具体最大取代率宜符合表 7 的规定，取代率应通过试验确定。

表7 混合再生砂在混凝土中的最大取代率（%）

混合再生砂等级	再生砂混凝土强度等级			
	C15	C20	C25	C30
I 级	≤60	≤50	≤40	≤20
II 级	≤50	≤40	≤30	—
III 级	≤30	≤20	≤10	—
IV 级	—	—	—	—

7.2.5 净用水量的取值，宜根据设计要求的坍落度和粗骨料的最大粒径，按 JGJ 55 的规定取值。

7.2.6 在配制相同强度等级的混凝土时，再生砂混凝土的配合比设计应考虑再生砂中的再生微粉含量，在天然砂混凝土基础上，适当调整胶凝材料用量，具体用量应通过试验确定；对于配制冬期施工用混凝土和负温混凝土时，水泥用量宜适当增加，可通过试验确定。

7.2.7 掺合料的品种和掺量，应结合再生砂中的再生微粉含量，通过试验确定。

7.2.8 采用再生砂配制混凝土时，再生砂混凝土的砂率宜在天然砂混凝土砂率的基础上适当提高。当缺乏技术资料时，再生骨料混凝土砂率的确定应符合下列规定：

- 1) 坍落度小于 50 mm 的混凝土，其砂率应通过试验确定；
- 2) 坍落度为 50 mm~80 mm 的混凝土，其砂率宜通过试验确定，当缺乏试验条件或技术资料时，可根据粗骨料最大公称粒径及水胶比按表 7 选取；
- 3) 坍落度大于 80 mm 的混凝土，其砂率可通过试验确定，也可在表 8 的基础上，按坍落度每增大 20 mm，砂率增大 1 % 的幅度调整。

表8 再生骨料混凝土的砂率（%）

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

- 7.2.9 采用Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级混凝土再生砂或混合再生砂时，可适当减小或增大砂率；当再生砂中的再生微粉含量较高时，宜采用较低砂率并通过试验确定。
- 7.2.10 掺加外加剂的再生砂混凝土，外加剂的品种与掺量应根据混凝土的强度等级、施工要求、混凝土所处环境条件等因素经试验确定，并应符合 GB 50119 的规定。混凝土外加剂掺量宜在仅使用天然骨料的普通混凝土外加剂掺量的基础上增加 0.1 %~0.2 %，具体通过试验确定。
- 7.2.11 再生砂混凝土配合比应根据基准河砂混凝土配合比和再生砂取代率按照下列规定进行试配：
- 1) 再生砂混凝土总用水量应在基准河砂混凝土用水量基础上适当增加；
 - 2) 根据再生砂用量与再生砂饱和面干吸水率、再生胶砂需水量比估算再生砂由干燥状态达到饱和面干状态所需的用水量，作为附加用水量；在净用水量的基础上，先增加 0.3~0.5 倍的附加用水量，作为试配用水量；通过进一步调整外加剂用量和用水量来调整再生骨料混凝土拌合物的工作性，但总用水量不宜超过净用水量与附加用水量之和；
 - 3) 当进行泵送混凝土配合比设计时，根据再生砂用量与再生砂饱和面干吸水率、再生砂压力吸水率、再生胶砂需水量比估算再生砂由干燥状态达到 20.0 MPa 压力吸水所需的用水量，作为泵送混凝土附加用水量；在净用水量的基础上，先增加 0.5~0.7 倍的附加用水量，作为试配用水量；通过进一步调整外加剂用量和用水量来调整再生骨料混凝土拌合物的工作性，但总用水量不宜超过净用水量与附加用水量之和；
 - 4) 当实际用水量超出净用水量的 3.0%时，为了得到与普通混凝土相同工作性、相同强度等级的再生骨料混凝土，可在水胶比不变的情况下在基准胶凝材料用量的基础上，增加 5.0% 左右的胶凝材料用量，外加剂用量应随胶凝材料用量调整，砂率可相应调整。
- 7.2.12 在配合比试拌的基础上，再生砂混凝土配合比应按 JGJ 55 的规定进行强度试验，并进行配合比调整和校正。
- 7.2.13 校正后的再生砂混凝土配合比，应在满足混凝土拌合物性能要求和混凝土试配强度的基础上，对设计提出的混凝土耐久性项目进行检验和评定，符合要求的配合比确定为试验室设计配合比。

8 再生砂砂浆配合比设计

8.1 一般规定

- 8.1.1 建筑垃圾再生砂砂浆配合比设计应满足砂浆和易性、强度和耐久性的要求。
- 8.1.2 建筑垃圾再生砂砂浆有特殊性能时，其性能应符合设计要求，设计无要求时，应符合相关标准的规定，配合比应通过试验确定。
- 8.1.3 对用于抗裂性能要求高和开裂倾向较大的敏感部位的建筑垃圾再生砂砂浆，应通过抗裂试验和收缩试验确定配合比，并采取抗裂技术措施。
- 8.1.4 碳酸盐质混凝土材料生产的再生砂，在硫酸盐、碳酸盐及低温环境中使用，应采取防止低温硫酸盐侵蚀技术措施。
- 8.1.5 配制负温砂浆、冬期施工用砂浆、有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土时，应使用Ⅰ级凝

- 土再生砂。
- 8.1.6 对于有防水抗渗、抗腐蚀、耐磨、负温和冬期施工用或其他特殊要求的砂浆，砂含泥量不应大于 3.0 %，泥块含量不应大于 2.0 %，坚固性指标不应大于 8 %；宜按再生微粉的亚甲基蓝值指标和再生微粉的流动度比指标控制再生微粉含量。
- 8.1.7 用于普通砌筑砂浆、普通抹灰砂浆和机喷抹灰砂浆以及湿拌砌筑砂浆、湿拌抹灰砂浆的建筑垃圾再生砂最大粒径不宜大于 2.36 mm；用于普通防水砂浆的砂最大粒径不宜大于 2.36 mm。
- 8.1.8 用于薄层砌筑砂浆和薄层抹灰砂浆的建筑垃圾再生砂最大粒径不宜大于 1.18 mm，天然砂最大粒径不宜大于 2.36 mm。
- 8.1.9 用于抹灰砂浆和地面砂浆的建筑垃圾再生砂中再生微粉含量宜符合表 9 的规定。

表9 预拌砂浆用建筑垃圾再生砂性能指标

项目		要求
用于干混砂浆的建筑垃圾再生砂含水率（%）		≤0.5
天然砂和混合砂含泥量（%）	用于砌筑砂浆	≤5.0
	用于抹灰砂浆、地面砂浆	≤3.0
	用于普通防水砂浆	≤1.0
建筑垃圾再生砂中微粉含量（%）	用于抹灰砂浆和地面砂浆	≤5.0

- 8.1.10 制备自流平砂浆宜采用需水量比≤125 %、再生微粉流动度比≥100 %、饱和面干吸水率≤1.0 % 的Ⅰ级混凝土再生砂。
- 8.1.11 配制再生砂混凝土时宜优先选用 2 区砂。当采用 1 区砂时，宜提高砂率，并保持足够的胶凝材料用量，以满足混凝土的和易性。泵送混凝土宜选用 2 区砂。
- 8.1.12 再生砂砂浆的原材料品种、质量有显著变化，或对砂浆性能指标有新特殊要求，或生产间断半年以上时，应重新进行砂浆配合比设计。

8.2 配合比设计

- 8.2.1 配合比设计应按 JGJ/T 98、JGJ/T 220 或 JC/T 2457 的相关规定进行计算基准砂浆配合比。
- 8.2.2 建筑垃圾再生砂砂浆应进行配合比设计，砂浆的试配抗压强度应按式（1）计算：

$$f_0 = k \cdot f \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

- f_0 ——砂浆的试配强度，精确至0.1MPa，单位为兆帕（MPa）；
- f ——砂浆强度等级值，精确至0.1MPa，单位为兆帕（MPa）；
- k ——砂浆生产质量水平系数，取1.20~1.30，优良1.20、一般1.25、较差1.30。

- 8.2.3 根据已有技术资料 and 砂浆性能要求确定再生砂取代率；当无技术资料作为依据时，建筑垃圾再生砂用于抹面砂浆最大取代率宜按符合表 10 的规定选取，最佳取代率应通过试验确定。

表10 建筑垃圾再生砂在抹面砂浆中的最大取代率（%）

再生砂种类级别		砂浆强度等级				
品种	类别	M5	M7.5	M10	M15	M20
混凝土再生砂	Ⅰ级	100	100	100	80	50
	Ⅱ级	80	80	70	60	30
	Ⅲ级	40	30	—	—	—
	Ⅳ级	30	—	—	—	—

再生砂种类级别		砂浆强度等级				
混合再生砂	I 级	50	40	20	—	—
	II 级	40	20	—	—	—
	III 级	20	—	—	—	—
	IV 级	15	—	—	—	—

- 8.2.4 用于砌筑砂浆和地面砂浆的建筑垃圾再生砂取代率应经试验确定。
- 8.2.5 再生微粉掺量不宜大于细骨料总量的 5 %，并应经试验确定。
- 8.2.6 以基准砂浆配合比中的砂用量为基础，计算再生砂用量。
- 8.2.7 在配制相同强度等级的砂浆时，再生砂砂浆配合比设计应考虑再生砂中的再生微粉含量，在天然砂砂浆基础上，适当调整胶凝材料用量，具体用量应通过试验确定；对于配制冬期施工用砂浆时，水泥用量宜适当增加，可通过试验确定。
- 8.2.8 掺合料的品种和掺量，应结合再生砂中的再生微粉含量，通过试验确定。
- 8.2.9 掺加外加剂的再生砂砂浆，外加剂的品种与掺量应根据混凝土的强度等级、施工要求、使用环境等因素经试验确定，并应符合 GB 50119 的规定。外加剂掺量宜在仅使用天然骨料的普通砂浆外加剂掺量的基础上增加 0.1 %~0.2 %，具体通过试验确定。
- 8.2.10 再生砂砂浆配合比中的总用水量应根据基准河砂砂浆配合比和再生砂取代率按照下列规定进行试配：
- 1) 再生砂砂浆总用水量应在基准河砂砂浆用水量基础上适当增加；
 - 2) 根据再生砂用量与再生砂饱和面干吸水率、再生胶砂需水量比估算再生砂由干燥状态达到饱和面干状态所需的用水量，作为附加用水量；在净用水量的基础上，先增加 0.2~0.4 倍的附加用水量，作为试配用水量；通过进一步调整外加剂用量和用水量来调整再生骨料混凝土拌合物的工作性，但总用水量不宜超过净用水量与附加用水量之和；
 - 3) 当进行泵送砂浆配合比设计时，根据再生砂用量与再生砂饱和面干吸水率、再生砂压力吸水率、再生胶砂需水量比估算再生砂由干燥状态达到 20.0 MPa 压力吸水所需的用水量，作为泵送砂浆附加用水量；在净用水量的基础上，先增加 0.3~0.5 倍的附加用水量，作为试配用水量；通过进一步调整外加剂用量和用水量来调整再生骨料混凝土拌合物的工作性，但总用水量不宜超过净用水量与附加用水量之和；
 - 4) 当实际用水量超出净用水量的 5.0 %时，为了得到与普通砂浆相同工作性、相同强度等级的再生砂浆，可在水胶比不变的情况下在基准胶凝材料用量的基础上，增加 5.0 %左右的胶凝材料用量，外加剂用量应随胶凝材料用量调整，砂用量可相应调整。
- 8.2.11 在再生砂砂浆配合比试拌的基础上，再生砂砂浆应按相关标准规定进行强度试验，并进行配合比调整和校正。
- 8.2.12 校正后的再生砂砂浆配合比，应在满足拌合物性能要求和试配强度的基础上，对设计提出的其他长期耐久性能等项目进行检验和评定，选择符合性能要求且经济性好的配合比作为试验室配合比。

9 混凝土制备、运输和施工

9.1 一般规定

- 9.1.1 建筑垃圾再生砂混凝土宜采用预拌混凝土，其性能应符合 GB/T 14902 的有关规定。
- 9.1.2 施工前，施工单位宜根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，制定再生砂混凝土施工技术方
- 9.1.3 施工过程中，应对混凝土原材料计量、混凝土搅拌、混凝土拌合物运输、混凝土浇筑、拆模及

养护进行全过程控制。

9.1.4 再生砂或混合砂、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。

9.1.5 混凝土运输、输送、浇筑过程中严禁加水。

9.2 混凝土制备

9.2.1 原材料计量应符合 GB 50164 和 GB 50666 的规定。

9.2.2 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 11 的规定。

表11 每盘原材料计量的允许偏差

单位为百分数

原材料种类	允许偏差（按质量计）
胶凝材料	±2
外加剂	±1
拌合用水	±1
粗骨料、再生砂	±3

9.2.3 再生砂混凝土的搅拌应符合 GB 50164 和 GB 50666 的有关规定。

9.2.4 混凝土搅拌机应符合 GB/T 9142 的有关规定。

9.2.5 混凝土的搅拌时间应在天然砂混凝土搅拌时间的基础上延长 10 s~20 s，且应每班检查不少于 2 次。

9.2.6 冬期施工混凝土原材料宜采用加热水的方法，当加热水的方法不能满足设计要求时，可对骨料进行加热，拌合水的温度不宜超过 80 ℃，骨料温度不宜超过 60 ℃，水泥不得直接加热。

9.2.7 混凝土的坍落度允许偏差应符合表 12 的规定。

表12 混凝土坍落度允许偏差

单位为毫米

坍落度	允许偏差
<50	±10
50~90	±20
>90	±30

9.3 混凝土拌合物运输

9.3.1 再生砂混凝土的运输应符合 GB 50164、GB 50666 和 GB/T 14902 的相关规定。

9.3.2 泵送施工在生砂混凝土，其运输应保证连续泵送，并符合 JGJ/T 10 规定。

9.3.3 混凝土运输至浇筑现场时，不得出现泌水、离析或分层现象。

9.3.4 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泵送剂，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。泵送剂加入量应事先由试验确定，并应进行记录。

9.3.5 冬期施工混凝土或负温混凝土运输过程中应采取保温措施，保证混凝土入模温度满足设计要求，混凝土运输和入模温度可按 JGJ/T 104 的规定进行计算，且入模温度不应低于 5 ℃。

9.4 混凝土浇筑与振捣

- 9.4.1 建筑垃圾再生砂混凝土的浇筑应符合 GB 50164 和 GB 50666 的有关规定。
- 9.4.2 再生砂混凝土浇筑时的自由倾落高度不宜大于 3.0 m。当大于 3.0 m 时，应采用滑槽、漏斗、串筒等器具辅助输送混凝土。
- 9.4.3 振捣应保证再生砂混凝土密实、均匀，并应避免欠振、过振和漏振。
- 9.4.4 夏季施工时，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。
- 9.4.5 冬期施工时，混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，并应采取保温措施。
- 9.4.6 当风速大于 5 m/s 时，混凝土浇筑宜采取挡风措施。
- 9.4.7 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 GB 50496 的规定。
- 9.4.8 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 300 mm～350 mm。
- 9.4.9 混凝土振捣时，应避免碰撞模板、钢筋及预埋件。
- 9.4.10 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，同时及时排出混凝土泌水。

9.5 混凝土拆模

- 9.5.1 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。
- 9.5.2 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 13 的规定。

表13 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, ≤8	≥75
	>8	≥100
	≤8	≥75
梁、拱、壳	>8	≥100
悬臂构件	—	≥100

- 9.5.3 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。
- 9.5.4 当遇大风或气温急剧变化时，不宜拆模。

9.6 混凝土养护

- 9.6.1 混凝土的养护应按 GB 50164 和 GB 50666 的相关规定执行。
- 9.6.2 混凝土振捣密实后，宜采用塑料薄膜及时顶浆覆盖。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。
- 9.6.3 混凝土成型后，抗压强度达到 1.2 MPa 以前，不应在混凝土上踩踏。
- 9.6.4 混凝土养护时间应符合下列规定：
- 1) 采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制时，采取洒水和潮湿覆盖的养护时间不得少于 7 d；
 - 2) 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时，或掺加缓凝剂、以及大掺量矿物掺合料时，采取洒水和潮湿覆盖的养护时间不应少于 14 d；
 - 3) 对于竖向混凝土结构，养护时间宜适当延长。
- 9.6.5 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 2 h，升温速度不宜超过 25 °C/h，降温速度不宜超过 20 °C/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，表面与外界温差不应大于 20 °C。
 - 3) 采用潮湿自然养护时，应符合相关标准的规定。
- 9.6.6 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。
- 9.6.7 冬期施工混凝土或负温混凝土不得采取洒水保湿养护方法。撤除保温养护措施时，受冻临界强度应达到本文件第 5.3 节的规定。冬期施工时，对于墙体，带模养护不应小于 14 d。
- 9.6.8 掺用膨胀剂的混凝土应采取保湿养护，养护龄期不应小于 14 d。

10 生产、运输与贮存

10.1 一般规定

10.1.1 建筑垃圾再生砂砂浆原材料的贮存应符合下列规定：

- 1) 各原材料必须分仓贮存，并应有明显的标识。
- 2) 水泥应按生产厂家、品种及强度等级分别贮存，同时应具有防潮和防污染措施。
- 3) 建筑垃圾再生砂的贮存应保证其均匀性，不同品种、规格的细骨料应分别贮存，建筑垃圾再生砂的堆放场地应为能排水的硬质地面。
- 4) 掺合料应按品种、级别分别贮存，严禁与水泥或其他粉状材料混杂。
- 5) 外加剂、添加剂应按生产厂家、品种分别贮存，应具有防止质量发生变化的措施。

10.1.2 建筑垃圾再生砂砂浆所采用的计量设备应符合下列规定：

- 1) 计量设备应按有关规定由法定计量部门进行检定，使用期间应定期进行校验。
- 2) 计量设备应能连续计量不同配合比砂浆的各种原材料，并应具有实际计量结果逐盘记录和存储功能。

10.1.3 建筑垃圾再生砂砂浆的生产、运输与贮存应符合 B/T 25181 和预拌砂浆应用技术规程 JGJ/T 223 以及相关标准的规定。

10.1.4 建筑垃圾再生砂砂浆宜采用预拌工艺，其性能应符合现行 GB/T 25181 的有关规定。

10.1.5 施工前，施工单位宜根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，制定再生砂砂浆施工技术方案。

10.1.6 施工过程中，应对原材料计量、土搅拌、运输、施工及养护进行全过程控制。

10.1.7 再生砂或混合砂 7 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砂含水率变化时，应及时检验，并应根据检验结果及时调整施工配合比。

10.1.8 砂浆在运输、输送、浇筑过程中严禁加水。

10.2 湿拌砂浆

10.2.1 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆原材料的贮存应符合下列规定：

- 1) 各原材料贮存应符合本文件 7.1.1 的规定；
- 2) 建筑垃圾再生砂的堆放场地宜具备进行预湿处理的工艺条件。

10.2.2 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆各种原材料的计量应符合下列规定：

- 1) 原材料的计量均应按质量计；

- 2) 天然砂、再生砂应分开计量；
- 3) 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 14 的规定。

表14 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
添加剂	±1
拌合用水	±1
再生砂	±3

- 10.2.3 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆的生产应符合下列规定：
- 1) 湿拌砂浆应采用符合 JB/T 11859 要求的搅拌机进行搅拌；
 - 2) 湿拌砂浆的搅拌时间从全部材料投完算起，掺有矿物掺合料、添加剂或外加剂时，搅拌时间不宜少于 180s；由水泥、细骨料和水配制的砂浆，搅拌时间不宜少于 120s；
 - 3) 生产中应测定砂的含水率，每个工作班不应少于 1 次；当含水率有显著变化时，应增加测定次数，根据测试结果及时调整用水量和砂用量；
 - 4) 湿拌砂浆生产过程中应避免对周围环境污染，所有粉料的输送及计量工序均应在密闭状态下进行，并应有收尘装置；砂堆场应有防扬尘措施；
 - 5) 应严格控制生产废水的排放。
- 10.2.4 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆的运输应符合下列规定：
- 1) 湿拌砂浆运输应采用搅拌运输车。装料前入料口应保持清洁，搅拌罐内不得有积水、积浆及杂物；
 - 2) 在装料及运输过程中，应保持搅拌罐按一定速度旋转，保证砂浆拌合物均匀，不产生分层、离析现象，且稠度应满足施工要求；
 - 3) 运输设备不应吸水、不漏浆，并保证卸料及输送畅通，严禁在运输及卸料过程中加水；
 - 4) 湿拌砂浆用搅拌运输车运输的延续时间应符合表 15 的规定；

表15 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆运输延续时间

气温	运输延续时间（min）
5℃～30℃	≤150
冬施施工	≤120

- 5) 湿拌砂浆供货量以立方米为计算单位。

- 10.2.5 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆的贮存应符合下列规定：
- 1) 施工现场应配备湿拌砂浆贮存容器，贮存容器应密闭、不吸水，使用时内部应无明水、杂物，贮存容器应便于贮存、清洗和取用；
 - 2) 建筑垃圾再生砂砂浆存取时应有防雨措施，宜采取遮阳、保温等措施；
 - 3) 不同品种、强度等级的建筑垃圾再生砂湿拌砂浆应分别存放在不同的存容器中，并应对贮存容器进行标识；
 - 4) 湿拌砂浆在贮存及使用过程中不应加水。出现少量泌水时，应拌合均匀后使用；
 - 5) 建筑垃圾再生砂砂浆用完后应立即清理贮存容器；
 - 6) 湿拌砂浆贮存地点的环境温度宜为 5℃～30℃，冬期施工时，应采取保温措施。

10.3 干混砂浆

- 10.3.1 建筑垃圾再生砂干混砂浆原材料的贮存与处理应符合下列规定：
- 1) 各原材料贮存应符合本文件 7.1.1 的规定；
 - 2) 砂应进行干燥处理，必要时，宜进行筛分处理。细骨料的含水率应小于 0.5 %。
- 10.3.2 建筑垃圾再生砂干混砂浆各种原材料的计量应符合下列规定：
- 1) 各种原材料的计量均应按质量计；
 - 2) 原材料的计量允许偏差应符合表 16 的规定。

表16 再生骨料干混砂浆原材料计量允许差

单次计量值 (kg)	主要原材料		外加剂和添加剂		
	W>500	W≤500	W>10	1≤W≤10	W<1
允许偏差	±2%	±1%	±200g	±50g	±30g

- 10.3.3 建筑垃圾再生砂干混砂浆的生产应符合下列规定：
- 1) 干混砂浆搅拌机应符合 JB/T 11185 要求；
 - 2) 搅拌时间应根据砂浆品种及搅拌机特点合理确定，并应保证砂浆混合均匀；
 - 3) 生产中应测定干燥砂的含水率，每个工作班不应少于 1 次；
 - 4) 应定期检查砂浆混合效果，以及进出料口的封闭情况；
 - 5) 砂浆品种更换时，搅拌及输送设备等应清理干净；
 - 6) 干混砂浆生产过程中应避免对周围环境污染，所有粉料的输送及计量工序均应在密闭状态下进行，并应有收尘装置；砂堆场应有防扬尘措施。
- 10.3.4 建筑垃圾再生砂干混砂浆的包装和标志应符合下列规定：
- 1) 干混砂浆可袋装或散装；
 - 2) 袋装干混砂浆每袋净含量不应少于其标志质量的 99 %。随机抽取 20 袋，总质量不应少于标志质量的总和；
 - 3) 包装袋应符合 GB 9774 的规定；
 - 4) 袋装干混砂浆包装袋上应有标志标明产品名称、标记、商标、强度等级、加水量范围、净含量、使用说明、贮存条件及保质期、生产日期或批号、生产单位、地址和电话等；
 - 5) 散装干混砂浆应附卡片标志，内容与袋装标志相同。
- 10.3.5 建筑垃圾再生砂干混砂浆的运输和贮存应符合下列规定：
- 1) 干混砂浆在装、运、卸时，应有防扬尘措施，不应污染环境。
 - 2) 干混砂浆在运输和贮存过程中不应受潮和混入杂物。不同品种和规格型号的干混砂浆应分别贮运，不应混杂。
 - 3) 散装干混砂浆宜采用专用罐装车运送。贮存应密封防水、防潮，并具有除尘装置。更换砂浆品种时，贮存罐应清空并清理干净。
 - 4) 袋装干混砂浆可采用交通工具运输。运输过程中，不得混入杂物，并应有防雨、防潮、防扬尘措施。搬运时，不应摔包，不应自行倾卸。

11 再生砂砂浆施工

11.1 一般规定

- 11.1.1 建筑垃圾再生砂砂浆的品种选用应根据设计施工等要求确定。
- 11.1.2 不同品种、规格的建筑垃圾再生砂砂浆不得混合使用。

- 11.1.3 建筑垃圾再生砂砂浆施工前，施工单位应按施工方案进行技术交底，并应做好施工记录。
- 11.1.4 建筑垃圾再生砂砂浆施工现场的环境控制，应符合 JGJ 146 的规定。
- 11.1.5 建筑垃圾再生砂砂浆施工应符合 JGJ/T 223 的有关规定。

11.2 砌筑砂浆施工

11.2.1 块体砌筑应符合下列规定：

- 1) 施工前块材应试排块；
- 2) 多孔砖及小砌块的半盲孔面，应作为铺浆面；
- 3) 非烧结块材砌筑时龄期不应少于 28 d。
- 4) 烧结块材、蒸压加气混凝土砌块砌筑前应提前 1 d~2 d 适度湿润，不得采用干砖或吸水饱和状态的砖砌筑。
- 5) 蒸压压加气混凝土砌块的含水率宜小于 30 %；烧结块材的相对含水率宜为 60 %~70 %；其他非烧结类块材的相对含水率宜为 40 %~50 %；
- 6) 混凝土多孔砖和混凝土实心砖砌筑前不宜浇水湿润，当天气干燥炎热时，宜在砌筑前对其表面适当喷水润湿；
- 7) 砌筑轻集料混凝土小型空心砌块砌体时，应提前浇水湿润；砌筑时，砌块表面不应有明水。

11.2.2 建筑垃圾再生砂砌筑砂浆的水平灰缝厚度宜为 10 mm，允许偏差宜为 ±2 mm。

11.2.3 砌砖工程当采用铺浆法砌筑时，一次铺浆长度不得超过 750 mm；施工期间气温超过 30 °C 时，一次铺浆长度不得超过 500 mm。

11.2.4 砌体的灰缝应横平竖直、厚薄均匀、密实饱满；竖向灰缝应采用加浆法或挤浆法使其饱满，不应先干砌后灌缝；建筑垃圾再生砂砌筑砂浆可用原浆对墙面勾缝，但必须随砌随勾。

11.2.5 对砖砌体、小砌块砌体，每日砌筑高度宜控制在 1.5 m 以下或一步脚手架高度内；对石砌体，每日砌筑高度不应超过 1.2 m。

11.2.6 其他按 GB 50924 的有关规定执行。

11.3 抹灰砂浆施工

11.3.1 施工前，施工单位宜和生产企业、监理单位共同模拟现场条件制作抹灰样板，在规定龄期进行建筑垃圾再生砂抹灰砂浆的实体拉伸粘结强度检验，合格后封存留样。

11.3.2 砂浆抹灰层的总厚度应符合设计要求，抹灰的允许偏差应符合 GB 50210 的规定。

11.3.3 抹灰施工应在砌筑工程施工完毕至少 7 d，并经主体结构验收合格后进行。

11.3.4 抹灰砂浆的一次涂抹厚度不宜大于 10 mm；当抹灰砂浆厚度大于 10 mm 时，应分层抹灰，且应在前一层砂浆凝结硬化后再进行后一层抹灰；当抹灰砂浆总厚度大于或等于 35 mm 时，应采取加强措施。

11.3.5 抹灰砂浆凝结硬化后，应及时进行保湿养护，养护时间不应少于 7 d。

11.3.6 其他按 GB 5021 和 JGJ/T 220 的有关规定执行。

11.4 地面砂浆施工

11.4.1 当建筑垃圾再生砂地面砂浆以及屋面找平层铺设面积超过 30 m² 时，应设置分格缝，其间距不宜大于 6 m。

11.4.2 建筑垃圾再生砂地面砂浆抹压应分 2 次进行，水泥初凝前进行抹平，终凝前再进行压实抹平。

11.4.3 建筑垃圾再生砂地面砂浆施工完成 1 d 后，应进行洒水保湿养护，养护时间不少于 7 d。

11.4.4 建筑垃圾再生砂地面砂浆施工完成后，应有防止玷污和损坏的措施。

11.4.5 其他要求按 GB 50209 的有关规定执行。

11.5 砂浆冬期施工

11.5.1 建筑垃圾再生砂预拌砂浆冬期施工应符合 JGJ/T 104 的规定。

11.5.2 建筑垃圾再生砂抹灰砂浆不宜进行室外冬期施工。

11.5.3 冬期施工砂浆或负温砂浆运输过程中应采取保温措施，保证施工开始前出机温度满足设计要求，运输和入模温度可按 JGJ/T 104 的规定进行计算，且现场出机温度不应低于 5℃。

11.5.4 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆冬期施工时，应适当缩短砂浆凝结时间，但应经试配确定。建筑垃圾再生砂湿拌砂浆的贮存容器应采取保温措施。

11.5.5 冬期施工可采用加热保温措施提高建筑垃圾再生砂砂浆强度增长，但应监测砂浆表面温度，不得浇水养护。

11.5.6 冬期施工的建筑垃圾再生砂砂浆，根据天气气温及性能要求，施工方法宜符合下列规定：

- 1) 当室外最低气温不低于-3℃时，宜采用蓄热法、综合蓄热法施工；
- 2) 当室外最低气温不低于-5℃时，宜采用综合蓄热法、暖棚法、加热法施工；
- 3) 当室外最低气温不低于-20℃时，宜采用暖棚法、加热法施工；
- 4) 有防水抗渗要求时，宜采用暖棚法、加热法施工；
- 5) 有抗冻耐久要求时，宜采用暖棚法、加热法施工。

11.5.7 雨天不宜进行外墙抹灰施工，确需施工时，应采取防雨措施，且在建筑垃圾再生砂抹灰砂浆凝结前不应受雨淋。

11.5.8 在多风、空气干燥的季节，进行室内抹灰施工时，宜对门窗进行封闭；进行室外抹灰施工时，应采取防风措施，并均应在砂浆凝结后及时保湿养护。

11.5.9 夏季施工时，建筑垃圾再生砂预拌砂浆应随拌随用，以防高温影响砂浆工作性能。夏季气温高于 30℃时，外墙抹灰应采取遮阳措施，并应加强保湿养护。

12 混凝土质量检验及验收

12.1 原材料质量检验

12.1.1 建筑垃圾再生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。

12.1.2 原材料进场后，应进行抽样检验，抽检的项目应符合下列规定：

- 1) 水泥应对胶砂强度、凝结时间、安定性和烧失量进行检验，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。
- 2) 砂应对颗粒级配、细度模数、压碎指标、泥块含量、再生微粉含量、亚甲蓝试验、吸水率和压力吸水率进行检验；对于有抗渗、抗冻要求的混凝土，还应检验其坚固性、抗冻性；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。
- 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；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) 粉煤灰应对细度、需水量比、烧失量和三氧化硫含量进行检验，C 类粉煤灰应增加游离氧化钙含量和安定性检验；粒化高炉矿渣粉应对比表面积、三氧化硫含量、活性指数和流动度比进行检验；硅灰应对比表面积、二氧化硅含量和活性指数进行检验；矿物掺合料均应进行放射性检验。
- 5) 外加剂应对 pH 值、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应增加含气量检验；防冻剂应增加含气量和 50 次冻融强度损失率比检验；膨胀剂应增加凝结时间、限制膨胀率检验。

- 6) 拌合用水应对 pH 值、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。

12.1.3 原材料的检验规则应符合下列规定：

- 1) 再生砂应以 500 m³ 或 800 t 为一个检验批；不足一个检验批时，应按一个检验批计；
- 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 200 t 为一个检验批，散装水泥应以 500 t 为一个检验批；不足一个检验批时，也应按一个检验批计；
- 3) 粗骨料应以 400 m³ 或 600 t 为一个检验批；不足一个检验批时，也应按一个检验批计；
- 4) 粉煤灰、粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料应按 200 t 为一个检验批，硅灰应按每 30 t 为一个检验批；不足一个检验批时，也应按一个检验批计；
- 5) 外加剂应按每 50 t 为一检验批；不足一个检验批时，也应按一个检验批计；
- 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) 原材料的取样应按有关标准执行。
- 9) 再生砂及其他原材料的质量应符合本文件第 4 章的规定。

12.2 混凝土性能检验

12.2.1 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文件第 7.2.2 条的规定。

12.2.2 在生产和施工过程中，应对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。

12.2.3 对于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。

12.2.4 混凝土拌合物性能应符合本文件第 5.2.2 条的规定。

12.2.5 硬化混凝土性能检验应符合下列规定：

- 1) 混凝土强度的检验评定应符合 GB/T 50107 的规定。
- 2) 混凝土长期性能和耐久性能的检验评定应符合 JGJ/T 193 的规定。
- 3) 混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能应分别符合本文件第 5.2 节的规定。

12.3 混凝土质量验收

12.3.1 建筑垃圾再生砂混凝土工程施工质量验收应符合 GB 50204 的规定。

12.3.2 建筑垃圾再生砂混凝土工程验收时，应符合本文件对混凝土力学性能、长期性能和耐久性能的规定。

13 质量验收

13.1 一般规定

13.1.1 建筑垃圾再生砂砂浆进场时，供应商应按批次向使用单位提供生产单位的出厂检验报告；首次进场时还应提供产品型式检验报告。建筑垃圾再生砂砂浆进场后应委托具有资质的检验机构进行复验。

13.1.2 建筑垃圾再生砂砂浆进场验收项目应符合下列规定

- 1) 外观检查，散装干混砂浆应均匀，无结块、受潮现象；袋装干混砂浆应包装完整，无结块、受潮现象；湿拌砂浆应均匀，无离析、泌水现象；
- 2) 建筑垃圾再生砂湿拌砂浆应进行稠度检验；
- 3) 建筑垃圾再生砂砂浆外观检验合格后，应按表 17 的规定项目进行复验；

表17 再生骨料预拌砂浆进场复验项目

砂浆品种		复验项目
湿拌砂浆	砌筑砂浆	保水率、保塑时间、抗压强度
	抹灰砂浆	保水率、保塑时间、抗压强度、拉伸粘结强度
	地面砂浆	保水率、保塑时间、抗压强度
干混砂浆	砌筑砂浆	保水率、2h稠度损失率、抗压强度
	抹灰砂浆	保水率、2h稠度损失率、抗压强度、拉伸粘结强度
	地面砂浆	保水率、2h稠度损失率、抗压强度

- 4) 建筑垃圾再生砂砂浆确需在温度低于 0℃条件下进行冬期施工时，应进行建筑垃圾再生砂砂浆负温性能检验。

13.1.3 建筑垃圾再生砂砂浆取样时，干混砂浆宜从搅拌机出料口取样，湿拌砂浆宜从运输车出料口或贮存器随机取样，砂浆抗压强度试块制作、养护应符合 JGJ/T 70 的规定。

13.1.4 建筑垃圾再生砂砂浆抗压强度应按验收批进行评定，其合格条件应符合下列规定：

- 1) 同一验收批砂浆试块抗压强度平均值应大于或等于设计强度等级所对应的立方体抗压强度的 1.10 倍，且最小值应大于或等于设计强度等级所对应的立方体抗压强度的 0.85 倍；
- 2) 同一验收批砂浆抗压强度试块不应少于 3 组。当同一验收批抗压强度试块少于 3 组时，每组试块抗压强度均须大于或等于设计强度等级所对应的立方体抗压强度的 1.10 倍。

13.1.5 建筑垃圾再生砂抹灰砂浆实体拉伸粘结强度应按验收批进行评定。

13.2 砌筑砂浆质量验收

13.2.1 对同品种、同强度等级的建筑垃圾再生砂砌筑砂浆，湿拌砌筑砂浆应以 50 m³ 为一个检验批，干混砌筑砂浆应以 100 t 为一个检验批；不足上述数量时，应按一批计。

13.2.2 每检验批应至少留置 1 组抗压强度试块。

13.2.3 其他应符合 GB 50203 和 JCJ/T 223 的规定。

13.3 抹灰砂浆质量验收

13.3.1 建筑垃圾再生砂抹灰砂浆工程检验批应按下列规定划分：

- 1) 相同砂浆品种、强度等级和施工工艺的室外抹灰工程，每 1000 m² 应划分为一个检验批；不足 1000 m² 时，应按一批计；
- 2) 相同砂浆品种、强度等级和施工工艺的室内抹灰工程，每 50 个自然间(大面积房间和走廊按抹灰面积 30 m² 为一间)应划分为一个检验批；不足 50 间时，应按一个检验批计。

13.3.2 每个检验批的检查数量应符合下列规定：

- 3) 室外抹灰工程，每检验批每 100 m² 应至少抽查一处，每处不得小于 10 m²。
- 4) 室内抹灰工程，每检验批应至少抽查 10 %，并不得少于 3 间；不足 3 间时，应全数检查。

13.3.3 抹灰层与基层之间及各抹灰层之间应粘结牢固，应无脱层、空鼓，面层应无起砂、爆灰和裂缝。

13.3.4 抹灰表面应光滑、洁净、平整、阴阳角顺直，分格缝应清晰。

13.3.5 抹灰层拉伸粘结强度检测时，相同砂浆品种、强度等级、施工工艺的抹灰工程每 5000 m² 应划分为一个检验批，每个检验批应取一组试件进行检测，不足 5000 m² 时，也应取一组。

13.3.6 同一验收批的抹灰层拉伸粘结强度平均值应大于或等于表 15 中的规定值，且最小值必须大于或等于表中规定值的 0.85 倍。当同一验收批拉伸粘结强度试验少于 3 组时，每组试件拉伸粘结强度均须大于或等于表 18 中的规定值。

表18 再生骨料抹灰砂浆拉伸粘结强度规定值

应用工程	拉伸粘结强度（MPa）
内墙抹灰	0.15
外墙、顶棚抹灰	0.25

13.3.7 建筑垃圾再生砂抹灰砂浆外表面粘贴饰面砖或外墙外保温系统时，尚应符合 GB 50411 和 JGJ 126 以及相关保温系统标准的规定。

13.3.8 其他应符合 GB 50210 和 JGJ/T 220 的规定。

13.4 地面砂浆质量验收

13.4.1 建筑垃圾再生砂地面砂浆应按每一层或每层施工段(或变形缝)为一个检验批。

13.4.2 每个检验批的检查数量应符合下列规定：

- 1) 每检验批应按自然间或标准间随机检验，抽查数量不应少于 3 间，不足 3 间时，应全数检查。走廊(过道)应以 10 延长米为 1 间，工业厂房(按单跨计)、大厅、门厅应以两个轴线为 1 间计算。
- 2) 对有防水要求的建筑地面，每检验批应按自然间(或标准间)总数随机检验，抽查数量不应少于 4 间，不足 4 间时，应全数检查。

13.4.3 建筑垃圾再生砂地面砂浆层应平整、密实，上一层与下一层应结合牢固，应无空鼓、裂缝，表面应洁净，并应无起砂、脱皮、麻面等缺陷。

13.4.4 其他应符合 GB 50209 和 JGJ/T 223 的规定。

附 录 A（规范性）
混凝土外加剂相容性快速试验方法

A.1 范围

本附录规定了建筑垃圾再生砂外加剂相容性快速试验的方法，适用于高效减水剂、聚羧酸系高性能减水剂、泵送剂及其他外加剂与胶凝材料、建筑垃圾再生砂的相容性试验。

A.2 一般要求

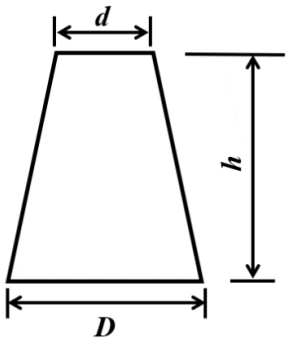
采用工程实际使用的原材料（水泥、矿物掺合料、砂、外加剂）和工程实际使用的砂浆配合比（水胶比降低0.02），用砂浆扩展度及其经时保留值大小作为评价建筑垃圾再生砂外加剂相容性的指标。

A.3 材料、配合比及环境条件

- A.3.1 采用工程实际使用的外加剂、水泥和矿物掺合料。
- A.3.2 工程实际使用的再生砂，应筛除粒径大于4.75 mm以上的部分，并应自然风干至气干状态。
- A.3.3 砂浆配合比应采用工程实际使用配合比，水胶比宜降低0.02，砂浆总量约3 000 g±50 g。
- A.3.4 砂浆初始扩展度应为350 mm±20 mm。
- A.3.5 试验应在砂浆成型室标准试验条件下进行，试验室温度应保持在20℃±2℃，相对湿度不应低于50%。当考虑实际工况影响条件下时，可在同条件温湿度环境条件下进行试验。

A.4 仪器设备

- A.4.1 水泥胶砂搅拌机应符合现行行业标准行星式水泥胶砂搅拌机JC/T 681的有关规定。
- A.4.2 砂浆扩展度筒应采用内壁光滑无缝的筒状金属制品，如图A.1所示，尺寸应符合下列要求：
 - a) 筒壁厚度不应小于2 mm；
 - b) 上口内径d尺寸为50±0.5 mm；
 - c) 下口内径D尺寸为100±0.5 mm；
 - d) 高度h尺寸为150±0.5 mm。



图A.1 砂浆扩展度筒示意图

A.4.3 其他

- a) 捣棒：直径为8 mm±0.2 mm、长为300 mm±3 mm的钢棒，端部应磨圆；
- b) 玻璃板：尺寸应为500 mm×500 mm×5 mm；

- c) 钢直尺：量程为 500 mm、分度值为 1 mm；
- d) 秒表：分度值不低于 0.1 s；
- e) 时钟：分度值为 1 s；
- f) 天平：量程为 100 g、分度值为 0.01 g；
- g) 台秤：量程为 5 000 g、分度值为 1 g。

A.5 试验步骤

A.5.1 将玻璃板水平放置，用湿布将玻璃板、砂浆扩展度筒、搅拌叶片及搅拌锅内壁均匀擦拭，使其表面润湿。

A.5.2 将砂浆扩展度筒置于玻璃板中央，并用湿布覆盖待用。

A.5.3 按砂浆配合比的比例分别称取水泥、矿物掺合料、砂、水及外加剂待用。

A.5.4 外加剂为液体时，先将建筑垃圾再生砂、胶凝材料加入搅拌锅内预搅拌 10 s，再将外加剂与水混合均匀加入；外加剂为粉状时，先将砂、胶凝材料及外加剂加入搅拌锅内预搅拌 10 s，再加入水。

A.5.5 加水后立即启动胶砂搅拌机，并按胶砂搅拌机程序进行搅拌，从加水时刻开始计时。

A.5.6 搅拌完毕，将砂浆分两次倒入砂浆扩展度筒，每次倒入约筒高的 1/2，并用捣棒自边缘向中心按顺时针方向均匀插捣 15 下，各次插捣应在截面上均匀分布。插捣筒边砂浆时，捣棒可稍微沿筒壁方向倾斜。插捣底层时，捣棒应贯穿筒内砂浆深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面。插捣完毕后，砂浆表面应用刮刀刮平，将筒缓慢匀速垂直提起，10 s 后用钢直尺量取相互垂直的两个方向的最大直径，精确值 5 mm，并取其平均值为砂浆扩展度。

A.5.7 砂浆初始扩展度未达到要求时，应调整外加剂的掺量，并重复本条第 A.5.1～A.5.6 款的试验步骤，直至砂浆初始扩展度达到要求。

A.5.8 将试验砂浆重新倒入搅拌锅内，并用湿布覆盖搅拌锅，从计时开始后 10 min（聚羧酸系高性能减水剂应做）、30 min、60 min，或一直至需要的稠度保留时间 t min（ t ：工程所需砂浆拌和物稠度度的保留时间），开启搅拌机，快速搅拌 1 min，按 A.5.6 步骤测定砂浆扩展度。

A.6 试验结果评价

A.6.1 应根据外加剂掺量、砂浆扩展度及其经时保留值、泌水状况等综合判断外加剂的相容性。当砂浆的初始扩展度达到 330 mm 或以上时判定为初始相容性好，采用聚羧酸系高性能减水剂时，应试验 10 min、30 min、60 min 及其工程实际需要的扩展度保留时间，采用其他外加剂时应试验 30 min、60 min 及其工程实际需要的扩展度保留时间，到达对应时间后的砂浆扩展度损失值不大于 30 mm，判定为该时间段内相容性好。

A.6.2 试验结果有异议时，可按实际生产配合比进行试验验证。

A.6.3 应注明所用外加剂、水泥、矿物掺合料和砂的品种、等级、生产厂及试验室温度、湿度等。

附 录 B
(规范性)
再生砂微粉亚甲蓝值 (MB 值) 试验方法

B.1 范围

本附录规定了再生砂微粉亚甲蓝值试验的方法。

B.2 仪器设备

- 1) 鼓风烘箱：温度控制范围为 105 ℃±5 ℃；
- 2) 天平，称量 1 000 g，感量 1 g；称量 100 g，感量 0.01 g；
- 3) 标准筛：规格为 0.075 mm、0.15 mm、0.30 mm、0.60 mm、1.18 mm、2.36 mm、4.75 mm 的方孔筛各一只，并附有筛底和筛盖；
- 4) 摇筛机；
- 5) 叶轮搅拌器：转速可调最高达 600 r/min±60 r/min，叶轮个数三片或四片，叶轮直径 75 mm±10 mm；
- 6) 定时装置：精度 1 s；
- 7) 温度计：精度 1 ℃。

B.3 试剂和材料

- 1) 亚甲蓝 (C₁₆H₁₈ClN₃S•3H₂O)：纯度不小于 98.5 %；
- 2) 移液管：5 mL、2 mL 移液管各一个；
- 3) 玻璃容量瓶：容量 1 L；
- 4) 玻璃棒：2 支，直径 8 mm，长 300 mm；
- 5) 烧杯：容量为 1000 mL；
- 6) 其他：定量滤纸、搪瓷盘、毛刷、洁净水等。

B.4 试验步骤

B.4.1 标准亚甲蓝溶液配制

- 1) 测定亚甲蓝中的水分含量 w。称取 5 g 左右的亚甲蓝粉末，记录质量 m_h，精确到 0.01 g。在 100 ℃±5 ℃的温度下烘干至恒重，在干燥器中冷却，然后称重，记录质量 m_g，精确到 0.01 g。按式 (A.1) 计算亚甲蓝的含水率 w：

$$w = \frac{m_h - m_g}{m_g} \times 100 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

m_h——亚甲蓝粉末的质量，单位为克 (g)；
m_g——干燥后亚甲蓝的质量，单位为克 (g)。

注：每次配制亚甲蓝溶液前，都必须首先确定亚甲蓝的含水率。

- 2) 取亚甲蓝粉末 (100+w) (10 g±0.01 g) /100 (即亚甲蓝粉末质量 10 g)，精确至 0.01 g。
- 3) 加热盛有约 600 mL 洁净水的烧杯，水温不超过 40 ℃。
- 4) 边搅动边加入亚甲蓝粉末，持续搅动 45 min，直至亚甲蓝粉末全部溶解为主，然后冷却至 20 ℃。

- 5) 将溶液倒入 1 L 容量瓶中，用洁净水淋洗烧杯等，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 ℃，加洁净水至容量瓶 1 L 刻度。
- 6) 摇晃容量瓶以保证亚甲蓝粉末完全溶解。将标准液移入深色储藏瓶中，亚甲蓝标准溶液保质期应不超过 28 d。配制好的溶液应标明制备日期、失效日期，并避光保存。

B. 4. 2 制备再生微粉悬浊液

- 1) 取代表性再生砂试样，置烘箱中在 105 ℃±5 ℃条件下烘干至恒重，待冷却至室温时，将砂试样倒入按孔径大小从上到下组合的套筛，应附 0. 075 mm 筛和筛底，用摇筛机筛 10 min，取 0. 075 mm 方孔筛以下筛底再生微粉试样累计 100 g，分两份备用，精确至 0. 1 g。
- 2) 称取再生微粉试样 200 g，精确至 0. 1 g。将再生微粉试样倒入盛有 500 mL±5 mL 蒸馏水的烧杯中，将叶轮搅拌机调整到 600 r/min±60 r/min 转速，叶轮距离烧杯底部约 10 mm。搅拌 5 min，形成再生微粉悬浮液，用移液管准确加入 5 mL 亚甲蓝溶液，然后保持 400 r/min±40 r/min 转速持续搅拌，直至试验结束。

B. 4. 3 粉亚甲蓝值（MB 值）的测定

- 1) 将滤纸架空放置在敞口烧杯的顶部，使其不与任何其他物品接触。
- 2) 再生微粉悬浊液在加入亚甲蓝溶液并经 400 r/min±40 r/min 转速搅拌 1 min 起，在滤纸上进行第一次色晕检验。即用玻璃棒蘸取一滴再生微粉悬浊液滴于滤纸上，液滴在滤纸上形成环状，中间是再生微粉沉淀物，液滴的数量应使沉淀物直径在 8 mm~12 mm 之间，外围环绕一圈无色的水环。观察在沉淀物周围边缘是否放射出 1 mm 宽的浅蓝色晕。
- 3) 如果第一次的 5 mL 亚甲蓝溶液没有使沉淀物周围出现色晕，再向再生微粉悬浊液中加入 5 mL 亚甲蓝溶液，继续搅拌 1 min，再用玻璃棒蘸取一滴悬浮液，滴于滤纸上，进行二次色晕试验，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 1 mm 宽的稳定浅蓝色晕。
- 4) 停止滴加亚甲蓝溶液，但继续搅拌悬浊液，每 1 min 蘸取一次悬浊液进行色晕试验。若色晕在 4 min 内消失，再加入 5 mL 亚甲蓝溶液；若色晕在第 5 min 消失，再加入 2 mL 亚甲蓝溶液。两种情况下，均应继续进行搅拌和蘸染试验，直至色晕可持续 5 min。
注：由于再生微粉吸附亚甲蓝需要一定的时间才能完成，在色晕试验过程中，色晕可能在出现后又消失了。因此，需要每隔 1 min 进行一次色晕检验，连续 5 次出现色晕为有效。
- 5) 记录色晕持续 5 min 时所加入的亚甲蓝溶液总体积，精确至 1 mL。
注：试验结束后应立即用水彻底清洗试验用容器，清洗后的容器不得含有清洁剂成分。

B. 5 再生微粉亚甲蓝值（MB 值）计算

B. 5. 1 再生微粉亚甲蓝值（MB 值）按式（A. 4. 2）计算：

$$MB = \frac{V}{G} \times 10 \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

- MB—— 亚甲蓝值，单位为克每公斤（g/kg），表示每千克再生微粉试样所消耗的亚甲蓝克数，精确至 0. 1 g/kg；
- G—— 试样质量 50，单位为克（g）；
- V—— 所加入的亚甲蓝溶液的总量，单位为毫升（mL）；
- 10—— 换算系数，用于将每千克试样消耗的亚甲蓝溶液体积换算成亚甲蓝质量。

B. 5. 2 再生微粉亚甲蓝值（MB 值）取两次试验结果的算术平均值，精确至 0. 1 g/kg。

附 录 C
(规范性)
再生微粉流动度比试验方法

C.1 范围

本附录规定了再生微粉胶砂流动度比试验的方法。

C.2 仪器设备和材料

C.2.1 仪器设备应符合下列要求：

- 1) 搅拌机：应符合 GB/T 17671 规定的行星式水泥胶砂搅拌机，具体应符合的规定；
- 2) 流动度跳桌：应符合 GB/T 2419 的规定；
- 3) 鼓风烘箱：温度控制范围为 105℃±5℃；
- 4) 标准筛：规格为 0.075 mm、0.15 mm、0.30 mm、0.60 mm、1.18 mm、2.36 mm、4.75 mm 的方孔筛各一只，并附有筛底和筛盖；
- 5) 摇筛机；
- 6) 天平：称量 1 000 g，感量 1 g；称量 100 g，感量 0.01 g；

C.2.2 试验材料应符合下列要求：

- 1) 水泥：采用 GB 8076 规定的基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥。
- 2) 砂：符合 GB/T 17671 规定的 ISO 标准砂；
- 3) 水：自来水或蒸馏水；
- 4) 减水剂：符合 JG/T 223 中标准型聚羧酸系高性能减水剂的规定，与试验用水泥适应性好，含固量不大于 5 %。

C.3 试验步骤

C.3.1 按GB/T 14684的规定进行取样，并将再生砂烘干。

C.3.2 将烘干后冷却至室温的再生砂试样倒入按孔径大小从上到下组合的套筛，应附75 μm筛和筛底，用摇筛机筛10 min，取75 μm方孔筛以下筛底再生微粉试样累计270 g，分2份备用，精确至0.1 g。

C.3.3 确定流动度比的胶砂配合比应符合表C. 1的规定。

表B.1 再生微粉流动度比试验胶砂配合比

胶砂种类	水泥 g	石粉 g	标准砂 g	加水量 mL	减水剂用量 g	流动度 mm
基准胶砂	450	0	1350	180	胶砂流动度达到180±5 mm时的减水剂用量	180±5
试验胶砂	315	135	1350	180	与对比组相同	L

C.3.4 按照B. 1中基准胶砂组的胶砂配合比，通过调整减水剂的用量使基准胶砂的流动度达到180 mm±5 mm。

C.3.5 按照B. 1中试验胶砂组的胶砂配合比，测定试验胶砂的流动度。

C.4 再生微粉流动度比计算

C.4.1 再生微粉的流动度比按式（B.1.1）计算：

$$F_F = \frac{L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- F_F ——再生微粉的流动度比，%，精确至1 %；
- L ——试验胶砂的流动度，单位为毫米（mm）；
- L_0 ——对比胶砂的流动度，单位为毫米（mm）。

C.4.2 再生微粉流动度比取两次试验结果的算术平均值，精确至1 %。若两次试验结果的差值超过5.0 %时，应重新取样进行试验。

附 录 D
(规范性)
再生砂需水量比试验方法

D.1 范围

本附录规定了再生砂需水量比试验的方法。

D.2 仪器设备和材料

D.2.1 仪器设备应符合下列要求：

- 1) 烘箱：温度控制范围为 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 2) 天平：量程应不小于 $2\ 000\text{ g}$ ，最小分度值应不大于 1 g ；
- 3) 搅拌机：符合 GB/T 17671 规定的行星式水泥胶砂搅拌机，具体应符合 JC/T 681 的规定；
- 4) 流动度跳桌：符合 GB/T 2419 的规定。
- 5) 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 $60\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ ，上口内径 $70\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ ，下口内径 $100\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ ，下口外径 120 mm ，模壁厚大于 5 mm ；
- 6) 捣棒：金属材质，直径为 $20\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ ，长度约 200 mm ；
- 7) 卡尺：量程 $\geq 300\text{ mm}$ ，分度值 $\leq 0.5\text{ mm}$ ；
- 8) 胶砂试模：符合 GB/T 17671 规定的 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ 棱柱体试模。
- 9) 振实台：符合 GB/T 17671 规定的振实台。
- 10) 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。
- 11) 养护箱：符合 GB/T 17671 规定的养护箱。

D.2.2 材料应符合下列要求：

- 1) 水泥：符合 GB 8076 混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；
- 2) 砂：符合 GB/T 17671 规定的 ISO 标准砂；
- 3) 受检砂：再生砂；
- 4) 水：自来水。

D.3 试验步骤

D.3.1 将不少于 3 kg 的再生砂试样放在烘箱中在 $(105 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重，筛除大于 4.75 mm 的颗粒备用。

D.3.2 称取标准砂 $1\ 350\text{ g}$ 和水泥 450 g ，加入适量的水，按 GB/T 17671 的规定进行搅拌，搅拌后的胶砂按 GB/T 2419 测定流动度。调整用水量，使基准胶砂流动度 (L_0) 在 $145\text{ mm} \sim 155\text{ mm}$ 内，此时所对应的用水量为基准胶砂用水量 (M_0)。

D.3.3 称取再生砂 $1\ 350\text{ g}$ 和水泥 450 g ，加入适量的水，按 GB/T 17671 的规定进行搅拌，搅拌后的胶砂按 GB/T 2419 测定流动度。调整用水量，直至再生胶砂流动度达到基准胶砂流动度 (L_0) 的 $\pm 5\text{ mm}$ 为止，此时所对应的用水量为再生胶砂用水量 (M_R)。

D.3.4 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。

D.3.5 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。

D.3.6 再生砂所用水泥应与基准胶砂所用水泥相同。

D.4 再生砂需水量比试验计算

D.4.1 再生砂需水量比按式（D.1.1）计算，结果保留至0.1%：

$$\beta_w = \frac{w_R}{w_0} \times 100 \% \cdots \cdots \cdots (D.1)$$

式中：

- β_w ——再生砂需水量比，%；
- w_0 ——基准胶砂用水量，单位为克（g）；
- w_R ——再生砂用水量，单位为克（g）。

D.4.2 再生砂需水量比取两次试验结果的算术平均值，精确至1 %。若两次试验结果的差值超过5.0 % 时，应重新取样进行试验。

附 录 E (规范性) 再生砂强度比试验方法

E.1 范围

本附录规定了再生砂强度比试验的方法。

E.2 仪器设备和材料

E.2.1 仪器设备应符合下列要求：

- 1) 烘箱：温度控制范围为 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 2) 天平：量程应不小于 2 000 g，最小分度值应不大于 1 g；
- 3) 搅拌机：符合 GB/T 17671 规定的行星式水泥胶砂搅拌机；
- 4) 跳桌：符合 GB/T 2419 的规定。
- 5) 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 \pm 0.5 mm，上口内径 70 mm \pm 0.5 mm，下口内径 100 mm \pm 0.5 mm，下口外径 120 mm，模壁厚大于 5 mm；
- 6) 捣棒：金属材质，直径为 20 mm \pm 0.5 mm，长度约 200 mm；
- 7) 卡尺：量程 \geq 300 mm，分度值 \leq 0.5 mm；
- 8) 胶砂试模：符合 GB/T 17671 规定的 40mm \times 40mm \times 160mm 棱柱体试模。
- 9) 振实台：符合 GB/T 17671 规定的振实台。
- 10) 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。
- 11) 养护箱：符合 GB/T 17671 规定的养护箱。

E.2.2 材料应符合下列要求：

- 1) 水泥：符合 GB 8076 混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；
- 2) 砂：符合 GB/T 17671 规定的 ISO 标准砂；
- 3) 受检砂：再生砂；
- 4) 水：自来水。

E.3 试验步骤

E.3.1 将不少于3 kg的再生砂试样放在烘箱中在 $(105 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重，筛除大于4.75 mm的颗粒备用。

E.3.2 称取标准砂1 350 g和水泥450 g，加入适量的水，按GB/T 17671的规定进行搅拌，搅拌后的胶砂按GB/T 2419测定流动度。调整用水量，使基准胶砂流动度 (L_0) 在145 mm~155 mm内，此时所对应的用水量为基准胶砂用水量 (M_0)。

E.3.3 称取再生砂1 350 g和水泥450 g，加入适量的水，按GB/T 17671的规定进行搅拌，搅拌后的胶砂按GB/T 2419测定流动度。调整用水量，直至再生胶砂流动度达到基准胶砂流动度 (L_0) 的 $\pm 5\text{ mm}$ 为止，此时所对应的用水量为再生胶砂用水量 (M_R)。

- E. 3. 4 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。
- E. 3. 5 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。
- E. 3. 6 再生砂所用水泥应与基准胶砂所用水泥相同。

E. 4 再生胶砂抗压强度比试验计算

- E. 4. 1 再生胶砂抗压强度比按式（E. 1. 1）计算，结果保留至0. 1%:

$$\beta_f = \frac{f_R}{f_0} \times 100 \cdots \cdots \cdots (E. 1)$$

式中:

- β_f ——再生胶砂抗压强度比，%;
- f_R ——再生胶砂 28d 抗压强度，单位为兆帕（MPa）;
- f_0 ——基准胶砂 28d 抗压强度，单位为兆帕（MPa）。

- E. 4. 2 f_R 和 f_0 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. 01 MPa。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 F
(规范性)
再生砂残余浆体含量试验方法

F.1 范围

本附录规定了再生砂残余浆体含量试验的方法。

F.2 仪器设备和材料

F.2.1 仪器设备应符合以下规定：

- 1) 烘箱：温度控制在（105±5）℃；
- 2) 天平：配备天平两台，其中一台称量宜为 2000 g、感量应为 0.1 g；另一台称量宜为 200 g、感量应为 0.0001 g；
- 3) 抽滤装置，主要包括真空泵及配套橡胶管、布氏漏斗及配套胶塞、快速定量滤纸以及 500 mL 抽滤瓶；

F.2.2 材料应符合以下规定：

- 1) 试验用甲醇应采用符合 GB 338 规定的甲醇；
- 2) 试验用水杨酸应采用符合 GB/T 14679 规定的水杨酸。

F.3 试验步骤

F.3.1 按GB/T 14684规定取样不少于400 g，将试样缩分至约100g，放在干燥箱中在温度（105±5）℃下烘干至恒重，待冷却至室温后，用球磨机粉磨。将粉状试样通过0.3 mm筛，随后将筛下物按四分法缩分至20 g~25 g，放在干燥箱中在温度（105±5）℃下烘干至恒量，待冷却至室温后备用；

F.3.2 称取0.5 g试样，精确至0.0001 g；

F.3.3 将称取试样倒入水杨酸—甲醇溶液中，用玻璃棒持续搅拌至反应充分；

F.3.4 称量滤纸质量，精确至0.0001 g；

F.3.5 使用抽滤装置进行过滤，用甲醇洗涤，直至漏斗滴下澄清液体；

F.3.6 取出滤纸及固体不溶物一并置于干燥箱中，在30 ℃下烘干至恒量，待冷却至室温后，称取质量，精确至0.0001 g。

F.4 再生砂残余浆体含量计算与评定

F.4.1 再生砂残余浆体含量按式（E.1）计算，结果保留至0.1%：

$$RMC = \frac{m_1 - m_2 + m_3}{m_1} \times 100 \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

- RMC ——残余浆体含量，%；
- m_1 ——粉末试样质量，单位为克（g）；
- m_2 ——过滤后滤纸及不溶物质量，单位为克（g）；
- m_3 ——滤纸质量，单位为克（g）。

F.4.2 以三次试验结果的算术平均值作为测定值，精确至0.1%。
