

上海市建筑废弃混凝土资源化利用建材产品 应用技术指南

1 概述

1.0.1 为配合实施《上海市建筑废弃混凝土回收利用管理办法》（沪住建规范〔2018〕7号），进一步推进建筑废弃混凝土资源化利用，指导和规范建筑废弃混凝土资源化利用建材产品应用，编写本指南。

1.0.2 本指南适用于建筑废弃混凝土再生骨料选用、建筑废弃混凝土资源化利用建材产品生产。

1.0.3 建筑废弃混凝土资源化利用建材产品的应用除应符合本指南外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 建筑废弃混凝土

房屋建筑和交通基础设施新建、改建、扩建及大中修工程中产生的废弃水泥混凝土。

2.0.2 建筑废弃混凝土再生骨料（简称再生骨料）

建筑废弃混凝土经机械破碎、筛分制成的颗粒。颗粒粒径大于 4.75mm 的为再生粗骨料，颗粒粒径不大于 4.75mm 的为再生

细骨料。

2.0.3 建筑废弃混凝土资源化利用建材产品

以再生骨料取代部分天然骨料加工制成的建材产品。本指南根据用途分为再生骨料混凝土、再生骨料砌块（砖）、再生骨料干混砂浆、沟槽回填材料、整平层材料、再生集料混凝土路面砖、再生集料级配碎石、再生集料水泥稳定碎石、再生集料石灰粉煤灰稳定碎石。

2.0.4 取代率

资源化利用建材产品中再生骨料用量占同种骨料总用量的质量百分比，单位为%。

3 基本规定

3.0.1 交通基础设施领域使用的再生骨料统称为再生集料。

3.0.2 再生骨料应按本指南规定合理选用，再生骨料取代率超过本指南范围的，应进行专项论证。

3.0.3 资源化利用建材产品质量应符合现行有关产品标准的规定。

3.0.4 按本指南生产的资源化利用建材产品，其应用中的设计、施工、验收应符合现行有关工程建设标准的规定。

3.0.5 再生粗骨料、再生细骨料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。

4 再生骨料混凝土

4.1 再生骨料要求

4.1.1 再生骨料混凝土应掺用再生粗骨料。

4.1.2 再生粗骨料除应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定外，尚应满足下表要求：

项目		I 类	II 类	III 类
压碎指标/%		<10	<18	<26
杂 物	杂物总量（按质量计）/%	<1.0		
	钢筋杂物（按质量计）/%	<0.1	<0.2	<0.3
	钢筋断头长度/cm	<3.0		
	木屑杂物（按质量计）/%	<0.02	<0.04	<0.06

4.2 再生骨料混凝土要求

4.2.1 适用于道路、地坪、垫层、导墙、女儿墙等部位使用的混凝土。适用的强度等级为：C15、C20、C25、C30、C35。

4.2.2 不得用于严酷环境下使用的混凝土（如氯盐、硫酸盐侵蚀环境等）、预应力混凝土、具有防水要求的地下结构混凝土。III 类再生骨料混凝土不得用于有抗冻要求的混凝土。

4.2.3 I 类、II 类再生粗骨料用于配制 C35 及以下强度等级的再生骨料混凝土；III 类再生粗骨料用于配制 C25 及以下强度等级的再生骨料混凝土。

4.2.4 再生粗骨料取代率不应大于 30%。

4.3 再生骨料混凝土制备要求

4.3.1 制备前应测定天然细骨料、天然粗骨料、再生粗骨料的含水率，并根据试验结果调整材料用量，提出施工配合比。

4.3.2 通过试配和调整确定再生骨料混凝土基准配合比。再生骨料混凝土试配强度应按下式确定：

$$f_{cu,0} \geq f_{cu,k} + 1.645 \sigma$$

式中： $f_{cu,0}$ ——再生骨料混凝土的试配抗压强度（MPa）；

$f_{cu,k}$ ——再生骨料混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）；

σ ——再生骨料混凝土抗压强度标准差（MPa）。

4.3.3 再生骨料混凝土抗压强度标准差应根据同品种、同强度等级的再生骨料混凝土统计资料计算确定。计算时，强度试件组数不应少于 25 组；当无统计资料时，其抗压强度标准差宜按下表取值：

强度等级	C15、C20	C25、C30	C35
抗压强度标准差（ σ ）	4.0	5.0	6.0

4.3.4 配合比设计参数选择应满足以下要求：

1 应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%。

2 按照现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 相应表格，根据施工要求的坍落度和粗骨料最大粒径确定净用水量取值；根据粗骨料最大粒径和水胶比确定砂率取值。

3 混凝土外加剂掺量宜在仅使用天然粗骨料普通混凝土外加剂掺量的基础上增加 0.1%~0.2%。

4 应以饱和面干状态骨料为基准，进行再生骨料混凝土配合比计算。

4.3.5 配合比应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定，并按下列步骤进行计算：

1 计算再生骨料混凝土配制强度，并计算出相应的水胶比。

2 每立方再生骨料混凝土实际用水量由净用水量、骨料吸水率和含水率共同确定，可采用预湿处理，工作性能应满足配合比设计的要求。计算规则是：根据净用水量取值及选用的外加剂确定每立方再生骨料混凝土净用水量；附加用水量按照骨料吸水率确定。设计用水量为每立方再生骨料混凝土净用水量与附加用水量之和。

3 由净用水量及水胶比计算出每立方再生骨料混凝土的胶凝材料总量，并确定各种胶凝材料的用量。

4 选取砂率，按绝对体积法计算粗骨料和细骨料的用量，并根据已确定的再生粗骨料取代率计算出再生粗骨料用量。

4.3.6 首次使用再生骨料混凝土配合比的，应进行开盘鉴定，工作性和抗压强度符合要求后方可投入生产。并应至少留置一组标准养护试件，抗压强度不应低于再生骨料混凝土配制强度。

4.3.7 当再生骨料混凝土拌合物坍落度或流动性异常时，应重新测定再生粗骨料含水率，并及时调整施工配合比。

5 再生骨料混凝土砌块（砖）

5.1 再生骨料要求

5.1.1 再生骨料混凝土砌块（砖）应掺用再生粗骨料、再生细骨料。再生粗骨料颗粒粒径不应大于 9.5mm。

5.1.2 再生粗骨料、再生细骨料应符合现行上海市地方标准《混凝土砌块（砖）用再生骨料技术要求》DB31/T 1093 规定。

5.2 再生骨料混凝土砌块（砖）要求

5.2.1 不得用于强酸、强碱或高浓度二氧化碳等化学侵蚀环境下的墙体、长期受热大于 200 度的墙体、受急冷急热部位的墙体。

5.2.2 再生骨料混凝土小型砌块和再生骨料非承重混凝土空心砖适用的强度等级划为：MU5.0、MU7.5 和 MU10.0；再生骨料承重混凝土多孔砖和再生骨料混凝土实心砖强度使用的等级为：MU15、MU20。

5.2.3 再生细骨料中粒径在 0.15mm 以下的颗粒含量不大于 10% 时，再生骨料取代率不应大于 40%；粒径在 0.15mm 以下的颗粒含量大于 10% 且不大于 20% 时，再生骨料取代率不应大于 30%。

5.3 再生骨料混凝土砌块（砖）制备要求

5.3.1 混凝土应采用强制搅拌，搅拌时间不宜少于 180s。

5.3.2 再生骨料混凝土砌块（砖）脱模后宜采用室内加温养护，养护时间宜为 10h~12h，养护温度宜为 50℃~55℃，相对湿度不宜低于 90%。随后可自然养护至 28d。

5.3.3 再生骨料混凝土砌块（砖）自然养护时，应根据气候条件进行浇水保湿。常温条件下，每天宜浇水 4 次~6 次。温度高于 30℃ 条件下，宜增加 1 次~2 次浇水。浇水时应对成品表面进行覆盖。冬季气温低于 5℃ 时，不宜进行浇水，但应对成品采取覆盖保温措施。

6 再生骨料干混砂浆

6.1 再生骨料要求

6.1.1 再生骨料干混砂浆应掺用再生细骨料。

6.1.2 再生细骨料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。

6.2 再生骨料干混砂浆要求

6.2.1 适用于砌筑、抹灰和楼地面工程。

6.2.2 再生骨料干混普通砌筑砂浆适用的强度等级为：M5、M7.5、M10、M15；再生骨料干混普通抹灰砂浆适用的强度等级为：M5、M10、M15；再生骨料干混地面砂浆适用的强度等级为：M20。

6.2.3 再生细骨料取代率不应大于 40%。

7 沟槽回填材料

7.1 再生集料要求

7.1.1 沟槽回填材料应掺用再生细集料。

7.1.2 再生细集料应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 中、粗砂的规定。

7.2 沟槽回填材料要求

7.2.1 适用于城市道路开槽埋管的沟槽回填。

7.2.2 再生细集料可 100%取代黄砂。

8 整平层材料

8.1 再生集料要求

8.1.1 整平层材料应掺用再生细集料。

8.1.2 再生细集料的细度模数应为 2.3~3.2。

8.1.3 再生细集料含泥量不应大于 5%。

8.1.4 再生细集料颗粒最大粒径应小于 9.5mm。颗粒级配范围应符合下表的规定：

通过下列筛孔的质量百分比 (%)								
筛孔 (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率 (%)	100	90~100	75~100	50~90	35~59	8~30	0~20	0~5

8.2 整平层材料要求

8.2.1 适用于人行道铺筑路面砖的整平层。

8.2.2 再生细集料可 100%取代黄砂。

9 再生集料混凝土路面砖

9.1 再生集料要求

9.1.1 再生集料混凝土路面砖应掺用再生细集料。

9.1.2 再生细集料应同时符合现行国家标准《建设用砂》GB/T14684 中机制砂颗粒级配 2 区、3 区的要求，以及 II、III 类技术规定的规定。

9.2 再生集料混凝土路面砖要求

9.2.1 适用于混凝土路面砖的主体用材料，不得用于混凝土路面

砖面层材料。

9.2.2 再生细集料适用于带面层混凝土路面砖(C)抗压强度等级Cc40或抗折强度Cf4.0的主体。

9.2.3 再生细集料取代率不应大于35%。

10 再生集料级配碎石

10.1 再生集料要求

10.1.1 再生集料级配碎石应掺用再生粗集料。

10.1.2 再生粗集料的压碎值、针片状颗粒含量应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20中二级及二级以下公路II类的规定。

10.1.3 再生粗集料规格要求应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20的规定。

10.2 再生集料级配碎石要求

10.2.1 适用于城市道路次干路、支路及以下道路路面结构中的垫层。适用于二级及以下公路路面结构中的底基层。

10.2.2 再生粗集料可100%取代天然碎石。

11 再生集料水泥稳定碎石

11.1 再生集料要求

11.1.1 再生集料水泥稳定碎石应掺用再生粗集料、再生细集料。

11.1.2 再生粗集料、再生细集料的颗粒粒径范围应为0~31.5mm。

11.1.3 再生粗集料、再生细集料质量要求应符合现行上海市工程建设规范《道路、排水管道成品与半成品施工及验收规程》DG/TJ08-87 中其他等级公路与城市道路的规定。

11.1.4 再生粗集料、细集料规格要求应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定。

11.2 再生集料水泥稳定碎石要求

11.2.1 适用于城市道路次干路、支路及以下道路路面结构中的基层、城市道路主干路路面结构中的底基层、二级公路及以下道路路面结构中的基层。

11.2.2 再生粗集料、再生细集料合计取代率不应大于 35%。

11.2.3 再生集料水泥稳定碎石级配组成范围应符合上海市工程建设现行标准《道路、排水管道成品与半成品施工及验收规程》DG/TJ 08-87。

11.3 再生集料水泥稳定碎石制备要求

11.3.1 再生粗集料掺配新集料后使用，应通过配合比试验验证，确定混凝土性能满足设计要求。

12 再生集料石灰粉煤灰稳定碎石

12.1 再生集料要求

12.1.1 再生集料石灰粉煤灰稳定碎石应掺用再生粗集料。

12.1.2 再生粗集料的颗粒粒径范围应符合现行上海市工程建设规范《道路、排水管道成品与半成品施工及验收规程》DG/TJ08-87

的规定。

12.1.3 再生粗集料质量要求应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30 的规定。

12.2 再生集料石灰粉煤灰稳定碎石要求

12.2.1 适用于城市道路次干路、支路及以下道路路面结构中的基层、城市道路主干路路面结构中的底基层、二级公路及以下道路路面结构中的基层。

12.2.2 再生粗集料取代率不应大于 35%。

12.2.3 再生集料石灰粉煤灰稳定碎石配合比应符合上海市工程建设现行标准《道路、排水管道成品与半成品施工及验收规程》DG/TJ 08-87 的规定。

12.2.4 有抗冻性、抗盐性要求时，再生粗集料不应低于Ⅱ级；无抗冻性、抗盐性要求时，可使用Ⅲ级再生粗集料。

12.3 再生集料石灰粉煤灰稳定碎石制备要求

12.3.1 再生粗集料掺配新集料后使用，应通过配合比试验验证，确定混凝土性能满足设计要求。

13 相关标准名录

《砌体结构设计规范》GB 50003

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476

《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666

《砌体结构工程施工规范》 GB 50924

《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1

《城镇道路路面设计规范》 CJJ 169

《混凝土泵送施工技术规范》 JGJ/T 10

《混凝土小型空心砌块建筑技术规范》 JGJ/T 14

《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55

《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193

《公路路基设计规范》 JTG D30

《公路沥青路面设计规范》 JTG D50

《公路路面基层施工技术细则》 JTG/T F20

《公路水泥混凝土路面施工技术细则》 JTG/T F30

《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》 JTG/T F31

《道路、排水管道成品与半成品施工及验收规程》 DG/TJ 08-87

《预拌砂浆应用技术规范》 DG/TJ 08-502

《城镇排水工程质量验收规程》 DG/TJ 08-2110

《路面设计规范》 DG/TJ 08-2131

《城市道路桥梁工程施工质量验收规范》 DG/TJ 08-2152

14 应用案例

一 再生骨料混凝土

1、徐汇某科技园二期项目，由 8 幢单体建筑组成，建筑面积达 210000m^2 ，单体建筑最高为 99.95m，于 2014 年底竣工。项目使用了再生骨料混凝土，强度等级分别是 C20、C25、C30，用量约为 1350m^3 ，取代率约为 20%。主要应用于地坪、女儿墙、坡道、挡土墙等部位的混凝土。应用效果良好。

2、闵行某商业城项目，建筑面积 200000m^2 ，于 2015 年竣工。项目使用了再生骨料混凝土，强度等级分别是 C15、C20、C25、C30、C35，用量约为 25200m^3 ，取代率约为 20%~30%。主要应用于垫层、道路、支撑梁等部位的混凝土。应用效果良好。

3、上海某高架路项目，使用了再生骨料混凝土，强度等级分别是 C25、C30、C35，用量约为 1200m^3 ，取代率约为 15%~20%。主要应用于道路、支架基础等部位的混凝土。应用效果良好。

二 再生骨料混凝土砌块（砖）

1、闵行某消防站项目，部分内墙分别使用了再生骨料普通混凝土小型砌块，强度等级是 MU7.5；再生骨料非承重混凝土空心砖，强度等级是 MU10。两种墙体材料使用面积约为 2040m^2 。施工时，再生骨料混凝土砌块（砖）的砌筑和排块方式与以往通常做法一致，砌筑时使用预拌砂浆，砌块之间灰缝饱满，砌筑质量良好。

2、松江某商品住宅项目，建筑面积约为 27000m²；某电器扩建生产及辅助用房项目，建筑面积约为 7200m²；某生产及辅助用房项目，建筑面积约为 34000m²；车墩镇某大型居住区项目，建筑面积约为 5300m²，其地上部分内墙均使用了再生骨料普通混凝土小型砌块、再生骨料非承重混凝土空心砖，强度等级是 MU7.5 和 MU10.0。地下部分内墙使用了再生骨料混凝土实心砖，强度等级是 MU15。再生骨料混凝土砌块（砖）应用效果良好。

三 再生骨料干混砂浆

松江某大型居住社区农民动迁安置房项目，分别使用了干混普通砌筑砂浆、干混普通抹灰砂浆和干混地面砂浆，共计约 35000t，折合应用面积达 10 多万 m²，再生细骨料取代率约为 40%。其中，建筑墙体使用了 M5.0 和 M7.5 干混普通砌筑砂浆；外墙使用了 M15 干混普通抹灰砂浆；内墙使用了 M5.0、M10 和 M15 干混普通抹灰砂浆；地面使用了 M15 干混地面砂浆。使用效果良好。

四 沟槽回填材料

静安区某非机动车道采用再生细集料取代黄砂，用于沟槽回填。使用效果良好。

五 整平层材料

黄浦、静安、徐汇等中心城区及浦东新区的主要景观道路和世博会主要场馆的人行道施工时，整平层采用再生细集料干拌水泥。均能满足设计和使用要求。

六 再生集料混凝土路面砖

世博会前，本市道路集中整治翻修工程，使用了再生骨料混凝土路面砖，主要应用于人行道翻新施工。效果良好。

七 再生集料稳定碎石

1、上世纪 80 年代末，本市内环线高架道路工程，将原地面道路水泥混凝土路面翻挖产生的混凝土块经破碎加工，取代碎石用于内环线地面道路的道路垫层，经现场试验检测，完全满足设计要求，取得了较好的应用效果。

2、世博会前，本市华夏高架道路工程，将原地面道路水泥混凝土路面翻挖产生的混凝土块经破碎加工，取代碎石用于部分华夏路部分地面道路的道路垫层，经现场试验检测，完全满足设计要求，取得了较好的应用效果。

八 再生集料水泥稳定碎石和石灰粉煤灰稳定碎石

1、2009 年，浦东中环线工程，将原地面水泥混凝土路面翻挖产生的混凝土块，集中回收破碎加工成符合要求的再生集料，拌制成石灰粉煤灰稳定碎石和水泥稳定碎石，取代率为 30%~50%。作为基层材料，铺筑在华夏中路、华夏西路。试验检测结果能符合设计要求。

2、2012 年，宝山区某道路拓宽改建，将原水泥混凝土路翻挖产生的混凝土块，集中回收破碎加工成符合要求的再生集料，拌制成水泥稳定碎石，取代率为 30%~50%。作为基层材料，铺筑在宝杨路。试验检测结果能符合设计要求。

后 记

本指南编制得到了上海市建筑建材业市场管理总站、上海市建筑科学研究院、上海建工材料工程有限公司、上海市市政工程行业协会等单位支持。在总结实践经验和参考国内相关标准的基础上，梳理再生骨料在相关建材生产制备及应用方面的成功经验，完成本指南编制。本指南已组织专家进行评审并通过，对推动本市建筑废弃混凝土高质量应用具有积极意义。

各单位在执行本指南时，若发现问题或有关意见和建议可反馈至上海市住房和城乡建设管理委员会（上海市黄浦区大沽路100号，邮编：200003）。