

福建省工程建设地方标准

再生骨料混凝土预制构件技术规程

Technical Specification for the application of recycled aggregate
concrete precast components

征求意见稿

工程建设地方标准编号：DBJ/XXX

住房和城乡建设部备案号：JXXXX

主编单位：福州大学

福建金鼎建筑发展有限公司

批准单位：福建省住房和城乡建设厅

实施日期：2021年XX月XX日

2021 福州

前 言

根据福建省住房和城乡建设厅《福建省住房和城乡建设厅办公室关于全省住房和城乡建设行业 2020 年第一批科学技术项目计划的通知》(闽建办科[2020]3 号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内外相关标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程的主要技术内容包括:1、总则;2、术语和符号;3、基本规定;4、原材料性能要求;5、再生骨料混凝土预制构件的配合比设计;6、再生骨料混凝土的生产;7、再生骨料混凝土预制构件制备与储运;8、再生骨料混凝土预制构件的质量验收等。

本规程由福建省住房和城乡建设厅负责管理,由主编单位负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送福建省住房和城乡建设厅科技与设计处(地址:福州市北大路 242 号,邮编:350001)

主编单位: 福州大学
福建金鼎建筑发展有限公司

参编单位:

主要起草人员:

主要审查人员:

目 次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
3 原材料性能要求.....	4
3.1 一般规定.....	4
3.2 胶凝材料.....	4
3.3 骨料.....	4
3.4 其他材料.....	6
4 再生骨料混凝土预制构件的配合比设计.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 配合比设计.....	7
5 再生骨料混凝土的生产.....	11
5.1 一般规定.....	11
5.2 再生骨料的进场检验.....	11
5.3 制备和运输.....	11
5.4 再生骨料混凝土的质量检验.....	13
6 再生骨料混凝土预制构件制作与储运.....	14
6.1 一般规定.....	14
6.2 模具.....	14
6.3 钢筋加工、安装.....	15
6.4 混凝土浇筑.....	16
6.5 预制构件脱模.....	17
6.6 预制构件养护.....	17
6.7 预制构件储运.....	18
7 再生骨料混凝土预制构件的质量验收.....	19
7.1 质量检验分类.....	19
7.2 组批规则.....	19
7.3 抽样规则.....	19
7.4 判定规则.....	20
7.5 检验评定方法.....	20
本规程用词说明.....	22
引用标准名录.....	23
附：条文说明.....	25

1 总则

1.1 为了规范再生骨料混凝土预制构件的生产，满足设计和施工要求，保证再生骨料混凝土预制构件质量，实现质量检验评定有据可依，做到安全适用、经济合理、技术先进，制定本规程。

1.2 本规程适用于再生骨料混凝土预制构件的生产、施工和质量验收等。

再生骨料混凝土预制构件，包括但不限于梁、板、柱、楼梯、墙板、路缘石、沟盖板等。

1.3 再生骨料混凝土预制构件的原材料、配合比设计、生产、施工和质量验收除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 再生粗骨料 recycled coarse aggregate

由建筑废物中混凝土、砂浆、石、砖瓦加工而成，粒径大于 4.75mm 的颗粒。

2.1.2 再生细骨料 recycled fine aggregate

由建筑废物中混凝土、砂浆、石、砖瓦加工而成，粒径小于 4.75mm 的颗粒。

2.1.3 再生骨料 recycled aggregate

再生粗骨料和再生细骨料的总称。

2.1.4 再生骨料混凝土 recycled aggregate concrete

用再生骨料部分或全部取代天然骨料配制而成的混凝土。

本规程中的再生骨料混凝土在没有特别说明时，指的是再生骨料水泥混凝土。

2.1.5 再生骨料取代率 replacement ratio of recycled aggregate

再生骨料混凝土中再生骨料占骨料总质量（再生骨料和天然骨料质量之和）的百分比，可分为再生粗骨料取代率和再生细骨料取代率。

2.1.6 杂物 impurities

混凝土用再生粗、细骨料中除混凝土、砂浆、石块、砖瓦之外的其他物质。

2.1.7 胶凝材料 binder

混凝土中水泥和矿物掺合料的总称。

2.1.8 混凝土预制构件 precast concrete component

在工厂或现场预先制作的混凝土构件，本标准中简称预制构件。主要包括但不限于预制的梁、柱、剪力墙、内墙板、外墙板、楼板、楼梯、阳台、空调板等部品部件。

2.1.9 再生骨料混凝土预制结构构件 recycled aggregate concrete precast structural components

采用再生骨料混凝土浇筑并通过机械化设备及模具预先生产制作的钢筋再生骨料混凝土结构构件，作为结构承重构件使用，简称再生骨料混凝土预制结构构件。

2.1.10 再生骨料混凝土预制非结构构件 recycled aggregate concrete precast non-structural components

采用再生骨料混凝土浇筑并通过机械化设备及模具预先生产制作的再生骨料混凝土非结构构件制品，作为非承重部位或非结构构件使用，简称再生骨料混

凝土预制非结构构件。

3 原材料性能要求

3.1 一般规定

- 3.1.1** 原材料的技术指标必须满足本规程的要求，方可采购、进场、使用。
- 3.1.2** 进场原材料必须复检，不得以供应商的检测报告代替现场取样检测。已检测材料与未检测材料须分开存放，不合格材料须清理出场。
- 3.1.3** 原材料进出场应登记、称量、记录。
- 3.1.4** 再生骨料的品质发生变化，应分别进行检验，品质不同的再生骨料不宜混用。
- 3.1.5** 天然粗骨料、再生粗骨料、再生细骨料和砂应分隔贮存，相互之间不得混存。

3.2 胶凝材料

- 3.2.1** 再生骨料混凝土所用水泥宜采用通用硅酸盐水泥，性能指标应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。当采用其他品种的水泥时，其性能指标必须符合相应国家标准的规定；不同水泥不得混合使用。
- 3.2.2** 配制再生骨料混凝土可选用粒化高炉矿渣粉、粉煤灰和硅灰等矿物掺合料。粉煤灰质量应符合国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB1596）的规定；粒化高炉矿渣粉应符合国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》（GB/T 18046）与福建工程建设地方标准《粒化高炉矿渣粉在水泥混凝土中应用技术规程》（DBJ/T 13-66）的有关规定。
- 3.2.3** 当使用其它品种矿物掺合料时，应对其可能影响混凝土性能的指标进行试验，确认符合混凝土质量要求时方可使用。

3.3 骨料

- 3.3.1** 再生粗骨料的质量应满足以下要求：泥块含量应小于 1.0%（以质量计），密度小于 1000kg/m^3 的物质含量应小于 1.0%（以质量计），杂物含量应小于 2.0%（以质量计）。

再生细骨料的质量应满足以下要求：泥块含量应小于 3.0%（以质量计），密度小于 1000kg/m^3 的物质含量应小于 1.0%（以质量计）。

- 3.3.2** 再生粗骨料按性能要求可分为 RCA- I、RCA- II、RCA-III、RCA-IV 四个等

级，各项技术指标应符合表3.3.2的规定。

表 3.3.2 再生粗骨料的技术要求

项目	RCA-I	RCA-II	RCA-III	RCA-IV
针片状颗粒含量 (%)	<10		-	
压碎指标 (%)	<12	<20	<30	-
微粉含量 (%)	<1.0	<2.0	<3.0	<7.0
泥块含量 (%)	<0.5	<0.7	<1.0	<1.0
砖块含量 (%)	<10	<30		-
坚固性 (质量损失%)	<5.0	<10.0	<15.0	-
吸水率 (按质量计%)	<3.0	<5.0	<8.0	<20
表观密度 (kg/m ³)	>2450	>2350	>2250	>1800
密度小于 1000kg/m ³ 物质含量 (按质量计%)	-	-	-	<1
杂物含量 (按质量计%)	<1.0	<1.0	<1.0	<2.0
有机物含量 (比色法)	合格			
硫化物及硫酸盐 (折算成 SO ₃ , 按质量计%)	<2.0			
氯化物含量 (以氯离子质量计%) (配筋混凝土)	<0.06			
氯化物含量% (素混凝土)	<0.15			

注：密度小于 1000kg/m³ 物质含量的检测方法参照现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 中“轻物质含量”试验方法，但试剂应用纯水替代氯化锌重液。

3.3.3 吸水率不符合 RCA- I ~III规定的再生粗骨料，宜用于路缘石、沟盖板等非结构构件。

3.3.4 再生细骨料宜选用细度模数 2.3~3.0 用于混凝土与砂浆的再生细骨料，按性能要求可分为 RFA- I、RFA- II、RFA-III三个等级（表 3.3.4）。

表 3.3.4 再生细骨料的技术要求

项目	RFA-I	RFA-II	RFA-III
微粉含量 (按质量计%) MB<1.4 或合格	<5.0	<7.0	<10.0
微粉含量 (按质量计%) MB≥1.4 或合格	<1.0	<3.0	<5.0
泥块含量 (%)	<1.0	<2.0	<3.0
坚固性 (质量损失%)	<8.0	<10.0	<12.0
单级最大压碎指标 (%)	<20	<25	<30
表观密度 (kg/m ³)	>2450	>2350	>2250
堆积密度 (kg/m ³)	>1350	>1300	>1200
空隙率 (%)	<46	<48	<52
云母含量 (按质量计%)	<2.0		
轻物质含量 (按质量计%)	<1.0		

有机物含量（比色法）	合格								
硫化物及硫酸盐（折算成 SO ₃ ，按质量计%）	<2.0								
氯化物含量（以氯离子质量	<0.06								
碱骨料反应	无害								
需水量比	细	中	粗	细	中	粗	细	中	粗
	<1.35	<1.30	<1.20	<1.55	<1.45	<1.35	<1.80	<1.70	<1.50
强度比	细	中	粗	细	中	粗	细	中	粗
	>0.80	>0.90	>1.00	>0.70	>0.85	>0.95	>0.60	>0.75	>0.90

注：再生细骨料按细度模数 M_x 分为粗、中、细三种规格。粗： $M_x=3.7\sim 3.1$ ；中： $M_x=3.0\sim 2.3$ ；细： $M_x=2.2\sim 1.6$ 。

3.3.5 配制再生骨料混凝土所用的天然粗、细骨料性能应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》（JGJ52）与《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》（JGJ53）的规定。

3.4 其他材料

3.4.1 配制再生骨料混凝土的外加剂质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》（GB 8076）、《混凝土外加剂应用技术规范》（GB 50119）的规定。

3.4.2 拌制再生骨料混凝土的水质应符合国家现行标准《混凝土用水标准》（JGJ 63）的规定。

3.4.3 钢筋和钢材的选取应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》（GB50666）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）的规定，并符合设计要求。

4 再生骨料混凝土预制构件的配合比设计

4.1 一般规定

4.1.1 I类再生粗骨料可用于配制各种强度等级的混凝土；II类、III类再生粗骨料可用于配制 C50 及以下强度等级的混凝土；III类再生粗骨料不宜用于配制有抗冻性要求的混凝土；IV类再生粗骨料可用于路缘石、沟盖板等非结构构件中。

4.1.2 I类、II类再生细骨料可用于配制 C30 及以上强度等级的混凝土；III类再生细骨料不宜用于结构构件中。

4.1.3 再生骨料不得用于配制预应力混凝土。

4.1.4 当再生粗骨料或再生细骨料不符合 3.3 的规定，但经过试验试配验证能满足相关使用要求时，可用于非结构用混凝土。

4.2 配合比设计

4.2.1 再生骨料混凝土预制构件为结构构件时，应符合如下规定：

1 采用I类再生粗骨料配制 C50 以上强度等级的再生骨料混凝土，再生粗骨料取代率不宜超过 30%，不宜使用再生细骨料；

2 采用I、II类再生粗骨料配制 C40~C50 强度等级的再生骨料混凝土，再生粗骨料取代率不宜超过 30%，再生细骨料取代率不宜超过 20%；

3 采用I、II类再生粗骨料配制 C40 以下强度等级的再生骨料混凝土，再生粗骨料取代率不宜超过 50%，再生细骨料取代率不宜超过 30%。

4 采用III类再生粗骨料可用于配制 C30 及以下强度等级的再生骨料混凝土，不宜用于配制有抗冻性要求的混凝土，再生粗骨料取代率不宜超过 30%，再生细骨料取代率不宜超过 20%。

5 采用IV类再生粗骨料配制的再生骨料混凝土，不宜用于结构构件。

4.2.2 再生骨料混凝土预制构件为非结构构件时，应符合如下规定：

1 配制 C30 以上强度等级的再生骨料混凝土，采用I、II类再生粗骨料和I类细骨料时，其取代率不作限制；采用 III 类再生粗骨料时，其取代率不宜超过 50%；采用 II 类再生细骨料时，其取代率不宜超过 50%；采用III类再生细骨料时，其取代率不宜超过 20%；

2 配制 C30 及以下强度等级的再生骨料混凝土，采用I、II、III类再生粗骨料和I、II类再生细骨料时，取代率不受限制；采用IV类再生粗骨料和III类再生细骨料时，取代率不宜超过 50%。

4.2.3 对于不掺用再生细骨料的混凝土，当再生粗骨料的砖块含量小于 10%且再生粗骨料取代率应不大于 30%时的 σ 取值应符合《普通混凝土配合比设计规程》（JGJ 55）的规定。

对于不掺用再生细骨料的混凝土，当再生粗骨料的砖块含量不大于 30%且再生粗骨料取代率不大于 30%时， σ 值应根据相同再生粗骨料掺量和同强度等级的同品种再生骨料混凝土统计资料计算确定，强度试件组数不应小于 30 组。对于强度等级 C20 的混凝土，当 σ 计算值不小于 3.0MPa 时，应按计算结果取值；当 σ 计算值小于 3.0MPa 时，应取 3.0MPa；对于强度等级 C25、C30 的混凝土，当计算值不小于 4.0MPa 时，应按计算结果取值，当 σ 计算值小于 4.0MPa 时，应取 4.0MPa；当无统计资料时，其值可按表 4.2.3 的规定确定。

表 4.2.3 再生骨料混凝土强度标准差推荐值

强度等级	C20	C25-C45	C50-C55
(MPa)	4.5	5.5	6.5

4.2.4 采用 I、II、III 类再生粗骨料与 I、II 类再生细骨料配制再生骨料混凝土，且再生细骨料取代率不超过 30%时，再生骨料混凝土的水胶比宜按公式 4.1~4.2 计算，其余情况应根据实验确定，且应符合《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T 50476）的规定：

$$f_{cu,0} = \alpha_a f_b \left(\frac{B}{W_a} - \alpha_b \right) (1 - \alpha_g \lambda_g) \quad (4.1)$$

$$W_a = W - W_{1h} \quad (4.2)$$

式中：

$f_{cu,0}$ ——28d 混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）；

f_b ——28d 再生粗骨料抗压强度标准值（MPa）；

$\frac{B}{W_a}$ —— B 为胶凝材料用量（kg/

m^3 ）； W_a （ kg/m^3 ）

α_a 、 α_b ——无量纲

α_g ——粗骨料强度影响因子；

λ_g ——粗骨料取代率，以小数计；

W_a ——（ kg/m^3 ）

W_{1h} ——附加用水量，即 1h 内（ kg/m^3 ）

4.2.5 α_a 、 α_b 应按下列规定确定：

1 根据工程所使用的原材料,通过试验建立的水胶比与普通混凝土强度关系式来确定；

2 当不具备上述试验统计资料时，可按表 4.2.5 选用。

表 4.2.5 回归系数 (α_a 、 α_b) 取值表

粗骨料品种 系数	碎石	卵石
α_a	0.53	0.49
α_b	0.20	0.13

4.2.6 f_b 应按下列规定确定：

1 利用所用的矿物掺合料，按照其掺量通过《水泥胶砂强度检测方法（ISO 法）》GB/T 17671 实测确定；

2 当无实测值时，可按下列式计算：

$$f_b = \gamma_f \gamma_s f_{ce} \quad (4.3)$$

式中：

γ_f 、 γ_s ——粉煤灰影响系数和粒化高炉矿渣粉影响系数，可按表 4.2.6 选用；

f_{ce} ——水泥 28d 胶砂抗压强度(MPa)，可实测或按本规程第 4.2.7 条确定。

表 4.2.6 粉煤灰影响系数 (γ_f) 和粒化高炉矿渣粉影响系数 (γ_s)

种类 \ 掺量 (%)	粉煤灰影响系数 γ_f	粒化高炉矿渣粉影响系数 γ_s
0	1.00	1.00
10	0.85~0.95	1.00
20	0.75~0.85	0.95~1.00
30	0.65~0.75	0.90~1.00
40	0.55~0.65	0.80~0.90
50	-	0.70~0.85

注：采用I级、II级粉煤灰宜取上限值；采用 S75 级粒化高炉矿渣粉宜取下限值，采用 S95 级粒化高炉矿渣粉宜取上限值，采用 S105 级粒化高炉矿渣粉可取上限值加 0.05；当超出表中的掺量时，粉煤灰和粒化高炉矿渣粉影响系数应经试验确定。

4.2.7 当水泥 28d 胶砂抗压强度 (f_{ce}) 无实测值时，可按下列式计算：

$$f_{ce} = \gamma_c f_{ce,g} \quad (4.4)$$

式中：

γ_c ——水泥强度等级值的富余系数，可按实际统计资料确定；当缺乏实际统计资料时，也可按表 4.2.7 选用；

f_{ce} ——水泥强度等级值(MPa)。

表 4.2.7 水泥强度等级值的富余系数 (γ_c)

水泥强度等级值	32.5	42.5	52.5
富余系数	1.12	1.16	1.10

4.2.8 胶凝材料用量，应符合《混凝土结构耐久性设计标准》(GB/T 50476) 的规定。

4.2.9 再生骨料混凝土单位用水量由净用水量和附加用水量两部分组成。净用水量由水胶比乘以胶凝材料用量来计算。附加用水量根据再生粗骨料的 1 h 吸水量确定。再生粗骨料采用预湿饱和处理时，不考虑附加用水量。

4.2.10 外加剂用量经试验确定。

4.2.11 砂率应符合《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。在满足和易性要求前提下，再生骨料混凝土宜采用较低的砂率。

5 再生骨料混凝土的生产

5.1 一般规定

5.1.1再生骨料混凝土的生产包括再生骨料混凝土的拌制和运输。

5.1.2采用预拌方式生产再生骨料混凝土时，预拌混凝土生产企业应符合资质等级管理的要求。

5.1.3相关技术人员应熟悉再生骨料混凝土生产和施工的技术要求。

5.1.4再生骨料混凝土的生产中应做好开盘鉴定工作，并根据反馈的混凝土性能指标及时调整配合比，做好记录。

5.2 再生骨料的进场检验

5.2.1再生骨料进场时，应按规定批次检查型式检验报告、出厂检验报告及合格证等质量证明文件。

5.2.2再生骨料进场检验应符合下列规定：

- 1 再生粗骨料应对其泥块含量、吸水率、压碎指标和表观密度进行检验；
- 2 再生细骨料应对其泥块含量、再生胶砂需水量比和表观密度进行检验；
- 3 同一厂家、同一类别、同一规格、同一批次的再生骨料，每 400m^3 或 600t 应作为一个检验批，不足 400m^3 或 600t 的应按一批计；
- 4 再生粗、细骨料进场检验结果应符合本规程第 3.3 节的规定。当有一项指标达不到要求时，可从同一批产品中加倍取样，对不符合要求的项目进行复检。复检结果合格的，可判定该批产品为合格产品；复检结果不合格的，应判定该批产品为不合格产品。

5.3 制备和运输

5.3.1原材料应按照以下方法贮存：

- 1 各种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，同时应防止受潮及受到污染；
- 3 各种骨料的贮存应保证骨料的均匀性，不应使大小颗粒分离，同时应将不同品种、不同规格的骨料分别贮存，避免混杂或污染。骨料的贮存地面应为

能排水的硬质地面；

4 矿物掺合料应按品种、级别分别贮存，严禁与水泥等粉状材料混杂；

5 外加剂应按生产厂家、品种分别贮存，并应具有防止其性能发生变化的措施。

5.3.2 再生骨料混凝土所采用的的搅拌机及计量设备应符合以下规定：

1 搅拌机应采用符合标准《混凝土搅拌机》（GB/T 9142）规定的搅拌机；

2 计量设备应按有关规定由法定计量单位进行检定，使用期间应定期进行校准；

3 计量设备应能连续计量不同配合比混凝土的各种材料，并应具有实际计量结果逐盘记录和贮存功能，计量误差应符合规定要求。

5.3.3 原材料应按质量计量，水和外加剂溶液也可按体积计算。各种原材料要求计算准确，原材料的计量允许偏差为：水泥 $\pm 1\%$ ，掺合料 $\pm 1\%$ ，粗、细骨料 $\pm 2\%$ ，水 $\pm 1\%$ ，外加剂 $\pm 1\%$ 。

5.3.4 再生骨料混凝土所用运输车应符合以下规定：

1 运输车在运送时应能保持混凝土拌和物的均匀性，不应产生分层、离析现象；

2 混凝土拌和物运输车应符合标准《混凝土搅拌运输车》（JG/T 5094）的规定。翻斗车仅限于运送坍落度小于 80mm 的混凝土拌和物，并应保证运送容器不漏浆，内壁光滑平整，具有覆盖设施。

5.3.5 再生骨料混凝土的生产应符合以下规定：

3 再生骨料混凝土应采用符合 5.3.2 规定的搅拌机进行搅拌，并应严格按设备说明书的规定使用；

4 当采用搅拌运输车运送混凝土时，再生骨料混凝土的最短搅拌时间应符合设备说明书的规定，并且每盘搅拌时间不得低于 120s；当采用翻斗车运送混凝土时，搅拌时间不宜少于 180s。

5 再生骨料的含水率、吸水率及其堆积密度的测定，原则上宜为：在批量拌制再生骨料混凝土前进行；在批量生产过程中抽查；当再生骨料含水率有显著变化时或发现拌和物坍落度或流动性反常时进行；对预湿处理的再生粗骨料，可不测其吸水率，但应测定湿堆积密度。

6 混凝土拌制前，应测定砂、石含水率并根据测试结果调整材料用量，提出施工配合比。

5.3.6 再生骨料混凝土的运输应符合以下规定：

1 再生骨料混凝土所采用的的运输车应符合 5.3.4 的规定；

2 运输车在装料前应将筒内的积水排尽；

- 3 当需要在卸料前掺入外加剂时，外加剂掺入后搅拌运输车应快速进行搅拌，搅拌的时间应由试验确定；
- 4 严禁向运输车内的混凝土随意加水；
- 5 再生骨料混凝土在浇筑前应测试其坍落度，坍落度满足性能需求方可使用。若坍落度未达到要求，则应采取相应的技术措施，并通过试验验证；
- 6 再生骨料混凝土的运送频率，应能保证混凝土施工的连续性；
- 7 运输车在运送过程应采取措施，避免遗洒。

5.4 再生骨料混凝土的质量检验

5.4.1 再生骨料混凝土应按照《混凝土质量控制标准》（GB 50164）的规定进行质量检验，检验参数包括原材料主要控制项目以及设计规定的混凝土拌合物性能检验、硬化混凝土性能检验等。

5.4.2 再生骨料混凝土性能检验应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）中的相关规定。

5.4.3 再生骨料混凝土的施工质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）的相关规定。

5.4.4 再生骨料混凝土有耐久性指标要求时，应按现行《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T 50476）的规定检验评定。

5.4.5 再生骨料混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量不应大于表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 再生骨料混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量

环境条件	水溶性氯离子最大含量 (水泥用量的质量百分比, %)	
	钢筋混凝土	素混凝土
干燥环境	0.30	1.00
潮湿但不含氯离子的环境	0.50	
潮湿且含有氯离子的环境、盐渍土环境	0.10	
除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境	0.06	

6 再生骨料混凝土预制构件制作与储运

6.1 一般规定

6.1.1 预制构件宜在工厂按照构件设计制作图要求进行集中生产制作，生产条件及设备应满足生产工艺要求。

6.1.2 预制构件厂应封闭管理。道路、生产区和养护区应采用硬化地面，并根据需要设置独立的道路、给排水、照明、供电系统等，并符合消防要求。

6.1.3 预制构件生产企业应根据构件型号、形状、重量等特点制定相应的工艺流程和生产方案，明确质量要求和控制要点，对预制构件进行生产全过程质量控制和管理。

6.1.4 在预制构件生产之前应对各工序进行技术交底，上道工序未经检查验收合格，不得进行下道工序。

6.1.5 预制构件验收合格后应统一进行标识。标识应满足唯一性和可追溯性要求。

6.1.6 预制构件施工前应完善噪声、粉尘、污水、废弃物排放控制措施，并满足国家和地方相关绿色环保要求。

6.1.7 预制构件施工完后，施工场地应及时清理。

1..... **6**

.1.8 再生骨料混凝土预制构件生产与质量控制应符合《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T565 和《福建省预制装配式混凝土结构技术规程》DBJ13-216 的规定。

6.2 模具

6.2.1 预制构件生产应根据生产工艺、产品类型等制定模具方案，应建立健全模具验收、使用制度。

6.2.2 模具应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，并应符合下列规定：

1 模具应装拆方便，并应满足预制构件质量、生产工艺和周转次数等要求；

2 结构造型复杂、外型有特殊要求的模具应制作样板，经检验合格后方可批量制作；

3 模具各部件之间应连接牢固，接缝应紧密，附带的埋件或工装应定位准确，安装牢固；

4 用作底模的台座、胎模、地坪及铺设的底板等应平整光洁，不得有下沉、裂缝、起砂和起鼓；

5 模具应保持清洁，涂刷脱模剂、表面缓凝剂时应均匀、无漏刷、无堆积，且不得沾污钢筋，不得影响预制构件外观效果；

6 应定期检查侧模、预埋件和预留孔洞定位措施的有效性；应采取防止模具变形和锈蚀的措施；重新启用的模具应检验合格后方可使用；

7 模具与平模台间的螺栓、定位销、磁盒等固定方式应可靠，防止混凝土振捣成型时造成模具偏移和漏浆。

6.2.3 模具组装

1 模具台车面，模具内外侧及预埋件处应清理干净，不应留有混凝土残渣和其他残留物；

2 模具组装前，模板接触面平整度、板面弯曲、拼装缝隙、几何尺寸等应满足相关设计要求，允许偏差及检验方法应符合表 6.2.3 的规定；

表 6.2.3 预制构件模具尺寸允许偏差及检验方法

项目	允许偏差 (mm)		检查依据与方法
长度	≤6M	1, -2	用尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
	>6M 且 ≤12M	2, -4	
	>12M	3, -5	
宽度、厚（高）度	墙板	±5	用尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
	其他构件	±3	
底模板表面平整度	2		用 2m 靠尺和塞尺检查
对角线差值	3		用钢尺测量
侧向弯曲	L/1500, 且 ≤5		拉线，用钢尺测侧向弯曲最大处
翘曲	L/1500		对角线拉线测量交点间距离值的两倍
组装缝隙	1		用塞片或塞尺测量，取最大值
端模与侧模高低差	1		用钢角尺测量

注：L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸，单位为 mm。

3 模具组装时应进行表面清洗或涂刷脱模剂；

4 模具组装完成后模具的净尺寸宜比构件尺寸缩小 1 mm~2mm。

6.2.4 模具摆放（堆放、存储）场地应平整、坚固、无积水，模具放置点满足水平要求。

6.3 钢筋加工、安装

6.3.1 钢筋宜采用自动化机械设备进行加工，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》（GB 50666）和《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）的有关规定。

6.3.2 钢筋连接质量检查除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》（GB 50666）和《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 钢筋接头的方式、位置、同一截面受力钢筋的接头百分率、钢筋的搭接长度及锚固长度等应符合设计要求和国家现行有关标准的规定；

2 钢筋焊接接头、机械连接接头和套筒灌浆连接接头均应进行工艺检验，试验结果合格后方可进行预制构件生产；

3 螺纹接头和半灌浆套筒连接接头应使用专用扭力扳手拧紧至规定扭力值；

4 钢筋焊接接头和机械连接接头应全数检查外观质量；

5 焊接接头试件、钢筋机械连接接头、灌浆连接接头力学性能应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》（JGJ 18）、《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107）和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》（JGJ355）的有关规定。

6.3.3 叠合梁的受力钢筋和预制柱、预制墙板中的竖向受力钢筋宜采用机械连接、焊接等形式；预制叠合楼板、预制墙水平钢筋可采用搭接连接的形式。

6.3.4 钢筋半成品、钢筋网片、钢筋骨架应检查合格后方可进行安装，并应符合如下要求：

1 钢筋表面不得有油污，不应严重锈蚀；

2 钢筋骨架转移时应采用多吊点的专用吊具，防止骨架产生变形；

3 保护层垫块宜采用梅花状布置，与钢筋骨架或网片绑扎牢固，保护层厚度应符合现行国家标准规范和设计要求；

4 钢筋骨架和网片应与连接套筒、连接件、预埋件等避开。

6.4 混凝土浇筑

6.4.1 宜采用自动入模，避免混凝土拌合物坠落离析。

6.4.2 人工入模时应按次序添加混凝土，应避免工具与模具磕碰。

6.4.3 混凝土浇筑时宜选用构件振动平台振动密实。

6.4.4 振动平台功率宜根据构件的尺寸大小选择，一般介于 1 kW~2 kW 之间。

6.4.5 振动平台应前后左右对称，振动电机居中布置。

6.4.6 振动平台面积不宜过大，以防振动力在边角处衰减，每台振动电机的作用范围一般不大于 2m²。

- 6.4.7** 振动平台高度以人工操作方便为宜，振动频率在 40 Hz~60 Hz 之间。
- 6.4.8** 振动时间宜长于 3 min，应振动至混凝土表面平坦、泛浆且不再冒气泡为止。
- 6.4.9** 混凝土初凝前应进行人工收面。

6.5 预制构件脱模

- 6.5.1** 预制构件蒸汽养护后，养护罩内外温差小于 20℃时，方可拆除养护罩进行自然养护。
- 6.5.2** 预制构件脱模应严格按照顺序拆除模具，不得使用振动方式拆模。
- 6.5.3** 预制构件与模具之间的连接部分完全拆除后方可进行脱模、起吊，构件起吊应平稳，楼板应采用专用多点吊架进行起吊，复杂构件应采用专门的吊架进行起吊。
- 6.5.4** 预制构件脱模起吊时，再生骨料混凝土强度应满足设计要求，当无设计要求时应满足下列要求：
- 1 预制构件脱模时再生骨料混凝土强度应不小于 15MPa，脱模后需要移动的预制构件，再生骨料混凝土抗压强度应不小于再生骨料混凝土设计强度的 75%；
 - 2 外墙板、楼板等较薄预制构件起吊时，再生骨料混凝土强度应不小于 20MPa，梁、柱等较厚预制构件，再生骨料混凝土强度不应小于 30MPa。
- 6.5.5** 脱模后应将模具清洗干净并堆放整齐。
- 6.5.6** 预制构件脱模后，构件外装饰材料出现破损应进行修补。

6.6 预制构件养护

- 6.6.1** 再生骨料混凝土养护可采用喷淋养护、蒸汽养护、覆膜保湿养护、太阳能养护、自然养护等方法。喷淋养护和蒸汽养护宜采用智能控制系统。
- 6.6.2** 混凝土终凝及脱模后应及时采取养护措施，养护用水与拌制水相同，宜采用循环系统。
- 6.6.3** 预制构件蒸汽养护应严格控制升降温速率及最高温度，养护过程应符合下列规定：
- 1 预养时间宜为 1~3 小时，并采用薄膜覆盖或加湿等措施防止构件干燥；
 - 2 升温速率应为 10℃/h~20℃/h，降温速率不宜大于 10℃/h；
 - 3 梁、柱等较厚预制构件养护最高温度为 40℃，楼板、墙板等较薄预制构件，养护最高温度为 60℃；
 - 4 预制构件脱模后，当再生骨料混凝土表面温度和环境温差较大时，应立即覆膜养护。

6.6.4 养护过程应详细记录，养护时间应符合下列规定：

1 再生骨料混凝土构件养护时间，应不少于 14d；

2 蒸汽养护的再生骨料混凝土构件和大体积再生骨料混凝土构件养护时间应根据施工方案确定。

6.6.5 在养护期内不得堆码存放。

6.6.6 养护完成后应按生产日期分开堆放，标识清楚。

6.7 预制构件储运

6.7.1 预制构件的存放场地宜为混凝土硬化地面或经人工处理的自然地坪，满足平整度和地基承载力要求，并应有排水措施，存放间距应满足运输车通行。

6.7.2 预制构件应按型号、出厂日期分别存放。

6.7.3 预制构件应按吊装、存放的受力特征选择卡具、索具、托架等吊装和固定措施，并应符合下列要求：

1 堆叠总高度不宜超过1.5m，在存放过程中预制构件与刚性搁置点之间应设置柔性垫片，预埋吊环宜向上，标识向外；

2 梁等细长预制构件储存宜平放，且采用两条垫木支撑；

3 楼板预制构件储存宜平放，采用专用存放架支撑，叠放储存不宜超过 6 层；

4 外墙板、楼梯宜采用托架立放，上部两点支撑。

6.7.4 预制构件脱模后，在吊装、存放、运输过程中应对产品进行保护，并符合下列要求：

1 每垛构件装卸前应检查打包是否牢固、稳定，装卸顺序应考虑车体平衡；

2 木垫块表面应覆盖塑料薄膜防止污染构件；

3 外墙门框、窗框和带外装饰材料的表面宜采用塑料贴膜或者其他防护措施；

4 钢筋连接套筒和预埋螺栓孔应采取封堵措施。

6.7.5 预制构件运输宜选用低平板车，并采用专用托架，构件与托架绑扎牢固。

6.7.6 预制再生骨料混凝土梁、楼板和阳台板宜采用平放运输；外墙板宜采用竖立放运输；柱可采用平放运输，当采用立放运输时应防止倾覆。

6.7.7 搬运托架、车厢板和预制构件间应放入柔性材料，构件应用钢丝绳或夹具与托架绑扎，构件边角或锁链接触部位应采用柔性衬垫材料保护。

7 再生骨料混凝土预制构件的质量验收

7.1 质量检验分类

7.1.1 出厂检验要求如下：

- 1 每批产品出厂均应进行出厂检验；
- 2 出厂检验项目：外观质量、尺寸偏差、强度等级。

7.1.2 型式检验项目：外观质量、尺寸偏差、强度等级、吸水率。下列情况下应进行型式检验：

- 1 新产品投产时，每批产品出厂均应进行出厂检验；
- 2 原材料资源或生产工艺发生变化时；
- 3 停产一个月或更长长时间后恢复生产时；
- 4 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 5 正常生产时，每年一次；
- 6 国家质量监督机构要求检验时。

7.2 组批规则

检查数量应按同一工艺正常生产的不超过 100m^3 且不超过 3 个月同类产品为 1 批；当连续检验 10 批且每批的性能检验结果均符合要求时，对同一工艺正常生产的构件，可改为不超过 2000 件且不超过 6 个月同类型产品为 1 批；在每批中随机抽取 10 件有代表性构件进行检验。

7.3 抽样规则

7.3.1 随机抽样。试样龄期应大于 28 天。

7.3.2 检验外观质量和尺寸偏差的试样，按随机抽样法从成品堆中每批次产品抽取 13 块试样。

7.3.3 抗压强度的试样，按随机抽样法从成品堆中每批次产品抽取 8 块试样。同时抽取同批构件混凝土预留抗压试件，评定强度等级。

7.3.4 检验吸水率的试样，按随机抽样法从成品堆中每批次产品抽取 3 块试样。

7.4 判定规则

7.4.1 检验（含复验）后，各项性能指标均符合本规程的相关规定时，可判定该批产品合格。

7.4.2 检验中质量指标若有一项不符合本规程相关规定时，则应从同一批产品中加倍取样，对不合格要求的项目进行复验。复验后，该项指标符合本规程规定时，可判定该批产品合格；仍然不符合本规程规定时，则该批产品判为不合格。

7.5 检验评定方法

7.5.1 预制构件脱模之后外观质量应符合表 7.5.1 的规定，外观质量不宜有一般缺陷，不应有严重缺陷。对于已经出现的一般缺陷，应进行修补处理，并重新检查验收。

表7.5.1 预制构件外观质量判定方法

项目	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	钢筋未被再生骨料混凝土完全包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	再生骨料混凝土表面石子外露	预制构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	再生骨料混凝土中孔穴深度和长度超过保护层厚度	预制构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	再生骨料混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	预制构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	再生骨料混凝土中局部不密实	预制构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
外形缺陷	内表面缺棱掉角、表面翘曲、抹面凹凸不平，外表面面砖粘结不牢、位置偏差、面砖嵌缝没有达到横平竖直，转角面砖棱角不直、面砖表面翘曲不平	预制构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他预制构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	内表面抹面、起砂、掉皮、污染，外表面面砖污染、窗框保护纸破坏	具有重要装饰效果的预制构件有外表缺陷	其他预制构件有不影响使用功能的外表缺陷
连接部位缺陷	连接处再生骨料混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
破损	影响外观	预制构件主要受力部位有破损	其他部位有少量破损
裂缝	裂缝贯穿保护层到达构件内部	预制构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝

7.5.2 预制构件外形尺寸允许偏差及检验方法应符合表 7.5.2 的规定执行。

表 7.5.2 预制构件外形尺寸允许偏差及检验方法

名称	项目	允许偏差 (mm)		检查依据与方法
构件外形尺寸	长度	柱	±5	用钢尺测量
		梁	±10	
		楼板	±5	
		内墙板	±5	
		外墙板	±5	
		楼梯板	±5	
	宽度	±5		用钢尺测量
	厚度	±3		用钢尺测量
	对角线差值	柱	5	用钢尺测量
		梁	5	
		外墙板	5	
楼梯板		10		
表面平整度、扭曲、弯曲	5		用 2m 靠尺和塞尺检查	
构件边长翘曲	柱、梁、墙板	3	调平尺在两端量测	
	楼板、楼梯	5		
主筋保护层厚度	柱、梁	+10, -5	钢尺或保护层厚度测定仪量测	
	楼板、外墙板、楼梯、阳台板	+5, -3		

注：当采用计数检验时，除有专门要求外，合格点率应达到 80%及以上，且不得有严重缺陷，可以评定为合格。

7.5.3 预制构件的再生骨料混凝土强度应符合设计要求，且按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB 50107 的规定分批检验评定，试样应在工厂的浇筑地点随机抽取。

7.5.4 预制构件一个检验批的再生骨料混凝土应由强度等级相同、试验龄期相同、生产工艺和配合比基本相同的再生骨料混凝土组成，试件的取样频率和数量应符合下列规定：

1 同一工班拌制的同配合比再生骨料混凝土，每 100 盘但不超过 100m³ 取样一次，总计不足 100 盘或 100 m³ 时其取样次数不应少于一次；

2 当一次连续浇筑的同配合比再生骨料混凝土超过 1000m³ 时，每 200 m³ 取样不应少于一次；

3 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:
 - 1) 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”;反面词采用“严禁”;
 - 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”;
 - 3) 表示稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词用“宜”或“可”;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 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时,写法为:“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行的写法为:“可参照.....”

引用标准名录

- 2 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 3 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB 1596
- 4 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 5 《混凝土结构设计规范》 GB50010
- 6 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 8 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 9 《混凝土搅拌机》 GB/T 9142
- 10 《建设用砂》 GB/T 14684
- 11 《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685
- 12 《预拌混凝土》 GB/T 14902
- 13 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046
- 14 《水泥胶砂强度检测方法（ISO法）》 GB/T 17671
- 15 《混凝土结构耐久性设计标准》 GB/T 50476
- 16 《混凝土和砂浆用再生细骨料》 GB/T 25176
- 17 《混凝土用再生粗骨料》 GB/T 25177
- 18 《普通混凝土力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 19 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 20 《混凝土质量控制标准》 GB/50164
- 21 《混凝土结构耐久性设计标准》 GB/T 50476
- 22 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 23 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 24 《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》（JGJ52）
- 25 《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》（JGJ53）
- 26 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 27 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 28 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ107
- 29 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ355
- 30 《再生骨料应用技术规程》 JGJ/T 240
- 31 《工厂预制混凝土构件质量管理标准》 JG/T565
- 32 《混凝土搅拌运输车》 JG/T 5094

- 33 《粒化高炉矿渣粉在水泥混凝土中应用技术规程》 DBJ/T 13-66
- 34 《福建省居住建筑节能设计标准》 DBJ 13-62
- 35 《再生骨料砌块砌体应用技术规程》 DBJ/T 13-295
- 36 《再生骨料混凝土应用技术规程》 DBJ/T 13-276
- 37 《建筑废物分类与处理技术标准》 DBJ/T 13-296
- 38 《装配式混凝土结构工程施工及质量验收规程》 DBJ/T 13-308
- 39 《福建省预制装配式混凝土结构技术规程》 DBJ 13-216

福建省工程建设地方标准

再生骨料混凝土预制构件 应用技术规程

Technical Specification for the application of recycled aggregate
concrete precast components

工程建设地方标准编号：DBJ/XXX

住房和城乡建设部备案号：JXXXX

条文说明

目 录

1 总则.....	27
2 术语和符号.....	28
2.1 术语.....	28
3 原材料性能要求.....	29
3.1 一般规定.....	29
4 再生骨料混凝土预制构件的配合比设计.....	31
4.1 一般规定.....	31
4.2 配合比设计.....	31
5 再生骨料混凝土的生产.....	32
5.3 制备和运输.....	32
6 再生骨料混凝土预制构件制作与储运.....	34
6.1 一般规定.....	34
6.4 混凝土浇筑.....	34
6.5 预制构件脱模.....	34
6.6 预制构件养护.....	34
6.7 预制构件储运.....	34
7 再生骨料混凝土预制构件的质量验收.....	36
7.1 质量检验分类.....	36
7.4 判定规则.....	36
7.5 检验评定方法.....	36

1 总则

1.1~1.3 原则上，有害杂质含量不足以影响再生骨料混凝土使用性能的建筑垃圾均能用来生产再生骨料，但下列情况下的建筑垃圾不宜用于生产再生骨料：

- 1 建筑垃圾来自于有特殊使用场合的混凝土（如核电站、医院放射室等）；
- 2 建筑垃圾中硫化物含量高于 600mg/L；
- 3 建筑垃圾已受重金属或有机物污染；
- 4 建筑垃圾已受硫酸盐或氯盐等腐蚀介质严重侵蚀；
- 5 原混凝土已发生严重的碱集料反应。

现行行业标准《建筑垃圾处理技术规范》CJJ 134-2010 中对“建筑垃圾”定义为：建筑垃圾指人们在从事建设、拆迁、装修、修缮等建筑业的生产活动中产生的渣土、砖石、泥浆及其他废弃物的统称。按产生源分类，建筑垃圾可分为工程渣土、装修垃圾、拆迁垃圾、工程泥浆等；按组成成分分类，建筑垃圾中主要包括渣土、泥浆、碎石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属、废竹木等。

本规程所说的建筑垃圾是指建筑物或构筑物拆除过程中产生的建筑垃圾，以及预拌混凝土或混凝土预制构件等生产企业在生产过程中产生的、混凝土现场浇筑施工过程产生的废弃硬化混凝土等，不包含对废弃的、尚处于拌合物状态的混凝土进行回收利用，因为这种情况的回收利用一般只是对拌合物进行冲洗等工序，分离出清洗干净的骨料进行重新利用，这与本规程所说的再生骨料不是一个概念。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1~2.1.3 现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 中对“混凝土用再生粗骨料”定义为：由建(构)筑废物中的混凝土、砂浆、石、砖瓦等加工而成，用于配制混凝土的、粒径大于 4.75mm 的颗粒；现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 中对“混凝土和砂浆用再生细骨料”定义为：由建(构)筑废物中的混凝土、砂浆、石、砖瓦等加工而成，用于配制混凝土和砂浆的粒径不大于 4.75mm 的颗粒。本规程的再生粗骨料、再生细骨料不仅用于配制混凝土和砂浆，还可用于预制构件、再生骨料砌块等，所以，此处再生粗骨料、再生细骨料定义只规定来源和粒径。事实上，再生粗骨料、再生细骨料的来源也不仅局限于定义中列出的几种建筑垃圾，还可能来源于废弃墙板、废弃砌块等。

2.1.4 混凝土在配制过程中掺用再生骨料，较常见的是再生粗骨料部分取代或全部取代天然粗骨料，而细骨料采用天然砂；也有某些工程应用实例是再生粗骨料、再生细骨料分别部分取代天然粗骨料和天然砂。根据工程需要和再生骨料性能品质不同，再生骨料取代天然骨料的比例范围很宽泛。一般情况下，再生骨料取代天然骨料的质量百分比不低于 30%，甚至可以达到 100%，目前国内的技术水平已经完全可以达到这样的能力。所以，鼓励行业内充分利用现有技术提高再生骨料的取代比例，将有利于促进再生产品技术进步，可以逐步提高建筑垃圾的再生利用率，有利于节能减排。另一方面，如果再生骨料掺量过低，配制技术实际上就与普通混凝土无区别，不能体现再生骨料混凝土的技术内涵。

2.1.10~2.1.11 用再生骨料混凝土制备生产预制构件，可有效缓解建筑固体废弃物给城市生活带来的压力，是解决该类问题的有效技术选择和技术途径之一。为此展开建筑垃圾再生骨料在预制构件中的应用显得十分紧迫和必要。

为更好地指导建筑垃圾再生骨料预制构件的制备，并为使用单位提供该类产品的施工与质量检验的参考依据，特编制《再生骨料混凝土预制构件应用技术规程》。本规程紧密结合采用再生骨料制备预制构件生产过程中存在的实际问题，有很强的针对性、可操作性且经济实用，同时能为我国规模化应用建筑垃圾制备的再生骨料混凝土提供技术支持。

3 原材料性能要求

3.1 一般规定

3.1.1 原材料的质量直接影响再生骨料混凝土的质量，再生骨料混凝土对原材料的质量及稳定性有严格的要求，因此，必须对原材料进行预先控制。

3.1.2 为加强对原材料生产供应厂家的质量监督，要求进场的水泥、矿物掺合料、外加剂必须备有与原材料实物一致的合格证和出厂检验报告以及产品当年的型式检验报告，骨料必须备有出厂检验报告，不使用质量不稳定的小水泥厂、小外加剂厂、小砂石料厂等生产的产品。

3.2 胶凝材料

3.2.1 水泥质量的波动对再生骨料混凝土最终质量的影响显著，因此相对固定水泥生产厂家，能更好地熟悉水泥的性能，控制好再生骨料混凝土的生产。

3.2.2 为了满足再生骨料混凝土工作性要求，同时尽量减少水泥用量，应在再生骨料混凝土中掺入矿物掺合料。粉煤灰活性效应、形态效应、微集料效应对再生骨料混凝土拌合物的工作性、硬化混凝土的力学性能都具有较好的作用，因此优先使用粉煤灰作为再生骨料混凝土的矿物掺合料。

3.2.4 矿物掺合料的品种和掺量对再生骨料混凝土的工作性和硬化混凝土的力学性能都有重要影响，因此当使用粉煤灰、高炉矿渣粉、硅灰之外的其它品种矿物掺合料时，应对其可能影响混凝土性能的指标进行试验，确认符合混凝土质量要求时方可使用。

3.3 骨料

3.3.1~3.3.6 规定了配制再生骨料混凝土所用再生粗骨料和再生细骨料应符合本规程的规定。其中对于IV类再生粗骨料，是基于建筑废物来源为100%废砖，来确定吸水率和表观密度的技术要求。为控制生产再生骨料混凝土所用再生骨料的质量，在使用前应按有关标准复检其质量指标。

规定了配制再生骨料混凝土所用的原材料包括天然骨料、水泥、矿物掺和料、外加剂应分别符合国家、行业现行有关标准。为控制生产再生骨料混凝土所用原材料的质量，在使用前应按国家现行有关标准复检其质量指标。

粗骨料针片状颗粒的含量、泥块含量、杂物含量、低密度物质含量和骨料级

配状况等直接影响混凝土拌合料的用水量和浆体含量，从而影响再生骨料混凝土拌合物的工作性和硬化后混凝土的力学性能，因此严格控制粗骨料的上述指标，选用级配良好、颗粒形状饱满、杂质少的骨料对配制再生骨料混凝土来说是至关重要的。

3.4 其他材料

3.4.1 混凝土外加剂的品种繁多，对混凝土性能的影响很大。应根据实际工程对再生骨料混凝土的性能要求，施工工艺及气候条件，结合混凝土原材料性能、配合比以及对水泥的适应性等因素，通过试验确定复合外加剂的品种和掺量。

除了高效减水剂外，再生骨料混凝土可能还会用到其他外加剂。如引气剂、缓凝剂、增稠剂等。使用中均应选用与水泥的相容性好，坍落度损失小，符合规范要求的外加剂。当使用增稠剂时应根据混凝土强度发展规律等指标做必要的试验，在确保混凝土质量情况下使用。

多种外加剂复合时，应在使用前结合工程对再生骨料混凝土性能进行复配，应对混凝土拌合物的工作性、混凝土硬化后的力学性能等做必要的试验。

4 再生骨料混凝土预制构件的配合比设计

4.1 一般规定

4.1.1~4.1.4 由于I类再生粗骨料品质已经基本达到常用天然粗骨料的品质，所以其应用不受强度等级限制。为充分保证结构安全，达到II类、III类产品指标要求的再生粗骨料限制可以用于配制不高于 C50 的再生骨料混凝土，目前我国国内如北京、青岛等地再生骨料混凝土在实际工程中应用已经达到了 C40；III类再生粗骨料由于吸水率等指标相对较高，所以III类再生粗骨料不宜用于有抗冻要求的混凝土。本规程所说混凝土均指符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的混凝土。

尽管I类再生细骨料主要技术性能已经基本达到常用天然砂的品质，但是由于再生细骨料中往往含有水泥石颗粒或粉末，而且目前采用再生细骨料配制混凝土的应用实践相对较少，所以对再生细骨料在混凝土中的应用比再生粗骨料限制严格一些。III类再生细骨料由于品质较差，不宜用于结构构件。

4.2 配合比设计

4.2.1-4.2.2 由于本规程对用于混凝土的再生骨料性能指标要求与天然骨料产品标准要求总体基本一致，有部分项目偏于严格，例如对新拌混凝土工作性能、力学性能和耐久性能影响较大的针片状含量；也有项目偏于宽松，如对混凝土力学性能影响不大的吸水率、有害物质含量等（这些指标影响的是混凝土耐久性或长期性能，这已在耐久性要求方面加以约束）。再生骨料混凝土其力学性能与常规混凝土要求应该一致，所以本规程对再生骨料混凝土的轴心抗压强度标准值、轴心抗压强度设计值、轴心抗拉强度标准值、轴心抗拉强度设计值、轴心抗压疲劳强度设计值、轴心抗拉疲劳强度设计值、剪切变形模量和泊松比的相关规定与《混凝土结构设计规范》GB 50010 一致。

4.2.3 由于再生骨料品质离散型较大，根据前期实验数据统计，对于再生骨料混凝土强度标准差推荐值，在《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的普通混凝土强度标准差推荐值的基础上进行放大。

4.2.4 参考李秋义团队配合比设计的研究成果，给出公式 4.1，并根据再生骨料品质的不同，限定其使用范围为采用 I、II、III 类再生粗骨料与 I、II 类再生细骨料配制再生骨料混凝土，且再生细骨料取代率不超过 30%时。附加用水量可根据实际情况进行调整。

5 再生骨料混凝土的生产

5.3 制备和运输

5.3.1 再生骨料混凝土原材料的存储和计算，再生骨料混凝土搅拌、运输总体上和普通混凝土的要求一样，由于再生骨料混凝土制备对综合技术要求较高，应鼓励采用预拌方式生产，且目前我国的再生骨料混凝土基本是在生产条件较好的大中城市加以发展，所以，对再生骨料混凝土的制备和运输要求基本上采纳了现行国家标准《预拌混凝土》GB/T14902 的规定。

5.3.2 搅拌工艺的不同对再生骨料混凝土性能有一定影响，本规程建议重视对再生骨料混凝土搅拌工艺的选择，建议选择以下几种对混凝土性能有益的搅拌工艺。

1 净浆裹石搅拌工艺具体操作步骤如图 5.3.2-1，在确保搅拌均匀的基础上，可对图示中的搅拌时间进行调整，但应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164 中关于混凝土搅拌最短时间的规定。传统的净浆裹石搅拌工艺在第一步是加入水泥等胶凝材料、50%水和减水剂。先搅拌成低水胶比的浆液，由于硅灰等矿物掺合料细度大、吸水率高，在制备过程中如果加 50%水后成浆效果不好，可以先加一些水，但不宜超过总用水量的 70%。

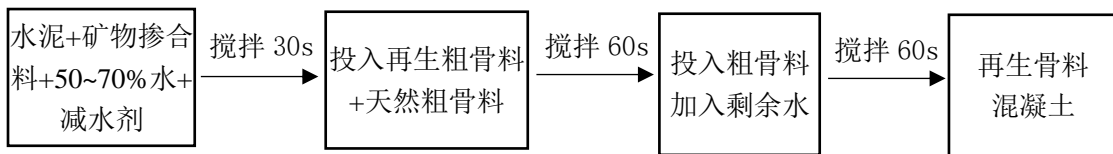


图5.3.2-1 净浆裹石搅拌工艺

2 两阶段拌合工艺具体操作步骤如图 5.3.2-2。

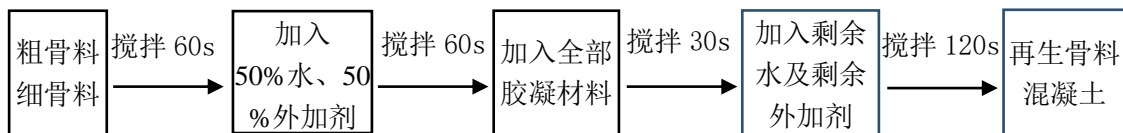


图5.3.2-2 两阶段拌合方法

混凝土预湿骨料技术，是在混凝土搅拌前骨料上料过程中，先将骨料用水淋湿，使骨料处于内部饱水、表面湿润但是不持水的状态，然后进入搅拌仓，加入胶凝材料拌合用水量（按照配合比设定的比例，将各种胶凝材料混合成复合胶凝材料，采用测定水泥标准稠度用水量的方法求得的胶凝材料标准稠度用水量），然后按照正常搅拌程序进行混凝土搅拌，成型后出料的搅拌技术，具体操作过程

见图 5.3.2-3。当用预湿法处理再生骨料后，应注意与配合比设计中的调整用水量相协调，避免用水量增加。

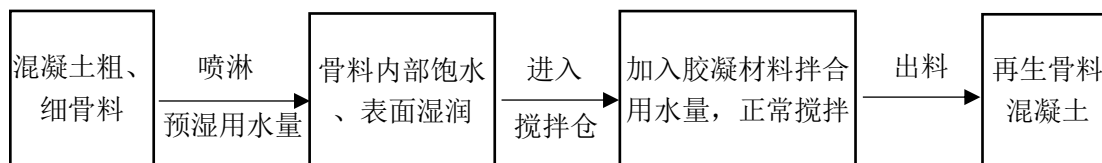


图5.3.2-3 混凝土预湿骨料技术

对于再生骨料混凝土，推荐采用净浆裹石搅拌工艺或两阶段拌合工艺，可以改善再生骨料混凝土界面过渡区，提高混凝土性能。

通过净浆裹石搅拌工艺进行改善界面过渡区，其主要原理是：先将胶凝材料和部分水拌成均匀水泥净浆，这样就避免水泥团粒的形成，大大提高水泥颗粒的扩散均匀程度，从而提高单位时间内水泥颗粒水化程度，使混凝土整体强度得以提高。再生粗骨料的表面凹陷处被拌至均匀的水泥净浆填充，净浆同再生粗骨料表面接触后就形成了一个低水胶比的净浆外壳，这个浆壳硬化后强度较其他部位高，增强了再生粗骨料表面的机械咬合作用。

6 再生骨料混凝土预制构件制作与储运

6.1 一般规定

6.1.1 预制构件生产单位应建立构件制作全过程的计划管理和质量管理体系，以提高生产效率，确保预制构件质量。

6.1.6 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》指出：在城市范围内向周围生活环境排放工业噪声的，应当符合国家规定的工业企业厂界环境噪声排放标准。

6.1.7 严禁生产现场产生的废水、污水、浆料不经处理排放，影响正常生产、生活以及生态系统平衡的现象。

6.4 混凝土浇筑

6.4.8 本条规定了混凝土的最短搅拌时间，当有可靠试验证明时，可适当缩短搅拌时间。因浇筑时间过长导致混凝土质量出现波动，当需要对预制构件的色差进行控制时，浇筑时间还应进一步缩短。

6.5 预制构件脱模

6.5.2 模具由底模和侧模构成，底模为定模，侧模为动模，模具要易于组装、拆卸和维护。模具一般采用钢模具，钢模具周转次数可达上百次。对异形且周转次数较少的预制构件，可采用木模具、高强塑料模具、玻璃钢模具或者其他材料模具。木模具、塑料模具、玻璃钢模具和其他材质模具，应满足易于组装和脱模、不影响构件外观质量、适合蒸汽养护等要求，并能够抵抗可预测的外来因素撞击。

6.5.4 规定预制构件脱模最低强度是为了防止过早脱模造成预制构件出现变形或开裂。

6.6 预制构件养护

6.6.3 预制构件的蒸汽养护主要是为了加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模板的周转，提高生产效率。养护时应按照养护制度的规定进行控制，这对于有效避免构件的温差收缩裂缝，保证产品质量非常关键。

6.7 预制构件储运

6.7.1 堆放场地地面必须平整坚实，排水良好，以防构件因地面不均匀下沉而造成倾斜或倾倒摔坏。

7 再生骨料混凝土预制构件的质量验收

7.1 质量检验分类

7.1.1 再生骨料制品各项性能指标达到要求方能出厂。产品出厂时，应提供产品质量合格证，合格证一般应标明生产厂信息、产品名称、批量及编号、产品实测技术性能和生产日期等。

7.1.2 当设计有特定需要时，预制构件应进行结构性能检验。如果严格控制材料和部件的进场质量检验，加强预制构件制作过程中的质量管理，预制构件质量优于现场现浇构件。构件尺寸、混凝土强度、钢筋保护层厚度偏差均在允许误差范围内，可不进行结构性能的承载力、挠度、裂缝检验。预制构件采用的钢筋及预应力钢筋的验收应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定进行检查验收。

7.4 判定规则

7.4.1 预制构件和部品检查合格后，应在明显位置设置表面标识。预制构件的表面标识宜包括构件编号、生产日期、合格状态、生产单位等信息，具有唯一性和可追溯性。对于检查不合格的构件，也应在其表面设置标识，并单独隔离存放。预制构件验收合格后应在明显部位标识生产单位、构件型号、生产日期和质量验收合格标志。

7.5 检验评定方法

7.5.1 在混凝土浇筑之前，应按要求对预制构件的钢筋、预应力筋以及各种预埋部件进行隐蔽工程检查验收，验收记录是证明满足结构性能的关键质量控制证据，如必要时，可留存预制构件生产过程中的照片或影像记录资料，以便日后查证。

预制构件外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，预制构件的严重缺陷主要是指影响构件的结构性能或安装使用功能的缺陷，构件制作时应制定技术质量保证措施予以避免。