

绍兴市工程建设地方技术规程

SJS001—2022

再生混凝土应用技术指南
(试行)

Technical guide for application of recycled aggregate concrete
(pilot edition)

2022—11—00 发布

2023—01—01 施行

绍兴市住房和城乡建设局 发布

前 言

“无废城市”以创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念为引领，构建形成绿色发展新方式，持续推进固体废物源头减量和资源化利用。绍兴市为全国首批试点城市之一，“十四五”期间将在试点基础上，将全域“无废城市”建设与高质量发展结合起来，高效率解决固体废物问题，推动“无废社会”形成，助推“碳达峰、碳中和”。

为持续推动量大面广的建筑垃圾资源化利用，促进建筑垃圾再生产品规范应用，确保工程建设质量，同时减少对矿产资源的开采，降低碳排放量，实现全域“无废城市”建设目标，绍兴市住房和城乡建设局根据浙江省经济和信息化厅、浙江省住房和城乡建设厅联合印发的《关于加强建筑垃圾资源化利用工作的指导意见》等文件要求，成立编制组，广泛调查研究，认真总结实践经验，结合绍兴市的实际情况，参考有关国家标准、行业标准、地方标准和国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定了《再生混凝土应用技术指南（试行）》（以下简称“指南”）。

本指南共分八章，主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 材料；5 设计；6 生产与运输；7 施工；8 检查与验收。

本标准由绍兴市住房和城乡建设局负责管理，由绍兴市城市建设投资集团有限公司、同济大学、绍兴文理学院共同负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将意见或有关资料寄送浙江省绍兴市越城区解放大道 288 号，邮编：312000，邮箱：57763696@qq.com，以供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主 编 单 位：绍兴市城市建设投资集团有限公司

同济大学

绍兴文理学院

绍兴市城投建筑工业化制造有限公司

参编单位：绍兴市科技产业投资有限公司

绍兴市建设工程质量安全管理中心

绍兴市市政工程学会

福州大学

主要起草人：方维炯 杨国巍 尉盟 肖建庄 朱莹颖

梁超锋 侯少丹 黄腾辉 胡水江 宣晓鑫

胡月峰 朱挺 李锋 朱旭飞 黄瑜明

陈晓清 陆俊 丁陶 迟文明 傅永刚

赵丽君 张凯建 何智海 孙淦 段珍华

主要审查人：崔海兴 夏亮 杨杨 钱晓倩 张煜

李萍 毛节程 尉向荣 杨绍猛 李博斌

杨桦

目 次

1	总 则	1
2	术语与符合	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	材 料	6
4.1	再生粗骨料	6
4.2	其他材料	7
5	设 计	9
5.1	一般规定	9
5.2	再生混凝土性能指标	9
5.3	再生混凝土配合比设计	12
5.4	再生混凝土构件	12
6	生产与运输	17
6.1	一般规定	17
6.2	再生混凝土拌合物的制备	17
6.3	再生混凝土拌合物的运输	18
7	施 工	20
7.1	一般规定	20
7.2	浇筑与振捣	20
7.3	拆模与养护	20
8	检查与验收	22
	本标准用词说明	23
	引用标准名录	24

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirement	5
4	Materials	6
4.1	Recycled Coarse Aggregate	6
4.2	Other Materials	7
5	Design	9
5.1	General Requirement	9
5.2	Basic Performance of Recycled Aggregate Concrete	9
5.3	Mix Design of Recycled Aggregate Concrete	12
5.4	Precast Recycled Aggregate Concrete Elements	12
6	Production and Transportation	17
6.1	General Requirement	17
6.2	Mixture Production	17
6.3	Mixture Transportation	18
7	Construction	20
7.1	General Requirement	20
7.2	Casting and Vibration	20
7.3	Form Removal and Maintenance	20
8	Inspection and Acceptance	22
	Explanation of Wording in this Standard	23
	List of Quoted Standards	24

1 总 则

1.0.1 为保护生态环境，降低碳排放，实现建筑垃圾的再生利用，规范再生混凝土在建设工程上的应用，做到安全适用、质量可靠、经济合理、技术先进，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于绍兴市建设工程用再生混凝土及其构件的制备、设计、施工和验收。

1.0.3 再生混凝土应用除符合本指南外，尚应符合国家、行业和地方现行相关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 再生粗骨料 recycled coarse aggregate

由建（构）筑废弃物中的混凝土和石等加工而成，用于配制混凝土，且粒径大于 4.75mm 的颗粒。

2.1.2 再生混凝土 recycled aggregate concrete

使用再生骨料配制而成的混凝土，本指南指仅使用再生粗骨料配制而成的混凝土。

2.1.3 再生粗骨料取代率 replacement ratio of recycled coarse aggregate

再生粗骨料占总粗骨料总质量的百分比。

2.1.4 附加用水量 additional water content

考虑再生粗骨料吸水率较大而增加的再生混凝土拌合用水的质量。

2.1.5 净用水量 net water content

不包括再生粗骨料所含水质量的再生混凝土拌合用水的质量。

2.1.6 拌合总用水量 total mixing water

再生混凝土净用水量和附加用水量之和。

2.1.7 再生混凝土拌合物 fresh recycled aggregate concrete

使用再生粗骨料配制而成的尚未凝结硬化的塑性状态拌合物。

2.1.8 预拌再生混凝土 ready-mixed recycled aggregate concrete

在搅拌站(楼)生产的、通过运输设备送至使用地点的、交货时为拌合物的再生混凝土。

2.2 符 号

- f_{ck} 、 f_c —— 再生混凝土轴心抗压强度标准值、轴心抗压强度设计值；
- f_{tk} 、 f_t —— 再生混凝土轴心抗拉强度标准值、轴心抗拉强度设计值；
- $f_{cu, k}$ —— 再生混凝土立方体抗压强度标准值；
- E_c —— 再生混凝土弹性模量；
- α_σ —— 再生混凝土强度折减系数；
- G_c —— 剪切变形模量；
- ν_c —— 泊松比；
- M —— 弯矩设计值；
- α_1 —— 再生混凝土受压区矩形应力图的应力值与再生混凝土轴心抗压强度设计值的比值；
- x —— 再生混凝土受压区高度；
- E_s —— 钢筋弹性模量；
- ε_{cu} —— 再生混凝土极限压应变；
- b —— 构件截面宽度；
- h_0 —— 构件截面有效高度；
- f_y —— 纵向钢筋抗拉强度设计值；
- A_s —— 纵向钢筋受拉面积；
- N —— 轴向压力设计值；
- φ —— 钢筋混凝土构件的稳定系数；
- A —— 构件截面面积；
- f_y —— 纵向钢筋抗压强度设计值；
- A'_s —— 构件受压区域纵向钢筋的截面面积；
- V —— 剪力设计值；
- α_{cv} —— 再生混凝土斜截面受剪承载力系数；
- λ —— 剪跨比；

- A_{sv} —— 配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积；
- A_{sv1} —— 单肢箍筋的截面面积；
- s —— 沿构件长度方向的箍筋间距；
- f_{yv} —— 箍筋抗拉强度设计值；
- α_{θ} —— 荷载长期作用下再生混凝土构件裂缝、变形附加增大系数。

3 基本规定

3.0.1 被污染或腐蚀的建筑垃圾不得用于制备再生粗骨料。再生粗骨料和再生混凝土的放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

3.0.2 再生混凝土的生产和应用应符合国家及地方有关安全和环保的规定。

3.0.3 本技术指南不适用于预应力结构和严酷环境（如氯盐、硫酸盐侵蚀环境）下的再生混凝土。

4 材 料

4.1 再生粗骨料

4.1.1 再生粗骨料按性能要求可分为：I类、II类和III类。

4.1.2 再生粗骨料按粒径尺寸分为连续粒级和单粒级。连续粒级分为5mm~16mm、5mm~20mm、5mm~25mm和5mm~31.5mm四种规格，单粒级分为5mm~10mm、10mm~20mm和16mm~31.5mm三种规格。

4.1.3 再生粗骨料颗粒级配应符合表4.1.3的规定。

表 4.1.3 再生粗骨料颗粒级配

公称粒径, mm		累计筛余, %							
		方孔筛筛孔边长, mm							
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
连续粒级	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0			
	5~20	95~100	90~100	40~80	-	0~10	0		
	5~25	95~100	90~100	-	30~70	-	0~5	0	
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	-	15~45	-	0~5	0
单粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0				
	10~20		95~100	85~100		0~15	0		
	16~31.5		95~100		85~100			0~10	0

4.1.4 再生粗骨料的微粉含量、泥块含量、吸水率、压碎指标、表观密度、空隙率、针片状颗粒含量、坚固性应符合表4.1.4的规定。

表 4.1.4 再生粗骨料性能要求

项目	I类	II类	III类
微粉含量(按质量计)/%	<1.0	<2.0	<3.0
泥块含量(按质量计)/%	<0.5	<0.7	<1.0
吸水率(按质量计)/%	<3.0	<5.0	<8.0
压碎指标/%	<12	<20	<30
表观密度/(kg/m ³)	>2450	>2350	>2250

续表 4.1.4

项目	I类	II类	III类
空隙率/%	<47	<50	<53
针片状颗粒（按质量计）/%	<10		
坚固性（按质量计）/%	<5.0	<10.0	<15.0

注：坚固性采用硫酸钠溶液法进行试验，再生粗骨料经5次循环后的质量损失。

4.1.5 再生粗骨料有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物、杂物含量应符合表 4.1.5 的规定。

表 4.1.5 再生粗骨料有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物、杂物含量

项目	I类	II类	III类
有机物含量	合格		
硫化物及硫酸盐含量（折算成 SO ₃ ，按质量计）/%	<2.0		
氯化物含量（以氯离子含量计）/%	<0.06		
杂物含量（按质量计）/%	<1.0		

4.1.6 经碱集料反应试验后，由再生粗骨料制备的试件无裂缝、酥裂或胶体外溢等现象，膨胀率应小于 0.10%。

4.2 其他材料

4.2.1 再生混凝土所用水泥应符合以下规定：

1 再生混凝土所用水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的要求。当采用其他品种的水泥时，其性能指标必须符合相应标准的要求，不同水泥不得混合使用；

2 水泥进场时应具有质量证明文件，进行复检的项目及复检批量的划分应按《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定执行。

4.2.2 再生混凝土所用天然骨料应符合以下规定：

1 天然粗骨料、细骨料应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定；

2 天然骨料进场时应具有质量证明文件，并按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定按批进行复检。

4.2.3 再生混凝土拌和用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的要求。

4.2.4 再生混凝土中掺加的粉煤灰、矿渣粉、硅粉等矿物掺合料，其质量应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 及浙江省建设工程标准《混凝土矿物掺合料应用技术规程》DB33/T 1013-2016 的有关规定。

4.2.5 再生混凝土所用的外加剂应符合以下规定：

1 再生混凝土所用的外加剂应符合现行国家、行业标准《混凝土外加剂》GB 8076、《砂浆、混凝土防水剂》JC/T 474、《混凝土防冻剂》JC/T 475、《混凝土膨胀剂》GB/T 23439 的要求；

2 外加剂进场时应具有质量证明文件。对进场外加剂应按批进行复检，复检项目应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，复检合格后方可使用。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 再生混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。

5.1.2 再生混凝土立方体抗压强度的尺寸效应换算系数按普通混凝土取值。

5.1.3 本指南再生混凝土强度等级包括：RC15，RC20，RC25，RC30，RC35，RC40，RC45，RC50。

条文说明：

当设计 RC50 以上强度等级的再生混凝土时应通过试验对其结果作出可行性评定，并应经专项技术论证。

5.1.4 I 类再生粗骨料可用于配制各种强度等级的混凝土；II 类再生粗骨料宜用于配制 RC40 及以下强度等级的混凝土；III 类再生粗骨料可用于配制 RC25 及以下强度等级的混凝土，不宜用于配制有抗冻性要求的混凝土。

5.1.5 当采用 I 类再生粗骨料配制再生混凝土用于建设工程时，其性能指标、设计、生产与运输、施工与质量验收按普通混凝土规定执行。当采用 II、III 类再生粗骨料配制再生混凝土用于建设工程时，其性能指标、设计、生产与运输、施工与质量验收按本指南规定执行。

5.2 再生混凝土性能指标

5.2.1 仅掺用 I 类再生粗骨料的再生混凝土，其强度取值可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定执行。

5.2.2 掺用 II 类、III 类再生粗骨料的再生混凝土，其轴心抗压强度标准值 f_{ck} 、轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 、轴心抗压强度设计值 f_c 、

轴心抗拉强度设计值 f_t ，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 取值并乘以再生混凝土强度折减系数 α_σ 后采用。

5.2.3 再生混凝土强度折减系数 α_σ 按表 5.2.3 取用。

表 5.2.3 再生混凝土强度折减系数

再生粗骨料取代率/%	30	50	70	100
再生混凝土强度折减系数 α_σ	0.95	0.92	0.89	0.85

条文说明：

再生粗骨料取代率介于 30%~100% 之间时， α_σ 按线性内插法取用。

5.2.4 仅掺用 I 类再生粗骨料的再生混凝土，其弹性模量 E_c 可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 采用。掺用 II 类、III 类再生粗骨料的再生混凝土弹性模量 E_c 宜通过试验确定；缺乏试验资料时，再生粗骨料取代率为 30%、50%、70%、100% 的再生混凝土弹性模量可按表 5.2.4 采用。

表 5.2.4 再生混凝土的弹性模量 ($\times 10^4$ MPa)

强度等级	RC15	RC20	RC25	RC30	RC35	RC40	RC45	RC50
再生粗骨料取代率 30%	1.98	2.30	2.52	2.70	2.84	2.93	3.02	3.11
再生粗骨料取代率 50%	1.92	2.23	2.44	2.61	2.75	2.84	2.92	3.01
再生粗骨料取代率 70%	1.85	2.15	2.36	2.58	2.66	2.74	2.83	2.91
再生粗骨料取代率 100%	1.76	2.04	2.24	2.40	2.52	2.60	2.68	2.76

条文说明：

当再生粗骨料取代率介于上述取代率之间时，再生混凝土弹性模量可采用线性内插法确定。

5.2.5 再生混凝土的剪切变形模量 G_c 可按对应弹性模量值的 40% 采用，再生混凝土泊松比 ν_c 可按 0.2 采用。

5.2.6 再生混凝土的温度线膨胀系数、比热容和导热系数宜通过试验确定；当缺乏试验资料时，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定采用。

5.2.7 再生混凝土结构应根据设计使用年限和环境类别进行耐久性设计。

5.2.8 仅掺用 I 类再生粗骨料的再生混凝土结构的适用环境、设计使用年限和采取的措施可与普通混凝土结构一致。

5.2.9 掺用 II 类、III 类再生粗骨料的再生混凝土结构及构件设计使用年限不应超过 50 年，采取的耐久性措施应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5.2.10 掺用 II 类、III 类再生粗骨料的再生混凝土房屋结构应用的环境应符合下列规定：

1 多层和高层再生混凝土房屋结构宜在一类、二类环境中应用，不宜在三类环境中应用，不得在四类、五类环境中应用；

2 低层再生混凝土房屋结构宜在一类、二类环境中应用，可在三类环境中应用，不得在四类、五类环境中应用。

5.2.11 掺用 II 类、III 类再生粗骨料的用再生混凝土的结构用再生混凝土的耐久性基本要求宜符合表 5.2.11 的规定。

表 5.2.11 结构用再生混凝土耐久性基本要求

环境等级	最大水胶比	最低强度等级	最大氯离子含量(%)	最大碱含量(kg/m ³)
一	0.60	RC25	0.30	不限制
二	A	RC30	0.20	3.0
	B	RC35	0.15	
三	A	RC40	0.15	
	B	RC45	0.10	

注：1 氯离子含量系指占胶凝材料总量的百分比；

2 素再生混凝土构件的水胶比及最低强度等级的要求可适当放松；

3 当使用非碱活性骨料时，对再生混凝土的碱含量可不作限制。

5.2.12 再生混凝土结构用钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5.2.13 再生混凝土保护层最小厚度根据构件类别、环境类别以及再生粗骨料取代率等情况确定，可按现行行业标准《再生混凝土结构技术标准》JGJ/T 443 进行取值。

5.3 再生混凝土配合比设计

5.3.1 再生混凝土的配合比设计应经济合理，满足混凝土和易性、强度和耐久性的要求，且应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的相关规定。

5.3.2 再生混凝土配合比设计尚应符合下列规定：

- 1 再生混凝土应采用质量法进行配合比设计计算；
- 2 总用水量应为净用水量和附加用水量之和；
- 3 净用水量宜根据坍落度和粗骨料最大粒径按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 确定。

条文说明：

根据前期研究结果，相较于附加水为再生粗骨料饱和面干吸水率的再生混凝土，当附加水为再生粗骨料饱和面干吸水率 75% 时，再生混凝土的抗压强度增大 4.8%~17.7%，动弹性模量提高 1.90%~6.09%，毛细吸水系数降低 6.6%~21.2%，氯离子扩散系数降低 16.1%~46.9%，碳化深度降低 27.8%~82.8%，因此附加用水量宜按再生粗骨料饱和面干吸水率的 75% 计算，可以采用附加水或预湿的方式添加，实际试配过程中可根据再生粗骨料品质调整附加用水量。

5.3.3 再生混凝土拌合物在满足施工要求的前提下，尽可能采用较小的坍落度，运输时间为 2 小时以内的泵送再生混凝土拌合物坍落度设计值不宜大于 220mm。

5.3.4 再生混凝土制备后应检测其坍落度、坍落扩展度、凝结时间等技术指标，确保拌合物工作性能满足设计和施工要求。

5.4 再生混凝土构件

5.4.1 再生混凝土正截面受弯构件在设计计算时，应满足下列基本假定：

- 1 截面平均应变应保持平面；

2 钢筋应力取钢筋应变与其弹性模量的乘积，且不应大于其强度设计值，受拉钢筋的极限拉应变应取 0.01；

3 不考虑再生混凝土的抗拉强度。

5.4.2 材料选择设计应符合下列要求：

1 纵向受力钢筋的锚固长度与普通混凝土中的一致；

2 纵向受力钢筋的配筋率不应小于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的最小配筋率；箍筋的配箍率不应小于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的最小配箍率。最小配筋率和最小配箍率应满足可靠度的要求；

3 纵向受力普通钢筋可采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500、HRB335、RRB400、HPB300 钢筋；

4 箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HRB335、HPB300 钢筋。

5.4.3 承载能力极限状态的设计应符合下列要求：

1 正截面受弯承载力可按下式计算：

$$M \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) \quad (5.4.3-1)$$

$$\alpha_1 f_c b x + f'_y A'_s = f_y A_s \quad (5.4.3-2)$$

式中： M ——弯矩设计值；

α_1 ——再生混凝土受压区矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值；

f_c ——再生混凝土轴心抗压强度设计值，按 5.2.1~5.2.3 取值；

x ——再生混凝土受压区高度， $x \leq \xi_b h_0$ ， ξ_b 为矩形应力图形的相对界限受压区高度， $\xi_b = \frac{\beta_1}{(1 + f_y / (E_s \varepsilon_{cu}))}$ ， β_1 为系数， E_s 为钢筋弹性模量， ε_{cu} 为再生混凝土极限压应变；

b ， h_0 ——构件截面宽度和截面有效高度；

b ， h_0 ——构件截面宽度和截面有效高度；

f_y, A_s —— 构件受拉区域纵向钢筋抗拉强度设计值和面积;

f'_y, A'_s —— 构件受压区域纵向钢筋抗压强度设计值和面积。

条文说明:

根据前期研究结果,再生骨料混凝土与普通混凝土受弯构件有相似的受力阶段和破坏特征。本标准采用等效矩形应力图形,采用现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的计算方法,对再生骨料混凝土, $\varepsilon_{cu} = 0.003$, $\alpha_l = 1$, $\beta_l = 0.78$ 。

2 正截面轴心受压承载力可按下式计算:

$$N \leq 0.9\phi(f_c A + f'_y A'_s) \quad (5.4.3-3)$$

式中: N —— 轴向压力设计值;

ϕ —— 钢筋混凝土构件的稳定系数;

f_c —— 再生混凝土轴心抗压强度设计值,按 5.2.1~5.2.3 取值;

A —— 构件截面面积;

f'_y —— 纵向钢筋抗压强度设计值,取值小于等于 400Mpa;

A'_s —— 构件受压区域纵向钢筋的截面面积,因为构件轴心受压,即为全部纵向钢筋的截面面积。

3 斜截面受剪承载力可按下式计算:

$$V \leq \alpha_{cv} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (5.4.3-4)$$

式中: V —— 剪力设计值;

α_{cv} —— 再生混凝土斜截面受剪承载力系数,对于一般受弯构件取 0.7,对集中荷载作用下(包括作用有多种荷载,其中集中荷载对支座截面或节点边缘所产生的剪力值占总剪力的 75% 以上的情况)的独立梁,取 $1.75/(\lambda+1)$, λ 为计算截面的剪跨比;

f_t ——再生混凝土抗拉强度设计值，按 5.2.1~5.2.3 取值；
 A_{sv} ——配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积；
 $A_{sv} = nA_{svl}$ ，此处 n 为在同一截面内箍筋的肢数， A_{svl} 为单肢箍筋的截面面积；
 s ——沿构件长度方向的箍筋间距；
 f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值。

4 偏心受压、轴心受拉、偏心受拉、受扭、局部受压、受冲切等工况下可参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关公式进行计算。

5 地震作用下的再生混凝土承载力极限状态设计，在极限承载力的基础上乘以一个调整系数。系数的取值参见国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 的表 5.4.2。

5.4.4 正常使用极限状态的设计应符合下列要求：

1 再生混凝土抗裂验算可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关公式验算。

2 裂缝宽度验算可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 相关公式验算，其中再生混凝土强度指标根据本指南规定的数值取用，裂缝宽度在按标准计算值的基础上，乘以荷载长期作用下再生混凝土构件裂缝、变形附加增大系数 α_θ ，其值可按表 5.4.4 采用。

表 5.4.4 裂缝、变形附加增大系数 α_θ

再生粗骨料类型	再生粗骨料取代率/%			
	≤30	50	70	100
I 类再生粗骨料	1.00			
II、III 类再生粗骨料	1.03	1.05	1.07	1.10
II、III 类再生粗骨料取代率为 30%~100%时，按线性插值法计算。				

3 受弯构件挠度可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关公式验算，包含初始挠度和荷载长期作用徐变挠度在内的总挠度。仅掺用 I 类再生粗骨料的再生混凝土构件的正常使用极限状态验算应与普通混凝土构件一致。掺用 II 类、III 类再

生粗骨料的钢筋再生混凝土构件，正常使用极限状态验算中应考虑再生混凝土强度折减系数 α_s 和荷载长期作用下再生混凝土构件裂缝、变形附加增大系数 α_θ 。再生混凝土弹性模量按本指南规定数值取用。

6 生产与运输

6.1 一般规定

6.1.1 再生混凝土工程应采用预拌混凝土。

6.1.2 再生混凝土的生产应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902、《混凝土质量控制标准》GB 50164 和现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328 以及浙江省工程建设标准《预拌混凝土质量管理标准》DBJ33/T 1284 的规定。

6.1.3 再生混凝土的运输应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 以及浙江省工程建设标准《预拌混凝土质量管理标准》DBJ33/T 1284 的规定。

6.2 再生混凝土拌合物的制备

6.2.1 再生粗骨料的进场应符合以下规定：

1 再生粗骨料进场时，应按规定批次检查型式检验报告、出厂检验报告及合格者等质量证明文件，检验报告应符合本指南第 4.1 节的规定；

2 应对再生粗骨料的泥块含量、微粉含量、吸水率、压碎指标和表观密度进行进场检验；

3 同一厂家、同一类别、同一规格、同一批次的再生粗骨料，每 400m³或 600t 应作为一个检验批，不足 400m³或 600t 的应按一批计；

4 再生粗骨料进场检验结果应符合本指南第 4.1 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。

6.2.2 生产再生混凝土拌合物应有混凝土配合比报告单；配合比报告单应根据工程项目对混凝土强度等级、耐久性、工作性等技术质量要求出具。

6.2.3 再生混凝土拌合物生产工序按再生粗骨料是否预湿分为两种情况：

1 再生粗骨料采用预湿处理的，可不考虑附加用水量，用水量按净用水量确定；再生粗骨料预湿程度宜根据再生骨料品质和再生混凝土设计强度等级要求由试配确定；

2 再生粗骨料不做预湿处理时，按本指南第 5.3 节的规定计算附加用水量。干料宜先混合均匀，再按确定的附加用水量与净用水量之和添加。

6.2.4 再生混凝土生产时，应采用符合现行国家标准《建筑施工机械与设备混凝土搅拌机》GB/T 9142 规定的固定式搅拌机进行搅拌，并应严格按照设备说明使用，每盘搅拌时间应比普通混凝土搅拌时间适当延长。

6.3 再生混凝土拌合物的运输

6.3.1 再生混凝土拌合物运输车除了应符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408 的规定，还应符合以下规定：

1 运输车应安装符合相应标准的卫星定位装置，并接入全国道路货运车辆公共监管与服务平台；

2 运输车应安装车辆右转弯和倒车的安全提醒或可视设备，宜安装车辆盲区监控系统及混凝土放料无线移动视频监控系统；

3 运输车应做好日常维护保养工作，保证运行正常，安全可靠；车辆外观应保持清洁，罐体内外粘接的混凝土应及时清理，并应定期检查罐体内搅拌叶片的磨损情况，更换磨损严重的搅拌叶片。

6.3.2 再生混凝土拌合物使用运输车的运输途中及等待卸料时，

应保持搅拌运输车罐体正常转速，不得停转；卸料前，罐体宜快速旋转 20s 以上。

6.3.3 翻斗车仅限于运送坍落度小于 800mm 的再生混凝土拌合物；运送容器应不漏浆，内壁应光滑平整，并应具有覆盖设施。

6.3.4 再生混凝土拌合物的运输还应符合下列规定：

- 1 严禁向运输车内的再生混凝土拌合物加水；
- 2 当采用搅拌运输车运输再生混凝土拌合物时，宜在 1h 内卸料；当采用翻斗车运送时，宜在 30min 内卸料；当延长运输时间时，则应采用相应的技术措施；
- 3 拌合物在运输中应采取措施减少坍落度损失并防止离析，当拌合物坍落度损失或离析现象较严重时，浇筑前应采用二次拌合，但严禁二次加水。

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.1 再生混凝土施工应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666，《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定，并满足国家和地方有关绿色施工的要求。

7.1.2 再生混凝土施工前应制定施工方案，对施工人员进行技术交底，做好施工记录。

7.1.3 雨天、雪天不宜进行再生混凝土施工。

7.2 浇筑与振捣

7.2.1 浇筑混凝土前，应清除模板内以及垫层上的杂物；表面干燥的地基土、垫层、木模板应浇水润湿；应检查并控制模板、钢筋、保护层和预埋件等的尺寸、规格、数量和位置等情况。

7.2.2 夏季施工时，混凝土拌合物入模温度不应高于 35℃，宜选择晚间或夜间浇筑混凝土；当冬期施工时，混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，并应有保温措施。

7.2.3 预拌混凝土拌合物在输送和浇筑过程中严禁加水。散落的混凝土严禁用于结构浇筑。

7.2.4 再生混凝土振捣应能使模板内各个部位的混凝土密实、均匀，不应漏振、欠振、过振。

7.3 拆模与养护

7.3.1 再生混凝土浇筑成型后应采用保湿养护，且特别需要加强早期养护，浇筑后 1 小时宜开始保湿养护，并适当延长养护时间，保湿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的再生混凝土，保湿养护时间不应少于 7d；

2 采用其它通用硅酸盐水泥配制及添加缓凝型外加剂、大掺量矿物掺合料配制的再生混凝土，保湿养护时间不应少于 14d；

3 大体积混凝土养护时间应根据施工方案确定。

7.3.2 再生混凝土侧模拆除时，其强度应能保证结构表面、棱角以及内部不受损伤；底模拆除时，其强度应符合设计要求，当设计无要求时，强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204。

7.3.3 再生混凝土拆模后，其强度未达到设计强度 75%以上时，应避免与流动水接触。

7.3.4 当遇大风或气温急剧变化时，不宜拆模。

8 检查与验收

8.0.1 在生产和施工过程中，应对再生混凝土拌合物工作性能进行检验，在搅拌地点和浇筑地点分别取样检验，取样和检验规则应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 和浙江省工程建设标准《预拌混凝土质量管理标准》DBJ33/T 1284 的规定。

8.0.2 再生混凝土拌合物性能的检验评定应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

8.0.3 再生混凝土强度的检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定。

8.0.4 再生混凝土长期性能和耐久性的检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定。

8.0.5 再生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。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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“应按……执行”。

引用标准名录

- 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
《混凝土外加剂》 GB 8076
《建筑施工机械与设备混凝土搅拌机》 GB/T 9142
《建筑用砂》 GB/T 14684
《建筑用卵石、碎石》 GB/T 14685
《预拌混凝土》 GB/T 14902
《混凝土膨胀剂》 GB/T 23439
《混凝土用再生粗骨料》 GB/T 25177
《混凝土搅拌运输车》 GB/T 26408
《混凝土结构设计规范》 GB 50010
《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010
《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
《混凝土质量控制标准》 GB 50164
《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
《矿物掺合料应用技术规范》 GB/T 51003
《混凝土结构通用规范》 GB55008
《砂浆、混凝土防水剂》 JC/T 474
《混凝土防冻剂》 JC/T 475
《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
《混凝土用水标准》 JGJ 63
《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193

《再生骨料应用技术规程》 JGJ/T 240

《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》 JGJ/T 328

《再生混凝土结构技术标准》 JGJ/T 443

《混凝土矿物掺合料应用技术规程》 DB33/T 1013-2016

《预拌混凝土质量管理标准》 DBJ33/T 1284