

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2013]169号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准的主要技术内容是:1总则;2术语和符号;3基本规定;4再生混凝土配合比设计;5承载能力极限状态计算;6正常使用极限状态验算;7多层和高层再生混凝土房屋;8低层再生混凝土房屋;9施工及质量验收。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由北京工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送北京工业大学(地址:北京市朝阳区平乐园100号北京工业大学建筑工程学院,邮编:100124)。

本标准主编单位:北京工业大学

安徽四建控股集团有限公司

本标准参编单位:同济大学

西安建筑科技大学

哈尔滨工业大学

华南理工大学

哈尔滨鸿盛房地产开发集团有限公司

北京建筑大学

青岛理工大学

合肥工业大学

中国建筑设计研究院有限公司

北京市建筑设计研究院有限公司

中国建筑科学研究院有限公司

沈阳建筑大学

广西大学

太原理工大学

深圳市华威环保建材有限公司

北京城建集团有限责任公司

首钢环境产业有限公司

许昌金科资源再生股份有限公司

本标准主要起草人员：曹万林 肖建庄 白国良 邹超英

董宏英 陈桂林 吴波 林国海

张建伟 陈家珑 郑文忠 李秋义

王玉银 姜玮 蒋欢军 柳炳康

霍文营 薛慧立 朱兴刚 何更新

周静海 查晓雄 刘超 乔崎云

吴徽 邓志恒 刘元珍 李文龙

武海鹏 彭其兵 马刚平 李福安

刘璐 陈树志

本标准主要审查人员：刘树屯 娄宇 钱稼茹 李清海

刘琼祥 蒋勤俭 朋改非 杨思忠

刘航 余海群 张显来

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
3.1	一般规定	4
3.2	材料	5
3.3	再生混凝土保护层	7
3.4	伸缩缝	8
3.5	结构构件	8
4	再生混凝土配合比设计	10
4.1	原材料	10
4.2	配合比设计	10
5	承载能力极限状态计算	12
6	正常使用极限状态验算	13
7	多层和高层再生混凝土房屋	15
7.1	一般规定	15
7.2	构造措施	16
8	低层再生混凝土房屋	19
8.1	一般规定	19
8.2	基本构造要求	20
8.3	单排配筋剪力墙	20
8.4	装配式单排配筋剪力墙	23
9	施工及质量验收	25
9.1	制备和运输	25

9.2 浇筑、振捣和养护	26
9.3 质量控制及验收	26
本标准用词说明	27
引用标准名录	28

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	4
3.1	General Requirements	4
3.2	Materials	5
3.3	Recycled Concrete Cover	7
3.4	Expansion Joint	8
3.5	Structural Members	8
4	Mix Proportion Design of Recycled Concrete	10
4.1	Raw Materials	10
4.2	Mix Proportion Design	10
5	Ultimate Limit States Design	12
6	Checking of Serviceability Limit States	13
7	Multi-story and Tall Recycled Concrete Buildings	15
7.1	General Requirements	15
7.2	Details for Structures	16
8	Low-rise Recycled Concrete Buildings	19
8.1	General Requirements	19
8.2	Fundamental Detailing Requirements	20
8.3	Shear Wall with Single Row of Steel Reinforcements	20
8.4	Prefabricated Shear Wall with Single Row of Steel Reinforcements	23
9	Construction and Quality Acceptance	25

9.1 Preparation and Transportation	25
9.2 Casting, Vibrating and Curing	26
9.3 Quality Control and Acceptance	26
Explanation of Wording in This Standard	27
List of Quoted Standards	28

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 为规范再生混凝土在建筑结构中的应用，保证再生混凝土结构安全，做到技术先进、安全可靠、经济合理、保证质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于再生混凝土房屋建筑结构的设计、施工及验收。

1.0.3 再生混凝土房屋建筑结构的设计、施工及验收，除应符合本标准外，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 再生骨料混凝土 recycled aggregate concrete

掺用再生骨料配制而成的混凝土，本标准指仅掺用再生粗骨料配制而成的混凝土，简称再生混凝土。

2.1.2 混凝土用再生粗骨料 recycled coarse aggregate for concrete

由建（构）筑废弃物中的混凝土、砂浆、石加工而成，用于配制混凝土的、粒径大于4.75mm的颗粒。

2.1.3 再生混凝土结构 recycled concrete structure

以再生混凝土为主制成的结构，包括素再生混凝土结构、钢筋再生混凝土结构和预应力再生混凝土结构等。

2.1.4 再生混凝土构件 recycled concrete member

以再生混凝土为主制成的构件。

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

再生混凝土中再生粗骨料用量占粗骨料总用量的质量百分比。

2.1.6 附加用水量 additional water content

混凝土用再生粗骨料饱和面干状态时所含水的质量。

2.1.7 净用水量 net water content

不包括再生粗骨料饱和面干状态时所含水质量的再生混凝土拌合用水的质量。

2.1.8 总用水量 total water content

净用水量与附加用水量之和。

2.1.9 净水胶比 net water-binder ratio

净用水质量与胶凝材料质量之比。

2.1.10 总水胶比 total water-binder ratio

总用水质量与胶凝材料质量之比。

2.2 符 号

E_c ——再生混凝土弹性模量；

f_{ck} 、 f_c ——再生混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；

f_{tk} 、 f_t ——再生混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；

G_c ——再生混凝土剪切变形模量；

r ——再生粗骨料取代率；

ν_c ——再生混凝土泊松比；

α_σ ——再生混凝土强度折减系数；

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；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 再生粗骨料应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定。

3.1.2 再生混凝土的强度等级不应低于 C15，不宜高于 C50。

3.1.3 掺用Ⅰ类再生粗骨料的混凝土可用于预应力混凝土结构构件；掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的混凝土可用于跨度不大于 6m 的有粘结预应力混凝土楼板、屋面板和梁，不得用于其他预应力混凝土构件。

3.1.4 再生混凝土房屋的混凝土，Ⅰ类再生粗骨料取代率宜为 50%~100%，Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料取代率宜符合下列规定：

- 1 多层和高层再生混凝土房屋宜为 30%~50%；
- 2 低层再生混凝土房屋宜为 50%~100%。

3.1.5 房屋建筑中再生混凝土构件的应用应符合下列规定：

- 1 各楼层可全部采用再生混凝土构件，也可下部楼层采用普通混凝土构件；
- 2 同一楼层中同类构件应采用同类混凝土；
- 3 同一楼层中同类再生混凝土构件，应采用同类再生粗骨料和相同配合比的再生混凝土。

3.1.6 混凝土再生粗骨料的应用，除应符合本标准的相关规定外，尚应符合现行行业标准《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240 的有关规定。

3.1.7 再生混凝土房屋结构的作用及作用组合应符合国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

3.1.8 再生混凝土房屋建筑的结构分析应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3.1.9 再生混凝土房屋的抗震设防类别和抗震设防标准，应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定。

3.1.10 再生混凝土房屋结构构件的设计，除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

3.2 材 料

3.2.1 钢筋混凝土结构的再生混凝土强度等级不应低于 C25；采用强度等级 400MPa 及以上的钢筋时，再生混凝土强度等级不应低于 C30；预应力再生混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C35。

3.2.2 再生混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定，其立方体抗压强度标准值的确定方法应与普通混凝土相同。

3.2.3 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。

3.2.4 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 ，可按现行国家标准《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_s 后采用。

3.2.5 再生混凝土强度折减系数 α_s 可按下列规定取用：

- 1 再生粗骨料取代率为 30% 时， α_s 取 0.95；
- 2 再生粗骨料取代率为 100% 时， α_s 取 0.85；
- 3 再生粗骨料取代率介于 30% 和 100% 之间时， α_s 按线性内插法取用。

3.2.6 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%、100% 的再生混凝土弹性模量可按表 3.2.6 采用，当再生粗骨料取代率介于 30% 和 100% 之间时，再生混凝土弹性模量可采用线性内插法确定。

表 3.2.6 再生混凝土的弹性模量 ($\times 10^4 \text{N/mm}^2$)

强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
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 100%	1.76	2.04	2.24	2.40	2.52	2.60	2.68	2.76

3.2.7 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。

3.2.8 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。

3.2.9 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。

3.2.10 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。

3.2.11 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。

3.2.12 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。

3.2.13 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的结构用再生混凝土的耐久性基本要求宜符合表 3.2.13 的规定。

表 3.2.13 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	C25	0.30	不限制	
二	a	0.55	C30	0.20	3.0
	b	0.50(0.55)	C35(C30)	0.15	
三	a	0.45(0.50)	C40(C35)	0.15	
	b	0.40	C45	0.10	

- 注：1 氯离子含量系指其占胶凝材料总量的百分比；
 2 预应力构件再生混凝土中的最大氯离子含量为 0.05%，其最低再生混凝土强度等级宜按表中的规定提高一个等级；
 3 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；
 4 处于严寒和寒冷地区二 b、三 a 类环境中的再生混凝土应使用引气剂，并可采用括号中的有关参数；
 5 当使用非碱活性骨料时，对再生混凝土中的碱含量可不作限制。

3.2.14 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。

3.3 再生混凝土保护层

3.3.1 仅掺用Ⅰ类再生粗骨料的再生混凝土构件中普通钢筋及预应力筋的混凝土保护层厚度应与普通混凝土结构一致。

3.3.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的再生混凝土构件中普通钢筋及预应力筋的混凝土保护层厚度应符合下列规定：

- 1 构件中受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径；
- 2 设计使用年限为 50 年的再生混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 再生混凝土保护层最小厚度 c (mm)

环境类别	板、墙、壳		梁、柱、杆	
	$r \leq 50\%$	$r > 50\%$	$r \leq 50\%$	$r > 50\%$
一	15	15	20	20
二 a	20	20	25	25
二 b	25	25	35	35
三 a	30	35	40	45
三 b	40	45	50	50

3.4 伸 缩 缝

3.4.1 仅掺用Ⅰ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土结构伸缩缝的最大间距，可与普通钢筋混凝土结构相同。

3.4.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土结构伸缩缝的最大间距，当再生粗骨料取代率不大于 50% 时，可与普通混凝土结构一致；当再生粗骨料取代率大于 50% 时，伸缩缝的最大间距宜比普通混凝土结构适当减小。

3.4.3 当设置伸缩缝时，再生混凝土框架、排架结构的双柱基础可不断开。

3.5 结 构 构 件

3.5.1 仅掺用Ⅰ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土结构构件的设计应与普通钢筋混凝土结构一致。

3.5.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土构件受拉钢筋的锚固和连接要求，考虑再生混凝土强度折减系数 α_c 后可与普通钢筋混凝土构件相同。

3.5.3 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的再生混凝土结构构件中纵向受力钢筋的最小配筋率，可与普通混凝土结构构件相同。

3.5.4 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的再生混凝土板、梁、柱、节点、牛腿、墙、叠合构件、预埋件及连接件的设计，考虑再生

混凝土强度折减系数 α_c 后可与普通钢筋混凝土构件相同。

3.5.5 有粘结预应力再生混凝土楼板、屋面板和梁的设计，考虑再生混凝土强度折减系数 α_c 后可与普通有粘结预应力混凝土楼板、屋面板和梁相同。

3.5.6 装配式再生混凝土结构中，掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的各类预制构件及连接构造的设计，应按从生产、施工到使用过程中可能产生的不利工况进行验算，考虑再生混凝土强度折减系数 α_c 后可与装配式普通混凝土结构相同。

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

4 再生混凝土配合比设计

4.1 原材料

4.1.1 天然粗骨料和天然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。

4.1.2 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定，不同品种水泥不得混合使用。

4.1.3 拌合用水和养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定，不应使用海水拌制再生混凝土。

4.1.4 再生混凝土的制备可采用粉煤灰、矿渣粉、天然沸石粉等矿物掺合料，矿物掺合料应分别符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 3048 和《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 等的规定。

4.1.5 再生混凝土的制备采用的外加剂应符合国家现行标准《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 等的规定。

4.2 配合比设计

4.2.1 再生混凝土的配合比设计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。

4.2.2 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，附加用水量应采用再生粗骨料饱和面干吸水量。

4.2.3 再生混凝土的强度可按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 中的相关公式计算，其中水胶比应为总水胶比。

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

5 承载能力极限状态计算

5.0.1 仅掺用Ⅰ类再生粗骨料的再生混凝土构件的承载能力极限状态计算应与普通混凝土结构一致。

5.0.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的再生混凝土结构构件采用应力表达式进行承载能力极限状态计算时，应符合下列规定：

1 应根据设计状况和构件性能设计目标确定再生混凝土和钢筋的强度设计值；

2 钢筋应力不应大于钢筋的强度取值；

3 再生混凝土应力不应大于再生混凝土强度取值乘以折减系数 α_s 。

5.0.3 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的再生混凝土单轴应力-应变本构关系宜通过试验确定；缺乏试验资料时，按本标准确定再生混凝土的强度和弹性模量后，再生混凝土单轴应力-应变本构关系可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关规定确定。

5.0.4 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的再生混凝土结构构件正截面承载力、斜截面承载力、扭曲截面承载力、受冲切承载力、局部受压承载力的计算，考虑再生混凝土强度折减系数 α_s 后可与普通混凝土结构构件相同。

5.0.5 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的有粘结预应力再生混凝土楼板、屋面板和梁的设计，除应根据设计状况进行承载力计算外，尚应对施工阶段进行验算；按本标准确定再生混凝土的强度和弹性模量后，其承载力计算和施工阶段验算可与普通有粘结预应力混凝土楼板、屋面板和梁相同。

6 正常使用极限状态验算

6.0.1 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。

6.0.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土和预应力再生混凝土构件，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_0 。

6.0.3 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土和预应力再生混凝土构件，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_0 可按下列规定取用：

- 1 再生粗骨料取代率为30%时， α_0 可取1.03；
- 2 再生粗骨料取代率为100%时， α_0 可取1.10；
- 3 再生粗骨料取代率介于30%和100%之间时， α_0 可按线性内插法取用。

6.0.4 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的钢筋混凝土和预应力混凝土构件，应按裂缝控制等级进行受拉边缘应力或正截面裂缝宽度验算，裂缝控制等级和最大裂缝限值应与普通混凝土构件和普通预应力混凝土构件一致，并应符合下列规定：

1 一级、二级裂缝控制等级时，裂缝控制验算应考虑再生混凝土强度折减系数 α_s ；

2 三级裂缝控制等级时，裂缝控制验算应考虑再生混凝土强度折减系数 α_s ，裂缝计算结果尚应乘以荷载长期作用下再生混凝土构件裂缝附加增大系数 α_0 。

6.0.5 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土受拉、受弯和偏心受压构件及有粘结预应力再生混凝土楼板、屋面板和梁，按荷载标准组合或准永久组合并考虑荷载长期作用影响的最

大裂缝宽度，考虑再生混凝土强度折减系数 α_s 后，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关规定计算，且裂缝宽度计算结果尚应乘以荷载长期作用下再生混凝土构件裂缝附加增大系数 α_0 。

6.0.6 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的钢筋再生混凝土受弯构件和有粘结预应力再生混凝土楼板、屋面板和梁的挠度，可依据最小刚度原则按照结构力学方法计算，且挠度限值应与普通钢筋混凝土和预应力混凝土受弯构件一致。

6.0.7 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的再生混凝土受弯构件考虑荷载长期作用影响的刚度，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 相关规定计算，并按本标准确定再生混凝土弹性模量，包含初始挠度和荷载长期作用徐变挠度在内的总挠度计算结果尚应乘以荷载长期作用下再生混凝土构件变形附加增大系数 α_0 。

7 多层和高层再生混凝土房屋

7.1 一般规定

7.1.1 仅掺用Ⅰ类再生粗骨料的现浇多层和高层再生混凝土房屋，适用的结构类型和最大高度应与现浇多层和高层普通混凝土房屋一致。

7.1.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的现浇多层和高层再生混凝土房屋，其适用的结构类型和最大高度应符合表 7.1.2 的规定；当再生粗骨料取代率介于 30% 和 50% 之间时，适用的最大高度可按线性内插法采用。

表 7.1.2 现浇多层和高层再生混凝土房屋适用的结构类型和最大高度 (m)

结构类型	再生粗骨料取代率	设防烈度				
		6	7	8(0.2g)	8(0.3g)	9
框架结构	30%	45	40	35	30	21
	50%	40	35	30	25	15
框架-剪力墙结构	30%	90	85	70	60	35
	50%	70	65	55	45	25
剪力墙结构	30%	100	85	70	60	45
	50%	80	70	60	50	35
框架-核心筒结构	30%	110	90	75	65	50
	50%	90	75	65	55	40

注：1 房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度，不包括局部突出屋顶部分；

2 表中框架包括层数不超过六层、高度不大于 18m 的异形柱框架，不包括其他异形柱框架；

3 超过表内高度的房屋，应进行专门研究和论证，采取有效的加强措施。

7.1.3 仅掺用Ⅰ类再生粗骨料的现浇多层和高层再生混凝土房屋的抗震等级应与现浇多层和高层普通混凝土房屋一致。

7.1.4 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的丙类建筑现浇多层和高层再生混凝土房屋的抗震等级应按表 7.1.4 采用。

表 7.1.4 丙类建筑现浇多层和高层再生混凝土房屋的抗震等级

结构类型		设防烈度									
		6		7		8		9			
框架结构	高度 (m)	≤15	>15	≤15	>15	≤15	>15	≤15			
	框架	四	三	三	二	二	—	—			
框架-剪力墙结构	高度 (m)	≤40	>40	≤15	15~40	>40	≤15	15~40	>40	≤15	15~36
	框架	四	三	四	三	二	三	二	—	二	—
	剪力墙	三		三	二		二	—			
剪力墙结构	高度 (m)	≤50	>50	≤15	15~50	>50	≤15	15~50	>50	≤15	15~40
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	—	二	—
框架-核心筒结构	框架	三		二		—			—		
	核心筒	二		二		—			—		

注：接近或等于高度分界时，应允许结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级。

7.1.5 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的多层和高层再生混凝土结构构件进行截面抗震验算时，其承载力抗震调整系数 γ_{RE} 取值可与普通混凝土构件相同。

7.2 构造措施

7.2.1 仅掺用Ⅰ类再生粗骨料的多层和高层再生混凝土结构构件的构造措施，应与普通混凝土多层和高层结构构件一致。

7.2.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的多层和高层再生混凝土结构，混凝土强度等级应符合下列规定：

- 1 一级抗震等级的框架梁、柱及节点，不应低于 C35；
- 2 其他各类结构构件，不应低于 C30。

7.2.3 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的多层和高层再生混凝土框架柱，其截面尺寸应符合下列规定：

- 1 矩形截面柱的边长，抗震等级为四级时不宜小于 350mm，抗震等级一、二、三级时不宜小于 450mm；
- 2 矩形截面柱长边与短边的比值不宜大于 3；
- 3 圆形截面柱的直径，抗震等级为四级时不宜小于 400mm，抗震等级一、二、三级时不宜小于 500mm；
- 4 剪跨比宜大于 2。

7.2.4 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的多层和高层再生混凝土结构，再生混凝土柱轴压比限值应符合表 7.2.4 的规定；当再生粗骨料取代率介于 30% 和 50% 之间时，柱轴压比限值可按线性内插法采用；建造于Ⅳ类场地的高层建筑，柱轴压比限值宜降低 0.05 采用；当为异形柱框架时，框架柱的轴压比限值应降低 0.05 采用。

表 7.2.4 多层和高层再生混凝土结构再生混凝土柱轴压比限值

结构类型	再生粗骨料 取代率	抗震等级			
		一	二	三	四
框架结构	30%	0.60	0.70	0.80	0.85
	50%	0.55	0.65	0.75	0.80
框架-剪力墙结构	30%	0.70	0.80	0.85	0.90
框架-核心筒结构	50%	0.65	0.75	0.80	0.85

注：1 轴压比指柱组合的轴压力设计值与柱的全截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比值，计算时混凝土轴心抗压强度设计值应乘以强度折减系数 α_c ；

- 2 有关柱轴压比限值的其他要求，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

7.2.5 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的多层和高层建筑再生混凝土剪力墙在重力荷载代表值作用下墙肢的轴压比不宜超过表7.2.5的限值；当再生粗骨料取代率介于30%和50%之间时，墙肢的轴压比限值可按线性内插法采用。

表 7.2.5 多层和高层再生混凝土结构再生混凝土剪力墙轴压比限值

再生粗骨料取代率	抗震等级		
	一级（9度）	一级（7、8度）	二级、三级
30%	0.35	0.45	0.55
50%	0.30	0.40	0.50

8 低层再生混凝土房屋

8.1 一般规定

8.1.1 低层再生混凝土房屋的层数不应超过 3 层，层高不宜超过 4m，高度不宜超过 10m。

8.1.2 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的低层再生混凝土房屋剪力墙厚度不大于 140mm 时，可采用单排配筋剪力墙。

8.1.3 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的低层再生混凝土异形柱框架结构的异形柱，其截面肢厚不宜小于 140mm，截面肢高与肢厚比不宜小于 3。

8.1.4 掺用Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料的低层再生混凝土房屋应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造规定；丙类建筑低层再生混凝土房屋的抗震等级应按表 8.1.4 采用。

表 8.1.4 丙类建筑低层再生混凝土房屋的抗震等级

结构类型		设防烈度						
		6	7			8	9	
框架结构	高度 (m)	≤10	≤7	>7	≤7	>7	≤7	>7
	框架	四	四	三	三	二	三	二
框架-剪力墙结构	高度 (m)	≤10	≤7	>7	≤7	>7	≤7	>7
	框架	四	四	三	三	三	三	二
	剪力墙	四	四	四	四	四	四	三
剪力墙结构	高度 (m)	≤10	≤7	>7	≤7	>7	≤7	>7
	剪力墙	四	四	四	四	四	四	三

8.2 基本构造要求

- 8.2.1 低层再生混凝土框架梁截面尺寸应符合下列规定：
- 1 截面宽度不应小于 140mm；
 - 2 截面高宽比不宜大于 4；
 - 3 净跨与截面高度之比不宜小于 4。
- 8.2.2 低层再生混凝土框架柱的截面尺寸应符合下列规定：
- 1 矩形截面柱的边长，层数不超过 2 层时不宜小于 300mm，层数超过 2 层时不宜小于 350mm；
 - 2 矩形截面柱长边与短边的比值不宜大于 3；
 - 3 圆形截面柱的直径，层数不超过 2 层时不宜小于 350mm，层数超过 2 层时不宜小于 400mm；
 - 4 剪跨比宜大于 2。
- 8.2.3 异形柱设计尚应符合现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的规定。
- 8.2.4 低层再生混凝土结构剪力墙宜设置端柱或翼墙。
- 8.2.5 低层再生混凝土结构剪力墙厚度应符合下列规定：
- 1 框架-剪力墙结构剪力墙厚度不应小于 140mm 且不宜小于层高的 $1/25$ ，无端柱或翼墙时不宜小于层高的 $1/20$ ；
 - 2 剪力墙结构剪力墙厚度，外墙不宜小于 140mm 且不宜小于层高的 $1/25$ ，无端柱或翼墙时不宜小于层高的 $1/20$ ；内墙不宜小于 120mm 且不宜小于层高的 $1/30$ ，无端柱或翼墙时不宜小于层高的 $1/25$ 。

8.3 单排配筋剪力墙

- 8.3.1 低层再生混凝土单排配筋剪力墙结构的外墙宜采用保温模块单排配筋再生混凝土剪力墙，内墙可采用保温模块单排配筋再生混凝土剪力墙或普通再生混凝土剪力墙。保温模块可采用聚苯保温模块。聚苯保温模块混凝土剪力墙的构造设计，应符合现行行业标准《聚苯模块保温墙体应用技术规程》JGJ/T 420 的

规定。

8.3.2 低层房屋保温模块单排配筋再生混凝土剪力墙的截面承载力验算，可不考虑保温模块及复合面层砂浆的作用。

8.3.3 低层房屋单排配筋再生混凝土剪力墙两端和洞口两侧宜设置竖向构造钢筋、三角形暗柱或矩形暗柱，并应符合下列规定：

1 剪力墙端部设置竖向构造钢筋时，宜采用 2 根直径不小于 12mm 的钢筋，且水平分布钢筋应弯折 90° 向两侧交错布置并勾住竖向构造钢筋；也可采用 1 根直径不小于 16mm 的钢筋，且水平分布钢筋弯折勾住竖向构造钢筋；

2 剪力墙端部设置三角形暗柱时，暗柱应设置 3 根直径不宜小于 10mm 且不应小于 8mm 的纵筋，暗柱箍筋直径不应小于 4mm 且不宜大于 6mm，暗柱箍筋间距不宜大于 150mm，剪力墙水平分布钢筋应弯折 90° 向两侧交错布置并勾住三角形暗柱纵筋；

3 剪力墙端部设置矩形暗柱时，暗柱应设置 4 根直径不宜小于 10mm 且不应小于 8mm 的纵筋，暗柱箍筋直径不应小于 4mm 且不宜大于 6mm，暗柱箍筋间距不宜大于 150mm，剪力墙水平分布钢筋应弯折 90° 向两侧交错布置并勾住矩形暗柱纵筋。

8.3.4 低层房屋单排配筋再生混凝土剪力墙与另一方向的单排配筋剪力墙相连时，节点位置应设置竖向构造钢筋，并应符合下列规定：

1 L 形节点竖向构造钢筋，可采用节点区域竖向分布钢筋替换的方法，替换后的竖向构造钢筋不应少于 7 根，且直径不应小于原竖向分布钢筋直径加 2mm 和 12mm 的较大值，采用 7 根时两墙肢单排钢筋相交位置布置 1 根，另 6 根沿两墙肢各 3 根均等布置，并应与水平分布钢筋绑扎或点焊；

2 T 形节点竖向构造钢筋，可采用节点区域竖向分布钢筋替换的方法，替换后的竖向构造钢筋不应少于 7 根，且直径不应小于原竖向分布钢筋直径加 2mm 和 12mm 的较大值，采用 7 根

时三墙肢单排钢筋相交位置布置 1 根，另 6 根沿三墙肢各 2 根均等布置，应与水平分布钢筋绑扎或点焊；

3 十字形节点竖向构造钢筋，可采用节点区域竖向分布钢筋替换的方法，替换后的竖向构造钢筋不应少于 9 根，且直径不应小于原竖向分布钢筋直径加 2mm 和 12mm 的较大值，采用 9 根时四墙肢单排钢筋相交位置布置 1 根，另 8 根沿四墙肢各 2 根均等布置，应与水平分布钢筋绑扎或点焊。

8.3.5 低层房屋单排配筋再生混凝土剪力墙与楼板连接时，可采用增设竖向短钢筋的方法加强，短钢筋直径宜与剪力墙竖向分布钢筋相同，根数不宜少于该剪力墙竖向分布钢筋根数的 50%，伸入楼板上、下剪力墙的长度不宜小于 500mm。

8.3.6 低层房屋单排配筋再生混凝土剪力墙与屋面板连接时，可采用增设弯折短钢筋的方法加强，弯折短钢筋直径宜与剪力墙竖向分布钢筋相同，根数不宜少于该剪力墙竖向分布钢筋根数的 50%，伸入屋面板以下剪力墙的长度不宜小于 500mm，伸入屋面板的长度不宜小于 300mm。

8.3.7 低层房屋单排配筋再生混凝土剪力墙与另一方向的双排配筋剪力墙相连时，单排配筋剪力墙的水平分布钢筋应伸至双排配筋剪力墙远端分布钢筋位置，L 形节点时应弯折 90°且弯折段应勾住节点墙肢远端竖向构造钢筋，T 形节点时应交错向两侧弯折 90°且弯折段应勾住墙肢远端竖向构造钢筋。

8.3.8 低层房屋单排配筋再生混凝土剪力墙与边框柱连接时，单排配筋剪力墙的水平分布钢筋应伸至边框柱远端箍筋位置，并应交错向两侧弯折 90°且弯折段不宜小于单排配筋剪力墙的厚度。

8.3.9 低层房屋单排配筋再生混凝土剪力墙与边框梁的连接，应符合下列规定：

1 与非顶层边框梁的连接，单排配筋剪力墙的竖向分布钢筋可穿过边框梁；

2 与顶层带单侧屋面板边框梁的连接，单排配筋剪力墙的

竖向分布钢筋应伸至边框梁上端纵筋下面位置并应弯折 90°伸入屋面板，伸入屋面板的长度不宜小于 300mm；

3 与顶层带两侧屋面板边框梁的连接，单排配筋剪力墙的竖向分布钢筋应伸至边框梁上端纵筋下面位置并应交错向两侧屋面板弯折 90°，弯折段伸入屋面板的长度不宜小于 300mm。

8.4 装配式单排配筋剪力墙

8.4.1 低层房屋采用装配式单排配筋再生混凝土剪力墙结构时，上下层预制剪力墙竖向钢筋的连接，除应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定外，尚应符合下列规定：

1 宜选用套筒灌浆连接、挤压套筒连接、金属波纹管浆锚搭接连接、构造钢筋约束预留圆孔浆锚搭接连接等连接方式；

2 宜根据受力和施工工艺等要求选用全部竖向钢筋连接或部分竖向钢筋连接；

3 采用部分竖向钢筋连接时，竖向连接钢筋可采用剪力墙增大直径的竖向钢筋或设置连接短钢筋，竖向连接钢筋间距不宜大于 600mm。

8.4.2 上下层预制单排配筋再生混凝土剪力墙的竖向钢筋采用构造钢筋约束预留圆孔浆锚搭接连接时，应符合下列规定：

1 上层预制剪力墙连接区域应设置构造钢筋约束预留圆孔，预留圆孔直径不应小于 40mm 且不宜大于 50mm，预留圆孔的高度不应小于下层剪力墙竖向受力钢筋灌浆锚固长度加 20mm；

2 上层预制剪力墙构造钢筋约束预留圆孔高度加 50mm 范围应为构造钢筋约束区；构造钢筋约束区的构造，可采用间距不大于 50mm、直径不小于 6mm 的双排分布钢筋替代单排水平分布钢筋并在预留圆孔两侧 15mm~25mm 位置用直径不小于 4mm 的箍筋拉结双排水平分布钢筋；

3 上层预制剪力墙构造钢筋约束区的预留圆孔的顶部至墙体一侧表面应设置弧形或水平灌浆圆孔，灌浆圆孔直径不应小于

20mm 且不宜大于 30mm；

4 下层预制剪力墙竖向受力钢筋宜插入上层剪力墙构造钢筋约束预留圆孔正中；

5 下层预制剪力墙竖向受力搭接钢筋宜墩头，墩头的直径不宜小于 1.5 倍钢筋直径，墩头的高度不宜小于 0.5 倍钢筋直径，当下层剪力墙竖向受力搭接钢筋采用带墩头钢筋时可适当减小竖向钢筋灌浆锚固长度；

6 下层预制剪力墙竖向受力钢筋插入上层剪力墙构造钢筋约束预留圆孔后，预留圆孔应采用灌浆料灌实，灌浆料的抗压强度不应低于再生混凝土抗压强度的 1.5 倍。

8.4.3 低层房屋装配式单排配筋再生混凝土剪力墙的上、下墙体混凝土结合面应处理成粗糙面或做成齿槽，灌浆缝高度宜为 15mm~20mm。

9 施工及质量验收

9.1 制备和运输

9.1.1 再生混凝土原材料的存储和计量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《预拌混凝土》GB/T 14902的规定。

9.1.2 再生混凝土所用运输车应符合下列规定：

1 运输车应能保持再生混凝土拌合物的均匀性，不应产生分层离析现象；

2 再生混凝土拌合物运输车应符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408的规定；翻斗车仅限于运送坍落度小于80mm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。

9.1.3 再生混凝土生产时，应采用符合现行国家标准《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书的规定使用，每盘搅拌时间应比普通混凝土搅拌时间适当延长。

9.1.4 在下列条件下，应进行再生粗骨料的含水率、吸水率及堆积密度的测定；当再生粗骨料已经过预湿处理时，可不测定其吸水率，但应测定湿堆积密度：

1 在批量拌制再生混凝土前；

2 在批量生产过程中抽查；

3 当再生粗骨料含水率有显著变化时或发现拌合物坍落度、流动性反常时。

9.1.5 再生混凝土拌制前，应测定砂、石含水率，并应根据测试结果调整材料用量，提出施工配合比。

9.1.6 再生混凝土的运输应符合下列规定：

1 再生混凝土所采用的运输车应符合本标准第 9.1.2 条的规定；

2 严禁向运输车内的再生混凝土加水；

3 当采用搅拌运输车运送再生混凝土时，宜在 1h 内卸料；当采用翻斗车运送再生混凝土时，宜在 0.5h 内卸料；当延长运送时间时，则应采取相应的技术措施；

4 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。

9.2 浇筑、振捣和养护

9.2.1 在浇筑过程中，应严格控制再生混凝土的均匀性和密实性。

9.2.2 散落的再生混凝土严禁用于结构构件的浇筑。

9.2.3 再生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，应加串筒、斜槽或溜管等辅助工具。

9.2.4 再生混凝土拌合物应采用机械振捣成型。

9.2.5 再生混凝土浇筑成型后应采用保湿养护，保湿养护时间不应少于 7d，对于添加缓凝剂的再生混凝土应延长到 14d。

9.2.6 再生混凝土的浇筑、振捣和养护除应符合本标准外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

9.3 质量控制及验收

9.3.1 再生混凝土质量控制应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

9.3.2 再生混凝土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

- 1 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 4 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 5 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 7 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 8 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 9 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 10 《混凝土外加剂》GB 8076
- 11 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 12 《混凝土搅拌机》GB/T 9142
- 13 《预拌混凝土》GB/T 14902
- 14 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 15 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736
- 16 《混凝土膨胀剂》GB/T 23439
- 17 《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177
- 18 《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408
- 19 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 20 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 21 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 22 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 23 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 24 《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149
- 25 《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240

- 26 《聚苯模块保温墙体应用技术规程》JGJ/T 420
- 27 《砂浆、混凝土防水剂》JC/T 474
- 28 《混凝土防冻剂》JC/T 475
- 29 《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 3048

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用