

# 混凝土结构通用规范

（征求意见稿）

## 目次

1 总则.....	3
2 基本规定.....	4
3 材料.....	6
3.1 混凝土.....	6
3.2 钢筋.....	19
3.3 其他材料.....	23
4 设计.....	25
4.1 基本要求.....	25
4.2 结构体系.....	27
4.3 结构分析.....	28
4.4 构件设计.....	29
5 施工及验收.....	40
5.1 一般规定.....	40
5.2 施工.....	41
5.3 验收.....	42
6 维护及拆除.....	43
6.1 一般规定.....	43
6.2 结构维护.....	43
6.3 结构处置.....	39
6.4 拆除.....	39
附：起草说明.....	47

## 1 总则

**1.0.1** 为在混凝土结构工程建设中保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全，满足经济社会管理基本需要，依据有关法律、法规，制定本规范。

**1.0.2** 混凝土结构的设计、施工与验收、使用、维护及拆除等，必须遵守本规范。

**1.0.3** 本规范是混凝土结构设计、施工、验收、使用维护与拆除过程中技术和管理的基本要求。当工程中采用的材料、设计方法、技术措施、施工质量控制与检验内容、方法等与本规范的规定不一致，但经合规性评估符合本规范的规定时，应允许使用。

**1.0.4** 混凝土结构工程除应符合本规范外，尚应遵循国家现行有关规范的规定。

## 2 基本规定

**2.0.1** 混凝土结构的作用及作用组合，应按工程实际情况确定，并应符合《工程结构通用规范》的规定；变荷载代表值的设计基准期、结构设计的基本规定、设计方法应符合《工程结构通用规范》的规定。

**2.0.2** 混凝土结构进行抗震设计时，地震作用及作用组合应符合《建筑与市政工程抗震技术规范》的规定。

**2.0.3** 混凝土结构工程应采用经质量检验合格的材料、产品和设备。混凝土结构工程施工应有针对性施工方案及措施，应进行施工质量控制、检验和质量验收。

**2.0.4** 混凝土结构设计应考虑施工技术水平以及实际工程条件的可行性。有特殊要求的混凝土结构，应提出专项施工要求。

**2.0.5** 混凝土结构进行耐久性设计时，结构暴露的环境类别应按表 2.0.5 进行划分。海风环境和海岸环境应根据当地情况并考虑主导风向及结构所处迎风、背风部位等因素的影响，由调查研究和工程经验确定。

表 2.0.5 混凝土结构的环境类别

环境类别	条	件
一		室内干燥环境； 无侵蚀性静水浸没环境
二	二 a	室内潮湿环境； 非严寒和非寒冷地区的露天环境； 非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境； 严寒和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
	二 b	干湿交替环境； 水位频繁变动环境； 严寒和寒冷地区的露天环境； 严寒和寒冷地区冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三	三 a	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境； 受除冰盐影响环境；

	海风环境
三 b	盐渍土环境； 受除冰盐作用环境； 海岸环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：1 室内潮湿环境是指构件表面经常处于结露或湿润状态的环境；

2 受除冰盐影响环境是指受到除冰盐盐雾影响的环境；

3 受除冰盐作用环境是指被除冰盐溶液溅射的环境以及使用除冰盐地区的洗车房、停车楼等建筑；

4 暴露的环境是指混凝土结构表面所处的环境。

**2.0.6** 既有结构延长使用年限、改变用途、改建、扩建或需要进行加固、修复等，均应进行结构检测、鉴定和设计。

**2.0.7** 对既有混凝土结构进行安全性、适用性、耐久性及抗灾害能力的评定时，应符合下列规定：

1 既有结构改变用途或延长使用年限而进行安全性复核时，承载能力极限状态验算应符合本规范的有关规定；

2 既有结构改建、扩建或加固改造而重新设计时，承载能力极限状态的计算应符合本规范的规定；

3 既有结构的正常使用极限状态验算及构造要求应符合本规范的规定；

4 应根据实际情况对使用功能作相应的调整或提出限制性要求。

**2.0.8** 既有混凝土结构的设计应符合下列规定：

1 应根据实际情况确定结构作用，并应符合现行技术规范的规定。

2 结构既有部分混凝土、钢筋的强度设计值应按下列方法之一确定：

1) 按强度实测值确定；

2) 当材料的性能符合原设计要求时，应允许按原设计的规定取值。

3 应考虑既有结构构件实际的几何尺寸、截面配筋、连接构造、已有缺陷的和间接作用的影响。

4 应考虑既有结构的承载历史及施工状态的影响。

## 3 材料

### 3.1 混凝土

#### 3.1.1 结构混凝土用水泥应符合下列规定：

1 水泥品种和强度等级的选用应根据设计、施工要求、结构特点以及工程所处环境和应用条件等因素来确定。

2 水泥质量应控制细度、凝结时间、安定性、胶砂强度、氧化镁和氯离子含量；低碱水泥的碱含量不应大于 0.6%；中低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥的 3 天水化热分别不得大于 230 kJ/kg 和 200kJ/kg。

3 水泥中使用的混合材品种和掺量应在出厂相关文件中明示。

4 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的比表面积不应大于 350m<sup>2</sup>/kg。

5 生产混凝土时的水泥温度不应高于 60 摄氏度。

#### 3.1.2 结构混凝土用细骨料应符合下列规定：

1 细骨料质量应控制颗粒级配、细度模数、含泥量、泥块含量、坚固性、氯离子含量和有害物质含量；海砂还应控制贝壳含量；人工砂应控制石粉含量和压碎值指标。

2 对于有抗渗、抗冻或其他特殊要求的混凝土，砂中的含泥量和泥块含量分别不应大于 3.0%和 1.0%；坚固性检验的质量损失不应大于 8%。

3 高强混凝土用砂的含泥量和泥块含量分别不应大于 2.0%和 0.5%。

4 钢筋混凝土和预应力混凝土用砂的氯离子含量分别不应大于 0.06%和 0.02%。

5 混凝土用海砂必须经过净化处理，净化后的海砂中的氯离子含量不应大于 0.003%；海砂不得用于预应力混凝土。

6 人工砂中的石粉最高含量应符合表 3.1.2 的规定，当石粉含量超出表中限值时，必须有充分试验验证数据或工程案例应用资料，并按规定程序论证后才能使用。

表 3.1.2 人工砂石粉含量 (%)

混凝土强度等级	>C60	C55-C30	<C30
---------	------	---------	------

石粉含量	MB<1.4	5.0	7.0	10.0
(不大于)	MB≥1.4	2.0	3.0	5.0

7 结构混凝土不应单独采用特细砂或特粗砂作为细骨料配制混凝土。

8 天然砂应进行碱硅酸反应活性检验；人工砂应进行碱硅酸和碱碳酸盐反应活性检验；在盐渍土、海水和受除冰盐作用等环境中，重要结构的混凝土不应采用有碱活性的砂。

### 3.1.3 结构混凝土用粗骨料应符合下列规定：

1 粗骨料质量的应控制颗粒级配、针片状颗粒含量、含泥量、泥块含量、压碎指标和坚固性。

2 生产混凝土用粗骨料应采用连续级配。

3 对于有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求的混凝土，粗骨料中含泥量和泥块含量分别不应大于 1.0%和 0.5%，坚固性检验的质量损失不应大于 8%。

4 对于高强混凝土用粗骨料的含泥量和泥块含量分别不应大于 0.5%和 0.2%。混凝土强度等级 C80 以上，粗骨料的针片状颗粒含量不应大于 5%，混凝土强度等级 C60~C80 之间，粗骨料的针片状颗粒含量不应大于 8%。

5 对于粗骨料或用于制作粗骨料的岩石，应进行碱活性检验，包括碱硅酸反应活性和碱碳酸盐反应活性检验。在盐渍土、海水和受除冰盐作用等含碱环境中，重要结构的混凝土不应采用有碱活性的粗骨料。

### 3.1.4 混凝土用掺合料应符合下列规定：

1 粉煤灰应控制细度、需水量比、烧失量和三氧化硫，其中 C 类粉煤灰还应控制游离氧化钙和安定性，脱硝粉煤灰还应控制铵含量；粒化高炉矿渣粉应控制比表面积、活性指数和流动度比；钢渣粉应控制比表面积、活性指数、流动度比、游离氧化钙含量、三氧化硫含量、氧化镁含量和安定性；磷渣粉应控制细度、活性指数、流动度比、五氧化二磷含量和安定性；硅灰应控制比表面积和二氧化硅。石灰石粉应控制碳酸钙含量、细度、活性指数、流动度比、亚甲蓝值和安定性。天然火山灰质材料应控制细度、流动度比、烧失量、活性指数、三氧化硫、氯离子含量等。复合掺合料应控制比表面积、细度、活性指数、流动度比、三氧化硫含量、氯离子含量、安定性等。所有掺合料还应控制放射性。

2 没有相关标准的掺合料不得用于结构混凝土。

3 掺用矿物掺合料的混凝土，应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。采用其他品种水泥应经充分的试验验证或工程论证。

4 在混凝土中掺用矿物掺合料时，矿物掺合料的掺量和品种应经试验验证或工程论证确定。

5 对于高强混凝土或有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或有其他特殊要求的混凝土，不应采用低于二级的粉煤灰。采用硅灰时，其二氧化硅含量应大于 90%。

### 3.1.5 结构混凝土用外加剂应符合下列规定：

1 混凝土中使用的外加剂应充分考虑混凝土结构设计、施工、结构特点和工程所处环境条件等要求。

2 外加剂的质量应控制掺外加剂混凝土性能和外加剂匀质性两方面。混凝土性能方面应控制减水率、凝结时间差、抗压强度比，外加剂匀质性方面应控制 pH 值、氯离子含量和碱含量；引气剂和引气减水剂还应控制含气量；防冻剂还应控制含气量和 50 次冻融强度损失比；膨胀剂还应控制限制膨胀率等。

3 在混凝土中掺用外加剂时，其种类和掺量应经试验或工程论证确定。

4 外加剂中的氯离子含量和碱含量应满足混凝土设计要求。

5 含有六价铬、亚硝酸盐和硫氰酸盐成分的混凝土外加剂，严禁用于饮水工程中建成后与饮用水直接接触的混凝土。

6 含有强电解质无机盐的早强型普通减水剂、早强剂、防冻剂和防水剂，严禁用于下列混凝土结构：

- (1) 与镀锌钢材或铝材相接触部位的混凝土结构；
- (2) 有外漏钢筋预埋件而无防护措施的混凝土结构；
- (3) 使用直流电源的混凝土结构；
- (4) 距离高压直流电源 100 米以内的混凝土结构。

7 含有氯盐的早强型普通减水剂、早强剂、防水剂和氯盐类防冻剂，严禁用于预应力混凝土、钢筋混凝土和钢纤维混凝土结构。

8 含有硝酸铵、碳酸铵的早强型普通减水剂、早强剂和含有硝酸铵、碳酸铵、尿素的防冻剂，严禁用于办公和居住等有人员活动的建筑工程。

9 含有亚硝酸盐、碳酸盐的早强型普通减水剂、早强剂、防冻剂和含有硝酸



盐的阻锈剂，严禁用于预应力混凝土结构。

### 3.1.6 混凝土用水应符合下列规定：

1 混凝土用水的质量应控制 pH 值、不溶物含量、可溶物含量、硫酸根离子含量、氯离子含量、水泥凝结时间差和水泥胶砂强度变化比。当混凝土骨料为碱活性时，还应控制碱含量。

2 搅拌站洗涮设备的再生水用于结构混凝土前，应进行验证试验，不得对混凝土力学性能、体积稳定性和耐久性有负面影响。当骨料具有碱活性时，混凝土用水不得采用混凝土企业生产设备洗涮水。

3 地表水、地下水、再生水在首次使用前应该进行放射性检测。

### 3.1.7 结构混凝土配合比设计应符合下列规定：

1 结构混凝土配合比应按强度和耐久性能进行设计，并应满足混凝土配制强度及其它力学性能、拌合物性能、长期性能和耐久性能的设计要求。当设计没有规定混凝土耐久性指标时，在试配阶段以下耐久性指标应至少有一项得到满足。

- (1) 抗渗等级不小于 P12；
- (2) 28d 碳化深度不大于 15mm；
- (3) 抗冻等级不小于 F250；
- (4) 84d 氯离子迁移系数不大于  $3.0 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$  或 28d 电通量不大于 2000C。。
- (5) 抗硫酸盐等级不小于 KS120。

2 混凝土强度应满足工程设计要求。

3 一般环境中结构混凝土配合比基本要求应满足表 3.1.7 要求。

**表 3.1.7 一般环境中的混凝土配合比基本要求**

环境作用等级 控制项目	50 年	100 年	
	I-C	I-B	I-C
水胶比	≤0.45	≤0.42	≤0.40

### 3.1.8 结构抗渗混凝土的配合比设计应符合下列规定：

1 混凝土抗渗等级应不小于 P12，配制抗渗混凝土要求的抗渗水压值应比设计值提高 0.2MPa。

2 抗渗试验结果应满足下式要求：

$$P_t \geq \frac{P}{10} + 0.2 \quad (3.1.8)$$

式中： $P_t$ ——六个试件中不少于 4 个未出现渗水时的最大水压值（MPa）；

$P$ ——设计要求的抗渗等级值。

### 3.1.9 抗冻结构混凝土的配合比设计应符合下列规定：

- 1 冻融环境中混凝土配合比应符合 3.1.9-1 的规定。

**表 3.1.9-1 冻融环境中的混凝土配合比基本要求**

环境作用等级 控制项目	50 年			100 年		
	II-C	II-D	II-E	II-C	II-D	II-E
水胶比	≤0.45	≤0.42	≤0.38	≤0.42	≤0.38	≤0.35
胶凝材料用量 (kg/m <sup>3</sup> )	≥350	≥380	≥400	≥380	≥400	≥420

2 最大水胶比不应大于 0.45；每立方米混凝土中的胶凝材料用量不应小于 350kg。

- 3 复合矿物掺合料掺量应符合表 3.1.9-2 的规定。

**表 3.1.9-2 复合矿物掺合料最大掺量**

水胶比	最大掺量 (%)	
	采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
≤0.40	60	50
>0.40	50	40

注：采用其它通用硅酸盐水泥时，应将水泥混合材掺量 20%以上的混合材量计入矿物掺合料。

4 长期处于潮湿或水位变动的寒冷和严寒环境、盐冻环境、受除冰盐作用环境的混凝土应掺用引气剂。引气剂掺量应根据混凝土含气量要求经试验确定，混凝土最小含气量应符合表 3.1.9-3 的规定，最大不应超过 7.0%。

**表 3.1.9-3 混凝土最小含气量**

粗骨料最大公称粒径 (mm)	混凝土最小含气量 (%)	
	潮湿或水位变动的寒冷	受除冰盐作用、盐冻环境、

	和严寒环境	海水冻融环境
40.0	4.5	5.0
25.0	5.0	5.5
20.0	5.5	6.0

注：含气量为气体占混凝土体积的百分比。

**3.1.10** 混凝土抗氯离子渗透配合比设计应符合表 3.1.10 的规定。

**表 3.1.10 氯化物环境中的混凝土配合比基本要求**

环境作用等级	50 年				100 年			
	III-C	III-D	III-E	III-F	III-C	III-D	III-E	III-F
控制项目	IV-C	IV-D	IV-E		IV-C	IV-D	IV-E	
水胶比	≤0.42	≤0.40	≤0.36	≤0.34	≤0.40	≤0.36	≤0.34	≤0.32
矿物掺合料掺量 (%)	≥35				≥40			

注：1 当海洋氯化物环境与冻融环境同时作用时，应采用引气混凝土；

2 矿物掺合料掺量系指采用普通硅酸盐水泥情况的掺量；

3 应合理选用矿渣、硅灰等可有效降低混凝土氯离子迁移系数和电通量的矿物掺合

**3.1.11** 混凝土抗化学腐蚀配合比设计应符合下列规定。

1 化学腐蚀环境混凝土配合比应符合表 3.1.11-1 的规定。

**表 3.1.11-1 化学腐蚀环境中的混凝土配合比基本要求**

环境作用等级	50 年			100 年		
	V-C	V-D	V-E	V-C	V-D	V-E
控制项目						
水胶比	≤0.42	≤0.39	≤0.36	≤0.39	≤0.36	≤0.33
矿物掺合料掺量 (%)	≥30			≥35		

注：1 矿物掺合料掺量系指采用普通硅酸盐水泥情况的掺量；

2 矿物掺合料主要为矿渣粉和粉煤灰等，或复合采用。

2 混凝土抗硫酸盐或镁盐侵蚀配合比应符合表 3.1.11-2 的规定。

**表 3.1.11-2 混凝土抗硫酸盐或镁盐侵蚀配合比基本要求**

抗硫酸盐等级	最大水胶比	矿物掺合料掺量 (%)
KS120	0.42	≥30

KS150	0.38	≥35
> KS150	0.33	≥40

注：1 矿物掺合料掺量为采用普通硅酸盐水泥情况的掺量；

2 矿物掺合料主要为矿渣粉和粉煤灰等，或复合采用。

3 混凝土抗其它化学腐蚀配合比应符合表 3.1.11-3 的规定。

**表 3.1.11-3 混凝土抗其它化学腐蚀配合比基本要求**

环境条件	腐蚀介质指标	最大水胶比
水（含酸雨等）中酸碱度（pH 值）	6.0 ~ 5.5	0.42
	5.5 ~ 5.0	0.39
	< 5.0	0.36
水中侵蚀性 CO <sub>2</sub> 浓度（mg/L）	15 ~ 30	0.42
	30 ~ 60	0.40
	60 ~ 100	0.38

**3.1.12** 配合比设计时，钢筋混凝土和预应力混凝土中矿物掺合料最大掺量尚应分别符合表 3.1.12-1 和 3.1.12-2 的规定。

**表 3.1.12-1 钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量**

矿物掺合料种类	水胶比	最大掺量（%）	
		采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
粉煤灰	≤0.40	45	35
	>0.40	40	30
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	65	55
	>0.40	55	45
钢渣粉	—	30	20
磷渣粉	—	30	20
硅灰	—	10	10
复合掺合料	≤0.40	65	55

	>0.40	55	45
--	-------	----	----

注：1 采用其它通用硅酸盐水泥时，应将水泥混合材掺量 20%以上的混合材量计入矿物掺合料；

2 复合掺合料各组分的掺量不应超过单掺时的最大掺量；

3 在混合使用两种或两种以上矿物掺合料时，矿物掺合料总掺量应符合表中复合掺合料的规定。

**表 3.1.12-2 预应力钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量**

矿物掺合料种类	水胶比	最大掺量 (%)	
		采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
粉煤灰	≤0.40	35	30
	>0.40	25	20
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	55	45
	>0.40	45	35
钢渣粉	—	20	10
磷渣粉	—	20	10
硅灰	—	10	10
复合掺合料	≤0.40	55	45
	>0.40	45	35

**3.1.13** 一般环境中满足 50 年和 100 年设计使用年限的混凝土耐久性能控制要求应按表 3.1.13 确定。

**表 3.1.13 一般环境中的混凝土耐久性能要求**

环境作用等级 控制项目	50 年	100 年	
	I-C	I-B	I-C
强度等级	≥C30	≥C35	≥C40

28d 碳化深度 (mm)	≤15	≤10	≤5
抗渗等级	≥P12	≥P12	≥P12

**3.1.14** 冻融环境中满足 50 年和 100 年设计使用年限的混凝土耐久性能控制要求应按表 3.1.14 确定。

**表 3.1.14 冻融环境中的混凝土耐久性控制**

环境作用等级 控制项目	50 年			100 年		
	II-C	II-D	II-E	II-C	II-D	II-E
强度等级	≥Ca30 或≥C60	≥Ca35 或≥C60	≥Ca40	≥Ca35 或≥C60	≥Ca40	≥Ca45
抗冻等级	≥F250	≥F300	≥F350	≥F300	≥F350	≥F400

注：1 Ca30 表示强度等级为 C30 的引气混凝土；

2 不小于 C60 强度等级的非引气混凝土用于无盐冻融环境。

**3.1.15** 氯化物环境中满足 50 年和 100 年设计使用年限的混凝土耐久性能控制要求应按表 3.1.15 确定。

**表 3.1.15 氯化物环境中的混凝土耐久性控制**

境作用等级 控制项目	50 年				100 年			
	III-C IV-C	III-D IV-D	III-E IV-E	III-F	III-C IV-C	III-D IV-D	III-E IV-E	III-F
强度等级	≥C40	≥C45	≥C50	≥C50	≥C45	≥C50	≥C50	≥C55
84d 氯离子迁移系数 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )	<3.0	<2.5	<2.0	<1.5	<2.5	<2.0	<1.5	<1.2

注：当海洋氯化物环境与冻融环境同时作用时，应采用引气混凝土。

**3.1.16** 化学腐蚀环境中的混凝土耐久性能应符合下列规定：

1 化学腐蚀环境下的混凝土不应单独使用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥作为胶凝材料，其原材料组成应根据环境类别和作用等级按照本规范中的原材料控制要求进行。

2 化学腐蚀环境中满足 50 年和 100 年设计使用年限的混凝土耐久性能控制

要求应按表 3.1.16 确定。

**表 3.1.6 化学腐蚀环境中的混凝土耐久性控制**

环境作用 等级 控制项目	50 年			100 年		
	V-C	V-D	V-E	V-C	V-D	V-E
强度等级	≥C40	≥C45	≥C50	≥C45	≥C50	≥C55
对于非地下环境, 84d 氯离子迁移系数 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )	≤4.0	≤2.5	≤2.0	≤3.5	≤2.0	<1.5
对于地下环境, 56d 电通量 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )	≤2000	≤1500	≤1000	≤1500	≤1000	≤800
对于硫酸盐环境, 抗 硫酸盐等级	≥KS120	≥KS150	≥KS150	≥KS150	≥KS150	≥KS150

注：表中 84d 氯离子迁移系数与 56d 电通量 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ ) 不具有相关性，不可相互替代。

**3.1.17 预防碱骨料反应应符合下列规定：**

1 在盐渍土、海水和受除冰盐作用等含碱环境中，混凝土不得采用碱活性骨料；对于非常重要结构，除应采取抑制骨料碱活性措施外，还应在混凝土表面采用隔离措施。

2 当采用快速砂浆棒法检验结果膨胀率不小于 0.10%的骨料时，应进行抑制骨料碱-硅酸反应活性有效性试验，并验证有效。

**3.1.18 混凝土拌和物性能应符合下列规定：**

1 混凝土拌合物坍落度和扩展度的等级划分应符合表 3.1.18-1 和表 3.1.18-2 的规定，施工设计应根据施工要求在适当稠度等级中选用控制目标值——坍落度值和扩展度值。

**表 3.1.18-1 混凝土拌合物的坍落度等级划分**

等级	坍落度 (mm)
S1	10 ~ 40

S2	50 ~ 90
S3	100 ~ 150
S4	160 ~ 210
S5	≥220

**表 3.1.18-2 混凝土拌合物的扩展度等级划分**

等级	扩展直径 (mm)
F1	≤340
F2	350 ~ 410
F3	420 ~ 480
F4	490 ~ 550
F5	560 ~ 620
F6	≥630

2 混凝土稠度实测值应在控制目标值的允许偏差之内，并应符合表 3.1.18-3 的要求。

**表 3.1.18-3 混凝土拌合物坍落度和扩展度的允许偏差**

项目	控制目标值 (mm)	允许偏差 (mm)
坍落度	≤40	± 10
	50 ~ 90	± 20
	100 ~ 150	± 20
	≥160	± 30
扩展度	≥500	± 30

3 结构混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合表 3.1.18-4 的规定。

**表 3.1.18-4 结构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	预应力混凝土
干燥环境	0.30	0.06
潮湿但不含氯离子的环境	0.20	
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	
----------------	------	--

**3.1.19** 混凝土轴心抗压强度的标准值 $f_{ck}$ 应按表 3.1.19-1 采用；轴心抗拉强度的标准值 $f_{tk}$ 应按表 3.1.19-2 采用。

表 3.1.19-1 混凝土轴心抗压强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

强 度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_{ck}$	10.0	13.4	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4	35.5	38.5	41.5	44.5	47.4	50.2

表 3.1.19-2 混凝土轴心抗拉强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

强 度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_{tk}$	1.27	1.54	1.78	2.01	2.20	2.39	2.51	2.64	2.74	2.85	2.93	2.99	3.05	3.11

**3.1.20** 混凝土轴心抗压强度的设计值 $f_c$ 应按表 3.1.20-1 采用；轴心抗拉强度的设计值 $f_t$ 应按表 3.1.20-2 采用。

表 3.1.20-1 混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

强 度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_c$	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9

表 3.1.20-2 混凝土轴心抗拉强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

强 度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_t$	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

**3.1.21** 低温环境混凝土的轴心抗压强度标准值应按表 3.1.21-1 采用，低温环境混凝土的轴心抗拉强度标准值应按表 3.1.21-2 采用。

表 3.1.21-1 低温环境混凝土轴心抗压强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

混凝土 强度等级	温度值 $T(^{\circ}\text{C})$									
	常温 环境	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180	-197
C40	26.8	28.0	30.2	32.6	34.7	35.7	36.2	36.5	36.6	36.6
C45	29.6	30.9	33.2	35.8	38.0	39.1	39.7	40.0	40.1	40.1
C50	32.4	33.7	36.2	39.0	41.3	42.5	43.1	43.4	43.5	43.6
C55	35.5	36.9	39.5	42.4	45.0	46.3	46.9	47.2	47.3	47.4
C60	38.5	40.0	42.7	45.8	48.5	49.9	50.6	50.9	51.0	51.1

表 3.1.21-2 低温环境混凝土轴心抗拉强度标准值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

混凝土 强度等级	温度值 $T(^{\circ}\text{C})$									
	常温 环境	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180	-197
C40	2.39	2.50	2.71	2.95	3.14	3.23	3.28	3.30	3.32	3.32
C45	2.51	2.63	2.84	3.08	3.28	3.38	3.42	3.45	3.46	3.46
C50	2.64	2.76	2.97	3.22	3.43	3.53	3.58	3.60	3.62	3.62
C55	2.74	2.86	3.08	3.33	3.54	3.64	3.69	3.72	3.73	3.74
C60	2.85	2.97	3.19	3.45	3.66	3.77	3.82	3.85	3.86	3.87

3.1.22 低温环境混凝土的轴心抗压强度设计值应按表 3.1.22-1 采用，低温环境混凝土的轴心抗拉强度设计值应按表 3.1.22-2 采用。

表 3.1.22-1 低温环境混凝土轴心抗压强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

混凝土 强度等级	温度值 $T(^{\circ}\text{C})$									
	常温 环境	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180	-197
C40	19.1	20.0	21.5	23.3	24.8	25.5	25.9	26.1	26.2	26.2
C45	21.1	22.0	23.7	25.6	27.2	28.0	28.4	28.5	28.6	28.6
C50	23.1	24.1	25.8	27.8	29.5	30.4	30.8	31.0	31.1	31.1
C55	25.3	26.4	28.2	30.3	32.1	33.0	33.5	33.7	33.8	33.9
C60	27.5	28.6	30.5	32.7	34.6	35.6	36.1	36.3	36.4	36.5

表 3.1.22-2 低温环境混凝土轴心抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

混凝土 强度等级	温度值 $f_T$ T(°C)	常温 环境	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180	-197
	C40		1.71	1.79	1.94	2.10	2.24	2.31	2.34	2.36	2.37
C45		1.80	1.88	2.03	2.20	2.34	2.41	2.45	2.46	2.47	2.47
C50		1.89	1.97	2.12	2.30	2.45	2.52	2.56	2.57	2.58	2.58
C55		1.96	2.04	2.20	2.38	2.53	2.60	2.64	2.66	2.67	2.67
C60		2.04	2.12	2.28	2.47	2.62	2.69	2.73	2.75	2.76	2.77

### 3.2 钢筋

**3.2.1** 钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。普通钢筋的屈服强度标准值  $f_{yk}$ 、极限强度标准值  $f_{stk}$  应按表 3.2.1-1 采用；钢绞线、预应力钢丝、预应力冷轧带肋钢筋和预应力螺纹钢筋的极限强度标准值  $f_{ptk}$  及屈服强度标准值  $f_{pyk}$  应按表 3.2.1-2 采用。

表 3.2.1-1 普通钢筋强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

牌号		符号	公称直径 $d$ (mm)	屈服强度标准 值 $f_{yk}$	极限强度标准 值 $f_{stk}$
热轧 钢筋	HPB300	$\Phi$	6~14	300	420
	HRB400	$\Phi$	6~50	400	540
	HRBF400	$\Phi^F$			
	RRB400	$\Phi^R$			
	HRB500	$\Phi$	6~50	500	630
	HRBF500	$\Phi^F$			
冷轧 带肋 钢筋	CRB550	$\Phi^R$	5~12	500	550
	CRB600H	$\Phi^{RH}$	5~12	540	600

表 3.2.1-2 预应力筋强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

种类	符号	公称直径 $d$ (mm)	屈服强度标准 值 $f_{pyk}$	极限强度标准 值 $f_{ptk}$

钢绞线	1×3 (三股)	$\phi^S$	8.6、10.8、 12.9	—	1570
				—	1860
				—	1960
	1×7 (七股)		9.5、12.7、 15.2、17.8	—	1720
				—	1860
				—	1960
			21.6	—	1860
中强度预应力钢丝	光面 螺旋肋	$\phi^{PM}$ $\phi^{HM}$	5、7、9	620	800
				780	970
				980	1270
消除应力钢丝	光面	$\phi^P$	5	—	1570
				—	1860
	螺旋肋	$\phi^H$	7	—	1570
				9	—
			—		1570
预应力冷轧带肋钢筋	CRB650	$\phi^R$	5、6	—	650
	CRB650	$\phi^{RH}$			
	CRB800	$\phi^R$	5	—	800
	CRB800	$\phi^{RH}$	5、6		
	CRB970	$\phi^R$	5	—	970
预应力螺纹钢筋	螺纹	$\phi^T$	18、25、 32、40、 50	785	980
				930	1080
				1080	1230

注：极限强度标准值为 1960N/mm<sup>2</sup> 的钢绞线作后张预应力配筋时，应有可靠的工程经验。

**3.2.2** 普通钢筋的抗拉强度设计值  $f_y$ 、抗压强度设计值  $f_y'$  取值不应大于表

3.2.2-1 中数值；预应力筋的抗拉强度设计值  $f_{py}$  取值不应大于表 3.2.2-2 中数值。

当构件中配有不同种类的钢筋时，每种钢筋应采用各自的强度设计值。

对轴心受压构件，当采用 HRB500、HRBF500 钢筋时，钢筋的抗压强度设计值  $f_y'$  应取 400 N/mm<sup>2</sup>。横向钢筋的抗拉强度设计值  $f_{yv}$  应按表中  $f_y$  的数值采用；但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，其数值大于 360N/mm<sup>2</sup> 时应取 360N/mm<sup>2</sup>。

表 3.2.2-1 普通钢筋强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

牌号		抗拉强度设计值 $f_y$	抗压强度设计值 $f'_y$
热轧 钢筋	HPB300	270	270
	HRB400、 HRBF400、 RRB400	360	360
	HRB500、 HRBF500	435	435
冷轧 带肋 钢筋	CRB550	400	-
	CRB600H	430	-

注：冷轧带肋钢筋不考虑其抗压强度设计值。

表 3.2.2-2 预应力筋强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

种类	极限强度标准值 $f_{pk}$	抗拉强度设计值 $f_{py}$
钢绞线	1570	1110
	1720	1220
	1860	1320
	1960	1390
中强度预应力钢丝	800	510
	970	650
	1270	810
消除应力钢丝	1470	1040
	1570	1110
	1860	1320
预应力冷轧带肋钢 筋	650	430
	800	530
	970	650
预应力螺纹钢筋	980	650

	1080	770
	1230	900

注：当预应力筋的强度标准值不符合表 3.2.2-2 的规定时，其强度设计值应进行相应的比例换算。

**3.2.3** 热轧钢筋、冷轧带肋钢筋及预应力筋在最大力下的总伸长率  $\delta_{gt}$  不应小于表 3.2.3 规定的数值。

表 3.2.3 热轧钢筋、余热处理钢筋及冷轧带肋钢筋及预应力筋在最大力下的总伸长率限值

牌号或种类	热轧钢筋		余热处理钢筋	冷轧带肋钢筋		预应力筋
	HPB300	HRB400、HRBF400、 HRB500、HRBF500	RRB400	CRB550	CRB600 H	
$\delta_{gt}$ (%)	10.0	7.5	5.0	2.5	5.0	3.5

**3.2.4** 当构件中采用预制钢筋焊接网片配筋时，钢筋焊接网应允许采用冷轧带肋钢筋 CRB550、CRB600H 或热轧带肋钢筋 HRB400、HRBF400、HRB500、HRBF500 或冷轧光圆钢筋 CPB550 制作。其中 CPB550 钢筋的强度标准值  $f_{yk}$  为  $500\text{N/mm}^2$ ，其抗拉强度设计值  $f_y$  为  $360\text{N/mm}^2$ 。

**3.2.5** 对按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件（含梯段），其纵向受力普通钢筋应符合下列要求：

- 1 抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；
- 2 屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30。
- 3 最大力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

### 3.3 其他材料

**3.3.1** 预应力筋用锚具的选用，应根据预应力筋的品种、张拉力值及工程应用的环境类别选定；预应力筋-锚具组装件静载锚固性能应符合下列规定：

- 1、组装件实测极限抗拉力不应小于母材实测极限抗拉力的 95%；
- 2、组装件总伸长率不应小于 2.0%。

**3.3.2** 钢筋机械连接接头应分为 I 级、II 级、III 级接头，相应的抗拉强度必须符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 接头的抗拉强度

接头等级	I 级	II 级	III 级
极限抗拉强度	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 钢筋拉断 或 $f_{mst}^0 \geq 1.10 f_{stk}$ 连接件破坏	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$	$f_{mst}^0 \geq 1.25 f_{yk}$

注：1 表中  $f_{mst}^0$  为接头试件极限抗拉强度；

2 钢筋拉断指断于钢筋母材、套筒外钢筋丝头和钢筋镦粗过渡段；

3 连接件破坏指断于套筒、套筒纵向开裂或钢筋从套筒中拔出以及其他连接组件破坏。

**3.3.3** 当钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

**1** 钢筋套筒灌浆连接接头应符合下列规定：

- 1) 连接接头的屈服强度不应小于连接钢筋屈服强度标准值；
- 2) 连接接头抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值，且破坏时应断于接头外钢筋；
- 3) 连接接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环检验，且在经历拉压循环后，其抗拉强度仍应符合本条第 1 项的规定。

**2** 钢筋套筒灌浆连接所用灌浆料性能应符合下列规定：

1) 灌浆料抗压强度应符合表 3.3.3-1 的要求，且不应低于接头设计要求的灌浆料抗压强度；灌浆料抗压强度试件尺寸应按 40mm×40mm×160mm 尺寸制作，其加水量应按灌浆料产品说明书确定，试件应按标准方法制作、养护。

2) 灌浆料竖向膨胀率应符合表 3.3.3-2 的要求。

3) 灌浆料拌合物的工作性能应符合表 3.3.3-3 的要求。

表 3.3.3-1 灌浆料抗压强度要求

时间 (龄期)	抗压强度 (N/mm <sup>2</sup> )
1d	≥35
28d	≥85

表 3.3.3-2 灌浆料竖向膨胀率要求

项目	竖向膨胀率 (%)
3h	≥0.02
24h 与 3h 差值	0.02~0.5

表 3.3.3-3 灌浆料拌合物的工作性能要求

项目		工作性能要求
流动度 (mm)	初始	≥300
	30 min	≥260
泌水率 (%)		0



## 4 设计

### 4.1 基本要求

**4.1.1** 混凝土结构的作用和作用效应计算应符合下列规定：

- 1 应计算重力荷载、风荷载及地震作用效应；
- 2 当温度变化对结构性能影响明显时，尚应计算温度作用及作用效应；
- 3 当混凝土收缩、徐变对结构性能影响明显时，尚应计算结构混凝土收缩、徐变产生的效应；
- 4 当需要考虑偶然作用时，偶然作用的大小、方向及作用位置应根据《工程结构通用规范》的有关规定及工程实际情况确定；
- 5 直接承受吊车等动力荷载作用的结构构件应考虑结构效应的动力增大系数；
- 6 预制混凝土构件的制作、运输、吊装及安装过程中应考虑相应的结构效应动力增大系数。

**4.1.2** 应根据工程的抗震设防烈度、场地类别、设计地震分组、设防类别及抗震性能要求确定混凝土结构的抗震设防目标及抗震措施。建筑和市政工程混凝土结构抗震设计，尚应符合《建筑与市政工程抗震通用规范》的有关规定。

**4.1.3** 预应力混凝土结构设计尚应符合下列规定：

- 1 对承载能力极限状态，当预应力作用效应对结构有利时，预应力作用的分项系数取值不应大于 1.0，不利时应取 1.23；对正常使用极限状态，预应力作用的分项系数应取 1.0。
- 2 承载能力极限状态设计时，当预应力作用效应对结构有利时，结构重要性系数应取 1.0。
- 3 预应力混凝土构件，必须进行施工阶段的承载力计算和正常使用极限状态验算。

**4.1.4** 采用应力表达式进行混凝土结构构件的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混凝土和钢筋的强度取值；
- 2 钢筋设计应力不应大于钢筋的强度取值；

3 混凝土设计应力不应大于混凝土的强度取值。

**4.1.5** 装配式混凝土结构应根据结构形式、结构性能要求以及构件生产、运输、吊装、安装等因素确定构件合理的连接方式并进行连接设计。

**4.1.6** 混凝土结构构件之间、非结构构件与结构构件之间的连接应符合下列要求：

- 1 应满足被连接构件之间的受力及变形性能要求；
- 2 非结构构件与结构构件的连接应适应主体结构变形需求；
- 3 连接不应先于被连接构件破坏。

**4.1.7** 混凝土的选用应符合下列规定：

1 素混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C20，基础垫层混凝土应允许采用 C15；钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C25；预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C40；承受重复荷载的钢筋混凝土构件，混凝土强度等级不应低于 C30。

2 轻骨料混凝土的选用应符合下列规定：

- 1) 结构用轻骨料混凝土应采用砂轻混凝土。
- 2) 轻骨料混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 LC20；采用强度等级 400MPa 及以上的钢筋时，轻骨料混凝土的强度等级不应低于 LC25；预应力轻骨料混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 LC30。

**4.1.8** 混凝土结构的钢筋选用应符合下列规定：

1 构件的纵向受力普通钢筋应采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500、RRB400、HPB300 热轧钢筋；梁、柱和斜撑构件的纵向受力普通钢筋应采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 热轧钢筋；板类构件的受力钢筋应允许采用钢筋焊接网或 CRB550、CRB600H 冷轧带肋钢筋。

2 箍筋应采用 HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋，应允许采用 CRB600H。

3 预应力筋应采用钢绞线、预应力钢丝、预应力混凝土用冷轧带肋钢筋和预应力螺纹钢筋。

4 公路桥涵按构造要求配置的钢筋网应允许采用 CRB550、CRB600H 冷轧带肋钢筋。

**4.1.9** 当进行钢筋代换时，除应符合设计要求的构件承载力、裂缝宽度验算以及抗震性能规定外，尚应满足钢筋最小配筋率、钢筋间距、混凝土保护层厚度、钢筋锚固长度、接头面积百分率及搭接长度等构造要求。

## 4.2 结构体系

**4.2.1** 混凝土结构不应采用严重不规则的结构体系，并应符合下列规定：

- 1 结构应具有必要的承载能力、刚度和延性；
- 2 结构布置应符合规则性原则，应减少扭转效应；
- 3 应避免因部分结构或构件的破坏而导致整个结构丧失承受重力荷载、风荷载和地震作用的能力。

**4.2.2** 高层混凝土结构应设计成双向抗侧力体系，并应符合下列规定：

- 1 除个别部位外，框架结构不应采用铰接框架；抗震设计的框架结构不应采用单跨框架。
- 2 抗震设计时，框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构两主轴方向均应布置剪力墙。
- 3 框架-核心筒结构的周边柱间必须设置框架梁。
- 4 抗震设防烈度为 9 度时，不应采用带转换层的结构、带加强层的结构、错层结构和连体结构。

**4.2.3** 框架结构不应采用与部分砌体墙混合承重的结构形式。

**4.2.4** 混凝土房屋建筑的侧向位移限值应符合下列规定：

- 1 高度不大于 150m 的高层建筑，其楼层层间最大位移与层高之比不应大于表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构体系	限值
框架	1/550
框架-剪力墙、框架-核心筒、板柱-剪力墙	1/800
筒中筒、剪力墙	1/1000
除框架结构外的转换层	1/1000

- 2 高度不小于 250m 的高层建筑，其楼层层间最大位移与层高之比不应大于 1/500；

3 高度在 150m 和 250m 之间的高层建筑,其楼层层间最大位移与层高之比的限值应按本条第 1 款和第 2 款限值线性插入取用。

4.2.5 楼盖应进行舒适度验算,并满足相应的使用功能要求。

4.2.6 在 10 年一遇的风荷载标准值作用下,房屋建筑混凝土结构顶点的顺风向和横风向振动计算的加速度最大值不应超过表 4.2.5 的规定。

4.2.5 结构顶点风振加速度限值

使用功能	限值 ( $m/s^2$ )
住宅、公寓	0.15
办公、旅馆	0.25

### 4.3 结构分析

4.3.1 混凝土结构应采用适当的分析模型进行施工阶段和使用阶段的作用效应分析;对结构整体分析中不能获得准确、合理结果的结构部位,尚应进行详细的局部效应分析。

4.3.2 结构分析模型应符合工程实际情况,并应符合下列规定:

- 1 应确定结构分析采用的结构及构件几何尺寸、结构材料性能指标、计算参数、边界条件及计算简图;
- 2 应确定结构上可能发生的作用及其组合、初始应力状态和变形状况等;
- 3 所采用的近似假定和模型简化,应有理论、试验依据及工程实践经验。

4.3.3 结构计算分析应符合下列规定:

- 1 满足边界条件及力学平衡条件;
- 2 满足主要变形协调条件,包括节点和边界的约束条件;
- 3 采用合理的材料本构关系或构件的受力-变形关系;
- 4 计算结果的精度应满足工程设计要求。

4.3.4 高层建筑结构按空间整体工作计算分析时,应考虑下列变形:

- 1 梁的弯曲、剪切、扭转变形,有明显轴向力作用时尚应考虑轴向变形;
- 2 柱、墙的弯曲、轴向、剪切、扭转变形。

4.3.5 混凝土结构采用静力或动力弹塑性分析方法时,应符合下列规定:

- 1 结构尺寸、材料性能、边界条件、初始应力状态、配筋等应根据实际情况确定;

2 材料的性能指标应取强度标准值、实测值或实测值的平均值；

3 分析结果用于承载力设计时，应考虑承载力不定性系数对结构的抗力进行适当调整。

**4.3.6** 混凝土结构应进行结构整体稳定分析计算和抗倾覆验算。高层建筑混凝土结构的整体稳定性应符合下列规定：

1 剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒体结构应符合下式要求：

$$EJ_d \geq 1.4H^2 \sum_{i=1}^n G_i \quad (4.3.6-1)$$

2 框架结构应符合下式要求：

$$D_i \geq 10 \sum_{j=i}^n G_j / h_i \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (4.3.6-2)$$

**4.3.7** 大跨度、长悬臂的混凝土结构，当抗震设防烈度不低于 7 度（0.15g）时应考虑竖向地震的影响。

## 4.4 构件设计

**4.4.1** 混凝土构件应根据受力状况分别进行正截面承载力计算、斜截面承载力计算、扭曲截面承载力计算、受冲切承载力计算、局部受压承载力计算；对于承受动力循环作用的混凝土结构或构件，尚应进行疲劳承载力验算。

**4.4.2** 正截面承载力计算应基于变形协调和静力平衡条件，简化计算时应符合下列基本假定：

- 1 截面应变保持平面；
- 2 不考虑混凝土的抗拉强度；
- 3 混凝土受压的应力与应变关系按下列规定采用：

当  $\varepsilon_c \leq \varepsilon_0$  时

$$\sigma_c = f_c \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^n \right] \quad (4.4.2-1)$$

当  $\varepsilon_0 < \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu}$  时

$$\sigma_c = f_c \quad (4.4.2-2)$$

$$n = 2 - \frac{1}{60}(f_{cu,k} - 50) \quad (4.4.2-3)$$

$$\varepsilon_0 = 0.002 + 0.5(f_{cu,k} - 50) \times 10^{-5} \quad (4.4.2-4)$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.0033 - (f_{cu,k} - 50) \times 10^{-5} \quad (4.4.2-5)$$

式中： $\sigma_c$ ——混凝土压应变为 $\varepsilon_c$ 时的混凝土压应力；

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值；

$\varepsilon_0$ ——混凝土压应力达到 $f_c$ 时的混凝土压应变，当计算的 $\varepsilon_0$ 值小于0.002时，取为0.002；

$\varepsilon_{cu}$ ——正截面的混凝土极限压应变，当处于非均匀受压且按公式(4.4.2-5)计算的值大于0.0033时，取为0.0033；当处于轴心受压时取为 $\varepsilon_0$ ；

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值；

$n$ ——系数，当计算的 $n$ 值大于2.0时，取为2.0。

4 纵向受拉钢筋的极限拉应变取为0.01；

5 纵向钢筋的应力取钢筋应变与其弹性模量的乘积，但其值应符合下列要求：

$$-f'_y \leq \sigma_{si} \leq f_y \quad (4.4.2-6)$$

$$\sigma_{p0i} - f'_{py} \leq \sigma_{pi} \leq f_{py} \quad (4.4.2-7)$$

式中： $\sigma_{si}$ 、 $\sigma_{pi}$ ——第 $i$ 层纵向普通钢筋、预应力筋的应力，正值代表拉应力，

负值代表压应力；

$\sigma_{p0i}$ ——第 $i$ 层纵向预应力筋截面重心处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力；

$f_y$ 、 $f_{py}$ ——普通钢筋、预应力筋抗拉强度设计值；

$f'_y$ 、 $f'_{py}$ ——普通钢筋、预应力筋抗压强度设计值。

**4.4.3** 对于大体积或复杂截面形状的混凝土结构构件，当按弹性分析方法计算时，应按主拉应力设计值的合力在配筋方向的投影确定配筋量、按主拉应力的分布确定钢筋布置，并应符合相应的构造要求；混凝土受压应力设计值不应大于其抗压强度设计值，并应配置受压构造钢筋。

**4.4.4** 混凝土结构构件应根据结构类型和环境类别，采用不同的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值，并应符合表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值（mm）

环境类别	钢筋混凝土结构		预应力混凝土结构	
	裂缝控制等级	$w_{lim}$	裂缝控制等级	$w_{lim}$
一	三级	0.30 (0.40)	三级	0.20
二 a				0.10
二 b		0.20	二级	—
三 a、三 b			一级	—

注：1 对于年平均相对湿度小于 60%地区一类环境下的受弯构件，其最大裂缝宽度限值应允许采用括号内的数值；对钢筋混凝土屋面梁和托梁，其最大裂缝宽度限值应取为 0.30mm；

2 在一类环境下，对预应力混凝土屋架、托架及双向板体系，应按二级裂缝控制等级进行验算；对一类环境下的预应力混凝土屋面梁、托梁、单向板，按表中二 a 类环境的要求进行验算；

**4.4.5** 混凝土构件的挠度不应影响正常使用功能及结构安全。混凝土受弯构件的挠度限值不应超过表 4.4.5 的规定。

表 4.4.5 受弯构件的挠度限值

构件类型		挠度限值
吊车梁	手动吊车	$l_0/500$

	电动吊车	$l_0/600$
屋盖、楼盖 及楼梯构件	当 $l_0 < 7\text{m}$ 时	$l_0/200$ ( $l_0/250$ )
	当 $7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$ 时	$l_0/250$ ( $l_0/300$ )
	当 $l_0 > 9\text{m}$ 时	$l_0/300$ ( $l_0/400$ )

注：1 表中  $l_0$  为构件的计算跨度；计算悬臂构件的挠度限值时，其计算跨度  $l_0$  按实际悬臂长度的 2 倍取用。

2 表中括号内的数值适用于使用上对挠度有较高要求的构件。

3 如果构件制作时预先起拱，且使用上也允许，则在验算挠度时，应允许将计算所得的挠度值减去起拱值；对预应力混凝土构件，尚应允许减去预加力所产生的反拱值。

4 构件制作时的起拱值和预加力所产生的反拱值，不应超过构件在相应荷载组合作用下的计算挠度值。

**4.4.6** 除了满足结构承载力极限状态、正常使用极限状态的计算要求外，混凝土受力构件的最小截面尺寸尚应符合下列规定：

- 1 结构耐久性、防水、防火要求；
- 2 钢筋布置、钢筋连接及锚固、预留预埋的要求；
- 3 施工及混凝土浇筑质量要求。

**4.4.7** 混凝土受力构件的最小截面尺寸尚应符合下列规定：

- 1 矩形截面框架梁的截面宽度不应小于截面高度的  $1/4$ ，且不应小于 200mm；
- 2 矩形截面框架柱的边长不应小于 300mm，圆形截面柱的直径不应小于 350mm；
- 3 高层建筑剪力墙的截面厚度不应小于 160mm，多层建筑的结构墙截面厚度不应小于 140mm，低层建筑的结构墙截面厚度不应小于 120mm；
- 4 实心楼板厚度不应小于 100mm，空心楼板的底面、顶面混凝土板厚度不应小于 50mm；
- 5 预制叠合楼板的预制底板及后浇叠合层厚度均不应小于 60mm。

**4.4.8** 混凝土构件中普通钢筋及预应力筋的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直径。
- 2 设计工作年限为 50 年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度应符合表 4.4.8 的规定；当混凝土强度等级不大于 C25 时，表 4.4.8 中保护层厚度数值应增加 5mm。



3 设计工作年限为 100 年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度取应取本条第 2 款规定数值的 1.4 倍。

表 4.4.8 钢筋的混凝土保护层最小厚度 (mm)

环境类别	板、墙、壳	梁、柱、杆
一	15	20
二 a	20	25
二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

4 现浇矩形钢筋混凝土管道和混合结构管道中的钢筋混凝土构件内分布钢筋的混凝土净保护层厚度不应小于 20mm；对于预制成品的钢筋混凝土或预应力混凝土圆管，其钢筋的净保护层厚度，当壁厚为 80mm~100mm 时不应小于 12mm；当壁厚大于 100mm 时不应小于 20mm。

5 钢筋混凝土基础设置混凝土垫层时，其纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度应从基础构件底面算起，且不应小于 40mm；当未设置混凝土垫层时，保护层厚度不小于 70mm。

6 地下连续墙结构的主筋保护层厚度不得小于 70mm。

4.4.9 混凝土中受力钢筋应有可靠的锚固措施；钢筋锚固长度不应小于最小锚固长度；受拉钢筋的最小锚固长度应按式 (4.4.9-1) 计算，且不应小于基本锚固长度的 0.6 倍和 200mm 的较大值；抗震锚固长度应按式 (4.4.9-2) 计算。

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \quad (4.4.9-1)$$

$$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a \quad (4.4.9-2)$$

式中：  $l_a$ ——受拉钢筋的锚固长度；

$l_{ab}$ ——受拉钢筋的基本锚固长度，按本规范第 4.4.10 条计算；

$\zeta_a$ ——锚固长度修正系数，按本规范第 4.4.11 条采用，多于一项时应允许按乘积采用；

$l_{aE}$ ——受拉钢筋的抗震锚固长度；

$\zeta_{aE}$ ——纵向受拉钢筋抗震锚固长度修正系数，对一、二级抗震等级取 1.15，对三级抗震等级取 1.05，对四级抗震等级取 1.00。

**4.4.10** 当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时，受拉钢筋的基本锚固长度应按下列公式计算：

1 对普通钢筋

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad (4.4.10-1)$$

2 对预应力筋

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_{py}}{f_t} d \quad (4.4.10-2)$$

式中： $l_{ab}$ ——受拉钢筋的基本锚固长度；

$f_y$ 、 $f_{py}$ ——普通钢筋、预应力筋的抗拉强度设计值；

$f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值，当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；

$d$ ——锚固钢筋的直径；

$\alpha$ ——锚固钢筋的外形系数，按表 4.4.10 取用。

表 4.4.10 锚固钢筋的外形系数  $\alpha$

钢筋类型	光圆钢筋	带肋钢筋	螺旋肋钢丝	三股钢绞线	七股钢绞线
$\alpha$	0.16	0.14	0.13	0.16	0.17

注：光圆钢筋末端应做 180° 弯钩，弯后平直段长度不应小于 3d，但作受压钢筋时应允许不做弯钩。

**4.4.11** 纵向受拉钢筋的锚固长度修正系数应根据钢筋的锚固条件按下列规定采用：

- 1 当钢筋的公称直径大于 25mm 时取 1.1。
- 2 对环氧树脂涂层钢筋取 1.25。
- 3 施工过程中易受扰动的钢筋取 1.1。

4 纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时，取设计计算面积与实际配筋面积的比值，但对有抗震设防要求及直接承受动力荷载的结构构件不得考虑此项修正。

5 锚固区混凝土配置箍筋且保护层厚度不小于 3d 时，修正系数应允许取 0.8；大于 5d 时，修正系数取 0.7。此处 d 为纵向受力钢筋直径。

6 当纵向受拉钢筋末端采用机械锚固措施时，包括附加锚固端头在内的锚固长度修正系数取 0.7。

4.4.12 混凝土结构中的纵向受压钢筋，当计算中充分利用钢筋的抗压强度时，受压钢筋的锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的 0.7 倍，并应合理配置横向约束钢筋。

4.4.13 钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的配筋百分率  $\rho_{\min}$  不应小于表 4.4.13 规定的数值，且应满足系列规定：

1 受压构件全部纵向钢筋最小配筋百分率，当采用 C60 及以上强度等级的混凝土时应按表 4.4.13 中规定增加 0.10；

2 房屋高度不大于 10m 且不超过三层的混凝土剪力墙，其分布钢筋的最小配筋率应允许适当降低，但不应小于 0.15%；

3 卧置于地基上的混凝土板，板中受拉钢筋的最小配筋率应允许适当降低，但不应小于 0.15%。

表 4.4.13 纵向受力钢筋的最小配筋百分率  $\rho_{\min}$

受力类型			最小配筋百分率(%)
受压构件	全部纵向钢筋	强度等级 500MPa	0.50
		强度等级 400MPa	0.55
		强度等级 300MPa、CRB600H	0.60
	一侧纵向钢筋		0.20
受弯构件、偏心受拉、轴心受拉构件一侧的受拉钢筋			0.20 和 $45 f_t/f_y$ 中的较大值

注：1 偏心受拉构件中的受压钢筋，应接受压构件一侧纵向钢筋考虑；

2 受压构件的全部纵向钢筋和一侧纵向钢筋的配筋率以及轴心受拉构件和小偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率应按全截面面积计算；

3 受弯构件、大偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率应按全截面面积扣除受压翼缘面积  $(b'_f - b)h'_f$  后的截面面积计算；

4 当钢筋沿构件截面周边布置时，“一侧纵向钢筋”系指沿受力方向两个对边中的一

边布置的纵向钢筋。

**4.4.14 混凝土房屋结构的最小配筋率及构造尚应符合下列规定：**

**1** 高层房屋建筑剪力墙的竖向和水平分布钢筋的配筋率，一、二、三级抗震等级时均不应小于 0.25%，四级时均不应小于 0.2%。

**2** 高层房屋建筑框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构中，剪力墙的竖向、水平向分布钢筋的配筋率均不应小于 0.25%，并应至少双排布置，各排分布钢筋之间应设置拉筋，拉筋的直径不应小于 6mm、间距不应大于 600mm。

**3** 部分框支剪力墙结构房屋建筑中，剪力墙底部加强部位墙体的水平和竖向分布钢筋的最小配筋率均不应小于 0.3%，钢筋间距不应大于 200mm，钢筋直径不应小于 8mm。

**4.4.15 框架梁设计应符合下列要求：**

**1** 抗震设计时，计入受压钢筋作用的梁端截面混凝土受压区高度与有效高度之比，一级不应大于 0.25，二、三级不应大于 0.35。

**2** 纵向受拉钢筋的最小配筋率不应小于表 4.4.15-1 规定的数值。

表 4.4.15-1 梁纵向受拉钢筋最小配筋率  $\rho_{\min}$  (%)

抗震等级	位 置	
	支座（取较大值）	跨中（取较大值）
一级	0.40 和 $80 f_t / f_y$	0.30 和 $65 f_t / f_y$
二级	0.30 和 $65 f_t / f_y$	0.25 和 $55 f_t / f_y$
三、四级	0.25 和 $55 f_t / f_y$	0.20 和 $45 f_t / f_y$

**3** 抗震设计时，梁端截面的底面和顶面纵向钢筋截面面积的比值，除按计算确定外，一级不应小于 0.5，二、三级不应小于 0.3。

**4** 抗震设计时，梁端箍筋的加密区长度、箍筋最大间距和最小直径应符合表 4.4.15-2 的要求；当梁端纵向钢筋配筋率大于 2%时，表中箍筋最小直径应增大 2mm。

4.4.15-2 梁端箍筋加密区的长度、箍筋最大间距和最小直径

抗震等级	加密区长度（取较大值）(mm)	箍筋最大间距（取最小值）(mm)	箍筋最小直径 (mm)

一	$2.0h_b, 500$	$h_b/4, 6d, 100$	10
二	$1.5 h_b, 500$	$h_b/4, 8d, 100$	8
三	$1.5 h_b, 500$	$h_b/4, 8d, 150$	8
四	$1.5 h_b, 500$	$h_b/4, 8d, 150$	6

注：1  $d$  为纵向钢筋直径， $h_b$  梁截面高度；

2 一、二级抗震等级框架梁，当箍筋直径大于 12mm、肢数不少于 4 肢且肢距不大于 150mm 时，箍筋加密区最大间距应允许适当放松，但不应大于 150mm。

#### 4.4.16 混凝土柱纵向钢筋和箍筋配置应符合下列要求：

1 柱全部纵向钢筋的配筋率，不应小于表 4.4.16-1 的规定值，且柱截面每一侧纵向钢筋配筋百分率不应小于 0.2%；抗震设计时，对 IV 类场地上较高的高层建筑，表中数值应增加 0.1；

表 4.4.16-1 柱纵向受力钢筋最小配筋率 (%)

柱类型	抗震等级			
	一级	二级	三级	四级
中柱、边柱	0.9 (1.0)	0.7 (0.8)	0.6 (0.7)	0.5 (0.6)
角柱	1.1	0.9	0.8	0.7
框支柱	1.1	0.9	0.8	0.7

注：表中括号内数值用于框架结构；采用 400MPa 级纵向受力钢筋时，应按表中数值增加 0.05 采用；当混凝土强度等级为 C60 以上时，应按表中数值增加 0.1 采用。

2 抗震设计时，柱箍筋在规定的范围内应加密，加密区的箍筋间距和直径，应符合下列要求：

1) 箍筋的最大间距和最小直径，应按表 4.4.16-2 采用；

表 4.4.16-2 柱端箍筋加密区的构造要求

抗震等级	箍筋最大间距 (mm)	箍筋最小直径 (mm)
一级	$6d$ 和 100 的较小值	10
二级	$8d$ 和 100 的较小值	8
三级	$8d$ 和 150 (柱根 100) 的较小值	8
四级	$8d$ 和 150 (柱根 100) 的较小值	6 (柱根 8)

注：表中  $d$  为柱纵向钢筋直径 (mm)；柱根指框架柱底部嵌固部位。

2) 一级框架柱的箍筋直径大于 12mm 且箍筋肢距不大于 150mm 及二级框架柱箍筋直径不小于 10mm 且肢距不大于 200mm 时，除柱根外最大间距应允许采用 150mm；三级框架柱的截面尺寸不大于 400mm 时，箍筋最小直径应允许采用 6mm；四级框架柱的剪跨比不大于 2 或柱中全部纵向钢筋的配筋率大于 3% 时，箍筋直径不应小于 8mm；

3) 剪跨比不大于 2 的柱，箍筋间距不应大于 100mm。

#### 4.4.17 高层建筑混凝土外框筒梁和内框筒梁的构造配筋应符合下列要求：

1 箍筋直径不应小于 10mm，间距不应大于 100mm；当梁内设置交叉暗撑时，箍筋间距不应大于 200mm。

2 框筒梁上、下纵向钢筋的直径均不应小于 16mm，腰筋的直径不应小于 10mm，腰筋间距不应大于 200mm。

#### 4.4.18 混凝土转换梁设计应符合下列规定：

1 转换梁上、下部纵向钢筋的最小配筋率，特一、一、和二级分别不应小于 0.60%、0.50% 和 0.40%。

2 离柱边 1.5 倍梁截面高度范围内的梁箍筋应加密，加密区箍筋直径不应小于 10mm、间距不应大于 100mm。加密区箍筋的最小面积配筋率，非抗震设计时不应小于  $0.9 f_t / f_{yv}$ ；抗震设计时，特一、一、和二级分别不应小于  $1.3 f_t / f_{yv}$ 、 $1.2 f_t / f_{yv}$  和  $1.1 f_t / f_{yv}$ 。

3 偏心受拉的转换梁的支座上部纵向钢筋至少应有 50% 沿梁全长贯通，下部纵向钢筋应全部直通到柱内；沿梁腹板高度应配置间距不大于 200mm、直径不小于 16mm 的腰筋。

#### 4.4.19 混凝土转换柱设计应符合下列规定：

1 柱内全部纵向钢筋配筋率应符合本规范第 4.4.16 条中框支柱的规定；

2 抗震设计时，转换柱箍筋应采用复合螺旋箍或井字复合箍，并应沿柱全高加密，箍筋直径不应小于 10mm，箍筋间距不应大于 100mm 和 6 倍纵向钢筋直径的较小值；

3 抗震设计时，转换柱的箍筋配箍特征值应比普通框架柱要求的数值增加 0.02 采用，且箍筋体积配箍率不应小于 1.5%。

**4.4.20** 抗震设计时，带加强层高层建筑结构设计应符合下列规定：

1 加强层及其相邻层的框架柱、核心筒剪力墙的抗震等级应提高一级采用，一级应提高至特一级，但抗震等级已经为特一级时应允许不再提高；

2 加强层及其相邻层的框架柱，箍筋应全柱段加密配置，轴压比限值应按其他楼层框架柱的数值减小 0.05 采用；

3 加强层及其相邻层核心筒剪力墙应设置约束边缘构件。

**4.4.21** 错层结构设计应符合下列规定：

1 错层处框架柱混凝土强度等级不应低于 C30，箍筋应全柱段加密配置；抗震等级应提高一级采用，当抗震等级已经为特一级时应允许不再提高。

2 错层处平面外受力的剪力墙的承载力应适当提高，剪力墙截面厚度不应小于 250mm，混凝土强度等级不应低于 C30，水平和竖向分布钢筋的配筋率不应小于 0.5%。

**4.4.22** 连接体及与连接体相连的结构构件应符合下列规定：

1 连接体及与连接体相连的结构构件在连接体高度范围及其上、下层，抗震等级应提高一级采用；

2 与连接体相连的框架柱在连接体高度范围及其上、下层，箍筋应全柱段加密配置，轴压比限值应按其他楼层框架柱的数值减小 0.05 采用；

3 与连接体相连的剪力墙在连接体高度范围及其上、下层应设置约束边缘构件。

## 5 施工及验收

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 混凝土结构工程施工，应符合下列规定：

- 1 混凝土结构工程施工应确保实现设计要求；
- 2 施工过程中应采取保证施工安全、消防安全及节能、节地、节水、节材和环境保护的技术措施与管理措施；
- 3 施工中采用新技术、新工艺、新材料、新设备，应按有关规定进行评审、备案；施工前应对新的或首次采用的施工工艺进行评价，制定专门的施工方案，并经监理单位核准。

**5.1.2** 混凝土结构工程施工应做好文档管理，并应符合下列规定：

- 1 施工前应具备下列文件、资料：
  - 1) 气象、水文、地质、地震等成果文件，施工图设计文件，工程施工测量资料；
  - 2) 施工组织设计、专项施工方案和工程检测方案。
- 2 施工中应对下列文件、资料进行收集整理和分类组卷：
  - 1) 工程采用的材料、产品、建筑构配件和设备的进场检验（复检）报告；
  - 2) 设计变更、技术核定和施工记录；
  - 3) 施工质量检验报告和工程检测记录等。
- 3 施工完成后，应对竣工验收文件、资料及时归档、备案和移交。

**5.1.3** 混凝土结构工程施工质量应按下列要求进行验收：

- 1 质量验收均应在施工单位自检合格的基础上进行；
- 2 参加施工质量验收的各方人员应具备相应的资格；
- 3 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收；
- 4 对涉及结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的试件、试块及材料，应在进场时或施工中按规定进行见证检验；
- 5 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，并形成验收文件，验收合格后方可继续施工；



6 对涉及结构安全、节能、环境保护和使用功能的重要分部工程应在验收前按规定进行抽样检验。

## 5.2 施工

**5.2.1** 焊工应经考试合格并取得焊工证书，并在其焊工证书规定的范围内施焊。在钢筋焊接开工前，应由参与该项工程施焊的焊工进行现场条件下的焊接工艺试验；试验合格后，方准焊接施工。

**5.2.2** 装配式混凝土结构构件吊装和套筒灌浆连接的操作人员必须经过专业培训并获得上岗证书。

**5.2.3** 当需要进行普通钢筋、预应力筋代换时，应按规定程序办理设计变更。

**5.2.4** 混凝土运输、输送、浇筑过程中严禁加水；混凝土运输、输送、浇筑过程中散落的混凝土严禁用于结构浇筑。

**5.2.5** 模板及支架应根据安装、使用和拆除工况进行设计，并应满足承载力、刚度和整体稳固性要求。

**5.2.6** 人民防空工程临空墙、门框墙的模板安装，其固定模板的对拉螺栓严禁采用套管。

**5.2.7** 桥梁拱架上拱圈混凝土浇筑时，应对称于拱顶分段浇筑。

**5.2.8** 人民防空工程口部、防护密闭段、采光井、水库、水封井、防毒井、防爆井等有防护密闭要求的部位，应一次整体浇筑混凝土。

**5.2.9** 未经处理的海水严禁用于结构混凝土的拌制和养护。

**5.2.10** 冬季施工应采取混凝土抗冻措施，当环境温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 时，不得对普通钢筋进行冷弯加工。

## 5.3 验收

**5.3.1** 钢筋机械连接接头、焊接接头应进行力学性能、弯曲性能检验。接头试件应从工程实体中截取。

**5.3.2** 对后张法预应力结构，张拉阶段预应力筋不应出现断裂或滑脱。

**5.3.3** 当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月、快硬硅酸盐水泥超过一个月时，应进行强度、安定性及凝结时间复验，并应按复验结果使用。

**5.3.4** 处于潮湿环境和干湿交替环境的混凝土，应选用非碱活性骨料。

**5.3.5** 用于检验普通混凝土、轻骨料混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。

**5.3.6** 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒并采用与之匹配的灌浆料制作对中连接接头试件，其抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值，且破坏时应断于接头外钢筋。

## 6 维护及拆除

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 混凝土结构应根据结构安全性等级、类型及使用环境，建立全寿命周期内的结构使用、维护管理制度。

**6.1.2** 严禁下列影响结构使用安全的行为：

- 1 未经技术鉴定或设计许可，擅自改变结构用途和使用环境；
- 2 损坏或者擅自变动结构承重结构体系及抗震设施；
- 3 擅自增加结构使用荷载；
- 4 损坏或挖掘主体结构的地基基础；
- 5 违法存放爆炸性、毒害性、放射性、腐蚀性等危险物品；
- 6 结构改造与施工影响毗邻结构使用安全而未采取有效措施。

**6.1.3** 应对重要混凝土结构建立维护数据库和信息化管理平台。

**6.1.4** 混凝土结构拆除应进行拆除方案的设计和结构计算分析，预应力混凝土结构应分析预加力解除程序，必须采取保证拆除过程安全的措施。

**6.1.5** 混凝土结构拆除应遵循减量化、资源化和再生利用的原则，并应制订废弃物处置方案。

### 6.2 结构维护

**6.2.1** 混凝土结构日常维护应检查结构损伤与荷载变化情况。

**6.2.2** 对于沿海或酸性环境中的混凝土结构，应检查混凝土表面的碱骨料反应与碳化。对于严酷环境中的混凝土结构，应制定针对性地维护方案。

**6.2.3** 除设计文件要求或其他规定外，满足下列条件之一时，应对结构进行检测与鉴定：

- 1 接近或达到设计工作年限，仍需继续使用的结构；
- 2 出现危及使用安全迹象的结构；
- 3 进行结构改造、改变使用性质、抗震能力受损或提升荷载等级，危及使用安全的结构；
- 4 遭受地震、台风、火灾、洪水、爆炸、撞击等灾害事故后出现损伤的结

构；

- 5 受周边施工安全影响的结构；
- 6 日常检查评估确定应检测的结构；
- 7 在桥梁上增加静荷载（构筑物、风雨蓬、广告牌、管线等）的结构。

**6.2.4** 除设计文件要求、本规范其他条款或其他规定外，满足下列条件之一时，应对桥梁进行特殊检测：

- 1 桥梁常规定期检测中难以判明是否安全的桥梁。
- 2 常规定期检测中技术状况 I 类养护的城市桥梁被评定为不合格级的桥梁，II-V 类养护的城市桥梁被评定为 D 级或 E 级的桥梁。
- 3 常规定期检测发现加速退化的桥梁构件需要补充检测的桥梁。

**6.2.5** 除设计文件要求或其他规定外，满足下列条件之一时，应对结构性态与安全进行全寿命周期监测：

- 1 高度 250m 及以上的高层与高耸结构；
- 2 施工过程中导致结构最终位形与设计目标位形存在较大差异的高层与高耸结构；
- 3 带有隔震体系的高层与高耸或复杂结构；
- 4 跨度大于 50m 的钢筋混凝土薄壳结构；
- 5 对平面尺寸超长的钢筋混凝土构筑物、管道与管廊；
- 6 特别重要的特大桥、主跨跨径大于 150m 的梁桥、主跨跨径大于 300m 的斜拉桥、主跨跨径大于 500m 的悬索桥、主跨跨径大于 200m 的拱桥、处于复杂环境或结构特殊的其他桥梁结构；

**6.2.6** 监测期间尚应进行系统维护；台风、洪水等特殊情况时，应增加监测频次。

**6.2.7** 混凝土结构监测应设定监测预警值，监测预警值应满足工程设计及被监测对象的控制要求。

## 6.3 结构处置

**6.3.1** 对于结构性裂缝，应根据裂缝产生的原因，进行修复或加固处理；对于影响正常使用或耐久性的非结构裂缝，应进行封闭处理。经结构检测或鉴定的结构，

应根据检测鉴定结果进行恰当处理。鉴定为危险结构的，应及时通知委托人及  
相关人，并应对结构采取修缮、加固及其他解除危险的安全治理措施或拆除。

**6.3.2** 监测期间有预警的结构，应按照监测预警机制和应急预案进行处理。

**6.3.3** 遭受地震、洪水、台风、火灾、爆炸、撞击等自然灾害或者突发事件后，  
结构存在重大险情时，应立即采取安全治理措施。

**6.3.4** 当预应力混凝土构件锚固端的封端混凝土出现裂缝、剥落、渗漏、穿孔、  
预应力锚具暴露时，应及时对预应力锚具刷防锈漆，重做封端混凝土。

**6.3.5** 钢筋混凝土拱桥拱圈开裂超过限值时，应限制或禁止通行，并应通过特殊  
检测查明原因，进行处理。

**6.3.6** 当斜拉桥钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的裂缝超过规定或挠度超过设计  
规定的允许值或拉索索力偏离设计值较大时，应查明原因，通过计算进行加固和  
调整索力。

**6.3.7** 当连续梁桥墩台和拱桥的不均匀沉降值超过设计允许变形时，应查明原因，  
进行加固处理和调整高程。

**6.3.8** 特大桥梁及特殊结构的桥梁主要构件损坏，影响结构安全时，立即限制交  
通，组织修复；一般桥梁评为危险桥梁的，应立即限制交通，等待处理。

## 6.4 拆除

**6.4.1** 混凝土结构的拆除应具备合法的批准文件，拆除工程应编制专项施工方案，  
方案应包含拆除范围、拆除方法、结构拆除过程模拟分析、安全预案、环境保护  
计划、拆除物处置计划等，方案应经包含结构设计、施工和环保专业人员的专家  
组评审。对危险性较大的工程和公共场所拆除工程应制定安全专项方案，并按规  
定进行专家论证。

**6.4.2** 混凝土结构机械拆除应采用与建造过程相反的次序进行，对房屋建筑应按  
由外到内、自上而下的顺序进行，如果采取其他顺序，应经专门分析和论证批准。  
混凝土结构的拆除应采取措施减少噪声、灰尘、水、污染、振动和冲击等对环境  
的影响，应采用安全绿色拆除技术。

**6.4.3** 拆除作业必须根据建、构筑物的高度选择拆除机械，严禁超越机械有效作  
业高度进行作业。拆除机械在楼板上作业时，应由专业技术人员复核分析，并采

取措施保证拆除作业安全。

**6.4.4** 混凝土结构采用其他方法拆除应由专业队伍按相关规范作业。

**6.4.5** 拆除结构分析应符合下列规定：

- 1 拆除应按短暂工况进行结构分析，其安全性要求基本上与施工阶段相同；
- 2 应考虑拆除过程可能出现的不利情况；
- 3 分析应涵盖拆除过程，应考虑构件约束条件的改变。

**6.4.6** 拆除作业应符合下列规定：

- 1 拆除结构的周边建筑物、构筑物及地下设施应进行保护、防护；
- 2 对危险物质、有害物质应有排放和处置方案，制定应急措施；
- 3 拆除过程严禁立体交叉作业；
- 4 在封闭空间拆除施工时，应有通风和对外沟通的技术措施；
- 5 拆除施工时发现不明物体、气体、文物等应立即停止施工，采取临时防护措施，并保护现场。

**6.4.7** 拆除工程施工方案有变更时，应修正拆除方案，重新组织论证。

**6.4.8** 拆除物的垂直运输应符合下列要求：

- 1 拆除作业、拆除物清运不得高空抛物；
- 2 拆除物应利用原有垂直通道运输；
- 3 新设运输通道应保证结构安全和防护安全。

**6.4.9** 拆除物的处置应符合下列规定：

- 1 对可重复利用构件，应考虑其使用寿命和维护方法；
- 2 对切割的块体，应按相关标准进行重复利用。
- 3 对破碎的混凝土应拟定计划，形成再生骨料；
- 4 对拆除的钢筋应回收再生；
- 5 对混凝土结构残渣应作为路基或其他填充物利用，不得直接排放；
- 6 对多种材料的混合拆除物应在取得建筑垃圾排放许可后再行处置。

**6.4.10** 结构拆除完成时应提供下列文件：

- 1 结构拆除批准文件；
- 2 结构拆除专项施工方案及专项安全方案；
- 3 拆除物处置计划及结果。

## 附：起草说明

### 一、起草过程

根据国务院《深化标准化工作改革方案》（国发[2015]13号）要求，2016年住房城乡建设部印发了《关于深化工程建设标准化工作改革的意见》（建标[2016]166号），并在此基础上，全面启动了构建强制性标准体系、研编工程规范工作。2019年住房城乡建设部正式下达了《混凝土结构通用规范》的制定任务。

### 二、起草单位

（略）

### 三、术语

#### 1 混凝土结构 concrete structure

以混凝土为主制成的结构，包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等。

#### 2 素混凝土结构 plain concrete structure

无筋或不配置受力钢筋的混凝土结构。

#### 3 普通钢筋 steel bar

用于混凝土结构构件中的各种非预应力筋的总称。

#### 4 预应力筋 prestressing tendon and/or bar

用于混凝土结构构件中施加预应力的钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋等的总称。

#### 5 钢筋混凝土结构 reinforced concrete structure

配置受力普通钢筋的混凝土结构。

#### 6 预应力混凝土结构 prestressed concrete structure

配置受力的预应力筋，通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构。

#### 7 现浇混凝土结构 cast-in-situ concrete structure

在现场原位支模并整体浇筑而成的混凝土结构。

#### 8 装配式混凝土结构 precast concrete structure

由预制混凝土构件或部件装配、连接而成的混凝土结构。

#### 9 装配整体式混凝土结构 assembled monolithic concrete structure

由预制混凝土构件或部件通过钢筋、连接件或施加预应力加以连接，并在连接部位浇筑混凝土而形成整体受力的混凝土结构。

**10 先张法预应力混凝土结构** pretensioned prestressed concrete structure

在台座上张拉预应力筋后浇筑混凝土，并通过放张预应力筋由粘结传递而建立预应力的混凝土结构。

**11 后张法预应力混凝土结构** post-tensioned prestressed concrete structure

浇筑混凝土并达到规定强度后，通过张拉预应力筋并在结构上锚固而建立预应力的混凝土结构。

**12 无粘结预应力混凝土结构** unbonded prestressed concrete structure

配置与混凝土之间可保持相对滑动的专用无粘结预应力筋的后张法预应力混凝土结构。

**13 有粘结预应力混凝土结构** bonded prestressed concrete structure

通过灌浆或与混凝土直接接触使预应力筋与混凝土之间相互粘结的预应力混凝土结构。

**14 混凝土保护层** concrete cover

结构构件中钢筋外边缘至构件表面范围的混凝土，简称保护层。

**15 锚固长度** anchorage length

受力钢筋依靠其表面与混凝土的粘结作用或端部构造的挤压作用而达到设计承受应力所需的长度。

**16 钢筋连接** splice of reinforcement

通过绑扎搭接、机械连接、焊接等方法实现钢筋之间内力传递的构造形式。

**17 配筋率** ratio of reinforcement

混凝土构件中配置的钢筋面积(或体积)与规定的混凝土截面面积(或体积)的比值。

**18 剪跨比** ratio of shear span to effective depth

截面弯矩与剪力和有效高度乘积的比值。

## 四、条文说明

### 1 总则

1.1.1 本条规定了制定本规范的目的。此条源于《中华人民共和国标准化法》第



十条的规定，对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求，应当制定强制性国家标准。混凝土结构为我国工程建设最常用的材料结构之一，保证其安全、适用、经济、质量是至关重要的。

1.1.2 本条规定了本规范的适用范围。其中建筑工程包括各类工业与民用建筑、构筑物等；市政工程中主要是指城市桥梁，包括过街天桥等。本规范立项编制后，将补充交通等其他行业中的混凝土结构的技术要求和管理要求，扩大适用范围。本条规定针对不符合本规范具体规定的混凝土结构给出了解决方案，可采用合规性评定，并应符合本规范的基本规定。

1.1.4 本规范编制过程中，有些条文直接引用了国家有关规范；有些相关技术内容在其他规范中已有规定，因为避免重复而没有直接引用，但这些相关规定对全面执行本规范的技术规定是必不可少的。因此，这些相关规范的技术规定也是必须执行的。相关规范主要包括：《工程结构通用规范》、《建筑与市政工程抗震技术规范》、《建筑与市政工程地基基础技术规范》、《建筑与市政工程施工质量控制技术规范》、《施工脚手架技术规范》、《既有建筑维护与改造技术规范》、《既有建筑鉴定与加固技术规范》、《建筑防火技术规范》等。

## 2 基本规定

2.0.1 采用不同的设计基准期，会得到不同的可变荷载代表值，因而也会直接影响结构的安全，必须予以确定。在确定各类可变荷载的标准值时，会涉及出现荷载最大值的时域问题，直接引用《工程结构通用规范》。参考规范：《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012，第 3.1.3 条（强制性条文）。《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62-2018，第 1.0.7 条（强制性条文）。《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005-2010，第 3.0.2 条（强制性条文）。《水运工程设计通则》JTS141-2011，第 2.1.8 条（强制性条文），第 2.1.9 条（强制性条文）。结构的作用及作用组合是结构设计的重要参数，需予以明确。

结构设计的基本规定、设计方法是结构设计的重要参数，需予以明确。

2.0.2 地震作用及作用组合是结构抗震设计的重要参数，需予以明确。

2.0.4 本条强调设计阶段就要考虑施工的可操作性。参考规范：《混凝土结构设计规范》（2015 年版）GB 50010-2010，第 3.1.6 条。

2.0.5 结构所处环境是影响其耐久性的外因。对影响混凝土结构耐久性的环境类别进行较详细的分类，以便于设计根据实际条件选择适当的环境类别。干湿交替主要指室内潮湿、室外露天、地下水浸润、水位交动的环境。由于水和氧的反复作用，容易引起钢筋锈蚀和混凝土材料劣化。非严寒和非寒冷地区与严寒和寒冷地区的区别主要在于无冰冻。关于严寒和寒冷地区的定义，《民用建筑热工设计规范》GB 50176-93 规定如下：严寒地区：最冷月平均温度低于或等于 $-10^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度低于或等于 $5^{\circ}\text{C}$ 的天数不少于 145 天的地区；寒冷地区：最冷月平均温度高于 $-10^{\circ}\text{C}$ 、低于或等于 $0^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度低于或等于 $5^{\circ}\text{C}$ 的天数不少于 90 天且少于 145 天的地区。也可参考该规范附录 8 采用。各地可根据当地气象台站的气象参数确定所属气候区域，也可根据《建筑气象参数标准》提供的参数确定所属气候区域。三类环境主要是指近海、盐渍土及使用除冰盐的环境。滨海室外环境、盐渍土地区的地下结构、北方城市冬季依靠喷洒盐水消除冰雪而对立交桥、周边结构及停车楼，都可能造成钢筋腐蚀的影响。四类和五类环境的详细划分和耐久性设计方法不再列入本规范，它们由有关的标准规范解决。参考规范：《混凝土结构设计规范》（2015 年版）GB 50010-2010，第 3.5.1 条、第 3.5.2 条。

2.0.6 本条明确了既有结构应进行评定、验算或重新设计的情况。既有结构设计适用于下列六种情况：达到设计年限后延长继续使用的年限；为消除安全隐患而进行的设计校核；结构改变用途和使用环境而进行的复核性设计；对既有结构进行改建；扩建既有的建筑结构；结构事故或灾后受损结构的修复加固等。应根据不同的目的，选择不同的设计方案。参考规范：《混凝土结构设计规范》（2015 年版）GB 50010-2010，第 3.7.1 条。

2.0.7 本条规定了既有结构评定所应符合的规定。既有结构设计前，应对其安全性、适用性、耐久性、抗灾害能力进行评定，从而确定设计方案。设计方案有两类：复核性验算和重新进行设计。鉴于我国传统结构设计安全度偏低以及结构耐久性不足的历史背景，有大量的既有结构面临评定、验算、加固等问题。验算宜符合本规范的规定，强调“宜”是可以根据具体情况作适当调整，如控制使用荷载和功能，减短使用年限等。因为充分利用既有建筑符合可持续发展的国策。当对既有结构进行改建、扩建或加固修复时，须进行重新设计。为保证安全，承载能力极限状态计算及正常使用状态验算及构造措施均“应”按本规范要求进行。同样

可根据具体情况作适当调整，尽量减少重新设计的经济代价。无论是复核算和重新设计，均应考虑检测、评定的结果确定设计参数。参考规范：《混凝土结构设计规范》（2015年版） GB 50010-2010，3.7.2条。

2.0.8 本条规定了既有结构重新设计的原则。避免只考虑局部处理的片面做法，本规范强调既有结构加强整体稳固性的原则，适用的范围更为广泛和系统。应避免由于仅对局部进行加固引起结构承载力或刚度的突变。设计应考虑既有结构的现状，通过检测分析确定既有部分的材料强度和几何参数，并尽量利用原设计的规定值。结构后加部分则完全按本规范的规定取值。应注意新旧材料结构间的可靠连接，并反映既有结构的承载历史以及施工支撑卸载状态对内力分配的影响。参考规范：《混凝土结构设计规范》（2015年版） GB 50010-2010，3.7.3条。

### 3 材料

3.1.1 第1款 水泥是混凝土最核心的组分，也是决定混凝土工作性、力学性能和耐久性的最基本原材料。配制混凝土最重要的工作之一就是选择合适的水泥品种和强度等级。因为水泥品种和强度等级不同，其配制的混凝土性能差别非常大；不同的工程、不同的部位对混凝土性能及其原材料要求不同；不同的环境条件等对混凝土性能的影响不同。故选择水泥品种和强度等级应充分考虑设计要求、设计特点（如构造、配筋情况等）、施工工艺和施工装备情况、结构特点（如构件截面尺寸、受力特点等）以及所处的环境条件和应用特点（如是否有硫酸盐腐蚀、冻融、酸雨、氯离子，是否接触流动水，是否有动荷载或冲击荷载，是否有疲劳荷载等）。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.1.1条。

第2款 水泥的主要控制项目对水泥生产和进场检验都是关键。中低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥的水化热是控制混凝土早期温度裂缝的重要指标。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.1.2条。

第3款 水泥生产中已经掺加了各种混合材料，搅拌站生产时一般又需要掺加各种掺合料。只有将水泥中的混合材品种和掺量在出厂时予以明示，且所使用的混合材质量合格，搅拌站才能对有掺合料的混凝土配合比进行针对性的科学设计，防止工程事故。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.1.3条2款。

第4款 目前提高水泥活性或强度多通过提高水泥细度来实现，水泥（尤其熟料）磨得太细，造成早期水化太快，后期或长期强度无保证，缺少安全储备，容易带

来开裂和长期强度倒缩等安全和耐久性隐患，对于现浇结构混凝土工程，因其安全性、体积稳定性和耐久性等要求比较高，规定水泥细度上限。

第 5 款生产混凝土时的水泥温度高，造成混凝土入模温度高，水化温升大，易导致温度裂缝，影响混凝土耐久性和安全性等。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.1.3 条 3 款。

3.1.2 第 1 款不同来源的砂，其成分、矿物和质量有很大差别，明确其主要质量指标，以便于质量控制。随着天然砂枯竭或禁采，结构混凝土人工砂或机制砂是大势所趋，人工砂或机制砂的石粉、压碎指标不合理将显著影响混凝土性能。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.2 条。

第 2 款砂的含泥和坚固性对混凝土质量和耐久性影响大。是应该控制的关键指标。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.3 条 2 款。

第 3 款高强混凝土胶凝材料用量大，水胶比低，早期收缩相对较大，为保证其强度、耐久性和体积稳定性等，必须严格控制含泥量和泥块含量等关键指标。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.3 条 3 款。

第 4 款氯离子超标将会给钢筋混凝土带来灾难性后果，控制氯离子含量是保证钢筋混凝土和预应力混凝土安全性和耐久性的关键环节之一。尤其是在现场施工质量还依赖于人工的情况下，控制原材料氯离子含量至关重要。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.3 条 4 款。

第 5 款本规范的海砂均指净化后的海砂，未经净化的海砂不得用于结构混凝土。海砂用于结构混凝土必须进行净化并保证氯离子含量满足要求；由于预应力的结构的重要性、敏感性，海砂净化的质量波动性、追求利益以及其他不可控因素等，海砂用于预应力混凝土安全隐患太大。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.3 条 5 款、6 款。

第 6 款人工砂中的石粉含量大小跟母岩品种、石粉细度和生产工艺等有很大关系，由于不同品种和不同含量的石粉对混凝土性能的影响有较大差距，应用人工砂时应进行充分的试验验证和论证。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.3 条 7 款。

第 7 款用细度模数太小或太大的特细砂和特粗砂配制混凝土，很容易导致质量事故。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.3 条 8 款。当砂的细

度模数为 2.3~3.0 之间时，混凝土质量容易保证。

第 8 款砂的来源复杂，具有碱硅酸活性或碱碳酸盐活性的砂对混凝土耐久性有严重危害，使用前应进行碱活性检验；重要工程需要预防碱骨料反应，应避免采用有碱活性的细骨料。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.3.3 条 9 款。

3.1.3 第 1 款不同来源的粗骨料，其成分、矿物和质量有很大差别，明确其主要质量指标，以便于质量控制规定。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.2.2 条。

第 2 款连续级配有利于混凝土质量稳定和保证。连续级配可由供货方保证，也可由混凝土生产单位采购不同粒级的骨料，组合成符合标准要求连续级配混合骨料。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.2.3 条 1 款。

第 3 款含泥量、泥块含量以及坚固性检验指标对混凝土耐久性影响大。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.2.3 条 3 款。

第 4 款高强混凝土对粗骨料母岩强度有较高要求，母岩强度低，不易满足配制强度要求，即使满足配制强度要求，可能导致胶凝材料用量高，一则不经济，二则影响混凝土性能和质量。含泥量和泥块含量对高强混凝土性能影响很敏感。针片状含量过高，混凝土质量不容易保证。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.2.3 条 4 款。

第 5 款碱骨料反应的危害在于预防；使用非活性骨料是首选安全方法。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.2.3 条 5 款。

3.1.4 第 1 款不同掺合料主要控制指标的侧重点有所区别。因环保控制出现的脱销粉煤灰等不同于传统的掺合料，应控制其铵含量。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.4.2 条。

第 2 款在混凝土中使用性能不明的掺合料往往会带来严重的安全质量事故或耐久性质量事故。

第 3 款硅酸盐和普通硅酸盐水泥以外的其他通用水泥中都已经掺有大量的混合材了。普通硅酸盐水泥也已经掺有 20%以上的混合材。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.4.3 条 1 款。

第 4 款掺合料的来源复杂，具体工程采用何种掺合料、掺量大小应由试验或工程

论证来确定。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.4.3 条 2 款。第 5 款二级以下的粉煤灰和二氧化硅含量低于 90%的硅灰往往不能满足工程耐久性或长期性能等要求。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.4.3 条 4 款。

3.1.5 第 1 款结构混凝土可以使用满足相应国家或行业标准规范的外加剂。外加剂品种和掺量对混凝土性能影响巨大，选用外加剂品种和掺量时必须充分考虑设计、施工、结构特点和环境条件不同。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.5.1 条。

第 2 款不同外加剂功能不同，要求的主要控制指标也不同。外加剂只是混凝土一个组分，但对混凝土作用很大，对其质量既要关注外加剂的匀质性，又要关注掺外加剂的混凝土性能。外加剂不是万能的，选择外加剂应该综合考虑各种因素，选择最合适的，而不是某个指标最高的（如减水率）。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.5.2 条。

第 3 款外加剂品种多，各有不同作用。大多数外加剂都是增大混凝土收缩的，故应强调混凝土体积稳定性要求，具体选用何种外加剂及其掺量由试验或工程论证确定。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.5.3 条 1 款。

第 4 款氯离子和碱含量影响混凝土很多性能，尤其是混凝土结构耐久性、体积稳定性和长期性能等。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.5.3 条 3 款。

第 5 款人饮用含这些元素成分的水后，对健康有危害。参考规范：《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013，强条 3.1.3 条。

第 6 款这些成分和条件会造成金属锈蚀和混凝土性能劣化。参考规范：《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013，强条 3.1.4 条。

第 7 款会造成耐久性和安全性隐患。参考规范：《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013，强条 3.1.5 条。

第 8 款在碱性条件下会释放刺激性气体，造成环境污染和影响健康。参考规范：《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013，强条 3.1.6 条。

第 9 款造成钢筋应力腐蚀和晶格腐蚀，导致安全和耐久性隐患。参考规范：《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013，强条 3.1.7 条。

3.1.6 第1款日常主要控制这些指标。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.6.2条。未经处理的海水对钢筋混凝土和预应力混凝土耐久性有重大影响。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.6.3条1款。第2款混凝土企业生产设备的洗刷水碱含量偏高。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，2.6.3条2款。第3款有些地下水、地表水、再生水可能有放射性。

3.1.7 第1款任何混凝土结构都有耐久性要求，只是侧重点不同。设计没有提出具体的混凝土耐久性指标时，满足本条耐久性指标中的任何一项，可以保证一个基本底线。本章所有耐久性技术指标对用的试验方法均为国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082所列方法。第2款混凝土强度满足要求是保证安全性的基本前提。第3款一般环境中配合比重要参数水胶比，要跟环境条件匹配。

3.1.8 抗渗混凝土配合比设计时，实际要求的抗渗压力高于设计规定值。参考规范：《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011，7.1.3条，7.1.4条。

3.1.9 抗冻混凝土配合比设计时，重点满足水胶比、最小胶凝材料用量、掺合料最大掺量、含气量等要求。参考规范：《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011第3.0.7条、7.2.2条2款。

3.1.10 混凝土抗氯离子渗透配合比设计的关键是控制水胶比、合适的掺合料品种和掺量等。

3.1.11 混凝土抗化学腐蚀配合比设计，要根据不同的腐蚀类型，分别控制其水胶比、掺合料掺量等。

3.1.12 在配合比设计时，既要根据各种情况，控制掺合料的最小掺量；也要根据情况，控制掺合料的最大掺量，把握好平衡。参考规范：《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011，3.0.5条。

3.1.14 冻融环境中的混凝土耐久性，重点通过抗冻等级、强度等级和引气来保证。非引气的高强混凝土一般能够满足非盐环境的抗冻性要求。

3.1.15 氯化物环境中混凝土耐久性主要通过控制氯离子渗透性、混凝土强度等级和引气措施等来保证。

3.1.16 化学腐蚀环境中的混凝土耐久性，主要通过混凝土强度等级、氯离子渗透性、抗硫酸盐等级等措施来保证。参考规范：《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476-2008，7.3.1 条。

3.1.17 需要预防碱骨料反应的工程，首选措施是采用非活性骨料。对于有潜在碱活性的骨料，应按照相应国家标准采取预防措施。参考规范：《预防混凝土碱骨料反映技术规范》GB 50733-2011，5.0.1 条。

3.1.18 混凝土拌和物性能指标主要是控制其稠度及其偏差以及混凝土氯离子含量等。以前混凝土氯离子含量采用原材料含量累加，不利于质量控制。采用实测混凝土氯离子含量更容易保证质量。参考规范：《混凝土质量控制标准》GB50164-2011，3.1.8 条。

3.1.19 明确混凝土结构用混凝土的轴心抗拉、抗压强度标准值。混凝土的强度标准值，由立方体抗压强度标准值  $f_{cu,k}$  经计算确定。

1) 轴心抗压强度标准值  $f_{ck}$

考虑到结构中混凝土的实体强度与立方体试件混凝土强度之间的差异，根据以往的经验，结合试验数据分析并参考其它国家的有关规定，对试件混凝土强度的修正系数取为 0.88；

棱柱强度与立方强度之比值  $\alpha_{c1}$ ：对 C50 及以下普通混凝土取 0.76；对高强混凝土 C80 取 0.82，中间按线性规律插值；

C40 以上的混凝土考虑脆性折减系数  $\alpha_{c2}$ ：对 C40 取 1.00，对高强混凝土 C80 取 0.87，中间按线性规律插值；

轴心抗压强度标准值  $f_{ck}$  按  $0.88\alpha_{c1}\alpha_{c2}f_{cu,k}$  计算，结果见表 4.2.3-1。

2) 轴心抗拉强度标准值  $f_{tk}$

轴心抗拉强度标准值  $f_{tk}$  按  $0.88 \times 0.395 f_{cu,k}^{0.55} (1 - 1.645\delta)^{0.45} \times \alpha_{c2}$  计算，结果见表 4.2.3-2。其中系数 0.395 和指数 0.55 为轴心抗拉强度与立方体抗压强度的折算关系，是根据试验数据（包括对高强混凝土研究的试验数据），进行统计分析以后确定的。

C80 以上的高强混凝土，目前虽偶有工程应用但数量很少，且对其性能的研究



究尚不够，故暂未列入。

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB50010-2010 第 4.1.3 条（强制性条文）。

3.1.20 明确混凝土结构用混凝土的轴心抗拉、抗压强度设计值取值。混凝土的强度设计值，由强度标准值除混凝土材料分项系数 $\gamma_c$ 确定。

1) 轴心抗压强度设计值 $f_c$

轴心抗压强度设计值等于 $f_{ck}/1.4$ ，其中还考虑了由永久荷载效应控制的组合以及附加偏心距的影响。

2) 轴心抗拉强度设计值 $f_t$

轴心抗拉强度设计值等于 $f_{tk}/1.4$ 。

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB50010-2010 第 4.1.4 条（强制性条文）。

3.1.21 低温环境下混凝土抗压强度和抗拉强度的取值不仅与混凝土结构设计相关，而且还由其确定低温环境混凝土的硬化问题，从而涉及低温环境混凝土的弹性模量、应力-应变曲线以及热工参数，即低温环境混凝土结构内力计算和承载力设计都与之有关，同时在低温环境混凝土结构质量验收时，也要以此作为验收依据。低温环境混凝土的强度指标决定其质量及其相应结构的安全，放松强度指标的要求可能会导致结构破坏，引起储存的低温液化气泄漏，造成重大安全事故。严重的会导致爆炸、重大人身伤亡事故等。《低温环境混凝土应用技术规范》GB 51081-2015 第 4.1.2 条（强制性条文）。

3.1.22 低温环境混凝土的轴心抗压强度设计值和轴心抗拉强度设计值由其标准值除低温环境混凝土材料分项系数 $\gamma_c^{CT}$ 确定， $\gamma_c^{CT}$ 取 1.40。低温环境混凝土的强度指标决定其质量及其相应结构的安全，《低温环境混凝土应用技术规范》GB 51081-2015 第 4.1.3 条（强制性条文）。

3.2.1 明确混凝土结构用钢筋的强度标准值。钢筋及预应力筋的强度标准值按现行国家标准《混凝土结构用钢》GB 1499、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014、《中强度预应力混凝土用钢丝》YB/T 156、《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T

20065、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224等的规定给出，其强度标准值应具有不小于95%的保证率。普通钢筋一般采用屈服强度标志。屈服强度标准值 $f_{yk}$ 相当于钢筋标准中的屈服强度特征值 $R_{eL}$ 。由于结构抗倒塌设计的需要，本次修订增列了钢筋极限强度(即钢筋拉断前相应于最大拉力下的强度)的标准值 $f_{stk}$ ，相当于钢筋标准中的抗拉强度特征值 $R_m$ 。预应力筋没有明显的屈服点，一般采用极限强度标志。极限强度标准值 $f_{pk}$ 相当于钢筋标准中的钢筋抗拉强度 $\sigma_b$ 。在钢筋标准中一般取0.002残余应变所对应的应力 $\sigma_{p0.2}$ 作为其条件屈服强度，即本规范预应力筋的屈服强度标准值 $f_{pyk}$ 。《混凝土结构设计规范》(2015年版)GB50010-2010，第4.2.2条(强制性条文)，《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ95-2011，第3.1.2条(强制性条文)。

3.2.2 明确混凝土结构用钢筋的强度设计值。普通钢筋，对不同行业钢筋的设计强度取值不同，对建筑行业钢筋的材料分项为1.1，公路桥涵为1.2，铁路桥梁为1.25。建议以后取统一的材料分项系数，公路桥涵与铁路桥梁其应的荷载系数中或结构重要性系数中考虑。删除冷轧带肋钢筋的抗压强度设计值(板类构件配筋其小直径)。水工结构的《水工混凝土结构设计规范》SL191-2008中光圆钢筋为HPB235，考虑到钢材标准“GB1499.1-2008 钢筋混凝土用钢第一部分:热轧光圆钢筋”中已采用HPB300，故本规范编制时对水工结构应用的光圆钢筋直接按HPB300取用；而水工结构的现行规范SL191-2008没有列入500MPa钢筋，因此本规范编制时对水工结构暂按不采用500MPa钢筋考虑。对“表4.2.3-2 预应力筋强度设计值”中的预应力筋次序改为：钢绞线、预应力钢丝、预应力螺纹钢筋；删除预应力筋抗压强度设计值。《混凝土结构设计规范》(2015年版)GB50010-2010，第4.2.3条(强制性条文)，《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95-2011，第3.1.3条(强制性条文)。

3.2.3 为保证混凝土结构与构件的延性，对钢筋提出最大力下的总伸长率的要求。根据我国钢筋标准，将最大力下总伸长率 $\delta_{gt}$ 的作为控制钢筋延性的指标。最大力下总伸长率 $\delta_{gt}$ 不受断口-颈缩区域局部变形的影响，反映了钢筋拉断前达到最大力(极限强度)时的均匀应变，故又称均匀伸长率。对中强度预应力钢丝，钢筋标准规定其最大力下总伸长率 $\delta_{gt}$ 为2.5%。但当中强度预应力钢丝用于预应力混

凝土结构中的受力钢筋时，规定其最大力下总伸长率  $\delta_{gt}$  需为 3.5%。《混凝土结构设计规范》（2015 年版）GB50010-2010，第 4.2.4 条。

3.2.4 钢筋焊接网是一种在工厂焊接成型的网状钢筋制品，是一种新型、高效、优质的混凝土结构用建筑材料，本条用以明确可用于钢筋焊接网制作的材料。本规范所涉及的钢筋焊接网是指在工厂用专门的焊网设备制造，采用符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 3 部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3 规定的焊接网片。钢筋应符合现行国家标准《冷轧带肋钢筋》GB13788 规定的 CRB550 冷轧带肋钢筋和符合现行行业标准《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260 规定的 CRB600H 高延性冷轧带肋钢筋以及符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 规定的 HRB400、HRBF400、HRB500 及 HRBF500 的热轧带肋钢筋。为了增加二面肋热轧钢筋的圆度，减少矫直难度，增加焊点强度，只要力学性能满足要求，宜采用无纵肋的热轧钢筋。冷拔光面钢筋焊接网由于粘结锚固性能差，目前国内很少应用作受力主筋。在一些衬砌结构和厚混凝土保护层作为防裂构造钢筋以及在钢筋桁架腹杆中仍有部分应用。CPB550 钢筋由于仅作为构造钢筋，其强度设计值仍按 360MPa 取用。《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114-2014，3.1.1 条，3.1.3 条，3.1.5 条。

3.2.5 本条提出了针对部分框架、斜撑构件（含梯段）中纵向受力钢筋强度、伸长率的规定，其目的是保证重要结构构件的抗震性能。本条第 1 款中抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值工程中习惯称为“强屈比”，第 2 款中屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值工程中习惯称为“超强比”或“超屈比”，第 3 款中最大力下总伸长率习惯称为“均匀伸长率”。牌号带“E”的钢筋是专门为满足本条性能要求生产的钢筋，其表面轧有专用标志。本条中的框架包括各类混凝土结构中的框架梁、框架柱、框支梁、框支柱及板柱-抗震墙的柱等，其抗震等级应根据国家现行相关标准由设计确定；斜撑构件包括伸臂桁架的斜撑、楼梯的梯段等，相关标准中未对斜撑构件规定抗震等级，当建筑中其他构件需要应用牌号带“E”钢筋时，则建筑中所有斜撑构件均应满足本条规定；对不做受力斜撑构件使用的简支预制楼梯，可不遵守本条规定；剪力墙及其边缘构件、筒体、楼板、基础不属于本条规定的范围之内。《混凝土结构设计规范》（2015 年版）GB50010-2010，第 11.2.3 条（强制性条文）。

3.3.1 提出预应力筋锚具选用的基本原则。工程设计人员为某种结构选用锚具和连接器时，可根据工程环境、结构的要求、预应力筋的品种、产品的技术性能、张拉施工方法和经济性等因素进行综合分析比较后加以确定。《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ85-2010，第 4.0.1 条。

3.3.2 钢筋机械连接接头抗拉强度是保证接头质量的重要指标，需进行规定。参考美国、日本、法国相关标准和 ISO 对接头强度的规定，其最高等级接头大都要求不小于钢筋极限抗拉强度标准值。本规定，I 级接头连接件破坏时要求达到 1.1 倍钢筋极限抗拉强度标准值。连接件破坏包括：套筒拉断、套筒纵向开裂、钢筋从套筒中拔出以及组合式接头其他连接组件破坏。《钢筋机械连接通用技术规程》 JGJ 107-2016，第 3.0.5 条（强制性条文）。

3.3.3 本条第 1 款为钢筋套筒灌浆连接受力性能的关键要求，涉及结构安全。1) 项规定的钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度按连接钢筋公称截面面积计算。钢筋套筒灌浆连接目前主要用于装配式混凝土结构中墙、柱等重要竖向构件中的底部钢筋同截面 100%连接，且在框架柱中多位于箍筋加密区部位。考虑到钢筋可靠连接的重要性，在行业标准《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107 中 I 级接头要求的基础上，提出了连接接头抗拉试验应断于钢筋的要求。本项规定要求接头抗拉试验不允许发生断于接头或连接钢筋与灌浆套筒拉脱的现象，主要是为了防止采用套筒灌浆连接的混凝土构件发生可预见的不良破坏。2) 项规定确定了套筒灌浆连接接头的破坏模式。考虑到灌浆套筒原材料的屈服强度可能低于连接钢筋屈服强度，为保证连接接头在混凝土构件中的受力性能不低于连接钢筋，本条对钢筋套筒灌浆连接接头的屈服强度提出了要求。本条规定的钢筋套筒灌浆连接接头的屈服强度按接头屈服力除以连接钢筋公称截面面积得到。考虑到检验方便，本规程仅对型式检验和工艺检验中的单向拉伸试验提出了屈服强度检验要求。《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ355-2015，第 3.2.2 条（强制性条文），第 3.2.3 条，第 3.2.4 条。

钢筋套筒灌浆连接所用灌浆料的性能对保证钢筋套筒灌浆连接至关重要，需进行规定。本条第 2 款提出的灌浆料抗压强度为最小强度。允许生产单位开发接头时考虑与灌浆套筒匹配而对灌浆料提出更高的强度要求，此时应按相应设计要求对灌浆料进行抗压强度验收，施工过程中应严格质量控制。灌浆料抗压强度、竖向

膨胀率指其拌合物硬化后测得的性能。灌浆料抗压强度试件制作时，其加水量应按灌浆料产品说明书确定。根据行业标准《钢筋套筒连接用灌浆料》JG/T 408-2013的规定，灌浆料抗压强度试验方法按现行行业标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671的有关规定执行，其中加水及搅拌规定除外。目前现行的国家标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671为1999版，该标准规定：取1组3个40mm×40mm×160mm试件得到的六个抗压强度测定值的算术平均值为抗压强度试验结果；如六个测定值中有一个超出六个平均值的±10%，就应剔除这个结果，而以剩下五个的平均数为结果；如果五个测定值中再有超过它们平均数±10%的，则此组结果作废。《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408；《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355-2015，第3.1.3条。

## 4 设计

4.1.1 混凝土收缩、徐变是混凝土结构的特点，对于大跨度、高耸、高层混凝土结构，混凝土的收缩、徐变及温度变化产生的结构效应往往是不能忽略的；对于重要混凝土结构，应根据实际情况或业主要求考虑偶然作用及其效应分析；承受动力作用的结构构件，其作用效应会比静力作用明显增大，一般情况下可通过作用（荷载）的动力增大系数进行考虑。主要参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015版)第3.1.4条、第5.7.1条。

4.1.2 混凝土结构抗震设计必须根据工程实际情况及有关规范的规定，确定抗震设防目标，并采取相应的抗震措施（包括构造措施）。结构的重要性应按照《工程结构通用规范》的有关规定确定。主要参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）第11.1.2条和11.1.3条，后者为强制性条文。

4.1.3 主要参考：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第10.1.1条和10.1.2条，前者为强制性条文。

4.1.4 参考《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015年版)第6.1.3条。

4.1.5 参考《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014有关要求。

4.1.6 参考《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第3.2.3条。

4.1.8 明确混凝土结构用钢筋的选用。在对延性要求稍低的楼板配筋与公路桥梁路面配筋，列入《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95中的CRB550、CRB600H冷轧带肋钢筋。对HRB335钢筋应根据钢筋标准GB1499.2《钢筋混

土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》的最新版本（现行为 GB 1499.2-2007，最新版本还没有发布），如新标准中不再列入 HRB335 钢筋，则本规范中也删去该钢筋。公路桥涵的路面构造配筋常采用冷轧带肋钢筋网片，因其不作为受力钢筋采用，故特以注的形式进行表述。《混凝土结构设计规范》（2015 年版）GB50010-2010 第 4.2.1 条。

4.1.9 提出进行钢筋代换所需满足的相关规定。钢筋代换除应满足等强代换的原则外，尚应综合考虑不同钢筋牌号、不同直径的差异对裂缝宽度验算、最小配筋率、抗震构造要求等的影响，并应满足钢筋间距、保护层厚度、锚固长度、搭接接头面积百分率及搭接长度等的要求。《混凝土结构设计规范》（2015 年版）

GB50010-2010， 第 4.2.8 条。

4.2.1 参考规范：《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010 第 3.1.4 条、3.4.1 条、3.4.5 条。

4.2.2 参考规范：《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010 第 6.1.1 条、6.1.2 条 8.1.5 条、9.2.3 条、10.1.2 条，其中第 8.1.5 条、9.2.3 条、10.1.2 条为强制性条文。

4.2.3 参考规范：《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010 第 6.1.6 条（强制性条文），但由高层建筑扩大到低层、多层建筑。

4.2.4 参考规范：《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010 第 3.7.3 条。

4.2.6 参考规范：《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010 第 3.7.6 条。

4.3.1 结构分析包括施工阶段和正常使用阶段；对装配式混凝土结构，安装施工阶段的结构分析尤为重要。参考规范：《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010

（2015）第 5.1.1 条。4.3.2 参考规范：《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010

（2015 版）5.1.3 条。4.3.3 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015

版）第 5.1.4 条。4.3.4 本条参考《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010，第 5.1.6 条。

4.3.5 参考《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010（2015 版）第 5.5.1 条。

4.3.6 主要参考《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010 第 5.4.4 条，为强制性条文。

4.3.7 引自《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010 第 10.5.2 条（强制性条

文)。

4.4.1 新编条文，综合考虑《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015版)的混凝土构件承载力计算要求。

4.4.2 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第6.2.1条。

4.4.3 本条针对大型截面或复杂截面形状混凝土构件的承载力设计。参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第6.1.2条。

4.4.4 本条参考《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015）第3.4.5条。

4.4.5 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第3.4.3条。

4.4.6 新编条文。混凝土结构构件应用范围极为广泛，本条规定其最小截面尺寸的设计原则。结构正常使用极限状态包括构件的挠度、裂缝及自振频率，如楼板或楼面梁截面尺寸过小时，可能不满足自振频率的要求。在钢筋混凝土现浇板中预埋较大的管线时，其最小厚度不应小于120mm。

4.4.7 新编条文。参考了《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014的有关要求。

4.4.8 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第8.2.1条。

4.4.9 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第8.3.1条。

4.4.10 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第8.3.1条。

4.4.11 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第8.3.2条。

4.4.12 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015版）第8.3.4条。

4.4.13 本条参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015版)第8.5.1条（强制性条文）、第8.5.2条和第9.4.5条。

4.4.14 参考规范：《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第7.2.17条（强制性条文）、第8.2.1条（强制性条文）、第10.2.19条（强制性条文）；《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015版)第11.7.14条（强制性条文）。《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015版)第11.7.14条中规定，“对高度不超过24m且剪压比很小的四级抗震等级剪力墙，其竖向分布筋最小配筋率应允许按0.15%采用”，本条第1款限制在低层混凝土房屋的剪力墙，有所加严。

4.4.15 参考规范：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015版)第11.3.1条（为

强制性条文)、第 11.3.6 条(强制性条文);《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 6.3.2 条(强制性条文)。

4.4.16 参考规范:《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015 版)第 11.4.12 条(强制性条文);《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 6.4.3 条(强制性条文)。

4.4.17 本条引用《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 9.3.7 条(强制性条文)。

4.4.18 本条引用《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 10.2.7 条(强制性条文)。

4.4.19 本条引用《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 10.2.10 条(强制性条文)。

4.4.20 引自《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 10.3.3 条(为强制性条文)。

4.4.21 参考规范:《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 10.4.4 条(强制性条文)和 10.4.5 条。

4.4.22 引自《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 10.5.6 条(强制性条文)。

## 5 施工及验收

5.1.1 本条给出了混凝土结构施工所需遵循的原则性规定。施工首先需保证能够实现设计的相关要求,在保证安全的同时要强调“四节一环保”。“新的施工工艺”系指以前未在任何工程施工中应用的施工工艺,“首次采用的施工工艺”系指施工单位以前未实施过的施工工艺。

5.1.2 本条给出了混凝土结构施工文件管理所需符合的规定。

5.1.3 本条规定了建筑工程施工质量验收的基本要求。1 工程质量验收的前提条件为施工单位自检合格,验收时施工单位对自检中发现的问题已完成整改。2 参加工程施工质量验收的各方人员资格包括专业和职称要求,具体要求应符合国家、行业和地方有关法律、法规的规定,尚无规定时可由参加验收的单位协商确定。3 主控项目和一般项目的划分应符合各专业验收规范的规定。4 见证检验的项目、内容、程序、抽样数量等应符合国家、行业和地方有关规范的规定。5 考



考虑到隐蔽工程在隐蔽后难以检验，因此隐蔽工程在隐蔽前应进行验收，验收合格后方可继续施工。6 适当扩大抽样检验的范围，不仅包括涉及结构安全和使用功能，还包括涉及节能、环境保护等的重要分部工程，具体内容可由各专业验收规范确定。抽样检验和实体检验结果应符合有关专业验收规范的规定。7 观感质量可通过观察和简单的测试确定，观感质量的综合评价结果应由验收各方共同确认并达成一致。对影响观感及使用功能或质量评价为差的项目应进行返修。参考规范：《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300-2013，第3.0.6条（强制性条文）。

5.2.1 明确焊接施工对焊工及焊接工艺要求，确保现场焊接施工质量。焊接连接是钢筋连接的重要方式之一，焊接质量与焊工、焊接工作环境直接相关，很大程度上取决于焊工的操作技能。焊工证书是焊工经过系列理论与实操培训获得的资格证书，证明其具有焊接工作相关理论和实操能力。焊工在现场条件下进行焊接工艺试验，充分客观的考虑了工作环境对焊接质量的影响。本条规定是保证现场焊接质量的重要前提。本条改自《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012 第1.0.4条（强制性条文）、4.1.4条（强制性条文）。

5.2.3 明确普通钢筋、预应力筋变更要求，确保材料变化时结构性能符合设计要求。普通钢筋、预应力筋是混凝土结构的重要材料，由于现场条件及材料采购等限制需要对原设计钢筋和预应力筋进行代换时，应充分考虑其对结构的安全性、适用性及耐久性的影响，应经设计进行必要验算，并按相关规范的规定确定代换普通钢筋和预应力筋的品种、级别、规格、数量及构造等。本条改自《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第5.1.3条（强制性条文）、6.2.2条（强制性条文），《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134-2004 第6.3.2条（强制性条文）。

5.2.4 明确混凝土拌合物施工过程控制要求，确保混凝土拌合物质量。混凝土拌合物在运输、输送、浇筑过程中加水会严重影响其质量，通常混凝土拌合物加水后会影影响混凝土强度、增加收缩，进而影响结构的安全性和耐久性。运输、输送、浇筑过程中散落的混凝土，不能保证混凝土拌合物的工作性和材料性能，难以保证结构工程质量。本条改自《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第8.1.4条（强制性条文），《混凝土质量控制标准》GB 50164-2011 第6.1.2条（强制性条文）。

5.2.5 明确模板及支架设计要求，确保成型质量和施工安全。模板及支架虽然是施工过程中的临时结构，但其受力情况复杂，在施工过程中可能遇到多种不同的荷载及其组合，且某些荷载还具有较大的不确定性，故其设计既要遵循建筑设计的基本要求，又要结合模板的安装、使用和拆除等各种工况进行设计，在任何一种可能遇到的荷载组合工况下应具有足够的承载力、刚度和稳固性。本条规定直接影响模板及支架的安全，并与混凝土结构施工质量密切相关。本条改自《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 第 4.1.2 条（强制性条文），《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第 4.1.2 条（强制性条文），《烟囱工程施工及验收规范》GB 50078-2008 第 6.3.1 条（强制性条文），《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134-2004 第 6.2.1 条（强制性条文）。

5.2.6 明确人民防空工程模板安装要求，确保人民防空工程的密封性。人民防空工程临空墙、门框墙等应严格避免墙体孔洞等缺陷，避免巨大荷载作用下，在上述薄弱位置出现泄漏或破坏。本条改自《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134-2004 第 6.2.1 条。

5.2.7 明确拱结构混凝土浇筑要求，确保施工安全。桥梁拱架上拱圈混凝土浇筑分段浇筑应对称于拱顶进行，使拱架变形保持均匀和尽可能的小，以保证浇筑过程中拱圈变形均匀，不发生开裂。本条改自《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2-2008 第 16.3.3 条（强制性条文）。

5.2.8 明确人民防空工程防护密闭部位混凝土浇筑要求，确保结构的密封性。为提高人防工程的防护密闭性能，工程口部、防护密闭段、通道与房间接头、转弯、水库、水封井、防毒井及其他重要部位，都要一次整体浇筑混凝土。本条改自《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134-2004 第 6.4.11 条（强制性条文）。

5.2.9 明确混凝土养护用水要求，确保混凝土结构的耐久性。海水中含有大量的氯盐、硫酸盐、镁盐等化学物质，掺入混凝土中后，会对钢筋和预应力筋产生锈蚀，严重影响混凝土结构的安全性和耐久性。本条改自《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第 7.2.10 条（强制性条文）。

5.3.1 明确钢筋连接接头的检验要求，确保钢筋连接质量。钢筋连接质量是钢筋发挥其应有性能的前提，连接接头力学性能主要保证其在结构中的受力性能，弯曲性能保证连接后钢筋具有正常加工的能力，实体中截取接头试件保证现场条件

下完成的连接符合设计及规范要求。本条改自《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 第 5.4.2 条,《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256-2011 第 6.0.7 条(强制性条文)、6.0.8 条(强制性条文)。

5.3.2 明确预应力钢绞线张拉要求,确保预应力工程质量。预应力钢绞线的张拉控制应力通常为抗拉强度标准值的 75%,在正常施工、正常张拉时不会出现断裂情况。张拉阶段出现预应力钢绞线断裂意味着其材料、安装及张拉环节存在缺陷,对结构工程质量有重大影响,因此规定严格限制预应力钢绞线张拉阶段不应断裂。该条间接对预应力工程材料、安装及张拉质量提出了要求。本条改自《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 第 6.4.2 条(强制性条文),《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第 6.4.10 条(强制性条文),《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92-2016 第 6.3.7 条(强制性条文)。

5.3.3 明确水泥质量检验要求,确保质量。水泥出厂超过三个月(快硬硅酸盐水泥超过一个月),或因存放不当等原因,水泥可能产生受潮结块等致使品质下降,直接影响混凝土结构质量,故予以强制。本条改自《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第 7.6.4 条,《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134-2004 第 6.4.1 条(强制性条文)。

5.3.4 明确潮湿环境和干湿交替环境混凝土骨料要求,避免“碱-骨料反应”。“碱-骨料反应”能引起混凝土的爆裂,并严重影响结构安全性和耐久性,在国内外都发生过此类工程损害的案例。发生“碱-骨料反应”的充分条件是:混凝土有较高的碱含量,骨料有较高的碱活性,还有水的参与。所以,本条规定了潮湿环境和干湿交替环境的混凝土,应选用非碱活性骨料。本条改自《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169-2009 第 3.0.4 条(强制性条文)。

5.3.5 明确混凝土强度检验抽样要求,确保检验结果的准确性。混凝土作为混凝土结构的重要材料,通常以拌合物制作的标准尺寸试件,标准养护后按标准方法测定的具有 95%保证率的抗压强度作为其基本的指标。拌合物性能会随时间发生变化,且会不同程度的影响后续浇筑、振捣等施工质量,因此规定试件制作地点和抽样方法,试件制作地点应为浇筑地点,通常指入模处。本条改自《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 第 7.4.1 条(强制性条文),《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628-2010 第 4.7.1 条(强制性条文),《钢筋混

凝土筒仓施工与质量验收规范》GB 50669-2011 第 5.4.8 条（强制性条文），《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ 12-2006 第 9.3.1 条（强制性条文）。

5.3.6 明确灌浆套筒连接接头的检验要求，确保钢筋连接质量。本条是预制装配混凝土结构钢筋连接质量的关键内容，钢筋套筒灌浆连接材料由套筒和灌浆料组成，必须配套使用。本条改自《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256-2011 第 6.0.7 条（强制性条文）、6.0.8 条（强制性条文），《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355-2015 第 7.0.6 条（强制性条文）、3.2.2 条（强制性条文）。

## 6 维护与拆除

6.1.1 安全性等级系指《工程结构可靠性设计统一标准》中规定的安全性等级，结构类型系指房屋建筑、铁路、公路、港口、水利水电等工程结构，使用环境主要针对结构所处的环境。

维护的主要目的为保证结构及附属设施的安全，保障结构在服役期的正常使用。维护管理制度应明确检查、维护的内容、范围和执行计划。

结构在设计、施工完成交付使用后，除了自然灾害、恐怖袭击等偶然情况发生，结构安全性主要与日常维护是否及时得当、使用是否规范、是否存在超载、私自拆改、维修是否及时妥当等因素有关，因此结构全寿命周期内的安全必须加强结构维护与监管。不同安全等级、类型及环境条件不同的结构，其维护检查及管理的制度也应不同，应具有针对性。

参考规范：GB50788-2012《城镇给水排水技术规范》强制性条文 6.1.4 条 4 款，构筑物与管道应制定并执行相应的养护操作规程。结构工程应按相关部门批准的地质灾害评价结论，采取相应的措施，确保结构和运营安全。

城市轨道交通主体结构的土建设施、车辆和机电设备的维修应包含维护、检查和检修，应包括可能对安全运行产生影响的所有部件或设施。

参考规范：《城市轨道交通技术规范》GB50490-2009 为全文强制规范，第 3.0.24 条：城市轨道交通主体结构工程的设计工作年限应为 100 年；车辆基地及其他房屋建筑的设计工作年限应为 50 年。土建设施、车辆和机电设备的维修应包含维护、检查和检修，应包括可能对安全运行产生影响的所有部件或设施。城镇给水排水设施中主要构筑物的主体结构和地下干管，避免出现过大裂缝。《城镇给水排水技术规范》GB50788-2012（全文强制），强制性条文 6.1.2 条：城镇

给水排水设施中主要构筑物的主体结构和地下干管，其结构设计工作年限不应低于 50 年；安全等级不应低于二级。强制性条文 6.1.5 条：构筑物和管道结构在各项组合作用下的内力分析，应按弹性体计算，不得考虑非弹性变形引起的内力重分布。（不要考虑非弹性变形引起的内力重分布，避免出现过大裂缝，以确保正常使用及可靠的耐久性）。强制性条文 6.1.11 条：对平面尺寸超长的钢筋混凝土构筑物和管道，应计入混凝土成型过程中水化热及运行期间季节温差的作用，在设计和施工过程中均应制定合理、可靠的应对措施。

6.1.2 结构设计有一定功能性，安全使用有一定环境条件，擅自改变结构用途与使用环境、增加荷载、破坏地基基础等均会引起结构安全问题。悬挑结构安全储备相对较低，因此不应堆放重物以避免公众偶然灾害。

结构抗震设施包含结构抗震构件、隔震装置、减震部件或者地震反应观测系统等。

6.1.3 重要混凝土结构系指甲类、乙类建筑，特别重要的特大桥梁等结构。

信息化建设为实现结构全寿命周期管理的重要手段，信息涵盖设计、施工、维护及拆除整个寿命周期，内容包含结构安全、改造加固、定期检查与维护、监测系统与预警与处置等。

混凝土结构应结合 BIM 或监测系统，建立重要混凝土结构的数据库和管理平台，便于监管部门掌握结构安全动态，及时应对和解决结构安全问题。

结构维护数据库应包含结构勘察设计信息，结构主要性能参数，定期检测报告，监测报告，维修改造等情况；维护管理相关信息。学校、幼儿园、医院、宾馆、饭店、商场、体育及会议场馆、娱乐场所等人员密集场所，数据库尚应包含安全检查记录。

6.1.4 为保证拆除的安全性，本条规定了拆除需进行方案设计及相关计算分析。

6.1.5 本条从生态环境安全，绿色节材角度对结构拆除提出原则要求。

6.2.1 巡视检查内容应包含主体结构外观、损伤、超载使用情况、危险品堆放及异常等情况；评估应根据巡视检查结果判断是否需要进一步检测或修缮。

梁、板、柱等结构构件和阳台、雨罩、空调外机支撑构件等外墙构件及地下室工程，使用中应注意维护；悬挑阳台、外窗、玻璃幕墙、外墙贴面砖石或抹灰、屋檐等，应注意维护，发现裂缝或其他损伤应及时进行评估与检测。

对于预应力结构构件，使用中发现存在裂缝，应及时进行检测与评估。悬挑混凝

土构件根部发现裂缝时，应及时评估与检测，结合检测评估结果及时进行处理。

6.2.2 严酷环境指混凝土结构设计规范中规定的环境类别为二 b 三 a 三 b 四类和五类环境。

6.2.3 结构检测与鉴定的主要目的是了解结构使用状况，评估结构承载力、适用性及耐久性，是结构改造、加固的必要前期工作；结构设计时具有一定功能和使用条件，使用中任何有损结构体系、影响结构承载力或增加结构荷载的行为均需有鉴定单位的评估和许可。

结构设计不考虑的内容：爆炸、撞击及邻近修建建筑物的影响。

使用安全迹象指地基基础、墙体、柱或者其他承重构件出现明显下沉、裂缝、变形、腐蚀等状况。周边施工指穿越施工、爆破施工、基坑开挖等。

灾害事故包含地震、台风、火灾、洪水、爆炸、撞击等灾害外，尚应包含洪水冲刷、流水、漂浮物、船舶或车辆撞击、滑坡、化学剂腐蚀、车辆荷载等。

遭受地震后，应对破坏程度超出工程建设强制性标准允许范围的结构工程的破坏进行鉴定与原因分析。

参考规范：

《城市轨道交通技术规范》GB50490 强制性条文第 3.0.24 条：既有城市轨道交通达到设计工作年限或遭遇重大灾害后，当需要继续使用时，应进行技术鉴定，并应根据技术鉴定结论进行处理。

《水运工程设计通则》强制性条文 2.3.7 条。在下列情况下，应对水工建筑物进行安全性评估：

- (1) 建筑物达到或超过设计年限需继续使用；
- (2) 改变建筑物使用功能和使用条件；
- (3) 建筑物出现非正常变位、变形和裂缝；
- (4) 建筑物因地震、台风等重大自然灾害或偶发事件受损。

第七款参考规范：《城市桥梁养护技术规范》CJJ99-2003 强制性条文第 3.0.12 条。在城市桥梁上增加静荷载（构筑物、风雨篷、广告牌、管线等）必须满足桥梁安全技术要求。

6.2.4 特殊检测系指桥梁结构材料缺损状况、桥梁结构承载能力、桥梁防灾能力。特殊检查报告应包含下列内容：概述检查的一般情况，包括桥梁的基本情况、检

查的组织、时间、背景和工作过程等。描述桥梁的技术状况，包括现场调查、试验与检测项目及方法、检测数据与分析结果和桥梁技术状况评价等。详细叙述检查部位的损坏程度及原因，并提出结构部件和总体的维修加固或改建的建议。

参考规范：

《港口水工建筑物修补加固技术规范》JTS311-2011 强制性条文 3.0.11 条：修补、加固后港口水工建筑物未经技术鉴定或评估，不得提高使用荷载或改变使用条件。

《水工混凝土结构设计规范》SL191-2008 强制性条文 3.1.9 条：未经技术鉴定或设计许可，不应改变结构的用途和使用环境。

6.2.5 参考规范：《城镇给水排水技术规范》GB50788-2012 为全文强制标准，第 6.1.11 条：对平面尺寸超长的钢筋混凝土构筑物 and 管道，应计入混凝土成型过程中水化热及运行期间季节温差的作用，在设计和施工过程中均应制定合理、可靠的应对措施。

特大及复杂结构桥梁是指多孔跨径总长大于 1000m，单孔跨径大于 150m，且计算与施工复杂的桥梁。已发生严重事故的工程等级确定应按照国务院及地方部门规定具体执行。

特别重要的特大桥指安全等级为一级的特大桥和有特殊要求的桥涵结构，具体划分应根据工程结构的破坏后果，即危及人的生命、造成经济损失、对社会或环境产生影响等的严重程度确定。

6.2.6 巡视检查是维护期必做项目，内容应包括监测范围内的结构和构件变形、开裂、测点布设及监测设备或结合当地经验确定的其他巡视检查内容；系统维护应确保监测系统运行正常，并进行系统更新。

6.2.7 参考规范：《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB50982-2014 强制性条文第 3.1.8 条。

6.3.1 裂缝为混凝土结构常见的问题，需判定裂缝类型；结构性裂缝影响结构安全，应根据产生的原因给出针对性处理方案；对于影响正常使用或耐久性的非结构性裂缝应根据情况进行封闭处理，以免钢筋暴露影响结构耐久性，或影响使用功能。

参考规范：《建筑工程裂缝防治技术规程》JGJ/T317-2014，《混凝土结构耐

久性设计规范》GB/T50476-2008。

根据不同的规范及行业要求，危险结构指危险房屋、D级或E级桥梁、或其他存在较大安全隐患的结构。经鉴定需加固的结构，应在限期内采取必要的加固措施。根据《城市危险房屋管理规定》，应是产权人负责，故通知委托人外，尚应通知产权人。

参考规范：《建筑结构检测技术标准》[GB50344-2015](#)。

6.3.2 结构监测的主要目的是预警结构危险情况，及时采取措施，避免大的人身财产损失，因此当发出预警时，应及时采取措施，启动应急预案进行处理。

参考规范：《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB50982-2014。

6.3.3 突发事件后，各级行政主管部门应立即组织结构检查，发现问题立即处理。结构应急抢险应按照国家应对突发事件的有关规定执行。安全防范措施包含设置警示标志、根据情况采取的人员转移、防汛、防灾、限流限载等应急抢险措施。对危险房屋的修缮工程，相关行政部门应当及时办理审批手续；需要紧急抢修的，可以先行抢修。各级房屋行政主管部门收到通知后，应向房屋使用安全责任人发出危险房屋督促解危通知书，提出对危险房屋的处理意见和解危期限，同时抄送市场监管、安全监管等部门。危险房屋危及公共安全的，应及时报告当地人民政府。房屋行政主管部门和人民政府、街道办事处应当配合做好危险房屋解危的督促及协调工作。

6.3.4 预应力混凝土构件锚固区的受力复杂，钢筋集中，是检查和维护的重点。预应力混凝土桥梁的耐久性和可靠性在很大程度上取决于锚固区的可靠性，因此对锚固的检查无比细致、专业。参考规范《城市桥梁掩护技术规范》CJJ99-2003 强制性条文第 5.4.4 条。

房屋使用安全责任人或者其他责任人对危险房屋拒不治理且危及公共安全的，房产主管部门应当立即采取设置警示标志等安全防范措施，并报告当地人民政府。人民政府应当按照突发事件应急预案的相关规定，组织人员紧急撤离。危险房屋应核查危险房屋治理和灭失情况，建立危险房屋信息登记、注销制度。参考规范：《危险房屋鉴定标准》JGJ125-2016 第 7.0.5 条,危房的处理分为观察使用、处理使用、停止使用、整体拆除及按相关规定处理。

参考国家地震局内部文件。



6.3.5 拱桥为受压结构，开裂应高度重视。参考规范《城市桥梁掩护技术规范》CJJ99-2003 强制性条文第 5.4.10 条。

6.3.6 参考规范《城市桥梁掩护技术规范》CJJ99-2003 强制性条文第 5.9.12 条。

6.3.7 参考规范《城市桥梁养护技术规范》CJJ99-2003 强制性条文第 6.1.3 条。

6.3.8 参考规范《城市桥梁养护技术规范》CJJ99-2003 强制性条文第 4.3.15 条。

混凝土结构建筑工程一般包含单层排架结构、单层门架结构、多层板柱结构、多层框架结构、高层框架结构、高层剪力墙结构、高层框架剪力墙（筒体）结构房屋；梁式、板式、刚构、拱式结构城市桥梁；烟囱、塔桅、仓池等特种结构构筑物。其工程特点具有跨度大、高度高、形状复杂、结构安全性能储备冗余度多，不同于一般砖混结构、轻钢结构。按照《建设工程安全生产管理条例》第十一条拆除工程应当备案，而混凝土结构工程由于是正规设计、设计寿命长、结构影响大、工程特点多，拆除作业应该要得到政府管理部门的批准。按照条例第二十六条，混凝土结构工程都属于达到一定规模的危险性较大的分部分项工程，专项拆除施工方案应该有结构设计人员进行评审，涉及公共场所的工程应该进行制定安全专项方案，并组织专家论证。

混凝土结构由于结构整体性好、材料强度高，应优先采用机械拆除，也可采用爆破拆除，不宜采用人工拆除。爆破拆除环境影响大，应按专门规范操作。混凝土结构是按逐层、逐跨、逐段建造施工的，拆除时按反向次序可以最大限度利用原结构特点，减少不必要的临时支撑和加固措施。如果有其他顺序，经过专门论证也可使用。按照《建设工程安全生产管理条例》第三十条，应采取措施减少环境影响。

混凝土结构优先采用机械拆除，因此机械选用和使用重点应强调。

混凝土结构采用其他方法拆除，主要是指爆破拆除，而爆破拆除应遵守更严格的专门规程。

拆除过程结构体系在变化、荷载有变化、支撑约束条件有变化、施工机械有影响，应做专门结构分析、模拟。

该条摘自《建筑工程拆除安全技术规范》第三章中有关作业安全与环境保护条文内容。

本条与第 6.2.1 条相应。

拆除工程垂直运输关系到施工效率和运输安全，应有专门条款规定。

混凝土结构及其拆除部件、块体、破碎物具有良好的材料强度和性能，应重新利用、再生利用，本条分别对不同拆除物明确回收利用方法，以减少新资源消耗同时减少建筑垃圾排放。

本条是保证拆除作业完整性的措施，特别是对拆除物的处置要事后核查，防止产生环境影响。