前　言

为适应国际技术法规与技术标准通行规则，2016 年以来，住房和城乡建设部陆续印发《深化工程建设标准化工作改革的意见》等文件，提出政府制定强制性标准、社会团体制定自愿采用性标准的长远目标，明确了逐步用全文强制性工程建设规范取代现行标准中分散的强制性条文的改革任务，逐步形成由法律、行政法规、部门规章中的技术性规定与全文强制性工程建设规范构成的“技术法规”体系。

关于规范种类。强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类规范（简称通用规范）两种类型。项目规范以工程建设项目整体为对象，以项目的规模、布局、功能、性能和关键技术措施等五大要素为主要内容。通用规范以实现工程建设项目功能性能要求的各专业通用技术为对象，以勘察、设计、施工、维修、养护等通用技术要求为主要内容。在全文强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

关于五大要素指标。强制性工程建设规范中各项要素是保障城乡基础设施建设体系化和效率提升的基本规定，是支撑城乡建设高质量发展的基本要求。项目的规模要求主要规定了建设工程项目应具备完整的生产或服务能力，应与经济社会发展水平相适应。项目的布局要求主要规定了产业布局、建设工程项目选址、总体设计、总平面布置以及与规模相协调的统筹性技术要求，应考虑供给能力合理分布，提高相关设施建设的整体水平。项目的功能要求主要规定项目构成和用途，明确项目的基本组成单元，是项目发挥预期作用的保障。项目的性能要求主要规定建设工程

项目建设水平或技术水平的高低程度，体现建设工程项目的适用性，明确项目质量、安全、节能、环保、宜居环境和可持续发展等方面应达到的基本水平。关键技术措施是实现建设项目功能、性能要求的基本技术规定，是落实城乡建设安全、绿色、韧性、智慧、宜居、公平、有效率等发展目标的基本保障。

关于规范实施。强制性工程建设规范具有强制约束力，是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公众利益，以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求，工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行。其中，对于既有建筑改造项目（指不改变现有使用功能），当条件不具备、执行现行规范确有困难时，应不低于原建造时的标准。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施，一般情况下也应当执行。在满足强制性工程建设规范规定的项目功能、性能要求和关键技术措施的前提下，可合理选用相关团体标准、企业标准，使项目功能、性能更加优化或达到更高水平。推荐性工程建设标准、团体标准、企业标准要与强制性工程建设规范协调配套，各项技术要求不得低于强制性工程建设规范的相关技术水平。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订，且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准（包括强制性标准和推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

目　　次

1　总则 …… 1
2　基本规定 …… 2
3　材料 …… 5
3.1　混凝土 …… 5
3.2　钢筋 …… 7
3.3　其他材料 …… 8
4　设计 …… 9
4.1　一般规定 …… 9
4.2　结构体系 …… 10
4.3　结构分析 …… 10
4.4　构件设计 …… 11
5　施工及验收 …… 18
5.1　一般规定 …… 18
5.2　模板工程 …… 18
5.3　钢筋及预应力工程 …… 18
5.4　混凝土工程 …… 19
5.5　装配式结构工程 …… 19
6　维护及拆除 …… 20
6.1　一般规定 …… 20
6.2　结构维护 …… 20
6.3　结构处置 …… 21
6.4　拆除 …… 22

1 总　　则

1.0.1　为保障混凝土结构工程质量、人民生命财产安全和人身健康，促进混凝土结构工程绿色高质量发展，制定本规范。

1.0.2　混凝土结构工程必须执行本规范。

1.0.3　工程建设所采用的技术方法和措施是否符合本规范要求，由相关责任主体判定。其中，创新性的技术方法和措施，应进行论证并符合本规范中有关性能的要求。

2 基本规定

2.0.1 混凝土结构工程应确定其结构设计工作年限、结构安全等级、抗震设防类别、结构上的作用和作用组合；应进行结构承载能力极限状态、正常使用极限状态和耐久性设计，并应符合工程的功能和结构性能要求。

2.0.2 结构混凝土强度等级的选用应满足工程结构的承载力、刚度及耐久性需求。对设计工作年限为50年的混凝土结构，结构混凝土的强度等级尚应符合下列规定；对设计工作年限大于50年的混凝土结构，结构混凝土的最低强度等级应比下列规定提高。

1 素混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于C20；钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于C25；预应力混凝土楼板结构的混凝土强度等级不应低于C30，其他预应力混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于C40；钢-混凝土组合结构构件的混凝土强度等级不应低于C30。

2 承受重复荷载作用的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于C30。

3 抗震等级不低于二级的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于C30。

4 采用500MPa及以上等级钢筋的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于C30。

2.0.3 混凝土结构用普通钢筋、预应力筋应具有符合工程结构在承载能力极限状态和正常使用极限状态下需求的强度和延伸率。

2.0.4 混凝土结构用普通钢筋、预应力筋及结构混凝土的强度标准值应具有不小于95%的保证率；其强度设计值取值应符合

下列规定：

1 结构混凝土强度设计值应按其强度标准值除以材料分项系数确定，且材料分项系数取值不应小于1.4；

2 普通钢筋、预应力筋的强度设计值应按其强度标准值分别除以普通钢筋、预应力筋材料分项系数确定，普通钢筋、预应力筋的材料分项系数应根据工程结构的可靠性要求综合考虑钢筋的力学性能、工艺性能、表面形状等因素确定；

3 普通钢筋材料分项系数取值不应小于1.1，预应力筋材料分项系数取值不应小于1.2。

2.0.5 混凝土结构应根据结构的用途、结构暴露的环境和结构设计工作年限采取保障混凝土结构耐久性能的措施。

2.0.6 钢筋混凝土结构构件、预应力混凝土结构构件应采取保证钢筋、预应力筋与混凝土材料在各种工况下协同工作性能的设计和施工措施。

2.0.7 结构混凝土应进行配合比设计，并应采取保证混凝土拌合物性能、混凝土力学性能和耐久性能的措施。

2.0.8 混凝土结构应从设计、材料、施工、维护各环节采取控制混凝土裂缝的措施。混凝土构件受力裂缝的计算应符合下列规定：

1 不允许出现裂缝的混凝土构件，应根据实际情况控制混凝土截面不产生拉应力或控制最大拉应力不超过混凝土抗拉强度标准值；

2 允许出现裂缝的混凝土构件，应根据构件类别与环境类别控制受力裂缝宽度，使其不致影响设计工作年限内的结构受力性能、使用性能和耐久性能。

2.0.9 混凝土结构构件的最小截面尺寸应满足结构承载力极限状态、正常使用极限状态的计算要求，并应满足结构耐久性、防水、防火、配筋构造及混凝土浇筑施工要求。

2.0.10 混凝土结构中的普通钢筋、预应力筋应设置混凝土保护层，混凝土保护层厚度应符合下列规定：

1 满足普通钢筋、有粘结预应力筋与混凝土共同工作性能要求；

2 满足混凝土构件的耐久性能及防火性能要求；

3 不应小于普通钢筋的公称直径，且不应小于15mm。

2.0.11 当施工中进行混凝土结构构件的钢筋、预应力筋代换时，应符合设计规定的构件承载能力、正常使用、配筋构造及耐久性能要求，并应取得设计变更文件。

2.0.12 进行混凝土结构加固、改造时，应考虑既有混凝土结构、结构构件的实际几何尺寸、材料强度、配筋状况、连接构造、既有缺陷、耐久性退化等影响因素进行结构设计，并应考虑既有结构与新设混凝土结构、既有结构构件与新设混凝土结构构件、既有混凝土与后浇混凝土组合构件的协同工作效应。

3 材　　料

3.1 混 凝 土

3.1.1 结构混凝土用水泥主要控制指标应包括凝结时间、安定性、胶砂强度和氯离子含量。水泥中使用的混合材品种和掺量应在出厂文件中明示。

3.1.2 结构混凝土用砂应符合下列规定：

1 砂的坚固性指标不应大于10%；对于有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求的混凝土，砂的含泥量和泥块含量分别不应大于3.0%和1.0%，坚固性指标不应大于8%；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%；机制砂应按石粉的亚甲蓝值指标和石粉的流动比指标控制石粉含量。

2 混凝土结构用海砂必须经过净化处理。

3 钢筋混凝土用砂的氯离子含量不应大于0.03%，预应力混凝土用砂的氯离子含量不应大于0.01%。

3.1.3 结构混凝土用粗骨料的坚固性指标不应大于12%；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%，坚固性指标不应大于8%；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%。

3.1.4 结构混凝土用外加剂应符合下列规定：

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

2 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）有外露钢筋、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 100m 以内的混凝土结构。

3 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，不应用于预应力混凝土、钢筋混凝土和钢纤维混凝土结构。

4 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，不应用于民用建筑工程。

5 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，不应用于预应力混凝土结构。

3.1.5 混凝土拌合用水应控制 pH、硫酸根离子含量、氯离子含量、不溶物含量、可溶物含量；当混凝土骨料具有碱活性时，还应控制碱含量；地表水、地下水、再生水在首次使用前应检测放射性。

3.1.6 结构混凝土配合比设计应按照混凝土的力学性能、工作性能和耐久性要求确定各组成材料的种类、性能及用量要求。当混凝土用砂的氯离子含量大于 0.003%时，水泥的氯离子含量不应大于 0.025%，拌合用水的氯离子含量不应大于 250mg/L。

3.1.7 结构混凝土采用的骨料具有碱活性及潜在碱活性时，应采取措施抑制碱骨料反应，并应验证抑制措施的有效性。

3.1.8 结构混凝土中水溶性氯离子最大含量不应超过表 3.1.8 的规定值。计算水溶性氯离子最大含量时，辅助胶凝材料的量不应大于硅酸盐水泥的量。

表 3.1.8 结构混凝土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（%，按胶凝材料用量的质量百分比计）	
	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	

续表 3.1.8

环境条件	水溶性氯离子最大含量（%，按胶凝材料用量的质量百分比计）	
	钢筋混凝土	预应力混凝土
潮湿且含有氯离子的环境	0.15	0.06
除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境、盐渍土环境	0.10	

3.2 钢　　筋

3.2.1　普通钢筋的材料分项系数取值不应小于表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1　普通钢筋的材料分项系数最小取值

钢筋种类	光圆钢筋	热轧钢筋		冷轧带肋钢筋
强度等级（MPa）	300	400	500	—
材料分项系数	1.10	1.10	1.15	1.25

3.2.2　热轧钢筋、余热处理钢筋、冷轧带肋钢筋及预应力筋的最大力总延伸率限值不应小于表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2　热轧钢筋、冷轧带肋钢筋及预应力筋的最大力总延伸率限值 δ_{gt}（%）

牌号或种类	热轧钢筋				冷轧带肋钢筋		预应力筋	
	HPB300	HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	HRB400E HRB500E	RRB400	CRB550	CRB600H	中强度预应力钢丝、预应力冷轧带肋钢筋	消除应力钢丝、钢绞线、预应力螺纹钢筋
δ_{gt}	10.0	7.5	9.0	5.0	2.5	5.0	4.0	4.5

3.2.3　对按一、二、三级抗震等级设计的房屋建筑框架和斜撑

构件，其纵向受力普通钢筋性能应符合下列规定：

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 最大力总延伸率实测值不应小于9%。

3.3 其他材料

3.3.1 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 钢筋机械连接接头的实测极限抗拉强度应符合表3.3.2的规定。

表3.3.2 接头的实测极限抗拉强度

接头等级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
接头的实测极限抗拉强度 f^0_{mst}	$f^0_{mst} \geqslant f_{stk}$ 钢筋拉断；或 $f^0_{mst} \geqslant 1.10 f_{stk}$ 连接件破坏	$f^0_{mst} \geqslant f_{stk}$	$f^0_{mst} \geqslant 1.25 f_{yk}$

注：1 表中 f_{stk} 为钢筋极限抗拉强度标准值，f_{yk} 为钢筋屈服强度标准值；

2 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形式的连接组件破坏。

3.3.3 钢筋套筒灌浆连接接头的实测极限抗拉强度不应小于连接钢筋的抗拉强度标准值，且接头破坏应位于套筒外的连接钢筋。

4 设　计

4.1 一般规定

4.1.1 混凝土结构上的作用及其作用效应计算应符合下列规定：

1 应计算重力荷载、风荷载及地震作用及其效应；

2 当温度变化对结构性能影响不能忽略时，应计算温度作用及作用效应；

3 当收缩、徐变对结构性能影响不能忽略时，应计算混凝土收缩、徐变对结构性能的影响；

4 当建设项目要求考虑偶然作用时，应按要求计算偶然作用及其作用效应；

5 直接承受动力及冲击荷载作用的结构或结构构件应考虑结构动力效应；

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动力效应。

4.1.2 应根据工程所在地的抗震设防烈度、场地类别、设计地震分组及工程的抗震设防类别、抗震性能要求确定混凝土结构的抗震设防目标和抗震措施。

4.1.3 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。

4.1.4 装配式混凝土结构应根据结构性能以及构件生产、安装施工的便捷性要求确定连接构造方式并进行连接及节点设计。

4.1.5 混凝土结构构件之间、非结构构件与结构构件之间的连

接应符合下列规定：

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。

4.2 结 构 体 系

4.2.1 混凝土结构体系应满足工程的承载能力、刚度和延性性能要求。

4.2.2 混凝土结构体系设计应符合下列规定：

1 不应采用混凝土结构构件与砌体结构构件混合承重的结构体系；

2 房屋建筑结构应采用双向抗侧力结构体系；

3 抗震设防烈度为9度的高层建筑，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 房屋建筑的混凝土楼盖应满足楼盖竖向振动舒适度要求；混凝土结构高层建筑应满足10年重现期水平风荷载作用的振动舒适度要求。

4.3 结 构 分 析

4.3.1 混凝土结构进行正常使用阶段和施工阶段的作用效应分析时应采用符合工程实际的结构分析模型。

4.3.2 结构分析模型应符合下列规定：

1 应确定结构分析模型中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、初始状态等；

3 当采用近似假定和简化模型时，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 满足力学平衡条件；

2 满足主要变形协调条件；

3 采用合理的钢筋与混凝土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 混凝土结构采用静力或动力弹塑性分析方法进行结构分析时，应符合下列规定：

1 结构与构件尺寸、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 材料的性能指标应根据结构性能目标需求取强度标准值、实测值；

3 分析结果用于承载力设计时，应根据不确定性对结构抗力进行调整。

4.3.5 混凝土结构应进行结构整体稳定分析计算和抗倾覆验算，并应满足工程需要的安全性要求。

4.3.6 大跨度、长悬臂的混凝土结构或结构构件，当抗震设防烈度不低于7度（0.15g）时应进行竖向地震作用计算分析。

4.4 构 件 设 计

4.4.1 混凝土结构构件应根据受力状况分别进行正截面、斜截面、扭曲截面、受冲切和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，尚应进行构件的疲劳承载力验算。

4.4.2 正截面承载力计算应采用符合工程需求的混凝土应力-应变本构关系，并应满足变形协调和静力平衡条件。正截面承载力简化计算时，应符合下列假定：

1 截面应变保持平面；

2 不考虑混凝土的抗拉作用；

3 应确定混凝土的应力-应变本构关系；

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，且钢筋应力不应超过钢筋抗压、抗拉强度设计值；对于轴心受压构件，钢筋的抗压强度设计值取值不应超过400N/mm^2；

6 纵向预应力筋的应力取预应力筋应变与其弹性模量的乘积，且预应力筋应力不应大于其抗拉强度设计值。

4.4.3 对大体积或复杂截面形状的混凝土结构构件进行应力分析和设计时，应符合下列规定：

1 混凝土和钢筋的强度取值及验算应符合本规范第4.1.3条的规定；

2 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。

4.4.4 混凝土结构构件的最小截面尺寸应符合下列规定：

1 矩形截面框架梁的截面宽度不应小于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，多层建筑剪力墙的截面厚度不应小于140mm；

4 现浇钢筋混凝土实心楼板的厚度不应小于80mm，现浇空心楼板的顶板、底板厚度均不应小于50mm；

5 预制钢筋混凝土实心叠合楼板的预制底板及后浇混凝土厚度均不应小于50mm。

4.4.5 混凝土结构中普通钢筋、预应力筋应采取可靠的锚固措施。普通钢筋锚固长度取值应符合下列规定：

1 受拉钢筋锚固长度应根据钢筋的直径、钢筋及混凝土抗拉强度、钢筋的外形、钢筋锚固端的形式、结构或结构构件的抗震等级进行计算；

2 受拉钢筋锚固长度不应小于200mm；

3 对受压钢筋，当充分利用其抗压强度并需锚固时，其锚固长度不应小于受拉钢筋锚固长度的70%。

4.4.6 除本规范另有规定外，钢筋混凝土结构构件中纵向受力普通钢筋的配筋率不应小于表4.4.6的规定值，并应符合下列规定：

1 当采用C60以上强度等级的混凝土时，受压构件全部纵向普通钢筋最小配筋率应按表中的规定值增加0.10%采用；

2 除悬臂板、柱支承板之外的板类受弯构件，当纵向受拉钢筋采用强度等级500MPa的钢筋时，其最小配筋率应允许采用0.15%和$0.45f_t/f_y$中的较大值；

3 对于卧置于地基上的钢筋混凝土板，板中受拉普通钢筋的最小配筋率不应小于0.15%。

表4.4.6 纵向受力普通钢筋的最小配筋率（%）

受力构件类型			最小配筋率
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	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$45f_t/f_y$中的较大值

4.4.7 混凝土房屋建筑结构中剪力墙的最小配筋率及构造尚应符合下列规定：

1 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%，四级时不应小于0.20%。

2 高层房屋建筑框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构、筒体结构中，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 房屋高度不大于10m且不超过三层的混凝土剪力墙结构，剪力墙分布钢筋的最小配筋率应允许适当降低，但不应小于0.15%。

4 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0.30%，钢筋间距不应大于200mm，钢筋直径不应小于8mm。

4.4.8 房屋建筑混凝土框架梁设计应符合下列规定：

1 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值，一级不应大于 0.25，二级、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 4.4.8-1 规定的数值。

表 4.4.8-1 梁纵向受拉钢筋最小配筋率（%）

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

3 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 0.5，二级、三级不应小于 0.3。

4 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 4.4.8-2 的要求；一级、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放宽到不大于 150mm。

表 4.4.8-2 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	$1.5h_b$，500	$h_b/4$，$8d$，100	8
三	$1.5h_b$，500	$h_b/4$，$8d$，150	8
四	$1.5h_b$，500	$h_b/4$，$8d$，150	6

注：表中 d 为纵向钢筋直径，h_b 为梁截面高度。

4.4.9 混凝土柱纵向钢筋和箍筋配置应符合下列规定：

1 柱全部纵向普通钢筋的配筋率不应小于表 4.4.9-1 的规定，且柱截面每一侧纵向普通钢筋配筋率不应小于 0.20%；当柱的混凝土强度等级为 C60 以上时，应按表中规定值增加 0.10%

采用；当采用400MPa级纵向受力钢筋时，应按表中规定值增加0.05%采用。

表 4.4.9-1　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	0.90(1.00)	0.70(0.80)	0.60(0.70)	0.50(0.60)
角柱、框支柱	1.10	0.90	0.80	0.70

注：表中括号内数值用于房屋建筑纯框架结构柱。

2　柱箍筋在规定的范围内应加密，且加密区的箍筋间距和直径应符合下列规定：

1）箍筋加密区的箍筋最大间距和最小直径应按表4.4.9-2采用。

表 4.4.9-2　柱箍筋加密区的箍筋最大间距和最小直径

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、四级	$8d$ 和150(柱根100)的较小值	8

注：表中 d 为柱纵向普通钢筋的直径（mm）；柱根指柱底部嵌固部位的加密区范围。

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，除柱根外加密区箍筋最大间距应允许采用150mm；三级、四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。

3）剪跨比不大于2的柱，箍筋应全高加密，且箍筋间距不应大于100mm。

4.4.10　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，特一级、一级

和二级分别不应小于0.60%、0.50%和0.40%，其他情况不应小于0.30%。

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，特一级、一级和二级分别不应小于$1.3f_t/f_{yv}$、$1.2f_t/f_{yv}$和$1.1f_t/f_{yv}$，其他情况不应小于$0.9f_t/f_{yv}$。

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。

4.4.11 混凝土转换柱设计应符合下列规定：

1 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；

2 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1.50%。

4.4.12 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，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。

4.4.13 房屋建筑错层结构设计应符合下列规定：

1 错层处框架柱的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，已经为特一级时应允许不再提高。

2 错层处半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0.50%。

4.4.14 房屋建筑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，一级应提高至特一级，已经为特一级时应允许不再提高；

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确保实现设计要求，并应符合下列规定：

1　应编制施工组织设计、施工方案并实施；

2　应制定资源节约和环境保护措施并实施；

3　应对已完成的实体进行保护，且作用在已完成实体上的荷载不应超过规定值。

5.1.2　材料、构配件、器具和半成品应进行进场验收，合格后方可使用。

5.1.3　应对隐蔽工程进行验收并做好记录。

5.1.4　模板拆除、预制构件起吊、预应力筋张拉和放张时，同条件养护的混凝土试件应达到规定强度。

5.1.5　混凝土结构的外观质量不应有严重缺陷及影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

5.1.6　应对涉及混凝土结构安全的代表性部位进行实体质量检验。

5.2　模 板 工 程

5.2.1　模板及支架应根据施工过程中的各种控制工况进行设计，并应满足承载力、刚度和整体稳固性要求。

5.2.2　模板及支架应保证混凝土结构和构件各部分形状、尺寸和位置准确。

5.3　钢筋及预应力工程

5.3.1　钢筋机械连接或焊接连接接头试件应从完成的实体中截

取，并应按规定进行性能检验。

5.3.2 锚具或连接器进场时，应检验其静载锚固性能。由锚具或连接器、锚垫板和局部加强钢筋组成的锚固系统，在规定的结构实体中，应能可靠传递预加力。

5.3.3 钢筋和预应力筋应安装牢固、位置准确。

5.3.4 预应力筋张拉后应可靠锚固，且不应有断丝或滑丝。

5.3.5 后张预应力孔道灌浆应密实饱满，并应具有规定的强度。

5.4 混凝土工程

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

5.4.2 应对结构混凝土强度等级进行检验评定，试件应在浇筑地点随机抽取。

5.4.3 结构混凝土浇筑应密实，浇筑后应及时进行养护。

5.4.4 大体积混凝土施工应采取混凝土内外温差控制措施。

5.5 装配式结构工程

5.5.1 预制构件连接应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 套筒灌浆连接接头应进行工艺检验和现场平行加工试件性能检验；灌浆应饱满密实。

2 浆锚搭接连接的钢筋搭接长度应符合设计要求，灌浆应饱满密实。

3 螺栓连接应进行工艺检验和安装质量检验。

4 钢筋机械连接应制作平行加工试件，并进行性能检验。

5.5.2 预制叠合构件的接合面、预制构件连接节点的接合面，应按设计要求做好界面处理并清理干净，后浇混凝土应饱满、密实。

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类型、安全性等级及使用环境，建立全寿命周期内的结构使用、维护管理制度。

6.1.2 应对重要混凝土结构建立维护数据库和信息化管理平台。

6.1.3 混凝土结构工程拆除应进行方案设计，并应采取保证拆除过程安全的措施；预应力混凝土结构拆除尚应分析预加力解除程序。

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

6.2 结构维护

6.2.1 混凝土结构日常维护应检查结构外观与荷载变化情况。结构构件外观应重点检查裂缝、挠度、冻融、腐蚀、钢筋锈蚀、保护层脱落、渗漏水、不均匀沉降以及人为开洞、破损等损伤。预应力混凝土构件应重点检查是否有裂缝、锚固端是否松动。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中性化和腐蚀状况。

6.2.2 对于严酷环境中的混凝土结构，应制定针对性维护方案。

6.2.3 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、承载能力受损或增加荷载的结构；

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 受周边施工影响安全的结构；

6 日常检查评估确定应检测的结构。

6.2.4 对硬化混凝土的水泥安定性有异议时，应对水泥中游离氧化钙的潜在危害进行检测。

6.2.5 应对下列混凝土结构的结构性态与安全进行监测：

1 高度 350m 及以上的高层与高耸结构；

2 施工过程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。

6.2.6 监测期间尚应进行巡视检查与系统维护；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对被监测对象的控制要求。

6.2.8 超过结构设计使用年限或使用期超过 50 年的桥梁结构应进行检测评估，且检测评估周期不应超过 10 年。

6.3 结 构 处 置

6.3.1 出现下列情况之一时，应采取消除安全隐患的措施进行处理：

1 混凝土结构或结构构件的裂缝宽度或挠度超过限值；

2 混凝土结构或构件钢筋出现锈胀；

3 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；

4 结构混凝土中氯离子含量超标或发现有碱骨料反应迹象。

6.3.2 经检测鉴定，存在安全隐患的结构应采取安全治理措施进行处理。

6.3.3 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。

6.3.4 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。

6.4 拆　　除

6.4.1 拆除工程的结构分析应符合下列规定：

1 应按短暂设计状况进行结构分析；

2 应考虑拆除过程可能出现的最不利情况；

3 分析应涵盖拆除全过程，应考虑构件约束条件的改变。

6.4.2 拆除作业应符合下列规定：

1 应对周边建筑物、构筑物及地下设施采取保护、防护措施；

2 对危险物质、有害物质应有处置方案和应急措施；

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措施；

5 拆除施工时发现不明物体和气体时应立即停止施工，并应采取临时防护措施。

6.4.3 拆除作业应采取减少噪声、粉尘、污水、振动、冲击和环境污染的措施。

6.4.4 机械拆除作业应根据建筑物、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。拆除机械在楼盖上作业时，应由专业技术人员进行复核分析，并采取保证拆除作业安全的措施。混凝土结构工程采用逆向拆除技术时，应对拆除方案进行专门论证。

6.4.5 混凝土结构采用静态破碎拆除时，应分析确定破碎剂注入孔的尺寸并合理布置孔的位置。

6.4.6 混凝土结构采用爆破拆除时，应合理布置爆破点位置及施药量，并应采取保证周边环境安全的措施。

6.4.7 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，应进行重复利用或再生利用；

3 对破碎的混凝土，应拟定再生利用计划；

4 对拆除的钢筋，应回收再生利用；

5 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。