

中华人民共和国国家标准

混凝土结构通用规范

General code for concrete structures

GB 55008-2021

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2022年4月1日

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2021年第167号

住房和城乡建设部关于发布国家标准《混凝土结构通用规范》的公告

现批准《混凝土结构通用规范》为国家标准，编号为GB 55008-2021，自2022年4月1日起实施。本规范为强制性工程建设规范，全部条文必须严格执行。现行工程建设标准相关强制性条文同时废止。现行工程建设标准中有关规定与本规范不一致的，以本规范的规定为准。

本规范在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑出版传媒有限公司出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2021年9月8日

废止的现行工程建设标准相关强制性条文

1. 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）
第3.1.7、3.3.2、4.1.3、4.1.4、4.2.2、4.2.3、8.5.1、10.1.1、11.1.3、11.2.3、11.3.1、11.3.6、11.4.12、11.7.14条
2. 《钢筋混凝土筒仓设计标准》GB 50077-2017
第3.1.7、5.1.1、5.4.3、6.1.1（1、3、4）、6.1.3、6.1.12、6.8.5、6.8.7条（款）
3. 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013
第3.1.3、3.1.4、3.1.5、3.1.6、3.1.7条
4. 《混凝土质量控制标准》GB 50164-2011
第6.1.2条
5. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015
第4.1.2、5.2.1、5.2.3、5.5.1、6.2.1、6.3.1、6.4.2、7.2.1、7.4.1条
6. 《混凝土电视塔结构设计规范》GB 50342-2003
第4.1.4、5.2.2、6.2.1、6.2.2、8.1.2、8.1.3、8.1.4条
7. 《大体积混凝土施工标准》GB 50496-2018
第4.2.2、5.3.1条
8. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011
第4.1.2、5.1.3、5.2.2、6.1.3、6.4.10、7.2.4（2）、7.2.10、7.6.3（1）、7.6.4、8.1.3条（款）
9. 《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》GB 50669-2011
第3.0.4、3.0.5、5.2.1、5.4.3、5.4.8、5.5.1、5.6.2、8.0.3、11.2.2条
10. 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982-2014
第3.1.8条
11. 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014
第6.1.3、11.1.4条
12. 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010
第3.8.1、3.9.1、3.9.3、3.9.4、4.2.2、4.3.1、4.3.2、4.3.12、4.3.16、5.4.4、5.6.1、5.6.2、5.6.3、5.6.4、6.1.6、6.3.2、6.4.3、7.2.17、8.1.5、8.2.1、9.2.3、9.3.7、10.1.2、10.2.7、10.2.10、10.2.19、10.3.3、10.4.4、10.5.2、10.5.6、11.1.4条

13. 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012
第3.0.6、4.1.3、5.1.7、5.1.8、6.0.1、7.0.4条
14. 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19-2010
第3.2.1条
15. 《钢筋混凝土薄壳结构设计规程》JGJ 22-2012
第3.2.1条
16. 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52-2006
第1.0.3、3.1.10条
17. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011
第6.2.5条
18. 《混凝土用水标准》JGJ 63-2006
第3.1.7条
19. 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85-2010
第3.0.2条
20. 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92-2016
第3.1.1、3.2.1、6.3.7条
21. 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95-2011
第3.1.2、3.1.3条
22. 《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107-2016
第3.0.5条
23. 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114-2014
第3.1.3、3.1.5条
24. 《冷轧扭钢筋混凝土构件技术规程》JGJ 115-2006
第3.2.4、3.2.5、7.1.1、7.3.1、7.3.4、7.4.1、8.1.4、8.2.2条
25. 《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-2009
第5.3.13、6.1.2、6.3.1、6.3.4、7.1.2、7.3.1、7.3.3、9.3.1、9.3.5条
26. 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013
第4.3.15条
27. 《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149-2017
第4.1.5、6.2.5、6.2.10、7.0.2条
28. 《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169-2009
第3.0.4、4.2.3条
29. 《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206-2010
第3.0.1条
30. 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256-2011
第3.2.3、6.0.7、6.0.8条
31. 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355-2015
第3.2.2、7.0.6条
32. 《人工碎卵石复合砂应用技术规程》JGJ 361-2014
第8.1.2条
33. 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366-2015
第4.1.6、4.2.3条
34. 《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369-2016
第4.1.1、4.1.6条
35. 《轻钢轻混凝土结构技术规程》JGJ 383-2016
第4.1.8条
36. 《缓粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 387-2017
第4.1.3条

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工程项目功能、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，建设工程项目的勘察、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。

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 当施工过程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基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，应采取抑制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	
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 对接一、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_{mst}^0	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 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_{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 $400\text{N}/\text{mm}^2$ ；
- 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 转换柱的箍筋配筋特征值比普通框架柱要求的数值增加 0.02 采用，且箍筋体积配筋率不应小于 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0.50%。

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、洪水等特殊情况下，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 超过结构设计工作年限或使用期超过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。

中华人民共和国国家标准

混凝土结构通用规范

GB 55008-2021

起草说明

一、基本情况

按照《住房和城乡建设部关于印发2019年工程建设规范和标准编制及相关工作计划的通知》（建标函〔2019〕8号）要求，编制组在国家现行相关工程建设标准基础上，认真总结实践经验，参考了国外技术法规、国际标准和国外先进标准，并与国家法规政策相协调，经广泛调查研究和征求意见，编制了本规范。

本规范的主要内容是：总则，基本规定，材料，设计，施工及验收，维护及拆除。

本规范规定了混凝土结构应满足的安全性、适用性、耐久性基本要求。在材料方面，规定了混凝土原材料的关键性能、混凝土配合比设计及混凝土性能，普通钢筋及预应力筋力学性能，普通钢筋连接接头及预应力筋锚具组装件性能等；在设计方面，规定了结构混凝土及配筋材料力学性能取值，结构体系、结构分析、结构及结构构件极限状态设计，以及构件最小截面尺寸、钢筋锚固和连接、构件配筋构造的基本要求和关键措施等；在施工及验收方面，规定了材料进场检验、模板及支架、普通钢筋及其连接接头、预应力筋及其锚固、混凝土浇筑和养护、装配式混凝土结构等关键技术要求；在维护方面，规定了混凝土结构使用维护、检测与鉴定、监测和预警、缺陷处置、结构拆除等关键技术措施。

本规范中，规定混凝土结构基本性能的条款主要在第2章。

下列工程建设标准中强制性条文按本规范执行：

- 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）
- 《钢筋混凝土筒仓设计标准》GB 50077-2017
- 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013
- 《混凝土质量控制标准》GB 50164-2011
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015
- 《混凝土电视塔结构设计规范》GB 50342-2003
- 《大体积混凝土施工标准》GB 50496-2018
- 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011
- 《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》GB 50669-2011
- 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982-2014
- 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010
- 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012
- 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19-2010
- 《钢筋混凝土薄壳结构设计规程》JGJ 22-2012
- 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52-2006
- 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011
- 《混凝土用水标准》JGJ 63-2006
- 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85-2010
- 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92-2016
- 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95-2011
- 《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107-2016
- 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114-2014
- 《冷轧扭钢筋混凝土构件技术规程》JGJ 115-2006
- 《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-2009
- 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013
- 《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149-2017
- 《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169-2009
- 《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206-2010
- 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256-2011
- 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355-2015
- 《人工碎卵石复合砂应用技术规程》JGJ 361-2014
- 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366-2015
- 《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369-2016
- 《轻钢轻混凝土结构技术规程》JGJ 383-2016
- 《缓粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 387-2017

本规范由住房和城乡建设部负责管理和解释。

二、本规范编制单位、起草人员及审查人员

（一）编制单位

中国建筑科学研究院有限公司

清华大学

中国建筑股份有限公司

中国机械工业集团有限公司

建研科技股份有限公司

中国建筑设计研究院有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司
中国电子工程设计院有限公司
中国建筑标准设计研究院有限公司
中冶京诚工程技术有限公司
中交公路规划设计院有限公司
中交水运规划设计院有限公司
国家建筑工程质量监督检验中心
中国建筑技术集团有限公司
同济大学
重庆大学
浙江大学
哈尔滨工业大学
西安建筑科技大学
北京市建筑设计研究院有限公司
华东建筑设计研究院有限公司
中国建筑西南设计研究院有限公司
中国建筑东北设计研究院有限公司
南京市建筑设计研究院有限责任公司
中国航空规划设计研究总院有限公司
郑州大学综合设计研究院有限公司
福建省建筑设计研究院有限公司
北京预制建筑工程研究院有限公司

(二) 起草人员

王翠坤 黄小坤 赵基达 朱爱萍 聂建国 肖绪文
徐 建 任庆英 包琦玮 娄 宇 郁银泉 王立军
鲍卫刚 胡家顺 王 霓 冯大斌 冷发光 李东彬
姜 波 顾祥林 张 川 金伟良 郑文忠 周永祥
梁兴文 束伟农 张凤新 吴小宾 左 江 吴一红
贾 洁 于秋波 任 彧 王晓锋 程志军 蒋勤俭

(三) 审查人员

吕西林 冯 远 李 霆 丁永君 李爱群 刘加平
龚 剑 王恒栋 吴 体 卢伟煌 张建军

三、术语和符号

(一) 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 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。
- 8 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。
- 9 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。
- 10 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。

11 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。

(二) 符号

d ——钢筋的公称直径，简称钢筋直径；

f_{mst}^0 ——钢筋接头的实测极限抗拉强度；

f_{stk} ——钢筋极限抗拉强度标准值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_y ——普通钢筋抗拉强度设计值；

f_{yk} ——普通钢筋屈服强度标准值；

f_{yv} ——横向钢筋的抗拉强度设计值；

h_b ——梁截面高度。

四、条文说明

本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

1 总 则

1. 0. 1 本条规定了制定本规范的目的。混凝土结构是我国工程建设中最常用的材料结构之一，保证混凝土结构安全性、适用性、耐久性以及保障人身健康和生命财产安全、生态环境安全是最基本要求。

1. 0. 2 本条规定了本规范的适用范围。混凝土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，广泛应用于房屋建筑工程以及市政、交通、水利、电力、通信等工程中。混凝土结构工程建设活动中，涉及材料选用、设计、施工、质量验收等建设环节的技术要求和管理要求；建设工程交付使用后，还涉及使用维护、可靠性鉴定、加固改造及拆除等基本技术要求和管理工作，均应符合本规范的规定。

本规范是工程建设规范体系的组成部分，为了减少内容重复，其他规范已有的通用规定，本规范尽量不再重复。因此，为了保证混凝土结构工程设计及加固改造的可靠性、使用维护的安全性，必须与其他相关工程建设规范配套使用。与混凝土结构工程直接相关的现行工程建设规范主要包括：《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022以及有关项目规范等。

目前，本规范涉及交通、水利、电力、通信甚至房屋建筑等混凝土结构工程的具体技术规定可能尚不全面，将在以后的工程应用中不断积累经验，逐步丰富和完善。

1. 0. 3 工程建设规范是以工程建设活动结果为导向的技术规定，突出了建设工程的规模、布局、功能、性能和关键技术措施。通用技术规范中关键技术措施不能涵盖工程规划建设管理采用的全部技术方法和措施，仅仅是保障工程性能的“关键点”，通用技术规范要求的结果是要保障建设工程的性能，因此，能否达到规范中性能的要求，以及工程技术人员所采用的技术方法和措施是否符合规范的要求，需要规范使用者进行全面的判定，其中，重点是判定能否保证工程性能符合规范的规定。进行这种判定的主体应为工程建设的相关责任主体，这是我国现行法律法规的要求。《中华人民共和国建筑法》《建设工程质量管理条例》《民用建筑节能条例》等相关法律法规，突出强调了工程监管、建设、规划、勘察、设计、施工、监理、检测、造价、咨询等各方主体的法律责任，既规定了首要责任，也确定了主体责任。在工程建设过程中，执行强制性工程建设规范是各方主体落实责任的必要条件，是基本的、底线的条件，责任主体有义务对工程规划建设管理采用的技术方法和措施是否符合本规范规定进行判定。同时，为了支持创新，鼓励创新成果在建设工程中应用，当拟采用的新技术在工程建设强制性规范没有相关规定时，应当对拟采用的工程技术进行论证，确保建设工程达到工程建设强制性规范规定的工程性能要求，确保建设工程质量和安全，并应满足国家对建设工程环境保护、卫生健康、经济社会管理、能源资源节约与合理利用等相关基本要求。

2 基本规定

2. 0. 1 本条根据混凝土结构工程特点及我国结构规范体系的基本原则，提出了混凝土结构工程设计的安全性、适用性、耐久性基本要求，与国家现行有关标准、国际相关标准的水平相当。

混凝土结构工程设计，首先应确定结构设计工作年限（即现行标准中的“设计使用年限”）、结构安全等级以及建筑工程的抗震设防类别和对应的抗震设防标准，以此确定结构设计目标及相应的结构措施；结构上的作用包括永久荷载、可变重力荷载（如楼面、屋面活荷载等）、风荷载、地震作用、温度变化、海浪作用以及混凝土收缩徐变、环境腐蚀作用等，应根据实际工程情况以及《工程结构通用规范》GB 55001-2021等确定，不能遗漏；同时，应根据工程实际情况，按照《工程结构通用规范》GB 55001-2021的原则，选择恰当的作用组合（当作用和作用效应呈现线性关系时可采用作用效应组合），以保证分析得到结构的最不利作用效应。

对于新建以及改建、扩建、加固混凝土结构工程，针对整体结构、结构构件，应进行结构承载能力极限状态（包括可能的不同设计状况下的承载力极限状态）、正常使用（如变形、裂缝等）极限状态设计及耐久性设计，其结果应符合建筑工程的功能

和结构性能要求，包括承载力、变形（构件挠度、结构侧向位移等）、裂缝、耐久性等基本要求。

近年来，结构工程施工过程发生了不少安全事故。对混凝土结构，尤其是预应力混凝土结构以及大型、复杂钢筋混凝土结构，保证施工阶段的结构安全性十分重要。因此，混凝土结构应按照短暂设计状况进行施工阶段不同结构状态的承载力极限状态设计，包括承载能力、稳固性等计算，必要时还要进行结构变形、裂缝等验算。对于预应力混凝土结构，考虑到其施工过程的多样性、复杂性等特点，需要针对性地考虑施工阶段形成的结构和作用在其上的荷载，包括预应力荷载；应根据形成的结构、施加的预应力等实际工况进行作用效应分析，并进行承载力计算和抗裂验算，以确保施工阶段结构的安全性。

混凝土结构工程的耐久性日益受到社会各界的关注和重视，耐久性的劣化会影响结构的承载能力和正常使用，影响高质量发展；目前规范体系中，混凝土耐久性设计基本要求体现在结构承载力极限状态和正常使用极限状态设计的相关规定中，这里特别提出“耐久性设计”要求，是为了进一步引起工程界的重视。

2. 0. 2 本条规定了混凝土结构选用混凝土强度等级的基本要求，与国家现行有关标准相比，最低强度等级要求有所提高。

混凝土结构的混凝土强度等级选用，应考虑工程结构特点，首先应满足结构的承载力、刚度及耐久性需求，由设计计算确定；其次要满足本条规定的最低强度等级要求，以保证工程结构的基本安全性及耐久性。

对设计工作年限为50年的混凝土结构的最低混凝土强度等级要求，多数指标比现行有关标准的规定有所提高，以适当提高混凝土结构的安全性及耐久性，落实我国倡导采用高强高性能混凝土、促进建筑业高质量发展的要求。主要表现在：1) 素混凝土结构的混凝土最低强度等级由C15提高到C20，钢筋混凝土结构的混凝土最低强度等级由C20提高到C25。2) 对于预应力混凝土结构构件，混凝土强度等级C30是最低要求，主要适用于建筑结构的楼板等构件（包括预制叠合楼板的预制底板）；对于其他预应力混凝土结构构件（比如桥梁结构以及建筑结构的梁、柱等），混凝土强度等级应提高，并不应低于C40。3) 对于钢-混凝土组合结构构件，为了更好发挥两种材料的效能，提出了混凝土强度等级不应低于C30的要求。4) 对于抗震等级不低于二级（包括现行标准中的二级、一级、特一级）的钢筋混凝土构件，提出了混凝土强度等级不应低于C30的要求，与现行标准相比，适当提高了二级抗震等级构件的要求。5) 对于采用500MPa及以上等级高强钢筋的混凝土结构，为了更好发挥高强钢筋的性能，混凝土的强度等级应相应提高，本条提出了不低于C30的要求，比现行标准C25的规定有所提高。

服役期混凝土结构的耐久性能与结构设计工作年限以及混凝土所暴露的环境条件有关。设计工作年限比50年更长的混凝土结构，因为结构的耐久性需求更高，所以结构混凝土的最低强度等级应进一步适当提高。

本条所说的素混凝土结构，一般不包含地下室或其他地下结构的素混凝土垫层；素混凝土垫层的最低混凝土强度等级应根据工程实际情况（包括地基的岩土力学性能等）确定。

2. 0. 3 本条规定了混凝土结构中普通钢筋、预应力筋的强度及延性性能要求，水平与国家现行标准、国际标准相当。

混凝土结构的配筋材料包括三大类，第一类是传统配筋，如普通热轧带肋钢筋、光圆钢筋，以及预应力筋等；第二类是型钢和钢筋混合配筋，也属于传统配筋，称之为型钢混凝土构件（结构）；第三类是非传统配筋，如纤维棒材、网片等作为配筋材料，称之为纤维配筋混凝土结构（构件）。目前国内广泛应用的钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构，一般是指传统配筋混凝土结构。无论是何种配筋材料，都应该具有适应工程结构承载和变形需求的强度和变形性能指标，还需要有规定的工艺性能，如钢筋的冷弯性能、焊接性能等。

钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构在荷载和环境作用下，均会产生结构变形。根据不同工程的受力性能、破坏特征、破坏后果，对普通钢筋、预应力筋的伸长率（变形能力）均有不同要求，是保证混凝土结构在极限状态下结构整体性、稳固性、安全性的基本要求。欧洲规范对于一般延性混凝土构件，普通钢筋的伸长率要求不小于7.5%。我国现行标准，对于热轧带肋钢筋、冷加工钢筋、预应力筋的最大力总延伸率都有相应规定；对于高延性要求的构件（例如受力后可能产生塑性铰的梁、柱、斜撑等杆状构件等），提出了最大力总延伸率不小于9%的更高要求。根据我国钢筋产品标准，将最大力总延伸率作为控制钢筋延性的指标。最大力总延伸率不受断口-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。

2. 0. 4 本条规定了混凝土结构中普通钢筋、预应力筋、结构混凝土的强度标准值、设计值取值要求，与国家现行标准及国际标准水平相当。

1 目前，我国结构混凝土强度等级由混凝土立方体标准试块在标准条件下的抗压强度标准值确定，具有95%的保证率，是本规范混凝土各种力学性能指标的基本代表值，混凝土的轴心抗压、抗拉强度标准值等均由立方体抗压强度标准值计算确定。

C80以上的高强混凝土，目前虽有工程应用但数量很少，且对其结构力学性能的研究尚不够充分，应用时要引起特别关注，保证其拌合物性能及混凝土的力学性能。

2 混凝土结构用普通钢筋、预应力筋的强度标准值按现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB/T 13014、《预应力混凝土用中强度钢丝》GB/T 30828、《预应力混凝土用螺纹钢》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等的规定采用，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下屈服强度特征值 ReL ；预应力筋没有明显的屈服点，一般采用极限强度标志，钢筋极限强度标准值相当于钢筋标准中的钢筋抗拉强度；在钢筋标准中一般取0.002残余应变所对应的应力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。

3 混凝土结构用钢筋的强度设计值由钢筋强度标准值除以钢筋材料分项系数 r_s 确定。对于普通钢筋，其材料分项系数取值应根据工程结构的可靠性要求、构件受力及破坏特点，综合考虑钢筋的力学性能、加工性能、表面形状等因素确定。不同行业，

普通钢筋的材料分项系数取值有所不同，对建筑行业普通热轧300MPa钢筋、400MPa钢筋的材料分项系数为1.1，公路桥涵为1.2，铁路桥梁为1.25，而实际上该强度等级的普通热轧钢筋的质量比较稳定，其材料分项系数为1.1是合理的，公路桥涵与铁路桥梁应在荷载分项系数中或结构重要性系数中考虑。行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191-2008中光圆钢筋为HPB235，考虑到国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1-2018中已采用HPB300钢筋（取消了HPB235牌号钢筋），故本规范对水工结构应用的光圆钢筋直接按HPB300取用。对500MPa高强钢筋，国内该强度等级的高强钢筋应用量还不是很大，对于材料强度的统计数据还有待进一步完善，同时也考虑压弯构件、受弯构件在钢筋所在位置混凝土压应变限值对钢筋抗压强度发挥的影响，适当留有材料的安全储备，其分项系数取为1.15。而《水工混凝土结构设计规范》SL 191-2008中没有列入500MPa钢筋。冷轧带肋钢筋其生产质量的稳定性与热轧钢筋相比有一定的差距，同时因为其经冷轧处理后钢筋的极限强度提高较多，为保证安全性，其材料分项系数取值应比热轧带肋钢筋提高。对预应力筋，取条件屈服强度标准值除以材料分项系数，由于预应力筋延性稍差，其材料分项系数取为不小于1.2。

2.0.5 本条规定了应采取保证混凝土结构耐久性的措施，水平与现行国家标准相当。

持久的混凝土结构，是指在设计工作年限内，在不丧失重要用途或不需要过度的不可预期的维护条件下，能够满足结构的使用性、承载能力及稳定性要求。混凝土结构耐久性的主要影响因素除了原材料及配合比设计等自身因素外，结构的用途（比如承受的作用）、预期服役时间和服役过程中结构的暴露环境是主要因素，因此，混凝土结构应当考虑结构用途、结构设计工作年限及结构暴露环境因素，采取保证混凝土、钢筋和预应力筋的耐久性的针对性设计措施、施工措施、维护措施。

环境类别是混凝土结构暴露环境条件的分类，混凝土结构暴露的环境条件是指混凝土结构表面所处的环境状况，是影响混凝土结构耐久性的外因之一，一般是指除混凝土结构所承受的机械作用（直接作用和间接作用）外，混凝土结构表面所处的物理条件和化学条件。目前，我国各行业对环境分类并不完全一致，也反映了各行业对混凝土耐久性的考虑因素并未达成统一。国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）第3.5.2条给出了一般混凝土结构的环境分类方法，可供参考。

2.0.6 钢筋混凝土构件、预应力混凝土构件是由普通钢筋、预应力筋与混凝土材料有机结合形成的结构构件，两种材料的协同工作是混凝土结构的基本要求，必须采取可靠、适宜的设计措施和施工措施予以保证。

对于钢筋混凝土构件和有粘结预应力混凝土结构构件，普通钢筋、预应力筋（束）的表面形状或表面处理、变形能力、设计指标取值以及与混凝土的粘结与锚固性能等，均会影响钢筋、预应力筋与混凝土的共同工作，比如钢筋的锚固长度、连接区段及搭接长度等，必须满足规定的性能要求；对于无粘结预应力混凝土构件，从设计和施工角度，预应力筋的保护及锚固措施对结构或结构构件的协同工作性能都十分重要。

2.0.7 本条规定了混凝土配合比设计要求以及实现混凝土拌合物工作性能、混凝土硬化后的力学性能和耐久性能的措施要求，水平与国家现行标准相当。

构成普通结构混凝土的原材料包括胶凝材料、粗骨料、细骨料、水、掺合料、外加剂等，为了实现结构混凝土的力学性能（如强度）、工作性能（如流动性）、耐久性能等要求，应根据设计、施工、耐久性要求及原材料实际情况，进行混凝土配合比设计与优化，并根据实际条件采取适宜的生产、运输、施工、维护措施，确保结构混凝土的匀质性以及相应龄期的力学性能、耐久性能，控制影响混凝土结构使用功能和耐久性能的非荷载裂缝的发生与发展。

混凝土配合比设计与优化是混凝土工程质量控制的重要环节，是针对工程个性化需求而采取针对性措施的必要工作。混凝土的匀质性是实现结构设计目标、保证工程质量的基础，混凝土匀质性与原材料、生产技术以及施工技术有关，应避免混凝土原材料分散不均匀，避免混凝土浇筑出现离析、分层等质量问题。所有的措施，应使结构混凝土在相应的龄期时满足结构混凝土强度、弹性模量、耐久性等设计要求。

需要注意的是，当掺合料用量较大，而现场施工的养护条件不足，则结构中混凝土性能可能达不到设计要求（对于非大体积混凝土，此种情况更容易出现）。目前混凝土的耐久性研究认为，大掺量矿物掺合料可以提高某些混凝土耐久性指标，但这个结论是基于良好养护条件下混凝土试验的结果，如掺入大量矿物掺合料而实际结构中的混凝土得不到良好的养护，耐久性设计意图将不能实现，甚至还会降低混凝土耐久性。

2.0.8 本条规定了混凝土结构工程裂缝控制基本技术要求，技术水平与国家现行标准及国际标准相当。

混凝土结构的一个重要特点是受拉性能有限，在混凝土正截面承载力计算中都忽略混凝土的受拉承载力。因此，混凝土结构构件是相对容易产生裂缝的，包括受力裂缝及非受力裂缝（比如混凝土收缩裂缝）。混凝土结构的裂缝不仅影响工程项目的结构性能，也影响工程项目的正常使用性能，包括对用户心理层面的影响。裂缝控制应从材料选用、配合比设计、结构设计、结构施工及使用维护各阶段进行综合控制，方能达到良好效果。设计阶段应按正常使用极限状态进行混凝土拉应力计算或裂缝验算，并应符合本条的基本要求。

非荷载裂缝主要是混凝土材料收缩变形引起的裂缝，此类裂缝一般不影响结构或构件的承载力，但可能影响建筑的使用功能和结构的耐久性。对于有抗渗要求和较高耐久性要求的混凝土结构，需要严格控制非荷载裂缝特别是贯穿性裂缝的发生。非荷载裂缝控制需要从结构设计、材料性能和施工措施等多个环节共同着力。结构设计需要重点减少收缩或混凝土应力集中区域或降低混凝土拉应力水平，并考虑构造和防裂钢筋的设置；材料性能需要采取措施降低混凝土的温度收缩和干燥收缩，对于强度较高的混凝土，还应设法降低其自收缩。施工环节，应采取合理的施工工艺，降低结构的整体变形，采用合理的养护方式，降低水化温升带来的混凝土温度梯度，减少早期混凝土的蒸发量等。

2. 0. 9 本条综合考虑混凝土结构的特点，提出了混凝土结构构件确定最小截面尺寸应考虑的主要因素。

结构构件最小截面尺寸除了满足结构可靠性（安全性、适用性、耐久性）设计的基本要求外，还要考虑设计中没有考虑的某些偶然作用，要留有适当的安全冗余度；同时还要考虑混凝土结构的特点，比如混凝土结构防水、防火、普通钢筋和预应力筋布置、混凝土浇筑等施工要求。

2. 0. 10 本条规定了混凝土结构中普通钢筋、预应力筋的混凝土保护层基本技术要求，水平与国家现行标准、国际标准相当。

普通钢筋、有粘结预应力筋的混凝土保护层厚度，有两个主要作用：一是保证普通钢筋、有粘结预应力筋与混凝土之间的粘结锚固性能，使其共同工作，并完成混凝土构件的基本受力性能要求；二是提供对于普通钢筋、预应力筋受环境影响的保护作用，使其满足结构耐久性要求。混凝土保护层厚度应根据环境类别、普通钢筋和预应力筋种类、普通钢筋锚固及连接性能要求、预应力筋锚固性能要求、普通钢筋的应力水平、混凝土强度等级等因素综合研究确定。

任何条件下，混凝土保护层厚度不应小于15mm，钢筋混凝土构件普通钢筋的混凝土保护层厚度尚不应小于钢筋的公称直径。

2. 0. 11 本条规定了施工中进行普通钢筋、预应力筋代换的技术规定，比现行标准的强制性条文更加全面和严格。

普通钢筋、预应力筋代换均应满足等强代换的原则；除此之外，尚应综合考虑不同钢筋（预应力筋）牌号、直径、束型的差异对构件混凝土保护层厚度、钢筋（预应力筋）锚固性能、普通钢筋搭接性能、钢筋（预应力筋）间距以及最小配筋率、裂缝验算、抗震性能等的影响。同时，明确提出了钢筋（预应力筋）代换应当取得设计单位的设计变更文件。

2. 0. 12 本条规定了对既有混凝土结构加固、改造工程再设计时的基本技术要求，与国家现行标准基本相当。

既有混凝土结构设计一般适用于下列6种情况：达到设计工作年限后继续延长使用年限；为消除安全隐患而进行的设计校核及处理；改变混凝土结构用途和使用环境而进行的复核性设计；对既有混凝土结构进行改建、改造；扩建既有混凝土结构；因事故或灾后受损而进行的结构修复加固等。既有混凝土结构设计前，应对其安全性、适用性、耐久性进行鉴定评估，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。为保证结构安全，承载能力极限状态计算及正常使用状态验算及构造措施等均应符合本规范及其他工程建设规范的有关要求。

无论是复核验算和重新设计，均应在对既有混凝土结构性能评定的基础上确定结构设计方案及结构设计参数。既有混凝土结构的再设计应考虑既有结构的现状，通过查阅资料、检测分析确定既有结构的材料性能和几何参数。后加结构的材料性能等则应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及协同工作状况，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。

3 材料

3. 1 混凝土

3. 1. 1 本条规定了结构混凝土用水泥的基本要求。水泥是混凝土最核心的组分，也是决定混凝土工作性能、力学性能和耐久性能的最基本原材料。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、不同的结构部位对混凝土性能及其原材料要求不同，不同的环境条件对混凝土性能的影响也不同。故选择水泥品种和强度等级应充分考虑设计要求、结构特点（如构造和配筋情况、构件截面尺寸、结构受力特点等）、施工工艺和施工装备情况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）。

水泥的主要控制指标对水泥生产和进场检验都是关键指标。

对于常用的通用硅酸盐水泥，生产中一般都已经掺加了混合材料，搅拌站生产预拌混凝土时通常根据需要掺加矿物掺合料。只有将水泥中的混合材品种和掺量在出厂时予以明示，且保证所使用的混合材质量合格，搅拌站才能对含有矿物掺合料的混凝土配合比进行针对性设计，以控制混凝土质量、防止工程事故。

3. 1. 2 本条规定了结构混凝土用砂的基本要求。不同来源的砂，其化学成分、矿物组成和质量有很大差别，明确其主要质量指标，以便于质量控制。砂的含泥量和坚固性对混凝土质量和耐久性影响大，是控制混凝土质量的关键指标。高强混凝土对原材料质量要求高，为保证混凝土强度、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。

随着天然砂枯竭或禁采，结构混凝土用机制砂（人工砂）是大势所趋，机制砂的粒型、级配、石粉含量、压碎指标等显著影响混凝土性能。其中，含有石粉是机制砂区别于天然砂的一个重要技术特征。不同母岩生产的机制砂（人工砂）的石粉含量对混凝土性能影响差别较大。科学合理应用好机制砂中的石粉，是制备优质机制砂（人工砂）混凝土的关键技术之一。采用石粉的亚甲蓝值MBF和石粉流动度比FF两个指标进行评估，才能达到有效控制石粉含量及有效利用优质石粉的目的；传统上采用机制砂MB值作为指标往往难以准确反映石粉对混凝土性能的综合影响。

海砂用于混凝土结构，必须进行净化处理，并保证氯离子含量符合本条要求。研究和工程实践证明，经净化处理合格的海砂用于混凝土结构，其力学性能和耐久性能与河砂配置的混凝土相当。海砂净化处理通常是指采用专用设备和工艺对海砂进行淡水淘洗并达到质量要求的过程。净化处理包括去除海砂的氯离子等有害离子、泥（泥块）、贝壳等杂质。用淡水淘洗进行海砂净化处理是目前国内外最可靠的技术途径，氯离子含量符合要求才能有效控制长期服役中混凝土结构的钢筋锈蚀。

本条第3款对钢筋混凝土、预应力混凝土用砂的氯离子含量做了规定，比现行标准要求有所提高，指标要求处于国际领先地位。氯离子超标将会对钢筋混凝土、预应力混凝土结构带来灾难性后果，控制砂的氯离子含量是保证混凝土结构安全性和耐久性的关键环节之一。

3. 1. 3 本条规定了结构混凝土用粗骨料的基本要求。

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，以便于实现对混凝土的质量控制。

粗骨料含泥量、泥块含量以及坚固性检验指标对混凝土耐久性影响大，必须严格控制。高强混凝土对粗骨料的含泥量和泥块含量有较高要求，其含量对高强混凝土性能影响敏感，应严格控制。

3. 1. 4 本条规定了结构混凝土用外加剂的基本要求。

- 1 含有六价铬、亚硝酸盐和硫氰酸盐成分的混凝土外加剂对人类健康有危害。
- 2 这些成分和混凝土使用条件会造成金属锈蚀和混凝土性能劣化。
- 3 这些物质会造成混凝土耐久性和安全性隐患。
- 4 这些物质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。
- 5 这些物质会造成预应力筋腐蚀和晶格腐蚀，导致安全性和耐久性隐患。

3. 1. 5 本条规定了结构混凝土拌合用水的基本要求，列出了拌合用水的主要控制因素。混凝土拌合用水的pH值、硫酸根离子含量、氯离子含量等会影响混凝土各方面性能；水中不溶物和可溶物含量也对混凝土主要性能有显著影响，这些因素都应该予以控制。采用满足饮用水要求的自来水时，本条规定的指标都可以满足要求。采用其他水源时，应该按相关标准检测本条规定的指标。当配制混凝土的骨料有碱活性或者潜在碱活性时，为防止碱骨料反应，还应严格控制水中碱含量。由于混凝土生产企业的洗刷水碱含量通常偏高，更要注意控制水中的碱含量。当采用碱活性骨料或者潜在碱活性骨料时，不能用生产设备洗刷水来拌制混凝土。

有些地下水、地表水、再生水可能有放射性，应用时应进行相关指标检测并控制。

3. 1. 6 本条规定了结构混凝土配合比设计中对各组成材料的类别、材料性能及用量要求，是本规范第2.0.7条的细化规定。混凝土配合比设计的主要任务是根据结构设计要求、施工条件、环境类别以及工程实践经验等，选择合适的原材料品种，确定各种原材料的质量要求以及配比参数，并据此进行试配、调整、优化，得到满足混凝土力学性能、工作性能和耐久性能要求的经济性好、技术先进且易于实现的施工配合比。胶凝材料品种、水胶比、骨料质量、混凝土拌合用水量、外加剂品种和掺量等是进行混凝土配合比设计时需要重点考虑的因素。

为了从过程控制中落实本规范第3.1.8条对结构混凝土（拌合物及硬化混凝土）的氯离子含量要求，本条补充提出了综合控制原材料（细骨料、水泥、拌合用水）氯离子含量的规定，即当混凝土用砂的氯离子含量大于0.003%（同时不能大于本规范第3.1.2条的相关规定）时，对水泥及拌合用水的氯离子含量提出了更严格要求。本条混凝土用砂氯离子含量指标0.003%主要依据行业标准《建筑市政工程用净化三角砂》JG/T 494-2016。

3. 1. 7 需要预防碱骨料反应的结构工程，首选措施是采用非活性骨料。对于有潜在碱活性的骨料，应按照国家现行有关标准采取预防措施。

3. 1. 8 本条规定了混凝土中水溶性氯离子含量限值及计算方法，指标要求与国家现行有关标准、国外先进标准大体相当，对钢筋混凝土个别情况的氯离子限制指标有所加严。以前混凝土氯离子含量采用原材料含量累加，因检验对象不同，不利于质量控制。采用实测混凝土的氯离子含量并加以控制，更容易保证混凝土质量。

计算混凝土氯离子含量时，采用氯离子与胶凝材料的质量百分比计算，并且用于计算的胶凝材料中，辅助胶凝材料（主要是指粉煤灰、硅灰、粒化矿渣粉等具有胶凝活性的矿物掺合料）的量不应大于硅酸盐水泥的量，即辅助胶凝材料的量不应大于胶凝材料总量的50%。这里所说的硅酸盐水泥是指《通用硅酸盐水泥》GB 175-2007中规定的硅酸盐水泥。

混凝土中水溶性氯离子含量与混凝土的材料组成和胶凝材料水化反应过程有关，一部分水溶性氯离子会在混凝土硬化过程中被胶凝材料的水化物所固化。因此，检测硬化混凝土的水溶性氯离子含量时，与混凝土的龄期有关。

3. 2 钢筋

3. 2. 1 本条规定了普通钢筋材料分项系数取值的下限要求。对500MPa级高强钢筋，考虑压弯构件、受弯构件在钢筋所在位置混凝土压应变限值对钢筋抗压强度发挥的影响，适当留有材料的安全储备，其材料分项系数的最小取值为1.15。冷轧带肋钢筋其生产质量的稳定性与热轧钢筋相比有一定的差距，同时因为其经冷轧处理后极限强度提高较多，为保证材料的安全性，其材料分项系数的最小取值为1.25。

3. 2. 2 为保证混凝土结构与构件的延性，对普通钢筋、预应力筋提出最大力总延伸率要求。在现行国家标准《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2中，已将最大力总延伸率作为控制钢筋延性的指标。对中强度预应力钢丝，现行国家标准规定其最大力总延伸率为3.5%。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，本条规定其最大力总延伸率不应小于4.0%，适当提高。

3.2.3 本条提出了框架、斜撑构件（含梯段）中纵向受力普通钢筋强度、延伸率的规定，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款中钢筋的最大力总延伸率习惯上也称为均匀伸长率。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-剪力墙的柱等，其抗震等级应根据国家现行标准确定；斜撑构件包括伸臂桁架的斜撑、楼梯的梯段等；剪力墙及其边缘构件、筒体、楼板、基础等一般不属于本条规定的范围之内。

3.3 其他材料

3.3.1 预应力筋用锚具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。本条提出预应力筋-锚具组装件的基本性能要求。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。

3.3.2 钢筋机械连接接头抗拉强度和破坏模式是保证接头质量的重要指标，必须进行规定。参考美国、日本、法国相关标准和ISO标准对接头强度的规定，其最高等级接头大多要求不小于钢筋极限抗拉强度标准值。本条规定，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。

3.3.3 本条为钢筋套筒灌浆连接接头受力性能的关键技术要求，涉及结构安全。钢筋套筒灌浆连接目前主要用于装配式混凝土结构中墙、柱等重要竖向构件的钢筋同截面100%连接。本条规定是套筒灌浆连接接头抗拉性能的检验要求，要求接头抗拉试验实测的极限抗拉强度不应小于被连接钢筋的抗拉强度标准值，且不允许发生断于接头或连接钢筋与灌浆套筒拉脱的现象，以保证采用套筒灌浆连接的混凝土构件的结构安全。与本规范第3.3.2条钢筋机械连接接头相比，本条规定实际上取用了Ⅰ级机械连接接头中钢筋拉断的接头破坏模式，不允许连接件破坏。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了混凝土结构设计应考虑的作用和作用效应，水平与国家现行标准及国际标准相当。

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，包括但不限于火灾、爆炸、撞击等；承受动力作用的结构构件，如机动车的冲击力、制动力、离心力等，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。

4.1.2 本条要求混凝土结构抗震设计必须根据工程实际情况确定抗震设防目标，并依据抗震设防目标以及结构的规则性程度采取相应的抗震措施（包括构造措施）。结构的抗震设防烈度、场地类别、设计地震分组、设防分类等，应按照国家现行标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002确定。

4.1.3 目前，混凝土结构主要采用构件内力（弯矩、剪力、轴力、扭矩等）进行承载力设计。但对于大体积混凝土、复杂截面混凝土构件等，往往需要直接采用应力分布进行结构或构件的承载力设计。本条规定了采用应力表达式进行承载力设计的基本要求。

4.1.4 本条是对装配式混凝土结构连接和节点设计的基本要求。装配式混凝土结构的主要混凝土构件都是预制构件，其关键问题是结构构件之间的连接方法及设计方法，必须考虑结构性能要求及构件生产、安装施工条件等诸多因素，以保证结构安全性。

4.1.5 本条规定了混凝土结构构件之间、非结构构件（建筑隔墙、机电设备等）与结构构件之间连接设计的基本要求，以保证连接的功能和性能。

4.2 结构体系

4.2.1 本条是对混凝土结构体系的基本要求。混凝土结构体系除了要提供工程需要的承载能力和刚度外，还要满足结构抗震延性需求。

4.2.2 本条针对混凝土结构体系提出具体设计要求。

混凝土结构与砌体结构是两种截然不同的材料结构体系，其刚度、承载能力和变形能力等相差很大，这两种结构在同一建筑物中混合使用，对建筑物的抗震性能将产生不利影响，甚至造成严重破坏，因此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。

带转换层的结构、带加强层的结构、错层结构和连体结构体系等，在地震作用下受力复杂，容易形成抗震薄弱部位。9度抗震设计时，这些结构目前尚缺乏研究和工程实践经验，为了确保安全，因此规定不应采用。

4. 2. 3 本条规定了混凝土结构舒适度要求，包括楼盖竖向振动舒适度及高层建筑、超高层建筑水平风振舒适度要求，控制水平与现行标准水平大体相当。按照《民用建筑设计统一标准》GB 50352-2019的规定，超高层建筑是指房屋高度大于100m的建筑。

4. 3 结构分析

4. 3. 1~4. 3. 3 这三条规定了结构分析建模及结构分析的基本要求。结构分析包括施工阶段和正常使用阶段，建立符合工程实际的、适宜的结构模型并进行分析，是获取精度符合工程要求的作用效应的前提，也是确保施工阶段和使用阶段结构安全的基础。由于工程结构的复杂性和采取的技术措施的多样性，结构的形成和其上承受的各种作用可能处于复杂的动态变化状态，因此应根据工程结构实际，建立适宜的模型。对装配式混凝土结构、预应力混凝土结构，其施工阶段的结构体系和受力状态常有较大变化，对其进行针对性的结构分析尤为重要。

结构分析模型建立后，结构分析（包括采用的结构分析软件）要涉及材料的本构关系、力学平衡条件、主要变形协调条件（包括边界及节点），分析结果要满足结构设计精度要求。主要变形协调条件，是指对分析结果的精度有直接、重要影响的变形协调条件。

4. 3. 4 本条规定了混凝土结构进行弹塑性分析时的基本要求。

进行弹塑性分析时，结构构件各部分的尺寸、截面配筋以及材料性能指标都应预先设定。结构单元、有限元划分应根据实际情况采取不同的离散尺度，确定相应的本构关系，如应力-应变关系、弯矩-曲率关系、内力-变形关系等。

结构材料强度实测值通常可采用平均值；当样本足够时，宜采用数理统计的强度标准值。

4. 3. 5 本条规定了混凝土结构整体稳定性及抗倾覆性能要求。

4. 3. 6 本条规定了混凝土结构需要考虑竖向地震作用计算分析的情况。大跨度、长悬臂结构，一般指跨度大于24m的楼盖结构、跨度大于8m的转换结构、悬挑长度大于2m的悬挑结构。大跨度、长悬臂的混凝土结构或结构构件应计算其自身及其支承部位结构的竖向地震效应。

4. 4 构件设计

4. 4. 1 本条规定了混凝土构件的承载力计算、验算要求。

4. 4. 2 本条规定了混凝土结构构件正截面承载力计算的原则要求及简化计算时的基本假定。

混凝土构件正截面承载力简化计算时，本条第3款混凝土的应力-应变本构关系可按下列规定确定：

当 $\epsilon_c \leq \epsilon_0$ 时

$$\sigma_c = f_c \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_0} \right)^n \right] \quad (1)$$

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

$$\epsilon_0 = 0.002 + 0.5 (f_{cu,k} - 50) \times 10^{-5} \quad (3)$$

当 $\epsilon_0 << \epsilon_c \leq \epsilon_{cu}$ 时

$$\sigma_c = f_c \quad (4)$$

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

$$\sigma_c = f_c \quad (4)$$

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

式中： ϵ_c ——混凝土的压应变；

σ_c ——与混凝土压应变 ϵ_c 对应的混凝土压应力；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

ϵ_0 ——混凝土压应力达到 f_c 时的混凝土压应变，当计算值小于0.002时取为0.002；

ϵ_{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（5）计算的值大于0.0033时取为0.0033；当截面处于轴心受压时取为 ϵ_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. 4. 3 本条针对大体积或复杂截面形状混凝土构件按应力方法进行承载力设计提出要求，与本规范第4.1.3条规定相呼应。

4. 4. 4 本条是本规范第2.0.9条的量化规定，具体规定了主要混凝土结构构件最小截面尺寸的要求，以提供结构抵御风险的基本能力。

4. 4. 5 本条规定了混凝土结构中普通钢筋、预应力筋的锚固基本要求以及普通钢筋锚固长度的要求，其中第1款规定了确定受拉钢筋锚固长度应考虑的主要因素。

4. 4. 6 本条是对静力设计的钢筋混凝土构件纵向普通钢筋最小配筋率的基本要求，抗震设计时尚应符合本规范的相关规定。本条规定与现行标准的强制性条文总体上相当，部分指标有适当提高；与欧盟、美国相关标准的规定大体相当，部分指标有一定的提高，且对于受压构件的最小配筋率区分了不同强度等级钢筋，给出不同规定。

与国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）第8.5.1条相比，本条第2款增加了柱支承板（即一般所称板柱结构或无梁楼盖的楼板）不能降低最小配筋率要求的规定。

本条规定中，偏心受拉构件的受压钢筋，应按受压构件一侧纵向钢筋考虑；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；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后的截面面积计算；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。

本条第3款是对卧置于地基上的混凝土板纵向受拉钢筋的最小配筋率要求，考虑到受力特点等因素，其值可适当降低，但不应小于0.15%。

4. 4. 7 本条根据试验研究和设计经验，并参考国外有关规范的规定，按不同结构体系和不同抗震等级规定了房屋建筑混凝土结构中剪力墙（抗震墙）构件最小配筋率及构造要求。为了防止混凝土剪力墙在受弯裂缝出现后立即达到极限受弯承载力，配置的竖向分布钢筋必须满足最小配筋率要求。同时，为了防止斜裂缝出现后发生脆性的剪拉破坏，规定了水平分布钢筋的最小配筋率。

框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构、筒体结构中的剪力墙是承担水平风荷载或水平地震作用的主要受力构件，必须保证其安全可靠。同时为了提高混凝土开裂后的性能和保证施工质量，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。

部分框支剪力墙结构中，剪力墙底部加强部位是指房屋高度1/10以及地下室顶板至转换层以上两层高度二者的较大值。

4. 4. 8 本条规定了混凝土框架梁设计的基本要求。

由于梁端区域能通过采取相对简单的抗震构造措施而具有相对较高的延性，故常采用“强柱弱梁”措施引导框架中的塑性铰首先在梁端形成。设计框架梁时，控制梁端截面混凝土受压区高度（主要是控制负弯矩下截面下部的混凝土受压区高度）的目的是控制梁端塑性铰区具有较大的塑性转动能力，以保证框架梁端截面具有足够的曲率延性。根据国内的试验结果和参考国外经验，当相对受压区高度控制在0.25~0.35时，梁的位移延性可达到4.0~3.0。在确定混凝土受压区高度时，可把截面内的受压钢筋计算在内。

框架梁纵向受拉钢筋最小配筋率的取值上统一采用双控方案，即一方面规定具体数值，另一方面使用与混凝土抗拉强度设计值和钢筋抗拉强度设计值相关的特征值参数进行控制。

本条还给出了梁端箍筋加密区内底部纵向钢筋和顶部纵向钢筋的面积比最小取值。通过这一规定对底部纵向钢筋的最低用量进行控制，一方面是考虑到地震作用的随机性，在按计算梁端不出现正弯矩或出现较小正弯矩的情况下，有可能在较强地震下出现偏大的正弯矩，故需在底部正弯矩受拉钢筋用量上给予一定储备，以免下部钢筋过早屈服甚至拉断。另一方面，提高梁端底部纵向钢筋的数量，也有助于改善梁端塑性铰区在负弯矩作用下的延性性能。对于预应力混凝土，梁端截面的底部纵向普通钢筋和顶部纵向受力钢筋截面面积的比值也应符合本条规定，计算顶部纵向受力钢筋截面面积时，应将预应力筋按抗拉强度设计值换算为普通钢筋截面面积。

框架梁的抗震设计除应满足计算要求外，梁端塑性铰区箍筋的构造要求极其重要，它是保证该塑性铰区延性能力的基本构造措施。本规范对梁端箍筋加密区长度、箍筋最大间距、箍筋最小直径作出规定，其目的是从构造上对框架梁塑性铰区的受压混凝土提供约束，并约束纵向受压钢筋，防止受压钢筋在保护层混凝土剥落后过早压屈，继而受压区混凝土被压溃。

4. 4. 9 本条提出框架柱（含框支柱在内的转换柱）纵向普通钢筋及加密区箍筋的最低配筋构造要求。本条是对现行标准强制性

条文内容的融合和部分修改，个别指标有所提高，总体上与现行标准有关规定相当；与国际上有关规范的相关规定大体相当，因抗震设计体系不同，个别情况有所提高（比如纯框架结构的纵向钢筋最小配筋率）或降低（比如低抗震等级柱的构造要求）。

框架柱纵向钢筋最小配筋率是抗震设计中的一项较重要的构造措施。其主要作用是：考虑到实际地震作用在大小及作用方式上的随机性，经计算确定的配筋数量仍可能在结构中造成某些估计不到的薄弱构件或薄弱截面；通过对纵向钢筋最小配筋率的规定，可以对这些薄弱部位进行补救，以提高结构整体地震反应能力的可靠性；可保证柱截面开裂后抗弯刚度不致削弱过多；另外，最小配筋率还可以使设防烈度不高地区一部分框架柱的抗弯能力在“强柱弱梁”措施基础上有进一步提高，这也相当于对“强柱弱梁”措施的某种补充。

4. 4. 10 本条规定了混凝土转换梁（含框支梁）的基本配筋构造要求。转换梁包括部分框支剪力墙的框支梁以及梁上托柱的框架梁，是带转换层结构中应用最为广泛的转换结构构件。结构分析和试验结果表明，转换梁受力复杂且十分重要，因此对其纵向钢筋、梁端加密区箍筋的最小构造配筋提出了比一般框架梁更高的要求。

本条第3款针对偏心受拉的转换梁（一般为框支梁）顶部纵向钢筋及腰筋的配置提出了更高的要求。研究表明，偏心受拉的转换梁，截面受拉区域较大，甚至全截面受拉，因此除了按结构分析配置钢筋外，加强梁跨中区段顶部纵向钢筋以及两侧面腰筋的最低构造配筋要求是非常必要的。

4. 4. 11 本条提出了混凝土转换柱（含框支柱）的最低配筋构造要求。转换柱包括部分框支剪力墙结构中的框支柱和框架-核心筒、框架-剪力墙等结构体系中支承托柱转换梁的框架柱，是带转换层结构的重要构件，受力性能与普通框架柱大致相同，但受力大，破坏后果严重。

4. 4. 12 本条规定了带加强层高层建筑关键部位的最低构造设计要求。带加强层的高层建筑结构，加强层刚度和承载力较大，与其上下相邻楼层相比有突变，加强层相邻楼层往往成为抗震薄弱层；与加强层水平伸臂结构相连接部位的核心筒剪力墙以及外围框架柱受力大且集中。因此，为了提高加强层及其相邻楼层与加强层水平伸臂结构相连接的核心筒墙体以及外围框架柱的抗震承载力和延性，本条规定应对此部位结构构件的抗震等级提高一级采用（已经为特一级时允许不再提高）；框架柱箍筋应全柱段加密，轴压比从严控制；剪力墙应设置约束边缘构件。

4. 4. 13 本条规定了房屋建筑错层结构关键部位的最低构造设计要求。错层结构属于竖向布置不规则结构，错层部位的竖向抗侧力构件受力复杂，容易形成多处应力集中部位。框架结构错层更为不利，容易形成长短柱沿竖向交替出现的不规则体系。因此，规定抗震设计时错层处柱的抗震等级应提高一级采用（已经为特一级时允许不再提高），截面高度不应过小，箍筋应全柱段加密配置，以提高其抗震承载力和延性。

4. 4. 14 本条规定了房屋建筑连体结构关键部位的最低构造设计要求。

房屋建筑的连体结构一般是指除裙楼以外，两个或两个以上塔楼之间带有连接体的结构形式。研究表明，连体结构自振振型较为复杂，前几个振型与单体建筑有明显不同，除顺向振型外，还出现反向振型；连体结构抗扭转性能较差，扭转振型丰富，当第一扭转频率与场地卓越频率接近时，容易引起较大的扭转反应，易造成结构破坏。因此，连体结构的连接体及与连接体相连的结构构件受力复杂，易形成薄弱部位，抗震设计时必须予以加强，以提高其抗震承载力和延性。

5 施工及验收

5. 1 一般规定

5. 1. 1 本条规定了混凝土结构工程施工的基本要求。混凝土结构工程应按照施工图要求进行施工，并实现设计目标要求，这是最基本的要求。施工组织设计和施工方案是工程施工中的主要技术依据，是保证施工安全和施工质量的基本管理方式。

工程施工中会产生多种垃圾和废弃物，坚持因地制宜的原则，实施垃圾减量化措施，控制环境污染、促进废弃物的循环利用，是建立“资源节约型 and 环境保护型”社会的要求和具体体现。

施工过程中已完成的实体包括模板与支架、钢筋骨架、脚手架和混凝土结构等，必须进行保护，避免后续施工对其造成不良影响。近年来频繁发生的工程质量安全事故分析报告指出，施工超载是造成工程事故的主要原因之一，因此应对作用在已完成实体上的荷载进行控制。施工过程中确需临时超载时，应对已完成实体进行验算并采取必要的措施，以保证施工和结构的安全。

5. 1. 2 对施工中使用的材料、构配件、器具和半成品进行进场验收，确保其质量符合国家现行有关标准的要求，是保证工程质量的前提和重要措施，同时也是《中华人民共和国建筑法》《建设工程质量管理条例》等法律法规中“不合格的材料不得用于建筑工程”规定的具体落实。

实际工程中，材料、构配件、器具和半成品进场抽样检验，应预先制定详细的检测、试验方案并在施工过程中实施。

本条所说“材料”包括混凝土原材料、预拌混凝土以及其他材料。控制混凝土中的氯离子含量是保证混凝土结构安全性和耐久性的关键措施之一，混凝土用砂、水泥、拌合用水的氯离子含量控制应符合本规范第3.1节的有关规定，混凝土的氯离子含量应符合本规范第3.1.8条的规定。混凝土（包括预拌混凝土）浇筑前，应获得混凝土的合格证明文件（包括氯离子含量的合格证明）。

5. 1. 3 混凝土结构工程施工中需要隐蔽的项目主要包括钢筋、预应力筋、预埋件等，在混凝土浇筑之前，对这些项目进行验收，主要是为了确保其施工质量符合设计要求，避免预留预埋件的遗漏等。重要工序和关键部位是混凝土结构施工质量的控制关键点，其对结构整体质量有重要影响。在施工过程中加强质量检查或测试并做好记录，不仅有利于控制质量，同时使质量控制活动具有可追溯性。

5. 1. 4 模板拆除、预制构件起吊、预应力筋张拉和放张时，均要求结构混凝土具有一定的强度，使结构构件在承受相应的施工荷载或预加力时，能满足承载力、变形和抗裂度要求。

5. 1. 5 混凝土结构的外观质量严重缺陷通常会影响结构性能、使用功能或耐久性；过大的尺寸偏差可能影响结构构件的受力性能、使用功能，也可能影响后续安装工程的正常施工。因此，混凝土结构的外观质量不应有严重缺陷，也不应该有过的尺寸偏差，这是质量验收合格的重要条件，这样的缺陷一经发现，必须按规定的程序进行处理，使其符合质量验收要求后再重新验收。

5. 1. 6 结构实体质量检验是在所含各分项工程验收合格的基础上，以完成的结构实体为对象，对重要项目进行的复核性检查，其目的是为了强化混凝土结构的施工质量验收，确保结构工程的质量。主要检验内容包括混凝土强度、钢筋保护层厚度、实体结构的位置和尺寸偏差等。施工过程中的钢筋骨架实体、钢筋连接等也属于实体检验的范围。

5. 2 模板工程

5. 2. 1 模板及支架是施工过程中的临时结构，应根据结构形式、荷载大小等结合施工过程的安装、使用和拆除等控制工况进行设计，保证其承载力和刚度，既能满足施工安全，也能满足混凝土结构成型质量要求。模板及支架的整体稳固性系指在遭遇偶然事件时，不因构造不合理或局部支撑杆件缺失造成整体性坍塌。本条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。模板及支架设计应满足要求，其安装、使用和拆除等也应满足上述要求。

5. 2. 2 混凝土结构施工过程中，模板及支架的主要功能之一是保证浇筑成型的混凝土满足设计对构件形状、尺寸和位置的要求，也是混凝土结构实现设计要求的基本保证。

5. 3 钢筋及预应力工程

5. 3. 1 钢筋的连接质量直接影响钢筋性能的发挥，焊接或机械连接质量均受现场施工环境及操作质量的影响，从钢筋安装工程实体中截取试件，更能真实地代表并反映其连接质量。

5. 3. 2 锚具、夹具和连接器的静载锚固性能是预应力筋可靠受力并发挥作用的重要指标。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必须能够可靠传力，这是预应力体系在预应力混凝土结构中发挥作用并保证其安全性的另一项重要指标。因此锚具和连接器、锚垫板和局部加强钢筋等产品应配套使用。本条中“规定的结构实体”是指锚具通过锚垫板等将预加力传递给结构混凝土时，承受预加力的局部结构实体。

5. 3. 3 钢筋和预应力筋在混凝土结构构件中的配置数量和位置由设计人员依据结构分析和能力需求确定，对保证结构构件的正常使用性能与承载能力至关重要。在施工过程中，应按设计给定的数量和位置进行安装并固定牢固，确保在混凝土浇筑过程中不移位，确保按设计要求发挥作用。

5. 3. 4 由于预应力筋断裂或滑丝对结构构件的受力性能和抗裂性能影响极大，而出现断裂意味着其在材料、安装及张拉环节存在缺陷或隐患，因此作出此规定以确保相关材料及工序的质量。

5. 3. 5 预应力筋张拉后处于高应力状态，对腐蚀非常敏感，灌浆是对预应力筋的永久保护措施，要求孔道内水泥浆饱满密实，完全握裹住预应力筋。规定灌浆材料具有一定的强度，主要是为了保证孔道灌浆材料与预应力筋之间具有足够的粘结力，确保预应力筋与混凝土共同工作。

5. 4 混凝土工程

5. 4. 1 混凝土运输、输送、浇筑过程中加水会严重影响混凝土质量；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质量。所以这些现象均应完全杜绝。

5. 4. 2 结构混凝土强度等级是否符合设计要求，应对检验批内标准养护试件的抗压强度代表值按有关标准的要求进行评定。用于混凝土强度等级评定的标准养护试件应在混凝土浇筑地点（通常指混凝土入模处）随机抽取混凝土制作，以保证试件的代表性。由于混凝土拌合物在现场输送过程中，仍有可能出现性能的变化，因此规定试件应在混凝土入模处抽取。

5. 4. 3 规定混凝土的密实性是为了保证混凝土浇筑后具有相应的强度。养护条件对于混凝土强度的增长有重要影响。在施工过程中,应根据原材料、配合比、浇筑部位和季节等具体情况,制定合理的养护技术方案,采取有效的养护措施,保证混凝土强度正常增长。混凝土养护是补充水分或降低失水速率,防止混凝土产生裂缝,确保达到混凝土各项力学性能指标的重要措施。在混凝土初凝、终凝抹面处理后,应及时进行养护工作。混凝土终凝后至养护开始的时间间隔应尽可能缩短,以保证混凝土养护所需的湿度以及对混凝土进行温度控制。

5. 4. 4 对大体积混凝土施工时的温度控制做了规定。大量研究和工程实践经验表明,控制混凝土内外温差是大体积混凝土裂缝控制的关键。采取合理措施,并控制好大体积混凝土内外温差,即可有效地控制裂缝的发生。

5. 5 装配式结构工程

5. 5. 1 预制构件之间的连接是装配式混凝土结构的关键,本条规定了常用装配式混凝土结构中预制构件钢筋连接接头的关键技术和管理要求。

预制构件采用套筒灌浆连接或螺栓连接时,其连接质量与施工条件及施工操作人员的操作直接相关,因此有必要在预制构件连接施工之前进行施工工艺检验,由实际施工操作人员模拟现场施工条件进行预制构件连接试验,检验预制构件连接质量。

钢筋套筒灌浆连接、机械连接均无法实施实体试件检验,所以规定应采用与钢筋连接的实际施工环境相似且在工程结构附近制作的平行加工试件进行连接接头性能检验。

钢筋浆锚搭接连接是将预制构件的受力钢筋在预留孔洞内进行间接搭接的技术,因此应保证连接钢筋搭接长度和灌浆饱满。

5. 5. 2 本条规定了预制叠合构件的接合面、预制构件连接节点的接合面的界面处理要求,并提出现浇混凝土浇筑质量的验收要求。预制叠合构件的接合面、预制构件连接节点的接合面,除应按设计规定进行其质量验收外,清洁的结合面是后浇混凝土与其良好粘结,并共同工作的重要前提。现浇部分混凝土的密实性是这类结构质量和安全性的关键要素。

6 维护及拆除

6. 1 一般规定

6. 1. 1 本条规定了混凝土结构维护的制度要求。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,安全性等级系指现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001中规定的安全性等级,使用环境主要针对结构所处的环境。

维护的主要目的是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,结构安全性主要与日常维护是否及时得当、使用是否规范、是否存在超载和私自拆改、维修是否及时妥当等因素有关,因此结构全寿命周期内必须加强结构维护与监管。不同类型、安全等级及环境条件的结构,其维护检查及管理的制度也应不同,应具有针对性。

对城乡给水排水项目,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。

6. 1. 2 重要混凝土结构系指甲类、乙类建筑,以及特别重要的特大桥梁等结构。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。

信息化建设是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、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、维修改造等情况和维护管理相关信息。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. 3 混凝土结构拆除作业具有高风险性,并会影响环境。为保证拆除作业的安全性,本条规定了拆除需进行方案设计并采取保证安全的措施。

6. 1. 4 本条从生态环境安全、绿色节材角度对结构拆除作业提出原则性要求。

6. 2 结构维护

6. 2. 1 日常维护检查包含主体结构外观、损伤、超载使用情况、危险品堆放及异常、开洞、拆改、剔凿等人为损伤等情况。

6. 2. 2 本条规定了严酷环境混凝土结构维护应当制定专项方案的要求。严酷环境可参考国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）中规定的环境类别为三、四和五类环境。

6. 2. 3 本条规定了混凝土结构在维护过程中应当进行检测与鉴定的情况。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或设计单位的评估和许可。

本条“危及使用安全迹象”指非正常变形、裂缝、钢筋锈蚀等，如地基基础、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、顶管、振动施工等。

6. 2. 4 水泥的安定性是影响混凝土早期质量的因素之一，主要表现在混凝土崩裂，随着超标游离氧化钙的不断反应，混凝土会持续出现崩裂等问题，发展到一定程度时会影响结构安全，因此水泥中游离氧化钙对混凝土存在较大危害。

6. 2. 5 大型复杂混凝土结构多为超高超限结构，应进行结构监测和预警，增加安全保障和使用维护。监测技术应在设计阶段提出相关要求，并应明确施工期间与使用期间的监测要求及监测内容。

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 预警值是监测参数是否超标的阈值，不同参数经结构分析有不同的预警值，也是保证结构处于安全状态的警戒值。

6. 2. 8 超过结构设计工作年限的混凝土结构工程，应进行检测评估。桥梁结构设计工作年限一般不低于100年，当使用超过50年时，也应进行定期检测评估并加强维护。

6. 3 结构处置

6. 3. 1 混凝土结构开裂后会导致内部钢筋锈蚀，钢筋锈蚀会影响结构受力及耐久性，因此应对较大裂缝及钢筋锈蚀的构件及时处理。受弯构件挠度超过设计允许值时，应查明原因并进行处理。

预应力混凝土构件锚固区受力复杂、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，因此对锚固的检查应细致、专业。预应力构件开裂与内部预应力损失有关，应高度重视，查明原因及时处理。

混凝土中氯离子含量超标会导致钢筋锈蚀，影响结构安全及耐久性，应严格控制。混凝土使用碱活性骨料时，应符合本规范第3.1.7条的规定。

6. 3. 2 经检测鉴定后存在安全隐患的结构，应根据鉴定结果和建议及时采取安全治理措施进行处理。安全治理措施包含安全防范措施、修缮等，对于桥梁尚包含限流、停运等。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。

6. 3. 3 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。

6. 3. 4 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。

6. 4 拆除

6. 4. 1 为确保拆除过程的安全，拆除工程的结构应按短暂设计状况进行结构分析；应考虑拆除过程可能出现的最不利情况；分析应涵盖拆除过程，应考虑构件约束条件的改变。

6. 4. 2 本条对拆除作业的相关事项进行了规定。

6. 4. 3 按照《建设工程安全生产管理条例》第三十条的规定，拆除工作应采取措施减少对环境的影响。

6. 4. 4 本条对拆除机械选择作出规定。混凝土结构拆除工作无论采用什么方法，都会涉及拆除工具和机械。当采用机械拆除

时，如果利用结构楼盖作为支承部位，则应分析结构的安全性并采取保证结构安全的措施。

6. 4. 5 混凝土结构采用静态破碎拆除时，灌注药剂的孔型及孔的布置要保证孔内灌入静态破碎剂后实现孔间及孔至构件边缘胀裂裂缝的连通。

6. 4. 6 混凝土结构采用爆破拆除时，应遵守专门操作规程，爆破点布置及每个爆破点的药量应保证结构被爆破，且应采取安全防护措施，保证周边环境安全。

6. 4. 7 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。