

### **强制性条文**

3.1.7 设计应明确结构的用途；在设计使用年限内未经技术鉴定或设计许可，不得改变结构的用途和使用环境。

### **条文说明**

3.1.7 各类建筑结构的设计使用年限并不一致，应按《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定取用，相应的荷载设计值及耐久性措施均应依据设计使用年限确定。改变用途和使用环境(如超载使用、结构开洞、改变使用功能、使用环境恶化等)的情况均会影响其安全及使用年限。任何对结构的改变(无论是在建结构或既有结构)均须经设计许可或技术鉴定，以保证结构在设计使用年限内的安全和使用功能。

## 强制性条文

3.3.2 对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况，当用内力的形式表达时，结构构件应采用下列承载能力极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (3.3.2-1)$$

$$R = R(f_c, f_s, a_k, \dots) / \gamma_{Rd} \quad (3.3.2-2)$$

式中： $\gamma_0$ —结构重要性系数：在持久设计状况和短暂设计状况下，对安全等级为一级的结构构件不应小于 1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于 1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于 0.9；对地震设计状况下应取 1.0；

S—承载能力极限状态下作用组合的效应设计值：对持久设计状况和短暂设计状况应按作用的基本组合计算；对地震设计状况应按作用的地震组合计算；

R—结构构件的抗力设计值；

$R(\cdot)$ —结构构件的抗力函数；

$\gamma_{Rd}$ —结构构件的抗力模型不定性系数：静力设计取 1.0，对不确定性较大的结构构件根据具体情况取大于 1.0 的数值；抗震设计应采用承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  代替  $\gamma_{Rd}$ ；

$f_c$ 、 $f_s$ —混凝土、钢筋的强度设计值，应根据本规范第 4.1.4 条及第 4.2.3 条的规定取值；

$a_k$ —几何参数的标准值，当几何参数的变异性对结构性能有明显的不利影响时，应增减一个附加值。

注：公式(3.3.2-1)中的  $\gamma_0 S$  为内力设计值，在本规范各章中用 N、M、V、T 等表达。

## 条文说明

3.3.2 本条为承载能力极限状态设计的基本表达式，适用于本规范结构构件的承载力计算。

符号 S 在现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中为荷载组合的效应设计值；在现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中为地震作用效应与其他荷载效应基本组合的设计值，在本条中均为以内力形式表达。

根据《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定，本次修订提出了构件抗力模型不定性系数(构件抗力调整系数)  $\gamma_{Rd}$  的概念，在抗震设计中为抗震承载力调整系数  $\gamma_{RE}$ 。

当几何参数的变异性对结构性能有明显影响时，需考虑其不利影响。例如，薄板的截面有效高度的变异性对薄板正截面承载力有明显影响，在计算截面有效高度时宜考虑施工允许偏差带来的不利影响。

## 强制性条文

4.1.3 混凝土轴心抗压强度的标准值  $f_{ck}$  应按表 4.1.3-1 采用；轴心抗拉强度的标准值  $f_{tk}$  应按表 4.1.3-2 采用。

表 4.1.3-1 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 4.1.3-2 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

### 条文说明

4.1.3 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他国家的有关规定，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 4.1.3-1。

#### 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 4.1.3-2。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，且对其性能的研究尚不够，故暂未列入。

### 强制性条文

4.1.4 混凝土轴心抗压强度的设计值  $f_c$  应按表 4.1.4-1 采用；轴心抗拉强度的设计值  $f_t$ ，应按表 4.1.4-2 采用。

表 4.1.4-1 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 4.1.4-2 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

### 条文说明

4.1.4 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。混凝土的材料分项系数取为 1.40。

1 轴心抗压强度设计值  $f_c$

轴心抗压强度设计值等于  $f_{ck}/1.40$ ，结果见表 4.1.4-1。

2 轴心抗拉强度设计值  $f_t$

轴心抗拉强度设计值等于  $f_{tk}/1.40$ ，结果见表 4.1.4-2。

修订规范还删除了 02 版规范表注中受压构件尺寸效应的规定。该规定源于前苏联规范，最近俄罗斯规范已经取消。对离心混凝土的强度设计值，应按专门的标准取用，也不再列入。

### 强制性条文

4.2.2 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 4.2.2-1 采用；预应力钢丝、钢绞线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 4.2.2-2 采用。

表 4.2.2-1 普通钢筋强度标准值 ( $N/mm^2$ )

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 $f_{stk}$
HPB300	Φ	6~14	300	420
HRB335	B	6~14	335	455
HRB400 HRBF400 RRB400	C CF CR	6~50	400	540
HRB500 HRBF500	D DF	6~50	500	630

表 4.2.2-2 预应力筋强度标准值 ( $N/mm^2$ )

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 $f_{ptk}$
中强度预应力 钢丝	光面 螺旋肋	ΦPM ΦHM	5、7、9	620	800
				780	970
				980	1270
预应力螺纹 钢筋	螺纹	ΦT	18、25、32、40、50	785	980
				930	1080
				1080	1230
消除应力钢丝	光面	ΦP	5	—	1570
				—	1860
	螺旋肋	ΦH	9	—	1470
				—	1570
钢绞线	1×3 (三股)	Φs	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		

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

#### 条文说明

4.2.2 钢筋及预应力筋的强度取值按现行国家标准《钢筋混凝土用钢》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/T156,《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,其应具有不小于 95% 的保证率。

普通钢筋采用屈服强度标志。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)标准值  $f_{stk}$ , 相当于钢筋标准中的抗拉强度特征值  $R_m$ 。

国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB 1499. 2 修订报批稿中,已不再列入 HRBF335 钢筋和直径不小于 16mm 的 HRB335 钢筋;对 HPB300 光圆钢筋从产品供应与实际应用中已基本不采用直径不小于 16mm 的规格。故本次局部修订中删去了牌号为 HRBF335 钢筋,对 HPB300, HRB335 牌号的钢筋的最大公称直径限制在为 14mm 以下。

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  $f_{ptk}$  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标准值  $f_{pyk}$ 。本条对新增的预应力螺纹钢筋及中强度预应力钢丝列出了有关的设计参数。

本次修订补充了强度级别为 1960MPa 和直径为 21. 6mm 的钢绞线。当用作后张预应力配筋时,应注意其与锚夹具的匹配性。应经检验并确认锚夹具及工艺可靠后方可在工程中应用。原规范预应力筋强度分档太琐碎,故删除不常使用的预应力筋的强度等级和直径,以简化设计时的选择。

### 强制性条文

4.2.3 普通钢筋的抗拉强度设计值  $f_y$ 、抗压强度设计值  $f'_y$  应按表 4.2.3-1 采用；预应力筋的抗拉强度设计值  $f_{py}$ 、抗压强度设计值  $f'_{py}$  应按表 4.2.3-2 采用。

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  $400\text{ N/mm}^2$ 。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  $360\text{ N/mm}^2$  时应取  $360\text{ N/mm}^2$ 。

表 4.2.3-1 普通钢筋强度设计值 ( $\text{N/mm}^2$ )

牌号	抗拉强度设计值 $f_y$	抗压强度设计值 $f'_y$
HPB300	270	270
HRB335	300	300
HRB400、HRBF400、RRB400	360	360
HRB500、HRBF500	435	435

表 4.2.3-2 预应力筋强度设计值 ( $\text{N/mm}^2$ )

种类	极限强度标准值 $f_{ptk}$	抗拉强度设计值 $f_{py}$	抗压强度设计值 $f'_{py}$
中强度预应力钢丝	800	510	410
	970	650	
	1270	810	
消除应力钢丝	1470	1040	410
	1570	1110	
	1860	1320	
钢绞线	1570	1110	390
	1720	1220	
	1860	1320	
	1960	1390	
预应力螺纹钢筋	980	650	400
	1080	770	
	1230	900	

注：当预应力筋的强度标准值不符合表 4.2.3-2 的规定时，其强度设计值应进行相应的比例换算。

### 条文说明

4.2.3 钢筋的强度设计值由强度标准值除以材料分项系数  $\gamma_s$  得到。延性较好的热轧钢筋， $\gamma_s$  取 1.10；对本次修订列入的 500MPa 级高强钢筋，为了适当提高安全储备， $\gamma_s$  取为 1.15。对预应力筋的强度设计值，取其条件屈服强度标准值除以材料分项系数  $\gamma_s$ ，由于延性稍差，预应力筋  $\gamma_s$  一般取不小于 1.20。对传统的预应力钢丝、钢绞线取  $0.85\sigma_b$  作为条件屈服点，材料分项系数 1.2，保持原规范值；对新增的中强度

预应力钢丝和螺纹钢筋，按上述原则计算并考虑工程经验适当调整，列于表 4.2.3-2 中。

普通钢筋抗压强度设计值  $f'_y$  取与抗拉强度相同。在偏心受压状态下，混凝土所能达到的压应变可以保证 500MPa 级钢筋的抗压强度达到与抗拉强度相同的值，因此本次局部修订中将 500MPa 级钢筋的抗压强度设计值从  $410\text{ N/mm}^2$  调整到  $435\text{ N/mm}^2$ ；对轴心受压构件，由于混凝土压应力达到  $f_c$  时混凝土压应变为 0.002，当采用 500MPa 级钢筋时，其钢筋的抗压强度设计值取为  $400\text{ N/mm}^2$ 。而预应力筋抗压强度设计值较小，这是由于构件中钢筋受到混凝土极限受压应变的控制，受压强度受到制约的缘故。

根据试验研究结果，限定受剪、受扭、受冲切箍筋的抗拉强度设计值  $f_{yv}$  不大于  $360\text{ N/mm}^2$ ；但用作围箍约束混凝土的间接配筋时，其强度设计值不受此限。

钢筋标准中预应力钢丝、钢绞线的强度等级繁多，对于表中未列出的强度等级可按比例换算，插值确定强度设计值。无粘结预应力筋不考虑抗压强度。预应力筋配筋位置偏离受力区较远时，应根据实际受力情况对强度设计值进行折减。

删去了原规范中有关轴心受拉和小偏心受拉构件中的抗拉强度设计取值的注，这是由于采用裂缝宽度计算控制，无须再限制强度值了。

当构件中配有不同牌号和强度等级的钢筋时，可采用各自的强度设计值进行计算。因为尽管强度不同，但极限状态下各种钢筋先后均已达到屈服。

按预应力钢筋抗压强度设计值的取值原则，本次局部修订将预应力螺纹钢筋的抗压强度设计值由 2010 版规范中 410MPa 修改为 400MPa。

## 强制性条文

8.5.1 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 8.5.1 规定的数值。

表 8.5.1 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、335MPa	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	

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

2 板类受弯构件(不包括悬臂板)的受拉钢筋，当采用强度等级 400MPa、500MPa 的钢筋时，其最小配筋百分率应允许采用 0.15 和  $45f_t/f_y$  中的较大值；

3 偏心受拉构件中的受压钢筋，应按受压构件一侧纵向钢筋考虑；

4 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均应按构件的全截面面积计算；

5 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；

6 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一边布置的纵向钢筋。

### 条文说明

8.5.1 我国建筑结构混凝土构件的最小配筋率与其他国家相比明显偏低，历次规范修订最小配筋率设置水平不断提高。受拉钢筋最小配筋百分率仍维持原规范由配筋特征值 ( $45f_t/f_y$ ) 及配筋率常数限值 0.20 的双控方式。但由于主力钢筋已由  $335\text{ N/mm}^2$  提高到  $400\text{ N/mm}^2 \sim 500\text{ N/mm}^2$ ，实际上配筋水平已有明显提高。但受弯板类构件的混凝土强度一般不超过 C30，配筋基本全都由配筋率常数限值控制，对高强度的  $400\text{ N/mm}^2$  钢筋，其强度得不到发挥。故对此类情况的最小配筋率常数限值由原规范的 0.20% 改为 0.15%，实际效果基本与原规范持平，仍可保证结构的安全。

受压构件是指柱、压杆等截面长宽比不大于 4 的构件。规定受压构件最小配筋率的目的是改善其性能，避免混凝土突然压溃，并使受压构件具有必要的刚度和抵抗偶然偏心作用的能力。本次修订规范对受压构件纵向钢筋的最小配筋率基本不变，即受压构件一侧纵筋最小配筋率仍保持 0.2% 不变，而对不同强度的钢筋分别给出了受压构件全部钢筋的最小配筋率：0.50、0.55 和 0.60 三档，比原规范稍有提高。考虑到强度等级偏高时混凝土脆性特征更为明显，故规定当混凝土强度等级为 C60 以上时，最小配筋率上调 0.1%。

### 强制性条文

10.1.1 预应力混凝土结构构件，除应根据设计状况进行承载力计算及正常使用极限状态验算外，尚应对施工阶段进行验算。

### 条文说明

10.1.1 为确保预应力混凝土结构在施工阶段的安全，明确规定了在施工阶段应进行承载能力极限状态等验算，施工阶段包括制作、张拉、运输及安装等工序。

## 强制性条文

11.1.3 房屋建筑混凝土结构构件的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应按表 11.1.3 确定。

表 11.1.3 丙类建筑混凝土结构的抗震等级

结构类型		设防烈度											
		6		7			8		9				
框架结构	高度(m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤24			
	普通框架	四	三	三	二	二	一	一					
	大跨度框架	三		二			一		一				
框架-剪力墙结构	高度(m)	≤60	>60	≤24	>24 且≤60	>60	≤24	>24 且≤60	>60	≤24	>24 且≤50		
	框架	四	三	四	三	二	三	二	一	二	一		
	剪力墙	三		三	二		二	一		一			
剪力墙结构	高度(m)	≤80	>80	≤24	>24 且≤80	>80	≤24	>24 且≤80	>80	≤24	24~60		
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一	二	一		
部分框支剪力墙结构	高度(m)	≤80	>80	≤24	>24 且≤80	>80	≤24	>24 且≤80	---		---		
	剪力墙	一般部位	四	三	四	三	二	三					二
		加强部位	三	二	三	二	一	二					一
	框支层框架		二		二		一	一					
筒体结构	框架-核心筒	框架	三			二		一			一		
		核心筒	二			二		一			一		
	筒中筒	内筒	三			二		一			一		
		外筒	三			二		一			一		
板柱-剪力墙结构	高度(m)	≤35	>35	≤35	>35	≤35	>35	---		---			
	板柱及周边框架	三	二	二	二	一							
	剪力墙	二	二	二	一	二	一						
单层厂房结构	铰接排架	四		三			二		一				

注：1 建筑场地为 I 类时，除 6 度设防烈度外应允许按表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施，但相应的计算要求不应降低；

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

3 大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架；

4 表中框架结构不包括异形柱框架；

5 房屋高度不大于 60m 的框架-核心筒结构按框架-剪力墙结构的要求设计时，应按表中框架-剪力墙结构确定抗震等级。

## 条文说明

11.1.3 抗震措施是在按多遇地震作用进行构件截面承载力设计的基础上保证抗震结构在所在地可能出现的 strongest 地震地面运动下具有足够的整体延性和塑性耗能能力，保持对重力荷载的承载能力，维持结构不发

生严重损毁或倒塌的基本措施。其中主要包括两类措施。一类是宏观限制或控制条件和对重要构件在考虑多遇地震作用的组合内力设计值时进行调整增大；另一类则是保证各类构件基本延性和塑性耗能能力的各类抗震构造措施(其中也包括对柱和墙肢的轴压比上限控制条件)。由于对不同抗震条件下各类结构构件的抗震措施要求不同，故用“抗震等级”对其进行分级。抗震等级按抗震措施从强到弱分为一、二、三、四级。本章有关条文中的抗震措施规定将全部按抗震等级给出。根据我国抗震设计经验，应按设防类别、建筑物所在地的设防烈度、结构类型、房屋高度以及场地类别的不同分别选取不同的抗震等级。在表 11.1.3 中给出了丙类建筑按设防烈度、结构类型和房屋高度制定的结构中不同部分应取用的抗震等级。甲、乙类和丁类建筑的抗震等级应按《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的规定在表 11.1.3 的基础上进行调整。

与 02 规范相比，表 11.1.3 作了下列主要调整：

1 考虑到框架结构的侧向刚度及抗水平力能力与其他结构类型相比相对偏弱，根据 2008 年汶川地震震害经验以及优化设计方案的考虑，将框架结构在 9 度区的最大高度限值以及其他烈度区不同抗震等级的划分高度由 30m 降为 24m。

2 考虑到近年来因禁用黏土砖而使层数不多的框架-剪力墙结构、剪力墙结构的建造数量增加，为了更好地考虑房屋高度对抗震等级的影响，将框架-剪力墙结构、剪力墙结构和部分框支剪力墙结构的高度分档从两档增加为三档，对高度最低一档(小于 24m)适度降低了抗震等级要求。

3 因异形柱框架的抗震性能与一般框架有明显差异，故在表注中明确指出框架的抗震等级规定不适用于异形柱框架；异形柱框架应按有关行业标准进行设计。

4 根据近年来的工程经验，调整了对板柱-剪力墙结构抗震等级的有关规定。

5 根据近年来的工程实践经验，明确了当框架-核心筒结构的高度低于 60m 并符合框架-剪力墙结构的有关要求时，其抗震等级允许按框架-剪力墙结构取用。

表 11.1.3 的另一重含义是，表中列出的结构类型也是根据我国抗震设计经验，在《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的最大高度限制条件下，适用于抗震的钢筋混凝土结构类型。

### 强制性条文

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

- 1 钢筋的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 钢筋的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 钢筋最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

### 条文说明

11.2.3 对按一、二、三级抗震等级设计的各类框架构件(包括斜撑构件)，要求纵向受力钢筋检验所得的抗拉强度实测值(即实测最大强度值)与受拉屈服强度的比值(强屈比)不小于 1.25，目的是使结构某部位出现较大塑性变形或塑性铰后，钢筋在大变形条件下具有必要的强度潜力，保证构件的基本抗震承载力；要求钢筋受拉屈服强度实测值与钢筋的受拉强度标准值的比值(屈强比)不应大于 1.3，主要是为了保证“强柱弱梁”、“强剪弱弯”设计要求的效果不致因钢筋屈服强度离散性过大而受到干扰；钢筋最大力下的总伸长率不应小于 9%，主要为了保证在抗震大变形条件下，钢筋具有足够的塑性变形能力。

现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 中牌号带“E”的钢筋符合本条要求。其余钢筋牌号是否符合本条要求应经试验确定。

### 强制性条文

11.3.1 梁正截面受弯承载力计算中，计入纵向受压钢筋的梁端混凝土受压区高度应符合下列要求：

一级抗震等级

$$x \leq 0.25h_0 \quad (11.3.1-1)$$

二、三级抗震等级

$$x \leq 0.35h_0 \quad (11.3.1-2)$$

式中： $x$ ——混凝土受压区高度；

$h_0$ ——截面有效高度。

### 条文说明

11.3.1 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，故常通过“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 左右。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。

## 强制性条文

11.3.6 框架梁的钢筋配置应符合下列规定：

1 纵向受拉钢筋的配筋率不应小于表 11.3.6-1 规定的数值；

表 11.3.6-1 框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋百分率 (%)

抗震等级	梁中位置	
	支座	跨中
一级	0.40 和 $80f_t / f_y$ 中的较大值	0.30 和 $65f_t / f_y$ 中的较大值
二级	0.30 和 $65f_t / f_y$ 中的较大值	0.25 和 $55f_t / f_y$ 中的较大值
三、四级	0.25 和 $55f_t / f_y$ 中的较大值	0.20 和 $45f_t / f_y$ 中的较大值

2 框架梁梁端截面的底部和顶部纵向受力钢筋截面面积的比值，除按计算确定外，一级抗震等级不应小于 0.5；二、三级抗震等级不应小于 0.3；

3 梁端箍筋的加密区长度、箍筋最大间距和箍筋最小直径，应按表 11.3.6-2 采用；当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 2% 时，表中箍筋最小直径应增大 2mm。

表 11.3.6-2 框架梁梁端箍筋加密区的构造要求

抗震等级	加密区长度 (mm)	箍筋最大间距 (mm)	最小直径 (mm)
一级	2 倍梁高和 500 中的较大值	纵向钢筋直径的 6 倍，梁高的 1/4 和 100 中的最小值	10
二级	1.5 倍梁高和 500 中的较大值	纵向钢筋直径的 8 倍，梁高的 1/4 和 100 中的最小值	8
三级		纵向钢筋直径的 8 倍，梁高的 1/4 和 150 中的最小值	8
四级		纵向钢筋直径的 8 倍，梁高的 1/4 和 150 中的最小值	6

注：箍筋直径大于 12mm、数量不少于 4 肢且肢距不大于 150mm 时，一、二级的最大间距应允许适当放宽，但不得大于 150mm。

## 条文说明

11.3.6 本规范在非抗震和抗震框架梁纵向受拉钢筋最小配筋率的取值上统一取用双控方案，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。本条规定的数值是在非抗震受弯构件规定数值的基础上，参考国外经验制定的，并按纵向受拉钢筋在梁中的不同位置和不同抗震等级分别给出了最小配筋率的相应控制值。这些取值高于非抗震受弯构件的取值。

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以一定储备，以免下部钢筋的过早屈服甚至拉断。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。本条梁底部钢筋限值的规定是根据我国的试验结果及设计经验并参考国外规范确定的。

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、箍筋最大间距和箍筋最小直径的要求作了规定，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，防止它在保护层混凝土剥落后过早压屈，及其后受压区混凝土的随即压溃。

本次修订将梁端纵筋最大配筋率限制不再作为强制性规定，相关规定移至本规范第 11.3.7 条。

## 强制性条文

11.4.12 框架柱和框支柱的钢筋配置，应符合下列要求：

1 框架柱和框支柱中全部纵向受力钢筋的配筋百分率不应小于表 11.4.12-1 规定的数值，同时，每一侧的配筋百分率不应小于 0.2；对 IV 类场地上较高的高层建筑，最小配筋百分率应增加 0.1；

表 11.4.12-1 柱全部纵向受力钢筋最小配筋百分率(%)

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、框支柱	1.1	0.9	0.8	0.7

注：1 表中括号内数值用于框架结构的柱；

2 采用 335MPa 级、400MPa 级纵向受力钢筋时，应分别按表中数值增加 0.1 和 0.05 采用；

3 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 框架柱和框支柱上、下端箍筋应加密，加密区的箍筋最大间距和箍筋最小直径应符合表 11.4.12-2 的规定；

表 11.4.12-2 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	纵向钢筋直径的 6 倍和 100 中的较小值	10
二级	纵向钢筋直径的 8 倍和 100 中的较小值	8
三级	纵向钢筋直径的 8 倍和 150 (柱根 100) 中的较小值	8
四级	纵向钢筋直径的 8 倍和 150 (柱根 100) 中的较小值	6 (柱根 8)

注：柱根系指底层柱下端的箍筋加密区范围。

3 框支柱和剪跨比不大于 2 的框架柱应在柱全高范围内加密箍筋，且箍筋间距应符合本条第 2 款一级抗震等级的要求；

4 一级抗震等级框架柱的箍筋直径大于 12mm 且箍筋肢距不大于 150mm 及二级抗震等级框架柱的直径不小于 10mm 且箍筋肢距不大于 200mm 时，除底层柱下端外，箍筋间距应允许采用 150mm；四级抗震等级框架柱剪跨比不大于 2 时，箍筋直径不应小于 8mm。

## 条文说明

11.4.12 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；通过纵向钢筋最小配筋率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；此外，与非抗震情况相同，纵向钢筋最小配筋率同样可以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。考虑到推广应用高强钢筋以及适当提高安全度的需要，表 11.4.12-1 中的纵向钢筋最小配筋率值与 02 版规范相比有所提高，但采用 335MPa 级钢筋

仍保留了 02 版规范的控制水平未变。

本次修订根据工程经验对柱箍筋间距的规定作了局部调整，以利于保证混凝土的施工质量。

### 强制性条文

11.7.14 剪力墙的水平分布钢筋的配筋应符合下列规定：

1 一、二、三级抗震等级的剪力墙的水平分布钢筋配筋率均不应小于 0.25%；四级抗震等级剪力墙不应小于 0.2%；

2 部分框支剪力墙结构的剪力墙底部加强部位，水平和竖向分布钢筋配筋率不应小于 0.3%。

注：对高度小于 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。

### 条文说明

11.7.14 根据试验研究和设计经验，并参考国外有关规范的规定，按不同的结构体系和不同的抗震等级规定了水平和竖向分布钢筋的最小配筋率的限值。

美国 ACI 318 规定，当抗震结构墙的设计剪力小于  $A_{CV}\sqrt{f'_c}$  ( $A_{CV}$  为腹板截面面积， $f'_c$  为混凝土的规定抗压强度，该设计剪力对应的剪压比小于 0.02) 时，腹板的竖向分布钢筋允许降到同非抗震的要求。因此，本次修订，四级抗震墙的剪压比低于上述数值时，竖向分布筋允许按不小于 0.15% 控制。