

T/CIET

团 体 标 准

T/CIET XXX—XXXX

600 MPa 级高强钢筋应用技术规程

Technical specification for application of 600 MPa high strength steel bar

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国国际经济技术合作促进会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 牌号和符号	4
5 基本规定	5
6 材料	5
7 结构构件设计	8
8 钢筋制作与施工	11
9 检验与验收	12
附 录 A	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国国际经济技术合作促进会标准化工作委员会提出。

本文件由中国国际经济技术合作促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件首次发布。

600 MPa 级高强钢筋应用技术规程

1 范围

本文件规定了600 MPa级高强钢筋的术语和定义、牌号和符号、基本规定、材料、结构构件设计、钢筋制作与施工、检验与验收。

本文件适用于建设工程中配置600 MPa级高强钢筋的混凝土结构构件的设计、施工与验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 223（所有部分） 钢铁及合金
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
- GB/T 3639 冷拔或冷轧精密无缝钢管
- GB/T 8162 结构用无缝钢管
- GB/T 17395 钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 17505 钢及钢产品交货一般技术要求
- GB/T 28900 钢筋混凝土用钢材试验方法
- GB/T 50010 混凝土结构设计标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范（附条文说明）
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准（附条文说明）
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB 55001 工程结构通用规范
- GB 55002 建筑与市政工程抗震通用规范
- GB 55003 建筑与市政地基基础通用规范
- GB 55004 组合结构通用规范
- GB 55008 混凝土结构通用规范
- GB/T 50010 混凝土结构设计标准
- GB/T 50011 建筑抗震设计标准
- JGJ 3 高层建筑混凝土结构技术规程（附条文说明）
- YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定
- JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程（附条文说明）
- JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
- JG/T 163 钢筋机械连接用套筒
- JGJ/T 178 补偿收缩混凝土应用技术规程
- JGJ 256 钢筋锚固板应用技术规程（附条文说明）
- JGJ 366 混凝土结构成型钢筋应用技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

600 MPa 级高强钢筋 600 MPa High-strength Bars

以热轧或热处理状态交货，横截面为圆形且表面带肋的屈服强度标准值为600MPa的钢筋。其金相组织主要是铁素体加珠光体，不含有影响使用性能的其他组织。

3.2

套筒 sleeve

用于传递钢筋轴向拉力或压力的钢筋机械连接用钢套管。

3.3

锚固板 anchorage head for rebar

设置于钢筋端部用于钢筋锚固的承压板。

4 牌号和符号

4.1 牌号

钢筋牌号的构成及其含义见表1。

表1 钢筋牌号的构成及含义

牌号	牌号构成	含义
HRB600	由 HRB+屈服强度特征值构成	强度级别为 600MPa 的热轧带肋高强钢筋。
HRB600E	由 HRB+屈服强度特征值+E 构成	符合抗震性能要求的强度级别为 600MPa 的热轧带肋高强钢筋。
HTRB600	由 HTRB+屈服强度特征值构成	强度级别为 600MPa 的热处理带肋高强钢筋。
HTRB600E	由 HTRB+屈服强度特征值+E 构成	符合抗震性能要求的强度级别为 600MPa 的热处理带肋高强钢筋。

4.2 符号

f_{yk} ：钢筋的屈服强度标准值；

f_{stk} ：钢筋的极限强度标准值；

f_y ：钢筋的抗拉强度设计值；

f_{yv} ：横向钢筋的抗拉强度设计值；

f'_y ：钢筋的抗压强度设计值；

E_s ：钢筋的弹性模量；

δ ：钢筋的断后伸长率；

δ_{gt} ：钢筋在最大力下的伸长率；

f_t ：混凝土轴心抗拉强度设计值；

α_{cr} ：构件受力特征系数；

ψ ：裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

ν_i ：受拉区第*i*种纵向钢筋的相对粘结特性系数；

ζ_a ：锚固长度修正系数；

ζ_{aE} ：抗震锚固长度修正系数；

w_{max} ：按荷载准永久组合或标准组合，并考虑长期作用影响的计算最大裂缝宽度；

w_{lim} ：最大裂缝宽度限值；

C_w ：裂缝宽度修正系数。

5 基本规定

5.1 600 MPa 级高强钢筋可应用于各类钢筋混凝土结构构件，其主要适用于大跨度、重荷载的钢筋混凝土结构构件的纵向受力钢筋。

5.2 600 MPa 级高强钢筋应满足强度、延性、可连接性等要求。

5.3 600 MPa 级高强钢筋的接头应满足强度和变形性能的要求。

5.4 600 MPa 级高强钢筋的连接方式为绑扎搭接或机械连接。

6 材料

6.1 600 MPa 级高强钢筋

6.1.1 600 MPa 级高强钢筋的技术要求除应符合本文件附录 A 的规定外，还应符合 GB 1499.2 的相关规定。

6.1.2 公称直径和常用公称直径

6.1.2.1 公称直径

600 MPa 级高强钢筋的公称直径见表 2。

表 2 600 MPa 级高强钢筋的公称直径

公称直径, mm												
6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36

6.1.2.2 常用公称直径

600 MPa 级高强钢筋的常用公称直径见表 3。

表 3 600 MPa 级高强钢筋的常用公称直径

公称直径, mm									
6	8	10	12	14	16	18	20	22	25

6.1.3 600 MPa 级高强钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。其屈服强度标准值 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 应按表 4 采用。

表 4 600 MPa 级高强钢筋强度标准值

牌号	符号	公称直径 d (mm)	屈服强度标准值 f_{yk} (N/mm ²)	极限强度标准值 f_{stk} (N/mm ²)
HRB600、HTRB600	$\overline{\text{E}}$	6~36	600	750
HRB600E、HTRB600E	$\overline{\text{E}}\text{E}$	16~36	600	750

6.1.4 600 MPa 级高强钢筋的抗拉强度设计值、抗压强度设计值应按表 5 采用，且应满足以下要求：

- 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，钢筋的抗压强度设计值 f'_y 应取 400 N/mm²；
- 当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 应取 360 N/mm²。

表 5 600 MPa 级高强钢筋强度设计值

牌号	符号	公称直径 d (mm)	抗拉强度设计值 f_y (N/mm ²)	抗压强度设计值 f'_y (N/mm ²)
HRB600、HTRB600	$\overline{\text{E}}$	6~36	520	520
HRB600E、HTRB600E	$\overline{\text{E}}\text{E}$	16~36	520	520

6.1.5 600 MPa 级高强钢筋在最大力下的总伸长率不应小于表 6 规定的数值。

表6 600 MPa 级高强钢筋在最大力下的总伸长率限值

牌号	最大力下的总伸长率 δ_{gt} (%)
HRB600、HTRB600	7.5
HRB600E、HTRB600E	9.0

6.1.6 600MPa 级高强钢筋弹性模量 E_s 可取 $2.00 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 。

6.1.7 抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件(含梯段),其纵向受力钢筋采用 HRB600E、HTRB600E 高强钢筋时,应符合下列要求:

- 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;
- 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;
- 钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

6.1.8 防空地下室钢筋混凝土结构构件在人防动荷载和静荷载同时作用或人防动荷载单独作用下,600MPa 级高强钢筋的材料强度综合调整系数取 1.1。

6.2 钢筋连接套筒

6.2.1 钢筋连接用套筒的原材料应符合以下要求:

- 采用牌号为 45 号或 40Cr 的优质碳素结构钢、低合金结构钢无缝钢管,其外观及力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 8162 和 GB/T 17395 的规定;
- 采用牌号为 45 号或 40Cr 钢冷拔或冷轧精密无缝钢管时,应进行退火处理,并应符合 GB/T 3639 的相关规定,其抗拉强度不应大于 800MPa,断后伸长率 δ_s 不宜小于 14%;
- 应与型钢等钢材焊接的套筒,其原材料应满足可焊性的要求。

6.2.2 钢筋机械连接用套筒材料性能等级及力学性能指标应符合 JGJ 107 的规定,套筒材料强度应符合以下要求:

- 套筒实测受拉承载力不应小于被连接钢筋受拉承载力标准值的 1.1 倍;
- I 级连接套筒的屈服强度标准值和抗拉强度标准值分别不应小于高强钢筋的屈服强度标准值和抗拉强度标准值的 1.2 倍;
- II 级连接套筒的屈服强度标准值和抗拉强度标准值分别不应小于高强钢筋的屈服强度标准值和抗拉强度标准值的 1.1 倍。

6.2.3 钢筋机械连接接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力下总伸长率以及高应力和大变形条件下反复拉压性能,分为 I 级、II 级、III 级三个等级,其性能应符合以下要求:

- I 级、II 级、III 级接头极限抗拉强度应符合表 7 的规定;
- I 级、II 级、III 级接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环,在经历拉压循环后其极限抗拉强度应符合表 7 的规定;
- I 级、II 级、III 级钢筋连接接头变形性能应符合表 8 的规定。

表7 钢筋连接接头极限抗拉强度

钢筋连接接头等级	I 级	II 级	III 级
钢筋连接接头极限抗拉强度	$f_{msk}^0 \geq f_{stk}$ 钢筋拉断 或 $f_{msk}^0 \geq 1.1f_{stk}$ 连接件破坏	$f_{msk}^0 \geq f_{stk}$	$f_{msk}^0 \geq 1.25f_{yk}$
注 1: f_{msk}^0 为接头试件实测抗拉强度。 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。 注 2: 钢筋拉断指断于母材、套筒外钢筋丝头或钢筋镦粗过渡段。 注 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。			

表8 钢筋连接接头变形性能

钢筋连接接头等级		I 级	II 级	III 级
单向拉伸	残余变形 (mm)	$u_s \leq 0.10$ ($d \leq 32$) $u_s \leq 0.14$ ($d > 32$)	$u_s \leq 0.14$ ($d \leq 32$) $u_s \leq 0.16$ ($d > 32$)	$u_s \leq 0.14$ ($d \leq 32$) $u_s \leq 0.16$ ($d > 32$)
	最大力下总伸长率 (%)	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 3.0

高应力 反复拉压	残余变形 (mm)	$u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$
大变形 反复拉压	残余变形 (mm)	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.6$
注： u_0 —套筒试件加载至 $0.6f_{yk}$ 并卸载后在规定标距内的残余变形； u_{20} —套筒试件经高应力反复拉压 20 次后的残余变形； u_8 —套筒试件经大变形反复拉压 8 次后的残余变形； u_4 —套筒试件经大变形反复拉压 4 次后的残余变形。				

6.2.4 直螺纹套筒尺寸应符合 JG/T 163 的规定和表 9、表 10 的要求，并符合以下要求：

- 当采用多棱形直螺纹套筒时，其尺寸应符合表 9 的规定，其形状见图 1 (a)；
- 当采用圆柱形直螺纹套筒时，其尺寸应符合表 10 的规定，其形状见图 2 (b)。

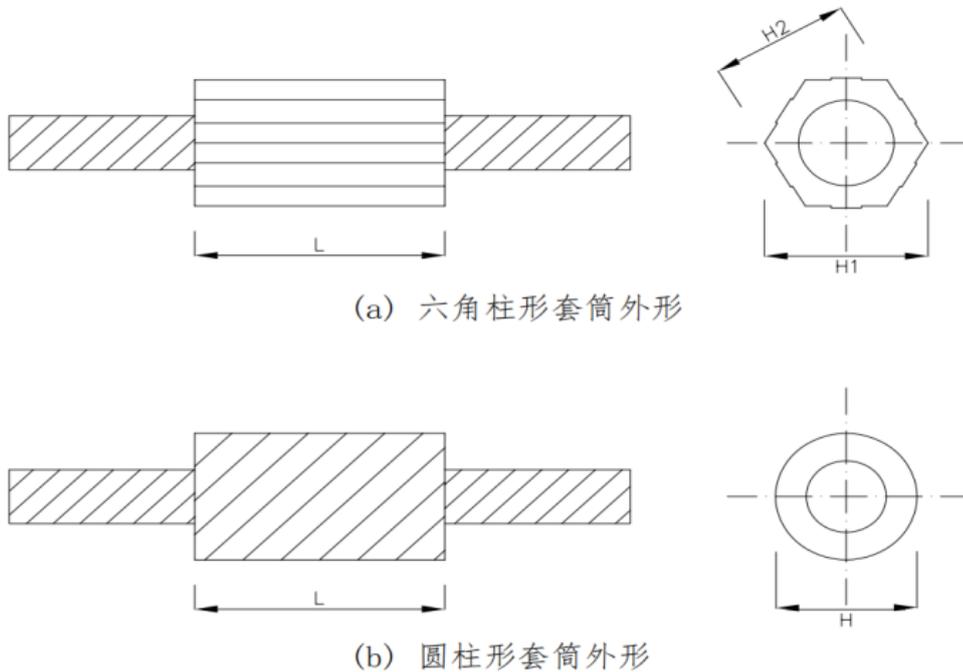


图1 600 MPa 级高强钢筋连接用直螺纹套筒示意图

表9 多棱角形直螺纹套筒最小尺寸

套筒规格	牙型角	牙距	长度 (L)	对边 H2	对角 H1
			标准值 (mm)	标准值 (mm)	标准值 (mm)
12	75°	2.0-6H	41	20.5	21
14	75°	2.0-6H	41	22.5	23
16	75°	2.5-6H	45	24.5	26.5
18	75°	2.5-6H	50	27.5	29
20	75°	2.5-6H	55	30.5	32
22	75°	2.5-6H	60	33	35.5
25	75°	3.0-6H	65	38	40
28	75°	3.0-6H	70	43.5	44.5
32	75°	3.0-6H	80	49	51

表10 圆柱形直螺纹套筒最小尺寸

套筒规格	牙型角	牙距	长度 (L)	外径 H
			标准值 (mm)	标准值 (mm)
12	75°	2.0-6H	41	21
14	75°	2.0-6H	41	24
16	75°	2.5-6H	45	27
18	75°	2.5-6H	50	30
20	75°	2.5-6H	55	33

22	75°	2.5-6H	60	37
25	75°	3.0-6H	65	41.5
28	75°	3.0-6H	70	43.5
32	75°	3.0-6H	80	49

6.2.5 钢筋连接套筒表面应刻印清晰、耐久的标识，套筒的标识应由名称代号、型式代号、钢筋强度级别代号、钢筋公称直径代号、厂家代号及生产批号组成。

6.3 混凝土

6.3.1 配置 600 MPa 级高强钢筋的钢筋混凝土构件，其混凝土强度等级不应低于 C30。

6.3.2 配置 600MPa 级高强钢筋的超长混凝土结构的水平构件，其混凝土宜采用补偿收缩混凝土，补偿收缩混凝土的性能要求应符合 JGJ/T 178 的相关规定。

6.3.3 混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量及耐久性等相关技术指标应按 GB 55008、GB/T 50010 的相关规定采用。

7 结构构件设计

7.1 构件计算

7.1.1 配置 600 MPa 级高强钢筋的混凝土结构构件，当进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算时，应符合本章的规定。本文件未作规定的，应符合 GB 55001、GB 55002、GB 55003、GB 55004、GB 55008、GB/T 50010、GB/T 50011 及 JGJ 3 等的相关规定。

7.1.2 配置 600 MPa 级高强钢筋的混凝土结构连续梁与连续板，可采用塑性内力重分布方法进行计算分析。当采用塑性内力重分布方法进行承载能力极限状态计算时，应符合下列要求：

- 按考虑塑性内力重分布方法设计的结构和构件，应满足正常使用极限状态要求且需要采取有效的构造措施；
- 对于直接承受动力荷载的构件，以及要求不出现裂缝或处于三 a、三 b 类环境情况下的构件，不应采用考虑塑性内力重分布方法进行分析计算；
- 钢筋混凝土梁支座或节点边缘截面的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%；
- 钢筋混凝土板的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%。

7.1.3 配置 600 MPa 级高强钢筋的混凝土结构框架、框架-剪力墙，在重力荷载作用下的梁以及双向板，经弹性分析方法求得内力后，可对支座或节点弯矩进行适当调幅，并确定相应的跨中弯矩；弯矩调整后的梁端截面相对受压区高度，一级抗震等级不应超过 0.25 倍的截面有效高度，二、三级抗震等级不应超过 0.35 倍的截面有效高度，且不宜小于 0.10。

7.1.4 对配置 600 MPa 级高强钢筋的现浇楼盖和装配整体式楼盖，在进行钢筋混凝土受弯构件承载力计算时，计算梁底受弯钢筋宜考虑楼板作为翼缘对梁刚度和承载力的影响。梁受压区有效翼缘计算宽度可按 GB/T 50010 中相关条款选用。

7.1.5 在矩形、T 形、倒 T 形和 I 形截面的钢筋混凝土受拉、受弯和偏心受压构件及预应力混凝土轴心受拉和受弯构件中，按荷载标准组合或准永久组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度可按下列公式 (1)～公式 (4) 计算：

$$w_{\max} = C_w \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_s}{E_s} (1.9c_s + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}}) \dots \dots \dots (1)$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65 f_{tk}}{\rho_{te} \sigma_s} \dots \dots \dots (2)$$

$$d_{eq} = \frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i v_i d_i} \dots \dots \dots (3)$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s + A_p}{A_{te}} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

α_{cr} ——构件受力特征系数，按表 11 采用；

ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；当 $\psi < 0.2$ 时，取 $\psi = 0.2$ ；当 $\psi > 1.0$ 时，取 $\psi = 1.0$ ；对直接承受重复荷载的构件，取 $\psi = 1.0$ ；

σ_s ——按荷载准永久组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉普通钢筋应力或按标准组合计算的预应力混凝土构件纵向受拉钢筋等效应力 (N/mm^2)；

E_s ——钢筋的弹性模量 (N/mm^2)；

c_s ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离 (mm)；当 $c_s < 20 \text{ mm}$ 时，取 $c_s = 20 \text{ mm}$ ；当 $c_s > 65 \text{ mm}$ 时，取 $c_s = 65 \text{ mm}$ ；

d_{eq} ——受拉区纵向钢筋的等效直径 (mm)；对无粘结后张构件，仅为受拉区纵向受拉普通钢筋的等效直径；

ρ_{te} ——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率；对无粘结后张构件，仅取纵向受拉普通钢筋计算配筋率；在最大裂缝宽度计算中，当 $\rho_{te} < 0.01$ 时，取 $\rho_{te} = 0.01$ ；

d_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋的公称直径 (mm)；对于有粘结预应力钢绞线束的直径取为 $\sqrt{n_1}d_{p1}$ ，其中 d_{p1} 为单根钢绞线的公称直径， n_1 为单束钢绞线根数；

n_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋的根数；对于有粘结预应力钢绞线，取为钢绞线束数；

v_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋的相对粘结特性系数，按表 12 采用；

A_s ——受拉区纵向普通钢筋截面面积 (mm^2)；

A_p ——受拉区纵向预应力筋截面面积 (mm^2)；

A_{te} ——有效受拉混凝土截面面积 (mm^2)；对轴心受拉构件，取构件截面面积；对受弯、偏心受压和偏心受拉构件，取 $A_{te} = 0.5bh + (b_f - b)h_f$ ，此处 b_f 、 h_f 为受拉翼缘的宽度、高度；

C_w ——裂缝宽度修正系数：对接 GB/T 50010 第 9.2.15 条配置表层钢筋网片的梁，按公式 (1) 计算的最大裂缝宽度可适当折减，裂缝宽度修正系数 C_w 可取 0.7；当构件为轴心受拉或偏心受拉构件时，取 $C_w = 1.0$ ；其他情况，取 $C_w = 0.82$ 。

注：对 $e_0/h_0 \leq 0.55$ 的偏心受压构件，可不验算裂缝宽度。

表11 构件受力特征系数

类型	α_{cr}	
	钢筋混凝土构件	预应力混凝土构件
受弯、偏心受压	1.9	1.5
偏心受拉	2.4	—
轴心受拉	2.7	2.2

表12 钢筋的相对粘结特性系数

钢筋类别	先张法预应力筋				后张法预应力筋		
	带肋钢筋	带肋钢筋	螺旋肋钢丝	钢绞线	带肋钢筋	钢绞线	光面钢丝
v_i	1.0	1.0	0.8	0.6	0.8	0.5	0.4

注：对环氧树脂涂层带肋钢筋，其相对粘结特性系数应按表中系数的 80% 取用。

7.1.6 计算钢筋混凝土受弯构件最大裂缝宽度时，在准永久值组合下框架梁端截面处的计算弯矩、板支座截面处的计算弯矩可取梁、柱截面交接处及梁、板截面交接处的计算弯矩。

7.1.7 配置 600 MPa 级高强钢筋的混凝土受弯构件挠度验算，应符合 GB/T 50010 的相关规定。

7.1.8 配置 600 MPa 级高强钢筋混凝土结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值按表 13 采用。

表13 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值 w_{lim}

环境	600MPa 级高强钢筋混凝土构件	预应力混凝土结构
----	-------------------	----------

类别	裂缝控制等级	w_{lim} (mm)	裂缝控制等级	w_{lim} (mm)
—	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: 对处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可采用括号内的数值;
注 2: 在一类环境下, 对钢筋混凝土屋架、托架, 其最大裂缝宽度限值应取为 0.20mm; 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;
注 3: 对于烟囱、筒仓和处于液体压力下的结构, 其裂缝控制要求应符合专门标准的相关规定;
注 4: 对于处于四、五类环境下的结构构件, 其裂缝控制要求应符合专门标准的有关规定;
注 5: 表中的最大裂缝宽度限值为用于验算荷载作用引起的最大裂缝宽度;
注 6: 环境类别、裂缝控制等级应符合 GB/T 50010 的相关规定。

7.2 构造规定

7.2.1 配置于混凝土结构中的 600 MPa 级高强钢筋, 当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时, 受拉钢筋的锚固应符合下列要求:

a) 基本锚固长度应按公式 (5) 计算:

$$l_{ab} = 0.14 \frac{f_y}{f_t} d \dots \dots \dots (5)$$

式中:

l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度 (mm);

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值 (N/mm²);

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值 (N/mm²), 按 GB/T 50010 的有关规定采用; 当混凝土强度等级高于 C60 时, 按 C60 取值;

d ——锚固钢筋的直径 (mm)。

b) 受拉钢筋的锚固长度应根据锚固条件按公式 (6) 计算, 且不应小于 200 mm:

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \dots \dots \dots (6)$$

式中:

l_a ——受拉钢筋的锚固长度 (mm);

ζ_a ——锚固长度修正系数, 按 GB/T 50010 的规定取用, 当多于一项时, 可按连乘计算, 但不应小于 0.6。

注: 梁柱节点中纵向受拉钢筋的锚固构造应符合 GB/T 50010、GB/T 50011 及 JGJ 3 等相关规定执行。

c) 抗震设计时, 纵向受拉钢筋的抗震锚固长度应按公式 (7) 计算:

$$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a \dots \dots \dots (7)$$

式中:

ζ_{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; 人防工程结构构件取 1.05, 但当构件本身抗震等级为一、二级时, 应按一、二级取值。

d) 当锚固钢筋的保护层厚度不大于 5d 时, 锚固长度范围内应配置横向构造钢筋, 其直径不应小于 d/4; 对梁、柱、斜撑等构件间距不应大于 5d, 对板、墙等平面构件间距不应大于 10d, 且均不应大于 100 mm, 此处 d 为锚固钢筋的直径。

7.2.2 在钢筋混凝土结构中的 600 MPa 级高强钢筋当采用钢筋锚固板锚固时, 锚固区的设计原则及钢筋锚固板的安装应符合 JGJ 256 的相关规定。

7.2.3 当纵向受拉钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施时, 包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度 (投影长度) 可取为基本锚固长度 l_{ab} 的 60%。

7.2.4 600 MPa 级高强钢筋的连接应符合下列要求:

a) 绑扎搭接连接宜用于直径不大于 12 mm 的纵向受拉钢筋以及直径不大于 14 mm 的纵向受压钢筋的连接, 轴心受拉及小偏心受拉杆件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接;

- b) 机械连接宜用于直径 12 mm 及以上的受力钢筋的连接,机械连接类型及质量要求应符合 JGJ 107 的规定;
- c) 钢筋连接的面积百分率、搭接长度及相关要求应符合 GB/T 50010 的规定。
- 7.2.5 在结构重要构件的关键传力部位,纵向受力钢筋不宜设置连接接头。
- 7.2.6 钢筋混凝土构件中纵向受力钢筋的配筋率不应小于表 14 规定的数值。

表14 600MPa 高强纵向受力钢筋的最小配筋百分率 ρ_{\min}

受力类型		最小配筋百分率 ρ_{\min}
受压构件	全部纵向钢筋	0.50
	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 $45 f_t / f_y$ 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;

注 2: 除悬臂板、柱支承板之外的板类受弯构件,当采用 600MPa 级钢筋时,其最小配筋百分率应允许采用 0.15 和 $45 f_t / f_y$ 中的较大值;

注 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;

注 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;

注 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;

注 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。

7.2.7 钢筋保护层应符合 GB/T 50010、GB 50204 中混凝土保护层最小厚度的规定。连接套筒接头保护层厚度应符合 JGJ 107 的规定,接头之间横向净间距不宜小于 25 mm。

8 钢筋制作与施工

8.1 一般规定

- 8.1.1 采用 600 MPa 级高强钢筋分项工程除符合本文件要求外,应符合 GB 50666、GB 50204 的相关规定。
- 8.1.2 600 MPa 级高强钢筋的进场、存放、制作及施工应符合下列要求:
- 600 MPa 级高强钢筋进场时应进行外观质量检查,高强钢筋应无损伤,表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈;
 - 钢筋存放堆场应有地面硬化,且有防水、防潮措施;钢筋应按品种、强度等级和规格型号分开堆放,并设有明显标识;
 - 600 MPa 级高强钢筋制作宜在常温状态下进行,制作过程中不应应对钢筋进行加热;
 - 施工过程中,钢筋严禁混用,应采取防止 600 MPa 级高强钢筋牌号混淆、锈蚀或损伤的措施;冬期施工和雨期施工应符合 JGJ/T 104 和 GB 50666 的规定。
- 8.1.3 600 MPa 级高强钢筋连接套筒应刻有标识,并按 JG/T 163 的相关要求进行连接套筒的产品检验。
- 8.1.4 600 MPa 级高强钢筋各种规格的机械连接接头材料及质量要求等应符合 JGJ 107 的有关规定。

8.2 钢筋制作

- 8.2.1 600 MPa 级高强钢筋的加工宜采用专业化加工模式,成型钢筋的加工、配送应符合 JGJ 366 的相关规定。
- 8.2.2 600 MPa 级高强钢筋宜采用不具有延伸功能的机械设备进行调直,当采用冷拉方法调直时,钢筋的延伸率不应大于 1%。
- 8.2.3 钢筋加工宜在常温状态下进行,加工过程中不应应对钢筋进行加热。钢筋应一次弯折到位,不得反复弯折。冬期加工应符合 JGJ/T 104 的有关规定。
- 8.2.4 600 MPa 级高强钢筋直螺纹连接接头采用剥肋滚轧直螺纹钢筋接头,钢筋端部应采用机械带锯、砂轮锯、刀片等设备工具切平,保持丝头端面的平整,消除螺纹间隙。接头端部螺纹段应套保护帽进行防护。
- 8.2.5 600 MPa 级高强钢筋采用机械锚固措施时,钢筋锚固板的加工应满足 JGJ 256 的相关规定。

8.2.6 600 MPa 级高强钢筋的连接方式应符合本文件 5.3、7.2.3 和 7.2.4 的要求。

8.3 钢筋施工

8.3.1 600 MPa 级高强钢筋接头宜设置在构件受力较小处，有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内不宜设置钢筋接头，且不应进行钢筋搭接；同一构件的纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上的接头；钢筋接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

8.3.2 600 MPa 级高强钢筋纵向受力钢筋绑扎搭接接头设置、同一连接区段的钢筋搭接接头面积百分率及最小搭接长度应符合 GB/T 50010 的相关规定和要求。

8.3.3 600 MPa 级高强钢筋安装宜采用专用定位件固定钢筋位置。定位件应具有足够的承载力、刚度、稳定性和耐久性。定位件的数量、间距和固定方式，应能保证钢筋的位置偏差符合国家现行有关标准的规定。混凝土框架梁、柱保护层内，不宜采用金属定位件。

8.3.4 在易形成腐蚀的环境中使用 600 MPa 级高强钢筋时，应采取保护措施，在钢筋安装验收后，应立即浇筑混凝土，缩短钢筋的暴露时间。

8.3.5 钢筋机械接头的安装应符合 JG/T 163 的相关规定。

8.3.6 高强钢筋安装后应采取防止污染和成品保护措施。

9 检验与验收

9.1 一般规定

9.1.1 600 MPa 级高强钢筋的现场检验分为施工前检验、施工过程验收。

9.1.2 600 MPa 级高强钢筋应按批次进行检验验收并应进行见证取样，每一批次由同一厂家、同一牌号、同一规格和同一交货状态的钢筋组成，其中 600 MPa 级高强钢筋检验批重量不大于 60 t。600 MPa 级高强钢筋接头的检验批应符合 JGJ 107 的有关规定。

9.1.3 600 MPa 级高强钢筋工程的质量验收，应符合 GB 50666、GB 50204 的规定。

9.2 施工检验

9.2.1 600 MPa 级高强钢筋进场时应按批次检查外观质量，每捆（盘）钢筋均应有料牌标识和质量证明文件，钢筋表面不得有裂纹、结疤、油污及影响性能的锈蚀、机械损伤等缺陷，外观质量不合格的钢筋不应使用。

9.2.2 600 MPa 级高强钢筋进场时，应按批次抽取试件进行检验，每个检验批的检验应符合下列规定：

- 600 MPa 级高强钢筋检验项目、取样数量、取样方法及试验方法应符合 GB 1499.2 的相关规定；
- 钢筋的重量偏差检验结果不合格时不允许复检；
- 当检验结果不符合要求时，钢筋的复验与判定应符合 GB/T 17505 的有关规定。

9.2.3 当采用机械连接时，接头的现场检验应符合下列规定：

- 钢筋连接接头的检验批划分和质量检验应符合 JGJ 107 的有关规定；
- 套筒进场时应应对套筒材料的相关技术资料进行审查与验收，应出具相应等强度套筒规格的连接件型式检验报告，应有防锈措施、标牌标识和质量证明书文件。

9.2.4 高强钢筋机械连接施工前，应对接头进行工艺检验，检验项目包括钢筋接头单项拉伸极限抗拉强度和残余变形，合格后方可进行施工。在施工过程中变更钢筋或套筒生产厂家以及接头施工单位时，应重新进行工艺检验。

9.2.5 600 MPa 级高强钢筋安装完成后，应对钢筋的品种、规格和数量进行检查。

9.2.6 高强钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表 15 的规定。

表15 钢筋加工的允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
受力钢筋沿长度方向的净尺寸	±10
弯起钢筋的弯折位置	±20
箍筋外廓尺寸	±5

9.3 施工验收

9.3.1 钢筋工程检验批的划分应符合 GB 50300、GB 50204 的相关规定。

9.3.2 600 MPa 级高强钢筋安装完成后，浇筑混凝土之前，应对钢筋的品种、规格和数量等进行隐蔽工程验收。验收内容包括：

- a) 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置等；
- b) 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- c) 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- d) 预埋件的规格、数量、位置等。

9.3.3 钢筋保护层厚度应符合 GB/T 50010 和 GB 50204 中受力钢筋的混凝土保护层最小厚度的规定；机械连接接头保护层厚度应符合 JGJ 107 的规定，接头之间横向净间距不宜小于 25 mm。

9.3.4 600 MPa 级高强钢筋安装位置的偏差应符合表 16 要求。钢筋安装位置验收的构件抽检数量要求：

- a) 在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；
- b) 对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；
- c) 对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5 m 左右划分检查面，板可按纵横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

表16 钢筋加工的允许偏差

项 目		允许偏差(mm)	检验方法
绑扎钢筋网	长、宽	± 10	尺量
	网眼尺寸	± 20	尺量连续三档，取最大偏差值
绑扎钢筋骨架	长	± 10	尺量
	宽、高	± 5	尺量
受力钢筋	锚固长度	- 20	尺量
	间距	± 10	尺量两端、中间各一点，取最偏差大值
	排距	± 5	
纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度	板、墙、壳	± 3	尺量
	次梁	± 5	尺量
	基础	± 10	尺量
绑扎箍筋、横向钢筋间距		± 20	尺量连续三档，取最大偏差值
钢筋弯起点位置		20	尺量
预埋件	中心线位置	5	尺量
	水平高差	+3, 0	塞尺量测

附录 A

(资料性)

600 MPa 级高强钢筋技术条件

A.1 主要技术要求

A.1.1 钢筋的牌号和化学成分

A.1.1.1 钢的牌号、化学成分和碳当量（熔炼分析）应符合表 A.1.1 的规定。根据需要，钢中还可加入 V、Nb、Ti 等元素。其中在已有牌号后加“E”表示抗震钢筋。

表 A.1 化学成分及碳当量（熔炼分析）要求

牌号	化学成分(质量分数) (%)					碳当量 C_{eq} (%)
	C	Si	Mn	P	S	
HRB600 (E)、 HTRB600 (E)	≤0.28	≤0.80	≤1.60	≤0.035	≤0.035	≤0.58

A.1.1.2 碳当量 C_{eq} (%) 值可按公式 (A.1) 计算:

$$C_{eq}=C + Mn/6 + (Cr+V+Mo)/5 + (Cu+Ni)/1 \dots \dots \dots (A.2)$$

A.1.1.3 钢的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。碳当量 C_{eq} 的允许偏差为+0.03%。

A.1.1.4 钢中的氮含量不应大于 0.012%。供方若能保证，可不做分析。钢中若有足够数量的氮结合元素，含氮量的限制可适当放宽。

A.1.1.5 钢中铜的各残余含量不应大于 0.30%，且总量不应大于 0.6%。经需方同意，铜的残余含量可不大于 0.35%。

A.1.2 钢筋的力学性能

A.1.2.1 交货状态的力学性能应符合表 A.2 的规定。

表 A.2 力学性能要求

牌号	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	R_m^o/R_{eL}^o	A (%)	A_{gt} (%)	R_{eL}^o/R_{eL}
HRB600、HTRB600	≥600	≥750	—	≥16.0	≥7.5	—
HRB600E、HTRB600E	≥600	≥750	≥1.25	≥16.0	≥9.0	≤1.30

A.1.2.2 有较高要求的抗震结构，适用牌号为在本规程表 A.2 中已有牌号上加“E”（HRB600E、HTRB600E）的钢筋。该类钢筋除应满足下列要求外，其他要求与相应牌号钢筋相同：

- 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值之比 R_m^o/R_{eL}^o 不应小于 1.25；
- 钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值 R_{eL}^o/R_{eL} 不应大于 1.30；
- 钢筋的最大拉力下总伸长率 A_{gt} 不应小于 9%。

注： R_m^o 为钢筋的抗拉强度实测值；

R_{eL}^o 为钢筋的屈服强度实测值；

A 为钢筋标准中热轧带肋钢筋的断后伸长率，即钢筋拉断后在拼接断口两旁 5 倍直径的长度范围内量测所得的伸长率。

A.1.3 工艺性能

A.1.3.1 弯曲性能应符合表 A.3 的要求，按表 A.3 规定的弯芯直径弯曲 180° 后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 A.3 弯曲性能

牌号	公称直径 (mm)	弯曲压头直径
HRB600、HTRB600 HRB600E、HTRB600E	6~36	6d

A.1.3.2 根据需方要求可进行反向弯曲性能试验；反向弯曲试验的弯芯直径比弯曲试验相应增加一个钢筋直径，先正向弯曲 90°，再反向弯曲 20°；经反弯试验后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

A.1.4 疲劳性能

A.1.4.1 根据需方要求，可进行疲劳性能试验，具体试验参数供需双方协商解决。

A.1.4.2 疲劳性能试验可在公称直径不大于 28mm 或公称直径大于 28mm 的钢筋中分别任选一个公称直径。

A.1.4.3 疲劳性能试验方法应执行 GB/T 28900 的规定。

A.1.5 金相组织

钢筋的金相组织应主要是铁素体加珠光体，基圆上不应出现回火马氏体组织。钢筋宏观金相、截面维氏硬度、微观组织应符合 GB 1499.2 的规定。

A.1.6 钢筋的尺寸、外形、重量及允许偏差和表面质量应符合 GB 1499.2 的规定。

A.2 检验项目

A.2.1 钢筋出厂时按批进行检验，每批钢筋的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 A.4 的规定。

表 A.4 钢筋的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法及规定	试验方法
1	化学成分 (熔炼分析)	1	GB/T 20066	GB/T 4336、GB/T 223
2	拉伸	2	不同根(盘)钢筋切取 附录 A.3.1	GB/T 28900
3	弯曲	2	不同根(盘)钢筋切取 附录 A.3.1	GB/T 28900
4	反向弯曲	2	不同根(盘)钢筋切取 附录 A.3.1	GB/T 28900
5	金相组织	2	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 13298、 GB/T13299
6	疲劳试验	GB/T 28900		
7	连接性能	JGJ 107、JG/T 163		
8	表面	逐根(盘)	—	目视
9	尺寸	逐根(盘)	—	GB 1499.2、附录 A.1.6
10	重量偏差	5	不同根(盘)钢筋切取	GB 1499.2、附录 A.3.3

注 1：对化学成分试验结果有争议时，仲裁试验按 GB/T 223 进行。
注 2：疲劳性能、金相组织、连接性能仅在原料、生产工艺、设备有重大变化及新产品生产时需进行型式试验。

A.3 试验方法

A.3.1 试样的一般规定

A.3.1.1 除非另有协议，试样应从符合交货状态的钢筋产品上截取。

A.3.1.2 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许进行车削加工。

A.3.1.3 人工时效：测定反向弯曲和疲劳试验性能指标时，采用下列工艺条件：加热试样到 100℃，在 100℃±10℃ 温度下保温不少于 30min，然后在静止的空气中自然冷至室温。

A.3.2 拉伸、弯曲、反向弯曲试验

A.3.2.1 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许进行车削加工。

A.3.2.2 计算钢筋强度用截面面积采用公称横截面面积。

A.3.2.3 反向弯曲试验时，经正向弯曲后的试样，应在 100℃±10℃ 温度下保温不少于 30min，经自然冷却后再反向弯曲。当供方能保证钢筋人工时效后的反弯性能时，正向弯曲后的试样亦可在室温下直接进行反向弯曲。

A.3.3 尺寸测量

A.3.3.1 带肋钢筋内径的测量应精确到 0.1mm。

A.3.3.2 带肋钢筋纵肋、横肋高度的测量采用测量同一截面两侧纵肋、横肋中心高度平均值的方法，即测取钢筋最大外径，减去该处内径，所得数值的一半为该处肋高，应精确到 0.1mm。

A.3.3.3 带肋钢筋横肋间距采用测量平均肋距的方法进行测量，即测取钢筋一面上第 1 个与第 11 个横肋的中心距离，该数值除以 10 即为横肋间距，应精确到 0.1mm。

A.3.4 重量偏差的测量

A.3.4.1 测量钢筋重量偏差时，试样应从不同根钢筋上随机截取，试样数量不少于 5 支，每支试样长度不小于 500mm；长度应逐支测量。应精确到 1mm。测量试样总重量时，应精确到不大于总重量的 1%。

A.3.4.2 钢筋实际重量与公称重量的偏差 (%) 应按公式 (A.2) 计算：

$$\text{重量偏差} = \frac{(\text{试样实际总重量} - \text{试样总长度} \times \text{理论重量})}{(\text{试样总长度} \times \text{理论重量})} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

A.3.5 检验结果的数值修约与判定应符合 YB/T 081 的要求。

A.4 检验规则

A.4.1 钢筋的检验分为特征值检验和交货检验。

A.4.2 特征值检验要求

A.4.2.1 特征值检验适用于下列情况：

- a) 供方对产品质量控制的检验；
- b) 需方提出要求，经供需双方协商一致的检验；
- c) 第三方产品认证及仲裁检验。

A.4.2.2 特征值检验应按 GB 1499.2 的规定进行。

A.4.3 交货检验要求

A.4.3.1 交货检验适用于钢筋验收批的检验。

A.4.3.2 组批规则要求：

- a) 钢筋应按批进行生产、检查和验收，每批应由同一炉号、同一牌号、同一品种、同一规格的钢筋组成；每批重量不大于 60t；超过 60t 的部分，每增加 40t（或不足 40t 的余数），增加一个拉伸试验试样和一个弯曲试验试样；
- b) 允许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇注方法的不同炉号组成混合批，但各炉号含碳量之差不得大于 0.02%，含锰量之差不得大于 0.15%；混合批的重量不大于 60t；
- c) 钢筋的检验项目和取样数量应符合表 A.4 和 a) 的规定；
- d) 各检验项目的检验结果应符合 A.1 节的有关规定；
- e) 钢筋的复检与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

A.5 订货内容

A.5.1 按本规程附录订货的合同至少应包括下列内容：

- a) 本附录编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢筋牌号；
- d) 钢筋公称直径、长度及重量（或数量、或盘重）；
- e) 特殊要求。

A.6 钢筋标志

A.6.1 600 MPa 级高强钢筋在生产过程中应在其表面轧制牌号标志。

A.6.2 钢筋的表面标志应包括下列内容：

- a) 钢筋牌号标志和公称直径毫米数字，还可轧上经注册的厂名或商标；
- b) 钢筋牌号以阿拉伯数字或阿拉伯数字加英文字母表示，公称直径毫米数以阿拉伯数字表示；
- c) 标志应清晰明了，标志的尺寸由供方按钢筋直径大小作适当规定，与标志相交的横肋可以取消。

