

甘肃省土木建筑学会标准

TB

新疆维吾尔自治区土木建筑学会标准

T/GSICEA 000—2026

T/XJTMJB 000—2026

660MPa 带肋高强钢筋应用技术规程

Technical standard for application of 660MPa ribbed high-strength bars

(征求意见稿)

2026-00-00 发布

2026-00-00 实施

甘 肃 省 土 木 建 筑 学 会
新 疆 维 吾 尔 自 治 区 土 木 建 筑 学 会

联合发布

前 言

根据甘肃省土木建筑学会、新疆维吾尔自治区土木建筑学会关于印发《660MPa 带肋高强钢筋应用技术规程》团体标准制定计划的通知要求，标准编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关技术标准和资料，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本规程共分 8 章和 1 个附录，主要内容包括：总则，术语和符号，基本规定，材料，结构分析及极限状态计算，构造规定，抗震设计，施工及质量验收等。

本规程的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由甘肃省土木建筑学会和新疆维吾尔自治区土木建筑学会归口管理，甘肃省建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中，如有意见和建议，请函至甘肃省建筑设计研究院有限公司（地址：甘肃省兰州市城关区静宁路 81 号，邮编：730030，邮箱：gsadri@163.com）

主 编 单 位： 甘肃省建筑设计研究院有限公司

甘肃省舜陇源建筑材料有限公司

参 编 单 位： 东南大学土木工程学院

主要起草人： 黄 锐 姚圣法 冯 健 朱 峰 江重阳 姚佩歆

黄兆升

主要审查人：

目 次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	2
3 基本设计规定.....	4
4 材料.....	6
4.1 混凝土.....	6
4.2 钢筋.....	6
5 结构分析及极限状态计算.....	8
5.1 结构分析.....	8
5.2 极限状态计算.....	8
6 构造规定.....	10
6.1 混凝土保护层.....	10
6.2 钢筋的锚固.....	10
6.3 钢筋的连接.....	11
6.4 纵向受力钢筋的最小配筋率.....	13
7 抗震设计.....	15
7.1 一般规定.....	15
7.2 材料.....	15
7.3 框架梁.....	16
7.4 框架柱.....	16
7.5 剪力墙.....	17
8 施工及质量验收.....	18
8.1 一般规定.....	错误! 未定义书签。
8.2 施工.....	20
8.3 质量验收.....	20
附录 A 混凝土结构用热轧高强钢筋技术条件.....	21
本规程用词说明.....	30
引用标准名录.....	31
附：条文说明	

Contents

1	General provisions	错误! 未定义书签。
2	Terms and symbols	错误! 未定义书签。
2.1	Terms	错误! 未定义书签。
2.2	Symbols	错误! 未定义书签。
3	General design requirements	错误! 未定义书签。
4	Materials	错误! 未定义书签。
4.1	Concrete	错误! 未定义书签。
4.2	Steel reinforcement	错误! 未定义书签。
5	Structural analysis and limit state calculation	错误! 未定义书签。
5.1	Structural analysis	错误! 未定义书签。
5.2	Limit state calculation	错误! 未定义书签。
6	Detailing requirements	错误! 未定义书签。
6.1	Anchorage of steel reinforcement	错误! 未定义书签。
6.1	Anchorage of steel reinforcement	错误! 未定义书签。
6.2	Splices of steel reinforcement	错误! 未定义书签。
6.3	Minimum ratio of reinforcement for flexural and axial loading members ..	错误! 未定义书签。
7	Seismic Design	错误! 未定义书签。
7.1	General requirements	错误! 未定义书签。
7.2	Materials	错误! 未定义书签。
7.3	Frame Beams	错误! 未定义书签。
7.4	Frame Columns	错误! 未定义书签。
8	Construction and quality acceptance	错误! 未定义书签。
8.1	Construction	错误! 未定义书签。
8.2	Quality acceptance	错误! 未定义书签。
Appendix A	Technical conditions of heat-treated / hot-rolled ribbed high-strength bars for concrete structures	错误! 未定义书签。
	Explanation of wording	错误! 未定义书签。
	List of quoted standards	错误! 未定义书签。

Addition: Explanation of provisions

1 总则

1.0.1 为了在热轧带肋高强钢筋混凝土结构设计与施工中贯彻执行国家的技术经济政策,做到安全、适用、经济,保证质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于配置 660MPa 热轧带肋高强钢筋的混凝土结构房屋和一般构筑物的设计、施工和验收。

1.0.3 采用热轧带肋高强钢筋的混凝土结构设计、施工和验收,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 热轧 660MPa 带肋高强钢筋 hot-rolled 660MPa high-strength ribbed bar

采用热轧工艺生产,技术要求符合本规程附录 A 规定的屈服强度标准值为 660MPa 带肋高强钢筋,其金相组织主要是铁素体加珠光体,基圆上无回火马氏体组织。本规程简称高强钢筋。

2.1.2 热轧 660MPa 带肋高强钢筋混凝土结构 hot-rolled 660MPa ribbed high-strength reinforced concrete structures

配置受力热轧 660MPa 带肋高强钢筋的混凝土结构。

2.2 符号

E_s —— 钢筋的弹性模量;

C30 —— 立方体抗压强度标准值为 30N/mm^2 的混凝土强度等级;

HHRB660 —— 强度级别为 660MPa 的热轧带肋高强钢筋;

HHRB660E —— 强度级别为 660MPa 且满足抗震要求的热轧带肋高强钢筋;

f_t —— 混凝土轴心抗拉强度设计值;

f_{yk} —— 钢筋屈服强度标准值,即钢筋标准中的下屈服强度特征值

R_{eL} ;

f_{stk} —— 钢筋极限强度标准值,即钢筋标准中的抗拉强度特征值 R_m ;

f_y 、 f'_y —— 钢筋抗拉、抗压强度设计值;

f_{yv} —— 横向钢筋的抗拉强度设计值;

δ_{gt} —— 钢筋最大力总延伸率,钢筋达到抗拉强度时对应的受拉极限应变值,即钢筋标准中的最大力总延伸率 A_{gt} ;

σ_{sq} —— 裂缝宽度计算中,按荷载准永久组合计算的混凝土构件纵向受拉钢筋应力;

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。

c_s —— 裂缝宽度计算中，最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离；

d —— 钢筋的公称直径（简称直径）；

l_{ab} 、 l_a —— 受拉钢筋的基本锚固长度、锚固长度；

l_l —— 受拉钢筋的搭接长度；

ρ —— 纵向受力钢筋的配筋率；

ζ_a —— 锚固长度修正系数。

3 基本设计规定

3.0.1 配置高强钢筋的混凝土结构,其基本设计规定除应符合本规程的要求外,尚应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

3.0.2 混凝土结构构件中的受力钢筋均可采用高强钢筋,其钢筋牌号应符合本规程 4.2 节的要求。配置高强钢筋的混凝土构件需进行疲劳验算时,应提供对应牌号、对应规格的疲劳性能检验报告。

3.0.3 结构构件正截面的受力裂缝控制等级分为三级,等级划分及有关要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

3.0.4 结构构件应根据结构类型和环境类别,按表 3.0.4 的规定选用不同的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值 w_{lim} 。

表 3.0.4 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值 (mm)

环境类别	钢筋混凝土构件		预应力混凝土构件	
	裂缝控制等级	w_{lim}	裂缝控制等级	w_{lim}
—	三级	0.30 (0.40)	三级	0.20
二 a	三级	0.20	三级	0.10
二 b			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。对一类环境下的框架梁、连续梁的支座,如果楼板、屋面板有覆盖层防止在上部纵筋表面产生结露或水膜,该部位最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值;
- 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;
- 3 在一类环境下,对预应力混凝土屋架、托架及双向板体系,应按二级裂缝控制等级进行验算;对一类环境下的预应力混凝土屋面梁、托梁、单向板,应按表中二 a 类环境的要求进行验算;

- 4 表中规定的预应力混凝土构件的裂缝控制等级和最大裂缝宽度限值仅适用于正截面的验算；预应力混凝土构件的斜截面裂缝控制验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定；
- 5 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有关规定；
- 6 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；
- 7 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。

3.0.5 配置高强钢筋的混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的准永久组合，预应力混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的标准组合，并均考虑荷载长期作用的影响进行计算，其计算值不应超过现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的挠度限值。

3.0.6 配置高强钢筋的混凝土结构的耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定。

3.0.7 配置高强钢筋的混凝土结构在盐渍土地场地的设计除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942 的有关规定。

3.0.8 配置高强钢筋的混凝土结构的相关试验研究应按现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 执行。660MPa 钢筋应提供通过国家认可的检测机构进行的实验室试验和无损原位加载实测试验、论证，人防工程采用的 660MPa 带肋钢筋应经国家人防主管部门组织的专项试验和鉴定。

4 材料

4.1 混凝土

4.1.1 配置高强钢筋的混凝土结构，其混凝土强度标准值、设计值及相关技术性能指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

4.1.2 配置高强钢筋的混凝土结构，混凝土强度等级不应低于 C30。采用高强钢筋的预应力混凝土楼板结构的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 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。

4.2 钢筋

4.2.1 本规程的高强钢筋采用强度级别为 660MPa 级热轧带肋钢筋，其技术要求应符合本规程附录 A 的规定。

4.2.2 高强钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。高强钢筋的强度标准值 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 应按表 4.2.2 采用。

表 4.2.2 高强钢筋强度标准值 (N/mm²)

牌号	公称直径 (mm)	屈服强度标准值 f_{yk}	极限强度标准值 f_{stk}
HHRB660、HHRB660E	6~32	660	825

注：HHRB660E 为符合抗震性能指标的抗震钢筋，除对最大力总延伸率 δ_{gt} 的要求较高外，其抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值和屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值尚应符合本规程第 7.2.3 条的要求。

4.2.3 高强钢筋的抗拉强度设计值、抗压强度设计值应按表 4.2.3 采用。

表 4.2.3 高强钢筋强度设计值 (N/mm²)

牌号	抗拉强度设计值 f_y	抗压强度设计值 f'_y
HHRB660、HHRB660E	570	570

注：1 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。

2 对轴心受压构件，当采用 660MPa 高强钢筋时，钢筋的抗压强度设计值 f'_y 应取 400N/mm²。

- 3 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；当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，其设计值应取 360N/mm^2 。

4.2.4 高强钢筋的最大力总延伸率 δ_{gt} 不应小于表 4.2.4 规定的数值。

表 4.2.4 高强钢筋的最大力总延伸率限值

牌号	δ_{gt} (%)
HHRB660	7.5
HHRB660E	9

4.2.5 高强钢筋的弹性模量 E_s 应按表 4.2.5 采用。

表 4.2.5 高强钢筋的弹性模量 ($\times 10^5\text{N/mm}^2$)

牌号	弹性模量 E_s
HHRB660、HHRB660E	2.0

4.2.6 按现行国家标准《人民防空地下室设计规范》GB 50038 设计的人防地下室结构，动力强度设计值可按本规程表 4.2.3 规定的强度设计值乘以钢筋强度综合调整系数 1.07 后采用。

4.2.7 结构抗倒塌设计中的受力钢筋强度设计值可按本规程表 4.2.2 规定的钢筋极限强度标准值采用。

4.2.8 高强钢筋的公称直径为：6mm、8mm、10mm、12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、25mm、28mm、32mm、36mm、40mm、50mm，常用的公称直径为：6mm、8mm、10mm、12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、25mm、28mm、32mm。

4.2.9 当进行钢筋代换时，除应符合设计要求的构件承载力、最大力总延伸率、裂缝宽度验算及抗震规定外，尚应满足相对界限受压区高度、最小配筋率、钢筋间距、保护层厚度、钢筋锚固长度、接头面积百分率及搭接长度等构造要求。

5 结构分析及极限状态计算

5.1 结构分析

5.1.1 配置高强钢筋的混凝土结构，其结构分析除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

5.1.2 采用塑性内力重分布分析方法进行承载能力极限状态计算时，应符合下列要求：

1 配置高强钢筋的混凝土连续梁和连续单向板，可采用塑性内力重分布方法进行分析；

重力荷载作用下的框架、框架—剪力墙结构中的现浇梁及双向板等，经弹性分析求得内力后，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；

2 按考虑塑性内力重分布分析方法设计的结构和构件，应满足正常使用极限状态要求且采用有效的构造措施；

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 类环境情况下的结构，不应采用考虑塑性内力重分布的分析方法；

3 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%；弯矩调整后的梁端截面相对受压区高度不应超过 0.35，且不宜小于 0.10。钢筋混凝土板的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%。预应力混凝土梁的弯矩调幅幅度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

5.2 极限状态计算

5.2.1 配置高强钢筋的混凝土结构构件，其承载能力极限状态和正常使用极限状态的验算除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

5.2.2 配置高强钢筋的混凝土结构构件，其裂缝控制验算的要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

5.2.3 计算配置高强钢筋的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、柱交接处

及梁、板交接处的计算弯矩；现浇梁板可考虑梁有效翼缘宽度范围内的板及与梁同方向的板筋参与梁支座截面的裂缝宽度计算。

5.2.4 在荷载准永久组合下，配置高强钢筋的钢筋混凝土板类受弯构件，当其纵向受拉钢筋拉应力 σ_{sq} 及其相应的混凝土保护层厚度 c_s 和直径 d 均不超过表5.2.4的规定时，可不作最大裂缝宽度的验算。

表 5.2.4 板类受弯构件不做裂缝宽度验算的 σ_{sq} 、 c_s 、 d 限值

w_{lim} (mm)	0.4		0.3		0.2	
σ_{sq} (N/mm ²)	c_s (mm)	d (mm)	c_s (mm)	d (mm)	c_s (mm)	d (mm)
300	25	20	20	16	20	8
310	20	20	20	14	—	—
320	25	18	15	14	25	6
330	20	18	20	12		
340	—	—	—	—	20	6
350	20	16	15	12	—	—
360	—	—	20	10	—	—
380	20	14	15	10	—	—
400	20	12	20	8	—	—

5.2.5 配置高强钢筋的混凝土受弯构件挠度验算，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6 构造规定

6.1 混凝土保护层

6.1.1 构件中钢筋的混凝土保护层厚度应符合下列要求：

- 1 构件中受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径 d ；
- 2 设计工作年限为 50 年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度应符合表 6.1.1 的规定；设计使用年限为 100 年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度不应小于表 6.1.1 中数值的 1.4 倍。

表 6.1.1 混凝土保护层的最小厚度 c (mm)

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

注：钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm。

6.1.2 当梁、柱、墙中纵向受力钢筋的保护层厚度大于 50mm 时，宜对保护层采取有效的构造措施。当在保护层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时，网片钢筋的保护层厚度不应小于 25mm。

6.2 钢筋的锚固

6.2.1 配置高强钢筋的混凝土结构构件，其钢筋的锚固除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6.2.2 配置于混凝土结构中的高强钢筋，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：

- 1 基本锚固长度应按下列公式计算：

$$l_{ab} = 0.14 \frac{f_y}{f_t} d \quad (6.2.2-1)$$

式中： l_{ab} —— 受拉钢筋的基本锚固长度；

f_y —— 钢筋的抗拉强度设计值；

f_t —— 混凝土轴心抗拉强度设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定采用；当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；

d —— 锚固钢筋的直径；

2 受拉钢筋的锚固长度应根据锚固条件按下式计算，且不应小于 200mm：

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \quad (6.2.2-2)$$

式中： l_a —— 受拉钢筋的锚固长度；

ζ_a —— 锚固长度修正系数，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定取用。

梁柱节点中纵向受拉钢筋的锚固要求应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定执行；

3 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 100mm，此处 d 为锚固钢筋的直径。

6.2.3 混凝土结构中的高强钢筋采用钢筋锚固板锚固时，锚固区的设计及钢筋锚固板的安装应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

6.3 钢筋的连接

6.3.1 配置高强钢筋的混凝土结构构件，其钢筋的连接除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6.3.2 钢筋的连接宜优先采用机械连接接头，也可采用绑扎搭接或焊接接头。机械连接接头及焊接接头的类型及质量应符合国家现行有关标准的规定。

混凝土结构中受力钢筋的连接接头宜设置在受力较小处。在同一根受力钢筋上宜少设接头。在结构的重要构件和关键传力部位，纵向受力钢筋不宜设置连接接头。

6.3.3 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；其他构件中的钢筋采用绑扎搭接时，受拉钢筋直径不宜大于 20mm，受压钢筋直径不宜大于 22mm。

6.3.4 配置于混凝土结构中的高强钢筋，纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度，应根据位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率按下式计算，且不应小于 300mm。

$$l_l = \zeta_l l_a \quad (6.3.4)$$

式中： l_l —— 纵向受拉钢筋的搭接长度；

ζ_l —— 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数，按表 6.3.4 取用。当纵向搭接钢筋接头面积百分率为表的中间值时，修正系数可按内插取值。

表 6.3.4 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数

纵向搭接钢筋接头面积百分率 (%)	≤25	50	100
ζ_l	1.2	1.4	1.6

6.3.5 机械连接宜用于直径不小于 16mm 的受力钢筋的连接，机械连接类型及质量要求应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

6.3.6 660MPa 带肋高强钢筋机械连接套筒的原材料应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的规定。

1 当采用六角柱形直螺纹套筒时，其套筒外表面进行六角形挤压增强处理（图 6.3.6-a）。

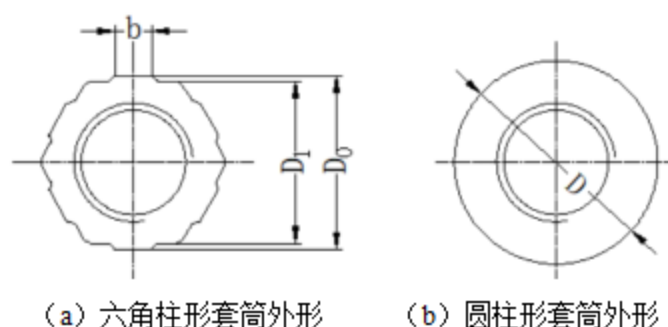


图 6.3.6 直螺纹套筒外形

2 当采用圆柱形直螺纹套筒（图 6.3.6-b）时，其尺寸偏差应符合表 6.3.6 的规定，螺纹精度应符合相应的套筒设计规定。

表 6.3.6 圆柱形直螺套筒尺寸和允许偏差 (mm)

外径 (D) 允许偏差		螺纹公差	长度 (L) 允许偏差
加工表面	非加工表面		
± 0.50	$20 < D \leq 30, \pm 0.5$ $30 < D \leq 50, \pm 0.6$ $D > 50, \pm 0.8$	应符合 GB/T 197 中 6H 的规定	± 1.0

6.3.7 高强钢筋的焊接接头试验应按现行行业标准《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27 规定执行,焊接方法及焊接质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 中相关规定。

6.3.8 HHRB660、HHRB660E 高强钢筋不应采用电渣压力焊进行连接,可采用单面搭接焊条电弧焊,钢筋直径不宜小于 16mm。

6.4 纵向受力钢筋的最小配筋率

6.4.1 配置高强钢筋的混凝土结构构件,其纵向受力钢筋的最小配筋率除应符合本规程的要求外,尚应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6.4.2 配置高强钢筋的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 6.4.2 规定的数值。

表 6.4.2 纵向受力钢筋的最小配筋率 $\rho_{\min}$ (%)

受压构件	全部纵向钢筋	强度等级 660MPa	0.50
	一侧纵向钢筋		0.2
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 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 660MPa 的高强钢筋时,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 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。

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

6.4.4 钢筋混凝土板的受力钢筋或者构造钢筋可采用直径 6mm 的 660MPa 带肋高强钢筋。

7 抗震设计

7.1 一般规定

7.1.1 配置高强钢筋的混凝土结构构件，其抗震设计除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定。

7.1.2 配置高强钢筋的混凝土结构构件的纵向受力钢筋的锚固和连接除应符合本规程第 6.2 节和第 6.3 节的有关规定外，尚应符合下列要求：

1 纵向受拉钢筋的抗震锚固长度 l_{aE} 应按下列公式计算：

$$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a \quad (7.1.2-1)$$

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；

l_a —— 纵向受拉钢筋的锚固长度，按本规程第 6.2.2-2 条确定。

梁柱节点中纵向受拉钢筋的锚固要求应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定执行；

2 当采用搭接连接时，纵向受拉钢筋的抗震搭接长度 l_{lE} 应按下列公式计算：

$$l_{lE} = \zeta_l l_{aE} \quad (7.1.2-2)$$

式中： ζ_l —— 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数，按本规程第 6.3.4 条确定

3 纵向受力钢筋的连接可采用机械连接、绑扎搭接或焊接；

4 纵向受力钢筋连接的位置宜避开梁端、柱端箍筋加密区；如必须在此连接时，应采用机械连接；

5 混凝土构件位于同一连接区段内的纵向受力钢筋接头面积百分率不宜超过 50%。

7.2 材料

7.2.1 配置高强钢筋的混凝土结构的混凝土强度等级应符合下列规定：

1 剪力墙不宜超过 C60；其他构件，9 度时不宜超过 C60，8 度时不宜超过

C70;

2 各类结构构件不应低于 C30。

7.2.2 配置高强钢筋的混凝土框架梁、柱、支撑以及剪力墙边缘构件中，其受力钢筋可采用 HHRB660E 高强钢筋。

7.2.3 按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件，其纵向高强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 钢筋最大力总延伸率实测值不应小于 9%。

7.3 框架梁

7.3.1 配置高强钢筋的框架梁端纵向受拉钢筋的配筋率不宜大于 2.0%。沿梁全长顶面和底面至少应各配置两根通长的纵向钢筋，对一、二级抗震等级，钢筋直径不应小于 14mm，且分别不应少于梁两端顶面和底面纵向受力钢筋中较大截面面积的 1/4；对三、四级抗震等级，钢筋直径不应小于 12mm。

7.3.2 当框架梁端箍筋加密区配有按计算需要的纵向受压钢筋时，如果梁的宽度大于 400mm 且一层内的纵向受压钢筋多于 3 根，或当梁的宽度不大于 400mm 但一层内的纵向受压钢筋多于 4 根，在箍筋加密区应设置复合箍筋。

7.3.3 梁柱节点构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定。

7.4 框架柱

7.4.1 配置高强钢筋的框架柱、框支柱中全部纵向受力钢筋的配筋百分率不应小于表 7.4.1 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 7.4.1 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 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。

7.4.2 框架柱箍筋可采用高强钢筋提高对混凝土的约束作用。箍筋宜采用连续螺旋箍筋或连续复合螺旋箍筋。当采用非焊接封闭箍筋时，其末端应做成 135° 弯钩，弯钩端头平直段长度不应小于箍筋直径的 10 倍。

7.5 剪力墙

7.5.1 抗震设计时，采用高强抗震钢筋的剪力墙及两端的边缘构件，应符合下列要求：

1 剪力墙的最小配筋率及构造应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 第 4.4.7 条的规定；

2 剪力墙两端及洞口两侧应设置边缘构件，其体积配箍率及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定。

7.5.2 底部加强区混凝土边缘构件箍筋可采用高强钢筋提高对混凝土的约束作用。箍筋宜采用连续螺旋箍筋或连续复合螺旋箍筋。当采用非焊接封闭箍筋时，其末端应做成 135° 弯钩，弯钩端头平直段长度不应小于箍筋直径的 10 倍。

8 施工及质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 配置高强钢筋的混凝土结构，其施工除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

8.1.2 钢筋的强度级别或规格应按设计文件的规定采用。当采用高强钢筋代换其他强度等级的钢筋时，应符合本规程第 4.2.9 条的规定，并经设计单位同意，办理设计变更文件。

8.1.3 配置高强钢筋的工业与民用房屋和一般构筑物的冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。

8.1.4 盐渍土地配置高强钢筋的建筑工程施工、质量检测与维护应符合现行国家标准《盐渍土地建筑技术规范》GB/T 50942 的规定。

8.2 施工

8.2.1 盘卷钢筋应采用无延伸功能的机械设备调直，不应采用冷拉调直方法。

8.2.2 高强钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

- 1 当直径为 28mm 以下时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 6 倍；
- 2 当直径为 28mm 及以上时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 7 倍；
- 3 框架的顶层端节点，对梁上部纵向钢筋、柱外侧纵向钢筋在节点角部弯折处，当钢筋直径为 28mm 以下时弯弧内直径不宜小于钢筋直径的 12 倍，钢筋直径为 28mm~32mm 时弯弧内直径不宜小于钢筋直径的 16 倍；
- 4 箍筋弯折处弯弧内直径尚不应小于纵向受力钢筋的直径；
- 5 箍筋、拉筋的末端应作弯钩。箍筋弯钩的弯折角度不应小于 90° ，弯折后平直部分长度不应小于箍筋直径的 5 倍；对有抗震设防及设计有专门要求的结构构件，箍筋弯钩的弯折角度不应小于 135° ，弯折后平直部分长度不应小于箍筋直径的 10 倍；
- 6 拉筋两端弯钩的弯折角度均不应小于 135° ，弯折后平直部分长度不应

小于拉筋直径的 10 倍。

8.2.3 当纵向钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施时，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

8.2.4 当纵向钢筋采用钢筋锚固板锚固时，应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

8.2.5 纵向钢筋的连接方式应符合设计要求。

1 纵向钢筋的连接接头宜设置在受力较小处；接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于 $10d$ （ d 为钢筋的公称直径）；

2 同一跨度或同一节间内的同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头；

3 抗震要求的框架柱、梁，不宜在端部的箍筋加密区内设置纵向钢筋接头；

4 当纵向受力钢筋采用机械连接接头或焊接接头时，设置在同一构件内的接头宜相互错开。每层柱第一个钢筋接头位置距楼地面高度不宜小于 500mm、柱高的 $1/6$ 及柱截面长边（或直径）的较大值；连续梁、板的上部钢筋接头位置宜设置在跨中 $1/3$ 跨度范围内，下部钢筋接头位置宜设置在梁端 $1/3$ 跨度范围内；

5 纵向受力钢筋机械连接接头及焊接接头连接区段的长度应为 $35d$ （ d 为纵向受力钢筋的较大直径）且不应小于 500mm，凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均应属于同一连接区段。同一连接区段内，纵向受力钢筋接头面积百分率应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

8.2.6 钢筋的机械连接应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

8.2.7 钢筋的焊接应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《钢筋焊接接头试验方法》JG 27 的规定。焊接参数应经现场试验确定。焊接过程中，如果钢筋牌号、直径发生变更，应再次进行焊接工艺试验。工艺试验使用的材料、设备、辅料及作业条件均应与实际施工一致。

8.2.8 HHRB660、HHRB660E 高强钢筋不应采用电渣压力焊进行连接，可采用单面搭接焊条电弧焊，钢筋直径不宜小于 16mm。

8.3 质量验收

8.3.1 配置高强钢筋的混凝土结构，其质量验收除应符合本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

8.3.2 钢筋应有出厂质量证明书或试验报告单，钢筋表面或每捆（盘）钢筋均应有标志，并应确认符合钢筋订货的牌号。

8.3.3 钢筋进场时，应按规定抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验并检查质量证明文件。质量证明文件包括产品合格证、质量证明书、结构构件实验室试验报告、原位加载试验报告和省级及以上人民政府有关部门、人防主管部门组织的审查文件，并应符合本规程附录 A 及其他相关标准的规定。

8.3.4 对 HHRB660E 抗震钢筋，除应按本规程第 8.2.3 条的要求分批进场检验外，尚应满足本规程第 7.2.3 条规定的要求。

8.3.5 成型钢筋进场时，应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合现行行业标准《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366 的规定。当有施工单位或监理单位的代表驻厂监督生产过程，并提供原材钢筋力学性能第三方检验报告时，可仅进行重量偏差检验。

8.3.6 钢筋机械连接及钢筋锚固板施工前，应提供型式检验报告，并按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的要求进行施工现场抽样检验，合格后方可用于工程。

附录 A 混凝土结构用热轧高强钢筋技术条件

A.1 钢筋的主要技术要求

A.1.1 钢筋的牌号和化学成分应满足下列要求：

1 钢筋的牌号、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 等元素；

表 A.1.1 钢筋牌号的构成及其含义

牌号	化学成分（%）（质量分数）					碳当量
	C	Si	Mn	P	S	$C_{eq}\%$
	不大于					
HHRB660、HHRB660E	0.28	0.80	1.60	0.035	0.035	0.58

2 碳当量 C_{eq} （百分比）值可按下式计算：

$$C_{eq} = C + M_n/6 + (C_r + V + M_o)/5 + (C_u + N_i)/15 \quad (A.1.1)$$

3 钢的氮含量应不大于 0.012%，供方如能保证可不作分析；钢中如有足够数量的氮结合元素，含氮量的限制可适当放宽；

4 钢筋的化学成分允许偏差应符合现行国家标准《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222 的相关规定。碳当量 C_{eq} 的允许偏差为 +0.03%。

A.1.2 钢筋的力学性能应满足下列要求：

钢筋的下屈服强度 R_{eL} 、抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 、最大力总延伸率 A_{gt} 等力学性能特征值应符合表 A.1.2 的规定。表 A.1.2 所列各力学性能特征值，除 R_{eL}^0/R_{eL} 可作为交货检验的最大保证值外，其他力学特征值可作为交货检验的最小保证值。

表 A.1.2 交货状态的力学性能特性值

牌号	下屈服强度 R_{eL} (MPa)	抗拉强度 R_m (MPa)	断后伸长率 A (%)	最大力总伸长率 A_{gt} (%)	R_m^0/R_{eL}^0	R_{eL}^0/R_{eL}
	不小于					不大于
HHRB660	660	825	15	7.5	—	—
HHRB660E			—	9.0	1.25	1.30

注： R_m^0 为钢筋实测抗拉强度； R_{eL}^0 为钢筋实测下屈服强度。

A.1.3 工艺性能应满足下列要求：

1 钢筋应进行弯曲试验。按表 A.1.3 规定的弯曲压头直径弯曲 180° 后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 A.1.3 弯曲性能试验时的弯曲压头直径

牌号	公称直径 d (mm)	弯芯直径 d (mm)
HHRB660	6~25	$6d$
HHRB660E	28~32	$7d$

2 反向弯曲性能应满足下列要求：

- 1) 对牌号带“E”的钢筋应进行反向弯曲试验。经反向弯曲试验后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹；
- 2) 反向弯曲试验的弯曲压头直径比弯曲试验相应增加一个钢筋公称直径；

A.1.4 钢筋的机械连接的质量检验与验收应符合相关行业标准的规定，且应满足下列要求：

1 公称直径不小于 16mm 的受力钢筋机械连接推荐采用剥肋滚丝直螺纹套筒连接。

2 钢筋机械连接接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力总延伸率以及高应力和大变形条件下反复拉压性能分Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级三个等级。

3 Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级钢筋机械连接接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环，且在经历拉压循环后，其实测极限抗拉强度应符合表 A.1.4 的规定。

表 A.1.4 钢筋接头的实测极限抗拉强度

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

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。

4 I 级、II 级、III 级钢筋机械连接接头变形性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

A.1.5 高强钢筋的外形如图 A.1.5 所示，重量、允许偏差及表面质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定，外形尺寸及允许偏差应符合表 A.1.5 的规定。

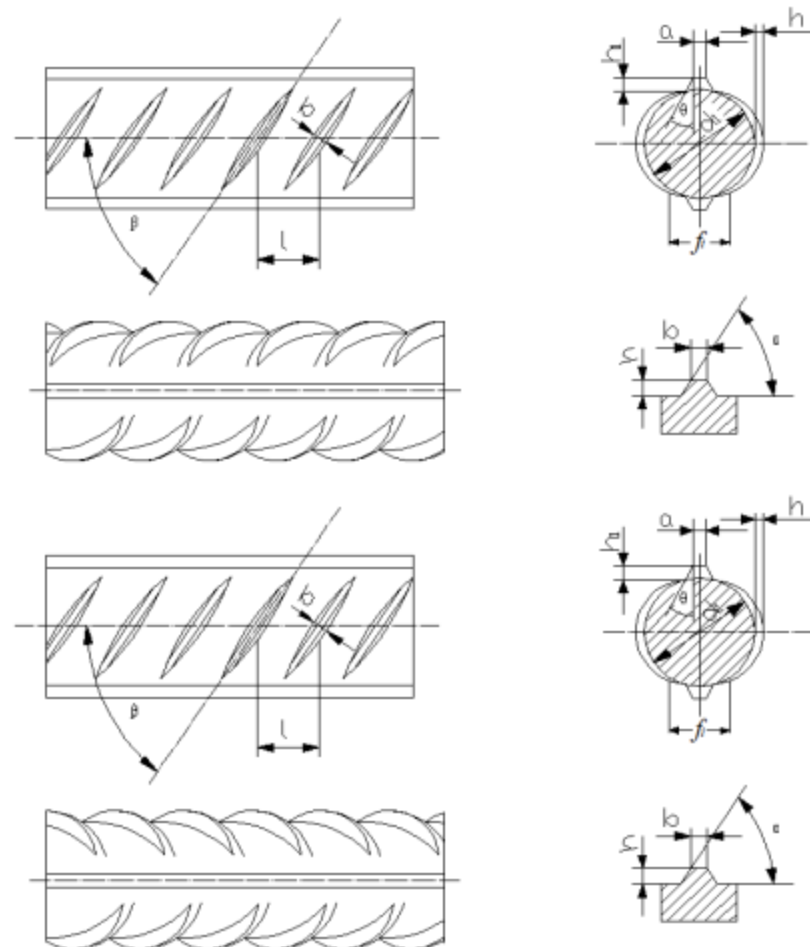
表 A.1.5 尺寸及允许偏差 (mm)

公称直径 d	内径 d_i		横肋高 h		纵肋高 h_f (不大于)	横肋宽 b	纵肋宽 a	间距 1		横肋末端最大间隙 (公称周长的 10% 弦长)
	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差				公称尺寸	允许偏差	
6	5.8	± 0.3	0.6	± 0.3	0.8	0.4	1.0	6.0	± 0.5	1.8
8	7.7	± 0.4	0.8	+0.4 -0.3	1.1	0.5	1.5	8.3		2.5
10	9.6		1.0	± 0.4	1.3	0.6	1.5	10.5		3.1
12	11.5		1.2	+0.4 -0.5	1.6	0.7	1.5	12.0		3.7
14	13.5		1.4		1.8	0.8	1.8	13.5		4.3
16	15.5		1.5		1.9	0.9	1.8	15.0		5.0
18	17.4		1.6	± 0.5	2.0	1.0	2.0	15.0		5.6
20	19.4	± 0.5	1.7		2.1	1.2	2.0	15.0	± 0.8	6.2

22	21.4	± 0.6	1.9	± 0.6	2.4	1.3	2.5	15.8	± 1.0	6.8
25	24.3		2.1		2.6	1.5	2.5	18.8		7.7
28	27.3		2.2		2.7	1.7	3.0	18.8		8.6
32	31.1	± 0.6	2.4	+0.8 -0.7	3.0	1.9	3.0	21.0	± 1.0	9.9

注：1 纵肋斜角 θ 为 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。

2 尺寸 a、b 为参考数据。



d_1 ——钢筋内径； a ——横肋斜角； h ——横肋高度；

β ——横肋与轴线夹角； h_l ——纵肋高度； θ ——纵肋斜角；

a ——纵肋顶宽； l ——横肋间距； b ——横肋顶宽。

f_1 ——横肋末端间隙。

图 A.1.5 月牙肋钢筋（带纵肋）表面及截面形状

A.2 钢筋的应用技术条件和检验项目

A.2.1 为确保混凝土结构用钢筋的质量，正确评价配置热轧带肋钢筋的混凝土结构和构件的性能，应采用现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152中规定的试验方法进行相关的实验室试验。

实验室试验应根据试验目的不同采取相应的标准试验方法，配置钢筋的混凝土结构和构件应进行下列实验室试验：

- 1 梁式粘结锚固性能试验、拉式粘结锚固性能试验；
- 2 梁构件正截面受弯性能试验、斜截面受剪性能试验；
- 3 柱构件轴心受压性能试验、偏心受压性能试验；
- 4 柱构件抗震性能试验。

实验室试验结果应符合相关国家强制性标准的要求，以保证钢筋在工程结构中的安全应用。

A.2.2 应对配置钢筋的混凝土结构进行原位加载试验，通过试验对计算模型或设计参数进行复核、验证或研究其结构性能和设计方法。原位加载试验应符合下列要求：

- 1 原位加载试验宜采用短期静力加载试验的方式进行结构性能检验；
- 2 原位加载试验应对受检结构的梁、板、柱等构件的钢筋应力、挠度、裂缝宽度等进行量测；
- 3 原位加载试验应分为使用状态试验和承载力试验。

原位加载试验结果应满足相关国家强制性标准的要求，并经省级及以上人民政府有关部门组织的建设工程技术专家委员会审定。

A.2.3 钢筋应进行人防工程应用研究，并获取国家人防主管部门组织的可应用于人防工程中的鉴定方可按照本规程进行设计、施工。

人防工程应用研究应包括下列试验研究：

- 1 钢筋动态力学性能试验；
- 2 梁、板构件静载受弯性能试验；
- 3 化爆载荷（核荷载）下梁、板构件受弯性能试验；

4 板构件抗接触爆炸性能试验。

A.2.4 每批钢筋的检验项目，取样方法和试验方法应符合表 A.2.4 的规定。

表 A.2.4 取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分 (熔炼分析)	1	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123 、 GB/T 20124、GB/T 20125
2	拉伸	2	任选两根钢筋切取	GB/T 28900、GB/T 228、GB 1499.2
3	弯曲、反向弯曲	2	任选两根钢筋切取	GB/T 28900、GB/T 232、GB 1499.2
4	金相组织	2	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 13298、GB 1499.2
5	疲劳试验	供需双方协议		
6	连接性能	GB 55008、JGJ 107、JG/T 163		
7	尺寸	逐支	—	GB 1499.2
8	表面	逐支	—	目视
9	重量偏差	GB 1499.2		

注：疲劳性能、晶粒度、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 拉伸、弯曲、反向弯曲试验应满足下列要求：

- 1 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许进行车削加工；
- 2 计算钢筋强度用截面面积采用公称横截面面积；
- 3 最大力总延伸率 A_{gt} 的检验，按表 A.2.4 的规定采用《金属材料 室温拉伸试验方法》GB/T 228.1 的有关试验方法；

4 反向弯曲试验，先正向弯曲 90° ，把经正向弯曲后的试样在 $100^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 温度下保温不少于 30min，经自然冷却后再反向弯曲 20° 。两个弯曲角度均应在

保持荷载时测量。出厂检验准许在室温下直接进行反向弯曲，仲裁检验应在时效后进行反向弯曲。

A.3.2 尺寸测量应满足下列要求：

- 1 钢筋内径的测量精确到 0.1mm；
- 2 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；
- 3 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.3.3 重量偏差的测量应满足下列要求：

- 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 1g；
- 2 钢筋实际重量与公称重量的偏差（%）按下式（A.3.3）计算：

$$\eta = \frac{M - (L \times m)}{L \times m} \times 100 \quad (\text{A.3.3})$$

式中： η ——实际重量与理论重量的偏差，%；

M ——试样实际总重量，单位为克(g)；

L ——试样总长度，单位为毫米(mm)；

m ——理论单位重量，单位为克每毫米(g/mm)。

A.3.4 检验结果的数值修约与判定应符合现行行业标准《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定》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 特性值检验应满足下列要求：

- 1 特征值检验适用于下列情况：
 - 1) 供方对产品质量控制的检验；

2) 需方提出要求, 经供需双方协议一致的检验;

3) 第三方产品认证及仲裁检验。

2 特征值检验应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分: 热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规则进行。

A.4.3 交货检验应满足下列要求:

1 交货检验适用于钢筋验收批的检验;

2 组批规则应满足下列要求:

1) 钢筋应按批进行检查和验收, 每批由同一牌号、同一炉号(或同一轧批号)、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, 对牌号带“E”的钢筋还应增加 1 个反向弯曲试样;

2) 准许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇注方法的不同炉号组成混合批进行轧制, 但各炉号熔炼分析碳含量之差不大于 0.02%, 锰含量之差不大于 0.15%。混合批的重量不大于 60t, 不应将轧制成品组成混合批。

3 钢筋检验项目和取样数量应符合本规程表 A.2.4 和本条第 2 款第 1 项的规定;

4 各检验项目的检验结果应符合本附录 A.1 的有关规定;

5 钢筋的复验与判定应符合现行国家标准《钢及钢产品交货一般技术要求》GB/T 17505 的规定;

6 钢筋的交货状态, 其金相组织主要是铁素体加珠光体, 不得有影响使用性能的其他组织, 钢筋上除纵向肋以外, 横向基圆上不得出现回火马氏体组织等。

A.5 包装、标志和质量证明书

A.5.1 高强钢筋的表面标志应符合下列规定:

1 钢筋应在其表面轧上牌号符号、生产企业行政区划代码前 2 位和公称直径毫米数字, 可轧上经注册的厂名或商标代替行政区划代码前 2 位;

2 钢筋牌号标志应以英文字母加阿拉伯数字表示, HHRB660 均以“6H”表示,

HHRB660E均以"6H/E"表示。厂名应以汉语拼音字头表示。公称直径毫米数应以阿拉伯数字表示；

3 标志应清晰明了，与标志相交的横肋可以取消。

A.5.2 包装和质量证明书

除上述规定外，钢筋的包装、标志和质量证明书应符合现行国家标准《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2101的有关规定。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2
- 2 《人民防空地下室设计规范》GB 50038
- 3 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 4 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 5 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 6 《组合结构通用规范》GB 55004
- 7 《钢结构通用规范》GB 55006
- 8 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 9 《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222
- 10 《钢铁及合金化学分析方法》GB/T 223
- 11 《金属材料拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1
- 12 《金属材料弯曲试验方法》GB/T 232
- 13 《钢及钢产品交货一般技术要求》GB/T 17505
- 14 《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T 28900
- 15 《建筑抗震设计标准》GB/T 50010
- 16 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
- 17 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 18 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 19 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256
- 20 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366

甘肃省土木建筑学会标准
新疆维吾尔自治区土木建筑学会标准

660MPa 带肋高强钢筋应用技术规程

Technical standard for application of 660MPa ribbed bar
in concrete structures

T/GSICEA 000—2026

T/XJTMJB 000—2026

条 文 说 明

编制说明

为便于广大设计、施工等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《660MPa 带肋高强钢筋应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.2	符号	2
3	基本设计规定	3
4	材料	4
4.1	混凝土	4
4.2	钢筋	4
5	结构分析及极限状态计算	5
5.1	结构分析	5
5.2	极限状态计算	5
6	构造规定	8
6.2	钢筋的锚固	8
6.3	钢筋的连接	8
6.4	纵向受力钢筋的最小配筋率	9
7	混凝土结构构件抗震设计	10
7.1	一般规定	10
7.2	材料	10
7.3	框架梁	10
7.4	框架柱	10
8	施工及质量验收	11
8.2	施工	11
8.3	质量验收	11

1 总则

1.0.1 热轧带肋高强钢筋的推广应用不但可以减少钢筋消耗量，节省资源和能源，还可以减少环境污染，提高建筑安全储备能力。高强钢筋与高强混凝土配合使用，还可以减轻结构自重，降低运输费用，避免钢筋的密集配置，方便施工，保证工程质量。编制本规程是为了落实国家的技术经济政策，推广应用高强钢筋。

1.0.2 我国现行《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 规定混凝土结构采用的具有较好延性的纵向受力钢筋为 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500，其性能符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的要求。600MPa 以上级且具有较好延性的带肋高强钢筋在实际应用中仍缺乏依据。

为保证建设工程质量和安全，对于现行《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 所列牌号之外的新型高强钢筋的应用，应经过材料和结构构件的试验、验证，包括梁式拉拔粘接锚固性能、梁构件受弯性能、偏压柱受力性能、柱构件抗震性能等实验室试验，新材料实体结构非破坏性试验和人防工程应用试验研究、验证及鉴定。本规程采用了 HRB660、HRB660E 高强钢筋的所有试验研究、验证及鉴定成果。

本规程采用的热轧带肋高强钢筋牌号和性能应符合附录 A 的规定。

1.0.3 本规程的内容主要涉及到热轧带肋高强钢筋混凝土结构与普通钢筋混凝土结构在设计、施工和验收方面的不同要求或需要注意的内容，其它相同规定一般不再重复。

2 术语和符号

2.2 符号

《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《钢筋混凝土用钢 第2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 中定义的术语和符号适用于本规程。

3 基本设计规定

3.0.2 采用高强钢筋可达到节省钢材用量的目的。660MPa 级高强钢筋的适用范围与不高于《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中 500MPa 级的普通热轧带肋钢筋相同，且可与其他类型的钢筋搭配使用。

推荐优先用于混凝土梁、板中的纵向受拉钢筋。

对仅做承载能力极限状态计算的钢筋混凝土结构构件中的受力钢筋，宜采用高强钢筋。

对于由承载能力极限状态控制配筋的抗爆设计人防结构和抗倒塌设计结构，推荐优先采用高强钢筋。

在高地震烈度区，对于由地震作用下承载能力极限状态控制配筋的剪力墙、框架柱和框架梁，特别是由中震或大震性能设计控制截面配筋的剪力墙、框架柱，推荐优先采用高强钢筋。

3.0.3 对于配置 660MPa 高强钢筋的混凝土构件，其裂缝控制等级和有关要求与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相同。对于需要进行裂缝宽度验算的混凝土构件（主要为梁、板构件），由于 660MPa 高强钢筋在裂缝宽度计算时的应力值较高，应注意裂缝宽度验算和调整。采用小直径、小间距的布筋方式是减小高强钢筋混凝土构件裂缝计算宽度的有效方法。

3.0.4 对于配置高强钢筋的混凝土构件，其最大裂缝宽度限值 w_{lim} 与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相同。

对于一类环境下配置 660MPa 高强钢筋的框架梁、连续梁支座截面，如果楼屋面有找平层、水磨石地面等可靠的防止钢筋出现结露或水膜的覆盖层，在外观的要求上允许时，梁支座截面的最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值。

在国家建筑钢材质量监督检验中心所做的检验报告表明，HRB660 高强钢筋耐腐蚀性能优于普通热轧钢筋，但鉴于目前相关试验资料有限，因此最大裂缝宽度的规定沿用《混凝土结构设计标准》GB/T 50010。

4 材料

4.1 混凝土

4.1.2 为提高材料的利用效率，适应高强度钢筋的要求，对混凝土强度等级做了适当提高。

4.2 钢筋

4.2.1 本规程的高强钢筋混凝土结构采用 660MPa 级高强钢筋。

4.2.3 660MPa 级高强钢筋材料分项系数取为 1.15，强度设计值取 570N/mm^2 。受剪、受扭、受冲切承载力计算时 f_{yv} 取为 360N/mm^2 。

《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 规定，普通钢筋抗压强度设计值 f_y ，可取与抗拉强度相同。对轴心受压构件，当采用 500MPa 级钢筋时，钢筋的抗压强度设计值 f_y ，应取 400N/mm^2 。

长安大学 2023 年完成的 17 根偏心受压柱承载力试验及钢筋压缩试验表明，660MPa 级高强钢筋抗压强度设计值 f_y ，可取与抗拉强度相同。在偏心受压状态下，混凝土所能达到的压应变可以保证 660MPa 级高强钢筋的抗压强度达到与抗拉强度相同的值，但在大偏心受压、受弯承载力计算时，应注意混凝土受压区高度过小时受压钢筋达不到屈服强度；对轴心受压构件，由于混凝土极限压应变为 0.002，当采用 660MPa 级高强钢筋时，其钢筋的抗压强度设计值取为 400N/mm^2 。

4.2.9 钢筋代换除应满足等强代换的原则外，尚应综合考虑不同钢筋牌号的性能差异对裂缝宽度验算、相对界限受压区高度、最小配筋率、最大配筋率、抗震构造要求等的影响，并应满足钢筋间距、保护层厚度、锚固长度、搭接接头面积百分率及搭接长度等的要求。

5 结构分析及极限状态计算

5.1 结构分析

5.1.1 配置高强钢筋作受力钢筋的混凝土结构，在规定的荷载组合下的结构效应分析与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 完全相同。

配置 660MPa 级高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法同《混凝土结构设计标准》GB/T 50010，因此设计可利用符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的混凝土结构设计软件。钢筋的强度设计值变化后，混凝土构件的裂缝宽度、相对界限受压区高度（最大配筋率）、最小配筋率等相应变化。

注意尽量选用直径较细的 660MPa 级高强钢筋，降低裂缝宽度不满足要求的可能。

5.1.2 超静定混凝土结构的塑性内力重分布分析的有关要求与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 基本相同。

按考虑塑性内力重分布的计算方法进行构件或结构的设计时，由于塑性铰的出现，构件的变形和抗弯能力调小部位的裂缝宽度均较大。故进一步明确允许考虑塑性内力重分布构件的使用环境，并强调应进行构件变形和裂缝宽度验算，以满足正常使用极限状态的要求。

采用基于弹性分析的塑性内力重分布方法进行弯矩调幅时，弯矩调整的幅度及受压区的高度均应满足本条的规定，以保证构件出现塑性铰的位置有足够的转动能力并限制裂缝宽度。

660MPa 级高强钢筋的屈服强度较高，相应的相对界限受压区高度较小，塑性转动能力有所降低，在设计时应注意其带来的影响。对于配置 660MPa 级高强钢筋的混凝土梁，在塑性调幅后，其荷载准永久组合和标准组合下钢筋拉应力值较高，裂缝宽度计算时应注意其带来的影响。

5.2 极限状态计算

5.2.1 配置高强钢筋作受力钢筋的混凝土结构，承载能力极限状态和正常使用极限状态的验算与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中配置普通钢筋的混

凝土结构相同，但应注意：

1 660MPa 级高强钢筋的屈服强度和屈服应变较高，相应的相对界限受压区高度和最大纵筋配筋率较小，因此在设计时应注意防止构件超筋。相对界限受压区高度的计算方法与有屈服点的普通钢筋相同。

2 对于需要进行裂缝宽度验算的混凝土构件（主要为梁、板构件），由于 660MPa 级高强钢筋在裂缝宽度计算时的应力值较高，应注意裂缝宽度验算和调整。采用小直径、小间距的布筋方式是减小高强钢筋混凝土构件裂缝计算宽度的有效方法。

5.2.2 配置高强钢筋作受力钢筋的混凝土结构，其裂缝控制验算的要求与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相同。

长安大学 2024 年完成的 16 根梁的受弯性能试验表明，采用 660MPa 级钢筋的梁的平均裂缝宽度试验值与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 规定的计算方法的计算结果基本一致（该批试验未对短期裂缝宽度的扩大系数 τ_s 、考虑长期作用影响的扩大系数 τ_l 进行研究，可按 GB/T 50010 取用）。

计算求得的最大裂缝宽度可按《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 的规定进行折减。对处于二 a 类环境下的地下室底板，其最大裂缝宽度计算值也可适当折减，折减系数可取 0.7。

5.2.3 裂缝宽度限制是影响高强钢筋使用的主要问题，本条提出了符合实际受力状况的可以较为合理地计算裂缝宽度的建议，设计人员可以结合具体情况采用。

5.2.4 钢筋混凝土板类受弯构件按混凝土受拉区面积计算的配筋率 p_{te} 通常不会超过《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 规定的 0.01，于是在最大裂缝宽度计算中的 p_{te} 均可直接取用 0.01 进行计算，取 $w_{lim} = w_{max}$ 的条件下，可直接给出在荷载准永久组合下的纵向受拉钢筋拉应力 $\sigma_{s,q}$ 的计算公式：

$$\sigma_{s,q} = \frac{E_s w_{lim}}{1.1\alpha_{cr}(1.9c_s + 8d)} + 59.1f_{tk} \quad (1)$$

本条表 5.2.4 就是按上式计算而给出，为了对钢筋拉应力 $\sigma_{s,q}$ 的值取整，在表中给出的数值会有 $\pm 5\%$ 左右的误差。

钢筋拉应力 $\sigma_{s,q}$ 可由下列公式作出近似估计：

$$\sigma_{s,q} = f_y / K_q = 520 / K_q \quad (2)$$

$$K_q = \frac{\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k}{G_k + \psi_q Q_k} \quad (3)$$

式中： G_k — 永久作用的标准值；

Q_k — 可变作用的标准值；

γ_G — 永久作用的分项系数；

γ_Q — 可变作用的分项系数；

ψ_q — 作用的准永久值系数。

分析表明，常遇的 k_q 值大致在 1.3~1.8 之间，故表 5.2.4 仅给出 $\sigma_{s,q}$ 在 $300\text{N/mm}^2 \sim 400\text{N/mm}^2$ 范围内相应的 c_s 、 d 值，当超越上述范围时，可按公式 (1) 具体计算。

6 构造规定

6.2 钢筋的锚固

6.2.1 长安大学建筑工程学院的试验资料表明，技术性能符合本规程附录A的高强钢筋与混凝土的粘结锚固破坏机理和普通钢筋相比，没有显著性差异，其锚固长度的计算方法、修正系数和机械锚固等规定与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相同。

6.2.2 高强钢筋的基本锚固长度和锚固长度计算公式与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相同。

6.3 钢筋的连接

6.3.2 钢筋连接的形式有各自的使用范围，应符合相关标准的要求。

钢筋连接的基本原则为：连接接头设置在受力较小处；限制钢筋在构件同一跨度或同一层高内的接头数量；避开结构的关键受力部位，如柱端、梁端的筋加密区，并限制接头面积百分率等。

钢筋连接接头百分率应符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

高强钢筋是微合金碳钢，不同于普通钢筋（普通碳钢）的金相组织，焊接需保证钢筋的金相组织不遭到破坏。

6.3.3 针对高强钢筋绑扎搭接的应用范围及直径限值有所加严。对于高强钢筋，当采用绑扎连接时造成材料消耗较大，宜优先采用机械连接。

6.3.4 高强钢筋搭接长度的计算方法与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 完全相同。

6.3.6 钢筋连接套筒和接头加工应增强，同时满足现行行业规范要求。

套筒原材料也可选用经接头型式检验证明符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中接头性能规定的其他钢材，其外观及力学性能应符合相关行业标准的规定，套筒实测受拉承载力不应小于 660MPa 带肋高强钢筋受拉承载力标准值的 1.1 倍。

660MPa 带肋高强钢筋机械连接套筒应满足通、止规检测，钢筋接头外螺纹应进行增强挤压，采用 MJ 增强螺纹，滚丝轮采用圆角过渡。

6.3.7 经过大量的试验和验证，660MPa 高强钢筋可以满足《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 规定的单面搭接焊的要求，当采用 660MPa 级电弧焊时应使用 E5015 (J506)、E5016 (J507) 系列电焊条，焊接操作时焊条起弧和收弧点必须紧靠两根连接钢筋的端部，在距离 10d 处的另一根钢筋的起弧和收弧点的焊接熔池不得破坏钢筋基圆，并控制焊接熔池稳定性。

6.3.8 电渣压力焊保护剂的成分与 高强钢筋成分差异太大，焊接时的高温影响到高强钢筋熔池内钢水的化学成分，影响钢筋性能。试验证明电渣压力焊接的 660MPa 级高强钢筋连接不能满足《钢筋焊接及验收规范》JGJ 18 中相关要求。

6.4 纵向受力钢筋的最小配筋率

6.4.2 配置 660MPa 高强钢筋的混凝土结构构件，其纵向受力钢筋的最小配筋百分率与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中强度等级 500MPa 级钢筋相同。

7 混凝土结构构件抗震设计

7.1 一般规定

7.1.1 高强钢筋的抗震设计要求与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 基本相同。

7.1.2 高强钢筋的抗震锚固长度和搭接长度计算公式与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相同。

660MPa 级带肋高强钢筋的锚固长度较大，对需要进行弯折锚固的框架梁端支座、框架柱基础锚固等节点，应注意其水平段锚固长度是否满足规范要求。

7.2 材料

7.2.1 为提高材料的利用效率，适应高强度钢筋的要求，混凝土强度等级适当提高。

7.3 框架梁

7.3.1 660MPa 级带肋高强钢筋的屈服强度和屈服应变较高，相应的相对界限受压区高度和最大纵筋配筋率较小，为充分保证框架梁在水平地震作用下相对受压区高度和延性，适当降低现行规范中对框架梁端纵筋（普通钢筋）最大配筋率的限值。

7.3.2 660MPa 级带肋高强钢筋的屈服应变较高，梁的位移延性相对较低，充分利用框架梁端受压区钢筋，可有效减小梁端截面受压区高度，提高梁的位移延性。该条强调了《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中对配置受压钢筋时的构造要求。

7.4 框架柱

7.4.1 配置 660MPa 级带肋高强钢筋的框架柱，其纵向受力钢筋的最小配筋率与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中强度等级 500MPa 钢筋相同。

8 施工及质量验收

8.2 施工

8.2.1 配置高强钢筋的混凝土结构工程施工与普通钢筋混凝土结构基本相同，但应注意焊接方面的差异。

8.2.2 钢筋代换不是简单的“强度等效”，高强钢筋的代换应符合本规程第 4.2.9 条的规定，并获得设计许可，且做设计变更。

8.2.4 660MPa 级高强钢筋弯折的弯弧内直径要求是参考《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 中 500MPa 级带肋钢筋的规定确定。

8.3 质量验收

8.3.1 配置高强钢筋的混凝土结构的质量验收与普通钢筋混凝土结构基本相同。钢筋调直、冷拉环境温度不宜低于-20℃。

8.3.3 为保证工程质量，钢筋的力学性能应满足本规程附录A 的规定，同时应满足国家、地方其他相关标准的规定。为积极、稳妥地推进高强钢筋的使用，当该材料应用出现质量异议时，可报该项目所在地的建设工程质量监督站或上级建设工程质量监督（总）站，按本规程附录A 的规定进行现场封样检查，并进行金相组织、连接性能等指标检测及其型式试验检查等。

8.2.4 按《钢筋混凝土用钢 第2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定，提出“抗震钢筋”延性的检验要求，具体反映为本规程第 7.2.3 条中钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值、钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值和极限拉应变的要求。