

陕西省工程建设标准

**650MPa 级热轧带肋高强钢筋
应用技术规程**

Technical specification for application of 650MPa high-strength hot-
rolled ribbed steel bar

（征求意见稿）

《650MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》编制组

2025 年 10 月

前 言

根据陕西省住房和城乡建设厅、陕西省市场监督管理局《关于下达 2025 年度工程建设标准制定计划的通知》陕建标发〔2025〕6 号的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外标准，结合陕西省实际，在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.材料；5.结构设计；6.构造规定；7.施工；8.质量验收。

本规程由陕西省住房和城乡建设厅负责归口管理，陕西省建设标准设计站负责日常管理，陕钢集团产业创新研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请反馈给陕钢集团产业创新研究院有限公司（地址：陕西省汉中市汉台区西二环路滨江公园壹号1号楼9层，邮编：723008，电话：18091506692，邮箱：1287674182@qq.com）。

本规程主编单位：陕钢集团产业创新研究院有限公司

陕西盛泰达新材料科技有限公司

本规程参编单位：陕西钢铁集团有限公司

西安建筑科技大学

中国建筑西北设计研究院有限公司

陕西省建筑设计研究院（集团）有限公司

西安建筑科技大学设计研究总院有限公司

中国启源工程设计研究院有限公司

西安基准方中建筑设计有限公司

中联西北工程设计研究院有限公司

西安交通大学

陕西同济土木建筑设计有限公司

陕西省现代建筑设计研究院有限公司

西安市建筑设计研究院有限公司

陕西建工集团股份有限公司

中建震安科技工程有限公司

中煤西安设计工程有限责任公司

本规程主要起草人员： 门进杰 王世斌 刘卫辉 潘映兵 贺晓晖 燕练武

王春锋 钟卫民 邢启民 温对红 王晓梅 刘 挺

张硕英 张红强 程 亮 徐 雯 刘 东 史生志

李健荣 张 陆 王 兴

本规程主要审查人员：

目 次

1	总 则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	2
3	基本规定.....	5
4	材 料.....	9
4.1	钢 筋	9
4.2	高强钢筋连接套筒	11
4.3	混 凝 土	12
5	结构设计.....	14
6	构造规定.....	19
6.1	钢筋的锚固	19
6.2	钢筋的连接	21
6.3	纵向受力钢筋的最小配筋率	23
6.4	混凝土保护层	25
7	施 工.....	27
7.1	一般规定	27
7.2	钢筋加工	27
7.3	钢筋连接与安装	29
8	质量验收.....	31
8.1	一般规定	31
8.2	材 料	31
8.3	钢筋加工	33
8.4	钢筋连接	34
8.5	钢筋安装	36

附录 A 650MPa 级热轧带肋高强钢筋技术条件	39
本规程用词说明.....	49
引用标准名录.....	50

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	General requirements	5
4	Materials	9
4.1	Steel reinforcement	9
4.2	High strength reinforcement connection sleeve	11
4.3	Concrete	12
5	Structural design	14
6	Detailing requirements	19
6.1	Anchorage of steel reinforcement	19
6.2	Splices of reinforcement	21
6.3	Minimum ratio of reinforcement for flexural and axial loading members	23
6.4	Concrete cover	25
7	Construction	27
7.1	General	27
7.2	Reinforcement processing	27
7.3	Reinforcement connection and installation	29
8	Quality acceptance	31
8.1	General	31
8.2	Material	31
8.3	Reinforcement processing	33
8.4	Reinforcement connection	34
8.5	Reinforcement installation	36

Appendix A Technical conditions for 650MPa grade hot-rolled ribbed high-strength steel bars	39
Explanation of wording in this code	49
List of quoted standards	50

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家节能环保技术经济政策，在钢筋混凝土结构中推广应用650MPa级热轧带肋高强钢筋，做到安全适用、技术可靠、经济合理以及确保工程质量，制定本规程。

【条文说明】1.0.1 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，减少运输费用，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，为高强钢筋混凝土结构提供设计、施工及验收依据。

1.0.2 本规程适用于配置650MPa级热轧带肋高强钢筋的工业与民用建筑和构筑物的设计、施工与验收。本规程不适用于轻骨料混凝土以及需做疲劳验算的结构构件设计，对于特种混凝土结构需专门论证。

【条文说明】1.0.2 我国现行《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中规定混凝土结构中允许使用的最高强度等级钢筋为500MPa级，而600MPa级以上强度等级的钢筋在实际应用中仍缺乏依据。本规程在现行《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的基础上针对采用650MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构进行相关规定，规程内容包括设计、施工及验收等方面的技术要求。

1.0.3 采用650MPa级热轧带肋高强钢筋的结构和构件的设计与施工，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】1.0.3 在应用高强钢筋时，除应满足本规程的要求外，其余技术要求尚应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2等的相关规定。本规程无规定时，均按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010实施。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 热轧钢筋 hot rolled bars

按热轧状态交货的钢筋，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（如基圆上出现的回火马氏体组织）存在。

【条文说明】2.1.1 热轧钢筋的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（如基圆上出现的回火马氏体组织）存在。

2.1.2 带肋钢筋 ribbed bars

横截面通常为圆形，且表面带有沿长度方向均匀分布的横肋的钢筋。

2.1.3 高强钢筋套筒 high strength steel sleeve

用于传递轴向拉力或压力的钢筋机械连接用钢套管。

2.1.4 锚固板 anchorage head for rebar

设置于钢筋端部用于钢筋锚固的承压板。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

E_s ——钢筋的弹性模量；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{stk} ——钢筋的极限强度标准值，即钢筋标准中的抗拉强度特征值

R_m ；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值。

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值；

f_y' ——钢筋的抗压强度设计值；

f_{yk} ——钢筋的屈服强度标准值，即钢筋标准中的屈服强度特征值
 R_{eL} ;

f_{yv} ——横向钢筋的抗拉强度设计值;

δ_{gt} ——钢筋的最大力总延伸率。

2.2.2 作用和作用效应

M ——弯矩设计值;

M_q ——按荷载准永久组合计算的弯矩值;

ω_{lim} ——最大裂缝宽度限值;

ω_{max} ——按荷载的准永久组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度;

ε_{cu} ——非均匀受压时的混凝土极限压应变。

2.2.3 几何参数

A_s ——受拉区纵向钢筋的截面面积;

A_{te} ——有效受拉混凝土截面面积;

B ——受弯构件考虑荷载长期作用影响的刚度;

B_s ——按准永久组合计算的钢筋混凝土受弯构件的短期刚度;

a_s' ——受压钢筋合力点至截面边缘的距离;

b ——矩形截面宽度，T形、I形截面的腹板宽度;

c ——保护层厚度;

c_s ——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;

d_{eq} ——受拉区纵向钢筋的等效直径;

h ——截面高度;

h_0 ——截面有效高度;

h_{cr} ——构件截面的临界高度;

l_a ——纵向受拉钢筋的锚固长度;

l_{ab} ——纵向受拉钢筋的基本锚固长度;

x ——等效矩形应力图形的混凝土受压区高度;

x_b ——界限受压区高度;

ξ_b ——相对界限受压区高度，取 x_b/h_0 。

2.2.4 计算系数及其他

C_w ——受弯构件裂缝宽度修正系数；

ν ——纵向钢筋的相对粘结特性系数；

ρ ——纵向受力钢筋配筋率；

ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

θ ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数；

α_{cr} ——构件受力特征系数；

α_E ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值；

ζ_a ——锚固长度修正系数；

ζ_{aE} ——纵向受拉钢筋抗震锚固长度修正系数；

ζ_l ——纵向受拉钢筋抗震搭接长度修正系数；

ρ_{min} ——纵向受力钢筋的最小配筋率；

ρ_s ——构件按全截面计算的纵向受拉钢筋的配筋率；

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。

【条文说明】2.2 本节所列符号是按照现行国家标准《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083 规定的原则制定的，其中大部分符号与现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 以及钢筋产品标准所采用的相同。

3 基本规定

3.0.1 除本规程明确规定外,采用650MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的设计内容、设计方法、构造规定、承载能力极限状态计算、正常使用极限状态验算、耐久性设计、防连续倒塌设计原则均应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010和《混凝土结构通用规范》GB 55008的有关规定。

3.0.2 钢筋混凝土结构构件中的受力钢筋可采用650MPa级热轧带肋高强钢筋。对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和预应力混凝土结构构件中的非预应力受力钢筋,宜采用650MPa级热轧带肋高强钢筋。

【条文说明】3.0.2 650MPa级热轧带肋高强钢筋适用范围与一般钢筋相同,且可与其他类型的钢筋搭配使用。优先用于混凝土梁、板中的纵向受拉钢筋。对于由承载能力极限状态控制配筋的人防结构和抗倒塌设计结构,以及预应力混凝土结构构件中的非预应力受力钢筋,可达到节省钢材的目的。

3.0.3 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:

$$\gamma_0 S \leq R \quad (3.0.3-1)$$

$$R = R(f_c, f_y, a_k, \dots) / \gamma_{Rd} \quad (3.0.3-2)$$

式中: γ_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;在地震设计状况下,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;

γ_{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；对抗震设计应采用承载力抗震调整系数 γ_{RE} 代替 γ_{Rd} ；

f_c 、 f_y ——混凝土、钢筋的强度设计值，应分别根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定和本规程的规定取值；

α_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 (3.0.3-1)中的 $\gamma_0 S$ 为内力设计值。

3.0.4 对于正常使用极限状态，混凝土结构构件应分别按荷载的准永久组合、标准组合并考虑长期作用的影响，采用下列极限状态设计表达式进行验算：

$$S \leq C \quad (3.0.4)$$

式中： S ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

C ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度等的限值。

【条文说明】3.0.4 正常使用极限状态验算的基本表达形式与现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定一致。

3.0.5 采用650MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的抗震设计以及结构的抗震构造措施应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002及《混凝土结构通用规范》GB 55008等的有关规定。

3.0.6 采用650MPa级热轧带肋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，并均应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、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002及《混凝土结构通用规范》GB 55008规定的挠度限值。

3.0.7 结构构件应根据使用功能、环境类别和重要程度，选用适宜的裂缝控制等级。结构构件正截面的受力裂缝控制等级及要求应符合下列规定：

一级——严格要求不出现裂缝的构件，按荷载标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土应不产生拉应力；

二级——一般要求不出现裂缝的构件，按荷载标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土拉应力应不大于混凝土轴心抗拉强度标准值；

三级——允许出现裂缝的构件，对钢筋混凝土构件，按荷载的准永久组合并考虑长期作用影响计算时，以及对预应力混凝土构件，按荷载的标准组合并考虑长期作用影响计算时，构件的最大裂缝宽度均应符合表3.0.7的规定。对二a类环境的预应力混凝土构件，尚应按荷载准永久组合计算，且构件边缘混凝土的拉应力不应大于混凝土的抗拉强度标准值。

表3.0.7 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值 ω_{lim}

环境 类别	钢筋混凝土构件		预应力混凝土结构	
	裂缝控制等级	ω_{lim} （mm）	裂缝控制等级	ω_{lim} （mm）
一	三级	0.30（0.40）	三级	0.20
二a		0.20		0.10
二b			二级	—
三a、三 b			一级	—

注：1 环境类别应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中的规定进行划分；

2 对处于年平均相对湿度小于60%地区一类环境等级下的钢筋混凝土受弯构件，其最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值；

3 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；

4 对于烟囱、筒仓和处于液体压力下的结构构件及电视塔等各种高耸结构，其裂缝控制要求应符合专门标准的有关规定；

5 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；

6 表中的最大裂缝宽度限值为用于验算荷载作用下引起的最大裂缝宽度；

7 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；在一类和二a类环境下需做疲劳验算的预应力混凝土吊车梁，应按裂缝控制等级不低于二级的构件进行验算；

8 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的有关规定。

【条文说明】3.0.7 裂缝控制等级划分为三级。等级是对裂缝控制严格程度而言的，设计人员根据具体情况选用不同的等级。关于构件裂缝控制等级的划分，国际上一般都根据结构的功能要求、环境条件对钢筋的腐蚀影响、钢筋种类对腐蚀的敏感性和荷载作用时间等因素来考虑。

3.0.8 当进行钢筋代换时，应符合设计要求的构件承载力、正常使用、配筋构造及耐久性能要求，并应当取得设计单位的设计变更文件。

【条文说明】3.0.8 钢筋代换时不能仅考虑强度要求，还需满足相应构造、裂缝控制等要求。

4 材 料

4.1 钢 筋

4.1.1 650MPa级热轧带肋高强钢筋的技术要求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 1499.2-2024和本规程附录A的规定。

【条文说明】4.1.1 650MPa级热轧带肋高强钢筋的主要技术要求见本规程附录A.1。650MPa级热轧带肋高强钢筋在实际工程应用前进行大量的试验验证，本标准的技术要求及参数源于编制单位提供的试验报告。本规程应用的热轧带肋高强钢筋应满足本规程附录A的技术条件要求。

4.1.2 650MPa级热轧带肋高强钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。

【条文说明】4.1.2 现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008对钢筋标准强度的保证率的相关要求本规程遵照执行。

4.1.3 650MPa级热轧带肋高强钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量和最大力下的总延伸率限值应按表4.1.3的规定选用。

表4.1.3 650MPa高强钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量和最大力下的总延伸率限值

钢筋类型	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)	弹性模量 E_s (N/mm ²)	最大力下的总延伸 率 δ_{gt} (%)
高强钢筋	6~12	650	805	2.0×10^5	≥ 7.5
高强抗震钢筋	14~40		815	2.0×10^5	≥ 9.0

【条文说明】4.1.3 根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定，要求钢筋标准强度的保证率不应小于95%。

本规程对于650MPa级热轧带肋高强钢筋，屈服强度标准值取650MPa，极限强度标准值分别取805MPa和815MPa。依据如下：

对直径为6mm、8mm、10mm、12mm的高强钢筋和直径为14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、25mm、28mm、32mm的高强抗震钢筋分别制作了15个标准拉伸试件，

在西安建筑科技大学实验室进行了拉伸试验。根据试验结果，650MPa 级热轧带肋高强钢筋力学性能特征值取上述值是合理的。

4.1.4 650MPa级热轧带肋高强钢筋的抗拉强度设计值 f_y 、抗压强度设计值 f_y' 应按表4.1.4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650MPa级热轧带肋高强钢筋时，钢筋的抗压强度设计值 f_y' 应取400N/mm²。横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 应按表中数值 f_y 采用；当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，应取360 N/mm²。

表4.1.4 650MPa级热轧带肋高强钢筋的强度设计值

钢筋类型	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)
高强钢筋、高强抗震钢筋	6~40	565	565

注：当设计考虑受压钢筋作用时，纵筋直径不应小于16mm；小偏心受压的框架柱应补充不计弯矩作用的轴心抗压验算（小偏心受压效应组合不计弯矩影响，钢筋抗压强度取值为400MPa）。

【条文说明】4.1.4 1 抗拉强度设计值：为了适当提高安全储备，同时经西安建筑科技大学完成的9根配置650MPa级热轧带肋高强钢筋混凝土梁抗弯试验研究、理论分析和对相关已有成果的借鉴，取材料分项系数为1.15，得到其抗拉强度设计值为 $f_y = 565\text{MPa}$ ；

2 偏心受压构件的钢筋抗压强度设计值：西安建筑科技大学完成的16根配置650MPa级热轧带肋高强钢筋混凝土偏心受压柱试验研究表明，小偏心受压时，受压钢筋可达到屈服强度设计值 f_y ；大偏心受压时，受压钢筋应变 ε 虽未达到屈服应变 ε_y ，但其与混凝土可以协同变形，根据 $\varepsilon \cdot E_s$ ，钢筋实际的抗压强度可以到达565MPa，因此，650MPa级热轧带肋高强钢筋的抗压强度设计值 f_y' 取与抗拉强度设计值 f_y 相同，即565MPa；

3 用作横向钢筋时取值：西安建筑科技大学完成8根配置650MPa级热轧带肋高强钢筋混凝土梁抗剪试验，根据试验研究结果，当取 $f_{yv}=360\text{ N/mm}^2$ 时，梁的抗剪承载力具有足够的安全储备，同时参考《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的相关规定，因此限定受剪、受扭、受冲切箍筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 不大于360

N/mm²;

4 轴心受压构件的钢筋抗压强度设计值: 依现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010, 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 650MPa 级热轧带肋高强钢筋时, 其钢筋的抗压强度设计值取为 400 N/mm²。

4.1.5 防空地下室钢筋混凝土结构构件中, 在动荷载和静荷载同时作用或动荷载单独作用下, 钢筋强度设计值可按表4.1.4规定的强度设计值乘以强度综合调整系数1.0取用。

【条文说明】4.1.5 根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《人民防空地下室设计规范》GB 50038, 同时根据西安理工大学进行的 650MPa 级热轧带肋高强钢筋动态力学性能试验研究并考虑到结构设计时的安全储备, 提出了人防结构设计及结构抗倒塌设计的强度取值。

4.1.6 抗连续倒塌设计的建筑结构构件正截面承载力计算时, 钢筋强度取极限强度标准值 f_{stk} 的1.25倍, 受剪、受扭承载力计算时钢筋强度可取其屈服强度标准值。

【条文说明】4.1.6 规定抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25, 是为了保证当构件某个部位出现塑性铰以后, 塑性铰处有足够的转动能力与耗能能力。同时规定屈服强度实测值与标准值的比值, 以实现强柱弱梁、强剪弱弯的内力调整。纵向钢筋的延性及伸长率, 是钢筋延性的重要性能指标, 其取值依据现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分: 热轧带肋钢筋》GB 1499.2-2024 规定的钢筋抗震性能指标。

4.1.7 当结构设计有抗震设防要求时, 其纵向受力钢筋的性能应满足设计要求; 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 650MPa 级热轧带肋高强抗震钢筋时, 应符合下列规定:

- 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 钢筋在最大力下的总延伸率实测值不应小于9.0%。

4.2 高强钢筋连接套筒

4.2.1 钢筋连接套筒除应符合本节相关规定外，尚应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的相关规定。

4.2.2 钢筋连接套筒材质宜采用 45 号优质碳素结构钢或合金结构钢无缝钢管，钢管应进行退火处理，钢管强度值和断后伸长率应满足国家现行有关标准的规定。

4.2.3 钢筋连接套筒应保持原材料的金相组织，不应采用淬火等热处理工艺提高强度，宜选用冷镦成型工艺。

【条文说明】4.2.3 为确保钢筋机械连接接头的塑性，严禁采用简单的淬火等热处理及冷拉工艺提高套筒强度，牺牲塑性；宜采用冷镦工艺，即金属在常温下借助模具进行镦锻完成金属塑性变形，通过金属细晶强化处理，达到规定的几何形状、尺寸及质量要求的工艺方法，钢材利用率高、机械性能好，保持了金属纤维组织的完整性，强度高、塑性好。

4.2.4 钢筋连接套筒性能等级及力学性能指标等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。

【条文说明】4.2.4 设定套筒的外形最小尺寸和长度，有利于提高钢筋连接件的质量。设计连接套筒时，应留有余量，其屈服承载力及抗拉承载力均应不小于被连接钢筋相应值的1.10倍，以保证传力功能。

4.2.5 钢筋连接套筒表面应刻印清晰、持久的标志，且应按照相关要求对连接套筒进行相关的产品检验。

4.3 混 凝 土

4.3.1 应用650MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构，梁、板的混凝土强度等级不应低于C30；墙、柱、斜撑的混凝土强度等级不宜低于C40，且不应低于C30；地基基础工程中的混凝土强度等级不应低于C30；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。

【条文说明】4.3.1 本条提出了应用 650MPa 级热轧带肋高强钢筋混凝土结构中

混凝土最低强度等级的限制。考虑到钢筋在节点处的锚固较难满足规范要求，以及高强度的混凝土与高强钢筋配合使用更能发挥高强钢筋的经济优势，故对混凝土强度等级做此规定。此外，为提高材料的利用效率，适应高强度钢筋的要求，工程中应用的混凝土强度等级宜适当提高，有利于充分发挥钢筋的强度。

4.3.2 采用650MPa级热轧带肋高强钢筋时，混凝土强度标准值、设计值、弹性模量及相关技术性能指标应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010及《混凝土结构通用规范》GB 55008的相关规定执行。

【条文说明】4.3.2 采用高强钢筋时，混凝土强度标准值、设计值及相关技术性能指标应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 及《混凝土结构通用规范》GB 55008 的规定采用。

4.3.3 采用650MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土水平构件，其混凝土宜具有低收缩性性能。

5 结构设计

5.0.1 配置650MPa级热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土结构构件，其承载能力极限状态计算及正常使用极限状态的计算，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《混凝土结构通用规范》GB 55008及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定。

【条文说明】5.0.1 650MPa 级热轧带肋高强钢筋作为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现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 完全相同；作为受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法与现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相同。因此，设计可利用符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的混凝土结构设计软件，但钢筋的计算参数需做调整。钢筋代换后应复核裂缝宽度、最小配筋率等。尽量选用直径较细的650MPa 级热轧带肋高强钢筋，以满足裂缝宽度的要求。

5.0.2 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650MPa级热轧带肋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以及双向板等，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类环境下的结构，不应采用考虑塑性内力重分布的分析方法。

3 现浇钢筋混凝土框架梁端支座或节点边缘截面的负弯矩调幅幅度不宜大于25%；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%。

【条文说明】5.0.2 超静定混凝土结构在出现塑性铰的情况下,会发生内力重分布。可利用这一特点进行构件截面之间的内力调幅,以达到简化构造、节约配筋的目的。本条规定给出了可以采用塑性调幅设计的构件或结构类型。提出了考虑塑性内力重分布分析方法设计的条件。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。现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 第 5.2.3 条规定,现浇框架梁端负弯矩调幅系数可取 0.8~0.9,即调整幅度不超过 20%。

5.0.3 配置650MPa级热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土构件的斜截面承载力计算、扭曲截面承载力计算及受冲切承载力计算应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定执行。

【条文说明】5.0.3 钢筋的抗拉承载力设计值的分项系数为 1.10~1.15,与上部钢筋混凝土结构不同,抗拔桩、抗浮锚杆为地基基础工程受拉构件,抗拉承载力设计值的分项系数采用了 1.1,荷载系数取 1.35,结构重要性系数不小于 1.0。

5.0.4 钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度可按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的效应计算,最大裂缝宽度应符合下式规定:

$$\omega_{\max} \leq \omega_{\lim} \quad (5.0.4)$$

式中: $\omega_{\max}$ ——表示按荷载的准永久组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度,按本规程5.0.5条计算;

$\omega_{\lim}$ ——表示最大裂缝宽度限值,按本规程第3.0.7条采用。

【条文说明】5.0.4 配置 650MPa 级热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土和预应力混凝土构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定。

5.0.5 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计算:

$$\omega_{\max} = C_W \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_s}{E_s} (1.9c_s + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}}) \quad (5.0.5-1)$$

$$\psi = 1.1 - 0.65 \frac{f_{tk}}{\rho_{te} \sigma_s} \quad (5.0.5-2)$$

$$d_{eq} = \frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i d_i} \quad (5.0.5-3)$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s + A_p}{A_{te}} \quad (5.0.5-4)$$

- 式中： α_{cr} ——构件受力特征系数，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定采用；
- 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/mm²）；
- E_s ——钢筋的弹性模量（N/mm²）；
- 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 $\rho_{te} = 0.01$ ；
- A_s ——受拉区纵向钢筋截面面积（mm²）；
- A_p ——受拉区纵向预应力筋截面面积（mm²）；
- 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 n_1 为单束钢绞线根数， d_{p1} 为单根钢绞线的公称直径；

- 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，带肋钢筋取1.0，对环氧树脂涂层带肋钢筋，其相对粘结特性系数取0.8；
- 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 ——受弯构件裂缝宽度修正系数。对承受吊车荷载但不需作疲劳验算的受弯构件，取 $C_w=0.85$ ；对按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定配置表层钢筋网片的梁，取 $C_w=0.7$ ；对 $e_0/h_0 \leq 0.55$ 的偏心受压构件，可不验算裂缝宽度。

【条文说明】5.0.5 在参考国内外规范、标准和高强钢筋最新研究成果的基础上，在现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010裂缝计算公式中引入裂缝宽度修正系数 C_w ，提出了650MPa钢筋混凝土结构的裂缝宽度计算公式：

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

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

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

式中， C_w 取值如下：

对承受吊车荷载但不需作疲劳验算的受弯构件，取 $C_w=0.85$ ；对按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定配置表层钢筋网片的梁，取 $C_w=0.7$ 。

5.0.6 计算配置650MPa级热轧带肋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。

【条文说明】5.0.6 裂缝宽度限值是影响高强钢筋使用的主要问题，本条提出了

几种符合实际受力状况的可以较合理地弯矩取值的建议,设计人员可以根据具体情况采用。梁的有效翼缘宽度按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定确定。

5.0.7 纵向受拉钢筋屈服与受压区混凝土破坏同时发生时的相对界限受压区高度 ξ_b 应按下列公式计算:

$$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_y}{E_s \varepsilon_{cu}}} \quad (5.0.7)$$

式中: ξ_b ——相对界限受压区高度, 取 x_b/h_0 ;

x_b ——界限受压区高度;

h_0 ——截面有效高度: 纵向受拉钢筋合力点至截面受压边缘的距离;

E_s ——钢筋弹性模量;

ε_{cu} ——非均匀受压时的混凝土极限压应变, 按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010公式计算;

β_1 ——系数, 当混凝土强度等级不超过C50时, β_1 取为0.80, 当混凝土强度等级为C80时, β_1 取为0.74, 其间按线性内插法确定。

注: 当截面受拉区内配置有不同种类的钢筋时, 受弯构件的相对界限受压区高度应分别计算, 并取其较小值。

【条文说明】5.0.7 配置 650MPa 级热轧带肋高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的相对界限受压区高度及纵向钢筋应力均按照现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定计算。

5.0.8 配置650MPa级热轧带肋高强钢筋的楼盖结构应根据使用功能的要求进行竖向自振频率验算, 并应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010和现行行业标准《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441的规定。

6 构造规定

6.1 钢筋的锚固

6.1.1 配置于混凝土结构中的650MPa级热轧带肋高强钢筋，当计算中充分利用650MPa级热轧带肋高强钢筋的抗拉强度时，受拉钢筋的锚固应符合下列规定：

1 钢筋的基本锚固长度应按下式计算：

$$l_{ab} = 0.14 \frac{f_y}{f_t} d \quad (6.1.1-1)$$

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），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》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）。

2 对于预应力筋的基本锚固长度，应按下式计算：

$$l_{ab} = 0.14 \frac{f_{py}}{f_t} d \quad (6.1.1-2)$$

f_{py} ——预应力筋的抗拉强度设计值（N/mm²）。

3 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；

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \quad (6.1.1-3)$$

式中： l_a ——受拉钢筋的锚固长度（mm）；

ζ_a ——锚固长度修正系数，按本规程6.1.2条的规定取用，当多于一项时，可按连乘计算，但不应小于0.6；对预应力筋，可取1.0。

4 梁柱节点中纵向受拉钢筋的锚固要求应符合现行国家标准及现行行业标准的相关规定。

5 当锚固钢筋的保护层厚度不大于 $5d$ 时（ d 为锚固钢筋的直径），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 $10d$ ，且不应大于100mm。

【条文说明】6.1.1 我国钢筋强度不断提高，结构形式的多样性也使锚固条件有了很大的变化，根据近年来系统试验研究及可靠度分析的结果并参考国外标准，现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 给出了以简单计算确定受拉钢筋锚固长度的方法。其中基本锚固长度取决于钢筋强度及混凝土抗拉强度，并与锚固钢筋的直径及外形有关。西安建筑科技大学对 650MPa 级热轧带肋高强钢筋进行了 69 个试件的直锚和弯锚试验研究，结果表明其基本锚固长度 l_{ab} 、锚固长度 l_a 可按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 规定的公式进行计算。

6.1.2 纵向受拉钢筋的锚固长度修正系数 ζ_a 按下列规定选用：

1 钢筋的公称直径大于 25mm 时取 1.10；

2 环氧树脂涂层带肋钢筋取 1.25；

3 施工过程中易受扰动的钢筋取 1.10；

4 当纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时，修正系数取设计计算面积与实际配筋面积的比值，但对有抗震设防要求及直接承受动力荷载的结构构件，不应考虑此项修正；

5 锚固钢筋的保护层厚度为 $3d$ 时修正系数可取 0.80，保护层厚度为 $5d$ 时修正系数可取 0.70，中间按内插取值，此处 d 为锚固钢筋的直径。

【条文说明】6.1.2 650MPa 级热轧带肋高强钢筋锚固长度修正系数同现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6.1.3 配置于混凝土结构中的 650MPa 级热轧带肋高强钢筋，当计算中充分利用其抗压强度，必须锚固时，其锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的 70%。受压钢筋不应采用末端弯钩和一侧贴焊锚筋的锚固措施。受压钢筋锚固长度范围内的横向构造钢筋应符合本规程第 6.1.1 条的有关规定。

【条文说明】6.1.3 柱及桁架上弦等构件中的受压钢筋也存在着锚固问题。现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 对受压钢筋的锚固长度也做出了规定，本规程遵照执行。

6.1.4 当混凝土结构中的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。

【条文说明】6.1.4 当 650MPa 级热轧带肋高强钢筋采用锚固板锚固时，应选用

螺栓连接锚固板，不应采用焊接连接锚固板。宜采用部分锚固板形式，锚固板应符合下列规定：

1 部分锚固板的承压面积不应小于锚固钢筋公称面积的 4.5 倍；

2 锚固板厚度不应小于锚固钢筋公称直径；

3 钢筋锚固板锚固长度 l_{ah} 不宜小于 $0.4 l_{ab}$ （或 $0.4 l_{abE}$ ）；

4 锚固区混凝土强度等级不宜低于 C40；

5 钢筋混凝土简支梁和连续梁简支端的剪力大于 $0.7 f_t b h_0$ ，且其下部纵向受力钢筋伸入支座范围内的锚固长度无法满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中不小于 $12d$ 的要求时，可选用钢筋锚固板，锚固长度 l_{ah} 不应小于 $8d$ 。

此外，锚固板的设计、构造、制作和安装，以及锚固区的设计和构造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。

6.2 钢筋的连接

6.2.1 650MPa级热轧带肋高强钢筋宜采用机械连接方式进行连接，也可采用绑扎搭接，并应符合下列规定：

1 钢筋采用机械连接和绑扎搭接时，连接区段的长度、接头面积百分率、搭接接头长度以及连接区段的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的有关规定；

2 公称直径不小于14mm的钢筋宜采用机械连接的方式进行连接，机械连接类型及接头的质量检验与验收应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定；

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14mm，受压钢筋直径不宜大于28mm。

【条文说明】6.2.1 现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 规定的钢筋套筒最小规格为 12mm 钢筋连接用套筒。采用机械连接，需对钢筋端部加工螺纹，会造成截面损失，降低钢筋的承载力。本条将可采用机械连接的钢筋规格限制提

高至 14mm，防止因小直径钢筋螺纹加工的截面损失造成的钢筋承载力下降，导致结构构件不安全。

6.2.2 650MPa级热轧带肋高强钢筋不宜采用焊接连接。当必须采用焊接方式连接时，应进行焊接工艺评定。钢筋的焊接工艺试验应符合现行行业标准《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27的规定，焊接接头的类型及质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定。

【条文说明】6.2.2 有限的试验研究表明，钢筋采用双面焊接时，强度不能满足要求。本规程不建议采用焊接连接，如确需采用时，应进行工艺试验。

6.2.3 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。

$$l_l = \zeta_l l_a \tag{6.2.3}$$

式中： l_l ——纵向受拉钢筋的搭接长度（mm）；
 ζ_l ——纵向受拉钢筋搭接长度修正系数，按表6.2.3取用。当纵向搭接钢筋接头百分率为表的中间值时，修正系数可按内插取值。

表6.2.3 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

注：纵向搭接钢筋接头面积百分率应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中第8.4.3条的规定。

【条文说明】6.2.3 本规程沿用了现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中对纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度的相关规定。

6.2.4 构件中的纵向受压钢筋当采用搭接连接时，其受压搭接长度不应小于本规程第6.2.3条纵向受拉钢筋搭接长度的70%，且不应小于200mm。

6.2.5 纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。当纵向受拉钢筋采用机械连接时，接头性能及接头面积百分率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。连接件的混凝土保护层厚度宜符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定，且不应小于0.75倍钢筋最小保护层厚度和15mm的较大值。必要时可对连接件采取防锈措施。

【条文说明】6.2.5 本规程沿用了现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107中对钢筋采用机械连接的相关规定。

6.3 纵向受力钢筋的最小配筋率

6.3.1 钢筋混凝土结构构件中，采用650MPa级热轧带肋高强钢筋纵向受力钢筋的最小配筋率不应小于表6.3.1规定的数值。

表6.3.1 纵向受力钢筋的最小配筋率 $\rho_{\min}$ (%)

受力类型		最小配筋率
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 $45\frac{f_t}{f_y}$ 的较大值

注：1 受压构件全部纵向钢筋最小配筋率，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、柱支承板）的纵向受拉钢筋，最小配筋率允许采用0.15和 $45\frac{f_t}{f_y}$ 中的较大值；

3 偏心受拉构件中的受压钢筋，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 $(b'_f - b) \times h'_f$ 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】6.3.1 现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010对受拉钢筋最小配筋率的规定属强制性条文，本规程遵照执行。

6.3.2 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%。

【条文说明】6.3.2 卧置于地基上的钢筋混凝土厚板，其配筋量多由最小配筋率控制。根据实际受力情况，最小配筋率可适当降低，但规定了最低限值0.15%。

6.3.3 对结构中次要的钢筋混凝土受弯构件，当构造所需截面高度远大于承载的需求时，其纵向受拉钢筋的配筋率可按下列公式计算：

$$\rho_s \geq \frac{h_{cr}}{h} \rho_{min} \quad (6.3.3-1)$$

$$h_{cr} = 1.05 \sqrt{\frac{M}{\rho_{min} f_y b}} \quad (6.3.3-2)$$

式中： ρ_s ——构件按全截面计算的纵向受拉钢筋的配筋率；

ρ_{min} ——纵向受力钢筋的最小配筋率，按本规程第6.3.1条取用；

h_{cr} ——构件截面的临界高度，当小于 $h/2$ 时取 $h/2$ （mm）；

h ——构件截面的高度（mm）；

b ——构件截面的宽度（mm）；

M ——构件的正截面受弯承载力设计值（N·mm）。

【条文说明】6.3.3 本规程沿用了现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中对结构中次要的钢筋混凝土受弯构件，当构造所需截面高度远大于承载的需求时，其纵向受拉钢筋的配筋率的相关要求。

6.3.4 当结构设计有抗震设防要求时，采用650MPa级热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土构件中的纵向受力钢筋的配筋率应符合下列规定：

1 框架梁纵向受拉钢筋的配筋率不应小于表6.3.4-1的规定值；

表6.3.4-1 框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋率(%)

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 $55f_t/f_y$
三级、四级	0.25和 $55f_t/f_y$	0.20和 $45f_t/f_y$

2 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%；

3 混凝土柱中全部纵向受力钢筋配筋率不应小于表6.3.4-2的规定值，且柱截面每一侧纵向受力钢筋配筋率不应小于0.2%；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级纵向受力筋时，应按表中规定值增加0.05%采用。

表6.3.4-2 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	0.9 (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：表中括号内数值用于房屋建筑纯框架结构柱。

4 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%；四级和非抗震时均不应小于0.20%。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，剪力墙的竖向和水平分布钢筋的配筋率均不应小于0.25%，并应至少双排布置。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%；

5 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%，非抗震设计时不应小于0.25%。钢筋间距不应大于200mm，钢筋直径不应小于8mm。

6.3.5 钢筋混凝土构件的横向钢筋配置、梁柱节点构造以及其他构造要求等，均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。有抗震设防要求的钢筋混凝土构件，尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计》GB/T 50011及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定。

【条文说明】6.3.5 配置650MPa级热轧带肋高强钢筋混凝土构件的各类构造，可按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011，现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定执行。

6.4 混凝土保护层

6.4.1 构件中钢筋及预应力筋的混凝土保护层厚度应满足下列要求：

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6.4.1的规定；设计工作年限为100年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度不应小于表6.4.1中数值的1.4倍。

表6.4.1 混凝土保护层的最小厚度c (mm)

环境类别	板、墙、壳	梁、柱、杆
一	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。

6.4.2 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。

【条文说明】6.4.1~6.4.2 对混凝土保护层的相关规定沿用现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的相关要求。

7 施 工

7.1 一 般 规 定

7.1.1 采用 650MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构工程施工除应符合本规程要求外，还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

【条文说明】7.1.1 采用 650MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构工程在施工要求上、施工质量验收上均与普通钢筋混凝土结构一致，需要按照现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定执行。

7.1.2 650MPa 级热轧带肋高强钢筋连接方式应根据设计要求和施工条件选用。

7.1.3 钢筋型号和规格应按设计文件的规定采用。当选用 650MPa 级热轧带肋高强钢筋代换其他强度等级的钢筋时，应符合本标准第 3.0.8 条的规定，并应经设计单位同意，办理设计变更文件。

【条文说明】7.1.3 钢筋代换应征得设计单位同意，出具设计变更，并选择满足本规程第 3.0.8 条规定的钢筋进行替换。

7.1.4 650MPa 级热轧带肋高强钢筋应符合本规程附录 A 的规定。钢筋的公称直径、公称横截面面积、理论重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 1499.2-2024 的规定。

7.1.5 纵向受力钢筋的性能应满足设计要求；钢筋排布时不宜采用并筋做法；当设计无具体要求时，应满足本规程第 4 章相关材料要求。

7.1.6 施工过程中应采取防止钢筋混淆规格、锈蚀或损伤的措施。

7.1.7 施工中发现钢筋脆断或力学性能显著不正常等现象时，应禁止使用该批钢筋。

7.2 钢筋加工

7.2.1 650MPa 级热轧带肋高强钢筋的加工宜采用专业化生产的成型钢筋，并宜集中加工、配送。

【条文说明】7.2.1 成型钢筋的应用可以减少钢筋的损耗且有利于控制质量，同时缩短钢筋现场存放的时间，有利于钢筋的保护。成型钢筋的专业化生产应采用自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折，其性能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 的有关规定。

7.2.2 650MPa 级热轧带肋高强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。当环境温度低于 -20°C 时，不宜对 650MPa 级热轧带肋高强钢筋进行冷弯加工。钢筋应一次弯折到位，不得反复弯折。

【条文说明】7.2.2 650MPa 级热轧带肋高强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。我国工程上的常温是按 20°C 计的。根据现行 JGJ104-2011《建筑工程冬期施工规程》的规定，同时根据西安理工大学进行的 650MPa 级热轧带肋高强钢筋低温弯曲与拉伸性能试验研究，当环境温度低于 -20°C 时，不宜对 650MPa 级热轧带肋高强钢筋进行冷弯加工。

7.2.3 650MPa 级热轧带肋高强钢筋宜采用不具有延伸功能的机械设备进行调直。钢筋调直过程中不应损伤带肋钢筋的横肋。调直后的钢筋应平直，不应有局部弯折。钢筋不得采用冷拉方法提高强度。

7.2.4 650MPa 级热轧带肋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 箍筋弯折处弯弧内直径尚不应小于纵向受力钢筋的直径。

【条文说明】7.2.4 为避免通过钢筋冷拉提高强度或增长长度以达到非法盈利目的的错误做法，防止冷拉变脆，保证钢筋应有的延性，规定了钢筋调直应采用机械方法，不得采用冷拉调直方法。

7.2.5 650MPa 级热轧带肋高强钢筋采用机械锚固时，钢筋锚固端的加工应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定；当采用钢筋锚固板时，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。

7.3 钢筋连接与安装

7.3.1 650MPa 级热轧带肋高强钢筋机械连接应符合下列规定：

- 1 钢筋接头的加工应经工艺检验合格后方可进行；
- 2 进行连接施工前应进行工艺检验，应检验所有接头的有效型式检验报告；
- 3 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中的有关规定；接头之间的横向净间距不宜小于 25mm；
- 4 钢筋丝头加工、接头安装要求、接头材料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 的有关规定。

【条文说明】7.3.1 接头连接会削弱钢筋传力和构件的结构性能，因此抗震设计的柱、梁端部加密区、钢筋弯起点附近等部位不宜设置连接接头。

混凝土结构施工的钢筋连接方式由设计确定，且应考虑施工现场的各种条件。如设计要求的连接方式因施工条件需要改变时应办理变更文件。如设计没有规定，可由施工单位根据相关标准的有关规定和施工现场条件与设计单位协商确定。

7.3.2 650MPa 级热轧带肋高强钢筋连接接头的应用应符合下列规定：

- 1 混凝土结构中要求充分发挥钢筋强度或对延性要求较高的部位，或在同一连接区段内钢筋接头面的连接必须实施 100%钢筋接头时，应选用Ⅰ级接头；
- 2 钢筋应力较高但对延性要求不高的部位可采用Ⅱ级接头。

7.3.3 结构构件中纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。钢筋机械连接的连接区段长度应按 $35d$ 计算，当直径不同的钢筋连接时，按直径较小的钢筋计算。位于同一连接区段内的钢筋机械连接接头的面积百分率应符合下列规定：

- 1 接头设置在结构构件受拉钢筋应力较小部位，高应力部位设置接头时，Ⅱ级接头的接头面积百分率不应大于 50%；
- 2 接头宜避开有抗震设防要求的框架的梁端、柱端箍筋加密区；当无法避免时，应采用Ⅰ级接头，且接头面积百分率不宜大于 50%；
- 3 受拉钢筋应力较小部位或纵向受压钢筋，接头百分率可不受限制；
- 4 对直接承受动力荷载的结构构件，接头百分率不应大于 50%。

7.3.4 施工现场螺纹连接锚固板钢筋丝头加工应符合下列规定：

- 1 加工钢筋丝头的操作工人应经专业技术人员培训合格后方能上岗；
- 2 钢筋丝头的加工应在现场锚固板钢筋工艺检验合格后方可进行；
- 3 钢筋端面应平整，端部不得弯曲；
- 4 钢筋丝头应满足产品设计要求，丝头长度不宜小于锚固板厚度，长度公差宜为 $+1.0P$ （ P 为螺距）；
- 5 钢筋丝头宜满足 $6f$ 级精度要求，应用专用螺纹量规检测；
- 6 丝头加工时应使用水性润滑液，不得使用油性润滑液。

【条文说明】7.3.2~7.3.4 受力钢筋的机械连接、钢筋锚固板必须按要求施工，并应加强对机械连接、钢筋锚固板施工的管理和质量控制。机械连接接头的适用范围、工艺要求、套筒材料及质量要求等应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。纵向受力钢筋采用机械连接接头时，接头的设置以及接头面积百分率应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

7.3.5 构件交接处的钢筋位置应符合设计要求。当设计无具体要求时，应保证主要受力构件和构件中主要受力方向的钢筋位置。框架节点处梁纵向受力钢筋宜放在柱纵向钢筋的内侧；当主次梁底部标高相同时，次梁下部钢筋应放在主梁下部钢筋之上；剪力墙中水平钢筋宜放在外侧，并宜在墙边弯折锚固。

7.3.6 钢筋机械连接施工完成后，应对接头外观进行检查并形成记录，施工过程中应保护成品质量，未经允许，不得随意弯曲。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括：

- 1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置等；
- 2 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；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距，位置，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 预埋件的规格、数量、位置等。

【条文说明】8.1.1 采用 650MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构子部分工程的质量验收应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定执行。

8.2 材 料

I 主控项目

8.2.1 钢筋进场时，应按现行国家相关标准的规定抽取试件做屈服强度、抗拉强度、延伸率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合本规程附录 A 的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.2.2 成型钢筋进场时，应抽取试件做屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合本规程附录 A 的规定。对由热轧钢筋制成的成型钢筋，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。

检查数量：同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋，不超过 60t 为一批，每批中每种钢筋品牌、规格均应至少抽取 1 个钢筋试件，总数不应少于 3 个。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.2.3 抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），采用 650MPa 级热轧带肋高强抗震钢筋时，钢筋的强度和最大力下总延伸率的实测值应符合本规程第 4.1.7 条的规定。

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查抽样检验报告。

【条文说明】8.2.3 本条提出了针对部分框架、斜撑构件（含梯段）中纵向受力钢筋强度、延伸率的规定，其目的是保证重要结构构件的抗震性能。牌号带“E”的钢筋是专门为满足本条性能要求生产的钢筋，其表面轧有专用标志。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—抗震墙的柱等，其抗震等级应根据现行国家相关标准由设计确定。斜撑构件包括伸臂桁架的斜撑、楼梯的梯段等，相关标准中未对斜撑构件规定抗震等级，当建筑中其他构件需要应用牌号带“E”的钢筋时，则建筑中所有斜撑构件均应满足本条规定，对不作受力斜撑构件使用的简支预制楼梯，可不遵守本条规定。剪力墙及其边缘构件、筒体、楼板、基础不属于本条规定的范围。

II 一般项目

8.2.4 钢筋应按批次抽样进行外观质量检查，每捆钢筋均应有料牌标志和质量证明文件，钢筋应无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈，外观质量不合格的不得使用。

检查数量：全数。

检验方法：观察。

【条文说明】8.2.4 钢筋进场时和使用前均应加强外观质量的检查。弯曲不直或经弯折损伤、有裂纹的钢筋不得使用，表面有油污、颗粒状或片状老锈的钢筋亦不得使用，以防止影响钢筋握裹力或锚固性能。

8.2.5 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合现行国家相关标准的规定。

检查数量：同一厂家、同一类型的成型钢筋，不超过 60t 为一批，每批随机抽取 3 个成型钢筋试件。

检验方法：观察、尺量。

8.2.6 钢筋机械连接套筒、钢筋锚固板以及预埋件等的外观质量应符合现行国家相关标准的规定。

检查数量：按现行国家相关标准的规定确定。

检验方法：检查产品质量证明文件；观察，尺量。

【条文说明】8.2.6 钢筋机械连接用套筒的外观质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的有关规定。钢筋锚固板质量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。本条规定还适用于按商品进场验收的预埋件等结构配件。钢筋机械连接套筒、钢筋锚固板以及预埋件等外观质量的进场检验项目及合格要求应按相关标准的规定确定。

8.3 钢 筋 加 工

I 主 控 项 目

8.3.1 钢筋弯折的弯弧内直径应符合本规程第 7.2.4 条的规定。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

【条文说明】8.3.1 本条对不同级别钢筋的弯弧内径做出了具体规定，钢筋加工时应按本条规定选择弯折机弯头，防止因弯弧内径太小使钢筋弯折后弯弧外侧出现裂缝，影响钢筋受力或锚固性能。第 7.2.4 条规定“箍筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋的直径”，纵向受力钢筋指箍筋弯折处的纵向受力钢筋，除此规定外，拉筋弯折尚应考虑拉筋实际勾住钢筋的具体情况。

8.3.2 纵向受力钢筋的弯折后长度应符合设计要求。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

8.3.3 钢筋机械锚固端的加工应符合现行国家相关标准的规定。钢筋锚固板应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定；钢筋锚固板加工与安装前，应对不同钢筋生产厂家的进场钢筋进行钢筋锚固板工艺检验，施工过程中，更换钢筋厂家、变更钢筋锚固板参数及形式时，应补充进行工艺检验。

检查数量：按现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的相关规定确定。

检验方法：按现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的相关规定进行工艺检验、抗拉强度检验、螺纹连接锚固板的钢筋丝头加工质量检验及拧紧扭矩检验、焊接锚固板焊缝检验。

II 一般项目

8.3.4 650MPa级热轧带肋高强钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，加工允许偏差应符合表8.3.4的要求。

表8.3.4 钢筋加工允许偏差

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

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于3件。

检验方法：尺量。

【条文说明】8.3.4 本条规定了钢筋加工形状、尺寸和允许偏差值及检查数量和方法。现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010已将混凝土保护层厚度按最外层钢筋（箍筋）规定，此种情况下截面尺寸减2倍保护层厚度后将直接得到箍筋外廓尺寸，故本条将箍筋内净尺寸改为外廓尺寸。

8.4 钢筋连接

I 主控项目

8.4.1 钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量：全数。

检验方法：观察。

【条文说明】8.4.1 本条提出了纵向受力钢筋连接方式的基本要求，这是保证受力钢筋应力传递及结构构件受力性能所必需的。如设计没有规定钢筋的连接方式，则可由施工单位根据《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 等现行国家相关标准的有关规定和施工现场条件与设计共同商定，并按此进行验收。

8.4.2 钢筋采用机械连接或焊接连接时，钢筋机械连接接头、焊接接头的力学性能、弯曲性能应符合现行国家相关标准的规定。接头试件应从工程实体中截取。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.4.3 钢筋采用机械连接时，螺纹接头应检验拧紧扭矩值，挤压接头应量测压痕直径，检验结果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。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定确定。

检验方法：采用专用扭力扳手或专用量规检查。

【条文说明】8.4.3 螺纹接头的拧紧扭矩值和挤压接头的压痕直径是钢筋机械连接过程中的重要技术参数，应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定进行检验，检验应使用专用扭力扳手或专用量规检查。

II 一般项目

8.4.4 钢筋接头的位置应符合设计和施工方案的要求。有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内不应进行钢筋搭接。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

检查数量：全数。

检验方法：观察、尺量。

【条文说明】8.4.4 钢筋接头的位置影响受力性能，应根据设计和施工方案要求设置在受力较小处。梁端、柱端箍筋加密区的范围可按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定确定，加密区范围内尽可能不设置钢筋接头，如需连接则应采用性能较好的机械接头和焊接接头。

8.4.5 钢筋机械连接接头、焊接接头的外观质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定确定。

检验方法：观察、尺量。

8.4.6 当纵向受力钢筋采用机械连接或焊接连接的接头时，同一连接区段内纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

1 受拉接头，不宜大于50%；受压接头，可不受限制；

2 直接承受动力荷载的结构构件中，不宜采用焊接；当采用机械连接时，不应超过50%。

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

检验方法：观察、尺量。

8.5 钢 筋 安 装

I 主 控 项 目

8.5.1 钢筋安装时，受力钢筋的牌号、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数。

检验方法：观察，尺量；检查设计图纸和钢筋代换技术核定单。

【条文说明】8.5.1 受力钢筋的牌号、规格和数量对结构构件的受力性能有重要影响，必须符合设计要求。较大直径带肋钢筋的牌号、规格可根据钢筋外观的轧制标志识别。光圆钢筋和小直径带肋钢筋外观没有轧制标志，安装时应对其牌号特别注意。

8.5.2 钢筋应安装牢固。受力钢筋的安装位置、锚固方式应符合设计要求。

检查数量：全数。

检验方法：观察、尺量。

【条文说明】8.5.2 钢筋的安装位置、锚固方式同样影响结构受力性能，应按设计要求进行验收。钢筋的安装位置主要包括钢筋安装的部位，如梁顶部与底部、柱的长边与短边等。

II 一 般 项 目

8.5.3 钢筋安装允许偏差及检验方法应符合表8.5.3的规定。受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90%及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

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

表8.5.3 钢筋安装允许偏差及检验方法

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	钢尺量连续三档，取最大偏差值
绑扎钢筋骨架	长	± 10	尺量
	宽、高	± 5	尺量
纵向受力钢筋	锚固长度	-20	尺量
	间距	± 10	钢尺量梁端、中间各一点，取最大偏差值
	排距	± 5	
纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度	基础	± 10	尺量
	柱、梁	± 5	尺量
	板、墙、壳	± 3	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

【条文说明】8.5.3 本条规定了钢筋安装的允许偏差。考虑到纵向受力钢筋锚固长度对结构受力性能的重要性，本条增加了锚固长度的允许偏差要求，表 8.5.3 中规定纵向受力钢筋锚固长度负偏差不大于 20mm，对正偏差没有要求。现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 已将混凝土保护层厚度按最外层钢筋规定，本条中对钢筋的混凝土保护层厚度允许偏差同时规定了纵向受力钢筋和箍筋。

考虑保护层厚度对结构的安全性、耐久性的重要影响，本条将受力钢筋保护层厚度的合格率统一提高为 90%以上。

附录 A 650MPa级热轧带肋高强钢筋技术条件

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 钢筋牌号及化学成分和碳当量（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；

表A.1.1 650MPa级热轧带肋高强钢筋化学成分

钢筋类型	化学成分（质量分数）（%）					碳当量 Ceq最大值（%）
	C	Si	Mn	P	S	
	不大于					
高强钢筋 高强抗震钢筋	0.28	0.80	1.60	0.040	0.040	0.58

2 碳当量Ceq（百分比）值可按下式计算：

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+V+Mo}{5} + \frac{Cu+Ni}{15} \quad (A.1.1)$$

3 钢筋的成品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的规定。碳当量Ceq（百分比）的允许偏差不应大于+0.03%；

4 钢的氮含量不应大于0.012%，准许供方不作分析。钢中如有足够数量的氮结合元素，准许更高的氮含量。

A.1.2 钢筋的力学性能应满足下列要求：

1 交货状态的力学性能应符合表A.1.2的规定。

表A.1.2 钢筋力学性能特征值

钢筋类型	下屈服强度 R_{eL} (MPa)	抗拉强度 R_m (MPa)	$\frac{R_m^0}{R_{eL}^0}$	断后伸长率 A (%)	最大力总延伸率 A_{gt} (%)	$\frac{R_{eL}^0}{R_{eL}}$
	不小于					不大于
高强钢筋	650	805	—	14	7.5	—
高强抗震钢筋	650	815	1.25	—	9.0	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；对于没有明显屈服强度的钢筋，下屈服强度值 R_{eL} 采用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 。

【条文说明】A.1.2 按照产品标准，表 A.1.2 中断后伸长率及最大力总延伸率符号分别表示为 A (%) 和 A_{gt} (%)；按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010，4.1.3 条中钢筋最大力下的总延伸率符号表示为 δ_{gt} (%)。

A.1.3 工艺性能

1 弯曲性能见表 A.1.3，按表 A.1.3 的规定弯曲压头直径弯曲 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

钢筋类型	公称直径 (mm)	弯曲压头直径 (mm)
高强钢筋	6~25	6d
高强抗震钢筋	28~40	7d

2 反向弯曲性能

1) 钢筋应进行反向弯曲试验，经反向弯曲试验后，钢筋受弯曲部分表面不得产生裂纹；

2) 可用反向弯曲试验代替弯曲试验；

3) 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 连接方式

1 钢筋应采用绑扎连接或直螺纹套筒机械连接；

2 钢筋机械连接接头应根据其抗拉强度、残余变形以及高应力和大变形条件下反复拉压性能的差异，分为下列三个等级：

I级：接头抗拉强度等于被连接钢筋实际抗拉强度或不小于 1.10 倍钢筋抗拉强度标准值，残余变形小并具有高延性及反复拉压性能；

II级：接头抗拉强度不小于被连接钢筋抗拉强度标准值，残余变形较小并具有高延性及反复拉压性能；

III级：接头抗拉强度不小于被连接钢筋屈服强度标准值的 1.25 倍，残余变形较小并具有延性及反复拉压性能。

3 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。接头的抗拉强度以及在经历拉压循环后，其抗拉强度见表 A.1.4-1；

表A.1.4-1 接头的实测极限抗拉强度

接头等级	I 级	II 级	III 级
抗拉强度	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 断于钢筋 或 $f_{mst}^0 \geq 1.10f_{stk}$ 断于接头	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$	$f_{mst}^0 \geq 1.25f_{yk}$

注： f_{mst}^0 为接头试件实测抗拉强度； f_{stk} 为钢筋抗拉强度标准值； f_{yk} 为钢筋屈服强度标准值；断于钢筋指断于钢筋母材、套筒外钢筋丝头和钢筋镦粗过渡段；断于接头指断于套筒、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。

4 I级、II级、III级接头的变形性能见表 A.1.4-2。

表A.1.4-2 接头的变形性能

接头等级		I级	II级	III级
单向拉伸	残余变形 (mm)	$\mu_0 \leq 0.10 (d \leq 40)$ $\mu_0 \leq 0.14 (d > 40)$	$\mu_0 \leq 0.14 (d \leq 40)$ $\mu_0 \leq 0.16 (d > 40)$	$\mu_0 \leq 0.14 (d \leq 40)$ $\mu_0 \leq 0.16 (d > 40)$
	最大力下的总延伸率 δ_{gt} (%)	$\delta_{gt} \geq 6.0$	$\delta_{gt} \geq 6.0$	$\delta_{gt} \geq 3.0$
高应力反复拉压	残余变形 (mm)	$\mu_{20} \leq 0.3$	$\mu_{20} \leq 0.3$	$\mu_{20} \leq 0.3$
大变形反复拉压	残余变形 (mm)	$\mu_4 \leq 0.3$ 且 $\mu_8 \leq 0.6$	$\mu_4 \leq 0.3$ 且 $\mu_8 \leq 0.6$	$\mu_4 \leq 0.6$

注： d 为钢筋公称直径； f_{yk} 为钢筋屈服强度标准值； δ_{gt} 为接头试件的最大力总延伸率； μ_0 为接头试件加载至 $0.6f_{yk}$ 并卸载后在规定的标距内的残余变形； μ_i ($i=4,8,20$) 为接头试件按 JGJ 107-2016 附录 A 加载制度经大变形反复拉压 i ($i=4,8,20$) 次后的残余变形；接头当频遇荷载组合下，构件中钢筋应力明显高于 $0.6f_{yk}$ 时，设计部门可对单向拉伸残余变形 μ_0 加载峰值提出调整要求。

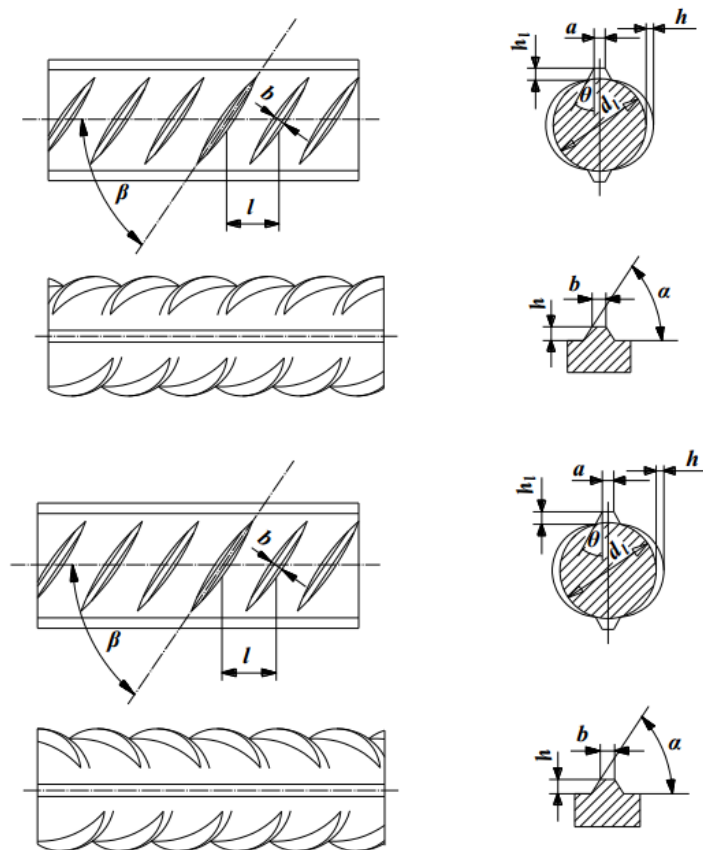
A.1.5 钢筋外形如图A.1.5所示，尺寸、重量、允许偏差及表面质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2—2024的规定，外形应符合表A.1.5的规定。

表 A.1.5 钢筋外形

单位：mm

公称直径 d	内径 d_1		横肋高 h		纵肋高 h_1 (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	5.8	±0.5	1.8
8	7.7	±0.4	0.8	+0.4 -0.3	1.1	0.5	1.5	8.1		2.5
10	9.6		1.0	±0.4	1.3	0.6	1.5	10.3		3.1
12	11.5		1.2	+0.4 -0.5	1.6	0.7	1.5	11.8		3.7
14	13.4		1.4		1.8	0.8	1.8	13.3		4.3
16	15.4		1.5	±0.5	1.9	0.9	1.8	14.8		5.0
18	17.3		1.6		2.0	1.0	2.0	14.8		5.6
20	19.3	±0.5	1.7	±0.6	2.1	1.2	2.0	14.8	±0.8	6.2
22	21.3		1.9		2.4	1.3	2.5	15.6		6.8
25	24.2		2.1		2.6	1.5	2.5	18.6	±1.0	7.7
28	27.2	±0.6	2.2	+0.8 -0.7	2.7	1.7	3.0	18.6		8.6
32	31.0		2.4		3.0	1.9	3.0	20.8		9.9
36	35.0		2.6		3.2	2.1	3.5	22.3		11.1
40	38.7	±0.7	2.9	±1.1	3.5	2.2	3.5	22.3		12.4

注：纵肋斜角 θ 为0°~30°；尺寸 a 、 b 为参考数据。



d_1 —钢筋内径； β —横肋斜角； a —纵肋顶宽； α —横肋斜角； h_1 —纵肋高度；

l —横肋间距； h —横肋高度； θ —纵肋斜角； b —横肋顶宽

图A.1.5 钢筋表面及截面形状

A.1.6 为确保混凝土结构用高强钢筋的质量，出厂前应评价配置650MPa级热轧带肋高强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，且应符合下列要求：

1 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，配置高强钢筋的混凝土结构和构件应进行下列实验室试验：

- 1) 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。

2 实验室试验应包括下列内容：

- 1) 试验方案设计；

- 2) 试件的制作、养护和安装;
- 3) 材料性能试验;
- 4) 试验加载、量测及试验现象的观测及记录;
- 5) 试验结果的整理及分析;
- 6) 试验报告及结论。

3 实验室试验的试件应按结构模型与原型结构的相似关系确定具有代表性的参数,且宜通过改变主要影响参数而形成系列试件,通过试验对比寻求该参数变化对结构性能影响的定量规律;

4 实验室试验中用于计算和分析的有关材料性能的参数应通过实测确定,钢筋的主要力学性能指标和混凝土的立方体抗压强度值与设计要求值的允许偏差宜为 $\pm 10\%$;

A.1.7 疲劳性能

应用于公路桥涵、铁路桥涵、城市轨道交通地下结构等承受动力循环作用的混凝土结构或构件时,应提供对应牌号、对应规格的疲劳性能检验报告。疲劳性能检验应按照GB/T 28900进行,在不同根(盘)钢筋切取5支。疲劳性能试验方法应符合GB/T 28900的规定。

A.1.8 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—2024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.2.1的规定。

表A.2.1 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/个	取样方法	试验方法
1	化学成分（熔炼分析）	1	GB/T 20066	GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.12、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125
2	拉伸	2	不同根钢筋切取	GB/T 28900和附录A.3
3	弯曲	2	不同根钢筋切取	GB/T 28900和附录A.3
4	反向弯曲	1	任一根钢筋切取	GB/T 28900和附录A.3
5	尺寸	逐根	—	附录 A.3
6	表面	逐根	—	目视
7	重量偏差	附录A.3		
8	金相组织	2	不同根钢筋切取	GB/T 13298和GB 1499.2
9	疲劳性能	供需双方协议		
10	连接性能	JGJ 107		

注：1 化学成分的试验方法优先采用现行国家标准《碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法》GB/T 4336，对化学分析结果有争议时，仲裁试验应按现行国家标准《钢铁及合金》GB/T 223相关部分进行；

2 疲劳性能、晶粒度、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检验。

A.3 试 验 方 法

A.3.1 试样的一般规定应符合下列要求：

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；

2 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许进行车削加工；

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—2024的规定。

A.3.3 尺寸测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—2024的规定。

A.3.4 重量偏差的测量应符合下列要求：

1 测量钢筋重量偏差时，试样应从不同根钢筋上随机截取，数量为 5 支，每支试样长度不小于 500 mm；长度应逐支测量，应精确到 1 mm。测量试样总重量时，应精确到 1g；

2 钢筋实际重量与理论重量的偏差（%）应按式（A.3.4）计算：

$$\text{重量偏差} = \frac{(\text{试样实际总重量} - \text{试样总长度} \times \text{理论重量})}{\text{试样总长度} \times \text{理论重量}} \times 100\% \quad (\text{A.3.4})$$

A.3.5 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的规定。

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—2024的规定进行。

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、同一炉罐号、统一规格的钢筋组成；

- 2) 准许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇筑方法的不同炉罐号组成混合批进行轧制，但各炉罐号熔炼分析含碳量之差不大于0.02%，锰含量之差不大于0.15%。混合批的重量不大于60t。
- 3 钢筋检验项目和取样数量要求：
- 每批重量不大于60t时，应符合本规程表A.2.1要求取样并检验；每批重量大于60t时，每增加40t（或不足40t的余数），应增加1个拉伸试验试样和1个弯曲试验试样，对牌号带“E”的钢筋还应增加1个反向弯曲试验试样；
- 4 各检验项目和检验结果应符合本规程第A.1节的有关规定；
- 5 钢筋的复验与判定应符合现行国家标准《钢及钢产品交货的一般技术要求》GB/T 17505的规定；
- 6 高强钢筋的交货状态，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 订 货 内 容

A.5.1 依照本规程订货的合同或订单应包括下列内容：

- 1 本规程编号；
- 2 产品名称；
- 3 钢筋牌号；
- 4 钢筋公称直径、长度及重量（或数量）；
- 5 特殊要求。

A.5.2 650MPa 级热轧带肋高强钢筋作为新材料、新技术应用在建设工程的受力构件中，是决定建设工程混凝土结构安全的主要材料，建设工程的结构安全是终身负责制，故 650MPa 级热轧带肋高强钢筋供应商应具备相应的实际能力才能承担相关责任。

A.6 钢 筋 标 志

A.6.1 650MPa级热轧带肋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：

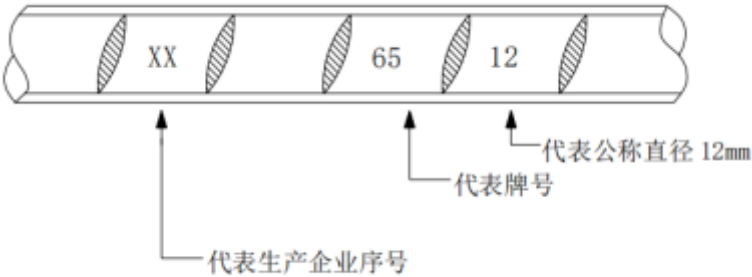
1 钢筋表面应轧上牌号标志、生产企业序号（顺序轧制 GB/T 2260 规定的行政区划代码前 2 位和许可证后 3 位数字）和公称直径毫米数字、准许轧上经注册的厂名或商标代替行政区划代码前 2 位；

2 钢筋牌号以阿拉伯数字或阿拉伯数字加英文字母表示，高强钢筋、高强抗震钢筋分别以 65、65E 表示。厂名以汉语拼音字头表示，公称直径毫米数以阿拉伯数字表示；

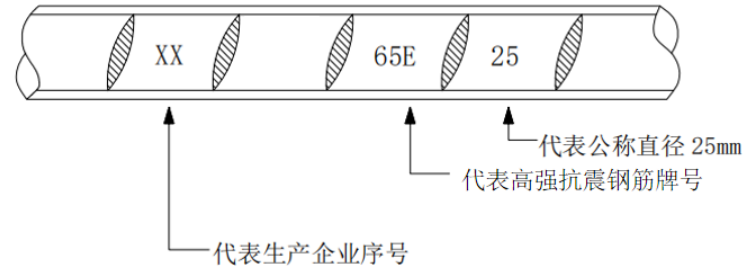
3 标志应清晰明了，标志的尺寸由供方按钢筋直径大小作适当规定，与标志相交的横肋可取消；

4 公称直径 $\leq 12\text{mm}$ ，钢筋外表面不刻代表牌号标识。

A.6.3 钢筋标志的图例见图A.6.3。



(a) 650MPa级热轧带肋高强钢筋



(b) 650MPa级热轧带肋高强抗震钢筋

图A.6.3 钢筋标志图例

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，非这样做不可的用词：

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用词：

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，在条件许可时首先应这样做的用词：

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 规程中规定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 《人民防空地下室设计规范》GB 50038
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 《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
- 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222
- 《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228
- 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2
- 《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3
- 《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2101
- 《钢及钢产品交货的一般技术要求》GB/T 17505
- 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
- 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
- 《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152
- 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27
- 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
- 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163
- 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256
- 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366

《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》 JGJ/T 441

《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定》 YB/T 081