

ICS 91.060.40

P 48

T/SEDA

团体标准

T/SEDA 0004-2024

635MPa级热轧带肋高强钢筋

应用技术规程

Technical specification for application of
635 MPa high-strength hot-rolled ribbed steel bars

(报批稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

山东省勘察设计协会 发布

团体标准

635 MPa 级热轧带肋高强钢筋
应用技术规程

Technical specification for application of
635 MPa high-strength hot-rolled ribbed steel bars

(报批稿)

主编单位：山东省建筑设计研究院有限公司
安徽吾兴新材料有限公司
批准部门：山东省勘察设计协会
实施日期：2024年XX月XX日

中国XX出版社
2024 北京

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省经济和信息化委员会《关于加快应用高强钢筋的实施意见》（鲁建发【2012】36号）的文件要求，为规范635MPa级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构中的设计、施工及质量验收，由山东省建筑设计研究院有限公司与安徽吾兴新材料有限公司作为主编单位，在调查研究及总结工程实践经验的基础上，参考国家、行业和山东有关技术标准，编制本规程。

本规程包括总则、术语和符号、基本规定、材料、结构构件设计、构造规定、施工、质量验收、附录九部分内容。

安徽吾兴新材料有限公司等单位承诺对本规程的内容和数据的真实性、有效性负责，并承诺所提供的材料真实。

与本规程编制、生产、应用等相关的事项、涉及的商标、专利等知识产权已获得相关权利人的授权许可。

本规程涉及相关专利使用，本规程的发布机构对专利的真实性、有效性和范围无任何立场。该专利持有人已向本规程的发布机构承诺，愿意同任何申请人在合理、无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利：201811474120.X 《一种635MPa级高强热轧钢筋用钢》。专利权人：安徽吾兴新材料有限公司

地址：安徽省合肥市包河区绿地中心E座2408室

电话：15205283421

邮编：230000 电子邮箱：497641953@qq.com

本规程由山东省勘察设计协会负责管理，由山东省建筑设计研究院有限公司负责具体内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送至山东省建筑设计研究院有限公司（济南市市

中区圣贤路国家大学科技园1号楼，邮编250003，联系电话：
0531-87913097，电子邮箱：sdjieou@163.com）。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人员名单：

本规程主编单位：山东省建筑设计研究院有限公司
安徽吾兴新材料有限公司

本规程参编单位：同圆设计集团股份有限公司
青岛市建筑设计研究院集团股份有限公司
青岛腾远设计事务所有限公司
烟台市建筑设计研究股份有限公司
潍坊市建筑设计研究院有限责任公司
临沂市建筑设计研究院有限责任公司
天元建设集团有限公司设计研究院
山东华科规划建筑设计有限公司
济南市建设工程勘察设计质量监督站
青岛市建设工程施工图设计审查中心
中建八局第二建设有限公司
山东省建设工程质量安全中心
山东省建筑工程质量检验检测中心有限公司

本规程主要起草人：张维汇 李 伟 韩振林 魏滔锴
黄 华 张玉峰 刘 达 胡常珍
苏光学 隋 煜 魏 强 贾壮普
孙绍东 于明武 闵建新 任雪华
张 琪 张亚宗 阮兴群 杨建兴
付正茂 陈昵恪 李战发 伊永忠
本规程主要审查人：刘立新 王 健 邢庆毅 石玉仁
成 勃 范 涛 刘之春

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	4
4 材料	10
4.1 高强钢筋	10
4.2 混凝土	11
4.3 其他材料	12
5 结构构件设计	13
6 构造规定	15
6.1 配筋与构造	15
6.2 混凝土保护层	17
6.3 高强钢筋锚固	18
6.4 高强钢筋连接	19
7 施工	22
7.1 一般规定	22
7.2 钢筋加工	23
7.3 钢筋连接和安装	24
8 质量验收	26
8.1 一般规定	26
8.2 钢筋材料质量验收	26
8.3 钢筋加工质量验收	28
8.4 钢筋连接质量验收	29

8.5 钢筋安装质量验收	32
附录A 635MPa级热轧带肋高强钢筋技术条件和检验方法	34
附录B 635MPa级热轧带肋高强钢筋重量允许偏差	41
本规程用词说明	42
引用标准名录	43
附：条文说明	45

CONTENTS

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	4
4	Materials	10
4.1	High-strength Reinforcement	10
4.2	Concrete	11
4.3	Other Materials.....	12
5	Structural Members Design	13
6	Detailing Requirements	15
6.1	Reinforcement and Detailing	15
6.2	Concrete Cover	17
6.3	Anchorage of High-strength Reinforcement	18
6.4	Splices of High-strength Reinforcement	19
7	Construction	22
7.1	General	22
7.2	Reinforcement Fabrication	23
7.3	Connection and installation of reinforcement	24
8	Quality Acceptance	26
8.1	General	26
8.2	Quality acceptance of steel reinforcement materials	26
8.3	Quality Acceptance of Reinforcement Fabrication	28
8.4	Quality Acceptance of Reinforcement Connection	29

8.5 Quality Acceptance of Reinforcement Installation	32
Appendix A Technical Conditions and Inspection Method for 635MPa high-strength Hot-rolled Ribbed Bars...	34
Appendix B Weight allowable deviation of 635MPa high-strength Hot-rolled Ribbed Bars.....	41
Explanation of Wording in this Code.....	42
List of Quoted Standards	43
Explanation of Provisions	45

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家绿色发展、节能环保的技术经济政策，规范635MPa级热轧带肋高强钢筋在建筑工程中的应用，做到安全适用、技术可靠、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于配置635MPa级热轧带肋高强钢筋的工业与民用建筑物和一般构筑物的混凝土结构的设计、施工和质量验收，不适用于轻骨料混凝土结构、特种混凝土结构以及需作疲劳验算构件的设计、施工和验收。

1.0.3 配置635MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土构件的设计、施工和质量验收，除应符合本规程外，尚应符合国家、行业和地方现行相关工程建设标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 635MPa级热轧带肋高强钢筋 635MPa hot-rolled ribbed high-strength bars

符合本规程附录 A 技术条件、屈服强度标准值为635MPa、横截面为圆形且表面带肋的高强钢筋。按热轧状态交货，其金相组织主要是铁素体加珠光体，不得有回火马氏体组织等影响使用性能的其他组织存在。简称“高强钢筋”。

2.1.2 钢筋牌号 designations of bars

HG6/C—屈服强度标准值为635MPa的热轧带肋高强钢筋；

HG6E/C—屈服强度标准值为635MPa且符合抗震性能指标要求的热轧带肋高强钢筋。

2.1.3 钢筋机械连接 rebar mechanical splicing

通过钢筋与连接件或其他介入材料的机械咬合作用或钢筋端面的承压作用，将一根钢筋中的力传递至另一根钢筋的连接方法。

2.1.4 机械连接接头 mechanical splice

钢筋机械连接全套装置，钢筋机械连接接头的简称。

2.1.5 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。

2.1.6 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

f_{yk} ——钢筋屈服强度标准值；

f_{stk} ——钢筋极限强度标准值；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值；

f_y' ——钢筋抗压强度设计值；

f_{yv} ——横向钢筋抗拉强度设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

δ_{gt} ——钢筋在最大力下的总延伸率，也称均匀延伸率；在附录A中用 A_{gt} 表示。

δ ——钢筋的断后伸长率，在附录A中用 A 表示。

3 基本规定

3.0.1 高强钢筋宜用作混凝土构件的纵向受力钢筋，梁柱箍筋、构造钢筋和预应力构件中的非预应力钢筋，不得用于结构构件中的吊钩和吊环。

3.0.2 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度，采用分项系数的设计表达式进行设计。

3.0.3 采用高强钢筋的混凝土结构应进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算。

3.0.4 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：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (3.0.4-1)$$

$$R = R(f_c, f_s, a_k, \dots) / \gamma_{Rd} \quad (3.0.4-2)$$

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；对地震设计状况下应取1.0；

对偶然作用下的结构进行承载能力极限状态设计时，公式（3.0.4-1）中的作用效应设计值 S 按偶然组合计算，结构重要性系数取不小于1.0的数值；公式（3.0.4-2）中混凝土、钢筋的强度设计值 f_c 、 f_s 改用强度标准值 f_{ck} 、 f_{yk} （或 f_{pyk} ）。

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；
- f_c ——混凝土强度设计值，应根据《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定取值；
- f_s ——钢筋强度设计值，高强钢筋按本规程规定取值；
- 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不利影响时，应增减一个附加值；
- 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；抗震设计应以承载力抗震调整系数 γ_{RE} 代替 γ_{Rd} 。

3.0.5 对于正常使用极限状态，钢筋混凝土构件、预应力混凝土构件应分别按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响或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：

$$S \leq C \quad (3.0.5)$$

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、裂缝宽度和自振频率等的限值。

3.0.6 配置高强钢筋的钢筋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，其计算值不应超过表3.0.6规定的挠度限值。

表3.0.6 受弯构件的挠度限值

构件类别		挠度限值
屋盖、楼盖及楼梯构件	当 $l_0 < 7\text{m}$ 时	$l_0/200 (l_0/250)$
	当 $7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$ 时	$l_0/250 (l_0/300)$
	当 $l_0 > 9\text{m}$ 时	$l_0/300 (l_0/400)$

注：1 表中 l_0 为构件的计算跨度；计算悬臂构件的挠度限值时，其计算跨度 l_0 按实际悬臂长度的2倍取用；

2 表中括号内的数值适用于使用上对挠度有较高要求的构件；

3 如果构件制作时预先起拱，且使用上也允许，则在验算挠度时，可将计算所得的挠度值减去起拱值；对预应力混凝土构件，尚可减去预加力所产生的反拱值；

4 构件制作时的起拱值和预加力所产生的反拱值，不宜超过构件在相应荷载组合作用下的计算挠度值。

3.0.7 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不应产生拉应力；

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不应大于混凝土抗拉强度标准值；

三级——允许出现裂缝的构件：对钢筋混凝土构件，按荷载准永久组合并考虑长期作用影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过本规程表3.0.9规定的最大裂缝宽度限值。对预应力混凝土构件，按荷载标准组合并考虑长期作用的影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过本规程第3.0.9条规定的最大裂缝宽度限值；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，且构件受拉边缘混凝土的拉应力不应大于混凝土的抗拉强度标准值。

3.0.8 结构构件应根据使用功能、环境类别和重要程度，选用合适的裂缝控制等级。混凝土结构环境类别应按照表3.0.8的规定进行划分。

表3.0.8 混凝土结构的环境类别

环境类别	条件
一	室内干燥环境； 无侵蚀性静水浸没环境

环境类别	条件
二a	室内潮湿环境； 非严寒和非寒冷地区的露天环境； 非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境； 严寒和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
二b	干湿交替环境； 水位频繁变动环境； 严寒和寒冷地区的露天环境； 严寒和寒冷地区冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三a	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境； 受除冰盐影响环境； 海风环境
三b	盐渍土环境； 受除冰盐作用环境； 海岸环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：1 室内潮湿环境是指构件表面经常处于结露或湿润状态的环境；

2 严寒和寒冷地区的划分应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的有关规定；

3 海岸环境和海风环境宜根据当地情况，考虑主导风向及结构所处迎风、背风部位等因素的影响，由调查研究和工程经验确定；

4 受除冰盐影响环境是指受到除冰盐盐雾影响的环境；受除冰盐作用环境是指被除冰盐溶液溅射的环境以及使用除冰盐地区的洗车房、停车楼等建筑；

5 暴露的环境是指混凝土结构表面所处的环境。

3.0.9 结构构件应根据结构类型和本规程第3.0.8条规定的环境类别，按表3.0.9的规定选用不同的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值 ω_{lim} 。

表3.0.9 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	钢筋混凝土结构		预应力混凝土结构	
	裂缝控制等级	ω_{lim}	裂缝控制等级	ω_{lim}
一	三级	0.30 (0.40)	三级	0.20
二.a		0.20		—
二.b			二级	—
三.a、三.b			一级	—

注：1 对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；

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《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）第7章的有关规定；

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。

3.0.10 高强钢筋应满足强度、延性、螺纹套丝加工等要求。

3.0.11 高强钢筋的连接方式宜选用机械连接或绑扎搭接，当采取可靠措施能保证焊接质量时也可采用焊接。

轴向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25mm，受压钢筋直径不宜大于28mm。

3.0.12 当施工过程中进行混凝土结构构件的钢筋代换时，应符合设计规定的构件承载能力、正常使用、配筋构造、耐久性能以及材料性能要求，并应取得设计变更文件。

4 材料

4.1 高强钢筋

4.1.1 高强钢筋技术条件应符合本规程附录A的规定。

4.1.2 高强钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。

4.1.3 高强钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量、断后伸长率和最大力下总延伸率限值，应符合表4.1.3-1的规定；HG6E/C高强钢筋强屈比、屈强比及最大力下总延伸率 δ_{gt} 限值，应符合表4.1.3-2的规定。

表4.1.3-1 高强钢筋强度标准值、弹性模量、断后伸长率和最大力下总延伸率限值

钢筋牌号	公称直径 (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)	断后伸长 率 δ (%)	最大力下 总延伸率 δ_{gt} (%)
HG6/C	6~50	635	795	2.00×10^5	不小于 15.0	不小于 7.5
HG6E/C	16~50					不小于 9.0

注：1 弹性模量也可采用实测值；

2 断后伸长率测定时，原始标距长度应为5倍的产品公称直径（d）。当有争议时，应采用手工法计算。

表4.1.3-2 HG6E/C高强钢筋强屈比、屈强比和最大力下总延伸率限值

钢筋牌号	强屈比 f_{st}^0/f_y^0	屈强比 f_y^0/f_{yk}	最大力下总延伸率 δ_{gt}
HG6E/C	≥ 1.25	≤ 1.30	$\geq 9.0\%$

注：1 最大力下总延伸率实测值可按有关标准规定的方法测定。

2 钢筋强屈比即抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值 f_{st}^0/f_y^0 、屈强比即屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值 f_y^0/f_{yk} 。

4.1.4 高强钢筋强度设计值应符合表4.1.4及以下规定。

表4.1.4 高强钢筋强度设计值 (N/mm²)

钢筋牌号	抗拉强度设计值 f_y	抗压强度设计值 f_c	
		受弯、偏心受压	轴心受压
HG6/C	550	435	400
HG6E/C			

横向钢筋的抗拉强度设计值应按表4.1.4采用，用作受剪、受扭、受冲切承载力计算，其值应按360N/mm²采用。当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。

4.1.5 按《人民防空地下室设计规范》GB 50038设计的人防地下室结构，在动荷载与静荷载同时作用或动荷载单独作用下，受力钢筋的弹性模量和泊松比可取静荷载作用时的数值，受力钢筋的强度设计值可按本规程4.1.4条规定的强度设计值乘以动荷载作用下钢筋的材料强度综合调整系数。钢筋的材料强度综合调整系数按照表4.1.5的规定取值。

表4.1.5 人防设计时高强钢筋的材料强度综合调整系数

钢筋的受力状态	受拉、受压钢筋	受剪、受扭、受冲切钢筋
调整系数	1.10	1.20

4.2 混凝土

4.2.1 混凝土强度标准值、强度设计值、弹性模量及耐久性等相关技术指标应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定。

4.2.2 配置高强钢筋的混凝土构件，其混凝土宜具有低收缩性能。

4.2.3 配置高强钢筋的混凝土梁、板、楼梯的混凝土强度等级不应低于C30；墙、柱、支撑的混凝土强度等级不宜低于C35。

4.3 其他材料

4.3.1 高强钢筋机械连接接头性能与材料应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的有关规定。

4.3.2 高强钢筋采用直螺纹连接时，套筒材料应符合以下要求：

1 套筒原材料宜采用牌号为45号的圆钢、结构用无缝钢管，其外观及力学性能应符合《优质碳素结构钢》GB/T 699、《用于机械和一般工程用途的无缝钢管》GB/T 8162、《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 17395的规定；

2 套筒原材料采用45号钢冷拔或冷轧精密无缝钢管时，应进行退火处理，并应符合《冷拔或冷轧精密无缝钢管》GB/T 3639的相关规定，其抗拉强度不应大于800MPa，断后伸长率不宜小于14%。冷拔或冷轧精密无缝钢管的原材料应采用牌号为45号管坯钢，并符合《优质碳素结构钢热轧和锻制圆管坯》YB/T 5222的规定；

3 采用各类冷加工工艺成型的套筒，宜进行退火处理，且不得利用冷加工提高的强度。需要与型钢等钢材焊接的套筒，其原材料应满足可焊性的要求。

4.3.3 钢筋采用机械锚固时，应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

5 结构构件设计

5.0.1 配置高强钢筋的混凝土结构按承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算的结构效应分析，应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

5.0.2 配置高强钢筋的混凝土结构构件静力承载能力极限状态计算和抗震设防要求的承载能力计算，应符合《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、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定，高层建筑还应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等规范标准的规定。

5.0.3 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 钢筋混凝土连续梁和连续单向板，可采用考虑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，经弹性分析求得内力后，可对支座或节点弯矩进行适度调幅，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。

3 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。

4 现浇钢筋混凝土框架梁支座或节点边缘截面的负弯矩调幅幅度不宜大于20%；弯矩调整后梁截面相对受压区高度，一级抗震等级的不应超过0.25倍截面有效高度，二、三级抗震

等级的不应超过0.35倍截面有效高度，且均不宜小于0.10倍截面有效高度。钢筋混凝土板的负弯矩调幅幅度不宜大于20%。

5.0.4 配置高强钢筋的矩形、T形、倒T形和I形截面的混凝土受拉、受弯和偏心受压构件，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《混凝土结构设计规范》GB 50010的方法计算。

5.0.5 配置高强钢筋的混凝土受弯构件挠度验算可按《混凝土结构设计规范》GB 50010的方法计算。

5.0.6 配置高强钢筋的框架梁和框架柱的潜在塑性铰区应采取箍筋加密措施；抗震墙的墙肢、连梁、框架梁、框架柱等构件的潜在塑性铰区的局部应力集中部位应采取延性加强措施。

5.0.7 抗震等级为特一、一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段）中的纵向受力钢筋采用高强钢筋时，应采用符合本规程表4.1.3-2规定的钢筋。

5.0.8 基坑与边坡工程的土钉、锚杆、喷射混凝土面层加强钢筋、支护桩、混凝土支撑梁、地下连续墙采用高强钢筋时，构件设计应符合相关标准的规定。

6 构造规定

6.1 配筋与构造

6.1.1 混凝土构件的钢筋配置和其他构造要求，除本规程有特别要求外，均应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中对HRB500钢筋的相关规定。

6.1.2 配置高强钢筋的混凝土构件纵向受力钢筋的配筋百分率应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，并符合以下要求：

1 钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的配筋百分率 ρ_{\min} 不应小于表6.1.2规定的数值。

表 6.1.2 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	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 $45f_t / f_y$ 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 及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，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应按全截面面积计算；

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的一边布置的纵向钢筋。

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%。

6.1.3 柱的钢筋配置，尚应符合下列规定：

1 柱全部纵向受力钢筋最小配筋率应符合表6.1.3的规定，且每一侧的配筋率不应小于0.2%。

表 6.1.3 柱全部纵向受力钢筋最小配筋率(%)

柱类型	抗震等级			
	一	二	三	四
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 当混凝土强度等级高于C60时，上述数值应相应增加0.1。

3 对于IV类场地上且较高的高层建筑，上述数值应相应增加0.1。

2 柱全部纵向钢筋的配筋率，非抗震设计时不宜大于4%，不应大于5%，抗震设计时不应大于4%；剪跨比不大于2的一级框架的柱，每侧纵向钢筋配筋率不宜大于1.0%。

3 边柱、角柱及抗震墙端柱考虑地震作用组合产生小偏心受拉时，柱内纵筋总截面面积应比计算值增加25%。

4 柱的纵向钢筋宜对称配置。混凝土柱纵筋直径不应小于16mm。

5 柱箍筋宜采用焊接封闭箍筋、连续螺旋箍筋或连续复合螺旋箍筋。箍筋直径不应小于8mm，竖向间距不应大于200mm，箍筋肢距不应大于200mm。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12倍；在纵向钢筋搭接长度范围内的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的5倍，且不宜大于100mm。

6 柱的纵向钢筋采用并筋的形式时，直径28mm及以下的钢筋并筋数量不应超过3根；直径32mm的钢筋并筋数量宜为2根；直径36mm及以上的钢筋不应采用并筋。并筋可按面积相等的原则等效为单根钢筋，并按单根钢筋的等效直径确定钢筋间距，锚固长度、搭接长度、保护层厚度等构造措施。

7 柱纵向钢筋的绑扎接头应避开柱端的箍筋加密区。

6.1.4 配置高强钢筋的混凝土框架梁，尚应符合下列规定：

1 梁端纵向受拉钢筋的配筋率不宜大于2.0%，不应大于2.2%；当梁端受拉钢筋的配筋率大于2.0%时，受压钢筋的配筋率不应小于受拉钢筋的一半。

2 梁端纵向受拉钢筋配筋率大于1.8%时，应按《建筑抗震设计规范》GB 50011规定的框架梁梁端箍筋加密区构造要求的箍筋最小直径增加2mm，且不小于梁端箍筋计算值。

6.2 混凝土保护层

6.2.1 高强钢筋的混凝土保护层厚度应满足以下要求：

1 混凝土保护层厚度应满足普通钢筋与混凝土共同工作的性能要求；

2 混凝土保护层厚度应满足混凝土构件耐久性能及防火性能要求；

3 混凝土保护层厚度不应小于钢筋的公称直径，且不应小于15mm；

4 设计工作年限为50年的混凝土构件，最外层钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定；设计工作年限为100年的混凝土结构，最外层钢筋混凝土保护层厚度不应小于设计工作年限为50年的混凝土结构保护层厚度的1.4倍。

6.2.2 钢筋连接件的混凝土保护层最小厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，且不应小于0.75倍钢筋的保护层厚度和15mm的较大值，必要时可对连接件采取防腐措施。

6.3 高强钢筋锚固

6.3.1 混凝土中高强钢筋锚固长度计算和构造要求应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定，并符合以下要求：

1 高强钢筋的基本锚固长度应按下列公式计算：

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad (6.3.1)$$

式中 l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度；

f_y ——高强钢筋的抗拉强度设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值，当混凝土强度等级高于C60时，按C60取值；

d ——锚固钢筋的直径；

α ——锚固钢筋的外形系数，取0.14。

2 当水平锚固长度不足时，钢筋末端可采用弯钩或锚固板机械锚固；

3 人防地下室结构抗震等级未作规定时，其高强钢筋锚固长度可按三级抗震等级考虑，其纵向受拉钢筋锚固长度修正系数取1.05。

6.3.2 纵向受拉高强钢筋末端采用机械锚固时，锚固板与钢筋的连接应选用直螺纹连接，不应采用侧焊、端焊锚筋的锚固型式。直螺纹连接时连接螺纹的公差带应符合《普通螺纹公差》GB/T 197中6H、6f级精度规定。采用焊接连接时，应

选用穿孔塞焊，其技术要求应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定。

钢筋锚固板的性能和设计规定、以及钢筋丝头加工和锚固板安装等要求，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

6.3.3 应做锚固板与高强钢筋的拉力破坏试验，钢筋拉断前锚固不得失效。钢筋锚固板试件的极限拉力不应小于钢筋达到极限强度标准值时的拉力。

6.3.4 锚固长度范围内钢筋的混凝土保护层厚度不大于 $5d$ 时，锚固长度范围内应配置横向构造钢筋（箍筋），横向构造钢筋直径不应小于 $d/4$ ；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。此处 d 为锚固钢筋的直径。

6.4 高强钢筋连接

6.4.1 高强钢筋的连接宜采用采用机械连接或绑扎搭接，当采取可靠措施能保证焊接质量时也可采用焊接。钢筋连接设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，并应符合下列要求：

1 高强钢筋连接接头设计应满足强度及变形性能的要求；

2 同一断面钢筋连接接头百分率应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定；

3 绑扎搭接连接宜用于直径不大于14mm的纵向受拉钢筋，以及直径不大于16mm的纵向受压钢筋；轴向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25mm，受压钢筋直径不宜大于28mm；

4 机械连接宜用于直径不小于16mm的受力钢筋，机械连接类型及质量要求应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定；

5 机械连接接头之间的横向净间距不宜小于25mm。

6.4.2 纵向受力钢筋连接的设置应符合下列要求：

1 纵向受力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 为连接钢筋的直径；

2 同一跨内或同一层高度内纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头；

3 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；

4 有抗震要求的混凝土框架柱、梁，不宜在柱、梁端部的箍筋加密区内设置纵向钢筋接头。

6.4.3 钢筋机械连接接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力下总延伸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，其性能应符合表6.4.3.1和表~6.4.3.2的要求：

表 6.4.3-1 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	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 钢筋拉断 或 $f_{mst}^0 \geq 1.1f_{stk}$ 连接件破坏	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$	$f_{mst}^0 \geq 1.25f_{yk}$

注：1 f_{mst}^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；

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；

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 6.4.3-2 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)	$u_0 \leq 0.10(d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.14(d > 32)$	$u_0 \leq 0.14(d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.16(d > 32)$	$u_0 \leq 0.14(d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.16(d > 32)$
	最大力下总 延伸率(%)	≥ 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 ——接头试件加载至 $0.6f_{yk}$ 并卸载后在规定标距内的残余变形；

u_{20} ——接头试件经高应力反复拉压20次后的残余变形；

u_4 ——接头试件经大变形反复拉压4次后的残余变形；

u_8 ——接头试件经大变形反复拉压8次后的残余变形。

6.4.4 高强钢筋机械连接接头等级宜选用I级或II级；混凝土结构中要求充分发挥钢筋强度的部位，或在同一连接区段内钢筋接头面积百分率为100%时，应选用I级接头；钢筋应力较高但对延性要求不高的部位可采用II级接头。

6.4.5 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《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的规定，套筒材料强度应符合以下规定：

1 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；

2 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被连接高强钢筋的屈服强度标准值和抗拉强度标准值的1.2倍；

3 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被连接高强钢筋的屈服强度标准值和抗拉强度标准值的1.1倍。

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.1 配置高强钢筋的混凝土结构工程施工，除应符合本规范要求外，还应符合《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。

7.1.2 钢筋的性能和连接方式应根据设计要求选用。

7.1.3 钢筋牌号和规格应按设计文件的规定采用。当需以高强钢筋代换其他强度等级的钢筋时，应经设计单位同意，并办理设计变更文件。

7.1.4 施工过程中应采取防止钢筋规格混淆、锈蚀或损伤的措施。

7.1.5 钢筋进场时应按批次抽样进行外观质量检查，每捆钢筋均应有料牌标识和质量证明文件，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。

7.1.6 高强钢筋进场时，应按批次抽取试件进行检验。检验项目应包括屈服强度、抗拉强度、伸长率和最大力下总延伸率、弯曲或反向弯曲及单位长度重量偏差，抽样数量和检验方法应符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定。

7.1.7 高强钢筋连接套筒最小尺寸应符合《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的规定和设计要求。高强钢筋连接套筒应刻有清晰、持久的标识；应按相关要求对连接套筒的产品进行检验。

7.1.8 配置高强钢筋的混凝土构件，其混凝土宜具有低收缩性能。

7.2 钢筋加工

7.2.1 钢筋加工宜采用专业化生产的成型钢筋。

7.2.2 钢筋加工前应将表面清理干净，表面带有颗粒状、片状老锈或有损伤的钢筋不得使用。

7.2.3 钢筋加工宜在常温状态下进行，加工过程中不应将钢筋进行加热。钢筋应一次弯折到位，不得反复弯折。

7.2.4 钢筋进行调直时不应采用具有延伸功能的机械设备。调直过程中不应损伤钢筋的横肋。调直后的钢筋应平直、横肋无损伤、无局部弯折。钢筋不得通过采用冷拉的方法提高其强度。

7.2.5 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 位于框架结构顶层端节点处的梁上部纵向钢筋和柱外侧纵向钢筋，在节点角部弯折处，当钢筋直径为28mm以下时不宜小于钢筋直径的12倍，当钢筋直径为28mm及以上时不宜小于钢筋直径的16倍；

4 箍筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋直径；箍筋弯折处纵向受力钢筋为搭接钢筋或并筋时，应按钢筋实际排布情况确定箍筋弯弧内直径。

7.2.6 当纵向受拉钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施时，钢筋锚固端的加工应符合现行相关标准的规定。钢筋的弯钩和机械锚固应符合下列规定：

1 钢筋端部的弯钩位于构件的侧边或角部时，应偏向内侧布置锚固锚头的方向；

2 当机械锚头较集中时，机械锚头的钢筋净距不应小于 $4d$ ， d 为锚固钢筋直径；

3 钢筋不应采用末端一侧或两侧贴焊锚筋的锚固形式，应采用螺栓锚头形式；

4 采用钢筋锚固板时，应符合《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的有关规定。

7.3 钢筋连接和安装

7.3.1 结构构件中纵向受力钢筋的接头宜相互错开。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%；

2 接头宜设置在结构构件受拉钢筋应力较小部位，在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%；

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%。

7.3.2 高强钢筋各种规格连接接头的适用范围、工艺要求、套筒材料、质量要求等应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定。

7.3.3 构件交接处的钢筋位置应符合设计要求。

7.3.4 钢筋机械连接应符合下列规定：

1 加工钢筋接头的操作人员应经专业培训合格后方可上岗；

2 进行连接施工前应进行工艺检验，检查所有接头有效型式检验报告；

3 钢筋连接件的混凝土保护层最小厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，且不应小于0.75倍钢筋的保护层厚度和15mm的较大值，必要时可对连接件采取防腐措施；

4 直螺纹接头的钢筋丝头宜满足6f级精度要求，精度要求可参考《普通螺纹公差》GB/T 197中的相关要规定；应采用专用直螺纹量规检验，通规应能顺利旋入并达到要求的拧入长度，止规旋入不得超过 $3p$ ， p 为螺距。

7.3.5 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 高强钢筋混凝土构件的质量与验收，应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的要求。

8.1.2 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时，应具有设计变更文件。

8.1.3 在浇筑混凝土之前，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，箍筋弯钩的弯折角度及直段长度；
- 4 预埋件的规格、数量、位置等。

8.2 钢筋材料质量验收

I 主控项目

8.2.1 钢筋进场时，应抽取试件进行屈服强度、抗拉强度、伸长率、最大力下总延伸率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合附录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，应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、最大力下总延伸率、重量偏差检验，检验结果应符合附录A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，总数量不应少于3个。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.2.3 对抗震等级为特一、一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），纵向受力钢筋的强度和最大力下总延伸率应符合本规程第4.1.3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：检查抽样报告。

8.2.4 施工过程中发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应停止使用该批钢筋，并应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。化学成分等专项检验应符合本规程附录第A.2.1条的规定。

检查数量：试件数量应符合本规程附录第A.5.3条的规定。

检验方法：检查化学成分等专项检验报告。

II 一般项目

8.2.5 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.2.6 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合国家标准《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366的规定。

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，每批随机抽取3个成型钢筋试件。

检验方法：观察，尺量。

8.2.7 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国家现行相关标准的规定。

检查数量：按国家或行业现行相关标准的规定确定。

检验方法：按国家或行业现行相关标准的规定进行。

8.3 钢筋加工质量验收

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7.2.5条的规定。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查，不应少于3件。

检验方法：尺量。

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：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查，不应少于3件。

检验方法：尺量。

8.3.3 盘卷钢筋调直后应进行力学性能和单位长度质量偏差检验，高强钢筋的强度、断后伸长率、最大力下总延伸率，应符合本规程第4.1.3条的规定。盘卷钢筋调直后重量允许偏差应符合本规程第B.0.2条的规定，力学性能和重量偏差检验应符合下列规定：

1 应对5个试件先进行重量偏差检验，再取其中2个试件进行力学性能检验；

2 重量允许偏差应按本规程附录第A.4.4条计算；

3 检验重量偏差时，试件切口应平滑并与长度方向垂直，其长度不应小于500mm；长度和重量的量测精度分别不应低于1mm和1g；

8.3.4 钢筋锚固板应符合《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的有关规定；钢筋锚固板加工和安装前，应对不同钢筋生产厂的进场钢筋进行钢筋锚固板工艺检验；施工过程中，更换钢筋厂商、变更钢筋锚固板参数、形式及变更产品供应商时，应补充进行工艺检验。

检查数量：按《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《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。

II 一般项目

8.3.5 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8.3.5的要求。

检查数量：按每工作班同一加工设备、同一类型钢筋抽查不应少于3件。

检验方法：尺量。

表 8.3.5 钢筋加工允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	± 10
弯起钢筋的弯折位置	± 20
箍筋外轮廓尺寸	± 5

8.4 钢筋连接质量验收

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：全数检查。

检验方法：观察。

8.4.2 钢筋采用机械连接时，钢筋机械连接接头的力学性能、弯曲性能应符合国家现行相关标准的规定。

接头试件应从工程实体中截取。

检查数量：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.4.3 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《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定。

检查数量：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定确定。

检验方法：采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，梁端、柱端箍筋加密区范围内不应进行搭接。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。

8.4.5 钢筋机械连接接头的外观质量应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定。

检查数量：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定确定。

检验方法：观察，尺量。

8.4.6 连接套筒进场时套筒材料供应商应出具相应规格的连接件型式检验报告，应有防锈措施和质量证明文件，检查外表面标识，并按《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163进行外观尺寸和抗拉强度的检验。

钢筋连接接头的型式检验、接头的现场加工与安装和接头的现场检验应符合行业现行标准《钢筋机械连接技术规程》

JGJ 107的有关规定。

8.4.7 当纵向受力钢筋采用机械连接接头时，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，丈量。

注：1 接头连接区段是指长度为 $35d$ 且不小于500mm的区段， d 为相互连接两根钢筋的直径较小值。

2 同一连接区段内纵向受力钢筋接头面积百分率为接头中点位于该连接区段内的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。

8.4.8 当纵向受力钢筋采用绑扎搭接接头时，接头的设置应符合下列规定：

1 接头的横向净间距不应小于钢筋直径，且不应小于25mm；

2 同一连接区段内，纵向受拉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) 梁类、板类及墙类构件，不宜超过25%；基础筏板，不宜超过50%；

2) 柱类构件，不宜超过50%；

3) 当工程中确有必要增大接头面积百分率时，对梁类构件，不应大于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，丈量。

注：1 接头连接区段是指长度为1.3倍搭接长度的区段。搭接长度取相互连接两根钢筋中较小直径计算。

2 同一连接区段内纵向受力钢筋接头面积百分率为接头中点位于该连接区段长度内的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。

8.5 钢筋安装质量验收

I 主控项目

8.5.1 钢筋安装时，受力钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。钢筋代换应符合国家现行标准、设计图纸及设计变更文件的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、丈量、检查设计图纸、设计变更文件。

8.5.2 受力钢筋的安装位置、锚固方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，丈量。

II 一般项目

8.5.3 钢筋安装位置的偏差及检验方法应符合表8.5.3的规定。

梁板类构件上部受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到90%以上，且不得有超过表8.5.3中数值的1.5倍的尺寸允许偏差。

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：见表8.5.3。

表 8.5.3 钢筋安装位置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	钢尺量连续 3 档，取最大偏差值
	网眼尺寸	±20	
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	
	排距	±5	
钢筋的混凝土保护层厚度	基础	±10	尺量
	柱、梁	±5	
	板、墙、壳	±3	
绑扎箍筋、横向钢筋间距		±20	尺量连续 3 档，取最大偏差值
钢筋弯起点位置		20	尺量，沿纵、横两个方向测量，并取其中偏差的较大值
预埋件	中心线位置	5	尺量
	水平高差	+3.0	塞尺量测

附录A 635MPa级热轧带肋高强钢筋 技术条件和检验方法

A.1 一般规定

A.1.1 本附录A适用于钢筋混凝土用HG6/C、HG6E/C热轧带肋高强钢筋，不适用于由成品钢材再次轧制成的再生钢筋；

A.1.2 未作规定的，应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定。

A.2 钢筋的主要技术要求

A.2.1 钢筋的牌号和化学成分应满足下列要求：

1 钢筋牌号、化学成分和碳当量（熔炼分析）应符合表A.2.1的规定。根据需要，钢中还可加入V、Nb、Ti等元素；

2 碳当量 C_{eq} (%)值可按公式(A.2.1)计算：

$$C_{eq}=C+Mn/6+(Cr+V+Mo)/5+(Cu+Ni)/15 \quad (A.2.1)$$

3 钢中铜的残余含量不应大于0.30%，且总量不应大于0.60%。经需方同意，铜的残余量可不大于0.35%；

4 钢的氮含量不应大于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；

5 钢筋成品的化学成分允许偏差应符合《钢的化学成分允许偏差》GB/T 222的规定。碳当量 C_{eq} 的允许偏差为+0.03%。

表 A.2.1 钢筋牌号、化学成分和碳当量（熔炼分析）要求

钢筋牌号	化学成分（质量分数）（%）					碳当量 C_{eq} （%）
	C	Si	Mn	P	S	
HG6/C、HG6E/C	≤0.28	≤0.80	≤1.60	≤0.035	≤0.035	≤0.58

A.2.2 钢筋的力学性能应满足下列要求：

1 交货状态的力学性能特性值应符合表A.2.2的规定；

2 有抗震要求的结构适用牌号为HG6E/C钢筋。该类钢筋除应满足表A.2.2中的规定之外，尚应满足以下要求：

1) 钢筋实测抗拉强度 R_m^0 与实测下屈服强度 R_{el}^0 之比不小于1.25；

2) 钢筋实测下屈服强度 R_{el}^0 与表A.2.2中规定的下屈服强度 R_{el} 之比不大于1.30；

3) 钢筋的最大力下总延伸率 A_{gt} 不小于9.0%。

3 根据供需双方协议，伸长率类型可从 A 或 A_{gt} 中选定。如伸长率类型未经协议确定，则伸长率采用 A ，仲裁检验时采用 A_{gt} 。

表 A.2.2 交货状态的钢筋力学性能特性值

钢筋牌号	下屈服强度	抗拉强度	断后伸长率	最大力下总 延伸率	R_m^0/R_{el}^0	R_{el}^0/R_{el}
	R_{el} (MPa)	R_m (MPa)	A (%)	A_{gt} (%)		
	不 小 于					不 大 于
HG6/C	635	795	15	7.5	—	—
HG6E/C			15	9.0	1.25	1.30

注： R_m 为钢筋抗拉强度标准值， R_m^0 为钢筋实测抗拉强度； R_{el} 为钢筋下屈服强度标准值， R_{el}^0 为钢筋实测下屈服强度。

A.2.3 钢筋的工艺性能应满足下列要求：

1 弯曲性能

1) 钢筋应进行弯曲试验；

2) 按表A.2.3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；

2 反向弯曲性能：

1) 对抗震钢筋应进行反向弯曲试验。经反向弯曲后，钢筋

- 受弯曲部位表面不得产生裂纹；
- 2) 根据需方要求，其他牌号钢筋可进行反向弯曲试验；
 - 3) 可用反向弯曲试验代替弯曲试验；
 - 4) 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；
 - 5) 反向弯曲试验：先正向弯曲90°后再反向弯曲20°，经反向弯曲试验后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 A.2.3 钢筋弯曲性能

钢 筋 牌 号	公称直径 d(mm)	弯曲压头直径(mm)
HG6/C、HG6E/C	6~25	6d
	28~50	7d

A.2.4 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《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定。

A.2.5 钢筋的尺寸、外形、重量及允许偏差及表面质量应符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定。

A.2.6 公称直径不小于16mm的钢筋推荐采用机械连接的方式进行连接。钢筋的机械连接工艺及接头的质量检验与验收应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107等标准的规定。

A.3 钢筋检验项目

A.3.1 钢筋出厂时应按批进行检验。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.3.1的规定。

表A.3.1 钢筋检验项目，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、GB/T 4336、 GB/T 20123、GB/T 20124、 GB/T 20125
2	拉伸	2	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 28900和A.4.1、A.4.2
3	弯曲	2	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 28900和A.4.1、A.4.2
4	反向弯曲	2	任1根(盘)钢筋切取	GB/T 28900和A.4.1、A.4.2
5	金相组织	2	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 13298、GB/T 13299
6	连接性能	JGJ 107、JGJ 163		
7	尺寸	逐根(盘)	—	A.4.3
8	表面	逐根(盘)	—	目视
9	重量偏差	5	不同根(盘)钢筋切取	A.4.4

注：1 对化学分析结果有争议时，仲裁试验应按GB/T 223相关规定进行；

2 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.4 试验方法

A.4.1 试样的一般规定：

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车削加工；

3 人工时效：测定反向弯曲试验性能指标时，采用系列工艺条件：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却至温。

A.4.2 拉伸、弯曲、反向弯曲试验应符合以下规定：

1 计算钢筋强度用截面积采用公称截面面积；

2 反向弯曲试验时，经正向弯曲后的试样，应在 $100^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ 温度下保温不少于30min，然后在静止的空气中自然冷却至室温后再反向弯曲。当供方能保证钢筋人工时效后的反向弯曲性能时，正向弯曲后的试样亦可在室温下直接进行反向弯曲。

A.4.3 尺寸测量应符合以下规定：

1 带肋钢筋内径的测量应精确到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.4.4 重量偏差的测量应符合以下规定：

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%；

2 钢筋实际重量与理论重量的偏差(%)应按下式算：

$$\text{重量偏差} = [\text{试样实际总重量} - (\text{试样总长度} \times \text{理论重量})] \times 100\% / (\text{试样总长度} \times \text{理论重量}) \quad (\text{A.4.4})$$

A.4.5 检验结果的数值修约与判定应符合《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则》YB/T 081的规定。

A.5 检验规则

A.5.1 钢筋的检验分为特征值检验和交货检验。

A.5.2 钢筋的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《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2-2018中附录C的规则进行。

A.5.3 钢筋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) 钢筋应按批进行生产、检查和验收，每批由同一牌号、同一炉号、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（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；

2) 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大于0.02%，含锰量之差不大于0.15%。混合批的重量不大于 60t；

3 钢筋检验项目和取样数量应符合表A.3.1和A.5.3 条第 2 款第 1 项的规定；

4 各检验项目的检验结果应符合附录A.1节的有关规定；

5 钢筋的复检与判定应符合《钢及钢产品交货一般技术要求》GB/T 17505的规定；钢筋的重量偏差项目不允许复验。

A.6 包装、标志和质量证明书

A.6.1 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 带肋钢筋应在其表面轧上牌号符号和公称直径毫米数字。

2 钢筋牌号应以符号表示。“ $\text{H}^{\text{G}}6$ ”代表“HG6/C 高强钢筋”，“ $\text{H}^{\text{G}}6\text{E}$ ”代表“HG6E/C 高强钢筋”，公称直径毫米数以阿拉伯数字表示。详见图 A.5.3。

A.6.3 高强钢筋标志的图例见图 A.5.3。

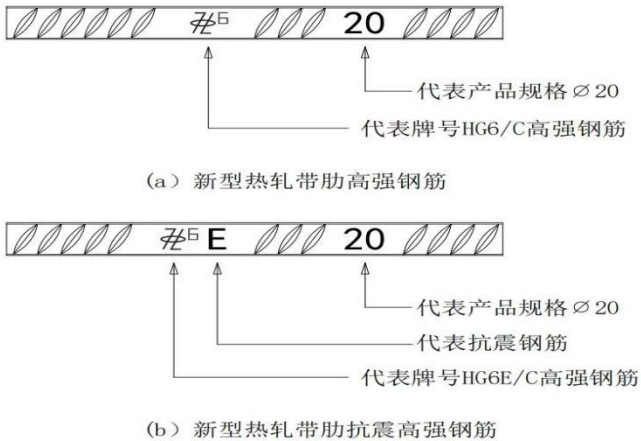


图 A.5.3 钢筋标志图片

A.6.4 钢筋的包装、质量证明书应符合《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。

附录B 635MPa级热轧带肋高强钢筋 重量允许偏差

B.0.1 本附录B适用于钢筋混凝土用HG6/C、HG6E/C热轧带肋高强钢筋，不适用于由成品钢材再次轧制成的再生钢筋；

B.0.2 高强钢筋的实际重量与理论重量允许偏差应符合表B.2的规定。

表 B.2 高强钢筋实际重量与理论重量允许偏差

钢筋公称直径(mm)	实际重量与理论重量允许偏差(%)
6~12	±6.0
14~20	±5.0
22~50	±4.0

注：钢筋理论重量按7.85g/cm³计算。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于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，在条件许可时首先应这样做的：
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 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为"应按.....执行"或"应符合.....的规定"。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 2 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 3 《人民防空地下室设计规范》 GB 50038
- 4 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 5 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153
- 6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 7 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 8 《工程结构通用规范》 GB 55001
- 9 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002
- 10 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
- 11 《普通螺纹公差》 GB/T 197
- 12 《钢的成品化学成分允许偏差》 GB/T 222
- 13 《金属材料 室温拉伸试验方法》 GB/T 228
- 14 《优质碳素结构钢》 GB/T 699
- 15 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》 GB/T 1499.2
- 16 《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》 GB/T 2101
- 17 《冷拔或冷轧精密无缝钢管》 GB/T 3639
- 18 《用于机械和一般工程用途的无缝钢管》 GB/T 8162
- 19 《金属显微组织检验方法》 GB/T 13298
- 20 《钢的游离渗碳体、珠光体和魏氏组织的评定方法》 GB/T 13299
- 21 《钢及钢产品 交货一般技术要求》 GB/T 17505
- 22 《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB/T 17395

23 《钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）》 GB/T 20123

24 《钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）》 GB/T 20124

25 《低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》 GB/T 20125

26 《钢筋混凝土用钢材试验方法》 GB/T 28900

27 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3

28 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107

29 《钢筋机械连接用套筒》 JG/T 163

30 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256

31 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》 JGJ 366

32 《优质碳素结构钢热轧和锻制圆管坯》 YB/T 5222的规定

33 《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则》 YB/T 081

山东省勘察设计协会标准

**635MPa级热轧带肋高强钢筋
应用技术规程**

**Technical specification for application of
635 MPa high-strength hot-rolled ribbed steel bars**

条文说明

目次

1 总则	47
2 术语和符号	50
2.1 术语	50
2.2 符号	50
3 基本规定	51
4 材料	54
4.1 高强钢筋	54
4.2 混凝土	57
4.3 其他材料	58
5 结构构件设计	60
6 构造规定	62
6.1 配筋与构造	62
6.2 混凝土保护层	64
6.3 高强钢筋锚固	64
6.4 高强钢筋连接	66
7 施工	68
7.1 一般规定	68
7.2 钢筋加工	68
7.3 钢筋连接和安装	68
8 质量验收	70
8.1 一般规定	70
8.2 钢筋材料质量验收	70

1 总 则

1.0.1 推广应用高强钢筋可以减少钢筋消耗量，节省资源和能源，减少环境污染，提高建筑安全储备。高强钢筋与高强混凝土配合使用，还可以减轻结构自重、避免结构构件钢筋的密集程度、方便施工、保证工程质量，降低材料的运输费用。高强钢筋用于梁柱纵向钢筋、大开间楼板、基础底板及剪力墙的受力筋，节材效果显著；配置高强钢筋可以改善梁柱节点钢筋密集现象，有利于提高混凝土浇捣质量。通过试验研究、理论计算、工程算例和近年来在各省工程实际应用案例分析，当在大跨度或大荷载受弯构件、大偏心受压构件中采用635MPa级热轧带肋高强钢筋，相对于HRB400热轧带肋钢筋，可以显著地节约钢筋用量，工程项目的综合节约率在8%~12%左右。

现行国家规范《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015年版)第4.2.1条的条文说明中，明确了要“推广应用具有较好延性、可焊性、机械连接性能及施工适应性的HRB系列普通热轧带肋钢筋”。《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016年版）3.9.3条指出，“普通钢筋宜优先采用延性、韧性和焊接性较好的钢筋；普通钢筋的强度等级，纵向受力钢筋宜选用符合抗震性能指标的不低于HRB400级的热轧钢筋”。HRB热轧钢筋也列入了国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018。

在工程建设中推广应用热轧带肋高强钢筋符合我国可持续发展的国策，具有重要的工程意义和经济意义。编制本规程是为了落实国家的技术经济政策，以规范应用635MPa级热轧带肋高强钢筋。

1.0.2 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）已列入强度500MPa级的钢筋，《钢筋混凝土用钢 第2部分：

热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018取消了335MPa级钢筋，增加了600MPa级热轧带肋高强钢筋HRB600。近年来上海市、福建省、陕西省、甘肃省、江西省、安徽省、河北省、河南省、新疆维吾尔自治区等多省（市、区）相继颁布了强度600MPa级及以上高强钢筋应用的省级地方工程建设标准。但现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）规定混凝土结构中使用普通钢筋的最高强度等级为500MPa级，635MPa级高强钢筋在实际应用中仍缺乏国家规范依据。

本规程在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）的基础上，根据有关试验成果和理论分析，参考各地方工程建设标准，总结了部分高等院校和研究单位的试验成果和理论分析，针对635MPa级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构中的应用，制定了相关规定，适用于配置635MPa级热轧带肋高强钢筋混凝土结构的建筑物和构筑物的设计。高强钢筋可用于钢筋混凝土结构构件中的纵向受力钢筋和预应力混凝土构件中的非预应力钢筋，也可用于抗剪、抗扭和抗冲切构件的横向钢筋。

试验和研究表明，高强钢筋在混凝土结构构件中的应用，与一般钢筋基本相同，且可与其他类型的钢筋搭配使用；推荐优先用于由承载能力极限状态控制配筋的钢筋混凝土构件中的纵向受力钢筋。对于由承载能力极限状态控制配筋的抗爆设计（如人防结构、抗倒塌设计结构）、地下室结构、基础、基坑围护、边坡工程和预应力混凝土结构构件中的非预应力钢筋，推荐采用强度等级635MPa的高强钢筋，以达到节省钢材用量的目的。

由于缺乏相关试验研究，高强钢筋目前还不适用于轻骨料混凝土、特种混凝土结构以及需做疲劳验算的混凝土构件。

本规程包括设计、施工及质量验收等方面的技术要求，

对强度等级为635MPa热轧带肋高强钢筋在混凝土结构中的应用，规定了基本要求。

本规程有关高强钢筋各项材料性能指标主要依据安徽吾兴新材料有限公司制定的企业标准《HRB635热轧带肋高强钢筋应用技术规程》QB34/WXJ 02022-2022。本规程中的635MPa级热轧带肋高强钢筋（简称高强钢筋）即为HG6/C、HG6E/C热轧带肋高强钢筋。

1.0.3 本规程是对635MPa级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构应用的基本要求。应用635MPa级热轧带肋高强钢筋时，除需满足本规程的要求外，尚应符合全文强制规定的国家现行通用规范及现行国家和行业规范标准《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、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《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、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2等标准的相关要求。

本规程中引用的规范标准未写明版本年号的均指现行有效版本。当依据引用的规范标准进行修订或升级改版后，工程技术人员应根据情况自行判断是否执行本规程相关条文。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.2 钢筋牌号HG6/C、HG6E/C中，H是热轧（Hot rolled）缩写，G6表示635MPa级高强钢筋，E是"地震"的英文（Earthquake）首字母，C是耐氯离子腐蚀的英文（chloride corrosion resistance）中"chloride"的首字母。

钢筋屈服强度标准值，即《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2中的下屈服强度 R_{el} ；钢筋极限强度标准值，即《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2中的抗拉强度 R_m ；

2.2 符号

f_{yk} 为钢筋屈服强度标准值，即《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2中的下屈服强度 R_{el} ； f_{stk} 为钢筋极限强度标准值，即《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2中的抗拉强度 R_m 。

3 基本规定

3.0.4 本条为承载能力极限状态设计的基本表达式，与《混凝土结构设计规范》GB 50010相同，适用于结构构件的承载力计算。符号 S 在《建筑结构荷载规范》GB 50009中为有效组合的效应设计值，《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组合的设计值，在本条中均以内力形式表达。

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的影响，在计算截面有效高度时宜考虑施工允许误差带来的不利影响。

3.0.6 混凝土构件挠度的限值应以不影响结构使用功能、外观及与其他构件的连接等要求为目标。混凝土结构的悬臂构件是工程实践中容易发生事故的构件，《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）规定了挠度的验算方法，其表3.4.3规定了受弯构件的挠度限值，表3.4.3的注1中对悬臂构件提出了悬臂结构计算跨度取值，注4中提出了构件制作起拱、反拱的限制，目的是为了防止起拱、反拱过大引起的不良影响。当构件的挠度满足《混凝土结构设计规范》GB 50010的要求，但相对于使用要求仍然过大时，设计人员可根据实际情况提出比该表括号中的限值更加严格的要求。

本规程第1.0.2条限定了635MPa级热轧带肋高强钢筋暂时不适用于需作疲劳验算的混凝土构件和预应力混凝土构件中的预应力钢筋，故去掉了《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）中对需作疲劳验算的构件挠度限值的规定。

3.0.7 《混凝土结构设计规范》GB 50010将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，设计人员需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，

一般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的时间等因素来考虑。

3.0.9 结构构件裂缝宽度限值规定来自《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）。GB 50010-2010（2015年版）第3.4.5条的条文说明中提出，对混凝土保护层较大的构件，当在外观的要求允许时，可根据实践经验，对裂缝宽度限值作适当放大。

《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）较其前版对正常使用阶段的挠度、裂缝宽度的要求相应进行了放宽，裂缝宽度计算公式有所修改，荷载改用准永久组合，构件受力特征系数有调整。当混凝土保护层较大时，虽然受力裂缝宽度计算值也较大，但较大的混凝土保护层厚度对防止裂缝处钢筋锈蚀是有利的，因此，对混凝土保护层厚度较大的构件，当在外观要求上允许时，可根据工程实践经验，对裂缝宽度限值作适当放大。例如，对处于一类环境下的梁上部区域，如果现浇楼面有找平层，则找平层的砂浆或细石混凝土对钢筋是一个很好的保护层加强，此时裂缝宽度限值可适当放大。

按《混凝土结构设计规范》GB 50010公式对配置高强钢筋的混凝土结构构件进行裂缝宽度计算的结果较大，近年来对结构裂缝研究的一些成果认为，《混凝土结构设计规范》GB 50010中裂缝计算公式属半理论半经验公式，规范的裂缝限值较为严格，相比欧美国家较为保守，在保证混凝土构件有足够的耐久性的前提下，确定更合理的裂缝宽度限值，有很高的经济价值，可以依据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）3.4.5条、7.1.2条的条文及条文说明，有条件地适当放松最大计算裂缝宽度限值。由于没有足够依据和权威性，考虑现行的设计文件审查制度，本规程不作规

定。结构设计工程师可以根据工程实际情况和工程经验决定对策。

本规程第1.0.2条限定了635MPa级热轧带肋高强钢筋暂时不适用于预应力混凝土构件的预应力钢筋和需作疲劳验算的混凝土构件，故本条去掉了《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）中对需作疲劳验算的构件裂缝宽度限值的规定。

3.0.11 目前工地上普遍采用的机械连接和绑扎搭接均能满足钢筋接头的相关要求。考虑到HG6/C、HG6E/C热轧带肋高强钢筋强度高，焊接作业受工人操作技能、熟练程度、天气等因素影响较大，万一出现焊接质量问题，对构件承载能力影响太大，所以连接形式宜采用机械连接和绑扎搭接。当采取可靠措施能保证焊接质量时也不排斥焊接。

3.0.12 钢筋代换是设计和施工中常遇到的情况。钢筋代换除应满足等强代换的原则外，尚应综合考虑不同牌号钢筋的性能差异对裂缝宽度验算、抗震构造要求等的影响，并应满足配筋率、钢筋间距、混凝土保护层厚度、锚固长度、搭接接头面积百分率及搭接长度等的要求。应该注意的是，钢筋替换后钢筋受拉承载力不应高于原设计的钢筋受拉总承载力设计值太多，以免造成薄弱部位的转移，以及构件发生混凝土压碎、剪切破坏等脆性破坏。施工时要求钢筋代换，应经设计同意并取得设计变更文件。

4 材料

4.1 高强钢筋

4.1.1 本规程采用的635MPa级热轧带肋高强钢筋各项性能指标应符合相关规定，具体技术指标要求见本规程附录A。

4.1.2 根据《混凝土结构设计规范》GB 50010规定，钢筋标准强度的保证率不应小于95%。

4.1.3 条文给出了高强钢筋屈服强度标准值、极限强度标准值、钢筋延性（最大力下的总延伸率）特征值，以及弹性模量等设计参数。HG6/C高强钢筋除满足表4.1.3-1的规定外，抗拉强度实测值（即实测最大强度值）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，钢筋最大力下的总延伸率实测值不应小于9.0%，其取值依据为国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2对钢筋抗震性能指标提出的要求，与《建筑抗震设计规范》GB 50011对抗震钢筋相关要求一致。

高强钢筋弹性模量，根据试验结果，并参照《混凝土结构设计规范》GB 50010，与HRB500钢筋取值一致，为 $2.00 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 。

对按特一、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测所得的抗拉强度实测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，塑性铰处有足够的转动能力与耗能能力，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受拉屈服强度标准值的比值（屈强比）不应大于1.3，主要是为了实现强柱弱梁、强剪弱弯的内力调整，保证强柱弱梁、强剪弱弯设计要求的效果不因钢筋屈服强度

离散性过大而受到干扰。纵向钢筋的延性及延伸率，是钢筋延性的重要性能指标，钢筋最大力下总延伸率不应小于9.0%，保证在抗震大变形条件下，框架柱、框架梁、伸臂桁架、楼梯梯段纵向钢筋具有足够的延性和塑性变形能力。

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。

4.1.4 《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第2.0.4条规定，普通钢筋材料分项系数取值不应小于1.1。山东省工程建设标准《600MPa级普通热轧带肋钢筋应用技术规程》DB37/T 5144-2019根据22组拉拔试验试样数据按规范公式计算，钢筋屈服强度标准值600MPa，材料分项系数取1.15，抗拉强度设计值为 $600/1.15=521$ ，取值520MPa。考虑到高强钢筋必要的安全储备，对635 MPa级热轧带肋高强钢筋用作普通钢筋，抗拉强度设计值取550MPa，材料分项系数为1.15。安徽寰宇建筑设计院朱华教授级高工、陈安英博士研究团队课题组试验研究结论表明，对于大偏心受压构件的受拉一侧，钢筋应力能够充分发挥，钢筋按抗拉强度设计值可以取 $550\text{N}/\text{mm}^2$ 。

对轴心受压构件，混凝土极限压应变为0.002，抗压强度由应变0.002与弹性模量的乘积，得出抗压强度设计值取 $400\text{N}/\text{mm}^2$ 。

东南大学2012年完成的11根偏心受压柱承载力试验及钢筋压缩试验表明，630MPa级钢筋抗压强度设计值可取与抗拉强度设计值相同。在偏心受压状态下，混凝土所能达到的压应变可以保证630MPa级钢筋的抗压强度达到与抗拉强度相同的数值，但在大偏心受压、受弯构件承载力计算中，当混凝土

土受压区高度过小时，受压钢筋达不到屈服强度。合肥工业大学2018年完成的19组偏心受压柱承载力试验，验证了HG6/C高强钢筋在混凝土中具有良好的工作性能，从试验构件的受力机理与破坏形态来看，构件在试验过程中没有异常现象，钢筋和混凝土的本构关系没有因为钢筋强度提高到635MPa而发生较大变化，钢筋混凝土的基本原理仍适用于配置HG6/C高强钢筋的混凝土构件。

本规程编制组认为，双筋受弯构件和偏心受压构件受压钢筋极限应变是由受压钢筋处混凝土压应变决定的。按照平截面假定，当受弯构件边缘混凝土达到极限压应变、受压区高度为 $2a_s$ 时，受压钢筋位置的混凝土压应变为0.002，换算下来此时受压钢筋应力为 400N/mm^2 。考虑到《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）对HRB500钢筋的抗压强度取值为 435N/mm^2 ，因此本规程对受压钢筋抗压强度设计值偏安全地取为 435N/mm^2 。

横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 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， f_{yv} 应按《混凝土结构设计规范》GB 50010规定取为不大于 360N/mm^2 。限制其数值不大于 360N/mm^2 是为了控制裂缝发展不至于过大；对于约束混凝土的横向钢筋，其作用是约束混凝土构件的横向变形，因此控制柱、约束边缘构件的箍筋体积配箍率计算，可不受此条限值。高强钢筋用作受剪、受扭、受冲切钢筋，不能充分发挥其强度优势，宜选用较低强度级别的钢筋。

由于对HG6/C高强钢筋的疲劳应力幅限值未进行系统研究，疲劳应力幅限值应根据专门试验确定，本规程未作规定，暂未列入应用范围。

4.1.5 根据人防科研部门的研究成果，采用650MPa、690MPa等高强钢筋材料设计的防护结构，通过爆炸冲击波试验验证，

冲击波作用下材料强度提高系数均超过1.2，采用1.1是可靠的。GJB3137A-2023规范规定的调整系数是1.10。参考国内其他省600MPa以上强度钢筋应用技术标准，本规程对635MPa级高强钢筋用于人防设计时，其抗拉、抗压材料强度综合调整系数取为1.10。

《人民防空地下室设计规范》GB 50038-94和GB 50038-2005规范关于钢筋的材料强度综合调整系数的条文说明，均明确“同一材料在不同受力状态下可取同一材料强度提高系数”。635MPa级热轧带肋高强钢筋抗拉、抗压强度分别为550N/mm²、435N/mm²，钢筋的综合调整系数取1.10。但其作为抗剪、扭、冲切等构件的钢筋时，其强度设计值人为地减小为360N/mm²，与HRB400钢筋的强度设计值相同。因此，本规程635MPa级热轧带肋高强钢筋用于人防工程中用于抗剪、抗扭、抗冲切计算时同HRB400钢筋取1.20。

4.2 混凝土

4.2.2 采用高强钢筋的混凝土构件，其混凝土宜具有低收缩性能。根据目前国内钢筋混凝土结构常见质量问题，针对混凝土结构构件开裂，部分单位经过现场调研，查勘分析，可知由混凝土自身收缩引起的开裂问题占绝大多数。采用635MPa级热轧带肋高强钢筋后，构件的常用配筋率会有所下降，因此控制混凝土的水胶比，在满足泵送工艺要求的条件下，选用中粗砂、控制含泥量以及坍落度、选择合适的高效减水剂对减少混凝土自身收缩，保证混凝土质量尤为重要。

4.2.3 本条提出了混凝土最低强度等级的限制。《混凝土结构通用规范》GB 55008规定：采用500MPa及以上等级钢筋的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于C30。施工时现浇楼面梁、板一般同时浇筑，因此将梁、板的最低混凝土

强度等级同取为C30。

635MPa级热轧带肋高强钢筋设计强度高，当混凝土强度等级低于C40时，按照规范公式计算出的锚固长度要求较难满足，提高混凝土强度等级至C50及以上时可有效地解决锚固长度不足的问题。同时，采用高强度等级的混凝土也能获得较好的社会效益。山东省工程建设标准《600MPa级普通热轧带肋钢筋应用技术规程》DB37/T 5144-2019规定，要求配置高强钢筋的梁、板的混凝土强度等级不应低于C30；墙、柱的混凝土强度等级不宜低于C40，不应低于C35。考虑到建筑界现实情况和高强钢筋在节点处的锚固要求，本规程规定配置HG6/C、HG6E/C高强钢筋的梁、板的混凝土强度等级不应低于C30，墙、柱的混凝土强度等级不宜低于C35。有条件时宜采用梁和板分别浇捣混凝土，梁采用较高强度等级的混凝土，高强度混凝土与高强度钢筋配合使用更能发挥高强钢筋的经济优势。

4.3 其他材料

4.3.1 连接套筒设计、加工和检验验收应符合国家和行业相关技术标准的有关规定。

4.3.2 直螺纹机械连接是高强钢筋连接采用的主要方式，本条单独对直螺纹机械连接做出规定。

住房城乡建设部关于做好《建筑业10项新技术（2017版）》推广应用通知的新技术之一的高强钢筋直螺纹连接，已应用于超高层建筑、市政工程、核电工程、轨道交通等各种工程中，如武汉绿地中心、上海中心、北京中国尊、北京首都机场、红沿河核电站、阳江核电站、台山核电站、北京地铁等。

按照钢筋直螺纹加工成型方式分为镦粗直螺纹、剥肋滚

轧直螺纹和直接滚轧直螺纹。《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163对相关材料力学性能、外观、尺寸及螺纹等做了具体规定。高强钢筋直螺纹连接接头的技术性能指标应符合行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的规定。其主要技术指标如下。

1 接头设计应满足强度及变形性能的要求；

2 接头性能应包括单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压和疲劳性能；应根据接头的性能等级和应用场合选择相应的检验项目；

3 接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力下总延伸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，其性能应分别符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定；

套筒生产质量控制应符合以下要求：

1 套筒生产企业应发布包括本企业产品规格、型式、尺寸及偏差、质量控制方法、检验项目及制度、不合格品处理规则等内容的企业标准，并应经质量技术监督部门备案；

2 套筒生产企业宜取得有效的GB/T 19001/ISO9001质量管理体系认证证书和建设工程产品认证证书。

4.3.3 高强钢筋强度高，锚固长度大，有时需要采用机械锚固的方式。机械锚固的形式与材料要求应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

5 结构构件设计

5.0.1 配置高强钢筋的混凝土结构，在规定的荷载组合下的结构效应分析符合国家现行规范的规定。

5.0.2 配置高强钢筋的混凝土结构构件，其各项承载能力计算与现行国家和行业标准的规定相同。

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配筋率较小，在设计时应注意其带来的影响。HG6/C高强钢筋混凝土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。

合肥工业大学2018年完成19根偏心受压柱承载力试验，验证了HG6/C热轧带肋高强钢筋在混凝土中具有良好的工作性能，从试验构件的受力机理与破坏形态来看，构件在实验过程中基本没有异常现象；钢筋与混凝土的本构关系没有因为钢筋强度的提高而发生变化，钢筋混凝土的基本原理适用于HG6/C热轧带肋高强钢筋，配置高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法与《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定相同，因此设计可利用符合《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的混凝土结构设计软件，可将软件中有关钢筋的计算参数修改后直接计算；也可按其他钢筋参数计算，然后根据钢筋代换的方法将其他等级的钢筋代换成HG6/C高强钢筋。注意尽量选用直径较小的高强钢筋，降低混凝土构件裂缝宽度和钢筋锚固不满足要求的可能。

5.0.3 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。

考虑塑性内力重分布计算方法进行构件的设计时，由于塑性铰的出现，抗弯能力调小部位的裂缝宽度较大，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。

由于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，因此在设计时应注意其带来的影响。

5.0.4 配置高强钢筋的混凝土受拉、受弯和偏心受压构件，可按《混凝土结构设计规范》GB 50010的方法计算最大裂缝宽度，其纵向钢筋的相对粘结特性系数可按带肋钢筋取1.0。

5.0.6 这是全文强制的《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002第5.2.2条的规定，是原则性要求，应认真落实。对框架结构的构件端面、潜在塑性铰区的箍筋加密要求、梁柱的节点的配筋构造提出原则性要求，是保障混凝土框架结构房屋抗震能力的重要手段，是必要的。

5.0.7 抗震等级为特一、一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段）中的纵向受力钢筋，应采用钢筋牌号HG6E/C的抗震钢筋。抗震设计所采用的钢筋强度标准值、设计值和弹性模量应符合第4.1.3-1条的规定。抗震钢筋的强屈比、屈强比和最大力下总延伸率尚应满足表4.1.3-2的要求。

5.0.8 基坑和边坡工程中合理选用高强钢筋，经济性明显，设计人员可根据工程具体情况选用，并应符合相关规范的要求。

6 构造规定

6.1 配筋与构造

6.1.2 《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010对钢筋最小配筋百分率的规定属强制性要求，本规程遵照执行。其中混凝土规范规定的受弯构件、偏心受拉、轴心受拉构件一侧的受拉钢筋最小配筋百分率取0.20和 $45f_t/f_y$ 中的较大值。目前即便按照C80混凝土计算， $45f_t/f_y$ 也小于0.20。

有抗震要求及高层建筑的钢筋混凝土构件的受力钢筋的配筋百分率，除应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010中抗震设计章节的相关要求外，还应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定。

直径6mm的HG6/C高强钢筋，模拟施工现场的踩踏后不会屈服，恢复性良好，因此可以用作钢筋混凝土板的板面、板底钢筋。

6.1.3 配置高强钢筋的柱，其纵向受力钢筋最小配筋率与《混凝土结构设计规范》GB 50010中强度等级500MPa钢筋的相同。对于IV场地上较高建筑，最小配筋率应增加0.1%。

框架柱塑性铰的形成与发展，与柱界限受压区高度关系较大。而采用高强钢筋的混凝土构件，相对界限受压区高度较小，为充分保证框架柱在水平地震作用下相对受压区高度和延性，采用高强钢筋的混凝土柱最大配筋率限值不应套用一般强度钢筋的数据，宜适当减小。本规程的做法是考虑HRB500钢筋与HG6/C钢筋设计强度比值 $435/550=0.79$ ，把国家和行业标准中框架柱最大配筋率的数值乘以0.79的系数做出调整。

大量的理论分析与众多的试验结果均表明，加强箍筋构造的混凝土柱，能提高混凝土极限压应变，对高强钢筋抗压强度的充分发挥有利。对箍筋形式的研究结果表明，地震作用较大时，箍筋弯钩有拉直的现象出现。井字复合箍弯钩数量少，对混凝土的约束作用比单纯两端加弯钩的一字形箍筋更好，故本规程对混凝土柱箍筋作出加强要求，尽量不用或少用两端加弯钩的一字形箍筋，减少弯钩数量。框架梁柱箍筋加 135° 弯钩是现行抗震设计的基本要求。计算框架柱体积配箍率时，用的是高强钢筋的抗拉强度设计值，强度较高，此时平直段长度应与钢筋强度相关。635MPa钢筋与500MPa钢筋抗拉强度设计值比值 $550/435=1.26$ ，故在此要求弯钩长度加大至 $12d$ 。考虑到梁的箍筋一般是由抗剪承载力控制，对混凝土约束作用的利用相对来说少一些，故在此对梁箍筋弯钩平直段尺寸不予加大。

6.1.4 与6.1.3条相同的原因，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，宜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，故把国家和行业标准中框架梁最大配筋率的数值乘以0.79的系数做出调整。按照此原则，当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 $2.0\% \times 0.79=1.58\%$ 时，梁端箍筋加密区箍筋直径应增加2mm，但参照其他地方标准，并考虑到实际框架梁配筋情况，规定当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于1.8%时，梁端箍筋加密区箍筋直径应增加2mm。

高强钢筋屈服应变较高，梁的延性相对较低，充分利用梁受压区钢筋，可有效减小梁混凝土截面受压区高度，提高梁的延性。

6.2 混凝土保护层

6.2.1 钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008和《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。应充分注重保证高强钢筋的混凝土保护层厚度，高强钢筋在混凝土中的握裹粘结、锚固、连接以及钢筋与混凝土共同工作性能、耐久性能、防火性能能否达到设计要求，混凝土保护层厚度是重要保障条件之一。应该注意《混凝土结构通用规范》GB 55008规定的混凝土保护层厚度指最外侧钢筋外缘至混凝土构件表面的最小距离，《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）规定的混凝土保护层厚度不再是纵向钢筋外缘至混凝土表面的最小距离，而是“以最外层钢筋（包括箍筋、构造筋、分布筋等）的外缘计算混凝土的保护层厚度”。

6.2.2 对高强钢筋连接件的混凝土保护层厚度提出要求。

6.3 高强钢筋锚固

6.3.1 随着钢筋强度不断提高、结构形式的多样性，钢筋在混凝土中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，《混凝土结构设计规范》GB 50010给出了以简化计算确定受拉钢筋锚固长度的方法。

根据合肥工业大学陈安英博士高强钢筋研究课题组所做的HG6/C高强钢筋锚固试验结果，按现有规范规定的锚固长度可以满足HG6/C高强钢筋的锚固需求。试验表明，钢筋直径、混凝土强度等级、锚固长度、混凝土保护层厚度、配箍率均会影响钢筋材料强度的发挥。直锚、弯锚、螺栓锚，锚固长度为 $20d$ ，混凝土保护层厚度在 $5d$ 以上以及混凝土等级在C30

以上基本能够发挥直径25mm以下635MPa级热轧带肋高强钢筋的材料强度。如果配有箍筋，且配箍率1.0%，由于箍筋的约束作用能够很好约束混凝土的裂缝发展，可以适当降低以上的要求。

试验表明，标准外形的高强钢筋与混凝土的粘结锚固破坏机理与普通钢筋相比，没有显著差异，其锚固长度计算方法、修正系数和机械锚固等规定可与《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。钢筋粘结强度随着混凝土强度、混凝土保护层厚度的增大而增大，随着粘结长度的增长而略有降低，配箍对于延缓劈裂破坏、提高粘结强度有一定作用。其中基本锚固长度 l_{ab} 取决于钢筋强度 f_y 及混凝土抗拉强度 f_t ，并与锚固钢筋的直径及外形有关。HG6/C高强钢筋外形与普通热轧带肋钢筋相同，基本锚固长度 l_{ab} 、锚固长度 l_a 与《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定相同。

河北工业大学与河北省土木工程技术研究中心对600MPa钢筋粘结性能试验研究，通过对 63个棱柱体拉拔试验，也得出类似结论。

受拉钢筋锚固长度应根据钢筋直径、钢筋与混凝土抗拉强度、钢筋外形和锚固端形式、结构或构件抗震等级计算确定，钢筋的混凝土保护层厚度是影响钢筋锚固可靠性的重要因素。在任何情况下受拉钢筋锚固长度不应小于 $0.6l_{ab}$ 及200mm。应注意抗震设计时须乘相应的抗震修正系数。

高强钢筋焊接时强度会损失，金相会改变，对贴焊锚筋时钢筋强度的损失缺乏专门研究，高强钢筋的可焊性、焊接可靠性和稳定性尚需验证，故锚固长度不够时，推荐采用弯钩、锚固板机械锚固的方式，暂不允许采用侧焊、端焊锚筋锚固。

6.3.2 钢筋的可靠锚固与结构的安全性密切相关。不同的钢

筋锚固方式将明显影响混凝土结构设计和施工方法。锚固板具有安装快捷、质量及性能易于保证、锚固性能好的优点。采用钢筋锚固板可减小钢筋锚固长度、节约钢材，且方便施工。锚固板与钢筋的连接优先选用直螺纹连接是为了提高连接强度的可靠性和稳定性。螺纹长度应满足抗拉强度的要求。

部分锚固板依靠锚固长度范围内钢筋与混凝土的粘结作用和锚固板承压面的承压作用共同承担钢筋规定锚固力。锚固板承压面积，对全锚固板为9倍左右的钢筋公称面积，部分锚固板为4.5倍左右钢筋公称面积。由此可见，部分锚固板对混凝土中钢筋的锚固更合适。必要时也可采用全锚固板形式，且需符合《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的有关规定。

6.3.4 钢筋的锚固长度、混凝土保护层厚度和箍筋配置对钢筋锚固板的锚固极限拉力有明显影响。为确保在最不利情况下钢筋锚固板的锚固强度，对锚固区设计提出要求。具体做法应符合《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

6.4 高强钢筋连接

6.4.1 采用机械连接的高强钢筋直径不宜小于16mm，是为防止高强钢筋螺纹加工引起钢筋的截面损失造成高强钢筋承载力下降太多，导致结构构件不安全。

HG6/C、HG6E/C高强钢筋因自身材料强度高，焊接连接技术要求更为严格。考虑施工现场实际情况，为慎重起见，当施工现场个别位置必须采用焊接连接时，应采取可靠措施保证焊接质量。

6.4.2 钢筋的连接形式应根据工程具体情况和施工条件而选择，连接接头的类型和质量应符合现行相关标准的规定。任何形式的钢筋连接均会削弱其传力性能，因此钢筋连接的基本原则为：连接接头设置在受力较小处；限制钢筋在同一跨

度或同一层高度内的接头数量；避开结构的关键受力部位如柱端、梁端的箍筋加密区，并限制接头面积百分率。

6.4.3 新颁布的《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021规定了钢筋连接接头的极限抗拉强度值，本条文将此作为钢筋连接接头的极限抗拉强度值最低标准，实际应用时只能更严不能放松。

高强钢筋接头单向拉伸时的强度和变形是钢筋连接接头的基本性能。高应力反复拉压性能反映连接接头在风荷载及多遇地震情况下承受高应力反复拉压的能力。接头在经受高应力反复拉压和大变形反复拉压后仍应满足最基本的抗拉强度要求，大变形反复拉压性能反映结构在强烈地震情况下钢筋进入塑性变形阶段接头的受力性能，这是结构延性得以发挥的重要保证。钢筋机械连接接头在拉伸和反复拉压后仍应满足塑性变形；卸载后形成不可恢复的残余变形（国外也称滑移），对混凝土结构的裂缝宽度有不利影响，因此有必要控制接头的变形性能。上述三项性能是进行接头型式检验的基本检验项目。现场工艺检验则要求检验单向拉伸残余变形和极限抗拉强度。

6.4.4 考虑到HG6/C、HG6E/C高强钢筋强度高、山东省内实际应用工程经验少、接头价格不高等因素，在现阶段建议首选I级接头。

6.4.5 考虑施工的实际情况，设计连接套筒强度时应留有余量，钢筋连接接头等级为I级、II级的屈服承载力标准值及抗拉承载力标准值分别不应小于被连接钢筋相应值的1.2倍、1.1倍，以确保传力性能。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.3 钢筋代换不是简单的“强度等效”，高强钢筋的代换应符合第3.0.12条的规定。

7.1.4 螺纹钢外形均应符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定，这是保证钢筋锚固与搭接性能的基础，但也带来了不同强度等级钢筋外形一致、容易混淆的问题。施工中应注意区分钢筋强度等级，避免钢筋用错。

7.2 钢筋加工

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《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366的有关规定。

7.2.4 高强钢筋强度高，没必要通过冷拉再提高强度，冷拉工艺也影响其延性。冷拉调直的方法会使钢筋脆性增加，降低钢筋的延性，因此规定了钢筋调直不得采用冷拉的方法，也不得通过冷拉提高强度。

7.3 钢筋连接和安装

7.3.2 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。

7.3.4 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应设置连接接头。

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。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.3 本条规定浇筑混凝土之前钢筋隐蔽工程验收内容。

8.2 钢筋材料质量验收

8.2.3 按《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定，提出抗震钢筋延性的检验要求，具体体现为本规程表 4.1.3-2中实测强屈比、屈强比和最大力下总延伸率的要求。