

北京土木建筑学会团体标准

T B

T/BJTJ 001-2024

新型热轧带肋高强钢筋

应用技术标准

Technical specification for application of

New high-strength hot-rolled ribbed bars

2024 年 12 月 9 日发布

2024 年 12 月 9 日实施

北京土木建筑学会 发布

北京土木建筑学会团体标准

新型热轧带肋高强钢筋
应用技术标准

Technical specification for application of
New high-strength hot-rolled ribbed bars

T/BJTJ 001-2024

主编单位：北京市建筑设计研究院股份有限公司
安徽吾兴新材料有限公司

批准部门：北京土木建筑学会

实施日期：2024年12月9日

2024年北京

北京土木建筑学会

北京土木建筑学会

关于发布北京土木建筑学会团体标准 《新型热轧带肋高强钢筋应用技术标准》的公告

各相关单位：

根据《北京土木建筑学会团体标准管理办法》的规定，现批准《新型热轧带肋高强钢筋应用技术标准》为学会标准，编号为 T/BJTJ 001-2024，自 2024 年 12 月 9 日起发布并实施。



附件：《新型热轧带肋高强钢筋应用技术标准》T/BJTJ 001-2024

前言

为规范 635MPa 级新型热轧带肋高强钢筋（钢筋牌号为 HG6/C、HG6E/C）在混凝土结构中的设计、施工及验收，依据安徽吾兴新材料有限公司和中国宝武马鞍山钢铁股份有限公司联合发布的企业标准《HG6/C 新型热轧带肋高强钢筋应用技术规程》QB34/WXJ01001-2023，编制组在大量试验研究、调查及总结工程实践经验的基础上，参考国内外有关规范标准，制订了本标准。

本标准共 7 章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 材料；5 混凝土结构构件设计；6 构造规定；7 施工及验收；附录 A HG6/C 新型热轧带肋高强钢筋技术条件；附录 B 钢筋连接套筒尺寸及允许偏差。

安徽吾兴新材料有限公司等单位承诺对本标准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。

本标准编制、生产、应用等与本标准相关的事项、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。

本标准涉及相关专利使用，本标准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标准的发布机构承诺，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 级新型热轧钢筋用钢

专利持有人：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

本标准由北京土木建筑学会负责管理，由北京市建筑设计研究院股份有限公司和安徽吾兴新材料有限公司负责具体内容的解释。

请各单位在使用本标准过程中，结合工程实践总结经验并积累资料，及时将意见和有关资料反馈至北京土木建筑学会。

地址：北京市西城区南礼士路 62 号

邮政编码：100045

联系电话：010-88043354/88043384/68023484

邮箱：bjtmjzxh@163.com

本标准编制单位、主要起草人、主要审查人

主编单位：北京市建筑设计研究院股份有限公司

安徽吾兴新材料有限公司

参编单位：清华大学

中国建筑设计研究院有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

中国中元国际工程有限公司

北京市建筑工程研究院有限责任公司

中建一局建设发展公司

主要起草人：刘明学 魏滔锴 甄伟 纪晓东 孙海林 刘国友

李仕全 孙岩波 郑群 张曼 王威 黄华

主要审查人：任庆英 王亚勇 柯长华 钱稼茹 郁银泉

陈彬磊 刘航

目录

前言	0
1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	5
4 材料	6
4.1 新型热轧带肋高强钢筋	6
4.2 钢筋连接套筒	8
4.3 混凝土	9
5 混凝土结构构件设计	11
5.1 一般规定	11
5.2 结构分析与极限状态计算	11
5.3 正常使用极限状态验算	12
5.4 抗震设计	14
6 构造规定	17
6.1 混凝土保护层厚度	17
6.2 钢筋的锚固	17
6.3 钢筋的连接	20

6.4 纵向受力钢筋最小配筋率	22
7 施工及验收	24
7.1 一般规定	24
7.2 钢筋加工与安装	25
7.3 质量验收	27
附录 A 新型热轧带肋高强钢筋技术条件	30
A.1 主要技术要求	30
A.2 检验项目	35
A.3 试验方法	36
A.4 检验规则	37
A.5 钢筋标志	39
附录 B 钢筋连接套筒尺寸及允许偏差	40
本标准用词说明	42
本标准引用标准名录	43
条文说明	46

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要求，规范 635MPa 级新型热轧带肋高强钢筋在建筑工程中的应用，做到安全适用、经济合理、技术可靠，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于采用 635MPa 级新型热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土建筑与构筑物的设计、施工与验收，不适用于轻骨料混凝土结构、特种混凝土结构以及需做疲劳验算构件的设计、施工与验收。

1.0.3 采用 635MPa 级新型热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土结构构件设计、施工与验收除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家、行业有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 635MPa 级新型热轧带肋高强钢筋 635MPa new high-strength hot-rolled ribbed bars

符合本标准附录 A 的技术条件，屈服强度标准值为 635MPa，钢筋牌号为 HG6 /C、HG6E/C，横截面为圆形、表面带肋的高强钢筋，采用控轧控冷工艺，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。简称新型高强钢筋。

2.1.2 钢筋牌号 designations of bars

HG6 /C、HG6E/C—表示屈服强度标准值为 635MPa 级新型热轧带肋高强钢筋牌号，HG6 E/ C 还需符合抗震性能指标要求；其中 H 表示热轧（hot rolled），G6 表示 635MPa 级高强钢筋，E 表示地震（earthquake），C 表示耐氯离子腐蚀（chloride corrosion resistance）。

2.1.3 套筒 coupler

用于传递钢筋轴向拉力或压力的钢筋机械连接用钢套管。

2.1.4 锚固板 anchorage plate 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 材料指标

f_{yk} ——钢筋的屈服强度标准值

f_{stk} ——钢筋的极限强度标准值

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值

f'_y ——钢筋的抗压强度设计值

E_s ——钢筋的弹性模量

δ ——钢筋的断后伸长率

δ_{gt} ——钢筋的最大力总延伸率

A_{sgt} ——机械连接接头的最大力下总伸长率

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值

L ——机械连接接头长度

p ——机械连接接头螺丝的螺距

2.2.2 系数

ζ_a ——锚固长度修正系数

ζ_{aE} ——抗震锚固长度修正系数

w_{max} ——最大裂缝宽度

w_{lim} ——最大裂缝宽度限值

$w_{p\max}$ ——采用防腐措施（protective measures）的钢筋混凝土构件最大裂缝宽度（mm）

$\beta_{p\max}$ ——防腐措施（protective measures）对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系数

3 基本规定

3.0.1 正截面受力钢筋混凝土构件中的纵向受拉钢筋宜采用新型高强钢筋，构件受剪、受扭、受冲切时也可采用新型高强钢筋。

3.0.2 新型高强钢筋应满足强度、延性、螺纹套丝加工可行性等要求。

3.0.3 新型高强钢筋的连接方式宜采用机械连接，采取可靠措施时可采用焊接连接或绑扎搭接连接。

3.0.4 当进行钢筋代换时，应按照钢筋受拉强度设计值相等的原则换算，除承载力、裂缝宽度满足设计要求以外，尚应满足最小配筋率、钢筋间距、混凝土保护层厚度、钢筋锚固长度、钢筋接头面积百分率、搭接长度及抗震设计等构造要求。

3.0.5 采用新型高强钢筋的混凝土结构构件设计、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、构造规定、防连续倒塌设计原则等，均应符合国家现行有关规范标准的规定。

4 材料

4.1 新型热轧带肋高强钢筋

4.1.1 新型高强钢筋除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》GB1499.2 的规定外，尚应符合本标准附录 A 的规定。

4.1.2 新型高强钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。新型高强钢筋的屈服强度标准值 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 应按表 4.1.2 采用。

表 4.1.2 新型高强钢筋强度标准值(N/mm²)

牌号	符号	公称直径 d (mm)	屈服强度标准值 f_{yk}	极限强度标准值 f_{stk}
HG6/C		6~32	635	795
HG6E/C		16~32	635	795

4.1.3 新型高强钢筋的抗拉强度设计值 f_f 、抗压强度设计值 f_y 应按表 4.1.3 采用。同一截面上同一方向受力钢筋宜采用同一牌号钢筋。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。钢筋混凝土轴心受压构件纵向钢筋采用新型高强钢筋时，钢筋的抗压强度设计值 f_y 应取 400N/mm²；全

高采用约束箍筋的钢筋混凝土框架柱纵向钢筋采用新型高强钢筋时，钢筋的抗压强度设计值 f_y 宜取 550N/mm^2 。横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 应按表 4.1.3 中 f_y 的数值采用；但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，应取 360N/mm^2 。

表 4.1.3 新型高强钢筋强度设计值（ N/mm^2 ）

牌号	符号	公称直径 d (mm)	抗拉强度设计值 f_y	抗压强度设计值 f_y
HG6/C		6~32	550	435
HG6E/C		16~32	550	435

4.1.4 新型高强钢筋最大力总延伸率 δ_{gt} 不应小于表 4.1.4 规定的数值。

表 4.1.4 新型高强钢筋最大力总延伸率限值（%）

牌号	最大力总延伸率 δ_{gt}
HG6/C	7.5
HG6E/C	9.0

4.1.5 新型高强钢筋弹性模量 E_s 应按表 4.1.5 采用。

表 4.1.5 新型高强钢筋的弹性模量(N/mm^2)

牌号	符号	公称直径 d (mm)	弹性模量 E_s
HG6/C		6~32	2.00×10^5
HG6E/C		16~32	2.00×10^5

4.1.6 抗震等级为一、二、三级的框架梁柱和斜撑构件（含梯段），其纵向受力钢筋采用新型高强钢筋时，新型高强钢筋的材料力学性能应符合下列要求：

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 钢筋的最大力总延伸率实测值不应小于 9%。

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

4.2 钢筋连接套筒

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

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，采用冷加工工艺成型的套管应进行退火处理，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。

4.2.4 钢筋连接套筒性能等级及力学性能指标等除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

套筒》JG/T 163 的相关规定外，尚应符合下列规定：

1 钢筋直螺纹连接套筒实测受拉承载力不应小于被连接新型高强钢筋极限强度标准值 f_{stk} 的 1.1 倍；

2 咬合螺纹丝扣数量（ L/p ）宜大于 11， L 为机械连接接头长度， p 为螺丝的螺距。

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

4.2.6 钢筋直螺纹连接宜采用钢筋剥肋滚压直螺纹连接工艺，连接用套筒宜采用六棱角形直螺纹套筒，圆套筒表面通过挤压“细晶强化”处理，形状、尺寸及允许偏差等应符合本标准附录 B 的相关规定。

4.3 混凝土

4.3.1 混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量及耐久性等相关技术指标应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的相关规定。

4.3.2 采用新型高强钢筋的混凝土构件，梁、板的混凝土强度等级不宜低于 C35；墙、柱、斜撑的混凝土强度等级不宜低于

C40。

4.3.3 采用新型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 混凝土结构构件设计

5.1 一般规定

5.1.1 采用新型高强钢筋的混凝土结构构件，当进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算时，除应符合本章的规定外，尚应符合现行国家规范标准的相关规定。

5.2 结构分析与极限状态计算

5.2.1 采用新型高强钢筋的钢筋混凝土构件承载能力极限状态计算和抗震设计，除应符合本标准的规定外，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、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的相关规定。

5.2.2 对于正截面受力混凝土构件中受压区的新型高强钢筋，可根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010(2024年版)的有关规定，在受压区边缘达到混凝土极限应变时，换算受压区钢筋应力。

5.2.3 采用新型高强钢筋的混凝土连续梁与连续单向板，可采用塑性内力重分布方法进行计算分析。当采用塑性内力重分布

方法进行承载力极限状态计算时，应符合下列要求：

1 构件承载力应满足正常使用极限状态要求且采取有效的构造措施。

2 连续梁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。

3 连续板的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%。

5.3 正常使用极限状态验算

5.3.1 采用新型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/T50010 的相关规定。

5.3.2 采用新型高强钢筋的矩形、T 形、倒 T 形和 I 形截面钢筋混凝土受拉、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，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：

$$w_{p\max} = \beta_{pw} w_{\max} \quad (5.3.2-1)$$

式中：

$w_{p\max}$ ——采用防腐措施的钢筋混凝土构件最大裂缝宽度 (mm) ;

$w_{\max}$ ——按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 计算的钢筋混凝土构件最大裂缝宽度 (mm) ;

$\beta_{p\max}$ ——防腐措施对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系数, 可按本标准 5.3.3 条的规定取用, 当多于一项时, 可按连乘计算, 但不应小于 0.7。

5.3.3 防腐措施对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系数

$\beta_{p\max}$ 应按下列规定取用:

1 当采用钢纤维混凝土时取 $1 - \beta_{cw}\lambda_f$, β_{cw} 为钢纤维对钢筋钢纤维混凝土构件裂缝宽度的影响系数, 可按《钢纤维混凝土结构设计标准》JG/T 465-2019 第 6.1.7 条的规定确定, λ_f 为钢纤维含量特征值, 可按《钢纤维混凝土结构设计标准》JG/T 465-2019 第 4.2.4 条的规定确定;

2 梁按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010(2024 年版)第 9.2.15 条有关规定采用表层钢筋网片时取 0.7;

3 采用耐氯离子腐蚀 HG6 /C、HG6E/C 新型热轧带肋高强钢筋时取 0.85。

5.3.4 采用新型高强钢筋纵向受力钢筋的混凝土受弯构件的挠度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 相关规定。

5.4 抗震设计

5.4.1 梁、柱、支撑及抗震墙边缘构件，其纵向受力钢筋采用新型高强钢筋时宜采用 HG6E/C 钢筋；抗震等级为一、二、三级的框架梁柱和斜撑构件(含梯段)其纵向受力钢筋采用新型高强钢筋时应采用 HG6E/C 钢筋，其强度和最大力总延伸率的实测值应符合本标准 4.1.6 条的相关规定。

5.4.2 抗震设计时，采用新型高强钢筋的框架梁，计入受压钢筋的混凝土受压区高度和有效高度之比、纵向受拉钢筋的最小配筋率、框架梁端截面的底部和顶部纵向受力钢筋截面面积的比值、梁端箍筋的加密区长度、箍筋最大间距和箍筋最小直径等应符合现行《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的相关规定。框架梁端纵向受拉钢筋的配筋率不宜大于 2.2%。当框架梁梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 1.8%时，梁端加密区箍筋直径应比现行《建筑抗震设计标准》GB/T50011 表 6.3.3 中箍筋最小直径增大 2mm。

5.4.3 抗震设计时，采用新型高强钢筋的框架柱和框支柱，全部纵向受力钢筋的配筋百分率、每一侧的配筋率、纵向钢筋配置方式、纵向钢筋间距，箍筋配置等应符合现行《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的相关规定。

5.4.4 采用新型高强钢筋的框架柱、框支柱及抗震墙，其轴压比不应大于现行《建筑抗震设计标准》GB/T50011 规定的限值。轴压比的计算方法应符合现行《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的相关规定。

5.4.5 混凝土转换结构的转换梁纵向钢筋采用新型高强钢筋时，最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的规定。

5.4.6 抗震墙两端及洞口两侧应设置边缘构件，边缘构件采用新型高强钢筋时，其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的相关规定。

5.4.7 框架边柱、角柱及抗震墙端柱在地震组合下处于小偏心受拉时，柱内新型高强纵向受力钢筋总截面面积应比计算值增加 25%。

5.4.8 梁、柱及梁柱节点核心区的箍筋构造应符合现行国家标

准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的相关规定。

5.4.9 采用新型高强钢筋的建筑，抗震等级为特一级的钢筋混凝土构件应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 相关规定，框架梁柱节点宜采用钢纤维混凝土。

5.4.10 混凝土结构构件的新型高强纵向受力钢筋的抗震锚固长度和抗震搭接长度除应符合本标准第6.2节和6.3节的有关规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的有关规定。

5.4.11 框架梁、柱及抗震墙边缘构件采用的新型高强纵向钢筋不应与箍筋、拉筋、预埋件等焊接。

6 构造规定

6.1 混凝土保护层厚度

6.1.1 新型高强钢筋的混凝土保护层厚度应满足以下要求：

- 1 受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于钢筋的公称直径；
- 2 设计工作年限为 50 年的混凝土结构，最外层钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定；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的 1.4 倍；
- 3 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。

6.1.2 新型高强钢筋连接件的混凝土保护层厚度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，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。连接件的横向净间距不宜小于 25mm。

6.2 钢筋的锚固

6.2.1 当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时，新型高强受拉钢

筋的锚固应符合下列要求：

1 基本锚固长度应按下式计算：

$$l_{ab} = 0.14 \frac{f_y}{f_t} d \quad (6.2.1-1)$$

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《混凝土结构设计标准》GB/T50010 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 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 200 mm：

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \quad (6.2.1-2)$$

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《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的规定取用。

梁柱节点中新型高强纵向受拉钢筋的锚固构造应符合现行

国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T50011 及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等相关规定。

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。

6.2.2 新型高强钢筋的锚固长度计算和构造要求，抗震设计时应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的相关规定，高层建筑尚应符合行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定。

6.2.3 新型高强钢筋采用钢筋锚固板锚固时，锚固板的设计及安装应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。新型高强受拉钢筋的锚固采用锚固板时，应进行锚固板与新型高强受拉钢筋的受拉承载力试验，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 $f_{\text{stk}}A_s$ ，其中， f_{stk} 为钢筋极限强度标准值， A_s 为钢筋截面面积。

6.2.4 当新型高强纵向受拉钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施

时，包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度（投影长度）可取为基本锚固长度 l_{ab} 的60%。弯钩和机械锚固的形式及技术要求应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6.3 钢筋的连接

6.3.1 新型高强钢筋的连接宜采用机械连接或套筒灌浆连接，可采用焊接连接或绑扎搭接连接。

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。

6.3.2 轴心受拉及小偏心受拉构件的新型高强纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接。其他构件的新型高强纵向受力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16mm，混凝土强度等级不宜低于C40，体积配箍率不宜低于1%。钢筋的绑扎搭接连接设计应满足应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6.3.3 直径16mm及以上的新型高强受力钢筋的连接宜采用机械连接，钢筋机械连接的连接区段长度应按35d计算，d为连接钢筋的较小直径。新型高强纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开，钢筋机械连接的设计应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《混凝土结构通用规范》GB 55008

及行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

6.3.4 新型高强钢筋采用套筒灌浆连接时，连接设计应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 及行业标准《钢筋套筒灌浆连接技术规程》JGJ 355 的规定。

6.3.5 当施工现场因条件受限，构件的新型高强钢筋必须采用焊接连接时，应满足以下规定：

1 新型高强钢筋焊接连接应采用电弧焊接，宜采用单面搭接焊接、帮条焊接和闪光焊接等，有要求时也可采用双面搭接焊接，单面搭接长度 $\geq 10d$ 、双面搭接长度 $\geq 5d$ ，帮条长度和搭接长度相同；

2 电弧焊接连接宜用于直径不小于 16mm 的受力钢筋的连接，应按《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ27 规定执行，满足《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 中相关评定规定；

3 在钢筋工程焊接开工之前，参与该项工程施焊的焊工必须进行现场条件下的焊接工艺试验，应经试验合格后，方可批准焊接生产，注意电焊条必须选用 E5015 或 E5016（即 J506）电焊条；

4 混凝土强度等级不低于 C40，体积配箍率不低于 1%。

6.4 纵向受力钢筋最小配筋率

6.4.1 新型高强纵向受力钢筋最小配筋率 $\rho_{\min}$ 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、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定。

6.4.2 钢筋混凝土构件中新型高强纵向受力钢筋的最小配筋率 $\rho_{\min}$ 不应小于表 6.4.2 规定的数值。

表 6.4.2 新型高强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 $45f_t/f_y$ 的较大值

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

- 2 板类受弯构件(不包括悬臂板)的受拉钢筋，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 采用新型高强钢筋的框架柱和框支柱，纵向钢筋应符合下

列要求:

1 全部纵向受力钢筋的配筋百分率不应小于表 6.4.3 的规定,同时每一侧的配筋率不应小于 0.2%;

2 框架柱和框支柱中全部纵向受力钢筋配筋率不应大于 5%。柱的纵向钢筋宜对称配置。截面尺寸大于 400mm 的柱,纵向钢筋的间距不宜大于 200mm。当按一级抗震等级设计,且柱的剪跨比不大于 2 时,柱每侧纵向钢筋的配筋率不宜大于 1.2%。

表 6.4.3 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 施工及验收

7.1 一般规定

7.1.1 采用新型高强钢筋的混凝土结构工程施工，除应符合本标准规定外，尚应符合《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 新型高强钢筋牌号和规格应按设计文件的规定采用。当需做变更时，应经设计单位同意，并办理设计变更文件。

7.1.3 新型高强钢筋性能应符合本标准附录 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《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定。

7.1.4 钢筋在制作、运输、存放及施工过程中，应采取可以避免钢筋混淆、锈蚀或损伤的措施。钢筋应按牌号和规格分开堆放，并设有明显标识，注明产地、牌号、规格、数量、复试报告单编号、检验状态等。

7.1.5 施工过程中发现新型高强钢筋脆断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。

7.1.6 新型高强钢筋连接套筒应刻有标识；应按相关要求进行

连接套筒的产品检验，具有有效的型式检验报告。

7.1.7 在混凝土浇筑前，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。

7.2 钢筋加工与安装

7.2.1 新型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；钢筋应一次弯折到位，不得反复弯折。

7.2.2 新型高强钢筋应采用不具有延伸功能的机械设备调直。钢筋调直过程中不应损伤带肋钢筋的横肋。钢筋调直后应平直、无局部弯折。钢筋不得采用冷拉方法提高强度。

7.2.3 新型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；

7.2.4 新型高强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上岗；

2 进行连接施工前应进行工艺检验，合格后方可进行；

3 直螺纹接头的钢筋丝头宜满足 6f 级精度要求，精度要求可按《普通螺纹公差》GB/T197 中的相关规定；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。

4 直螺纹丝扣的加工端头应平齐，无毛刺；直螺纹中间应无断丝扣现象；丝扣的有效长度应不小于套筒长度的 1/2 加 1mm；加工完的直螺纹应加塑料帽保护。

5 新型高强钢筋各种规格机械连接接头的应用范围、工艺要求、套筒材料及质量要求等应符合现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的相关规定。

6 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合设计和本标准第 6.1.2 条的规定；接头之间的横向净距不宜小于 25mm。

7.2.5 新型高强钢筋安装应采用定位件固定钢筋位置，保证钢筋的混凝土保护层厚度符合设计要求和本标准第 6.1.1 条的规

定；定位件应具有足够的承载力、刚度、稳定性和耐久性。定位件的数量、间距和固定方式，应保证钢筋的位置偏差符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

7.2.6 构件交接处的钢筋位置应符合设计要求。当设计无要求时，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内侧；当主次梁底部标高相同，次梁下部钢筋应放在主梁下部钢筋之上；剪力墙中水平分布钢筋宜放在外侧，并宜在墙边弯折锚固。

7.2.7 钢筋连接方式应按设计要求和本标准 6.3 节相关规定执行。钢筋接头宜设置在受力较小处；同一构件内的接头宜分批错开。同一截面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 的相关规定和设计要求。

7.2.8 当钢筋采用机械锚固措施时，钢筋锚固端的加工应符合国家现行相关标准的规定。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》JGJ256 的有关规定。

7.3 质量验收

7.3.1 新型高强钢筋进场时应按批次进行外观质量检查，每捆钢筋均应有料牌标识，每批钢筋应有质量证明文件，并应确认

符合钢筋订货的牌号。钢筋外观应无损伤，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。

7.3.2 新型高强钢筋进场时，应按本标准附录 A.4.3 分批次抽取试件进行检验，并应符合下列规定：

1 检验项目应包括屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和单位长度重量偏差检验，检验结果应符合本标准附录 A 的规定。

2 抽样数量应按进场批次和产品的抽样检验方案确定，检验方法应符合《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。

3 钢筋的复验与判定应符合 GB 1499 的规定。钢筋的重量偏差项目不应重新取样进行复验。

7.3.3 钢筋连接套筒进场时，供应商应出具相应规格有效的型式检验报告，应有防锈措施和质量证明文件。检查套筒外表面标识，并按现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的有关规定检查套筒外观尺寸和抗拉强度的检验。钢筋连接套筒尺寸及允许偏差应按本标准附录 B 执行。

7.3.4 现场新型高强钢筋的连接接头采用全数检查。检查钢筋连接方式、接头位置应符合设计和施工方案的要求。

7.3.5 钢筋机械连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》JGJ107 的有关规定。螺纹连接接头应检验拧紧扭矩值，挤压接头应量测压痕直径。施工过程中应保护成品质量，未经允许，不得随意弯曲。

7.3.6 新型高强钢筋机械连接接头的力学性能、弯曲性能检验应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定。接头试件应从工程实体截取，现场截取抽样试件后，原接头位置钢筋可采用同等规格的钢筋进行绑扎或焊接连接。

7.3.7 新型高强受力钢筋的安装位置、保护层厚度、钢筋的锚固应符合设计要求和本标准第 6.1 节、第 6.2 节的规定。钢筋安装位置的允许偏差及检验方法应满足《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定。

7.3.8 采用新型高强钢筋的混凝土结构子分部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》GB50204 的有关规定执行。

附录 A 新型热轧带肋高强钢筋技术条件

A.1 主要技术要求

A.1.1 钢筋的牌号和化学成分

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

表 A.1.1 化学成分及碳当量（熔炼分析）要求

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

2 碳当量 $C_{eq}(\%)$ 值可按下式计算：

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

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

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

5 钢中铜的各残余含量不应大于 0.30%，且总量不应大于

0.6%。经需方同意，铜的残余含量可不大于 0.35%。

A.1.2 钢筋的力学性能

1 交货状态的力学性能应符合表 A.1.2 的规定。

表 A.1.2 力学性能要求

牌号	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	R^o_m/R^o_{eL}	δ (%)	δ_{gt} (%)	R^o_{eL}/R_{eL}
HG6/C	≥ 635	≥ 795	/	≥ 15.0	≥ 7.5	/
HG6E/C	≥ 635	≥ 795	≥ 1.25	≥ 15.0	≥ 9.0	≤ 1.30

2 对于没有明显屈服强度的钢筋，屈服强度 R_{eL} 可采用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替。

3 本标准表 A.1.2 中已有牌号上加“E”的钢筋，该类钢筋应满足下列要求：

1) 钢筋实测抗拉强度与实测屈服强度之比 R^o_m/R^o_{eL} 不应小于 1.25；

2) 钢筋的屈服强度实测值与本标准表 A.1.2 规定的屈服强度特征值的比值 R_{eL}^0/R_{eL} 不应大于 1.30；

3) 钢筋的最大力总延伸率 δ_{gt} 不应小于 9%。

注： R^o_m 为钢筋的抗拉强度实测值； R^o_{eL} 为钢筋的屈服强度实测值； δ_{gt} 为钢筋标准中热轧带肋钢筋的断后伸长率，即钢筋拉断后在拼接断口两旁 5 倍直径的长度范围内测量所得的伸长率。

A.1.3 工艺性能

A.1.3.1 弯曲性能应符合表 A.1.3 的要求，按表 A.1.3 规定的弯芯直径弯曲 180° 后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 A.1.3 弯曲性能

牌号	公称直径(mm)	弯曲压头直径
HG6/C HG6E/C	6~25	6d
	28~32	7d

A.1.3.2 根据需方要求可进行反向弯曲性能试验：反向弯曲试验的弯芯直径比弯曲试验相应增加 1d，先正向弯曲 90° ，再反向弯曲 20° ；经反弯试验后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

A.1.4 机械连接方式

A.1.4.1 公称直径不小于 16mm 的钢筋推荐采用机械连接方式进行连接。

A.1.4.2 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高延性及反复拉压性能。

A.1.4.3 I级、Ⅱ级、Ⅲ级接头的抗拉强度应符合表 A.1.4.4 的规定。

A.1.4.4 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，且在经历拉压循环后，其抗拉强度仍应符合表 A.1.4.4 的规定。

表 A.1.4.4 接头的抗拉强度

接头等级	I 级	Ⅱ级	Ⅲ级
抗拉强度	$f_{mst}^0 \geq f_{mst}$ 断于钢筋 或 $\geq 1.10 f_{stk}$ 断于接头	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$	$f_{mst}^0 \geq 1.25 f_{yk}$
注： f_{mst}^0 ——接头试件实际抗拉强度； f_{mst} ——接头试件中钢筋抗拉强度实测值； f_{stk} ——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。			

A.1.4.5 I级、Ⅱ级、Ⅲ级接头的变形性能应符合表 A.1.4.5 的规定。

表 A.1.4.5 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)	$\mu_0 \leq 0.10(d \leq 32)$ $\mu_0 \leq 0.14(d > 32)$	$\mu_0 \leq 0.14(d \leq 32)$ $\mu_0 \leq 0.16(d > 32)$	$\mu_0 \leq 0.14(d \leq 32)$ $\mu_0 \leq 0.16(d > 32)$
	最大力总伸长率 (%)	$A_{sgt} \geq 6.0$	$A_{sgt} \geq 6.0$	$A_{sgt} \geq 3.0$
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； A_{sgt} ——接头试件的最大力下总伸长率； μ_0 ——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 ($i=4,8,20$)——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 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《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定。

A.1.6 钢筋的尺寸、外形、重量及允许偏差和表面质量应符合《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定。

A.2 检验项目

A.2.1 钢筋出厂时按批进行检验，每批钢筋的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 A.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	取样方法及规定	试验方法
1	化学成分 (熔炼分析)	1	GB/T 20066	GB/T 4336、GB/T 223
2	拉伸	2	不同根(盘)钢筋 切取 附录 A.3.1	GB/T 28900
3	弯曲	2	不同根(盘)钢筋 切取 附录 A.3.1	GB/T 28900
4	反向弯曲	2	不同根(盘)钢筋 切取 附录 A.3.1	GB/T 28900
5	金相组织	2	不同根(盘)钢筋 切取	GB/T 13298、 GB/T13299
6	疲劳试验	GB/T 28900		
7	连接性能	JGJ 107、JGJ163		
8	表面	逐根(盘)	/	目视
9	尺寸	逐根(盘)	/	GB 1499.2、附录 A.1.6
10	重量偏差	5	不同根(盘)钢筋 切取	GB 1499.2、附录 A.3.3
注：对化学成分试验结果有争议时，仲裁试验按 GB/T 223 进行。				

注：疲劳性能、金相组织、连接性能仅在原料、生产工艺、设备有重大变化及新产品生产时需进行型式试验。

A.3 试验方法

A.3.1 试样的一般规定

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°C ，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至室温。

A.3.2 拉伸、弯曲、反向弯曲试验

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 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，经自然冷却后再反向弯曲。当供方能保证钢筋人工时效后的反弯性能时，正向弯曲后的试样亦可在室温下直接进行反向弯曲。

A.3.3 尺寸测量

1 带肋钢筋内径的测量应精确到 0.1mm；

2 带肋钢筋纵肋、横肋高度的测量采用测量同一截面两侧纵肋、横肋中心高度平均值的方法，即测取钢筋最大外径，减

去该处内径，所得数值的一半为该处肋高，应精确到 0.1mm；

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

A.3.4 重量偏差的测量

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 钢筋实际重量与公称重量的偏差（%）应按下式计算：

重量偏差 = $(\text{试样实际总重量} - \text{试样总长度} \times \text{理论重量}) / (\text{试样总长度} \times \text{理论重量}) \times 100\%$ 。

A.3.5 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验数值的判定原则》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, 经供需双方协商一致的检验;
- 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 的规定执行。

A.4.3 交货检验要求

- 1 交货检验适用于钢筋验收批的检验。
- 2 组批规则要求:

1) 钢筋应按批进行生产、检查和验收, 每批应由同一炉号、同一牌号、同一品种、同一规格的钢筋组成; 每批重量不大于 60t; 超过 60t 的部分, 每增加 40t (或不足 40t 的余数), 增加一个拉伸试验试样和一个弯曲试验试样;

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 钢筋的检验项目和取样数量应符合表 A.2.1 和 A.4.3 条第 2 款第 1 项的规定;

- 4 各检验项目的检验结果应符合 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。

A.5 钢筋标志

A.5.1 新型高强钢筋在生产过程中应在其表面轧制牌号标志。

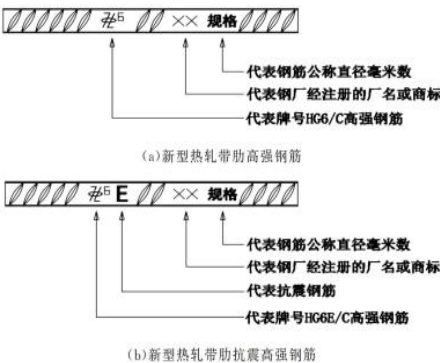
A.5.2 钢筋的表面标志应包括下列内容：

1 钢筋牌号标志和公称直径毫米数字，还可轧上经注册的厂名或商标。

2 钢筋牌号以阿拉伯数字或阿拉伯数字加英文字母表示，HG6/C、HG6E/C 分别以 ∇^6 、 ∇^6 E 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以取消。

A.5.3 新型高强钢筋标志的图例。



附录 B 钢筋连接套筒尺寸及允许偏差

B.0.1 新型高强钢筋连接直螺纹套筒尺寸及允许偏差见表

表 B.0.1 直螺纹套筒尺寸及允许偏差

规格	牙型角	牙距	长度(L)	允许偏差	对边	偏差范围	对角	偏差范围
14	75°	2.0-6H	41	+1.0 -0.5	22.5	±0.2	23	±0.3
16	75°	2.5-6H	45		24.5		26.5	
18	75°	2.5-6H	50		27.5		29	
20	75°	2.5-6H	55		30.5		32	
22	75°	2.5-6H	60		33		35.5	
25	75°	3.0-6H	65		38		40	
28	75°	3.0-6H	70		43.5		44.5	
32	75°	3.0-6H	80		49		51	

注：单位为毫米

B.0.2 新型高强钢筋连接当采用圆柱形直螺纹套筒时，其尺寸及允许偏差应符合表 B.0.2 的规定，其形状见如下图示。

表 B.0.2 圆柱形直螺纹套筒的尺寸允许偏差

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	应符合 GB/T 197 中 6H 的规定	±1.0
±0.50	20<D≤30, ±0.5; 30<D≤50, ±0.6; D>50, ±0.8		

注：单位为毫米

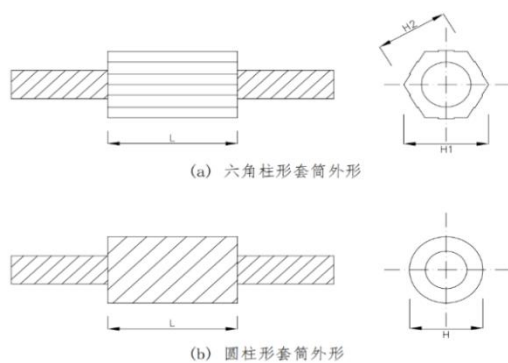


图 B.0.2 套筒形状示意图

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，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，在条件允许时首先这样做的词：

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 本标准指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

本标准引用标准名录

- 1 《钢的化学成分允许偏差》GB/T 222
- 2 《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228
- 3 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2
- 4 《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3
- 5 《工程结构通用规范》GB55001
- 6 《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003
- 7 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002
- 8 《混凝土结构通用规范》GB55008
- 9 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
- 10 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
- 11 《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB55021
- 12 《既有建筑维护与改造通用规范》GB55022
- 13 《人民防空地下室设计规范》GB 50038
- 14 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 15 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 16 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 17 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476

- 18 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 19 《钢筋焊接及验收规程》 JG/J 18
- 20 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 21 《钢筋机械连接用套筒》 JG/T 163
- 22 《混凝土结构用成型钢筋》 JG/T 226
- 23 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256
- 24 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ114
- 25《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则》YB/T 081
- 26 《钢筋混凝土用耐蚀钢筋》 GB/T 33953
- 27 《构筑物抗震设计规范》 GB 50191
- 28 《钢纤维混凝土结构设计标准》 JG/T 465

团体标准

新型热轧带肋高强钢筋
应用技术标准

**Technical specification for application of
New high-strength hot-rolled ribbed steel bar**

T/BJTJ 001-2024

条文说明

1 总则

1.0.1 近年来随着国家出台了一系列政策加强高强钢筋的推广应用，我国高强钢筋的产量和增长率以及高强钢筋产量占钢筋年产量的比例呈逐年增长的态势，住建部等多部委均强调或规定了优先使用高强钢筋，淘汰Ⅱ级及以下强度钢筋。

本标准中牌号 HG6/C、HG6E/C 的钢筋即为屈服强度 635MPa 级热轧带肋高强钢筋（简称新型高强钢筋）的推广应用，可以推动钢铁“减量化”应用，支撑建筑业的转型升级；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；新型高强钢筋与高强混凝土配合使用，还可以减轻结构自重、减少运输工程量费用、避免结构构件钢筋的密集配置、方便施工，保证工程质量。通过 HG6/C、HG6E/C 新型热轧带肋高强钢筋的推广应用，为推动经济、社会全面高质量、可持续发展、实现 2030 年“碳达峰”与 2060 年“碳中和”目标做出贡献；符合当前国家提倡的绿色环保、节能节材的要求，经济及社会效益显著。

1.0.2 欧洲地区中位于非地震带的部分国家，对钢筋的延性要求不高，多采用 500MPa 级及以上的高强钢筋。美国则是把材料

与试验协会制定的 ASTM A615-2015、ASTM A706-2014 和混凝土协会制定的 ACI318-2014 均作为现行的钢筋使用标准。澳大利亚和新西兰共同制定了钢筋应用规范 AS/NZS 4671:2001。韩国加大技术改进力度，使钢筋等级由 20 世纪 80 年代的 300MPa 级升级到 90 年代的 400MPa 级，进而到 21 世纪的 500MPa 级。英国、德国位于非地震带，对钢筋没有抗震方面的要求，现采用统一级别的 500MPa 级钢筋。俄罗斯钢筋直接从 A400C(400MPa)级起步，经 A500C(500MPa)级再到 A600C(600MPa)级。东南亚国家主要采用 460MPa 级钢筋。巴西钢筋标准规定使用 CA-50(500MPa)级和 CA-60(600MPa)级钢筋，而应用上述两种钢筋的建筑分别占建筑总量的 80%和 20%。国际上钢筋的总体发展趋势为生产工艺的不断改进，强度延性的逐步提高，使用寿命的日益增加。多个国家高强钢筋的研发应用水平已处于世界前列，并逐步淘汰低强度钢筋，研发升级并逐步推广具有高强度、耐高温、耐腐蚀等综合性能的钢筋，如美国的 Corten 钢，日本 SUS 钢棒等。

随着我国钢筋品种的不断研发更新，钢筋标准历经了多次的修订，这也从侧面反映出我国钢筋产业正逐步向新高度迈进。1991 年，《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499-1991)正

式纳入 400MPa 级钢筋；1998 年经过修订，新增 HRB500 钢筋；2007 年修订，增添了细晶粒热轧钢筋；2018 年再次修订，新增带 E 抗震钢筋牌号和 600MPa 级钢筋。2012 年，住建部和工信部正式发布《关于加快应用高强钢筋的指导意见》，主要目标和指向是：2013 年底淘汰 335MPa 级钢筋；2015 年底，高强钢筋的产量多出普通钢筋 60%，使用量多出普通钢筋 30%以上；以 400MPa 级钢筋为应用基础，在超高层及大跨度建筑中率先采用 500MPa 级钢筋并逐年提高其产量和使用率，逐步研发 600MPa 级及以上的钢筋。我国 600MPa 级及以上钢筋的研发应用尚处于初级阶段，根据现有工程实例统计采用 600MPa 级高强钢筋比 HRB400、HRB500 可分别大约节约 33%和 19%的用钢量，既能提高建筑结构的综合性能，又可推动钢铁产业的节能减排，并且丰富了钢筋产品的层次。随着 600MPa 级及以上高强钢筋产品的研发和生产，国内目前相应的应用规范的发展却明显滞后。特别是对于 600MPa 级及以上高强钢筋基本连接锚固性能和在结构设计中的相关规定，目前没有形成统一规范。

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011-2010（2024 年版）第 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

性能指标不低于 HRB400 级的热轧钢筋”。《混凝土结构设计标准》GB/T50010-2010（2024 年版）已列入强度 500MPa 级的钢筋 HRB500/E，《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2-2024 取消了 335MPa 级钢筋，增加了 600MPa 级热轧带肋高强钢筋 HRB600，但未列入 HRB600E。现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010(2024 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。近年来上海市、江苏省、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、浙江省等多省、自治区、直辖市相继颁布了强度 600MPa 级及以上高强钢筋应用的省级地方工程建设技术标准。635MPa 级高强钢筋与 600MPa 级高强钢筋可同归属 600MPa 级高强钢筋类别，两者屈服强度标准值仅相差约 5%。

本标准在现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010(2024 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，研究了有关高等院校和研究单位的试验成果和理论分析，针对 635MPa 级高强钢筋在混凝土结构工程中应用，制定了相关规定，适用于配置强度等级为 635MPa、钢筋牌号为 HG6(E)/C 钢筋的普通混凝土结构的建筑

物和构筑物的设计，除对结构有特殊或较高延性要求的，均可参照执行本标准。新型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结构构件中非预应力受力钢筋。

试验和研究表明，新型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；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拉钢筋。对于由承载能力极限状态控制配筋的抗爆设计人防结构、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受力钢筋，推荐采用强度等级 635MPa 的新型高强钢筋，以达到节省钢材用量的目的。

强度等级为 635MPa、钢筋牌号为 HG6(E)/C 的新型高强钢筋的延性、韧性以及抗震性能指标符合《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 等相关标准的规定。

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

本标准包括设计、施工及验收等方面的技术要求，对新型高强钢筋在混凝土结构中应用的基本要求做了规定。

1.0.3 本标准有关新型高强钢筋各项材料性能指标主要依据为安徽吾兴新材料有限公司和中国宝武马鞍山钢铁股份有限公司联合编制发布的企业标准《新型热轧带肋高强钢筋应用技术规程》QB34/WXJ 01001-2023(2023.12.01 发布, 2023.12.10 实施)。我国对高强钢筋的定义含 400MPa、500MPa、600MPa 三种强度等级, 由于目前 400MPa 级钢筋已广泛使用, 500MPa 级钢筋也已列入《混凝土结构设计标准》GB/T50010, 本标准未将其重复列入。本标准所指的新型高强钢筋为钢筋牌号 HG6/C、HG6E/C 的屈服强度 635MPa 级新型热轧带肋高强钢筋; 本条文是对其在混凝土结构应用的基本要求。应用新型高强钢筋时, 除需满足本标准的要求外, 尚应符合全文强制规定的国家现行通用规范相关要求及现行国家和行业标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476、《建筑结构荷载规范》GB50009、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3、《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《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。

本标准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判断是否执行本标准相关条文。

3 基本规定

3.0.1 新型高强钢筋的抗拉强度设计值为 550N/mm^2 ，高于 HRB400 热轧带肋高强钢筋的抗拉强度设计值 360N/mm^2 约 50%，其抗拉能力更强。在大跨度、重荷载的钢筋混凝土结构构件中，纵向受力钢筋采用新型高强钢筋代替 HRB400 热轧带肋钢筋，能够节约钢材，经济效益显著。根据《混凝土结构设计标准》GB/T50010-2010（2024 版）第 4.2.3 条规定，当用作受剪受扭、受冲切承载力计算时，钢筋强度取值大于 360N/mm^2 时，应取 360N/mm^2 ，新型高强钢筋用于受剪、受扭、受冲切钢筋，可增加安全储备，但不能充分发挥新型高强钢筋的强度优势，宜选用较低强度级别的钢筋。

3.0.3 目前工地上普遍采用的机械连接和绑扎搭接连接均能满足钢筋接头的相关要求。新型高强钢筋因自身材料强度高，搭接连接时直径不宜过大以避免出现搭接连接长度过长从而导致材料浪费，不利于节约，因此建议可采用绑扎搭接连接。考虑到新型高强钢筋强度高，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，对构件承载力影响太大，所以连接形式宜优选机械连接。采取工艺评定能

保证焊接质量时也可焊接。

3.0.4 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、最小配筋率、抗震构造要求等的影响，并应满足最小配筋率、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能力设计值太多，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。

3.0.5 采用新型高强钢筋的混凝土结构构件设计，施工和验收必须符合相关规范标准的规定，特别是全本强制通用规范的规定。

4 材料

4.1 新型热轧带肋高强钢筋

4.1.2 根据《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的规定，要求钢筋标准强度的保证率不应小于 95%，本条给出了 HG6/C 新型高强钢筋的屈服强度标准值（特征值）、抗拉强度标准值（特征值）等设计参数。

4.1.3 新型钢筋的强度设计值由强度标准值除以材料分项系数 γ_s 得到，为了适当提高安全储备， γ_s 取 1.15，故新型高强钢筋抗拉强度设计值取 550N/mm^2 。新型高强钢筋与其他牌号钢筋混合使用会导致构造措施、计算分析混乱，本条明确：同一截面上同一方向受力钢筋宜采用同一牌号钢筋。钢筋混凝土轴心受压构件新型高强钢筋抗压强度设计值取 400N/mm^2 ，与现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 一致。现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011 第 6.3.6 条文说明中明确：全高采用符合箍筋肢距、间距和直径要求的箍筋对框架柱混凝土约束，可以提高混凝土的抗压强度和混凝土的受压极限变形能力。混凝土的受压极限变形能力的提高，可以使受压区钢筋均能达到甚至超过屈服应变，其强度得到了充分利用。

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做了 635MPa 级热轧带肋高强钢筋数十组梁的受弯试验和数十组柱子的偏压、轴压试验，合肥工业大学 2018 年完成的 19 根偏心受压柱承载力试验，验证了 635MPa 级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，构件在试验过程中没有异常。试验研究结论表明，偏心受压构件受压钢筋均能达到甚至超过屈服应变，因而其强度得到了充分利用。实测受压边缘混凝土极限压应变在 0.003~0.005 之间，多数超过 0.0033，因而受压钢筋多数能够屈服。

试验研究结论表明：

1 梁等受弯构件受拉区钢筋强度设计值取 550N/mm^2 、受压区钢筋强度设计值取 435N/mm^2 ；

2 对于钢筋受剪、受扭、受冲切设计取值 360N/mm^2 ，由于高强钢筋并未能在这些受力条件下充分发挥作用，也和国内相关标准取值一致。当用作围箍约束混凝土的间接配筋时，横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 可不受此限制。

3 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取 550N/mm^2 。

新型高强钢筋偏心受压构件和梁等受弯构件受压区钢筋强度设计值参照《混凝土结构设计标准》GB/T50010, 与 HRB500 钢筋取值一致, 为 435N/mm^2 。

4.1.4 本条明确了对新型高强钢筋延性的要求, 将最大力总延伸率作为控制钢筋延性的指标, 尤其对于纵向钢筋, 最大力总延伸率是控制钢筋延性的重要性能指标。同时新型高强钢筋在最大力总延伸率大于 9% 的要求, 与《建筑抗震设计标准》GB/T50011 对钢筋最大力总延伸率的要求相一致。

4.1.5 新型高强钢筋弹性模量与《混凝土结构设计标准》GB/T50010 中 HRB500 钢筋取值一致, 为 $2.00 \times 10^5 \text{N/mm}^2$, 新型高强钢筋材性试验结果也验证了上述取值。

4.1.6 新型高强钢筋除应符合表 4.1.2 的规定外, 本条规定了考虑抗震时的要求。钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25, 目的是当构件出现较大塑性变形或塑性较后, 钢筋仍具有必要的强度潜力, 即塑性较处有足够的转动能力与耗能能力, 保证构件的基本抗震承载力; 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, 目的是在保证“强柱弱梁”、“强剪弱弯”设计要求的同时, 不因钢筋屈服强度离散性过大而受到影响; 钢筋最大力总延伸率实测值不应

小于 9.0%，主要为了保证在抗震大变形条件下，要求框架柱、框架梁、框支柱、框支梁、伸臂桁架的斜撑、楼梯的梯段纵向钢筋具有足够的延性和塑性变形能力,与《建筑抗震设计标准》GB/T50011 相关要求一致。

4.1.7 李磊等“新型高强钢筋动态拉伸力学性能研究”表明，高强钢筋的屈服强度和抗拉强度随应变率的增加均有提高的趋势，强度低的钢筋提高比例较大，强度高的钢筋提高比例较小，屈服强度的提高比例大于抗拉强度的提高比例，强屈比略减小或基本不变；对于 HTRB630 和 HTRB700 钢筋，其屈服强度和抗拉强度的动态增长因子为 1.05 左右。

东南大学 2024 年 9 月提供的《HG6（E）/C 高强钢筋动态力学性能试验报告》表明，HG6（E）/C 钢筋在 541.25/s 应变率时动态屈服强度为 907.84MPa，动力系数为 1.36，在 1059.47/s 应变率时动态屈服强度为 969.95MPa，动力系数为 1.46，HG6（E）/C 高强钢筋的动态屈服强度与应变率表现出较好的正相关性；综合考虑相关规范中 HRB400、HRB500 等钢筋在动荷载作用下材料综合调整系数，HG6（E）/C 在动荷载作用下材料强度综合调整系数可取为 1.1。

综上，HG6（E）/C 动态力学性能较 HTRB630 和 HTRB700

明显改善；《抗爆间室结构设计规范》（GB 50907-2013）和《人民防空地下室设计规范》（GB50038-2005）（2023 年版）中规定：HRB400 钢筋在动荷载作用下材料综合调整系数取 1.20，HRB500 钢筋在动荷载作用下材料综合调整系数取 1.15 和 1.10；因此本条文建议新型高强钢筋在动荷载作用下材料强度综合调整系数取 1.1。

4.2 钢筋连接套筒

4.2.2 新型高强钢筋的机械连接套筒宜采用 45 号优质碳素结构钢或合金结构钢。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、不合理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/T19001、ISO9001 质量管理体系认证证书和建设工程产品认证证书。

4.2.3 为确保新型高强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。

4.2.4 合肥工业大学土木与水利工程学院 2019 年 4 月提供的《635MPa 级热轧高强钢筋连接性能试验报告》表明：套筒连

接的破坏模式主要包括钢筋断裂和螺丝滑丝；钢筋断裂代表套筒连接长度满足要求，可充分发挥高强钢筋的拉伸强度；螺丝滑丝则表明套筒连接长度不足，钢筋屈服承载力高于墩丝螺纹的连接力。对于套筒连接，钢筋直径和套筒咬合丝扣数量会影响钢筋的连接性能，当咬合丝扣数量为 10 时能够发挥直径 18mm 以下的 635MPa 高强钢筋的材料强度。

中冶检测认证有限公司国家建筑钢材质量检验检测中心 2022 年 8 月提供的《热轧带肋高强钢筋机械连接件型式检验报告》表明：钢筋直径 16~32mm 连接套筒（咬合丝扣数量 11）单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压连接件试验破坏形式均为“断于钢筋”，即套筒连接长度满足要求，可充分发挥高强钢筋的拉伸强度。

4.3 混凝土

4.3.2 由于新型高强钢筋的抗拉强度高，对混凝土的强度等级有一定的要求，混凝土的强度等级过低，其工作性能必然较差。为保证新型高强钢筋与混凝土能够协同工作，发挥新型高强钢筋的性能，本条对混凝土的强度等级提出最低要求。《混凝土结构通用规范》GB55008 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。《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002 第 5.1.2 条规定：框支梁、框支柱及抗震等级不低于二级的框架梁、柱、节点核芯区的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。根据对新型高强钢筋应用的有关研究，当混凝土强度等级低于 C40 时，高强钢筋在节点处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构件可以减小截面，也能获得较好的社会效益。上海市工程建设团体标准《新型热轧带肋高强钢筋应用技术标准》T/SCDA124-2024 要求采用新型高强钢筋的梁、板的混凝土强度等级不应低于 C30，梁的混凝土强度等级不宜低于 C40；墙、柱的混凝土强度等级不应低于 C40。考虑到建筑界现实情况和新型高强钢筋在节点处的锚固要求，本标准规定采用新型高强钢筋的梁、板的混凝土强度等级不宜低于 C35，墙、柱的混凝土强度等级不宜低于 C40。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，高强度混凝土与新型高强钢筋配合使用更能发挥新型高强钢筋的经济优势。

4.3.3 混凝土结构构件开裂是目前钢筋混凝土结构的常见质量问题，其中混凝土自身收缩引起的开裂占绝大多数。采用新型高强钢筋后，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、选择聚羧酸系高效减水剂等措施，对减少混凝土自身收缩，保证混凝土质量尤为重要。

5 混凝土结构构件设计

5.1 一般规定

5.1.1 采用新型高强钢筋的混凝土结构构件，其各项承载力计算与《混凝土结构设计标准》GB/T50010，《建筑抗震设计标准》GB/T50011 及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的规定相同。

新型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。

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 HRB635 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新型高强钢筋，采用新型高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法与《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的规定相同，因此设计可利用符合《混凝土结构设计标准》GB/T50010 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、HG6E/C 新型高强钢筋。

结构计算中采用计算机分析已很普遍，电算软件必须保证其运算的可靠性，结构工程师对电算结果应作必要的判断和校核。

5.2 结构分析与极限状态计算

5.2.1 采用新型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 相同。

采用新型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 要求的结构设计软件。

5.2.2 对于大偏心受压构件的受拉一侧，钢筋应力能够充分发挥；但受压区钢筋不能充分发挥；取非均匀受压时混凝土极限压应变 0.0033，基于平截面假定计算受压钢筋实际应力，近似得到当受压区高度 x 大于等于 $4.6a_s'$ 时，受压钢筋应力达到 550MPa。

张建伟等“HRB600 级钢筋高强混凝土梁受弯性能试验研究”，HRB600 级钢筋高强混凝土梁的裂缝开展规律及最终破坏形态与普通钢筋混凝土梁相似。

王毅红等“630MPa 高强钢筋混凝土大偏压柱受力性能试验”，试验结果表明，虽然钢筋抗压强度可能未达到，但不同方法计算，各试件承载力试验值均远大于其承载力设计值，两者比值的平均值为 1.887，用现行规范对 630 MPa 级高强钢筋混凝土柱构件进行设计计算是合理且安全的。提出了 630 MPa 级高强钢筋在偏压构件中抗拉和抗压强度设计值取值均为 545 MPa 的建议，为制定高强钢筋混凝土结构应用技术规程和推广 630MPa 级高强钢筋的工程应用提供了试验依据。

田桥罗等“考虑箍筋约束的 630MPa 高强钢筋抗压强度发挥水平研究”，高强受压纵筋在试验中均发生屈服，抗压强度能够充分发挥；构件受压区应变分布仍符合平截面假定，现行规范公式的形式仍满足要求，但混凝土极限压应变的规范取值偏小导致理论计算得到的高强受压纵筋抗压强度发挥水平低。

张建雄硕士论文“T63E/E/G 高强钢筋在大偏压构件中抗压强度发挥水平的研究”通过对 11 根 T63E/E/G 高强钢筋混凝土大偏心受压柱试验，主要考虑箍筋采用情况（包括箍筋强

度、箍筋间距两个主要因素)、偏心距等因素对高强钢筋强度发挥水平及混凝土极限压应变的影响。结果表明: T63E/E/G 高强钢筋混凝土大偏压柱呈典型的受拉破坏形态, 与普通钢筋混凝土大偏压柱一致; 不同箍筋采用情况的大偏心受拉破坏受力纵筋抗拉与抗压强度均得到了充分发挥; 箍筋强度及箍筋间距对提高大偏压柱承载力的作用较小, 但对提高构件变形性能有较大影响; 配置箍筋及纵筋的混凝土极限压应变大于现行规范所采用 0.0033, 这有利于高强纵筋受压屈服, 可以保证 T63 高强钢筋的抗压强度达到与抗拉强度相同的值。

林威等“635MPa 级热轧带肋高强钢筋混凝土短柱的偏压性能与承载力计算” C50 以上混凝土与 635MPa 级热轧带肋高强钢筋具有良好的匹配性; 对于混凝土强度为 C50 以下的试件, 当混凝土达到峰值应变时, 试件达到峰值荷载, 而纵向钢筋的应变值小于 3.3×10^{-3} , 未发生屈服; 随着受压区纵向应变持续发展, 钢筋逐步屈服, 混凝土达到极限压应变, 最终试件破坏; 当混凝土强度为 C50 以上时, 混凝土峰值应变随强度增加而显著增大。

崔玉博等“635MPa 级热轧带肋高强钢筋混凝土柱偏压性能试验研究”在达到峰值荷载时, 无论是大小偏压 635 MPa 级

热轧带肋高强钢筋混凝土偏压柱的受压侧钢筋应变均超过 0.0033, 受压钢筋强度能充分发挥; 大偏心破坏时受拉钢筋都能达到屈服, 而在小偏心破坏时都没有达到屈服; 箍筋应变均未达到屈服, 但是在荷载下降段都达到屈服, 发挥了良好的约束作用, 改善了试件的延性。

王静峰“新型 HRB635 级高强钢筋在混凝土轴压短柱中的强度匹配问题研究”, 轴心受压短柱采用 C30 强度的混凝土时, 高强钢筋与混凝土二者共同变形, 共同受力性能较差, 破坏发生比较突然, 采用 HRB635 级高强钢筋约束混凝土短柱的应变基本小于 0.002, 短柱的破坏形态与不配筋的素混凝土柱比较类似, 此时高强度纵向钢筋达不到屈服强度, 其强度得不到充分发挥, 也就说明高强钢筋应该匹配强度等级更高的混凝土。当混凝土强度达到 C50 以上时, 采用 HRB635 级高强钢筋约束混凝土短柱的峰值应变明显增加, 超过 0.003, 采用 HRB635 级高强钢筋约束混凝土短柱的抗压强度能得到充分的发挥, 构件中采用高等级混凝土为新型高强钢筋强度的发挥创造了有力条件。

5.2.3 本条给出了可以采用塑性调幅设计的构件或结构类型以及塑性内力重分布分析方法设计适用范围。

使用新型高强钢筋时，构件可以考虑塑性内力重分布分析方法设计。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。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，故需要设计时考虑塑性内力重分布构件的使用环境，并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。

5.3 正常使用极限状态验算

5.3.2 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010(2024 年版)第 7.1.2 条注 2 规定：对按第 9.2.15 条有关规定采用表层钢筋网片的梁，按公式（7.1.2-1）计算的最大裂缝宽度可适当折减，折减系数可取 0.7。条文说明中明确：当混凝土保护层厚度较大时，虽然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，当在外观的要求上允许时，可按表 3.4.5 所规定的裂缝宽度允许值做适当放大。对混凝土保护层厚度较大的梁，国内试验研究结果表明表层钢筋网片有利于减少裂缝宽度，根据试验

研究结果提出折减系数可取 0.7。

《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 第 3.5.11 条规定：混凝土结构可采用防腐蚀附加措施来确保构件的设计使用年限，不同环境类别下可采用的防腐蚀附加措施应符合附录 C 的规定。条文说明中明确：对混凝土耐久性设计的基本方法是通过提高混凝土本体的致密性来确保混凝土结构和构件的使用年限。在一些特殊的情况下，可考虑使用附加防腐蚀措施和混凝土本体共同保证使用年限。

综上，本标准提出了防腐蚀措施对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系数 β_{pmax} ，并参考《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010(2024 年版)第 7.1.2 条注 2 对外观的要求提出下限值 0.7。

5.3.3 防腐蚀措施对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系数

1 当采用钢纤维混凝土时，本标准的防腐蚀措施对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系数 β_{pmax} 与《钢纤维混凝土结构设计标准》JG/T 465 规定的取值保持一致。

2 梁按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010(2024 年版)第 9.2.15 条有关规定配置表层钢筋网片时，本标准的防腐蚀措施对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系

数 β_{pmax} 与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 规定的取值保持一致。

3 马鞍山钢铁股份有限公司 2019 年 4 月提供的《经济型 Nb-V 复合微合金化 635MPa 级高强抗震钢筋技术研究报告》表明,采用微铬的成分设计以及 900℃以上的上冷床温度,可以保证耐氯离子腐蚀 HG6 /C、HG6E/C 新型热轧带肋高强钢筋“青皮”效果;致密、厚度适中的氧化皮(“青皮”)具有保护作用,能防止水、空气向钢基体的侵入,增强了产品防锈性能。SEM 锈层结构分析表明,室外挂片 3 个月后,“青皮”钢筋的氧化皮仍致密、平整、与基体结合紧密;而普通钢筋的原始氧化皮(有保护作用)基本已完全脱落,生成一层较厚的、松散的红锈。致密、且与基体结合紧密、厚度适中的“青皮”钢筋氧化皮具有保护作用,能防止水、空气向钢基体的侵入。而普通钢筋的原始氧化皮疏松,水、空气易通过氧化皮与基体接触,使基体发生氧化锈蚀,并随着锈蚀程度的增加,原始氧化皮被胀落,锈蚀速度将会进一步加快,氧化生成红色的 Fe_2O_3 ,而不是青色的 Fe_3O_4 。ESBD 锈层结构分析表明,“青皮”钢氧化皮主要由表层的 Fe_3O_4 和内层的 FeO 组成,二者厚度比约为 1:2,氧化皮晶粒由基体向表面多呈柱状生长,生长较

为充分，排列较为紧密，氧化铁皮层较厚。普通钢筋氧化皮主要由 Fe_3O_4 和 FeO 组成，有些地方氧化铁皮内层是 FeO ，外层是 Fe_3O_4 ，但一些部位外表没有 Fe_3O_4 ，一些部位没有 FeO ，氧化皮晶粒呈扁平状附着在基体上，氧化铁皮厚度薄且不均匀。AFM 锈层结构分析表明，“青皮”钢筋氧化皮表面相对光滑、平整，沟槽数量少，深度浅。普通钢筋氧化皮表面粗糙，不平整，沟槽较多，呈破碎状，露天情况下，钢筋表面与大气接触面积较大，经过雨水后不平的表面容易渗入水，且不易干燥。

合肥工业大学和国内一些科研单位对 HRB635 钢筋混凝土梁裂缝宽度的试验研究表明：

带肋钢筋比光圆钢筋握裹力强，受弯构件裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数宜取 1.1；《混凝土结构设计标准》混凝土梁的短期裂缝宽度扩大系数规定值是 HRB635 级高强钢筋实验结果的 1.08 倍；混凝土自身伸长对裂缝宽度影响的系数宜取 0.68；对 GB/T50010 中受弯构件裂缝公式取 0.799 的折减系数，公式的保证率为 95%。

综上，本标准提出采用耐氯离子腐蚀 HG6 /C、HG6E/C 新型热轧带肋高强钢筋裂缝时，防腐蚀措施对钢筋混凝土构件裂缝宽度的影响系数 β_{pmax} 可取 0.85。

5.4 抗震设计

5.4.1 带后缀字母“E”的是专用的抗震钢筋，抗震钢筋延性好。对抗震等级为一、二、三级的各类框架构件(包括斜撑构件、楼梯)，为了使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，要求新型高强钢筋作为纵向受力钢筋的强屈比 (抗拉强度实测值与屈服强度的比值) 不小于 1.25；为了防止因钢筋屈服强度离散性过大，要求钢筋屈强比 (钢筋屈服强度实测值与钢筋的屈服强度标准值的比值) 不应大于 1.3；为了保证在抗震大变形条件下，钢筋具有足够的塑性变形能力，要求钢筋最大力总延伸率实测值不应小于 9%。

5.4.2 新型高强钢筋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向配筋率较小，为充分保证框架梁在水平地震作用下计入纵向受压钢筋 (f_y 取 435N/mm^2 ，未充分发挥屈服强度和节省钢筋用量的优势) 梁端受压区高度限值和延性要求，本条文对框架梁端纵筋(普通钢筋)最大配筋率的限值适当从严取 2.2% (《建筑抗震设计标准》GB/T50011 规定值为 2.5%)，梁端筋加密区箍筋直径需增大 2mm 的梁端纵向受拉

钢筋配筋率限值适当从严取 1.8%（《建筑抗震设计标准》GB/T50011 规定值为 2%）。

5.4.4 试验研究表明，受压构件的位移延性随轴压比增加而减小，因此对设计轴压比上限进行控制就成为保证框架柱和框支柱具有必要延性的重要措施之一。为满足不同结构类型框架柱、框支柱在地震作用组合下的位移延性要求，本条按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011 对不同结构体系中框架柱、框支柱轴压比的上限值进行规定。

5.4.6 抗震墙两端及洞口两侧设置的约束边缘构件的配筋及构造要求与现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T50011 相同。

5.4.7 本条文与现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010-2010（2024 年版）第 11.4.13 条和《建筑抗震设计标准》GB/T50011-2010（2024 年版）第 6.3.8 条第 4 款要求保持一致。当框架柱在地震作用组合下处于小偏心受拉状态时，柱的纵筋总截面面积应比计算值增加 25%，是为了避免柱的受拉纵筋屈服后再受压时，由于包兴格效应导致纵筋压屈。

5.4.9 张健新等“高强钢筋钢纤维混凝土框架中节点抗震性能试验研究”表明，提高节点的梁钢筋等级能够显著提高节点的

承载能力和耗能能力，但梁筋滑移量增加；在节点构件中采用钢纤维混凝土整体增强或局部增强均能够有效减少裂缝宽度和梁筋滑移，改善配置 HRB600 钢筋节点的破坏形态和滞回性能，提高耗能能力和延性性能，减轻累积损伤程度并减缓刚度退化。

对采用新型高强钢筋抗震等级为特一级的框架梁柱节点，本条提出了宜采用钢纤维混凝土的建议。

5.4.10 对抗震框架节点纵向钢筋的抗震锚固长度、抗震搭接长度，均按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 规定取值，以满足抗震要求。对允许采用搭接接头的钢筋，其考虑抗震要求的搭接长度应根据搭接接头百分率取纵向受拉钢筋的抗震锚固长度，乘以纵向受拉钢筋搭接长度修正系数。梁端、柱端是潜在塑性较容易出现的部位，为了避免该部位各类钢筋接头干扰或削弱钢筋在该部位所应具有较大的屈服后伸长率，要求钢筋连接接头宜尽量避开梁端、柱端箍筋加密区。当工程中无法避开时，应采用经试验确定的与母材等强度并具有足够伸长率的高质量机械连接接头或焊接接头，且接头面积百分率不宜超过 50%。

5.4.11 框架梁、柱及抗震墙边缘构件采用的纵筋与箍筋、拉筋

等作十字交叉形的焊接时，容易使纵筋变脆，对抗震不利，因此作此规定。同理，梁、柱的箍筋在有抗震要求时应弯 135° 钩，当采用焊接封闭箍时应特别注意避免出现箍筋与纵筋焊接在一起的情况。国外规范，如美国 ACI318-08 规范，在抗震设计也有类似的条文。

6 构造规定

6.1 混凝土保护层厚度

6.1.1 采用新型高强钢筋的混凝土结构的保护层厚度应满足钢筋与混凝土共同工作的性能要求，保证握裹层混凝土对受力钢筋的锚固；还应满足混凝土碳化、钢筋锈蚀等耐久性性能方面和耐火性能要求。

6.1.2 因机械连接中连接件的截面较大，要求过严会影响全部受力主筋的间距和保护层厚度，在经济性和实用性上会有一定困难，因此采用的“宜”，必要时可对连接件进行防锈处理。连接件的横向净间距不宜小于 25mm 的要求，主要为保证混凝土浇筑时骨料的可通过性。

6.2 钢筋的锚固

6.2.1 新型高强钢筋外形与普通热轧带肋钢筋相同，基本锚固长度、锚固长度同现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。

6.2.3 由于新型高强钢筋抗拉强度设计值高，钢筋的锚固长度长，钢筋锚固长度直线段会因截面尺寸不够而不满足现行规范的相关要求。采用锚固板锚固时，必须达到纵向受拉钢筋的受

拉承载力不应小于钢筋达到极限抗拉强度标准值时的拉力，且破坏时应断于母材，以保证 635MPa 级热轧带肋高强钢筋的受拉承载力可以有效发挥。

6.2.4 在钢筋末端进行弯钩和机械锚固是减小锚固长度的有效方式，其原理是利用受力钢筋端部锚头（弯钩、贴焊钢筋、焊接锚板、机械连接锚固板）对混凝土的局部挤压作用加大锚固承载力。

6.3 钢筋的连接

6.3.1 新型高强钢筋因自身材料强度高，焊接连接技术要求更为严格，为保证钢筋连接有效及可靠性，不宜在施工现场焊接。

新型高强钢筋因自身材料强度高，搭接连接时直径不宜过大以避免出现搭接连接长度过长从而导致材料浪费。

因此本条文建议可采用焊接连接或绑扎搭接连接。

6.3.2 合肥工业大学土木与水利工程学院 2019 年 4 月提供的《635MPa 级热轧高强钢筋连接性能试验报告》表明：钢筋直径、混凝土等级、锚固长度、保护层厚度、配箍率等均会影响搭接连接钢筋强度的发挥。当绑扎连接的搭接长度为 36d、混凝土保护层厚度在 5d 以上以及混凝土等级在 C40 以上时，直径 25mm 以下 635MPa 高强钢筋的强度基本可有效发挥。箍筋

体积配箍率不低于 1%时，搭接连接接头高强钢筋的强度可有效发挥并限制混凝土裂缝的开展。

因此本条文建议采用绑扎搭接连接时，混凝土强度等级不宜低于 C40，体积配箍率不宜低于 1%。

6.3.3 新型高强钢筋机械连接接头宜相互错开，并避开受力较大部位，但对于装配式结构的构件拼接处，新型高强钢筋机械连接接头可在同一断面处布置。

中冶检测认证有限公司国家建筑钢材质量检验检测中心 2022 年 8 月提供的《热轧带肋高强钢筋机械连接件型式检验报告》表明：钢筋直径 16~32mm 连接套筒（咬合丝扣 11）单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压连接件试验破坏形式均为“断于钢筋”，即套筒连接长度满足要求，可充分发挥高强钢筋的拉伸强度。

6.3.4 套筒灌浆连接为装配式结构中的受力钢筋的主要连接形式，新型高强钢筋应用于装配式混凝土结构的纵向受力钢筋连接时，应根据《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的要求进行相应的型式检验、工艺检验，检验合格后可在装配式结构的钢筋连接中进行采用。

6.3.5 合肥工业大学土木与水利工程学院 2019 年 4 月提供的

《635MPa 级热轧高强钢筋连接性能试验报告》表明：钢筋直径、混凝土等级、锚固长度、保护层厚度、配箍率等均会影响焊接连接钢筋强度的发挥。当混凝土保护层厚度在 5d 以上以及混凝土等级在 C40 以上时，635MPa 高强钢筋的强度基本可有效发挥。箍筋体积配箍率不低于 1% 时，焊接连接接头高强钢筋的强度可有效发挥并限制混凝土裂缝的开展。因此本条文建议采用焊接连接时，混凝土强度等级不低于 C40，体积配箍率不低于 1%。

6.4 纵向受力钢筋最小配筋率

6.4.2 新型高强钢筋为 600MPa 级钢筋，其纵向受力钢筋最小配筋率与现行《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010（2024 年版）第 8.5.1 条中 500MPa 级钢筋保持一致。

6.4.3 新型高强钢筋为 600MPa 级钢筋，框架柱纵向受力钢筋最小配筋率与现行《建筑抗震设计标准》GB/T 50011-2010（2024 年版）第 6.3.7 条保持一致。

7 施工及验收

7.1 一般规定

7.1.4 施工现场在同时使用不同牌号和规格的新型高强钢筋时，必须加强材料存放管理，钢筋分别存放，并标明标识，避免混淆。

7.2 加工与安装

7.2.2 为避免通过钢筋冷拉提高强度或增加长度的危险做法，防止冷拉变脆，保证钢筋应有的延性，规定了新型高强钢筋调直应采用不具有延伸功能的机械设备，不得采用冷拉调直方法。

7.2.4 新型高强受力钢筋的机械连接必须按要求施工，并应加强对机械连接施工的管理和质量控制。

7.3 质量验收

7.3.1 新型高强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。

7.3.4 新型高强钢筋机械连接施工完成后，应对接头外观进行100%检查并形成记录和现场检查标识。要求直螺纹外露丝扣不得超过一个完整扣，半扣不得超过三个。