山东省建材工业协会文件

鲁建材协标字〔2026〕19号

关于《630MPa级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》团体标准征求意见的通知

各有关单位：

山东省建材工业协会拟批准发布团体标准《630MPa级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》（详见附件），为保证该标准的科学性、实用性及可操作性，现公开征求意见。

征求意见日期自2026年11月3日至12月2日。请各有关单位及个人认真审阅标准文本，对标准的征求意见稿提出宝贵意见和建议，并将征求意见反馈表签字盖章后发送至我会邮箱。逾期未反馈意见的单位及个人视为无意见。

联系人：卢露 0531-83233679

协会邮箱：sdjcxh2008@163.com

联系地址：山东省济南市槐荫区段店镇青岛路3716号中建锦绣广场一号楼1808室

附件：

1.征求意见反馈表

2.《630MPa级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》（征求意见稿）

3.《630MPa级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》（编制说明）

山东省建材工业协会

2026年11月3日

附件 1

征求意见反馈表

单位名称（加盖公章）：　　反馈时间：

序号	条款	修改内容	修改理由

附件 2

山东省建材工业协会

T/ -2026

630MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程

Technical specification for application of 630MPa grade hot-rolled ribbed high-strength reinforcement

（征求意见稿）

2026-××-××发布　　2026-××-××实施

山东省建材工业协会　发布

山东省建材工业协会工程建设标准

630MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程

Technical specification for application of 630MPa grade hot-rolled ribbed high-strength reinforcement

T/ —2026

（征求意见稿）

批准单位：山东省建材工业协会

施行日期：2026 年 ×× 月 ×× 日

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）、山东省人民政府办公厅《山东省人民政府办公厅关于进一步提升建筑质量的意见》（鲁政办发〔2014〕26 号）、山东省住房和城乡建设厅《山东省绿色建材推广应用三年行动方案（2022-2025 年）》（鲁建节科字〔2022〕11 号）等文件的要求，为落实国家“双碳”战略、推进绿色低碳转型与产业升级政策，规范 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构工程中的应用，根据山东省建材工业协会《630MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程的立项通知》的文件要求，由青岛理工大学会同有关单位编制本规程。

本规程编制期间，编制组开展了广泛调研，系统总结了高强度钢筋在工程应用中的实践经验，参考了国家、行业及国内相关标准，并在广泛征求意见的基础上结合我省实际情况编制完成。

本规程的主要技术内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、符号、基本规定、材料、结构分析与极限状态计算、混凝土构件设计、构造规定、施工质量控制、检测与验收以及相关附录。

本规程由山东省建材工业协会归口管理，由青岛理工大学负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有修改意见和建议，请将有关资料和建议寄送青岛理工大学（地址：××××，邮编：××××，联系电话：××××，电子邮箱：××××），以供今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人员和审查人员：

本规程主编单位：

青岛理工大学

敬业钢铁有限公司

青岛鑫展泰供应链管理有限公司

青岛理工大学建筑设计研究院有限公司

中国建筑西南设计研究院有限公司

本规程参编单位：

青岛拓界建筑设计有限公司

山东中健和华建筑设计有限公司

青岛水石建筑设计有限公司

中南建筑设计院股份有限公司

青岛中房设计院

天津中汽迈赫建筑设计有限公司

上海中建建筑设计院

山东绿城青和设计院

青岛雍达建筑设计有限公司

青岛民用建筑设计研究院

淄博市建筑设计研究院有限公司

淄博市规划设计研究院

青岛理工大学建筑设计研究院

山东省建筑科学研究院有限公司

山东博宇建筑设计有限责任公司

河北省建筑工程质量检测中心有限公司

聊城市青山新材料有限公司

中国建筑第七工程局有限公司

主要起草人员：

曹晓运　张会超　史利朋　刘　刚　曹瑜斌

李　健　彭　振　郭永超　伊永忠　裴志刚

郑元猛　赵　恒　董　强　刁　玺　贾壮普

候光利　汤爱博　刘志海　孙维东　蒋俊秋

叶九松　郝行行　陈洪昌　李　强　王立峰

曲立坤　孟庆辉　刘　斌　周　强　于　涛

孙印海　李　斌　侯永志　李小晶　匡德学

孙文笑　王　超　孙明君

审查人员：

目 次

1 范围 - 10 -
2 规范性引用文件 - 11 -
3 术语和定义、符号 - 13 -
3.1 术语和定义 - 13 -
3.2 符号 - 14 -
4 基本规定 - 16 -
5 材料 - 18 -
5.1 钢筋 - 18 -
5.2 连接件 - 19 -
5.3 混凝土 - 21 -
6 结构分析与极限状态计算 - 22 -
7 混凝土构件设计 - 27 -
7.1 一般规定 - 27 -
7.2 构件设计 - 27 -
7.3 基础设计 - 27 -
8 构造规定 - 28 -
8.1 钢筋的锚固 - 28 -
8.2 钢筋连接 - 30 -
8.3 纵向受力钢筋的最小配筋率 - 32 -
8.4 混凝土保护层 - 34 -
8.5 耐久性 - 35 -
9 施工质量控制 - 36 -
9.1 一般规定 - 36 -
9.2 钢筋加工 - 37 -
9.3 钢筋连接与安装 - 37 -
10 检测与验收 - 41 -
10.1 一般规定 - 41 -
10.2 钢筋材料验收 - 42 -
10.3 钢筋加工质量 - 43 -
10.4 钢筋连接质量 - 44 -
10.5 钢筋安装质量 - 46 -
附录 A（规范性） HRB630、HRB630E 级钢筋技术性能 - 47 -
附录 B（规范性） 钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量 - 50 -
附录 C（规范性） HRB630、HRB630E 级钢筋检验 - 56 -
本规程用词说明 - 59 -
附：条文说明 - 60 -

1　范围

为贯彻落实国家绿色发展理念和碳达峰、碳中和战略部署及相关产业政策，推广在混凝土结构工程中应用630MPa级热轧带肋高强钢筋，统一其设计、施工及验收的技术要求，做到安全适用、技术先进、经济合理、方便施工、确保质量，制定本规程。

本规程针对配置630 MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构，规定了材料、结构分析与极限状态计算、混凝土构件设计、构造规定、施工质量控制及检测与验收诸方面的技术要求。

本规程适用于山东省内，配置630 MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的设计、施工与质量验收。该类钢筋可用于钢筋混凝土构件的纵向受力钢筋、预应力混凝土构件中的非预应力受力钢筋。

本规程不适用于轻骨料混凝土结构、特种混凝土结构以及需要进行疲劳验算的构件的设计。

配置630 MPa级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构构件，在材料选用、设计、施工及验收方面，除应满足本规程的规定外，还应遵守国家、行业及山东省现行有关标准的规定。

2　规范性引用文件

本规程引用了下列文件的有关内容，这些文件通过规范性引用成为本规程不可或缺的组成部分。对标注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用；对未标注日期的引用文件，则以其最新版本（含所有修改单）为准。

GB/T 197　普通螺纹　公差

GB/T 222　钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223　钢铁及合金　化学分析方法（所有部分）

GB 1499.2　钢筋混凝土用钢　第 2 部分：热轧带肋钢筋

GB/T 3639　冷拔或冷轧精密无缝钢管

GB/T 4336　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（常规法）

GB/T 13298　金属显微组织检验方法

GB/T 13299　钢的游离渗碳体、珠光体和魏氏组织的评定方法

GB/T 17505　钢及钢产品　交货一般技术要求

GB/T 20066　钢和铁　化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 28900　钢筋混凝土用钢材试验方法

GB 50007　建筑地基基础设计规范

GB/T 50010　混凝土结构设计标准

GB/T 50011　建筑抗震设计标准

GB 50204　混凝土结构工程施工质量验收规范

GB/T 50476　混凝土结构耐久性设计标准

GB 50666　混凝土结构工程施工规范

GB 51004　建筑地基基础工程施工规范

GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准

GB 55001　工程结构通用规范

GB 55002　建筑与市政工程抗震通用规范

GB 55003　建筑与市政地基基础通用规范

GB 55008　混凝土结构通用规范

JGJ 1 装配式混凝土结构技术规程

JGJ 3　高层建筑混凝土结构技术规程

JGJ 18　钢筋焊接及验收规程

JGJ/T 27　钢筋焊接接头试验方法标准

JGJ 94　建筑桩基技术规范

JGJ 107　钢筋机械连接技术规程

JGJ 256　钢筋锚固板应用技术规程

JGJ 355 钢筋套筒灌浆连接应用技术规程

JGJ/T 441　建筑楼盖结构振动舒适度技术标准

JGJ 476　建筑工程抗浮技术标准

JG/T 163　钢筋机械连接用套筒

T/CECS 579 装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程

T/CECS 1180 装配整体式叠合混凝土结构施工及质量验收规程

YB/T 081　冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定

3　术语和定义、符号

3.1　术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

3.1.1　普通热轧钢筋　hot rolled bars

以热轧状态交货的钢筋，其金相组织主要为铁素体加珠光体，基圆上不应存在回火马氏体组织及其他影响使用性能的组织。

3.1.2　带肋钢筋　ribbed bars

横截面通常为圆形，且表面带肋的混凝土结构用钢材。

3.1.3　HRB630 及 HRB630E 钢筋　HRB630 and HRB630E reinforcing bars

强度级别为 630MPa 的普通热轧带肋钢筋。

3.1.4　屈服强度　yield strength

钢材受力过程中，当荷载不再增加或略有下降而变形仍持续增大时，所对应的恒定应力称为屈服强度，可分为上屈服强度与下屈服强度。

3.1.5　下屈服强度　lower yield strength

在屈服期间，不计初始瞬时效应时的最小应力。

3.1.6　断后伸长率　percentage permanent elongation

断后标距的残余伸长与原始标距之比的百分率。

3.1.7　最大力总延伸率　percentage total extension at maximum force

最大力时原始标距的总延伸（弹性延伸加塑性延伸）与引伸计标距之比的百分率。

3.1.8　抗震钢筋　earthquake-resistant reinforced bars

符合抗震性能要求的高强钢筋，其牌号后带字母 E，简称抗震钢筋。

3.1.9　钢筋牌号　designations of rebars

由钢筋品种的英文字母字头及屈服强度标准值组成，用以标识钢筋品牌的符号。

3.1.10　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。

3.1.11 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。

3.1.12 套筒 sleeve

用于传递钢筋轴向拉力或压力的钢筋机械连接用钢套管。

3.1.13 锚固板 anchorage head for rebar

设置于钢筋端部用于钢筋锚固的承压板。

3.1.14 部分锚固板 partial anchorage head for rebar

依靠锚固长度范围内钢筋与混凝土之间的粘结作用，以及锚固板承压面的承压作用，共同承受钢筋规定锚固力的锚固板。

3.2 符号

下列符号适用于本规程。

3.2.1 材料性能

HRB630——强度 630MPa 级热轧带肋高强钢筋；

HRB630E——强度 630MPa 级且符合抗震性能要求的热轧带肋高强钢筋；

A——钢筋断后伸长率，指钢筋拉断后将断口对接，在两侧各约 5 倍直径范围内量得的伸长率，《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中曾以符号δ表示；

A_{gt}——最大力总延伸率钢筋达到抗拉强度时对应的受拉极限应变值，《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中以符号δ_{gt}表示；

f_{yk}——钢筋屈服强度标准值；

f_{stk}——钢筋极限抗拉强度标准值；

f_y、$f_{y'}$——钢筋抗拉、抗压强度设计值；

f_{yv}——横向钢筋抗拉强度设计值；

E_s——钢筋的弹性模量；

E_c——混凝土的弹性模量；

3.2.2 作用及效应

N——轴向力设计值；

N_k、N_q——按荷载标准组合、准永久组合计算的轴向力值；

M——弯矩设计值；

M_k、M_q——按荷载标准组合、准永久组合计算的弯矩值；

T——扭矩设计值；

V——剪力设计值；

ω_{max}——按荷载标准组合或准永久组合，并计入长期作用影响计算得到的最大裂缝宽度；

3.2.3 几何参数

A——构件截面面积；

b——矩形截面宽度，T 形或 I 形截面的腹板宽度；

h、h_0——截面高度、有效高度；

c——混凝土保护层厚度；

d——钢筋的公称直径（简称直径）；

l_0——计算跨度；

l_{ab}——受拉钢筋的基本锚固长度；

l_{ah}——受拉钢筋锚固板的锚固长度；

l_a——受拉钢筋的锚固长度；

3.2.4 计算系数及其他

α——构件受力特征系数；

ψ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

ρ_{te}——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受力钢筋配筋率；

ρ——纵向受力钢筋的配筋率；

ζ_a——受拉钢筋锚固长度修正系数；

ζ_l——受拉钢筋的搭接长度修正系数；

4　基本规定

4.1　本规程未另作规定的内容，均应按下列标准执行：GB/T 50010《混凝土结构设计标准》、GB 55008《混凝土结构通用规范》、GB/T 50011《建筑抗震设计标准》、GB 55002《建筑与市政工程抗震通用规范》。上述标准的执行范围包括设计内容、计算方法、构造措施、承载能力极限状态与正常使用极限状态验算、耐久性设计以及抗连续倒塌设计原则等方面，均适用于配置 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构。

4.2　对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况，当以内力的形式表达时，钢筋混凝土结构构件应采用下列承载能力极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 S \le R \tag{4.2-1}$$

$$R = R(f_c,\ f_y,\ a_k,\cdots)/\gamma_{Rd} \tag{4.2-2}$$

式中：γ_0 —— 结构重要性系数：安全等级为一级的结构构件，在持久设计状况与短暂设计状况下取值不应小于 1.1；二级者不应小于 1.0；三级者不应小于 0.9；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：持久设计状况与短暂设计状况按作用的基本组合计算，地震设计状况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；当结构构件的不确定性较大时，可按具体情况取大于 1.0 的数值；抗震设计时，应以承载力抗震调整系数γ_{RE}取代γ_{Rd}；

f_c、f_y—— 混凝土、钢筋的强度设计值，前者按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定取值，后者按本规程的规定取值；

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不利影响时，应增减一个附加值。。

4.3　正常使用极限状态验算时，钢筋混凝土构件应取荷载准永久组合、预应力混凝土构件应取荷载标准组合，并均应计入长期作用的影响，按下列表达式进行验算：

$$S \le C \tag{4.3-1}$$

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。

4.4 结构构件应依据使用功能、所处环境类别及重要程度选用合适的裂缝控制等级。构件正截面受力裂缝控制等级划分为三级，其划分与要求应符合下列规定：

一级，即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，指一般要求不出现裂缝的构件：按荷载标准组合验算时，构件受拉边缘混凝土所产生的拉应力不应超过混凝土抗拉强度标准值；

三级，即允许出现裂缝的构件：钢筋混凝土构件按荷载准永久组合并计入长期作用影响、预应力混凝土构件按荷载标准组合并计入长期作用影响所求得的裂缝宽度，均不应大于第 6 章表 6.4 给出的限值。处于二 a 类环境的预应力混凝土构件，还应按荷载准永久组合验算，构件边缘混凝土的拉应力不得超过混凝土抗拉强度标准值。

4.5 配置 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构设计应包括下列内容：

1 结构方案设计，包括结构选型、构件布置及传力途径；

2 作用及作用效应分析；

3 结构的极限状态设计；

4 结构及构件的构造、连接措施；

5 耐久性及施工的要求；

6 满足特殊要求结构的专门性能设计。

4.6 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋宜用作钢筋混凝土构件的纵向受力钢筋、预应力混凝土构件中的非预应力受力钢筋，以及承受剪力、扭矩或冲切作用构件的横向钢筋（如箍筋、拉筋等），但不得用于结构构件中的吊钩与吊环。

4.7 本规程是对采用 630MPa 级热轧带肋高强钢筋的构件和结构的基本要求。

5　材料

5.1　钢筋

5.1.1　高强钢筋的尺寸、外形、重量及允许偏差、试验方法等应满足《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定，其他性能指标应符合本规程附录 A 的要求。

5.1.2　高强钢筋的公称直径、公称横截面面积及理论重量，应按《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 取用，也可直接查本规程附录 B。

5.1.3　630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的强度标准值应具有不低于 95%的保证率。钢筋的下屈服强度标准值、极限强度标准值、断后伸长率及最大力总延伸率应按表 5.1.3 取用。

表 5.1.3　钢筋的强度标准值、断后伸长率和最大力总延伸率

钢筋牌号	符号	公称直径 d/mm	屈服强度标准值 f_{yk} (N/mm²)	极限强度标准值 f_{stk} (N/mm²)	断后伸长率 A （%）	最大力总延伸率 A_{gt} （%）
HRB630	⌘G	6~40	630	790	15.0	≥7.5
HRB630E	⌘GE	6~40	630	790	15.0	≥9.0

5.1.4　钢筋的弹性模量 Es 可取 2.0×10^5 N/mm²，也可采用实测值。

5.1.5　钢筋的抗拉强度设计值 f_y、抗压强度设计值 f_y' 应按表 5.1.5 采用，并应符合下列规定：

1　构件中配置不同种类钢筋时，各类钢筋应分别取用其自身的强度设计值，钢筋性能应符合现行国家标准 GB/T 1499.2 及本规程附录 A 的要求；

2　对轴心受压构件，钢筋的抗压强度设计值 f_y' 应取 400 N/mm²；

3　横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 取表 5.1.5 中 f_y 的数值；在受剪、受扭与受冲切承载力计算中，其抗拉强度设计值取 360 N/mm²；横向钢筋若用作围箍约束混凝土的间接配筋，其抗拉强度设计值 f_{yv} 同样取表 5.1.5 中 f_y 的数值；

4　防空地下室钢筋混凝土构件，在动荷载与静荷载同时作用或仅有动荷载作用

时，受拉、受压钢筋的强度设计值可按表 5.1.5 的数值乘以钢筋强度综合调整系数 1.1 取用；受剪、受扭、受冲切钢筋的强度设计值可乘以钢筋强度综合调整系数 1.2 取用；

5　建筑结构构件进行抗连续倒塌设计时，正截面承载力计算中钢筋强度可取屈服强度标准值的 1.25 倍，受剪、受扭承载力计算中钢筋强度可取屈服强度标准值；

6　建筑结构抗地震倒塌计算时，钢筋设计强度取屈服强度标准值。

表 5.1.5　钢筋的强度设计值（N/mm²）

钢筋牌号	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'
HRB630	⌀C	6~40	545	435
HRB630E	⌀CE	6~40		

5.1.6　抗震等级为一级、二级、三级的框架及斜撑构件（含梯段），其纵向受力钢筋应符合下列规定：

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　钢筋的最大力总延伸率实测值不应小于 9.0 %。

5.2　连接件

5.2.1　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。

5.2.2　钢筋连接套筒的材质宜选用 45 号优质碳素结构钢或合金结构钢无缝钢管，钢管须经退火处理；钢管的强度值与断后伸长率应满足现行国家标准《冷拔或冷轧精密无缝钢管》GB/T 3639 的规定，其中抗拉强度不大于 800 MPa，断后伸长率不小于 14%。

5.2.3　连接套筒的性能等级与各项力学性能指标，应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。套筒的实测受拉承载力不应低于被连接高强钢筋受拉承载力标准值的 1.1 倍。

5.2.4　钢筋连接套筒应保持原材料的金相组织，不得采用淬火等热处理工艺来提高强度，宜采用冷镦成型工艺。

5.2.5 采用机械连接的高强钢筋宜采用钢筋剥肋滚压直螺纹连接工艺。

5.2.6 机械连接用套筒宜优先选用六棱角形直螺纹型式；若采用圆形套筒，其外表面应经挤压“细晶强化”处理。上述两类套筒的形状、尺寸及其允许偏差，均应满足本规程附录 B 的规定。

5.2.7 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。

5.2.8 高强钢筋用于预制柱纵向钢筋的连接采用可调组合直螺纹接头、组合挤压接头或其他专用机械连接装置时，其材料与制作质量应符合下列规定：

1 套筒宜采用优质碳素结构钢或合金结构钢无缝钢管制作，钢管应经退火处理，其抗拉强度实测值不应低于被连接高强钢筋抗拉强度标准值的 1.1 倍，断后伸长率不应小于 14%，且不得采用淬火、渗碳等降低塑性或增加氢脆敏感性的工艺；

2 套筒的壁厚、长度和内径公差应与被连接高强钢筋的公称直径及横肋几何参数相匹配，挤压后套筒内壁应与钢筋横肋形成连续、均匀的机械咬合；

3 挤压成型后套筒外表面不得出现贯通性裂纹、折叠或明显的局部减薄；

4 同一规格、同一生产厂家、同一批次的挤压套筒，其产品标识、质量证明书与型式检验报告应一致且可追溯。

5.2.9 高强钢筋用挤压类连接件在正式使用前应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定进行型式检验，并应符合下列规定：

1 型式检验报告应载明被连接钢筋的牌号为 HRB630 或 HRB630E、强度等级为 630 MPa 级，接头性能等级应为I级；

2 检验项目应包括单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压和残余变形，且各项指标均应满足I级接头的要求；

3 型式检验报告应在有效期内；套筒材料、规格或挤压工艺发生变更时，应重新进行型式检验；

5.2.10 装配式结构纵向受力钢筋采用套筒灌浆连接时，灌浆料性能应与 630 MPa 级钢筋的外形参数和受力要求相匹配，接头性能应经型式检验确认，并应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定。

5.3 混凝土

5.3.1 应用 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构，混凝土强度等级应符合下列规定：

1 混凝土结构梁、板的混凝土强度等级不应低于 C30；

2 墙、柱的混凝土强度等级不宜低于 C40，不应低于 C30；

3 地基基础工程中的混凝土强度等级不应低于 C30；

4 有可靠工程经验时，二类环境中的最低混凝土强度等级可降低一个等级。

5.3.2 配置 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的结构，其混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量及其他相关性能指标，应按《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《混凝土结构通用规范》GB 55008 取用。

5.3.3 采用 630 MPa 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。

6　结构分析与极限状态计算

6.1　高强钢筋混凝土构件应作承载能力极限状态与正常使用极限状态两类验算，验算按《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 进行，并应满足强制性规范《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构通用规范》GB 55008 的要求；抗震设计还应执行《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002；高层建筑另须遵守《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3。

6.2　对高强钢筋混凝土结构中的连续梁和连续单向板，允许采用塑性内力重分布方法进行分析计算。

1　在重力荷载作用下，框架、框架－剪力墙和剪力墙结构中的现浇梁、双向板等，可在弹性分析得到内力后对支座或节点弯矩作适当调幅，并据此确定跨中弯矩。

2　对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 类环境中的构件，其分析计算不得采用塑性内力重分布方法。

6.3　当采用塑性内力重分布方法进行承载能力极限状态计算时，应符合下列规定：

1　采用塑性内力重分布方法设计的结构与构件，应满足正常使用极限状态要求并采取有效的构造措施；

2　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；

3　钢筋混凝土板的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%。

6.4　在不同的环境类别中，结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值ω_{lim}应符合表 6.4 的规定。

表 6.4　结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值（mm）

环境类别	钢筋混凝土结构		预应力混凝土结构	
	裂缝控制等级	$\omega_{\lim}$	缝控制等级	$\omega_{\lim}$
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　环境类别划分应符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定；

2　年平均相对湿度低于 60%地区的一类环境中，受弯构件的最大裂缝宽度限值可取括号内数值；处于一类环境的框架梁及连续梁支座部位，当楼屋面设有覆盖层、可避免上部纵筋表面结露或形成水膜时，该部位的最大裂缝宽度限值亦可取括号内的数值；

3　一类环境中，钢筋混凝土屋架与托架的最大裂缝宽度限值取 0.20 mm；钢筋混凝土屋面梁及托梁的最大裂缝宽度限值取 0.30 mm；

4　处于一类环境时，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验算；同类环境中的预应力混凝土屋面梁、托梁与单向板，其验算要求按表中二 a 类环境取值；当一类和二 a 类环境中的预应力混凝土吊车梁需进行疲劳验算时，其裂缝控制等级不应低于二级；

5　地下室底板、外墙迎水面及室外地下室顶板最大裂缝宽度限值应取为 0.2 mm，当采取可靠的建筑防水做法或防护措施时，最大裂缝宽度限值可取为 0.3 mm。

6　表内所列预应力混凝土构件的裂缝控制等级与裂缝宽度限值，仅用于正截面验算；预应力混凝土构件的斜截面裂缝控制验算应按《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定执行；

7　烟囱、筒仓、承受液体压力的构件以及电视塔等高耸结构，其裂缝控制要求应按相应的专门标准执行；

8　处于四类、五类环境的结构构件，其裂缝控制要求应按有关的专门标准执行；

9　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；

6.5　对矩形、T 形、倒 T 形和 I 形截面的钢筋混凝土轴心受拉、受弯及偏心受压构件，以及预应力混凝土轴心受拉与受弯构件，其最大裂缝宽度可按荷载标准组合或准永久组合并计入长期作用影响，按下列公式计算：

$$\omega_{\max}=C_{\mathrm{w}}\alpha_{\mathrm{cr}}\psi\frac{\sigma_{\mathrm{s}}}{E_{\mathrm{s}}}(1.9c_{\mathrm{s}}+0.08\frac{d_{\mathrm{eq}}}{\rho_{\mathrm{te}}}) \tag{6.5-1}$$

$$\psi=1.1-\frac{0.65f_{\mathrm{tk}}}{\rho_{\mathrm{te}}\sigma_{\mathrm{s}}} \tag{6.5-2}$$

$$d_{\mathrm{eq}}=\frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i v_i d_i} \tag{6.5-3}$$

$$\rho_{\mathrm{te}}=\frac{A_{\mathrm{s}}}{A_{\mathrm{te}}} \tag{6.5-4}$$

式中：ω_{max} —— 按荷载准永久组合或标准组合，并计入长期作用影响后算得的最大裂缝宽度；

C_w—— 受弯构件裂缝宽度修正系数。梁按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定配置表层钢筋网片时，取 C_w＝0.7；轴心受拉或偏心受拉构件，裂缝宽度折减系数取 1.0；其余情况取 0.85。偏心受压构件当 e_0/h_0 不大于 0.55 时，可不作裂缝宽度验算；

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ψ <0.2 时，取ψ =0.2；当ψ >1.0 时，取ψ =1.0；对直接承受重复荷载的构件，取ψ =1.0；

σ_s—— 按荷载准永久组合算得的钢筋混凝土构件纵向受拉钢筋应力，或按标准组合算得的预应力混凝土构件纵向受拉钢筋等效应力（N/mm^2）；

E_s—— 钢筋的弹性模量（N/mm^2）；

c_s—— 最外层纵向受拉钢筋的外边缘至受拉区底边的距离（mm）；c_s 小于 20mm 时取 c_s 为 20mm；c_s 大于 65mm 时取 c_s 为 65mm；

ρ_{te}—— 按有效受拉混凝土截面面积算得的纵向受拉钢筋配筋率；无粘结后张构件仅计纵向受拉钢筋的配筋率；计算最大裂缝宽度时，当ρ_{te} 小于 0.01 时取ρ_{te} 为 0.01；

d_{eq}—— 受拉区纵向钢筋的等效直径（mm）；无粘结后张构件仅计受拉区纵向受拉钢筋的等效直径；

A_s—— 受拉区纵向钢筋截面面积（mm^2）；

A_p—— 受拉区纵向预应力筋截面面积（mm^2）；

d_i—— 受拉区第 i 种纵向钢筋的公称直径（mm）；有粘结预应力钢绞线束的直径按下式确定$\sqrt{n_1 d_{p1}}$，其中 n_1 为一束内钢绞线的根数，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；有粘结预应力钢绞线取钢绞线的束数；

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；环氧树脂涂层带肋钢筋取 0.8；

A_{te}—— 有效受拉混凝土截面面积（mm^2）；轴心受拉构件取构件截面面积；受弯、偏心受压及偏心受拉构件取 A_{te}＝0.5bh＋(b_f−b)h$_f$，式中 b_f、h$_f$ 分别为受拉翼缘的宽度与高度；

6.6 对配置高强钢筋的钢筋混凝土受弯构件进行最大裂缝宽度验算时，框架梁端与板支座截面的计算弯矩，在准永久组合下可直接取梁、柱交接处及梁、板交接处的弯矩值；现浇梁板结构中，可计入梁有效翼缘宽度范围内与梁同向的板钢筋参与梁支座截面的裂缝宽度计算。

6.7 配置 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土受弯构件，其最大挠度应按荷载准永久组合计算；预应力混凝土受弯构件则按荷载标准组合计算；两者均应计入荷载长期作用的影响，且计算挠度不得大于表 6.7 所列限值。

表 6.7　受弯构件的挠度限值

构件类型		挠度限值
吊车梁	手动吊车	l_0/500
	电动吊车	l_0/600
屋盖、楼盖及楼梯构件	当 l_0＜7 m 时	l_0/200（l_0/250）
	当 7 m＜l_0≤9 m 时	l_0/250（l_0/300）
	当 l_0＞9 m 时	l_0/300（l_0/400）

注：1　表中 l_0 表示构件计算跨度；验算悬臂构件挠度时，l_0 取实际悬臂长度的 2 倍；

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　构件制作时已预设起拱且使用上允许时，验算挠度可从计算值中扣除起拱量；预应力混凝土构件还可扣除预应力产生的反拱值；

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。

6.8　配置高强钢筋的钢筋混凝土受弯构件，其挠度应按《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 规定的方法验算。

6.9　纵向受拉钢筋屈服与受压区混凝土压坏同时发生时，相对界限受压区高度ξ_b应按下列公式计算：

1. 钢筋混凝土构件

$$\xi_b=\frac{\beta_1}{1+\dfrac{f_y}{E_s\varepsilon_{cu}}} \tag{6.9-1}$$

2. 预应力混凝土构件

$$\xi_b=\frac{\beta_1}{1+\dfrac{0.002}{\varepsilon_{cu}}+\dfrac{f_{py}-\sigma_{p0}}{E_s\varepsilon_{cu}}} \tag{6.9-2}$$

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—— 钢筋的弹性模量；

σ_{p0}—— 受拉区纵向预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 公式计算；

ε_{cu}—— 混凝土非均匀受压时的极限压应变，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。

ρ_{te}—— 按有效受拉混凝土截面面积算得的纵向受拉钢筋配筋率；无粘结后张构件仅

计纵向受拉钢筋的配筋率；计算最大裂缝宽度时，当ρ_{te}小于 0.01 时取ρ_{te}为 0.01；

d_{eq}—— 受拉区纵向钢筋的等效直径（mm）；无粘结后张构件仅计受拉区纵向受拉钢筋的等效直径；

注：当受拉区布置有不同品种或不同预应力值的钢筋时，受弯构件的相对界限受压区高度应分别计算，并取其中的较小值。

7　混凝土构件设计

7.1　一般规定

7.1.1　配置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。

7.2　构件设计

7.2.1　高强钢筋混凝土构件的斜截面受剪承载力、扭曲截面承载力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。

7.2.2　配置高强钢筋混凝土构件裂缝宽度可按本规程第 6.5 条的规定计算。

7.3　基础设计

7.3.1　配置高强钢筋的地基及基础混凝土构件，其设计应符合 GB 55003 和 GB 50007 的规定。

7.3.2　配置高强钢筋的桩基，其设计、施工及验收应符合 JGJ 94 的规定。

7.3.3　抗浮锚杆杆体的截面面积及抗浮桩的裂缝控制设计，应符合 JGJ 476 及相关现行行业标准的规定。

8　构造规定

8.1　钢筋的锚固

8.1.1　混凝土结构中的高强钢筋，若计算时充分利用其抗拉强度，则受拉钢筋的锚固应符合下列规定：

1　基本锚固长度应按下列式计算：

普通钢筋

$$l_{ab}=0.14\frac{f_y}{f_t}d \qquad (8.1.1\text{-}1)$$

预应力筋

$$l_{ab}=0.14\frac{f_{py}}{f_t}d \qquad (8.1.1\text{-}2)$$

式中：l_{ab} —— 受拉钢筋的基本锚固长度（mm）；

f_y、f_{py}—— 普通钢筋、预应力筋的抗拉强度设计值（N/mm^2）；

f_t—— 混凝土轴心抗拉强度设计值（N/mm^2），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定取用；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具体锚固条件按下列公式确定，且最小值不小于 200 mm。梁柱节点内纵向受拉钢筋的锚固做法，应符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定。

$$l_a=\xi_a l_{ab} \qquad (8.1.1\text{-}3)$$

式中：l_a —— 受拉钢筋的锚固长度（mm）；

ξ_a—— 锚固长度修正系数，按本规程 7.1.2 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。

3　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。

4　若锚固区钢筋的混凝土保护层厚度不大于 5d，应在锚固长度内设置横向构造

钢筋，其直径不小于 d/4；梁、柱、斜撑类杆件的横向钢筋间距不大于 5d，板、墙等面状构件的间距不大于 10d，且间距最大值不超过 100 mm。其中 d 为锚固钢筋的公称直径。

8.1.2 纵向受拉钢筋的锚固长度修正系数ξ_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 若实际配置的纵向受力钢筋面积超出设计计算所需面积，锚固长度修正系数可按“计算所需面积/实配面积”取用；但抗震设防构件以及直接承受动力荷载的构件不应计入该修正。

5 锚固钢筋的保护层厚度为 3d 时，修正系数取 0.80；为 5d 时取 0.70，中间值按内插法确定。此处 d 为锚固钢筋直径。

8.1.3 纵向受拉钢筋末端设置弯钩或采取机械锚固措施时，含弯钩或锚固端头在内的锚固长度（投影长度）可按基本锚固长度 lab 的 60%取用。

8.1.4 混凝土构件中高强钢筋的锚固长度计算及构造要求，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定，同时应满足下列要求：

1 抗震设计应符合《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定；高层建筑尚应满足《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的要求；

2 水平锚固长度不够时，应在钢筋端部设置弯钩或采取机械锚固措施；弯钩与机械锚固的具体形式，应从现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 所列形式中选用，即 90°弯钩、135°弯钩或螺栓锚头。

8.1.5 混凝土构件中的纵向高强受压钢筋，若计算中需充分利用其抗压强度且必须设置锚固，则受压锚固长度不得小于相应受拉锚固长度的 70%；受压钢筋的锚固不应采用末端弯钩或单侧贴焊锚筋的做法。受压钢筋锚固区段内的横向构造钢筋设置，应按本规程第 8.1.8 条执行。

8.1.6 纵向受拉高强钢筋端部采用锚固板锚固时，锚固板与钢筋之间应选用直螺纹连接，螺纹长度须满足承载力要求，不得采用焊接方式连接锚固板。锚固板宜采用部分锚固板形式，并应符合下列规定：

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 $0.4l_{ab}$（或 $0.4l_{abE}$）；

4 锚固区混凝土强度等级不宜低于 C40；

5 钢筋混凝土简支梁及连续梁的简支端，当剪力大于 $0.7f_tbh_0$ 且下部纵向受力钢筋伸入支座的锚固长度不能满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 不小于 12d 的要求时，可采用钢筋锚固板，其锚固长度 l_{ah} 不应小于 8d。

8.1.7 锚固板本身及其锚固区的设计、构造、制作与安装，应执行《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。纵向受拉钢筋提供的抗拔承载力不得低于其抗拉承载力设计值，并应通过锚固板与高强钢筋的拉伸破坏试验验证：钢筋被拉断之前，锚固不得失效。

8.1.8 当锚固区内钢筋的混凝土保护层厚度不超过 5d 时，应在整个锚固长度上设置横向构造钢筋，其直径不小于 d/4；梁、柱、斜撑等杆状构件中该钢筋间距不大于 5d，板、墙等面状构件中间距不大于 10d，且间距最大值不超过 100 mm。

8.2 钢筋连接

8.2.1 高强钢筋的连接优先采用机械连接，也可采用绑扎搭接；连接设计应符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定，并满足下列要求：

1 采用机械连接或绑扎搭接连接时，连接区段的长度、同一区段内接头面积百分率、搭接长度以及该区段的构造要求，均应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定；

2 直径不大 12 mm 的纵向受拉钢筋和直径不大于 14 mm 的纵向受压钢筋宜采用绑扎搭接连接；

3 直径不小于 14 mm 的受力钢筋宜采用机械连接，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；

4　轴心受拉及小偏心受拉构件中的纵向受力钢筋严禁采用绑扎搭接；其他构件若采用绑扎搭接，受拉钢筋直径不宜大于 25 mm，受压钢筋直径不宜大于 28 mm。

8.2.2　高强钢筋不宜采用焊接连接。确需焊接时，应先进行焊接工艺评定；焊接工艺试验应按《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27 执行，焊接接头的形式与质量要求应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

8.2.3　高强钢筋连接接头的设计应满足强度与变形性能要求。机械连接接头等级宜选用I级或II级；当混凝土结构中要求充分发挥钢筋强度或对延性要求较高，且同一连接区段内接头面积百分率为 100%时，应选用I级接头。

8.2.4　纵向受拉钢筋绑扎搭接的搭接长度，应按同一连接区段内搭接接头面积百分率由下列公式确定，且不得小于 300 mm。

$$l_l = \xi_l l_a \qquad （8.2.4\text{-}1）$$

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 8.2.4 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 8.2.4　纵向受拉钢筋搭接长度修正系数

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

8.2.5　构件内纵向受压钢筋采用搭接连接时，其搭接长度不得小于本规程第 8.2.4 条规定的受拉钢筋搭接长度的 70%，且不得小于 200 mm。

8.2.6　机械连接接头的位置宜分散布置，避免集中于同一截面。受拉钢筋采用机械连接时，接头的力学性能与同一连接区段内的接头面积百分率均应满足《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。套筒及连接件外缘的混凝土保护层，宜按《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 对受力钢筋的要求设置，其厚度不得小于钢筋最小保护层厚度的 0.75 倍，同时不应小于 15 mm。当环境类别对耐久性不利时，应对连接件另行采取防腐处理。

8.2.7　高强钢筋作为纵向受力钢筋时，连接的设置应符合下列规定：

1　纵向受力钢筋的接头宜布置在受力较小的部位，接头末端至钢筋弯起点的距

离不得小于 10d（d 为被连接钢筋直径）；

2　在同一跨度内或同一层高范围内，纵向受力钢筋不宜设置两个及以上接头，同一根受力钢筋上的接头不宜超过一个；

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　对有抗震要求的混凝土框架柱与框架梁，不得在柱端、梁端的箍筋加密区范围内设置纵向钢筋接头。

8.2.8　采用挤压类机械连接接头连接高强钢筋时，除应符合本规程第 8.2.1 条至第 8.2.7 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 接头性能等级应选用I级；

2 接头应预留满足挤压设备安装、操作和压痕量测所需的最小空间，该空间尺寸应经工艺检验确定并在施工方案中明确；

3 被连接钢筋端部应平直、无马蹄形，端面与钢筋轴线的垂直度偏差不应大于 2.5°，挤压前应清除钢筋端部及套筒内表面的锈蚀、油污和泥沙；

4 挤压应按工艺检验确定的挤压方向、挤压道次和压痕直径控制值施工，压痕直径的允许波动范围应为 0～0.5 mm，并应采用专用量规逐件检查；

5 挤压成型后的接头不得进行复压、加热矫正，也不得在套筒及邻近高强钢筋上进行焊接、气割等热作业；

6 当同一构件中采用两种及以上连接形式时，应分别进行工艺检验，各接头的性能等级均应满足设计要求。

8.3　纵向受力钢筋的最小配筋率

8.3.1　钢筋混凝土结构构件中，采用高强钢筋纵向受力钢筋的最小配筋率不应小于表 8.3.1 规定的数值。

表 8.3.1　纵向受力钢筋的最小配筋率ρmin（%）

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 f_t/f_y 的较大值

注：1　受压构件全部纵向钢筋的最小配筋率，当混凝土强度等级高于 C60 时，应在表列数值基础上提高 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，最小配筋率允许取 0.15 与 45f_t/f_y 中的较大值；人防工程中的板类受弯构件（不包括悬臂板），当采用 630 MPa 级高强钢筋时，其受拉钢筋允许按《人民防空地下室设计规范（2023 年版）》GB 50038—2005 表 4.11.7 的规定减小 0.05。

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　受压构件全部纵向钢筋及单侧纵向钢筋的配筋率，以及轴心受拉、小偏心受拉构件单侧受拉钢筋的配筋率，均应按构件全截面面积计算；

5　受弯构件及大偏心受拉构件，其单侧受拉钢筋的配筋率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　钢筋沿截面周边布置时，“一侧纵向钢筋”是指沿受力方向两个对边中任一边所布置的纵向钢筋。

8.3.2　当结构设计有抗震设防要求时，采用 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土构件中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 8.3.2-1 的规定值；

表 8.3.2-1　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 80 f_t/f_y	0.30 和 65 f_t/f_y
二级	0.30 和 65 f_t/f_y	0.25 和 55 f_t/f_y
三级、四级	0.25 和 55 f_t/f_y	0.20 和 45 f_t/f_y 的较大值

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　混凝土柱全部纵向受力钢筋的配筋率不得低于表 8.3.2-2 的规定，且柱截面每一侧的纵向受力钢筋配筋率不得低于 0.2%；柱混凝土强度等级高于 C60 时，表列数值应提高 0.10%；采用 400 MPa 级纵向受力钢筋时，表列数值应提高 0.05%。

表 8.3.2-2　柱纵向受力钢筋最小配筋率（%）

柱类型	位置	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 10 m 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 200 mm，钢筋直径不应小于 8 mm。

8.3.3　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，应按现行《建筑抗震设计规范》GB50011 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。

8.3.4　卧置于地基上的混凝土板，其受拉钢筋最小配筋率可适当放宽，但不得小于 0.15%。

8.3.5　结构中次要的钢筋混凝土受弯构件，当截面高度由构造要求确定且远大于承载力所需时，其纵向受拉钢筋配筋率可按下列公式确定：

$$\rho_s \geq \frac{h_{cr}}{h}\rho_{min} \qquad (8.3.5\text{-}1)$$

$$h_{cr} = 1.5\sqrt{\frac{M}{\rho_{min} f_y b}} \qquad (8.3.5\text{-}2)$$

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 8.3.1 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）。

8.4　混凝土保护层

8.4.1　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 年时，最外层钢筋的混凝土保护层厚度按表 8.4.1 取用；设计工作年限为 100 年时，该厚度不得小于表 8.4.1 数值的 1.4 倍。

表 8.4.1　**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：钢筋混凝土基础下宜设混凝土垫层，此时基础内钢筋的保护层厚度自垫层顶面起算，且不得小于 40 mm。

8.4.2　梁、柱、墙内纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度超过 50 mm 时，宜采取相应的抗裂与防剥落构造措施；当在保护层内增设防裂、防剥落钢筋网片时，网片自身钢筋的保护层厚度不得小于 25 mm。

8.5　耐久性

8.5.1　配置 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构，其耐久性设计应按《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定执行。

8.5.2　配置 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构构件处于三类环境时，可采用阻锈剂、环氧涂层或阴极保护等措施。

9　施工质量控制

9.1　一般规定

9.1.1　配置高强钢筋的混凝土结构施工，除应执行本规程外，还应符合《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 和《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 的规定。

9.1.2　钢筋的牌号与规格应按设计文件选用。以高强钢筋替代其他强度等级钢筋时，应符合本规程第 9.1.3 条的规定，并应取得设计单位同意、办理设计变更手续。

9.1.3　钢筋代换时，除应满足设计对延伸率、构件承载力、裂缝与挠度验算以及抗震性能的要求外，还应符合最小配筋率、钢筋净距、保护层厚度、锚固长度、接头面积百分率与搭接长度等构造规定。

9.1.4　高强钢筋进入施工现场后，应按进场批次抽样复验，复验内容包括外观检查与力学、工艺性能检验；首次进场时尚应提供本规程附录 A 所列的质量证明文件。每捆钢筋均应挂设料牌并附有质量证明书，钢筋不得有损伤，表面不允许存在裂纹、油污以及颗粒状或片状老锈，外观检查不合格的钢筋严禁用于工程。

9.1.5　高强钢筋在制作、运输、存放及施工各环节，应采取措施防止钢筋混淆、锈蚀或损伤，并按品种、强度等级及规格型号分别堆放，设置明显标识。露天堆场应作硬化处理，并采取防水、防潮措施；成品钢筋应按工程部位、名称、编号及加工时间挂牌存放。

9.1.6　当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，并应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

9.1.7　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 5 章相关材料要求。

9.1.8　高强钢筋机械连接用套筒，其表面应刻制清晰且耐久的标识，标识至少包含名称代号、型式代号、钢筋强度级别代号、公称直径代号、厂家代号以及生产批号；该类套筒应按有关要求进行产品检验。

9.2 钢筋加工

9.2.1 高强钢筋的制作宜采用专业化生产的成型钢筋，并宜集中加工、配送。

9.2.2 高强钢筋的加工宜在常温条件下进行，制作过程中不得对钢筋加热。当环境温度低于－20 ℃时，不宜对高强钢筋实施冷弯加工。

9.2.3 高强钢筋调直宜采用无延伸功能的专用设备。调直作业不得损伤带肋钢筋的横肋。调直后的钢筋应顺直，不得出现局部弯折；弯折应一次成形，不得反复弯折；严禁采用冷拉方式提高钢筋强度。

9.2.4 高强钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

1 当直径为 28 mm 以下时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 6 倍；

2 当直径为 28 mm 及以上时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 7 倍；

3 箍筋弯折处的弯弧内直径，还不应小于纵向受力钢筋的直径。若该处纵向受力钢筋为搭接钢筋或并筋，则应按钢筋的实际排布情况确定箍筋的弯弧内直径。

9.2.5 高强钢筋采用机械锚固时，锚固端的加工质量应符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定；当采用钢筋锚固板时，应满足《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的要求。

9.3 钢筋连接与安装

9.3.1 高强钢筋机械连接施工应符合下列规定：

1 钢筋接头加工人员须经专业培训合格后方可上岗作业，接头加工前应先通过工艺检验；

2 连接施工开始前应先做工艺检验，并应提交钢筋连接接头的有效型式检验报告；

3 机械连接接头处的混凝土保护层厚度应满足本规程第 8.4.1 条要求，宜取不小于受力钢筋最小保护层厚度，并不得小于该最小厚度的 0.75 倍，同时不得小于 15 mm；相邻接头之间的横向净距不宜小于 25 mm；

4 直螺纹连接所用钢筋丝头的螺纹精度宜达到 6f 级（6f 级精度可按《普通螺纹公差》GB/T 197 执行），并应采用专用直螺纹量规检验：通规应能顺利旋入并达到

规定的拧入长度，止规的旋入量不应超过 3P（P 为螺距）；

5　机械连接接头安装完毕后，应用专用扭力扳手校核其拧紧扭矩。挤压接头的压痕直径波动应控制在允许的波动范围之内，并应用专用量规进行检验；

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；施工中应保护成品质量，未经许可不得随意弯曲。

9.3.2　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　钢筋丝头应符合产品设计规定，丝头长度不宜小于锚固板厚度，长度公差宜取＋1.0 P（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。

9.3.3　高强钢筋绑扎应符合下列规定：

1　钢筋的绑扎搭接接头应在接头中心和两端用铁丝扎牢；

2　墙、柱、梁钢筋骨架中所有竖向面钢筋网的交点均应绑扎；板上部钢筋网的交点同样应全部绑扎，底部钢筋网除边缘部分外可采取间隔交错绑扎；

3　梁、柱中箍筋的弯钩以及焊接封闭箍筋的焊点，应沿纵向受力钢筋方向错开布置；

4　构造柱纵向钢筋宜与承重结构同步绑扎；

5　梁、柱中的箍筋，墙中的水平分布钢筋以及板中钢筋，其距构件边缘的起始距离宜取 50 mm。

9.3.4　高强钢筋安装时应采用定位件固定其位置，宜优先采用专用定位件。定位件应具有足够的承载力、刚度、稳定性与耐久性，其数量、间距及固定方式应能保证钢筋位置偏差满足有关规定。混凝土框架梁、柱的保护层内不宜采用金属定位件。

9.3.5　在有腐蚀性环境的施工条件下使用高强钢筋时，钢筋安装验收合格后应立即浇筑混凝土，以缩短钢筋的暴露时间。

9.3.6 高强钢筋安装时，应采取防止钢筋受模板、模具内隔离剂污染的措施。

9.4 装配式结构钢筋连接施工

9.4.1 装配式结构中高强钢筋的连接施工，应在构件深化设计文件、专项施工方案和接头工艺检验齐备且合格的条件下进行。施工前应对作业人员进行专项技术交底和实操培训，挤压类连接的操作人员应经培训考核合格。

9.4.2 预制空腔柱纵向受力钢筋的连接施工应符合下列规定：

1 上层构件吊装前，应对下层构件预留插筋的位置偏差进行校正，插筋中心位置的允许偏差不应大于 3 mm，外露长度应满足接头安装要求；

2 构件吊装就位后应先校正并临时固定，再安装连接接头；不得在接头已受力状态下强行调整构件位置；

3 角部纵向钢筋宜采用可调组合直螺纹接头，中部纵向钢筋可采用组合挤压接头或轴向挤压锁闭式连接件；同一柱截面内采用不同连接形式时，应分别进行工艺检验；

4 接头安装完成并经隐蔽验收合格后，方可浇筑空腔内混凝土；浇筑时振捣棒不得直接冲击连接接头。

9.4.3 挤压类连接接头的施工应符合下列规定：

1 挤压设备应与套筒规格配套，施工前应标定并在有效期内使用；压模磨损超限时应及时更换；

2 挤压前应在钢筋上标出定位标记和压痕位置标记，钢筋插入套筒的深度应满足设计要求，两端钢筋在套筒内的插入长度应相等；

3 挤压应按工艺检验确定的顺序、方向和道次连续进行，中途不得停顿或改变挤压方向；

4 每道挤压完成后应及时用专用量规检查压痕直径；压痕直径超出允许波动范围的接头应判定为不合格，不得补压后重复使用；

5 雨天、雪天及环境温度低于连接件供应商规定的最低施工温度时，不得进行挤压作业；环境温度低于 0 ℃时，应按专项方案采取预热或保温措施。

9.4.4 可调组合直螺纹接头的施工，应按本规程第 9.3.1 条关于直螺纹连接的规定执行；其拧紧扭矩、外露螺纹扣数和锁母锁紧状态，应按供应商提供的工艺参数并经工艺检验确认后执行。

9.4.5 装配式结构后浇段及空腔内混凝土浇筑前，应对高强钢筋连接接头进行隐蔽工程验收。验收内容应包括接头型号与规格、接头位置与数量、接头外观与压痕或拧紧质量、保护层厚度以及接头处钢筋的位置偏差，验收合格并形成记录后方可浇筑混凝土。

10　检测与验收

10.1　一般规定

10.1.1　混凝土浇筑前，应进行钢筋隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

1　纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置；

2　钢筋的连接方式、接头位置与接头质量、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、间距与位置，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。

10.1.2　高强钢筋与成型高强钢筋进场时，应按批进行检验验收并实施见证取样。

10.1.3　高强钢筋应附有出厂质量证明书或检验报告，钢筋表面或每捆（盘）钢筋均应设有标识，且应核对其与订货牌号一致。

10.1.4　高强钢筋接头的检验批划分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。

10.1.5　钢筋锚固板施工前，应依现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 进行工艺检验与抗拉强度检验；螺纹连接锚固板另应检验钢筋丝头的加工质量与拧紧扭矩，焊接锚固板另应检验焊缝，同时应提供型式检验报告。

10.1.6　套筒进入施工现场时，材料供应商须提交与规格相对应的连接件型式检验报告，并具备防锈措施和质量证明文件；进场时应核对套筒外表面标识，其外观尺寸与抗拉强度的检验按现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 执行。

10.1.7　配置高强钢筋的混凝土结构工程，其施工质量验收应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 执行。

10.1.8　高强钢筋在项目应用中出现技术异议时，钢筋供应商应按本规程附录 C 的规定提供相关检验资料和证明材料。

10.2 钢筋材料验收

I 主控项目

10.2.1 高强钢筋进入施工现场时，应抽取试件做屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能及重量偏差检验，其结果应符合本规程附录 A 的规定：

检查数量：以进场批次划分检验批，同一批钢筋的生产厂家、牌号、规格与交货状态应相同，每批重量不大于 60 t；超出 60 t 的部分，每增加 40 t（余量不足 40 t 者亦计）增取拉伸与弯曲试样各 1 个。每批截取 5 个试件，先做重量偏差检验，再从中取 2 个做拉伸试验测定屈服强度、抗拉强度与伸长率，另取 2 个做弯曲试验。牌号带“E”的钢筋，其最大力总延伸率应作为必检项目。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

10.2.2 成型高强钢筋进场时，应取样检验屈服强度、抗拉强度、伸长率与重量偏差，检验结果应符合本规程附录 A 的规定。当施工或监理单位派员驻厂监督生产，并能提供原材料钢筋力学性能的第三方检测报告时，可只做重量偏差检验。

检查数量：对同一厂家、同一类型且钢筋来源相同的成型高强钢筋，以不超过 30 t 为一个检验批，每批中每种牌号、每种规格均应至少抽取 1 个钢筋试件，试件总数不得少于 3 个。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

II 一般项目

10.2.3 钢筋进场后应按批抽样进行外观检查。每捆钢筋均应挂设料牌并附有质量证明文件，钢筋不得受损，表面不允许有裂纹、油污及颗粒状或片状老锈；外观检查不合格者严禁使用。

检查数量：全数。检验方法：观察。

10.2.4 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 60 t 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。

10.2.5 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。

10.3 钢筋加工质量

I 主控项目

10.3.1 高强钢筋弯折后的平直段长度应满足设计要求，并符合《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定；弯弧内直径应符合下列规定：

1 高强钢筋末端可不制作弯钩；当末端需制作 90°或 135°弯折时，钢筋的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 6 倍；

2 箍筋的弯折半径不得小于纵向受力钢筋的直径；当弯折处的纵向受力钢筋采用搭接或并筋时，箍筋弯弧内直径应按钢筋的实际排布情况确定。

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。

10.3.2 高强钢筋箍筋、拉筋的末端应按设计要求作弯钩，并应符合下列规定：

1 对一般结构构件，箍筋弯钩的弯折角度不小于 90°，弯折后的平直段长度不小于箍筋直径的 5 倍；对有抗震设防要求或设计另有专门要求的结构构件，箍筋弯钩弯折角度不小于 135°，弯折后平直段长度取箍筋直径的 10 倍与 75 mm 二者中的较大值；

2 圆柱箍筋的搭接长度不应小于受拉锚固长度，且两端均应做不小于 135°的弯钩；弯折后的平直段长度，对一般结构构件不小于箍筋直径的 5 倍，对有抗震设防要求的结构构件取箍筋直径 10 倍与 75 mm 中的较大值；

3 当高强钢筋作为梁、柱复合箍筋中的单肢箍，或作为梁腰筋之间的拉结筋时，两端弯钩的弯折角度均不得小于 135°，弯钩后的平直段长度按第 1 款执行；拉筋用于剪力墙、楼板等构件的拉结时，两端弯钩可做成一端 135°、另一端 90°，弯折后的平直段长度不小于拉筋直径的 5 倍。

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。

II　一般项目

10.3.3　高强钢筋加工后的形状、尺寸应满足设计要求，钢筋加工的允许偏差及其检验方法应符合表 10.3.3 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。

表 10.3.3　钢筋加工允许偏差和检验方法

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

10.4　钢筋连接质量

I　主控项目

10.4.1　高强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，尺量。

10.4.2　钢筋采用机械连接或焊接时，接头的力学性能与弯曲性能应满足国家现行有关标准的要求，接头试件应在工程实体上截取。检查数量：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定执行。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

10.4.3　钢筋机械连接时，螺纹接头应检查拧紧扭矩，挤压接头应量测压痕直径，检查结果应满足《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

检查数量：应按现行行业标准《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。

II　一般项目

10.4.4 接头设置部位应满足设计文件与施工方案的规定。对有抗震设防要求的结构，梁端、柱端的箍筋加密区内不得设置钢筋搭接接头。接头末端与钢筋弯起点之间的距离，不应小于钢筋直径的 10 倍。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

10.4.5 钢筋机械连接接头与焊接接头的外观质量，应满足《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《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 与《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定执行。

检验方法：观察，尺量。

10.4.6 纵向受力钢筋采用机械连接或焊接接头时，同一连接区段内的接头面积百分率应满足设计要求；设计未作规定时，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，接头面积百分率不应超过 50%。

检查数量：抽检比例统一取 10%。梁、柱与独立基础按构件计数，抽查件数不得少于 3 件；墙与板按有代表性的自然间计数，抽查间数不得少于 3 间；大空间结构的墙可沿相邻轴线按约 5 m 高度划为若干检查面，楼板可按纵、横轴线分区划为检查面，检查面抽查数量均不得少于 3 面。

检验方法：观察，尺量。

10.4.7 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 25 mm；

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；设计未提出具体要求时，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）当工程中确有需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：抽检数量均按 10%控制。梁、柱及独立基础以构件为计数单位，且不少于 3 件；墙、板以有代表性的自然间为计数单位，且不少于 3 间；大空间结构可将墙体按相邻轴线间约 5 m 高度分段、楼板按纵横向轴线分块作为检查面，各检查面抽检不少于 3 面。

检验方法：观察，尺量。

10.4.8 梁、柱类构件纵向受力钢筋在搭接长度范围内，箍筋配置应符合设计要求；设计未提出具体要求时，按下列规定执行：

1 箍筋直径不应小于搭接钢筋较大直径的 1/4；

2 受拉搭接区段内箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍，同时不应大于 100 mm；

3 受压搭接区段内箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍，同时不应大于 200 mm；

4 柱中纵向受力钢筋直径大于 25 mm 时，应在搭接接头两端面之外各 100 mm 范围内设置两道箍筋，箍筋间距宜取 50 mm。

检查数量：在同一检验批内，应抽查构件数量的 10 %，且不应少于 3 件。

检验方法：观察，尺量。

10.5 钢筋安装质量

I 主控项目

10.5.1 高强钢筋应安装牢固。受力钢筋的安装位置、锚固方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

II 一般项目

10.5.2 钢筋安装的允许偏差及其检验方法应按表 10.5.2 执行；受力钢筋保护层厚度检验的合格点率不得低于 90%，且任一测点的偏差不得超过表中规定值的 1.5 倍。

检查数量：各检验项目的抽检比例均为 10%。梁、柱与独立基础按构件数量抽检且不少于 3 件；墙、板按有代表性的自然间抽检且不少于 3 间；大空间结构的墙体可

按相邻轴线间约 5 m 高度划分检查面，楼板可按纵、横轴线划分检查面，检查面抽检数量均不少于 3 面。

表 10.5.2　钢筋安装允许偏差和检验方法

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
	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

10.6　装配式结构钢筋连接质量

I　主控项目

10.6.1　装配式结构中高强钢筋连接接头的型式检验报告、工艺检验报告和连接件出厂合格证应齐全、有效且相互对应。型式检验报告应载明被连接钢筋牌号为 HRB630 或 HRB630E、强度等级为 630 MPa 级、接头性能等级为I级，并处于有效期内。

检查数量：按同一生产厂家、同一型号、同一规格的连接件划分检验批，全数核查。

检验方法：检查型式检验报告、工艺检验报告、出厂合格证及产品标识。

10.6.2　装配式结构中高强钢筋机械连接接头的力学性能应符合设计要求，现场检验应按下列规定执行：

1　同一施工条件下采用同一批材料的同等级、同型式、同规格接头，应以 500 个为一个验收批，不足 500 个也应按一批计，每批随机截取 3 个接头试件进行单向拉伸试验；

2　预制空腔柱纵向受力钢筋连接接头，宜按同一规格、同一连接形式、每 500 个或每一楼层划分验收批，二者取其较小者；对重要构件或有抗震设防要求的结构，每批取样数量应加倍；

3　试件应在工程实体上截取；工程实体取样确有困难时，应在同一施工条件下制作平行试件，并应在检验记录中注明。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

II　一般项目

10.6.3　挤压类连接接头的外观与压痕质量应符合下列规定：

1　接头表面不得有裂纹、折叠、明显的压伤或局部减薄；

2　压痕直径应处于工艺检验确定的允许波动范围内，并应采用专用量规全数检查；

3　两端钢筋在套筒内的插入长度应满足设计要求，接头处钢筋轴线偏移不应大于 2 mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，专用量规量测。

10.6.4　预制构件外伸钢筋及预留插筋的安装位置偏差应符合设计文件和施工方案的规定；设计未作规定时，预留插筋中心位置偏差不应大于 3 mm，外露长度偏差应为 0～＋10 mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

附录 A（规范性） HRB630、HRB630E 级钢筋技术性能

A.1 钢筋的牌号和化学成分应符合下列规定：

a）钢筋的牌号、化学成分及碳当量（熔炼分析）应符合表 A.1 的规定。根据需要，钢中还可加入 V、Nb、Ti 等元素。

b）碳当量 C_{eq}（%）可按式（A.1）计算：

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + V + Mo)/5 + (Cu + Ni)/15 \qquad (A.1)$$

式中：C_{eq}——碳当量，%；C、Mn、Cr、V、Mo、Cu、Ni——分别为钢中相应元素含量的质量分数，%。

c）钢中铜的残余含量（质量分数）不应大于 0.30%。

d）钢中氮的质量分数不应超过 0.012%，供方能保证时可不做分析；若钢中含有足量的固氮元素，含氮量上限可适当放宽。

e）钢筋成品的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定，碳当量 C_{eq} 的允许偏差取＋0.03%。

表 A.1 钢筋的牌号、化学成分和碳当量

钢筋牌号	化学成分（质量分数）/%					碳当量 C_{eq}/%
	C	Si	Mn	P	S	
HRB630、HRB630E	0.28	0.80	1.60	0.035	0.035	0.58

注：表中 C、Si、Mn、P、S 为化学成分（质量分数）的最大值，%；C_{eq} 为碳当量的最大值，%，按式（A.1）计算。

A.2 钢筋的力学性能应符合下列规定：

a）交货状态的力学性能应符合表 A.2 的规定。

b）HRB630E 钢筋除应符合表 A.2 的规定外，尚应符合下列规定：

1）钢筋抗拉强度实测值 f_{st}^{0} 与屈服强度实测值 f_{y}^{0} 之比不应小于 1.25；

2）钢筋屈服强度实测值 f_{y}^{0} 与表 A.2 规定的屈服强度标准值 f_{yk} 之比不应大于 1.30；

3）钢筋的最大力总延伸率 δ_{gt} 不应小于 9%。

c）根据供需双方协议，伸长率类型可从断后伸长率 δ 或最大力总延伸率

δ_{gt} 中选定；如伸长率类型未经协议确定，则采用δ，仲裁试验时采用δ_{gt}。

表 A.2　交货状态钢筋的力学性能

钢筋牌号	屈服强度标准值 f_{yk}/MPa	极限强度标准值 f_{stk}/MPa	断后伸长率 δ/%	最大力总延伸率δ_{gt}/%	实测值比值	
					f_{st}^0/f_y^0 不小于	f_y^0/f_{yk} 不大于
HRB630	630	790	15	7.5	—	—
HRB630E	630	790	15	9.0	1.25	1.30

注：1　f_{st}^0为钢筋抗拉强度实测值，f_y^0为钢筋屈服强度实测值。

2　公称直径为 28 mm～40 mm 的钢筋，其断后伸长率δ可降低 1%；公称直径大于 40 mm 的钢筋，断后伸长率δ可降低 2%。

3　HRB630E 钢筋的伸长率可按断后伸长率δ或最大力总延伸率δ_{gt}进行判定。

4　做f_{st}^0/f_y^0与f_y^0/f_{yk}试验时，自然时效的时间不宜少于 96 h；若存在争议，应改作人工时效，人工时效按 GB/T 28900 执行。

A.3　钢筋的工艺性能应符合下列规定：

a）钢筋应进行弯曲试验。按表 A.3 规定的弯弧内直径弯曲 180°后，钢筋受弯部位表面不应产生裂纹。

b）钢筋须做反向弯曲试验，试验后受弯部位外表面不得出现裂纹。反向弯曲的弯弧内直径，应在弯曲试验规定值的基础上再加大一个钢筋公称直径。

c）钢筋的疲劳性能可通过疲劳试验测定，疲劳试验的技术要求和试验方法应符合 GB/T 28900 的规定。

表 A.3　钢筋的弯曲性能

钢筋牌号	公称直径 d/mm	弯弧内直径
HRB630、HRB630E	6~25	6d
	28~40	7d

注：弯弧内直径按钢筋公称直径 d 的倍数取用；反向弯曲试验的弯弧内直径在此基础上增加一个 d。

A.4　钢筋宜采用机械连接，钢筋的机械连接的质量检验与验收应符合相关国家和行业标准的规定：

a）公称直径不小于 14mm 的受力钢筋连接推荐采用直螺纹套筒方式连接。

b）机械连接用套筒的材质、性能等级与制作质量应符合本规程第 5.2 节的规定；接头的性能等级、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。

b）钢筋机械连接接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力下总伸长率，以及高应力和大变形条件下反复拉压性能，划分为I级、II级、III级三个等级。高强钢筋机械连接接头等级宜选用I级或II级。

c）接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环，经历拉压循环后，其实测极限抗拉强度应符合表 A.4 的规定。

表 A.4　钢筋机械连接接头的实测极限抗拉强度

接头等级	实测极限抗拉强度	变形性能要求
I级	断于钢筋时不小于 f_{stk}；断于接头时不小于 $1.10f_{stk}$	应符合 JGJ 107 中I级接头的规定
II级	不小于 f_{stk}	应符合 JGJ 107 中II级接头的规定
III级	不小于 $1.25f_{yk}$	应符合 JGJ 107 中III级接头的规定

注：1　f_{stk} 为钢筋极限抗拉强度标准值，f_{yk} 为钢筋屈服强度标准值。

2　连接件破坏指断于套筒、套筒纵向开裂、钢筋从套筒中拔出以及其他形式的连接组件破坏。

d）接头的残余变形、最大力下总伸长率等变形性能指标，以及高应力、大变形条件下的反复拉压性能，应符合 JGJ 107 的相应规定。

e）接头等级的选用应符合本规程第 8.2.3 条的规定；采用挤压类机械连接接头时，接头性能等级应为I级，并应符合本规程第 5.2.8 条、第 5.2.9 条和第 8.2.8 条的规定。

f）公称直径不小于 14 mm 的受力钢筋宜采用剥肋滚压直螺纹连接；采用其他连接工艺时，应经工艺检验确认接头性能满足设计要求。

g）每种规格钢筋、每种连接形式的接头在正式施工前均应进行工艺检验；工艺检验与现场检验的取样数量、检验项目和判定规则，应符合 JGJ 107 和本规程第 10 章的规定。

A.5　钢筋的疲劳性能应符合下列规定：

a）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。

b）疲劳性能检验应按照现行国家标准《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T28900进行，在不同根(盘)钢筋切取 5 支。

A.6　钢筋的外形、尺寸、重量偏差及外观质量应符合下列规定：

a）高强钢筋应采用月牙肋带肋钢筋，其外形尺寸及允许偏差应符合 GB 1499.2 的规定；钢筋外形与外观的检查项目、技术要求及检验方法可按表 A.5 执行。

表 A.5　钢筋外形与外观的检查项目、技术要求及检验方法

序号	检查项目	技术要求	检验方法
1	内径 d1	应符合 GB 1499.2 的规定	游标卡尺量测，精确到 0.1 mm
2	横肋高 h	应符合 GB 1499.2 的规定，且不应出现负偏差	专用量具或游标卡尺量测
3	纵肋高 h1	不应大于 GB 1499.2 规定的限值	专用量具或游标卡尺量测
4	横肋间距 l	应符合 GB 1499.2 的规定	钢尺量测平均肋距，精确到 0.1 mm
5	横肋宽 b、纵肋宽 a	应符合 GB 1499.2 的规定	游标卡尺量测
6	横肋与钢筋轴线夹角β	不应小于 45°，且不应大于 70°	角度尺量测
7	纵肋斜角θ	宜为 0°～30°	角度尺量测
8	表面质量	不得有横向裂纹、结疤和折叠；允许有凸块，但不得超过横肋的高度	观察检查，必要时量测
9	重量偏差	应符合 GB 1499.2 的规定，见本附录 A.5d）	衡器称量，尺量
10	标志	牌号标志、公称直径毫米数字及厂名（或商标）清晰可辨	观察检查

注：1　d1 为钢筋内径，h 为横肋高，h1 为纵肋高，l 为横肋间距，b 为横肋宽，a 为纵肋宽，β为横肋与钢筋轴线的夹角，θ为纵肋斜角。

2　横肋高、纵肋高应取同一截面两侧肋中心高度的平均值，即测取钢筋最大外径减去该处内径所得数值的一半，应精确到 0.1 mm。

3　横肋间距应采用测量平均肋距的方法，即测取钢筋一面上第 1 个与第 11 个横肋的中心距离，除以 10 后作为横肋间距，应精确到 0.1 mm。

b）钢筋表面不得有横向裂纹、结疤和折叠；表面允许有凸块，但不得超过横肋

的高度；表面上其他缺陷的深度和高度不得大于所在部位尺寸的允许偏差。

c）试样经钢丝刷刷过后，其重量、尺寸、横截面面积和拉伸性能仍符合 GB 1499.2 的规定时，锈皮、表面不平整或氧化铁皮不应作为拒收的理由。

d）钢筋实际重量与公称重量的偏差应符合 GB 1499.2 的规定：公称直径 6 mm～12 mm 时为±5.5%，14 mm～20 mm 时为±4.5%，22 mm～40 mm 时为±3.5%。

e）钢筋应在其表面轧上牌号标志、公称直径毫米数字及厂名（或商标）；标志应清晰明了，标志的尺寸由供方按钢筋直径大小确定，与标志相交的横肋可以取消。

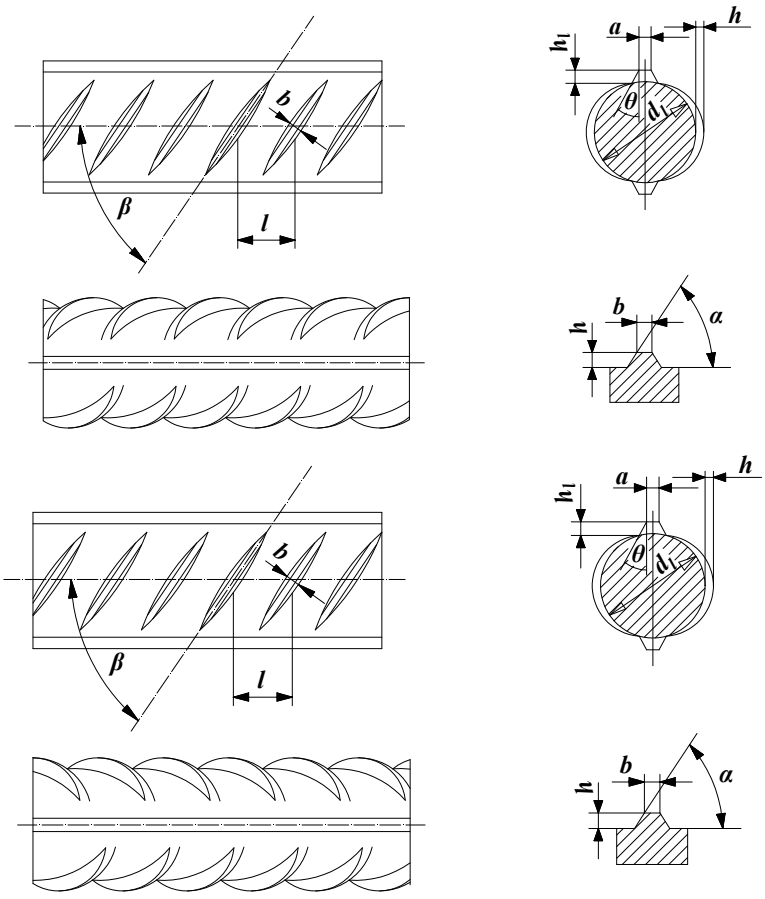


图 A.5　钢筋表面及截面形状

d_l——钢筋内径；　　β——横肋与轴线夹角；　　a——纵肋顶宽；

α——横肋斜角；　　h_l——纵肋高度；　　l——横肋间距；

h——横肋高度；　　θ——纵肋斜角；　　b——横肋顶宽。

A.7　钢筋的试验方法、检验规则及质量证明书应符合 GB 1499.2 的规定。

A.8　钢筋的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定；钢筋的重量偏差项目不应进行复验。

附录 B（规范性）　钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量

B.1　钢筋的公称直径、公称横截面面积及理论重量应符合表 B.1 的规定。

表 B.1　钢筋的公称直径、公称横截面面积及理论重量

公称直径/mm	不同根数钢筋的公称横截面面积/mm²									理论重量(kg/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6	28.3	57	85	113	142	170	198	226	254	0.222
8	50.3	101	151	201	252	302	352	402	453	0.395
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	0.617
12	113.1	226	339	452	565	679	792	905	1017	0.888
14	153.9	308	462	616	770	924	1078	1232	1385	1.21
16	201.1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	1.58
18	254.5	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	2.00
20	314.2	628	942	1257	1571	1885	2199	2513	2827	2.47
22	380.1	760	1140	1521	1901	2281	2661	3041	3421	2.98
25	490.9	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	3.85
28	615.8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4.83
32	804.2	1608	2413	3217	4021	4825	5630	6434	7238	6.31
36	1018	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7.99
40	1257	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9.87

注：1　表中第 2 列~第 10 列相应为 1 根~9 根钢筋的公称横截面面积之和，单位为 mm^2。

2　理论重量按钢筋密度为 7.85g/cm^3计算。

附录 C（规范性）　HRB630、HRB630E 级钢筋检验

C.1　检验项目

C.1.1 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 C.1 的规定。

表 C.1　热轧带肋高强钢筋的检验

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 4336 或通用的化学分析方法
2	拉伸	2	不同根（盘）钢筋切取	GB/T 28900、C.2.1
3	弯曲	2	不同根（盘）钢筋切取	GB/T 28900、C.2.1
4	反向弯曲	1	任 1 根（盘）钢筋切取	GB/T 28900、C.2.1
5	金相组织	2	不同根（盘）钢筋切取	GB/T 13298、GB/T 13299
6	疲劳试验	—	—	GB 1499.2
7	连接性能	—	—	JGJ 18、JGJ 107
8	尺寸	逐根（盘）	—	C.2.2
9	表面	逐根（盘）	—	目测
10	重量偏差	—	C.2.3	C.2.3

注：1　化学成分试验宜优先采用 GB/T 4336；当对化学分析结果存在争议时，仲裁试验按 GB/T 223（所有部分）的规定进行。

2　疲劳性能与连接性能的型式检验，仅在原材料、生产工艺或设备发生重大变更以及新产品投产时进行；产品首次使用时应提供晶粒度、金相组织及连接性能的检测报告。

3　钢筋的金相组织应以铁素体加珠光体为主，基圆上不应出现回火马氏体组织；钢筋的宏观金相、截面维氏硬度及微观组织应符合 GB 1499.2 的规定。

4　准许用反向弯曲检验项目代替弯曲检验项目。

C.1.2 钢筋成品的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定，碳当量 C_{eq} 的允许偏差为＋0.03%。

C.2　试验方法

C.2.1　拉伸、弯曲、反向弯曲试验应符合下列规定：

a）拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不应进行车削加工。

b）试验试样截面面积应采用公称横截面面积。

c）作反向弯曲试验时，试样先正向弯 90°，再于 100 ℃±10 ℃的环境中保温至少 30 min，自然冷却后反向弯 20°；上述两个弯曲角度都应在荷载保持状态下量测。若钢筋经人工时效后反向弯曲性能合格，则正向弯曲后的试样也可在室温条件下直接进行反向弯曲。

C.2.2　尺寸测量应符合下列规定：

a）钢筋内径的测量应精确到 0.1 mm。

b）纵肋与横肋高度按下法量测：取同一截面两侧横肋中心高度的平均值，即以钢筋最大外径减去该处内径所得差值的一半作为该处肋高，量测精确至 0.1 mm。

c）横肋间距按平均肋距法量测：在钢筋同一面上量取第 1 个与第 11 个横肋中心之间的距离，除以 10 即为横肋间距，量测精确至 0.1 mm。

C.2.3　重量偏差的测量应符合下列规定：

a）重量偏差检验的试样应从不同根钢筋上随机截取，数量不少于 5 支，单支长度不小于 500 mm；长度逐支量测并精确至 1 mm，试样总重量称量的精确度应达到 1 g。

b）钢筋实际重量与理论重量的偏差（%）应按式（C.1）计算：

$$\eta = (M - L\times m)/(L\times m) \times 100 \qquad (C.1)$$

式中：η——实际重量与理论重量的偏差，%；

M——试样实际总重量（g）；

L——试样总长度（mm）；

m——理论单位重量（g/mm）。

C.2.4　最大力总延伸率δgt 的检验应按 GB/T 28900 的有关规定进行。

C.2.5　检验结果的数值修约与判定应符合 YB/T 081 的规定。

C.3　检验规则

C.3.1　钢筋的检验应分为特征值检验和交货检验。

C.3.2　特征值检验应符合下列规定：

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 的有关规定。

C.3.3　交货检验应符合下列规定：

1　交货检验应适用于钢筋验收批的检验。

2　检验批的确定应符合下列规定：

1）凡牌号、炉罐号、规格、加工方法和交货状态均相同的钢筋，可按不大于 60 t 划分为一个检验批，取样数量按表 C.1 执行；批量大于 60 t 时，每增加 40 t（余数不足 40 t 者按 40 t 计），应增取拉伸试样 1 个、弯曲试样 1 个和反向弯曲试样 1 个。

2）由若干炉罐号组成混合批时，各炉罐号之间的含碳量差值不得大于 0.02%，含锰量差值不得大于 0.15%；混合批每批不大于 60 t，取样数量按表 C.1 执行；批量超过 60 t 后，每增加 40 t（余数不足 40 t 时按 40 t 计），应增取 1 个拉伸试样和 1 个弯曲试样。

3　钢筋的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定；重量偏差项目不应进行复验。

C.4　应用技术条件：

C.4.1　实验室的试验方法应符合现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T50152 的有关规定。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内容：

（a）梁式粘结锚固性能试验；

（b）梁构件正截面抗弯性能试验、斜截面抗剪性能试；

（c）柱构件轴心受压性能试验、偏心受压性能试验；

（d）柱构件抗震性能试验。

本规程用词说明

1　为使本规程条文在执行中便于区别对待，对要求严格程度不同的用词作如下说明：

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，在正常条件下均应这样做的：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，条件许可时应优先采用的：正面词用“宜”，反面词用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

附：条文说明

推广高强钢筋可降低钢材消耗，减少资源与能源投入及环境负荷，同时提高结构的安全储备。高强钢筋与高强混凝土配套使用，还能够减小构件截面与结构自重、降低运输成本、缓解钢筋拥挤、便利施工并有助于保证工程质量。在梁柱纵向钢筋、大跨度楼板、厚筏基础、锚杆与支护桩以及剪力墙受力筋中采用高强钢筋，节材效果尤为突出；同时可改善梁柱节点区钢筋过密的问题，利于混凝土浇筑密实。推广高强钢筋契合我国可持续发展战略，工程价值与经济效益显著。

山东省住房和城乡建设厅、山东省经济和信息化委员会《关于加快应用高强度钢筋的实施意见》（鲁建发〔2012〕36 号）对加快高强钢筋的推广应用提出了明确要求。编制本规程是为了落实国家和山东省的技术经济政策，规范 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构工程中的应用。

编制组按章、节、条的顺序编写本条文说明，目的是便于设计、施工及验收人员理解与执行本规程条文。条文说明侧重于交代条文规定的目的、依据以及执行中需注意的事项，不具有与规程正文同等的法律效力。除特别注明的情况外，本规程中的高强钢筋均指 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋（HRB630、HRB630E）。

1　范围

（1） 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 这一国家标准已列入 600 MPa 级热轧带肋钢筋；江苏、福建、陕西、甘肃、江西、安徽、河北、河南、新疆等省（自治区）也陆续发布了 600 MPa 级及以上高强钢筋用于混凝土结构的技术标准。但现行《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 把混凝土结构用普通钢筋的最高强度等级限定为 500 MPa 级，致使 630 MPa 级高强钢筋的工程应用目前缺少国家标准依据。

（2） 郑州大学、上海市建筑科学研究院有限公司、太原理工大学等单位先后针对 630 MPa 级高强钢筋混凝土构件的基本力学性能与抗震性能开展试验，给出若干结论与建议。本规程以 GB/T 50010 为基础，吸取上述试验与理论分析成果，借鉴已有标

准，对 630 MPa 级高强钢筋在混凝土结构中的应用作出规定；其适用对象为山东省行政区域内配置 HRB630、HRB630E 高强钢筋的普通混凝土结构建筑物与构筑物，涵盖设计、施工及质量验收。

（3） HRB630、HRB630E 高强钢筋的延性、韧性及抗震性能指标，系参照 GB 1499.2、GB/T 50010、GB/T 50011 等相关标准确定，具体性能指标见本规程附录 A。

（4） 在钢筋混凝土构件中，高强钢筋可用作纵向受力钢筋；在预应力混凝土构件中，可用作非预应力受力钢筋；在承受剪力、扭矩或冲切作用的构件中，可用作横向钢筋。地基基础与边坡支护工程中的复合地基增强体、基桩、支护排桩、地下连续墙、土钉以及普通锚杆，其受力钢筋同样允许采用高强钢筋。

（5） 由于缺乏相应的试验研究，高强钢筋目前尚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的混凝土构件。

（6） 试验研究与工程实践表明，高强钢筋在混凝土构件中的受力性能与普通钢筋基本一致，也可与其他品种钢筋混合配筋。建议优先将其用于配筋由承载能力极限状态控制的钢筋混凝土构件纵向受拉钢筋，例如按抗爆设计的人防工程和按抗倒塌设计的结构；地下室结构、基础、基坑围护与边坡支护工程，以及预应力构件中的非预应力受力钢筋，宜采用 630 MPa 级高强钢筋，以取得明显的节材效果。

（7） 本规程提出 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋用于混凝土结构的基本技术要求。应用该类钢筋时，除遵守本规程外，本规程未涉及的技术内容尚应符合国家现行有关标准的规定。本规程未作具体规定时，结构及构件的分析、计算与构造按现行国家标准、行业标准执行。

2 规范性引用文件

（1） 本章列出本规程条文所引用的国家和行业标准。对标注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本规程；未标注日期的引用文件，其最新版本（含所有修改单）适用于本规程。引用文件先列国家标准、后列行业标准，同一层级内按标准编号由小到大排序。

（2） 引用的国家标准中，GB 1499.2 为高强钢筋产品标准，是本规程材料章节的主要依据；GB/T 50010、GB/T 50011 为本规程设计计算与构造规定的主要依据；GB 55001、GB 55002、GB 55003、GB 55008 为全文强制的通用规范，其规定必须严格执行。引用的行业标准中，JGJ 107、JG/T 163 为钢筋机械连接及套筒的依据，JGJ 256 为钢筋锚固板的依据，JGJ 18、JGJ/T 27 为钢筋焊接及接头试验的依据。

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

3.1.1 普通热轧钢筋按热轧状态交货，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存在。

3.1.2 带肋钢筋表面的横肋（纵肋）可显著增强钢筋与混凝土之间的粘结锚固性能，是保证钢筋与混凝土共同工作、发挥高强钢筋强度的重要条件。高强钢筋强度高、锚固长度要求长，横肋的几何参数（肋高、肋间距、相对肋面积）对锚固性能影响更大，施工中应采取措施保护横肋不受损伤。

3.1.3 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋包括 HRB630、HRB630E 两个牌号，其屈服强度标准值为 630 N/mm²。牌号带“E”者为抗震钢筋，除应满足一般力学性能指标外，尚应满足本规程第 5.1.6 条对抗震性能指标的规定。

3.1.9 钢筋牌号用于标识钢筋品种，由钢筋品种的英文字头与屈服强度标准值共同构成。牌号 HRB630 即由 HRB 加上屈服强度标准值 630 MPa 组成，其中 HRB 来自“热轧带肋钢筋”的英文 Hot rolled ribbed bars；牌号后缀的“E”表示抗震钢筋，取自英文 Earthquake。

3.1.13、3.1.14 钢筋锚固板是解决高强钢筋锚固长度不足的有效措施。全锚固板与部分锚固板的区别在于承压面积的大小，本规程推荐采用部分锚固板，其构造要求见本规程第 8.1.6 条。

3.2 符号

3.2.1～3.2.4 本章符号按材料性能、作用与作用效应、几何参数、计算系数及其他分类编排，符号体系与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 保持一致。本章未列出的符号，一律按 GB/T 50010 的规定采用。

4 基本规定

4.1 本条说明本规程与《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《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 之间的衔接关系。配置高强钢筋的混凝土结构，在设计内容、计算方法、构造措施、承载能力极限状态与正常使用极限状态验算、耐久性设计以及抗连续倒塌设计原则等方面均与上述标准一致，本规程仅针对高强钢筋应用中的特殊问题作出补充规定。

4.2 本条为承载能力极限状态设计的基本表达式，适用于本规程结构构件的承载力计算。表达式的形式与 GB/T 50010 一致，其中钢筋强度设计值按本规程第 5.1.5 条取用。

4.3 正常使用极限状态验算的基本表达形式与 GB/T 50010 的规定一致。

4.4 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 按裂缝控制的严格程度将构件划分为三个等级，设计时应结合工程实际选用。从国际上看，裂缝控制等级的划分通常综合考虑结构功能要求、环境对钢筋锈蚀的影响、钢筋品种对腐蚀的敏感程度以及荷载持续时间等因素，GB/T 50010 的划分同样体现了上述原则。由于配置高强钢筋后钢筋工作应力提高，相同配筋率下的裂缝宽度大于普通钢筋，因此在确定裂缝控制等级时更应慎重。

4.7 本条规定了高强钢筋的适用范围。高强钢筋强度高、延性相对降低，且不宜进行焊接和反复弯折，因此不得用于结构构件中的吊钩、吊环；吊钩、吊环应采用延性、韧性和焊接性良好的钢筋，并应符合 GB/T 50010 的有关规定。

4.8 本条明确本规程是对采用 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的构件和结构的基本要求，强调与其他标准的配套使用关系。

5 材料

5.1 钢筋

5.1.1、5.1.2 本规程采用的 HRB630、HRB630E 高强钢筋，其各项性能应满足《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规定，具体指标要求见本规程附录 A；钢筋的公称直径、公称横截面面积与理论重量可查用附录 B。

5.1.3 GB/T 50010 规定钢筋强度标准值的保证率不应小于 95%。本条给出了 HRB630、HRB630E 高强钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值以及钢筋延性（最大力总延伸率）特征值等设计参数。GB 1499.2 已列入 HRB600，并规定其极限强度标准值为 730 N/mm²；本规程列入 HRB630 钢筋，为与国际标准相接轨，极限强度标准值取 790 N/mm²。

太原理工大学土木工程学院对 HRB630E 钢筋的拉伸性能作了系统检验，屈服强度实测值为 660～711 N/mm²，抗拉强度实测值为 849～895 N/mm²，最大力总延伸率为 9.8%～11.2%，断后伸长率为 21.0%～32.1%，强屈比为 1.25～1.30，屈标比为 1.05～1.13。屈服强度实测值普遍高于 630 N/mm²，抗拉强度实测值普遍高于 790 N/mm²，表明本条取屈服强度标准值 630 N/mm²、极限强度标准值 790 N/mm² 具有 95% 以上的保证率，取值适当；同时也说明该牌号钢筋的实际强度储备较为充足，按标准值设计不会出现强度不足的问题。

5.1.4 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》GB50010，与 HRB500 钢筋取值一致，为 $2.00\text{X}10^5\text{N/mm}^2$。受制作偏差、基圆面积率差异等因素影响，钢筋实际受力后的变形模量存在一定不确定性，必要时也可通过试验测定钢筋的实际弹性模量，供设计计算采用。

5.1.5 抗拉强度设计值：630 MPa 级热轧带肋钢筋的抗拉强度设计值，取其强度标准值与材料分项系数γ_s之比。《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定，HRB400 级钢筋材料分项系数取为 1.10，HRB500 级钢筋材料分项系数取为 1.15，参考 HRB500 钢筋材料分项系数γ_s取 1.15。f_y即f_{yk}除以γ_s，为 630 除以 1.15，得 547.8 N/mm²，取整后抗拉强度设计值f_y定为 545 N/mm²。

轴心受压构件及小偏心受压构件的钢筋抗压强度设计值：当混凝土压应力达到其轴心抗压强度设计值f_c时，相应的压应变为0.002，若采用630 MPa级钢筋，则其抗压强度设计值f_y'取400 N/mm²。

东南大学完成的11根偏心受压柱试验和长安大学完成的17根足尺大偏心受压柱承载力试验表明配置热处理高强钢筋的偏心受压柱受压纵筋均能屈服。对于配置有纵筋及箍筋的热处理高强钢筋混凝土构件，混凝土峰值应力及峰值应变均有较大提高，试验中所测得的混凝土极限压应变均大于规范理论值0.0033，最高可达0.0053，极限压应变的增大有利于高强钢筋受压屈服。

虽然从试验中得到大偏心与小偏心柱构件受压钢筋均可屈服且混凝土极限压应变大于0.0033，但是按照《混凝土结构设计规范》GB50010的理论，在纵向受压钢筋的应力达到屈服强度之前及达到屈服强度后的一定塑性转动范围内，截面的平均应变基本符合平截面假定，受压区钢筋的发挥受混凝土极限压应变限制。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/mm²。考虑到《混凝土结构设计规范(2015年版)》GB50010-2010对HRB500钢筋的抗压强度取值为435N/mm²，因此本规程对受压钢筋抗压强度设计值偏安全地取为435N/mm²。

横向钢筋的强度取值：依据试验结果，用于受剪、受扭及受冲切的箍筋，其抗拉强度设计值f_{yv}限制在360 N/mm²以内；限制其数值不大于360 N/mm²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。

HRB630热轧带肋高强钢筋的疲劳应力幅限值目前尚缺乏系统的试验研究，应通过专项试验确定，本规程暂不给出具体数值。

参考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。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》GB50038 和 GB50038 等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”。630MPa 级热轧带肋高强钢筋抗拉、抗压强度分别为 545 N/mm^2、435 N/mm^2，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/mm^2，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。

5.1.6 针对抗震等级为一级、二级和三级的框架类构件（含斜撑），本条要求纵向受力钢筋实测抗拉强度与实测屈服强度之比（强屈比）不低于 1.25，意在使构件在形成塑性铰或产生较大塑性变形之后，铰区仍保有充分的转动与耗能能力，使钢筋在大变形下保有必要强度储备，从而维持构件的基本抗震承载力。同时规定实测屈服强度与屈服强度标准值之比（屈强比）不超过 1.30，其目的在于落实“强柱弱梁、强剪弱弯”的内力调整，避免钢筋屈服强度离散性过大而削弱上述概念设计的效果。纵向钢筋的延性与伸长率是衡量钢筋延性的关键指标，最大力总延伸率限值取 9%，用以保证抗震大变形工况下框架柱、框架梁、伸臂桁架及楼梯梯段中的纵向钢筋具备足够的延性与塑性变形能力，该取值源自 GB 1499.2 对钢筋抗震性能的规定。

5.2 连接件

5.2.1 钢筋连接套筒是机械连接接头的关键部件，其材料、加工精度和尺寸偏差直接影响接头的传力性能。除本节的专门规定外，套筒尚应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的规定。

5.2.2 考虑到施工现场的实际情况，确定套筒强度时应留有余地，要求机械连接套筒实测受拉承载力不应小于被连接高强钢筋受拉承载力标准值的 1.1 倍，以保证传力可靠。套筒宜采用 45 号优质碳素结构钢或合金结构钢无缝钢管，钢管须经退火，以消除加工硬化、改善切削性能并保证延性；同时把钢管抗拉强度限制在 800 MPa 以内，防止套筒强度过高而脆断，并使其强度、延性与被连接钢筋相协调。

5.2.3 GB 55008 给出了钢筋连接接头极限抗拉强度的规定值，本条将其作为最低门槛，实际工程中只可提高标准、不得降低。接头在承受高应力反复拉压和大变形反复

拉压之后，仍须满足最低抗拉强度要求，这是保证结构延性的重要条件。高强钢筋机械连接接头在受拉及反复拉压作用下还应具备规定的塑性变形能力；卸载后残留的不可恢复变形（国外文献称为滑移）会加大混凝土结构的裂缝宽度，故应对接头的变形性能加以限制。

5.2.4 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，以免套筒脆化；宜选用冷镦成型工艺，以保证尺寸精度与金属流线的连续性。

5.2.5 采用机械连接时，需对高强钢筋端部加工螺纹，会造成截面损失、降低高强钢筋的承载力。剥肋滚压直螺纹工艺对钢筋截面的削弱较小，且加工质量稳定，故推荐采用。

5.2.6 六棱角形直螺纹套筒便于用普通扳手拧紧，扭矩易于控制，施工质量更有保证；当采用圆套筒时，其表面应通过挤压“细晶强化”处理，以提高表面硬度与承载能力。套筒的形状、尺寸及允许偏差应符合本规程附录 B 的有关规定。

5.2.7 钢筋连接套筒表面刻印清晰、持久的标志，是实现产品质量可追溯的必要条件，进场时应按本规程第 10.1.6 条的规定核查标识与型式检验报告。

5.2.8 挤压类连接套筒依靠套筒的塑性变形与钢筋横肋之间的机械咬合传力。630 MPa 级钢筋强度高、横肋硬度大，对套筒材料的强度与塑性储备要求高于普通钢筋。本条对套筒材质、几何匹配性、成型质量和可追溯性作出规定，其中明确不得采用淬火等工艺，是为了避免套筒脆化、产生微裂纹并增加氢脆风险。

5.3 混凝土

5.3.1 本条明确混凝土强度等级的下限。《混凝土结构通用规范》GB 55008 要求，配置 500 MPa 及以上级别钢筋的钢筋混凝土构件，混凝土强度等级不得低于 C30。由于现浇楼盖的梁与板一般同时浇筑，本规程将梁、板的最低强度等级一并定为 C30。此外，墙、柱若采用低于 C40 的混凝土，梁柱节点处高强钢筋所需的锚固长度常常难以落实，把墙、柱混凝土提高到 C40 及以上即可较好地化解这一矛盾；提高混凝土强度等级也有利于取得良好的社会效益与经济效益。

5.3.2 采用高强钢筋时，混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量等参数与 GB/T 50010 的规定相同，可直接取用。混凝土拌合物中水溶性氯离子含量的最大限值与计

算方法，应符合 GB 50164、GB/T 14902、GB/T 50010 等标准的规定，其检测按现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 进行。氯离子含量按氯离子在胶凝材料中所占的质量比计；参与计算的胶凝材料中，辅助胶凝材料（主要指粉煤灰、硅灰、粒化高炉矿渣粉等具有胶凝活性的矿物掺合料）的用量不应多于硅酸盐水泥，即不超过胶凝材料总量的 50%。

5.3.3 高强钢筋配筋率较低、钢筋应力水平较高，混凝土收缩引起的裂缝更为敏感。水平构件（梁、板）混凝土宜具有低收缩性能，可通过优化配合比、降低用水量、掺加优质掺合料和加强早期养护等措施实现。

6 结构分析与极限状态计算

6.1 以 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋作为受力筋的混凝土结构，在规定荷载组合下的作用效应分析与 GB/T 50010 的规定一致，构件设计方法也与 GB/T 50010 相同。因此，采用符合 GB/T 50010 的混凝土结构设计软件时，只需将软件中的钢筋参数改为 HRB630 级钢筋的参数即可直接计算；亦可先按其他牌号热轧带肋钢筋的参数试算，再按等强度代换原则折算为 630 MPa 级钢筋的用量。

630 MPa 级高强钢筋能否用于混凝土结构，已有研究给出了答案：郑州大学土木工程学院 2018 年完成 5 根配置 630 MPa 级高强钢筋的混凝土梁受弯试验和 3 根柱的偏心受压试验。结果表明，此类构件的承载力计算与变形验算均符合 GB/T 50010 的相关规定，裂缝宽度亦能满足第 6.5 条要求。相关试验对比如下：

（1）受弯构件正截面承载力，试验结果与现行规范计算结果的对比见附表 1；正常使用极限状态的验算结果对比见附表 2。

（2）受压构件（大偏心受压）承载力，试验结果与现行规范计算结果的对比见附表 3。

附表 1　630 MPa 级高强钢筋混凝土梁受弯承载力试验结果

构件编号	配筋率ρ (%)	Mu (kN·m)	Mu^1 (kN·m)	Mu^2 (kN·m)	Mu/Mu^1	Mu/Mu^2
L1	0.41	72	65.1	53.9	1.11	1.34
L2	0.60	116	104.0	85.6	1.12	1.35
L3	1.01	162	148.8	121.6	1.09	1.33

构件编号	配筋率ρ (%)	Mu (kN·m)	Mu^1 (kN·m)	Mu^2 (kN·m)	Mu/Mu^1	Mu/Mu^2
L4	0.68	117	104.5	86.0	1.12	1.36
L5	1.04	166	153.5	125.4	1.08	1.32

注：Mu 为试验所得值；Mu^1 为钢筋强度取标准值时按规范公式算得的结果；Mu^2 为考虑材料强度分项系数（γs＝1.2、γc＝1.4）后按规范公式算得的结果。

附表 2　630 MPa 级高强钢筋混凝土梁正常使用极限状态验算结果

构件编号	配筋率ρ/%	试验荷载（准永久值 kN）	挠度/mm	挠度/mm	规范限值
			试验值	计算值	l_0/200
L1	0.41	68.8	3.16	3.85	15
L2	0.60	109.1	5.93	5.14	15
L3	1.01	154.5	6.50	5.90	15
L4	0.68	109.6	7.04	5.12	15
L5	1.04	159.3	6.58	5.91	15

附表 3　630 MPa 级高强钢筋混凝土柱承载力试验结果

试件编号	试验值 N_0/kN	计算值（标准值）N_1/kN	计算值（设计值）N_2/kN	N_0/N_1	N_0/N_2
PZ1	575	585	453	0.98	1.27
PZ2	525	512	400	1.03	1.31
PZ3	475	453	357	1.05	1.33

注：N0 为试验所得值；N_1 为钢筋强度取标准值时按规范公式算得的结果；N_2 为考虑材料强度分项系数（γs＝1.2、γc＝1.4）后按规范公式算得的结果。

由附表 1～附表 3 可以看出，按现行国家标准公式计算的承载力与试验结果吻合较好，并具有一定的安全储备；挠度计算值与试验值接近，且均小于规范限值。配置高强钢筋混凝土构件的裂缝按第 6.5 条计算，其他内容应符合 GB/T 50010、GB/T 50011、GB 55002 和 GB 55008 的相关规定。

6.2、6.3　本条明确了可采用弯矩调幅设计的构件与结构类型，以及塑性内力重分布分析方法的适用条件。配置 630 MPa 级高强钢筋的构件，允许按塑性内力重分布方法进行设计。超静定混凝土结构在形成塑性铰后会产生内力重分布，利用这一特性可在构件各截面之间调整弯矩，从而简化构造、减少用钢量。但塑性铰出现后，构件变形加大，弯矩调低部位的裂缝宽度也相应增大，因此采用该方法时应结合构件所处环境类别，并复核变形与裂缝宽度，确保其满足正常使用极限状态要求。

6.4 本条给出了不同环境类别下结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值，限值要求与 GB/T 50010 一致。高强钢筋的设计应力较高，在实际工程中往往由裂缝宽度验算控制配筋，设计时应重视条文中的注，合理选用限值。

《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 第 4.1.7 条规定，防水混凝土结构应符合下列规定：结构厚度不应小于 250mm；裂缝宽度不得大于 0.2mm，并不得贯通；迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm。该条长期以来是地下室构件裂缝控制的直接依据，"0.2mm"由此成为业界约定俗成的控制指标。

《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030-2022 自 2023 年 4 月 1 日起实施，为强制性工程建设规范，全部条文必须严格执行。其 4.1.5 条第 3 款已将《地下工程防水技术规范》的“不得大于 0.2 mm 且不得贯通”改为“不应大于结构允许限值，并不应贯通”，不再作定量限定。住房和城乡建设部 2022 年第 147 号公告同时明确：现行工程建设标准中有关规定与本规范不一致的，以本规范的规定为准。因此，地下工程迎水面结构裂缝宽度的控制值，已由定值 0.2mm 转为按结构标准确定的允许限值。

在 GB 55030-2022 实施前后，地方标准与设计单位技术措施中已有有条件放宽的做法。《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11-501-2009（2016 年版）第 8.1.13 条规定：当地下室外墙外侧设有建筑防水层时，外墙最大裂缝宽度的限值可取 0.4mm。《地铁设计规范》GB50157 规定“水中环境、土中缺氧环境及洞内干燥或潮湿环境取 0.3 mm，干湿交替环境取 0.2mm；厚度不小于 300 mm 的结构可不计干湿交替作用”。《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 第 3.5.4 条表 3.5.4 对与二 a 类环境相对应的 I-B 级配筋混凝土构件，给出的表面裂缝计算宽度限值即为 0.30mm。中国建筑西南设计研究院《结构设计统一技术措施》规定：“当采取可靠的建筑防水做法或防护措施时，最大裂缝宽度限值可取为 0.3mm”。目前 GB 55030—2022 第 4.2.1 条及表 4.2.1 将明挖法地下工程一级防水提高到不应少于 3 道，其中外设防水层不少于 2 道，较 GB 50108—2008 增设一道，且种植顶板尚应设耐根穿刺层。防水层可阻隔地下水渗透并改善裂缝自愈合条件，裂缝宽度不再是控制耐久性的唯一因素，控制目标转为限制裂缝开展深度、保证未开裂混凝土厚度。故

本规程中增加注 5“当采取可靠的建筑防水做法或防护措施时，最大裂缝宽度限值可取为 0.3 mm”。

设计时应注意：

1）.“可靠的建筑防水做法或防护措施”应同时满足下列条件，外设防水层的防水等级与做法符合 GB 55030-2022 的规定，形成结构自防水与外设防水层两道及以上设防；防水层设计工作年限符合 GB 55030-2022 第 2.0.2 条关于地下工程不应低于工程结构设计工作年限的规定；防水层设有可靠保护层与成品保护措施。

2）.放宽限值不得降低其他要求。结构厚度、抗渗等级、迎水面钢筋保护层厚度仍应满足 GB 55030-2022 第 4.1.5 条第 1、2、4 款的规定；受中等及以上腐蚀性介质作用的地下工程，还应满足其第 4.1.6 条关于混凝土强度等级、抗渗等级与耐侵蚀性的规定。

3）.“不应贯通”的要求不因限值放宽而放松。施工中应通过配合比优化、分层浇筑与振捣、保湿养护等措施控制收缩与温差裂缝。

4).下列情形不宜放宽：强腐蚀环境；三 a、三 b 类环境；有严格密闭要求的结构；预应力混凝土地下室外墙；设计文件另有专门要求。

5).基础构件可参照北京规范第 8.1.15 条的思路处理。筏板基础的梁和板、厚板基础的板、条形基础的梁等，钢筋实测应力水平较低，一般可不验算裂缝宽度；处于强腐蚀环境者仍应验算。

6).构造上宜采用细直径、小间距配筋；混凝土应具有低收缩性能；保护层厚度超过 50mm 时，应按本规程第 8.4.2 条采取防裂、防剥落的构造措施。抗浮锚杆杆体与抗浮桩的裂缝控制应按本规程第 7.3.3 条及 JGJ 476 执行。

6.5 T/CCIAT 0016—2020 及其条文说明指出：我国采用的裂缝宽度算式，其建立思路是先算出短期荷载作用下的平均裂缝宽度，再乘上若干系数得到计入长期作用的裂缝宽度，使计算结果能够覆盖 95%的裂缝，即具有 95%的保证率。本条裂缝宽度按式（1′）～式（4′）确定：

$$\omega_{max} = \tau_l \, \tau_s \, \omega_m \qquad (1')$$

$$\omega_m = \alpha_c \, \psi \, (\sigma_{sk} / E_s) \, l_{cr} \qquad (2')$$

$$l_{cr} = \beta\,(1.9\,c_s + 0.08\,d_{eq} / \rho_{te}) \qquad (3')$$

$$\psi = \omega_1\,(1 - M_{cr} / M_k) \qquad (4')$$

式中：

ω_{max}———最大裂缝宽度；

τ_l———计入长期作用的放大系数；

τ_s———短期裂缝宽度的放大系数；

ω_m———平均裂缝宽度；

αc———裂缝之间混凝土伸长对裂缝宽度的影响系数；

ψ———受弯构件裂缝之间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

σ_{sk}———钢筋应力标准值；

l_{cr}———平均裂缝间距；

β———混凝土强度影响参数；

ω_1———钢筋相对粘结特性系数；

M_{cr}———受弯构件正截面开裂弯矩。

为确定裂缝宽度计算公式中各参数的合理取值，本规程对配置高强钢筋的混凝土梁开展了受弯试验，并结合收集到的试验数据作如下分析。

a）短期裂缝宽度的扩大系数τ_s：根据试验数据，按式（5′）可求得每根梁上各条裂缝宽度ω_{si}^0与该梁平均裂缝宽度ω_m^0的比值τ_{si}。

$$\tau_{si} = \omega_{si}^0 / \omega_m^0 \qquad (5')$$

GB/T 50010 取τ_{si}服从 N（1.0，0.4^2）；而根据试验数据的统计结果，高强钢筋混凝土梁的τ^{si}服从 N（1.0，0.35^2），表明配置高强钢筋后受弯构件裂缝宽度的离散程度有所减小。浙江大学金伟良等在研究配置 500 MPa 级高强钢筋混凝土梁裂缝宽度时观察到类似规律，其统计结果显示该类梁的τ^{si}基本服从正态分布 N（1.0，0.37^2）。按试验统计结果并取 95%保证率，短期裂缝宽度扩大系数τ_s按下式确定：

$$\tau_s = 1.0 + 1.645 \times 0.35 \approx 1.58 \qquad (6')$$

GB/T 50010 中规定τs 的取值为 1.66，是试验结果的 1.05 倍。

b）考虑长期作用影响的扩大系数τ_l：GB/T 50010 取τ_l＝1.5，该值源于低强度钢筋的长期试验，自 1989 年版规范引入后一直未作调整。鉴于目前缺乏长期荷载作用下受弯构件裂缝宽度的实测资料，本规程继续沿用该取值。

c）系数α_c反映裂缝之间混凝土伸长对裂缝宽度的影响：利用实测的平均裂缝宽度ω_m^0、纵向受拉钢筋平均应变ε_{sm}^0以及平均裂缝间距 l_{cr}^0，代入式（7′），即可反算出α_c的试验值。

$$\alpha_0^c = \omega_m^0 / (\varepsilon_{sm}^0 \, l_{cr}^0) \qquad (7')$$

经计算，影响系数α_c的平均值为 0.725，低于规范所取的 0.77。华侨大学杜毛毛在研究高强钢筋混凝土受弯裂缝宽度时建议α_c取 0.75；同济大学赵勇等针对配置 500 MPa 级高强钢筋混凝土受弯梁的裂缝宽度开展研究，同样指出规范α_c取值偏高，建议取 0.63～0.68。由此可见，依据低强度钢筋混凝土梁统计资料推得的α_c，在钢筋强度等级提高后其适用性值得斟酌。综合本次试验与既有高强钢筋受弯构件裂缝宽度研究成果，配置高强钢筋的受弯构件α_c建议取 0.73。

d）受弯构件裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数ψ：我国早期混凝土规范对光圆钢筋取ω_1为 1.2、对带肋钢筋取 1.1；其后各版规范不再区分带肋钢筋与光圆钢筋在粘结握裹方面的差别，统一取 1.1，GB/T 50010 仍沿用这一数值。为使取值如实反映高强钢筋与混凝土的粘结握裹性能，本规程依据实测数据与理论计算结果的对比，把ω_1改为 1.0：

$$\psi = 1 - M_{cr} / M_k = 1 - 0.55 f_{tk} / (\rho_{te} \sigma_s) \qquad (8')$$

e）裂缝宽度折减系数：裂缝公式算得的值若偏大，构件为满足裂缝限值就得增加配筋面积，高强钢筋的经济性便难以发挥。依据试验数据的统计结果，本规程对现行规范裂缝公式作如下修改：

1）短期裂缝宽度扩大系数τ_s由 1.66 改为 1.58；

2）反映裂缝间混凝土伸长对裂缝宽度影响的系数α_c由 0.77 改为 0.73；3）ψ按式（8′）取值；

4）为使公式中各参数与 GB/T 50010 协调，裂缝宽度修正系数取（1.58/1.66）×（0.73/0.77）×（1/1.1）≈0.82；再适当提高安全储备，折减系数取 0.85。

周建民（同济大学）等为研究高强钢筋混凝土受弯构件的裂缝宽度，对 14 根配置 500 MPa 钢筋的混凝土梁与 12 块配置 CRB550 冷轧带肋钢筋的混凝土板实施受弯试验，引入裂缝宽度综合调整因数 C_w，据此把 GB 50010—2002 的裂缝宽度算式改写为式（9′）：

$$\omega max = C_w\ \alpha_{cr}\ \psi\ (\sigma_s/E_s)\ (1.9\ c_s + 0.08\ d_{eq} / \rho_{te}) \qquad (9')$$

当σ_s 大于 200 MPa 时，裂缝宽度综合调整因数 C_w 分别取值为：梁 0.77，板 0.85。陈晨（昆明理工大学）等对 4 根配置 600 MPa 级钢筋的混凝土梁施加集中荷载作受弯试验，发现由公式得到的最大裂缝宽度ω_{max} 大于按实测最大裂缝宽度换算的长期最大裂缝宽度ω_{max}^{0}，二者之比为 0.746。金伟良（浙江大学）等完成 8 根 HRB500 级高强钢筋混凝土梁的受弯试验，并结合既有资料对 56 根 500 MPa 级钢筋混凝土梁的受弯开裂性状作综合分析后得出：正常使用荷载下，高强钢筋应力超过 300 MPa 以后，实测与计算最大裂缝宽度之比为 0.787。综合上述试验与研究并适当提高安全度，折减系数取 0.85。

f）保护层厚度增大虽会使裂缝计算宽度增大，但对防止高强钢筋锈蚀是有利的。因此，当构件外观要求允许时，可在总结经验的基础上，对 GB/T 50010 规定的裂缝宽度允许值适当放宽。

g）根据 GB/T 50010，对混凝土保护层厚度较大且配置表层钢筋网片的构件，裂缝折减系数取 0.7。

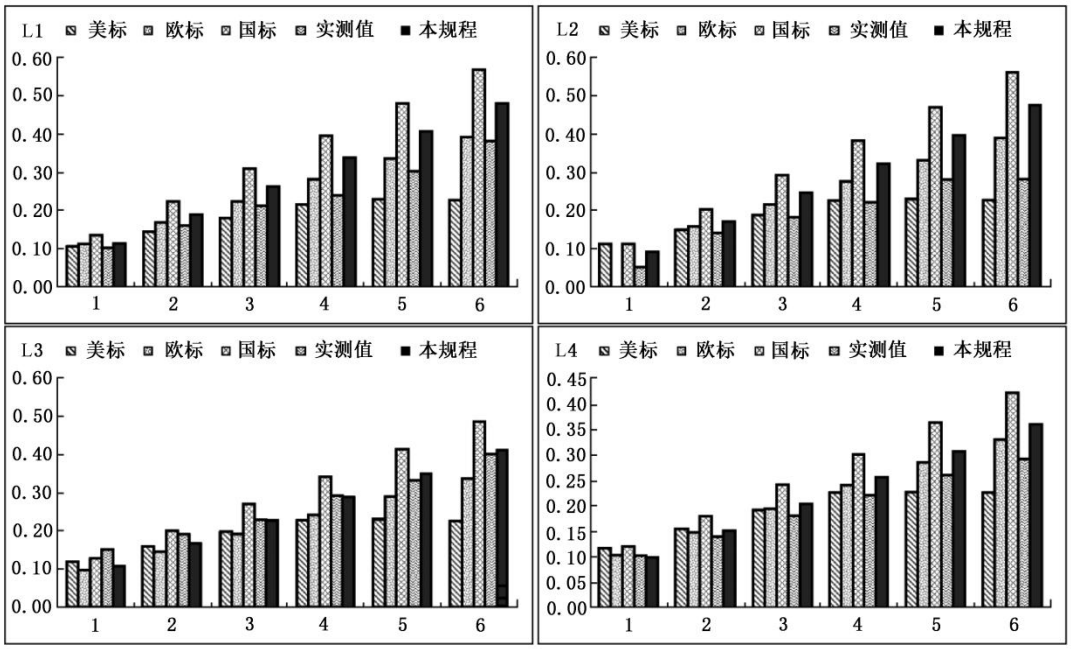
h）在等强代换时，需要考虑裂缝，宜采用细直径高强钢筋。

工程实践中，混凝土开裂并非仅由构件承受荷载引起，诸多因素均可能导致构件出现裂缝。当前国际上对荷载裂缝的控制方法可归纳为两类：一是构造控制法，即通过限定钢筋直径与间距来控制荷载裂缝；二是计算控制法，即限制裂缝宽度计算公式所得的理论值。前者实质上是后者的简化形式，因为钢筋直径与间距的限值本身即由裂缝宽度计算公式推演而来。

与国外规范对荷载裂缝的规定相比，我国规范的规定相对偏严。

附图 1 为选取的四根具有代表意义的混凝土梁，其裂缝宽度实测值与中（GB 50010—2010）、美（ACI 318-08）、欧（EN 1992-1-1:2004）三种规范以及本文件中

裂缝宽度理论值的对比（选取的四根梁为配置 600 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土受弯梁）。其中，ACI 318-08 中采用限定构造来控制裂缝宽度，但其构造限定是依据 R. J. Frosch 建议的最大裂缝宽度计算公式提出的。



附图 1　三种规范以及裂缝宽度理论值与实测值的对比

注 1：L1~L4 为配筋率和混凝土强度等级不同的 600 MPa 级热轧带肋高强钢筋混凝土梁。

注 2：图中横坐标为施加的荷载等级标号，纵坐标为相应荷载下梁上出现的最大裂缝宽度，单位为 mm。

注 3：每组柱状图自左向右依次代表依据美国规范、欧洲规范、GB 50010—2010 得到的裂缝宽度计算值、实测值以及依据本文件得到的裂缝宽度计算值。

从上图可以看出，对于配置高强钢筋的混凝土受弯构件，我国规范的裂缝宽度计算值偏大，而美国规范的保证率偏低。本文件中裂缝宽度计算值在欧洲规范与我国规范之间，但仍能保证对实测值的包络。

6.6　裂缝宽度限值往往是制约高强钢筋推广应用的关键因素，本条结合构件实际受力状态给出了若干可取用的弯矩取值建议，供设计人员结合具体工程选用。梁有效翼缘宽度的取值按 GB/T 50010 的规定确定。

6.7、6.8　配置高强钢筋的受弯构件，其截面刚度计算方法与 GB/T 50010 完全相同；由于配筋率降低，构件刚度有所减小，设计时应重视挠度验算。挠度限值按本规程表 6.7 取用。

6.9 相对界限受压区高度ξ_b的计算公式与 GB/T 50010 一致，仅钢筋强度设计值和弹性模量按本规程第 5 章的有关规定取用。高强钢筋的ξ_b较小，设计中应避免出现超筋构件。

7 混凝土构件设计

7.1 一般规定

7.1.1 高强钢筋强度高，按承载力配筋时可显著减少用钢量，构件截面刚度和质量相应减小，楼盖结构的竖向自振频率可能降低而影响使用舒适度。因此，配置高强钢筋的楼盖结构应进行竖向自振频率验算，并应符合 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。

7.2 构件设计

7.2.1 高强钢筋混凝土构件的斜截面受剪承载力、扭曲截面受扭承载力及受冲切承载力计算方法与 GB/T 50010 相同，其中横向钢筋的强度设计值应按本规程第 5.1.5 条的规定取用，且不应大于 360 N/mm²。

7.3 基础设计

7.3 本条对配置高强钢筋的地基基础设计提出要求：地基与基础混凝土构件的设计须遵守《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《建筑地基基础设计规范》GB 50007；桩基的设计、施工及验收按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行；抗浮锚杆杆体的截面面积及抗浮桩的裂缝控制设计，应符合《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 及相关现行行业标准。

8 构造规定

8.1 钢筋的锚固

8.1.1 随着钢筋强度的逐步提高以及结构形式的多样化，钢筋锚固的边界条件已发生较大变化。近年来在大量系统试验与可靠度分析的基础上，并借鉴国外标准的做法，GB/T 50010 给出了以计算方式确定受拉钢筋锚固长度的方法；其中基本锚固长度由钢筋强度与混凝土抗拉强度决定，并与锚固钢筋的直径及表面外形相关。

李艳艳（任职于河北工业大学土木与交通学院）与苏恒博（河北省土木工程技术研究中心）在《600 MPa 钢筋粘结锚固性能试验研究》中，制作了 63 个棱柱体拉拔试件，并汇总国内外大量同类试验资料，在考察混凝土强度、保护层厚度、锚固长度及配箍率等主要因素之后，通过统计回归对计算模型加以简化，给出 600 MPa 热轧带肋钢筋临界锚固状态下的锚固长度算式（10′）：

$$l_{ab} / d = 0.14 (f_y / f_t) - 5.33 \qquad (10')$$

式（10′）给出的锚固长度低于 GB/T 50010 的计算结果，因此按 GB/T 50010 确定 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的锚固长度，即可满足力的传递要求。

本条规定锚固长度范围内应配置横向构造钢筋，是为了防止锚固区混凝土产生劈裂破坏。高强钢筋锚固应力大，劈裂破坏的风险高于普通钢筋，横向构造钢筋的设置更为必要。

8.1.2 锚固长度修正系数按 GB/T 50010 的规定取用。其中，当纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时，锚固长度可按面积比折减，但不应低于最小锚固长度的要求；当锚固钢筋的保护层厚度较大时，可取小于 1.0 的修正系数，但应注意与裂缝宽度验算结果相协调。

8.1.3 采用弯钩或机械锚固措施时，锚固长度（投影长度）可取为基本锚固长度 l_{ab} 的 60%。机械锚固可显著减小锚固长度，是解决高强钢筋在节点区锚固长度不足的有效措施。

8.1.4 抗震设计时，纵向受拉钢筋的锚固长度应采用抗震锚固长度 l_{abE}，并应符合 GB/T 50011 和 JGJ 3 的有关规定。当水平锚固长度不足时，应采用弯钩或机械锚固措施，不宜采用减小锚固长度的其他做法。

8.1.5 受压钢筋的锚固长度取受拉锚固长度的 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，是由于这两种锚固措施在受压状态下的传力机理尚不明确，且焊接会影响高强钢筋的力学性能。

8.1.6 规定锚固板与钢筋采用直螺纹连接，是为了提高连接承载力的可靠性与稳定性，避免焊接对高强钢筋性能产生不利影响。采用钢筋锚固板可节约钢材、方便施工，是解决高强钢筋锚固长度不足的有效措施。

锚固板承压面积怎么取，来自国内外各类钢筋锚固板试验：全锚固板的承压面积约为钢筋公称截面积的 9 倍，部分锚固板约为 4.5 倍，故本规程推荐 630 MPa 级钢筋采用部分锚固板。行业标准 JGJ 256—2011 要求，335 MPa、400 MPa 级钢筋的锚固长度 l_{ah} 不小于 6d，500 MPa 级钢筋不小于 7d。630 MPa 级钢筋采用锚固板目前缺少试验依据，本规程从偏安全考虑，规定部分锚固板的 lah 不宜小于 0.4 倍 l_{ab}（或 0.4 倍 l_{abE}），锚固区混凝土强度等级不宜低于 C40，以保证承压面之下混凝土的局部受压承载力。

8.1.7 锚固板试件的极限拉力是检验其锚固性能的关键项目。为此本条要求：纵向受拉钢筋的抗拔力不得低于其抗拉设计值，且须进行锚固板与高强钢筋的拉伸破坏试验，在钢筋被拉断之前锚固不得发生失效。

8.1.8 锚固长度范围内配置横向构造钢筋，可约束锚固区混凝土的劈裂，提高锚固承载力。高强钢筋锚固应力大，本条对横向构造钢筋的直径和间距作出了明确规定。

8.2 钢筋连接

8.2.1 钢筋连接方式有多种，应结合工程实际与施工条件选用，接头的形式与质量应满足现行相关标准的要求。任何连接形式都会削弱钢筋的传力性能，故钢筋连接应遵循以下原则：接头宜设在受力较小处；限制同一跨度或同一层高范围内的接头数量；避开柱端、梁端箍筋加密区等关键受力部位，并对接头面积百分率加以限制。

JG/T 163 规定的钢筋连接用套筒最小规格对应 12 mm 钢筋。采用机械连接需在高强钢筋端部加工螺纹，会造成截面削弱并降低其承载力。本条将宜采用机械连接的高强钢筋规格下限提高至 14 mm，以避免小直径高强钢筋因螺纹加工造成截面损失、承载力下降而导致构件不安全。

8.2.2 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的碳当量较高，焊接性能较差，焊接热影响区易出现淬硬组织和裂纹，故本条规定不宜采用焊接连接。当必须采用焊接方式连接时，应进行焊接工艺评定，焊接工艺试验应符合 JGJ/T 27 的规定，焊接接头的类型及质量应符合 JGJ 18 的规定。

8.2.3 本条规定机械连接接头等级的选用原则。混凝土结构中需要充分发挥钢筋强度或对延性要求较高的部位，当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；其余情况宜选用I级或II级接头。

8.2.4 绑扎搭接接头的搭接长度按 GB/T 50010 的规定计算，并考虑接头面积百分率修正系数。本条规定搭接长度不应小于 300 mm，以保证搭接传力的可靠性。

8.2.6 连接件处保护层厚度减薄，将削弱接头的耐久性与传力性能，故本条要求套筒及连接件的保护层厚度宜按 GB/T 50010 取值，且不得小于钢筋最小保护层厚度的 0.75 倍，同时不得小于 15 mm；当环境条件不利时，应对连接件另行作防锈处理。

8.2.8 工程实践中反映，部分厂家提供的冷挤压套筒用于 630 MPa 级高强钢筋时，型式检验或现场抽检难以满足I级接头要求，其主要原因有三个方面：一是 630 MPa 级钢筋屈服强度高，冷挤压时套筒塑性变形对钢筋横肋的嵌固作用相对不足，接头易出现钢筋拔出或套筒滑移；二是部分套筒采用强度偏低或经淬火处理的材料，塑性储备不足，挤压后易产生微裂纹；三是挤压设备压力不足、压模磨损、挤压道次不足或未按工艺顺序施工，导致接头性能离散性偏大。为此本条从接头等级、端面处理、工艺参数和过程检查四个方面作出规定，并明确不合格接头不得补压后重复使用。建议在选用前先核查型式检验报告中载明的被连接钢筋牌号与接头等级，进场后按本规程第 10.6 节的规定进行工艺检验和现场抽检。

8.3 纵向受力钢筋的最小配筋率

8.3.1 GB/T 50010 对受拉钢筋最小配筋率的规定属强制性条文，本规程结合 GB 55008 制定了 630 MPa 级钢筋的最小配筋率。由于高强钢筋强度高，按最小配筋率控制的用量相对减少，更应注意满足构件延性和施工刚度的要求。

8.3.2 本条规定了抗震设防结构中采用 630 MPa 级高强钢筋时，框架梁、转换梁、框架柱、剪力墙等构件纵向受力钢筋的最小配筋率，其取值依据为 GB/T 50011 和 JGJ 3 对抗震构造措施的规定。

8.4 混凝土保护层

8.4.1 混凝土保护层厚度是保证钢筋耐久性和粘结锚固性能的必要条件。高强钢筋直径相对较小、应力水平较高，保护层厚度对粘结锚固和裂缝宽度的影响更为显著，设计时应按环境类别和设计工作年限取用。

8.4.2 梁、柱、墙内纵向受力钢筋的保护层厚度超过 50 mm 后，保护层混凝土容易出现收缩开裂甚至剥落，故本条要求采取相应的构造措施。若在保护层内加设防裂、防剥落钢筋网片，则网片钢筋自身的保护层厚度不得小于 25 mm；此时裂缝宽度计算可按 GB/T 50010 的规定乘以 0.7 的折减系数。

8.5 耐久性

8.5.1 配置 630 MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的耐久性设计应按 GB/T 50010 和 GB/T 50476 执行。高强钢筋对应力腐蚀和氢脆相对敏感，更应重视环境类别的划分和耐久性措施。

8.5.2 处于三类环境（近海或海洋氯化物环境、除冰盐环境等）时，可采取掺加阻锈剂、采用环氧涂层钢筋、阴极保护等附加措施，以提高结构的耐久性能。

9 施工质量控制

9.1 一般规定

9.1.1 高强钢筋的施工与普通钢筋基本相同，但由于其强度高、延性和焊接性能存在差异，本条明确施工除应符合本规程要求外，尚应符合 GB 50204、GB 55032 等现行国家标准的有关规定。

9.1.2、9.1.3 由于 630 MPa 级以上钢筋目前应用不多，且缺少相应的国家标准，为保证工程质量，钢筋代换时应进行专门核算，除应满足延伸率和构件承载力要求外，尚

应进行裂缝宽度验算、挠度控制验算和抗震性能验算，并经设计单位确认。等强代换时应优先采用细直径钢筋，以控制裂缝宽度。

9.1.4 本条要求材料进场时应对钢筋的力学性能或其他专项性能进行检验，检验合格后方可使用。检验项目和方法应符合本规程第 10.2 节和附录 C 的规定。

9.1.5、9.1.6 高强钢筋在制作、运输、存放及施工全过程中，应采取措施防止钢筋混淆、锈蚀或受到损伤，并按牌号、规格分批堆放且做好标识。施工中一旦发现钢筋脆断或力学性能明显异常，应立即停止使用该批钢筋，并对该批钢筋作专项检验，再依据检验结果作出处理。

9.1.7 纵向受力钢筋不宜采用并筋做法，是由于并筋会改变钢筋与混凝土的粘结锚固性能，并影响裂缝宽度的计算模式。

9.1.8 机械连接套筒表面应刻有清晰、持久的标识，标识应由名称代号、型式代号、钢筋强度等级代号和规格代号等组成，以便于现场识别和追溯。

9.2 钢筋加工

9.2.1 使用专业化加工的成型钢筋，可降低现场损耗、便于质量控制，并缩短钢筋在工地的堆放周期，有利于钢筋防护。成型钢筋宜由专业厂家采用自动化设备完成调直、切断与弯折，其性能应满足 JGJ 366 的规定。

9.2.2 高强钢筋加工宜在常温状态下进行，加工制作过程中不应对钢筋进行加热处理，以避免热影响区组织变化降低钢筋的力学性能。当环境温度低于－20 ℃时，钢筋延性降低，不宜进行弯折加工。

9.2.3 所谓钢筋无局部弯折，通常指钢筋中心线相对直线的偏差不超过其全长的 1%。机械调直有助于保证钢筋质量并控制钢筋强度，属于推荐的调直方式。对带肋钢筋实施机械调直时应注意保护横肋，避免因横肋受损而降低钢筋的锚固性能。调直主要针对小直径盘卷钢筋，调直过程不得影响钢筋的外观与力学性能，且不得以调直为手段提高钢筋强度或增加长度。

9.2.4 本条以国家标准图集 22G101-1 对 500 MPa 级带肋钢筋弯折弯弧内直径 D 的要求为参照，并结合高强钢筋生产厂的试验数据与钢材生产企业标准作出规定：钢筋直

径小于 28 mm 时，弯弧内直径不小于钢筋直径的 6 倍；直径不小于 28 mm 时，不小于 7 倍。弯弧内直径若取得过小，弯折处将出现微裂纹并使钢筋延性下降。

9.2.5 高强钢筋采用机械锚固时，钢筋锚固端的加工（螺纹加工、锚固板安装）应符合 GB/T 50010 和 JGJ 256 的有关规定，加工质量应经工艺检验合格后方可批量施工。

9.3 钢筋连接与安装

9.3.1 机械连接的施工质量取决于操作人员、工艺检验和拧紧扭矩三个环节。本条规定加工人员应经专业培训合格后上岗，连接施工前应进行工艺检验并提供有效的型式检验报告，接头安装后应使用专用扭力扳手校核拧紧扭矩，以保证接头性能达到设计要求。

9.3.2 螺纹连接锚固板的锚固性能在很大程度上取决于丝头加工质量。本条要求丝头达到 6f 级精度、长度不宜小于锚固板厚度、长度公差宜取＋1.0 P（P 为螺距），并规定加工时使用水性润滑液、不得使用油性润滑液，以免油污削弱锚固板与钢筋的连接及与混凝土的粘结。

9.3.3 本条规定了钢筋绑扎的基本要求，其目的是保证钢筋骨架的整体性与位置准确。墙、柱、梁钢筋骨架中各竖向面钢筋网的交叉点应全数绑扎，板上部钢筋网的交叉点亦应全数绑扎。

9.3.4 钢筋安装时应用定位件固定钢筋位置，宜优先采用专用定位件。定位件应具有足够的承载力、刚度和耐久性，其材质与规格应符合现行国家标准的有关规定。

9.3.4 钢筋安装时应用定位件固定钢筋位置，宜优先采用专用定位件。定位件应具有足够的承载力、刚度和耐久性，其材质与规格应符合现行国家标准的有关规定。

9.3.5、9.3.6 在存在腐蚀性环境的施工条件下，钢筋安装验收后应立即浇筑混凝土，以缩短钢筋暴露时间；安装时应采取措施防止钢筋受模板、模具内隔离剂污染，保证钢筋与混凝土的粘结性能。

9.4 装配式结构钢筋连接施工

9.4.1 装配式结构的钢筋连接多在构件吊装就位后于有限空间内完成，作业条件较现浇结构差，故本条强调专项施工方案、接头工艺检验和人员培训的前置要求。

9.4.2 预留插筋的位置偏差是导致接头无法正常安装的主要因素之一。T/CECS 579对预制空腔柱插筋的外露长度规定了负偏差，以避免上下层钢筋对接时相互干涉。本条要求吊装前校正插筋并明确允许偏差，是为了保证接头安装质量。

9.4.3 挤压类接头的性能对施工过程高度敏感。本条从设备标定、定位标记、挤压顺序、压痕检查和低温环境作业五个方面作出规定，其中“不得补压后重复使用”是针对现场为通过检查而对不合格接头重复挤压的做法作出的限制。

9.4.5 装配式结构的连接接头多被后浇混凝土覆盖，一旦浇筑即难以检查和处理，故本条要求浇筑前进行隐蔽工程验收并形成记录。

10 检测与验收

10.1 一般规定

10.1.1 本条规定了钢筋隐蔽工程验收的主要内容。高强钢筋的牌号、规格、数量、位置、连接方式、锚固方式及锚固长度等直接关系到结构安全，必须在浇筑混凝土前验收并形成记录。

10.1.2 成型钢筋是指在施工现场以外加工成型的钢筋。钢筋加工向专业化、集中化乃至市场化发展是提高生产效率的必然趋势，本条针对这一趋势提出了相应的检查要求。高强钢筋及成型高强钢筋进场时，应按批进行检验验收并实施见证取样。

10.1.3 本条要求高强钢筋应具有出厂质量证明书或试验报告单，钢筋表面或每捆（盘）钢筋均应设有标识，并应确认标识与质量证明文件一致，实现质量可追溯。

10.1.4 机械连接接头的检验批划分、取样数量和判定规则应符合 JGJ 107 的有关规定。

10.1.6 机械连接套筒进入现场时，材料供应商应提交与所用规格相对应的连接件型式检验报告，套筒本身应具备防锈措施和质量证明文件。

10.1.7 采用高强钢筋的混凝土结构子分部工程，其质量验收应按 GB 50204、GB 55032 的相关规定执行。

10.1.8 高强钢筋在项目应用中出现技术异议时，钢筋供应商应按本规程附录 C 的规定提供相关检验资料和试验报告，必要时应进行第三方复验。

10.2 钢筋材料验收

10.2.1、10.2.2 高强钢筋及成型高强钢筋进场时，应取样检验屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能与重量偏差，其结果应满足本规程第 5 章及附录 A、附录 C 的要求。成型钢筋进场可不再重复进行弯曲试验，但屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差仍需检验。

10.2.3～10.2.5 本条规定了钢筋、成型钢筋、机械连接套筒和钢筋锚固板的外观质量检查要求。钢筋应无损伤，表面不得有裂纹、结疤和折叠；每捆钢筋均应有料牌标志和质量证明文件。

10.3 钢筋加工质量

10.3.1 高强钢筋弯折后的平直段长度应满足设计要求，并符合 GB/T 50010 的规定。高强钢筋端部一般可不设弯钩；若端部需弯折 90°或 135°，则弯弧内直径不得小于钢筋直径的 4 倍。

10.3.2 本条参照国家标准图集 22G101-1 中封闭箍筋及拉筋弯钩的构造作出规定。箍筋、拉筋的弯钩角度与平直段长度直接影响构件的抗震性能和约束作用，应严格按设计要求加工。

10.3.3 本条规定了钢筋加工的形状、尺寸允许偏差和检验方法，其要求与 GB 50204 一致。

10.4 钢筋连接质量

10.4.1～10.4.3 本条规定了钢筋连接方式与接头力学性能的检验要求。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 JGJ 107 的有关规定。

10.4.4 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设置钢筋接头，以保证塑性铰区的延性和耗能能力。

10.4.6、10.4.7 本条规定了同一连接区段内纵向受力钢筋的接头面积百分率限值和绑扎搭接接头的设置要求，其原则与 GB/T 50010 一致。

10.4.8 搭接长度范围内的箍筋能够约束搭接钢筋的劈裂，改善搭接传力性能。本条给出箍筋直径与间距的要求，并规定当柱中纵向受力钢筋直径大于 25 mm 时，尚应在搭接接头两个端面之外 100 mm 范围内各设置两道箍筋。

10.5 钢筋安装质量

10.5.1、10.5.2 本条规定了受力钢筋安装位置、锚固方式和安装偏差的验收要求。受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90%及以上，以保证结构的耐久性和耐火性能。

10.6 装配式结构钢筋连接质量

10.6.1 核查型式检验报告是控制装配式结构接头质量的第一道关口。本条要求报告载明的被连接钢筋牌号、强度等级和接头等级与工程实际一致，是为了防止以低强度等级钢筋的检验报告替代 630 MPa 级钢筋的检验报告。

10.6.2 现场抽样检验以 500 个为一个验收批是 JGJ 107 的通用规定。考虑到预制空腔柱每层接头数量有限且受力重要，本条补充按每一楼层划分验收批的要求，二者取其较小者。

10.6.3 挤压接头的压痕直径是判断挤压质量最直接的指标，本条要求采用专用量规全数检查。

10.6.4 预留插筋的位置偏差直接影响接头能否正常安装，本条参照 T/CECS 1180 对预制构件安装精度的要求给出允许偏差。

附录 A HRB630、HRB630E 级钢筋技术性能

（1） 附录 A 给出了 HRB630、HRB630E 钢筋的化学成分、力学性能、弯弧直径等技术性能指标。其中碳当量 C_{eq} 限值、屈服强度标准值 f_{yk}＝630 N/mm²、极限强度标准值 f_{stk}＝790 N/mm²等指标，是在 GB 1499.2 规定的 HRB600 基础上，结合 630 MPa 级钢筋的试验研究结果确定的，并已考虑与 GB/T 50010 设计指标的衔接。

（2） 钢筋的最大力总延伸率、实测屈服强度与实测抗拉强度比值等延性指标，是保证结构塑性内力重分布和抗震耗能能力的重要参数，进场检验时应重点核查。

附录 B　钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量

（1） 附录 B 按 GB 1499.2 给出了公称直径 6 mm～40 mm 钢筋的公称横截面面积和理论重量，并列出 1 根～9 根钢筋的合计截面面积，便于设计时查用。钢筋的公称横截面面积和理论重量是配筋计算、重量偏差检验和工程量结算的依据。

（2） 附录 B 同时给出了机械连接套筒的形状、尺寸及允许偏差要求。六棱角形直螺纹套筒的对边尺寸、长度和螺纹精度应经工艺检验验证，并应与被连接钢筋的规格相匹配。

附录 C　HRB630、HRB630E 级钢筋检验

（1） 附录 C 规定了高强钢筋的检验项目、取样数量、检验方法和判定规则。其中重量偏差按式（C.1）计算，其限值要求与 GB 1499.2 一致；重量偏差检验应在调直后进行，避免调直工艺对检验结果的干扰。

（2） **附录 C 列出的拉伸、弯曲、化学成分分析及晶粒度等检验项目，其试验方法依次按 GB/T 28900、GB/T 222、GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 13298、GB/T 13299 的规定执行。**

（3） 附录 C 规定了交货检验的规则和异议处理程序。出现技术异议时，供需双方可委托有资质的第三方检验机构进行复验，复验结果作为处理的依据。

附件3

山东省建材工业协会团体标准

630MPa 级热轧带肋高强钢筋
应用技术规程
编制说明

征求意见稿配套文件

630MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程编制组
2026 年 10 月

一、工作简况

（一）任务来源

为规范 630MPa 级热轧带肋高强钢筋在山东省混凝土结构工程中的应用，统一材料选用、设计计算、构造措施、施工质量控制及检测验收要求，根据山东省建材工业协会《630MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程的立项通知》（鲁建材协标字〔2026〕14 号文件），由青岛理工大学会同有关单位编制本规程。

本规程的编制背景与山东省推进高强钢筋应用、提升建筑质量和推广绿色建材的政策方向相衔接。规程前言所列政策依据包括《关于加快应用高强钢筋的实施意见》（鲁建发〔2012〕36 号）、《山东省人民政府办公厅关于进一步提升建筑质量的意见》（鲁政办发〔2014〕26 号）和《山东省绿色建材推广应用三年行动方案（2022—2025 年）》（鲁建节科字〔2022〕11 号）。其中具有阶段性实施期限的文件作为编制背景列示，实施工作应与届时适用的政策要求衔接。

（二）主编单位和参编单位

主编单位为青岛理工大学、敬业钢铁有限公司、青岛鑫展泰供应链管理有限公司、青岛理工大学建筑设计研究院有限公司、中国建筑西南设计研究院有限公司。

参编单位为青岛拓界建筑设计有限公司、山东中健和华建筑设计有限公司、青岛水石建筑设计有限公司、中南建筑设计院股份有限公司、青岛中房设计院、天津中汽迈赫建筑设计有限公司、上海中建建筑设计院、山东绿城青和设计院、青岛雍达建筑设计有限公司、青岛民用建筑设计研究院、淄博市建筑设计研究院有限公司、淄博市规划设计研究院、青岛理工大学建筑设计研究院、山东省建筑科学研究院有限公司、山东博宇建筑设计有限责任公司、河北省建筑工程质量检测中心有限公司、聊城市青山新材料有限公司、中国建筑第七工程局有限公司。

编制组织涵盖高校、钢筋生产与供应、建筑设计、科研检测和工程施工等领域，有利于将材料性能要求与结构设计、施工工艺及检验验收相衔接。各单位具体分工及单位名称的最终核定情况如下。

编制组按工作板块划分任务，每个板块由主编单位牵头、相关参编单位配合。

（1）总体统筹与技术把关，由青岛理工大学承担。负责编制大纲、技术路线和章节划分，主持结构分析与极限状态计算（第 6 章，含裂缝控制第 6.4 条至第 6.6 条）、混凝土构件设计（第 7 章）等核心条文的论证与试算，统稿正文第 1 章至第 7 章，组织条文说明编写，并承担规程技术内容的解释工作。

（2）材料性能与生产控制，由敬业钢铁有限公司承担。提供 HRB630、HRB630E 的冶炼轧制工艺及化学成分、力学性能、疲劳与粘结性能数据，编制第 5 章材料指标和附录 A、附录 B，负责试制批次质量稳定性验证、供货保障及编制经费的落实。

（3）供应链组织与应用信息反馈，由青岛鑫展泰供应链管理有限公司承担。负责试点工程的材料组织、配送和可追溯管理，收集剪切、弯曲、套丝、连接等加工环节以及现场使用中的问题，反馈市场价格与推广应用情况。

（4）设计应用与构造措施，由青岛理工大学建筑设计研究院有限公司、中国建筑西南设计研究院有限公司承担。编制第 8 章构造规定，校核锚固长度、搭接长度、最小配筋率、保护层厚度等条文的工程适用性，提供设计应用案例，并就地下室顶板、顶梁裂缝宽度限值取值的可行性提供工程佐证。

（5）施工工艺与现场控制，由中国建筑第七工程局有限公司承担。编制第 9 章、第 10 章施工与验收内容，验证加工、连接、安装工艺的现场可操作性，提供隐蔽工程验收、检验批划分和结构实体检验的实践依据。

（6）检测方法与验收规则，由山东省建筑科学研究院有限公司、河北省建筑工程质量检测中心有限公司承担。负责材料复验、连接接头检验、结构实体检验的试验方法与判定规则，提供试验检测数据和计量溯源支持。

（7）连接与配套产品，由聊城市青山新材料有限公司承担。编制机械连接套筒及冷挤压工艺的相关条文，提供套筒外形尺寸、允许偏差和接头型式检验数据。

（8）工程应用与可施工性校核，由其余参编单位承担。各单位结合在建项目对主要条文进行试算和图纸校核，反馈可施工性问题，参加征求意见稿的讨论与修改。

（三）主要工作过程

根据规程前言及条文说明，编制工作主要围绕工程需求调研、相关标准与技术资料收集、既有试验成果分析、技术条文起草和配套条文说明编写展开。技术路线是在我国混凝土结构设计与施工验收体系内，针对 630MPa 级钢筋的材料指标、强度取值、裂缝控制、连接锚固和现场质量控制提出补充规定。

现阶段已形成包括 10 章正文、3 个规范性附录及条文说明的征求意见稿，内容覆盖普通混凝土结构及装配式结构相关连接环节。编制工作自 2026 年 8 月 20 日启动，至 2026 年 10 月 30 日形成征求意见稿，主要工作过程如下。

（1）启动与编制组成立（2026 年 8 月 20 日）。按照《团体标准立项申请书》载明的计划起止日期，编制工作于 2026 年 8 月 20 日启动。由青岛理工大学牵头组建编制组，落实主编单位、参编单位及主要起草人员，确定编制大纲、章节划分、技术路线和进度节点，明确各单位分工。

（2）调研与资料收集（2026 年 8 月下旬至 9 月中旬）。系统收集 GB 1499.2、GB 50010、GB 55030 等现行国家标准以及相关的行业标准、地方标准和团体标准，整理上海、江苏、河北等地已发布的高强钢筋应用技术文件，收集国内 630MPa 级热轧带肋高强钢筋的生产工艺、力学性能、机械连接接头和工程应用资料，形成编制基础资料。同期赴钢筋生产企业、钢筋加工配送企业和在建工程现场开展调研，了解轧制供货、剪切弯曲、套丝连接、安装绑扎和现场验收等环节的实际做法与质量控制难点。

（3）专题研讨与技术论证（2026 年 9 月）。围绕材料强度取值与抗震指标、裂缝宽度计算与限值、锚固与搭接、最小配筋率与保护层、机械连接工艺、装配式结构连接、施工质量控制与验收规则等专题组织研讨。对既有试验成果，包括梁受弯承载力、偏心受压柱承载力和梁挠度的试验数据进行分析比对，确定结构分析与极限状态计算、混凝土构件设计以及裂缝控制条文的取值与计算参数。

（4）条文起草与初稿形成（2026 年 10 月上旬至 10 月中旬）。按各单位分工完成各章条文起草，形成 10 章正文、3 个规范性附录和条文说明的初稿，同步编写条文说明，对主要技术参数的确定依据作出解释。

（5）初稿修改与专题补充（2026 年 10 月 21 日至 10 月 25 日）。在初稿基础上完成以下修改：补充编制背景与政策依据；增补装配式结构相关内容，包括预制空腔柱插筋偏差和冷挤压套筒连接的工艺与验收规定；补充钢筋机械连接、钢筋外形与外观及其检验项目等内容，增补完善附录 A；调整裂缝宽度计算的系数取值与限值规定，明确可靠防水做法条件下的裂缝宽度限值；补充主编单位、参编单位和主要起草人员名单。

（6）征求意见稿形成（2026 年 10 月 26 日至 10 月 30 日）。在完成上述修改和内部校核后，形成《630MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》征求意见稿及本编制说明，按计划节点于 2026 年 10 月 30 日前提交，进入征求意见程序。

征求意见、技术审查及报批等后续程序，应按协会标准制定程序完成并归档。

二、团体标准主要技术内容的确定

（一）编制目的及社会经济意义

630MPa 级热轧带肋高强钢筋具有较高的强度水平，在由承载能力控制配筋的构件中具有降低用钢量的潜力。但强度提高并不意味着弹性模量同步提高，工程应用仍受裂缝、挠度、延性、最小配筋率及锚固连接条件制约。若仅按承载力进行钢筋代换，可能造成正常使用性能或构造措施不足。制定本规程的目的，是为材料供应、结构设计、施工和验收提供相互一致的技术要求。

本规程实施后，有利于提高高强钢筋选用和质量判定的一致性，减少不同环节对技术指标理解不一致的问题；在满足结构安全和使用要求的条件下，可减少钢材消耗、运输及加工工作量，

改善部分高配筋构件和节点区的施工条件。具体节材和成本收益取决于工程设计、市场价格及施工条件，应以项目对比测算结果确定。

（二）编制原则及标准协调关系

本规程遵循安全适用、技术先进、经济合理、便于施工和可检验的原则。承载能力、正常使用、抗震、耐久性等设计目标相互协调；材料指标与加工、连接和验收方法配套；对缺少充分依据的应用领域限定适用范围，对专用连接和锚固工艺提出性能验证要求。

本规程以 GB/T 50010《混凝土结构设计标准》为设计方法的主要基础，并与 GB/T 50011《建筑抗震设计标准》、GB 50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》、GB 50666《混凝土结构工程施工规范》及相关行业标准配套使用。工程应用必须符合 GB 55001、GB 55002、GB 55003、GB 55008 等适用的强制性工程建设规范。

钢筋尺寸、外形、重量及通用检验方法主要衔接 GB 1499.2 和 GB/T 28900；机械连接、套筒及锚固板分别衔接 JGJ 107、JG/T 163 和 JGJ 256。HRB630、HRB630E 的专门性能要求由本规程正文与附录明确，不能将对通用产品标准的引用理解为该标准已直接规定了这两个牌号的全部专门指标。

本项目按制定新团体标准组织编写，不设置新旧版本条文对照。与基础标准的关系主要体现为：沿用成熟的设计及验收框架，补充 630MPa 级钢筋参数、正常使用性能控制和专项连接施工要求。

（三）适用范围与内容构成

本规程适用于山东省内配置 630MPa 级热轧带肋高强钢筋的混凝土结构设计、施工与质量验收。钢筋可作为钢筋混凝土构件的纵向受力钢筋及预应力混凝土构件中的非预应力受力钢筋；按正文基本规定，也可在规定强度取值和构造条件下作为横向钢筋。不得用于结构构件中的吊钩、吊环。

考虑到相应研究与工程验证的边界，本规程不适用于轻骨料混凝土结构、特种混凝土结构及需要进行疲劳验算的构件设计。附录中列有材料疲劳检验方法，不代表上述疲劳设计适用范围已被扩展。

正文共设 10 章，依次为范围、规范性引用文件、术语和定义、符号、基本规定、材料、结构分析与极限状态计算、混凝土构件设计、构造规定、施工质量控制、检测与验收。附录 A 规定 HRB630、HRB630E 钢筋的技术性能，附录 B 给出钢筋的公称直径、公称横截面面积及理论重量，并给出机械连接套筒的形状、尺寸及允许偏差，附录 C 规定检验项目、取样数量、检验方法及判定规则。

（四）材料性能指标与参数取值

钢筋强度标准值要求具有不低于 95%的保证率。HRB630 和 HRB630E 屈服强度标准值取 630N/mm²，极限抗拉强度标准值均取 790N/mm²；弹性模量可取 2.0×10⁵N/mm²，必要时采用实测值。设置延伸率及抗震实测强度比要求，是为材料塑性、构件变形和抗震耗能提供约束。

表 1 主要材料参数及适用条件

项目	拟采用值	适用说明
屈服强度标准值 f_{yk}	630 N/mm²	HRB630、HRB630E
公称直径 d	6 mm～40 mm	HRB630、HRB630E
断后伸长率 A	15.0%	HRB630、HRB630E
极限抗拉强度标准值 f_{stk}	790 N/mm²	HRB630、HRB630E
抗拉强度设计值 f_y	545 N/mm²	一般设计取值
抗压强度设计值 f_y'	435 N/mm²	轴心受压时另取 400N/mm²
横向钢筋强度设计值 f_{yv}	360 N/mm²	受剪、受扭、受冲切计算
弹性模量 E_s	2.0×10⁵ N/mm²	也可采用实测值
最大力总延伸率 A_{gt}	≥7.5% / ≥9.0%	分别为 HRB630 / HRB630E
抗震实测强度比	≥1.25；≤1.30	依次为抗拉 / 屈服、屈服 / 标准值

抗拉强度设计值的确定采用材料分项系数γs＝1.15 的技术思路：630÷1.15≈547.8N/mm²，经向下调整取 545N/mm²。该取值使强度参数与分项系数设计方法相衔接，最终仍需结合可靠度及构件验算结果确认。

受压钢筋能否充分发挥强度取决于混凝土压应变及截面应变分布。规程表 5.1.5 一般抗压设计值取 435N/mm²，轴心受压构件取 400N/mm²；后者与 2.0×10⁵×0.002＝400N/mm²的应变协调关系相对应。受剪、受扭和受冲切计算采用 360N/mm²限值，目的是兼顾斜裂缝和变形控制；围箍约束混凝土的间接配筋按相应专门规定取值。

混凝土强度等级方面，梁、板和地基基础构件不应低于 C30；墙、柱不宜低于 C40，且不应低于 C30。该要求兼顾混凝土承载、钢筋粘结锚固及节点构造条件。水平构件宜采用低收缩性能混凝土，以减小收缩对裂缝控制的不利影响。

HRB630E 及规定抗震部位的纵向受力钢筋，采用实测抗拉强度与实测屈服强度之比不小于 1.25、实测屈服强度与屈服强度标准值之比不大于 1.30、最大力总延伸率不小于 9.0%的要求。钢筋化学成分、碳当量和金相组织同时纳入材料控制，避免仅以强度合格作为应用依据。

（五）结构分析与极限状态计算

结构分析沿用我国混凝土结构的极限状态设计方法，同时进行承载能力和正常使用两类验算。承载力验算采用本规程规定的钢筋强度设计值；正常使用验算按相应荷载组合计入长期作用，并检查裂缝宽度、挠度及适用的楼盖振动舒适度要求。

塑性内力重分布仅在规程规定的构件类型、作用和环境条件下采用，负弯矩调幅幅度不宜大于 20%，并约束调幅后的相对受压区高度。直接承受动力荷载、要求不出现裂缝或处于三 a、三 b 类环境的构件，不采用该方法。其目的在于利用塑性变形能力的同时，控制变形、裂缝和延性需求。

裂缝计算以 GB/T 50010 的计算形式为基础，结合高强钢筋受弯构件的既有研究引入修正系数。按规程第 6.5 条，最大裂缝宽度计算可概括为：

$$\omega_{\max} = C_{\mathrm{w}} \cdot \alpha_{\mathrm{cr}} \cdot \psi \cdot (\sigma_{\mathrm{s}} / E_{\mathrm{s}}) \cdot (1.9 c_{\mathrm{s}} + 0.08 d_{\mathrm{eq}} / \rho_{\mathrm{te}})$$

其中，C_{w} 为裂缝宽度修正系数，α_{cr} 为构件受力特征系数，ψ 为裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数，σ_{s} 为相应荷载组合下钢筋应力，c_{s} 为保护层相关距离，d_{eq} 为等效直径，ρ_{te} 为有效受拉混凝土截面配筋率。参数边界及取值应按正文执行。

规程对按 GB/T 50010 的规定配置表层钢筋网片的梁取 $C_{\mathrm{w}}=0.7$，轴心受拉或偏心受拉构件取 1.0，其余适用情况取 0.85；偏心受压构件当 e_0 / h_0 不大于 0.55 时，可不作裂缝宽度验算。式中 ψ 小于 0.2 时取 0.2、大于 1.0 时取 1.0，直接承受重复荷载的构件取 1.0；c_{s} 小于 20 mm 时取 20 mm、大于 65 mm 时取 65 mm。该修正针对荷载裂缝计算，不代替温度、收缩等非荷载裂缝的控制。系数 0.85 的统计推导及其验证边界见本说明第三部分。

裂缝宽度限值按构件使用功能及环境类别确定。地下室迎水面等部位由 0.20mm 有条件取至 0.30mm 的规定，应与适用的防水、耐久性和专门设计要求逐项协调；采取防水措施并不当然构成放宽全部环境下裂缝限值的依据。相关适用条件应在正文中明确。

挠度按适用荷载组合并计入长期作用验算，截面刚度计算方法与基础设计标准衔接。相对界限受压区高度按平截面假定和材料应变协调确定，钢筋强度提高后应重新计算，不能沿用较低强度钢筋的限值。设计软件须能正确处理材料参数、裂缝修正及构造要求，并通过代表性算例校核。

（六）混凝土构件与地基基础设计

构件设计覆盖受弯、受压、受拉及受剪、受扭、受冲切等情况，并结合楼盖功能检查振动舒适度。地基基础、桩基及抗浮构件分别与 GB 50007、JGJ 94、JGJ 476 等相关标准衔接。钢筋强度利用程度应结合截面受力、正常使用控制和工程环境确定，不以材料强度提高为由直接缩小截面或降低构造要求。

（七）锚固连接与构造要求

基本锚固长度与钢筋设计强度、混凝土抗拉强度及钢筋直径相关，可概括为 $l_{ab}=\alpha\cdot f_y\cdot d / f_t$。钢筋强度提高后，若其他条件相同，所需基本锚固长度增加。因此，本规程分别规定锚固修正系数、抗震锚固、横向构造钢筋以及末端弯钩或机械锚固要求。

受拉锚固长度设置不小于 200mm 的下限；纵向受拉钢筋绑扎搭接长度根据接头面积百分率计算，且不得小于 300 mm；纵向受压钢筋搭接时，其搭接长度不得小于受拉钢筋搭接长度的 70%，且不得小于 200 mm。锚固区保护层不超过规定直径倍数时，通过配置横向构造钢筋约束混凝土劈裂。抗震部位及动力荷载部位的锚固修正应执行相应限制。

高强钢筋连接优先采用机械连接。对允许采用绑扎搭接的部位限制钢筋直径、接头位置与接头面积百分率；轴心受拉和小偏心受拉构件纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接。一般机械连接接头宜选I级或II级，挤压类接头及规程规定的装配式专项连接采用I级，并由型式检验和工艺检验确认。

对于不宜采用焊接的高强钢筋，确需焊接时应先进行工艺评定及试验。锚固板与钢筋采用直螺纹连接，并对承压面积、厚度、锚固长度和锚固区混凝土作出要求；应通过相应拉伸破坏试验验证钢筋拉断前锚固不失效。由于 630MPa 级钢筋锚固板的直接试验依据仍需充实，构造参数应与配套试验结论共同核定。

最小配筋率按构件受力类型及抗震等级分别规定。一般受弯及受拉构件一侧受拉钢筋的最小配筋率，以百分数表示时取 0.20 与 $45f_t / f_y$ 的较大值；板类受弯构件（不包括悬臂板、柱支承板）的纵向受拉钢筋，最小配筋率允许取 0.15 与 $45f_t / f_y$ 中的较大值。保护层按环境类别、构件类型及设计工作年限确定，不随钢筋强度提高而减小。

（八）施工质量控制与检测验收

施工控制包括材料进场、标识追溯、分区存放、常温加工、弯曲成形、连接安装和成品保护。高强钢筋不得采用冷拉方式提高强度，不得反复弯折；钢筋代换必须取得设计单位同意并办理设计变更，同时复核承载力、裂缝、挠度、延性和全部相关构造条件。

钢筋及成型钢筋进场实施分批验收和见证取样，检查质量证明文件，检验屈服强度、抗拉强度、延伸率、弯曲性能和重量偏差等项目。材料检验批、加工批和接头验收批分别划分，不能相互替代。附录 C 规定了检验项目、取样数量、检验方法及判定规则：重量偏差按式（C.1）计算，其限值要求与 GB 1499.2 一致，并应在调直后进行检验；拉伸、弯曲、化学成分分析及晶粒度等项目的试验方法依次按 GB/T 28900、GB/T 222、GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 13298、GB/T 13299 执行。附录 C 同时规定了交货检验规则与异议处理程序，出现技术异议时可委托有资质的第三方检验机构复验，复验结果作为处理依据。

装配式结构连接单列施工和验收要求，重点核对 HRB630 或 HRB630E 牌号、630MPa 强度等级与I级接头性能的对应关系。挤压连接控制设备标定、插入深度、道次和压痕尺寸，直螺纹连接控制丝头精度与拧紧质量，连接完成后在后浇混凝土施工前进行隐蔽验收。

规程第 10.6 节规定，同一施工条件下采用同一批材料的同等级、同型式、同规格接头，以 500 个为一个验收批，不足 500 个亦按一批计，每批随机截取 3 个接头试件作单向拉伸试验；预制空腔柱纵向受力钢筋连接接头，宜按同一规格、同一连接形式，每 500 个或每一楼层划分验收批，二者取其较小者。对重要构件或有抗震设防要求的结构，每批取样数量应加倍。实体取样的实施方式、必要的平行试件条件及适用范围，应与通用连接验收规定及专项工艺验证结果协调。

三、主要试验验证分析及预期经济效益

（一）试验资料及分析范围

规程条文说明列有郑州大学土木工程学院 2018 年完成的 5 根 630MPa 级钢筋混凝土梁受弯试验和 3 根偏心受压柱试验结果，并引用其他高强钢筋构件、粘结锚固及连接研究成果。以下分析按条文说明附表 1 至附表 3 所列数据整理，属于对已有资料的综合分析。

太原理工大学土木工程学院于 2025 年 12 月完成的《HRB630E 热轧带肋高强钢筋试验报告》。该报告以敬业钢铁有限公司生产的 HRB630E 钢筋为对象，按 GB/T 50010 设计并制作试件，完成钢筋拉伸性能、弹性模量与冷弯性能、梁式粘结锚固性能、梁正截面受弯、梁斜截面受剪、柱轴心受压、柱大偏心受压、柱小偏心受压及柱水平低周往复抗震性能等九类试验。与前述研究相比，该组试验的构件设计直接采用本规程的钢筋强度设计值（抗拉强度设计值取 545N/mm²），其结果可视为对本规程参数的直接验证。

（二）太原理工大学 HRB630E 构件试验

材料性能方面，该组试验的检验结果为：屈服强度实测 660～711N/mm²，抗拉强度实测 849～895N/mm²，最大力总延伸率 9.8%～11.2%，断后伸长率 21.0%～32.1%，强屈比 1.25～1.30，屈标比 1.05～1.13；弹性模量五个直径组（16mm、18mm、20mm、22mm、25mm）实测平均值为 197.9GPa，冷弯至接近 180° 无裂纹。上述结果说明，规程取屈服强度标准值 630N/mm²、极限强度标准值 790N/mm²、弹性模量 2.00×10^5N/mm²，均得到实测支撑；其中实测弹性模量较取用值低约 1.0%，对裂缝宽度计算的影响在 1% 量级。强屈比实测值处于 1.25～1.30 区间，恰满足抗震指标下限，富余不多，说明该指标对 HRB630E 属可达到但须严格控制的项目，进场复验不应放松。

构件承载力方面，梁、柱试件的实测破坏荷载均高于按本规程参数算得的设计值，比值在 1.13～2.01 之间，详见表 2。

表 2 太原理工大学 HRB630E 构件试验结果与设计值对比

试验构件	设计值	实测破坏值	实测 / 设计	破坏形态	判定

试验构件	设计值	实测破坏值	实测 / 设计	破坏形态	判定
梁正截面受弯	57.91 kN·m	65.46 kN·m	1.13	受弯破坏，受压区混凝土压碎	满足
梁斜截面受剪	441.50 kN	550.25 kN	1.25	斜截面剪切破坏，箍筋屈服	满足
柱轴心受压	1573.20 kN	3163.21 kN	2.01	柱头受压破坏	满足
柱大偏心受压	382.14 kN	458.14 kN	1.20	受拉钢筋屈服，受压区混凝土压坏	满足
柱小偏心受压	829.84 kN	1446.40 kN	1.74	受压区混凝土压碎	满足
梁式粘结锚固	64.51 kN	105.15 kN	1.63	未发生锚固破坏	满足

注：设计值按 GB/T 50010 公式并以本规程钢筋强度设计值计算，抗拉强度设计值取 545N/mm²，抗压强度设计值按本规程第 5.1.5 条取用（一般构件 435N/mm²、轴心受压构件 400N/mm²）；实测破坏值为加载至构件破坏时的荷载或弯矩。数据来源为《HRB630E 热轧带肋高强钢筋试验报告》（太原理工大学土木工程学院，2025 年 12 月）。

表 2 显示，三类柱试件的实测值与设计值之比差异较大，轴心受压柱达 2.01。该比值不宜直接作为安全储备的度量：一方面，轴压试件的破坏发生在柱头，属端部局部受压引起的材料强度破坏，破坏荷载受端部约束条件影响较大；另一方面，试件混凝土实测强度高于 C40 的设计取值，而轴压构件对混凝土强度最为敏感。相比之下，受弯、受剪与大偏心受压构件的 1.13～1.25 更能反映按现行公式计算的实际裕度。各组试件的破坏形态均为常规的材料强度破坏，未出现高强钢筋先于混凝土破坏、钢筋脆断或锚固失效等异常现象，说明普通钢筋混凝土构件的设计公式对配置 HRB630E 钢筋的构件同样适用。

正常使用性能方面，受弯试件加载至 19.22kN 时出现初始裂缝，实测最大裂缝宽度 0.09mm；加载至 96.4kN 时出现首条斜裂缝，宽度 0.06mm；此后裂缝宽度随荷载近似线性增长，至最大裂缝宽度达 1.2mm 后受压区混凝土压碎；破坏时受拉钢筋最大应力约 984N/mm²（按实测应变与弹性模量换算），已进入强化阶段。裂缝宽度随荷载近似线性增长、破坏前急剧发展的规律，与条文说明第 6.5 条裂缝计算式的描述一致，可作为该式修正参数取值合理性的实测旁证。需说明的是，该组试验未提供逐条裂缝宽度与应变的配套记录，尚不足以据此重新统计短期裂缝扩大系数与裂缝间混凝土伸长影响系数，规程第 6.5 条的统计参数仍按前期汇总数据确定。

粘结锚固与抗震性能方面，梁式试件的锚固钢筋为直径 16mm 的 HRB630E 钢筋，荷载由设计值 64.51kN 逐级加至 105.15kN（1.63 倍）未发生锚固破坏，自由端回缩位移 5.47mm，梁跨中挠度 12.48mm，表明该钢筋与混凝土的粘结性能与普通热轧带肋钢筋相近，按 GB/T 50010 确定锚固长度可行。柱水平低周往复加载至设计值后，承载力下降至峰值 70% 时仍具备承载能力，纵筋屈服进入强化阶段且未断裂，箍筋保持弹性阶段工作，破坏模式与普通钢筋混凝土柱一致，说明按 GB/T 50011 进行抗震设计是可行的。

（三）受弯承载力试验分析

表 3 梁受弯承载力试验结果

构件编号	配筋率ρ (%)	Mu (kN·m)	Mu^1 (kN·m)	Mu^2 (kN·m)	Mu/Mu^1	Mu/Mu^2
L1	0.41	72	65.1	53.9	1.11	1.34
L2	0.60	116	104.0	85.6	1.12	1.35
L3	1.01	162	148.8	121.6	1.09	1.33
L4	0.68	117	104.5	86.0	1.12	1.36
L5	1.04	166	153.5	125.4	1.08	1.32

注：Mu 为试验所得值；Mu^1 为钢筋强度取标准值时按规范公式算得的结果；Mu^2 为考虑材料强度分项系数（γs＝1.2、γc＝1.4）后按规范公式算得的结果。

表列试件配筋率为 0.41%～1.04%，实测受弯承载力为 72～166kN·m；Mu / Mu^1 为 1.08～1.12，Mu / Mu^2 为 1.32～1.36。这组结果显示，在相应试验范围内，采用既有受弯承载力计算方法具有一定承载力余量。由于原附表采用的钢筋分项系数 1.2 与本规程拟采用的 1.15 不同，不能将表中比值直接视为 fy＝545N/mm²的完整验证结论，应按最终参数补充复算。

上述复算已由表 2 所列太原理工大学试验完成：该组梁试件的设计弯矩按 f_y＝545N/mm² 计算为 57.91kN·m，实测破坏弯矩 65.46kN·m，比值为 1.13，可作为本规程参数的直接验证。原附表比值（1.32～1.36）与本次比值（1.13）的差别，主要源于材料分项系数由 1.2 调整为 1.15。

（四）偏心受压承载力试验分析

表 4　偏心受压柱承载力试验结果

试件编号	试验值 N_0/kN	计算值（标准值） N_1/kN	计算值（设计值） N_2/kN	N_0/N_1	N_0/N_2
PZ1	575	585	453	0.98	1.27
PZ2	525	512	400	1.03	1.31
PZ3	475	453	357	1.05	1.33

注：N0 为试验所得值；N_1 为钢筋强度取标准值时按规范公式算得的结果；N_2 为考虑材料强度分项系数（γs＝1.2、γc＝1.4）后按规范公式算得的结果。

实测承载力为 475～575kN，N_0 / N_1 为 0.98～1.05，N_0 / N_2 为 1.27～1.33。PZ1 的实测值略低于按标准值计算的结果，表明模型仍存在离散性；3 个试件按原设计参数计算均有承载力余量。该组数据不宜直接外推为轴心受压、小偏心受压或不同约束条件构件的统一结论。

（五）正常使用性能分析

表 5　梁挠度试验值与计算值比较

构件编号	配筋率ρ/%	试验荷载（准永久值 kN）	挠度/mm	挠度/mm	规范限值
			试验值	计算值	l_0/200

构件编号	配筋率ρ/%	试验荷载（准永久值 kN）	挠度/mm	挠度/mm	规范限值
			试验值	计算值	l_0/200
L1	0.41	68.8	3.16	3.85	15
L2	0.60	109.1	5.93	5.14	15
L3	1.01	154.5	6.50	5.90	15
L4	0.68	109.6	7.04	5.12	15
L5	1.04	159.3	6.58	5.91	15

注：数据来源为规程条文说明第 6.1 条附表 2；表列挠度限值为 l0 / 200＝15mm。

实测挠度为 3.16～7.04mm，均小于表列 15mm 限值；但 L2 至 L5 实测挠度大于计算值，其中 L4 为计算值的 1.375 倍。因而，这些数据说明所列试件满足相应限值，同时提示设计应重视刚度计算误差和长期变形，不能概括为计算结果对全部试件均偏于安全。

裂缝宽度方面，条文说明通过已有研究给出短期裂缝扩大系数 1.58、裂缝间混凝土伸长影响系数 0.73，并与既有公式相应取值 1.66、0.77 及钢筋应变不均匀系数的处理进行比较，得到综合比例：

$$(1.58 / 1.66)\times(0.73 / 0.77)\times(1 / 1.1)\approx 0.82$$

在该分析基础上，规程将一般适用情形的裂缝修正系数提高取为 0.85。长期作用扩大系数仍沿用既有取值。上述推导可用于说明取值思路，但尚需附具原始裂缝数据、样本数量、试验条件和统计保证率分析，并区分普通热轧钢筋与热处理或其他工艺钢筋，确认材料和构件条件具有可比性。

（六）验证结论与专项验证要求

现有梁、柱数据可为在既有混凝土结构设计框架内配置 630MPa 级钢筋提供部分试验依据。综合采用这一技术路线时，应同时满足强度、变形、裂缝、锚固、连接及抗震要求。不同工艺钢筋、不同混凝土等级、不同受力和环境条件间的适用性，应分别判断。

太原理工大学九类构件试验的设计值直接采用本规程参数，其结果可作为主要技术参数的主要试验支撑；郑州大学 2018 年数据提供了独立来源的旁证。两者结论一致，即按 GB/T 50010 框架配置 630MPa 级钢筋的构件，其承载力、变形、裂缝与锚固性能均满足要求。现有数据仍不足以覆盖机械连接型式检验、装配式节点整体受力与长期性能，相应验证要求维持前述意见。

正式技术支撑材料宜包括：按 fy＝545N/mm²及相应受压强度取值完成的梁柱复算；裂缝修正系数及长期变形依据；与 630MPa 级钢筋匹配的机械连接型式检验、工艺检验和现场试验；锚固板及粘结锚固验证；装配式节点的受力、施工偏差及适用抗震性能验证。不得以接头单向拉伸试验替代节点整体受力与抗震性能验证。

主要试验与验证资料为：①《HRB630E 热轧带肋高强钢筋试验报告》（太原理工大学土木工程学院，2025 年 12 月），涵盖拉伸、弹性模量与冷弯、梁式粘结锚固、梁正截面受弯、梁斜截面受剪、柱轴心受压、柱大偏心受压、柱小偏心受压及柱抗震性能九类试验；②郑州大学土木工程学院 2018 年完成的 5 根 630MPa 级钢筋混凝土梁受弯试验与 3 根偏心受压柱试验资料，

见条文说明第 6.1 条附表 1 至附表 3。对于尚未形成充分技术依据的专项参数，应在送审前完成核定，并与正文、附录和条文说明同步调整。

（七）预期经济效益

在构件承载需求相同、由纵向受拉钢筋承载力控制，且力臂、截面及其他条件近似不变时，钢筋面积可近似按抗拉强度设计值反比估算。以 HRB400 的 360N/mm²、HRB500 的 435N/mm²作为对比计算参数，与本规程 545N/mm²比较，得到以下理论结果。

表 6 受拉承载力控制条件下的理论对比

比较项目	HRB400 方案	HRB500 方案
对比强度设计值	360N/mm²	435N/mm²
630MPa 级钢筋面积 / 原面积	360 / 545≈0.661	435 / 545≈0.798
对应理论减量	约 33.9%	约 20.2%
材料费用持平时单价比	545 / 360≈1.514	545 / 435≈1.253

表 5 为简化力学估算，不是工程统计节材率或整栋建筑用钢减量。最小配筋率、裂缝、挠度、钢筋间距、锚固搭接、抗震构造、施工规格及钢筋在总用量中的占比，均会影响最终减量；受剪、受扭和受冲切用筋也不能直接套用纵向受拉钢筋的理论比例。

仅考虑同类受拉钢筋材料费用时，可用 $C_{630} / C_{原} \approx (fy_{原} / 545) \times (P_{630} / P_{原})$估算，其中 P 为相同计价口径下钢筋单价，C 为相应材料费用。表列单价比为理论费用持平条件，不包含套筒、锚固板、加工、运输、检测及混凝土调整等费用，也不代表当前市场价格。

项目经济性应以同等安全、使用功能、设计工作年限和验收要求为前提，比较优化前后工程量、钢筋和连接件价格、加工安装费、专项检验费及设计调整费用。在高配筋和承载力控制部位，高强钢筋可能改善布筋和浇筑条件；在正常使用或构造要求控制的部位，节材空间可能有限。

环境效益宜在确认实际减量后，按各类钢筋适用的碳排放因子及一致的评价边界测算，不能由强度比直接推导减排比例。以减少材料消耗和优化施工形成的资源节约效益，应与材料生产工艺差异综合评价。

四、采用国际标准的程度及水平说明

本规程以我国混凝土结构设计、抗震、施工及质量验收标准体系为基础，未等同采用或修改采用某一项国际标准。对国际相关技术的研究与借鉴，不作为等同或修改采用国际标准的认定依据。

本规程的技术特点，是针对 630MPa 级普通热轧带肋钢筋，将材料性能、极限状态设计、裂缝与变形控制、连接锚固、装配式连接施工及质量验收相衔接。其技术水平应结合直接适用的试验数据、统计分析、工程验证和国内外同类标准对比评价；在缺少完整对比与鉴定材料时，不作“国际领先”或“国际先进”等等级性结论。

五、涉及专利问题的处理情况

专利信息披露、检索及必要专利核查结论为无。如涉及必要专利，应明确专利名称、专利号、权利人、对应条款及许可声明，并按适用的团体标准管理要求处理；同时审查是否可采用满足相同性能要求的其他技术路径，避免不必要的产品或工艺限制。

六、对征求意见稿收集意见的处理情况

本说明对应《630MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》征求意见稿。征求意见工作尚在进行中，本章待按协会团体标准制定管理办法附件 4《征求意见汇总处理表》汇总后填写，内容包括：征求意见的单位数量、返回意见条数、采纳与未采纳意见的统计，以及重大分歧意见的处理经过和依据。重大分歧意见应逐条列明提出单位、主要理由、处理结论及技术依据，并在送审稿中体现相应修改。

七、其他应予说明的事项

本规程拟作为山东省建材工业协会团体标准发布，由协会归口管理，青岛理工大学负责具体技术内容的解释。标准编号、发布日期和实施日期以正式公告为准。本规程与适用的强制性工程建设规范配套使用，不替代强制性规范要求。

实施准备宜覆盖设计计算与软件校核、材料供货与追溯、加工连接工艺、检测能力和现场验收培训。工程中采用高强钢筋代换、专用连接及特殊锚固时，应形成完整设计文件、专项施工要求和可追溯检验记录，并通过实施反馈持续完善标准。