

# 四川省土木建筑学会团体标准

XXXXXX-00X-2024

---

## 635MPa 级热轧带肋高强钢筋混凝土 应用技术规程 (意见征求稿)

Technical specification for application of HRB635 heat-treatment  
high-strength ribbed bar in concretes structures

2024 - 发布

2024-\*\*-\*\*实施

---

四川省土木建筑学会 发 布

635MPa 级热轧带肋高强钢筋混凝土  
应用技术规程

XXXX-00X-2024

主编单位：四川省建筑科学研究院有限公司  
安徽吾兴新材料有限公司  
批准部门：四川省土木建筑学会  
施行日期：2024 年 月 日

2024

# 目 次

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	7
2.1	术语.....	7
2.2	符号.....	7
3	基本规定.....	9
4	材料.....	16
4.1	钢筋.....	16
4.2	混凝土.....	22
4.3	钢筋连接接头、套筒和锚固板.....	24
4.4	结构加固用胶.....	28
5	结构构件设计.....	30
5.1	一般规定.....	30
5.2	结构加固工程.....	38
6	构造规定.....	41
6.1	钢筋锚固.....	41
6.2	钢筋连接.....	46
6.3	纵向受力钢筋的最小配筋率及钢筋和连接件保护层厚度.....	48
7	施工.....	52
7.1	一般规定.....	52
7.2	钢筋加工.....	54
7.3	钢筋连接和安装.....	56
8	质量验收.....	59
8.1	一般规定.....	59
8.2	钢筋材料质量验收.....	60

8.3 钢筋加工质量验收.....	62
8.4 钢筋连接质量验收.....	65
8.5 钢筋安装质量验收.....	67
附录 A 635MPa 级热轧带肋高强钢筋技术条件和检验方法.....	70
本规程用词说明.....	80
引用标准名录.....	81

# Contents

1	General Provisions.....	*
2	Terms and Symbols.....	*
2.1	Terms.....	*
2.2	Symbols.....	*
3	General Regulations.....	*
4	Materials.....	*
4.1	Bars.....	*
4.2	Concrete.....	*
4.3	Reinforcement connection joint、Coupler and Anchorage head for rebar..	*
5	Structural Component Design.....	*
5.1	General provisions.....	*
5.2	Structural reinforcement engineering.....	*
6	Detailing Requirements.....	*
6.1	Anchorage of Steel Reinforcement.....	*
6.2	Splices of Reinforcement.....	*
6.3	Minimum ratio of reinforcement for flexural and axial loading members and Concrete cover for connectors.....	*
7	Construction.....	*
7.1	General provisions.....	*
7.2	Reinforcement processing.....	*
7.3	Reinforcement connection and installation.....	*
8	Quality Acceptance.....	*
8.1	General provisions.....	*
8.2	Quality acceptance of steel reinforcement materials.....	*

8.3	Quality acceptance of steel reinforcement processing.....	*
8.4	Quality acceptance of steel reinforcement connection .....	*
8.5	Quality acceptance of steel reinforcement installation .....	*
Appendix A Technical Conditions and Inspection Method of 635MPa		
	Hot-rolled Ribbed High-strength Bars.....	*
	Explanation of Wording in This Code.....	*
	List of Quoted Standards.....	*

# 1 总 则

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

## 【条文说明】

635MPa 级热轧带肋高强钢筋的抗拉强度设计值为 550MPa，相对普通钢筋有较大幅度提高，推广 635MPa 级热轧带肋高强钢筋的应用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。635MPa 级热轧带肋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。635MPa 级热轧带肋高强钢筋用于梁柱纵向钢筋、大开间楼板、基础厚板及剪力墙的受力筋的节材效果显著；配置 635MPa 级热轧带肋高强钢筋可以改善梁柱节点钢筋密集现象，有利于提高混凝土浇筑质量。

通过实验研究、理论计算、工程算例和近年来在各省工程实际应用案例分析，相对于HRB400 热轧带肋钢筋，当采用 635MPa 级热轧带肋高强钢筋在大跨度受弯受拉构件、大偏心受压构件、活荷载较大的受弯受拉构件中使用，可以节约钢筋在 30%左右，工程项目的综合节约率在 8%~12%左右。在工程中运用 635MPa 级热轧带肋高强钢筋，符合当前国家提倡的绿色环保、节能节材的要求，符合我国可持续发展的国策，经济及社会效益显著，具有重要的工程意义和经济意义。编制本规程是为了落实国家的技术经济政策，规范应用 635MPa 级热轧带肋高强钢筋。

**1.0.2** 本规程适用于应用 635MPa 级热轧带肋高强钢筋的工业与民用建筑物设计、施工和验收。

### 【条文说明】

《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)3.9.3 条指出，“普通钢筋宜优先采用延性、韧性和焊接性较好的钢筋；普通钢筋的强度等级，纵向受力钢筋宜选用符合抗震性能指标的不低于 HRB400 级的热轧钢筋”。《混凝土结构设计规范》GB50011-2010 年版已列入强度 500MPa 级的钢筋，《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T

1499.2-2018 取消了 335MPa 级钢筋，增加了 600MPa 级热轧带肋高强钢筋。

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、河南省等省份相继颁布了强度 600MPa 级及以上高强钢筋应用的省级地方工程建设技术标准。但现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）规定混凝土结构中使用普通钢筋的最高强度等级为 500MPa 级，635MPa 级热轧带肋高强钢筋在实际应用中仍缺乏国家规范依据。

合肥工业大学、安徽建筑大学、安徽省建筑科学研究设计院等单位对 635MPa 级热轧带肋高强钢筋混凝土构件的基本力学性能和抗震性能进行了试验研究，给出了有关结论和建议。

本规程在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2016 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，研究了相关研究试验成果和理论分析，针对 635MPa 级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构工程中应用，制定了相关规定，适用于配置 635MPa 级热轧带肋高强钢筋的普通混凝土结构的设计，除对结构有特殊或较高延性要求的，均可参照执行本规程。

635MPa 级热轧带肋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，可用于抗剪、抗扭和抗冲切构件的横向钢筋。

试验和研究表明，635MPa 级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构构件中的应用，与一般钢筋基本相同，且可与其他类型的钢筋搭配使用；推荐优先用于由承载能力极限状态控制配筋的钢筋混凝土构件中的纵向受拉钢筋。对于由承载能力极限状态控制配筋的地下室结构、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，可采用 635MPa 级热轧带肋高强钢筋，以达到节省钢材用量的目的。

635MPa 级热轧带肋高强钢筋的延性、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/T 1499.2-2018、《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）等相关标准的规定。

本规程包括设计、施工及质量验收等方面的技术要求，对 635MPa 级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构应用，规定了基本要求。

本规程有关 635MPa 级热轧带肋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制定的企业标

准《635MPa级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》QB34/WXJ02022-2022。

**1.0.3** 除应符合本规程外，尚应符合现行国家、行业和四川省有关标准规范的规定。

**【条文说明】**

本规程是对635MPa级热轧带肋高强钢筋在混凝土结构应用的基本要求。应用635MPa级热轧带肋高强钢筋时，除需满足本规程的要求外，尚应符合全本强制规定的国家现行通用规范系列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》GB 50153、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2等国家、行业和四川省有关标准规范。

本规程中引用的规范标准未写明版本年号的均指现行有效版本。当依据引用的规范标准进行修订或升级改版后，

工程技术人员应根据情况自行判断是否执行本规程相关条文。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

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

符合本规程附录 A 技术条件，屈服强度标准值为 635MPa，横截面为圆形且表面带肋的高强钢筋，按热轧状态交货，其金相组织主要是铁素体加珠光体，不含有影响使用性能的其他组织。简称 HG6/C 钢筋，其中 HG6E/C 钢筋为符合抗震性能要求的 635MPa 级热轧带肋高强钢筋。

#### 2.1.2 套筒 coupler

可传递钢筋轴向拉力或压力的钢筋机械连接用钢套管。

#### 2.1.3 锚固板 anchorage head for rebar

设置于钢筋端部用于钢筋锚固的承压板。

### 2.2 符 号

$E_c$ ——混凝土的弹性模量；

$E_s$ ——钢筋的弹性模量；

$f_{ck}$ 、 $f_c$ ——混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；

$f_{tk}$ 、 $f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；

$f_{yk}$ ——钢筋屈服强度标准值；

$f_{stk}$ ——钢筋极限强度标准值；

$f_y$ ——钢筋抗拉强度设计值；

$f'_y$ ——钢筋抗压强度设计值；

$f_{yv}$ ——横向钢筋的抗拉强度设计值；

$\delta_{gt}$ ——钢筋最大力下的总延伸率，也称均匀伸长率。

### 【条文说明】

现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中定义的术语和符号适用于本规程。

### 3 基本规定

**3.0.1** 对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况，当用内力的形式表达时，结构构件应采用下列承载能力极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (3.0.1-1)$$

$$R = R(f_c, f_s, a_k, \dots) / \gamma_{Rd} \quad (3.0.1-2)$$

式中： $\gamma_0$  —— 结构重要性系数：在持久设计状况和短暂设计状况下，对安全等级为一级的结构构件不应小于1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于0.9；对地震设计状况下应取1.0；

$S$  —— 承载能力极限状态下作用组合的效应设计值：对持久设计状况和短暂设计状况应按作用的基本组合计算；对地震设计状况应按作用的地震组合计算；

$R$ —— 结构构件的抗力设计值；

$R(\cdot)$  —— 结构构件的抗力函数；

$\gamma_{Rd}$ —— 结构构件的抗力模型不定性系数：静力设计取1.0,对不确定性较大的结构构件根据具体情况取大于1.0的数值；抗震设计应采用承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$ 代替 $\gamma_{Rd}$ ；

$f_c$ 、 $f_s$ —— 国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的混凝土强度设计值、钢筋强度设计值；当采用HG6/C钢筋时，按本规程第四章规定的钢筋强度设计值取值；

$a_k$ —— 几何参数的标准值，当几何参数的变异性对结构性能有明显的不利影响时，应增减一个附加值。

### 【条文说明】

本条为承载能力极限状态设计的基本表达式，与《混凝土结构设计规范》GB50010相同，适用于结构构件的承载力计算，符号S在《建筑结构荷载规范》GB50009中为有效组合的效应设计值，《建筑抗震设计规范》GB50011

中为地震作用效应与其他荷载效应基本组合的设计值，在本条中均为以内力形式表达。

根据《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153的规定，提出了构件抗力不定项系数（构件抗力调整系数） $\gamma_{RD}$ 的概念，在抗震设计中为抗震承载力调整系数 $\gamma_{RE}$ 。

当几何参数的变异性对结构性能有明显影响时，需考虑其不利影响。

**3.0.2** 对于正常使用极限状态，钢筋混凝土构件应按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响，采用下列极限状态设计表达式进行验算：

$$S \leq C \quad (3.0.3)$$

式中： $S$ ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

$C$ ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度和自振频率等的限值。

**【条文说明】**

正常使用极限状态验算的基本表达形式，与《混凝土结构设计规范》GB50010的规定一致。

**3.0.3** HG6/C 钢筋可应用于各类钢筋混凝土结构构件，其主要适用于大跨度、重荷载的钢筋混凝土结构构件的纵向受力钢筋，亦可用作抗剪、抗扭、抗冲切构件的横向钢筋。

**3.0.4** HG6/C 钢筋的连接方式应采用机械连接或绑扎搭接。

**【条文说明】**

试验和研究表明，HG6/C 钢筋在焊接时强度会损失、金相会改变，其可焊性、焊接可靠性和稳定性尚需验证，故本规程暂不允许 HG6/C 钢筋采用焊接连接。

**3.0.5** 结构构件应根据功能要求、环境类别等具体情况，选用合适的裂缝控制等级。混凝土结构的环境类别应根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定进行划分。结构构件正截面的受力裂缝控制等级分为三级，等级划分及要求应符合下列规定：

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

二级——一般要求不出现裂缝的构件，按荷载标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土拉应力不应大于混凝土抗拉强度的标准值；

三级——允许出现裂缝的构件，对钢筋混凝土构件，按荷载准永久组合并考虑长期作用影响计算时，构件的最

大裂缝宽度不应超过《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的最大裂缝宽度限值。

### 【条文说明】

现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 将裂缝控制等级划分为三级，等级是对裂缝控制严格程度而言，设计人员需根据具体情况选用不同的等级。关于构件裂缝控制等级的划分，一般根据结构的功能要求、环境条件对钢筋的腐蚀影响、钢筋种类对腐蚀的敏感性和荷载作用的时间等因素来考虑。

结构构件裂缝宽度限值按《混凝土结构设计规范》GB50010 选用。GB50010-2010（2015 年版）第 3.4.5 条的条文说明中提出，对混凝土保护层较大的构件，当在外观的要求允许时，可根据实践经验，对裂缝宽度限值作适当放大。试验结果表明，HG6/C 钢筋耐腐蚀性能优于普通热轧钢筋，从防腐耐久性角度考虑，可合理利用其优点，对处于一类环境下的采用 HG6/C 钢筋的梁支座区域，上部纵筋多处于现浇板截面高度范围内，如果现浇楼面有找平层，则找平层的砂浆或细石混凝土将会覆盖梁顶面，类似于表面裂缝修补，对此裂缝宽度限值可作适当放大。

按《混凝土结构设计规范》GB 50010 公式对配置 HG6/C

钢筋的混凝土结构构件进行裂缝宽度计算的结果较大，近年来对结构裂缝研究一些成果认为，《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）中裂缝计算公式属半理论半经验式，规范的裂缝限值较为严格，相比欧美国家较为保守，在保证混凝土构件有足够的耐久性的前提下，确定更合理的确定裂缝宽度限值，有很高的经济价值，建议依据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015年版）3.4.5条、7.1.2条的条文及条文说明，可有条件地适当放松最大计算裂缝宽度限值，建议对按《混凝土结构设计规范》GB 50010公式进行裂缝计算的宽度进行折减。由于没有足够依据和权威性，考虑现行的设计文件审查制度，本规程不作规定。工程设计工程师可以根据工程实际情况和工程经验决定对策。

**3.0.6** 配置HG6/C钢筋的混凝土受弯构件最大挠度应按荷载的准永久组合，并应考虑荷载长期作用的影响进行计算，计算值不应超过《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的挠度限值。

#### 【条文说明】

混凝土构件变形挠度的限值应以不影响结构使用功能、外观及与其他构件的连接等要求为目标。当构件的挠度满

足《混凝土结构设计规范》GB50010的要求，但相对于使用要求仍然过大时，设计人员可根据实际情况提出更加严格的要求。

**3.0.7** 除本规程有明确规定外，配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构设计内容、设计方法、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，均应符合现行国家、行业和四川省有关标准规范的规定。

**【条文说明】**

采用 HG6/C 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，特别是全本强制的通用规范的规定。

## 4 材料

### 4.1 钢筋

4.1.1 HG6/C 钢筋的技术条件和要求应符合《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2 及本规程附录 A 的规定。

#### 【条文说明】

本规程采用的 HG6/C 钢筋各项性能指标应符合相关规定，具体技术指标要求见《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 及本规程附录 A。

4.1.2 HG6/C 钢筋的强度标准值应具有不小于 95%的保证率。HG6/C 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 的规定取用；

表 4.1.2 HG6/C 钢筋强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

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	$\text{HRB}^{\text{E}}$	6~50	635	795
HG6E/C	$\text{HRB}^{\text{E}}$	16~50	635	800

注：HG6E/C 为符合抗震性能要求的 635MPa 级热轧带肋高强钢筋。

**4.1.3** HG6/C 钢筋的强度设计值应符合表 4.1.3 及以下规定：

1 轴心受压构件和小偏心受压构件采用 HG6/C 钢筋时，其抗压强度设计值  $f_y'$  取值不应超过  $400\text{N/mm}^2$ ；

2 大偏心受压构件和受弯构件采用 HG6/C 钢筋时，其抗压强度设计值  $f_y'$  应采用  $435\text{N/mm}^2$ ；

3 横向钢筋的抗拉强度设计值  $f_{yv}$  应按表 4.1.3 中  $f_y$  采用，但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算，应按  $360\text{N/mm}^2$  采用。计算混凝土柱、剪力墙约束边缘构件箍筋加密区的体积配箍率时，应按箍筋实际强度设计值采用。

**表 4.1.3** HG6/C 钢筋强度设计值 ( $\text{N/mm}^2$ )

钢 筋 牌 号	公 称 直 径	抗 拉 强 度 设 计 值 $f_y$
HG6/C	6~50	550
HG6E/C	16~50	

**【条文说明】**

《混凝土结构通用规范》GB 55008 的 2.0.4 条规定，普通钢筋材料分项系数取值不应小于 1.1，表 3.2.1 规定强度等级 400MPa 和 500MPa 的普通钢筋（热轧钢筋）最小材料分项系数分别是 1.10 和 1.15。根据安徽吾兴新材料有限公司企业标准《635MPa 级热轧带肋高强钢筋应用技术规程》QB34/WXJ02022-2022 及实际工程检验结果，考虑到必要

的安全储备,对HG6/C钢筋材料分项系数取为不小于1.15,  $635/1.15=552.2$ , 由此抗拉强度设计值取550MPa。

安徽、上海等地的试验研究验证了HG6/C钢筋在混凝土中具有良好的工作性能,从试验构件的受力机理与破坏形态来看,构件在试验过程中没有异常现象,钢筋和混凝土的本构关系没有因为钢筋强度提高到635MPa而发生较大变化,钢筋混凝土的基本原理仍适用于配置HG6/C钢筋的混凝土构件。

试验研究结果表明:

1 梁等受弯构件受拉区钢筋强度设计值取 $550\text{N}/\text{mm}^2$ ,受压区钢筋强度设计值取 $435\text{N}/\text{mm}^2$ ,钢筋的抗拉强度设计值与抗压强度设计值应有所区别;

2 对于柱子等受压构件,钢筋受压强度设计值,大偏压时取 $435\text{N}/\text{mm}^2$ ,轴压时取 $400\text{N}/\text{mm}^2$ ,小偏压时取值同轴心受压;

3 对于钢筋受剪、受扭、受冲切强度设计值取 $360\text{N}/\text{mm}^2$ ,是由于在这些受力条件下635MPa级热轧带肋高强钢筋未能充分发挥作用,其抗拉强度设计值按《混凝土结构设计规范》GB50010中HRB500取为 $360\text{N}/\text{mm}^2$ ;但用作围箍约束混凝土的间接配筋时,其强度设计值不受

此限。

4 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  $550\text{N}/\text{mm}^2$ 。

**4.1.4** HG6/C 钢筋在最大力下的总伸长率 $\delta_{gt}$  不应小于表 4.1.4 规定的数值。

表 4.1.4 HG6/C 钢筋在最大力下的总伸长率限值

牌号	最大力下的总伸长率 $\delta_{gt}$
HG6/C	7.5%
HG6E/C	9.0%

**【条文说明】**

本条规定了 HG6/C 钢筋延性的要求。最大力下的总伸长率是控制钢筋延性的重要性能指标，HG6E/C 为符合抗震性能要求的 635MPa 级热轧带肋高强钢筋，其在最大力下的总伸长率应不小于 9%，与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 对钢筋总伸长率的要求相一致。

**4.1.5** HG6/C 钢筋的弹性模量  $E_s$  可取  $2.00 \times 10^5 \text{N}/\text{mm}^2$ 。

**【条文说明】**

HG6/C 钢筋弹性模量参照《混凝土结构设计规范》GB 50010，与 HRB500 钢筋取值一致，为  $2.00 \times 10^5 \text{N}/\text{mm}^2$ 。

**4.1.6** 除上述要求外，HG6E/C 钢筋还应符合下列要求：

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。

### 【条文说明】

HG6E/C 钢筋除满足表 4.1.2 的规定外，还应满足国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 对钢筋抗震性能指标提出的要求，与《建筑抗震设计规范》GB 50011 对抗震钢筋相关要求一致。

**4.1.7** 防连续倒塌设计的结构构件在抗力函数计算时，HG6/C 钢筋强度可取其极限强度标准值 $f_{stk}$ ；受剪、受扭承载力计算时 HG6/C 钢筋强度可取其屈服强度标准值 $f_{yk}$ 。

### 【条文说明】

条文根据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (2015 年版) 3.6.3 条，提出当进行偶然作用下结构防连续倒塌的验算时，在抗力函数的计算中，混凝土强度取强度标准值，普通钢筋强度取极限强度标准值，宜考虑偶然作用下结构倒塌对结构几何参数的影响。必要时尚应考虑材料性能在动力作用下的强化和脆性，并取相应的强度特征值。

由于对 HG6/C 钢筋的疲劳应力幅限值未进行系统研究，

疲劳应力幅限值应根据专门试验确定，本规程未作规定，暂未列入应用范围。

**4.1.8** HG6/C 钢筋的公称直径、公称横截面面积、理论重量取值应符合《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定；HG6/C 钢筋实际重量与理论重量允许偏差应符合表 4.1.8 的规定。

**表 4.1.8** HG6/C 钢筋实际重量与理论重量允许偏差

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

注 钢筋理论重量按 7.85g/cm<sup>3</sup> 计算。

**4.1.9** HG6/C 钢筋的常用公称直径为 6mm、8mm、10mm、12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、25mm、28mm。

**【条文说明】**

为方便采购，对 HG6/C 钢筋常用的公称直径进行了规定。

**4.1.10** 当进行钢筋等强代换时，应按照钢筋受拉承载力设计值相等的原则换算，除应符合设计要求的构件承载力、

最大力下的总伸长率、裂缝宽度验算、挠度验算及抗震规定外，尚应满足最小配筋率、钢筋间距、保护层厚度、钢筋锚固长度、接头面积百分率及搭接长度等构造要求。施工时要求钢筋代换，应取得设计变更文件。

### 【条文说明】

钢筋代换是设计和施工中常遇到的情况。钢筋代换除应满足等强代换的原则外，尚应综合考虑不同牌号钢筋的性能差异对裂缝宽度验算、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。

## 4.2 混凝土

### 4.2.1 混凝土强度标准值、强度设计值、弹性模量及耐久

性等相关技术指标应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

**4.2.2** 配置 HG6/C 钢筋的混凝土构件，其混凝土宜具有低收缩性能。

**【条文说明】**

配置 HG6/C 钢筋后，混凝土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对减少混凝土自身收缩，保证混凝土质量尤为重要。

**4.2.3** 配置 HG6/C 钢筋的钢筋混凝土构件，其梁、板的混凝土强度等级不应低于 C30，墙、柱的混凝土强度不应低于 C40。

**【条文说明】**

本条提出了混凝土最低强度等级的限制。配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构，为充分发挥钢筋强度，建议采用 C40 及以上的较高强度等级的混凝土与之匹配。

研究表明，当混凝土强度等级低于 C40 时，HG6/C 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也能获得较好的社会经济效益。考虑到建筑界现实情况和 HG6/C 钢筋在节点处的锚固要求，规定配置 HG6/C 钢筋的梁、板的混凝土强度等级不应低于 C30，墙、柱的混凝土强度等级不应低于 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，高强度混凝土与高强度钢筋配合使用更能发挥 HG6/C 钢筋的经济优势。

### 4.3 钢筋连接接头、套筒和锚固板

**4.3.1** 钢筋机械连接的接头性能应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 及《混凝土结构通用规范》GB 55008 中相关规定要求。

#### 【条文说明】

《混凝土结构通用规范》GB55008-2021 规定了钢筋连接接头的极限抗拉强度值，本条文将此作为钢筋连接接头的极限抗拉强度值最低标准，实际应用时只能更严不能放松。

**4.3.2** 钢筋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，分为I级、II级、III级三个等级，其性能应符合以下要求：

1 I级、II级、III级接头的极限抗拉强度应符合表 4.3.2-1 的规定；

2 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，其极限抗拉强度仍应符合表 4.3.2-1 的规定；

3 I级、II级、III级接头变形性能应符合表 4.3.2-2 的规定。

表 4.3.2-1 钢筋连接接头极限抗拉强度

钢筋连接接头等级	I级	II级	III级
钢筋连接接头极限抗拉强度	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 钢筋拉断 或 $f_{mst}^0 \geq 1.10f_{stk}$ 连接件破坏	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$	$f_{mst}^0 \geq 1.25f_{yk}$

注：1.  $f_{mst}^0$  为接头试件实测抗拉强度。 $f_{stk}$  为钢筋极限抗拉强度标准值； $f_{yk}$  为钢筋屈服强度标准值；

2. 钢筋拉断指断于钢筋母材、套筒外钢筋丝头和钢筋镦粗过渡段；

3. 连接件破坏指断于套筒、套筒纵向开裂或钢筋从套筒中拔出以及其他连接组件破坏。

表 4.3.2-2 钢筋连接接头变形性能

钢筋连接接头等级		I级	II级	III级
单向拉伸	残余变形 (mm)	$u_o \leq 0.10(d \leq 32)$ “ $u_o \leq 0.14(d > 32)$ ”	$u_o \leq 0.14(d \leq 32)$ “ $u_o \leq 0.16(d > 32)$ ”	$u_o \leq 0.14(d \leq 32)$ “ $u_o \leq 0.16(d > 32)$ ”
	最大力下总伸长率 (%)	$\geq 6.0$	$\geq 6.0$	$\geq 3.0$
高应力反复拉压	残余变形 (mm)	$u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$
大变形反复拉压	残余变形 (mm)	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.6$

注： $u_o$ ——接头试件加载至  $0.6f_{yk}$  并卸载后在规定标距内的残余变形；

$u_{20}$ ——接头试件经高应力反复拉压 20 次后的残余变形；

$u_8$ ——接头试件经大变形反复拉压 8 次后的残余变形；

$u_4$ ——接头试件经大变形反复拉压 4 次后的残余变形。

### 【条文说明】

钢筋接头单向拉伸时的强度和变形是钢筋连接接头的基本性能。高应力反复拉压性能反映连接接头在风荷载及多遇地震情况下承受高应力反复拉压的能力。接头在经受高应力反复拉压和大变形反复拉压后仍应满足最基本的抗拉强度要求，这是结构延性得以发挥的重要保证。大变形反复拉压性能反映结构在强烈地震情况下钢筋进入塑性变

形阶段接头的受力性能。钢筋机械连接接头在拉伸和反复拉伸后仍应满足塑性变形；卸载后形成不可恢复的残余变形（国外也称滑移），对混凝土结构的裂缝宽度有不利影响，因此有必要控制接头的变形性能。上述三项性能是进行接头型式检验的基本检验项目。现场工艺检验则要求检验单向拉伸残余变形和极限抗拉强度。

**4.3.3** 钢筋机械连接用套筒的材料及力学性能应符合《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的规定，套筒实测受拉承载力不应小于被连接钢筋受拉承载力标准值的 1.1 倍。

**4.3.4** 钢筋连接套筒表面应刻印清晰、持久的标识，套筒的标识应注明名称代号、型式代号、主参数（钢筋强度级别）代号、主参数（钢筋公称直径）代号等信息。

**4.3.5** 锚固板的原材料及力学性能应符合《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定。

#### 【条文说明】

根据 HG6/C 钢筋端部机械锚固和在结构加固工程中的应用需要，结合相关标准规范，增加了对锚固板要求的相关规定。

**4.3.6** 锚固板与钢筋的连接宜选用直螺纹连接，连接螺纹的公差带应符合《普通螺纹公差》GB/T 197 中 6H、6f 级精度规定。

**【条文说明】**

考虑到 HG6/C 钢筋不宜采用焊接连接，本条对钢筋端部与锚固板连接的做法进行了规定。

## **4.4 结构加固用胶**

**4.4.1** 种植 HG6/C 钢筋的用胶，其性能应满足被加固构件长期所处的环境 and 环境温湿度的要求，且应符合《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《砌体结构加固设计规范》GB、50702 等相关标准规范的规定。

**【条文说明】**

考虑到 HG6/C 钢筋在结构加固工程中的植筋应用，结合相关标准规范，增加了对结构加固用胶要求的相关规定。

**4.4.2** 采用 HG6/C 钢筋植筋锚固的混凝土结构，其长期使

用的环境温度不应高于 60℃；处于特殊环境（如高温、高湿、介质腐蚀等）的混凝土结构采用植筋技术时，除应按国家现行有关标准的规定采取相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的胶粘剂。

## 5 结构构件设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构的承载能力极限状态计算以及配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构构件的正常使用极限状态验算，应符合国家现行有关规范、标准的规定。

#### 【条文说明】

配置 HG6/C 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《混凝土结构设计规范》GB 50010 相同。配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构构件，其承载力计算与《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定相同。

HG6/C 钢筋的屈服强度和屈服应变较高，相应的相对界限受压区高度和最大纵筋配筋率较小，因此在设计时应注意防止构件超筋。相对界限受压区高度的计算方法与有屈服点的普通钢筋相同。

合肥工业大学完成的 19 根偏心受压柱承载力试验，验

证了 HG6/C 钢筋在混凝土中具有良好的工作性能，从试验构件的受力机理与破坏形态来看，构件在实验过程中基本没有异常现象；钢筋与混凝土的本构关系没有因为钢筋强度的提高而发生变化，钢筋混凝土的基本原理适用于 HG6/C 钢筋，配置 HG6/C 钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法与《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定相同，因此设计可利用符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的混凝土结构设计软件，可将软件中有关钢筋的计算参数修改后直接计算。注意尽量选用直径较小的 HG6/C 钢筋，降低混凝土构件裂缝宽度和钢筋锚固不满足要求的可能。

**5.1.2** 当设计混凝土柱考虑 HG6/C 钢筋受压作用时，纵筋直径不应小于 16mm 且间距不应大于 200mm，箍筋直径不应小于 8mm，间距不应大于 200mm，截面边长不大于 600mm 的柱箍筋肢距不应大于 200mm。

**5.1.3** 配置 HG6/C 钢筋的混凝土构件，采用塑性内力重分布分析方法进行承载力极限状态计算时，应符合下列要求：

1 钢筋混凝土连续梁和连续单向板，可采用塑性内力重分布方法进行分析。重力荷载作用下的框架、框架-剪力墙结构中的现浇梁以及双向板，经弹性分析求得内力后，

可对支座或节点弯矩进行适当调幅，并确定相应的跨中弯矩；

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

3 钢筋混凝土梁支座或节点边缘截面的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%；弯矩调整后的梁端截面相对受压区高度不应超过 0.35，且不宜小于 0.10。钢筋混凝土板的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%；

4 对于直接承受动力荷载的构件，以及要求不出现裂缝或处于三 a、三 b 类环境情况下的结构，不应采用考虑塑性内力重分布的分析方法。

#### 【条文说明】

超静定混凝土结构在出现塑性铰的情况下，会发生内力重分布，可利用这一特点进行构件截面之间的内力调幅，以达到简化构造、节约配筋的目的。本条规定给出了可以采用塑性调幅设计的构件或结构类型，提出了考虑塑性内力重分布分析方法设计的条件。

考虑塑性内力重分布计算方法进行构件的设计时，由于塑性铰的出现，抗弯能力调小部位的裂缝宽度较大，故进一步明确允许考虑塑性内力重分布构件的使用环境，并

强调应进行构件变形和裂缝宽度验算，以满足正常使用极限状态的要求。

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

由于 HG6/C 钢筋的屈服强度较高，相应的相对界限受压区高度较小，因此在设计时应注意其带来的影响。

**5.1.4** 配置 HG6/C 钢筋的矩形、T 形、倒 T 形和 I 形截面的钢筋混凝土受拉、受弯和偏心受压构件，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，可按现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的方法计算。

#### 【条文说明】

配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构构件，其矩形、T 形、倒 T 形和 I 形截面受拉、受弯和偏心受压构件的最大裂缝宽度计算方法与《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定相同。

**5.1.5** 配置 HG6/C 钢筋的混凝土受弯构件最大裂缝宽度计算，在准永久值组合下框架梁端截面处的计算弯矩、板支座截面处的计算弯矩可取梁与柱、梁与板交接处的计算弯

矩；当板筋的锚固、搭接等要求符合梁纵向钢筋的相关要求时，现浇梁可考虑梁有效翼缘宽度范围内板筋参与梁支座截面裂缝宽度计算。

### 【条文说明】

配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构构件裂缝宽度验算的要求与《混凝土结构设计规范》GB 50010 相同。

试验结果表明，采用 HG6/C 钢筋的梁平均裂缝宽度试验值与《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的计算方法的计算结果基本一致。

合肥工业大学、安徽寰宇建筑设计院对 HG6/C 钢筋混凝土梁进行了裂缝试验，表明梁的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值与《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定相一致时，HG6/C 钢筋混凝土结构构件与 HRB400 热轧带肋高强钢筋混凝土结构构件开裂状态、裂缝形态、裂缝宽度相比没有变化。

混凝土构件裂缝宽度限制是影响高强钢筋推广应用的主要问题之一，查阅有关研究试验资料和论文可以发现，我国规范公式裂缝宽度计算值大于欧美规范的计算值。控制构件裂缝涉及到结构的耐久性，是全局性长期性问题，应由试验和时间来验证。本标准仍按《混凝土结构设计规

范》GB 50010 执行，设计人员可以结合具体情况、具有成熟的工程经验和技術支撑时可以合理防松裂缝宽度限值。梁的有效翼缘宽度按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定。

**5.1.6** 配置 HG6/C 钢筋的混凝土受弯构件挠度验算应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

**【条文说明】**

HG6/C 钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件挠度验算可按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定进行。

**5.1.7** 配置 HG6/C 钢筋的混凝土框架梁，梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 1.8% 时，箍筋最小直径应按现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的梁端箍筋加密区的箍筋最小直径增大 2mm。

**【条文说明】**

HG6/C 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相对受压区高度和延性，宜适当降低现行规范中对框架梁端纵筋（普通钢筋）最大配筋率的限值，梁端纵向受拉钢筋配筋率不宜大于 2%；当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 1.8% 时，梁端箍筋加密区箍筋直径宜比《建

筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）表 6.3.3 中规定值增大 2mm。

**5.1.8** 配置 HG6/C 钢筋的框架柱、框支柱中全部纵向受力钢筋配筋率不应小于表 5.1.8 的规定，且每一侧的配筋率不应小于 0.2%；对于IV类场地上较高的高层建筑，最小配筋率应增加 0.1%。

**表 5.0.9 柱全部纵向受力钢筋最小配筋率（%）**

柱类型	抗震等级			
	一	二	三	四
中柱、边柱	0.9(1.0)	0.7(0.8)	0.6(0.7)	0.5(0.6)
角柱、框支柱	1.1	0.9	0.8	0.7

注：1.表中括号内数值适用于框架结构；

2.当混凝土强度等级高于 C60 时，上述数值应增加 0.1 采用。

### 【条文说明】

配置 HG6/C 钢筋的框架柱、框支柱，其纵向受力钢筋最小配筋率与《混凝土结构设计规范》GB 50010 中强度等级 500MPa 钢筋的相同。对于IV场地上较高建筑，最小配筋率应增加 0.1%。

**5.1.9** 钢筋混凝土结构房屋应根据建筑抗震设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的内力调整和抗震构造要求。结构抗震体系应具

有足够的牢固性和抗震冗余度；结构构件应具有足够的延性，避免脆性破坏；构件连接的设计与构造应能保证节点或锚固件的破坏不先于构件或连接件的破坏。

### 【条文说明】

这是全文强制的《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 第 5.2 节的规定，是原则性要求，应认真落实。对框架结构的构件端面、潜在塑性铰区的箍筋加密要求、梁柱的节点的配筋构造提出原则性要求，是保障混凝土框架结构房屋抗震能力的重要手段，是必要的。

**5.1.10** 配置 HG6/C 钢筋且建筑形体特别不规则或最大高度超限的建筑物以及抗震等级高于一级建筑物的结构设计应按有关规定进行专门研究和论证，采取特别的加强措施。

### 【条文说明】

配置 HG6/C 钢筋的建筑形体特别不规则、最大高度超限的建筑物和构筑物及建筑抗震等级高于一级的结构设计，应结合高强钢筋的特性，按有关规定进行专门研究和论证，采取特别的加强措施。

**5.1.11** 配置 HG6/C 钢筋的框架梁和框架柱的潜在塑性铰区宜采取箍筋加密措施；抗震墙的墙肢、连梁、框架梁、

框架柱等构件的潜在塑性铰区的局部应力集中部位宜采取延性加强措施。

#### 【条文说明】

条文同时提出了抗震墙、框架梁柱提高延性的要求，是工程结构抗震能力的重要保障。

**5.1.12** 抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段）中的纵向受力钢筋采用 HG6/C 钢筋时，应采用牌号为 HG6E/C 的钢筋。

#### 【条文说明】

抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段）中的纵向受力钢筋，应采用钢筋牌号 HG6E/C 的抗震钢筋。抗震设计所采用的钢筋强度标准值、设计值、最大力下总伸长率和弹性模量应符合第 4.1.2~4.1.5 条的规定。抗震钢筋的强屈比、超强比尚应满足表 4.1.6 的要求。

## 5.2 结构加固工程

**5.2.1** 在结构加固中使用 HG6/C 钢筋时，除应符合本规程外，尚应符合现行《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB

55021、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《砌体结构加固设计规范》GB 50702 等相关标准规范的规定。

**5.2.2** 在结构加固工程中使用 HG6/C 钢筋并考虑与原结构普通钢筋共同受力，在验算结构、构件承载力时，应计入二次受力、应变滞后的影响，以及加固部分与原结构共同工作程度。

**5.2.3** 加固前，应采取措施卸除或部分卸除作用在结构上的荷载。

**5.2.4** 增大截面法加固混凝土构件且使用 HG6/C 钢筋时，被加固的原构件的现场实测混凝土强度推定值不得低于 13.0MPa。

**5.2.5** 当混凝土结构加固采用 HG6/C 钢筋植筋时，宜采用钻孔穿过加固构件并在钢筋端部增设锚固板的方式进行锚固，其植筋构造要求应符合现行《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的规定。

**5.2.6** 当结构加固采用 HG6/C 钢筋植筋技术进行锚固时，应符合下列规定：

1 当采用种植全螺纹螺杆技术等植筋技术，新增构件为悬挑结构构件时，其原构件混凝土强度等级不得低于

C25；当新增构件为其他结构构件时，其原构件混凝土强度等级不得低于 C20。

2 采用植筋或全螺纹螺杆锚固时，其锚固部位的原构件混凝土不应有局部缺陷；

3 植筋不得用于素混凝土构件，包括纵向受力钢筋一侧配筋率小于 0.2%的构件。

#### 【5.2.1~5.2.6 条文说明】

为了落实国家的技术经济政策，推广 HG6/C 钢筋在结构加固领域的应用，结合《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《砌体结构加固设计规范》GB 50702 等相关规范标准要求，增加了关于 HG6/C 钢筋的相关规定。

根据《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 计算出的 HG6/C 钢筋植筋深度约为  $30d\sim 62d$  ( $d$  为钢筋直径)，加固构件的截面尺寸通常难以满足其植筋深度要求，因此建议采用钻孔穿过加固构件并在钢筋端部增设锚固板的方式进行锚固。

## 6 构造规定

### 6.1 钢筋锚固

**6.1.1** 混凝土中 HG6/C 钢筋锚固长度计算和构造要求应符合国家现行有关规范、标准的规定。

#### 【条文说明】

随着钢筋强度不断提高、结构形式的多样性，钢筋在混凝土中锚固条件有了很大的变化，根据近年来系统试验研究及可靠度分析的结果，并参考国外标准，《混凝土结构设计规范》GB 50010 给出了以简化计算确定受拉钢筋锚固长度的方法。

根据合肥工业大学所做的 HG6/C 钢筋锚固试验结果，按现有规范规定的锚固长度可以满足 HG6/C 钢筋的锚固需求，钢筋直径、混凝土等级、锚固长度、混凝土保护层厚度、配箍率均会影响钢筋材料强度的发挥。直锚、弯锚、螺栓锚，锚固长度为  $20d$ ，混凝土保护层厚度在  $5d$  以上以及混凝土等级在 C30 以上基本能够发挥直径 25mm 以下 HG6/C 钢筋的材料强度。如果配有箍筋，且配箍率 1%，由

于箍筋的约束作用能够很好约束混凝土的裂缝发展，所以可以适当降低以上的要求。

HG6/C 钢筋外形与普通热轧带肋钢筋相同，基本锚固长度  $l_{ab}$ 、锚固长度  $l_a$  与《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定相同。

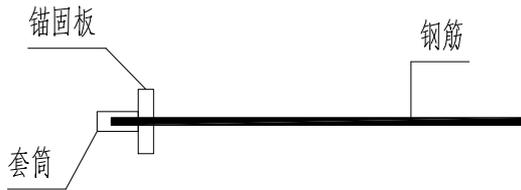
受拉钢筋锚固长度应根据钢筋直径、钢筋与混凝土抗拉强度、钢筋外形和锚固端形式、结构或构件抗震等级计算确定，钢筋的混凝土保护层厚度是影响钢筋锚固可靠性的重要因素。在任何情况下受拉钢筋锚固长度不应小于  $0.6l_{ab}$  及 200mm。尚应注意抗震设计时须乘相应的抗震修正系数。

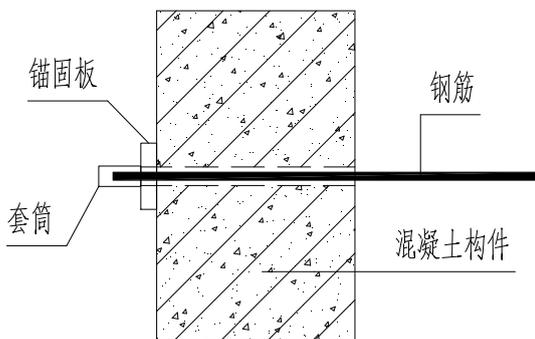
**6.1.2** HG6/C 钢筋采用锚固板锚固时，锚板与钢筋的连接宜选用直螺纹连接，纵向受拉钢筋的抗拔力不应小于其抗拉设计值且应做锚固板与 HG6/C 钢筋的拉力破坏试验，钢筋拉断前锚固不得失效。锚固板的承压面积不应小于锚固钢筋公称面积的 9 倍，锚固板厚度不应小于锚固钢筋公称直径，锚固板的性能要求应满足现行《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定。

**【条文说明】**

高强钢筋焊接时强度会损失，金相会改变，对贴焊钢筋时钢筋强度的损失缺乏专门研究，高强钢筋的可焊性、焊接可靠性和稳定性尚需验证，故暂不允许采用侧焊、端焊锚筋锚固。钢筋的可靠锚固与结构的安全性密切相关。不同的钢筋锚固方式将明显影响混凝土结构设计和施工方法。锚固板具有安装快捷、质量及性能易于保证、锚固性能好的优点。采用钢筋锚固板可减小钢筋锚固长度、节约钢材，且方便施工。锚固板与钢筋的连接优先选用螺纹连接是为了提高连接强度的可靠性和稳定性。螺纹长度应满足抗拉强度的要求。

四川省建筑科学研究院有限公司和西南交通大学对HG6/C钢筋采用套筒+锚固板连接组合试件的工作性能进行了试验研究，钢筋穿过锚固板，在端部与配套套筒通过螺纹车丝连接，其连接示意图如下：





## 连接示意图

选用常用直径分别为 14、16、18、20、22、25mm 的 HG6/C 钢筋，每种直径各 3 组；其中，直径为 14mm 的钢筋选用垫板尺寸为 75mm×75mm×15mm，直径为 16、18、20mm 的钢筋选用垫板尺寸为 100mm×100mm×20mm，直径为 22、25mm 的钢筋选用垫板尺寸为 100mm×100mm×25mm。加载试验通过拉拔试验机进行加载，试验结果表明，HG6/C 钢筋采用此方法进行锚固时能有效发挥其受拉承载力，采用套筒+锚固板连接组合的锚固有效。

**6.1.3** HG6/C 钢筋采用锚固板锚固时，其混凝土构件尚应满足局部受压承载力要求。

### 【条文说明】

采用锚固板锚固时，锚固板距离混凝土构件边缘的边距、锚固板与锚固板之间的净距等均应满足混凝土构件的局部受压承载力要求，具体要求应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

**6.1.4** 锚固长度范围内钢筋的混凝土保护层厚度不大于  $5d$  时，锚固长度范围内应配置横向构造钢筋，横向构造钢筋直径不应小于  $d/4$ ；横向构造钢筋的间距，对梁、柱、斜撑等构件，不应大于  $5d$ ，对板、墙等平面构件，不应大于  $10d$ ，且不应大于  $100\text{mm}$ 。此处  $d$  为锚固钢筋的直径。

### 【条文说明】

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

## 6.2 钢筋连接

**6.2.1** HG6/C 钢筋的连接应采用机械连接或绑扎搭接，钢筋连接设计应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，并符合下列要求：

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

2 绑扎搭接宜用于直径不大于 14mm 的纵向受拉钢筋，以及直径不大于 16mm 的纵向受压钢筋；钢筋搭接长度应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；轴向受拉及小偏心受拉杆件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接。

### 【条文说明】

采用机械连接的 HG6/C 钢筋直径不宜小于 16mm，是为防止 HG6/C 钢筋螺纹加工引起钢筋的截面损失造成高强钢筋承载力下降太多，导致结构构件不安全。

HG6/C 钢筋因自身材料强度高，焊接连接技术要求更为严格，考虑施工现场实际情况，为慎重起见，本标准钢

筋连接形式未纳入焊接连接，当施工现场个别位置必须采用焊接连接时，应按有关规定进行试验论证后进行。

**6.2.2** HG6/C 钢筋连接接头设计应满足强度及变形性能的要求。HG6/C 钢筋机械连接接头等级宜选用I级或II级；混凝土结构中要求充分发挥钢筋强度或对延性要求高的部位，或在同一连接区段内钢筋接头面积百分率为 100%时，应选用I级接头；钢筋应力较高但对延性要求不高的部位可采用II级接头。

#### 【条文说明】

钢筋连接接头在经受高应力反复拉压和大变形反复拉压后仍能满足最基本的抗拉强度要求，这是结构延性得以发挥的重要保证。HG6/C 钢筋机械连接接头在拉伸和反复拉压后仍能满足塑性变形，卸载后形成不可恢复的残余变形（滑移），对混凝土结构的裂缝宽度有不利影响，因此有必要控制接头的变形性能。

**6.2.3** 纵向受力钢筋连接的设置应符合下列要求：

1 纵向受力钢筋的连接接头宜设置在受力较小处；接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于  $10d$ ， $d$  为连接钢筋的直径；

2 同一跨度内或同一层高度内纵向受力钢筋不宜设

置两个或两个以上接头，同一根受力钢筋的接头不宜多于一个；

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

### 【条文说明】

钢筋的连接形式应根据工程具体情况和施工条件而选择，连接接头的类型和质量应符合现行相关标准的规定。任何形式的钢筋连接均会削弱其传力性能，因此钢筋连接的基本原则为：连接接头设置在受力较小处；限制钢筋在同一跨度或同一层高度内的接头数量；避开结构的关键受力部位如柱端、梁端的箍筋加密区，并限制接头面积百分率。

## 6.3 纵向受力钢筋最小配筋率及钢筋和连接件保护层厚度

### 6.3.1 配置 HG6/C 钢筋的混凝土构件纵向受力钢筋的配筋

率应符合下列要求:

1 受压构件,全部纵向钢筋最小配筋率不应小于 0.50%,一侧纵向钢筋不应小于 0.20%,当采用 C60 以上强度等级的混凝土时,最小配筋率应增加 0.10%;

2 受弯、偏心受拉、轴心受拉构件一侧的纵向受拉钢筋的最小配筋率不应小于 0.20%和  $0.45f_t/f_y$  中的较大值;

3 板类受弯构件(不包括悬臂板、柱支承板)的纵向受拉钢筋,其最小配筋率应允许采用 0.15%和  $0.45f_t/f_y$  中的较大值;

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

#### 【条文说明】

《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010 对受拉钢筋最小配筋百分率的规定属强制性要求,本标准遵照执行。

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

HG6/C 钢筋的其他构造要求，除本标准有特别要求外，均应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 对 HRB500 级钢筋的相关规定，并应适当加强。

HG6/C 钢筋屈服强度与屈服应变较高，相应的相对界限受压区高度较小和最大纵筋配筋率较小，为充分保证框架梁在水平地震作用下相对受压区高度和延性，宜适当降低现行规范中对框架梁端纵筋（普通钢筋）最大配筋率。

HG6/C 钢筋屈服应变较高，梁的位移延性相对较低，充分利用框架梁端受压区钢筋，可有效减小端部截面受压区高度，提高梁的位移延性。

直径 6mm 的 HG6/C 钢筋，模拟施工现场的踩踏后不会屈服，恢复性良好，因此可以用作钢筋混凝土板的板面、板底钢筋。直径 6mm 的 HG6/C 钢筋用作板面钢筋时，钢筋间隔件的间距应满足《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/T 219 的要求。

**6.3.2** 钢筋混凝土保护层厚度应符合国家现行有关规范、标准的规定，并符合以下要求：

**1** 钢筋混凝土保护层厚度应满足 HG6/C 钢筋与混凝土共同工作的性能要求；

2 钢筋混凝土保护层厚度应满足混凝土构件耐久性能力及防火性能要求。

**【条文说明】**

钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。应充分注重视保证 HG6/C 钢筋的混凝土保护层厚度的重要性，HG6/C 钢筋在混凝土中的握裹粘结、锚固、连接以及钢筋与混凝土共同工作性能、耐久性能、防火性能能否达到设计要求，混凝土保护层厚度是重要保障条件之一。应该注意《混凝土结构通用规范》GB 55008 规定的混凝土保护层厚度指最外侧钢筋外缘至混凝土构件表面的最小距离，《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015 年版）规定的混凝土保护层厚度不再是纵向钢筋（非箍筋）外缘至混凝土表面的最小距离，而是“以最外层钢筋（包括箍筋、构造筋、分布筋等）的外缘计算混凝土的保护层厚度”。

# 7 施 工

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构工程施工，除符合本标准的要求外，还应符合现行《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

### 【条文说明】

配置 HG6/C 钢筋的混凝土结构工程施工除应符合本标准的要求外，还应执行《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 等规范标准的有关规定。

**7.1.2** 钢筋连接方式应根据设计要求选用。

**7.1.3** 钢筋牌号和规格应按设计文件的规定采用。当需以 HG6/C 钢筋代换其他强度等级的钢筋时，应经设计单位同意，并办理设计变更文件。

### 【条文说明】

钢筋代换不是简单的“强度等效”，HG6/C 钢筋的代换

应按照钢筋受拉承载力设计值相等的原则换算，除应符合设计要求的构件承载力、裂缝宽度验算、挠度验算及抗震规定外，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及钢筋搭接长度等构造要求。施工时要求钢筋代换，应取得设计变更文件。

**7.1.4** HG6/C 钢筋性能应符合附录 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/T 1499.2 的规定。

**7.1.5** 施工过程中应采取防止钢筋混淆、锈蚀或损伤的措施。

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

**7.1.7** HG6/C 钢筋进场时，应按批次抽取试件进行检验，检验项目应包括屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲或反向弯曲及单位长度重量偏差，抽样数量和检验方法应符合《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定。

**7.1.8** HG6/C 钢筋连接套筒应刻有标识并按相关要求连接套筒的产品检验。

**7.1.9** 钢筋安装应采用定位件固定钢筋位置，定位件宜采用非金属定位件。

## 7.2 钢筋加工

**7.2.1** 钢筋加工宜采用专业化生产的成型钢筋，并宜集中加工、配送。

### 【条文说明】

成型钢筋的应用可以减少钢筋的损耗且有利于控制质量，同时缩短钢筋现场存放的时间，有利于钢筋的保护。成型钢筋的专业化生产应采用自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折，其性能应符合《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366 的有关规定。

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

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

**7.2.4** 钢筋宜采用不具有延伸功能的机械设备进行调直。钢筋调直过程中不应损伤带肋钢筋的横肋。调直后的钢筋应平直、无局部弯折。钢筋不得采用冷拉方法提高强度。

**【条文说明】**

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，规定了钢筋调直应采用机械方法，不得采用冷拉调直方法。

**7.2.5** HG6/C 钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

1 当直径为 28mm 以下时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 6 倍；

2 当直径为 28mm 及以上时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 7 倍；

3 箍筋弯折处弯弧内直径尚不应小于纵向受力钢筋的直径。

**7.2.6** 钢筋的弯钩和机械锚固应符合下列规定：

1 钢筋端部的弯钩位于构件的侧边或角部时，应偏向内侧布置锚固锚头的方向；

2 锚板和锚头的承压面积不应小于锚筋截面面积的 4 倍；当锚板和锚头为方形时，边长不应小于  $1.98d$ ， $d$  为锚固钢筋直径；

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

4 钢筋不应采用末端一侧或两侧贴焊锚筋、焊端锚板的锚固形式，应采用螺栓锚头形式；

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

## 7.3 钢筋连接和安装

7.3.1 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，钢筋接头的加工应经工艺检验合格后方可进行；

2 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 中受力钢筋的保护层最小厚度的规定；接头之间的横向净间距不宜小于  $25\text{mm}$ ；

3 受力钢筋机械连接各种规格连接接头的适用范围、工艺要求、套筒材料、质量要求等应符合现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

【条文说明】

接头连接会削弱钢筋传力和构件的结构性能，因此抗震设计的柱、梁端部加密区、钢筋弯起点附近等部位不应设置连接接头。混凝土结构施工的钢筋连接方式由设计确定，且应考虑施工现场的各种条件。如设计要求的连接方式因施工条件需要改变时应办理变更文件。

**7.3.2** 结构构件中纵向受力钢筋的接头宜相互错开。位于同一连接区段内的钢筋机械连接接头的面积百分率应符合下列规定：

1 接头宜避开有抗震设防要求的框架的梁端、柱端箍筋加密区；当无法避免时，应采用Ⅰ级接头，且接头面积百分率不宜大于 50%；

2 接头宜设置在结构构件受拉钢筋应力较小部位，在高应力部位设置接头时，Ⅱ级接头的接头面积百分率不应大于 50%；

3 纵向受压钢筋，接头百分率可不受限制；

4 对直接承受动力荷载的结构构件，接头百分率不应大于 50%。

**7.3.3** HG6/C 钢筋各种规格连接接头的适用范围、工艺要求、套筒材料、质量要求等应符合现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

**7.3.4** 施工现场螺纹连接锚固板钢筋丝头加工应符合下列规定：

1 加工钢筋丝头的操作工人应经专业技术人员培训合格后方可上岗；

2 钢筋丝头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。

**【7.3.2~7.3.4 条文说明】**

受力钢筋的机械连接、钢筋锚固板必须按要求施工，并应加强对机械连接、钢筋锚固板施工的管理和质量控制。

**7.3.5** 构件交接处的钢筋位置应符合设计要求。

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

## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时，应具有设计变更文件。

**8.1.2** 在浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括：

- 1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置等；
- 2 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 预埋件的规格、数量、位置等。

#### 【条文说明】

浇筑混凝土之前应进行的钢筋隐蔽工程验收内容。

## 8.2 钢筋材料质量验收

### ( I ) 主控项目

**8.2.1** 钢筋进场时，应按附录 A 抽取试件进行屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合附录 A 的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**8.2.2** 成型钢筋进场时，应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合附录 A 的规定。

当有施工单位或监理单位的代表驻厂监督生产过程，并提供原材料钢筋力学性能第三方检验报告时，可仅进行重量偏差检验。

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

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**【条文说明】**

生产质量稳定的成型钢筋，在进场检验时，可比常规检验批容量扩大一倍。

**8.2.3** 对抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），HG6/C 钢筋的强度应符合第 4.1.2 条、4.1.6 条的规定，HG6/C 钢筋在最大力下总伸长率应符合第 4.1.4 条的规定。

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查抽样报告。

#### 【条文说明】

按《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定，提出抗震钢筋延性的检验要求，具体体现为本标准规定的实测强屈比、超强比和最大力下总伸长率的要求。

**8.2.4** 化学成分等专项检验应符合附录第 A.1.1 条的规定。

检查数量：试件数量应符合附录第 A.4.3 条的规定。

检验方法：检查化学成分等专项检验报告。

### （ II ）一般项目

**8.2.5** 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

**8.2.6** 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合国家现行相关标准的规定。

检查数量：同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋，不超过 60t 为一批，每批随机抽取 3 个成型钢筋试件。

检验方法：观察，尺量。

**8.2.7** 钢筋机械连接套筒、钢筋锚固板以及预埋件等的外观质量应符合国家现行相关标准的规定。

检查数量：按国家或行业现行相关标准的规定确定。

检验方法：按国家或行业现行相关标准的规定进行。

## **8.3 钢筋加工质量验收**

### **( I ) 主控项目**

**8.3.1** 钢筋弯折的弯弧内直径应符合第 7.2.5 条的规定。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

### 8.3.2 纵向受力钢筋的弯折后长度应符合设计要求。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

**8.3.3** 盘卷 HG6/C 钢筋调直后应进行力学性能和重量偏差检验，HG6/C 钢筋的力学性能，应符合附录第 A.1.2 的规定，HG6/C 钢筋的重量允许偏差应符合第 4.1.8 条的规定。力学性能和重量偏差检验应符合下列规定：

1 应对 3 个试件先进行重量偏差检验，再取其中 2 个试件进行力学性能检验；

2 重量允许偏差应按附录 A 中 A.3.4 条计算；

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

4 采用无延伸功能的机械设备调直的钢筋，可不进行本条规定的检查。

检查数量：同一设备加工的同一牌号、同一规格的调直钢筋，重量不大于 60t 为一批，每批见证抽取 3 个试件。

**8.3.4** 钢筋锚固端的加工应符合国家现行标准的相关规定。钢筋锚固板应符合现行《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256

的有关规定；钢筋锚固板加工和安装前，应对不同钢筋生产厂家的进场钢筋进行钢筋锚固板工艺检验；施工过程中，更换钢筋厂家、变更钢筋锚固板形式时，应补充进行工艺检验。

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

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

## （ II ） 一般项目

**8.3.5** 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，加工允许偏差应符合表 8.3.5 的要求。

**检查数量：**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：**丈量。

**表 8.3.5 钢筋加工允许偏差**

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

## 8.4 钢筋连接质量验收

### ( I ) 主控项目

**8.4.1** 钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

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

检查数量：按现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**8.4.3** 钢筋采用机械连接时，螺纹接头应检验拧紧扭矩值，挤压接头应量测压痕直径。检验结果应符合现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定。

检查数量：按现行《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

**8.4.4** 钢筋接头的位置应符合设计和施工方案的要求。有

抗震设防要求的结构，梁端、柱端箍筋加密区范围内不应进行搭接。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

检查数量：全数。

检验方法：观察，尺量。

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

检查数量：按现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定确定。

检验方法：观察，尺量。

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

钢筋连接接头的型式检验、接头的现场加工与安装和接头的现场检验应符合现行《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

**8.4.7** 当纵向受力钢筋采用机械连接接头或搭接接头时，同一连接区段内纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

- 1 受拉接头，不宜大于 50%；受压接头，可不受限制；
- 2 直接承受动力荷载的结构构件中，当采用机械连接时，不应超过 50%。

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

检验方法：观察，尺量。

## 8.5 钢筋安装质量验收

### （ I ）主控项目

**8.5.1** 钢筋安装时，受力钢筋的牌号、规格和数量必须符合设计要求。钢筋代换应符合国家现行标准、设计图纸及技术核定单的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

**8.5.2** 受力钢筋的安装位置、锚固方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，丈量。

### ( II ) 一般项目

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

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

**表 8.5.3 钢筋安装位置允许偏差及检验方法**

项目		允许偏差	检验方法
绑扎钢筋网	长、宽	$\pm 10$	丈量
	网眼尺寸	$\pm 20$	丈量连续三档，取最大偏差值
绑扎钢筋骨架	长	$\pm 10$	丈量
	宽、高	$\pm 5$	丈量
纵向受力钢筋	锚固长度	-20	丈量
	间距	$\pm 10$	丈量两端、中间各一点，取最大

项目		允许偏差	检验方法
	排距	±5	偏差值
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

注：检查中心线位置时，沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差的较大值。

# 附录 A 635MPa 级热轧带肋高强钢筋技术 条件和检验方法

1 本附录 A 适用于钢筋混凝土用 635MPa 级热轧带肋高强钢筋，不适用于由成品钢材再次轧制成的再生钢筋；

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

## A.1 钢筋的主要技术要求

A.1.1 钢筋的牌号和化学成分应满足下列要求：

1 钢筋牌号、化学成分和碳当量（熔炼分析）应符合表 A.1.1 的规定。根据需要，钢中还可加入 V、Nb、Ti 等元素。

表 A.1.1 钢筋牌号的构成及其含义

牌号	化学成分%（质量分数）					碳当量 C <sub>eq</sub> %
	C	Si	Mn	P	S	
	不大于					
HG6/C HG6E/C	0.28	0.80	1.60	0.040	0.040	0.58

2 碳当量 C<sub>eq</sub>(%)值可按公式 (A.1.1) 计算：

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

(A.1.1)

3 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，铜的残余量可不大于 0.35%。

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

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

**A.1.2 钢筋的力学性能应满足下列要求：**

1 交货状态的力学性能特性值应符合表A.1.2的规定；

2 有抗震要求的结构适用牌号为HG6E/C钢筋。该类钢筋除应满足表A.1.2中的规定之外，尚应满足以下要求：

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

2) 钢筋实测屈服强度 $R_{el}^0$ 与表A.1.2中规定的屈服强度 $R_{el}$ 之比不大于1.30；

3) 钢筋的最大力下总延伸率 $A_{gt}$ 不小于9%。

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

表 A.1.2 交货状态的钢筋力学性能特性值

牌号	$R_{eL}$ (MPa)	$R_m$ (MPa)	$R^o_m/R^o_{eL}$	A (%)	$A_{gt}$ (%)	$R^o_{eL}/R_{eL}$
HG6/C	$\geq 635$	$\geq 795$	—	$\geq 16.0$	$\geq 7.5$	—
HG6E/C	$\geq 635$	$\geq 800$	$\geq 1.25$	$\geq 16.0$	$\geq 9.0$	$\leq 1.30$

注： $R_m$ 为钢筋抗拉强度标准值； $R_{eL}$ 为钢筋屈服强度标准值。

### A.1.3 工艺性能应满足下列要求：

#### A.1.3 钢筋的工艺性能应满足下列要求：

##### 1 弯曲性能

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

##### 2 反向弯曲性能：

- 1) 对抗震钢筋应进行反向弯曲试验。经反向弯曲后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹；
- 2) 根据需方要求，其他牌号钢筋可进行反向弯曲试验；
- 3) 可用反向弯曲试验代替弯曲试验；
- 4) 反向弯曲试验的弯曲压头直径比弯曲试验相应增加一个钢筋公称直径；
- 5) 反向弯曲试验：先正向弯曲90°后再反向弯曲20°，经反向弯曲试验后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 A.1.3 钢筋弯曲性能

牌号	公称直径(mm)	弯曲压头直径
HG6/C	6~25	6d
HG6E/C	28~50	

**A.1.4** 疲劳性能试验应满足以下要求：

1 根据需方要求，可进行疲劳性能试验，具体试验参数供需双方协商解决；

2 疲劳性能试验可在公称直径不大于28mm或公称直径大于28mm的钢筋中分别选一个公称直径；

3 疲劳性能试验方法应执行GB/T28900的规定。

**A.1.5** 钢筋的金相组织应主要是铁素体加珠光体，基圆上不应出现回火马氏体组织。钢筋宏观金相、截面维氏硬度、微观组织应符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定。

**A.1.6** 钢筋的尺寸、外形、重量及允许偏差及表面质量应符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定

**A.1.7** 公称直径不小于16mm的钢筋推荐采用机械连接的方式进行连接。钢筋的机械连接工艺及接头的质量检验与验收应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107等标准的规定。

## A.2 主要检验项目

**A.2.1** 钢筋钢筋出厂时应按批进行检验。每批钢筋的检验项目，取样数量、取样方法和试验方法应符合表 A.2.1 的规定。

表 A.2.1 取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量 (个)	取样方法	试验方法
1	化学成分 (熔炼分析)	1	GB/T20066	GB/T 223、GB/T 4336
2	拉伸	2	不同根(盘)钢筋 切取 附录A3.1	GB/T 28900
3	弯曲	2	不同根(盘)钢筋 切取 附录A3.1	GB/T 28900
4	反向弯曲	2	不同根(盘)钢筋 切取 附录A3.1	GB/T 28900
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/T 28900		
7	连接性能	JGJ 107、JGJ 163		
8	尺寸	逐根(盘)	-	GB/T 1499.2, 附录A.1.6
9	表面	逐根(盘)	-	目视
10	重量偏差	5	不同根(盘)钢筋 切取	GB/T 1499.2, 附录A.3.4

注:1.对化学分析分析结果有争议时,仲裁试验应按GB/T223相关规定进行;

2.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，采用系列工艺条件：加热试样到 $100^{\circ}\text{C}$ ，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却至室温。

**A.3.2** 拉伸、弯曲、反向弯曲试验应符合以下规定：

1 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许车削加工；

2 计算钢筋强度用截面积采用公称截面积；

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，然后在静止的空气中自然冷却至室温后再反向弯曲。当供方能保证钢筋人工时效后的反向弯曲性能时，正向弯曲后的试样亦可在室温下直接进行反向弯曲。

**A.3.3** 尺寸测量应符合以下规定：

1 带肋钢筋内径的测量应精确到0.1mm；

2 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，减去该处的内径，所得数值的一半为该处肋高，该数值除以10即为横肋间距，应精确到0.1mm。

### **A.3.4 重量偏差的测量应符合以下规定：**

1 测量钢筋重量偏差时，试样应从不同根钢筋上随机截取，试样数量不少于5支，每支试样长度不小于500mm，长度应逐支测量，应精确到1mm。测量试样总重量时，应精确到不大于总重量的1%；

2 钢筋实际重量与公称重量的偏差(%)应按下式计算：  
重量偏差=[(试样实际总重量-试样总长度×理论重量)  
]×100%/(试样总长度×理论重量) (A.3.4)

**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测数值的判定原则》YB/T081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** 钢筋的特征值检验应满足下列要求：

1 特征值检验适用于下列情况：

供方对产品质量控制的检验；

需方提出要求，经供需双方协议一致的检验；3)第三方产品认证及仲裁检验。

2 特征值检验应按《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2-2018中附录C的规则进行。

**A.4.3** 钢筋交货检验应满足下列要求：

- 1 交货检验适用于钢筋验收批的检验；
- 2 组批规则应满足下列要求：

钢筋应按批进行生产、检查和验收，每批由同一牌号、同一炉号、同一品种、同一规格的钢筋组成。每批重量不大于60t，超过60t的部分，每增加40t(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；

允许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇注方法的不同炉号组成混合批，但各炉号含碳量之差不大于0.02%，含锰量之差不大于0.15%。混合批的重量不大于60t；

3 钢筋检验项目和取样数量应符合表A.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附录A.1节的有关规定；

5 钢筋的复检与判定应符合《钢及钢产品交货一般技术要求》GB/T17505的规定；钢筋的重量偏差项目不允许复验。

## **A.5 包装、标志和质量证明书**

**A.5.1** 635MPa级热轧带肋高强钢筋在生产过程中应在其表面轧制牌号标志。

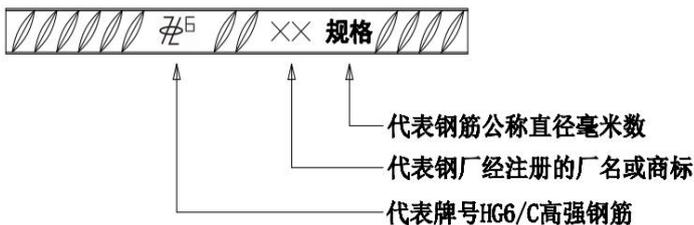
**A.5.2** 钢筋的表面标志应包括下列内容：

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；

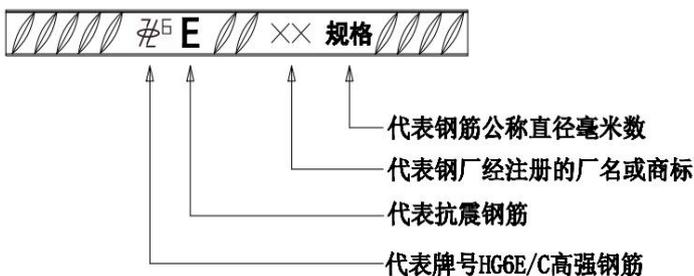
2 钢筋牌号以阿拉伯数字或阿拉伯数字加英文字母表示，HG6/C、HG6E/C分别以  $\Phi^6$ 、 $\Phi^6$  E表示。公称直径毫米数以阿拉伯数字表示；

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** 635MPa级热轧带肋高强钢筋标志的图例见图A.5.3。



(a) 新型热轧带肋高强钢筋



(b) 新型热轧带肋抗震高强钢筋

图 A.5.3 钢筋标志图例

**A.5.4** 钢筋的包装、质量证明书应符合《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T2101的有关规定。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行时的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

## 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》GB/T 1499.2
- 4 《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》  
GB/T2101
- 5 《钢及钢产品交货一般技术要求》 GB/T 17505
- 6 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 7 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 8 《HG6/C (E) 热轧带肋钢筋》 Q/MGB 580-2020
- 9 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 10 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153
- 11 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 12 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476
- 13 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 14 《工程结构通用规范》 GB 55001
- 15 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002
- 16 《建筑与市政地基基础通用规范》 GB 55003

- 17 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
- 18 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 19 《钢筋焊接及验收规范》 JGJ 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 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256
- 23 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》 JGJ 366
- 24 《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则》  
YB/T 081
- 25 《热轧带肋高强钢筋应用技术规程》 DG/TJ08-2236
- 26 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》 GB 50728
- 27 《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367
- 28 《砌体结构加固设计规范》 GB 50702
- 29 《既有建筑鉴定与加固通用规范》 GB 55021
- 30 《既有建筑维护与改造通用规范》 GB 55022
- 31 《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》 JGJ/T 219