

广西工程建设标准化协会团体标准

T/XXXX XXXX-XXXX

635MPa 级热轧带肋高强钢筋 应用技术标准

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

2024-xx-xx 发布

2024-xx-xx 实施

广西工程建设标准化协会 发布

广西工程建设标准化协会团体标准

635MPa 级热轧带肋高强钢筋
应用技术标准

T/XXXXX XXXX-XXXX

主编单位：安徽吾兴新材料有限公司

华蓝设计（集团）有限公司

批准部门：广西工程建设标准化协会

日 期：2024 年 xx 月 xx 日

2024 年 南 宁

前 言

根据广西工程建设标准化协会《广西工程建设标准化协会关于批准 2023 年第二批团体标准立项的通知》（桂建标协[2023]56 号）的要求，安徽吾兴新材料有限公司与华蓝设计（集团）有限公司会同有关研发、生产、设计、检测、施工、验收等单位编写本标准。编制过程中，编制组经过广泛调查与研究，结合开展相关试验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，总结实践经验，编制本标准。

本标准共 8 章和 1 个附录，主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 材料；5 结构构件设计；6 构造规定；7 钢筋制作与施工；8 质量验收；附录 A。

本标准的某些内容可能涉及《一种 635MPa 级高强热轧钢筋用钢》（专利号：ZL 2018 1 1474120.X）相关专利技术的使用。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与专利持有人（安徽吾兴新材料有限公司，15205283421）协商处理。除上述专利外，本标准的某些内容仍可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准涉及的全部产品、技术等由安徽吾兴新材料有限公司直接或授权许可提供。

本标准由广西工程建设标准化协会负责管理，华蓝设计（集团）有限公司、安徽吾兴新材料有限公司负责具体内容的解释工作，由安徽吾兴新材料有限公司对内容及实施结果承担一切法律责任。

为了不断完善本标准，在执行本标准过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，注意积累资料，执行过程中如有意见或建议请反馈给主编单位华蓝设计（集团）有限公司（地址：广西南宁市兴宁区华东路 39 号；邮编：530011；E-mail：14732179@qq.com）。

主 编 单 位： 安徽吾兴新材料有限公司

华蓝设计（集团）有限公司

参 编 单 位： 东南大学

合肥工业大学

安徽建筑大学

中建科工集团有限公司

广西水利电力职业技术学院

广西建设职业技术学院

广西建工集团控股有限公司

桂林电子科技大学

广西建工集团第一安装工程有限公司

主要起草人：荆向晓 刘 宏 朱 华 魏滔锴 刘 波
莫远昌 王 健 刘佳彬 沈奇罕 陈安英
刘运林 沈雨辰 唐善德 韦松宏 杨大平
黄 华 李亚运 韩军峰 田 翀 苏世宏
黄 松 王桂芳 赵 军 马 彬 唐思远
徐木新 胡朝春 卢锦超 梁智雄

主要审查人：

目录

1	总 则	1
2	术语和符号	5
2.1	术 语	5
2.2	符 号	5
3	基本规定	8
4	材 料	12
4.1	高强钢筋	12
4.2	混凝土	19
4.3	高强钢筋连接接头和套筒	20
5	结构构件设计	29
6	构造规定	45
6.1	高强钢筋的锚固	45
6.2	高强钢筋的连接	48
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	51
7	钢筋制作与施工	56
7.1	一般规定	56
7.2	钢筋制作	58
7.3	钢筋施工	60

8 质量验收 62

 8.1 一般规定 62

 8.2 钢筋材料质量验收 62

 8.3 钢筋加工质量验收 64

 8.4 钢筋连接质量验收 67

 8.5 钢筋安装质量验收 70

附录 A HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋技术条件和检验方法
..... 73

本标准用词说明 83

引用标准名录 84

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家绿色发展、节能降碳、环境保护的要求，规范 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋在建筑工程以及构筑物中的应用，做到绿色环保、安全适用、技术可靠、经济合理、确保质量，制定本标准。

条文说明：1.0.1 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋是新一代建筑用钢，具有以下特点：与 HRB400 热轧带肋高强钢筋相比，具有强度高，延伸性好，抗震性能优，安全储备系数大，防腐性更佳等优点。通过实验研究、理论计算、工程算例和近年来在省市工程实际应用案例分析，相对于 HRB400 热轧带肋高强钢筋，当在大跨度受弯受拉构件、大偏心受压构件、活载较大的受弯受拉构件中使用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋，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。由于应用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋后可减少钢筋用量和减小钢筋直径，可改善梁柱节点钢筋密集现象，有利于提高节点混凝土浇筑质量。在工程中推广采用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋，符合当前国家倡导的绿色环保、节能降碳、环境保护的要求，经济、

社会及环境效益显著。

1.0.2 本标准适用于采用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋的混凝土结构建筑工程和构筑物的设计、施工与验收。

条文说明：1.0.2 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 3.9.3 条指出：“普通钢筋宜优先采用延性、韧性和焊接性较好的钢筋；普通钢筋的强度等级，纵向受力钢筋宜选用符合抗震性能指标不低于 HRB400 级的热轧钢筋”。现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB5001-2010（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，《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018 增加了 600 MPa 级热轧带肋高强钢筋 HRB600，但未列入 HRB600E。HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋在实际应用中缺乏国家规范依据。

东南大学、合肥工业大学、安徽建筑大学等单位分别对 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋的锚固性能、连接性能、抗震性能以及 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋混凝土构件的基本力学性能、裂缝宽度、抗震性能等进行了试验研究，给出了相关结论和建议。

本标准编制组在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB5001-2010（2015 年版）的基础上，研究了有关高等院校和研究单位的试验成果和理论分析，参考各地方相关工程建设标准，

针对 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋在混凝土结构工程中的应用，制定了相关规定，适用于配置强度等级为 635MPa、钢筋牌号为 HG6（E）/C 钢筋的普通混凝土结构的建筑工程和构筑物的设计、施工与验收，除对结构有特殊或较高延性要求的均可参照执行本标准。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的非预应力受力钢筋，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，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抗暴设计人防结构、抗倒塌设计结构、地下室结构、基础、基坑围护、边坡工程、预应力混凝土结构构件中的非预应力受力钢筋、大跨度受弯受拉构件、大偏心受压构件、活载较大的受弯受拉构件，推荐采用 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋，以达到节省钢材用量的目的。

强度等级为 635MPa、钢筋牌号为 HG6（E）/C 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。本标准有关高

强钢筋各项材料性能主要依据为安徽吾兴新材料有限公司和中国宝武马鞍山钢铁股份有限公司联合制定发布的企业标准《新型热轧带肋高强钢筋应用技术规程》QB34/WXI01001-2023。本标准中牌号 HG6/C、HG6E/C 的钢筋即为强度 635MPa 级热轧带肋高强钢筋（简称高强钢筋）。

1.0.3 采用 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的混凝土结构构件的设计、施工和验收除应符合本标准外，尚应符合国家、行业及地方现行有关规范、标准的规定。

条文说明：1.0.3 本条明确了本标准仅在钢筋混凝土构件设计层面相关要求，钢筋混凝土结构分析计算仍然依托于现行标准。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 热轧带肋高强钢筋 Hot rolled ribbed high-strength steel bar

按热轧工艺处理,横截面为圆形且表面带肋的屈服强度标准值为 635MPa 的高强钢筋,其符合本标准附录 A 的技术指标,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它组织存在。

2.1.2 钢筋牌号 designations of bars

由英文字母和数字组成,用于标注钢筋热轧工艺、屈服强度等级、耐氯离子腐蚀、以及可满足抗震延性要求的钢筋品牌符号。

2.1.3 套筒 sleeve

用于传递钢筋轴向拉力或压力的钢筋机械连接用钢套管。

2.1.4 锚固板 anchorage head for rebar

设置于钢筋端部用于钢筋锚固的承压板。

2.2 符 号

HG6/C——耐氯离子腐蚀,屈服强度标准值为 635MPa 的热轧带肋高强钢筋;

HG6E/C——耐氯离子腐蚀，屈服强度标准值为 635MPa 且满足抗震性能要求的热轧带肋高强钢筋；

HG6(E)/C——HG6/C 热轧带肋高强钢筋以及 HG6E/C 热轧带肋高强钢筋

E_s ——钢筋的弹性模量；

f_{yk} ——钢筋的屈服强度标准值；

f_{stk} ——钢筋的极限强度标准值；

f_y' ——钢筋的抗压强度设计值；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值；

f_{yv} ——横向钢筋的抗拉强度设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

l_{ab} ——纵向受拉钢筋的基本锚固长度；

l_a ——纵向受拉钢筋的锚固长度；

δ ——钢筋的断后伸长率；

δ_{gt} ——钢筋在最大力下的伸长率；

α_{cr} ——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；

v_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋的相对粘结特性系数；

- ζ_a —— 锚固长度修正系数；
- ζ_{aE} —— 抗震锚固长度修正系数；
- $w_{\max}$ —— 按荷载准永久组合或标准组合，并考虑长期作用影响的计算最大裂缝宽度；
- $w_{\lim}$ —— 最大裂缝宽度限值；
- C_w —— 裂缝宽度修正系数。

3 基本规定

3.0.1 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋可应用于各类钢筋混凝土结构构件，可用作以下钢筋混凝土结构构件的纵向受力钢筋：由承载能力极限状态控制配筋的抗爆设计人防结构、抗倒塌设计结构、地下室结构、基础、基坑围护、边坡工程、预应力混凝土结构构件中的非预应力受力钢筋、大跨度受弯受拉构件、大偏心受压构件、活载较大的受弯受拉构件等。

条文说明：3.0.1 本条说明高强钢筋的适用部位。HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋适用于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中所包含的结构体系。

由试验研究表明，HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋在轴压或小偏心受压构件中优势不明显，如轴压柱、轴心压杆，因钢筋、混凝土本构关系以及钢筋与混凝土的粘结滑移理论和协同工作关系，HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋在钢筋混凝土结构构件中作为受压钢筋使用时，其受压强度无法充分发挥，优势不明显。

3.0.2 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋应满足强度、延性、可连接性等要求。

条文说明：3.0.2 HG6(E)/C 热轧带肋高强钢筋应经过钢筋材料的检测检验来保证其强度、延性、可连接性的要求。

3.0.3 HG6(E)/C 热轧带肋高强钢筋的接头应满足强度和变形性能的要求。

条文说明：3.0.3 钢筋的接头至关重要，关乎结构的安全，接头包括套筒、钢筋丝口，钢筋的接头强度应高于钢筋的母材强度。

3.0.4 HG6(E)/C 热轧带肋高强钢筋的连接方式应采用绑扎搭接或机械连接，不宜采用在施工现场焊接方式连接。

条文说明：3.0.4 钢筋直径在 12 毫米及以上的钢筋宜采用套筒连接方式，钢筋直径在 12 毫米及以下的钢筋宜采用绑扎连接方式。

HG6(E)/C 热轧带肋高强钢筋因材料强度高，焊接难度大，故应对焊接工艺提出更加严格的技术要求。受制于现场施工条件的复杂性及不确定性，焊接合格率较难保证，为保证钢筋连接有效及可靠性，因此不宜在施工现场采用焊接连接方式。

如确需采用焊接连接时，应满足以下所有要求：

(1) 热轧带肋高强钢筋焊接连接应采用电弧焊接，宜采用搭接单面焊接、搭接双面焊接、帮条焊接等，单面焊接搭接长度 $\geq 10d$ 、双面焊接搭接长度 $\geq 5d$ ，帮条长度和搭接长度相同；

(2) 电弧焊接连接宜用于直径不小于 16mm 的受力钢筋的连接，应按现行行业标准《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27 规定执行，满足现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 中相关评定规定；

(3) 钢筋的焊接应有钢筋焊接施工方案，钢筋焊接施工方案应进行专家评审，评审合格后才能进行钢筋焊接施工。

(4) 焊接的焊工除应有焊工合格证之外，还应进行焊接考试。考试合格后，才能上岗作业；

(5) 在钢筋焊接之前，应进行焊接工艺评定与焊接工艺试验，经试验合格后，才能进行焊接。

3.0.5 当进行钢筋代换时，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、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。施工进行钢筋代换前应取得相应的设计变更文件。

条文说明：3.0.5 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。

3.0.6 除本标准有明确规定外，配置 HG6 (E) /C 热轧带肋高强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《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 等有关规范标准的规定。

条文说明：3.0.6 采用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋的混凝土结构构件设计、施工和验收必须符合现行国家和行业相关规范标准的规定。

4 材 料

4.1 高强钢筋

4.1.1 本标准的新型热轧带肋高强钢筋指屈服强度标准值为 635MPa 的热轧带肋高强钢筋，其技术条件和要求应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 以及本标准附录 A 的规定。

条文说明：4.1.1 本条是对 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋材料的技术条件要求。HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的技术条件除应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的相关要求外，还应符合本规程的附录 A 《HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋技术条件》的规定。

4.1.2 高强钢筋的屈服强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。高强钢筋的符号、屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量和最大力下的总伸长率限值应按表 4.1.2-1 的规定采用；HG6E/C 高强钢筋强屈比（即抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值）、超强比（即屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值）应按表 4.1.2-2 的规定采用。

表 4.1.2-1 高强钢筋的屈服强度标准值 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 、弹性模量 E_s 和最大力下的总伸长率限值 δ_{gt}

钢筋牌号	符号	f_{yk} (N/mm ²)	f_{stk} (N/mm ²)	E_s (N/mm ²)	δ_{gt} (%)
HG6/C		635	795	2.0×10^5	≥ 7.5
HG6E/C		635	800		≥ 9.0

注：HG6E/C 为符合抗震性能要求的强度级别为 635MPa 的热轧带肋高强钢筋。

表 4.1.2-2 HG6E/C 高强钢筋强屈比和超强比和最大力下总伸长率限值

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

注： f_{st}^0 为抗拉强度实测值， f_y^0 为屈服强度实测值。

条文说明：4.1.2 根据《混凝土结构设计规范》GB-50010 的规定，要求钢筋的强度标准值具有不小于 95%的保证率。

本条给出了 HG6（E）/C 高强钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量以及最大力下的总伸长率等设计参数。

有抗震要求的钢筋还给出了强屈比、超强比以及最大力下的总伸长率的设计参数要求，其取值依据为《建筑抗震设计规范》GB50011 对抗震钢筋相关要求，与国家钢筋标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2 对钢筋抗震

性能指标一致。强屈比（即抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值）要求不小于 1.25，目的是当构件出现较大塑性变形或塑性铰后，钢筋仍具有必要的强度潜力，即塑性铰处有足够的转动能力与耗能能力，保证构件的基本抗震承载力；超强比（即屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值）要求不大于 1.30，目的是保证“强柱弱梁”、“强剪弱弯”设计要求的效果不因钢筋屈服强度离散性过大而受到干扰；钢筋最大力下的总伸长率要求不小于 9%，主要为了保证在抗震大变形条件下，框架柱、框架梁、框支柱、框支梁、伸臂桁架的斜撑、楼梯的梯段纵向钢筋具有足够的延性和塑性变形能力。

为方便设计图纸表达简洁明了，对高强钢筋 HG6/C 和 HG6E/C 的符号以 H^{E} 表示。设计图中抗震构件钢筋需采用 HG6E/C 高强钢筋时，图中应予特别说明。

4.1.3 高强钢筋的抗拉强度设计值 f_y 、抗压强度设计值 f_y' ，应按表 4.1.3 采用。

当构件中配有不同种类的钢筋时，每种钢筋应采用各自的强度设计值。

横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 应按表 4.1.3 中 f_y 的数值采用，但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，其数值应取

360N/mm²。

表 4.1.3 热轧高强钢筋的强度设计值

钢筋牌号	f_y (N/mm ²)	f_y' (N/mm ²)	
HG6/C	550	轴心受压构件、小偏心受压构件钢筋	400
HG6E/C		大偏心受压构件、受弯构件受压钢筋	490

条文说明：4.1.3 《混凝土结构通用规范》GB55008 第 2.0.4 条规定，普通钢筋材料分项系数取值不应小于 1.1；表 3.2.14 规定强度等级 500MPa 的普通钢筋（热轧钢筋）最小材料分项系数是 1.15。根据安徽吾兴新材料有限公司和中国宝武马鞍山钢铁股份有限公司联合发布的企业标准《新型热轧带肋高强钢筋应用技术规程》QB34/WXI01001-2023 及实际工程检验结果，考虑到高强钢筋必要的安全储备，对 HG6/C 高强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 550N/mm²。

混凝土构件中 HG6（E）/C 高强钢筋抗压强度设计值取值根据《混凝土结构设计规范》GB50010 和课题组相关试验资料确定。东南大学 2024 年完成的“635MPa 级高强钢筋混凝土柱受力性能理论研究”表明：试件破坏时绝大多数纵向钢筋能够屈服，说明与普通钢筋混凝土柱类似，将 HG6（E）/C 热轧带肋钢筋配制于混凝土柱中能够较好地发挥其强度优势。箍筋有效限

制了试件的侧向变形，各试件峰值应变较大。试验数据显示，配制 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的构件混凝土峰值应变 ϵ_0 大多高于《混凝土结构设计规范》中混凝土峰值压应变 ϵ_0 的计算值。拟合了箍筋约束混凝土峰值压力的计算公式，为我国混凝土结构设计规范进一步修订时列入 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋提供了参考依据。安徽省建筑科学研究设计院朱华教授级高工、陈安英博士研究团队课题组在 2020 年做了 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋数十组梁的受弯实验和数十组柱子的偏压、轴压试验。合肥工业大学王静峰教授团队在 2018 年完成的 19 根偏心受压柱承载力试验。两个课题组都验证了 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋在混凝土中具有良好的工作性能，从试验构件的受力机理与破坏形态来看，构件在试验过程中没有异常，HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的工作机理适用于钢筋混凝土的基本理论，钢筋、混凝土的本构关系没有因钢筋强度的提高而发生变化，钢筋与混凝土的粘结滑移机理和实验现象未有异常，与 HRB400 热轧带肋高强钢筋与混凝土的粘结滑移一致。

综上，参考现行《混凝土结构设计规范》GB50010，取混凝土峰值压应变 ϵ_0 为 0.002，对轴心受压构件，当混凝土强度达到 f_c 时高强钢筋抗压强度为混凝土峰值压应变 ϵ_0 与钢筋弹性模

量的乘积 $0.002 \times 200000 = 400$ ，故对轴心受压构件，高强钢筋抗压强度设计值取为 400 N/mm^2 ，小偏心受压时取值同轴心受压。本标准对于大偏心受压构件和受弯构件高强钢筋抗压强度设计值取 490 N/mm^2 ，主要考虑到混凝土结构复杂的地震反应，受压构件界限相对受压区高度所贡献的受压区强度有限，存在混凝土早于钢筋屈服而破坏的可能，钢筋的强度不能充分发挥，钢筋的抗压强度设计值取值不能过高，本标准综合《混凝土结构设计规范》GB50010 中 HRB500 钢筋抗压强度值 435 N/mm^2 和东南大学对 HG6（E）/C 高强钢筋抗压强度值的建议值 520 N/mm^2 ，偏安全取中间值为 490 N/mm^2 。

横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 应按表 4.1.3 中 f_y 的数值采用，但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，由于高强钢筋并未能在这些受力条件下充分发挥作用，其数值应按《混凝土结构设计规范》GB50010 取为 360 N/mm^2 ，限制其数值不大于 360 N/mm^2 是为了控制裂缝发展不至于过大。根据《高强箍筋混凝土结构技术规程》CECS356:2013 的规定，用作围箍约束混凝土的间接钢筋时，其强度设计值不受此限。

4.1.4 抗连续倒塌设计的结构构件正截面承载力计算时，钢筋强度设计值可取其极限强度标准值 f_{stk} ；受剪受扭承载力计算时

钢筋强度可取其屈服强度标准值 f_{yk} 。

条文说明：4.1.4 条文根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（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。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。

4.1.5 按《人民防空地下室设计规范》GB50038设计的人防地下室结构，在动荷载与静荷载同时作用或动荷载单独作用下，高强钢筋强度综合调整系数可取1.1。

条文说明：4.1.5 按《人民防空地下室设计规范》GB50038设计的人防地下室结构，经过征询人防设计部门的意见，参照规范GJB3137A-2023的规定，高强钢筋材料综合调整系数取1.1是可靠的。

由于对HG6（E）/C高强钢筋的疲劳应力幅限值未进行系统研究，疲劳应力幅限值应根据专门试验确定，本标准未做规定，暂未列入应用范围。

4.1.6 HG6/C高强钢筋的公称直径为6mm、8mm、10mm、12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、25mm、28mm、32mm，HG6E/C高强钢筋的公称直径为6mm、8mm、

10mm、12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、
25mm、28mm、32mm。

条文说明：4.1.6 常用公称直径的钢筋为钢铁生产企业的推荐钢筋规格，设计中宜优先选用。

4.2 混凝土

4.2.1 配置 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的混凝土结构或构件，混凝土强度等级不应低于 C30，墙、柱的混凝土强度等级不宜低于 C40。预应力混凝土结构构件的混凝土强度等级不宜低于 C40。

条文说明：4.2.1 本条规定了混凝土强度等级的最低要求。

为保证高强钢筋与混凝土能够协同工作，共同受力，提高受压区作用的能力，发挥高强钢筋的性能，对混凝土的强度等级提出最低要求。

根据郑州大学刘立新针对高强钢筋应用的研究，当混凝土强度等级低于 C40 时，高强钢筋在节点处的锚固长度要求较难满足，提高混凝土强度等级至 C50 及以上时可有效地解决锚固长度不足的问题。同时，采用高强度等级的混凝土构件可以减小截面，也能获得较好的社会效益。

4.2.2 采用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋的超长混凝土结构的水平构件，其混凝土宜采用补偿收缩混凝土，补偿收缩混凝土的性能要求应参照现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T178 的相关规定。

条文说明：4.2.2 由混凝土自身收缩引起的混凝土开裂是超长混凝土结构常见质量问题，采用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋后，构件的常用配筋率会有所下降，因此控制混凝土的水胶比，在满足泵送工艺要求的条件下，选用适宜的膨胀剂、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 混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量及耐久性等相关技术指标应按现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关规定采用。

4.3 高强钢筋连接接头和套筒

4.3.1 高强钢筋连接用套筒原材料应符合《钢筋机械连接用套筒》JG/T163 的规定，螺纹套筒的原材料应符合以下规定：

- 1 宜采用牌号为 45 号或 40Cr 的优质碳素结构钢、低合金

结构用无缝钢管，其外观及力学性能应符合《优质碳素结构钢》GB/T 699、《用于机械和一般工程用途的无缝钢管》GB/T 8162 和《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 17395 规定；

2 套筒原材料采用 45 号或 40Cr 钢冷拔或冷轧精密无缝钢管时，应进行退火处理，并应符合《冷拔或冷轧精密无缝钢管》GB/T 3639 的相关规定，其抗拉强度不应大于 800MPa，断后伸长率 δ_s 不宜小于 14%。

3 采用各类冷加工工艺成型的套筒，宜进行退火处理，且套筒设计时不得利用冷加工提高的强度减少套筒横截面积；

4 需要与型钢等钢材焊接的套筒，其原材料应满足可焊性的要求。

条文说明：4.3.1 连接套筒设计、加工和检验验收应符合行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T163 的有关规定。

直螺纹机械连接是高强钢筋连接采用的主要方式，按照钢筋直螺纹加工成型方式分为墩粗直螺纹、剥肋滚轧直螺纹和直接滚轧直螺纹。《钢筋机械连接用套筒》JG/T163 对相关材料力学性能、外观、尺寸及螺纹等做了具体规定。高强钢筋直螺纹连接接头的技术性能指标应符合行业标准《钢筋机械连接技

术规程》JGJ107 和《钢筋机械连接用套筒》JG/T163 的规定。

其主要技术指标要求如下：

1 接头设计应满足强度及变形性能的要求；

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

3 接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力学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~III 级三个等级，其性能应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的规定；

4 对直接承受重复荷载的结构构件，设计应根据钢筋应力幅提出接头的抗疲劳性能要求。当设计无专门要求时，剥肋滚轧直螺纹钢筋接头、墩粗直螺纹钢筋接头和带肋钢筋套筒挤压接头的疲劳应力幅限值不应小于《混凝土结构设计规范》GB50010 中普通钢筋疲劳应力幅限值的 80%；

5 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。套筒用于有疲劳性能要求的钢筋接头时，其抗疲劳性能应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的规定；

6 套筒原材料宜采用牌号为 45 号的圆钢、结构用无缝钢

管，其外观及力学性能应符合《优质碳素结构钢》GB/T669、《用于机械和一般工程用途的无缝钢管》GB/T8162、《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T17395 的规定；

7 套筒原材料采用 45 号钢冷拔或冷轧精密无缝钢管时，应进行退火处理，并应符合《冷拔或冷轧精密无缝钢管》GB/T3639 的相关规定，其抗拉强度不应大于 800Mpa，断后伸长率 δ_5 不宜小于 14%。冷拔或冷轧无缝钢管的原材料应采用 45 号管坯钢，并符合《优质碳素结构钢热轧和锻制圆管坯》YB/T5222 的规定；

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

套筒生产质量应符合以下要求：

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

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

住房城乡建设部关于做好《建筑业 10 项新技术（2017

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

4.3.2 钢筋机械连接用套筒材料性能等级及力学性能指标应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的规定,套筒材料强度应符合以下规定:

1 套筒实测受拉承载力不应小于被连接钢筋受拉承载力标准值的 1.1 倍;

2 I 级连接套筒的屈服强度标准值和抗拉强度标准值分别不应小于高强钢筋的屈服强度标准值和抗拉强度标准值的 1.2 倍;

3 II 级连接套筒的屈服强度标准值和抗拉强度标准值分别不应小于高强钢筋的屈服强度标准值和抗拉强度标准值的 1.1 倍。

条文说明: 4.3.2 考虑施工的实际情况,设计连接套筒强度时应留有余量,钢筋连接接头等级为 I 级、II 级的屈服承载力标准值及抗拉承载力标准值分别不应小于被连接钢筋相应值的 1.2 倍、1.1 倍,以确保传力性能。

4.3.3 钢筋机械连接接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力下总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级接头极限抗拉强度应符合表 4.3.3-1 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，在经历拉压循环后其极限抗拉强度应符合表 4.3.3-1 的规定；

3 Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级钢筋连接接头变形性能应符合表 4.3.3-2 的规定。

表 4.3.3-1 钢筋连接接头极限抗拉强度

钢筋连接接头等级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
钢筋连接接头极限抗拉强度	$f_{\text{msk}}^0 \geq f_{\text{stk}}$ 钢筋拉断 或 $f_{\text{msk}}^0 \geq 1.1 f_{\text{stk}}$ 连接件破坏	$f_{\text{msk}}^0 \geq f_{\text{stk}}$	$f_{\text{msk}}^0 \geq 1.25 f_{\text{yk}}$

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

- 2.钢筋拉断指断于母材、套筒外钢筋丝头或钢筋镦粗过渡段。
- 3.连接件破坏指断于套筒、套筒纵向开裂或钢筋从套筒中拔出以及其他连接组件破坏。

表 4.3.3-2 钢筋连接接头变形性能

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

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

u_{20} —套筒试件经高应力反复拉压 20 次后的残余变形;

u_8 —套筒试件经大变形反复拉压 8 次后的残余变形;

u_4 —套筒试件经大变形反复拉压 4 次后的残余变形;

d —钢筋直径。

条文说明：4.3.3 新颁布的《混凝土结构通用规范》GB55008—2021 规定了钢筋连接连接头的极限抗拉强度值，本条文将此作为钢筋连接接头的极限抗拉强度值最低标准，实际应用时只能更严不能放松。

高强钢筋连接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形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压后仍应满足塑形变形；卸载后形成不可恢复的残余变形，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形式检验的基本检验项目。现场工艺检测则要求检验单向拉伸残余变形和极限抗拉强度。

4.3.4 直螺纹套筒尺寸应符合《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的规定和表 4.3.4 要求。

表 4.3.4 直螺纹套筒最小尺寸(mm)

套筒 规格	牙型角	牙距	长度 L	外径 H
			标准值	标准值
12	75°	2.0	41	21
14	75°	2.0	41	23
16	75°	2.5	45	26.5
18	75°	2.5	50	29
20	75°	2.5	55	32
22	75°	2.5	60	35.5
25	75°	3.0	65	40

28	75°	3.0	70	44.5
32	75°	3.0	80	51

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

5 结构构件设计

5.0.1 配置 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋的混凝土结构, 当进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算时, 应符合本章的规定。本标准未作规定的, 应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB55001、《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003、《组合结构通用规范》GB55004、《混凝土结构通用规范》GB55008、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《混凝土结构设计规范》GB50010、《建筑抗震设计规范》GB50011 及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等的有关规定。

条文说明: 5.0.1 配置 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋作受力钢筋的混凝土结构, 在规定的荷载组合下的结构效应分析与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 完全相同。

安徽省建筑科学研究设计院朱华教授级高工、陈安英博士研究团队课题组在 2020 年做了 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋数十组梁的受弯实验和数十组柱子的偏压、轴压试验。合肥工业大学王静峰教授团队在 2018 年完成的 19 根偏心受压柱承载力试验。两个课题组都验证了 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋在混凝土

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, HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋的工作机理适用于钢筋混凝土的基本理论,钢筋、混凝土的本构关系没有因钢筋强度的提高而发生变化,钢筋与混凝土的粘结滑移机理和实验现象未有异常,与 HRB400 热轧带肋高强钢筋与混凝土的粘结滑移一致。配置 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法同现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010,因此设计可利用符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的混凝土结构设计软件,但钢筋力学性能的计算参数需作相应调整,钢筋代换后应复核裂缝宽度、最小配筋率等要求。可以尽量选用直径较小的 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋,以满足裂缝宽度限值要求以及避免钢筋锚固长度不足的问题。

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

1 钢筋混凝土连续梁与连续单向板,可采用塑性内力重分布方法进行计算分析。在重力荷载作用下的框架、框架—剪力墙结构中的现浇框架梁以及双向板,经采用弹性分析方法求得内力后,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方法设计的结构和构件，应满足正常使用极限状态要求且需要采取有效的构造措施；

3 对于直接承受动力荷载的构件，以及要求不出现裂缝或处于三 a、三 b 类环境情况下的构件，不应采用考虑塑性内力重分布方法进行分析计算；

4 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%；弯矩调整后的框架梁端截面相对受压区高度，一级抗震等级不应超过 0.25 倍的截面有效高度，二、三级抗震等级不应超过 0.35 倍的截面有效高度，且不宜小于 0.10 倍的截面有效高度。

5 钢筋混凝土板的负弯矩调幅幅度不宜大于 20%。

条文说明：5.0.2 超静定混凝土结构在出现塑性铰的情况下，会发生内力重分布。可利用这一特点进行构件截面之间的内力调幅，以达到简化构造、节约配筋的目的。本条规定给出了可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的计算方法进行构件或结构的设计时，由于塑性铰的出现，构件的变形和抗弯能力调小部位的裂缝宽度均较大，故进一步明确允许考虑塑性内力重分布构件的使用环境，

并强调应进行构件变形和裂缝宽度验算，以满足正常使用极限状态的要求。

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

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

5.0.3 在矩形、T 形、倒 T 形和 I 形截面的钢筋混凝土受拉、受弯和偏心受压构件及预应力混凝土轴心受拉和受弯构件中，按荷载标准组合或准永久组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度可按下列公式计算：

$$w_{max} = C_w \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_s}{E_s} \left(1.9c_s + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}} \right) \quad (5.0.3-1)$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65f_{tk}}{\rho_{te}\sigma_s} \quad (5.0.3-2)$$

$$d_{eq} = \frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i v_i d_i} \quad (5.0.3-3)$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s + A_p}{A_{te}} \quad (5.0.3-4)$$

式中： α_{cr} ——构件受力特征系数，按表 5.0.3-1 采用；

ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；当 $\psi < 0.2$

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

σ_s ——按荷载准永久组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉普通钢筋应力或按标准组合计算的预应力混凝土构件纵向受拉钢筋等效应力(N/mm²);

E_s ——钢筋的弹性模量 (N/mm²) ;

c_s ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离 (mm) ; 当 $c_s<20$ mm 时, 取 $c_s=20$ mm ; 当 $c_s>65$ mm 时, 取 $c_s=65$ mm;

d_{eq} ——受拉区纵向钢筋的等效直径 (mm) ; 对无粘结后张构件, 仅为受拉区纵向受拉普通钢筋的等效直径 (mm) ;

ρ_{te} ——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率; 对无粘结后张构件, 仅取纵向受拉普通钢筋计算配筋率; 在最大裂缝宽度计算中, 当 $\rho_{te}<0.01$ 时, 取 $\rho_{te}=0.01$;

d_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋的公称直径 (mm) ; 对于有粘结预应力钢绞线束的直径取为 $\sqrt{n_i}d_{p1}$, 其中 d_{p1} 为单根钢绞线的公称直径, n_i 为单束钢绞线根数;

n_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋的根数; 对于有粘结预应力钢绞线, 取为钢绞线束数;

v_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋的相对粘结特性系数，按表 5.0.3-2 采用；

A_s ——受拉区纵向普通钢筋截面面积 (mm^2)；

A_p ——受拉区纵向预应力筋截面面积 (mm^2)；

A_{te} ——有效受拉混凝土截面面积 (mm^2)；对轴心受拉构件，取构件截面面积；对受弯、偏心受压和偏心受拉构件，取 $A_{te} = 0.5bh + (b_f - b)h_f$ ，此处 b_f 、 h_f 为受拉翼缘的宽度、高度；

C_w ——裂缝宽度修正系数。

- 注：1 对 $e_0 / h_0 \leq 0.55$ 的偏心受压构件，可不验算裂缝宽度；
- 2 当构件为轴心受拉或偏心受拉构件时，取 $C_w = 1.0$ ；对按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 第 9.2.15 条配置表层钢筋网片的梁，按公式 (5.0.3-1) 计算的最大裂缝宽度可适当折减，裂缝宽度修正系数 C_w 可取 0.7；其他情况，可取 $C_w = 0.9$ 。

表 5.0.3-1 构件受力特征系数

类型	α_{cr}	
	钢筋混凝土构件	预应力混凝土构件
受弯、偏心受压	1.9	1.5
偏心受拉	2.4	—
轴心受拉	2.7	2.2

表 5.0.3-2 钢筋的相对粘结特性系数

钢筋类别 粘结特性系数	钢筋	先张法预应力筋			后张法预应力筋		
	带肋钢筋	带肋钢筋	螺旋肋钢丝	钢绞线	带肋钢筋	钢绞线	光面钢丝
v_i	1.0	1.0	0.8	0.6	0.8	0.5	0.4

注：对环氧树脂涂层带肋钢筋，其相对粘结特性系数应按表中系数的 80%取用。

条文说明：5.0.3 本条规定相较于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010，提出了裂缝宽度修正系数 C_w 。

由安徽省建筑科学研究设计院朱华教授级高工牵头会同合肥工业大学陈安英博士、安徽建筑大学刘运林教授组成联合课题组，对采用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋混凝土梁的裂缝宽度开展了研究工作，选用 14 组 56 根梁分别由合肥工业大学和安徽建筑大学开展试验工作，试验变化参数：梁的配筋率、混凝土强度等级、钢筋直径、钢筋保护层厚度等，梁截面 250×400，跨高比 9:1，加载方式两点加载，加载至设计荷载的 80%、90%、100%、110%、120%时分别对相应的梁的裂缝宽度进行量测。

由试验结果，经分析研究，提出裂缝宽度修正系数 C_w 。

现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 所给

的裂缝宽度计算公式是在综合裂缝理论的基础上,结合大量配置 400MPa、500 MPa 级钢筋混凝土试件试验数据以及工程实际案例调研结果综合考虑得出的半经验半理论公式。具体公式详式(1)~式(4)：

构件最大裂缝宽度的基本计算公式如下：

$$w_{max} = \tau_l \tau_s w_m \quad (1)$$

式中： w_m ——平均裂缝宽度，按下式计算：

$$w_m = \alpha_c \psi \frac{\sigma_{sk}}{E_s} l_{cr} \quad (2)$$

根据对各类受力构件的平均裂缝间距的试验数据进行统计分析，当最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离 c_s 不大于 65mm 时，对配置带肋钢筋混凝土构件的平均裂缝间距 l_{cr} 仍按 2002 年版规范的计算公式：

$$l_{cr} = \beta \left(1.9c + 0.08 \frac{d}{\rho_{te}} \right) \quad (3)$$

此处，对轴心受拉构件，取 $\beta=1.1$ ；对其他受力构件，均取 $\beta=1.0$ 。

当配置不同钢筋牌号、不同直径的钢筋时，式(3)中 d 应改为等效直径 d_{eq} ，可按本标准式(5.0.3-3)进行计算确定，其中考

虑了钢筋混凝土和预应力混凝土构件配置不同的钢种、钢筋表面形状以及预应力钢筋采用先张法或后张法(灌浆)等不同的施工工艺,它们与混凝土之间的粘结性能有所不同,这种差异将通过等效直径予以反映。为此,对钢筋混凝土用钢筋,根据国内有关试验资料,对预应力钢筋,参照《混凝土结构设计第二部分:混凝土桥梁》ENV1992-2: 1996 的规定,给出了本标准表 5.0.3-2 的钢筋相对粘结特性系数。对有粘结的预应力筋 d_i 的取值,可按照 $d_i = 4A_p / u_p$ 求得,其中 u_p 本应取为预应力筋与混凝土的实际接触周长;分析表明,按照上述方法求得的 d_i 值与按预应力筋的公称直径进行计算,两者较为接近。为简化起见,对 d_i 统一取用公称直径。对环氧树脂涂层钢筋的相对粘结特性系数是根据试验结果确定的。

根据试验研究结果,受弯钢筋裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数的基本公式可表述为:

$$\psi = \omega_1 \left(1 - \frac{M_{cr}}{M_k} \right) \quad (4)$$

式(4)可作为规范简化公式的基础,并扩展应用到其他构件。式中系数 ω_1 与钢筋和混凝土的握裹力有一定关系,对光圆钢筋, ω_1 则较接近 1.1。根据偏拉、偏压构件的试验资料,以及为了与轴心受拉构件的计算公式相协调,将 ω_1 统一为 1.1。同时,

为了简化计算，并便于与偏心受力构件的计算相协调，将上式展开并作一定的简化，就可得到以钢筋应力 σ_s 为主要参数的本标准式(5.0.3-2)。

α_c 为反映裂缝间混凝土伸长对裂缝宽度影响的系数。根据试验资料综合分析，现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 对受弯、偏心受压构件统一取 $\alpha_c=0.77$ ，其他构件取 $\alpha_c=0.85$ 。

短期裂缝宽度的扩大系数 τ_s ，根据试验数据分析，对受弯构件和偏心受压构件，取 $\tau_s=1.66$ ；对偏心受拉和轴心受拉构件，取 $\tau_s=1.9$ 。扩大系数 τ_s 的取值保证率约为 95%。

根据试验结果，给出了考虑长期作用影响的扩大系数 $\tau_l=1.5$ 。试验表明，对偏心受压构件，当 $e_0/h_0 \leq 0.55$ 时，裂缝宽度较小，均能符合要求，故规定不必验算。

以上式（1）~式（4）为现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 最大裂缝宽度的计算公式及参数取值。由于计算公式及参数取值是基于 400MPa、500 MPa 级钢筋混凝土试件试验数据分析得到的，其是否适用于配置 HG6（E）/C 级高强钢筋的混凝土构件仍需进行研究。前述联合课题组通过 14 组 56 根试验梁得到一定数量的裂缝宽度实测数据，根据试验数

据进行统计分析，得出由现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 给出的裂缝计算公式得到的计算值偏大，将会使构件为了满足裂缝要求而增大钢筋截面面积，这将使高强钢筋优越的经济性得不到充分的发挥。对于受弯构件主要在以下参数的取值上需对现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 给出的裂缝计算公式进行修正： τ_s 、 α_c 、 ω_l 。其中 τ_s 为短期裂缝扩大系数，合肥工业大学建议由 1.66 调整为 1.54，安徽建筑大学建议由 1.66 调整为 1.44； α_c 为裂缝间混凝土自身伸长对裂缝宽度影响的系数，合肥工业大学建议由 0.77 调整为 0.68，安徽建筑大学建议由 0.77 调整为 0.78； ω_l 与钢筋和混凝土的握裹力有一定关系，由于本标准的高强钢筋热轧带肋，合肥工业大学和安徽建筑大学均建议由 11.1 调整为 1.0。为保证受弯构件裂缝计算公式中的参数取值和现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 保持一致，在裂缝计算公式中引入折减系数 C_w ，本标准保险起见取合肥工业大学和安徽建筑大学参数调整建议值的不利值，则 $C_w = \frac{1.54}{1.66} \times \frac{0.78}{0.77} \times \frac{1.0}{1.1} = 0.854$ ，保守取 $C_w = 0.9$ 。

对混凝土保护层厚度较大的梁，国内试验研究结果表明表层钢筋网片有利于减少裂缝宽度。本条建议可对配置表层钢筋网片梁的裂缝计算结果乘以折减系数，并根据试验研究结果提出折减

系数可取 $C_w=0.7$ 。

5.0.4 配置高强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的板筋参与梁支座截面的裂缝宽度计算。

条文说明:5.0.4 裂缝宽度的限制是影响高强钢筋使用的主要问题,本条提出了几种符合实际受力状况的可以较为合理地计算裂缝宽度的建议,设计人员可以结合具体情况采用。梁的有效翼缘宽度按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定确定。

5.0.5 配置 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋混凝土结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值 w_{lim} 应按表 5.0.5 采用。

表 5.0.5 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	HG6（E）/C 高强钢筋混凝土构件		预应力混凝土结构	
	裂缝控制等级	w_{lim}	裂缝控制等级	w_{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 对处于年平均相对湿度小于 60%地区一类环境下的受弯构件，其最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值；

2 在一类环境下，对钢筋混凝土屋架、托架及需作疲劳验算的吊车梁，其最大裂缝宽度限值应取为 0.20mm；对钢筋混凝土屋面梁和托梁，其最大裂缝宽度限值应取为 0.30mm；

3 对于烟囱、筒仓和处于液体压力下的结构，其裂缝控制要求应符合专门标准的相关规定；

4 对于处于四、五类环境下的结构构件，其裂缝控制要求应符合专门标准的有关规定；

5 表中的最大裂缝宽度限值为用于验算荷载作用引起的最大裂缝宽度；

6 环境类别、裂缝控制等级应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关规定。

条文说明：5.0.5 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋混凝土结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值沿用现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。安徽省建筑科学研究设计院朱华教授级高工、陈安英博士研究团队课题组做了 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋数十组梁裂缝实验以及合肥工业大学种迅教授、蒋庆教授研究团队课题组也做了 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋数十组梁裂缝实验，实验表明梁的裂缝控制等级及最大裂

缝宽度的限值与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定值相一致，HG6（E）/C 热轧带肋高强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、裂缝宽度发展规律相比没有变化。但从实验研究的结果来看，裂缝宽度可以第 5.0.3 条中的规定折减。

5.0.6 配置 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的混凝土受弯构件挠度验算，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关规定。

条文说明：5.0.6 配置 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋混凝土受弯构件的挠度验算可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 执行。

5.0.7 配置 HG6（E）/C 热轧带肋高强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，箍筋应按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016 年版）表 6.3.3 规定的框架梁梁端箍筋加密区构造要求的最小直径增加 2mm，且不小于梁端箍筋计算值。

条文说明：5.0.7 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋屈服强度和屈服应变较高，相应的相对界限受压区高度和最大纵向配筋率较小，为充分保证框架梁在水平地震作用下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》GB 50011-2010（2016 年版）表 6.3.3 中规定值增大 2mm。

5.0.8 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：5.0.8 这是全文强制的《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 第 5.2.2 条的规定，是原则性要求，应按实际情况认真落实。对框架结构的构件端面、潜在塑性铰区的箍筋加密要求、梁柱节点的配筋构造提出原则性要求，是保障混凝土框架结构房屋抗震能力的重要手段，是必要的。

5.0.9 配置 HG6（E）/C 热轧带肋高强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：5.0.9 配置 HG6（E）/C 热轧带肋高强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。

5.0.10 配置 HG6（E）/C 热轧带肋高强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：5.0.12 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。

5.0.11 基坑与边坡工程的土钉、锚杆、喷射混凝土面层加强钢筋、排桩、混凝土支撑梁、地下室连续墙采用 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋时，构件设计应符合相关标准的规定。

条文说明：5.0.13 基坑和边坡工程中合理选用 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋时，经济性明显，设计人员可根据工程具体情况选用，并应符合相关规范的要求。

6 构造规定

6.1 高强钢筋的锚固

6.1.1 钢筋混凝土结构中高强钢筋锚固长度计算和构造要求应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定，并符合下列要求：

- 1 基本锚固长度应按下式计算：

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

式中： l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度（mm）；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值（N/mm²）；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定采用；当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；

d ——锚固钢筋的直径（mm）。

- 2 当水平锚固长度不足时，钢筋末端应采用弯钩或机械锚固，其弯钩和机械锚固的形式应采用《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）第 8.3.8 节中规定的 90° 弯钩、135

°弯钩、螺栓锚头形式；

3 抗震设计时还应符合《建筑抗震设计规范》GB50011的规定，对于高层建筑应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的规定；

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

条文说明：6.1.1 随着钢筋强度不断提高，结构形式的多样性，钢筋在混凝土中锚固条件有了很大的变化，根据近年来系统试验研究及可靠度分析的结果，并参考国外标准，《混凝土结构设计规范》GB50010 给出了以简化计算确定受拉钢筋锚固长度的方法。

根据合肥工业大学陈安英博士高强钢筋研究课题组所做的 HG6（E）/C 高强钢筋锚固试验结果，按现有规范规定的锚固长度可以满足 HG6（E）/C 高强钢筋的锚固要求。为保证锚固可靠性，在任何情况下受拉钢筋的锚固长度不能小于 $0.6l_{ab}$ 及 200mm。

本标准征询人防设计部门的意见，结合现行国家标准《人民防空地下室设计规范》GB 50038 中相关要求，人防地下室结构抗震等级未做规定时，其高强钢筋的锚固长度按三级抗震等

级考虑，系数取值 1.05。

6.1.2 纵向受拉高强钢筋末端采用机械锚固时，锚板与钢筋的连接宜选用直螺纹连接，螺纹长度应满足承载力要求，锚固设计应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

条文说明：6.1.2 高强钢筋焊接时强度会损失，金相会改变，对贴焊锚筋时钢筋强度损失缺乏专门研究，高强钢筋的可焊性、焊接可靠性和稳定性尚需验证，尤其施工现场焊接质量保障条件问题，故暂不允许采用侧焊、端焊锚筋锚固。

6.1.3 高强钢筋采用锚固板锚固时，钢筋锚固板在混凝土中的锚固极限拉力不应小于钢筋达到极限强度标准值时的拉力，应做锚固板与高强钢筋的拉力破坏试验，钢筋拉断前锚固不得失效。锚固板与钢筋的连接应采用直螺纹连接。锚固区的设计及锚固板的安装应符合《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 的规定。

条文说明：6.1.3 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。

由于 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋抗拉强度设计值高，钢

筋的锚固长度长，如在主次梁交叉处，次梁钢筋锚入主梁的锚固长度直线段会因主梁截面尺寸不够而不满足现行规范的相关要求。本条意见是采用锚固板措施，但锚固极限拉力不应小于钢筋达到极限强度标准值时的拉力，并通过拉拔实验验证。

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，其直径不应小于 $d/4$ ；对梁、柱、斜撑等构件间距不应大于 $5d$ ，对板、墙等平面构件间距不应大于 $10d$ ，且均不应大于 100mm 。此处 d 为锚固钢筋的直径。

条文说明：6.1.4 当混凝土保护层厚度不大于 $5d$ 时，在钢筋锚固长度范围内配置构造钢筋（箍筋或横向钢筋）的要求，以防止保护层混凝土劈裂时钢筋突然失锚。其中对于构造钢筋的直径根据最大锚固钢筋的直径确定；对于构造钢筋的间距，按最小锚固钢筋的直径取值。

6.2 高强钢筋的连接

6.2.1 高强钢筋的连接宜采用绑扎搭接连接或机械连接，钢筋连接设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015 年版）第 8.4 节和第 11.1 节的规定，并应符合下列要求：

1 绑扎搭接连接宜用于直径不大于 14mm 的纵向受拉钢筋，以及直径不大于 16mm 的纵向受压钢筋；钢筋搭接长度应

符合《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；

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

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

条文说明：6.2.1 采用机械连接的高强钢筋直径不宜小于 16mm，是为防止高强钢筋螺纹加工引起较小直径钢筋的截面损失占比过大，造成高强钢筋承载力下降太多，导致结构构件不安全。

HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋因自身材料强度高，焊接连接技术要求更为严格，考虑施工现场的实际情况，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 高强钢筋连接接头设计应满足强度及变形性能的要求。高强钢筋机械连接接头等级宜选用 I 级或 II 级；混凝土结构中要求充分发挥钢筋强度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：6.2.2 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。高强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：6.2.3 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；限值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，并限值接头面积百分率。

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

6.3.1 设置高强钢筋的混凝土构件纵向受力钢筋的配筋率除应符合本标准规定外，尚应符合《混凝土结构通用规范》GB 5508、《混凝土结构设计规范》GB50010、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《建筑抗震设计规范》GB50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的规定。

6.3.2 钢筋混凝土结构构件中纵向受力的 HG6（E）/C 钢筋最小配筋百分率 $\rho_{\min}$ 不应小于表 6.3.2 规定的数值。

表 6.3.2 纵向受力 HG6（E）/C 钢筋的最小配筋百分率 $\rho_{\min}$ （%）

受力类型		最小配筋百分率
受压构件	全部纵向钢筋	0.50
	一侧纵向钢筋	0.20
受弯构件、偏心受拉、轴心受拉构件一侧的受拉钢筋		0.20和 $45f_t/f_y$ 的较大值

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

2 除悬臂板、柱支承板之外的板类受弯构件，当纵向受拉钢筋采用 HG6（E）/C 钢筋时，其最小配筋百分率应允许采用 0.15%和 $45f_t/f_y$ 中的较大值；

3 偏心受拉构件中的受压钢筋，应按受压构件一侧纵向钢筋考虑；

4 受压构件的全部纵向钢筋和一侧纵向钢筋的配筋率以及轴心受拉和小偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率均应按构件的全截面面积计算；

5 受弯构件、大偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率应按全截面面积扣除受压翼缘面积 $(b_f - b) h_f$ 后的截面面积计算；

6 当钢筋沿构件截面周边布置时，“一侧纵向钢筋”系指沿受力方向两个对边中一边布置的纵向钢筋；

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

6.3.3 配置高强钢筋的框架柱、框支柱中全部纵向受力钢筋配筋率不应小于表 6.3.3 的规定，且柱截面每一侧的纵向钢筋配筋率不应小于 0.20%；混凝土强度等级为 C60 以上时，受压构件全部纵向钢筋最小配筋百分率应按表中规定值增加 0.10 采用；当采用钢筋强度标准值大于 400Mpa 级的纵向受力钢筋时，应按表中规定值采用；对于 IV 类场地上较高的高层建筑，最小配筋率应增加 0.10%。

表 6.3.3 柱全部纵向受力钢筋最小配筋率(%)

柱类型	抗震等级			
	一	二	三	四
中柱、边柱	0.90(1.00)	0.70(0.80)	0.60(0.70)	0.50(0.60)
角柱、框支柱	1.10	0.90	0.80	0.70

注：表中括号内数值适用于房屋建筑纯框架结构。

条文说明：6.3.1~6.3.3 《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB50010 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》GB50010 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》GB50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的相关规定。

高强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，并应适当加强提高要求。

高强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。

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

6.3.4 钢筋混凝土保护层厚度应满足以下要求：

1 钢筋混凝土保护层厚度应满足普通钢筋与混凝土共同工作的性能要求；

2 钢筋混凝土保护层厚度应满足混凝土构件耐久性能及防火性能要求；

3 钢筋混凝土保护层厚度不应小于钢筋的公称直径，且不应小于 15mm；

4 设计工作年限为 50 年的混凝土构件，最外层钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定；设计工作年限为 100 年的混凝土结构，最外层钢筋混凝土保护层厚度不应小于设计工作年限为 50 年的混凝土结构保护层厚度的 1.4 倍。

条文说明：6.3.4 钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构通用规范》GB55008 和《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。应充分重视保证高强钢筋的混凝土保护层厚度的重要性，高强钢筋在混凝土中的握裹粘结、锚固、连接以及钢筋与混凝土共同工作性能、耐久性能、防火性能能否达到设计要求，混凝土保护层厚度是重要保障条件之一。应该注意《混凝土结构通用规范》GB 55008 规定的混凝土保护层厚度指最外侧钢筋外缘至混凝土构件表面的最小距离，《混凝土结构设计规范》GB50010—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”。

6.3.5 钢筋连接件的混凝土保护层最小厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定，且不应小于 0.75 倍钢筋混凝土最小保护层厚度和 15mm 的较大值，必要时可对连接件采取防腐措施。

条文说明：6.3.5 对高强钢筋连接件的混凝土保护层厚度提出要求。

7 钢筋制作与施工

7.1 一般规定

7.1.1 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋分项工程除符合本标准规定的要求外,尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定。

7.1.2 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋在制作、运输、存放及施工的过程中,应符合下列要求:

- 1 钢筋应避免混淆,应采取防止钢筋锈蚀或损伤的措施;
- 2 钢筋应按品种、强度等级和规格型号分开堆放,并设有明显标识;
- 3 钢筋存放堆场应有地面硬化,且有防水、防潮措施;
- 4 成品钢筋应按工程部位、名称、编号、加工时间挂牌存放;
- 5 钢筋不宜在露天环境制作再加工,加工场地应有防雨雪设施。

条文说明:7.1.2 钢筋进场时和使用前均应加强外观质量的检查。弯曲不直或经弯折损伤、有裂纹的钢筋不得使用;表面有油污、

颗粒状或片状老锈的钢筋亦不得使用，以防止影响钢筋握裹力或锚固性能。

成型钢筋在加工及出厂过程中均由专业加工厂质量管理人员进行检验，检验合格的产品才能入库和出厂。

施工现场存在同时使用 HG6（E）/C 高强钢筋和 HRB400 钢筋的情况，为避免混淆，应分开堆放。在施工现场宜架空存放在硬化的地面之上，架空高度不小于 150mm，同时应高出自然地面，雨布覆盖。

7.1.3 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋连接套筒应刻有标识，应按现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的相关要求进行连接套筒的产品检验。

条文说明：7.1.3 套筒的质量对机械连接接头的性能影响很大，本条规定了机械连接用套筒的施工前检验要求。接头的检验批划分、现场检查 and 检验项目以及检验质量的评定应该符合相应的行业标准。

7.1.4 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋机械连接及钢筋锚固板施工前，应提供有效的型式检验报告，钢筋连接接头的检验批划分和质量检测与评定应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的要求，施工现场抽样合

格后方可用于工程。

7.2 钢筋制作

7.2.1 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的加工应采用钢筋加工机械设备进行加工。

条文说明：7.2.1 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋的加工应采用自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折。

7.2.2 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋宜采用不具有延伸功能的机械设备进行调直，钢筋的延伸率不应大于 1%。钢筋加工宜在常温状态下进行，加工制作过程中不应应对钢筋进行加热处理。

条文说明：7.2.2 为避免通过钢筋冷拉提高强度的危险做法，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不具有延伸功能的机械设备，不得采用冷拉调直方法。

7.2.3 HG6（E）/C 热轧带肋高强钢筋直螺纹连接接头采用剥肋滚轧直螺纹钢筋接头，钢筋端部应采用机械带锯、砂轮锯、刀片等设备工具切平，保持丝头端面的平整，消除螺纹间隙。接头端部螺纹段应套保护帽进行防护。

7.2.4 HG6（E）/C 热轧带肋钢筋焊接网片应参照现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114 的有关规定，钢筋

网交叉点应采用焊机进行电阻点焊，不应采用对焊或手工电弧焊进行焊接。

7.2.5 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

1 当钢筋直径为 6mm~40mm 时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 6 倍；

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

1 钢筋端部的弯钩位于构件的侧边或角部时，应偏向内侧布置锚固锚头的方向；

2 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《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的相关规定。

7.2.7 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋的加工应参照现行行业标准《混凝土结构用成型钢筋应用技术规程》JGJ 366 的相关规定。

7.3 钢筋施工

7.3.1 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋接头宜设置在构件受力较小处,同一构件中相邻纵向受力钢筋的接头应错开设置,钢筋接头的错开区域应大于连接区段长度。钢筋接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

7.3.2 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋纵向受力钢筋接头设置、同一连接区段的钢筋接头面积百分率及绑扎搭接最小搭接长度等应参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定和要求。

条文说明 (7.3.1~7.3.2) : 钢筋的连接形式为搭接连接、机械连接、焊接连接等形式,各自适用于一定的工程条件。各种类型钢筋接头的传力性能(强度、变形、恢复力、破坏状态等)均不如直接传力的整根钢筋,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

钢筋在构件同一跨度或同一层高内的接头数量，避开结构的关键受力部位，如柱端、梁端的箍筋加密区，并限制接头百分率等。

7.3.3 钢筋机械接头的安装应参照现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的相关规定。

7.3.4 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。

7.3.5 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋安装时，应采用定位件固定钢筋位置。定位件宜采用非金属定位件。

7.3.6 在有腐蚀性环境的施工条件下使用 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋时，在钢筋安装验收后，应立即浇筑混凝土，缩短钢筋的暴露时间。

条文说明：7.3.6 缩短钢筋的暴露时间，减少钢筋受腐蚀的影响。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 当钢筋的牌号、级别或规格需做变更时，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直段长度；
- 4 预埋件的规格、数量、位置等。

8.2 钢筋材料质量验收

(I) 主控项目

8.2.1 钢筋进场时，应按附录 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，应抽取试件进行屈服强度、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成过程，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，每批中各种钢筋牌号、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。

8.2.3 对抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），钢筋的强度和最大力下总伸长率应符合本标准第 4.1.2 条的规定。

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：抽样检验报告。

条文说明：8.2.3 按《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2 的规定，提出抗震钢筋延性的检验要求，具体体现为本标准表 4.1.2 中实测强屈比、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.2.1 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本标准第 7.2.5 条的规定。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查，不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

8.3.2 纵向受力钢筋的弯折后长度应符合设计要求。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查，不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

8.3.3 盘卷钢筋调直后应进行力学性能和单位长度质量偏差检验，高强钢筋其强度、断后伸长率，应符合附录第 A.1.2 的规定；HG6E/C 钢筋最大力下总伸长率，应符合本标准第 4.1.3 条的规定，高强钢筋强度应符合本标准第 4.1.4 条的规定。盘卷钢筋调直后重量允许偏差应符合《钢筋混凝土用钢 第二部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定。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：同一加工设备、同一牌号、同一规格的调直钢筋、重量不大于 60t 为一批，每批抽取 3 个试件。

检验方法：检查抽样检查报告。

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《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 的相关规定；钢筋锚固板加工和安装前，应对不同钢筋生成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 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ256 的相关规定确定。

检验方法：按《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ256 的相关规定进行工艺检验、抗拉强度检验、螺纹连接锚固板的钢筋丝头加工质量检验及拧紧扭矩检验。

(II) 一般项目

8.3.5 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，加工允许偏差应

符合表 8.3.5 的要求。

检查数量：按每工作班同一加工设备、同一类型钢筋抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

表 8.3.5 钢筋加工的允许偏差

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

8.4 钢筋连接质量验收

(I) 主控项目

8.4.1 钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

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

检查数量：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.4.3 螺纹接头应检验拧紧扭矩值，挤压接头应量测压痕直径。

检验结果应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

检查数量：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定确定。

检验方法：采用专用扭力扳手或专用量规检查。

(II) 一般项目

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

检查数量：全数。

检验方法：观察，尺量。

8.4.5 钢筋机械连接接头的外观质量应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的规定。

检查数量：按《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的规定确定。

检验方法：观察，尺量。

8.4.6 连接套筒进场时套筒材料供应商应出具相应规格的连接件型式检验报告，应有防锈措施和质量证明文件，检查外表面标

识，并按《钢筋机械连接用套筒》JG/T163 进行外观尺寸和抗拉强度的检验。

钢筋连接接头的型式检验、接头的现场加工与安装和接头的现场检验应符合行业现行标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定。

8.4.7 当纵向受力钢筋采用搭接接头或机械连接接头时，同一连接区段内纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合本标准的有关规定。

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，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、级别、规格和数量必须符合设计要求。钢筋代换应符合国家现行标准、设计图纸及技术核定单的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺、设计图纸、钢筋代换技术核定单。

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，尺量。

(II) 一般项目

8.5.3 钢筋安装位置的允许偏差及检验方法应符合表 8.5.3 的规定。

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

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 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%，且均不少于 3 面。

检验方法：见表 8.5.3。

表 8.5.3 钢筋安装允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
绑扎钢筋网	长、宽	±10	尺量
	网眼尺寸	±20	钢尺量连续3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	钢尺量两端、中间各一点、 取最大偏差值
	间距	±10	
	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3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：1 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；

2 钢筋保护层厚度以最外层钢筋（包括箍筋、构造筋、分布筋等）的

外缘计算。

附录 A HG6 (E) /C 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 **HG6/C、HG6E/C** 热轧带肋高强钢筋，不适用于由成品钢材再次轧制成的再生钢筋；

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；

2 碳当量 $C_{eq}(\%)$ 值可按公式(A.1.1)计算:

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

3 钢中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%。

表 A. 1. 1 钢筋牌号、化学成分和碳当量（熔炼分析）要求

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

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 f_{st}^0 与实测屈服强度 f_y^0 之比不小于 1.25;

2) 钢筋实测屈服强度 f_y^0 与表 A. 1. 2 中规定的屈服强度 f_{yk} 之比不大于 1.30;

3) 钢筋的最大力下总延伸率 δ_{gt} 不小于 9%。

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

表 A.1.2 交货状态的钢筋力学性能特性值

钢筋牌 号	下屈服强度 f_{yk} , MPa	抗拉强度 f_{stk} , MPa	断后伸长 率 δ , %	最大力总延 伸率 δ_g , %	f_{st}^0 $/f_y^0$	f_y^0 $/f_{yk}$
	不 小 于					不 大 于
HG6/C	635	795	16	7.5	—	—
HG6E/C	635	800	16	9.0	1.25	1.30

注: f_{stk} 为钢筋抗拉强度标准值; f_{yk} 为钢筋屈服强度标准值。

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

钢筋牌号	公称直径 d (mm)	弯曲压头直径 (mm)
HG6/C, HG6E/C	6~40	6d

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 和公称直径大于 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/T 28900 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 第二部分：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 钢筋检验项目

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

表 A. 2. 1 钢筋检验项目，取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量 (个)	取样方法	试验方法
1	化学成分（熔 炼分析）	1	GB/T 20066	GB/T 223、 GB/T 4336
2	拉伸	2	不同根(盘)钢筋切 取附录 A. 3. 1	GB/T 28900
3	弯曲	2	不同根(盘)钢筋切 取附录 A. 3. 1	GB/T 28900
4	反向弯曲	2	不同根(盘)钢筋切 取附录 A. 3. 1	GB/T 28900
5	金相组织	2	不同根(盘)钢筋切 取	GB/T 13298、 GB/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。钢筋初次应用需提供金相组织检测报告与连接性能型式报告。

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°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：

$$\text{重量偏差} = \left[\frac{(\text{试样实际总重量} - \text{试样总长度} \times \text{理论重量})}{\text{试样总长度} \times \text{理论重量}} \right] \times 100\% \quad (\text{A. 3. 4})$$

A.3.5 检验结果的数值修约与判定应符合《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则》YB/T 081 的规定。

A.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：

- 1) 供方对产品质量控制的检验;
- 2) 需方提出要求，经供需双方协议一致的检验;
- 3) 第三方产品认证及仲裁检验。

2 特征值检验应按《钢筋混凝土用钢 第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB 1499. 2-2018 中附录 C 的规则进行。

A.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：

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

2) 允许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇注方法的不同炉号组成混合批，但各炉号含碳量之差不大于 0.02%，含锰

量之差不大于 0.15%。混合批的重量不大于 60t；

3 钢筋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；

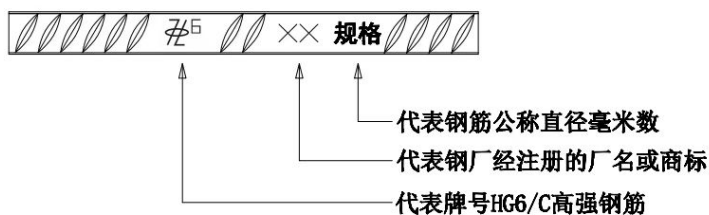
5 钢筋的复检与判定应符合《钢及钢产品交货一般技术要求》GB/T 17505 的规定；钢筋的重量偏差项目不允许复验。

A.5 包装、标志和质量证明书

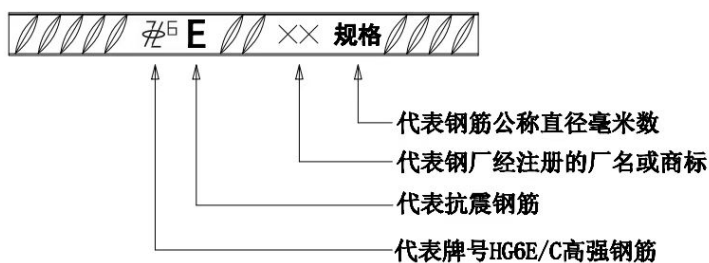
1 HG6 (E) /C 热轧带肋高强钢筋应在其表面轧上牌号符号和公称直径毫米数字。

2 钢筋牌号应以符号表示，“5”代表“HG6/C 高强钢筋”，“5 E”代表“HG6E/C 高强钢筋”，公称直径毫米数以阿拉伯数字表示。详见图 A.5.1。

3 除上述规定外，钢筋的包装、标志和质量证明书符合 GB/T2101 的有关规定。



(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.5.1 热轧带肋高强钢筋的表面标志

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的，写法为“应按.. 执行”或“应符合... 的规定”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构通用规范》 GB55008
- 2 《混凝土结构设计规范》 GB50010
- 3 《建筑抗震设计规范》 GB50011
- 4 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》 GB/T 1499.2
- 5 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204
- 6 《建筑结构荷载规范》 GB50009
- 7 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 8 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256
- 9 《钢筋机械连接用套筒》 JG/T 163
- 10 《高强热轧带肋钢筋应用技术规程》 DB42/T 1534
- 11 《金属材料室温拉伸试验方法》 GB/T 228
- 12 《钢及钢产品交货一般技术要求》 GB/T 17505
- 13 《人民防空地下室设计规范》 GB 50038
- 14 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 15 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50478
- 16 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666

- 17 《工程结构通用规范》 GB 55001
- 18 《钢筋焊接及验收规范》 JGJ 18
- 19 《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则》 YB/T081
- 20 《全国民用建筑工程设计技术措施》 结构(混凝土结构)2009
- 21 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 22 《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》 GB/T2101
- 23 《钢的成品化学成分允许偏差》 GB/T 222

