**河北省工程建设标准** DB

 **DB13（J）/TXXXX-XXXX**

**600MPa级高强钢筋混凝土结构**

**应用标准**

**2020-XX-XX 发布 2020-XX-XX 实施**

**河北省工程建设标准**

**600MPa级高强钢筋混凝土结构**

**应用标准**

DB/T29-XX-20XX

|  |  |
| --- | --- |
| 批准单位： | 河北省住房和城乡建设厅 |
| 施行日期： | 20XX年XX月XX日 |

前 言

本标准是根据河北省住房和城乡建设厅地方标准编制计划要求，由河北工业大学会同有关单位编制完成。本标准编制过程中，编制组广泛并深入地进行了调查研究，认真总结现有技术成果和工程实践经验，参考国内相关标准，结合河北省实际，在广泛征求意见的基础上，经过反复讨论和修改完善，最终经有关部门组织审查定稿。

本标准主要技术内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.材料；5.结构分析及极限状态计算；6.构造规定；7.抗震设计；8.施工及质量验收。

本标准主编单位：河北工业大学

本标准参编单位：

本标准主要编写人：

目 次

1总 则1

2术语、符号2

2.1术语 2

2.2 符号 3

3基本规定4

4材料7

5结构分析及极限状态计算9

6构造规定11

6.1 混凝土保护层 11

6.2钢筋的锚固 12

6.3钢筋的连接 13

6.4纵向受力钢筋的最小配筋率 14

7抗震设计16

8 施工及质量验收23

8.1 施工措施 23

8.2 质量验收 25

附录A带肋钢筋的标志27

附录B 600MPa钢筋的公称直径及公称截面面积28

本规程用词说明29

引用标准名录30

附：条文说明31

Contents

1 General Provision1

2Terms and Symbols2

2.1 Terms 2

2.2 Symbols 3

3 General Requirements4

4 Materials7

5 Structural Analysis and Limit StatesDesign9

6 Detailing Requirements 11

6.1 ConcreteCover 11

6.2 Anchorage of Steel Reinforcement 12

6.3 Splices of Reinforcement 13

6.4 Minimum Ratio of Reinforcement for Flexual and Axial Loading Members 14

7 Seismic Design16

8 Construction and Quality Acceptance23

8.1Construction Measures 23

8.2 Quality Acceptance 25

Appendix A Ribbed Steel Bar Sign27

Appendix B Nominal Diameter and Section Area of 600MPaSteel Bars28

Explanation of Wording in This Code29

List of Quoted Standards30

Addition：Explanation of Provisions31

1. 总 则

**1.0.1**为贯彻执行国家节能环保技术经济政策，在混凝土结构中推广应用热轧带肋高强钢筋，做到技术先进、安全可靠、经济合理、确保质量，制定本标准。

**1.0.2**本标准适用于配置600MPa钢筋的混凝土结构的房屋和一般构筑物的设计、施工和质量验收。

**1.0.3** 采用热轧带肋高强钢筋的混凝土结构设计与施工除应符合本标准的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1. 术语、符号

2.1 术语

**2.1.1**热轧带肋钢筋牌号 brand of hot rolled ribbed bars

用以标志热轧带肋钢筋品牌的符号，由钢筋品种的英文字母的字头及其屈服强度标准值（特征值）组成。

**2.1.2** 600MPa热轧带肋钢筋 600MPa level hot rolled ribbed high-strength bars

强度级别为600MPa的普通热轧带肋钢筋。

**2.1.3**钢筋混凝土结构 reinforced concrete structure

配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土结构。

**2.1.4**锚固长度 anchorage length

受力钢筋端部依靠其表面与混凝土的粘结作用或端部弯钩、锚头对混凝土的挤压作用而达到设计所需应力的长度。

**2.1.5**混凝土保护层 concrete cover

结构构件中钢筋外边缘至构件表面范围用于保护钢筋的混凝土，简称保护层。

**2.1.6**钢筋连接 splice of reinforcement

通过绑扎搭接、机械连接、焊接等方法实现钢筋之间内力传递的构造形式。

**2.1.7**配筋率 ratio of reinforcement

混凝土构件中配置的钢筋面积（或体积）与规定的混凝土截面面积（或体积）的比值。

2.2 符号

HRB600——强度级别为600MPa的热轧带肋钢筋；

HRB600E——强度级别为600MPa且有较高抗震性能的热轧带肋钢筋；

——钢筋的弹性模量；

——混凝土轴心抗压强度设计值；

——混凝土轴心抗拉强度设计值；

——钢筋屈服强度标准值；

——钢筋极限强度标准值；

——钢筋的抗拉强度设计值；

——钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

——横向钢筋的抗拉强度设计值；

——钢筋在最大力下的总伸长率，也称均匀伸长率。

——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；

——混凝土保护层厚度；

——钢筋的公称直径；

——受拉钢筋的基本锚固长度；

——受拉钢筋的锚固长度；

——纵向受拉钢筋的抗震锚固长度；

——纵向受力钢筋的最小配筋率；

——间接钢筋或箍筋的体积配筋率；

——最小配箍特征值。

——锚固钢筋的外形系数；

——锚固长度修正系数。

1. 基本规定

**3.0.1**钢筋混凝土结构构件中的纵向受力钢筋宜采用600MPa热轧带肋钢筋，抗剪、抗扭、抗冲切构件也可采用600MPa热轧带肋钢筋。

**3.0.2**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：

*γ*0*S*≤*R*  (3.0.2-1)

*R* = *R*（*f*c，*f*s，*a*k，…）/*γ*Rd (3.0.2-2)

式中：*γ*0—结构重要性系数：在持久设计状况和短暂设计状况下，对安全等级为一级的结构构件不应小于1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于0.9；对地震设计状况下应取1.0；

*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*(•)—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，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*γ*RE代替*γ*Rd；

*f*c、*f*s—混凝土、钢筋的强度设计值，应分别根据《混凝土结构设计规范》GB 50010第4.1.4条及第4.2.3条的规定和本标准的规定取值；

*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。

**3.0.3** 对于正常使用极限状态，钢筋混凝土构件、预应力混凝土构件应分别按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响或标准组合并考虑长期作用的影响，采用下列极限状态设计表达式进行验算：

*S*≤*C*（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。

**3.0.4** 钢筋混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的准永久组合，预应力混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的标准组合，并均应考虑荷载长期作用的影响进行计算，其计算值不应超过《混凝土结构设计规范》GB 50010第3.4.3条规定的挠度限值。

**3.0.5**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轴心抗拉强度标准值。

三级——允许出现裂缝的构件。对钢筋混凝土构件，按荷载准永久组合并考虑长期作用影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的最大裂缝宽度限值。对预应力混凝土构件，按荷载效应的标准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；对二a类环境的预应力混凝土构件，尚应按荷载准永久组合计算，且构件受拉边缘混凝土的拉应力不应大于混凝土的抗拉强度标准值。

**3.0.6**结构构件应根据结构类型和《混凝土结构设计规范》GB 50010第3.5.2条规定的环境类别，按《混凝土结构设计规范》GB 50010第3.4.5条的规定选用不同的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值。

1. 材料

**4.0.1** 600MPa热轧带肋钢筋技术要求应符合本标准附录A的规定。

**4.0.2** 钢筋的标准强度应具有不小于95%的保证率。

钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值，应按表4.0.2的规定取用。

表4.0.2 高强钢筋强度标准值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢筋牌号 | 符号 | 公称直径*d*（mm） | *f*yk(N/mm2) | *f*stk(N/mm2) |
| HRB600，HRB600E |  | 6-50 | 600 | 730 |

**4.0.3**钢筋的抗拉强度强度设计值*f*y、抗压强度设计值*f’*y应按表4.0.3的规定采用。

表4.0.3 HRB600钢筋的强度设计值（N/mm2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢筋牌号 | 抗拉强度设计值*f*y | 抗压强度设计值*f’*y |
| HRB600，HRB600E | 510 | 490 |

对轴心受压构件，当采用HRB600、HRB600E钢筋时，钢筋的抗压强度设计值*f’*y应取为400N/mm2。横向钢筋的抗拉强度设计值*f*yv应按表中*f*y的数值采用；但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，其数值大于360N/mm2时应取为360N/mm2。

**4.0.4**钢筋在最大力下的总伸长率*δ*gt不应小于表4.0.4规定的数值。

表4.0.4 高强钢筋最大力下总伸长率限值

|  |  |
| --- | --- |
| 钢筋牌号 | 最大力下总伸长率限值*δ*gt(%) |
| HRB600 | 7.5 |
| HRB600E | 9.0 |

**4.0.5**热轧带肋高强钢筋弹性模量*E*s取2.00×105N/mm2，必要时可采用实测的弹性模量。

**4.0.6**应用热轧带肋高强钢筋的混凝土结构，应采用C30及以上强度等级的混凝土。

**4.0.7**当进行钢筋代换时，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。

1. 结构分析及极限状态计算

**5.0.1**配置600MPa钢筋的混凝土结构作用效应分析应符合《混凝土结构设计规范》GB50010的规定。

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

1配置600MPa钢筋的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等，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，应选用符合本标准第4.0.4条规定的钢筋，并应满足正常使用极限状态要求且采取有效的构造措施。

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。

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25%；弯矩调整后的梁端截面相对受压区高度不应超过0.35，且不宜小于0.10。

钢筋混凝土板负弯矩调幅幅度不宜大于20%。

**5.0.3** 配置600MPa钢筋的混凝土和预应力混凝土结构构件，其静力的承载能力极限状态计算和抗震设防要求的承载力计算，应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定。

**5.0.4**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《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定进行计算。

**5.0.5**配置600MPa钢筋的混凝土受弯构件的挠度验算，应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定。

1. 构造规定

6.1混凝土保护层

**6.1.1**构件中钢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设计使用年限为50年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度应符合表6.1.1的规定；设计使用年限为100年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度不应小于表6.1.1中数值的1.4倍。

表6.1.1 混凝土保护层最小厚度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：1混凝土强度等级不大于C25时，表中保护层厚度数值应增加5mm；

2钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于40mm。

**6.1.2**当有充分依据并采取下列措施时，可适当减小混凝土保护层的厚度。

1 构件表面有可靠的防护层；

2采用工厂化生产的预制构件；

3在混凝土中掺加阻锈剂或采用阴极保护处理等防锈措施；

4当对地下室墙体釆取可靠的建筑防水做法或防护措施时与土层接触一侧钢筋的保护层厚度可适当减少，但不应小于25mm。

6.2钢筋的锚固

**6.2.1**当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时，受拉钢筋的锚固应符合下列要求：

1 基本锚固长度应按下列公式计算：

普通钢筋

**(6.2.1-1)

式中:—受拉钢筋的基本锚固长度；

—钢筋的抗拉强度设计值；

—混凝土轴心抗拉强度设计值，按《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定采用；当混凝土强度等级高于C60时，按C60取值；

*d*—钢筋的公称直径；

α—锚固钢筋的外形系数，取0.14。

2 受拉钢筋的锚固长度应根据锚固条件按下列公式计算，且不应小于200mm：

(6.2.1-2)

式中：—受拉钢筋的锚固长度。

—锚固长度修正系数，按《混凝土结构设计规范》GB50010第8.3.2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。

 3 当锚固钢筋的保护层厚度不大于5*d*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5*d*，对板、墙等平面构件间距不应大于10*d*，且均不应大于100mm，此处*d*为锚固钢筋的直径。

**6.2.2** 当纵向受拉钢筋末端采用机械锚固措施时，钢筋机械锚固的锚固长度(包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度)可取0.6。机械锚固的形式及构造要求应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**6.2.3** 混凝土结构中的纵向受压钢筋，当计算中充分利用其抗压强度时，锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的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。

受压钢筋锚固长度范围内的横向构造钢筋应符合本标准第6.2.1条的有关规定。

6.3钢筋的连接

**6.3.1**钢筋的连接可采用绑扎搭接、机械连接或焊接。

**6.3.2** 轴向受拉及小偏心受拉杆件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接；其他构件中的钢筋采用绑扎搭接时，受拉钢筋直径不宜大于25mm，受压钢筋直径不宜大于28mm。钢筋的绑扎搭接长度

应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**6.3.3** 机械连接宜用于直径不小于14mm的受力钢筋的连接，机械连接类型及质量要求应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107的规定。

**6.3.4** 当采用焊接连接时，必须进行现场条件下的焊接工艺试验，并经试验合格后方准于焊接生产。各类焊接方法的具体要求和适用范围按《钢筋焊接及验收规程》JGJ18中的相关规定执行。

6.4纵向受力钢筋的最小配筋率

**6.4.1**非抗震设计时，钢筋混凝土构件中的纵向受力钢筋的配筋百分率*ρmin*不应小于表6.4.1规定的数值。

表 6.4.1 纵向受力钢筋的最小配筋百分率*ρmin*（%）

|  |  |
| --- | --- |
| 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0.45 *ft*/ *f*y中的较大值 |

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

2 板类受弯构件（不包括悬臂板）的受拉钢筋，当采用强度等级600MPa钢筋时，其最小配筋百分率应允许采用0.15和0.45 *ft*/ *f*y。

3 偏心受拉构件中的受压钢筋，应按受压构件一侧纵向钢筋考虑。

4 受压构件的全部纵向钢筋和一侧纵向钢筋的配筋率以及轴心受拉构件和小偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率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后的截面面积计算。

6 当钢筋沿构件截面周边布置时，“一侧纵向钢筋”系指沿受力方向两个对边中的一边布置的纵向钢筋。

7 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%。

1. 抗震设计

**7.0.1** 梁、柱、支撑以及剪力墙边缘构件中，其纵向受力钢筋宜采用热轧带肋钢筋，当采用热轧带肋牌号为HRB600E钢筋时，其强度和弹性模量应符合本标准第4.0.2条和第4.0.3条相应的规定。

**7.0.2** 对有抗震设防要求的结构，其纵向受力钢筋的性能应满足设计要求；当设计无具体要求时，对按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件（含梯段）中的纵向受力钢筋应采用HRB600E钢筋，其强度和最大力下总伸长率的实测值应符合下

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**钢筋最大拉力下的总伸长率实测值不应小于9%。

**7.0.3**采用热轧带肋高强钢筋的框架梁，其纵向钢筋的配置应符合下列要求：

**1** 梁端混凝土受压区高度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010第11.3.1条的规定；

**2** 纵向受拉钢筋的配筋率不应小于表7.0.3-1规定的数值；

**3**框架梁梁端截面的底部和顶部纵向受力钢筋截面面积的比值，除按计算确定外，一级抗震等级不应小于0.5；二、三级抗震等级不应小于0.3；

**4**梁端箍筋的加密区长度、箍筋最大间距和箍筋最小直径，应按表7.0.3-2采用；当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于2%时，表中箍筋最小直径应增大2mm。

表7.0.3-1框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋百分率（%）

|  |  |
| --- | --- |
| 抗震等级 | 梁中位置 |
| 支座 | 跨中 |
| 一级 | 0.40和80中的较大值 | 0.30和65中的较大值 |
| 二级 | 0.30和65中的较大值 | 0.25和55中的较大值 |
| 三、四级 | 0.25和55中的较大值 | 0.20和45中的较大值 |

表7.0.3-2框架梁梁端箍筋加密区的构造要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 加密区长度(mm) | 箍筋最大间距(mm) | 最小直径(mm) |
| 一级 | 2倍梁高和500中的较大值 | 纵向钢筋直径的6倍，梁高的1/4和100中的最小值 | 10 |
| 二级 | 1.5倍梁高和500中的较大值 | 纵向钢筋直径的8倍，梁高的1/4和100中的最小值 | 8 |
| 三级 | 纵向钢筋直径的8倍，梁高的1/4和150中的最小值 | 8 |
| 四级 | 纵向钢筋直径的8倍，梁高的1/4和150中的最小值 | 6 |

注：箍筋直径大于12mm、数量不少于4肢且肢距不大于150mm时，一、二级的最大间距应允许适当放宽，但不得大于150mm。

**7.0.4**框架柱和框支柱的钢筋配置，应符合下列要求：

**1** 框架柱和框支柱中全部纵向受力钢筋的配筋百分率不应小于表7.0.4的规定，同时，每一侧的配筋百分率不应小于0.2；对Ⅳ类场地上较高的高层建筑，最小配筋百分率应增加0.1；

表7.0.4柱全部纵向受力钢筋最小配筋百分率（%）

|  |  |
| --- | --- |
| 柱类型 | 抗震等级 |
| 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 中柱、边柱 | 0.9（1.0） | 0.7（0.8） | 0.6（0.7） | 0.5（0.6） |
| 角柱、框支柱 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |

注：1 表中括号内数值用于框架结构的柱；

2 当混凝土强度等级为C60以上时，应按表中数值增加0.1采用。

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

**7.0.5**框架柱和框支柱的箍筋配置，应符合下列要求：

**1**框架柱和框支柱上、下两端的箍筋应加密，加密区的箍筋最大间距和箍筋最小直径应符合表7.0.5的规定。

表7.0.5柱端箍筋加密区的构造要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 箍筋最大间距（mm） | 箍筋最小直径（mm） |
| 一级 | 纵向钢筋直径的6倍和100中的较小值 | 10 |
| 二级 | 纵向钢筋直径的8倍和100中的较小值 | 8 |
| 三级 | 纵向钢筋直径的8倍和150（柱根100）中的较小值 | 8 |
| 四级 | 纵向钢筋直径的8倍和150（柱根100）中的较小值 | 6(柱根8) |

注：柱根系指底层柱下端的箍筋加密区范围。

**2** 框支柱和剪跨比不大于2的框架柱应在柱全高范围内加密箍筋，且箍筋间距应符合表7.0.5中一级抗震等级的要求。

**3** 一级抗震等级框架柱的箍筋直径大于12mm且箍筋肢距不大于150mm及二级抗震等级框架柱的直径不小于10mm且箍筋肢距不大于200mm时，除底层柱下端外，箍筋间距应允许采用150mm；四级抗震等级框架柱剪跨比不大于2时，箍筋直径不应小于8mm。

**4** 框架柱的箍筋加密区长度，应取柱截面长边尺寸(或圆形截面直径)、柱净高的1/6和500mm中的最大值；一、二级抗震等级的角柱应沿柱全高加密箍筋。底层柱根箍筋加密区长度应取不小于该层柱净高的1/3；当有刚性地面时，除柱端箍筋加密区外尚应在刚性地面上、下各500mm的高度范围内加密箍筋。

**7.0.6**箍筋加密区箍筋的体积配筋率应符合下列规定。

**1** 柱箍筋加密区箍筋的体积配筋率，应符合下列规定：

（7.0.6）

式中：——柱箍筋加密区的体积配筋率，计算中应扣除重叠部分的箍筋体积；

——箍筋的抗拉强度设计值；

——混凝土轴心抗压强度设计值；当强度等级低于C35时，按C35取值；

——最小配箍特征值，按表7.0.6采用。

表7.0.6 柱箍筋加密区的箍筋最小配箍特征值



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 箍筋形式 | 轴压比 |
| ≤0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.05 |
| 一级 | 普通箍、复合箍 | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.20 | 0.23 | — | — |
| 螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | — | — |
| 二级 | 普通箍、复合箍 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.22 | 0.24 |
| 螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.20 | 0.22 |
| 三级 | 普通箍、复合箍 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.20 | 0.22 |
| 螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.18 | 0.20 |

注：1 普通箍指单个矩形箍筋或单个圆形箍筋；螺旋箍指单个螺旋箍筋；复合箍指由矩形、多边形、圆形箍筋或拉筋组成的箍筋；复合螺旋箍指由螺旋箍与矩形、多边形、圆形箍筋或拉筋组成的箍筋；连续复合矩形螺旋箍指全部螺旋箍为同一根钢筋加工成的箍筋；

2 在计算复合螺旋箍的体积配筋率时，其中非螺旋箍筋的体积应乘以系数0.8；

3 混凝土强度等级高于C60时，箍筋宜采用复合箍、复合螺旋箍或连续复合矩形螺旋箍，当轴压比不大于0.6时，其加密区的最小配箍特征值宜按表中数值增加0.02；当轴压比大于0.6时，宜按表中数值增加0.03。

**2** 对一、二、三、四级抗震等级的柱，其箍筋加密区的箍筋体积配筋率分别不应小于0.8%、0.6%、0.4%和0.4%；

**3** 框支柱宜采用复合螺旋箍或井字复合箍，其最小配箍特征值应按表7.0.6中的数值增加0.02取用，且体积配筋率不应小于1.5%；

**4** 当剪跨比λ不大于2时，一、二、三级抗震等级的柱宜采用复合螺旋箍或井字复合箍，其箍筋体积配筋率不应小于1.2%；设防烈度为9度时，不应小于1.5%。

**7.0.7**对于框架中间层中间节点、中间层端节点、顶层中间节点以及顶层端节点，梁、柱纵向钢筋在节点部位的锚固或搭接，除应符合本标准第6.2节和第6.3节的有关规定外，尚应符合下列要求：

**1** 纵向受拉钢筋的抗震锚固长度及抗震搭接长度按照《混凝土结构设计规范》GB 50010第11.1.7条规定取值。

**2**纵向受力钢筋的连接可采用绑扎搭接、机械连接或焊接。**3**纵向受力钢筋连接的位置宜避开梁端、柱端箍筋加密区；

如必须在此连接时，应采用机械连接或焊接。

**4** 混凝土构件位于同一连接区段内的纵向受力钢筋接头面积百分率不宜超过50%

**7.0.8**一、二、三、四级抗震等级的各类结构的框架柱、框支柱，其轴压比不宜大于表7.0.8规定的限值。对IV类场地上较高的高层建筑，柱轴压比限值应适当减小。

表7.0.8 柱轴压比限值

|  |  |
| --- | --- |
| 结构体系 | 抗震等级 |
| 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 框架结构 | 0.65 | 0.75 | 0.85 | 0.90 |
| 框架-剪力墙结构、筒体结构 | 0.75 | 0.85 | 0.90 | 0.95 |
| 部分框支剪力墙结构 | 0.60 | 0.70 | — |

注：1 轴压比指柱地震作用组合的轴向压力设计值与柱的全截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比值；

2 当混凝土强度等级为C65、C70时，轴压比限值宜按表中数值减小0.05；混凝土强度等级为C75、C80时，轴压比限值宜按表中数值减小0.10；

3 表内限值适用于剪跨比大于2且混凝土强度等级不高于C60的柱；剪跨比不大于2的柱轴压比限值应降低0.05；剪跨比小于1.5的柱，轴压比限值应专门研究并采取特殊构造措施；

4 沿柱全高采用井字复合箍，且箍筋间距不大于100mm、肢距不大于200mm、直径不小于12mm，或沿柱全高采用复合螺旋箍，且螺距不大于100mm、肢距不大于200mm、直径不小于12mm，或沿柱全高采用连续复合矩形螺旋箍，且螺旋净距不大于80mm、肢距不大于200mm、直径不小于10mm时，轴压比限值均可按表中数值增加0.10；

5 当柱截面中部设置由附加纵向钢筋形成的芯柱，且附加纵向钢筋的总截面面积不少于柱截面面积的0.8%时，轴压比限值可按表中数值增加0.05；此项措施与注4的措施同时采用时，轴压比限值可按表中数值增加0.15，但箍筋的配箍特征值仍应按轴压比增加0.10的要求确定；

6 调整后的柱轴压比限值不应大于1.05。

8 施工及质量验收

8.1 施工措施

**8.1.1** 采用热轧带肋高强钢筋的混凝土结构工程施工除符合本标准要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

**8.1.2** 钢筋的牌号、强度级别或规格应按设计文件的规定采用。当需用热轧带肋高强钢筋代换其他强度等级的钢筋时，应经设计单位同意，并应办理设计变更文件。

钢筋代换除应遵守构件承载力相等的代换原则以外，尚应复核：最小配筋率、保护层厚度、裂缝宽度、刚度、锚固长度、搭接长度、焊接接头及机械连接接头的型式检验等。

**8.1.3**钢筋宜采用不具有延伸功能的机械设备进行调直。当采用冷拉方法调直时，热轧带肋钢筋的冷拉率不宜大于1%。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，不应有局部弯折。钢筋不得采用冷拉方法提高强度。

**8.1.4**钢筋的弯折应符合下列规定：

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。

**8.1.5**当箍筋采用在拐角处搭接的方式时，其末端应作弯钩。对有抗震和受扭承载力要求构件中的箍筋，应作135°弯钩，弯后平直段长度不应小于10*d*。

**8.1.6**纵向受力钢筋的连接方式应符合设计要求。

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10*d*(*d*为钢筋的公称直径)。

同一跨度或同一节间内的纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。

有抗震要求的框架柱、梁，不宜在端部的箍筋加密区内设置纵向钢筋接头。

**8.1.7**钢筋机械连接接头等级的选用应符合下列规定：

1 混凝土结构中要求充分发挥钢筋强度或对延性要求较高的部位应选用Ⅱ级或Ⅰ级接头；当在同一连接区段内必须实施100％钢筋接头的连接时，应采用Ⅰ级接头。

2 混凝土结构中钢筋应力较高但对延性要求不高的部位可采用Ⅲ级接头。

**8.1.8**钢筋机械连接应符合下列规定：

1 钢筋丝头现场加工与接头安装应按接头技术提供单位的加工、安装技术要求进行，操作工人应经专业培训合格后上岗。

2 钢筋丝头加工与接头安装应经工艺检验合格后方可进行。

3 直螺纹钢筋丝头长度应满足产品设计要求，极限偏差应为0～2.0*p*。

4直螺纹接头的钢筋丝头宜满足6*f* 级精度要求，应用专用直螺纹量规检验，通规能顺利旋入并达到要求的拧入长度，止规旋入不得超过3*p*。

5锥螺纹钢筋丝头长度应满足产品设计要求，拧紧后的钢筋丝头不得相互接触，丝头加工长度极限偏差应为-0.5*p*～-1.5*p*。

6 钢筋丝头的锥度和螺距应采用专用锥螺纹量规检验。

注：*p*为螺距；6*f* 级精度要求可参考现行国家标准《普通螺纹公差》GB/T 197中的相关现定。

**8.1.9**钢筋焊接施工应符合下列规定：

1 从事钢筋焊接施工的焊工应持有钢筋焊工考试合格证，并应按照合格证规定的范围上岗操作。

纵向受力钢筋的焊接连接应按行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定进行钢筋焊接施工。

2 在钢筋工程焊接施工前，参与该项工程施焊的焊工应进行现场条件下的焊接工艺试验，经试验合格后，方可进行焊接。

3 电渣压力焊只应使用于柱、墙等现浇混凝土构件中竖向受力钢筋的连接。

8.2 质量验收

**8.2.1**采用热轧带肋高强钢筋的混凝土结构工程的质量验收，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

**8.2.2**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。

**8.2.3** 钢筋应有出厂质量证明书或试验报告单，钢筋表面或每捆（盘）钢筋均应有标志，并应确认符合钢筋订货的牌号。

**8.2.4**钢筋应按炉罐（批）号及直径分批进场，并应按国家标准《钢筋混凝土用钢：第2部分热轧带肋钢筋》GB 1499.2规定的力学性能和重量偏差指标进行进场检验。

**8.2.5** 钢筋在加工过程中，当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

**8.2.6** 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，检验结果应符合国家现行相关标准的规定。

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钢筋力学性能第三方检验报告时，可仅进行重量偏差检验。

**8.2.7**钢筋焊接施工前应按行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的要求进行检验，确认合格后方可正式施工。

对于采用焊接方式连接的细晶粒热轧带肋钢筋和直径大于25mm的600MPa钢筋，应进行专门检验。

**8.2.8**钢筋机械连接及钢筋锚固板施工前，应提供型式检验报告，并按《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107、《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256的要求进行施工现场抽样检验，合格后方可用于工程。

附录A带肋钢筋的标志

**A.1.1**钢筋混凝土用钢筋有光圆及带肋(月牙肋)两种外形，在钢筋表面用下列刻字标志表示：

1带肋钢筋表面上轧制的第一个字母表示钢种：无字母表示普通热轧钢筋；“C”表示细晶粒热轧钢筋；“K”表示余热处理钢筋；数字后字母“E”表示抗震钢筋；

2带肋钢筋表面上轧制的最后一组数字为公称直径，以毫米(mm)为单位的阿拉伯数字表示。例如16、25表示钢筋的公称直径为16mm、25mm；直径12mm以下的细钢筋不标志直径；

3光圆钢筋表面无标志，强度只有一种，直径可直接量测；

**A.1.2**普通热轧钢筋(HRB)在其表面刻有3、4、5、6分别表示牌号为HRB335、HRB400、HRB500、HRB600的普通热轧钢筋；刻有3E、4E、5E、6E分别表示牌号为HRB335E、HRB400E、HRB500E、HRB600E的抗震钢筋。

**A.1.3**细晶粒热轧钢筋(HRBF)在其表面用C3、C4、C5、C6分别表示牌号为HRBF335、HRBF400、HRBF500、HRBF600的细晶粒热轧钢筋；用C3E、C4E、C5E、C6E分别表示牌号为HRBF335E、HRBF400E、HRBF500E、HRBF600E的抗震钢筋。

附录B 600MPa钢筋的公称直径及公称截面面积

|  |  |
| --- | --- |
| 公称直径 | 不同根数钢筋的公称截面面积（mm2） |
| （mm） | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 8 | 50.3 | 101 | 151 | 201 | 252 | 302 | 352 | 402 | 453 |
| 10 | 78.5 | 157 | 236 | 314 | 393 | 471 | 550 | 628 | 707 |
| 12 | 113.5 | 226 | 339 | 452 | 565 | 678 | 791 | 904 | 1017 |
| 14 | 153.9 | 308 | 461 | 615 | 769 | 923 | 1077 | 1230 | 1387 |
| 16 | 201.1 | 402 | 603 | 804 | 1005 | 1206 | 1407 | 1608 | 1809 |
| 18 | 254.5 | 509 | 763 | 1017 | 1272 | 1526 | 1780 | 2036 | 2290 |
| 20 | 314.2 | 628 | 941 | 1256 | 1570 | 1884 | 2200 | 2513 | 2827 |
| 22 | 380.1 | 760 | 1140 | 1520 | 1900 | 2281 | 2661 | 3041 | 3421 |
| 25 | 490.9 | 982 | 1473 | 1964 | 2454 | 2945 | 3436 | 3927 | 4418 |
| 28 | 615.8 | 1232 | 1847 | 2463 | 3079 | 3695 | 4310 | 4926 | 5542 |
| 32 | 804.3 | 1609 | 2418 | 3217 | 4021 | 4826 | 5630 | 6434 | 7238 |
| 36 | 1017.9 | 2036 | 3054 | 4072 | 5089 | 6107 | 7125 | 8143 | 9161 |
| 40 | 1256.1 | 2513 | 3770 | 5027 | 6283 | 7540 | 8796 | 10053 | 11310 |

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

《建筑结构荷载规范》GB50009

《混凝土结构设计规范》GB50010

《建筑抗震设计规范》GB50011

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2

《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153

《钢筋焊接及验收规程》JGJ18

《钢筋锚板应用技术规程》 JGJ 256

《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ107

河北省工程建设标准

600MPa钢筋在混凝土结构

应用标准

条文说明

编制说明

为便于有关人员在使用本规程时能够正确理解条文规定，《600MPa钢筋混凝土结构应用标准》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对一些条文规定的目的、依据以及在执行中需要注意的有关事项等进行了说明。但是，本说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目次

1总 则34

3基本规定35

4材料37

5结构分析及极限状态计算39

6构造规定40

6.1 混凝土保护层 40

6.2钢筋的锚固 41

6.3钢筋的连接 42

6.4纵向受力钢筋的最小配筋率 43

7抗震设计44

8 施工及质量验收48

8.1 施工措施 48

8.2 质量验收 48

1 总 则

**1.0.1**编制标准是为落实国家的技术经济政策，推广应用高强钢筋，以达到省材、节能、降耗、环保的目的。同时在混凝土结构中应用高强钢筋还可以减轻结构自重；解决钢筋密集问题；方便浇筑施工；保证工程质量。

**1.0.2**本标准的应用范围为采用600MPa钢筋作受力钢筋的混凝土结构，包括设计、施工及验收等方面的技术要求。

**1.0.3**在应用高强钢筋时，除应满足本标准的要求外，其余技术要求尚应符合现行国家标准《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、《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 1499.2等标准的相关规定。

3 基本规定

**3.0.1** 热轧带肋高强钢筋的适用范围与一般钢筋相同，且可与其他类型的钢筋搭配使用。推荐优先用于混凝土梁、板中的纵向受拉钢筋。对仅做承载能力极限状态计算的钢筋混凝土结构构件中的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，宜采用600MPa钢筋。对于由承载能力极限状态控制配筋的抗爆设计人防结构和抗倒塌设计结构，以及预应力混凝土结构构件中的非预应力受力钢筋，推荐优先采用600MPa钢筋，以达到节省钢材用量的目的。

**3.0.2** 承载能力极限状态设计的基本表达式，与《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定完全一致。

**3.0.3** 正常使用极限状态设计的基本表达式，与《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定完全一致。

**3.0.4** 悬臂构件是工程实践中容易发生事故的构件，《混凝土结构设计规范》GB 50010表3.4.3注1中规定设计时对其挠度的控制要求；表注4中参照欧洲标准EN 1992的规定，提出了起拱、反拱的限制，目的是为防止起拱、反拱过大引起的不良影响。当构件的挠度满足《混凝土结构设计规范》GB 50010表3.4.3的要求，但相对使用要求仍然过大时，设计时可根据实际情况提出比表括号中的限制更加严格的要求。

**3.0.5** 工程实践以及与国外标准规定的对比都表明，我国现行规范中对于受力裂缝宽度的控制偏严，可作适当放松。对结构构件正截面的裂缝控制等级，仍按《混凝土结构设计规范》GB 50010划分为三个等级。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的，设计人员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，国际上一般都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时间等因素来考虑。

**3.0.6** 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值，与《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定完全一致。

4 材料

**4.0.1** 本规程采用的热轧带肋钢筋是指600MPa钢筋。钢筋的各项性能应符合规定，具体技术要求见本规程附录A。

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

《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499给出了HRB600钢筋的屈服强度标准值(特征值)、抗拉强度标准值(特征值)。

**4.0.3** 600MPa钢筋材料分项系数取1.15时，强度设计值为520N/mm2，分项系数取1.2时，强度设计值为500N/mm2，根据试验结果，取值钢筋强度设计值为510N/mm2，裂缝宽度能够满足限值要求。计算受剪、受扭、受冲切承载力*f*yv取为360N/mm2；根据《高强箍筋混凝土结构设计规程》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。

河北工业大学2018年完成的12根偏心受压柱的承载力试验表明，600MPa钢筋抗压强度设计值*f’*y可取与抗拉强度不相同。在偏心受压状态下，混凝土所能达到的压应变可以保证600MPa钢筋的抗压强度达到与抗拉强度相同的值，但在大偏心受压、受弯承载力计算时，应注意混凝土受压区高度过小时受压钢筋达不到屈服强度；河北工业大学2018年完成的19根轴心受压柱的承载力试验表明，由于混凝土压应力达到*f*c时混凝土压应变为0.002，当采用600MPa钢筋时，其钢筋的抗压强度设计值取为400N/mm2。

**4.0.4** 《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499给出了600MPa钢筋的钢筋延性(断后伸长率或最大力下总伸长率)特征值。

**4.0.5**《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499给出了600MPa钢筋的弹性模量等设计参数。

**4.0.6**为适应高强钢筋的要求，对混凝土强度等级作了适当的提高。

**4.0.7**钢筋代换除应满足等强代换的原则外，尚应综合考虑不同钢筋牌号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，并应满足钢筋间距、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。

5 结构分析及极限状态计算

**5.0.1**与《混凝土结构设计规范》GB 50010保持一致。

**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。本条规定给出了可以采用塑性调幅设计的构件或结构类型。

本条提出了考虑塑性内力重分布分析方法设计的条件。按考虑塑性内力重分布的计算方法进行构件或结构设计时，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。

由于本规程所指600MPa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**、**5.0.4**、**5.0.5**与《混凝土结构设计规范》GB 50010保持一致。

6 构造规定

6.1混凝土保护层

**6.1.1** 根据我国对混凝土结构耐久性的调研及分析，并参考《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476以及国外相应规范、标准的有关规定,对混凝土保护层的厚度进行了以下调整：

1 混凝土保护层厚度不小于受力钢筋直径（单筋的公称直径或并筋的等效直径）的要求，是为了保证握裹层混凝土对受力钢筋的锚固。

2 从混凝土碳化、脱钝和钢筋锈蚀的耐久性角度考虑，不再以纵向受力钢筋的外缘，而以最外层钢筋（包括箍筋、构造筋、分布筋等）的外缘计算混凝土保护层厚度。

3 简化表6.1.1的表达：根据混凝土碳化反应的差异和构件的重要性，按平面构件（板、墙、壳）及杆状构件（梁、柱、杆）分两类确定保护层厚度；表中不再列入强度等级的影响，C30及以上统一取值，C25及以下均增加5mm。

4 考虑碳化速度的影响,使用年限100年的结构，保护层

厚度取1.4倍。

5 为保证基础钢筋的耐久性，根据工程经验基础底面要求做垫层，基底保护层厚度仍取40mm。

**6.1.2** 根据工程经验及具体情况采取有效的综合措施，可以提高构件的耐久性能，减小保护层的厚度。

构件的表面防护是指表面抹灰层以及其他各种有效的保护性涂料层。例如，地下室墙体釆用防水、防腐做法时，与土壤接触面的保护层厚度可适当放松。

由工厂生产的预制混凝土构件，经过检验而有较好质量保证时，可根据相关标准或工程经验对保护层厚度要求适当放松。

使用阻锈剂应经试验检验效果良好，并应在确定有效的工艺参数后应用。

采用环氧树脂涂层钢筋、镀锌钢筋或采取阴极保护处理等防锈措施时，保护层厚度可适当放松。

6.2钢筋的锚固

**6.2.1** 我国钢筋强度不断提高，结构形式的多样性也使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给出了以简单计算确定受拉钢筋锚固长度的方法。其中基本锚固长度取决于钢筋强度及混凝土抗拉强度，并与锚固钢筋的直径及外形有关。

热处理高强钢筋外形与普通热轧带肋钢筋相同，基本锚固长度、锚固长度同《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**6.2.2**当高强钢筋计算锚固长度过长时，钢筋末端采用机械锚固可以有效地减小锚固长度。根据试验研究、工程实践并参考国外的标准、规范，提出几种机械锚固形式及相应的锚固长度修正系数在厚保护层混凝土中且有箍筋约束的条件下，机械锚头(锚板)通过对混凝土的局部挤压可提高钢筋锚固承载力。此时，应根据锚固区混凝土的厚度采用不同机械锚固形式。“截面侧边角部”适用于偏置锚筋；布置在角部的弯折、弯钩或贴焊锚筋的弯折方向，还应向截面内侧偏斜布置，以加大挤压面积。周边均为厚保护层即“截面芯部”的条件，可采用锚头、锚板和双面粘焊筋。混凝土局部受压承载力与锚固钢筋的肋面积比有关，对锚头(锚板)本身要求挤压面积不应小于4倍锚固钢筋公称面积(即总投影面积为5倍)。当采用锚板时需参照《钢筋锚板应用技术规程》 JGJ 256-2011。

对于焊接锚筋或焊接锚板，按焊接规程满足锚固强度的要求对于螺栓锚头，也应按有关螺纹的标准满足锚固强度的要求实际工程中，当若干机械锚固集中在同一部位时，对局部受压承载力有降低的影响。因此锚头(锚板)宜错开布置，锚头(锚板)的前后和侧向间距错开的净距离取为3*d*，否则应适当增加锚固长度。

**6.2.3**柱及桁架上弦等构件中的受压钢筋也存在着锚固问题。受压钢筋的锚固长度为相应受拉锚固长度70%。这是根据工程经验、试验研究及可靠度分析，并参考国外规范确定的。对受压钢筋锚固区域的横向配筋也提出了要求。

6.3 钢筋的连接

**6.3.1** 钢筋连接形式有各自的使用范围，应符合相关标准的要求。

**6.3.2**钢筋的绑扎搭接长度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**6.3.3** 机械连接类型及质量要求应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107的规定。

**6.3.4** 各类焊接方法的具体要求和适用范围按《钢筋焊接及验收规程》JGJ18中的相关规定执行。

6.4纵向受力钢筋的最小配筋率

**6.4.1** 《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条文，本规程遵照执行。

7 抗震设计

**7.0.1**牌号带后缀字母“E”的是专用的抗震钢筋，抗震钢筋的延性好，其强度指标、弹性模量与不带“E”的同牌号热轧带肋钢筋相同，应符合本标准第4.0.2条和第4.0.3条相应的规定。

**7.0.2**对按一、二、三级抗震等级设计的各类框架构件（包括斜撑构件），要求纵向受力钢筋检验所得的抗拉强度实测值（即实测强度最大值）与受拉屈服强度的比值（强屈比）不小于1.25，目的是使结构某部位出现较大塑性变形或塑性铰后，钢筋在大变形条件下具有必要的强度潜力，保证构件的基本抗震承载力；要求钢筋受拉屈服强度实测值与钢筋的受拉强度标准值的比值（屈强比）不应大于1.3，主要是为了保证“强柱弱梁”、“强剪弱弯”设计要求的效果不致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不应小于9%，主要为了保证在抗震大变形条件下，钢筋具有足够的塑性变形能力。

**7.0.3**本条是框架梁的配筋构造要求。

第1款对受压区高度的限制，是为了保证梁端塑性铰区有较大的转动能力。

第2款对抗震框架梁纵向受拉钢筋最小配筋率的取值上取用双控方案，即一方面规定具体数值，另一方面使用混凝土抗压强度设计值和钢筋抗拉强度设计值相关的特征值参数进行控制。

第3款是考虑地震作用的随机性，梁端弯矩可能变号，故应保证一定比例的下部纵向钢筋，防止其过早屈服而破坏。

第4款梁端塑性铰区箍筋的构造要求，是为了保证对混凝土以及受压钢筋的围箍约束，防止过早发生混凝土压溃和钢筋屈曲。

**7.0.4**本条为框架柱的配筋要求。第1款为纵向钢筋最小配筋率的要求，框架柱纵向钢筋最小配筋率是抗震设计中一项较重要的构造措施。通过纵向钢筋最小配筋率规定可以对结构薄弱部位进行补救，提高结构整体地震反应能力的可靠性；最小配筋率还可以使设防烈度不高地区一部分框架柱的抗弯能力在“强柱弱梁”措施基础上有进一步提高。

第2款为纵向钢筋最大配筋率的限制要求，因纵筋配置过多容易发生非延性的破坏，尤其是剪跨比较小的短柱更易脆性破坏，故应加以限制。

**7.0.5**本条为框架柱和框支柱的配箍要求。箍筋对混凝土的围箍约束，对提高柱的抗震性能有较大的作用。规定了柱中箍筋加密区的配筋构造要求，与《混凝土结构设计规范》 GB 50010相同。

**7.0.6**在柱端箍筋加密区内配置一定数量的箍筋（用体积配箍率衡量）是使柱具有必要的延性和塑性耗能能力的另一项重要措施。因抗震等级越高，抗震性能要求相应提高；加之轴压比越高，混凝土强度越高，也需要更高的配箍率，方能达到相同的延性；而箍筋强度越高，配箍率则可相应降低。为此，先根据抗震等级及轴压比给出所需的柱端配箍特征值，再经配箍特征值及混凝土强度与钢筋强度设计值算得所需的体积配箍率。另外，当计算箍筋的体积配箍率时，各强度等级箍筋应分别采用其强度设计值，其抗拉强度设计值不受360MPa的限制。

**7.0.7**对抗震框架节点纵向钢筋的抗震锚固长度、抗震搭接长度，均按《混凝土结构设计规范》GB 50010第11.1.7条规定取值，以满足抗震要求。

对允许采用搭接接头的钢筋，其考虑抗震要求的搭接长度应根据搭接接头百分率取纵向受拉钢筋的抗震锚固长度，乘以纵向受拉钢筋搭接长度修正系数。

梁端、柱端是潜在塑性铰容易出现的部位，必须预计到塑性铰区内的受拉和受压钢筋都将屈服，并可能进入强化阶段。为了避免该部位的各类钢筋接头干扰或削弱钢筋在该部位所应具有的较大的屈服后伸长率，规范要求钢筋连接接头宜尽量避开梁端、柱端箍筋加密区。当工程中无法避开时，应采用经试验确定的与母材等强度并具有足够伸长率的高质量机械连接接头或焊接接头，且接头面积百分率不宜超过50%。

**7.0.8**试验研究表明，受压构件的位移延性随轴压比增加而减小，因此对设计轴压比上限进行控制就成为保证框架柱和框支柱具有必要延性的重要措施之一。为满足不同结构类型框架柱、框支柱在地震作用组合下的位移延性要求，本条按《混凝土结构设计规范》GB 50010第11.4.16条，对不同结构体系中框架柱设计轴压比的上限值进行规定。

近年来，国内外试验研究结果表明，采用螺旋箍筋、连续复合矩形螺旋箍筋等配筋方式，能在一般复合箍筋的基础上进一步提高对核心混凝土的约束效应，改善柱的位移延性性能，故规定当配置复合箍筋、螺旋箍筋或连续复合矩形螺旋箍筋，且配箍量达到一定程度时，允许适当放宽柱设计轴压比的上限控制条件。同时，国内研究表明，在钢筋混凝土柱中设置矩形核芯柱不仅能提高柱的受压承载力，也可提高柱的位移延性，且有利于在大变形情况下防止倒塌，类似于型钢混凝工结构中型钢的作用。因此，在设置矩形核芯柱，且核芯柱的纵向钢筋配置数量达到一定要求的情况下，也适当放宽了设计轴压比的上限控制条件。在放宽轴压比上限控制条件后，箍筋加密区的最小体积配筋率应按放松后的设计轴压比确定。

8 施工及质量验收

8.1 施工措施

**8.1.2** 钢筋代换不是简单的“强度等效”，高强钢筋的代换应获得设计许可，并作设计变更。本条指出了代换时应进行复核的主要内容。

**8.1.3**钢筋冷拉只限用于调直，不得用于提高强度或增加长度以达到赢利目的错误做法。为防止冷拉变脆，保证钢筋应有的延性，对冷拉伸长率作出了限制性规定。

**8.1.4** 规定了高强钢筋弯折的弯弧内径的构造要求，由于高强钢筋较硬，弯弧内径不宜过小。

**8.1.5** 规定了不同用途箍筋的弯折角度和弯后平直段的构造要求。

**8.1.6** 接头连接会削弱钢筋传力和构件的结构性能。抗震柱、梁端部加密区、弯起点附近等部位不宜设置连接接头。

**8.1.7** 对钢筋机械连接接头等级的选用作出规定。

**8.1.8** 对钢筋机械连接时的钢筋丝头加工作出规定。

**8.1.9** 600MPa钢筋为新品种钢筋，焊接质量不易保证。

8.2 质量验收

**8.2.1** 采用热轧带肋高强钢筋的混凝土结构工程的质量验收应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定执行。

**8.2.3**确认钢筋的牌号，防止供货时混料错批或混入其他品种钢筋。

**8.2.4**为保证工程质量，钢筋的力学性能应进行进场复验，本标准在检验项目中增加了重量偏差的检验。

**8.2.5** 钢筋加工过程中出现不正常现象的应对措施。

**8.2.6** 本条规定了成型钢筋力学性能和重量偏差的检验要求。

**8.2.7** 在钢筋焊接检验要求中，对容易出现质量问题的细晶粒筋和粗直径钢筋强调要加强质量控制的检验。

**8.2.8** 对钢筋机械连接的检验要求，强调应在检验合格的条件下方可采用。