|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | |
| **广东省标准** |
| **DBJ/Tx-20xx**  **备案号XXXX-20xx** | | |
|  | | |
| 600MPa级热轧带肋钢筋应用技术标准 | | |
| **Technical Specification For Application of 600MPa**  **Grade Ordinary Hot Rolled Ribbed Bar** | | |
|  | | |
| **（征求意见稿）** | | |
|  | | |
|  | | |
| 2024-XX-XX 发布 2024-XX-XX 实施 | | |
|  | | |
| 广东省住房和城乡建设厅 发布 | | |
|  | | 本标准不涉及专利 |

广东省标准

|  |
| --- |
| **600MPa级热轧带肋钢筋应用技术标准** |

**Technical Specification For Application of 600MPa**

**Grade Ordinary Hot Rolled Ribbed Bar**

**DBJ/Tx-20xx**

中国建筑工业出版社

**2024**

**前 言**

根据《广东省市场监督管理局关于批准下达 2023年第二批广东省地方标准制修订计划的通知》（粤市监标准[2023]591 号）的要求，编制组经过广泛的调查研究，认真总结国内HRB600高强度钢筋的应用工程实际经验和研究成果，参考国际和国内先进标准，结合广东省建筑工程的设计、施工与质量验收的基本要求，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准主要内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料；5. 结构设计；6. 构造规定；7. 施工；8. 质量验收。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈至广东省建筑设计研究院集团股份有限公司（地址：广州市荔湾区流花路97号；邮编：510010）。

本标准主编单位：广东省建筑设计研究院集团股份有限公司

中国建筑第八工程局有限公司

广东中南钢铁股份有限公司

本标准参编单位：华南理工大学

中建八局第一建设有限公司

广东省钢铁工业协会

华南理工大学建筑研究院有限公司

广州瀚华建筑设计有限公司

中建八局湾区建设发展有限公司

广东筠诚建筑科技有限公司

安徽吾兴新材料有限公司

广东南海国际建筑设计有限公司

苏商新材料(广东)有限公司

广东华工工程建设监理有限公司

广东省建设工程质量安全检测总站有限公司

广东省质量监督冶金（黑色）产品检验站

广州中南产城发展有限公司

柏雅工程顾问有限公司（澳门）

科进香港有限公司（香港）

本标准主要起草人员：苏恒强 张永生 陈旭淼 周慕来

（以下按姓氏笔画排序）

方 彪 方虎生 文爱元 王 威 代 磊 冯 俊 江 毅 孙金辉 陈庆军 陈祺荣 陈学伟 李中健 严仕基 杨 春 李燕群 吴泉霖 应勍翔 杭世杰 张志明 易伟文 郑敦基 郑 宜 钟寿军 钟 锦 祝曾保 黄 华 葛 杰 曾 佳 蒋邦金 廖旭钊 熊 浩

本标准主要审查人员：

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc26967)

[2 术语和符号 2](#_Toc832)

[2.1 术语 2](#_Toc9689)

[2.2 符号 2](#_Toc7618)

[3 基 本 规 定 4](#_Toc17630)

[4 材 料 6](#_Toc22835)

[5 结 构 设 计 12](#_Toc7337)

[6 构 造 规 定 20](#_Toc14485)

[6.1 钢筋锚固 20](#_Toc15065)

[6.2 钢筋连接 21](#_Toc22311)

[6.3 钢筋配筋率 28](#_Toc26977)

[6.4 混凝土保护层和钢筋间距 30](#_Toc19445)

[7 施 工 32](#_Toc11356)

[7.1 一般规定 32](#_Toc14062)

[7.2 钢筋加工 32](#_Toc1877)

[7.3 连接与安装 34](#_Toc11127)

[8 质 量 验 收 37](#_Toc3581)

[8.1 一般规定 37](#_Toc3291)

[8.2 材料验收 37](#_Toc9061)

[8.3 加工验收 38](#_Toc21260)

[8.4 连接验收 40](#_Toc9270)

[8.5 安装验收 41](#_Toc8844)

[附录 A 钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量 43](#_Toc23422)

[附录 B 钢筋化学成分及力学性能试验 44](#_Toc14456)

[附录 C 包装、标志及质量证明书](#_Toc24330) 49

[附录 D 600Mpa其他类型钢筋参数 50](#_Toc29703)

[本标准用词说明 53](#_Toc5988)

[引用标准名录 54](#_Toc20741)

**Contents**

[1 General Provisions](#_Toc31651) 1

[2 Terms and Symbols](#_Toc9652) 2

[2.1 Terms](#_Toc9652) 2

[2.1 Symbols](#_Toc9652) 2

[3 Basic Requirement](#_Toc9652) 4

[4 Material](#_Toc30087) 6

[5 Structure Engineering](#_Toc30087) 12

[6 Detailing Provisions](#_Toc30087) 20

[6.1 Anchorage of Steel Reinforcement](#_Toc30087) 20

[6.2 Splice of Reinforcement](#_Toc30087) 21

[6.3 Ratio of Reinforcement](#_Toc30087) 28

[6.4 Concrete Cover](#_Toc30087) 30

7 Construction 32

[7.1 General Requirement](#_Toc30087) 32

[7.2 Preparation of Reinforcement](#_Toc30087) 32

[7.3 Join and Installment of Reinforcement](#_Toc30087) 34

8 Quality Acceptance 37

[8.1 General Requirement](#_Toc30087) 37

[8.2 Material Acceptance](#_Toc30087) 37

[8.3 Production Acceptance](#_Toc30087) 38

[8.4 Acceptance of Reinforcement Jions](#_Toc30087) 40

[8.5 Acceptance of Reinforcement Installment](#_Toc30087) 41

Appendix A Nominal Diameter, Sectional Areas and Theoretical Weight of Steel Reinforcement 43

Appendix B Chemical Composition and Mechanical Property of Steel Reinforcement 44

Appendix C Packaging, Logo and Quality Certificate 49

Appendix D Example of Other 600MPa Grade Steel Reinforcement 50

Explanation of Wording 53

List of Quoted Standards 54

# 

# 1 总 则

**1.0.1** 为适应国家的绿色低碳和可持续发展的战略要求，合理规范600MPa级热轧带肋钢筋在建筑行业的应用，做到安全适用、经济合理、技术先进、施工方便，制定本标准。

【条文说明】采用600MPa级热轧带肋钢筋可以解决钢筋密集的问题，方便混凝土浇筑施工，同时具备节能、降耗等优点。

**1.0.2** 本标准适用于广东省地区采用600MPa级热轧带肋钢筋的建筑物、构筑物及市政基础设施的设计、施工和验收。

【条文说明】当600MPa级热轧带肋钢筋应用于轻骨料混凝土、特种混凝土结构以及需要疲劳验算的构件时，应进行专门研究和论证。

**1.0.3** 采用600MPa级热轧带肋钢筋的建筑工程的材料、设计、施工及质量验收，应符合本标准的规定外，尚应符合国家及广东省现行相关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术语

**2.1.1** 热轧钢筋 hot rolled bar

按热轧状态交货的钢筋，其金相组织主要是铁素体加珠光体，不得有影响使用性能的其他组织（如基圆上出现的回火马氏体组织）存在。

**2.1.2** 带肋钢筋 ribbed bar

横截面通常为圆形，且表面带肋的混凝土结构用钢材。

**2.1.3** 600MPa级热轧带肋钢筋 600MPa grade hot rolled ribbed bar

屈服强度标准值为600MPa~699Mpa的普通热轧带肋钢筋。

## 2.2 符号

**2.2.1** 材料性能

*Es*——钢筋的弹性模量；

*Ec*——混凝土的弹性模量；

*HRB600* ——强度级别为600MPa的热轧带肋钢筋；

*HRB600E*——强度级别为600MPa的符合抗震性能要求的热轧带肋钢筋；

*fyk*——热轧带肋钢筋屈服强度标准值；

*fyv*——横向钢筋抗拉强度设计值；

*fstk*——热轧带肋钢筋极限强度标准值；

*fy、fy’*——热轧带肋钢筋抗拉、抗压强度设计值；

*ft*——混凝土轴心抗拉强度设计值；

*δgt*——钢筋最大力总延伸率，也称均匀伸长率；

δ——钢筋断后伸长率。

**2.2.2** 几何参数

*b* ——矩形截面宽度，T形、I形截面的腹板宽度；

*h* ——截面高度；

*h0* ——截面有效高度；

*bf 、hf* ——T形、I形截面受拉翼缘的宽度和高度；

*c* ——混凝土保护层厚度；

*cs* ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离；

*la* ——纵向受拉钢筋的锚固长度；

*lab* ——纵向受拉钢筋的基本锚固长度；

*laE* ——纵向受拉钢筋的抗震锚固长度；

*Ate* ——有效受拉混凝土截面面积；

*As* ——受拉区纵向普通钢筋截面面积；

*Ap*——受拉区纵向预应力筋截面面积；

*d* ——钢筋的公称直径（简称直径）或圆形截面的直径；

*deq*——受拉区纵向钢筋的等效直径（mm）；

*di* ——受拉区第i种纵向钢筋的公称直径；

*wmax*——按作用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。

**2.2.3** 计算系数及其他

*α*——锚固钢筋的外形系数；

*ζa*——钢筋锚固长度修正系数；

*ζaE*——纵向受拉钢筋抗震锚固长度修正系数；

*ρte*——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率；

*ρmin*——纵向受力钢筋的最小配筋率；

*σs*——按作用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；

*αcr* ——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；

*ni*——受拉区第i种纵向钢筋的根数；

*υi*——受拉区第i种纵向钢筋的相对粘结特性系数；

*Cw*——裂缝宽度修正系数。

# 3 基 本 规 定

**3.0.1** 600MPa级热轧带肋钢筋宜用作纵向受力钢筋，亦可用作抗剪、抗扭、抗冲切构件的横向钢筋。

【条文说明】600MPa级热轧带肋钢筋适用于能充分利用材料强度的结构形式或者构件，如大跨度结构受弯构件、承受重荷载结构构件、基坑工程、抗浮锚杆等。

**3.0.2** 钢筋混凝土构件可选用HRB600E或HRB600钢筋；对按一、二、三级抗震等级设计的房屋建筑框架和斜撑构件的纵向受力钢筋应采用HRB600E。

**3.0.3**  对持久设计状况、短暂设计状况、偶然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：

***γ0 S≤R* （3.0.3-1）**

***R=R（fc，fs，ak，…）/γRd*  （3.0.3-2）**

**式中：*γ0*——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**偶然设计状况**和地震设计状况不应小于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；对偶然设计状况应按作用的偶然组合计算；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；**

***γRd*——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γRE代替γRd；**

***fc、fs*——混凝土、钢筋的强度设计值，应根据**现行国家标准**《混凝土结构设计标准》GB/T 50010及本标准的规定取值；对偶然作用下的结构进行承载力极限状态设计时，公式（3.0.3-2）中混凝土、钢筋的强度设计值 *fc、fs*改用强度标准值 *fck、fyk*。**

***ak*——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。**

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

*S≤ C* **（3.0.4）**

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。

**3.0.5** 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《混凝土结构设计标准》GB/T 50010规定的最大裂缝宽度限值。对预应力混凝土构件，按荷载标准组合并考虑长期作用的影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 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。混凝土结构的环境类别根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中的规定进行划分。

**3.0.6** 热轧带肋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，其计算值不应超过现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010规定的挠度限值。

# 4 材 料

**4.0.1** 600MPa级热轧带肋钢筋应用于混凝土结构时，其技术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及本标准附录B的有关规定。

【条文说明】本规范为600MPa级热轧带肋钢筋的基本规定，同时需满足国家现行其他相关规范的要求。

**4.0.2** 600MPa级热轧带肋钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率，钢筋的屈服强度标准值fyk、极限强度标准值fstk应按表4.0.2采用。

表 4.0.2 600MPa 级热轧带肋钢筋的强度标准值（N/mm2）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 符号 | 公称直径d（mm） | 屈服强度标准值fyk | 极限强度标准值fstk |
| HRB600 |  | 6~50 | 600 | 730 |
| HRB600E | 6~50 | 600 | 750 |

【条文说明】现阶段市场应用主要为HRB600及HRB600E钢筋，同时存在HRB630、HRB630E、HRB635、HRB635E、HRB640、HRB640E等多种强度的钢筋，统一归入600MPa级别钢筋系列。以现存较高强度的HRB640钢筋为例，详附录D，材料设计强度等力学性能可按满足国家规定的力学性能报告予以考虑。

**4.0.3** 600MPa级热轧带肋钢筋的抗拉强度设计值fy、抗压强度设计值fy’,应按表4.0.3采用。

表 4.0.3 600MPa 级热轧带肋钢筋的强度设计值（N/mm2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌号 | 抗拉强度设计值fy | 抗压强度设计值fy’ |
| HRB600、HRB600E | 520 | 490 |

对轴心受压构件，当采用600MPa级热轧带肋钢筋时，钢筋的抗压强度设计值fy’应取400N/mm2。横向钢筋的抗拉强度设计值fyv应按表4.0.3中fy的数值采用；但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，横向钢筋的抗拉强度设计值fyv应取360N/mm2。

【条文说明】4.0.2~4.0.3条文，编制组在参照相关生产单位提供的材料力学性能报告的基础上, 实施了600MPa级热轧带肋钢筋的拉伸试验,其中，HRB600、HRB600E共45个试样，直径包含12mm、22mm、25mm、28mm、40mm,共5种规格，试件编号、屈服强度实测值及极限强度实测值如表1所示。

表4-1 HRB600、 HRB600E热轧带肋钢筋拉伸试验强度数据

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试件编号 | 屈服强度实测值(MPa) | 极限强度实测值(MPa) |  | 试件编号 | 屈服强度实测值(MPa) | 极限强度实测值(MPa) |
| G26000830-01 | 640 | 825 | G25002050-03 | 640 | 815 |
| G26000830-02 | 645 | 820 | G25002060-01 | 635 | 810 |
| G26000830-03 | 650 | 830 | G25002060-02 | 630 | 805 |
| G26000840-01 | 655 | 825 | G25002060-03 | 650 | 825 |
| G26000840-02 | 640 | 820 | G26063870-01 | 645 | 820 |
| G26000840-03 | 640 | 825 | G26063870-02 | 640 | 830 |
| G26000850-01 | 635 | 825 | G26063870-03 | 655 | 830 |
| G26000850-02 | 640 | 830 | G26063880-01 | 645 | 830 |
| G26000850-03 | 635 | 825 | G26063880-02 | 650 | 825 |
| G26003230-01 | 650 | 820 | G26063880-03 | 645 | 830 |
| G26003230-02 | 660 | 830 | G26063890-01 | 660 | 835 |
| G26003230-03 | 655 | 830 | G26063890-02 | 645 | 825 |
| G26003240-01 | 655 | 830 | G26063890-03 | 650 | 830 |
| G26003240-02 | 645 | 825 | G25026590-01 | 625 | 840 |
| G26003240-03 | 655 | 835 | G25026590-02 | 630 | 800 |
| G26003250-01 | 660 | 835 | G25026590-03 | 620 | 785 |
| G26003250-02 | 670 | 840 | G25026600-01 | 630 | 820 |
| G26003250-03 | 665 | 840 | G25026600-02 | 620 | 805 |
| G25002040-01 | 635 | 805 | G25026600-03 | 635 | 810 |
| G25002040-02 | 630 | 800 | G25026610-01 | 635 | 805 |
| G25002040-03 | 630 | 795 | G25026610-02 | 620 | 800 |
| G25002050-01 | 640 | 815 | G25026610-03 | 625 | 795 |
| G25002050-02 | 640 | 820 |  |  |  |

1 屈服强度标准值、抗拉强度设计值

HRB600、 HRB600E屈服强度标准值、抗拉强度设计值

根据表1的数据,屈服强度实测值的平均值=642.2MPa，标准差为σyk=12.2MPa。根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010,钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。钢筋的强度设计值为其强度标准值除以材料分项系数γs的数值, γs的取值和500MPa级钢筋的相同,取为1.15。

对于屈服强度标准值:

fyk= -1.645 σyk=642.2-1.645×12.2=622.1MPa

屈服强度标准值可取fyk=600MPa。

对于抗拉强度设计值fy，fy=fyk/γs=600/1.15=521.7MPa，可以取抗拉强度设计值为fy=520MPa。

2 轴心受压构件的钢筋抗压强度设计值

根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010,对600MPa级钢筋,特意区分了其用于轴心受压构件时的抗压强度设计值。该修订认为,混凝土轴压构件破坏时,混凝土极限压应变为0.002,钢筋压应变与混凝土压应变同步,即轴压构件破坏时钢筋压应变取0.002(依现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010，0.002为混凝土压应力达到fc时的混凝土压应变)。钢筋应变乘以钢筋弹性模量即为用于混凝土轴压构件的600MPa级钢筋抗压强度设计值:400MPa。

3 用作横向钢筋时取值

横向钢筋用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时之所以限制其数值不大于360N/mm2,是为了控制裂缝发展不至于过大;对于约束混凝土的钢筋,例如为提高混凝土轴心受压构件正截面受压承载力而配置的螺旋式或焊接环式间接钢筋，其作用是约束混凝土结构的横向变形,因此控制柱、约束边缘构件的箍筋体积配箍率和局部承压计算,可不受此条限制。

4 极限强度标准值

HRB600、 HRB600E极限强度标准值

根据表1的数据,极限强度实测值的平均值=820.3MPa，标准差为σstk=13.4MPa。根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010，钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。

fstk=-1.645σstk=820.3-1.645×13.4=798.3MPa

对于极限强度标准值:

国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋》GB1499.2的最新修订列入了HRB600，但未列入HRB600E。该修订规定HRB600钢筋的极限强度标准值为730MPa。本规范与国家标准《钢筋混凝土用钢第2部分:热轧带肋钢筋》GB1499.2的最新修订保持统―，取 HRB600钢筋的极限强度标准值为730MPa。参照抗震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的要求，取HRB600E钢筋的极限强度标准值为750MPa。

**4.0.4** 600MPa级钢筋的弹性模量Es，取2.0×105 N/mm2或采用实测值。

【条文说明】由于制作偏差、基圆面积率不同等因素的影响，实际钢筋受力后的变形模量存在一定的不确定性，而且通常不同程度的偏小，因此必要时可通过试验测定钢筋的实际弹性模量，用于建筑设计计算补充。

**4.0.5** 600MPa级热轧带肋钢筋最大力总延伸率δgt不应小于表4.0.5规定的数值。

表 4.0.5 600MPa级热轧带肋钢筋最大力总延伸率限值 (%)

|  |  |
| --- | --- |
| 钢筋牌号 | 最大力总延伸率限值δgt |
| HRB600 | 7.5 |
| HRB600E | 9.0 |

【条文说明】根据我国钢筋标准,将最大力总延伸率δgt，作为控制钢筋延性的指标。最大力总延伸率δgt不受断口——颈缩区域局部变形的影响，反映了钢筋拉断前达到最大力(极限强度)时的均匀应变，故又称均匀伸长率。

**4.0.6** 对按一、二、三级抗震等级设计的房屋建筑框架和斜撑构件，其纵向受力HRB600E级钢筋性能应符合下列规定：

1 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 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 最大力总延伸率实测值不应小于9%。

【条文说明】本条规定抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25，是为了保证当构件某个部位出现塑性铰以后，塑性铰处有足够的转动能力与耗能能力。同时规定屈服强度实测值与标准值的比值，以实现强柱弱梁、强剪弱弯的内力调整。纵向钢筋的延性及伸长率是钢筋延性的重要性能指标，其取值依据现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢》GB 1499.2的规定指标。

**4.0.7** 600MPa级热轧带肋钢筋的公称直径、公称横截面面积、理论重量应符合本标准附录A的规定，实际重量与理论重量的允许偏差应符合表4.0.7的规定。

表 4.0.7 钢筋实际重量与理论重量偏差限值 (%)

|  |  |
| --- | --- |
| 公称直径 (mm) | 实际重量与理论重量的偏差 |
| 6 ～ 12 | ±5.5 |
| 14 ～ 20 | ±4.5 |
| 22 ～ 50 | ±3.5 |

**4.0.8** 当施工中进行混凝土结构构件的钢筋、预应力筋代换时，应符合设计规定的构件承载能力、正常使用、配筋构造及耐久性能要求，并应取得设计变更文件。

【条文说明】钢筋代换原则为等强度代换，同时应满足构造要求。

**4.0.9** 采用600MPa级热轧带肋钢筋的混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于C30。

【条文说明】本条考虑钢筋在节点处的锚固长度要求较难满足，提高混凝土强度可有效地解决墙、柱锚固长度不足的问题，并能获得较好的社会经济效益。

**4.0.10** 钢筋连接采用机械连接的方式时，机械连接接头应符合现行国家规范《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163及本标准附录B的规定。

**4.0.11** 钢筋连接采用焊接方式时，焊接材料需符合现行国家相关标准的规定。

**4.0.12** 钢筋采用二氧化碳气体保护电弧焊时，实芯焊丝应符合现行国家标准《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》GB/T 8110的规定，药芯焊丝应符合现行国家标准《高强钢药芯焊丝》GB/T 36233的规定；二氧化碳气体应符合现行化工行业标准中优等品的规定；帮条焊和搭接焊的熔敷金属抗拉强度应不小于620MPa。

【条文说明】二氧化碳气体保护电弧焊具有操作简单、熔敷效率高等优点，已在工程中推广应用。因此对钢筋采用二氧化碳气体保护电弧焊时使用的实芯焊丝和药芯焊丝进行了规定。二氧化碳气体按组分含量分为优等品、一等品和合格品，按《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定，二氧化碳气体应符合现行化工行业标准《焊接用二氧化碳气体》HG/T 2537中优等品的规定；

钢筋采用帮条焊和搭接焊在工程应用中较广泛，长度或搭接长度（单面焊≥10d，双面焊≥5d)不变的情况下，采用熔敷金属抗拉强度不小于620MPa的焊条或焊丝可满足焊接接头抗拉强度的要求。以HRB600直径20mm钢筋双面搭接焊为例计算如下:

钢筋抗拉力：Fm=S×fstk=380.1×730=277473N

焊缝长度：l=5d=5×20=100mm

焊缝高度：h=0.3d=0.3×20=6mm

两条焊缝剪切面积：St=2×l×h=2×100×6=1200mm2

焊缝剪切强度：Rt=0.6×Rm=0.6×620=372N/mm2

焊缝抗剪切力：Ft=Rt×St=372×1200=446400N

因此规定帮条焊和搭接焊的熔敷金属抗拉强度应不小于620MPa，确保焊接接头在拉力作用下不在焊缝破坏。

# 5 结 构 设 计

**5.0.1**  配置600MPa级热轧带肋钢筋的混凝土结构，其承载能力极限状态和正常使用极限状态的验算，应符合本章的规定。

【条文说明】600MPa级热轧带肋钢筋作为受力钢筋的混凝土结构，在规定荷载组合下的结构效应分析与现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010相同。

600MPa级热轧带肋钢筋作为受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法同现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010，因此设计可采用符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的混凝土结构设计软件，但钢筋的计算参数需作调整。钢筋代换后应复核裂缝宽度、最小配筋率等。尽量选用直径较细的热轧带肋钢筋，以满足裂缝宽度的要求。

**5.0.2** 混凝土构件纵向受拉钢筋屈服与受压区混凝土破坏同时发生时的相对界限受压区高度*ξ*b应按下列公式计算：

**1** 钢筋混凝土构件

（5.0.2-1）

**2** 预应力混凝土构件

（5.0.2-2）

式中：*ξ*b——相对界限受压区高度，取*x*b*/h*0；

*x*b——界限受压区高度（mm）；

*h*0——截面有效高度（mm）；

*f*y——钢筋抗拉强度设计值(N/mm2)；

*f*py——预应力钢筋抗拉强度设计值(N/mm2)；

*E*s——钢筋弹性模量(N/mm2)；

*σ*p0——预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力(N/mm2)，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定计算；

εcu ——非均匀受压时的混凝土极限压应变，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定采用；

*β*1 ——系数，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定采用。

注：当截面受拉区内配置有不同种类或不同预应力值的钢筋时，受弯构件的相对界限受压区高度应分别计算，并取其较小值。

【条文说明】构件达到界限破坏是指正截面上受拉钢筋屈服与受压区混凝土破坏同时发生时的破坏状态。对应于这一破坏状态，受压边混凝土应变达到εcu；对配置有屈服点钢筋的钢筋混凝土构件，纵向受拉钢筋的应变取*f*y/*E*s。界限受压区高度*x*b与界限中和轴高度*xn*b的比值*β*1，根据平截面假定，可得截面相对界限受压区高度*ξb*的公式。

**5.0.3** 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，应符合下列规定：

1 配置600MPa级热轧带肋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，应满足正常使用极限状态要求且采用有效的构造措施。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 现浇钢筋混凝土框架梁端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计入受压钢筋作用的混凝土受压区高度和有效高度之比不应超过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 配置600MPa级热轧带肋钢筋的预应力混凝土结构，可采用塑性内力重分布方法进行分析，有关设计、构造要求应按现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010以及其他相关现行国家标准的有关规定采用。

【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。按考虑塑性内力重分布的计算方法进行构件或结构的设计时，由于塑性铰的出现，构件的变形和抗弯能力调小部位的裂缝宽度均较大。故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。

**5.0.4** 在矩形、T 形、倒 T 形和 I 形截面的热轧带肋钢筋混凝土受拉、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，按作用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：

ψ（5.0.4-1）

ψ（5.0.4-2）

（5.0.4-3）

（5.0.4-4）

式中：*α*cr——构件受力特征系数，按表5.0.4采用；

ψ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数：当ψ< 0. 2时，取ψ= 0.2；当ψ> l. 0时，取ψ= 1.0；对直接承受重复荷载的构件，取ψ=1.0；

*σ*s——按作用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时取*c*s = 20；当*c*s >65时，取*c*s= 65；

*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*ρ*te <0.01时， 取*ρ*te =0.01；

*A*te——有效受拉混凝土截面面积(mm2)；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=0.5*bh*+(*b*f-*b*)*h*f，此处*b*f、*h*f为受拉翼缘的宽度、高度；

*A*s——受拉区纵向普通钢筋截面面积(mm2)；

*A*p——受拉区纵向预应力筋截面面积(mm2)；

*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)；

*d*i——受拉区第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*d*p1，其中*d*p1为单根钢绞线的公称直径，*n*1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；

*υ*i——受拉区第*i*种纵向钢筋的相对粘结特性系数，可取1.0；对有环氧树脂涂层的钢筋，可取0. 8；

*C*w——裂缝宽度修正系数：对按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定配置表层钢筋网片的梁，取*C*w =0. 7；对承受吊车荷载但不需要作疲劳验算的受弯构件，取*C*w = 0.75；当构件为轴心受拉、偏心受拉，取*C*w = l. 0；其他情况，取*C*w = 0.85；

注：对*e*0*/h*0≤0.55的偏心受压构件，可不验算裂缝宽度。

表 5.0.4 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 |

【条文说明】对于配置600MPa级钢筋的混凝土构件，有时构件配筋由裂缝宽度限值控制，这使得高强钢筋的强度得不到充分利用，经济性得不到充分发挥，裂缝宽度的计算对600MPa级钢筋的推广应用有重要意义。

《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 裂缝宽度基本计算公式为

(5-1)

ψ (5-2)

(5-3)

ψ (5-4)

其中，为最大裂缝宽度；为平均裂缝宽度；为考虑长期作用影响的扩大系数；为短期裂缝宽度扩大系数；ψ为受弯构件裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；为平均裂缝间距；、、等参数详《混凝土结构设计标准》GB/T 50010相关条文及条文说明。

由上述裂缝计算公式可知，受拉钢筋应力是影响裂缝宽度计算值的主要变量，裂缝宽度与钢筋应力成正比，而《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的裂缝计算公式是综合粘结滑移和无滑移理论，基于配置HPB235级钢筋和HRB335级钢筋的混凝土梁的受弯性能试验数据得出的，对于配置600MPa级钢筋的混凝土构件是否适用需进一步验证。根据文献[1][2]，对于配置500MPa、600MPa级钢筋的混凝土受弯构件，当钢筋达到一定应力水平后，主裂缝的宽度和钢筋应力水平的增长不再是线性的，建议对钢筋高应力状态下的裂缝宽度计算值进行修正。为进一步验证《混凝土结构设计标准》GB/T 50010裂缝计算公式对600MPa级钢筋的适用性，本标准编制组委托华南理工大学、合肥工业大学和安徽建筑大学共进行了三批次共63根配置600MPa级钢筋的钢筋混凝土梁受弯试验，根据得到的试验数据，分析总结如下:

（1）短期裂缝宽度扩大系数。

的试验值按下式取值：

（5-5）

其中，为每根梁的各条裂缝宽度，为同一根梁的平均裂缝宽度。

将每级荷载作用下梁上各条裂缝宽度与该梁平均裂缝宽度的比值作为横坐标，裂缝条数作为纵坐标绘制条形分布图。

图1为华南理工大学配置600MPa级钢筋混凝土梁试验的裂缝宽度扩大系数*τ*si的统计分布图，其分布基本服从正态分布~N (1，)；合肥工业大学进行的配置635MPa级高强钢筋梁的受弯试验，其统计结果也表明*τ*si分布基本服从正态分布*τ*si~N（1，0.332）；安徽建筑大学对24根配置HRB635MPa钢筋的混凝土梁进行试验，其统计结果服从正态分布*τ*si~N（1，0.202）。现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中*τ*si分布服从正态分布~N (1，)，这说明配置600MPa级钢筋后的混凝土梁裂缝宽度值离散性得到了改善。



图5-1 裂缝宽度扩大系数统计分布图

现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中规定的取值为1.66。而综合华南理工大学、合肥工业大学、安徽建筑大学三批次构件试验的数据，600MPa级钢筋混凝土梁的*τ*si分布基本服从正态分布*τ*si~N（1，0.262），当取95%的保证率时，短期裂缝宽度的扩大系数*τ*s的值为:

*τ*s= 1+1.645×0.26≈1.43

（2）考虑长期作用影响的扩大系数。

现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010规定=1.5，而本次试验没有针对长期荷载作用下受弯构件裂缝宽度进行实测，因此本标准仍沿用《混凝土结构设计标准》GB/T 50010取值为1.5。

（3）混凝土自身伸长对裂缝宽度影响的系数。

c

的试验值按下式取值：

 （6）

其中，为每根梁的平均裂缝宽度，为同一根梁的纵向受拉钢筋平均应变，为同一根梁的平均裂缝间距。

在试验过程中实测得到了每级荷载下的平均裂缝宽度值与跨中受拉纵筋平均应变值。现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中规定的取值为0.77。根据华南理工大学、合肥工业大学、安徽建筑大学三批次受弯构件试验得到的数据进行统计，混凝土自身伸长对裂缝宽度影响的系数*α*c的平均值为0.746。

（4）裂缝计算宽度修正

为充分发挥600MPa级钢筋的潜力，根据本次试验结果、国内其它高等院校科研成果以及已实施的600MPa级钢筋地方标准，在现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010裂缝计算公式的基础上引入裂缝宽度折减系数,并根据本次试验数据计算得



为预留一定的安全储备并与已实施的600MPa级钢筋地方标准协调统一，将适当放大取为0.85。

图2给出了不同标准的裂缝计算值与试验值的比值的数据对比，对于配置600MPa级钢筋的混凝土梁，各标准的裂缝宽度计算值从大到小依次为 EN 1992-1-1:2004 >JTJ 267-98 > JTG D62-2012 > DL/T 5057-2009 > GB 50010 > 本标准 >ACI318-14 > 试验值，可见，本标准的裂缝计算公式在《混凝土结构设计标准》GB/T 50010和《美国混凝土结构设计规范》ACI318-14之间，且能保证对实测值的包络。

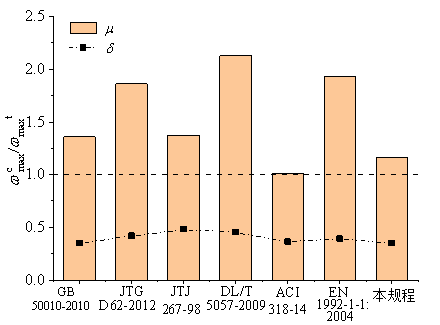


图5-2 裂缝宽度计算值与裂缝宽度实测值对比图

图2中为裂缝宽度计算值;为裂缝宽度实测最大值；为裂缝计算值与实测值的比值平均值，为相应的标准差。图2中GB、JTG、JTJ、DL/T、ACI、EN对应的规范的全称分别为《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62-2012、《港口工程混凝土结构设计规范》JTJ 267-98、《水工混凝土结构设计规范》DL/T 5057-2009、《美国混凝土结构设计规范》ACI318-14、《欧洲混凝土规范》EN 1992-1-1:2004。

[1]周建民,王眺,陈飞,赵勇.高强钢筋混凝土梁裂缝宽度的试验研究和分析[J].同济大学学报（自然科学版）,2011,39（10）.

[2]金伟良,陆春华,王海龙,延永东.500 级高强钢筋混凝土梁裂缝宽度试验

计算方法探讨[J].土木工程学报,2011,44（3）.

**5.0.5** 热轧带肋钢筋混凝土受弯构件的挠度验算，应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008及《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的相关规定。

# 6 构 造 规 定

## 6.1 钢筋锚固

**6.1.1** 配置于混凝土结构中的600MPa级热轧带肋钢筋，当计算中充分利用热轧带肋钢筋的抗拉强度时，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：

（6.1.1-1）

式中：*lab*——受拉钢筋的基本锚固长度；

*α* ——锚固钢筋的外形系数，600MPa带肋钢筋取0.14；

*fy* ——钢筋的抗拉强度设计值；

*f*t——混凝土轴心抗拉强度设计值，按现行国家标准《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* ——锚固钢筋的直径。

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：

（6.1.1-2）

式中：*l*a——受拉钢筋的锚固长度；

*ξ*a——锚固长度修正系数，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定采用，当多于一项时，可按连乘计算，但不应小于0.6。

3 抗震设计时， 纵向受拉钢筋的抗震锚固长度*l*aE应按下式计算：

（6.1.1-3）

式中：*l*aE——纵向受拉钢筋的抗震锚固长度；

*ξ*aE——纵向受拉钢筋抗震锚固长度修正系数，对一、二级抗震等级取1.15， 对三级抗震等级取1.05，对四级抗震等级取1.00。

4 当锚固钢筋的保护层厚度不大于5d时，锚固长度范围内应配置横向构造钢筋，其直径不应小于d/4；对梁、柱、斜撑等构件间距不应大于5d，对板、墙等平面构件间距不应大于10d，且均不应大于100 mm，此处d为锚固钢筋的直径。

【条文说明】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，现行国家标准 《混凝土结构设计标准》GB/T 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。

**6.1.2** 梁柱节点中纵向受拉钢筋的锚固要求应符合现行国家标准 《混凝土结构设计规范》 GB 50010的相关规定。

**6.1.3** 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现行国家标准《混凝土结构设计规范》 GB 50010的相关规定。

**6.1.4** 当热轧带肋钢筋采用锚固板锚固时，宜采用部分锚固板形式。锚固板应符合下列规定：

1 部分锚固板的承压面积不应小于锚固钢筋公称面积的4.5倍；

2 锚固板厚度不应小于锚固钢筋公称直径；

3 钢筋锚固长度*l*ah不宜小于0.4 *l*ab（或0.4 *l*abE）；

4 热轧带肋钢筋的锚固区混凝土强度等级不宜低于C40；

5 纵向钢筋不承受反复拉、压力，且满足下列条件时，锚固长度*l*ah可减小至0.3*l*ab:1）锚固长度范围内钢筋的混凝土保护层厚度不小于2d；2）锚固区的混凝土强度等级不低于C45。

**6.1.5** 锚固板、锚固区的设计和构造应符合现行行业标准《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**  600MPa级热轧带肋钢筋宜采用机械连接，也可采用焊接和绑扎搭接。当采用焊接时，必须依据现行国家标准进行焊接试验，试验结果应满足《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18相关规定后方可采用。混凝土结构中受力钢筋的连接接头宜设置在受力较小处；在同一根受力钢筋上宜少设接头；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。

**6.2.2** 轴心受拉及小偏心受拉构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20mm，受压钢筋直径不宜大于25mm；

**6.2.3** 公称直径小于14mm的热轧带肋钢筋不宜采用机械连接。

【条文说明】 现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG／T163规定的钢筋套筒最小规格为12mm钢筋连接用套筒。采用机械连接，需对钢筋端部加工螺纹，造成截面损失，降低钢筋的承载力。本条将可采用机械连接的钢筋规格限制提高至14mm，防止因小直径钢筋螺纹加工的截面损失造成的钢筋承载力下降，导致结构构件不安全。

**6.2.4** 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜互相错开。热轧带肋钢筋绑扎搭接接头区段的长度为1. 3倍搭接长度，凡搭接接头中点位于该搭接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段（图6.2.4）。纵向受力钢筋的搭接长度按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定计算。同一连接区段内纵向受力钢筋搭接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。当直径不同的热轧带肋钢筋搭接时，按直径较小的热轧带肋钢筋计算。



图 6.2.4 同一连接区段纵向受拉钢筋的绑扎搭接接头

注： 图中所示搭接接头同一连接区段内的搭接钢筋为两根，当各热轧带肋钢筋直径相同时，接头面积百分率为50%。

1 位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率：对梁类、板类及墙类构件，不宜大于25%；对柱类构件，不宜大于50%。当工程中确有必要增大受拉钢筋搭接接头面积百分率时，对梁类构件，不宜大于50%；对板、墙、柱及预制构件的拼接处，可根据实际情况放宽；

2 并筋采用绑扎搭接连接时，应按每根单筋错开搭接的方式连接，接头面积百分率应按同一连接区段内所有的单根钢筋计算，并筋中钢筋的搭接长度应按单筋分别计算。

**6.2.5** 机械连接应符合下列规定：

1 纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。热轧带肋钢筋机械连接区段的长度为35d，d为连接钢筋的较小直径。凡接头中点位于该连接区段长度内的机械连接接头均属于同一连接区段；

2 位于同一连接区段内的纵向受拉钢筋接头面积百分率不宜大于50%；但对板、墙、柱及预制构件的拼接处，可根据实际情况放宽。纵向受压钢筋的接头百分率可不受限制；

3 直接承受动力荷载的结构构件中的机械连接接头，除应满足设计要求的抗疲劳性能外，位于同一连接区段内的纵向受力钢筋接头面积百分率不应大于50%；

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

5 机械连接套筒的保护层厚度宜满足有关热轧带肋钢筋最小保护层厚度的规定。机械连接套筒的横向净间距不宜小于25mm；套筒处箍筋的间距仍应满足相应的构造要求。

【条文说明】 为避免机械连接接头处相对滑移变形的影响，定义机械连接区段的长度为以套筒为中心长度35d范围，并由此控制接头面积百分率。热轧带肋钢筋机械连接的质量应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定。

**6.2.6** 经试验确定可采用焊接时，焊接接头应符合下列规定：

1 纵向受力钢筋的焊接接头应相互错开。热轧带肋钢筋焊接接头连接区段的长度为35d且不小于500mm，d为连接钢筋的较小直径，凡接头中点位于该连接区段长度内的焊接接头均属于同一连接区段；

2 位于同一连接区段内的纵向受拉钢筋接头面积百分率不宜大于50%；但对板、墙、柱及预制构件的拼接处，可根据实际情况放宽。纵向受压钢筋的接头面积百分率可不受限制。

**6.2.7** 焊接接头宜采用搭接焊、闪光对焊或气体保护焊，不应采用电渣压力焊。公称直径14mm以下规格的钢筋可采用搭接焊接，焊剂宜采用 E5515型焊剂，公称直径10-22mm规格的钢筋可采用闪光对焊。

【条文说明】编制组实施了600MPa钢筋双面搭接焊接头、闪光对焊接头及电渣压力焊接头拉伸试验。

1. 编制组测试了10mm、12mm、14mm三种规格双面搭接焊接接头力学性能，焊剂分E5515和E6215两种。试验结果如表2所示。试验结果表明，采用E5515焊剂的双面搭接焊试件绝大部分（试件总数的87%）断裂位置位于母材，且属于延性断裂。采用E6215焊剂的双面搭接焊试件绝大部分（试件综述的93%）断裂位置位于接头热影响区内，且属于脆性断裂，根据现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定，视为断裂在接头位置。综上所述，14mm及以下规格的600MPa级钢筋采用双面搭接焊，焊剂采用E5515焊剂。

表6-1 双面搭接焊试验结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试件编号 | 公称直径  （mm） | 极限拉力  （kN） | 极限强度  （MPa） | 断裂形式 | 断裂特征 | 断口位置  （mm） |
| DJ-E5-10-1 | 10 | 62.4 | 795 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-10-2 | 61.6 | 784 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-10-3 | 63.4 | 807 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-10-4 | 64.7 | 824 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 40 |
| DJ-E5-10-5 | 65.5 | 834 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-12-1 | 12 | 95.2 | 842 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-12-2 | 94.8 | 838 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 90~100 |
| DJ-E5-12-3 | 95.1 | 841 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-12-4 | 92.9 | 821 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-12-5 | 87.7 | 775 | 脆性断裂 | 接头附近  母材颈缩 | 10 |
| DJ-E5-14-1 |  | 127.4 | 828 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 70~80 |
| DJ-E5-14-2 | 127.0 | 825 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 70~80 |
| DJ-E5-14-3 | 126.8 | 824 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 70~80 |
| DJ-E5-14-4 | 127.2 | 826 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 70~80 |
| DJ-E5-14-5 | 126.8 | 824 | 脆性断裂 | 接头附近  母材颈缩 | 10 |
| DJ-E6-10-1 |  | 64.3 | 819 | 延性断裂 | 接头附近  母材颈缩 | 10 |
| DJ-E6-10-2 | 61.4 | 782 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-10-3 | 64.3 | 819 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-10-4 | 63.5 | 809 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-10-5 | 63.8 | 812 | 延性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-12-1 |  | 89.1 | 788 | 脆性断裂 | 接头附近  母材颈缩 | 10 |
| DJ-E6-12-2 | 87.5 | 774 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-12-3 | 88.8 | 785 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-12-4 | 87.9 | 777 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-12-5 | 93.2 | 824 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-14-1 |  | 127.6 | 829 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 60~70 |
| DJ-E6-14-2 | 126.1 | 819 | 延性断裂 | 接头附近  母材颈缩 | 10 |
| DJ-E6-14-3 | 123.2 | 800 | 脆性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-14-4 | 128.7 | 836 | 延性断裂 |  | 10 |
| DJ-E6-14-5 | 127.3 | 827 | 延性断裂 |  | 10 |

（2）编制组测试了10mm、12mm、14mm、20mm、25mm、28mm、32mm，七个规格共35个闪光对焊接头的力学性能。试验结果如表3所示。试验结果表明，10mm~28mm直径的闪光对焊试件部分（相应规格试件总数的46%）断裂位置位于母材且属于延性断裂。部分（相应规格试件总数的46%）断裂位置位于热影响区，但仍为延性断裂，根据现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定，视为断裂在母材位置。32mm的闪光对焊接头大部分（相应规格试件总数的60%）在屈服之前便已在焊接接头处断裂。综上所述，28mm及以下规格的600MPa级钢筋可采用闪光对焊接头。

表6-2 闪光对焊接头试验结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试件编号 | 公称直径  （mm） | 极限拉力  （kN） | 极限强度  （MPa） | 断裂形式 | 断裂特征 | 断口位置  （mm） |
| SG-10-1 | 10 | 63.9 | 814 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 20 |
| SG-10-2 | 63.2 | 805 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 70~80 |
| SG-10-3 | 64.6 | 823 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 40~50 |
| SG-10-4 | 64.0 | 815 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 50~60 |
| SG-10-5 | 53.0 | 675 | 脆性断裂 | 强化段  不明显 | 50~60 |
| SG-12-1 | 12 | 96.4 | 852 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 50~60 |
| SG-12-2 | 94.8 | 838 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 60~70 |
| SG-12-3 | 95.0 | 840 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 50~60 |
| SG-12-4 | 96.7 | 855 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 70~80 |
| SG-12-5 | 97.8 | 865 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 20 |
| SG-14-1 | 14 | 132.6 | 861 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 90~100 |
| SG-14-2 | 131.8 | 856 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 40~50 |
| SG-14-3 | 130.9 | 850 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 70~80 |
| SG-14-4 | 129.9 | 844 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 30~40 |
| SG-14-5 | 133.8 | 869 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 50~60 |
| SG-20-1 | 20 | 223.3 | 711 | 脆性断裂 | 热影响区  脆断 | 20 |
| SG-20-2 | 239.0 | 761 | 延性断裂 | 热影响区  母材延性断裂 | 20 |
| SG-20-3 | 237.2 | 755 | 延性断裂 | 20 |
| SG-20-4 | 232.5 | 740 | 延性断裂 | 20 |
| SG-20-5 | 238.3 | 758 | 延性断裂 | 20 |
| SG-25-1 | 25 | 373.3 | 761 | 延性断裂 | 热影响区  母材延性断裂 | 20 |
| SG-25-2 | 362.2 | 738 | 延性断裂 | 20 |
| SG-25-3 | 359.5 | 732 | 延性断裂 | 20 |
| SG-25-4 | 364.0 | 742 | 延性断裂 | 20 |
| SG-25-5 | 382.7 | 780 | 延性断裂 | 20 |
| SG-28-1 | 28 | 466.3 | 757 | 延性断裂 | 热影响区  母材延性断裂 | 20 |
| SG-28-2 | 468.6 | 761 | 延性断裂 | 20 |
| SG-28-3 | 479.4 | 779 | 延性断裂 | 20 |
| SG-28-4 | 456 | 741 | 延性断裂 | 20 |
| SG-32-5 | 474.8 | 771 | 延性断裂 | 20 |
| SG-32-1 | 32 | 605.1 | 752 | 延性断裂 | 热影响区  母材延性断裂 | 20 |
| SG-32-2 | 604.9 | 752 | 延性断裂 | 20 |
| SG-32-3 | 焊接处断裂，未达到屈服强度 | | | | |
| SG-32-4 |
| SG-32-5 |

（3）编制组测试了12mm、14mm、20mm、25mm、28mm， 个规格共25个电渣压力焊接头的力学性能。试验结果如表4所示。试验结果表明，电渣压力焊接头（焊剂为HJ431）绝大部分（试件总数的80%）为接头处脆性断裂。主要原因是顶锻采用了人工顶锻，顶锻压力不足，致使钢筋端头融合不充分。综上所述，现场连接600MPa级钢筋时，不应采用电渣压力焊。

表6-3 电渣压力焊接头试验结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试件编号 | 公称直径  （mm） | 极限拉力  （kN） | 极限强度  （MPa） | 断裂形式 | 断裂特征 | 断口位置  （mm） |
| DZ-12-1 | 12 | 94.5 | 836 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 热影响区 |
| DZ-12-2 | 89.63 | 792 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-12-3 | 94.28 | 834 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-12-4 | 89.64 | 793 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-12-5 | 98.42 | 870 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 热影响区 |
| DZ-14-1 | 14 | 127.8 | 830 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 热影响区 |
| DZ-14-2 | 115.0 | 747 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-14-3 | 117.1 | 761 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-14-4 | 129.7 | 843 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 热影响区 |
| DZ-14-5 | 128.4 | 834 | 延性断裂 | 母材颈缩 | 热影响区 |
| DZ-20-1 | 20 | 226.4 | 721 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-20-2 | 243.5 | 775 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-20-3 | 227.9 | 725 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-20-4 | 243.6 | 775 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-20-5 | 232.3 | 739 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-25-1 | 25 | 334.0 | 680 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-25-2 | 324.0 | 660 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-25-3 | 348.2 | 709 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-25-4 | 345.9 | 705 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-25-5 | 339.4 | 691 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-28-1 | 28 | 407.2 | 661 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-28-2 | 451.6 | 733 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-28-3 | 421.4 | 684 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-28-4 | 397.0 | 645 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |
| DZ-28-5 | 367.8 | 597 | 脆断 | 接头断裂 | 接头 |

## **6.3 钢筋配筋率**

**6.3.1** 非抗震设计时，600MPa级热轧带肋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 6.3.1 规定的数值。

表 6.3.1 纵向受力钢筋的最小配筋率（%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 受力类型 | | 最小配筋率百分率 |
| 受压构件 | 全部纵向钢筋 | 0.50 |
| 一侧纵向钢筋 | 0.20 |
| 受弯构件、偏心受拉构件、轴心受拉构件一侧的受拉钢筋 | | 0.20和45 *f* t / *f* y 中的较大值 |

注：1 当采用 C60 以上强度等级的混凝土时，受压构件全部纵向普通钢筋最小配筋率应按表中的规定值增加0.10%采用；

2 除悬臂板、柱支承板（即一般所称板柱结构或无梁楼盖的楼板）之外的板类受弯构件，其最小配筋率应允许采用0. 15%和45 *f*t / *f*y 中的较大值；

3 对于卧置于地基上的钢筋混凝土板，板中受拉普通钢筋的最小配筋率可适当降低，但不应小于0.15%；

4 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；

5 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；

6 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；

7 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。

**6.3.2** 抗震设计时，600MPa级热轧带肋钢筋混凝土构件中的纵向受力钢筋的最小配筋率应符合下列规定：

1 框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋率不应小于表6.3.2-1 规定的数值。

表 6.3.2-1 框架梁纵向受拉钢筋最小配筋率（%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 位置 | |
| 支座（取较大值） | 跨中（取较大值） |
| 一级 | 0.40和80 *f* t/ *f* y | 0.30和65 *f* t/ *f* y |
| 二级 | 0.30和65 *f* t/ *f* y | 0.25和55 *f* t/ *f* y |
| 三、四级 | 0.25和55 *f* t/ *f* y | 0.20和45 *f* t/ *f* y |

2 柱全部纵向普通钢筋的配筋率不应小于表 6.3.2-2 的规定，且柱截面每一侧的纵向普通钢筋配筋率不应小于0.2%。

表 6.3.2-2 柱纵向受力钢筋最小配筋率（%）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 柱类型 | 抗震等级 | | | |
| 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 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：1 表中括号内数值用于房屋建筑纯框架结构柱；

2 当柱的混凝土强度等级为C60以上，应按表中规定值增加0.1%采用；

3 对建造于Ⅳ类场地且较高的高层建筑，最小总配筋率应增加0.1%。

3 剪力墙的水平和竖向分布钢筋的配筋应符合下列规定：

1. 剪力墙的竖向和水平分布钢筋的配筋率，一、二、三级抗震等级时均不应小于0.25%；四级时不应小于0.20%；
2. 高层房屋建筑框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构、筒体结构中，剪力墙的竖向、水平向分布钢筋的配筋率均不应小于0.25%，并应至少双排布置，各排分布钢筋之间应设置拉筋，拉筋的直径不应小于6mm，间距不应大于600mm；
3. 房屋高度不大于10m且不超过三层的混凝土剪力墙结构，剪力墙分布钢筋的最小配筋率应允许适当降低，但不应小于0.15%；
4. 部分框支剪力墙结构房屋建筑中，剪力墙底部加强部位墙体的水平和竖向分布钢筋的最小配筋率均不应小于0.30%，钢筋间距不应大于200mm，钢筋直径不应小于8mm。

4 剪力墙构造边缘构件和约束边缘构件的配筋率应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定。

**6.3.3** 梁、柱、墙的箍筋构造应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010及《建筑抗震设计标准》GB/T 50011的相关规定。热轧带肋钢筋混凝土构件的横向钢筋配置、梁柱节点构造以及其他构造要求等，均应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的相关规定。有抗震要求的热轧带肋钢筋混凝土构件，尚应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011及现行行业标准的相关规定。

## 6.4 混凝土保护层和钢筋间距

**6.4.1** 600MPa级热轧带肋钢筋混凝土构件的混凝土保护层厚度应满足表6.4.l的相关规定。

表 6.4.1 混凝土保护层的最小厚度c(mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境类别 | 板、墙、壳 | 梁、柱、杆 |
| 一 | 15 | 20 |
| 二a | 20 | 25 |
| 二b | 25 | 35 |
| 三a | 30 | 40 |
| 三b | 40 | 50 |

注：1 热轧带肋钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础中热轧带肋钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于40 mm；

2 构件中受力纵筋的保护层厚度不应小于热轧带肋钢筋的公称直径d，且不应小于15mm；

3 设计工作年限为50年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度应符合表6.4.1的规定；设计工作年限为100年的混凝土结构，最外层热轧带肋钢筋的保护层厚度不应小于表6.4.1中数值的1.4倍。

**6.4.2** 600MPa级热轧带肋钢筋混凝土构件的纵向受力钢筋间距应符合下列规定：

1 梁上部钢筋水平方向的净间距不应小于30mm和1.5d；梁下部钢筋水平方向的净间距不应小于25mm和d。当下部钢筋多余2层时，2层以上钢筋水平方向的中距应比下面2层的中距增大一倍；各层钢筋之间的净间距不应小于25mm和d，d为钢筋的最大值直径；

2 在梁的配筋密集区域宜采用并筋的配筋形式；

3 柱中纵向钢筋的净间距不应小于50mm，且不宜大于300mm；在偏心受压柱中，垂直于弯矩作用平面的侧面上的纵向受力钢筋以及轴心受压柱中各边的纵向受力钢筋，其中距不宜大于300mm；

4 水平浇筑的预制柱，其纵向钢筋的最小净间距可按上述1、2条梁内纵向钢筋的规定取用。

【条文说明】为了保证混凝土浇筑质量以及对混凝土的有效约束，提出梁、柱内纵向钢筋布置的构造要求。

# 7 施 工

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 600MPa级热轧带肋钢筋工程施工除符合本标准要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定。

**7.1.2** 钢筋连接方式应根据设计要求和施工条件选用。

【条文说明】钢筋的直径、应用部位、施工工具、操作环境等施工条件对钢筋连接接头形式的选择有所影响，可结合设计要求及施工现场条件，选择合适的钢筋连接形式。

**7.1.3** 施工中发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应禁止使用该批钢筋。

## 7.2 钢筋加工

**7.2.1** 600MPa级热轧带肋钢筋加工宜采用专业化生产的成型钢筋，宜集中加工、配送。

【条文说明】成型钢筋的应用可减少钢筋的损耗且有利于质量控制。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，其性能应符合现行行业标准《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。

【条文说明】钢筋加工前应清理表面的油渍、漆污和铁锈。清除钢筋表面油漆、漆污、铁锈可采用除锈机、风砂枪等机械方法；当钢筋数量较少时，也可采用人工除锈。除锈后的钢筋要尽快使用，长时间未使用的钢筋在使用前同样应按本条进行清理。有颗粒状、片状老锈或有损伤的钢筋性能无法保证，不应在工程中使用，对于锈蚀程度较轻的钢筋，也可根据实际情况直接使用。

**7.2.3** 钢筋现场加工宜在常温状态下进行，加工过程中不应对钢筋进行加热；钢筋应一次弯折到位，不得反复弯折；冬期施工和雨期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

【条文说明】钢筋弯折可采用专用设备一次弯折到位，对于弯折过度的钢筋，不得回弯。

**7.2.4** 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，钢筋的冷拉率，不宜大于1%。钢筋调直过程中不应损伤钢筋的横肋。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。

【条文说明】机械调直有利于保证钢筋质量，控制钢筋强度，是推荐采用的钢筋调直方式。无延伸功能调直机械设备的牵引力不大于钢筋的屈服强度。如采用冷拉调直，应控制调直冷拉率，以免影响钢筋的力学性能。钢筋进行机械调直时，应注意保护钢筋横肋，以避免横肋损伤造成钢筋锚固性能降低。钢筋无局部弯折，一般指钢筋中心线同直线的偏差不应超过全长的1%。

**7.2.5** 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、32mm及36mm时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的7倍；

**3** 当直径为40mm及以上时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的8倍；

**4** 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** 当纵向受拉普通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国家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** 钢筋端部的弯钩及一侧贴焊的锚筋，位于构件截面的侧边或角部时，应该偏向内侧布置锚固锚头的方向（图7.2.6-1），防止由于偏向挤压力造成保护层混凝土外胀裂缝；

**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1.98*d*；圆形锚板时直径不应小于2.24*d*；六边形锚板时直径不应小于2.69*d*（图7.2.6-2），*d*为锚固钢筋直径；

**3** 采用钢筋锚固板时，施工要求应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的有关规定。



图7.2.6-1 锚固钢筋的偏向性

1 箍筋，2钢筋端部弯钩，3贴焊锚筋



图7.2.6-2 锚板和锚头的尺寸

## 7.3 连接与安装

**7.3.1** 600MPa级热轧带肋钢筋的接头宜设置在受力较小处；在有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内不宜设置钢筋接头；同一层内纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上的接头；接头末端至钢筋弯起点的距离，不应小于钢筋直径的10倍。

【条文说明】受力钢筋的连接接头宜设置在受力较小处。梁端、柱端箍筋加密区的范围可按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定确定。如需在箍筋加密区设置接头，应采用性能较好的机械连接和焊接接头。同一层内纵向受力钢筋在同一层受力区段内不宜多次连接，以保证钢筋的承载、传力性能。“同一纵向受力钢筋”指同一结构层、结构跨及原材料供货长度范围内的一根纵向受力钢筋，对于跨度较大梁，接头数量的规定可适当放松。

**7.3.2** 钢筋机械连接施工应符合下列规定：

**1** 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010中受力钢筋的混凝土保护层最小厚度的规定；接头之间的横向净间距不宜小于25mm；

**2** 挤压接头压痕直径的波动范围应控制在允许波动范围内，并应使用专用量规进行检验；

**3** 直螺纹接头的钢筋丝头宜满足6f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*；

**4** 机械连接施工前应进行工艺检验，机械连接应检查有效的型式检验报告。

【条文说明】本条提出了钢筋机械连接施工的基本要求。直螺纹接头安装时，可根据安装需要采用管钳、扭力扳手等工具，但安装后应使用专用扭力扳手校核拧紧力矩，安装用扭力扳手和校核用扭力扳手应区分使用。

套筒挤压后的压痕直径和伸长是控制挤压质量的重要环节，挤压接头的套筒在挤压过程中会伸长，从两端开始挤压会加大挤压后套筒中央的间隙，故要求挤压从套筒中央开始向两端挤压。

钢筋螺纹接头的加工长度应为正偏差，保证螺纹接头在套筒内可相互顶紧，以减少残余变形。螺纹量规检验是施工现场控制螺纹接头加工尺寸和螺纹质量的重要工序，接头技术提供单位应提供专用螺纹量规。p为螺距；6f级精度要求可参考《普通螺纹 公差》GB/T 197中的相关规定。

**7.3.3** 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符合相关规定的施工特种作业操作资格证书，并按照资格证规定的范围上岗操作；

**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；焊接过程中，如果钢筋牌号、直径发生变更，应再次进行焊接工艺试验；

**3** 工艺试验使用的材料、设备、辅料及作业条件均需与实际施工条件一致。

【条文说明】由于600MPa级钢筋含碳量升高，理论上其焊接性能会下降，现阶段600MPa级钢筋多采用机械连接方式，焊接的施工经验较少。因此若采用焊接连接，需进行与生产相同条件下的焊接工艺试验，以保证600MPa级钢筋焊接性能，了解最佳焊接参数及焊工技术水平。

**7.3.4** 构件交接处的钢筋位置应符合设计要求。当设计无要求时，应保证主要受力构件和构件中主要受力方向的钢筋位置，框架节点处梁纵向受力钢筋宜放在柱纵向钢筋内侧。当主次梁底部标高相同，次梁底部钢筋应放在主梁底部钢筋之上。剪力墙中水平分布钢筋宜放在外侧，并宜在墙边弯折锚固。

【条文说明】对主次梁结构，本条规定底部标高相同时次梁的底筋放置于主梁的底筋之上，此规定适用于常规结构，但对于承受方向向上的反向荷载，或某些有特殊要求的主次梁结构，也可按实际情况选择钢筋布置方式。剪力墙水平分布钢筋为主要受力钢筋，故放在外侧。对于承受平面内弯矩较大的挡土墙等构件，水平分布钢筋也可放在内侧。

**7.3.5** 钢筋安装应采用定位件固定钢筋位置，并宜采用专用定位件。定位件应具有足够的承载力、刚度、稳定性和耐久性，定位件的数量、间距和固定方式，应能保证钢筋的位置偏差符合国家现行有关标准的规定。混凝土框架梁、柱保护层内，不宜采用金属定位件。

【条文说明】钢筋定位件用于固定施工中混凝土构件中的钢筋，并保证钢筋的位置偏差符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。考虑混凝土构件耐久性，不宜在框架梁、柱混凝土保护层内使用金属定位件。

**7.3.6** 钢筋用于预应力工程时，钢筋连接宜采用机械连接，钢筋螺纹接头加工应使用水性润滑液，不得使用油性润滑液。

**7.3.7** 钢筋焊接或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，未经设计方允许不得随意弯曲或施焊。

**7.3.8** 易形成腐蚀的地区使用钢筋时，应根据项目现场情况采取保护措施。

【条文说明】施工场地保护措施主要从这三方面进行考虑。合理安排施工组织设计，减少钢筋在腐蚀环境中的暴露时间；进场堆放储存干燥通风场地，尽量减少接触地面的面积，采用防雨防潮的覆盖；施工缝、后浇带等易被腐蚀部位采用涂抹封闭防护膜、表面镀锌等工艺。

# 8 质 量 验 收

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 600MPa级热轧带肋钢筋在浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括：

**1** 钢筋的牌号、规格、数量、位置等；

**2** 箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

**3** 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；

**4** 预埋件的规格、数量、位置等。

【条文说明】钢筋隐蔽工程施工质量反映钢筋分项工程施工的综合质量水平，需在浇筑混凝土之前验收以确保受力钢筋等的加工、连接、安装满足设计及相关国家规范的要求。可根据工程实际情况，钢筋隐蔽工程验收可与钢筋安装检验批验收同时进行。

**8.1.2** 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时，应提供相应的设计变更文件。

## 8.2 材料验收

**8.2.1** 600MPa级热轧带肋钢筋进场时，应按本标准附录B抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合本标准附录B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，检验结果应符合本标准附录B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。

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30t为一批，每批中每种钢筋铭牌、规格均应至少抽取1个钢筋试件，总数不应少于3个。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**8.2.3** 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。

【条文说明】钢筋进场时和使用前均应加强外观质量的检测。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不得使用，以防止降低钢筋握裹力或锚固性能。

**8.2.4** 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、同一类型的成型钢筋，不超过30t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。

【条文说明】成型钢筋在加工及出厂过程中由工厂专业质量管理人员自行检验，产品需按规范检验合格后入库及出厂。为避免成型钢筋受存储和运输导致质量下降，进场时成型钢筋需满足整体的外观质量和尺寸偏差检验要求。

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

检查数量：按国家现行相关标准的规定确定。

检验方法：检查产品质量证明文件、观察、尺量。

【条文说明】本条同样适用于按商品进场验收的其他预埋件。

## 8.3 加工验收

**8.3.1** 600MPa级热轧带肋钢筋弯折的弯弧内直径应符合本标准的规定。

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。

【条文说明】本标准对不同钢筋的弯弧内径作出了具体规定，钢筋加工时应防止因弯弧内径太小使钢筋弯折后弯弧外侧出现裂缝，影响钢筋受力或锚固性能。

**8.3.2** 纵向受力钢筋的弯折后平直段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。

检查方法：尺量。

【条文说明】纵向受力钢筋弯折后平直段长度包括在节点内弯折锚固、弯钩锚固、分批截断钢筋延伸锚固等。

**8.3.3** 盘卷钢筋调直后应进行力学性能和单位长度重量偏差检验，非抗震钢筋其强度、断后伸长率应符合本标准附录B的规定，抗震钢筋其最大力作用下总延伸率、强度、盘卷钢筋调直后重量偏差应符合本标准要求。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** 重量偏差应按本标准附录B计算；

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30t为一批；每批见证抽取3个试件。

检验方法：检查抽样检查报告。

**8.3.4** 钢筋机械锚固端的加工应符合国家现行相关标准的规定，钢筋锚固板应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的有关规定。钢筋锚固板加工与安装前，应对不同钢筋生产厂家的进场钢筋进行锚固板工艺检验。施工过程中，更换钢筋厂家、变更锚固板参数及形式时，应补充工艺检验。

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

表8.3.5 钢筋加工的允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） |
| 受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸 | ±10 |
| 弯起钢筋的弯折位置 | ±20 |
| 箍筋外轮廓尺寸 | ±5 |

注：1、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；

2、检验方法：尺量。

## 8.4 连接验收

**8.4.1** 600MPa级热轧带肋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。

【条文说明】本条提出了纵向受力钢筋连接的检验基本要求，以保证受力钢筋应力传递的可靠性。当设计无特殊规定钢筋的连接方式时，由施工单位根据《混凝土结构设计标准》GB/T 50010等国家现行标准的有关规定及施工现场条件，与设计单位共同商定。

**8.4.2** 钢筋采用机械连接或焊接时，机械连接接头、焊接接头的力学性能、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：按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18及《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，检验结果应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定确定。

检验方法：采用专用扭力扳手或专用量规检查。

**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中，梁端、柱端箍筋加密区范围内钢筋不应进行搭接，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：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

【条文说明】钢筋接头的位置影响受力性能，应根据设计和施工方案要求设置在受力较小处。梁端、柱端箍筋加密区的范围可按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定确定，加密区范围尽可能不设置钢筋接头，如需连接则应采用性能较好的机械连接和焊接接头。

**8.4.5** 钢筋机械连接接头、焊接接头的外观质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定确定。

检验方法：观察、尺量。

**8.4.6** 当纵向受力钢筋采用搭接接头、机械连接或焊接连接的接头时，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。

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 安装验收

**8.5.1** 600MPa级热轧带肋钢筋安装时，受力钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。钢筋代换应符合现行国家标准、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。

**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。

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%及以上，且不得有超过表8.5.3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** 钢筋安装位置和允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 绑扎钢筋网 | | 长、宽 | ±10 | 尺量 |
| 网眼尺寸 | ±20 | 钢尺量连续三档，取最大偏差值 |
| 绑扎钢筋骨架 | | 长 | ±10 | 尺量 |
| 宽、高 | ±5 | 尺量 |
| 纵向受力钢筋 | | 锚固长度 | -20 | 尺量 |
| 间距 | ±10 | 钢尺量两端、中间各一点、取最大偏差值 |
| 排距 | ±5 |
| 纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度 | | 基础 | ±10 | 尺量 |
| 柱、梁 | ±5 | 尺量 |
| 板、墙、壳 | ±3 | 尺量 |
| 绑扎箍筋、横向钢筋间距 | | | ±20 | 尺量连续三档，取最大偏差值 |
| 钢筋弯起点位置 | | | 20 | 尺量，沿纵、横两个方向测量，并取其中偏差的较大值 |
| 预埋件 | 中心线位置 | | 5 | 尺量 |
| 水平高差 | | +3，0 | 塞尺量测 |

【条文说明】考虑到纵向受力钢筋锚固长度对结构受力性能的重要性，纵向钢筋的锚固长度负偏差不大于20mm，对正偏差没有要求。国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010已经将混凝土保护层厚度按最外层（箍筋）规定，本条中对于钢筋的混凝土保护层厚度允许偏差同时规定了纵向受力钢筋和箍筋。

梁、板类构件上部纵向受力钢筋的位置对结构构件的承载能力有重要影响，由于上部纵向受力钢筋移位而引发的事故较为严重，应加以避免。通过对保护层厚度偏差的要求，对上部纵向受力钢筋的位置加严控制，单独将梁、板类构件上部纵向受力钢筋保护层厚度偏差的合格率要求规定为90%以上，对其他部位，表中所列保护层厚度的允许偏差的合格点率认为80%以上。

# 附录 A 钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量

表A.1.1 钢筋的计算截面面积及理论重量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径（mm） | 不同根数钢筋的计算截面面积（mm2） | | | | | | | | | 单根钢筋理论重量（kg/m） |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | 28.27 | 57 | 85 | 113 | 141 | 170 | 198 | 226 | 254 | 0.222 |
| 8 | 50.27 | 101 | 151 | 201 | 251 | 302 | 352 | 402 | 452 | 0.395 |
| 10 | 78.54 | 157 | 236 | 314 | 393 | 471 | 550 | 628 | 707 | 0.617 |
| 12 | 113.1 | 226 | 339 | 452 | 566 | 679 | 792 | 905 | 1018 | 0.888 |
| 14 | 153.9 | 308 | 462 | 616 | 770 | 923 | 1077 | 1231 | 1385 | 1.21 |
| 16 | 201.1 | 402 | 603 | 804 | 1006 | 1207 | 1408 | 1609 | 1810 | 1.58 |
| 18 | 254.5 | 509 | 764 | 1018 | 1273 | 1527 | 1782 | 2036 | 2291 | 2.00 |
| 20 | 314.2 | 628 | 943 | 1257 | 1571 | 1885 | 2199 | 2514 | 2828 | 2.47 |
| 22 | 380.1 | 760 | 1140 | 1520 | 1901 | 2281 | 2661 | 3041 | 3421 | 2.98 |
| 25 | 490.9 | 982 | 1473 | 1964 | 2455 | 2945 | 3436 | 3927 | 4418 | 3.85 |
| 28 | 615.8 | 1232 | 1847 | 2463 | 3079 | 3695 | 4311 | 4926 | 5542 | 4.83 |
| 32 | 804.2 | 1608 | 2413 | 3217 | 4021 | 4825 | 5629 | 6434 | 7238 | 6.31 |
| 36 | 1017.9 | 2036 | 3054 | 4072 | 5090 | 6108 | 7126 | 8144 | 9162 | 7.99 |
| 40 | 1256.6 | 2514 | 3771 | 5028 | 6285 | 7542 | 8799 | 10056 | 11313 | 9.87 |
| 50 | 1963.5 | 3928 | 5892 | 7856 | 9820 | 11784 | 13748 | 15712 | 17676 | 15.42 |

# 附录 B 钢筋化学成分及力学性能试验

**B.1 主要加工技术要求**

**B.1.1** 600MPa级热轧带肋钢筋的牌号和化学成分应符合下列规定：

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

表B.1.1 热轧带肋钢筋化学成分

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 化学成分（质量分数）（%） | | | | | 碳当量  Ceq（%） |
| C | Si | Mn | P | S |
| 不大于 | | | | | |
| HRB600 | 0.28 | 0.80 | 1.60 | 0.045 | 0.045 | 0.58 |
| HRB600E | 0.28 | 0.80 | 1.60 | 0.040 | 0.040 | 0.58 |

2 碳当量Ceq（百分比）值按式（B.1.1）计算：

Ceq=C+Mn/6 +（Cr+ Mo+V）/5 +（Ni + Cu）/15 （B.1.1）

3 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；

4 钢筋的成品化学成分允许偏差应符合国家标准《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222的规定。碳当量Ceq值的允许偏差为+0.03%。

**B.1.2** 600MPa级热轧带肋钢筋的力学性能应符合表B.1.2的有关规定：

表B.1.2 热轧带肋钢筋力学参数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | ReL  （MPa） | Rm  （MPa） | δ  （%） | δgt  （%） | Rom/RoeL | RoeL/ReL |
| 不小于 | | | | | 不大于 |
| HRB600 | 600 | 730 | 14 | 7.5 | — | — |
| HRB600E | 600 | 750 | — | 9.0 | 1.25 | 1.30 |
| 注：1 符号Rom为钢筋实测抗拉强度；  2 符号RoeL为钢筋实测屈服强度；  3 “E”为“地震”的英文（Earthquake）首位字母 | | | | | | |

1 公称直径28mm～40mm钢筋的断后伸长率δ可降低1%； 公称直径大于40mm钢筋的断后伸长率δ可降低2%；

2 根据供需双方协议，HRB600钢筋伸长率可根据断后伸长率δ或最大力总延伸率δgt进行判定。HRB600E钢筋伸长率应根据最大力总延伸率δgt进行判定。

**B.1.3** 600MPa级热轧带肋钢筋的工艺性能应符合下列规定：

1 钢筋应进行弯曲试验。按表B.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；

表B.1.3 热轧带肋钢筋弯曲性能（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌号 | 公称直径 *d* | 弯曲压头直径 |
| HRB600  HRB600E | 6 ～ 25 | 6*d* |
| 28 ～ 40 | 7*d* |
| > 40 ～ 50 | 8*d* |

2 HRB600E应进行反向弯曲试验。经反向弯曲试验后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。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；

3 根据需方要求，可进行疲劳性能试验。疲劳试验的技术要求和试验方法应按照《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T 28900的规定。

**B.1.4** 尺寸、外形、重量及允许偏差：

1 钢筋的直径范围。钢筋的公称直径范围为6mm～50mm；

2 交货型式。钢筋通常按直条交货，直径不大于16mm的钢筋也可按盘卷交货；

3 钢筋的公称横截面面积与理论重量列于下表B.1.4。

**表B.1.4 钢筋的公称横截面面积与理论重量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称直径（mm） | 公称横截面面积（mm2） | 理论重量（kg/m） |
| 6 | 28.27 | 0.222 |
| 8 | 50.27 | 0.395 |
| 10 | 78.54 | 0.617 |
| 12 | 113.1 | 0.888 |
| 14 | 153.9 | 1.21 |
| 16 | 201.1 | 1.58 |
| 18 | 254.5 | 2.00 |
| 20 | 314.2 | 2.47 |
| 22 | 380.1 | 2.98 |
| 25 | 490.9 | 3.85 |
| 28 | 615.8 | 4.83 |
| 32 | 804.2 | 6.31 |
| 36 | 1018 | 7.99 |
| 40 | 1257 | 9.87 |
| 50 | 1964 | 15.42 |

**B.2 检验项目**

**B.2.1** 每批钢筋的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表B.2.1的规定。

表B.2.1 600MPa级热轧带肋钢筋检测

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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、  GB/T 20123、GB/T 20124、  GB/T 20125 |
| 2 | 拉伸 | 2 | 任 2 根（盘）钢筋切取 | GB/T 28900、本标准 B.3.1 |
| 3 | 弯曲 | 2 | 任 2 根（盘）钢筋切取 | GB/T 28900、本标准 B.3.1 |
| 4 | 反向弯曲 | 1 | 任 1 根（盘）钢筋切取 | GB/T 28900、本标准 B.3.1 |
| 5 | 金相组织 | 2 | 不同根（盘）钢筋切取 | GB/T 13298、  GB/T 1499.2 附录 B |
| 6 | 疲劳试验 | 供需双方协议 | | |
| 7 | 连接性能 | 钢筋的连接质量检验与验收应符合相关行业标准的规定 | | |
| 8 | 尺寸 | 逐根（盘） | — | 按本标准 B.3.2 |
| 9 | 表面 | 逐根（盘） | — | 目测 |
| 10 | 重量偏差 | 按本标准 B.3.3 | | 按本标准 B.3.3 |
| 注：对化学分析和拉伸试验结果有争议时，仲裁试验分别按GB/T 223、GB/T 28900进行。 | | | | |

注：疲劳性能、晶粒度、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，型式试验取样方法和试验方法参照《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》 GB/T 1499.2的相关规定。

**B. 3 试验方法**

**B.3.1** 拉伸、弯曲、反向弯曲试验应符合下列规定：

1 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许进行车削加工；

2 计算钢筋强度时，截面面积采用《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2表2所列公称横截面面积；

3 最大力总延伸率δgt的检验按现行国家标准《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T 28900的有关试验方法进行；

4 反向弯曲试验时，先正向弯曲90°，把经正向弯曲后的试样在100℃±10℃下保温不少于30min，经自然冷却后再反向弯曲20°。两个弯曲角度均应在保持载荷时测量。当供方能保证钢筋经人工时效后的反向弯曲性能满足要求时，正向弯曲后的试样可在室温下直接进行反向弯曲试验。

**B.3.2** 尺寸测量应符合下列规定：

1 带肋钢筋内径的测量应精确到0.1mm；

2 钢筋纵肋、横肋高度的测量，采用测量同一截面两侧横肋中心高度平均值的方法，即测取钢筋最大外径，减去该处内径，所得数值的一半为该处肋高，应精确到0.1mm；

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

4 钢筋横肋末端间隙测量产品两相邻横肋在垂直于钢筋轴线平面上投影的两末端之间的弦长，测量示意图见图B.3.2。

黑暗中亮着的手机

中度可信度描述已自动生成

注：*fi*—横肋末端间隙

图 B.3.2 钢筋横肋末端间隙测量示意图

**B.3.3** 重量偏差的测量应符合下列规定：

1 测量钢筋重量偏差时，试样应从不同根钢筋上截取，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 钢筋实际重量与理论重量的偏差按公式（B.3.3）计算：

重量偏差 （B.3.3）

**B.3.4** 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》YB/T 081的规定。

**B. 4 交货检验**

**B.4.1** 钢筋的检查和验收应由供方质量技术监督部门进行，需方有权对本标准所规定的任一检验项目进行检查和验收。

**B.4.2** 组批原则应符合下列规定：

1 钢筋应按批检验和验收，每批由同一牌号、同一炉罐号、同一规格的钢筋组成，每批钢筋通常不超过60t，试验试样数量应符合本标准表B.2.1的规定；超过60t的部分，每增加40t（或不足40t的余数），增加1个拉伸试验试样和1个弯曲试验试样；

2 允许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇铸方法的不同炉罐号组成混合批，但各炉罐号含碳量之差不应大于0.02%，含锰量之差不应大于0.15%。混合批的重量不大于60t，试验试样数量应符合本标准表B.2.1的规定；超过60t的部分，每增加40t（或不足40t的余数），增加1个拉伸试验试样和1个弯曲试验试样；

**B.4.3** 钢筋的复验与判定应符合现行国家标准《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。

**B.4.4** 当出现以下情形时，可按《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规则对钢筋进行检验：

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。

# 附录 C 包装、标志及质量证明书

**C.0.1** 钢筋的包装、质量证明书应符合现行国家标准《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2101的要求。

**C.0.2** 钢筋应在其表面轧上钢筋牌号、公称直径、经注册的厂名或商标内容，可轧上经注册的厂名或商标。HRB600钢筋应强度级别后加上生产许可证后三位数字，抗震钢筋HRB600E还应在强度级别后加字母“E”，其余标志性内容生产企业可按企业要求增加，下图为常用钢筋标志参考示例。



图 C.0.2-1 HRB600普通热轧带肋钢筋示例



图 C.0.2-2 HRB600E热轧带肋抗震钢筋示例

# **附录 D** **600Mpa其他类型钢筋参数**

**D.0.1** 现存600MPa级热轧带肋钢筋种类较多，HRB630、HRB630E、HRB635、HRB635E、HRB640、HRB640E均占有一定的市场份额，为扩大本标准的使用范畴，给出设计强度高于HRB600的钢筋例子，以现存最高强度的HRB640、HRB640E钢筋作为参考例子。HRB640、HRB640E钢筋标准值、设计值等参数可参考本附录取值，其余按本标准执行。

当同一强度钢筋存在多种钢筋注册牌号时，满足国家相关材料标准中各项生产、检验检测指标要求，并具备出厂合格证，可参考本标准及国家相关标准进行设计、施工、验收。

**D.0.2** 钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率，钢筋的屈服强度标准值fyk、极限强度标准值fstk应按表D.0.2采用。

表 D.0.2 640MPa 级热轧带肋钢筋的强度标准值（N/mm2）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 符号 | 公称直径（mm） | 屈服强度标准值fyk | 极限强度标准值fstk |
| HRB640 |  | 6~50 | 640 | 780 |
| HRB640E | 6~50 | 800 |

【条文说明】钢筋符号同HRB600，使用该强度钢筋需于设计说明文件中增加钢筋极限强度标准值及钢筋的强度设计值要求，计算参数按设计说明文件要求相应修改。

**D.0.3** 钢筋的抗拉强度设计值fy、抗压强度设计值fy’,应按表D.0.3采用。

表 D.0.3 640MPa 级热轧带肋钢筋的强度设计值（N/mm2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌号 | 抗拉强度设计值fy | 抗压强度设计值fy’ |
| HRB640、HRB640E | 555 | 520 |

对轴心受压构件，当采用640MPa级热轧带肋钢筋时，钢筋的抗压强度设计值fy’应取400N/mm2。横向钢筋的抗拉强度设计值fyv应按表D.0.3中fy的数值采用；但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，横向钢筋的抗拉强度设计值fyv应取360N/mm2。

【条文说明】编制组在参照相关生产单位提供的材料力学性能报告的基础上, 实施了640MPa级热轧带肋钢筋的拉伸试验,HRB640、HRB640E共48个试样，直径包含12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、25mm,共7种规格，试件编号﹑屈服强度实测值及极限强度实测值如表5所示。

表D-1 HRB640、HRB640E热轧带肋钢筋拉伸试验强度数据

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试件编号 | 屈服强度实测值(MPa) | 极限强度实测值(MPa) |  | 试件编号 | 屈服强度实测值(MPa) | 极限强度实测值(MPa) |
| G35009740-1 | 670 | 885 | Z34025050-1 | 665 | 835 |
| G35009740-2 | 680 | 885 | Z34025050-2 | 645 | 815 |
| G35009740-3 | 690 | 865 | Z34025050-3 | 645 | 815 |
| Z35013280-1 | 680 | 855 | Z34025060-1 | 660 | 835 |
| Z35013280-2 | 680 | 850 | Z34025060-2 | 640 | 820 |
| Z35013280-3 | 675 | 845 | Z34025060-3 | 665 | 845 |
| G35024710-1 | 665 | 840 | G35065940-1 | 650 | 825 |
| G35024710-2 | 675 | 850 | G35065940-2 | 665 | 835 |
| G35024710-3 | 650 | 820 | G35065940-3 | 660 | 830 |
| G35024720-1 | 660 | 825 | G35065950-1 | 665 | 835 |
| G35024720-2 | 660 | 830 | G35065950-2 | 660 | 830 |
| G35024720-3 | 660 | 830 | G35065950-3 | 645 | 825 |
| G34012290-1 | 670 | 845 | Z35065920-1 | 665 | 835 |
| G34012290-2 | 665 | 840 | Z35065920-2 | 670 | 840 |
| G34012290-3 | 670 | 850 | Z35065920-3 | 655 | 820 |
| Z34025020-1 | 660 | 835 | Z35065930-1 | 670 | 850 |
| Z34025020-2 | 665 | 835 | Z35065930-2 | 650 | 820 |
| Z34025020-3 | 655 | 830 | Z35065930-3 | 660 | 845 |
| Z34025030-1 | 645 | 815 | Z36010390-1 | 660 | 835 |
| Z34025030-2 | 650 | 820 | Z36010390-2 | 650 | 825 |
| Z34025030-3 | 660 | 825 | Z36010390-3 | 645 | 820 |
| Z34025040-1 | 645 | 815 | G36010400-1 | 650 | 830 |
| Z34025040-2 | 650 | 820 | G36010400-2 | 650 | 820 |
| Z34025040-3 | 645 | 815 |  | G36010400-3 | 660 | 835 |

1 HRB640、 HRB640E屈服强度标准值、抗拉强度设计值

根据表5的数据,屈服强度实测值的平均值=659.9MPa，标准差为σyk=11.4MPa。根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010,钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。钢筋的强度设计值为其强度标准值除以材料分项系数γs的数值, γs的取值和500MPa级钢筋的相同,取为1.15。

对于屈服强度标准值:

fyk= -1.645σyk=659.9-1.645×11.4=641.1MPa

屈服强度标准值可取fyk=640MPa。

对于抗拉强度设计值fy，fy=fyk/γs=640/1.15=556.5MPa，可以取抗拉强度设计值为fy=555MPa。

2 偏心受压构件的钢筋抗压强度设计值

在受压构件中,钢筋抗压强度设计值的取值和受压构件的受力状态有关,轴压状态下和偏压状态下钢筋发挥的作用相差较大,在偏压状态下,混凝土所能达到的压应变不能保证钢筋的抗压强度与抗拉强度相同,结合试验数据﹐并适当提高安全储备,将γs’取为1.22。

3 用作横向钢筋时取值

横向钢筋用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时之所以限制其数值不大于360N/mm2,是为了控制裂缝发展不至于过大;对于约束混凝土的钢筋,其作用是约束混凝土结构的横向变形,因此控制柱、约束边缘构件的箍筋体积配箍率和局部承压计算,可不受此条限制。

4 HRB640、 HRB640E极限强度标准值

根据表5的数据,极限强度实测值的平均值=834.3MPa，标准差为σstk=16.0MPa。根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010，钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。

fstk=-1.645σstk=834.3-1.645×16.0=808MPa

取HRB640钢筋的极限强度标准值为780MPa。参照抗震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的要求，取HRB640E钢筋的极限强度标准值为800MPa。

**D.0.4** HRB640、HRB640E钢筋的弹性模量Es，取2.0×105 N/mm2或采用实测值。

**D.0.5** HRB640、HRB640E钢筋最大力总延伸率δgt不应小于表D.0.5规定的数值。

表 D.0.5 HRB640、HRB640E钢筋最大力总延伸率限值 (%)

|  |  |
| --- | --- |
| 钢筋牌号 | 最大力总延伸率限值δgt |
| HRB640 | ≥7.5 |
| HRB640E | ≥9.0 |

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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”；

1. 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”；

1. 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** 标准中指明应按其他标准、规范执行的写法为：“应按……执行” 或 “应符合……的规定（或要求）”。

# 引用标准名录

《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

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《混凝土结构设计标准》GB/T 50010

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011

《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2

《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》GB/T 8110

《高强钢焊条》GB/T 32533

《高强钢药芯焊丝》GB/T 36233

《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163

《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256

广东省标准

|  |
| --- |
| **600MPa级热轧带肋钢筋应用技术标准** |

**Technical Specification For Application of 600MPa**

**Grade Ordinary Hot Rolled Ribbed Bar**

**DBJ/Tx-20xx**

**条 文 说 明**

**制定说明**

《600MPa级热轧带肋钢筋应用技术标准》DBJ/Tx-20xx经广东省住房和城乡建设厅2024年XX月XX日以第XX号公告批准发布。

本标准制定过程中，编制组针对600MPa级热轧带肋钢筋进行了广泛深入的调查研究，标准编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准及技术，在广东省广泛征求了意见，并对反馈意见进行了汇总和处理，对使用该类型材料的建筑设计及建造具有指导意义。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明。对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。但本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。