

 **T/CECS** XXXX- 202X

**中国工程建设标准化协会标准**

热处理带肋高强钢筋混凝土结构技术规程

Technical specification for heat treated ribbed high-strength reinforced concrete structures

（征求意见稿）

**中国计划出版社**

## 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2023]50号）的要求，编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外的先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为8章和1个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、结构分析及计算、构造规定、抗震设计、施工及质量验收等。

本规程的某些内容涉及630MPa高强钢筋及其生成工艺（ZL201310444163.4、ZL201310593620.6）和高强钢筋施工工艺（ZL201921954485.2、ZL201821964705.5、ZL201921697065.0、ZL201921698068.6、ZL201921698121.2、ZL201921698106.8）等相关专利及核心技术。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本规程主编单位协商处理，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑材料分会归口管理，由江苏天舜金属材料集团有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：江苏省扬中市二桥工业园区，邮编：212200，电话：0511-88208907，邮箱：13905289288@139.com），以供修订时参考。

|  |  |
| --- | --- |
| **主编单位：** | 江苏天舜金属材料集团有限公司 |
|  | 北京中标绿建工程设计研究院 |
|  | 东南大学 |
| **参编单位：** |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| **主要起草人员：** |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **主要审查人员：** |  |  |  |  |

## 目 次

**[1 总 则 1](#_Toc166490485)**

**[2 术语和符号 2](#_Toc166490486)**

[2.1 术 语 2](#_Toc166490487)

[2.2 符 号 2](#_Toc166490488)

**[3 基本规定 4](#_Toc166490489)**

**[4 材 料 8](#_Toc166490490)**

[4.1 混凝土 8](#_Toc166490491)

[4.2 钢筋 8](#_Toc166490492)

**[5 结构分析及极限状态计算 11](#_Toc166490493)**

**[6 构造规定 15](#_Toc166490494)**

[6.1 混凝土保护层 15](#_Toc166490495)

[6.2 钢筋的锚固 15](#_Toc166490496)

[6.3 钢筋的连接 17](#_Toc166490497)

[6.4 纵向受力钢筋的最小配筋率 18](#_Toc166490498)

**[7 抗震设计 20](#_Toc166490499)**

**[8 施工及质量验收 22](#_Toc166490500)**

[8.1 施工措施 22](#_Toc166490501)

[8.2 钢筋加工 23](#_Toc166490502)

[8.3 钢筋连接和安装 24](#_Toc166490503)

[8.4 材料质量验收 25](#_Toc166490504)

[8.5 加工质量验收 25](#_Toc166490505)

**[附录A 混凝土结构用热处理/热轧带肋高强钢筋技术要求 28](#_Toc166490506)**

**[引用标准名录 34](#_Toc166490507)**

**[本规程用词说明 35](#_Toc166490508)**

**Contents**

1 General Provisions 1

2 Terms and Symbols 2

2.1 Terms 2

2.2 Symbols 2

3 General Requirements 4

4 Materials 8

4.1 Concrete 8

4.2 Steel Reinforcement 8

5 Structural Analysis and Limit State calculation 11

6 Detailing Requirements 15

6.1 Concrete Cover 15

6.2 Anchorage of Steel Reinforcement 15

6.3 Splices of Reinforcement 17

6.4 Minimum Ratio of Reinforcement for Flexual and Axial

Loading Members 18

7 Seismic Design 20

8 Construction and Quality Acceptance 22

8.1 Construction Measures 22

[8.2 Steel Reinforcement Processing 23](#_Toc166490502)

[8.3 Steel Reinforcement Connection and Installation 24](#_Toc166490503)

[8.4 Material Quality Inspection 25](#_Toc166490504)

[8.5 Processing Quality Inspection 25](#_Toc166490505)

 Technical Conditions for Application of Heat-Treatment / Hot-Rolled High-Strength Ribbed Bar in Concrete Structures 28

[List of Quoted Standards 34](#_Toc1725352)

[Explanation of Wording in This Specification 35](#_Toc1725353)

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家节能环保技术经济政策，推广应用热处理/热轧带肋高强钢筋，规范热处理/热轧带肋高强钢筋在混凝土结构中的设计、施工和质量验收，统一质量技术标准，确保工程质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于采用热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的设计、施工和质量验收。

【**条文说明**】1.0.1、1.0.2高强钢筋的推广应用不但可以减少钢筋消耗量，节省资源和能源，而且可以减少环境污染。高强钢筋和高强混凝土配合使用，可以减轻结构自重，减少运输费用，避免钢筋的密集配置，方便施工，保证工程质量，具有明显的经济效益和社会效益。编制本规程是为了推广高强钢筋在混凝土结构中的应用，符合混凝土结构的发展趋势，贯彻国家技术经济政策，为高强钢筋混凝土结构提供设计、施工及验收依据。

**1.0.3** 采用热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的设计、施工和验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术 语

2.1.1 热处理/热轧带肋高强钢筋 heat-treatment / hot-rolled high-strength ribbed bar

按热处理/热轧状态交货、具有630MPa或660MPa抗拉屈服强度标准值的带肋钢筋，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 热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土结构 concrete structures reinforced with heat-treatment / hot-rolled high-strength ribbed bar

以热处理/热轧带肋高强钢筋作为受力钢筋的混凝土结构。

## 2.2 符 号

|  |
| --- |
| 2.2.1 材料性能 |
| T63/E/G® | ——强度级别为630MPa的热处理/热轧带肋高强钢筋； |
| T63E/E/G® | ——强度级别为630MPa且有较高抗震性能的热处理/热轧带肋高强钢筋； |
| T6/E/G® | ——强度级别为660MPa的热处理/热轧带肋高强钢筋； |
| T6E/E/G® | ——强度级别为660MPa且有较高抗震性能的热处理/热轧带肋高强钢筋； |
|  | ——钢筋的屈服强度标准值，即钢筋标准中的屈服强度特征值*R*eL； |
|  | ——钢筋的极限强度标准值，即钢筋标准中的抗拉强度特征值*R*m； |
|  | ——钢筋的抗拉强度设计值； |
|  | ——钢筋的抗压强度设计值； |
|  | ——横向钢筋的抗拉强度设计值； |
|  | ——钢筋的最大力总延伸率； |
|  | ——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标准值； |
|  | ——混凝土轴心抗拉强度设计值。 |
| 2.2.2 作用和作用效应 |
|  | ——按荷载准永久组合计算的弯矩值； |
|  | ——弯矩设计值； |
|  | ——按荷载的准永久组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度； |
|  | ——最大裂缝宽度限值； |
|  | ——非均匀受压时的混凝土极限压应变。 |
| 2.2.3 几何参数 |
|  | ——截面宽度； |
|  | ——截面高度； |
|  | ——保护层厚度； |
|  | ——纵向受拉钢筋的基本锚固长度； |
|  | ——纵向受拉钢筋的锚固长度； |
|  | ——受拉区纵向钢筋的截面面积； |
|   | ——有效受拉混凝土截面面积； |
|  | ——等效矩形应力图形的混凝土受压区高度； |
|  | ——界限受压区高度； |
|  | ——截面有效高度； |
|  | ——构件截面的临界高度； |
|  | ——相对界限受压区高度，取； |
|  | ——钢筋的公称直径； |
|  | ——受拉区纵向钢筋的等效直径； |
|  | ——受弯构件考虑荷载长期作用影响的刚度； |
|  | ——按准永久组合计算的钢筋混凝土受弯构件的短期刚度； |
|   | ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离； |
|  | ——受压钢筋合力点至截面边缘的距离。 |
| 2.2.4 计算系数及其他 |
|  | ——锚固长度修正系数； |
|  | ——纵向受拉钢筋抗震锚固长度修正系数； |
|  | ——纵向受拉钢筋抗震搭接长度修正系数； |
|  | ——纵向受力钢筋配筋率； |
|  | ——构件按全截面计算的纵向受拉钢筋的配筋率； |
|  | ——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率； |
|  | ——纵向受力钢筋的最小配筋率； |
|  | ——构件受力特征系数； |
|  | ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数； |
|  | ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值； |
|  | ——纵向钢筋的相对粘结特性系数； |
|  | ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数； |
|  | ——受压翼缘截面面积与腹板有效截面面积的比值。 |

注：T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®是适合的市售产品的多个实例。给出这一信息是为了方便本规程使用者，并不表示对这些产品的认可。

【**条文说明**】 2.2 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010和《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018中定义的术语和符号适用于本规程。依据《标准化工作导则—第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1-2020第 9.13.1 条，将热处理/热轧带肋高强钢筋的注册商标 T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®作为本规程中的符号使用，并对其性质进行了说明。

# 3 基本规定

3.0.1 混凝土结构设计应包括下列内容：

1 结构方案设计，包括结构选型、构件布置及传力途径；

2 作用及作用效应分析；

3 结构的极限状态设计；

4 结构及构件的构造、连接措施；

5 耐久性及施工的要求；

6 满足特殊要求结构的专门性能设计。

【**条文说明**】 3.0.1 为满足建筑方案并从根本上保证结构安全，设计的内容应在以构件设计为主的基础上扩展到考虑整个结构体系的设计。结构设计的基本要求，包括结构方案、内力分析、截面设计、连接构造、耐久性、施工可行性及特殊工程的性能设计等。

3.0.2 混凝土结构的极限状态可分为承载能力极限状态、正常使用极限状态和耐久性极限状态。极限状态应符合下列规定：

1 当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认定为超过了承载能力极限状态：

1）结构构件或连接因超过材料强度而破坏，或因过度变形而不适于继续承载；

2）整个结构或其中一部分作为刚体失去平衡；

3）结构转变为机动体系；

4）结构或结构构件丧失稳定；

5）结构因局部破坏而发生连续倒塌；

6）地基丧失承载力而破坏。

2 当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认定为超过了正常使用极限状态：

1）影响正常使用或外观的变形；

2）影响正常使用的局部损坏；

3）影响正常使用的振动；

4）影响正常使用的其他特定状态。

3 当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认定为超过了耐久性极限状态：

1）影响承载能力和正常使用的材料性能劣化；

2）影响影响耐久性能的裂缝、变形、缺口、外观、材料削弱等；

3）影响耐久性能的其他特定状态。

【**条文说明**】 3.0.2 对混凝土结构极限状态的分类系根据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068-2018确定的。

3.0.3 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度，采用分项系数的设计表达式进行设计。

【**条文说明**】 3.0.3根据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068-2018的规定，采用概率极限状态设计方法，以分项系数的形式表达。包括结构重要性系数、荷载分项系数、材料性能分项系数(材料分项系数，有时直接以材料的强度设计值表达)、抗力模型不定性系数(构件承载力调整系数)等。对难于定量计算的间接作用，采用基于经验的定性方法进行设计；对耐久性，采用基于经验的定性方法、半定量方法和定量控制耐久性失效概率的方法进行设计。本规程中的荷载分项系数应按《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068-2018的规定取用。

3.0.4 除需进行疲劳验算的构件外，混凝土结构构件中的受力钢筋均可采用热处理/热轧带肋高强钢筋。

【**条文说明**】 3.0.4 针对热处理/热轧带肋高强钢筋的疲劳性能尚未进行系统研究，本规程未作规定。

3.0.5 混凝士结构的承载能力极限状态计算应包括下列内容：

1 结构构件应进行承载力(包括失稳)计算；

2 直接承受重复荷载的构件应进行疲劳验算；

3 有抗震设防要求时，应进行抗震承载力计算；

4 必要时尚应进行结构的倾覆、滑移、漂浮验算。

5 对于可能遭受偶然作用，且倒塌可能引起严重后果的重要结构，宜进行防连续倒塌设计。

【**条文说明**】 3.0.5 本条列出了各类设计状况下的结构构件承载能力极限状态计算应考虑的内容。

3.0.6 混凝土结构构件应根据其使用功能及外观要求，按下列规定进行正常使用极限状态验算：

1 对需要控制变形的构件，应进行变形验算；

2 对不允许出现裂缝的构件，应进行混凝土拉应力验算；

3 对允许出现裂缝的构件，应进行受力裂缝宽度验算；

4 对舒适度有要求的楼盖结构，应进行竖向自振频率验算。

【**条文说明**】 3.0.6 正常使用极限状态是通过对作用组合效应值的限值进行控制而实现的。

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （3.0.7） |
| 式中：  | ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值； |
|  | ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度和自振频率等的限值。 |

【**条文说明**】 3.0.7 钢筋混凝土构件采用荷载准永久组合并考虑长期作用的影响。

3.0.8 钢筋混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的准永久组合，并应考虑荷载长期作用的影响进行计算，其挠度限值应符合表3.0.8的规定。

**表3.0.8 受弯构件的挠度限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 构件类型 | 挠度限值 |
| 屋盖、楼盖及楼梯构件 | 当*l*0＜7m时 | *l*0/200（*l*0/250） |
| 当7m≤*l*0≤9m时 | *l*0/250（*l*0/300） |
| 当*l*0＞9m时 | *l*0/300（*l*0/400） |

注：1 表中*l*0为构件的计算跨度；计算悬臂构件的挠度限值时，其计算跨度*l*0按实际悬臂长度的2倍取用；

2 表中括号内的数值适用于使用上对挠度有较高要求的构件；

3 如果构件制作时预先起拱，且使用上也允许，则在验算挠度时，可将计算所得的挠度值减去起拱值；

4 构件制作时的起拱值，不宜超过构件在相应荷载组合作用下的计算挠度值。

【**条文说明**】 3.0.8 正常使用极限状态验算的基本表达形式与《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第3.4.2条的规定一致。

3.0.9 在不同的环境类别中，结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值应符合表3.0.9的规定。

**表3.0.9 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 环境类别 | 钢筋混凝土构件 |
| 裂缝控制等级 | （mm） |
| 一 | 三级 | 0.30（0.40） |
| 二a | 0.20 |
| 二b |
| 三a、三b |

注：1 环境类别划分应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定；

2 对处于年平均相对湿度小于60%地区一类环境等级下的钢筋混凝土受弯构件，其最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值。对一类环境下的框架梁、连续梁的支座，如果楼屋面有覆盖层防止在上部纵筋表面产生结露或水膜，该部位最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值；

3 在一类环境等级下，对钢筋混凝土屋架、托架，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；

4 对于烟囱、筒仓和处于液体压力下的结构构件及电视塔等各种高耸结构，其裂缝控制要求应符合现行国家标准的有关规定；

5 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；

6 表中的最大裂缝宽度限值为用于验算荷载作用下引起的最大裂缝宽度。

【**条文说明**】 3.0.9 在国家建筑钢材质量监督检验中心所做的检验报告表明，T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®高强钢筋耐腐蚀性能优于普通热轧钢筋，但鉴于目前相关试验资料有限，因此最大裂缝宽度沿用《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第3.4.5条的规定。

东南大学完成的19根T63热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土梁受弯性能试验研究结果表明：T63热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土受弯构件的受弯承载力可按现行《混凝土结构设计规范》GB50010规定的公式计算，有足够的安全储备；规范 GB 50010裂缝宽度计算模式的经验系数是基于以往试验梁的数据资料建立的，已往试验梁的钢筋工作应力较低，导致配置T63热处理/热轧带肋高强钢筋梁按规范公式计算的最大裂缝宽度比试验值偏大，设计偏于保守。河北工业大学完成的T63热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土梁受弯性能试验研究结果表明：配置T63热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土梁受弯承载力仍可以按照《混凝土结构设计规范》GB50010中受弯构件承载力的计算公式计算，并且在T63热处理/热轧带肋高强钢筋的设计强度值取545MPa时，计算的受弯承载力具有足够的安全储备；在正常使用极限状态下，配置T63热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土受弯梁在承受荷载作用过程中，其裂缝开展特征与普通钢筋混凝土相同，最大裂缝宽度均可按照《混凝土结构设计规范》中关于裂缝宽度验算的公式进行验算。四川大学通过对10根配置T63热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土梁试件开展试验，再次验证了采用现行规范进行T63热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土受弯构件设计的有效性、适用性。

3.0.10 结构构件正截面的受力裂缝控制应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010中三级裂缝控制的相关规定。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应符合表3.0.9的规定。

【**条文说明**】 3.0.10 针对允许出现裂缝的构件，其裂缝控制与《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010一致。

# 4 材 料

## 4.1 混凝土

4.1.1 采用热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构构件，混凝土的强度等级不应低于C30。采用热处理/热轧带肋高强钢筋的地基基础工程中，混凝土强度等级不应低于C30。热处理/热轧带肋高强钢筋宜与具备高延性的混凝土配合使用。

【**条文说明**】 4.1.1 为提高材料的利用效率，适应高强度钢筋，工程中应用的混凝土强度等级宜适当提高。编制组完成的配置热处理/热轧带肋高强钢筋的高延性混凝土柱轴心受压试验表明，具备高延性的混凝土有利于热处理/热轧带肋高强钢筋抗压强度的充分发挥。

4.1.2 采用热处理/热轧带肋高强钢筋时，混凝土强度标准值、设计值及相关技术性能指标应按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010及《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021的规定采用。

## 4.2 钢筋

4.2.1 本规程的高强钢筋屈服强度标准值分别为630N/mm2和660N/mm2，包含热处理/热轧带肋高强钢筋，相关要求应符合本规程附录A的规定。

【**条文说明**】 4.2.1 热处理/热轧带肋高强钢筋的横肋间距在《钢筋混凝土用钢 第二部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018对钢筋外形要求的基础上进行了优化。编制组针外形优化后的热处理/热轧带肋高强钢筋与混凝土的粘结锚固性能开展了大批量拉式粘结试验和梁式粘结试验。长安大学完成的63个梁式粘结锚固试验及93个拉式粘结锚固试验，河北工业大学完成的132个拉式粘结锚固试验和江西省建筑材料工业科学研究设计院完成的405个拉式粘结锚固试验均表明：钢筋横肋间距在GB/T 1499.2的基础上增大0.3~0.5倍，可小幅提升钢筋与混凝土的粘结强度；将节省的钢筋横肋用量补充进钢筋基圆，可在保证钢筋公称直径不变的前提下增大内径，进一步提升钢筋力学性能。参照本规程应用的热处理/热轧带肋高强钢筋应满足本规程附录A的相关要求。

4.2.2 热处理/热轧带肋高强钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。

【条文说明】 4.2.2 《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第2.0.4条对钢筋标准强度的保证率的相关要求本规程遵照执行。

4.2.3 热处理/热轧带肋高强钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量和最大力总延伸率限值应按表4.2.3的规定选用。

**表4.2.3 热处理/热轧带肋高强钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量和最大力总延伸率限值**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌 号 | 符 号 | 公称直径*d*(mm) | 屈服强度标准值(N/mm2) | 极限强度标准值(N/mm2) | 弹性模量(N/mm2) | 最大力总延伸率%) |
| T63/E/G® | ® | 6~32 | 630 | 790 | 2.0×105 | ≥7.5 |
| T63E/E/G® | ≥9.0 |
| T6/E/G® | 660 | 820 | ≥7.5 |
| T6E/E/G® | ≥9.0 |

注：1 符号下标带“k”者为强度的标准值。

2 T63E/E/G®、T6E/E/G®为抗震钢筋，除最大力总延伸率要求较高外，尚应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008的相关规定。

3 T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®是适合的市售产品的多个实例。给出这一信息是为了方便本规程使用者，并不表示对这些产品的认可。

【**条文说明**】 4.2.3 依据《标准化工作导则—第1部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1-2020第9.13.1条，将热处理/热轧带肋高强钢筋的注册商标T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®、®作为本规程中钢筋的牌号和符号使用，并对牌号和符号的性质进行了说明。

国内在售热处理/热轧带肋高强钢筋种类众多，编制组所开展的试验研究无法穷尽所有高强钢筋种类，仅针对T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®热处理/热轧带肋高强钢筋开展试验研究。因此，本技术规程在技术参数取值和数据列表中没有体现其他热处理/热轧带肋高强钢筋，规程内容没有排他性，如果其他热处理/热轧带肋高强钢筋符合本规程附录A的技术条件要求，也可参照本规程应用。

4.2.4 热处理/热轧带肋高强钢筋的抗拉强度设计值、抗压强度设计值应按表4.2.4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。对轴心受压构件，当采用热处理/热轧带肋高强钢筋时，钢筋的抗压强度设计值应取400N/mm2。当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，应取360N/mm2。横向钢筋的抗拉强度设计值应按表中数值采用。

**表4.2.4 热处理/热轧带肋高强钢筋的强度设计值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌 号 | （N/mm2） | （N/mm2） |
| T63/E/G®、T63E/E/G® | 545 | 545 |
| T6/E/G®、T6E/E/G® | 570 | 570 |

注：当设计考虑受压钢筋作用时，纵筋直径不应小于16mm且间距不应大于200mm；箍筋直径不应小于8mm、间距不应大于200mm且箍筋强度等级与纵筋一致；除边长大于600mm的柱外，箍筋肢距不应大于200mm。

【**条文说明**】 4.2.4 钢筋的强度设计值由强度标准值除以材料分项系数得到。在试验研究资料的基础上参考现行相关国家标准，对高强度钢筋适当提高安全储备，T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®高强钢筋材料分项系数取为1.15。

对于热处理/热轧带肋高强钢筋仅用作箍筋约束混凝土，不用作受剪、受扭和受冲切计算时，其钢筋强度不应受360N/mm2的限制。

东南大学完成的9根配置热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土柱偏心受压试验，长安大学完成的17根大偏心受压柱试验，河北工业大学完成的8根偏心受压柱试验，以及西安建筑科技大学完成的11根小偏心受压柱试验结果均表明，配置T63/E/G®、T63E/E/G®高强钢筋的偏心受压柱受压纵筋在试件中能够屈服。通过试验研究、理论分析和对相关已有成果的借鉴，T63/E/G®、T63E/E/G®高强钢筋的抗压强度设计值取值545MPa，T6/E/G®、T6E/E/G®高强钢筋的抗压强度设计值取值570MPa，与抗拉强度设计值相同。对于钢筋混凝土柱类构件，理想的轴压构件几乎不存在，理论上存在此类构件内力在外荷载变化过程中，在从偏压向轴压过渡的过程中，构件承载力可能存在突降，这对高强钢筋偏于不安全。因此为弥补可能的不安全因素，本规程要求当设计考虑受压钢筋作用时，纵筋直径不应小于16mm且间距不应大于200mm；箍筋直径不应小于8mm、间距不应大于200mm且箍筋强度等级与纵筋一致；除边长大于600mm的柱外，箍筋肢距不应大于200mm。通过限制纵筋直径、箍筋间距及肢距以提高构件的配筋率和对混凝土的约束影响，减小对构件承载力产生的不利影响。

4.2.5热处理/热轧带肋高强钢筋动荷载作用下强度设计值可按本规程表4.2.4规定的强度设计值乘以钢筋强度综合调整系数1.1后取用。

【**条文说明**】 4.2.5《人民防空地下室设计规范》GB 50038-2005第4.2.3条规定，动荷载作用下材料强度设计值等于静荷载作用下材料强度设计值乘以动荷载作用下材料强度综合调整系数。编制组针对热处理/热轧带肋高强钢筋及相关钢筋混凝土构件开展了钢筋动态力学性能试验，梁、板构件静、动载受弯性能试验，以及板构件抗接触爆炸性能试验，根据总参工程兵国防工程设计研究所出具的报告，T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®热处理/热轧带肋高强钢筋材料综合调整系数取1.1。

4.2.6 结构抗倒塌设计中的受力钢筋强度设计值可按本规程表4.2.3中的钢筋极限强度标准值取用。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，热处理/热轧带肋高强钢筋强度取本规程表4.2.3中的钢筋极限强度标准值。

【**条文说明**】 4.2.6《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第3.6.3条提出了结构防连续倒塌设计的材料强度取值，对热处理/热轧带肋高强钢筋的强度可充分利用。

4.2.7 当进行钢筋代换时，除应符合设计要求的构件承载力、最大力总延伸率、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。

【**条文说明**】 4.2.7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 配置热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的结构分析，应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010的相关规定。

5.0.2 配置热处理/热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土结构构件，其静力的承载能力极限状态计算及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 50010-2010的相关规定。

【**条文说明**】 5.0.1、5.0.2 编制组开展的大批量配置热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土梁、板、柱构件的力学性能试验研究和理论研究结果表明：配置热处理/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可遵照《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第5章、第6章和第11章执行，可使用符合现行国家标准的混凝土结构设计软件进行设计。注意尽量选用直径较细的热处理/热轧带肋高强钢筋，降低裂缝宽度不能满足要求的可能。

5.0.3 小偏心受压构件除应计算弯矩作用平面的受压承载力外，尚应按不考虑弯矩作用的轴心受压构件验算受压承载力。

【**条文说明**】 5.0.1本规程第4.2.4条规定，对偏心受压构件，钢筋的抗压强度设计值应取545N/mm2，对轴心受压构件，钢筋的抗压强度设计值应取400N/mm2。考虑到偏心受压构件和轴心受压构件对应的钢筋抗压强度取值存在上述差异，为防止偏心受压构件在外荷载变化过程中，其受力状态从偏压过渡为轴压，构件承载力可能存在的突降情况，因此要求在设计时，小偏心受压构件除应按小偏心受压理论计算其承载力外，还应不考虑弯矩作用验算轴心受压承载力。对于大偏心受压构件，不要求作此验算。

5.0.4 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 配置热处理/热轧带肋高强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，钢筋应符合本规程4.2.3条的要求，并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。钢筋混凝土板的负弯矩调幅幅度不宜大于20%。

【**条文说明**】 5.0.4《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第5.4节关于塑性内力重分布的相关要求本规程遵照执行。

5.0.5 钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度可按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的效应计算**，**最大裂缝宽度应符合下式规定：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.0.5） |
| 式中：  | ——按荷载的准永久组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度，按本规程5.0.5条计算； |
|  | ——最大裂缝宽度限值，按本规程第3.0.9条采用。 |

【**条文说明**】 5.0.5 本条具体给出了对钢筋混凝土构件裂缝宽度的验算要求。

5.0.6 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中，按荷载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：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.0.5-1） |
|  |  | （5.0.5-2） |
|  |  | （5.0.5-3） |
|  |  | （5.0.5-4） |
| 式中： | ——构件受力特征系数，按表5.0.6采用； |
|  | ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；当<0.2时，取*=*0.2；当>1.0时，取*=*1.0；对直接承受重复荷载的构件，取*=*1.0； |
|  | ——按荷载准永久组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉钢筋应力（N/mm2）； |
|  | ——钢筋的弹性模量（N/mm2）； |
|  | ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离（mm）；当<20时*，*取=20mm；当>65mm时，取=65mm； |
|  | ——受拉区纵向钢筋的等效直径（mm）； |
|  | ——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率，时，取； |
|  | ——受拉区纵向钢筋截面面积（mm2）； |
|  | ——受拉区第*i*种纵向钢筋的公称直径（mm）； |
|  | ——受拉区第*i*种纵向钢筋的根数； |
|  | ——受拉区第*i*种纵向钢筋的相对粘结特性系数，带肋钢筋取1.0，对环氧脂涂层带肋钢筋，其相对粘结特性系数取0.8； |
|  | ——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，此处、为受拉翼缘的宽度、高度。 |

注：1 对承受吊车荷载但不需做疲劳验算的受弯构件，可将计算求得的最大裂缝宽度乘以系数0.85；

2 对按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010配置表层钢筋网片的梁，按公式（5.0.5-1）计算的最大裂缝宽度可适当折减，折减系数可取0.7；

3 对的偏心受压构件，可不验算裂缝宽度。

4 对于二a环境下的地下室底板，其最大裂缝宽度计算值可适当折减、折减系数可取0.7。

**表5.0.6 构件受力特征系数**

|  |  |
| --- | --- |
| 类型 | 钢筋混凝土构件 |
| 受弯、偏心受压 | 1.9 |
| 偏心受拉 | 2.4 |
| 轴心受拉 | 2.7 |

【**条文说明**】 5.0.6东南大学完成的19根及河北工业大学完成的7根配置热处理/热轧带肋高强钢筋的梁构件受弯性能试验结果表明，配置T63/E/G®、T63E/E/G®高强钢筋的混凝土构件最大裂缝宽度仍满足《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第3.4.5条规定；构件最大裂缝宽度的基本计算公式可遵循《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第7.1.2条规定。

《高层建筑结构概念设计》(高立人、方鄂华、钱家茹编著，中国计划出版社，2005)一书收集了国内外多个工程实测资料，显示测得的筏(或底)板钢筋应力一般都在20~30N/mm2，个别内力较大的工程也几乎没有超过70N/mm2。

对处于二a类环境下的地下室底板，迎水面混凝土保护层厚度较大，对裂缝控制可略为放松，这里通过裂缝宽度计算作适当折减。可从两个方面考虑裂缝宽度计算值的折减：考虑薄膜或拱作用，在计算裂缝宽度时降低支座及跨中弯矩（可根据不同情况取 1.0~0.8）；基础底板钢筋混凝土混凝土保护层厚度较大引起的裂缝宽度计算值可适当折减。综合考虑上述两方面的因素，建议折减系数可取0.7。

5.0.7 计算配置热处理/热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土受弯构件最大裂缝宽度时，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、柱交接处及梁、板交接处的计算弯矩；现浇梁板可考虑梁有效翼缘宽度范围内的板及梁同方向的板筋参与梁支座截面的裂缝宽度计算。

【**条文说明**】 5.0.7 裂缝宽度限值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合理地弯矩取值的建议，设计人员可以根据具体情况采用。梁的有效翼缘宽度按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第5.2.4条规定确定。

5.0.8 配置热处理/热轧带肋高强钢筋的钢筋混凝土受弯构件在正常使用极限状态下的挠度，可按照结构力学方法计算，且不应超过本规程表3.0.8规定的限值。在等截面构件中，可假定各同号弯矩区段内的刚度相等，并取用该区段内最大弯矩处的刚度。当计算跨度内的支座截面刚度不大于跨中截面刚度的2倍或不小于跨中截面刚度的1/2时，该跨也可按等刚度构件进行计算，其构件刚度可取跨中最大弯矩截面的刚度。

5.0.9 矩形、T形、倒T形和I形截面受弯构件考虑荷载长期作用影响的刚度*B*可按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.0.9） |
| 式中：*B*s | ——按准永久组合计算的钢筋混凝土受弯构件的短期刚度，按本规程第5.0.9条的公式计算； |
| *θ* | ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数，当时，取*θ*=2.0；当时，取*θ*=1.6；当为中间数值时，*θ*按线性内插法取用。此处，，。对翼缘位于受拉区的倒 T 形截面，*θ*应增加20%。 |

5.0.10 按裂缝控制等级要求的荷载组合作用下，钢筋混凝土受弯构件的短期刚度*B*s，可按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.0.10） |
| 式中： | ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数，按本规程第5.0.6条确定； |
|  | ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值，即*E*s/*E*c； |
|  | ——纵向受力钢筋配筋率：对钢筋混凝土受弯构件，取为*A*s/(*bh*0)； |
|  | ——受拉翼缘截面面积与腹板有效截面面积的比值。 |

【**条文说明**】 5.0.8~5.0.10东南大学完成的19根及河北工业大学完成的7根配置热处理/热轧带肋高强钢筋的梁构件受弯性能试验结果表明，配置T63/E/G®、T63E/E/G®高强钢筋的混凝土构件挠度及最大裂缝宽度仍满足《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第3.4.3、3.4.5条规定；配置热处理/热轧带肋高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的挠度验算可按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第7.2.2、7.2.3条规定进行。

5.0.11 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应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.0.11-1） |
|  |  |  （5.0.11-2） |
| 式中： | ——相对界限受压区高度，取； |
|  | ——界限受压区高度； |
|  | ——截面有效高度：纵向受拉钢筋合力点至截面受压边缘的距离； |
|  | ——钢筋弹性模量，按本规程表4.2.3采用； |
|  | ——非均匀受压时的混凝土极限压应变，当按公式（5.0.11-2）计算的值大于0.0033时，取为0.0033； |
|   | ——混凝土立方体抗压强度标准值，《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第4.1.1条确定； |
|  | ——系数，当混凝土强度等级不超过C50时，取为0.80，当混凝土强度等级为C80时，取为0.74，其间按线性内插法确定。 |

|  |
| --- |
| 注：当截面受拉区内配置有不同种类的钢筋时，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。 |

5.0.12 纵向钢筋应力应按下列规定确定：

1 纵向钢筋应力宜按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.0.12-1） |

2 纵向钢筋应力也可按下近似公式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.0.12-2） |

3 按公式（5.0.12-1）和公式（5.0.12-2）计算的纵向钢筋应力不应超过钢筋抗拉、抗压强度设计值。

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——第*i*层纵向钢筋截面重心至截面受压边缘的距离； |
|  | ——等效矩形应力图形的混凝土受压区高度； |
|  | ——第*i*层纵向钢筋的应力，正值代表拉应力，负值代表压应力。 |

【**条文说明**】 5.0.11~5.0.12 配置热处理/热轧带肋高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的相对界限受压区高度及纵向钢筋应力均按照《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第6.2节的相关规定计算。长安大学完成的17根配置热处理/热轧带肋高强钢筋的柱构件大偏心受压试验及16根梁构件斜截面受剪试验结果均表明，混凝土应变沿截面高度近似线性变化，仍满足平截面假定。

# 6 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 混凝土保护层的最小厚度c（mm）**

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

注：钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，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 当梁、柱、墙中纵向受力钢筋的保护层厚度大于50mm时，宜对保护层采取有效地构造措施。当在保护层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时，网片钢筋的保护层厚度不应小于25mm。

【**条文说明**】 6.1.1~6.1.2 长安大学完成的63个梁式粘结锚固试验及93个拉式粘结锚固试验，河北工业大学完成的132个和江西省建筑材料工业科学研究设计院完成的405个拉式粘结锚固试验结果均表明： T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®高强钢筋可应用于工程中，对混凝土保护层厚度的相关规定仍沿用《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第8.2节的相关要求。

## 6.2 钢筋的锚固

6.2.1 配置于混凝土结构中的热处理/热轧带肋高强钢筋，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式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.1-1） |
| 式中： | ——受拉钢筋的基本锚固长度（mm）； |
|  | ——钢筋的抗拉强度设计值（N/mm2）； |
|  | ——混凝土轴心抗拉强度设计值（N/mm2），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； |
|  | ——锚固钢筋的直径（mm）。 |

2 受拉钢筋的锚固长度应根据锚固条件按下式计算，且不应小于200mm；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.1-2） |
| 式中： | ——受拉钢筋的锚固长度（mm）； |
|  | ——锚固长度修正系数，按本规程6.2.2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。 |

梁柱节点中纵向受拉钢筋的锚固要求应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第9.3节的相关规定，配置T63高强钢筋的受拉钢筋基本锚固长度应符合表6.2.1的规定。

**表6.2.1 受拉钢筋基本锚固长度*l*ab、*l*abE**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢筋种类  | 抗震等级 | 混凝土强度等级 |
| C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | ≥C60 |
| T63/E/G®T63E/E/G® | 一、二级 | 61*d* | 56*d* | 52*d* | 49*d* | 46*d* | 45*d* | 43*d* |
| 三级 | 56*d* | 52*d* | 47*d* | 45*d* | 42*d* | 41*d* | 39*d* |
| 四级、非抗震 | 53*d* | 49*d* | 45*d* | 42*d* | 40*d* | 39*d* | 37*d* |
| T6/E/G®T6E/E/G® | 一、二级 | 65*d* | 58*d* | 54*d* | 51*d* | 49*d* | 47*d* | 45*d* |
| 三级 | 59*d* | 53*d* | 49*d* | 47*d* | 44*d* | 43*d* | 41*d* |
| 四级、非抗震 | 56*d* | 51*d* | 47*d* | 44*d* | 42*d* | 41*d* | 39*d* |

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*，且不应大于100mm，此处*d*为锚固钢筋的直径。

【**条文说明**】 6.2.1 我国钢筋强度的不断提高，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 50010-2010第8.3.1条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*f*y及混凝土抗拉强度*f*t，并与锚固钢筋的直径和外形有关。

长安大学完成的63个梁式粘结锚固试验及93个拉式粘结锚固试验，河北工业大学完成的132个和江西省建筑材料工业科学研究设计院完成的405个拉式粘结锚固试验结果均表明，本规程附录A所要求的热处理/热轧带肋高强钢筋与混凝土的粘结锚固破坏机理和普通钢筋相比没有显著性差异，粘结强度略高于普通钢筋，其基本锚固长度*l*ab、锚固长度*l*a同《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010第8.3节的规定。

6.2.2 纵向受拉钢筋的锚固长度修正系数应按下列规定选用：

1 钢筋的公称直径大于25mm时取1.10；

2 环氧树脂涂层带肋钢筋取1.25；

3 施工过程中易受扰动的钢筋取1.10；

4 当纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时，修正系数取设计计算面积与实际配筋面积的比值，但对有抗震设防要求及直接承受动力荷载的结构构件，不应考虑此项修正。

5 锚固钢筋的保护层厚度为3*d*时修正系数可取0.80，保护层厚度为5*d*时修正系数可取0.70，中间按内插取值，此处*d*为锚固钢筋的直径。

【**条文说明**】 6.2.2 热处理/热轧带肋高强钢筋锚固长度修正系数同《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第8.3.2条的规定。

6.2.3 当纵向受拉高强钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施时，包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度（投影长度）可取基本锚固长度的60%。弯钩和机械锚固的形式（图6.2.3）、技术要求及适用钢筋应符合表6.2.3的规定。

**表6.2.3 钢筋弯钩和机械锚固的形式和技术要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 锚固形式 | 技术要求 |
| 90°弯钩 | 末端90°弯钩，当钢筋直径为28mm以下时弯钩内径不应小于6*d*，当钢筋直径为28mm及以上时弯钩内径不应小于7*d*，弯后直段长度12*d* |
| 135°弯钩 | 末端135°弯钩，当钢筋直径为28mm以下时弯钩内径不应小于6*d*，当钢筋直径为28mm及以上时弯钩内径不应小于7*d*，弯后直段长度5*d* |
| 一侧贴焊锚筋 | 末端一侧贴焊长5*d*同直径钢筋 |
| 两侧贴焊锚筋 | 末端两侧贴焊长3*d*同直径钢筋 |
| 焊端锚板 | 末端与厚度*d*的锚板穿孔塞焊 |
| 螺栓锚头 | 末端旋入螺栓锚头 |

注：1 焊缝和螺纹长度应满足承载力要求；

2 螺栓锚头和焊接锚板的承压净面积不应小于锚固钢筋截面积的4倍；

3 螺栓锚头的规格应符合相关标准的要求；

4 螺栓锚头和焊接锚板的钢筋净间距不宜小于4*d*，否则应考虑群锚效应的不利影响；

5 截面角部的弯钩和一侧贴焊钢筋的布筋方向宜向截面内侧偏置。

**

**图6.2.3 弯钩和机械锚固的形式和技术要求**

【**条文说明**】 6.2.3本规程沿用了《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第8.3.3条对钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施的相关规定，同时依据弯曲试验结果，图6.2.3（a）和（b）中弯钩的内径较普通钢筋有所增大。

6.2.4 配制于混凝土结构中的热处理/热轧带肋高强钢筋，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规程第6.2.1条的有关规定。

【**条文说明**】 6.2.4 柱及桁架上弦等构件中的受压钢筋也存在着锚固问题。《混凝土结构设计规》GB 50010-2010第8.3.4条及条文说明对受压钢筋的锚固长度也作出规定，本规程遵照执行。

## 6.3 钢筋的连接

6.3.1 热处理/热轧带肋高强钢筋连接宜采用机械连接，也可采用绑扎搭接或焊接。热处理/热轧带肋高强钢筋焊接宜用于直径不小于16mm的受力钢筋的连接。轴心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20mm，受压钢筋直径不宜大于22mm。

【**条文说明**】6.3.1热处理/热轧带肋高强钢筋是微合金碳钢，不同于普通钢筋（普通碳钢）的金相组织，焊接需保证钢筋的金相组织不遭到破坏。同时针对高强钢筋绑扎搭接的应用范围及直径限值有所加严。对于高强钢筋当采用绑扎连接时造成浪费较大，宜优先采用机械连接。

6.3.2 热处理/热轧带肋高强钢筋的焊接接头试验应按《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ 27-2014规定执行，焊接方法及焊接质量应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012中相关规定。

6.3.3 纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度，应根据位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率按下列公式计算，且不应小于300mm。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.3.4） |
| 式中：——纵向受拉钢筋的搭接长度（mm）； |
| ——纵向受拉钢筋搭接长度修正系数，按表6.3.3取用。当纵向搭接钢筋接头百分率为表的中间值时，修正系数可按内插取值。 |

**表6.3.3 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数**

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

【**条文说明**】 6.3.3本规程沿用了《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第8.4.4条~~中~~对纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度的相关规定。

6.3.4 构件中的纵向受压钢筋当采用搭接连接时，其受压搭接长度不应小于本规程第6.3.3条纵向受拉钢筋搭接长度的70%，且不应小于200mm。

6.3.5 机械连接宜用于直径不小于14mm的受力钢筋的连接。纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。当纵向受拉钢筋采用机械连接时，接头性能应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107-2016第3章及《混凝土结构通用规范》GB55008-2021第3.3节的相关规定；接头面积百分率应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107-2016第4章的相关规定。连接件的混凝土保护层厚度宜符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010的规定，且不应小于0.75倍钢筋最小保护层厚度和15mm的较大值。必要时当构件处于中腐蚀性环境，且连接件的混凝土保护层厚度不大于20mm时，宜对连接件采取防锈措施；当构件处于强腐蚀性环境，且连接件的混凝土保护层厚度不大于20mm时，应对连接件采取防锈措施。

【**条文说明**】 6.3.5 本规程沿用了《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107-2016中对钢筋采用机械连接的相关规定。热处理/热轧带肋高强钢筋的强度较高，连接件的可靠性显得尤为重要，因此条文中对连接件的采取防锈措施的情形作了具体规定。

## 6.4 纵向受力钢筋的最小配筋率

6.4.1 钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的最小配筋率不应小于表6.4.1规定的数值。

|  |
| --- |
| **表6.4.1 纵向受力钢筋的最小配筋率（%）** |
| 受力类型 | 最小配筋率 |
| 受压构件 | 全部纵向钢筋 | 0.50 |
| 一侧纵向钢筋 | 0.20 |
| 受弯构件、偏心受拉、轴心受拉构件一侧的受拉钢筋 | 0.20和45中的较大值 |

注：1 受压构件全部纵向钢筋最小配筋率，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 板类受弯构件（不包括悬臂梁、板）的受拉钢筋，其最小配筋率应允许采用0.15和45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一边布置的纵向钢筋。

【**条文说明**】 6.4.1《混凝土结构通用规范》GB55008-2021第4.4.6条对受拉钢筋最小配筋率的规定属强制性条文，本规程遵照执行。

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

【**条文说明**】 6.4.2 卧置于地基上的钢筋混凝土厚板，其配筋量多由最小配筋率控制。根据实际受力情况，最小配筋率可适当降低，但规定了最低限值0.15%。

6.4.3 对结构中次要的钢筋混凝土受弯构件，当构造所需截面高度远大于承载的需求时，其纵向受拉钢筋的配筋率可按下列公式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.4.3-1） |
|  |  | （6.4.3-2） |
| 式中： ——构件按全截面计算的纵向受拉钢筋的配筋率； |
| ——纵向受力钢筋的最小配筋率，按本规程第6.4.1条取用； |
| ——构件截面的临界高度，当小于*h*/2时取*h*/2； |
| ——构件截面的高度； |
| ——构件截面的宽度； |
| ——弯矩设计值。 |

【**条文说明**】 6.4.3本规程沿用了《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第8.5.3条中对结构中次要的钢筋混凝土受弯构件，当构造所需截面高度远大于承载的需求时，其纵向受拉钢筋的配筋率的相关要求。

# 7 抗震设计

7.0.1 除本规程规定外，抗震设防的热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土结构尚应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010、《混凝土结构通用规范》GB 55008 GB55008-2021、《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010及《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021的一般规定。

7.0.2 混凝土结构构件的纵向受力钢筋的锚固和连接除应符合本规程第6.2节和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*l*aE应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （7.1.2-1） |
| 式中：——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； |
| ——纵向受拉钢筋的锚固长度，按本规程第6.2.1条确定。 |

2 当采用搭接连接时，纵向受拉钢筋的抗震搭接长度*l*lE应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （7.1.2-2） |
| 式中：——纵向受拉钢筋抗震搭接长度修正系数，按本规程第6.3.4条确定。 |

3 框架梁和框架柱的纵向受力钢筋在框架节点区的锚固和搭接应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第11.6.7条的相关规定。

【**条文说明**】 7.0.2本规程沿用了《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第11.1.7条对纵向受力钢筋连接和锚固的规定。

7.0.3 抗震设计所采用的钢筋强度标准值、设计值和弹性模量应符合本规程第4.2节相应的规定。

7.0.4对按一、二、三级抗震等级设计的房屋建筑框架和斜撑构件，其纵向受力热处理/热轧带肋高强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**】 7.0.4 本规程沿用了《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第3.2.3条对纵向受力钢筋的规定。

7.0.5 混凝土框架梁纵向受力热处理/热轧带肋高强钢筋配筋应符合下列规定：

1 纵向受拉钢筋的最小配筋率不应小于表7.0.5规定的数值；

|  |
| --- |
| **表7.0.5 纵向受力钢筋的最小配筋率（%）** |
| 抗震等级 | 位置 |
| 支座（取较大值） | 跨中（取较小值） |
| 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梁端载面的底面和顶面纵向钢筋截面面积的比值，除按计算确定外，一级不应小于0.5，二级、三级不应小于0.3。

【**条文说明**】 7.0.5 本规程沿用了《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第4.4.8条对纵向受力钢筋配筋的规定。

7.0.6 混凝土柱纵向受力热处理/热轧带肋高强钢筋配筋应符合下列规定：

1 柱全部纵向普通钢筋的配筋率不应小于表7.0.6的规定，且柱截面每一侧纵向普通钢筋配筋率不应小于0.20%；当柱的混凝土强度等级为C60以上时，应按表中规定值增加0.05%采用。

|  |
| --- |
| **表7.0.6 纵向受力钢筋的最小配筋率（%）** |
| 柱类型 | 位置 |
| 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 中柱、边柱 | 1.00（1.10） | 0.80（0.90） | 0.70（0.80） | 0.60（0.70） |
| 角柱、框支柱 | 1.20 | 1.00 | 0.90 | 0.80 |

【**条文说明**】 7.0.6 本规程沿用了《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第4.4.9条对纵向受力钢筋配筋的规定。

7.0.6 采用热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构，框支梁、框支柱以及一级抗震等级的框架梁、柱及节点，其他各类结构构件，混凝土强度等级不应低于C30；剪力墙不宜超过C60；其他构件抗震设防烈度9度时不宜超过C60，抗震设防烈度8度时不宜超过C70。

# 8 施工及质量验收

## 8.1 施工措施

8.1.1 热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构工程施工除应符合本标准要求外，还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。

8.1.2 钢筋牌号和规格应按设计文件的规定采用。当需以不同强度等级的钢筋代换时，应经设计单位同意，并应办理设计变更文件。

【**条文说明**】8.1.2 钢筋代换不是简单的“强度等效”，钢筋的代换应符合本标准第3.0.7条的规定。

8.1.3 热处理/热轧带肋高强钢筋应符合本规程附录A的相关规定。钢筋的公称直径、公称横截面面积、理论重量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 1499.2的规定。

8.1.4 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，应满足本标准第4章相关材料要求。

8.1.5 钢筋进场时应按批次抽样进行外观质量检查和物理力学性能复试检验，初次进场应满足本规程规定附录A要求的文件资料。每捆钢筋均应有料牌标识和质量证明文件，钢筋应无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈，外观质量不合格的不得使用。

8.1.6 施工过程中应采取防止钢筋混淆规格、锈蚀或损伤的措施。

8.1.7 施工中发现钢筋脆断或力学性能显著不正常等现象时，应禁止使用该批钢筋。

8.1.8 当纵向受拉钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施时，应符合本规程第6.2.3条的规定。

8.1.9 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10d （d为钢筋的公称直径）。

同一跨度或同一层高内的同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。

框架柱、梁，不宜在端部的箍筋加密区内设置纵向钢筋接头。

【**条文说明**】 8.1.9 为保证钢筋的承载和传力性能，本条对钢筋的接头进行了相关规定。相关规定沿用《混凝土结构施工规范》GB 50666第5.4.1条。

8.1.10 受力钢筋的机械连接应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定进行钢筋连接施工。采用钢筋锚固板锚固时，应按现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定施工。

【**条文说明**】 8.1.10 受力钢筋的机械连接、钢筋锚固板必须按要求施工，并加强对机械连接、钢筋锚固板施工的管理和质量控制。

8.1.11 热处理/热轧带肋高强钢筋焊接前应制定焊接工艺并进行验证，焊接施工应符合下列规定：

1 钢筋焊接前应进行现场条件下的焊接工艺试验，合格后方可进行焊接；当直径发生变化时，应重新进行试验。工艺试验使用的材料、设备、辅助材料及作业条件应与实际施工一致；

2 焊条及焊剂选择、焊接操作及质量要求应符合现《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

【**条文说明**】 8.1.11 条文解释同6.3.1~6.3.2条。

## 8.2 钢筋加工

8.2.1 钢筋应有出厂质量证明书或检验报告单，钢筋表面或每捆（盘）钢筋均应有标志，并确认为订货钢筋的牌号。

【**条文说明**】 8.2.1 确认钢筋的牌号，防止供货时混料错批或混入其它品种钢筋。

8.2.2 钢筋进场时，应抽取试件（批次）做屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合本规程及国家现行相关标准的规定。

【**条文说明**】 8.2.2为积极、稳妥地使用热处理/热轧带肋高强钢筋，当该材料应用出现质量异议时，可报该项目所在地的建设工程质量监督站或上级建设工程质量监督（总）站，按本规程的规定进行现场封样检查，并进行金相组织、连接性能等指标检测及其型式试验检查等。

8.2.3 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《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的要求进行施工现场抽样检验，合格后方可用于工程。

【**条文说明**】 8.2.3 对钢筋的机械连接的检验要求，强调在检验合格的条件下方可使用。

8.2.4 热处理/热轧带肋高强钢筋加工宜采用专业化生产的成型钢筋，并宜集中加工、配送。宜采用不具有延伸功能的机械设备进行调直。钢筋调直过程中不应损伤带肋钢筋的横肋。调直后的钢筋应平直，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**】8.2.4成型钢筋的应用可以减少钢筋的损耗且有利于控制质量，同时可缩短钢筋现场存放的时间，有利于钢筋的保护。成型钢筋的专业化生产应采用自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折，其性能应符合现行行业标准《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366的有关规定。为避免通过钢筋冷拉提高强度或增加长度以达到盈利目的错误做法，防止钢筋冷拉变脆，保证钢筋应有的延性，规定了钢筋调直应采用机械方法，不得采用冷拉调直方法。

8.2.5 高强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 时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的7倍；

3 箍筋弯折处弧内直径尚不应小于纵向受力钢筋的直径。

8.2.6 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，应偏向内侧布置弯钩方向；

2 锚板和锚头的承压面积不应小于锚筋截面面积的4倍；

3 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；

4 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；

5 钢筋锚固采用钢筋锚固板时，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。

8.2.7 为确保混凝土结构用热处理/热轧带肋高强钢筋的质量，正确评价配置热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构和构件的性能，应采用《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152-2012中规定的试验方法进行相关的实验室试验。

实验室试验结果应符合相关国家强制性标准的要求，并经批准标准的建设行政主管部门或其上级有关主管部门审定后，方可使用，以保证高强钢筋在工程结构中的安全应用。

【**条文说明**】 8.2.7 钢筋混凝土结构涉及钢筋和混凝土两种主材，结构和构件的性能不仅受单一主材自身性能的影响，亦受异质材料界面性能和异质材料协同工作性能的控制。通过对单一主材技术参数指标的要求难以保证钢筋混凝土结构和构件的质量安全。因此，要求按照相关试验方法标准对配置热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构和构件进行实验室试验研究，正确评估热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土结构的受力性能，并据此判断T63高强钢筋产品是否满足相关国家标准的设计要求和技术参数。

8.2.8 应对配置热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构进行原位加载试验，原位加载试验结果应满足相关国家强制性标准的要求，并经批准标准的建设行政主管部门或其上级有关主管部门审定。

【**条文说明**】 8.2.8 实验室试验受场地、加载条件等诸多因素限制，多针对单一构件开展研究，难以完全暴露实际工程中可能存在的安全隐患。因此，要求按照实际工程建设条件，开展足尺原位加载试验研究的要求，模拟热处理/热轧带肋高强钢筋混凝土结构在实际服役状态下的钢筋应力、构件挠度、裂缝开展情况。该项试验要求既是对实验室实验的必要补充，也是对热处理/热轧带肋高强钢筋应用于混凝土结构和构件安全性的有力保障。

8.2.9 人防工程采用热处理/热轧带肋高强钢筋应进行人防工程应用研究，并获取国家人防主管部门出具的可应用于人防工程中的鉴定证书。

【**条文说明**】 8.2.9 热处理/热轧带肋高强钢筋需通过动载试验确定其动力强度综合调整系数，验证热处理/热轧带肋高强是否满足人防工程应用要求。

## 8.3 钢筋连接和安装

8.3.1 热处理/热轧带肋高强钢筋宜采用直螺纹套筒机械连接，并应符合下列规定：

1 加工钢筋连接接头的操作人员应经专业培训合格后上岗，钢筋接头的加工应经工艺检验合格后方可进行；

2 进行连接施工前应进行工艺检验，并应提供钢筋连接接头的有效型式检验报告；

3 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合6.1.1条的规定，宜不小于受力钢筋的保护层最小厚度，且不应小于受力钢筋的保护层最小厚度的0.75倍和15mm 的较大值；接头之间的横向净间距不宜小于25mm；

4 直螺纹接头的钢筋丝头宜满足6f 级精度要求(6f 级精度要求可参考现行国家标准《普通螺纹 公差》GB/T 197中的相关要规定)，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3P(P为螺距)；

5 受力钢筋机械连接套筒材料及质量要求等应符合现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107和《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的有关规定。

【**条文说明**】 钢筋接头连接会削弱钢筋传力和构件的结构性能，因此对接头的施工提出要求。钢筋连接方式由设计确定，应考虑施工现场的各种条件。如设计要求的连接方式因施工条件需要改变时应办理变更文件。如设计没有规定，可由施工单位根据相关标准的规定和施工现场条件与设计单位协商确定。

8.3.2 施工现场螺纹连接锚固板钢筋丝头加工应符合下列规定：

1 加工钢筋丝头的操作工人应经专业技术人员培训合格后方能上岗；

2 钢筋丝头的加工应在现场锚固板钢筋工艺检验合格后方可进行；

3 钢筋端面应平整，端部不得弯曲；

4 钢筋丝头应满足产品设计要求，丝头长度不宜小于锚固板厚度，长度公差宜为+1.0p(p为螺距)；

5 钢筋丝头宜满足6f级精度要求，应用专用螺纹量规检验；

6 丝头加工时应使用水性润滑液，不得使用油性润滑液。

8.3.3 结构构件交接处的钢筋位置应符合设计要求。框架节点处梁纵向受力钢筋宜放在柱纵向钢筋的内侧；当主次梁底部标高相同时，次梁下部钢筋应放在主梁下部钢筋之上；剪力墙中水平钢筋宜放在外侧，并宜在墙边弯折锚固。

## 8.4 材料质量验收

8.4.1 采用热处理/热轧带肋高强钢筋的混凝土结构的钢筋分项工程的质量验收，应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134中的相关规定。

8.4.2 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《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204中5.2.2条有关规定。

8.4.3 装配式结构采用的钢筋和预应力钢筋的各项指标应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010中的相关规定。

## 8.5 加工质量验收

8.5.1 热处理/热轧带肋高强钢筋弯折的弯弧内直径应符合表8.5.1的规定。按表8.5.1规定的弯弧内直径弯曲180°后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

**表8.5.1 热处理/热轧带肋高强钢筋弯折的弯弧内直径**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌号 | 钢筋公称直径*d* （mm） | 弯弧内直径 *D* |
| T63/E/G®、T63E/E/G®T6/E/G®、T6E/E/G® | 6～25 | 6*d* |
| 28～32 | 7*d* |

8.5.2 热处理/热轧带肋高强钢筋钢筋盘卷（6mm和8mm规格）调直后应进行力学性能和重量偏差检验，其强度应符合国家现行有关标准的规定，其断后伸长率、重量偏差应符合表8.5.2 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 重量偏差应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （8.5.2） |
| 式中：——重量偏差（%）； |
| *W*d——3个调直钢筋试件的实际重量之和（kg）； |
| *W*0——钢筋理论重量（kg），取每米理论重量（kg/m）与3个调直钢筋试件长度之和（m）的乘积。 |

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.

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验。

检查数量：同一设备加工的同一牌号、同一规格的调直钢筋，重量不大于30t为一批，每批见证抽取3个试件。

检验方法：检查抽样检验报告。

**表8.5.2 盘卷钢筋调直后的断后伸长率、重量偏差要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢筋牌号 | 断后伸长率*A*(%) | 重量偏差（%） |
| 直径6mm～12mm | 直径14mm～20mm | 直径22mm～32mm |
| T63/E/G®、T63E/E/G®T6/E/G®、T6E/E/G® | ≥15 | ≥-8 | ≥-6 | ≥-5 |

注：1.断后伸长率A的量测标距为5倍钢筋公称直径；

2.热处理/热轧带肋高强钢筋技术要求应符合《混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2中的相关规定。对直径为28mm～32mm的带肋钢筋，表中断后伸长率A可降低1%。

8.5.3 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8.5.3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8.5.3 钢筋加工允许偏差**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 |
| 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 |

8.5.4采用螺纹接头时，螺纹接头应检验拧紧扭矩值，拧紧扭矩值应符合表8.5.4的规定，检验结果应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107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》JGJ107的规定确定。

检验方法：采用专用扭力扳手或专业量规检查。

**表8.5.4 热处理/热轧带肋高强钢筋直螺纹接头安装时的最小拧紧扭矩值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢筋直径（mm） | 16mm | 18~20 | 22~25 | 28~32 |
| 扭紧扭矩（N·m） | 100 | 200 | 260 | 320 |

8.5.5 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。

8.5.6 钢筋安装位置的偏差及检验方法应符合表8.5.6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8.5.6中数值的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8.5.6 钢筋安装位置和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 | 钢尺量连续3档，取最大偏差值 |
| 网眼尺寸 | ±20 | 尺量 |
| 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 | 钢尺量连续3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 | 塞尺尺量 |

# 附录A 混凝土结构用热处理/热轧带肋高强钢筋技术要求

## **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 钢筋的牌号、化学成分和碳当量（熔炼分析）应符合A.1.1的规定。根据需要，钢种还可加入V、Nb等元素。

**表A.1.1 钢筋的化学成分和碳当量限值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌 号 | 化学成分%（质量分数） | 碳当量Ceq% |
| C | Si | Mn | P | S |
| 不大于 |
| T63/E/G@、T63/E/G@ | 0.28 | 0.80 | 1.60 | 0.035 | 0.035 | 0.58 |
| T6/E/G@、T6E/E/G@ |

注：T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®是适合的市售产品的多个实例。给出这一信息是为了方便本规程使用者，并不表示对这些产品的认可。

2 碳当量Ceq（百分比）值可按下式计算：

3 钢中铜的残余含量不应大于0.30%，其总量不大于0.60%。经需方同意，铜的残余含量可不大于0.35%。

4 钢的氮含量应不大于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 222-2006的规定。碳当量Ceq的允许偏差为+0.03%。

A.1.2 钢筋的力学性能应满足下列要求：

交货状态的力学性能应符合表A.1.2的规定。

**表A.1.2 交货状态的钢筋力学性能特征值**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌 号 | *R*eL（MPa） | *R*m（MPa） | *A*（%） | *A*gt（%） |  |  |
| 不小于 | 不大于 |
| T63/E/G@ | 630 | 790 | 15 | 7.5 | — | — |
| T63E/E/G@ | 9.0 | 1.25 | 1.30 |
| T6/E/G@ | 660 | 820 | 7.5 | — | — |
| T6E/E/G@ | 9.0 | 1.25 | 1.30 |

注：1. *A*为《钢筋混凝土用钢 第二部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018中钢筋的断后伸长率；*A*gt为《钢筋混凝土用钢 第二部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018中钢筋的最大力总延伸率，即本规程中钢筋的最大力总延伸率*δ*gt；为钢筋实测抗拉强度；为钢筋实测屈服强度。

2. T63/E/G®、T63E/E/G®、T6/E/G®、T6E/E/G®是适合的市售产品的多个实例。给出这一信息是为了方便本规程使用者，并不表示对这些产品的认可。

A.1.3 工艺性能应满足下列要求：

1 弯曲性能应符合表A.1.3的规定。按表A.1.3规定的弯曲压头直径弯曲180o后，钢筋弯曲部位表面不得产生裂纹。

2 反向弯曲性能应满足下列要求：

a） 根据需方要求，钢筋可进行反向弯曲性能试验；

b） 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直径；

c） 反向弯曲试验：先正向弯曲90o后再反向弯曲20o。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 钢筋的弯曲性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌 号 | 公称直径（mm） | 弯芯直径 |
| T63/E/G@、T63E/E/G@T6E/E/G@、T6/E/G@ | 6~25 | 6*d* |
| 28~32 | 7*d* |

A.1.4 钢筋的机械连接的质量检验与验收应符合相关行业标准的规定。

**1** 公称直径不小于16mm的受力钢筋机械连接推荐采用剥肋滚丝直螺纹套筒连接。

**2** 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Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级三个等级。

**3** Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级钢筋机械连接接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环，且在经历拉压循环后，其实测极限抗拉强度应符合表A.1.4的规定。

**表A.1.4 接头的实测极限抗拉强度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 接头等级 | Ⅰ级 | Ⅱ级 | Ⅲ级 |
| 接头实测极限抗拉强度 | 钢筋拉断；或连接破坏 |  |  |

注：1 表中为钢筋极限抗拉强度标准值，为钢筋屈服强度标准值；

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

**4** Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级钢筋机械连接接头变形性能应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107-2016的相关规定。

A.1.5 钢筋外形如图A.1.5所示，尺寸、重量、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 1499.2-2018的规定，外形应符合表A.1.5的规定。

**表A.1.5 热处理/热轧带肋高强钢筋外形**  单位：mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径*d* | 内径*d*l | 横肋高*h* | 纵肋高*h*l(不大于） | 横肋宽*b* | 纵肋宽*a* | 间距*l* | 横肋末端最大间隙（公称周长的10%弦长） |
| 公称尺寸 | 允许偏差 | 公称尺寸 | 允许偏差 | 公称尺寸 | 允许偏差 |
| 6 | 5.8  | ±0.3 | 0.6 | ±0.3 | 0.8 | 0.4 | 1.0 | 6.0 | ±0.5 | 1.8 |
| 8 | 7.7  | ±0.4 | 0.8 | +0.4-0.3 | 1.1 | 0.5 | 1.5 | 8.3 | 2.5 |
| 10 | 9.6  | 1.0 | ±0.4 | 1.3 | 0.6 | 1.5 | 10.5 | 3.1 |
| 12 | 11.5  | 1.2 | +0.4-0.5 | 1.6 | 0.7 | 1.5 | 12.0 | 3.7 |
| 14 | 13.5  | 1.4 | 1.8 | 0.8 | 1.8 | 13.5 | 4.3 |
| 16 | 15.5  | 1.5 | 1.9 | 0.9 | 1.8 | 15.0 | 5.0 |
| 18 | 17.4  | 1.6 | ±0.5 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 15.0 | 5.6 |
| 20 | 19.4  | ±0.5 | 1.7 | 2.1 | 1.2 | 2.0 | 15.0 | ±0.8 | 6.2 |
| 22 | 21.4  | 1.9 | ±0.6 | 2.4 | 1.3 | 2.5 | 15.8 | 6.8 |
| 25 | 24.3  | 2.1 | 2.6 | 1.5 | 2.5 | 18.8 | 7.7 |
| 28 | 27.3  | ±0.6 | 2.2 | 2.7 | 1.7 | 3.0 | 18.8 | ±1.0 | 8.6 |
| 32 | 31.1  | 2.4 | +0.8-0.7 | 3.0 | 1.9 | 3.0 | 21.0 | 9.9 |
| 36 | 35.1  | 2.6 | +1.0-0.8 | 3.2 | 2.1 | 3.5 | 22.5 | 11.1 |
| 40 | 38.9  | ±0.7 | 2.9 | ±1.1 | 3.5 | 2.2 | 3.5 | 22.5 | 12.4 |
| 50 | 48.9  | ±0.8 | 3.2 | ±1.2 | 3.8 | 2.5 | 4.0 | 24.0 | 15.5 |

注1：纵肋斜角*θ*为0°~30°。

注2：尺寸*a*、*b*为参考数据。

注3：基于对月牙纹带肋钢筋与混凝土粘结锚固破坏特征的分析，主编单位在《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018的基础上增大了新型热处理/热轧带肋高强钢筋的横肋间距*l*，对应不同公称直径的钢筋，其横肋间距*l*增大约0.3~0.5倍。





|  |
| --- |
| **图A.1.5 钢筋表面及截面形状** |
| *dl*——钢筋内径； | *β*——横肋与轴线夹角； | *a*——纵肋顶宽； |
| *α*——横肋斜角； | *hl*——纵肋高度； | *l*——横肋间距； |
| *h*——横肋高度； | *θ*——纵肋斜角； | *b*——横肋顶宽。 |

## **A.2 钢筋的应用技术条件和检验项目**

A.2.1 为确保混凝土结构用高强钢筋的质量，正确评价配置热处理/热轧带肋钢筋的混凝土结构和构件的性能，应采用《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152-2012中规定的试验方法进行相关的实验室试验。

实验室试验应根据试验目的不同采取相应的标准试验方法，配置高强钢筋的混凝土结构和构件应进行下列实验室试验：

a） 梁式粘结锚固性能试验、拉式粘结锚固性能试验；

b） 梁构件正截面受弯性能试验、斜截面受剪性能试验；

c） 柱构件轴心受压性能试验、偏心受压性能试验；

d） 柱构件抗震性能试验。

实验室试验结果应符合相关国家强制性标准的要求，并经批准标准的建设行政主管部门或其上级有关主管部门审定后，方可使用，以保证高强钢筋在工程结构中的安全应用。

A.2.2 应对配置高强钢筋的混凝土结构进行原位加载试验，通过试验对计算模型或设计参数进行复核、验证或研究其结构性能和设计方法。原位加载试验应符合下列要求：

a） 进行原位加载试验的工程建筑面积不低于6000m2，原位加载试验宜采用短期静力加载试验的方式进行结构性能检验；

b） 原位加载试验应对受检结构的梁、板、柱等构件的钢筋应力、挠度、裂缝宽度等进行量测；

c） 原位加载试验应分为使用状态试验和承载力试验。

原位加载试验结果应满足相关国家强制性标准的要求，并经批准标准的建设行政主管部门或其上级有关主管部门审定后，方可参照本规程进行设计、施工。

A.2.3高强钢筋应进行人防工程应用研究，并获取国家人防主管部门出具的可应用于人防工程中的鉴定证书方可参照本规程进行设计、施工。

人防工程应用研究应包括下列试验研究：

a） 钢筋动态力学性能试验；

b） 梁、板构件静、动载受弯性能试验；

c） 板构件抗接触爆炸性能试验。

A.2.4 每批钢筋的检验项目，取样方法和试验方法应符合表8.2.8的规定。

**表A.2.4 取样方法和试验方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样方法 | 试验方法 |
| 1 | 化学成分（熔炼分析） | 1 | CB/T 20066 | GB/T 223、GB/T 4336、 GB/T 20123 GB/T 20124、GB/T 20125 |
| 2 | 拉伸 | 2 | 任选两根钢筋切取 | GB/T 28900、GB/T 228、GB/T 1499.2 |
| 3 | 弯曲、反向弯曲 | 2 | 任选两根钢筋切取 | GB/T 28900、GB/T232、GB/T 1499.2 |
| 4 | 金相组织 | 2 | 不同根（盘）钢筋切取 | GB/T 13298、GB/T 1499.2 |
| 5 | 疲劳试验 | GB/T 28900 |
| 6 | 连接性能 | GB 55008、JGJ 18、JGJ107 |
| 7 | 尺寸 | 逐支 | —— | GB/T 1499.2 |
| 8 | 表面 | 逐支 | —— | 目视 |
| 9 | 重量偏差 | GB/T 1499.2 |
| 10 | 晶粒度 | 2 | 任选两根钢筋切取 | GB/T 6394 |

注：1. 对于化学成分的试验方法优先采用 GB/T 4336，对于化学分析结果有争议时，仲裁试验应按 GB/T 233相关要求进行。

 2. 热处理/热轧带肋高强钢筋初次使用应提供金相组织与连接性能的检测报告。

## **A.3 试验方法**

A.3.1 拉伸、弯曲、反向弯曲试验应满足下列要求：

1 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许进行车削加工。

2 计算钢筋强度用截面面积采用公称横截面面积。

3 最大力总延伸率的检验，按本规程表A.2.4的规定，采用《金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1-2021的有关试验方法。

4 反向弯曲试验时，经正向弯曲后的试样，应在100℃温度下保温不少于30min，经自然冷却后再反向弯曲。当供方能保证钢筋经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.3.2 尺寸测量应满足下列要求：

1 带肋钢筋内径的测量精确到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，减去该处内径，所得数值的一半为该处肋高，应精确到0.1mm。

3 带肋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。

A.3.3 重量偏差的测量应满足下列要求：

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（%）按公式（A.3.3）计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （A.3.3） |

A.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原则》YB/T 081-2013的要求。

## **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 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：

a） 供方对产品质量控制的检验；

b） 需方提出要求，经供需双方协议一致的检验；

c） 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/T 1499.2-2018的规定进行。

A.4.3 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：

a） 钢筋应按批进行检查和验收，每批由同一牌号、同一炉罐号、统一规格的钢筋组成。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），增加一个拉伸试验和一个弯曲试验试样；

b） 允许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇筑方法的不同炉罐号组成混合批，但各炉罐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本规程表A.2.4和A.4.3条第2款a）的规定。

4 各检验项目和检验结果应符合本规程第A.1节的有关规定。

5 钢筋的复验与判定应符合《钢及钢产品交货的一般技术要求》GB/T 17505-2016的规定。

6 钢筋的交货状态，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，如基圆上不得出现回火马氏体组织等。

## **A.5 包装、标志和质量证明书及订货**

热处理/热轧带肋高强钢筋的表面标志应符合下列规定：

**1** 钢筋应在其表面轧上牌号标志和公称直径毫米数字，尚应符合GB/T 1499.2-2018标准中的相关规定。

**2** 钢筋牌号以阿拉伯数字加英文字母或钢筋符号表示：

“T63/E/G®、T63E/E/G®”分别以“T63、T63E”表示。“T6/E/G®、T6E/E/G®分别以T6、T6E”表示；公称直径14mm及以上规格“T63/E/G®、T6/E/G®”和“T63E/E/G®、T6E/E/G®”钢筋分别以“ ”和“ E”表示。厂名以汉语拼音字头表示，公称直径毫米数以阿拉伯数字表示。

**3** 标志应清晰明了，标志的尺寸由供方按钢筋直径大小作适当规定，与标志相交的横肋可以取消。

# 引用标准名录

1. 《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010
2. 《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010
3. 《人民防空地下室设计规范》 GB 50038-2005
4. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204-2015
5. 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666-2011
6. 《工程结构通用规范》 GB 55001-2021
7. 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002-2021
8. 《混凝土结构通用规范》 GB 55008-2021
9. 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068-2018
10. 《标准化工作导则—第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》 GB/T 1.1-2020
11. 《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》 GB/T 1499.2-2018
12. 《钢及钢产品交货的一般技术要求》 GB/T 17505-2016
13. 《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》 GB/T 2101-2017
14. 《钢的成品化学成分允许偏差》 GB/T 222-2006
15. 《金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法》 GB/T228.1-2021
16. 《混凝土结构试验方法标准》 GB/T 50152-2012
17. 《钢筋焊接接头试验方法标准》 JGJ/T 27-2014
18. 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107-2016
19. 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18-2012
20. 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256-2011
21. 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163-2013
22. 《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则》 YB/T 081-2013

# 本规程用词说明

1 为了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 规程中制定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。