

团 体 标 准

热处理/热轧带肋高强钢筋
混凝土结构技术规程

Xxxxxxxxxx

条文说明

(征求意见稿 2024-07-22)

甘肃省勘察设计协会发布

甘肃省勘察设计协会

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.2	符号	2
3	基本设计规定	3
4	材料	4
4.1	混凝土	4
4.2	钢筋	4
5	结构分析及极限状态计算	5
5.1	结构分析	5
5.2	极限状态计算	5
6	构造规定	8
6.1	钢筋的锚固	8
6.2	钢筋的连接	8
6.3	纵向受力钢筋的最小配筋率	9
7	抗震设计	10
7.1	一般规定	10
7.2	材料	10
7.3	框架梁	10
7.4	框架柱	10
8	施工及质量验收	11
8.1	施工	11
8.2	质量验收	11

1 总则

1.0.1 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，还可以减少环境污染，提高建筑安全储备能力。高强钢筋与高强混凝土配合使用，还可以减轻结构自重，降低运输费用，避免钢筋的密集配置，方便施工，保证工程质量。编制本规程是为了落实国家的技术经济政策，推广应用高强钢筋。

1.0.2 我国现行《混凝土结构设计规范》GB50010 规定混凝土结构中使用的最高强度等级普通钢筋为 500MPa 级，630MPa 级的高强钢筋在实际应用中仍缺乏依据。东南大学、西安建筑科技大学、长安大学等单位分别对 T63 高强钢筋混凝土构件的基本力学性能和抗震性能进行了试验研究，给出了有关结论和建议。

本规程在现行《混凝土结构设计规范》GB50010 的基础上，根据有关试验和理论分析，针对 T63 高强钢筋混凝土结构制定了相关规定，**同时为合理高效地搭配使用，也列入 T43 牌号高强钢筋。**

1.0.3 本规程的内容主要涉及到 T63 高强钢筋混凝土结构与普通钢筋混凝土结构在设计、施工和验收方面的不同要求或需要注意的内容，其它相同规定一般不再重复。

2 术语和符号

2.2 符号

《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 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 T43/E/G[®]、T43E/E/G[®]、T63/E/G[®]、T63E/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 T43/E/G[®]、T43E/E/G[®]、T63/E/G[®]、T63E/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。

3 基本设计规定

3.0.2 采用 T43、T63 高强钢筋可达到节省钢材用量的目的。T63 高强钢筋的适用范围与不高于《混凝土结构设计规范》GB 50010 中 500MPa 级的普通热轧带肋钢筋相同，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，宜采用 T63 高强钢筋。

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，推荐优先采用 T63 高强钢筋。

在高地震烈度区，对于由地震作用下承载能力极限状态控制配筋的剪力墙、框架柱和框架梁，特别是由中震或大震性能设计控制截面配筋的剪力墙、框架柱，推荐优先采用 T63 高强钢筋。

3.0.3 对于配置 T63 高强钢筋的混凝土构件，其裂缝控制等级和有关要求与《混凝土结构设计规范》GB 50010 相同。对于需要进行裂缝宽度验算的混凝土构件（主要为梁、板构件），由于 T63 高强钢筋在裂缝宽度计算时的应力值较高，应注意裂缝宽度验算和调整。采用小直径、小间距的布筋方式是减小高强钢筋混凝土构件裂缝计算宽度的有效方法。

3.0.4 对于配置 T43、T63 高强钢筋的混凝土构件，其最大裂缝宽度限值 w_{lim} 与《混凝土结构设计规范》GB 50010 相同。

对于一类环境下配置 T63 高强钢筋的框架梁、连续梁支座截面，如果楼屋面有找平层、水磨石地面等可靠的防止钢筋出现结露或水膜的覆盖层，在外观的要求上允许时，梁支座截面的最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值。

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 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，因此最大裂缝宽度的规定沿用《混凝土结构设计规范》GB 50010。

4 材料

4.1 混凝土

4.1.2 为提高材料的利用效率，适应高强度钢筋的要求，对混凝土强度等级做了适当提高。

4.2 钢筋

4.2.3 T43 高强钢筋材料分项系数取为 1.10，强度设计值取 390N/mm^2 。T63 高强钢筋材料分项系数取为 1.15，强度设计值取 545N/mm^2 。受剪、受扭、受冲切承载力计算时 f_{yv} 取为 360N/mm^2 。

《混凝土结构设计规范》GB50010 规定，普通钢筋抗压强度设计值 f_y' ，可取与抗拉强度相同。对轴心受压构件，当采用500MPa 级钢筋时，钢筋的抗压强度设计值 f_y' ，应取 400N/mm^2 。

东南大学 2012 年完成的 11 根偏心受压柱承载力试验及钢筋压缩试验表明，T63 高强钢筋抗压强度设计值 f_y' ，可取与抗拉强度相同。在偏心受压状态下，混凝土所能达到的压应变可以保证 T63 高强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；对轴心受压构件，由于混凝土极限压应变为 0.002，当采用 T63 高强钢筋时，其钢筋的抗压强度设计值取为 400N/mm^2 。

4.2.9 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、相对界限受压区高度、最小配筋率、最大配筋率、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

5.1 结构分析

5.1.1 配置 T43、T63 高强钢筋作受力钢筋的混凝土结构，在规定的荷载组合下的结构效应分析与《混凝土结构设计规范》GB 50010 完全相同。

配置 T63 高强钢筋作受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法同《混凝土结构设计规范》GB 50010，因此设计可利用符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的混凝土结构设计软件。钢筋的强度设计值变化后，混凝土构件的裂缝宽度、相对界限受压区高度（最大配筋率）、最小配筋率等相应变化。

注意尽量选用直径较细的 T63 高强钢筋，降低裂缝宽度不满足要求的可能。

5.1.2 超静定混凝土结构的塑性内力重分布分析的有关要求与《混凝土结构设计规范》GB 50010 基本相同。

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。

T63 高强钢筋的屈服强度较高，相应的相对界限受压区高度较小，塑性转动能力有所降低，在设计时应注意其带来的影响。对于配置 T63 高强钢筋的混凝土梁，在塑性调幅后，其荷载准永久组合和标准组合下钢筋拉应力值较高，裂缝宽度计算时应注意其带来的影响。

5.2 极限状态计算

5.2.1 配置 T63 高强钢筋作受力钢筋的混凝土结构，承载能力极限状态和正常使用极限状态的验算与《混凝土结构设计规范》GB 50010 中配置普通钢筋的混凝土结构相同，但应注意：

1 T63 高强钢筋的屈服强度和屈服应变较高，相应的相对界限受压区高度和最大纵筋配筋率较小，因此在设计时应注意防止构件超筋。相对界限受压区高度的计算方法与有屈服点的普通钢筋相同。

2 对于需要进行裂缝宽度验算的混凝土构件（主要为梁、板构件），由于 T63 高强钢筋在裂缝宽度计算时的应力值较高，应注意裂缝宽度验算和调整。采用小直径、小间距的布筋方式是减小高强钢筋混凝土构件裂缝计算宽度的有效方法。

5.2.2 配置 T63 高强钢筋作受力钢筋的混凝土结构，其裂缝控制验算的要求与《混凝土结构设计规范》GB 50010 相同。

东南大学 2011 年完成的 19 根梁的受弯性能试验表明，采用 T63 钢筋的梁的平均裂缝宽度试验值与《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 规定的计算方法的计算结果基本一致（该批试验未对短期裂缝宽度的扩大系数 τ_s 、考虑长期作用影响的扩大系数 τ_l 进行研究，可按 GB50010 取用）。

计算求得的最大裂缝宽度可按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的规定进行折减。对处于二 a 类环境下的地下室底板，其最大裂缝宽度计算值也可适当折减，折减系数可取 0.7。

5.2.3 裂缝宽度限制是影响高强钢筋使用的主要问题，本条提出了符合实际受力状况的可以较为合理地计算裂缝宽度的建议，设计人员可以结合具体情况采用。

5.2.4 钢筋混凝土板类受弯构件按混凝土受拉区面积计算的配筋率 p_{te} 通常不会超过《混凝土结构设计规范》GB50010 规定的 0.01，于是在最大裂缝宽度计算中的 p_{te} 均可直接取用 0.01 进行计算，取 $w_{lim} = w_{max}$ 的条件下，可直接给出在荷载准永久组合下的纵向受拉钢筋拉应力 $\sigma_{s,q}$ 的计算公式：

$$\sigma_{s,q} = \frac{E_s w_{lim}}{1.1\alpha_{cr}(1.9c_s + 8d)} + 59.1f_{tk} \quad (1)$$

本条表 5.2.4 就是按上式计算而给出，为了对钢筋拉应力 $\sigma_{s,q}$ 的取整，在表中给出的数值会有 $\pm 5\%$ 左右的误差。

钢筋拉应力 $\sigma_{s,q}$ 可由下列公式作出近似估计：

$$\sigma_{s,q} = f_y / K_q = 520 / K_q \quad (2)$$

$$K_q = \frac{\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k}{G_k + \psi_q Q_k} \quad (3)$$

式中： G_k — 永久作用的标准值；
 Q_k — 可变作用的标准值；
 Y_G — 永久作用的分项系数；
 Y_Q — 可变作用的分项系数；
 ψ_q — 作用的准永久值系数。

分析表明，常遇的 k_q 值大致在 1.3~1.8 之间，故表 5.2.4 仅给出 σ_{sq} 在 300N/mm²~400N/mm² 范围内相应的 c_s 、 d 值，当超越上述范围时，可按公式（1）具体计算。

6 构造规定

6.1 钢筋的锚固

6.1.1 长安大学建筑工程学院的试验资料表明，本规程附录 A 的 T63 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，其锚固长度的计算方法、修正系数和机械锚固等规定与《混凝土结构设计规范》GB 50010 相同。

6.1.2 为便于施工方使用，T43、T63 高强钢筋的基本锚固长度和锚固长度，可根据现行国家标准设计图集《G101》，取 HRB400 普通热轧带肋钢筋相应长度的 1.08、1.51 倍。

6.2 钢筋的连接

6.2.2 钢筋连接的形式有各自的使用范围，应符合相关标准的要求。

钢筋连接接头百分率应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

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。

6.2.3 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材料消耗较大，宜优先采用机械连接。

6.2.4 T43、T63 高强钢筋搭接长度的计算方法与《混凝土结构设计规范》GB 50010 完全相同。为便于施工方使用，T63 高强钢筋的搭接长度，可根据现行国家标准设计图集《G101》，取 HRB400 普通热轧带肋钢筋相应长度的 1.08、1.51 倍。

6.2.6 经过大量的试验和验证，T63 高强钢筋可以满足《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 规定的焊接要求，当采用电弧焊接时应使用 E50（J506 或 J507）系列电焊条，焊接操作时焊条起弧和收弧点必须紧靠两根连接钢筋的端部，在距离 10d 或 5d 处的另一根钢筋的起弧和收弧点的焊接熔池不得破坏钢筋基圆，并控制焊接熔池稳定性。

6.2.7 电渣压力焊保护剂的成分与 T63 高强钢筋成分差异太大，焊接时的高温

影响到 T63 高强钢筋熔池内钢水的化学成分，影响钢筋性能。试验证明电渣压力焊接的 T63 高强钢筋连接不能满足《钢筋焊接及验收规范》JGJ 18 中相关要求。

6.3 纵向受力钢筋的最小配筋率

6.3.2 配置 T43、T63 高强钢筋的混凝土结构构件，其纵向受力钢筋的最小配筋百分率与《混凝土结构设计规范》GB 50010 中强度等级 400MPa、500MPa 钢筋相同。

甘肃省勘察设计协会发布

7 抗震设计

7.1 一般规定

7.1.1 T43、T63 高强钢筋的抗震设计要求与《混凝土结构设计规范》GB 50010 基本相同。

7.1.2 为便于施工方使用，T43、T63 高强钢筋的基本锚固长度和锚固长度，可根据现行国家标准设计图集《G101》，取 HRB400 普通热轧带肋钢筋相应长度的 1.08、1.51 倍。

T63 高强钢筋的锚固长度较大，对需要进行弯折锚固的框架梁端支座、框架柱基础锚固等节点，应注意其水平段锚固长度是否满足规范要求。

7.2 材料

7.2.1 为提高材料的利用效率，适应高强度钢筋的要求，混凝土强度等级适当提高。

7.3 框架梁

7.3.1 T63 高强钢筋的屈服强度和屈服应变较高，相应的相对界限受压区高度和最大纵筋配筋率较小，为充分保证框架梁在水平地震作用下相对受压区高度和延性，适当降低现行规范中对框架梁端纵筋（普通钢筋）最大配筋率的限值。

7.3.2 T63 高强钢筋的屈服应变较高，梁的位移延性相对较低，充分利用框架梁端受压区钢筋，可有效减小梁端截面受压区高度，提高梁的位移延性。该条强调了《混凝土结构设计规范》GB 50010 中对配置受压钢筋时的构造要求。

7.4 框架柱

7.4.1 配置 T63 高强钢筋的框架柱，其纵向受力钢筋的最小配筋百分率与《混凝土结构设计规范》GB 50010 中强度等级 500MPa 钢筋相同。

8 施工及质量验收

8.1 施工

8.1.1 配置 T43、T63 高强钢筋的混凝土结构工程施工与普通钢筋混凝土结构基本相同，但应注意焊接方面的差异。

8.1.2 钢筋代换不是简单的“强度等效”，高强钢筋的代换应符合本规程第 4.2.9 条的规定，并获得设计许可，且做设计变更。

8.1.4 T63 高强钢筋弯折的弯弧内直径要求是参考《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 中 500MPa 级带肋钢筋的规定确定。

8.2 质量验收

8.2.1 配置 T43、T63 高强钢筋的混凝土结构的质量验收与普通钢筋混凝土结构基本相同。

8.2.3 为保证工程质量，钢筋的力学性能应满足本规程附录 A 的规定，同时应满足国家、地方其他相关标准的规定。为积极、稳妥地推进高强钢筋的使用，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，按本规程附录 A 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。

8.2.4 按《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定，提出“抗震钢筋”延性的检验要求，具体反映为本规程第 7.2.3 条中钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值、钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值和极限拉应变的要求。