

ICS XXX
CCS X XXX

DB43

湖 南 省 地 方 标 准

DB 43/TXXX-XXXX



超高强高延伸率抗震钢筋 (L9) 混凝土结构技术规程

Technical standard for concrete structures with high percentage
extension and extra high strength earthquake-resistant steel bar
(Grade L9)
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

湖南省住房和城乡建设厅 发 布
湖南省市场监督管理局

前 言

根据《湖南省市场监督管理局关于下达 2025 年度第 1 批地方标准制定项目计划的通知》的要求，标准编制组经广泛调查和试验研究，认真总结湖南省和其他省市推广应用超高强高延伸率抗震钢筋经验，参考有关国内外先进标准，并广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 材料；4. 基本规定；5. 结构设计；6. 构造规定；7. 施工规定；8. 质量验收；附录。根据住房城乡建设部《工程建设标准涉及专利管理办法》（建办标[2017]3 号）文件要求，主编单位声明：本标准不涉及任何专利情况，如在使用过程中发现涉及到专利技术请及时与编制组联系。

本标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由湖南新懋旭科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送：湖南新懋旭科技有限公司（地址：长沙市天心区润江榕园西 5 栋 1203 房，邮政编码：410000，电子邮箱：153465683@qq.com）。

本标准主编单位：湖南新懋旭科技有限公司

中建五局土木工程有限公司

本标准参编单位：湖南华菱涟源钢铁有限公司

中国建筑第五工程局有限公司

长沙市城市建设投资开发集团有限公司

中机国际工程设计研究院有限责任公司

广州地铁设计研究院股份有限公司

湖南省高速公路集团有限公司

湖南省交通规划勘探设计院有限公司

中建五程局第三建设（深圳）有限公司

中国太平洋财产保险股份有限公司（湖南分公司）

中蓝长化工程科技有限公司

中车株洲电力机车有限公司

湖南同宇检测有限公司

湖南湖大土木建筑工程检测有限公司

湖南固特建筑工程加固有限公司

本标准主要起草人员：鲜彬涛 廖新龙 罗桂军 唐昌辉 廖纪明

欧召华 齐江华 何昌杰 周 闽 李国仓
赵腾龙 刘屹东 谭光宇 王朝晖 梁 亮
唐承铁 吕基平 张永健 何 亮 廖 飞
王 松 聂文建 罗茗月 何楚轲 唐文鹏
朱旭鹏 聂 晶 邱梦黎 李国辉 吴宏琨
查锋华 王浩东 邱德修 陈 渝 舒春阳
王 卿 张永林 袁文韬 李利芳 戴 炜
周 普 陈亚军 肖顺华 胡 伟 郭晃勋

本标准主要审查人员：

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	材料	4
3.1	钢筋	4
3.2	混凝土	5
4	基本规定	6
5	结构设计	9
6	构造规定	12
6.1	钢筋的锚固	12
6.2	钢筋的连接	13
6.3	纵向受力普通钢筋的最小配筋率及混凝土 保护层.....	14
7	施工规定	17
7.1	一般规定	17
7.2	钢筋加工	17
7.3	钢筋连接与安装	18
8	质量验收	20
8.1	一般规定	20
8.2	材料	20
8.3	钢筋加工	21
8.4	钢筋连接	22
8.5	钢筋安装	24
附录 A	L_96 钢筋技术条件.....	26
	本标准用词说明	31
	引用标准名录	32
附：	条文说明	34

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Materials	4
3.1	Steel Bar	4
3.2	Concrete	5
4	Basic Requirements	6
5	Structural Design	9
6	Detailing Requirements	12
6.1	Anchorage of Steel Reinforcement	12
6.2	Splices of Steel Reinforcement	13
6.3	Minimum Ratio of Reinforcement for Flexural and Axial Loading Members and Concrete Cover....	14
7	Construction Requirements	17
7.1	General Requirements	17
7.2	Reinforcement Fabrication	17
7.3	Reinforcement Connection and Fixing	18
8	Quality Acceptance	20
8.1	General Requirements	20
8.2	Materials	20
8.3	Reinforcement Fabrication	21
8.4	Reinforcement Connection	22
8.5	Reinforcement Erection	24
	Appendix A Technical Provisions of L_96 Bars	26
	Explanation of Wording in This Standard	31
	List of Quoted Standards	32
	Addition: Explanation of Provisions	34

1 总 则

1.1.1 为贯彻执行国家环保节能的技术经济政策，促进超高强高延伸率抗震钢筋在工程建设项目中的推广应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、方便施工，制定本标准。

1.1.2 本标准适用于市政工程、工业与民用建筑或构筑物中采用 L_96 超高强高延伸率抗震钢筋的混凝土结构设计、施工与质量验收。其他行业工程可参照使用。

1.1.3 采用 L_96 超高强高延伸率抗震钢筋的结构设计、施工及质量验收，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业以及湖南省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 热轧钢筋 hot rolled bars

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 bars

横截面通常为圆形，且表面带肋的混凝土结构用钢筋。

2.1.3 L_96 钢筋 L_96 bars

L_96 代表强度级别为 620MPa，且符合抗震性能指标的热轧带肋钢筋牌号。

2.2 符号

2.2.1 材料性能：

- E_s —— 钢筋的弹性模量；
- E_c —— 混凝土的弹性模量；
- f_{yk} —— 热轧带肋钢筋屈服强度标准值；
- f_{stk} —— 热轧带肋钢筋极限强度标准值；
- f_y 、 f_y' —— 纵向受力钢筋抗拉、抗压强度设计值；
- f_{yv} —— 横向钢筋抗拉强度设计值；
- f_{tk} 、 f_t —— 混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；
- δ_{gt} —— 钢筋最大力下的总伸长率，也称均匀伸长率。

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；
- b_f 、 h_f —— 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；
- d —— 钢筋的公称直径（简称直径）或圆形截面的直径；
- l_{ab} —— 纵向受拉钢筋的基本锚固长度；
- l_a —— 纵向受拉钢筋的锚固长度；

- l_{aE} —— 纵向受拉钢筋的抗震锚固长度；
- c_s —— 最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离；
- A_{te} —— 有效受拉混凝土截面面积；
- A_s —— 受拉区纵向普通钢筋截面面积；
- A_p —— 受拉区纵向预应力筋截面面积；
- d_{eq} —— 受拉区纵向钢筋的等效直径；
- d_i —— 受拉区第 i 种纵向钢筋的公称直径；
- w_{max} —— 按荷载准永久组合或标准组合，并考虑长期作用影响的计算最大裂缝宽度。

2.2.3 计算系数：

- α —— 锚固钢筋的外形系数；
- ζ_a —— 钢筋锚固长度修正系数；
- ζ_{aE} —— 纵向受拉钢筋抗震锚固长度修正系数；
- 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；
- ρ_{min} —— 纵向受力钢筋的最小配筋率；
- σ_s —— 按荷载准永久组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉普通钢筋应力或按标准组合计算的预应力混凝土构件纵向受拉钢筋等效应力；
- α_{cr} —— 构件受力特征系数；
- ψ —— 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；
- n_i —— 受拉区第 i 中纵向钢筋的根数；
- ν_i —— 受拉区第 i 种纵向钢筋的相对粘结特性系数；
- C_w —— 受弯构件裂缝宽度修正系数。

3 材料

3.1 钢筋

3.1.1 钢筋的技术要求应符合本标准附录A的规定。

3.1.2 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 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 应按表3.1.2采用。

表3.1.2 钢筋强度标准值 (N/mm²)

钢筋牌号	符号	公称直径 d (mm)	屈服强度标准值 f_{yk}	极限强度标准值 f_{stk}
L_96	Ⓔ ⁶	12~50	620	775

3.1.3 钢筋的抗拉强度设计值 f_y 、抗压强度设计值 f'_y 应按表3.1.3采用。

表3.1.3 钢筋强度设计值 (N/mm²)

钢筋牌号	符号	公称直径 d (mm)	抗拉强度设计值 f_y	抗压强度设计值 f'_y
L_96	Ⓔ ⁶	12~50	550	490

对轴心受压构件，当采用 L_96 钢筋时，钢筋的抗压强度设计值 f'_y 应取 400N/mm²。横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 应按表中 f_y 的数值采用；但用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，其数值大于360N/mm² 应取 360N/mm²。

3.1.4 L_96 钢筋的公称直径为：12、14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、50mm，16以上为抗震（E）钢筋，常用的公称直径为：16、18、20、22、25、28、32mm。

3.1.5 L_96 钢筋的弹性模量 E_s 可取 2.00×10^5 N/mm² 或采用实测的弹性模量。

3.1.6 钢筋在最大力下的总伸长率 δ_{gt} 实测值不应小于表3.1.6规定的数值。

表3.1.6 钢筋在最大力作用下的总伸长率限值

钢筋牌号	总伸长率 δ_{gt} (%)
L_96	9.0

3.1.7 当结构设计有抗震设防要求时，其纵向受力钢筋的性能应满足设计要求；

抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），其纵向受力钢筋采用 L_96 时，应符合下列规定：

- 1 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25；
- 2 钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于1.30；
- 3 钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于9.0%。

3.1.8 L_96 钢筋的尺寸、外形应符合本标准附录A的规定；钢筋实际重量与理论重量的允许偏差应符合表3.1.8的规定。

表3.1.8 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（%）
12	±5.5
14~20	±4.5
22~50	±3.5

3.1.9 当进行钢筋代换时，除应符合设计要求的构件承载力、最大力下的总伸长率、裂缝宽度验算以及抗震规定以外，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。

3.2 混凝土

3.2.1 应用 L_96 钢筋的混凝土结构，梁、板的混凝土强度等级不应低于C30；墙、柱、斜撑的混凝土强度等级不宜低于C40，且不应低于C35。

3.2.2 混凝土的强度标准值、强度设计值及弹性模量等应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定采用。

4 基本规定

4.1.1 钢筋混凝土构件中的纵向受力钢筋宜采用 L_6 钢筋。

4.1.2 对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况，当用内力的形式表达时，结构构件应采用下列承载能力极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (4.0.2-1)$$

$$R = R(f_c, f_s, a_k, \dots) / \gamma_{Rd} \quad (4.0.2-2)$$

式中：

- γ_0 —— 结构重要性系数：在持久设计状况和短暂设计状况下，对安全等级为一级的结构构件不应小于1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于0.9；在地震设计状况下，应取1.0。
- S —— 承载能力极限状态下作用组合的效应设计值：对持久设计状况和短暂设计状况应按作用的基本组合计算；对地震设计状况应按作用的地震组合计算。
- R —— 结构构件的抗力设计值。
- $R(\cdot)$ —— 结构构件的抗力函数。
- γ_{Rd} —— 结构构件的抗力模型不定性系数：静力设计取1.0，对不确定性较大的结构构件，根据具体情况取大于1.0的数值；抗震设计应采用承载力抗震调整系数 γ_{Re} 代替 γ_{Rd} 。
- f_c, f_y —— 混凝土、钢筋的强度设计值，应分别根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定和本标准的规定取值。
- a_k —— 几何参数的标准值，当几何参数的变异性对结构性能有明显的不利影响时，应增减一个附加值。

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

$$S \leq C \quad (4.0.3)$$

式中：

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

4.1.4 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，按荷载的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现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的最大裂缝宽度限值。对预应力混凝土构件，按荷载的标准组合并考虑长期作用影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的最大裂缝宽度限值；对二a类环境的预应力混凝土构件，尚应按荷载准永久组合计算，且构件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《混凝土结构设计规范》GB 50010中的规定进行划分。

4.1.5 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《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的挠度限值。

4.1.6 L_96 钢筋宜采用机械连接或焊接连接。机械连接接头的类型、性能及质量应符合现行国家相关标准的规定。在钢筋工程焊接前，应根据现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18进行现场条件下的焊接工艺试验，经试验合格后，方准予焊接生产。 L_96 钢筋电弧焊所采用焊丝、焊条宜采用ER83-G、E8315。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。在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。

5 结构设计

5.1.1 配置 L_96 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，除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定。

5.1.2 当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 L_96 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20%；弯矩调整后的梁端截面计入受压钢筋作用的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%。

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

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

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

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

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

式中：

- α_{cr} —— 构件受力特征系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定采用。
- ψ —— 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数； $\psi < 0.2$ 时取 $\psi = 0.2$ ；当 $\psi > 1.0$ 时，取 $\psi = 1.0$ ；对直接承受重复荷载的构件，取 $\psi = 1.0$ 。
- σ_s —— 荷载准永久组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉普通钢筋应力或按准组合计算的预应力混凝土构件纵向受拉钢筋等效应力。
- E_s —— 钢筋的弹性模量。
- 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 $\rho_{te} < 0.01$ 时，取 $\rho_{te} = 0.01$ 。
- A_{te} —— 有效受拉混凝土截面面积；对轴心受拉构件，取构件截面面积；对受弯、偏心受压和偏心受拉构件，取 $A_{te} = 0.5bh + (b_f - b)h_f$ ，此处， h_f 为受拉翼缘高度。
- A_s —— 受拉区纵向普通钢筋截面面积。
- A_p —— 受拉区纵向预应力筋截面面积。
- 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*i*种纵向钢筋的公称直径；对于有粘结预应力钢绞线束的直径取为 $\sqrt{n_1}d_{p1}$ ，其中为 d_{p1} 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。
- v_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 —— 受弯构件裂缝宽度修正系数：对承受吊车荷载但不需作疲劳验算的受弯构件，取 $C_w = 0.85$ ；对按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定配置表层钢筋网片的梁，取 $C_w = 0.7$ ；对 $e_0/h_0 \leq 0.55$ 的偏心受压构件，可不验算裂

缝宽度；对处于二a类环境下的地下室底板，取 $C_w = 0.7$ ；其他情况，取 $C_w = 0.85$ 。当构件为非受弯构件时，取 $C_w = 1.0$ 。

5.1.4 配置 L_6 钢筋混凝土受弯构件的挠度验算，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定。

6 构造规定

6.1 钢筋的锚固

6.1.1 配置于混凝土结构中的 L_96 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列公式计算：

$$l_{ab} = 0.14 \frac{f_y}{f_t} d \quad (6.1.1-1)$$

式中：

l_{ab} —— 受拉钢筋的基本锚固长度。

f_y —— 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：

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \quad (6.1.1-2)$$

式中：

l_a —— 受拉钢筋的锚固长度。

ζ_a —— 锚固长度修正系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 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} 应按下列公式计算：

$$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a \quad (6.1.1-3)$$

式中：

l_{aE} —— 纵向受拉钢筋的抗震锚固长度。

ζ_{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 100mm ，此处 d 为锚固钢筋的直径。

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 当混凝土结构中的钢筋采用钢筋锚固板锚固时，锚固区的设计及钢筋锚固板的安装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 钢筋的连接

6.2.1 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；当其他构件中的钢筋采用绑扎搭接时，受拉钢筋直径不宜大于 25mm ，受压钢筋直径不宜大于 28mm 。

6.2.2 公称直径小于 14mm 的钢筋不宜采用机械连接。

6.2.3 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。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6.2.3）。纵向受力钢筋的搭接长度按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定计算。同一连接区段内纵向受力钢筋搭接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积的比值。当直径不同的钢筋搭接时，按直径较小的钢筋计算。

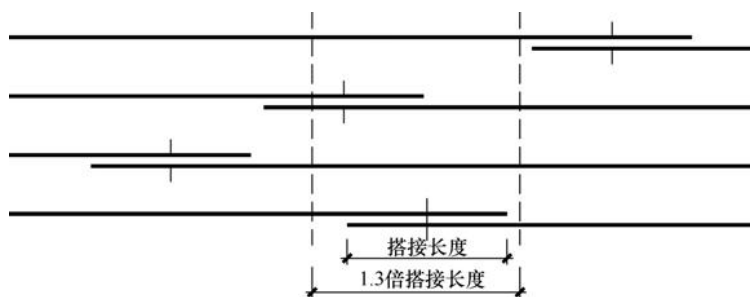


图6.2.3 同一连接区段纵向受拉钢筋的绑扎搭接接头

注：图中所示同一连接区段内的搭接接头钢筋为两根，当钢筋直径相同时，接头面积百分率为 50% 。

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。

6.2.4 纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。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。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。

机械连接套筒的保护层厚度宜满足有关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。

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%。

6.2.5 经焊接工艺试验合格后可进行焊接,其焊接接头应满足如下规定:纵向受力钢筋的焊接接头应相互错开。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。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。

6.2.6 纵向受力钢筋的净间距应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

6.3 纵向受力普通钢筋的最小配筋率及混凝土保护层

6.3.1 当结构设计无抗震设防要求时,钢筋混凝土构件中的纵向受力普通钢筋的配筋率不应小于表6.3.1的规定值。

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,应按表中规定值增加0.10%采用;

2 除悬臂板、柱支承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混凝土板,板中受拉普通钢筋的最小配筋率不应小于0.15%。

6.3.2 当结构设计有抗震设防要求时，钢筋混凝土构件中的纵向受力普通钢筋的配筋率应符合下列规定：

1 框架梁纵向受拉钢筋的配筋率不应小于表6.3.2-1的规定值。

表6.3.2-1 框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋率 (%)

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 转换梁上、下部纵向钢筋的最小配筋率，特一级、一级和二级分别不应小于0.60%、0.50%和0.40%，其他情况不应小于0.30%。

3 混凝土柱中全部纵向受力普通钢筋的配筋率不应小于表6.3.2-3的规定值，且柱截面每一侧纵向普通钢筋配筋率不应小于0.2%；当柱的混凝土强度等级为C60以上时，应按表中规定值增加0.10%采用；当采用 L_96 纵向受力钢筋时，应按表中规定值增加0.05%采用。

表6.3.2-3 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	0.9 (1.0)	0.7 (0.8)	0.6 (0.7)	0.5 (0.6)
角柱、框支柱	1.1	0.9	0.8	0.7

注：表中括号内数值用于房屋建筑纯框架结构柱；

4 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0.2%。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，剪力墙的竖向和水平分布钢筋的配筋率均不应小于0.25%，并应至少双排布置。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%。

5 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。

6.3.3 梁、柱、墙的箍筋构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010及《建筑抗震设计规范》GB 50011的相关规定。

6.3.4 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《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。有抗震设防要求的钢筋混凝土构件，尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定。

6.3.5 构件中普通钢筋及预应力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6.3.5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6.3.5中数值的1.4倍。

表6.3.5 混凝土保护层的最小厚度 c (mm)

环境类别	板、墙、壳	梁、柱、杆
—	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。

7 施工规定

7.1 一般规定

7.1.1 应用 L_96 钢筋的混凝土结构工程施工除应满足本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

7.1.2 L_96 钢筋的性能应符合本标准3.1节的规定，常用钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量，应符合本标准3.1节、附录A的规定。

7.1.3 钢筋的强度级别或规格应按设计文件的规定采用。当需用 L_96 钢筋代换其他强度等级的钢筋时，应经设计单位同意，并应办理设计变更文件。

7.1.4 施工过程中，进场钢筋应按直径、规格分别堆放和使用，并应有明显的标志，应采取防止钢筋混淆的措施；长时间露天储存时应有防水、防潮、防锈蚀或损伤的措施；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，应停止使用该批钢筋，并应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

7.1.5 在浇筑混凝土之前，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定进行钢筋隐蔽工程的验收。

7.2 钢筋加工

7.2.1 L_96 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。

7.2.2 L_96 钢筋加工前应将表面清理干净，不应用有颗粒状、片状老锈或有损伤的钢筋；钢筋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。

7.2.3 L_96 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及以上时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的7倍；
- 3 箍筋弯折处弯弧内直径尚不应小于纵向受力钢筋的直径。

7.2.4 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国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

7.3 钢筋连接与安装

7.3.1 钢筋的连接方式应符合设计要求。钢筋的连接接头宜设置在受力较小处；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，且不应进行钢筋搭接。同一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。

7.3.2 钢筋机械连接应符合下列规定：

1 钢筋丝头现场加工与接头安装应按接头提供单位的加工、安装技术要求进行，操作工人应经专业培训合格后上岗，人员应稳定。钢筋丝头加工与接头安装应经工艺检验合格后方可进行。

2 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

3 机械连接接头材料及质量要求等应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定。

4 钢筋丝头加工及接头安装要求应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定。

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钢筋焊工上岗证，并应按照合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，钢筋牌号、直径发生变更，应再次进行焊接工艺试验。工艺试验使用的材料、设备、辅料及作业条件均应与实际施工一致。

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，次梁下部钢筋应放在主梁下部钢筋之上；剪力墙中水平分布钢筋宜放在外侧，并宜在墙边弯折锚固。

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现行国家相关标准的规定。混凝土框架梁、柱保护层内，不宜采用金属定位件。

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

7.3.7 钢筋机械连接或焊接施工完成后，应对接头外观进行检查并形成记录，施工过程中应保护成品质量，未经允许，不得随意弯曲或施焊。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 采用 L_96 钢筋的混凝土结构工程施工质量验收，除应满足本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

8.1.2 钢筋、成型钢筋进场检验，当满足下列条件之一时，其检验批容量可扩大一倍：

- 1 获得认证的钢筋、成型钢筋；
- 2 同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，连续三批均一次检验合格；
- 3 同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋，连续三批均一次检验合格。

8.1.3 浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置；
- 2 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距，位置，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 预埋件的规格、数量、位置。

8.2 材 料

(I) 主控项目

8.2.1 钢筋进场时，应按现行国家相关标准的规定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，检验结果应符合现行国家相关标准和本标准附录A的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.2.2 成型钢筋进场时，应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合现行国家相关标准和本标准附录A的规定。

对由热轧钢筋制成的成型钢筋，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60t为一批，每批中每种钢筋牌号、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 抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），采用 L_6 钢筋时，钢筋的强度和最大力下总伸长率的实测值应符合本标准3.1.7条的规定。

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查抽样检验报告。

（II）一般项目

8.2.4 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.2.5 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合现行国家相关标准的规定。

检查数量：同一厂家、同一类型的成型钢筋，不超过60t为一批，每批随机抽取3个成型钢筋试件。

检验方法：观察、尺量。

8.2.6 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现行国家相关标准的规定。

检查数量：按现行国家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。

8.3 钢筋加工

（I）主控项目

8.3.1 钢筋弯折的弯弧内直径应符合本标准7.2.3条的规定。

检查数量：同一设备加工的同一种类型钢筋，每工作班抽查不应少于3件。

检验方法：尺量。

8.3.2 纵向受力钢筋的弯折后长度应符合设计要求。

检查数量：同一设备加工的同一种类型钢筋，每工作班抽查不应少于3件。

检验方法：尺量。

8.3.3 钢筋机械锚固端的加工应符合现行国家相关标准的规定。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钢筋锚固板工艺检验，施工过程中，更换钢筋厂家、变更钢筋锚固板参数及形式时，应补充进行工艺检验。

检查数量：按现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的相关规定确定。

检验方法：按现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的相关规定进行工艺检验、抗拉强度检验、螺纹连接锚固板的钢筋丝头加工质量检验及拧紧扭矩检验、焊接锚固板焊缝检验。

(II) 一般项目

8.3.4 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，加工偏差应符合表8.3.4的要求。

表 8.3.4 钢筋加工的允许偏差

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

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于3件。

检验方法：尺量。

8.4 钢筋连接

(I) 主控项目

8.4.1 钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.4.2 钢筋采用机械连接或焊接连接时，钢筋机械连接接头、焊接接头的力学性能、弯曲性能应符合现行国家相关标准的规定。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：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.4.3 钢筋采用机械连接时，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。

(II) 一般项目

8.4.4 钢筋接头的位置应符合设计和施工方案的要求。有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内不应进行钢筋搭接。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。

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，应符合下列规定：

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中，不宜采用焊接；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%，且不少于3间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，板可按纵横轴线划分检查面，抽查10%，且均不应少于3面。

检验方法：观察、尺量。

8.5 钢筋安装

(I) 主控项目

8.5.1 钢筋安装时，受力钢筋的牌号、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺、检查设计图纸和钢筋代换技术核定单。

8.5.2 钢筋应安装牢固。受力钢筋的安装位置、锚固方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

(II) 一般项目

8.5.3 钢筋安装位置的偏差及检验方法应符合表8.5.3的规定。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及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
绑扎钢筋网	长、宽	±10	尺量
	网眼尺寸	±20	钢尺量连续三档，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
预埋件	中心线位置	5	尺量
	水平高差	+3, 0	塞尺量测

附录A L_96 钢筋技术条件

A.1 主要技术要求

A.1.1 钢筋牌号和化学成分应符合下列规定：

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

表A.1.1 L_96 钢筋化学成分

钢筋牌号	化学成分（质量分数）（%）					碳当量 C_{eq} （%）
	C	Si	Mn	P	S	
	不大于					不大于
L_96	0.28	0.80	1.60	0.045	0.045	0.58

2 钢筋的碳当量 C_{eq} 百分比值可按式（A.1.1）计算：

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

3 钢筋的氮含量应不大于0.012%。供方如能保证可不做分析。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现行国家标准《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222的规定。碳当量 C_{eq} （百分比）值的允许偏差为+0.03%。

A.1.2 钢筋的力学性能应符合下列规定：

1 钢筋的屈服强度标准值 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 、断后伸长率 δ 、最大力下总伸长率 δ_{gt} 等力学性能特征值应符合表A.1.2的规定。表A.1.2所列各力学性能特征值，可作为交货检验的保证值。

表A.1.2 L_96 钢筋力学参数

钢筋牌号	f_{yk} (MPa)	f_{stk} (MPa)	δ (%)	δ_{gt} (%)	f_{stk}^0/f_{yk}^0	f_{yk}^0/f_{yk}
	不小于					不大于
L_96	620 ($d=12\sim50$)	750 ($d=12\sim50$)	14	9.0	1.25	1.30

注： f_{yk}^0 为钢筋屈服强度实测值； f_{stk}^0 为钢筋极限强度实测值。

2 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%。

3 L_96 钢筋伸长率应根据最大力下总伸长率 δ_{gt} 进行判定。仲裁检验时应采用 δ_{gt} 。

A.1.3 钢筋的工艺性能应符合下列规定：

1 按表A.1.3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A.1.3 L_96 钢筋最小弯弧内直径(mm)

牌号	公称直径 d	弯弧内直径
L_96	12~25	$6d$
	28~40	$7d$
	50	$8d$

2 L_96 钢筋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。可用反向弯曲试验代替弯曲试验，反向弯曲试验的弯弧内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现行国家标准《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/ T 28900的规定。

4 钢筋的焊接工艺及接头的质量检验与验收应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18等现行行业相关标准的规定。

A.2 检验项目

A.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A.2.1的规定。

表A.2.1 L₉ 6 钢筋检测

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	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125
2	拉伸	2	不同根钢筋切取	GB/T 28900、本标准A.3.1
3	弯曲	2	不同根钢筋切取	GB/T 28900、本标准A.3.1
4	反向弯曲	1	任一根钢筋切取	GB/T 28900、本标准A.3.1
5	金相组织	2	不同根钢筋切取	GB/T 13298
6	连接性能	JGJ 18、JGJ 107		
7	尺寸	逐根	—	本标准A.3.2
8	表面	逐根	—	目测
9	重量偏差	本标准A.3.3		本标准A.3.3
<p>对于化学成分的试验方法优先采用GB/T 4336，对化学分析结果有争议时，仲裁试验应按照GB/T 223相关部分进行。</p>				

注：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进行检验。

A.3 试验方法

A.3.1 钢筋的拉伸、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应进行车削加工。
- 2 试验试样截面面积应采用公称横截面面积。
- 3 最大力下总伸长率 δ_{gt} 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，先正向弯曲90°，把经正向弯曲后的试验在100°C±10°C温度下保温不少于30min，经自然冷却后再反向弯曲20°。两个弯曲角度均应在保持荷载时测量。当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。

A.3.2 钢筋的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 带肋钢筋纵肋、横肋高度的测量应精确到0.1mm。带肋钢筋纵肋、横肋高度应按式（A.3.2-1）计算。

$$\text{肋高} = \frac{\text{测量同一截面外径} - \text{测量同一截面内径}}{2} \quad (\text{A.3.2-1})$$

3 带肋钢筋横肋间距的测量应精确到0.1mm。带肋钢筋横肋间距应按式(A.3.2-2)计算。

$$\text{横肋间距} = \frac{\text{任意11个连续横肋的中心距离}}{10} \quad (\text{A.3.2-2})$$

A.3.3 钢筋的重量偏差的测掀应符合下列规定：

1 测量钢筋重量偏差时，试样应从不同根、捆钢筋上随机截取。试样数量应不少于5根，每根试样长度应不小于500mm。长度应逐支测量，并应精确到1mm。测量试样总重量应精确至不大于总重量的1%。

2 钢筋实际重量与理论重量的偏差(%)按公式(A.3.3)计算：

$$\text{重量偏差} = \frac{\text{试样实际总重量} - (\text{试样总长度} \times \text{理论重量})}{\text{试样总长度} \times \text{理论重量}} \times 100 \quad (\text{A.3.3})$$

A.3.4 钢筋的检验结果的数值修约与判定应符合现行标准《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。

A.4 交货检验

A.4.1 钢筋的组批原则应符合下列规定：

1 同一牌号、同一炉罐号、同一规格、同一加工方法、同一交货状态的钢筋，不超过60t为一批，试验试样数量应符合本标准表A.2.1的规定。超过60t时，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 当由不同炉罐号组成混合批时，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%。混合批不超过60t为一批，试验试样数量应符合本标准表A.2.1的规定。超过60t时，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。

A.4.2 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。

A.4.3 当出现以下情形时，可按现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2规定的特征值对钢筋进行检验：

- 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。

A.5 订货内容

A.5.1 按本附录A订货的合同至少应包括下列内容：

- 1 标准编号；
- 2 产品名称；
- 3 钢筋牌号；
- 4 钢筋公称直径、长度及重量（或数量）；
- 5 特殊要求。

A.6 包装、标志和质量证明书

A.6.1 钢筋应轧上表面标志。L₉6 表面标志由强度级别、经注册的商标、公称直径共三部分组成。




图A. 6. 1 热轧带肋钢筋

例如图A.6.1为热轧带肋抗震钢筋，其中：

L9—— 经注册的牌号，代表强度级别为 620MPa，且符合抗震性能指标的热轧带肋钢筋牌号；

20—— 钢筋公称直径为20，单位为毫米；

—— 经注册的商标。

A.6.2 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的规定。

A.6.3 L₉6 钢筋执行标准为本标准或技术协议。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用

“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”。

引用标准名录

- 《钢铁酸溶硅和全硅含量的测定》 GB/T 223.5
- 《钢铁及合金铬含量的测定》 GB/T 223.11
- 《钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离—二苯碳酰二肼光度法测定铬量》
GB/T 223.12
- 《钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钼含量》 GB/T 223.14
- 《钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵—三氯甲烷萃取光度法测定铜量》
GB/T 223.19
- 《钢铁及合金镍含量的测定》 GB/T 223.23
- 《钢铁及合金铝含量的测定》 GB/T 223.26
- 《钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离靛酚蓝光度法测定氮量》 GB/T 223.37
- 《钢铁及合金铌含量的测定》 GB/T 223.40
- 《钢铁及合金磷含量的测定》 GB/T 223.59
- 《钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠（钾）光度法测定锰量》 GB/T 223.63
- 《钢铁及合金硫含量的测定》 GB/T 223.85
- 《钢铁及合金总碳含量的测定》 GB/T 223.86
- 《钢筋混凝土用耐蚀钢筋》 GB/T 33953
- 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》 GB/T 1499.2
- 《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》 GB/T 2101
- 《碳素钢和中低合金钢多元素含量的测定》 GB/T 4336
- 《金属显微组织检验方法 》 GB/T 13298
- 《钢及钢产品交货一般技术要求》 GB/T 17505
- 《钢和铁化学成分测定用试样的取样和制样方法》 GB/T 20066
- 《钢铁总碳硫含量的测定》 GB/T 20123
- 《钢铁氮含量的测定》 GB/T 20124
- 《低合金钢多元素含量的测定》 GB/T 20125
- 《钢筋混凝土用钢材试验方法》 GB/T 28900
- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011

《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
《普通螺纹公差》GB/T 197
《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
《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
《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366
《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定》YB/T 081
《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163
《600MPa热轧带肋高强钢筋应用技术规程》T/CCIAT 0016
《600MPa级普通热轧带肋钢筋应用技术规程》DB37/T5144
《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
《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003
《混凝土结构通用规范》GB 55008

湖南省地方标准

超高强高延伸率抗震钢筋（L9）

混凝土结构技术规程标准

Technical standard for concrete structures with high percentage extension and extra high strength earthquake-resistant steel bar
(Grade L9)

DBJ43/T×××-XXXX

条文说明

目 次

1	总 则	36
2	术语和符号	37
2.1	术语	37
2.2	符号	37
3	材料.....	38
2.1	钢筋	38
2.2	混凝土	41
4	基本规定	42
5	结构设计	46
6	构造规定	47
6.1	钢筋的锚固	47
6.2	钢筋的连接	47
6.3	纵向受力普通钢筋的最小配筋率及混凝土 保护层.....	47
7	施工规定	49
7.1	一般规定	49
7.2	钢筋加工	49
8	质量验收	51
8.1	一般规定	51
8.2	材料	51
8.3	钢筋加工	54
8.4	钢筋连接	54
8.5	钢筋安装	55

1 总 则

1.1.1 湖南华菱涟源钢铁有限公司对 L_96 钢筋生产进行了科研攻关，其各项力学性能指标均能达到本标准的要求，且产品质量稳定，为 L_96 钢筋在湖南省工程建设项目中的推广应用奠定了坚实的基础。

本标准 L_96 钢筋的直径范围为 12mm~50mm，钢筋屈服强度标准值 f_{yk} 分别为620N/mm²和700N/mm²，断后伸长率 $\delta \geq 14\%$ ，最大力下总伸长率（均匀伸长率） $\delta_{gt} \geq 9.0\%$ 。

L_96 主要应用于混凝土结构构件的受力钢筋，既可减少钢筋用量，又可降低造价，还能方便施工，社会效益和经济效益均十分显著。

1.1.2 本标准主要适用于市政工程、工业与民用建筑。其他行业如公路铁路桥梁、港口、水工结构中采用 L_96 钢筋时，可参照本标准并符合相应行业现行结构设计规范，如《公路钢筋混凝土及预应力混凝土结构桥涵设计规范》JTG 3362、《水工混凝土结构设计规范》SL 191、《铁路桥涵钢筋混凝土及预应力混凝土结构设计规范》TB 10002.3的有关材料力学参数、计算方法、构造等方面的规定。例如， L_96 钢筋用于公路桥梁时，其材料分项系数应取1.2，则抗拉强度设计值为

$f_y = f_{yk}/\gamma_s = 622.39 \div 1.20 = 518.66\text{MPa}$ ，可以取抗拉强度设计值为

$f_y=515\text{MPa}。$

2 术语和符号

2.1 符 号

本节所列符号是按照现行国家标准《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083规定的原则制定的，其中大部分符号与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204以及钢筋产品标准所采用的相同。

3 材 料

3.1 钢 筋

3.1.1、钢筋具备较高的强度和良好的韧性，符合国家相关标准，如规格尺寸，屈服强度和抗拉强度等性能参数。

3.1.2、钢筋在生产过程中添加了Cu、Ni、Mo、V、Cr、P等耐蚀合金元素，使得产品在大气环境中具有耐蚀性能。

图一，国检报告数据

检 验 项 目	检 验 结 果	标 准 值	单 项 判 定	备 注
C (碳)	0.28	≤0.28	合格	/
Si (硅)	0.68	≤0.80	合格	/
Mn (锰)	1.48	≤1.60	合格	/
P (磷)	0.028	≤0.045	合格	/
S (硫)	0.034	≤0.045	合格	/
Cr (铬)	0.034	/	/	/
Ni (镍)	0.018	/	/	/
Cu (铜)	0.035	/	/	/
Mo (钼)	0.0018	/	/	/
V (钒)	0.14	/	/	/
Ceq (碳当量) ①	0.57	≤0.58	合格	/

3.1.3 编制组在参照相关生产厂家提供的材料力学性能报告的基础上，对直径为12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、25mm、28mm、32mm的8种规格的钢筋分别制作了100个标准拉伸试件，在湖南华菱涟源钢铁有限公司实验室进行了拉伸试验，表1和表2分别给出了 L_96 钢筋的试验结果。

表1 L_96 钢筋拉伸试验强度数据

直径 (mm)	样本数 n	屈服强度			极限强度		
		平均值	均方差	变异系数	平均值	均方差	变异系数

12	100	630.7	11.6	0.018	788.6	12.6	0.018
14	100	635.3	12.0	0.022	795.5	11.5	0.017
16	100	645.5	5.4	0.008	821.9	4.2	0.005
18	100	626.7	8.2	0.013	803.8	10.3	0.013
20	100	631.4	5.4	0.009	809.1	5.5	0.007
25	100	628.4	3.6	0.006	805.1	4.2	0.005
28	100	634.8	4.4	0.007	812.4	3.4	0.004
32	100	636.0	3.8	0.007	817.0	4.6	0.005

(1) 屈服强度标准值、抗拉强度设计值

根据表1的数据， L_96 钢筋的屈服强度实测值的平均值 $\mu_{f_y} = 633.58\text{MPa}$ ，标准差为 $\sigma_{f_y} = 6.8\text{MPa}$ 。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010第4.2.2条，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 γ_s 的数值， L_96 钢筋适当提高安全储备，取为1.13。

对于屈服强度标准值：

$f_{yk} = \mu_{f_y} - 1.645 \sigma_{f_y} = 633.58 - 1.645 \times 6.8 = 622.39\text{MPa}$ ，屈服强度标准值可取 $f_{yk} = 620\text{MPa}$ 。

对于抗拉强度设计值： $f_y = f_{yk} / \gamma_s = 622.39 \div 1.13 = 550.26\text{MPa}$ 可以取抗拉强度设计值为 $f_y = 550\text{MPa}$ 。

(2) 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 $\mu_{f_{stk}} = 818.80\text{MPa}$ ，标准差为 $\sigma_{f_{stk}} = 7.04\text{MPa}$ 。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010第4.2.2条，钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。

对于极限强度标准值：

$f_{stk} = \mu_{f_{stk}} - 1.645 \sigma_{f_{stk}} = 818.8 - 1.645 \times 7.04 = 807.21 \text{MPa}$ ，极限强度标准值可取

$f_{stk} = 775 \text{MPa}$ 。

(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/mm^2 ，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。

3.1.5 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，用于设计计算。

3.1.6 根据我国钢筋标准，将最大力下总伸长率 δ_{gt} 作为控制钢筋延性的指标。最大力下总伸长率 δ_{gt} 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。

3.1.7 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：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2规定的钢筋抗震性能指标提出。

3.2 混凝土

3.2.1 本条提出了应用 L_96 钢筋混凝土结构中混凝土最低强度等级的限制。

考虑到钢筋在节点处的锚固较难满足规范要求，以及高强度的混凝土与高强钢筋配合使用更能发挥高强钢筋的经济优势，故对混凝土强度等级作此规定。

4 基本规定

4.0.1 根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010第4.2.3条的规定，当用于受剪、受扭、受冲切承载力计算时，钢筋强度取值大于 360N/mm^2 时应取 360N/mm^2 。 L_96 用作受剪、受扭、受冲切钢筋，不能充分发挥其强度优势，宜优先选用较低强度级别的钢筋。

4.0.3 钢筋混凝土结构正常使用极限状态设计时考虑的荷载组合有标准组合和准永久组合。在标准组合中，含有起控制的一个可变荷载标准值效应；在准永久组合中，含有可变荷载准永久值效应。对于构件挠度、裂缝宽度计算，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；预应力混凝土构件采用荷载标准组合并考虑长期作用的影响。

4.0.4 裂缝控制等级划分为三级，等级是对裂缝控制严格程度而言的，设计人员根据具体情况选用不同的等级。关于构件裂缝控制等级的划分，国际上一般都根据结构的功能要求、环境条件对钢筋的腐蚀影响、钢筋种类对腐蚀的敏感性和荷载作用时间等因素来考虑。

4.0.6 L_96 钢筋机械连接所使用的直螺纹套筒原材料宜采用牌号为45号钢或牌号为40Cr的圆钢、结构用无缝钢管。套筒原材料强度、性能及质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T163、《钢筋机械连接技术规程》JGJ107等相关规定。

L_96 钢筋属于低合金高强钢材料体系，焊接方案在按照现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18执行基础上，依据低氢抗裂原则优先推荐采用低氢型焊接方法与低氢型焊接材料。优先推荐的焊接方案如下：

1、氩混合气体保护焊属于低氢抗裂型焊接方法，施工场地与环境许可的情况下，电弧焊接方法优先采用实芯焊丝氩混合气体保护焊；焊接设备优先选用具有脉冲功能的焊机，实芯焊丝型号：ER83-G GB/T 8110，常用氩混合气：80%氩气Ar+20%二氧化碳气CO₂；当环境温度 $<5^{\circ}\text{C}$ 、环境湿度 $>80\%$ 时，钢筋焊接接头需做好焊前预热、焊后保温等措施，其中，焊前预热和焊后保温的温度和时间等参数应根据现场气候、环境温度等情况来确定。焊接工艺规程实例请参考表2。

实芯焊丝氩混合气体保护焊较传统的焊条电弧焊有焊接生产成本低、焊接效

率高、焊接热输入小、焊缝韧性强、焊缝抗裂性能好等高效益高质量的优点。

2、电弧焊方法中的焊条电弧焊需使用低氢型药皮的碱性焊条；焊接设备优先选用直流逆变焊机，焊条型号：E8315 GB/T 32533，焊条在焊前需350℃×2小时烘干，短弧焊接；当环境温度<5℃、环境湿度>80%时，钢筋焊接接头需做好焊前预热、焊后保温等措施，其中，焊前预热和焊后保温的温度和时间等参数应根据现场气候、环境温度等情况来确定。焊接工艺规程实例请参考表3。

3、电阻焊宜优先采用预热-连续焊接方法及焊接设备。

4、电渣压力焊、闪光对焊和气压焊因焊接热输入大，接头焊缝的延伸、韧性和抗裂性能远低于钢筋母材，所以原则上在重要部位不推荐采用电渣压力焊、闪光对焊和气压焊。

表2、钢筋氩混合气体保护焊水平搭接焊的焊接工艺规程实例

母材/直径		钢筋 L ₉ 6/20										
母材类别		FeT-1-1										
填充方式		氩混合气体保护焊										
焊材标准		GB/T8110										
填充金属尺寸		Φ1.2										
焊材型号		ER83-G										
焊材牌号（金属材料代号）		GMR-W80										
填充金属类别		FeT-1-1										
其他		保护气成分：80%氩气Ar+20%二氧化碳气CO ₂										
母材/焊材金属化学成分（%）												
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Nb	
母材	/											
焊材	/											
其他：对每一种母材与焊接材料的组合均需分别填表。												
焊接位置： <u>钢筋水平搭接</u>						焊后热处理：						
焊缝的位置： <u>双面平焊</u>						保温温度（℃）： <u> </u> 保温时间范围（h）： <u> </u>						
是否预热： <u>是</u>						气体种类 混合比 流量						
最小预热温度（℃）： <u>100</u> 最大道间温度（℃）： <u>175</u>						(L/min)						
保持预热时间（Min）： <u>5</u>						保护气Ar+CO ₂ 80%+20% 15-20						
加热方式： <u> </u>						尾部保护气 背面保护气						

电特性:	平					
电流种类:	直 流	极性:	反 接			
焊接电流范围 (A):	180-280	电弧电压 (V):	23-30			
焊接速度范围 (cm/min):	13-25	气体流量 (L/min):	15			
钨极类型及直径:	_____	喷嘴直径 (mm):	20			
焊接电弧种类:	_____	焊丝送进速度 (cm/min):	_____			
(焊接参数现场数据记入下表)						
焊接方法	填充材料		焊接电流		电弧电压 (V)	焊接速度 (cm/min)
	牌 号	直 径	极 性	电 流 (A)		
MAG (混合气体保护 焊)	GMR- W80	φ 1.2	反接	260	27	15
技术措施:						
摆动焊或不摆动焊:		摆动焊	摆动参数:		1~2HZ	
单道焊或多道焊 (每面):			多道焊 (双面交叉)		钢筋中心线错位量: <1mm	
钢筋中心线角偏差:		<1°	力学检验时间:		48小时后	
导电嘴至工件距离 (mm): 20-30						
其他: ①采用MAG脉冲焊机 ; ②每道焊缝头尾方正填满且回焊填满弧坑 ; ③非焊接区域外不允许引弧及电弧擦伤; ④焊接区域内距离焊缝头尾20mm进行定位焊, 四点定位焊长度>20mm ; ⑤钢筋接头完全冷却后, 在接头端部单道焊缝封头。						

表3、钢筋焊条电弧焊水平搭接焊的焊接工艺规程实例

母材/直径	钢筋 L ₆ /20										
母材类别	FeT-1-1										
填充方式	焊条电弧焊										
焊材标准	GB/T32533										
填充金属尺寸	Φ4.0										
焊材型号	E8315										
焊材牌号 (金属材料代号)	J857										
填充金属类别	FeT-1-1										
其他	350℃×2h烘干										
母材/焊材金属化学成分 (%)											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Nb
母材	/										
焊材	/										

其他：对每一种母材与焊接材料的组合均需分别填表。

焊接位置： <u>钢筋水平搭接</u> 焊缝的位置： <u>双面平焊</u>	焊后热处理： 保温温度（℃）： <u> </u> 保温时间范围（h）： <u> </u>																		
是否预热： <u>是</u> 最小预热温度（℃）： <u>100</u> 最大道间温度（℃）： <u>175</u> 保持预热时间（Min）： <u>5</u> 加热方式： <u> </u>	气体种类 混合比 流量(L/min) 保 护 气 尾部保护气 背面保护气																		
电特性： <u>下降</u> 电流种类： <u>直流</u> 焊接电流范围（A）： <u>140-180</u> 焊接速度范围（cm/min） <u>3.5-5.5</u> 钨极类型及直径： <u> </u> 焊接电弧种类： <u>短弧（电弧长度<焊条直径）</u> （焊接参数现场数据记入下表）																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">焊接方法</th> <th colspan="2">填充材料</th> <th colspan="2">焊接电流</th> <th rowspan="2">电弧电压 (V)</th> <th rowspan="2">焊接速度 (cm/min)</th> </tr> <tr> <th>牌 号</th> <th>直径</th> <th>极性</th> <th>电流 (A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">SMAW (手工焊条电弧焊)</td> <td style="text-align: center;">J857</td> <td style="text-align: center;">ϕ4.0</td> <td style="text-align: center;">反接</td> <td style="text-align: center;">140~180</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">3.5~5.5</td> </tr> </tbody> </table>		焊接方法	填充材料		焊接电流		电弧电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	牌 号	直径	极性	电流 (A)	SMAW (手工焊条电弧焊)	J857	ϕ 4.0	反接	140~180	19	3.5~5.5
焊接方法	填充材料		焊接电流		电弧电压 (V)	焊接速度 (cm/min)													
	牌 号	直径	极性	电流 (A)															
SMAW (手工焊条电弧焊)	J857	ϕ 4.0	反接	140~180	19	3.5~5.5													
技术措施： 摆动焊或不摆动焊： <u>摆动焊</u> 焊前清理和层间清理： <u>手持式不锈钢丝轮电动刷</u> 单道焊或多道焊（每面）： <u>多道焊（双面交叉）</u> 钢筋中心线角偏差： <u><1°</u>																			
摆动参数： <u>0.5~1.5HZ</u> 背面清根方法： <u>渣锤清理焊渣</u> 钢筋中心线错位置： <u><1mm</u> 力学检验时间： <u>48小时后</u>																			
其他：① <u>采用下降特性电焊机</u> ；② <u>每道焊缝头尾方正填满且回焊填满弧坑</u> ；③ <u>非焊接区域外不允许引弧及电弧擦伤</u> ；④ <u>焊接区域内距离焊缝头尾20mm进行定位焊，两点定位焊长度>20mm</u> ；⑤ <u>钢筋接头完全冷却后，在接头端部单道焊缝封头。</u>																			

5 结构设计

5.1.1 L_96 作为受力钢筋的混凝土结构，在规定的荷载组合下的结构效应分析与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010完全相同。 L_96 作为受力钢筋的混凝土受弯构件的设计方法与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同，因此，设计可利用符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的混凝土结构设计软件，但钢筋的计算参数需做调整。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 L_96 钢筋，以满足裂缝宽度的要求。

5.1.2 超静定混凝土结构在出现塑性铰的情况下，会发生内力重分布。可利用这一特点进行构件截面之间的内力调幅，以达到简化构造、节约配筋的目的。本条规定给出了可以采用塑性调幅设计的构件或结构类型。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。现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3第5.2.3条规定现浇框架梁端负弯矩调幅系数可取0.8~0.9，即调整幅度不超过20%。

5.1.3 我国现行裂缝宽度计算公式的基本思路是先确定短期荷载作用下裂缝宽度的平均值，然后乘以相关参数得出考虑长期荷载作用的裂缝宽度值，该裂缝宽度值能够包络95%的裂缝宽度，即公式的保证率为95%。裂缝宽度的计算公式如下：

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

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

$$l_{cr} = \beta (1.9c_s + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}}) \quad (3)$$

$$\psi = 1.1 - 0.65 \frac{f_{tk}}{\rho_{te} \sigma_{sq}} \quad (4)$$

其中， w_{\max} 为最大裂缝宽度； w_m 为平均裂缝宽度； τ_l 为考虑长期作用影响的扩大系数； τ_s 为短期裂缝宽度的扩大系数； α_c 为反映裂缝间混凝土伸长对裂缝宽度影响的系数； ψ 为受弯构件裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数； l_{cr} 为平均裂缝间距。

中国建筑业协会团体标准《600MPa热轧带肋高强钢筋应用技术规程》T/CCIAT 0016-2020和山东省工程建设标准《600MPa级普通热轧带肋钢筋应用技术规程》DB37/T5144-2019在参考国内外规范和最新的研究成果的基础上，对现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中裂缝计算公式中短期裂缝宽度的扩大系数 τ_s 、反映裂缝间混凝土伸长对裂缝宽度影响的系数、受弯构件裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数的取值进行了分析，将现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中裂缝计算公式中引入裂缝宽度修正系数 C_w ，提出了HRB600 和 HRB600E 钢筋混凝土结构的裂缝宽度计算公式如下：

$$w_{\max} = C_w \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_{sq}}{E_s} (1.9c_s + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}}) \quad (5)$$

$$\psi = 1.1 - 0.65 \frac{f_{tk}}{\rho_{te} \sigma_s} \quad (6)$$

$$d_{eq} = \frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i \nu_i d_i} \quad (7)$$

式中 C_w 取值如下：

- (1) 对承受吊车荷载但不需作疲劳验算的受弯构件，取 $C_w = 0.85$ ；
- (2) 对按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定配置表层钢筋网片的梁，取 $C_w = 0.7$ ；
- (3) 对处于二a类环境下的地下室底板，取 $C_w = 0.7$ ；
- (4) 其他情况，取 $C_w = 0.85$ 。
- (5) 当构件为非受弯构件时，取 $C_w = 1.0$ 。

编制组在广泛查阅国内外研究成果的基础上，对 L_96 钢筋混凝土梁板进行了受弯性能的试验研究，验证了 L_96 钢筋混凝土梁板的受弯性能承载力和裂缝宽度计算公式的适应性。

6 构造规定

6.1 钢筋的锚固

6.1.1 我国钢筋强度不断提高，结构形式的多样性也使锚固条件有了很大的变化，根据近年来系统试验研究及可靠度分析的结果并参考国外标准，现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010给出了以简单计算确定受拉钢筋锚固长度的方法。其中基本锚固长度取决于钢筋强度及混凝土抗拉强度，并与锚固钢筋的直径及外形有关。

L_{96} 钢筋外形与其他普通热轧带肋钢筋相同，基本锚固长度 l_{ab} 、锚固长度 l_a 同现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

6.1.3 采用钢筋锚固板可节约钢材，方便施工。

6.2 钢筋的连接

6.2.2 现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163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。

6.3 纵向受力普通钢筋的最小配筋率及混凝土保护层

6.3.4 配置 L_{96} 的混凝土构件的各类构造，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定执行。

7 施工规定

7.1 一般规定

7.1.2 混凝土结构施工的钢筋连接方式由设计确定，且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，需办理变更文件。如设计没有规定，可由施工单位根据现行国家、行业以及湖南省相关标准的有关规定和施工现场条件与设计单位协商确定。

7.2 钢筋加工

7.2.4 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国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010第8.3.3条的规定。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.2 对于获得认证或生产质量稳定的钢筋、成型钢筋，在进场检验时，可比常规检验批容量扩大一倍。

当钢筋、成型钢筋满足本条各款中的两个条件时，检验批容量只扩大一次。当扩大检验批后的检验出现一次不合格情况时，应按扩大前的检验批容量重新验收，并不得再次扩大检验批容量。

8.1.3 钢筋隐蔽工程反映钢筋工程施工的综合质量，在浇筑混凝土之前验收是为了确保受力钢筋等的加工，连接，安装满足设计要求和本标准的有关规定。

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。

8.2 材 料

8.2.1 钢筋对混凝土结构的承载能力至关重要，对其质量应从严要求。

钢筋进场时，应检查产品合格证和出厂检验报告，并按有关标准的规定进行抽样检验，由于工程量、运输条件和各种钢筋的用量等的差异，很难对钢筋进场的批量大小作出统一规定。实际验收时，若有关标准中对进场检验作了具体规定，应遵照执行；若有关标准中只有对产品出厂检验的规定，则在进场检验时，批量应按下列情况确定：

1 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进场的数量大于该产品的出厂检验批量时，应划分为若干个出厂检验批，按出厂检验的抽样方案执行。

2 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进场的数量小于等于该产品的出厂检验批量时，应作为一个检验批，并按出厂检验的抽样方案执行。

3 对不同时间进场的同批钢筋，当确有可靠依据时，可按一次进场的钢筋处理。

本标准中，涉及原材料进场检查数量和检验方法时，除有明确规定外，均应该按以上叙述理解、执行。

本条的检验方法中，质量证明文件包括产品合格证、出厂检验报告，有时产品合格证、出厂检验报告可以合并；当用户有特别要求时，还应列出某些专门检验数据。进场抽样检验的结果是钢筋材料能否在工程中应用的判断依据。

对于每批钢筋的检验数量，应按相关产品标准执行。现行国家标准《钢筋混

混凝土用钢 第1部分 热轧光圆钢筋》GB 1499.1和《钢筋混凝土用钢 第2部分 热轧带肋钢筋》GB 1499.2中规定热轧钢筋每批抽取5个试件，先进行重量偏差检验，再取其中2个试件进行拉伸试验检验屈服强度、抗拉强度、伸长率，另取其中2个试件进行弯曲性能检验。对于钢筋伸长率，牌号带"E"的钢筋必须检验最大力下总伸长率。

根据住建部《绿色建筑技术导则（试行）》要求，为服务工程质量建设，湖南新懋旭科技有限公司通过益多成数智共享系统以质量记录归纳表达钢筋的数字化、实体化应用，对钢筋检验进行了模式及数据梳理，构造了 L₉6 钢筋质量追溯方法。

8.2.2 根据成型钢筋应用的实际情况，本条规定了成型钢筋进场的抽样检验规定。本条规定的成型钢筋指按现行标准《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226生产的产品，成型钢筋类型包括箍筋、纵筋、焊接网、钢筋笼等。

对由热轧钢筋组成的成型钢筋，当有施工单位或监理单位的代表驻厂监督加工过程，并能提交该批成型钢筋原材钢筋第三方检验报告时，可只进行重量偏差检验。此时成型钢筋进场的质量证明文件主要为产品合格证、产品标准要求的出厂检验报告和成型钢筋所用原材钢筋的第三方检验报告。

对由热轧钢筋组成的成型钢筋不满足上述条件时，进场时应按本条规定作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验。此时成型钢筋的质量证明文件主要为产品合格证、产品标准要求的出厂检验报告；对成型钢筋所用原材钢筋，生产企业可参照本标准及相关专业标准的规定自行检验，其检验报告在成型钢筋进场时可不提供，但应在生产企业存档保留，以便需要时查阅。

对于钢筋焊接网，材料进场还需按现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的有关规定检验弯曲、抗剪项目。

考虑到目前成型钢筋生产的实际情况，本条规定同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋，其检验批量不应大于60t。同一钢筋来源指成型钢筋加工所用钢筋为同一企业生产。经产品认证符合要求的成型钢筋及连续三批均一次检验合格的同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋，检验批量可扩大到不大于120t。

当每车进场的成型钢筋包括不同类型时，可将多车的同类型成型钢筋合并为一个检验批进行验收。对不同时间进场的同批成型钢筋，当有可靠依据时，可按

一次进场的成型钢筋处理。

本条规定每批不同牌号、规格均应抽取1个钢筋试件进行检验，试件总数不应少于3个。当同批的成型钢筋为相同牌号、规格，应抽取3个试件，检验结果可按3个试件的平均值判断，当同批的成型钢筋存在不同钢筋牌号、规格时，每种钢筋牌号、规格均应抽取1个钢筋试件，且总数量不应少于3个，此时所有抽取试件的检验结果均应合格；当仅存在2种钢筋牌号、规格，3个试件中的2个为相同牌号规格，但下一批取样相同的牌号、规格应改变，此时相同牌号、规格的2个试件可按平均值判断检验结果。

考虑到钢筋试件抽取的随机性，每批抽取的时间应在不同成型钢筋上抽取，成型钢筋截取钢筋试件后可采用搭接或焊接的方式进行修补。当进行屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验时，每批中抽取的试件应先进行重量偏差检验，再进行力学性能检验，试件截取长度应满足两种试验要求。

8.2.3 本条提出了针对部分框架、斜撑构件（合梯段）中纵向受力钢筋强度、伸长率的规定，其目的是保证重要结构构件的抗震性能。

本条中的框架包括各类混凝土结构中的框架梁、框架柱、框支梁、框支柱及板柱-抗震墙的柱等，其抗震级应根据现行国家相关标准由设计确定。斜撑构件包括伸臂桁架的斜撑、楼梯的梯段等相关标准中未对斜撑构件规定抗震等级，当建筑中其他构件需要应用抗震钢筋时，则建筑中所有斜撑构件均应满足本条规定，对不做受力斜撑构件使用的简支预制楼梯，可不遵守本条规定，剪力墙及其边缘构件、筒体、楼板、基础不属于本条规定的范围。

8.2.4 钢筋进场时和使用前均应加强外观质量的检查。弯曲不直或经弯折损伤、有裂纹的钢筋不得使用，表面有油污、颗粒状或片状老锈的钢筋亦不得使用，以防止影响钢筋握裹力或锚固性能。

8.2.5 成型钢筋在加工及出厂过程中均由专业加工厂质量管理人员进行检验，检验合格的产品才能入库和出厂。为规避成型钢筋在储存和运输过程中可能出现质量波动影响工程质量，本条规定了进入施工现场时的成型钢筋整体的外观质量和尺寸偏差检验要求。尺寸主要包括成型钢筋形状尺寸，本标准第8.3.4条规定的偏差为主要检验内容之一，其他内容应符合相关标准的规定。对于钢筋焊接网和焊接骨架，外观质量尚应包括开焊点、漏焊点数量，焊网钢筋间距等项目。

本标准第8.2.2条检验要求抽取的是钢筋试件，本条根据外观质量、尺寸偏差

检验需求抽取的是成型钢筋试件，故检验批划分不再要求“同一钢筋来源”。本条要求每批随机抽取3个成型钢筋试件，如每批存在3个以上的成型钢筋类型，不同批成型钢筋应抽取不同的类型，以体现“随机性”。

8.2.6 钢筋机械连接用套筒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、《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的有关规定。钢筋锚固板质量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。本条规定还适用于按商品进场验收的预埋件等结构配件。

钢筋机械连接套筒、钢筋锚固板以及预埋件等外观质量的进场检验项目及合格要求应按相关标准的规定确定。

8.3 钢筋加工

8.3.1 本条对不同级别钢筋的弯弧内径作出了具体规定，钢筋加工时应按本条规定选择弯折机弯头，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。第7.2.3条第4款规定“箍筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋的直径”，纵向受力钢筋指箍筋弯折处的纵向受力钢筋，除此规定外，拉筋弯折尚应考虑拉筋实际勾住钢筋的具体情况。

8.3.4 本条规定了钢筋加工形状、尺寸和允许偏差值及检查数量和方法。现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010已将混凝土保护层厚度按最外层钢筋（箍筋）规定，此种情况下截面尺寸减两倍保护层厚度后将直接得到箍筋外廓尺寸，故本条将箍筋内净尺寸改为外廓尺寸。

8.4 钢筋连接

8.4.1 本条提出了纵向受力钢筋连接方式的基本要求，这是保证受力钢筋应力传递及结构构件受力性能所必需的。如设计没有规定钢筋的连接方式，可由施工单位根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 等现行国家相关标准的有关规定和施工现场条件与设计共同商定，并按此进行验收。

8.4.2 现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18分别对钢筋机械连接、焊接的力学性能、弯曲性能（仅针对焊接）质量验收等提出了明确的规定，应按其规定进行验收。对机械连接，质量证明文件应包括有效的型式检验报告。为保证接头试件能够代表实际工程质量，本条要求接头试件应在钢筋安装后、混凝土浇筑前从工程实体中截取。

8.4.3 螺纹接头的拧紧扭矩值和挤压接头的压痕直径是钢筋机械连接过程中的重要技术参数，应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的相关规定进行检验，检验应使用专用扭力扳手或专用量规检查。

8.4.4 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《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定确定，加密区范围内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接头和焊接接头。

8.4.5 本条对施工现场的机械连接接头和焊接接头提出了外观质量验收要求。

8.4.6 本条规定了纵向受力钢筋机械连接和焊接接头百分率验收要求；计算接头连接区段长度时， d 为相互连接两根钢筋中较小直径，并按该直径计算连接区段内的接头面积百分率；当同一构件内不同连接钢筋计算的连接区段长度不同时取大值。根据相关规范的规定，板、墙、柱中受拉机械连接接头及装配式混凝土结构构建连接处受拉机械连接、焊接接头，可根据实际情况放宽接头面积百分率要求。

8.5 钢筋安装

8.5.1 受力钢筋的牌号、规格和数量对结构构件的受力性能有重要影响，必须符合设计要求。较大直径带肋钢筋的牌号、规格可根据钢筋外观的轧制标志识别。光圆钢筋和小直径带肋钢筋外观没有轧制标志，安装时应对其牌号特别注意。

8.5.2 钢筋的安装位置，锚固方式同样影响结构受力性能，应按设计要求进行验收。钢筋的安装位置主要包括钢筋安装的部位，如梁顶部与底部、柱的长边与短边等。

8.5.3 本条规定了钢筋安装的允许偏差。考虑到纵向受力钢筋锚固长度对结构受力性能的重要性，本条增加了锚固长度的允许偏差要求，表8.5.3中规定纵向受力钢筋锚固长度负偏差不大于20mm，对正偏差没有要求。现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010已将混凝土保护层厚度按最外层钢筋规定，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。

考虑保护层厚度对结构的安全性、耐久性的重要影响，本条将受力钢筋保护层厚度的合格率统一提高为90%以上。